(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 549 261**

(51) Int. Cl.:

H01L 33/14 (2010.01)
H01L 33/30 (2010.01)
H01L 33/38 (2010.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2001** **E 01955967 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015** **EP 1320900**

(54) Título: **Diodo de emisión de luz de GaN mejorado**

(30) Prioridad:

26.07.2000 US 626443

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.10.2015

(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 2 549 261 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 de GaN mejorado

Campo técnico

La presente invención se refiere a diodos de emisión de luz de un compuesto de GaN.

Antecedentes de la invención

Un diodo de emisión de luz semiconductor (LED) comprende: un sustrato; una estructura de emisión de luz; y un par de electrodos para alimentar el diodo. Los diodos de emisión de luz a base de compuestos de nitruro de galio generalmente comprenden: un sustrato aislante transparente, por ejemplo un sustrato de zafiro. Con un sustrato aislante, ambos electrodos deben conectarse desde la parte delantera del LED a capas de la estructura de emisión de luz.

Es una práctica común utilizar una capa de contacto de Ni/Au entre las capas de ventana formadas en la estructura de emisión de luz y una almohadilla gruesa de unión de Au: Esta disposición muestra una adhesión limitada; y la capa de contacto tiende a desconcharse durante la unión por hilo a la almohadilla de unión de Au.

La magnitud de la luz emitida por un LED depende de: (a) El porcentaje de la región de emisión de luz que es activada por la corriente que fluye entre los electrodos; (b) La eficiencia de la estructura de ventana; y (c) Las pérdidas internas de luz generada.

Los documentos DE 198 20 777 A1 y US-A-5 977 566 describen ambos un diodo de emisión de luz a base de GaN que comprende un sustrato, una estructura de emisión de luz que comprende una capa de revestimiento N, una región activa y una capa de revestimiento P, una estructura de ventana sometida a crecimiento sobre dicha capa de revestimiento P, un electrodo P en contacto óhmico con dicha capa de revestimiento N, y un electrodo P en contacto óhmico con dicha capa de revestimiento P, en el que dicha estructura de ventana comprende una capa externa delgada, transparente y conductora que tiene una superficie expuesta con cuatro lados; y un par complementario de electrodos P y N formados a lo largo de lados opuestos de dicha superficie expuesta.

Descripción de la invención

De acuerdo con un aspecto de nuestra presente invención, se proporciona una estructura de ventana que comprende: una capa externa conductora semitransparente y un par complementario de electrodos P y N. La capa externa conductora y los electrodos juntos distribuyen la corriente de manera eficiente a través de la cara del diodo de emisión de luz y maximizan el área de emisión de luz de la ventana. Nuestro electrodo P se elabora con la forma de una letra T estilizada. La cabeza de la T es una barra formada sobre la cara superior de la ventana a lo largo de un lado de la cara de ventana. La pata de la T comprende una almohadilla de unión fijada en el centro de la cabeza. Nuestro electrodo N comprende un conjunto de almohadilla de unión que se fija a la capa de revestimiento N a través de una abertura situada en el centro del lado de la cara opuesta a la cabeza de la T.

Nuestro electrodo P está formado por una capa de Ti que pasa a través de la capa de contacto y proporciona una excelente adhesión a las capas de ventana formadas sobre la estructura de emisión de luz. Una almohadilla de unión de Au se forma sobre el electrodo de Ti y con la forma del mismo. De este modo se evita el desconchado.

Breve descripción del dibujo

Las figuras 1a y 1b son representaciones esquemáticas de las vistas superior y lateral de una realización ilustrativa de nuestro LED mejorado.

Descripción detallada

El LED que se ilustra en las figuras 1a y 1b es un dispositivo a base de GaN. La estructura de las figuras 1a y 1b comprende: un sustrato de zafiro 101; una estructura tampón 11; una capa de sustrato sustituto de GaN 105; una estructura de emisión de luz 12; capas de ventana 13; una capa conductora semitransparente 111; una capa de adhesión de almohadilla de unión 112; una almohadilla de unión de electrodo P 113; y una almohadilla de unión de electrodo N 115 que no se muestra en la figura 1b.

Las capas 102 a 110 son sometidas a crecimiento en un reactor de deposición química en fase vapor de organometálicos MOCVD. Los detalles del crecimiento MOCVD de las capas indicadas son bien conocidos en la industria y no serán descritos en el presente documento, excepto para especificar ciertos detalles del proceso de crecimiento que son particularmente relevantes para nuestro éxito.

El resto de los componentes de nuestro LED mejorado, es decir, la capa semitransparente 111, la almohadilla de adhesión 112, la almohadilla de unión P 113 y la almohadilla de unión N 115 se forman por evaporación en un aparato que no sea un reactor MOCVD.

Tampón (11) entre sustrato de zafiro y GaN

En la realización que se ilustra de nuestro LED a base de GaN mejorado, la cara 0001 de sustrato de zafiro 101 se expone para el crecimiento de nuestra primera capa tampón 102. Nuestra segunda capa tampón 103 está formada de AlGaN para migrar a la constante de red de GaN. La capa tampón final 104 está formada de GaN para proporcionar una plantilla para el crecimiento de nuestra capa de GaN I de alta calidad 105 que sirve de plataforma para el crecimiento de nuestra estructura de emisión de luz 12.

Estructura de emisión de luz (12)

Nuestra estructura de emisión de luz comprende una capa de revestimiento N 106, una región activa 107 y una capa de revestimiento P 108. La capa 106 está formada de GaAs dopado con silicio.

En el ejemplo que se ilustra en la figura 1b, la región activa 107 es una estructura de pozo multicuántico (MQW) de GaInN / GaN de tipo N dopado con Silicio.

La capa de revestimiento P 108 está formada de AlGaN dopado con Mg.

Capas de ventana

La primera capa ventana 109 está formada de GaN dopado con Mg. La capa 109 tiene un grosor nominal de 300 nm. La segunda capa de ventana 110 está formada de manera similar de GaN dopado con Mg. Sin embargo, la capa 110 está más dopada para permitir un contacto óhmico entre esa capa y la capa de contacto de NiO_x / Au 111.

Terminación del proceso de crecimiento de MOCVD

El crecimiento de capas de GaN se consigue con la introducción de flujos gaseosos de galio con H_2 como gas portador, NH_3 como material del grupo V, y Mg como dopante. En ausencia de un protocolo de enfriamiento apropiado, puede producirse pasivación con hidrógeno del Mg, en cuyo caso, se reduce la conductividad de una capa dopada con Mg.

Con el fin de evitar la pasivación con hidrógeno de las capas dopadas con Mg 108, 109 y 110, se ha adoptado el protocolo de enfriamiento que se describe a continuación una vez terminado el crecimiento de MOCVD.

1. El gas ambiente del reactor cambia de H_2 a N_2 inmediatamente después de la terminación de la estructura LED;

2. La temperatura del reactor desciende desde la temperatura de crecimiento hasta aproximadamente 900 grados C en aproximadamente 2 minutos;

3. El flujo de NH_3 termina;

4. La temperatura del reactor sigue descendiendo hasta aproximadamente 750 grados C en aproximadamente 2 minutos;

5. La temperatura de aproximadamente 750 grados C se mantiene durante aproximadamente 20 minutos;

6. El calentador del reactor se apaga y se deja que el reactor complete el enfriamiento de forma natural. La experiencia demuestra que el enfriamiento hasta 120 grados C se produce unos 30 minutos después de que el calentador se apaga.

El producto resultante muestra las características físicas y eléctricas deseadas esperadas.

Formación de las estructuras de electrodo

La vista superior de la figura 1a y la vista de lado de la figura 1b juntas ilustran las ubicaciones y formas tanto del electrodo P 113 como del electrodo N 115.

La capa 111 es una capa conductora semitransparente delgada de NiO_x / Au depositada sobre toda la cara expuesta de la capa 110. Una primera abertura, identificada como 114 en ambas figuras, se graba a través de las capas 111 a 107 para llegar hasta la capa de revestimiento N 106.

Como se ve en la figura 1a, una segunda abertura 116 está formada en la capa 111 para permitir el depósito de una estructura de adhesión de titanio 112 para ponerse en contacto con la capa de ventana 110. Además de llegar hasta

la capa 110, la estructura de titanio 112 es depositada sobre una capa de NiO_x / Au 111 en la forma de la almohadilla de unión de Au, como se ilustra en la figura 1a. Como se ve en la figura 1a, la vista superior de la almohadilla de unión de Au forma una "T" estilizada. La barra de la T es depositada como se muestra, a lo largo del lado izquierdo de la figura, y la pata de la T es la parte semicircular que se une a esa barra. La almohadilla de unión de Au 113 es depositada en la parte superior de la estructura de titanio 112.

La almohadilla de unión de oro 115 es depositada en la capa de revestimiento N 106 para formar con ella un contacto óhmico.

La combinación de la barra T de la almohadilla de unión de electrodo P 113 a lo largo de un lado de la superficie exterior, la capa conductora de NiO_x / Au 111 y la colocación del electrodo N centralmente a lo largo del lado opuesto de la cara exterior distribuye la corriente que fluye entre los electrodos de manera uniforme para activar más a fondo la región de emisión de luz de la estructura MQW 107.

Dado que las capas dopadas con Mg no experimentan pasivación con hidrógeno, no es necesario tratar térmicamente la estructura para activar el dopaje con Mg en esas capas. Sin embargo, sí que calentamos la capa de NiO_x / Au 111 y las estructuras de contacto de Ti y Au en una atmósfera de nitrógeno molecular y aire. Así, el Ni es convertido en una forma de óxido de níquel. Hemos encontrado que este tratamiento térmico mejora la calidad de las estructuras de contacto.

La invención se ha descrito prestando en particular atención a su realización preferida; sin embargo, debe entenderse que a los expertos en la técnica, a quienes pertenece la invención, se les puede ocurrir variaciones y modificaciones.

REIVINDICACIONES

1. Diodo de emisión de luz a base de GaN, que comprende:

un sustrato (101),

una estructura de emisión de luz (12) que comprende:

una capa de revestimiento N (106),

una región activa (107), y

una capa de revestimiento P (108),

una estructura de ventana (13, 109, 110, 111) sometida a crecimiento sobre dicha capa de revestimiento P (108),

un electrodo N (115) en contacto óhmico con dicha capa de revestimiento N (106), y

un electrodo P (113) en contacto óhmico con dicha capa de revestimiento P (108),

en el que:

dicha estructura de ventana (13) comprende una capa externa delgada transparente y conductora (111) que tiene una superficie expuesta con cuatro lados; y

el par complementario de electrodos P y N (113; 115) están formados a lo largo de lados opuestos de dicha superficie expuesta,

caracterizado por que

dicho electrodo P (113) está formado sobre dicha superficie expuesta y tiene forma de T cuando se ve desde la parte superior, siendo la cabeza de la forma de T una barra formada a lo largo un lado de dicha superficie expuesta, y siendo una pata de la forma de T una parte semicircular que une la barra;

dicho electrodo P (113) está formado de una capa de Ti que pasa a través de la capa externa conductora (111) y en el que una almohadilla de unión de Au está formada sobre y en la forma del electrodo Ti; y

dicho electrodo N (115) comprende un conjunto de almohadilla de unión formado sobre dicha capa de revestimiento N (106) a través de una abertura situada en el centro del lado de la cara opuesta a dicho un lado.

2. Diodo de emisión de luz a base de GaN de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

una estructura tampón multicapa dispuesta sobre dicho sustrato, incluyendo dicha estructura tampón multicapa una primera capa tampón, una segunda capa tampón formada de AlGaN y dispuesta sobre dicha primera capa tampón, y una tercera capa tampón formada de GaN dispuesta sobre dicha segunda capa tampón .

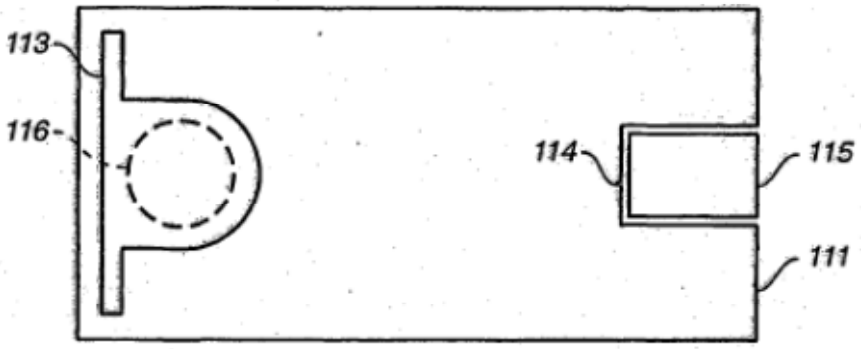
113
116
114
115
111

FIG._1A

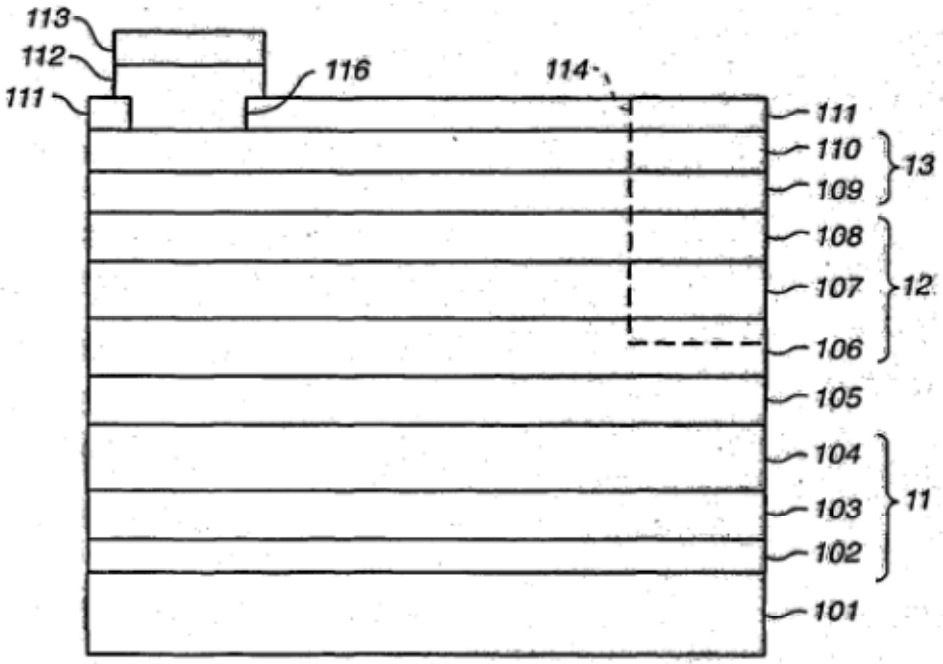
113
112
111
116
114
111
110
109
13
108
107
12
106
105
104
103
11
102
101

FIG._1B