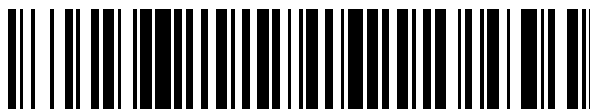


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 156**

51 Int. Cl.:

H01L 31/18 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2007** **E 07723432 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013** **EP 1997156**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de un elemento de construcción semiconductor con una zona superficial dopada selectivamente empleando difusión por fuera y correspondiente elemento de construcción semiconductor**

30 Prioridad:

21.03.2006 DE 102006013313

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

29.10.2013

73 Titular/es:

**INSTITUT FÜR SOLARENERGIEFORSCHUNG
GMBH (100.0%)
AM OHRBERG 1
31860 EMMERTHAL, DE**

72 Inventor/es:

**BRENDEL, ROLF;
TERHEIDEN, BARBARA y
WOLF, ANDREAS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 427 156 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la fabricación de un elemento de construcción semiconductor con una zona superficial dopada selectivamente empleando difusión por fuera y correspondiente elemento de construcción semiconductor

CAMPO DEL INVENTO

- 5 El presente invento se refiere a un procedimiento para la fabricación de un elemento de construcción semiconductor con una zona superficial dopada selectivamente y un correspondiente elemento de construcción semiconductor. En particular el presente invento se refiere a la fabricación de un elemento de construcción semiconductor como por ejemplo una célula solar de capa delgada empleando un procedimiento de transferencia de capa.

BASE DEL INVENTO

- 10 La introducción de sustancias dopantes en materiales semiconductores es una parte integrante esencial de la producción de elementos de construcción semiconductores. Para fabricar una zona dopada selectivamente en un elemento de construcción semiconductor como por ejemplo un emisor para una célula solar es normalmente necesario un proceso independiente de la otra secuencia para la fabricación del elemento de construcción semiconductor. Por ejemplo puede producirse una capa dopada con fósforo que sirve como emisor en un sustrato semiconductor dopado con boro por difusión de POCl_3 .

- 15 Para reducir la necesidad de caro material semiconductor, se producen elementos de construcción semiconductores frecuentemente empleando tecnologías de capa delgada. En ello capas semiconductoras delgadas son precipitadas sobre un sustrato portador, por ejemplo por precipitación en fase gaseosa (CVD). Aquí existe la posibilidad de durante el crecimiento de una capa variar el tipo y concentración del dopado, y así fabricar un elemento de construcción semiconductor compuesto de varias capas diferentemente dopadas. Para ello para cada capa individual es necesario en cada una un paso de proceso con parámetros específicos por ejemplo para la composición de la fase gaseosa en la precipitación por CVD. Adicionalmente pueden ser necesarios pasos intermedios por ejemplo para el barrido del reactor de CVD y la variación de los flujos de gas y/o un cambio del reactor. Los documentos US 6,326,280 B1 y US 5,854,123 describen procedimientos de fabricación para células solares.

RESUMEN DEL INVENTO

- 20 Puede existir una necesidad para proporcionar un procedimiento de fabricación simplificado para un elemento de construcción semiconductor, en el cual sean necesarios los menos posibles pasos de procesamiento y/o pueda evitarse una variación de parámetros de proceso durante la precipitación de una capa semiconductoras delgada, que se emplea para el elemento de construcción semiconductor.

Esta necesidad puede ser satisfecha por el objeto de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes están descritas formas de realización ventajosas del presente invento.

- 25 Según un primer aspecto del presente invento se propone un procedimiento para fabricar un elemento de construcción semiconductor con una zona superficial dopada selectivamente, presentando el procedimiento los siguientes pasos: preparación de un sustrato portador semiconductor dopado; producción de una capa de separación en una superficie del sustrato portador semiconductor; precipitación de una capa semiconductoras dopada sobre la capa de separación; y disolución de la capa semiconductoras dopada del sustrato portador semiconductor. Una secuencia de proceso semejante puede denominarse proceso de transferencia de capa. Los parámetros de proceso empleados durante el procedimiento de fabricación están elegidos aquí de manera que difunden dopantes desde la capa de separación en la capa semiconductoras precipitada, para formar la zona superficial dopada selectivamente.

A continuación son explicadas características, particularidades y posibles ventajas del procedimiento de fabricación según el invento.

- 30 Bajo un elemento de construcción semiconductor puede entenderse un elemento de construcción electrónico, que está basado en un sustrato semiconductor, en cuya superficie son introducidas zonas dopadas selectivamente. El sustrato semiconductor puede estar configurado aquí en forma de una capa semiconductoras delgada por ejemplo con un espesor de menos de 50 μm , preferentemente menos de 10 μm y más preferido entre 1 y 5 μm . Por ejemplo el elemento de construcción semiconductor a fabricar puede ser una célula solar de capa delgada.

- 35 Para la fabricación del elemento de construcción semiconductor en primer lugar se prepara un sustrato portador semiconductor dopado. El sustrato portador semiconductor puede ser un sustrato preferentemente plano preferentemente de silicio, en particular de preferencia de silicio monocristalino. Por ejemplo como sustrato portador semiconductor puede emplearse una oblea de silicio monocristalina fuertemente dopada.

En una superficie del sustrato portador semiconductor puede ser producida una capa de separación, que puede representar una zona de rotura controlada para el posterior desprendimiento de la capa semiconductoras del

substrato portador semiconductor. La capa de separación puede producirse por ejemplo como una capa porosa o como un sistema de capas de varias capas porosas superpuestas por ejemplo mediante mordentado anódico. Aquí son corroídos pequeños espacios huecos en la superficie del substrato portador semiconductor, de manera que se forma una capa esponjosa, porosa y relativamente inestable, que a continuación puede servir como zona de rotura controlada entre el substrato portador semiconductor y una capa semiconductor a precipitar sobre él. Un posible proceso de mordentado para producir una capa porosa de silicio en una oblea de silicio está descrito en el documento DE 197 30 975 A1.

Alternativamente la capa de separación también puede ser producida por ejemplo porque mediante implantación de iones una capa es debilitada selectivamente a una cierta distancia por debajo de la superficie del substrato portador semiconductor, de manera que más tarde puede servir como zona de rotura controlada.

Sobre la capa de separación es precipitada luego una capa semiconductor dopada. La capa semiconductor puede estar directamente contigua a la capa de separación. Alternativamente también una capa intermedia, por ejemplo de un dieléctrico, puede estar depositada entre la capa de separación y la capa semiconductor. La capa semiconductor puede por ejemplo ser precipitada por medio de epitaxia en fase gaseosa (CVD, chemical vapour deposition), epitaxia en fase líquida (LPE, liquid phase epitaxy) o precipitación asistida por iones (IAD, ion assisted deposition). Al material semiconductor a precipitar pueden además estar agregadas durante la precipitación sustancias dopantes, de manera que en la precipitación se puede conseguir una capa semiconductor dopada con una concentración de dopantes predeterminada.

Parámetros de proceso como por ejemplo una temperatura de proceso durante la precipitación de la capa semiconductor dopada o durante un paso opcional ulterior de tratamiento a temperatura tras la precipitación de la capa semiconductor dopada y las duraciones de proceso correspondientes a esto se eligen según el invento de manera que los dopantes, que originalmente provienen del substrato portador semiconductor o de la capa de separación, se difunden en la capa semiconductor precipitada. Esto puede efectuarse directamente durante la precipitación de la capa semiconductor dopada o en un paso opcional subsiguiente de tratamiento a temperatura. Los parámetros de proceso adecuados como la temperatura de proceso o un desarrollo de la temperatura y la duración del proceso para obtener una zona superficial dopada selectivamente con una concentración de dopantes deseada y un perfil de dopantes deseado, pueden ser determinados por ejemplo mediante series de ensayos apropiadas, como son evidentes para el experto, o también mediante simulaciones por ordenador del proceso de difusión.

Cuando por medio del procedimiento de fabricación según el invento debe ser producida por ejemplo una célula solar de silicio de capa delgada, los parámetros del proceso pueden elegirse de manera que en la zona superficial dotada selectivamente se forme una capa emisora con una resistencia de capa de menos de 500 Ohmios/cuadrado, preferentemente de menos de 350 Ohmios/cuadrado y más preferida de menos de 200 Ohmios/cuadrado. Con un emisor semejante, relativamente muy dopado en comparación a la restante capa semiconductor, pueden minimizarse para la célula solar las resistencias en serie dentro del emisor y las pérdidas de potencia asociadas con ellas.

Sirve de base al procedimiento según el invento la idea de para el dopado superficial de un elemento de construcción semiconductor fabricado por medio de un procedimiento de capa delgada, que a continuación es disuelta del substrato portador semiconductor empleado en la fabricación, utilizar una difusión de cuerpo sólido desde el substrato portador semiconductor a la capa semiconductor precipitada sobre él.

Esto lleva entre otras cosas a una simplificación del proceso de producción, puesto que en la capa semiconductor no deben ser difundidas dentro, como convencionalmente es usual, zonas ulteriormente dopadas o en la precipitación de la capa semiconductor no deben variarse concentraciones de dopantes. En lugar de ello la capa semiconductor puede ser precipitada continuamente con una concentración de dopantes constante y debido a los parámetros de proceso elegidos en la fabricación se difunden dopantes desde la capa de separación en la capa semiconductor precipitada o que se precipita y forman así zonas superficiales dopadas selectivamente, cuyo dopado puede ser del mismo tipo de conducción o de uno contrario con respecto al dopado de la capa semiconductor restante y cuya concentración de dopantes puede diferenciarse de la de la capa semiconductor restante. De esta manera pueden obtenerse en la capa semiconductor estructuras p/n, p/p⁺ o n/n⁺.

Es ventajoso además que la zona del elemento de construcción semiconductor dopada selectivamente producida por difusión de cuerpo sólido presente una concentración de dopado superficial relativamente pequeña, que como máximo corresponda a la del substrato portador semiconductor. Tales superficies débilmente dopadas son preferidas por ejemplo para células solares, puesto que pueden ser pasivadas mejor.

Otra ventaja es que el substrato portador semiconductor puede ser empleado de nuevo repetidas veces.

Según una forma de realización el proceso de fabricación presenta además un ulterior tratamiento a temperatura acto seguido a la precipitación de la capa semiconductor dopada. Bajo un tratamiento a temperatura puede entenderse aquí el mantenimiento del substrato portador semiconductor junto con la capa semiconductor precipitada sobre él a una temperatura determinada de por ejemplo más de 800 °C, preferentemente más de 900 °C

y muy preferida más de 1.000 °C a través de una duración del proceso determinada. Cuanto más alta se elige en esto la temperatura, tanto más rápida se efectúa la difusión de cuerpo sólido. Las duraciones del proceso, dependiendo de la temperatura de proceso, pueden estar en el intervalo desde pocos minutos hasta algunas horas. Por ejemplo una duración del proceso de 60 minutos a una temperatura de proceso de 1100 °C puede llevar a una difusión por dentro de zonas superficiales dopadas que presenta una concentración de dopantes suficiente para un emisor de una célula solar.

Según otra forma de realización la precipitación de la capa semiconductor se efectúa a una temperatura de más de 800 °C, preferentemente más de 900 °C y más preferida más de 1.000 °C. Al ser la temperatura en la precipitación de la capa semiconductor elegida lo más alta posible, puede producirse ya durante la precipitación una significativa difusión de cuerpo sólido de dopantes desde el sustrato portador semiconductor en la capa semiconductor que se precipita. De esta manera puede evitarse eventualmente la necesidad de un adicional tratamiento a temperatura para obtener una difusión de cuerpo sólido para zonas superficiales muy dopadas o ser acortada la duración de un tratamiento a temperatura semejante.

Según otra forma de realización para el proceso de fabricación se emplea un sustrato portador semiconductor con una concentración de dopado de al menos $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, preferentemente al menos $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ y más preferida $1 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$ en una zona próxima a la superficie. Cuanto más alta es la concentración de dopado en la superficie del sustrato portador semiconductor o en una zona próxima a la superficie por ejemplo de unas pocas decenas o centenas de nanómetros por debajo de la superficie, tanto más fuertemente es precipitada la difusión de cuerpo sólido desde el sustrato portador semiconductor a la capa semiconductor. Según cómo se obtenga la alta concentración de dopado en la zona próxima a la superficie, pueden alcanzarse incluso aún más altas concentraciones de dopado de más de $5 \times 10^{20} \text{ cm}^{-3}$, preferentemente más de $1 \times 10^{21} \text{ cm}^{-3}$, lo que puede repercutir favorablemente en la difusión de cuerpo sólido. Las zonas próximas a la superficie fuertemente dopadas pueden generarse por ejemplo por una difusión convencional de POCl_3 en el sustrato portador semiconductor, antes de que la capa semiconductor sea precipitada sobre el sustrato portador semiconductor o la capa de separación que se encuentra en él.

Según otra forma de realización para el procedimiento de fabricación se emplea un sustrato portador semiconductor que presenta un dopado de base en esencia homogéneo. "En esencia homogéneo" puede significar aquí que el dopado sobre el sustrato portador semiconductor varía en menos del 50 %, preferentemente en menos del 20 % y más preferido menos del 5 %. En otras palabras en el sustrato portador semiconductor no se encuentra como en el caso de la forma de realización arriba descrita una única zona próxima a la superficie fuertemente dopada. En lugar de esto el sustrato portador semiconductor presenta sobre su espesor total un alto dopado, que lleva a una conductividad de menos de 50 mOhmios-cm, preferentemente de menos de 10 mOhmios-cm y más preferido de menos de 3 mOhmios-cm. Un dopado de base lo más alto posible del sustrato portador semiconductor puede a su vez ser ventajoso para la difusión de cuerpo sólido. Puede ser preferido por eso emplear un sustrato portador semiconductor con el máximo dopado de base técnicamente obtenible. Por ejemplo puede emplearse un sustrato portador de silicio con dopado de boro, en el cual esté elegida la concentración de boro en la máxima solubilidad. Alternativamente pueden emplearse también otros sustratos portadores con otros dopantes como por ejemplo fósforo o galio con una concentración de dopado en el máximo de solubilidad.

Si según otra forma de realización el dopado en una superficie del sustrato portador semiconductor y el dopado de la capa semiconductor precipitada o que se precipita están elegidos de tipo contrario, mediante difusión por dentro de dopantes desde el sustrato portador en la capa semiconductor puede producirse una transición pn entre un emisor que se forma mediante la difusión por dentro y una base formada por la restante capa semiconductor.

Según otra forma de realización el procedimiento de fabricación puede emplearse en especial ventajosamente si como proceso de transferencia de capa se emplea el denominado procedimiento PSI. Este procedimiento está descrito detallado por ejemplo en el documento DE 197 30 975 A1. En este procedimiento en una superficie de un sustrato portador semiconductor se produce por mordentado anódico un sistema de capas poroso. Al ser variados durante el proceso de mordentado los parámetros de proceso empleados en el mordentado, puede obtenerse que el sistema de capas poroso presente una capa inferior con una alta porosidad de por ejemplo el 40 % o más y sobre ella, es decir, en dirección hacia el lado exterior del sustrato portador semiconductor, una capa superior con una menor porosidad de por ejemplo 35 % o menos. La capa inferior de alta porosidad puede servir como zona de rotura controlada en la posterior disolución de la capa semiconductor precipitada sobre la capa superior.

Para compactar más la capa superior el sustrato portador semiconductor es sometido convencionalmente la mayoría de las veces tras el mordentado anódico a un denominado paso de horneado o recocado a una temperatura elevada de por ejemplo 1100 °C y sobre una duración de por ejemplo 30 minutos. Puesto que en un paso de recocado semejante se difunden hacia fuera dopantes desde la capa porosa en una atmósfera circundante, disminuye aquí sin embargo la concentración de dopado dentro de la capa porosa. Como se ha descrito arriba, una menor concentración de dopado puede llevar sin embargo a inconvenientes en la difusión de cuerpo sólido. Puede por eso ser ventajoso para el procedimiento de fabricación según el invento mantener el paso de recocado lo más corto posible, por ejemplo más corto de 10 minutos, preferentemente más corto de 5 minutos, o suprimirle totalmente.

Según otra forma de realización el procedimiento de fabricación comprende además una formación de contactos eléctricamente conductores en superficies de la capa semiconductor. Estos contactos pueden aplicarse antes y/o después del desprendimiento de la capa semiconductor del sustrato portador semiconductor, por ejemplo por metalizado por vaporización. Por ejemplo los contactos pueden ser metálicos. De esta manera puede ser formada una célula solar de capa delgada. En un lado de la célula solar que está dirigido hacia la luz incidente pueden ser configurados los contactos por ejemplo digitados o por medio de conductores transparentes. De modo opcional pueden ser configuradas adicionalmente capas dieléctricas en la superficie de la capa semiconductor, para reducir una recombinación de superficies.

Según otros aspectos del presente invento son propuestos un elemento de construcción semiconductor o una célula solar, como pueden ser fabricados con el procedimiento de fabricación arriba descritos.

Se hace notar que las formas de realización, características y ventajas del invento han sido descritas principalmente con respecto al procedimiento de fabricación según el invento. Un experto reconocerá sin embargo a partir de la descripción precedente y también de la que sigue que, en tanto que no esté indicada otra cosa, las formas de realización y características del invento análogamente también pueden ser trasladadas al elemento de construcción semiconductor según el invento o a la célula solar según el invento. En particular las características de las distintas formas de realización también pueden ser combinadas entre sí de manera discrecional.

Otras características y ventajas del presente invento resultarán evidentes al experto a partir de la siguiente descripción de una forma de realización a manera de ejemplo, que sin embargo no debe interpretarse como limitadora del invento, y con referencia al dibujo adjunto.

Las Figuras 1a a 1e ilustran esquemáticamente una secuencia de fabricación según una forma de realización del presente invento.

En lo que sigue se presenta con respecto a la Figura 1 una forma de realización del procedimiento según el invento, que posibilita la producción de una zona dopada selectivamente en un elemento de construcción semiconductor fabricado por medio de una tecnología de transferencia de capa (ilustraciones 1a a 1e).

a) Se elige un sustrato portador (1) con propiedades adecuadas. Puede tratarse por ejemplo de un disco semiconductor o de un sustrato de vidrio o cerámico. El sustrato portador puede estar estructurado y/o provisto de capas semiconductoras o dieléctricas o presentar zonas locales dopadas n o p.

b) El sustrato portador es preparado para el proceso de transferencia de capa (ilustración 1b), por ejemplo mediante producción de un sistema de capas poroso sobre su superficie (por ejemplo proceso PSI, Patente DE00019730975A1). Esta capa posibilita el posterior desprendimiento del elemento de construcción semiconductor. A continuación pueden seguir otros tratamientos, por ejemplo la introducción de las sustancias dopantes deseados en el sustrato portador (1) y/o la zona (2) del sustrato portador preparada para la transferencia de capa.

c) La capa semiconductor (3) es recrecida (por ejemplo por CVD). Durante el recrecido, o mediante un ulterior tratamiento a temperatura, emigran sustancias dopantes desde el sustrato portador (1) y/o desde la zona del sustrato portador (2) preparada para la transferencia de capa a la capa semiconductor (3) y producen una zona (4) dopada selectivamente en la capa semiconductor (ilustración 1c).

d) La capa semiconductor recrecida (3) incluso la zona (4) dopada selectivamente es desprendida del sustrato portador. En ello eventualmente queda una parte del sustrato portador (2) en la capa semiconductor desprendida (ilustración 1d).

e) los eventualmente existentes restos del sustrato portador (2) son retirados, en tanto que esto sea necesario para procesos subsiguientes (ilustración 1e).

Como resultado se obtiene un elemento de construcción semiconductor, que presenta una zona (4) dopada selectivamente sobre el lado que está dirigido hacia el sustrato portador. Es significativo que la sustancia dopante necesaria para la producción de la zona (4) dopada selectivamente sea puesta a disposición por el sustrato portador (1) o zonas del sustrato portador (2) y no tenga que ser proporcionado durante el crecimiento de capa mediante el proceso de crecimiento (por ejemplo por CVD mediante la fase gaseosa). Esto posibilita una rápida y sencilla conducción del proceso para el crecimiento de capa, puesto que durante el crecimiento de capa los parámetros de precipitación (especialmente tipo y concentración del dopado) no tienen que ser variados. De este modo se simplifica la fabricación de elementos de construcción semiconductores que presentan una zona dopada semejante.

A continuación son explicadas de nuevo con otras palabras la bases y las características del invento:

Existe la posibilidad de utilizar la difusión por fuera de sustancias dopantes desde el sustrato portador u otras fuentes y la nueva introducción de estas sustancias dopantes en la capa en crecimiento. Si el transporte de las sustancias dopantes se realiza mediante la fase gaseosa, este fenómeno se denomina "autodopado". Por el

contrario difundir las sustancias dopantes desde capas adyacentes o desde el sustrato portador en la capa en crecimiento se habla de "difusión de cuerpo sólido". La difusión por fuera de sustancias dopantes es usualmente no deseada en los procesos de epitaxia. Hay sin embargo también aplicaciones que controlan y utilizan selectivamente este fenómeno para producir en la capa recrecida un perfil de dopado pretendido (ver por ejemplo B. M. Abdurakhmanov y R. R. Bilyalov, Semicond. Sci. Technol. 11 (1996) 921-926 y las Patentes US US4925809, US4466171, US4379726, US4170501, US4132573 y US4032372). Éste es también el caso en el presente procedimiento según el invento

El presente invento se refiere a la fabricación de un elemento de construcción semiconductor, por ejemplo de una célula solar, empleando una técnica de transferencia de capa. La fabricación comprende entre otras cosas la generación de una distribución espacial de sustancia dopante deseada para producir zonas conductoras n y/o zonas conductoras p en la capa semiconductor. Las sustancias dopantes necesarios para ello deben ser introducidos en la capa semiconductor o durante el crecimiento de la capa o mediante procesos subsiguientes.

El presente invento posibilita la producción de una zona dopada selectivamente del tipo de conducción n o p en una capa semiconductor. La fabricación de la capa semiconductor se efectúa por medio de una técnica de transferencia de capa (como es conocida por ejemplo como proceso PSI y está descrita en la solicitud de Patente alemana DE 000019730975 A1). La capa semiconductor en ello es precipitada sobre un sustrato portador. El sustrato portador es antes preparado de manera que la capa semiconductor recrecida puede ser desprendida controladamente del sustrato portador.

Un problema del invento puede consistir en la fabricación lo más sencilla posible de una zona dopada selectivamente. El objeto es posibilitar la producción de la zona dopada selectivamente sin que para ello además del crecimiento de la capa semiconductor sean necesarios otros procesos subsiguientes. Además el propio proceso de crecimiento debe ser llevado de manera que en particular el tipo y la concentración del dopado de la capa semiconductor recrecida no tengan que ser variados durante el crecimiento de capa. Esto debe permitir una fácil conducción del proceso.

Según formas de realización preferidas el presente invento utiliza el fenómeno arriba descrito de la difusión por fuera de sustancias dopantes en procesos de alta temperatura (difusión de cuerpo sólido) para resolver el planteamiento del problema. Para ello el sustrato portador o capas o zonas que se encuentran sobre él actúan como fuentes para las sustancias dopantes, que se difunden desde la fuente en la capa semiconductor recrecida. Este proceso de difusión se efectúa durante la precipitación de la capa semiconductor y/o en un ulterior tratamiento a temperatura. Mediante esta difusión por fuera se forma sobre el lado de la capa semiconductor que está dirigido hacia el sustrato una zona dopada selectivamente para cuya fabricación no es necesario durante el proceso de crecimiento ni un proceso por separado ni una variación de las sustancias dopantes alimentadas. La zona dopada selectivamente se forma por lo tanto "automáticamente" durante el crecimiento de la capa y/o mediante ulterior tratamiento a temperatura. De este modo se simplifica mucho su fabricación.

En particular mediante elección apropiada de la sustancia dopante puesta a disposición por la fuente (por ejemplo boro o fósforo) el tipo de conducción de la zona dopada selectivamente puede elegirse de tipo n o tipo p. El tipo de conducción de la capa semiconductor recrecida, mediante la añadidura de sustancias dopantes durante el crecimiento de capa, puede regularse asimismo a tipo n o tipo p. Por lo tanto pueden realizarse tanto transiciones pn como transiciones de una baja a una alta concentración de dopantes (p/p^+ o n/n^+).

El presente invento se destaca en comparación con los inventos arriba mencionados (Patentes US US4925809, US4466171, US4379726, US4170501, US4132573 y US4032372) porque la utilización de la difusión por fuera de sustancias dopantes desde el sustrato portador en la capa semiconductor en crecimiento por una parte se combina con una técnica de transferencia de capa, que por otra parte posibilita el posterior desprendimiento de la capa semiconductor recrecida incluso de la zona dopada selectivamente. De esta manera el lado de la capa semiconductor se encuentra accesible sobre la zona dopada selectivamente producida. Esto posibilita el tratamiento de la superficie de esta zona por ejemplo para el pasivado superficial y el contactado eléctrico. Otra ventaja del presente invento está en la capacidad de reutilización del sustrato portador no sólo como sustrato de crecimiento sino también como fuente para sustancias dopantes. También en este punto la capacidad de reutilización de la fuente de sustancias dopantes diferencia el presente invento de los inventos arriba mencionados.

Ejemplos de realización del invento pueden ser descritos según las siguientes propuestas:

1) Procedimiento para producir una zona dopada selectivamente un elemento de construcción semiconductor fabricado por medio de un procedimiento de transferencia de capa, caracterizado porque el sustrato portador y/o una parte o zona del sustrato o de una capa aplicada sobre el sustrato portador es utilizado como fuente para sustancias dopantes, en lo cual durante el crecimiento de la capa semiconductor y/o mediante ulterior tratamiento a temperatura es producida una zona dopada selectivamente en la capa en crecimiento. El sustrato portador puede ser empleado de nuevo como fuente de sustancias dopantes.

- 2) Procedimiento para la fabricación de un elemento de construcción semiconductor basado en la transferencia de capa según la propuesta 1, caracterizado porque en el caso de la capa y de la zona de la capa dopada selectivamente se trata de una transición pn o de una transición n/n⁺ o p/p⁺.
- 5 3) Procedimiento para la fabricación de un elemento de construcción semiconductor basado en la transferencia de capa según la propuesta 1, caracterizado porque el elemento de construcción semiconductor es una célula solar.
- 4) Procedimiento para la fabricación de un elemento de construcción semiconductor basado en la transferencia de capa según la propuesta 1, caracterizado porque para la transferencia de capa se emplea el proceso PSI (Patente DE000019730975A1).
- 10 5) Procedimiento para la fabricación de un elemento de construcción semiconductor basado en la transferencia de capa según la propuesta 1, caracterizado porque la capa semiconductor es recrecida por medio de epitaxia en fase gaseosa (CVD), epitaxia en fase líquida (LPE), precipitación asistida por iones (IAD), u otro procedimiento adecuado
- 6) Elemento de construcción semiconductor, caracterizado porque en la fabricación ha sido empleado un procedimiento según la propuesta 1, 2, 3, 4, o 5.

15

Lista de signos de referencia

- | | |
|---|--|
| 1 | Substrato portador |
| 2 | Zona del substrato portador preparada para la transferencia de capa |
| 3 | Capa semiconductora recrecida |
| 5 | 4 Zona dopada selectivamente de la capa semiconductora recrecida, producida por difusión por fuera |

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para fabricar un elemento de construcción semiconductor con una zona superficial (4) dopada selectivamente, que presenta:

Preparar un sustrato portador semiconductor dopado (1);

5 Producir una capa de separación (2) en una superficie del sustrato portador semiconductor;

Precipitar una capa semiconductor dopada (3) sobre la capa de separación;

Disolver la capa semiconductor dopada del sustrato portador semiconductor;

10 en el cual los parámetros de proceso, que comprenden al menos un parámetro del grupo temperatura de proceso, desarrollo de la temperatura de proceso y duración del proceso, se eligen de manera que mediante difusión de cuerpo sólido dopantes de la capa de separación se difunden en la capa semiconductor precipitada, para formar la zona superficial dopada selectivamente, presentando la zona superficial dopada selectivamente un dopado relativamente fuerte en comparación con la capa semiconductor restante, de manera que la zona superficial presenta una resistencia de capa de menos de 500 Ohmios/cuadrado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el cual como capa de separación se produce una capa porosa en el sustrato portador semiconductor.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, que presenta además un ulterior tratamiento a temperatura a continuación de la precipitación de la capa semiconductor dopada.
4. Procedimiento según la reivindicación 3, en el cual el sustrato portador semiconductor durante el tratamiento a temperatura junto con la capa semiconductor precipitada sobre él es mantenido a una temperatura de más de 800 °C.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la precipitación de la capa semiconductor se efectúa a una temperatura de más de 800 °C.
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el sustrato portador semiconductor presenta en una zona próxima a la superficie una concentración de dopado de al menos $1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el sustrato portador semiconductor presenta un dopado de base en esencia homogéneo para una conductividad de menos de 50 MiliOhmios-centímetro.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual el dopado en una superficie del sustrato portador semiconductor y el dopado de la capa semiconductor precipitada son de tipo de conducción contrario.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes 1 a 7, en el cual el dopado en una superficie del sustrato portador semiconductor y el dopado de la capa semiconductor precipitada son del mismo tipo de conducción.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual como procedimiento de transferencia de capa se emplea un proceso PSI.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el cual la capa semiconductor es precipitada por medio de epitaxia en fase gaseosa, epitaxia en fase líquida o precipitación asistida por iones.
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, que presenta además una formación de contactos eléctricamente conductores en superficies de la capa semiconductor para formar una célula solar.



Fig. 1a

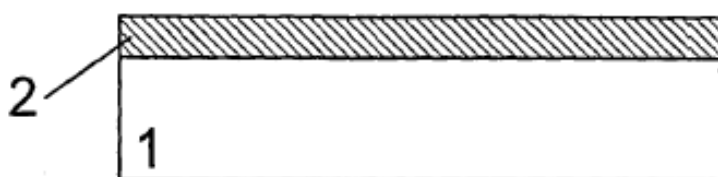


Fig. 1b

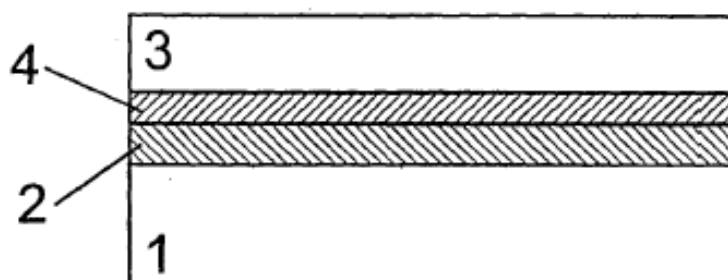


Fig. 1c

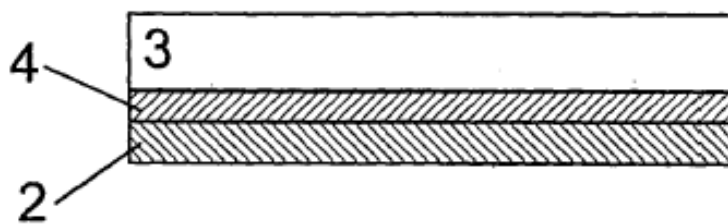


Fig. 1d



Fig. 1e