

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 427**

51 Int. Cl.:

H01L 33/46 (2010.01)

H01L 33/50 (2010.01)

H01L 33/60 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.06.2010 PCT/IB2010/052830**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.01.2011 WO11007275**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2010 E 10732750 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2019 EP 2454764**

54 Título: **Sustrato reflectante para LEDs**

30 Prioridad:

16.07.2009 US 503951

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

14.01.2020

73 Titular/es:

**LUMILEDS HOLDING B.V. (100.0%)
The Base, Tower B5 unit 107, Evert van de
Beekstraat 1
1118 CL Schiphol, NL**

72 Inventor/es:

**BASIN, GRIGORIY y
MARTIN, PAUL S.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 737 427 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

Sustrato reflectante para LEDs

5 Campo de la invención

Esta invención se relaciona con diodos emisores de luz (LEDs) y, en particular, con proporcionar una capa reflectante sobre una superficie de montaje.

10 Antecedentes

Los LEDs se montan normalmente en una oblea de submontaje que luego se corta para separar los LEDs/submontajes individuales. Cada parte del submontaje de la oblea tiene electrodos superiores que se unen a los electrodos en el LED, tal como mediante un enlace ultrasónico. Luego se inyecta un material de relleno insuficiente, tal como epoxi o silicón, debajo del LED para proporcionar soporte mecánico y proteger el LED de los contaminantes. Cualquier material de relleno insuficiente que se encuentre sustancialmente fuera de la huella del LED (por ejemplo, fuera de 20 micrones) se elimina de manera que la superficie del submontaje se encuentre limpia. Una razón para eliminar el material de relleno insuficiente que se extiende más allá de la huella del troquel LED es que, si el relleno insuficiente es epoxi (comienza en amarillo) y se expone a la luz UV, el epoxi se vuelve negro y absorbe la luz.

20 El submontaje también tiene un conjunto de electrodos más robustos, conectados eléctricamente por un patrón metálico a los electrodos LED, que en general están unidos a una placa de circuito impreso (después de cortar la oblea del submontaje) utilizando un reflujo de soldadura convencional u otros medios.

25 Se sabe que hay electrodos metálicos reflectantes en la superficie inferior de los LEDs, de modo que la luz emitida hacia abajo por la capa activa del LED se refleja hacia arriba en lugar de ser absorbida por el submontaje. Parte de la luz emitida por el LED también incide en la superficie del submontaje que rodea la huella del troquel LED. Para reflejar esa luz, se sabe que se deposita un anillo metálico reflectante alrededor del LED, tal como plata o aluminio.

30 La formación de un reflector de metal toma etapas adicionales, y el metal debe estar aislado del patrón de metal superior en el submontaje.

35 El documento EP 2 383 807 A2, publicado después de presentar la presente solicitud de patente, divulga un paquete de dispositivo emisor de luz con una parte de resina reflectora llena de luz sobre un sustrato alrededor de un dispositivo emisor de luz para extenderse en un espacio entre el dispositivo emisor de luz y el sustrato.

Lo que se necesita es una mejor manera de reflejar la luz hacia arriba a partir de la superficie de un submontaje u otra superficie de montaje de LED.

40 Resumen

Este problema se resuelve mediante los dispositivos emisores de luz de acuerdo con las reivindicaciones 1 y 14 adjuntas, así como por el método de la reivindicación 10 adjunta.

45 En una realización, una oblea de submontaje se rellena con troqueles LED. En lugar de utilizar un relleno insuficiente compuesto de moldeo de silicón o epoxi típico para cada troquel LED, se usa un compuesto de moldeo de silicón que contiene polvo de TiO₂ como relleno (u otro polvo blanco) como relleno insuficiente, y el material de relleno insuficiente también forma una capa reflectante sustancialmente plana que rodea a cada uno de los LEDs. En una realización, el material de relleno insuficiente se moldea por inyección o se moldea por compresión sobre la oblea para formar una capa del material de relleno insuficiente sobre toda la superficie de la oblea, que incluye debajo de cada uno de los LEDs.

50 Si el porcentaje, en peso, de TiO₂ supera aproximadamente el 5% del contenido total de relleno de material de relleno insuficiente, la capa es más del 85% reflectante. Si el material de relleno insuficiente contiene un 10% del contenido total de relleno, en peso, TiO₂, la capa es al menos un 90% reflectante.

55 Después de que la capa infundida de TiO₂ reflectante se moldea sobre la oblea (incluso debajo de los LEDs), la superficie expuesta de la capa infundida de TiO₂ se graba con un chorro con microperlas para exponer la superficie superior de cada LED. La superficie de la capa infundida de TiO₂ que rodea a los LEDs estará aproximadamente a la misma altura que las capas semiconductoras de LED o menos para formar una capa reflectante sobre la superficie de la oblea del submontaje. Si el LED es un chip inverso, con un sustrato de crecimiento en la parte superior después del montaje en el submontaje, el sustrato de crecimiento puede eliminarse. Dado que la eliminación del sustrato de crecimiento ejerce una presión descendente sobre las capas semiconductoras de LED, el relleno insuficiente soporta las capas semiconductoras de LED durante el proceso de eliminación del sustrato.

65

Si la luz LED se convierte en fósforo, una capa de fósforo se moldea sobre la superficie expuesta del LED o se deposita por cualquier otro medio.

A continuación, se moldea un lente transparente sobre el LED, o se forma utilizando cualquier proceso adecuado.

5 Dado que, de todos modos, se debe inyectar un material de relleno insuficiente debajo de los LEDs, no hay una etapa de proceso adicional en la formación del material de relleno insuficiente para crear también una capa reflectante que rodea cada uno de los LEDs en el submontaje. Por lo tanto, la capa reflectante alrededor de los LEDs aumenta la salida de luz, al impedir que el submontaje absorba la luz, sin ninguna etapa de proceso adicional. Mezclar partículas de TiO_2 en el material de relleno insuficiente de silicona antes de moldearlo en el submontaje es una etapa simple. Las partículas de TiO_2 son pequeñas para maximizar el área de la superficie en función del volumen.

10 La oblea de submontaje luego se corta para separar los LED/submontajes individuales, cada uno con una capa reflectante. La capa reflectante es eléctricamente aislante.

15 Un material de relleno insuficiente preferido que se puede usar con el presente proceso es un compuesto de moldeo de silicona, el cual tiene una temperatura de transición vítrea de alrededor de $-10^\circ C$ $-20^\circ C$ y el coeficiente de expansión térmica está cerca del sustrato, de modo que hay muy poca expansión térmica del compuesto de moldeo de silicona en las peores condiciones, tal como durante el reflujo de soldadura de AuSn o AgSn.

20 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 ilustra una parte de una oblea de submontaje de la técnica anterior poblada por una serie de LEDs, tales como LEDs 500-4000, antes de una etapa de llenado insuficiente.

25 La Figura 2A ilustra un proceso de moldeo por inyección a nivel de oblea utilizado para proporcionar un material de relleno insuficiente reflectante debajo de los LEDs y sobre la superficie de la oblea del submontaje.

30 La Figura 2B ilustra un tipo alternativo del proceso de moldeo a nivel de oblea, que no usa inyección, para proporcionar un material de relleno insuficiente reflectante debajo de los LEDs y sobre la superficie de la oblea del submontaje.

La Figura 3 ilustra los LEDs en la oblea después de retirarlos del molde de la Figura 2A o la Figura 2B.

35 La Figura 4 ilustra la superficie del material de relleno insuficiente de la Figura 3 que se graba con un chorro de microperlas para exponer la superficie superior de los LEDs dejando aún una capa reflectante sobre la superficie de la oblea del submontaje.

La Figura 5 ilustra una técnica de despegue con láser para eliminar los sustratos de crecimiento de los LEDs.

40 La Figura 6 ilustra una capa de fósforo (partículas de fósforo en un aglutinante) formada sobre las superficies LED expuestas mediante un proceso de moldeo similar al de la Figura 2B.

La Figura 7 ilustra un lente formado sobre los LEDs mediante un proceso de moldeo similar al de la Figura 2B.

45 La Figura 8 es una vista en sección transversal de un solo LED montado en un submontaje una vez que se han singularizado los LEDs/submontajes de la Figura 7. El submontaje se muestra soldado a una placa de circuito impreso.

Los elementos que son iguales o equivalentes están etiquetados con el mismo número.

50 Descripción detallada

55 Como una cuestión preliminar, se forma un LED convencional sobre un sustrato de crecimiento. En el ejemplo utilizado, el LED es un LED con base en GaN, tal como un LED AlInGaN o InGaN, para producir luz azul. Normalmente, una capa de GaN de tipo n relativamente gruesa se cultiva sobre un sustrato de crecimiento de zafiro utilizando técnicas convencionales. La capa de GaN relativamente gruesa incluye típicamente una capa de nucleación a baja temperatura y una o más capas adicionales para proporcionar una estructura reticular de bajo defecto para la capa de revestimiento de tipo n y la capa activa. Luego se forman una o más capas de revestimiento de tipo n sobre la capa gruesa de tipo n, seguidas de una capa activa, una o más capas de revestimiento de tipo p, y una capa de contacto de tipo p (para metalización).

60 Para un chip inverso, las partes de las capas p y la capa activa se graban para exponer una capa n para la metalización. De esta manera, el contacto p y el contacto n están en el mismo lado del chip y se pueden unir directamente de manera eléctrica a las almohadillas de contacto del submontaje. La corriente del contacto metal n fluye inicialmente lateralmente a través de la capa n. Los electrodos inferiores LED están formados típicamente de un metal reflectante.

65

Otros tipos de LEDs que se pueden usar en la presente invención incluyen los LEDs AlInGaP, los cuales pueden producir luz en el rango de rojo a amarillo. También se pueden utilizar LEDs que no sean de chip inverso.

Los LEDs luego se separan y se montan en una oblea del submontaje.

La Figura 1 de la técnica anterior ilustra un chip inverso de LED 10 convencional montado en una parte de una oblea 22 del submontaje. El LED 10 está formado por capas epitaxiales semiconductoras cultivadas sobre un sustrato 12 de crecimiento, tal como un sustrato de zafiro. En un ejemplo, las capas epitaxiales están con base en GaN, y la capa activa emite luz azul. Cualquier otro tipo de LED es aplicable a la presente invención.

Los electrodos 14 metálicos se forman en el LED 10 que hace contacto eléctrico con la capa p, y los electrodos 16 metálicos se forman en el LED 10 que hace contacto eléctrico con la capa n. En un ejemplo, los electrodos son protuberancias de oro que están soldadas por ultrasonido a las almohadillas de metal del ánodo y del cátodo en la oblea 22 del submontaje. La oblea 22 del submontaje, en una realización, tiene vías conductoras que conducen a las almohadillas de metal inferiores para unirse a una placa de circuito impreso. Diversos LEDs están montados en la oblea 22 del submontaje, y la oblea 22 se aislará posteriormente para formar LEDs/submontajes individuales.

Se pueden encontrar detalles adicionales de los LEDs en las patentes de los Estados Unidos. Nos. 6,649,440 y 6,274,399, y en las Publicaciones de Patente de los Estados Unidos US 2006/0281203 A1 y 2005/0269582 A1, todas incorporadas como referencia en este documento.

Se prepara un material de relleno insuficiente reflectante. En una realización, las partículas de TiO_2 (que aparecen de color blanco bajo luz blanca), u otras partículas reflectantes tal como ZrO_2 , se agregan a un compuesto de moldeo de silicona que es adecuado para el relleno insuficiente. Un compuesto de moldeo de silicona típico contiene aproximadamente 82%-84% de SiO_2 en peso, lo cual crea un material muy estable en el entorno de alta energía de fotones y alta temperatura de un LED de potencia. Para crear las propiedades reflectantes del relleno insuficiente, se incluye TiO_2 en el compuesto de moldeo de silicona para reemplazar parte del SiO_2 y hacer que el TiO_2 sea aproximadamente 5-10% o mayor en peso de la cantidad total de relleno en el compuesto de moldeo de silicona. El TiO_2 más el SiO_2 deben equivaler a aproximadamente 80%-84% en peso del compuesto de silicona. Una adición del 5% de TiO_2 produce aproximadamente un 85% de reflectividad del compuesto de silicona, y una adición del 10% de TiO_2 da como resultado más del 90% de reflectividad del compuesto de silicona. Significativamente, más TiO_2 comienza a reducir las características deseables del compuesto de silicona para usarse como relleno insuficiente. Se pueden usar otras formulaciones de un material de relleno insuficiente reflectante y aislante eléctricamente.

La Figura 2A ilustra un tipo de proceso de moldeo por inyección adecuado para crear el relleno insuficiente y la capa reflectante para cada LED. Un molde 36 tiene cavidades 38 que definen la forma del material de relleno insuficiente endurecido después del proceso de moldeo. El molde 36 puede estar formado de aluminio. El molde 36 tiene un sello 37 perimetral que se sella contra la oblea 22 del submontaje cuando el molde 36 se alinea con la oblea 22 y se presiona contra la oblea 22.

El molde 36 tiene al menos una entrada 40, para inyectar el material 41 de relleno insuficiente líquido reflectante, y al menos una salida 42 conectada a una fuente de vacío. Una vez que el molde 36 está sellado contra la oblea 22, se crea un vacío dentro del molde 36, y el material 41 de relleno insuficiente se inyecta a través de la entrada 40. El material 41 de relleno insuficiente fluye a todas las cavidades 38 a través de los canales 44 entre las cavidades, asistido por el vacío y la presión de inyección del material 41. El vacío elimina casi todo el aire en el molde 36. Finalmente, todo el molde 36 se llenará con el material 41 de relleno insuficiente, incluidos todos los huecos debajo de los LEDs.

El molde 36 se calienta entonces para curar el material de relleno insuficiente líquido. La temperatura del molde 36 durante el curado es aproximadamente 150°C. Alternativamente, se puede usar un molde transparente y el material de relleno insuficiente puede curarse con luz UV.

La Figura 2B ilustra un proceso alternativo de moldeo a nivel de oblea que no utiliza inyección a presión del material de relleno insuficiente. En la Figura 2B, el molde 48 tiene cavidades 50 que primero se llenan con partículas (por ejemplo, polvo o pequeñas tabletas) de material 41 sólido de relleno insuficiente a presión atmosférica. El material sólido se calienta en el molde para ablandarlo. La oblea 22 del submontaje se coloca contra el molde 48 para que los LEDs se sumerjan en el material de relleno insuficiente en cada cavidad 50. La oblea 22 y el molde 48 se presionan para forzar al material de relleno insuficiente a llenar todos los vacíos. Un sello 53 perimetral permite que la presión sea alta a la vez que permite que todo el aire se escape a la vez que el material de relleno insuficiente llena los vacíos. También se puede tirar un vacío entre la oblea 22 y el molde 48 usando una fuente de vacío alrededor del sello 53.

El molde 48 se enfría entonces para solidificar el material de relleno insuficiente. Ciertos materiales se endurecen automáticamente después del proceso de calentamiento y compresión. El manejo del material de relleno insuficiente como un sólido tiene diversos beneficios. Además, algunos materiales adecuados que se pueden usar para un relleno insuficiente, no son líquidos a temperatura ambiente antes del curado, por lo que calentar un material sólido en el

molde seguido de compresión aumenta considerablemente el número de materiales posibles que se pueden usar como relleno insuficiente.

5 El molde de la Figura 2A o 2B se retira luego de la oblea 22, dando como resultado la estructura de la Figura 3, que tiene el material 54 de relleno insuficiente endurecido que encapsula cada LED. También hay una capa de material 54 de relleno insuficiente endurecido en la superficie de la oblea 22 entre cada LED.

10 Para realizar un proceso de levantamiento por láser para eliminar los sustratos 12 de crecimiento, primero debe eliminarse el material 54 de relleno insuficiente sobre el sustrato 12 de crecimiento. Si el sustrato 12 de crecimiento se eliminará mediante pulverización u otro proceso de grabado mecánico, dicha pulverización se puede usar para eliminar simultáneamente el exceso de material 54 de relleno insuficiente.

15 La Figura 4 ilustra la eliminación del exceso de material 54 de relleno insuficiente mediante el grabado a chorro de toda la superficie de la oblea 22 con microperlas 58 de alta velocidad. En una realización, las microperlas 58 tienen diámetros entre 1-20 micrones y están formadas por NaHCO_3 . Las microperlas 58 se aceleran a través de una boquilla por aire a una presión de aproximadamente 100 psi o menos. La boquilla puede ser grande para grabar el material 54 de relleno insuficiente sobre los LEDs 10 sin que la boquilla se mueva, o se puede usar una boquilla más pequeña para grabar el material 54 de relleno insuficiente solo por unos pocos LEDs seguidos por el movimiento de la boquilla a la siguiente posición sobre la oblea 22. Eliminar un exceso de material de cualquier tipo usando microperlas es un proceso conocido. El material 54 de relleno insuficiente se graba para dejar una capa reflectante sobre la superficie del submontaje entre los LEDs 10. El grosor de la capa restante debe ser suficiente para reflejar al menos el 80% de la luz incidente. En una realización, el grosor de la capa reflectante sobre la superficie del submontaje es de aproximadamente 30-50 micrones (el cual puede ser aproximadamente el grosor del relleno insuficiente debajo del troquel LED), y la superficie superior general de la capa reflectante es sustancialmente plana, como se determina por la forma del molde y los efectos del grabado a chorro de microperlas.

20 La Figura 5 ilustra un proceso de levantamiento por láser. Los pulsos de láser se muestran mediante flechas 60. Durante el levantamiento de láser, la superficie del GaN absorbe el calor, lo que hace que la capa de la superficie se descomponga en Ga y N_2 . La presión de N_2 empuja los sustratos 12 de crecimiento de zafiro lejos de los LEDs. Después de que los sustratos 12 de crecimiento se desprenden de las capas LED semiconductoras durante el proceso de levantamiento, se eliminan mediante, por ejemplo, una lámina adhesiva o algún otro proceso adecuado. El relleno insuficiente soporta mecánicamente las finas capas semiconductoras de LED durante el proceso de levantamiento.

30 Las capas de LED expuestas luego se adelgazan, por ejemplo, mediante RIE o un grabado mecánico, ya que la capa superior expuesta es una capa n relativamente gruesa, y la superficie se ha dañado por el proceso de levantamiento con láser. La superficie superior resultante puede entonces ser rugosa para aumentar la eficiencia de extracción de luz.

40 Si se desea crear luz convertida en fósforo, entonces se proporciona un molde similar al molde 48 en la Figura 2B para moldear una capa de fósforo sobre los LEDs 10. Por ejemplo, los LEDs 10 pueden emitir luz azul y se puede desear crear luz blanca depositando una capa de fósforo YAG (genera luz amarilla) o una capa de fósforo rojos y verdes. La luz azul se filtra a través del fósforo para combinarse con la luz generada por el fósforo.

45 La mezcla de fósforo puede ser partículas de fósforo infundidas en un aglutinante tal como silicona. Las cavidades del molde luego definen la forma del fósforo sobre los LEDs 10, y la mezcla de fósforo se cura para endurecer la capa de fósforo. La Figura 6 ilustra una capa 62 de fósforo moldeado sobre los LEDs. Si las tolerancias del proceso del molde hacen que haya una capa delgada de fósforo sobre el material 54 de relleno insuficiente, dicho fósforo delgado puede eliminarse utilizando una etapa de grabado a chorro de microperlas.

50 Un lente 66 transparente (Figura 7) puede moldearse sobre cada LED 10 para aumentar la extracción de luz del LED, proteger la capa 62 de fósforo y el LED 10, y crear un patrón de emisión de luz deseado. El lente 66 puede ser de cualquier forma, tal como la forma hemisférica que se muestra en la Figura 7. En una realización, el lente 66 se moldea a partir de silicona utilizando el mismo proceso general que se muestra en la Figura 2B.

55 En una realización, el material del lente también contiene partículas de fósforo para convertir en longitud de onda la luz emitida por los LEDs 10.

También se pueden realizar otros procesos a nivel de oblea en la matriz de LED a la vez que se monta en la oblea 22 del submontaje.

60 La oblea 22 del submontaje luego se singulariza para formar LEDs/submontajes individuales, como se muestra en la Figura 8. Como se muestra en la Figura 8, toda la superficie de la porción de la oblea 22 del submontaje está cubierta por el material 54 de relleno insuficiente reflectante. Se muestra un rayo 70 de luz emitido por la capa 62 de fósforo en una dirección hacia abajo y se refleja hacia arriba por el material 54 de relleno insuficiente. Los rayos de luz de los lados del LED 10 también se reflejarán hacia arriba y saldrán a través de la superficie superior del material 54 de relleno insuficiente.

La Figura 8 también muestra los electrodos 72 y 73 en la superficie de la porción de la oblea 22 del submontaje, las vías 76 que conducen a los electrodos 78 y 79 inferiores, y una placa 82 de circuito impreso con almohadillas soldadas a los electrodos 78 y 79. La placa 82 puede tener un núcleo de aluminio para el calor de hundimiento.

5 La invención también se aplica a la formación de un material reflectante alrededor de los LEDs montados sobre un sustrato, ya sea que el material reflectante se utilice o no como relleno insuficiente. Por ejemplo, los electrodos de la parte inferior del LED pueden ocupar prácticamente toda la parte posterior del LED y es posible que no se necesite un relleno insuficiente.

10 Los detalles de un proceso de moldeo de lentes a nivel de oblea se describen en la publicación de patente US 2006/0105485, titulada Overmolded Lens Over LED Die, por Grigoriy Basin et al.,

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo emisor de luz que comprende:
- 5 un troquel diodo emisor de luz (LED);
- un submontaje en el cual se monta el troquel LED, habiendo un espacio entre el troquel LED y el submontaje; y un material de relleno insuficiente eléctrico aislante entre el troquel LED y el submontaje,
- 10 caracterizado porque
- el material de relleno insuficiente también forma una capa reflectante plana que rodea el troquel LED sobre una superficie del submontaje,
- 15 en donde una reflectividad de la capa reflectante a la luz visible es superior al 80%.
2. El dispositivo de la reivindicación 1, en donde el material de relleno insuficiente comprende silicona infundida con TiO₂.
- 20 3. El dispositivo de la reivindicación 2, en donde el TiO₂ comprende más de aproximadamente el 5% en peso del material de relleno insuficiente.
4. El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende además una capa de fósforo sobre el troquel LED, teniendo la capa de fósforo una superficie que se extiende sobre la capa reflectante.
- 25 5. El dispositivo de la reivindicación 1, en donde la capa reflectante se extiende a los bordes del submontaje.
6. El dispositivo de la reivindicación 1, en donde el espesor del material de relleno insuficiente entre el troquel LED y el submontaje es menor que el espesor de la capa reflectante.
- 30 7. El dispositivo de la reivindicación 1, en donde el espesor de la capa reflectante es superior a 30 micrones.
8. El dispositivo de la reivindicación 1, en donde el material de relleno insuficiente comprende silicona infundida con partículas reflectantes.
- 35 9. El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende además un lente transparente moldeado sobre el troquel LED y una porción de la capa reflectante.
- 40 10. Un método para fabricar un dispositivo emisor de luz que comprende:
- proporcionar un troquel de diodo emisor de luz (LED) en un submontaje, habiendo un espacio entre el troquel LED y el submontaje, teniendo el troquel LED una superficie inferior orientada hacia el submontaje y una superficie superior opuesta a la superficie inferior;
- 45 proporcionar un material de relleno insuficiente reflectante que comprende silicona que contiene partículas reflectantes;
- moldear el material de relleno insuficiente sobre el submontaje para que el material de relleno insuficiente llene sustancialmente completamente el espacio entre el troquel LED y el submontaje y forme una capa del material de relleno insuficiente sobre el submontaje que rodea el troquel LED; y
- 50 eliminar cualquier material de relleno insuficiente sobre una superficie superior del troquel LED, dejando al menos una parte de la capa del material de relleno insuficiente sobre el submontaje que rodea el troquel LED para crear una capa reflectante sustancialmente plana del material de relleno insuficiente que rodea el troquel LED.
- 55 11. El método de la reivindicación 10, en donde el troquel LED comprende capas epitaxiales cultivadas sobre un sustrato de crecimiento, en donde una superficie del sustrato de crecimiento es la superficie superior del troquel LED, el método comprende además eliminar el sustrato de crecimiento de las capas epitaxiales después de eliminar cualquier material de relleno insuficiente sobre la superficie superior del troquel LED.
- 60 12. El método de la reivindicación 10, que comprende además moldear una capa de fósforo sobre el troquel LED, en donde una superficie superior de la capa de fósforo se extiende sobre una superficie superior de la capa reflectante.
- 65 13. El método de la reivindicación 10, en donde el material de relleno insuficiente comprende silicona infundida con TiO₂, y la reflectividad de la capa reflectante a la luz visible es superior al 80%.

14. Un dispositivo emisor de luz que comprende:

un troquel diodo emisor de luz (LED);

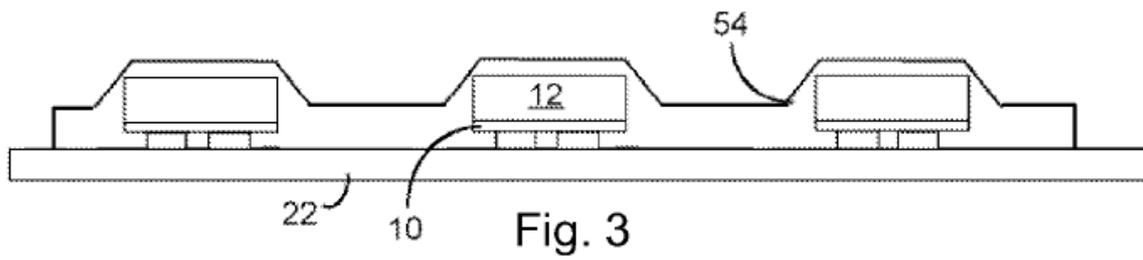
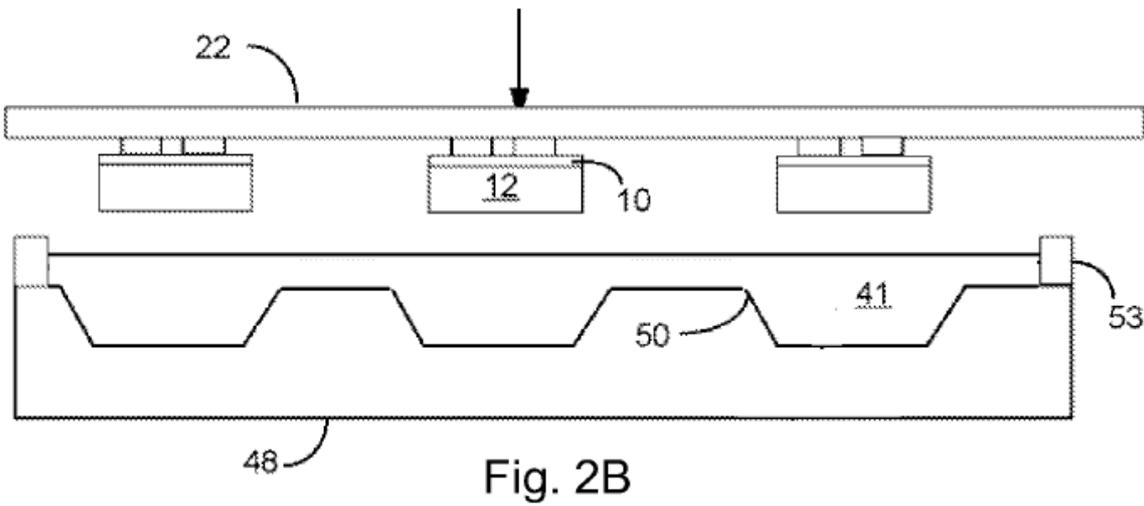
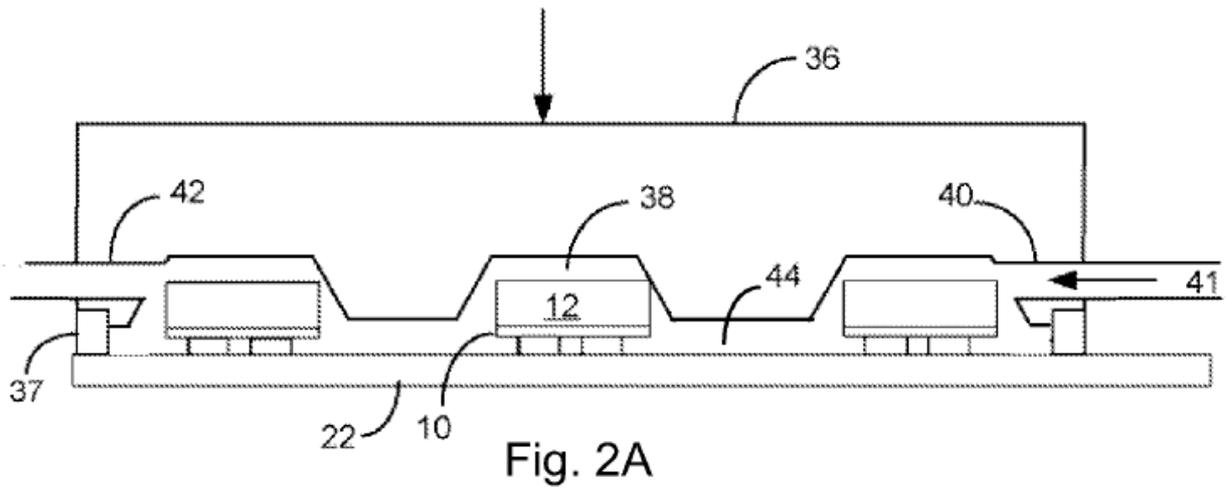
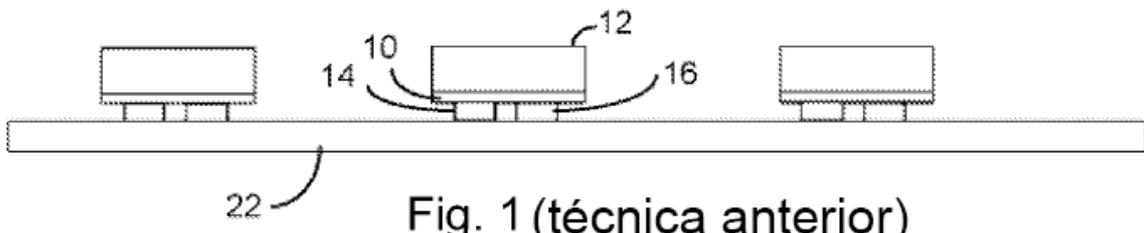
5 un submontaje en donde se monta el troquel LED;

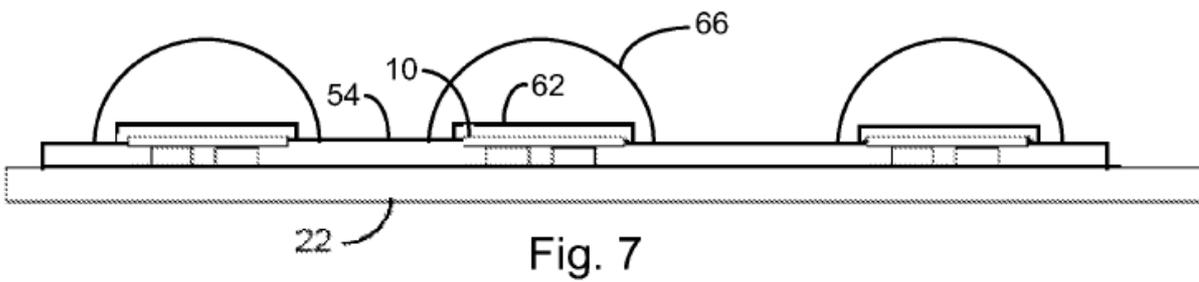
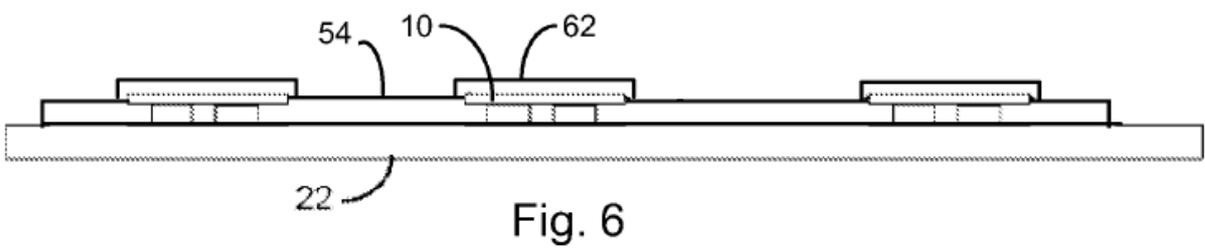
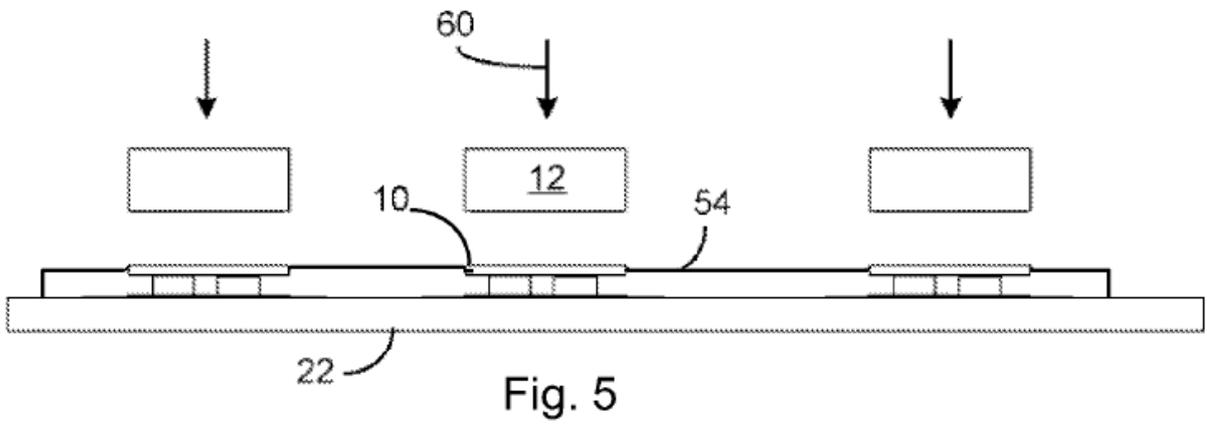
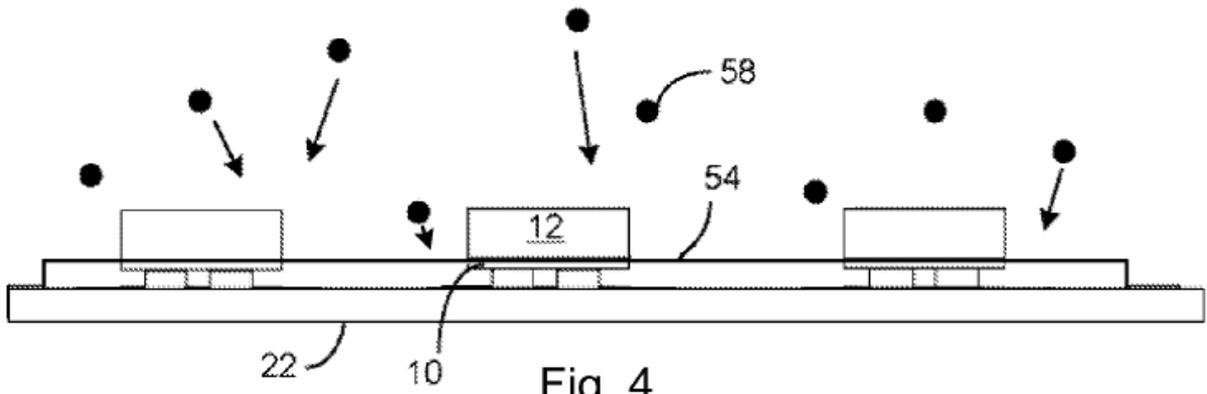
una capa de fósforo sobre el LED;

10 una capa plana reflectante de silicona infundida con partículas reflectantes que se extienden sobre una superficie superior del submontaje para reflejar al menos la luz de la capa de fósforo; y

un lente moldeado sobre el troquel LED, la capa de fósforo y una porción de la capa reflectante;

15 caracterizado porque la capa reflectante rodea al LED.





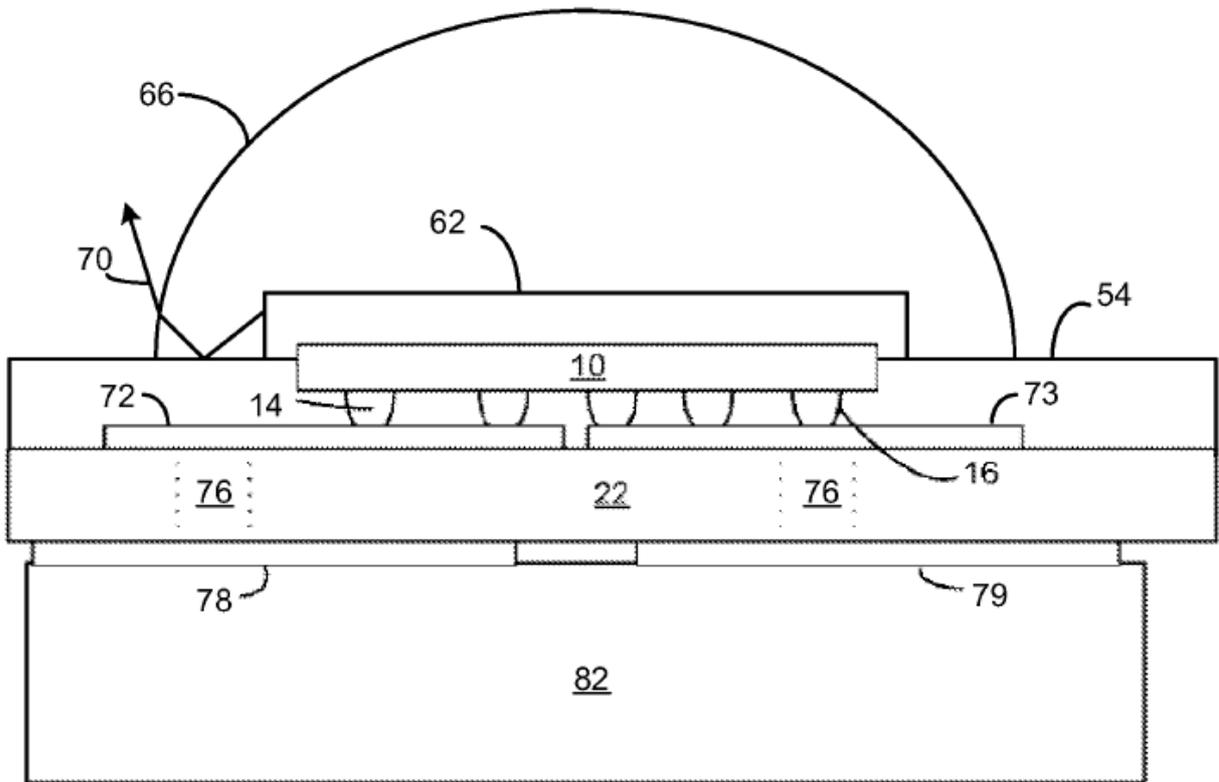


Fig. 8