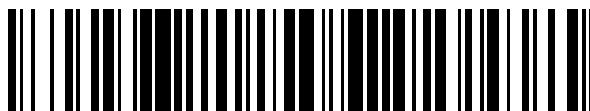


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 820 875**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0352 (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

H01L 31/0236 (2006.01)

H01L 31/075 (2012.01)

H01L 31/077 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.09.2009 PCT/DK2009/050223**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.03.2010 WO10025734**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.09.2009 E 09776276 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2020 EP 2332176**

54 Título: **Celda solar con sustrato corrugado flexible y método para la producción de la misma**

30 Prioridad:

05.09.2008 EP 08163782

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

22.04.2021

73 Titular/es:

FLEXUCCELL APS (100.0%)

Primulavej 24

9750 Østervraa, DK

72 Inventor/es:

LARSEN, JENS WILLIAM y

KIIL, HANS-ERIK

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 820 875 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

Celda solar con sustrato corrugado flexible y método para la producción de la misma

5 Campo de la Invención

La presente invención se refiere a un transductor en forma de un transductor fotoeléctrico del tipo indicado en el preámbulo de la reivindicación 1.

10 Antecedentes de la Invención

El transductor de expresión debe entenderse en relación con la presente invención como una expresión genérica de un dispositivo que es capaz de transformar una forma de energía en otra forma de energía, por ejemplo, luz solar en electricidad o electricidad en radiación electromagnética, como la luz.

15 Las celdas solares conocidas suelen tener un área relativamente pequeña sobre un sustrato relativamente rígido, lo que, por tanto, puede ser una razón adicional para la limitación del área práctica de uso de las celdas solares.

20 El documento US 6291761 B1 describe una celda solar de película delgada con un sustrato flexible que tiene ranuras en la superficie de la misma. El documento WO 2008/010205 A2 describe un dispositivo de conversión fotovoltaica de película delgada, formado sobre un sustrato, preferiblemente hecho de un plástico flexible, que tiene una primera y segunda capas conductoras como electrodos, capas de tipo n y tipo p, capa con brecha de banda graduada (varizona) que incluye silicio puro y silicio en composiciones químicas seleccionadas de un grupo, que consiste de $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$, Si_xC_y , Si_xN_y y $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$, estando compuestas todas estas composiciones químicas simultáneamente en una capa con brecha de banda graduada y cambiando suavemente de una a otra. El dispositivo fotovoltaico comprende además una capa reflectante, una capa antirreflectante y una capa de laminación protectora.

30 JP2005150242A proporciona un método de fabricación de un sustrato de celda solar de alta calidad y bajo precio que tiene una estructura desigual en la superficie del mismo incluso cuando tiene un área grande, y también para proporcionar un sustrato de celda solar obtenido por el método y una celda solar que incluye el sustrato de la celda solar. El método de fabricación del sustrato de la celda solar incluye una hoja de resina sintética como elemento estructural; la estructura desigual es formada en la superficie de la hoja de resina sintética presionando térmicamente un material poroso sobre la hoja de resina sintética y luego desprendiendo el material poroso.

35 El documento US4514581A describe mejoras en celdas solares basadas en semiconductores de bajo coste, como el silicio amorfo. Las celdas solares mejoradas del documento US4514581A tienen capas semiconductoras activas ultrafinas que tienen un espesor entre $0.1 t_{\alpha}$ y L_m , en donde t_{α} es la longitud de absorción del espectro solar y L_m es la longitud de difusión para los portadores de carga minoritarios fotogenerados en la capa activa. El reflector de la superficie posterior tiene una reflectividad del espectro solar del 70% o más, de modo que la energía incidente no absorbida en un paso directo a través de la capa activa se refleja en otro paso. La forma de realización más preferida de las celdas descritas en el presente documento está conformada para tener una estructura que captura la luz, de modo que la luz hace múltiples pases a través de las capas delgadas semiconductoras.

45 Objeto de la Invención

En este contexto la invención tiene como objetivo proporcionar un transductor, que se proporciona de manera elástica o compatible, de modo que el campo de aplicación del transductor en la práctica pueda aumentarse considerablemente, y de tal manera que sea posible unir el transductor a diversas superficies y posiblemente variando las formas.

50 Descripción de la Invención

El transductor de acuerdo con la invención se caracteriza porque dicho sustrato está constituido por una banda o lámina elástica flexible, porque un lado frontal de dicho sustrato tiene un patrón de superficie tridimensional de porciones de superficie elevadas y deprimidas formadas en el mismo, siendo depositada dicha capa activa (fotovoltaica) fotoeléctrica sobre dicho patrón de superficie tridimensional, porque dicho electrodo del lado frontal y el electrodo del lado posterior están constituidos por capas conductoras eléctricas, los cuales comprenden materiales conductores eléctricos, o los cuales están provistos de recubrimientos conductores eléctricos.

60 De este modo se consigue de una manera sencilla un transductor mejorado, que es flexible y elástico, y que además proporciona al transductor flexible propiedades elásticas o adaptables muy importantes y aumenta significativamente el área general de uso del transductor.

65 Además, las propiedades elásticas o adaptables del transductor hacen posible unir el transductor a superficies de diversas formas, a modo de ejemplo superficies curvas, incluso superficies de doble curvado.

También es posible acoplar el transductor a una superficie que tenga una forma que varíe con el tiempo, por ejemplo debido a factores ambientales, como cambios de temperatura, cambios en el nivel de humedad, vibraciones, golpes, etc. Dado que las propiedades compatibles del transductor le permiten seguir tales cambios en la forma de la superficie que tiene el transductor adherido al mismo, se evita que tales cambios causen daños al transductor, por ejemplo en forma de grietas, fracturas o tensión, y de ese modo se puede prolongar la vida útil de la celda solar.

El sustrato puede estar constituido por una hoja o banda de elastómero polimérico. Se sabe que los materiales elastoméricos tienen propiedades compatibles.

El transductor de acuerdo con la invención se proporciona de manera que el sustrato esté constituido por una banda o lámina de silicona. De este modo se obtiene un transductor que tiene un peso reducido en comparación con los transductores que tienen un sustrato hecho de un material de vidrio o un metal, como el acero.

Además, la vida útil del transductor aumenta, porque la silicona es estable durante mucho tiempo con respecto a la luz solar, y dado que la conformidad de la hoja o lámina de silicona está adaptada para evitar la transferencia de tensiones mecánicas a la capa activa en caso de variaciones de temperatura u otros efectos mecánicos. Finalmente, los costes de fabricación se pueden minimizar porque todos los pasos del proceso se pueden realizar en un proceso de rollo a rollo en línea, y porque las conexiones eléctricas entre una pluralidad de celdas en un panel solar pueden depositarse directamente sobre el sustrato.

Como alternativa, que no forma parte de la invención, el sustrato puede estar constituido por una hoja o banda de poliuretano. El poliuretano es un material relativamente barato y, además, es fácil trabajar con el poliuretano porque alcanza con relativa rapidez un estado estable y duradero.

El transductor comprende una capa protectora principal, dispuesta para proteger las partes activas del transductor frente al desgaste, así como de los impactos causados por la intemperie. Apropiadamente, el transductor de acuerdo con la invención se proporciona además de tal manera que dicha posible capa protectora esté constituida por una hoja o banda de silicona transparente, elástica o adaptable.

Un transductor de acuerdo con la invención en forma de celda solar flexible y elástica que tiene una capa más protectora, que está constituida por una banda o lámina de silicona transparente y flexible, sería apropiado para montar sobre una superficie transparente tal como un cristal de ventana.

Con el fin de mejorar aún más la elasticidad así como la eficiencia, el transductor de acuerdo con la invención se proporciona de manera que el lado frontal de dicho sustrato esté provisto de un patrón de superficie de porciones de superficie elevadas y deprimidas sobre las cuales dicha capa fotoeléctrica activa (fotovoltaica) está siendo depositada. Es una ventaja que las porciones de superficie elevadas y deprimidas se formen directamente como un patrón de superficie en el sustrato, en lugar de formarse por pretensión o comprimiendo el sustrato o el transductor, porque es más fácil controlar la dirección de conformidad, y porque es posible diseñar y controlar el patrón, incluido el tamaño y la forma del patrón de superficie elevada y deprimida, de una manera muy precisa. De ese modo, las propiedades del transductor se pueden controlar y diseñar como se desee.

La capa fotoeléctrica activa (fotovoltaica) puede estar en forma de un compuesto de silicio, a modo de ejemplo que comprende silicio amorfo o cristalino.

Más específico, el transductor de acuerdo con la invención puede proporcionarse de modo que dicho patrón de superficie comprenda ondas que forman depresiones y crestas que se extienden esencialmente en una dirección común, definiendo cada onda una altura que es la distancia más corta entre una cresta y las depresiones vecinas. Según esta realización, el patrón de la superficie proporciona flexibilidad al sustrato a lo largo de una dirección, mientras que el sustrato es sustancialmente rígido a lo largo de una dirección que es sustancialmente perpendicular a la dirección compatible. Por tanto, las ondas definen una característica anisotrópica que facilita el movimiento en una dirección que es perpendicular a la dirección común. Según esta realización, las crestas y depresiones se asemejan a ondas estacionarias con frentes de onda esencialmente paralelos.

Sin embargo, las ondas no son necesariamente sinusoidales, sino que podrían tener cualquier forma adecuada siempre que se definan crestas y depresiones. Según esta realización, una cresta (o una depresión) definirá líneas de contorno sustancialmente lineales, es decir, líneas a lo largo de una parte de la ondulación con la misma altura con respecto al sustrato en general. Esta línea al menos sustancialmente lineal será al menos sustancialmente paralela a líneas de contorno similares formadas por otras crestas y depresiones, y las direcciones de las líneas al menos sustancialmente lineales definen la dirección común. La dirección común definida de esta manera tiene la consecuencia de que se produce la anisotropía, y que se facilita el movimiento del transductor en una dirección perpendicular a la dirección común, es decir, el transductor, o al menos una capa fotoeléctrica activa dispuesta sobre la superficie ondulada, es compatible en una dirección perpendicular a la dirección común. Como consecuencia, el transductor se puede unir a una superficie curva sin introducir grietas o pliegues en el transductor, porque el transductor es capaz de estirarse y/ o comprimirse a lo largo de la dirección compatible para seguir las curvas de la superficie.

La capa fotoeléctrica activa (fotovoltaica) puede estar provista de un recubrimiento fotoeléctrico activo en forma de un compuesto de silicio, a modo de ejemplo que comprende silicio amorfo o cristalino.

Como alternativa, el patrón de superficie puede comprender ondas que forman depresiones y crestas que se extienden esencialmente en al menos dos direcciones a lo largo de la superficie del sustrato. Según esta realización, el sustrato es adaptable y, por lo tanto, estirable, a lo largo de al menos dos direcciones. Como consecuencia, es posible unir el transductor a una superficie de doble curva sin introducir grietas o pliegues en el transductor, ya que el transductor es capaz de estirarse a lo largo de las dos direcciones compatibles. De este modo es posible fijar el transductor a una gran variedad de diferentes tipos de superficies, como automóviles u otros vehículos, ropa, equipamiento deportivo, fachadas de edificios, etc. Incluso es posible colocar el transductor en una superficie que cambia de forma con el tiempo.

Según una realización, el patrón de superficie puede comprender ondas que forman depresiones y crestas, definiendo dichas depresiones y crestas frentes de onda que se extienden esencialmente en al menos dos direcciones a lo largo de la superficie del sustrato. Así, de acuerdo con esta realización, el patrón de superficie comprende crestas similares a cimas de colina, estando dispuestas las cimas de colina en la superficie de tal manera que se pueden trazar líneas sustancialmente paralelas entre grupos de cimas vecinas, definiendo las líneas paralelas los frentes de onda. Tales frentes de onda se definen a lo largo de al menos dos direcciones a lo largo de la superficie del sustrato, por ejemplo a lo largo de dos direcciones dispuestas sustancialmente en forma perpendicular entre sí, o a lo largo de tres direcciones dispuestas con un ángulo mutuo de aproximadamente 120°. En consecuencia, de manera similar a lo que se describió anteriormente, el sustrato se adapta en este caso a lo largo de al menos dos direcciones, es decir, las direcciones definidas por la extensión de los frentes de onda, y el sustrato que lleva el transductor puede unirse a superficies de doble curva como se describe más arriba.

El patrón de superficie puede definir una pluralidad de embudos, definiendo cada embudo partes de la pared interior dispuestas entre sí de tal manera que la luz que incide en una parte de la pared interior de un embudo se refleja en otra parte de la pared interior de dicho embudo. De acuerdo con esta realización, el patrón de la superficie se diseña de tal manera que proporciona la llamada "captura de luz". De este modo se puede garantizar que la luz con varios ángulos de incidencia alcance la capa fotoeléctrica activa (fotovoltaica). Además, se asegura que la parte de la luz incidente que se refleja desde una parte de la pared interior llegue a otra parte de la pared interior, es decir, la luz reflejada también llegue a la capa fotoeléctrica activa (fotovoltaica), posiblemente varias veces. De ese modo, la eficiencia del transductor aumenta significativamente.

Las partes de la pared interior pueden disponerse ventajosamente de tal manera que definan un ángulo entre ellas, siendo el ángulo menor de 60°, tal como menor de 50°, tal como menor de 40°.

Los embudos pueden proporcionarse ventajosamente como microestructuras, como nanoestructuras o como una combinación de microestructuras y nanoestructuras.

En general, el transductor de acuerdo con la invención se proporciona de tal manera que dicha capa fotoeléctrica activa tiene una conformación que está formada por dicho patrón de superficie del sustrato. Para permitir el alargamiento del transductor en una o más direcciones, es decir, para proporcionar compatibilidad, la capa fotoeléctrica activa tiene preferiblemente una forma ondulada que hace que el área de la capa fotoeléctrica activa sea más grande que el área ocupada por el transductor en un estado relajado.

La forma ondulada de la capa fotoeléctrica activa facilita así que el transductor se pueda estirar y/o comprimir para seguir la forma de una superficie sobre la que está montado el transductor, sin tener que estirar la capa fotoeléctrica activa, sino simplemente al igualar la forma ondulada de la capa fotoeléctrica activa. Según esta realización, la forma ondulada de la capa fotoeléctrica activa es una réplica del patrón de superficie del sustrato.

El transductor puede ser ventajosamente una celda solar. En este caso, el transductor de acuerdo con la invención puede ser, además, tal que la celda solar comprenda una parte fotovoltaica y una parte termoeléctrica dispuestas contiguas entre sí.

Preferiblemente, en esta realización, los transductores pueden ser tales que la parte fotovoltaica esté dispuesta en una posición principal y la parte termoeléctrica esté dispuesta en una posición más retrasada. Es común que parte de la energía que recibe una celda solar de la luz solar entrante se deposite en forma de calor en la celda solar, en lugar de transformarse en electricidad. Aparte de que este calor puede ser perjudicial para la celda solar, también representa una pérdida de energía en el sistema. Al disponer una parte fotovoltaica en una posición más adelantada y una parte termoeléctrica en una posición más retrasada, se consigue que la parte fotovoltaica transforme inicialmente una parte de la luz incidente en electricidad. Posteriormente, la parte termoeléctrica transforma al menos parte del calor depositado en la celda solar en electricidad. De este modo se incrementa el rendimiento total de la celda solar.

En otra realización de la invención, el transductor es un dispositivo emisor de luz. En esta realización, se aplica un voltaje a los terminales conductores eléctricos en el lado posterior y el lado delantero, lo que invertirá la función del transductor para emitir fotones y por lo tanto luz.

5 Dado el patrón de superficie tridimensional de las porciones de superficie elevadas y deprimidas formadas, la superficie sirve como un emisor de luz desde el cual los fotones escaparán de la "trampa de luz" en una dirección opuesta en comparación con la captura de luz cuando el transductor está funcionando como una celda solar.

10 Al tener una superficie formada aleatoriamente, la luz escapará de una manera difusa adecuada para crear un elemento de iluminación sutil ideal para proporcionar, por ejemplo, una capa luminiscente. Si se le da una superficie formada ordenadamente, la luz escapará de una manera predeterminada ordenada.

15 Cabe señalar que la presente invención cubre transductores que funcionan puramente como celdas solares, transductores que funcionan puramente como dispositivos emisores de luz, así como transductores que pueden funcionar bien como una celda solar, bien como un dispositivo emisor de luz.

Descripción de los dibujos

20 La invención se describe con más detalle con referencia al dibujo, en el que:

La Figura 1 muestra una vista en sección plana de una realización de una celda solar de acuerdo con la invención construida sobre una hoja o banda de silicona,

25 La Figura 2 muestra una vista en perspectiva de la celda solar cf. Figura 1 vista desde arriba,

La Figura 3 muestra una vista en planta -parcialmente en sección- de otra forma de realización de una celda solar de acuerdo con la invención construida sobre una lámina o banda de silicona y con una lámina protectora de silicona en la parte frontal,

30 La Figura 4 muestra una vista en perspectiva de la celda solar cf. Figura 3 vista desde arriba,

La Figura 5 muestra una vista en planta de un transductor enrollado hacia el lado izquierdo en la parte superior de la Figura 5, hacia el lado derecho una vista ampliada de la superficie superior del transductor, mientras que una vista en sección inferior muestra las diferentes capas del transductor,

35 La Figura 6 muestra una vista en perspectiva de una realización de la ondulación de la superficie frontal de un sustrato de un transductor de acuerdo con la invención,

40 La Figura 7 muestra una vista en sección plana de una realización de un transductor en forma de celda solar combinada y celda termoelectrónica de acuerdo con la invención,

La Figura 8 muestra una vista en sección plana que ilustra la "captura de luz" de haces de luz entre las ondas de la superficie ondulada del sustrato de un transductor en forma de celda solar de acuerdo con la invención,

45 La Figura 9 muestra una vista en perspectiva de otra realización de la ondulación de la superficie frontal de un sustrato de una celda solar de acuerdo con la invención,

La Figura 10 muestra una vista en perspectiva que ilustra un posible patrón de superficie de la superficie frontal de un sustrato para una celda solar de acuerdo con la invención, y

50 La Figura 11 muestra una vista en 3D de una pieza de una realización de celda solar de acuerdo con la invención que ilustra la flexibilidad así como la elasticidad del sustrato en forma de una hoja o banda de silicona.

Descripción detallada de la invención

55 El transductor 9 mostrado en las Figuras 1 y 2 está construido sobre un sustrato o material portador en forma de una banda o lámina 1, 5 de silicona. En la parte superior de la banda o lámina 1, 5 de silicona se deposita un electrodo 2 del lado posterior, A en forma de capa conductora de electricidad en forma de capa de plata (Ag) depositada por pulverización catódica por DC en una atmósfera de argón (Ar).

60 A continuación, mediante pulverización catódica RF-/DC se deposita uno o más grupos de capas, cada una de las cuales consta de una capa de n-Si, una capa de i-Si y una capa de p-Si que constituye la capa 3 fotoeléctrica activa en el patrón de superficie del lado frontal de dicho sustrato en una atmósfera de argón/hidrógeno (Ar/H₂). La capa 3 fotovoltaica puede comprender muy frecuentemente hasta tres o más grupos de capas n-Si, i-Si y p-Si.

65

Posteriormente se deposita mediante pulverización catódica por RF un electrodo del lado frontal 4, B ya sea en forma de una capa de óxido de indio y estaño (ITO) o en forma de una capa de óxido de zinc (ZnO_2) en ambos casos en una atmósfera argón/oxígeno (Ar/O_2). La luz que entra al transductor 9 está indicada por las flechas 7, mientras que las flechas 8 en el lado opuesto de las celdas 9 solares indican una posible vista hacia afuera a través de la celda solar. En caso de que el sustrato de silicona del transductor 9 sea transparente, entonces también todo el transductor 9 puede ser transparente.

Mediante el transductor 9' mostrado en las Figuras 3 y 4 la mayoría de los elementos descritos anteriormente son los mismos que los elementos de la celda 9 solar cf. Figuras 1 y 2 y los mismos números de referencia se utilizan para artículos idénticos. Sin embargo, el transductor 9' mostrado en las Figuras 3 y 4 comprende una capa 10 protectora superior adicional en forma de una posible banda o lámina 10 de silicona transparente. Además, el transductor 9' mostrado en las Figuras 3 y 4 comprende un terminal conductor eléctrico D conectado al electrodo 2 del lado posterior, A y un terminal conductor eléctrico C conectado al electrodo 4 del lado delantero, B.

Posiblemente, los transductores 9, 9' mostrados pueden comprender además un recubrimiento antirreflectante superior (ARC) no mostrado depositado en la superficie superior de los transductores 9, 9' en una atmósfera de argón (Ar).

En tres pasos, la Figura 5 muestra una vista en planta de un transductor enrollado de acuerdo con la invención en el lado izquierdo en la parte superior de la Figura 5, en el lado derecho se muestra una vista en perspectiva ampliada de la superficie superior ondulada de el sustrato del transductor, mientras que una vista en sección inferior ampliada adicional muestra las diferentes capas del transductor 9', es decir, una capa 10 protectora superior, un electrodo superior C, más capas 3 generadoras de electricidad y una banda o lámina 1, 5 de silicona recubierta con estructura de superficie 3D.

La superficie superior del sustrato mostrado en la Figura 5 está ondulada en dos direcciones a lo largo de la superficie. Por tanto, puede verse en la Figura 5 que es posible dibujar líneas paralelas entre crestas o cimas vecinas a lo largo de una dirección longitudinal del sustrato así como a lo largo de una dirección transversal del sustrato. En consecuencia, la celda solar se adapta en dos direcciones y, por lo tanto, se puede estirar y/o comprimir para adaptarse a superficies de diversas formas, tales como superficies de doble curva, como se describe anteriormente.

Las Figuras 6 y 7 muestran en una escala muy ampliada una realización de un sustrato transductor de acuerdo con la invención en forma de una banda de silicona que tiene una estructura de superficie 3D con ondas rectas uniformadas. El sustrato del transductor mostrado en las Figuras 6 y 7 está provisto de un patrón de superficie de porciones de superficie elevadas y deprimidas en forma de ondas que forman depresiones y crestas que se extienden esencialmente en una dirección común. Por tanto, el sustrato transductor de las Figuras 6 y 7 se adapta a lo largo de una dirección que es sustancialmente perpendicular a la dirección definida por los frentes de onda, es decir, a lo largo de una dirección longitudinal del sustrato. El sustrato del transductor es relativamente rígido a lo largo de la dirección definida por los frentes de onda. De ese modo, el transductor se puede estirar en la dirección compatible, pero no en la dirección transversal.

La Figura 8 muestra en una escala muy ampliada la situación denominada "captura de luz" en la que un haz de luz entrante se refleja varias veces en la superficie ondulada (ondulada) de un sustrato de una celda solar y, finalmente, es posible que la luz residual sea arrojada hacia atrás desde la celda. Tal "captura de luz" en la superficie de un transductor puede causar una mejora de la eficiencia del transductor.

La Figura 9 muestra en una escala muy ampliada una realización adicional de un sustrato transductor de acuerdo con la invención en forma de una banda de silicona que tiene una estructura de superficie 3D con ondas uniformes con ondulaciones en más direcciones. De este modo, la superficie activa de la celda solar puede aumentarse significativamente para mejorar la eficiencia del transductor.

Además, el sustrato del transductor se adapta tanto en una dirección longitudinal como en una dirección transversal. Por lo tanto, el transductor se puede estirar en ambas direcciones y, por lo tanto, es posible montar el transductor en una gran variedad de superficies diferentes, como superficies de doble curva, por ejemplo, superficies cóncavas o convexas sin riesgo de introducir grietas o pliegues en el sustrato.

Además, dado que la capa fotoeléctrica activa se dispone como recubrimiento sobre el sustrato de tal manera que adopta la forma del patrón de la superficie, la capa fotoeléctrica activa simplemente se moverá junto con la superficie del sustrato cuando se estire y/o comprima, y por tanto no se introduce tensión en la capa fotoeléctrica activa.

La Figura 10 muestra en una escala muy ampliada otra realización más de la superficie de un sustrato transductor de acuerdo con la invención en forma de una banda de silicona que tiene un gran número de picos y depresiones romos (similar a una bandeja de huevos) para agrandar el área de la superficie y así mejorar la eficiencia del transductor. Además, esta realización de la superficie del transductor puede producir una eficiencia mejorada por el hecho de que la luz solar entrante desde diferentes direcciones puede incidir en los lados inclinados de los picos

romos así como en las superficies inferiores de las depresiones. Además, en el patrón de superficie mostrado en la Figura 10 es posible dibujar líneas paralelas entre picos vecinos a lo largo de al menos tres direcciones diferentes a lo largo de la superficie del sustrato. Por consiguiente, el sustrato mostrado en la Figura 10 se adapta en al menos tres direcciones.

La Figura 11 muestra una vista 3D en perspectiva de una pieza de una realización de un transductor que tiene un sustrato de silicona de acuerdo con la invención -e ilustra la flexibilidad así como la elasticidad del sustrato de silicona del transductor-. La elasticidad junto con la flexibilidad son características muy importantes para hacer posible el montaje duradero del transductor en superficies complejas que comprenden partes de superficie dobladas hacia adentro (cóncavas) así como hacia afuera (convexas).

Como se describió anteriormente, el sustrato de silicona en sí mismo posee propiedades elásticas que permiten que el sustrato se estire hasta cierto punto. Sin embargo, proporcionar a la superficie del sustrato de silicona un patrón de superficie que define depresiones y crestas a lo largo de una, dos o más direcciones mejora significativamente las propiedades elásticas del sustrato. Cabe señalar que la elasticidad del transductor hace que el transductor sea robusto con respecto a los cambios en las dimensiones y/o forma de una superficie que tiene el transductor adherido a ella, ya que la elasticidad del transductor le permite cambiar su forma para seguir los cambios en la superficie de montaje. Esto prolonga la vida útil esperada del transductor y permite que se adhiera a una variedad aún mayor de diferentes tipos de superficies. Los cambios en las dimensiones y/o la forma de una superficie que tiene el transductor unido a ella pueden, a modo de ejemplo, ser causados por influencias ambientales, tales como cambios de temperatura, cambios en el nivel de humedad, vibraciones, golpes, etc.

El electrodo del lado posterior y el electrodo del lado superior del transductor de acuerdo con la invención, por supuesto, tienen que estar conectados con un circuito de control eléctrico u otros dispositivos eléctricos de una manera adecuada a modo de ejemplo por medio de porciones de contacto o conectores como se describe en WO 2008/052559 A2 página 50, línea 21-página 53, línea 6 y en las Figuras 23-36.

Mediante el método preferido de producción del transductor de acuerdo con la invención, se impulsa un sustrato de silicona con dicho lado frontal hacia arriba apoyado en una hilera superior de un transportador sinfín o una unidad de transporte similar en orden sucesivo a través de las siguientes estaciones de tratamiento:

- en una primera estación de tratamiento que proporciona dicho patrón de superficie del lado frontal de dicho sustrato con un tratamiento de plasma en una atmósfera de argón (Ar),
- en una segunda estación de tratamiento aplicando mediante pulverización catódica con DC un electrodo del lado posterior en forma de una capa de plata (Ag) en una atmósfera de argón (Ar),
- en una tercera estación de tratamiento aplicando mediante pulverización catódica RF-/DC uno o más grupos de capas, cada una de las cuales consta de una capa de n-Si, una capa de i-Si y una capa de p-Si a dicho patrón de superficie de la parte frontal de dicho sustrato en una atmósfera de argón/hidrógeno (Ar/H₂),
- en una cuarta estación de tratamiento aplicando mediante pulverización catódica por RF un electrodo frontal ya sea en forma de una capa de óxido de indio y estaño (ITO) o en forma de una capa de óxido de zinc (ZnO₂) en ambos casos en una atmósfera argón/oxígeno (Ar/O₂),
- en una posible quinta estación de tratamiento aplicando un recubrimiento antirreflectante (ARC) en una atmósfera de argón (Ar), y
- en una estación de tratamiento final, al final de la cinta transportadora sinfín, enrollando el transductor terminado.

Mediante dicho tratamiento de superficie en dicha primera estación de tratamiento se forman cristales de cuarzo microscópicos (SiO₂) u otros granos/estructuras de cuartos en la superficie del lado frontal del sustrato de silicona a modo de ejemplo reconstruyendo o transformando compuestos residuales y/o depositando compuestos complementarios. De este modo, la adherencia de la superficie del lado frontal mejora significativamente para la aplicación posterior de capas adicionales sobre la superficie frontal de la superficie del lado frontal del sustrato de silicona.

En dicha tercera estación de tratamiento se realiza mediante pulverización catódica RF/DC en una atmósfera de argón típicamente formada una serie de grupos de al menos tres capas (capa p-Si, capa i-Si y capa n-Si) que constituyen la capa de generación activa de electricidad del transductor, que se coloca sobre o entre una o más capas de una hoja/lámina a base de silicona u otra forma geométrica.

Las tres capas (o más) de la capa activa de la celda solar consisten respectivamente en un electrodo superior, que es transparente y conductor eléctrico (TCO-Óxido Conductor Transparente), la capa fotoactiva (fotovoltaica) y el electrodo conductor eléctrico del lado posterior, que puede ser transparente o parcialmente transparente o nada transparente.

La capa activa del transductor se recubre o se junta con un sustrato que consiste en un polímero o elastómero a base de silicona; se pueden usar todos los polímeros o elastómeros que comprenden un compuesto de silicio.

- 5 El sustrato de silicona de la celda solar puede estar provisto (pero no necesariamente) de fibras u otros elementos de refuerzo, lo que aumenta la resistencia a la tracción y por lo tanto la vida útil y facilita el montaje.

10 El sustrato de silicona de la celda solar puede estar (pero no necesariamente) laminado o de otra manera unir junto con otro sustrato flexible o no flexible para aumentar la resistencia a la tracción. Tal resistencia a la tracción aumentada puede resultar ventajosa durante la producción, durante el montaje, así como durante el uso de la celda solar.

Los propósitos principales de la presente invención se pueden enumerar como sigue:

- 15 - proporcionar una celda solar sobre un sustrato, banda o lámina de polímero (elastómero) que contiene silicona;
 - para formar un módulo de celda fotovoltaica sobre un material/sustrato portador a base de silicona;
 20 - formar una celda solar, que básicamente es flexible y elástica;
 - para formar una celda solar, que básicamente en su forma flexible y elástica puede montarse sobre una superficie rígida o portadora, lo que reduce o elimina esta flexibilidad/elasticidad.

25 Además, la celda solar puede ser una combinación de una capa 3 de celda solar fotovoltaica, que está colocada en una posición más adelantada y una capa 3' de transductor termoelectrico colocada en una posición más retrasada (Figura 7). La capa 3' de transductor termoelectrico absorbe la energía térmica, que no es absorbida por la capa 3 de celdas solares fotovoltaicas, que está colocada en la parte frontal.

30 Los transductores termoelectricos se basan en los efectos Seebeck y Peltier para convertir el calor en energía eléctrica. El rendimiento del transductor se puede resumir utilizando dos especificaciones, la eficiencia termodinámica (la relación entre la potencia generada y la potencia extraída de una fuente de calor) y la densidad de potencia (la potencia generada por unidad de área del dispositivo). Estas métricas dependen de los materiales utilizados en el par de transductores termoelectricos, las temperaturas de los lados frío y caliente del transductor y la carga impulsada por el transductor.

35 La celda solar puede consistir en capas conductoras de tipo p-i-n de silicio amorfo basado en hidrógeno correctamente dotado. El silicio amorfo absorbe unas 40 veces más eficazmente que el silicio cristalino. Como la capa de TCO está en la primera ronda se utiliza óxido de indio y estaño (ITO). Para aumentar el efecto de la celda solar se puede aplicar un recubrimiento antirreflectante (ARC). La temperatura del sustrato debe ser la más baja posible, a modo de ejemplo en el rango de 100°-400°C, preferiblemente en el rango de 150°-250°C, ya que de lo contrario sería imposible depositarlo posteriormente sobre un sustrato polimérico flexible.

40 Debería ser posible depositar las capas individuales mediante pulverización catódica por RF-/DC reactiva en una atmósfera de Ar/H₂. Se agrega hidrógeno para completar los "enlaces colgantes" presentes en la capa de silicio amorfo, ya que de lo contrario funcionarían como trampas de electrones y reducirán la eficiencia.

Capas de tipo p-i-n:

capa de p-Si:	Espesor aprox. 8 nm	Rata de pulverización catódica por DC = 3,5-9 nm/min
capa i-Si:	Espesor aprox. 400-500 nm	Rata de pulverización catódica por RF = 7-8 nm/min
capa de n-Si:	Espesor aprox. 20 nm	Rata de pulverización catódica por DC = 3-10 nm/min

Depósito de capas:

- 50 • Por lo general, las capas de metal (a modo de ejemplo, el electrodo del lado posterior) se depositarán mediante pulverización catódica por DC.
 • Por lo general, los óxidos metálicos (por ejemplo, el electrodo del lado frontal, la capa de TCO) se depositarán mediante pulverización catódica por RF; sin embargo, CVD y PECVD también serían posibles.
 55 • Las capas de n-Si y p-Si pueden depositarse mediante pulverización catódica por DC, pero es más probable que se depositen mediante pulverización catódica por RF; sin embargo, CVD y PECVD también serían posibles.
 • El i-Si (la capa gruesa de Si) puede depositarse mediante pulverización catódica RF, PECVD o CVD.

60 Durante el depósito por pulverización catódica, la temperatura del sustrato será posiblemente alta (~ 200°C). Por tanto, es muy importante poder controlar la temperatura del sustrato durante la deposición/pulverización catódica.

Una producción de un transductor de acuerdo con la forma de una celda solar sobre un sustrato en forma de una banda o lámina preferiblemente de silicona, puede caracterizarse por llevar dicha banda o lámina de silicona con dicho lado frontal mirando hacia arriba soportado en una hilera superior de un transportador sinfín o una unidad de transporte similar en orden sucesivo a través de las siguientes estaciones de tratamiento:

- en una primera estación de tratamiento que proporciona dicho patrón de superficie del lado frontal de dicho sustrato con un tratamiento de plasma en una atmósfera de argón (Ar),
- en una segunda estación de tratamiento aplicando mediante pulverización catódica por RF-/DC a un electrodo del lado posterior una capa conductora de electricidad en una atmósfera de argón (Ar),
- en una tercera estación de tratamiento aplicando mediante pulverización catódica RF-/DC uno o más grupos de capas, cada una de las cuales consta de una capa de n-Si, una capa de i-Si y una capa de p-Si a dicho patrón de superficie del lado frontal de dicho sustrato en una atmósfera de argón/hidrógeno (Ar/H₂),
- en una cuarta estación de tratamiento aplicando mediante bombardeo con RF un electrodo del lado frontal una capa conductora eléctrica en una atmósfera de argón/oxígeno (Ar/O₂),
- en una posible quinta estación de tratamiento aplicando una capa antirreflectante (ARC) en una atmósfera de argón (Ar), y
- en una estación de tratamiento final, al final de la cinta transportadora sinfín, enrollando la celda solar terminada.

De este modo se consigue un método bastante nuevo y mejorado para la producción de celdas solares no solo flexibles sino también elásticas con una longitud posible de 20 mm a 20000 mm o más y un ancho de 100 mm a 1500 mm, es decir aproximadamente 500 mm. En otras palabras, las celdas solares nuevas y de la invención se pueden proporcionar en rollos con una longitud según lo requieran los clientes. Por supuesto, la anchura y la longitud de la celda solar pueden adaptarse adicionalmente de acuerdo con los pedidos específicos de los clientes.

El patrón de superficie del lado frontal del sustrato de silicona provoca un aumento muy significativo del área de la capa fotovoltaica (generadora de electricidad) de la celda solar, lo que significa un aumento significativo similar de la eficiencia de la celda solar de acuerdo con la invención.

Una ventaja adicional muy importante es el aspecto económico de la invención porque también el precio de producción y, como consecuencia, también el precio de venta de las celdas solares por unidad de superficie puede minimizarse considerablemente.

Más específico, el método de producción de un transductor de acuerdo con la invención puede caracterizarse por llevar dicha banda o lámina de silicona con dicho lado frontal mirando hacia arriba apoyado en una hilera superior de un transportador sinfín o una unidad de transporte similar en orden sucesivo a través de las siguientes estaciones de tratamiento:

- en una primera estación de tratamiento que proporciona dicho patrón de superficie del lado frontal de dicho sustrato con un tratamiento de plasma en una atmósfera de argón (Ar),
- en una segunda estación de tratamiento aplicando mediante pulverización catódica con DC un electrodo del lado posterior en forma de una capa de plata (Ag) en una atmósfera de argón (Ar),
- en una tercera estación de tratamiento aplicando mediante pulverización catódica RF/DC uno o más grupos de capas, cada una de las cuales consta de una capa de n-Si, una capa de i-Si y una capa de p-Si a dicho patrón de superficie de la parte frontal de dicho sustrato en una atmósfera de argón/hidrógeno (Ar/H₂),
- en una cuarta estación de tratamiento aplicando mediante pulverización catódica por RF un electrodo frontal ya sea en forma de una capa de óxido de indio y estaño (ITO) o en forma de una capa de óxido de zinc (ZnO₂) en ambos casos en una atmósfera de argón/oxígeno (Ar/O₂),
- en una posible quinta estación de tratamiento aplicando una capa antirreflectante (ARC) en una atmósfera de argón (Ar), y
- en una estación de tratamiento final, al final de la cinta transportadora sinfín, enrollando la celda solar terminada.

Cabe mencionar que en otra realización de la invención, el transductor es un dispositivo emisor de luz.

En esta realización, se aplica un voltaje a los terminales conductores eléctricos en el lado posterior y el lado frontal, que invertirá la función del transductor para emitir fotones y por lo tanto luz.

Dado el patrón de superficie tridimensional de las porciones de superficie elevadas y deprimidas formadas, la superficie sirve como un emisor de luz desde el cual los fotones escaparán de la "trampa de luz" en una dirección opuesta en comparación con la captura de luz cuando el transductor está funcionando como una celda solar.

Al tener una superficie formada aleatoriamente, la luz escapará de una manera difusa adecuada para crear un elemento de iluminación sutil ideal para proporcionar, por ejemplo, una capa luminiscente. Si se le da una superficie formada ordenadamente, la luz escapará de una manera predeterminada ordenada.

Por último, cabe mencionar además que un transductor de acuerdo con la invención en forma de celda solar montada sobre una superficie específica podría combinarse con un transductor de acuerdo con la invención en

forma de dispositivo emisor de luz, donde este último podría posiblemente formar un letrero publicitario ligero como una parte de, a modo de ejemplo, la superficie frontal de un edificio que se monta con un transductor en forma de celda solar de acuerdo también con la invención.

5 Términos técnicos:

FV: Fotovoltaica

RF: Frecuencia de Radio

DC: Corriente Continua

10 ARC: Recubrimiento Antirreflejos

TCO: Óxido Conductor Transparente

DFV: Deposición Física de Vapor

DVQ: Deposición de Vapor Químico

DVQMP: Deposición de Vapor Químico Mejorada por Plasma

15 Números de referencia de dibujo:

1: Sustrato (lámina o banda de silicona, material de transporte)

20 2: Electrodo del lado posterior (conector)

3: Capa fotoeléctrica activa (fotovoltaica) (capa generadora de electricidad)

4: Electrodo lateral frontal (conector)

25 5: Sustrato (lámina de silicona o banda)

7: Luz solar (luz solar entrante)

30 8: Visión a través de la celda solar (los electrodos del lado frontal y del lado posterior son transparentes)

9: Transductor (celda solar)

10: Capa protectora superior (posiblemente transparente)

35 A: Electrodo del lado posterior (terminal/conector)

B: Electrodo del lado frontal (terminal/conector)

40 C: Electrodo del lado frontal (terminal/conector)

D: Electrodo del lado posterior (terminal/conector)

REIVINDICACIONES

1. Un transductor fotoeléctrico que comprende:

- 5 un sustrato (1, 5) constituido por una hoja o banda elástica flexible, incluyendo el sustrato una superficie posterior plana y una superficie frontal con un patrón de superficie de una pluralidad de porciones de superficie elevadas y deprimidas repetidas que se extienden en al menos una dirección; sobre la misma, un electrodo del lado posterior (2, A) dispuesto en la superficie frontal del sustrato y que se adapta en forma a la superficie frontal del sustrato; sobre el mismo,
10 una capa (3) fotoeléctrica activa que se adapta en forma a la superficie frontal del sustrato y que tiene el patrón de partes de superficie elevadas y deprimidas repetidas que se extienden en la al menos una dirección y con un área de la superficie enfrentada frontal de la capa fotoeléctrica activa que sea mayor que el área de la superficie ocupada por la superficie lisa posterior del sustrato en un estado relajado; sobre la misma
15 un electrodo del lado (4, B) frontal provisto en una superficie frontal de la capa fotoeléctrica activa; sobre el mismo
una capa de protección frontal que comprende una hoja o banda de silicona elástica transparente dispuesta sobre la superficie superior de la capa fotoeléctrica activa;
20 donde la capa (3) fotoeléctrica activa es menos estirable y menos compresible que el sustrato (1, 5), permitiendo así que el sustrato (1, 5) cambie de forma mientras se mantiene el área de la superficie frontal del transductor fotoeléctrico, donde dicho el sustrato (1, 5) está constituido por una banda o lámina de silicona y la superficie frontal del sustrato es una superficie frontal tratada con plasma de argón que tiene cristales de cuarzo microscópicos (SiO_2) u otras estructuras/granos de cuarzo.
25
2. Transductor fotoeléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicha capa (3) fotoeléctrica activa (fotovoltaica) está constituida por un recubrimiento activo fotoeléctrico en forma de un compuesto de silicio que comprende silicio amorfo o cristalino.
30
3. Transductor fotoeléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho patrón de superficie comprende ondas que forman depresiones y crestas que se extienden en una dirección común, definiendo cada onda una altura que es la distancia más corta entre una cresta y depresiones vecinas.
35
4. Transductor fotoeléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicho patrón de superficie comprende ondas que forman depresiones y crestas, definiendo dichas depresiones y crestas frentes de onda que se extienden en al menos dos direcciones a lo largo de la superficie del sustrato.
40
5. Transductor fotoeléctrico de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, caracterizado porque las ondas tienen longitudes de onda del mismo orden de magnitud que la amplitud del patrón de superficie.
6. Transductor fotoeléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa fotoeléctrica activa tiene un espesor del orden de 500 nm.
- 45 7. Transductor fotoeléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el transductor fotoeléctrico es una celda solar.
8. Transductor fotoeléctrico de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque la celda solar comprende una parte fotovoltaica y una parte termoeléctrica dispuestas contiguas entre sí.
50
9. Transductor fotoeléctrico de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque la parte fotovoltaica está dispuesta en una posición más adelantada y la parte termoeléctrica está dispuesta en una posición más retrasada.
10. Transductor fotoeléctrico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, caracterizado porque el
55 transductor fotoeléctrico es un dispositivo emisor de luz.

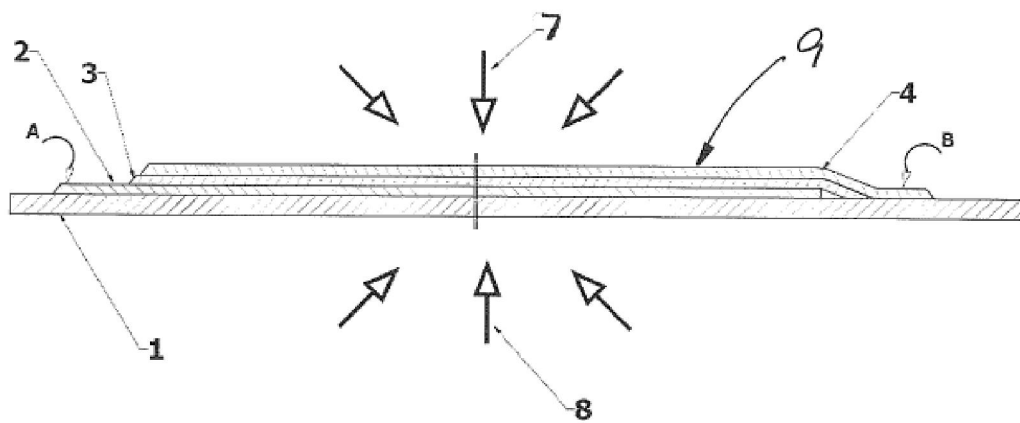


Fig. 1

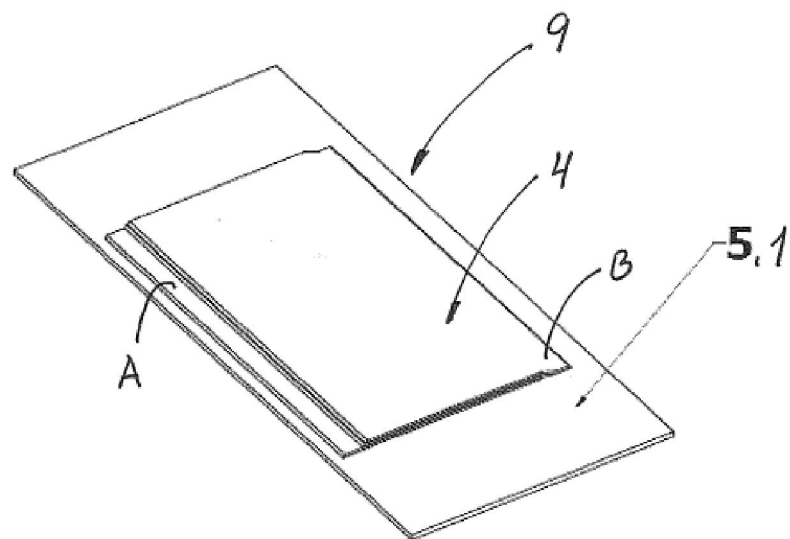


Fig. 2

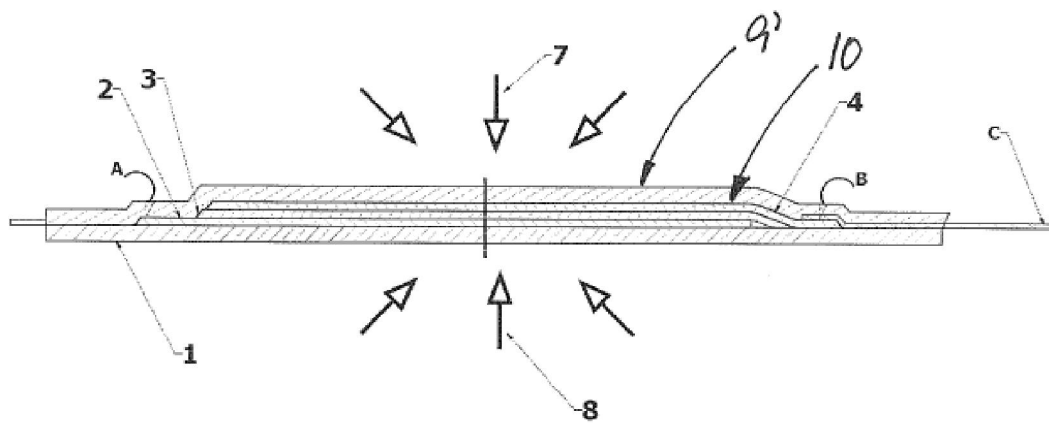


Fig. 3

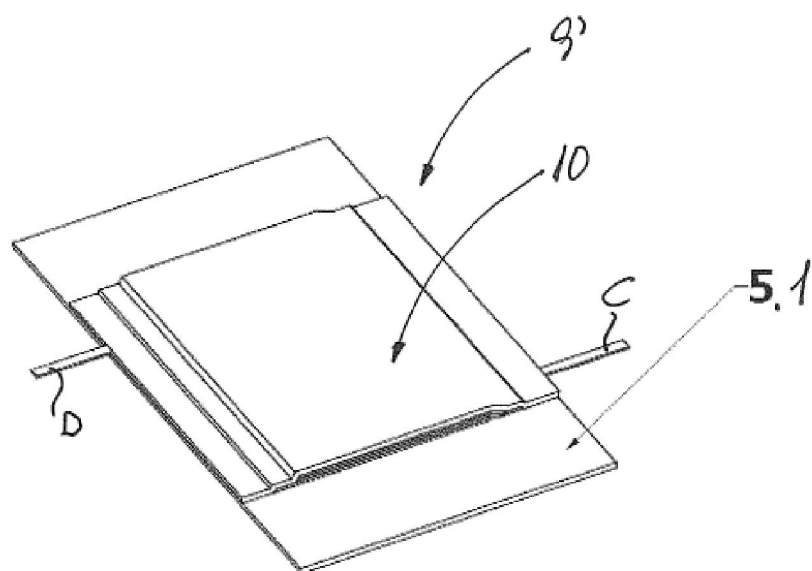


Fig. 4

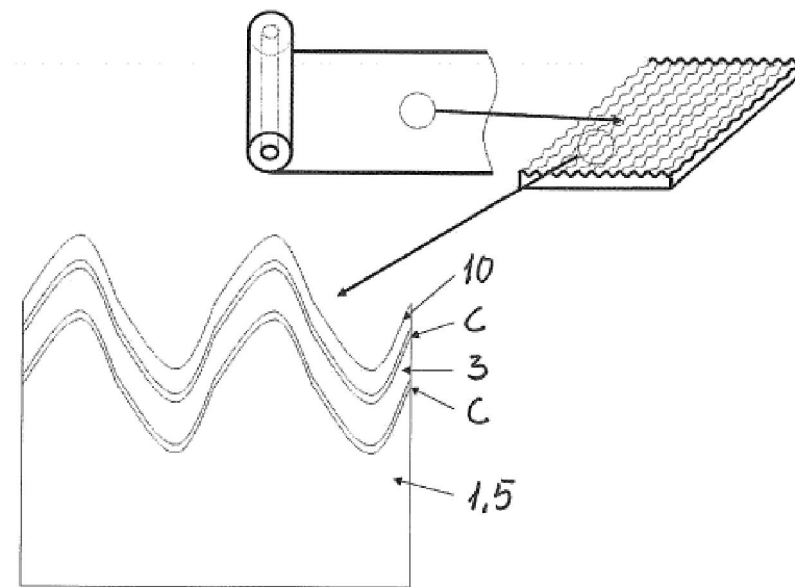


Fig. 5

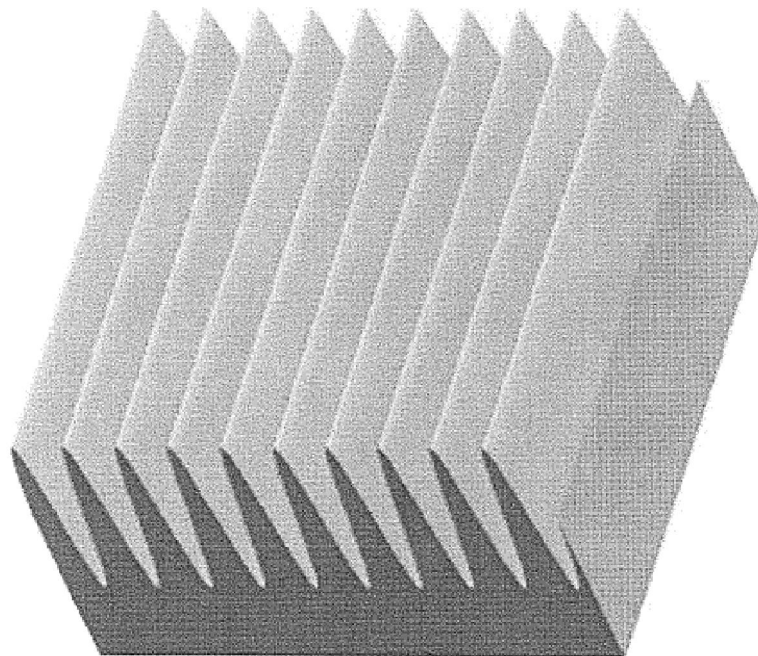


Fig. 6

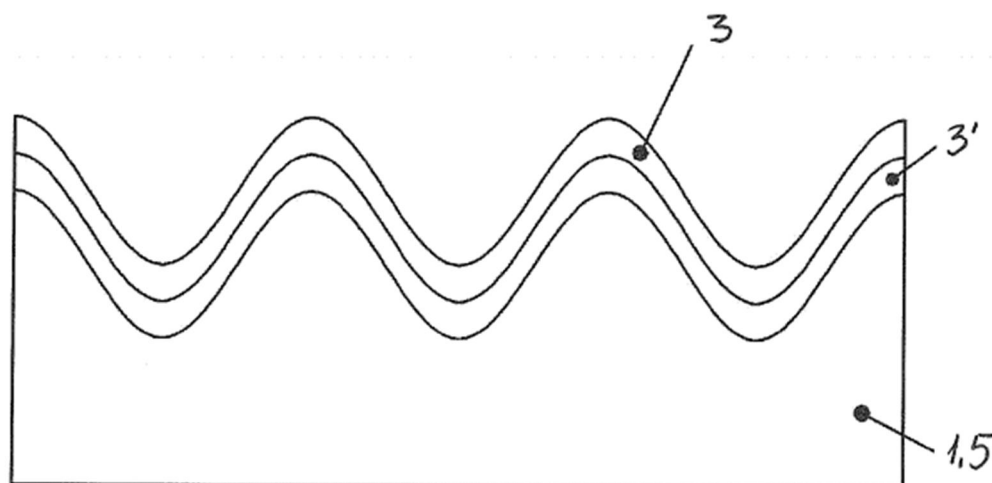


Fig. 7

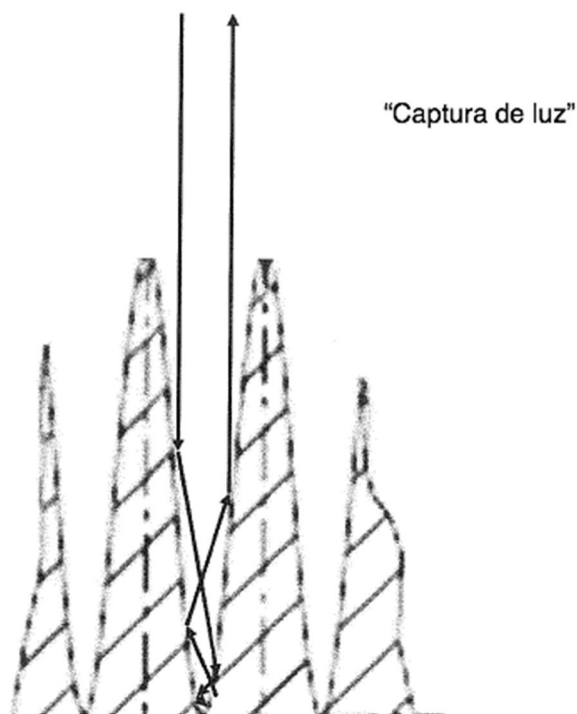


Fig. 8

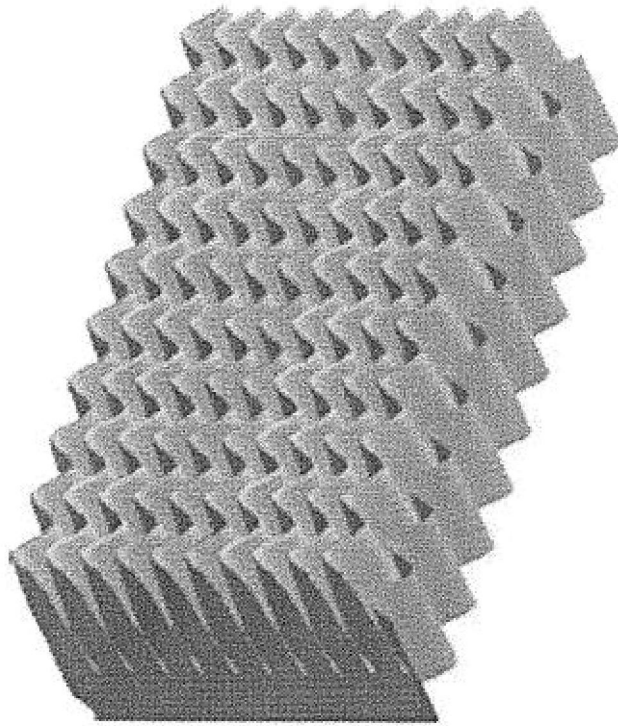


Fig. 9

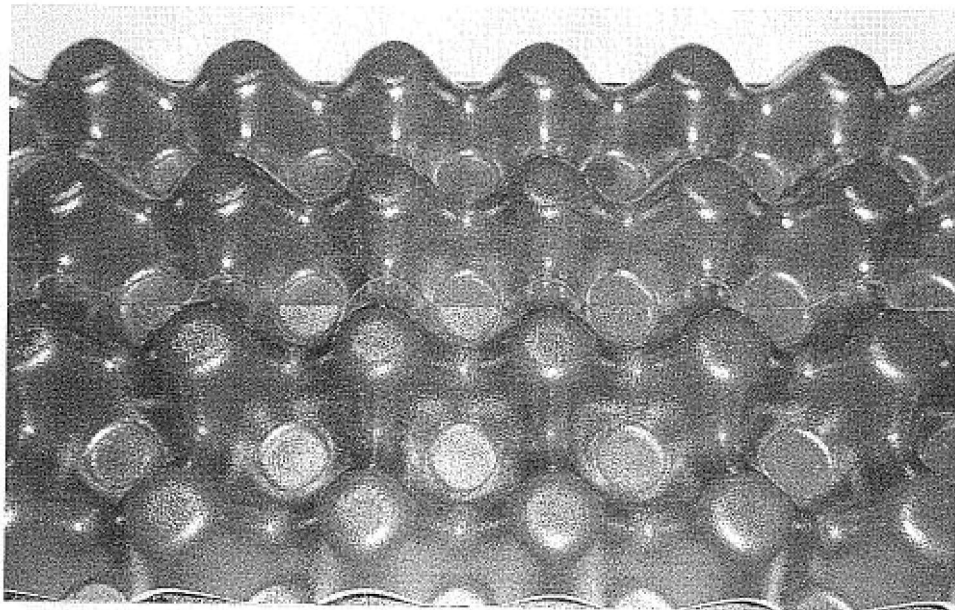


Fig. 10

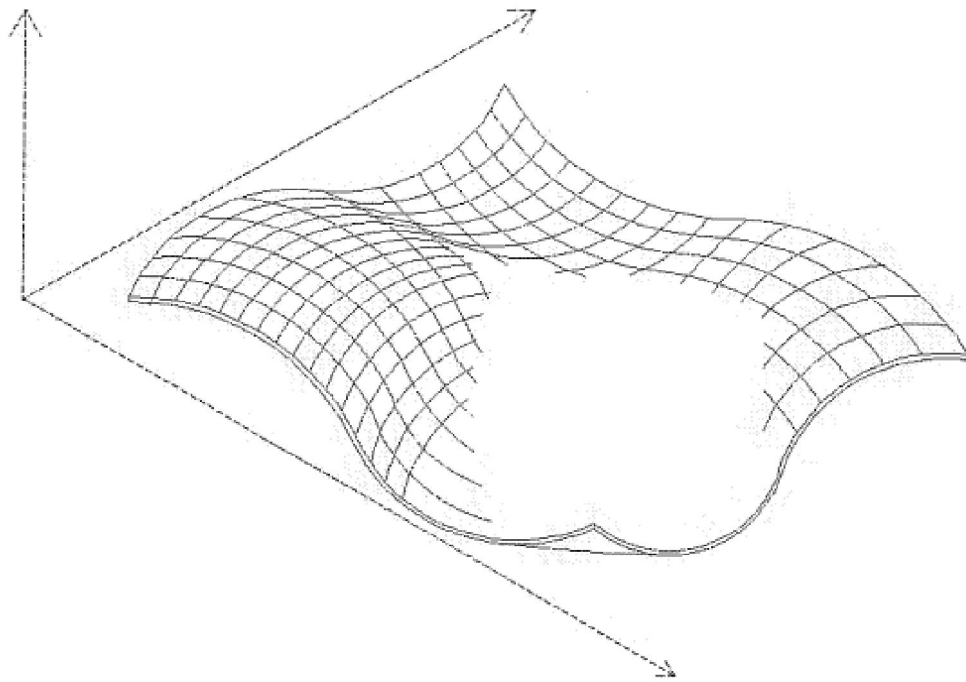


Fig. 11