

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 411 461**

51 Int. Cl.:

B23K 26/08 (2006.01)

B23K 26/40 (2006.01)

H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.08.2010 E 10405147 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 2415551**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para estructurar capas semiconductoras**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.07.2013

73 Titular/es:

**SOLNEVA SA (100.0%)
Alte Lyssstrasse 2
3270 Aarberg, CH**

72 Inventor/es:

SCHNEEBERGER, STEFAN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 411 461 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

Dispositivo y procedimiento para estructurar capas semiconductoras

La invención concierne al campo técnico de los métodos de fabricación y especialmente a un dispositivo de estructuración para capas semiconductoras según la reivindicación 1, a un procedimiento de estructuración correspondiente según la reivindicación 9 y a un uso específico del dispositivo según la reivindicación 14.

Una estructuración altamente precisa de capas semiconductoras delgadas es necesaria especialmente en la fabricación de módulos solares. El conexionado en serie integrado en el proceso desempeña aquí un papel importante para conseguir altos rendimientos de los módulos. Mediante el conexionado en serie integrado se minimizan las pérdidas eléctricas producidas en el módulo, perdiéndose por el conexionado una parte de la superficie de las células productoras de energía. En un proceso de estructuración multietapa se interrumpen deliberadamente las distintas capas de un módulo solar después de su respectiva deposición, con lo que se obtiene finalmente un conexionado en serie de células solares individuales. Se reduce así el nivel de corriente en las capas conductoras y disminuyen las pérdidas óhmicas en las capas de contacto. Para mantener pequeñas las pérdidas en la superficie, el conexionado debe tener lugar en un espacio lo más estrecho posible. A este fin, el conexionado de los módulos se realiza exclusivamente por procesos de ablación. Debido a la buena capacidad de enfoque de la luz láser se puede mantener pequeño el tamaño de las zonas ablacionadas. Una ventaja adicional que ofrece la tecnología del láser son la alta fiabilidad y el alto grado de capacidad de automatización.

La calidad y la estabilidad de módulos solares de capas delgadas son influenciadas fuertemente por la estructuración. Con una calidad de estructuración no suficiente pueden producirse fallos de módulos solares completos. Se consigue hoy en día una estructuración especialmente uniforme de los módulos en células individuales conduciendo el láser a una distancia constante deseada con respecto a una traza de referencia ya cortada. A este fin, se detecta usualmente la traza por vía óptica y se reajusta el láser de manera correspondiente. No obstante, los sistemas de reconocimiento de imagen empleados para ello son técnicamente complicados y caros, así como susceptibles de influencias perturbadoras derivadas del proceso de ablación y requieren un alto coste de mantenimiento.

El cometido de la presente invención consiste en indicar un dispositivo de estructuración mejorado para módulos solares que sea de constitución sencilla, se pueda utilizar de manera flexible y trabaje también de forma fiable y exacta en condiciones dificultadas del proceso, y que, además, se pueda fabricar y hacer funcionar a bajo coste.

Este problema se resuelve con un dispositivo de estructuración según la reivindicación 1. Un punto esencial de la invención consiste aquí en que está previsto al menos un sensor capacitivo y/o inductivo para el reconocimiento de las trazas. Se excluyen así fiablemente material ablacionado u otras influencias perturbadoras de un sistema de reconocimiento de imagen que provienen del proceso de estructuración, tales como reflexiones y reflejos en espejos de vidrio. Además, el procedimiento según la invención va más allá de las posibilidades actuales del reconocimiento de imagen, puesto que la sensórica inductiva o capacitiva admite también el reconocimiento seguro de trazas que están ya situadas en el material y que ya no pueden ser reconocidas en absoluto desde fuera. La insensibilidad de este reconocimiento de trazas hace también en principio que carezca de importancia el útil de estructuración que se emplee, es decir que es indiferente que se utilice un láser u otro útil – posiblemente productor de virutas – adecuado. Al mismo tiempo, está disponible un dispositivo que, en comparación con los sistemas conocidos, es de constitución extraordinariamente sencilla y barata. En aras de una mayor sencillez, el útil puede acoplarse aquí mecánicamente con el sensor para seguir el movimiento de éste. Sin embargo, es en principio imaginable también prever un control de traza electrónico del útil en función del sensor.

Un sensor inductivo trabaja con un circuito oscilante de alta frecuencia que genera en la superficie activa del sensor, por medio de una bobina, un campo electromagnético alterno. Si se aproxima un objeto metálico a este campo, se produce entonces una atenuación en el circuito oscilante. Esta atenuación depende de la variación de forma, posición y/o intensidad del campo electromagnético que se origina por efecto de la desviación del sensor respecto de una traza de referencia sobre o en el módulo solar. Si la atenuación del circuito oscilante sobrepasa un valor umbral, se genera una señal de mando, por ejemplo empleando una báscula de Schmitt.

Con un sensor de funcionamiento capacitivo se pueden detectar no solo objetos metálicos, sino también objetos no metálicos. Un sensor capacitivo trabaja aquí con un circuito oscilante de alta frecuencia que genera en la superficie activa del sensor, por medio de un condensador, un campo eléctrico. Si se aproxima una materia sólida o líquida a este campo, se produce entonces una variación de capacidad y, por tanto, tiene lugar en el circuito oscilante una variación de la amplificación. Esta amplificación depende también de una variación de forma, posición o intensidad del campo magnético que se origine por efecto de una desviación del sensor respecto de la traza de referencia en el módulo solar. Si la amplificación sobrepasa un valor umbral, se genera una señal de mando, igualmente, por ejemplo, empleando una báscula de Schmitt.

En las reivindicaciones subordinadas se indican formas de realización ventajosas del dispositivo de estructuración.

En una forma de realización ventajosa se ha previsto que el al menos un sensor sea trasladable linealmente y que la unidad de guía de traza esté configurada para generar, basándose en una desviación de la traza de referencia respecto de un sensor, unas señales de control para hacer que el útil de estructuración retorne a la distancia lateral respecto de la traza de referencia. La capacidad de traslación de los uno o más sensores, la cual es necesaria únicamente en una dirección lineal, admite aquí una constitución especialmente sencilla del dispositivo. Si, durante la traslación lineal del sensor o los sensores, se modifica la posición de la traza con respecto a los sensores, se le señala al útil de estructuración cómo tiene que moverse para mantener la misma distancia a la traza. El útil de estructuración tiene que estar montado para ello de forma móvil en un plano a fin de, por un lado, seguir un movimiento lineal del sensor o los sensores y, por otro lado, compensar una posición de traza modificada. Para reconocer la posición de la traza puede estar previsto un campo o una serie de sensores, dependiendo, por ejemplo, de las varianzas de traza en función de la calidad o bien del guiado de traza intencionadamente elegido que se presenten. Sin embargo, es posible un reconocimiento especialmente eficiente de la posición de traza haciendo que estén dispuestos sensores en una línea que discurre en ángulo con la dirección de traslación lineal de los mismos. En el caso más sencillo, los sensores están dispuestos aquí en una línea que discurre perpendicularmente a la dirección de traslación de los mismos. Sin embargo, pueden estar dispuestos también en una línea oblicua con respecto a la dirección de traslación, es decir, uno tras otro y decalado uno respecto de otro, para lograr una ocupación de sensores más densa en sentido perpendicular a la dirección de traslación. Se puede incrementar así considerablemente la exactitud del reconocimiento de traza. Al mismo tiempo, se pueden elegir sensores más favorables con mayores dimensiones de su carcasa, ya que el tamaño de los mismos no dificulta un estrecho empaquetamiento de los sensores dispuestos en una línea oblicua.

Se consigue una estructuración de valor especialmente alto haciendo que el útil de estructuración sea reajustado al al menos un sensor y que la unidad de guía de traza esté configurada para correlacionar desviaciones respecto de la traza de referencia. El útil puede ser sometido con ello, por decirlo así, a un guiado previsor, puesto que las desviaciones venideras de la traza de referencia pueden ser aprovechadas para guiar el útil. La correlación de estas desviaciones venideras admite, por ejemplo, el cálculo de una traza de corte alisada en comparación con la traza de referencia. En particular, se pueden compensar así desviaciones bruscas de la traza de referencia.

En otra forma de realización ventajosa se ha previsto que el al menos un sensor sea trasladable en un plano, siguiendo el útil de estructuración a un movimiento del sensor y que la unidad de guía de traza esté concebida para generar, basándose en una desviación de un sensor respecto de la traza de referencia, unas señales de control para reconducir el sensor a esta traza. El útil puede estar acoplado con el sensor de una manera mecánicamente fija o electromecánicamente controlada para comprender sus movimientos. La movilidad plana del sensor o los sensores hace posible aquí su reajuste en cualquier clase de traza de referencia. Independientemente del guiado que presente dicha traza de referencia, ésta, por decirlo así, no puede desaparecer del campo de visión del sensor o los sensores. En particular, resultan así posibles también estructuraciones de módulos que no requieren cortes rectos, sino también cortes curvos según los requisitos.

En cada una de las formas de realización anteriores se prefiere que la unidad de guía de traza esté concebida además para correlacionar señales de varios sensores a fin de reconocer una desviación respecto de la traza. De este modo, están disponibles no solo variaciones de señal individuales para su evaluación, sino también sus diferencias y/o variaciones. Dependiendo de la desviación de los sensores respecto de la traza y de las diferencias de geometría o de material del módulo se pueda reconocer aquí con especial exactitud, en valor absoluto y dirección, una desviación de los sensores respecto de una traza de referencia. Además, resultan superfluos otros elementos de mando lógico, tal como, por ejemplo, una balanza de Schmitt.

En otra forma de realización ventajosa el útil de estructuración y el al menos un sensor están orientados en sentidos contrarios uno respecto de otro. Se puede efectuar así un tratamiento con láser, por ejemplo, a través de un lado del vidrio del módulo, mientras que la traza de referencia ya existente es reconocida desde el lado de la estructura del módulo. Resulta así posible una generación de trazas especialmente exacta y uniforme, ya que el material ablacionado puede escapar sin impedimentos.

Para fabricar módulos solares muy diferentes es ventajoso que la distancia entre el útil de estructuración y el al menos un sensor sea ajustable. Por tanto, se puede fabricar en principio con alta calidad cualquier estructuración de un módulo según los requisitos mediante un preajuste correspondiente de la distancia.

El problema anterior se resuelve también con un procedimiento según la reivindicación 9 que admite una estructuración especialmente sencilla, fiable y flexible de módulos solares.

En las reivindicaciones subordinadas se indican ejecuciones ventajosas del procedimiento.

En una ejecución preferida del procedimiento se ha previsto que el al menos un sensor sea trasladado linealmente y que el útil de estructuración sea reconducido a la distancia lateral ajustada respecto de la traza de referencia. Este procedimiento se puede ejecutar con especial sencillez, ya que únicamente el útil tiene que estar montado de manera desplazable en un plano, mientras que el sensor o los sensores solo necesitan ser guiados linealmente. Para lograr una capacidad de reconocimiento especialmente buena de la traza pueden estar previstos aquí campos

o filas de sensores individuales cuyas señales sean evaluadas de manera correspondiente.

5 En otra ejecución preferida del procedimiento se ha previsto que el al menos un sensor sea reconducido a la traza de referencia y que el útil de estructuración siga al movimiento del al menos un sensor. Resulta así posible seguir con seguridad a trazas de referencia con desviaciones mayores respecto de una línea recta. En particular, resultan posibles también estructuraciones con trazas de referencia curvadas o anguladas según los requisitos. Éstas últimas podrían ser reconocidas mediante el empleo de un campo con una o varias filas y columnas de sensores cuyas señales habrían de ser evaluadas de manera correspondiente.

10 En cada una de las ejecuciones anteriores del procedimiento se prefiere reajustar el útil de estructuración al sensor y correlacionar las señales del al menos un sensor para guiar el útil de estructuración. Resulta así posible una traza de corte del útil alisada en comparación con la traza de referencia, lo que admite una estructuración de alto valor cualitativo de módulos solares.

15 Adicional o alternativamente, puede estar previsto también que se correlacionen las señales de varios sensores para reconocer una desviación respecto de la traza, es decir, reconocer sus diferencias y/o variaciones. Es así posible un reconocimiento especialmente exacto de la desviación del sensor respecto de la traza de referencia, lo que hace posible una estructuración especialmente exacta de módulos solares.

El dispositivo de estructuración según la invención deberá emplearse preferiblemente para la fabricación de una capa P1, P2 y P3 de módulos solares.

20 En lo que sigue se explica la invención con detalle ayudándose de ejemplos de realización y haciendo referencia a las figuras adjuntas. Las partes iguales o equivalentes están provistas de los mismos números de referencia. Muestran:

Las figuras 1A-1H, pasos P1, P2 y P3 del proceso para estructurar un módulo solar en el que se utiliza el dispositivo según la invención;

25 La figura 2, el funcionamiento del reconocimiento de traza con una primera unidad de guía de traza según la invención a base de un sensor en una traza alejada de este sensor;

La figura 3, el funcionamiento del reconocimiento de traza con una segunda unidad de guía de traza según la invención a base de dos sensores en una traza alejada de los sensores;

La figura 4, el funcionamiento del reconocimiento de traza con la unidad de guía de traza de la figura 2 según la invención en una traza vuelta hacia el sensor; y

30 La figura 5, un diagrama de bloques de un dispositivo de estructuración según la invención, que se basa en el reconocimiento de traza de la figura 2.

Las figuras 1A-1H muestran pasos P1, P2 y P3 del proceso para estructurar un módulo solar M en el que se utiliza el dispositivo según la invención.

En la figura 1A se muestra primeramente una capa de vidrio 10 que es provista de una capa metálica 11, tal como, por ejemplo, de un material de ZnO o SnO₂, según puede apreciarse en la figura 1B.

35 Esta capa metálica 11 es provista en un primer paso P1 del proceso, según la figura 1C, de unas trazas paralelas G1 y G1' que se practican por medio de un láser (no mostrado), cuyo rayo de luz con una longitud de onda de 1064 nm atraviesa la capa de vidrio 10 de abajo arriba. Cuando se ha practicado la primera traza G1, se guía el láser paralelamente a la traza de referencia G1 para cortar la traza G1' a una distancia deseada. La traza G1 es reconocida aquí por un sensor capacitivo y/o inductivo (representado en las figuras 2-4) y se corrigen las desviaciones del sensor por medio de la unidad de guía de traza U según la invención (mostrada en la figura 5). El láser mecánico o electrónicamente acoplado con el sensor es reajustado de acuerdo con el movimiento del sensor, con lo que las trazas G1 y G1' discurren exactamente paralelas una a otra. El material ablacionado de la traza G1 no tiene en este caso ninguna influencia sobre la exactitud del guiado de la traza, ya que no se emplea aquí un procedimiento de reconocimiento de imagen.

45 Como puede apreciarse en la figura 1D, se aplica sobre la superficie estructurada así formada del módulo producido M una capa de absorción 12 que rellena las trazas G1 y G1'. Esta capa puede consistir en un material de a-Si, un material de Si/mc-Si u otras capas semiconductoras.

50 En un segundo paso P2 del proceso se practican otras trazas G2 y G2' de la misma manera que se ha descrito anteriormente, para lo cual se emplea un láser con una longitud de onda de 532 nm. La posición de estas trazas G2 y G2' puede apreciarse en la figura 1E. Como traza de referencia para practicar las trazas G2 y G2' se aprovechan aquí las trazas G1 y G1' ya practicadas previamente y situadas ahora en el material, las cuales son reconocidas por el sensor capacitivo y/o inductivo. En caso de que se produzcan desviaciones del sensor respecto de estas trazas

G1 y G1', se varía el campo electromagnético y/o magnético del mismo en forma, posición y/o intensidad, ya que éste se presenta lateralmente a las trazas G1 y G1' con una estructura del material diferente a la existente en la zona de las trazas de referencia G1 y G1'. Esto conduce a una atenuación o variación de capacidad de los sensores, a partir de la cual se pueden calcular por la unidad de guía de traza U un valor absoluto y una dirección en la que se pueden reconducir nuevamente el sensor y, por tanto, también el láser paralelamente guiado.

Como puede apreciarse en la figura 1F, se aplica seguidamente una capa de óxido 13 que rellena a su vez las trazas G2 y G2'. Esta capa puede consistir en un material de ZnO o ZnO/Ag.

En un paso final P3 del proceso se estructuran ahora tanto la capa 12 como la capa 13 practicando unas trazas G3 y G3' de la manera anteriormente descrita, para lo cual se emplea nuevamente un láser con una longitud de onda de 532 nm. Las trazas G3 y G3' se muestran en la figura 1G. Como referencia para estas trazas G3 o G3' se pueden aprovechar aquí las trazas G1 o G1' y/o las trazas G2 o G2', en las que se guía el sensor de la manera citada. El láser sigue entonces al sensor a una distancia lateral para practicar las trazas G3 o G3'.

La figura 1H muestra finalmente las células solares del módulo M conectadas en serie, cuya estructura es el resultado de las trazas G1 ... G3' practicadas en las capas 11-13. El acoplamiento eléctrico de las distintas células solares está ilustrado por la línea continua adicionalmente dibujada.

La figura 2 muestra el funcionamiento del reconocimiento de traza con una primera unidad de guía de traza U según la invención a base de un sensor D1 en una traza G1 alejada de este sensor D1. El sensor D1 deberá seguir aquí a la traza G1 en el lado del vidrio de un módulo M que se extiende hacia dentro de la profundidad de la hoja. En las posiciones A, B y C el sensor D1 emite aquí la señal S1 mostrada debajo del mismo. Esta señal E1 resulta de la variación de forma, posición y/o intensidad del campo electromagnético o eléctrico, la cual es provocada a su vez por la diferente geometría, cantidad y composición del material que se encuentra en el campo hasta más allá de las posiciones A-C. La variación de campo produce una atenuación o variación de capacidad del sensor inductivo o capacitivo correspondiente, cuya señal S1 es aprovechada finalmente para el reconocimiento de las trazas. En el presente caso, el sensor D1 está diseñado de modo que no genera ninguna señal S1 en las zonas laterales de la traza, es decir, en las posiciones A y C, mientras que emite una señal en la zona de la traza G1. La unidad de guía de traza U está diseñada aquí de modo que reconduzca el sensor D1 a la posición B tan pronto como se aplique la señal de las posiciones A o C.

La figura 3 muestra el funcionamiento del reconocimiento de traza con una segunda unidad de guía de traza según la invención a base de dos sensores D1 y D2 en una traza G1 alejada de los sensores D1 y D2. Los dos sensores D1 y D2 están yuxtapuestos y están diseñados también de modo que no generen ninguna señal en las zonas laterales de la traza G1, mientras que emiten una señal en la zona de la traza G1. Si se desplazan los sensores D1 y D2 pasando de la posición A a la posición B, se origina en el canto de la traza G1 una diferencia de señal dS entre las señales S1 del sensor D1 y una señal S2 del sensor D2. Esta diferencia dS se puede reconocer especialmente bien en comparación con la consideración de una variación de señal de un sensor individual y es evaluada por la unidad de guía de traza. Cuando ya no se aplica esta diferencia, los sensores D1 y D2 se desvían de la traza G1, es decir que se encuentran en una zona lateral de la misma, en donde las señales S1 y S2 ya no presentan ninguna diferencia.

Tanto en el reconocimiento de traza de la figura 2 como en el de la figura 3 se pueden elegir también a la inversa los sensores de señalización D1 o D1 y D2 que generan una señal S1 o S1 y S2 en las zonas laterales de la traza G1, mientras que no se emiten ninguna señal en la zona de la traza G1. Es decisivo únicamente que se presente una variación de la señal al desviarse los sensores D1 y D2 respecto de la traza G1, que pueda ser reconocida y evaluada por la unidad de guía de traza.

La figura 4 muestra el funcionamiento del reconocimiento de traza con la unidad de guía de traza U de la figura 1 según la invención en una traza G1 vuelta hacia el sensor D1. El principio de funcionamiento de la unidad de guía de traza U permanece aquí inalterado. Sin embargo, es esencial que, independientemente de que se guíe el sensor D1 en el lado del vidrio o en el lado de la estructura del módulo M, sea posible un reconocimiento y guía de traza fiables.

La figura 5 muestra un diagrama de bloques de un dispositivo de estructuración A según la invención, que se basa en el reconocimiento de traza de la figura 2. El dispositivo A comprende un sensor D1 que está acoplado con una unidad de guía de traza U, y un útil de estructuración T cuyo movimiento deberá seguir al sensor D1 a una distancia lateral d. El dispositivo mostrado A se encuentra justamente en el paso P2 del proceso, es decir, en la estructuración de la capa de absorción del módulo M que se mecaniza desde el lado del vidrio. La traza G1 está situada aquí en el material del módulo M y es reconocida en principio del mismo modo que se ha descrito anteriormente con relación a la figura 2.

El útil de estructuración T es en este caso un láser que se utiliza desde el lado del vidrio del módulo M para mecanizar el lado de su estructura. Sin embargo, para la estructuración del módulo M se pueden utilizar también otros útiles de corte que actúen sobre el módulo M desde el lado de la estructura. La distancia d del láser al sensor D1 es regulable electromecánicamente en toda la anchura del módulo M, con lo que se necesita solamente una

traza de referencia para cada nuevo corte. Se suprime así un nuevo reconocimiento de traza de referencia en cada caso y se tiene que ajustar el dispositivo A solamente una vez. Se acorta así considerablemente el tiempo de mecanización para un módulo M.

- 5 En comparación con sistemas de reconocimiento de imagen, el dispositivo de estructuración A según la invención y el procedimiento de estructuración para módulos solares M ejecutable con el mismo están exentos de influencias del procesos de erosionado, ya que se basan en un reconocimiento inductivo y/o capacitivo de una traza sobre o en el material del módulo. Con esto no solo se va más allá de las posibilidades actuales de los sistemas de reconocimiento de imagen. Su insensibilidad frente a influencias del proceso de erosionado deja, además, abierta la clase de útil de estructuración T que se utilice. Es así posible una estructuración especialmente fiable y exacta de los
- 10 módulos, lo que aumenta a su vez netamente su calidad y rendimiento. Al mismo tiempo, el dispositivo A según la invención es de constitución sencilla y se puede fabricar a bajo coste, y el procedimiento de estructuración correspondiente puede implementarse con facilidad.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de estructuración (A) para capas semiconductoras, que comprende un útil de estructuración (T) y una unidad de guía de traza (U) que está unida con al menos un sensor capacitivo o inductivo (D1, D2) y que está concebida de tal manera que se puede reconocer una desviación del sensor (D1, D2) respecto de una traza de referencia (G1...G3'), practicada en la superficie o en el material de la capa, con ayuda de las señales (S1, S2) de los mismos, y en base a esta desviación se pueden generar unas señales de control para guiar el útil de estructuración (T) a una distancia lateral (d) y paralelamente a la traza de referencia (G1...G3').
- 10 2. Dispositivo de estructuración (A) según la reivindicación 1, en el que el al menos un sensor (D1, D2) se puede trasladar linealmente y la unidad de guía de traza (U) está concebida para generar, basándose en una desviación de la traza de referencia (G1...G3') respecto de un sensor (D1, D2), unas señales de control para reconducir el útil de estructuración (T) a la distancia lateral (d) con respecto a la traza de referencia (G1...G3').
3. Dispositivo de estructuración (A) según la reivindicación 2, en el que, para reconocer una desviación respecto de la traza de referencia (G1...G3'), están dispuestos unos sensores (D1, D2) en una línea que discurre en ángulo con la dirección de traslación lineal de dichos sensores.
- 15 4. Dispositivo de estructuración (A) según la reivindicación 2 ó 3, en el que el útil de estructuración (T) se reajusta al al menos un sensor (D1, D2), y la unidad de guía de traza (U) está concebida para correlacionar desviaciones respecto de la traza de referencia (G1...G3').
- 20 5. Dispositivo de estructuración (A) según la reivindicación 1, en el que el al menos un sensor (D1, D2) se puede trasladar en un plano, siguiendo el útil de estructuración (T) a un movimiento del sensor (D1, D2), y la unidad de guía de traza (U) está concebida para generar, basándose en una desviación de un sensor (D1, D2) respecto de la traza de referencia (G1...G3'), unas señales de control para reconducir el sensor (D1, D2) a esta traza (G1...G3').
6. Dispositivo de estructuración (A) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de guía de traza (U) está concebida, además, para correlacionar señales (S1, S2) de varios sensores (D1, D2) a fin de reconocer una desviación respecto de la traza (G1...G3').
- 25 7. Dispositivo de estructuración (A) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el útil de estructuración (T) y el al menos un sensor (D1, D2) están orientados en sentidos contrarios uno respecto de otro.
8. Dispositivo de estructuración (A) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la distancia lateral (d) entre el útil de estructuración (T) y el al menos un sensor (D1, D2) es ajustable.
9. Procedimiento para estructurar capas semiconductoras, que comprende los pasos siguientes:
- 30 ajustar al menos un sensor capacitivo o inductivo (D1, D2) a una traza de referencia (G1...G3') y ajustar una distancia lateral (d) entre la traza (G1...G3') y un útil de estructuración (T);
- trasladar el al menos un sensor (D1, D2) a lo largo de la traza de referencia (G1...G3') y reconocer una desviación del al menos un sensor (D1, D2) respecto de la traza (G1...G3'); y
- 35 aprovechando la desviación, guiar el útil de estructuración (T) a una distancia lateral (d) y paralelamente a la traza de referencia (G1...G3').
10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que se traslada linealmente el al menos un sensor (D1, D2) y se reconduce el útil de estructuración (T) a la distancia lateral ajustada (d) respecto de la traza de referencia (G1...G3').
11. Procedimiento según la reivindicación 9 ó 10, en el que se reconduce el al menos un sensor (D1, D2) a la traza de referencia (G1...G3'), y el útil de estructuración (T) sigue al movimiento del al menos un sensor (D1, D2).
- 40 12. Procedimiento según las reivindicaciones 9 a 11, en el que se reajusta el útil de estructuración (T) al sensor (D1, D2) y en el que se correlacionan señales del al menos un sensor (D1, D2) una con otra para guiar el útil de estructuración (T).
13. Procedimiento según las reivindicaciones 9 a 12, en el que se correlacionan espacialmente señales (S1, S2) de varios sensores (D1, D2) una con otra para reconocer una desviación respecto de la traza (G1...G3').
- 45 14. Uso de un dispositivo de estructuración según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 para fabricar una capa P1, P2 y P3 de módulos solares (M).

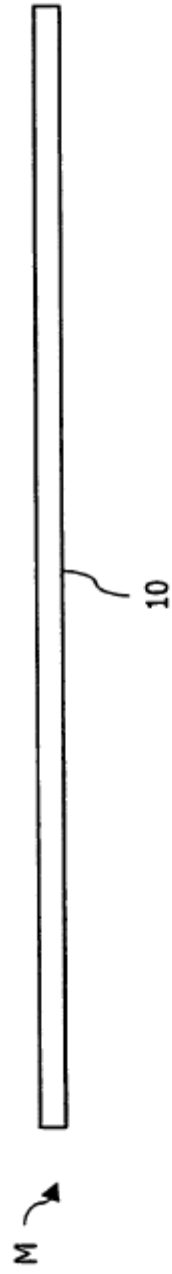


Fig. 1A

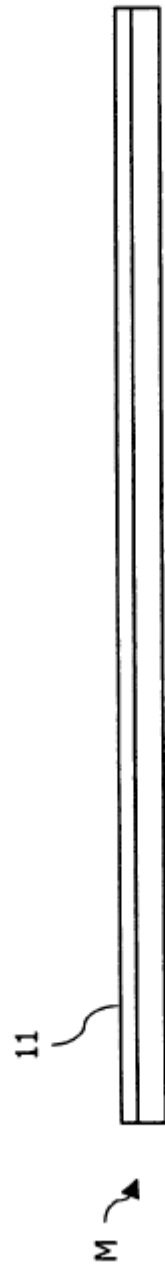


Fig. 1B



Fig.1C

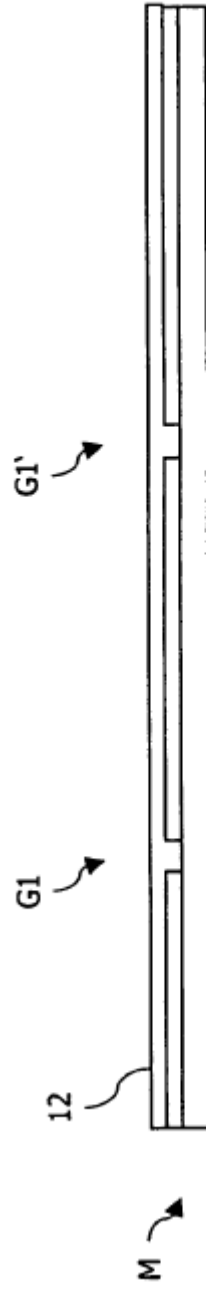


Fig.1D

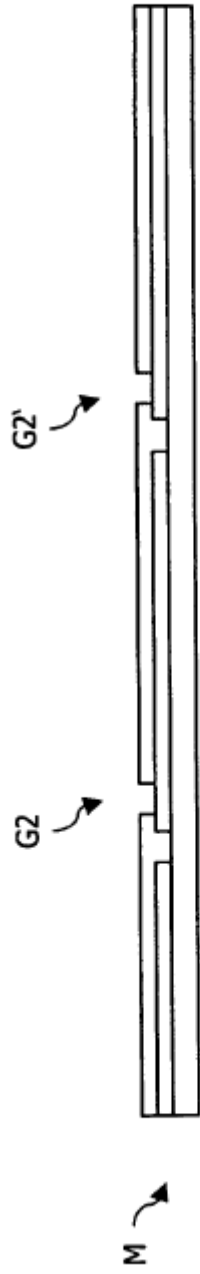


Fig.1E



Fig.1F

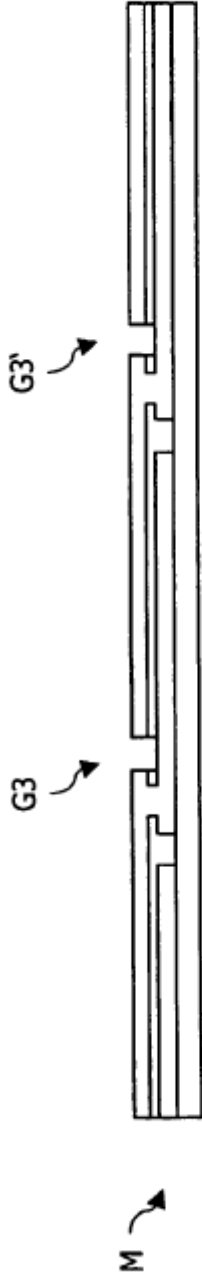


Fig.1G

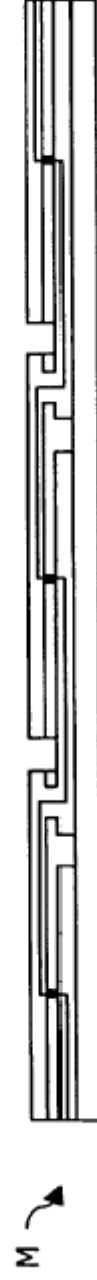


Fig.1H

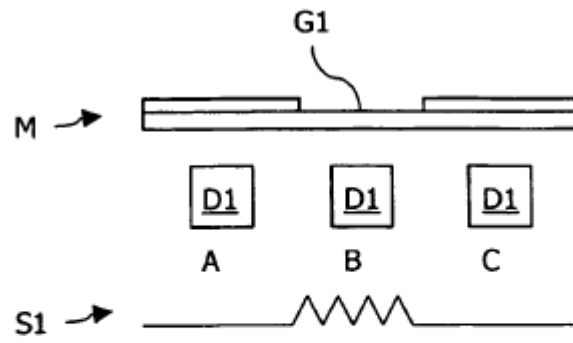


Fig. 2

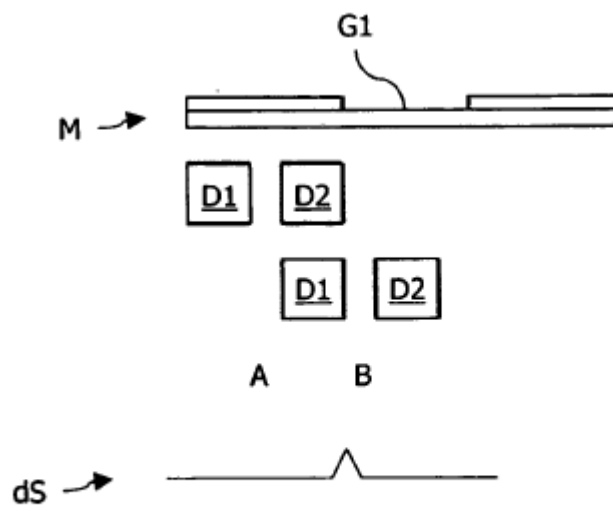


Fig. 3

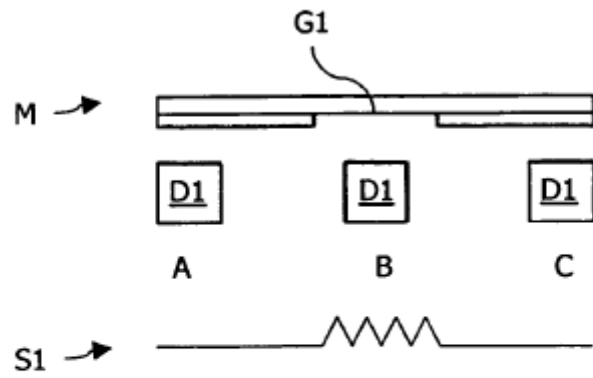


Fig. 4

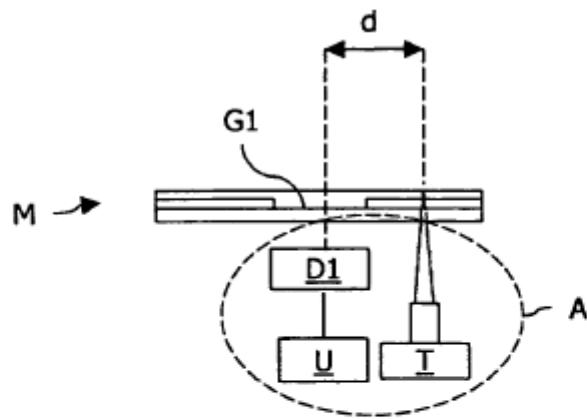


Fig. 5