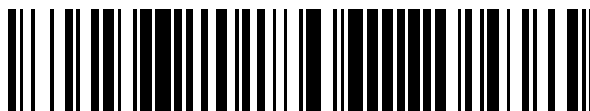


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 509 967**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042 (2014.01)

H01L 31/02 (2006.01)

H01L 31/05 (2014.01)

H01L 31/052 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.02.2011** **E 11001542 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014** **EP 2492966**

54 Título: **Disposiciones de células solares para módulos fotovoltaicos concentradores**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.10.2014

73 Titular/es:

SOITEC SOLAR GMBH (100.0%)
Bötzingenstrasse 31
79111 Freiburg, DE

72 Inventor/es:

GERSTER, ECKART y
ZIEGLER, MARTIN

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 509 967 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

Disposiciones de células solares para módulos fotovoltaicos concentradores

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a disposiciones de células solares que comprenden células solares, electrodos planos de contacto y al menos un diodo (de derivación) para módulos fotovoltaicos concentradores.

Antecedentes de la invención

- 10 Las células fotovoltaicas o solares están diseñadas para convertir la radiación solar en corriente eléctrica. En aplicaciones fotovoltaicas solares de concentrador, la luz solar entrante se concentra ópticamente antes de dirigirse a células solares. Por ejemplo, la luz solar entrante la recibe un espejo primario que refleja la radiación recibida hacia un espejo secundario que, a su vez, refleja la radiación hacia una célula solar, que convierte la radiación concentrada en corriente eléctrica mediante la generación de pares de electrón-hueco en un semiconductor de los grupos III-V o silicio monocristalino, por ejemplo.

- 15 La célula solar comprende un dado semiconductor con electrodos planos de contacto metalizados y, por tanto, requiere un cierto modo de paquete de circuitos integrados o conjunto de célula solar en el que la célula solar se conecte a uno o más dispositivos funcionales. El conjunto de célula solar (SCA) puede proporcionar, particularmente, protección ambiental, disipación de calor y conectividad eléctrica a la célula solar.

- 20 En la técnica, los SCA se fabrican sobre una única base de sustrato continua o comprenden múltiples componentes que están eléctricamente aislados entre sí. Un aspecto crítico es el contacto por el lado posterior de la célula solar con el sustrato del SCA. Convencionalmente, un único sustrato continuo que funciona como sustrato de enfriamiento hace contacto con el lado posterior de una célula solar por medio de deposición de un metal noble selectivo (por ejemplo, oro), lo que representa una etapa de procesamiento compleja y que requiere mucho tiempo, además de cara.

- 25 La provisión de varios elementos de material eléctricamente aislante a menudo da como resultado una conductividad térmica mala y, por tanto, una conexión térmica global ineficaz de la célula solar. Además, la provisión de materiales de diferentes características de material conlleva mayores gastos y una pluralidad de regiones de conexión y, por tanto, da como resultado un deterioro importante de la fiabilidad (a lo largo de toda la vida útil) del SCA fabricado.

- 30 Además, en la técnica de los módulos fotovoltaicos concentradores, cada célula solar se cablea individualmente, por ejemplo, por medio de un diodo de derivación para su protección frente a sobretensión inversa. Superficies de contacto de electrodo plano relativamente grandes y, por tanto, grandes componentes semiconductores, están implicados cuando se usa el diodo como elemento de cableado, por ejemplo como en el documento WO 2006/027225 A1. Si, alternativamente, se usa un electrodo plano de cableado basado en la tecnología de las placas de circuito impreso para el cableado de la célula solar, existe un riesgo elevado de que la placa de circuito se dañe por la luz solar concentrada debido a los compuestos orgánicos incluidos.

- 35 Por tanto, a pesar del reciente avance en ingeniería, todavía existe la necesidad de proporcionar un SCA que muestre un contacto eléctrico fiable, conductividad térmica eficaz y, además, que tenga en cuenta la racionalización de la producción.

Descripción de la invención

- 40 La presente invención aborda la necesidad mencionada anteriormente y, por consiguiente, proporciona una configuración de disposición de células solares que comprende

una pluralidad de células solares previstas sobre al menos un sustrato;

una pluralidad de electrodos planos de contacto, un electrodo plano de contacto para cada una de la pluralidad de células solares, previstas sobre el al menos un sustrato;

cableado eléctrico que conecta cada una de la pluralidad de células solares con uno correspondiente de la pluralidad de electrodos planos de contacto; y

- 45 un diodo conectado eléctricamente con al menos dos de la pluralidad de células solares, en particular, conectado con un electrodo plano de contacto correspondiente (previsto para el diodo) conectado con el electrodo plano de contacto de al menos dos de la pluralidad de células solares.

- 50 En particular, cada célula solar puede proporcionarse sobre un respectivo sustrato individual (un sustrato para cada célula solar) que puede funcionar como sustrato difusor térmico. Cada célula solar es adyacente a un electrodo plano de contacto previsto sobre el mismo sustrato sobre el que se proporciona la célula solar. El diodo puede proporcionarse sobre el mismo sustrato o sobre un sustrato diferente de aquéllos sobre los que se proporcionan las células solares y los electrodos planos de contacto. En particular, los electrodos planos de contacto pueden estar

hechos totalmente de metal.

Según la invención, cada célula solar está conectada eléctricamente con un electrodo plano de contacto y, a través del electrodo plano de contacto, con un diodo que protege la célula solar frente una sobretensión inversa. Alternativamente, la célula solar puede hacer contacto directamente con el diodo. Por tanto, el diseño del cableado según la invención ofrece más flexibilidad en comparación con la técnica.

Sin embargo, a diferencia de la técnica, múltiples células solares están conectadas a un mismo diodo, por ejemplo, a través del electrodo plano de contacto correspondiente. Por tanto, no existe la necesidad de un componente semiconductor grande previsto para cada célula solar individual sino que un diodo puede proporcionar protección frente a sobretensión para múltiples células solares. Además, según la invención la superficie superior del diodo no tiene que diseñarse de manera que permita albergar conductores y cableados para poner en contacto directamente una célula solar y la sustancia termodifusora adyacente. El cableado eléctrico necesario de las células solares y las sustancias termodifusoras en paralelo se proporciona mediante los electrodos planos de contacto que pueden hacerse con un coste relativamente bajo en comparación con los diodos semiconductores pn de la técnica. Las propiedades geométricas del diodo previsto en la configuración de disposición de células solares de la invención vienen determinadas únicamente por las especificaciones eléctricas y térmicas exigidas.

Según una realización, los electrodos planos de contacto no incluyen ninguna capa de aislamiento al contrario que las placas de circuito usadas en la técnica. Según una realización adicional, los electrodos planos de contacto se proporcionan sobre el al menos un sustrato por medio de un adhesivo eléctricamente aislante, en particular, un adhesivo transparente, por ejemplo, un adhesivo de resina epoxídica transparente, que evita la absorción de la luz solar concentrada entrante. Alternativamente, puede realizarse de manera que el adhesivo esté ubicado sólo bajo el electrodo plano de contacto sin riesgo de que la luz solar concentrada incida sobre el mismo.

Además, los electrodos planos de contacto que tienen que ser adecuados para el cableado de las células solares y el sustrato adyacente así como el diodo pueden comprender una base hecha de aluminio, cobre, bronce o latón y/o una superficie para la conexión eléctrica hecha de oro, plata, paladio, cobre, aluminio, níquel, estaño o zinc.

Según un ejemplo, el diodo que está conectado con al menos dos de los electrodos planos de contacto puede proporcionarse en forma de un diodo semiconductor (Schottky) de metal. Puesto que el cableado principal de las células solares lo proporcionan los electrodos planos de contacto, puede seleccionarse un diodo Schottky en lugar de un diodo pn grande como en la técnica. Puede usarse un diodo Schottky con una pérdida de tensión de hasta tan sólo 0,4 V, es decir aproximadamente la mitad de la pérdida de tensión provocada por un diodo pn. En comparación, un diodo semiconductor pn de derivación tal como se usa en la técnica da como resultado una caída de tensión de aproximadamente 0,8 V y, de ese modo, una pérdida de tensión del módulo fotovoltaico concentrador completo en caso de derivación. Por tanto, la pérdida de tensión en caso de derivación puede reducirse en comparación con la técnica y puede aumentarse la eficacia global de la configuración de disposición de células solares y el módulo concentrador que comprende la configuración de disposición de células solares. Además, el tamaño del dado de diodo requerido puede reducirse puesto que la pérdida de potencia térmica es menor para el diodo Schottky.

Tal como ya se mencionó, el al menos un sustrato puede funcionar como difusor térmico y, por tanto, puede ser un sustrato térmico y eléctricamente conductor para una o más células solares. Según un ejemplo particular, el al menos un sustrato sobre el que se proporcionan células solares comprende o consiste en aluminio o una aleación de aluminio. Por tanto, cada una de la pluralidad de células solares y cada uno de la pluralidad de electrodos planos de contacto pueden proporcionarse sobre un único sustrato difusor térmico correspondiente y la célula solar sobre un sustrato difusor térmico está conectada eléctricamente con el electrodo plano de contacto previsto sobre el mismo sustrato y el electrodo plano de contacto está conectado eléctricamente con un diodo que puede estar previsto sobre un sustrato diferente.

Según una realización de la invención, el al menos un sustrato se proporciona directamente, sin adhesión, sobre un sustrato de soporte eléctricamente aislante, en particular, un sustrato de soporte de vidrio. Pueden proporcionarse sustratos individuales, cada uno dotado de una o más células solares, cada una conectada eléctricamente con un electrodo plano de contacto previsto en el mismo sustrato, en el mismo sustrato de soporte. Por ejemplo, un sustrato (difusor térmico) de aluminio puede aplicarse al sustrato de soporte (por ejemplo, hecho de vidrio) por medio de un proceso de pulverización térmica o recubrimiento con plasma. De ese modo, el aluminio puede unirse de manera fiable a la superficie de vidrio. La pulverización o recubrimiento normalmente da como resultado una distribución gaussiana del grosor de la capa de aluminio pulverizada o recubierta. En este caso, cada célula solar puede proporcionarse sobre el sustrato correspondiente en la región de mayor grosor del sustrato así formado (capa de aluminio, por ejemplo) de manera que el calor generado por la célula solar puede difundirse de manera óptima a través del sustrato.

Alternativamente, el al menos un sustrato es una placa plana de aluminio o aleación de aluminio y se proporciona por medio de un adhesivo sobre un sustrato de soporte eléctricamente aislante, en particular, un sustrato de soporte de vidrio o un sustrato de metal que comprende una capa dieléctrica en la superficie superior sobre la que se proporciona el al menos un sustrato, por ejemplo, una placa plana de aluminio. El al menos un sustrato puede ser adecuado para una o más células solares dependiendo de las dimensiones del sustrato. Si el sustrato lleva más de

una célula solar, son necesarias menos conexiones eléctricas.

El al menos un sustrato puede recubrirse mediante un recubrimiento que proporciona conexión térmica y eléctrica con la célula solar y/o el diodo. El recubrimiento es habitualmente más delgado que el propio sustrato y puede estar hecho de o comprender uno o más de plata, níquel, estaño, cobre, u otros materiales o aleaciones adecuados como superficie para un adhesivo o material de soldadura eléctricamente conductor. Las células solares y/o el diodo pueden proporcionarse sobre el recubrimiento por medio de un adhesivo o material de soldadura eléctricamente conductor, en particular, un adhesivo o material de soldadura de plata que garantiza una conexión eléctrica fiable.

Alternativamente, el al menos un sustrato es una placa plana de aluminio y se proporciona por medio de un adhesivo sobre un sustrato de soporte eléctricamente aislante, en particular, un sustrato de soporte de vidrio o un sustrato de metal que comprende una capa dieléctrica en la superficie superior sobre la que se proporciona el al menos un sustrato, por ejemplo, la placa plana de aluminio.

Además, en el presente documento se proporciona un módulo fotovoltaico concentrador que comprende la configuración de disposición de células solares según uno de los ejemplos descritos anteriormente. El módulo de células solares de concentrador puede comprender cualquier óptica de concentrador primario, por ejemplo, espejos y lentes de Fresnel, tal como se conoce en la técnica. El módulo de células solares concentrador puede comprender adicionalmente una óptica secundaria, por ejemplo, lentes de bóveda, concentradores parabólicos compuestos, pirámides truncadas o conos truncados.

Características y ventajas adicionales de la presente invención se describirán con referencia a los dibujos. En la descripción, se hace referencia a las figuras adjuntas que pretenden ilustrar realizaciones preferidas de la invención. Se entiende que tales realizaciones no representan todo el alcance de la invención.

La figura 1 ilustra un ejemplo de una configuración de disposición de células solares que comprende dos disposiciones de células solares y un diodo según la presente invención.

La figura 2 ilustra un ejemplo de una configuración de disposición de células solares que comprende dos disposiciones de células solares y un diodo similar al mostrado en la figura 1 pero con un cableado diferente.

La figura 3 ilustra otro ejemplo de una configuración de disposición de células solares que comprende dos células solares y un diodo, en la que una de las células solares y el diodo están previstos sobre el mismo sustrato.

Una realización a modo de ejemplo de la configuración de disposición de células solares de la invención se muestra en la figura 1. La configuración incluye un sustrato de soporte 1, por ejemplo, hecho de vidrio. Sobre el sustrato de soporte 1 está previsto un primer sustrato térmica y eléctricamente conductor 2, por ejemplo, en forma de una capa de aluminio pulverizada sobre el sustrato de soporte 1. Sobre el sustrato 2 está formado un recubrimiento 3 para la conexión térmica y eléctrica con un célula solar 4 y un recubrimiento 3' para la conexión térmica y eléctrica con un electrodo plano de contacto 5 previsto sobre el sustrato térmica y eléctricamente conductor 2. De manera similar, sobre el sustrato de soporte 1 está previsto un segundo sustrato térmica y eléctricamente conductor 2' que está recubierto por los recubrimientos 3" y 3'" y con una segunda célula solar 4' y un segundo electrodo plano de contacto 5' formado sobre los mismos.

Además, otro sustrato eléctricamente conductor 6 está formado sobre el sustrato de soporte 1. Encima del sustrato eléctricamente conductor 6 está formado un diodo 7 que funciona como diodo de derivación para células solares 4 y 4'. Está previsto un cableado eléctrico 8, 8' entre las células solares 4, 4' y los correspondientes electrodos planos de contacto 5, 5'. Además, el cableado eléctrico 9, 9' está previsto entre los electrodos planos de contacto 5, 5' y el diodo 7 y el cableado eléctrico 9", 9'" está previsto entre los sustratos 2 y 2' y el sustrato 6, respectivamente. El cableado puede realizarse en forma de conexiones de unión de cinta o cableado de hilo delgado o grueso convencionales. Además, puede realizarse una soldadura para conseguir un cableado apropiado. Aunque las dos disposiciones de células solares que comprenden un sustrato 2, 2', una célula solar 4, 4' y un electrodo plano de contacto 5, 5', están conectadas eléctricamente con el diodo 7, en realidad puede protegerse un mayor número de disposiciones de células solares mediante un único diodo. El diodo es preferiblemente de tipo Schottky. Cada una de las células solares 4, 4' puede ser una célula solar de unión múltiple que comprende, por ejemplo, tres células que muestran una absorción óptima en diferentes intervalos de longitud de onda. Una estructura de célula triple puede comprender una capa de célula superior de GaInP con un valor de salto de 1,8 eV, una capa de célula intermedia de GaAs con un valor de salto de 1,4 eV y una capa de célula inferior de Ge con un valor de salto de 0,7 eV, por ejemplo.

En el ejemplo mostrado, un único diodo Schottky de pequeña escala puede proporcionar protección frente a sobretensión para múltiples células solares. En particular, con respecto a disposiciones de células solares de la técnica, el número global de elementos galvánicos y el número de materiales procesados diferentes, que dan como resultado la formación de elementos galvánicos, pueden reducirse eficazmente según la presente invención.

Una realización comparable a la mostrada en la figura 1, pero con un cableado diferente, se ilustra en la figura 2. Los mismos elementos ya mostrados en la figura 1 se indican con los mismos números de referencia. El diodo 7 está unido, por ejemplo, mediante una resina epoxídica con plata, al sustrato eléctrico 6'. Además, sobre el mismo

sustrato 6' está previsto el electrodo plano de contacto 10. Células solares 4 y 4' están previstas sobre los sustratos 2 y 2', respectivamente. Mediante cableados 11 y 11', los sustratos 2 y 2' y los sustratos 2 y 6' están respectivamente conectados eléctricamente entre sí. Además, la conexión eléctrica entre los electrodos planos 5 y 5' se establece mediante el cableado 12 y la conexión eléctrica entre los electrodos planos 5 y 10 mediante el cableado 12'. Por tanto, mientras que en el ejemplo mostrado en la figura 1 se realiza una unión directa al diodo de derivación, en el ejemplo mostrado en la figura 2 la unión se realiza a un electrodo plano de contacto adyacente al diodo de derivación.

La figura 3 ilustra una realización adicional en la que una de las células solares y el diodo están previstos sobre el mismo sustrato. Tal como puede observarse en la figura 3, el diodo y la célula solar 4 están previstos sobre el sustrato 13 y están conectados eléctricamente entre sí a través del electrodo plano 5. Además, la conexión eléctrica a la célula solar 4 prevista sobre el sustrato 2 se establece mediante el cableado 12' que conecta los electrodos planos 5 y 5' (la célula solar 4 está conectada al electrodo plano 5' mediante otro cableado). El diodo sirve como diodo de derivación para otras células solares también cuando se usa un cableado apropiado.

Tal como se comentó anteriormente, las realizaciones no pretenden ser limitaciones sino que sirven como ejemplos que ilustran características y ventajas de la invención. Ha de entenderse que algunas o todas las características descritas anteriormente también pueden combinarse de diferentes maneras.

REIVINDICACIONES

1. Configuración de disposición de células solares que comprende una pluralidad de células solares (4, 4') provistas sobre al menos un sustrato (2, 2');
una pluralidad de electrodos planos de contacto (5, 5'), un electrodo plano de contacto para cada una de la pluralidad de células solares (4, 4'), provistas sobre el al menos un sustrato (2, 2');
cableado eléctrico (8, 8') que conecta cada una de la pluralidad de células solares (4, 4') con uno correspondiente de la pluralidad de electrodos planos de contacto (5, 5'); y
un diodo (7) conectado eléctricamente con al menos dos de la pluralidad de células solares (4, 4');
caracterizada porque
el diodo (7) está conectado con un electrodo plano de contacto (10) correspondiente conectado con el electrodo plano de contacto (5, 5') de al menos dos de la pluralidad de células solares (4, 4').
2. Configuración de disposición de células solares según la reivindicación 1, en la que los electrodos planos de contacto (5, 5') se proporcionan sobre el al menos un sustrato (2, 2') por medio de un adhesivo eléctricamente aislante, en particular, un adhesivo transparente.
3. Configuración de disposición de células solares según la reivindicación 1 ó 2, en la que los electrodos planos de contacto (5, 5') no incluyen capas de aislamiento.
4. Configuración de disposición de células solares según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los electrodos planos de contacto (5, 5') comprenden una base hecha de aluminio, cobre, bronce o latón y/o una superficie para la conexión eléctrica hecha de oro, plata, paladio, cobre, aluminio, níquel, estaño o zinc.
5. Configuración de disposición de células solares según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el diodo (7) está conectado eléctricamente con al menos dos de los electrodos planos de contacto (5, 5').
6. Configuración de disposición de células solares según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el diodo (7) es un diodo Schottky.
7. Configuración de disposición de células solares según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un sustrato (2, 2') es un sustrato térmica y eléctricamente conductor.
8. Configuración de disposición de células solares según la reivindicación 7, en la que el al menos un sustrato (2, 2') comprende o consiste en aluminio o una aleación de aluminio.
9. Configuración de disposición de células solares según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un sustrato (2, 2') se proporciona directamente, sin adhesión, sobre un sustrato de soporte eléctricamente aislante (1), en particular, un sustrato de soporte de vidrio.
10. Configuración de disposición de células solares según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un sustrato (2, 2') es una placa plana de aluminio o aleación de aluminio y se proporciona por medio de un adhesivo sobre un sustrato de soporte eléctricamente aislante (1), en particular, un sustrato de soporte de vidrio.
11. Configuración de disposición de células solares según la reivindicación 9 ó 10, en la que el al menos un sustrato (2, 2') lleva más de una célula solar (4, 4').
12. Configuración de disposición de células solares según la reivindicación 9, 10 u 11, en la que para cada una de las células solares (4, 4') se proporciona uno correspondiente del al menos un sustrato (2, 2') y en la que cada uno de los sustratos (2, 2') o su recubrimiento (3, 3', 3'', 3''') tiene una distribución de grosor de tipo gaussiano y, en particular, cada célula solar (4, 4') se proporciona sobre el sustrato (2, 2') correspondiente en la región de máximo grosor del sustrato (2, 2').
13. Configuración de disposición de células solares según una de las reivindicaciones anteriores, en la que el al menos un sustrato (2, 2') está recubierto mediante un recubrimiento (3, 3', 3'', 3''') hecho de o que comprende uno o más de plata, níquel, estaño, cobre o cualquier otro material o aleación adecuado como superficie funcional para un adhesivo o material de soldadura eléctricamente conductor y que proporciona conexión térmica y eléctrica con las células solares (4, 4') y/o el diodo (7).
14. Configuración de disposición de células solares según la reivindicación 13, en la que las células solares (4, 4') y/o el diodo (7) se proporcionan sobre el recubrimiento (3, 3', 3'', 3''') por medio de un adhesivo o material de soldadura eléctricamente conductor, en particular, un adhesivo o material de soldadura de plata.

15. Módulo fotovoltaico concentrador que comprende la configuración de disposición de células solares según una de las reivindicaciones anteriores.

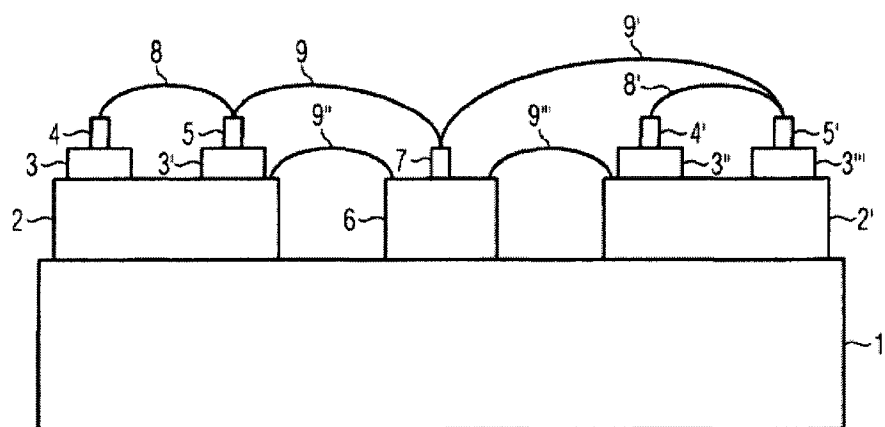


FIG. 1

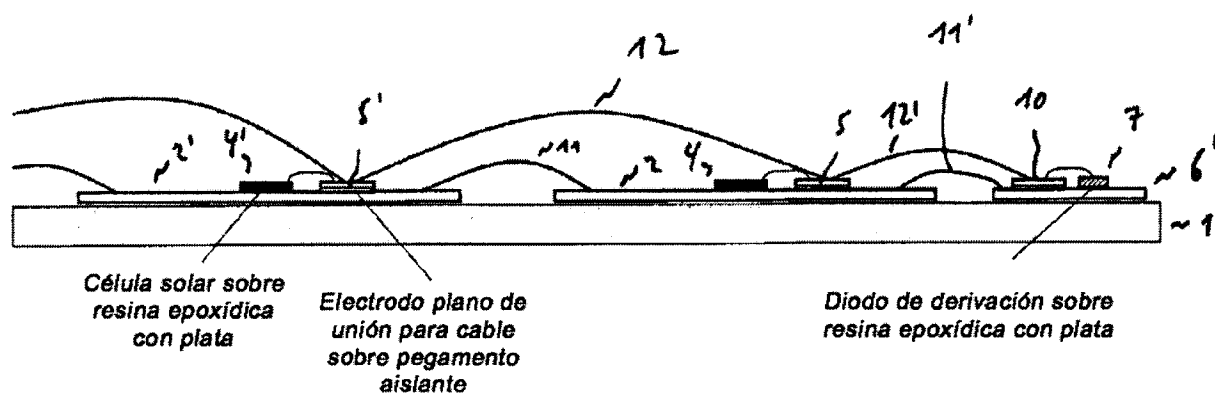


Fig. 2

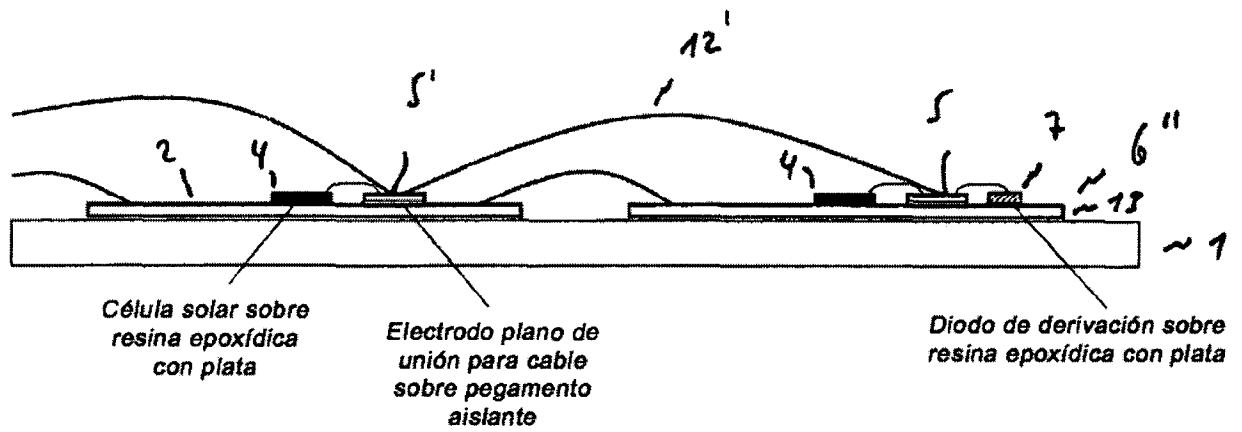


Fig. 3