



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 315 939**

(51) Int. Cl.:
H01L 31/0224 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **05821947 .8**

(96) Fecha de presentación : **07.11.2005**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1807871**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **18.07.2007**

(54) Título: **Procedimiento para la fabricación de una célula solar fotosensible por ambos lados y célula solar fotosensible por ambos lados.**

(30) Prioridad: **07.11.2004 DE 10 2004 053 873**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.04.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.04.2009

(73) Titular/es:
**Institut für Solarenergieforschung GmbH
Am Ohrberg 1
31860 Emmerthal, DE**

(72) Inventor/es: **Teppe, Andreas;
Meyer, Rüdiger y
Engelhart, Peter**

(74) Agente: **Roeb Díaz-Álvarez, María**

ES 2 315 939 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

Procedimiento para la fabricación de una célula solar fotosensible por ambos lados y célula solar fotosensible por ambos lados.

La presente invención se refiere a una célula solar fotosensible por ambos lados en la que tanto el contacto emisor como también el contacto base están dispuestos en un lado trasero de un sustrato semiconductor, así como a un procedimiento para su fabricación.

Antecedentes de la invención

Las células solares sirven para transformar luz en energía eléctrica. En este caso, en un sustrato semiconductor se separan pares de portadores de carga generados por luz mediante una transición pn y después se alimentan a un circuito de corriente que presenta un consumidor mediante el contacto de emisor y el contacto base.

Estado de la técnica

La mayoría de las células solares empleadas actualmente está compuesta habitualmente por un cuerpo semiconductor de un tipo de conducción (p. ej., conductor p) en el que se forma, en la superficie, un área del tipo de conducción contraria (p. ej., conductor n) y en ambos lados del cuerpo semiconductor están aplicados contactos eléctricos. Los pares de huecos - electrones generados por la luz que incide (portadores de carga minoritarios y mayoritarios) se separan en el campo eléctrico de la transición pn, los electrones se desplazan al área n, los huecos, al área p, donde fluyen en cada caso mediante contactos metálicos. En el lado delantero, estos contactos metálicos están realizados en forma de rejilla para permitir la incidencia de la luz.

Para eliminar en gran medida el ensombrecimiento de la luz mediante estos dedos metálicos realizados en forma de tiras y configurar la conexión de las células solares en el módulo solar de forma más rentable, se conoce el colocar los dos contactos eléctricos en el lado trasero del cuerpo semiconductor y, con ello, reunir los dos tipos de portadores de carga en el lado opuesto a la luz (documento US4.315.097). Las células solares reunidas en el lado trasero que se emplean hasta el momento están configuradas de modo que los portadores de carga minoritarios no deben fluir, como sucede en las células normales en el lado delantero, a los contactos de forma lateral a través de una capa n^+ delgada, en el caso de ejemplo de un semiconductor p. Por este motivo, así como debido a la tecnología extremadamente compleja, estas denominadas "células solares IBC" (Interdigitated Back Contact), se utilizan principalmente para luz altamente concentrada, es decir, para densidades de corriente muy elevadas (M. D. Lammert, R. J. Schwartz, "The Interdigitated Back Contact Solar Cell. A Silicon Solar Cell for Use in Concentrated Sunlight", IEEE Transactions on Electron Devices, vol. ED-24, n° 4, pp. 337-342 (1997)).

La célula IBC es muy parecida a la célula solar de contacto puntual (PC) (R. M. Swanson, Solar Cells, vol. 17, n° 1, pp. 85-118 (1986)). En estas, las dos zonas de contacto, áreas metalizadas n^+ y p^+ , en el lado trasero se mantienen muy pequeñas en forma de puntos para bajar la corriente de bloqueo de saturación y, con ello, aumentar la tensión sin carga de la célula. En este caso, es muy importante una pasivación extremadamente buena de la superficie, por ejemplo, mediante óxido de silicio térmico.

Para las células solares expuestas arriba son necesarios procesos a elevadas temperaturas extremadamente costosos que incluyen la más fina estructuración mediante procesos de decapado y máscaras de lacas fotosensibles, de modo que sería muy poco rentable una aplicación terrestre de gran superficie sin concentración de la luz.

Otra célula solar con ambos contactos en un lado del cuerpo semiconductor se describe en el documento DE 4143083 A1. En este caso, los primeros y segundos contactos se disponen en horizontal y en diferentes planos en una superficie de sustrato semiconductor que presenta elevaciones. La anchura de los contactos colectores de portadores mayoritarios está predeterminada por la anchura de las elevaciones, así como también por la superficie de los contactos de portadores de carga minoritarios. Sin embargo, en relación con sus propiedades electrónicas, esta estructura presenta la desventaja de que, debido a la limitación de la anchura de los contactos de portadores de carga mayoritarios en la superficie del área base no difundida, esta debe realizarse mayor de lo necesario para mantener reducidas las pérdidas eléctricas en los contactos base. Con ello se produce una elevada corriente de bloqueo de saturación y, por tanto, una reducida tensión sin carga de la célula solar.

En el documento DE10142481A1 se describe una célula solar contactada totalmente por el lado trasero desarrollada adicionalmente y denominada "célula solar Back OECO" o "célula solar OECO trasera". Esta célula se basa en una superficie trasera del cuerpo semiconductor estructurada mecánicamente mediante el procedimiento de rectificado. Los contactos de portadores de carga mayoritarios y minoritarios se colocan en los flancos perpendiculares o prácticamente perpendiculares a la superficie original de los elementos de unión rectos paralelos generados de esta manera de la estructura del lado trasero. En este caso, en cada uno de los dos flancos de un elemento de unión se encuentra un dedo de contacto de portador de carga mayoritario y, paralelo a este, en el flanco opuesto del mismo elemento de unión, un dedo de contacto de portador de carga minoritario. En un primer paso de vaporización de vacío de ajuste autónomo se genera para ello el primer contacto eléctrico, en un segundo paso de vaporización de vacío siguiente se genera el segundo contacto eléctrico.

La estructura de célula descrita presenta las siguientes desventajas que influyen en las propiedades electrónicas y, con ello, en el rendimiento que pueda alcanzarse, y también son de naturaleza tecnológica.

- i) Una limitación solo difícilmente superable en relación con las propiedades electrónicas de la célula es el hecho de que, como consecuencia del procedimiento descrito para la fabricación de los dos contactos de la célula solar, exista siempre un número igual o casi igual de líneas de contacto de portadores de carga mayoritarios y minoritarios. En este sentido, una línea de contacto de portador mayoritario sigue siempre a una línea de contacto de portador minoritario, estando definida su separación en uno de los lados por la separación de las elevaciones de la estructura de superficie del lado trasero del cuerpo semiconductor, así como la profundidad de las fosas en el cuerpo semiconductor. En el segundo lado, la separación de las dos líneas de contacto diferentes está determinada por la anchura de los picos o valles de las elevaciones. Estas dos separaciones normalmente no son iguales, sino que se diferencian considerablemente entre sí, de modo que se produce una disposición intensamente asimétrica de las líneas de contacto de portadores de carga minoritarios en el área de transmisor de la célula solar. Como consecuencia de la resistencia de capa final del transmisor, esto exige una dotación muy alta del transmisor, lo que repercute de forma negativa en la corriente de bloqueo de saturación y, con ello, en la tensión de la célula solar, o en el área de transmisor se producen pérdidas de resistencia en serie que tienen como consecuencia una reducción del factor de llenado.
- ii) Otra desventaja de la disposición descrita de las líneas de contacto es que, debido al gran número de líneas de contacto base, también debe realizarse una proporción de superficie innecesariamente grande del lado trasero de la célula solar como área base. Con ello se reduce de forma correspondiente la proporción de superficie del área de emisor, lo que conduce a una limitación de la capacidad de la célula solar de acumular en el emisor los portadores de carga minoritarios generados. Como consecuencia de esto, se limita la densidad de corriente que puede alcanzar la célula solar.
- iii) La estructuración mecánica de la superficie del cuerpo semiconductor está conectada con una intensa solici-tación mecánica del material semiconductor normalmente poroso. Esto conduce a una mayor propensión a la rotura del cuerpo semiconductor durante el procedimiento de fabricación de la célula solar, así como de la célula solar terminada en el módulo solar.
- iv) Para la fabricación de los contactos se emplean dos pasos de vaporización en vacío sucesivos. Este proce-dimiento, a pesar del alto rendimiento que puede alcanzarse, es un proceso costoso para la producción en masa.
- v) Para poder conectar eléctricamente entre sí en el módulo las células solares Back OECO, es necesaria una sucesión de complicados pasos de proceso para el aislamiento local de los dos tipos de dedos de contacto (dedos de contacto de portadores minoritarios y mayoritarios) para poder aplicar los conectores de célula eléctricos. Este procedimiento conlleva un complejo y costoso proceso de fabricación.

Objetivo de la invención

La presente invención debe evitar las desventajas antes ilustradas de la célula solar Back OECO. En especial, debe ser posible poder elegir con gran libertad la disposición de los primeros y segundos contactos eléctricos de la célula solar en relación con su orden y separación. En este caso, debe sustituirse la fabricación de la estructura de superficie del lado trasero por un procedimiento de fabricación más sencillo y simplificarse así la conexión de la célula solar en el módulo. Basándose en la presente invención, debe posibilitarse con ello fabricar células solares con un rendimiento mejorado así como con métodos sencillos y económicos.

Descripción de la invención

La descripción se refiere a una célula (10) solar que comprende un sustrato (11) semiconductor con primeros y segundos contactos (22, 23) para acumular y derivar portadores de carga mayoritarios y minoritarios generados en el sustrato semiconductor mediante la energía de radiación que incide, presentando la superficie (13) del lado trasero del sustrato semiconductor, al menos por zonas, elevaciones (14) en forma de líneas o uniones y primeras y segundas depresiones (15, 16) en forma de líneas o bandas con, en cada caso, primeras y segundas paredes (18, 19, 20, 21) longitudinales, y estando dispuestos los primeros y segundos contactos eléctricos separados entre sí en la superficie trasera del sustrato semiconductor. Además, la invención hace referencia a un procedimiento para la fabricación de una célula solar que comprende un sustrato semiconductor en el que, mediante la energía de radiación que incide, se generan portadores de carga minoritarios y mayoritarios que se acumulan y derivan mediante primeros y segundos contactos eléctricos que discurren por la superficie trasera del sustrato semiconductor que presenta primeras y segundas depresiones en forma de tira o banda que presentan primeras y segundas paredes longitudinales, colocándose los primeros y segundos contactos eléctricos directamente en la superficie del lado trasero, o los primeros y segundos contactos eléctricos, tras la cobertura de toda la superficie o una gran parte de la superficie del lado trasero con una capa (27) de pasivación y/o una capa (25) de bloqueo de la difusión y, dado el caso, separación de áreas de la capa de pasivación, se aplican parcial o totalmente en áreas así liberadas del sustrato semiconductor.

Según la invención, el problema se soluciona fundamentalmente mediante una célula solar del tipo antes indicado porque, en al menos algunas de las depresiones, preferiblemente en todas o prácticamente todas las depresiones, los

primeros contactos (22) eléctricos se extienden en las primeras paredes (18) longitudinales de las primeras depresiones (15) y los segundos contactos (23) eléctricos, en las primeras paredes (19) longitudinales de segundas depresiones (16), porque en las segundas paredes (20, 21) longitudinales en cada caso de las primeras y segundas depresiones (15, 16) no se aplica ningún contacto eléctrico, y porque la aplicación de los contactos eléctricos se realiza simultáneamente en un paso de proceso de fabricación y no, en dos pasos de proceso de fabricación sucesivos.

La enseñanza según la invención se realiza mediante un sistema de contactos dispuestos en las paredes longitudinales de las depresiones que discurren en el lado trasero, que también pueden denominarse “contactos de emisor” para la acumulación de los portadores de carga minoritarios y “contactos base” para la acumulación de los portadores de carga mayoritarios. La disposición de los contactos en las paredes longitudinales de las depresiones en forma de línea o banda que se extienden en la superficie del lado trasero del cuerpo semiconductor no está limitada en este caso a un tipo de célula solar determinado tal como, por ejemplo, células solares de silicio basadas en obleas.

La luz que incide a través de una estructura de rejilla de contacto doble por el lado trasero puede utilizarse adicionalmente (célula solar bifacial). De esta manera se facilita una célula solar sencilla iluminable solo por un lado o por ambos lados y que acumula portadores de carga minoritarios por un solo lado o por ambos lados.

Según la invención, está previsto que las depresiones en forma de línea o banda por el lado trasero deban generarse empleando un procedimiento de decapado. Normalmente, el cuerpo semiconductor debe dotarse antes complementemente con una estructura de superficie que reduce la reflexión. Sin embargo, la fabricación de la estructura de superficie que reduce la reflexión también puede omitirse. Para la fabricación de las depresiones en forma de línea o banda por el lado trasero se dota al cuerpo semiconductor, según la invención, total o parcialmente con una capa de superficie resistente al decapado. Esta capa de superficie se vuelve a eliminar localmente, según la invención, con ayuda de procedimientos adecuados. En este sentido, deben utilizarse preferiblemente procedimientos de tratamiento de material por láser o tratamiento del material mediante técnica de chorro de agua o combinaciones de ambos procedimientos. Sin embargo, deben poder utilizarse otros tipos de procedimientos de tratamiento del material. Durante la separación local de la capa de superficie resistente al decapado, normalmente no debe atacarse el cuerpo semiconductor. Sin embargo, también debe ser posible eliminar, junto con la capa de superficie resistente al decapado, una parte del cuerpo semiconductor que está directamente contigua.

El contorno de la capa de superficie resistente al decapado que queda en el lado del cuerpo semiconductor que va a dotarse con una estructura de superficie debe ser normalmente similar a los contornos que deben presentar las superficies elevadas de la estructura de superficie posterior. En este sentido no se imponen límites a la configuración de los contornos de la capa de superficie resistente al decapado que queda. Sin embargo, según la invención, las proporciones de superficie del cuerpo semiconductor libres de la capa de superficie resistente al decapado deben tener la forma de bandas lineales o casi lineales iguales o diferentes. La anchura de las primeras y segundas bandas puede ser siempre igual, normalmente las primeras bandas deben tener una anchura diferente de las segundas bandas. La anchura de las primeras y segundas bandas debe ser, según la invención, similar a la separación que las distintas zonas elevadas de la estructura de superficie que ha de generarse del cuerpo semiconductor deben adquirir en el desarrollo posterior del proceso. En este sentido, una o varias primeras bandas deben seguir a una o varias segundas bandas y a la inversa. Las primeras bandas deben estar desplazadas una cierta distancia en su dirección longitudinal respecto a las segundas bandas. En este sentido, las primeras y segundas bandas deben ser normalmente de igual longitud, pero también pueden presentar diferentes longitudes.

Después de que la capa de superficie resistente al decapado se ha estructurado de la forma descrita, con ayuda del procedimiento conocido debe removerse el cuerpo semiconductor en las zonas ya no cubiertas por la capa de superficie resistente al decapado. En este sentido, la remoción de material debe realizarse preferiblemente en sentido inverso a la normal de la superficie del cuerpo semiconductor que va a dotarse de una estructura de superficie. La remoción de material debe realizarse, según la invención, de forma tan amplia que las depresiones que se originen en el cuerpo semiconductor alcancen una profundidad de hasta varias decenas de micrómetros, aunque pueden realizarse también más planas.

Según la invención, el procedimiento para la eliminación local del cuerpo semiconductor debe realizarse de modo que los flancos que se originan de la estructura de superficie se configuren de forma perpendicular o casi perpendicular. Sin embargo, también pueden estar inclinados. La base de fosa de la estructura de superficie que se origina del cuerpo semiconductor debe estar dotada normalmente de una estructura que reduce la reflexión, por ejemplo, en forma de pirámides microscópicas. No obstante, también pueden estar configuradas lisas o de otra forma.

La colocación de los contactos eléctricos debe realizarse aplicando el procedimiento de vaporización oblicua. En este sentido, deben aplicarse tanto los primeros como los segundos contactos eléctricos en el transcurso del mismo proceso de vaporización oblicua. En este sentido, los contactos eléctricos deben depositarse en las paredes longitudinales de las depresiones en forma de banda.

Como barrera de difusión para la superficie del contacto base y su entorno, debe aplicarse localmente (por ejemplo, con la técnica de dispensación) un medio (por ejemplo, una pasta o un líquido) que se seque y endurezca mediante alimentación de calor. Este medio debe, según la invención, mantenerse en la célula y el contacto base debe calentarse mediante alimentación de energía encauzada (por ejemplo, mediante radiación láser) a través de esta película.

Otro método para la definición local de la barrera de difusión para el área del contacto base es la colocación en toda la superficie del medio y el calentamiento local y endurecimiento del medio por radiación láser. La parte no calentada del medio puede lavarse posteriormente con facilidad.

Según la invención, el medio empleado como barrera de difusión puede contener una sustancia (por ejemplo, boro, en caso de un semiconductor p) que es adecuada para la dotación del semiconductor. En los siguientes procesos a elevadas temperaturas, esta sustancia de dotación puede difundirse entonces desde este medio al semiconductor y generarse así un área n^+ o p^+ local.

La pasivación de la superficie del lado trasero del cuerpo semiconductor, es decir, el tratamiento electrónico de la superficie del semiconductor mediante una capa de pasivación o un sistema de capas de pasivación puede realizarse antes o después de la colocación de los primeros y segundos contactos eléctricos. Si la pasivación se realiza antes de la colocación de los contactos eléctricos, puede eliminarse localmente, por ejemplo, mediante radiación láser, la capa de pasivación en las superficies donde debe generarse el contacto de emisor.

La conexión eléctrica de los primeros contactos eléctricos unos bajo otros, así como los segundos contactos eléctricos unos bajo otros debe realizarse, según la invención, mediante materiales eléctricamente conductores (por ejemplo, pastas conductoras eléctricas o adhesivos conductores eléctricos). Para ello, estos materiales eléctricamente conductores se colocan en la superficie del lado trasero del conductor donde terminan las primeras depresiones en forma de banda y donde, debido al desplazamiento de las primeras depresiones en forma de banda en la dirección longitudinal, no discurre ninguna segunda depresión en forma de banda entre las primeras depresiones en forma de banda, y deben formar con ello una conexión eléctrica continua entre los primeros contactos eléctricos. Debe procederse del mismo modo con los segundos contactos eléctricos. Según la invención, estos tramos de conexión de los primeros y segundos contactos eléctricos deben utilizarse para la colocación de los conectores eléctricos de células en el módulo.

Otras particularidades, ventajas y características de la presente invención se desprenden de las reivindicaciones, las características a extraer de estas por sí mismas y/o en combinación, así como también de los dibujos 1 a 4.

Estos muestran:

la fig. 1, una representación esquemática de una célula (12) solar con primeros y segundos contactos (22, 23) dispuestos exclusivamente en el lado (13) trasero. Los contactos se encuentran en las primeras paredes (18, 19) de las primeras y segundas depresiones (15, 16) en forma de acanaladuras.

la fig. 2, en detalle, la disposición del contacto (24) base que discurre en gran parte en la barrera (25) de difusión colocada previamente y se calienta localmente por esta en el proceso de fabricación. La trayectoria de la barrera (25) de difusión no se limita en este sentido a la superficie (28) del contacto (24) eléctrico.

la fig. 3, en detalle, la disposición del contacto (26) de emisor que, en la forma de realización mostrada, discurre en gran parte en la capa (27) de pasivación previamente colocada que, en el proceso de fabricación, se ha eliminado localmente en la zona del contacto (26) de emisor.

la fig. 4, una vista en planta de una sección de la superficie del lado trasero de una célula (10) solar con una representación esquemática de la trayectoria de las primeras y segundas depresiones (29, 30) en forma de acanaladura. En la región (31), donde la secuencia de las primeras depresiones (29) en forma de acanaladura, debido al desplazamiento lateral respecto a las segundas depresiones (30) en forma de acanaladura, no se interrumpe por estas segundas depresiones en forma de acanaladura, debe colocarse el material para la conexión de los primeros contactos eléctricos. En la región (32), donde la secuencia de las segundas depresiones (30) en forma de acanaladura, debido al desplazamiento lateral frente a las primeras depresiones (29) en forma de acanaladura, no se interrumpe por estas primeras depresiones en forma de acanaladura, debe aplicarse el material para la conexión de los segundos contactos eléctricos.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una célula (10) solar que comprende un sustrato (11) semiconductor en el que, mediante la energía de radiación incidente, se generan portadores de carga minoritarios y mayoritarios, y que por el lado trasero presenta primeras y segundas estructuras (15, 16) profundizadas en forma de línea o banda con, en cada caso, primeras y segundas paredes (18, 19, 20, 21) longitudinales, presentando las primeras paredes (18) longitudinales de las primeras depresiones (15) en forma de línea o banda una dirección igual o similar a la normal de la superficie y, con ello, una orientación similar o igual a las primeras paredes (19) longitudinales de las segundas depresiones (16) en forma de línea o banda, y las segundas paredes (20) longitudinales de las primeras depresiones (15) en forma de línea o banda presentan una dirección igual o similar a la normal de la superficie y, con ello, una orientación igual o similar a las segundas paredes (21) longitudinales de las segundas depresiones (16) en forma de banda o línea, **caracterizado** porque al menos en algunas o todas las primeras paredes (18) longitudinales de las primeras estructuras (15) en forma de línea o banda profundizadas se aplican primeros contactos (22, 26) eléctricos para acumular y derivar un tipo de portador de carga (es decir, por ejemplo, el portador de carga minoritario) y, al mismo tiempo, en al menos algunas o todas las primeras paredes (19) longitudinales de las segundas estructuras (16) en forma de línea o banda profundizadas se aplican segundos contactos (23, 24) eléctricos para acumular y derivar el otro tipo de portador de carga (es decir, por ejemplo, el portador de carga mayoritario), y porque en las segundas paredes (20, 21) longitudinales en cada caso de las primeras y segundas estructuras (15, 16) en forma de línea o banda profundizadas no se aplican contactos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las primeras y segundas depresiones en forma de línea o banda se generan mediante un procedimiento para la remoción del material semiconductor en el que las zonas del sustrato semiconductor que no deben removerse se protegen utilizando una capa de superficie que es resistente al procedimiento de remoción del material semiconductor.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque los primeros y segundos contactos se colocan al mismo tiempo mediante la vaporización de material con un ángulo α respecto al plano creado desde el sustrato semiconductor, siendo el ángulo de vaporización $\alpha \neq 0^\circ$ y $\alpha \neq 90^\circ$.
4. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque la superficie del lado trasero del sustrato semiconductor está dotada al menos parcial o totalmente con una capa de superficie que impide la difusión de sustancias extrañas.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la capa de superficie que impide la difusión de sustancias extrañas es la misma fuente de una sustancia extraña que es adecuada para la dotación del sustrato semiconductor.
6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado** porque la capa de superficie que impide la difusión de sustancias extrañas se calienta localmente mediante procesos adecuados, por ejemplo, radiación láser, de manera que se modifican sus propiedades físicas y/o químicas respecto a las zonas no calentadas.
7. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 4, 5 y 6, **caracterizado** porque los primeros o segundos contactos eléctricos discurren totalmente en la capa de superficie que impide la difusión de sustancias extrañas, y porque estos primeros o segundos contactos eléctricos atraviesan esta capa de superficie mediante calentamiento local, por ejemplo, mediante radiación láser.
8. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque, antes o después de la aplicación de los primeros y segundos contactos eléctricos, las superficies libres del sustrato semiconductor y todas las demás superficies expuestas se dotan en toda la superficie o en una amplia superficie de una capa o un sistema de capas que es adecuado para tratar electrónicamente la superficie del semiconductor.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado** porque la capa de superficie de pasivación se fabrica antes de la colocación del primer o segundo contacto eléctrico y allí donde debe colocarse el segundo o primer contacto eléctrico se vuelve a eliminar completamente o al menos parcialmente mediante procedimientos adecuados, por ejemplo, radiación láser.
10. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado** porque las primeras depresiones en forma de línea o banda deben disponerse desplazadas lateralmente una cierta separación en su dirección longitudinal respecto a las segundas depresiones en forma de línea o banda.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** porque los primeros contactos eléctricos que se encuentran en las primeras o segundas paredes de las primeras depresiones en forma de línea o banda en la región en la que las primeras depresiones en forma de línea o banda sobresalen, debido al desplazamiento lateral, de las segundas depresiones en forma de línea o banda, se unen entre sí mediante un material eléctricamente conductor adecuado, y los segundos contactos eléctricos que se encuentran en las primeras o segundas paredes de las segundas depresiones en forma de línea o banda en la región en la que las segundas depresiones en forma de línea o banda sobresalen, debido al desplazamiento lateral, de las primeras depresiones en forma de línea o banda, se conectan eléctricamente entre sí mediante un material eléctricamente conductor adecuado.

12. Célula (10) solar que comprende un sustrato (11) semiconductor en el que, mediante la energía de radiación incidente, se generan portadores de carga minoritarios y mayoritarios, y que por el lado trasero presenta primeras y segundas estructuras (15, 16) en forma de línea o banda profundizadas con, en cada caso, primeras y segundas paredes (18, 19, 20, 21) longitudinales, presentando las primeras paredes (18) longitudinales escarpadas de las primeras estructuras (15) en forma de línea o banda profundizadas una dirección igual o similar a la normal de la superficie y, con ello, una orientación similar o igual a las primeras paredes (19) longitudinales escarpadas de las segundas estructuras (16) en forma de línea o banda profundizadas y las segundas paredes (20) longitudinales escarpadas de las primeras estructuras (15) en forma de línea o banda profundizadas presentan una dirección igual o similar a la normal de la superficie y, con ello, una orientación igual o similar a las segundas paredes (21) longitudinales escarpadas de las segundas estructuras (16) en forma de banda o línea, **caracterizada** porque al menos en algunas o todas las primeras paredes (18) longitudinales de las primeras estructuras (15) en forma de línea o banda profundizadas se encuentran primeros contactos (22, 26) eléctricos para acumular y derivar un tipo de portador de carga (por ejemplo, el portador de carga minoritario) y, al mismo tiempo, en al menos algunas o todas las primeras paredes (19) longitudinales de las segundas estructuras (16) en forma de línea o banda profundizadas, se encuentran segundos contactos (23, 24) eléctricos para acumular y derivar el otro tipo de portador de carga (por ejemplo, el portador de carga mayoritario).

13. Célula solar según la reivindicación 12, **caracterizada** porque debajo de los segundos contactos se encuentra parcialmente una capa (25) de superficie que impide la difusión de sustancias extrañas, y porque esta capa (25) de superficie se extiende parcialmente también más allá del área (28) de contacto.

14. Célula solar según al menos una de las reivindicaciones 12 y 13, **caracterizada** porque en la superficie del sustrato semiconductor se encuentra una capa de pasivación o un sistema de capas de pasivación.

15. Célula solar según la reivindicación 14, **caracterizada** porque la capa (27) de pasivación discurre parcialmente por debajo de los primeros y segundos contactos (26).

16. Célula solar según al menos una de las reivindicaciones 12, 13, 14 y 15, en la que las primeras depresiones (29) en forma de línea o banda en el lado trasero están dispuestas desplazadas lateralmente una cierta distancia en su dirección longitudinal frente a las segundas depresiones (30) en forma de línea o banda.

17. Célula solar según la reivindicación 16, **caracterizada** porque los primeros contactos eléctricos que se encuentran en las primeras o segundas paredes de las primeras o segundas depresiones (29, 30) en forma de línea o banda en la región (31) donde las primeras depresiones (29) en forma de línea o banda sobresalen, debido al desplazamiento lateral, de las segundas depresiones (30) en forma de línea o banda se unen eléctricamente entre sí mediante un material eléctricamente conductor adecuado, y los segundos contactos eléctricos que se encuentran en las primeras o segundas paredes de las segundas o las primeras depresiones en forma de línea o banda en la región (32) en la que las segundas depresiones en forma de línea o banda, debido al desplazamiento lateral, sobresalen de las primeras depresiones en forma de línea o banda, se unen eléctricamente entre sí mediante un material eléctricamente conductor adecuado.

18. Célula solar según al menos una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada** porque el lado delantero presenta la misma forma de realización de estructuras de contacto engranadas entre sí que el lado trasero.

Fig. 1

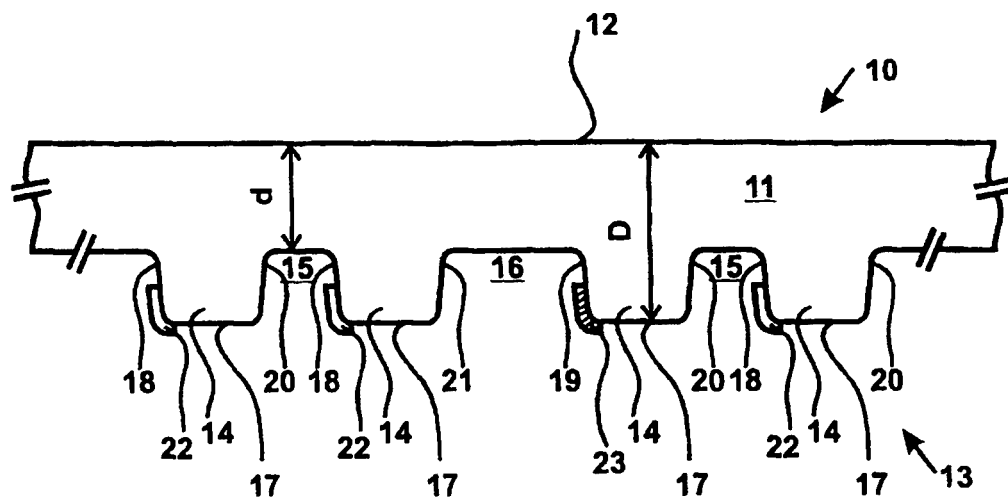


Fig. 2

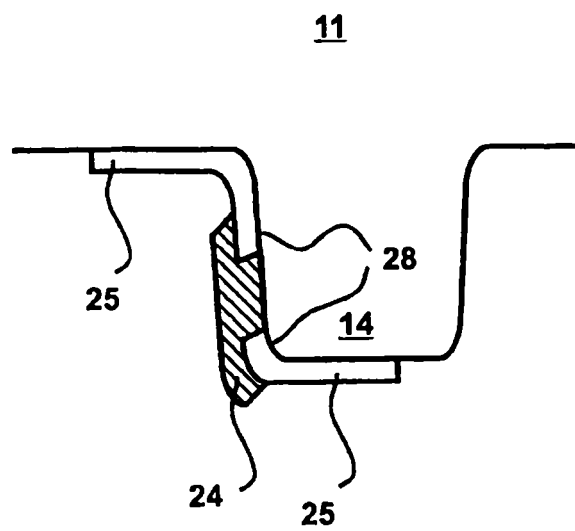


Fig. 3

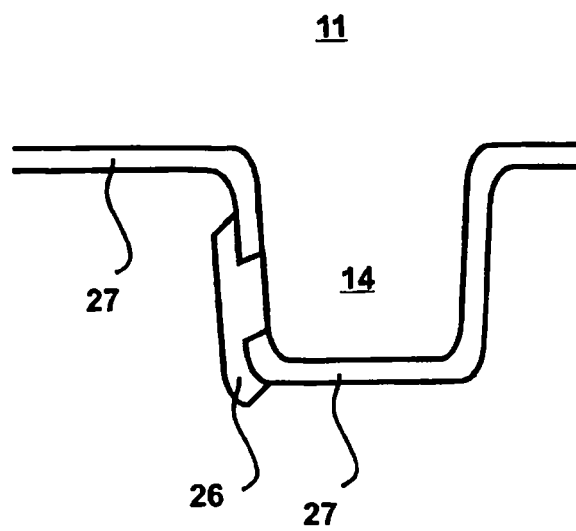


Fig. 4

