



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 329 371**

51 Int. Cl.:  
**H01L 31/075** (2006.01)  
**H01L 31/20** (2006.01)  
**H01L 31/18** (2006.01)  
**H01L 31/04** (2006.01)  
**H01L 27/142** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04735406 .3**  
96 Fecha de presentación : **28.05.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1635402**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **15.03.2006**

54 Título: **Convertidor fotoeléctrico de la película delgada.**

30 Prioridad: **19.06.2003 JP 2003-174423**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**25.11.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**25.11.2009**

73 Titular/es: **KANEKA CORPORATION**  
**2-4, Nakanoshima 3-chome**  
**Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 530-8288, JP**

72 Inventor/es: **Suezaki, Takashi;**  
**Yoshimi, Masashi;**  
**Sasaki, Toshiaki;**  
**Tawada, Yuko y**  
**Yamamoto, Kenji**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 329 371 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

Convertidor fotoeléctrico de la película delgada.

5 **Campo técnico**

La presente invención está relacionada con la mejora de la eficiencia de la conversión de un convertidor fotoeléctrico de película delgada, y más en particular con la mejora de la eficiencia de la conversión con un convertidor fotoeléctrico de película delgada de una gran dimensión, que incluye unidades de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino.

Hoy día, los convertidores fotoeléctricos de película delgada han extendido su utilización, y se han desarrollado convertidores fotoeléctricos de silicio cristalino que incluyen unidades de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, además de convertidores fotoeléctricos de silicio amorfo, que incluyen unidades convencionales de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo. Y más aún, se han puesto en práctica también convertidores fotoeléctricos de película delgada del tipo híbrido que tienen apiladas estas unidades en ellos. El término “cristalino” como se usa en esta memoria, representa también un estado que incluye el estado policristalino y el estado microcristalino. Los términos “cristalino” y “microcristalino”, según se utilizan en esta memoria, representan un estado que incluye parcialmente regiones amorfas.

Un convertidor fotoeléctrico de película delgada comprende generalmente una película transparente de electrodos, secuencialmente apilada sobre un substrato transparente, una o más unidades de conversión fotoeléctrica de película delgada y una película de electrodos de soporte. Y la unidad de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores incluye una capa tipo i intercalada entre una capa tipo p y una capa tipo n.

Por un lado, la capa tipo i que ocupa una gran porción del espesor de la unidad de conversión fotoeléctrica, está hecha de una capa de semiconductores sustancialmente intrínsecos, la conversión fotoeléctrica se forma principalmente dentro de esta capa tipo i, y por tanto a la capa se le denomina capa de conversión fotoeléctrica. Para una mayor absorción de luz y una mayor generación de corriente fotoeléctrica, esta capa tipo i tiene preferiblemente un espesor mayor, pero un espesor mayor del necesario dará como resultado un aumento del coste y del tiempo para la formación de la película.

Por otro lado, a una capa tipo p y a una capa tipo n se les denomina capa conductora, y estas capas sirven para producir un potencial de difusión dentro de la unidad de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores. Una cierta magnitud de este potencial de difusión tiene influencia sobre el valor de la tensión en circuito abierto, como una de las propiedades del convertidor fotoeléctrico de película delgada. Sin embargo, estas capas conductoras son capas inactivas sin contribución a la conversión fotoeléctrica. Es decir, la luz absorbida por las impurezas dopadas en las capas conductoras no contribuye a la generación de potencia, dando como resultado una pérdida de luz. Consecuentemente, las capas conductoras tipo p y tipo n tienen un espesor tan pequeño como sea posible en una gama para proporcionar un potencial de difusión suficiente.

Por esta razón, en una unidad de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores o en un convertidor fotoeléctrico de película delgada, cuando el material de la capa de tipo i que ocupa una porción principal, está hecho de silicio amorfo, el dispositivo será denominado convertidor fotoeléctrico de película delgada de silicio amorfo o unidad de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo. Y cuando el material de la capa tipo i está hecho de silicio cristalino, será denominado convertidor fotoeléctrico de silicio cristalino o unidad de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino. Esta expresión no depende de que los materiales incluidos en la capa conductora sean amorfos o cristalinos.

Los métodos conocidos para mejorar la eficiencia de la conversión de un convertidor fotoeléctrico de película delgada implican el apilamiento de dos o más unidades de conversión fotoeléctrica en tándem. En este método, una unidad frontal que incluye una capa de conversión fotoeléctrica con un intervalo más amplio de la banda de energía, está dispuesta más cerca de un lado de incidencia de la luz del convertidor fotoeléctrico, y detrás de él hay dispuesta una unidad posterior que incluye una capa de conversión fotoeléctrica de una aleación (de Si-Ge, por ejemplo) que tiene un intervalo más estrecho de la banda. Esta configuración permite con ello la conversión fotoeléctrica sobre una amplia gama de longitudes de onda de la luz incidente, para mejorar la eficiencia de la conversión de todo el dispositivo.

En tales convertidores fotoeléctricos de película delgada del tipo tándem, un dispositivo que incluye unidades apiladas de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo y unidades de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino es denominado convertidor fotoeléctrico de película delgada del tipo híbrido.

Por ejemplo, las longitudes de onda de la luz que puede ser convertida en electricidad por medio del silicio amorfo del tipo i, son de hasta aproximadamente 800 nm en un lado de mayor longitud de onda, pero un silicio cristalino del tipo i puede convertir la luz con longitudes de onda mayores, de aproximadamente 1100 nm, en electricidad. En este caso, por un lado, en capas de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo que comprenden silicio amorfo con un coeficiente de absorción de la luz mayor, es suficiente un espesor de no más de 0,3 micras para una absorción de luz suficiente para la conversión fotoeléctrica. Sin embargo, por otro lado, en una capa de conversión fotoeléctrica

de silicio cristalino, que comprenda un silicio cristalino con un coeficiente de absorción de luz comparativamente menor, es preferible tener un espesor de no menos de alrededor de 2 a 3 micras, con el fin de absorber totalmente la luz con longitudes de onda mayores. Es decir, una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino necesita aproximadamente 10 veces más de espesor en comparación con la capa de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo.

5 En los convertidores fotoeléctricos de película delgada se necesitan dispositivos con mayor dimensión para una capacidad mayor de generación de electricidad y una mejora de la eficiencia productiva. Existen diversos problemas para realizar un dispositivo de gran tamaño, por ejemplo, el informe oficial de la patente japonesa en trámite núm. 2002-319692, divulga la técnica siguiente. Cuando un sustrato transparente que tiene formada una capa conductora  
10 transparente, utilizando un dispositivo CVD de plasma, se mantiene sobre una superficie principal y con una dimensión de no menos de 1200 cm<sup>2</sup> con un soporte de sustrato, y está hecho para quedar enfrentado a un electrodo para formar una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, con una densidad de flujo de potencia de no menos de 100 mW/cm<sup>2</sup>, el soporte del sustrato y la capa conductora transparente sobre una cara frontal del sustrato transparente están eléctricamente aisladas para controlar la descarga anormal entre el soporte del sustrato y la capa conductora  
15 transparente de la cara frontal del sustrato transparente. Se supone que esta descarga anormal tiene lugar cuando una cantidad de carga eléctrica acumulada en la capa conductora transparente excede de una cantidad considerable del escape de la carga eléctrica mantenida en la capa conductora transparente hacia el soporte del sustrato. Como la cantidad de carga que escapa de una vez hacia el soporte del sustrato depende de la "dimensión del sustrato/longitud de la circunferencia del sustrato", este valor depende del tamaño del sustrato. El informe oficial describe que cuando  
20 el tamaño del sustrato es grande, específicamente cuando el tamaño del sustrato no es inferior a 1200 cm<sup>2</sup>, la cantidad de carga que escapa de una vez excede de un cierto valor estable, y después la descarga anormal se interrumpe fácilmente.

Los convertidores fotoeléctricos de película delgada con una dimensión grande se forman normalmente como  
25 convertidores fotoeléctricos integrados de película delgada. Generalmente, un convertidor fotoeléctrico integrado de película delgada está apilado sobre un sustrato transparente, y el convertidor tiene una estructura que tiene una pluralidad de células de conversión fotoeléctrica que comprenden una película transparente de electrodos, una o más unidades de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores, y una película de soporte de electrodos, cada una de ellas con una forma de cinta conectadas en serie.

30 El informe oficial de la patente japonesa en trámite núm. 11-330520 divulga que en caso de formación de una película comparativamente delgada de una capa de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo, el uso de una presión más alta dentro de una cámara de reacción no inferior a 667 Pa (5 Torr) permite la formación de la película sobre una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino más gruesa, con una alta calidad a una velocidad más alta, en lugar de la presión utilizada convencionalmente de no más de 133 Pa (1 Torr) dentro de una cámara de reacción de  
35 plasma, pero la patente no proporciona ninguna descripción sobre tales zonas de decoloración blanqueada.

El documento EP-A-1041646 divulga también un método de fabricación de un convertidor fotoeléctrico de película delgada basado en silicio, donde se deposita una capa de conversión fotoeléctrica cristalina por CVD de plasma bajo  
40 ciertas condiciones de temperatura, el gas introducido en la cámara de reacción del plasma, la presión y la velocidad de deposición.

En los documentos EP-A-1 198 013, EP-A-1 198 014 y EP-A-1 478 030 se divulgan también métodos para fabricar  
45 módulos fotovoltaicos.

En el documento EP-A-1 049 144, se consigue un dispositivo de semiconductores que tiene una alta movilidad de efecto campo, en un transistor de película delgada de silicio policristalino, aumentando el tamaño granular de una película delgada de silicio.

50 Sin embargo, en un convertidor fotoeléctrico de película delgada del tipo híbrido o en un convertidor fotoeléctrico de película delgada cristalina, con una dimensión no inferior a 600 cm<sup>2</sup>, se ha revelado el problema de que cuando no existen en absoluto las zonas de decoloración blanqueada antes mencionada en la capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, no existen zonas que den una corriente fotoeléctrica menor, y por tanto aumenta una corriente de cortocircuito con un aumento en la sensibilidad a la luz, pero la tensión en circuito abierto y el factor de llenado  
55 disminuirán.

### Sumario de la invención

60 Considerando las situaciones anteriores, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un convertidor fotoeléctrico de película delgada, en particular un convertidor fotoeléctrico de película delgada integrado, donde se resuelve el problema de la caída de tensión en circuito abierto y el factor de llenado y simultáneamente se mejora la eficiencia de la conversión fotoeléctrica impidiendo la caída del valor de la corriente en el convertidor fotoeléctrico de película delgada, incluyendo una unidad de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino.

65 Un convertidor fotoeléctrico de película delgada por la presente invención es un convertidor fotoeléctrico de película delgada como se define en la reivindicación 1.

En las reivindicaciones dependientes se definen modos de realización preferidos.

## Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática en planta que ilustra un convertidor fotoeléctrico integrado de película delgada;

5 La figura 2 es una vista esquemática en sección que muestra un convertidor fotoeléctrico integrado de película delgada;

La figura 3 es una vista esquemática en sección que muestra la posición de una hendidura de aislamiento formada de manera aislada;

10

La figura 4 es una vista esquemática en planta que muestra un convertidor fotoeléctrico integrado de película delgada, que tiene un sustrato de forma cuadrada que mide 910 mm x 910 mm, y que ilustra también el convertidor dividido en porciones de dos rectángulos que miden 910 mm x 455 mm;

15

La figura 5 muestra una fotografía de una superficie de película, y una fotografía ampliada de zonas de decoloración blanqueada tras la formación de la unidad de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino en un sustrato cuadrado que mide 910 mm x 910 mm;

20

La figura 6 es una vista que muestra puntos de medida de reflectancia espectral de un convertidor fotoeléctrico integrado de película delgada en forma de rectángulo que mide 910 mm x 455 mm;

La figura 7 es una vista esquemática en planta que muestra un convertidor fotoeléctrico integrado de película delgada de rectángulos que miden 300 mm x 400 mm, formado sobre un sustrato de una medida rectangular de 360 mm x 465 mm; y

25

La figura 8 es una vista que muestra puntos de medición de reflectancia espectral de un convertidor fotoeléctrico integrado de película delgada, con una medida rectangular de 300 mm x 400 mm.

## Modo mejor de llevar a cabo la invención

30

En esta sección, se ofrecerá la descripción de un convertidor fotoeléctrico integrado de película delgada, haciendo referencia a los dibujos. Se proporcionarán referencias numéricas idénticas a los miembros idénticos de cada figura, y se omitirá una descripción solapada.

35

La figura 1 es una vista esquemática en planta que ilustra un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada. Se ofrecerá una descripción todavía más detallada del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada ilustrado en la figura 1. La figura 2 es una vista esquemática en sección que ilustra el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada. El convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada ilustrado en la figura 2 es un convertidor fotoeléctrico de película delgada del tipo híbrido, y una célula 10 de conversión fotoeléctrica tiene una estructura en la que sobre un sustrato 2 se apilan secuencialmente una película transparente 3 de electrodos, una unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo, provista de una capa de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo, una unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, provista de una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, y una película 5 de soporte de electrodos, una capa 6 de resina selladora y una capa orgánica protectora 7. Es decir, este convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada realiza la conversión fotoeléctrica de la luz que entra desde el lado del sustrato transparente por medio de las unidades 4a y 4b de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores que forman una estructura híbrida.

40

Como se ilustra en la figura 2, se disponen una primera y una segunda hendiduras 21 y 22 de aislamiento para dividir la película delgada, y una hendidura 23 de conexión en el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada. Esta primera y segunda hendiduras 21 y 22 de aislamiento y la hendidura 23 de conexión son mutuamente paralelas, y se extienden en una dirección perpendicular al espacio de la página. Por medio de la segunda hendidura 22 de aislamiento, se especifica una frontera entre las células contiguas 10 de conversión fotoeléctrica.

50

La primera hendidura 21 de aislamiento divide la película transparente 3 de electrodos correspondiente a cada célula 10 de conversión fotoeléctrica, y tiene una abertura en un interfaz entre la película transparente 3 de electrodos y la unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo, y una superficie del sustrato transparente 2 como fondo. Esta primera hendidura de aislamiento está llena de un material amorfo que constituye la unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo, y el material aísla eléctricamente entre sí las películas transparentes contiguas 3 de electrodos.

60

La segunda hendidura 22 de aislamiento está dispuesta en una posición distante de la primera hendidura 21 de aislamiento. La segunda hendidura 22 de aislamiento divide las unidades 4a y 4b de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores y la película 5 de soporte de electrodos correspondiente a cada célula 10 de conversión fotoeléctrica, y la hendidura 22 tiene una abertura en un interfaz entre la película 5 de soporte de electrodos y la capa 6 de resina selladora, y tiene una superficie de película transparente 3 de electrodos como fondo. Esta segunda hendidura 22 de aislamiento está llena de una capa 6 de resina selladora, y la resina aísla eléctricamente las películas 6 de soporte de electrodos entre sí, entre las células 10 de conversión fotoeléctrica.

65

## ES 2 329 371 T3

La hendidura 23 de conexión está dispuesta entre la primera hendidura 21 de aislamiento y la segunda hendidura 22 de aislamiento. Esta hendidura 23 de conexión divide las unidades 4a y 4b de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores, y tiene una abertura en un interfaz entre la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino y la película 5 de soporte de electrodos, y una superficie de la película transparente 3 de electrodos como fondo. Esta hendidura 23 de conexión está llena de un material metálico que constituye la película 5 de soporte de electrodos, y el material metálico conecta eléctricamente una de las películas 5 de soporte de electrodos de las células contiguas 10 de conversión fotoeléctrica con otra película transparente 3 de electrodos. Es decir, la hendidura 23 de conexión y el material metálico cargado en ella juegan un papel para la conexión en serie de las células 10 de conversión fotoeléctrica alineadas sobre el sustrato 1 entre sí.

A propósito, en tal convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada, como las células 10 de conversión fotoeléctrica están conectadas en serie, el valor de la corriente de todo el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada durante la conversión fotoeléctrica se hace igual al valor de la corriente de una célula 10 de conversión fotoeléctrica, en una pluralidad de células 10 de conversión fotoeléctrica, que tienen la corriente fotoeléctrica mínima generada en la conversión fotoeléctrica. Y, como resultado, una excesiva corriente fotoeléctrica de otras células 10 de conversión fotoeléctrica produce una pérdida. Por tanto, se han hecho investigaciones para mantener uniforme la calidad de una película en la superficie de la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino. Es decir, en el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada que incluye la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, con el fin de reducir la pérdida de corriente eléctrica antes mencionada, se han hecho esfuerzos para adquirir una alta eficiencia de conversión fotoeléctrica, reduciendo la formación de una zona que genera solamente una pequeña corriente fotoeléctrica debida a la diferencia de la cualidad cristalina de la capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, y además haciendo uniforme la calidad en el plano de la película.

En ese momento, las zonas que tienen una menor corriente fotoeléctrica generada en la capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, pueden distinguirse de las zonas normales mediante la observación visual de un lado de la superficie de la película tras la formación de la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, y pueden ser observadas como zonas de decoloración blanqueadas. Este fenómeno es atribuido a la diferencia de la cualidad cristalina del silicio cristalino como material de la capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino. Por un lado, no se consiguió una cristalización suficiente en las zonas de decoloración blanqueadas, y las zonas incluyen no solamente silicio cristalino, sino mucha cantidad de silicio amorfo para conferir la apariencia blanqueadora y nubosa, dando como resultado una pequeña cantidad de corriente fotoeléctrica. Por otro lado, como están totalmente cristalizadas, las zonas normales se observan como zonas con una apariencia gris sin la nubosidad blanqueada, dando una mayor cantidad de corriente fotoeléctrica generada en comparación con la de las zonas de decoloración blanqueada.

De aquí en adelante, se ofrecerá una descripción más detallada sobre los modos de realización de la invención. La descripción se hará sobre cada elemento estructural de un convertidor fotoeléctrico de película delgada de la presente invención. Como sustrato transparente 2, se puede utilizar, por ejemplo, una placa de vidrio, una película de resina transparente, etc. Como placa de vidrio, se pueden utilizar placas de vidrio con una gran dimensión que pueden obtenerse a bajo precio, y vidrio de lámina flotante con la propiedad de alta transparencia y aislamiento, con  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$  y  $\text{CaO}$  como componentes principales, y además con superficies principales lisas.

Una película transparente 3 de electrodos puede estar constituida por una capa de óxido conductora transparente, tal como una película ITO, una película de  $\text{SnO}_2$  o una película de  $\text{ZnO}$ , etc.

La película transparente 3 de electrodos puede tener una sola estructura estratificada, o puede tener una estructura de múltiples capas. La película transparente 3 de electrodos puede formarse utilizando cualquier método conocido de deposición de fase gaseosa, un método de deposición en vacío, un método CVD o un método de pulverización catódica. Sobre la película transparente 3 de electrodos se forma preferiblemente una estructura superficial texturizada que incluya una fina irregularidad. La formación de tal estructura texturizada sobre la superficie de la película transparente 3 de electrodos puede elevar la eficiencia de la incidencia de la luz a una unidad 4 de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores.

Un convertidor fotoeléctrico de película delgada del tipo tándem tiene dos o más unidades de conversión fotoeléctrica de película delgada y, especialmente, un convertidor fotoeléctrico de película delgada del tipo híbrido tiene una unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo y una unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino.

Por un lado, la unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo tiene una capa de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo, y la capa tiene una estructura en la que una capa tipo p, una capa de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo y una capa tipo n se apilan secuencialmente desde el lado de la película transparente 3 de electrodos. Cada una de estas capas, la capa de tipo p, las capas de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo, y las capas tipo n, pueden ser formadas por un método CVD de plasma.

Por otro lado, la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino tiene una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino y, por ejemplo, la capa tiene una estructura en la que una capa tipo p, una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino y una capa tipo n están apiladas secuencialmente a partir del lado de la unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo. Cada una de estas capas, la capa tipo p, la capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino y la capa tipo n pueden ser formadas por un método CVD de plasma.

## ES 2 329 371 T3

La capa tipo p que constituye estas unidades 4a y 4b de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores pueden formarse, por ejemplo, dopando un átomo de impurezas para determinar el tipo de conductividad del tipo p, tal como el boro y el aluminio, en aleaciones de silicio, tal como el silicio, el carburo de silicio y el silicio germanio. Y la capa de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo y la capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino pueden formarse con materiales de semiconductores basados en silicio amorfo y materiales de semiconductores basados en silicio cristalino, respectivamente. Como ese tipo de materiales, pueden mencionarse el silicio de semiconductores intrínsecos (silicio hidrogenado, etc.) y las aleaciones de silicio, tal como el carburo de silicio y el silicio germanio, etc. Más aún, también pueden usarse materiales semiconductores basados en silicio de tipo p débil o tipo n débil, que incluyan una pequeña cantidad de impurezas de determinación del tipo de conductividad, si tienen una función suficiente de conversión fotoeléctrica. Además, la capa tipo n puede formarse dopando un átomo de impureza para determinar el tipo de conductividad del tipo n, tal como el fósforo y el nitrógeno, en silicio o aleaciones de silicio, tal como el carburo de silicio y el silicio germanio.

La unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo y la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, que están constituidas como se menciona anteriormente, tienen una región de longitudes de onda de absorción mutuamente diferente. Como una capa de conversión fotoeléctrica de la unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo está constituida por silicio amorfo, y una capa de conversión fotoeléctrica de la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino está constituida por silicio cristalino, puede esperarse que la primera absorba un elemento óptico de aproximadamente 550 nm de longitud de onda más eficientemente, y puede esperarse que la segunda absorba alrededor de un elemento óptico de aproximadamente 900 nm de longitud de onda más eficientemente.

Por un lado, el espesor de la unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo está preferiblemente dentro de una gama de 0,01 micras a 0,5 micras, y más preferiblemente dentro de una gama de 0,1 micras a 0,3 micras.

Por otro lado, el espesor de la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino está preferiblemente dentro de una gama de 0,1 micras a 10 micras, y más preferiblemente dentro de una gama de 0,1 micras a 5 micras.

La película 5 de soporte de electrodos no solamente tiene una función como electrodo, sino que tiene una función como capa reflectante para reflejar la luz que entra desde el sustrato transparente 2 en las unidades 4a y 4b de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores, y está hecha para alcanzar la película 5 de soporte de electrodos, haciendo la capa reflectante que la luz reflejada vuelva a entrar en las unidades 4a y 4b de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores. La película 5 de soporte de electrodos puede estar formada de manera que tenga un espesor de aproximadamente 200 nm a 400 nm por medio de un método de deposición en vacío, un método de pulverización catódica, etc., utilizando por ejemplo plata, aluminio, etc.

Entre la película 5 de soporte de electrodos y las unidades 4 de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores, o entre la película 5 de soporte de electrodos y la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, en el caso de un convertidor fotoeléctrico de película delgada del tipo híbrido, puede haber formada una película delgada conductora transparente (no ilustrada) que comprende una sustancia no metálica como el ZnO con el fin de mejorar, por ejemplo, la propiedad adhesiva entre ambas películas.

Cada célula 10 de conversión fotoeléctrica formada sobre el sustrato transparente 2 del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada, está sellada con una capa orgánica protectora 7, a través de una capa 6 de resina selladora. Como esta capa 6 de resina selladora, se utilizan resinas que permiten la adhesión de la capa orgánica protectora sobre estas células 10. Como tales resinas, se puede, por ejemplo, el EVA (copolímero de acetato de etileno vinilo), el PVB (butiral polivinilo), PIB (poli-isobutileno), resinas de silicona, etc. Como capa orgánica protectora 7, se pueden utilizar películas de fluoro-resina, como las películas de fluoruro de polivinilo (por ejemplo, película Tedlar (marca registrada)) o películas aislantes excelentes en resistencia a la humedad y con la propiedad de resistencia al agua, como la película PET. La capa orgánica protectora puede tener una estructura de una sola capa, y puede tener una estructura apilada con las capas individuales apiladas en ella. Además, la capa orgánica protectora puede tener una estructura en la que se intercala una hoja metálica que comprende aluminio, etc., intercalada entre estas películas. Como las hojas metálicas como la hoja de aluminio tiene la función de mejorar la resistencia a la humedad y la propiedad de resistencia al agua, la capa orgánica protectora con tal estructura permite una protección más efectiva de la célula 10 de conversión fotoeléctrica contra la humedad. Estas capas, la capa 6 de resina selladora/la capa orgánica protectora 7, pueden ser unidas simultáneamente al lado de la cara posterior de convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada, por medio de un método de laminación en vacío.

Cuando se utiliza un soporte 31 del sustrato, como el ilustrado en la figura 3, en el momento de la formación de la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de película delgada de silicio cristalino, como se ilustra en la figura 3, se forman una o más hendiduras aisladas 14 de aislamiento en paralelo con una dirección 50 de integración, que es la dirección de la conexión en serie de la célula 10 de conversión fotoeléctrica ilustrada en la figura 1, sobre la película transparente 2 de electrodos.

A propósito, la zona de decoloración blanqueada se observa visualmente desde un lado de la película, tras la formación de la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de película delgada de silicio cristalino. La zona de decoloración blanqueada tiene una cierta cantidad de incertidumbre bajo completamente las mismas condiciones. Especialmente en el caso de una dimensión mayor, de distribución de la temperatura, de distribución de la densidad de plasma, de relación espacial con respecto al soporte del sustrato, etc., hacen que la incertidumbre sea más notable. Este fenómeno

## ES 2 329 371 T3

aumenta la necesidad de control de la zona de decoloración blanqueada, pero la necesidad puede no tenerse en cuenta en el caso de una dimensión menor. Es necesario que existan zonas de decoloración blanqueada en zonas adecuadas.

5 El porcentaje de la dimensión con respecto a la zona de conversión fotoeléctrica de la zona de decoloración blanqueada, no es, preferiblemente, más de un 5%. Si no existe un porcentaje de zona de decoloración blanqueada inferior al porcentaje mencionado anteriormente, la caída de corriente de cortocircuito superará la mejora de la tensión de circuito abierto y del factor de llenado. En el caso de un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada con una estructura integrada en serie, existen zonas de decoloración blanqueada preferiblemente sobre ambos extremos o un extremo de un lado paralelo a la dirección 50 de integración, con respecto a cada célula 10 de conversión fotoeléctrica del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada. En ese caso la caída de la corriente de cortocircuito superará la mejora de la tensión de circuito abierto y del factor de llenado, cuando existen zonas de decoloración blanqueada dentro de una gama de no menos de 2 mm y no más de 10 mm en una dirección entrante de la célula 10 de conversión fotoeléctrica desde la frontera de la célula 10 de conversión fotoeléctrica del lado paralelo, con respecto a una dirección en la que la célula 10 de conversión fotoeléctrica está conectada en serie, es decir, en una dirección de integración. En un área de la zona 52 de conversión fotoeléctrica y un área de la zona de no-conversión fotoeléctrica, sobre una superficie principal del sustrato transparente 2, cuando la película transparente 2 de electrodos está dividida paralela a la dirección 50 de integración, con bordes de las hendiduras aisladas 14 de aislamiento, al formar las hendiduras aisladas 14 de aislamiento, las zonas de decoloración blanqueadas tienden a aparecer con una forma larga y delgada, a lo largo de la frontera en la dirección 50 de integración.

20 Por el contrario, cuando existen zonas de decoloración blanqueadas en un lado perpendicular a la dirección de integración, y cuando solamente una de la pluralidad de células 10 de conversión fotoeléctrica comprende totalmente la zona de decoloración blanqueada, la sensibilidad de la luz de la célula 10 de conversión fotoeléctrica se hace muy baja, y la corriente de cortocircuito se hará muy pequeña. Por tanto, en este caso, incluso si el porcentaje de la dimensión de la zona de decoloración blanqueada no es mayor del 5%, la corriente de cortocircuito de un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada en su totalidad se hará extremadamente pequeña, debido a la estructura de integración en serie de la misma, originando una disminución de la eficiencia de la conversión fotoeléctrica.

30 La zona de decoloración blanqueada no se forma realmente con la misma dimensión en todas las células 10 de conversión fotoeléctrica, y por tanto, si se forman en ambos extremos con una anchura de aproximadamente 6 mm como promedio, y si las zonas de decoloración blanqueada no se forman en dirección perpendicular a la dirección 50 de integración, el porcentaje de las zonas de decoloración blanqueada no se hace mayor del 5%, cuando una longitud en dirección perpendicular a la dirección 50 de integración de la célula de conversión fotoeléctrica no es menor que 240 mm. En realidad, no solamente en ambos extremos de una dirección paralela a la dirección de integración del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada, sino que las zonas de decoloración blanqueada se formarán en ambos extremos de una dirección perpendicular a la dirección de integración, en un porcentaje casi igual. Por esta razón, cuando ha de efectuarse la integración del convertidor para excluir la parte nubosa en esta dirección perpendicular a la dirección de integración, es necesario que el tamaño del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada no sea inferior a 600 cm<sup>2</sup>, es decir, no inferior a 240 mm x 250 mm, con el fin de realizar un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada que no tenga más del 5% de zonas de decoloración blanqueadas, y con una anchura desde una frontera paralela a la dirección de integración no inferior a 2 mm y no superior a 10 mm.

45 Aunque las zonas de decoloración blanqueada pueden distinguirse fácilmente en un lado de la película también tras la formación de la película 5 de soporte de electrodos, las zonas difícilmente pueden distinguirse mediante inspección visual en una superficie sobre la cual no se forma la unidad 4 de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores del sustrato transparente 2, tras el sellado con resinas, etc. Sin embargo, estas zonas pueden distinguirse en una superficie del sustrato transparente 2 sobre la cual no se forma la unidad de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores, mediante la medición de la reflectancia espectral utilizando un reflectómetro de espectros. En la medición reflectiva del espectro, se mide una reflexión que incluye componentes de difusión con un ángulo incidente de 10 grados, utilizando una esfera integrada, determinando un valor sobre la base de una placa de sulfato de bario. La zona de decoloración blanqueada puede ser determinada por una definición de que la zona de decoloración blanqueada tiene una reflectancia espectral de 800 nm en la medición de reflectancia espectral, en condiciones de no menos del 5% de grande que la reflectancia espectral de zonas sin la decoloración blanqueada.

### 55 Ejemplo

#### Ejemplo 1

60 Se preparó un sustrato 2 de vidrio con una película 3 de SnO<sub>2</sub> formada sobre una superficie principal y con un tamaño que mide 910 mm x 910 mm. Las hendiduras 21 de aislamiento y las hendiduras aisladas 14 de aislamiento se formaron mediante un punzón láser en la película 3 de SnO<sub>2</sub> formada sobre una superficie de este sustrato de vidrio, como se ilustra en la figura 1. Como se ilustra en la figura 3, en el momento de la instalación de un soporte 31 del sustrato del dispositivo CVD de plasma, se formó una primera hendidura 14a de aislamiento con una anchura de aproximadamente 100 micras, con una separación aproximada de 1 mm desde la circunferencia interior del soporte 31 del sustrato. Además, se formó una segunda hendidura 14b de aislamiento con una anchura de aproximadamente 100 micras, en una posición que tenía aproximadamente 0,7 mm de separación hacia dentro, desde la primera hendidura aislada 14a de aislamiento.

## ES 2 329 371 T3

En caso de formación de una unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, con una alta densidad de potencia de no menos de  $100 \text{ mW/cm}^2$  por el método CVD de plasma, sobre un sustrato que tiene una dimensión grande de no menos de  $1200 \text{ cm}^2$ , estas hendiduras aisladas 14 de aislamiento aíslan el soporte 31 del sustrato de las capas transparentes conductoras 2, sobre una superficie del sustrato, para impedir la descarga anormal.

El sustrato 2 de vidrio que tiene una lámina de película 3 de  $\text{SnO}_2$  a la cual se aplicó el punzón láser antes mencionado, fue mantenido en el soporte 31 del sustrato. Permitiendo un desplazamiento de la posición del sustrato 2 de vidrio en este momento, la distancia desde la circunferencia interior del soporte 31 del sustrato a la primera hendidura aislada 14a de aislamiento, estaría en la gama de  $3 \pm 2 \text{ mm}$ . Se llevó un soporte 31 de sustrato que soportaba el sustrato 2 de vidrio, dentro del sistema CVD con un electrodo (de  $115 \text{ cm} \times 118 \text{ cm}$ ) instalado. Se introdujo silano, hidrógeno, metano y diborano como gases reactivos. Tras la formación de la capa tipo p, se introdujo el silano como gas reactivo para formar una capa de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo. Tras eso, se introdujo el silano, el hidrógeno y fosfina, para formar una capa tipo n, como gases reactivos. Así se formó una unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo.

Después, se introdujeron silano, hidrógeno y diborano como gases reactivos para formar una capa tipo p, y posteriormente se introdujo hidrógeno y silano como gases reactivos, en las condiciones de caudal ilustradas en el Ejemplo 1 de la Tabla 1, para formar una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino. Tras eso, se introdujo silano, hidrógeno y fosfina como gases reactivos para formar una capa tipo n. Se formó así una unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino.

Tras la formación de la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, la unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo y la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino fueron rayadas con láser para formar una hendidura 23 de conexión. Y además, se formaron por el método de pulverización catódica una película 5 de soporte de electrodos como una película de doble capa sobre una película de  $\text{ZnO}$  y una película de Ag como película de soporte de electrodos. Después, la unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo, la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino y la película 5 de soporte de electrodos fueron rayadas con láser para formar una hendidura 22 de aislamiento. Además, las hendiduras circunferenciales 42a y 42b de aislamiento ilustradas en la figura 4, se formaron mediante el rayado con láser en la película 3 de  $\text{SnO}_2$ , en la unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo, en la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino y en la película 5 de la cara de soporte de electrodos. Antes de la unión de los hilos conductores 12, como se ilustra en la figura 4, el sustrato fue dividido en mitades a lo largo de la línea 41 de corte, en una dirección paralela a la dirección 50 de integración. Así, se fabricó un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido, con un tamaño de  $910 \text{ mm} \times 455 \text{ mm}$ , donde 100 de las células 10 de conversión fotoeléctrica con tamaño de  $8,9 \text{ mm} \times 430 \text{ mm}$ , fueron conectadas en serie. En este caso, se formaron las hendiduras circunferenciales 42a de aislamiento sobre las hendiduras aisladas 14 de aislamiento, formadas por anticipado sobre la película 3 de  $\text{SnO}_2$ .

Una superficie de la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino de este convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido, fue observada después de la formación de la unidad 4b de conversión, y se observaron zonas 51 de decoloración blanqueada, con decoloración blanca, en ambos extremos de la célula 10 de conversión fotoeléctrica, como se ilustra esquemáticamente en la figura 4. La figura 5 muestra una fotografía de la apariencia visual de las zonas de decoloración blanqueada. En el caso de un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido, con un tamaño de medidas  $910 \text{ mm} \times 455 \text{ mm}$ , esta zona 51 de decoloración blanqueada existía sobre una anchura no menor de  $5 \text{ mm}$  y no mayor de  $10 \text{ mm}$ , desde una de las hendiduras circunferenciales aisladas 42a de aislamiento, paralelas a la dirección 50 de integración. Cuando se define una zona rodeada por las hendiduras circunferenciales aisladas 42a y 42b de aislamiento, como zona 52 de conversión fotoeléctrica en este caso, la zona 51 de decoloración blanqueada ocupaba un área de aproximadamente el 2% de la dimensión global de la zona 52 de conversión fotoeléctrica.

Se midió una muestra en la que el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido, con una zona 51 de decoloración blanqueada para la reflectancia espectral, utilizando una luz introducida desde el lado de una superficie 2 de vidrio. La medición de la reflectancia espectral se llevó a cabo midiendo la reflexión que incluye los componentes de difusión, con un ángulo de incidencia de  $10$  grados utilizando una esfera integradora, sobre la base de una placa de sulfato de bario. El resultado medido mostró que la zona 51 de decoloración blanqueada tenía un valor de no menos del 5% mayor que el valor de una zona normal en la reflectancia espectral a  $800 \text{ nm}$ . Es decir, el resultado de la prueba de la reflectancia espectral para 9 puntos ilustrados en la figura 6, como se ilustra en el Ejemplo 1 de la Tabla 2, dio una diferencia de los valores absolutos del 12,1%. En este caso, los puntos de medición de 1, 4 y 7 corresponden a las zonas 51 de decoloración blanqueada, y los puntos de medición de 2, 3, 5, 6, 8 y 9 corresponden a las zonas normales.

Se puede obtener una salida inicial como salida anterior a la fotodegradación, por medio de la exposición óptica de este convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido, a partir de una propiedad eléctrica de la luz de un simulador solar de AM 1,5 utilizando una lámpara de xenón y un halógeno como fuente de luz con una irradiancia de  $100 \text{ mW/cm}^2$  introducida desde un lado de la superficie de vidrio. La medición de la temperatura se fijó en  $25$  grados C. Como se ilustra en el Ejemplo 1 de la Tabla 3, la salida inicial dio  $42,8 \text{ W}$ . En este momento, la corriente de cortocircuito, la tensión en circuito abierto y el factor de llenado dieron los valores de  $0,456 \text{ A}$ ,  $135,5 \text{ V}$  y  $0,692$ , respectivamente.

## ES 2 329 371 T3

La Tabla 1 muestra la relación entre las condiciones del caudal de formación de la película de las capas de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino y las zonas de decoloración blanqueada en los convertidores fotoeléctricos integrados de película delgada del tipo híbrido de cada uno de los Ejemplos y de los Ejemplos Comparativos.

5 La Tabla 2 muestra las reflectancias espectrales a 800 nm de los convertidores fotoeléctricos integrados de película delgada del tipo híbrido, en cada uno de los Ejemplos y de los Ejemplos Comparativos.

La Tabla 3 muestra las características de transferencia fotoeléctrica de los convertidores fotoeléctricos integrados de película delgada del tipo híbrido, en cada uno de los Ejemplos y los Ejemplos Comparativos.

10

### Ejemplo Comparativo 1

Excepto porque tienen formada una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino bajo las condiciones de caudal ilustradas en el Ejemplo Comparativo 1 de la Tabla 1, se fabricó un convertidor fotoeléctrico integrado 15 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo Comparativo 1 de la misma manera que en el Ejemplo 1. En el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo Comparativo 1, se obtuvo un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido con un tamaño que medía 910 mm x 455 mm, en el cual la zona 51 de decoloración blanqueada no se reconocía mediante observación desde el lado de la película antes del sellado. Como en el Ejemplo 1, la medición de una salida inicial y una reflectancia espectral 20 del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo Comparativo 1, dio los resultados del Ejemplo Comparativo 1 de la Tabla 3, y del Ejemplo Comparativo 1 de la Tabla 2, respectivamente. La diferencia de los valores absolutos de la reflectancia espectral a 800 nm, dio no más del 5%, la salida inicial dio 40,1 W y la corriente de cortocircuito, la tensión en circuito abierto y el factor de llenado dieron 0,455 A, 129,5 V y 0,681, respectivamente. El Ejemplo Comparativo 1 dio obviamente una tensión en circuito abierto y un factor de 25 llenado inferiores, en comparación con los del Ejemplo 1, y dio también un valor bajo para la salida inicial.

TABLA 1

30

Núm.	Caudal de Silano (sccm)	Caudal de Hidrógeno (slm)	Existencia de zonas de decoloración blanqueada	Anchura desde la frontera (mm)	Porcentaje de zona de decoloración blanqueada a zona de conversión fotoeléctrica [%]
Ejemplo 1	450	50	Un extremo	5 ~ 10	2,0
Ejemplo Comparativo 1	420	50	No observadas	0	0,0
Ejemplo 2	480	50	Un extremo	15 ~ 30	5,5
Ejemplo 3	130	15	Ambos extremos	2 ~ 6	3,0
Ejemplo Comparativo 2	120	15	No observadas	0	0,0
Ejemplo 4	150	15	Ambos extremos	5 ~ 16	5,2

65

# ES 2 329 371 T3

## TABLA 2

Núm. De Reflectancia	Punto de medición 1 (%)									Máx-min [%]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
Ejemplo 1	18,6	15,2	14,8	24	15,5	14,3	26,4	15,3	15,1	12,1
Ejemplo Comparativo 1	17,2	15,1	14,5	17	15,3	14,3	17,5	15,5	14,8	3,2
Ejemplo 2	20,6	14,3	14,8	23,2	16,3	13,8	25,5	17,3	16,4	11,7
Ejemplo 3	18,8	15,1	23,1	24	14,3	20,1	24,2	15,5	23,8	9,9
Ejemplo Comparativo 2	16,3	15,2	15,8	16,2	14,2	15,6	15,5	14,9	16	2,1
Ejemplo 4	20,8	16,3	22,5	23,3	15,9	21,7	25,5	17,2	24,4	9,6

## TABLA 3

Núm. De Característica	Tensión en circuito abierto Voc[V]	Corriente de cortocircuito Isc [A]	Factor de llenado FF[%]	Potencia de salida inicial [W]
Ejemplo 1	135,5	0,456	69,2	42,8
Ejemplo Comparativo 1	129,5	0,455	68,1	40,1
Ejemplo 2	136,7	0,441	68,3	41,2
Ejemplo 3	37,8	0,439	74,1	12,3
Ejemplo Comparativo 2	37,0	0,441	72,5	11,8
Ejemplo 4	38,1	0,435	72,8	12,1

### Ejemplo 2

Excepto por haber formado una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino bajo la condición de caudal ilustrada en el Ejemplo 2 de la Tabla 1, se fabricó un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo 2, de la misma manera que en el Ejemplo 1. En el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo 2, mediante la observación desde el lado de la película antes del sellado, se identificaron zonas 51 de decoloración blanqueada, de decoloración blanca, en ambos extremos de la célula 10 de conversión fotoeléctrica, como se ilustra en la figura 4. En el caso del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido con un tamaño de dimensiones 910 mm x 455 mm, esta zona 51 de decoloración blanqueada existía en una gama de no menos de 15 mm y no más de 30 mm desde una de las hendiduras circunferenciales aisladas 42a de aislamiento, paralelas a la dirección 50 de integración. Las zonas 51 de decoloración blanqueada ocupaban aproximadamente el 5,5% con respecto a la dimensión global de la zona 52 de conversión fotoeléctrica.

## ES 2 329 371 T3

En el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo 2, se midieron las reflectancias espectrales en 9 puntos, como se ilustra en la figura 6, de la misma manera que en el Ejemplo 1. Como se ilustra en el Ejemplo 2 de la Tabla 2, una diferencia de valores absolutos de reflectancias espectrales a 800 nm dio un 11,7%. En este caso, los puntos de medición 1, 4 y 7 corresponden a las zonas 51 de decoloración blanqueada, y los puntos de medición 2, 3, 5, 6, 8 y 9 corresponden a zonas normales.

La medición de la misma manera que en el Ejemplo 1 de una salida inicial del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo 2, dio 41,2 W, como se muestra en el Ejemplo 2 de la Tabla 3. La corriente de cortocircuito, la tensión en circuito abierto y el factor de llenado dieron 0,441 A, 136,7 V y 0,683, respectivamente. El ejemplo 2 dio una tensión en circuito abierto y un factor de llenado más altos, en comparación con los del Ejemplo 1, y también dieron una salida inicial más alta. Y dio un valor un poco inferior de la corriente de cortocircuito y también una salida inicial un poco más baja, en comparación con las del Ejemplo 1.

### Ejemplo 3

Se preparó un sustrato 2 de vidrio que tiene formada una película 3 de SnO<sub>2</sub> en una superficie principal del mismo, y con un tamaño con medidas de 365 mm x 465 mm, y se formaron hendiduras 21 de aislamiento sobre este sustrato, como se ilustra en la figura 7.

Sin utilizar un soporte para el sustrato, el sustrato 2 de vidrio fue desplazado a una posición en la que había un electrodo con un tamaño de medidas 400 mm x 500 mm de un dispositivo CVD de plasma de proceso de una sola lámina, permitiendo el traslado del sustrato 2 de vidrio con una horquilla de transporte, y se formó una unidad 4a de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo y la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino utilizando la misma composición gaseosa que en el Ejemplo 1. Esta vez, se formó una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino bajo las condiciones de caudal ilustradas en el Ejemplo 3 de la Tabla 1. Tras la formación de la unidad 4b de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, se formaron las hendiduras 23 de conexión mediante el método de rayado por láser, y después se formó la película 5 de soporte de electrodos como una película de capa doble de una película de ZnO y una película de Ag como película de soporte de electrodos mediante el método de pulverización catódica. Después, se formaron las hendiduras 22 de aislamiento y las hendiduras circunferenciales 42a y 42b de aislamiento, como se ilustra en la figura 4, mediante el método de rayado por láser. Y posteriormente, se unieron hilos conductores 12 para producir un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido, con un tamaño de dimensiones 300 mm x 400 mm, donde se conectaron en serie conjuntamente 28 piezas de células 10 de conversión fotoeléctrica con un tamaño de dimensiones 8,9 mm x 380 mm.

Como se ilustra esquemáticamente en la figura 7, las zonas 51 de decoloración blanqueada, se identificó una coloración blanca en ambos extremos de la célula 10 de conversión fotoeléctrica, mediante la observación desde un lado de la película, antes de sellar este convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido. Las zonas 51 de decoloración blanqueada se observaron en una gama de no menos de 2 mm y no más de 6 mm, desde ambas hendiduras circunferenciales aisladas 42a de aislamiento, paralelas a la dirección 50 de integración, y un porcentaje de las zonas 51 de decoloración blanqueada dio aproximadamente un 3% con respecto a la dimensión global de la zona 52 de conversión fotoeléctrica.

Se midió la reflectancia espectral en 9 puntos del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo 3, como se ilustra en la figura 8, de la misma manera que en el Ejemplo 1. Como se ilustra en el Ejemplo 3 de la Tabla 2, la diferencia de valores absolutos de la reflectancia espectral a 800 nm dio un 9,9%. En este caso, los puntos de medición 1, 3, 4, 6, 7 y 9 corresponden a la zona 51 de decoloración blanqueada, y los puntos de medición 2, 5 y 8 corresponden a zonas normales.

Se midió la salida inicial del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido de este Ejemplo 3, de la misma manera que en el Ejemplo 1, para obtener 12,3 W, como se ilustra en el Ejemplo 3 de la Tabla 3. En este momento, los valores de la corriente de cortocircuito, la tensión en circuito abierto y el factor de llenado fueron 0,439 A, 37,8 V y 0,741, respectivamente.

### Ejemplo comparativo 2

Excepto por haber formado una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino en las condiciones de caudal ilustradas en el Ejemplo Comparativo 2 de la Tabla 1, se produjo un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo 2, de la misma manera que en el Ejemplo 3. En el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo Comparativo 2, se obtuvo un convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido con un tamaño de dimensiones de 300 mm x 400 mm, donde las zonas 51 de decoloración blanqueada no fueron reconocidas mediante observación desde un lado de la película, antes del sellado. Se midió la salida inicial y la reflectancia espectral del convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido del Ejemplo Comparativo 2, de la misma manera que en el Ejemplo 1, para obtener los resultados del Ejemplo Comparativo 2 de la Tabla 2, y del Ejemplo Comparativo 2 de la Tabla 3, respectivamente. La diferencia de los valores absolutos de la reflectancia espectral a 800 nm no dio más del 5%, y la salida inicial dio 11,8 W. La corriente de cortocircuito, la tensión en circuito abierto y el factor de llenado dieron 0,441 A, 37,0 V y 0,681, respectivamente. El Ejemplo Comparativo 2 mostró obviamente menor tensión en circuito abierto y factor de llenado, en comparación con los valores del Ejemplo 3, y mostró también una salida inicial más baja.

## ES 2 329 371 T3

### Ejemplo 4

Una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, formada bajo las condiciones de caudal ilustradas en el Ejemplo 4 de la Tabla 1, dio zonas 51 de decoloración blanqueada, con decoloración blanca en ambos extremos de la célula 10 de conversión fotoeléctrica, como se ilustra esquemáticamente en la figura 7. En el caso de la capa obtenida utilizada para el convertidor fotoeléctrico integrado 1 de película delgada del tipo híbrido, con un tamaño de medidas 300 mm x 400 mm, esta zona 51 de decoloración blanqueada existía en una gama de no menos de 5 mm y no más de 16 mm, desde una de las dos hendiduras circunferenciales aisladas 42a de aislamiento, paralelas a la dirección 50 de integración. El porcentaje de la zona 51 de decoloración blanqueada con respecto a la dimensión global de la zona 52 de conversión fotoeléctrica dio aproximadamente un 5,2%. La medición, de la misma manera que en el Ejemplo 1, de la reflectancia espectral en 9 puntos, como se ilustra en la figura 8, dio un 9,6% de la diferencia de los valores absolutos de la reflectancia espectral en 800 nm, como se ilustra en el Ejemplo 4 de la Tabla 2.

La misma medida que en el Ejemplo 1 dio 12,1 W para la salida inicial, como se ilustra en el Ejemplo 4 de la Tabla 3. La corriente de cortocircuito, la tensión en circuito abierto y el factor de llenado dieron 0,435 A, 38,1 V y 0,728, respectivamente. El ejemplo 4 dio una tensión en circuito abierto más alta y un factor de llenado más alto, y también una salida inicial más alta, en comparación con el Ejemplo Comparativo 2. Y dio una corriente de cortocircuito un poco más baja y una salida inicial más baja, en comparación con las del Ejemplo 2.

### 20 Descripción de las notaciones

1	Convertidor fotoeléctrico integrado de película delgada
2	Substrato transparente
25 3	Película transparente de electrodos
4a y 4b	Unidad de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores
30 5	Película de soporte de electrodos
6	Capa de resina selladora
7	Capa orgánica protectora
35 10	Célula de conversión fotoeléctrica
12	Hilo conductor
40 14a, 14b y 14c	Hendidura aislada de aislamiento
21 y 22	Hendidura de aislamiento
23	Hendidura de conexión
45 31	Soporte del substrato
32	Placa posterior
50 41	Línea de corte
42a, 42b	Hendidura circunferencial aislada de aislamiento
50	Dirección de integración
55 51	Zona de decoloración nubosa
52	Zona de conversión fotoeléctrica
60 61	Punto de medición de la reflectancia espectral 1
62	Punto de medición de la reflectancia espectral 2
63	Punto de medición de la reflectancia espectral 3
65 64	Punto de medición de la reflectancia espectral 4

## ES 2 329 371 T3

	65	Punto de medición de la reflectancia espectral 5
	66	Punto de medición de la reflectancia espectral 6
5	67	Punto de medición de la reflectancia espectral 7
	68	Punto de medición de la reflectancia espectral 8
10	69	Punto de medición de la reflectancia espectral 9

### **Aplicación industrial**

Como se ha descrito en detalle anteriormente, un convertidor fotoeléctrico de película delgada de la presente invención es un convertidor fotoeléctrico de película delgada que incluye una unidad de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, tiene unas zonas de decoloración blanqueada en una capa de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, y puede resolver los problemas de obtener una tensión en circuito abierto y un factor de llenado pequeños, y como resultado puede proporcionar un convertidor fotoeléctrico de película delgada con una eficiencia de conversión fotoeléctrica mejorada. Además, la presente invención permite la discriminación de la calidad de la característica de conversión fotoeléctrica del convertidor fotoeléctrico de película delgada obtenido, inmediatamente después de terminar la formación de la unidad de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Un convertidor fotoeléctrico de película delgada que comprende al menos una película transparente (3) de elec-  
trodos, una unidad (4b) de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino y una película (5) de soporte de electrodos,  
formadas secuencialmente sobre una superficie principal de un sustrato transparente (2), donde el convertidor fo-  
toeléctrico de película delgada comprende una zona de decoloración blanqueada sobre una parte de la superficie del  
mismo, tras la formación de la unidad (4b) de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino, donde la zona de decolo-  
ración blanqueada incluye no solamente silicio cristalino, sino mucha cantidad de silicio amorfo, donde el porcentaje  
10 de la zona de decoloración blanqueada no es más del 5% de la zona de conversión fotoeléctrica del convertidor fo-  
toeléctrico de película delgada, donde la película transparente (3) de electrodos, la unidad de conversión fotoeléctrica  
de silicio cristalino y la película (5) de soporte de electrodos están aisladas por una pluralidad de hendiduras (14,  
21, 22) de aislamiento, para formar una pluralidad de células de conversión fotoeléctrica, y la pluralidad de células  
fotoeléctricas están mutuamente conectadas eléctricamente en serie, a través de unas hendiduras (23) para la conexión,  
15 y

**caracterizado** porque

20 la zona de decoloración blanqueada existe en una gama de no menos de 2 mm y no más de 10 mm de separación  
desde un lado de la zona de conversión fotoeléctrica, que es perpendicular a las hendiduras (14, 21, 22) de aislamiento.

2. El convertidor fotoeléctrico de película delgada, según la reivindicación 1, en el que el convertidor fotoeléctrico  
de película delgada comprende además una unidad (4a) de conversión fotoeléctrica de silicio amorfo entre la película  
transparente (3) de electrodos y la unidad (4b) de conversión fotoeléctrica de silicio cristalino.

25 3. El convertidor fotoeléctrico de película delgada, según la reivindicación 1 o 2, en el que la dimensión que tiene  
la unidad de conversión fotoeléctrica de película delgada de semiconductores formada en él, no es inferior a 600 cm<sup>2</sup>.

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

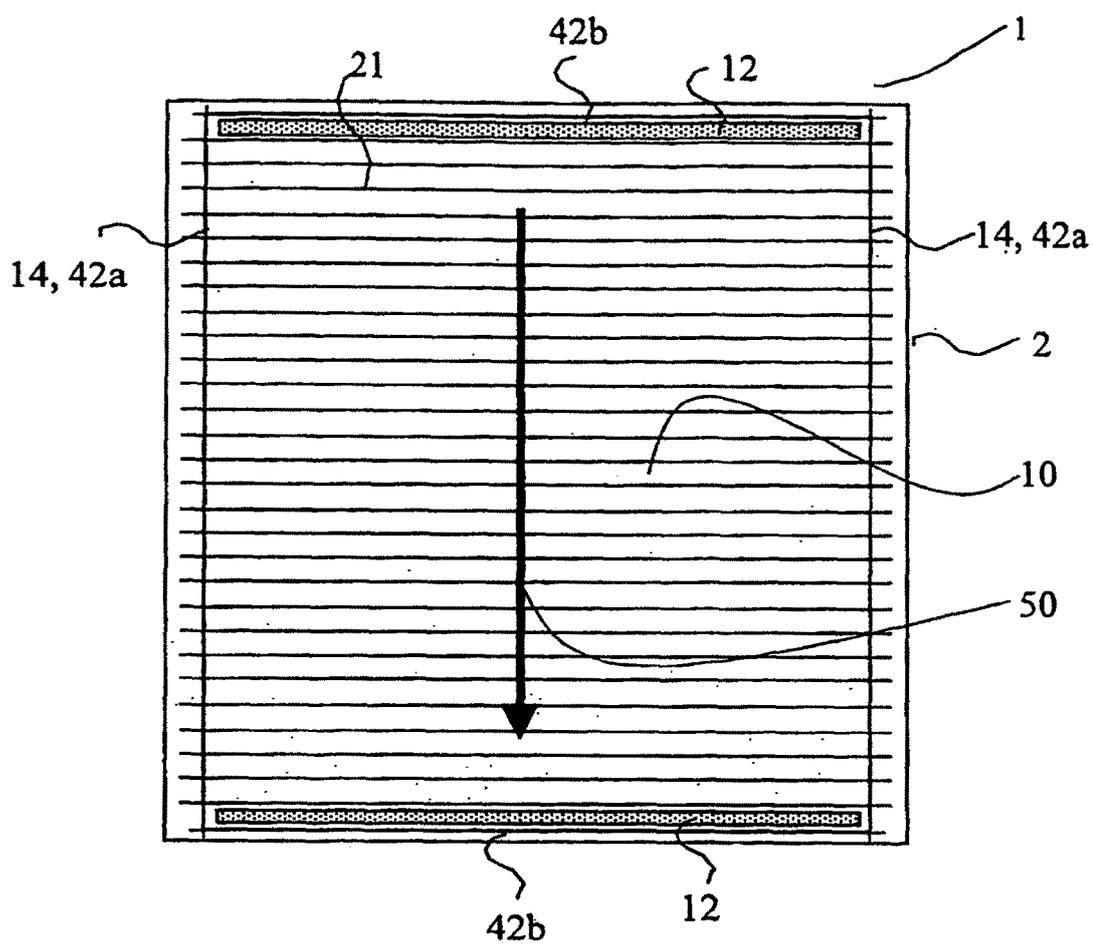


Fig.2

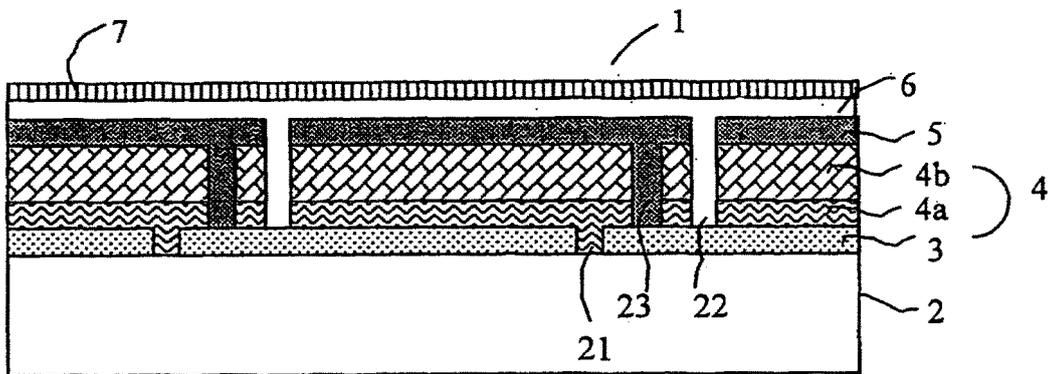


Fig.3

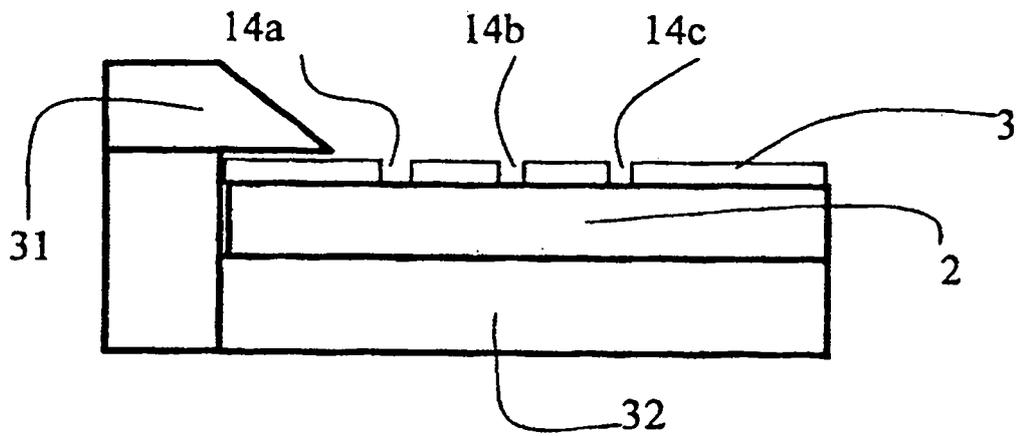


Fig.4

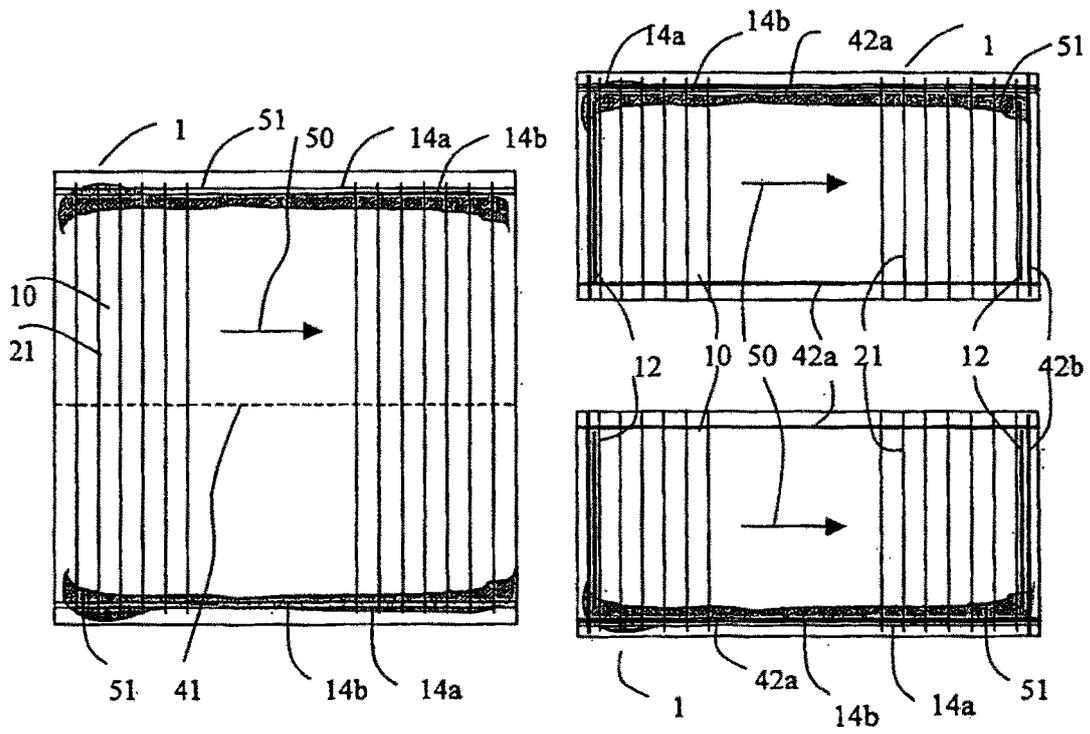


Fig.5

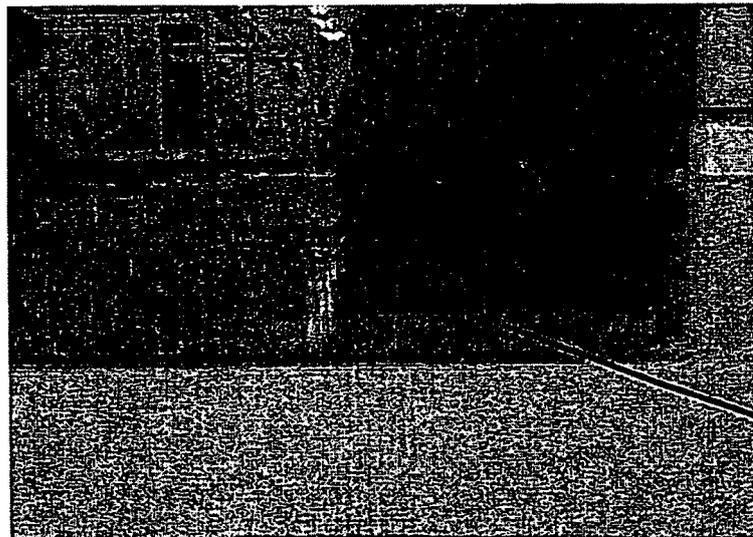
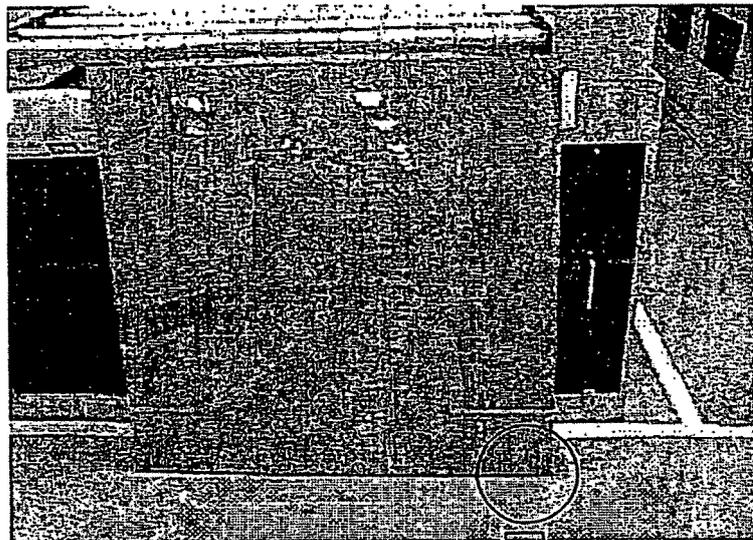


Fig.6

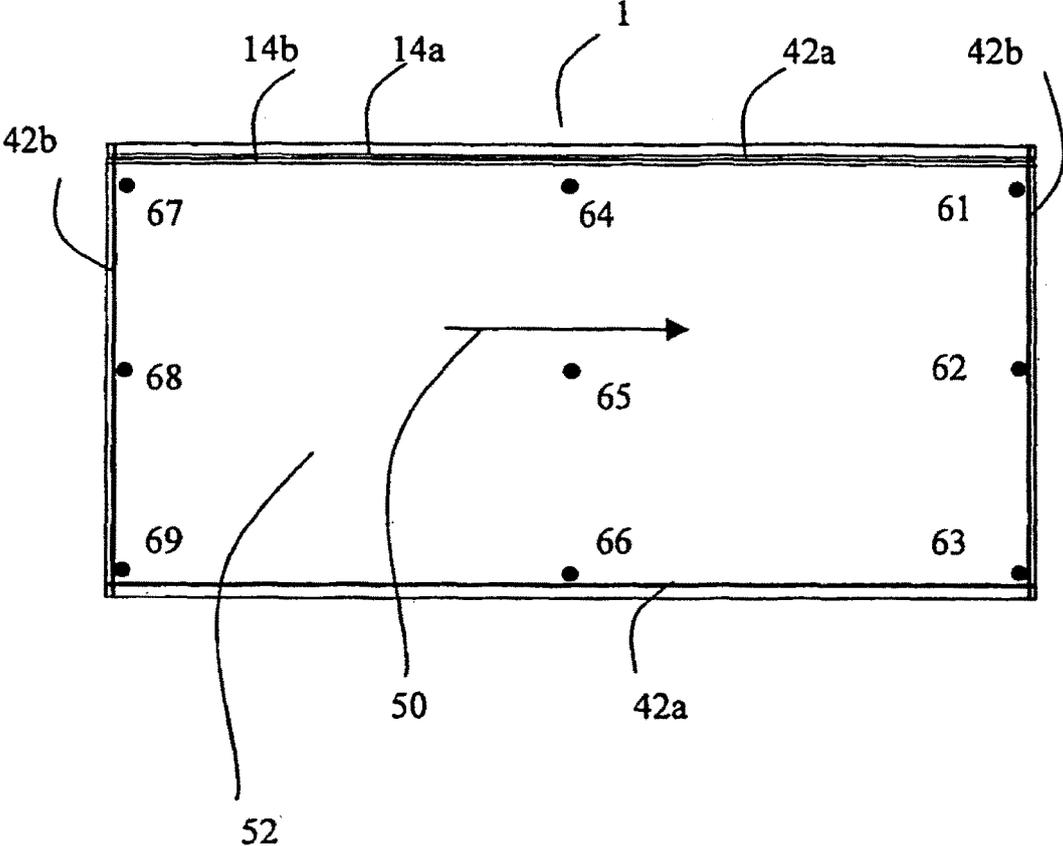


Fig.7

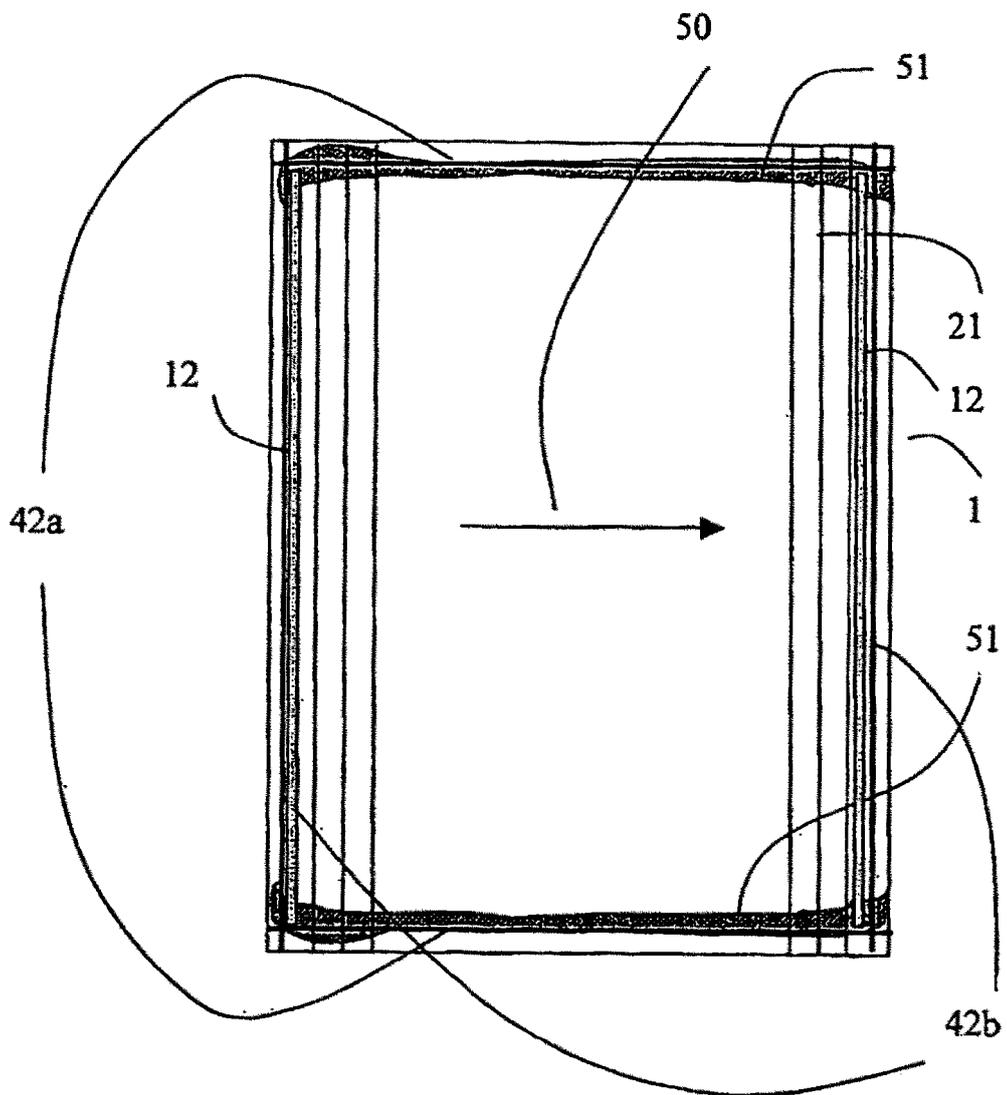


Fig.8

