

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 898 963**

51 Int. Cl.:

H01L 31/054 (2014.01)

H01L 31/0236 (2006.01)

H01L 31/048 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.05.2017 E 17173768 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.09.2021 EP 3361514**

54 Título: **Panel para un módulo PV y módulo PV**

30 Prioridad:

13.02.2017 EP 17155918

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

09.03.2022

73 Titular/es:

GRENZEBACH ENVELON GMBH (100.0%)

Albanusstr. 1

86663 Asbach-Bäumenheim, DE

72 Inventor/es:

KREFT, NORBERT

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 898 963 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

Panel para un módulo PV y módulo PV

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un panel frontal para un módulo fotovoltaico, al panel y a un módulo fotovoltaico que comprende el panel.

Descripción de la técnica relacionada

10 Los módulos fotovoltaicos convierten la luz en energía eléctrica. Los módulos fotovoltaicos, en general, son esencialmente un número (uno o más) de fotodiodos que se conectan en serie (y/o en paralelo) para proporcionar una fuente de alimentación. Los fotodiodos están protegidos contra las tensiones mecánicas y químicas por un sustrato posterior y una cubierta frontal transparente. Resumiendo muy brevemente, los fotones generan pares de agujeros de electrones que están separados por una unión p-n del (de los) fotodiodo(s). La energía potencial de la separación de cargas puede ponerse a disposición conectando los dos tipos de semiconductores del fotodiodo con una carga eléctrica para formar así un circuito eléctrico. Se pueden encontrar introducciones más detalladas en libros de texto como, por ejemplo Sakurai, Modern Quantum Mechanics, p. 339ff (Addison Wesley, 1994), Tipler

15 Physik, capítulo 35.2 (Spektrum Akad. Verlag Heidelberg, 2000) o Hering, Martin, Stohrer, Physik für Ingenieure, Chap. 9.4.2.3 (VDI Verlag Düsseldorf, 1989), por citar sólo algunos.

20 Los módulos fotovoltaicos (PV) suelen mostrar el color del semiconductor respectivo, siendo visible a través de la cubierta frontal del módulo PV. Por ejemplo, los módulos de base de Si tienen un aspecto azul y los de CdTe un aspecto negro. En algunas aplicaciones, estos colores no se aceptan por motivos estéticos. Ha habido intentos de proporcionar módulos fotovoltaicos con otros colores. Por ejemplo, en el documento WO 2014/045144 A1 se sugiere un filtro de interferencia que proporciona un acristalamiento de color naranja. El filtro de interferencia sólo refleja una estrecha banda espectral y es transparente para el resto de las longitudes de onda.

25 Otro intento de influir en el aspecto óptico de los módulos fotovoltaicos consiste en depositar una máscara interferométrica que cubra los electrodos delanteros para reducir así los reflejos de los mismos, como se sugiere en el documento EP 2058 863 A2. Además, la máscara puede estar diseñada para mostrar el mismo color que el material semiconductor que tiene al lado. De este modo, los electrodos frontales no afectan al aspecto visual del módulo fotovoltaico.

30 Los documentos DE 10 2012 210 446 A1, US 2013/0170192 A1 y US 5.725.006 A divulgan cada uno un módulo fotovoltaico que tiene un panel frontal y una pluralidad de elementos fotovoltaicos dispuestos junto al panel frontal. FR 3 021 800 A1 divulga una pantalla con una célula solar integrada que soporta una pluralidad de píxeles de visualización.

Sumario de la invención

El problema a resolver por la invención es permitir la fabricación de módulos fotovoltaicos de color y proporcionar los medios para fabricar módulos fotovoltaicos de color.

35 Las soluciones del problema se describen en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes se refieren a otras mejoras de la invención.

40 Un módulo fotovoltaico comprende una cubierta frontal de un material transparente, típicamente de vidrio, es decir, un panel de vidrio (para abreviar "panel"). Principalmente, el panel puede ser también de cualquier material transparente, pero aquí suponemos que el panel es de vidrio. Como es habitual, el panel tiene una superficie frontal (también denominada cara frontal) y una superficie trasera (también denominada cara frontal) que se aleja de la superficie frontal. Cuando se monta en un módulo fotovoltaico, la superficie frontal del panel está orientada hacia el sol u otra fuente de luz y la superficie posterior está orientada hacia los respectivos fotodiodos del módulo fotovoltaico. Como es habitual, el panel tiene lados estrechos (al menos uno) que conectan las superficies delantera y trasera. Desde el punto de vista matemático, los paneles son preferentemente cuboides (planos), pero también

45 pueden utilizarse otras formas como cilindros (planos) o prismas (planos). (El término "plano" significa aquí que la superficie delantera y la trasera son preferiblemente al menos esencialmente paralelas y que su superficie es grande en comparación con la superficie del lado o lados estrechos de conexión. Más allá, las superficies delantera y trasera son preferiblemente al menos aproximadamente congruentes.

50 Cuando se fabrica un módulo fotovoltaico, primero hay que proporcionar el panel frontal. Posteriormente, se aplica una capa conductora transparente (TCL) a la superficie posterior del panel frontal. Por ejemplo, se puede utilizar una capa TCO como capa conductora transparente, donde la abreviatura TCO significa Óxido Conductor Transparente. Estas capas TCO pueden comprender, por ejemplo, óxido de zinc (ZnO), óxido de estaño (SnO₂), óxido de indio (In₂O₃) y/o estanoato de cadmio (CdSnO₄), por nombrar sólo algunos. Son conocidos en la técnica y hay un gran número de publicaciones disponibles. Pero también se pueden utilizar otros materiales como TCL, como por

55 ejemplo, polímeros conductores, rejillas metálicas, nanotubos de carbono, películas metálicas ultrafinas y,

esencialmente, cualquier material que sea químicamente compatible con el panel así como con el material de la célula fotoeléctrica. Además, el material debe ser conductor y transparente en las longitudes de onda correspondientes.

Debajo de la capa conductora transparente hay capas semiconductoras que proporcionan al menos una célula fotoeléctrica, también denominada célula fotovoltaica o fotodiodo. Las capas semiconductoras típicas de los fotodiodos comprenden una capa de telurio de cadmio (CdTe) y una capa de arseniuro de cadmio (CdAs), capas de silicio dopado, capas de diseleniuro de cobre e indio (CIGSSs), arseniuro de galio (GaAs) o similares. Sobre estas capas se puede depositar otra TCL, por ejemplo, de nuevo una capa de TCO. A continuación, puede haber una capa reflectante y un sustrato posterior, por ejemplo, un segundo panel de vidrio. El panel y el sustrato posterior pueden conectarse mediante un proceso de laminación o similar para encerrar de forma segura el fotodiodo y las capas de conexión. Las capas de contacto pueden estar conectadas a conectores que suelen estar montados en el sustrato posterior o en un lado estrecho del laminado. El compuesto encerrado por el panel frontal y el sustrato posterior (incluyendo el panel frontal, el sustrato posterior y los conectores) se denomina comúnmente módulo fotovoltaico.

La secuencia de fabricación puede, por supuesto, invertirse. Por lo tanto, el proceso puede comenzar con la provisión de un sustrato posterior y por la deposición de las respectivas capas que forman el fotodiodo en el sustrato posterior (en el orden inverso al indicado anteriormente) y (esencialmente) finalizar el módulo fotovoltaico mediante la laminación del panel frontal al sustrato posterior y la capa que se proporciona previamente al sustrato posterior.

La invención permite proporcionar módulos fotovoltaicos en casi cualquier color con una pérdida de eficiencia muy baja, proporcionando un panel frontal de color que tiene, por un lado, una intensidad de color notable y, por otro, una transmisividad notable. Además, los costes de fabricación son bajos. El panel puede utilizarse como cubierta frontal de color para prácticamente cualquier tipo de módulo fotovoltaico.

El procedimiento de proporcionar un panel frontal coloreado para un módulo fotovoltaico, comprende al menos dos etapas principales:

- (i) proporcionar un panel transparente que tenga al menos una cara frontal y una cara trasera, en la que la cara frontal comprende rebajes con salientes entre ellos,
- (ii) rellenar, al menos parcialmente, los rebajes con un recubrimiento de color, en el que los salientes permanecen sin recubrir.

Por ejemplo, la etapa (i) puede comprender el chorreado abrasivo de la cara frontal de un panel plano (como los disponibles en el mercado) para formar así rebajes consecutivos con salientes entre ellos. En otras palabras, entre dos rebajes vecinos hay al menos un saliente que separa los rebajes. La técnica del chorreado abrasivo proporciona una distribución espacial casi arbitraria de los rebajes con los respectivos salientes entre ellos y, por lo tanto, proporciona un panel para el módulo fotovoltaico de intensidad de color homogénea y transparencia homogénea. Sólo para evitar ambigüedades, se considera que el término chorreado abrasivo de la superficie frontal se refiere a la técnica de propulsar un material abrasivo contra la superficie frontal del panel para así hacer más áspera la superficie de vidrio previamente lisa. El material abrasivo se denomina comúnmente como granalla o perdigón y, al seleccionar la granalla, se puede definir el tamaño de los rebajes.

Alternativa o adicionalmente, la etapa (i) puede comprender la ablación por láser para formar así rebajes consecutivos con salientes entre ellos. Se considera que la ablación láser es el proceso de eliminación de material de la superficie frontal del panel mediante la irradiación con un rayo láser. La superficie puede someterse, por ejemplo, a un escaneo con un rayo láser para evaporar o sublimar pequeñas porciones del panel, lo que proporciona rebajes en el panel entre los salientes formados por el cuerpo del panel (es decir, su material transparente). Los rebajes pueden tener forma de ranuras. Por ejemplo, los rebajes pueden ser ranuras alargadas, una al lado de la otra con al menos un saliente entre ellas. La ablación por láser también permite formar una sola ranura con una anchura muy pequeña. Sin embargo, la (única) ranura puede abarcar una gran zona de la superficie frontal. Por ejemplo, la ranura puede formar una espiral o un patrón similar en la superficie frontal. A efectos de la presente patente, se considera que dichos patrones forman una serie de ranuras consecutivas, ya que aparecen como tales en la vista transversal.

Asimismo, la etapa (i) puede comprender el grabado de la superficie frontal de un panel para formar así los rebajes con salientes entre ellos. Existen otras técnicas que permiten estructurar la superficie del panel (por ejemplo, el raspado), que también pueden utilizarse.

Preferiblemente, los rebajes tienen una profundidad entre 50 μm y 750 μm , aún más preferible de 100 μm a 500 μm y aún más preferible entre 200 μm a 500 μm , donde la profundidad se mide en relación con la altura media de los salientes.

Después de proporcionar los rebajes, se puede iniciar la etapa (ii). La etapa (ii) comprende el llenado parcial de al menos algunos de los rebajes del panel con un colorante.

En particular, en el caso de un panel de vidrio, el colorante puede ser (preferentemente) una cerámica de vidrio o un colorante cerámico. Los colorantes adecuados están disponibles comercialmente y son conocidos en la técnica

(véanse, por ejemplo, los documentos WO 2001/30714A; WO 2006/028286 A; WO 2006/124088A; US 5,304,516; US 5.674.789, por nombrar sólo algunos). La enseñanza de estas publicaciones puede utilizarse para seleccionar un colorante concreto, a menudo también denominado esmalte.

Cabe señalar que también pueden utilizarse otros colorantes, por ejemplo, colorantes (pigmentos) disponibles comercialmente, por ejemplo, de Fa. Merck y mis otros proveedores. Estos pigmentos pueden estar dispersos en un fluido, como por ejemplo agua u otro fluido adecuado. Así, los pigmentos pueden aplicarse a la superficie frontal del panel frontal aplicando la dispersión respectiva a la superficie frontal. Al aplicar la dispersión en la superficie frontal, los pigmentos se acumulan en los rebajes. Esto puede mejorarse reduciendo la energía superficial de la dispersión. Una vez aplicada la dispersión, el panel frontal se seca preferentemente. Si es necesario, el o los colorantes pueden ser curados.

En particular, si se utilizan colorantes diferentes de la vitrocerámica o de la cerámica, se prefiere aplicar una capa transparente, por ejemplo, una capa de dióxido de silicio (SiO_2) sobre la capa de colorante (y los salientes). La capa de SiO_2 puede aplicarse, por ejemplo, mediante deposición electrónica.

En una realización preferente, el colorante tiene propiedades reflectantes infrarrojas (IR). Estas propiedades reflectantes mejoran la eficiencia del módulo fotovoltaico.

Llenar parcialmente los rebajes no significa llenar sólo unos pocos rebajes, sino llenar preferentemente sólo parcialmente todos los rebajes. Llenar esencialmente todos los rebajes significa que el 75% o más de los rebajes están llenos, preferiblemente el 95% y aún más preferiblemente el 99% de los rebajes están llenos. El porcentaje de los rebajes rellenos repercute en el aspecto del color: una tasa de relleno alta produce colores saturados, mientras que una tasa de relleno baja produce menos saturación. Pero si se omiten algunos, esto no se excluye. Por lo tanto, el llenado parcial significa que los rebajes llenos se llenan hasta una altura que es menor que la profundidad del rebaje respectivo al final de la etapa de llenado. En otras palabras, el llenado parcial implica que las paredes laterales de los rebajes se extienden sobre la superficie superior del colorante.

La etapa de llenado parcial puede comprender, por ejemplo, la deposición del colorante en la superficie frontal del panel, cubriendo así los rebajes y los salientes entre ellos. Posteriormente, el colorante puede eliminarse parcialmente, liberando así la parte superior de los salientes del colorante, únicamente. Los fondos de los rebajes quedan cubiertos por el colorante. En otras palabras, las partes superiores de los salientes entre los rebajes se liberan del colorante simplemente eliminando el colorante de ellas, por ejemplo, mediante grabado, ablación por láser, esmerilado o similar. En consecuencia, se forman rebajes parcialmente rellenos.

En particular, en el caso de que el colorante sea un colorante vitrocerámico, se cura preferentemente después de llenar parcialmente los rebajes o durante el proceso de llenado. Para ello, al menos la parte frontal del panel puede someterse al calor o a la radiación ultravioleta para curar y así fijar el colorante en los rebajes.

En una realización preferente, dicho curado comprende la vitrificación del colorante. Por ejemplo, el colorante puede comprender un esmalte, como se explica a continuación, que puede comprender partículas de cerámica. El esmalte puede aplicarse a la superficie del panel y posteriormente puede someterse a la vitrificación mediante el calentamiento del colorante y de la superficie frontal del panel, como mínimo. Con la aplicación del colorante se pretende expresar que el colorante se aplica al menos a los rebajes, cubriendo (recubriendo) al menos el fondo de los rebajes con el colorante. Las partículas adecuadas están disponibles comercialmente, por ejemplo, en Ferro GmbH, Frankfurt, Alemania. Los colorantes vitrificados están incrustados en el panel y, por tanto, protegidos contra el desgaste por el material del panel, por ejemplo, el vidrio.

De manera particularmente preferente, la parte superior de los salientes está aplanada. Este aplanamiento puede obtenerse por medios mecánicos como la molienda, pero en parte se prefiere que el aplanamiento se obtenga calentando (al menos) las tapas. A su vez, el material del panel se ablanda y se vuelve liso o, al menos, esencialmente plano. Esta etapa de aplanamiento puede realizarse al mismo tiempo que la etapa de curado, por ejemplo, durante la vitrificación del colorante. Estas dos etapas, es decir, el aplanado y el curado, pueden tener lugar al mismo tiempo en el mismo proceso de calentamiento, haciendo así más eficiente el proceso de fabricación. Como se explicará más adelante con más detalle respecto a las figuras, las partes superiores aplanadas mejoran la transmisividad del panel y, por tanto, la eficiencia del módulo fotovoltaico posterior.

Antes de llenar parcialmente los rebajes con el colorante, se puede depositar una capa reflectante en los rebajes. Así, después de rellenar parcialmente los rebajes con el colorante, la capa reflectante se encuentra entre el material transparente del panel y el colorante. Esta capa reflectante tiene dos ventajas: los colores aparecen más brillantes y, además, la eficiencia del módulo fotovoltaico aumenta, ya que la capa reflectante refleja la luz retrodispersada hacia la superficie posterior del panel y, por tanto, hacia el fotodiodo, como se explica con más detalle en las figuras.

La capa reflectante puede estar provista o comprender una capa metálica, por ejemplo, de plata o aluminio, otro metal adecuado como el utilizado, por ejemplo, para los espejos.

Para evitar ambigüedades, una capa reflectante es una capa que muestra propiedades reflectantes para los fotones que tienen una longitud de onda (y por lo tanto una energía correspondiente), que permite la separación de cargas

en el fotodiodo. En detalle, esto requeriría que la energía del fotón sea mayor o igual que la brecha de banda del fotodiodo. En el caso de los fotodiodos más utilizados, se puede abreviar diciendo que la capa reflectante es reflectante (reflectividad del 75% o más, preferiblemente del 80% o más, aún más preferido del 90% o más, particularmente preferido del 95% o más) para las longitudes de onda visibles. Así, la capa reflectante es reflectante al menos para la luz visible. En otras palabras, la superficie reflectante es un espejo.

Después de completar la etapa (ii), se puede depositar un TCL en la cara posterior del panel, es decir, en la superficie del panel que da la espalda a la superficie con los rebajes parcialmente rellenos. A continuación, se pueden añadir, como es habitual, una o varias células fotoeléctricas, un contacto trasero y un sustrato trasero al panel frontal. Pero, alternativamente, las etapas (i) y (ii) pueden realizarse después de la deposición del fotodiodo o en el proceso de fabricación del fotodiodo.

Los rebajes tienen preferentemente un fondo y una o más paredes laterales. La distancia entre la parte inferior y la superior de los salientes define la profundidad de los mismos. Los rebajes son preferiblemente cónicos, ya que esto aumenta la eficiencia del módulo fotovoltaico posterior: Un rebaje cónico es un rebaje cuya anchura o diámetro en su parte inferior es menor que la dimensión correspondiente en su borde superior. La(s) pared(es) lateral(es) está(n) así inclinada(s) con respecto a la dirección normal del panel (y por lo tanto después del montaje del módulo fotovoltaico hacia el(los) fotodiodo(s)). Como la(s) pared(es) lateral(es) define(n) una transición de material desde el material transparente del panel al colorante y, por tanto, una superficie de interfaz, son reflectantes (al menos hasta cierto punto, siempre que los índices de refracción de los dos materiales se hayan seleccionado adecuadamente). Debido a su inclinación, reflejan la luz que entra en el panel a través de la parte superior transparente de los salientes en un ángulo agudo u oblicuo hacia la superficie posterior del panel, es decir, hacia el fotodiodo o los fotodiodos. En otras palabras, la luz que entra en el panel no en paralelo al eje óptico previsto del panel (que es la dirección normal de la superficie frontal antes de formar los rebajes o simplemente suponiendo que no hay rebajes) es dirigida por la superficie de interfaz hacia la superficie posterior.

El procedimiento proporciona así un panel frontal para un módulo fotovoltaico, en el que el panel comprende un material transparente con una cara frontal y otra trasera. La parte delantera y la trasera están conectadas por al menos un lado estrecho. Por ejemplo, un panel con un contorno circular tiene un solo lado estrecho y un panel con un contorno rectangular tiene cuatro lados estrechos. También son posibles otros contornos, pero en la actualidad los paneles de contorno rectangular se utilizan sobre todo para los módulos fotovoltaicos.

El material transparente del panel tiene rebajes. Los rebajes están separados por salientes y se rellenan parcialmente con un colorante como se ha explicado. El panel correspondiente tiene el aspecto del colorante, pero sigue siendo transmisivo para la luz.

Los rebajes parcialmente rellenos son preferiblemente cónicos, para mejorar así la luz que se emite a través de la superficie posterior si la luz se dirige a la superficie frontal. La forma cónica puede incluir, pero no está limitada a una forma cónica o incluso más preferible a una forma frusto-cónica (truncada). Por lo general, la forma cónica significa que el diámetro (o la anchura, según el contorno) en el fondo del rebaje es menor que la dimensión respectiva medida en su extremo abierto, es decir, en el borde superior.

Preferiblemente, los rebajes tienen una profundidad de 100 μm a 600 μm , aún más preferible de 200 μm a 400 μm , donde la profundidad se mide en relación con la altura media d de los salientes. La capa de color en los rebajes parcialmente rellenos tiene preferentemente un grosor entre 50 μm y 500 μm , y aún más preferentemente entre 100 μm y 300 μm . Esta combinación proporciona una asombrosa saturación de color y, al mismo tiempo, una notable transmisividad de la luz.

El grosor medio máximo de la capa de colorante en los rebajes está entre 1/10 y 9/10 (aún más preferido entre 3/10 y 7/10) de la altura media d de los salientes en relación con los fondos de los rebajes. El grosor máximo de una capa de colorante en un rebaje es la distancia desde la superficie del colorante y el fondo del respectivo rebaje.

Según la invención, el colorante tiene un índice de refracción más bajo que el material transparente. Esto aumenta la reflexión total en la(s) superficie(s) de interfaz entre los dos materiales y, por tanto, la cantidad de luz que se dirige a través del panel. De este modo, se aumenta la eficiencia del módulo fotovoltaico con el panel correspondiente.

Además, una capa de recubrimiento transmisiva puede cubrir los salientes y el colorante, en la que la capa de recubrimiento transmisiva tiene un índice de refracción más bajo que el colorante y, preferiblemente, también el material del cuerpo. Esta elección también mejora la eficiencia del módulo fotovoltaico. Además, la capa de recubrimiento es preferiblemente plana, es decir, rellena al menos los rebajes proporcionando así una superficie superior esencialmente plana del panel. Esta superficie plana tiene la ventaja de que el polvo u otras partículas que son transportadas, por ejemplo, por el viento a un módulo fotovoltaico que comprende el panel, son lavadas, por ejemplo, por la lluvia. Además, la superficie superior se seca más rápido, es decir, se reduce el riesgo de incrustaciones y el (riesgo de) crecimiento de biopelículas. En otras palabras, la transmisividad a largo plazo aumenta.

Si se coloca un filtro de interferencia en la superficie posterior del panel frontal, la impresión de color para un espectador puede mejorar aún más, pero, por otro lado, la transmisividad del panel frontal disminuye aún más (y, por tanto, la eficiencia del módulo fotovoltaico correspondiente) y el coste de aplicar el filtro de interferencia aumenta los costes del panel frontal. El filtro de interferencia puede ser, por ejemplo, un filtro como se explica en el documento WO 2014/045144 A1.

La invención permite proporcionar un módulo fotovoltaico que comprende el panel frontal explicado anteriormente, un sustrato posterior y al menos una célula fotoeléctrica entre el panel frontal y el sustrato posterior.

Descripción de los dibujos

A continuación se describirá la invención a modo de ejemplo, sin limitación del concepto inventivo general, sobre ejemplos de realización con referencia a los dibujos.

La figura 1 muestra un panel.

La figura 2 muestra el detalle D de la figura 1.

La figura 3 muestra el detalle D de la figura 2 después de una etapa de recubrimiento.

La figura 4 muestra el detalle D de la figura 2 después de una etapa de llenado parcial.

La figura 5 muestra el detalle D de la figura 4 después de una etapa de curado.

La figura 6 muestra el detalle D de la figura 5 después de una etapa de recubrimiento opcional.

La figura 7 muestra un esquema en sección transversal de otro panel frontal 10.

La figura 8 muestra un detalle de otro panel.

La figura 9 muestra un módulo fotovoltaico con un panel frontal.

La FIG. 1 muestra un panel 10 que comprende un cuerpo 15 de un material transparente. El panel tiene una superficie frontal 11, una superficie trasera 12 y unos lados estrechos 14. Como puede verse (por ejemplo) en la FIG. 2, que representa el detalle D de la FIG. 1, el panel tiene rebajes 20. Entre los dos rebajes vecinos 20 hay un saliente 30. La parte superior de los salientes 30 se indica con "32" y se denomina parte(s) superior(es) 32 de los salientes 30. La profundidad de los salientes 30 se indica con d. La dimensión de d está preferentemente entre 100 μm y 600 μm , y aún más preferentemente entre 200 μm y 400 μm . En este ejemplo, los fondos de los salientes 23 forman líneas, es decir, el fondo es el borde donde se unen las paredes laterales 22 de los salientes 20. Pero como se explica más adelante, los fondos 23 pueden ser también superficies de fondo en lugar de líneas de fondo. La provisión de dicho panel 10, correspondería, por ejemplo, a la etapa (i) explicada anteriormente.

En el ejemplo representado, los rebajes 20 son ranuras alargadas. Los rebajes 20 como éstos pueden fabricarse, por ejemplo, mediante ablación por láser o grabado con máscaras. En la siguiente etapa de fabricación, los rebajes 20 se rellenan parcialmente con un colorante 4. Una posibilidad de rellenar parcialmente los rebajes 20 con un colorante 4 se explica con respecto a las FIG. 3 y 4. Como puede verse en la FIG. 3, se deposita una capa de colorante 4 en la cara frontal de la lámina 10. El colorante 4 llena completamente los rebajes 20 y cubre los salientes 30. Posteriormente, el colorante 4 se retira parcialmente hasta que las partes superiores 32, es decir, las regiones superiores 32 de los salientes 30 se liberan como se representa en la FIG. 4; los fondos 23 de los rebajes 20 siguen cubiertos por el colorante. El espesor restante t de la capa de colorante es preferiblemente la mitad de la profundidad d ($\pm 25\%$). La parte de los salientes 30 que se extiende por encima del colorante 4 se denomina parte superior 32.

Posteriormente, el colorante 4 restante puede ser curado, por ejemplo, por calentamiento. Al calentar el colorante 4, se calienta preferentemente también el material del panel y las tapas 32 se ablandan. Mediante este ablandamiento, las tapas 32 se "funden" y cambian su forma, como se indica en la FIG. 5. La cresta de la cima se transforma en una cresta aplanada. La parte superior 32 de los salientes 30 tiene ahora una superficie esencialmente plana 31. El panel preparado 10 puede utilizarse para fabricar un módulo fotovoltaico 5 (véase la FIG. 9), donde la superficie frontal 11 del panel 10 define la cara frontal del módulo fotovoltaico (5), es decir, la superficie expuesta a la luz del módulo fotovoltaico.

En una realización preferente, el panel mostrado en la Fig. 5 puede estar recubierto con una capa transparente 7, es decir, una capa transparente como, por ejemplo, una capa de vidrio (véase la Fig. 6). El revestimiento transparente tiene preferentemente un índice de refracción menor que el material del cuerpo 15, para evitar así la reflexión total en la interfaz entre el cuerpo 15 y la capa 7. El revestimiento transparente puede aplicarse por pulverización de SiO_2 o cualquier otro procedimiento adecuado. La capa protege el colorante y la estructura del cuerpo 15, es decir, en particular los salientes 30, del desgaste. Además, la capa transparente 7 proporciona preferentemente una superficie al menos esencialmente plana. Esto proporciona el efecto de que el polvo de otras partículas no puede acumularse en los rebajes 20. El polvo deterioraría la transmisividad del panel y, por tanto, la eficiencia de un módulo fotovoltaico con el panel 10. El agua (por ejemplo, después de la lluvia) se derrama de mejor manera y se sublima debido a la falta de rebajes. Esto también mejora la eficiencia. La capa 7 se omitió en las realizaciones de las FIG. 7 a 9, pero, por supuesto, puede aplicarse también a los paneles 10 representados en estas figuras.

La FIG. 7 muestra un esquema de sección transversal de otro panel 10. El panel 10 puede fabricarse utilizando el mismo procedimiento que el panel 10 de la FIG. 5. Sólo a efectos ilustrativos, el panel se dibuja extremadamente

fino, ya que en la práctica el grosor del panel (normalmente de 3 a 7 mm) es grande frente a la profundidad de los rebajes 20. Como se puede ver, el panel 10 también tiene rebajes 20 con salientes 30 entre ellos. Pero a diferencia de los rebajes 20 de la FIG. 5, los rebajes 20 de la FIG. 7 tienen una superficie inferior 23 (en lugar de una línea). El fondo 23 es preferentemente plano y paralelo a las superficies delantera y trasera 11, 12. Además, la descripción de las FIG. 1 a 5 pueden leerse también en la FIG. 6.

En la FIG. 7, se han representado tres casos de incidencia de la luz con fines ilustrativos (para ello se ha omitido la eclosión del cuerpo 15):

(i) Un primer rayo 41 de luz entra en la superficie frontal 31 del saliente 30 perpendicularmente a la superficie frontal 31 (y por lo tanto paralela al eje óptico 40 del panel) y sale de la superficie trasera 12 del panel. Por lo tanto, es probable que este rayo interactúe con el fotodiodo del módulo fotovoltaico 5. El fotodiodo puede colocarse debajo de la superficie posterior 12 del panel.

(ii) Un segundo rayo 42 de luz incidente entra en el panel 10 a través de la sección no recubierta de colorante de la pared lateral 22 del saliente. Este segundo rayo 42 se refleja totalmente en la superficie de interfaz entre el revestimiento 4 y el material transparente (representado por el cuerpo 15) del panel 10 y sale del panel 10 por su superficie posterior. Este segundo tipo de rayo 42 también interactuaría con un fotodiodo situado en la parte trasera del panel 10.

(iii) Un tercer rayo 43 entra en el panel 10 y se retrodispersa desde la superficie posterior 12. La parte dispersa posterior es reflejada por la superficie de interfaz que proporciona la superficie de la pared lateral 10 hacia la superficie posterior 12 de nuevo, donde sale del panel 10 hacia un fotodiodo.

La FIG. 7 muestra una capa reflectante opcional 50 entre el fondo 23 y el colorante 4. Esta capa reflectante de grosor t' (por ejemplo, una capa metálica) también puede estar presente en las otras realizaciones (Figs. 1 a 6) se ha omitido únicamente por simplicidad. La capa reflectante también puede extenderse entre las paredes laterales 22 y el colorante 4. La capa reflectante 50 tiene dos efectos beneficiosos: en primer lugar, el color del panel 10 parece más brillante y, en segundo lugar, se mejora la reflexión de la luz previamente dispersada hacia la superficie posterior 12. En presencia de la capa reflectante 50, la mencionada superficie de interfaz es, por supuesto, la superficie de interfaz entre la capa reflectante 50 y el material transparente del cuerpo 15.

La FIG. 8 muestra otra realización: Esta realización es muy similar a la realización de la FIG. 7 y la descripción de la FIG. 7 puede leerse también en la FIG. 8, salvo que los rebajes 20 no son alargados, sino agujeros 20 parcialmente rellenos con un fondo 23.

La FIG. 9 muestra un módulo fotovoltaico 5 que tiene un panel 10 y un sustrato posterior 60 con un fotodiodo 70 en medio. La energía que proporciona el fotodiodo puede ser suministrada por un cable conector 61 a un consumidor de energía.

Lista de números de referencia

4	colorante
5	Módulo PV
7	capa transparente / por ejemplo, capa de vidrio
10	panel
11	superficie frontal / cara frontal
12	superficie trasera
14	lados estrechos
15	cuerpo
20	rebaje
22	pared lateral de un saliente 30 y al mismo tiempo del respectivo rebaje 20
23	fondo
30	saliente
31	superficie frontal
32	las regiones/porciones superiores de los salientes 30 ("partes superiores 32" para abreviar)
40	eje óptico
41	primer rayo
42	segundo rayo
43	tercer rayo
50	capa reflectante
60	sustrato trasero
61	cable de conexión
d	profundidad o rebaje 20
t	espesor del colorante 4
h	altura de las partes superiores 32
D	detalle

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento de fabricación de un panel frontal (10) para un módulo PV (5), que comprende al menos las etapas de:

- 5 (i) proporcionar un panel transparente (10) de un material transparente, teniendo el panel transparente al menos una cara frontal (11), en el que la cara frontal (11) comprende rebajes (20) con salientes (30) entre ellos, en el que cada rebaje tiene un fondo (23)
(ii) llenar al menos parcialmente los rebajes (20) con una capa de un colorante (4), en los que una región superior (32) de los salientes permanece sin recubrir y se extiende por encima del colorante (4),

caracterizado porque el colorante tiene un índice de refracción menor que el del material transparente

- 10 2. El procedimiento de la reivindicación 1, **caracterizado porque** la etapa (i) comprende el chorreado de arena de la cara frontal (11) del panel y o la ablación por láser para formar así rebajes (20) con los salientes (30) entre ellos.
3. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** la etapa (i) comprende grabar la superficie frontal (11) de un panel (10) para formar así los rebajes (20) con salientes (30) entre ellos.

- 15 4. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la etapa (ii) comprende: depositar el colorante (4) en la superficie frontal (11) del panel y posteriormente eliminar el colorante de las regiones superiores de los salientes (30) para obtener así rebajes (20) entre los salientes (30) que están parcialmente llenos de colorante.

5. El procedimiento de la reivindicación 4, **caracterizado porque** el colorante se cura después de retirar el colorante de las regiones superiores de los salientes (30).

- 20 6. El procedimiento de la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho curado comprende calentar la superficie frontal 11 del panel 10 fundiendo así la parte superior (32) de los salientes (30).

7. El procedimiento de una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** un filtro de interferencia se deposita después de la realización de la etapa (ii) y/o en una cara posterior (12) del panel frontal (10), cara posterior (12) que está orientada en la dirección opuesta a la cara frontal (11).

- 25 8. Un panel frontal (10) para un módulo PV (5), en el que el panel (10) comprende un cuerpo (15) de un material transparente con una cara frontal (11) y una cara posterior (12), en el que

- el cuerpo transparente (15) tiene rebajes (20) en su cara frontal (11), estando dichos rebajes separados por salientes (30) del cuerpo transparente,
- los rebajes están rellenos, al menos parcialmente, de un colorante (4), en el que una región superior (32) de los salientes permanece sin recubrir y se extiende por encima del colorante (4),

- 30

caracterizado porque el colorante tiene un índice de refracción menor que el del material transparente.

9. El panel frontal (10) de la reivindicación 8, **caracterizado porque** los rebajes (20) tienen una profundidad de 50 µm a 750 µm, en los que la profundidad se mide en relación con la altura media de los salientes (30).

- 35 10. El panel frontal (10) de la reivindicación 8 o 9, **caracterizado porque**, el grosor medio máximo de la capa de colorante (4) en los rebajes (20) está comprendido entre 1/10 y 9/10 de la altura media de los salientes (30) con respecto al fondo de los rebajes (20).

11. El panel frontal (10) de una de las reivindicaciones 8 a 10,

- 40 **caracterizado porque** una capa de recubrimiento transmisiva cubre los salientes y el colorante, en el que la capa de recubrimiento transmisiva tiene un índice de refracción inferior al del colorante (4).

- 45 12. Un módulo fotovoltaico (5) que comprende un panel frontal (10) con una superficie frontal (11) y una superficie trasera (12), un sustrato trasero (60) y al menos un fotodiodo 70 entre la superficie trasera (12) del panel frontal (10) y el sustrato trasero (60), **caracterizado porque** el panel frontal (10) es un panel frontal (10) de una de las reivindicaciones 8 a 11.

Fig. 1

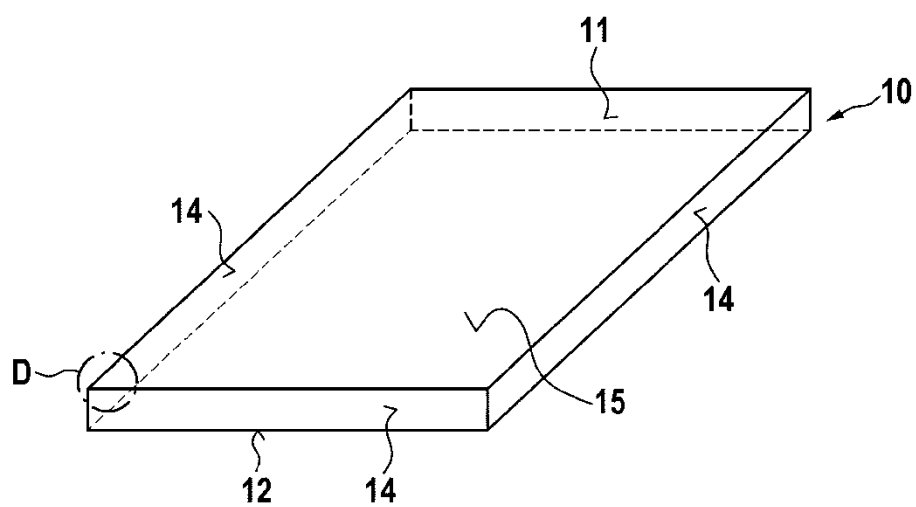


Fig. 2

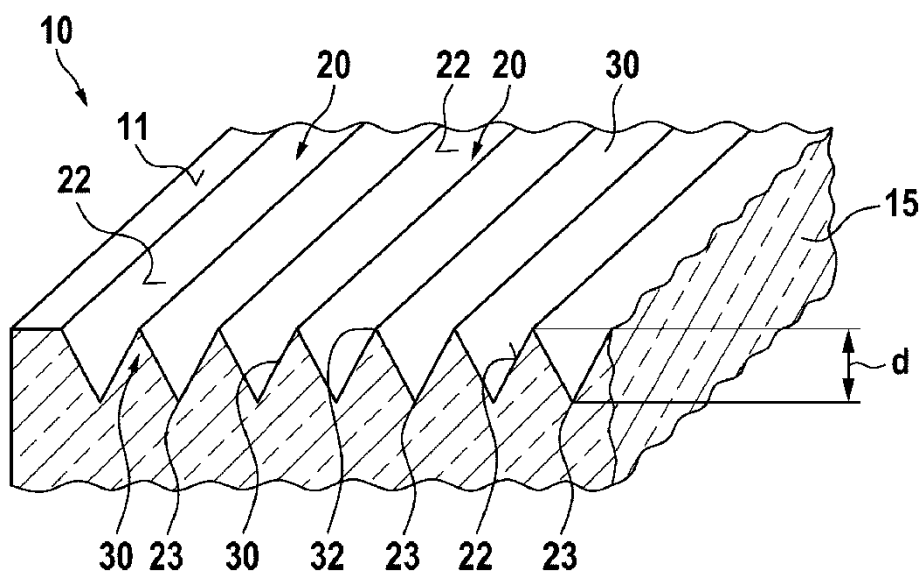


Fig. 3

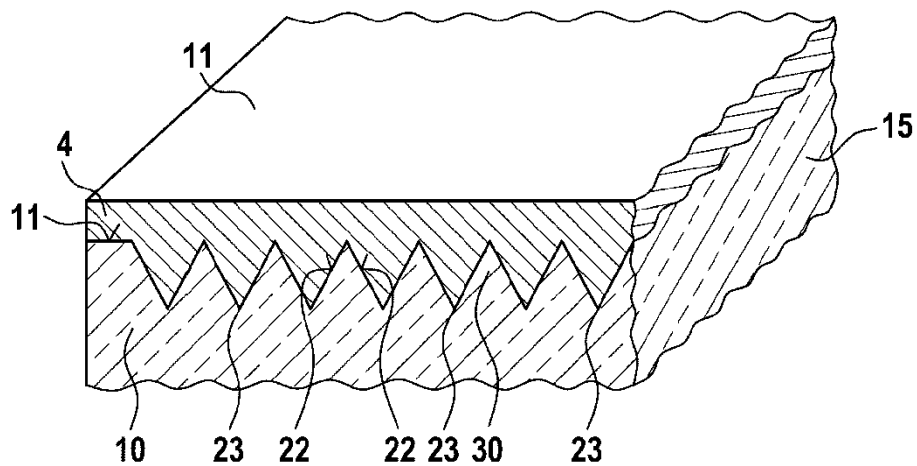


Fig. 4

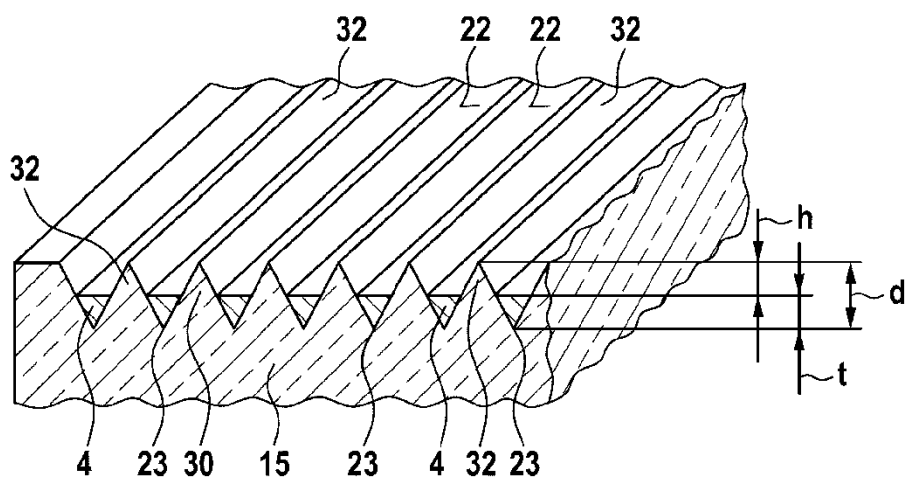


Fig. 5

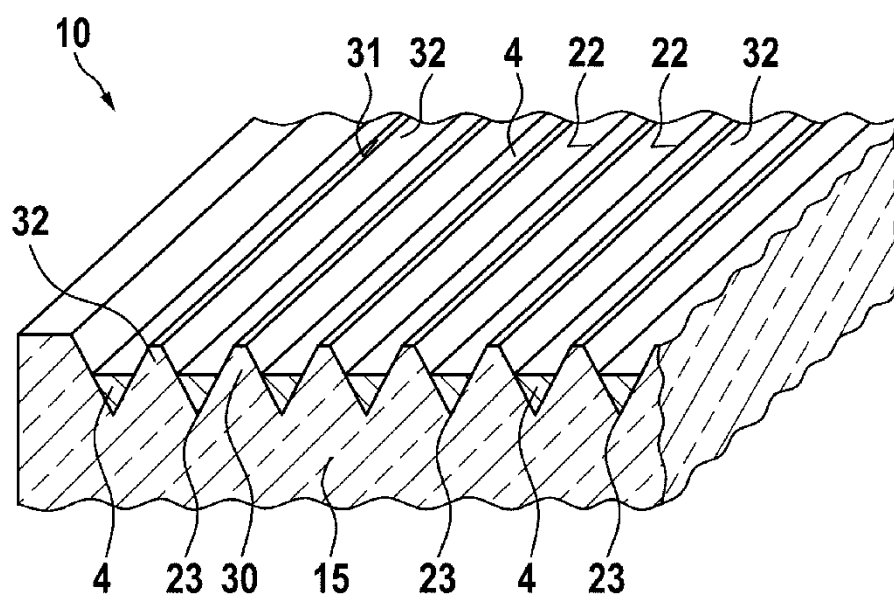


Fig. 6

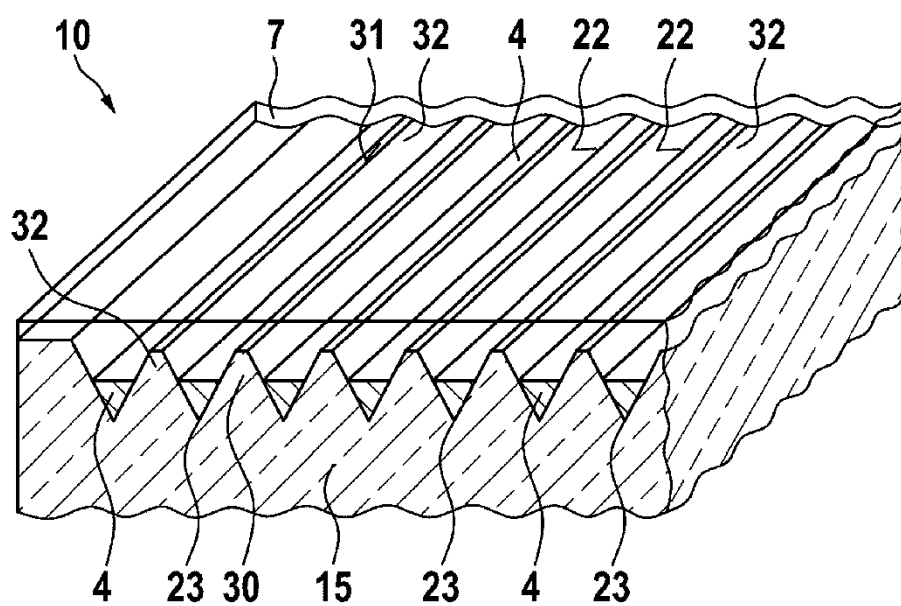


Fig. 7

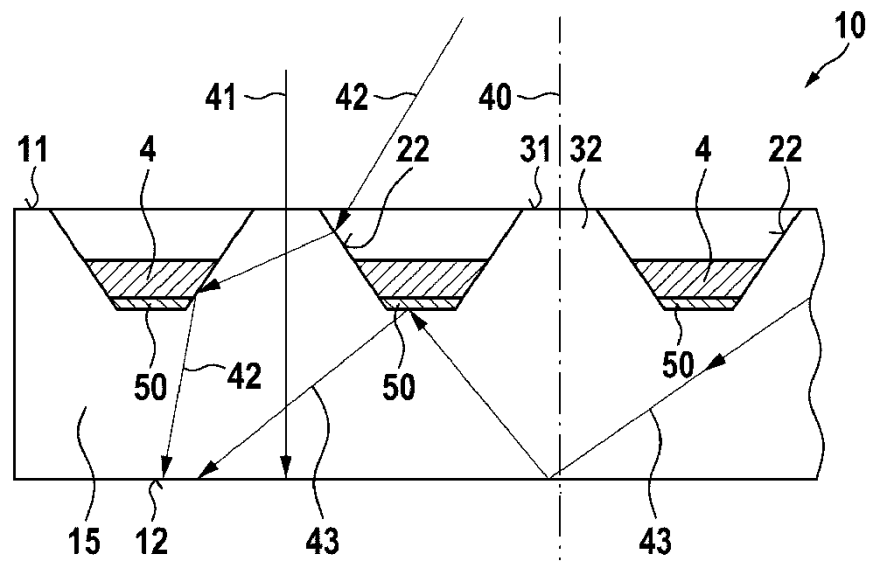


Fig. 8

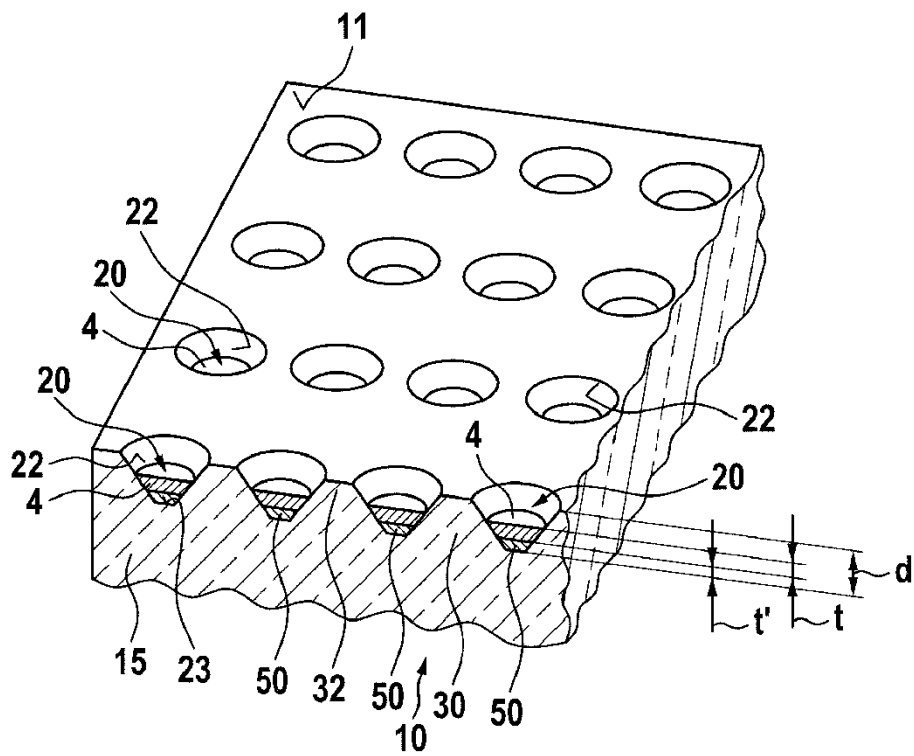


Fig. 9

