

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 387**

51 Int. Cl.:

H01L 31/048 (2014.01)

H01L 31/068 (2012.01)

B32B 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.11.2008** **E 08450186 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017** **EP 2071635**

54 Título: **Módulo fotovoltaico curvado y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

11.12.2007 AT 20032007

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.10.2017

73 Titular/es:

**ICGH INVESTMENT AND CONSULTING GMBH
(100.0%)
Markgraf-Rüdiger-Strasse 6/108
1150 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**HORNBACHNER, DIETER, DIPL.-ING. DR.TECHN.
y
KIRSCHNER, MARKUS, DIPL.-ING. DR.TECHN.**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 635 387 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

Módulo fotovoltaico curvado y procedimiento para su fabricación

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de un módulo fotovoltaico curvado partiendo de células solares cristalinas planas. La invención se refiere además a un módulo fotovoltaico curvado y a un poste para una lámpara que funciona con energía solar con dichos módulos.

- 10 Para la fabricación de módulos fotovoltaicos curvados se emplean hasta el momento principalmente células solares de capas finas de material de polímero o amorfo que son flexibles y permiten radios de curvatura estrechos. No obstante, las células solares de este tipo tienen un rendimiento esencialmente menor que células solares cristalinas; por tanto se llevaron a cabo ya diferentes intentos de construir, módulos fotovoltaicos curvados con ayuda de células solares cristalinas.
- 15 Por ejemplo, por el documento EP 1 564 816 A1 se conoce el curvado de células solares mono o policristalinas hasta una medida en la que no se rompen, lo que permite solamente escasas curvaturas. En el documento WO 03/069682 A2 y el documento WO 03/005457 A2 se proponen módulos fotovoltaicos curvados a partir de células solares cristalinas con un grosor inferior a 150 μm o 200 μm , lo que permite curvaturas algo más intensas sin que se dañe la estructura cristalina, aunque sigue sin permitir radios de curvatura estrechos. La producción de células muy
- 20 finas es además laboriosa y no es adecuada para aplicaciones rutinarias. Finalmente, por el documento US 4 152 536 A se conoce el cultivo de cristales en forma curvada como material inicial para células solares lo cual representa un procedimiento especialmente complicado.

- La invención se impone como meta crear un procedimiento para la fabricación de módulos fotovoltaicos curvados a partir de células solares cristalinas que permita radios de curvatura estrechos y pueda realizarse de manera rentable.
- 25

Esta meta se alcanza en un primer aspecto de la invención con un procedimiento del tipo mencionado al principio que se caracteriza por las etapas:

- 30 incrustar al menos una célula solar cristalina plana del tipo de contacto trasero entre una capa de soporte deformable y una capa de cubierta deformable, para generar un laminado, y curvar el laminado a la forma convexa deseada mediante la deformación de las capas de soporte y de cubierta y rotura simultánea de la al menos una célula solar para dar lugar a fragmentos, de manera que la forma convexa se aproxima mediante trazos poligonales de los fragmentos,
- 35 permaneciendo los fragmentos unidos entre sí a través de un contacto trasero metálico que se curva en los puntos de rotura.

Una variante alternativa del procedimiento de la invención se caracteriza por las etapas:

- 40 incrustar al menos una célula solar cristalina plana del tipo de contacto por rejilla de alambre entre una capa de soporte deformable y una capa de cubierta deformable, para generar un laminado, y curvar el laminado a la forma deseada mediante la deformación de las capas de soporte y de cubierta y rotura simultánea de la al menos una célula solar para dar lugar a fragmentos, de manera que la forma convexa se aproxima mediante trazos poligonales de los fragmentos,
- 45 permaneciendo los fragmentos unidos entre sí a través de un contacto por rejilla de alambre metálico que se extiende en los puntos de rotura metálico.

- A diferencia de las soluciones conocidas hasta el momento la invención propone una rotura sistemática de células solares cristalinas planas para generar las curvaturas deseadas. La invención se basa en particular en el conocimiento de que incluso una rotura en partes pequeñas de las células solares sorprendentemente no lleva a una disminución del rendimiento significativa de las células solares cuando se emplean determinados tipos de células solares incrustadas en un laminado, y concretamente células solares del tipo de contacto por rejilla de alambre o trasero.
- 50

- 55 Por células solares de contacto trasero en la presente memoria se entienden todos los tipos de células solares en las que al menos algunos de los contactos delanteros, por ejemplo las denominadas barras colectoras, está colocados mediante chapeados correspondientes a través del cuerpo de cristal hacia el lado trasero del cuerpo de cristal, como en el caso de las denominadas células "*metalization wrap around*" (MWA, de metalización por envoltura alrededor), "*metallization wrap through*" (MWT, metalización por envoltura a través) o células "*emitter wrap through*" (EWT, emisor de envoltura a través). Dado que en este caso no discurre ningún, o solamente pocos circuitos impresos en el lado delantero de la célula solar, durante la rotura convexa de las células solares hacia atrás tampoco se daña ningún circuito impreso, o solamente pocos, y los fragmentos permanecen unidos a través de los contactos traseros que se curvan, pero por lo demás permanecen intactos.
- 60

Por células solares de contacto por rejilla de alambre se entienden en la presente memoria células solares que, en lugar del contacto serigrafiado o metalizado al vacío habitual presentan una disposición discrecional, por ejemplo una red, de finos hilos metálicos para el contacto con al menos el lado delantero (lado de incidencia de luz primario) de la célula solar. Mientras que los contactos por serigrafía o metalizados al vacío en las hendiduras de rotura se romperían entre los fragmentos pueden extenderse hilos metálicos y con ello extenderse demasiado las hendiduras de rotura de la estructura de cristal.

Mediante la incrustación de las células solares antes de la rotura en la capa de soporte y de cubierta se conserva la integridad en este caso del módulo fotovoltaico en el estado curvado, aproximándose los cursos de curvatura alcanzados tomados exactamente mediante trazos poligonales de fragmentos de partes pequeños, Aproximación que se subsuma en el término de "curvatura" empleado en este caso. Como resultado, de manera sorprendentemente sencilla y rentable se consigue un módulo fotovoltaico curvado con alto rendimiento que puede adoptar también curvaturas estrechas.

Preferiblemente las células solares antes de la incrustación pueden proveerse de líneas de debilitamiento para generar puntos de rotura programada para la rotura. Por ello pueden alcanzarse fragmentos especialmente regulares y cursos de curvatura uniformes.

Especialmente es ventajoso en este caso cuando las líneas de debilitamiento se generan mediante entallado con un láser, lo cual alcanza una precisión elevada.

Además es especialmente favorable cuando, según una característica preferente adicional de la invención, se emplean capas de soporte y de cubierta a partir de láminas termoplásticas y la incrustación se realiza mediante laminación de la célula solar en las láminas mediante una prensa de calor. Esto da como resultado un laminado compacto, bien unido que es especialmente adecuado para un procesamiento adicional, tal como se explica más adelante

Preferiblemente no solo se fabrica una, sino al mismo tiempo varias células solares dispuestas de manera plana las unas al lado de las otras, unidas a través de conductores eléctricos flexibles y se incrustan conjuntamente entre capa de soporte y de cubierta, por lo cual pueden fabricarse también módulos fotovoltaicos de superficie grande.

Según una primera variante de la invención preferida la curvatura se realiza mediante el prensado del laminado entre un punzón de moldeo y una matriz correspondiente. Por ello pueden fabricarse cursos de curvatura discretos.

Según una variante alternativa de la invención que sirve para la fabricación de un módulo fotovoltaico tubular la curvatura se realiza mediante enrollado del laminado para formar un producto semiacabado tubular, que se introduce a continuación en un tubo transparente y en cuyo lado interno se lamina. Con ayuda de este procedimiento pueden diseñarse tubos con diámetro muy reducido por toda la superficie con células solares.

Preferiblemente la laminación se realiza con ayuda de un tubo flexible de prensado introducido en el producto semiacabado, al que puede aplicarse una sobrepresión o presión negativa y una presión de apriete uniforme en el interior del tubo.

Especialmente ventajoso es en este caso cuando en el empleo de una capa de cubierta de material termoplástico la laminación del producto semiacabado se realiza en el lado interno del tubo mediante recalentamiento de la capa de cubierta termoplástica, lo que ahorra material de unión adicional.

Opcionalmente en el lado interno del producto semiacabado puede laminarse una lámina de protección; en el empleo de una capa de soporte de material termoplástico de manera preferida igualmente mediante recalentamiento de la capa de soporte termoplástico.

Para la laminación mencionada mediante recalentamiento de las capas de soporte y de cubierta termoplásticas es especialmente favorable cuando, según una característica adicional de la invención las capas de soporte y de cubierta inicialmente en la prensa de calor conservan una estructura superficial rugosa, de manera especialmente preferida mediante intercalación de redes o láminas de gofrado estructuradas en la superficie, que se retiran tras la operación de prensado. La estructura superficial rugosa requiere el escape de aire en las operaciones de laminación del producto semiacabado de manera que se evitan inclusiones de aire.

En un aspecto adicional la invención se refiere también a un módulo fotovoltaico que se generó según el procedimiento del tipo presentado.

En otro aspecto adicional la invención crea finalmente un poste para una lámpara que funciona con energía solar, del al menos un módulo fotovoltaico del tipo presentado.

La invención se explica con más detalle a continuación mediante ejemplos de realización representados en los dibujos adjuntos. En los dibujos muestran:

- 5 Las figuras 1 a 3 el procedimiento de la invención para la fabricación de un módulo fotovoltaico curvado en tres estadios consecutivos en cada caso en un corte esquemático a través del módulo;
- las figuras 4a, 4b, 5a y 5b etapas de procedimiento adicionales para la fabricación de un módulo fotovoltaico tubular según la invención;
- la figura 6 la estructura de una célula solar de contacto por rejilla de alambre para el uso en el procedimiento de acuerdo con la invención en una vista en perspectiva esquemática;
- 10 las figuras 7 y 8 diferentes comportamientos de rotura de la célula solar de la figura 6 durante el procedimiento de la invención en cada caso en una vista en perspectiva esquemática;
- la figura 9 una primera variante de una célula solar de contacto trasero para el uso en el procedimiento de acuerdo con la invención en una vista en perspectiva esquemática;
- la figura 10 una vista inferior en perspectiva de la célula solar de la figura 9;
- 15 la figura 11 el comportamiento de rotura de la célula solar de la figura 9 durante el procedimiento de la invención en una vista en perspectiva esquemática;
- la figura 12 una segunda variante de una célula solar de contacto trasero para el uso en el procedimiento de acuerdo con la invención en una vista en perspectiva esquemática;
- la figura 13 un corte a través de la célula solar de la figura 12 en la dirección de la flecha A-A; y
- 20 la figura 14 el comportamiento de rotura de la célula solar de la figura 12 durante el procedimiento de la invención en una vista en perspectiva esquemática.

El procedimiento para la fabricación de un módulo fotovoltaico curvado se explica ahora con más detalle mediante las figuras 1 - 3. El procedimiento parte de células solares cristalinas planas 1 que se explican más detalladamente mediante las figuras 6 - 14. Los materiales de cristal adecuados para las células solares 1 son por ejemplo silicio (Si) o arseniuro de galio (GaAs), tal como conoce el experto en la materia.

La figura 6 muestra esquemáticamente una primera variante 1' de células solares 1 del tipo de contacto por rejilla de alambre. La célula solar 1' comprende un cuerpo base 2 cristalino de material de Si, que en su lado delantero 3 (lado de incidencia de luz) está provisto de una rejilla fina de hilos metálicos 4 como contacto eléctrico del lado delantero. El lado trasero 5 de la célula solar 1' está provisto de un chapeado 6, por ejemplo impreso o metalizado por vaporización, en toda la superficie, como contacto trasero. Si en lugar de un chapeado 6 en toda la superficie se emplea igualmente una rejilla de hilos metálicos 4 para los contactos traseros la célula solar 1' también es adecuada para la incidencia de luz en ambos lados,

35 Las figuras 9 y 12 muestran en forma esquemática dos variantes adicionales 1'' y 1''' de células solares 1 que son adecuadas para el procedimiento de la invención, y concretamente del tipo de contacto trasero. En tales células solares de contacto trasero al menos una parte de los circuitos impresos necesarios para el contacto del lado delantero 3 se coloca en el lado trasero 5 para reducir pérdidas por efecto de sombra mediante el contacto de lado delantero etc. sobre todo las barras colectoras, y dado el caso también de los "dedos" que se desvían de las mismas. Para ello se perforan canales 7 – en este caso representados de manera muy ampliada - mediante láser a través del cuerpo base 2 y con se proveen con un contacto de presión eléctricamente conductor, por ejemplo mediante la introducción de una pasta de serigrafía conductora. En el lado delantero 3 los canales 7 desembocan en forma de emisores 7' puntiformes, desde los cuales en el caso de la célula solar 1'' parten dedos 8 ("*metalization wrap through*", MWT) o que en el caso de la célula solar 1''' quedan libres ("*emitter wrap through*", EWT). En el lado trasero 5 los canales 7 contactados se contactan mediante las barras colectoras 9 colocadas en los mismos que están engranadas con un contacto trasero 10 en forma de tira (la figura 10) tal como conoce el experto en la materia.

Volviendo a la figura 1 varias de estas células solares 1', 1'', 1''' están dispuestas las unas al lado de las otras de manera plana, resumidas en lo sucesivo en el número de referencia "1" y se unen entre sí a través de conductores eléctricos flexibles 11, por ejemplo conectadas en serie, tal como puede verse en las figuras 1 y 6. Naturalmente puede realizarse cualquier circuito en serie y en paralelo de las células solares 1, tal como se conoce en la técnica y puede generarse una red de cualquier tamaño de células solares 1 dispuestas las unas al lado de las otras.

55 La red de células solares 1 unida a través de los conductores 11 se introduce entre una capa de soporte 12 y una capa de cubierta 13. La capa de cubierta 13 es transparente; opcionalmente la capa de soporte 12 puede ser también transparente, por ejemplo si la célula solar 1 es adecuada para la incidencia de luz en los dos lados.

Las capas de soporte y de cubierta 12, 13 pueden deformarse, preferiblemente a partir de plástico, por ejemplo etilvinilacetato (EVA). De manera especialmente preferida se emplean plásticos termoplásticos como butiral de polivinilo (PVB) que pueden volver a fundirse durante el recalentamiento, tal como se explica más adelante

En lugar de la laminación de las células solares 1 entre dos capas de soporte y de cubierta 12, 13 separadas las células solares 1 pueden incrustarse alternativamente también directamente en un lecho de plástico o de resina de 65 moldeo, por ejemplo mediante intercalación o refundición; también un lecho tal que rodea completamente las células

solares 1 forma en el lado delantero 3 de las células solares 1 una capa de cubierta deformable, y en el lado trasero 5 de las células solares 1 una capa de soporte deformable.

Sobre las capas de soporte y de cubierta 12, 13 pueden colocarse opcionalmente en cada caso también láminas de gofrado 14, 15 estructuradas en la superficie para otorgar a los lados externos de las capas de soporte y de cubierta 12, 13 en la operación de prensado subsiguiente una estructura superficial rugosa. En lugar de las láminas de gofrado 14, 15 podrían intercalarse también redes, rejillas, etc.

A continuación la pila de láminas de gofrado 14, capa de soporte 12, red de células solares 1, capa de cubierta 13 y láminas de gofrado 15 en una prensa de calor 16 entre dos mordazas de prensado planas 17, 18 bajo el efecto de presión y temperatura hasta que las capas de soporte y de cubierta 12, 13 con la red de células solares 1 se unen para formar un laminado 19. Las láminas de gofrado 14, 15 se retiran tras la operación de prensado, y el laminado 19 plano acabado se muestra en la figura 2 como producto intermedio.

Según la figura 2 el laminado 19 entre un punzón de moldeo 20 y una matriz 21 se curva intensamente de modo que las células solares 1 en este caso se rompen para formar fragmentos 22 individuales. Alternativamente el laminado 19 puede curvarse de cualquier otra manera, por ejemplo mediante enrollado con la mano etc. La laminación de las células solares 1 en las capas de soporte y de cubierta 12, 13 garantiza en este caso la integridad estructural del módulo fotovoltaico, curvado, fabricado de este modo tal como se muestra como producto final en la figura 3.

Dependiendo del tipo empleado de células solares 1, es decir o bien del tipo 1' de contacto por rejilla de alambre (figura 6) o del tipo 1", 1''' de contacto trasero (figuras 9, 12), se garantiza en este caso el contacto eléctrico de los lados delantero y trasero 3, 5 de las células solares 1 de diferente modo como sigue.

En la forma de realización de la figura 6 con células solares de contacto por rejilla de alambre 1' los hilos metálicos 4 del contacto de lado delantero se extienden en las hendiduras o puntos de rotura 23 entre los fragmentos 22 y – siempre y cuando no se supere su límite de extensión – las hendiduras de rotura 23 se extienden demasiado en el lado convexo de la curvatura, tal como se muestra en las figuras 7 y 8. La figura 7 muestra el ejemplo de una curvatura cilíndrica, la figura 8 el de una curvatura esférica de la célula solar 1'. Si se emplean células solares 1' que están provistas tanto en su lado delantero 3 como en su lado trasero 5 con un contacto por rejilla de alambre 4, también podrían generarse cursos de curvatura cóncavos o convexo-cóncavos sin que el contacto de los lados delantero y trasero 3, 5 se perjudique.

La figura 11 muestra de manera muy esquematizada el comportamiento de rotura de la célula solar 1" de contacto trasero de la figura 9 en el caso de una curvatura cilíndrica convexa con un eje de curvatura que discurre paralelo a los dedos 8. Las hendiduras de rotura 23 discurren en este caso –vistas estáticamente– principalmente entre los dedos 8, por lo cual el contacto delantero 7', 8 durante la operación de rotura permanece en gran medida indemne; el contacto trasero 9, 10 se curva únicamente en los puntos de las hendiduras de rotura 23, pero por lo demás permanece completamente intacto.

La figura 14 muestra de manera muy esquematizada la rotura convexa esférica de la célula solar 1''' de la figura 12. Puede verse que las hendiduras de rotura 23 – vistas estáticamente – discurren predominantemente entre los canales 7 contactados o emisores 7' de manera que también en este caso el contacto del lado delantero 3 permanece en gran medida indemne de la operación de rotura; el contacto trasero 9, 10 permanece también en este caso intacto, aparte de deformación en flexión o pandeo.

Si se desea, en todas las variantes 1', 1", 1''' pueden predeterminarse 24 puntos de rotura programada con ayuda de líneas de debilitamiento para fomentar una rotura en fragmentos regulares 22 y/o colocar las hendiduras de rotura 23 de manera que tengan una influencia lo menor posible en los contactos delantero y trasero. Por ejemplo, en el caso de la célula solar 1" de manera sencilla mediante líneas de debilitamiento 24 en el lado delantero pueden favorecerse hendiduras de rotura 23 entre los dedos 8. Las líneas de debilitamiento 24 se generan preferiblemente mediante entallado con un láser.

Las líneas de debilitamiento 24 pueden ser líneas de trazo continuo (continuas) o interrumpidas ("con rayas", "de puntos"). De este modo por ejemplo las células solares de contacto por rejilla de alambre 1' en el lado delantero pueden proveerse con líneas de debilitamiento 24 interrumpidas, que discurren solamente entre los hilos metálicos 4, o las líneas de debilitamiento 24 se generan antes de la instalación de los hilos metálicos 4.

El módulo fotovoltaico curvado de la invención puede utilizarse para cualquier propósito de aplicación, por ejemplo para el revestimiento de fachadas, objetos para carreteras, etc. Es también posible realizar la laminación (figura 1) y curvatura bajo rotura simultánea (figura 2) en una única etapa, al configurarse por ejemplo las placas de prensado 17, 18 de la prensa de calor 16 iguales de manera correspondiente como punzón de moldeo y matriz.

Otra variante del procedimiento, que lleva a la fabricación de un módulo fotovoltaico tubular se explica con más detalles mediante la figura 4 y 5. El laminado 19 obtenido tras la etapa de prensado de la figura 1 se enrolla en este

caso - en lugar de o también tras la etapa de curvatura de la figura 2 y 3 - para formar un producto semiacabado tubular 25 (la figura 4a) y se introduce en un tubo de vidrio 26. Opcionalmente en este caso en el lado interno del producto semiacabado 25 se coloca una lámina de protección 27 (figura 4b).

- 5 En el interior de esta disposición tubular se introduce ahora un tubo flexible de prensado 28 y toda la disposición se inserta en una autoclave 29 (figura 5a). Mediante la aplicación de presión mediante el tubo flexible de prensado 28 y acción de la temperatura mediante la autoclave 29 la capa de cubierta 13 termoplástica del laminado 19 se funde de nuevo y se une con el lado interno del tubo de vidrio 26. Como resultado el producto semiacabado 25 se lamina en el lado interno del tubo 26. Si se emplea una lámina de protección 27 también esta se lamina al mismo tiempo
- 10 mediante recalentamiento de la capa de soporte termoplástico 12 del laminado 19 en el lado interno del producto semiacabado 25.

- 15 En lugar de un tubo flexible de prensado 28 al que se aplica presión puede emplearse también un tubo flexible de prensado 28' al que se aplica un vacío, alrededor de la disposición tubular de tubo de vidrio 26, producto semiacabado 25 y lámina de protección 27 y embutido en sentido inverso en la misma (figura 5b), tal como se conoce en la técnica. En la forma de realización de la figura 5a el interior de la autoclave 29 puede evacuarse adicionalmente y en la de la figura 5b someterse adicionalmente bajo presión para respaldar la operación de laminado.

- 20 El módulo fotovoltaico tubular fabricado de este modo está configurado completamente con células solares 1. Un módulo fotovoltaico tubular de este tipo es adecuado especialmente como poste para lámparas que funcionan con energía solar, por ejemplo, farolas que funcionan con energía solar. Mediante la disposición completa de células solares curvadas en todo el curso de la posición del sol de un día siempre se da una incidencia de luz solar directa; además puede recibirse también luz difusa desde todos los lados.

- 25 La invención no está limitada a las formas de realización representadas, sino que comprende todas las variantes y modificaciones que entran dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un módulo fotovoltaico curvado de manera convexa a partir de células solares cristalinas planas, **caracterizado por** las etapas:
5
 incrustar al menos una célula solar (1; 1", 1'") cristalina plana del tipo de contacto trasero entre una capa de soporte (12) deformable y una capa de cubierta (13) deformable para generar un laminado (19), y
 curvar el laminado (19) a la forma convexa deseada mediante la deformación de las capas de soporte y de cubierta (12, 13) y rotura simultánea de la al menos una célula solar (1; 1", 1'") para dar lugar a fragmentos (22),
10 de manera que la forma convexa se aproxima **mediante** trazos poligonales de los fragmentos (22), permaneciendo los fragmentos (22) unidos entre sí a través de un contacto (9, 10) trasero metálico que se curva en los puntos de rotura (23).
2. Procedimiento para la fabricación de un módulo fotovoltaico curvado partiendo de células solares cristalinas planas, **caracterizado por** las etapas:
15
 incrustar al menos una célula solar (1; 1') cristalina plana del tipo de contacto por rejilla de alambre entre una capa de soporte deformable (12) y una capa de cubierta deformable (13) para generar un laminado (19), y
 curvar el laminado (19) a la forma deseada mediante la deformación de las capas de soporte y de cubierta (12, 13) y rotura simultánea de la al menos una célula solar (1, 1') para dar lugar a fragmentos (22), de manera que la
20 forma convexa se aproxima **mediante** trazos poligonales de los fragmentos (22), permaneciendo unidos entre sí los fragmentos (22) a través de un contacto por rejilla de alambre (4) metálico que se extiende en los puntos de rotura (23).
- 25 3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** la célula solar (1; 1", 1'") antes de la incrustación se provee con líneas de debilitamiento (24) para generar puntos de rotura programada, preferiblemente mediante entallado con un láser.
4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** se emplean capas de
30 soporte y de cubierta (12, 13) a partir de láminas termoplásticas y la incrustación se realiza mediante laminación de la célula solar (1) en las láminas mediante una prensa de calor (16).
5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** varias células solares (1) dispuestas de manera plana las unas al lado de las otras, se unen a través de conductores (11) eléctricos flexibles y
35 se incrustan conjuntamente entre capa de soporte y de cubierta (12, 13).
6. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** la curvatura se realiza mediante el prensado del laminado (19) entre un punzón de moldeo (20) y una matriz (21) correspondiente.
- 40 7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5 para la fabricación de un módulo fotovoltaico tubular, **caracterizado por que** la curvatura se realiza mediante enrollado del laminado (19) para formar un producto semiacabado tubular (25), que se introduce a continuación en un tubo transparente (26) y en cuyo lado interno se lamina, preferiblemente con ayuda de un tubo flexible de prensado (28, 28') introducido en el producto semiacabado
45 (25).
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 relacionado con reivindicación 4, **caracterizado por que** la laminación del producto semiacabado (25) se realiza en el lado interno del tubo (26) mediante recalentamiento de la capa de cubierta (13) termoplástica.
- 50 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, **caracterizado por que** en el lado interno del producto semiacabado (25) se lamina una lámina de protección (27), preferiblemente mediante recalentamiento de la capa de soporte (12) termoplástica.
10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 4 a 9, **caracterizado por que** las capas de soporte y
55 de cubierta (12, 13) en la prensa de calor (16) conservan una estructura superficial rugosa, preferiblemente mediante intercalación de redes o láminas de gofrado (14, 15) estructuradas en la superficie, que se retiran tras la operación de prensado.
11. Módulo fotovoltaico de forma curvada de manera convexa, **caracterizado por** un laminado a partir de al menos
60 una célula solar cristalina plana (1; 1", 1'") del tipo de contacto trasero, que está incrustado entre una capa de soporte (12) deformada y una capa de cubierta (13) deformada y mediante la curvatura del laminado (19) a la forma convexa deseada y deformación de las capas de soporte y de cubierta (12, 13) está rota para dar lugar a fragmentos (22) de manera que la forma convexa se aproxima **mediante** trazos poligonales de los fragmentos (22), estando unidos entre sí los fragmentos (22) a través del contacto trasero (9, 10) metálico curvado en los puntos de rotura (23)
65 de la al menos una célula solar (1; 1", 1'").

12. Módulo fotovoltaico de forma curvada, **caracterizado por** un laminado a partir de al menos una célula solar (1; 1') cristalina plana del tipo de contacto por rejilla de alambre, que está incrustado entre una capa de soporte (12) deformada y una capa de cubierta (13) deformada y mediante la curvatura del laminado (19) a la forma deseada y deformación de las capas de soporte y de cubierta (12, 13) está rota para dar lugar a fragmentos (22), de manera
5 que la forma convexa se aproxima **mediante** trazos poligonales de los fragmentos (22), estando unidos entre sí los fragmentos (22) a través del contacto por rejilla de alambre (4) metálico extendido en los puntos de rotura (23) de la al menos una célula solar (1; 1').
13. Módulo fotovoltaico de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, **caracterizado por que** la célula solar (1; 1", 1''')
10 está rota en líneas de debilitamiento (24) generadas antes de la incrustación como puntos de rotura programada para dar lugar a fragmentos.
14. Módulo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 13, **caracterizado por que** las capas de soporte y de cubierta (12, 13) son de láminas termoplásticas y la célula solar (1) está laminada en las láminas
15 mediante una prensa de calor (16).
15. Poste para una lámpara que funciona con energía solar, que comprende al menos un módulo fotovoltaico de acuerdo con una de las reivindicaciones 11 a 14.

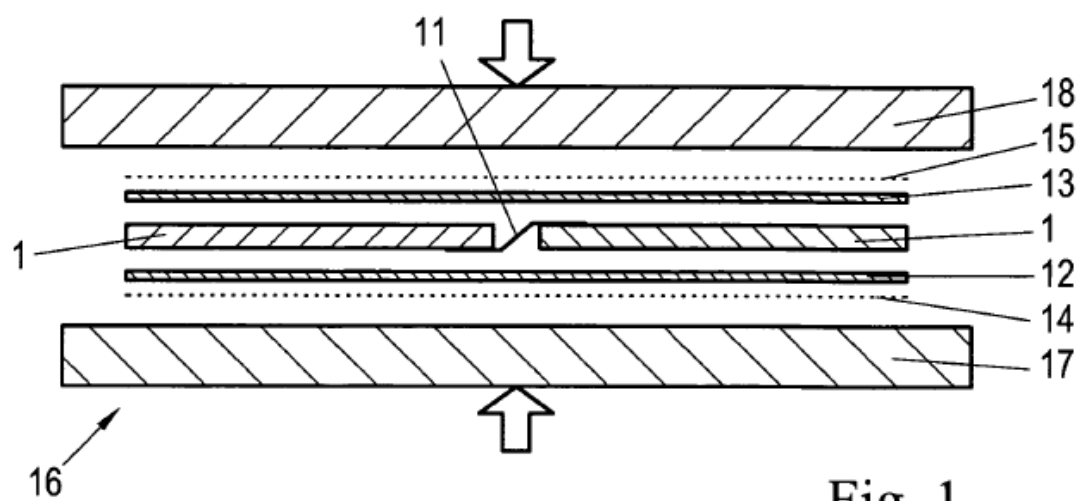


Fig. 1

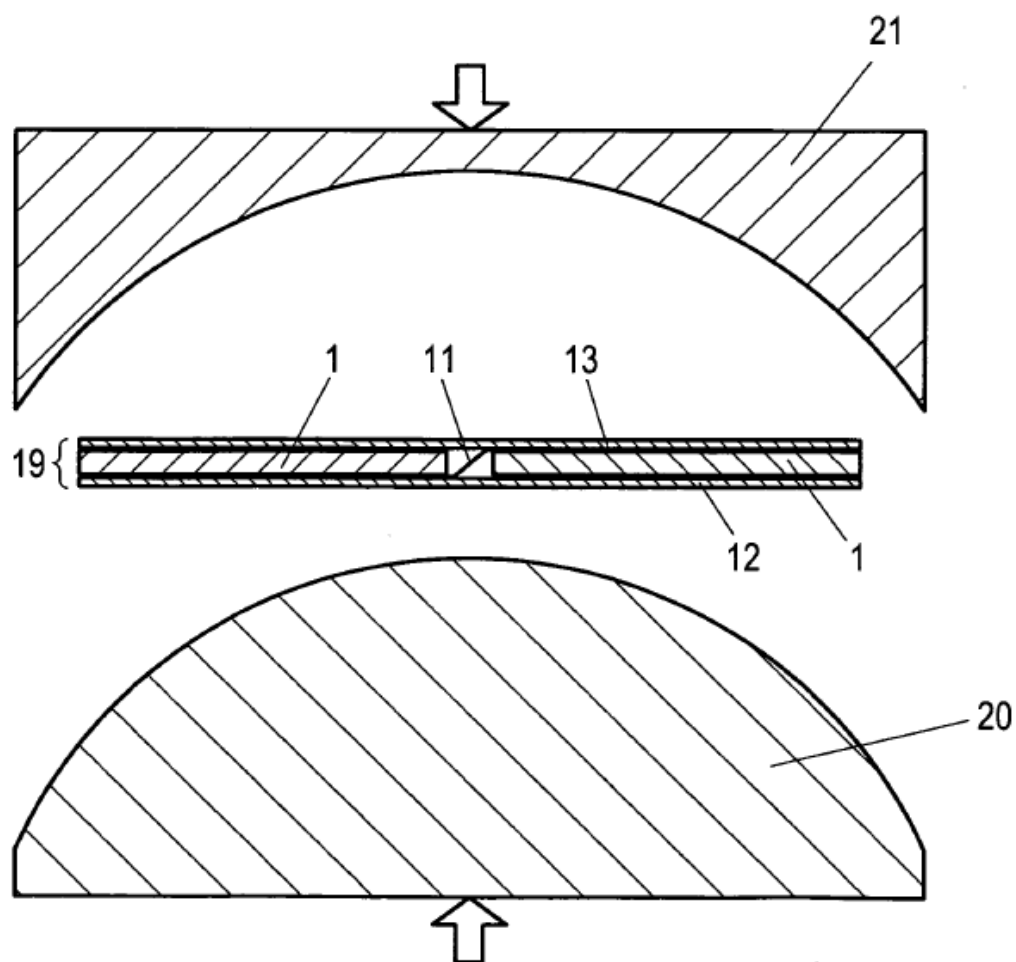


Fig. 2

Fig. 4a

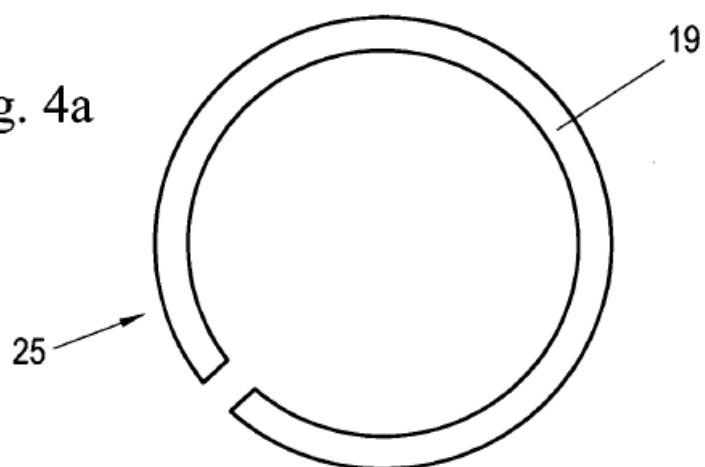
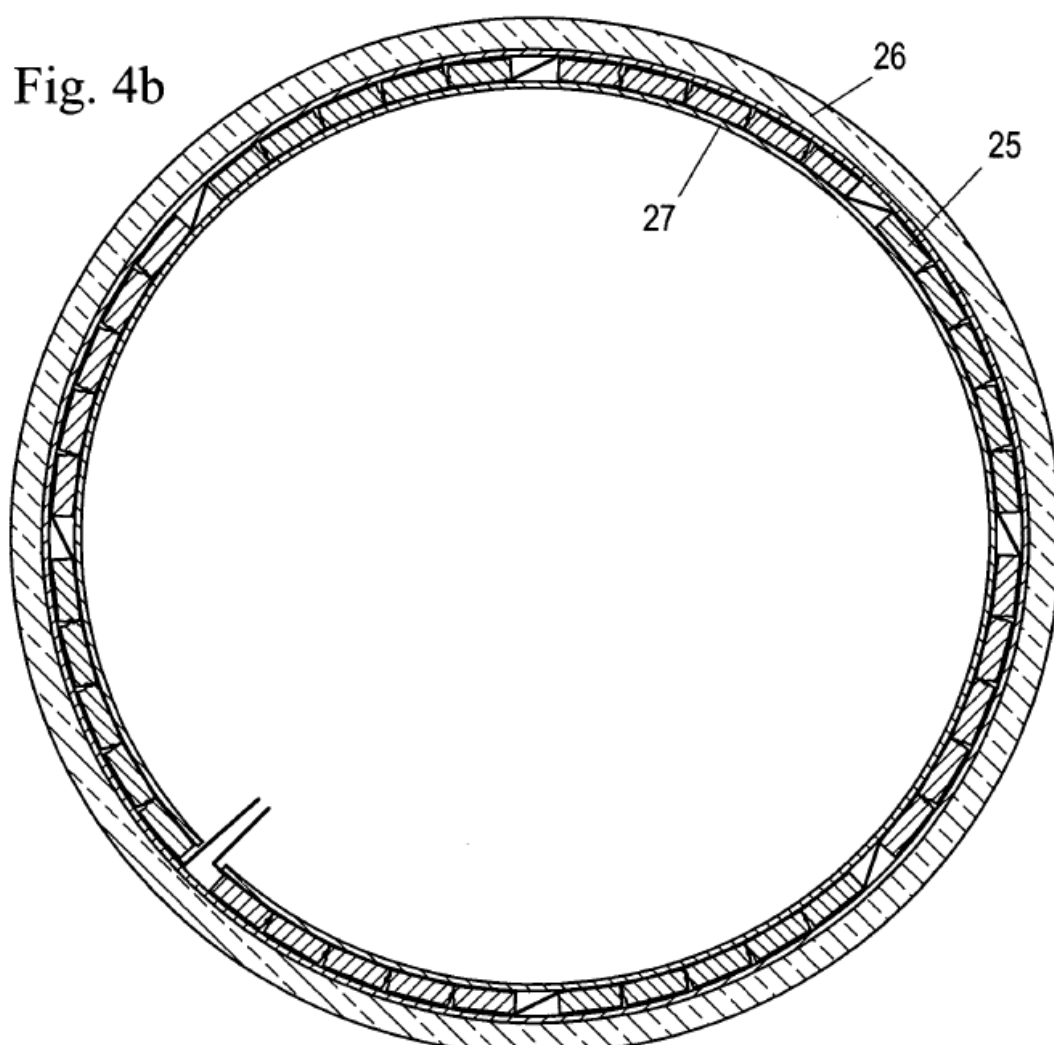


Fig. 4b



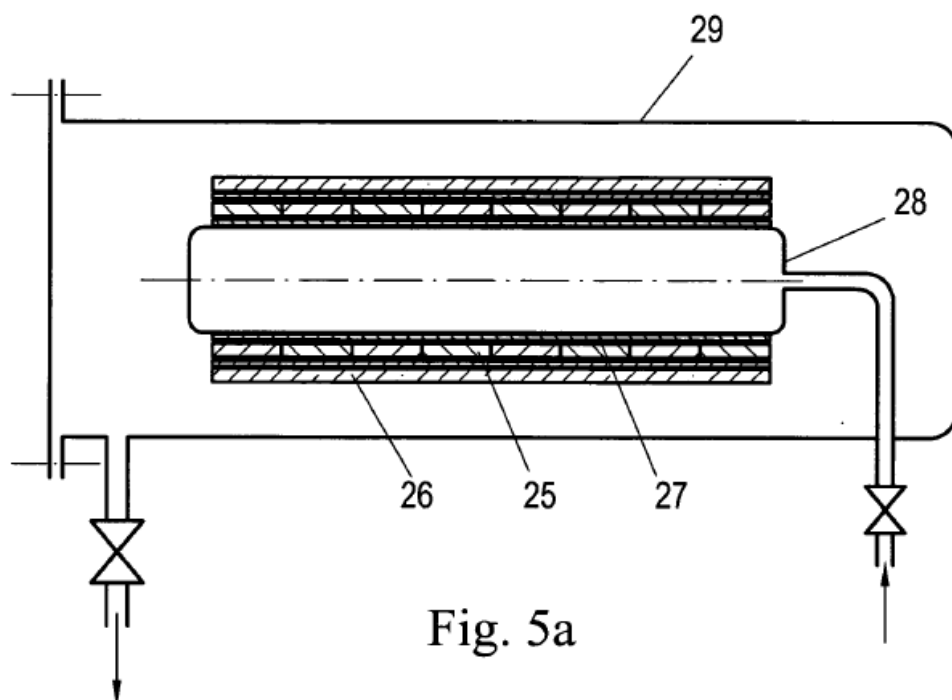


Fig. 5a

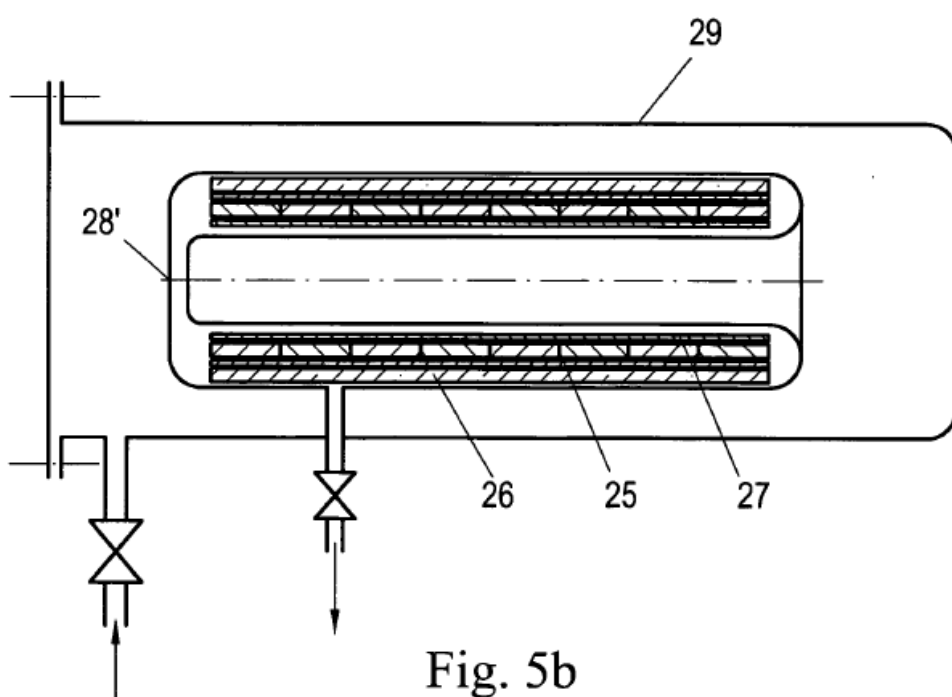


Fig. 5b

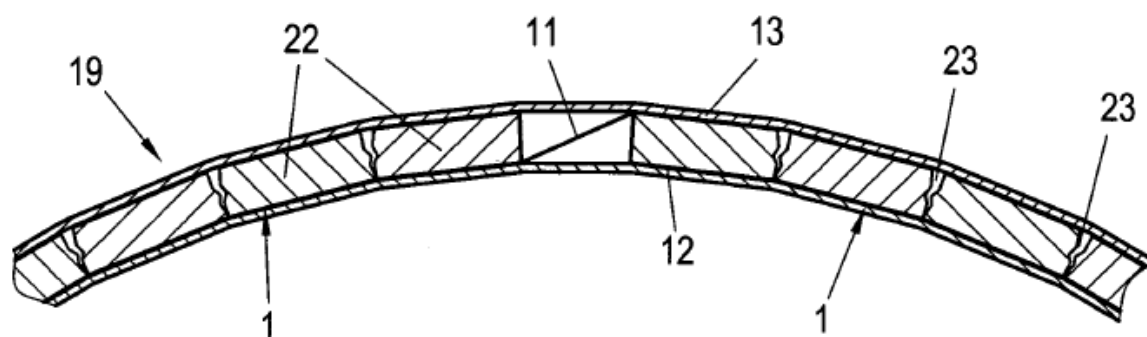


Fig. 3

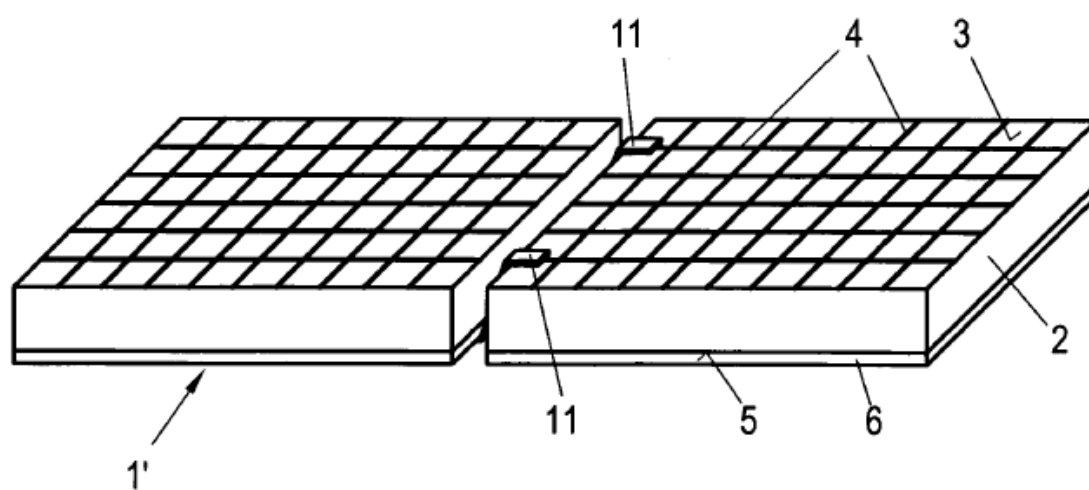


Fig. 6

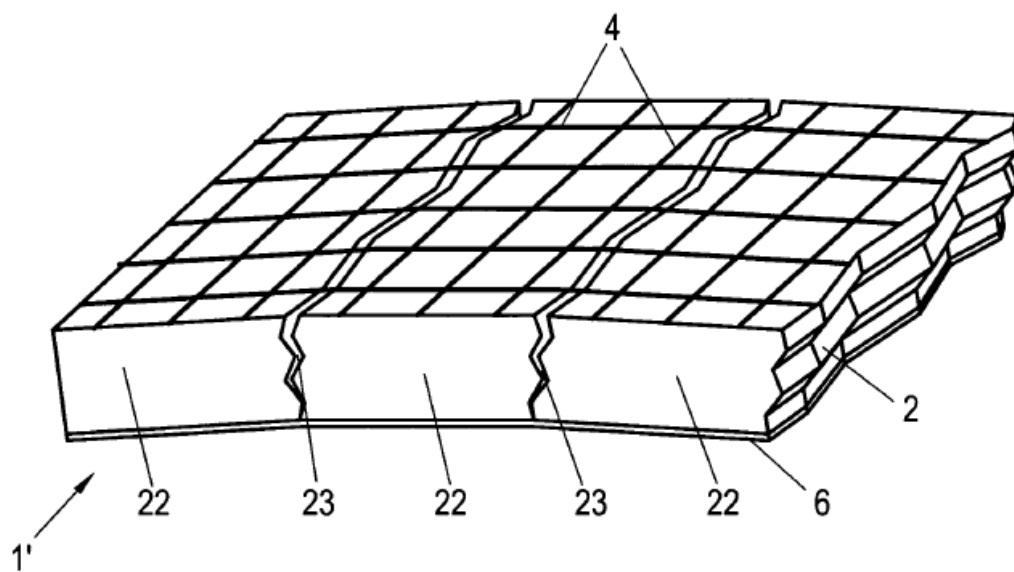


Fig. 7

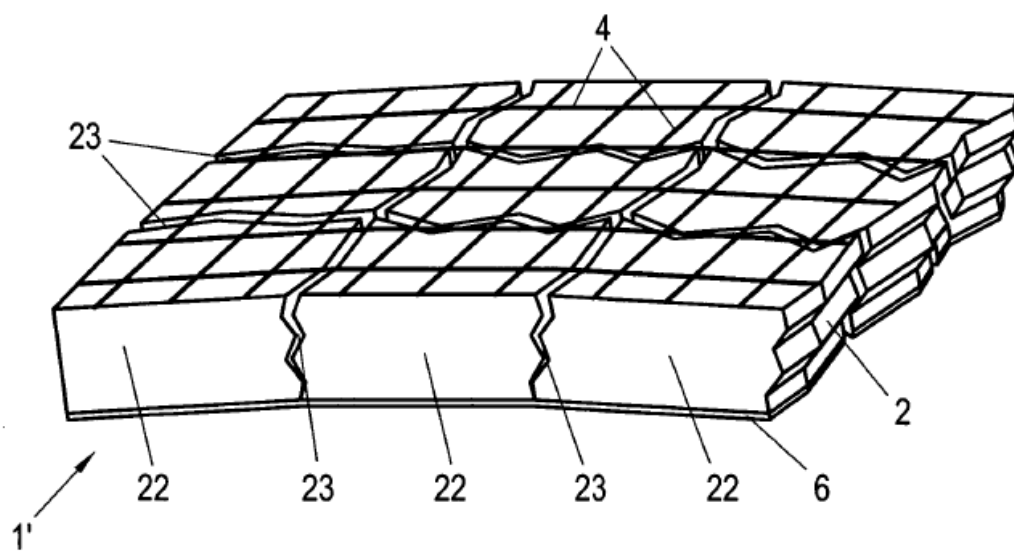


Fig. 8

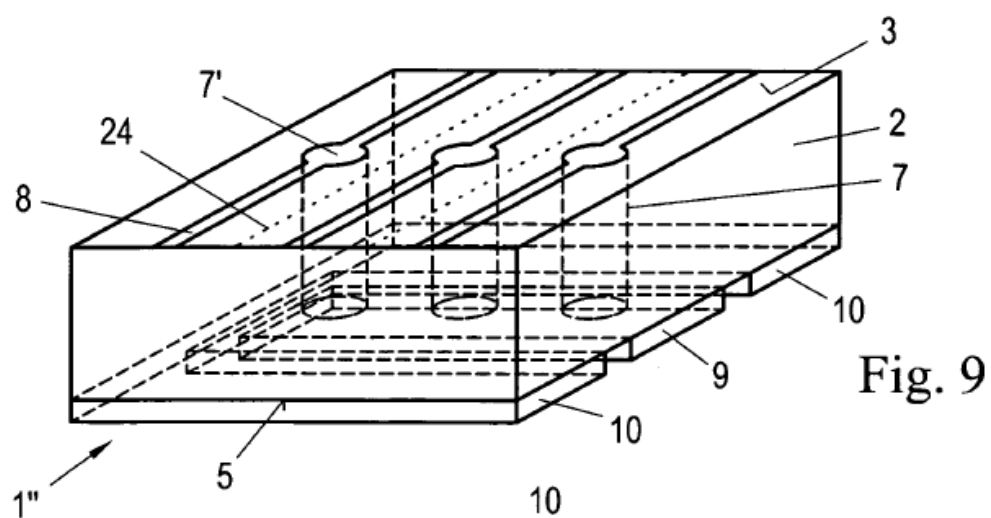


Fig. 9

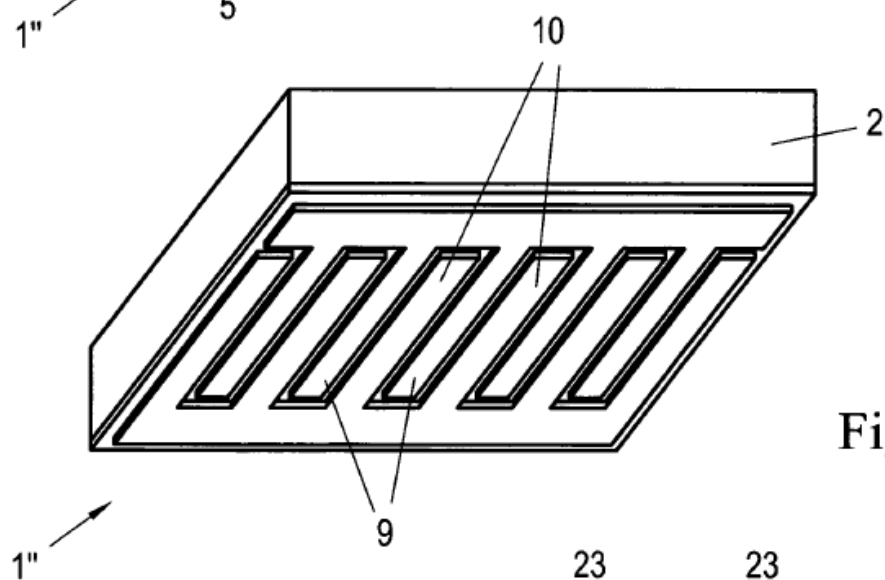


Fig. 10

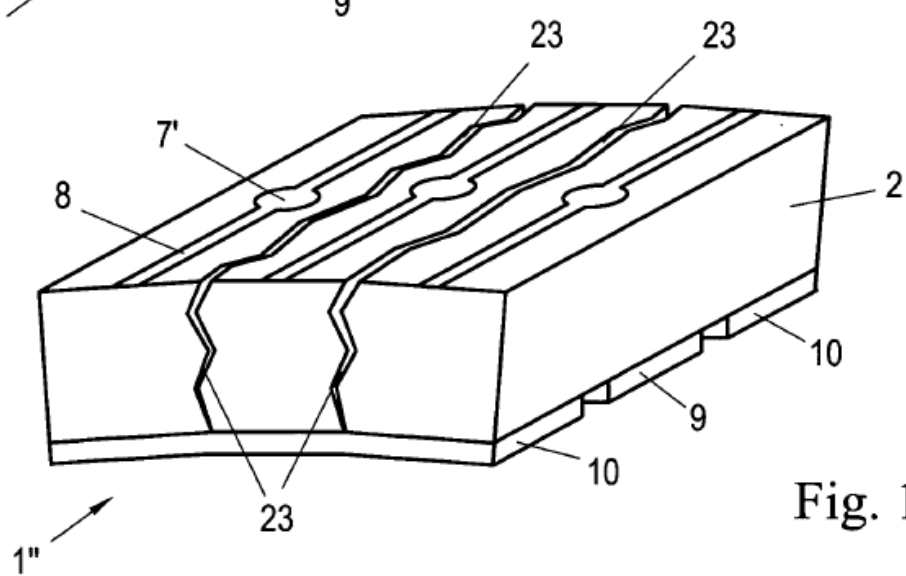
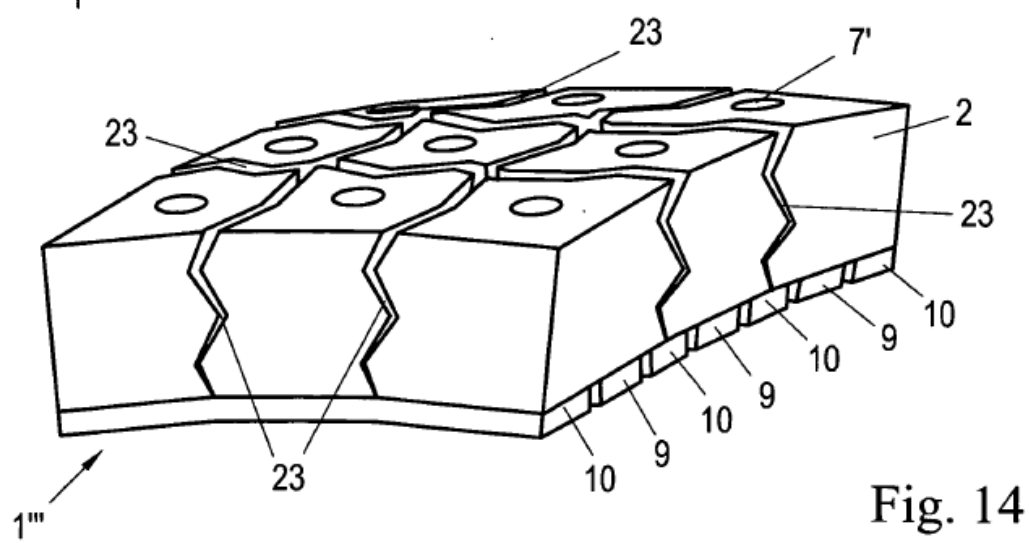
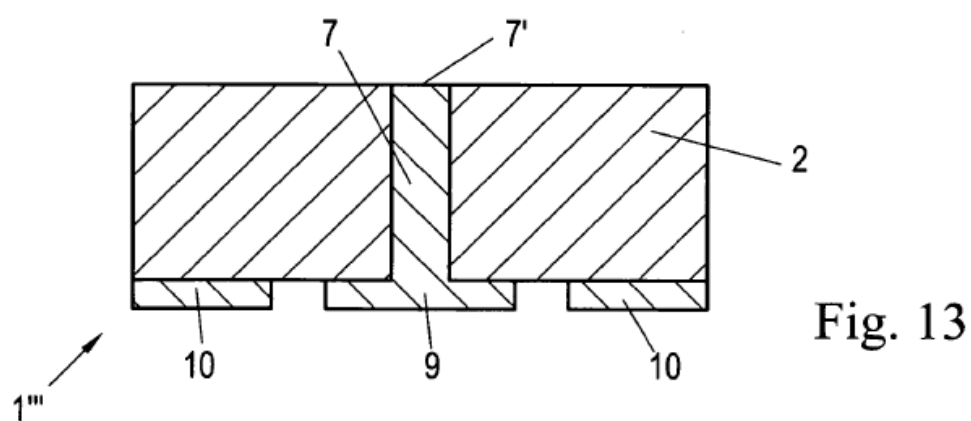
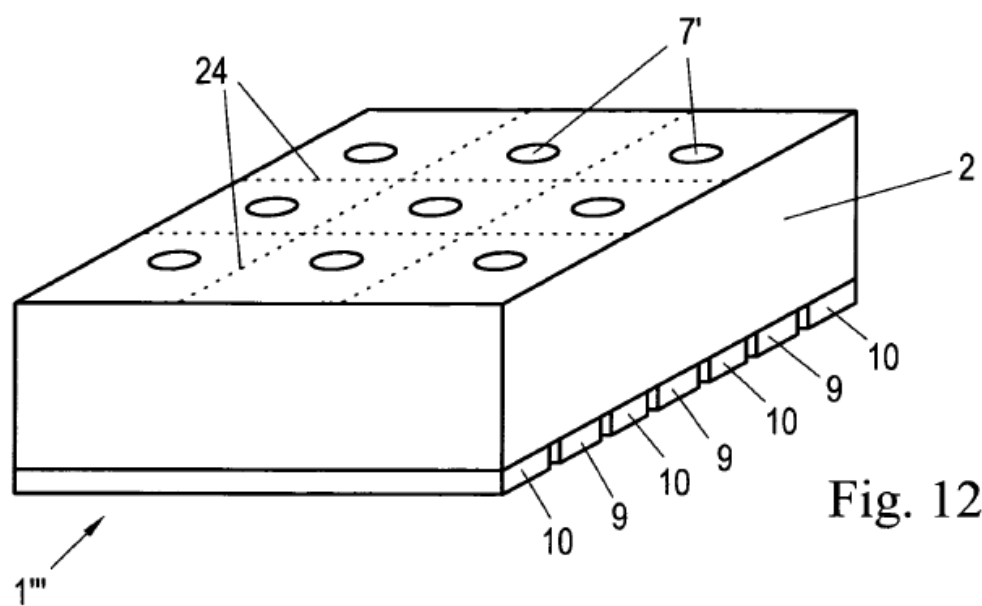


Fig. 11



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

- EP 1 564 816 A1 [0003]
- US 4 152 536 A [0003]
- WO 03/069682 A2 [0003]
- WO 03/005457 A2 [0003]