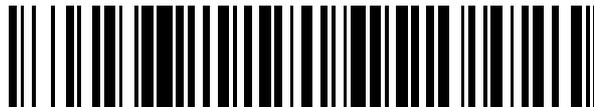


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 280**

51 Int. Cl.:

**H05B 33/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2010 E 10710679 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2013 EP 2407009**

54 Título: **Iluminación con LED con comportamiento de temperatura de color de lámpara incandescente**

30 Prioridad:

**12.03.2009 EP 09154950**

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

**29.10.2013**

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)  
High Tech Campus 5  
5656 AE Eindhoven, NL**

72 Inventor/es:

**TER WEEME, BEREND, J., W.;  
JANS, WILLIAM, P., M., M.;  
ZIJLMAN, THEO, G.;  
AKDAG, GAZI;  
VAN DIJK, ERIK, M., H., P.;  
JULICHER, PAUL, J., M. y  
HONTELE, BERTRAND, J., E.**

74 Agente/Representante:

**ZUAZO ARALUZE, Alexander**

**ES 2 427 280 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

Iluminación con led con comportamiento de temperatura de color de lámpara incandescente.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a un dispositivo de iluminación que comprende una pluralidad de LED como fuentes de luz y que tiene sólo dos bornes para recibir potencia, y más específicamente a un dispositivo de iluminación de LED que tiene un comportamiento de temperatura de color de lámpara incandescente cuando está atenuado. La invención se refiere además a un kit de piezas que comprende un dispositivo de iluminación de LED y un dispositivo de atenuación.

**Antecedentes de la invención**

15 Una bombilla tradicional es un ejemplo de un dispositivo de iluminación que comprende una fuente de luz, es decir el filamento de lámpara, que tiene dos bornes para recibir potencia. Cuando se aplica una tensión a una bombilla de este tipo, fluye una corriente a través del filamento. La temperatura del filamento aumenta debido al calentamiento óhmico. El filamento genera luz, que tiene una temperatura de color relacionada con la temperatura del filamento, que puede considerarse que es un cuerpo negro. Normalmente, una lámpara tiene una intensidad nominal correspondiente a una potencia de lámpara nominal a tensión de lámpara nominal, por ejemplo 230V de CA en Europa, y correspondiente a un determinado color nominal de la luz emitida.

Desde hace muchas décadas, las personas han usado la luz de las lámparas incandescentes de diferentes potencias. La luz de una lámpara incandescente proporciona una sensación general de bienestar. Generalmente, cuanto menor es la potencia de la lámpara incandescente, menor es la temperatura de color de la luz emitida por la lámpara. A modo de característica, la percepción humana de la luz es "más cálida" cuando la temperatura de color es menor. Con la misma lámpara incandescente, cuanto menor es la potencia suministrada a la lámpara, lo que ocurre cuando se atenúa la lámpara, menor es la temperatura de color de la luz emitida.

Ya se sabe que es posible atenuar una lámpara, es decir reducir la salida de luz. Esto se realiza reduciendo la potencia de lámpara promedio reduciendo la tensión de lámpara promedio, por ejemplo mediante corte de fase. Como resultado, también se reduce la temperatura del filamento, y por consiguiente el color de la luz emitida cambia a una temperatura de color inferior. Por ejemplo, en una lámpara incandescente convencional con una intensidad nominal de 60 W, la temperatura de color es de aproximadamente 2700 K cuando se hace funcionar la lámpara a una salida de luz del 100% mientras que se reduce la temperatura de color hasta aproximadamente 1700 K cuando se atenúa la lámpara hasta una salida de luz del 4%. Como bien sabe un experto en la técnica, la temperatura de color sigue la línea de cuerpo negro tradicional en un diagrama de cromaticidad. Una temperatura de color inferior corresponde a una impresión más rojiza, y esto se asocia con una atmósfera más cálida, más acogedora y agradable.

Una tendencia relativamente reciente es sustituir las fuentes de luz incandescentes por dispositivos de iluminación basados en fuentes de luz de LED, en vista del hecho de que los LED son más eficientes para convertir la energía eléctrica en luz y tienen una vida útil más larga. Tal dispositivo de iluminación comprende, además de la(s) fuente(s) de luz de LED real(es), un excitador que recibe la tensión de suministro de red prevista para hacer funcionar una lámpara incandescente y convierte la tensión de suministro de red de entrada en una corriente de LED de funcionamiento. Los LED están diseñados para proporcionar una salida de luz nominal cuando se hacen funcionar con una corriente constante que tiene una magnitud nominal. También puede atenuarse un LED. Esto puede realizarse reduciendo la magnitud de corriente, aunque esto normalmente da como resultado un cambio del color de la salida de luz. Para mantener la temperatura de color de la luz generada lo más constante posible, la atenuación de un LED se realiza normalmente mediante modulación por ancho de pulso, también indicado como atenuación de ciclo de trabajo, donde la corriente de LED se enciende y apaga a una frecuencia relativamente alta, donde la magnitud de corriente en los periodos de encendido es igual a la magnitud de diseño nominal, y donde la relación entre el periodo de conmutación y el tiempo de encendido determina la salida de luz.

Es deseable tener un dispositivo de iluminación que tenga uno o más LED como fuente de luz, en el que se simule el comportamiento de atenuación de la lámpara incandescente tradicional de modo que, con la atenuación, la temperatura de color de la luz de salida también siga un trayecto (preferiblemente próximo a la línea de cuerpo negro) desde un temperatura de color superior hasta una temperatura inferior.

Los dispositivos de iluminación que pueden soportar tal funcionalidad ya se han propuesto, por ejemplo, en el documento WO 2008/084771 o en el documento US-2006/0273331. Tales dispositivos de la técnica anterior comprenden al menos dos LED de colores diferentes entre sí, estando cada uno dotado de una fuente de corriente correspondiente, y un dispositivo de control inteligente, tal como un microprocesador, que controla las fuentes de corriente individuales para cambiar las salidas de luz relativas de los respectivos LED.

El documento WO 2008/084771 da a conocer un dispositivo emisor de luz que puede emitir luz a una temperatura

de color arbitraria, y un método para excitar el dispositivo emisor de luz. El dispositivo emisor de luz comprende uno y otros dispositivos de diodo emisor de luz conectados en paralelo para tener polaridades inversas, y una unidad de suministro de potencia de corriente constante que puede realizar una inversión de polaridad. La temperatura de color del dispositivo de diodo emisor de luz se ajusta superior que la del otro dispositivo de diodo emisor de luz.

El dispositivo conocido por el documento US 2006/0273331 recibe una señal de tensión de entrada que lleva potencia y una señal de control. En el dispositivo, la señal de control se toma desde la señal de entrada y se transfiere al dispositivo de control inteligente, que controla las fuentes de corriente individuales basándose en los datos de control recibidos. Cambiando la relación entre las respectivas salidas de luz, se cambian las contribuciones relativas a la salida de luz global y por tanto se cambia el color global de la salida de luz global, según se percibe por un observador. Por tanto, tal dispositivo de iluminación requiere una señal de entrada de control separada.

En los dispositivos de iluminación de LED, puede obtenerse un comportamiento de la temperatura de color de la luz de LED que, en condiciones de atenuación, es similar al de una lámpara incandescente, pero hasta ahora sólo a costa de un control de corriente extenso, tal como se conoce por ejemplo por el documento DE10230105. La necesidad de añadir controles al dispositivo de iluminación de LED para el comportamiento de temperatura de color deseado aumenta el número de componentes, aumenta la complejidad del dispositivo de iluminación y aumenta los costes. Estos efectos no son deseables. En los documentos US 2008/224631 y WO 2007/093927 se describe la técnica anterior relevante adicional.

### Sumario de la invención

La presente invención pretende proporcionar un circuito de LED para tal dispositivo de iluminación de LED, y un dispositivo de iluminación de LED que comprende tal circuito de LED, en el que pueda omitirse un control inteligente y en el que pueda omitirse un sensor de retroalimentación.

Sería deseable proporcionar un dispositivo de iluminación de LED que tenga un comportamiento de temperatura de color, cuando está atenuado, que se asemeje o aproxime al comportamiento de temperatura de color de una lámpara incandescente, cuando está atenuada. También sería deseable proporcionar un dispositivo de iluminación de LED que tenga un comportamiento de temperatura de color de lámpara incandescente, cuando está atenuado, sin la necesidad de controles extensos.

Para tratar mejor uno o más de estos asuntos, en un aspecto de la invención se proporciona un dispositivo de iluminación de LED, que comprende un excitador de LED que puede generar corriente de LED atenuada, y un módulo de LED de dos bornes, que tiene dos bornes de entrada para recibir una corriente de entrada desde el excitador de LED. El módulo de LED comprende un primer grupo de LED que comprende al menos un primer tipo de LED para producir luz que tiene una primera temperatura de color, y un segundo grupo de LED que comprende al menos un segundo tipo de LED para producir luz que tiene una segunda temperatura de color diferente de la primera temperatura de color. El módulo de LED puede suministrar corrientes de LED a los grupos de LED, derivándose estas corrientes de LED de la corriente de entrada. El módulo de LED produce una salida de luz que tiene al menos una contribución de salida de luz desde el primer grupo de LED y una desde el segundo grupo de LED. El módulo de LED está diseñado para variar las corrientes de LED individuales en los grupos de LED individuales dependiendo de la magnitud promedio de la corriente de entrada recibida, de modo que el punto de color de la salida de luz del módulo varía en función de la magnitud de corriente de entrada. El módulo de LED comprende un circuito de división electrónico que puede controlar una relación de las corrientes de LED en dichos grupos de LED primero y segundo en función del nivel de corriente de entrada recibido en la entrada del módulo de LED.

Según un aspecto de la presente invención, un dispositivo de iluminación de LED comprende una única fuente de corriente atenuable y un módulo de LED que recibe corriente desde la fuente de corriente. El módulo de LED se comporta como una carga para la fuente de corriente, de manera similar a una disposición existente de LED solamente. Dentro del módulo de LED, un circuito electrónico detecta la magnitud de corriente de la corriente de entrada, y distribuye la corriente a diferentes secciones de LED del módulo de LED basándose en la magnitud de corriente detectada. No se requiere un control de corriente inteligente en la fuente de corriente.

En un aspecto de la invención se proporciona un dispositivo de iluminación de LED, que comprende una pluralidad de LED, y dos bornes para suministrar corriente al dispositivo de iluminación. El dispositivo de iluminación comprende un primer conjunto de al menos un LED de un primer tipo que produce luz que tiene una primera temperatura de color, y un segundo conjunto de al menos un LED de un segundo tipo que produce luz que tiene una segunda temperatura de color diferente de la primera temperatura de color. El primer conjunto y el segundo conjunto están conectados en serie o en paralelo entre los bornes. El dispositivo de iluminación está configurado para producir luz con un punto de color que varía según una curva de cuerpo negro a una variación de una corriente promedio suministrada a los bornes.

Un comportamiento de temperatura de color de una lámpara incandescente puede describirse mediante la siguiente relación:

$$CT(x\%) = CT(100\%) * (x/100)^{\frac{1}{9.5}}$$

donde CT(100%) es la temperatura de color de la luz a plena potencia (corriente al 100%) de la lámpara, CT(x%) es la temperatura de color de la luz a una atenuación del x% de la lámpara (corriente al x%, con 0 < x < 100).

5 En una realización, el primer conjunto tiene una primera salida de flujo luminoso variable en función de la temperatura de unión del LED del primer tipo, y el segundo conjunto tiene una segunda salida de flujo luminoso variable en función de la temperatura de unión del LED del segundo tipo, y en el que, a temperaturas de unión variables, varía la relación de la primera salida de flujo luminoso con respecto a la segunda salida de flujo luminoso.  
10 En particular, cuando la primera temperatura de color es inferior a la segunda temperatura de color, el dispositivo de iluminación está configurado de modo que, a temperaturas de unión decrecientes, aumenta la relación de la primera salida de flujo luminoso con respecto a la segunda salida de flujo luminoso, y viceversa. En tal configuración, por ejemplo con el primer conjunto conectado en serie con el segundo conjunto, la primera salida de flujo luminoso aumenta en relación con la segunda salida de flujo cuando se atenúa el dispositivo de iluminación, produciendo así luz que tiene una temperatura de color inferior.

15 En una realización, el primer conjunto tiene una primera resistencia eléctrica dinámica, y el segundo conjunto tiene una segunda resistencia eléctrica dinámica. Cuando por ejemplo el primer conjunto está conectado en paralelo con el segundo conjunto, resultan diferentes salidas de flujo luminoso del primer conjunto y el segundo conjunto, que pueden diseñarse para producir luz que tiene una temperatura de color inferior en caso de atenuación.

20 En otro aspecto de la presente invención, se proporciona un kit de piezas de iluminación, que comprende un atenuador que tiene bornes de entrada adaptados para conectarse a un suministro de potencia eléctrica, y que tiene bornes de salida adaptados para proporcionar una potencia eléctrica variable. Una realización del dispositivo de iluminación según la presente invención tiene bornes configurados para conectarse a los bornes de salida del atenuador.

En las reivindicaciones dependientes se mencionan realizaciones ventajosas adicionales.

### 30 **Breve descripción de los dibujos**

Estos y otros aspectos, características y ventajas de la presente invención se explicarán adicionalmente mediante la siguiente descripción de una o más realizaciones preferidas con referencia a los dibujos, en los que los mismos números de referencia indican las mismas partes o partes similares, y en los que:

- 35 las figuras 1A-1D son diagramas de bloque que ilustran esquemáticamente la presente invención;
- 40 las figuras 2A y 2B son gráficos que ilustran el comportamiento de división de corriente de un circuito de división según la presente invención;
- la figura 3A es un diagrama que ilustra una primera posible realización de un circuito de división según la presente invención;
- 45 la figura 3B es un diagrama que ilustra una variación de la primera posible realización de un circuito de división según la presente invención;
- la figura 4A es un diagrama que ilustra una segunda posible realización de un circuito de división según la presente invención;
- 50 la figura 4B es un diagrama que ilustra una tercera posible realización de un circuito de división según la presente invención;
- la figura 5 es un diagrama que ilustra una cuarta posible realización de un circuito de división según la presente invención;
- 55 la figura 6 representa un dispositivo de iluminación de LED, alimentado mediante una fuente de corriente;
- la figura 7 ilustra relaciones entre flujo luminoso y temperatura para diferentes tipos de LED;
- 60 la figura 8 ilustra relaciones adicionales entre flujo luminoso y temperatura para diferentes tipos de LED;
- la figura 9 ilustra una relación entre una relación de flujo luminoso y una relación de atenuación para diferentes tipos de LED;

la figura 10 representa un dispositivo de iluminación de LED en una quinta realización de la presente invención, alimentado mediante una fuente de corriente;

- 5 la figura 11 ilustra relaciones entre corriente de LED y tensión directa para diferentes tipos de LED, así como una relación de corriente a través de los conjuntos primero y segundo de LED de la figura 10.

**Descripción detallada de la invención**

10 La figura 1A muestra esquemáticamente un dispositivo 10 de iluminación, que tiene un cable 11 de alimentación y un enchufe 12 macho de alimentación conectado a un enchufe 8 de pared, que recibe tensión de suministro de red atenuada desde un atenuador 9 conectado al suministro de red M, por ejemplo 230 VCA a 50 Hz en Europa. Se indica que en lugar de un enchufe 8 de pared y un enchufe 12 macho de alimentación, el dispositivo 10 de iluminación también puede conectarse a través de cableado fijo directamente. Normalmente, el dispositivo 10 de  
15 iluminación comprende una o más lámparas incandescentes.

La figura 1B a la izquierda muestra el diseño convencional de un dispositivo 10 de iluminación que tiene LED como fuente de luz. Tal dispositivo comprende un excitador 101 que genera corriente para una disposición 102 de LED. El excitador 101 tiene bornes 103 de entrada para recibir potencia del suministro de red. En los sistemas convencionales, el excitador sólo puede encenderse o apagarse. En un sistema más sofisticado, el excitador 101 está adaptado para recibir tensión de suministro de red atenuada desde el atenuador 9, y para generar una corriente de salida pulsada para los LED, siendo la altura del pulso igual a un nivel de corriente nominal mientras que se reduce el nivel de corriente promedio basándose en la información de atenuación contenida en la tensión de suministro de red atenuada. A la derecha, la figura 1B muestra un dispositivo 100 de iluminación según la presente invención en el que la disposición 102 de LED se sustituye por un módulo 110 de LED; tal como se observa desde el excitador 101, el módulo 110 de LED se comporta como una disposición de LED, es decir las características de carga del módulo de LED son las mismas que o similares a las características de carga de una disposición de LED.  
20  
25

La figura 1C es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente el concepto básico del módulo 110 de LED según la presente invención. El módulo 110 tiene dos bornes 111, 112 de entrada para recibir la corriente de LED desde el excitador 101. El módulo 110 comprende al menos dos disposiciones 113, 114 de LED. Cada disposición de LED puede consistir en un único LED o puede comprender dos o más LED. En el caso de una disposición de LED que comprende una pluralidad de LED, tales LED pueden estar todos conectados en serie pero también es posible tener LED conectados en paralelo. Además, en el caso de una disposición de LED que comprende una pluralidad de LED, tales LED pueden ser todos del mismo tipo y/o el mismo color, pero también es posible que la pluralidad implique LED de colores diferentes entre sí. Se observa que en el dibujo esquemático de la figura 1C sólo se muestran dos disposiciones de LED, pero se indica que el módulo de LED puede comprender más de dos disposiciones de LED. Se indica además que tales disposiciones pueden estar conectadas en serie y/o en paralelo. El módulo 110 comprende además un circuito 115 de división que proporciona corriente de excitación a las disposiciones 113, 114 de LED, derivándose estas corrientes de excitación de la corriente de LED de entrada según se recibe desde el excitador 101. El circuito 115 de división está dotado de unos medios 116 de sensor de corriente, que detectan la corriente de LED de entrada y proporcionan al circuito 115 de división información que representa la corriente de entrada promedio momentánea. Estos medios 116 de sensor pueden ser un sensor independiente externo al circuito 115 de división, tal como se muestra, aunque también pueden ser una parte solidaria del circuito 115 de división. Las magnitudes de las corrientes de excitación individuales para las respectivas disposiciones 113, 114 de LED dependen de la corriente de entrada promedio momentánea, y más particularmente la relación entre las corrientes de excitación individuales en las respectivas disposiciones 113, 114 de LED depende de la corriente de entrada promedio momentánea. Para este fin, el circuito 115 de división puede estar dotado de una memoria 117, o bien externa al circuito 115 de división, tal como se muestra, o bien una parte solidaria del circuito 115 de división, que contiene información que define una relación entre la corriente de entrada total y la relación de división de corriente. La información puede estar, por ejemplo, en forma de una tabla de consulta o función, incluyendo el circuito 115 de división medios de control inteligente tales como, por ejemplo, un microprocesador. Sin embargo, en una realización económica preferida por la presente invención, el circuito 115 de división consiste en un circuito electrónico con componentes electrónicos pasivos y/o activos, suministrados por la caída de tensión en los LED, y la función de memoria se implementa en el diseño del circuito electrónico.  
30  
35  
40  
45  
50  
55

Las figuras 2A y 2B son gráficos que ilustran un ejemplo del comportamiento de división de corriente de una posible realización del circuito 115 de división, en el que se aplican las fórmulas  $I_1 = p \cdot I_{in}$  e  $I_2 = q \cdot I_{in}$ , indicando  $I_1$  la corriente en los primeros LED (blancos) e indicando  $I_2$  la corriente en los segundos LED (ámbar). Sin tener en cuenta el consumo de corriente en el propio circuito de división,  $p + q = 1$  en todo momento. El eje horizontal representa la corriente de entrada  $I_{in}$  recibida desde el excitador 101. El eje vertical representa la corriente de salida proporcionada a las disposiciones 113, 114 de LED. Supóngase que los LED en una cadena, por ejemplo la primera cadena 113, son LED blancos y que los LED en la otra cadena son LED ámbar. La curva W representa la corriente en los LED blancos y la curva A representa la corriente en los LED ámbar. La figura 2A ilustra un comportamiento lineal, mientras que la figura 2B ilustra un ejemplo de un comportamiento no lineal; debe quedar claro que también son posibles otras realizaciones. En todos los casos, la suma de las corrientes en ambas cadenas es casi igual a la  
60  
65

corriente de entrada  $i_{in}$ , representada por una línea recta, aunque el propio circuito de división también puede consumir una pequeña cantidad de corriente aunque no se tiene en cuenta para la discusión. Las figuras muestran que cuando la corriente de entrada  $i_{in}$  es máxima, toda la corriente va hacia los LED blancos y los LED ámbar están apagados. Cuando se reduce la corriente de entrada  $i_{in}$ , se reduce el porcentaje de la corriente en los LED blancos y aumenta la corriente a través de los LED ámbar. A partir de un determinado nivel de corriente de entrada, toda la corriente va hacia los LED ámbar y los LED blancos están apagados. Puesto que el punto de color de la luz de salida se determina por la contribución global de todos los LED en todas las cadenas, debe quedar claro que el punto de color es blanco cuando la corriente de entrada  $i_{in}$  es máxima, y que el punto de color se vuelve más cálido con la reducción de la corriente de entrada.

Más generalmente, cuando  $i_{in}$  es cero o se aproxima a cero,  $p$  es igual a un valor mínimo  $P_{min}$  que puede ser igual a cero y  $q$  es igual a un valor máximo  $Q_{max}$  que puede ser igual a uno. Cuando  $i_{in}$  está a un nivel nominal predeterminado (o máximo),  $q$  es igual a un valor mínimo  $Q_{min}$  que puede ser igual a cero y  $p$  es igual a un valor máximo  $P_{max}$  que puede ser igual a uno. Hay al menos un intervalo de corrientes de entrada en el que  $dp/d(i_{in})$  siempre es positivo y  $dq/d(i_{in})$  siempre es negativo. Puede haber un intervalo de corrientes de entrada en el que  $p$  y  $q$  sean constantes. Puede haber un intervalo de corrientes de entrada en el que  $p=0$ . Puede haber un intervalo de corrientes de entrada en el que  $q=0$ .

Según la presente invención, lo importante es que el circuito de división pueda cambiar individualmente la corriente en al menos una disposición de LED. Hay varias maneras posibles de hacerlo. Por ejemplo, puede ser que las dos disposiciones 113, 114 estén dispuestas en paralelo, y que la corriente de entrada se divida en una primera parte que va a la primera disposición 113 y una segunda parte que va a la segunda disposición 114, tal como se ilustra en la figura 1D. La suma de la primera y la segunda parte siempre puede ser igual a la corriente de entrada. La división de la corriente puede realizarse según la magnitud, de modo que cada disposición recibe corriente constante aún de una magnitud variable; esto puede conseguirse, por ejemplo, si el circuito de división comprende al menos una resistencia controlable o al menos una fuente de corriente controlable en serie con una disposición de LED correspondiente. La división de la corriente también puede realizarse de manera temporal, de modo que cada disposición recibe pulsos de corriente con magnitud constante aún de una duración de pulso variable; esto puede conseguirse, por ejemplo, si el circuito de división comprende al menos un conmutador controlable en serie con una disposición de LED. Puede ser que se use una tercera carga (por ejemplo un resistor) para disipar una tercera parte de la corriente de entrada evitando una disposición de LED. Puede ser que se mantenga constante una parte de corriente.

Lo siguiente contiene ejemplos ilustrativos de implementaciones de modo de ejemplo que implementan la presente invención, aunque se indica que estos ejemplos no se consideran limitativos de la invención. Se indica que a continuación sólo se mostrará el módulo de LED; el excitador 101 se omitirá por simplicidad, puesto que el excitador 101 puede implementarse por un excitador de LED convencional.

La figura 3A es un diagrama que ilustra una primera posible realización del circuito 115 de división. Esta realización del módulo de LED se indicará mediante el número de referencia 300, y su circuito de división se indicará mediante el número de referencia 315. El circuito 315 de división comprende un amplificador 310 operacional y un transistor 320 que tiene su borne de base acoplado a la salida del amplificador 310 operacional, posiblemente a través de un resistor no mostrado. El amplificador 310 operacional tiene una entrada 301 sin inversión ajustada a un nivel de tensión de referencia determinado por un divisor 330 de tensión que consiste en una disposición en serie de dos resistores 331, 332 conectados entre los bornes 111, 112 de entrada, estando acoplada dicha entrada 301 sin inversión al nodo entre dichos dos resistores 331, 332. El módulo 300 de LED comprende además una cadena de tres LED 341, 342, 343 blancos dispuestos en serie entre los bornes 111, 112 de entrada, con un resistor que actúa como sensor 350 de corriente dispuesto en serie con la cadena de LED blancos. Un resistor 360 de retroalimentación tiene un borne conectado al nodo entre el resistor 350 de sensor de corriente y la cadena de LED 341, 342, 343 blancos, y tiene su segundo borne conectado a una entrada de inversión del amplificador 310 operacional. El transistor 320 tiene su borne emisor conectado a la entrada de inversión del amplificador 310 operacional. El borne colector del transistor 320 está conectado a un punto de la cadena 341, 342, 343 de LED, en este caso un nodo entre un primer LED 341 y un segundo LED 342, con un LED 371 ámbar en esta línea colectora.

Por tanto, en la realización mostrada, el trayecto de colector-emisor del transistor 320 está conectado en paralelo a una parte de la cadena de LED 341, 342, 343 blancos; esto puede considerarse como que constituye un total de tres cadenas, conteniendo una cadena dos LED 342, 343 blancos paralelos a una cadena que contiene un LED 341 ámbar, y estando conectadas estas dos cadenas en serie a una tercera cadena que contiene un LED 341 blanco. Alternativamente el trayecto de colector-emisor del transistor 320 podría estar conectado en paralelo a toda la cadena de LED 341, 342, 343 blancos, en cuyo caso sólo habría dos cadenas. En el ejemplo, hay tres LED 341, 342, 343 blancos en serie, pero podrían ser dos o cuatro o más. En este ejemplo, la línea colectora contiene sólo un LED ámbar, aunque esta línea puede contener una disposición en serie de dos o más LED ámbar. En general, se prefiere que el número de LED ámbar conectados en serie en la línea colectora sea inferior al número de LED blancos conectados en serie en la cadena paralela al trayecto de colector-emisor del transistor 320.

El funcionamiento es el siguiente. A medida que aumenta la corriente de entrada, aumenta la caída de tensión en el

resistor 350 de sensor de corriente, por tanto aumenta la tensión entre los bornes 111, 112 de entrada, por tanto aumenta la tensión en la entrada sin inversión del amplificador operacional. Como la caída de tensión en la cadena de LED 341, 342, 343 blancos es sustancialmente constante, la subida de tensión entre los bornes 111, 112 de entrada es sustancialmente igual a la subida de la caída de tensión en el resistor 350 de sensor de corriente mientras que la subida de tensión en la entrada sin inversión del amplificador operacional es menor que la subida de tensión entre los bornes 111, 112 de entrada, estando definida la relación por los resistores 331, 332 del divisor 320 de tensión. Por tanto, la caída de tensión en el resistor 360 de retroalimentación debería reducirse, y así se reduce la corriente en el trayecto de colector-emisor del transistor 320.

La figura 3B es un diagrama que ilustra una segunda posible realización del circuito 115 de división. Esta realización del módulo de LED se indicará mediante el número de referencia 400, y su circuito de división se indicará mediante el número de referencia 415. El circuito 415 de división es sustancialmente idéntico al circuito 315 de división, con la excepción de que el amplificador 310 operacional tiene su entrada 301 sin inversión ajustada a un nivel de tensión de referencia  $V_{ref}$  determinado por una fuente 430 de tensión de referencia, que proporciona una tensión de referencia de, por ejemplo, 200 mV, mientras que además el borne de base del transistor 320 está acoplado al borne 111 de entrada positivo a través de un resistor 440. Una ventaja importante de este circuito 415 de división sobre el circuito 315 de división de la figura 3A es que es más estable, es decir, menos sensible a las variaciones de las tensiones directas de los LED individuales. El funcionamiento es comparable: con una corriente de entrada creciente, aumenta la caída de tensión en el resistor 350 de sensor de corriente, por tanto aumenta la tensión en la entrada 302 de inversión del amplificador operacional, reduciendo la tensión de base del transistor y así reduciendo la corriente en el trayecto de colector-emisor del transistor 320.

La figura 4A es un diagrama de bloques, comparable a la figura 1D, que ilustra una segunda realización de un módulo 500 de LED, en la que la corriente de entrada  $I_{in}$  se divide por dos cadenas 113, 114 de LED de manera temporal. El circuito de división de esta realización se indicará mediante el número de referencia 515. El módulo 500 comprende un conmutador 501 controlable, que tiene un borne de entrada que recibe la corriente de entrada  $I_{in}$ , y que tiene dos bornes de salida acoplados a las cadenas 113, 114 de LED, respectivamente. El conmutador 501 controlable tiene dos estados operativos, uno en el que el primer borne de salida está conectado a su borne de entrada y uno en el que el segundo borne de salida está conectado a su borne de entrada. Un circuito 520 de control controla el conmutador 501 controlable para conmutar entre estos dos estados operativos a una frecuencia relativamente alta. Por tanto, cada cadena 113, 114 de LED recibe pulsos de corriente que tienen una determinada duración  $t_1$ ,  $t_2$ , respectivamente, teniendo los pulsos de corriente la magnitud  $I_{in}$ . Si el periodo de conmutación se indica como  $T$ , la relación  $t_1/T$  determina la corriente promedio en la primera cadena 113 de LED y la relación  $t_2/T$  determina la corriente promedio en la segunda cadena 114 de LED, con  $t_1+t_2=T$ . El circuito 520 de control ajusta el ciclo de trabajo (o relación  $t_1/t_2$ ) basándose en la corriente de entrada  $I_{in}$  tal como se detecta por el sensor 116 de corriente: si disminuye el nivel de corriente de entrada  $I_{in}$ , se reduce  $t_1$  y se aumenta  $t_2$  de modo que se reduce la salida de luz promedio de la primera cadena 113 de LED (por ejemplo blancos) y se aumenta la salida de luz promedio de la segunda cadena 114 de LED (por ejemplo ámbar).

La figura 4B es un diagrama de bloques que ilustra una tercera realización de un módulo 600 de LED, en el que la cantidad de corriente en el segundo grupo de LED 114 (por ejemplo ámbar) se controla mediante un convertidor 601 de corriente reductor conectado en paralelo al primer grupo de LED 113 (por ejemplo blancos). El circuito de división de esta realización se indicará mediante el número de referencia 615. La primera cadena 113 de LED está conectada en paralelo a los bornes 111, 112 de entrada. Un condensador de filtro  $C_b$  está conectado en paralelo a la primera cadena 113 de LED. La segunda cadena 114 de LED está conectada en serie con un inductor  $L$ , con un diodo  $D$  conectado en paralelo a esta disposición en serie. Un conmutador controlable  $S$  está conectado en serie a esta disposición en paralelo, que se controla mediante el circuito 115 de control, ajustando un circuito 620 de control el ciclo de trabajo  $\delta$  del conmutador  $S$  basándose en la corriente de entrada  $I_{in}$  tal como se detecta por el sensor 116 de corriente. La corriente resultante en la segunda cadena 114 de LED se indica como  $I_w$ , y la corriente resultante en la primera cadena 113 de LED se indica como  $I_a$ .

El convertidor reductor se hace funcionar en CCM (modo de conducción continua), de modo que la ondulación en la es pequeña en comparación con su valor promedio. La corriente de entrada  $I_s'$  del convertidor reductor es una corriente conmutada, que tiene un valor pico igual a  $I_a$  y un ciclo  $\delta$  de trabajo. La corriente conmutada  $I_s'$  se suministra desde el condensador de filtro  $C_b$ , y la corriente de entrada  $I_s$  a este condensador de filtro  $C_b$  es de hecho el valor promedio de  $I_s'$ . Para el convertidor reductor que funciona en CCM y sin tener en cuenta la ondulación de corriente, puede deducirse que  $I_s = \delta I_a$ . Debe quedar claro que la corriente en la primera cadena 113 de LED se reduce por la corriente de entrada  $I_s$  al condensador de filtro  $C_b$ , o

$$I_w = I_{in} - I_s = I_{in} - \delta I_a.$$

Así, si se cambia  $\delta$  para adaptar la corriente ámbar  $I_a$ , también cambia la corriente  $I_w$  a través de los LED blancos. La fuente de corriente  $I_{in}$  tiene la misma dependencia lineal del ajuste de atenuación tal como se muestra en las figuras 2A/B. La corriente de entrada  $I_{in}$  se monitoriza mediante el sensor 116 de corriente, generando una señal de detección  $V_{ctrl}$ , y el circuito 620 de control cambia el ciclo de trabajo  $\delta$  del convertidor reductor, y como tal cambia

las corrientes  $I_w$  e  $I_a$ .

En principio, pueden realizarse las mismas divisiones de corriente blanca/ámbar tal como se muestra en las figuras 2A/B con esta realización. La ventaja en comparación con otras realizaciones es la mayor eficiencia. El convertidor reductor tiene de manera inherente una mayor eficiencia que un regulador de corriente lineal, como de hecho en el caso de las otras realizaciones de las figuras 3A-3B. Además, a través de una red de detección de corriente adecuada (espejo de corriente con polarización previa), el resistor de detección  $R_s$  puede mantenerse muy pequeño.

Se indica que el convertidor reductor que regula la corriente de LED ámbar la es preferiblemente un convertidor reductor controlado de modo histerético.

La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra una cuarta realización de un módulo 700 de LED, en la que cada cadena 113, 114 de LED individual se excita mediante un convertidor 730, 740 de corriente correspondiente, respectivamente. El circuito de división de esta realización se indicará mediante el número de referencia 715. En este caso, los dos convertidores 730, 740 de corriente están conectados en serie. En la realización mostrada, los convertidores se representan como de tipo reductor, aunque se indica que también son posibles diferentes tipos, por ejemplo elevador, reductor-elevador, sepic, cuk, zeta. Un circuito 720 de control tiene dos bornes de salida de control, para controlar individualmente los conmutadores S de los convertidores, basándose en la corriente de entrada  $I_{in}$  tal como se detecta por el sensor 116 de corriente. Cada convertidor 730, 740 de corriente genera una corriente de salida que depende del ciclo de trabajo de la conmutación del conmutador S correspondiente, tal como será evidente para un experto en la técnica. En esta realización, es posible que el circuito 720 de control implemente la misma dependencia de corriente tal como se muestra en las figuras 2A-2B, pero también es posible controlar las corrientes individuales para las cadenas 113, 114 de LED individuales de manera independiente entre sí; así, de hecho, es posible que ambas cadenas 113, 114 de LED se exciten a una salida de luz máxima o a una salida de luz mínima simultáneamente.

También es posible obtener el comportamiento deseado basándose en características intrínsecas del propio LED.

La figura 6 representa un dispositivo 1 de iluminación que comprende al menos un LED 11 de un primer tipo, tal como un LED de tipo AlInGaP, y que produce luz que tiene una primera temperatura de color. El al menos un LED 11 está conectado en serie con al menos un LED 12 de un segundo tipo diferente del primer tipo, tal como un LED de tipo InGaN, y que produce luz que tiene una segunda temperatura de color que es superior a la temperatura de color de un LED de tipo AlInGaP. El dispositivo 1 de iluminación tiene dos bornes 14, 16 para suministrar una corriente  $I_S$  desde una fuente 18 de corriente a la conexión en serie de los LED 11, 12. El dispositivo 1 de iluminación no tiene componentes activos. Tal como se indica mediante una línea discontinua, los LED conectados en serie del dispositivo 1 de iluminación pueden comprender LED 11 adicionales del primer tipo y/o LED 12 del segundo tipo, de modo que el dispositivo 1 de iluminación comprende una pluralidad de LED 11 del primer tipo y/o una pluralidad de LED 12 del segundo tipo. El dispositivo 1 de iluminación puede comprender además uno o más de cualquier otro tipo de LED de un tercer tipo diferente del primer tipo y del segundo tipo.

El uno o más LED 11 del primer tipo se seleccionan para tener una primera salida de flujo luminoso en función de la temperatura que tiene un gradiente que es diferente del gradiente de una segunda salida de flujo luminoso en función de la temperatura del uno o más LED 12 del segundo tipo. En la práctica, la variación de la salida de flujo luminoso FO puede caracterizarse por un denominado factor caliente-frío, que indica un porcentaje de pérdida de flujo luminoso de temperatura de unión de desde 25°C hasta 100°C del LED. Esto se ilustra mediante referencia a las figuras 7, 8 y 9.

La figura 7 ilustra gráficos de una salida de flujo luminoso FO (eje vertical, lumen/mW) en función de la temperatura T (eje horizontal, °C) de diferentes LED 11 de un primer tipo. Un primer gráfico 21 ilustra una disminución de la salida de flujo luminoso FO a un aumento de temperatura para un LED fotométrico rojo. Un segundo gráfico 22 ilustra una disminución de la salida de flujo luminoso FO más brusca que el gráfico 21 a un aumento de temperatura para un LED fotométrico rojo-naranja. Un tercer gráfico 23 ilustra una disminución de la salida de flujo luminoso FO aún más brusca que los gráficos 21 y 22 a un aumento de temperatura para un LED fotométrico ámbar.

La figura 8 ilustra gráficos de una salida de flujo luminoso FO (eje vertical, lumen/mW) en función de la temperatura T (eje horizontal, °C) de diferentes LED 12 de un segundo tipo. Un primer gráfico 31 ilustra una disminución de la salida de flujo luminoso FO a un aumento de temperatura para un LED fotométrico cian. Un segundo gráfico 32 ilustra una disminución de la salida de flujo luminoso FO ligeramente más brusca que el gráfico 31 a un aumento de temperatura para un LED fotométrico verde. Un tercer gráfico 33 ilustra una disminución de la salida de flujo luminoso FO aún más brusca que los gráficos 31 y 32 a un aumento de temperatura para un LED radiométrico azul real. Un cuarto gráfico 34 ilustra una disminución de la salida de flujo luminoso FO todavía más brusca que los gráficos 31, 32 ó 33 a un aumento de temperatura para un LED fotométrico blanco. Un quinto gráfico 35 ilustra una disminución de la salida de flujo luminoso FO aún ligeramente más brusca que los gráficos 31, 32, 33 ó 34 a un aumento de temperatura para un LED fotométrico azul.

Las figuras 7 y 8 muestran que un LED 11 de un primer tipo tiene un factor caliente-frío superior que un LED 12 de

un segundo tipo, lo que indica que el gradiente de la salida de flujo luminoso en función de la temperatura del LED 11 es superior al gradiente de la salida de flujo luminoso en función de la temperatura del LED 12.

La figura 9 ilustra un gráfico 41 de una relación de salida de flujo luminoso FR (eje vertical, adimensional) de una cadena de LED 11 del primer tipo (rojo, naranja, ámbar) que tiene una temperatura de color relativamente baja, y una cadena de LED 12 del segundo tipo (cian, azul, blanco) que tiene una temperatura de color relativamente alta, en función de una relación de atenuación DR (eje horizontal, adimensional), donde la temperatura de todos los LEDs es de 100°C a una potencia del 100% (sin atenuación, es decir la relación de atenuación = 1), y la temperatura ambiente es de 25°C. El gráfico 41 ilustra una disminución de la relación de salida de flujo luminoso FR a un aumento de la relación de atenuación. Por tanto, según la figura 9, un dispositivo 1 de iluminación que tiene la relación de flujo luminoso de los conjuntos primero y segundo de LED tal como se muestra mostrará una disminución de la temperatura de color cuando el dispositivo 1 de iluminación se atenúa. Puede diseñarse una relación de salida de flujo luminoso particular a una relación de atenuación particular sin una experimentación excesiva seleccionando tipos de LED apropiados en cantidades apropiadas, y seleccionando una resistencia térmica apropiada con respecto al ambiente de cada LED del conjunto de LED para obtener temperaturas deseadas para el LED a relaciones de atenuación particulares. Por ejemplo, el uno o más LED del primer tipo, tal como LED de AlInGaP, puede montarse con una resistencia térmica superior con respecto al ambiente que el uno o más LED del segundo tipo, tal como LED de InGaN. En un diseño apropiado, el dispositivo 1 de iluminación de LED mostrará un comportamiento de temperatura de color como un comportamiento de temperatura de color de una lámpara incandescente, sin controles adicionales.

La figura 10 representa un dispositivo 50 de iluminación que comprende al menos un LED 51 de un primer tipo, tal como un LED de tipo AlInGaP, conectado en paralelo con al menos un LED 52 de un segundo tipo diferente del primer tipo, tal como un LED de tipo InGaN. El dispositivo 50 de iluminación tiene dos bornes 54, 56 para suministrar una corriente IS desde una fuente 58 de corriente a la conexión en paralelo de LED 51, 52. En serie con el al menos un LED 52, se proporciona un resistor 59. El resistor 59 también puede estar conectado en serie con el al menos un LED 51 en lugar de en serie con el al menos un LED 52. Alternativamente, un resistor puede estar conectado en serie con el al menos un LED 51 y otro resistor puede estar conectado en serie con el al menos un LED 52. El dispositivo 50 de iluminación no tiene componentes activos. Tal como se indica mediante líneas discontinuas, el al menos un LED 51 y el al menos un LED 52 del dispositivo 50 de iluminación pueden comprender LED 51 y/o 52 adicionales de modo que el dispositivo 50 de iluminación comprende una pluralidad de LED 51 del primer tipo y/o una pluralidad de LED 52 del segundo tipo. El dispositivo 50 de iluminación puede comprender además uno o más de cualquier otro tipo de LED de un tercer tipo diferente del primer tipo y del segundo tipo.

El resistor 59 es un resistor de tipo de coeficiente de temperatura negativo, NTC, que compensará las variaciones de temperatura relativamente lentas mediante la variación de su valor de resistencia.

El uno o más LED 51 del primer tipo se selecciona para tener una primera resistencia dinámica (medida como relación de una tensión directa a través del/de los LED y una corriente a través del/de los LED) que es diferente de una segunda resistencia dinámica del uno o más LED 52 del segundo tipo conectados en serie con el resistor 59. Como resultado, una relación de la corriente a través del uno o más LED 51 del primer tipo y la corriente a través del uno o más LED 52 será variable. Esto se ilustra mediante referencia a la figura 11.

La figura 11 ilustra gráficos de corrientes ILED1, ILED2 (eje vertical izquierdo, A) en función de la tensión directa FV (eje horizontal, V) para el/los LED de un primer y un segundo tipo. Con referencia también a la figura 10, un primer gráfico 61 ilustra una corriente ILED1 en LED 51 de InGaN en función de la tensión directa a través del/de los LED 51. Un segundo gráfico 62 ilustra una corriente ILED2 en LED 52 de AlInGaP y el resistor 59 en función de la tensión directa a través del/de los LED 52 y el resistor 59. En el ejemplo ilustrado, el resistor 59 tiene un valor de 8 ohmios.

La figura 11 muestra además un gráfico 63 de la relación de corriente ILED1/ILED2 (eje vertical derecho, adimensional) en función de la tensión directa FV. Tal como puede observarse en el gráfico 63, para tensiones directas FV superiores a aproximadamente 2,9 V, una corriente ILED1 superior fluye a través del/de los LED 51 que la corriente ILED2 a través del/de los LED 52 y el resistor 59, mientras que por debajo de una tensión directa FV de aproximadamente 2,9 V, la corriente ILED1 es inferior a ILED2. Por consiguiente, cuando la corriente proporcionada por la fuente 58 de corriente se reduce en una operación de atenuación, la salida de flujo luminoso desde el/los LED 51, disminuirá a una tasa superior que la disminución de la salida de flujo luminoso desde el/los LED 52, de modo que la temperatura de color del dispositivo 50 de iluminación tenderá más hacia la temperatura de color del/de los LED 52 que en el caso de una corriente superior proporcionada por la fuente 58 de corriente, donde la temperatura de color del dispositivo 50 de iluminación tenderá hacia la temperatura de color del/de los LED 51. Por tanto, en un diseño apropiado, el dispositivo 50 de iluminación de LED mostrará un comportamiento de temperatura de color como un comportamiento de temperatura de color de una lámpara incandescente, sin controles adicionales.

Las fuentes 18, 58 de corriente están configuradas para proporcionar una corriente CC que puede tener una baja ondulación de corriente. Con fines de atenuación, las fuentes 18, 58 de corriente pueden modularse por ancho de pulso. En el caso de la fuente 18 de corriente que alimenta el dispositivo 10 de iluminación, las temperaturas de unión de los LED disminuirán con la atenuación. En el caso de la fuente 58 de corriente, la corriente promedio

durante el tiempo en el que una corriente fluye en el dispositivo 50 de iluminación, debería disminuirse durante la atenuación. Por tanto, cada fuente 18, 58 de corriente debe considerarse como un atenuador con bornes de salida que están adaptados para proporcionar una potencia eléctrica variable, en particular una corriente variable, y los bornes 14, 16 y 54, 56, respectivamente, están configurados para conectarse a los bornes de salida del atenuador.

Anteriormente se ha explicado que en un dispositivo de iluminación se emplean conjuntos de LED que usan las características naturales de los LED para asemejarse al comportamiento de una lámpara incandescente en caso de atenuación, obviando de este modo la necesidad de controles sofisticados. Un primer conjunto de al menos un LED produce luz con una primera temperatura de color, y un segundo conjunto de al menos un LED produce luz con una segunda temperatura de color. El primer conjunto y el segundo conjunto están conectados en serie, o el primer conjunto y el segundo conjunto están conectados en paralelo, posiblemente con un elemento resistivo en serie con el primer o el segundo conjunto. El primer conjunto y el segundo conjunto difieren en el comportamiento de temperatura, o tienen una resistencia eléctrica dinámica diferente. El dispositivo de luz produce luz con un punto de color paralelo y próximo a una curva de cuerpo negro.

Según sea necesario, en el presente documento se dan a conocer realizaciones detalladas de la presente invención; sin embargo, debe entenderse que las realizaciones dadas a conocer son meramente a modo de ejemplo de la invención, que puede implementarse de diversas formas. Por tanto, los detalles estructurales y funcionales específicos dados a conocer en el presente documento no deben interpretarse como limitativos, sino meramente como base para las reivindicaciones y como base representativa para enseñar a un experto en la técnica a emplear de manera diversa la presente invención en prácticamente cualquier estructura detallada de manera apropiada. Además, los términos y las frases usados en el presente documento no pretenden ser limitativos, sino más bien, pretenden proporcionar una descripción comprensible de la invención.

Los términos “un” o “una”, tal como se usan en el presente documento, se definen como uno o más de uno. El término pluralidad, tal como se usa en el presente documento, se define como dos o más de dos. El término otro, tal como se usa en el presente documento, se define como al menos un segundo o más. Los términos incluir y/o tener, tal como se usan en el presente documento, se definen como comprender (es decir, lenguaje abierto, sin excluir otros elementos o etapas). Ningún signo de referencia en las reivindicaciones debe interpretarse como limitativo del alcance de las reivindicaciones o la invención.

El mero hecho de que se indiquen determinadas medidas en reivindicaciones dependientes diferentes entre sí no indica que no pueda usarse ventajosamente una combinación de estas medidas.

El término acoplar, tal como se usa en el presente documento, se define como conectar, aunque no necesariamente de manera directa, y no necesariamente de manera mecánica.

Resumiendo, en un dispositivo de iluminación, la presente invención prevé que se empleen conjuntos de LED que usan las características naturales de los LED para asemejarse al comportamiento de una lámpara incandescente en caso de atenuación, obviando de este modo la necesidad de controles sofisticados. Un primer conjunto de al menos un LED produce luz con una primera temperatura de color, y un segundo conjunto de al menos un LED produce luz con una segunda temperatura de color. El primer conjunto y el segundo conjunto están conectados en serie, o el primer conjunto y el segundo conjunto están conectados en paralelo, posiblemente con un elemento resistivo en serie con el primer o el segundo conjunto. El primer conjunto y el segundo conjunto difieren en el comportamiento de temperatura, o tienen una resistencia eléctrica dinámica diferente. El dispositivo de luz produce luz con un punto de color paralelo y próximo a una curva de cuerpo negro.

La presente invención también se refiere a un kit de piezas de iluminación, que comprende:

un atenuador que tiene bornes de entrada adaptados para conectarse a un suministro de potencia eléctrica, y que tiene bornes de salida adaptados para proporcionar una potencia eléctrica variable; y

un dispositivo de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones adjuntas, en el que los bornes del dispositivo de iluminación están configurados para conectarse a los bornes de salida del atenuador.

Aunque la invención se ha ilustrado y descrito en detalle en los dibujos y la descripción anterior, a un experto en la técnica le debe quedar claro que tal ilustración y descripción deben considerarse ilustrativas o a modo de ejemplo y no restrictivas. La invención no está limitada a las realizaciones dadas a conocer; más bien, son posibles diversas variaciones y modificaciones dentro del alcance de protección de la invención según se define en las reivindicaciones adjuntas.

Por ejemplo, pueden usarse diferentes colores. Por ejemplo, en lugar de ámbar, sería posible usar amarillo o rojo. Además, se indica que en el ejemplo la contribución de los LED blancos se reduce a cero con la reducción de la corriente de entrada, aunque no es necesario.

Además, aunque anteriormente el excitador 101 se haya descrito como que puede recibir un suministro de red

5      atenuado desde un atenuador 9, también es posible que el excitador 101 esté diseñado para atenuarse por control remoto mientras recibe una tensión de suministro de red normal. El aspecto importante es que el excitador 101 actúa como fuente de corriente y puede generar una corriente de salida atenuada, que se recibe por el módulo de LED como corriente de entrada. Por tanto, el nivel de salida de luz se determina por el excitador 101 generando una determinada corriente de salida al módulo de LED, y el color de la salida de luz se determina por el módulo de LED dependiendo de la corriente recibida desde el excitador 101.

10      Un único procesador u otra unidad puede cumplir con las funciones de los diferentes elementos indicados en las reivindicaciones.

15      Anteriormente, la presente invención se ha explicado con referencia a diagramas de bloques, que ilustran bloques funcionales del dispositivo según la presente invención. Debe entenderse que uno o más de estos bloques funcionales pueden implementarse en hardware, realizándose la función de tal bloque funcional por componentes de hardware individuales, pero también es posible que uno o más de estos bloques funcionales se implementen en software, de modo que la función de tal bloque funcional se realice por una o más líneas de programa de un programa informático o un dispositivo programable tal como un microprocesador, microcontrolador, procesador de señal digital, etc.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (100) de iluminación, que comprende:
- 5 un excitador (101) de LED que puede generar corriente de LED atenuada;
- un módulo (110; 300; 400; 500; 600) de LED de dos bornes, que tiene dos bornes (111, 112) de entrada para recibir una corriente de entrada (lin) desde el excitador (101) de LED y que comprende:
- 10 un primer grupo (113) de LED que comprende al menos un primer tipo de LED para producir luz que tiene una primera temperatura de color;
- un segundo grupo (114) de LED que comprende al menos un segundo tipo de LED para producir luz que tiene una segunda temperatura de color diferente de la primera temperatura de color;
- 15 en el que el módulo puede suministrar corrientes de LED a los grupos de LED, derivándose estas corrientes de LED de la corriente de entrada (lin);
- en el que el módulo de LED produce una salida de luz que tiene al menos una contribución de salida de luz desde el primer grupo (113) de LED y una desde el segundo grupo (114) de LED; y
- 20 en el que el módulo está diseñado para variar las corrientes de LED individuales en los grupos de LED individuales dependiendo de la magnitud promedio de la corriente de entrada recibida (lin), de modo que el punto de color de la salida de luz del módulo varía en función de la magnitud de corriente de entrada,
- 25 caracterizado porque el módulo de LED comprende un circuito (115) de división electrónico que puede controlar una relación de las corrientes (I1, I2) de LED en dichos grupos (113, 114) de LED primero y segundo en función del nivel de corriente de entrada recibido en la entrada del módulo de LED.
- 30 2. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que el módulo de LED está diseñado para variar las corrientes de LED individuales en los grupos de LED individuales de modo que el punto de color de la salida de luz del módulo con la atenuación sigue una curva de cuerpo negro.
- 35 3. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que el módulo de LED está diseñado para variar las corrientes de LED individuales en los grupos de LED individuales de modo que el comportamiento de color de la salida de luz del módulo con la atenuación se asemeja al comportamiento de color de una lámpara incandescente.
- 40 4. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que el dispositivo de iluminación está configurado para producir luz con una temperatura de color CT a una corriente promedio de x%, CT(x%), suministrada a los bornes siguiendo la relación:
- $$CT(x\%) = CT(100\%) * (x/100)^{\frac{1}{9,5}}$$
- 45 5. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que primer grupo de LED tiene una primera salida de flujo luminoso variable en función de la temperatura de unión del primer tipo de LED, y el segundo grupo de LED tiene una segunda salida de flujo luminoso variable en función de la temperatura de unión del segundo tipo de LED, y en el que, a temperaturas de unión variables, varía la relación de la primera salida de flujo luminoso con respecto a la segunda salida de flujo luminoso;
- 50 y en el que la primera temperatura de color es inferior a la segunda temperatura de color, mientras que, a temperaturas de unión decrecientes, aumenta la relación de la primera salida de flujo luminoso con respecto a la segunda salida de flujo luminoso, y viceversa.
- 55 6. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que un gradiente de la primera salida de flujo luminoso en función de la temperatura de unión del primer tipo de LED difiere de un gradiente de la segunda salida de flujo luminoso en función de la temperatura de unión del segundo tipo de LED; y
- 60 en el que la primera temperatura de color es inferior a la segunda temperatura de color, mientras que el valor absoluto del gradiente de la primera salida de flujo luminoso en función de la temperatura del primer tipo de LED es superior al gradiente de la segunda salida de flujo luminoso en función de la temperatura del segundo tipo de LED.

7. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que una resistencia térmica con respecto al ambiente del primer grupo de LED difiere de la resistencia térmica con respecto al ambiente del segundo grupo de LED;
- 5 y en el que la primera temperatura de color es inferior a la segunda temperatura de color, mientras que la resistencia térmica con respecto al ambiente del primer grupo de LED es superior a la resistencia térmica con respecto al ambiente del segundo grupo de LED.
8. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que el primer grupo de LED tiene una primera resistencia eléctrica dinámica, y el segundo grupo de LED tiene una segunda resistencia eléctrica dinámica.
- 10
9. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que uno del primer grupo de LED y el segundo grupo de LED está conectado en serie con un resistor, y en el que esta disposición en serie está conectada en paralelo al otro del primer grupo de LED y el segundo grupo de LED, y en el que esta disposición en paralelo está conectada entre los dos bornes (111, 112) de entrada del módulo de LED;
- 15 y en el que el resistor es un resistor de tipo de coeficiente de temperatura negativo, NTC.
10. Dispositivo de iluminación según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer tipo de LED es un LED de tipo AlInGaP, y/o en el que el segundo tipo de LED es un LED de tipo InGaN.
- 20
11. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que el circuito de división electrónico puede suministrar a los dos grupos de LED corriente constante y controlar las corrientes (I1, I2) de LED de modo que se aplican las siguientes fórmulas:
- 25
- $$I1 = p \cdot I_{in} \quad e \quad I2 = q \cdot I_{in} \quad y \quad p + q = 1$$
- indicando I<sub>in</sub> la magnitud de corriente de entrada,
- 30 indicando I1 la magnitud de corriente en el primer grupo de LED,
- indicando I2 la magnitud de corriente en el segundo grupo de LED;
- en el que hay al menos un intervalo de magnitudes de corriente de entrada en el que dp/d(I<sub>in</sub>) siempre es positivo y dq/d(I<sub>in</sub>) siempre es negativo.
- 35
12. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 11, en el que el módulo de LED comprende:
- 40 un elemento (320) de regulación de corriente dispuesto en serie con uno de dichos grupos de LED, acoplándose esta disposición en serie en paralelo a otro de dichos grupos de LED;
- un elemento (350) de detección de corriente dispuesto para detectar la corriente de entrada recibida en los bornes de entrada del módulo de LED;
- 45 y un excitador (310) de regulador que recibe una señal de salida de detección desde el elemento de detección y excita el elemento de regulación de corriente basándose en esta señal de salida de detección.
13. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que el circuito (515) de división electrónico comprende un conmutador (501) controlable para dividir temporalmente la corriente de entrada (I<sub>in</sub>) recibida entre los dos grupos de LED;
- 50 un dispositivo (520) de control para controlar el conmutador (501) a un periodo de conmutación T de modo que la corriente de entrada se pasa al primer grupo de LED durante una primera duración de tiempo t1 y la corriente de entrada se pasa al segundo grupo de LED durante una segunda duración de tiempo t2, con t1+t2=T;
- 55 un elemento (116) de detección de corriente dispuesto para detectar la corriente de entrada recibida en los bornes de entrada del módulo de LED;
- 60 acoplándose el dispositivo de control para recibir una señal de salida de detección desde el elemento de detección y estando diseñado para variar la relación t1/t2 de la conmutación del conmutador basándose en dicha señal de salida de detección, de modo que hay al menos un intervalo de magnitudes de corriente de entrada en el que dt1(I<sub>in</sub>) siempre es positivo y dt2(I<sub>in</sub>) siempre es negativo.
- 65
14. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que al segundo grupo de LED (114) le suministra

un convertidor (601) de corriente que tiene sus bornes de entrada conectados en paralelo al primer grupo de LED (113);

5 en el que el convertidor de corriente comprende un circuito (620) de control que recibe una señal de salida de detección desde un elemento (116) de detección de corriente que detecta la corriente de entrada del módulo de LED;

10 y en el que este circuito (620) de control está diseñado para controlar el convertidor (601) de corriente basándose en la señal de salida de detección recibida desde el elemento (116) de detección de corriente.

15. Dispositivo de iluminación según la reivindicación 1, en el que al primer grupo de LED (113) le suministra un primer convertidor (730) de corriente y al segundo grupo de LED (114) le suministra un segundo convertidor (740) de corriente, y

15 en el que estos dos convertidores de corriente tienen sus bornes de entrada conectados en serie;

20 en el que el módulo de LED comprende un circuito (720) de control que recibe una señal de salida de detección desde un elemento (116) de detección de corriente que detecta la corriente de entrada del módulo de LED;

y en el que este circuito (720) de control está diseñado para controlar los convertidores (730, 740) de corriente basándose en la señal de salida de detección recibida desde el elemento (116) de detección de corriente.

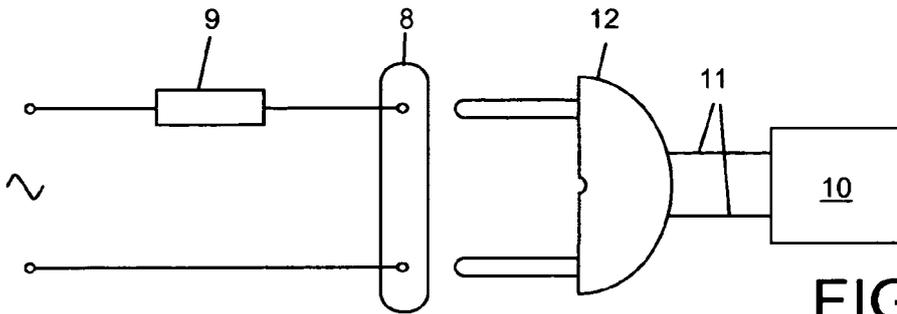


FIG. 1A

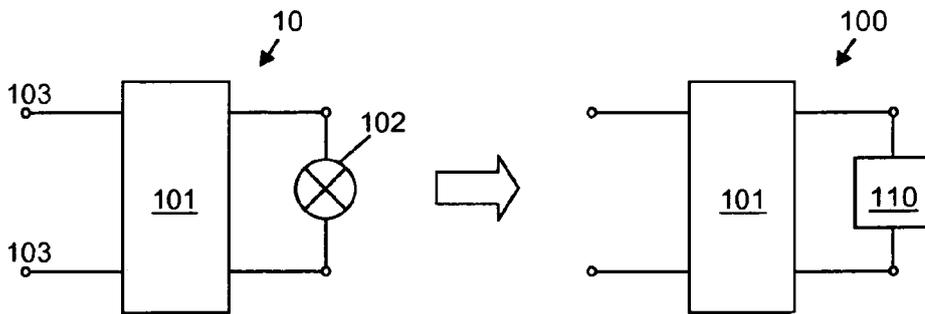


FIG. 1B

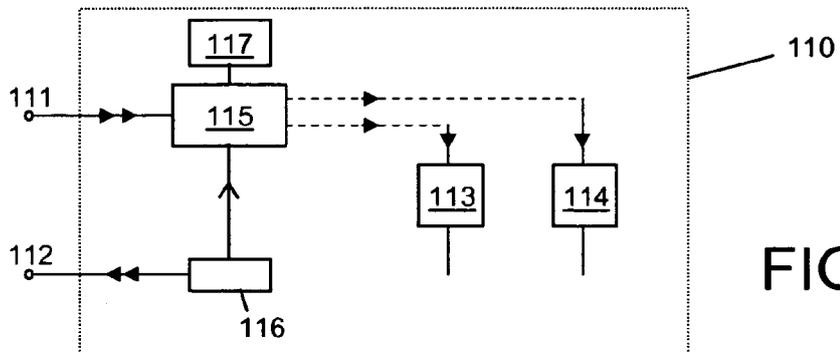


FIG. 1C

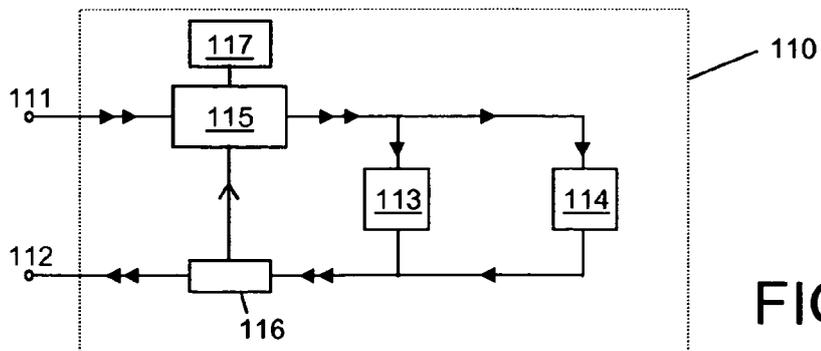


FIG. 1D

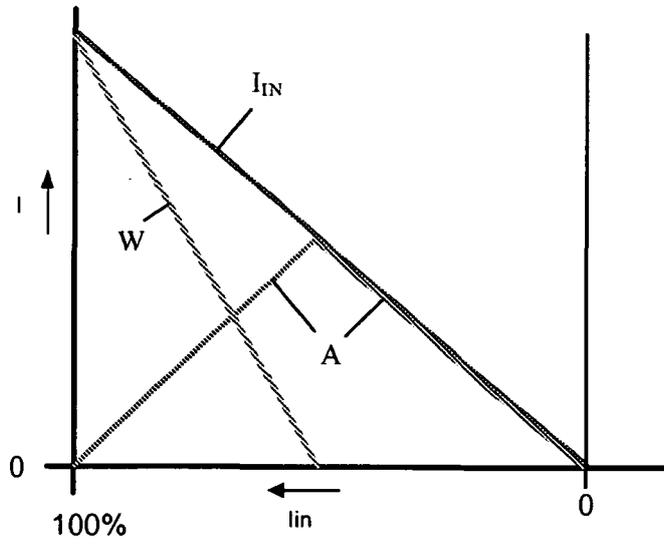


FIG. 2A

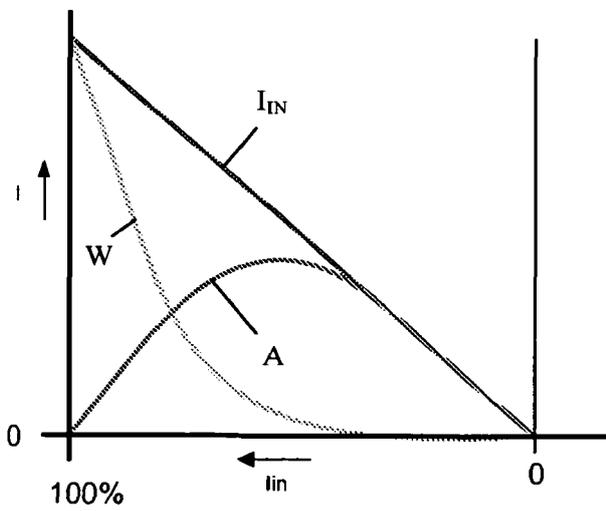


FIG. 2B

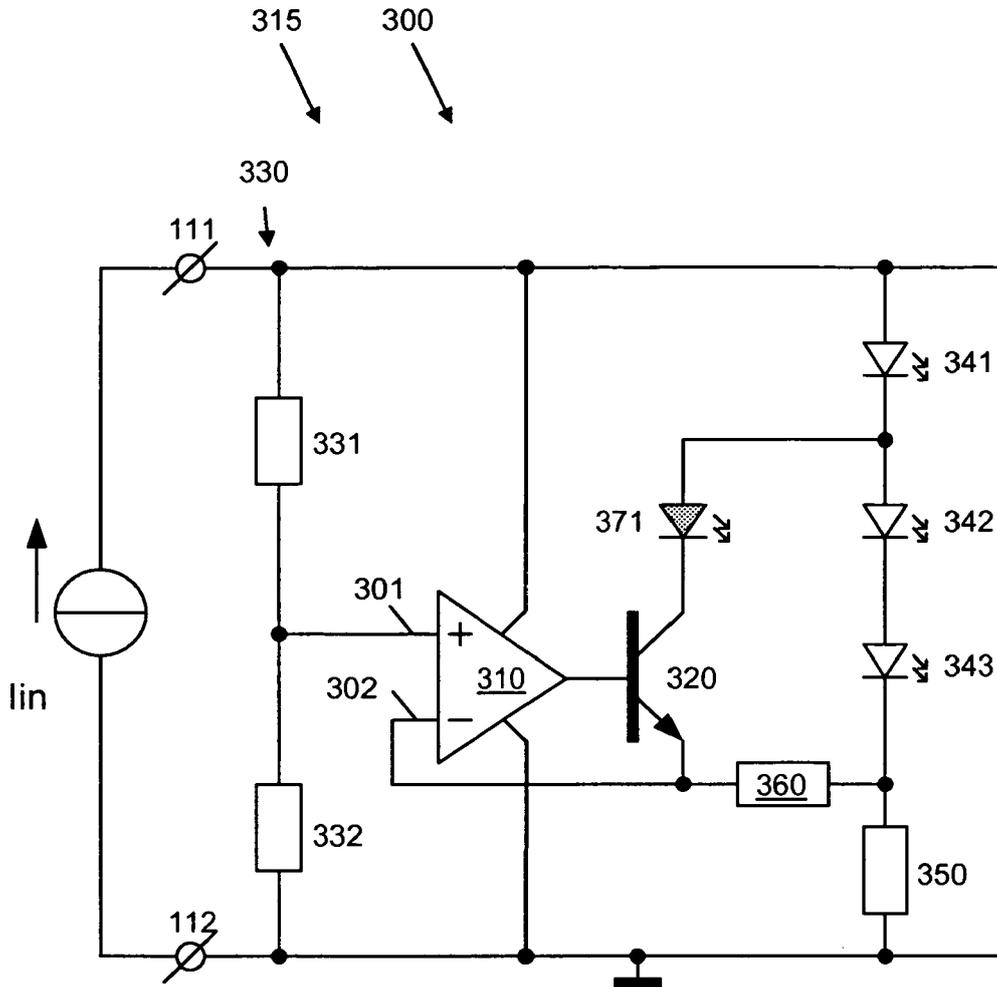


FIG. 3A

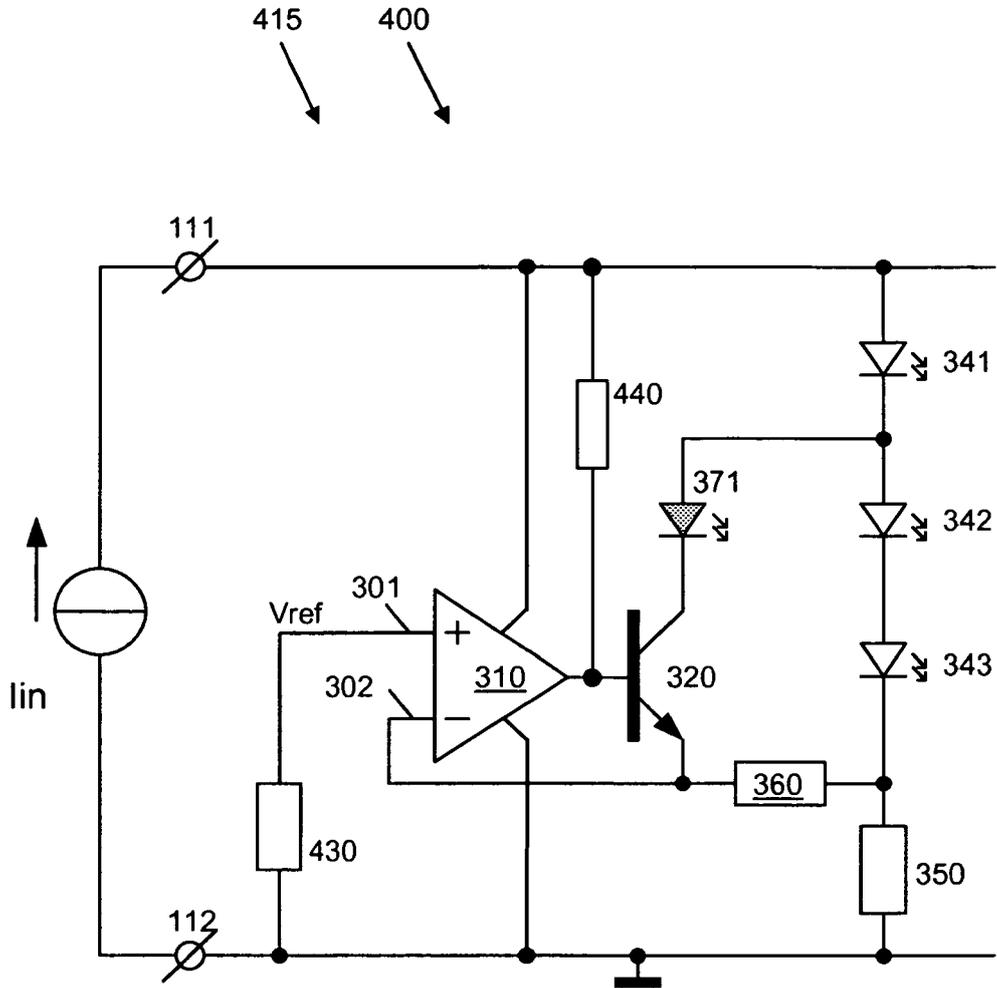


FIG. 3B



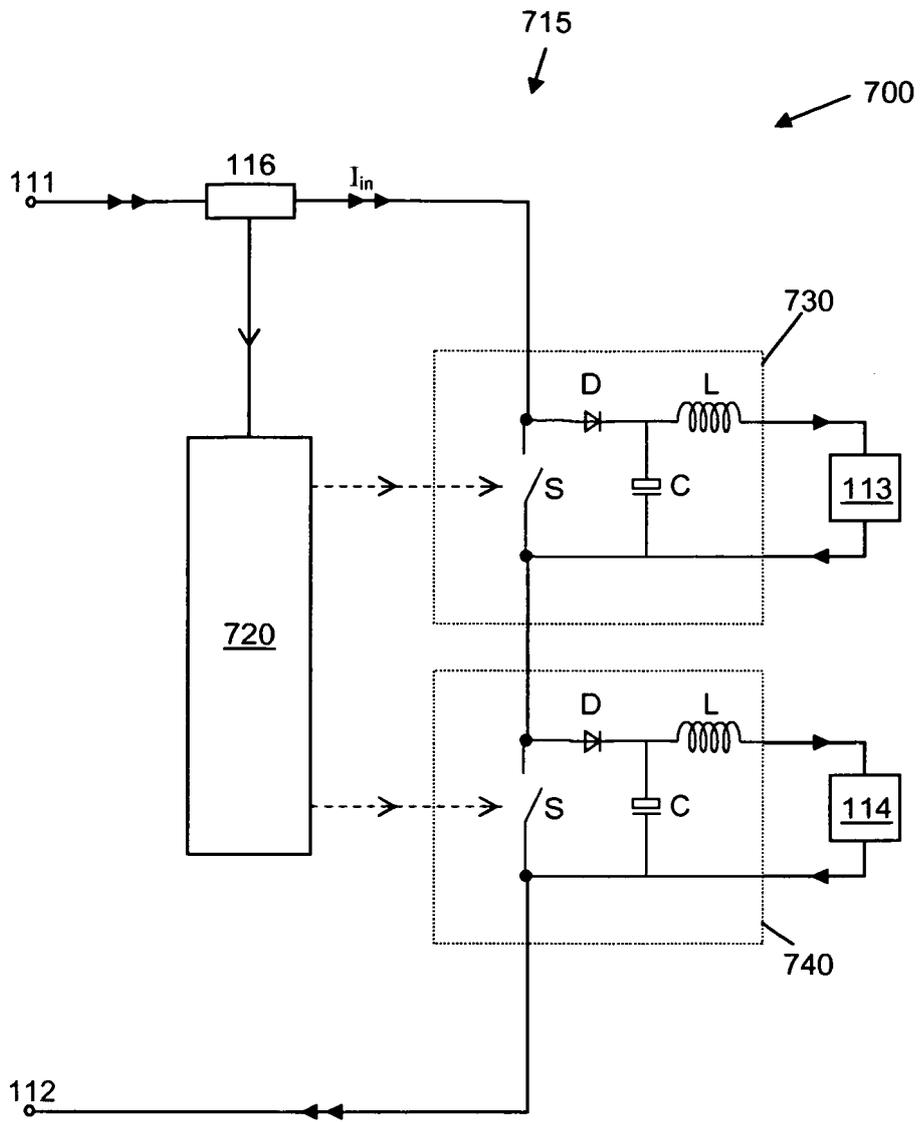


FIG. 5

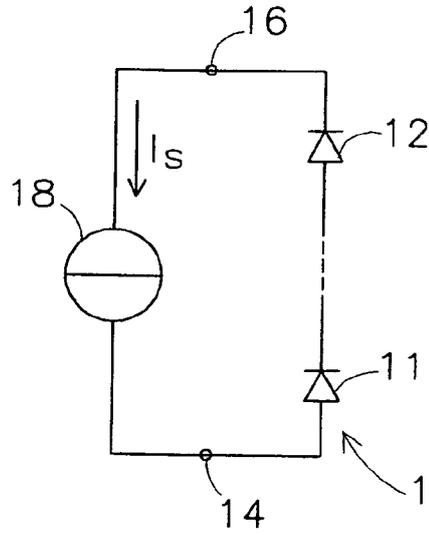


FIG. 6

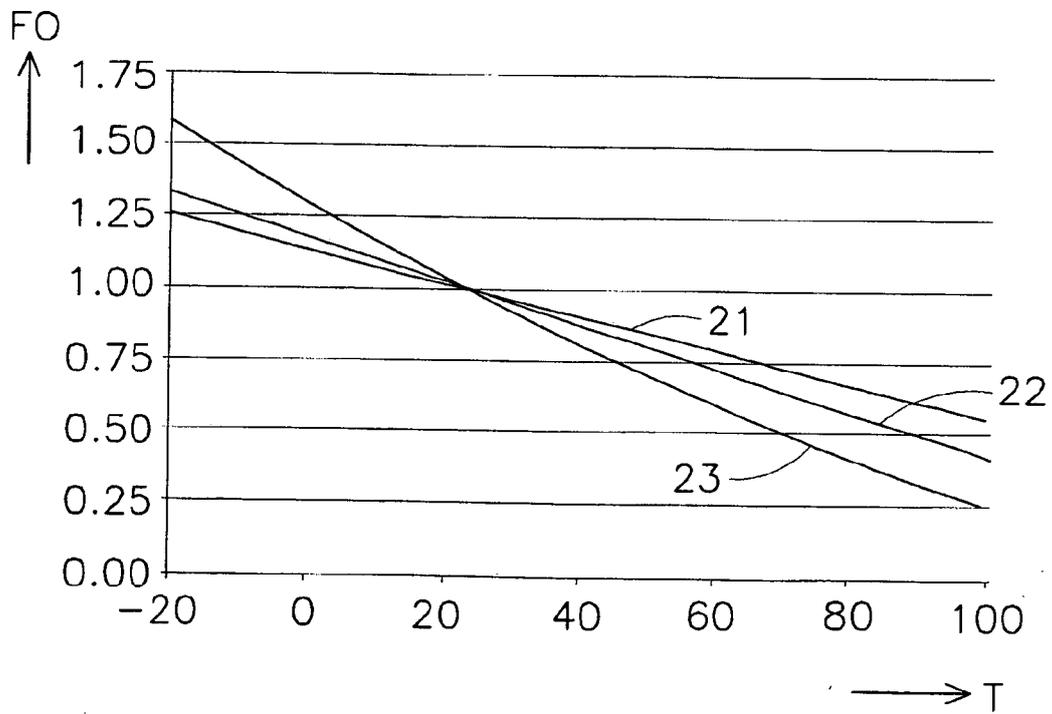


FIG. 7

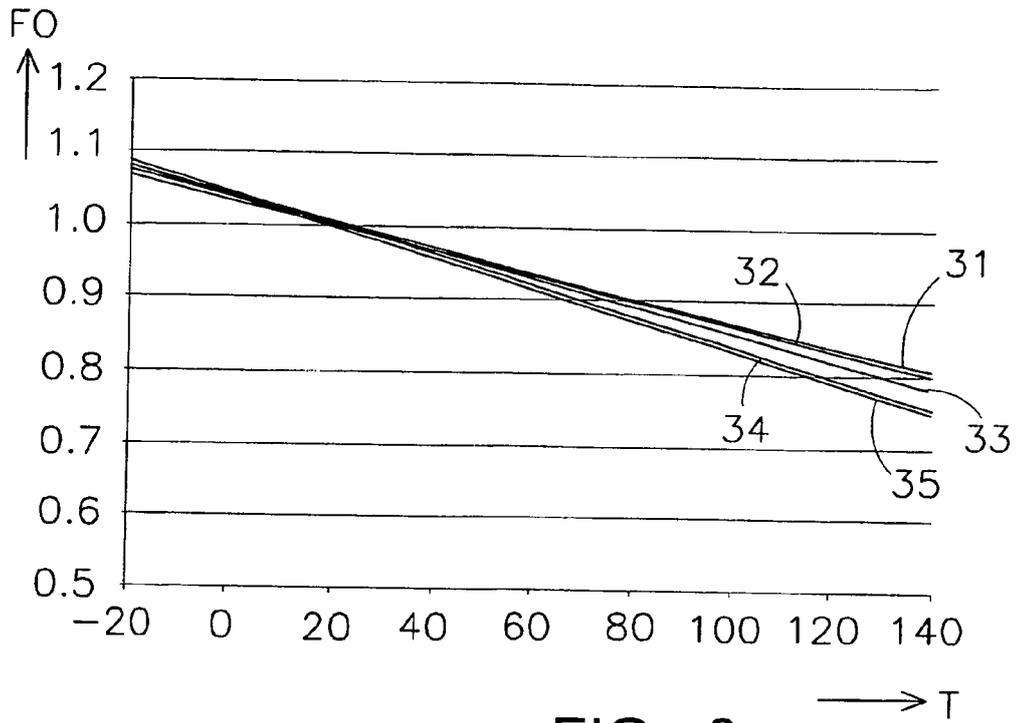


FIG. 8

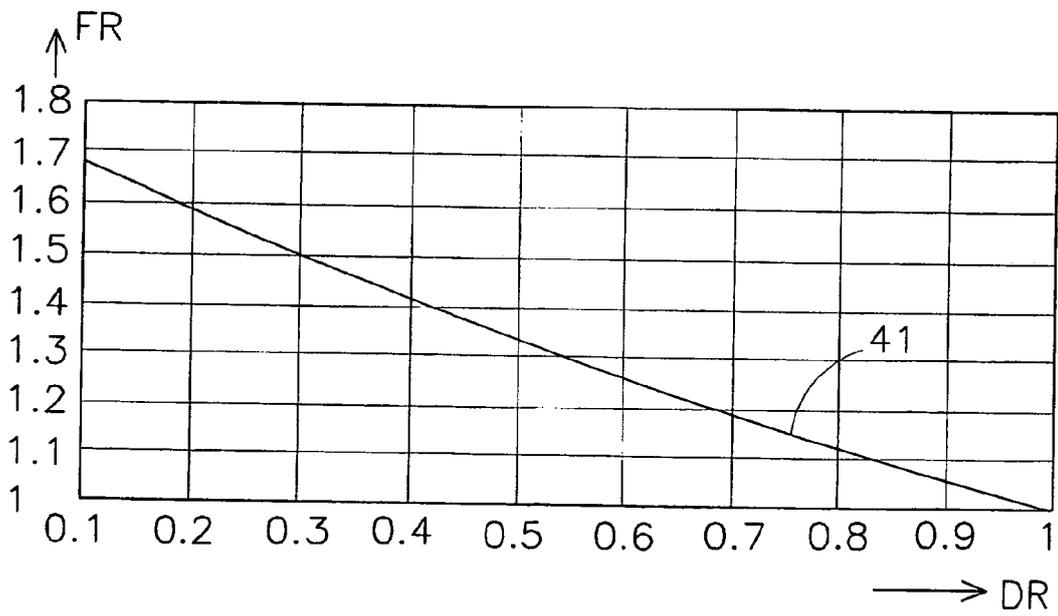


FIG. 9

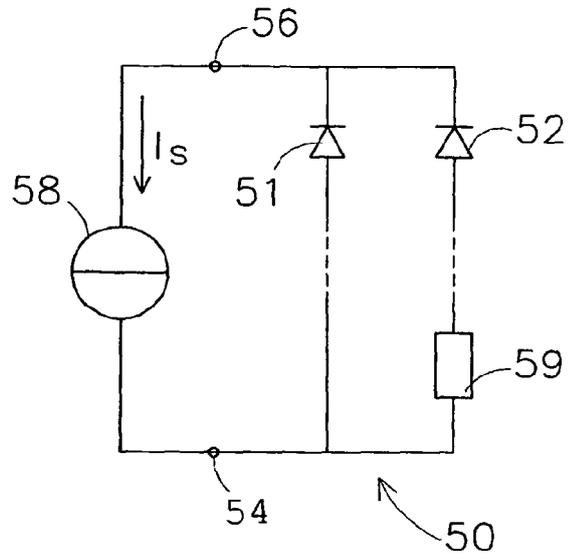


FIG. 10

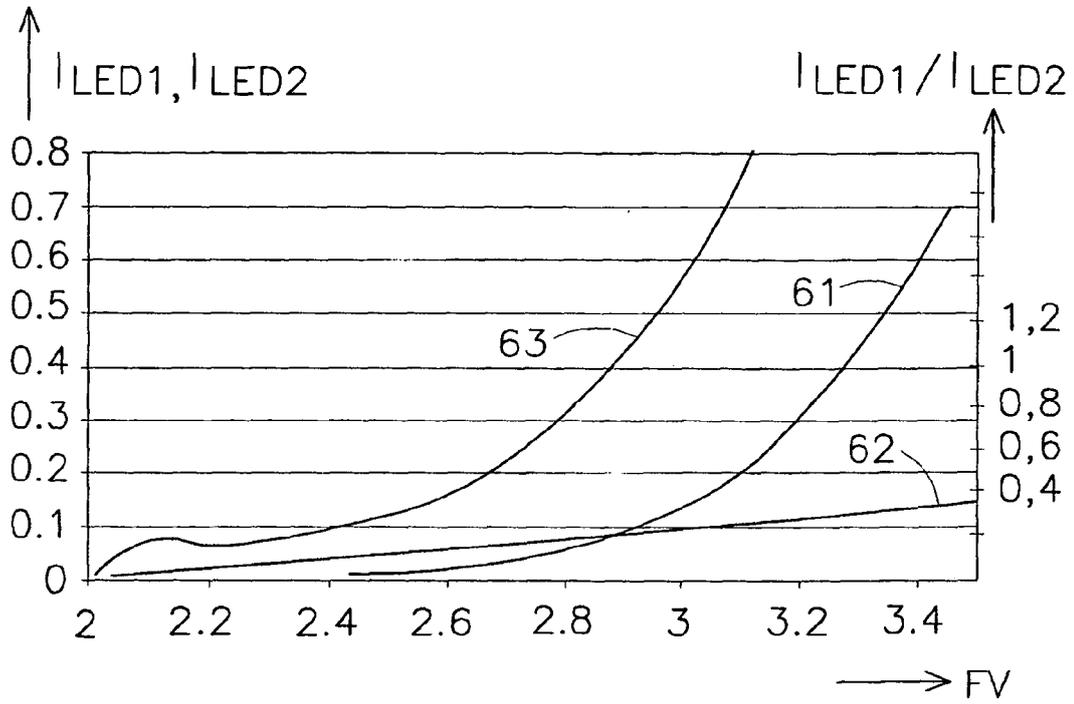


FIG. 11