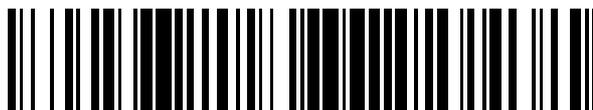


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 995**

51 Int. Cl.:

G05D 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.1998 PCT/US1998/26853**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.06.1999 WO99031560**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.1998 E 98964035 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2018 EP 1040398**

54 Título: **Métodos y sistemas de iluminación controlados digitalmente**

30 Prioridad:

17.12.1997 US 71281 P
24.12.1997 US 68792 P
20.03.1998 US 78861 P
25.03.1998 US 79285 P
26.06.1998 US 90920 P
26.08.1998 WO PCT/US98/17702

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.05.2018

73 Titular/es:

PHILIPS LIGHTING NORTH AMERICA CORPORATION (100.0%)
Three Burlington Woods Drive
Burlington, MA 01803, US

72 Inventor/es:

MUELLER, GEORGE, G.;
LYS, IHOR, A.;
MORGAN, FREDERICK, MARSHALL y
BLACKWELL, MICHAEL, K.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 666 995 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Métodos y sistemas de iluminación controlados digitalmente

5 REFERENCIA CRUZADA A SOLICITUDES RELACIONADAS

Se hace referencia a las siguientes solicitudes de patente: Método y aparato de iluminación con LED multicolores, Solicitud por Tratado de Cooperación en Patentes, presentada el 26 de agosto de 1998, Solicitud PCT No. US98/17702; Sistemas y métodos de diodos emisores de luz controlados digitalmente, Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos No. 60/071.281, presentada el 17 de diciembre de 1997, que nombra a George Mueller e Ihor Lys como inventores; Iluminación inteligente multicolores, Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos no. 60/068,792, presentada el 24 de diciembre de 1997, nombrando a George Mueller e Ihor Lys como inventores; Digital Lighting Systems, Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos No. 60/078,861, presentada el 20 de marzo de 1998, nombrando a Ihor Lys como inventor; Sistema y Método para iluminación controlada, Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos no. 60/079,285, presentada el 25 de marzo de 1998, nombrando a George Mueller e Ihor Lys como inventores; Método para generación de señales de anchura modulada múltiples simultáneas con pulso de alta velocidad, Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos no. 60/090.920, presentada el 26 de junio de 1998, nombrando a Ihor Lys como inventor; así como también ocho Solicitudes de Patente de los Estados Unidos presentadas en la misma fecha con la presente, el 17 de diciembre de 1998, cada una nombrando a George Mueller e Ihor Lys, números de solicitud que se asignarán, que tienen los siguientes títulos: Bulbo de luz inteligente; Protocolo energía/datos; Métodos y sistemas de iluminación con sensor/retroalimentación; Métodos y sistemas de iluminación de precisión; Sistema de entretenimiento por iluminación; Sistemas y métodos cinéticos de iluminación; Componentes de iluminación; y Rastreo de suministro de datos.

25 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

Se conocen diodos emisores de luz que, cuando se disponen en un circuito, aceptan impulsos eléctricos del circuito y convierten los impulsos en señales luminosas. Los LED son energéticamente eficientes, no emiten prácticamente nada de calor y tienen una larga vida útil.

Existen varios tipos de LED, incluidos los LED de espacio de aire, los diodos emisores de luz de GaAs (que pueden duplicarse y empaquetados como una sola unidad ofrecen una mayor fiabilidad que el paquete convencional de un solo diodo), LED de polímero y LED semiconductores, entre otros. La mayoría de los LED en uso actual son rojos. Los usos convencionales para los LED incluyen pantallas para entornos con poca luz, como la luz intermitente en un módem u otro componente de un ordenador, o la pantalla digital de un reloj de pulsera. Los LED mejorados se han utilizado recientemente en matrices para semáforos de mayor duración. Los LED se han utilizado en cuadros de indicadores y otras pantallas. Además, los LED se han colocado en matrices y se han utilizado como pantallas de televisión. Aunque la mayoría de los LED en uso son de color rojo, amarillo o blanco, los LED pueden tomar cualquier color; además, un único LED puede diseñarse para cambiar los colores a cualquier color en el espectro de color en respuesta a señales eléctricas cambiantes.

Es bien sabido que combinar la luz proyectada de un color con la luz proyectada de otro color dará como resultado la creación de un tercer color. También es bien sabido que tres colores primarios comúnmente usados -rojo, azul y verde- se pueden combinar en diferentes proporciones para generar casi cualquier color en el espectro visible. La presente invención aprovecha estos efectos combinando la luz proyectada de al menos dos diodos emisores de luz (LEDs) de diferentes colores primarios. Debe entenderse que, para los fines de esta invención, el término "colores primarios" abarca cualquier color diferente que pueda combinarse para crear otros colores.

Se conocen también redes de iluminación por ordenador que usan LED. La Patente de los Estados Unidos No. 5,420,482, concedida a Phares, describe una de tales redes que utiliza LED de diferentes colores para generar un color seleccionable, principalmente para su uso en un aparato de visualización. La Patente de los Estados Unidos No. 4,845,481, concedida a Havel, está dirigida a un dispositivo de visualización multicolor. Havel usa una señal modulada por ancho de pulso para proporcionar corriente a los respectivos LED en un ciclo de trabajo particular. La Patente de los Estados Unidos No. 5,184,114, concedida a Brown, muestra un sistema de visualización de LED. La Patente de los Estados Unidos No. 5,134,387, concedida a Smith et al., está dirigida a una pantalla de matriz LED.

Existen sistemas de iluminación en los que una red de luces individuales está controlada por un controlador central, que puede ser un controlador controlado por ordenador. Dichos sistemas de iluminación incluyen sistemas de iluminación teatral. El protocolo USITT DMX-512 fue desarrollado para entregar una secuencia de datos desde una consola teatral a una serie de luces teatrales.

El protocolo DMX-512 se diseñó originalmente para estandarizar el control de los atenuadores de luz mediante consolas de iluminación. El protocolo DMX-512 es un protocolo de control de iluminación digital multiplexado con una señal para controlar 512 dispositivos, tales como atenuadores, desplazadores, relés no atenuadores, parámetros de una luz móvil o una luz gráfica en un conjunto de realidad virtual computarizado. El DMX-512 se usa

para controlar una red de dispositivos. El protocolo DMX-512 emplea códigos de señal digital. Cuando un dispositivo transmisor, como una consola de iluminación, envía códigos digitales, un dispositivo receptor, como un atenuador, transforma estos códigos en un comando de función, como oscurecimiento a un nivel específico. Con los sistemas digitales, la integridad de la señal se ve menos comprometida en largas tiradas de cable, en relación con el control analógico. Cuando se envía y recibe una cadena codificada de 0/1 dígitos, el dispositivo realizará la tarea deseada.

En términos de hardware, la información del protocolo DMX-512 se transfiere entre dispositivos a través de cables metálicos usando el protocolo de hardware RS-485. Esto implica el uso de dos cables, conocidos como par trenzado. El primer cable se denomina cable de datos +, y el segundo cable se denomina cable de datos -. El voltaje utilizado en la línea es típicamente positivo de cinco voltios. A modo de ejemplo, para transmitir uno lógico, el cable de datos + se lleva a cinco voltios positivos, y el cable de datos - a cero voltios. Para transmitir un cero lógico, el cable de datos + pasa a cero voltios, y el cable de datos - a cinco voltios positivos. Esto es bastante diferente de la interfaz RS-232 más común, donde un cable siempre se mantiene a cero voltios. En RS-232, se transmite uno lógico al poner entre seis positivos y doce voltios positivos en la línea, y se transmite un cero lógico al poner un voltaje entre seis negativos y doce voltios negativos en la línea. Por lo general, se entiende que RS-485 es mejor para la transmisión de datos que RS-232. Con RS-232, el receptor debe medir si la tensión entrante es positiva o negativa. Con RS-485, el receptor solo necesita determinar qué línea tiene la tensión más alta.

Los dos cables sobre los que se transmite RS-485 están preferiblemente en torsión. Torsión significa que las perturbaciones en la línea tienden a afectar a ambas líneas simultáneamente, más o menos en la misma cantidad, de modo que la tensión en ambas líneas fluctuará, pero la diferencia de tensión entre las líneas permanece igual. El resultado es que el ruido es rechazado de la línea. Además, la capacidad de los controladores RS-485 es mayor que la de los controladores RS-232. Como resultado, el protocolo RS-485 puede conectar dispositivos a distancias cientos de veces más de lo que sería posible al usar RS-232. RS-485 también aumenta la velocidad de datos máxima, es decir, la cantidad máxima de datos que se pueden transmitir a través de la línea cada segundo. La comunicación entre dispositivos que utilizan RS-232 es normalmente de unos nueve mil seiscientos baudios (bits por segundo). Es posible una comunicación más rápida, pero las distancias sobre las cuales se pueden transmitir los datos se reducen significativamente si la comunicación es más rápida. En comparación, DMX-512 (utilizando RS-485) permite que los datos se envíen a doscientos cincuenta mil baudios (doscientos cincuenta mil bits por segundo) a distancias de cientos de metros sin problemas. Cada byte transmitido tiene un bit de inicio, que se usa para advertir al receptor que el siguiente carácter está comenzando, ocho bits de datos (transmite hasta doscientos cincuenta y seis mil niveles diferentes) y dos bits de parada, que se usan para indicarle al receptor que este es el final del personaje. Esto significa que cada byte se transmite en once bits, de modo que la duración de cada carácter es de cuarenta y cuatro microsegundos.

El receptor observa las dos señales entrantes en un par de pines y compara las diferencias. Un aumento de voltaje en un cable y el inverso en el otro se verá como un diferencial y, por lo tanto, se descifrá como un dígito. Cuando ambas señales son idénticas, no se reconoce ninguna diferencia y no se descifran dígitos. Si la interferencia se transmitiera accidentalmente a lo largo de la línea, no transmitiría ninguna respuesta siempre que la interferencia fuera idéntica en ambas líneas. La proximidad de las dos líneas ayuda a asegurar que la distribución de la interferencia sea idéntica en ambos cables. El controlador de señal envía códigos de dispositivo en una secuencia de datos continua y repetitiva. El dispositivo receptor se dirige con un número entre uno y quinientos doce, por lo que responderá solo a los datos que correspondan a su dirección asignada.

Una resistencia de terminación típicamente se instala al final de una línea de dispositivos DMX, lo que reduce la posibilidad de reflexión de la señal que puede crear errores en la señal DMX. El valor de ohmios de la resistencia viene determinado por el tipo de cable utilizado. Algunos dispositivos permiten la auto terminación al final de la línea. Se pueden distribuir múltiples líneas de datos DMX a través de un optorrepetidor. Este dispositivo crea una ruptura física en la línea transformando las señales eléctricas en luz que abarca un espacio, luego se restaura a las señales eléctricas. Esto protege los dispositivos de daños de alto voltaje, viajando accidentalmente a lo largo de la red. También repetirá los datos DMX originales en varias líneas de salida. Los datos de entrada se recrean en las salidas, eliminando la distorsión. La señal sale del optorrepetidor tan fuerte como salió de la consola.

Los mensajes DMX se generan típicamente a través de un software informático. Cada mensaje DMX va precedido de un "interrupción", que es una señal para el receptor de que el mensaje anterior ha finalizado y que el siguiente mensaje está a punto de comenzar. La longitud de la señal de interrupción (equivalente a un cero lógico en la línea) debe ser de ochenta y ocho micro segundos según la especificación DMX. La señal puede ser más de ochenta y ocho micro segundos. Después de que la señal de interrupción se elimina de la línea, hay un período durante el cual la señal está en un nivel lógico. Esto se conoce como el momento "Marca" o "Marca después de la interrupción" (MAB). Esta vez es típicamente al menos ocho microsegundos. Después de la marca, aparece el primer carácter, o byte, que se conoce como el carácter "Inicio". Este carácter está bastante poco especificado, y normalmente se establece en el valor cero (puede variar entre cero y doscientos cincuenta y cinco). Este carácter de inicio se puede usar para especificar mensajes especiales. Es posible, por ejemplo, tener quinientos doce atenuadores que respondan a los mensajes con el carácter de inicio establecido en cero, y otros quinientos doce atenuadores que respondan a los mensajes con el carácter de inicio establecido en uno. Si uno transmite datos para estos mil veinticuatro atenuadores, y uno establece el carácter de inicio a cero para los primeros quinientos doce atenuadores,

y para uno para el segundo conjunto de quinientos doce atenuadores, es posible controlar mil veinticuatro atenuadores (o más si se desea, usando la misma técnica). La desventaja es una reducción en el número de mensajes enviados a cada uno del conjunto de reguladores, en este ejemplo por un factor de dos. Después del carácter de inicio hay entre uno y quinientos doce caracteres, que normalmente corresponden a los hasta quinientos doce canales controlados por DMX. Cada uno de estos caracteres puede tener un valor entre cero (para 'apagado, 5
cero por ciento) y doscientos cincuenta y cinco (para completo, cien por ciento). Después del último carácter, puede haber otro retraso (en el nivel lógico de un nivel) antes de que comience la próxima pausa. La cantidad de mensajes que se transmiten por segundo depende de todos los parámetros enumerados anteriormente. En un caso, donde la longitud de la ruptura es de ochenta y ocho microsegundos, la duración de la toma tras la pausa es de ocho 10
microsegundos, y cada carácter tarda exactamente cuarenta y cuatro microsegundos para transmitir habrá cuarenta y cuatro mensajes por segundo, suponiendo que los cinco ciento doce canales están siendo transmitidos. Muchos escritorios de iluminación y otras fuentes DMX transmiten menos de quinientos doce canales, usan una pausa más larga y lo hacen después de la pausa, y pueden tener una frecuencia de actualización de setenta u ochenta mensajes por segundo. A menudo, no se obtiene ningún beneficio de esto, ya que el valor actual no se recalcula 15
necesariamente para cada uno de los canales en cada cuadro. La señal DMX "estándar" permitiría encender y apagar una lámpara veintidós veces por segundo, lo que es suficiente para muchas aplicaciones. Ciertos dispositivos son capaces de usar DMX de dieciséis bits. Los mensajes normales de ocho bits permiten doscientas cincuenta y seis posiciones, lo cual es inadecuado para el posicionamiento de los espejos y otros dispositivos mecánicos. Tener dieciséis bits disponibles por canal aumenta esa cantidad hasta sesenta y cinco mil quinientos 20
treinta y seis pasos, lo que elimina la limitación del DMX "estándar".

Un problema importante con las redes de iluminación actuales es que requieren un cableado o disposición de cables especial. En particular, se necesita un juego de cables para la energía eléctrica, mientras que para los datos se 25
necesita un segundo juego de cables, como los datos del protocolo DMX-512. En consecuencia, el propietario de un conjunto existente de luces debe realizar un esfuerzo significativo para volver a cablear con el fin de tener un entorno de iluminación controlado digitalmente.

Un segundo problema significativo con las redes de iluminación actuales es que las aplicaciones de iluminación 30
particulares requieren tipos de iluminación particulares. Por ejemplo, las luces basadas en LED son apropiadas para algunas aplicaciones, mientras que las lámparas incandescentes o las lámparas halógenas pueden ser más apropiadas para otras aplicaciones. Un usuario que desea tener una red de luces controlada digitalmente, además de volver a cablear, actualmente debe agregar dispositivos adicionales o reemplazar accesorios viejos por cada tipo diferente de luz. En consecuencia, ha surgido la necesidad de un dispositivo de iluminación que permita el uso de 35
diferentes tipos de luces controladas digitalmente.

El uso de señales moduladas por ancho de pulso para controlar dispositivos eléctricos, tales como motores, también es conocido. Los métodos tradicionales para proporcionar señales moduladas por ancho de pulso incluyen hardware 40
que utiliza temporizadores programados de software, que en algunos casos no es rentable si no hay suficientes módulos de temporizador disponibles, y un proceso de interrupción por conteo, en el que un microprocesador recibe interrupciones periódicas a una velocidad conocida. Cada vez que pasa el bucle de interrupción, el procesador compara el recuento de corriente con el recuento de objetivos y actualiza uno o más pines de salida, creando así una señal modulada por ancho de pulso, o PWM. En este caso, la velocidad es igual a la velocidad del reloj dividida 45
por ciclos en la rutina de interrupción dividida por la resolución deseada. En un tercer método, en una combinación de los dos primeros procesos, los bucles de software contienen una cantidad variable de instrucciones. El procesador usa el temporizador de hardware para generar una interrupción periódica, y luego, dependiendo de si el pulso es muy corto o no, programa otra interrupción para finalizar el ciclo de PWM, o crea el pulso por sí mismo en la primera rutina de interrupción por ejecutando una serie de instrucciones que consumen una cantidad de tiempo deseada entre dos actualizaciones de señal PWM. La dificultad con el tercer método es que para múltiples canales PWM es muy difícil organizar las actualizaciones de señales basadas en temporizador de manera que no se 50
solapen, y luego cambiar con precisión los tiempos de actualización para un nuevo valor de señales PWM. En consecuencia, se necesita un nuevo método y sistema de modulación de ancho de pulso para ayudar a controlar los dispositivos eléctricos.

Muchas aplicaciones de iluminación convencionales están sujetas a otros inconvenientes. Las fuentes de luz 55
convencionales, como las fuentes halógenas e incandescentes pueden producir calor indeseable. Tales fuentes pueden tener vidas muy limitadas. Las fuentes de luz convencionales pueden requerir lentes sustanciales y sistemas de filtración para producir color. Puede ser muy difícil reproducir las condiciones de color precisas con fuentes de luz convencionales. Las fuentes de luz convencionales pueden no responder rápidamente al control del ordenador. Uno o más de estos inconvenientes pueden tener un significado particular en aplicaciones de iluminación existentes 60
particulares. Además, la combinación de estos inconvenientes puede haber evitado el desarrollo de varias otras aplicaciones de iluminación. En consecuencia, existe la necesidad de métodos y sistemas de iluminación que superen los inconvenientes de los sistemas de iluminación convencionales y que aprovechen las posibilidades que ofrecen al superar tales inconvenientes.

La Patente Francesa FR-A-2640791 describe una pantalla de diodos emisores de luz (LED) de matriz de puntos 65
para la construcción de un conjunto de pantalla LED de matriz de puntos grande. La pantalla es notable porque el

circuito de control está provisto de un canal de salida y una etapa de direcciones en la que se almacena un código de identificación.

5 La patente de GB GB-A-2176042 describe un sistema de visualización de colores en estado sólido que comprende una matriz de visualización que consiste en conjuntos de diodos emisores de luz. La invención se utiliza en un sistema de visualización a color a gran escala.

10 La Patente de los Estados Unidos No. 4,607,317 describe una "luz que no es de neón" que puede doblarse y plegarse para una instalación lineal y en arco para decoración publicitaria o un adorno de lámpara similar en una figura plana o artículo formativo dimensional.

RESUMEN DE LA INVENCION

15 Se proporcionan aquí métodos y sistemas de iluminación que superan muchos de los inconvenientes de los sistemas de iluminación convencionales. En realizaciones, se proporcionan métodos y sistemas para iluminación multicolor. En una realización, la presente invención es un aparato para proporcionar una red de iluminación multicolor, controlada por ordenador, eficaz, capaz de alto rendimiento y rápida selección y cambio de color.

20 Se proporciona de acuerdo con la invención un aparato de LED modular como se describe en la reivindicación 1. De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método según la reivindicación 21.

25 Como se describió anteriormente, las realizaciones de la presente invención pueden utilizarse de diversas maneras. A modo de ejemplos, la siguiente discusión proporciona diferentes entornos dentro de los cuales los LED de la presente invención pueden adaptarse para luces y/o iluminación.

30 Los sistemas y métodos de la presente invención incluyen el uso de LED como parte de o en una amplia gama de artículos para proporcionar efectos estéticamente atractivos o funcionales. Los diodos emisores de luz (LED) controlados digitalmente de la presente invención se pueden usar en una serie de campos tecnológicos en las invenciones más particularmente descritas a continuación.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 representa un módulo de luz de la presente invención.

35 La figura 2 representa un módulo de luz de la figura 1 en conexión de datos con un generador de datos de control para el módulo de luz.

La figura 3 representa un esquema de una realización del módulo de luz.

40 La figura 4 representa una matriz de LED en una realización de un módulo de luz.

La figura 5 representa un módulo de potencia en una realización de la invención.

45 La figura 6 representa un diseño de circuito para una realización de un módulo de luz.

La figura 7 representa un diseño de circuito para una matriz de LED en un módulo de luz en una realización de la invención.

50 La figura 8 representa una matriz de LED que puede estar asociada a un circuito tal como el de la figura 6.

La figura 9 representa un esquema del diseño eléctrico de una realización de un módulo de luz.

La figura 10 representa un módulo de potencia para un módulo de luz de la invención.

55 La figura 11 representa otra vista del módulo de potencia de la figura 10.

La figura 12 representa un circuito para una fuente de alimentación para un módulo de iluminación de la invención.

60 La figura 13 representa un circuito para un multiplexor de potencia/datos.

La figura 14 representa un circuito para otra realización de un multiplexor de potencia/datos.

65 La figura 15 representa diagramas de flujo que representan etapas en una rutina de software de modulación de ancho de pulso modificada.

La figura 16 representa un sistema de iluminación de seguimiento de entrega de datos.

- La figura 17 representa un diseño de circuito para un controlador de datos para el sistema de seguimiento de la figura 16.
- 5 La figura 18 representa un diseño de circuito para un terminador para un sistema de seguimiento de la figura 16.
- La figura 19 representa una realización de un módulo de luz en el que una carcasa cilíndrica aloja el módulo de luz.
- La figura 20 representa un módulo de luz modular.
- 10 La figura 21 representa un módulo de luz modular construido para adaptarse a un enchufe de halógeno.
- La figura 22 representa un diseño de circuito para una realización de un módulo de luz.
- La figura 23 representa una carcasa modular para un módulo de luz.
- 15 La figura 24 es una ilustración esquemática de una unidad de LED modular de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La figura 25 ilustra un módulo de luz de acuerdo con una realización de la presente invención.
- 20 La figura 26 ilustra un módulo de luz de acuerdo con otra realización de la presente invención.
- La figura 27 ilustra un módulo de luz de acuerdo con una realización adicional de la presente invención.
- 25 Las figuras 28A-C ilustran una pluralidad de LED dispuestos dentro de las diversas configuraciones para uso con la unidad de LED modular de la presente invención.
- Las figuras 29-68 ilustran los diversos entornos dentro de los cuales puede iluminarse la unidad de LED modular de la presente invención.
- 30 La figura 69 representa una realización de bombilla inteligente de la invención.
- La figura 70 representa la realización de la figura 69 en conexión de datos con otro dispositivo.
- 35 La figura 71 representa la realización de la figura 69 en conexión con otras bombillas inteligentes.
- La figura 72 representa una red de bombillas de luz inteligentes en conexión de datos entre sí.
- La figura 73 representa una aplicación de sensor/retroalimentación de luz intermedia usando una bombilla de luz inteligente.
- 40 La figura 74 representa un entorno de sensor/retroalimentación EKG usando una bombilla de luz inteligente.
- La figura 75 representa un diagrama esquemático de una aplicación de sensor/retroalimentación.
- 45 La figura 76 representa un diagrama de bloques general relevante para un termómetro de color.
- La figura 77 representa un velocímetro de color.
- 50 La figura 78 representa un inclinómetro de color.
- La figura 79 representa un magnómetro de color.
- La figura 80 representa un sistema de alerta de humo.
- 55 La figura 81 representa un medidor de pH de color.
- La figura 82 representa un sistema de seguridad para indicar la presencia de un objeto.
- 60 La figura 83 representa un detector de radiación electromagnética.
- La figura 84 representa un indicador de teléfono de color.
- La figura 85 representa un sistema de iluminación que usa un módulo de luz de la presente invención en asociación con un dispositivo de entretenimiento.
- 65

La figura 86 representa un esquema del sistema de la figura 85.

La figura 87 representa un esquema de un codificador para el sistema de la figura 85.

5 La figura 88 representa un esquema de un método de codificación que usa el codificador de la figura 87.

La figura 89 representa un esquema de un descodificador del sistema de la figura 85.

La figura 90A representa una realización de un sistema para iluminación de precisión.

10 La figura 90B representa un diagrama de bloques de un módulo de control para el sistema de iluminación de precisión de la figura 90A.

15 La figura 91 representa una realización que comprende un sistema de iluminación de precisión mantenido en la mano de un operador.

La figura 92A representa plantas con frutos iluminadas por un arreglo de sistemas de LED.

20 La figura 92B representa plantas frutales iluminadas con luz natural.

La figura 93A es una vista generalmente esquemática que ilustra la anatomía de la porta hepática como se ilumina mediante una realización de un sistema de LED fijado a un instrumento médico.

25 La figura 93B representa una realización de un sistema LED fijado a un instrumento médico.

La figura 93C representa una realización de un sistema LED fijado a un endoscopio.

La figura 93D representa una realización de un sistema LED fijado a un cabezal de lámpara quirúrgico.

30 La figura 93E representa una realización de un sistema LED fijado a lupas quirúrgicas.

La figura 94 representa un método para tratar una afección médica iluminando con una realización de un sistema de LED.

35 La figura 95 representa el cambio del color percibido de los objetos coloreados al cambiar el color de la luz proyectada sobre ellos.

La figura 96 representa la creación de una ilusión de movimiento en un diseño coloreado cambiando el color de la luz proyectada sobre el mismo.

40 La figura 97 representa una máquina expendedora en la que se crea una ilusión de movimiento en un diseño coloreado cambiando el color de la luz proyectada sobre el mismo.

45 La figura 98 representa una máquina expendedora en la que los objetos aparecen y desaparecen en un diseño coloreado cambiando el color de la luz proyectada sobre el mismo.

La figura 99 representa un sistema para iluminar un contenedor.

La figura 100 representa una prenda de ropa iluminada por un sistema LED.

50 DESCRIPCIÓN DETALLADA

Se describirá ahora la estructura y el funcionamiento de diversos métodos y sistemas que son realizaciones de la invención. Debe entenderse que están disponibles muchas otras formas de poner en práctica la invención en este documento, y las realizaciones descritas en este documento son de ejemplo y no limitativas.

60 Con referencia a la figura 1, se representa un módulo 100 de luz en formato de diagrama de bloques. El módulo 100 de luz incluye dos componentes, un procesador 16 y un sistema 120 de LED, que se representa en la figura 1 como una matriz de diodos emisores de luz. El término "procesador" se usa en este documento para referirse a cualquier método o sistema para procesar en respuesta a una señal o datos y debe entenderse que abarca microprocesadores, circuitos integrados, software de ordenador, hardware de ordenador, circuitos eléctricos, circuitos integrados específicos de aplicaciones, ordenadores personales, chips y otros dispositivos capaces de proporcionar funciones de procesamiento. El sistema 120 de LED es controlado por el procesador 16 para producir una iluminación controlada. En particular, el procesador 16 controla la intensidad de diferentes LED individuales de color, matrices semiconductoras o similares del sistema 120 de LED para producir iluminación en cualquier color en el espectro. Los cambios instantáneos en el color, el estroboscopio y otros efectos, más particularmente descritos a

continuación, pueden producirse con módulos de luz tales como el módulo 100 de luz representado en la figura 1. El módulo 100 de luz puede hacerse capaz de recibir potencia y datos. El módulo 100 de luz, a través del procesador 16, puede estar hecho para proporcionar las diversas funciones adscritas a las diversas realizaciones de la invención descrita en el presente documento.

5 Con referencia a la figura 2, el módulo 100 de luz puede construirse para usarse solo o como parte de un conjunto de tales módulos 100 de luz. Un módulo 100 de luz individual o un conjunto de módulos 100 de luz puede proporcionarse con una conexión 500 de datos a uno o más dispositivos externos, o, en ciertas realizaciones de la invención, con otros módulos 100 de luz. Como se usa en el presente documento, el término "conexión de datos" debe entenderse como cualquier sistema para entregar datos, como una red, un bus de datos, un cable, un transmisor y receptor, un circuito, una cinta de vídeo, un disco compacto, un disco DVD, una cinta de vídeo, una cinta de audio, una cinta de ordenador, una tarjeta o similar. Una conexión de datos puede incluir así cualquier sistema de método para entregar datos por medio de la frecuencia de radio, ultrasonido, auditivo, infrarrojo, óptico, microondas, láser, electromagnético u otro método o sistema de transmisión o conexión. Es decir, cualquier uso del espectro electromagnético u otro mecanismo de transmisión de energía podría proporcionar una conexión de datos como se describe en este documento. En realizaciones de la invención, el módulo 100 de luz puede estar equipado con un transmisor, receptor o ambos para facilitar la comunicación, y el procesador 16 puede estar programado para controlar las capacidades de comunicación de una manera convencional. Los módulos 100 de luz pueden recibir datos a través de la conexión 500 de datos desde un transmisor 502, que puede ser un transmisor convencional de una señal de comunicaciones, o pueden ser parte de un circuito o red conectados al módulo 100 de luz. Es decir, debe entenderse que el transmisor 502 abarca cualquier dispositivo o método para transmitir datos al módulo 100 de luz. El transmisor 502 puede estar conectado o ser parte de un dispositivo 504 de control que genera datos de control para controlar los módulos 100 de luz. En una realización de la invención, el dispositivo 504 de control es un ordenador, tal como un ordenador portátil. Los datos de control pueden estar en cualquier forma adecuada para controlar el procesador 16 para controlar el sistema 120 de LED. En una realización de la invención, los datos de control están formateados de acuerdo con el protocolo DMX-512, y el software convencional para generar instrucciones DMX-512 es utilizado en un ordenador portátil o personal como el dispositivo 504 de control para controlar los módulos 100 de luz. El módulo 100 de luz también puede estar provisto de memoria para almacenar instrucciones para controlar el procesador 16, de modo que el módulo 100 de luz pueda actuar en modo independiente de acuerdo con las instrucciones preprogramadas.

Pasando a la figura 3, se muestra una representación esquemática eléctrica del módulo 100 de luz en una realización de la presente invención. Las figuras 4 y 5 muestran el lado que contiene LED y el lado del conector eléctrico de una realización a modo de ejemplo de dicho módulo 100 de luz. El módulo 100 de luz puede construirse, en una realización, como un módulo autónomo que está configurado para ser un elemento estándar intercambiable con cualquier módulo de luz construido de manera similar. El módulo 100 de luz contiene un conector 110 eléctrico de diez pines del tipo general. En esta realización, el conector 110 contiene pines macho adaptados para encajar en un conjunto hembra de conector de diez pines complementario, que se describirán a continuación. El pin 180 es la fuente de alimentación. Una fuente de potencial eléctrico de CC entra en el módulo 100 de luz en el pin 180. El pin 180 está conectado eléctricamente al extremo del ánodo de los conjuntos de diodos 120, 140 y 160 emisores de luz (LED) para establecer un alto potencial uniforme en cada extremo del ánodo.

El sistema 120 de LED incluye un conjunto 121 de LED rojos, un conjunto 140 de LED azules y un conjunto 160 de LED verdes. Los LED pueden ser LED convencionales, tales como los que se pueden obtener de Nichia America Corporation. Estos LED son colores primarios, en el sentido de que dichos colores cuando se combinan en proporciones preseleccionadas pueden generar cualquier color en el espectro. Aunque se prefiere el uso de tres colores primarios, se entenderá que la presente invención funcionará casi tan bien con solo dos colores primarios para generar una amplia variedad de colores en el espectro. Del mismo modo, aunque los diferentes colores primarios están dispuestos aquí en conjuntos de LEDs uniformemente coloreados, se apreciará que se puede lograr el mismo efecto con LED únicos que contienen múltiples matrices semiconductoras emisoras de color. Los conjuntos 121, 140 y 160 de LED contienen cada uno preferiblemente una matriz serie/paralelo de LED de la manera descrita por Okuno en la Patente de los Estados Unidos No. 4,298,869, incorporada aquí como referencia. En la presente realización, el sistema 120 de LED incluye el conjunto 121 de LED, que contiene tres filas paralelas conectadas de nueve LED rojos (no mostrados), así como los conjuntos 140 y 160 de LED, que contienen cinco filas paralelas conectadas de cinco LEDs azules y verdes, respectivamente (no se muestra). Los expertos en la materia entienden que, en general, cada LED rojo reduce el potencial en la línea en una cantidad menor que cada LED azul o verde, aproximadamente dos y una décima V, en comparación con cuatro voltios, respectivamente, que cuenta para las diferentes longitudes de fila. Esto se debe a que el número de LED en cada fila está determinado por la cantidad de caída de voltaje deseada entre el extremo del ánodo en el voltaje de la fuente de alimentación y el extremo del cátodo del último LED en la fila. Además, la disposición en paralelo de filas es una medida a prueba de fallos que asegura que el módulo 100 de luz aún funcionará incluso si falla un único LED en una fila, abriendo así el circuito eléctrico en esa fila. Los extremos del cátodo de las tres filas paralelas de nueve LED rojos en el conjunto 121 de LED se conectan entonces en común, y van al pin 128 en el conector 110. Del mismo modo, los extremos del cátodo de las cinco filas paralelas de cinco LED azules en el conjunto de LED 140 son conectados en común, y van al pin 148 en el conector 110. Los extremos del cátodo de las cinco filas paralelas de cinco LED verdes en el conjunto de LED 160 están conectados en común, y van al pin 168 en el conector 110. Finalmente, en el módulo 100 de luz,

5 cada LED configurado en el sistema 120 de LED está asociado con una resistencia de programación que se combina con otros componentes, descritos a continuación, para programar la corriente máxima a través de cada conjunto de LED. Entre los pines 124 y 126 está la resistencia 122, seis y dos décimas de ohmios. Entre los pines 144 y 146 está la resistencia 142, cuatro y siete décimas de ohmios. Entre los pines 164 y 166 está la resistencia 162, cuatro y siete décimas de ohmios. La resistencia 122 programa la corriente máxima a través del conjunto 121 de LED rojo, la resistencia 142 programa la corriente máxima a través del conjunto 140 de LED azul y la resistencia 162 programa la corriente máxima a través del conjunto 160 de LED verde. Los valores que estas resistencias deben tomarse se determinan empíricamente, basándose en la luz máxima deseada intensidad de cada conjunto de LED. En la realización representada en la figura 3, las resistencias por encima de las corrientes de programa rojo, azul y verde de setenta, cincuenta y cincuenta mA, respectivamente.

15 Como se muestra en la figura 6, un circuito 10 para una luz basada en LED controlada digitalmente incluye un conjunto 12 de LED que contiene canales de salida de LED 14, que están controlados por el procesador 16. Los datos y la potencia se alimentan al circuito 10 a través de unidad 18 de entrada de datos y alimentación. La dirección del procesador 16 se establece mediante la unidad 20 de conmutación que contiene conmutadores que están conectados a pines individuales del conjunto 21 de pines del procesador 16. Un oscilador 19 proporciona una señal de reloj para el procesador 16 mediante pines 9 y 10 del mismo.

20 En una realización de la invención, la unidad 18 de entrada de datos y alimentación tiene cuatro pines, que incluyen una fuente 1 de alimentación, que puede ser una fuente de alimentación LED de veinticuatro voltios, una fuente 2 de alimentación de procesador, que puede ser una fuente de alimentación de procesador de cinco voltios, un dato en la línea 3 y un pin 4 de tierra. La primera fuente 1 de alimentación proporciona energía a los canales 14 LED del conjunto 12 de LED. La segunda fuente de alimentación del procesador 2 puede conectarse a la entrada 20 de suministro de energía del procesador 16 para proporcionar energía operativa para el procesador 16 y también puede estar conectado a un pin 1 del procesador 16 para unir el reinicio alto. Un condensador 24, tal como un condensador de microfaradio de un décimo, se puede conectar entre la fuente 2 de alimentación del procesador y la tierra. La línea 3 de datos puede estar conectada al pin 18 del procesador 16 y puede usarse para programar y controlar dinámicamente el procesador 16. La conexión a tierra puede estar conectada a los pines 8 y 19 del procesador 16.

30 El conjunto 12 de LED puede alimentarse con la fuente de alimentación de LED 1 y puede contener un canal 14 de LED controlado por transistor. El canal 14 de LED puede suministrar energía a al menos un LED. Como se muestra en la figura 1, el conjunto 12 de LED puede suministrar múltiples canales 14 de LED para diferentes LED de color (por ejemplo, rojo, verde y azul), con cada canal 14 de LED controlado individualmente por un transistor 26. Sin embargo, es posible que más de un canal 14 pueda ser controlado por un único transistor 26.

35 Como se muestra en la figura 7, los LED 15 pueden estar dispuestos en serie para recibir señales a través de cada uno de los canales 14 de LED. En la realización representada en la figura 7, una serie de LED de cada color diferente (rojo, verde y azul) está conectada a un canal 14 LED de salida desde el circuito 10 de la figura 6. Los LED 15 también pueden estar dispuestos para recibir datos según un protocolo tal como el protocolo DMX-512, de modo que muchos LED 15 individuales pueden ser controlados a través de programación del procesador 16.

45 Haciendo referencia de nuevo a la figura 6, las compuertas de los transistores 26 son controladas por el procesador 16 para controlar así el funcionamiento de los canales 14 LED y LED 15. En el ejemplo ilustrado, la salida del microprocesador aparece en los pines 12, 13 y 14 del procesador 16, que a continuación están conectados a las compuertas de los canales 14 LED de los LED 15. Se podrían usar pines adicionales del procesador 16 para controlar LED adicionales. Del mismo modo, se podrían usar diferentes pines del procesador 16 para controlar los LED 15 ilustrados, siempre que se hicieran las modificaciones apropiadas a las instrucciones que controlan la operación del procesador 16.

50 Una resistencia 28 puede estar conectada entre el transistor 26 y la tierra. En el ejemplo ilustrado, la resistencia 28 asociada con el LED rojo tiene un valor de resistencia de sesenta y dos ohmios, y las resistencias asociadas con los LED verde y azul tienen cada una una resistencia de noventa ohmios. Un condensador 29 puede estar conectado entre la primera fuente 1 de alimentación de LED y la tierra. En la realización ilustrada, este condensador tiene un valor de una décima parte de un microfaradio.

55 El procesador 16 puede estar conectado a un oscilador 19. Un oscilador aceptable es un oscilador de circuito de tanque de cristal que proporciona un reloj de veinte megaHertz. Este oscilador puede estar conectado a los pines 9 y 10 del procesador 16. También es posible usar un oscilador alternativo. Las consideraciones principales asociadas con la selección de un oscilador son la consistencia, la velocidad de operación y el coste.

60 En una realización de la invención, el procesador 16 es un circuito integrado programable, o un chip PIC, tal como un PIC 16C63 o PIC 16C66 fabricado por Microchip Technology, Inc. Una descripción completa del chip PIC de la serie PIC 16C6X (que incluye tanto el PIC 16C63 y PIC 16C66) se adjunta a la Solicitud de Patente Provisional de los Estados Unidos presentada el 17 de diciembre de 1997, titulada Sistemas y métodos de diodos emisores de luz controlados digitalmente, de Mueller and Lys, y se incorpora aquí como referencia. Aunque el PIC 16C66 es actualmente el microprocesador preferido, se puede usar cualquier procesador capaz de controlar los LED 15 del

conjunto 12 de LED. De este modo, por ejemplo, se puede usar un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) en lugar del procesador 16. Del mismo modo, también se pueden usar otros procesadores disponibles comercialmente sin apartarse de esta invención.

5 En una realización de la invención representada en la figura 8, un total de dieciocho LED 15 se colocan en tres series de acuerdo con el color, y las series se disponen para formar una matriz 37 sustancialmente circular. El procesador 16 se puede usar para controlar por separado la intensidad precisa de cada serie de colores de los LED 15, de modo que cualquier combinación de colores, y por lo tanto cualquier color, pueda ser producida por la matriz 37.

10 La capacidad de respuesta de los LED a las señales eléctricas cambiantes permite el control informático de los LED mediante el control de los impulsos eléctricos suministrados a los LED. Por lo tanto, al conectar el LED a una fuente de alimentación a través de un circuito controlado por un procesador, el usuario puede controlar con precisión el color y la intensidad del LED. Debido a la respuesta relativamente instantánea de los LED a los cambios en los impulsos eléctricos, el estado de color e intensidad de un LED puede variar bastante rápidamente por los cambios en dichos impulsos. Al colocar LED individuales en matrices y controlar LED individuales, se puede obtener un control muy preciso de las condiciones de iluminación mediante el uso de un microprocesador. El procesador 16 puede controlarse por medios convencionales, tales como un programa informático, para enviar las señales eléctricas apropiadas al LED apropiado en cualquier momento dado. El control puede ser digital, por lo que es posible un control preciso. Por lo tanto, las condiciones generales de iluminación pueden variarse de una manera altamente controlada.

20 Con la estructura eléctrica de una realización del módulo 100 de luz descrita, ahora se prestará atención a la estructura eléctrica de un ejemplo de un módulo 200 de potencia en una realización de la invención, que se muestra en la figura 9. Las figuras 10 y 11 muestran el lado del terminal de potencia y el lado del conector eléctrico de una realización del módulo 200 de potencia. Como el módulo 100 de luz, el módulo 200 de potencia puede ser autónomo. La interconexión con un juego 110 de pines macho se logra a través del juego 210 de pines hembra complementarios. El pin 280 se conecta con el pin 180 para suministrar potencia, suministrada al pin 280 de la fuente 300. La fuente 300 se muestra como un bloque funcional por simplicidad. En realidad, la fuente 300 puede tomar numerosas formas para generar un voltaje de CC. En la presente realización, la fuente 300 proporciona veinticuatro voltios a través de un terminal de conexión (no mostrado), acoplado al pin 280 a través de condensadores de protección transitoria (no mostrados) del tipo general. Se apreciará que la fuente 300 también puede suministrar una tensión de CC después de la rectificación y/o la transformación de tensión de un suministro de CA, como se describe más completamente en la Patente de los Estados Unidos No. 4,298,869.

35 También están conectados al conector 210 de pin tres circuitos integrados de programación de corriente, ICR 220, ICB 240 e ICG 260. Cada uno de estos puede ser un regulador ajustable de tres terminales, como el número de pieza LM317B, disponible en National Semiconductor Corporation, Santa Clara, California. Las enseñanzas de la hoja de datos LM317 se incorporan aquí como referencia. Cada regulador contiene un terminal de entrada, un terminal de salida y un terminal de ajuste, etiquetados como I, O y A, respectivamente. Los reguladores funcionan para mantener una corriente máxima constante en el terminal de entrada y fuera del terminal de salida. Esta corriente máxima está preprogramada al establecer una resistencia entre la salida y los terminales de ajuste. Esto se debe a que el regulador hará que la tensión en el terminal de entrada se establezca a cualquier valor que se necesite para hacer que aparezcan uno y veinticinco centésimas de voltios a través de la resistencia ajustada de corriente fija, causando así que fluya una corriente constante. Como cada uno funciona de forma idéntica, ahora solo se describirá el ICR 220. Primero, la corriente ingresa al terminal de entrada del ICR 220 desde el pin 228. El pin 228 en el módulo de potencia está acoplado al pin 128 en el módulo de luz y recibe corriente directamente desde el extremo del cátodo del sistema 121 LED rojo. Dado que el resistor 122 está normalmente dispuesto entre los terminales de salida y ajuste de ICR 220 a través de los pines 224/124 y 226/126, la resistencia 122 programa la cantidad de corriente regulada por ICR 220. Eventualmente, la salida de corriente del terminal de ajuste de ICR 220 ingresa a un controlador Darlington. De esta forma, la ICR 220 y la resistencia 122 asociada programan la corriente máxima a través del sistema 120 de LED rojo. Se obtienen resultados similares con ICB 240 y resistencia 142 para el conjunto 140 de LED azul, y con ICG 260 y resistencia 162 para el conjunto 160 de LED verde.

55 Las corrientes de LED rojo, azul y verde entran en otro circuito integrado, ICI 380, en los nodos 324, 344 y 364 respectivos. ICI 380 puede ser un controlador Darlington de alta corriente/voltaje, tal como la parte No. DS2003, disponible en National Semiconductor Corporation, Santa Clara, California. Se puede utilizar ICI 380 como disipador de corriente y puede funcionar para conmutar corriente entre los respectivos conjuntos de LED y tierra 390. Como se describe en la hoja de datos DS2003, incorporada aquí como referencia, ICI contiene seis juegos de transistores Darlington con resistencias de polarización apropiadas en la placa. Como se muestra, los nodos 324, 344 y 364 acoplan la corriente de los respectivos conjuntos de LED a tres pares de estos transistores Darlington, de la manera conocida para aprovechar el hecho de que la clasificación actual de ICI 380 se puede duplicar usando pares de Transistores Darlington para hundir las respectivas corrientes. Cada uno de los tres pares de Darlington a bordo se usa de la siguiente manera como un interruptor. La base de cada par Darlington está acoplada a las entradas 424, 444 y 464 de señal, respectivamente. Por lo tanto, la entrada 424 es la entrada de señal para conmutar corriente a través del nodo 324 y, por lo tanto, el conjunto 121 de LED rojo. La entrada 444 es la entrada de señal para corriente

de conmutación a través del nodo 344 y así el conjunto 140 de LED azul. La entrada 464 es la entrada de señal para conmutar la corriente a través del nodo 364, y por lo tanto el conjunto 160 de LED verde. Las entradas 424, 444 y 464 de señal están acopladas a las respectivas salidas 434, 454 y 474 de señal en el microcontrolador 400 IC2, como se describe a continuación. En esencia, cuando una onda cuadrada de alta frecuencia incide en una entrada de señal respectiva, ICI 380 conmuta la corriente a través de un nodo respectivo con la frecuencia y ciclo de trabajo idénticos. De este modo, en funcionamiento, los estados de las entradas 424, 444 y 464 de señal se correlacionan directamente con la apertura y el cierre del circuito de potencia a través de los respectivos conjuntos 121, 140 y 160 de LED.

Se describirá ahora la estructura y el funcionamiento del microcontrolador 400 IC2 en la realización de la figura 9. El microcontrolador 400 IC2 es preferiblemente un PIC16C63 de marca MICROCHIP, aunque casi cualquier microcontrolador o microprocesador programado correctamente puede realizar las funciones de software descritas aquí. La función principal del microcontrolador 400 IC2 es convertir los datos numéricos recibidos en el pin serial Rx 520 en tres ondas cuadradas de alta frecuencia independientes de frecuencia uniforme, pero ciclos de trabajo independientes en los pines de salida 434, 454 y 474 de señal. La representación de la figura 9 del microcontrolador 400 IC2 está parcialmente estilizado, en el sentido de que los expertos en la materia apreciarán que algunos de los veintiocho pines estándar se han omitido o combinado para una mayor claridad. Se proporcionan detalles adicionales de un microcontrolador similar en conexión con la figura 12 para otra realización de la invención.

El microcontrolador 400 IC2 es alimentado a través del pin 450, que está acoplado a una fuente de cinco voltios de potencia DC 700. La fuente 700 es conducida preferiblemente desde la fuente 300 a través de un acoplamiento (no mostrado) que incluye un regulador de voltaje (no mostrado). Un regulador de voltaje ejemplar es el regulador positivo de 3 terminales LM340, disponible en National Semiconductor Corporation, Santa Clara, California. Las enseñanzas de la hoja de datos LM340 se incorporan aquí como referencia. Los expertos en la materia apreciarán que la mayoría de los microcontroladores, y muchos otros circuitos integrados digitales con alimentación independiente, están clasificados para no más de una fuente de alimentación de cinco voltios. La frecuencia de reloj del microcontrolador 400 IC2 se establece mediante el cristal 480, acoplado a través de los pines apropiados. El pin 490 es la referencia de tierra del microcontrolador 400 IC2.

El conmutador 600 es un conmutador DIP de doce posiciones que puede configurarse de forma variable y mecánica para identificar de forma única el microcontrolador 400 IC2. Cuando se cierran los interruptores mecánicos individuales dentro del conmutador 600 DIP, se genera una ruta desde los pines 650 correspondientes en microcontrolador 400 IC2 a tierra 690. Doce interruptores crean veinticuatro configuraciones posibles, lo que permite que cualquier microcontrolador 400 IC2 tome uno de cuatro mil noventa y seis identificadores o direcciones diferentes. En la realización de la figura 9, solo se usan realmente nueve conmutadores porque se emplea el protocolo DMX-512.

Una vez que se establece el conmutador 600, el microcontrolador 400 IC2 "conoce" su dirección única ("¿quién soy?"), Y "escucha" en la línea serie 520 para un flujo de datos específicamente dirigido a él. Se puede usar un protocolo de red de alta velocidad, tal como un protocolo DMX, para direccionar datos de red a cada microcontrolador 400 IC2 direccionado individualmente desde un controlador de red central (no mostrado). El protocolo DMX se describe en una publicación de United States Theatre Technology, Inc. titulada "DMX512/1990 Digital Data Transmission Standard for Dimmers and Controllers", incorporada aquí como referencia. Básicamente, en el protocolo de red utilizado aquí, un controlador central (no mostrado) crea una secuencia de datos de red que consiste en paquetes de datos secuenciales.

Cada paquete contiene en primer lugar un encabezado, que se comprueba en cuanto a la conformidad con el estándar y se descarta, seguido de una secuencia de caracteres secuenciales que representan datos para los dispositivos direccionados secuencialmente. Por ejemplo, si el paquete de datos está destinado a la luz número quince, se descartarán catorce caracteres de la secuencia de datos y el dispositivo guardará el número de carácter quince. Si, como en la realización preferida, se necesita más de un carácter, entonces se considera que la dirección es una dirección de inicio, y se guarda y se utiliza más de un carácter. Cada carácter corresponde a un número decimal de cero a doscientos cincuenta y cinco, representando linealmente la intensidad deseada de Apagada a Completa. (Por simplicidad, los detalles de los paquetes de datos tales como encabezados y bits de parada se omiten de esta descripción, y los expertos en la materia los apreciarán bien). De esta manera, a cada uno de los tres colores de LED se le asigna un valor de intensidad discreto. entre cero y doscientos cincuenta y cinco. Estos valores de intensidad respectivos se almacenan en registros respectivos dentro de la memoria del microcontrolador 400 IC2 (no mostrado). Una vez que el controlador central agota todos los paquetes de datos, comienza de nuevo en un ciclo de actualización continua. El ciclo de actualización está definido por el estándar como mínimo de mil ciento noventa y seis microsegundos y un máximo de un segundo.

El microcontrolador 400 IC2 está programado continuamente para "escuchar" su flujo de datos. Cuando el microcontrolador 400 IC2 está "escuchando", pero antes de detectar un paquete de datos destinado a él, ejecuta una rutina diseñada para crear las señales de salida de onda cuadrada en los pines 434, 454 y 474. Los valores en los registros de color determinan el trabajo ciclo de la onda cuadrada. Como cada registro puede tomar un valor de cero a doscientos cincuenta y cinco, estos valores crean doscientos cincuenta y seis posibles ciclos de trabajo

diferentes en un rango lineal de cero por ciento a cien por ciento. Como la frecuencia de onda cuadrada es uniforme y está determinada por el programa que se ejecuta en el microcontrolador 400 IC2, estos diferentes ciclos discretos de trabajo representan variaciones en el ancho de los pulsos de onda cuadrada. Esto se conoce como modulación por ancho de pulso (PWM).

5 En una realización de la invención, la rutina de interrupción de PWM se implementa utilizando un contador simple, que se incrementa de cero a doscientos cincuenta y cinco en un ciclo durante cada período de la salida de onda cuadrada en los pines 434, 454 y 474. Cuando el contador pasa a cero, las tres señales se establecen en alto. Una vez que el contador es igual al valor de registro, la salida de señal cambia a baja. Cuando el microcontrolador 400
10 IC2 recibe datos nuevos, congela el contador, copia los nuevos datos en los registros de trabajo, compara los nuevos valores de registro con el recuento actual y actualiza los pines de salida en consecuencia, y luego reinicia el contador exactamente donde lo dejó. Por lo tanto, los valores de intensidad se pueden actualizar en el medio del ciclo de PWM. Congelar el contador y actualizar simultáneamente las salidas de señal tiene al menos dos ventajas. En primer lugar, permite que cada unidad de iluminación pulse/ilumine rápidamente como lo hace una luz estroboscópica. Tal estroboscopia ocurre cuando el controlador central envía datos de red que tienen valores de alta intensidad alternativamente con datos de red que tienen valores de intensidad cero a una velocidad rápida. Si uno reinicia el contador sin actualizar primero las salidas de señal, entonces el ojo humano podría percibir la desactivación escalonada de cada LED de color individual que se configura con un ancho de pulso diferente. Esta característica no es de interés en las luces incandescentes debido al efecto de integración asociado con el ciclo de calentamiento y enfriamiento del elemento de iluminación. Los LED, a diferencia de los elementos incandescentes, se activan y desactivan de forma esencialmente instantánea en la presente aplicación. La segunda ventaja es que uno puede "atenuar" los LED sin el parpadeo que de otro modo ocurriría si el contador se reiniciara a cero. El controlador central puede enviar una señal de atenuación continua cuando crea una secuencia de valores de intensidad que representa una disminución uniforme y proporcional de la intensidad de la luz para cada LED de color. Si no se actualizan las señales de salida antes de reiniciar el contador, existe la posibilidad de que un LED de un solo color pase por casi dos ciclos sin experimentar el estado de corriente cero de su ciclo de trabajo. Por ejemplo, suponga que el registro rojo está configurado en 4 y el contador está configurado en 3 cuando está congelado. Aquí, el contador se congela justo antes de que ocurra la "parte no conectada" del ciclo PWM para los LED rojos. Ahora suponga que los datos de red cambian el valor en el registro rojo de cuatro a dos y el contador se reinicia sin desactivar la señal de salida. Aunque el contador es mayor que el valor de intensidad en el registro rojo, el estado de salida todavía está "encendido", lo que significa que la corriente máxima sigue fluyendo a través de los LED rojos. Mientras tanto, los LED azules y verdes probablemente se apagarán en el momento apropiado en el ciclo PWM. Esto sería percibido por el ojo humano como un parpadeo rojo en el curso de atenuar las intensidades de color. Congelar el contador y actualizar la salida para el resto del ciclo de PWM supera estas desventajas, asegurando que el parpadeo no ocurra.

Los microprocesadores que proporcionan las funciones de control digital de los LED de la presente invención pueden responder a cualquier señal eléctrica; es decir, se pueden usar señales externas para dirigir los microprocesadores para controlar los LED de la manera deseada. Un programa de ordenador puede controlar tales
40 señales, de modo que sea posible una respuesta programada a señales de entrada dadas. Por lo tanto, se pueden generar señales que activan y apagan los LED individuales, que varían el color de los LED individuales en todo el espectro de color, que destellan o destellan LED a intervalos predeterminados que son controlables a intervalos de tiempo muy cortos y que varían la intensidad de la luz desde un solo LED o colección de LED. Se puede usar una variedad de dispositivos generadores de señal de acuerdo con la presente invención para proporcionar beneficios significativos al usuario. Las señales de entrada pueden ir desde simples señales de encendido o apagado, como las de un interruptor de luz o un dial, o desde un control remoto, hasta señales de detectores, como detectores de temperatura ambiente o luz. El control digital preciso de los LED alineados en respuesta a una amplia gama de señales externas permite aplicaciones en una serie de campos tecnológicos de acuerdo con la presente invención.

50 Se describirá ahora la interfaz de red para el microcontrolador 400 IC2. Las clavijas 800 y 900 son clavijas de red RJ-45 estándar. La clavija 800 se utiliza como una clavija de entrada, y se muestra por simplicidad ya que tiene solo tres entradas: entradas 860, 870 de señal y tierra 850. Los datos de red ingresan a la clavija 800 y pasan a través de las entradas 860 y 870 de señal. Estas entradas de señal se acoplan a 500 IC3, que es un repetidor de bus diferencial RS-485/RS-422 del tipo estándar, preferiblemente un DS96177 de National Semiconductor Corporation, Santa Clara, California. Las enseñanzas de la hoja de datos DS96177 se incorporan aquí como referencia. Las
55 entradas 860, 870 de señal ingresan 500 IC3 en los pines 560, 570. La señal de datos pasa desde el pin 510 al pin 520 en el microcontrolador 400 IC2. La misma señal de datos es devuelta desde el pin 540 en IC2 400 al pin 530 en 500 IC3. La clavija 900 se utiliza como una clavija de salida y se muestra por simplicidad ya que tiene solo cinco salidas: señales 960, 970, 980, 990 de salida y tierra 950. Las salidas 960 y 970 se dividen directamente desde las líneas 860 y 870 de entrada, respectivamente. Las salidas 980 y 990 provienen directamente de pines 580 y 590 500 IC3, respectivamente. Se apreciará que el conjunto anterior permite conectar dos nodos de red para recibir los datos de red. Por lo tanto, una red se puede construir como una conexión en cadena, si solo se unen nodos individuales, o como un árbol, si dos o más nodos están conectados a la salida de cada nodo individual.

65 A partir de la descripción anterior, se puede ver que se puede construir una red direccionable de unidades de visualización o iluminación LED a partir de una colección de módulos de potencia cada uno conectado a un módulo

de luz respectivo. Siempre que se utilicen al menos dos LED de color primario, cualquier iluminación o color de la pantalla se puede generar simplemente preseleccionando la intensidad de luz que emite cada LED de color. Además, cada LED de color puede emitir luz a cualquiera de 255 intensidades diferentes, dependiendo del ciclo de trabajo de la onda cuadrada PWM, con una intensidad total generada al pasar la corriente máxima a través del LED.

5 Además, la intensidad máxima se puede programar cómodamente simplemente ajustando el techo para la corriente máxima permisible usando resistencias de programación para los reguladores de corriente que residen en el módulo de luz. Los módulos de luz de diferentes clasificaciones de corriente máxima pueden intercambiarse convenientemente.

10 En una realización alternativa de la invención, se proporciona un módulo 38 de suministro de potencia especial, como se representa en la figura 12. El módulo 38 de suministro de potencia puede disponerse sobre cualquier plataforma del módulo 100 de luz, tal como, por ejemplo, la plataforma de la realización representada en las figuras 4 y 5. La salida del módulo 38 de suministro de potencia suministra potencia a una potencia y entrada de datos, tal como la potencia y la entrada 18 de datos del circuito 10 de la figura 6. El módulo 38 de suministro de potencia es capaz de tomar una tensión o entrada de corriente en una variedad de formas, que incluyen una entrada intermitente y que suministran una fuente de potencia constante y limpia al circuito 10. En la realización representada en la figura 12, el módulo de fuente de alimentación incluye entradas 40, que pueden ser señales eléctricas entrantes eso normalmente sería de tipo de corriente alterna. Las señales entrantes se convierten a continuación mediante un elemento 42 rectificador, que en una realización de la invención es un rectificador de puente que consta de cuatro diodos 44. El elemento 42 rectificador rectifica la señal de corriente alterna en una señal de corriente continua limpia. El módulo 38 de suministro de potencia puede incluir además un elemento 48 de almacenamiento, que puede incluir uno o más condensadores 50. El elemento de almacenamiento almacena energía que es suministrada por el elemento 42 rectificador, de modo que el módulo 38 de suministro de potencia puede suministrar energía a la entrada 18 del circuito 10 de la figura 6, incluso si la alimentación a la entrada 40 del módulo 38 de suministro de potencia es intermitente. En el ejemplo ilustrado, uno de los condensadores es un condensador electrolítico con un valor de trescientos treinta microfaradios.

El módulo 38 de suministro de potencia puede incluir además un convertidor 52 de refuerzo. El convertidor de refuerzo toma una corriente continua de bajo voltaje y lo impulsa y lo limpia para proporcionar un voltaje más alto a la entrada 18 de alimentación DC del circuito 10 de la figura 6. El convertidor 52 de refuerzo puede incluir un inductor 54, un controlador 58, uno o más condensadores 60, uno o más resistores 62 y uno o más diodos 64. Los resistores limitan las excursiones de voltaje de datos en la señal al procesador del circuito 10. El controlador 58 puede ser un controlador convencional adecuado para la conversión con elevación, tal como el controlador LTC1372 proporcionado por Linear Technology Corporation. Las enseñanzas de la hoja de datos LTC1372 se incorporan aquí como referencia.

En la realización ilustrada, el convertidor 52 de refuerzo es capaz de tomar potencia a aproximadamente diez voltios y convertirla en una potencia limpia a veinticuatro voltios. La potencia de veinticuatro voltios puede usarse para alimentar el circuito 10 y los LED 15 de la figura 6.

En ciertas realizaciones de la invención, la potencia y los datos se suministran al circuito 10 y a los LED 15 por medios convencionales, tales como un cable eléctrico convencional o cables de potencia y un cable separado, como el cable RS-485, para datos, como en la mayoría de las aplicaciones del protocolo DMX-512. Por ejemplo, en la realización de la figura 4 y la figura 5, un cable de datos separado puede proporcionar datos para controlar los LED 15, si la plataforma 30 se inserta en un accesorio 34 halógeno convencional que solo tiene potencia eléctrica.

En otra realización, la potencia eléctrica y los datos seriales se suministran simultáneamente al dispositivo, que puede ser un dispositivo de iluminación tal como el dispositivo de iluminación basado en LED de la figura 1 o puede ser cualquier otro dispositivo que requiera tanto energía eléctrica como datos. La energía eléctrica y los datos pueden ser suministrados a múltiples dispositivos de iluminación en un solo par de cables. En particular, en esta realización de la invención, la potencia se suministra al dispositivo (y, cuando corresponda, a través del módulo 38 de suministro de potencia) a lo largo de un bus de datos de dos cables, tal como el tipo normalmente utilizado para iluminación en aplicaciones donde se requiere alta potencia, como lámparas halógenas.

En una realización de la invención, el módulo 38 de suministro de potencia recupera energía de las líneas de datos. Para permitir la recuperación de energía desde líneas de datos, se proporciona un multiplexor 60 de datos de potencia, que amplifica un flujo de datos entrantes para producir niveles lógicos de datos, con uno o más de los estados lógicos que tienen suficiente voltaje o corriente para recuperar energía durante ese estado lógico. Con referencia a la figura 13, en una realización de la invención, se proporciona una entrada 64 de datos, que puede ser un controlador de línea u otra entrada para proporcionar datos. En la realización de la invención, los datos son datos del protocolo DMX-512 para el control de la iluminación, tales como LED. Debe entenderse que el multiplexor 60 de datos de potencia podría manipular datos de acuerdo con otros protocolos y para controlar otros dispositivos.

El multiplexor 60 de datos de potencia puede incluir un elemento 68 de entrada de datos y un elemento 70 de salida de datos. El elemento 70 de salida de datos puede incluir un elemento 72 de salida que suministra potencia y datos combinados a un dispositivo, como el módulo 38 de suministro de potencia de la figura 12, o la entrada 18 del

circuito 10 de la figura 6. El elemento 68 de entrada de datos puede incluir un receptor 74, que puede ser un receptor RS-485 para recibir datos DMX-512, o cualquier otro receptor convencional para recibir datos de acuerdo con un protocolo. El elemento 68 de entrada de datos puede incluir además una fuente 78 de alimentación con un regulador 80 de voltaje, para proporcionar potencia regulada al receptor 74 y al elemento 70 de salida de datos. El elemento 68 de entrada de datos suministra una señal de datos al elemento 70 de salida de datos. la realización ilustrada de la figura 12, se suministra una señal de datos TTL. El elemento 70 de salida de datos amplifica la señal de datos y determina la dirección de tensión relativa de la salida. En la realización ilustrada, un chip 82 consiste en un chip de controlador de motor paso a paso PWM de alta velocidad que amplifica la señal de datos a una señal positiva de veinticuatro voltios para reflejar una señal lógica y negativa de veinticuatro voltios para reflejar un cero lógico. Debe entenderse que se pueden usar diferentes voltajes para reflejar los lógicos y ceros. Por ejemplo, cero voltios podrían representar un cero lógico, con un voltaje positivo o negativo particular que representa uno lógico.

En esta realización, el voltaje es suficiente para suministrar energía mientras se mantienen los valores de datos lógicos del flujo de datos. El chip 82 puede ser cualquier chip convencional capaz de tomar una señal de entrada y amplificarla en una dirección seleccionada a un voltaje mayor. Debe entenderse que cualquier circuito para amplificar datos mientras se mantiene el valor lógico de la secuencia de datos se puede usar para el multiplexor 60 de datos de potencia.

Debe entenderse que las realizaciones de las figuras 12 y 13 abarcan cualquier dispositivo para convertir una señal de datos transmitida según un protocolo de datos, en el que ciertos datos están representados por señales distintas de cero en el protocolo, en energía que suministra un dispositivo eléctrico. El dispositivo puede ser un módulo 100 de luz, tal como el representado en la figura 1.

En una realización de la invención, los datos suministrados al multiplexor 60 de datos de potencia son datos de acuerdo con el protocolo USITT DMX-512, en el que se transmite un flujo constante de datos desde una consola, tal como una consola teatral, a todos los dispositivos en la red DMX-512. Los formatos DMX-512 se aplican a los datos. Debido a esto se puede asegurar que el multiplexor 60 de datos de potencia, en la realización representada en la figura 13 o en otra realización, puede amplificar la señal DMX-512 desde el voltaje de señal estándar y/o niveles de corriente eléctrica a voltajes más altos y, por lo general, corrientes eléctricas más altas.

La señal de potencia más alta resultante del multiplexor 60 de datos de potencia puede convertirse nuevamente en potencia separada mediante el módulo 38 de suministro de potencia, o mediante otro circuito capaz de proporcionar la rectificación con un diodo y la filtración con un condensador para la potencia.

El flujo de datos del multiplexor 60 de datos de potencia puede recuperarse mediante una división resistiva simple, que recuperará una señal de nivel de voltaje de datos estándar para ser alimentada a la entrada 18. La división resistiva puede lograrse mediante las resistencias 84 de la figura 12.

El multiplexor 62 de datos de potencia, cuando se combina con el módulo 38 de suministro de potencia y la matriz 37 montados en una plataforma 30 modular, permite la instalación de iluminación controlada digitalmente basada en LED utilizando cables y dispositivos ya existentes. Como el sistema permite que el dispositivo obtenga energía y datos de un solo par de cables, no se requieren cables de datos o alimentación separados. El multiplexor 60 de datos de potencia puede instalarse a lo largo de un cable de datos convencional, y el módulo 38 de suministro de potencia puede instalarse en la plataforma 30. Por lo tanto, con una simple adición del multiplexor 60 de datos de potencia y la inserción de la plataforma 30 modular en un dispositivo halógeno convencional, el usuario puede tener luces LED controladas digitalmente suministrando datos DMX-512 al multiplexor 60 de datos de potencia.

Debe entenderse que el módulo 38 de suministro de potencia puede suministrarse con corriente alterna estándar de doce voltios de una manera no modificada. Es decir, el módulo de suministro de potencia puede suministrar la matriz 37 de la corriente alterna presente en los dispositivos convencionales, tales como los dispositivos MR-16. Si se desea control digital, se puede suministrar un cable de datos por separado, si así se desea.

Otra realización de un multiplexor 60 de datos de potencia se representa en la figura 14. En esta realización, se usa un suministro de potencia de entre doce y veinticuatro voltios, conectado a los terminales 899 de entrada.

El voltaje en 803 es ocho voltios mayor que el voltaje de suministro. El voltaje en 805 es aproximadamente de ocho voltios negativos. El voltaje en 801 es de cinco voltios. El multiplexor 60 de datos de potencia puede incluir condensadores de desacoplamiento 807 y 809 para el suministro de potencia de entrada. Un regulador 811 de voltaje crea un suministro limpio de cinco voltios, desacoplado por el condensador 813. Un regulador 815 de voltaje que puede ser un regulador de voltaje LM317 disponible de National Semiconductor, forma un regulador de voltaje de dieciocho voltios con resistencias 817 y 819, desacoplado por condensadores 821 y 823. Las enseñanzas de la hoja de datos LM317 se incorporan aquí como referencia. Esto alimenta un regulador 823 reductor ajustable, que puede ser un regulador reductor LT1375 disponible de Linear Technology of Milpitas CA, operado en la configuración de inversión de voltaje. Las enseñanzas de la hoja de datos LT1375 se incorporan aquí como referencia. Las resistencias de las resistencias 817 y 819 han sido seleccionadas creando ocho voltios negativos, y un diodo 844 es una versión de voltaje más alto que el indicado en la hoja de datos, el inductor 846 puede ser

cualquier inductor convencional, por ejemplo, uno con un valor de uno cien uH para permitir que se use un condensador más pequeño y más barato para el condensador 848, el suministro se ha evitado con el condensador 852. El diodo 854 puede ser una versión de plástico embalado 1N914, y el condensador de compensación de frecuencia 856 dimensionado apropiadamente para cambios en otros componentes de acuerdo con Fórmulas de hoja de datos. El circuito genera ocho voltios negativos a 805.

También se puede incluir un regulador 825 de voltaje progresivo, que puede ser un regulador de voltaje LT1372 disponible de Linear Technology of Milpitas, California. Las enseñanzas de la hoja de datos LT1372 se incorporan aquí como referencia. El regulador de voltaje intensificado puede ser de un diseño estándar. El diodo 862 puede ser un diodo con un voltaje más alto que el que se enseña en la hoja de datos. El inductor 864 y el condensador 839 pueden dimensionarse apropiadamente de acuerdo con las fórmulas de la hoja de datos para generar ocho voltios más que el voltaje de entrada en el rango entre los voltajes de entrada de doce a veinticuatro voltios. El condensador 866 puede dimensionarse para valores dados de compensación de frecuencia del inductor 864 y el condensador 868 según las pautas de la hoja de datos. Un conjunto de resistencias 827, 833, 837, junto con los transistores 829 forman el circuito de realimentación de voltaje. Las resistencias 833 y 837 forman un divisor de tensión, produciendo un voltaje en proporción a la tensión 803 de salida en el pin 835 del nodo de realimentación. Las resistencias 827 y los transistores 829 forman un espejo de corriente, extrayendo una corriente del nodo de realimentación en 835 en proporción a la entrada voltaje. La tensión en el pin 835 de realimentación es, por lo tanto, proporcional a la tensión de salida menos la tensión de entrada. La relación de la resistencia 833 a la de la resistencia 837, que puede necesitar ser igual a la resistencia 827 para que funcione la resta, se elige para producir ocho voltios. Los condensadores 839 pueden usarse para eludir adicionalmente el suministro.

Los datos entrantes, que pueden tener la forma de un flujo de datos de protocolo RS-485 entrante, son recibidos por un chip 841 receptor en los pines 843 y 845, almacenados y amplificados para producir señales de datos verdaderas y de complemento en los pines 847 y 849 respectivamente. Estas señales son amortiguadas e invertidas adicionalmente por el elemento 851 para producir señales de datos verdaderas y complementarias con capacidades de accionamiento sustanciales en los pines 853 y 855, respectivamente.

Cada una de las señales de los pines 853 y 855 es luego procesada por un amplificador de salida. Hay dos amplificadores 857 y 859 de salida, que pueden ser sustancialmente idénticos en diseño y función. En cada caso, la señal de datos que entra en el amplificador está conectada a dos fuentes 861 y 863 de corriente de tipo cascada conmutadas, la primera compuesta por la resistencia 865 y el transistor 867, la segunda compuesta por la resistencia 869 y el transistor 871, en la unión de las dos resistencias 865 y 869. La fuente 863 de corriente hundirá una corriente de aproximadamente 20 miliamperios cuando la señal que ingresa al amplificador es baja, tal como a cero voltios, y no sumirá corriente cuando la señal es alta, por ejemplo a cinco voltios positivos. La otra fuente 861 de corriente obtendrá aproximadamente veinte miliamperios cuando la señal sea alta, pero no cuando sea baja. Estas corrientes se alimentan a dos espejos 873 y 875 de corriente, compuestos por transistores 877 y 879 y resistencias 881 y 883 para fuente 863 de corriente y transistores 885 y 887 y resistencias 889 y 891 para fuente 861 de corriente, que son de un diseño estándar, familiar a los diseñadores de circuitos analógicos. Los colectores de los transistores 877 y 885 están conectados entre sí, formando un nodo sumador de corriente. La corriente neta entregada a este nodo por estos transistores será de aproximadamente veinte miliamperios en la dirección de suministro (que fluye hacia el nodo) si la señal de entrada es baja, o la dirección de hundimiento (que sale del nodo) si la señal es alta. Cuando se produce una transición del estado bajo al estado alto en la señal de entrada, la corriente descendente resultante de veinte miliamperios hará que el condensador 893 (y la capacitancia parásita en este nodo) descarguen a una velocidad controlada de aproximadamente cincuenta voltios por microsegundo, hasta el voltaje en el nodo alcanza aproximadamente cinco voltios negativos, en cuyo momento los diodos 895 y 897 comenzarán a conducir, bloqueando la excursión negativa del voltaje del nodo a cinco voltios negativos, y evitando la saturación del transistor 885. Los transistores 899 y 901 forman un seguidor bidireccional de voltaje Clase B de un diseño estándar, y la tensión en la unión de sus emisores sigue la transición en el nodo conectado al condensador 893. Específicamente el transistor 899 se apaga y el transistor 901 conduce, causando la tensión en las compuertas de los transistores 903 y 907 para disminuir, desconectar el transistor 903 y encender lentamente el transistor 907, haciendo que la corriente fluya desde el pin de salida 909 a tierra. Los transistores de efecto de campo 903 y 907, que pueden ser del tipo disponible en National Semiconductor de Santa Clara, California, también forman un seguidor de voltaje de Clase B, de diseño estándar. Cuando el voltaje en el nodo sumador de corriente se fija a cinco voltios negativos, el voltaje en la compuerta de 903 alcanzará cuatro y cuatro décimas de voltio negativos, y el transistor 907 permanecerá encendido mientras la señal de entrada permanezca alta.

Una vez que la señal de entrada baja, la corriente en el nodo sumador cambiará de dirección, y el condensador 893 se cargará a la misma velocidad, eventualmente siendo bloqueado a un valor de la tensión de entrada más cinco voltios. El transistor 899 hará que la tensión en las compuertas del transistor 903 y del transistor 905 aumente, apagando el transistor 903 y encendiendo el transistor 907, abasteciendo la corriente desde el suministro de entrada a la salida a través de la resistencia 911. Tomará aproximadamente quinientos nanosegundos para el voltaje en el nodo sumador, y por lo tanto la salida, para cambiar completamente entre cero y veinticuatro voltios (si la entrada de potencia es el máximo de veinticuatro voltios), o aproximadamente doscientos cincuenta nanosegundos para moverse entre cero y doce voltios (si la potencia de entrada es de doce voltios). El transistor 905 y la resistencia 911 forman un circuito de protección contra cortocircuitos, que limita la corriente que fluye a través de 903 a

aproximadamente seis amperios. El diodo 913 aísla el circuito protector del cortocircuito cuando el transistor 903 no está encendido. No se proporciona protección para el transistor 907, porque las trayectorias de cortocircuito esperadas estarían a tierra o al otro canal del amplificador. En el primer caso, ninguna corriente podría fluir a través del transistor 907, mientras que en el segundo, la protección contra cortocircuitos del otro amplificador protegería el transistor 907.

Debido al puente rectificador en la entrada al dispositivo, como se describe en conexión con la descripción de la realización de la figura 6, los circuitos multiplexores de datos de potencia representados en las figuras 13 y 14 suministran energía al dispositivo durante ambos estados de datos=1 y datos=0 y no confía en ningún formato de datos en la entrada para mantener suficiente energía para el dispositivo. Los datos se extraen como en otras realizaciones de la invención.

El circuito de la figura 14 produce una velocidad de respuesta controlada; es decir, la potencia y los datos generados tienen transiciones relativamente suaves entre un estado lógico cero y un estado local. La velocidad de respuesta controlada producida por el circuito de la figura 14 disminuye la magnitud de la interferencia de radiofrecuencia generada, como se describe más particularmente a continuación en conexión con la realización de seguimiento de datos de la invención.

Las propias lámparas terminan automáticamente la línea, ya que su entrada se ve sustancialmente similar al circuito de terminación en la realización de pista descrita a continuación, que tiene el mismo efecto que el circuito de terminación. Esto elimina cualquier necesidad de terminadores en la línea. La terminación adicional solo es necesaria en el caso de un dispositivo que tiene la orden de estar apagado, con una impedancia de cable de datos real baja, con un cable largo, y donde hay muchas transiciones pasando. Dado que esta es una combinación muy poco probable de factores, la configuración con un terminador adicional no es necesaria como una cuestión práctica.

Para la realización de la figura 14, seis amperios de potencia recorren cuarenta y ocho luces a veinticuatro voltios o veinticuatro luces a doce voltios.

En una realización de la invención, se proporciona un método y sistema modificado para proporcionar múltiples señales simultáneas moduladas de ancho de pulso a alta velocidad. El método se puede llevar a cabo mediante la codificación por software informático de los pasos representados en los diagramas de flujo 202 y 205 de la figura 15, o mediante hardware informático diseñado para llevar a cabo estas funciones. Para generar un número, N, de señales PWM, en un paso 204 el procesador planifica una interrupción de al menos N posibles subperíodos (como en esta realización). En esta realización, esta interrupción es generada por un contador, interrumpiendo el procesador cada doscientos cincuenta y seis ciclos de reloj del procesador. En la etapa 208, se computan los valores de PWM aproximados de cada subperíodo. En la etapa 212, se calcula el valor de vernier para cada canal PWM. Los subperíodos pueden denominarse P_i donde el primer subperíodo es uno, etc.

En cada subperíodo, que comienza con una interrupción en un paso 213, la rutina de interrupción ejecuta los pasos del diagrama de flujo 205. En un paso 214, todas las señales PWM se actualizan a partir de los valores precalculados correspondientes a este subperíodo específico. En la mayoría de los casos, esto implica una sola lectura de una matriz de valores precalculados, seguida de una sola escritura para actualizar los múltiples pines de I/O en los que se generan las señales PWM.

En un paso 218, una de las señales de PWM se modifica. El paso 218 se lleva a cabo ejecutando una escritura en los pines de E/S, ejecutando una serie de instrucciones que consumen la cantidad de tiempo deseada y luego ejecutando otra escritura de actualización (E/S).

En una etapa 222, el procesador avanza el valor de contabilidad del subperíodo para apuntar al siguiente subperíodo.

El vernier en el paso 218 puede reducir o aumentar la cantidad de tiempo que está activa la señal PWM, cambiando el estado de la señal hasta la mitad del subperíodo. Hay dos casos posibles. O bien la actualización aproximada coloca la señal en el estado "apagado" y la rutina de Vernier lo "activa" durante un período de tiempo de hasta la mitad del subperíodo, o la actualización aproximada está "activada" y la rutina de Vernier gira la señal "desactivado" durante un período de tiempo de hasta la mitad del subperíodo.

Usando este método, cada señal de PWM puede cambiar múltiples veces por período de PWM. Esto es ventajoso porque el software puede usar esta propiedad para aumentar aún más la frecuencia aparente de PWM, mientras se mantiene una tasa de interrupción relativamente baja.

El método descrito hasta ahora consume un máximo de aproximadamente la mitad del tiempo del procesador en comparación con las rutinas PWM convencionales.

Como ejemplo: consideremos dos señales A y B con una resolución de veinte recuentos programados para siete y catorce recuentos, respectivamente. Estas señales podrían generarse de la siguiente manera:

A: |+v_v+++++|_____|

B: |+++++++|_ ^|++^ _____|

P_i: ^1 ^2

5
10 En este ejemplo, el valor de actualización precalculado en P_i=1 es ambas señales activadas. La señal A luego pasa un tiempo en el estado activado, mientras que la rutina de interrupción continúa ejecutándose. A luego se apaga en el paso de vernier en la primera "v", y la rutina de interrupción ejecuta el código de retardo durante el tiempo antes de restaurar la señal al estado activado en la segunda "v".

15 No es necesario conocer el tiempo real entre la actualización múltiple al comienzo del subperíodo y la actualización del vernier, siempre que el tiempo transcurrido entre las actualizaciones del vernier sea el tiempo deseado. Mientras se producen las actualizaciones de vernier, la señal B, que estaba encendida, permanece encendida y no afectada. Cuando se produce la segunda interrupción, ambas señales se desconectan y la rutina de Vernier ahora agrega cuatro conteos adicionales al período de la señal B. En este ejemplo, solo se ha consumido el treinta y cinco por ciento del tiempo del procesador más el tiempo requerido para dos interrupciones.

20 Dado que solo se requiere un período de vernier por señal generada, aumentar el número de periodos por ciclo PWM puede generar formas de onda PWM no uniformes a frecuencias más altas que las posibles en las salidas PWM de hardware dedicadas de la mayoría de los microprocesadores para una gran cantidad de posibles PWM canales. El microprocesador aún ejecuta interrupciones a intervalos fijos.

25 Para cambiar los ciclos de trabajo de las señales producidas, el software puede actualizar asincrónicamente cualquiera o todos los valores gruesos o vernier, en cualquier orden, sin tener que preocuparse por la sincronización con la rutina de interrupción, y más importante aún, sin detenerlo. La rutina de interrupción nunca cambia ninguna variable que cambie el código principal o viceversa. Por lo tanto, no hay necesidad de interconexiones de ningún tipo.

30 Esta rutina de software puede utilizar así un único temporizador para generar múltiples señales PWM, teniendo cada señal en última instancia la resolución de un solo ciclo de procesador. En un microprocesador Microchip PIC, esto permite que se generen tres señales PWM con una resolución de doscientos cincuenta y seis recuentos, correspondiendo cada uno a un retraso de cuatro instrucciones. Esto permite un período de PWM de solo mil veinticuatro ciclos de instrucciones, es decir, cuatro mil ochocientos ochenta y dos Hertz en un reloj de veinte megaHertz.

35 Además, para recuentos entre sesenta y cuatro y ciento noventa y dos, la forma de onda PWM es una señal no uniforme de nueve mil setecientos sesenta y cinco Hertzios, con un ruido mucho más bajo que un generador PWM convencional en dicho procesador.

40 Como se describió anteriormente, las matrices de LED de la presente invención responden a señales y datos eléctricos externos. Por consiguiente, es deseable tener mecanismos mejorados de distribución de datos y señales para aprovechar al máximo los beneficios de la presente invención. En una realización de la invención, la conexión 45 de datos puede ser un bus de red de datos DMX o de iluminación dispuesto en una pista en la que se encuentran luces o LED convencionales. Por lo tanto, una pista capaz de entregar señales de datos puede ejecutarse dentro de un aparato de iluminación de pistas para LED o luces convencionales. Las señales de datos pueden ser controladas por un microprocesador para permitir un control individual inteligente de las lámparas o LED individuales. Está dentro del alcance de la presente invención proporcionar luces distribuidas que respondan tanto al 50 control eléctrico como a los datos.

55 Los LED de la presente invención son altamente sensibles a los cambios de la señal de entrada. En consecuencia, para aprovechar las características de la invención, es deseable la distribución rápida de datos. En la realización de la invención, se proporciona un método para aumentar la velocidad de comunicación de las redes DMX-512. En particular, las redes DMX 512 envían datos a doscientos cincuenta mil baudios. El estándar DMX requiere todos los receptores para reconocer un salto de línea de un mínimo de ochenta y ocho microsegundos. Después de que se reconoce la marca, todos los dispositivos esperan para recibir un código de inicio e ignoran el resto del paquete si se 60 recibió algo diferente de cero. Si se envía un código de inicio distinto de cero antes de enviar datos a una velocidad en baudios más alta, los dispositivos pueden responder más rápidamente a la velocidad en baudios más alta. Alternativamente, los canales por encima de un cierto número podrían asignarse a la alta velocidad en baudios, y otros dispositivos no se verían privados de los datos necesarios, ya que ya habrían recibido sus datos de ese marco. Puede ser conveniente enmarcar varios caracteres con los bits de parada correctos para evitar la pérdida de sincronización.

La presente invención también puede incluir un chasis de sistema de automatización que consiste en una placa base que se comunica con una red y/o un bus utilizando DMX, Ethernet u otro protocolo para controlar una amplia gama de dispositivos eléctricos, incluidos los conjuntos de LED de la presente invención.

5 En otra realización de la invención, las señales de entrada para el microprocesador se pueden obtener a partir de una red de control de luz que no tiene una conexión de circuito eléctrico directo. Un interruptor que está montado en una pared o en un control remoto puede transmitir un infrarrojo programado, una frecuencia de radio u otra señal a un receptor que luego puede transmitir la señal al microprocesador.

10 Otra realización proporciona un sistema de iluminación de pista diferente. Los actuales sistemas de iluminación de pista utilizan tanto las propiedades físicas como eléctricas de una pista de materiales, que consiste típicamente en una pista de aluminio extruido que aloja aislantes de plástico extruido para soportar y alojar conductores de cobre. Un sistema de iluminación de riel convencional proporciona potencia y proporciona un soporte mecánico para los artefactos de iluminación, que generalmente se pueden unir a la "pista" en cualquier ubicación a lo largo de su longitud por un cliente sin herramientas.

15 En la forma más simple, una pista proporciona solo dos conductores, y todos los dispositivos a lo largo de la pista reciben potencia de los mismos dos conductores. En esta situación, todos los dispositivos conectados a la pista están controlados por un solo dispositivo de control. No es posible controlar de forma remota (encender o apagar, o atenuar) un subconjunto de los dispositivos conectados a la pista sin afectar a los otros dispositivos.

20 Los sistemas de pista generalmente incluyen más de dos conductores, principalmente debido a los requisitos de los Underwriters Laboratories para un conductor de tierra separado. Muchos sistemas también se han esforzado por proporcionar más de dos conductores de corriente. El propósito de los conductores adicionales que transportan corriente normalmente es aumentar la capacidad de carga total de la pista o proporcionar un control separado sobre un subconjunto de dispositivos. Se conocen pistas con hasta cuatro "circuitos" o conductores de corriente.

25 Sin embargo, incluso con cuatro circuitos, la flexibilidad total puede no lograrse con pistas convencionales, por varias razones. Primero, un accesorio se asigna a un subconjunto en el momento de la inserción en la pista. Por lo tanto, ese dispositivo se verá afectado por señales para el subconjunto particular. Si hay más luces que circuitos, no es posible controlar las luces individualmente con los sistemas convencionales. Además, el dispositivo típicamente solo recibe energía, que puede modificarse algo (es decir, atenuarse), pero no puede usarse fácilmente para enviar cantidades sustanciales de datos. Además, la información no puede devolverse fácilmente desde los dispositivos.

30 La realización de pista descrita en este documento proporciona control individual de una gran cantidad de dispositivos de iluminación instalados en una pista y permite una comunicación bidireccional robusta sobre esa pista, al tiempo que cumple con los requisitos reglamentarios relacionados con la seguridad y con respecto a la eliminación de emisiones de radiofrecuencias espurias. Aquí se describen métodos y sistemas para crear señales eléctricas para entregar datos a una multitud de dispositivos de iluminación conectados a una pista, una pista capaz de entregar las señales a los dispositivos, y dispositivos especializados de terminación para asegurar que las señales no provoquen reflejos espurios excesivos.

35 Con referencia a la figura 16, en una realización, un usuario puede desear enviar datos de control de iluminación sobre una pista 6002 a un dispositivo 6000, preferiblemente usando un estándar industrial. El accesorio 6000 podría ser un módulo 100 de luz, tal como el descrito en la presente memoria, o podría ser cualquier otro accesorio convencional capaz de conectarse a una pista de alumbrado de pista convencional. En una realización, el estándar de control de datos es el estándar DMX-512 descrito en este documento.

40 DMX-512 especifica el uso de niveles de señalización de voltaje RS-485 y dispositivos de entrada/salida. Sin embargo, el uso de RS-485 presenta ciertos problemas en las aplicaciones de alumbrado de pista descritas aquí, porque requiere que la red a la que se adjunta el dispositivo 6000 sea en forma de un bus, compuesto por longitudes de medios de impedancia controlada, y requiere que la red se termine en cada punto final del bus. Estas propiedades no se proporcionan en los sistemas de iluminación de pista típicos, que generalmente no contienen sistemas controlados de impedancia de conductor. Además, las instalaciones de seguimiento a menudo contienen ramas o "Ts" en las que una sección de la vía se bifurca a otras secciones múltiples, y no es deseable regenerar eléctricamente las señales en dichos puntos, por razones de coste, fiabilidad e instalación. Debido a esto, cada sección no puede ser "terminada" con su impedancia característica para lograr una red debidamente terminada para propósitos de RS-485.

45 Sin embargo, es posible, a través de la presente invención, enviar señales que se ajusten a una modificación de la especificación RS-485, que pueden ser recibidas por dispositivos actualmente disponibles que se ajustan a la especificación RS-485.

50 Para entregar datos de manera efectiva en este entorno, se necesita un nuevo transmisor 6004 de datos. Para negar el efecto de línea de transmisión creado por las múltiples secciones de la pista, se utiliza un controlador de forma de onda controlada como el transmisor 6004 de datos. El diseño de este controlador se puede optimizar aún más para

minimizar la cantidad de radiación de radiofrecuencia no deseada, para permitir la conformidad a los requisitos regulatorios de FCC y CE. Para garantizar aún más la integridad de la señal, se puede utilizar una red de terminación especializada.

5 Ciertas características del sistema de seguimiento son relevantes. En primer lugar, se pueden ver múltiples secciones de la ruta como una colección de líneas de transmisión individuales, cada una con alguna (por lo general desconocida) impedancia característica y con una longitud desconocida. Los accesorios conectados a la pista
10 presentan cierta carga a lo largo de la línea de transmisión. El estándar RS-485 especifica que la impedancia mínima de tales cargas no debe ser menor a diez y cinco décimas de kiloohmios, y que la capacitancia adicional no debe exceder los cincuenta picofaradios. En una gran red de iluminación, es posible imaginar un sistema de
15 seguimiento compuesto por varias docenas de secciones, cada una de hasta varios metros de largo. El número total de accesorios puede exceder fácilmente los doscientos en una sola habitación. Por lo tanto, la carga total presentada solo por los dispositivos controlados puede ser inferior a cincuenta ohmios y contener una adición de diez mil picofaradios de capacitancia. Además, la diafonía entre los conductores de potencia y los conductores de señal en la pista también puede ocurrir. La propia pista puede presentar más de veinticinco picofaradios por pie de capacidad adicional.

20 Generalmente se entiende que las líneas de transmisión más cortas que un cuarto de la longitud de onda de la señal de frecuencia más alta transmitida sobre ellas se pueden analizar y visualizar como una carga concentrada; es decir, sus efectos de línea de transmisión pueden ser ignorados efectivamente. Por lo tanto, cualquier combinación de cargas y secciones de seguimiento se puede ver como una sola carga concentrada, siempre que la longitud máxima desde cualquier terminal hasta cualquier otro término sea menor que un cuarto de la longitud de onda de la señal de frecuencia más alta que se le entregue. Para una señal digital, el componente de frecuencia más alta es el borde, en el cual la señal transita entre los dos estados de voltaje que representan uno lógico y un cero lógico. El protocolo de
25 control de iluminación DMX-512 especifica una velocidad de transmisión de datos de doscientos cincuenta mil bits por segundo. El tiempo de transición del borde de señal requerido para transmitir de manera confiable tal señal es al menos cinco veces más rápido que esa velocidad; es decir, la transición debe ocurrir en no más de ochocientos nanosegundos, para asegurar la transmisión de datos confiable. Si suponemos que se puede construir un controlador de datos capaz de crear señales eléctricas que cambian a este ritmo, que la velocidad de la luz es tres
30 veces diez a octavos por segundo, y que la velocidad de propagación en la trayectoria es aproximadamente el setenta por ciento de la velocidad de la luz, luego un límite conservador en la longitud máxima de la red es de aproximadamente cuarenta y dos metros. Esta es una longitud adecuada para la mayoría de las aplicaciones. Suponiendo que la longitud total de una red ramificada puede ser de hasta dos secciones de seguimiento de cuarenta y dos metros, una capacidad total añadida por la pista en sí podría ser tanto como otros siete mil picofaradios, para una carga total de diecisiete mil picofaradios.

35 Para transmitir datos de manera efectiva a una red de este tipo, se requiere un controlador con mucha más potencia que un controlador para el estándar actual RS-485. Para lograr una transición de cinco voltios, para una red altamente cargada como se describió anteriormente, el conductor es preferiblemente capaz de suministrar al menos
40 cien miliamperios continuamente para la porción resistiva de la carga, y al menos cien miliamperios adicionalmente durante el período de transición, que será absorbido por la carga capacitiva. Por lo tanto, la corriente de salida del controlador es preferiblemente de al menos doscientos miliamperios para garantizar un margen adecuado. En la figura 17 se ilustra un diseño de circuito para un controlador 6004 que cumple estos criterios. Es importante tener en cuenta que las transiciones más rápidas que ochocientos nanosegundos todavía no harán que la red falle, pero
45 provocarán que la corriente necesaria durante la transición aumente, causará un timbre excesivo en puntos finales de pista con carga ligera, y aumentará sustancialmente la frecuencia de radio espuria generada desde el sistema. Todos estos efectos son indeseables. En un tiempo de transición de ochocientos nanosegundos, la mayoría de los armónicos falsos generados por el sistema caen muy por debajo de la frecuencia de inicio de treinta megahertz para la prueba CE, y los armónicos de orden superior no tienen suficiente energía para violar los requisitos.

50 A fin de propagar de manera efectiva las señales a lo largo de una pista, los conductores de datos de la pista deberían tener una baja resistencia por unidad de longitud, idealmente menor que la necesaria para entregar un y medio voltios de señal a todos los receptores como se especifica en el RS-485 estándar. En una red altamente cargada (con todas las cargas al final), esto es aproximadamente nueve centésimas de ohms por pie. Esto incluye
55 los conectores intermedios, por lo que la resistencia del conductor de la pista idealmente debería ser mucho más baja que esta figura. El efecto inductivo de la pista también contribuirá a la degradación de la señal.

60 Para compensar el efecto inductivo de la pista, puede proporcionarse una terminación limitada en el punto final de cada derivación. Esta terminación preferiblemente no es puramente resistiva, sino que compensa solo el efecto inductivo de la pista. En la figura 18 se muestra un diseño de circuito para un terminador 6008 adecuado. Este circuito bloquea eficazmente el voltaje entre los datos + y datos - las conexiones de datos a más o menos cinco voltios. Cualquier sobreimpulso de la señal puede así ser absorbido por un de la figura 18. El terminador 6008 termina efectivamente la línea, sin extraer energía constantemente de las líneas de datos.

65 Recuperar datos de la pista se convierte en una cuestión de vincular (usando cualquiera de los métodos de unión comúnmente usados, por ejemplo, clips de resorte) a los puntos de unión eléctrica y mecánica de la pista misma.

Muchos ejemplos de fijación de iluminación de pista son bien conocidos por los expertos en la técnica. Un ejemplo es Halo Power Track proporcionado por Cooper Lighting.

5 Una vez que tanto la potencia como los datos están disponibles en un cable, por ejemplo, podemos usar la versión de red de los módulos 100 de luz descritos anteriormente, o cualquier regulador digitalmente controlado, para lograr un control individual sobre la unidad de iluminación. Los datos pueden corresponder no solo a la intensidad de la luz, sino también a los efectos de control, como mover un yugo, control de gobo, foco de luz o similar. Además, el sistema se puede usar para controlar dispositivos que no son de iluminación que cumplen con la norma RS-485.

10 Es posible además, mediante el uso de esta realización, crear dispositivos que puedan responder por los mismos conductores de datos o por un par separado, utilizando controladores sustancialmente similares, posiblemente con circuitos añadidos para permitir que los controladores estén eléctricamente desconectados desde los conductores de datos durante los momentos en que el dispositivo no se selecciona para una respuesta, es decir, para permitir el uso compartido del bus. Las unidades pueden enviar información de estado al controlador, o se puede proporcionar información a las unidades a través de otros medios, como señales de radiofrecuencia, infrarrojos, acústicas u otras.

15 Refiriéndonos de nuevo a la figura 17, un diseño de circuito para el controlador de datos 6004 incluye un conector 6012 a través del cual se suministra potencia, que puede ser nominalmente positiva de doce voltios de potencia no regulada, al controlador 6004 de datos. La potencia puede dividirse en ocho y medio voltios positivos de suministro no regulado y tres voltios y medio negativos de suministro regulado por un regulador 6014 de derivación que consta de una resistencia 6016, una resistencia 6018 y un transistor 6020. El desacoplamiento puede ser proporcionado por los condensadores 6022, 6024 y 6028. El regulador de derivación 6014 puede ser de un diseño estándar familiar para los diseñadores de circuitos analógicos. El suministro de ocho voltios y medio se regula adicionalmente para producir un suministro de cinco voltios mediante un regulador 6030 de voltaje, que puede ser un regulador de voltaje LM78L05ACM disponible en National Semiconductor Corporation, Santa Clara, California, y puede ser desacoplado por el condensador 6032. Las enseñanzas de la hoja de datos para el LM78L05ACM se incorporan aquí como referencia.

20 El flujo de datos RS-485 entrante puede ser recibido por el chip 6034 receptor RS-485 en los pines 6038 y 6040. El flujo de datos puede ser amortiguado adicionalmente por el chip 6034 receptor para producir señales de datos verdaderas y de complemento limpias y amplificadas en los pines 6042 y 6044, respectivamente. Estas señales son amortiguadas e invertidas adicionalmente por la memoria 6048 intermedia para producir señales de datos verdaderas y complementarias con capacidades de accionamiento sustanciales en los pines 6050 y 6052, respectivamente. Cada una de estas señales es luego procesada por un amplificador de salida. Hay dos amplificadores de salida 6054 y 6058, idénticos en diseño y función.

30 Cada amplificador 6054 y 6058 toma potencia de las fuentes de alimentación descritas anteriormente, y ambos amplificadores comparten la red de generador de voltaje de polarización compuesta de resistencias 6060, 6062 y 6064. El amplificador 6054 está compuesto de todas las partes a la izquierda de esta red en figura 17, mientras que el amplificador 6058 está compuesto de todas las partes a la derecha de esta red de polarización. Solamente se describirá el amplificador 6054, ya que el amplificador 6058 es sustancialmente idéntico, con la excepción de que su entrada es una copia invertida de la entrada al amplificador 6054.

35 La red de polarización genera dos voltajes de polarización, nominalmente positivos de seis y cuatro décimas de voltios, y negativos de uno y cuatro décimos de voltios, que aparecen en la base de los transistores 6068 y 6070, respectivamente. El transistor 6068 y la resistencia 6072 forman una fuente 6074 de corriente constante, obteniendo una corriente de aproximadamente veinte miliamperios del colector del transistor 6068. De forma similar, el transistor 6078 y la resistencia 6080 proporcionan un disipador 6082 de corriente para disipar una corriente de veinte miliamperios del colector del transistor 6078. Los diodos 6010, 6084, 6088, 6090, 6092 y 6094 forman una red 6098 de dirección de corriente y dirigen las corrientes de veinte miliamperios alternativamente a la línea de datos entrante, o condensador 6100 (a través del regulador de derivación de un voltio compuesto por el transistor 6102, resistencia 6104 y resistencia 6108 si la corriente es del transistor 6068). Si la línea de datos entrantes pasa del estado bajo de cero voltios al estado alto de cinco voltios positivos, el disipador de corriente 6082 absorberá la corriente de la línea de datos entrantes, a través de los diodos 6090 y 6092, porque la tensión en el ánodo de 6090 será mayor que la tensión en el ánodo del diodo 6094. Los diodos 6084 y 6088 serán polarizados inversamente, y la corriente fluirá a través de 6010 y el regulador 6110 de derivación compuesto por el transistor 6102 y las resistencias 6104 y 6108. El nodo del circuito en el ánodo del diodo 6094 no seguirá inmediatamente la transición, ya que el condensador 6100 debe cargar lentamente de la corriente proporcionada por el transistor 6068. El condensador 6100 se cargará a una velocidad de aproximadamente seis y sesenta y siete centésimas de voltios por microsegundo, y alcanzará aproximadamente cuatro voltios aproximadamente setecientos cincuenta nanosegundos después. En ese momento, la tensión en el colector del transistor 6068 será lo suficientemente grande como para enviar los diodos de polarización 6084 y 6088, haciendo que la fuente 6074 de corriente se dirija hacia la línea de datos de entrada. Mientras esta línea de datos se mantenga en un estado alto (a cinco voltios), no fluirá más corriente a través del diodo 6010, el regulador de derivación 6110 y el condensador 6100. El cátodo del diodo 6010 permanecerá en aproximadamente cinco y cinco décimas voltios hasta que la línea de datos cambie al estado bajo de cero voltios. Durante la conmutación como se describe, el transistor 6112 actúa como una memoria intermedia de colector común

y proporcionará la cantidad de corriente requerida en la resistencia 6114. Esta corriente fluirá a la salida en el pin 6118 del dispositivo de salida 6120. La tensión en la salida será así ser una señal que sube lentamente, cuya pendiente se regula mediante la carga del condensador 6100 desde la fuente de corriente 6074. Se generará una pequeña corriente de base desde el transistor 6068 por el transistor 6112, pero su efecto sobre la temporización de transición será insignificante.

Cuando la línea de datos entrante pasa al estado bajo, los diodos 6084, 6088 y 6094 serán polarizados, los diodos 6090, 6092 y 6010 serán polarizados inversamente, y el condensador 6100 se descargará a través del diodo 6094 a través del disipador 6082 de corriente a similares tasas a la transición positiva descrita anteriormente. La corriente de la fuente 6074 de corriente fluirá a la línea de datos, que ahora se mantiene a cero voltios. El voltaje en el ánodo del diodo 6094 alcanzará cinco décimas de voltios negativos, y la corriente fluirá nuevamente a través de 6090 y 6092, en lugar del diodo 6094 y el transistor 6078, completando la transición hacia abajo. Durante este período, el transistor 6129 sumergirá tanta corriente como sea necesario a través de la resistencia 6128, desde la salida en la patilla 6118 del dispositivo 6120, para hacer que siga la tensión en el ánodo del diodo 6094. Una pequeña corriente de base será tomada por el transistor 6129 desde el transistor, pero su efecto en el tiempo de transición será insignificante. Los transistores 6130 y 6132 en combinación con las resistencias 6114 y 6128 protegen los transistores 6112 y 6129 respectivamente en caso de cortocircuito en la salida, limitando la máxima corriente de salida posible (y por lo tanto la corriente a través de los transistores 6112 y 6130) a aproximadamente doscientos cincuenta miliamperios.

La conformación de onda realizada por este circuito puede implementarse mediante una variedad de circuitos diferentes. La realización representada en la figura 17 es solo un ejemplo de un circuito para producir una forma de onda deseable. Se puede considerar que cualquier circuito que reduzca la velocidad de las transiciones ascendentes y descendentes de la señal de datos es una implementación de un circuito conformador de ondas como se describe aquí.

Con referencia a la figura 18, el circuito de terminación está compuesto por un puente rectificador 6134 compuesto por diodos 6138, 6140, 6142 y 6144 y un regulador 6148 de derivación compuesto por resistencias 6150, 6152 y transistores 6154 y 6158. Este circuito es un limitador de voltaje bidireccional y fija la tensión entre los terminales de entrada a aproximadamente cinco y tres décimas de voltios, independientemente de la polaridad de la entrada aplicada. Tanto el regulador 6148 de derivación como el rectificador 6134 de puente tienen un diseño estándar, conocido por aquellos familiarizados con el diseño de circuitos analógicos. El condensador 6150 mejora la respuesta transitoria del limitador de voltaje.

El exceso de energía almacenada en una línea de transmisión normalmente causaría una excursión de voltaje por encima de cinco y tres décimas de voltios. El circuito 6008 de terminación de la figura 18 absorberá el exceso de energía ya que fija el voltaje en el extremo de la línea de transmisión a cinco y tres décimas de voltios. Aproximadamente el noventa y cinco por ciento de la energía reflejada puede ser absorbida por el circuito, y la oscilación resultante será de amplitud insignificante.

Los transistores descritos en la presente memoria pueden ser de tipo convencional, tales como los provistos por Zetex. Los diodos pueden ser del tipo estándar de la industria. El compensador 6048 puede ser del tipo estándar de la industria, y puede ser del tipo 74HC04. El chip 6034 receptor puede ser un chip receptor MAX490 fabricado por Maxim Inc. de Sunnyvale, California. Se pueden usar otros chips receptores.

Las realizaciones anteriores pueden residir en cualquier cantidad de alojamientos diferentes. Pasando ahora a la figura 19, se muestra una vista en despiece ordenado de una unidad de iluminación de la presente invención que comprende una sección 602 de cuerpo sustancialmente cilíndrica, un módulo 604 de luz, un manguito 608 conductor, un módulo 612 de potencia, un segundo manguito 614 conductor, y una placa 618 de recinto. Se supone en este caso que el módulo 604 de luz y el módulo 612 de potencia contienen la estructura eléctrica y el software del módulo 100 de luz y el módulo 200 de potencia, descritos anteriormente, u otras realizaciones del módulo 100 de luz u otros módulos de potencia descritos en este documento. Los tornillos 622, 624, 626, 628 permiten que todo el aparato se conecte mecánicamente. La sección 602 de cuerpo, los manguitos 604 y 614 conductores y la placa 618 de recinto están hechos preferiblemente de un material que conduce calor, tal como aluminio. La sección 602 de cuerpo tiene un extremo abierto, una parte interior reflectante y un extremo de iluminación, al que se fija mecánicamente el módulo 604. El módulo 604 de luz tiene forma de disco y tiene dos lados. El lado de iluminación (no mostrado) comprende una pluralidad de LED de diferentes colores primarios. El lado de conexión contiene un conjunto 632 de pin macho eléctrico. Tanto el lado de iluminación como el lado de conexión están recubiertos con superficies de aluminio para permitir mejor la conducción de calor hacia fuera desde la pluralidad de LED a la sección 602 de cuerpo. Del mismo modo, el módulo 612 de potencia es en forma de disco y tiene todas las superficies disponibles cubiertas con aluminio por la misma razón. El módulo 612 de potencia tiene un lado de conexión que contiene un conjunto de pin hembra de conector eléctrico adaptado para encajar en los pines del conjunto 632. El módulo 612 de potencia tiene un lado de terminal de potencia que contiene un terminal 638 para conexión a una fuente de alimentación de CC. Se puede usar cualquier toma estándar de CA o CC, según corresponda.

Interpuesto entre el módulo 602 de luz y el módulo 612 de potencia hay un manguito 608 de aluminio conductor, que encierra sustancialmente el espacio entre los módulos 602 y 612. Como se muestra, una placa 618 de caja en forma de disco y tornillos 622, 624, 626 y 628 sellan todos los componentes juntos, y el manguito 614 conductor está interpuesto entre la placa 618 de caja y el módulo 612 de potencia. Una vez sellados juntos como una unidad, el aparato de iluminación puede conectarse a una red de datos como se describió anteriormente y montarse de cualquier manera conveniente para iluminar un área. En funcionamiento, preferiblemente se insertará un medio de difusión de luz en la sección 602 de cuerpo para asegurar que los LED en el módulo 604 de luz parezcan emitir un solo haz de luz uniforme.

Otra realización de un módulo 100 de luz se representa en la figura 20. Una de las ventajas de la matriz 37 es que puede usarse para construir una luz basada en LED que supera el problema de la necesidad de diferentes accesorios para diferentes aplicaciones de iluminación. En particular, en una realización de la invención ilustrada en la figura 20, una matriz de LED 644, que puede ser la matriz 37 circular representada en la figura 8 u otra matriz, puede disponerse en una plataforma 642 que está construida para conectarse a un accesorio, como un accesorio MR-16 para una lámpara halógena convencional. En otras realizaciones de la invención, la plataforma 642 se puede conformar para enchufar, atornillar o conectar de otro modo en una fuente de alimentación con la misma configuración que una bombilla de luz convencional, una bombilla de halógeno u otra fuente de iluminación. En la realización de la figura 20, un par de conectores 646 se conectan a una fuente de alimentación, tal como un cable eléctrico, de la misma manera que los conectores para una bombilla halógena convencional en un dispositivo MR-16.

En una realización de la invención representada en la figura 21, la plataforma 642 que lleva el conjunto 644 de LED se puede enchufar en un dispositivo de halógeno convencional. Por lo tanto, sin cambiar el cableado o los dispositivos, un usuario puede tener luces basadas en LED simplemente insertando la plataforma 642 modular. El usuario puede regresar a las luces convencionales retirando la plataforma 642 modular e instalando una bombilla halógena convencional u otra fuente de iluminación. Por lo tanto, el usuario puede usar los mismos dispositivos y cableado para una amplia variedad de aplicaciones de iluminación, incluido el sistema 120 de LED, en las diversas realizaciones descritas en este documento.

Con referencia a la figura 22, se proporciona un esquema para un diseño de circuito para un módulo 100 de luz adecuado para su inclusión en una plataforma modular, tal como la plataforma 642 de la figura 20. Un conjunto 644 de LED consiste en LED verde, azul y rojo. Un procesador 16 proporciona funciones similares al procesador 16 descrito en conexión con la figura 6. El pin 20 de entrada de datos proporciona datos y potencia al procesador 16. Un oscilador 19 proporciona funciones de reloj. El módulo 100 de luz incluye otros elementos de circuito para permitir que el procesador 16 convierta señales eléctricas entrantes formateadas según un protocolo de control, tal como un protocolo DMX-512, en señales de control para los LED del conjunto 644 de una manera similar a que se divulga en conexión con otras realizaciones descritas anteriormente.

En una realización adicional de la invención, representada en la figura 23, se proporciona una plataforma 648 modular sobre la cual una matriz 37 controlada digitalmente de LED 15, que puede ser un sistema 120 de LED de un módulo 100 de luz según la otra las realizaciones descritas en este documento, están dispuestas. La plataforma 648 modular puede estar hecha de plástico transparente o material similar, de modo que la plataforma 648 se ilumina a cualquier color proporcionado por la matriz 37. La plataforma 648 modular puede incluir extrusiones 652 e intrusiones 654, de modo que se pueden formar bloques modulares que se interconectan para formar una variedad de formas tridimensionales. Una pared, suelo, techo u otro objeto puede construirse con bloques, iluminándose cada bloque con un color diferente mediante la matriz 37 de bloques de LED 15. Los bloques 648 pueden estar interconectados. Tal objeto se puede usar para crear señalización; es decir, los bloques individuales de dicho objeto pueden iluminarse en forma de símbolos, como letras, números u otros diseños. Por ejemplo, una pared puede usarse como una muestra o signo a color. Se pueden prever muchas formas diferentes de bloques 648 modulares, así como muchos mecanismos de interconexión diferentes. De hecho, los módulos 100 de luz pueden disponerse en una variedad de configuraciones geométricas diferentes y asociarse con una variedad de entornos de iluminación, como se describe adicionalmente en este documento.

En otra realización de la presente invención, un LED dispuesto en una matriz está montado en una plataforma de giro o inclinación, de manera similar a las luces de cine convencionales. Las luces robóticas conocidas emiten un haz de luz producido convencionalmente desde una bombilla o tubo sobre una bandeja o espejo inclinable. Los LED alineados de la presente invención pueden colocarse directamente sobre la plataforma de giro o inclinación, evitando la necesidad de alinear con precisión la fuente de luz con el espejo panorámico o de inclinación. Por lo tanto, se puede obtener un efecto de haz de giro/inclinación ajustable similar a un haz basado en espejo, sin el espejo. Esta realización permite efectos de haz de panorámica/inclinación en espacios más compactos que los posibles anteriormente, porque no hay necesidad de una separación entre la fuente y el espejo.

También se proporciona una baldosa de construcción basada en LED, a través de la cual se puede construir una pared, suelo o techo que incluye la capacidad de cambiar el color o la intensidad de una manera controlada por un microprocesador. El azulejo se puede basar en la modularidad similar a los bloques de construcción de plástico de

juguete. Las baldosas multicolores se pueden utilizar para crear una pista de baile multicolor o una ducha, o una baldosa para la tierra, la pared o el baño.

También se proporciona un sistema de iluminación modular que permite la creación de diversas formas de iluminación basadas en un número limitado de subsistemas. En esta realización de la presente invención, una pluralidad de cuadrados emisores de luz (u otras formas geométricas) puede disponerse en formas más grandes en una, dos o tres dimensiones. Los bloques modulares podrían comunicarse a través de la proximidad física o el archivo adjunto. Los bloques de iluminación multicolores modulares se pueden configurar en diferentes formatos y formas.

Observando ahora la figura 24, se proporciona una unidad 4000 de LED modular para la iluminación dentro de un entorno. La unidad 4000 modular comprende un sistema 4002 LED, similar al elemento 120 expuesto en conexión con la figura 1, y un procesador 4004, similar al artículo 16 explicado en conexión con la figura 1. El sistema 4002 LED puede incluir, como se ilustra en la figura 25, un LED 4006 que tiene una pluralidad de matrices 4008 semiconductoras emisoras de color para generar un rango de radiación dentro de un espectro, por ejemplo, un rango de frecuencias dentro del espectro visible. Cada matriz 4008 emisora de color preferiblemente representa un color primario y es capaz de generar individualmente un color primario de intensidad variable. Cuando se combinan, los colores primarios de cada una de las matrices 4008 pueden producir un color particular dentro del espectro de color. El procesador 4004, por otra parte, puede proporcionarse para controlar una cantidad de corriente eléctrica suministrada a cada una de las matrices 4008 de semiconductores. Dependiendo de la cantidad de corriente eléctrica suministrada a cada matriz, puede emitirse un color primario de cierta intensidad de eso. Por consiguiente, controlando la intensidad del color primario producido a partir de cada matriz, el procesador 4004, en esencia, puede controlar el color particular iluminado desde el LED 4006. Aunque la figura 25 muestra tres matrices 4002 semiconductoras emisoras de color, se debe apreciar que el uso de al menos dos matrices de emisión de color puede generar un rango de radiación dentro de un espectro.

La unidad 4000 modular puede incluir además un mecanismo (no mostrado) para facilitar la comunicación entre un generador de señales de control y el sistema 4002 LED. En una realización, el mecanismo puede incluir un transmisor y receptor separados, como se discutió anteriormente en conexión con la figura 2. Sin embargo, se debe apreciar que el transmisor y el receptor se pueden combinar en un mecanismo. La unidad 4000 modular también puede incluir un módulo 4010 de potencia, como se discute en relación con la figura 9, para proporcionar una corriente eléctrica desde una fuente de alimentación, por ejemplo, una toma de corriente o una batería, al sistema 4002 de LED. Para permitir la instalación eléctrica la corriente que se dirigirá desde el módulo 4010 de potencia al sistema 4002 de LED, puede proporcionarse un conector eléctrico, similar al juego 632 de pines macho complementarias y el juego 634 de pines hembra en la figura 19. De esta manera, el conector eléctrico puede diseñarse para acoplar de forma desmontable el sistema 4002 de LED al módulo 4010 de potencia.

En una realización alternativa, el sistema 4002 LED, como se muestra en la figura 26, puede incluir una pluralidad de LED 4006 ilustrados en la figura 25. Cada LED 4006 puede ser parte de un sistema 4002 LED, que puede estar provisto de un enlace 4014 de comunicación de datos, similar al artículo 500 descrito anteriormente en conexión con la figura 2, para la comunicación con un generador de señal de control, o, en ciertas realizaciones de la invención, con otros módulos 4002 de luz. De esta manera, datos tales como la cantidad de corriente eléctrica controlada por el procesador 4004 se puede suministrar a la pluralidad de matrices 4008 semiconductoras en cada uno de los LED 4006, de modo que se puede generar un color particular.

En otra realización, el sistema 4002 LED, como se muestra en la figura 27, puede incluir una pluralidad de diodos 4016 emisores de luz (LED) convencionales. Los LED 4016 convencionales pueden ser representativos de colores primarios rojo, azul y verde. Por lo tanto, cuando se genera el color primario de cada uno de los LED 4016, la combinación de una pluralidad de LED 4016 puede producir cualquier frecuencia dentro de un espectro. Debe entenderse que, de forma similar a los matrices de semiconductor 4008, la intensidad y/o iluminación de cada LED 4016 puede variarse por el procesador 4004 para obtener un rango de frecuencias dentro de un espectro. Para facilitar la comunicación entre la pluralidad de LED 4016 y con el procesador 4004, puede proporcionarse el enlace 4014 de comunicación de datos.

La unidad 4000 de LED modular, en ciertas realizaciones, puede estar interconectada para formar conjuntos de iluminación más grandes. En particular, el sistema 4002 LED puede incluir LEDs 4006 o 4016 dispuestos linealmente en serie dentro de una tira 4020 (figura 28A). Los LED 4006 o 4016 también pueden estar dispuestos dentro de un panel 4022 geométrico bidimensional (figura 28B) o para representar una estructura 4024 tridimensional (figura 28C). Debe apreciarse que la tira 4020, el panel 4022 geométrico o la estructura 4024 tridimensional no necesitan adherirse a ningún diseño particular, y tal vez ser flexibles, para permitir que el sistema 4002 LED se ajuste a un entorno en el que se coloca.

En una realización de la invención, la tira 4020, el panel 4022 geométrico y la estructura 4024 tridimensional pueden estar provistos de un mecanismo de acoplamiento (no mostrado) para permitir el acoplamiento entre unidades 4000 de LED modulares. Específicamente, el mecanismo de acoplamiento puede permitir una pluralidad de tiras 4020 para ser unidas entre sí, o una pluralidad de paneles 4022 geométricos para ser conectados entre sí, o una

pluralidad de estructuras 4024 tridimensionales para acoplarse entre sí. El mecanismo de acoplamiento también puede diseñarse para permitir la interconexión de una de entre una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional con otra de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional. El mecanismo de acoplamiento puede permitir el acoplamiento mecánico o el acoplamiento eléctrico entre las unidades 4000 de LED modulares, pero preferiblemente permite el acoplamiento eléctrico y físico entre las unidades 4000 de LED modulares. Al proporcionar una conexión eléctrica entre las unidades 4000 de LED modulares, las señales de potencia y datos puede ser dirigido hacia y entre las unidades 4000 de LED modulares. Además, tal conexión permite que la potencia y los datos se proporcionen en una ubicación central para distribución a todas las unidades 4000 de LED modulares. En una realización de la invención, los datos pueden multiplexarse con la potencia señales para reducir el número de conexiones eléctricas entre las unidades 4000 de LED modulares. El acoplamiento mecánico, por otro lado, puede proporcionar simplemente e significa conectar de forma segura las unidades 4000 de LED modulares entre sí, y tal función puede ser inherente mediante la provisión de una conexión eléctrica.

La unidad 4000 de LED modular de la presente invención se puede diseñar para que sea una unidad "inteligente" o "tonta". Una unidad inteligente, en una realización, incluye un microprocesador incorporado en ella para controlar, por ejemplo, un efecto de iluminación deseado producido por los LED. Las unidades inteligentes pueden comunicarse entre sí y/o con un controlador maestro por medio de una red formada a través del mecanismo de conexión eléctrica descrito anteriormente. Se debe tener en cuenta que una unidad inteligente puede funcionar en modo independiente y, si es necesario, una unidad inteligente puede actuar como controlador maestro para otras unidades 4000 de LED modulares. Una unidad tonta, por otro lado, no incluye un microprocesador y no puede comunicarse con otras unidades LED. Como resultado, una unidad tonta no puede operar en un modo independiente y requiere un controlador maestro separado.

La unidad 4000 de LED modular puede usarse para iluminación dentro de una gama de entornos diversos. La manera en que puede usarse la unidad de LED incluye colocar inicialmente la unidad 4000 de LED modular que tiene un sistema 4002 de LED, tal como los provistos en las figuras 25-27, dentro de un entorno, y posteriormente controlando la cantidad de corriente eléctrica a al menos un LED, de modo que una cantidad particular de corriente suministrada a la misma (es decir, las matrices 4008 semiconductoras o la pluralidad de LED convencionales) genera una frecuencia correspondiente dentro un espectro, por ejemplo, el espectro visible.

Un entorno dentro del cual la unidad 4000 de LED modular puede iluminar incluye una linterna 4029 manual (figura 29) o una que requiere el uso de una luz indicadora. Ejemplos de un entorno que utiliza una luz indicadora incluyen, pero no están limitados a, un botón del suelo del ascensor, un panel o pantalla de indicación del suelo del ascensor, un tablero de automóvil, un área de llave de encendido del automóvil, un indicador luminoso de alarma antirrobo del automóvil, unidades de un sistema estéreo, un botón 4030 de teclado telefónico (figura 30), un indicador de mensaje de contestador automático, un botón de timbre de compuerta, un interruptor de estado de luz, un indicador de estado de ordenador, un indicador de estado de monitor de vídeo y un reloj. Entornos adicionales dentro de los cuales la unidad 4000 de LED modular puede iluminarse pueden incluir (i) un dispositivo para ser usado en un cuerpo, ejemplos de los cuales incluyen, un artículo de joyería, una prenda de vestir, zapatos, anteojos, guantes y un sombrero, (ii) un juguete, cuyos ejemplos incluyen una varilla 4031 de luz (figura 31), un coche de policía de juguete, un camión de bomberos, una ambulancia y una caja musical, y (iii) un producto higiénico, ejemplos de los cuales incluyen, un cepillo 4032 dental (figura 32) y una máquina de afeitarse.

De acuerdo con otra realización de la invención, una unidad 4000 de LED modular que tiene una pluralidad de LED 4006 o 4016 dispuestos linealmente en serie dentro de una tira 4020 también puede usarse para la iluminación dentro de un entorno. Uno de tales entornos, ilustrado en la figura 33, incluye una pasarela 4033, por ejemplo, un pasillo de avión, una pasarela de exposición de moda o un pasillo. Cuando se usa en conexión con una pasarela, al menos una tira 4020 de LEDs 4006 o 4016 puede colocarse a lo largo de un lado de la pasarela 4033 para su uso como un indicador de dirección.

Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 34, incluye una bóveda curva 4034. Cuando se usa en conexión con una cala, al menos una tira 4020 de LED 4006 o 4016 puede colocarse adyacente a la bóveda curva 4034, de modo que la tira de LED puede iluminar la cala. En una realización, la tira 4020 de los LED 4006 o 4016 puede colocarse dentro de una carcasa 40345, carcasa que se coloca entonces adyacente a la bóveda curva 4034.

Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 35, incluye un pasamanos 4035. Cuando se usa en conexión con un pasamanos, tal como el de un cine oscuro, al menos una tira 4020 de LED 4006 o 4016 puede colocarse en una superficie del pasamanos 4035 para dirigir a un usuario a la ubicación de la barandilla.

Otro de tales entornos, ilustrado en la figura 36, incluye una pluralidad de pasos 4036 en una escalera. Cuando se usa en conexión con una pluralidad de pasos, al menos en la tira 4020 de los LED 4006 o 4016 se coloca en un borde del paso 4036, de modo que por la noche o en ausencia de luz, se puede informar a un usuario de la ubicación del paso.

- 5 Otro entorno, ilustrado en la figura 37, incluye una taza 4037 de inodoro. Cuando se usa en conexión con una taza de inodoro, al menos una tira 4020 de LED 4006 o 4016 es curvilínea de modo que puede colocarse alrededor de un borde de la taza 4037 o el asiento 40375, de modo que en ausencia de luz en el baño, un usuario puede ser informado de la ubicación de la taza o el asiento.
- 10 Otro entorno, ilustrado en la figura 38, incluye una luz 4038 de freno elevada situada en la parte trasera de un automóvil. Cuando se usa en conexión con una luz de freno elevada, al menos una tira 4020 de LED 4006 o 4016 puede colocarse dentro de una carcasa 40385 proporcionada previamente para la luz de freno.
- 15 Otro entorno, ilustrado en la figura 39, incluye una compuerta 4039 de refrigerador. Cuando se usa en conexión con una compuerta de refrigerador, al menos una tira 4020 de LED 4006 o 4016 puede colocarse en el mango de compuerta 40395 de refrigerador, de modo que la ausencia de luz en, por ejemplo, la cocina, un usuario puede localizar rápidamente el mango para abrir la compuerta 4039 del refrigerador.
- 20 Otro entorno, ilustrado en la figura 40, incluye un árbol 4040. Cuando se usa en conexión con un árbol, al menos una tira 4020 de LED 4006 o 4016 puede colocarse en el árbol 4040, para permitir la iluminación del mismo. El árbol 4040 podría ser un árbol de navidad u otro árbol ornamental, como un árbol de navidad blanco artificial. Al generar luz estroboscópica los LED 4006 entre diferentes colores, se puede hacer que el árbol 4040 cambie de color.
- 25 Otro entorno, ilustrado en la figura 41, incluye un edificio 4041. Cuando se usa en conexión con un edificio, al menos una tira 4020 de LED 4006 o 4016 puede colocarse a lo largo de una superficie exterior del edificio 4041, de modo que la iluminación de los LED puede atraer la atención de un observador.
- De acuerdo con otra realización de la invención, una unidad 4000 de LED modular que tiene una pluralidad de LED 4006 o 4016 dispuestos dentro de un panel 4022 geométrico también se puede usar para la iluminación dentro de un entorno. Uno de tales entornos, ilustrado en la figura 42, incluye un suelo 4042. Cuando se usa en conexión con un suelo, al menos un panel 4022 geométrico de LEDs 4006 o 4016 puede colocarse dentro de al menos un área designada en el suelo 4042 para proporcionar iluminación al mismo.
- 30 Otro entorno dentro del cual se puede usar un panel 4022 geométrico de los LED 4006 o 4016 incluye un techo 4043, como se ilustra en la figura 43. Cuando se usa en conexión con un techo, al menos un panel 4022 geométrico puede colocarse dentro de al menos un área designada en el techo 4043 para proporcionar iluminación de la misma.
- 35 Otro entorno dentro del cual puede usarse un panel 4022 geométrico de los LED 4006 o 4016 incluye una máquina 4044 expendedora, como se ilustra en la figura 44. Cuando se usa en conexión con una máquina expendedora, al menos un panel 4022 geométrico puede colocarse posterior a una pantalla 40445 frontal de la máquina expendedora, para proporcionar iluminación de la ilustración en la pantalla frontal.
- 40 Otro entorno dentro del cual se puede usar un panel 4022 geométrico de los LED 4006 o 4016 incluye una superficie 4045 iluminadora, como se ilustra en la figura 45. Cuando se usa en conexión con una superficie 4045 iluminadora, al menos un panel 4022 geométrico puede ser posicionado posterior a la superficie para proporcionar iluminación de una ilustración gráfica en la superficie o iluminación de un objeto colocado en la superficie. Ejemplos de dicha superficie iluminante pueden incluir un letrero publicitario del tipo que se ve típicamente en un aeropuerto, o una superficie transparente de un estrado 40455 para mostrar un objeto 40458.
- 45 Otro entorno dentro del cual puede usarse un panel 4022 geométrico de LED 4006 o 4016 incluye un signo 4046 de visualización, como se ilustra en la figura 46. Cuando se usa en conexión con un signo de visualización, tal como una cartelera o un tablero de anuncios, al menos un panel 4022 geométrico puede colocarse dentro de una carcasa 40465 ubicado, por ejemplo, delante del letrero para proporcionar iluminación de la ilustración sobre el mismo.
- 50 Otro entorno dentro del cual puede usarse un panel 4022 geométrico de los LED 4006 o 4016 incluye un semáforo 4047, como se ilustra en la figura 47. Cuando se usa en conexión con un semáforo, al menos un panel 4022 geométrico puede colocarse dentro de una carcasa 40475 para al menos una de las luces. Debe observarse que en un semáforo convencional, se puede necesitar un panel 4022 geométrico para cada una de las tres luces. Sin embargo, dado que la unidad de LED modular de la presente invención puede generar una gama de colores, que incluye rojo, amarillo y verde, puede ser que un nuevo semáforo se diseñe para incluir la colocación de solo una unidad de LED modular. Se podría proporcionar una variedad de colores diferentes dentro de cada luz de señal, de modo que se proporcione una señal adecuada para diferentes usuarios, incluidos aquellos con daltonismo rojo/verde.
- 60 Otro entorno dentro del cual puede usarse un panel 4022 geométrico de los LED 4006 o 4016 incluye una señal 4048 de visualización direccional, como se ilustra en la figura 48. Cuando se usa en conexión con una señal de visualización direccional, al menos un panel 4022 geométrico puede estar ubicado dentro de una carcasa 40485 para la señal de visualización direccional.
- 65

Otro entorno dentro del cual puede usarse un panel 4022 geométrico de LED 4006 o 4016 incluye una placa 4049 de información, como se ilustra en la figura 49. Cuando se usa en conexión con un panel de información, al menos un panel 4022 geométrico puede colocarse en un frente lado de la placa 4049, de modo que puedan proporcionarse datos informativos al lector. En una realización de la invención, el panel de información incluye, pero no se limita a, un letrero de información de tráfico, un radio silencioso 40495, un marcador, un panel de precios, un tablero de anuncios electrónicos y una gran pantalla de televisión pública.

De acuerdo con otra realización de la invención, una unidad 4000 de LED modular que tiene una pluralidad de LED 4006 o 4016, dispuestos para representar una estructura 4024 tridimensional, también se puede usar para la iluminación dentro de un entorno. Uno de tales entornos, ilustrado en la figura 50, incluye un bloque 4050 de construcción de juguete. Cuando se usa en conexión con un bloque de construcción de juguete, al menos una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 puede colocarse sobre o dentro del bloque 4050 de construcción de juguete para proporcionar iluminación de los mismos. Debería apreciarse que la estructura tridimensional de los LED puede diseñarse para representar cualquier objeto tridimensional deseado.

Un entorno adicional dentro del cual puede utilizarse la estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 incluye, como se muestra en la figura 51, una pantalla 4051 ornamental. Dado que la estructura 4024 tridimensional de LED, como se indica, puede diseñarse para representar cualquier objeto tridimensional, la estructura puede formarse en la pantalla 4051 ornamental de interés, de modo que la iluminación de los LED proporcione una representación iluminada del objeto. Ejemplos de una pantalla 4051 ornamental pueden incluir un adorno de árbol de navidad, una figura con forma de animal, una bola 40515 de discoteca, o cualquier objeto natural o creado por el hombre capaz de ser representado.

Un entorno adicional dentro del cual puede utilizarse la estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 incluye un bloque 4052 de cristal arquitectónico, como se muestra en la figura 52, o letras 4053 grandes, como se muestra en la figura 53. Para utilizar la estructura 4024 tridimensional en conexión con el bloque de vidrio, al menos una estructura 4024 tridimensional puede colocarse dentro del bloque 4052 de cristal para su iluminación. Para utilizar la estructura 4024 tridimensional en conexión con la letra 4053 grande, al menos una estructura 4024 tridimensional puede colocarse sobre la letra, o si la letra 4053 es transparente, dentro de la letra.

Un entorno adicional dentro del cual puede utilizarse la estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 incluye un dispositivo 4054 de iluminación tradicional, como se muestra en la figura 54. Para utilizar la estructura 4024 tridimensional en relación con el dispositivo 4054 de iluminación tradicional, puede colocarse al menos una estructura 4024 tridimensional, en forma de, por ejemplo, una bombilla 40545 convencional, dentro de un receptáculo para recibir la bombilla convencional.

Otro entorno dentro del cual puede utilizarse la estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 incluye una torre 4055 de advertencia, como se muestra en la figura 55. Para utilizar la estructura 4024 tridimensional en conexión con la torre de advertencia, al menos una estructura 4024 tridimensional puede colocarse en la torre 4055 para actuar como un indicador de advertencia para aviones de gran altura o embarcaciones situadas lejanamente.

Un entorno adicional dentro del cual puede utilizarse la estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 incluye una boya 4056, como se muestra en la figura 56. Para utilizar la estructura 4024 tridimensional en conexión con la boya, al menos una estructura 4024 tridimensional puede colocarse en la boya 4056 para la iluminación de la misma.

Un entorno adicional dentro del cual puede utilizarse la estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 incluye una bola 4057 o disco 40571, como se muestra en la figura 57. Utilizar la estructura 4024 tridimensional en conexión con la bola o disco, al menos una estructura 4024 tridimensional puede colocarse dentro de la bola 4057 o disco 40571 para mejorar la visualización de la bola o disco.

Según otra realización de la invención, dos o más de la unidad 4000 de LED modular que tiene una pluralidad de LED 4006 o 4016, dispuestos linealmente en una banda 4020, en un panel 4022 geométrico o como una estructura 4024 tridimensional, se puede usar para la iluminación dentro de un entorno. Uno de tales entornos, ilustrado en la figura 58, incluye una pantalla 4058 ornamental. Cuando se usa en conexión con una pantalla ornamental, al menos una tira 4020 de LEDs 4006 o 4016 es curvilínea de modo que puede colocarse a lo largo de una superficie, y una de un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 pueden colocarse a lo largo de una superficie para proporcionar iluminación de la pantalla ornamental. Ejemplos de una pantalla 4058 ornamental pueden incluir un árbol 40585 de navidad ornamental, una figura con forma de animal, una bola de discoteca, o cualquier objeto natural o hecho por el hombre capaz de ser representado.

Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 59, incluye una bolera 4059. Cuando se usa en conexión con una bolera, uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 puede colocarse a lo largo de un carril 40595, y uno de una banda 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 pueden colocarse en un techo, un suelo o una pared de la bolera.

5 Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 60, incluye un escenario teatral. Cuando se utiliza en conexión con un escenario teatral, uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 pueden colocarse en un techo, un suelo o una pared de un teatro 4060, y uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 pueden colocarse en el resto del techo, el suelo o la pared del teatro.

10 Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 61, incluye una piscina 4061. Cuando se usa en conexión con una piscina, se puede colocar uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 en un suelo o una pared de la piscina 4061, y uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 se pueden colocar en el otro del suelo o la pared de la piscina.

15 Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 62, incluye un compartimiento 4062 de carga de un vehículo 40625 espacial. Cuando se usa en conexión con el compartimiento de carga de un vehículo espacial, uno de una banda 4020, un panel 4022 geométrico y un panel de tres dimensiones, la estructura 4024 dimensional de los LED 4006 o 4016 puede colocarse en un techo, un suelo o una pared del compartimiento 4062 de carga, y uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico, y una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 se puede colocar en el resto del techo, el suelo o la pared del compartimiento 4062 de carga.

20 Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 63, incluye un hangar 4063 de aeronave. Cuando se usa en conexión con un hangar de aeronave, uno de una banda 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 se puede colocar en un techo, un suelo o una pared del hangar 4063, y uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 se pueden colocar en el resto del techo, el suelo o la pared del hangar.

25 Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 64, incluye un almacén 4064. Cuando se usa en conexión con un almacén, uno de una banda 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 pueden estar colocado en un techo, un suelo o una pared del almacén 4064, y uno de una banda 4020, un panel 4022 geométrico, y una estructura 4024 tridimensional de LEDs 4006 o 4016 pueden colocarse en el resto del techo, el suelo o la pared del almacén.

30 Otro de tales entornos, ilustrado en la figura 65, incluye una estación 4065 de metro. Cuando se usa en conexión con una estación de metro, uno de una banda 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 se puede colocar en un techo, un suelo o una pared de la estación 4065 de metro, y tira 4020, un panel 4022 geométrico, y una estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 se pueden colocar en el resto del techo, el suelo o la pared de la estación de metro.

35 Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 66, incluye una marina 6066. Cuando se usa en conexión con una marina, uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 pueden colocarse en una boya 40662, una base 40664, una lámpara 40666, o un cobertizo para botes 40668, y uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico, y una estructura 4024 tridimensional de LEDs 4006 o 4016 pueden colocarse en el resto de la boya, el muelle, la lámpara o el cobertizo para botes.

40 Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 67, incluye una chimenea 4067. Cuando se usa en conexión con una chimenea, uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de LED 4006 o 4016 pueden colocarse en un tronco de fuego simulado 40675, una pared o un suelo de la chimenea 4067, y uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico, y una estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 se pueden colocar en el resto del tronco simulado, la pared o el suelo de la chimenea, de modo que cuando se generan frecuencias dentro del espectro, se simule una apariencia de fuego.

45 Otro entorno de este tipo, ilustrado en la figura 68, incluye un lado 4068 inferior de un automóvil 40685. Cuando se usa en conexión con la parte inferior de un automóvil, uno de una tira 4020, un panel 4022 geométrico y una estructura 4024 tridimensional de los LED 4006 o 4016 se pueden colocar en la parte inferior del automóvil para permitir la iluminación de la superficie de la carretera por la que pasa el automóvil.

50 Aunque se han discutido ciertas realizaciones específicas del sistema 4002 de LED en la unidad 4000 de LED modular en conexión con ambientes particulares, debe entenderse que sería evidente para los expertos en la técnica el uso de módulos de luz similares a los discutidos, en muchos entornos diferentes, así como las combinaciones de módulos de luz y el medio ambiente aún no discutidas, pero fácilmente concebibles.

55 A partir de lo anterior, se apreciará que el control de corriente PWM de los LED para producir múltiples colores se puede incorporar en innumerables entornos, con o sin redes. Ciertas realizaciones de la invención se describen en el presente documento, pero debe entenderse que otras realizaciones están dentro del alcance de la invención.

60 Otro uso de la presente invención es como una bombilla de luz. Utilizando el rectificador apropiado y los medios de transformación de voltaje, los módulos de potencia y luz completos pueden colocarse en cualquier carcasa

tradicional de bombilla, como una carcasa de bombilla de montaje tipo Edison (tornillo). Cada foco puede programarse con valores de registro particulares para entregar un foco de color particular, incluido el blanco. El regulador de corriente puede preprogramarse para proporcionar la clasificación de corriente deseada y, por lo tanto, preestablecer la intensidad de la luz. Naturalmente, la bombilla puede tener una sección transparente o translúcida que permite el paso de la luz al ambiente.

Con referencia a la figura 69, en una realización de la invención, se proporciona una bombilla 701 inteligente. La bombilla de luz inteligente puede incluir una carcasa 703 en la que están dispuestos un procesador 705 y una fuente 707 de iluminación. La carcasa puede incluir un conector 709 para la conexión a una fuente de alimentación. La conexión también puede servir como una conexión a una fuente de datos, tal como la conexión 500 de datos descrita en conexión con ciertas otras realizaciones en este documento. El procesador puede ser un procesador 16 tal como el descrito en otra parte de este documento. La bombilla 701 de luz inteligente puede formar una realización de un módulo 100 de luz que puede usarse en las diversas realizaciones descritas o abarcadas aquí.

En una realización, la carcasa 703 puede configurarse para que se asemeje a la forma del alojamiento para una fuente de iluminación convencional, tal como una bombilla de luz halógena. En una realización, representada en la figura 69, el conector 709 está configurado para encajar en un enchufe de halógeno convencional, y la fuente 707 de iluminación es un sistema de LED, tal como el sistema 120 de LED descrito anteriormente en conexión con la figura 1.

El procesador 705 puede ser similar al procesador 16 revelado en conexión con la discusión de la figura 1 anterior y descrita adicionalmente en otra parte de este documento. Es decir, en una realización de la invención, la bombilla 701 de luz inteligente consiste en un módulo 100 de luz tal como el descrito anteriormente. Sin embargo, debe entenderse que la bombilla inteligente puede tomar una variedad de otras configuraciones. Por ejemplo, la carcasa 703 podría conformarse para parecerse a una bombilla incandescente, en cuyo caso el conector 709 podría ser un conjunto de roscas para atornillar en una ranura de luz incandescente convencional, y la fuente 707 de iluminación podría ser una fuente de luz incandescente. La carcasa 703 podría configurarse para asemejarse a cualquier bombilla o dispositivo de iluminación convencional, tal como un faro, una bombilla de linterna, una luz de alarma, un semáforo o similar. De hecho, la carcasa 703 podría adoptar cualquier configuración geométrica apropiada para una iluminación particular o entorno de visualización.

El procesador 705 se puede usar para controlar la intensidad de la fuente de iluminación, el color de la fuente 707 de iluminación y otras características o elementos incluidos en la carcasa 703 que son capaces de controlar por un procesador. En una realización de la invención, el procesador 705 controla la fuente 707 de iluminación para producir cualquier color en el espectro, para destellar rápidamente entre diferentes colores, y para producir de otro modo cualquier condición de iluminación deseada. Las fuentes de iluminación que podrían disponerse en una carcasa 703 y quedar sujetas al procesador 705 podrían incluir cualquier tipo de fuente de iluminación, incluido el rango de tales fuentes descritas anteriormente.

En una realización de la invención representada en la figura 70, la bombilla 701 de luz inteligente puede estar equipada con un receptor 711 y/o un transmisor 713, que puede estar conectado al procesador 705. El receptor 711 puede ser capaz de recibir señales de datos y transmitirlos al procesador 705. Debe entenderse que el receptor 711 puede ser meramente una interfaz para un circuito o conexión de red, o puede ser un componente separado capaz de recibir otras señales. Por lo tanto, el receptor puede recibir señales mediante una conexión 715 de datos desde otro dispositivo 717. En una realización de la invención, el otro dispositivo es un ordenador portátil, la conexión de datos es una pista de datos DMX y los datos se envían de acuerdo con DMX-512 protocolo a la bombilla 701 inteligente. El procesador 705 procesa luego los datos para controlar la fuente 707 de iluminación de una manera similar a la descrita anteriormente en conexión con otras realizaciones de la invención. El transmisor 713 puede ser controlado por el procesador 705 para transmitir los datos desde la bombilla 701 de luz inteligente a través de la conexión 715 de datos a otro dispositivo 717. El otro dispositivo puede ser otra bombilla 701 de luz inteligente, un módulo 100 de luz como el descrito anteriormente, o cualquier otro dispositivo capaz de recibir una conexión 715 de datos de señal. Por lo tanto, la conexión 715 de datos podría ser cualquier conexión de entre los tipos descritos anteriormente. Es decir, cualquier uso del espectro electromagnético u otro mecanismo de transmisión de energía para el enlace de comunicación podría proporcionar la conexión 715 de datos entre la bombilla 701 de luz inteligente y otro dispositivo 717. El otro dispositivo 717 podría ser cualquier dispositivo capaz de recibir y responder a datos, como un sistema de alarma, una videograbadora, un televisor, un dispositivo de entretenimiento, un ordenador, un electrodoméstico o similar.

Con referencia a la figura 71, la bombilla 701 de luz inteligente podría ser parte de una colección de bombillas inteligentes configuradas de manera similar. Una bombilla de luz inteligente podría, mediante el uso del transmisor 711 transmitir datos al receptor 713 de una o más bombillas 701 de luz inteligentes. De esta manera, se puede establecer una pluralidad de bombillas 701 de luz inteligentes en una disposición maestro/esclavo, por lo que la bombilla 701 de luz inteligente maestra controla el funcionamiento de una o más bombillas 701 de luz inteligentes esclavas. La conexión 715 de datos entre las bombillas 701 de luz inteligentes podría ser cualquier tipo de conexión 715 de datos, incluyendo cualquiera de las descritas en relación con la figura 70.

La bombilla 701 de luz inteligente puede ser parte de una red de tales bombillas 701 de luz inteligentes como se representa en la figura 72. Mediante el uso del transmisor 711 y el receptor 713 de cada una de las bombillas 701 inteligentes, así como el procesador 705, cada bombilla 701 de luz inteligente en una red 718 puede enviar y recibir consultas a través de una conexión 715 de datos similar a la descrita en conexión con la descripción de la figura 70.

5 Por lo tanto, la bombilla 701 de luz inteligente puede determinar la configuración de la red en el que está contenida la bombilla 701 inteligente. Por ejemplo, la bombilla 701 de luz inteligente puede procesar señales de otra bombilla 701 de luz inteligente para determinar cuál de las bombillas es la maestra y cuál es la esclava en una relación maestro/esclavo.

10 Se pueden incluir capacidades de procesamiento adicionales en cada bombilla 701 de luz inteligente. Por ejemplo, cada bombilla 701 de luz inteligente puede hacerse sensible a una señal de datos externa para el control de la iluminación. Por ejemplo, en la realización representada en la figura 73, un sensor 719 de luz puede estar dispuesto cerca de una ventana 722 para detectar condiciones de iluminación externas. El sensor 719 de luz puede detectar cambios en las condiciones de iluminación externa y enviar una señal 723 a una o más bombillas 701 inteligentes para alterar la iluminación en un espacio 725 interior, para compensar o responder a las condiciones de iluminación externas detectadas por el sensor 719 de luz. Por lo tanto, las luces de la sala en el espacio 725 exterior pueden encenderse o cambiarse de color al amanecer o al atardecer, en respuesta a cambios en las condiciones de iluminación externa en esos momentos. El sensor 719 de luz también podría estar hecho para medir la temperatura de color y la intensidad del entorno externo y para enviar una señal 723 que ordena al módulo 701 de luz que produzca una temperatura e intensidad de color similar. Por lo tanto, las luces de la sala podrían imitar una puesta de sol externa con una puesta de sol interna en el espacio 725 interno. Por lo tanto, la bombilla 701 de luz inteligente puede usarse en una amplia variedad de aplicaciones de sensor y retroalimentación como se describe en conexión con otras realizaciones descritas aquí.

15 20

25 Con referencia a la figura 74, en otra realización, una pluralidad de bombillas 701 inteligentes puede disponerse en una red 727 de datos. La red de datos puede transportar señales desde un dispositivo 729 de control. El dispositivo de control puede ser cualquier dispositivo capaz de enviar una señal a una red 727 de datos. El dispositivo de control en la realización representada en la figura 74 es una máquina de electrocardiograma (EKG). La máquina 729 EKG tiene una pluralidad de sensores 731 que miden la actividad eléctrica del corazón de un paciente 733. La máquina 729 EKG puede programarse para enviar datos de control a través de la red 727 a la bombilla 701 de luz inteligente en instancias en las que el EKG la máquina 729 mide estados particulares de la actividad eléctrica medida por los sensores 731. Así, por ejemplo, las bombillas podrían iluminarse con un color particular, tal como el verde, para una actividad cardíaca normal, pero podrían cambiar a un color diferente para reflejar un patrón cardíaco particular problemas. Por ejemplo, la arritmia podría reflejarse mediante una señal de iluminación roja intermitente a la bombilla 701 de luz inteligente, un pulso rápido podría ser reflejado por una señal amarilla a las bombillas 701 inteligentes, o similar.

30 35

También se puede programar una bombilla inteligente como la que se muestra en la figura 70 para operar también en modo autónomo. Por lo tanto, las instrucciones preprogramadas pueden hacer que la bombilla 701 de luz inteligente cambie los colores a intensidades de una manera diseñada; por lo tanto, la luz puede diseñarse para que brille un color particular en un momento particular del día o similar. La bombilla 701 de luz inteligente también puede incluir algoritmos para alterar la iluminación de la bombilla 701 de luz inteligente para reflejar el estado de la bombilla 701 de luz inteligente. Por ejemplo, la bombilla de luz podría mostrar un patrón de iluminación particular si el sistema 707 de LED está cerca del fin de su vida, si hay un problema con la fuente de alimentación, o algo similar.

40 45

La presente invención se puede usar como un indicador general de cualquier condición ambiental dada. La figura 75 muestra el diagrama de bloques funcional general para tal aparato. En la figura 75 se muestra también un gráfico de ejemplo que muestra los ciclos de trabajo de los tres LED de color durante un período ejemplar. Como un ejemplo de un indicador ambiental, el módulo de potencia se puede acoplar a un inclinómetro. El inclinómetro mide la orientación angular general con respecto al centro de gravedad de la tierra. La señal de ángulo del inclinómetro puede convertirse a través de un convertidor A/D y acoplarse a las entradas de datos del procesador 16 en el módulo de potencia. El procesador 16 puede entonces programarse para asignar a cada orientación angular discreta un color diferente a través del uso de una tabla de búsqueda que asocia ángulos con valores de registro de color de LED. Otro uso del indicador es proporcionar una indicación de temperatura visual fácilmente legible. Por ejemplo, se puede conectar un termómetro digital para proporcionar al procesador 16 una lectura de temperatura. Cada temperatura se asociará con un conjunto particular de valores de registro y, por lo tanto, una salida de color particular. Una pluralidad de tales "termómetros de color" se pueden ubicar en un espacio grande, tal como un congelador de almacenamiento, para permitir una simple inspección visual de la temperatura en tres dimensiones.

50 55

60 En otra realización de la invención, el dispositivo generador de señal puede ser un detector de condiciones ambientales, tal como un fotómetro o termómetro. Por lo tanto, las condiciones de iluminación pueden variar de acuerdo con las condiciones ambientales. Por ejemplo, los LEDs en matriz pueden programarse para aumentar la luz ambiental a medida que la luz externa que ingresa a la sala desde el sol disminuye al final del día. Los LED pueden programarse para compensar los cambios en la temperatura del color también, a través de un mecanismo de retroalimentación.

65

5 Cuando se acoplan a transductores, son posibles muchas realizaciones de la presente invención que asocian alguna condición ambiental con un sistema de LED. Como se usa en el presente documento, debe entenderse que el término "transductor" abarca todos los métodos y sistemas para convertir una cantidad física en una señal eléctrica. Las señales eléctricas, a su vez, pueden manipularse mediante circuitos electrónicos, digitalizarse mediante convertidores de analógico a digital y enviarse para su procesamiento a un procesador, como un microcontrolador o un microprocesador. El procesador podría enviar información para dictar las características de la luz emitida por el sistema LED de la presente invención. De esta manera, las condiciones físicas del entorno que implican fuerzas externas, temperatura, número de partículas y radiación electromagnética, por ejemplo, pueden hacerse corresponder a un sistema LED particular. También notamos que también se pueden usar otros sistemas que involucran cristal líquido, fluorescencia y descarga de gas.

10 En una realización específica, un transductor de temperatura tal como un sensor de temperatura de termopar, termistor o circuito integrado (IC) y el módulo 100 de luz de la presente invención se puede usar para hacer un termómetro de color. Como se mencionó anteriormente, un termómetro de este tipo emitiría un conjunto particular de colores del sistema LED para indicar la temperatura ambiente. Por lo tanto, el interior de un horno o congelador que tenga un sistema de LED de este tipo podría emitir diferentes luces de colores para indicar cuándo se han alcanzado ciertas temperaturas.

15 La figura 76 muestra un diagrama de bloques general relevante para el termómetro de color. El artículo 1000 es un sensor de temperatura IC como el LM335. Este es un sensor de temperatura de dos terminales con una precisión de aproximadamente $\pm 1^\circ\text{C}$ en el rango de -55°C a 125°C . Se puede encontrar más información relacionada con el LM335 en la monografía *The Art of Electronics*, de Paul Horowitz y Winfield Hill. La revelación completa de dicha monografía se incorpora por la presente. El ítem 1001 es un convertidor analógico a digital (A/D) que convierte la señal de voltaje del sensor de temperatura IC en información binaria. Como se menciona anteriormente, esto se alimenta a un microcontrolador o microprocesador 1002 tal como un PIC16C63 de marca MICROCHIP u otro procesador, tal como el procesador 16 mencionado anteriormente. La salida del microcontrolador o microprocesador 1002 avanza hacia un conmutador 1003 que puede ser un controlador Darlington de alta corriente/voltaje, parte no. DS2003, disponible en National Semiconductor Corporation, Santa Clara, California, como se menciona anteriormente. El elemento 1003 conmuta la corriente del sistema LED 1004. Se muestra dentro de la figura 76 como el elemento 1009 es también un gráfico de ejemplo que muestra los ciclos de trabajo de los tres LED de color durante un período ejemplar.

20 La ampliación de la figura 76 es un diagrama general que también es aplicable a otras formas de realización que siguen. Cada una de estas realizaciones es similar en la medida en que asocian las diferentes condiciones ambientales mencionadas anteriormente con un sistema de LED. Las diferentes realizaciones difieren entre sí porque poseen diferentes transductores apropiados para la condición ambiental que se está indicando. Por lo tanto, en las realizaciones que siguen, el sensor 1000 de temperatura se reemplaza por otro transductor apropiado.

25 El módulo de potencia (no mostrado en la figura 76) se puede incluir en el termómetro de color. La señal del transductor 1000 de temperatura puede convertirse mediante el convertidor 1001 A/D y acoplarse a las entradas de datos del microcontrolador 1002 en el módulo de potencia. El microcontrolador se puede programar para asignar un rango de temperaturas a un color diferente mediante el uso de una tabla de búsqueda que asocia las temperaturas con los valores de registro de colores del LED.

30 En otra realización específica, un transductor de fuerza tal como un transformador diferencial, extensímetro o dispositivo piezoeléctrico y el sistema LED de la presente invención se pueden usar para asociar un rango de fuerzas con un sistema LED correspondiente. La figura 77 muestra un velocímetro 1010 de color que tiene un transductor 1011 de fuerza, tal como un transformador diferencial lineal variable (LVDT), acoplado a un convertidor A/D 1017 que a su vez está acoplado a un sistema 1012 LED de la presente invención. Un alojamiento 1013 encierra el transductor 1011 de fuerza y el sistema 1012 LED. El alojamiento posee un sujetador para fijar el alojamiento y el contenido a un objeto giratorio como una rueda 1015 de bicicleta. El sujetador mostrado en la figura 77 es una pinza 1016, aunque otros sujetadores tales como tornillos o remaches también podrían usarse para permitir que el velocímetro de color se fije a una llanta 1018 de rueda.

35 Tal velocímetro 1010 de color se podría usar para "ver" la velocidad angular de varios objetos giratorios. Por lo tanto, como en el ejemplo de la figura 77, el sistema 1012 LED acoplado al transductor 1011 de fuerza podría montarse en la rueda 1015 de bicicleta a una distancia r del centro de la rueda 1015. Una masa de referencia m en el transductor (no mostrado) podría ejercer una fuerza $m\omega^2 r$ a partir de la cual se podría determinar la velocidad angular ω . Cada fuerza o rango de fuerzas distinto daría como resultado que se emitiera un color particular desde el sistema 1012 LED. Por lo tanto, la llanta 1018 de rueda aparecería en diferentes colores dependiendo de la velocidad angular.

40 Otra realización específica que comprende un transductor de fuerza aparece en la figura 78 donde se muestra un inclinómetro 1020 de color. El inclinómetro 1020 posee un transductor 1021 de fuerza tal como un transformador diferencial variable lineal (LVDT) acoplado a un convertidor 1027 A/D que a su vez está acoplado a un sistema 1022 LED de la presente invención. Una carcasa (no mostrada) encierra el transductor 1021 de fuerza y el sistema 1022 LED. La carcasa posee un cierre (no mostrado) para fijar la carcasa y el contenido a un objeto cuya inclinación se

desea determinar, como un avión. El sujetador podría consistir, por ejemplo, en tornillos, abrazaderas, remaches o pegamento para asegurar el inclinómetro 1020 a la consola de un avión, por ejemplo.

Un módulo de potencia (no mostrado) se puede acoplar al inclinómetro. El inclinómetro 1020 mide la orientación angular general con respecto al centro de gravedad de la tierra. La señal de ángulo del inclinómetro puede convertirse mediante el convertidor 1027 A/D y acoplarse a las entradas de datos del microcontrolador en el módulo de potencia. El microcontrolador se puede programar para asignar orientaciones angulares a diferentes colores mediante el uso de una tabla de búsqueda que asocia ángulos con valores de registro de colores LED. El inclinómetro de color puede usarse con fines de seguridad, como en las cabinas de los aviones, o como novedad, como para iluminar las velas de un velero que se balancea en el agua.

En otra realización, el módulo 100 de luz de la presente invención se puede usar en un magnómetro de color como indicador de la intensidad del campo magnético. La figura 79 muestra un magnómetro 1036 de este tipo que tiene un transductor 1031 de campo magnético acoplado a un sistema 1032 LED a través de un convertidor 1037 A/D. El transductor de campo magnético puede incluir cualquiera de una sonda de efecto Hall, bobina de flotación o magnetometría de resonancia magnética nuclear.

El transductor 1031 de campo magnético cambia una intensidad de campo magnético en una señal eléctrica. Esta señal, a su vez, se convierte en información binaria mediante el convertidor 1037 A/D. La información puede enviarse entonces como entrada al microcontrolador que controla el sistema 1032 LED para hacer brillar luces de varios colores que corresponden a la intensidad del campo magnético. Esta realización podría encontrar un amplio uso en los campos de geología y prospección, así como en la operación de instrumentos que dependen de campos magnéticos para operar tales como dispositivos de resonancia magnética, magnetrones y dispositivos de electrones enfocados magnéticamente.

En otra realización, el módulo 100 de luz de la presente invención se puede usar para un sistema de alerta de humo que se muestra en la figura 80. El sistema 1040 de alerta de humo comprende un detector 1041 de humo, ya sea de ionización u óptico (fotoeléctrico), acoplado eléctricamente a un sistema 1042 LED de una realización de la presente invención mediante un convertidor A/D (no mostrado). El sistema 1042 LED no necesita estar próximo al detector 1041. En particular, el detector 1041 de humo puede estar en una habitación donde podría encenderse un incendio, mientras que el sistema 1042 LED podría estar en otra habitación donde sería ventajoso ser alertado, el dormitorio o el baño, por ejemplo.

Como apreciarán los expertos en la técnica, el detector 1041 de humo puede ser de cualquiera de dos tipos: ionización u óptico (fotoeléctrico). Si se utiliza este último, se emplea una cámara de detección en el detector 1041 de humo cuya forma normalmente evita que un elemento sensible a la luz (por ejemplo, una fotocélula) "vea" una fuente de luz (por ejemplo, un LED). Cuando el humo de un fuego ingresa a la cámara, dispersa la luz para que el elemento sensible a la luz pueda detectar la luz. En un detector 1041 de humo que emplea tecnología de ionización, los materiales radioactivos ionizan moléculas de aire entre un par de electrodos en una cámara de detección. Las moléculas de aire cargadas resultantes permiten que se conduzca una corriente entre los electrodos. La presencia de humo en la cámara, sin embargo, disminuye la cantidad de partículas de aire cargadas y por lo tanto disminuye la corriente. En ambos tipos de detectores de humo, por lo tanto, la intensidad de una corriente es indicativa de la concentración de partículas de humo en la cámara de detección. La intensidad de esta corriente puede convertirse por el convertidor A/D en información binaria que puede enviarse al microprocesador que controla el sistema 1042 LED. Al utilizar una tabla de búsqueda, esta información binaria puede dictar el rango de frecuencias, correspondiente a varias concentraciones de humo, que se emiten desde el sistema 1042 LED. Por ejemplo, se puede emitir una luz verde o roja si la concentración de partículas de humo está por debajo o por encima de un cierto umbral. Esta invención podría alertar a una persona de un posible incendio, incluso si esa persona no puede escuchar la alarma del detector de humo. (La persona puede ser sorda, escuchar música o ducharse, por ejemplo). Además, los detectores convencionales transmiten solo dos datos: la alarma está apagada o, si hay suficiente humo en la cámara de detección, encendida. El sistema de alerta de humo de la presente invención también transmitiría información sobre la cantidad de humo presente emitiendo colores característicos.

El humo no es más que un tipo de partícula cuya concentración puede ser indicada por el módulo 100 de luz de la presente invención. Con el uso de otros detectores de partículas como una cámara de ionización, contador Geiger, centelleador, detector de estado sólido, detector de barrera de superficie, detector Cerenkov o cámara de deriva, concentraciones de otros tipos de partículas como partículas alfa, electrones o energía los fotones representados por rayos X o rayos gamma se pueden manifestar con luces LED de diferentes colores.

En otra realización específica de la presente invención, el módulo 100 de luz de la presente invención se puede usar para construir un medidor de color de pH electrónico para indicar la acidez de las soluciones mostrando luces de colores. La figura 81 representa un pH-metro 1050 de color que comprende un pH-metro 1051 acoplado eléctricamente a un sistema 1052 LED a través de un convertidor A/D (no mostrado).

El medidor de pH electrónico puede ser de una variedad conocida por los expertos en la técnica. Un posible ejemplo de un medidor de pH electrónico que se puede utilizar es el Corning pH Bench Meter Model 430, que proporciona

mediciones digitales y compensación automática de temperatura. El medidor produce una salida de grabadora analógica, que el convertidor A/D puede convertir en señal digital. La señal puede entonces enviarse a un microcontrolador que controla el sistema 1052 LED que puede emitir colores correspondientes a diversos niveles de pH.

5 Además del medidor de pH antes mencionado, también se pueden usar contadores que tienen electrodos específicos de iones que producen una señal analógica correspondiente a la concentración de una especie particular en solución. Estos medidores miden voltajes desarrollados entre un electrodo de referencia, típicamente plateado con cloruro de plata sumergido en una solución concentrada de cloruro de potasio, y un electrodo indicador. El electrodo indicador está separado de un analito por una membrana a través de la cual los iones del analito pueden difundirse. Es la naturaleza de la membrana que caracteriza el tipo de electrodo específico de iones. Los tipos de electrodos incluyen vidrio, intercambiador de iones de líquido, estado sólido, portador neutro, cable recubierto, transistor de efecto de campo, sensor de gas o biomembrana. El electrodo de referencia puede comunicarse con la solución cuya concentración se intenta determinar a través de un tapón o gel poroso. Como se describió anteriormente, una realización de un sistema LED de la presente invención se puede acoplar eléctricamente a dichos medidores para asociar una concentración particular de iones con la emisión de luz de varios colores.

20 En otra realización específica, el módulo 100 de luz de la presente invención podría usarse para producir un sistema de seguridad para indicar la presencia de un objeto. La figura 82 muestra un sistema que comprende una placa 1060 de identificación, un sistema 1061 LED de la presente invención, un transmisor y receptor 1062 junto con un acoplado a un convertidor A/D (no mostrado) y una red 1063 de autorización de seguridad red que tiene un receptor y un transmisor 1064 de señales electromagnéticas a la insignia 1060.

25 La red de autorización de seguridad 1063 en respuesta al transmisor y el receptor 1062 puede identificar al individuo que tiene la autorización de seguridad apropiada para la sala en un momento dado. El distintivo 1060 en sí mismo puede incluir el transmisor y el receptor 1062, el detector 1066 de radiación electromagnética, acoplado al convertidor A/D, y el sistema 1061 LED en respuesta a la red 1063 de autorización de seguridad, de modo que el distintivo 1060 cambia de color dependiendo de si el individuo tiene autorización para estar cerca de un receptor en particular o no. La placa 1060 de identificación con el sistema 1061 LED puede cambiar de color en respuesta a una red de control, dependiendo de si la persona que la lleva está "autorizada" para estar en un área determinada, para que otros sepan si se supone que esa persona debe estar ahí. Esto también podría decirles a los demás si la persona debe ser "escortada" por la zona o puede vagar libremente. Las ventajas incluyen control basado en la hora del día, control basado en zonas y el concepto de zonas de control móviles o modificación rápida de zonas. Por ejemplo, el personal de mantenimiento podría estar permitido en un área solo cuando no haya otro objeto presente. Por ejemplo, en un hangar de un avión militar, la limpieza solo se permite cuando el avión no está allí. Como otro ejemplo, las zonas de seguridad en una fábrica pueden usarse con el propósito de mantener a las personas seguras, pero cuando se cierra la fábrica, se puede acceder a áreas mucho más grandes.

40 En otra realización, el módulo 100 de luz de la presente invención se puede usar para cambiar las condiciones de iluminación de una habitación. La figura 83 representa un detector 1071 de radiación electromagnética tal como un fotodiodo, fototransistor, fotomultiplicador, intensificador de placa de canal, dispositivos acoplados a carga, o un objetivo intensificador de silicio (ISIT) acoplado a un convertidor A/D (no mostrado), que en el giro está acoplado eléctricamente a un sistema 1072 LED.

45 El módulo 100 de luz puede programarse para aumentar la luz ambiental a medida que la luz externa que entra en la habitación del sol disminuye al final del día y también para compensar los cambios en la temperatura del color, a través de un mecanismo de retroalimentación. En particular, un usuario puede medir la temperatura de color de las condiciones de iluminación particulares con el detector 1071 de radiación electromagnética, identificar la señal del detector 1071 de radiación electromagnética en las condiciones deseadas, conectar el microprocesador de la presente invención al detector 1071 de radiación electromagnética y estropear el sistema 1072 LED de la presente invención a través de diversas condiciones de iluminación hasta que la señal del detector 1071 de radiación electromagnética indica que se han obtenido las condiciones deseadas. Haciendo una luz estroboscópica periódica del sistema 1072 LED y verificando la señal del detector 1071 de radiación electromagnética, el módulo 100 de luz puede programarse para mantener condiciones de iluminación precisas en una habitación.

55 En otra realización, las luces de la sala o del teléfono podrían ayudar a identificar la fuente o la intención de una llamada telefónica. La figura 84 muestra un indicador 1080 de teléfono de color que comprende un sistema 1082 de LED de la presente invención, un puerto 1083 de salida que puede ser en serie o paralelo y un cable 1084 de conexión que conecta el sistema a un cuadro 1085 de ID de llamada.

60 Al emitir un color característico, sería posible determinar de dónde se está realizando una llamada telefónica. Por lo tanto, se podría programar el módulo 100 de luz para hacer que el sistema 1082 LED emita una luz roja, por ejemplo, si la llamada se realiza desde un teléfono determinado. Alternativamente, el deseo de una persona que llama para designar una llamada como urgente podría transmitirse a un receptor mediante una pantalla de color particular. Por lo tanto, se podría programar el módulo 100 de luz para hacer que el sistema 1082 LED emita una luz roja, por ejemplo, si un llamante ha designado que la llamada es una emergencia. Todavía otra aplicación de

teléfono implica mostrar una gama de colores para indicar al receptor el período de tiempo que la persona que llama ha estado en espera. Por ejemplo, el sistema LED 1082 podría emitir una luz verde, ámbar o roja dependiendo de si la persona que llama ha estado en espera durante menos de un minuto, entre uno y dos minutos y más de dos minutos, respectivamente. Esta última característica sería especialmente útil si el teléfono tiene más de una línea, y es importante hacer un seguimiento de varias personas que se han puesto en espera.

La descripción anterior se ha referido a las condiciones físicas que podrían indicarse usando el sistema de LED de la presente invención. También pueden indicarse de esta manera otras condiciones tales que incluyen aceleración, acústica, altitud, productos químicos, densidad, desplazamiento, distancia, capacitancia, carga, conducción, corriente, intensidad de campo, frecuencia, impedancia, inductancia, potencia, resistencia, voltaje, calor, flujo, fricción, humedad, nivel, luz, espectro, masa, posición, presión, par, velocidad lineal, viscosidad, dirección del viento y velocidad del viento.

En una realización de la invención, el dispositivo generador de señal es un control remoto de un tipo convencional usado para controlar dispositivos electrónicos a través de señales de radiofrecuencia o infrarrojas. El control remoto incluye un transmisor, interruptores o botones de control, y un microprocesador y circuito sensible a los controles que hace que el transmisor transmita una señal predeterminada. En esta realización de la invención, el microprocesador o microprocesadores que controlan los LED se conecta a un receptor a través de un circuito y es capaz de procesar y ejecutar instrucciones desde el control remoto de acuerdo con la señal transmitida. El control remoto puede incluir funciones adicionales, como botones iluminados o controles que están formados por LED y que cambian de color o intensidad en correspondencia con el cambio en la señal enviada desde el control remoto. Por lo tanto, una palanca que se presiona para provocar que el color de una luz controlada de la habitación se encienda de rojo a violeta puede hacerse estroboscópica en correspondencia con la luz ambiental. Este efecto permite al usuario controlar luces en condiciones en las que los LED reales pueden no ser visibles, o donde la interferencia de otras fuentes hace que el verdadero color del LED controlado sea difícil de ver.

En otras realizaciones de la invención, el dispositivo de entrada para las señales que controlan el microprocesador puede ser un interruptor de luz para el control y la configuración del estado de ánimo. En particular, el mecanismo físico del interruptor de luz, como un dial, barra deslizadora, palanca o interruptor, puede incluir uno o más LED que respondan a la señal externa generada por el interruptor, de modo que usar el interruptor para cambiar un microprocesador una matriz controlada de LED, como las luces de la sala, hace que el interruptor cambie los colores de una manera que coincida con los cambios en la sala. La señal podría usarse para controlar una luz multicolor, un monitor, un televisor o similar. Cualquier conmutador de control, dial, botón o botón que cambie de color en asociación con la luz de salida que está controlada por el mismo está dentro del alcance de la presente invención.

En otra realización de la presente invención, el dispositivo de control de entrada puede constituir una insignia, tarjeta u otro objeto asociado con un individuo que es capaz de transmitir una frecuencia de radio, infrarrojo u otra señal a un receptor que controla el microprocesador que controla los LED alineados de la presente invención. Por lo tanto, la insignia constituye una interfaz para las configuraciones de color en una habitación. La placa o tarjeta puede programarse para transmitir señales que reflejen las preferencias personales de iluminación del individuo al microprocesador, de modo que las luces de la sala u otra iluminación puedan cambiarse, en color o intensidad, cuando la persona esté cerca del receptor para las luces. Las condiciones del entorno de iluminación deseado se reproducen automáticamente a través de la red de iluminación de la sala. La insignia también podría incluir otros datos asociados con el individuo, tales como preferencias de música, preferencias de temperatura, preferencias de seguridad y similares, para que la insignia transmita los datos a receptores asociados con componentes electrónicos en red que responden a las señales. Por lo tanto, al entrar en una habitación, el individuo puede hacer que las luces, la música y la temperatura cambien automáticamente por microprocesadores que controlan LED u otras luces, un reproductor de discos compactos o una fuente de música similar, y un termostato.

En otra realización de la presente invención, los LED dispuestos en una matriz pueden colocarse en tierra, el techo o las paredes de un ascensor, y los LED pueden hacerse sensibles a las señales eléctricas que indican la tierra. Por lo tanto, el color de la luz en el ascensor (o de un suelo, techo o pared iluminada por la luz) puede variar según el suelo del ascensor.

En otra realización de la presente invención, representada en la figura 85, el dispositivo 504 generador de señal puede ser un generador de una televisión, estéreo u otra señal de entretenimiento electrónico convencional. Es decir, la señal de control de iluminación puede integrarse en cualquier música, disco compacto, televisión, cinta de vídeo, videojuego, sitio web de ordenador, cibercast u otra transmisión, cable, banda ancha u otra señal de comunicaciones. Así, por ejemplo, la señal para el microprocesador puede integrarse en una señal de televisión, de modo que cuando la señal de televisión es procesada por el receptor, un microprocesador procesa ciertas porciones del ancho de banda de la señal de televisión para señales relacionadas con las luces de la sala. En esta realización, el color y la intensidad de las luces de la sala, así como otros efectos de iluminación, pueden controlarse directamente a través de una señal de televisión. Por lo tanto, una señal de televisión puede ordenar que las luces de la habitación se atenúen en ciertos puntos durante la presentación, que se enciendan en diferentes colores en otros puntos y que destellen en otros puntos. Las señales son capaces de controlar cada LED, de modo que se puede obtener una amplia variedad de efectos, tales como los que se describen más particularmente en este

documento. Entre otras cosas, los lavados de color seleccionados pueden mejorar los efectos visuales durante ciertas escenas de televisión o películas. Por ejemplo, la escena de explosión en una película o en un juego de ordenador puede provocar que las luces de la sala muestren una secuencia o cambien a un color específico. Una puesta de sol en una escena de película podría ser imitada por una puesta de sol generada por las luces de la sala. Alternativamente, un CD de música, un disco de DVD, una cinta de audio o una cinta VHS podría contener datos de posición, intensidad o posición de iluminación. La presente invención puede incorporarse no solo en señales de televisión, sino en cualquier otra fuente basada en señal, tal como música, película, un sitio web o similar, de modo que el entorno de iluminación o luces específicas, ya sea en el hogar, en trabajo, o en un teatro, se puede combinar con la fuente de entretenimiento.

Con referencia a la figura 85, un generador 504 de señal puede ser cualquier dispositivo capaz de generar una señal de entretenimiento, tal como una cámara de difusión de televisión. Con referencia a la figura 86, los datos de control de iluminación pueden agregarse a la señal generada por el generador de señal mediante el uso de un codificador de datos o multiplexor 508. Los expertos en la técnica conocen los métodos y sistemas para agregar datos a señales de televisión y otras señales de entretenimiento; por ejemplo, existen estándares para la inserción de datos de subtítulo en el intervalo de supresión vertical de una señal de transmisión de televisión, para que el texto con subtítulo para personas con discapacidad auditiva aparezca en una parte de una pantalla de televisión. Se pueden usar técnicas similares para insertar datos de control de iluminación en partes iguales o similares de la señal de televisión. En una realización de la invención, un multiplexor puede detectar un impulso de sincronización horizontal que identifica el comienzo de la línea de televisión, contar una cantidad de tiempo predeterminada después del impulso y reemplazar o complementar los datos de la señal de televisión por una cantidad predeterminada de tiempo después del pulso. Por lo tanto, se puede producir una señal combinada de datos de control superpuestos a la señal de televisión. Se pueden usar técnicas similares para otros tipos de señales.

Una vez que la señal está codificada, la señal puede ser transmitida por una conexión 512 de datos, que puede ser un transmisor, circuito, línea telefónica, cable, cinta de vídeo, disco compacto, DVD, red u otra conexión de datos de cualquier tipo, a la ubicación del dispositivo 514 de entretenimiento del usuario. Un descodificador 518 se puede diseñar para separar los datos de control de iluminación de la señal de entretenimiento. El descodificador 518 puede ser una caja descodificadora similar a la usada para descodificar subtítulos u otras señales combinadas. Tal descodificador puede, por ejemplo, detectar el pulso de sincronización horizontal, contar el tiempo después del pulso de sincronización horizontal y conmutar un canal de salida entre un canal para el dispositivo 514 de entretenimiento y un canal diferente dedicado a datos de control de iluminación, dependiendo del tiempo después del pulso de sincronización horizontal. Son posibles otras técnicas para leer o descodificar datos de una señal combinada, tal como la lectura óptica de píxeles en blanco y negro superpuestos en la pantalla del televisor. Se puede usar cualquier sistema que agregue y extraiga datos de control de iluminación hacia y desde una señal de entretenimiento. La señal de entretenimiento puede transmitirse entonces al dispositivo 514 de entretenimiento, de modo que la señal puede reproducirse de una manera convencional. Los datos de control de iluminación, una vez separados de la señal de entretenimiento por el descodificador 518, pueden ser retransmitidos a un módulo de iluminación o módulos 100 para iluminación controlada. La señal puede transmitirse a los módulos 100 de luz mediante una conexión 522 de datos mediante cualquier conexión de datos convencional, tal como por infrarrojos, radio u otra transmisión, o mediante un circuito, red o pista de datos.

Los sistemas y métodos proporcionados en este documento incluyen un sistema para combinar el control de iluminación con otra señal. Una de tales realizaciones es un sistema de entretenimiento, que se describe en el presente documento. Debe entenderse que otras señales, tales como las utilizadas con fines informativos, educativos, comerciales o de otro tipo, podrían combinarse con señales de control de iluminación de la manera descrita aquí, y están dentro del alcance de la divulgación, a pesar del hecho de que la realización representada es un sistema de entretenimiento.

El sistema de entretenimiento puede incluir una fuente 501 de iluminación, que puede ser parte de un grupo de tales fuentes 501 de iluminación. La fuente 501 de iluminación, en esta realización de la invención, puede ser un módulo 100 de luz tal como el descrito anteriormente. Haciendo referencia a la figura 85, la fuente 501 de iluminación se puede divulgar alrededor de un espacio 503 en el que se ubica un sistema 561 de entretenimiento. El sistema de iluminación puede incluir las fuentes 501 de iluminación, así como un dispositivo 514 de entretenimiento. La fuente 501 de iluminación puede incluir un receptor 505 para recibir una señal de control para controlar la fuente 501 de iluminación. La señal de control puede ser cualquier tipo de señal de control capaz de controlar un dispositivo, tal como una señal de radiofrecuencia, una señal eléctrica, una señal de infrarrojos, una señal acústica, una señal óptica o cualquier otra señal de energía.

El sistema 561 de entretenimiento puede incluir un descodificador 518 que es capaz de descodificar una señal entrante y transmitir la señal por un transmisor 522 a las fuentes 501 de iluminación. El sistema de iluminación puede incluir además un generador 504 de señal, que se representa en forma esquemática en la figura 86 y figura 85. El generador 504 de señal puede generar cualquier forma de señal de entretenimiento, ya sea una señal de vídeo, una señal de audio, un paquete de datos u otra señal. En una realización, como se representa en la figura 85, un generador 504 de señal genera una señal de televisión que se transmite a un satélite 507. Con referencia a la figura 86, el generador 504 de señal puede estar asociado con un codificador 508 que puede incluir un multiplexor y

que puede combinar una señal de un generador 504 de señal con datos de control de un generador 509 de datos de control. La señal 508 codificada puede ser transmitida entonces por un transmisor 512 al descodificador 518. Una vez descodificada por el descodificador 518, la señal puede dividirse en el componente de señal de entretenimiento y el componente de datos de control de iluminación. La señal de entretenimiento puede enviarse al dispositivo 514 de entretenimiento por un circuito u otro medio convencional. Los datos de control pueden enviarse por un transmisor, circuito, red u otra conexión 522 convencional a las fuentes de iluminación, que en la realización representada en 86 son módulos 100 de luz tales como los descritos anteriormente. Como resultado, el control de iluminación puede asociarse con una señal de entretenimiento, de modo que la iluminación producida por las fuentes 501 de iluminación puede coincidir con la señal de entretenimiento reproducida en el dispositivo 514 de entretenimiento. Así, por ejemplo, las luces de la sala pueden sincronizarse y controlado para crear diferentes condiciones simultáneamente con eventos que ocurren en programas que se muestran en un televisor.

Se debe reconocer que cualquier tipo de señal de entretenimiento podría combinarse o multiplexarse con la señal de control para permitir el control de las fuentes 501 de iluminación con el dispositivo 514 de entretenimiento. Por ejemplo, el dispositivo de entretenimiento podría ser un televisor, un ordenador, un reproductor de discos compactos, un estéreo, una radio, un reproductor de cintas de vídeo, un reproductor de DVD, una unidad de CD-ROM, un reproductor de cintas u otro dispositivo. Debe entenderse que el dispositivo 514 de entretenimiento podría ser un dispositivo para mostrar una o más de las señales anteriores para fines distintos del entretenimiento. Por lo tanto, se debe entender que los propósitos y dispositivos educativos, informativos u otros se encuentran dentro del alcance divulgado aquí, aunque la realización representada es un dispositivo 514 de entretenimiento. Se debe entender que el sistema particular para combinar los datos, transmitir los datos y la descodificación de los datos para uso por el dispositivo 514 y las fuentes 501 de iluminación dependerán de la aplicación particular. Por lo tanto, el transmisor utilizado en la realización representada en las figuras 85 y 86 podrían reemplazarse por un circuito, una red u otro método o sistema para conectar o transmitir una señal descodificada. De forma similar, la conexión entre el descodificador 518 y las fuentes 501 de iluminación podría ser un transmisor, circuito, red u otro método de conexión para entregar datos a las fuentes 501 de iluminación.

El accionador 509 de control de iluminación que genera datos de control puede ser cualquier generador de datos capaz de generar datos para controlar las fuentes 501 de iluminación. En una realización de la invención, el controlador de control es similar al descrito en conexión con la figura 6 de este documento, y las fuentes de iluminación un módulo 100 de luz. En este caso, los datos se enviarían de acuerdo con el protocolo DMX-512.

En una realización de la invención representada en la figura 87, se representa un codificador 508 en forma esquemática en una realización en la que la señal es una señal de televisión. En esta realización, una señal 511 de vídeo ingresa al dispositivo en 513 desde el generador 504 de señal. Los datos 515 de control pueden ingresar al codificador 508 en 517 desde el accionador 509 de control de iluminación. Otros datos o señales pueden ingresar en 519 y 521. Estas otras señales se pueden usar para controlar el codificador 508, para cambiar el modo de operación del controlador 508, o para otros fines. La otra señal 521 también podría ser alguna otra forma de señal secundaria que esté relacionada con la señal 511 de vídeo. Por ejemplo, la otra señal 521 podría ser datos de subtítulos ocultos o de teletexto que se multiplexarían con la señal de vídeo. El codificador 508 puede incluir un detector 523 de sincronización. El detector 523 de sincronización puede detectar el pulso de sincronización horizontal en la señal 511 de vídeo. El detector de sincronización puede entonces enviar una señal 525 a un circuito 527 de temporización y control.

El circuito 527 de temporización y control puede contar una cantidad de tiempo predeterminada después del pulso de sincronización horizontal detectado por el detector 523 de sincronización y controlar una serie de compuertas o conmutadores 529, 531, 533 y 535. En particular, el circuito 527 de temporización y control puede ser utilizado para abrir una de las 529, 531, 533 y 535 mientras mantiene las otras compuertas cerradas. Por lo tanto, la señal en el nodo 537 de la figura 87 representa la señal seleccionada particular entre las señales 511, 515, 519 y 521 que tiene una compuerta abierta entre las compuertas 529, 531, 533 y 535. Al abrir y cerrar diferentes compuertas a diferentes tiempos, el circuito 527 de temporización y control puede generar una señal combinada en 537 que captura datos diferentes en diferentes puntos de la señal de salida.

En una realización, la invención puede incluir un convertidor 539 analógico a digital, un amplificador 541 u otro componente o componentes para convertir la señal al formato apropiado o para proporcionar una potencia de señal adecuada para su uso. El resultado final es una señal 543 combinada de salida que refleja múltiples tipos de datos. En una realización, la señal combinada combina una señal 511 de vídeo con datos 515 de control de iluminación que es capaz de controlar las fuentes 501 de iluminación representadas en la figura 85.

Con referencia a la figura 88, se proporciona una representación del funcionamiento del circuito 527 de control y sincronización. Para cada una de las señales 511, 519, 515 y 521, la compuerta para la señal puede mantenerse activada o desactivada (es decir, abierta o cerrada) en un momento predeterminado después de la detección del pulso de sincronización por el detector 523 de sincronización. El tiempo y el control por lo tanto, el circuito puede asignar los períodos de tiempo después de la detección del impulso de sincronización para que sean señales diferentes, con solo una de las compuertas 529, 531, 533 y 535 abierta en cualquier momento particular. Por lo tanto, la compuerta para la señal 511 de vídeo está abierta durante el tiempo inmediatamente posterior a la

5 detección del pulso de sincronización y durante un tiempo después de que las compuertas se hayan abierto y cerrado. La compuerta para la señal 519 de datos, los datos 515 de control y la otra señal 521 se pueden abrir en secuencia, sin una sola compuerta abierta al mismo tiempo que cualquier otra compuerta. Este enfoque, como se refleja en los esquemas de la figura 87 y la figura 88, establece una señal combinada sin interferencia entre las señales 511, 519, 515 y 521 constituyentes.

10 Con referencia a la figura 89, se proporciona una realización de un descodificador 518. En esta realización, el descodificador 518 es una caja descodificadora para una señal de vídeo. La señal 545 entrante en puede ser la señal combinada producida por el codificador 508 de la figura 87. Un detector 547 puede detectar el pulso de sincronización horizontal u otro en la señal 545 combinada y enviar una señal 549 a un circuito de control 551 para establecer la temporización del circuito 551 de control. La señal 545 combinada también puede enviarse al circuito 551 de control y temporización, que puede procesar la señal 545 combinada entrante según el tiempo de llegada, o utilizando otra información. En una realización, el descodificador puede separar la señal entrante según el tiempo de llegada determinado por el detector 547 de sincronismo. Por lo tanto, codificando el tiempo de la apertura de las 15 compuertas como se representa en la figura 88, el circuito 551 de control y temporización puede separar el vídeo, los datos de control y otros datos según la hora de llegada. Por lo tanto, el circuito 551 de control y temporización puede enviar una señal 553 de vídeo al dispositivo 514 de entretenimiento. El circuito 551 de tiempo y control puede enviar de manera similar datos 555 de control a la fuente 501 de iluminación, que puede ser un módulo 100 de luz como el representado arriba. Los otros datos se pueden enviar a otro dispositivo 557.

20 Se pueden incluir otros elementos entre el circuito 551 de control y temporización y el dispositivo respectivo; por ejemplo, un convertidor 559 digital a analógico podría estar dispuesto entre el circuito 551 de control y temporización y el dispositivo 514 de entretenimiento para permitir el uso de una señal analógica con el dispositivo 514 de entretenimiento. Se debe entender que el enfoque de temporización y control representado en el esquema La figura 25 89 es solo una de las muchas aproximaciones para descodificar una señal combinada. Por ejemplo, la señal podría ser un paquete de datos, en cuyo caso el paquete podría incluir información específica con respecto al tipo de señal que es, incluida la información que especifica qué fuente 501 de iluminación está destinada a controlar. En este caso, la temporización y el control 551 podrían incluir un registro de desplazamiento para aceptar y enviar paquetes de datos a los dispositivos apropiados.

30 Las realizaciones representadas en las figuras 85-89 son meramente ilustrativas, y muchas realizaciones de circuitos o software para producir dicho sistema serían fácilmente evidentes para un experto en la técnica. Por ejemplo, se conocen muchos sistemas y métodos para insertar datos en señales. Por ejemplo, se proporcionan sistemas para incluir datos de subtítulos, datos de código de tiempo de intervalo vertical, datos de vídeo no en tiempo real, datos de vídeo de muestra, datos de especificación de Basic Teletex de América del Norte, datos 35 Teletex de sistema mundial, datos de unión europea de radiodifusión y automatización Nielsen, datos de medición y alineación, y señales de entrada de vídeo. Uno de tales sistemas se describe en la Patente de los Estados Unidos número 5,844,615 de Nuber et al., cuya descripción se incorpora aquí como referencia. También se conocen sistemas y métodos para anidar señales dentro de una señal de televisión. Uno de tales sistemas se describe en la Patente de los EE. UU. 5,808,689 a Small, cuya descripción completa se incorpora aquí como referencia. Otras aplicaciones incluyen sonido envolvente, en el que ciertos datos de sonido se combinan con una señal, que puede ser una imagen en movimiento, música o señal de vídeo. Dichos sistemas de sonido envolvente son conocidos por los expertos en la técnica. Uno de tales sistemas se describe en la Patente de los Estados Unidos 5,708,718 de 40 Ambourn et al., cuya descripción completa se incorpora aquí como referencia. Cualquier sistema para superponer datos a una señal o combinar datos con una señal para controlar un dispositivo en el que el sistema es capaz de transportar también información de control de iluminación producida por un controlador de control de iluminación para controlar una fuente de iluminación debe entenderse dentro del alcance de la invención.

50 En la realización de televisión, diferentes porciones de la señal de televisión se usan para diferentes propósitos. Una parte de la señal se usa para la imagen visible que aparece en la pantalla. Otra parte se usa para señales de audio. Otra es el área de sobreexploración. Otra parte es el intervalo de supresión vertical. Otra parte es el intervalo de supresión horizontal. Cualquier parte de la señal se puede usar para transportar datos. En una realización, los datos están ubicados en una de las partes, tal como el intervalo de supresión horizontal o el intervalo de supresión vertical, que no interfiere con la visualización en la pantalla. Sin embargo, se sabe que un televisor típico no muestra toda la 55 porción de visualización de la señal de televisión. Por lo tanto, la parte inicial de la señal de visualización de televisión también podría reemplazarse con los datos de control de iluminación sin interferir sustancialmente con la apariencia de la imagen para el usuario del dispositivo 514 de entretenimiento.

60 En realizaciones, un usuario puede medir la temperatura de color de condiciones de iluminación particulares con un sensor de luz, identificar la señal del sensor de luz en las condiciones deseadas, conectar el procesador de la presente invención al sensor de luz y encender los LED de la presente invención a través de diversas condiciones de iluminación hasta que la señal del sensor de luz indique que se han obtenido las condiciones deseadas. Al hacer una luz estroboscópica periódica de los LED y verificar la señal del sensor de luz, los LED dispuestos en matriz de la presente invención pueden, por lo tanto, programarse para mantener condiciones de iluminación precisas en una 65 habitación. Esta característica de compensación ligera puede ser útil en una serie de campos tecnológicos. Por ejemplo, un fotógrafo podría medir las condiciones ideales, tales como cerca de la puesta del sol cuando

predominan los colores cálidos, con un sensor de luz y restablecer esas condiciones exactas según se desee con los LED dispuestos de la presente invención. De manera similar, un cirujano en un quirófano podría establecer condiciones ideales de iluminación para un tipo particular de cirugía y restablecer o mantener esas condiciones de iluminación de manera controlada. Además, debido al control digital flexible de los LED alineados de la presente invención, se puede programar cualquier cantidad de condiciones de iluminación deseadas para mantenimiento o restablecimiento. Por lo tanto, un fotógrafo puede seleccionar un rango de opciones, dependiendo del efecto deseado, y el cirujano puede seleccionar diferentes condiciones de iluminación dependiendo de las condiciones quirúrgicas. Por ejemplo, diferentes objetos aparecen más o menos vívidamente bajo diferentes colores de luz. Si el cirujano busca un alto contraste, las condiciones de luz pueden preprogramarse para crear el mayor contraste entre los diferentes elementos que se deben ver en la cirugía. Alternativamente, el cirujano, el fotógrafo u otro usuario pueden estropear las condiciones de iluminación en un amplio rango hasta que las condiciones parezcan óptimas.

La capacidad de variar las condiciones de iluminación, de manera continua o discreta, en intervalos de tiempo cortos y en una amplia gama de colores, permite una serie de avances tecnológicos en campos que dependen de la iluminación controlada. Ciertas realizaciones de la invención en el área de iluminación controlada se exponen de la siguiente manera.

La presente descripción proporciona además sistemas y métodos para la iluminación de precisión. Se entiende que la iluminación de precisión incluye aquellos sistemas y métodos que dirigen la luz a objetivos específicos para lograr efectos predeterminados. La presente invención proporciona una fuente de luz que no genera calor excesivo en el área que se ilumina. La invención proporciona además una alteración fácil del color de la luz que se usa para la iluminación. La invención además proporciona iluminación a un material objetivo a través de un aparato duradero y manipulable.

La presente invención proporciona un sistema para iluminar un material, que incluye un sistema LED, un procesador y un sistema de posicionamiento. El sistema LED está adaptado para generar un rango de frecuencias dentro de un espectro, el procesador está adaptado para controlar la cantidad de corriente eléctrica suministrada al sistema LED, de modo que una cantidad particular de corriente suministrada a la misma genera una frecuencia correspondiente dentro de un espectro, y el sistema de posicionamiento es capaz de ubicar el sistema LED en una relación espacial con el material mediante el cual el sistema LED ilumina el material. En una realización, el procesador puede responder a una señal relacionada con una característica del material. En una realización, el sistema de posicionamiento puede ser dirigido por una parte del cuerpo de un operador. En otra realización, el sistema de posicionamiento puede incluir un sistema de control remoto. En otra realización, el sistema de iluminación descrito en este documento puede incluir un sistema de visión robótico.

La presente invención proporciona un método para iluminar un material que incluye los pasos de proporcionar un sistema de LED, proporcionar un procesador, colocar el sistema de LED en una relación espacial con el material mediante el cual el sistema de LED ilumina el material y producir luz del sistema LED. Como se describió anteriormente, el sistema LED está adaptado para generar un rango de frecuencias dentro de un espectro, y el procesador está adaptado para controlar la cantidad de corriente eléctrica suministrada al sistema LED, de modo que una cantidad particular de corriente suministrada genera un color correspondiente dentro del espectro. En una práctica, el método puede incluir proporcionar un sistema de captura de imágenes, en el que el sistema de captura de imágenes está adaptado para grabar una imagen del material. Una práctica del método puede incluir los pasos de determinar el rango de frecuencias dentro del espectro para iluminar el material y controlar el sistema LED para generar el color correspondiente dentro del espectro. El material que se ilumina con estos métodos puede incluir una entidad biológica. La entidad biológica puede incluir un organismo vivo. Un método de la invención divulgada puede incluir los pasos de seleccionar una condición de iluminación para ser producida en el material, iluminar el material con un rango de frecuencias producido por el sistema de LED, y seleccionar del rango de frecuencias producido por el sistema de LED un conjunto de colores, con lo que el conjunto de colores produce en el material dicha condición de iluminación. Una práctica de los métodos de esta invención puede incluir una etapa adicional de iluminación del material con el conjunto de colores seleccionado.

La presente invención proporciona un método para evaluar un material, que incluye los pasos de seleccionar un área del material para evaluación, iluminando el área del material con un sistema LED, determinando al menos una característica de una luz reflejada del área, en donde la característica se selecciona del grupo que incluye el color y la intensidad, y comparando la característica de la luz reflejada del área con un conjunto de parámetros de luz conocidos, por lo que el conjunto de parámetros de luz conocidos se refiere a una característica de dicho material. De acuerdo con una práctica del método, el conjunto de parámetros de luz conocidos se refiere a una característica anormal del material. En una realización, el material que se evalúa comprende una entidad biológica.

La presente invención proporciona un sistema para iluminar una parte del cuerpo, que incluye una fuente de alimentación, un sistema de LED conectado a la fuente de alimentación, dicho sistema de LED está adaptado para iluminar el órgano del cuerpo, un instrumento médico adaptado para posicionar el sistema LED en la proximidad del parte del cuerpo para iluminar la parte del cuerpo, y un microprocesador para controlar el sistema LED. En una realización, el microprocesador es sensible a una señal relacionada con una característica de la parte del cuerpo. La característica de la parte del cuerpo puede ser una condición estructural. En una realización, la parte del cuerpo se

ilumina in vivo. En una realización, la parte del cuerpo incluye un lumen. En una realización, el instrumento médico está adaptado para la inserción dentro de una cavidad corporal.

La presente invención provee un método para diagnosticar una condición de una parte del cuerpo, que incluye los pasos de seleccionar un área de la parte del cuerpo para evaluación, iluminando el área de la parte del cuerpo con un sistema de LED, determinando al menos una característica de una luz reflejada desde el área, en donde la característica se selecciona del grupo que incluye color e intensidad, y comparando la característica de la luz reflejada del área con un conjunto de parámetros de luz conocidos, en donde el conjunto de parámetros de luz conocidos se relaciona con la condición de la parte del cuerpo. En una práctica del método, el conjunto de parámetros de luz conocidos se refiere a una condición patológica de la parte del cuerpo. El método puede incluir la etapa adicional de administrar un agente a un paciente, donde el agente se administra a la parte del cuerpo, y mediante el cual el agente altera la característica de la luz reflejada desde el área de la parte del cuerpo.

La presente invención proporciona un método para efectuar un cambio en un material, que incluye las etapas de proporcionar un sistema de LED para generar un rango de frecuencias dentro de un espectro, seleccionando entre la gama de colores un conjunto de colores, por lo que el conjunto de los colores produce en el material el cambio, iluminando el material con el sistema LED durante un período de tiempo predeterminado para ser efectivo en la producción del cambio. En una realización, el material que se ilumina puede comprender una entidad biológica. La entidad biológica puede comprender un organismo vivo. El organismo vivo puede ser un vertebrado. En una práctica, el método puede incluir el paso de iluminar el entorno que rodea al organismo vivo.

La presente invención proporciona un método para tratar un estado de un paciente, que incluye las etapas de proporcionar un sistema LED que comprende una pluralidad de matrices semiconductoras emisoras de color para generar un rango de frecuencias dentro de un espectro, seleccionando entre la gama de colores un conjunto de colores, mediante el cual el conjunto de colores produce en el paciente un efecto terapéutico, e ilumina un área del paciente con el conjunto de colores durante un período de tiempo predeterminado para ser eficaz en la producción del efecto terapéutico. En una realización, el área del paciente comprende una superficie externa del paciente. En una realización, el área del paciente comprende una parte del cuerpo. Según una práctica de estos métodos, se puede administrar un agente a un paciente, en el que el agente se administra al área del paciente, y mediante el cual el agente altera el efecto terapéutico logrado al iluminar el área del paciente con el conjunto de colores.

La presente invención proporciona un sistema de iluminación, que incluye un terminal de potencia, un sistema de LED, un disipador de corriente acoplado al sistema de LED, el disipador de corriente que comprende una entrada sensible a una señal de activación que permite el flujo de corriente a través del disipador de corriente. un controlador direccionable que tiene una dirección alterable, el controlador acoplado a la entrada y que tiene un temporizador para generar la señal de activación para una parte predefinida de un ciclo de temporización, comprendiendo además el controlador direccionable un receptor de datos correspondiente a la dirección modificable e indicativo del predefinido parte del ciclo de temporización, y un sistema de posicionamiento capaz de ubicar el sistema LED en una relación espacial con un material mediante el cual el sistema LED ilumina el material.

Otras prácticas y realizaciones de la invención se expondrán en parte a continuación y serán, en parte, obvias para un experto en estas técnicas con las siguientes descripciones.

En las realizaciones representadas a continuación, los sistemas de LED se utilizan para generar una gama de colores dentro de un espectro. "Sistema LED", como se usa aquí el término, se refiere a una matriz de matrices semiconductoras emisoras de color. Las matrices semiconductoras que emiten colores también se denominan diodos emisores de luz o LED. La matriz de matrices semiconductoras emisoras de color puede incluir una pluralidad de matrices semiconductoras emisoras de color agrupadas juntas en una unidad estructural. Alternativamente, la matriz de matrices semiconductoras emisoras de color puede comprender una pluralidad de unidades estructurales, cada una de las cuales comprende al menos una matriz semiconductoras emisoras de color. Un sistema LED puede comprender además una pluralidad de unidades estructurales, comprendiendo cada unidad una pluralidad de matrices semiconductoras emisoras de color. Se entiende que, siempre que se usen al menos dos LED de color primario, cualquier iluminación o color de visualización se puede generar simplemente preseleccionando la intensidad de luz que emite cada LED de color. Además, como se describe en parte en la especificación anterior, cada LED de color puede emitir luz en cualquiera de un gran número de intensidades diferentes, dependiendo del ciclo de trabajo de la onda cuadrada PWM, con un pulso de intensidad total generado al pasar corriente máxima a través del LED. El término brillo, como se usa en este documento, se entiende que se refiere a la intensidad de una luz. Como ejemplo, descrito en la parte anterior, la intensidad máxima de un LED o del sistema LED se puede programar de manera conveniente simplemente ajustando el techo para la máxima corriente permisible usando resistencias de programación para los procesadores que residen en el módulo de luz.

En una realización de la presente invención, se proporciona un sistema de iluminación multicolor para iluminar un material. Los términos "iluminación" e "iluminar" tal como se usan en la presente memoria pueden referirse a iluminación directa, iluminación indirecta o transiluminación. Se entiende que la iluminación comprende las frecuencias de radiación de espectro completo, que incluyen, visible, ultravioleta e infrarrojo, así como otras. La iluminación puede referirse a la energía que comprende cualquier rango de frecuencias espectrales. La iluminación

puede verse o medirse directamente, por lo que la luz reflejada considerada por el observador o sensor se refleja en un ángulo relativo a la superficie sustancialmente equivalente al ángulo de la luz incidente. La iluminación puede verse o medirse indirectamente, por lo que la luz reflejada considerada por el observador o el sensor se refleja en un ángulo relativo a la superficie que es diferente del ángulo de la luz incidente. La iluminación directa o indirecta se puede dirigir a la superficie de un material. Una superficie puede ser una superficie natural, como una parte del cuerpo o una formación geológica. Alternativamente, la superficie puede ser una cara de un aparato. Una superficie puede tener una topografía tridimensional. Una superficie puede tener una pluralidad de objetos adheridos a ella.

El término "material" como se usa en el presente documento abarca toda la gama de materiales que pueden ser objetivos para la iluminación. El término "transiluminación" se refiere a un método de iluminación mediante el cual la luz se dirige al menos en parte a través de un material, donde un observador o un sensor observa las características de la luz una vez que la luz ha atravesado el material. Como ejemplo de transiluminación, la iluminación de un gastroscopio puede dirigirse a través de la pared del estómago y a través de los tejidos blandos superpuestos de manera que se pueda identificar un sitio para la colocación de un tubo de gastrostomía endoscópica percutánea. Como otro ejemplo de transiluminación, una luz puede dirigirse a la superficie de una masa de tejido para determinar si es quística o sólida. Se dice que una masa quística se transilumina, término que hace referencia al hecho de que la luz pasa a través de la masa para ser perceptible por un observador en un sitio alejado del sitio de la luz incidente.

La figura 90A representa una realización de un sistema 2020 de iluminación. La realización ilustrada en la figura 90A muestra un sistema 2010 de posicionamiento, un módulo 2012 de control, un conjunto 2014 de LED y un material 2018 objetivo. En la realización ilustrada en la figura 90A, el material 2018 objetivo se representa como una superficie de un aparato. Resultará evidente para los expertos en las técnicas relevantes que el material 2018 objetivo puede ser cualquier material, y no está limitado a la realización ilustrada. En la figura 90A, se muestra una realización del sistema 2020 de iluminación que dirige la luz 2022 incidente al material 2018. La figura 90A ilustra además un conjunto 2014 de LED, que comprende un sistema 2024 de sensor y un sistema 2028 de LED. En una realización, una pluralidad o una matriz de LED comprende el sistema 2028 de LED, estando controlado cada LED por el módulo 2012 de control. Se entiende que un sistema 2028 de LED comprende una pluralidad de matrices semiconductoras emisoras de color para generar una gama de colores dentro de un espectro. El sistema 2028 de LED puede comprender el módulo 100 de luz o la bombilla 701 de luz inteligente descrita anteriormente. En la realización ilustrada en la figura 90A, el sistema 2024 de sensor es capaz de proporcionar una señal relacionada con las características de la luz reflejada al sistema 2024 de sensor del material 2018. En una realización alternativa, un sistema 2024 de sensor puede responder a otras características del material 2018. Un sistema 2024 de sensor puede fijarse al alojamiento del sistema de LED, o un sistema 2024 de sensor puede colocarse en yuxtaposición al sistema 2028 de LED. Otras ubicaciones del sistema 2024 de sensor en relación con el sistema 2028 de LED pueden ser fácilmente previsto por los expertos en estas técnicas. Alternativamente, una realización puede proporcionar ningún sistema sensor.

La figura 90A representa además un brazo 2032 de posicionamiento, un módulo 2012 de control y un cable 2034 LED a través del cual puede pasar la señal eléctrica al sistema 2028 de LED, y la señal de datos al sistema 2028 de LED. Opcionalmente, una señal de datos puede pasar al módulo sensor (no mostrado) desde el sistema 2024 de sensor. El cable 2034 LED puede transportar estas señales del sensor. El módulo 2012 de control en la realización ilustrada puede contener el procesador para el sistema LED, la fuente de alimentación para el sistema LED, el módulo sensor para el sistema sensor y un procesador para relacionar las señales recibidas por el sistema 2024 de sensor con el procesador, por lo que las señales recibidas por el módulo sensor afectan las características de salida del sistema 2028 de LED. El módulo de control puede incluir además un controlador de posición (no mostrado). En la realización ilustrada, el sistema 2010 de posicionamiento comprende el brazo 2032 de posicionamiento, el controlador de posición y un cable 2038 de posicionamiento. Esta representación de un sistema de posicionamiento es meramente ilustrativa. Tal como se usa aquí el término, se entiende que un sistema de posicionamiento incluye cualquier sistema capaz de posicionar el sistema LED en una relación espacial con el material que se ilumina, por lo que el sistema LED ilumina el material. Un sistema de posicionamiento, por lo tanto, puede incluir un aparato de cualquier tipo capaz de posicionar el sistema LED. Un sistema de posicionamiento puede comprender un operador humano que sea capaz de posicionar el sistema LED en una relación espacial con el material que se está iluminando, por lo que el sistema LED ilumina el material. Un sistema de posicionamiento puede comprender además el cable LED si el cable LED está adaptado para colocar el sistema LED en una relación espacial con el material que se está iluminando.

Los practicantes en estas técnicas pueden imaginar una pluralidad de sistemas de posicionamiento que se ajustarán a las características del material particular que se ilumina. Por ejemplo, un sistema de posicionamiento adaptado para microcirugía se puede montar en un microscopio operativo y se puede controlar mediante un módulo de control adecuado para recibir la entrada de posicionamiento desde los microcirujanos. Como una opción para un sistema de posicionamiento que se utilizará en microcirugía u otros procedimientos quirúrgicos, un sistema de pedal de pie puede proporcionar una entrada de posicionamiento, ya sea mediante un botón accionado por el pie, un pedal o una diapositiva. Como una opción alternativa, se puede adaptar un control manual para colocarlo en el campo estéril al hacer converger el control manual con una bolsa plástica estéril u hoja para que el microcirujano pueda manipular el control manualmente sin comprometer la técnica estéril.

Como un ejemplo de un sistema de posicionamiento, un accesorio de luz quirúrgica estándar puede equiparse con un sistema de LED como se describe en el presente documento. La lámpara de quirófano estándar es capaz de ubicar el sistema LED en una relación espacial con el material que se está iluminando, por lo que el sistema LED ilumina el material. Este sistema de posicionamiento se puede ajustar manualmente de la manera estándar bien conocida por los practicantes quirúrgicos. Alternativamente, el sistema de posicionamiento se puede controlar en respuesta a la entrada de señales desde un módulo de control separado. El sistema de posicionamiento puede cambiar su posición para iluminar materiales designados por el operador, ya sea en respuesta a la entrada directa en el módulo de control o como una respuesta a señales transmitidas a un aparato sensor. Los expertos en estas técnicas pueden prever otras realizaciones de los sistemas de posicionamiento. El alcance del término "sistema de posicionamiento" no está limitado por la realización ilustrada en esta figura. Se puede prever una pluralidad de otros sistemas de posicionamiento consistentes con los sistemas y métodos descritos en este documento.

La figura 90A ilustra una realización de un sistema 2010 de posicionamiento donde el conjunto 2014 de LED está ubicado en el extremo distal del brazo 2032 de posicionamiento. En esta realización, el controlador de posición puede transmitir señales al brazo 2032 de posicionamiento para ajustar su posición espacial. Estas señales pueden transportarse a través del cable 2038 de posicionamiento. Alternativamente, las señales pueden transmitirse por infrarrojos, por radiofrecuencia o por cualquier otro método conocido en la técnica. El acceso remoto al módulo 2012 de control puede permitir que el sistema 2020 de iluminación sea controlado desde una gran distancia, por ejemplo en aplicaciones submarinas o aeroespaciales. El acceso remoto también permite el control del sistema 2020 de iluminación cuando el sistema 2020 de iluminación está funcionando en entornos hostiles o inhóspitos. Se entiende que el acceso remoto al módulo de control incluye control remoto. Las técnicas para el control remoto son familiares para los practicantes de estas técnicas.

En la realización ilustrada, el brazo 2032 de posicionamiento tiene una pluralidad de articulaciones 2040 que permiten su movimiento tridimensional. En la realización ilustrada, las articulaciones 2040 están dispuestas para proporcionar la flexibilidad requerida por una aplicación técnica particular. El posicionamiento puede lograrse con otros mecanismos además de los representados en la figura 90A. Estos mecanismos serán familiares para los practicantes en la técnica. Como se representa en la figura 90A, el extremo proximal del brazo 2032 de posicionamiento está anclado a una base 2026. La articulación que conecta el brazo 2032 de posicionamiento a la base 2026 puede estar dispuesta para permitir el movimiento a lo largo de un eje paralelo o perpendicular a los ejes de movimiento permitido por las otras articulaciones 2040.

El sistema de posicionamiento representado en la figura 90A es simplemente una realización de los sistemas descritos en este documento. Está disponibles una pluralidad de otras realizaciones, tal como comprenderán los expertos en la materia en las técnicas pertinentes. En una realización, el sistema 2010 de posicionamiento puede configurarse para aplicaciones a gran escala, tales como la evaluación de chapa metálica o acero estructural. Alternativamente, el sistema 2010 de posicionamiento se puede adaptar para ajustes microscópicos en posición. Se entiende que la luz proporcionada por el sistema de iluminación se puede usar para una pluralidad de aplicaciones de precisión. El control fino tridimensional del patrón de iluminación puede dirigir la luz a una posición tridimensional exacta. En una realización alternativa, las señales del módulo de sensor pueden usarse para controlar o activar el controlador de posición, de modo que el sistema 2010 de posicionamiento puede dirigirse para mover el conjunto 2014 de LED en respuesta a los datos de sensor recibidos. El sistema de iluminación que comprende el sistema 2028 de LED permite la selección de una luz coloreada predeterminada para facilitar la visualización del material 2018 objetivo. El efecto estroboscópico proporcionado por una realización del sistema de iluminación puede permitir la captura de imágenes congeladas de procesos dinámicos, o puede mejorar la resolución de imágenes adquiridas utilizando modalidades de imagen convencionales.

Una realización del sistema de iluminación se puede usar para tomar fotomicrografías. En otra realización de la presente invención, el sistema 2020 de iluminación puede usarse para mejorar la calidad de las aplicaciones de visión robótica. En muchas aplicaciones de visión robótica, como ubicación de chips semiconductores durante el proceso de fabricación, lectura de matrices de códigos de barras, ubicación de dispositivos robóticos durante la fabricación, o similares, se requiere una cámara robótica para identificar formas o contrastes y reaccionar en consecuencia. Diferentes condiciones de iluminación pueden tener un efecto dramático en tales sistemas de visión. Un método para mejorar la precisión de tales sistemas incluye la creación de una imagen en color a través de una secuencia de múltiples imágenes en blanco y negro tomadas bajo múltiples secuencias de iluminación estroboscópicas diferentes. Por ejemplo, el usuario puede hacer una luz estroboscópica roja para obtener el marco rojo, una luz estroboscópica verde para obtener el marco verde y una luz estroboscópica azul para obtener el marco azul. El efecto estroboscópico permite una resolución más alta por la cámara robótica de la imagen requerida para la visión robótica. Los expertos en la técnica pueden prever otras formas de realización sin apartarse del alcance de la presente invención.

La figura 90B muestra con más detalle un diagrama esquemático del módulo 2012 de control. En la realización ilustrada, el módulo 2012 de control proporciona una carcasa 2042 que contiene una fuente 2044 de alimentación, un primer microprocesador 2048 para el LED, un módulo 2050 sensor adaptado para recibir señales de los sensores fijados al extremo distal del brazo de posición, y un controlador 2052 de posición. La realización ilustrada presenta un segundo microprocesador 2054 para relacionar los datos recibidos por el módulo 2050 sensor con datos para

controlar el sistema LED. El controlador 2052 de posición está adaptado para ajustar la posición tridimensional del brazo de posicionamiento. El controlador 2052 de posición puede incluir un dispositivo 2058 de entrada para recibir señales o datos desde una fuente externa. Como ejemplo, los datos se pueden ingresar a través de un panel de control operado por un operador. Los datos pueden ser en forma de coordenadas tridimensionales a las que se dirige el movimiento del sistema de posición, o de cualquier otra forma que los practicantes de estas técnicas puedan prever. Los datos también se pueden proporcionar a través de programas de ordenador que realizan cálculos para identificar las coordenadas 3-D a las que se dirige el sistema de posición para moverse. El dispositivo 2058 de entrada puede configurarse para recibir datos recibidos a través de un simulador tridimensional basado en ordenador o un aparato de realidad virtual. Los expertos en la técnica pueden prever ejemplos adicionales de dispositivos 2058 de entrada sin apartarse del alcance de esta invención. El módulo 2030 de control representado en la figura 90B muestra además un módulo 2050 sensor adaptado para recibir señales de los sensores fijados al extremo distal del brazo de posición. El módulo 2050 sensor se puede configurar para recibir cualquier tipo de señal, como se describe en la parte anterior. Un módulo 2050 sensor puede comprender un fotómetro para medir la intensidad de la luz reflejada por la superficie que se ilumina. Un módulo 2050 sensor puede comprender un colorímetro, un espectrofotómetro o un espectroscopio, aunque pueden emplearse otros módulos de sensor y sistemas de sensor sin apartarse del alcance de la invención. Se entiende que un espectrofotómetro es un instrumento para medir la intensidad de la luz de una longitud de onda específica transmitida o reflejada por una sustancia o una solución, dando una medida cuantitativa de la cantidad de material en la sustancia que absorbe la luz. Los datos recibidos en el módulo 2050 sensor se pueden usar para evaluar características de un material. En una realización, el módulo 2050 sensor puede configurarse para proporcionar salida de datos a un dispositivo 2060 de salida. Los datos de salida pueden incluir valores que se pueden comparar con un conjunto de valores conocidos usando algoritmos familiares para los expertos en estas técnicas. La relación entre los datos de salida y el conjunto de valores conocidos se puede determinar para proporcionar información significativa sobre el material que se ilumina por el sistema de iluminación.

La figura 91 representa una realización de un sistema 2056 de iluminación capaz de ser dirigido por una parte del cuerpo de un operador. La realización mostrada en la figura 91 representa un sistema 2056 de iluminación sostenido en la mano 2062 del operador. En la realización ilustrada, el sistema 2064 LED está posicionado en el extremo distal de una varilla 2068 manual que puede ser dispuesta en la mano del operador 2062 y dirigida hacia un material 2070. El cable 2072 LED conecta el sistema 2064 LED a una fuente de alimentación (no mostrada). El cable 2072 LED transmite señales de potencia y señales de datos al sistema 2064 LED. En una realización alternativa, los sensores pueden colocarse en el extremo distal de la varilla 2068 manual para proporcionar datos de detección como se describió anteriormente. Las señales de los sensores se pueden transmitir a través del cable 2072 LED en una realización. En otra realización más, la varilla 2068 manual puede incluir un sistema de formación de imágenes para imágenes de vídeo. Este sistema de imágenes puede permitir la visualización de imágenes en tiempo real, por ejemplo, en una pantalla de vídeo. Alternativamente, este sistema de imágenes puede permitir la captura de imágenes fijas o en movimiento a través de configuraciones de software y hardware apropiadas. Iluminar el material 2070 con una variedad de colores puede producir imágenes significativamente diferentes, como se describe en la parte anterior. La luz estroboscópica proporcionada por el sistema 2056 de iluminación puede permitir la captura de imágenes fijas y puede permitir una resolución mejorada. El sistema de mano se puede usar para cualquier aplicación donde usar la mano 2062 de un operador sea ventajoso para colocar el sistema de iluminación. En una realización, el sistema puede ser completamente portátil, como se ilustra en la figura 91. En una realización alternativa, una varilla que lleva el LED puede fijarse a un marco que lo soporta, por lo que la posición de la varilla se facilita mediante la manipulación directa por el mano del operador. En otra realización más, el sistema de iluminación puede ser soportado por la mano del operador por una banda o un guante, de modo que la posición del sistema de iluminación puede ser dirigida por los movimientos de la mano del operador. En otras realizaciones, el sistema de iluminación puede ser fijado o retenido por otras partes del cuerpo, para ser dirigido de ese modo.

En otra realización de la presente invención, los LED se muestran cerca de la pieza de trabajo que requiere iluminación. Por lo tanto, una linterna, anillo de luz, muñequera o guante mejorados pueden incluir una serie de LED que permiten al usuario variar las condiciones de iluminación en la pieza de trabajo hasta que se reconozcan las condiciones ideales. Esta realización de la invención puede ser de particular valor en aplicaciones en las que se requiere que el usuario trabaje con las manos del usuario muy cerca de una superficie, como en cirugía, montaje mecánico o reparación, particularmente cuando el usuario no puede haber una gran luz fuente o donde la pieza de trabajo es sensible al calor producido por las luces convencionales.

En una práctica de un método para iluminar un material, se puede usar un sistema de LED, como se describió anteriormente. De acuerdo con esta práctica, se proporcionan un sistema LED y un procesador. La práctica de este método puede implicar posicionar el sistema LED en una relación espacial con el material que se iluminará. El posicionamiento puede tener lugar manual o mecánicamente. La colocación mecánica puede ser impulsada por la entrada de un operador. Alternativamente, la colocación mecánica puede ser impulsada por un conjunto de datos o un conjunto de algoritmos proporcionados electrónicamente. Se puede proporcionar un primer microprocesador para controlar el sistema LED. En una realización, puede proporcionarse un segundo microprocesador para posicionar el sistema de posicionamiento en relación con el material a iluminar. En otra realización más, se puede proporcionar un tercer microprocesador para procesar la entrada de datos desde un sistema sensor o la entrada desde un panel de

control. Cada microprocesador puede relacionarse entre sí, por lo que los cambios en una función pueden estar relacionados con cambios en otras funciones.

5 En una práctica, el método puede comprender además proporcionar un sistema de captura de imágenes para grabar una imagen del material. Un sistema de captura de imágenes, como se usa aquí el término, comprende técnicas que usan métodos basados en películas, técnicas que usan métodos y técnicas digitales que usan cualquier otro método para la captura de imágenes. Un sistema de captura de imágenes comprende además métodos que graban una imagen como un conjunto de señales electrónicas. Tal imagen puede existir, por ejemplo, en un sistema informático. En las artes actuales, las imágenes se pueden capturar en película, en cinta magnética como vídeo o en formato digital. Las imágenes que se capturan utilizando tecnologías analógicas se pueden convertir a señales digitales y capturar en formato digital. Las imágenes, una vez capturadas, pueden manipularse aún más utilizando un software fotomanipulador, por ejemplo Adobe Photoshop™. El software fotomanipulador es bien conocido en la técnica para permitir la modificación de una imagen para mejorar las características visuales deseables. Una vez capturada, una imagen se puede publicar utilizando una variedad de medios, incluidos papel, CD-ROM, disquete, otros sistemas de almacenamiento de disco o publicados en Internet. El término grabación tal como se usa en el presente documento se refiere a cualquier captura de imagen, ya sea permanente o temporal. Un sistema de captura de imágenes incluye además aquellas tecnologías que graban imágenes en movimiento, ya sea utilizando métodos basados en películas, cinta de vídeo, métodos digitales o cualquier otro método para capturar una imagen en movimiento. Un sistema de captura de imágenes incluye además aquellas tecnologías que permiten la captura de imágenes fijas desde imágenes en movimiento. Una imagen, como se usa el término aquí, puede incluir más de una imagen. Como una realización, se puede proporcionar un sistema de fotografía por el cual el material que se ilumina se fotografía usando métodos basados en película. En esta realización, el sistema de LED puede ser estroboscópico para permitir la fotografía de acción de parada de un material en movimiento.

25 En una realización alternativa, se puede disponer un sistema sensor para identificar las características de la luz reflejada por un material y el sistema LED se puede controlar para reproducir un conjunto de características de luz deseadas para que el material se ilumine óptimamente para lograr un efecto fotográfico deseado. Este efecto puede ser estético, aunque se pueden lograr efectos industriales y médicos. Por ejemplo, el personal quirúrgico puede identificar un conjunto de características para la luz ambiental en la sala de operaciones y reproducirlas durante la cirugía. Ciertos tipos de condiciones de iluminación pueden ser más adecuados para ciertas operaciones. Como otro ejemplo, la fotografía puede llevarse a cabo utilizando el sistema LED para proporcionar ciertas características para la iluminación fotográfica. Como es bien sabido en la técnica, ciertos tonos y tonalidades claras resaltan ciertos colores para la fotografía. Los diferentes sistemas de iluminación utilizados para la fotografía pueden provocar que la fotografía grabe diferentes tonos y matices. Por ejemplo, se sabe que la luz incandescente produce tonos de piel más rojizos, mientras que la luz fluorescente produce un tono de piel azulado. El sistema LED se puede usar para proporcionar tonos y matices consistentes en un sujeto fotográfico de un entorno de iluminación a otro. Otros efectos fotográficos deseados pueden ser visualizados por los expertos en las artes relevantes.

40 Como una práctica de un método para iluminar un material, se puede seleccionar un rango predeterminado de colores dentro del espectro. El sistema LED se puede controlar para generar estos colores e iluminar el material de ese modo. El material que se iluminará puede ser una entidad inanimada. En una realización, una reacción química o sus reactivos componentes se pueden iluminar de acuerdo con este método, por lo que se entiende que la iluminación influye en las características de la reacción química. En otra realización, el método de iluminación puede dirigirse a una entidad biológica. El término entidad biológica como se usa en el presente documento incluye cualquier entidad relacionada con la biología. El término biología se refiere a la ciencia relacionada con los fenómenos de la vida y el organismo vivo. Por lo tanto, una entidad biológica puede comprender una célula, un tejido, un órgano, una parte del cuerpo, un elemento celular, un organismo vivo, un producto biológico, un producto químico o un material orgánico producido por una entidad biológica o mediante biotecnología, o cualquier otra entidad relacionada con la biología. Además, el término entidad biológica puede referirse a una sustancia que alguna vez fue parte de un organismo vivo, incluida una sustancia extraída de un organismo vivo e incluye una sustancia que ya no está viva. Los especímenes patológicos están englobados por el término entidad biológica. Se llama a un organismo vivo como una realización particular de una entidad biológica, pero este uso no pretende reducir el alcance del término entidad biológica tal como se usa en este documento. En una práctica de un método para iluminar una entidad biológica, esa entidad biológica puede ser un organismo vivo. Un organismo vivo puede incluir células, microorganismos, plantas, animales o cualquier otro organismo vivo.

60 Como práctica de un método para iluminar un material, se puede seleccionar una condición de iluminación deseada predeterminada, y se puede iluminar un material con un rango de colores hasta que se alcance la condición deseada. Se puede seleccionar una gama de colores de acuerdo con este método, mediante el cual los colores seleccionados son capaces de producir la condición deseada. Opcionalmente, una etapa adicional de esta práctica comprende iluminar el material con los colores seleccionados, para lograr el efecto deseado. Este método se puede aplicar a entidades biológicas o no biológicas.

65 Se entiende que un método para iluminar un organismo vivo puede tener efectos específicos sobre su estructura, fisiología o psicología. Como realizaciones de un método para iluminar un organismo vivo, estas tecnologías pueden dirigirse hacia células, microorganismos, plantas o animales. Estas prácticas pueden comprender, sin limitación,

aplicaciones microbiológicas, aplicaciones de clonación, cultivo celular, aplicaciones agrícolas, acuicultura, aplicaciones veterinarias o aplicaciones humanas. Como ejemplo, el crecimiento de la planta puede acelerarse controlando precisamente el espectro de luz en el que se cultivan. La figura 92A muestra una práctica de este método, por el cual una pluralidad de sistemas 2074 LED proporcionan iluminación a las plantas 2078 portadoras de frutos cultivadas en un invernadero. Se entiende que el tamaño y el número de frutos 2080 en estas plantas 2078 se comparan ventajosamente con los resultados del método ilustrado en la figura 92B, en el que se observa que las plantas 2078 portadoras de frutos iluminadas con luz 2082 natural tienen más pequeños y menos frutos 2080. Como ejemplo adicional, el crecimiento celular en cultivo puede mejorarse iluminando las células o los medios con luz que tiene ciertas cualidades espectrales. Como otro ejemplo, la crianza óptima y la salud animal se pueden lograr al iluminar a los sujetos con una gama de colores dentro del espectro. Como otro ejemplo más, replicar para una especie marina en un acuario el espectro de luz en sus aguas de origen puede aumentar significativamente su vida útil en cautiverio. Por ejemplo, se entiende que el espectro en el Mar Rojo es claramente diferente del espectro en las aguas de Cape Cod. De acuerdo con la práctica de este método, las condiciones de iluminación del Mar Rojo pueden reproducirse en un acuario que contenga especies del Mar Rojo, con un efecto salubre. Como ejemplo adicional, los ritmos circadianos de un organismo pueden evocarse al iluminar a la criatura sujeto con luz de características espectrales variables.

Como práctica de un método de iluminación, un material puede evaluarse seleccionando un área del material por evaluar, iluminando esa área con un sistema de LED, determinando las características de la luz reflejada desde esa área y comparando esas características de color y/o intensidad con un conjunto de parámetros de luz conocidos que se relacionan con una característica del material que se evalúa. La característica que se evalúa puede ser una característica normal o una característica anormal del material. Como ejemplo, la integridad de un diente puede evaluarse dirigiendo la luz de un color particular en el diente para identificar aquellas áreas que están cariadas. Las condiciones estructurales de los materiales se pueden evaluar iluminando esos materiales y buscando anomalías en la luz reflejada. Una práctica de este método se puede aplicar a entidades biológicas. En la patología forense, por ejemplo, diversos tipos de empastes para los dientes se pueden distinguir por la forma en que reflejan la luz de los espectros particulares. Esto permite que las identificaciones se realicen en base a registros dentales para fines forenses. Una realización de este método relacionada con entidades biológicas está adaptada para su uso en una variedad de aplicaciones médicas, como se describirá con más detalle más adelante.

En otra realización de la presente invención, como se describe en la parte anterior, se proporciona un iluminador multicolor para iluminación quirúrgica. Los diferentes órganos del cuerpo son típicamente bajos en el contraste de color relativo. Al cambiar las condiciones de color de forma controlada, el cirujano o el asistente pueden aumentar este contraste relativo para maximizar la visibilidad de las características quirúrgicas importantes, incluidos los órganos internos y los instrumentos quirúrgicos. Por lo tanto, si el cirujano está tratando de evitar el tejido nervioso en una cirugía, una luz que está diseñada para crear el máximo contraste aparente entre el tejido del tejido nervioso y otros tejidos permitirá la mayor precisión. Las luces quirúrgicas de la presente invención pueden ser de cualquier configuración convencional, tal como luces de teatro grandes, o pueden unirse a instrumentos quirúrgicos, tales como un endoscopio, guantes quirúrgicos, ropa o un bisturí.

La figura 93A representa una realización de un sistema para iluminar una parte del cuerpo de acuerdo con la presente invención. Esta ilustración muestra un instrumento médico para posicionar el sistema LED cerca de una parte del cuerpo, aquí un retractor 2084 quirúrgico convencional con el sistema 2088 LED fijado a la cara anterior de su cara 2090 retráctil. El retractor 2084 quirúrgico ilustrado se asemeja a un retractor tipo Richardson, bien conocido en la técnica. Se pueden emplear otros instrumentos médicos para soportar el sistema 2088 LED sin apartarse del alcance de estos sistemas y métodos. Los instrumentos médicos que llevan sistemas LED se pueden usar para iluminar una parte del cuerpo.

En la realización representada en la figura 93A, se muestra un retractor 2084 quirúrgico convencional que eleva un segmento de tejido corporal, aquí representado como el borde del hígado 2104. La iluminación del sistema 2088 LED está dirigida a una parte del cuerpo, aquí la vesícula 2110 biliar y la porta 2112 hepática. Como se usa en el presente documento, el término parte del cuerpo se refiere a cualquier parte del cuerpo. El término está destinado a incluir, sin limitación, cualquier parte del cuerpo, ya sea que esa parte del cuerpo se describa en términos anatómicos, fisiológicos o topográficos. Una parte del cuerpo puede ser de cualquier tamaño, ya sea macroscópica o microscópica. El término parte del cuerpo puede referirse a una parte del cuerpo in vivo o ex vivo. El término ex vivo se entiende que se refiere a cualquier parte del cuerpo que se haya eliminada del cuerpo, ya sea que esa parte del cuerpo esté viva o no viva. Una parte del cuerpo ex vivo puede comprender un órgano para trasplante o para reimplante. Una parte del cuerpo ex vivo puede comprender una muestra patológica o forense. Una parte del cuerpo ex vivo puede referirse a una parte del cuerpo in vitro. El término parte del cuerpo se debe entender además que se refiere a los componentes anatómicos de un órgano. Como ejemplo, se entiende que el apéndice es un componente anatómico del órgano conocido como el intestino.

En la realización ilustrada, la porta 2112 hepática es una región anatómica que es una parte del cuerpo. La porta 2112 hepática se entiende que tiene una pluralidad de otras partes del cuerpo, que incluyen la vena 2114 porta, la arteria 2118 hepática, el plexo del nervio hepático, los conductos hepáticos y los vasos linfáticos hepáticos. Los conductos 2120 hepáticos del hígado 2104 y el conducto 2124 cístico de la vesícula 2110 biliar convergen para

formar el conducto biliar 2128 común; todos estos conductos son partes del cuerpo como el término se usa en este documento. Distinguir estas partes del cuerpo entre sí puede ser difícil en ciertas situaciones quirúrgicas. En la realización representada, el sistema 2088 LED está dirigido a la porta 2112 hepática durante un procedimiento de vesícula biliar para facilitar la identificación de las partes del cuerpo relevantes. Dirigir luces de diferentes colores en las partes discretas del cuerpo puede permitirle al operador decidir más fácilmente qué parte del cuerpo es la que es una decisión integral de una operación quirúrgica.

Una pluralidad de otras aplicaciones de estos sistemas de iluminación puede ser fácilmente visualizada por los expertos en las técnicas relevantes. Aunque la realización representada en la figura 93A muestra un retractor 2084 de mano que se usa en un procedimiento quirúrgico abierto, los sistemas de iluminación descritos en la presente memoria también se pueden aplicar a cirugía endoscópica, toracoscopia o laparoscopia. La discriminación entre las diversas partes del cuerpo en una región tal como la porta 2112 hepática puede ser particularmente difícil durante un procedimiento laparoscópico. Como una realización alternativa, las estructuras anatómicas relevantes pueden iluminarse usando un sistema de LED fijado a la instrumentación para laparoscopia, facilitando así la identificación de las estructuras que se van a reseca y las estructuras que se conservarán durante el procedimiento laparoscópico.

Otras aplicaciones endoscópicas serán evidentes para los expertos en la técnica. Como realizaciones ilustrativas, un sistema de LED puede combinarse con instrumentación endoscópica para la evaluación de la anatomía intraluminal en órganos gastrointestinales, en órganos cardiovasculares, en órganos traqueobronquiales o en órganos genitourinarios. Se entiende que un lumen es una parte del cuerpo, dentro del significado del último término. El término lumen se entiende que se refiere a un espacio en el interior de una estructura tubular hueca. El término parte del cuerpo comprende además la pared de una estructura tubular hueca que rodea el lumen. Se pueden prever usos subcutáneos del sistema de iluminación para permitir la identificación de las partes del cuerpo durante la elevación del colgajo musculocutáneo endoscópico. Dichas partes del cuerpo identificadas pueden incluir nervios, vasos sanguíneos, músculos y otros tejidos. Los expertos en la técnica pueden prever fácilmente otras realizaciones sin apartarse del alcance de los sistemas descritos en la presente memoria.

En la figura 93A, el sistema 2088 LED se muestra dispuesto en el borde distal del retractor 2084 montado en la superficie inferior de la cara 2090 retráctil del retractor 2084. Esta disposición interpone la cara 2090 retráctil del retractor 2084 entre el tejido corporal, aquí el borde del hígado 2104, y el sistema 2088 LED de modo que una fuerza de retracción sobre el tejido corporal, aquí el borde del hígado 2104, no incida sobre el sistema 2088 LED. El sistema 2088 LED en el ilustrado La realización está dispuesta linealmente a lo largo de la cara 2090 retráctil del retractor. Aquí el cordón 2108 de alimentación se muestra integrado con el mango 2106 del retractor 2084. Los sistemas descritos en la presente memoria pueden adaptarse a una pluralidad de instrumentos médicos sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, un retractor maleable o un retractor Deaver pueden soportar el sistema LED. Otros tipos de retractores para aplicaciones quirúrgicas especializadas pueden adaptarse de manera similar para soportar el sistema LED en cualquier disposición con respecto a la cara retráctil que se ajuste a la necesidad quirúrgica particular. Como ejemplo, un sistema LED se puede montar en una sonda flexible para iluminar un tejido particular donde la sonda no cumple la función de retracción. En una realización, un sistema LED puede dirigirse a los ganglios linfáticos en la axila o en la región inguinal tras el acceso percutáneo y la disección subcutánea, iluminando estos ganglios linfáticos con un color claro seleccionado para iluminar preferentemente una característica de los ganglios linfáticos, como su reemplazo con el tejido melanótico de melanoma maligno; la iluminación de los ganglios linfáticos se puede evaluar simultáneamente mediante endoscopia o vídeoendoscopia utilizando técnicas mínimamente invasivas, lo que reduce la necesidad de una linfadenectomía total operativa con sus consiguientes secuelas. Este ejemplo se ofrece a modo de ilustración de una realización de una aplicación de las tecnologías descritas en este documento, pero los expertos en la materia pueden idear otros ejemplos e ilustraciones que caen dentro del alcance de la invención.

Los expertos en estas técnicas pueden prever una pluralidad de disposiciones de LED sin apartarse del alcance de la invención. El conjunto de LED puede colocarse cerca del órgano diana mediante un instrumento quirúrgico. El término proximidad, tal como se usa en el presente documento, se refiere al grado de proximidad de manera que la iluminación dirigida a la parte del cuerpo objetivo es efectiva para lograr el propósito clínico pretendido por el operador. Por lo tanto, la proximidad a la parte del cuerpo objetivo está determinada por el juicio médico del operador. Dado que el sistema LED no produce calor, puede colocarse extremadamente cerca de las partes del cuerpo objetivo y otras partes del cuerpo sin dañar los tejidos. En una realización, el conjunto de iluminación puede dirigirse a estructuras microquirúrgicas sin causar daño por calor. La intensidad de la luz disponible de un sistema LED es una característica que influye en cuán cerca debe ubicarse el sistema LED para lograr el propósito clínico del operador.

Como una realización alternativa, el sistema LED se puede combinar con otras características en un instrumento médico. El término instrumento médico como se usa en este documento comprende instrumentos quirúrgicos. Por ejemplo, el sistema LED se puede combinar con un aparato de cauterio o un aspirador de humo para ser utilizado en cirugía. La figura 93B representa una realización de un instrumento quirúrgico que combina varias otras piezas del aparato con el sistema de LED. En la figura 93B, se representa un conjunto 2132 de cauterización de Bovie, bien conocido en la técnica quirúrgica. El conjunto 2132 de cauterización incluye una punta 2134 de cauterización y una

varilla 2138 manual. Incrustada en la varilla 2138 de manera estándar hay una matriz de botones 2140 de control, una disposición familiar para los expertos en la materia. En la punta distal de la varilla 2138 manual hay un sistema 2144 de LED. Las señales de potencia y de datos al sistema 2144 de LED se llevan a través de un cable 2148 de LED fijado al aspecto superior de la varilla 2138 manual. El cable 2148 de LED se une con el cordón 2152 de alimentación de Bovie en el extremo proximal del instrumento para formar un único cable 2150 de dispositivo unido. En una realización alternativa, el cable de LED puede estar contenido dentro del alojamiento de la varilla 2136 Bovie cerca del cable 2152 de alimentación de Bovie.

La realización representada permite al cirujano dirigir la luz LED en una estructura particular para identificarla anatómicamente como parte de la disección del cauterio. La capacidad espectral del sistema 2144 LED es útil para identificar vasos sanguíneos, por ejemplo. Los vasos sanguíneos incrustados en los tejidos pueden ser especialmente difíciles de identificar. El cirujano puede disecar con la punta 2134 de cauterización de la realización ilustrada mientras dirige una luz desde el LED que se selecciona para resaltar las estructuras vasculares. Los propios tejidos se distinguirían de las estructuras vasculares en función de la respuesta de cada conjunto de estructuras a la iluminación del sistema 2144 LED. El contraste entre los tejidos que requieren disección y los vasos sanguíneos que se conservarán se vería resaltado por la luz de la iluminación del Sistema 2144 LED. El cirujano, por lo tanto, podría identificar qué estructuras son seguras para transgredir con la disección del cauterio. De esta forma, el cirujano podría preservar los vasos sanguíneos más fácilmente, según lo requiera el procedimiento quirúrgico. Alternativamente, el cirujano podría identificar los vasos sanguíneos incrustados en los tejidos y tomar precauciones para coagularlos o ligarlos eficazmente antes de transgredirlos. La realización ilustrada representa solo una disposición posible de instrumentación quirúrgica combinada que emplea un sistema de LED. Otros arreglos pueden ser visualizados por los expertos en estas técnicas. Para aplicaciones quirúrgicas especializadas, pueden requerirse combinaciones especializadas. Por ejemplo, instrumentos particulares se emplean en neurocirugía y en microcirugía. Los mismos principios ilustrados en la realización representada de la Fig. 93B pueden aplicarse en la fabricación de instrumentos quirúrgicos apropiados para estos fines.

Como una realización alternativa, el sistema LED se puede combinar con un sistema sensor que proporciona señales que se correlacionan con alguna característica de la parte del cuerpo que se ilumina. Como ejemplo, la figura 93C muestra un conjunto 2100 de LED fijado a un endoscopio 2092 nasal que se inserta por vía transnasal 2094 para evaluar un tumor 2098 intranasal o hipofisario. El endoscopio 2092 se muestra en esta figura entrando a través de la nariz 2096 y pasando por la vía 2086 aérea nasal. El tumor 2098 se muestra aquí en el aspecto superior de la vía 2086 aérea nasal. El conjunto 2100 LED puede comprender un sistema LED (no mostrado) y un sistema sensor (no mostrado). El sistema LED puede iluminar las estructuras intranasal e intraselar con una gama de colores, mientras que el sistema sensor puede proporcionar datos relacionados con las características de la luz reflejada. El tumor 2098 se puede identificar por la forma en que refleja el rango de luz que se utiliza para iluminarlo. El sistema de sensores puede proporcionar información sobre las características de la luz reflejada, lo que permite al operador identificar el tumor 2098 en estas ubicaciones remotas. Además, dicho endoscopio 2092 se puede combinar con medios familiares para los practicantes en estas técnicas para reseca o extirpar una lesión.

El sistema de iluminación descrito aquí está disponible tanto para iluminación directa como para transiluminación. Se entiende que la transiluminación se refiere al método para examinar un tejido, una estructura anatómica o un órgano corporal mediante el paso de la luz a través de él. Por ejemplo, transiluminar una estructura puede ayudar a determinar si es una estructura quística o sólida. Una realización de un sistema de iluminación puede emplear LED para dirigir luz de diferentes colores a través de una estructura, por lo que la apariencia de la estructura cuando se somete a dicha transiluminación puede contribuir a su identificación o diagnóstico. La transiluminación usando luz LED puede dirigirse a una pluralidad de estructuras. Además de tejidos blandos y órganos, los dientes se pueden transiluminar para evaluar su integridad. Una realización adicional puede emplear un LED como un catéter permanente en una estructura luminal tal como un conducto. Iluminar el interior de la estructura puede ayudar al cirujano a confirmar su posición durante la cirugía. Por ejemplo, en ciertas circunstancias quirúrgicas, la posición del uréter es difícil de determinar. La transiluminación del uréter utilizando un sistema LED colocado dentro de su luz puede ayudar al cirujano a encontrar el uréter durante la disección y evitar traumatizarlo. Tal sistema LED podría colocarse cistoscópicamente, por ejemplo, como un catéter de manera retrógrada antes de comenzar la parte abierta del procedimiento operativo. En esta realización, el sistema de LED es particularmente útil: no solo se puede variar el color del LED para maximizar la visibilidad de la estructura transiluminada, sino que también el LED evita el problema de calentamiento de tejido que acompaña a las fuentes de luz tradicionales.

La evaluación de un tejido iluminado por una realización del sistema de iluminación descrito en este documento puede tener lugar a través de inspección directa. En una realización alternativa, la evaluación puede tener lugar mediante el examen de los tejidos usando videocámaras. En una realización ilustrativa, los tejidos se visualizarían en una pantalla. Los ajustes de color en la pantalla del monitor de vídeo pueden mejorar el efecto particular que está siendo evaluado por el equipo de operación. Como una realización alternativa, el sistema de iluminación se puede combinar con un módulo de sensor, como se describió parcialmente anteriormente, por lo que se puede medir la intensidad de la luz reflejada. Como ejemplos, un módulo de sensor podría proporcionar un análisis espectroscópico, colorimétrico o espectrofotométrico de las señales de luz reflejadas desde el área iluminada. Los expertos en las técnicas pertinentes pueden idear otros tipos de módulos de sensores. Un módulo de sensor puede combinarse con una inspección directa para evaluar los tejidos. Alternativamente, un módulo de sensor puede proporcionar un medio

para la evaluación remota de tejidos en áreas no disponibles para inspección directa como un sustituto o complemento de la visualización de vídeo. Ejemplos de tales áreas son bien conocidos en las técnicas quirúrgicas. Ejemplos de tales áreas pueden incluir acceso endoscópico transnasal a la hipófisis, evaluación endoscópica de los ventrículos cerebrales y endoscopia intraespinal, aunque otras áreas pueden ser identificadas por aquellos familiarizados con las regiones anatómicas particulares y los métodos relevantes de acceso quirúrgico. Además de las realizaciones mencionadas anteriormente para su uso en tejidos vivos, pueden diseñarse realizaciones para permitir la evaluación de tejidos forenses o muestras de patología usando los sistemas de iluminación descritos en este documento.

La figura 93D representa una realización del sistema de iluminación en el que el sistema 2154 de LED está montado dentro de un aparato 2158 quirúrgico con cabezal de lámpara tradicional. En la realización ilustrada, el sistema 2154 de LED está fijado a la banda 2160 de cabeza usando métodos de unión bien conocidos por los practicantes. Ventajosamente, sin embargo, el sistema 2154 de LED de la realización ilustrada puede ser considerablemente más ligero que los faros tradicionales. Esto reduce la tensión para el usuario y hace que el aparato de lámpara de cabeza sea más cómodo durante procedimientos largos. Como se representa aquí, el sistema 2154 de LED está conectado a un cable 2156 de alimentación. A diferencia del aparato de lámpara de cabeza tradicional, sin embargo, el cable 2156 de alimentación para el sistema 2154 de LED es ligero y no voluminoso. Por lo tanto, el cable 2156 de alimentación puede desplegarse alrededor de la banda 2160 de cabeza, sin tener que ser transportado por encima de la cabeza del cirujano en una configuración que predispone a apretar la banda para la cabeza y que colisiona con piezas del equipo superior en la sala de operaciones. Además, el cable de alimentación empleado por el sistema LED evita los problemas inherentes a los sistemas de fibra óptica actualmente conocidos en las técnicas quirúrgicas. En la lámpara de cabeza quirúrgica tradicional empleada por los practicantes en estas técnicas, la luz se suministra a la lámpara a través de una pluralidad de filamentos de fibra óptica agrupados en un cable. Con los sistemas conocidos actualmente en la técnica, los filamentos de fibra óptica individuales se fracturan fácilmente durante el uso normal, con una disminución concomitante en la intensidad de la luz generada por el faro. Por el contrario, el cable 2156 de alimentación para el sistema 2154 de LED no contiene elementos de fibra óptica sino que contiene un cable que transporta potencia al sistema 2154 de LED. Esto proporciona una unidad de iluminación más duradera que las conocidas en la técnica actual. Además, el sistema 2154 de LED es lo suficientemente ligero como para poder integrarse con las lupas 2164 de aumento del cirujano.

Aunque el sistema LED en la realización ilustrada está fijado a una banda 2160 de cabeza, una realización alternativa puede permitir eliminar la banda 2160 de cabeza por completo e integrar el sistema 2154 de LED en las gafas o lupas 2164 de aumento del cirujano. La figura 93E representa una realización de esto último arreglo. En esta realización, se muestra un sistema 2166 LED integrado con el marco 2168 de las lupas 2164. El sistema 2166 LED puede estar situado superiormente en el marco 2168 como se representa en esta figura, o puede disponerse en cualquier relación espacial con el marco 2168 que es ventajoso para iluminar aspectos del campo quirúrgico. En esta realización, el cable 2162 de alimentación puede estar posicionado para seguir la pieza 2170 de sien de las lupas 2164.

Los métodos de la presente invención comprenden métodos para diagnosticar un estado de una parte del cuerpo. Los métodos para diagnosticar una condición de una parte del cuerpo comprenden seleccionar un área de la parte del cuerpo para la evaluación, iluminar el área con un sistema LED, determinar las características de la luz reflejada desde la parte del cuerpo y comparar las características con las características conocidas, donde los caracteres conocidos se relacionan con la condición de la parte del cuerpo. Estos métodos se pueden aplicar a las condiciones normales, no patológicas de una parte del cuerpo. Alternativamente, estos métodos se pueden usar para identificar afecciones patológicas de la parte del cuerpo.

Se entiende que las diferentes partes del cuerpo reflejan la luz de manera diferente, dependiendo de su condición anatómica o fisiológica. Por ejemplo, cuando se somete a la luz ambiente, una parte isquémica del cuerpo puede percibirse como un color violáceo, un color denominado "oscuro" o "cianótico" por los practicantes de estas técnicas. Por lo tanto, la isquemia puede diagnosticarse a veces mediante inspección directa bajo luz ambiental. Sin embargo, existen una multitud de situaciones en las que el estado vascular de una parte del cuerpo no puede evaluarse mediante inspección bajo luz ambiental. Por ejemplo, la isquemia puede ser difícil de ver en los músculos o en los órganos rojos. Además, la isquemia cutánea es difícil de evaluar a la luz ambiental en personas con pieles oscuras. Los métodos de la presente invención incluyen prácticas que permiten realizar el diagnóstico de isquemia iluminando una parte del cuerpo con un sistema LED y comparando la luz reflejada con características de luz conocidas indicativas de isquemia. Estos métodos pueden además permitir que este diagnóstico se realice en una etapa anterior, cuando la luz ambiental puede no revelar cambios de color, pero cuando la iluminación del sistema LED puede permitir la percepción de cambios de color más sutiles. Un espectrómetro u otro tipo de sistema sensor puede emplearse opcionalmente para evaluar el color y/o la intensidad de la luz reflejada desde la parte iluminada del cuerpo. Por ejemplo, los sistemas y métodos de la presente invención se pueden adaptar para el diagnóstico de compromiso circulatorio temprano después de procedimientos vasculares. Los procedimientos vasculares comunes que pueden complicarse por compromiso circulatorio incluyen reconstrucciones vasculares quirúrgicas o revascularizaciones, reimplantes quirúrgicos, transferencias de tejidos libres, embolectomías, angioplastias percutáneas y procedimientos endovasculares relacionados, y terapias trombolíticas médicas. Los sistemas y métodos descritos en este documento pueden adaptarse para la evaluación de tejidos dentro del cuerpo

proporcionando un sistema LED capaz de implantar y eliminar y proporcionando un sistema sensor capaz de implantación y eliminación, el anterior sistema adaptado para dirigir la iluminación en una parte del cuerpo dentro del cuerpo y este último sistema adaptado para recibir datos de color de la luz que se refleja o absorbe por la parte del cuerpo objetivo. Los sistemas y métodos adaptados para la evaluación de partes internas del cuerpo pueden ser ventajosos en el monitoreo de colgajos libres enterrados, por ejemplo. La falta de calor generado por el sistema LED hace que sea factible implantarlo sin someter los tejidos circundantes a un trauma por calor. Los practicantes expertos en las técnicas pertinentes pueden identificar otras afecciones además de la isquemia que pueden diagnosticarse utilizando los métodos descritos en este documento. El espectro completo de luz disponible a partir de los sistemas LED descritos en este documento es particularmente ventajoso para el diagnóstico de una pluralidad de condiciones.

Como un ejemplo adicional de los métodos descritos en este documento, el sistema LED se puede usar para iluminar la retina para el examen oftalmológico. La variación en el color de la luz puede facilitar el examen oftalmológico, por ejemplo, el diagnóstico de hemorragia retiniana o la evaluación de los vasos retinianos. Los practicantes de estas técnicas podrán visualizar otras formas de retinopatía que sean adecuadas para el diagnóstico utilizando estos métodos. En una realización, un sistema de LED se puede integrar en un aparato de lámpara de hendidura para examen oftalmológico. En una realización adicional, el sistema LED puede adaptarse para su uso en cirugía oftalmológica. Como ejemplo, el sistema LED es capaz de ayudar en la localización de cataratas maduras e hipermaduras, y es capaz de ayudar en la extracción quirúrgica de cataratas.

Una práctica de estos métodos para diagnosticar un estado de una parte del cuerpo puede comprender administrar un agente al paciente que será entregado a la parte del cuerpo, por lo que el agente altera la característica de la luz reflejada desde la parte del cuerpo. Un agente es cualquier sustancia bioactiva disponible para administración en los tejidos del paciente. Un agente puede incluir un fármaco, un radioisótopo, una vitamina, un colorante vital, un microorganismo, una célula, una proteína, un producto químico o cualquier otra sustancia entendida como bioactiva. Un agente puede administrarse por cualquier ruta que permita que el agente se entregue a la parte del cuerpo que se evalúa. La administración puede incluir inyección intravenosa, inyección intramuscular, inyección intraarterial, ingestión, inhalación, aplicación tópica, administración intratecal, administración intraluminal o intravesical, administración subcutánea o cualquier otra vía. El espectro completo de luz proporcionado por los sistemas y métodos descritos en este documento se emplea ventajosamente junto con ciertos agentes administrados.

Un ejemplo de un agente que se sabe que altera la característica de la luz reflejada desde una parte del cuerpo es la fluoresceína, un colorante vital aplicado tópicamente para fines oftálmicos o inyectado por vía intravenosa para evaluar la perfusión vascular. Cuando se ilumina con una lámpara de Wood, la fluoresceína se ilumina en verde. La lámpara de Wood, sin embargo, no es adaptable a muchas situaciones quirúrgicas debido a su configuración física. La fluoresceína administrada a partes remotas del cuerpo no se puede iluminar con una lámpara de Wood, ni se puede ver la fluorescencia en una parte del cuerpo demasiado remota para inspeccionarla. Al iluminar los tejidos con un sistema de LED después de la administración de un colorante vital como fluoresceína se puede producir un patrón característico de luz reflejada. Esta luz reflejada se puede evaluar mediante visualización directa, mediante visualización remota o mediante un sistema de sensor de luz. Otros agentes serán conocidos por los expertos en estas técnicas, por lo que su administración permite la evaluación de una parte del cuerpo sometida a iluminación LED.

Como un ejemplo, se entiende que los gliomas tienen una absorción diferente de colorante vital que otros tejidos cerebrales. Dirigir un sistema LED a un glioma después de la administración de colorante vital puede permitir una escisión más completa del tumor con la preservación del tejido cerebral normal circundante. Esta extirpación se puede realizar bajo el microscopio de operación, al que se puede fijar el sistema LED para iluminar los tejidos del cerebro. La falta de generación de calor por el sistema LED lo hace particularmente ventajoso en este contexto. Como ejemplo adicional, el sistema LED se puede combinar con colorante de fluoresceína aplicado tópicamente a la superficie del ojo para la evaluación oftalmológica. Como otro ejemplo más, el sistema LED combinado con fluoresceína puede permitir el diagnóstico de isquemia en pacientes cuya pigmentación de la piel puede evitar la evaluación de la isquemia cutánea usando métodos tradicionales tales como la iluminación con lámpara de Wood. Como se describe en la parte anterior, estos sistemas y métodos pueden dirigirse ventajosamente hacia partes del cuerpo dentro del cuerpo humano para la evaluación de esas partes del cuerpo después de la administración de un agente absorbido por la parte del cuerpo.

Los métodos según la presente invención pueden dirigirse a efectuar un cambio en un material. En la práctica de estos métodos, un cambio en un material se puede efectuar proporcionando un sistema LED, seleccionando una gama de colores del espectro que se sabe producen el cambio en el material que se está iluminando, e iluminando el material con el sistema LED durante un período de tiempo predeterminado para ser efectivo en producir ese cambio. Los métodos descritos en este documento se refieren a una pluralidad de materiales, tanto materiales no biológicos como entidades biológicas. Una entidad biológica puede incluir un organismo vivo. Un organismo vivo puede incluir un vertebrado. Un organismo vivo puede incluir un invertebrado. Una entidad biológica puede tratarse con exposición a la luz con el fin de efectuar un cambio en su estructura, fisiología o psicología. Por ejemplo, se entiende que las personas afectadas por el síndrome depresivo denominado trastorno afectivo estacional se benefician psicológicamente por la exposición a la iluminación con luz de características conocidas durante periodos

de tiempo predeterminados. La iluminación se puede proporcionar directamente al organismo vivo, por ejemplo a la persona con trastorno afectivo estacional. Alternativamente, la iluminación se puede proporcionar al entorno que rodea a la persona. Por ejemplo, la iluminación puede proporcionarse mediante una luz de sala que comprende un sistema de LED que puede proporcionar luz con las características predeterminadas.

5 Como práctica de estos métodos, se puede tratar una afección de un paciente. Esta práctica puede comprender proporcionar un sistema LED, seleccionar un conjunto de colores que produzca un efecto terapéutico e iluminar un área del paciente con el conjunto de colores. Se entiende por efecto terapéutico cualquier efecto que mejore la salud o el bienestar. De acuerdo con esta práctica, se puede tratar una afección patológica. Alternativamente, una
10 condición normal se puede tratar para lograr un mejor estado de bienestar. El área que se ilumina puede incluir la superficie externa del paciente, a saber, la piel o cualquier parte de la piel. La superficie externa del paciente se puede iluminar directamente o mediante iluminación ambiental en el ambiente. Estos métodos también se pueden aplicar a las partes internas del cuerpo de un paciente.

15 La figura 94 muestra una práctica de estos métodos. Esta figura representa un paciente 2180 aquejado de una lesión 2172 en una superficie externa, que aquí se muestra que es su mejilla 2174. Un sistema 2178 LED está dirigido a proporcionar iluminación directa a la lesión 2172. Aquí el sistema 2178 LED se muestra fijado a la parte distal extrema de un sistema 2182 de posicionamiento. Los expertos en estas técnicas pueden prever otras
20 disposiciones para posicionar el sistema LED. Se entiende que la iluminación de lesiones dermatológicas con diferentes espectros de luz puede tener un efecto terapéutico. Por ejemplo, el acné, la enfermedad de Bowen del pene y algunos otros cánceres de piel han respondido al tratamiento con iluminación. Como otro ejemplo, se entiende que ciertas condiciones intranasales responden a las terapias de iluminación. En una práctica de estos métodos, se puede administrar un agente al paciente que altera o aumenta el efecto terapéutico del conjunto de colores de luz dirigidos hacia el área que se está tratando.

25 Una variedad de agentes son familiares para los practicantes en las artes relacionadas con la fototerapia y la terapia fotodinámica. Se entiende que la terapia fotodinámica (PDT) comprende ciertos procedimientos que incluyen las etapas de administrar un agente a un paciente e iluminar al paciente con una fuente de luz. La luz láser generalmente está involucrada en PDT. Dado que la iluminación proporcionada por el sistema LED puede
30 proporcionar una iluminación de espectro completo, incluidos los espectros de luz infrarroja, visible y ultravioleta, el sistema LED está disponible para aquellas aplicaciones terapéuticas que dependen de longitudes de onda de luz no visible. Se han descrito varias aplicaciones de iluminación tópica en las técnicas relevantes. La tecnología LED tiene la ventaja adicional de evitar la generación de calor, por lo que se puede lograr una iluminación prolongada sin dañar el tejido.

35 Aunque la práctica representada en la figura 94 muestra un sistema 2178 LED dirigido hacia la piel de un paciente 2180, diversas prácticas de este método pueden aplicar un sistema LED para iluminar partes del cuerpo. El tratamiento puede dirigirse hacia partes internas o externas del cuerpo usando modalidades familiares para los practicantes para acceder a la parte del cuerpo en particular. Como se describió anteriormente, se pueden emplear
40 técnicas quirúrgicas abiertas o técnicas endoscópicas para acceder a las partes internas del cuerpo. Por ejemplo, un tumor intraluminal se puede tratar usando estos métodos tal como se aplica a través de un endoscopio, como un colonoscopio o un cistoscopio. Alternativamente, la terapia de iluminación se puede proporcionar siguiendo o durante un procedimiento quirúrgico. Por ejemplo, después de la extirpación quirúrgica de un tumor, se puede administrar un agente que sea absorbido por el tumor microscópico residual en el campo y el campo quirúrgico
45 puede iluminarse mediante un sistema LED para esterilizar cualquier nódulo tumoral restante. Estos métodos se pueden emplear paliativamente para reducir la carga tumoral después de la escisión general. Como otra práctica, estos métodos pueden dirigirse hacia lesiones metastásicas a las que se puede acceder directamente o endoscópicamente.

50 Estas realizaciones descritas en este documento son meramente ilustrativas. Una variedad de realizaciones que pertenecen a la iluminación de precisión puede ser visualizada por practicantes calificados ordinarios en estas técnicas sin apartarse del alcance de la presente invención.

55 En otras realizaciones de la presente invención, los LED se usan para crear efectos ornamentales o estéticos atractivos y útiles. Tales aplicaciones incluyen la disposición de los LED en diversos entornos, tales como los descritos anteriormente, incluidos los bordes de gafas multicolores basados en LED, un destornillador LED iluminado, una fuente de luz multicolor para lámparas artísticas o pantallas, como una fuente LED multicolor para una lámpara Lava[®], y un registro de fuego o fuego ornamental basado en LED con un patrón simulado de parpadeo de fuego y colorante, un cepillo de dientes con iluminación o un cepillo para el pelo que usa LED u otros dispositivos
60 de iluminación. Los LED también pueden estar dispuestos en las paletas de un ventilador de techo para crear patrones de iluminación inusuales para efectos artísticos o despliegues. En particular, la generación de patrones puede ser posible con la adición de LED a las paletas de un ventilador. También de acuerdo con la presente invención son una vela simulada ornamental basada en LED, una cuerda de luz multicolor basada en LED, un indicador de carga de batería LED y un mecanismo de retroalimentación de sensor de color LED, a través del cual
65 un LED puede responder a la tensión, temperatura y presión, cavitación, temperatura o humedad. Por lo tanto, un LED dispuesto cerca del cuerpo puede servir como un mecanismo de color de retroalimentación de la temperatura

de la piel y de humedad de la piel. También se proporciona una varita de mano multicolor o una luz indicadora basada en LED. En particular, se proveen varitas que son similares a las populares varitas luminosas, que son ampliamente utilizadas en los clubes modernos de baile/noche y para la expresión en baile. Las versiones electrónicas multicolores permiten funciones de control de color y sincronización remota a través de un controlador de iluminación maestro, siempre que los LED estén conectados a un receptor y el controlador maestro incluya un transmisor. Los dispositivos personales basados en LED son reutilizables, a diferencia de los dispositivos actuales de base química. El controlador maestro también puede controlar otros elementos de LED, como posavasos de bebidas hechos de LED, de forma controlada y sincronizada. Tales controladores pueden usarse para controlar una bola de discoteca LED, en la que los LED están dispuestos en el exterior o en una esfera u otra forma tridimensional y pueden controlarse para simular el destello de una bola de discoteca convencional. Por ejemplo, el efecto simulado por la bola incluye la luz estroboscópica de la bola, el movimiento del punto, el cambio de color, la iluminación de la línea y la iluminación del plano.

La presente invención permite al usuario controlar los LED a nivel de diodo individual. Los efectos que pueden producirse al generar luz de una gama de colores dentro del espectro permiten una cantidad de aplicaciones útiles en una amplia gama de campos tecnológicos. Entre otros efectos, los LED controlados pueden producir lavados de color que pueden modificarse instantáneamente de manera discreta o continua en una amplia gama de colores e intensidades, y que pueden parpadear o destellar con una amplia gama de frecuencias. La aplicación de una gama continua de lavados de color da como resultado una serie de efectos inusuales, algunos de los cuales son estéticamente atractivos, funcionalmente valiosos o ambos. Por ejemplo, afectar el mismo objeto con luz de diferentes colores puede producir una apariencia muy diferente, como es fácilmente evidente cuando, por ejemplo, un objeto blanco se muestra bajo una llamada "luz negra". Un observador que mira el objeto percibirá un cambio de color en el objeto que se observa. Por lo tanto, un objeto rojo iluminado con una luz roja parece muy diferente de un objeto rojo iluminado con una luz azul. El primero puede ser de un rojo vívido, mientras que el último puede aparecer morado o negro. Cuando los objetos que tienen contraste de color se ven bajo luces de colores, pueden producirse efectos bastante diferentes. Por ejemplo, un patrón de tablero de ajedrez rojo y blanco puede aparecer completamente rojo bajo una luz roja, mientras que el patrón de tablero de ajedrez es evidente bajo una luz blanca. Al iluminar con luz roja y blanca en una secuencia de tiempo alterno sobre dicho patrón, los cuadrados blancos en el tablero parecerán aparecer y desaparecer. Los patrones más complejos, como los de las pinturas de varios colores, pueden producir efectos notables, como la desaparición y la reaparición de figuras, o las figuras que experimentan cambios dramáticos de color en un observador. La apariencia de movimiento, cambio de color y apariencia y desaparición pueden producir efectos similares a la animación de una única fotografía fija, pintura, diseño o imagen, simplemente como resultado de cambios controlados de iluminación. Del mismo modo, la selección de condiciones de luz apropiadas puede dar lugar a cambios dramáticos en el contraste relativo de los artículos de diferentes colores. Los elementos que tienen poco contraste bajo ciertas condiciones de iluminación pueden percibirse como un contraste dramático bajo diferentes condiciones de color. Además, el espectro de la luz producida según las realizaciones de la presente invención se extiende a la luz infrarroja y ultravioleta, permitiendo la incorporación de efectos tales como fluorescencia en la pantalla. Los cambios de iluminación empleados pueden preprogramarse o responder al entorno del sistema de iluminación, como la proximidad de las personas, las condiciones de iluminación ambiental, la ubicación de la pantalla o la hora del día.

Como ejemplo, en la figura 95 en la parte superior, el número 88 está destinado a representar un número que está coloreado con verde en la mitad superior de los ochos (3100) y rojo en la mitad inferior de los ochos (3150). Cuando se ilumina con luz blanca, el número 88 así de coloreado aparecerá como verde en la mitad (3100) superior y rojo en la mitad (3150) inferior. Cuando se ilumina con luz verde, como se muestra en el medio de la figura 95, la mitad superior de la 88 (3100) todavía aparecerá en verde, pero la mitad (3150) inferior, originalmente roja, aparecerá en negro. Cuando se ilumina con luz roja, como se muestra en la parte inferior de la figura 95, la mitad superior del 88 (3100), originalmente verde, aparecerá en negro, y la mitad (3150) inferior aparecerá en rojo. Por lo tanto, cambiando gradualmente el color de la iluminación, las diferentes partes del número se destacarán alternativamente y se desvanecerán en negro. Como será evidente para un experto en la materia, esta técnica puede usarse para crear imágenes diseñadas para aparecer y desaparecer a medida que se altera el color de la luz de iluminación. Además, se pueden producir otros efectos de color. Por ejemplo, una luz azul brillante en las dos mitades del número produciría un color azul verdoso en la mitad 3100 superior del número y un color púrpura en la mitad 3150 inferior.

Como un segundo ejemplo, la figura 96 en la parte superior muestra un par de círculos entrelazados (izquierda 3200, derecha 3205). Cuando se ilumina con luz blanca, como se muestra en la parte superior, el dibujo pretende representar los siguientes colores: la medialuna (3210) izquierda representa verde, la medialuna (3220) derecha representa roja, el área (3230) superpuesta es negra y el fondo (3240) es blanco. Cuando se ilumina con luz verde, como se muestra en el medio de la figura 96, la medialuna (3210) izquierda aparece verde, la medialuna (3220) derecha, originalmente roja, ahora es negra, el área (3230) superpuesta permanece negra, y el fondo (3240), originalmente blanco, aparece en verde. Por lo tanto, la medialuna (3210) izquierda ya no se puede distinguir del fondo (3240), y todo el círculo más a la derecha (3205) ahora aparece negro. Cuando se ilumina con luz roja, como se muestra en la parte inferior de la figura 96, la medialuna (3210) izquierda, originalmente verde, ahora aparece negra, la medialuna (3220) derecha aparece roja, el área (3230) superpuesta aparece negra, y el fondo (3240), originalmente blanco, ahora aparece en rojo. Por lo tanto, la medialuna (3220) derecha ya no se puede distinguir del

fondo (3240) y el círculo (3200) más a la izquierda aparece en negro. Al cambiar el color de la iluminación de verde a rojo con el tiempo, el círculo parece moverse de derecha a izquierda, impartiendo la ilusión de movimiento a un observador. Un experto en la materia apreciará que las variaciones sobre este ejemplo permitirán la creación de miríadas de pantallas que funcionan de manera similar, permitiendo que los efectos de animación se produzcan a partir de una única imagen u objeto.

La naturaleza del sistema de iluminación de la presente invención permite cambios graduales de color desde un lado de un sistema a otro. Además, el cambio de color puede progresar gradualmente a lo largo del sistema, simulando efectivamente el movimiento del cambio de color. Además, la luz puede entregarse de manera constante, o al encender o destellar las luces. El parpadeo también se puede programar para que ocurra con un cambio de color simultáneo. Estas habilidades, que pueden ser dirigidas por un microprocesador, pueden otorgar ímpetu y vitalidad adicionales a los efectos descritos anteriormente.

También será evidente que se pueden obtener efectos similares al pasar luz de color a través de una pantalla de color transparente o translúcida, como una vidriera o una diapositiva fotográfica, colocada entre la fuente de luz y un observador.

También será obvio para el experto en la técnica que estos efectos se pueden usar en pantallas más complejas para crear ilusiones llamativas de movimiento y objetos fantasmas que emergen alternativamente y se desvanecen en el fondo. Tales efectos son particularmente ventajosos cuando se usan en aplicaciones como exhibiciones de museos, dioramas, vitrinas, exhibidores, máquinas expendedoras, carteles de exhibición, paneles de información (incluyendo carteles de información de tráfico, radios silenciosas, tableros de indicadores, tableros de precios y paneles publicitarios), publicidad pantallas, y otras situaciones donde se desea atraer la atención de los observadores. Debido a que la luz generada de acuerdo con las realizaciones de la presente invención puede incluir luz ultravioleta e infrarroja, los objetos pueden incorporar efectos tales como fluorescencia que son particulares para la iluminación con tal luz.

Una máquina expendedora, como se contempla en la presente invención, es un aparato que dispensa productos contenidos en ella, tales como una máquina de refrescos, una máquina de aperitivos, una máquina de chicles, una máquina de cigarrillos, una máquina de condones o un dispensador de novedades. La iluminación proporcionada de acuerdo con la presente invención se puede usar para atraer la atención de un observador en una variedad de formas. Por ejemplo, una hipotética máquina (3300) dispensadora de aceitunas que usa una paloma como logotipo se representa en la figura 97. Como se ve en la luz blanca estándar, representada en la parte superior de la figura 97, el respaldo (3310) de la máquina es blanco, el cuerpo (3320) de la paloma es negro, un conjunto superior de alas (3330) está destinado a ser verde, y un conjunto inferior de alas (3340) está destinado a ser rojo. Cuando el color de la iluminación en la máquina cambia a rojo como en el medio de la figura 97, el conjunto (3340) inferior de alas, originalmente rojo, es invisible contra el respaldo (3310), que ahora aparece en rojo. El conjunto superior de alas (3330), originalmente verde, aparece negro bajo luz roja, por lo que la imagen de la paloma aparece negra con las alas levantadas. Cuando el color de la iluminación en la máquina cambia a verde como se muestra en la parte inferior de la figura. 97, el conjunto (3330) superior de alas, originalmente verde, ahora es invisible contra el respaldo (3310), que ahora aparece en verde. El conjunto (3340) inferior de alas, originalmente rojo, ahora aparece negro en luz verde. Por lo tanto, la imagen de la paloma aparece negra con las alas levantadas. De esta manera, la imagen de la paloma parece batir sus alas, aunque no hay movimiento real. La ilusión se crea simplemente cambiando el color de la luz. Se debe reconocer que se pueden producir efectos mucho más complicados utilizando objetos de muchos colores diferentes e iluminando los objetos con una amplia variedad de colores dentro del espectro, que van desde infrarrojo, a visible, a ultravioleta.

La máquina expendedora de esta y las realizaciones relacionadas pueden incluir un sistema (3370) LED que ilumina la máquina expendedora. El sistema LED puede, en realizaciones, incluir un módulo 100 de luz, una bombilla 701 de luz inteligente, u otra realización de un sistema de LED, tal como los descritos en este documento. De acuerdo con esto, el sistema LED puede tener una o más de las características y proporcionar una o más de las funciones de las diversas otras realizaciones descritas en otra parte de este documento. Cabe señalar que la fuente de luz no necesita estar dispuesta dentro de la máquina expendedora, sino que puede colocarse fuera de la máquina expendedora en cualquier posición que permita que la fuente de luz ilumine la máquina expendedora. Los expertos en la técnica reconocerán muchas oportunidades para diseñar pantallas para aprovechar los atributos de cambio de color de los sistemas de iluminación de la presente invención.

Como otra técnica disponible para el distribuidor de aceitunas del ejemplo anterior, se puede hacer que los objetos o diseños aparezcan y desaparezcan a medida que se cambia el color de la luz. Si el distribuidor de aceitunas debe nombrar su paloma 'Oliver', este nombre puede aparecer en la máquina (3300) expendedora como se muestra en la figura 98. El respaldo de la máquina (3310) expendedora es blanco (figura 98, arriba), y que se muestran en él hay una paloma (3350) de color rojo y el nombre de la paloma (3360), 'Oliver', en letras verdes. Cuando la iluminación en la máquina expendedora cambia a verde (figura 98, centro), las letras (3360) desaparecen contra el fondo (3310) verde, mientras que la paloma (3350) aparece en negro. Cuando la iluminación se cambia a rojo (figura 98, abajo), la paloma (3350) desaparece con el fondo, que ahora también aparece en rojo, y las letras (3360) aparecen en negro.

Por lo tanto, al cambiar solo el color de la luz, la pantalla en la máquina expendedora varía entre una paloma y el nombre de la paloma. Este tipo de pantalla es llamativa y, por lo tanto, útil para fines publicitarios.

Adicionalmente, se pueden lograr efectos que llaman la atención independientemente de una pantalla específica adaptada para aprovechar las propiedades de cambio de color del sistema de iluminación de la presente invención. Las luces pueden colocarse dentro o alrededor de la pantalla de modo que los cambios de color de las luces sirvan para llamar la atención sobre la pantalla. En una realización, las luces se colocan detrás de la pantalla, tal como detrás de un respaldo no opaco de una máquina expendedora, de modo que cambiar el color de la luz es suficiente para atraer la atención de los observadores.

Los ejemplos anteriores están destinados solo a modo ilustrativo, y no son limitativos con respecto al alcance de la presente invención. Los expertos en la materia idearán fácilmente otras formas de utilizar los sistemas de iluminación descritos en la presente para lograr una variedad de efectos que atraen la atención de los observadores, y estos efectos están abarcados por la presente invención.

La presente invención permite al usuario cambiar el entorno de iluminación haciendo una luz estroboscópica entre diferentes colores mientras toma datos de retroalimentación o del sensor de espectro del entorno circundante. Tales luces estroboscópicas pueden incluir un efecto estroboscópico de lavado de color de frecuencia de ciclo variable usando LED en matriz. Las luces estroboscópicas pueden parpadear rápidamente entre colores, o pueden cambiar lentamente a lo largo del espectro en un orden programado. El efecto estroboscópico puede hacer que los objetos, por lo demás poco llamativos, aparezcan completamente distintos y estéticamente atractivos. Además, objetos como pinturas pueden parecer bastante animados cuando se iluminan periódicamente con diferentes colores de luz. Los atractivos efectos de iluminación de la luz estroboscópica de frecuencia variable permiten ambientes de iluminación dinámicos mejorados en áreas donde la iluminación es atractiva para los clientes, como en tiendas minoristas, restaurantes, museos y similares. El efecto puede ser particularmente útil junto con la exhibición de arte, como en las galerías de arte, donde las obras de arte conocidas pueden cambiar radicalmente por diferentes condiciones de iluminación. Con obras de arte, por ejemplo, las condiciones de iluminación pueden controlarse para reproducir la luz que el creador pretende, como la luz solar. Además, el sistema de iluminación de la presente invención puede usarse para proyectar luz infrarroja y ultravioleta, además de las longitudes de onda visibles más comunes, y estas frecuencias poco comunes pueden usarse para inducir fluorescencia y otros efectos interesantes.

En una realización de la invención, las luces basadas en LED controladas digitalmente de acuerdo con la presente invención se usan para iluminar un objeto no opaco para fines de visualización. En un aspecto de la invención, el objeto es un recipiente que contiene un fluido, los cuales pueden ser sustancialmente transparentes. En un aspecto, el contenedor es una botella de ginebra, vodka, ron, agua, agua de soda, refresco u otra bebida. Un ejemplo de tal pantalla se representa en la figura 99, en el que un contenedor (3500) de bebida se coloca en una plataforma (3510) iluminada por un sistema (3370) LED. Además, la fuente de luz puede ser dispuesta en una montaña rusa, para iluminar una bebida individual desde abajo. El sistema LED puede, en realizaciones, incluir un módulo 100 de luz, una bombilla 701 de luz inteligente, u otra realización de un sistema de LED, tal como los descritos en este documento. De acuerdo con esto, el sistema LED puede tener una o más de las características y proporcionar una o más de las funciones de las diversas otras realizaciones descritas en otra parte de este documento. En otro aspecto, el objeto es un tanque de líquido sustancialmente transparente, tal como una pecera o acuario. En otro aspecto más, el objeto es un objeto sólido no opaco, como una escultura de hielo, una figura de cristal, una pieza de cristal o una estatua de plástico. En otro aspecto, la fuente de luz se coloca en una lámpara Lava® para proporcionar iluminación de la misma.

La presente invención también permite la proyección de efectos atractivos u obras de arte. En particular, en una realización de la presente invención, se usa una fuente de iluminación basada en LED para imágenes o patrones de proyección. Este sistema puede utilizar una fuente de luz LED con una serie de lentes y/o difusores, un objeto que contiene distintas áreas transparentes y opacas, como un patrón, esténcil, gobo, diapositiva fotográfica, pantalla LCD, dispositivo de microespejo o similar, y una lente de modelado final. Solo la fuente de luz, el objeto modelado y una superficie para recibir la proyección son necesarios para esta realización. Esta realización, por ejemplo, se puede usar para proyectar un logotipo o señal en un techo, suelo o pared, o en una acera fuera de un negocio. En una realización alternativa, la luz puede proyectarse sobre una nube, una pantalla o una superficie de tela. La presente invención es particularmente ventajosa en este sentido, porque permite la variación del color de la proyección acoplada con una fuente de luz que no genera calor.

El efecto estroboscópico de color de la presente invención se puede usar para crear una iluminación de vitrina mejorada, tal como una iluminación de vitrina multicolor. La iluminación puede proporcionarse como parte de un sistema de iluminación modular o en un panel de control independiente. En general, el presente sistema de iluminación puede usarse para alterar el entorno de iluminación, tal como entornos de trabajo, museos, restaurantes y similares. En ciertas aplicaciones, se requiere iluminación especial, como en los museos, donde puede ser necesaria una iluminación UV baja o iluminación sin calor. En otras aplicaciones, tales como vitrinas refrigeradas, o iluminar objetos comestibles tales como alimentos, las fuentes de luz sin calor de la presente invención ofrecen ventajas sobre la iluminación incandescente estándar, que emite cantidades significativas de calor, mientras que proporciona luz de color variable. La iluminación fluorescente estándar, que también genera poco calor, a menudo

se considera poco atractiva. La presente invención proyecta una iluminación atractiva de un espectro variable controlado, sin calor asociado, mientras se mantiene la flexibilidad para cambiar los parámetros de la luz generada.

5 Los sistemas LED de la presente invención pueden estar incrustados en prendas de vestir para permitir que la luz se proyecte desde la ropa (figura 100). Los LED pueden estar montados en una placa de circuito flexible y cubiertos con látex, vinilo, plástico, algodón, etc. Esta realización incluye un método para crear material flexible de peso ligero adecuado para la construcción de prendas de vestir. Se proporcionan sándwiches de telas y silicona, que luego se activan con un LED. La ropa convencional que utiliza LED incluye LED discretos en forma de palabras o patrones formados por los puntos de luz. La ropa basada en LED de la presente invención puede iluminar la tela de la ropa sin sobresalir. La ropa basada en LED de la presente invención se puede controlar a través de una frecuencia de radio o señal infrarroja mediante un control remoto o un controlador maestro que tiene un elemento transmisor. La ropa se puede hacer para que se ajuste al usuario de una manera que permita la disposición de los LED en las proximidades del cuerpo, permitiendo que la apariencia externa del usuario se modifique, por ejemplo, para simular una apariencia, como desnudez o un tipo particular de ropa. La ropa se puede emparejar con un sensor para permitir que el sistema LED muestre una condición del usuario, como la frecuencia cardíaca o similar.

La utilidad de tal ropa se puede manifestar de muchas maneras. Una pantalla LED así dispuesta en la ropa puede usarse puramente para generar efectos, generar patrones deslumbrantes, efectos visuales y similares. Las pantallas LED pueden representar imágenes del mundo real, como el entorno circundante, o simplemente reflejar las condiciones del entorno cambiando el color en respuesta a datos externos como la temperatura, las condiciones de iluminación o la presión. Estas pantallas también pueden responder a la proximidad de una prenda similar, o pueden recibir datos de transmisores en el entorno. En una realización, la pantalla de la ropa responde a la presión. La ropa de esta realización se podría usar en un evento deportivo para proporcionar evidencia visual de contacto ilegal. Por ejemplo, en el juego de béisbol, un bateador golpeado por la pelota tendría evidencia visible del mismo en la porción de ropa golpeada. Además, la ropa podría incluir procesadores adecuados para permitir que los datos recientes se repitan en la ropa, creando de manera efectiva una "reproducción instantánea" del evento anterior. La vestimenta de estas y las realizaciones relacionadas pueden incluir los sensores requeridos para tales requisitos de respuesta.

En otra realización más, la pantalla en la ropa podría ser una pantalla de imágenes médicas. Los datos de la resonancia magnética, por ejemplo, podrían representarse en tres dimensiones en la superficie de la ropa usada por el paciente como una ayuda para que los médicos visualicen la información. Del mismo modo, dicha ropa podría servir como una pantalla de vídeo portátil para cualquier aplicación, como televisión, videojuegos y pantallas relacionadas. La ropa también podría programarse para mostrar una serie de imágenes predeterminadas. Por ejemplo, se pueden tomar imágenes de una persona que usa una serie de atuendos, la persona puede ponerse ropa con pantalla LED, los datos de la imagen pueden ajustarse para una correspondencia óptima con la ropa con LED y luego las imágenes se pueden mostrar en serie en la ropa para simular cambios instantáneos de la ropa. Las imágenes también pueden controlarse de forma remota. Los expertos en la técnica visualizarán muchas aplicaciones relacionadas de esta realización.

40 Si bien la invención se ha divulgado en conexión con las realizaciones preferidas mostradas y descritas en detalle, diversas modificaciones y mejoras sobre las mismas serán evidentes para los expertos en la técnica. Por consiguiente, el espíritu y alcance de la presente invención debe limitarse solo por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de LED modular, que comprende:

5 una primera unidad (4000) LED modular que incluye:

- una primera pluralidad de diodos (4006, 4016, 15) emisores de luz (LED) de al menos dos colores diferentes para generar iluminación de una gama de colores dentro de un espectro;

10 - un primer procesador (4004) para controlar la cantidad de corriente eléctrica suministrada a la primera pluralidad de LED (4006, 4016,15) de modo que una cantidad particular de corriente suministrada a la misma genera un color correspondiente dentro del espectro; y

15 - un módulo (4010) de potencia para proporcionar la corriente eléctrica desde una fuente de alimentación a la primera pluralidad de LED,

caracterizado porque la primera pluralidad de LED (4006, 4016, 15) está dispuesta linealmente en serie dentro de una primera tira (4020), en la que la primera tira (4020) incluye al menos un mecanismo de acoplamiento adaptado para permitir el acoplamiento de la primera unidad de LED modular a al menos una segunda unidad de LED modular, incluyendo la segunda unidad de LED modular:

- al menos una segunda pluralidad de LED dispuestos linealmente dentro de una segunda tira, y

25 - un segundo procesador para controlar la cantidad de corriente suministrada a la segunda pluralidad de LED de modo que una cantidad particular de corriente suministrada a la misma genera un color correspondiente de la segunda pluralidad de LED.

2. El aparato de LED modular de la reivindicación 1, que comprende además la segunda tira en combinación con la primera tira (4020) para formar un conjunto de iluminación que incluye al menos la primera y la segunda tira, en donde:

la primera tira (4020) comprende la primera pluralidad de LED (4006, 4016, 15) dispuestos en una primera plataforma (648); y

35 la segunda tira comprende la segunda pluralidad de LED dispuestos en una segunda plataforma.

3. El aparato de LED modular de la reivindicación 2, en el que al menos una de la primera plataforma (648) y la segunda plataforma es una plataforma curvilínea.

40 4. El aparato de LED modular de la reivindicación 2, en el que el conjunto de iluminación está dispuesto como un panel (4022) geométrico bidimensional interconectado o estructura (4024) tridimensional.

45 5. El aparato de LED modular de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende un alojamiento (40345) en el que se coloca al menos una tira (4020).

6. El aparato de LED modular de la reivindicación 2, en el que el mecanismo de acoplamiento está adaptado para conectar juntas las respectivas plataformas (648) de la primera tira (4020) y la segunda tira para formar el conjunto de iluminación.

50 7. El aparato de LED modular de las reivindicaciones 2 o 6, en el que la plataforma (648) está formada de un plástico transparente.

8. El aparato de LED modular de la reivindicación 7, en el que el plástico transparente está adaptado para difundir la luz que pasa a través del plástico.

55 9. El aparato de LED modular de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en el que la primera pluralidad de LED (4006, 4016, 15) y la segunda pluralidad de LED están dispuestas para iluminar las respectivas plataformas (648) de la primera tira (4020) y la segunda tira.

60 10. El aparato de LED modular de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el que el mecanismo (652, 654) de acoplamiento está adaptado para conectarse mecánicamente y eléctricamente entre sí al menos la primera tira (4020) y la segunda tira.

65 11. El aparato de LED modular de las reivindicaciones 2 a 10, en el que al menos uno de los primeros (4004) y segundos procesadores está configurado de manera que la primera tira (4020) y la segunda tira proporcionan diferentes colores de luz perceptibles respectivos tras la generación de la iluminación.

- 5 12. El aparato de LED modular de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, en el que al menos uno de los primeros (4004) y segundos procesadores está configurado para controlar impulsos eléctricos entregados a una pluralidad correspondiente de LED para variar la iluminación generada por una pluralidad correspondiente de LED (4006,4016,15).
13. El aparato de LED modular de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12, en el que al menos uno de los primeros (4004) y segundos procesadores está configurado de manera que la iluminación generada por una pluralidad correspondiente de LED es esencialmente luz blanca.
- 10 14. El aparato de LED modular de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13, en el que el primer procesador (4004) y el segundo procesador están configurados como procesadores direccionables por separado.
- 15 15. Una pared y un techo que tienen una bóveda curva (4034) formada en una unión de la pared y el techo incluyendo el aparato de LED modular de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 14, en el que el conjunto de iluminación de al menos la primera (4020) y segunda tiras está dispuesto para iluminar la bóveda curva (4034).
- 20 16. Un edificio (4041) que incluye el aparato de LED modular de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 14, comprendiendo el edificio (4041) una superficie, en donde el conjunto de iluminación de al menos la primera (4020) y segunda tiras está posicionado a lo largo de la superficie.
- 25 17. El edificio (4041) de la reivindicación 16, en el que la superficie comprende una superficie exterior del edificio (4041), y en el que el conjunto de iluminación de al menos la primera (4020) y segunda tira está montado en la superficie exterior del edificio.
- 30 18. El edificio (4041) de la reivindicación 17, en el que el conjunto de alumbrado de al menos la primera (4020) y segunda tira está dispuesto para comprender una pantalla a color o señal en la superficie exterior del edificio.
- 35 19. El edificio (4041) de la reivindicación 17, en el que el conjunto de iluminación de al menos la primera (4020) y segunda tiras está dispuesto para comprender al menos uno de una palabra, un símbolo y un número en la superficie exterior del edificio.
- 40 20. Un edificio que tiene un espacio interior que incluye el aparato de LED modular de cualquiera de las reivindicaciones 2 a 14, en el que el conjunto de iluminación de al menos la primera (4020) y segunda tiras está dispuesto para iluminar el espacio interior.
- 45 21. Un método que comprende:
proporcionar un sistema de iluminación modular que incluye al menos una primera unidad (4000) de LED modular y una segunda unidad de LED modular, comprendiendo la primera unidad de LED modular una primera tira (4020) de forma lineal que comprende una primera pluralidad de LED (4006,4016,15) de al menos dos colores diferentes para generar iluminación de una gama de colores dentro de un espectro, un primer procesador (4004) y un módulo (4010) de potencia, comprendiendo la segunda unidad de LED modular una segunda tira de forma lineal que comprende una segunda pluralidad de LED, y un segundo procesador, comprendiendo la primera tira de forma lineal además al menos un mecanismo de acoplamiento para conectar la primera unidad de LED modular a la segunda unidad de LED modular;
(A) conectar juntos al menos la primera unidad de LED modular y la segunda unidad de LED modular mediante el mecanismo de acoplamiento para formar un conjunto de iluminación;
50 controlar, usando el primer procesador, la cantidad de corriente eléctrica suministrada a la primera pluralidad de LED (4006, 4016, 15) de modo que una cantidad particular de corriente suministrada a la misma genere un color correspondiente dentro del espectro; y
55 controlar, usando el segundo procesador, la cantidad de corriente suministrada a la segunda pluralidad de LED de manera que una cantidad particular de corriente suministrada a la misma genere un color correspondiente de la segunda pluralidad de LED.
- 60 22. El método de la reivindicación 21, en el que el acto (A) incluye un acto de:
conectar juntos al menos la primera tira (4020) y la segunda tira para formar un panel (4022) geométrico bidimensional o estructura (4024) tridimensional.
- 65 23. El método de las reivindicaciones 21 o 22, en el que la primera tira (4020) y la segunda tira están configuradas para generar diferentes colores de luz perceptibles respectivos cuando son estroboscópicos, y en donde el método comprende además un acto de:

iluminar estroboscópicamente al menos la primera tira (4020) y la segunda tira para generar al menos dos colores diferentes del conjunto de iluminación.

5 24. El método de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 23, en el que la pluralidad de LED (4006, 4016, 15) están configurados para controlarse para variar la iluminación, y en donde el método comprende además un acto de:

controlar los impulsos eléctricos entregados a una pluralidad de LED (4006, 4016, 15) variando de este modo la iluminación generada por una pluralidad correspondiente de LED (4006, 4016,15).

10 25. El método de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 24, en el que al menos una de la primera tira (4020) y la segunda tira está configurada para generar luz esencialmente blanca cuando es estroboscópica, y en donde el método comprende además un acto de:

15 hacer estroboscópicas al menos la primera tira (4020) y la segunda tira para generar luz esencialmente blanca a partir de la disposición lineal interconectada de tiras.

26. El método de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 25, en el que cada una de la primera tira (4020) y la segunda tira incluye una plataforma (648) con forma lineal, y en donde el acto (A) incluye un acto de:

20 conectar juntas las respectivas plataformas (648) con forma lineal de la primera tira (4020) y la segunda tira para formar el conjunto de iluminación.

27. El método de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 26, en el que el acto (A) incluye un acto de:

25 conectar eléctrica y mecánicamente juntas al menos la primera tira (4020) y la segunda tira para formar el conjunto de iluminación.

28. El método de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 27, que comprende además actos de:

30 direccionar individualmente al menos la primera (4020) y segunda tiras para controlar la primera y la segunda pluralidad de LED (4006, 4016,15).

29. El método de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 28, que comprende además un acto de:

35 disponer el conjunto de iluminación para iluminar una bóveda curva (4034).

30. El método de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 28, que comprende además un acto de:

40 (B) montar del conjunto de iluminación en una superficie de un edificio (4041).

31. El método de la reivindicación 30, en el que el acto (B) incluye un acto de:

45 disponer el conjunto de iluminación en la superficie exterior del edificio (4041) para formar una pantalla a color o señal en la superficie exterior del edificio (4041).

32. El método de la reivindicación 30, en el que el acto (B) incluye un acto de:

50 disponer el conjunto de iluminación en la superficie exterior del edificio (4041) para formar al menos una de entre una palabra, un símbolo y un número en la superficie exterior del edificio (4041).

33. El método de cualquiera de las reivindicaciones 21 a 30, que comprende además un acto de:

(B) disponer el conjunto de iluminación para iluminar un espacio interior.

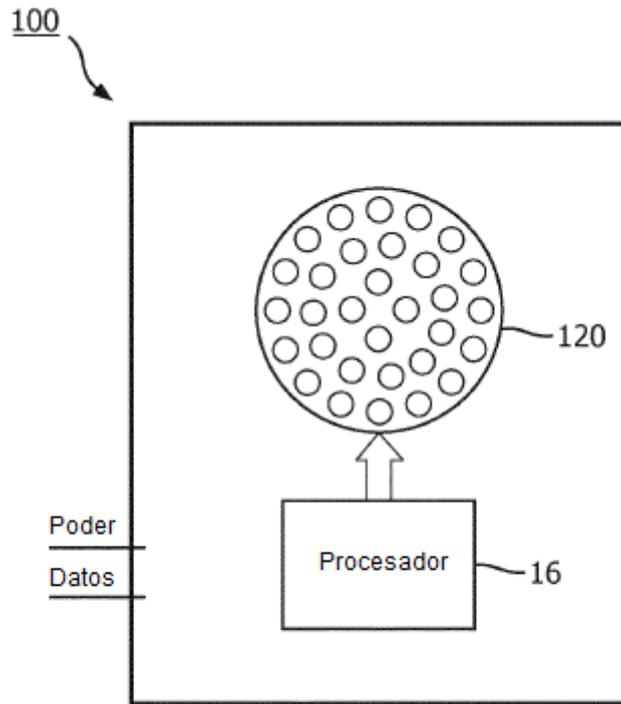


FIG. 1

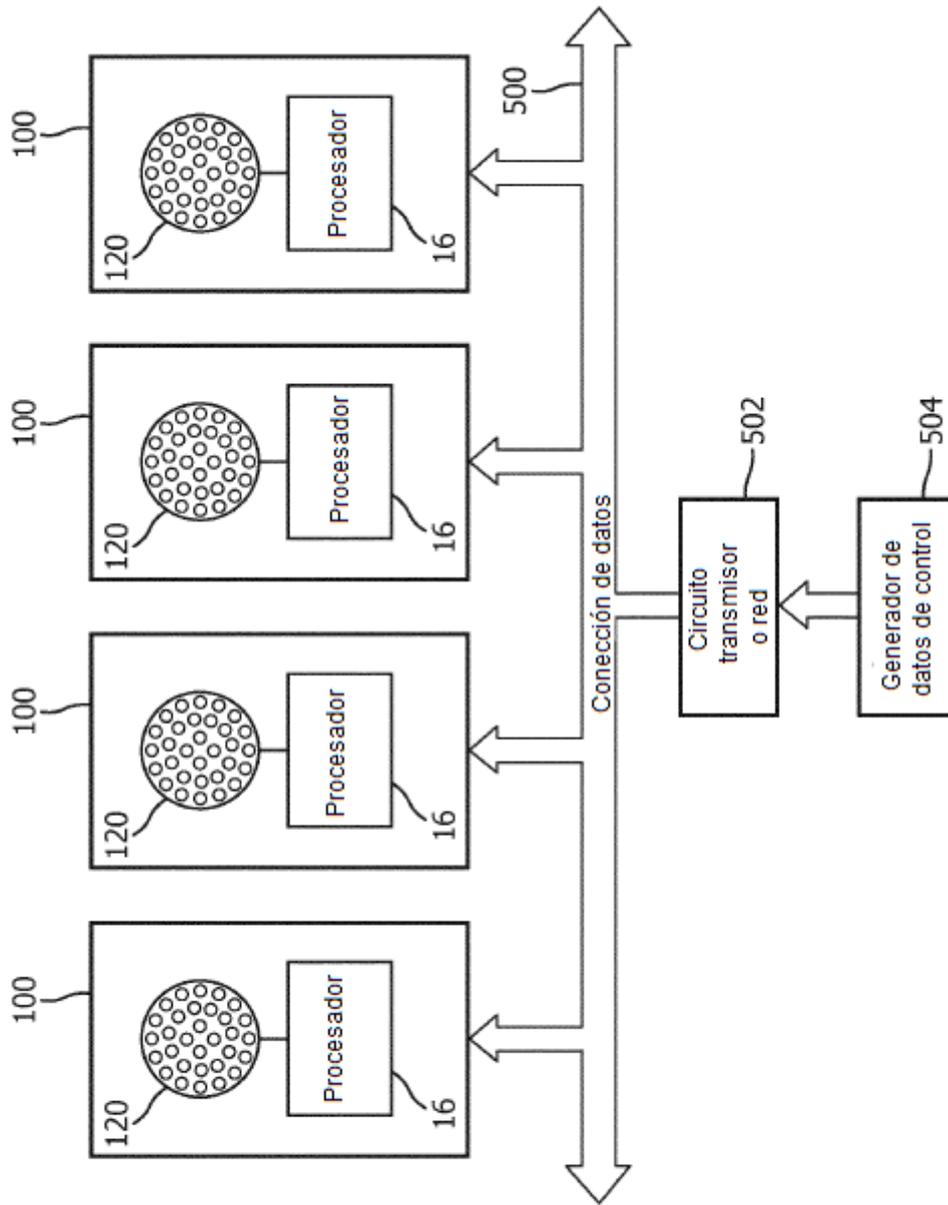


FIG. 2

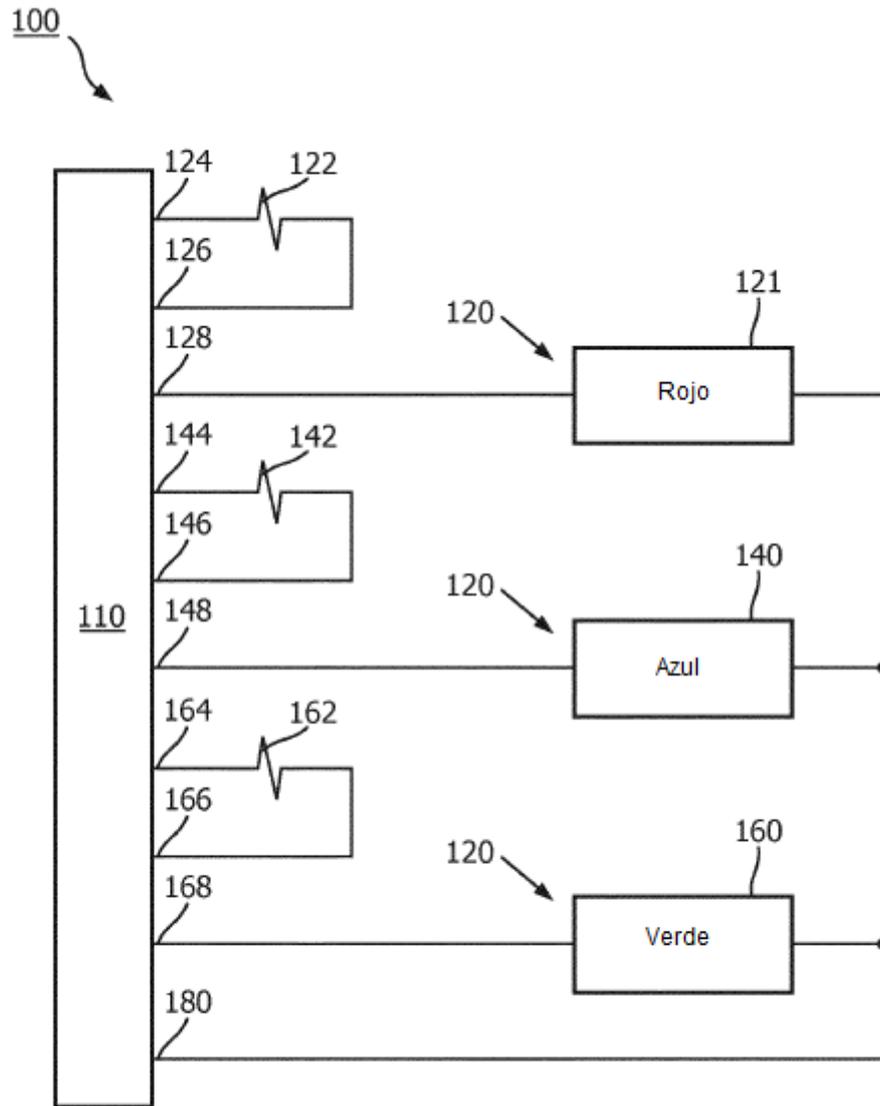


FIG. 3

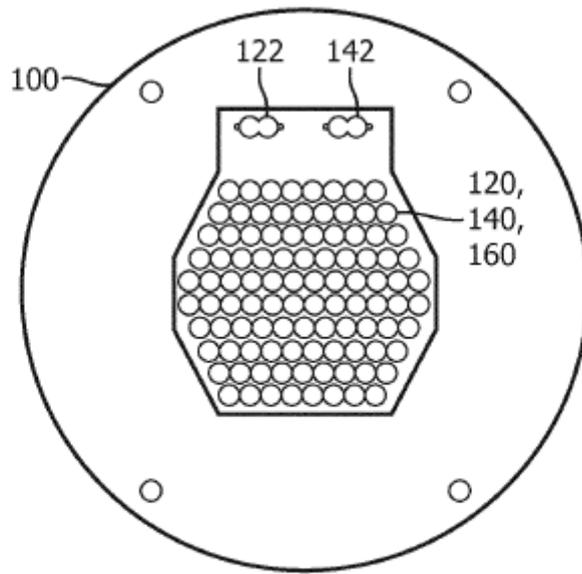


FIG. 4

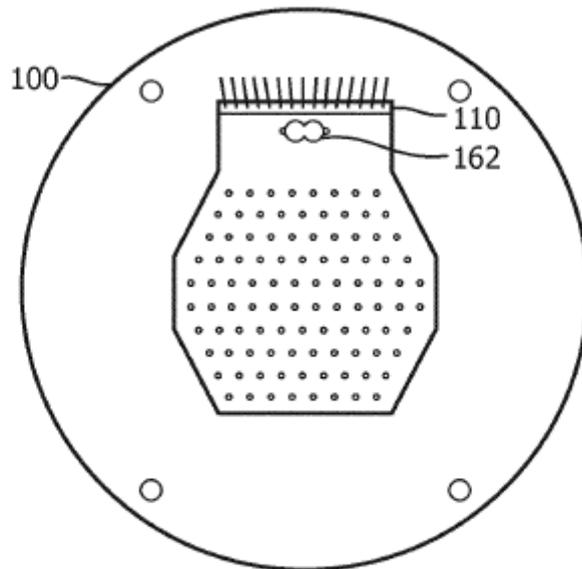


FIG. 5

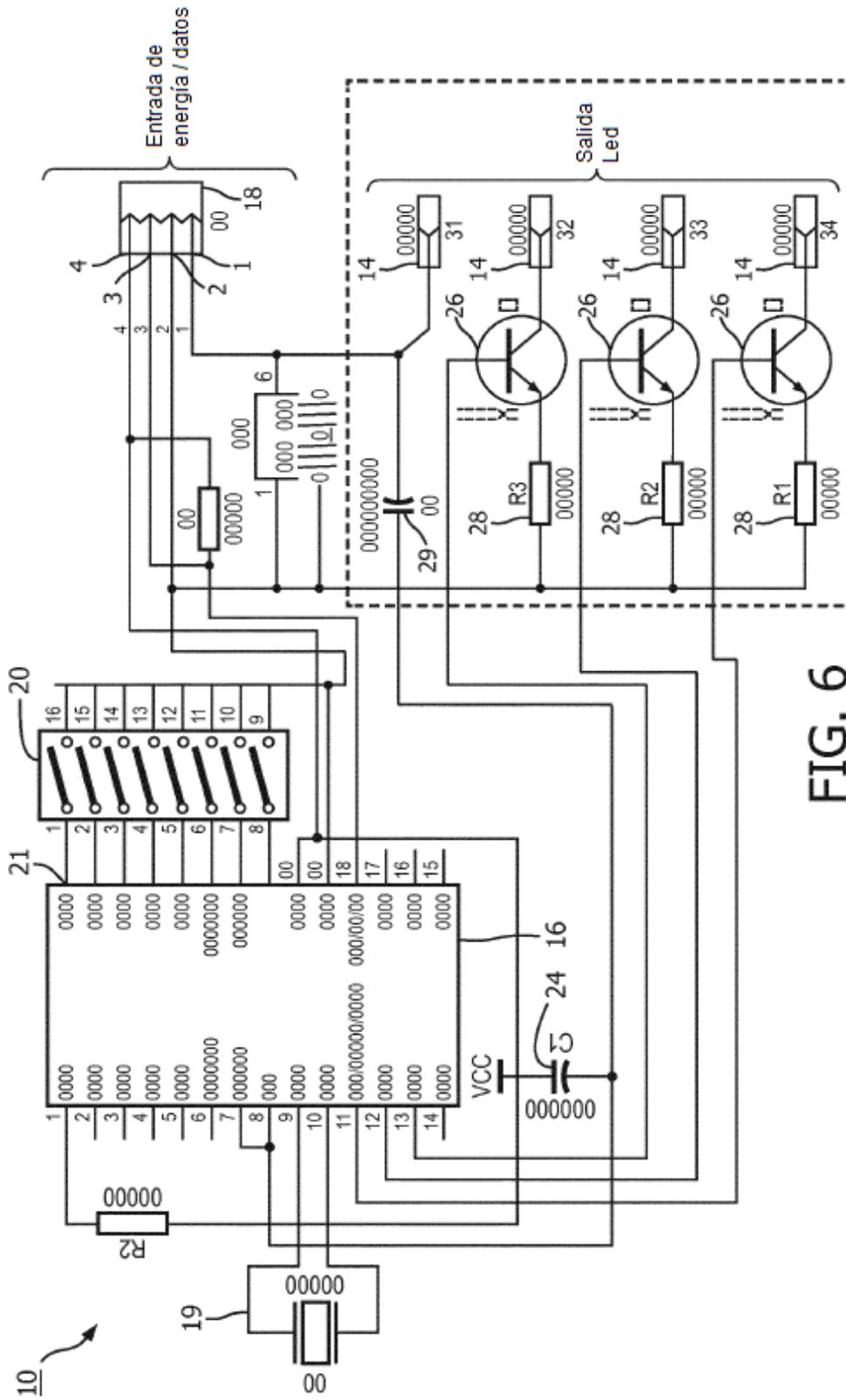


FIG. 6

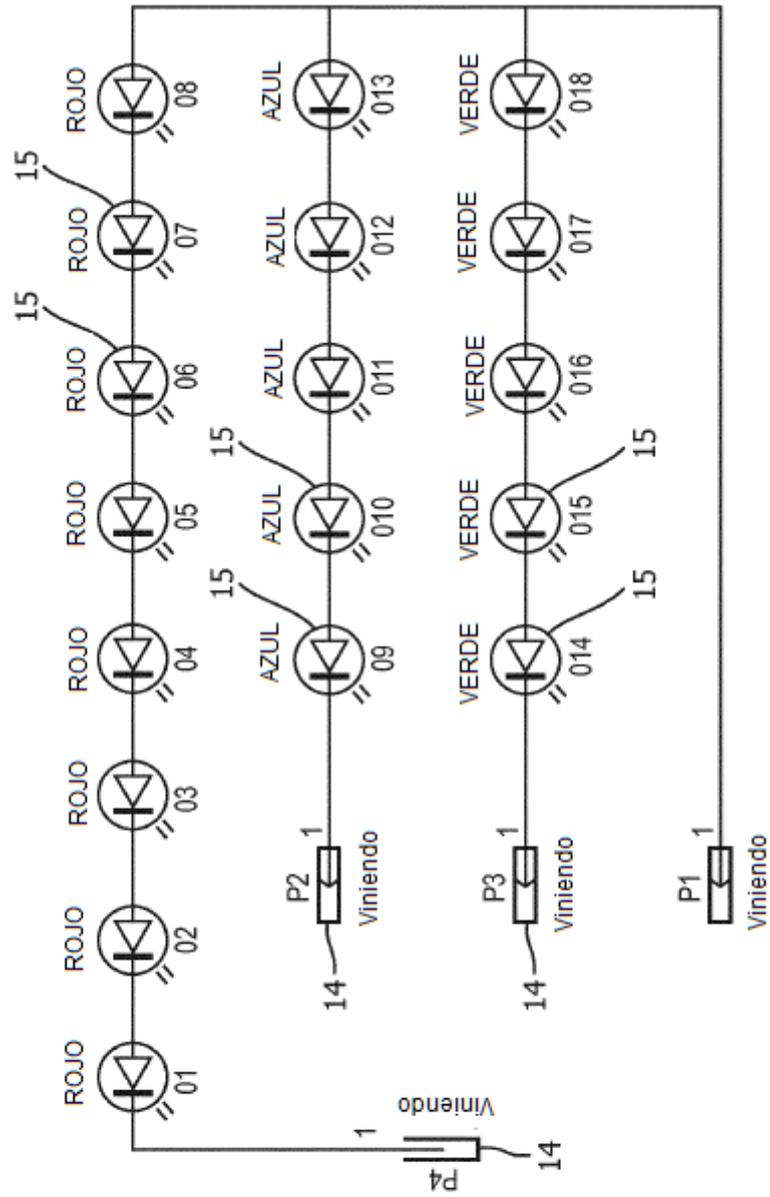


FIG. 7

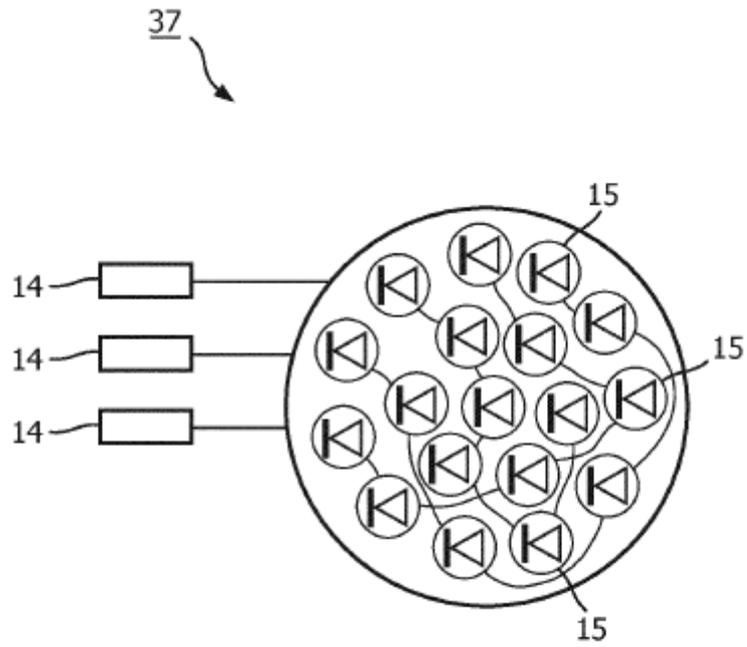


FIG. 8

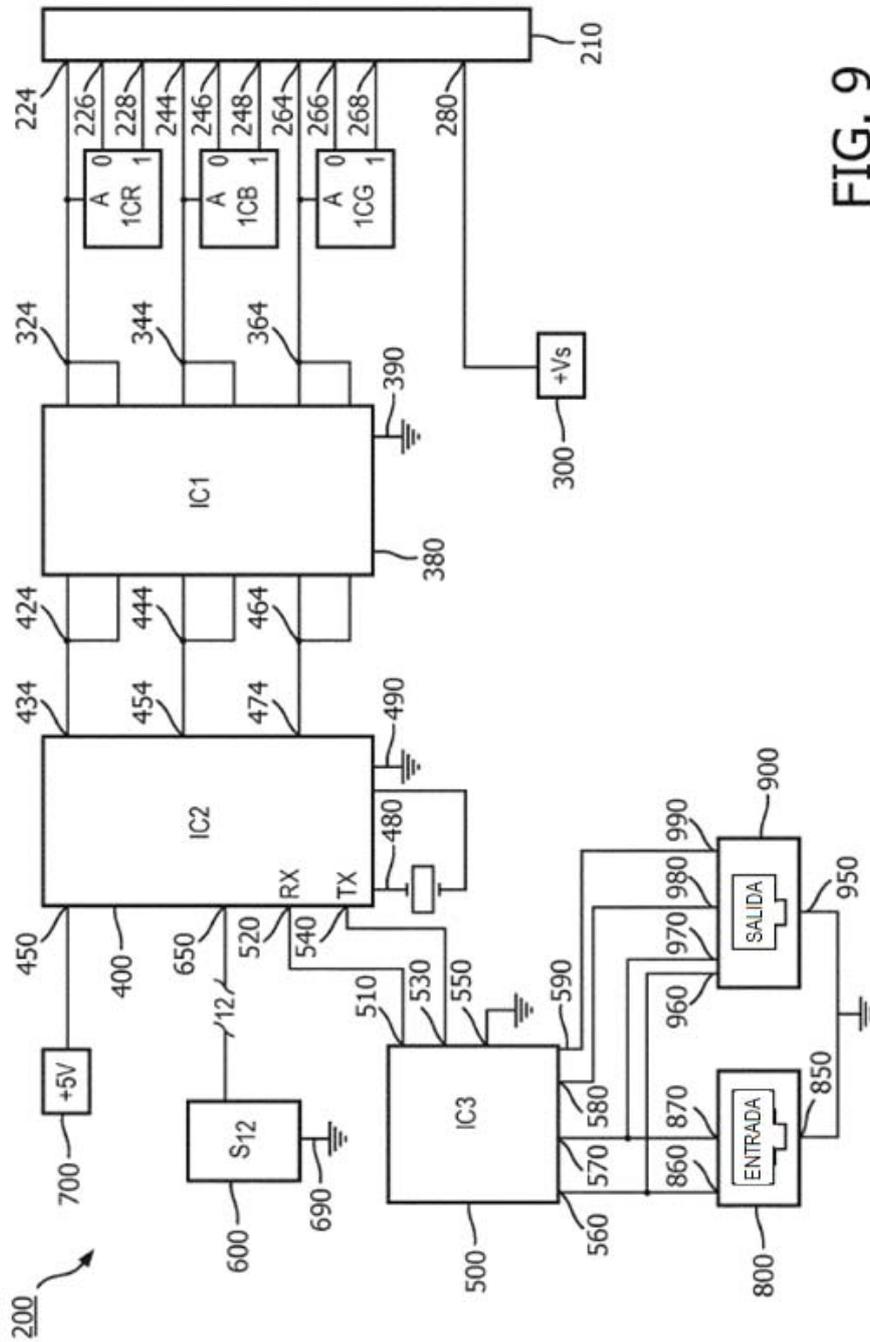


FIG. 9

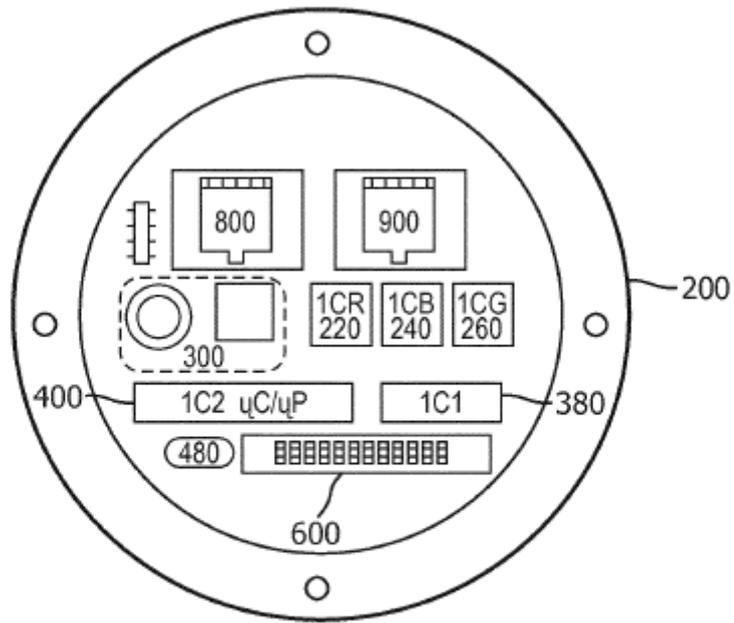


FIG. 10

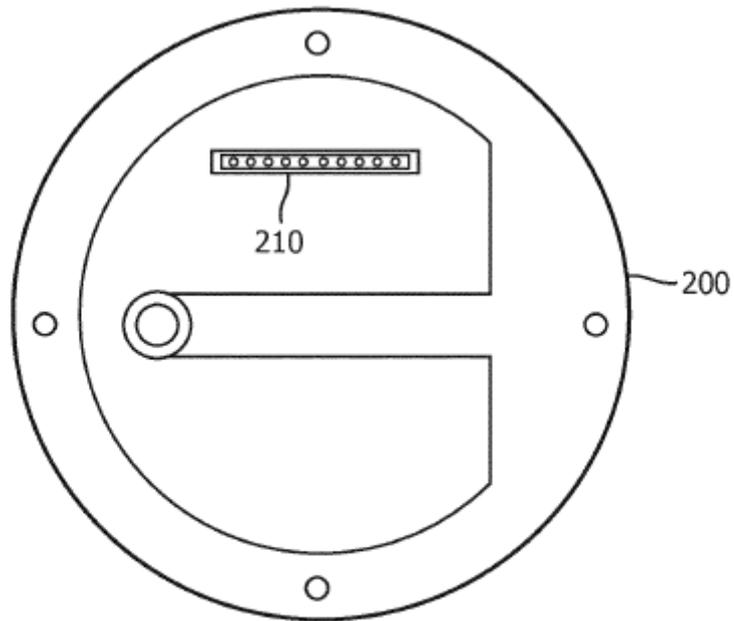


FIG. 11

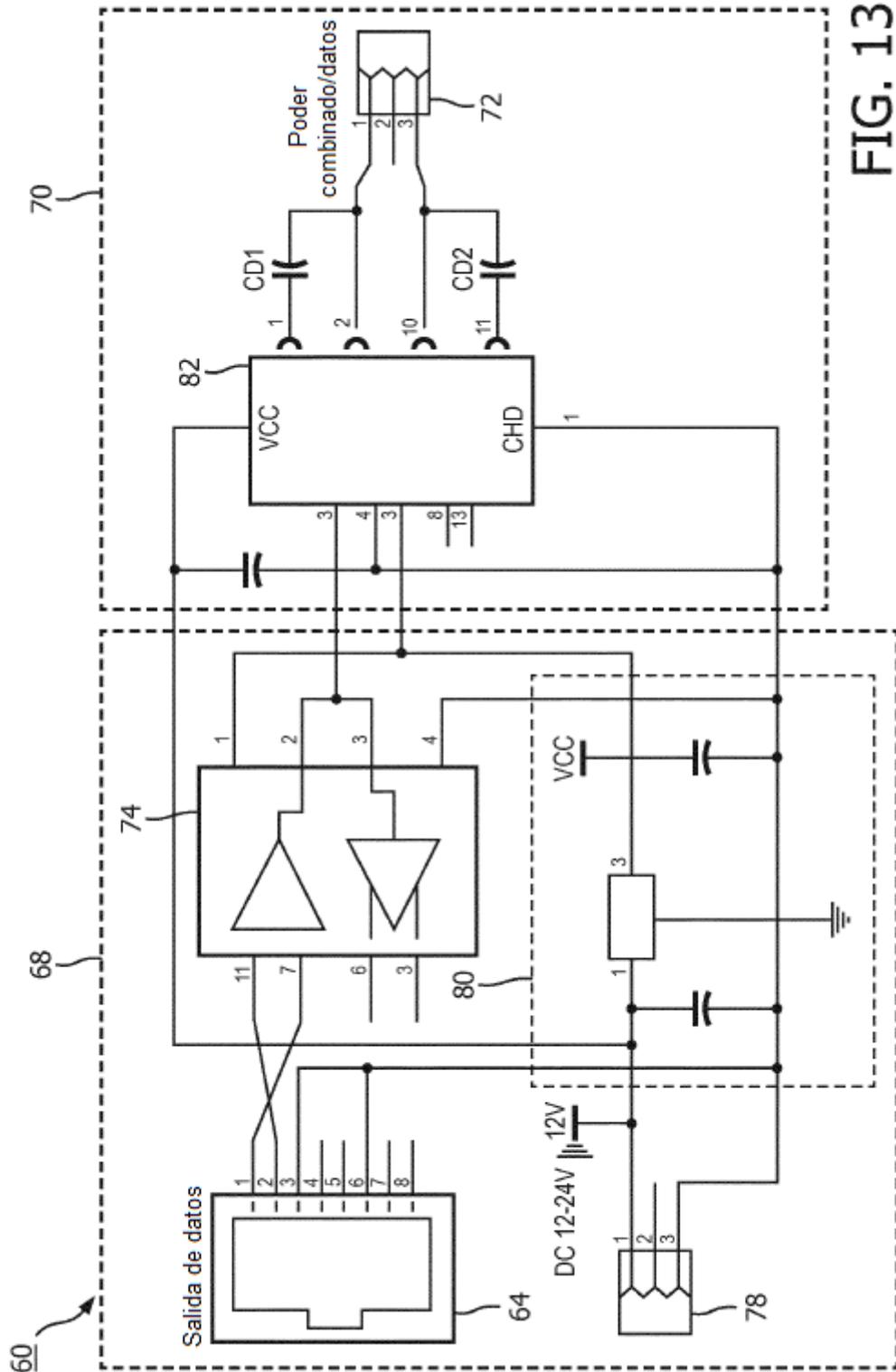


FIG. 13

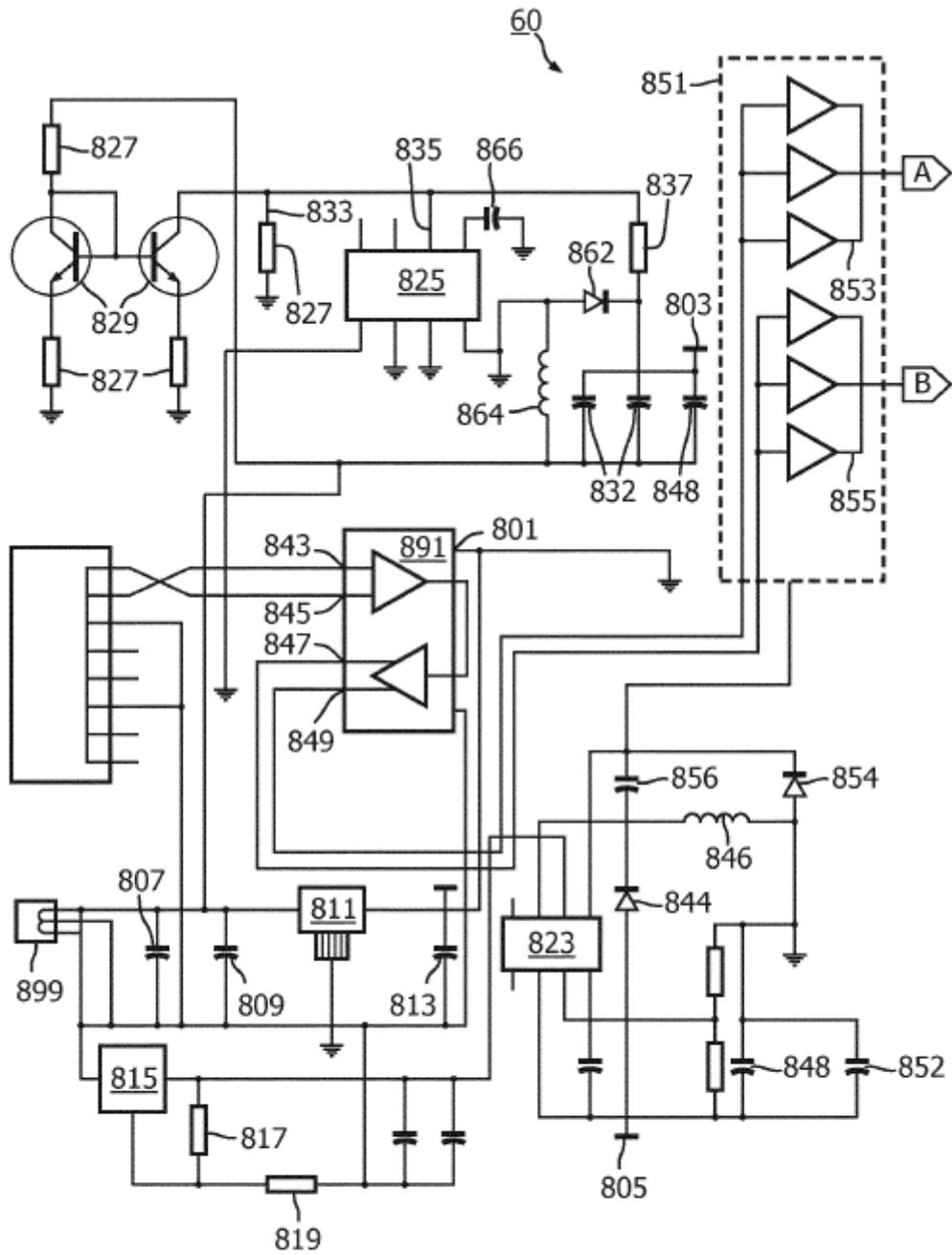


FIG. 14

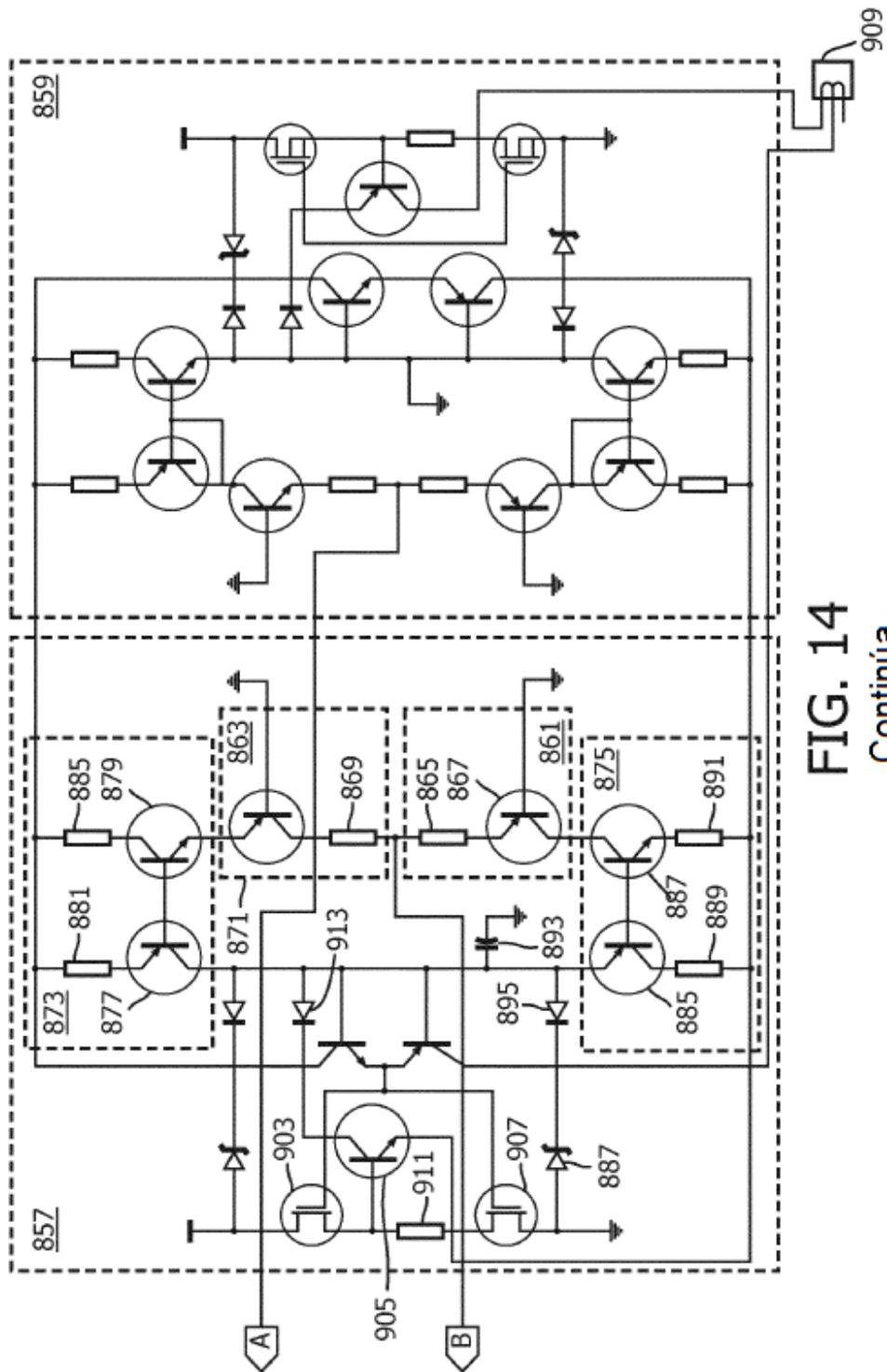


FIG. 14
Continúa

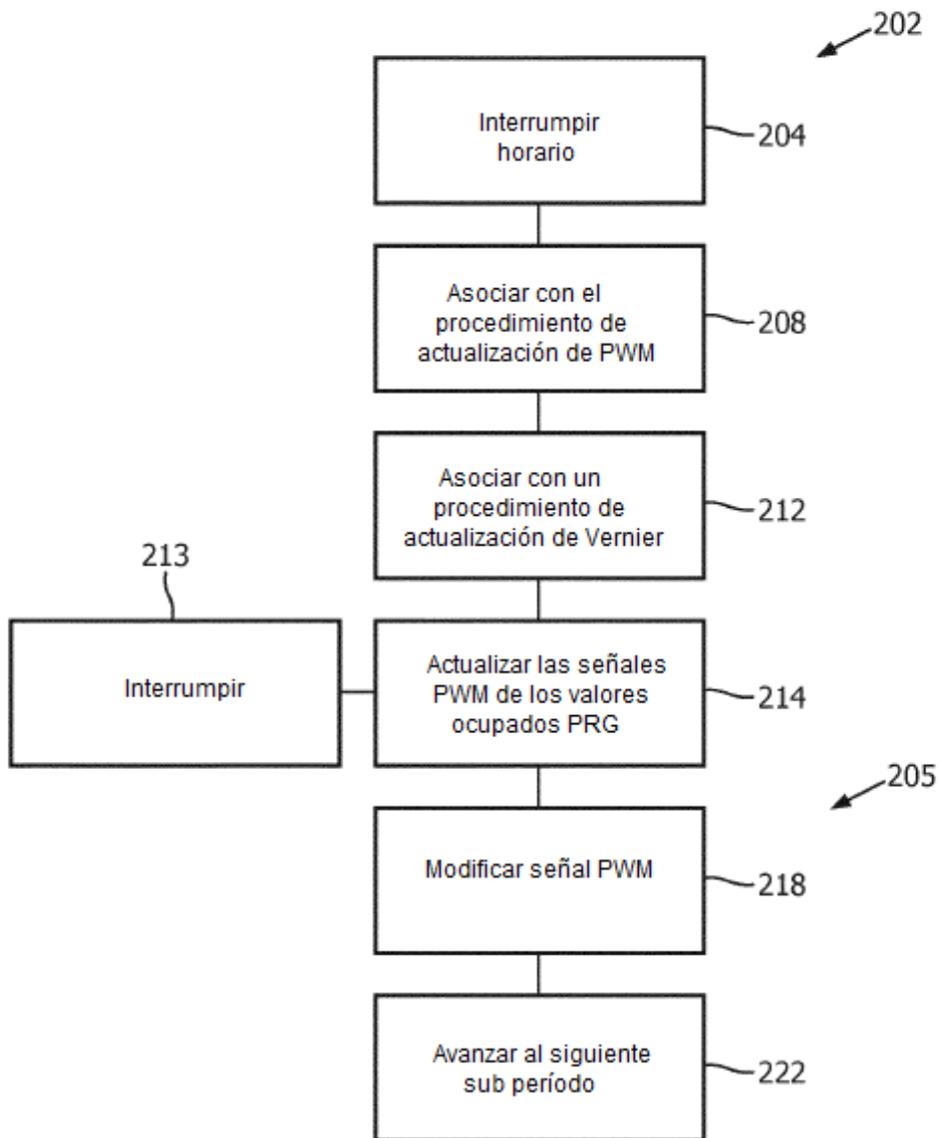


FIG. 15

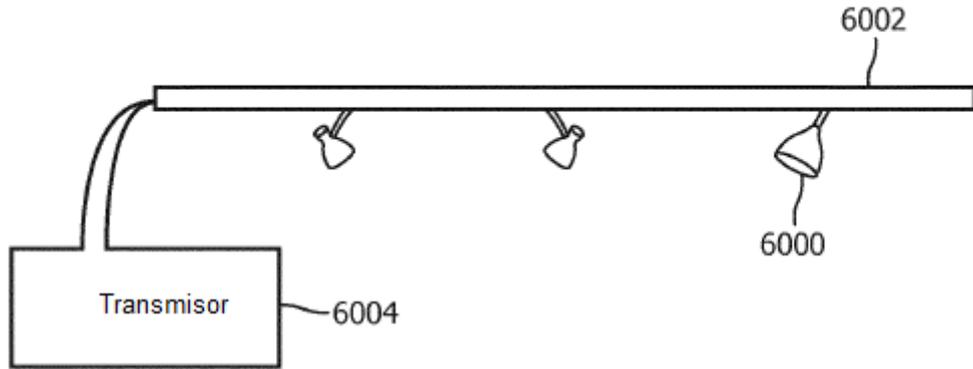


FIG. 16

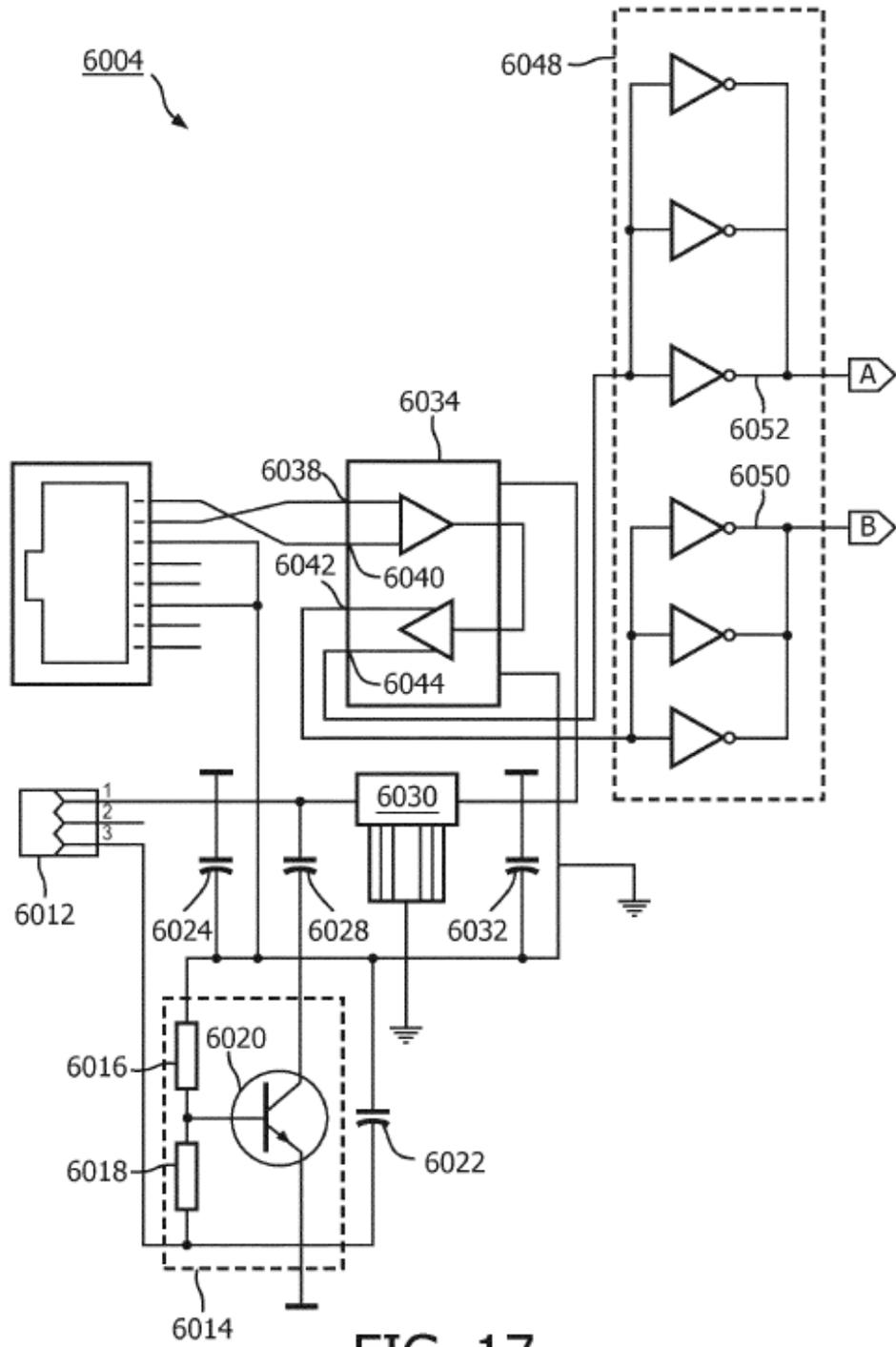


FIG. 17

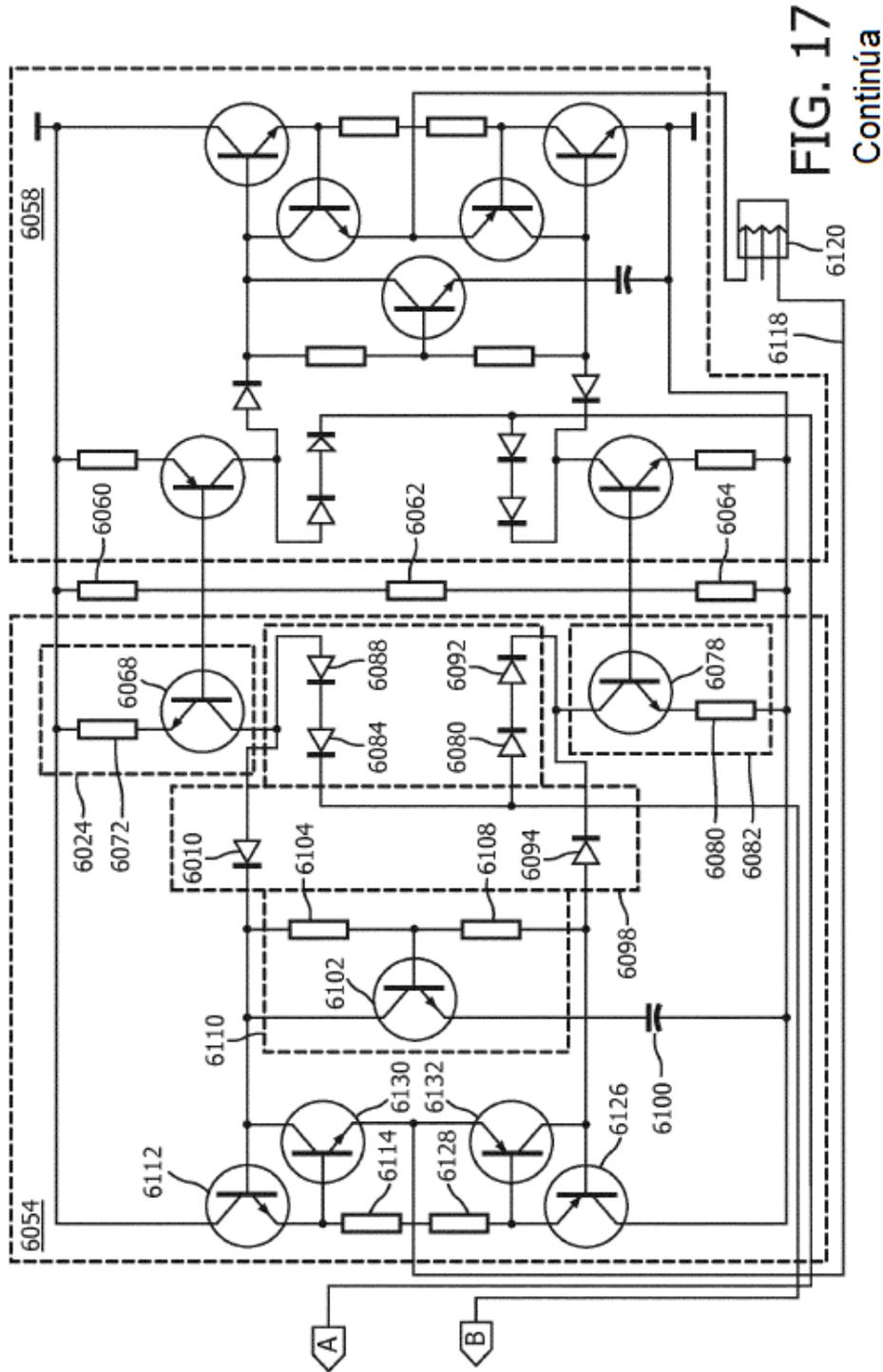


FIG. 17
Continúa

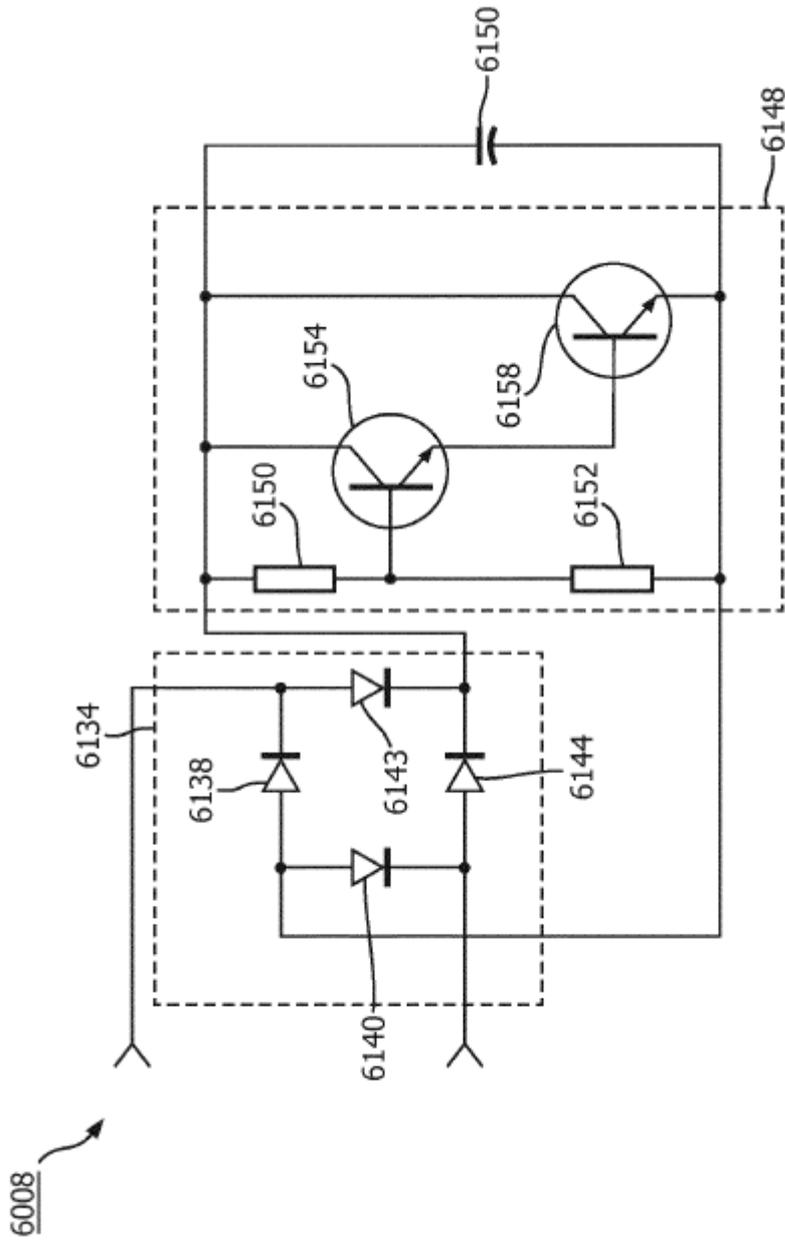
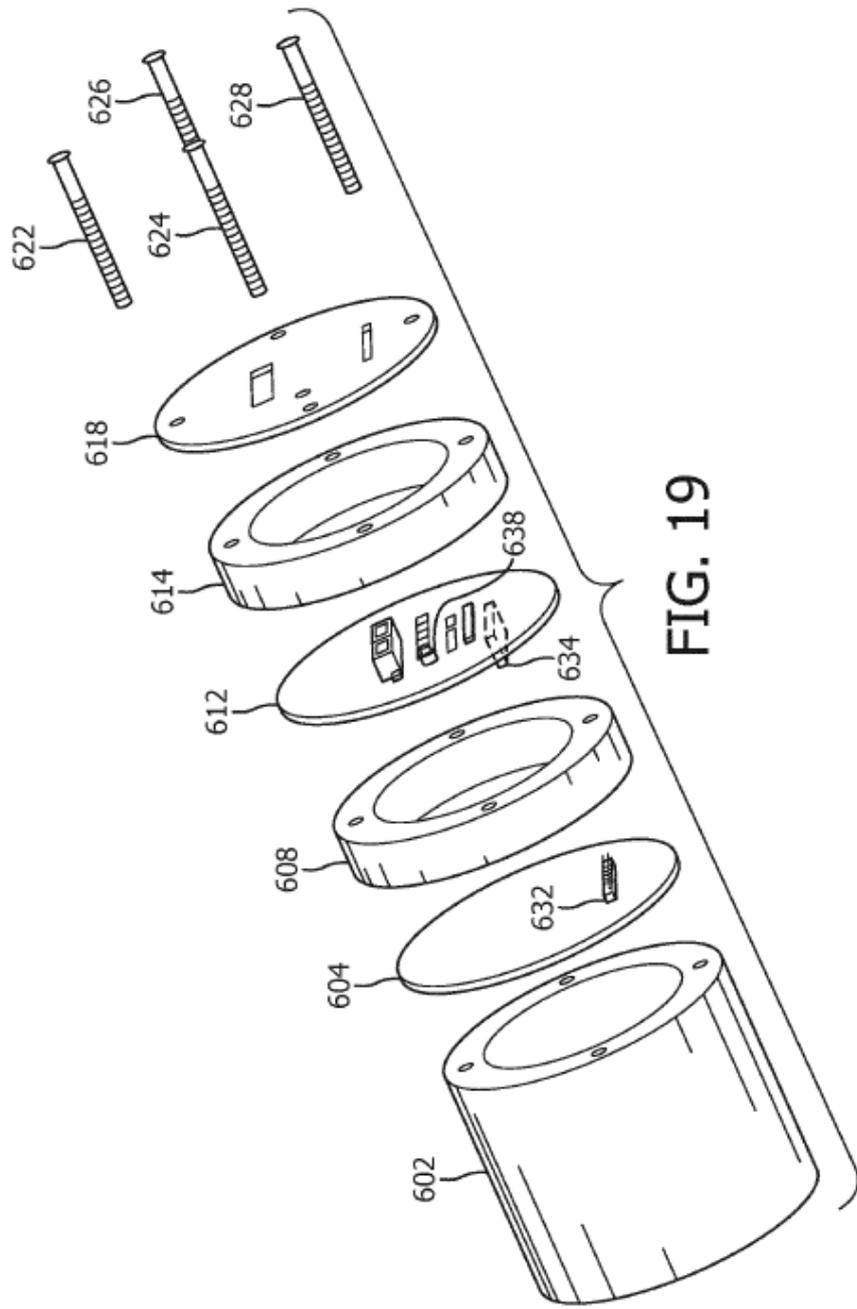


FIG. 18



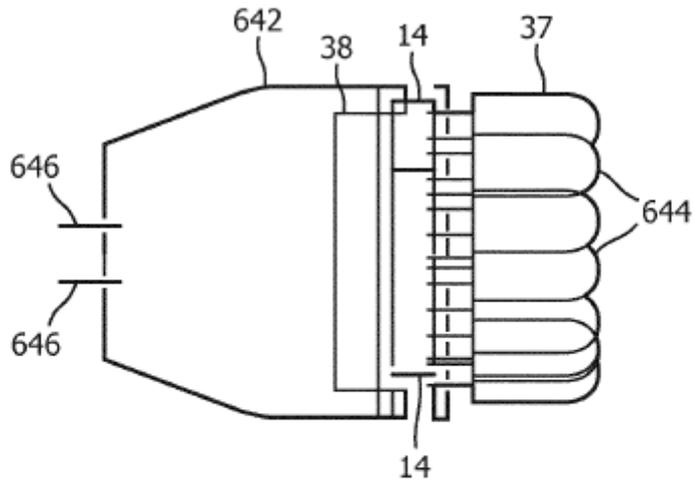


FIG. 20

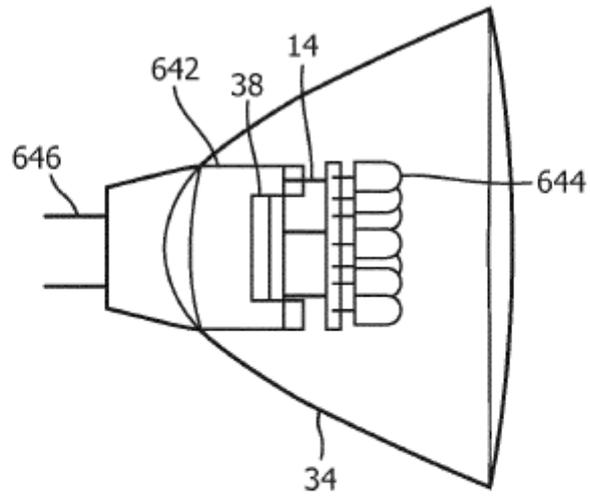


FIG. 21

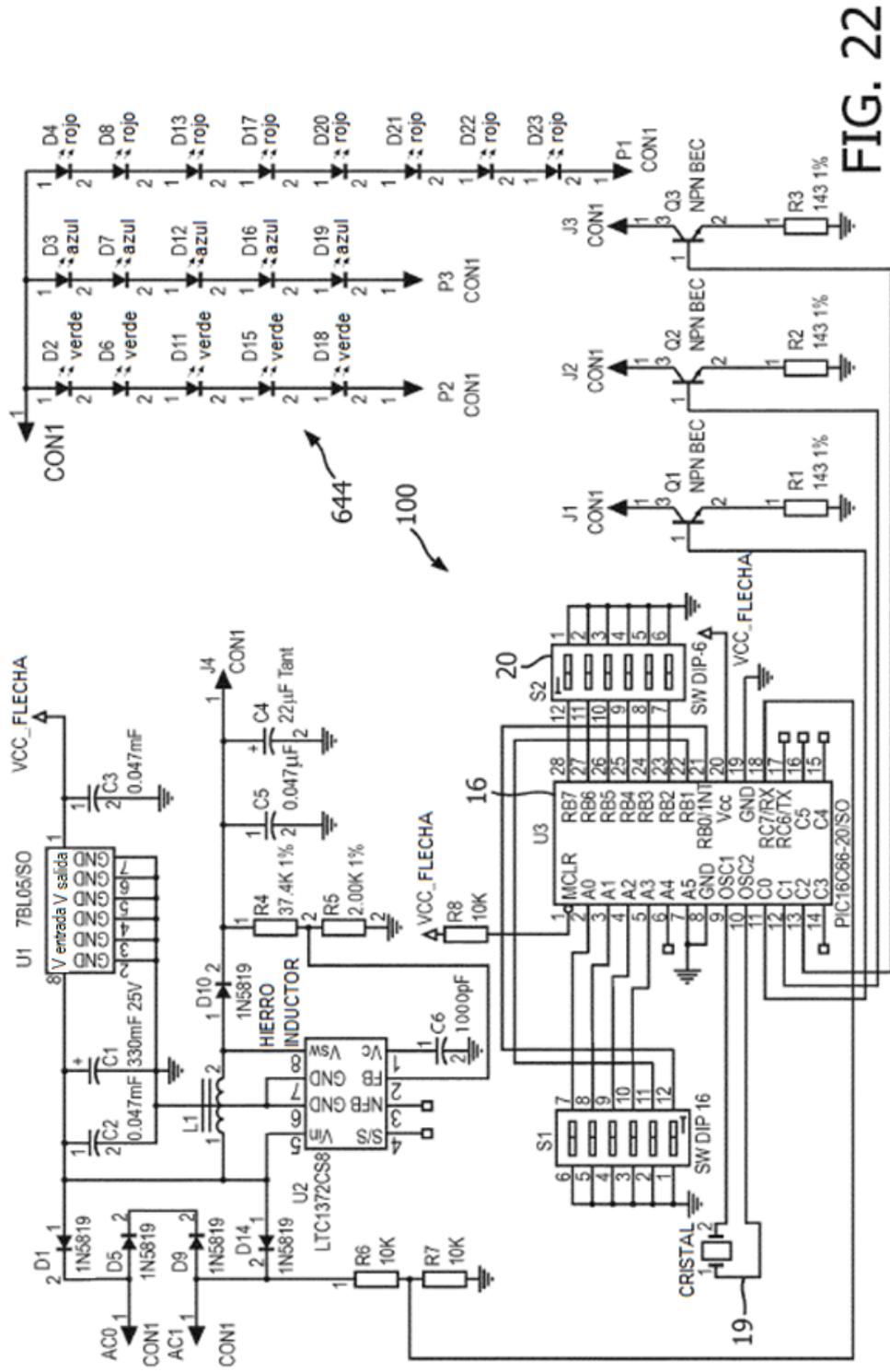


FIG. 22

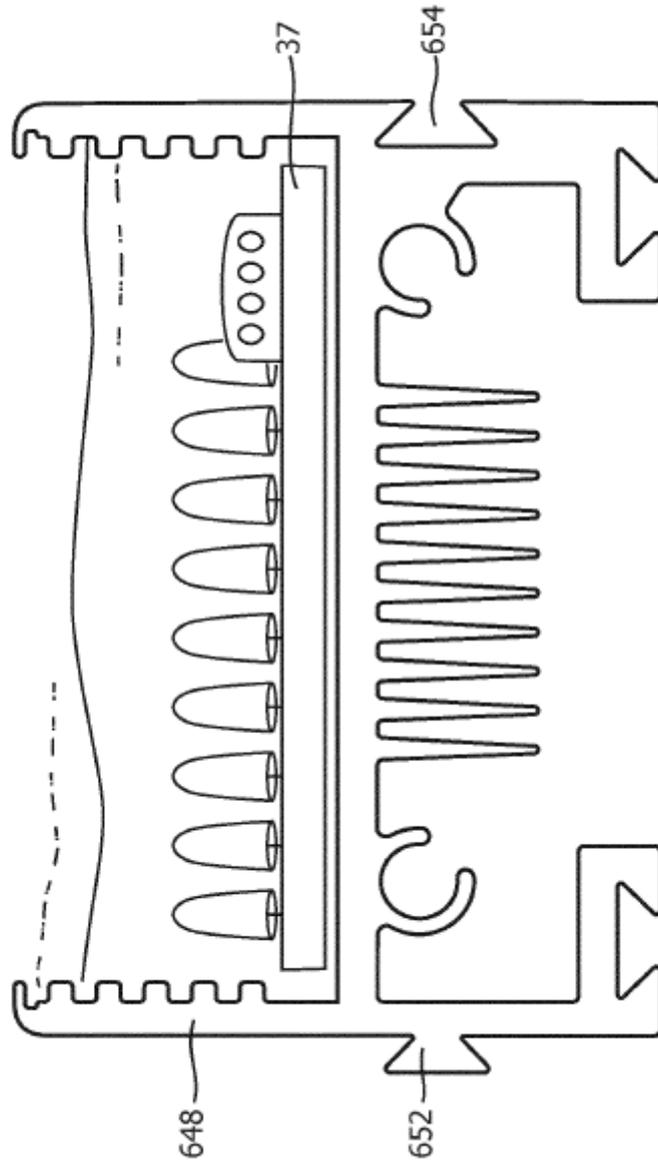


FIG. 23

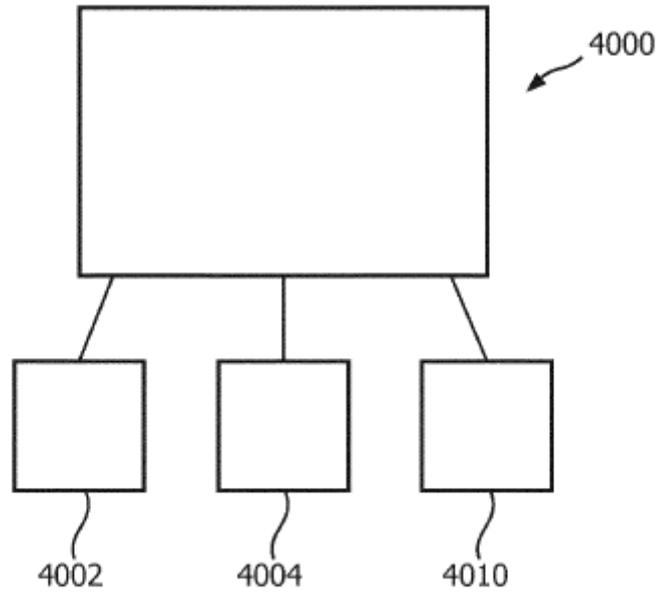


FIG. 24

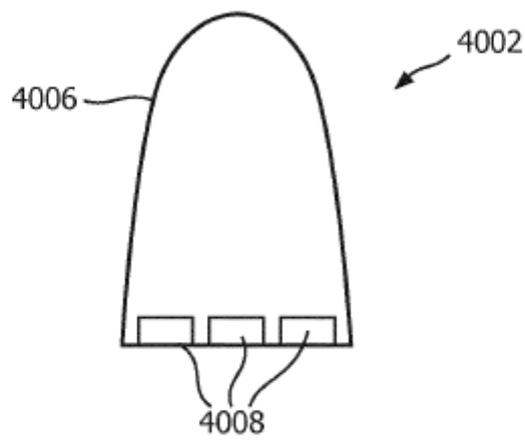


FIG. 25

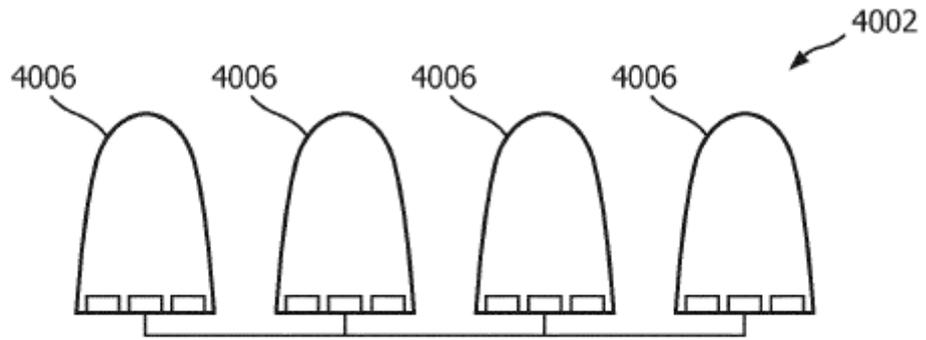


FIG. 26

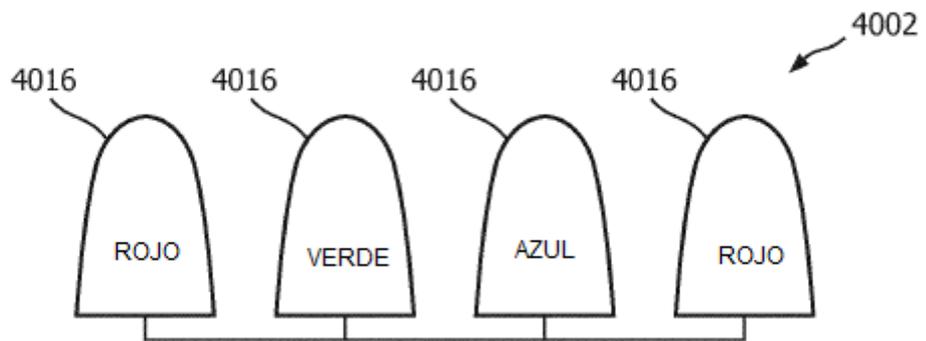


FIG. 27

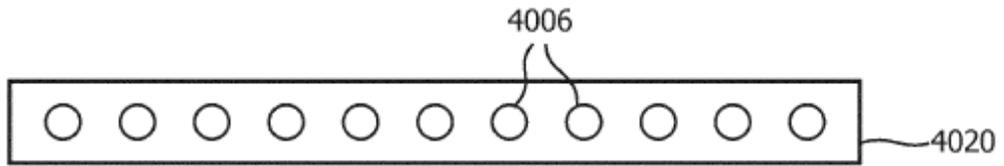


FIG. 28A

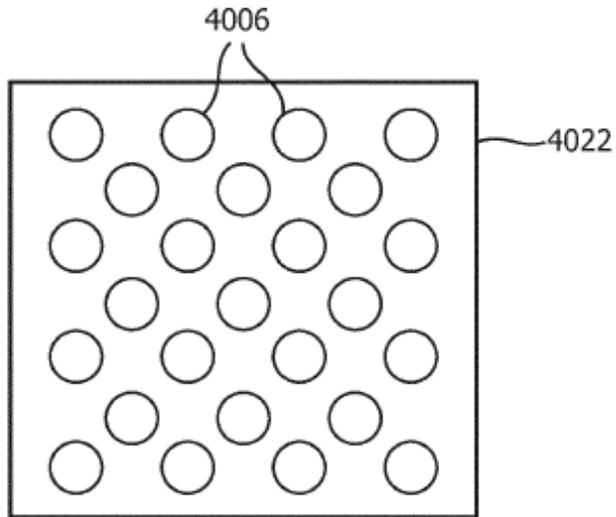


FIG. 28B

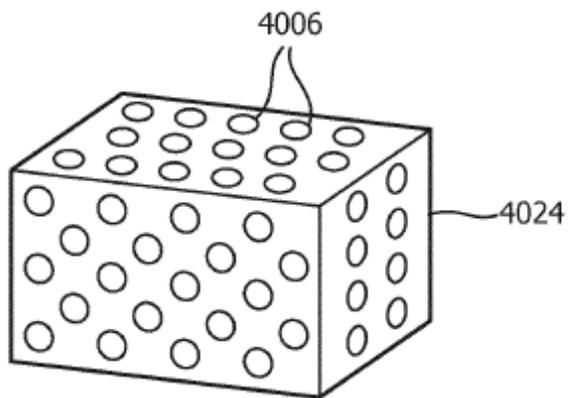


FIG. 28C

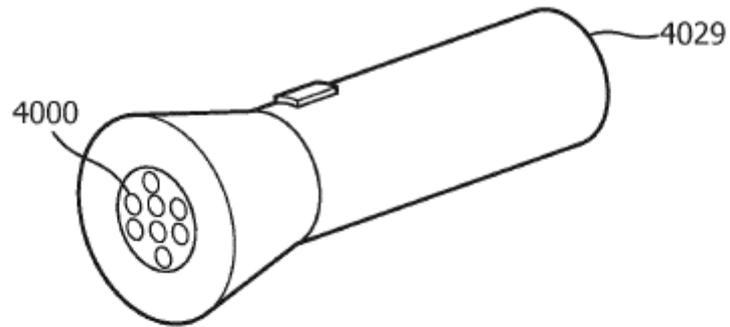


FIG. 29

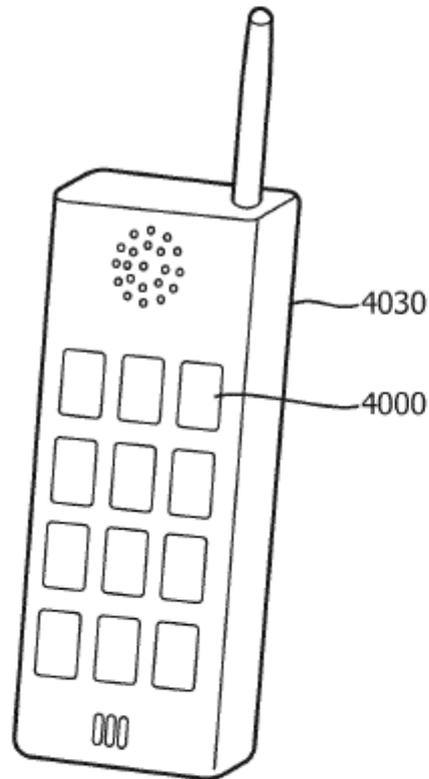


FIG. 30

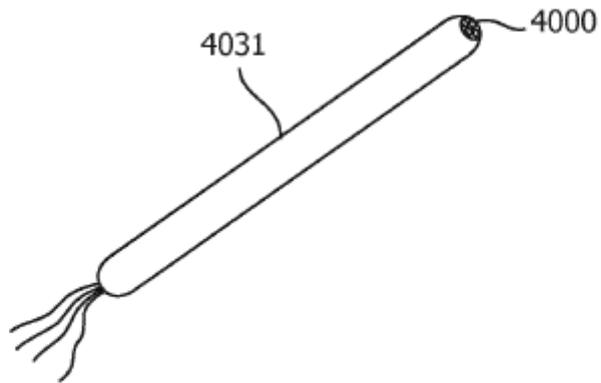


FIG. 31

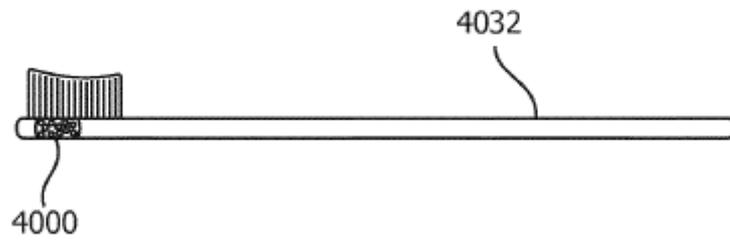


FIG. 32

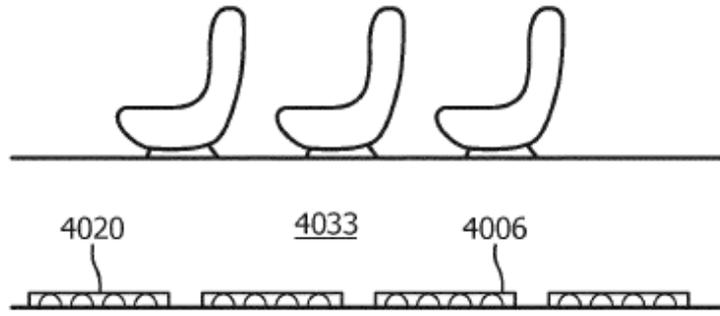


FIG. 33

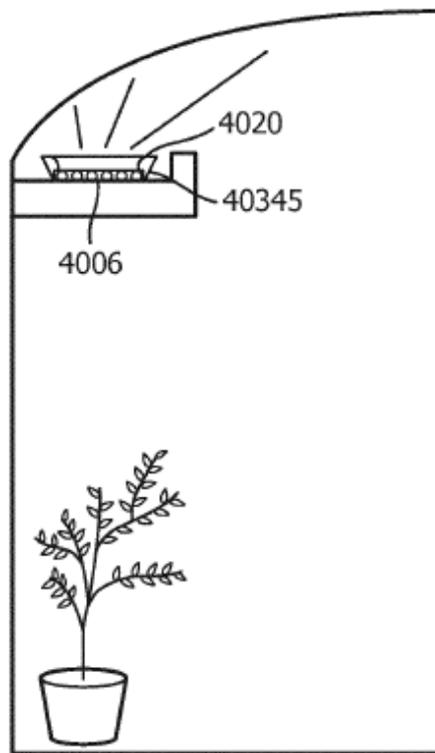


FIG. 34

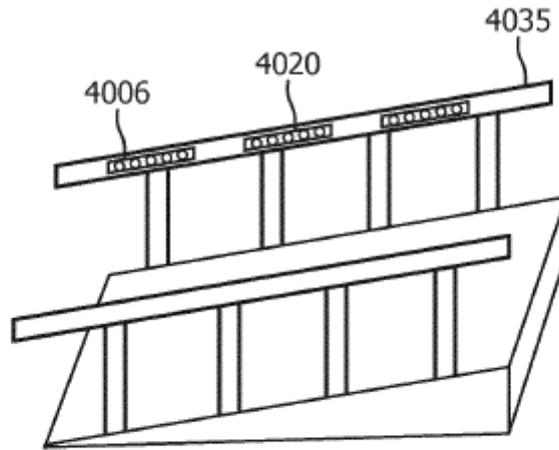


FIG. 35

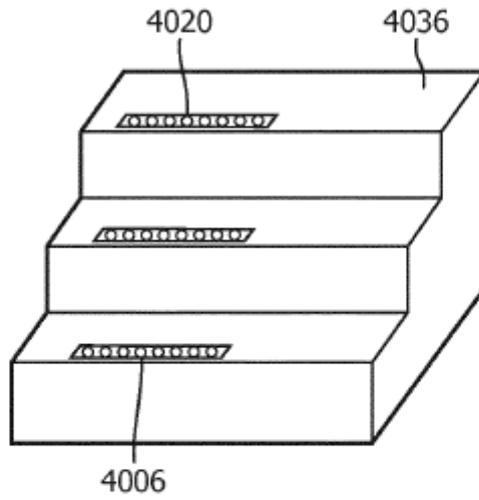


FIG. 36

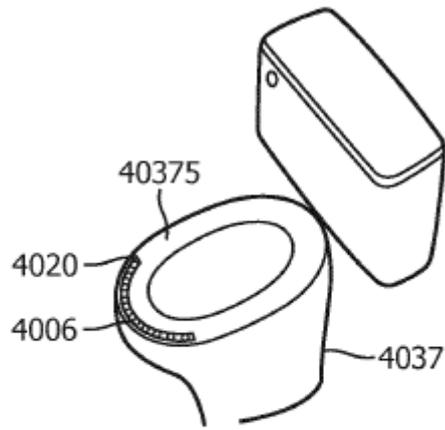


FIG. 37

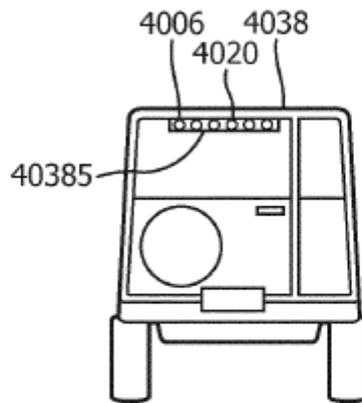


FIG. 38

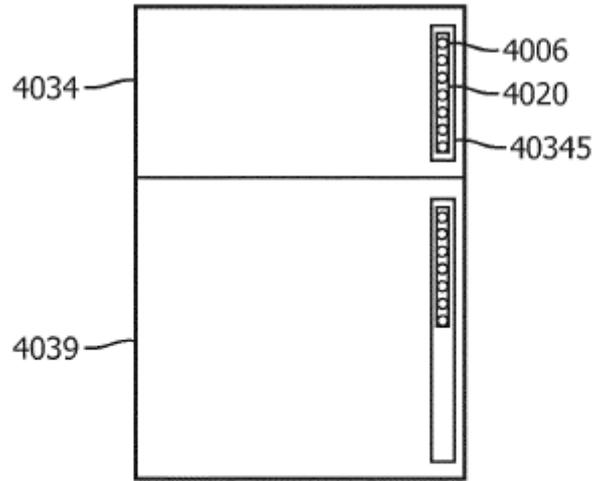


FIG. 39

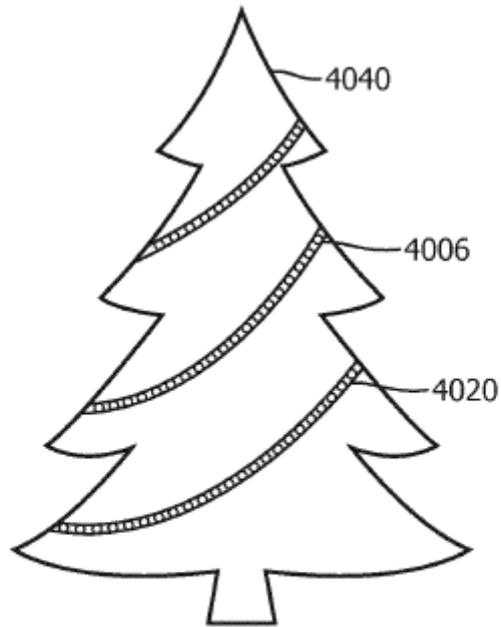


FIG. 40

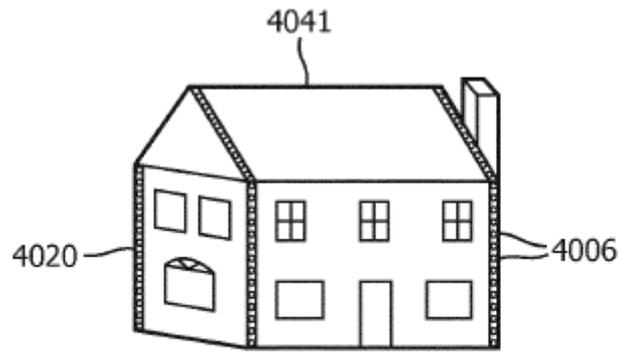


FIG. 41

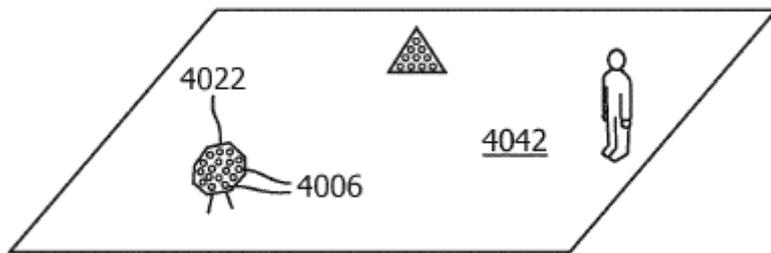


FIG. 42

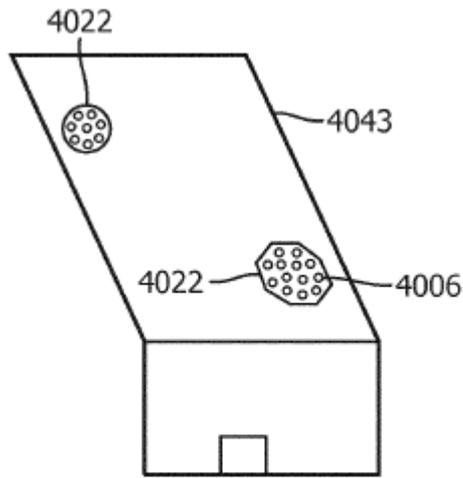


FIG. 43

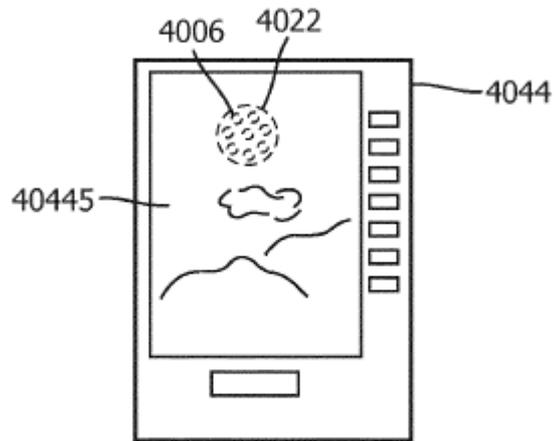


FIG. 44

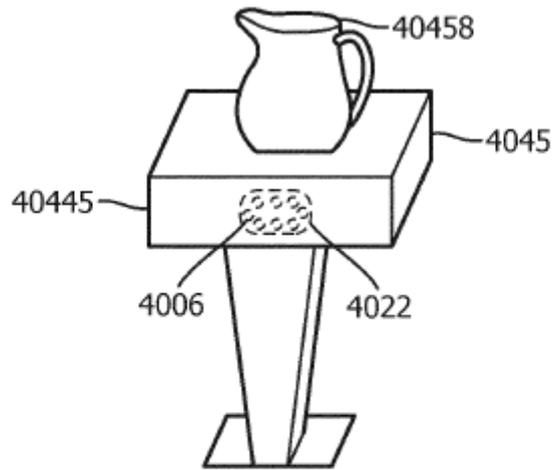


FIG. 45

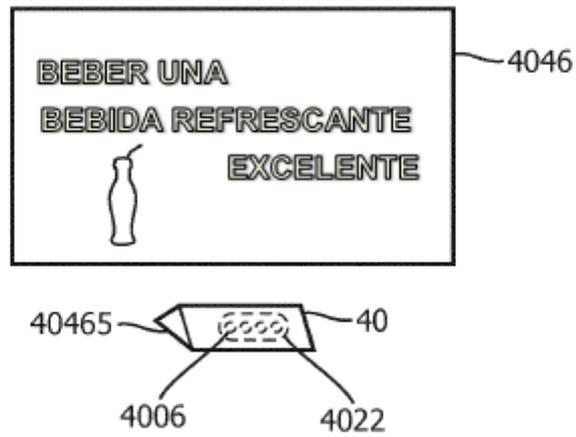


FIG. 46

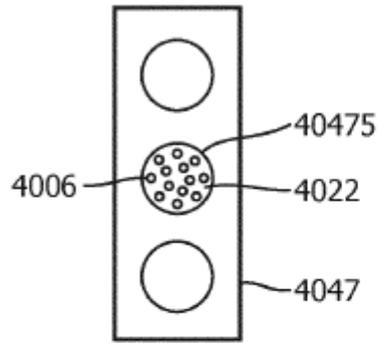


FIG. 47

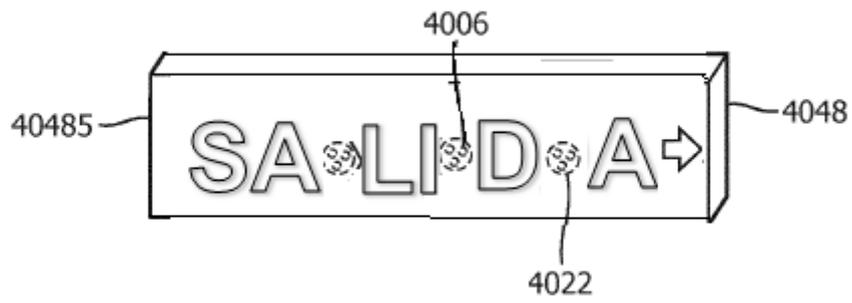


FIG. 48

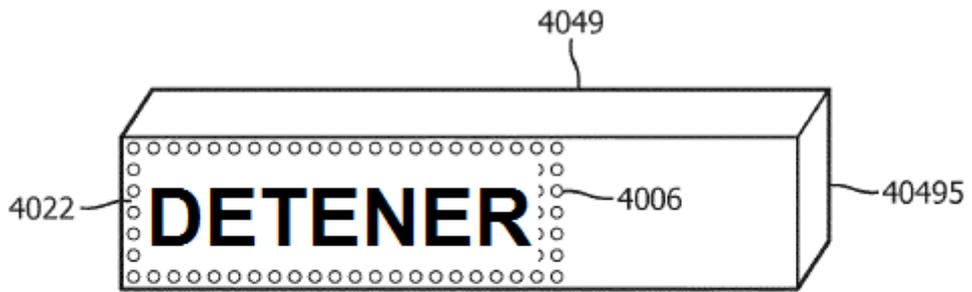


FIG. 49

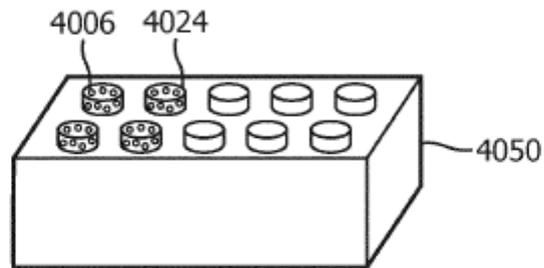


FIG. 50

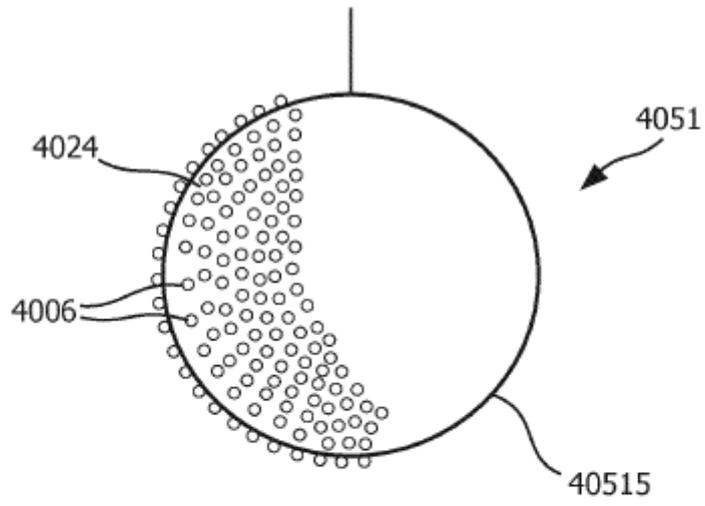


FIG. 51

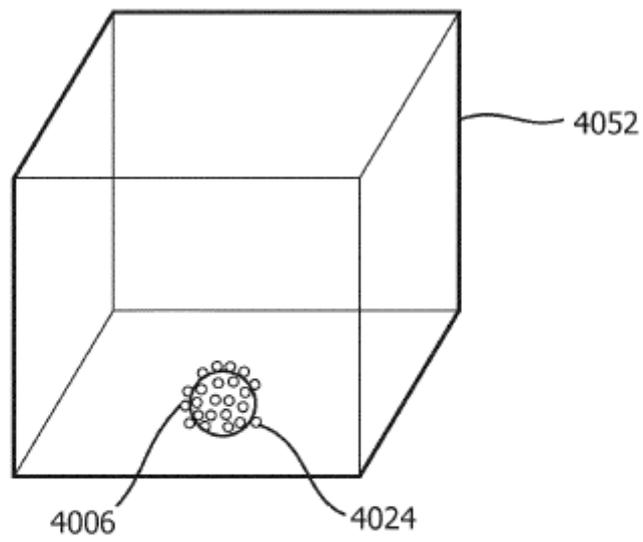


FIG. 52

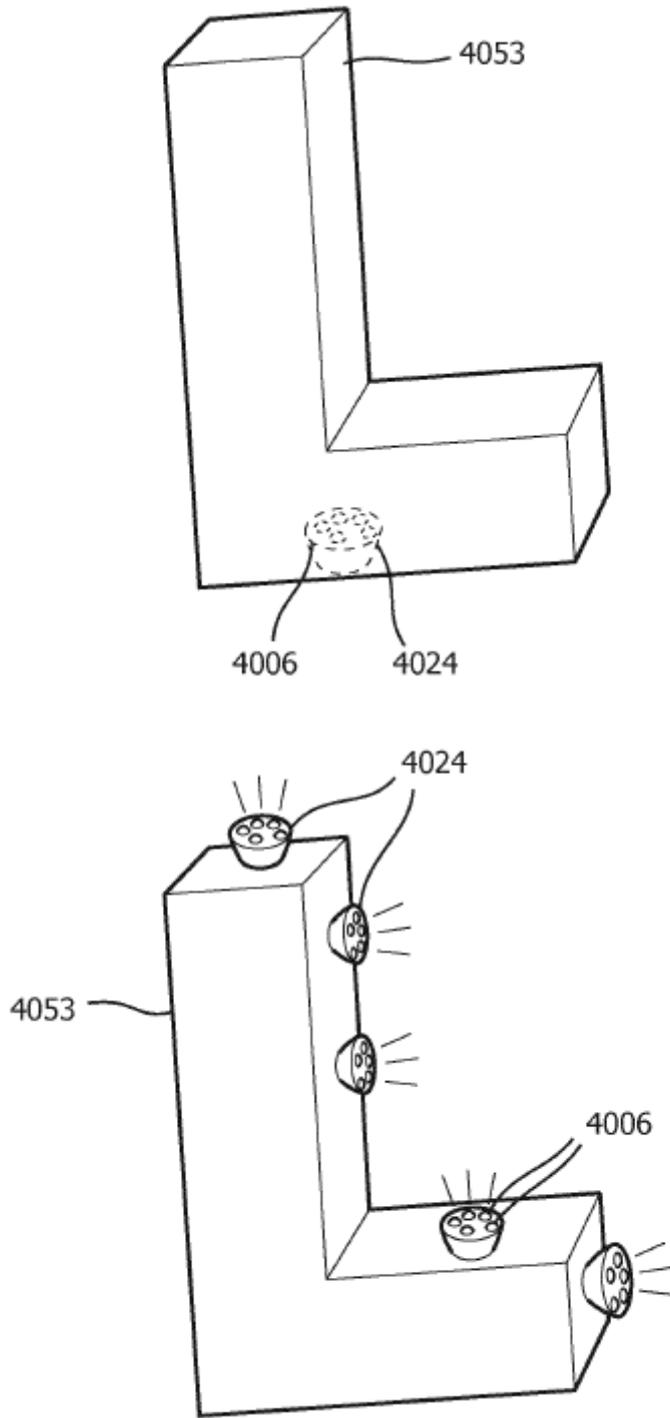


FIG. 53

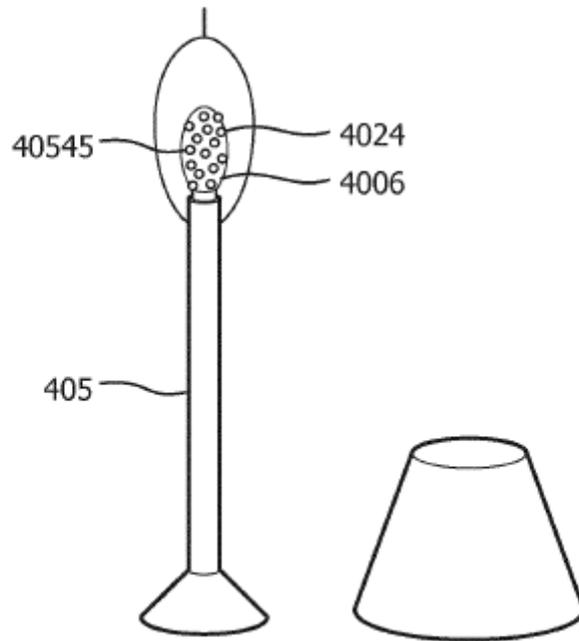


FIG. 54

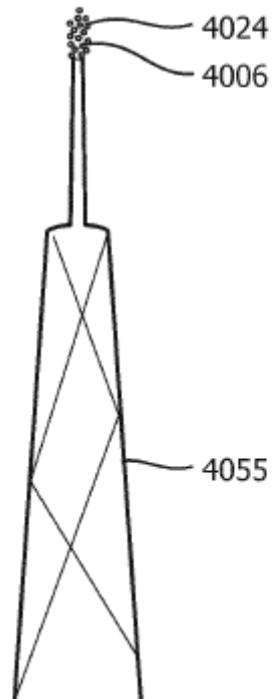


FIG. 55

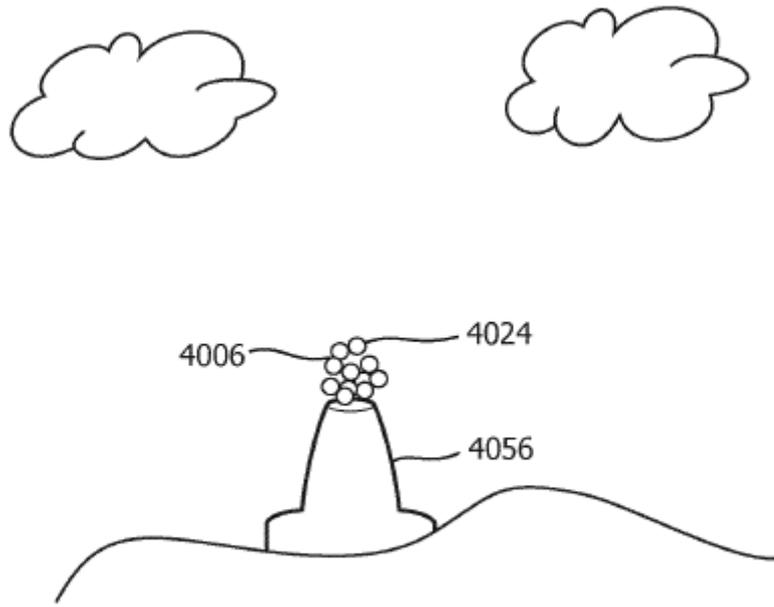


FIG. 56

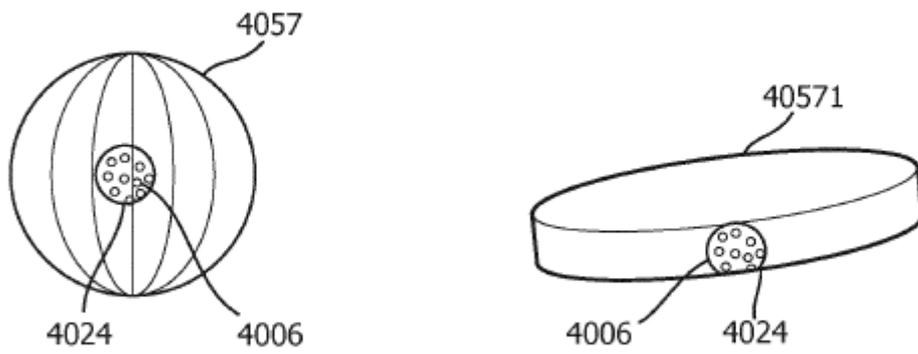


FIG. 57

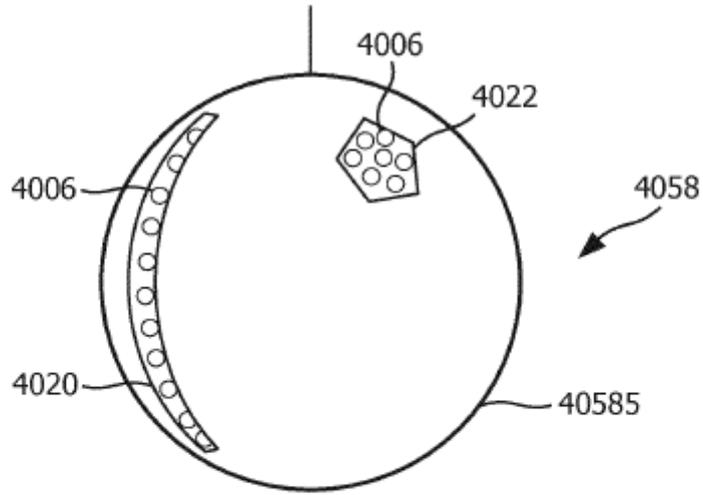


FIG. 58

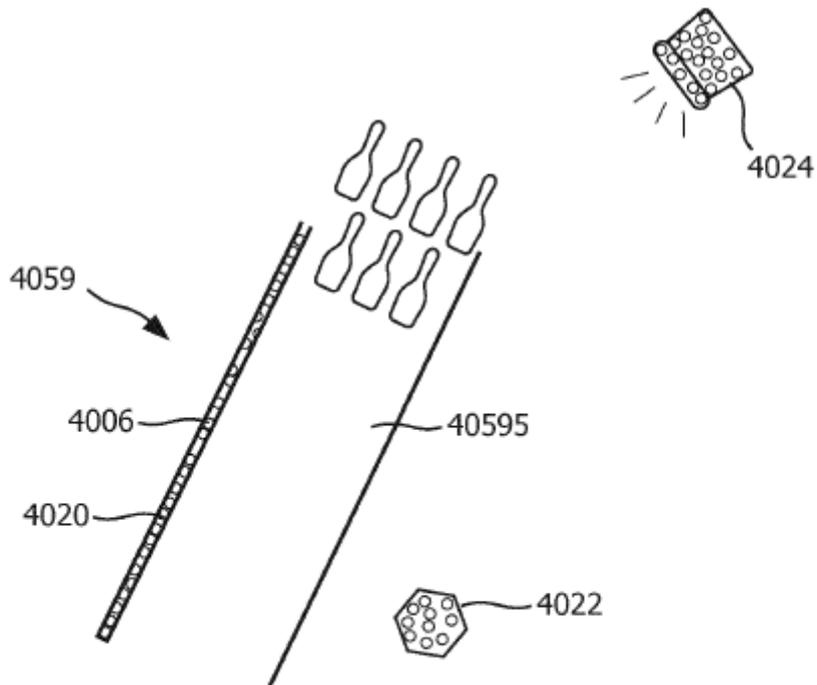


FIG. 59

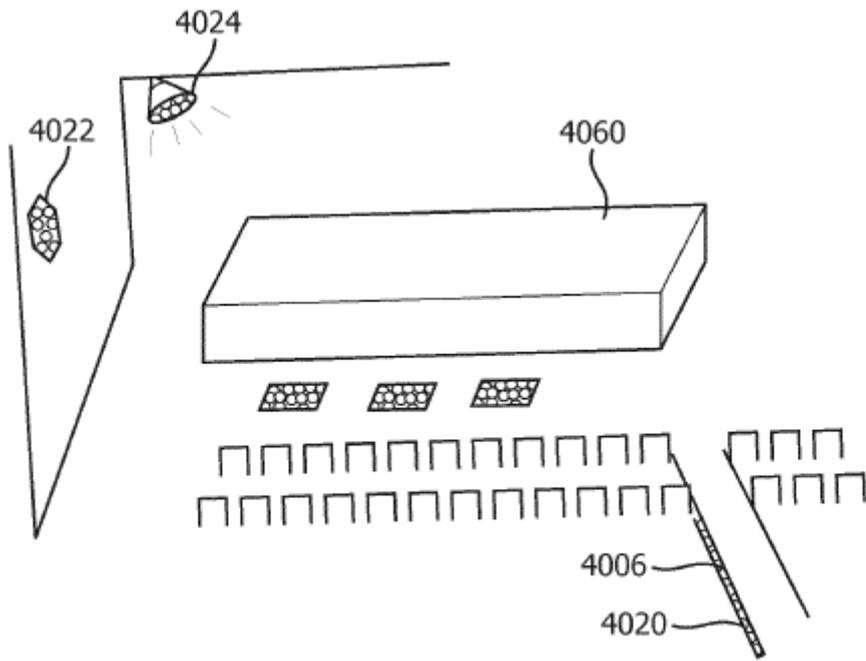


FIG. 60

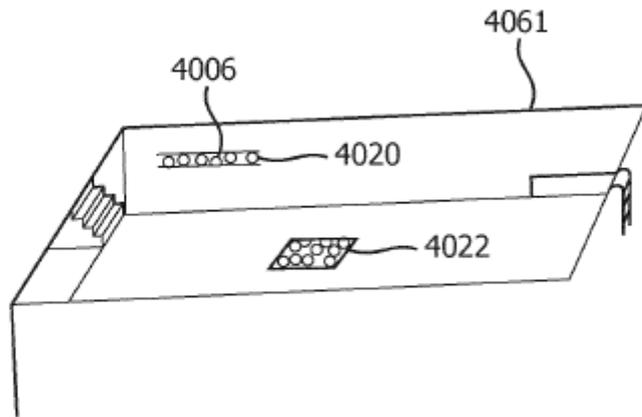


FIG. 61

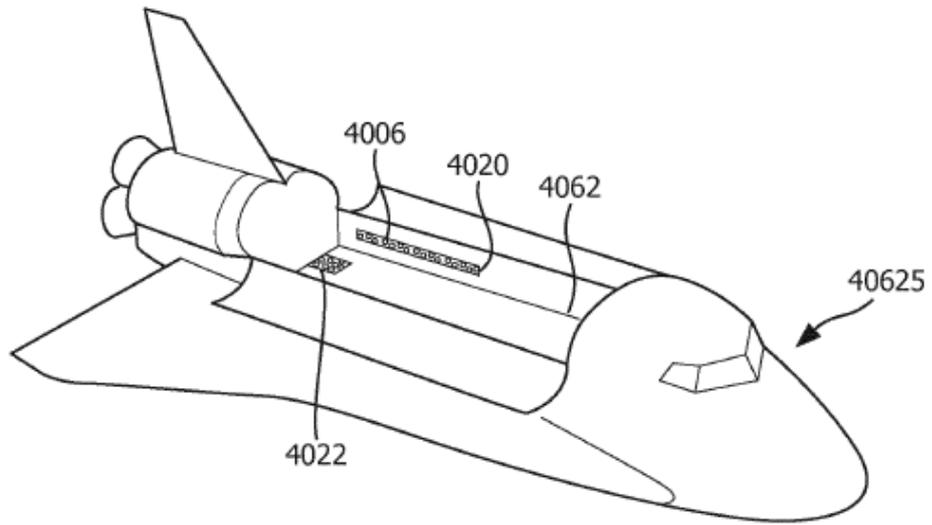


FIG. 62

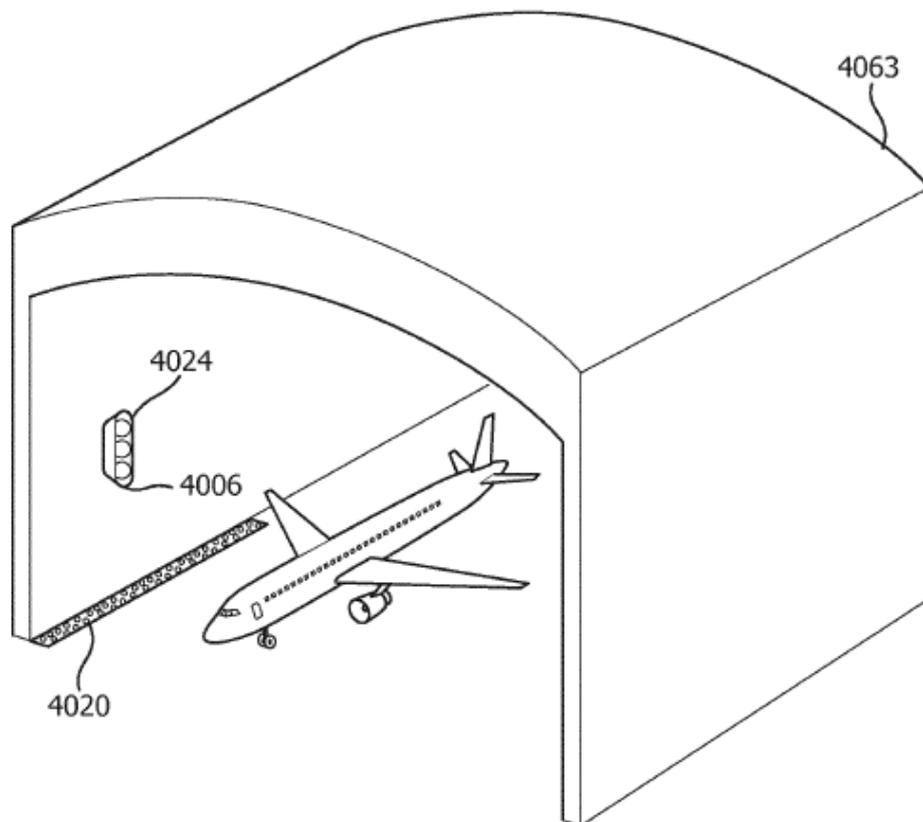


FIG. 63

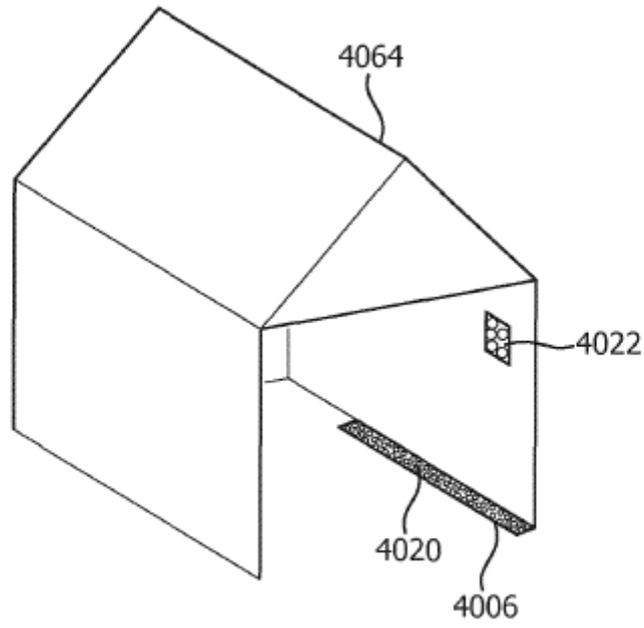


FIG. 64

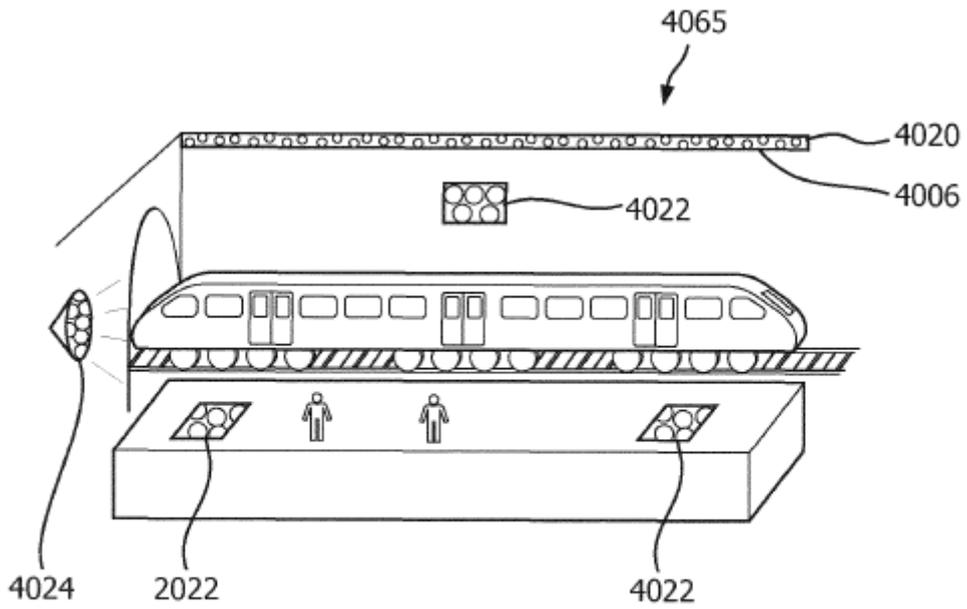


FIG. 65

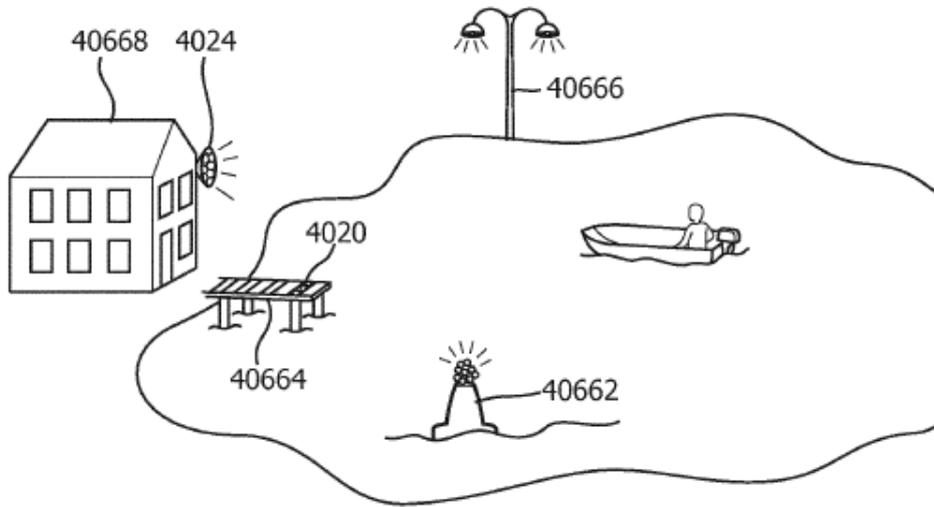


FIG. 66

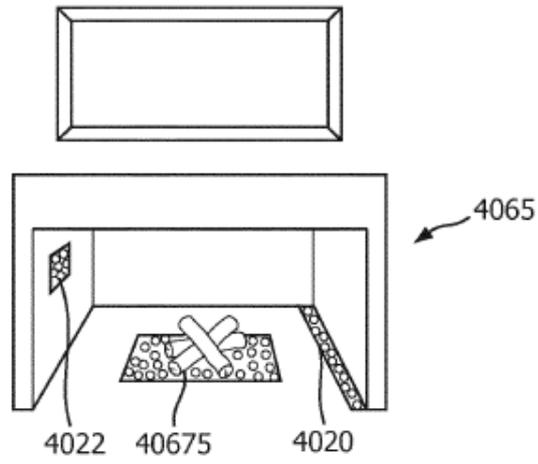


FIG. 67

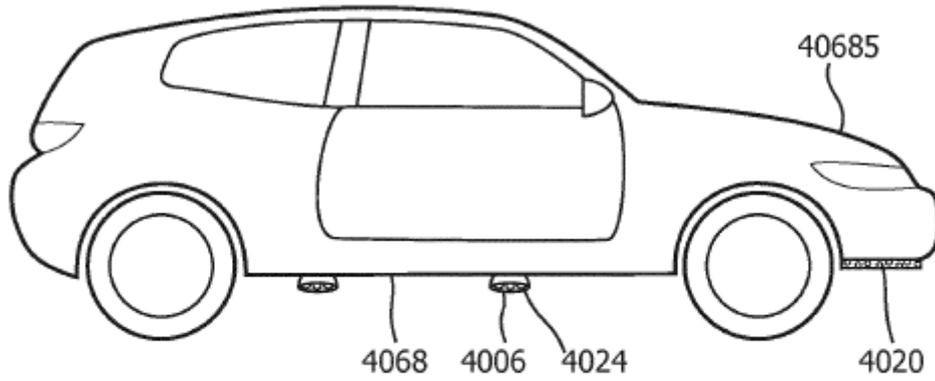


FIG. 68

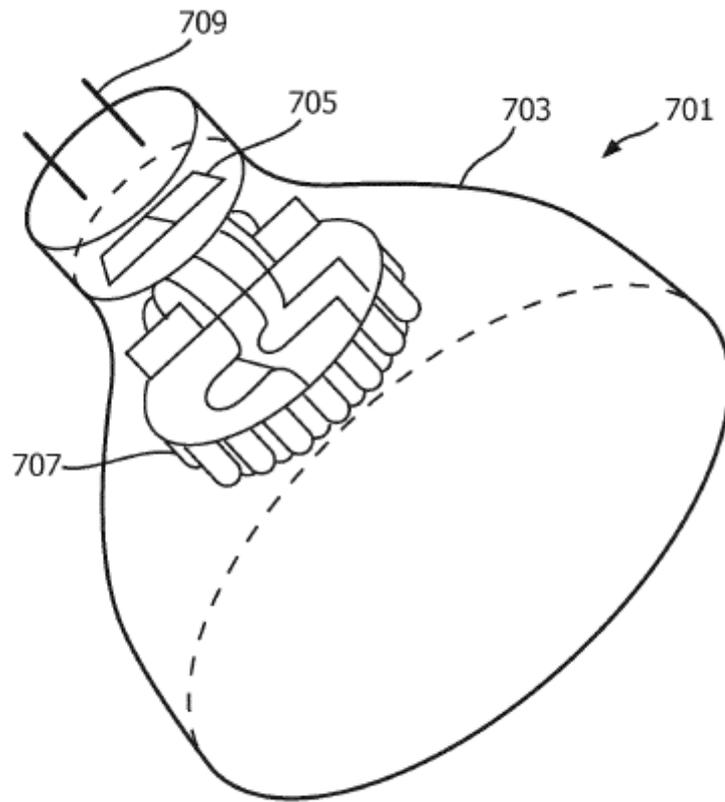


FIG. 69

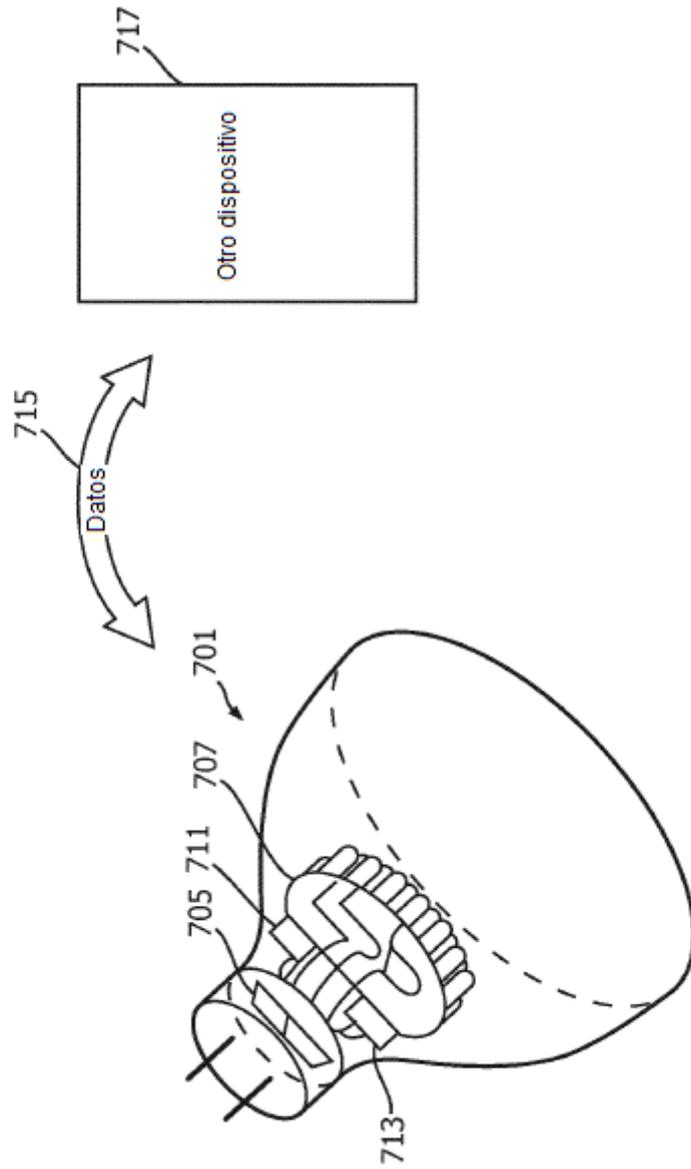


FIG. 70

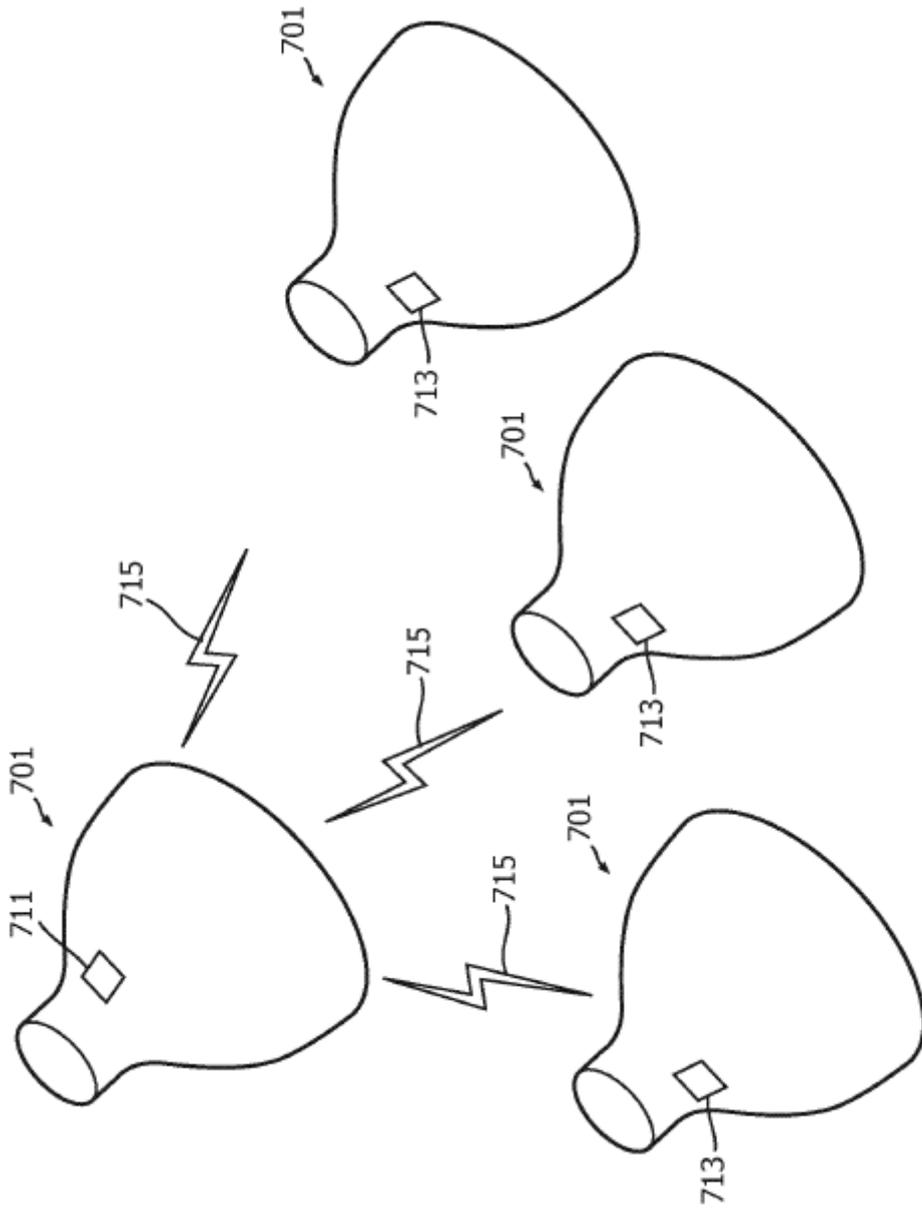


FIG. 71

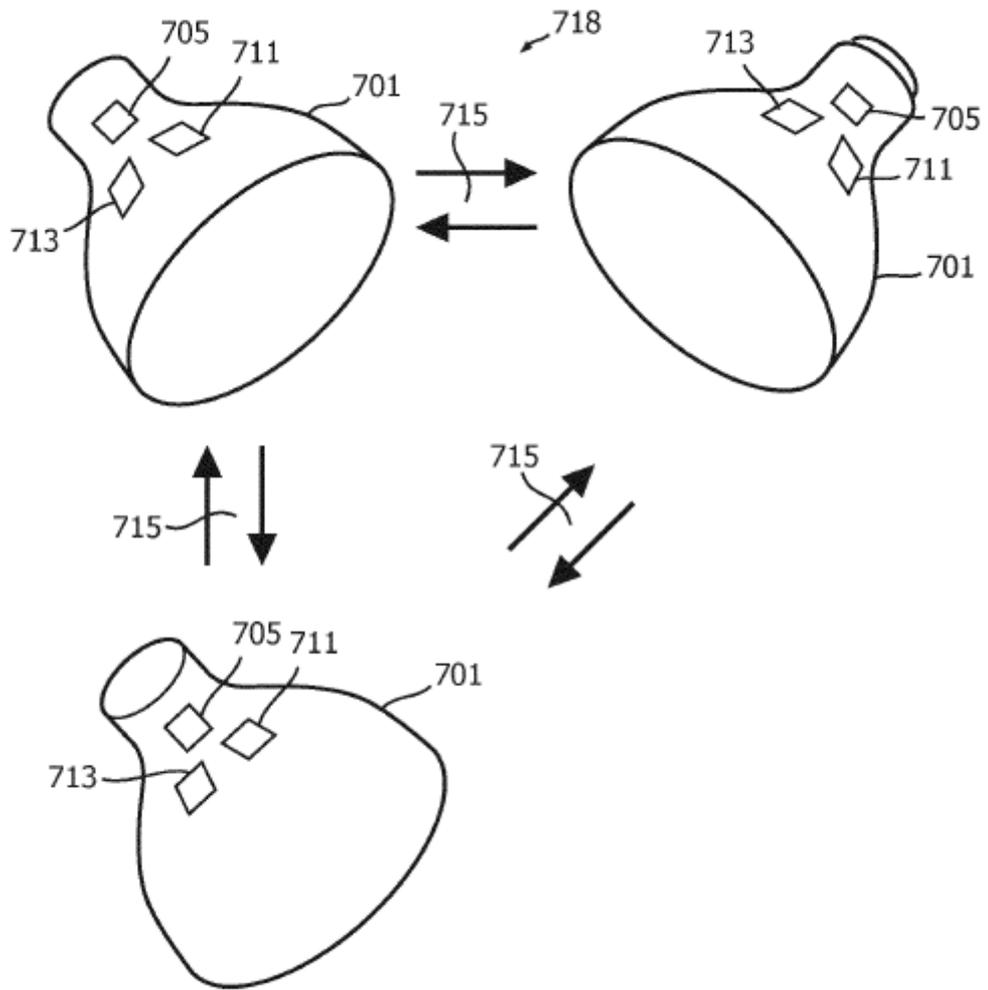


FIG. 72

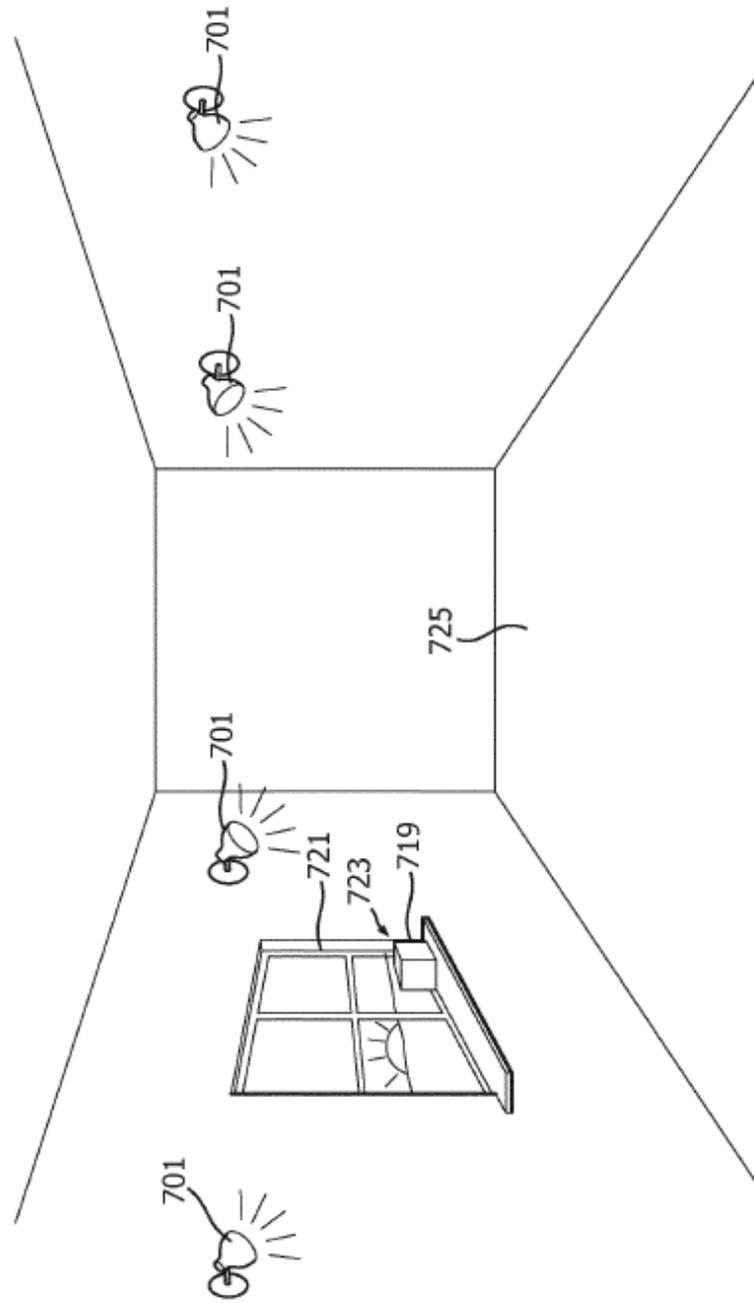


FIG. 73

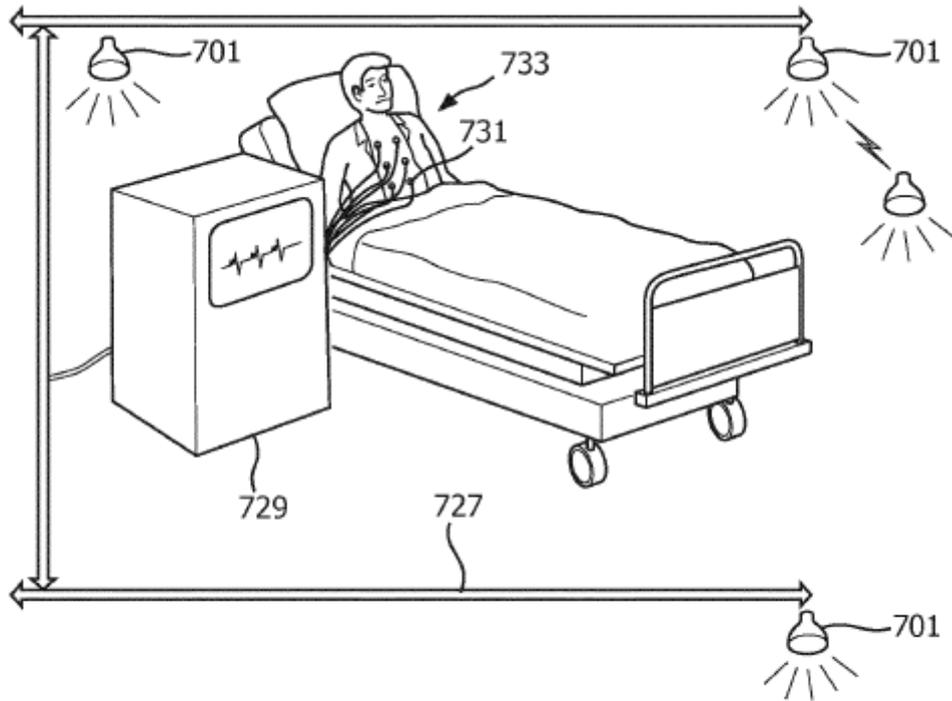


FIG. 74

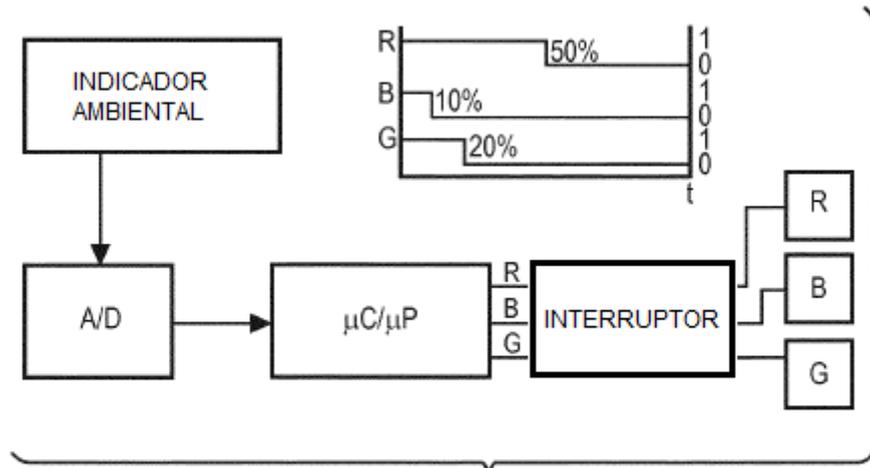


FIG. 75

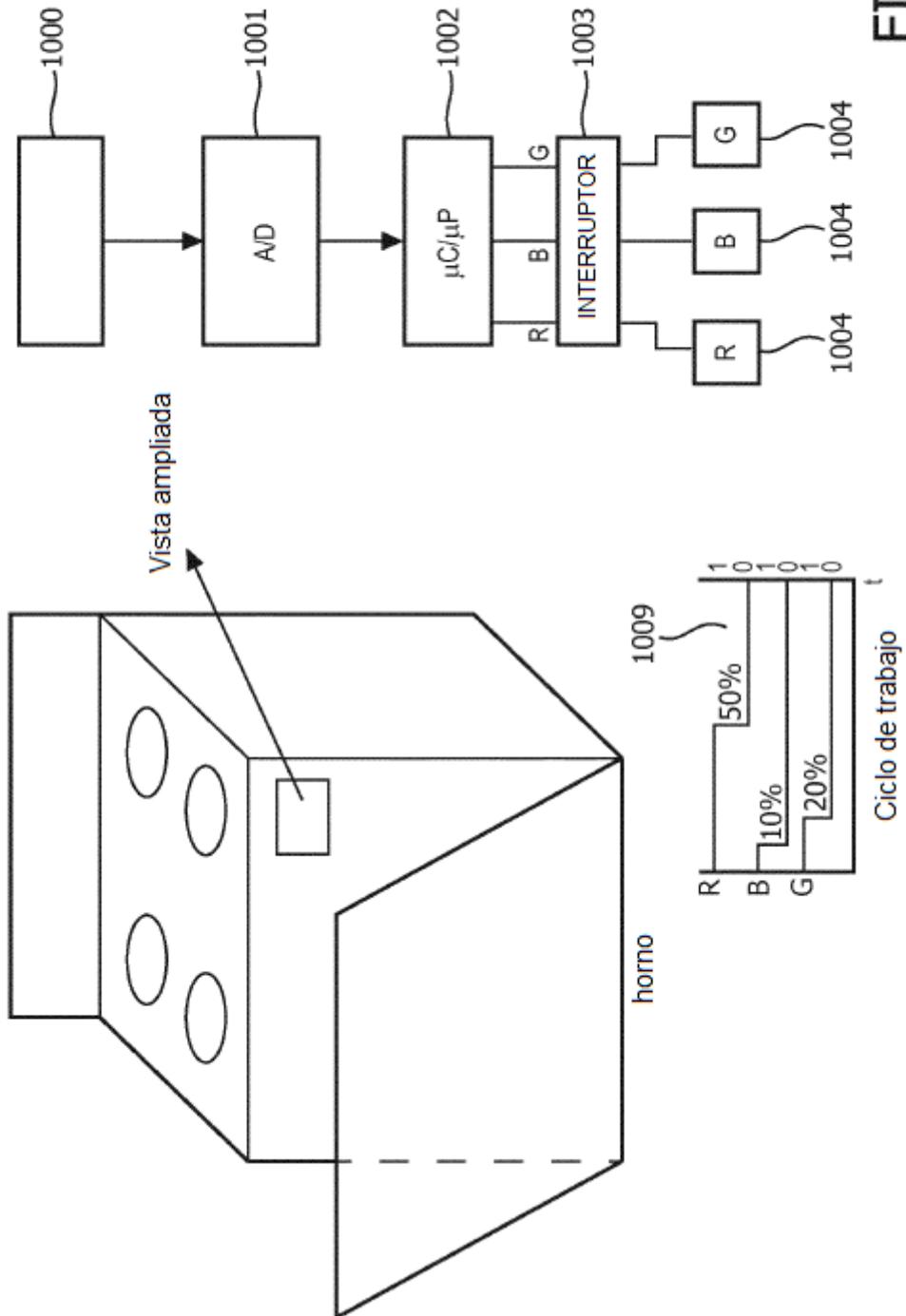


FIG.76

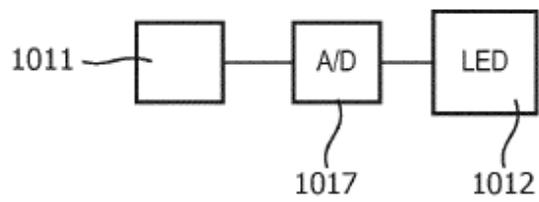
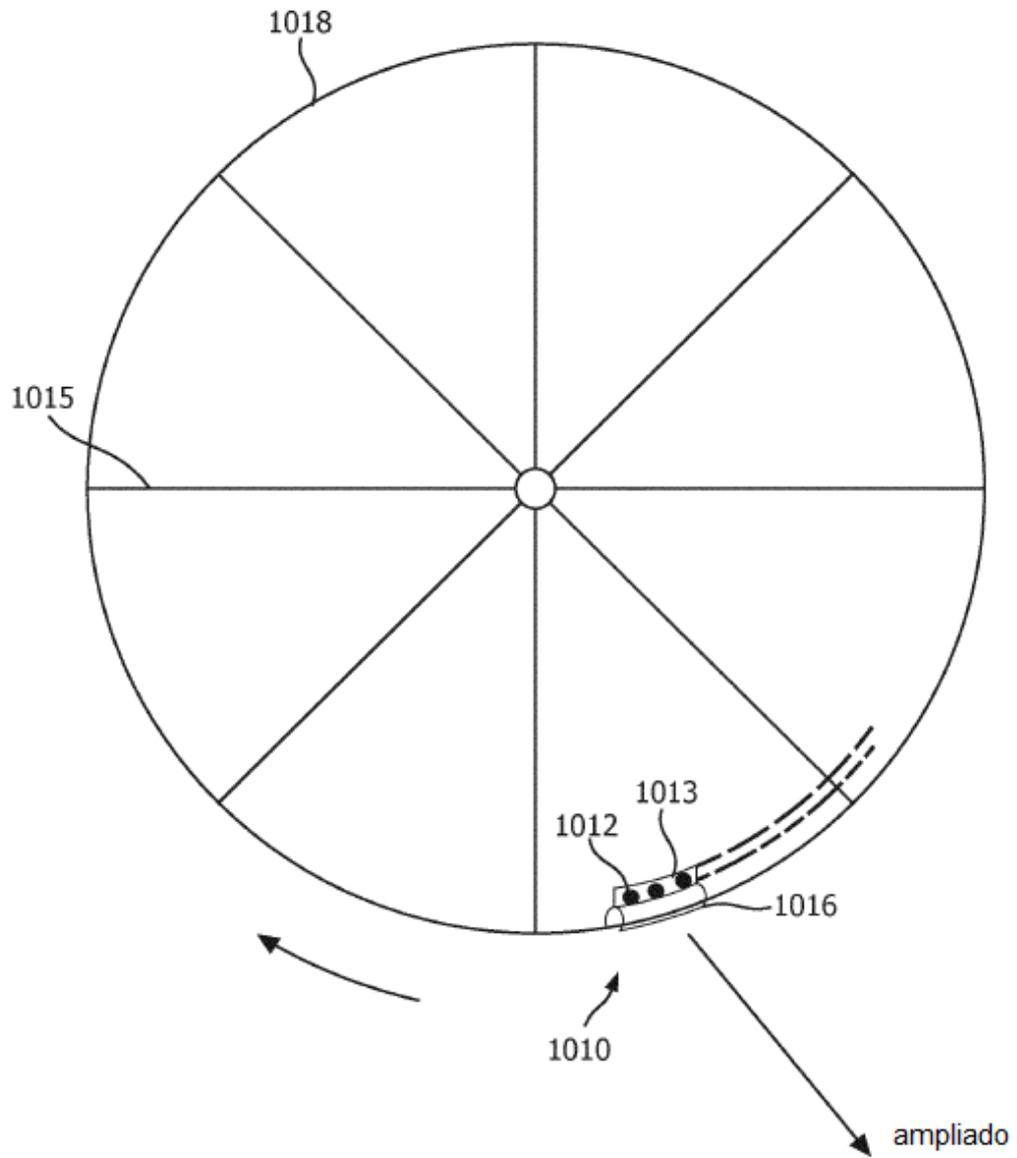


FIG. 77

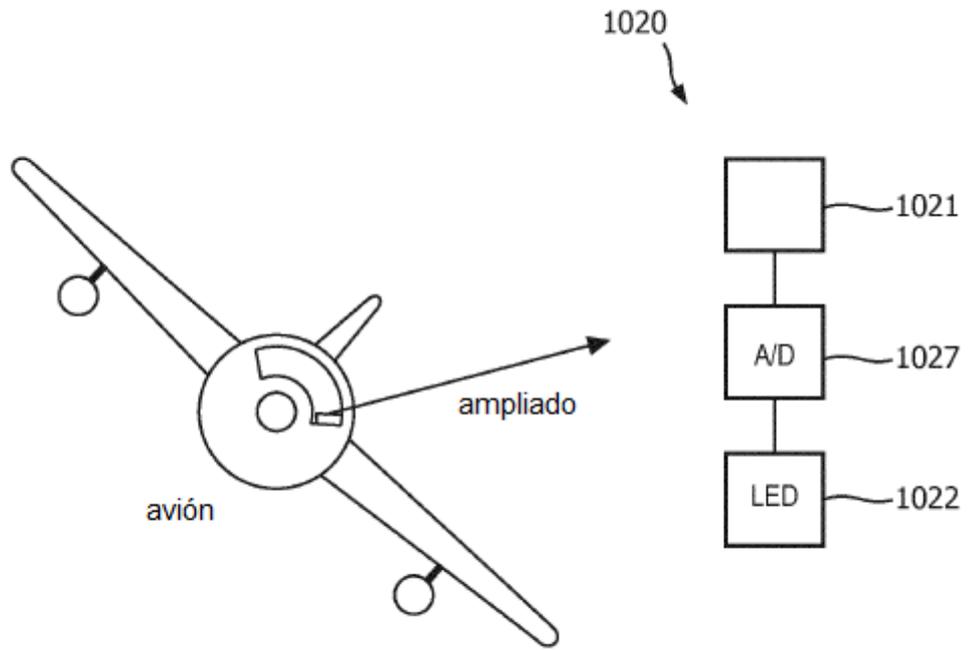


FIG. 78

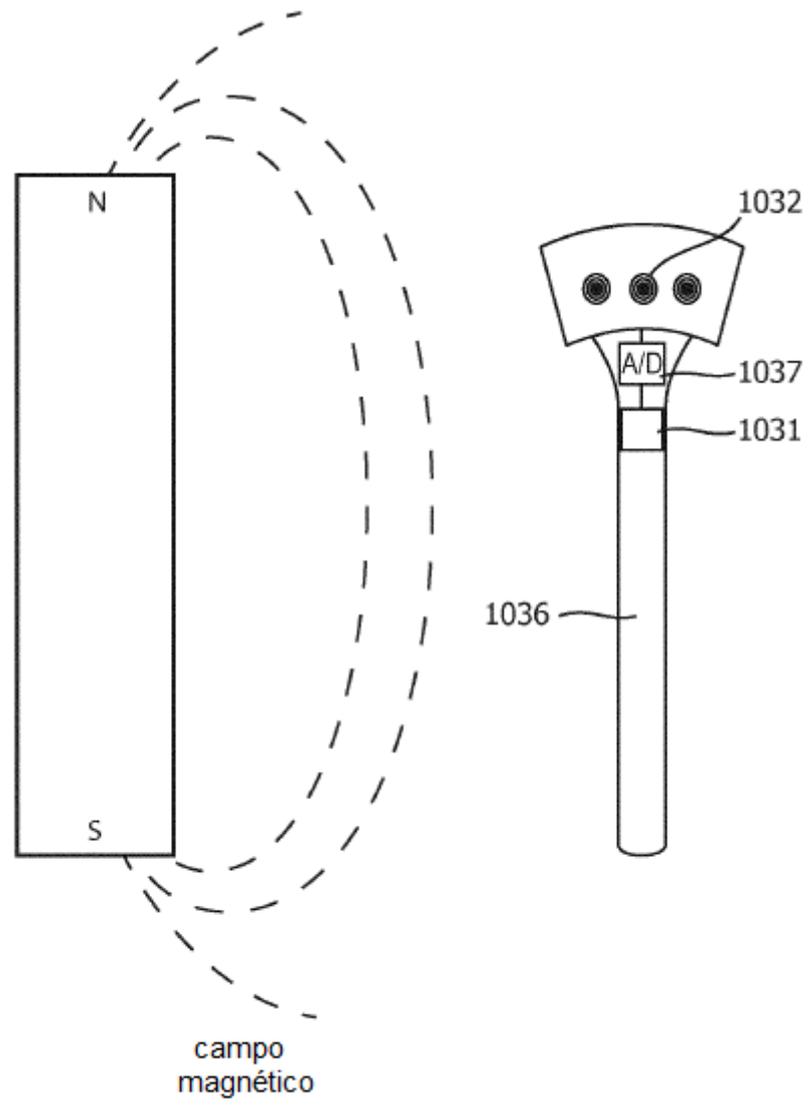


FIG. 79

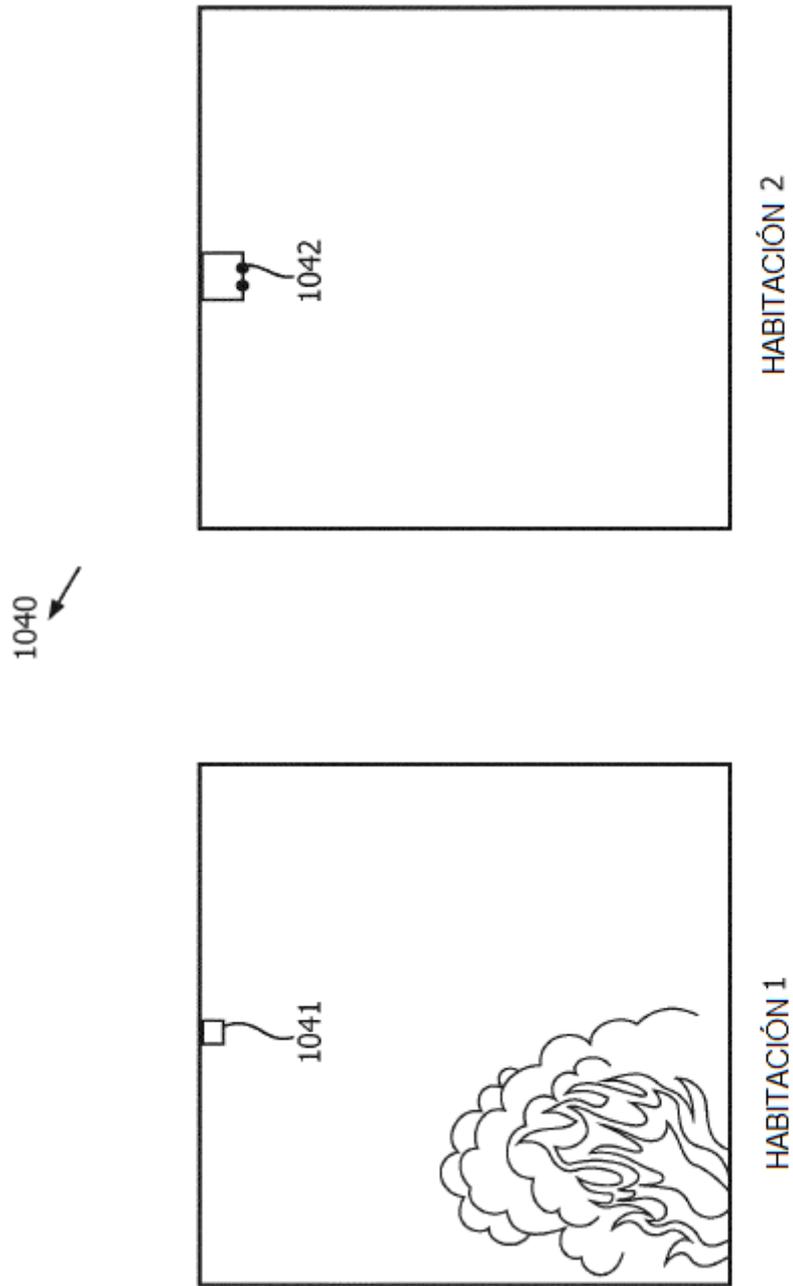


FIG. 80

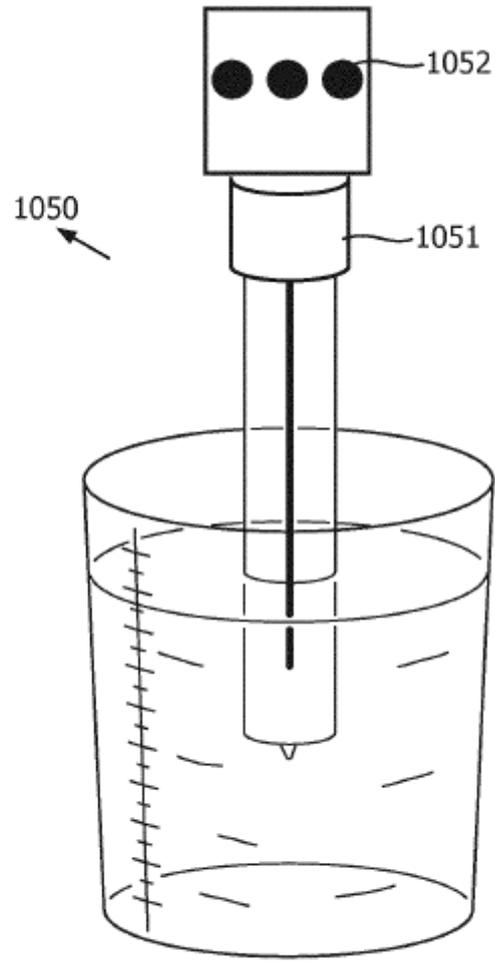


FIG. 81

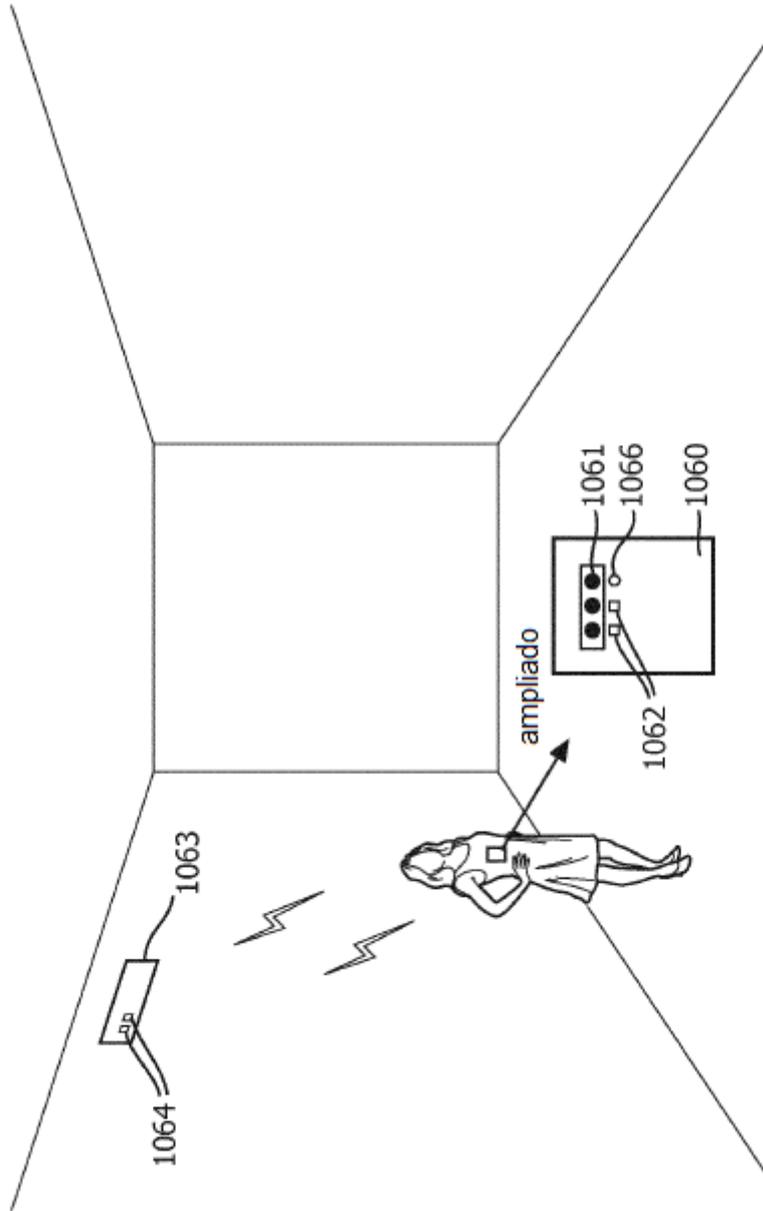


FIG. 82

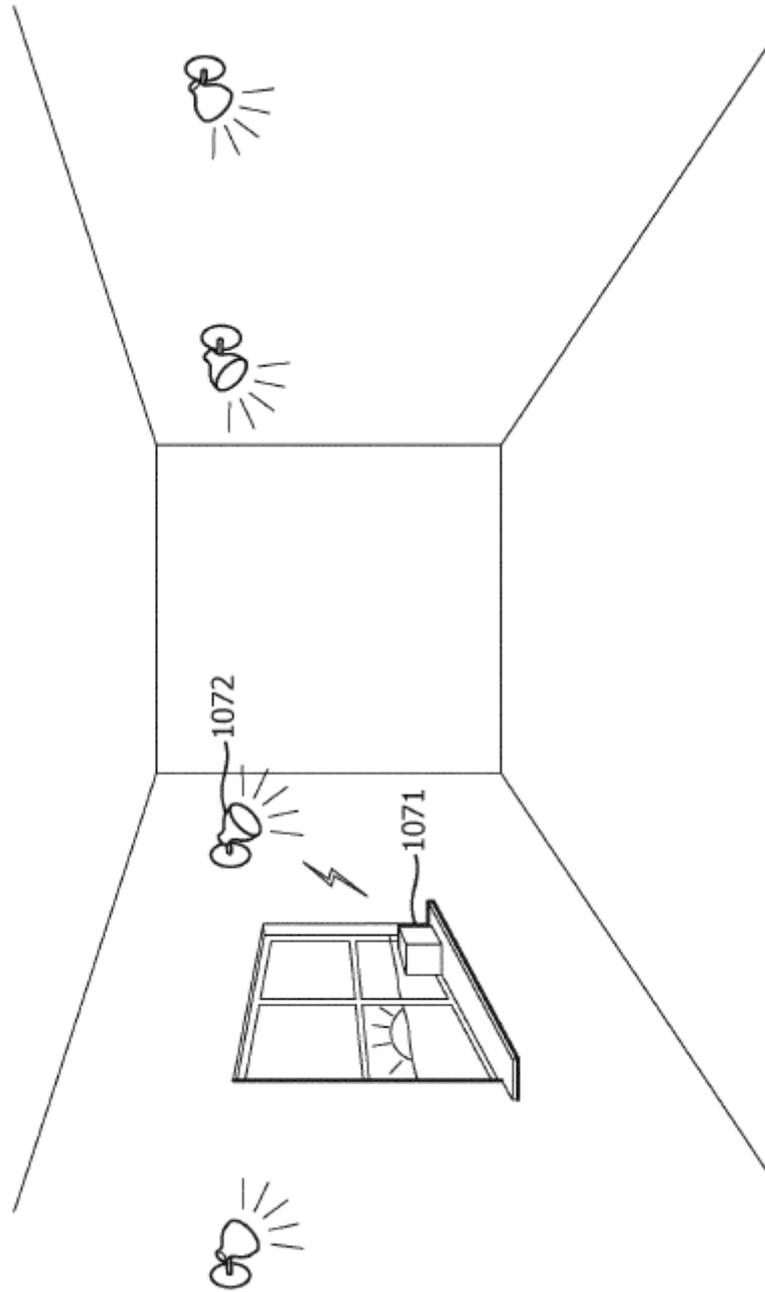


FIG. 83

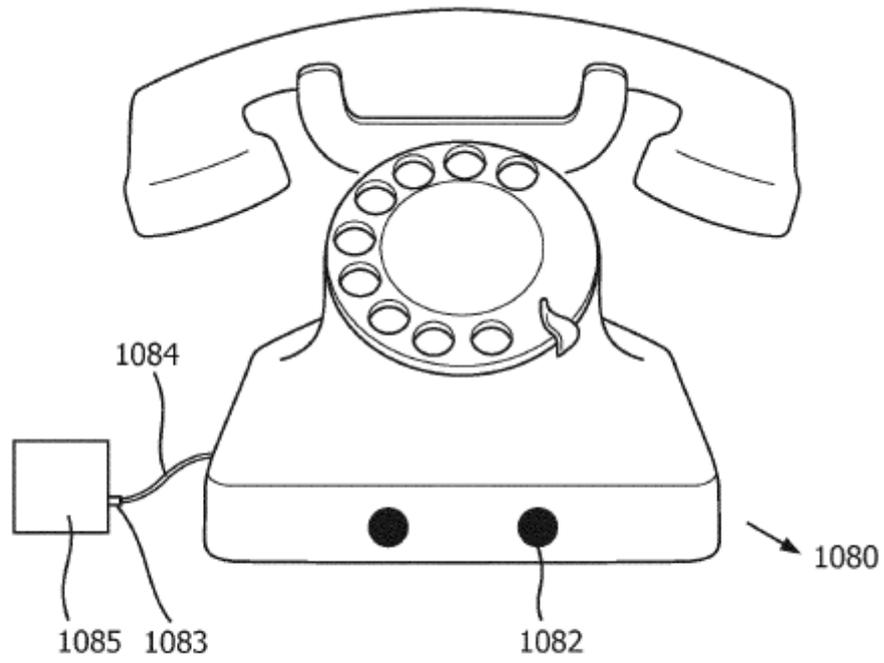


FIG. 84

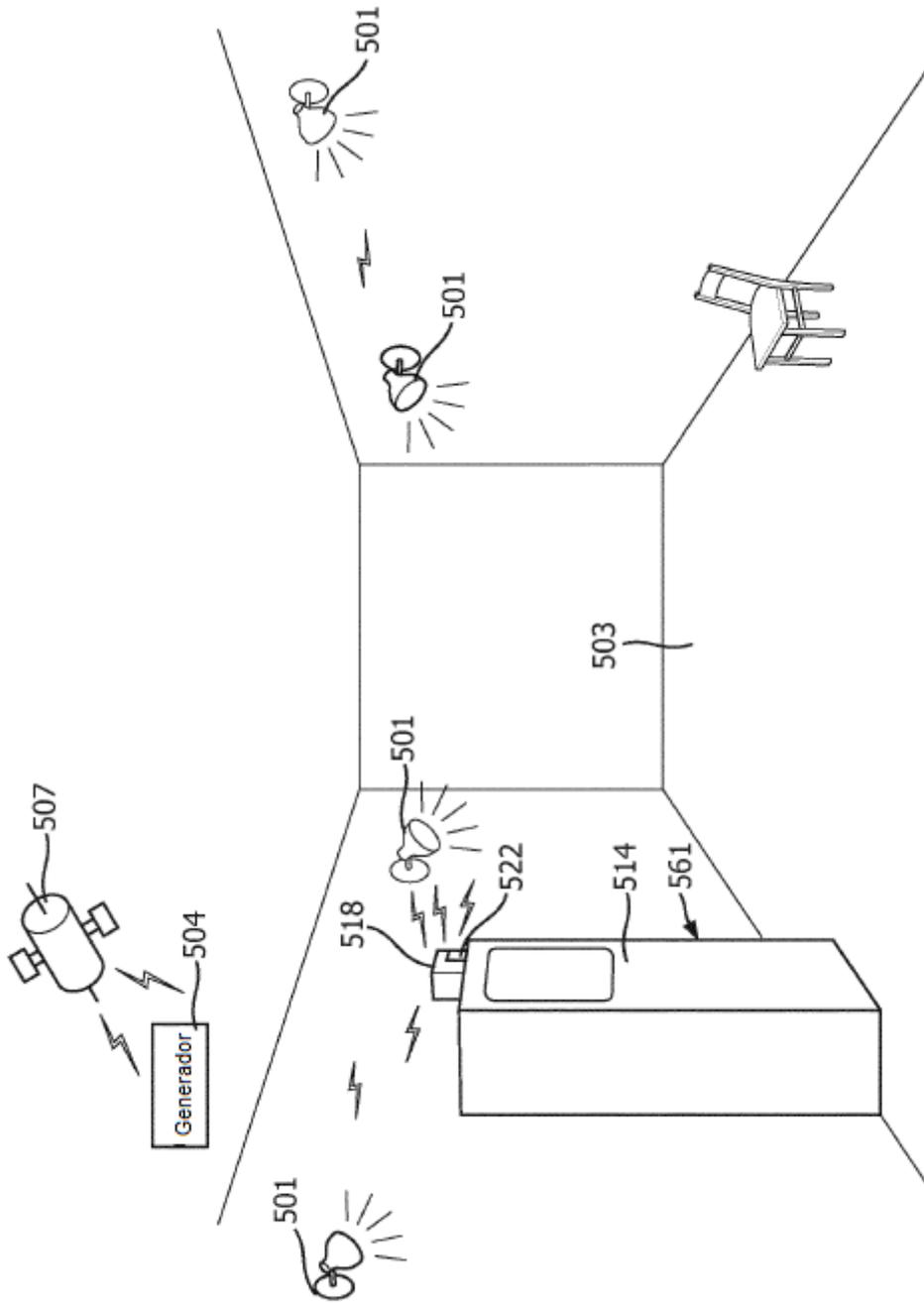


FIG. 85

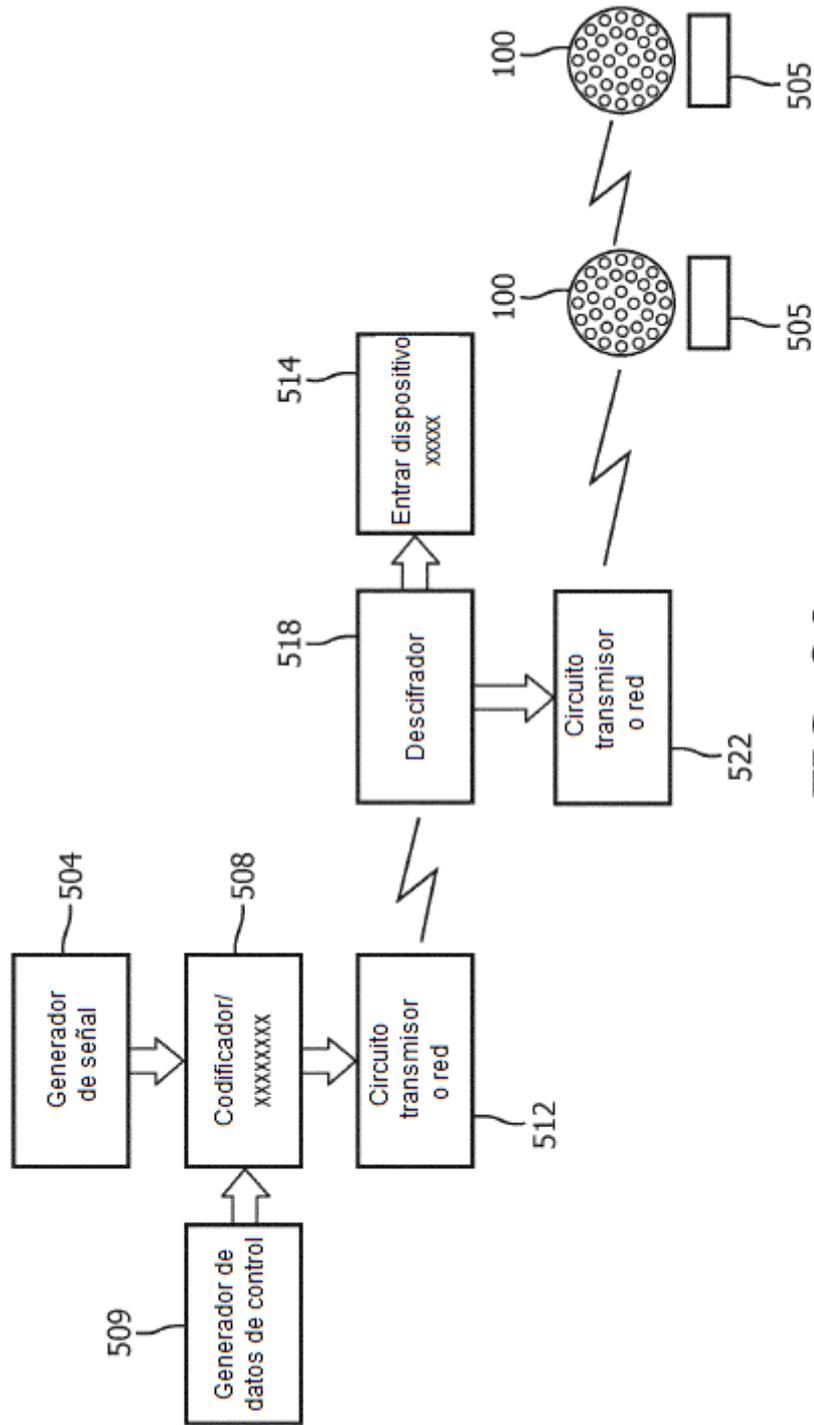


FIG. 86

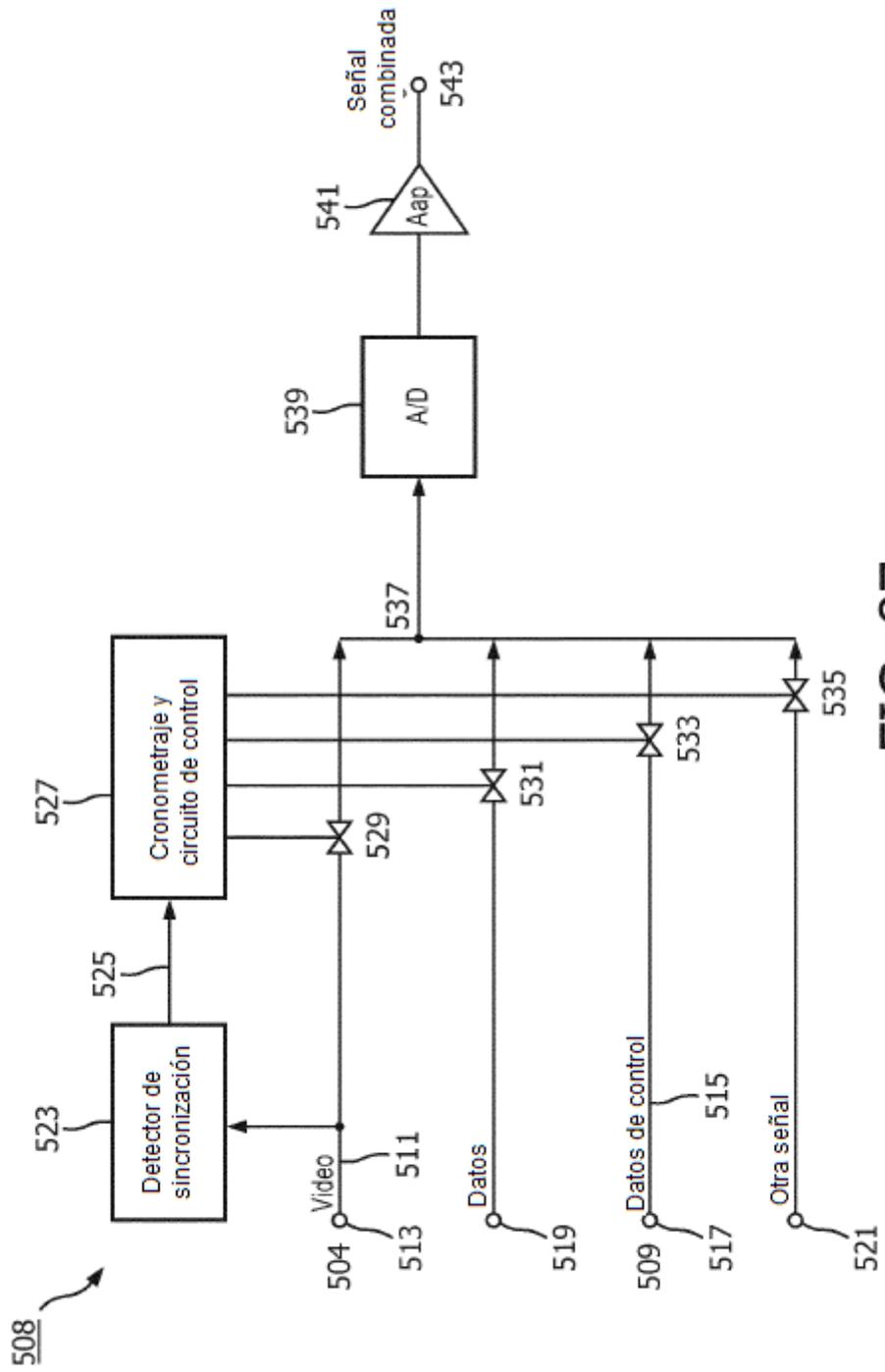


FIG. 87

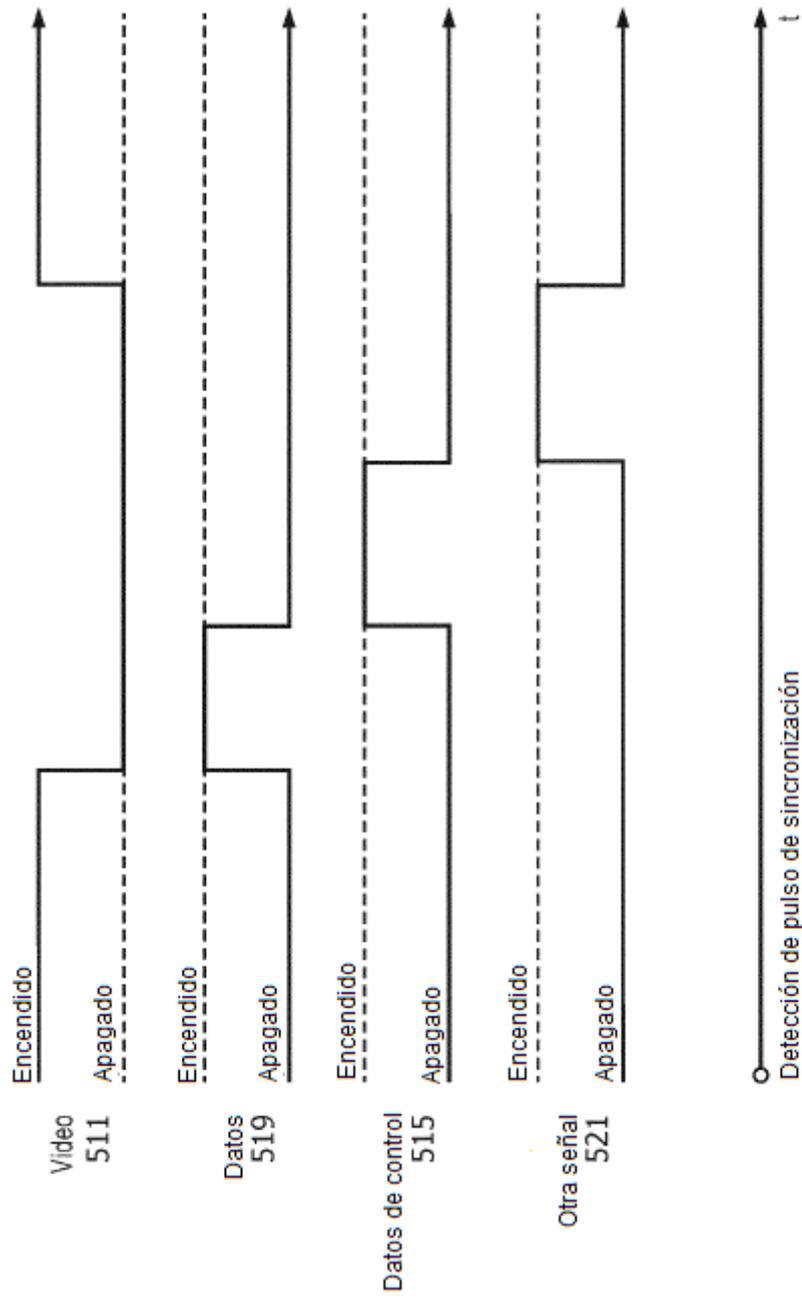


FIG. 88

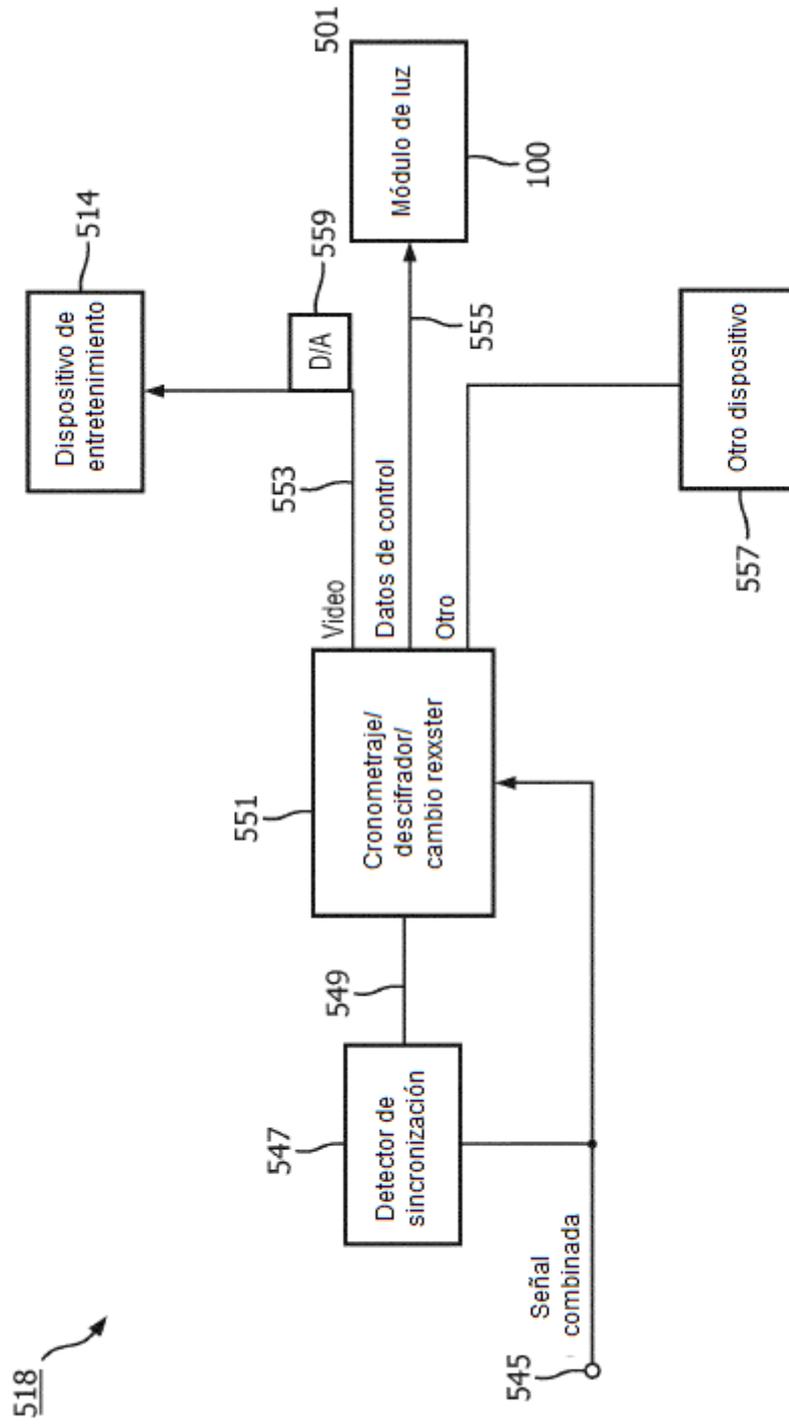


FIG. 89

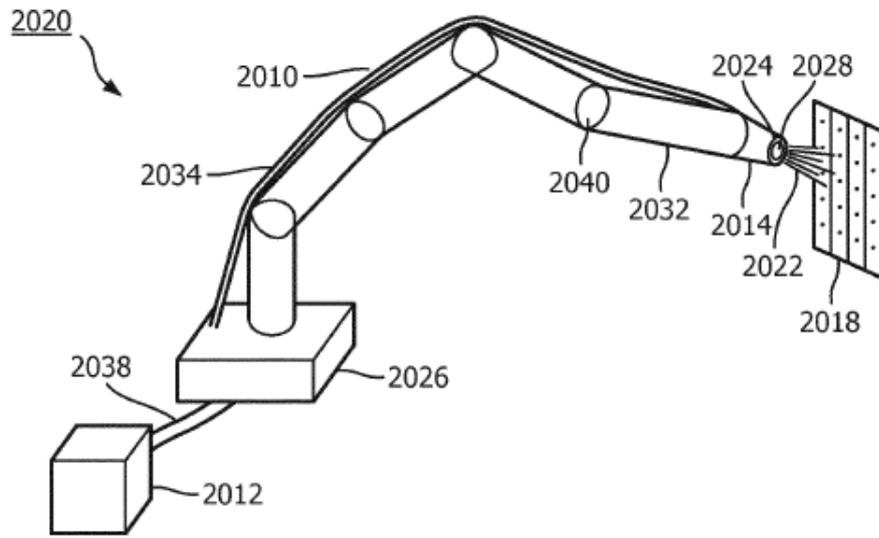


FIG. 90A

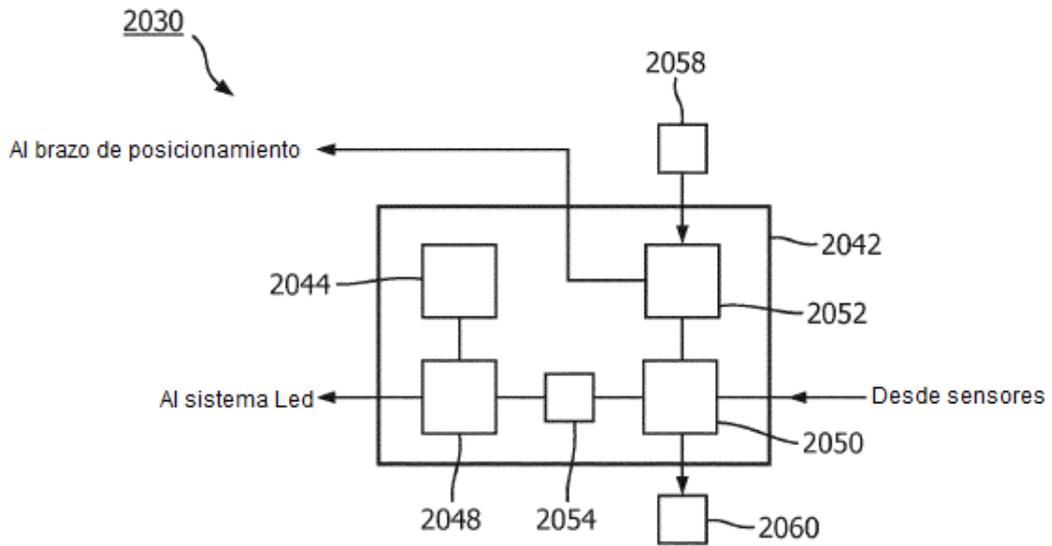


FIG. 90B

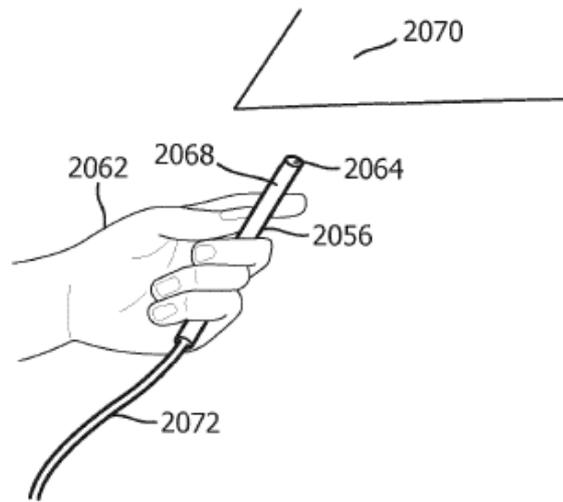


FIG. 91

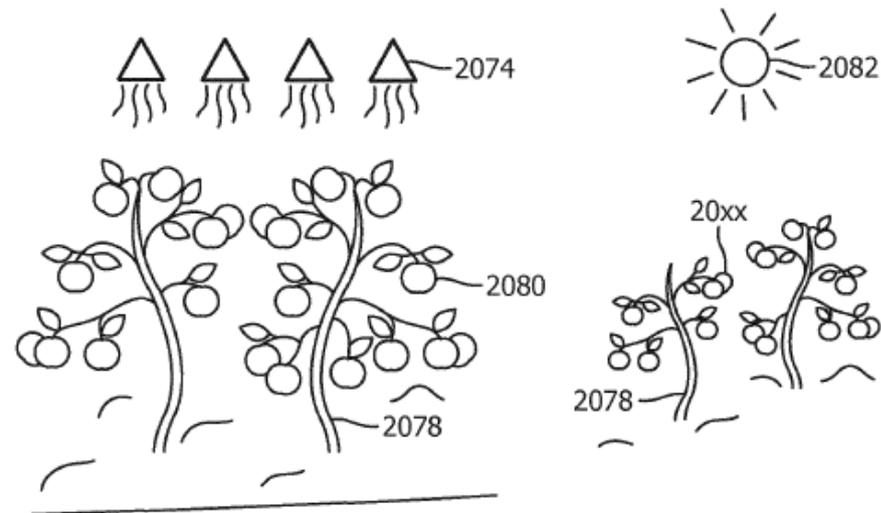


FIG. 92A

FIG. 92B

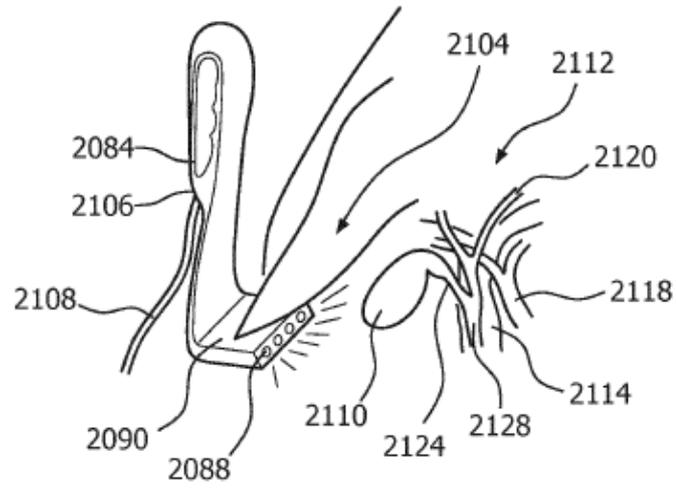


FIG. 93A

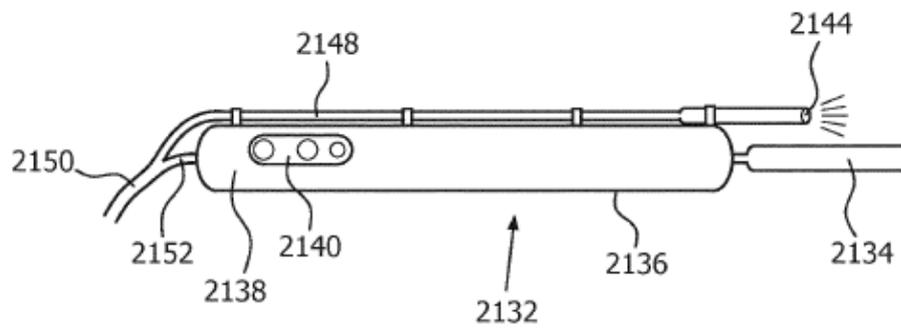


FIG. 93B

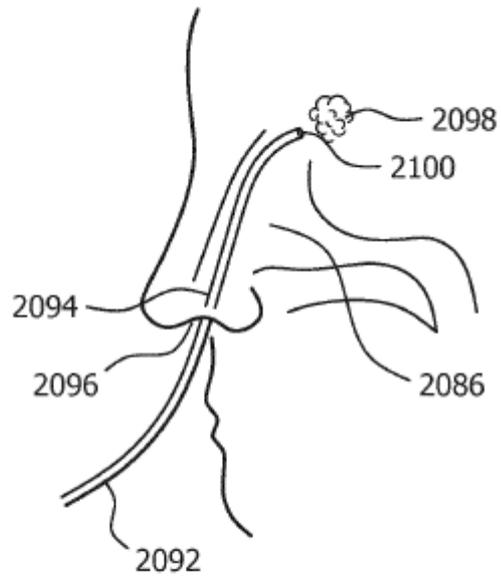


FIG. 93C

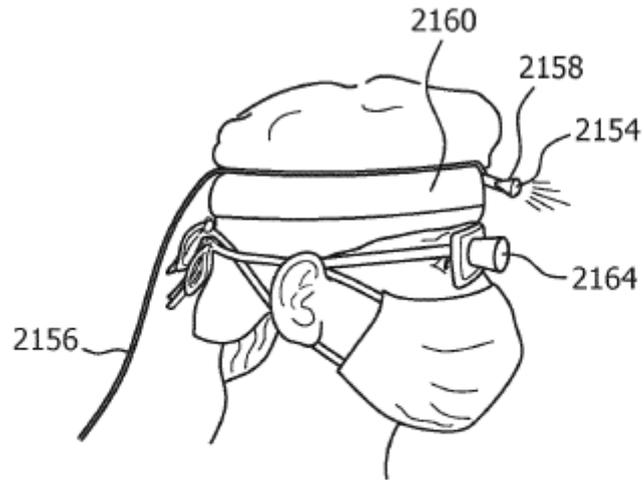


FIG. 93D

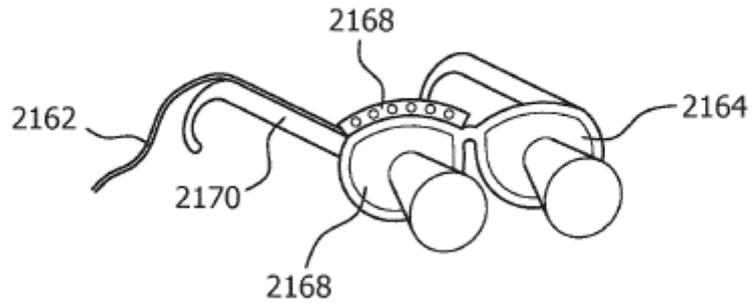


FIG. 93D

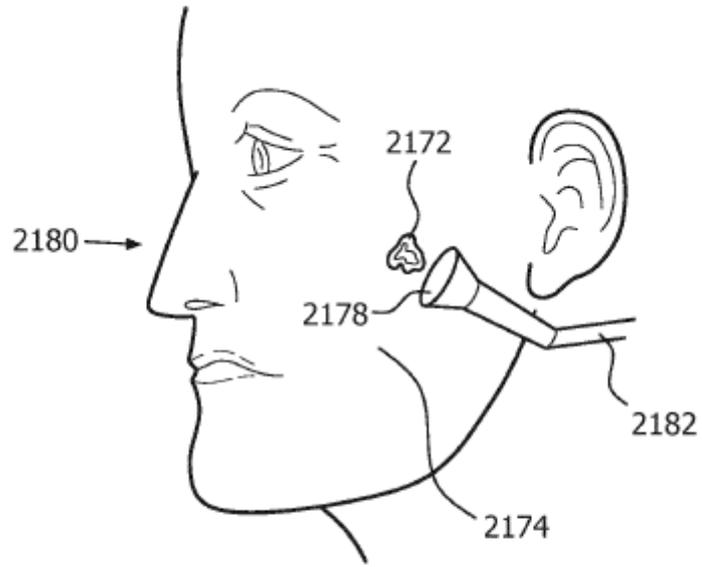


FIG. 94

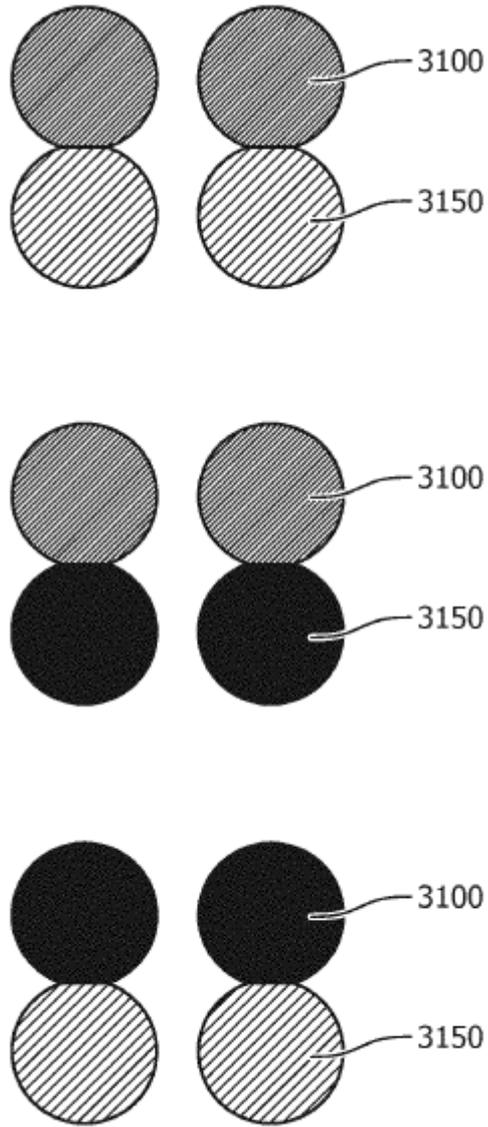


FIG. 95

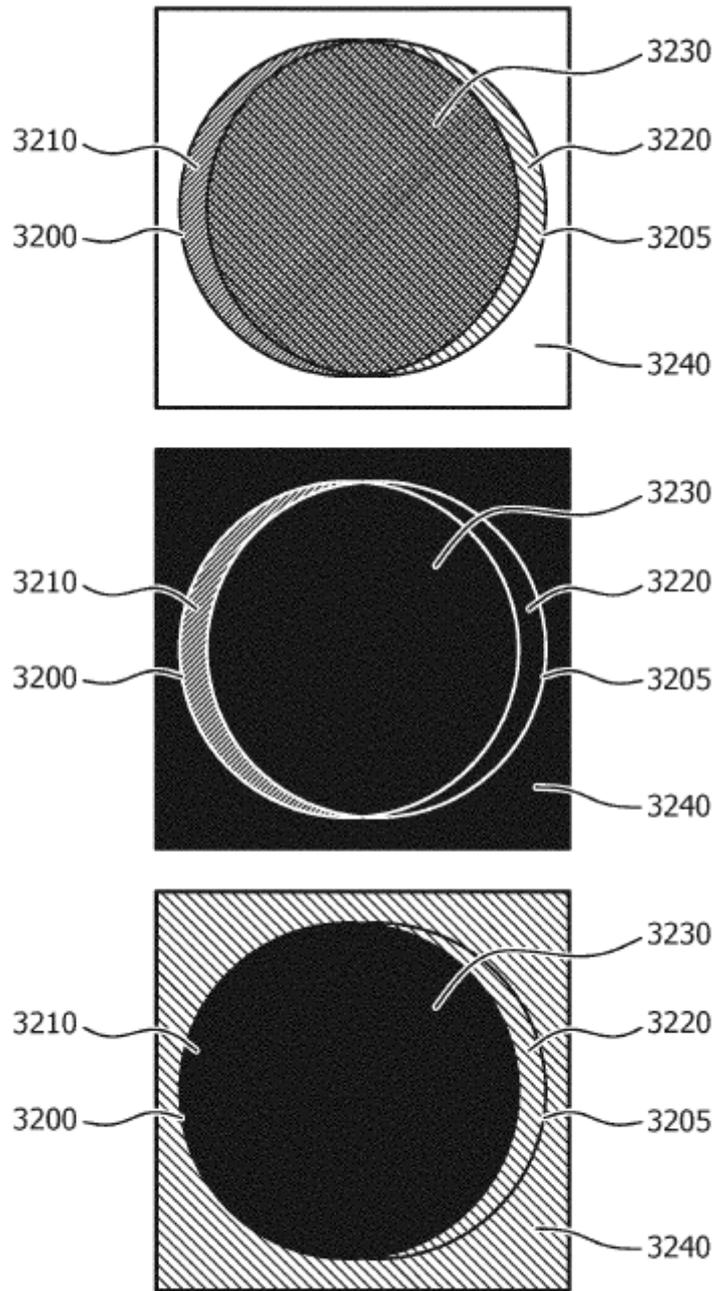


FIG. 96

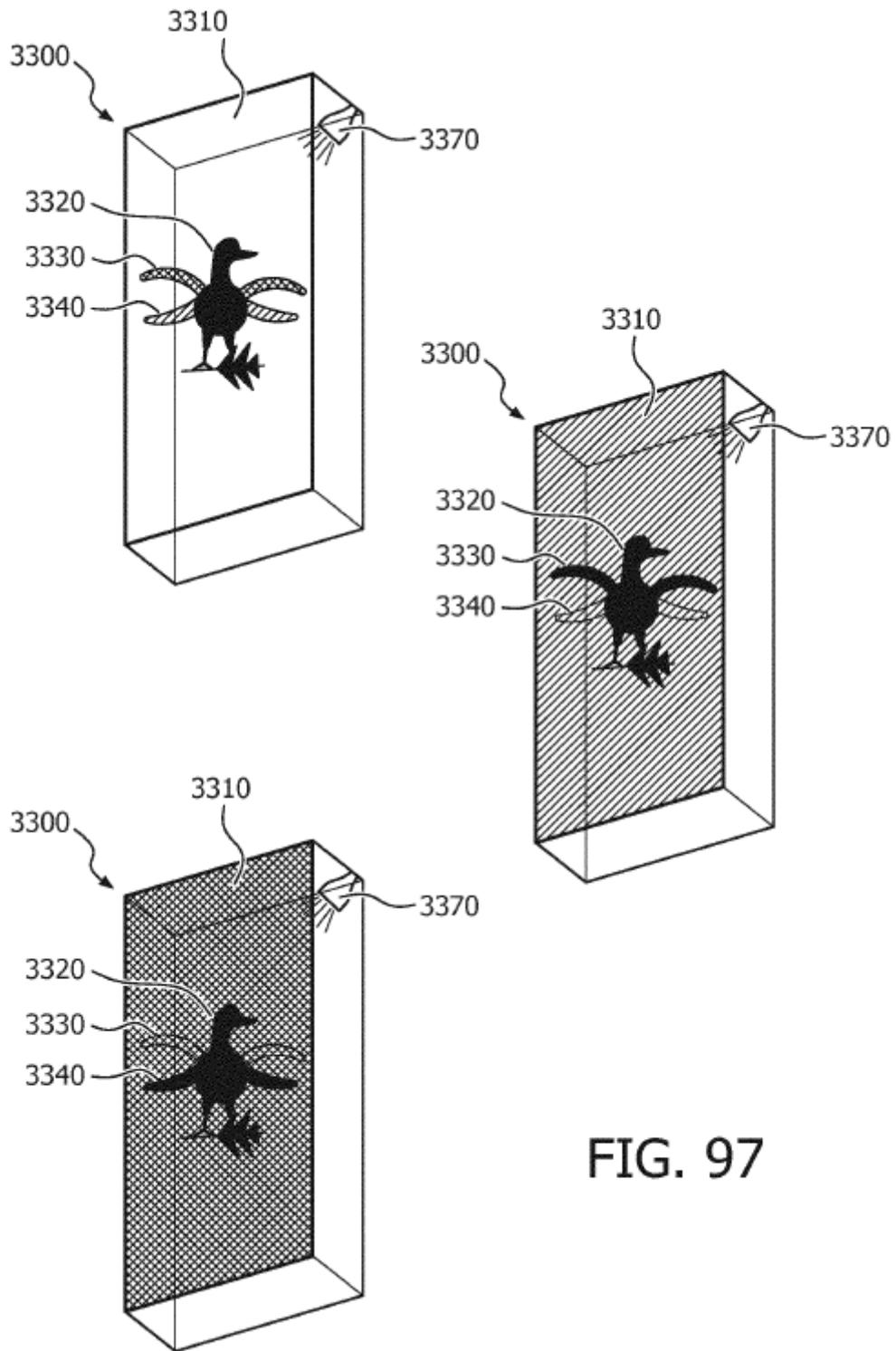


FIG. 97

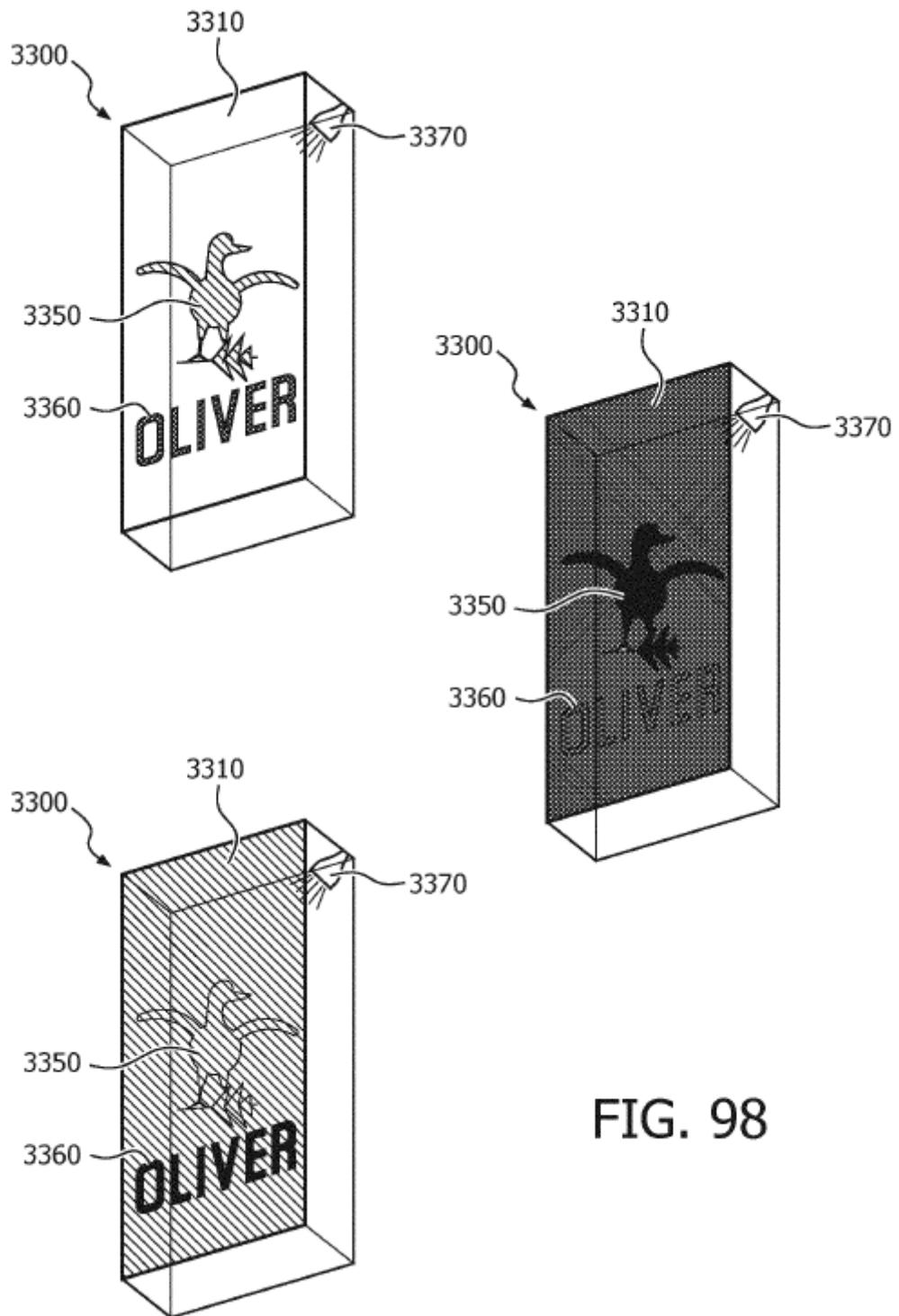


FIG. 98

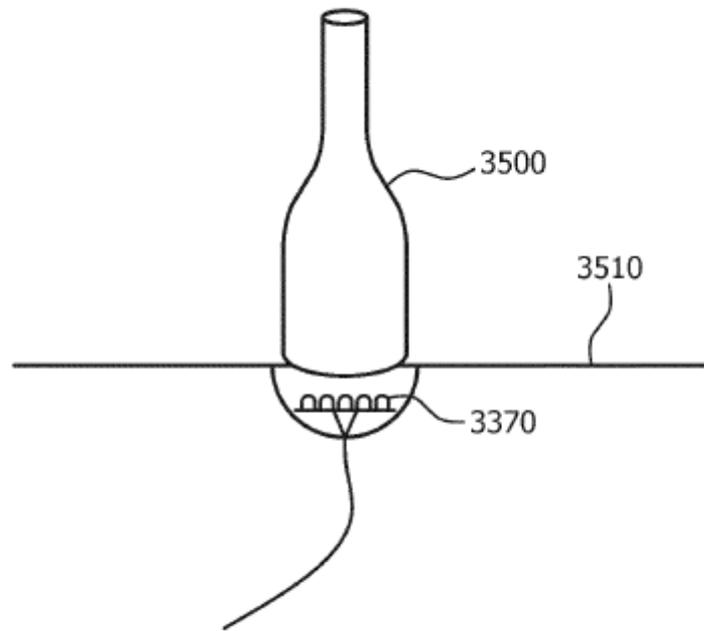


FIG. 99

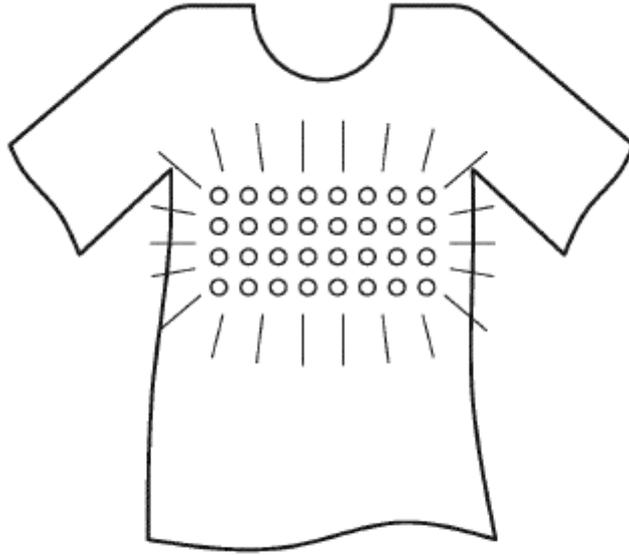


FIG. 100