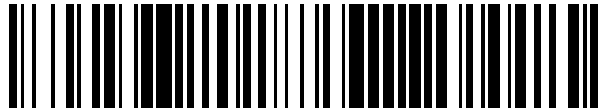


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 509 347**

51 Int. Cl.:

H05B 33/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.12.2006 E 06842457 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.07.2014 EP 1964449**

54 Título: **Dispositivo de iluminación de LED**

30 Prioridad:

13.12.2005 EP 05112040

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

17.10.2014

73 Titular/es:

**KONINKLIJKE PHILIPS N.V. (100.0%)
HIGH TECH CAMPUS 5
5656 AE EINDHOVEN, NL**

72 Inventor/es:

VAN ERP, JOSEPHUS A. M.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 509 347 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 de iluminación de LED

5 La presente invención se refiere a un dispositivo de iluminación de LED (diodo de emisión de luz) que comprende al menos un primer y un segundo LED alimentados mediante un suministro de energía de modo conmutado.

Un dispositivo de este tipo se da a conocer, por ejemplo, en el documento EP 0716485 A1.

10 En un dispositivo de este tipo, un suministro de energía de modo conmutado (SMPS) se controla para suministrar una corriente constante a uno o más LED. La salida de luz de LED puede controlarse mediante modulación por anchura de impulso variando el ciclo de trabajo de un conmutador de derivación que está conectado en paralelo al (a los) LED.

15 El SMPS es superior a un suministro de energía lineal en lo que respecta a la eficacia energética. Sin embargo, la precisión de la corriente suministrada puede no ser suficiente para todas las aplicaciones ya que la carga varía, lo que genera transitorios en el sistema de realimentación de corriente usado.

20 Los documentos EP0967590 y US2005/0243022 también dan a conocer un SMPS que alimenta a una serie de LED con conmutadores de derivación respectivos y una serie de fuentes de corriente.

25 Por lo tanto, un objeto de la presente invención es proporcionar un dispositivo de iluminación del tipo mencionado en el párrafo inicial, en el que la precisión de la corriente se mejora manteniendo al mismo tiempo un consumo de energía razonablemente bajo.

Este objeto se consigue mediante un dispositivo de iluminación como el definido en la reivindicación 1.

Más específicamente, en el dispositivo mencionado anteriormente, la corriente a través del primer LED se controla mediante un primer conmutador de derivación, conectado en paralelo al primer LED, la corriente a través del
30 segundo LED se controla mediante un segundo conmutador de derivación, conectado en paralelo al segundo LED, estando el primer y el segundo LED conectados en serie entre el suministro de energía de modo conmutado y una primera fuente de corriente constante, y el suministro de energía de modo conmutado está dispuesto para suministrar una pluralidad de diferentes tensiones de salida en función del estado del primer y el segundo conmutador de derivación, de modo que la tensión depende del número de LED que emiten luz. El primer y el
35 segundo LED están dispuestos para controlarse mediante modulación por anchura de impulso, de modo que el primer y el segundo LED se encienden simultáneamente al inicio de un periodo de modulación por anchura de impulso y se apagan durante el periodo de modulación por anchura de impulso en instantes determinados por sus respectivos ciclos de trabajo. Después, la tensión del suministro de energía de modo conmutado puede disponerse para que aumente a una tensión máxima antes del inicio del periodo de modulación por anchura de impulso. Esto
40 garantiza que se proporcione una tensión suficiente al inicio del periodo.

45 Gracias a la fuente de corriente constante, el suministro de energía proporciona una corriente muy bien definida. Sin embargo, puesto que la tensión de salida varía en función de los estados de los LED, la disipación en las fuentes de corriente constante puede mantenerse a un nivel bajo. No se necesita realimentación de la corriente real, lo que evita problemas de inestabilidad y de transitorios.

El dispositivo puede comprender medios para fijar la tensión de salida a cero o a casi cero cuando todos los LED están apagados. Esto ahorra más energía.

50 El primer y el segundo LED pueden emitir luz de diferentes colores.

El primer y el segundo LED pueden emitir luz de color verde y de color azul y pueden estar conectados a la primera fuente de corriente constante a través de un tercer LED, que es controlado por un tercer conmutador de derivación. El primer y el segundo LED pueden estar conectados además a una segunda fuente de corriente constante a través
55 de un cuarto LED, que es controlado por un cuarto conmutador de derivación, emitiendo el tercer y el cuarto LED luz de color rojo o de color ámbar. Esto permite obtener una fuente de luz RGBA (rojo, verde, azul, ámbar) completa y controlable con un único SMPS.

60 Estos y otros aspectos de la invención resultan evidentes a partir de y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas posteriormente.

La Fig. 1 ilustra esquemáticamente el control de derivación de un LED activado por una fuente de corriente constante de la técnica anterior.

La Fig. 2 ilustra esquemáticamente la gama de colores disponibles para una disposición de LED RGB.

65 La Fig. 3a ilustra esquemáticamente un dispositivo de iluminación de LED según una realización de la invención.

La Fig. 3b muestra en mayor detalle un ejemplo de la fuente de corriente constante usada en la Fig. 3a.
 La Fig. 4 ilustra una realización de la invención, en la que se realiza una disposición de iluminación RGBA.
 La Fig. 5 ilustra un diagrama de tiempos para la disposición de la Fig. 4.

5 La Figura 1 ilustra esquemáticamente el control de derivación de un LED activado por una fuente de corriente constante de la técnica anterior. Una fuente de corriente constante (CCS) 1 está dispuesta para suministrar una corriente constante I_{const} a un LED (diodo de emisión de luz) 3. Por ejemplo, si el LED es un LED de emisión de luz azul, la corriente constante es normalmente $I_{const}=700$ mA. Un conmutador de derivación 5, normalmente un MOSFET, está conectado en paralelo al LED 3. El conmutador de derivación se controla mediante PWM (modulación por anchura de impulso) para que sea totalmente conductor o totalmente bloqueante, usando un circuito PWM 7. Cuando el conmutador de derivación 5 es totalmente conductor elude el LED 3 de modo que el LED deja de emitir luz. Por tanto, es posible controlar el flujo de luz del LED modificando el ciclo de trabajo del conmutador de derivación 5. Esto se realiza a una frecuencia de conmutación que es lo bastante alta como para impedir cualquier parpadeo visible, por ejemplo de 150 Hz o superior.

15 Es posible hacer que dos LED, presentando cada uno un conmutador de derivación, compartan una fuente de corriente común. Después, las dos combinaciones de LED/conmutador de derivación se conectan en serie entre sí. El requisito es que los LED usen la misma corriente de activación (por ejemplo, LED de emisión de luz roja y de luz ámbar (350 mA) o LED de emisión de luz azul y de luz verde (700 mA)).

20 La Fig. 2 ilustra esquemáticamente, en un diagrama de cromaticidad, la gama de colores disponibles para una disposición de LED RGB, donde los LED son controlados con conmutadores de derivación. Usando una combinación de LED de emisión de luz roja R, de LED de emisión de luz verde G y de LED de emisión de luz azul B, puede obtenerse un triángulo de colores 9 que cubre una gran parte de la gama de colores total 11. Para emitir luz de un color deseado 13, el circuito PWM de cada LED tiene un ciclo de trabajo predeterminado, de modo que una cantidad correcta de luz es emitida desde cada LED para producir el color deseado.

25 La Fig. 3a ilustra esquemáticamente un dispositivo de iluminación de LED según una realización de la invención. Debe observarse que el uso de un suministro de energía de modo conmutado (SMPS) se considera ventajoso, ya que un SMPS tiene normalmente una eficacia energética mucho mejor que la de un suministro de energía lineal.

30 Es posible usar un SMPS como una fuente de corriente constante colocando en serie una resistencia en derivación con los LED suministrados y regular el SMPS, en función de la tensión a través de la resistencia en derivación, para suministrar la corriente correcta. Este enfoque se describe, por ejemplo, en el documento EP 0716485 A1. Sin embargo, en la práctica, esto puede ser muy complicado debido a los estrictos requisitos de precisión de corriente.

35 Por lo tanto, en una realización de la presente invención se usa un esquema diferente para controlar un SMPS. La realización mostrada en la Fig. 3a tiene un primer LED 15 y un segundo LED 17 que están conectados en serie y que necesitan la misma corriente constante (por ejemplo, un LED de emisión de luz roja y un LED de emisión de luz ámbar). El primer LED 15 es controlado por un primer conmutador de derivación 19 que recibe una primera señal de control sw_1 . El segundo LED 17 es controlado por un segundo conmutador de derivación 21 que recibe una segunda señal de control sw_2 . Los conmutadores de derivación están conectados en paralelo al LED respectivo para controlar mediante PWM la corriente que pasa por el mismo, como se ha descrito anteriormente. Los LED 15, 17 son alimentados mediante un suministro de energía de modo conmutado (SMPS) 8 que tiene una tensión de salida V_{out} . El SMPS también se controla mediante PWM pero a una frecuencia mucho mayor, por ejemplo de varios cientos de kHz. Sin embargo, la tensión de salida V_{out} no se controla midiendo la corriente que pasa por los LED. En cambio, los LED están conectados en serie entre el SMPS 8 y una fuente de corriente constante (CCS) 25.

50 Siempre que V_{out} sea suficientemente alta, la fuente de corriente constante 25 garantiza que se proporcione una corriente constante y predeterminada a los LED 15, 17 o a los conmutadores de derivación 19, 21 si están activados.

La Fig. 3b muestra en mayor detalle un ejemplo de la fuente de corriente constante 25 usada en la Fig. 3a. Esta fuente de corriente constante es conocida por sí misma y comprende un primer transistor bipolar T1 y un segundo transistor bipolar T2 conectados base a base. El primer transistor T1 está acoplado mediante diodo (colector-base) y su colector está conectado a una tensión de referencia V_{ref} a través de una primera resistencia R1. El emisor de T1 está conectado a tierra a través de una segunda resistencia R2. El emisor de T2 está conectado a tierra a través de una tercera resistencia R3. Este circuito proporcionará la corriente constante I_{const} en el colector de T2. Esta corriente constante se determina mediante R1, R2, R3, V_{ref} y la tensión base-emisor de T1 y T2, las cuales son todas constantes.

60 A partir de la Fig. 3a resulta evidente que la caída de tensión a través de R3 en la Fig. 3b aumentará cuando se active un conmutador de derivación 19, 21. Por tanto, si V_{out} se mantiene constante, la disipación de potencia en la fuente de corriente constante será bastante alta. Evidentemente, hay topologías de fuente de corriente constante diferentes a la ilustrada en la Fig. 3b, pero este problema persiste.

65

Por lo tanto, en esta realización de la invención, el SMPS 8 está adaptado para suministrar una pluralidad de tensiones diferentes en función de los estados de los conmutadores de derivación 19, 21. Esto significa que la tensión de salida V_{out} varía en función del número de LED activados. Normalmente, el SMPS 8 recibe las señales de control sw_1 y sw_2 de los conmutadores de derivación 19, 21 como señales de entrada. Por tanto, si ninguno de los conmutadores de derivación 19, 21 está activado y ambos LED 15, 17 emiten luz, V_{out} tiene una primera alta tensión. Si uno de los conmutadores de derivación 19, 21 está activado, la tensión de salida desciende hasta un segundo valor inferior. Si ambos conmutadores de derivación están activados, V_{out} puede pasar a valer 0 V, o casi 0 V, lo que constituye un tercer valor. La disipación de potencia en la fuente de corriente constante 25 puede mantenerse por tanto a un bajo nivel. El SMPS 8 puede ser preferiblemente cualquier tipo de convertidor reductor o compensador.

La Fig. 4 ilustra una realización de la invención, en la que se realiza una disposición de iluminación RGBA. En esta realización, se usan cuatro LED (rojo 29, verde 31, azul 33, ámbar 35), presentando cada uno un conmutador de derivación 37, 39, 41 y 43, respectivamente. Cada conmutador de derivación 37, 39, 41, 43 recibe una señal de control PWM R, Gr, Bl, A para controlar el flujo de luz del LED correspondiente.

El LED de emisión de luz roja 29 está conectado a una primera fuente de corriente constante 45 que comprende una resistencia R4 en serie con un transistor T3. El LED de emisión de luz ámbar 35 está conectado a una segunda fuente de corriente constante 47 que comprende una resistencia R5 en serie con un transistor T4. Las bases de los transistores T3 y T4 pueden conectarse a una referencia de tensión común V_{ref} . La primera y la segunda fuente de corriente constante 45, 47 son preferiblemente idénticas, de modo que proporcionan la misma corriente, que puede ser de 350 mA para los LED rojo y ámbar.

El LED de emisión de luz roja 29, con su conmutador de derivación 37 y su fuente de corriente constante conectada en serie 45, está conectado en paralelo al LED de emisión de luz ámbar 35, con su conmutador de derivación 43 y su fuente de corriente constante conectada en serie 47. Por tanto, estos circuitos pueden proporcionar una corriente total de 700 mA, que es una corriente de activación adecuada para los LED de emisión de luz verde y azul 31, 33. Junto con sus conmutadores de derivación 39, 41, los LED de emisión de luz verde y azul 31, 33 pueden por tanto conectarse en serie con la disposición en paralelo de los LED de emisión de luz roja y ámbar 29, 35. Por tanto, es posible alimentar a todos los LED a partir de un SMPS común 49. En esta realización, los LED de emisión de luz roja y ámbar deben controlarse de manera sincronizada. Sin embargo, este requisito es compatible con la mayoría de esquemas de control de color.

Para minimizar la disipación en las fuentes de corriente constante 45, 47, el SMPS 49 debería poder proporcionar cuatro tensiones de salida diferentes en función del número de LED encendidos (0, 1, 2 ó 3, contándose los LED de emisión de luz roja y ámbar como uno, ya que conmutan de manera síncrona). La red de realimentación 51 del SMPS 49 está adaptada por tanto para recibir las señales de control PWM Gr, Bl, A/R de los conmutadores de derivación 37, 39, 42, 43. La red de realimentación 51 recibe la tensión de salida V_{out} , que es filtrada por un condensador de salida C1. Un divisor de tensión que comprende dos resistencias R6 y R7 está conectado entre la salida de SMPS y tierra, y genera una tensión de realimentación dividida V_f . Además de R6, tres resistencias R8, R9 y R10 están conectadas entre la salida de SMPS y R7. R8 está conectada a través de un conmutador 53, que es controlado por la señal de control PWM Gr del conmutador de derivación 39 del LED de emisión de luz verde 31. El conmutador 53 se enciende por tanto si el LED verde 31 está apagado. Asimismo, R9 está conectada a través de un conmutador 55, que es controlado por la señal de control PWM Bl del conmutador de derivación 41 del LED azul 33. R10 está conectada a través de un conmutador 57, que es controlado por la señal de control PWM A/R de los conmutadores de derivación 37 y 43 de los LED de emisión de luz roja y ámbar 29 y 35. La función de división de tensión de la red de división variará por tanto en función del número de LED encendidos. Por ejemplo, si todos los LED están encendidos:

$$V_f = V_{out} * \frac{R7}{R7 + R6}$$

Si posteriormente se apaga el LED de emisión de luz azul 33, V_f aumenta hasta

$$V_f = V_{out} * \frac{R7}{R7 + \frac{R6 * R9}{R6 + R9}}$$

En el SMPS 49, V_f se compara con una referencia interna, y la tensión de salida aumenta o disminuye conforme a esta comparación. Por tanto, si V_f aumenta cuando el LED azul se apaga como anteriormente, la tensión de salida V_{out} disminuye. Esto mantiene la tensión en las fuentes de corriente constante 45, 47 a un bajo nivel, impidiendo así una mayor disipación de potencia en las mismas. Esto no significa solamente que se ahorra energía. Las fuentes de

corriente constante 45, 47 también pueden tener un menor rendimiento de disipación de calor que en el caso en que la tensión de salida de SMPS no se regula de esta manera.

5 Evidentemente, este circuito puede adaptarse a otras combinaciones de LED, por ejemplo RRGB (dos LED de emisión de luz roja, un LED de emisión de luz verde y un LED de emisión de luz azul), RGB o CMY (LED de emisión de luz cian, de luz magenta y de luz amarilla).

10 La Fig. 5 ilustra un diagrama de tiempos para la disposición de la Fig. 4. En la parte superior, la Fig. 5 ilustra V_{out} durante un periodo PWM 61, que puede ser, por ejemplo, de 2 ms. La parte inferior muestra la inversa de las señales de control PWM Gr, Bl, R, A (donde R y A conmutan de manera síncrona, como se ha mencionado anteriormente) de los LED. Cuando estas señales están en el nivel 1, el LED correspondiente emite por tanto luz. En el ejemplo ilustrado, debe emitirse luz de un color predeterminado. Para obtener este color, en cada periodo PWM, el LED de emisión de luz verde emite luz durante un primer periodo de tiempo 63, el LED de emisión de luz azul emite luz durante un segundo periodo de tiempo 65 más largo, y los LED de emisión de luz roja y ámbar emiten luz durante un tercer periodo de tiempo 67 aún más largo. La emisión de luz comienza simultáneamente en todos los LED pero termina en diferentes instantes de tiempo. La tensión de salida V_{out} inicia el periodo PWM 61 con una primera tensión máxima inicial V_{max} . Cuando el LED de emisión de luz verde se apaga al final del primer periodo de tiempo 63, la tensión cae a una segunda tensión más baja. Asimismo, cuando el LED de emisión de luz azul se apaga, la tensión cae adicionalmente hasta un tercer nivel. Finalmente, cuando los LED de emisión de luz roja y ámbar se apagan, la tensión cae hasta una cuarta tensión mínima. Al principio del periodo PWM subsiguiente, todos los LED se encienden y la tensión de salida de SMPS vuelve de nuevo a V_{max} , es decir, la tensión usada cuando todos los LED están encendidos.

20 Con referencia a las Fig. 4 y 5, el circuito mostrado en la Fig. 4 puede modificarse de dos maneras para mejorar su función.

25 En primer lugar, pueden proporcionarse medios opcionales para garantizar que la tensión de salida sea cero o casi cero cuando todos los LED estén apagados. Esto puede ser, por ejemplo, un circuito 69 con una puerta AND lógica cuya salida se pone al nivel lógico alto cuando Gr, Bl y A/R están al nivel lógico alto. Esta puerta puede usarse entonces para activar un conmutador 71 que cortocircuita a R6, fijando por tanto la tensión de salida a un valor muy bajo. Esto supone un cierto ahorro energético.

30 En segundo lugar, pueden proporcionarse medios para garantizar que la tensión de salida aumente antes del inicio de cada periodo PWM, de modo que V_{out} ya haya alcanzado V_{max} cuando los LED se enciendan. Esto puede realizarse añadiendo un conmutador opcional 73 que está dispuesto para desconectar las resistencias R8, R9 y R10 durante un corto periodo de tiempo antes de que comience el periodo PWM. Esto garantiza que las fuentes de corriente constante pueden suministrar las corrientes apropiadas desde el principio, evitando así posibles errores en los colores. Si no se usa el conmutador opcional 73, R8, R9 y R10 se conectan en cambio directamente al divisor de tensión de R6 y R7.

35 40 En resumen, la invención se refiere a un circuito de activación de múltiples LED, en el que cada LED es controlado por un conmutador de derivación. Los LED son alimentados mediante un suministro de energía de modo conmutado y están conectados a una fuente de corriente constante que proporciona una corriente predeterminada a los LED. El suministro de energía de modo conmutado está dispuesto para proporcionar diferentes tensiones en función del número de LED encendidos. Esto se lleva a cabo suministrando las señales de control de los conmutadores de derivación al suministro de energía de modo conmutado. De esta manera, la disipación de potencia de la fuente de corriente constante puede mantenerse a un bajo nivel.

45 50 La invención no está limitada a las realizaciones descritas anteriormente. Puede modificarse de diferentes maneras dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un dispositivo de iluminación de LED que comprende al menos un primer y un segundo LED (15, 17; 33, 31) alimentados mediante un suministro de energía de modo conmutado (8; 49), en el que la corriente a través del primer LED (15; 33) es controlada por un primer conmutador de derivación (19; 41), conectado en paralelo al primer LED, la corriente a través del segundo LED (17; 31) es controlada por un segundo conmutador de derivación (21; 39) conectado en paralelo al segundo LED, estando el primer y el segundo LED conectados en serie entre el suministro de energía de modo conmutado y una primera fuente de corriente constante (25; 47), en el que el suministro de energía de modo conmutado está dispuesto para suministrar una pluralidad de diferentes tensiones de salida (V_{out}) en función del estado del primer y el segundo conmutador de derivación, de modo que la tensión depende del número de LED que emiten luz, en el que el primer y el segundo LED están dispuestos para ser controlados mediante modulación por anchura de impulso, de modo que el primer y el segundo LED se encienden simultáneamente al inicio de un periodo de modulación por anchura de impulso y se apagan durante el periodo de modulación por anchura de impulso en instantes determinados por sus respectivos ciclos de trabajo, y en el que el suministro de energía de modo conmutado está dispuesto para aumentar hacia una tensión máxima antes del inicio del periodo de modulación por anchura de impulso, garantizando una tensión suficiente al inicio de un periodo.
- 2.- Un dispositivo de iluminación de LED según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende medios para fijar la tensión de salida a cero o a casi cero cuando todos los LED están apagados.
- 3.- Un dispositivo de iluminación de LED según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer y el segundo LED emiten luz de diferente color.
- 4.- Un dispositivo de iluminación de LED según la reivindicación 3, en el que el primer y el segundo LED (33, 31) emiten luz de color verde y de color azul, respectivamente, y están conectados a la primera fuente de corriente constante (47) a través de un tercer LED (35), que es controlado por un tercer conmutador de derivación (43), en el que el primer y el segundo LED están conectados a una segunda fuente de corriente constante (45) a través de un cuarto LED (29), que es controlado por un cuarto conmutador de derivación (37), y en el que el tercer y el cuarto LED emiten luz de color rojo o de color ámbar.

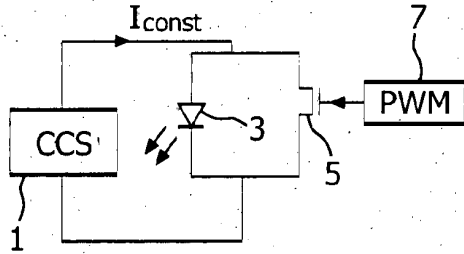


FIG. 1 (Técnica anterior)

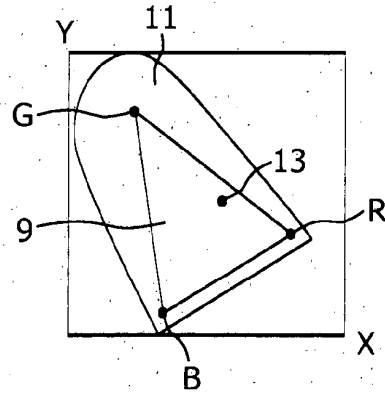


FIG. 2

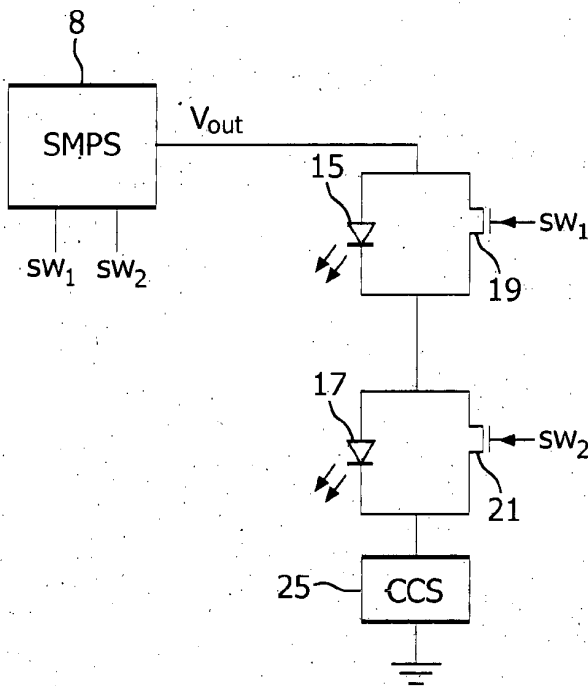


FIG. 3a

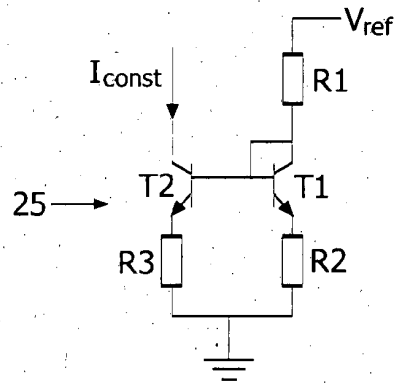


FIG. 3b

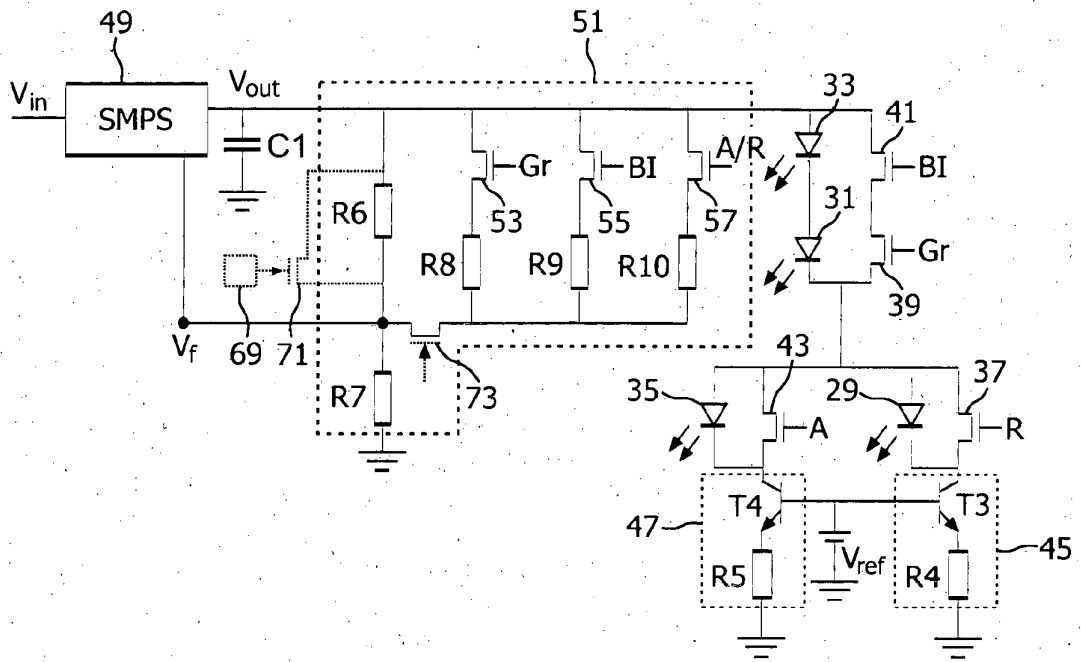


FIG. 4

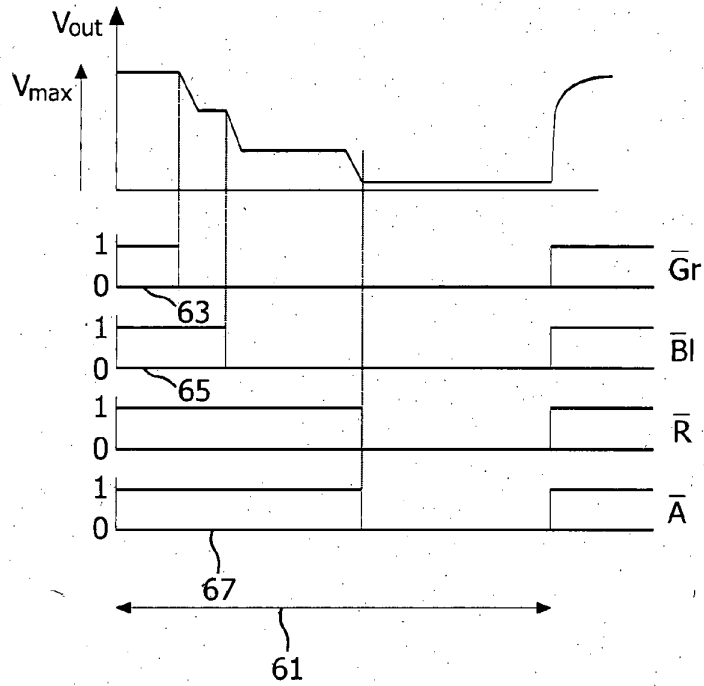


FIG. 5