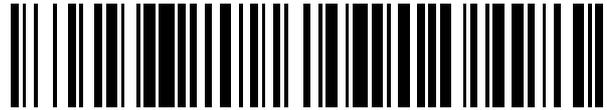


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 671 191**

51 Int. Cl.:

H01G 9/20

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.01.2015 PCT/EP2015/050467**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.08.2015 WO15117795**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2015 E 15701488 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 3103147**

54 Título: **Célula solar sensibilizada por colorante transparente y método para fabricar la célula solar**

30 Prioridad:

06.02.2014 SE 1450123

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

05.06.2018

73 Titular/es:

**EXEGER OPERATIONS AB (100.0%)
P.O. Box 55597
102 04 Stockholm , SE**

72 Inventor/es:

**LINDSTRÖM, HENRIK y
FILI, GIOVANNI**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 671 191 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

Célula solar sensibilizada por colorante transparente y método para fabricar la célula solar

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a una célula solar sensibilizada por colorante transparente. La presente invención también se refiere a un método para fabricar células solares sensibilizadas por colorante transparentes.

10 **Técnica anterior**

Las células solares sensibilizadas por colorante (DSC, *dye-sensitized solar cell*) han estado desarrollándose durante los últimos 20 años y funcionan basándose en principios similares a la fotosíntesis. A diferencia de las células solares de silicio, estas células obtienen energía a partir de la luz solar usando colorantes, que pueden fabricarse a un bajo coste, no suponen un obstáculo a nivel medioambiental y son abundantes.

Una célula solar sensibilizada por colorante del tipo de intercalación convencional tiene una capa de electrodo de TiO_2 porosa de pocos μm de grosor depositada sobre un sustrato conductor transparente. El electrodo de TiO_2 comprende partículas de óxido de metal de TiO_2 interconectadas con moléculas de colorante adsorbidas sobre la superficie de las partículas de TiO_2 y forma un electrodo de trabajo. Un sustrato conductor transparente es un óxido conductor transparente depositado sobre un sustrato de vidrio. La capa de óxido conductor transparente sirve como colector de electrones que extrae los electrones fotogenerados del electrodo de trabajo. El electrodo de TiO_2 está en contacto con un electrolito y otro sustrato conductor transparente, es decir, un contraelectrodo.

La luz solar se capta por el colorante, produciendo electrones fotoexcitados que se introducen en la banda de conducción de las partículas de TiO_2 y se recogen de manera adicional por el sustrato conductor. Al mismo tiempo, iones I^- en el electrolito redox reducen el colorante oxidado y transportan las especies aceptoras de electrones generadas hasta el contraelectrodo.

Normalmente, las células solares tienen un contacto frontal, mediante lo cual el colector de corriente se sitúa encima de la capa de absorción de luz. La luz tiene que atravesar el contacto frontal antes de que pueda alcanzar la capa de absorción de luz. En consecuencia, es necesario tanto que el colector de corriente sea lo suficientemente transparente a la luz incidente como que tenga una conductividad electrónica lo suficientemente alta como para permitir tanto el paso de la máxima cantidad de luz como para alejar por conducción la corriente eléctrica fotogenerada sin pérdidas resistivas eléctricas significativas. Desgraciadamente, los materiales con alta transparencia tienen baja conductividad y los materiales con alta conductividad tienen baja transparencia. Los conductores transparentes usados en células solares de contacto frontal absorben parte de la luz incidente antes de que alcance la capa de absorción de luz.

Una ventaja de la tecnología de célula solar DSC es que el colector de corriente puede colocarse en el lado trasero de la capa de absorción de luz usando el denominado enfoque de "contacto trasero". Un contacto trasero permite el uso de colectores de corriente de conductividad extremadamente alta que no son transparentes a la luz, es decir, conductores que bloquean la luz mediante reflexión de luz o absorción de luz. La conductividad del colector de corriente de contacto trasero puede ser varios órdenes de magnitud mayor en comparación con los colectores de corriente transparentes usados en el contacto frontal. La eficiencia de conversión de luz en energía eléctrica de la célula DSC de contacto trasero puede aumentar significativamente, debido a las pérdidas eléctricas reducidas, es decir, menor resistencia en el colector de corriente, área activa aumentada y mayor flujo fotónico que alcanza la capa de absorción de luz.

La figura 1 muestra un ejemplo de una célula solar sensibilizada por colorante que comprende un electrodo 1 de trabajo que incluye un óxido de metal poroso con material de absorción de luz depositado sobre un lado superior, una primera capa 2 conductora para extraer los electrones fotogenerados del electrodo de trabajo, un sustrato 4 aislante poroso y un contraelectrodo que incluye una segunda capa 3 conductora dispuesta en el lado opuesto del sustrato aislante poroso. La primera capa 2 conductora es una capa conductora porosa depositada en un lado del sustrato 4 aislante poroso. La segunda capa 3 conductora es una capa conductora porosa depositada en el otro lado del sustrato 4 aislante poroso. Las capas conductoras primera y segunda se imprimen sobre el sustrato aislante poroso. Ambas capas 2, 3 conductoras consisten en partículas que son lo suficientemente grandes como para no penetrar en los poros del sustrato poroso. El sustrato separa física y eléctricamente las capas conductoras para evitar un cortocircuito electrónico directo entre las capas conductoras. Además, para permitir que las capas conductoras primera y segunda se impriman sobre el sustrato poroso, el sustrato poroso debe ser adecuado para la impresión.

Pluralidades de células forman conjuntamente un módulo de célula solar. Las capas conductoras pueden sellarse en los bordes para proteger los módulos de DSC frente a la atmósfera circundante, y para impedir la evaporación o fuga de los componentes de DSC en el interior de la célula.

La estructura de electrodo en la figura 1 se infiltra con un medio de transferencia de carga eléctrica, tal como un electrolito, en los poros de la capa de absorción de luz y los electrodos porosos y en los poros del sustrato poroso. El medio de transferencia de carga forma una capa continua en el interior de los conductores y entre los conductores, permitiendo de ese modo el transporte de carga eléctrica entre el contraelectrodo y el electrodo de trabajo. La primera capa conductora se usa para captar los electrones generados por la capa de absorción de luz y para transportar los electrones por medio de un circuito eléctrico externo (no mostrado en la figura 1) hasta el contraelectrodo. El contraelectrodo se usa para transferir los electrones al medio de transferencia de carga. El medio de transferencia de carga transfiere electrones de vuelta a la capa de absorción de luz, completando de ese modo el circuito eléctrico. Dependiendo de la naturaleza del medio de transferencia de carga, pueden transportarse o bien iones o bien electrones y huecos entre el contraelectrodo y la capa de absorción de luz.

El medio de transferencia de carga presenta una determinada resistencia eléctrica al transporte de cargas. La resistencia eléctrica aumenta con la distancia de transporte de carga. Por tanto, cuando se transporta carga eléctrica entre el contraelectrodo y la capa de absorción de luz, siempre habrá una determinada pérdida resistiva eléctrica en el medio de transferencia de carga. Minimizando la distancia entre el contraelectrodo y la capa de absorción de luz, es posible minimizar la pérdida resistiva. Haciendo más delgado el sustrato poroso, pueden reducirse las pérdidas resistivas. Sin embargo, cuando el sustrato poroso se vuelve más delgado, también se vuelve más frágil a nivel mecánico. Por tanto, es deseable usar un sustrato que sea lo suficientemente grueso para su manejo mecánico seguro.

Las DSC de contacto trasero no son transparentes debido al uso de materiales altamente conductores no transparentes. En consecuencia, estas DSC de contacto trasero no pueden usarse para aplicaciones que requieran transparencia tales como fotovoltaica integrada en edificios (BIPV, *building integrated photovoltaics*) o fotovoltaica aplicada a edificios (BAPV, *building applied photovoltaics*), en las que las células solares deben tanto producir electricidad como permitir el paso de la luz para iluminar el interior del edificio.

Una solución conocida para hacer transparentes las células solares no transparentes está relacionada con la introducción de poros y orificios en la unidad de célula solar retirando partes del material de célula no transparente. El material puede retirarse, por ejemplo, usando grabado o tecnología láser. El inconveniente de este enfoque es que el material de célula solar se retira y desecha en la posición de los orificios.

El documento US 2013/255761 da a conocer un método para fabricar un electrodo de trabajo transparente, mediante lo cual el electrodo de trabajo incluye una lámina de metal porosa. Se forman poros en la lámina de metal mediante penetración con aguja o ablación láser. También se menciona un método de sinterización de polvo de titanio y presión de papel de fibra de titanio para crear orificios en la célula solar.

El documento WO2013/149787 da a conocer un módulo de célula solar sensibilizada por colorante, por ejemplo de célula solar sensibilizada por colorante del tipo de intercalación que tiene un elemento de conexión en serie que penetra en un sustrato aislante poroso, y que se extiende entre capas conductoras porosas de las unidades de célula.

El documento EP2402967 da a conocer células solares sensibilizadas por colorante conectadas en serie por una lámina de colector de corriente, que se coloca encima de una célula y se dobla hacia abajo hasta el sustrato adyacente a la primera célula para entrar en contacto con una segunda célula.

Algunas de las soluciones conocidas aumentan la complejidad de la célula solar. Estas células solares son más frágiles y más propensas a fallar. Tales células solares también son más difíciles de fabricar. A menudo, son necesarios material y etapas de procedimiento adicionales al usar material delgado y delicado.

Existe la necesidad de una célula solar que sea transparente y tenga una eficiencia de conversión de luz en energía eléctrica buena o aumentada y alta conductividad. Existe la necesidad de una célula solar que pueda aplicarse a o integrarse en divisiones de vidrio de una estructura, tal como un edificio o un vehículo. También existe la necesidad de una célula solar que pueda fabricarse a bajo coste. De manera adecuada, no deben ser necesarios materiales o etapas de método adicionales para fabricar las células solares transparentes. Existe la necesidad de una célula solar que pueda fabricarse sin retirar material de la célula solar, o sin tener que usar necesariamente técnicas de grabado o láser y similares.

Objeto y sumario de la invención

El objeto de la presente invención es superar al menos parcialmente los inconvenientes anteriormente mencionados.

Este objeto se logra mediante la célula solar sensibilizada por colorante (DSC) según la reivindicación 1.

La DSC comprende un sustrato aislante poroso, que tiene unas superficies primera y segunda. Una primera capa porosa que comprende partículas conductoras se imprime sobre la primera superficie del sustrato para formar una primera capa conductora. Una segunda capa porosa, que comprende partículas conductoras, se imprime sobre la

segunda superficie del sustrato para formar una segunda capa conductora. El sustrato aislante poroso se sitúa de ese modo entre las capas porosas primera y segunda. Una tercera capa porosa, el electrodo de trabajo, se imprime sobre la primera capa porosa. Esta tercera capa porosa está dotada de moléculas de colorante de absorción de luz. La DSC comprende además un medio de transferencia de carga para la transferencia de cargas entre la segunda capa porosa (el contraelectrodo) y la tercera capa porosa (la capa de absorción de luz). Preferiblemente, el medio de transferencia de carga es transparente. Este medio de transferencia de carga puede situarse en los poros de las capas porosas y el sustrato aislante poroso. Todas las capas porosas comprenden un patrón impreso, mediante el cual cada capa porosa tiene al menos una parte no transparente y al menos una parte transparente. Las partes transparentes de las capas porosas y la parte transparente del sustrato aislante poroso están situadas unas con relación a otras de modo que forman al menos una trayectoria transparente continua a través de la célula solar para permitir que la luz penetre en la célula solar en una dirección perpendicular a las superficies primera y segunda.

Las partes no transparentes son no transparentes debido al hecho de que incluyen material/partículas no transparentes. Las partes no transparentes de las capas porosas primera y segunda incluyen partículas conductoras, por ejemplo partículas de metal, que son no transparentes. Las partes no transparentes de la tercera capa porosa incluyen moléculas de colorante de absorción de luz, que son no transparentes. Sin embargo, debido al grado de partículas no transparentes en la parte no transparente, el grado de no transparencia puede variar. Con el término "parte no transparente" se pretende decir que se impide que al menos el 80% de la luz incidente penetre en la parte.

Las partes transparentes son transparentes debido al hecho de que no incluyen material/partículas no transparentes o incluyen solamente unas pocas partículas no transparentes. Con el término "parte transparente" se pretende decir que permite la transmisión de luz. Sin embargo, pueden existir diferentes grados de transparencia. Por ejemplo, las partes transparentes pueden ser coloreadas translúcidas, tal como amarillas translúcidas, u opalescentes. Preferiblemente, la parte transparente debe permitir una transmisión de luz de más del 50%, y preferiblemente una transmisión de luz de más del 70%.

Las partes no transparentes de las capas porosas primera y segunda son partes eléctricamente conductoras de la DSC. Las partes transparentes de las capas porosas primera, segunda y tercera y el sustrato son partes no conductoras de la DSC. El sustrato aislante poroso también comprende al menos una parte transparente. El sustrato aislante poroso puede ser transparente en su totalidad, o el sustrato puede no ser transparente pero incluir una o más partes transparentes, por ejemplo orificios pasantes.

Las partes transparentes de las capas porosas primera, segunda y tercera y del sustrato están situadas de modo que forman una trayectoria transparente continua a través de la DSC, que permite que la luz atraviese la DSC. Por consiguiente, la DSC se vuelve transparente. Preferiblemente, cada una de las capas porosas comprende una pluralidad de partes transparentes, que junto con una o más partes transparentes del sustrato forman una pluralidad de trayectorias transparentes a través de la DSC.

Las partes transparentes, por ejemplo, en forma de orificios o puntos, permiten que la luz atraviese la DSC. La(s) parte(s) transparente(s) de las capas porosas primera y segunda pueden situarse en cualquier lugar entre la(s) parte(s) no transparente(s) siempre que la(s) parte(s) no transparente(s) de las capas forme(n) una trayectoria conductora continua. Esto permite la creación de un gran número de patrones impresos diferentes para una DSC, por ejemplo tal como se muestra en las figuras 4a-4d.

Cuando las partes transparentes de todas las capas y el sustrato están alineados o superpuestos entre sí en una dirección perpendicular a las superficies primera y segunda, las partes transparentes forman una o más trayectorias dentro de la DSC permitiendo la transmisión de luz a través de la DSC. Sin embargo, puede reflejarse luz dentro de la estructura y atravesar de ese modo la estructura sin que las partes transparentes se superpongan entre sí.

Proporcionando capas porosas con patrones impresos que incluyen una parte no transparente y partes transparentes es posible lograr una DSC de contacto trasero transparente que incluye material altamente conductor no transparente. Cada capa porosa se imprime como un patrón que contiene una o más partes, por ejemplo en forma de puntos, en el que no se imprime material conductor, de tal manera que puede penetrar luz en las partes transparentes para lograr una transparencia parcial de la DSC. El nivel de transparencia de la DSC de contacto trasero puede ajustarse entonces imprimiendo partes transparentes de tamaños variables, formas variables y separación variable. Adicionalmente, pueden producirse patrones gráficos avanzados variando el tamaño, la forma y separación de las partes transparentes. Pueden usarse, por ejemplo, técnicas de obtención de imágenes básicas, tales como la técnica de medios tonos, para diseñar patrones de impresión adecuados que dan como resultado patrones gráficos deseados. En consecuencia, imprimiendo capas porosas que incluyen partes transparentes, es posible fabricar una DSC de contacto trasero que tanto es transparente y tiene diseño gráfico.

La presente invención hace posible fabricar DSC de contacto trasero transparentes para aplicaciones que requieren transparencia, tales como en edificios, en los que las células solares deben tanto producir electricidad como permitir el paso de luz para iluminar el interior del edificio.

Una ventaja adicional al usar capas porosas de patrones impresos es que no hay que retirarse o desecharse material solar en una etapa de procedimiento necesaria adicional (y no se necesitan etapas de procedimiento adicionales). En consecuencia, imprimiendo directamente el contacto trasero en el patrón deseado es posible reducir el número de etapas de procedimiento y ahorrar material de célula solar. Los conductores transparentes usados en células solares de contacto frontal tienen una escasa conductividad eléctrica y, por tanto, están sujetas a una mayor pérdida de conductividad cuando están dotadas de partes transparentes, y este hecho limita el número de posibles patrones útiles, y limita el tamaño máximo de tales células. En contraposición, con el enfoque de contacto trasero de DSC altamente conductora es posible lograr un mayor número de patrones útiles sin comprometer el tamaño de célula. También es posible añadir colores diferentes a los puntos coloreando la lámina delantera u lámina trasera de la célula solar, mejorando de ese modo la calidad estética.

La DSC también puede fabricarse a un bajo coste usando técnicas de impresión relativamente carentes de complejidad. No es necesario realizar orificios en la DSC, es decir, no es necesario aplicar técnicas de grabado o láser para obtener las partes transparentes en la DSC. Por tanto, no son necesarios materiales o etapas de fabricación adicionales para producir la DSC según la reivindicación 1.

La presente invención hace posible producir una DSC de contacto trasero que tiene alta conductividad eléctrica, y por tanto permite una eficiencia de conversión de luz en energía eléctrica aumentada, mientras que al mismo tiempo es parcialmente transparente.

La DSC está compuesta por láminas delgadas, que forman conjuntamente una DSC delgada. La DSC puede instalarse fácilmente en una división de vidrio de una estructura, tal como un edificio o vehículo. El patrón, es decir, el número y tamaño de las partes transparentes, puede ajustarse a las circunstancias. Por ejemplo, en países que tienen un clima cálido, el número y/o tamaño de partes transparentes puede limitarse para impedir que el sol acceda al interior de la estructura, mientras que en países con menos luz solar, el número y/o tamaño de las partes transparentes puede aumentarse para permitir que una cantidad máxima de luz acceda al interior de la estructura. Por tanto, la proporción del área de la(s) parte(s) transparente(s) en el área total de las capas porosas puede variar dependiendo de la aplicación de la célula solar. Preferiblemente, el área de la al menos una parte transparente de cada capa porosa está entre el 10% y el 70% del área total de cada capa porosa, y normalmente el área de la al menos una parte transparente de cada capa porosa está entre el 30% y el 60% del área total de cada capa porosa. Preferiblemente, el área de la(s) parte(s) transparente(s) es similar en cada capa porosa.

En una realización, la al menos una parte transparente de las capas porosas están dispuestas para superponerse entre sí al menos parcialmente para garantizar que se permite que penetre luz en las capas porosas.

En una realización adicional, el patrón impreso de la tercera capa porosa corresponde al patrón impreso de la primera capa porosa. En una realización, el patrón impreso de la segunda capa porosa corresponde al patrón impreso de las capas porosas primera y tercera. Es conveniente usar el mismo patrón para la totalidad de las tres capas porosas. Además, se facilita la producción de DSC que proporcionan un patrón gráfico cuando se hace penetrar luz en la DSC.

La expresión "patrón correspondiente" cuando se usa en esta memoria descriptiva pretende especificar "patrones que tienen la misma forma y la misma orientación".

Según una realización de la invención, la célula solar comprende una pluralidad de elementos de conexión, por ejemplo barras colectoras, conectadas eléctricamente a las capas porosas primera y segunda para conectar las capas porosas primera y segunda a un circuito eléctrico externo, y los patrones impresos de las capas porosas primera y segunda están diseñados de tal manera que las partes no transparentes estén en contacto eléctrico directo con al menos uno de los elementos de conexión. Esta realización garantiza que la corriente generada por la luz se transporte hasta el circuito externo, y por consiguiente, garantiza alta eficiencia de la producción de energía eléctrica de la DSC.

La tercera capa porosa es una capa de absorción de luz, y su función principal es absorber luz y convertir la luz en energía eléctrica. Las capas porosas primera y segunda son capas conductoras. La función principal de la primera capa porosa es captar corriente de la tercera capa porosa y transportar la corriente captada hasta un circuito eléctrico externo. La función principal de la segunda capa porosa es recibir la corriente del circuito eléctrico externo y transportar la corriente hasta el medio de transferencia de carga. Para captar y transportar de manera eficiente la corriente hasta el circuito eléctrico externo, todas las partes no transparentes de la primera capa porosa deben estar conectadas eléctricamente al / a los elemento(s) de conexión de la primera capa porosa, para proporcionar una o más trayectorias eléctricamente conductoras continuas entre las partes no transparentes de la primera capa porosa y el circuito eléctrico externo. Para transferir de manera eficiente la corriente desde el circuito eléctrico externo hasta el medio de transferencia de carga, todas las partes no transparentes de la segunda capa porosa deben estar conectadas eléctricamente al / a los elemento(s) de conexión de la segunda capa porosa, proporcionando de ese modo una o más trayectorias eléctricamente conductoras continuas entre las partes no transparentes de la segunda capa porosa y el circuito eléctrico externo.

5 En una realización, el patrón impreso incluye una pluralidad de partes transparentes distribuidas en una parte no transparente. Las partes transparentes son, por ejemplo, puntos transparentes distribuidos en una parte no transparente. La parte no transparente forma una capa conductora continua para el transporte de corriente hasta y desde el circuito eléctrico externo. Las partes transparentes pueden disponerse para formar un patrón gráfico junto con la parte no transparente.

10 Preferiblemente, las capas primera y segunda son capas de polvo conductoras porosas. Esto quiere decir que las capas se produjeron depositando partículas conductoras en forma sólida. Las partículas sólidas están basadas en metal y pueden ser metales puros, aleaciones de metal o hidruros de metal o hidruros de aleaciones de metal o mezclas de los mismos. La porosidad de las capas de polvo conductoras porosas puede ser de entre el 15% y el 85%. Se prefiere una porosidad de entre el 30% y el 70%, o entre el 40% y el 60%.

15 La(s) parte(s) transparente(s) del sustrato aislante poroso pueden lograrse de diferentes maneras. O bien todo el sustrato es transparente, o bien solamente partes del sustrato son transparentes.

20 En una realización, el medio de transferencia de carga tiene un primer índice de refracción y el sustrato aislante poroso comprende material que tiene un segundo índice de refracción, mediante lo cual la diferencia entre los índices de refracción primero y segundo es de menos de 0,2. Al tener un medio de transferencia de carga que tiene un índice de refracción que es similar al índice de refracción del sustrato, el sustrato se vuelve transparente, o al menos semitransparente. Cuanto menor sea la diferencia en refracción entre el medio de transferencia de carga y el sustrato, mayor se volverá la transparencia del sustrato. Por tanto, la diferencia entre el índice de refracción del medio de transferencia de carga y el índice de refracción del sustrato debe ser tan pequeña como sea posible para lograr una transparencia del sustrato tan alta como sea posible.

25 En otra realización, el sustrato aislante poroso comprende un material translúcido, por ejemplo fibras de vidrio o fibras de cuarzo.

30 En otra realización, el sustrato aislante poroso comprende una o más partes transparentes de un material plástico transparente.

En una realización adicional, dicha al menos una parte transparente del sustrato aislante poroso es un orificio pasante que se extiende entre las superficies primera y segunda del sustrato aislante poroso.

35 La invención también se refiere a un uso de la célula solar sensibilizada por colorante, tal como se definió anteriormente, en una división de vidrio de una estructura.

El objeto de la invención también se logra mediante un método para fabricar una célula solar sensibilizada por colorante transparente, tal como se define en la reivindicación 11.

40 El método comprende imprimir una primera capa porosa que comprende partículas conductoras sobre una primera superficie de un sustrato aislante poroso que comprende al menos una parte transparente, imprimir una segunda capa porosa que comprende partículas conductoras sobre una segunda superficie del sustrato aislante poroso, imprimir una tercera capa porosa encima de la primera capa porosa, y colorear la tercera capa porosa con moléculas de absorción de luz, y cada una de las capas porosas primera, segunda y tercera se imprimen en un patrón que incluye al menos una parte no transparente y al menos una parte transparente, y los patrones se imprimen de tal manera que dichas partes transparentes de las capas porosas y dicha parte transparente del sustrato aislante poroso forman al menos una trayectoria transparente continua a través de la célula solar, para permitir que la luz penetre en la célula solar.

50 Una ventaja de este método es que no hay que retirar o desechar material solar y no son necesarias etapas de procedimiento adicionales. En consecuencia, imprimiendo directamente las capas porosas en el patrón deseado es posible reducir el número de etapas de procedimiento y ahorrar en material de célula solar.

55 En una realización, los patrones se imprimen de tal manera que dichas partes transparentes de las capas porosas y dicha parte transparente del sustrato aislante poroso se superponen entre sí al menos parcialmente en una dirección transversal a las superficies primera y segunda.

60 En una realización, la al menos una parte no transparente de la tercera capa porosa se imprime encima de la al menos una parte no transparente de la primera capa porosa. Esto quiere decir que la(s) parte(s) no transparente(s) de la tercera capa porosa es/son igual(es) en tamaño o más pequeña(s) que la(s) parte(s) no transparente(s) de la primera capa porosa.

65 En una realización, los patrones de las capas porosas primera, segunda y tercera se corresponden entre sí, es decir, la forma y el tamaño de las partes transparentes y no transparentes de capas porosas son iguales. Esta realización facilita la producción de la DSC.

En una realización, se imprime el patrón impreso usando serigrafía. La serigrafía es un método útil para imprimir el patrón. Sin embargo, también es posible usar otros métodos de impresión.

5 En una realización, el método comprende perforar el sustrato aislante poroso para proporcionar al menos un orificio pasante que se extiende entre las superficies primera y segunda del sustrato aislante poroso. El sustrato está dotado de uno o más orificios pasantes antes de la impresión de las capas. Lo(s) orificio(s) pasante(s) forman partes transparentes que se extienden a través del sustrato. Este método es una manera sencilla de proporcionar partes transparentes del sustrato.

10 En una realización del método, las capas porosas primera y segunda se forman imprimiendo un depósito que comprende partículas conductoras sobre el sustrato, y sinterizando las partículas conductoras para formar capas conductoras.

15 En una realización del método, se forma una capa de polvo conductora porosa en un lado del sustrato aislante poroso y se forma una segunda capa de polvo conductora porosa en el otro lado del sustrato aislante poroso.

En otra realización del método, el depósito comprende un catalizador para formar una segunda capa de polvo conductora porosa.

20 En una realización adicional del método, la tercera capa porosa comprende TiO_2 y las capas porosas primera y segunda comprenden partículas de titanio.

En una realización adicional las partículas de titanio se forman mediante descomposición por calor de partículas de hidruro de titanio impresas.

25 **Breve descripción de los dibujos**

Se explicará ahora la invención más detalladamente mediante la descripción de diferentes realizaciones de la invención y haciendo referencia a las figuras adjuntas.

30 La figura 1 muestra esquemáticamente una célula solar sensibilizada por colorante según la técnica anterior.

35 La figura 2 muestra esquemáticamente una sección transversal de una célula solar sensibilizada por colorante según una realización de la invención.

La figura 3 muestra esquemáticamente una sección transversal de una célula solar sensibilizada por colorante según otra realización de la invención.

40 Las figuras 4a-d muestran ejemplos de diseños adecuados para el patrón impreso de las capas porosas de una célula solar sensibilizada por colorante según la invención.

Las figuras 5a-b muestran ejemplos de realizaciones para una DSC que podrían usarse de manera adecuada.

45 La figura 6 ilustra un ejemplo de un método para fabricar una célula solar sensibilizada por colorante según la invención.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

50 La figura 2 muestra un ejemplo de una célula solar sensibilizada por colorante (DSC) según una primera realización de la invención. La DSC comprende un sustrato 10 aislante poroso que tiene una primera superficie 11 y una segunda superficie 12. En esta realización, el sustrato 10 aislante poroso es transparente o se vuelve transparente cuando se hace emerger en un medio de transferencia de carga. Por ejemplo, el sustrato está compuesto por un material translúcido tal como fibras de vidrio o fibras de cuarzo. La DSC incluye además una primera capa 14 porosa que comprende partículas conductoras impresas sobre la primera superficie 11 del sustrato aislante poroso para formar una primera capa conductora, y una segunda capa 16 porosa que comprende partículas conductoras impresas sobre la segunda superficie 12 del sustrato aislante poroso para formar una segunda capa conductora. A continuación la primera capa porosa se denomina la primera capa conductora y la segunda capa porosa se denomina la segunda capa conductora. El sustrato 10 aislante poroso está dispuesto entre las capas 14, 16 conductoras primera y segunda.

60 Un tercera capa 18 que incluye partículas de óxido de metal y moléculas de colorante de absorción de luz se deposita sobre la primera capa 14 conductora. A continuación, la tercera capa se denomina la capa de absorción de luz. La capa 18 de absorción de luz se imprime encima de la primera capa. Las partículas de óxido de metal se colorean entonces con moléculas de colorante de absorción de luz. La capa 18 de absorción de luz forma un electrodo de trabajo. La primera capa 14 conductora está adaptada para extraer los electrones fotogenerados de la capa de absorción de luz. Preferiblemente, las capas primera, segunda y tercera son capas porosas. La DSC incluye

65

además un medio de transferencia de carga transparente para transferir cargas entre las capas. El medio de transferencia de carga, tal como un electrolito, se infiltra en los poros de la capa de absorción de luz, las capas conductoras y el sustrato. El medio de transferencia de carga forma un medio continuo entre las capas, permitiendo de ese modo el transporte de carga eléctrica entre la capa de absorción de luz y la segunda capa conductora. El medio de transferencia de carga está comprendido en los poros de las capas y el sustrato para transferir cargas de la capa de absorción de luz a la segunda capa conductora. El medio de transferencia de carga es, por ejemplo, un electrolito líquido. Para mejorar la transparencia del sustrato, el medio de transferencia de carga puede seleccionarse con un índice de refracción cercano al índice de refracción del sustrato aislante poroso. Preferiblemente, la diferencia entre los índices de refracción es de menos de 0,2. Al tener un medio de transferencia de carga en forma de electrolito con un índice de refracción que es similar al índice de refracción del sustrato, el sustrato se vuelve transparente, o al menos semitransparente.

La primera capa 14 conductora se usa para captar los electrones generados por la capa 18 de absorción de luz y también para transportar los electrones por medio de un circuito eléctrico externo (no mostrado) hasta la segunda capa conductora 16. La segunda capa conductora 16 se usa para transferir los electrones al medio de transferencia de carga. El medio de transferencia de carga transfiere los electrones de vuelta a la capa de absorción de luz, completando de ese modo el circuito eléctrico.

Cada una de las capas 14, 16, 18 comprende un patrón impreso que incluye al menos una parte 20, 21, 22 transparente y al menos una parte 24, 25, 26 no transparente. En esta realización, cada una de las capas incluye una pluralidad de partes transparentes. Las partes transparentes de las capas están situadas unas con relación a otras de modo que forman trayectorias transparentes continuas a través de la célula solar en una dirección perpendicular a las superficies primera y segunda del sustrato. De manera adecuada, el patrón impreso es idéntico en las tres capas 14, 16, 18. De manera adecuada, los patrones impresos tienen la misma posición y orientación en las diferentes capas de tal manera que se alinean partes transparentes correspondientes de las capas. Sin embargo, es posible tener patrones diferentes siempre que las partes transparentes de las capas se superpongan entre sí al menos parcialmente. Las partes no transparentes de las capas conductoras primera y segunda son eléctricamente conductoras, y están dispuestas para formar una o más trayectorias conductoras en una dirección paralela a las superficies primera y segunda del sustrato en cada una de las capas conductoras primera y segunda. Preferiblemente, las partes no transparentes de las capas conductoras primera y segunda forman al menos una trayectoria de corriente continua en cada capa.

La célula solar comprende al menos un elemento 34 de conexión conectado eléctricamente a la primera capa conductora para conectar la primera capa conductora a un circuito eléctrico externo (no mostrado), y al menos un elemento 36 de conexión conectado eléctricamente a la segunda capa conductora para conectar la segunda capa conductora al circuito eléctrico externo. Por ejemplo, los elementos 34, 36 de conexión son barras colectoras. En una realización, la célula solar incluye dos elementos de conexión conectados a la primera capa conductora y dispuestos en lados opuestos de la primera capa conductora, y dos elementos de conexión conectados a la segunda capa conductora y dispuestos en lados opuestos de la segunda capa conductora. Los elementos de conexión pueden extenderse a lo largo de todo el lateral de las capas. Preferiblemente, los patrones impresos de la primera capa conductora están diseñados de tal modo que las partes 25 no transparentes están en contacto eléctrico directo con el elemento 34 de conexión, y los patrones impresos de la segunda capa conductora está diseñado de tal modo que las partes 26 no transparentes están en contacto eléctrico directo con el elemento 36 de conexión.

Para alejar de manera eficiente por conducción la corriente de la capa de absorción de luz, las partes no transparentes de la primera capa conductora deben proporcionar una trayectoria conductora eléctrica directa desde la capa de absorción de luz hasta los elementos de conexión. Además, para transferir de manera eficiente corriente desde el circuito eléctrico externo hasta el medio de transferencia de carga, las partes no transparentes de la segunda capa conductora deben proporcionar una trayectoria eléctricamente conductora directa hasta los elementos de conexión. En consecuencia, las capas conductoras primera y segunda deben imprimirse de tal manera que se evite la "insularidad" de las partes no transparentes. Por tanto, las capas conductoras primera y segunda deben ser preferiblemente una capa conductora continua interrumpida por partes transparentes, en las que el posicionamiento de las partes transparentes no provoque insularidad o aislamiento de partes no transparentes. Además, el patrón impreso debe diseñarse teniendo en cuenta la conductividad de la capa de contacto trasero, la distancia que debe recorrer la corriente y la corriente eléctrica producida por la capa de absorción de luz de tal manera que se minimicen las pérdidas eléctricas para lograr la máxima energía eléctrica.

La DSC también incluye una primera lámina 28 que cubre un lado superior de la DSC y una segunda lámina 29 que cubre un lado inferior de la DSC y que actúan como barreras de líquido para el electrolito. Es necesario que las láminas 28, 29 primera y segunda sean transparentes, permitiendo que la luz las atraviese. Las láminas 28, 29 están compuestas, por ejemplo, por un material de polímero transparente.

La figura 3 muestra un ejemplo de una célula solar sensibilizada por colorante según una segunda realización de la invención. Partes similares o correspondientes en las figuras 2 y 3 se indican con números de referencia similares. La realización mostrada en la figura 3 difiere de la realización mostrada en la figura 2 en que incluye un sustrato 30 aislante poroso compuesto por un material no transparente. Para permitir que penetre luz en el sustrato 30, el

5 sustrato está dotado de al menos una parte 32 transparente que se extiende entre las superficies primera y segunda del sustrato. Las partes 32 transparentes son, por ejemplo, orificios pasantes o partes de un material de plástico transparente que se extiende entre las superficies primera y segunda. Las partes 32 transparentes del sustrato están situadas en relación con las partes 20, 21, 22 transparentes de las capas de tal manera que forman una trayectoria continua para la luz a través de la DSC. Preferiblemente, las partes 32 transparentes del sustrato y las partes 20, 21, 22 transparentes de las capas se alinean, tal como se muestra en la figura 3.

10 Las figuras 4a-d muestran ejemplos de diferentes diseños adecuados para el patrón impreso. Las partes transparentes son blancas y las partes no transparentes son negras en las figuras. La DSC puede imprimirse en un patrón de un logotipo o nombre de marca. También, pueden usarse uno o más colores en la DSC. Por tanto, la DSC puede usarse para fines comerciales en combinación con la captación de energía a partir de la luz solar. Preferiblemente, el patrón impreso está diseñado de tal modo que la(s) parte(s) no transparente(s) se extienden desde un extremo de la capa hasta el otro extremo de la capa para formar al menos una trayectoria conductora continua desde un extremo de la capa hasta el otro extremo de la capa. Esto es particularmente importante para las capas conductoras primera y segunda, cuya función principal es la de conducir corriente. Tampoco el posicionamiento de las partes transparentes debe provocar "insularidad" o aislamiento de las partes no transparentes.

20 La figura 4a muestra un ejemplo de un patrón impreso que incluye una parte no transparente y una pluralidad de partes transparentes distribuidas en la parte no transparente. Las partes transparentes están conformadas como puntos.

25 En otra realización, el patrón impreso incluye una pluralidad de partes no transparentes y una pluralidad de partes transparentes distribuidas entre las partes no transparentes. La figura 4b muestra un patrón que incluye una pluralidad de partes no transparentes en forma de franjas que se extienden desde un extremo del patrón hasta el otro extremo del patrón formando de ese modo una pluralidad de trayectorias eléctricamente conductoras, y una pluralidad de partes transparentes que se extienden entre las partes no transparentes.

30 Las figuras 4c y 4d muestran otros tipos de patrones que tienen en común que las partes no transparentes forman al menos una trayectoria conductora continua desde un lado del patrón hasta el lado opuesto del patrón.

35 Las figuras 5a-b muestran ejemplos de otras realizaciones de la DSC. Pueden usarse diferentes tipos de células solares sensibilizadas por colorante (DSC), mediante lo cual las diferentes capas de la célula pueden imprimirse unas encima de otras, para fabricar la DSC definida en la reivindicación 1. La presente invención no se limita a una realización específica de una DSC.

40 En la figura 5a se muestra otro tipo de DSC. La DSC difiere de las realizaciones de las figuras 2 y 3 en que la célula solar incluye una capa 5 aislante porosa dispuesta entre las capas 2, 3 conductoras primera y segunda y una capa 6 conductora dispuesta entre la capa 5 aislante porosa y la segunda capa 3 conductora. La capa 6 conductora incluye un sustrato 4 poroso compuesto por un material aislante y partículas conductoras que forman una red conductora a través del material aislante. La capa 5 aislante adicional se imprime sobre la primera superficie del sustrato 4. La primera capa 2 conductora se imprime sobre la capa 5 aislante adicional y una segunda capa 3 conductora se imprime sobre la segunda superficie del sustrato 4. Un electrodo 1 de trabajo se imprime sobre la primera capa 2 conductora. Un medio de transferencia de carga está comprendido en las capas y el sustrato para transferir cargas entre la segunda capa 3 conductora y el electrodo 1 de trabajo. Se dan a conocer detalles adicionales acerca de esta realización en el documento SE 1350611-8. Para lograr una DSC transparente, el electrodo 1 de trabajo y las capas 2, 3 conductoras se imprimen en un patrón que incluye partes transparentes y no transparentes de la misma manera descrita haciendo referencia a las figuras 2 y 3. Además, la capa 6 conductora que incluye el sustrato 4 puede dotarse de partes transparentes en forma de orificios pasantes que se extienden a través de la capa 6. La capa 5 aislante puede imprimirse con el mismo patrón que las capas conductoras primera y segunda, o dotarse de orificios pasantes de la misma manera que la capa 6 conductora.

55 La figura 5b muestra una realización de una DSC que comprende una pluralidad de unidades de célula solar sensibilizada por colorante dispuestas adyacentes entre sí y conectadas en serie. La DSC comprende un electrodo 1 de trabajo, una primera capa 2 conductora para extraer los electrones fotogenerados del electrodo de trabajo, un contraelectrodo que incluye una segunda capa 3 conductora, y un electrolito para transferir electrones desde el contraelectrodo hasta el electrodo de trabajo. La DSC comprende además un elemento 8 de conexión en serie para conectar eléctricamente el contraelectrodo a un electrodo de trabajo de una unidad de célula adyacente. La DSC comprende un sustrato 4 aislante poroso que tiene la primera capa 2 conductora impresa sobre la primera superficie del sustrato 4 y la segunda capa 3 conductora impresa sobre la segunda superficie. El electrodo 1 de trabajo se imprime sobre la primera capa conductora.

65 El elemento 8 de conexión en serie es una capa conductora que penetra en el sustrato 4 de aislamiento poroso y que se extiende entre la primera capa 2 conductora de una de las unidades de célula y la segunda capa 3 conductora de la unidad de célula adyacente, conectando de ese modo eléctricamente la primera capa conductora de una de las unidades de célula con la segunda capa conductora de la unidad de célula adyacente. También se

muestran los espacios 7a y 7b, entre las unidades a, b, c de célula. Se dan a conocer detalles adicionales acerca de esta realización en el documento WO 2013/149787, que se incorpora al presente documento como referencia. Para lograr una DSC transparente, el sustrato 4 puede dotarse de orificios pasantes situados entre los elementos 8 de conexión en serie. El electrodo 1 de trabajo y las capas 2, 3 conductoras se imprimen en patrones que incluyen partes transparentes y no transparentes de la misma manera descrita con referencia a las figuras 2 y 3. Sin embargo, el patrón impreso de las capas conductoras primera y segunda debe incluir partes no transparentes que se superpongan al menos parcialmente con los elementos 8 de conexión en serie para conectar eléctricamente la capa conductora con los elementos 8 de conexión en serie. Además, los espacios 7a-7b son partes transparentes de las capas.

En una realización, el sustrato 4 aislante poroso comprende un material textil tejido y un material textil no tejido. Se dan a conocer detalles adicionales acerca de esta realización en el documento WO 2013/149789. Ejemplos de otras DSC que pueden usarse de manera adecuada en la presente invención se dan a conocer, por ejemplo, en el documento WO2012/045881.

El sustrato aislante poroso puede estar compuesto por un material que es adecuado para impresión. El sustrato puede estar compuesto por papel, tal como papel compuesto por microfibras que puede ser un material textil tejido y/o un material textil no tejido. Preferiblemente, el sustrato aislante poroso es un sustrato basado en microfibra cerámico, tal como un sustrato de microfibra de vidrio o de microfibra cerámico. Pueden usarse fibras de vidrio, fibras de silicato de aluminio o fibras de cuarzo. La porosidad del sustrato aislante poroso permitirá el transporte iónico a través del sustrato. El sustrato comprende al menos una parte transparente. El sustrato puede comprender una pluralidad de partes transparentes. La parte transparente puede ser un orificio pasante que se extiende entre las superficies primera y segunda, en el que se ha retirado el material del sustrato 4. Este orificio pasante puede llenarse de electrolito o de un material transparente, tal como un plástico.

Las partes no transparentes de la capa 18 de absorción de luz incluyen partículas de óxido de metal, por ejemplo partículas de TiO_2 , coloreadas con moléculas de colorante de absorción de luz. Las partes no transparentes de las capas 14, 16 conductoras comprenden partículas de metal conductoras. El material que forma las capas 2, 3 conductoras primera y segunda es poroso de manera adecuada. Las capas 14, 16 conductoras primera y segunda pueden estar compuestas, por ejemplo, por un material seleccionado de un grupo que comprende titanio, aleaciones de titanio, níquel, aleaciones que contienen níquel, aleaciones que contienen cromo, grafito y carbono amorfo, o mezclas de los mismos. De manera adecuada, las capas conductoras primera y segunda están compuestas por titanio o una aleación de titanio, o mezclas de los mismos.

Dependiendo de la naturaleza del medio de transferencia de carga, pueden transportarse o bien iones o bien electrones y huecos entre la segunda capa conductora y la capa de absorción de luz. Ejemplos de electrolitos son electrolitos líquidos (tales como aquellos basados en el par redox I^-/I^3^- , o complejos de cobalto como par redox), electrolitos de gel, electrolitos de polímero secos y electrolitos cerámicos sólidos. Cuando se usan electrolitos como medio de transferencia de carga, el contraelectrodo normalmente está dotado de una sustancia catalítica que tiene el propósito de facilitar la transferencia de electrones al electrolito. Pueden usarse semiconductores como medio de transferencia de carga para transportar electrones y huecos entre la segunda capa conductora y la capa de absorción de luz. Ejemplos de semiconductores son semiconductores inorgánicos, tales como CSCN o CuI , y semiconductores orgánicos, tales como espiro-OMeTAD. Cuando se usan semiconductores como medio de transferencia de carga, el contraelectrodo normalmente está dotado de una sustancia que tiene el propósito de crear un buen contacto eléctrico, es decir, un buen contacto óhmico, entre el contraelectrodo y el medio de transferencia de carga.

La DSC según la invención puede usarse de manera adecuada para proporcionar energía a estructuras, tales como edificios o vehículos. La DSC puede situarse en o sobre cualquiera división de la estructura. Una división puede ser cualquier área de la estructura, tal como una pared o una abertura entre las paredes en la que puede situarse una ventana. La DSC es especialmente adecuada para su uso en un área de la estructura en la que accede luz al interior de la estructura, tal como una división de vidrio de un edificio. Otros ejemplos pueden ser divisiones de vidrio en un vehículo, tal como un coche o un autobús.

El área de la(s) parte(s) transparente(s) del patrón impreso puede ser de entre el 10% y el 80% del área total de la capa. Puede variarse la cantidad de luz que penetra en la DSC transparente variando el área de transparencia del área total de la DSC. Esto permite gran flexibilidad en el uso de la DSC. Por ejemplo, en un clima cálido, puede desearse reducir la cantidad de luz solar que penetra por una ventana, mientras que al mismo tiempo es necesaria energía para acondicionamiento de aire. En este caso, puede diseñarse una DSC que tenga un patrón impreso con solamente unas pocas partes transparentes y/o partes transparentes de pequeño tamaño. En un clima más frío, por otro lado, puede desearse dejar que entre tanta luz solar como sea posible al edificio. Para esta situación, puede diseñarse una DSC que tenga un patrón impreso con una gran cantidad de partes transparentes y/o partes transparentes de gran tamaño.

Método

La DSC según la invención puede fabricarse de diversas maneras. El documento WO2013/053501 describe técnicas de serigrafía que pueden usarse para la fabricación de la DSC según la presente invención. Ejemplos de técnicas de impresión son recubrimiento con boquilla de ranura, huecograbado, serigrafía, recubrimiento mediante cuchilla, recubrimiento mediante hoja, aplicación de cuchilla reguladora, impresión flexográfica, recubrimiento por inmersión o pulverización. El término impresión también abarca la deposición de polvo seco. La deposición de polvo seco puede realizarse, por ejemplo, mediante tamizado o deposición de polvo electrostático.

La serigrafía es una técnica de impresión que usa una malla tejida para soportar un cliché de bloqueo de tinta para recibir una imagen deseada. El cliché unido forma áreas abiertas de malla que transfieren tinta u otros materiales imprimibles que pueden presionarse a través de la malla como una imagen de bordes nítidos sobre un sustrato. Una hoja de relleno o rasqueta se mueve a través del cliché de serigrafía, forzando o bombeando tinta a las aberturas de malla para la transferencia mediante acción capilar durante la carrera de la rasqueta. Básicamente, es el procedimiento de usar un cliché para aplicar tinta sobre un sustrato. La serigrafía también es un método de cliché de realización de impresión, en el que se impone un diseño sobre una pantalla de poliéster u otra malla fina, con áreas en blanco recubiertas con una sustancia impermeable. Se fuerza la tinta a las aberturas de malla por la hoja de relleno o rasqueta, y sobre la superficie de impresión durante la carrera de la rasqueta. La serigrafía también se conoce como impresión serigráfica, técnica de serigrafía e impresión mediante serígrafo.

El método comprende imprimir una primera capa sobre una primera superficie de un sustrato aislante poroso usando tinta que comprende partículas conductoras, imprimir una segunda capa sobre una segunda superficie del sustrato aislante poroso usando tinta que comprende partículas conductoras, e imprimir una tercera capa encima de la primera capa usando tinta que comprende partículas de óxido de metal, colorear el óxido de metal con moléculas de absorción de luz. Cada una de las capas se imprime en un patrón que incluye al menos una parte no transparente y al menos una parte transparente, y los patrones se imprimen de tal manera que las partes transparentes de las capas primera, segunda y tercera se superponen entre sí al menos parcialmente.

Se describe a continuación un ejemplo del método haciendo referencia a la figura 6.

En una primera etapa, se forman uno o más orificios hasta obtener un sustrato aislante poroso, por ejemplo, un sustrato de microfibras de vidrio. En una segunda etapa se produce una primera capa de polvo conductora imprimiendo un patrón que incluye partes transparentes en un lado del sustrato mediante serigrafía y usando una tinta que incluye partículas conductoras. La tinta puede prepararse a partir de una mezcla de TiH_2 con un disolvente orgánico, tal como terpineol. El patrón impreso se corresponde con las partes no transparentes del sustrato. En una tercera etapa, se seca la tinta depositada. En una cuarta etapa, el sustrato con las partículas conductoras depositadas se sinteriza a vacío para obtener una primera capa de polvo conductora porosa.

En una etapa posterior, se produce una segunda capa de polvo conductora imprimiendo un patrón incluyendo partes transparentes en el otro lado del sustrato mediante serigrafía usando una tinta que incluye partículas conductoras. El patrón impreso de la segunda capa de polvo conductora se corresponde con el patrón impreso de la primera capa de polvo conductora de tal manera que las partes transparentes de las capas primera y segunda se alinean. Se seca la tinta depositada y se sinterizan a vacío las partículas conductoras depositadas para obtener una segunda capa de polvo conductora porosa.

En una siguiente etapa, se deposita una tinta basada en TiO_2 sobre la primera capa de polvo conductora porosa usando el mismo patrón de impresión y las mismas etapas de preparación tal como se describió anteriormente para la primera capa de polvo conductora porosa. El patrón impreso se corresponde con el patrón impreso de las capas conductoras primera y segunda de tal manera que las partes transparentes de la capa de TiO_2 y las capas de polvo conductoras primera y segunda se alinean. Opcionalmente, se imprimen de dos a tres capas de tinta basada en TiO_2 en el mismo patrón sobre la primera capa de tinta basada en TiO_2 antes de sinterizar esta capa.

En una etapa adicional, se aplican moléculas de colorante a la capa de TiO_2 para formar una capa de absorción de luz porosa.

La DSC obtenida puede llenarse entonces de electrolito y sellarse.

Alternativamente, puede intercalarse entonces la estructura que incluye un sustrato aislante poroso, una primera capa de polvo conductora porosa y capa de TiO_2 sensibilizada por colorante junto con una segunda estructura producida según las etapas uno a cuatro, y que tienen el mismo patrón de impresión.

En aún un método alternativo, los orificios en el sustrato se forman después de la etapa de secado, o después de la etapa de sinterización.

Ejemplos

Ejemplo 1 - Capa de polvo conductora porosa sobre un sustrato cerámico

5 Se preparó una tinta mezclando TiH_2 con terpineol. Entonces se molió la tinta en un molino de perlas durante 25 minutos a 5000 rpm usando perlas de zircona de 0,3 mm. Se separaron las perlas de zircona de la tinta mediante filtración. Se usó un láser para taladrar un orificio pasante circular con un diámetro de 5 mm en el centro de un sustrato basado en microfibras de vidrio de 4 cm x 4 cm y 45 micrómetros de grosor. Entonces se imprimió la tinta filtrada encima del sustrato basado en microfibras de vidrio usando un patrón de impresión que consistía en un cuadrado de 2 cm x 2 cm con un orificio circular en el centro con un diámetro de 6 mm. Se hizo coincidir el patrón de impresión de manera concéntrica encima del sustrato de tal manera que el orificio pasante circular y el patrón de impresión circular compartían el mismo centro. Después de la impresión, se secó la tinta depositada a 200°C durante 5 minutos. A continuación, se sinterizó a vacío el sustrato de microfibras de vidrio recubierto a 600°C. La presión durante la sinterización fue menor de 0,01 Pa (0,0001 mbar). La capa de polvo conductora porosa resultante fue una película porosa de metal de titanio.

Posteriormente, se imprimió una tinta basada en TiO_2 (o TiO_2 negro) sobre la capa de polvo conductora porosa usando el mismo patrón de impresión y las mismas etapas de preparación usados para el TiH_2 .

20 Antes de la impresión, puede hacerse que el sustrato pase por rodillos recubiertos con caucho calentados provocando un alisamiento de la superficie del sustrato. También puede tratarse el sustrato con sílice coloidal antes de hacer pasar el sustrato por rodillos recubiertos con caucho.

25 Sustratos alternativos son un sustrato basado en fibras de aluminosilicato, o una mezcla de fibra de aluminosilicato y microfibras de vidrio o fibras de cuarzo.

Ejemplo 2 - Capa de polvo conductora porosa impresa sobre un sustrato cerámico

30 Se prepara una tinta mezclando TiH_2 con terpineol. Entonces se molió la tinta en un molino de perlas durante 30 minutos a 4000 rpm usando perlas de zircona de 0,3 mm. Se separaron las perlas de zircona de la tinta mediante filtración. Se usó un perforador para perforar un orificio pasante cuadrado con una longitud de borde de 5 mm en el centro de un sustrato basado en microfibras de aluminosilicato de 4 cm x 4 cm y 67 micrómetros de grosor. Entonces se imprimió la tinta filtrada encima del sustrato basado en microfibras usando un patrón de impresión que consistía en un cuadrado de 2 cm x 2 cm con un orificio cuadrado en el centro con una longitud de borde de 6 mm. Se hizo coincidir el patrón de impresión de manera concéntrica encima del sustrato de tal manera que el orificio pasante cuadrado y el patrón de impresión cuadrado compartían el mismo centro y de tal manera que se alinearon los bordes de los dos cuadrados.

40 Después de la impresión, se secó la tinta a 200°C durante 5 minutos. Posteriormente, se sinterizó a vacío el sustrato cerámico recubierto a 850°C durante 30 minutos y luego se enfrió hasta aproximadamente 20°C. La presión durante la sinterización fue menor de 0,01 Pa (0,0001 mbar). La capa de polvo conductora porosa resultante fue una película porosa de metal de titanio. Posteriormente, se imprimió una tinta basada en TiO_2 (o TiO_2 negro) sobre la capa de polvo conductora porosa usando el mismo patrón de impresión y las mismas etapas de preparación usados para el TiH_2 . El grosor de la capa de polvo conductora porosa fue de 16 micrómetros y la porosidad del 44%. La resistencia laminar medida fue menor de 0,5 ohmios por cuadrado.

50 Alternativamente, se imprime en primer lugar sobre el sustrato cerámico una capa porosa de TiO_2 para hacer más lisa y plana la superficie del sustrato y antes de la impresión de la tinta de TiH_2 . Se ha encontrado que cuanto más lisa es la superficie del sustrato antes de la impresión de la tinta de TiH_2 menor es resistencia laminar de la capa de polvo conductora porosa para un grosor de capa de polvo conductora porosa dado.

Ejemplo 3 - Segunda capa de polvo conductora porosa con platino depositado sobre sustrato cerámico

55 Se prepara una tinta mezclando TiH_2 con terpineol. Se muele la tinta en un molino de perlas durante 25 minutos a 5000 rpm usando perlas de zircona de 0,3 mm. Se separan las perlas de zircona de la tinta mediante filtración. Se usó un láser para taladrar un orificio pasante circular con un diámetro de 5 mm en el centro de un sustrato basado en microfibras de vidrio de 4 cm x 4 cm y 45 micrómetros de grosor. Entonces se mezcló la tinta filtrada con ácido hexacloroplatinico y se imprimió encima del sustrato basado en microfibras de vidrio usando un patrón de impresión que consistía en un cuadrado de 2 cm x 2 cm con un orificio circular en el centro con un diámetro de 6 mm. Se hizo coincidir el patrón de impresión de manera concéntrica encima del sustrato de tal manera que el orificio pasante circular y el patrón de impresión circular compartían el mismo centro. Entonces se secó la tinta impresa a 200°C durante 5 minutos. Posteriormente, se sinteriza a vacío el sustrato cerámico impreso a 600°C y luego se enfría hasta temperatura ambiente. La presión durante la sinterización fue menor de 0,01 Pa (0,0001 mbar). La segunda capa de polvo conductora porosa resultante comprendía una película porosa de metal de titanio con cantidades catalíticas de platino. Alternativamente, se mezcla la tinta filtrada con partículas conductoras platinadas antes de la impresión.

Alternativamente, no se mezcla la tinta filtrada con ácido hexacloroplatínico. En su lugar, se imprime una disolución de ácido hexacloroplatínico sobre la capa de polvo conductora porosa sinterizada a vacío, que entonces se seca y calienta para descomponer el ácido hexacloroplatínico depositado para depositar platino sobre la superficie formando por tanto una segunda capa de polvo conductora porosa. El sustrato puede estar basado en microfibras de aluminosilicato en lugar de microfibras de vidrio, o fibra de cuarzo y microfibras de vidrio.

El sustrato puede hacerse pasar antes de la impresión por rodillos recubiertos con caucho calentados provocando un alisamiento de la superficie del sustrato.

Ejemplo 4 - Segunda capa de polvo conductora porosa con platino depositado sobre sustrato cerámico

Se preparó una tinta mezclando TiH_2 con terpineol. Entonces se molió la tinta en un molino de perlas durante 25 minutos a 6000 rpm usando perlas de zircona de 0,6 mm. Se separaron las perlas de zircona de la tinta mediante filtración. Se usó un perforador para perforar un orificio pasante cuadrado con una longitud de borde de 5 mm en el centro de un sustrato basado en microfibras de aluminosilicato de 4 cm x 4 cm y 67 micrómetros de grosor. Entonces se mezcló la tinta filtrada con ácido hexacloroplatínico y se imprimió encima del sustrato basado en microfibras usando un patrón de impresión que consistía en un cuadrado de 2 cm x 2 cm con un orificio cuadrado en el centro con una longitud de borde de 6 mm. Se hizo coincidir el patrón de impresión de manera concéntrica encima del sustrato de tal manera que el orificio pasante cuadrado y el patrón de impresión cuadrado compartían el mismo centro y de tal manera que se alinearon los bordes de los dos cuadrados. Entonces se secó la tinta impresa a 200°C durante 5 minutos. Posteriormente, se trató con calor a vacío el sustrato impreso y se sinterizó a 850°C durante 30 minutos y luego se enfrió hasta aproximadamente 100°C. La presión durante la sinterización fue menor de 0,01 Pa (0,0001 mbar). La segunda capa de polvo conductora porosa resultante comprende una película porosa de metal de titanio con cantidades catalíticas de platino. El grosor de la segunda capa de polvo conductora porosa fue de 20 micrómetros y la porosidad fue del 50%. La resistencia laminar fue menor de 0,6 ohmios por cuadrado.

Alternativamente, no se mezcla la tinta filtrada con ácido hexacloroplatínico. En su lugar, se imprime una disolución de ácido hexacloroplatínico sobre la capa de polvo conductora porosa sinterizada a vacío y luego se seca y calienta para descomponer el ácido hexacloroplatínico depositado para depositar platino sobre la superficie de la segunda capa de polvo conductora porosa. Puede imprimirse en primer lugar en el sustrato cerámico una capa porosa de aluminosilicato para hacer más lisa y plana la superficie del sustrato antes de la impresión de la tinta de TiH_2 .

Ejemplo 5 - Capas de polvo conductoras porosas sobre sustrato cerámico impreso por los dos lados.

Se preparó una tinta mezclando TiH_2 con terpineol. Entonces se molió la tinta en un molino de perlas durante 25 minutos a 5000 rpm usando perlas de zircona de 0,3 mm. Se separaron las perlas de zircona de la tinta mediante filtración y se añadieron ácido hexacloroplatínico y etilcelulosa a la tinta filtrada. Se usó un láser para taladrar un orificio pasante circular con un diámetro de 5 mm en el centro de un sustrato basado en microfibras de vidrio de 4 cm x 4 cm y 45 micrómetros de grosor. Entonces se imprimió la tinta sobre un sustrato basado en microfibras de vidrio usando un patrón de impresión que consistía en un cuadrado de 2 cm x 2 cm con un orificio circular en el centro con un diámetro de 6 mm. Se hizo coincidir el patrón de impresión de manera concéntrica encima del sustrato de tal manera que el orificio pasante circular y el patrón de impresión circular compartían el mismo centro. Entonces se secó la tinta impresa a 200°C durante 5 minutos.

Entonces se imprimió otra tinta preparada mezclando TiH_2 con terpineol seguido de molienda en un molino de perlas, filtración y adición de etilcelulosa sobre el lado opuesto del sustrato de microfibras de vidrio de tal manera que las capas impresas primera y segunda están separadas por el sustrato de microfibras de vidrio. Adicionalmente, se hizo coincidir el segundo patrón de impresión de manera concéntrica en el segundo lado del sustrato de tal manera que el orificio pasante circular en el sustrato y el patrón de impresión circular de la primera impresión y el patrón de impresión circular de la segunda impresión compartían el mismo centro.

Entonces se secó el sustrato impreso por los dos lados a 200°C durante 5 minutos. Posteriormente, se sinterizó a vacío el sustrato cerámico recubierto por los dos lados a 600°C y luego se dejó enfriar hasta temperatura ambiente. La presión durante la sinterización fue menor de 0,01 Pa (0,0001 mbar). El sustrato impreso por los dos lados resultante tiene una capa de polvo conductora porosa de metal de titanio en un lado y una segunda capa de polvo conductora porosa que comprende metal de titanio con cantidades catalíticas de platino en el otro lado.

Alternativamente, puede crearse un orificio pasante circular realizando taladrado mediante láser después de que se hayan impreso y secado las capas conductoras primera y segunda, respectivamente. Al imprimir y secar capas conductoras libres de orificios continuas a ambos lados del sustrato y luego taladrar mediante láser a través de la totalidad de las tres capas no es necesario usar un patrón de impresión con orificios y no es necesario hacer coincidir los orificios en el patrón de impresión y, por tanto, pueden crearse orificios por taladrado mediante láser a través de la totalidad de las tres capas en una sola etapa. Alternativamente, puede crearse un orificio pasante circular por taladrado mediante láser a través de tres capas en una sola etapa después de la sinterización a vacío de las capas conductoras primera y segunda impresas y secadas, respectivamente.

Alternativamente, se deposita un recubrimiento cerámico poroso en el lado opuesto del sustrato cerámico antes del taladrado mediante láser. Tal impresión cerámica podría ser útil para impedir el contacto eléctrico entre las capas de polvo conductoras porosas primera y segunda. Puede tratarse el polvo de TiH_2 en superficie con platino, por ejemplo, mediante descomposición térmica de una sal de platino depositada en el polvo de TiH_2 , antes de producir una tinta. Además, puede mezclarse la tinta filtrada con ácido hexacloroplatínico en lugar de mezclar con partículas conductoras platinadas.

Ejemplo 6 - DSC basada en capa de polvo conductora porosa impresa en un solo lado sobre sustrato cerámico

Se serigrafió una capa de 20 micrómetros de grosor de tinta de TiO_2 que contiene partículas de 20 nm sobre el primer lado de capa de polvo conductora porosa libre de platino de un sustrato de microfibra de vidrio impreso en un solo lado producido según el ejemplo 1. El grosor de la capa de tinta de TiO_2 secada era de 1 - 2 micrómetros. Se imprimió una segunda capa de tinta de TiO_2 de 60 micrómetros de grosor encima de la primera capa de TiO_2 y se secó. Se imprimió una tercera capa de TiO_2 encima de la segunda capa de TiO_2 y se secó. Posteriormente, se sometió a tratamiento con calor la estructura depositada de TiO_2 al aire a 500°C durante 20 minutos. Después de enfriarse hasta aproximadamente 70°C, la estructura depositada de TiO_2 se sumergió en una disolución de colorante Z907 20 mM en metoxipropanol y se trató con calor a 70°C durante 30 minutos y posteriormente se enjuagó en metoxipropanol y se secó con aire seco. Entonces se intercaló la estructura que consistía en un sustrato de microfibra de vidrio, la capa conductora porosa y TiO_2 sensibilizado por colorante junto con una segunda estructura producida según el ejemplo 3. La segunda estructura consistía en un sustrato de microfibra de vidrio con una película porosa de metal de titanio que contenía cantidades catalíticas de platino. Se intercaló la segunda estructura con la primera estructura de tal manera que se puso en contacto físico la película porosa de metal de titanio que contenía cantidades catalíticas de platino con el lado de sustrato de microfibra de vidrio de la primera estructura. De ese modo, las capas conductoras de las estructuras primera y segunda estaban separadas eléctrica y físicamente por el sustrato de microfibra de vidrio en la primera estructura. Además, se hizo coincidir el orificio circular en la segunda estructura de manera concéntrica, de tal manera que el orificio pasante en el sustrato en la primera estructura y el orificio de patrón de impresión en la primera estructura y el orificio de patrón de impresión en la segunda estructura compartían el mismo centro. Después de eso, se añadió electrolito a la estructura de intercalación y se selló la estructura de intercalación.

Ejemplo 7 - DSC basada en capa de polvo conductora porosa impresa por los dos lados sobre sustrato cerámico

Se serigrafió una capa de tinta de TiO_2 de 20 micrómetros de grosor que contenía partículas de 20 nm sobre el primer lado de capa de polvo conductora porosa libre de platino de un sustrato de microfibra de vidrio impreso por los dos lados producido según el ejemplo 5 ó 6. El grosor de la capa de tinta de TiO_2 secada fue de 1 - 2 micrómetros. Se imprimió una segunda capa de tinta de TiO_2 de 60 micrómetros de grosor encima de la primera capa de TiO_2 y se secó. Se imprimió una tercera capa de TiO_2 encima de la segunda capa de TiO_2 y se secó. Posteriormente, se sometió a tratamiento con calor la estructura depositada de TiO_2 al aire a 500°C durante 20 minutos. Después de enfriarse hasta aproximadamente 70°C, se sumergió la estructura depositada de TiO_2 en una disolución de colorante Z907 20 mM en metoxipropanol y se trató con calor a 70°C durante 30 minutos y posteriormente se enjuagó en metoxipropanol. Después de eso, se añadió electrolito al sustrato cerámico impreso por los dos lados de capa de polvo conductora porosa y se selló la estructura.

Ejemplo 8 - DSC basada en capa de polvo conductora porosa impresa por los dos lados sobre sustrato cerámico con capa de bloqueo

Se preparó una tinta mezclando TiH_2 con terpineol. Entonces se molió la tinta en un molino de perlas durante 40 minutos a 5000 rpm usando perlas de zircona de 0,3 mm. Se separaron las perlas de zircona de la tinta mediante filtración y se añadieron ácido hexacloroplatínico y etilcelulosa a la tinta filtrada. Se usó un láser para taladrar un orificio pasante circular con un diámetro de 5 mm en el centro de un sustrato basado en microfibra de vidrio de 4 cm x 4 cm y 45 micrómetros de grosor. Entonces se imprimió la tinta sobre la segunda superficie de un sustrato basado en microfibra de vidrio dotado de una capa de bloqueo de nanocelulosa, que se depositó sobre la primera superficie del sustrato. El patrón de impresión consistía en un cuadrado de 2 cm x 2 cm con un orificio circular en el centro con un diámetro de 6 mm. Se hizo coincidir el patrón de impresión de manera concéntrica encima del sustrato de tal manera que el orificio pasante circular y el patrón de impresión circular compartían el mismo centro. Las partículas conductoras en la tinta eran más pequeñas que los poros del sustrato por lo que las partículas conductoras penetran en el sustrato y se imprimieron en el sustrato. Entonces se secó la tinta impresa a 200°C durante 5 minutos.

Entonces se imprimió otra tinta preparada mezclando TiH_2 con terpineol seguido por molienda en un molino de perlas, filtración y adición de etilcelulosa, encima del lado opuesto del sustrato de microfibra de vidrio de tal manera que la primera capa impresa y la segunda capa impresa están separadas por el sustrato de microfibra de vidrio. Adicionalmente, se hizo coincidir el segundo patrón de impresión de manera concéntrica en el segundo lado del sustrato de tal manera que el orificio pasante circular en el sustrato y el patrón de impresión circular de la primera impresión y el patrón de impresión circular de la segunda impresión compartían el mismo centro. Adicionalmente, se depositó la segunda capa impresa sobre la capa de bloqueo basada en nanocelulosa.

Entonces se secó el sustrato impreso por las dos caras a 200°C durante 5 minutos. Posteriormente, se sinterizó a vacío el sustrato cerámico recubierto por los dos lados a 600°C y luego se permitió que se enfriase hasta temperatura ambiente. La presión durante la sinterización fue menor de 0,01 Pa (0,0001 mbar). El sustrato impreso por los dos lados resultante tiene una capa de polvo conductora porosa de metal de titanio en un lado y una segunda capa de polvo conductora porosa que comprende metal de titanio con cantidades catalíticas de platino en el otro lado.

Posteriormente, se serigrafó una capa de tinta de TiO₂ de 20 micrómetros de grosor que contenía partículas de TiO₂ de 20 nm sobre el primer lado de capa de polvo conductora porosa libre de platino del sustrato de microfibra de vidrio impreso por los dos lados. El grosor de la capa de tinta de TiO₂ secada fue de 1 - 2 micrómetros. Se imprimió una segunda capa de tinta de TiO₂ de 60 micrómetros de grosor encima de la primera capa de TiO₂ y se secó. Se imprimió una tercera capa de TiO₂ encima de la segunda capa de TiO₂ y se secó. Posteriormente, se sometió a tratamiento con calor la estructura depositada de TiO₂ al aire a 500°C durante 20 minutos. Después de enfriarse hasta aproximadamente 70°C, se sumergió la estructura depositada de TiO₂ en una disolución de colorante Z907 20 mM en metoxipropanol y se trató con calor a 70°C durante 30 minutos y posteriormente se enjuagó en metoxipropanol. Después de eso, se añadió electrolito al sustrato cerámico impreso por los dos lados de capa de polvo conductora porosa y se selló la estructura.

REIVINDICACIONES

1. Célula solar sensibilizada por colorante, que comprende:
 - 5 - un sustrato (10; 30) aislante poroso que tiene una primera superficie y una segunda superficie,
 - una primera capa (14) porosa que comprende partículas conductoras impresas sobre la primera superficie del sustrato aislante poroso para formar una capa conductora,
 - 10 - una segunda capa (16) porosa que comprende partículas conductoras impresas sobre la segunda superficie del sustrato aislante poroso para formar una capa conductora, mediante lo cual el sustrato (4; 10; 30) aislante poroso está dispuesto entre las capas primera y segunda,
 - una tercera capa (18) porosa que comprende moléculas de colorante de absorción de luz depositadas sobre la primera capa,
 - 15 - un medio de transferencia de carga para transferir cargas entre las capas tercera y segunda,
 - un primer elemento (34) de conexión dispuesto en un extremo de la primera capa (14) porosa para conectar la primera capa (14) porosa a un circuito eléctrico externo, y
 - un segundo elemento (36) de conexión dispuesto en un extremo de la segunda capa (16) porosa para conectar la segunda capa porosa al circuito eléctrico externo, caracterizada porque cada una de las capas porosas comprende un patrón impreso que incluye al menos una parte (24, 25, 26) no transparente y al menos una parte (20, 21, 22) transparente y el sustrato aislante poroso comprende al menos una parte (32) transparente, mediante lo cual dichas partes transparentes de las capas porosas y dicha parte transparente del sustrato aislante poroso están situadas unas con relación a otras de modo que forman al menos una trayectoria transparente continua a través de la célula solar, y cada uno de los patrones impresos está diseñado de tal modo que dicha al menos una parte no transparente rodea al menos parcialmente dicha al menos una parte (20, 21, 22) transparente, y el patrón impreso de la primera capa (14) porosa está diseñado de tal modo que dicha al menos una parte (25) no transparente está en contacto eléctrico directo con el primer elemento (34) de conexión y el patrón impreso de la segunda capa (16) porosa está diseñado de tal modo que dicha al menos una parte (26) no transparente está en contacto eléctrico directo con el segundo elemento (36) de conexión.
2. Célula solar sensibilizada por colorante según la reivindicación 1, en la que la al menos una parte (20, 21, 22) transparente de las capas porosas están dispuestas para superponerse entre sí al menos parcialmente.
- 35 3. Célula solar sensibilizada por colorante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el patrón impreso de la tercera capa (18) porosa corresponde al patrón impreso de la primera capa (14) porosa.
- 40 4. Célula solar sensibilizada por colorante según la reivindicación 3, en la que el patrón impreso de la segunda capa (16) porosa corresponde al patrón impreso de las capas (14, 18) porosas primera y tercera.
- 45 5. Célula solar sensibilizada por colorante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicho patrón impreso incluye una pluralidad de partes (20, 21, 22) transparentes distribuidas en la al menos una parte (24, 25, 26) no transparente.
- 50 6. Célula solar sensibilizada por colorante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha al menos una parte (32) transparente del sustrato (30) aislante poroso es un orificio pasante que se extiende entre las superficies primera y segunda del sustrato aislante poroso.
- 55 7. Célula solar sensibilizada por colorante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que un área de la al menos una parte transparente de cada capa (14, 16, 18) porosa está entre el 10% y el 70% del área total de cada capa porosa, y preferiblemente entre el 30% y el 60% del área total de cada capa porosa.
- 60 8. Célula solar sensibilizada por colorante según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dichas capas porosas primera y segunda son capas de polvo conductoras porosas.
- 65 9. Uso de la célula solar sensibilizada por colorante según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en una división de vidrio de una estructura.
10. Método para fabricar una célula solar sensibilizada por colorante transparente, en el que el método comprende:
 - imprimir una primera capa (14) porosa que comprende partículas conductoras sobre una primera superficie de un sustrato (10; 30) aislante poroso,
 - imprimir una segunda capa (16) porosa que comprende partículas conductoras sobre una

segunda superficie del sustrato aislante poroso,

- imprimir una tercera capa (18) porosa encima de la primera capa porosa, y

- teñir la tercera capa porosa con moléculas de absorción de luz, caracterizado porque el sustrato aislante poroso comprende al menos una parte (32) transparente, y cada una de las capas porosas se imprimen en patrones que incluyen al menos una parte (24, 25, 26) no transparente y al menos una parte (20, 21, 22) transparente, y los patrones se imprimen de tal manera que dichas partes transparentes de las capas porosas y dicha parte transparente del sustrato aislante poroso forman al menos una trayectoria transparente continua a través de la célula solar.

- 5
- 10 11. Método según la reivindicación 10, en el que los patrones se imprimen de tal manera que dichas partes transparentes de las capas porosas y dicha parte transparente del sustrato aislante poroso se superponen entre sí al menos parcialmente en una dirección transversal a las superficies primera y segunda.
- 15 12. Método según la reivindicación 10 u 11, en el que la al menos una parte no transparente de la tercera capa (24) porosa se imprime encima de la al menos una parte (25) no transparente de la primera capa porosa.
13. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 - 12, en el que los patrones de las capas (14, 16, 18) porosas primera, segunda y tercera se corresponden entre sí.
- 20 14. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 - 13, en el que se imprime dicho patrón impreso usando serigrafía.
- 25 15. Método según cualquiera de las reivindicaciones 10 - 14, en el que el método comprende perforar el sustrato aislante poroso para proporcionar al menos un orificio (32) pasante que se extiende entre las superficies primera y segunda del sustrato (30) aislante poroso.

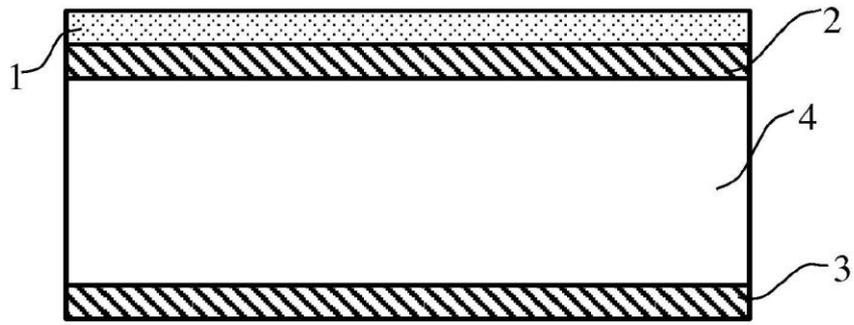


Fig. 1 (técnica anterior)

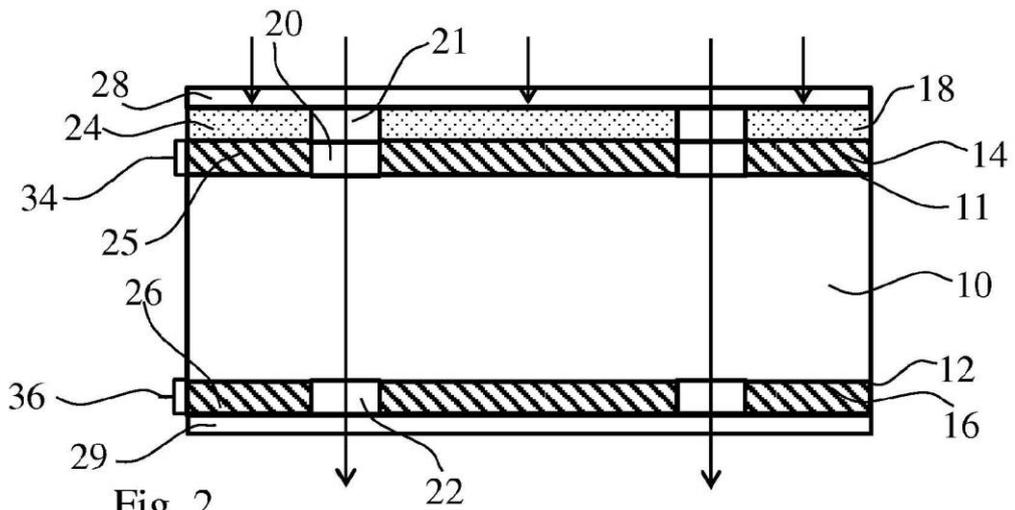


Fig. 2

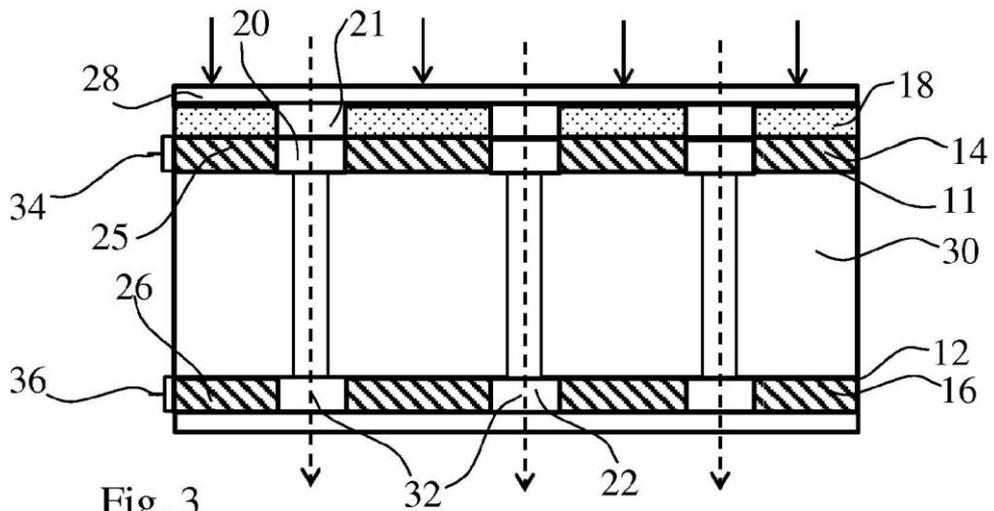


Fig. 3

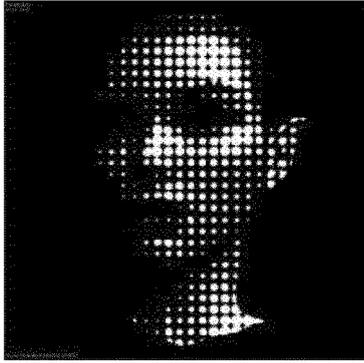


Fig. 4a

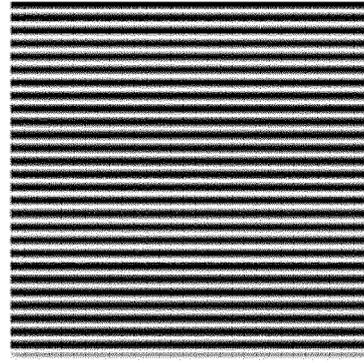


Fig. 4b

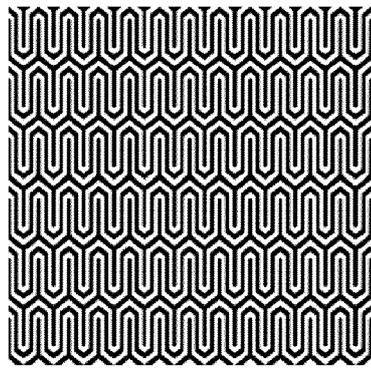


Fig. 4c

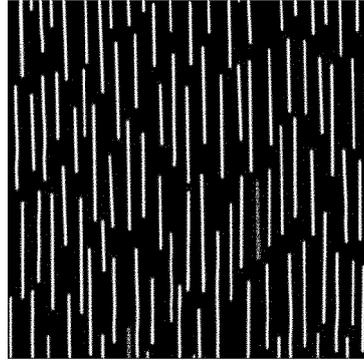


Fig. 4d



Fig. 5a

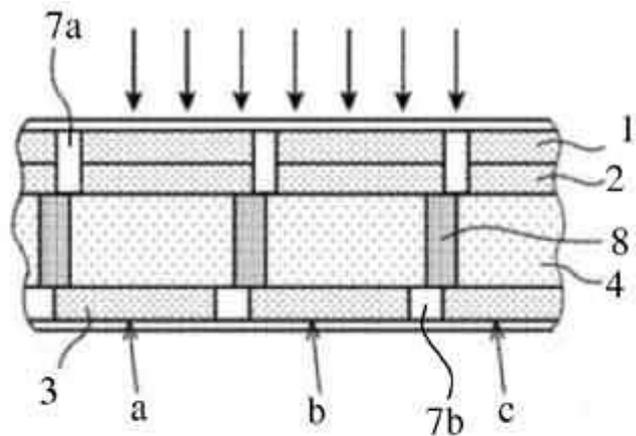


Fig. 5b

Fig. 6

