

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 754 553**

51 Int. Cl.:

H01L 31/048 (2014.01)

H01L 31/046 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2006 PCT/EP2006/069965**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2007 WO07071703**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2006 E 06830738 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2019 EP 1964181**

54 Título: **Dispositivo fotovoltaico y método de encapsulado**

30 Prioridad:

22.12.2005 US 4668 P

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

20.04.2020

73 Titular/es:

**CNBM) BENGBU DESIGN & RESEARCH
INSTITUTE FOR GLASS INDUSTRY CO., LTD.
(100.0%)
No. 1047 Tushan Road
Bengbu, CN**

72 Inventor/es:

**CALWER, HERMANN;
PROBST, VOLKER y
WIETING, ROBERT D**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 754 553 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

Dispositivo fotovoltaico y método de encapsulado

5 Campo de la Invención

La presente invención está relacionada con un dispositivo fotovoltaico, con un método de encapsulado de un dispositivo fotovoltaico, y con el uso de una cubierta para encapsular un dispositivo fotovoltaico.

10 Antecedentes de la Invención

10 Típicamente las células solares están formadas por una capa fotovoltaica dispuesta sobre un sustrato, y encapsuladas para protección contra influencias ambientales. En la cara que recibe luz se proporciona una cubierta, típicamente de un material transparente, en particular a menudo se utiliza vidrio templado.

15 Las células solares de película delgada se disponen típicamente sobre un sustrato de vidrio. En las células solares de película delgada la capa fotovoltaica es una película delgada compuesta por una o más capas que forman una unión pn fotoactiva, y que incluye los electrodos necesarios. Una célula solar de película delgada particular es una así llamada célula solar de calcopirita o célula solar I-III-VI. Otra célula solar de película delgada es una célula solar de silicio amorfo.

20 La capa fotovoltaica de una célula solar no cubre normalmente toda el área del sustrato. En particular, en un área de frontera a lo largo del contorno del sustrato no está dispuesta ninguna capa fotovoltaica, o se elimina la capa fotovoltaica de esta área antes del encapsulado p. ej. mediante limpieza por láser en esta área.

25 Para el encapsulado, se puede disponer un material sellante polimérico tal como una cinta adhesiva polimérica a lo largo del contorno del sustrato, y la cubierta se lamina al sustrato con la capa fotovoltaica.

30 [e puede disponer una pluralidad de células solares debajo de una cubierta común para conformar un módulo solar. Una célula solar o módulo solar se puede colocar en un bastidor. La expresión dispositivo fotovoltaico se utilizará en la descripción y en las reivindicaciones para referirse de forma general a una célula solar, a un módulo solar o a otros dispositivos que generan energía fotovoltaica.

35 El encapsulado sirve para proteger al dispositivo fotovoltaico de influencias ambientales, tales como impacto mecánico, fluctuaciones de temperatura, humedad. Los dispositivos fotovoltaicos tienen que superar ensayos de certificación tales como el ensayo de corriente de fugas en mojado de la norma IEC 61646. Los dispositivos fotovoltaicos comerciales se venden típicamente con periodos de garantía de 10 a 25 años, por lo que los requisitos para durabilidad a largo plazo son elevados. El documento EP 0896 371 A1 describe un dispositivo fotovoltaico como es conocido en la técnica anterior, que comprende una capa fotovoltaica de película delgada situada entre un sustrato y una placa de recubrimiento transparente.

40 En el artículo "CIS THIN FILM MANUFACTURING AT SHELL SOLAR: PRACTICAL TECHNIQUES IN VOLUME MANUFACTURING" ("*Fabricación de película delgada CIS en Shell Solar: Técnicas prácticas en fabricación a gran escala*"), Robert Wieting et. Al, Proceedings de la 31st IEEE Photovoltaics specialist Conference celebrada en Orlando, Florida, 3-7 de Enero de 2005, se expone que el vidrio de la cubierta puede estar opcionalmente serigrafiado sobre la superficie interior con un perímetro de frita negra como los utilizados en parabrisas de automóviles para proporcionar una apariencia aún más atractiva estéticamente.

45 Es un objeto de la presente invención mejorar la estabilidad, en particular la durabilidad a largo plazo, de los dispositivos fotovoltaicos encapsulados, en particular de los dispositivos fotovoltaicos de calcopirita.

50 Compendio de la Invención

55 La presente invención se define en las reivindicaciones 1 y 9. La invención proporciona un dispositivo fotovoltaico que comprende una capa fotovoltaica de película delgada entre un sustrato y una placa de recubrimiento, siendo dicha placa de recubrimiento transparente en un área por encima de la capa fotovoltaica, en donde la placa de recubrimiento se solapa con la capa fotovoltaica, y en donde la placa de recubrimiento, en un área adyacente a la capa fotovoltaica, es opaca, en donde la placa de recubrimiento está aplicada como revestimiento en el área opaca, sobre al menos una cara orientada hacia, o en dirección contraria a, el sustrato, o tiene un cuerpo modificado para que sea opaco en esa área, en donde el área opaca tiene un color ajustado al color de la capa fotovoltaica, en donde el área opaca se extiende desde justo por encima del borde de la capa fotovoltaica hasta el borde de la placa de recubrimiento o por debajo del reborde de un bastidor.

60 El demandante se ha dado cuenta de que que una placa de recubrimiento opaca en áreas adyacentes a la capa fotovoltaica ayuda a mejorar la estabilidad de los dispositivos fotovoltaicos encapsulados. Un problema particular que se puede manejar de esta manera es la tensión térmica. La capa fotovoltaica es típicamente oscura, y en el caso de dispositivos fotovoltaicos de calcopirita, substancialmente negra. Áreas no cubiertas por la capa fotovoltaica son normalmente más claras, o transparentes. Por lo tanto, bajo la irradiación de luz solar, el área del dispositivo

65

5 fotovoltaico y el área restante se calientan de manera diferente, conduciendo a tensión térmica. Esto es particularmente problemático en un área de frontera de un sustrato frágil. Para dispositivos fotovoltaicos de película delgada a menudo se utiliza como sustrato vidrio flotado no templado. El vidrio flotado a menudo se corta a la medida deseada de tal manera que alrededor del contorno están presentes microfisuras. La tensión térmica en el área de frontera puede producir como resultado fisuración macroscópica del sustrato. La cubierta opaca alivia este problema, dado que la no homogeneidad de la tensión térmica se reduce debido a la absorción de luz solar también en áreas adyacentes al área de la capa fotovoltaica.

10 Un problema adicional que puede ser aliviado por la invención es la degradación por luz (incluida luz ultravioleta [=UV]) de materiales, en particular de materiales poliméricos, más en particular a lo largo de los bordes de una célula o módulo solar. Dichos materiales poliméricos pueden ser una hoja de laminación por ejemplo de EVA (etilvinilacetato) o PVB (polivinilbutiral), aplicada entre la capa fotovoltaica y la placa de recubrimiento, y en particular sellantes poliméricos que se pueden aplicar por ejemplo alrededor de un contorno del sustrato, para impedir la entrada de humedad. Muchos polímeros se degradan con el tiempo, y la degradación a menudo es impulsada por la luz y en particular por irradiación UV. La cubierta opaca puede bloquear la luz y en particular la irradiación UV que llega al polímero, de modo que la degradación debajo del área opaca, preferiblemente a lo largo de los bordes (sello de borde y/o porción de la hoja de laminado en esa área), se retrasa o se impide.

20 Adecuadamente el área opaca incluye substancialmente toda área que puede recibir luz y bajo la cual no está presente ninguna capa fotovoltaica. Esto maximiza los efectos beneficiosos descritos anteriormente. También adecuadamente, el área opaca sólo se solapa mínimamente, dentro de tolerancias de producción posibles en la práctica, con la capa fotovoltaica, para minimizar cualquier pérdida de eficiencia del dispositivo fotovoltaico.

25 El área opaca se puede proporcionar aplicando un revestimiento a la placa de recubrimiento, p. ej. mediante pintura, o serigrafía, seguido adecuadamente por un tratamiento térmico.

30 La placa de recubrimiento es típicamente plana y tiene un espesor en el rango de 0,5-10 mm, preferiblemente de 1-5 mm, y puede ser de cualquier material que tenga suficiente transparencia por encima de la capa fotovoltaica. Adecuadamente la placa de recubrimiento es un vidrio de recubrimiento, preferiblemente vidrio templado.

35 En una realización muy relevante en la práctica para los dispositivos fotovoltaicos de película delgada tales como las células de calcopirita, el sustrato es de un material frágil tal como vidrio no templado. En este caso es particularmente beneficioso cubrir toda el área fuera de la película delgada con una cubierta opaca, para impedir fisuración debida a tensión térmica.

40 El área opaca tiene un color ajustado al color de la capa fotovoltaica. En particular el área opaca puede ser negra en el caso de una capa fotovoltaica negra. Dicho de otra manera, adecuadamente la absorción de energía transformada en calor, por unidad de área, procedente de luz incidente en el área opaca, coincide substancialmente con la absorción de energía transformada en calor en el área de la capa fotovoltaica.

45 Adecuadamente, el área opaca también bloquea substancialmente la radiación UV. Esto es particularmente beneficioso si debajo del área opaca está presente un material polimérico que se puede degradar bajo irradiación de luz, en particular UV, en particular un sellante polimérico. Bloquear substancialmente la radiación de luz, en particular UV, significa un coeficiente de transmisión para la radiación de luz, en particular UV, de menos del 20%, preferiblemente menos del 10%, más preferiblemente menos del 5%, lo más preferiblemente un coeficiente de transmisión substancialmente igual a cero, respectivamente para luz o al menos UV.

50 La invención proporciona además un método de encapsulado de un dispositivo fotovoltaico, que comprende los pasos de

- proporcionar un sustrato, que tiene un área, con una capa fotovoltaica de película delgada sobre un área parcial del sustrato,
- proporcionar una placa de recubrimiento que tiene un área transparente y un área opaca adyacente al área transparente;
- 55 - disponer la placa de recubrimiento por encima de la capa fotovoltaica, de modo que el área opaca cubre al menos parte del área del sustrato fuera del área parcial sobre la cual está dispuesta la capa fotovoltaica, en donde el área opaca tiene un color ajustado al color de la capa fotovoltaica, en donde el área opaca se extiende desde justo por encima del borde de la capa fotovoltaica hasta el borde de la placa de recubrimiento o por debajo del reborde de un bastidor.

60 En una realización particular un material sellante polimérico está dispuesto sobre el sustrato, y la cubierta está diseñada de tal manera que el material sellante polimérico está cubierto por el área opaca. En muchos casos prácticos, en particular en aquellos en los que el sellante discurre sólo alrededor del contorno del sustrato, el área opaca rodea adecuadamente al área transparente. Sin embargo, es posible que el material sellante esté también

dispuesto sobre áreas diferentes al contorno del sustrato, p. ej. en el caso en que una pluralidad de dispositivos fotovoltaicos está dispuesta en un módulo y tapada por una cubierta.

- 5 La invención proporciona además el uso de una placa de recubrimiento provista de un área transparente y un área opaca y absorbente de los UV adyacente al área transparente para encapsular un dispositivo fotovoltaico que comprende una capa fotovoltaica de película delgada dispuesta sobre un sustrato, y para proteger a material degradable por los UV, en particular a material polimérico, más en particular a material sellante polimérico, presente adyacente a la capa fotovoltaica, de degradación inducida por UV.
- 10 La invención proporciona además el uso de una placa de recubrimiento provista de un área transparente y un área opaca adyacente al área transparente para encapsular un dispositivo fotovoltaico que comprende una capa fotovoltaica de película delgada dispuesta sobre un sustrato que es más grande que la capa fotovoltaica, y para proteger al dispositivo fotovoltaico encapsulado de tensión térmica durante debido a irradiación con luz.
- 15 Realizaciones apropiadas y preferidas analizadas con referencia al dispositivo fotovoltaico de la invención son igualmente apropiadas para realizaciones especiales del método y los usos de la presente invención.

Breve descripción de los Dibujos

Se describirá ahora la invención con mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en donde

- 20 La Figura 1 muestra esquemáticamente una primera realización de la invención en sección transversal a través de una parte de borde;
 La Figura 2 muestra esquemáticamente una segunda realización de la invención en sección transversal a través de una parte de borde; y
 La Figura 3 muestra esquemáticamente una tercera realización en vista en planta;
- 25 La Figura 4 muestra esquemáticamente una vista a lo largo de la línea IV-IV de una Figura 3.
 Allí donde los mismos números de referencia se utilizan en diferentes figuras, estos hacen referencia a los mismos objetos o a objetos similares.

Descripción detallada de la Invención

- 30 Se hace referencia a la Figura 1 que muestra esquemáticamente una sección transversal a través de la parte de borde de un dispositivo fotovoltaico 10 de película delgada de acuerdo con la presente invención. El dispositivo fotovoltaico 10 está soportado sobre un sustrato 12 que es típicamente vidrio de aproximadamente 1 a 3 milímetros de espesor. Un contacto posterior comprende una capa metálica 14 depositada sobre el sustrato 12. La capa 14, en la realización preferida, típicamente comprende o consiste en molibdeno que ha sido depositado por pulverización hasta un espesor de aproximadamente 0,2 a 2 micras. Encima del electrodo posterior 14 está dispuesta una capa 16 semiconductor de calcopirita de tipo p, que tiene un espesor de aproximadamente 0,2 a 2 micras.

- 40 Una clase particular de dispositivos fotovoltaicos de película delgada tiene una capa absorbente formada por un semiconductor del grupo I-III-VI, también denominado semiconductor de calcopirita. Dicho semiconductor es generalmente del tipo diseleniuro de cobre indio ("CIS"), en donde esta expresión se debe entender de tal manera que el indio puede ser sustituido parcialmente o totalmente por galio y/o aluminio, y el selenio puede ser sustituido parcialmente o totalmente por azufre. Los semiconductores de tipo CIS incluyen aquellos caracterizados por la fórmula $CuIn_xGa_yAl_{(1-x-y)}Se_zS_{(2-z)}$, donde $x+y \leq 1$ y $z \leq 2$. Casos especiales de una capa de tipo CIS se denotan también p. ej. como CIGS o CIGSS. La capa de tipo CIS puede comprender además una baja concentración, una traza, o una concentración de dopado de uno o más elementos o compuestos adicionales, en particular metales alcalinos tales como sodio, potasio, rubidio, cesio y/o francio, o compuestos alcalinos. La concentración de estos constituyentes adicionales es típicamente el 5% en peso o menos, preferiblemente el 3% en peso o menos.

- 50 La capa CIS 16 se puede conformar mediante cualquier método disponible en la técnica. Un método preferido incluye deposición por pulverización de una secuencia de capas que comprenden los constituyentes metálicos de la capa CIS, depositando opcionalmente una capa de Se mediante deposición de vapor, seguido por procesamiento térmico rápido. Un proceso preferido se describe en J. Palm, V. Probst y F.H. Karg, "Second generation CIS solar modules" ("*Módulos solares CIS de segunda generación*") Solar Energy, vol. 77, p. 757-765, 2004, incorporada por referencia.

- 60 Entre las capas 12 y 14 se puede disponer una capa de barrera de difusión por ejemplo de óxido de silicio o de nitruro de silicio (no mostrada), la cual sirve para suprimir difusión de metales alcalinos desde el sustrato de vidrio hacia el interior de la capa CIS 16. Además, la capa CIS contiene preferiblemente una cantidad controlada de Na, como se describe en la patente de EE.UU. N° 5.626.688.

Encima de la capa de tipo CIS habitualmente se dispone una capa intermedia 18. La capa intermedia puede ser p. ej. de CdS, una capa inorgánica libre de Cd tal como Zn(O,S) que posiblemente incluye también hidróxido, pero la capa intermedia también se puede omitir. También es posible disponer una capa de ZnO intrínseco, es decir, una

capa de ZnO que tenga una resistividad volumétrica mayor de 1 Ohm-cm, preferiblemente mayor de 100 Ohm-cm, por ejemplo, entre 1 y 10 veces 10^3 Ohm-cm. Preferiblemente la capa tiene un espesor de entre 10 nm y 150 nm.

5 El dispositivo fotovoltaico 10 comprende además una capa 20 de ZnO de tipo n. La capa está dopada apropiadamente para proporcionar baja resistividad, por ejemplo, mejor que aproximadamente 2,0 veces 10^{-3} Ohm-cm, y preferiblemente mejor que 1,0 veces 10^{-3} Ohm-cm. El espesor de la capa 20 es adecuadamente de 0,5 a 2 micras.

10 Las conexiones eléctricas de las capas no se muestran en detalle, pero se muestra una cinta conductora 24 que está diseñada para recoger la corriente procedente de todo el módulo y que está conectada o es conectable a un contacto eléctrico fuera del módulo.

15 La disposición apilada del electrodo posterior 14, la capa de tipo CIS 16, la capa búfer 18 y el electrodo frontal de ZnO 20 forman juntos la capa fotovoltaica de película delgada en esta realización.

20 El dispositivo fotovoltaico está cubierto por una placa de recubrimiento, vidrio de recubrimiento 30 de vidrio templado, laminada al sustrato con la capa fotovoltaica por medio de un polímero transparente, tal como EVA (etilvinilacetato) o PVB (polivinilbutiral), la cual rellena el espacio intermedio y proporciona un sello en el contorno. Se entenderá que el dibujo es esquemático y que el espesor de estructuras no está dibujado a escala. En la cara posterior del sustrato de vidrio en esta realización está dispuesta una capa protectora de Tedlar/Poliéster/Aluminio/Tedlar conocida como TPAT. En lugar de un vidrio de recubrimiento, también se pueden aplicar placas de recubrimiento de otros materiales tales como polímeros que sean transparentes (por encima de la capa fotovoltaica).

25 Un bastidor 38 sujeta y soporta al dispositivo fotovoltaico.

El vidrio de recubrimiento 30 está en la cara que recibe luz del dispositivo fotovoltaico.

30 De acuerdo con la invención el vidrio de recubrimiento 30, en un área adyacente a la capa fotovoltaica, es opaco. Esto se consigue mediante un revestimiento 42 sobre el vidrio de recubrimiento en un área de frontera. El revestimiento puede ser pintado, serigrafiado y calentado, pero también puede ser p. ej. una cinta adhesiva. Por ejemplo, se puede serigrafiar y templar una pasta cerámica. En lugar de revestimiento, también se puede modificar el cuerpo del vidrio de recubrimiento en el área de frontera para que sea opaco, por ejemplo, añadiendo un pigmento o mediante inclusión de una capa o sustancia opaca. Una realización en la cual un revestimiento opaco está en la cara del vidrio orientada hacia el sustrato se explicará con referencia a la Figura 2. El revestimiento o modificación del cuerpo de la placa de recubrimiento 30 se proporciona antes de disponer la placa de recubrimiento sobre el dispositivo fotovoltaico. El revestimiento es preferiblemente no conductor de la electricidad.

40 El área opaca se extiende desde justo por encima de la parte fotoactiva de la capa fotovoltaica, esencialmente el borde de la capa de tipo CIS 16, hasta debajo del reborde del bastidor 38. Es deseable tener la cubierta totalmente transparente por encima de substancialmente toda el área fotoactiva, de modo que el solape del área opaca, adyacente al área transparente de la cubierta, por encima de la capa fotoactiva, se debería mantener a un mínimo. Si no existe bastidor el área opaca se extiende adecuadamente hasta el borde de la placa de recubrimiento y se puede extender alrededor del borde.

45 De esta manera el área opaca incluye substancialmente toda área que puede recibir luz y por debajo de la cual no está presente ninguna capa fotovoltaica.

50 El área opaca es adecuadamente oscura, preferiblemente negra. Preferiblemente el área opaca también bloquea substancialmente la radiación UV. De esta manera la degradación de la resina polimérica 32 en el área de borde se retarda o se suprime.

55 Se hace referencia ahora a la Figura 2, que muestra una segunda realización de un dispositivo fotovoltaico 50 de acuerdo con la invención. Los dispositivos son en gran medida similares y se utilizan los mismos números de referencia que en la Figura 1 para hacer referencia a las mismas partes o a partes similares, y nos referimos al análisis anterior de dicha figura. Es suficiente analizar las diferencias con la realización de la Figura 1. A lo largo de los bordes del dispositivo fotovoltaico está dispuesto un material sellante polimérico en forma de una cinta adhesiva 52. El sello de borde puede comprender preferiblemente un material repelente de la humedad y/o un desecante. Ejemplos de materiales de sello de borde apropiados incluyen materiales de goma de butilo, de uretano y de poliuretano, materiales de poliisobutileno, materiales epóxidos, materiales de polisulfamida; y cianoacrilatos. Dichos sellantes de borde se pueden aplicar en forma de una cinta adhesiva o tira antes de juntar la capa posterior y la capa orientada hacia la luz.

65 La capa 36 de protección no está presente en la cara posterior del sustrato.

El área opaca 54 está dispuesta como un revestimiento sobre la cara orientada hacia dentro de la cubierta de vidrio 30. Esto es preferible porque el propio revestimiento está protegido.

5 Se hace referencia a las Figuras 3 y 4, que muestran esquemáticamente una tercera realización de un dispositivo fotovoltaico 70 de acuerdo con la invención, en vista en planta y en una sección transversal a lo largo de la línea IV-IV. La Figura 3 muestra un módulo solar formado por cuatro células solares 71a,b,c,d debajo de un vidrio de recubrimiento común 30 y en un bastidor común 38. El módulo es en gran medida similar al dispositivo 50 de la Figura 2, de hecho la Figura 2 se puede considerar como una sección transversal II-II. Sin embargo, en un módulo formado por una pluralidad de células solares pueden existir regiones diferentes al contorno en las que se puede aplicar invención. En la sección transversal de la Figura 4 se muestra que el área opaca 54 puede igualmente estar situada en una parte central del dispositivo fotovoltaico. Los rectángulos sólidos 75a,b,c,d en la Figura 3 indican el área transparente de la cubierta, y el área restante del vidrio de recubrimiento que puede recibir luz (por ejemplo fuera del bastidor) es adecuadamente todo opaco. Resultará evidente que las Figuras 3 y 4 no están a escala, la fracción de área opaca está exagerada. Los sellos de borde 52a, 52b y el área situada fuera de las capas fotovoltaicas mostradas esquemáticamente como 56a, 56b están protegidos de la luz y de los UV.

La anchura del área no cubierta por capa fotoactiva en el perímetro del sustrato es típicamente 1-2 cm, la capa CIS se retira allí en un paso de procesamiento, p. ej. mediante limpieza por láser, para superar ramas de ensayo de certificación IEC como el ensayo de corriente de fugas en mojado de la norma IEC 61646. El módulo solar final cuando está expuesto a la luz del sol es muy absorbente en el área activa del circuito, pero, sin la presente invención, es muy transparente en la zona borrada de la película en el perímetro. En consecuencia, el sustrato y el vidrio de recubrimiento en el área activa se calientan a la luz del sol y se expanden térmicamente, pero el perímetro no se calienta, o se calienta menos. De esta manera se desarrolla tensión de tracción en el perímetro del sustrato, lo cual es perjudicial para sustratos frágiles y da lugar a alta probabilidad de fisuración. Es de esperar que la probabilidad de fisuración de este tipo de sustrato aumente con las dimensiones del sustrato del módulo. El uso de una cubierta de acuerdo con la presente invención soluciona este problema debido a que las partes opacas también se calientan de tal manera que no se desarrolla ninguna tensión de tracción o se desarrolla una tensión de tracción mucho menor, y la probabilidad de fisuración disminuye drásticamente.

30 El uso de la cubierta de acuerdo con la invención también puede mejorar la durabilidad a largo plazo de los módulos solares al proteger el sellante polimérico de la degradación, especialmente debida a los UV. Ejemplos de material de este tipo son el polímero 32 en el área de frontera, y el sellante de borde 54, los cuales son ambos adyacentes a la capa fotovoltaica. Otros ejemplos son material de relleno polimérico o adhesivo aplicado en las fronteras. Preferiblemente el sellante se aplica sobre el sustrato antes de que se disponga la cubierta sobre él. Se ha encontrado que este material puede degradarse y descomponerse bajo irradiación UV, y que este problema puede ser superado por la presente invención.

40 Una ventaja adicional de la invención es que ciertos componentes del conjunto de módulo son estéticamente poco atractivos en comparación con la superficie negra uniforme de una capa fotovoltaica, tal como una capa de tipo CIS. Estos componentes incluyen las cintas de contacto de circuito, las zonas de contacto de circuito recubiertas con molibdeno, y cinta adhesiva de borde solar, así como el perímetro de circuito con película borrada transparente. El área opaca cubre dichos componentes.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo fotovoltaico (10) que comprende una capa fotovoltaica (16) de película delgada entre un sustrato (12) y una placa de recubrimiento (30), siendo dicha placa de recubrimiento (30) transparente en un área situada por encima de la capa fotovoltaica (16), en donde la placa de recubrimiento (30) se solapa con la capa fotovoltaica (16), y en donde la placa de recubrimiento (30), en un área adyacente a la capa fotovoltaica, es opaca, en donde la placa de recubrimiento está aplicada como revestimiento en el área opaca, sobre al menos una cara orientada hacia, o en dirección contraria a, el sustrato (12), o tiene un cuerpo modificado para que sea opaco en esa área, en donde el área opaca (42, 54) tiene un color ajustado al color de la capa fotovoltaica (16), en donde el área opaca se extiende desde justo por encima del borde de la capa fotovoltaica (16) hasta el borde de la placa de recubrimiento (30) o por debajo del reborde de un bastidor (38).
- 15 2. El dispositivo fotovoltaico (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el área opaca incluye substancialmente toda área que puede recibir luz y bajo la cual no está presente ninguna capa fotovoltaica.
3. El dispositivo fotovoltaico (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, en el cual la placa de recubrimiento (30) es un vidrio de recubrimiento, preferiblemente de vidrio templado.
- 20 4. El dispositivo fotovoltaico (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual el sustrato (12) es de vidrio no templado.
5. El dispositivo fotovoltaico (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual el área opaca es negra.
- 25 6. El dispositivo fotovoltaico (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual el área opaca también bloquea substancialmente la radiación UV.
- 30 7. El dispositivo fotovoltaico (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual un material degradable por la luz (32, 52) está presente entre el sustrato (12) y el vidrio de recubrimiento (30), y en el cual la cubierta está diseñada de tal manera que el material degradable por la luz (32, 52) está cubierto al menos parcialmente por el área opaca.
- 35 8. El dispositivo fotovoltaico (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual un material sellante polimérico (52) está presente sobre el sustrato (12), en particular a lo largo de un borde del sustrato, y en el cual la cubierta está diseñada de tal manera que el material sellante polimérico (52) está cubierto por el área opaca.
- 40 9. Método de encapsulado de un dispositivo fotovoltaico (10), que comprende los pasos de
- proporcionar un sustrato (12) que tiene un área con una capa (16) fotovoltaica de película delgada sobre un área parcial del sustrato (12),
 - proporcionar una placa de recubrimiento (30) que tiene un área transparente y un área opaca adyacente al área transparente;
 - disponer la placa de recubrimiento (30) por encima del dispositivo fotovoltaico, de modo que el área opaca cubre al menos parte del área del sustrato fuera del área parcial sobre la cual está dispuesto el dispositivo fotovoltaico,
- 45
- 50 en donde el área opaca (42, 54) tiene un color ajustado al color de la capa fotovoltaica (16), en donde el área opaca se extiende desde justo por encima del borde de la capa fotovoltaica (16) hasta el borde de la placa de recubrimiento (30) o por debajo del reborde de un bastidor (38).
- 55 10. El método de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual se proporciona a la placa de recubrimiento (30), antes de disponer la cubierta por encima del sustrato (12), un revestimiento opaco, o un cuerpo modificado para hacer opaca la placa de recubrimiento (30).
- 60 11. El método de acuerdo con la reivindicación 9 ó 10, que comprende además el paso de disponer un material polimérico (32, 52) entre el sustrato (30) y la placa de recubrimiento (12).
12. El método de acuerdo con la reivindicación 11, en el cual el material polimérico es un material sellante polimérico (52) sobre el sustrato (12); y en el cual la placa de recubrimiento (12) está dispuesta de tal manera que el material sellante polimérico (52) está cubierto por el área opaca.

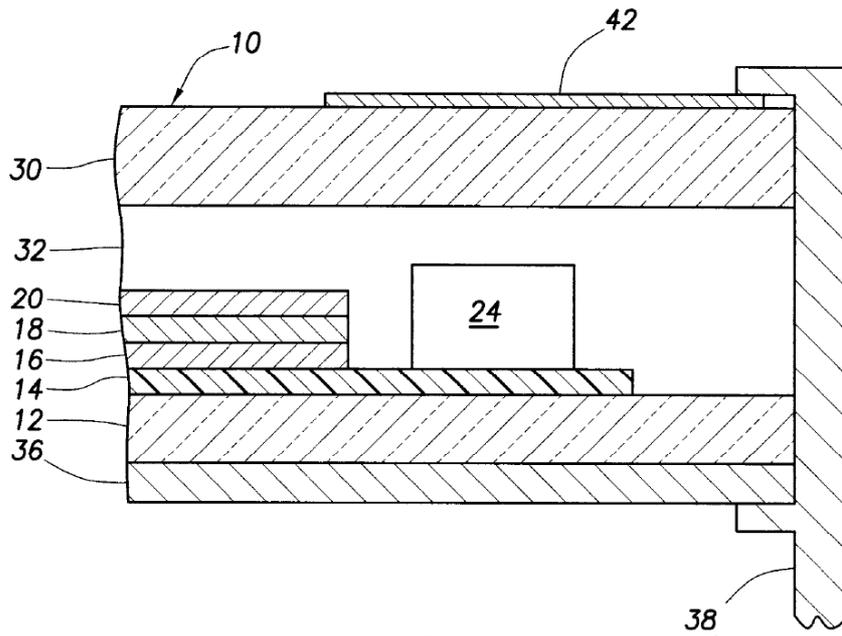


FIG. 1

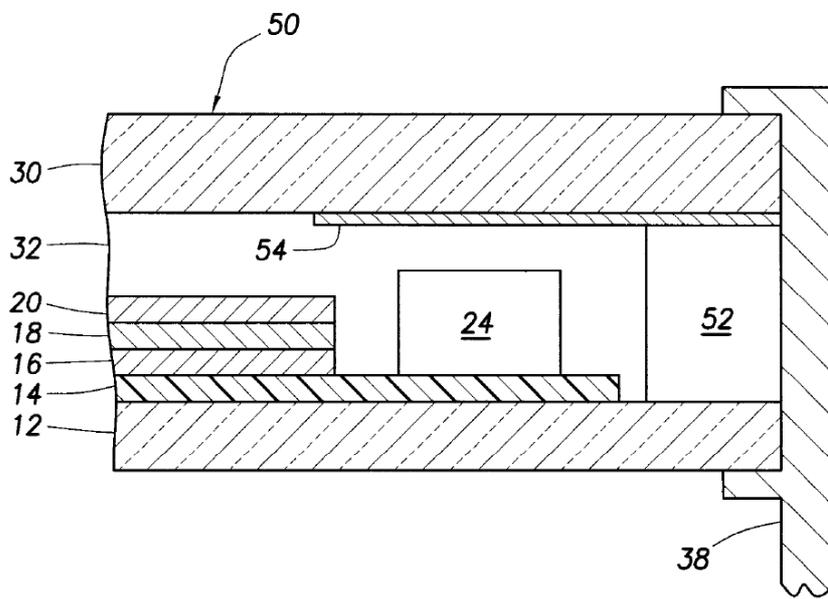


FIG. 2

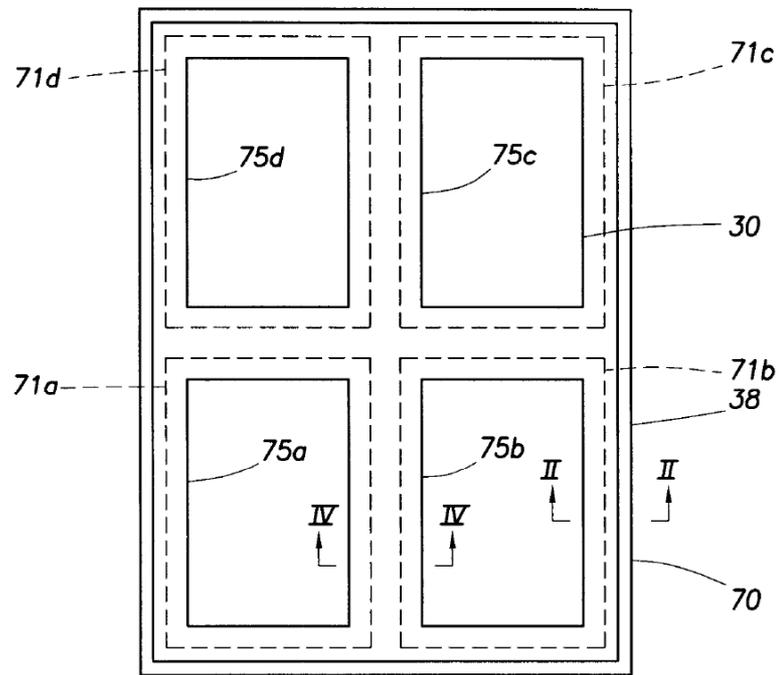


FIG. 3

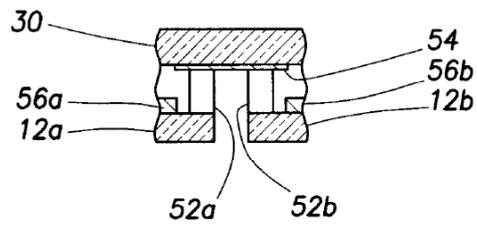


FIG. 4