

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 898 334**

51 Int. Cl.:

H01L 31/0687 (2012.01)

H01L 31/048 (2014.01)

H01L 31/18 (2006.01)

H01L 21/78 (2006.01)

H01L 21/301 (2006.01)

H01L 21/268 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2020** **E 20000294 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.08.2021** **EP 3787044**

54 Título: **Procedimiento de separación para la separación de una placa semiconductora que comprende una pluralidad de pilas de células solares**

30 Prioridad:

29.08.2019 DE 102019006095

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

07.03.2022

73 Titular/es:

**AZUR SPACE SOLAR POWER GMBH (100.0%)
Theresienstrasse 2
74072 Heilbronn, DE**

72 Inventor/es:

**SOMMER, STEFFEN;
KÖSTLER, WOLFGANG y
FREY, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 898 334 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 de separación para la separación de una placa semiconductor que comprende una pluralidad de pilas de células solares

La invención se refiere a un procedimiento de separación para la separación de una placa semiconductor que comprende varias pilas de células solares.

Las placas semiconductoras (obleas) se separan normalmente por medio de un proceso de rectificado de corte, es decir, se separan mecánicamente. También se conoce la separación por medio de ablación láser a lo largo de juntas de separación.

Como alternativa, en un proceso de rayado, es decir, en un denominado proceso de *scribing*, se generan pequeñas zanjitas mecánicamente o por medio de ablación láser como puntos de rotura controlada a lo largo de las líneas de separación en el lado superior o el lado inferior, y a continuación se divide la placa semiconductor rompiendo a lo largo de los puntos de rotura controlada.

También es posible modificar el material con un denominado proceso *Stealth-Dicing*, también designado como separación oculta, por medio de uno en una determinada profundidad en la placa semiconductor, de manera que igualmente se producen puntos de rotura controlada, a lo largo de los cuales puede separarse mediante rotura.

Los procedimientos de separación están adaptados a este respecto en cada caso al material que va a dividirse, es decir, un material semiconductor.

Por el documento US 2017/345955 A1 y el documento US 2018/097133 A1 y el documento EP 0 926 743 A2 y el documento EP 2 426 734 A2 y por DONGSHI ZHANG *et al.*: "Debrisfree rear-side picosecond laser ablation of thin germanium wafers in water with ethanol", APPLIED SURFACE SCIENCE, vol. 367, 12 de enero de 2016, páginas 222-230, documentos US 2011/247672 A1, US 6 300 558 B1, se conocen procedimientos para separar placas semiconductoras.

Ante este hecho, el objetivo de la invención consiste en indicar un dispositivo que perfeccione el estado de la técnica.

El objetivo se resuelve mediante un procedimiento de separación con las características de la reivindicación 1. Configuraciones ventajosas de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

Según el objeto de la invención se proporciona un procedimiento de separación para la separación de una placa semiconductor que comprende varias pilas de células solares a lo largo de al menos una línea de separación, que comprende al menos las etapas de:

- proporcionar la placa semiconductor con un lado superior, un lado inferior, una capa adhesiva unida por adherencia de materiales con el lado superior y una capa de vidrio de cobertura unida por adherencia de materiales con la capa adhesiva, en el que la placa semiconductor comprende varias pilas de células solares que presentan en cada caso una capa de sustrato de germanio que forma el lado inferior de la placa semiconductor, una célula parcial de germanio y al menos dos células parciales de III-V,

- generar una zanja de separación que llega desde un lado inferior de la placa semiconductor a través de la placa semiconductor y la capa adhesiva al menos hasta un lado inferior de la capa de vidrio de cobertura que limita con la capa adhesiva a lo largo de la línea de separación por medio de ablación láser y

- dividir la capa de vidrio de cobertura a lo largo de la zanja de separación.

Se entiende que las células parciales individuales de las pilas de células solares presentan en cada caso una transición pn y las capas que siguen al sustrato se han generado epitácticamente una sobre otra y/o están unidas entre sí por medio de enlace de oblea.

También se entiende que una célula parcial de Ge presenta germanio o está constituida por germanio, en la que también una capa que está constituida por germanio contiene, dado el caso, adicionalmente al germanio, aún otras sustancias, en particular dopantes, pero también impurezas.

Lo correspondiente se aplica también para las células parciales de III-V, que presentan uno o más materiales del III, así como del V grupo principal o están constituidas por tales materiales.

Una separación mecánica del material compuesto de placa semiconductor, capa adhesiva y capa de vidrio de cobertura no es posible debido a la dureza del vidrio y a los depósitos que han de esperarse del agente adhesivo sobre placa de separación.

Debido a que se genera la zanja de separación desde el lado inferior de la placa semiconductora solo hasta el lado inferior de la capa de vidrio de cobertura o una zona de la capa de vidrio de cobertura que limita directamente con el lado inferior, es posible generar la zanja de separación a pesar de las propiedades ópticas y térmicas distintas, en particular sin dañar innecesariamente la capa adhesiva.

Se entiende que la zanja de separación en el lado inferior de la placa semiconductora debe presentar una anchura suficiente para poder enfocar el rayo láser a profundidades suficientes para la ablación láser hasta la capa de vidrio de cobertura. Por otro lado, la zanja de separación en la placa semiconductora actúa como diafragma y reduce una retrodispersión de la capa de vidrio de cobertura en capas activas de la placa semiconductora.

El procedimiento de separación permite separar el material compuesto de placa semiconductora con agente adhesivo y vidrio de cobertura. Por consiguiente, el vidrio de cobertura ya se aplica a nivel de oblea y debe ajustarse solo una única vez y solo de forma relativamente aproximada.

Además, el procedimiento de separación asegura que el vidrio de cobertura concluya al menos enrasado con las superficies laterales de la placa semiconductora o incluso presente un saliente. Mediante esto se ha protegido el lado superior de la placa semiconductora de manera eficaz frente a influencias ambientales.

Según una primera forma de realización, la zanja de separación se genera hasta una zona de la capa de vidrio de cobertura que limita con la capa adhesiva. La ablación láser en una zona inferior de la capa de vidrio de cobertura representa casi un proceso de rayado, también denominado *scribing*. Mediante el rayado incipiente de la capa de vidrio de cobertura se simplifica, por ejemplo, una rotura de la capa de vidrio de cobertura a lo largo de las zanjas de separación.

En otra forma de realización, la división de la capa de vidrio de cobertura se realiza mediante rotura o mediante aserrado.

Según otra forma de realización, para la ablación láser se mueve un láser a lo largo de al menos una pista que discurre a lo largo o de manera paralela a la línea de separación en el lado inferior de la placa semiconductora y se realizan entradas de energía a lo largo de la pista por medio de un rayo láser enfocado.

En un perfeccionamiento se realiza la entrada de energía a lo largo de al menos 2 y como máximo 30 pistas.

Según otro perfeccionamiento, en un paso de ablación se realiza la entrada de energía a lo largo de n pistas con $1 \leq n \leq 30$ y el paso de ablación se repite al menos una vez, en el que en cada repetición el número n de pistas permanece igual o se reduce y en el que el número n se reduce en al menos una repetición.

En otra forma de realización, el paso de ablación se repite al menos una vez y como máximo 40 veces.

Según otra forma de realización, en un paso de ablación se realiza la entrada de energía con una primera densidad de potencia y con un primer plano de enfoque y se repite al menos una vez, en el que en al menos una repetición se modifica la densidad de potencia y/o el plano de enfoque.

Según otro perfeccionamiento, antes de la generación de la zanja, se une el lado superior de la capa de vidrio de cobertura con una lámina mediante adherencia de materiales.

En otro perfeccionamiento, la capa adhesiva comprende silicona y presenta un espesor de al menos 5 μm .

Según otra forma de realización, la capa de vidrio de cobertura presenta un espesor de capa de al menos 50 μm .

En otra forma de realización se realiza la entrada de energía por medio de un láser pulsado, en la que una duración del pulso asciende a entre 10 fs y 100 ns y/o una longitud de onda asciende a entre 315 nm y 1070 nm o a entre 1,5 μm y 10,6 μm .

La invención se explicará con más detalle a continuación con referencia a los dibujos. A este respecto, partes similares están etiquetadas con números de referencia idénticos. Las formas de realización representadas están muy esquematizadas, es decir, las distancias y la extensión lateral y la extensión vertical no están a escala y, a menos que se indique lo contrario, no presentan tampoco relaciones geométricas deducibles entre sí. Estos muestran:

la figura 1, un desarrollo esquemático según una primera forma de realización de un procedimiento de separación según la invención de una placa semiconductora,

la figura 2, una vista de una segunda forma de realización según la invención del procedimiento de separación,

la figura 3, una vista de otra forma de realización según la invención del procedimiento de separación,

la figura 4, otra vista del procedimiento de separación.

La ilustración de la figura 1 muestra esquemáticamente un desarrollo de un procedimiento de separación para separar una placa semiconductora que comprende varias pilas de células solares según una primera forma de realización según la invención.

Se proporciona una placa semiconductora 10 que comprende varias pilas de células solares 12 con un lado superior 10.1 y un lado inferior 10.2. La placa semiconductora 10 comprende una secuencia de capas de un sustrato de germanio 14 que forma el lado inferior 10.1, una célula parcial de germanio 16, una primera célula parcial de III-V 18 y una segunda célula parcial de III-V 20 que forma el lado superior 10.1. Sobre el lado superior 10.1 está dispuesta una capa adhesiva 22 y sobre la capa adhesiva 22 una capa de vidrio de cobertura 24.

Las pilas de células solares 12 de la placa semiconductora 10 se separan a lo largo de líneas de separación L. Para ello, por medio de ablación láser con un láser que se mueve a lo largo de las líneas de separación L y un rayo láser LS que choca con el lado inferior 10.2 de la placa semiconductora, se genera una zanja G que llega desde el lado inferior 10.2 a través de la capa de sustrato 14 y las celdas parciales 16, 18, 20 de la placa semiconductora 10, así como a través de la capa adhesiva 22 hasta la capa de vidrio de cobertura 24. La zanja G termina en una zona de la capa de vidrio de cobertura 24 que limita con la capa adhesiva 22, en la que la zona ocupa como máximo un tercio del espesor total de la capa de vidrio de cobertura 24.

A continuación, se divide la capa de vidrio de cobertura 24 a lo largo de las líneas de separación L mediante rotura o mediante aserrado, de manera que se separan las pilas de células solares unas de otras.

En la ilustración de la figura 2 se representa otra forma de realización. A continuación, se explican solo las diferencias con respecto a la ilustración de la figura 1.

Para generar la zanja G a lo largo de una línea de separación L, la ablación láser se realiza a lo largo de la línea de separación L, así como se mueve a lo largo de otras cuatro pistas S1, S2, S4, S5 que discurren de manera paralela a la línea de separación L.

En la ilustración de la figura 3 se representa otra forma de realización. A continuación, se explican solo las diferencias con respecto a la ilustración de la figura 2.

La ablación láser se realiza en cinco pasos, realizándose la ablación láser, en un primer paso, a lo largo de la línea de separación y otras cuatro pistas. En cada paso posterior, la ablación láser se realiza con un plano de enfoque que se encuentra más profundo y a lo largo de un número de pistas reducido en uno.

En la ilustración de la figura 3 se representa un transcurso de la luz a través de la placa semiconductora 10, la capa adhesiva 22 y la capa de vidrio de cobertura 24.

La luz difractada desde la superficie de salida de la capa de vidrio de cobertura 24 puede, como en el caso representado, chocar con el lado superior 10.1 de la placa semiconductora 10 y dañar el lado superior 10.1 de la placa semiconductora 10.

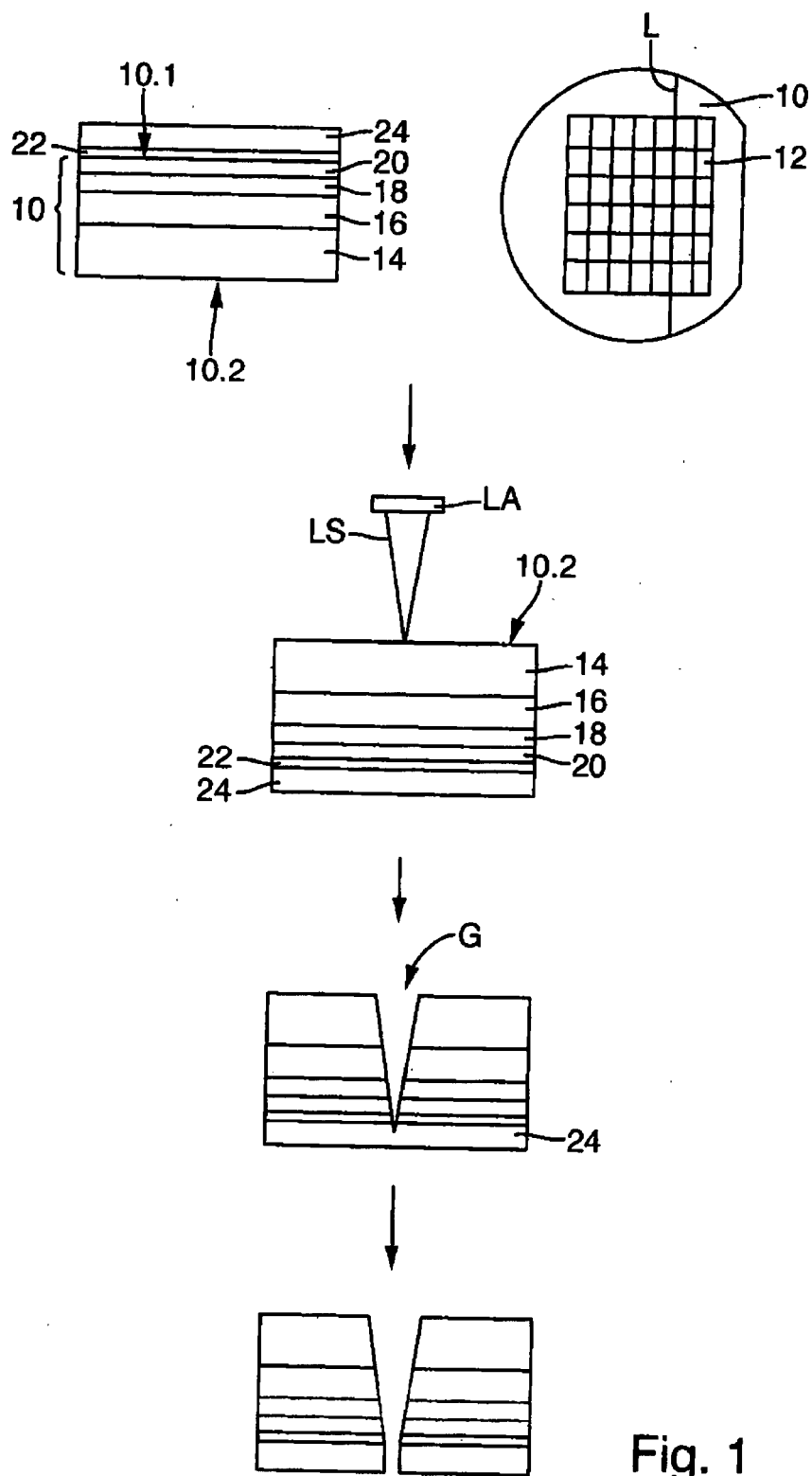
Con una elección adecuada de la densidad energética o bien de la intensidad y del desarrollo del enfoque se suprime o al menos se reduce un daño.

En particular, la intensidad se reduce mucho, por ejemplo, si el rayo láser LS presenta un ángulo de apertura grande, es decir, si el rayo láser se ensancha rápidamente por tanto tras el plano de enfoque.

Cabe señalar que durante el mecanizado con una longitud de Rayleigh mayor junto con una anchura adecuada de la zanja G, el choque de la luz reflejada con la parte superior 10.1 de la placa semiconductora 10 puede suprimirse de forma eficaz.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de separación para la separación de una placa semiconductora (10) que comprende una pluralidad de pilas de células solares (12) a lo largo de al menos una línea de separación (L), que comprende al menos las etapas de:
- proporcionar la placa semiconductora (10) con un lado superior (10.1), un lado inferior (10.2), una capa de adhesiva (22) unida por adherencia de materiales con el lado superior (10.1) y una capa de vidrio de cobertura (24) unida por adherencia de materiales con la capa de adhesiva (22),
- en el que la placa semiconductora (10) comprende varias pilas de células solares (12) que presentan en cada caso una capa de sustrato de germanio (14) que forma el lado inferior (10.1) de la placa semiconductora (10), una célula parcial de germanio (16) y al menos dos células parciales de III-V (18, 20),
- generar una zanja de separación (G) que llega desde un lado inferior (10.2) de la placa semiconductora (10) a través de la placa semiconductora (10) y la capa adhesiva (22) al menos hasta un lado inferior de la capa de vidrio de cobertura (24) que limita con la capa adhesiva (22) a lo largo de la línea de separación (L) por medio de ablación láser y
- dividir la capa de vidrio de cobertura (24) a lo largo de la zanja de separación.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la zanja de separación se genera hasta una zona de la capa de vidrio de cobertura (24) que limita con la capa adhesiva (22).
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la división de la capa de vidrio de cobertura se realiza mediante rotura o mediante aserrado.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque para la ablación láser se mueve un láser (LA) a lo largo de al menos una pista (S1, S2, S4, S5) que discurre a lo largo de o de manera paralela a la línea de separación (L) en el lado inferior (10.2) de la placa semiconductora (10) y por medio de un rayo láser enfocado (LS) se realizan entradas de energía a lo largo de la pista.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la entrada de energía se realiza a lo largo de al menos 2 y como máximo 30 pistas (S1, S2, S4, S5).
6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en un paso de ablación se realiza la entrada de energía a lo largo de n pistas (S1, S2, S4, S5) con $1 \leq n \leq 30$ y el paso de ablación se repite al menos una vez, en el que, en cada repetición, el número n de pistas permanece igual o se reduce, y en el que el número n se reduce en al menos una repetición.
7. Procedimiento según la reivindicación 6, caracterizado porque el paso de ablación se repite al menos una vez y como máximo 40 veces.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque en un paso de ablación se realiza la entrada de energía con una primera densidad de potencia y con un primer plano de enfoque y el paso de ablación se repite al menos una vez, en el que en al menos una repetición se modifica la densidad de potencia y/o el plano de enfoque.
9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque antes de generar la zanja, se une el lado superior de la capa de vidrio de cobertura por adherencia de materiales con una lámina.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa de adhesiva (22) comprende silicona y presenta un espesor de al menos 5 μm .
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la capa de vidrio de cobertura (24) presenta un espesor de capa de al menos 50 μm .
12. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se realiza la entrada de energía por medio de un láser pulsado (LA), en el que una duración del pulso asciende a entre 10 fs y 100 ns y/o una longitud de onda está entre 315 nm y 1070 nm o entre 1,5 μm y 10,6 μm .



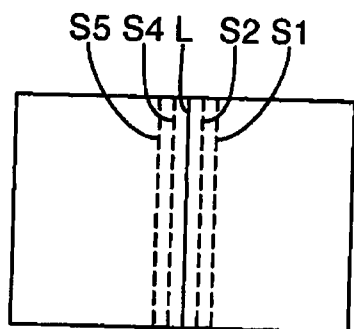


Fig. 2

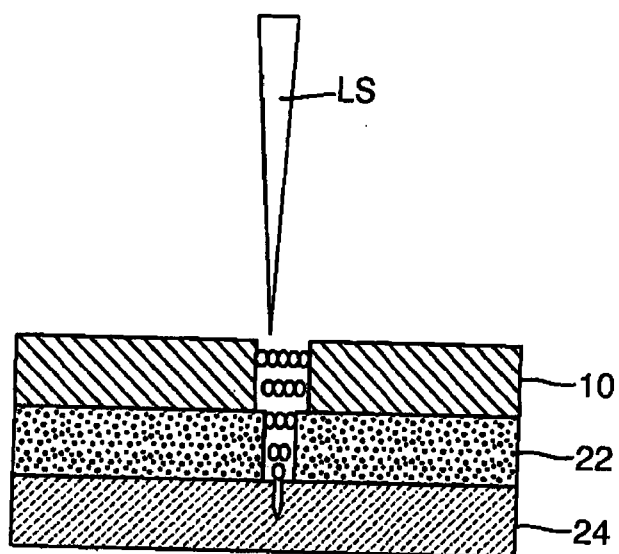


Fig. 3

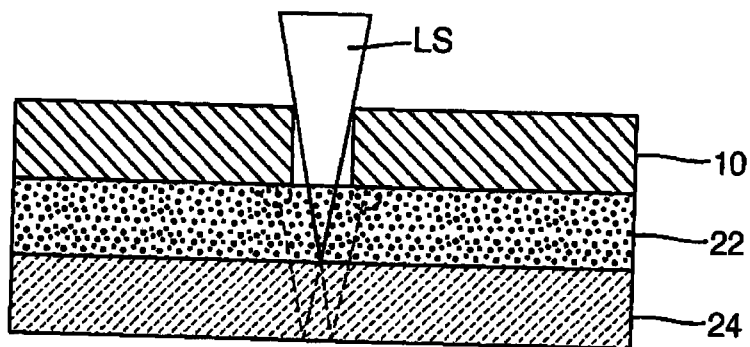


Fig. 4