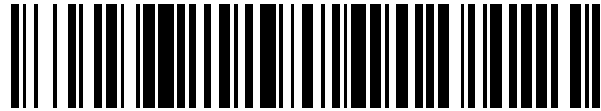


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 486 261**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0224 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.06.2007 E 07722516 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.05.2014 EP 2033228**

54 Título: **Célula solar unilateralmente contactada con transcontactados y procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

10.06.2006 DE 102006027737

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

18.08.2014

73 Titular/es:

**HELMHOLTZ-ZENTRUM BERLIN FÜR
MATERIALIEN UND ENERGIE GMBH (100.0%)
Hahn-Meitner-Platz 1
14109 Berlin, DE**

72 Inventor/es:

**STANGL, ROLF y
GALL, STEFAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 486 261 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 unilateralmente contactada con transcontactados y procedimiento de fabricación.

La invención se refiere a una célula solar unilateralmente contactada constituida por al menos una capa absorbidora estructurada con transcontactados y una capa emisora de materiales semiconductores de dopado diferente dispuesta en toda la superficie de un lado de la capa absorbidora, en donde se generan portadores de carga excedentes en la capa absorbidora por la incidencia de la luz, se separa éstos en la transición pn entre la capa absorbidora y la capa emisora, y se acumulan y evacuan dichos portadores de carga a través de dos sistemas de contacto dispuestos conjuntamente en un lado de la capa absorbidora, contactados eléctricamente desde fuera y aislados uno de otro, y en donde uno de los sistemas de contacto está dispuesto sobre la capa absorbidora y está diseñado como una rejilla de contacto que está cubierta al menos en todo su lado superior con una capa de aislamiento y que está unida de manera eléctricamente conductora con los transcontactados en uno de sus extremos, y el otro sistema de contacto está configurado como una capa de contacto de superficie completa. Asimismo, la invención se refiere a procedimientos para fabricar células solares correspondientes. Las capas absorbidoras pueden estar realizadas como obleas autoportantes o como una capa delgada sobre un sustrato o un supestrato.

Las células solares son componentes que transforman la luz en energía eléctrica. Usualmente, están constituidas por materiales semiconductores que contienen zonas o capas de conductividad diferente para portadores de carga positivos o negativos, zonas de tipo n o zonas de tipo p. Las zonas se denominan emisor y absorbedor. Los portadores de carga excedentes positivos y negativos generados por la luz incidente son separados en la transición pn entre la capa emisora y la capa absorbidora y pueden ser acumulados y evacuados por sistemas de contacto unidos de manera eléctricamente conductora con las respectivas zonas. Contribuyen de manera correspondiente a la potencia eléctrica utilizable de las células solares únicamente los portadores de carga excedentes que alcanzan los sistemas de contacto y no se recombinan previamente con un respectivo portador de carga de polo contrario.

Las células solares unilateralmente contactadas presentan ambos sistemas de contacto para la acumulación separada de los portadores de carga excedentes de la capa absorbidora sobre un lado común. En principio, esto tiene de momento la ventaja de que solamente se tiene que mecanizar un lado para el contactado. En el sentido de la presente invención se emplea el término "contactado de lado frontal" cuando ambos sistemas de contacto se encuentran en el lado (lado frontal) de la célula solar expuesto a la incidencia de la luz durante el funcionamiento. Por el contrario, el término "contactado de lado posterior" se emplea cuando ambos sistemas de contacto están dispuestos en el lado (lado posterior) de la célula solar no expuesto a la incidencia de la luz durante el funcionamiento. Además, se emplea todavía el término "lado superior" en relación con la célula solar. Se quiere dar a entender con este término el lado de la célula solar que es accesible durante el funcionamiento y sobre todo también durante la fabricación. En el caso de una oblea absorbidora son accesibles ambos lados de la célula solar y, por tanto, éstos se denominan lados superiores. En el caso de células solares basadas en una capa delgada con un sustrato o un supestrato se designa cada vez con "lado superior" el respectivo lado de la célula solar opuesto al sustrato o al supestrato. Un sustrato es aquí el lado frontal y un supestrato es el lado posterior.

En la disposición de los sistemas de contacto es importante en primer lugar su eficiencia en la acumulación de portadores de carga. Cuando la capa absorbidora de la célula solar es de calidad electrónica suficientemente buena, es decir que la longitud de difusión aparente efectiva de los portadores de carga minoritarios es sustancialmente mayor que el espesor de la capa absorbidora, la capa emisora puede estar situada entonces en general ventajosamente en el lado posterior de la célula solar. En el caso de un contactado del lado posterior se obtienen entonces especialmente las ventajas de que, en primer lugar, no se presentan pérdidas por sombra debido a un sistema de contacto, lo que conduce a una mejora de la eficiencia de la célula solar, y, en segundo lugar, es posible una sencilla cobertura de toda la superficie del lado de la célula solar – a exponer a la incidencia de la luz durante el funcionamiento – con más capas funcionales. En este caso, se puede tratar, por ejemplo, de una capa de pasivación de campo frontal (Front Surface Field, FSF) para la retrodispersión de los portadores de carga minoritarios o de una capa antirreflejos adicional. Sin embargo, cuando la capa absorbidora es de calidad electrónica relativamente baja, es decir que la longitud de difusión aparente efectiva de los portadores de carga minoritarios es menor que el espesor de la capa absorbidora o es del orden de magnitud de este espesor, la capa emisora deberá estar situada entonces ventajosamente en el lado frontal de la célula solar. Todos los portadores de carga minoritarios de la capa absorbidora, que se generan a una profundidad que es más pequeña que la longitud de difusión aparente efectiva de la capa absorbidora, pueden acumularse entonces de manera fiable. En el caso de un contactado del lado frontal puede estar prevista, para la retrodispersión de portadores de carga minoritarios mejoradora de la eficiencia, una capa de pasivación de campo posterior (Back Surface Field, BSF) (análogamente a una capa de pasivación de campo frontal (Front Surface Field, FSF) en el caso del contactado del lado posterior).

Relevantes para células solares según la invención son en el estado de la técnica los contactados posteriores unilaterales que contactan también el lado frontal por medio de transcontactados a través de la capa absorbidora correspondientemente estructurada. Se trata aquí de las llamadas tecnologías de metalización pasante (Metal-Wrap-Through, MWT) o de emisor pasante (Emitter-Wrap-Through, EWT), en las que un alma metálica, que contacta la

capa emisora frontal a través de una rejilla de contacto, o la propia capa emisora frontal son transcontactadas a través de la capa absorbadora con un sistema de contacto correspondiente dispuesto en el lado posterior de la célula solar.

Estado de la técnica

5 Las células solares unilateralmente contactadas con transcontactados no se han materializado hasta ahora por falta de un procedimiento de fabricación tecnológicamente sencillo y eficiente. Por el estado de la técnica se conocen exclusivamente células solares contactadas tan solo en el lado posterior con transcontactados. Se puede encontrar una buena visión general de células solares contactadas en el lado posterior con transcontactados en la publicación de E. V. Kerschaver et al.: "Back-contact Solar Cells: A Review" (Prog. Photovolt: Res. Appl., 25.05.2005, publicado en línea en Wileys InterScience DOI:10.1002/pip.657). El documento US 3 903 427 revela una célula solar unilateralmente contactada.

10 En el documento US 5.468.652 se revela una tecnología de emisor pasante para células solares basadas en obleas. Se conoce por este documento un contactado puntual en el que se contactan mediante un láser la capa emisora dispuesta en el lado frontal de la capa absorbadora y unos agujeros taladrados a través de la capa absorbadora con un sistema de contacto dispuesto en el lado posterior de la oblea. La capa emisora – como también un BSF opcional – se genera por difusión. En este caso, el otro sistema de contacto para evacuar los portadores de carga minoritarios está aislado con respecto al lado posterior de la oblea y está dispuesto de manera encajonada (interdigitada) con el un sistema de contacto para evacuar los portadores de carga minoritarios, que no está aislado con respecto al lado posterior de la oblea. En particular, es necesaria una separación estructurada del lado posterior de la capa emisora y la capa absorbadora o la capa BSF, incluyendo los dos sistemas de contacto interdigitados. Esto se efectúa aquí mediante una retirada selectiva de una capa de óxido aislante y una difusión selectiva.

15 Una tecnología alternativa de emisor pasante para células solares basadas en obleas es conocida como célula solar RISE-EWT (véase la publicación de P. Engelhardt et al.: "The RISE-EWT Solar Cell – A New Approach Towards Simple – High Efficiency Silicon Solar Cells", 15th International Photovoltaic Science and Engineering Conference, Shanghai, China, 2015, páginas 802-803). La separación estructurada del lado posterior de la capa emisora y la capa absorbadora o la capa BSF, incluyendo los dos sistemas de contacto interdigitados en el lado posterior de la oblea, se efectúa aquí por medio de una estructuración con láser (generación de depresiones a manera de peine), de modo que se puede depositar sobre toda la superficie del lado posterior un metal que forma después los dos sistemas de contacto.

20 Asimismo, se conoce por el documento DE 696 31 815 T2 una homocélula solar cristalina contactada en el lado posterior, basada en una oblea, sin transcontactados, en la que está prevista una rejilla de contacto rodeada con una capa de aislamiento, sobre la cual está dispuesta, con intercalación de una capa de aislamiento, una capa de contacto de superficie completa. Sin embargo, en esta célula solar de homocontacto se efectúa una estructuración de la capa emisora por contradopado de la capa absorbadora con dopantes de la rejilla de contacto. Por tanto, la capa emisora no está configurada como una capa funcional autónoma, sino que está formada directamente debajo de la rejilla de contacto por pequeñas zonas integradas en la capa absorbadora. Debido a los complejos procesos de difusión no se puede crear una transición p-n nítida. La capa de aislamiento aplicada sobre la rejilla metálica puede formarse por un óxido selectivo, por ejemplo óxido de aluminio.

25 En el documento DE 198 54 269 A1 se describe una heterocélula solar basada en una capa delgada con un sustrato y con transcontactados, en la que uno de los sistemas de contacto está configurado ciertamente como una rejilla de contacto, pero está integrado directamente en el lado posterior de la capa absorbadora delante de un sustrato eléctricamente conductor. El otro sistema de contacto está configurado como una capa de contacto de superficie completa y está dispuesto en el lado posterior del sustrato eléctricamente conductor (figura 6). Por tanto, la conductividad eléctrica del sustrato es esencial para el funcionamiento. La rejilla de contacto entre la capa absorbadora y el sustrato está revestida completamente por una capa de aislamiento para evitar una unión directa e indirecta eléctricamente conductora de la capa absorbadora con la rejilla de contacto. La unión eléctricamente conductora de la rejilla de contacto exclusivamente con la capa emisora se obtiene por medio de transcontactados a través de la capa absorbadora en forma de aberturas de paso a través de las capas emisora y absorbadora formadas en toda la superficie. Las aberturas de paso están parcialmente rellenas de material emisor y parcialmente de material de rejilla de contacto y, por tanto, son correspondientemente difíciles de materializar en el aspecto tecnológico. En la figura 3 se representa una forma de realización con dos sistemas de contacto interdigitados que, empotrados en una capa de aislamiento, se aplican directamente sobre el sustrato. Para el contactado se necesitan dos contactados puntuales diferentes. A este fin, se producen agujeros a través de la capa emisora, la capa absorbadora y la capa de aislamiento que, en el caso de un contactado puntual de la capa emisora, tienen que producirse en dos etapas y revestirse con material emisor; en el caso de un contactado puntual de la capa absorbadora se rellena selectivamente de metal solamente la zona inferior de los agujeros. Como alternativa, el sistema de contacto que está previsto para el contactado de la capa absorbadora puede depositarse también sin aislar sobre el sustrato. Este sistema es contactado entonces directamente con la deposición de la capa absorbadora. Esto ahorra el contactado puntual de la capa absorbadora, pero, en cambio, las capas de contacto

sobre el sustrato se tienen que estructurar correspondientemente de manera aislante/no aislante. Sin embargo, en todas las formas de realización ambos sistemas de contacto dispuestos en el lado inferior de la célula solar (el lado más próximo al sustrato) están situados por debajo de las capas activas de la célula solar y, por tanto, son correspondientemente difíciles de fabricar y de contactar.

5 En el documento WO 03/019674 A1 se revela una célula solar de superestrato basada en una capa delgada en una configuración de dopado $n^{++}ip$ con un contactado del lado posterior mediante dos tipos de contactados para la capa n^{++} y la capa p. La capa i intrínsecamente dopada puede considerarse aquí como capa absorbidora y las capas n^{++} -dopadas o p-dopadas pueden considerarse como capa emisora y como capa BSF, respectivamente. Ambos sistemas de contacto están situados aquí en el lado superior de la célula solar (el lado más alejado del superestrato, que representa al mismo tiempo el lado posterior de la célula solar) por encima de las capas activas de la célula solar (consistentes en la capa emisora, la capa absorbidora y la capa de pasivación de campo) y son transcontactados por contactados puntuales con la capa p a través de una capa de aislamiento y con la capa n^{++} a través de la capa de aislamiento, la capa p y la capa i. Los contactados puntuales son metálicos en el caso de la capa p; en el caso de la capa n^{++} los agujeros tienen que revestirse con un material emisor (una capa n). Los diferentes contactados puntuales se agrupan ahora sobre franjas de contacto en el lado superior de la célula solar para obtener los dos sistemas de contacto estructurados. En particular, se indica aquí también la posibilidad de un conexionado serie y paralelo integrado de un módulo de célula solar terminado.

Planteamiento del problema

20 El problema de la invención estriba en indicar una célula solar unilateralmente contactada con transcontactados, que pueda materializarse de una manera fuertemente simplificadora en el aspecto tecnológico tanto para células solares basadas en obleas como para células solares de capa delgada en la configuración de sustrato o de superestrato. En el caso de una célula solar basada en una oblea esto significa que, con excepción de la sencilla producción de agujeros en la oblea, no deberán ser necesarias otras medidas de estructuración. En el caso de células solares de capa delgada, esto significa que deberá necesitarse solamente todavía un tipo de contactado puntual. En conjunto, se deberán simplificar considerablemente la constitución y la fabricación de los sistemas de contacto. En este caso, tanto para células solares basadas en obleas como para células solares basadas en capas delgadas, todas las capas activas de la célula solar y la segunda capa de contacto deberán depositarse en toda la superficie. No obstante, deberán proporcionarse aquí células solares que trabajen fiablemente con un alto rendimiento gracias a la previsión de capas de pasivación de campo. Asimismo, se deberán indicar también contactados del lado frontal tecnológicamente convenientes, así como transcontactados de capas de pasivación de campo. Los procedimientos para la fabricación de tales células solares deberán ser eficientes, baratos y sencillamente adaptables en sus posibilidades de ejecución.

35 La solución de este problema según la invención puede encontrarse en la reivindicación de producto y en las reivindicaciones de procedimiento paralelas. Se indican modificaciones ventajosas en las respectivas reivindicaciones subordinadas asociadas y estas modificaciones se explican con detalle en lo que sigue en relación con la invención.

40 La célula solar según la invención presenta dos capas funcionales de células solar opuestas y eléctricamente conductoras, la capa emisora y una capa de pasivación de campo, que se encuentran separadas una de otra en los lados frontal y posterior de la capa absorbidora, siendo transcontactada una de las dos capas funcionales de la célula solar a través de la capa absorbidora. Los sitios transcontactados se unen uno con otro de manera eléctricamente conductora a través de una rejilla de contacto metálica y se aíslan eléctricamente sobre la superficie de la rejilla de contacto. La rejilla de contacto aislada hacia fuera se encuentra situada entonces entre la capa absorbidora y una capa funcional de la célula solar que se deposita sobre toda la superficie. La capa funcional de la célula solar (que no ha sido transcontactada) es contactada con una capa de contacto en toda la superficie. Se suprime así completamente una complicada estructuración o un aislamiento bilateral de los sistemas de contacto. 45 Ambas capas funcionales de la célula solar, la capa emisora y la capa de pasivación de campo, están siempre sin estructurar, con lo que se puede reducir aún más el gasto de fabricación y se puede aumentar aún más el grado de eficiencia. La estructuración de la capa absorbidora se limita a la generación de transcontactados geoméricamente muy sencillos, y se suprime una estructuración integradora de la rejilla de contacto. En la célula solar según la invención no se presentan tampoco complicadas estructuraciones de zonas de la capa emisora o de la capa de pasivación de campo. Ambos sistemas de contacto están siempre separados uno de otro por una capa de aislamiento y otra capa funcional de la célula solar (capa emisora o capa de pasivación de campo), pero se encuentran situados siempre en el lado superior de la célula solar (en una célula solar basada en una capa delgada el lado opuesto al sustrato o al superestrato) fácilmente accesible para la fabricación. Las diferentes formas de realización alternativas de la invención se fundamentan en una realización como célula solar autoportante basada en una oblea o en una realización como célula solar de capa delgada en configuración alternativa de sustrato o de superestrato y un transcontactado alternativo de capa emisora o de capa de pasivación de campo con una capa emisora dispuesta en el lado frontal o en el lado posterior (con respecto a la incidencia de la luz).

Con ayuda de la tecnología de emisor pasante se puede materializar en la invención un contactado del lado

posterior en el caso de una capa de emisor dispuesta en el lado frontal. Por el contrario, si se transcontacta en la invención una capa de pasivación de campo (FSF pasante o BSF pasante), se pueden minimizar entonces las pérdidas óhmicas de los portadores de carga mayoritarios que ya no fluyen ahora por la capa absorbidora, sino que fluyen a través de la capa FSF hasta la rejilla de contacto, a condición de que la capa de pasivación de campo transcontactada conduzca mejor que la capa absorbidora. Particularmente para células solares basadas en capas delgadas que se depositan sobre un sustrato o un superestrato, puede ser ventajoso también un contactado del lado frontal, por ejemplo cuando la superficie limita del absorbidor puede pasivarse de forma óptima con la capa funcional últimamente depositada de la célula solar (capa emisora o capa de pasivación de campo). La capa de contacto de superficie completa, que contacta la capa emisora o la capa de pasivación de campo, se construye entonces como transparente. En una célula solar basada en una capa delgada se tiene que en la invención ambos sistemas de contacto se encuentran situados siempre en el lado superior, es decir, en el lado de la célula solar fácilmente accesible, o sea que los contactos no están especialmente enterrados y, por tanto, son también fácilmente accesibles, especialmente también en lo que respecta a un conexionado serie o en paralelo posterior con ayuda de sencillas pasos de estructuración adicionales. En células solares basadas en obleas ambos lados de la capa absorbidora son en principio fácilmente accesibles y pueden servir como lado superior para disponer los dos sistemas de contacto.

Un transcontactado de capas de pasivación de campo (FSF pasante o BSF pasante) o de ambos sistemas de contacto dispuestos en el lado frontal de la célula solar no es conocido por el estado de la técnica. Además, los transcontactados se diferencian fundamentalmente de la presente invención en el sentido de que, según el estado de la técnica, ambos sistemas de contacto tienen que encontrarse situados siempre “fuera” de las capas activas de la célula solar (consistentes en la capa emisora, la capa absorbidora y la capa de pasivación de campo) mientras que en el sentido de la invención la rejilla de contacto se encuentra siempre “dentro” de las capas de la célula solar, es decir, entre la capa absorbidora y la capa emisora o entre la capa absorbidora y una capa de pasivación de campo. Además, ambos sistemas de contacto están situados siempre en el lado superior de la célula solar fácilmente accesible en el aspecto tecnológico. En el sentido de la invención esto significa, especialmente en el caso de un transcontactado de células solares basadas en capas delgadas, que se necesita ahora solamente todavía un tipo de contactado (transcontactado de la capa de la célula solar que se encuentra situada en el lado inferior, es decir, en el lado de la capa absorbidora más próximo al sustrato/superestrato), y ya no se necesitan dos tipos de contactado (transcontactado de la capa emisora y contactado de la capa absorbidora o la capa de pasivación de campo). En el caso de una célula solar basada en una oblea esto significa que ahora no tienen que realizarse complicadas estructuraciones adicionales de la capa absorbidora o de los sistemas de contacto, ya que el segundo sistema de contacto (la capa de contacto) puede depositarse sobre toda la superficie. Con excepción de la sencilla producción de agujeros en la oblea, no son necesarias medidas de estructuración adicionales y todas las capas activas de la célula solar pueden depositarse en toda la superficie.

(A) Células solares basadas en obleas contactadas en el lado posterior

Una célula solar en la que la capa emisora se encuentra en el lado posterior puede suministrar altos rendimientos solamente cuando la longitud de difusión aparente de los portadores de carga minoritarios de la oblea sea sensiblemente mayor que el espesor de la oblea. Se necesita entonces en general una oblea de calidad electrónica muy alta (oblea FZ). En obleas con calidad electrónica moderada (obleas CZ, poli-cSi, EFG) la capa emisora deberá emplazarse en el lado frontal. Sin embargo, puede utilizarse entonces a su vez el contactado de lado posterior según la invención llevando puntual/parcialmente la capa emisora a través de aberturas de paso (agujeros o hendiduras) de la oblea hasta el lado posterior de la célula solar (concepto de “emisor pasante”). Las aberturas de paso de la oblea pasan a ser entonces parte de la capa emisora, la cual se aplica, a continuación de la estructuración de la oblea, sobre el lado frontal de la heterocélula solar. Al unir los transcontactados de la capa emisora por medio de una rejilla de contacto se puede impedir en principio un cortocircuito de la capa absorbidora con la rejilla de contacto. Las aberturas de paso están adaptadas a la forma geométrica de la rejilla de contacto, es decir que tienen forma de hendidura en el caso de dedos de contacto, o bien está prevista una capa eléctricamente aislante (por ejemplo, una capa de óxido) sobre la capa absorbidora entre los transcontactados puntiformes.

Si se deja la capa emisora construida como capa delgada sobre el lado posterior de la célula solar, la capa de pasivación frontal, cuando ésta esté configurada como una capa de pasivación de campo conductiva frontal FSF (por ejemplo, a-Si:H), puede ser llevada puntual/parcialmente de manera análoga hasta el lado posterior de la célula solar por medio de transcontactados de la capa absorbidora. El concepto de “FSF pasante” definido nuevamente de este modo corresponde aproximadamente al concepto de “metalización pasante” conocido para células solares contactadas en el lado posterior, transcontactándose por la capa absorbidora, en lugar del metal, una capa de pasivación de campo frontal FSF. Se pueden minimizar así las pérdidas óhmicas de los portadores de carga mayoritarios, que ya no circulan ahora por la oblea como capa absorbidora, sino que circulan a través de la capa de pasivación de campo frontal hasta la rejilla de contacto, a condición de que la capa de pasivación de campo frontal transcontactada conduzca mejor que la propia oblea. Gracias a esta medida se puede mejorar la resistencia en serie y, por tanto, el factor de llenado de una célula solar de esta clase contactada en el lado posterior y dotada de una capa emisora en el lado posterior.

Ambos sistemas de contacto pueden colocarse en este caso sobre el lado posterior de la oblea sin que tenga que realizarse una estructuración tecnológicamente complicada de la capa emisora o de la oblea. Un procedimiento de fabricación preferido para ello y unas modificaciones ventajosas pueden presentarse en la forma siguiente:

5 - *Producción de una capa de protección eléctricamente aislante sobre toda la superficie del lado posterior de la oblea.*

La oblea es provista en su lado posterior (el lado de la célula solar alejado de la luz durante el funcionamiento) de una capa de protección eléctricamente aislante. Ésta protege la superficie del lado posterior de la oblea durante la estructuración posterior de la oblea y es retirada de nuevo más tarde. Además, sirve de capa de aislamiento en el caso de configuraciones de emisor pasante.

10 - *Estructuración de la oblea para producir transcontactados de forma de puntos, líneas, rejillas o redes.*

Se producen (por ejemplo, mediante estructuración con láser) unos agujeros o hendiduras en la oblea. Éstos sirven posteriormente como perforaciones de forma de puntos, líneas, rejillas o redes de la capa funcional que se genera sobre el lado frontal (el lado de la célula solar vuelto hacia la luz durante el funcionamiento).

15 - *Texturación y pasivación de toda la superficie del lado frontal de la oblea para reducir reflexiones exteriores e interiores.*

- *Generación de la capa emisora o una capa de pasivación de campo sobre toda la superficie del lado frontal de la oblea con incorporación de transcontactados.*

20 Se difunde para ello convencionalmente la oblea o se deposita sobre el lado frontal de la oblea una capa emisora o una capa de pasivación de campo frontal realizada en toda la superficie como capa delgada, que llena o enmarca los agujeros/hendiduras (por ejemplo, a-Si:H). Los agujeros/hendiduras de la oblea pasan así a ser parte de la capa funcional que se ha aplicado sobre el lado frontal de la célula solar.

- *Deposición de uno de los sistemas de contacto en forma de una rejilla de contacto sobre el lado posterior de la oblea con cobertura de los transcontactados.*

25 A continuación, se aplica la rejilla de contacto metálica (por ejemplo, Al) sobre la capa de protección eléctricamente aislante del lado posterior de la oblea. Es de tener en cuenta a este respecto que los agujeros/hendiduras se encuentren siempre debajo de los dedos de contacto de la rejilla de contacto. Esto puede efectuarse, por ejemplo, por serigrafía o mediante una deposición metálica con ayuda de máscaras de sombra o fotolitografía. Se coloca aquí un alma metálica en el borde de la oblea. En el caso de una configuración de emisor pasante, la rejilla de contacto sirve para evacuar los portadores de carga minoritarios excedentes generados en la oblea (capa absorbadora), los cuales son acumulados por la capa emisora. En el caso de una configuración de FSF pasante, la rejilla de contacto sirve para evacuar los portadores de carga mayoritarios excedentes generados en la oblea (capa absorbadora).

30 - *Generación de una capa de aislamiento eléctrico que impida también una tunelización pasante de portadores de carga en toda la superficie libre de la rejilla de contacto.*

35 La rejilla de contacto es rodeada entonces con una capa de aislamiento en toda su superficie libre. Esto puede efectuarse a su vez de maneras diferentes: mediante serigrafía o mediante la deposición de una capa de aislamiento con ayuda de máscaras de sombra o fotolitografía o mediante la generación de un óxido metálico térmico o electroquímico sobre la superficie de la rejilla de contacto.

- *Descubrimiento del lado posterior de la oblea sin perjudicar a la capa de aislamiento aplicada sobre la rejilla de contacto.*

40 Mediante corrosión selectiva (por ejemplo, inmersión en HF) se descubre/limpia ahora la mayor parte del lado posterior de la oblea, que no está cubierto por la rejilla de contacto, mediante la retirada de la capa de protección eléctricamente aislante, pero sin que se retire con ello la capa de aislamiento de la rejilla de contacto.

- *Deposición de la capa emisora o de la capa de pasivación de campo, que no ha sido generada en el lado frontal de la oblea, sobre toda la superficie del lado posterior de la oblea con pasivación simultánea de las mismas.*

45 Sobre la superficie completa de todo el lado posterior de la oblea se deposita entonces (con excepción de un alma en el borde) la otra capa funcional (por ejemplo, a-Si:H). Ésta cubre tanto la superficie de la oblea como la superficie de la rejilla de contacto y tiene que estar en condiciones de pasivar bien la superficie descubierta de la oblea.

- *Deposición del otro sistema de contacto en forma de una capa de contacto sobre toda la superficie de la capa emisora o la capa de pasivación de campo aplicada sobre el lado posterior de la oblea.*

50 A continuación, se contacta metálicamente (por ejemplo, Al) toda la superficie de la otra capa funcional (con

excepción del alma en el borde). La capa de contacto metálica sirve, en el caso de una configuración de emisor pasante, para evacuar los portadores de carga mayoritarios excedentes generados en la oblea (capa absorbadora) y, en el caso de una configuración de pasivación de campo frontal pasante, para evacuar los portadores de carga minoritarios excedentes generados en la oblea (capa absorbadora) y que se acumulan a través de la capa emisora.

5 - *Contactado eléctrico de la rejilla de contacto y de la capa de contacto.*

Debido al contactado eléctrico del alma (eventualmente después de retirar la capa de aislamiento en el alma) y de la capa de contacto queda entonces lista para funcionar la heterocélula solar. Los dos sistemas de contacto (alma de la rejilla de contacto metálica aislada sobre c-Si y capa de contacto de superficie completa sobre a-Si:H) se encuentran situados en el lado posterior de la heterocélula solar y pueden conectarse en serie o en paralelo en el lado posterior como un módulo de una manera tecnológicamente muy sencilla. Si se coloca el alma de la rejilla de contacto en el borde de una oblea de c-Si cuadrada, el alma de la rejilla de contacto y la capa de contacto pueden conectarse entonces en serie o en paralelo de una manera sencilla mediante un contactado directo (por ejemplo, con ayuda de una cinta de cobre conductivamente adhesiva).

(B) Células heterosolares basadas en capas delgadas, configuración de sustrato y superestrato

15 Se pueden aplicar también conceptos análogos a heterocélulas solares basadas en capas delgadas. En éstas los dos sistemas de contacto de evacuación de corriente se encuentran convenientemente en el lado superior de la célula solar para simplificar el procesamiento. Esto corresponde a un contactado del lado frontal en la configuración de sustrato y a un contactado del lado posterior en la configuración de superestrato. Sin embargo, en ningún caso se tiene que incorporar también el sustrato o el superestrato en el contactado eléctrico. Por tanto, éstos no tienen que ser eléctricamente conductores y pueden consistir ventajosamente en vidrio sencillo.

20 En la tecnología de capa delgada se depositan secuencialmente todas las capas comenzando por el sustrato o por el superestrato; éstos, con independencia de su empleo posterior como sustrato o como superestrato, se designan en lo que sigue como situados abajo. Por tanto, los términos empleados tales como lado superior/lado inferior de una capa se refieren al lado del sustrato más alejado/más próximo respecto del sustrato o el superestrato, mientras que términos tales como lado frontal/lado posterior de una capa se refieren a la incidencia de la luz.

Dado que una capa absorbadora delgada solo se puede depositar en general con una relativa abundancia de defectos, se ajusta convenientemente el espesor de la capa absorbadora de modo que sea del orden de magnitud de la longitud de difusión aparente de los portadores de carga minoritarios de la capa absorbadora. Se pueden seguir acumulando entonces con precisión todos los portadores de carga minoritarios generados en la capa absorbadora, ya que allí se generan más portadores de carga minoritarios que se evacuan después más rápidamente a través de la transición p/n allí formada.

30 Por tanto, en la configuración de sustrato y en la configuración de superestrato la capa emisora delgada está situada convenientemente sobre el lado frontal de la capa absorbadora delgada, mientras que en su lado posterior puede presentarse una capa de pasivación de campo delgada altamente conductora. Dado que en el marco de la tecnología de capa delgada todas las capas funcionales de la célula solar se depositan secuencialmente sobre el sustrato/superestrato, esto significa que en la configuración de sustrato se depositan primero la capa de pasivación de campo posterior (BSF), luego la capa absorbadora y después la capa emisora, mientras que en la configuración de superestrato se depositan correspondientemente primero la capa emisora, luego la capa absorbadora y después la capa de pasivación de campo posterior (BSF). La capa funcional de la célula solar que se encuentra debajo de la capa absorbadora es transcontactada ahora a través de ésta para que ambos sistemas de contacto puedan disponerse en el lado frontal de la heterocélula solar. La capa funcional a transcontactar consiste en una capa de pasivación de campo posterior (BSF) en el caso de la configuración de sustrato (BSF pasante) o bien consiste en la capa emisora en el caso de la configuración de superestrato (emisor pasante).

45 Por ejemplo, una heterocélula solar basada en una capa delgada con una capa de emisor frontal en configuración de sustrato consiste en una capa de poli-c-Si altamente dopada, generada por cristalización inducida por metal y actuante como capa de pasivación de campo posterior, que sirve al mismo tiempo como capa de siembra para la capa absorbadora delgada, una capa absorbadora de poli-c-Si epitácticamente depositada a partir de la fase gaseosa, del mismo tipo de dopado, con dopado más débil, y una capa emisora de a-Si:H amorfa depositada a partir de la fase gaseosa y dotada de un dopado opuesto. Análogamente, por ejemplo, una heterocélula solar basada en una capa delgada con una capa emisora frontal en configuración de superestrato consiste en una capa de poli-c-Si altamente dopada, generada por cristalización inducida por metal y actuante como capa emisora, que sirve al mismo tiempo como capa de siembra para la capa absorbadora, una capa absorbadora de poli-c-Si epitácticamente depositada a partir de la fase gaseosa y dotada de un dopado opuesto, y una capa de pasivación de campo posterior de a-Si:H amorfa depositada a partir de la capa gaseosa y dotada del mismo tipo de dopado que la capa absorbadora.

En principio, la capa emisora puede estar dispuesta también sobre el lado posterior de la célula solar. No obstante,

esta disposición es conveniente solamente cuando el espesor de la capa absorbidora puede elegirse tan pequeño que sea sensiblemente menor que la longitud de difusión aparente de los portadores de carga minoritarios en la capa absorbidora. Solamente entonces se asegura que los portadores de carga minoritarios generados principalmente en la capa absorbidora frontal alcancen también la capa emisora sin pérdidas por recombinación apreciables. Bajo el requisito simultáneo de una absorptividad suficientemente alta de la capa absorbidora, esto requiere la deposición de una capa absorbidora con muy pocos defectos. Si se produce esto y la pasivación de superficies límite de la capa de pasivación de campo es mejor que la de la capa emisora (lo que ocurre frecuentemente, ya que ésta puede optimizarse especialmente en este aspecto), la disposición posterior de la capa emisora es entonces ventajosa, ya que la pasivación del lado frontal de la heterocélula solar es más importante que la del lado posterior.

Dado que en el marco de la tecnología de capa delgada todas las capas funcionales de la célula solar pueden depositarse secuencialmente sobre el sustrato o el superestrato, esto significa que en la configuración de sustrato se depositan primero la capa emisora, luego la capa absorbidora y después la capa de pasivación de campo frontal (FSF), mientras que en la configuración de superestrato se depositan correspondientemente primero la capa de pasivación de campo frontal (FSF), luego la capa absorbidora y después la capa emisora. La capa funcional de la célula solar que se encuentra por debajo de la capa absorbidora deberá ser ahora a su vez transcontactada a través de ésta para que ambos sistemas de contacto puedan disponerse sobre el lado superior de la célula solar. Por tanto, esta es la capa emisora en el caso de la configuración de sustrato (emisor pasante) o la capa de pasivación de campo frontal (FSF) en el caso de la configuración de superestrato (FSF pasante).

Por ejemplo, una heterocélula solar basada en una capa delgada con capa emisora posterior en configuración de sustrato consiste en una capa de poli-c-Si altamente dopada, generada por cristalización inducida por metal y actuante como capa emisora que sirve al mismo tiempo como capa de siembra para la capa absorbidora delgada, una capa absorbidora de poli-c-Si epitácticamente depositada a partir de la fase gaseosa y dotada de un dopado opuesto, y una capa de pasivación de campo frontal (FSF) de a-Si:H amorfamente depositada a partir de la fase gaseosa y dotada del mismo tipo de dopado que la capa absorbidora. Análogamente, por ejemplo, una heterocélula solar basada en una capa delgada con capa emisora posterior en configuración de superestrato consiste en una capa de poli-c-Si altamente dopada, generada por cristalización inducida por metal y actuante como capa de pasivación de campo frontal (FSF) que sirve al mismo tiempo como capa de siembra para la capa absorbidora delgada, una capa absorbidora de poli-c-Si epitácticamente depositada a partir de la fase gaseosa y dotada del mismo tipo de dopado, con dopado más débil, y una capa emisora de a-Si:H amorfamente depositada a partir de la capa gaseosa y dotada de un dopado opuesto. La capa funcional de la célula solar que se encuentra por debajo de la capa absorbidora y, por tanto, está más próxima al sustrato/superestrato puede ser transcontactada ahora, a través de unas aberturas de paso previstas en la capa absorbidora, con el lado frontal de la capa absorbidora que está situado más lejos del sustrato/superestrato. Los portadores de carga de la capa absorbidora que son acumulados por la capa funcional correspondiente son acumulados ahora sobre el lado frontal de la capa absorbidora a través de la rejilla de contacto metálica cubierta de manera aislante. Es de tener en cuenta a este respecto que los dedos de la rejilla de contacto cubran las respectivas aberturas de paso en la capa absorbidora. La rejilla de contacto está integrada aquí en la segunda capa funcional de la célula solar (depositable sobre toda la superficie). Ambos sistemas de contacto se encuentran situados en el lado superior de la célula solar. La estructuración de la capa absorbidora se limita entonces a la simple generación de aberturas de paso (agujeros o hendiduras). Ambas capas funcionales de la célula solar (capa emisora y capa de pasivación de campo) pueden depositarse ventajosamente sobre toda la superficie. Un procedimiento de fabricación preferido para una célula solar basada en una capa delgada de esta clase y unas modificaciones ventajosas pueden presentarse en la forma siguiente:

- Aplicación de la capa emisora o de una capa de pasivación de campo y de la capa absorbidora sobre un sustrato o un superestrato.

Sobre un sustrato/superestrato (por ejemplo, vidrio) se aplica por la tecnología de película delgada un paquete de capas constituido por una primera capa funcional y una capa absorbidora delgada. Según la configuración deseada de la célula solar basada en una capa delgada, esto consiste en el paquete de capas integrado por capa emisora/capa absorbidora o el paquete de capas integrado por capa de pasivación de campo/capa absorbidora (por ejemplo, el paquete de capas integrado por una capa de siembra de poli-c-Si altamente dopada sobre vidrio/una capa absorbidora de poli-c-Si epitácticamente depositada con bajo dopado). Se necesitan eventualmente para esto todavía una o varias capas funcionales como capas intermedias (entre el sustrato/superestrato y la primera capa funcional) que sirvan de capas tampón/reflexión/siembra o pasivación para aumentar la eficiencia de la célula solar. Por ejemplo, se pueden utilizar capas tampón con un espesor de capa lo más pequeño posible entre la capa emisora y la capa absorbidora para pasivar mejor la superficie libre entre el emisor y el absorbidor. En el caso de silicio amorfo dopado como material emisor sobre una oblea de silicio cristalino como capa absorbidora, la capa tampón realizada, por ejemplo, como una capa ultradelgada (aproximadamente 5 nm) puede consistir en silicio amorfo intrínseco (no dopado). Sin embargo se pueden formar también capas tampón de una sal, por ejemplo de cloruro de cesio. Se abarca entonces un dipolo de superficie correspondiente y también se suprime la recombinación de superficie límite en la transición pn. Además, en caso necesario, se puede texturar la superficie de la capa

absorbedora.

El espesor de la capa emisora está dimensionado siempre de modo que los portadores de carga de la capa absorbadora puedan llegar al lado posterior de la capa emisora alejado de la capa absorbadora. Asimismo, la capa emisora puede consistir en un material tal que quede abarcada hacia la capa absorbadora una transición pn de buena pasivación, debiéndose mantenerse una tasa máxima de recombinación de superficie límite de los portadores de carga de 10^5 recombinaciones/cm²s. Sin embargo, hay que aspirar a una tasa de recombinación de superficie límite de, por ejemplo, 10^2 recombinaciones/cm²s.

- *Estructuración de la capa absorbadora con simples abertura de paso para generar transcontactados de forma de puntos, líneas, rejillas o redes de la capa emisora o la capa de pasivación de campo a través de la capa absorbadora.*

Se producen (por ejemplo, por estructuración con láser o mediante corrosión selectiva) unos agujeros o hendiduras en la capa absorbadora. Estos sirven más tarde como perforaciones de forma de puntos, líneas, rejillas o redes de la primera capa funcional que se ha depositado por debajo de la capa absorbadora. En el caso de una configuración de emisor pasante se tiene que generar previamente todavía una capa de aislamiento de superficie completa (por ejemplo, un óxido PECVD depositado en toda la superficie) sobre la superficie de la capa absorbadora. En el caso de una configuración de BSF pasante o FSF pasante, esto es opcional.

Como alternativa, en el caso de un transcontactado metálico en la configuración de BSF pasante o FSF pasante, se puede prescindir también de la estructuración precedente de la capa absorbadora cuando, por ejemplo, se apliquen por evaporación térmica una rejilla de contacto metálica o puntos de contactos metálicos (por ejemplo, Al) sobre la superficie de la capa absorbadora y a continuación se recueza el paquete de capas delgadas. De este modo, debido a la formación preferida de picos, el metal puede hincarse en la capa absorbadora (por ejemplo, especialmente el sistema Al sobre Si), de modo que se transcontacta al metal hacia la capa de pasivación de campo posterior o frontal. Este paso del procedimiento puede efectuarse entonces también en paralelo con la aplicación de la rejilla de contacto sobre un lado de la capa absorbadora.

- *Llenado de las aberturas de paso con un material de capa funcional o un material eléctricamente conductor.*

Las aberturas de paso producidas (agujeros/hendiduras) en la capa absorbadora se rellenan ahora con un material funcional que corresponde a la función de la segunda capa funcional de la célula solar, o con un material conductor. Es de hacer notar a este respecto que, para el llenado con un material conductor, éste tiene que estar eléctricamente aislado con respecto a la capa absorbadora en el caso de la configuración de emisor pasante, es decir que en este caso las aberturas de paso tienen que revestirse primero interiormente con un material aislante y a continuación tienen que llenarse con un material conductor. En el caso de una configuración de BSF pasante o FSF pasante, esto es opcional. En el caso del llenado con un material metálico, este paso del procedimiento puede realizarse también al mismo tiempo (en paralelo) que el paso del procedimiento para la aplicación de la rejilla de contacto, a cuyo fin se aplica (por ejemplo, por serigrafía) una pasta metálica que llena después también las aberturas de paso.

- *Deposición de uno de los sistemas de contacto en forma de una rejilla de contacto sobre el lado de la capa absorbadora opuesto a la capa emisora o a la capa de pasivación de campo.*

A continuación, se aplica la rejilla de contacto metálica (por ejemplo, Al) sobre el lado superior de la capa absorbadora. En el caso de una configuración de emisor pasante, esto tiene que efectuarse sobre la capa de protección eléctricamente aislante que se generó antes de manera correspondiente en el lado de la capa absorbadora vuelto hacia la capa de pasivación de campo, y en el caso de una configuración de BSF pasante o FSF pasante, esto es opcional. Al aplicar la rejilla de contacto hay que tener en cuenta que las aberturas de paso en la capa absorbadora se encuentren siempre debajo de los dedos de la rejilla de contacto. En el caso de una configuración de emisor pasante, la rejilla de contacto sirve para evacuar los portadores de carga minoritarios excedentes generados en la capa absorbadora que se acumulan a través de la capa emisora. En el caso de una configuración de FSF pasante, la rejilla de contacto sirve para evacuar los portadores de carga mayoritarios excedentes generados en la capa absorbadora. Cuando la rejilla de contacto está dispuesta en el lado frontal de la capa absorbadora, su superficie de contacto con la capa absorbadora ha de dimensionarse de modo que dicha rejilla pueda evacuar óptimamente la corriente eléctrica que cabe esperar, pero, no obstante, la superficie de sombra sea mínima. La superficie total de la rejilla de contacto asciende para ello en general a menos de un 5% de la superficie absorbadora. La aplicación de la rejilla de contacto – debiendo entenderse también por el término “rejilla” cualquier estampación de forma de dedos o a manera de redes o a manera de almas estrechas semejantes, incluso sin cruces – puede efectuarse en forma prefabricada directamente sobre la capa absorbadora, por ejemplo por medio de un pegamento conductor. Asimismo, la rejilla de contacto puede aplicarse selectivamente de forma directa sobre la capa absorbadora mediante una simple serigrafía o bien, utilizando una máscara correspondiente, mediante evaporación térmica de un material eléctricamente conductor o mediante una deposición de metal con ayuda de máscaras de sombra o fotolitografía. Es posible también la utilización de una impresión por chorros de tinta o una

fotolitografía.

- Producción de una capa de aislamiento eléctrico (IS) que impida también una tunelización pasante de portadores de carga sobre toda la superficie libre de la rejilla de contacto (KG).

5 Se revista entonces la rejilla de contacto con una capa de aislamiento. Esto puede efectuarse a su vez de maneras diferentes: A través de serigrafía o a través de la deposición de una capa aislante con ayuda de máscaras de sombra o fotolitografía o a través de la generación de un óxido metálico térmico o electroquímico sobre la superficie de la rejilla de contacto. Esta capa de aislamiento tiene que presentar aquí al menos un espesor de capa mínimo tal que se impida con seguridad también la tunelización pasante de portadores de carga.

10 Para aplicar la capa de aislamiento sobre toda la superficie libre de la rejilla de contacto se puede aplicar selectivamente, por ejemplo, una masa aislante utilizando serigrafía o impresión por chorros de tinta o una máscara, especialmente una máscara de sombra, pulverización catódica, deposición de fase gaseosa o fotolitografía. Como alternativa, se puede hacer crecer también por vía térmica o química en húmedo o electroquímica una capa de protección eléctricamente aislante sobre toda la superficie libre de la rejilla de contacto y la capa absorbadora descubierta situada entre medias. Debido a los materiales diferentemente elegidos para la rejilla de contacto y la
15 capa absorbadora se forma aquí también una capa de protección diferente. En una rejilla de contacto, por ejemplo de aluminio, se forma correspondientemente óxido de aluminio, y en una capa absorbadora de silicio se forma óxido de silicio térmico en el caso de un recocido con oxígeno. En el ejemplo de un recocido con oxígeno se puede esperar en una rejilla de contacto de aluminio sobre una capa absorbadora de silicio un óxido de silicio de aproximadamente 20 nm de espesor en toda la superficie libre de la rejilla de contacto y un óxido de silicio de
20 aproximadamente 5 nm de espesor sobre la capa absorbadora no cubierta por la rejilla de contacto. En el caso de la generación térmica de la capa de protección, este proceso puede realizarse junto con el recocido del material conductor de la rejilla de contacto hacia dentro de la capa absorbadora para formar un BSF en un proceso de calentamiento controlado en temperatura.

25 *- Descubrimiento del lado de la capa absorbadora opuesto a la capa emisora o a la capa de pasivación de campo sin perjudicar la capa de aislamiento aplicada sobre la rejilla de contacto.*

30 Mediante una corrosión/limpieza selectiva (por ejemplo, inmersión en HF) se descubre ahora la mayor parte de la superficie de la capa absorbadora que no está cubierta por la rejilla de contacto, sin que se retire entonces la capa de aislamiento de la rejilla de contacto. Esto corresponde a una retirada de la capa de protección eléctricamente aislante (por ejemplo, óxido térmico) en el caso de un transcontactado de la capa emisora o a una limpieza (= retirada del óxido natural) de la superficie descubierta de la capa absorbadora.

35 La corrosión selectiva de la capa de protección (preferiblemente una capa de óxido) sobre la capa absorbadora se puede realizar de manera correspondiente sin problemas, ya que los óxidos diferentes presentan en general tasas de corrosión diferentes en el proceso de corrosión. Particularmente, en un medio corrosivo correspondientemente elegido un óxido metálico es más resistente a la corrosión que un óxido de silicio. En el ejemplo de material de aluminio y silicio, que se emplea después correspondientemente también para la capa emisora, se puede
40 implementar la corrosión selectiva mediante, por ejemplo, una simple inmersión de corta duración en ácido fluorhídrico HF diluido. El ácido fluorhídrico no solo retira entonces selectivamente el óxido de silicio, sino que garantiza al mismo tiempo una buena pasivación de la superficie de la capa absorbadora de silicio por formación de enlaces Si-H. Por tanto, el medio corrosivo puede elegirse de modo, que después de la retirada del óxido de la capa absorbadora, se pasive ésta bien en su superficie descubierta.

- Deposición de la capa emisora o de la capa de pasivación de campo, aún no depositada, sobre toda la superficie del lado de la capa absorbadora con la rejilla de contacto bajo pasivación simultánea de las zonas descubiertas de la capa absorbadora.

45 Se deposita después sobre toda la superficie del lado completo de la capa absorbadora con la rejilla de contacto (con excepción de una pequeña zona de la rejilla de contacto que se necesita para el contactado posterior) la segunda capa funcional de la célula solar (por ejemplo, a-Si:H). Según la configuración deseada de la célula solar, esto forma entonces la capa emisora o la capa de pasivación de campo frontal o la capa de pasivación de campo posterior (FSF, BSF). Ésta cubre entonces completamente tanto la superficie libre de la capa absorbadora como también (completa o parcialmente) la superficie de la rejilla de contacto aislada. La segunda capa funcional
50 depositada tiene que estar en condiciones de pasivar bien la superficie descubierta de la capa absorbadora (superficie límite).

- Deposición del otro sistema de contacto, en forma de una capa de contacto aplicada sobre la capa emisora o la capa de pasivación de campo depositada, sobre toda la superficie del lado de la capa absorbadora con la rejilla de contacto.

55 A continuación, se contactan metálicamente (por ejemplo, Al o TCO) toda la superficie del lado libre de la segunda capa funcional depositada de modo que se obtenga un buen contacto óhmico. La capa de contacto metálica sirve,

en el caso de una configuración de emisor pasante, para evacuar los portadores de carga mayoritarios excedentes generados en la capa absorbadora y, en el caso de una configuración de FSF pasante, para evacuar los portadores de carga minoritarios excedentes generados en la capa absorbadora y que se acumulan a través de la capa emisora. La capa de contacto puede estar formada en este caso en toda la superficie o, mediante la aplicación de la técnica de máscara, en parte de la superficie y puede aplicarse de manera sencilla, por ejemplo mediante la aplicación de un contacto metálico o mediante evaporación.

- *Contactado eléctrico de la rejilla de contacto y la capa de contacto.*

Debido a un contactado eléctrico de la zona escotada de la rejilla de contacto (eventualmente después de la retirada de la capa de aislamiento) y de la capa de contacto, la célula solar está entonces lista para funcionar. Los dos sistemas de contacto (rejilla de contacto y capa de contacto) se encuentran situados en el lado frontal de la célula solar, es decir, en el lado de la célula solar previsto para la incidencia de la luz en el caso de funcionamiento posterior. El contactado eléctrico de la rejilla de contacto puede efectuarse mediante almas lateralmente dispuestas o mediante escotado (por ejemplo por cada máscara de sombra) de una zona de conexión sobre la rejilla de contacto durante la deposición de la capa y descubrimiento de la zona de conexión por retirada (por ejemplo, por raspado mecánico) de la capa de aislamiento previamente generada. El contactado eléctrico de la capa de contacto puede efectuarse directamente sin más medidas debido a la accesibilidad directa de dicha capa. Un conexionado de módulo puede efectuarse de manera sencilla según se describe seguidamente.

En la tecnología de las células solares de capa delgada con una posibilidad de deposición sobre un sustrato o superestrato de superficie grande, por ejemplo vidrio, se confecciona usualmente enseguida un módulo de célula solar completo. Después de la deposición de las capas funcionales de la célula solar se generan para ello por estructuración sobre el sustrato o el superestrato unas zonas individuales (en general franjas) que funcionan después como células solares individuales y se conexionan correspondientemente en serie y/o en paralelo. La estructura de heterocélula solar basada en una capa delgada según la invención permite un conexionado sencillo en serie y en paralelo de las distintas zonas de célula solar que tiene suficiente con tan solo dos pasos de estructuración, pudiendo seguirse depositando todas las capas de la célula solar sobre toda la superficie. Explicaciones más detalladas sobre esto pueden encontrarse en la parte especial de la descripción.

El procedimiento según la invención es adecuado de la misma manera para producir un contactado unilateral en el lado frontal o en el lado posterior de la célula solar. La elección del contactado unilateral depende aquí de la calidad electrónica de la capa absorbadora y de la configuración deseada del sustrato o del superestrato. Cuando la calidad del absorbador es buena, la capa emisora puede colocarse entonces sobre el lado posterior de la capa absorbadora. Sin embargo, cuando la calidad del absorbador es mala, la capa emisora deberá colocarse entonces sobre el lado frontal de la capa absorbadora. Esto corresponde, respectivamente, un contactado del lado frontal en el caso de la configuración de sustrato y un contactado del lado posterior en el caso de la configuración de superestrato. En un contactado del lado frontal se debe realizar transparente la capa de contacto, por ejemplo en forma de una capa de óxido conductor transparente, TCO. Para mejorar la acumulación de portadores de carga sobre el lado frontal de la capa absorbadora pueden estar previstos entonces también unos elementos de contacto acumuladores de corriente eléctrica. Para que se minimicen las pérdidas por formación de sombra es ventajoso que los elementos de contacto y la rejilla de contacto sean de construcción congruente y se posicionen directamente uno sobre otro.

La capa absorbadora, la capa emisora y la capa de pasivación de campo pueden consistir preferiblemente en silicio. En este caso, se puede utilizar silicio cristalino, especialmente con dopado de tipo n o de tipo p (n/p c-Si), para la capa absorbadora, y silicio amorfo enriquecido con hidrógeno, correspondientemente con dopado de tipo p o de tipo n (p/n aSi:H), para la capa emisora. Una capa tampón opcionalmente presente entre la capa absorbadora y la capa emisora puede consistir también preferiblemente en silicio amorfo, si bien no dopado. Este sistema de materiales garantiza una transición pn especialmente bien pasivada para la separación de cargas. En caso de un contactado del lado posterior, todos los sistemas de contacto y elementos de contacto pueden consistir en aluminio. En caso de un contactado del lado frontal, la capa de contacto puede consistir en un material conductor transparente, por ejemplo ZnO. Los sustratos y los superestratos son preferiblemente de vidrio eléctricamente no conductor. La capa de pasivación de campo puede ser de un silicio policristalino en el lado frontal de la capa absorbadora y de un silicio amorfo enriquecido con hidrógeno en el lado posterior. Para producir los transcontactados se puede utilizar un material de capa emisora o de capa de pasivación de campo, pero también otro material eléctricamente conductor, por ejemplo un polímero o un metal. Como material aislante para la rejilla de contacto y las aberturas de paso es adecuado, por ejemplo, un óxido. Para una capa de pasivación que trabaje al mismo tiempo también como capa de pasivación de campo se puede utilizar, por ejemplo, SiN.

Ejemplos de realización

La célula solar unilateralmente contactada según la invención en sus diferentes formas de realización se explica seguidamente con más detalle ayudándose de ejemplos de realización representados en las figuras esquemáticas no dibujadas a escala. Las células solares representadas muestran aquí las formas de realización siguientes:

Figuras 1A...D, base de oblea, contactado del lado posterior, configuración de emisor pasante,

Figuras 2A, 2B, base de oblea, contactado del lado posterior, concepto de FSF pasante,

Figura 3, base de oblea, contactado del lado posterior, conexionado en serie y en paralelo,

5 Figuras 4A, 4B, base de capa delgada, capa emisora en lado frontal, configuración de sustrato, concepto I de BSF pasante,

Figuras 5A, 5B, base de capa delgada, capa emisora en lado frontal, configuración de sustrato, concepto II de BSF pasante,

Figuras 6A, 6B, base de capa delgada, capa emisora en lado frontal, configuración de superestrato, concepto I de emisor pasante,

10 Figuras 7A, 7B, base de capa delgada, capa emisora en lado frontal, configuración de superestrato, concepto II de emisor pasante,

Figuras 8A, 8B, base de capa delgada, capa emisora en lado posterior, configuración de sustrato, concepto I de emisor pasante,

15 Figuras 9A, 9B, base de capa delgada, capa emisora en lado posterior, configuración de sustrato, concepto II de emisor pasante,

Figuras 10A, 10B, base de capa delgada, capa emisora en lado posterior, configuración de superestrato, concepto I de FSF pasante,

Figuras 11A, 11B, base de capa delgada, capa emisora en lado posterior, configuración de superestrato, concepto II de FSF pasante,

20 Figuras 12A, 12B, base de capa delgada, conexionado en serie y

Figuras 13A, 13B, base de capa delgada, conexionado en paralelo.

Heterocélula solar basada en oblea con contactado del lado posterior y transcontactado de capa emisora (concepto de emisor pasante)

25 En la figura 1A se representa una sección transversal de una célula solar HKS (aquí en la realización de una célula solar de heterocontacto; sin embargo, mediante una elección correspondiente del material de la capa absorbadora y la capa emisora se puede concebir análogamente también una célula solar de homocontacto) con una capa absorbadora AS basada en oblea (c-Si), una capa emisora ES (difundida o a-Si:H) en el lado frontal VS (en el caso de funcionamiento el lado vuelto hacia la luz, estando representada la incidencia de la luz por flechas paralelas) de la capa absorbadora AS y una capa de pasivación de campo BSF (por ejemplo, a-Si:H). Asimismo, la célula solar HKS presenta unos transcontactados DK con aberturas de paso puntiformes DG en tres formas de realización diferentes (a la izquierda difundida/c-Si, en el centro llena de a-Si:H, a la derecha aislada y metálicamente llena/Al). Se trata aquí de una combinación esquemática de las diferentes posibilidades de transcontactado. En la práctica se ejecuta corrientemente una sola posibilidad en cada caso (lo mismo rige también para transcontactados diferentes representados a continuación). Por fuera de los transcontactados puntiformes DK la capa absorbadora AS está recubierta con una capa de protección aislante OX para evitar cortocircuitos con la rejilla de contacto KG unida con la capa emisora ES. Además, se muestra que la capa de pasivación de campo BSF (o análogamente la capa emisora ES) puede cubrir la rejilla de contacto KG con una superficie cerrada (a la izquierda, a la derecha). Sin embargo, cuando la rejilla de contacto KG con su capa de aislamiento IS es más gruesa que el espesor de la capa de pasivación de campo BSF (o de la capa emisora ES), ésta puede estar interrumpida también en la zona de la rejilla de contacto KG (en el centro). Se puede obtener entonces también una interrupción de la capa de contacto KS. Sin embargo, la interrupción no consiste entonces en una estructuración complicada, sino en una disposición que se ajusta por sí sola. En la figura 1 pueden encontrarse todos los números de referencia no indicados o explicados en las demás figuras.

45 La figura 1B muestra una sección longitudinal de la célula solar HKS según la figura 1A a través de un dedo GF de la rejilla de contacto KG con tres transcontactados diferentes DK. La figura 1C muestra una vista en planta de la célula solar HKS según la figura 1A desde el lado posterior RS (en el caso de funcionamiento el lado alejado de la luz, estando representada la incidencia de la luz por flechas paralelas) y la figura 1D muestra una vista en planta del lado frontal VS. Se muestran unas aberturas de paso DG en forma de agujeros (puntiformes, arriba) y de hendiduras (lineales, abajo).

50 *Célula solar basada en oblea con contactado del lado posterior y transcontactado de capa de pasivación de campo*

frontal (concepto de FSF pasante)

Si se posiciona la capa emisora ES sobre el lado posterior RS de la capa absorbadora AS, una capa de pasivación frontal (química), cuando está realizada adicionalmente como capa de pasivación de campo frontal FSF (electrónica, por ejemplo a-Si:H), puede conducir también puntualmente de manera análoga al lado posterior RS a través de aberturas de paso DG de la capa absorbadora AS. El concepto de "FSF pasante" definido con esto nuevamente corresponde al concepto de "metalización pasante" para células solares contactadas en el lado posterior, haciéndose pasar, en lugar de un metal, la capa de pasivación de campo frontal FSF. Ésta está constituida por un material eléctricamente conductivo, por ejemplo un polímero, un metal o un semiconductor (por ejemplo, a-Si:H). Se pueden minimizar así las pérdidas óhmicas de los portadores de carga que ahora, con la condición de que la capa de pasivación de campo transcontactada FSF conduzca mejor que la capa absorbadora AS, ya no circulan por la capa absorbadora AS, sino por la capa de pasivación de campo FSF hacia la rejilla de contacto KG. Se pueden mejorar así la resistencia en serie y, por tanto, el factor de llenado de una célula solar HKS contactada en el lado posterior con una capa emisora ES dispuesta sobre el lado posterior RS.

En la figura 2A se representa en sección transversal una célula solar HKS con una capa absorbadora AS basada en oblea, una capa de pasivación de campo FSF transcontactada con la rejilla de contacto KG a través de la capa absorbadora AS y una capa emisora ES dispuesta sobre el lado posterior de la capa absorbadora AS. El transcontactado DK se efectúa nuevamente a través de aberturas de paso DG llenas, revestidas o difundidas. La rejilla de contacto KG está unida de manera eléctricamente conductora con la capa absorbadora AS y, además, con la capa de pasivación de campo FSF. La figura 2B muestra nuevamente una sección longitudinal a través de un dedo GF de la rejilla de contacto KG. En caso de un transcontactado de una capa de pasivación de campo FSF, BSF, no es necesario un aislamiento de la capa absorbadora AS con respecto a la rejilla de contacto KG. La rejilla de contacto KG acumula entonces los portadores de carga excedentes provenientes de ambas capas funcionales.

Célula solar basada en oblea con contactado del lado posterior y con conexionado en serie y en paralelo

La figura 3 muestra una vista en planta del lado posterior de un módulo de célula solar SZM con conexionado en serie SV y conexionado en paralelo PV de células solares HKS. Se pueden apreciar la rejilla de contacto KG de forma de dedos con las almas laterales ST y la capa absorbadora AS basada en oblea. No está representada la capa de contacto posterior KS de superficie completa. Las almas ST conexionadas en paralelo están conexionadas en serie una con otra por medio de una cinta de cobre KB.

Célula solar basada en capa delgada con capa emisora frontal en configuración de sustrato y transcontactado de capa de pasivación de campo posterior (conceptos I, II de BSF pasante)

En la figura 4A se representa en sección transversal una célula solar HKS (aquí en la realización de una célula solar de heterocontacto; sin embargo, mediante una elección correspondiente del material de la capa absorbadora y la capa emisora se puede concebir análogamente también una célula solar de homocontacto) en configuración de sustrato con una delgada capa absorbadora AS, una capa emisora ES dispuesta en el lado frontal de la capa absorbadora AS vuelto hacia la luz, una capa de pasivación de campo posterior BSF (concepto I de BSF pasante) transcontactada con la rejilla de contacto KG a través de la capa absorbadora AS, una capa funcional intercalada FS y un sustrato SU. Un lado superior OS está definido como el lado de la célula solar HKS opuesto al sustrato SU. Los dedos de la rejilla de contacto KG están representados a alturas diferentes. El transcontactado DK se basa en aberturas de paso DG llenas de material conductivo (polímero, metal, a-Si:H). La capa de contacto KS de superficie completa está realizada como una capa de óxido conductivo transparente TCO que presenta sobre ella un elemento de contacto KE acumulador de corriente eléctrica.

La figura 4B muestra una sección transversal a través de un dedo GF de la rejilla de contacto KG en el caso de un transcontactado puntiforme DK. Las figuras 5A, 5B muestran una estructura análoga a la de las figuras 4A, 4B, con la diferencia de que aquí el transcontactado DK se basa en picos metálicos puntiformes MS de un material conductivo, por ejemplo aluminio, al igual que la rejilla de contacto KG (concepto II de BSF pasante).

Célula solar basada en capa delgada con capa emisora frontal en configuración de superestrato y transcontactado de capa emisora (conceptos I, II de emisor pasante)

La figura 6A muestra una sección transversal a través de una célula solar HKS basada en capa delgada con una delgada capa absorbadora AS sobre un superestrato SP y una capa emisora ES sobre el lado frontal VS de la célula solar HKS vuelto hacia la luz en el caso de funcionamiento. La sección transversal discurre a través de dos dedos de contacto KF de la rejilla de contacto KG con altura de realización diferente. En la práctica, se ejecuta corrientemente tan solo una posibilidad en cada caso (lo mismo rige también para transcontactados diferentes representados a continuación). La capa emisora ES está unida con la rejilla de contacto KG a través de transcontactados puntiformes DK (a la izquierda polímero eléctricamente conductivo, a la derecha metal) (concepto I de emisor pasante). La capa absorbadora AS está eléctricamente aislada con respecto a la rejilla de contacto KG por medio de una capa de protección aislante OX. Entre la delgada capa emisora ES y el superestrato SP están previstas una o varias capas

intermedias ZS. La figura 6B muestra una sección longitudinal a través de un dedo GF de la rejilla de contacto KG.

Las figuras 7A y 7B son de constitución análoga a la de las figuras 6A y 6B. Se muestra otro concepto II de emisor pasante con transcontactados anchos DK. En este caso, se puede suprimir la capa de protección aislante OX sobre la capa absorbadora AS cuando estén previstos unos transcontactados lineales DK, puesto que entonces, debido a la anchura de los transcontactados DK, se impide ya en toda la longitud de los dedos GF de la rejilla un cortocircuito de la capa absorbadora AS con la rejilla de contacto KG.

Célula solar basada en capa delgada con capa emisora posterior en configuración de sustrato y transcontactado de capa emisora (conceptos I, II de emisor pasante)

Análogamente a las figuras anteriores con una capa de emisor ES sobre el lado frontal VS de la célula solar HKS vuelto hacia la luz en el caso de funcionamiento, las figuras siguientes muestran una constelación de la capa emisora ES sobre el lado posterior RS de la célula solar HKS alejado de la luz en el caso de funcionamiento. Los dos sistemas de contacto están situados aquí sobre el lado frontal VS de la célula solar HKS. La capa de contacto KS es de construcción transparente y presenta todavía unos elementos de contacto KE acumuladores de corriente eléctrica que están dispuestos de manera congruente con la rejilla de contacto KG para minimizar las pérdidas por sombras. La figura 8A muestra una sección transversal a través de dos dedos GF de la rejilla con altura de realización diferente. En caso de un transcontactado de la capa emisora ES, la capa absorbadora AS aplicada sobre un sustrato SU presenta nuevamente una capa de protección aislante OX para evitar cortocircuitos con la rejilla de contacto KG. Se muestran dos transcontactados puntiformes diferentes DK. Ambos están revestidos de momento con un material aislante IM. El transcontactado izquierdo DK está relleno de un polímero conductor y el transcontactado derecho está relleno de un metal. La figura 8B muestra una sección longitudinal correspondiente a través de un dedo GF de la rejilla. Se pueden apreciar los dos transcontactados puntiformes diferentes DK y la capa de protección aislante OX sobre la capa absorbadora AS.

Las figuras 9A y 9B son de constitución análoga a la de las figuras 8A y 8B. Se muestra otro concepto II de emisor pasante con transcontactados anchos DK. En este caso, se puede suprimir la capa de protección aislante OX sobre la capa absorbadora AS cuando están previstos unos transcontactados lineales DK, puesto que entonces, debido a la anchura de los transcontactados DK, se impide ya en toda la longitud de los dedos GF de la rejilla un cortocircuito de la capa absorbadora AS con la rejilla de contacto KG.

Célula solar basada en capa delgada con capa emisora posterior en configuración de superestrato y transcontactado de capa de pasivación de campo frontal (conceptos I/II de FSF pasante)

En las figuras 10A y 10B se representa una célula solar HKS con un sustrato SU. Los sistemas de contacto están dispuestos de manera correspondientes sobre el lado posterior RS de la célula solar HKS. La capa de contacto KS es de construcción no transparente. El lado superior OS está definido como el lado de la célula solar HKS opuesto al superestrato SP. La figura 10A muestra una sección transversal a través de dos dedos de contacto GF con altura de realización diferente. La capa de pasivación de campo frontal FSF está unida con la rejilla de contacto KG a través de transcontactados DK (concepto I de pasante FSF envoltura). Se muestran nuevamente dos transcontactados diferentes DK (a la izquierda lleno de material funcional de la capa de pasivación de campo frontal FSF, a la derecha lleno de metal). La figura 10B muestra una sección longitudinal a través de un dedo GF de la rejilla. Las figuras 11A y 11B muestran una estructura análoga con un concepto II de FSF pasante. En este caso, los transcontactados DK están formados por picos metálicos MS.

Célula solar basada en capa delgada con contactado del lado frontal y con conexionado en serie o conexionado en paralelo

La estructura de célula solar basada en capa delgada según la invención permite un sencillo conexionado en serie y en paralelo de las distintas células solares HKS con solamente dos pasos de estructuración, pudiendo depositarse también todas las capas de la célula solar sobre toda la superficie.

La figura 12A muestra una sección transversal a través de un conexionado en serie de un módulo de célula solar SZM contactado en el lado posterior en configuración de superestrato con una capa emisora transcontactada frontal ES y una capa de pasivación de campo posterior BSF, y la figura 12B muestra una vista en planta del lado posterior del módulo de célula solar SZM con supresión de la capa de contacto KS. Las figuras 13A y 13B muestran análogamente una sección transversal y una vista en planta a través de un conexionado en paralelo del módulo de célula solar SZM. El contactado de la rejilla de contacto KG se efectúa entonces siempre en el lado derecho del módulo de célula solar SZM y el contactado de la capa de contacto KS se efectúa en el lado derecho.

Inmediatamente después de la aplicación de la rejilla de contacto KG sobre el lado frontal VS de la capa absorbadora AS o después de la aplicación de la capa de aislamiento eléctrico IS sobre la rejilla de contacto KG se efectúa un primer paso de estructuración de módulo MT1 en las distintas células solares HKS1, HKS2 (por ejemplo, generación de estrechas franjas por raspado mecánico o trazado con láser). Esta estructuración secciona de parte a parte al menos la delgada capa absorbadora AS y la primera capa funcional de la célula solar (aquí BSF). Sin

embargo, se puede también llegar bajando hasta el sustrato SU o el superestrato SP (seccionamiento completo de las capas intermedias opcionales ZS). Idealmente, por ejemplo, cada dos dedos de rejilla contiguos GF1, GF2 que pertenecen a células solares diferentes HKS1, HKS2, se diseñan de modo que se retire el espacio intermedio entre éstos con ayuda de una estructuración por láser. Además, el espacio intermedio obtenido tiene que revestirse con una capa de aislamiento ZIS de dicho espacio intermedio (por ejemplo, mediante un óxido obtenido por la estructuración con láser).

En el caso de un conexionado en serie (figuras 12A, 12B) se tiene que contactar entonces la capa de contacto KS de la célula solar HKS1 con el dedo de rejilla GF2 de la célula solar HKS2. En el caso de un conexionado en paralelo se tienen que contactar las respectivas capas de contacto KS y las respectivas rejillas de contacto KG de las distintas células solares HKS1,2 (la capa de contacto KS de la célula solar HKS1 con la capa de contacto KS de la célula solar HKS2, y el dedo de rejilla GF1 de la célula solar HKS1 con el dedo de rejilla GF2 de la célula solar HKS2). Esto quiere decir que en el caso de un conexionado en serie se tiene que conseguir que, por ejemplo, el dedo de rejilla GF1 esté eléctricamente aislado, pero el dedo de rejilla GF2 no esté eléctricamente aislado. Esto puede efectuarse, por ejemplo, de manera muy sencilla durante el aislamiento eléctrico de la rejilla de contacto KG cuando se aplica la capa de aislamiento IS por medio de serigrafía. Como alternativa, es imaginable también, por ejemplo, un fogueado pasante puntual posterior con un láser que destruya nuevamente una capa de aislamiento originalmente existente IS. En el caso de un conexionado en paralelo, ambos dedos de rejilla GF1, GF2 permanecen aislados y el conexionado de los dedos de rejilla GF1, GF2 se efectúa directamente a través del alma ST (barra colectora) de la rejilla de contacto KG. El conexionado deseado en serie o en paralelo se efectúa entonces automáticamente mediante la deposición en toda la superficie de la segunda capa funcional de célula solar (aquí la capa de pasivación de campo posterior BSF) y la capa de contacto KS. En el caso del conexionado en serie, después de la aplicación en toda la superficie de la capa de contacto KS se efectúa un segundo paso de estructuración de módulo MT2 que hace que la segunda capa funcional de célula solar (aquí la capa de pasivación de campo posterior BSF) de la célula solar HKS1 sea separada de la célula solar HKS2.

Como alternativa, la producción de las células solares HKS puede realizarse también únicamente después de la aplicación de la capa de contacto KS (primer paso de estructuración de módulo MT1). Se emplean entonces los métodos de conexionado que se ya han expuesto para las células solares HKS basadas en oblea y contactadas en el lado posterior. Se suprime así el segundo paso de estructuración de módulo MT2, pero el conexionado en serie o en paralelo tiene que efectuarse aún posteriormente.

Lista de símbolos de referencia

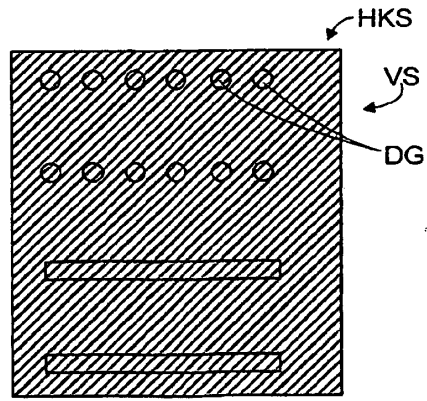
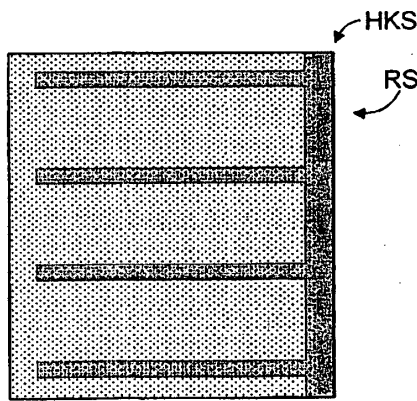
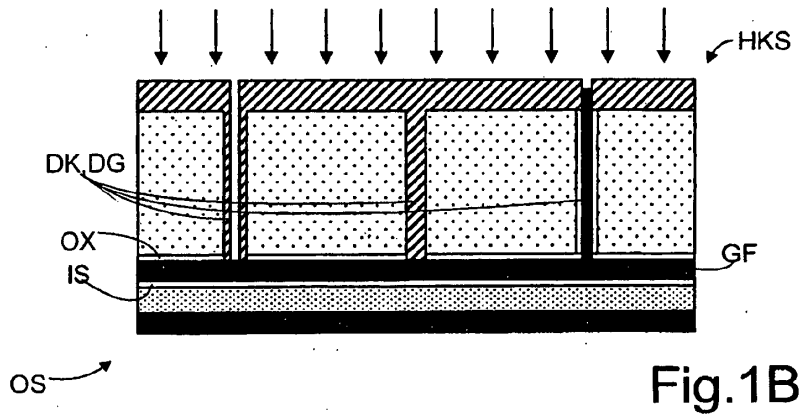
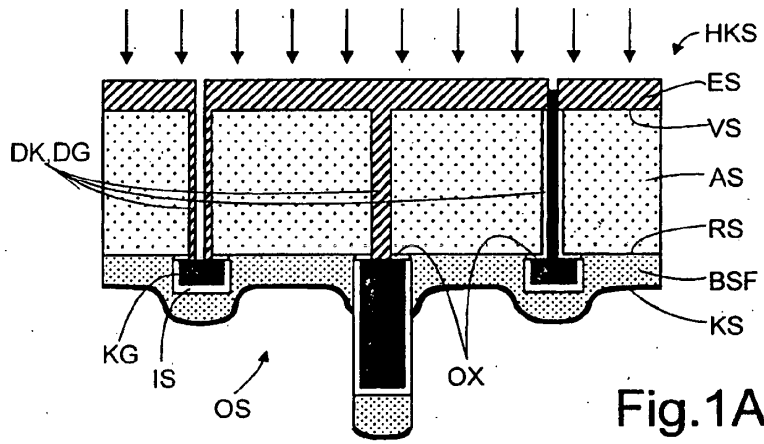
| | |
|-----|--|
| AS | Capa absorbidora |
| BSF | Capa de pasivación de campo posterior |
| DG | Abertura de paso |
| DK | Transcontactado |
| ES | Capa emisora |
| FS | Capa funcional |
| FSF | Capa de pasivación de campo frontal |
| GF | Dedo de rejilla |
| HKS | Célula solar (forma de realización célula solar de heterocontacto) |
| IM | Material aislante |
| IS | Capa de aislamiento eléctricamente no conductora |
| KB | Cinta de cobre |
| KE | Elemento de contacto |
| KG | Rejilla de contacto |
| KS | Capa de contacto |
| MS | Pico metálico |
| MT | Paso de estructuración de módulo |
| OS | Lado superior (lado accesible) de HKS |
| OX | Capa de protección eléctricamente aislante |
| PV | Conexionado en paralelo |
| RS | Lado posterior (lado no previsto para la incidencia de la luz) de AS |
| SP | Superestrato |
| ST | Alma |
| SU | Sustrato |
| SV | Conexionado en serie |
| SZM | Módulo de célula solar |
| TCO | Capa de óxido transparente conductivo |
| VS | Lado frontal (lado previsto para la incidencia de la luz) de AS |
| ZIS | Capa de aislamiento intermedia |
| ZS | Capa intermedia |

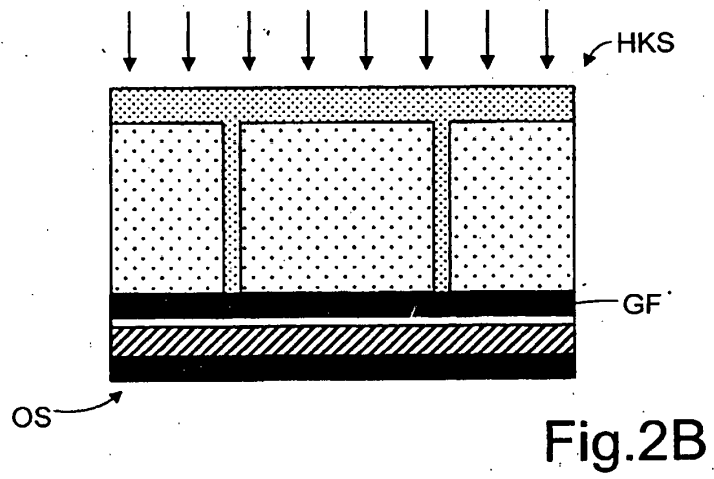
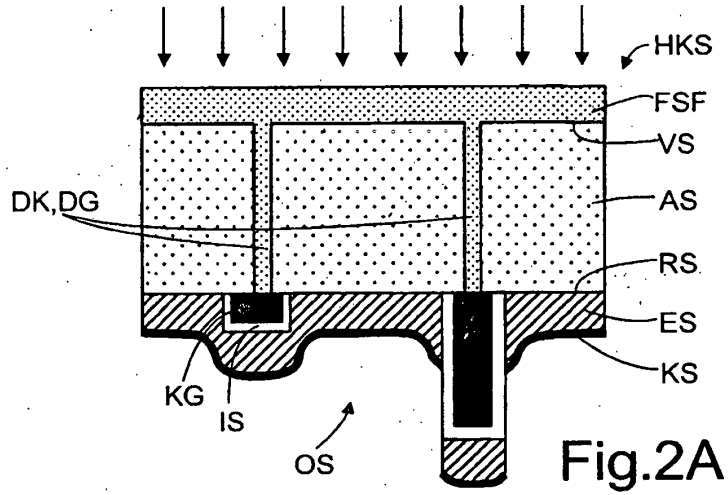
REIVINDICACIONES

1. Célula solar unilateralmente contactada constituida por al menos una capa absorbedora estructurada con transcontactados y una capa emisora de materiales semiconductores de diferente dopado dispuesta sobre toda la superficie de un lado de la capa absorbedora, en donde se generan portadores de carga excedentes en la capa absorbedora por efecto de la incidencia de la luz, se separan estos portadores en la transición pn entre la capa absorbedora y la capa emisora, y se acumulan y evacuan dichos portadores de carga a través de dos sistemas de contacto dispuestos conjuntamente sobre un lado de la capa absorbedora, eléctricamente contactados desde fuera y aislados uno respecto de otro, y en donde uno de los sistemas de contacto está dispuesto sobre la capa absorbedora y está configurado como una rejilla de contacto que está cubierta al menos en todo su lado superior con una capa de aislamiento y está unida de manera eléctricamente conductora con los transcontactados en uno de sus extremos, y el otro sistema de contacto está configurado como una capa de contacto de superficie completa, **caracterizada** por
- una disposición de una capa de pasivación de campo (FSF/BSF) de superficie completa sobre el lado de la capa absorbedora (AS) opuesto a la capa emisora (ES),
- 15 - una disposición de la rejilla de contacto (KG) cubierta al menos en todo su lado superior con una capa de aislamiento entre la capa absorbedora (AS) y la capa de pasivación de campo (FSF/BSF),
- una disposición de la capa de contacto (KS) sobre la capa de pasivación de campo (FSF/BSF) de modo que ambos sistemas de contacto estén dispuestos con facilidad de acceso sobre el lado superior (OS) de la célula solar (HKS), y
- 20 - una unión eléctricamente conductora de los transcontactados (DK) en sus extremos opuestos a la rejilla de contacto (KG) con la capa emisora (ES), no existiendo una unión eléctricamente conductora entre la capa absorbedora (AS) y la rejilla de contacto (KG).
2. Célula solar unilateralmente contactada constituida por al menos una capa absorbedora estructurada con transcontactados y una capa emisora de materiales semiconductores de diferente dopado dispuesta sobre toda la superficie de un lado de la capa absorbedora, en donde se generan portadores de carga excedentes en la capa absorbedora por efecto de la incidencia de la luz, se separan estos portadores de carga en la transición pn entre la capa absorbedora y la capa emisora, y se acumulan y evacuan dichos portadores de carga a través de dos sistemas de contacto dispuestos conjuntamente sobre un lado de la capa absorbedora, contactados eléctricamente desde fuera y aislados uno respecto de otro, y en donde uno de los sistemas de contacto está dispuesto sobre la capa absorbedora y está configurado como una rejilla de contacto que está cubierta al menos en todo su lado superior con una capa de aislamiento y que está unida de manera eléctricamente conductora con los transcontactados en uno de sus extremos, y el otro sistema de contacto está configurado como una capa de contacto de superficie completa, **caracterizada** por
- una disposición de una capa de pasivación de campo (FSF/BSF) de superficie completa sobre el lado de la capa absorbedora (AS) opuesto a la capa emisora (ES),
- 35 - una disposición de la rejilla de contacto (KG) cubierta al menos en todo su lado superior con una capa de aislamiento entre la capa absorbedora (AS) y la capa emisora (ES),
- una disposición de la capa de contacto (KS) sobre la capa emisora (ES) de modo que ambos sistemas de contacto estén dispuestos con fácil acceso sobre el lado superior (OS) de la célula solar (HKS), y
- 40 - una unión eléctricamente conductora de los transcontactados (DK) en sus extremos opuestos a la rejilla de contacto (KG) con la capa de pasivación de campo (FSF/BSF).
3. Procedimiento para fabricar una célula solar unilateralmente contactada según la reivindicación 1 ó 2, cuya célula comprende una capa absorbedora (AS) en forma de una oblea (WF) y una disposición de ambos sistemas de contacto sobre el lado posterior (RS), **caracterizado** por los pasos de procedimiento siguientes:
- (I) estructuración de la oblea (WF) para producir transcontactados (DK) de forma de puntos o de líneas o de rejillas o de redes,
 - (II) texturado y pasivación de toda la superficie del lado frontal (VS) de la oblea (WF),
 - (III) producción de una capa emisora (ES) o una capa de pasivación de campo (FSF/BSF) sobre toda la superficie del lado frontal (US) de la oblea (WF) con incorporación de los transcontactados (DK),
- 50 (IV) deposición de una rejilla de contacto (KG) sobre el lado posterior (RS) de la oblea (WF), cubriendo con ello los transcontactados (DK),

- (V) producción de una capa de aislamiento eléctrico (IS) sobre toda la superficie libre de la rejilla de contacto (KG),
- (VII) deposición de la capa de pasivación de campo (FSF/BSF) o la capa emisora (ES), aún no depositadas, sobre toda la superficie del lado posterior (RS) de la oblea (WF) con la rejilla de contacto aislada (KG), pasivando al mismo tiempo las superficies límite de las zonas libres de la oblea (WF),
- 5 (VIII) deposición de una capa de contacto (KS) sobre toda la superficie de la capa emisora (ES) o la capa de pasivación de campo (FSF/BSF) depositadas, en el lado posterior de la oblea (WF), y
- (IX) contactado eléctrico de la rejilla de contacto (KG) y la capa de contacto (KS).
4. Procedimiento para fabricar una célula solar unilateralmente contactada según la reivindicación 1 ó 2, cuya célula comprende una capa absorbedora (AS) basada en capa delgada y una disposición de ambos sistemas de contacto sobre el lado superior (OS), **caracterizado** por los pasos de procedimiento siguientes:
- 10 (I) aplicación de una capa emisora (ES) o una capa de pasivación de campo (FSF/BSF) y una capa absorbedora (AS) sobre un sustrato (SU) o un superestrato (SP),
- (II) estructuración de la capa absorbedora (AS) con unas simples aberturas de paso (DG) para producir a través de la capa absorbedora (AS) unos transcontactados (DK) de la capa emisora (ES) o la capa de pasivación de campo (FSF/BSF) configurados en forma de puntos o líneas o rejillas o redes,
- 15 (III) llenado de las aberturas de paso (DG) con un material de capa funcional o un material eléctricamente conductor,
- (IV) deposición de una rejilla de contacto (KG) sobre el lado superior (OS) de la capa absorbedora (AS), cubriendo con ello los transcontactados (DK),
- (V) producción de una capa de aislamiento eléctrico (IS) sobre toda la superficie libre de la rejilla de contacto (KG),
- 20 (VI) deposición de la capa emisora (ES) o la capa de pasivación de campo (FSF/BSF), aún no depositadas, sobre toda la superficie del lado superior (OS) de la capa absorbedora (AS) con la rejilla de contacto (KG), pasivando al mismo tiempo las superficies límite de las zonas libres de la capa absorbedora (AS),
- (VII) deposición de una capa de contacto (KS) sobre toda la superficie de la capa emisora (ES) o la capa de pasivación de campo (FSF/BSF) depositadas, en el lado de la capa absorbedora (AS) con la rejilla de contacto (KG),
- 25 y
- (VIII) contactado eléctrico de la rejilla de contacto (KG) y la capa de contacto (KS).
5. Procedimiento para fabricar una célula solar unilateralmente contactada según la reivindicación 1 ó 2, cuya célula comprende una capa absorbedora (AS) basada en capa delgada y una disposición de ambos sistemas de contacto sobre el lado superior (OS), **caracterizado** por los pasos de procedimiento siguientes:
- 30 (I) aplicación de una capa de pasivación de campo (FSF/BSF) y una capa absorbedora (AS) sobre un sustrato (SU) o un superestrato (SP),
- (II) deposición de una rejilla de contacto (KG) sobre el lado superior (OS) de la capa absorbedora (AS),
- (III) recocido de la rejilla de contacto (KG) para formar transcontactados (DK) en forma de picos metálicos (MS),
- (IV) producción de una capa de aislamiento eléctrico (IS) sobre toda la superficie libre de la rejilla de contacto (KG),
- 35 (V) deposición de una capa emisora (ES) sobre toda la superficie del lado superior (OS) de la capa absorbedora (AS) con la rejilla de contacto (KG), pasivando al mismo tiempo las zonas descubiertas de la capa absorbedora (AS),
- (VI) deposición de una capa de contacto (KS) sobre toda la superficie de la capa emisora depositada (ES) y
- (VII) contactado eléctrico de la rejilla de contacto (KG) y la capa de contacto (KS).
6. Procedimiento para fabricar una célula solar unilateralmente contactada según la reivindicación 1 ó 2, cuya célula comprende una capa absorbedora (AS) basada en capa delgada y una disposición de ambos sistemas de contacto sobre el lado superior (OS), **caracterizado** por los pasos de procedimiento siguientes:
- 40 (I) aplicación de una capa de pasivación de campo (FSF/BSF) y una capa absorbedora (AS) sobre un sustrato (SU) o un superestrato (SP),
- (II) deposición de contactos puntuales sobre el lado superior (OS) de la capa absorbedora (AS),

- (III) recocido de los contactos puntuales para obtener transcontactados (DK) en forma de picos metálicos (MS),
- (IV) deposición de una rejilla de contacto (KG) sobre el lado superior de la capa absorbadora (AS), cubriendo con ello los contactos puntuales,
- (IV) producción de una capa de aislamiento eléctrico (IS) sobre toda la superficie libre de la rejilla de contacto (KG),
- 5 (V) deposición de una capa emisora (ES) sobre toda la superficie del lado superior (OS) de la capa absorbadora (AS) con la rejilla de contacto (KG), pasivando al mismo tiempo las zonas descubiertas de la capa absorbadora (AS),
- (VI) deposición de una capa de contacto (KS) sobre toda la superficie de la capa emisora depositada (ES) y
- (VII) contactado eléctrico de la rejilla de contacto (KG) y la capa de contacto (KS).
- 10 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado** por los pasos de aplicar una capa de protección eléctricamente aislante (OX) sobre toda la superficie del lado superior (OS) de la capa absorbadora antes de la aplicación de la rejilla de contacto (KG), forzosamente en el caso de un transcontactado de la capa emisora (ES) y opcionalmente en el caso de un transcontactado de una capa de pasivación de campo (FSF, BSF), y descubrir el lado superior (OS) de la capa absorbadora (AS) con la rejilla de contacto (KG) despojándolo de la capa de protección eléctricamente aislante (OX) antes de la deposición de la capa emisora (ES) o la capa de pasivación de campo (FSF/BSF), sin perjudicar a la capa de aislamiento (IS) dispuesta sobre la rejilla de contacto (KG).
- 15 8. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, **caracterizado** por el paso de despejar de suciedades el lado superior (OS) de la capa absorbadora (AS) con la rejilla de contacto (KG) antes de la deposición de la capa emisora (ES) o la capa de pasivación de campo (FSF/BSF), sin perjudicar a la capa de aislamiento (IS) dispuesta sobre la rejilla de contacto (KG).
- 20 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 8, **caracterizado** por el paso de estructurar la capa absorbadora (AS) produciendo aberturas de paso (DG) de forma de puntos, líneas, rejillas o redes mediante un tratamiento de corrosión o un tratamiento por láser.
- 25 10. Procedimiento según la reivindicación 9, **caracterizado** por el paso de llenar las aberturas de paso (DG) con un material eléctricamente conductor, revistiéndose previamente las aberturas de paso (DG), al menos en el caso de un transcontactado (DK) de la capa emisora (ES), con un material eléctricamente aislante (IM).
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** por el paso de llenar las aberturas de paso (DG) con un material semiconductor de la misma funcionalidad que la capa emisora (ES) o la capa de pasivación de campo (FSF/BSF).
- 30 12. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 11, **caracterizado** por los pasos de formar un alma (ST) como zona de conexión en el borde de la capa absorbadora (AS) al depositar la rejilla de contacto (KG), escotar la zona de conexión durante la deposición de la capa emisora (ES) o la capa de pasivación de campo (FSF/BSF) sobre el lado posterior de la capa absorbadora (AS) y descubrir la zona de conexión.
- 35 13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12, **caracterizado** por el paso de depositar adicionalmente otras capas funcionales (FS), especialmente también capas tampón o capas de siembra, por evaporación térmica, pulverización catódica o deposición en fase gaseosa, pudiendo algunas capas funcionales individuales (FS) presentar varias funciones.





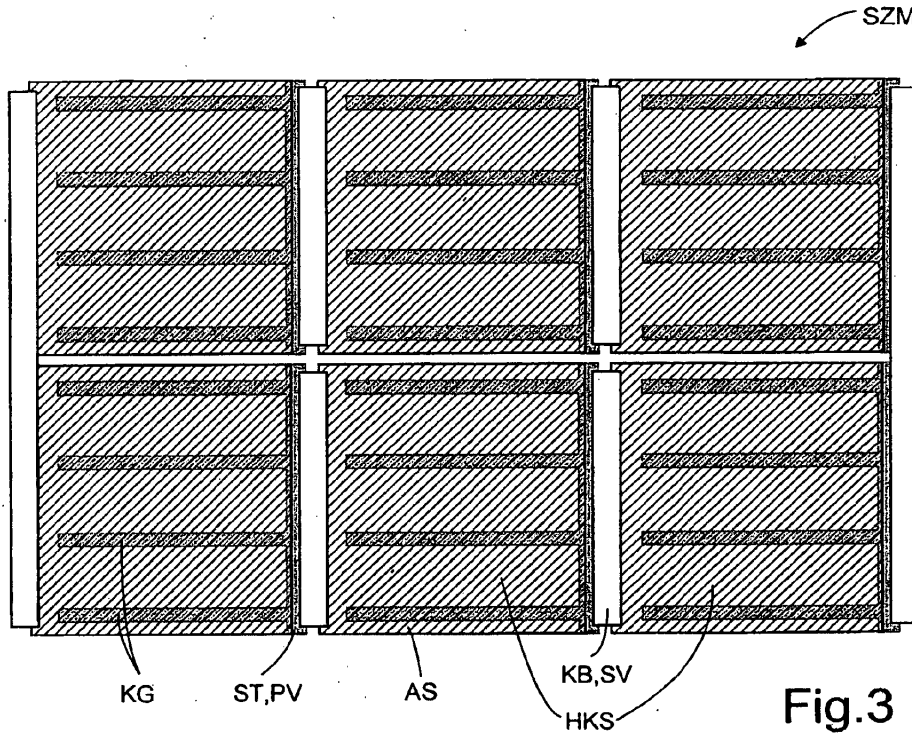


Fig.3

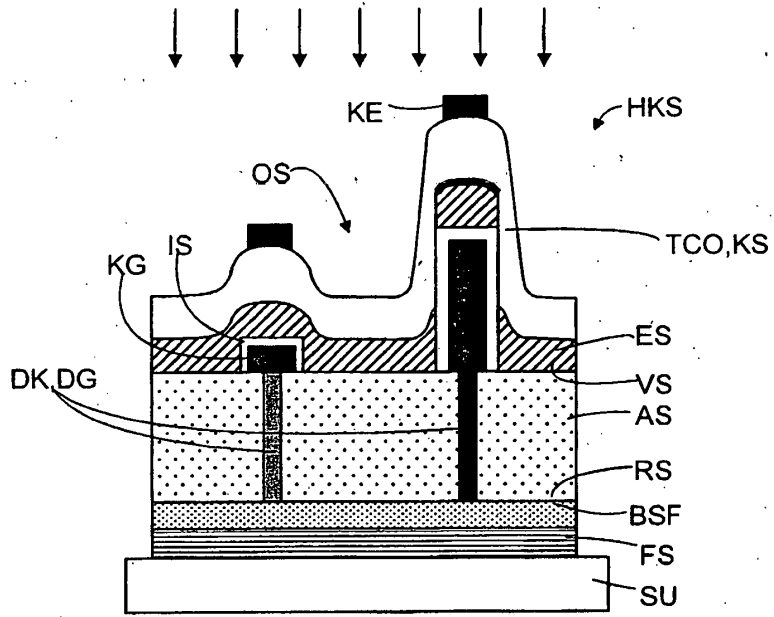


Fig.4A

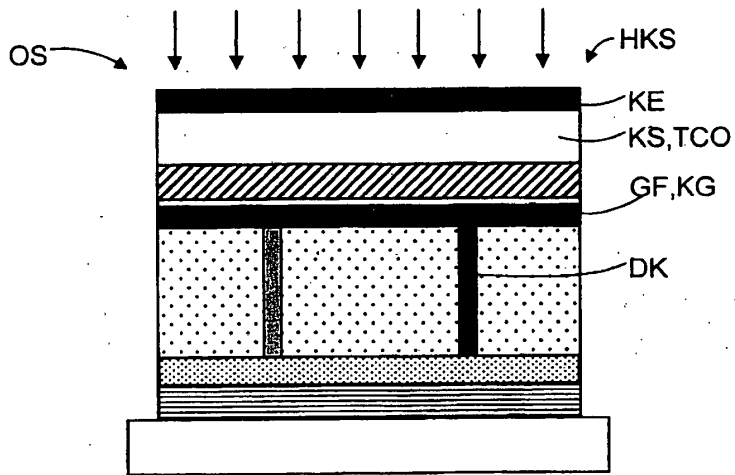


Fig.4B

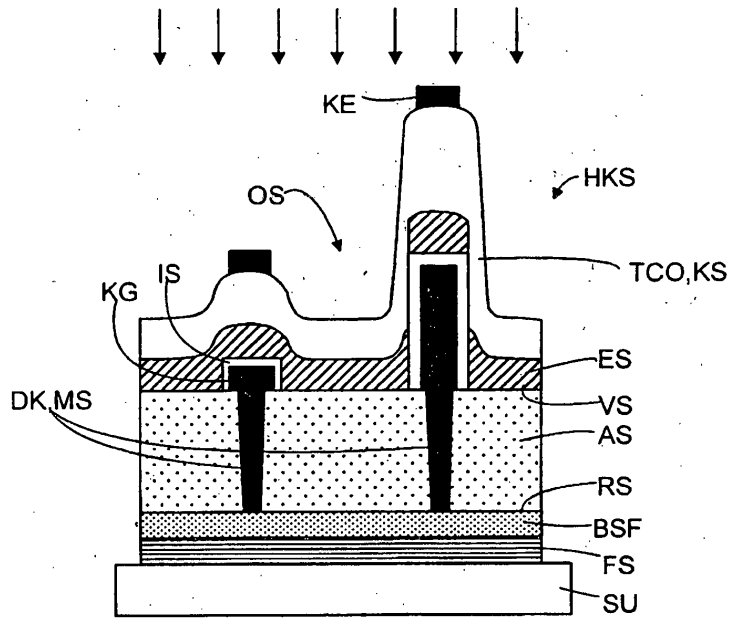


Fig.5A

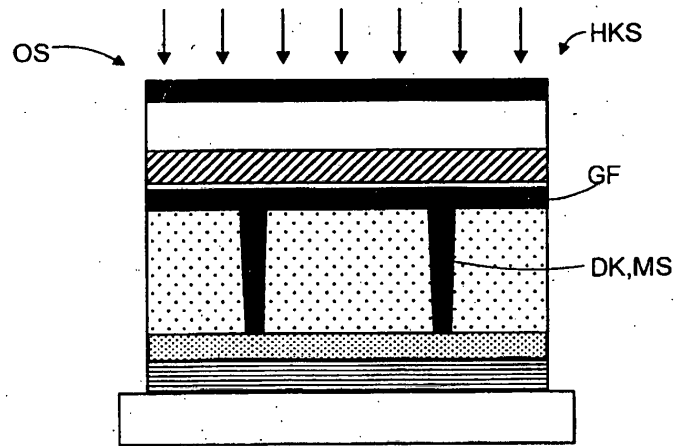


Fig.5B

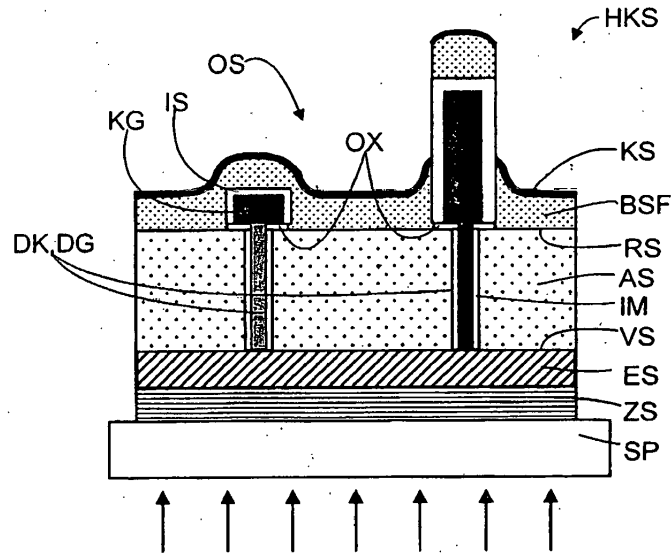


Fig.6A

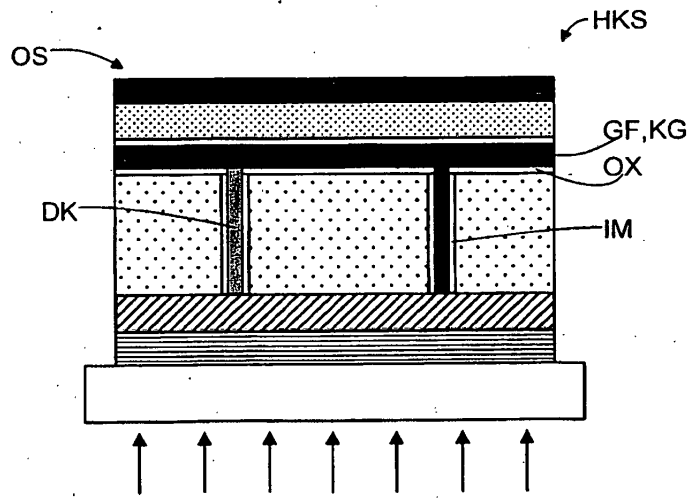
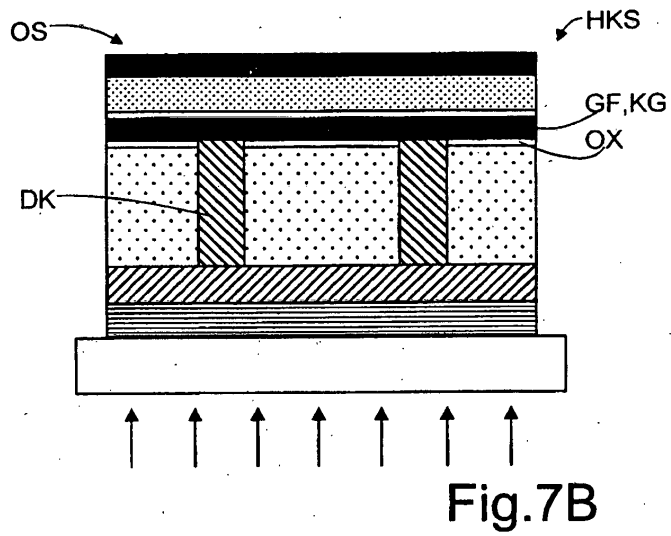
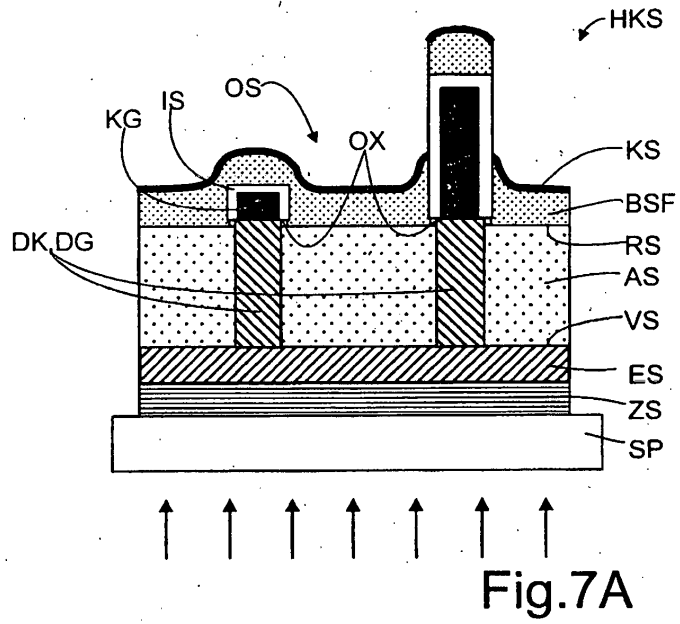


Fig.6B



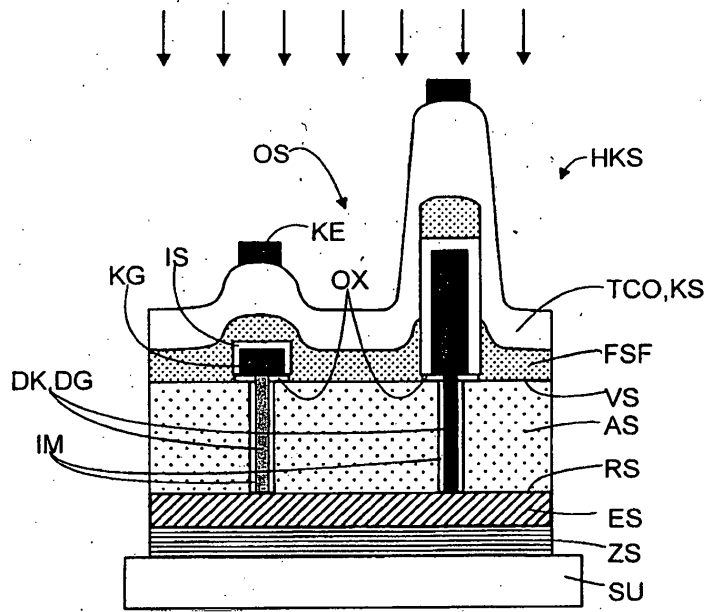


Fig.8A

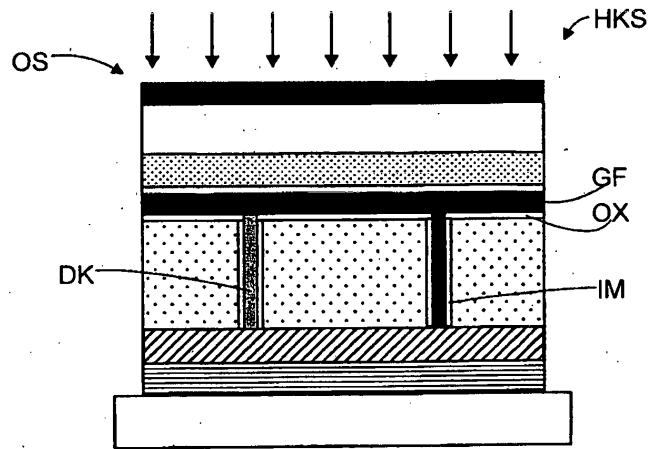


Fig.8B

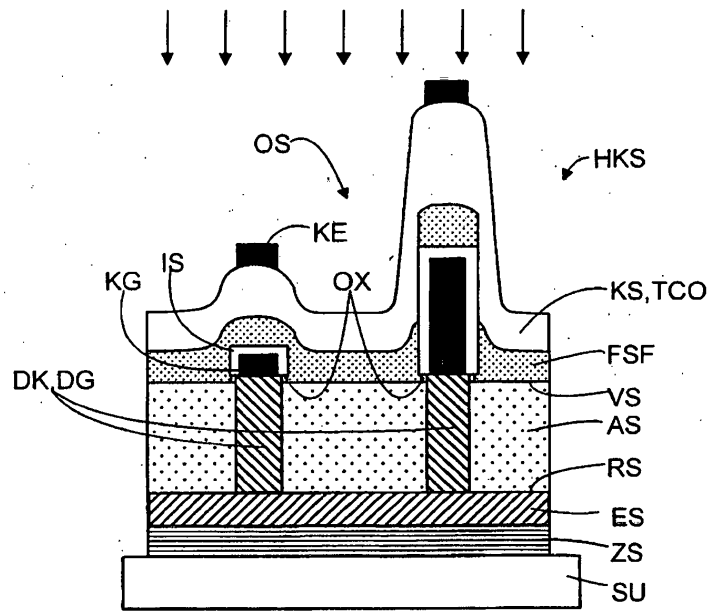


Fig.9A

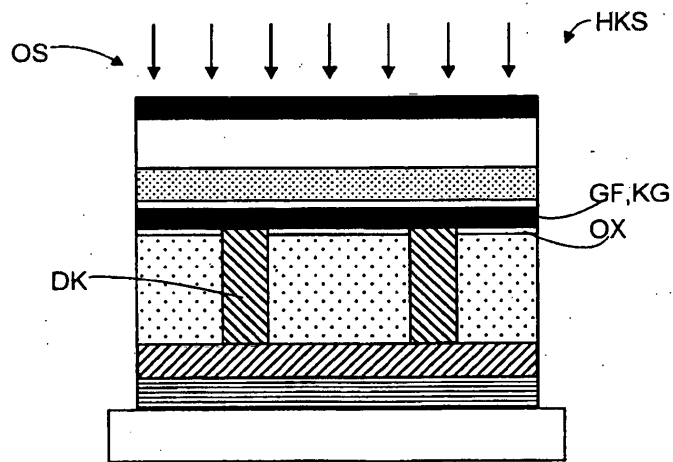


Fig.9B

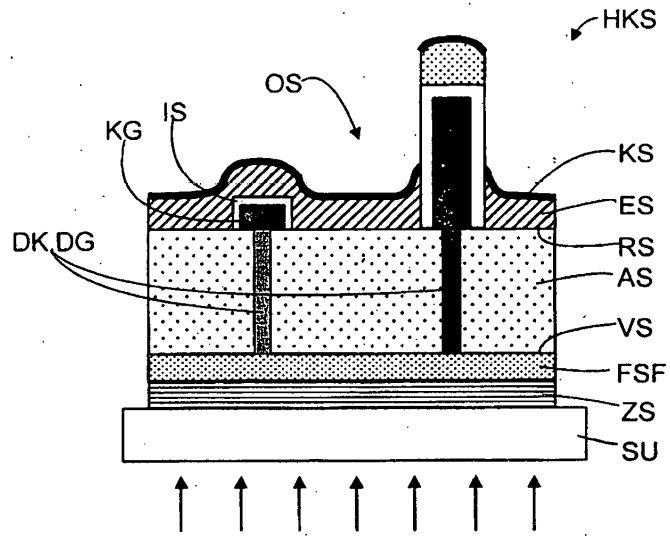


Fig.10A

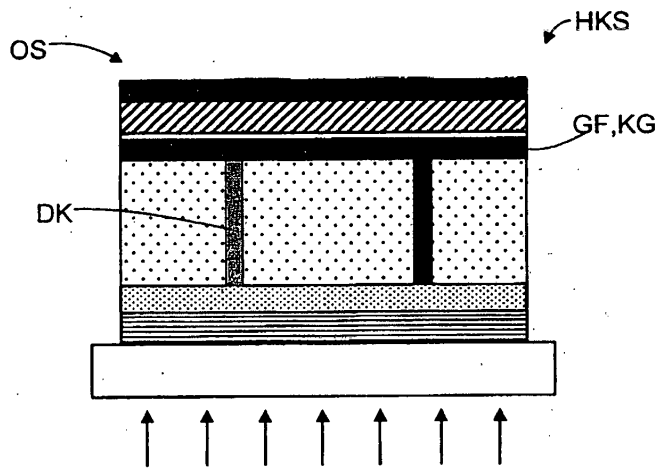


Fig.10B

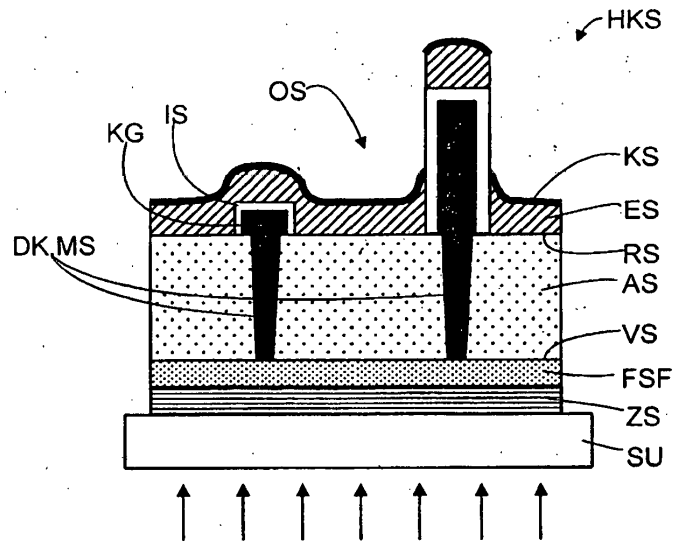


Fig.11A

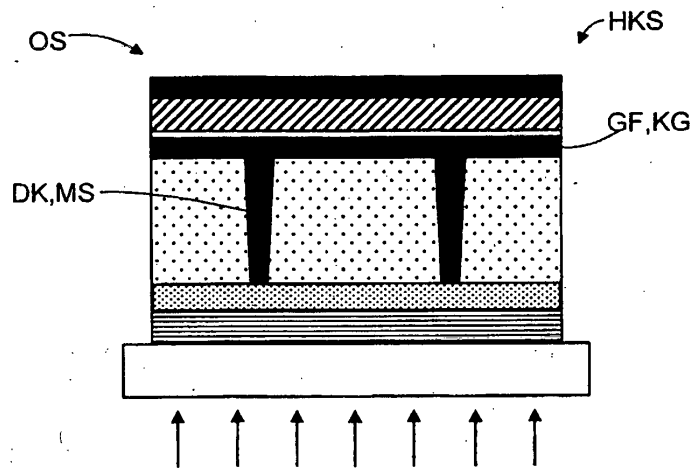


Fig.11B

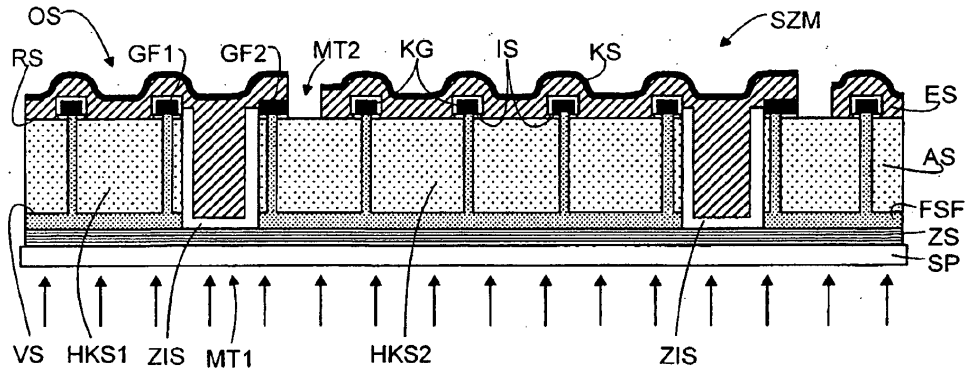


Fig.12A

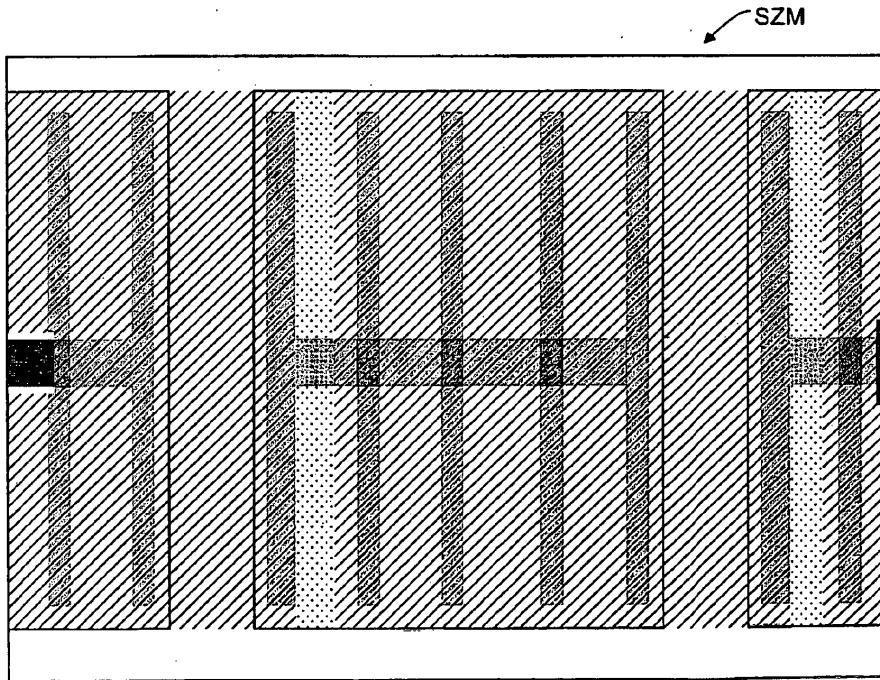


Fig.12B

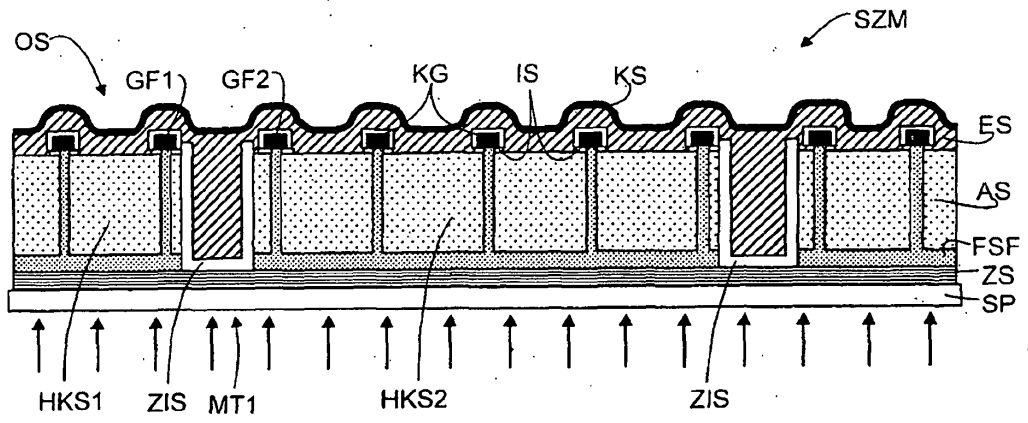


Fig.13A

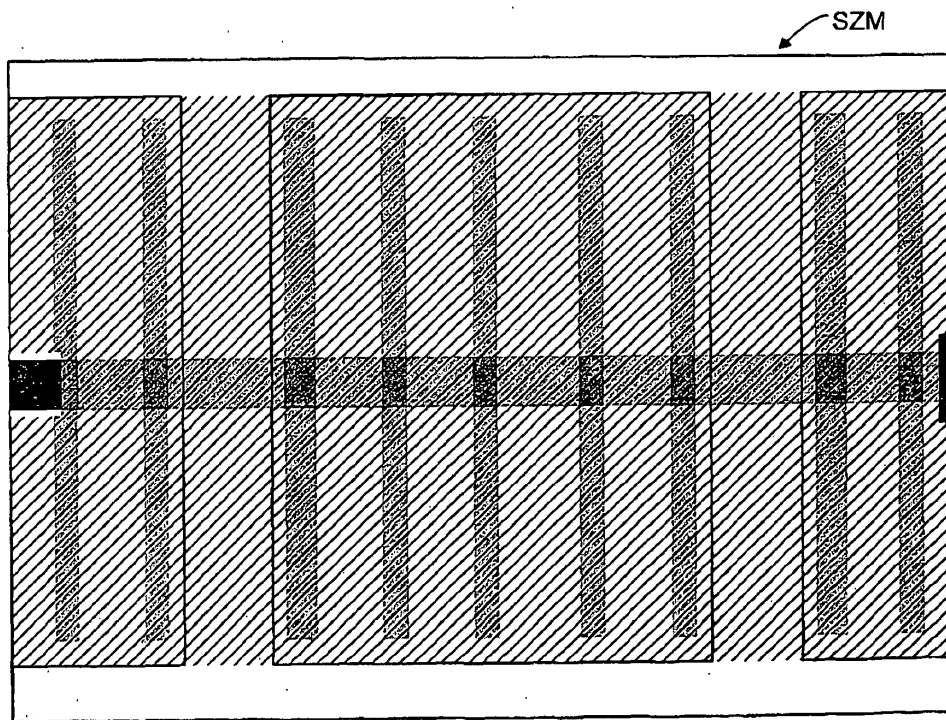


Fig.13B