

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 514 323**

51 Int. Cl.:

H05B 37/02 (2006.01)

H05B 33/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.01.2011** **E 11700007 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.07.2014** **EP 2604094**

54 Título: **Dispositivo opto-electrónico, sistema y procedimiento para obtener un espectro de luz ambiente y modificar una luz emitida**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2014

73 Titular/es:

**FUNDACIÓ INSTITUT DE RECERCA DE
L'ENERGÍA DE CATALUNYA (100.0%)
Jardins de les Dones de Negre nº 1, 2a. planta
08930 Sant Adrià del Besòs, Barcelona, ES**

72 Inventor/es:

CARRERAS MOLINS, JOSEP MARIA

74 Agente/Representante:

ZEA CHECA, Bernabé

ES 2 514 323 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

Dispositivo opto-electrónico, sistema y procedimiento para obtener un espectro de luz ambiente y modificar una luz emitida

5

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo opto-electrónico para obtener un espectro de luz ambiente y controlar una luz emitida, y un sistema para modificar una luz emitida.

10

La invención también se refiere a un procedimiento para modificar una luz emitida, un producto de programa informático que comprende instrucciones para llevar a cabo dicho procedimiento, un dispositivo reflectante para determinar la calibración de un dispositivo opto-electrónico, y un procedimiento para determinar la calibración de un dispositivo opto-electrónico.

15

Antecedentes de la Técnica

Hoy en día, dentro del campo de los sistemas de iluminación, existe una amplia gama de diferentes dispositivos de iluminación capaces de reproducir arbitrariamente espectros de luz, los espectros obtenidos previamente por medio de un dispositivo analizador de espectro de luz independiente (tal como un equipo de tipo científico (*scientific-grade equipment*)) u otros dispositivos diseñados específicamente por expertos con conocimientos suficientes de física e ingeniería de los espectros de luz.

20

Existen también aparatos de iluminación que incluyen sensores de luz y fuentes de luz, estando los sensores de luz destinados a obtener propiedades (por ejemplo, coordenadas de color o niveles de luz) de la luz emitida por las fuentes de luz para ajustar o calibrar dicha luz emitida con el objetivo de hacerla coincidir finalmente con un valor de referencia dado.

25

También se conocen otros tipos de dispositivos de iluminación que integran sensores de luz y fuentes de luz, usándose dichos sensores de luz para la detección de presencia (de personas, por ejemplo) y la adaptación de la intensidad de la luz emitida por las fuentes de luz de acuerdo con el resultado de dicha detección. Por ejemplo, en algunos dispositivos, se reduce la intensidad de la luz en caso de que no se detecte presencia alguna con el objetivo de ahorrar energía eléctrica.

30

Por ejemplo, la solicitud de patente de EEUU US 2010/0007491 A1 describe un dispositivo integrado de reconocimiento de imágenes y detección espectral particularmente adecuado para monitorizar los ajustes (*settings*) de una luz. La solicitud también describe cómo controlar automáticamente los ajustes de una luz a través del reconocimiento de imágenes y la detección espectral de la luz producida por el mismo dispositivo de iluminación, en particular cómo controlar automáticamente los cambios en las propiedades de color de la luz en respuesta al reconocimiento de imágenes. Para ello, el dispositivo comprende un conjunto de sensores de imagen para el reconocimiento de imágenes y movimiento, y una estructura de filtrado de luz, que puede ser por ejemplo una estructura de resonador *Fabry-Perot* o una matriz de vidrio filtrado cortado (*cut filtered glass*), para la detección de componentes espectrales de la luz recibida.

35

40

Sin embargo, los dispositivos de iluminación mencionados anteriormente presentan algunos inconvenientes relacionados con el hecho de que modifican la emisión de su salida de luz mediante el uso de ya sea un parámetro espectral pre-almacenado o una medida de una propiedad de la luz que es imprecisa para ciertas aplicaciones, debido al hecho que utilizan filtros u otras estructuras, que no son lo suficientemente precisos para obtener propiedades espectrales detalladas de la luz. En otras palabras, dichos dispositivos de iluminación no son adecuados para ser usados en entornos de iluminación interactivos en los que se producen cambios espectrales como consecuencia de múltiples reflexiones causadas por, por ejemplo, objetos en movimiento que se encuentran en el entorno en el cual está ubicado el dispositivo o cambios en las condiciones de la luz natural del entorno, y además, éstos no son capaces de reaccionar a dichos cambios de espectro en consecuencia en tiempo real.

45

50

WO 2008/012715 A2 divulga un dispositivo integrado de reconocimiento de imágenes y detección espectral que permite un control automático sofisticado de los ajustes de una luz.

55

Resumen de la invención

Por lo tanto, con el objetivo de superar las limitaciones de los dispositivos que se encuentran en el estado de la técnica de manera que sean capaces de encontrar nuevas aplicaciones, se proporciona un dispositivo y procedimiento para medir espectros ambiente y modificar un espectro de luz de una luz emitida que, dependiendo de un espectro de luz obtenido a partir de una luz ambiental por medio de un espectrómetro miniaturizado, es capaz de detectar en tiempo real cambios en el espectro de la luz ambiental dentro de un área, de una manera óptima.

60

65

Más específicamente, de acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un dispositivo opto-

electrónico según la reivindicación 1.

Con dicho dispositivo opto-electrónico, se consigue un control óptimo de la luz reflejada en un entorno, que es capaz de detectar cualesquiera cambios en la iluminación ambiental a través de sus características espectrales, y cambiar las propiedades de la luz de una luz emitida de forma deseada.

Además, el área del entorno que es iluminada por la pluralidad de emisores de luz cuando están encendidos, y que refleja la luz hacia el espectrómetro, puede estar iluminada por otras fuentes de luz, y por lo tanto, los cambios en la luz ambiental también pueden tener en cuenta otras luces (que son artificiales, naturales, o reflejos de objetos o personas cercanos) que son adyacentes o están situados cerca del dispositivo opto-electrónico.

La tecnología de semiconductor complementario de óxido metálico (*CMOS - Complementary metal-oxide-semiconductor*) es una tecnología para construir circuitos integrados. La tecnología *CMOS* se utiliza en micro-procesadores, micro-controladores, RAM estática, y otros circuitos lógicos digitales. La tecnología *CMOS* también se utiliza para diversos circuitos analógicos, tales como sensores de imagen, convertidores de datos, y transceptores altamente integrados para muchos tipos de comunicaciones. Por lo tanto, por espectrómetro basado en *CMOS*, debe entenderse un espectrómetro que ha sido fabricado usando procesos tecnológicos que se utilizan comúnmente en una instalación *CMOS*. En este sentido, cabe destacar que el elemento de dispersión óptico (rejilla (*grating*)) y el sensor de imagen o luz que están comprendidos en el espectrómetro se pueden fabricar usando una variedad de técnicas que existen dentro de la tecnología *CMOS*.

Por ejemplo, el elemento de dispersión podría estar hecho por medio de litografía óptica, pero también por medio de otros procesos más avanzados, tales como nano-impresión.

El procedimiento de nano-impresión utiliza un material de estampado (*stamp material*), típicamente silicio o cuarzo, con un patrón producido mediante litografía de haz de electrones (*e-beam*). El estampado es presionado físicamente contra un sustrato revestido con una resina de baja viscosidad curable por UV, transfiriendo de este modo el patrón de circuito deseado al sustrato en un proceso de etapa única. El sustrato es endurecido por la radiación (*shining*) de la luz UV a través del mismo. En este punto, se retira el estampado, dejando una impresión (*imprint*) tridimensional del circuito en su lugar sobre el sustrato. Esta capacidad de aplicar un patrón 3D a un sustrato en un proceso único es ideal para la integración de rejillas ópticas (*optical gratings*) en la tecnología *CMOS*. En cuanto al sensor de matriz de luz (*light array sensor*) (o de imagen), los ejemplos más utilizados en la tecnología *CMOS* son los sensores *CMOS* y los sensores *CCD* (matriz poco espaciada de condensadores *MOS* dotados de puertas (*gated*) en un dieléctrico continuo que cubre la superficie del semiconductor), pero existen otros sistemas de detección de luz que son compatibles con *CMOS* y que se pueden utilizar potencialmente.

Además, los medios para modificar la luz emitida por los emisores de luz pueden estar comprendidos en un controlador informático, tal como un micro-controlador, un micro-procesador, un procesador de señal digital (*DSP - Digital Signal Processor*), una matriz de puertas programable (*FPGA - Field programmable gate array*), o cualquier otro bloque electrónico adecuado para controlar la interacción entre la señal del espectrómetro y los emisores de luz. Más precisamente, dicho controlador informático puede comprender los componentes electrónicos necesarios para adaptar las señales proporcionadas por el espectrómetro, y puede comprender además una electrónica controladora (*driving electronics*) para proporcionar energía a los emisores de luz.

El controlador informático y los controladores electrónicos también pueden comprender medios para controlar individualmente la salida de cada emisor de luz del dispositivo opto-electrónico, por medio de técnicas tales como la modulación de amplitud (*AM - Amplitude Modulation*) o la modulación del ancho de pulso (*PWM - Pulse Width Modulation*) u otras técnicas conocidas, permitiendo que los emisores de luz emitan una luz específica con un contenido espectral específico, relacionado con el espectro de luz obtenido.

La relación entre el espectro de luz obtenido y la luz emitida puede involucrar expresiones matemáticas de diferentes grados de complejidad. Por ejemplo, la relación más sencilla es una respuesta lineal entre el espectro obtenido y el espectro de la luz emitida, pero se pueden establecer otras relaciones más sofisticadas. Por ejemplo, son posibles relaciones altamente no lineales en aplicaciones de conmutación de luz como una función de un parámetro del espectro de luz obtenido.

Otros enfoques pueden requerir cambiar la salida de luz a través de algoritmos que permiten continuos ajustes de circuito cerrado de la luz emitida para poder funcionar correctamente.

Otros sistemas que involucran cálculo o comunicaciones por luz pueden requerir relaciones matemáticas complejas entre las luces obtenidas y emitidas, usando otras variables de entrada, tales como las obtenidas a través de los puertos de comunicación del micro-controlador u otros nodos de almacenamiento.

Por lo tanto, dependiendo de la aplicación, son posibles una amplia variedad de relaciones entre el espectro de luz obtenido, inputs proporcionados a través de los puertos de comunicación o nodos de almacenamiento y la luz emitida.

Además, puesto que se puede conseguir un control total sobre el espectro de la luz emitida por parte del dispositivo opto-electrónico, se pueden emitir espectros con diferente eficacia luminosa de la radiación (*LER – luminous efficacy of radiation*), proporcionando energía espectral sólo en aquellas regiones en las que el ojo humano es más sensible, dando como resultado un interesante medio para modular el consumo de energía de un entorno para aquellas aplicaciones en las que la eficiencia energética es de interés.

Además, el dispositivo opto-electrónico se puede fijar en una superficie de un área, tal como un techo de una habitación o área amplia, o también se puede realizar como un dispositivo de mano portátil, de tal manera que puede ser utilizado en cualquier ubicación, ser transportado de un lugar a otro y ser colocado donde sea necesario.

Según una forma de realización, el espectrómetro comprende una entrada de luz para obtener el espectro de luz de la luz ambiental.

De acuerdo con una forma de realización adicional, el dispositivo comprende al menos un elemento óptico acoplado a la entrada de luz, para aumentar el flujo de luz entrante a través de la entrada de luz.

De esta manera, usando el elemento óptico acoplado a la entrada de luz, se aumenta el ángulo sólido de captación de luz de dicha entrada de luz, obteniendo de este modo una mayor cantidad de luz ambiental. Por lo tanto, el espectro de luz obtenido de la luz ambiental de un área determinada es más preciso, ya que se incrementa la relación señal-ruido (*signal-to-noise ratio*).

De acuerdo con una forma de realización específica, el elemento óptico comprende un conjunto de lentes ópticas.

Una lente o conjunto de lentes ópticas diseñado de forma apropiada puede mejorar en gran medida el flujo acoplado de luz ambiente procedente del entorno que, dada la baja sensibilidad lumínica de los espectrómetros miniaturizados actuales, es difícil de obtener, especialmente si la intensidad de la luz de un entorno es baja o demasiado tenue.

Asimismo, el dispositivo puede comprender además un elemento de guía de ondas (*waveguide*) que tiene un primer extremo y un segundo extremo, el primer extremo acoplado al elemento óptico. Dicho elemento de guía de ondas puede ser, por ejemplo, una guía de ondas de fibra óptica, o una guía de ondas integrada en tecnología CMOS.

Una guía de ondas adicional puede ser útil en caso de que el espectrómetro esté encapsulado en un área más alejada de la pluralidad de emisores de luz. De esta manera, la luz que entra en la guía de ondas puede ser guiada hacia la entrada del espectrómetro, el cual no tiene que estar colocado necesariamente en una ubicación específica con el fin de asegurar un espacio libre de luz (*light clearance*) de su entorno, lo que permite una distribución más eficiente de los elementos del dispositivo opto-electrónico.

Según otra forma de realización, el dispositivo comprende además un segundo elemento óptico acoplado al segundo extremo del elemento de guía de ondas.

Una segunda lente o conjunto de lentes puede ser útil para acoplar de manera eficiente el flujo de luz entrante en el segundo extremo de la guía de ondas. Por ejemplo, el segundo extremo de una fibra óptica puede no tener una apertura numérica adecuada para la captación de luz difusa del entorno, y por lo tanto, se puede utilizar una lente o conjunto de lentes en el extremo (en el cual se capta la luz procedente del entorno) con el fin de aumentar la cantidad de fotones entrantes de la luz ambiental.

Además, los emisores de luz pueden comprender al menos un emisor de luz de estado sólido, que pueden ser, en concreto, LEDs (*light-emitting diodes*) u otros emisores de estado sólido similares o más avanzados, que son adecuados para emitir una luz con un espectro de banda estrecha como láseres o aquellos hechos de puntos cuánticos y/o cables de diferentes materiales luminiscentes.

Alternativamente, se pueden usar otros emisores de luz de banda ancha adecuados, dependiendo de la aplicación, tales como LEDs basados en fósforo que funcionan mediante la conversión de la longitud de onda de un LED ultravioleta (UV), o de otras tecnologías de iluminación convencionales.

De acuerdo con una forma de realización de la invención, el primer o segundo elemento óptico es móvil, y el dispositivo comprende además medios para mover dicho primer o segundo elemento óptico.

De esta manera, los elementos ópticos pueden ser dirigidos hacia una zona específica en la que se encuentra una luz ambiental de interés, lo que permite por lo tanto fijar el dispositivo opto-electrónico sobre una superficie, y, al mismo tiempo, permite obtener un espectro de luz de diferentes zonas cercanas, y no de una fija. Además, los elementos del dispositivo pueden estar opcionalmente embebidos en una carcasa única, lo que hace que el dispositivo opto-electrónico sea compacto y adaptable para que sea expuesto en diferentes áreas, que tiene un volumen comparable al de una bombilla convencional.

En una posible forma de realización, un dispositivo opto-electrónico como el que se ha descrito anteriormente, puede comprender una pluralidad de emisores de luz y, además, también puede ser conectado a través de un cable, de forma inalámbrica o por cualquier tipo de tecnología de comunicación con al menos otro emisor de luz, por lo tanto, siendo también capaz de modificar la emisión de dicho emisor de luz. De esta manera, un dispositivo opto-electrónico puede ser colocado en una ubicación, pero puede controlar no sólo sus propios emisores de luz, sino también otros emisores cercanos, que, por ejemplo, podrían haber estado ya instalados antes de la instalación del dispositivo opto-electrónico en el área .

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un sistema para modificar la luz ambiental de un área, comprendiendo el sistema al menos dos dispositivos opto-electrónicos como se han descrito previamente, y medios para transmitir información entre ellos.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, el sistema puede ser tal que:

- al menos un primer dispositivo opto-electrónico comprende además medios para obtener y medios para transmitir un parámetro de espectro de luz correspondiente a un espectro de luz obtenido, a otro dispositivo opto-electrónico; y
- al menos un segundo dispositivo opto-electrónico comprende medios para recibir un parámetro de espectro de luz correspondiente a un espectro de luz obtenido, y medios para modificar la emisión de sus emisores de luz en base al parámetro recibido.

De esta manera, un sistema puede tener una pluralidad de dispositivos opto-electrónicos expuestos sobre un área de tal manera que, cuando se produce cualquier cambio externo particular en la luz ambiental del área (por ejemplo, la luz que entra por una ventana, o una vela es encendida por un usuario), uno o más dispositivos opto-electrónicos pueden detectar dicho cambio o perturbación a través de un cambio en el espectro de la luz del entorno, siendo capaces de enviar información relacionada con dicho cambio a uno o más dispositivos opto-electrónicos, que pueden ser adyacentes o no. Esto permite que los otros dispositivos modifiquen, por ejemplo, el espectro de luz de la luz de sus emisores, reproduciendo de este modo una intensidad y/o distribución espectral particular de luz ambiental, sobre el área en consideración, en respuesta a cualquier cambio ambiental particular detectado por un primer dispositivo.

El parámetro de espectro de luz correspondiente a un espectro de luz obtenido puede comprender varios datos diferentes. Por ejemplo, cuando se obtiene un espectro de luz, una posibilidad es que un dispositivo transmita un parámetro que comprende todo el conjunto de puntos de datos espectrales de dicho espectro de luz obtenido específico, permitiendo de este modo que otro dispositivo reciba estos datos, y permitiendo que sus propios emisores de luz emitan una luz con el contenido espectral recibido. Este modo de funcionamiento puede ser llamado "modo de copia", ya que un dispositivo receptor emite una luz copiada de una luz ambiental obtenida por otro dispositivo.

Otros ejemplos particulares de parámetros espectrales de luz están relacionados con cualesquiera propiedades de luz que se podrían extraer de la información espectral tal como coordenadas de color en cualquier espacio de color, temperatura de color correlacionada (*CCT – Correlated Color Temperature*), distancia en relación al lugar geométrico del cuerpo negro (*Blackbody locus*) (D_{uv}), variables de eficiencia energética tales como eficacia, información de rendimiento cromático (tal como *IRC – índice de rendimiento cromático (CRI – color rendering index)* o *ECC – Escala de Calidad Cromática (CQS – color quality scale)*), flujo total o intensidad de la luz, direccionalidad de la luz, etc.

Además, el parámetro puede reflejar otras características inferidas a través del espectro de luz obtenido, pero que no están directamente relacionadas con las propiedades físicas o colorimétricas de la propia luz obtenida. Por lo tanto, el parámetro puede comprender información geométrica de los objetos o personas en un espacio particular, proporcionando información de colores, formas, posiciones, velocidades de los objetos o incluso el control de la calidad del aire. También puede comprender información sobre fenómenos dependientes del tiempo o dinámicos tales como velocidades de cambio u objetos parpadeantes.

Además, la información que se transfiere como un parámetro no necesariamente tiene que ser extraída directamente del espectro de luz obtenido, sino que puede ser activada por algunos criterios sobre otro parámetro que lo hace. El parámetro a transmitir en caso de que se cumpla el criterio puede estar almacenado en nodos de almacenamiento o generado en tiempo real a través de un algoritmo particular ejecutado en el micro-controlador, o incluso puede comprender código detallado de programación o instrucciones codificadas en un lenguaje o protocolo comprensible que se puede enviar, que es leído posteriormente por otros dispositivos opto-electrónicos u ordenadores.

Por motivos de ilustración, un ejemplo de aplicación concreta podría ser un sistema de dispositivos opto-electrónicos específicamente programados o diseñados para maximizar la eficiencia/ahorro energético de un espacio interior o exterior en particular. En tal configuración, cada dispositivo opto-electrónico está programado de tal manera que cuando un objeto en movimiento es detectado por los reflejos de luz medidos por su espectrómetro, se envía una instrucción al resto de la red de dispositivos opto-electrónicos para aumentar progresivamente su flujo de salida hasta un nivel pre-establecido de confort. Alternativamente, la instrucción podría no referirse al flujo de salida sino a otro parámetro de luz relacionado con la calidad del color o cualquier otra propiedad espectral, o tal vez podría

reproducir cualquier otro pre-configuración de luz almacenada en nodos de almacenamiento.

5 Otras instrucciones más complejas podrían estar comprendidas en el parámetro, dependiendo de la aplicación en consideración, involucrando operaciones o instrucciones que se envían a sólo un conjunto de dispositivos opto-electrónicos, o posibilitando que un conjunto de dispositivos emitan una luz con un espectro de luz predeterminado específico.

10 Los medios para transmitir un parámetro del espectro de luz puede ser cualquier red de comunicación tal como un cable Ethernet, comunicaciones inalámbricas, o cualquier otro tipo adecuado de comunicación comúnmente utilizado para transmitir datos entre dispositivos digitales, utilizando cualquier protocolo, ya sea pre-establecido o diseñado específicamente para una aplicación del sistema.

15 Además, un dispositivo opto-electrónico que recibe un primer parámetro correspondiente a un cambio en el espectro de la luz ambiental, además de comprender un medio para modificar el espectro de luz de la luz emitida por sus emisores de luz, puede comprender además medios para enviar un parámetro adicional correspondiente a dicho cambio del espectro de la luz ambiental, a otro dispositivo opto-electrónico.

20 De esta manera, un parámetro que puede ser utilizado para monitorizar cambios en el espectro de una luz de una cierta área (el área del dispositivo que detectó los cambios), se puede enviar directamente a otros dispositivos (por ejemplo, difundiendo una señal al resto de dispositivos) o pasando a través de una cadena de varios dispositivos, dependiendo de la aplicación deseada.

25 Los cambios en el espectro de luz pueden ser causados por un cambio en una luz ambiental dentro del área (por ejemplo, un cambio de la luz natural asociado con el tiempo o con la hora del día, entrando a través de una ventana dentro del área, o el cambio de estado de encendido/apagado de una luz artificial tal como una lámpara, que se encuentra en esa área). Además, la presencia de objetos y personas estáticas o en movimiento, también puede afectar el espectro de luz ambiental de una parte de un área. Por ejemplo, dependiendo de los colores de la ropa de una persona, se pueden filtrar varios componentes espectrales, alterando la luz reflejada que es captada por el dispositivo opto-electrónico. Estos diferentes cambios pueden ser utilizados para reconocer diferentes situaciones dentro del área y realizar acciones de acuerdo con dichos cambios.

35 Se pueden reconocer diferentes patrones espectrales, tales como patrones correspondientes a un cambio en las condiciones climáticas (por ejemplo, un cambio de la luz solar), la entrada o salida de una persona o animal dentro del área del sistema, o la detección de eventos dinámicos tales como el seguimiento de personas (por ejemplo, en edificios y hospitales) o el seguimiento de objetos (por ejemplo, objetos de gran valor en casas o museos) u otras aplicaciones que incluyen el reconocimiento de patrones. En respuesta a cualquiera de estos estímulos, el sistema podría reaccionar emitiendo una luz ambiental específica predeterminada utilizando todos o algunos de los dispositivos opto-electrónicos del sistema.

40 Según una forma de realización adicional, el sistema para modificar una luz ambiental de un área comprende además un servidor informático que comprende medios para recibir al menos un parámetro del espectro de la luz, procedente de un dispositivo opto-electrónico; medios para determinar al menos un otro dispositivo opto-electrónico para enviar un parámetro adicional basado en el parámetro del espectro de la luz recibido, y medios para transmitir el parámetro adicional al dispositivo opto-electrónico determinado.

45 Los dispositivos opto-electrónicos se pueden conectar a un servidor informático que puede recibir los parámetros correspondientes a cualquier espectro de luz obtenido por cualquier dispositivo opto-electrónico, y puede determinar qué otro dispositivo opto-electrónico puede recibir dicho parámetro u otra información que pueda permitir que el dispositivo que recibe esta información emita una luz con un espectro de luz específico. Se tiene que señalar que un parámetro correspondiente a un primer espectro de luz obtenido puede causar que un emisor de luz de otro dispositivo emita una luz con un segundo espectro específico, sin que el primer y el segundo espectro sean necesariamente el mismo espectro.

50 Alternativamente, de acuerdo con otra forma de realización de la invención, el al menos un primer dispositivo opto-electrónico comprende además medios para determinar al menos otro dispositivo opto-electrónico para enviar el parámetro del espectro de luz recibido.

55 Además, dichos medios para determinar otro dispositivo para enviar un parámetro pueden estar comprendidos en uno o más dispositivos, o en una combinación de un servidor informático con medios de determinación y otros dispositivos con medios de determinación, en función de los requisitos de cada aplicación específica pretendida para el sistema.

60 De acuerdo con una forma de realización adicional, el sistema comprende medios para obtener un parámetro de similitud entre el espectro de luz obtenido y un patrón espectral predeterminado, y en el que la determinación de al menos otro dispositivo de reproducción de luz para enviar el parámetro del espectro de luz recibido se realiza considerando el parámetro de similitud obtenido.

- Esta puede ser una manera de determinar una acción (por ejemplo, permitiendo que el emisor de luz de un dispositivo emita un cierto espectro de luz, o enviando otros parámetros a otros dispositivos). Por ejemplo, se pueden utilizar varios espectros de luz predeterminados que corresponden a situaciones diferentes (luz del sol, luz de velas, fluorescente, fenómenos naturales, etc.) para llevar a cabo una comparación con un espectro de luz obtenido, determinando de este modo las acciones a realizar (por ejemplo, emitir una luz con un espectro con una intensidad menor, un color predominante, apagar un grupo de emisores de luz de otros dispositivos, etc.).
- Otro ejemplo que se puede aplicar a teatros o deportes en vivo se refiere a un sistema que está configurado o entrenado para detectar patrones diferentes que corresponden a eventos específicos durante el espectáculo, que, una vez detectados, pueden iniciar un cierto tipo de condiciones de iluminación o efectos dinámicos de iluminación que pueden involucrar parcial o totalmente los dispositivos opto-electrónicos del sistema.
- En un sentido amplio, se pueden crear potencialmente otros entornos interactivos complejos para muchas aplicaciones, en los que las acciones de individuos son los inputs principales, y el sistema de iluminación reacciona como un todo, procesando cada dispositivo su información espectral obtenida y/o enviando parámetros a otros dispositivos opto-electrónicos o servidores informáticos, funcionando todo el sistema para conseguir un efecto predeterminado relacionado con cualquier aplicación particular, juego o simplemente para crear atmósferas espaciales con cierto grado de interactividad entre los individuos y la luz.
- De acuerdo con una forma de realización adicional, al menos un dispositivo opto-electrónico del sistema comprende además medios para obtener un parámetro de similitud entre el espectro de luz obtenido y un patrón espectral predeterminado, y en el que los medios para modificar la emisión de los emisores de luz modifican la emisión en base al parámetro de similitud obtenido.
- Según una forma de realización adicional, se establece una red neuronal utilizando cada dispositivo opto-electrónico del sistema como un nodo de la red neuronal.
- Según una forma de realización adicional de la invención, un procedimiento para modificar una luz ambiental de un área en un sistema para modificar una luz ambiental de un área, comprendiendo el sistema un primer y segundo dispositivo opto-electrónico, y comprendiendo el procedimiento las siguientes etapas:
- Obtener un espectro de luz de la luz ambiental por medio del primer dispositivo opto-electrónico;
 - Obtener un parámetro correspondiente al espectro de luz obtenido por medio del primer dispositivo opto-electrónico;
 - Enviar el parámetro obtenido desde el primer dispositivo opto-electrónico al segundo dispositivo opto-electrónico.
- También, de acuerdo con una forma de realización adicional, se proporciona un producto de programa informático que comprende instrucciones de programa para hacer que un ordenador realice el procedimiento para modificar una luz ambiental. El programa informático puede estar incluido en un medio de almacenamiento o en una señal portadora.
- Además, según otro aspecto de la invención, se proporciona el uso de un espectrómetro miniaturizado basado en CMOS, para obtener el espectro de luz de la luz ambiental dentro del área, en un dispositivo opto-electrónico según se ha descrito anteriormente.
- De acuerdo con un aspecto adicional de la invención, se proporciona un dispositivo reflectante, para determinar la calibración de un dispositivo opto-electrónico según se ha descrito anteriormente, comprendiendo el dispositivo reflectante una superficie con una parte reflectante.
- Además, se proporciona un procedimiento para determinar la calibración de un dispositivo opto-electrónico, por medio de un dispositivo reflectante según se ha descrito anteriormente, comprendiendo el procedimiento:
- Disponer el dispositivo reflectante al menos parcialmente dentro del área de un entorno que los emisores de luz son capaces de iluminar;
 - Emitir una luz con un espectro de luz esperado por medio de la pluralidad de emisores de luz;
 - Obtener un espectro de luz real, a partir de la luz reflejada al menos parcialmente por los medios reflectantes, por medio del espectrómetro miniaturizado;
 - Obtener un parámetro de similitud entre el espectro de luz real obtenido y un espectro de luz reflejada esperado correspondiente al espectro de luz esperado emitido;
 - Determinar la calibración del dispositivo opto-electrónico en base al parámetro de similitud.
- De esta manera, utilizando el dispositivo reflectante, se puede realizar una calibración de la relación entre la energía eléctrica (corriente y/o voltaje) proporcionada por los controladores electrónicos a cualquier emisor de luz y la salida de luz real del mismo emisor de luz.
- El dispositivo reflectante puede ser cualquier dispositivo adecuado para ser dispuesto dentro del área que puede ser iluminada por los emisores de luz, y podría ser, por ejemplo, una cubierta colocada en frente de los emisores de luz,

estando acoplada ya sea atornillada o fijada por cualquier medio de fijación. La superficie reflectante es tal que su respuesta reflectante es conocida (o puede ser obtenida por) el dispositivo opto-electrónico, siendo por lo tanto posible obtener, dada una luz emitida, cómo debería ser su espectro de reflexión.

5 Más específicamente, se puede emitir una luz predeterminada esperada, proporcionando una corriente o voltaje específico predeterminado a los emisores de luz (por medio de, por ejemplo, el micro-controlador, que puede utilizar un controlador para generar dicha corriente o voltaje). Se ha de señalar que no es necesario realizar la etapa de emitir dicha luz esperada después de realizar la etapa de disponer el dispositivo reflectante, siempre y cuando la etapa de obtener un espectro de luz real, que ha sido reflejada por el dispositivo reflectante, se realice después de la etapa de disponer y la etapa de emitir.

10 Entonces, disponiendo un dispositivo altamente reflectante, que puede ser, por ejemplo, una cubierta atornillada o fijada al dispositivo opto-electrónico en frente de los emisores de luz, la luz emitida real (que puede no ser la esperada) es reflejada en una superficie de dicho dispositivo y se obtiene, por medio del espectrómetro, un espectro de luz de dicha luz reflejada real.

Dado que se conoce la respuesta reflectante del dispositivo reflectante, se puede determinar previamente un espectro de luz reflejada esperado correspondiente al espectro de luz emitida esperado (que, por ejemplo, se almacena en un medio de memoria del dispositivo opto-electrónico) permitiendo así la obtención de un parámetro de similitud entre éste y el espectro de luz real obtenido.

Si este parámetro de similitud implica que el espectro de luz reflejada esperado y el espectro de luz real obtenido son diferentes, esto significaría que los emisores de luz pueden estar emitiendo una luz diferente de la que se suponía que debían emitir, y por lo tanto se debe realizar una calibración, por ejemplo, cambiando la corriente o voltaje aplicado a los emisores de luz.

Esto puede ser útil porque los emisores de luz pueden cambiar sus propiedades emisoras durante su vida, y por lo tanto se pueden requerir diferentes corrientes y/o voltajes con el tiempo, para emitir la misma luz.

30 Se pueden usar también otros procedimientos para calibrar la salida de luz de un dispositivo opto-electrónico, tal como el consistente de piezas mecánicas capaces de dirigir el espectrómetro directamente hacia los emisores de luz.

Breve descripción de los dibujos

35 A continuación se describirán varias formas de realización de la presente invención, sólo a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 ilustra un dispositivo opto-electrónico, según una forma de realización preferida de la presente invención;

40 Las Figuras 2a - 2c ilustran diferentes alternativas de una parte de un dispositivo opto-electrónico, de acuerdo con otra forma de realización preferida de la presente invención;

45 La Figura 3 representa un dispositivo opto-electrónico encapsulado, de acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención;

La Figura 4 ilustra un detalle del dispositivo opto-electrónico representado en la Figura 3, de acuerdo con una forma de realización preferida de la presente invención;

50 La figura 5 representa un sistema para modificar una luz ambiental de un área, de acuerdo con una forma de realización preferida adicional de la presente invención.

La Figura 6 representa un sistema para modificar una luz ambiental de un área, de acuerdo con una forma de realización preferida adicional de la presente invención.

55 Descripción de una forma de realización preferida

De acuerdo con una primera forma de realización preferida de la invención, se describirá un dispositivo opto-electrónico de acuerdo con la invención por medio de las figuras adjuntas. Más específicamente, en la figura 1, se representa un dispositivo opto-electrónico 100, que comprende un espectrómetro miniaturizado 102, que comprende una entrada de luz y una primera lente de acoplamiento 101 mostrada entre dicha entrada de luz y el exterior, diseñada de tal manera que maximiza el flujo de luz acoplado procedente de la luz ambiental en la entrada de luz del espectrómetro 102.

65 Además, según esta forma de realización, el espectrómetro 102 y su lente de acoplamiento 101 se muestran en el centro de un panel que comprende una matriz de LEDs integrada en un panel de LEDs 103 (más específicamente,

una placa de circuito impreso o PCB). Esta posición es óptima, ya que el eje óptico de la entrada de luz y la lente 101 apuntan hacia la misma dirección que la luz emitida por el panel de LEDs 103 (es decir, el eje de simetría de la distribución angular de luz), captando por lo tanto la luz ambiental de al menos parte del área iluminada por los LEDs. La luz emitida por la PCB de LEDs 103 incide en los objetos y las superficies de un área particular, y una parte de esta luz reflejada o dispersada es captada de nuevo por el espectrómetro 102 a través de la lente de acoplamiento 101, siendo posible la extracción de información de los alrededores por medio del análisis de la luz captada (exploración de la luz ambiente). La lente de acoplamiento 101 también puede acoplar luz procedente de otras fuentes de luz diferentes del panel de LEDs 103 presentes en el espacio en consideración, ya sea siguiendo una trayectoria óptica lineal o después de sufrir una o varias reflexiones dentro del espacio. De esta forma, los fotones procedentes de una diversidad de fuentes (por ejemplo, de luz natural o artificial) similares o diferentes al dispositivo opto-electrónico presentado en esta invención pueden terminar siendo captados por la lente de acoplamiento.

La visualización del espectrómetro 101 y su lente 102 puede variar dependiendo de las aplicaciones previstas para el dispositivo opto-electrónico, o dependiendo de la función de cada dispositivo o de cómo los dispositivos están distribuidos dentro del área, y por lo tanto cada dispositivo será controlado de una manera diferente dentro del sistema. Más adelante se describirán otras formas de realización que representan variaciones en la visualización del espectrómetro 102, de acuerdo con otras figuras.

El espectrómetro 102 está incluido en un microchip de tipo CMOS, que, en este ejemplo, es un micro-espectrómetro que comprende una rejilla (*grating*) nano-impresa, aunque existe una amplia gama de técnicas en las que dicha rejilla (*grating*) podría estar incluida dentro del micro-chip, las cuales también pueden ser adecuadas. Un ejemplo comercial de un micro-espectrómetro adecuado puede ser la nueva serie de espectrómetros incluidos en un microchip fabricados por Hamamatsu TM.

Además, el dispositivo 100 comprende unos medios para modificar la luz emitida 104 ya sea por su propio panel de LEDs 103 o por otras fuentes de luz. Estos medios están incluidos en un micro-controlador electrónico que comprende medios para la adaptación de las señales procedentes del espectrómetro en forma de señales eléctricas adecuadas para su procesamiento por un micro-controlador. Además, el micro-controlador o una electrónica dedicada puede adaptar un espectro de luz recibido y leído por el mini-espectrómetro y, de acuerdo con un conjunto de reglas, en función de diferentes situaciones y la aplicación prevista para el dispositivo, modificar la emisión de una parte o la totalidad del panel de LEDs 103, enviándoles la corriente adecuada a través de controladores electrónicos. Un algoritmo de optimización del micro-controlador puede determinar la corriente que requiere cada LED (leyendo una tabla de calibración) con el fin de obtener un espectro global deseado de una luz emitida. El espectro de esta luz emitida es la suma de todos los espectros de luz de los LEDs individuales.

La matriz de LEDs incluida en un panel de LEDs 103 comprende varios LEDs, siendo capaz cada uno de ellos de emitir en una cierta parte del espectro electromagnético, cubriendo así toda la gama del espectro de la aplicación particular que puede comprender luz visible o luz invisible o una combinación de ambas. Esto es de utilidad ya que, cuando tiene que emitirse un contenido espectral específico, el sistema es capaz de variar la intensidad de cada emisión LED con el fin de obtener el espectro deseado. Por lo tanto, se utiliza un gran número de LEDs (típicamente en el intervalo entre 5 y 50), de modo que cuanto mayor este número, más precisa es la reproducción de cualquier espectro de luz arbitrario. A fin de lograr las mejores características de homogeneidad y fotométricas, la PCB de LEDs 103 puede estar acoplada a sistemas ópticos adicionales que comprenden lentes y difusores.

Como se ve en la figura detallada 2A, el espectrómetro 102 y la lente 101 se pueden mantener en contacto directo con el fin de acoplar la luz ambiente según se muestra en la configuración de la figura 1. También son posibles otras configuraciones más sofisticadas, según se muestra en la Figura 2B, en la que una guía de ondas en forma de fibra óptica 105 está acoplada en un extremo a la lente 101, y en el otro extremo, a otra lente 101a, similar a la lente original 101. De este modo, no hay necesidad de colocar el espectrómetro 102 y la lente 101 en el mismo lugar con el fin de obtener la luz ambiental deseada, y dado que la fibra óptica es flexible, sólo la segunda lente 101a y el extremo de la fibra acoplada a ésta pueden estar ubicados en una superficie deseada, mientras que recibe niveles de flujo acoplado similares o incluso mayores que en la alternativa anterior de la figura 2A, en función de la apertura numérica de la fibra y el invariante de *Lagrange* de todo el sistema óptico.

Otra alternativa puede ser la representada en la Fig.2c, en la que, en lugar de una fibra óptica, se muestran dos fibras ópticas 105a, 105b dentro de una carcasa, con un extremo acoplado a la primera lente 101 y el otro extremo acoplado a dos lentes adicionales 101b, 101c. Dichas lentes están colocadas aproximadamente en el mismo plano que la matriz de LEDs, mientras que el espectrómetro 102 puede estar colocado más alejado de las lentes de acoplamiento 101b y 101c. De esta manera, se consigue una mejor encapsulación del dispositivo opto-electrónico, permitiendo también otras configuraciones provistas con elementos móviles de acoplamiento 105, 105a, 105b, 101a, 101b, 101c, con el fin de captar la luz procedente de diferentes regiones o direcciones dentro del espacio en consideración. Estas partes móviles también pueden ser gobernadas por el micro-controlador.

Esta encapsulación se ve mejor en la figura 3, en la que se muestra el empaquetado del dispositivo opto-electrónico 100 que comprende la configuración de fibra óptica representada en la figura 2c junto con el bloque electrónico 106.

En esta configuración, los fotones captados por las lentes 101b y 101c son acoplados en el espectrómetro 102 a través de la lente 101. El espectrómetro compacto 102 es capaz de clasificar estos fotones según su energía y proporcionar una señal electrónica que representa la distribución de fotones obtenida (espectro). Puede ser necesario un bloque electrónico opcional de acondicionamiento de señal 106a para adaptar las señales y los modos de operación (por ejemplo, tiempos de integración del proceso de lectura, sensibilidad o ganancia del sensor CMOS, etc.) entre el espectrómetro 102 y el micro-controlador 106b. El micro-controlador 106b, una vez que la información espectral es leída, puede calcular un parámetro espectral en particular a través de un algoritmo dedicado y actuar sobre los controladores electrónicos 106c que alteran posteriormente la salida espectral de la matriz de LEDs 103, y/o sobre el bloque de comunicaciones y almacenamiento 106d, enviando, por ejemplo, un parámetro o una información pre-almacenada por una red. Obviamente, también sería necesario un último bloque de electrónica de energía, consistente en ya sea una batería para dispositivos independientes y/o un rectificador de corriente para dispositivos de enchufado (*wall-plugged devices*), pero ha sido omitido deliberadamente de los dibujos por motivos de simplicidad.

Además, el dispositivo representado en la figura 3 puede trabajar en cualquiera de las configuraciones de acoplamiento de luz que se muestran en la figura 2, así como con múltiples fibras ópticas acopladas a la lente de acoplamiento 101 (algunas de ellas incluso móviles) sin pérdida de generalidad. Alternativamente, se podrían integrar fácilmente otros sensores tales como sensores de temperatura, sensores de humedad, sensores de velocidad de flujo de aire, sensores de intensidad de luz (silicio, celdas solares, etc.), sensores de imagen (CMOS o matrices CCD) para proporcionar nuevas funcionalidades sin limitar el alcance de esta invención.

La Figura 4 representa la base del dispositivo opto-electrónico, mostrando el panel de LEDs 103 y una disposición típica de la pluralidad de LEDs 203 dentro del mismo. La celda básica que contiene la pluralidad de emisores de luz 203, que son capaces de reproducir un espectro arbitrario, se replican periódicamente con el fin de aumentar la potencia radiométrica (aplicaciones no visibles) o luminosa (aplicaciones visibles) de la luz emitida en general. Al mismo tiempo, esta repetición proporciona un aumento de la homogeneidad de color y espectral de la luz de salida.

Según una forma de realización preferida adicional, la figura 5 representa un sistema para modificar la luz ambiental de un área 500, que comprende una pluralidad de dispositivos opto-electrónicos 100a - 100d, cuyos paneles de LEDs 103a - 103d (sólo el 103a señalado) abarcan las sub-áreas 301a - 301d, y cuyos mini-espectrómetros 102a - 102d (sólo el 102a señalado) abarcan las sub-áreas 300a - 300d.

Como puede verse en esta configuración particular, los conos de luz emitidos por los paneles de LEDs de cada dispositivo (sub-áreas 301a - 301d) se solapan entre sí parcialmente, como en 302. De la misma manera, los conos de "detección" de cada espectrómetro (sub-áreas 300a - 300d) se solapan con los conos de luz emitida por dispositivos adyacentes, como en 303.

De esta manera, cuando los dispositivos se programan en un "modo de copia" (es decir, los medios para modificar la luz emitida de la matriz de LEDs están programados para emitir una luz que coincide exactamente con el espectro de luz obtenido por el espectrómetro del mismo dispositivo), cuando se produce un cambio o perturbación externa en el espectro de la luz en una de las sub-áreas abarcadas por un espectrómetro de un dispositivo, el correspondiente dispositivo detecta dicho cambio y comienza a emitir una luz con el espectro de luz detectado. Entonces, el área abarcada por su propia matriz de LEDs es detectada por los espectrómetros de otros dispositivos, activando estos otros dispositivos para obtener el nuevo espectro de luz e iniciar la emisión de una luz con dicho nuevo espectro de luz, creando así una reacción en cadena que dispersa la perturbación original por toda el área abarcada por todos los dispositivos, consiguiendo una nueva luz ambiental en respuesta a dicho primer cambio o perturbación.

Dicho cambio en el espectro de luz de una parte del área del sistema (que puede ser detectado por un dispositivo) puede ser causado por un cambio en la luz que viene de fuera del área (por ejemplo, la luz del sol, un destello de una luz artificial procedente de otro espacio, etc.), un cambio realizado intencionalmente (alguien que apunta una linterna hacia un espectrómetro), o, por ejemplo, la entrada de personas en la habitación, o su movimiento alrededor de dicha habitación.

Además, un cambio en la luz ambiental puede ser causado por un cambio programado en la emisión de una matriz de LEDs de un dispositivo opto-electrónico en particular (es decir, por ejemplo, la emisión de una luz con un espectro de luz pre-almacenado, programado por el usuario, que se realiza en un momento determinado del día), lo que permite una reacción en cadena y un cambio general de la luz ambiental de un área con sólo cambiar automáticamente la emisión de sólo un único dispositivo del sistema.

Por supuesto, los dispositivos del sistema pueden ser programados de manera diferente entre ellos, siendo una parte de ellos estáticos (no modifican su propia emisión de luz ante cualquier cambio espectral) y siendo otra parte modificable (funcionando, por ejemplo, en un "modo de copia" según se ha descrito anteriormente).

Una posible aplicación de este sistema puede ser, por ejemplo, la transmisión de información sobre las condiciones

de iluminación natural desde un dispositivo cercano a una ventana, al interior del edificio.

Otras aplicaciones incluyen las interacciones humanas con entornos de iluminación inteligentes, de manera que las expresiones humanas toman parte activa como inputs al sistema inteligente, para lograr un estado objetivo o emocional deseado dentro del entorno.

Otros ejemplos incluyen juegos interactivos. Por ejemplo, un juego en el que los usuarios, que tienen linternas de diferentes colores, tienen que cambiar la iluminación general de un área apuntando su linterna o antorcha hacia los dispositivos, y en el que el ganador es el equipo que cambia todas las luces del área a su color.

Una forma de realización adicional de la invención puede ser un sistema con una pluralidad de dispositivos opto-electrónicos mostrados como el sistema descrito anteriormente, en el que cada longitud de onda característica de los emisores de luz representa un canal de comunicación. En este sentido, un usuario o un programa informático pueden gobernar un dispositivo opto-electrónico particular para usarlo como un emisor, con un número de canales determinado por el número de emisores con diferente longitud de onda característica que tiene, y estando permitidos todo tipo de protocolos de comunicación digitales, multi-lógicos o analógicos permitidos en cada canal individual. De esta manera, el resto de los dispositivos opto-electrónicos son capaces de recibir estos componentes espectrales a través de su propio espectrómetro, y, o bien continuar la transmisión de la misma información a otros dispositivos reproduciendo una luz con el mismo espectro de luz, o descifrar la información decodificando la información contenida en cada canal de comunicación y realizar la acción necesaria.

De esta manera, la información puede ser codificada dentro de un espectro de luz de una luz emitida (es decir, codificada usando la longitud de onda característica de cada LED individual como canales de comunicación) y, cuando es emitida por dicho primer dispositivo opto-electrónico, la luz emitida puede ser detectada por otros dispositivos opto-electrónicos que, cuando están configurados en un "modo de copia" (un dispositivo obtiene un espectro de luz y emite el mismo espectro de luz con su propia matriz de LEDs), causan una reacción en cadena, comprendiendo el espectro de luz información codificada enviada por una cadena de emisión de copia a través de otros dispositivos opto-electrónicos.

En una forma de realización adicional de la invención, el sistema comprende un servidor informático, conectado a todos los dispositivos opto-electrónicos del sistema. Esta conexión (por medio de una red de comunicación por cable, inalámbrica, o cualquier otro tipo adecuado de comunicación entre dispositivos informáticos) permite que los dispositivos opto-electrónicos envíen información a dicho servidor, que corresponde a cualquier cambio en un espectro de luz detectado dentro de su área correspondiente, dejando así que el servidor controle las acciones a realizar por parte de cualquier dispositivo opto-electrónico. Las decisiones tomadas por el servidor informático pueden comprender otros inputs tales como la hora del día u otra información relevante (por ejemplo, información histórica correspondiente a cambios espectrales detectados anteriormente en otros dispositivos opto-electrónicos, otros sensores, etc.).

De esta manera, el sistema puede estar conectado a otros sistemas que pueden ser o no ser del mismo tipo, a través del servidor informático. Tales sistemas adicionales pueden incluir redes de sensores, micro-redes, Internet, otros servidores informáticos u otros dispositivos electrónicos o redes de comunicaciones de interés.

Además, los dispositivos opto-electrónicos también pueden comunicarse entre sí y, por ejemplo, se pueden programar diferentes tipos de dispositivos opto-electrónicos para controlar otros dispositivos opto-electrónicos, combinando así el uso del servidor y dispositivos opto-electrónicos que también pueden controlar las acciones a realizar por otros dispositivos opto-electrónicos, lo que puede ser preferible en función de la aplicación prevista para el sistema, la posición de los dispositivos dentro de una o más áreas, etc.

Un ejemplo de una aplicación adicional del sistema es la forma de realización de la invención representada en la figura 6, en la que se muestra un sistema que comprende una pluralidad de dispositivos opto-electrónicos (tales como el dispositivo 100d o 100e) de acuerdo con la invención en un área 1, de tal manera que la suma de los alcances 300d de los espectrómetros de cada dispositivo 100d abarca prácticamente toda el área, con el objetivo de hacer un seguimiento de personas o de objetos en esa área, emitiendo opcionalmente una luz adecuada correspondientemente y/o enviar la información a otros dispositivos o servidores informáticos. Más específicamente, como se ve en las formas de realización anteriores, los alcances 300d de los espectrómetros se superponen parcialmente entre sí, permitiendo de este modo que el sistema, siempre que una persona 2 pasa a través del área 1, pasando de un alcance a otro, el área de solapamiento permite a ambos dispositivos detectar la persona y o bien emitir una luz predeterminada con un contenido espectral predeterminado o bien enviar esa información para su posterior procesamiento. Este procesamiento puede incluir la identificación de los individuos o personas, basado en programas informáticos. Los algoritmos informáticos pueden estar comprendidos en uno o varios dispositivos opto-electrónicos (es decir, programación distribuida), y/o en servidores informáticos. Con el fin de realizar el reconocimiento de patrones, los algoritmos pueden incluir técnicas basadas en *soft computing* tal como redes neuronales, lógica difusa y/o otros paradigmas informáticos avanzados.

Por ejemplo, con el fin de detectar a una persona dentro de un alcance 300d de un dispositivo 100d, se almacena un

patrón predeterminado basado en el contenido espectral recibido para esa persona en particular. Entonces, siempre que este patrón es reconocido por el sistema como una persona o un objeto presente en una base de datos pre-almacenada, se puede enviar una señal de confirmación de identificación u otra información a través de una red a otros dispositivos opto-electrónicos o a un servidor, los cuales pueden realizar la acción requerida.

5 Esta información puede comprender un conjunto de instrucciones para otros dispositivos que requieren que éstos emitan una determinada luz, o pueden ser enviadas directamente a los controladores que controlan los LEDs para reproducir una luz con un contenido espectral específico, lo que podría corresponder, por ejemplo, a una configuración de iluminación pre-configurada del usuario que está siendo seguido (*tracked*).

10 Esta información también puede comprender, por ejemplo, características espectrales correspondientes a las luces reflejadas por diferentes tipos de colores de ropa, tipos de ropa que reflejan la luz de una manera específica, el tipo de reflexión de la piel o cabello humano, etc.

15 Además, también se puede detectar el movimiento de un objeto o una persona añadiendo otras características tales como la rapidez de los cambios del espectro, o si cambia de un tipo a otro tipo, etc. La información también puede ser recogida comparando los espectros que obtienen diferentes dispositivos opto-electrónicos en un espacio particular. Esta manera de compartir la información a través de los puertos de comunicación entre los dispositivos opto-electrónicos y servidores informáticos adicionales puede ayudar en el seguimiento de los cambios que se producen en todo el espacio en el que está instalado el sistema de iluminación.

20 Una aplicación de este sistema puede ser una en la que la luz emitida por todos los dispositivos es baja o inexistente y, cada vez que un objeto o persona en movimiento pasa por debajo de un dispositivo opto-electrónico particular, su emisión cambia a un nivel de iluminación confortable, iluminando de este modo el recorrido de la persona a medida que avanza. Dado que los alcances de lectura de los dispositivos opto-electrónicos se solapan entre sí, se puede lograr una configuración en la que se ilumina el recorrido delantero de la persona (como se ve en la figura, iluminado, por ejemplo, por el dispositivo 100d, y los dispositivos representados con su alcance en una línea trazada en negrita) y, también, se puede atenuar la luz que ilumina el recorrido trasero o que está alejado de la persona (como se ve en la figura, por ejemplo, el dispositivo 100e, y los dispositivos representados con su alcance en una línea trazada más fina), iluminando de este modo sólo una parte del área adyacente a la persona (y correspondiente al recorrido hacia el cual está caminando), lo que implica un ahorro de energía eléctrica en el proceso global.

25 Se han usado redes neuronales artificiales en muchas aplicaciones desde su renacimiento en los años ochenta. Su implementación más utilizada es un programa que se ejecuta en un ordenador personal o una estación de trabajo (*workstation*), y su amplio uso es debido a la mayor flexibilidad de su software, en el que los usuarios pueden modificar fácilmente la topología de la red, el tipo de elementos de procesamiento o las reglas de aprendizaje de acuerdo con los requisitos de su aplicación.

30 Sin embargo, la implementación de la red neuronal en un ordenador secuencial parece ser muy paradójico porque las redes neuronales biológicas, en las cuales tienen su origen las redes neuronales artificiales, operan en gran medida en paralelo.

35 Una etapa para los sistemas neurales altamente paralelos es la utilización de varios elementos de procesamiento (neuronas). En este sentido, un sistema de dispositivos opto-electrónicos puede ser adecuado para llevar a cabo dichos enfoques para el procesamiento en paralelo.

40 En aún otra forma de realización de la invención, se puede incluir el uso del procesamiento en paralelo de un sistema de dispositivos opto-electrónicos en la creación de una red neuronal, en la que la pluralidad de dispositivos opto-electrónicos distribuidos en un espacio actuarían como nodos (neuronas artificiales) de la red neuronal. Las conexiones o comunicaciones entre los nodos se pueden realizar ya sea a través de una red de comunicación entre ellos o ya sea por medio de luz que comprende información codificada en su espectro de luz, según se ha descrito anteriormente. En este sentido, en un sistema de este tipo, se pueden conseguir fácilmente los principios de procesamiento y adaptación no-lineal, distribuida, en paralelo y local, utilizados normalmente en una red neuronal.

45 Adicionalmente, la red neuronal está provista con un modelo matemático o de procesamiento para procesar la información. El modelo de procesamiento puede ser almacenado y/o ejecutado por el micro-controlador de cada dispositivo opto-electrónico, y/o distribuido entre la pluralidad de dispositivos opto-electrónicos, o incluso gobernado por una unidad central de procesamiento a través de los puertos de comunicación tal como un ordenador personal.

50 Aunque la presente invención ha sido descrita en detalle para fines de ilustración, se entiende que dicho detalle es únicamente para ese fin, y pueden hacerse variaciones en la misma por los expertos en la técnica sin apartarse del alcance de la invención.

55 Así, mientras que las formas de realización preferidas de los procedimientos y de los sistemas se han descrito en referencia al entorno en el que se desarrollaron las mismas, son meramente ilustrativas de los principios de la invención. Se pueden concebir otras formas de realización y configuraciones sin apartarse del alcance de las

reivindicaciones adjuntas.

- Además, aunque las formas de realización de la invención descritas con referencia a los dibujos comprenden aparatos y procesos realizados en un aparato informático, la invención se extiende también a programas informáticos, particularmente a programas informáticos en un portador, adaptados para poner en práctica la invención. El programa puede ser en forma de código fuente, código objeto, código fuente intermedio y código objeto en una forma parcialmente compilada, o en cualquier otra forma adecuada para su uso en la implementación de los procesos según la invención. El portador puede ser cualquier entidad o dispositivo capaz de portar el programa.
- 5
- 10 Por ejemplo, el portador puede comprender un medio de almacenamiento, tal como una ROM, por ejemplo un CD ROM o una ROM semiconductora, o un medio de grabación magnética, por ejemplo un disquete o disco duro. Además, el portador puede ser un portador transmisible tal como una señal eléctrica u óptica, que puede ser transmitida a través de cable eléctrico u óptico o por radio u otros medios.
- 15 Cuando el programa está incluido en una señal que puede ser transportada directamente por un cable u otro dispositivo o medio, el portador puede estar constituido por dicho cable u otro dispositivo o medio.

Alternativamente, el portador puede ser un circuito integrado en el que el programa está embebido, estando el circuito integrado adaptado para realizar, o para uso en la realización de los procesos relevantes.

20

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo opto-electrónico (100) que comprende una pluralidad de emisores de luz (103) dispuestos para ser capaces de iluminar un área de un entorno, un detector dispuesto para obtener una característica espectral de la luz ambiental dentro del área del entorno, medios de control (104) para modificar la emisión de los emisores de luz, en base a la característica espectral obtenida;
caracterizado porque el detector es un espectrómetro miniaturizado basado en CMOS (102) que tiene una rejilla (*grating*) para dispersión de luz fabricada usando tecnología CMOS, y la característica espectral es el espectro de luz de la luz ambiental.
2. El dispositivo opto-electrónico (100) según la reivindicación 1, en el que el espectrómetro (102) comprende una entrada de luz para obtener el espectro de luz de la luz ambiental, y en el que el dispositivo opto-electrónico comprende además al menos un elemento óptico (101) acoplado a la entrada de luz, para aumentar el flujo de luz entrante a través de la entrada de luz.
3. El dispositivo opto-electrónico (100) según la reivindicación 2, en el que el elemento óptico (101) comprende un conjunto de lente óptica.
4. El dispositivo opto-electrónico (100) según la reivindicación 2 ó 3, que comprende además un elemento de guía de ondas (105) que tiene un primer extremo y un segundo extremo, el primer extremo acoplado al elemento óptico (101).
5. El dispositivo opto-electrónico (100) según la reivindicación 4, en el que el elemento de guía de ondas (105) es una guía de ondas de fibra óptica.
6. El dispositivo opto-electrónico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 4 ó 5, que comprende además un segundo elemento óptico (101a) acoplado al segundo extremo del elemento de guía de ondas (105).
7. El dispositivo opto-electrónico (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el primer (101) o segundo (101a) elemento óptico es móvil, comprendiendo el dispositivo además medios para mover dicho primer (101) o segundo (101a) elemento óptico.
8. Sistema para modificar la luz ambiental de un área, que comprende al menos dos dispositivos opto-electrónicos (100) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, y medios para transmitir información entre ellos.
9. Sistema para modificar la luz ambiental de un área según la reivindicación 8, en el que:
 - al menos un primer dispositivo opto-electrónico (100a) comprende además medios para obtener y medios para transmitir un parámetro de espectro de luz correspondiente a un espectro de luz obtenido, a otro dispositivo opto-electrónico (100b); y
 - al menos un segundo dispositivo opto-electrónico (100b) comprende medios para recibir un parámetro de espectro de luz correspondiente a un espectro de luz obtenido, y medios para modificar la emisión (301b) de su emisor de luz (103b) en base al parámetro recibido.
10. Sistema para modificar una luz ambiental de un área según la reivindicación 9, que comprende además un servidor informático que comprende medios para recibir al menos un parámetro de espectro de luz, procedente de un dispositivo opto-electrónico (100a); medios para determinar al menos un otro dispositivo opto-electrónico (100b) para enviar un otro parámetro basado en el parámetro de espectro de luz recibido, y medios para transmitir el otro parámetro al dispositivo opto-electrónico determinado (100b).
11. Sistema para modificar una luz ambiental de un área según la reivindicación 9 ó 10, en el que el al menos un primer dispositivo opto-electrónico (100a) comprende además medios para determinar al menos un otro dispositivo opto-electrónico (100b) para enviar el parámetro de espectro de luz recibido.
12. Sistema para modificar una luz ambiental de un área según las reivindicaciones 10 ó 11, que comprende además medios para obtener un parámetro de similitud entre el espectro de luz obtenido y un patrón de espectro predeterminado, y en el que la determinación de al menos un otro dispositivo de reproducción de luz (100b) para enviar el parámetro de espectro de luz recibido se realiza teniendo en cuenta el parámetro de similitud obtenido.
13. Sistema para modificar una luz ambiental de un área según las reivindicaciones 8 a 12, en el que al menos uno de los dispositivos opto-electrónicos (100a-d) del sistema comprende además medios para obtener un parámetro de similitud entre el espectro de luz obtenido y un patrón de espectro predeterminado, y en el que sus medios para modificar la emisión de los emisores de luz (103a-d) modifican la emisión (301a-d) en base al parámetro de similitud obtenido.
14. Sistema para modificar una luz ambiental de un área según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, en el que se establece una red neuronal utilizando cada dispositivo opto-electrónico (100a-d) como un nodo de la red

neuronal.

15. Procedimiento para modificar una luz ambiental de un área usando un sistema según cualquiera de las reivindicaciones 8 a 14 que comprende un primer (100a) y un segundo dispositivo opto-electrónico (100b), comprendiendo el procedimiento:
- 5 - obtener un espectro de luz de la luz ambiental por medio del espectrómetro miniaturizado (102a) del primer dispositivo opto-electrónico (100a);
- obtener un parámetro correspondiente al espectro de luz obtenido por medio del primer dispositivo opto-electrónico (100a);
- 10 - enviar el parámetro obtenido desde el primer dispositivo opto-electrónico (100a) al segundo dispositivo opto-electrónico (100b).

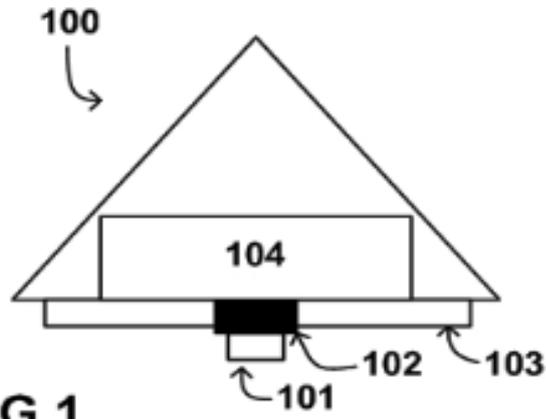


FIG. 2a

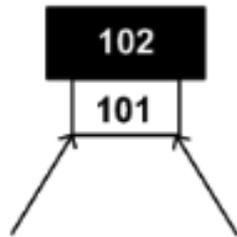


FIG. 2b

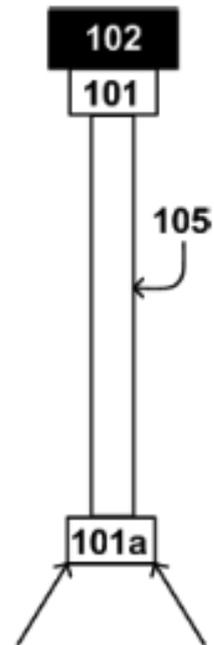
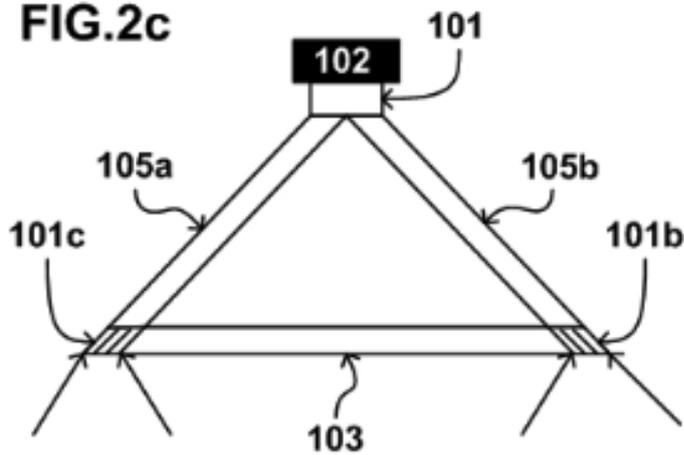
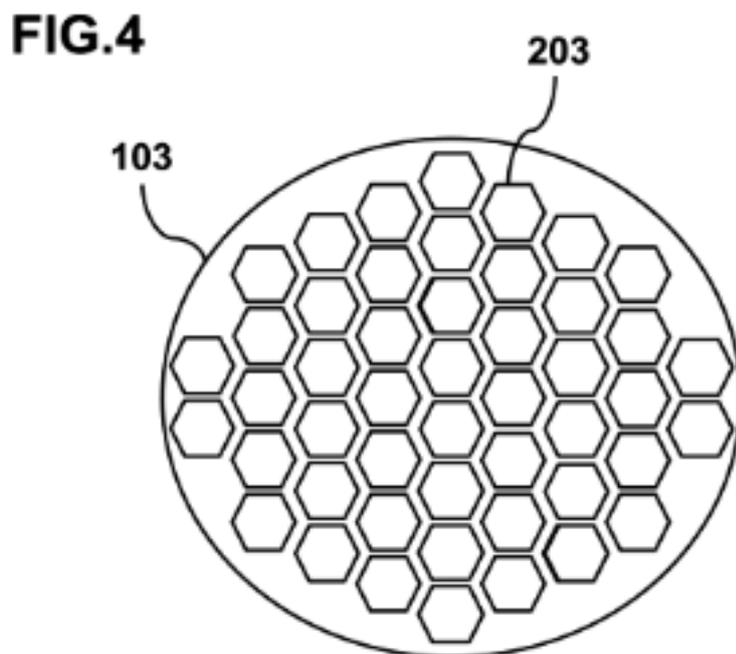
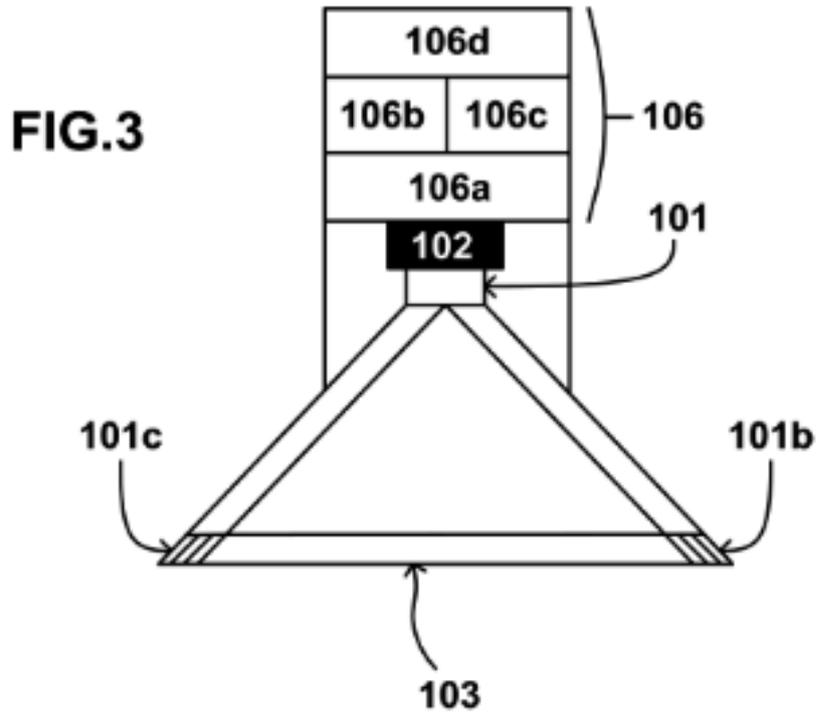


FIG. 2c





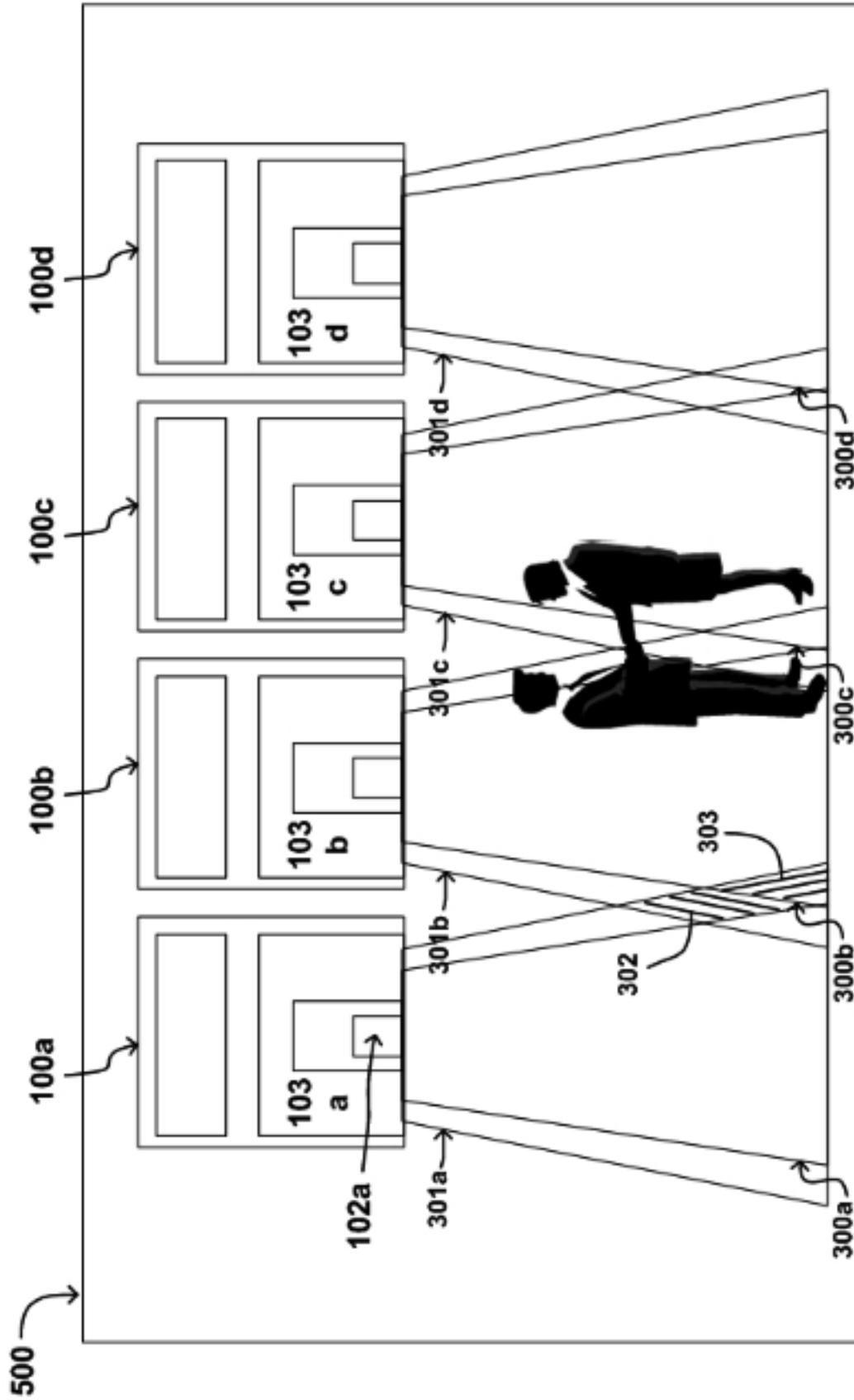


FIG. 5

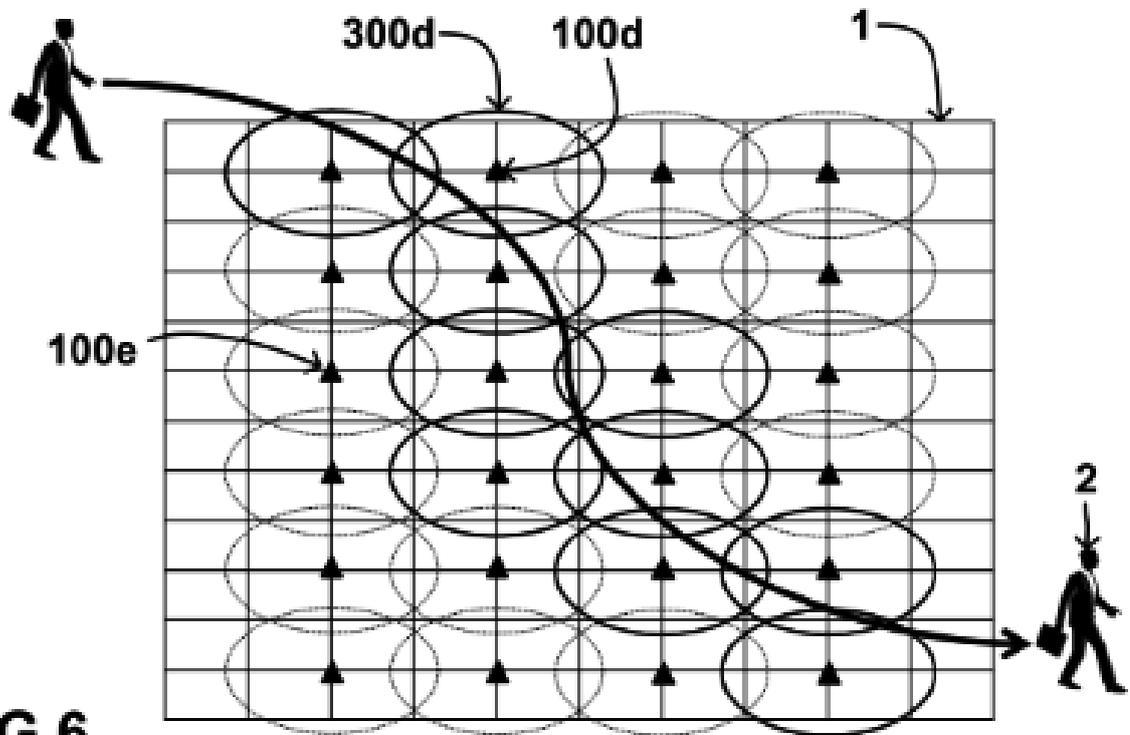


FIG.6