



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 606**

51 Int. Cl.:
H01L 33/08 (2006.01)
H01L 33/32 (2006.01)
H01L 33/42 (2006.01)
H01L 33/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03818003 .0**
96 Fecha de presentación : **08.08.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1652238**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.05.2006**

54 Título: **Microdiodo emisor de luz de nitruro con alto brillo y procedimiento de fabricación del mismo.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.04.2011

73 Titular/es: **Sang-Kyu Kang**
101-809 Samho Hansup Apartment
1030-1 Bangbae 3-dong
Seocho-gu, 137-851 Seoul, KR

72 Inventor/es: **Kang, Sang-Kyu**

74 Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

ES 2 356 606 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

Campo de la invención

5 [0001] La presente invención se refiere a un microdiodo emisor de luz (LED) de nitruro con alto brillo y a un procedimiento de fabricación del mismo, y en concreto a un microdiodo emisor de luz (LED) de nitruro con alto brillo y a un procedimiento de fabricación del mismo, en los que se maximiza la eficiencia luminosa mediante el ajuste fino de los elementos luminosos de nitruro de tamaño micro y permitiendo activar al mismo tiempo una agrupación de los elementos.

Antecedentes de la invención

10 [0002] Recientemente, debido a las excelentes características de un semiconductor de nitruro de galio (GaN), un LED semiconductor de nitruro se ha estudiado ampliamente.

[0003] Específicamente, para usar el LED de nitruro para iluminación, así como para visualización, deben superarse el límite de brillo de los LED comercializados.

15 [0004] El LED de nitruro generalmente emite luz en un área del elemento que tiene un diámetro de 300 µm o más. La luz emitida por una capa luminosa no puede salir del elemento y bloquearse en el elemento, de manera que el LED de nitruro tiene un límite que su eficiencia luminosa externa no supera el 30%.

[0005] Para solucionar este problema, la eficiencia luminosa interna y la eficiencia luminosa externa deben optimizarse, respectivamente. Como la mayoría de GaN se cultiva usando una tecnología epitaxia heterogénea, una pluralidad de defectos en la red existen necesariamente en el mismo, lo que resulta en el deterioro de la eficiencia luminosa interna.

20 [0006] Sin embargo, el reciente crecimiento de las tecnologías de GaN tienen una tendencia a basarse en la tecnología epitaxia heterogénea, y así es difícil esperar mejorar más la eficiencia luminosa interna. Por lo tanto, se han publicado ensayos para mejorar la eficiencia luminosa a través de tecnologías tales como la formación eficiente de electrodos y tecnologías de empaquetado que mejoran la concentración de la luz con una estructura de elementos previamente optimizada y montada en una fina película.

25 [0007] El documento EP 977 280 A2 describe un LED que tiene una pluralidad de pilares luminosos.

Breve descripción de los dibujos adjuntos

[0008] La figura 1 es una vista que ilustra un microdiodo emisor de luz (LED) de la presente invención;

Las figuras 2A a 2E son vistas que ilustran un procedimiento de fabricación del micro LED que se muestra en la figura 1;

30 La figura 3 es una vista que ilustra un micro LED de acuerdo con la invención;

La figura 4 es una vista que ilustra una modificación del micro LED de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción detallada de la invenciónTema técnico

35 [0009] Con el fin de resolver los problemas anteriores, la presente invención se ideó para proporcionar un micro LED de nitruro con un alto brillo mejorado usando un semiconductor de nitruro que tiene una estructura de película delgada previamente optimizado y montada. Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un micro LED de nitruro con alto brillo y un procedimiento de fabricación del mismo, en la que se amplía un área luminosa para que sea lo más grande posible para permitir que la luz emitida por una capa activa salga de un
40 elemento, mediante el control de elementos luminosos en un tamaño micro.

[0010] Es otro objeto de la presente invención proporcionar un micro LED de nitruro de alto brillo que consume la misma potencia que los LEDs convencionales de gran superficie y cuya eficiencia luminosa sea más excelente, y un procedimiento para la fabricación de los mismos.

Solución técnica

45 [0011] Para lograr los objetivos anteriores, de acuerdo con una realización preferida de la invención, se proporciona un micro LED de nitruro de alto brillo que consume la misma potencia que un LED de gran superficie convencional pero que tiene una eficiencia luminosa más excelente, y un procedimiento de fabricación del mismo.

[0012] Para lograr los objetos antes mencionados, la presente invención proporciona un micro LED (diodo emisor de luz) de nitruro de alto brillo que tiene una pluralidad de pilares luminosos, comprendiendo el LED: una

- 5 pluralidad de pilares luminosos de tamaño micro que tienen una capa de GaN de tipo n formadas sobre un sustrato, una capa activa formada sobre la capa de GaN de tipo n, y una capa de GaN tipo p formada sobre la capa activa, un material de relleno de huecos relleno entre los pilares luminosos para tener substancialmente la misma altura que los pilares luminosos, un electrodo transparente de tipo p formado sobre una superficie superior del material de relleno de huecos y los pilares luminosos, un electrodo de tipo p formado en el electrodo transparente de tipo p, y un electrodo de tipo n conectado eléctricamente a la capa de GaN de tipo n, en el que una agrupación de los pilares luminosos se activa al mismo tiempo y en el que una superficie superior de los pilares luminosos tiene superficies convexas.
- 10 **[0013]** En la presente invención, es preferible que el material de relleno de huecos incluya por lo menos uno seleccionado entre SiO₂, Si₃N₄ o una combinación de los mismos, poliamida, y ZrO₂/SiO₂ o HfO₂/SiO₂.
- [0014]** En la presente invención, el material de relleno de huecos está formado para tener substancialmente la misma altura que los pilares luminosos a través de un proceso CMP (Pulido Mecánico Químico).
- 15 **[0015]** En la presente invención, una superficie superior de la capa de GaN de tipo p de los pilares luminosos tiene superficies convexas formadas a través del proceso CMP. Las superficies convexas sirven como lentes.
- [0016]** En la presente invención, es preferible que el electrodo transparente comprenda una combinación de Ni/Au (NiO/Au) oxidado o un ITO (óxido de estaño e indio).
- 20 **[0017]** En la presente invención, es preferible que el micro LED de nitruro también comprenda un par de capas DBR (reflectores Bragg distribuidos) formadas sobre una superficie superior del electrodo transparente y una superficie inferior del sustrato, respectivamente.
- [0018]** En la presente invención, el micro LED de nitruro también puede comprender una capa AR (anti-reflectante) recubierta sobre una superficie superior del electrodo transparente o una superficie inferior del sustrato.
- 25 **[0019]** En la presente invención, los pilares luminosos pueden tener superficies laterales formadas oblicuamente. En este caso, es preferible que el micro LED de nitruro comprenda además una capa DBR hecha de ZrO₂/SiO₂ o HfO₂/SiO₂ y formada por debajo del material de relleno de huecos en huecos entre los pilares luminosos.
- 30 **[0020]** Además, la presente invención proporciona un procedimiento de fabricación de un micro LED de nitruro de alto brillo que tiene una pluralidad de micro pilares luminosos, comprendiendo el procedimiento: (a) una etapa de crecimiento secuencial de una capa de GaN de tipo n, una capa activa, y una capa de GaN de tipo p sobre un disco o sustrato, (b) una etapa de grabado en seco el disco procesado para formar los pilares luminosos que tienen la capa de GaN de tipo n, la capa activa y la capa de GaN de tipo p sobre el sustrato, (c) una etapa de depósito de un material de relleno de huecos en los huecos entre los pilares luminosos; (d) una etapa de aplanado de una superficie superior de una agrupación de pilares luminosos y una superficie superior del material de relleno de huecos usando un proceso de CMP y (e) una etapa de depósito de un electrodo transparente sobre todas las superficies superiores de la agrupación de pilares luminosos y el material de relleno de huecos, depositando un electrodo de tipo p y un electrodo de tipo n en posiciones predeterminadas, respectivamente, y calentar la estructura resultante, en el que la etapa (a) se realiza de tal manera que la superficie superior de la capa de GaN de tipo p en los pilares luminosos se forma para tener superficies convexas.
- 35 **[0021]** En la presente invención, es preferible que la etapa (c) se realice de manera que los huecos entre los pilares luminosos estén completamente llenos con el material de relleno de huecos, y la etapa (d) se realiza de tal manera que la superficie superior de los pilares luminosos y la superficie superior del material de relleno de huecos tienen la misma altura entre sí.
- 40 **[0022]** En la presente invención, la etapa (c) pueden realizarse de tal manera que los huecos entre los pilares luminosos están completamente llenos con el material de relleno de huecos, y la etapa (d) se realiza de tal manera que la superficie superior de la capa de GaN de tipo p en los pilares luminosos se forma para tener superficies convexas.
- 45 **[0023]** En la presente invención, es preferible que el material de relleno de huecos incluya por lo menos uno seleccionado entre SiO₂, Si₃N₄ o una combinación de los mismos, poliamida, y ZrO₂/SiO₂ o HfO₂/SiO₂.
- 50 **[0024]** En la presente invención, es preferible que el electrodo transparente comprenda una combinación de Ni/Au (NiO/Au) oxidado o un ITO (óxido de estaño e indio).
- [0025]** En la presente invención, es preferible que el procedimiento también comprenda, después de la etapa (e), una etapa de depósito de un par de capas DBR (reflectores Bragg distribuidos) sobre una superficie superior del electrodo transparente y una superficie inferior del sustrato.
- [0026]** En la presente invención, es preferible que el procedimiento también comprenda, después de la

etapa (e), una etapa de recubrimiento de una capa AR anti-reflectante sobre una superficie superior del electrodo transparente o una superficie inferior del sustrato.

5 [0027] En la presente invención, en la etapa (b), las variables del proceso pueden controlarse de tal manera que las superficies laterales de los pilares luminosos están formadas en porciones oblicuas. En este caso, es preferible que el procedimiento también comprenda, entre la etapa (b) y la etapa (c), una etapa de depósito de una capa DBR en los huecos entre los pilares luminosos.

[0028] En la presente invención, es preferible que el procedimiento también comprenda, después de la etapa (e), una etapa de depósito de un par de capas DBR (reflectores Bragg distribuidos) sobre una superficie superior del electrodo transparente y una superficie inferior del sustrato.

10 [0029] En la presente invención, el procedimiento también puede comprender, después de la etapa (e), una etapa de recubrimiento de una capa AR (anti-reflectante) sobre una superficie superior del electrodo transparente o una superficie inferior del sustrato.

Efecto peculiar

15 [0030] De acuerdo con la presente invención tal como se ha descrito anteriormente, rellenando los huecos entre los pilares luminosos en la agrupación de pilares luminosos micro de nitruro con el material de relleno de huecos, aplanando la estructura resultante usando el proceso CMP, y formando el electrodo transparente sobre su superficie, es posible maximizar el área luminosa y así usar externamente la luz emitida desde la capa activa con una alta eficiencia.

20 [0031] Además, es posible proporcionar el micro LED de nitruro con alto brillo, que consume la misma potencia que los LEDs convencionales de gran superficie y cuya eficiencia luminosa es más excelente.

[0032] Además, según la presente invención, usando el micro LED de nitruro de alto brillo que tiene una estructura mejorada, se espera promover demandas de LEDs para pantallas e iluminación. Por otra parte, la presente invención se puede aplicar a un procedimiento de fabricación de un micro LED para pantallas micro.

Mejor manera de realizar la invención

25 [0033] Ahora, realizaciones preferidas de la presente invención se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos.

[0034] La figura 1 es una vista que ilustra un micro LED, y las figuras 2A a 2E son vistas que ilustran un procedimiento de fabricación del micro LED que se muestra en la figura 1.

30 [0035] Tal como se muestra en la figura 1, un micro LED de nitruro de alto brillo comprende un sustrato 1, una capa de GaN de tipo n 2, una capa activa 3, una capa de GaN de tipo p 4, un material de relleno de huecos 5, un electrodo transparente 6, un electrodo de tipo p 7, un electrodo de tipo n, y una capa DBR (reflectores Bragg distribuidos) 9. El número de referencia 10 en la figura 1 indica pilares luminosos de tamaño micro.

35 [0036] En concreto, la capa de GaN de tipo n 2, la capa activa de In-GaN/GaN 3, la capa de GaN de tipo p 4 secuencialmente crecida y dispuesta sobre el sustrato de zafiro (Al_2O_3) 1 crecido en una dirección predeterminada constituye una pluralidad de pilares luminosos de tamaño micro o pilares de elementos luminosos 10.

40 [0037] Los pilares de elementos luminosos 10 están formados para ser de una forma de cilindro circular con el fin de maximizar el área para emitir la luz. Por supuesto, los pilares de elementos luminosos 10 de la presente invención se pueden formar para tener una forma de pilar poligonal diferente de la forma de cilindro circular. Además, el diámetro de los pilares de elementos luminosos 10 puede ajustarse desde $0,5 \mu m$ cerca de la longitud de onda de la luz emitida hasta varias decenas de μm . Además, la altura de los pilares 10 se puede ajustar de tal manera que la capa activa, la capa dopada de tipo n y la capa dopada de tipo p estén todas incluidas en los pilares. Estos elementos están formados utilizando un procedimiento de grabado en seco. En esta realización, se describirá primero un procedimiento de fabricación usando el procedimiento de grabado en seco.

45 [0038] El material de relleno de huecos 5 es un material para rellenar los huecos formados entre los pilares de elementos luminosos 10, y facilita la formación de electrodos de los pilares 10 respectivos a través del proceso de aplanado. Materiales utilizables en el material de relleno de huecos son SiO_2 , Si_3N_4 , una combinación de SiO_2 y Si_3N_4 , poliamida, ZrO_2/SiO_2 , HfO_2/SiO_2 y así sucesivamente. El procedimiento tal como la deposición de vapor químico de plasma mejorada (PECVD), la evaporación y la pulverización se utilizan para depositar el material de relleno de huecos.

50 [0039] Una combinación de Ni/Au (NiO/Au) oxidado o ITO (óxido de estaño e indio) se utiliza para el electrodo transparente 6. El electrodo transparente 6 está formado sobre una superficie de la capa superior de GaN de tipo p 4 de los pilares de elementos luminosos 10 y una superficie superior 11 del de material de relleno de

huecos 5 para activar todos los pilares 10 al mismo tiempo con el bombeo eléctrico de los respectivos pilares de elementos luminosos 10. Aquí, la superficie de la capa superior de GaN de tipo p 4 de los pilares de elementos luminosos 10 y la superficie superior 11 del material de relleno de huecos 5 se aplanan a través de un proceso predeterminado de antemano.

- 5 **[0040]** El electrodo de tipo p 7 y el electrodo de tipo n 8 están hechos de al menos un material conductor seleccionado entre oro (Au), aluminio (Al), cobre (Cu) o sus aleaciones.
- [0041]** La capa DBR 9 está formada sobre el electrodo transparente 6 y una superficie trasera del sustrato 1 como una capa que tiene una alta reflectividad para la formación del micro LED que tiene una cavidad resonante.
- 10 **[0042]** Al igual que anteriormente, el elemento luminoso de nitruro de tamaño micro comprende básicamente los pilares luminosos de tamaño micro, el material de relleno de huecos para rellenar los huecos entre los pilares, las capas DBR para la formación del LED de cavidad resonante (RCLED), y electrodos para el bombeo eléctrico.
- 15 **[0043]** En otras palabras, un punto muy diferente del LED de gran superficie comercializado es que el área para la emisión de luz está mejorada mediante una agrupación de elementos luminosos de tamaño micro en la posición de la gran superficie como un plano. Además, para permitir que la agrupación de elementos luminosos se active al mismo tiempo, se rellena un material tal como silicio entre los pilares, estando formada una estructura que tiene el electrodo transparente de manera eficiente a través de un proceso de aplanado.
- 20 **[0044]** Más específicamente, un procedimiento de fabricación del micro LED de nitruro se describirá con referencia a las figuras 2A a 2E.
- 25 **[0045]** En primer lugar, tal como se muestra en la figura 2A, una capa luminosa excelente en una eficiencia luminosa interna se cultiva usando un procedimiento de deposición de vapor químico orgánico de metal (MOCVD). Es decir, la capa de GaN de tipo n 2 se forma sobre un disco de zafiro o un sustrato 1 que tiene una dirección de cristal predeterminada, la capa activa 3 de InGaN/GaN de pozo cuántico (QW) se forma sobre la misma, y entonces se forma sobre la misma la capa de GaN de tipo p 4.
- 30 **[0046]** A continuación, el disco sobre el que se forma la estructura de elementos luminosos semiconductores como la anterior se graba en seco en formas de pilares, tal como se muestra en la figura 2B. Este grabado se realiza mediante un proceso ICP (plasma acoplado inductivo) usando un gas reactivo tal como Cl_2 , BCl_2 o similares. Como forma de los pilares luminosos 10, se puede seleccionar una forma poligonal, además de una forma circular que espera sea excelente en la eficiencia luminosa.
- [0047]** En ese momento, la altura de los pilares luminosos 10 es de aproximadamente $1 \mu\text{m}$ más o menos, tal que la estructura de QW, la capa de GaN de tipo n y la capa de GaN de tipo p están todas incluidas en los pilares, y el diámetro de los pilares luminosos 10 es de aproximadamente $0,4 \mu\text{m}$ a varias decenas de μm para la formación de cristales fotónicos.
- 35 **[0048]** Después del proceso de grabado, el material de relleno de huecos 5 se deposita en los huecos 12 entre los pilares luminosos 10. En ese momento, el material de relleno 5 se deposita generalmente en la misma forma que se muestra en la figura 2C. Por lo tanto, el primer espesor de deposición del material de relleno de huecos 5 debe ser por lo menos la altura de los pilares luminosos 10 o más, y se requieren un proceso de selección preciso y un proceso de control preciso para no formar finalmente huecos en la capa de relleno de huecos debido a la deposición del material de relleno de huecos. Para satisfacer estos requerimientos, es preferible que el proceso de depositar el material de relleno de huecos 5 utilice un procedimiento de deposición de plasma de alta densidad mejorado. Además, como material de relleno de huecos 5, se puede utilizar SiO_2 , Si_3N_4 , una combinación de SiO_2 y Si_3N_4 , poliamida, $\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$, $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2$ y así sucesivamente.
- 40 **[0049]** Las materias primas del material de relleno de huecos 5 con seguridad pueden proporcionar aislamiento entre los correspondientes pilares luminosos 10 y puede ser térmicamente estables para el tratamiento térmico en procesos posteriores, y además su índice de refracción es mayor que el del aire para disminuir una pérdida de fresnel de la luz emitida. En concreto, cuando se utiliza ZrO_2 o $\text{HfO}_2/$ para la primera capa sobre las superficies laterales de la capa de GaN, en comparación con un caso de utilización de sólo SiO_2 , la diferencia en el índice de refracción del GaN también disminuye, con lo que disminuye aún más la reflexión total y el pérdida de fresnel.
- 50 **[0050]** Tal como se muestra en la figura 2D, el material de relleno de huecos 5 depositado es sometido a un proceso de aplanado para proporcionar el electrodo transparente uniforme sobre toda la superficie superior de la agrupación de pilares luminosos 10. Aunque el proceso de aplanado puede incluir varios procedimientos, se sugiere el proceso CMP como un procedimiento más efectivo en la presente invención.
- 55 **[0051]** Específicamente, para que las alturas de los pilares luminosos 10 y el material de relleno de

huecos depositado 5 sean iguales entre sí, se realiza el proceso de aplanado. El proceso de aplanado se realiza mediante el depósito de una película gruesa fotosensible (PR), y realizando un procedimiento de grabado en seco en el que se graban la película de óxido y la película PR a la misma velocidad que el procedimiento CMP (pulido mecánico químico). Específicamente, cuando se utiliza el CMP, como sólo se puede grabar selectivamente la capa de óxido y la película de GaN se puede utilizar como capa de tope de aplanado, la controlabilidad y la reproducibilidad son excelentes.

5
10 **[0052]** En otras palabras, como el GaN es muy estable química y mecánicamente, el procedimiento CMP de retirada de la capa de relleno de huecos 5 depositada en la superficie superior de los pilares luminosos 10 no daña la capa de GaN. Es decir, como la propia agrupación de pilares luminosos 10 se puede utilizar como capa de punto final de aplanado, la reproducibilidad y la confiabilidad del proceso de aplanado puede mejorarse considerablemente.

15 **[0053]** Como solución utilizada para el proceso CMP, se utiliza una solución alcalina general de ablandamiento de la capa de óxido. Un producto comercializado de la solución alcalina puede incluir Syton, en el que la suavidad de la película de óxido se puede controlar mediante el ajuste de la acidez (pH) de la solución alcalina. Se puede utilizar SiO₂ o Al₂O₃ finos como partículas de pulido, y para disminuir la diferencia de altura entre la superficie superior de los pilares luminosos y la superficie superior del material de relleno de huecos después de terminar el proceso de aplanado, las partículas más finas son más favorables.

20 **[0054]** Para conservar la forma de los pilares luminosos 10 sin ningún daño, tal como se muestra en la figura 2D, es preferible utilizar un disco de pulido duro, tal como vidrio, y que la fuerza aplicada a una muestra sea pequeña.

25 **[0055]** Cuando el proceso CMP se realiza con la aplicación de una gran fuerza sobre la muestra y usando de una almohadilla de pulido suave, la capa más superficial de la capa de GaN (la superficie superior de la capa de GaN de tipo p) puede procesarse en una forma de lente 11a de acuerdo con la invención, tal como se muestra en la figura 3. Esta es otra ventaja del proceso CMP, y la forma de lente 11a mostrada en la figura 3 mejora la eficiencia luminosa y la rectitud de la luz.

30 **[0056]** A continuación, tal como se muestra en la figura 2E, en un proceso final tras el proceso CMP, se forma el electrodo transparente 6. Es decir, el electrodo transparente 6 se forma en una gran área en el GaN de tipo p que es la superficie superior de los pilares luminosos 10 expuestos después de terminar el proceso de aplanado, formando así una estructura en la que los respectivos pilares luminosos son bombeados eléctricamente y todos los pilares 10 se activan al mismo tiempo. Como material del electrodo transparente 6, se utiliza un Ni/Au o ITO delgado. A continuación, se forman el electrodo de tipo p 7 y el electrodo de tipo n 8 y a continuación se calienta la estructura resultante.

35 **[0057]** Por otra parte, variando las variables del proceso en el proceso de grabado ICP mencionado anteriormente, se puede controlar la pendiente de las superficies laterales. En general puede ser preferible un proceso de grabado sin una pendiente oblicua y con una verticalidad excelente, pero puede que sea necesario formar una superficie lateral oblicua, dependiendo de la selección del material de relleno de huecos. Es decir, cuando se selecciona el material DBR como material de relleno de huecos, la superficie lateral oblicua es más ventajosa que la superficie lateral vertical desde el punto de vista del proceso. Por ejemplo, mediante la formación de las superficies laterales de los pilares luminosos 10 oblicuamente y llenar los huecos entre los mismos con el material de relleno de huecos de material DBR, puede obtenerse la forma mostrada en la figura 4. En otras palabras, la capa DBR 9a se forma primero en las superficies laterales internas 10a y la porción inferior de los huecos 12 usando ZrO₂/SiO₂ o HfO₂/SiO₂ y, a continuación, también se puede llenar en el mismo el material de relleno de huecos que comprende otro material. A continuación, aunque no se muestra en la figura 4, el electrodo transparente 6, el electrodo de tipo p 7 y el electrodo de tipo n 8 pueden formarse tal como se describe anteriormente.

45 **[0058]** Por otra parte, además de la estructura del elemento final de los ejemplos antes mencionados de la presente invención, un se puede recubrir una capa AR (antireflectante), o se pueden depositar capas DBR sobre las superficies superior e inferior del elemento, obteniendo así una estructura RCLED (LED de cavidad resonante). En este caso, incluso si su reflectividad no es tan alta como la capa DBR formada en el VCSEL (diodo emisor de superficie de cavidad vertical), teniendo la capa DBR una reflectividad adecuada que puede mejorar la reciclabilidad de la luz emitida y, por tanto, es eficaz para mejorar la calidad de la luz emitida.

50

REIVINDICACIONES

1. LED (diodo emisor de luz) de nitruro, que comprende:

5 una pluralidad de pilares luminosos (10) que tienen una capa de GaN de tipo n (2) dispuestos sobre un sustrato (1), una capa emisora de luz (3) dispuesta sobre la capa de GaN de tipo n (2), y una capa de GaN de tipo p (4) dispuesta sobre la capa emisora de luz (3);

un material de relleno de huecos (5) relleno entre los pilares luminosos (10) para tener substancialmente la misma altura que los pilares luminosos (10);

un electrodo transparente de tipo p (6) dispuesto sobre una superficie superior (11) del material de relleno de huecos (5) y los pilares luminosos (10);

10 un electrodo de tipo p (7) dispuesto sobre el electrodo transparente de tipo p (6); y

un electrodo de tipo n (8) conectado eléctricamente a la capa de GaN de tipo n (2),

en el que una agrupación de los pilares luminosos se activa al mismo tiempo, y **caracterizado por el hecho de que** una superficie superior de la capa de GaN de tipo p (4) de los pilares luminosos (10) tiene superficies convexas (11a).

15 **2.** LED de nitruro según la reivindicación 1, en el que el material de relleno de huecos (5) incluye por lo menos uno seleccionado entre SiO₂, Si₃N₄ o una combinación de los mismos, poliamida, y ZrO₂/SiO₂ o HfO₂/SiO₂.

3. LED de nitruro según la reivindicación 1, en el que el electrodo transparente (6) comprende una combinación de Ni/Au (NiO/Au) oxidado o un ITO (óxido de estaño e indio).

20 **4.** LED de nitruro según la reivindicación 1, que también comprende un par de capas (9) DBR (reflectores Bragg distribuidos) dispuestas sobre una superficie superior del electrodo transparente (6) y una superficie inferior del sustrato (1), respectivamente.

5. LED de nitruro según la reivindicación 1, que también comprende una capa AR (antireflectante) dispuesta sobre una superficie superior del electrodo transparente (6) o una superficie inferior del sustrato (1).

25 **6.** LED de nitruro según la reivindicación 1, en el que los pilares luminosos (10) tienen superficies laterales (10a) con una forma oblicua.

7. LED de nitruro según la reivindicación 6, que también comprende una capa DBR (9a) hecha de ZrO₂/SiO₂ o HfO₂/SiO₂ y dispuesta debajo del material de relleno de huecos (5) en huecos (12) entre los pilares luminosos (10).

30 **8.** Procedimiento para la fabricación de un LED de nitruro que tiene una pluralidad de pilares luminosos, que comprende:

(a) una etapa de crecimiento secuencial de una capa de GaN de tipo n (2), una capa emisora de luz (3), y una capa de GaN de tipo p (4) en un disco o sustrato (1);

35 (b) una etapa de grabado en seco del disco procesado para formar los pilares luminosos (10) que tienen la capa de GaN de tipo n (2), la capa emisora de luz (3) y la capa de GaN de tipo p (4) sobre el sustrato (1);

(c) una etapa de depósito de un material de relleno de huecos (5) en los huecos entre los pilares luminosos (10);

(d) una etapa de aplanado de una superficie superior de una agrupación de pilares luminosos (10) y una superficie superior del material de relleno de huecos (5) usando un proceso CMP; y

40 (e) una etapa de depósito de un electrodo transparente (6) en todas las superficies superiores de la agrupación de pilares luminosos (10) y el material de relleno de huecos (5), depositando un electrodo de tipo p (7) y un electrodo de tipo n (8) en posiciones predeterminadas, respectivamente, y calentar la estructura resultante;

45 **caracterizado por el hecho de que** la capa de la etapa (d) se realiza de tal manera que la superficie superior de la capa de GaN de tipo p (4) en los pilares luminosos (10) se forma para tener superficies convexas (11a).

9. Procedimiento para la fabricación de un LED de nitruro según la reivindicación 8, en el que la etapa (c) se realiza de tal manera que los huecos (12) entre los pilares luminosos (10) están completamente llenos con el material de relleno de huecos (5); y

en el que la etapa (d) se realiza de tal manera que la superficie superior de los pilares luminosos (10) y la superficie superior del material de relleno de huecos (5) tienen la misma altura entre sí.

5 **10.** Procedimiento para la fabricación de un LED de nitruro según la reivindicación 8, en el que el material de relleno de huecos (5) incluye por lo menos uno seleccionado entre SiO_2 , Si_3N_4 o una combinación de los mismos, poliamida, y $\text{ZrO}_2/\text{SiO}_2$ o $\text{HfO}_2/\text{SiO}_2$.

11. Procedimiento para la fabricación de un LED de nitruro según la reivindicación 8, en el que el electrodo transparente (6) comprende una combinación de Ni/Au (NiO/Au) oxidado o un ITO (óxido de estaño e indio).

10 **12.** Procedimiento para la fabricación de un LED de nitruro según la reivindicación 8, después de la etapa (e), que comprende una etapa de depósito de un par de capas (9) DBR (reflectores Bragg distribuidas) sobre una superficie superior del electrodo transparente (6) y una superficie inferior del sustrato (1).

13. Procedimiento para la fabricación de un LED de nitruro según la reivindicación 8, después de la etapa (e), que también comprende una etapa de recubrimiento de una capa AR (antirreflejante) sobre una superficie superior del electrodo transparente (6) o una superficie inferior del sustrato (1).

15 **14.** Procedimiento para la fabricación de un LED de nitruro según la reivindicación 8, en el que en la etapa (b), las variables de proceso se controlan de tal manera que las superficies laterales de los pilares luminosos (10) se forman en porciones oblicuas (10a).

20 **15.** Procedimiento para la fabricación de un LED de nitruro según la reivindicación 14, entre la etapa (b) y la etapa (c), que también comprende una etapa de depósito de una capa DBR (9a) dentro de los huecos (12) entre los pilares luminosos (10).

FIG. 1

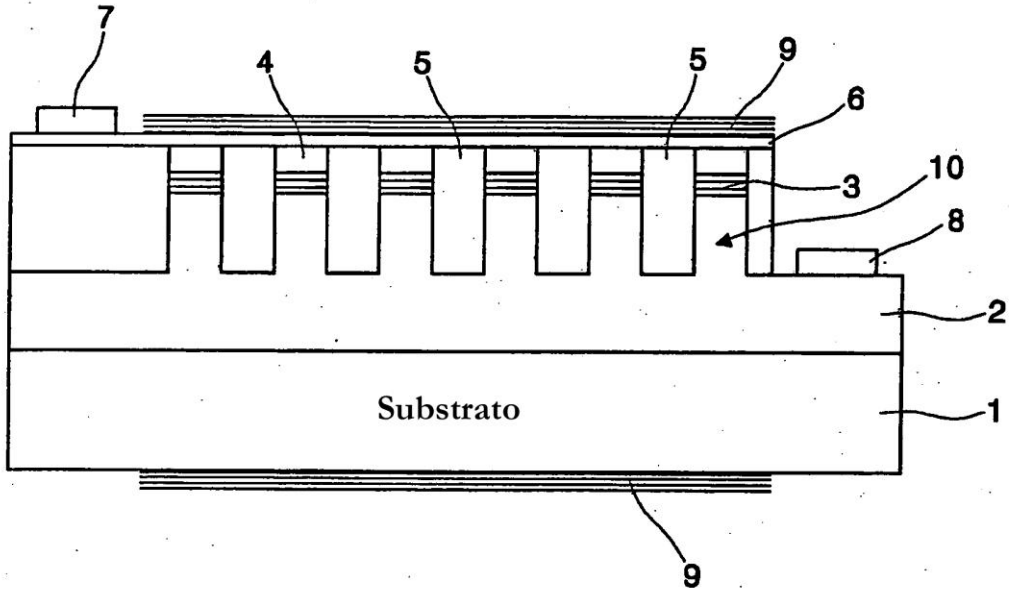


FIG. 2A

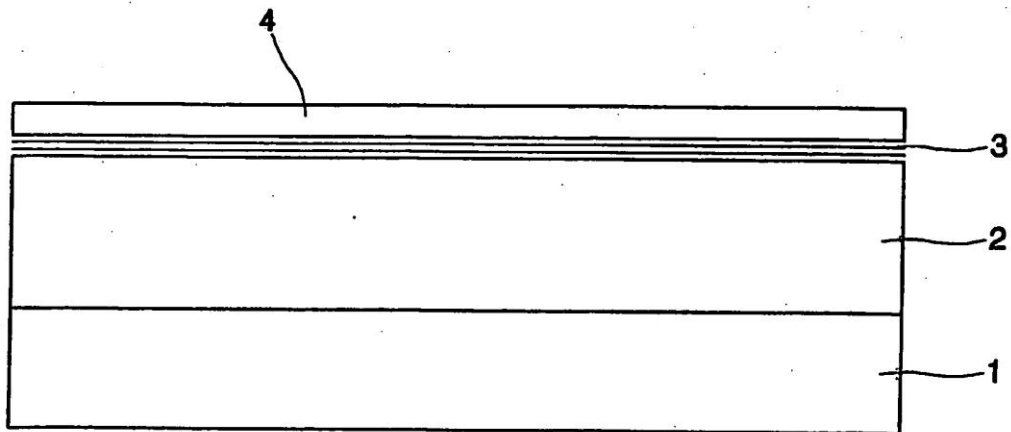


FIG. 2B

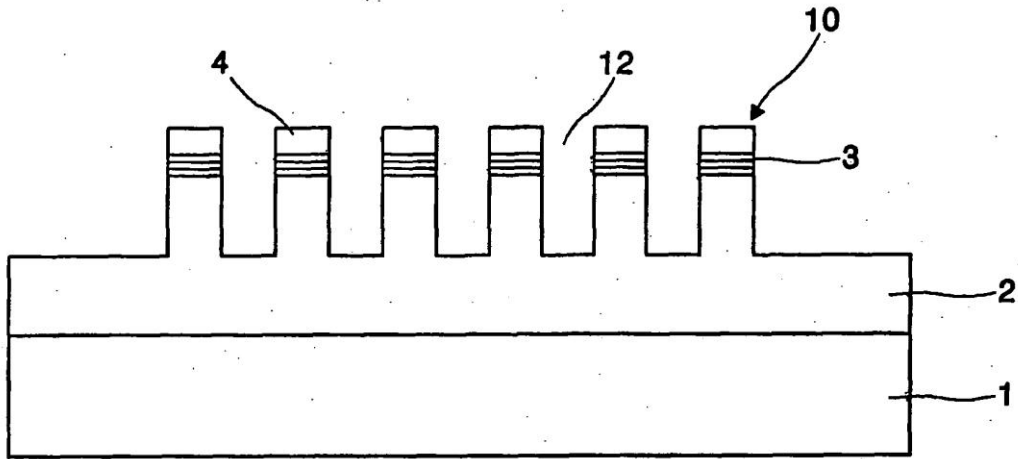


FIG. 2C

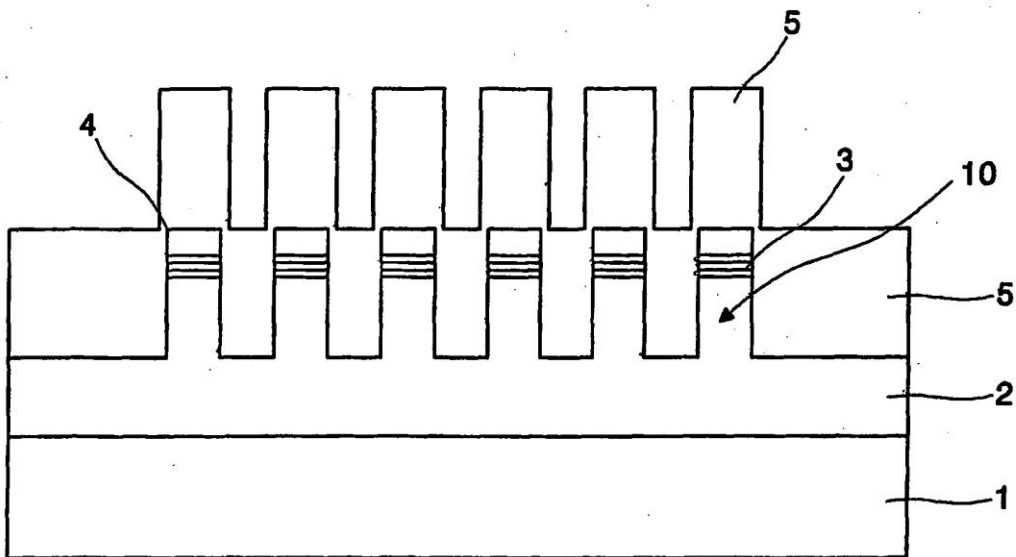


FIG. 2D

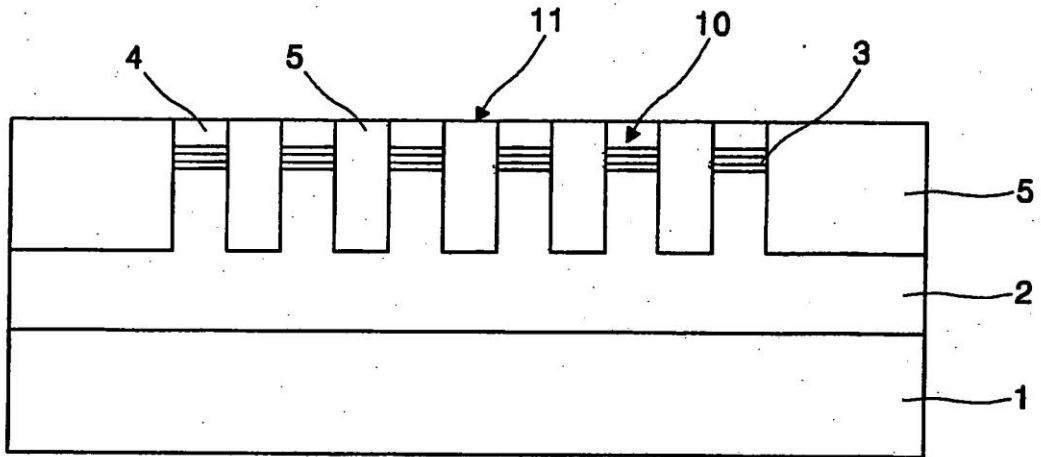


FIG. 2E

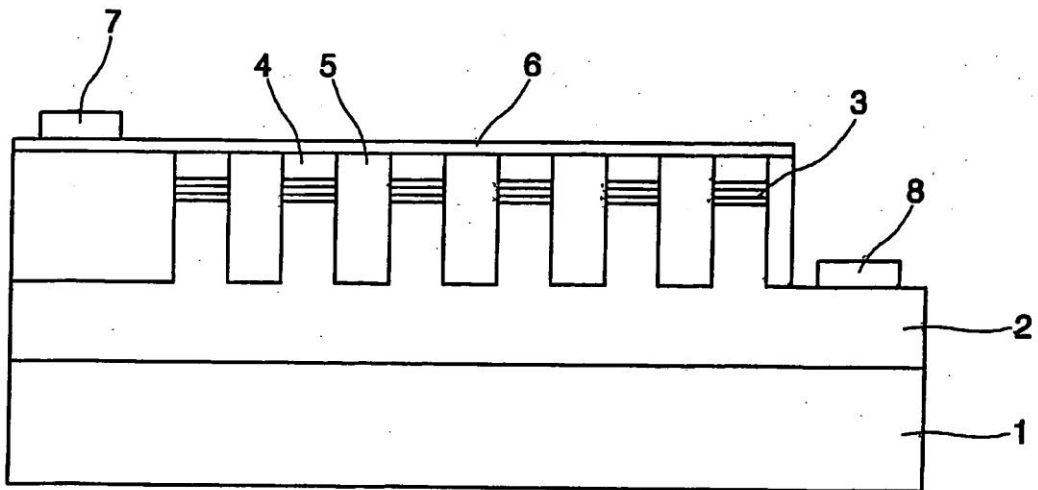


FIG. 3

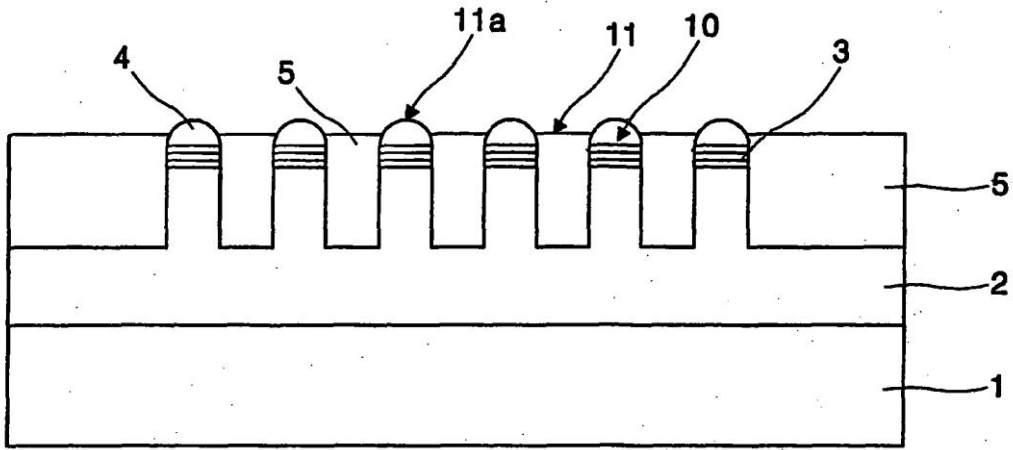
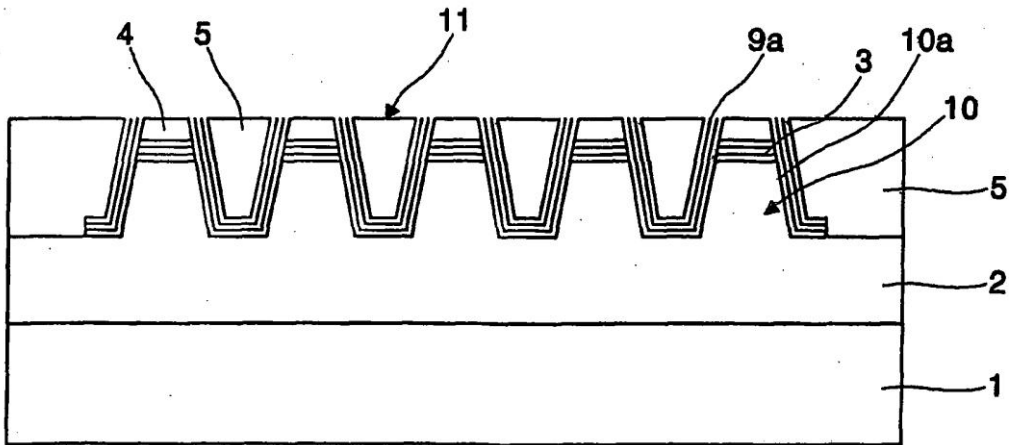


FIG. 4



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante está prevista únicamente para ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en su realización, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP declina cualquier responsabilidad al respecto.

5 Documentos de patente citados en la descripción

- EP 977280 A2 [0007]