

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 524 298**

51 Int. Cl.:

H01L 33/14 (2010.01)

H01L 33/38 (2010.01)

H01L 33/10 (2010.01)

H01L 33/16 (2010.01)

H01L 33/30 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2001 E 01954944 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.09.2014 EP 1320899**

54 Título: **Diodo de emisión de luz mejorado**

30 Prioridad:

26.07.2000 US 626441

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

05.12.2014

73 Titular/es:

**DALIAN LUMING SCIENCE AND TECHNOLOGY
GROUP COMPANY, LTD. (100.0%)
10 HOAD, QIXIANLING INDUSTRIAL BASE HIGH-
TECH INDUSTRIAL ZONE
DALIAN 116023, CN**

72 Inventor/es:

**CHEN, JOHN;
LIANG, BINGWEN y
SHIH, ROBERT**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 524 298 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

Diodo de emisión de luz mejorado

- 5 La presente invención se refiere a una ventana adecuada para un diodo de emisión de luz formado de un compuesto de fosfuro de aluminio-galio-indio (AlGaInP).

Antecedentes de la invención

- 10 Un diodo de emisión de luz (LED) semiconductor incluye un sustrato, una estructura de emisión de luz, y un par de contactos eléctricos para alimentar el diodo, es decir, un contacto del sustrato y un contacto de la ventana. El sustrato puede ser transparente u opaco; y el contacto del "sustrato", se forma en una superficie del mismo. El contacto de la ventana se forma en una superficie de la ventana.

- 15 Las estructuras de LED compuestas por compuestos de AlGaInP pueden estar diseñadas para emitir cualquiera seleccionado de una gama de colores adaptando la cantidad de Al en el compuesto. Sin embargo, cuando el sustrato y la capa de revestimiento inferior son compuestos de AlGaInP tipo n, es difícil conseguir un compuesto de AlGaInP tipo p de baja resistencia para la capa de revestimiento superior. Desafortunadamente, una capa de revestimiento superior de relativamente alta resistencia no proporciona un pleno uso de la superficie de la estructura de emisión de luz. Esto es, la corriente que fluye entre los contactos de la ventana y del sustrato tiende a concentrarse en una trayectoria "favorecida" estrecha, que se halla directamente debajo del contacto de la ventana. De ese modo, sólo se activa la porción de la superficie de emisión de luz que se halla en la trayectoria favorecida.

- 25 Un número de disposiciones convencionales proporcionan una "ventana" que se interpone entre la estructura de emisión de luz y el contacto de la ventana para utilizar más plenamente la superficie de emisión de luz. Las ventanas convencionales pueden ser desde una única capa gruesa de compuestos distintos de AlGaInP, hasta una variedad de estructuras de capas múltiples que "extienden" la corriente energética a través de la cara de las superficies de emisión de luz.

- 30 La luz generada por un LED sale directamente de la cara externa de la superficie de emisión de luz o a través de la ventana. El contacto de la "ventana" se forma en la cara externa de la superficie de emisión de luz, o es parte de la ventana.

- 35 En cualquier caso, el contacto de la ventana cubre un área de superficie sustancial y bloquea la emisión de luz generada directamente debajo del mismo. Por ejemplo, en el caso de un LED que tiene una ventana cuadrada de 0,254 mm (10 mil) por 0,254 mm (10 mil), un contacto metálico redondo de 0,1016 mm (cuatro mil) oscurecerá el 12,2 % aproximadamente de la superficie de la ventana. Sin embargo, el diámetro del contacto de la ventana no se puede reducir de forma apreciable, ya que el contacto debe ser lo suficientemente grande como para garantizar su adhesión a la superficie de la ventana.

- 40 Por ejemplo, la figura 1A representa una vista desde arriba de un LED convencional que tiene una ventana cuadrada de 0,254 mm (10 mil) por 0,254 mm (10 mil) con una capa superior 105, teniendo la ventana un contacto metálico circular de 0,1016 mm (4 mil) 106. Habitualmente, el contacto de la ventana está hecho de oro (Au). El LED convencional de la figura 1B incluye un contacto de sustrato metálico 101, un sustrato de GaAs "n" 102, una capa de revestimiento "n" 103, una región activa 104, una capa de revestimiento p 105, y un contacto de ventana metálico 106. Como se ha explicado anteriormente en este documento, la corriente que fluye entre el contacto de la ventana 106 y el contacto del sustrato 101 se concentra en una trayectoria "favorecida" directamente debajo del contacto de la ventana 101. Ya que, sólo una pequeña área de la capa activa se halla en esa trayectoria de corriente, gran parte del potencial de emisión de luz del LED está inactivo. Adicionalmente, la mayor parte de la luz emitida a través de la capa 105 es interceptada por el contacto opaco 106. En observaciones rutinarias, se observa que bajo las condiciones expuestas, la luz que es emitida por el LED se muestra como un halo fino que rodea al contacto 106.

Los documentos US 5.797.226 y US 5.789.768 son dos documentos de la técnica anterior relacionados.

- 55 De ese modo, se necesita una estructura de ventana mejorada que permita una emisión aumentada de luz a través de la misma cuando se use con compuestos de AlGaNP.

Sumario de la invención

- 60 Un aparato de acuerdo con la presente invención incluye un diodo de emisión de luz semiconductor que tiene un sustrato, un contacto eléctrico del sustrato, una estructura de emisión de luz, y una ventana mejorada de acuerdo con la reivindicación 1. La ventana se comunica directamente con la estructura de emisión de luz, y, en el siguiente orden expuesto incluye una capa de GaP p ligeramente dopado, una capa de GaAs p de baja resistencia, una capa de ventana de conducción amorfa transparente, y un contacto de ventana metálico. La capa de conducción, a modo de ejemplo, puede estar formada de óxido de indio y estaño (ITO), óxido de estaño (TO), u óxido de zinc (ZnO). Capas de otros compuestos de óxido amorfos, conductores y transparentes también pueden ser adecuadas para la

construcción de la capa de ventana.

En una primera forma de realización de acuerdo con la presente invención, el contacto metálico pasa a través tanto de la capa de conducción como de la capa de GaAs para: (a) formar un contacto óhmico con esas capas, y (b) ponerse en contacto con la capa de GaP y formar una conexión de diodo Schottky con la misma.

De forma ventajosa, se elimina la trayectoria de corriente que se halla directamente debajo del contacto metálico y la corriente se extiende ampliamente por la cara de la estructura de emisión de luz.

Con la eliminación de la trayectoria "favorecida", se genera menos luz desde la porción de la interfase del diodo que está directamente debajo del contacto de la ventana; y se genera más luz desde la superficie restante de esa interfase. El resultado neto es un aumento de la luz total emitida a través de la capa de ventana.

De forma ventajosa, de acuerdo con esta invención, todo lo del diodo, aparte de los contactos metálicos, y la capa de conducción, se crece en un proceso continuo.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1A y 1B representan vistas desde arriba y lateral de un LED convencional;

las figuras 2A y 2B son vistas desde arriba y lateral de un LED de acuerdo con una forma de realización de la presente invención; y

la figura 3 es una vista lateral de un LED de acuerdo con un ejemplo.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

Una primera forma de realización de acuerdo con la presente invención un LED se ilustra esquemáticamente en las figuras 2A y 2B. La vista desde arriba de la figura 2A representa un LED que tiene una capa cuadrada amorfa transparente de 0,254 mm (10 mil) por 0,254 mm (10 mil) 209 que rodea un contacto metálico circular de 0,127 mm (5 mil) 210.

En la figura 2B, los elementos 201 (es decir, el contacto del sustrato) hasta 206 forman un diodo de emisión de luz; y, con la ventana de acuerdo con la de la presente invención que incluye, al menos, los elementos 207 hasta 210.

En el ejemplo representado en la figura 2B, los elementos 203 hasta 208 se crecen en secuencia encima del sustrato 202 que es una única oblea de GaAs dopado n de cristal. El elemento 203 es un Reflector de Bragg Distribuido (DBR) opcional; la capa 204 es una capa de revestimiento inferior de AlGaInP n; el elemento 205 es una región activa; la capa 206 es una capa de revestimiento superior de AlGaInP p; 207 es una primera capa de ventana de GaP p ligeramente dopado; 208 es una segunda capa de ventana de GaAs p de baja resistencia; 209 es una capa de conducción amorfa transparente; y 210 es un contacto de ventana metálico.

Como se ha expuesto anteriormente, la primera capa de ventana 207 está formada de GaP dopado p, y la segunda capa de ventana 208 está formada de GaAs dopado p. La capa 209 está formada de un material de conducción amorfo que tiene un grosor de 100 a 1.000 nm, y el contacto de la ventana 210 está formado de oro o de un compuesto de oro. La capa de conducción puede estar formada de óxido de indio y estaño (ITO); óxido de estaño (TO) u óxido de zinc (ZnO). El contacto 210 puede estar formado de Ti/Au.

Las capas 203 hasta 208 se crecen en un proceso continuo de deposición química en fase vapor de organometálicos (MOCVD). Después de completarse tal crecimiento, se termina el flujo de gas portador de hidrógeno, y se introduce gas de nitrógeno molecular fluyente en el reactor. La temperatura del reactor se reduce entonces a un valor por debajo de la temperatura de crecimiento y se detiene el flujo de los gases de crecimiento. El enfriamiento restante del reactor a la temperatura ambiente incluye un periodo de recocido de la capa de GaAs 208 a una temperatura de 600 grados C aproximadamente. Esto evita la pasivación del dopante p en la capa 208.

La oblea completada, como se forma anteriormente, se retira del reactor de MOCVD y se lleva a cabo la terminación del resto del LED de la figura 2B como se describe a continuación. La capa de conducción amorfa 209, es decir, ITO- se instala mediante pulverización catódica en la parte superior de la segunda capa 208. Un orificio se graba a través de las capas 209 y 208 para llegar a la capa 207. Un compuesto de titanio/oro se evapora entonces en el vacío resultante y sobre la capa 209 como se ilustra en la figura 2B. En esta primera forma de realización de acuerdo con la presente invención, la interfase entre el contacto 210 y la capa de GaP ligeramente dopado 207 forma un diodo Schottky. De ese modo, con el bajo voltaje de funcionamiento aplicado a los contactos 201 y 210, el diodo Schottky inhibe el flujo de corriente energética directamente desde el contacto 210 hasta la capa 207.

La estructura de ventana de acuerdo con la presente invención como se ejemplifica en la figura 2B, elimina la trayectoria de corriente favorecida a través del LED directamente debajo del contacto de la ventana 210, y distribuye

ampliamente la corriente energética de forma bastante uniforme por una porción sustancial de la cara de la capa activa. Como consecuencia, se aumenta la luz emitida a través de la ventana sin aumentarse el área de superficie de la capa activa, o los requisitos de la corriente energética.

5 La figura 3 ilustra esquemáticamente un ejemplo no reivindicado. Los elementos de la figura 3 que no cambian con respecto a la figura 2B conservan los mismos números de referencia que en la figura 2. La ventana de la figura 3 incluye además un aislante 311 que se forma en la capa 208 después de que se haya grabado un orificio en la capa amorfa 209 y en la capa de GaAs 208. El aislante 311 se forma por la evaporación de óxido de silicio. El grosor del aislante puede ser igual a, o ligeramente mayor que, el grosor de la capa 208. Como en la producción de la ventana ejemplificada en las figuras 2a y 2b, un contacto metálico de titanio/oro 210 se evapora en el orificio de la porción no rellena y en la parte superior de la capa amorfa 209. En este ejemplo, el contacto de la ventana metálico 210 forma una conexión óhmica con la capa amorfa 209 y se aísla de la primera capa 207. Este ejemplo sirve para eliminar la trayectoria de corriente favorecida bajo el contacto de la ventana 210 y extiende ampliamente la corriente energética a través de la superficie de la capa activa 205.

10
15 Las estructuras de ventana ejemplificadas por la forma de realización representada en las figuras 2B y el ejemplo de la figura 3 se pueden usar con cualquier LED compuesto por compuestos de AlGaInP sin limitación de la forma de la estructura de emisión de luz, y con o sin el Reflector de Bragg Distribuido (DBR) opcional.

REIVINDICACIONES

1. Ventana transparente adecuada para un montaje de diodo de emisión de luz (LED) semiconductor de AlGaInP, que comprende:

- 5 una primera capa (207) compuesta por un primer material semiconductor dopado p distinto de AlGaInP;
- una segunda capa (208) formada sobre dicha primera capa (207) y que consiste en un segundo material semiconductor dopado p distinto de AlGaInP y diferente del material semiconductor dopado p de dicha primera capa;
- 10 una tercera capa (209) formada sobre dicha segunda capa (208) y que consiste en un material conductor amorfo; y
- un contacto metálico que pasa a través de una abertura en dichas segunda (208) y tercera (209) capas hasta dicha primera capa (207) para formar conexiones óhmicas con dichas segunda (208) y tercera (209) capas y una conexión de diodo Schottky con dicha primera capa (207).
- 15

2. Ventana transparente para un montaje de diodo de emisión de luz (LED) semiconductor de AlGaInP de acuerdo con la reivindicación 1 en la que:

- 20 dicha primera capa es una capa de GaP dopado p;
- dicha segunda capa es una capa de GaAs dopado p;
- dicha tercera capa es una capa de Óxido de Indio y Estaño, Óxido de Estaño, u Óxido de Zinc; y
- 25 dicho contacto metálico está formado de un compuesto de oro.

3. Montaje de diodo de emisión de luz (LED) semiconductor de AlGaInP que comprende:

- 30 un sustrato;
- un primer terminal de entrada acoplado eléctricamente a dicho sustrato;
- una pluralidad de capas formadas sobre dicho sustrato para formar una estructura de emisión de luz;
- 35 la estructura de ventana de la reivindicación 1 formada sobre dicha estructura de emisión de luz; y
- un segundo terminal de entrada;
- 40 en el que dicho segundo terminal de entrada comprende el contacto metálico que pasa a través de la abertura en dicha segunda capa y dicha tercera capa y forma conexiones óhmicas con dichas capas segunda y tercera; y forma una conexión de diodo Schottky con dicha primera capa.

4. Montaje de diodo de emisión de luz (LED) semiconductor de AlGaInP de acuerdo con la reivindicación 1 en el que:

- dicha primera capa es una capa de GaP dopado p;
- dicha segunda capa es una capa de GaAs dopado p;
- 50 dicha tercera capa es una capa de Óxido de Indio y Estaño, Óxido de Estaño, u Óxido de Zinc; y
- dicho contacto metálico está formado de un compuesto de oro.

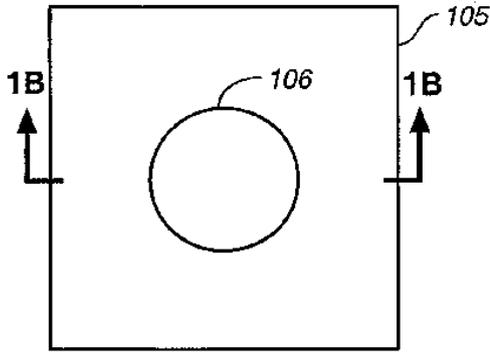


FIG._1A
(TÉCNICA ANTERIOR)

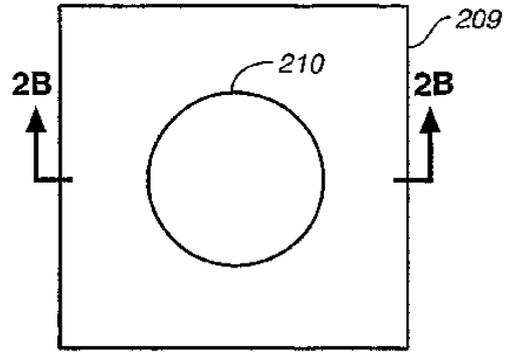


FIG._2A

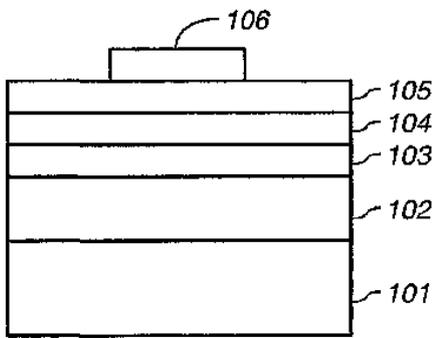


FIG._1B
(TÉCNICA ANTERIOR)

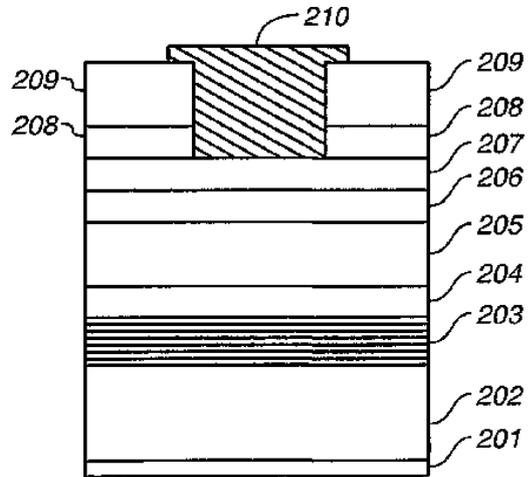


FIG._2B

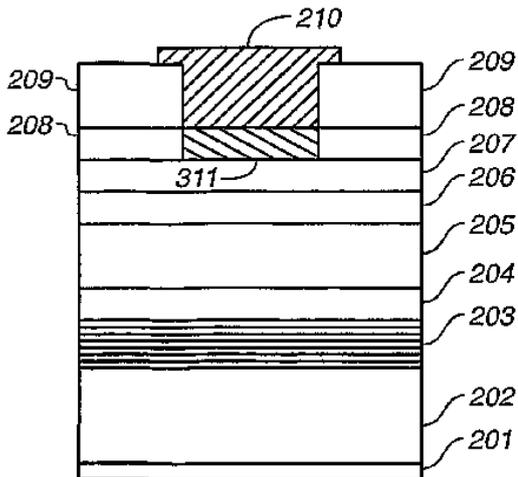


FIG._3