

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 680 650**

51 Int. Cl.:

H01L 31/054 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.12.2012 PCT/US2012/067920**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.09.2013 WO13130152**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2012 E 12858697 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.07.2018 EP 2789021**

54 Título: **Módulos fotovoltaicos de alta concentración y métodos para fabricar los mismos**

30 Prioridad:

09.12.2011 US 201161568900 P

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

10.09.2018

73 Titular/es:

**X-CELEPRINT LIMITED (100.0%)
Lee Maltings, Dyke Parade
Cork, IE**

72 Inventor/es:

**SEEL, STEVEN;
MENARD, ETIENNE;
KNEEBURG, DAVID;
KENDRICK, BARON;
FURMAN, BRUCE;
WAGNER, WOLFGANG;
JASINSKI, RAY y
BURROUGHS, SCOTT**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 680 650 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

Módulos fotovoltaicos de alta concentración y métodos para fabricar los mismos

5 Campo de la invención

La invención está en el campo de fotovoltaica. Más específicamente, la invención se encuentra en el campo del diseño y fabricación de módulo fotovoltaico de alta concentración.

10 Antecedentes de la invención

Con la mayor demanda de soluciones de energía solar "verde" en el mercado global, la reducción de costes, la optimización en la fabricación, la fiabilidad del producto final, la alta concentración solar y la eficiencia de actuación se han convertido en objetivos de los nuevos diseños de series de módulos y su fabricación. Los objetivos relacionados para los módulos fotovoltaicos de alta concentración pueden incluir placas posteriores de menor coste y/o menor coste general. También pueden usarse otras soluciones para conseguir óptica de alto índice secundaria a bajo coste, que puede ser importante para conseguir una concentración muy alta de luz solar en células solares fotovoltaicas micro-celulares. Más objetivos incluyen los diseños y métodos para combinar e interconectar la variedad de módulos solares y fijar la variedad de módulos y sus cajas en sistemas de rastreo solar.

Las placas posteriores flexibles, la laminación y las cajas con un único cuerpo se describen, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos Nº 7.638.708 titulada "Dispositivo fotovoltaico de concentración solar laminado", patente de Estados Unidos Nº 6.399874 titulada "Módulo de energía solar y lente de Fresnel para uso en el mismo", publicación de solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2009/0223555 titulada "Método y aparato de módulo fotovoltaico concentrador de alta eficiencia" y publicación de solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2010/0282288 titulada "Interconexión de célula solar en un sustrato flexible". La encapsulación con silicona para fotovoltaica concentradora se describe, por ejemplo, en publicación de solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2010/0313954 titulada "Receptor de sistema fotovoltaico concentrado para células solares semiconductoras III-V", publicación de solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2011/0048535 titulada "Sub-montaje de sistema fotovoltaico concentrado encapsulado para células solares semiconductoras III-V", publicación de solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2010/0065120 titulada "Encapsulante con índice refractivo modificado", y publicación de solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2010/0319773 titulada "Óptica para célula fotovoltaica concentrada". La fotovoltaica de concentradores secundarios de vidrio esférico se describe, por ejemplo, en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2010/0236603 titulada "Módulos fotovoltaicos de tipo concentrador (CPV), receptor y sub-receptor y métodos para formar los mismos". La unión del módulo fotovoltaico a barras para actuación óptica y térmica se describe, por ejemplo, en la patente de Estados Unidos Nº 7.868.244 titulada "Módulo de célula solar CPV y método para montaje seguro, instalación y/o mantenimiento del mismo", y en la publicación de solicitud de patente de Estados Unidos Nº 2009/0261802 titulada "Sistema simulador y métodos para medir las características de ángulos de aceptación de un concentrador solar". US2008/185034 y WO2010/091391 desvelan individualmente una disposición relevante para la presente invención.

Resumen de la invención

La invención se define en las reivindicaciones independientes. Las soluciones para realizar módulos solares de alta eficiencia pueden emplear cajas con placas posteriores de bajo coste y óptica de alto índice secundario de bajo coste para proporcionar una concentración muy alta de luz solar en células solares fotovoltaicas de micro-células, así como diseños y métodos para combinar e interconectar elementos del módulo de serie solar y fijar las series solares y sus cajas en sistema de rastreo solar. El uso de micro-células permite la utilización de un gran número de células fotovoltaicas dentro de cada módulo, lo que puede aumentar la eficiencia y fiabilidad de los módulos fotovoltaicos.

En resumen, algunas realizaciones de la invención proporcionan un módulo fotovoltaico de alta concentración (HCPV) que incluye una placa posterior que comprende un circuito que sigue un modelo en un sustrato dieléctrico. La placa posterior proporciona interconexión de un circuito híbrido que incluye una pluralidad o multitud de receptores de células solares en una configuración de cableado en serie paralela en la caja, con un único diodo protector de polarización opuesta que protege cada bloque paralelo que comprende múltiples células solares, ahorrando así costes. El circuito que sigue un modelo podría tener un diseño grabado de cobre electrodepositado o recocado laminado con un revestimiento anti-manchas; una tinta conductora impresa en pantalla o plantilla a partir de grafito, cobre, plata; un revestimiento de cinta metálica laminada, pegada o unida con otro adhesivo; o una lámina de cobres con hendiduras proporcionada mediante una técnica de laminación de rollo a rollo. El sustrato dieléctrico puede ser una alfombra de fibra de vidrio impregnada con epoxi, poliimida, poliéster y/u otro material dieléctrico de placa base impresa. El sustrato puede ser lo suficientemente grueso como para sujetarse solo sin soportes en los bordes (grosor típico 0,063"), o tan fino como 0,001" en un circuito flexible. Los sustratos muy finos pueden reducir la utilización de material y reducir la resistencia térmica. Los sustratos pueden producirse usando métodos de fabricación de circuitos rollo a rollo de alto volumen y bajo coste. Las células solares y diodos podrían conectarse

eléctricamente al circuito que sigue un modelo por medio de procesos de distribución de soldadura, fundición con láser o usando epoxi rellena de metal.

5 La invención incluye un armazón o caja de módulo, como una caja con un único cuerpo. La caja con único
 10 cuerpo proporciona una estructura rígida con la parte inferior cerrada, a la que están unidos la placa posterior que
 incluye la serie interconectada de células solares multi-unión sujetadas, un elemento óptico primario, una caja de
 15 unión y barras para montar el modulo en la estructura rastreadora. La caja del módulo con un único cuerpo puede
 tener forma de una bandeja profunda que puede fabricarse usando un proceso de estampación de metal con
 magnetismo profundo, soldadura de unión de una caja de metal formada con rollo con fractura, o fundición de metal
 en un molde monolítico. Todos los métodos de fabricación anteriormente mencionados pueden crear una caja con
 una geometría de parte inferior cerrada. La caja del módulo puede también fabricarse de plástico o material
 compuesto que use un compuesto de moldeo con lámina, moldeo de inyección termoestable o con termoplástico.
 Como una variante, la caja puede estar compuesta con paredes laterales de plástico sobremoldeado sobre un
 encarte inferior metálico.

15 La placa posterior está laminada en el armazón o caja del módulo. Por ejemplo, la laminación de la placa
 posterior puede realizarse después de unión con tecnología de montaje superficial (SMT) de células solares y diodos
 a la placa posterior, de tal manera que la laminación se haga con un circuito que está poblado de componentes.
 20 Para la laminación de la placa posterior en la caja del módulo se usa un adhesivo, como un adhesivo epoxi con
 componente sencillo o dual, poliuretano, acrílico y/o con base de silicona. Dependiendo de la elección, el adhesivo
 puede curarse a temperatura ambiente, y/o con una fuente de calor o la adición de humedad o UV para promover la
 curación. Adicionalmente o alternativamente, el adhesivo puede ser un adhesivo sensible a la presión o acrílico o
 25 silicona en forma de cinta o pulverizarse como una fundición caliente. La laminación de la placa posterior puede
 realizarse usando laminación con vacío en un diafragma o una prensa con bandeja de vidrio, usando una prensa de
 laminación con rollo caliente y/o usando una distribución de presión apropiada para mejorar el contacto con el
 adhesivo y para reducir o minimizar los bolsillos de aire atrapado. También puede añadirse a la placa posterior una
 serie de pequeños agujeros de ventilación para reducir la posibilidad de vacíos grandes atrapados en la interfaz del
 adhesivo. La lineación de la placa posterior con la caja del módulo puede realizarse usando referencias mecánicas
 como clavijas de alineación o herramientas moldeadas/estampadas en la caja del módulo. Adicionalmente o
 30 alternativamente, la alineación puede realizarse usando reconocimiento de patrón óptico por medio de referencias
 localizadoras en la placa posterior y en la caja.

35 La invención incluye además un elemento secundario de lente, como una cuenta de vidrio esférica unida
 con silicona. En particular, la silicona es una capa encapsulante usada para unir y proteger el elemento secundario
 de lente de vidrio esférico a las células solares individuales. La capa protectora de silicona puede realizarse antes de
 unir un elemento principal de lente al módulo. También, una capa de silicona ópticamente clara puede colocarse
 40 entre la célula solar y el elemento secundario de lente de vidrio esférica para proporcionar una unión mecánica el
 elemento secundario de lente, reducir las pérdidas de reflejo al mejorar la combinación del índice, y/o mejorar la
 fiabilidad encapsulando la célula solar III-V. La silicona puede dispensarse usando dispensación con aguja, capa con
 45 espray, capa con espiral, relleno con torrente, capa con cortina, capa con hueco, capa con barra medidora, capa con
 troquel de ranura, capa con baño y/o capa con cuchillo de aire. La silicona puede estar en un sistema de tratamiento
 de adición o tratamiento neutral, que incluye sistemas de tratamiento catalizado con metal, tratamiento de
 hidratación, tratamiento con peróxido, con base de oxima, tratamiento ácido o tratamiento con UV. El proceso para la
 50 unión puede incluir una caída de cuenta con unión de silicona, por lo que la caída de cuenta puede realizarse
 colocando el elemento secundario de lente de vidrio esférica encima de la célula solar antes de la curación de
 silicona. La caída de cuenta puede realizarse usando una herramienta de extremo de brazo para colocar de manera
 precisa una cuenta en un momento en una célula solar individual. Alternativamente, la caída de cuenta puede
 realizarse de una manera masivamente paralela usando una plantilla con puerta trampa para hacer caer una
 55 selección de cuenta en una multitud de células solarse en una única operación. La protección con silicona después
 de la caída de cuenta puede usar técnicas dispensadoras similares y/o materiales de silicona como los usados para
 el llenado parcial. La protección puede actuar como un revestimiento antirreflejo con película gruesa, y puede
 permitir el uso de un elemento secundario de lente con una calidad más baja de superficie al alisar la rugosidad
 superficial, los defectos y otras imperfecciones en la superficie secundaria de lente.

60 Algunas realizaciones de la invención incluyen además una caja de unión con un conector a través de la
 placa que proporciona una trayectoria para el cableado desde los contactos de la placa posterior al conjunto de
 conectores solares. La placa posterior incluye un conector a través de la placa que puede ser un conector con
 65 entrada inferior, un receptáculo para clavija cabecera, toma de corriente para clavija de prueba o alguna otra
 estructura con la que pueda hacerse una conexión eléctrica a la placa posterior. Adicionalmente o alternativamente,
 la placa posterior puede tener almohadillas en la parte trasera que están eléctricamente conectadas por medio de
 unión ultrasónica o soldadura a los plomos de la caja de unión. Los cables y conectores solares pueden incluir
 componentes clasificados para uso fotovoltaico.

La invención incluye además un elemento principal de lente que comprende óptica refractiva fabricado
 como lentes plano-convexas esféricas o asféricas, lentes de Fresnel o lentes multifacéticas que usan materiales
 tales como acrílico (PMMA), silicona (PDMS), vidrio y productos co-moldeados. En algunas realizaciones, el

5 elemento principal de lente puede ser de poli(metil metacrilato) (abreviado como PMMA), silicona o vidrio (plano-convexo, Fresnel o facetado). Como parte de la técnica de procesamiento masivamente paralelo de realizaciones de la invención, las lentes principales pueden moldearse en una única serie, de tal manera que solamente se haga una alineación a la multitud (cientos) de receptores en lugar de una multitud de alineaciones (por ejemplo, una alineación para cada receptor). La lente principal puede unirse al cuerpo único con un único sello continuo.

10 Otros métodos y/o dispositivos de acuerdo con algunas realizaciones serán aparentes para aquel experto en la técnica tras la revisión de los siguientes dibujos y descripción detallada. Se pretende que todas estas realizaciones adicionales, además de cualquiera y todas las combinaciones de las realizaciones anteriores, estén incluidas dentro de esta descripción, estén dentro del alcance de la invención y estén protegidas por las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de las Figuras

15 La Figura 1 es un dibujo de vista cortada parcial de un montaje de módulo HCPV que representa algunas realizaciones de la invención.

20 Las Figuras 2a-2b ilustran métodos para montaje superficial de sub-receptores CPV en una placa posterior flexible de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

La Figura 3 ilustra métodos para laminar en una caja de módulo HCPV una palca posterior flexible poblada con una variedad de sub-receptores, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

25 Las Figuras 4a-4b ilustran métodos para unir una lente secundaria de vidrio esférica en un sub-receptor CPV.

Las Figuras 5a-5b ilustran métodos para proteger y encapsular un montaje receptor HCPV con una capa de silicona ópticamente clara de acuerdo con la presente invención.

30 La Figura 6 ilustra métodos para unir una formación de lente principal en una caja de módulo HCPV con un único cuerpo con un solo sello continuo de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

35 La Figura 7 ilustra métodos para unir una variedad de módulos HCPV a barras de metal y cajas de unión adaptadas con arneses eléctricos, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención.

La Figura 8a-8b ilustran métodos para establecer contactos eléctricos con una placa posterior laminada dentro de una caja de HCPV, y métodos para sellar estos contactos eléctricos en una caja de unión en macetas, de acuerdo con realizaciones de la presente invención

40 Descripción detallada

45 Las realizaciones de la presente invención proporcionan cajas de series de módulos solares que permite la adherencia de un plano posterior flexible (que incluye una variedad de micro-células solares en ella) en la superficie inferior de una caja de un único cuerpo, para emplear material de menor coste para una placa posterior flexible, realizar una laminación con alta producción, baja temperatura y bajo coste, y proporcionar un diseño de caja de módulo con menor coste, menos partes y mejor fiabilidad.

50 Las realizaciones de la invención también proporcionan una óptica secundaria de cuenta de vidrio con alto índice y protegida con silicona para concentración solar práctica, y permite el uso de una óptica secundaria de cuenta de vidrio de menor calidad al emplear la protección de silicona para rellenar manchas irregulares y defectos en la superficie de la cuenta de vidrio, alterando de este modo (por ejemplo, reduciendo o aumentando) el índice refractivo. La adhesión de la cuenta de vidrio también se mejora, mejorando de este modo la fiabilidad de células solares encapsulándolas con silicona. La protección de silicona actúa como un revestimiento antirreflejo de película gruesa en la cuenta de vidrio.

55 Las realizaciones de la invención también permiten la unión a barras de múltiples módulos aplanados en series, por lo que múltiples módulos pueden colocarse en una superficie de referencia que permite el aplanamiento de la parte inferior de la caja para asegurar la correcta distancia de plano posterior a lente y la co-planaridad de la lente y la placa posterior. La unión de la barra a la parte trasera de la caja mejora además la actuación térmica al mejorar la conducción y aumentar la rigidez de la estructura de la serie.

60 Algunas realizaciones de la invención proporcionan un montaje de módulo HCPV como se ilustra en la Figura 1. El montaje de módulo HCPV incluye los siguientes componentes: una variedad de receptores celulares solares (30), que están montados en la superficie en una placa posterior flexible (200), que se laminan en una caja de un único cuerpo con la parte inferior cerrada (100), que se sella con una formación de lente principal (400) y una membrana de ventilación líquida resistente al agua (103).

Las Figuras 2a-2b ilustran un método para montaje superficial de sub-receptores CPV (30; generalmente referido aquí como una célula solar) en una placa posterior flexible (200) de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El sub-receptor CPV montable en superficie (30) incluye los siguientes elementos: una micro-célula solar ultrafina (35; también referida aquí como una capa fotovoltaica ultrafina) que puede imprimirse mediante microtransferencia a la superficie orientada hacia arriba de un sustrato intercalador térmicamente conductor y eléctricamente aislante (31); interconexiones de película eléctricamente conductoras (34) depositadas en la superficie orientada hacia arriba del sustrato intercalador (31) que establecen conexiones eléctricas a la célula solar (35); estructuras eléctricamente conductoras que se cruzan (32) que establecen conexiones eléctricas entre las interconexiones de película eléctricamente conductoras (34) y las almohadillas de contacto (33) situadas en la superficie orientada hacia abajo del sustrato (31); una estructura separadora (36) que proporciona la autoalineación y la sujeción de un elemento de lente secundario con forma esférica (50; mostrado en la Figura 4). En algunas realizaciones de la invención, la placa posterior flexible (200) incluye un circuito impreso, que puede estar compuesto por una capa dieléctrica compuesta con fibra de vidrio pre-impregnada con fibra reforzada (204) entre dos laminados cubiertos de cobre (203 y 205). Las marcas de metal (203) definidas en la superficie orientada hacia arriba de la placa posterior (200) permite la interconexión de sub-receptores CPV en paralelo o en cuerdas en serie. Una capa dieléctrica (202) está depositada y copiada en la superficie orientada hacia arriba de las marcas metálicas (203). Puede depositarse una pasta soldadora (201) en las aberturas de capa dieléctrica usando métodos tales como impresión en pantalla.

Una variedad de sub-receptores CPV (30) y diodos de derivación distinta se recogen y colocan en la placa posterior (200). La tabla montada se calienta después en un horno de redistribución para completar este proceso de montaje superficial como se muestra en la Figura 2b. Con el fin de conseguir una gestión de calor distribuido sin disipador de calor, los módulos CPV basados en micro-células pueden depender del uso de un gran número de partes sub-receptoras. El número de diodos de derivación usados para proteger las micro-células solares puede reducirse de manera efectiva si múltiples sub-receptores se interconectan en bloques paralelos. En esta realización, un único diodo de derivación con el tamaño adecuado puede usarse para proteger múltiples células solares en cada bloque paralelo.

La Figura 3 ilustra un método para laminar una placa posterior flexible (200) poblada con una variedad de sub-receptores (30) en una caja de módulo HCPV (100). Una capa adhesiva (110) se dispensa o lamina directamente en la parte trasera de la placa posterior flexible (200) (por ejemplo, sobre una superficie opuesta a la variedad de sub-receptores (30)) y/o directamente sobre una superficie interna rígida de la caja del módulo HCPV (100). El adhesivo puede elegirse de la siguiente lista de materiales: epoxi con componente dual, poliuretano, acrílico y/o adhesivos con base de silicona. La placa posterior (200) se lamina después en la superficie interna de la caja del módulo HCPV (100) mediante la capa adhesiva. En algunas realizaciones de la invención, la laminación de la placa posterior (200) se realiza usando una técnica de laminación con vacío en un diafragma o prensa con bandeja de vidrio con una prensa de laminación con rollo caliente.

Las Figuras 4a-4b ilustran métodos para unir un elemento secundario de lente de vidrio esférica (50) a un sub-receptor de CPV (30). En una primera etapa, un adhesivo de silicona ópticamente claro (39) se dispensa en la superficie orientada hacia arriba de un sub-receptor (30) usando métodos de deposición líquida como dispensación con aguja, capa con spray, capa con espiral, relleno con torrente, capa con cortina, capa con hueco, capa con barra medidora, capa con troquel de ranura, capa con baño y/o capa con cuchillo de aire. La estructura separadora (36) definida en la superficie orientada hacia arriba del sub-receptor proporciona la auto-alineación, el centrado y la sujeción del elemento secundario de lente con forma esférica. En algunas realizaciones de la invención, una gran variedad de lentes secundarias de vidrio esféricas (50) pueden caerse de una manera masivamente paralela usando una plantilla con puerta trampa o un dispositivo con placa paralela capaz de mantener y después dejar caer una variedad de lentes secundarias de vidrio esféricas. La precisión de la alineación de la herramienta de caída de cuentas puede ser crucial, ya que la posición final de las lentes secundarias de vidrio esféricas (50) puede definirse en último lugar por la posición de las estructuras separadoras (36), asegurando una alineación muy precisa de las lentes secundarias de vidrio esféricas (50) en cada micro-célula solar (35). Después de la finalización de este proceso de caída de cuentas, el adhesivo ópticamente claro (39) puede curarse parcialmente o completamente (40). Esta etapa del proceso completa la formación del montaje receptor HCPV completo (300) que después está listo para un proceso de encapsulación con protección opcional.

Las Figuras 5a-5b ilustran métodos para proteger y encapsular un montaje receptor HCPV (300) con una capa encapsulante ópticamente transparente, como una capa de silicona clara (41). En particular, un adhesivo de silicona ópticamente claro (41) se dispensa en la superficie superior de un montaje receptor HCPV (300) usando métodos de deposición líquida como dispensación con aguja, capa con spray, capa con espiral, relleno con torrente, capa con cortina, capa con hueco, capa con barra medidora, capa con troquel de ranura, capa con baño y/o capa con cuchillo de aire. Como se ilustra esquemáticamente en la Figura 5b, la capa fina de silicona (41) proporciona el llenado y/o alisado de defectos de superficie o asperezas (51) que pueden estar presentes sobre la superficie de las lentes secundarias de vidrio esféricas (51). La capa fina de silicona (41) también encapsula las interconexiones de la película fina del sub-receptor (34) y las uniones de soldadura (201).

La Figura 6 ilustra métodos para unir un elemento principal de lente (400) que incluye una variedad de lentes pequeñas (401) en una caja de módulo HCPV con un único cuerpo (100) con un solo sello continuo (110). En realizaciones particulares de la invención, una variedad de lentes pequeñas plano-convexas de Fresnel o facetadas (401) se moldean en una superficie orientada hacia debajo de una placa de vidrio. En algunas realizaciones de la invención, una capa selladora continua o sellante (102) se dispensa primero en la superficie perimetral orientada hacia arriba de la pestaña de la caja (102) y/o el perímetro orientado hacia debajo de la principal serie de lentes. El elemento principal de lente (400) se alinea después con la variedad de montajes receptores de CPV (300) y se sellan con la caja HCPV (100). Una membrana de ventilación (103) también se une a la caja, lo que completa el montaje del módulo HCPV.

La Figura 7 ilustra métodos para unir barras de metal (600) y cajas de unión (500) adaptadas en un arnés eléctrico (501) a una variedad de módulos HCPV (100). En algunas realizaciones de la invención, las cajas del módulo HCPV (100) están temporalmente aplanadas contra una superficie de referencia con el fin de asegurar la coplanaridad entre los diferentes módulos. Las barras de metal (600) se unen después a los módulos HCPV co-planos (100) usando una estructura adhesiva. El grosor de la línea de unión adhesiva puede controlarse de manera precisa. En más realizaciones de la invención, cierres mecánicos como corchetes de metal pueden usarse como un método alternativo o complementario para unir las cajas de módulo HCPV (100). Estos cierres mecánicos pueden proporcionar una trayectoria base eléctrica entre la caja del módulo HCPV (100) y las barras de metal (600). Los cierres mecánicos también pueden proporcionar la sujeción de una variedad de cajas de módulo HCPV (100) en contacto mecánico con un conjunto de barras de metal (600) mientras el adhesivo estructural se está curando. En algunas realizaciones de la invención, las cajas de unión (600) adaptadas con arneses eléctrico pre-fabricados (501) se unen a los módulos HCPV (100). Se establecen contactos eléctricos con la placa posterior a través de aberturas (101) definidas en la superficie inferior de la caja del módulo HCPV.

Las Figuras 8a-8b ilustran métodos ejemplares de la invención para establecer contactos eléctricos de terminales externas positivas (502+) y negativas (502-) o cables y almohadillas de contacto (206) situadas en la superficie inferior de una placa posterior (200) laminados dentro de una caja de módulo HCPV (100). Una abertura (101) en la caja de módulo HCPV (100) proporciona el área de espacio libre para acceder a las almohadillas de contacto (206) desde la superficie orientada hacia debajo de la caja. En algunas realizaciones de la invención, un montaje de caja de unión (500) se une a la superficie orientada hacia debajo de la caja del módulo HCPV (100) usando una capa adhesiva (501). Las estructuras eléctricamente conductoras (503) como clavijas metálicas o cintas proporcionan un medio para establecer continuidad eléctrica entre los cables externos positivos (502+) y negativos (502-) y las almohadillas de contacto (206) situadas en la superficie inferior de la placa posterior (200). En algunas realizaciones de la invención, las estructuras eléctricamente conductoras (503) se sueldan a las almohadillas de contacto (206) usando un robot soldador. El conector a través de la placa (207) proporciona una trayectoria de continuidad eléctrica entre las marcas metálicas (203) definidas sobre la superficie orientada hacia arriba de la placa posterior (200) y las almohadillas de contacto (206) situadas en la superficie inferior de la placa posterior (200). En otra realización de la invención, los cables externos positivos (502+) y negativos (502-) pueden soldarse directamente a las almohadillas de contacto (206) situadas en la superficie inferior de la placa posterior (200). En otras realizaciones más de la invención, los conectores a través de la placa posterior (207) pueden sustituirse por conectores con clavijas a través de la placa proporcionando así otra manera de establecer continuidad eléctrica entre las marcas metálicas (203) definidas en la superficie orientada hacia arriba de la placa posterior (200) y las almohadillas de contacto (206) situadas en la superficie inferior de la placa posterior (200). La caja de unión puede cerrarse con una tapa (504) y volverse a llenar con compuesto de resina epoxi (505).

La presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a los dibujos acompañantes, donde se muestran las realizaciones de la invención. Sin embargo, esta invención no debería interpretarse como limitativa de las realizaciones aquí expuestas. Más que eso, estas realizaciones se proporcionan para que la divulgación sea rigurosas y completa, y transmitirá al completo el alcance de la invención a aquellos expertos en la técnica. En los dibujos, el grosor de capas y regiones está exagerado por motivos de claridad. Los mismos números se refieren a los mismos elementos desde el principio hasta el fin.

Se entenderá que cuando un elemento tal como una capa, región o sustrato es referido como que está "en" o se extiende "sobre" otro elemento, puede estar directamente en o extenderse directamente sobre el otro elemento, o elementos intermedios también pueden estar presentes. Sin embargo, cuando un elemento es referido como que está "directamente en" o se extiende "directamente sobre" otro elemento, no hay elementos intermedios presentes. También se entenderá que cuando un elemento es referido como que está "conectado" o "acoplado" a otro elemento, puede conectarse o acoplarse directamente a otro elemento o elementos intermedios pueden estar presentes. Sin embargo, cuando un elemento es referido como que está "directamente conectado" o "directamente acoplado" a otro elemento, no hay elementos intermedios presentes.

También se entenderá que, aunque los términos primero, segundo, etc., pueden usarse aquí para describir varios elementos, estos elementos no deberían limitarse por estos términos. Estos términos solamente se usan para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría denominarse un segundo elemento y, similarmente, un segundo elemento podría denominarse un primer elemento, si partir del alcance de la presente invención.

Además, los términos relativos como “más bajo”, “inferior” o “superior” pueden usarse aquí para describir la relación de un elemento con otro elemento como se ilustra en las Figuras. Se entenderá que los términos relativos pretenden abarcar diferentes orientaciones del dispositivo además de la orientación representada en las Figuras. Por ejemplo, si el dispositivo en una de las figuras está dado la vuelta, los elementos descritos como que están en el lado “inferior” de otros elementos podrían entonces estar en los lados “superiores” de los otros elementos. El término ejemplar “inferior” puede, por lo tanto, abarcar ambas orientaciones, “inferior” y “superior”, dependiendo de la orientación particular de la figura. Similarmente, si el dispositivo en una de las figuras está dado la vuelta, los elementos descritos como “debajo” o “abajo” podrían entonces estar orientados “encima” de otros elementos. Los términos ejemplares “debajo” o “abajo” pueden, por lo tanto, abarcar tanto la orientación de arriba como la de abajo.

La terminología usada en la descripción de la invención tiene el fin de describir realizaciones particulares solamente y no pretende limitar la invención. Como se usa en la descripción de la invención y las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares “un”, “una”, “uno”, “el” y “la” pretenden incluir también formas plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. También se entenderá que el término “y/o” como aquí se usa se refiere a y abarca cualquiera y todas las posibles combinaciones de uno o más términos asociados enumerados. Se entenderá además que los términos “comprende” y/o “que comprende”, cuando se usan en esta especificación, especifican la presencia de características establecidas, números, etapas, operaciones, elementos y/o componentes, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

Las realizaciones de la invención aquí se describen con referencia a ilustraciones en sección transversal que son ilustraciones idealizadas (y estructuras intermedias) de la invención. Así, se esperarán variaciones de las formas de las ilustraciones como resultado, por ejemplo, de técnicas de fabricación y/o tolerancias. Así, las realizaciones de la invención no deberían interpretarse como limitativas de las formas y regiones particulares aquí ilustradas, sino que incluyen desviaciones en formas que son el resultado, por ejemplo, de la fabricación. Por ejemplo, una región implantada ilustrada como un rectángulo tendrá, típicamente, características redondeadas o curvadas y/o un gradiente de concentración de implante en sus bordes más que un cambio binario de la región implantada o no implantada. Así, las regiones ilustradas en las figuras son esquemáticas por naturaleza y sus formas no pretenden ilustrar la forma real de una región de un dispositivo y no pretenden limitar el alcance de la invención.

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un módulo fotovoltaico de tipo concentrador, que comprende:

5 una caja de módulo (100) que tiene una superficie inferior rígida;
 una placa posterior flexible (200) dentro de la caja (100) y laminada para la superficie inferior rígida
 mediante una capa adhesiva (110), comprendiendo la placa posterior flexible (200) una serie de sustratos
 intercaladores (31) que incluyen células solares impresas mediante transferencia (35) en los mismos y una
 10 red de interconexión (34) que proporciona conexiones eléctricas a las células solares (35);
 un respectivo elemento secundario de lente con forma esférica (50) en las respectivas células solares (35)
 dentro de la caja (100);
 una capa encapsulante ópticamente transparente (41) sobre una superficie del respectivo elemento
 secundario de lente (50), donde la capa encapsulante (41) protege el respectivo elemento secundario de
 15 lente (50), donde la capa encapsulante (41) es una capa de silicona ópticamente clara, y donde la superficie
 del respectivo elemento secundario de lente que incluye la capa encapsulante tiene un índice refractivo
 diferente al del elemento secundario de lente; y
 un elemento principal de lente (400) unido a la caja (100) opuesto a y separado de la superficie inferior
 rígida, donde el elemento principal de lente (400) está colocado para concentrar la luz en las respectivas
 20 células solares (35) a través del elemento secundario de lente (50).

2. El módulo de la reivindicación 1, que comprende:

un adhesivo transparente en una respectiva superficie orientada hacia arriba de las células solares (35) y que une el
 respectivo elemento secundario de lente (50) en el mismo, donde dicho adhesivo transparente es una capa de
 25 silicona ópticamente clara.

3. El módulo de la reivindicación 2, donde el respectivo elemento secundario de lente (50) incluye uno o más
 defectos en la superficie del mismo, y donde la capa encapsulante llena sustancialmente uno o más defectos para
 alisar la superficie del respectivo elemento secundario de lente (50).

4. El módulo de la reivindicación 3, donde las células solares (35) incluyen una respectiva estructura separadora (36)
 en la respectiva superficie orientada hacia arriba de la misma, y donde el elemento secundario de lente (50) está
 30 auto-centrado por la estructura separadora (36).

5. El módulo de la reivindicación 4, donde la caja del módulo (100) comprende una estructura de un único cuerpo
 que tiene una geometría cerrada por abajo, donde la superficie rígida proporciona una superficie inferior de la
 35 estructura de un único cuerpo, y donde la placa posterior flexible (200) está laminada directamente en la superficie
 rígida por la capa adhesiva (110).

6. El módulo de la reivindicación 5, que comprende:

una estructura de barra térmicamente conductora (600) unida a la superficie rígida opuesta a la placa posterior
 flexible (200) y fuera de la caja (100), donde la estructura de barra (600) aumenta una horizontalidad y/o firmeza de
 40 la superficie rígida.

7. El módulo de la reivindicación 6, que comprende:

Un montaje de unión de caja (500) unido a la superficie rígida opuesta a la placa posterior flexible (200) y fuera de la
 45 caja (100), comprendiendo el montaje de caja de unión (500) estructuras eléctricamente conductoras (501) que se
 extienden a través de una abertura (101) en la superficie rígida para contactar con la red de interconexión (34) de la
 placa posterior flexible (200) y proporcionar conexiones eléctricas entre las células solares (35) y una o más
 50 terminales externas.

8. El módulo de la reivindicación 5 o cualquier reivindicación dependiente de la reivindicación 5, donde las células
 solares (35) comprenden respectivamente un sustrato intercalador térmicamente conductor y eléctricamente aislante
 (31) que está montado en la superficie de la placa posterior flexible (200) y una capa fotovoltaica de película fina que
 55 está impresa por transferencia en el sustrato intercalador (31).

9. El módulo de la reivindicación 8, donde el elemento principal de lente (400) comprende una variedad de lentes
 pequeñas unidas a la estructura de cuerpo único mediante un sello continuo que se extiende a lo largo de un
 60 perímetro de la estructura de único cuerpo.

10. El módulo de la reivindicación 9, donde la placa posterior flexible (200) tiene un grosor de aproximadamente
 0,063 pulgadas o menos, donde una o más células solares (35) tienen respectivas áreas superficiales inferiores a 1
 milímetro cuadrado, y donde las lentes pequeñas del elemento principal de lente (400) proporcionan
 65 respectivamente una concentración de luz de lente a célula de aproximadamente 1000 veces o más.

11. El módulo de cualquier reivindicación precedente, donde la red de interconexión (34) conecta eléctricamente con las células solares (35) en bloques en paralelo, donde un respectivo diodo protector de polarización opuesta en la placa posterior flexible (200) está conectado en paralelo con cada bloque paralelo de células solares (35).

5 12. Un método para fabricar un módulo fotovoltaico de tipo concentrador, comprendiendo el método:

10 laminar una placa posterior flexible (200) en una superficie rígida interna de una caja de módulo (100) usando una capa adhesiva (110), comprendiendo la placa posterior flexible (200) una variedad de sustratos intercaladores (31) que incluyen células solares impresas mediante transferencia (25) en los mismos y una red de interconexión (34) que proporciona conexiones eléctricas a las células solares (35);
 15 proporcionar un respectivo elemento secundario de lente con forma esférica (50) en las respectivas células solares (35) dentro de la caja (100);
 depositar una capa de encapsulación ópticamente transparente (40, 41) sobre el elemento secundario de lente (50) de las respectivas células solares (35), donde una superficie del elemento secundario de lente (50) que incluye la capa de encapsulación (40, 41) tiene un índice refractivo diferente al del elemento secundario de lente (50), y donde dicha capa de encapsulación ópticamente transparente es una capa de silicona ópticamente clara; y
 20 unir un elemento principal de lente (400) a la caja (100) opuesta a y separada de la superficie rígida, donde el elemento principal de lente (400) está colocado para concentra la luz en las respectivas células solares (35) a través del elemento secundario de lente (50).

13. El método de la reivindicación 12, donde la acción de proporcionar el elemento secundario de lente (50) en las respectivas células solares (35) comprende:

25 dispensar un adhesivo transparente (40, 41) en las respectivas células solares (35) opuestas a la placa posterior (200), donde dicho adhesivo transparente es una capa de silicona ópticamente clara; y
 proporcionar un elemento secundario de lente con forma esférica (50) en el adhesivo transparente (40, 41) en las respectivas células solares (35), donde el elemento secundario de lente (50) incluye uno o más defectos en la superficie del mismo, y donde la deposición de la capa de encapsulación ópticamente
 30 transparente (40, 41) comprende:
 depositar la capa de encapsulación ópticamente transparente (40, 41) para llenar sustancialmente uno o más defectos para alisar la superficie del elemento secundario de lente (50) de las respectivas células solares (35).

35 14. El método de la reivindicación 13, donde las células solares (35) incluyen una respectiva estructura separadora (36) sobre una superficie de las mismas, y donde el elemento secundario de lente (50) está auto-centrado por la estructura separadora.

40 15. El método de la reivindicación 14, donde la caja del módulo (100) comprende una estructura de un único cuerpo que tiene una geometría con fondo cerrado, donde la superficie rígida define una superficie inferior de la estructura de único cuerpo, y donde la placa posterior flexible (200) está laminada directamente en la superficie rígida por la capa adhesiva (110).

45 16. El método de la reivindicación 15, que comprende:

Impresión por transferencia de una capa fotovoltaica con película fina sobre una superficie de un sustrato intercalador térmicamente conductor y eléctricamente aislante (31) para definir las respectivas células
 50 solares (35); y
 montaje superficial de los sustratos intercaladores (31) en la placa posterior flexible (200) para definir la variedad de células solares (35) antes de laminar la placa posterior flexible (200) en la superficie rígida de la caja del módulo (100).

17. El método de la reivindicación 16, donde la laminación de la placa posterior flexible (200) comprende:

55 depositar la capa adhesiva (110) sobre una superficie de la placa posterior flexible opuesta a una o más células solares (35) y/o sobre la superficie rígida de la caja (100);
 alinear la placa posterior flexible (200) con un indicador de referencia en la superficie rígida; y
 60 pegar la placa posterior flexible (200) con la superficie rígida con la capa adhesiva (110) usando un proceso de laminación en vacío, proceso de laminación con rollo caliente, o distribución de presión sustancialmente igualada.

18. El método de la reivindicación 15 o cualquier reivindicación dependiente de la reivindicación 15, donde el elemento principal de lente (400) comprende una variedad de lentes pequeñas, y donde unir el elemento principal de lente comprende:

65

proporcionar una capa selladora continua (102) a lo largo de un perímetro de la estructura de cuerpo único y/o el elemento principal de lente (400);
5 alinear el elemento principal de lente (400) con las células solares (35) en la superficie rígida de tal manera que las lentes pequeñas estén concentradas para concentrar luz en las respectivas células solares a través del respectivo elemento secundario de lente (50); y
contactar el elemento principal de lente (400) con el perímetro de la estructura de cuerpo único de tal manera que la capa selladora (102) proporcione un sello continuo a lo largo del perímetro.

10 **19.** El método de la reivindicación 15 o cualquier reivindicación dependiente de la reivindicación 15, que comprende:

tirar de la superficie rígida contra una superficie de referencia sustancialmente plana; y después
15 unir una estructura de barra térmicamente conductora (600) a la superficie rígida opuesta al plano posterior flexible (200) y fuera de la caja (100), donde la estructura de barra (600) aumenta una horizontalidad y/o firmeza de la superficie rígida.

20 **20.** El método de la reivindicación 19, que comprende:

unir un montaje de caja de unión (500) a la superficie rígida opuesta al plano posterior flexible (200) y fuera
25 de la caja (100), comprendiendo el montaje de caja de unión (500) estructuras eléctricamente conductoras (501) que se extienden a través de una abertura (101) en la superficie rígida para contactar con la red de interconexión (34) del plano posterior flexible (200) y proporciona conexiones eléctricas entre las células solares (35) y una o más terminales externas.

30 **21.** El método de la reivindicación 12 o reivindicación 13, donde la caja del módulo es una caja de módulo de un único cuerpo, comprendiendo el método además:

unir una estructura de barra térmicamente conductora (600) a la superficie rígida de la caja del módulo
35 (100) opuesta al plano posterior flexible (200), donde la estructura de barra (600) aumenta una horizontalidad y/o firmeza de la superficie rígida; y
unir un montaje de caja de unión (500) a la superficie rígida de la caja del módulo (100) opuesta al plano posterior flexible (200), comprendiendo el montaje de caja de unión (500) estructuras eléctricamente conductoras (501) que se extienden a través de una abertura (101) en la superficie rígida para contactar con la red de interconexión (34) del plano posterior flexible (200) y proporciona conexiones eléctricas a terminales externas.

40 **22.** El método de la reivindicación 21 que depende de la reivindicación 13, donde la etapa de laminar la placa posterior flexible (200) comprende:

depositar la capa adhesiva (110) sobre una superficie del plano posterior flexible (200) opuesto a una o más
45 células solares (35) y/o sobre la superficie rígida de la caja (100);
alinear el plano posterior flexible (200) con un indicador de referencia en la superficie rígida; y
pegar el plano posterior flexible (200) a la superficie rígida con una capa adhesiva (110) usando un proceso de laminación en vacío, proceso de laminación con rollo caliente, o distribución de presión sustancialmente
50 igualada.

55

60

65

70

75

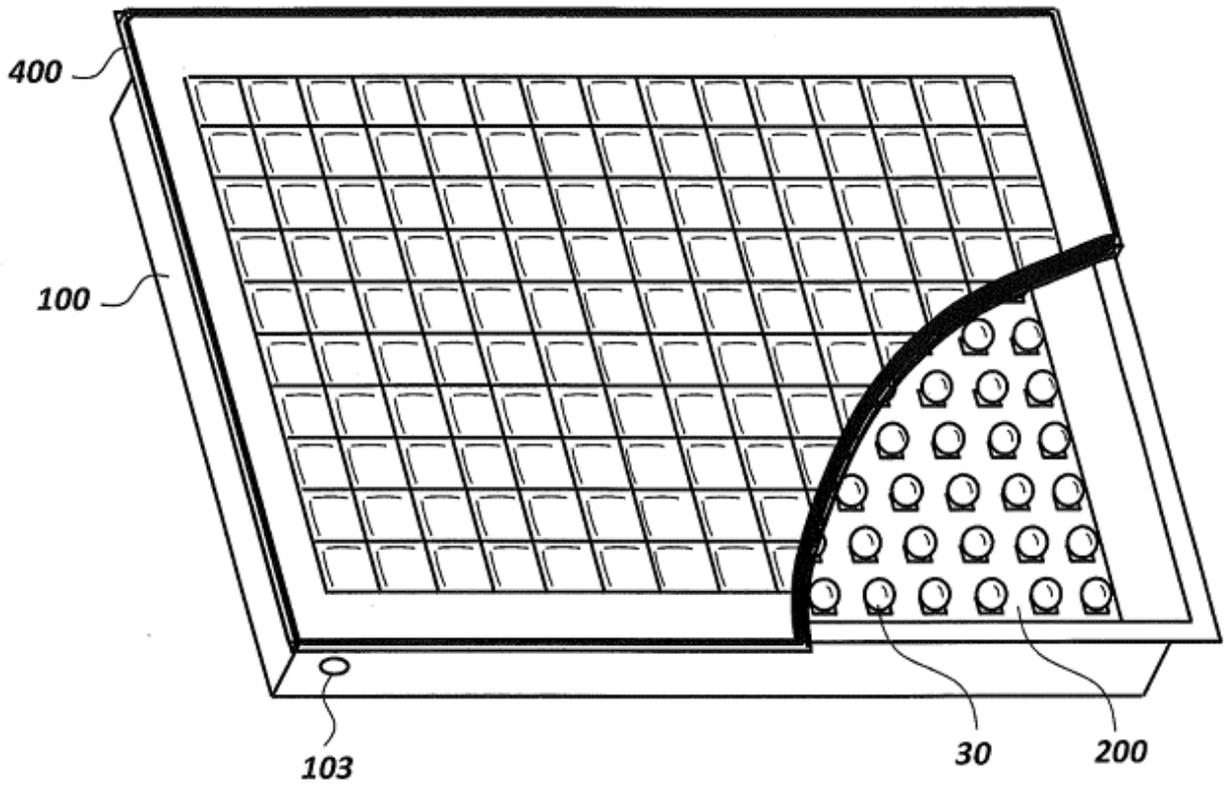


Figura 1

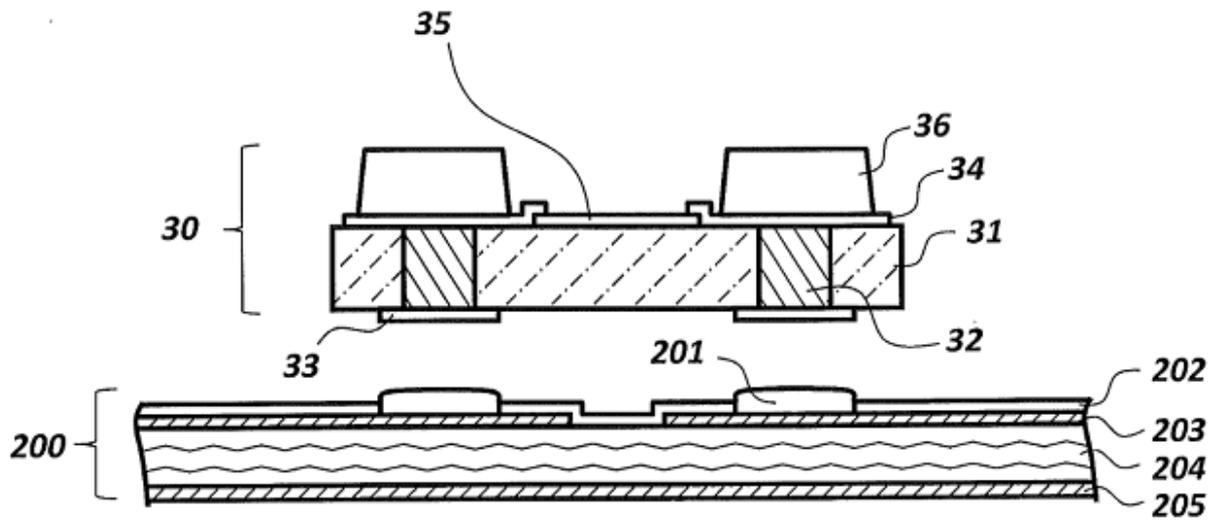


Figura 2a

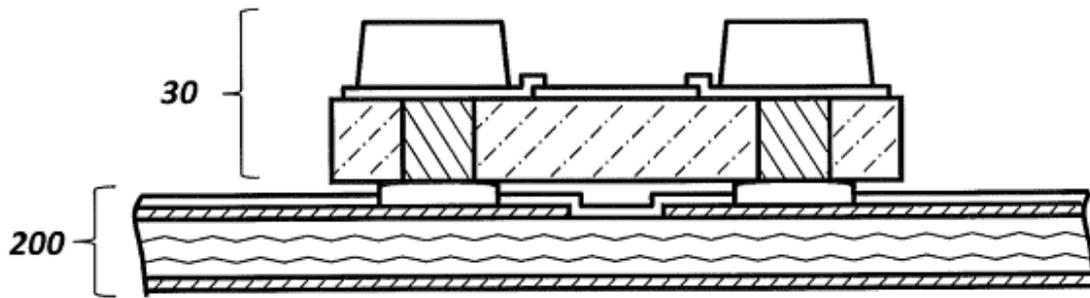


Figura 2b

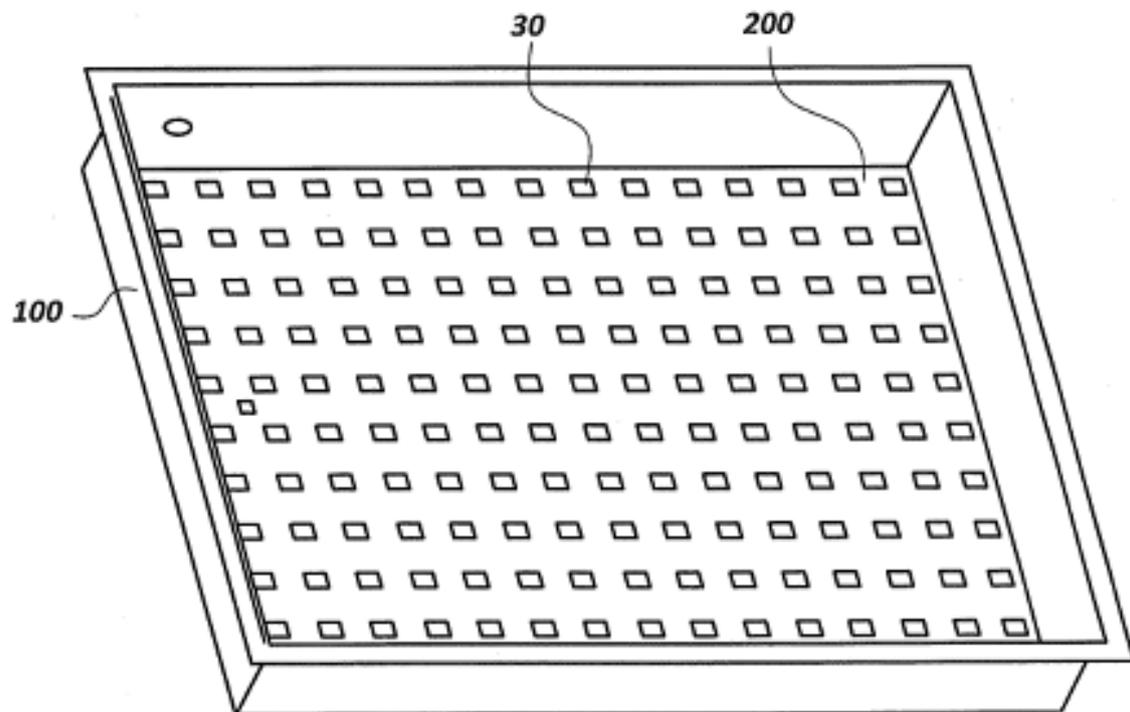
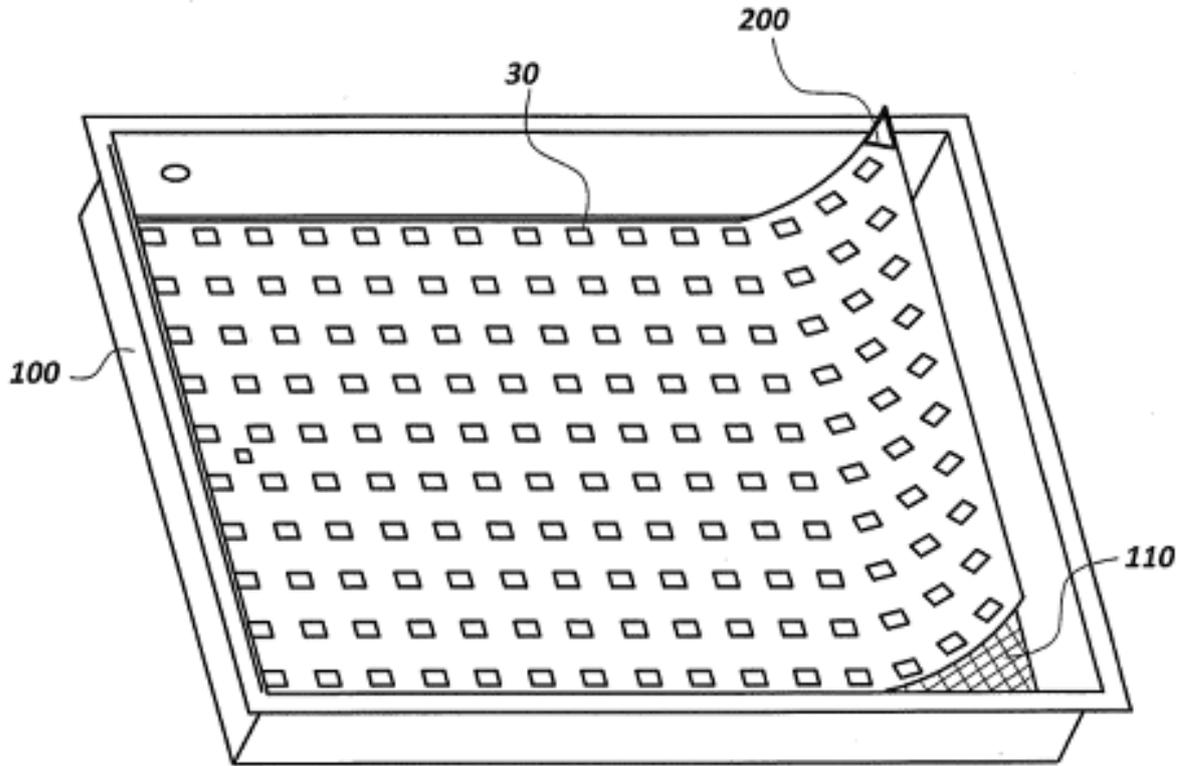


Figura 3

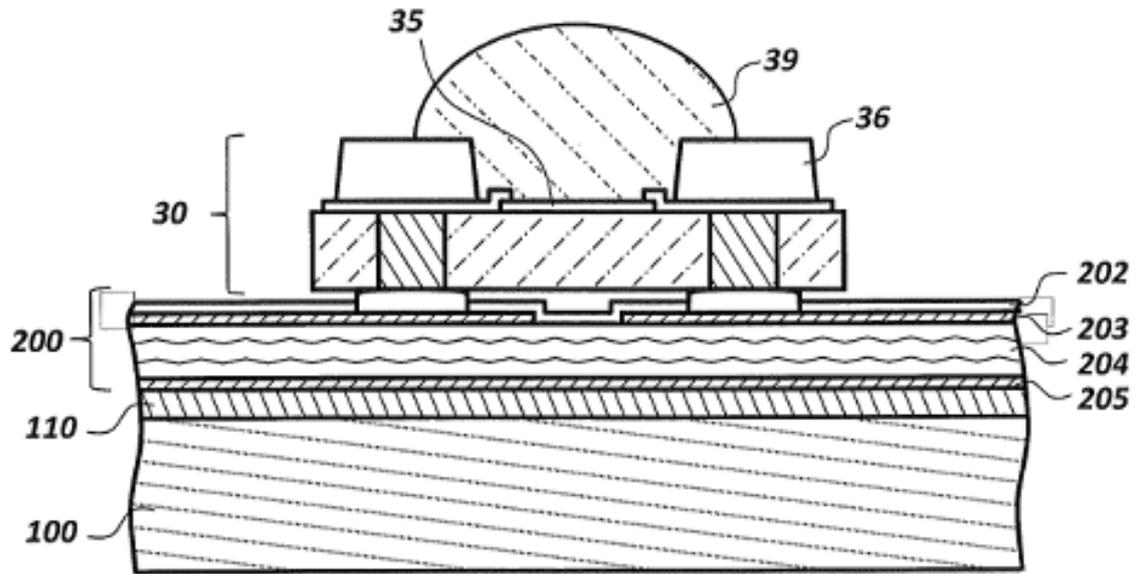


Figura 4a

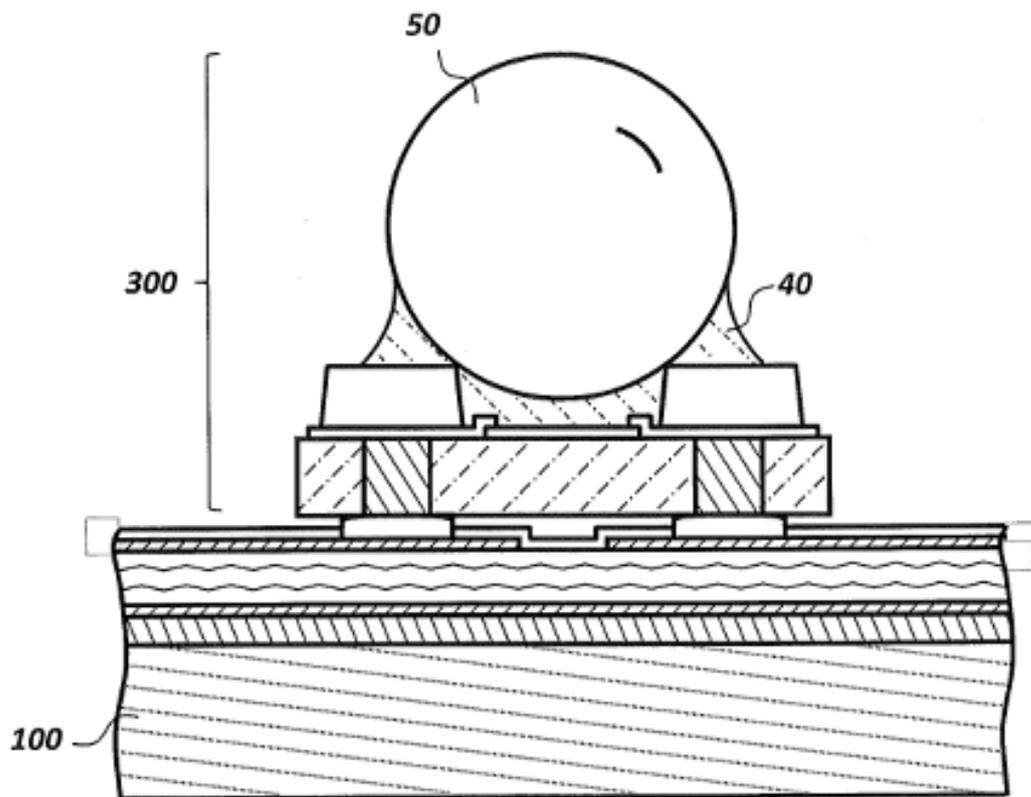


Figura 4b

Figura 5b

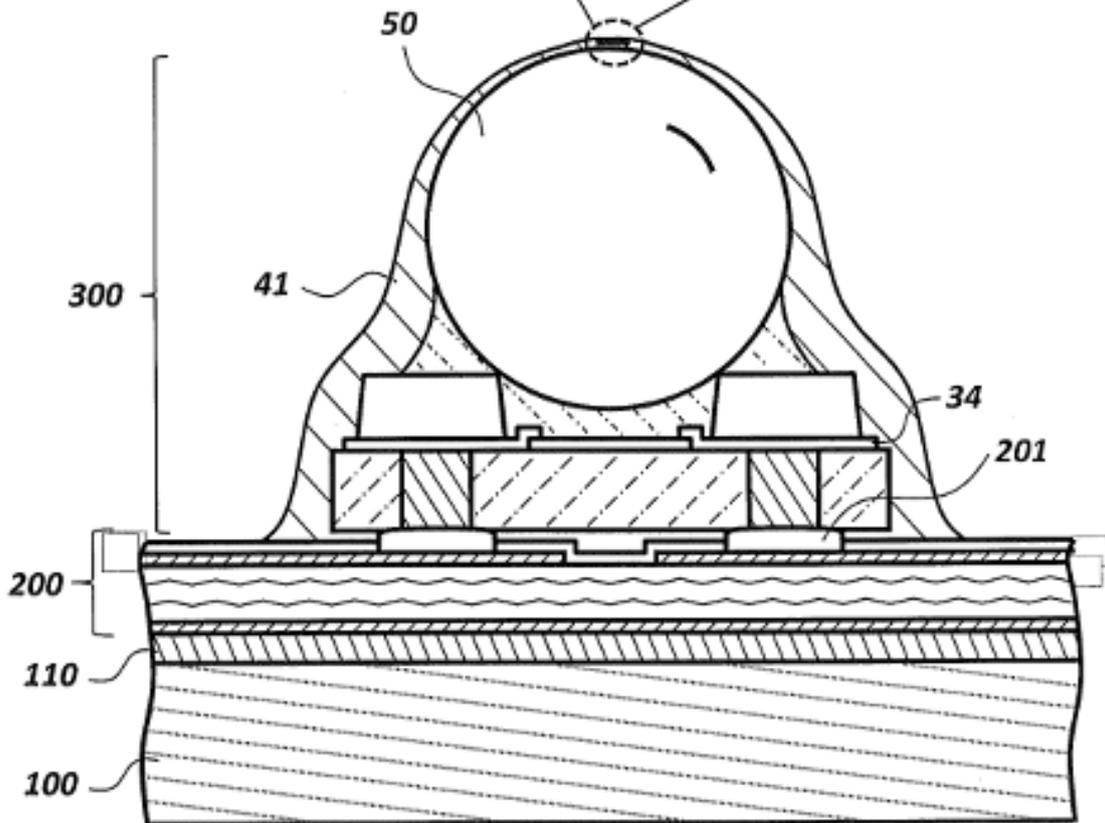
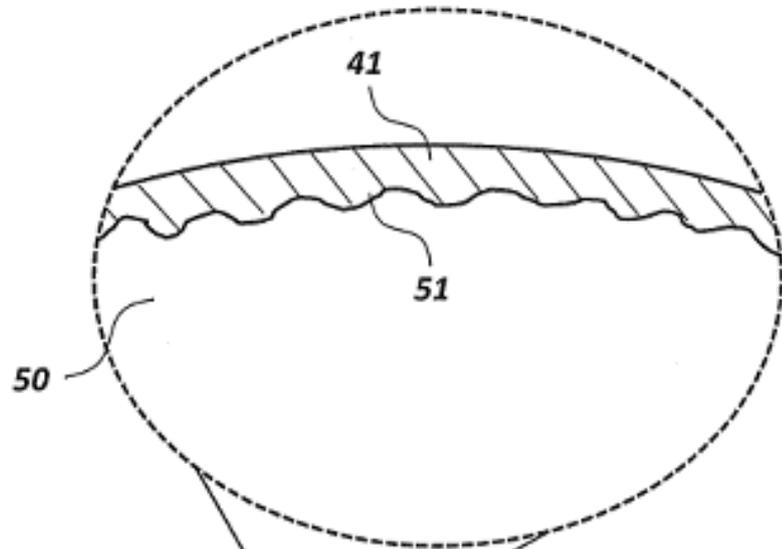


Figura 5a

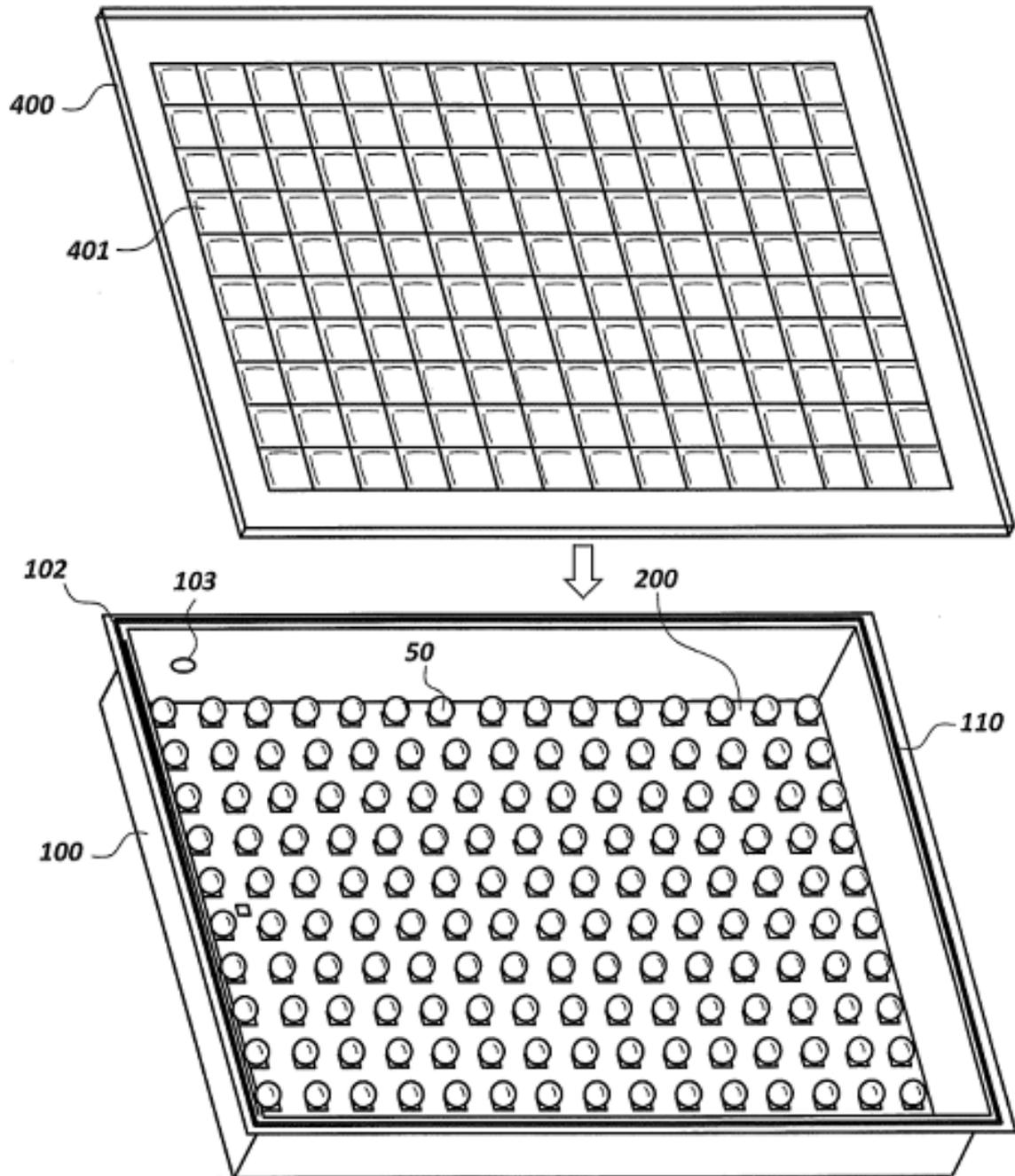


Figura 6

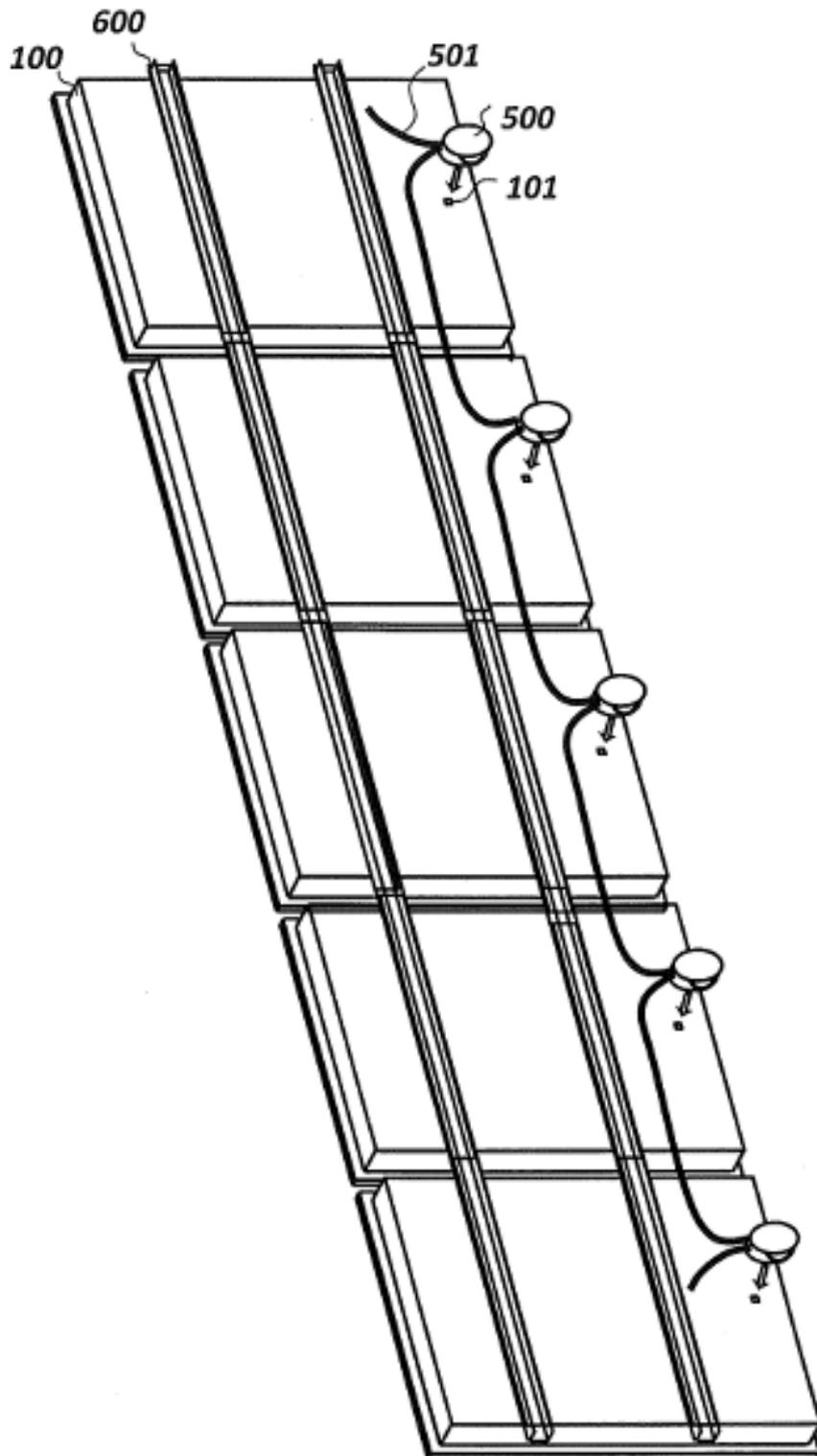


Figura 7

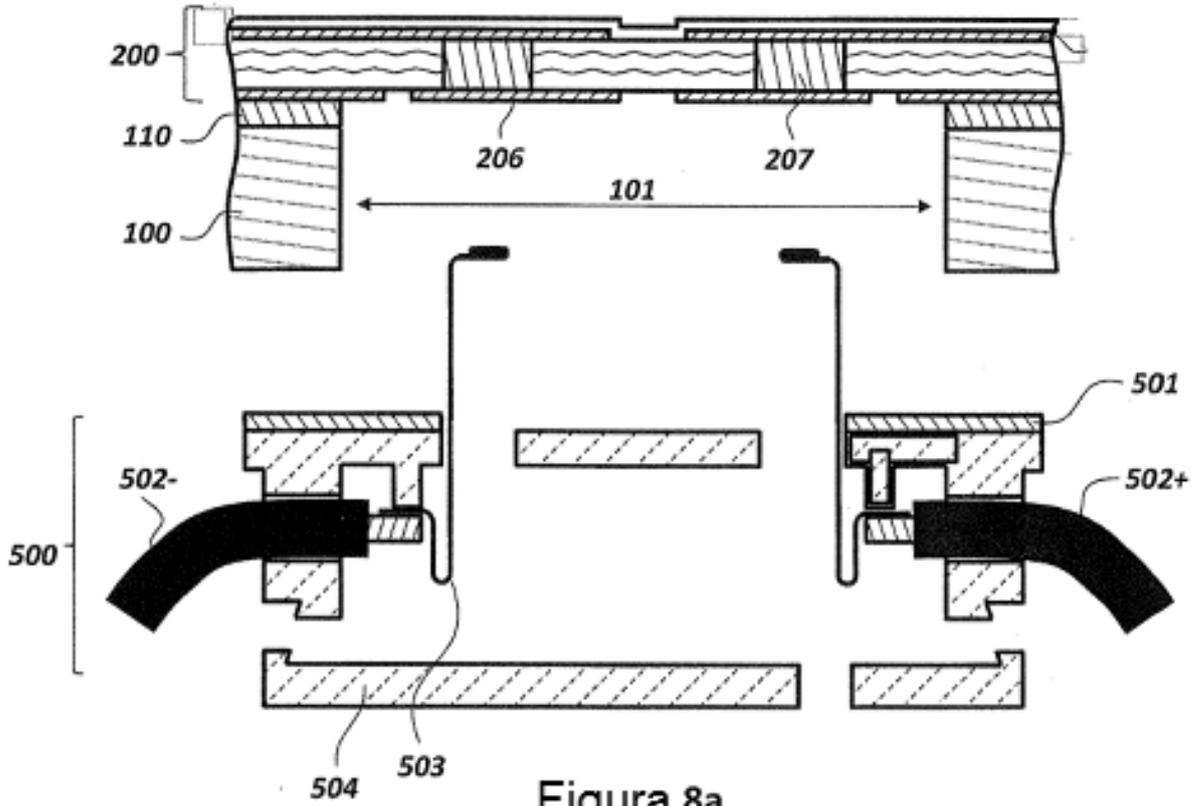


Figura 8a

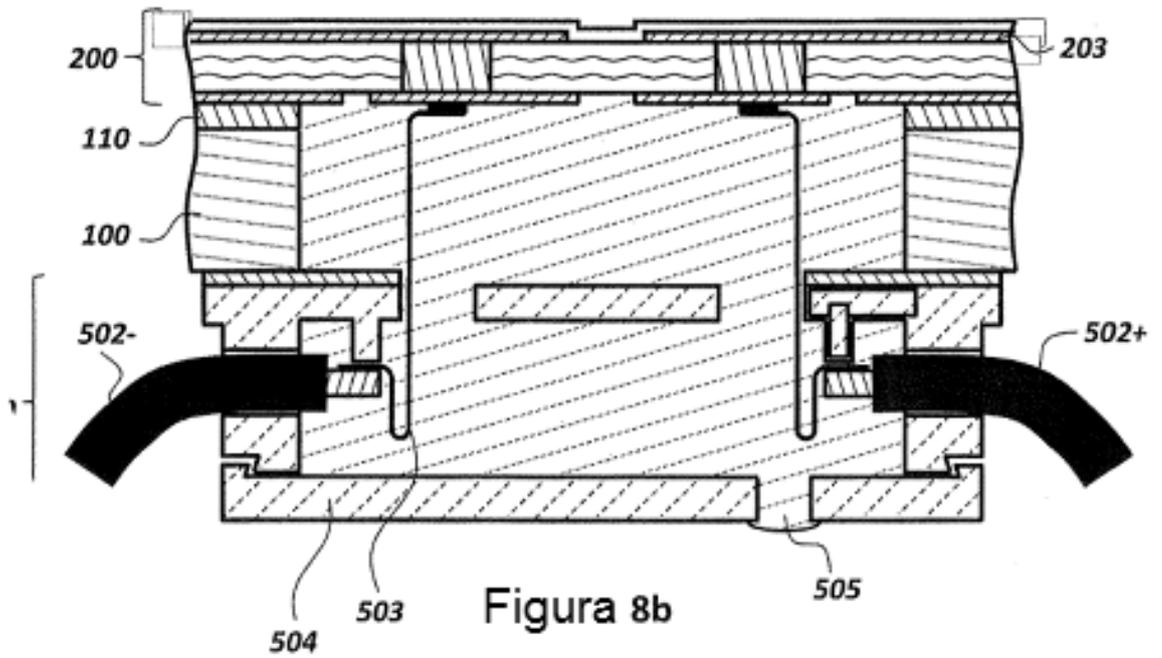


Figura 8b