

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 464 143**

51 Int. Cl.:

C23C 2/40 (2006.01)
B05C 3/12 (2006.01)
C30B 15/00 (2006.01)
H01L 31/18 (2006.01)
B05C 5/02 (2006.01)
B05C 9/04 (2006.01)
C30B 29/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.04.2011 E 11730358 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2014 EP 2566996**

54 Título: **Cinta de carbono destinada a recibir una capa de un material semiconductor**

30 Prioridad:

04.05.2010 FR 1053439

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

30.05.2014

73 Titular/es:

**SOLARFORCE (100.0%)
1, Rue du Dauphin
38300 Bourgoin Jallieu, FR**

72 Inventor/es:

TASTEVIN, ROBERT

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 464 143 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

Cinta de carbono destinada a recibir una capa de un material semiconductor

5 La presente invención se refiere a una cinta de carbono destinada a recibir una capa de un material semiconductor sobre al menos una de sus caras, a un procedimiento de realización de dicha cinta de carbono así como a un procedimiento para depositar una capa de un material semiconductor sobre al menos una de las caras de la cinta de carbono.

Las células fotovoltaicas comprenden unas placas delgadas de un material semiconductor, siendo el más utilizado actualmente el silicio policristalino.

10 La invención se aplica muy particularmente al estirado de cintas de silicio destinadas a la fabricación de células fotovoltaicas, por lo tanto, la descripción siguiente se refiere al silicio, entendiéndose que la invención se aplica también a otros materiales semiconductores tales como el germanio y los compuestos semiconductores de tipo III-V de la familia GaAs con fusión congruente o casi-congruente. Las placas de silicio se obtienen preferentemente a partir de una capa de silicio, que forma una película, depositada sobre un sustrato de carbono por estirado de este sustrato a través de un baño de silicio fundido. El sustrato tiene la forma de una cinta.

15 La figura 1 ilustra de manera general el procedimiento de la técnica anterior, designada por procedimiento RST (por Cinta sobre Sustrato Temporal). Un crisol 10, equipado de medios de calentamiento (no representados), contiene un baño 12 de silicio fundido, en forma líquida. El fondo del crisol está provisto de una ranura 14. Con la ayuda de medios de estirado no representados, se estira una cinta de carbono 16 de bajo grosor (del orden de 200 a 350 μm) sustancialmente de forma vertical, desde abajo hacia arriba en el sentido de la flecha 18, en el baño 12 de silicio a velocidad sustancialmente constante. Las dos caras 20 y 22 de la cinta se han recubierto inicialmente de una capa de carbono pirolítico 24 de bajo grosor (aproximadamente 1 a 5 μm). El silicio fundido moja las dos caras 20 y 22 de la cinta y se forma un menisco 26 de silicio líquido sobre cada cara de la cinta con una línea de unión sólido-líquido 28 situada a aproximadamente 6,8 mm de la superficie del baño en la parte central de la cinta. Se forma entonces una capa delgada de silicio 30-32 sobre cada una de las dos caras 20 y 22 de la cinta de carbono. La forma y las dimensiones de la ranura 14 son adecuadas, por un lado, para dejar penetrar la cinta de carbono 16 en el crisol y, por otro lado, para evitar que un silicio fundido salga a través de dicha ranura. Aunque sea ventajoso obtener simultáneamente dos películas de silicio 30 y 32, una película por cara de cinta, se puede concebir obtener sólo una película impidiendo el depósito de silicio sobre una de las dos caras.

El procedimiento RST está descrito, por ejemplo, en las patentes FR 2 386 359 y 2 561 139.

30 Este procedimiento de estirado está sin embargo confrontado con el problema de la inestabilidad del menisco de silicio líquido cerca de cada extremo longitudinal (borde) 34-36 de la cinta de carbono 16. En efecto, se ha constatado que la línea de unión sólido-líquido 28 tiende a disminuir de aproximadamente 6,8 mm a típicamente 2 a 4 mm con respecto a la superficie del baño de silicio sobre los extremos longitudinales de la cinta, sobre una anchura de aproximadamente 5 mm a partir de cada extremo longitudinal. Da como resultado que el grosor de la capa de silicio 30 ó 32 depositada sobre cada cara de la cinta de carbono disminuye hacia los extremos longitudinales 34 y 36 hasta alcanzar un valor prácticamente nulo.

35 La figura 2 ilustra esquemáticamente el adelgazamiento progresivo sobre los extremos longitudinales de las capas de semi-conductor obtenidas por el procedimiento de la técnica anterior representado en la figura 1. La sección de la cinta de carbono 16, representada en sección transversal y sin las capas 24 de carbono pirolítico (o pirocarbono), tiene sustancialmente una forma rectangular. Las dos capas de semi-conductor 30 y 32 se han depositado simultáneamente sobre las dos caras 20 y 22 respectivamente de la cinta. En las zonas 38-40 y 42-44 adyacentes a los dos extremos longitudinales respectivamente 34 y 36 de la cinta, el grosor de las capas disminuye progresivamente, en una distancia típicamente del orden de 5 mm. Las películas de semiconductor así fabricadas son por lo tanto particularmente frágiles en los bordes. Además, aparece una nucleación de los granos de pequeñas dimensiones que se propagan en las partes laterales de la película, lo que tiene por efecto disminuir los rendimientos fotovoltaicos de la película de silicio.

40 En las patentes FR2 568 490 y 2 550 965 se han propuesto unas soluciones a este problema. Estas soluciones consisten en subir el nivel de la línea sólido-líquido sobre los extremos longitudinales de la cinta de carbono con la ayuda de medios exteriores colocados cerca de los extremos longitudinales de la cinta. Así, la primera patente citada utiliza unas plaquetas que elevan localmente por capilaridad el nivel del baño de silicio fundido y la segunda patente citada propone colocar una tolva enfrente de cada borde de la cinta de silicio, también para subir localmente el nivel del baño de silicio fundido. Estas soluciones complican la fabricación del armazón de estirado y la operación de estirado en sí.

55 En el documento FR 2 887 262 se aporta otra solución, que no utiliza medios exteriores. Consiste en adaptar la forma de los extremos longitudinales de la cinta de carbono utilizados como soporte temporal de las capas de semiconductor, a fin de aumentar el grosor de las capas de semiconductor depositado sobre los extremos longitudinales. Los extremos longitudinales de la cinta de carbono son moldeados por repujado en continuo con la ayuda de medios mecánicos a fin de formar unos alerones.

Una vez formados así los extremos longitudinales, la cinta de carbono está clásicamente enrollada sobre sí misma alrededor de un soporte de tipo bobina, para poder ser utilizada fácilmente durante etapas ulteriores, tales como el depósito de una capa de carbono pirolítico o el estirado de la cinta a través del baño del material semiconductor fundido.

5 Más particularmente, este enrollamiento se efectúa simultáneamente con una película de inserción recuperable, siendo esta película de inserción indispensable para no aplastar el alerón durante dicho enrollado. Durante el desenrollado de la cinta de carbono, la película de inserción debe después ser separada de la cinta de carbono y se recupera para una nueva utilización.

10 Se puede señalar, por ejemplo, que es necesario prever el co-enrollado de la cinta de carbono con dicha película de inserción para su colocación sobre una bobina, la recuperación de la película antes de la etapa de depósito del carbono pirolítico sobre la cinta de carbono, el co-enrollado de la película de inserción después de la etapa de depósito de carbono pirolítico, o la recuperación del inserto antes de la etapa de depósito del material semiconductor.

15 Sin embargo, cada una de estas operaciones en presencia de la película de inserción, hacen las secuencias de enrollado y desenrollado de la cinta de carbono más complejas de realizar y necesita la gestión de numerosos parámetros.

20 El objetivo de la presente invención es paliar los inconvenientes de las técnicas anteriores proponiendo, en particular, una cinta de carbono que permite fabricar una capa de un material semiconductor no fragilizada en los extremos longitudinales de la cinta de carbono, y facilitar al mismo tiempo las operaciones de enrollado y desenrollado de la cinta de carbono.

25 La presente invención tiene por objeto una cinta de carbono que comprende dos caras (longitudinales) y dos extremos longitudinales, al menos una de las caras de la cinta comprende una parte central situada entre los dos extremos longitudinales y destinadas a recibir el depósito de una capa de material semiconductor, caracterizado por que comprende, además, sobre al menos una de sus caras, al menos una ranura longitudinal situada entre uno de dichos extremos y la parte central, y por que la ranura longitudinal está conformada de manera que, cuando la capa de dicho material semiconductor está depositada, dicho material semiconductor que rellena dicha ranura forma una protuberancia adyacente a uno de los extremos longitudinales de una de las caras de la cinta de carbono.

30 Así, la o las ranuras longitudinales de la cinta de carbono según la invención permiten ventajosamente modificar la forma de la superficie de humectación del material semiconductor fundido una vez rellenas la o las ranuras de dicho material, con el objetivo de aumentar el grosor de la capa de material semiconductor en sus extremos. Así, dicha capa de material semiconductor tiene un grosor sustancialmente constante sobre toda su superficie, incluyendo sus extremos.

35 Más particularmente, dicha ranura longitudinal puede estar compuesta ventajosamente de una porción que forma el fondo de la ranura rodeada por dos porciones sustancialmente rectilíneas inclinadas con respecto a la cara de la cinta de carbono que comprende dicha ranura. Más particularmente, la porción que forma el fondo de la ranura puede ser curva o sustancialmente rectilínea.

Según un modo de realización particular, la cinta de carbono comprende, sobre al menos una de sus caras, dos ranuras longitudinales situadas entre los dos extremos longitudinales de dicha cinta.

40 Según otro modo de realización particular, la cinta de carbono comprende, sobre cada una de sus caras, al menos una ranura longitudinal situada entre los dos extremos longitudinales de la cinta.

Según un modo preferido de realización, la cinta de carbono comprende, sobre cada una de sus caras, dos ranuras longitudinales situadas entre los dos extremos longitudinales de la cinta.

45 Más particularmente, cada una de las caras de la cinta de carbono comprende una parte longitudinal a nivel de cada extremo longitudinal, no estando esta parte longitudinal preferentemente destinada a recibir el depósito de una capa de un material semiconductor.

Más particularmente, cuando la cinta de carbono comprende dos ranuras longitudinales sobre cada una de sus caras, los extremos longitudinales de la cinta de carbono no están así destinados a recibir el depósito de una capa de un material semiconductor.

50 Según un modo de realización particular, en sección transversal, el grosor a nivel de los extremos longitudinales de la cinta de carbono así como el grosor a nivel de sus partes centrales son superiores a los grosores a nivel de la o de las ranuras longitudinales.

Además, los grosores de la cinta de carbono respectivamente a nivel de sus extremos longitudinales así como a nivel de sus partes centrales son sustancialmente idénticos. Así, al menos una de las partes longitudinales y la parte central de una misma cara están en el mismo plano.

ES 2 464 143 T3

Esta característica permite partir de una cinta de carbono plana compuesta de dos caras planas y continuas que sufrirán una formación para crear la o las ranuras longitudinales en el grosor de dicha cinta.

5 Esto significa que el grosor de la cinta de carbono de la invención, en sección transversal, es sustancialmente idéntico en toda su longitud, en particular a nivel de sus extremos longitudinales y a nivel de sus partes centrales, salvo a nivel de la o de las ranuras longitudinales.

La parte central de al menos una de las caras de la cinta de carbono según la invención puede ser de manera preferente sustancialmente plana, libre de cualquier texturización.

10 La cinta de carbono de la invención puede tener un grosor dado (e_0) que puede ir de 200 a 350 μm , preferentemente un grosor dado de 250 μm . Este grosor dado (e_0) es por supuesto superior al grosor (e_1) de la cinta de carbono a nivel de la o de las ranuras longitudinales.

Según una forma de realización, las dos porciones rectilíneas sustancialmente inclinadas de la ranura longitudinal están unidas respectivamente a una de las partes longitudinales y a la parte central de la cinta por unas zonas curvas.

15 Según otra forma de realización, las dos porciones rectilíneas sustancialmente inclinadas de la ranura longitudinal están unidas a la porción que forma el fondo de la ranura por unas zonas curvas.

Estas dos formas de realización pueden ser combinadas.

Preferentemente, la porción que forma el fondo de la ranura, cuando es sensiblemente rectilínea, puede ser sustancialmente paralela a una de las caras de la cinta de carbono.

20 Para caracterizar más particularmente la ranura longitudinal, y la inclinación de sus porciones sustancialmente rectilíneas, se definen a continuación unos ángulos, estos ángulos permiten optimizar el ángulo de humectación del material semiconductor cerca del extremo longitudinal en el que la ranura longitudinal está situada, a fin de aumentar el grosor al extremo de la capa de material semiconductor.

25 Según una primera realización, en sección transversal, el ángulo α_1 , formado entre la parte longitudinal y la porción sensiblemente rectilínea inclinada (con respecto a la cara de la cinta de carbono que comprende dicha ranura) más próxima del extremo longitudinal, es definido tal que $90^\circ < \alpha_1 < 180^\circ$, preferentemente tal que $120^\circ < \alpha_1 < 160^\circ$.

El ángulo α_1 permite ventajosamente optimizar el aumento del grosor de la capa de material semiconductor. Por esta razón, debe ser preferentemente distinto de 90° y más grande que 90° .

30 Según una segunda realización, en sección transversal, el ángulo β_1 , formado entre la parte central de la cinta y la porción sustancialmente rectilínea inclinada (con respecto a la cara de la cinta de carbono que comprende dicha ranura) más próxima de la parte central, es definida tal que $90^\circ < \beta_1 < 180^\circ$, preferentemente $120^\circ < \beta_1 < 160^\circ$.

El ángulo β_1 debe ser preferentemente distinto de 90° y más grande que 90° a fin de evitar la fragilidad del material semiconductor entre la parte central y la porción sustancialmente rectilínea inclinada más cerca de la parte central.

35 Según una tercera realización, cuando la porción que forma el fondo de la ranura es sensiblemente rectilínea, en sección transversal, el ángulo α_2 , formado entre la porción sustancialmente rectilínea inclinada (con respecto a la cara de la cinta de carbono que comprende dicha ranura) más cerca del extremo longitudinal y la porción sustancialmente rectilínea que forma el fondo de la ranura, es definida tal que $90^\circ < \alpha_2 < 180^\circ$, preferentemente tal que $120^\circ < \alpha_2 < 160^\circ$.

40 Según una cuarta realización, cuando la porción que forma el fondo de la ranura es sensiblemente rectilínea, en sección transversal, el ángulo β_2 , formado entre la porción rectilínea inclinada (con respecto a la cara de la cinta de carbono que comprende dicha ranura) más próxima a la parte central y la porción sustancialmente rectilínea que forma el fondo de la ranura, es definida tal que $90^\circ < \beta_2 < 180^\circ$, preferentemente $120^\circ < \beta_2 < 160^\circ$.

Por supuesto, se puede considerar la combinación de al menos dos de las cuatro realizaciones mencionadas antes.

En un modo de realización particularmente preferido, α_1 y α_2 son sustancialmente iguales y/o β_1 y β_2 son sustancialmente iguales.

45 Por otra parte, la anchura (l_1) de la ranura longitudinal puede ser de como máximo 1 mm, y preferentemente de al menos 200 μm .

La anchura (l_1) es la separación (distancia) entre los bordes de las dos porciones sustancialmente rectilíneas inclinadas al ras de la cara de la cinta de carbono.

La anchura (I2) de la parte longitudinal del extremo longitudinal puede ser de al menos 50 μm . En otras palabras, esta anchura es la separación (distancia) que separa la ranura longitudinal del extremo longitudinal. Preferentemente, la anchura (I2) es de como máximo 500 μm , preferentemente de como máximo 200 μm .

5 La profundidad (p) de la ranura longitudinal puede ser de al menos 50 μm , y preferentemente de como máximo 70 μm , pero depende por supuesto del grosor de la cinta.

La profundidad (p) es la profundidad máxima de la ranura longitudinal. En otras palabras, corresponde a la mayor separación (distancia) entre el fondo de la ranura, por un lado, y la parte longitudinal más próxima a la ranura, a nivel del extremo longitudinal, por otra parte, siendo esta separación perpendicular al plano de simetría longitudinal de la cinta de carbono.

10 Otro objeto de la invención se refiere a un procedimiento de conformación de la cinta de carbono conforme a la invención, que comprende la etapa que consiste en formar al menos dicha ranura longitudinal en el grosor de la cinta de carbono, siendo esta ranura longitudinal así practicada en el grosor dado (e0) de la cinta de carbono. Es así fácil de poner en práctica la etapa de moldeo partiendo de la cinta de carbono plana compuesta de dos superficies planas y continuas que sufrirán un moldeo sus extremos sobre una de sus caras o sobre sus dos caras, para crear la o las ranuras longitudinales.

15 A título de ejemplo, la o las ranuras longitudinales pueden estar formadas por laminado o por extrusión (a través de una terraja) de una cinta de carbono de un grosor dado (e0).

20 Otro objeto de la invención se refiere a un procedimiento para depositar una capa de un material semiconductor sobre al menos una de las (dos) caras (longitudinales) de la cinta de carbono conforme a la invención, caracterizado por que dicho procedimiento comprende la etapa que consiste en:

i. estirar progresivamente la cinta de carbono, preferentemente hacia arriba y sustancialmente de manera vertical, atravesando en el sentido de su longitud la superficie horizontal de equilibrio de un baño del material semiconductor fundido, el cual se deposita por humectación sobre dicha cara a medida que se estira la cinta de carbono.

25 La velocidad de estirado de la cinta de carbono según la invención puede también jugar sobre el ángulo de humectación del material semiconductor que rellena la o las ranuras longitudinales. El experto en la materia podrá optimizar la conformación de la o de las ranuras longitudinales, y en particular el valor del ángulo α_1 , con respecto a una velocidad de estirado dada de la cinta de carbono, en particular teniendo en cuenta que cuanto mayor sea la velocidad de estirado, más corto es el tiempo de contacto entre el material semiconductor y la cinta de carbono (o la capa de carbono pirolítico), cuanto mayor sea el ángulo de humectación, más importante será el grosor en el extremo de la capa de material semiconductor.

30 Dicho procedimiento puede comprender además la etapa que consiste en depositar una capa de carbono pirolítico (o policarbono) sobre dicha cinta de carbono, siendo esta etapa realizada previamente a la etapa i de estirado de la cinta, o en otras palabras previamente al depósito del material semiconductor sobre la cinta de carbono.

35 En efecto, cuando el material semiconductor es en particular el silicio, la cinta de carbono puede ser ventajosamente recubierta de una capa de carbono pirolítico, en la que se deposita la capa de silicio, evitando así la formación de carburo de silicio entre el silicio y la cinta de carbono.

El grosor de la cinta de carbono pirolítico está clásicamente comprendido entre 1 y 5 μm .

A fin de obtener al menos una placa de material semiconductor, el procedimiento descrito anteriormente puede comprender además, después de la etapa i, las etapas que consisten en:

40 ii. opcionalmente, recortar los extremos de la o de las capas de materiales semiconductor en su extremo longitudinal a nivel de su protuberancia, preferentemente con láser, y

iii. eliminar la cinta de carbono, siendo la cinta de carbono preferentemente eliminada por combustión, calentando a alta temperatura el conjunto formado por la cinta de carbono y la o las capas de material semiconductor.

45 Gracias a la presente invención, la capa de material semiconductor no se rompe en sus extremos longitudinales ya que su grosor no disminuye en dichos extremos.

Sin embargo, a fin de garantizar un plano homogéneo sobre toda la superficie de la capa de material semiconductor, puede ser ventajoso realizar la etapa ii mencionada antes: esta etapa de recorte puede efectuarse cortando longitudinalmente, a nivel del ángulo β_1 , los extremos longitudinales de la o las capas de materiales semiconductor, preferentemente junto con la cinta de carbono.

50 En otras palabras, la parte eliminada será por lo tanto la distancia "I1 + I2", en sección transversal: se quedará así sólo la parte central de la cinta de carbono recubierta de la capa de material semiconductor.

La etapa iii de eliminación de la cinta de carbono permite obtener una única placa de material semiconductor si la capa de material semiconductor se depositó sobre una sola de las caras de la cinta de carbono, y preferentemente permite obtener unas placas de material semiconductor si la capa de material semiconductor se depositó sobre las dos caras de la cinta de carbono.

- 5 Otras características y ventajas de la presente invención aparecerán a la luz de la descripción de los ejemplos no limitativos de una cinta de carbono según la invención, realizada en referencia a las figuras anotadas.
- La figura 1 representa esquemáticamente el procedimiento de la técnica anterior, que permite obtener una o dos películas de materiales semiconductores por estirado de una cinta de carbono en un baño de material semiconductor fundido.
- 10 La figura 2 ilustra una vista en sección transversal de la disminución de las capas del material semiconductor obtenidas por el procedimiento anterior según la figura 1.
- La figura 3a representa una vista esquemática de una cinta de carbono conforme a la invención, de la cual las dos caras están recubiertas de una capa de un material semiconductor.
- La figura 3b representa una vista en sección transversal de la cinta de carbono de la figura 3a.
- 15 La figura 3c representa una vista en sección transversal de uno de los extremos de la cinta de carbono de la figura 3a.
- La figura 4a representa esquemáticamente el procedimiento de formación por laminado de una cinta de carbono según la invención.
- 20 La figura 4b representa esquemáticamente el procedimiento de formación por extrusión a través de una terraja de una cinta de carbono según la invención.
- Por razones de claridad, los mismos elementos se designan con referencias idénticas. Asimismo, sólo los elementos esenciales para la comprensión de la invención están representados de manera esquemática, y eso sin respetar la escala.
- 25 Las figuras 1 a 2 ya se han descrito anteriormente, y para facilitar la comprensión, los elementos comunes entre la presente invención y la técnica anterior tienen las mismas referencias.
- La figura 3a representa una vista esquemática de una cinta de carbono 16' conforme a la invención, de la cual las dos caras (longitudinales) 20 y 22 están respectivamente recubiertas de una capa 30 y 32 de un material semiconductor. La cinta de carbono 16' comprende además dos extremos longitudinales 34 y 36 no recubiertos de una capa de un material semiconductor.
- 30 En cada una de las caras 20 y 22, posicionadas entre los dos extremos longitudinales 34 y 36, se encuentran dos ranuras longitudinales 17 conformes a la invención.
- Más precisamente, la figura 3b representa una vista en sección transversal de la cinta de carbono 16' de la figura 3a.
- 35 Cada cara 20, 22 de la cinta de carbono comprende una parte central 20a, 22a, situada entre los dos extremos longitudinales 34, 36, estando esta parte central 20a, 22a recubierta de una capa 30, 32 de un material semiconductor, al contrario de dichos extremos 34, 36 que no lo están.
- Cada cara 20, 22, comprende además dos ranuras longitudinales 17 situadas respectivamente entre uno de los extremos longitudinales 34, 36 y la parte central 20a, 22a.
- Más precisamente, cada extremo 34, 36 comprende dos partes longitudinales 20b, 22b y 20c, 22c, no estando estas partes longitudinales recubiertas por una capa de un material semiconductor.
- 40 Sobre cada cara 20 ó 22, están alineadas (en sección transversal) la parte central 20a o 22a, y las partes longitudinales 20b, 20c o 22b, 22c respectivamente.
- Más generalmente, las partes longitudinales 20b, 20c de la cara 20 (o las partes longitudinales 22b, 22c de la cara 22) y la parte central 20a (o la parte central 22a) están en un mismo plano.
- 45 El grosor e_0 de toda la cinta de carbono 16', excepto a nivel de las ranuras 17, o en otras palabras el grosor de los extremos longitudinales 34 y 36 (es decir la distancia entre la parte longitudinal 20b y la parte longitudinal 22b, o la distancia entre la parte longitudinal 20c y la parte longitudinal 22c) y el grosor entre las partes centrales 20a, 22a de cada cara, es superior al grosor e_1 de la cinta de carbono a nivel de la o de las ranuras longitudinales 17.
- La figura 3 ilustra de manera esquemática que el material semiconductor 30, 32 rellena las ranuras 17 de cada una de las caras 20, 22, formando así una protuberancia 31 (es decir una parte sobresaliente) adyacente a los extremos

longitudinales 34, 36 de la cinta de carbono, y más particularmente adyacente a la parte longitudinal 20b, 22b, 20c, 22c, más próxima a la ranura considerada.

5 Esto significa que el grosor de la cinta de carbono de la invención es sustancialmente idéntico en toda su longitud, en particular a nivel de sus extremos longitudinales y a nivel de sus partes centrales, excepto a nivel de la o de las ranuras longitudinales.

10 Por razones de facilidad de conformación de la cinta de carbono, en sección transversal, las dos ranuras 17 de una de las caras 20 de la cinta de carbono son simétricas a las dos ranuras 17 de la otra cara 22 de la cinta de carbono, con respecto al eje longitudinal A (en la anchura de la cinta de carbono) paralela a las dos caras de la cinta de carbono 16' (el eje longitudinal A puede también hacer referencia al plano de simetría longitudinal de la cinta de carbono).

Asimismo, en sección transversal, las ranuras 17 de cada cara 20, 22 próximas a uno de los extremos longitudinales 34 son simétricas a las ranuras 17 de cada cara 20, 22 próxima a otro extremo longitudinal 36, con respecto a un eje A' medio que pasa por el medio de la cinta de carbono y perpendicular al eje A.

15 La figura 3c representa una vista en sección transversal del extremo izquierdo 34 de la cinta de carbono 16' de la figura 3a.

Las características descritas en la figura 3c de la ranura 17 de la superficie 20 pueden aplicarse asimismo a todas las ranuras de la capa de cinta de carbono 16'.

20 Esta ranura longitudinal 17 está compuesta de una porción sustancialmente rectilínea 171 que forma el fondo de la ranura 17. Esta porción sustancialmente rectilínea 171 está unida y delimitada por dos porciones sustancialmente rectilíneas inclinadas 172 y 173, que forman respectivamente unas aristas.

La porción sustancialmente rectilínea inclinada 172 está unida directamente a la parte longitudinal 20b que forma una arista y la porción sustancialmente rectilínea inclinada 173 está unida directamente a la parte central 20a que forma una arista.

25 Las zonas de uniones entre la parte longitudinal 20b y la porción sustancialmente rectilínea inclinada 172, entre la porción sustancialmente rectilínea inclinada 172 y la porción sensiblemente rectilínea 171 que forma el fondo de la ranura, entre la porción sustancialmente rectilínea 171 que forma el fondo de la ranura y la porción sustancialmente inclinada 173, y entre la porción sustancialmente inclinada 173 y la parte central, pueden también ser unas zonas curvas (no representadas en las figuras).

30 En la figura 3c, la porción sustancialmente rectilínea 171 que forma el fondo de la ranura 17 es sensiblemente paralela a la cara 20 de la cinta de carbono 16'.

El ángulo α_1 , formado entre la parte longitudinal 20b y la porción sustancialmente rectilínea inclinada 172 (porción más próxima al extremo longitudinal 20b), es del orden de 135° .

El ángulo β_1 , formado entre la parte central 20a y la porción sustancialmente rectilínea inclinada 173 (porción más próxima a la parte central 20a), es del orden de 150° .

35 El ángulo α_2 , formado entre la porción sustancialmente rectilínea inclinada 172 más próxima al extremo longitudinal 20b y la porción rectilínea 171 que forma el fondo de la ranura, es del orden de 135° .

El ángulo β_2 , formado entre la porción sustancialmente rectilínea inclinada 173 más próxima a la parte central 20b y la porción rectilínea 171 que forma el fondo de la ranura, es del orden de 150° .

40 Por otra parte, la anchura l_1 de la ranura longitudinal puede ser del orden de $200 \mu\text{m}$. Esta anchura l_1 es la mayor distancia, paralela al eje A, que separa las dos porciones sensiblemente rectilíneas inclinadas 172 y 173 la una de la otra.

La anchura l_2 de la parte longitudinal 20b puede ser del orden de $100 \mu\text{m}$. Esta anchura l_2 es la distancia que separa la ranura longitudinal del extremo longitudinal.

45 En sección transversal, cuando a nivel de un extremo dos ranuras 17 se encuentran enfrente la una de la otra con respecto al eje de simetría A, el grosor e_1 restante de la cinta de carbono debe ser suficiente para mantener el mantenimiento mecánico de dicha cinta. El grosor e_1 mínimo para tener una resistencia mecánica suficiente es preferentemente de al menos $100 \mu\text{m}$.

A título de ejemplo, el grosor e_0 de la cinta de carbono 16' es igual a $250 \mu\text{m}$, el grosor e_1 a nivel de las dos ranuras 17 del extremo 34 es del orden de $150 \mu\text{m}$, y la profundidad p para cada ranura es por lo tanto de $50 \mu\text{m}$.

50 Por otra parte, para garantizar la planitud del material semiconductor 30, 32 destinado a la fabricación de células fotovoltaicas, la parte "I1 + I2" tal como se representa en la figura 3c en sección transversal puede ser eliminada por

recorte por láser. El recorte de la parte "I1 + I2" se efectúa en todo el grosor de la o de las capas de material semiconductor 30, 32 junto con la cinta de carbono 16', a nivel del ángulo β_1 . Sólo se quedarán por lo tanto las partes centrales 20a y 22a de la cinta de carbono recubierta del material semiconductor.

5 Una vez recortada(s) la o las partes "I1 + I2" en uno u otro extremo longitudinal de la capa de material semiconductor, la cinta de carbono puede ser eliminada por combustión.

La figura 4a representa esquemáticamente el procedimiento de moldeo por laminado de una cinta de carbono según la invención.

10 La cinta de carbono 16' según la invención se puede obtener a partir de una cinta de carbono 16 de la cual las dos caras son sustancialmente planas y paralelas, siendo esta cinta de carbono 16 conformada por laminado (el sentido del procedimiento está definido por el sentido de la flecha 19) pasando entre dos rodillos 41 y 42, de los que las superficies comprenden un relieve que permite realizar la forma de las ranuras 17 comprimiendo la cinta de carbono: la o las ranuras así formadas son de forma complementaria a los relieves.

15 Según una aplicación particular (no representada) destinada a formar una o dos ranuras sobre únicamente una de las caras de la cinta de carbono 16, un primer rodillo puede comprender uno o dos relieves tales como se mencionan antes, a fin de formar una o dos ranuras según la invención, y el segundo rodillo puede no comprender ningún relieve.

La figura 4b representa esquemáticamente el procedimiento de formación por extrusión a través de una terraja de una cinta de carbono según la invención.

20 La cinta de carbono 16' según la invención puede también ser obtenida a partir de una cinta de carbono 16 de la cual las dos caras son sustancialmente planas y paralelas, siendo esta cinta de carbono 16 conformada por extrusión (el sentido del procedimiento está definido por el sentido de la flecha 19) pasando por una terraja 43 que permite realizar la forma de las ranuras 17 comprimiendo la cinta de carbono.

25 El número de ranuras de la cinta de carbono 16', así como la forma de la o de las ranuras según la invención no están limitados a los ejemplos detallados en las figuras 3a, 3b, 3c, 4a y 4d. En efecto, la cinta de carbono 16' comprende al menos una ranura conforme a la invención, y preferentemente comprende únicamente dos ranuras sobre una de sus caras, y de manera particularmente preferida comprende únicamente dos ranuras sobre cada una de sus caras.

30 La invención aporta una solución técnicamente simple y barata al problema de la disminución, en los extremos longitudinales, del grosor de las capas de semiconductor obtenidas por estirado de una cinta de carbono. Se mejora así el rendimiento de utilización de la superficie de la cinta y de la superficie de semiconductor.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cinta de carbono (16') que comprende dos caras (20, 22) y dos extremos longitudinales (34, 36), comprendiendo al menos una de las caras de la cinta (16') una parte central (20a, 22a) situada entre los dos extremos longitudinales 34, 36) y destinada a recibir el deposito de una capa de un material semiconductor (30, 32), caracterizada por que comprende además, en al menos una de sus caras (20, 22), al menos una ranura longitudinal (17) situada entre uno de dichos extremos (34, 36) y la parte central (20a, 22a), y por que la ranura longitudinal (17) está conformada de manera que, cuando la capa de dicho material semiconductor es depositada, dicho material semiconductor (30, 32) que rellena dicha ranura (17) forma una protuberancia (31) adyacente a uno de los extremos longitudinales (34, 36) de una de las caras (20, 22) de la cinta de carbono.
- 10 2. Cinta de carbono según la reivindicación 1, caracterizada por que dicha ranura longitudinal está compuesta de una porción (171) que forma el fondo de la ranura rodeada por dos porciones sensiblemente rectilíneas inclinadas (172, 173) con respecto a la cara (20, 22) de la cinta de carbono que comprende dicha ranura.
- 15 3. Cinta de carbono según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada por que comprende, en al menos una de sus caras (20, 22), dos ranuras longitudinales (17) situadas entre los dos extremos longitudinales (34, 36) de la cinta.
- 15 4. Cinta de carbono según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que comprende, sobre cada una de sus caras (20, 22), dos ranuras longitudinales (17) situadas entre los dos extremos longitudinales (34, 36) de la cinta.
- 20 5. Cinta de carbono según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que cada una de las caras (20, 22) de la cinta de carbono comprende una parte longitudinal (20b, 20c, 22b, 22c) a nivel de cada extremo longitudinal (34, 36), no estando esta parte longitudinal destinada a recibir el depósito de una capa de un material semiconductor.
- 20 6. Cinta de carbono según la reivindicación 5, caracterizada por que las dos porciones rectilíneas inclinadas (172, 173) de la ranura longitudinal están unidas respectivamente a una de las partes longitudinales (20b, 20c, 22b, 22c) y a la parte central (20a, 22a) por unas zonas curvas.
- 25 7. Cinta de carbono según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que las dos porciones rectilíneas inclinadas (172, 173) de la ranura longitudinal están unidas a la porción rectilínea (171) que forma el fondo de la ranura por unas zonas curvas.
- 25 8. Cinta de carbono según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la porción rectilínea (171) que forma el fondo de la ranura es sustancialmente paralela a una de las caras (20, 22) de la cinta de carbono.
- 30 9. Cinta de carbono según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizada por que, en sección transversal, el ángulo α_1 , formado entre la parte longitudinal (20b, 20c; 22b, 22c) y la porción sustancialmente rectilínea inclinada (172) más próxima al extremo longitudinal (34, 36), está definida tal que $90^\circ < \alpha_1 < 180^\circ$, preferentemente tal que $120^\circ < \alpha_1 < 160^\circ$.
- 35 10. Cinta de carbono según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 9, caracterizada por que, en sección transversal, el ángulo β_1 , formado entre la parte central (20a, 22a) de la cinta y la porción sustancialmente rectilínea inclinada (173) más próxima al extremo longitudinal (20a, 22a), está definida tal que $90^\circ < \beta_1 < 180^\circ$, preferentemente tal que $120^\circ < \beta_1 < 160^\circ$.
- 35 11. Cinta de carbono según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la anchura (l1) de la cinta (17) es de como máximo 1 mm.
- 40 12. Cinta de carbono según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la anchura (12) de la parte longitudinal (20b, 20, 22b, 22c) del extremo longitudinal es de al menos 50 μm .
- 40 13. Cinta de carbono según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada por que la profundidad (p) de la ranura longitudinal es de al menos 50 μm .
- 45 14. Procedimiento de conformación de la cinta de carbono tal como se ha definido en las reivindicaciones 1 a 13, que comprende la etapa que consiste en formar al menos dicha ranura longitudinal en el grosor de la cinta de carbono.
- 45 15. Procedimiento según la reivindicación 14, caracterizado por que dicha ranura está formada por laminado o por extrusión.
- 50 16. Procedimiento para depositar una capa de un material semiconductor sobre al menos una de las caras de la cinta de carbono tal como se ha definido en las reivindicaciones 1 a 13, caracterizado por que el procedimiento comprende la etapa que consiste en:

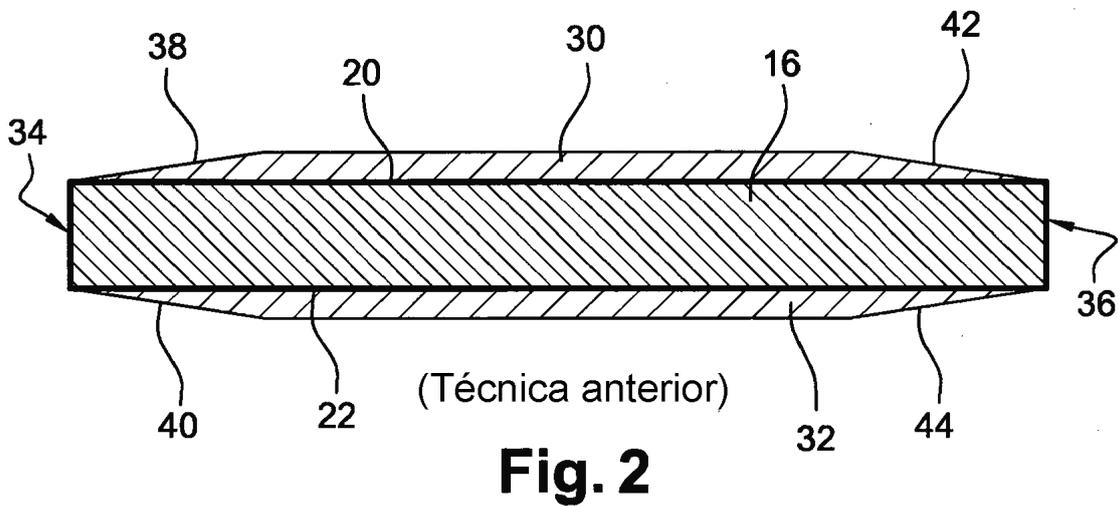
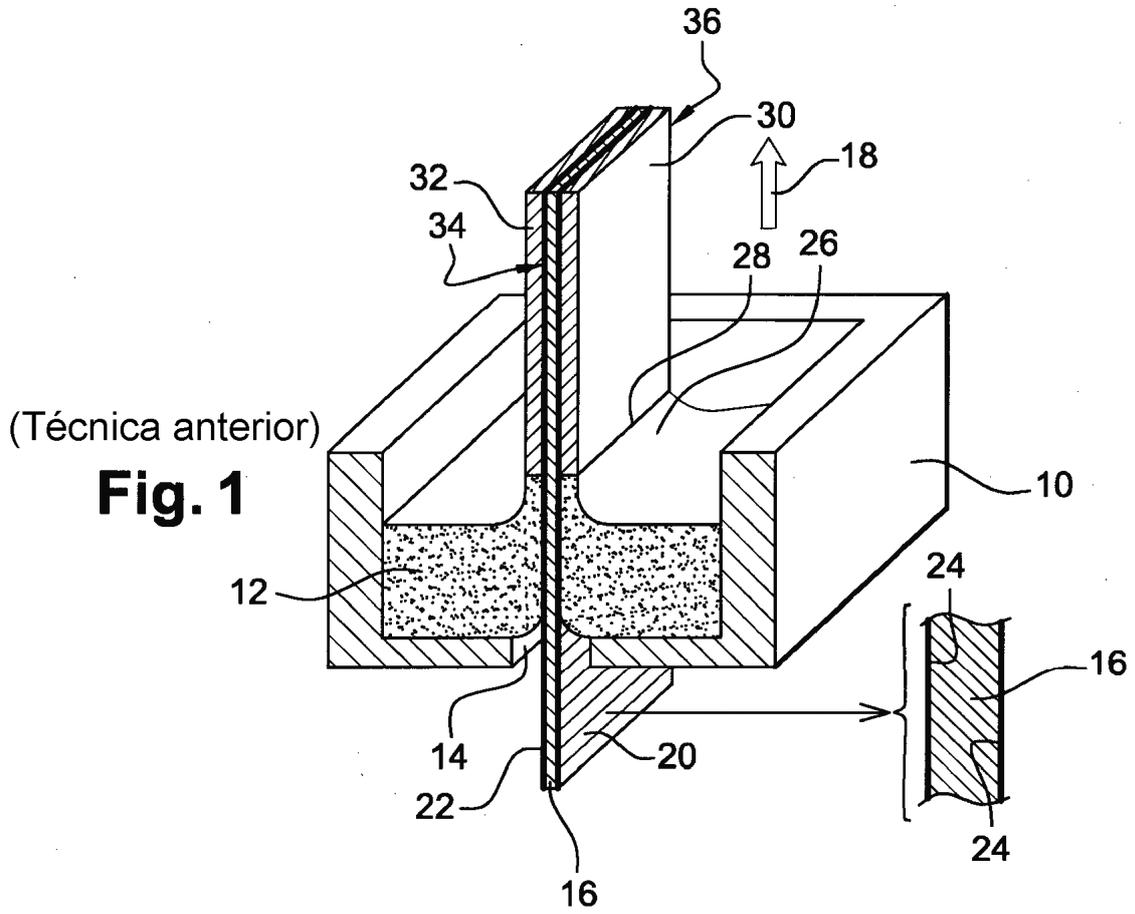
i. estirar progresivamente la cinta de carbono (16'), atravesando en el sentido de su longitud la superficie horizontal de equilibrio de un baño (12) del material semiconductor fundido, el cual se deposita por humectación sobre dicha cara a medida que se estira la cinta de carbono (16').

5 17. Procedimiento según la reivindicación 16, caracterizado por que comprende además la etapa que consiste en depositar una capa de carbono pirolítico sobre dicha cinta (16'), siendo esta etapa realizada previamente a la etapa i de estirado de la cinta.

18. Procedimiento según la reivindicación 16 ó 17, caracterizado por que comprende además, después de la etapa i, las etapas que consisten en:

10 ii. opcionalmente, recortar los extremos de la o de las capas de materiales semiconductor (30, 32) en su extremo longitudinal a nivel de su protuberancia, y

iii. eliminar la cinta de carbono (16').



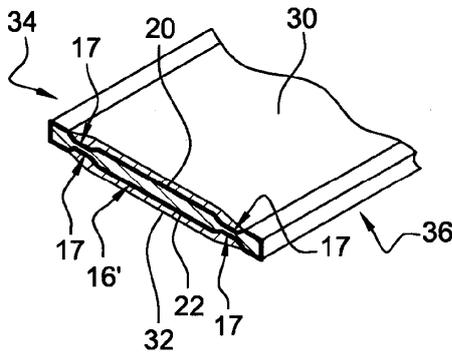


Fig. 3a

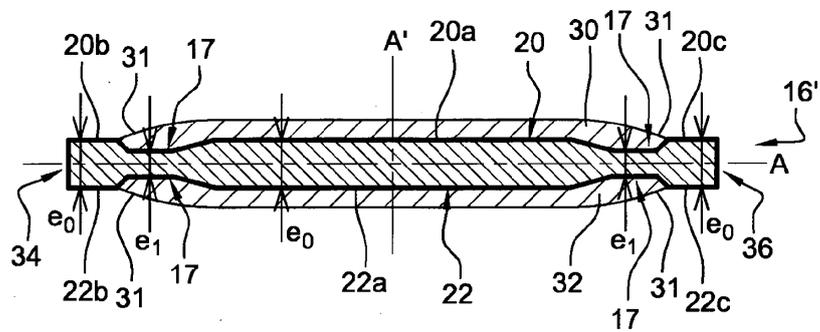


Fig. 3b

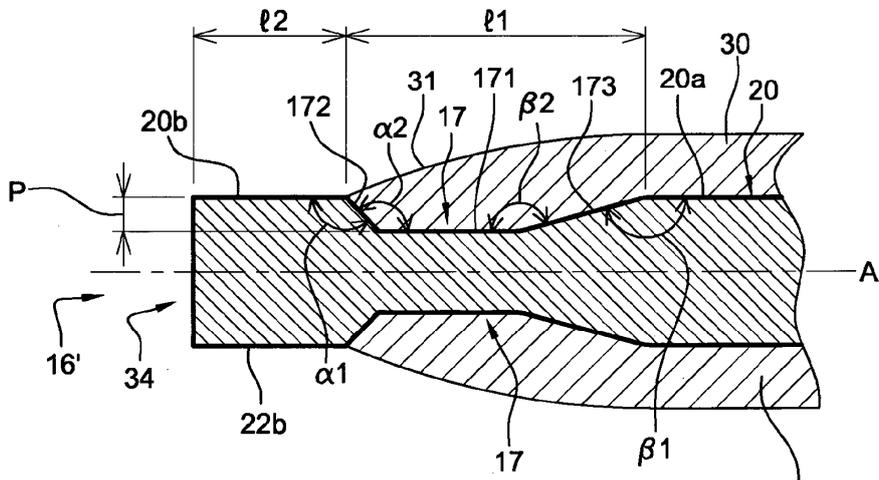


Fig. 3c

