

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 560 752**

21 Número de solicitud: 201531329

51 Int. Cl.:

**H01L 33/00**

(2010.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**18.09.2015**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**22.02.2016**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD REY JUAN CARLOS (100.0%)  
C/ Tulipán s/n  
28933 Móstoles (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**MIRAUT ANDRÉS, David**

54 Título: **Diodo con resistencia externa incorporada**

57 Resumen:

El diodo con resistencia externa incorporada combina en un único componente electrónico discreto la funcionalidad de un diodo LED y el mecanismo que limita la corriente que lo atraviesa, para una diferencia de potencial eléctrico aplicable entre sus terminales previamente fijada en las especificaciones del dispositivo por parte del fabricante.

Ahorra espacio en los circuitos, elimina la necesidad de tener una amplia variedad de resistencias con las que combinar los diodos LED para asegurar su eficiencia lumínica, y evita posibles errores en la colocación de dichas resistencias que pueden reducir el tiempo de vida del LED.

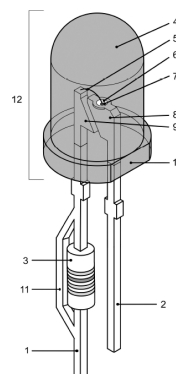


FIG. 1

## **DESCRIPCIÓN**

### **DIODO CON RESISTENCIA EXTERNA INCORPORADA**

#### **SECTOR DE LA TÉCNICA**

- 5 La presente invención se encuadra en el área técnica de los componentes electrónicos discretos. En concreto, la que atañe a los diodos que emiten luz.

#### **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

- El funcionamiento de los diodos LED (del inglés, *light-emitting diode*) es bien conocido.
- 10 Se trata de un componente electrónico de dos terminales que permite la circulación de la corriente eléctrica a través de él en un solo sentido (a menos que se supere la tensión de ruptura). Está formado por una unión P-N en un cristal semiconductor, que emite luz cuando es activado. Cuando se aplica el voltaje adecuado entre los terminales del diodo, los electrones son capaces de combinarse con los huecos en el interior del dispositivo,
- 15 liberando calor y luz. Este último aspecto es llamado electroluminiscencia, y el color de la luz (correspondiente a la energía de los fotones liberados) viene dado por la energía entre las bandas de valencia del semiconductor.

- Una unión P-N puede absorber energía lumínica y transformarla en corriente eléctrica. Ese mismo proceso es invertido en el diodo LED cuando éste está bajo la influencia de
- 20 un campo eléctrico. Los portadores de carga se combinan tras atravesar la frontera en la unión P-N. Una vez aplicado un campo eléctrico entre los terminales del diodo LED, los electrones provenientes de la región N, impulsados por el campo, circulan a través de esta frontera y pasan a la región P rica en huecos.

- Cuando los electrones y huecos están en la misma región, pueden recombinarse, es
- 25 decir, los electrones pueden pasar a "ocupar" los huecos "cayendo" desde un nivel energético superior a otro inferior más estable. Este proceso generalmente emite un fotón (con una amplitud, una dirección y una fase aleatoria) en semiconductores de banda prohibida directa, como los formados con arseniuro de galio o seleniuro de zinc. Cuando el electrón y el hueco se recombinan, la energía sobrante (la diferencia entre la banda de
- 30 conducción y la banda de valencia) debe disiparse. Esta energía es emitida en forma de calor y luz.

El dispositivo semiconductor está habitualmente encapsulado en una cubierta de plástico de mayor resistencia que las de vidrio (típicamente empleadas en las lámparas incandescentes), para dejar pasar esa luz. Aunque el plástico puede estar coloreado, es solo por razones estéticas, ya que ello no influye en el color de la luz emitida.

- 5 Cada color viene dado por una combinación distinta de materiales semiconductores y recubrimientos, con diferentes necesidades de diferencia de potencial e intensidad eléctrica para la emisión de fotones en la frecuencia deseada.

Para obtener buena intensidad luminosa debe escogerse bien la corriente que atraviesa el LED. En general, el voltaje en el que operan este tipo de componentes va desde 1,8  
10 hasta 3,8 voltios aproximadamente (lo que está relacionado con el material de fabricación y el color de la luz que emite) y la gama de intensidades que debe circular por él varía según su aplicación. Los valores típicos de corriente en polarización directa de un LED convencional están comprendidos entre los 10 y los 40 mA. Se considera que tienen mejor eficiencia cuanto menor es la corriente que circula por ellos, por lo que se busca  
15 un compromiso entre la intensidad luminosa que producen (mayor cuanto más grande es la intensidad que circula por ellos) y la eficiencia energética (mayor cuanto menor es la intensidad que circula por ellos). Lógicamente, cuanto mayor es la corriente, mayor es la energía a disipar en forma de calor.

Debido a su función de transferencia no lineal, tanto la corriente que los atraviesa como  
20 su tiempo de vida pueden fluctuar mucho con pequeñas variaciones en el voltaje aplicado. La especial sensibilidad frente a estas variaciones de voltaje hace que sea importante que la fuente de alimentación a la que se conecta esté regulada en corriente. Para controlar esta magnitud se suele colocar una resistencia en serie con el LED.

La colocación de la resistencia se obvia en algunos circuitos sencillos. Como por ejemplo  
25 ocurre en los montajes de los populares "*LED Throwie*", que están únicamente compuestos por un LED, una pila de reloj de pulsera y un imán pegados con epoxy conductivo o cinta aislante.

Sin embargo esta práctica es poco recomendable. Como ya se ha comentado, este dispositivo es no lineal, y tiende a dejar pasar una gran cantidad de corriente. Cuando  
30 esto sucede, la energía a disipar en forma de calor es mayor que la puede emitirse a través del encapsulado, por lo que el diodo se funde por el efecto Joule.

Por tanto, resulta crítico colocar una resistencia que limite la corriente y adecúe la tensión entre los bornes del diodo.

Cuando se trabaja con componentes electrónicos discretos, los valores de las magnitudes (como la resistividad) están cuantizados por los modelos disponibles en el mercado y suelen tener variaciones importantes respecto del valor etiquetado (debidos a las tolerancias de fabricación). Lo que se traduce en la necesidad de tener almacenada una buena cantidad de componentes, medir sus valores y corregir las desviaciones con combinaciones de componentes (en serie o paralelo que se adecúen a las magnitudes requeridas). Lo que en este caso se traduce en la necesidad de poner varias resistencias en serie con el diodo para obtener la caída de potencial y la corriente deseadas.

Además, en el montaje manual de componentes, como el que se suele dar cuando el diseñador y el montador de prototipos de circuitos son la misma persona, suelen cometerse errores, ya que los códigos en la superficie de los componentes están escritos con una simbología especial (como las bandas de colores en las resistencias cilíndricas o los factores multiplicativos en las de montaje superficial).

La presente invención ofrece una solución práctica que alivia este problema con un único componente discreto que actúa como un LED e incorpora elementos resistivos que, de forma opcional, limita la posible corriente que atraviesa el componente a través de sus terminales.

A diferencia de invenciones anteriores, como la solicitud de patente estadounidense US 20020020844, titulada "Structural improvement of a LED", presentada por Frank Liu en 2001, o el modelo de utilidad chino CN 202259410, titulado "LED with built-in resistor" y presentado en 2011, en nuestro caso el elemento resistivo no se encuentra localizado en el poste (ni tampoco en el yunque o una tercera pata interior) dentro del encapsulado del diodo LED, sino en una de sus patas.

Si bien los diseños propuesto en la patente y el modelo de utilidad reducen el espacio ocupado por el conjunto al situar ambos componentes dentro del encapsulado de resina transparente, ambos diseños tienen dos graves inconvenientes que limitan su uso: Por una parte, no resuelven el problema principal debido a la disipación de la energía en forma de calor al pasar la corriente a través de la unión P-N, ya que el encapsulado es pequeño y tiene una elevada densidad energética que disipa a la que se añade la debida al efecto propio calentamiento de la resistencia, por lo que la temperatura que adquiere el conjunto es mucho mayor, lo que limita el tiempo de vida y la operatividad del semiconductor. Por otra parte, al colocar la resistencia en el interior del encapsulado, sólo se puede utilizar el diodo con corrientes iguales o menores de las previstas por el conjunto (únicamente se podrían añadir en serie más resistencias discretas), pero se

resta flexibilidad al montador de circuitos si el voltaje a aplicar entre los terminales del diodo no se adecúa al que permite la resistencia integrada, ya que no es posible evitar el paso de la corriente a su través.

El solicitante de la presente invención desconoce la existencia de antecedentes que resuelvan de forma satisfactoria la problemática expuesta con un único componente discreto.

### EXPLICACIÓN DE LA INVENCION

El diodo propuesto es un componente electrónico que comprende dos elementos: un elemento que actúa como un diodo LED con un encapsulado transparente (o al menos translucido) y elemento de la adecuada conductividad, conectados hacia el exterior por dos terminales.

El valor de la resistividad del componente que limita la corriente y adecúa la tensión entre los bornes del diodo depende:

- del tipo de material con el que se ha fabricado el diodo y su color, pues de ello dependen la tensión y corriente óptimas para una buena eficiencia lumínica que permita incrementar su tiempo de vida
- y de la tensión que puede ofrecer la fuente de alimentación en esa parte del circuito

El primer factor depende únicamente del propio diseño del diodo. Respecto al segundo factor, si bien es posible una infinita variedad de posibles tensiones entre los terminales del componente, la omnipresencia de los circuitos digitales hace que el rango se reduzca notablemente en los circuitos más comunes.

Por ello, tiene sentido ofrecer la combinación de los dos elementos como un único componente en el que se presenten diferentes variantes en función de la tensión que se proporciona entre sus terminales.

El elemento resistivo se sitúa en el ánodo y el conjunto ofrece dos terminales hacia el exterior que mantienen la disposición típica en los diodos, siendo más larga la pata del ánodo (donde se sitúa la resistencia) que la del cátodo. Así, el elemento resistivo también sirve de ayuda visual para distinguir el sentido en el que se debe colocar el diodo para que funcione en polarización directa.

Para cada posible tensión aplicable entre los terminales, habrá una variante del modelo del diodo, objeto de esta invención, con un elemento resistivo adecuado, cuyo valor en ohmios viene dado por la fórmula:  $R = \frac{V_a - V_l}{I_l}$ , donde  $V_a$  es la tensión que ofrece la

fuente de alimentación (o el aplicado a esta parte del circuito),  $V_l$  es la caída de tensión en el diodo LED e  $I_l$  es el rango de corriente del LED (normalmente en el rango de unos pocos miliamperios).

Un aspecto adicional de la presente invención se refiere a una estructura conductora que en forma de conexión lateral que cortocircuita los extremos de la resistencia en la pata del ánodo. De manera que, por defecto, el diodo con resistencia externa incorporada funciona como un diodo LED común, sin mecanismo de limitación de corriente, ya que la corriente circulará por dicha conexión lateral en lugar de atravesar la resistencia, al no encontrar dificultad u oposición por ese camino alternativo. Para utilizar la resistencia es necesario eliminar dicha conexión, por ejemplo mediante el corte de esa porción de pata, de forma que al estar en circuito abierto deje de ser un nudo de tensión, y así la corriente aplicada se vea forzada a pasar a través del elemento resistivo integrado en el diodo objeto de esta invención.

Este mecanismo dota de versatilidad al diodo con resistencia externa incorporada, ya que permite utilizar el diodo LED en cualquier configuración, como por ejemplo en serie o con otras posibles resistencias, sin que el elemento resistivo integrado interfiera.

Una variante interesante del diodo con resistencia externa incorporada es su aplicación con diodos RGB. Si se desea generar colores con cierta precisión, es conveniente colocar una resistencia diferente para cada "color" en los diodos RGB, ya que al integrar varias uniones P-N realizadas con distintos materiales, cada una de ellas tiene unos requisitos de voltaje y corriente diferentes. Estos dispositivos tienen cuatro terminales y suelen comercializarse en dos modalidades: con ánodo común (en cuyo caso hay tres cátodos) o con cátodo común (en cuyo caso hay tres ánodos). La longitud de cada terminal viene dada por el color, no por la polaridad, salvo en el caso del terminal común que es siempre el más largo.

Por razones de coste, espacio y sencillez se suele colocar una sola resistencia en serie con el terminal común con el valor más alto de los tres posibles, que típicamente corresponde al color rojo, de manera que esa unión P-N no sufra daños por tener un voltaje (y corriente) demasiado elevados. Sin embargo, esta decisión de diseño tiene

como consecuencia que el conjunto deja de mostrar los colores compuestos con fidelidad y el resto de componentes muestra un tono menos brillante.

La variante del diodo con resistencia externa incorporada RGB resuelve este problema al ofrecer un único componente discreto que incorpora las resistencias apropiadas para cada uno de los canales dada una cierta tensión de referencia entre los posibles terminales de ánodos y cátodos.

La problemática es semejante en el caso de los diodos bicolor, y puede resolverse de forma equivalente con el diodo con resistencia externa incorporada correspondiente.

En el diodo con resistencia externa incorporada convencional (de un sólo color), la pata del ánodo alberga el elemento resistivo y la conexión lateral, por lo que no puede reducirse su longitud sin más. Esto puede dar lugar a diseños en los que este diodo sobresale frente a otros componentes en los circuitos.

El conjunto al ser producido en grandes cantidades puede abaratar los costes de todo tipo de montajes. Un ejemplo de aplicación son los ya mencionado "*LED Throwie*", si el diodo con resistencia externa incorporada se produce en gran escala, su utilización en estas instalaciones artísticas será igualmente asequible, a la vez que se incrementa el tiempo de iluminación.

Finalmente, cabe destacar que otras variantes son también posibles. Como la combinación de elementos resistivos con diodos no luminosos. O la colocación del elemento resistivo y el puente en el cátodo en lugar del ánodo.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva del diodo con resistencia externa incorporada, en el que se distinguen los componentes constitutivos del diodo LED (12) - con el objeto de subrayar las diferencias con los diseños protegidos en patentes anteriores- y la integración del elemento resistivo (3) junto con la conexión en forma de puente (11) que lo cortocircuita en el ánodo (1).

Figura 2.- Muestra una vista esquemática del diodo con resistencia externa incorporada RGB (13) con cátodo común (2), con sus correspondientes elementos resistivos (17,18) y puentes (11).

Figura 3.- Muestra el esquema del circuito eléctrico equivalente del diodo con resistencia externa incorporada conectado a una fuente de alimentación (19). El epígrafe a) se corresponde con el diodo LED más común (correspondiente a la figura 1) y el epígrafe b) al diodo LED RGB con cátodo común.

A continuación se proporciona una lista de los distintos elementos representados en las figuras que integran la invención:

1. ánodo del diodo (pata)
2. cátodo del diodo (pata)
3. resistencia
4. lente/encapsulado epóxico del diodo (cápsula plástica)
5. contacto metálico (hilo conductor)
6. cavidad reflectora (copa reflectora)
7. terminación del semiconductor
8. yunque
9. poste
10. borde plano
11. puente alternativo que cortocircuita la resistencia, lo que permite utilizar el diodo objeto de esta invención como cualquier otro diodo, sin que tenga efecto alguno la resistencia
12. diodo LED típico
13. diodo LED RGB con cátodo común
14. ánodo correspondiente al color rojo (R)
15. ánodo correspondiente al color verde (G)
16. ánodo correspondiente al color azul (B)
17. elemento resistivo correspondiente al color rojo en el LED RGB, al generar una menor caída de tensión su que las otras uniones de semiconductor para dar la misma intensidad de luz, el valor de la resistencia es mayor (en el ejemplo de realización ilustrado es de 150 ohmios)
18. elementos resistivos correspondientes a los colores verde y azul en el LED RGB, (en el ejemplo de realización ilustrado la resistencia es de 100 ohmios)
19. fuente de alimentación

## REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

La figura 1 muestra un ejemplo de realización particular del diodo con resistencia externa incorporada más sencillo, con un diodo LED rojo de alto brillo, alta eficiencia y baja corriente con una caída de tensión entre el ánodo y el cátodo de 1'9 voltios y una  
5 corriente de 15 mA en su rango de operación óptimo.

Si la fuente de alimentación es de 5 voltios, de acuerdo con la fórmula presentada, el elemento resistivo que se integra en este modelo del diodo es de 206 ohmios.

El diodo LED y la resistencia se fabrican con los métodos ya bien establecidos para  
10 componentes discretos. A la hora de colocar el patillaje para los terminales, éstos componentes se unen de manera que el elemento resistivo forma parte de la pata del ánodo del diodo LED, fuera de la zona encapsulada de material transparente. Y se establece una conexión en forma de puente que cortocircuita la resistencia (con el mismo material conductor con el que se fabrica la pata).

15 Si se desea utilizar este diodo con resistencia externa incorporada en un circuito en el que se proporciona una diferencia de potencial distinta a 5 voltios entre sus terminales, es suficiente con añadir la resistencia adecuada en serie, como si se tratase de cualquier otro diodo LED estándar.

Sin embargo, en el caso más común en el que se utilice este diodo con resistencia  
20 externa incorporada en un circuito en el que se proporcionan 5 voltios entre sus terminales, basta con cortar el puente (preferiblemente en los dos puntos extremos para que no haya peligro de cortocircuito accidental) y conectar dichos terminales al resto del circuito como se indica en la figura 3a, bien soldándolos o bien a través de otros mecanismos (como la inserción en las líneas de una placa de prototipado).

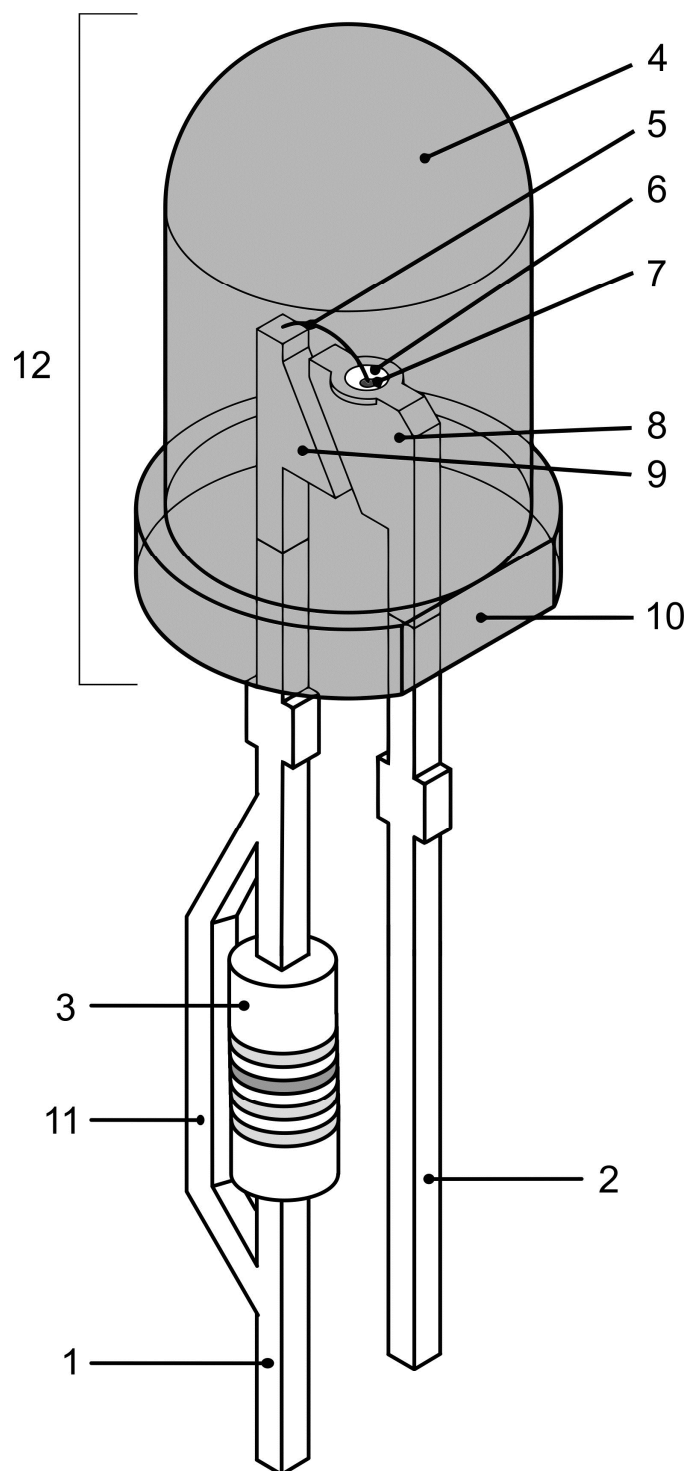
25 De esta forma, la energía disipada por la resistencia no contribuye de forma directa a calentar la unión P-N de material semiconductor que emite la luz en el interior del encapsulado. Con lo que se limita la corriente y se reduce la densidad de energía a disipar en forma de calor cuando el usuario corta el puente (ya que, en este caso, el calor se distribuye en dos focos).

30 Una vez descrita suficientemente la naturaleza del presente invento, así como un ejemplo de realización preferente, solamente queda por añadir que dicha invención puede sufrir

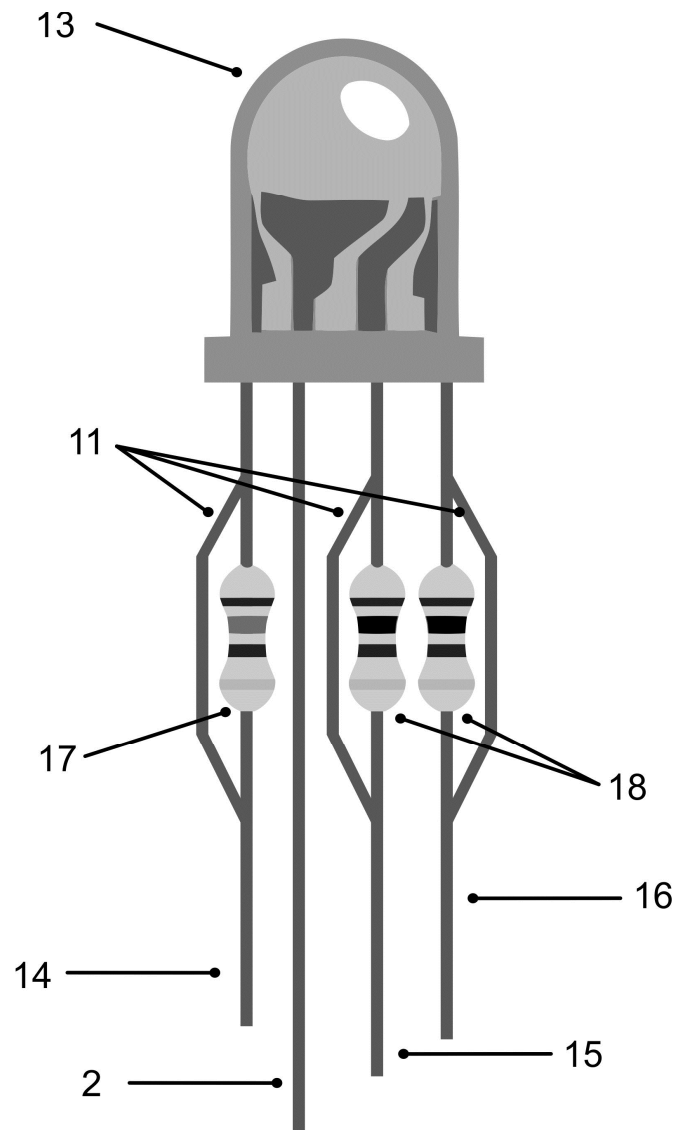
ciertas variaciones en forma y materiales, siempre y cuando dichas alteraciones no varíen sustancialmente las características que se reivindican a continuación.

**REIVINDICACIONES**

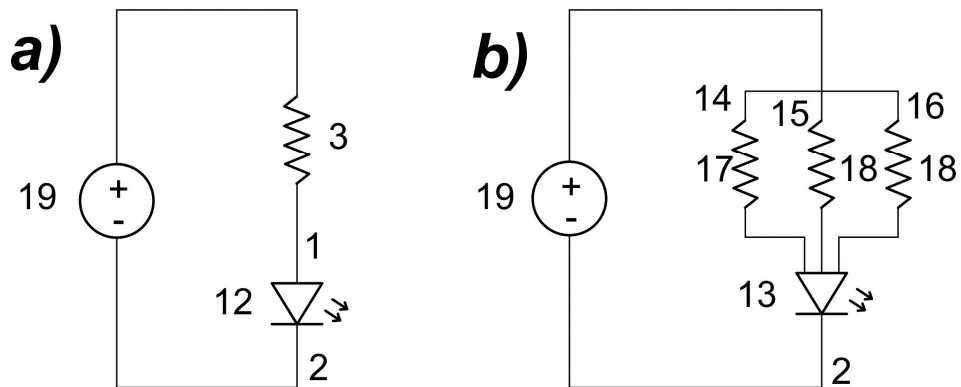
1. Diodo con resistencia externa incorporada, formado por un diodo (12) y al menos un elemento resistivo (3) conectados en serie, **caracterizado** porque cada uno de los  
5 posibles elementos resistivos (3) se encuentra fuera del encapsulado del diodo (4), e integrado en un terminal (1) del diodo (12) con un puente (11) de material conductor que cortocircuita dicho elemento resistivo (3).
2. Diodo con resistencia externa incorporada, según la reivindicación anterior, **caracterizado** porque el diodo (12) es LED y está recubierto por un encapsulado (4) de  
10 material transparente o traslúcido.
3. Diodo con resistencia externa incorporada, según la reivindicación anterior, **caracterizado** por tener un único elemento resistivo (3) y un puente (11) que lo cortocircuita, que están integrados en el terminal correspondiente al ánodo (1) del diodo (12).
- 15 4. Diodo con resistencia externa incorporada, según la reivindicación 2, **caracterizado** por tener un único elemento resistivo (3) y un puente (11) que lo cortocircuita, que están integrados en el terminal correspondiente al cátodo (1) del diodo (12).
5. Diodo con resistencia externa incorporada, según la reivindicación 2, **caracterizado** porque el diodo (12) tiene más de dos terminales, de manera que se integran los  
20 elementos resistivos (17,18) en cada terminal no común que tenga el diodo LED, así como tantos puentes (11) como sea necesario para cortocircuitar dichos elementos resistivos (3) individualmente.



**FIG. 1**



**FIG. 2**



**FIG. 3**



- ②① N.º solicitud: 201531329  
②② Fecha de presentación de la solicitud: 18.09.2015  
③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H01L33/00** (2010.01)

### DOCUMENTOS RELEVANTES

| Categoría | ⑤⑥ Documentos citados                                                                                                 | Reivindicaciones afectadas |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| X         | US 2006220052 A1 (KAMIYA TAKAYUKI et al.) 05.10.2006, párrafos [0014-0018],[0045-0049],[0057-0059]; reivindicación 1. | 1-5                        |
| X         | DE 102010026713 A1 (ZWEIBRUEDER OPTOELECTRONICS) 19.01.2012, resumen; figura 1.                                       | 1-5                        |

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
12.02.2016

Examinador  
M. Argüeso Montero

Página  
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01L

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 12.02.2016

**Declaración**

|                                                 |                      |           |
|-------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| <b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>            | Reivindicaciones 2-5 | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1   | <b>NO</b> |
| <b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b> | Reivindicaciones     | <b>SI</b> |
|                                                 | Reivindicaciones 1-5 | <b>NO</b> |

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

| Documento | Número Publicación o Identificación       | Fecha Publicación |
|-----------|-------------------------------------------|-------------------|
| D01       | US 2006220052 A1 (KAMIYA TAKAYUKI et al.) | 05.10.2006        |

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración****- Reivindicación 1**

El documento D01 es el documento del estado de la técnica más próximo a la invención reivindicada.

En él se describe un diodo con resistencia externa incorporada formado por un diodo (LED, 1) y al menos un elemento resistivo (resistor element, 63) conectados en serie. Cada uno de los elementos resistivos se encuentra fuera del encapsulado del diodo e integrado en un terminal (lead, 11) del diodo con un puente (U-shaped detour portion, 16) de material conductor que cortocircuita dicho elemento resistivo.

Por tanto, el documento D01 afecta a la novedad de la reivindicación 1, en el sentido del artículo 6 de la Ley de Patentes 11/1986, de 20 de marzo.

**- Reivindicaciones 2-5**

Las características técnicas del diodo con resistencia externa incorporada de las reivindicaciones 2-5 son únicamente opciones de diseño que el experto en la materia puede incorporar al documento D01 sin el ejercicio de la actividad inventiva. Por tanto, el documento D01 afecta a la actividad inventiva de las reivindicaciones 2-5, en el sentido del artículo 8 de la Ley de Patentes 11/1986, de 20 de marzo.