



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 426 863**

⑮ Int. Cl.:

H01L 31/058 (2006.01)
H01L 31/048 (2006.01)
E04D 13/18 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑯ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2000 E 00975852 (5)**

⑰ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2013 EP 1135809**

④ Título: **Elemento de cubierta de techo híbrido**

⑩ Prioridad:

09.09.1999 NL 1013011
02.12.1999 NL 1013730

⑮ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

25.10.2013

⑬ Titular/es:

HYET ENERGY SYSTEMS B.V. (100.0%)
Westervoortsedijk 71 K
6827 AV Arnhem, NL

⑭ Inventor/es:

MIDDELMAN, ERIK y
ANDEL VAN, ELEONOOR

⑮ Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 426 863 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

Elemento de cubierta de techo híbrido

5

[0001] La invención se refiere a un elemento de cubierta de techo híbrido que comprende una placa de células solares de película delgada. Los elementos de cubierta de techo híbridos son elementos que se pueden montar adecuadamente sobre estructuras de techo o en ellas o de otra manera se pueden integrar en edificios o, si se desea, en sistemas autónomos, en los que se emplea energía solar de dos maneras. Por un lado, la energía solar se convierte en electricidad por una placa de células solares de película delgada. Por otro lado, la energía solar se utiliza para calentar un medio líquido y/o gaseoso, tal como aire y/o agua.

10

[0002] Los elementos de cubierta de techo híbridos que comprenden una placa de células solares de película delgada son conocidos. Se describen, por ejemplo, en la US 5,589,006 y la EP 0 820 105. La US 5,849,006 describe un elemento de cubierta de techo híbrido que comprende, de arriba a abajo, una capa superior compuesta por, preferiblemente, un recubrimiento transparente, una placa de células solares de película delgada fundida en un relleno, un elemento de aislamiento posterior, una capa de relleno y una placa de techar. El aire pasa por debajo de la placa de techar. La EP 0 820 105 describe un sistema donde una placa de células solares de película delgada está provista en una placa posterior de capacidad de soporte de alta carga y alta procesabilidad, de modo que la placa se puede doblar libremente en cualquier forma deseada, más específicamente en forma trapezoidal. El aire pasa por debajo de la placa posterior y por encima de la placa de células solares de película delgada.

15

[0003] Aunque estos elementos de cubierta de techo híbridos funcionan adecuadamente, están abiertos a mejora, especialmente en cuanto a eficiencia de generación de calor.

20

[0004] Se acaba de descubrir que se puede efectuar fácilmente una mejora en este campo poniendo en contacto directamente una placa de células solares de película delgada con baja capacidad térmica con el medio que se va a calentar. Esto dará como resultado mayor eficiencia en la parte del elemento de cubierta de techo, dado que es necesaria menos energía para calentar la propia placa de células solares de película delgada, dejando más energía para tratamiento útil. Esto lleva a una velocidad de respuesta más alta en la parte del elemento de cubierta de techo híbrido.

25

[0005] La invención se refiere entonces a un elemento de cubierta de techo híbrido según la reivindicación 1. Preferiblemente, la placa de células solares de película delgada tiene una capacidad térmica inferior a $600 \text{ J/m}^2\text{K}$.

30

[0006] La placa de células solares de película delgada usada en el elemento de cubierta de techo híbrido según la invención es una placa de células solares de película delgada flexible. La flexibilidad de la película es atractiva por diferentes razones. La primera, dicha flexibilidad hace posible transportar la placa de células solares de película delgada de forma enrollada hasta el lugar en el que se ensamblan los elementos de cubierta de techo. La segunda, es más fácil dividir células solares de película delgada flexibles en secciones del tamaño deseado que células solares de película delgada rígidas en, digamos, un soporte de vidrio. La tercera, la flexibilidad de la placa de células solares de película delgada hace posible que la película se integre en el elemento de cubierta de techo de diferentes formas, si así se desea, como consecuencia de lo cual se puede optimizar la posición de la película con respecto al sol y se puede obtener cualquier efecto estético deseado. Así, una placa de células solares de película delgada flexible se puede fabricar no sólo en forma de una lámina plana como es más común, sino también de forma curvada, trapezoidal o de cualquier otra forma deseada. Las placas de células solares de película delgada empleadas en la presente invención se fabrican mediante un proceso rollo a rollo y son particularmente atractivas, dado que cumplen muy plenamente las propiedades deseadas de transporte fácil y división fácil en secciones del tamaño deseado.

35

40

[0007] La placa de células solares de película delgada usada en el elemento de cubierta de techo híbrido según la invención está compuesta preferiblemente por un portador flexible, un electrodo posterior, una capa fotovoltaica y un electrodo anterior transparente. Si así se desea, la placa de células solares de película delgada puede estar provista de una o más capas protectoras u otras capas superiores. La capacidad térmica de tal placa de células solares de película delgada se determina principalmente por la naturaleza del portador y cualquier capa superior y protectora presente. Hay que tener cuidado al seleccionar estos materiales para garantizar que se obtienen las propiedades deseadas en cuanto a capacidad térmica.

45

[0008] La placa de células solares de película delgada empleada en el elemento de cubierta de techo híbrido según la invención preferiblemente tiene un espesor total inferior a $1000 \mu\text{m}$, más preferiblemente inferior a $500 \mu\text{m}$, de la forma más preferible inferior a $300 \mu\text{m}$. En términos generales, cuanto más delgada sea la placa de células solares de película delgada, menor será su capacidad térmica.

50

55

[0009] La placa de células solares de película delgada empleada en el elemento de cubierta de techo híbrido según la invención tiene preferiblemente un peso por área de superficie inferior a 1400 g/m^2 , más preferiblemente inferior a 700 g/m^2 . En términos generales, cuanto más ligera sea la placa de células solares de película delgada, menor será su capacidad térmica. Además, las láminas más ligeras pueden suponer un transporte y un procesamiento más simple y

menos costoso.

[0010] Los materiales adecuados para la capa portadora de la placa de células solares de película delgada incluyen películas poliméricas termoplásticas o termoestables, combinaciones de las mismas y, opcionalmente, variaciones reforzadas con fibras de las mismas. Los materiales termoestables adecuados incluyen poliimidas, poliésteres insaturados, ésteres de vinilo, SI, etc. Los materiales termoplásticos pueden ser amorfos al igual que semicristalinos. Ejemplos de termoplásticos amorfos adecuados son PEI, PSU, PC, PPO, PES, PMMA, SI, PVC, PVDC, FEP y otros polímeros con flúor. Ejemplos de materiales semicristalinos adecuados son PET, PEN, PEEK, PEKK, PP y PTFE. Ejemplos de materiales líquido-cristalinos adecuados son PPTA (Twaron, Aramica, Kevlar (todos marcas registradas)).

5 Se puede hacer uso de películas extruidas por fusión al igual que de películas de fusión de suspensión, de solución o de emulsión. Las películas biaxialmente orientadas tendrán en general propiedades mecánicas superiores. Películas metálicas sobre las que se ha proporcionado una capa superior aislante (dieléctrica), o composiciones de refuerzo de fibra y polímero como epoxi reforzada con fibra de vidrio también pueden servir como una capa portadora, si así se desea.

10

[0011] Se prefieren películas "co-extruidas" poliméricas provistas de una capa adhesiva termoplástica con un punto de reblandecimiento por debajo del punto del propio portador. Opcionalmente, la película coextruida está provista de una capa antidifusión de, por ejemplo, aluminio o SiOx.

20 [0012] Actualmente, se prefieren poliésteres biaxialmente orientados, preferiblemente los provistos de un recubrimiento antidifusión inorgánico.

[0013] El espesor del portador es preferiblemente de 75 µm a 1 mm. Los intervalos preferidos son de 100 µm a 600 µm y de 150 µm a 300 µm. Como se ha indicado anteriormente, la presente invención emplea una placa de células solares de película delgada fabricada mediante un proceso rollo a rollo.

25

[0014] Un proceso atractivo rollo a rollo para la producción de una placa de células solares de película delgada flexible comprende los siguientes pasos:

- 30 a. proporcionar un sustrato temporal
 b. aplicar el electrodo conductor transparente sobre dicho sustrato
 c. aplicar la capa fotovoltaica
 d. aplicar el electrodo posterior
 e. aplicar un portador permanente sobre el electrodo posterior
 f. eliminar el sustrato temporal
 g. opcionalmente, aplicar una capa protectora transparente.
- 35

[0015] La razón por la que este proceso es tan atractivo para la fabricación de láminas de células solares de película delgada para su uso en los elementos de cubierta de techo híbridos es que el uso del sustrato temporal hace posible que el electrodo anterior del óxido conductor transparente, la capa fotovoltaica y el electrodo posterior se apliquen bajo tales condiciones que se producirá una célula solar de buena calidad. El portador permanente que se aplica sobre la placa de células solares de película delgada en una fase posterior se puede seleccionar de manera que cumpla fácilmente las condiciones impuestas por el uso específico en un elemento de cubierta de techo híbrido. No obstante, no es necesario que el sustrato permanente sea resistente a las condiciones, por ejemplo, las condiciones de alta temperatura, predominantes durante la aplicación del electrodo anterior, la capa fotovoltaica y el electrodo posterior, como consecuencia de lo cual hay mayor libertad de elección en lo que se refiere a la selección del portador permanente.

40 [0016] Por esta razón, la invención también se refiere a un proceso para la producción del elemento de cubierta de techo híbrido que comprende una placa de células solares de película delgada fabricada mediante un proceso rollo a rollo, que comprende preferiblemente los pasos a-g mencionados anteriormente. Ejemplos de procesos adecuados son los descritos en la WO 98/13882 y la WO 99/49483.

50 [0017] La naturaleza del electrodo posterior, la capa PV y el electrodo frontal transparente no es crucial para la presente invención.

[0018] El electrodo frontal transparente, por regla general, será un óxido conductor transparente (TCO). Ejemplos de óxidos conductivos transparentes adecuados son óxido de indio y estaño, óxido de zinc, óxido de zinc dopado con aluminio, flúor, o boro, sulfuro de cadmio, óxido de cadmio, óxido de estaño y, de la forma más preferible, SnO₂ dopado con F. Se prefiere dicho material de electrodo transparente mencionado en último lugar, debido a que puede formar una superficie cristalina deseada con una estructura cristalina columnar cuando se aplica a una temperatura por encima de 400°C, preferiblemente en el rango de 500 a 600°C. Además, es más resistente a los productos químicos que el tan usado óxido de indio y estaño. También, es mucho menos costoso.

60 [0019] En la presente descripción, el término "capa fotovoltaica" o "capa PV" abarca el sistema entero de capas necesarias para absorber la luz y generar electricidad. Se conocen configuraciones de capa adecuadas, así como

métodos para aplicarlas. Para el estado de la técnica general en este campo se puede hacer referencia a Yukinoro Kuwano, "Photovoltaic Cells," Ullmann's Encyclopedia, Vol.A20 (1992), 161, y "Solar Technology," Ullmann's Encyclopedia, Vol.A24 (1993), 369.

5 [0020] Se pueden utilizar varios semiconductores de película fina en la producción de la capa PV. Ejemplos son silicio amorfo (a-Si:H), silicio microcristalino, carburo de silicio amorfo policristalino (a-SiC), germanio de silicio amorfo (a-SiGe) y a-SiGe:H. Además, la capa PV presente en la placa de células solares de película delgada según la invención puede comprender, por ejemplo, CIS (diselenuro de indio de cobre, CuInSe₂) células PV, células de telurio de cadmio, células de Cu(In,Ga)Se, células de ZnSe/CIS, células de ZnO/CIS, células de Mo/CIS/CdS/ZnO y células sensibilizadas por 10 colorante. También se pueden aplicar células apiladas.

15 [0021] Preferiblemente, la capa PV es una capa de silicio amorfo cuando el TCO comprende un óxido de estaño dopado con flúor. En este caso, la capa PV, por regla general, comprenderá un conjunto, o una pluralidad de conjuntos, de capas de silicio amorfo dopadas con N, intrínsecas y dopadas con P, con las capas dopadas con P dispuestas en el lado que recibe la luz incidente.

20 [0022] El electrodo posterior de la placa de células solares de película delgada según la invención sirve preferiblemente tanto de reflector como de electrodo. El electrodo posterior puede comprender cualquier material adecuado que tenga propiedades reflectantes de la luz, preferiblemente aluminio, plata o una combinación de capas de ambos. En el caso de la plata, es preferible aplicar primero una capa promotora de adhesión. TiO₂ y ZnO son ejemplos de materiales adecuados para una capa promotora de adhesión y tienen la ventaja de que también poseen propiedades reflectantes cuando se aplican en un espesor adecuado, por ejemplo, de aproximadamente 80 nm.

25 [0023] El elemento de cubierta de techo híbrido según la invención tiene una velocidad de respuesta más alta que los elementos de cubierta de techo híbridos convencionales, en los que la placa de células solares de película delgada ha sido fundida en un relleno o está presente en un portador rígido resistente a la intemperie con capacidad de soporte de carga, por ejemplo, hecho de placa de cobre. Velocidad de respuesta se refiere en este contexto al índice en el que la 30 temperatura del material que se va a calentar cambia cuando la intensidad de radiación cambia. La velocidad de respuesta se define así como el cambio en la temperatura por unidad de tiempo por cambio en el flujo neto y tiene la unidad K/W.

35 [0024] En el caso del elemento de cubierta de techo híbrido según la invención, es posible distinguir la velocidad de respuesta de la propia placa de células solares de película delgada, de una parte, y la velocidad de respuesta del medio al que se disipa el calor, de otra. Este último valor también se denomina velocidad de respuesta del elemento de cubierta de techo híbrido. La velocidad de respuesta de la propia placa de células solares de película delgada es un primer indicio de la velocidad de respuesta del elemento de cubierta de techo híbrido. Las placas de células solares de película delgada empleadas en el elemento de cubierta de techo híbrido según la invención tienen preferiblemente una velocidad de respuesta superior a $5,7 \times 10^{-4}$ K/W, más preferiblemente superior a 11×10^{-4} K/W.

40 [0025] Cuando el medio presente en el elemento de cubierta de techo híbrido que se va a calentar es aire, la velocidad de respuesta del elemento de cubierta de techo es preferiblemente superior a $5,7 \times 10^{-4}$ K/W, más preferiblemente superior a 11×10^{-4} K/W.

45 [0026] Cuando el medio presente en el elemento de cubierta de techo híbrido que se va a calentar es agua, la velocidad de respuesta del elemento de cubierta de techo es preferiblemente superior a 1×10^{-4} K/W, más preferiblemente superior a 2×10^{-4} K/W.

50 [0027] El elemento de cubierta de techo híbrido según la invención se puede construir de diferentes formas. Puede ser adecuado para la generación simultánea de electricidad y agua caliente; alternativamente, puede ser adecuado para la generación simultánea de electricidad y aire caliente. Dependiendo de las circunstancias individuales, otros medios líquidos o gaseosos también se pueden calentar.

55 [0028] El elemento de cubierta de techo híbrido según la invención comprende de arriba a abajo una capa transparente única o múltiple, una placa de células solares de película delgada y un material térmicamente aislante. Entre la capa transparente y la placa de células solares de película delgada y/o entre la placa de células solares de película delgada y el material térmicamente aislante hay un espacio que comprende el medio que se va a calentar, tal como aire. En este caso, la capa transparente única o múltiple tiene preferiblemente una transparencia a la luz visible de más del 70% y un valor K inferior a $4 \text{W/m}^2\text{K}$. El valor K es un parámetro usado de forma convencional en la técnica para el rendimiento de aislamiento de paneles.

60 [0029] El elemento de cubierta de techo híbrido según la invención se describe con más detalle a continuación con referencia a un elemento de cubierta de techo adecuado para calentar aire, pero será evidente para el experto en la materia que el calentamiento de diferentes medios puede llevarse a cabo de manera correspondiente.

65 [0030] En un elemento de cubierta de techo híbrido según la invención que es adecuado para la generación simultánea de electricidad y de aire caliente, la placa de células solares de película delgada está presente en un espacio en el que

se introduce aire frío en un lado mientras que se descarga aire caliente en el otro. El suministro y la descarga de aire puede proceder de corriente natural o de una planta de ventilación.

5 [0031] En el elemento de cubierta de techo, la placa de células solares de película delgada se puede montar de manera que esté suspendida libremente, de modo que el aire pasará sobre la placa de células solares de película delgada en cada lado. Si así se desea, la placa de células solares de película delgada se puede montar en un sustrato rígido con buenas propiedades aislantes en el elemento de cubierta de techo híbrido. En dicho último caso, la capacidad térmica del sustrato debería ser tan baja que la capacidad térmica combinada de la placa de células solares de película delgada y del sustrato rígido no excediera $3000 \text{ J/m}^2\text{K}$. Preferiblemente, la capacidad térmica combinada de la placa de células solares de película delgada y el sustrato rígido es inferior a $900 \text{ J/m}^2\text{K}$, más preferiblemente inferior a $450 \text{ J/m}^2\text{K}$.

10 15 [0032] En cuanto a eficiencia energética, se prefiere montar la placa de células solares de película delgada en una cámara de aire, de modo que la placa de células solares de película delgada esté en contacto con el aire que fluye más allá en cada lado. Por cuestiones de solidez, puede ser deseable el uso de un sustrato rígido. El sustrato rígido se realiza de, por ejemplo, plástico (expandido) o un material similar y se construye de la forma más delgada posible.

20 25 [0033] La cámara de aire tiene que estar lo suficientemente aislada también en el lado que recibe la luz del sol incidente, esto es para asegurar que el calor generado no se disipe al aire exterior. Esto se puede conseguir proporcionando una capa superior aislante adecuada. Como se ha descrito anteriormente, esta capa superior tiene preferiblemente una transparencia a la luz visible superior al 70% y un valor K inferior a $4\text{W/m}^2\text{.K}$. Como se ha observado anteriormente, no hay necesidad de montar la placa de células solares de película delgada de forma plana. También se puede montar con una cierta forma, por ejemplo, como se describe en la EP 0 820 105, o de cualquier otra manera.

30 35 [0034] La invención también se refiere a un proceso de calentamiento de agua que usa el elemento de cubierta de techo híbrido de la invención en el que el medio que se va a calentar es aire y la energía del aire calentado en el elemento de cubierta se utiliza para calentar agua con ayuda de un intercambiador térmico.

Ejemplo 1

40 45 [0035] Un elemento de cubierta de techo híbrido para la generación simultánea de electricidad y de aire caliente está formado por los siguientes elementos, de arriba a abajo: un sellado contra las inclemencias del tiempo, una placa de cavidad aislante transparente de plástico por debajo de la cual puede fluir aire, una placa de células solares de película delgada sobre una capa aislante de plástico expandido y una capa de techar. El elemento de cubierta de techo dispone de entradas y salidas para el aire frío y el aire caliente, respectivamente. El aire se calienta en el espacio entre la placa de células solares de película delgada y la placa de plástico aislante transparente.

50 [0036] La placa de células solares de película delgada comprende un portador plástico con un electrodo posterior de aluminio superpuesto sobre el mismo que también actúa como reflector, una capa fotovoltaica de silicio amorfo y una capa de óxido de estaño dopado con flúor como electrodo anterior transparente. La película está cubierta con una capa superior protectora de polímero. La placa de células solares de película delgada tiene una capacidad térmica de $440 \text{ J/m}^2\text{K}$, un espesor de $250 \mu\text{m}$ y un peso por área de superficie de 300g/m^2 . La placa de células solares de película delgada y la placa de plástico expandido combinadas tienen una capacidad térmica de $2500 \text{ J/m}^2\text{K}$.

[0037] La placa de células solares de película delgada tiene una velocidad de respuesta de $2,2 \cdot 10^{-3} \text{ K/W}$.
45 [0038] El elemento de cubierta de techo tiene una velocidad de respuesta de $6,7 \cdot 10^{-4} \text{ K/W}$.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de cubierta de techo híbrido adecuado para calentar simultáneamente un medio y generar electricidad que comprende una placa de células solares de película delgada flexible, donde la placa de células solares de película delgada tiene una capacidad térmica inferior a $3,5 \text{ kJ/m}^2\text{K}$, donde el elemento de cubierta de techo híbrido comprende, de arriba a abajo, una capa transparente única o múltiple, una placa de células solares de película delgada y un material térmicamente aislante, donde entre la capa transparente y la placa de células solares de película delgada y/o entre la placa de células solares de película delgada y el material térmicamente aislante hay un espacio que comprende el medio que se va a calentar, de modo que el medio que se va a calentar está en contacto directo con dicha placa de células solares de película delgada.
2. Elemento de cubierta de techo híbrido según la reivindicación 1, donde la placa de células solares de película delgada tiene una capacidad térmica inferior a $600 \text{ J/m}^2\text{K}$.
3. Elemento de cubierta de techo híbrido según la reivindicación 1, donde la placa de células solares de película delgada flexible tiene un peso por área de superficie inferior a 1400 gramos por m^2 , preferiblemente inferior a 700 gramos por m^2 .
4. Elemento de cubierta de techo híbrido según la reivindicación 1, 2 o 3, donde la placa de células solares de película delgada flexible tiene una velocidad de respuesta superior a $5,7 \times 10^{-4} \text{ a K/W}$, preferiblemente superior a $11 \times 10^{-4} \text{ a K/W}$.
5. Elemento de cubierta de techo híbrido según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la placa de células solares de película delgada comprende un portador, un electrodo posterior, una capa fotovoltaica y un electrodo transparente.
6. Elemento de cubierta de techo híbrido según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la placa de células solares de película delgada tiene un espesor inferior a 1000 μm , más preferiblemente inferior a 500 μm , aún más preferiblemente inferior a 250 μm .
7. Elemento de cubierta de techo híbrido según cualquiera de las reivindicaciones 5-6, donde el portador tiene un espesor de 75 μm a 1 mm, preferiblemente de 100 μm a 600 μm , más preferiblemente de 150 μm a 300 μm .
8. Elemento de cubierta de techo híbrido según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el medio que se va a calentar es aire, donde el elemento de cubierta de techo tiene una velocidad de respuesta superior a $5,7 \times 10^{-4} \text{ a K/W}$, preferiblemente superior a $11 \times 10^{-4} \text{ a K/W}$.
9. Elemento de cubierta de techo híbrido según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el medio que se va a calentar es agua, donde el elemento de cubierta de techo tiene una velocidad de respuesta superior a $1 \times 10^{-4} \text{ K/W}$, preferiblemente superior a $2 \times 10^{-4} \text{ K/W}$.
10. Elemento de cubierta de techo híbrido según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde la capa transparente única o múltiple tiene una transparencia a la luz visible superior al 70% y un valor K inferior a $4 \text{ W/m}^2\text{K}$.
11. Proceso de calentamiento de agua que utiliza un elemento de cubierta de techo híbrido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, donde el medio que se va a calentar es aire y la energía proveniente del aire calentado en el elemento de cubierta de techo híbrido se utiliza para calentar agua con ayuda de un intercambiador térmico.
12. Proceso para la producción de un elemento de cubierta de techo híbrido según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, el proceso comprende proporcionar de arriba a abajo una capa transparente única o múltiple, una placa de células solares de película delgada flexible y un material térmicamente aislante, donde la placa de células solares de película delgada tiene una capacidad térmica inferior a $3,5 \text{ kJ/m}^2\text{K}$, donde entre la capa transparente y la placa de células solares de película delgada y/o entre la placa de células solares de película delgada y el material térmicamente aislante hay un espacio que comprende el medio que se va a calentar, donde la placa de células solares de película delgada flexible se fabrica mediante un proceso rollo a rollo.
13. Proceso según la reivindicación 8, donde la placa de células solares de película delgada flexible se fabrica mediante un proceso que comprende los siguientes pasos:
- proporcionar un sustrato temporal
 - aplicar el electrodo conductor transparente sobre dicho sustrato
 - aplicar la capa fotovoltaica
 - aplicar el electrodo posterior
 - aplicar un portador permanente sobre el electrodo posterior
 - eliminar el sustrato temporal,
 - opcionalmente, aplicar una capa protectora transparente.