

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 526 299**

51 Int. Cl.:

H05K 3/12 (2006.01)
B41F 33/00 (2006.01)
B41F 15/12 (2006.01)
B41F 15/08 (2006.01)
B41M 1/12 (2006.01)
B41M 3/00 (2006.01)
H01L 31/0224 (2006.01)
H05K 1/02 (2006.01)
H05K 3/00 (2006.01)
H05K 3/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2010 E 10158466 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.09.2014 EP 2239142**

54 Título: **Procedimiento de impresión mediante serigrafía de un conductor en dos capas superpuestas**

30 Prioridad:

06.04.2009 FR 0901711

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

09.01.2015

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
BATIMENT "LE PONANT D" 25, RUE LEBLANC
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

BETTINELLI, ARMAND

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 526 299 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 impresión mediante serigrafía de un conductor en dos capas superpuestas

5 La invención se refiere a un procedimiento de alineación de una unidad de impresión mediante serigrafía, particularmente adaptado para la impresión en doble capa de conductores de captación sobre una célula fotovoltaica. Se refiere también a una unidad de impresión que pone en práctica un procedimiento de este tipo, a una unidad de producción de células fotovoltaicas y a una célula y a un módulo fotovoltaicos producidos mediante una unidad de este tipo.

10 Se fabrica una célula fotovoltaica por medio de una placa de material semiconductor, generalmente de silicio, conocida por su denominación inglesa "wafer". Esta fabricación precisa, en particular, la formación de conductores eléctricos sobre la superficie de esta placa. Para ello, un método del estado de la técnica consiste en depositar una tinta conductora mediante serigrafía sobre la placa. Como variante, existen otras técnicas para realizar estos conductores eléctricos.

15 Las figuras 1 y 2 ilustran este método. La serigrafía se basa en el uso de una pantalla o máscara 20 colocada por encima de una placa o *wafer* 1 que va a serigrafarse, a una distancia del orden de un milímetro. Una rasqueta 22 se desplaza en el sentido de la flecha F deformando la pantalla 20 hasta la superficie 4 de la placa 1 y ejerciendo una fuerza de presión que deposita una parte de la tinta 21 sobre la superficie 4 de la placa 1 en lugares predefinidos a través de aberturas 23 de la pantalla, para formar conductores 2 estrechos sobre su superficie. Estos conductores 2 presentan, en general, una anchura superior a la de la abertura 23, del orden de 20 micrómetros, tal como se desprende particularmente de la figura 2.

25 La propiedad eléctrica de los conductores 2 obtenidos desempeña una función importante en las prestaciones finales de la célula fotovoltaica, concretamente es determinante para su rendimiento de conversión. Una característica del procedimiento mediante serigrafía descrito anteriormente es que, con el tiempo, la pantalla se desgasta debido a la repetición de sus deformaciones. Una pantalla de este tipo experimenta en efecto grandes tensiones en el proceso de fabricación de células fotovoltaicas que exige velocidades elevadas, del orden de 1200 impresiones a la hora. Estas tensiones inducen en particular la deformación progresiva de la pantalla y, por tanto, la deformación del motivo impreso.

30 A modo de ejemplo, el documento XP010267745 describe una solución de este tipo que consiste en realizar contactos eléctricos mediante serigrafía sobre una célula fotovoltaica. Estos contactos se realizan en una sola capa de impresión usando patrones de prueba para mejorar la precisión de esta impresión.

35 Para paliar estos inconvenientes, se conoce usar un dispositivo de inspección que se basa en una o varias cámaras, que observa las placas de semiconductores o *wafers* y detectar su integridad, y después observa la posición de la placa para mejorar la alineación entre la placa y la pantalla de serigrafía. Un dispositivo de inspección de este tipo permite alcanzar una precisión suficiente, compatible con la precisión buscada, del orden de 50 a 100 micrómetros.

40 Para mejorar las prestaciones de la célula fotovoltaica, se conoce un segundo procedimiento que consiste en realizar los conductores mediante dos impresiones superpuestas, tal como se representa en la figura 3. La segunda impresión permite imprimir una segunda capa 3 conductora mediante serigrafía por medio de una segunda pantalla 25 distinta sobre la primera capa 2 conductora obtenida mediante la primera impresión. La anchura de la segunda capa 3 está próxima a la abertura 26 de la pantalla 25, situada apoyada sobre la primera capa 2. Esta característica facilita la superposición de las dos capas 2, 3 conductoras. El objetivo es obtener un conductor final más grueso, que permita reducir en un factor próximo a dos la resistencia de los conductores de captación, lo que aumenta considerablemente el rendimiento de conversión de la célula fotovoltaica. Sin embargo, este método debe ponerse en práctica mediante dos impresiones sucesivas realizadas con dos cabezales de serigrafía diferentes, sobre la base de dos pantallas 20, 25 diferentes para permitir el secado de la primera capa 2 conductora antes de la superposición de la segunda capa 3.

45 La mejora de las células fotovoltaicas mediante el segundo procedimiento de doble impresión sólo se obtiene con la condición de obtener una superposición suficiente de las dos capas 2, 3 conductoras. En efecto, si la segunda capa está mal superpuesta a la primera, provoca un ensanchamiento de los conductores, lo que aumenta la superficie no utilizable por la célula (superficie con un material no sensible a fotones) y, por consiguiente, disminuye las prestaciones de la célula fotovoltaica. Ahora bien, el fenómeno de desfase de la alineación de las pantallas 20, 25 con el tiempo es más crítico en esta solución de doble impresión, debido a la acumulación de dos pantallas que se deforman, ambas, de manera diferente con el tiempo. Así, esta solución exige a día de hoy el cambio frecuente de las pantallas cada 1000 impresiones, mientras que la pantalla puede mantenerse para de 5 a 10000 impresiones con la solución convencional de una sola impresión. Este segundo método de doble impresión presenta por tanto el inconveniente de requerir un mayor consumo de pantallas, lo que aumenta sensiblemente su coste. Además, la pérdida de tiempo inducida por los cambios de pantallas reduce la productividad del procedimiento de fabricación de células fotovoltaicas.

Finalmente, la mejora de las células fotovoltaicas mediante el segundo procedimiento de doble impresión sigue siendo teórico y poco aplicable debido a los inconvenientes mencionados anteriormente.

5 Cabe señalar que el documento US7473502 describe un método para corregir el error de un dispositivo de formación de imágenes. Este método no trata sobre un procedimiento de impresión mediante serigrafía y se encuentra en un campo alejado de la presente invención.

10 Así, un objeto general de la invención es proponer una solución de realización de un conductor eléctrico mediante serigrafía sobre una placa que reduzca los inconvenientes de las soluciones del estado de la técnica.

Más precisamente, la invención trata de alcanzar todos o parte de los siguientes objetos:

15 Un primer objeto de la invención es proponer una solución de realización de un conductor eléctrico mediante serigrafía sobre una célula fotovoltaica que permita la optimización de las prestaciones de la célula fotovoltaica resultante.

20 Un segundo objeto de la invención es proponer una solución de realización de un conductor eléctrico mediante serigrafía sobre una célula fotovoltaica mediante un procedimiento con alta productividad, altas prestaciones y económico.

Para ello, la invención se basa en un procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa, caracterizado porque comprende las siguientes etapas:

25 - realizar al menos dos primeros patrones de prueba sobre la superficie de la placa;

- imprimir al menos cuatro segundos patrones de prueba, distintos de los al menos dos primeros patrones de prueba, durante una impresión mediante serigrafía sobre la superficie de la placa;

30 - medir la desviación real obtenida sobre la superficie de la placa entre los primeros patrones de prueba y los segundos patrones de prueba;

- comparar esta desviación real con la desviación teórica para deducir a partir de ello el desfase de la pantalla serigráfica de la impresión.

35 Los patrones de prueba pueden estar distribuidos de manera simétrica alrededor de un mismo centro de simetría en su posición teórica obtenida durante una impresión sin desfase de las pantallas serigráficas.

Los patrones de prueba pueden estar distribuidos por las cuatro esquinas si la placa es un paralelogramo.

40 Como variante, los primeros patrones de prueba y los segundos patrones de prueba pueden estar todos desplazados de la misma manera una distancia (P).

Los primeros patrones de prueba y los segundos patrones de prueba pueden comprender una parte del circuito serigrafiado.

45 El procedimiento de impresión puede comprender una etapa de entrada de la placa sobre una mesa de impresión, una etapa de colocación de la placa en una unidad de impresión en la que se somete a la segunda impresión, y una etapa de colocación de la placa en una unidad de inspección para medir y deducir a partir de ello el desfase de la pantalla serigráfica de la segunda impresión.

50 La primera etapa de entrada sobre la mesa de impresión puede colocar la placa en la unidad de inspección para medir la posición de los patrones de prueba de la primera impresión, la etapa de colocación de la placa en una unidad de inspección puede consistir en un colocación mediante un movimiento hacia atrás de la placa bajo la misma unidad de inspección que la alcanzada durante la entrada de la placa sobre la mesa de impresión, y el procedimiento puede comprender una etapa de recolocación de la placa bajo la unidad de impresión sin realizar su impresión antes de su salida de la mesa de impresión.

60 La inspección de la segunda impresión en la unidad de inspección sólo puede realizarse periódicamente y no en todas las placas.

La invención se refiere también a un procedimiento de fabricación de una célula fotovoltaica, caracterizado porque comprende un procedimiento de impresión de todos o parte de los conductores de captación de la célula fotovoltaica tal como se describió anteriormente.

65 La invención se refiere también a un dispositivo de impresión serigráfica que comprende al menos una unidad de impresión serigráfica y al menos una unidad de inspección, caracterizado porque la unidad de impresión serigráfica

pone en práctica la impresión de al menos cuatro patrones de prueba y porque el dispositivo pone en práctica el procedimiento de impresión mediante serigrafía tal como se describió anteriormente.

- 5 La unidad de inspección puede comprender al menos una cámara de alta resolución y un ordenador.
- 5 Por último, la invención se refiere también a una célula fotovoltaica, caracterizada porque comprende al menos un conductor que comprende al menos dos capas superpuestas, y al menos dos primeros patrones de prueba y al menos cuatro segundos patrones de prueba serigráficos distintos.
- 10 Puede comprender al menos cuatro primeros patrones de prueba serigráficos.
- Estos objetos, características y ventajas de la presente invención se expondrán en detalle en la siguiente descripción de modos de ejecución particulares facilitados a título no limitativo en relación con las figuras adjuntas, en las que:
- 15 La figura 1 ilustra esquemáticamente un procedimiento de serigrafía según el estado de la técnica.
- La figura 2 representa esquemáticamente el resultado obtenido por un primer procedimiento de serigrafía según el estado de la técnica.
- 20 La figura 3 representa esquemáticamente el resultado obtenido por un segundo procedimiento de serigrafía según el estado de la técnica.
- La figura 4 ilustra esquemáticamente una placa tras una primera impresión según un modo de ejecución de la invención.
- 25 La figura 5 ilustra esquemáticamente la misma placa tras la segunda impresión según el modo de ejecución de la invención.
- 30 Las figuras 6a a 6e representan el método de determinación del desfase de la segunda impresión según un modo de ejecución de la invención.
- Las figuras 7a a 7e representan el método de determinación del desfase de la segunda impresión según otro modo de ejecución de la invención.
- 35 La figura 8 representa una unidad de impresión según un modo de ejecución de la invención.
- La figura 9 representa un modo de uso de la unidad de impresión según el modo de ejecución de la invención.
- 40 La figura 10 ilustra esquemáticamente una placa tras una primera impresión según otro modo de ejecución de la invención.
- La figura 11 ilustra esquemáticamente la placa tras la segunda impresión según este otro modo de ejecución de la invención.
- 45 La invención se basa en aprovechar un dispositivo de inspección que permite corregir los defectos de alineación en un dispositivo que pone en práctica la doble impresión para formar conductores en dos capas superpuestas de las que al menos la segunda se realiza mediante serigrafía.
- 50 Para ello, la invención propone realizar una primera capa conductora sobre una placa mediante cualquier procedimiento, por ejemplo mediante la adición de tinta mediante un método de chorro de tinta, de serigrafía o mediante uno de los dos métodos conocidos por su denominación inglesa "dispensing" o "lift off". Como variante, la primera capa puede realizarse mediante el uso de pastas de grabado, de ablación láser, una deposición sobre placa maciza seguida de una fotolitografía y de un grabado.
- 55 Por último, la invención permite acumular una productividad equivalente a la de una solución estándar a una única impresión y la obtención de células fotovoltaicas de alto rendimiento de conversión debido a sus conductores de captación gruesos. Está adaptada particularmente para la fabricación de células fotovoltaicas mediante doble impresión serigráfica.
- 60 No obstante, sigue estando adaptada a cualquier fabricación de componentes electrónicos que precisan la formación de dos redes que requieren una alineación relativa precisa y de las que al menos la segunda está realizada mediante serigrafía.
- 65 Así, puede tratarse de dos niveles superpuestos, por ejemplo dos niveles de conductores metálicos, aunque también dos niveles de cualquier material. Esto puede usarse en particular favorablemente para la realización de células fotovoltaicas de emisores selectivos, por ejemplo alineando la serigrafía de un segundo nivel metálico sobre un

primer nivel constituido por un motivo emisor de silicio altamente dopado.

Más generalmente puede tratarse de dos motivos no altamente superpuestos pero que deben presentar una colocación relativa precisa y de los que al menos el segundo está realizado mediante serigrafía, por ejemplo dos motivos uno al lado de otro tales como dos motivos entrelazados y cuyas precisiones de alineación de los niveles aportadas mediante la invención permitirán reducir la distancia entre los dos motivos. Esto puede usarse en particular favorablemente para la realización de los dos niveles de conductores entrelazados de células fotovoltaicas con contactos en la cara trasera (mejora de las prestaciones mediante la reducción de los espacios entre las zonas de polaridad inversa).

En la siguiente descripción se usarán las mismas referencias para designar los elementos similares.

A continuación se detallará el procedimiento de impresión y de inspección según un modo de ejecución de la invención basado en la superposición de dos capas de tinta conductora mediante serigrafía.

La figura 4 representa una primera etapa del procedimiento, realizada durante la primera impresión mediante serigrafía, que permite imprimir la primera capa 2 de conductores sobre la superficie 4 de la placa 1.

Según un elemento esencial de la invención, esta primera impresión imprime primeros motivos de alineación o primeros patrones 5a, 5b, 5c, 5d de prueba, cuya única función es permitir mediante la observación de su posición en un dispositivo de inspección, basado en cámaras, que se determine la posición real de la primera impresión sobre la placa.

Así, una segunda etapa del dispositivo consiste en inspeccionar el resultado obtenido tras la primera impresión. Esta inspección permite reconocer los primeros motivos 5a a 5d de alineación, y localizarlos con precisión.

En determinados casos, puede ser ventajoso calcular la desviación de su posición real con respecto a su posición teórica, definida por la posición obtenida con una pantalla nueva y perfectamente alineada. Esta desviación puede tenerse en cuenta para una primera corrección que se aplicará durante la próxima primera impresión.

A continuación, una tercera etapa del procedimiento consiste en una segunda impresión, representada en la figura 5, durante la cual una segunda capa 3 conductora se superpone sobre la primera capa 2 conductora. Según otro elemento esencial de la invención, esta segunda impresión realiza la impresión entre otros segundos motivos de alineación o segundos patrones 6a, 6b, 6c, 6d de prueba.

A continuación, una cuarta etapa, similar a la segunda, permite detectar la desviación E_a a E_d de colocación de los segundos patrones 6a a 6d de prueba con respecto a su posición $7a$ a $7d$ teórica definida por el resultado obtenido por medio de una pantalla nueva no deformada y perfectamente alineada. La ubicación $7a$ a $7d$ teórica de los segundos patrones de prueba se obtiene teniendo en cuenta datos de ubicación de los primeros motivos 5a a 5d.

La posición teórica de los segundos patrones de prueba se calcula a partir de la ubicación de los primeros patrones de prueba, teniendo en cuenta su desfase relativo teórico, es decir con pantallas serigráficas perfectamente alineadas y sin deformación. La desviación E_a a E_d obtenida corresponde por tanto a la desviación relativa de los segundos patrones de prueba con respecto a los primeros y permite determinar las desviaciones de colocación residuales entre las dos impresiones.

La realización de los patrones de prueba anteriores representa una ilustración a modo de ejemplo y existe una multitud de posibilidades. Por ejemplo, los primeros y/o segundos motivos de alineación podrían ser una parte de los conductores 2, 3. No obstante, es ventajoso dissociar la función de inspección de la propia estructura de la célula fotovoltaica. Es así posible dar a los primeros y/o a los segundos motivos 5a a 5d, 6a a 6d de alineación formas y dimensiones ideales para su inspección óptica. Estos motivos pueden presentar así un pequeño tamaño, con el fin de minimizar las superficies no receptoras de fotones, y pueden presentar por ejemplo una forma parcialmente esférica, de diámetro del orden de 100 micrómetros, o una forma de bastoncillos, orientados preferiblemente en el mismo sentido que los conductores de captación y de dimensión por ejemplo igual a 300 X 70 micrómetros, o una forma de cruz. Por otro lado, estos patrones de prueba pueden encontrarse en cualquier lugar sobre la superficie 4 de la placa 1, preferiblemente por la periferia de la placa o en las esquinas para una placa en forma de paralelogramo. Además, su número debe ser superior o igual a cuatro con el fin de conseguir información suficiente sobre la deformación de las pantallas y el desfase de las impresiones. Además, los segundos patrones de prueba pueden presentar ventajosamente un aspecto diferente al de los primeros de modo que se diferencien fácilmente. En todo caso, los segundos patrones de prueba serán distintos de los primeros, para permitir su reconocimiento y aprovechamiento óptico de manera eficaz.

Según una variante de ejecución, los motivos de alineación pueden estar integrados en el interior de los conductores 2. Para ello, determinadas partes de los conductores 2 pueden imprimirse sólo durante la primera impresión y otras sólo durante la segunda impresión. Por ejemplo, las figuras 10 y 11 representan una puesta en práctica de esta variante en la que la primera impresión representada en la figura 10 muestra zonas 8a a 8d para las que los

conductores 2 no se han impreso. Igualmente, la figura 11 representa la segunda impresión realizada en la que zonas 9a a 9d de los conductores 3 no se han impreso, siendo estas zonas distintas de las zonas 8a a 8d. Todas estas zonas pueden disponerse ventajosamente en las esquinas de la placa 1. Así, cuando se efectúan las dos impresiones, se obtiene adecuadamente la continuidad del conjunto de los conductores 2, 3. El dispositivo de inspección o de visualización de la alineación se enfocará sobre estas zonas particulares para analizar visualmente los defectos de alineación, concretamente las zonas 5a - 5d y 6a - 6d.

Las figuras 6a a 6e ilustran un modo de ejecución de la invención, que se basa en la colocación de cuatro primeros patrones 5a a 5d de prueba durante la primera capa de impresión, y después cuatro segundos patrones 6a a 6d de prueba durante la segunda capa de impresión, estando distribuidos estos ocho patrones de prueba de manera simétrica alrededor de un sistema de referencia X, Y de modo que se aprovechen del mismo centro o baricentro 5C, 6C teórico. Esta geometría permite hablar de las rectas Y1, Y2 que pasan respectivamente por dos centros 5m, 5n definidos por los primeros patrones 5a, 5b y 5c, 5d de prueba, y de manera similar por dos centros definidos por los segundos patrones 6a, 6b, y 6c, 6d de prueba. En una situación de alineación perfecta, las dos rectas Y1 y Y2 están superpuestas. La figura 6e ilustra la situación tras el desgaste de las pantallas. El desfase entre las dos rectas Y1, Y2 permite definir la no alineación relativa entre las impresiones primera y segunda. Este desfase está definido por los tres valores x , y , a , (x, y) que representan el vector de desplazamiento relativo entre los baricentros 5C, 6C y con el ángulo entre las rectas Y1, Y2. Estos tres valores se calculan mediante el dispositivo de inspección y de corrección y sirven de base para la alineación de las próximas impresiones.

Las figuras 7a a 7e ilustran una variante del modo de ejecución anterior de la invención, en la que los patrones 5a a 5d, 6a a 6d de prueba primeros y segundos están todos desfasados de la misma manera una distancia P. Los centros respectivos o baricentros 5C, 6C de los patrones de prueba primeros y segundos están por tanto igualmente desfasados la misma distancia P y las dos rectas Y1, Y2 definidas como antes están alineadas. Las figuras 7b y 7d representan estos diferentes patrones de prueba y puntos. La figura 7e muestra un desfase obtenido tras un desgaste, en el que el baricentro 6C de los segundos patrones de prueba está desplazado con respecto a su posición 6Cth teórica que se obtendría con un desfase P tal como el representado en la figura 7d. De este modo es posible medir un desfase teórico definido por los tres valores x , y , a tal como en el ejemplo anterior.

Cabe señalar que el desfase entre los primeros y los segundos patrones de prueba se ha medido sobre la base de la comparación del desfase de su baricentro respectivo en los ejemplos anteriores. No obstante podría ponerse en práctica cualquier otro método equivalente para medir todo o parte del desfase entre los patrones de prueba.

La invención se refiere también a un dispositivo para realizar una serigrafía en al menos dos capas sobre una placa del tipo destinado a una célula fotovoltaica, que comprende un dispositivo de inspección o de visualización de la alineación que pone en práctica el procedimiento descrito anteriormente. Este dispositivo de inspección puede comprender varias cámaras de alta precisión, tal como cuatro cámaras de resolución de entre 1 ó 2 millones de píxeles que procesan cada una respectivamente los motivos 5a a 5d y 6a a 6d de alineación. Como variante, una sola cámara de mayor resolución, tal como del orden de 10 millones de píxeles, podría observar todos los motivos de alineación y alcanzar un resultado equivalente. Cabe señalar que esta solución puede combinarse con una inspección de la integridad de la placa 1, por ejemplo por medio de una cámara central con gran ángulo de visión. A continuación, esta o estas cámaras transmiten las imágenes observadas a una unidad de procesamiento, que comprende un ordenador que comprende un software que pone en práctica el procedimiento de alineación del dispositivo de serigrafía descrito anteriormente.

La figura 8 representa por tanto una estación 10 de serigrafía que se presenta en forma de mesa rotativa. Las placas llegan por una entrada 11 a la estación 10 de serigrafía y salen por una salida 12. Se usan dos mesas similares distintas para realizar respectivamente la primera impresión y para realizar la segunda impresión. Como variante, la primera capa podría realizarse mediante otra técnica distinta de la serigrafía, tal como se mencionó anteriormente, y el dispositivo de la primera capa diferiría entonces del de la segunda capa serigráfica.

En el caso de la segunda impresión, representada en la figura 8, las placas entran por tanto sobre la mesa 10 de impresión con vistas a la realización de la segunda impresión por la entrada 11. Por tanto, ya se ha realizado una primera impresión sobre una mesa de impresión anterior, no representada. La primera etapa E1 tras esta llegada consiste en realizar una primera inspección en la unidad 13 de inspección con el fin de determinar el desfase de los primeros patrones de prueba, provocado por la mala alineación entre la placa y la pantalla de la primera mesa de impresión serigráfica. A continuación, en una segunda etapa E2, las placas se dirigen hacia la unidad 14 de impresión en la que se someten a la segunda impresión, que permite realizar la segunda capa 3 de tinta conductora. En una tercera etapa E3, las placas vuelven a enviarse a la mesa 13 de inspección para efectuar una nueva inspección del desfase relativo entre las impresiones primera y segunda, provocado por la mala alineación de la placa con la segunda pantalla de impresión. Tras esta última inspección, la placa se conduce entonces hacia una unidad 15 de control en una quinta etapa E5 tras su paso de nuevo por la mesa de impresión durante una cuarta etapa E4, durante la cual no se realiza ninguna impresión. Por último, durante una etapa E6, la placa se dirige fuera de la mesa serigráfica por la salida 12.

Según una realización ventajosa de la invención, el proceso anterior de alineación de la segunda pantalla no se

realiza para cada placa que circula sobre la mesa 10 serigráfica sino según un periodo predefinido. Por ejemplo, como los desfases provocados por las dos pantallas son muy progresivos, la realización del recorrido explicitado anteriormente sólo se realiza cada 500 placas, lo que reduce el número de etapas E3, E4 realmente efectuadas, que implican una ida y vuelta de una placa y una bajada de la productividad del procedimiento global de fabricación.

5 Ventajosamente, puede efectuarse una inspección de la segunda impresión según un periodo superior o igual a cada 200 placas. Así, la puesta en práctica del procedimiento de la invención induce finalmente una ralentización despreciable de la producción de células fotovoltaicas y la capacidad de la línea de producción se ve poco afectada por la puesta en práctica de la invención. Para todas las placas intermedias, para las que no se pone en práctica la segunda inspección, el recorrido obtenido se simplifica, tal como se representa en la figura 9, para el que no se
10 ponen en práctica las dos etapas E3, E4, realizándose la serigrafía de estas placas usando el último desfase calculado.

Como variante, el dispositivo anterior podría modificarse para incluir una segunda unidad de inspección dispuesta tras la unidad 14 de impresión, para evitar la ida y vuelta de las etapas E3, E4. Esta variante de puesta en práctica
15 equivalente del procedimiento de la invención permitiría acelerar la línea de producción, pero induciría un sobrecoste de la instalación con respecto al dispositivo ilustrado en las figuras 8 y 9.

Así, la invención ofrece la ventaja de permitir el uso del procedimiento de impresión mediante serigrafía sobre una placa de célula fotovoltaica mediante un procedimiento de doble impresión garantizando la superposición con gran
20 precisión de las dos impresiones, a lo largo de un largo periodo que puede llegar a más de 10000 impresiones.

El modo de ejecución preferido de la invención se ha descrito con una superposición de dos impresiones mediante serigrafía, usando cuatro patrones de prueba en cada etapa de impresión. No obstante, la primera capa puede realizarse mediante cualquier otra técnica, tal como se ha mencionado, y puede bastar con solamente dos patrones
25 de prueba para esta primera capa, exigiendo únicamente la segunda impresión la realización de al menos cuatro patrones de prueba para obtener la cantidad de información suficiente para determinar el error producido por la deformación particular de la pantalla serigráfica en todas las direcciones, combinada con su superposición sobre una primera capa.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1), que comprende las siguientes etapas:
- 5 - realizar al menos dos primeros patrones (5a - 5d) de prueba sobre la superficie (4) de la placa (1);
- imprimir al menos cuatro segundos patrones (6a - 6d) de prueba, distintos de los al menos dos primeros patrones (5a - 5d) de prueba, durante una impresión mediante serigrafía sobre la superficie (4) de la placa (1);
- 10 - medir la desviación real obtenida sobre la superficie (4) de la placa (1) entre los primeros patrones (5a - 5d) de prueba y los segundos patrones (6a - 6d) de prueba;
- comparar esta desviación real con la desviación teórica para deducir a partir de ello el desfase de la pantalla (25) serigráfica de la impresión.
- 15
2. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende una etapa de modificación de la posición de la pantalla (25) de serigrafía de la impresión con el fin de reducir o suprimir su desfase.
- 20
3. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la realización de los primeros patrones de prueba se realiza durante una impresión mediante serigrafía y porque se imprimen al menos cuatro primeros patrones de prueba.
- 25
4. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según la reivindicación anterior, caracterizado porque la impresión de los primeros patrones (5a - 5d) de prueba se realiza durante la impresión de una primera capa (2) de tinta sobre la superficie (4) de la placa (1) y porque la impresión de los segundos patrones (6a - 6d) de prueba se realiza durante la impresión de una segunda capa (3) de tinta, superpuesta a la primera capa (2) sobre la superficie (4) de la placa (1) cuando no hay desfase de las pantallas (25) serigráficas de las dos impresiones.
- 30
5. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende una etapa de inspección de los primeros patrones (5a - 5d) de prueba antes de la impresión de los segundos patrones (6a - 6d) de prueba, que comprende la medición del desfase de los primeros patrones (5a - 5d) de prueba con respecto a su posición teórica y porque comprende una modificación de la posición de la pantalla (20) serigráfica de la primera impresión para suprimir o reducir este desfase.
- 35
6. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende una etapa de secado del al menos un primer patrón (5a - 5d) de prueba antes de la impresión de el al menos un segundo patrón (6a - 6d) de prueba.
- 40
7. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los primeros patrones (5a - 5d) de prueba y/o los segundos patrones (6a - 6d) de prueba están distribuidos por la periferia de la placa (1).
- 45
8. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según la reivindicación anterior, caracterizado porque los patrones de prueba están distribuidos de manera simétrica alrededor de un mismo centro (5C, 6C) de simetría en su posición teórica obtenida durante una impresión sin desfase de las pantallas (20, 25) serigráficas.
- 50
9. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los patrones de prueba están distribuidos por las cuatro esquinas si la placa es un paralelogramo.
- 55
10. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque los primeros patrones (5a - 5d) de prueba y los segundos patrones (6a - 6d) de prueba están todos desfasados de la misma manera una distancia (P).
- 60
11. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según la reivindicación 3, caracterizado porque los primeros patrones (5a - 5d) de prueba y los segundos patrones (6a - 6d) de prueba comprenden una parte del circuito serigrafiado.
- 65
12. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende una etapa (E1) de entrada de la placa sobre una mesa (10) de impresión, una etapa (E2) de colocación de la placa en una unidad (14) de impresión en la que se somete a la segunda impresión, y una etapa (E3) de colocación de la placa en una unidad (13) de inspección para medir y deducir a partir de ello el desfase de la pantalla (25) serigráfica de la segunda impresión.
13. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de una placa (1) según la reivindicación anterior, caracterizado

- 5 porque la primera etapa (E1) de entrada sobre la mesa (10) de impresión coloca la placa (1) en la unidad (13) de inspección para medir la posición de los patrones de prueba de la primera impresión, porque la etapa (E3) de colocación de la placa en una unidad (13) de inspección consiste en una colocación mediante un movimiento hacia atrás de la placa bajo la misma unidad de inspección que la alcanzada durante la entrada (E1) de la placa (1) sobre la mesa (10) de impresión, y porque comprende una etapa de recolocación de la placa bajo la unidad (14) de impresión sin realizar su impresión antes de su salida (E6) de la mesa de impresión.
- 10 14. Procedimiento de impresión mediante serigrafía de varias placas (1) según la reivindicación 12 ó 13, caracterizado porque la inspección (E3) de la segunda impresión en la unidad (13) de inspección sólo se realiza periódicamente y no en todas las placas (1).
- 15 15. Procedimiento de fabricación de una célula fotovoltaica, caracterizado porque comprende un procedimiento de impresión de todos o parte de los conductores de captación de la célula fotovoltaica según una de las reivindicaciones anteriores.
- 20 16. Dispositivo de impresión serigráfica que comprende al menos una unidad de impresión serigráfica y al menos una unidad de inspección, caracterizado porque la unidad de impresión serigráfica pone en práctica la impresión de al menos cuatro patrones (6a - 6d) de prueba y porque el dispositivo pone en práctica el procedimiento de impresión mediante serigrafía según una de las reivindicaciones 1 a 14.
- 25 17. Dispositivo de impresión serigráfica según la reivindicación anterior, caracterizado porque la unidad de inspección comprende al menos una cámara de alta resolución y un ordenador.
18. Célula fotovoltaica, caracterizada porque comprende al menos un conductor que comprende al menos dos capas (2, 3) superpuestas, y al menos dos primeros patrones (5a - 5d) de prueba y al menos cuatro segundos patrones (6a - 6d) de prueba serigráficos distintos.
19. Célula fotovoltaica según la reivindicación anterior, caracterizada porque comprende al menos cuatro primeros patrones (5a - 5d) de prueba serigráficos.

FIG.1

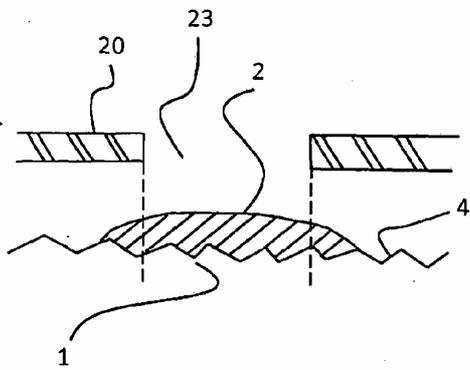
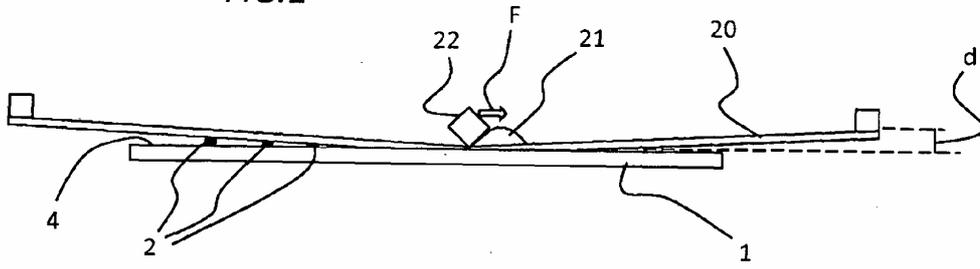


FIG.2

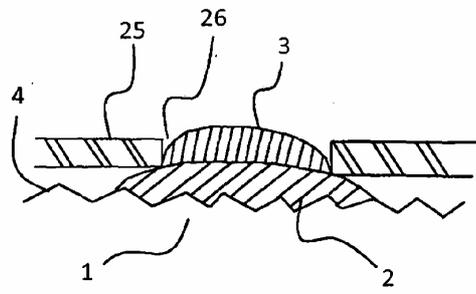


FIG.3

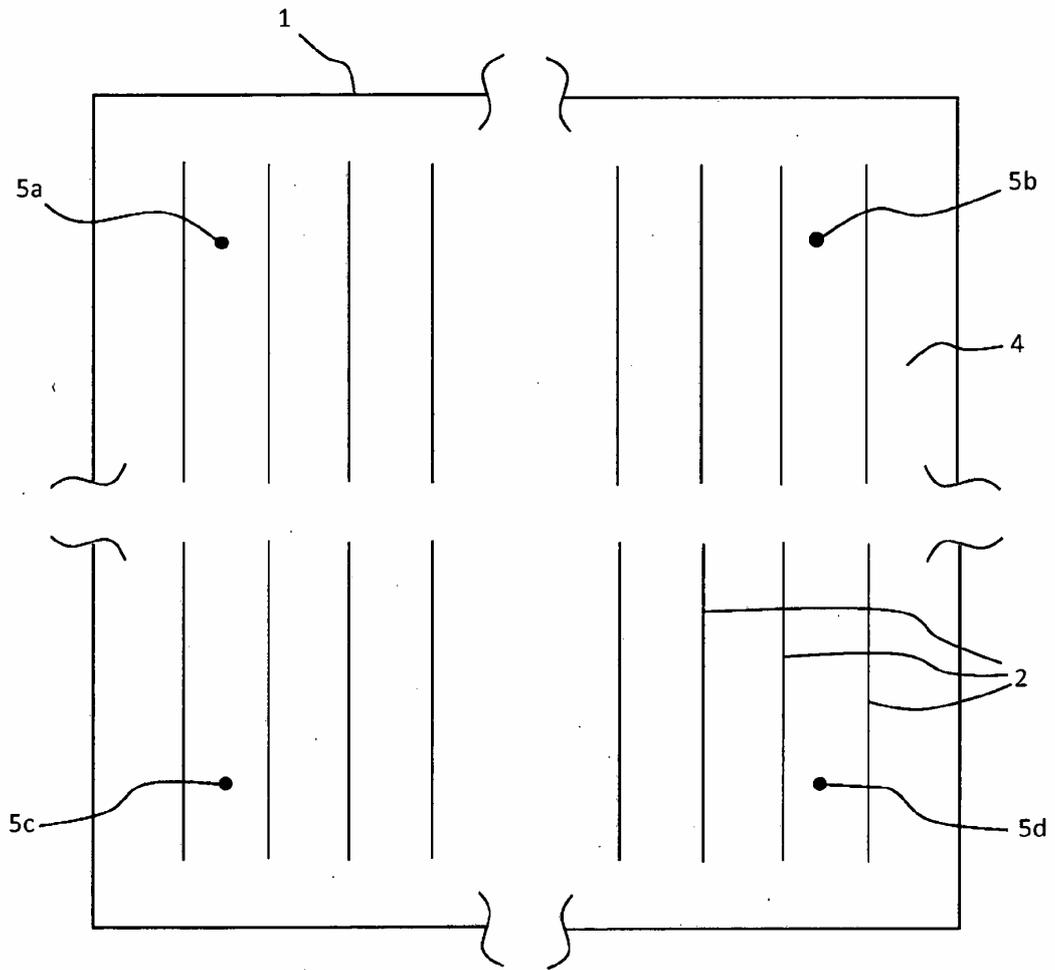


FIG.4

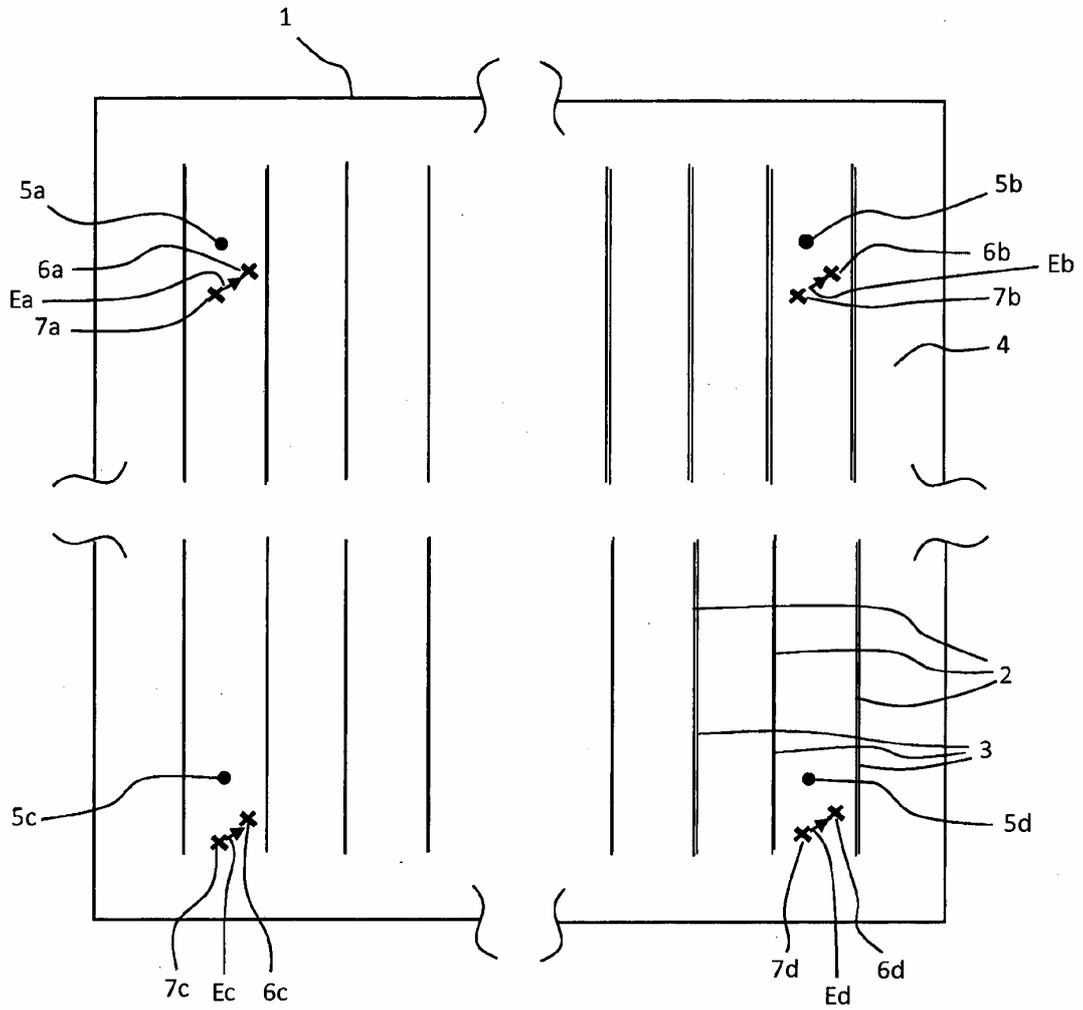
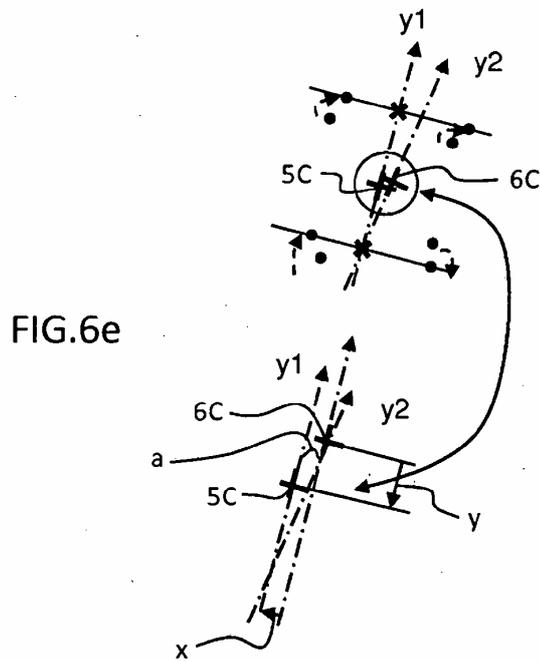
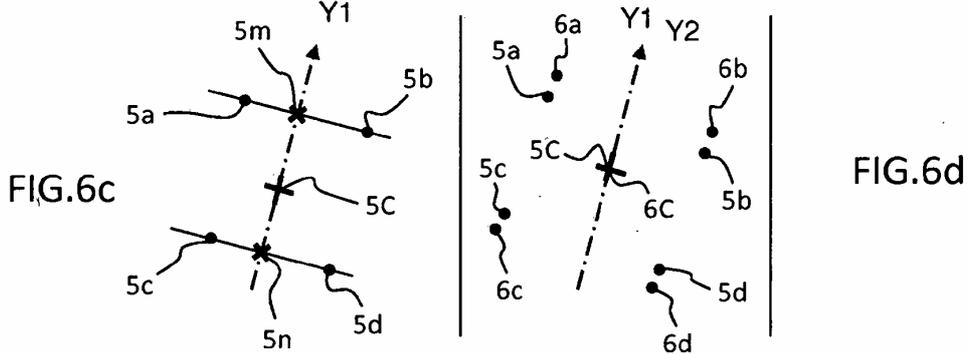
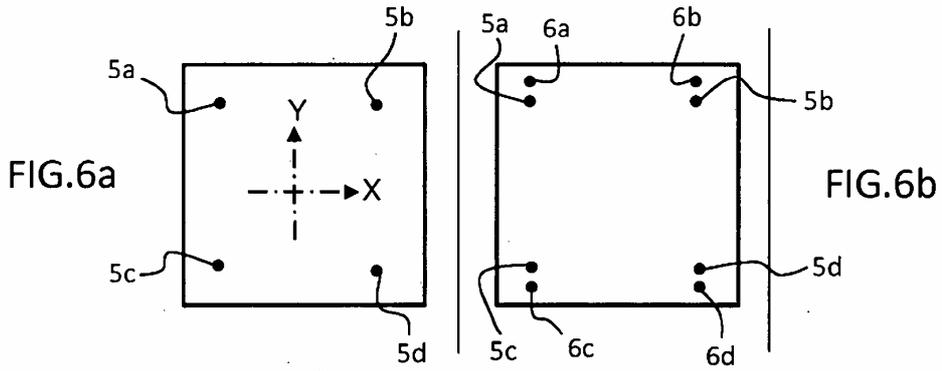
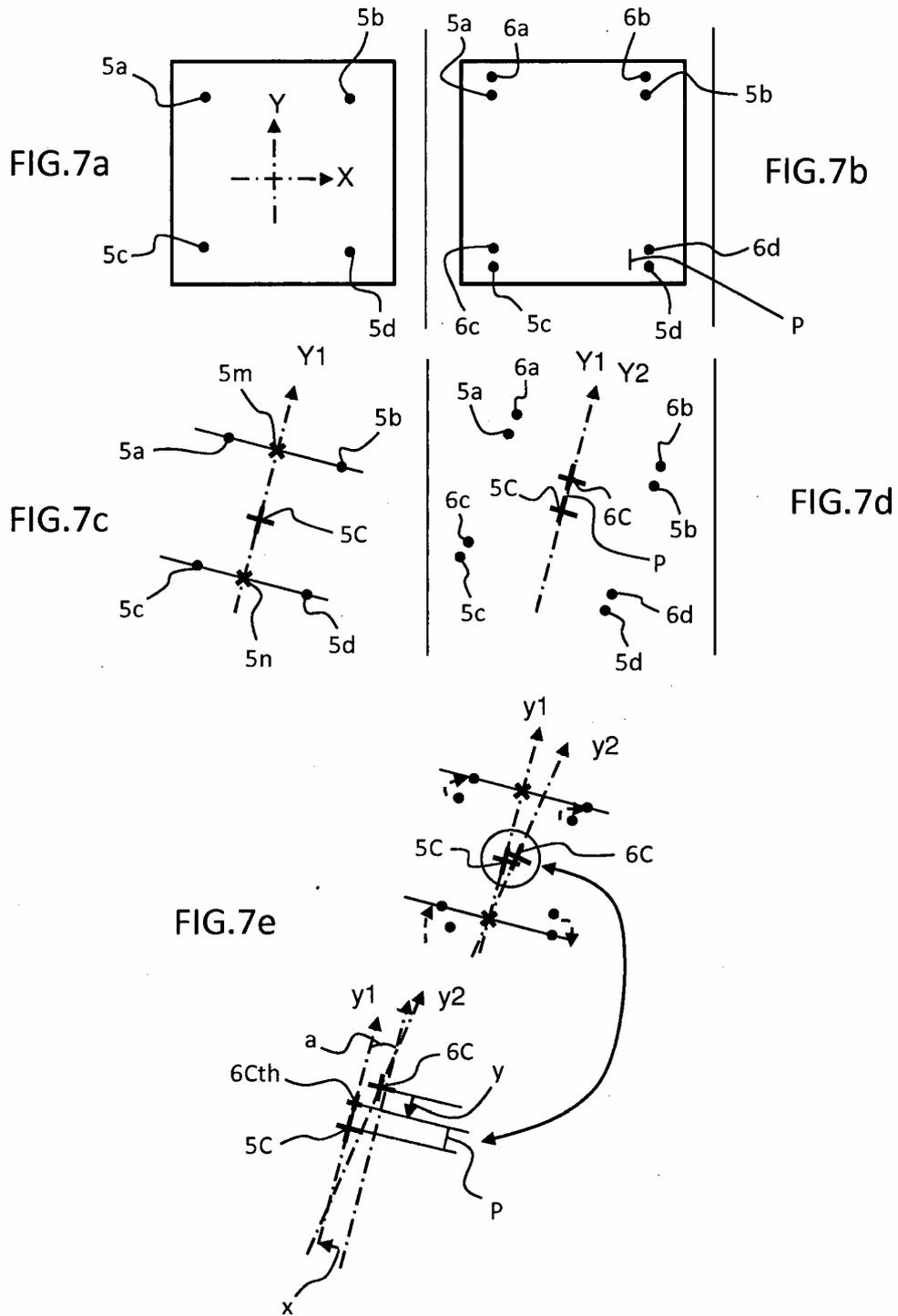


FIG.5





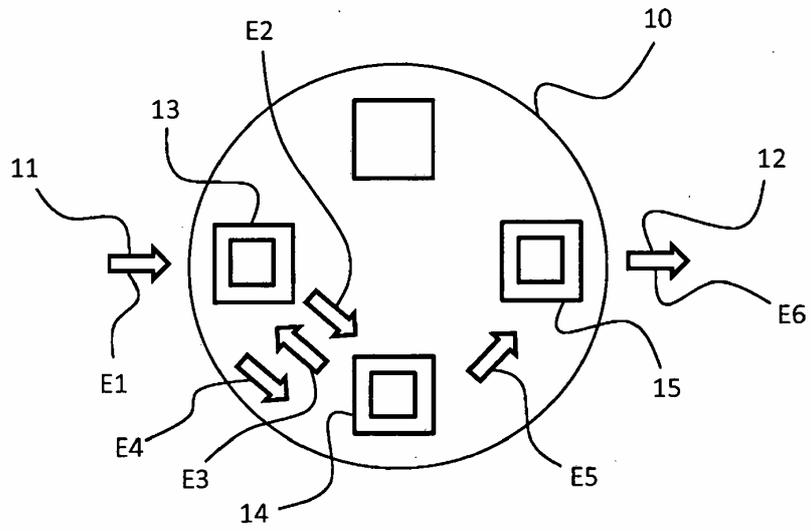


FIG. 8

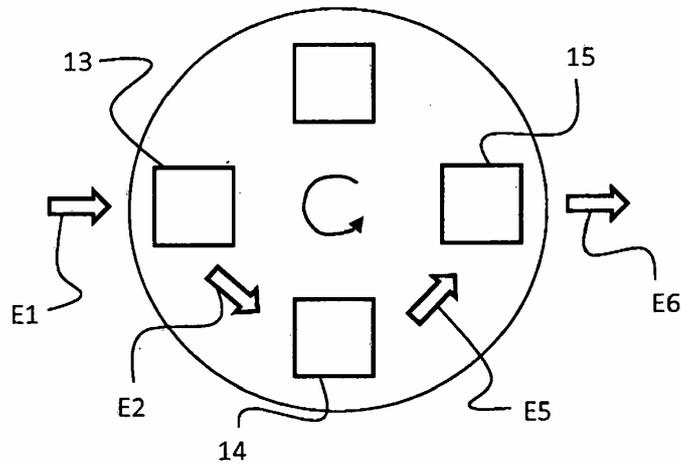


FIG. 9

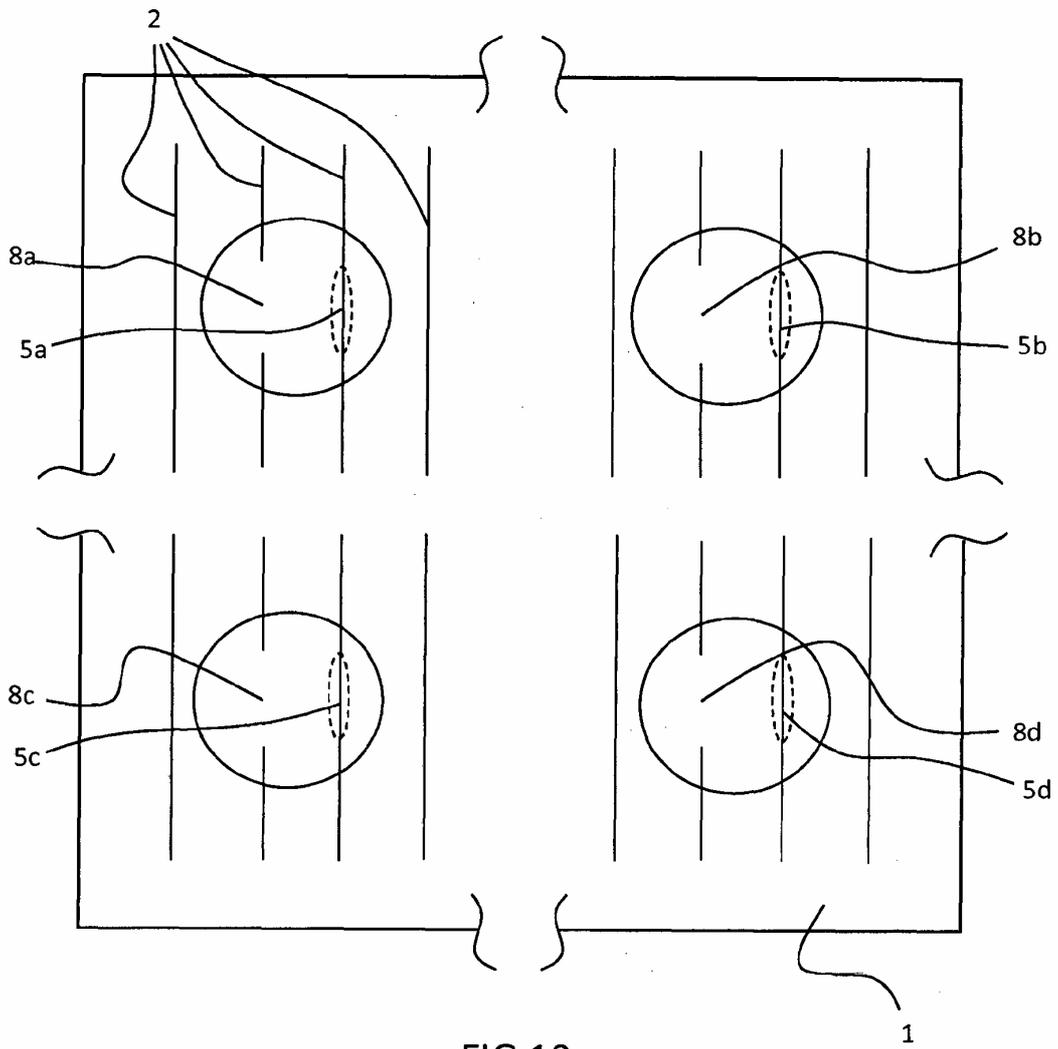


FIG.10

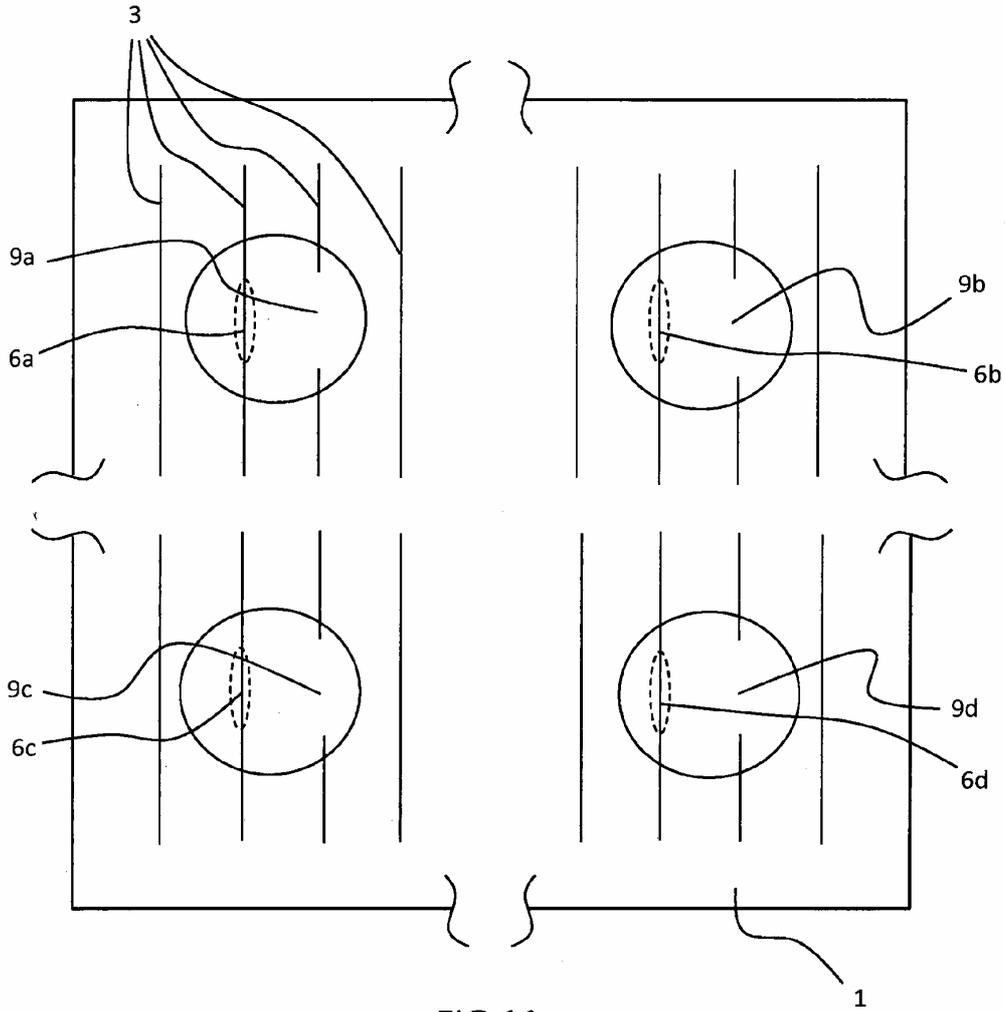


FIG.11