

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 759 328**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0747 (2012.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2014** **E 14175329 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.10.2019** **EP 2963691**

54 Título: **Célula solar**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.05.2020

73 Titular/es:

MEYER BURGER (GERMANY) AG (100.0%)
An der Baumschule 6-8
09337 Hohenstein-Ernstthal, DE

72 Inventor/es:

STRAHM, BENJAMIN;
LEGRADIC, BORIS;
MEIXENBERGER, JÉRÔME;
LACHENAL, DAMIEN y
PAPET, PIERRE

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 759 328 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

La presente invención se refiere a una célula solar que tiene un lado frontal o soleado para la incidencia de la luz y un lado posterior opuesto al lado frontal, comprendiendo dicha célula solar: un sustrato semiconductor cristalino de un primer tipo de conductividad o de un segundo tipo de conductividad que es opuesta al primer tipo de conductividad; una región de pasivación del lado frontal formada por al menos una capa de pasivación y al menos una capa conductora del primer tipo de conductividad; una región de pasivación del lado posterior formada por al menos una capa de pasivación y al menos una capa conductora del segundo tipo de conductividad; un contacto del lado frontal formado por al menos un material conductor del lado frontal y por contactos eléctricos del lado frontal formados encima del material conductor del lado frontal; al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado frontal en el lado frontal de la célula solar; un contacto del lado posterior que es opuesto al contacto del lado frontal y que está formado por al menos un material conductor del lado posterior y al menos un contacto eléctrico del lado posterior formado en el mismo.

Una célula solar del tipo mencionado se conoce, por ejemplo, a partir del documento EP 2 662 900 A1. Dichas células solares se denominan generalmente células solares de heterounión de silicio. La célula solar descrita en el documento EP 2 662 900 A1 comprende en su lado frontal, sobre un único sustrato de silicio cristalino de tipo n, una pila de capas de una fina película intrínseca de silicio amorfo de tipo i, una fina película de silicio conductor de tipo p, una fina capa transparente de óxido conductor (TCO) de óxido de estaño de indio (ITO), una capa de aislamiento de nitruro de silicio, por ejemplo, y una estructura de electrodos colectores que se conecta eléctricamente a la capa TCO mediante una trayectoria eléctrica creada a través de la capa de aislamiento. Mediante la capa de óxido conductor transparente de la célula solar conocida, los portadores de carga generados en la región de carga espacial entre el sustrato de silicio y la película delgada de silicio conductor amorfo se recogen y transfieren a la estructura de electrodos colectores de la célula solar. La conductividad eléctrica de la capa de óxido transparente es, por lo tanto, indispensable. Un gran inconveniente de la capa TCO en el lado frontal de la célula solar conocida es, sin embargo, que absorbe parte de la luz entrante y no sirve como recubrimiento antirreflectante perfecto para la célula solar como lo hace la capa de aislamiento proporcionada encima de la capa TCO.

El documento EP 2 669 952 A1 describe una célula solar de heterounión cristalina que tiene un emisor del lado frontal y una pila de al menos dos capas conductoras transparentes (capas de TCO) formadas en el emisor para mejorar la eficiencia de la célula solar en comparación con las células solares con una sola capa TCO frontal. La pila de capas de TCO consta de una combinación de materiales altamente transparentes y altamente conductores para, por un lado, aumentar la densidad de corriente con una clase de material TCO y, por otro lado, disminuir la resistencia de contacto con la metalización frontal con otra clase de material TCO.

Por lo tanto, el objetivo de la presente invención es proporcionar una célula solar del tipo mencionado anteriormente con una absorción de luz más baja y mejor propiedad antirreflectante en su lado frontal o soleado.

Este objetivo se resuelve mediante una célula solar del tipo mencionado anteriormente, en donde al menos un material conductor del lado frontal es más delgado en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal que en las regiones por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal.

La presente invención propone omitir o eliminar, al menos parcialmente, el material conductor del lado frontal en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal, es decir, en aquellas regiones donde el material conductor del lado frontal no sirva como "puente" eléctrico directo entre la capa conductora del lado frontal de la región de pasivación y los contactos eléctricos del lado frontal de la célula solar. Esta estructura tiene la ventaja de que, aunque hay una buena conexión eléctrica entre la región de pasivación del lado frontal y los contactos eléctricos del lado frontal mediante el material conductor formado entre ellos, hay una menor absorción de luz en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal debido al material conductor omitido. Además, cuanto menor sea el espesor del material conductor en las regiones situadas entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal, más predominantemente se determina la propiedad antirreflectante de la célula solar en estas regiones mediante las propiedades del material de al menos una capa de acoplamiento de la luz. Por ejemplo, dicha al menos una capa de acoplamiento de la luz puede ser una capa eléctricamente aislante, tal como una capa de nitruro de silicio, lo que da como resultado una reflexión de luz muy baja. En el lado de incidencia de la luz, la capa de acoplamiento de la luz también se puede denominar capa antirreflectante.

La reducción de la absorción parasitaria y la reflexión de fotones con la célula solar de la presente invención conduce a un aumento significativo de la corriente fotogenerada y, por tanto, de la potencia de salida final de la célula solar y de los módulos de células solares fabricados sobre la base de la célula solar de la presente invención. Además, la presente invención permite una sustitución de material conductor transparente caro, tal como el óxido conductor transparente basado en indio, por dieléctrico(s) de bajo coste tal como el nitruro de silicio (SiN_x). Por consiguiente, con la presente invención se pueden disminuir los costes de fabricación de la célula.

En la nueva estructura celular de la célula solar de la presente invención con espesor reducido del material conductor del lado frontal, el transporte lateral de los portadores fotogenerados se puede empujar hacia el material

5 en bruto del sustrato semiconductor cristalino más bien que en el material conductor del lado frontal sin pérdidas de recolección eléctrica puesto que la velocidad de recombinación superficial de sustratos semiconductores cristalinos producidos con estándares contemporáneos es muy baja. Por tanto, la célula solar de la presente invención está especialmente bien adaptada a células donde el emisor, tal como una capa de silicio amorfo dopado con boro, se coloca en el lado posterior de la célula de heterounión de silicio cuando se utiliza un sustrato semiconductor de tipo n.

10 En una forma de realización favorable de la presente invención, el al menos un material conductor del lado frontal está ausente en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal y se sitúa solo en las regiones por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal. En esa forma de realización, las características antirreflectantes de la célula solar en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal solo están determinadas por las propiedades materiales de la al menos una capa de acoplamiento de la luz, puesto que el material conductor se omite completamente en estas regiones. El material conductor solo está presente directamente entre la capa conductora de la región de pasivación del lado frontal y los contactos eléctricos del lado frontal, cuyas regiones cubren un área mucho menor que las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal. Esto conduce al efecto de que se pueda dotar a la célula solar con unas propiedades antirreflejantes casi perfectas. Además, en dicha forma de realización, la absorción de la luz se puede minimizar en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos de lado frontal, también.

20 En una forma de realización ventajosa de la presente invención, el al menos un material conductor del lado posterior tiene un espesor localmente aumentado en las regiones, en donde al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior se proporciona solo entre estas regiones de espesor aumentado. Es decir, que en las formas de realización de la presente invención en las que el al menos un contacto eléctrico del lado posterior comprende un patrón de contactos eléctricos del lado posterior, el al menos un material conductor del lado posterior es más delgado en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado posterior que en las regiones por debajo de los contactos eléctricos del lado posterior. En esta forma de realización de la invención, la mala influencia del material conductor del lado posterior en las propiedades antirreflectantes de la célula solar se disminuye reemplazando al menos una parte del material conductor del lado posterior por la al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior. En esta forma de realización, los efectos descritos anteriormente con referencia al lado frontal de la célula solar también se aplican en su lado posterior.

30 Las propiedades antirreflectantes de la célula solar de la presente invención se pueden aumentar adicionalmente si, en una variante específica de la forma de realización de la invención mencionada anteriormente, el al menos un material conductor del lado posterior no se proporciona por debajo de la al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior. Es decir, que en las formas de realización de la invención en las que el al menos un contacto eléctrico del lado posterior comprende un patrón de contactos eléctricos del lado posterior y al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior se forma en el lado posterior de la célula solar, el al menos un material conductor del lado posterior está ausente entre los contactos eléctricos del lado posterior y solo se sitúa en las regiones por debajo de los contactos eléctricos del lado posterior.

40 Una mejora adicional de la ganancia de corriente de la célula solar de la presente invención se puede lograr si, en otra forma de realización de la invención, la al menos una capa conductora es más delgada en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal que en las regiones por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal; y/o la al menos una capa conductora es más delgada en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado posterior que en las regiones por debajo de los contactos eléctricos del lado posterior; y/o la al menos una capa conductora es más delgada en las regiones entre y/o al lado de las regiones de espesor localmente aumentado del al menos un material conductor del lado posterior que en las regiones por debajo de dichas regiones de espesor localmente aumentado.

45 Favorablemente, pero no incondicionalmente, el material de la al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado frontal y/o el material de la al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior se elige a partir de al menos un material de un grupo de materiales que comprende SiN_x , SiO_x , SiO_xN_y , AlO_x , AlN_x , TiO_x , MgF_x , un óxido conductor, una capa que contiene nanopartículas, o una combinación de al menos dos de dichos materiales.

50 Adicionalmente favorablemente, pero no incondicionalmente, el material de los contactos eléctricos del lado frontal y/o el material de los contactos eléctricos del lado posterior comprende al menos un óxido conductor eléctrico, al menos un metal, al menos una aleación metálica, al menos uno de un compuesto conductor o una combinación de al menos dos de dichos materiales conductores.

55 Además de las ventajas mencionadas anteriormente, la presente invención ofrece la posibilidad de seleccionar un material más apropiado para formar el material conductor entre la capa conductora de la región de pasivación y los contactos de los lados frontal o posterior, es decir, la metalización de la célula solar. Por ejemplo, el material conductor del lado frontal y/o el material conductor del lado posterior puede ser un metal, una aleación metálica o un óxido conductor transparente. El material conductor del lado frontal y/o el material conductor del lado posterior se pueden aplicar mediante deposición física de vapor, deposición química de vapor, una tecnología de chorro de tinta o una tecnología de serigrafía o por otro método adecuado.

En una forma de realización opcional de la presente invención, el al menos un material conductor del lado frontal y/o el al menos un material conductor del lado posterior en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal y/o los contactos eléctricos del lado posterior tiene un espesor entre 0 y 150 nm.

5 Según una forma de realización particular de la presente invención, el al menos un material conductor del lado frontal y/o el al menos un material conductor del lado posterior en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal y/o los contactos eléctricos del lado posterior tiene un espesor entre 0 y 70 nm.

En una forma de realización especial de la presente invención, el al menos un material conductor del lado frontal y/o el al menos un material conductor del lado posterior en las regiones entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal y/o los contactos eléctricos del lado posterior tiene un espesor entre 0 y 30 nm.

10 Las formas de realización preferidas de la presente invención, su estructura y las ventajas se muestran en las figuras en donde

La Fig. 1 muestra esquemáticamente una forma de realización de la célula solar de la presente invención con un espesor localmente reducido de un material conductor del lado frontal de la célula solar;

15 La Fig. 2 muestra esquemáticamente una forma de realización adicional de la célula solar de la presente invención en donde el material conductor del lado frontal solo se sitúa por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal y en donde un material conductor del lado posterior tiene un espesor localmente reducido y en donde se proporciona un patrón de contacto eléctrico del lado posterior solo en las regiones del material conductor del lado posterior con espesor no reducido;

20 La Fig. 3 muestra esquemáticamente una siguiente forma de realización de la célula solar de la presente invención que es similar a la célula solar de la Fig. 2 pero que tiene una capa de contacto eléctrico del lado posterior que se extiende sobre la totalidad de la superficie del lado posterior de la célula solar;

25 La Fig. 4 muestra esquemáticamente todavía una forma de realización adicional de la célula solar de la presente invención en donde el material conductor del lado frontal solo se sitúa por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal y el material conductor del lado posterior solo se sitúa por debajo de los contactos eléctricos del lado posterior; y

30 La Fig. 5 muestra esquemáticamente otra forma de realización de la célula solar de la presente invención en donde el espesor de una capa conductora de una región de pasivación del lado frontal así como el espesor de una capa conductora de una región de pasivación del lado posterior se reduce en las regiones entre y al lado de los contactos eléctricos del lado frontal y los contactos eléctricos del lado posterior, respectivamente, en comparación con las regiones por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal y los contactos eléctricos del lado posterior, respectivamente.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente una célula solar 1 de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. La célula solar 1 tiene un lado frontal 11 para la incidencia de la luz y un lado posterior 12 que es opuesto al lado frontal 11.

35 La célula solar 1 comprende un sustrato semiconductor 10 de un primer tipo de conductividad. En la forma de realización mostrada, el sustrato semiconductor 10 es de silicio cristalino tipo n. En otras formas de realización no mostradas de la presente invención, el sustrato semiconductor 10 también puede ser de un segundo tipo de conductividad que es contrario al primer tipo de conductividad.

40 En el lado del sustrato semiconductor 10 dirigido al lado frontal 11, se forma una región de pasivación del lado frontal 20. La región de pasivación del lado frontal 20 comprende en la forma de realización mostrada una capa de pasivación 2 y una capa conductora 3 del primer tipo de conductividad. En otras formas de realización no mostradas de la presente invención, la región de pasivación del lado frontal 20 puede constar de más de dos capas, tal como más de una capa de pasivación 2 y/o más de una capa conductora 3. En la forma de realización mostrada, una capa de pasivación 2 es una capa de silicio intrínseco y la capa conductora 3 es una capa de silicio amorfo de tipo n.

45 En la superficie frontal de la capa conductora 3 se forma un contacto del lado frontal de la célula solar 1. El contacto del lado frontal comprende en la forma de realización mostrada un material conductor del lado frontal 4 y un patrón de contactos eléctricos del lado frontal 6 formado encima del material conductor del lado frontal 4. Los contactos eléctricos del lado frontal 6 se diseñan para extraer una corriente eléctrica fotogenerada hasta una interconexión de células solares no mostrada. Los contactos eléctricos del lado frontal 6 están formados de plata en la forma de realización mostrada. En otras formas de realización de la presente invención, los contactos eléctricos del lado frontal 6 también pueden ser de otro material con muy buena conductividad eléctrica tal como cobre depositado galvánicamente.

55 En la célula solar 1 de la Fig. 1, el material conductor del lado frontal 4 es una capa transparente de óxido conductor (TCO), tal como una capa de óxido de estaño e indio (ITO). En otras formas de realización no mostradas de la presente invención, el material conductor del lado frontal 4 también puede ser de otro material conductor que tenga

una transparencia que sea mucho más baja que la transparencia de una capa ITO, tal como al menos un metal o un TCO de bajo coste. El material conductor del lado frontal 4 se puede aplicar con diferentes métodos, por ejemplo, mediante una deposición física de vapor, una deposición química de vapor, un método de chorro de tinta o una tecnología de serigrafía. Esto es posible en la presente invención debido al espesor reducido del material conductor del lado frontal 4 en las regiones 4b entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal 6 en comparación con las regiones 4a directamente por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal 6. Es decir, en las regiones 4a situadas por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal 6, el material conductor del lado frontal 4 es más grueso que en las regiones 4b al lado de las regiones 4a. En este contexto, el término "al lado de" significa que una región del mismo material conductor del lado frontal 4 se encuentra en el lado izquierdo y/o derecho de la otra región correspondiente en la extensión horizontal de la célula solar 1, si se considera la estructura de la célula solar 1 tal como se muestra esquemáticamente en la Fig. 1.

Los diferentes espesores del material conductor del lado frontal 4 pueden ser el resultado de una deposición homogénea del material conductor del lado frontal 4, seguido de un proceso de grabado, tal como un proceso de grabado químico húmedo, utilizando un material de máscara, tal como una cera o un adhesivo de fusión en caliente, por encima de los contactos eléctricos del lado frontal 6. Alternativamente, también es posible depositar el material conductor del lado frontal 4 a través de una máscara.

La superficie del material conductor del lado frontal 4 se cubre en las regiones entre y al lado de los contactos eléctricos del lado frontal con una capa de acoplamiento de la luz del lado frontal 5. En otras formas de realización no mostradas de la presente invención, también se puede utilizar más de una capa de acoplamiento de la luz del lado frontal 5. En el ejemplo mostrado, la capa de acoplamiento de la luz del lado frontal 5 es de nitruro de silicio. En otras formas de realización de la presente invención, la capa de acoplamiento de la luz del lado frontal 5 también puede ser de SiO_x , SiO_xN_y , AlO_x , AlN_x , TiO_x , MgF_x , un óxido conductor, una capa que contiene nanopartículas, o de una combinación de al menos dos de los materiales anteriormente mencionados, incluyendo el SiN_x .

En el lado del sustrato semiconductor 10 dirigido al lado posterior 12 de la célula solar 1, se forma una región de pasivación del lado posterior 30. La región de pasivación del lado posterior 30 comprende en la forma de realización mostrada una capa de pasivación 7 y una capa conductora 8 del segundo tipo de conductividad. En otras formas de realización no mostradas de la presente invención, la región de pasivación del lado posterior 30 puede constar de más de dos capas, tal como más de una capa de pasivación 7 y/o más de una capa conductora 8. En la forma de realización mostrada, la capa de pasivación 7 es una capa de silicio intrínseco y la capa conductora 8 es una capa de silicio amorfo de tipo p.

En la superficie del lado posterior de la capa conductora 8 se forma un contacto del lado posterior de la célula solar 1. El contacto del lado posterior comprende en la forma de realización mostrada un material conductor del lado posterior 9 y un contacto eléctrico del lado posterior 14 formado en la forma de realización mostrada como una capa continua encima del material conductor del lado posterior 9. El material conductor del lado posterior 9 puede ser un material conductor transparente, tal como una capa ITO, pero también puede ser de otro material conductor que tenga una transparencia inferior que la transparencia de una capa ITO, tal como, por ejemplo, al menos un metal o un TCO de bajo coste. El material conductor del lado posterior se puede aplicar con diferentes métodos, por ejemplo, con una deposición física de vapor, por un método de chorro de tinta o mediante una tecnología de serigrafía.

La Fig. 2 muestra esquemáticamente una célula solar 1a de acuerdo con otra forma de realización de la presente invención. En la Fig. 2, así como en las siguientes figuras, se utilizan los mismos signos de referencia para indicar detalles iguales o similares de la presente invención. La descripción de estos detalles, la cual ya se ha sido hecho anteriormente con referencia a la forma de realización mostrada en Fig. 1 también se puede aplicar a los detalles correspondientes de la invención en las otras formas de realización de la invención mostrada en las siguientes figuras.

En comparación con la célula solar 1 de la Fig. 1, en la célula solar 1a de la Fig. 2 el material conductor del lado frontal 4 está ausente en las regiones 4b entre y al lado de los contactos eléctricos del lado frontal 6 y solo se sitúa en las regiones 4a por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal 6.

Además, la célula solar 1a comprende en su lado posterior 12, en lugar de la capa de contacto eléctrico continua del lado posterior 14 de la célula solar 1, un patrón de contactos eléctricos del lado posterior 14a.

El material conductor del lado posterior 9 de la célula solar 1a es más delgado en las regiones 9b entre y al lado de los contactos eléctricos del lado posterior 14a que en las regiones 9a por debajo de los contactos eléctricos del lado posterior 14a.

La superficie del lado posterior del material conductor del lado posterior 9 de la célula solar 1a se cubre con una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior 13 entre los contactos eléctricos del lado posterior 14a. En otras formas de realización no mostradas de la presente invención, también se puede utilizar más de una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior 13. En el ejemplo mostrado, la capa de acoplamiento de la luz del lado posterior 13 es de nitruro de silicio. En otras formas de realización de la presente invención, la capa de acoplamiento

de la luz del lado posterior 13 también puede ser de SiO_x , SiO_xN_y , AlO_x , AlN_x , TiO_x , MgF_x , un óxido conductor, una capa que contiene nanopartículas, o de una combinación de al menos dos de los materiales anteriormente mencionados, incluyendo el SiN_x .

5 Una variación adicional de la presente invención se muestra en la Fig. 3 que muestra una célula solar 1b que es similar a la célula solar 1a de Fig. 2. A diferencia de la célula solar 1a, la célula solar 1b de la Fig. 3 comprende una capa de contacto del lado posterior 14b que se extiende al menos parcialmente sobre la superficie del lado posterior de la célula solar 1b. Es decir, el contacto eléctrico del lado posterior 14b se aplica también entre las regiones 9a localmente más gruesas del material conductor del lado posterior 9 y se extiende también sobre la capa de acoplamiento de la luz del lado posterior 13. Esto da lugar en esta variación de la invención a una reflectividad
10 mejorada en el lado posterior 12 de la célula solar 1b y por lo tanto mejora la eficiencia de la célula solar 1b.

La Fig. 4 muestra esquemáticamente una célula solar 1c de acuerdo con una forma de realización adicional de la presente invención.

15 En la célula solar 1c, el material conductor del lado frontal 4 está ausente en las regiones 4b entre y al lado de los contactos eléctricos del lado frontal 6 y solo se sitúa en las regiones 4a por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal 6. De la misma manera, el material conductor del lado posterior 9 está ausente en las regiones 9b entre y al lado de los contactos eléctricos del lado posterior 14a y solo se sitúa en las regiones 9a por debajo de los contactos eléctricos del lado posterior 14a.

La Fig. 5 muestra esquemáticamente una célula solar 1d de acuerdo con todavía otra forma de realización de la presente invención.

20 Como en la célula solar 1c de la Fig. 4, en la célula solar 1d el material conductor del lado frontal 4 está ausente en las regiones 4b entre y al lado de los contactos eléctricos del lado frontal 6 y solo se sitúa en las regiones 4a por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal 6. De la misma manera, el material conductor del lado posterior 9 está ausente en las regiones 9b entre y al lado de los contactos eléctricos del lado posterior 14a y solo se sitúa en las regiones 9a por debajo de los contactos eléctricos del lado posterior 14a.

25 Además, la capa conductora 3 en el lado frontal 11 de la célula solar 1d es más delgada en las regiones 3b entre y al lado de los contactos eléctricos del lado frontal 6 que en las regiones 3a por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal 6. Además, la al menos una capa conductora 8 en el lado posterior 12 de la célula solar 1d es más delgada en las regiones 8b entre y al lado de los contactos eléctricos del lado posterior 14a que en las regiones 8a por debajo de los contactos eléctricos del lado posterior 14a.

REIVINDICACIONES

1. Célula solar (1, 1a, 1b, 1c) que tiene un lado frontal (11) para la incidencia de la luz y un lado posterior (12) opuesto al lado frontal (11), comprendiendo dicha célula solar (1, 1a, 1b, 1c):
- 5 - un sustrato semiconductor cristalino (10) de un primer tipo de conductividad o de un segundo tipo de conductividad que es opuesto al primer tipo de conductividad;
- una región de pasivación del lado frontal (20) formada por al menos una capa de pasivación (2) y al menos una capa conductora (3) del primer tipo de conductividad;
- una región de pasivación del lado posterior (30) formada por al menos una capa de pasivación (7) y al menos una capa conductora (8) del segundo tipo de conductividad;
- 10 - un contacto del lado frontal formado en la superficie del lado frontal de la capa conductora (3) de la región de pasivación (20) por un material de óxido conductor transparente del lado frontal (4) y por un patrón de contactos eléctricos del lado frontal (6) formado encima del material conductor del lado frontal (4);
- al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado frontal (5) en el lado frontal (11) de la célula solar (1, 1a, 1b, 1c);
- 15 - un contacto del lado posterior que es opuesto al contacto del lado frontal y que se forma mediante un material conductor del lado posterior (9) y al menos un contacto eléctrico del lado posterior (14, 14a, 14b) formado sobre el mismo,
- 20 caracterizado por que el material de óxido conductor transparente del lado frontal (4) es más delgado en las regiones (4b) entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal (6) que en las regiones (4a) por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal (6), en donde el material de óxido conductor transparente del lado frontal (4) en las regiones (4b) entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal (6) tiene un espesor entre 0 y 30 nm.
2. Célula solar de la reivindicación 1, caracterizada por que el material de óxido conductor transparente del lado frontal (4) está ausente en las regiones (4b) entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal (6) y solo se sitúa en las regiones (4a) por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal (6).
- 25 3. Célula solar de al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el material conductor del lado posterior (9) es un material conductor del lado posterior (9) y tiene un espesor localmente aumentado en las regiones (9a), en donde solo se proporciona al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior (13) entre estas regiones (9a) de espesor aumentado.
- 30 4. Célula solar de la reivindicación 3, caracterizada por que el material conductor del lado posterior (9) no se proporciona por debajo de al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior (13).
5. Célula solar de la reivindicación 3 o 4, caracterizada por que al menos un contacto eléctrico del lado posterior comprende un patrón de contactos eléctricos del lado posterior (14a), siendo dichos contactos eléctricos del lado posterior (14a) proporcionados solo en esas regiones (9a) del material conductor del lado posterior (9) con el espesor localmente aumentado.
- 35 6. Célula solar de las reivindicaciones 3 o 4, caracterizada por que al menos un contacto eléctrico del lado posterior comprende una capa de contacto eléctrico del lado posterior (14b) que se extiende al menos parcialmente sobre la al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado posterior (13).
- 40 7. Célula solar de al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que la al menos una capa conductora (3) es más delgada en las regiones (3b) entre y/o al lado de los contactos eléctricos del lado frontal (6) que en las regiones (3a) por debajo de los contactos eléctricos del lado frontal (6).
8. Célula solar de al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el material de los contactos eléctricos del lado frontal (6) y/o el material de los contactos eléctricos del lado posterior (14, 14a) comprende al menos un óxido conductor de electricidad, al menos un metal, al menos una aleación metálica, al menos uno de un compuesto conductor o una combinación de al menos dos de dichos materiales conductores.
- 45 9. Célula solar de al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el material de al menos una capa de acoplamiento de la luz del lado frontal (5) se elige entre al menos un material de un grupo de materiales que comprende SiN_x , SiO_x , SiO_xN_y , AlO_x , AlN_x , TiO_x , MgF_x , un óxido conductor, una capa que contiene nanopartículas, o una combinación de al menos dos de dichos materiales.
- 50 10. Célula solar de al menos una de las reivindicaciones precedentes, caracterizada por que el material conductor del lado posterior (9) se elige entre un grupo de materiales que comprende óxido(s) conductor(es) transparente(s), metal(es), aleación(es) metálica(s) u óxido(s) conductor(es).

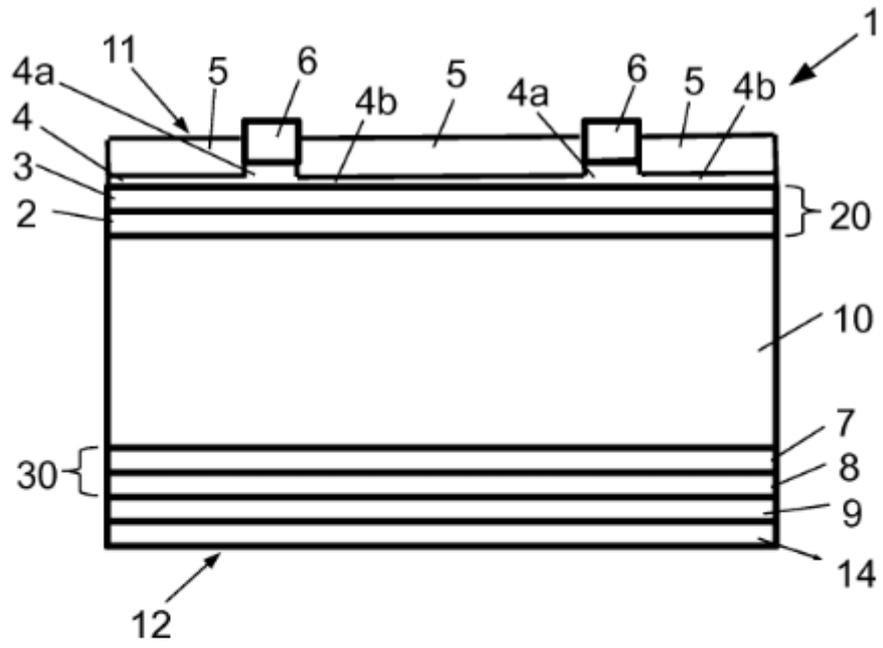


Fig. 1

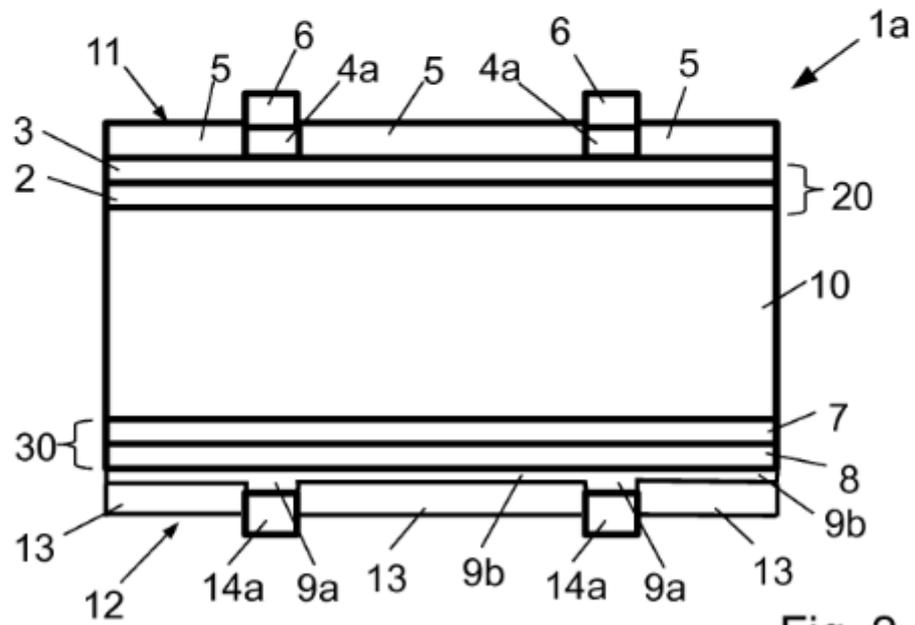


Fig. 2

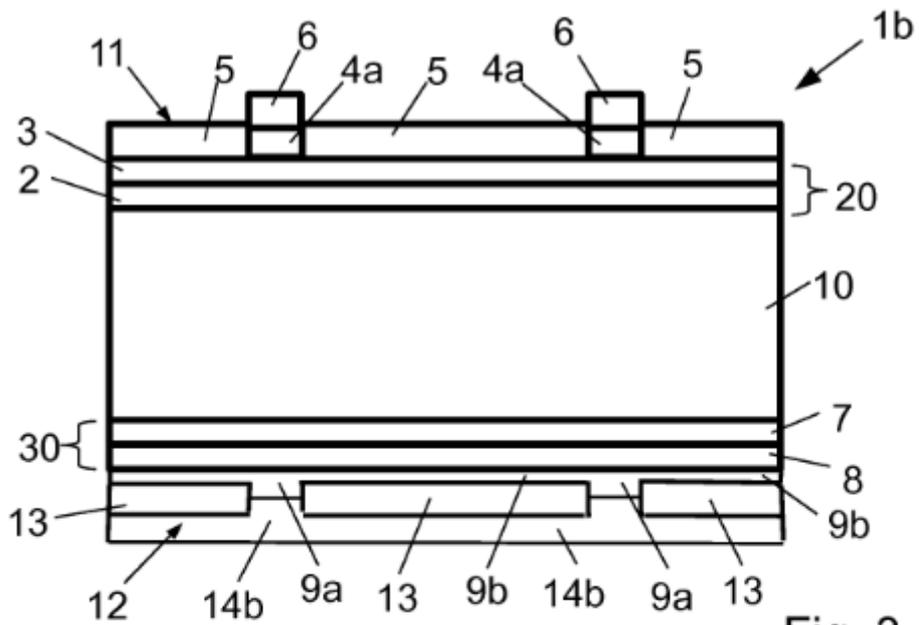


Fig. 3

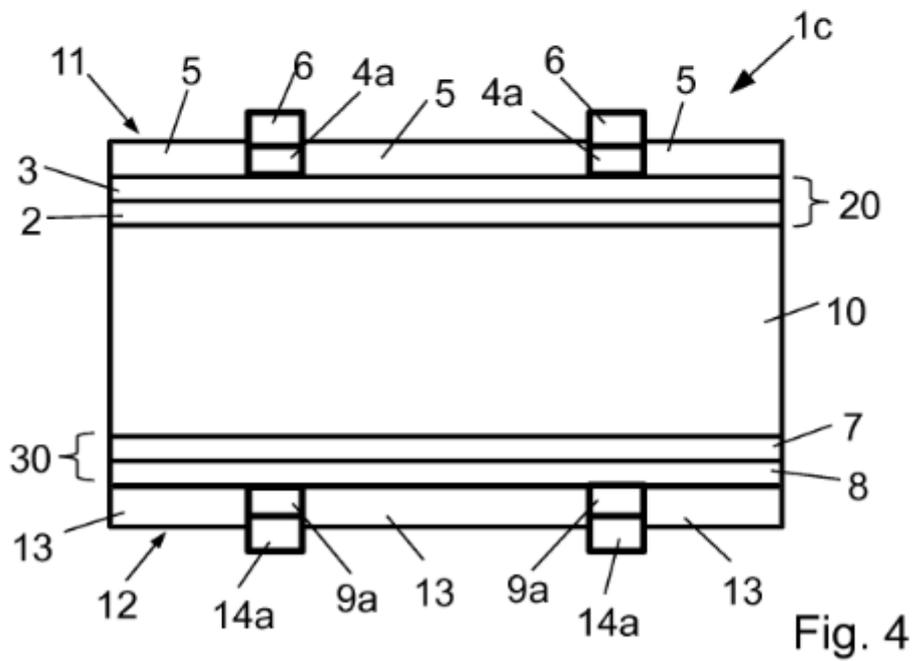


Fig. 4

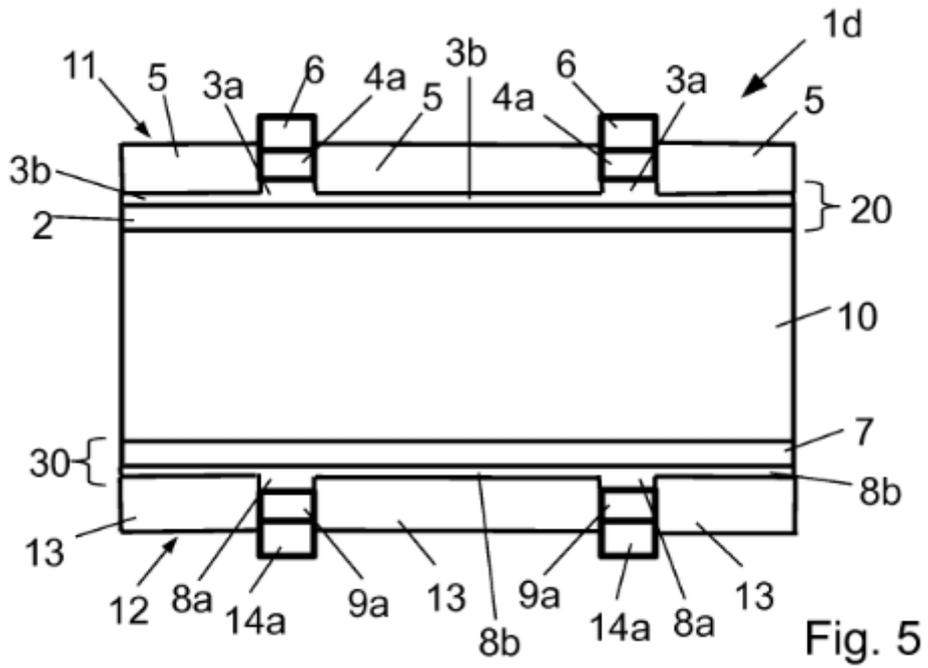


Fig. 5