

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 432**

51 Int. Cl.:

B41J 2/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.04.2013 PCT/EP2013/058814**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.11.2013 WO13164284**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.04.2013 E 13719828 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2844485**

54 Título: **Matriz de depósito de al menos un fluido conductor sobre un sustrato, así como dispositivo que comprende esta matriz y procedimiento de depósito**

30 Prioridad:

30.04.2012 FR 1201262

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

13.09.2017

73 Titular/es:

**TOTAL MARKETING SERVICES (100.0%)
24 Cours Michelet
92800 Puteaux, FR**

72 Inventor/es:

**JAFFRENNOU, PÉRINE y
LOMBARDET, BENOÎT**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 632 432 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).

DESCRIPCION

Matriz de depósito de al menos un fluido conductor sobre un sustrato, así como dispositivo que comprende esta matriz y procedimiento de depósito

5 La invención se refiere a una matriz de depósito de al menos un fluido conductor sobre un sustrato, así como a un dispositivo que comprende esta matriz de depósito y a un procedimiento de depósito.

La invención se aplica más particularmente en la realización de metalizaciones y en la formación de contactos metálicos particularmente en el ámbito de las células fotovoltaicas o de las interconexiones entre paneles fotovoltaicos.

10 Entre los métodos de metalización actualmente existentes para las células solares para realizar contactos localizados, se conocen por ejemplo los métodos de serigrafía o por depósito láser (igualmente conocido bajo el nombre «plating» en inglés).

El método mayoritariamente utilizado en la producción de las células fotovoltaicas para realizar contactos metálicos es la serigrafía.

15 Este método consiste en depositar Ag o Al mediante presión de una pasta metálica a base de Ag o de Al a través de una pantalla estructurada.

A pesar de un coste poco elevado y un rendimiento elevado de producción, los inconvenientes son numerosos: este método consume una gran cantidad de pasta (depósito de un espesor mínimo de 10 μm y depósito residual sobre la pantalla). Además, este método necesita un contacto con el sustrato combinado con una presión mecánica, lo cual aumenta el riesgo de rotura y lo cual impide cualquier utilización sobre sustratos finos. Por último, la anchura de las líneas de metalización está limitada por el tamaño de las aberturas de la pantalla (~100 μm mínimo), y para evitar una pérdida resistiva importante, puede ser necesario realizar estos contactos metálicos mediante varias pasadas.

20

Otro método conocido realiza estos contactos metálicos mediante un chorro de aerosol.

25 Durante el depósito, el metal se deposita en forma de gotitas (llamado «spray» en inglés). La cabeza a partir de la cual el metal, inicialmente en forma de tinta, es eyectado en forma de gotitas, puede desplazarse a lo largo del sustrato para realizar cualquier tipo de estructura/diseño para realizar contactos localizados. Las pistas metálicas realizadas presentan un ancho de línea fino (~50 μm) y el consumo de metal es bastante bajo.

Sin embargo, el depósito del metal al ser realizado a partir de una sola cabeza, el rendimiento y la velocidad de realización de los contactos metálicos no son actualmente suficientes para ser implementados en un proceso de producción industrial.

30 Por otro lado, un punto crítico de este método se refiere al alineamiento y al desplazamiento entre la cabeza que eyecciona la pulverización metálica y el sustrato. En efecto, este alineamiento y el desplazamiento de la cabeza de eyección debe realizarse con una gran precisión (el error en el desplazamiento de la cabeza debe ser pequeño con relación al tamaño de las líneas de metalización) para no reducir el rendimiento de las células fotovoltaicas. Ahora bien, un tal alineamiento necesita medios técnicos costosos y requiere un tiempo bastante importante lo cual reduce otro tanto la cadencia de producción de las células fotovoltaicas.

35

También otro enfoque propuesto es conocido bajo el nombre «contacts recuits par laser» («Laser Fired Contact» en inglés) y descrito en el documento WO0060674.

40 Este método permite realizar contactos localizados para una célula solar. El sustrato primeramente se metaliza toda la placa y luego un haz láser se enfoca en puntos precisos para calentar localmente esta superficie metalizada, con el fin de realizar el contacto a base de aleación Al-Si. El desplazamiento del haz láser permite realizar cualquier tipo de estructura/diseño. La calidad del contacto y la no degradación del silicio pueden controlarse mediante la utilización de parámetros láser bien seleccionados. Este procedimiento al ser realizado a partir de una metalización de toda la placa no puede utilizarse para arquitecturas de células de contacto posterior («Back Contact» en inglés).

45 Por último, las Sociedades BASF, SCHMID y Aurentum han desarrollado una máquina de transferencia de tinta por láser (en inglés «Laser Transfer Printing») y tintas específicas, por ejemplo de plata o de aluminio, comercializadas bajo el nombre de CyposolTML a base de agua para realizar contactos localizados para las células solares. Según este principio, una cinta pasante es enlucida con una tinta viscosa que contiene el metal a depositar sobre el sustrato, la plaquita de semiconductor. Esta cinta pasa por encima del sustrato y un rayo láser es dirigido sobre la cinta por la superficie opuesta a la enfrentada al sustrato, lo cual tiene por consecuencia eyectar la tinta por la acción del haz láser sobre el sustrato para realizar un contacto metálico.

50

La viscosidad de estas tintas es tal que, por capilaridad, la tinta permanece pegada sobre la cinta en condiciones estándar y es eyectada en la acción del láser para ser depositada sobre el sustrato.

Este procedimiento es continuo: en el transcurso del procedimiento, la viscosidad de la tinta es controlada y ajustada y la cinta pasa en continuo. Esta cinta es transparente a la longitud de onda del láser utilizado para eyectar el metal.

- 5 Este procedimiento está basado en el principio del «Laser-Induced Forward Transfer» (LIFT) (es decir le transfert avant induit par laser, en francés), principalmente utilizado en biología, y consistente en eyectar por la acción de un láser cualquier material viscoso depositado sobre un soporte.

10 Según estas sociedades se pueden realizar líneas de metalización de diámetro inferior a 60 μm (ver por ejemplo "30 μm wide contacts on silicon cells by laser transfer T.C. Roder, E. Hoffman, J.R. Kohler, J.H. Werner – Hawaii conference IEEE 2010).

Sin embargo, este último procedimiento resulta igualmente delicado en cuanto a las exigencias de alineamiento del láser, de la precisión del desplazamiento del haz láser etc., de modo que su aplicación industrial parece compleja.

- 15 En el ámbito de los aparatos de impresión por transferencia de tinta, el documento US 5.745.128 describe un dispositivo de impresión que comprende una matriz de transferencia para transferir la tinta sobre papel utilizando el efecto de viscosidad. Sin embargo, la tinta utilizada en este dispositivo no es conductora y el dispositivo en modo alguno es utilizado para realizar pistas conductoras sobre un sustrato como en la presente invención.

La presente invención trata de proponer un dispositivo y un procedimiento más sencillo y menos costoso que permita realizar contactos metálicos finos sobre un sustrato, en particular para realizar contactos metálicos de células fotovoltaicas.

- 20 A este respecto, la invención tiene por objeto una matriz de depósito de un fluido conductor sobre un sustrato que comprende una estructura de soporte de al menos un fluido que es conductor y presenta una viscosidad sensible a la radiación de una fuente de luz para el depósito de dicho fluido sobre un sustrato con el fin de formar contactos o pistas conductoras sobre el sustrato,

25 en la cual la estructura de soporte comprende al menos un depósito de dicho fluido conductor del cual una pared de fondo está destinada para ser colocada frente a dicho sustrato durante el depósito y por que la indicada pared de fondo presenta perforaciones que permiten la circulación de dicho fluido conductor sobre el sustrato cuando el indicado fluido es sometido a la radiación de la indicada fuente de luz, siendo las perforaciones realizadas según un diseño del fluido a depositar sobre el sustrato, caracterizada por que la matriz de depósito comprende además una placa óptica que presenta un diseño permeable a la radiación de la indicada fuente de luz, siendo la
30 placa óptica impermeable a la radiación de la indicada fuente de luz por fuera de dicho diseño, correspondiendo el diseño permeable a la radiación de la indicada fuente de luz de la indicada placa óptica a un diseño que cubre el diseño de las perforaciones de la indicada estructura de soporte.

35 De este modo, se puede conseguir una velocidad de depósito similar a la de la serigrafía disponiendo de una buena conductividad de los contactos metálicos. Además, se obtienen contactos metálicos más finos, esto de forma reproducible.

Además, gracias a la presencia de la placa óptica que comprende diseños que cubren el diseño de las perforaciones, es posible controlar la radiación luminosa que activa el fluido conductor. En particular, la placa óptica permite una estructuración de la radiación luminosa («patterning» en lengua inglesa) que activa el fluido conductor. Por ejemplo, la placa óptica puede estar revestida con un revestimiento filtrante (particularmente en forma de filtros
40 ópticos) a nivel del diseño permeable a la radiación de la indicada fuente de luz. Utilizando un revestimiento filtrante que varía según las diferentes zonas del diseño permeable de la placa óptica, resulta por consiguiente posible adaptar las características de la radiación luminosa recibida por el fluido conductor. Esto permite particularmente utilizar el mismo dispositivo de depósito con varios tipos de fluidos conductores (en varios depósitos de fluidos conductores) sin modificar la fuente luminosa propiamente dicha (ya que se adaptan las características de la radiación luminosa recibida por el fluido conductor gracias a las características del diseño permeable de la placa
45 óptica). Según la invención, la utilización de la placa óptica que comprende diseños que cubren el diseño de las perforaciones permite por consiguiente mejorar el control de la activación del fluido conductor, garantizando un buen alineamiento de la fuente luminosa.

50 Según un modo de realización de la invención, la placa óptica forma la parte superior de la indicada estructura de soporte con el fin de obtener un depósito cerrado. Este modo de realización tiene la ventaja de proporcionar un dispositivo integrado en el cual la placa óptica está directamente integrada en el depósito.

Según otro modo de realización de la invención, la placa óptica está dispuesta por encima de la indicada estructura de soporte. En otras palabras, la placa óptica no cierra la estructura de soporte y constituye una pieza distinta de la estructura de soporte. En este caso, los depósitos de la estructura de soporte pueden ser abiertos por la parte

- superior (o permeables a la radiación luminosa). Gracias a este modo de realización, es posible mantener la placa óptica y la fuente de luz fijas una con relación a la otra y llevar diferentes depósitos bajo la placa óptica, En función del diseño de la placa óptica que cubre los diseños de perforaciones de la estructura de soporte, es por consiguiente posible tratar diferentes tipos de fluidos conductores con el mismo conjunto constituido por la placa óptica y la fuente de luz.
- 5 Según otras características tomadas solas o en combinación:
- Según un aspecto, la estructura de soporte se realiza en un material que no contamine la tinta conductora.
- De acuerdo todavía con otro aspecto, la estructura de soporte puede ser realizada en nitruro de boro BN, carburo de silicio SiC, en un material cerámico, en cuarzo SiO₂, en nitruro de silicio SiN, o en material plástico.
- 10 Alternativamente, la estructura de soporte puede ser realizada en acero inoxidable o una aleación metálica.
- Se ha considerado que las paredes interiores de dicho al menos un depósito estén por ejemplo revestidas con una capa de protección.
- Así, las paredes interiores de dicho al menos un depósito pueden ser revestidas con una capa cuyo ángulo de humectabilidad según la ley de Young-Dupré sea inferior a 90°.
- 15 A título de ejemplo, las perforaciones presentan un diámetro entre 1µm y 500µm.
- La placa óptica puede ser realizada reflectante o absorbente aparte del diseño permeable a la radiación de la indicada fuente de luz.
- De acuerdo con una realización, la estructura de soporte comprende al menos un primer depósito y un segundo depósito.
- 20 Según un aspecto, el primero y el segundo depósitos están llenos de un fluido conductor diferente.
- Según otro aspecto, al menos uno de los primero y segundo depósitos está vacío para un tratamiento de ablación, de dopado o de recocido por radiación de la indicada fuente de luz.
- Se puede prever que cada depósito comprenda una alimentación en continuo del fluido conductor y una evacuación del sobrante de fluido conductor.
- 25 El fluido conductor es por ejemplo una tinta que comprende plata, níquel, cobre y/o aluminio a base de agua u otro disolvente.
- La invención se refiere igualmente a un dispositivo de depósito de al menos una materia sobre un sustrato, caracterizado por que comprende una fuente de luz y una matriz de depósito tal como se ha definido anteriormente.
- 30 Este dispositivo puede comprender medios ópticos para enfocar un haz luminoso de la indicada fuente a nivel de la placa óptica.
- Según otro aspecto el dispositivo comprende medios ópticos para obtener un haz luminoso paralelo de la indicada fuente a nivel de la placa óptica.
- Según aún otro aspecto, la indicada fuente de luz se selecciona entre el grupo formado por un láser, un diodo electroluminiscente, una lámpara.
- 35 La invención se refiere además a un procedimiento de depósito sobre un sustrato de al menos un fluido que contiene partículas/un material conductor/partículas conductoras y presenta una viscosidad sensible a la radiación de una fuente de luz con el fin de formar contactos o pistas conductoras sobre el sustrato, caracterizado por que
- se posiciona por encima del sustrato una matriz de depósito tal como se ha definido anteriormente,
 - se somete el fluido conductor contenido en al menos un depósito de la indicada estructura de soporte a la radiación de una fuente de luz a través de una placa óptica interpuesta con el fin de fluidificar localmente el indicado fluido conductor de forma que éste fluya a través de las perforaciones previstas en la pared de fondo de la estructura de soporte y se deposite según un diseño predefinido.
- 40
- Este procedimiento de formación de contactos o pistas conductoras sobre un sustrato es muy preciso ya que los problemas de alineamiento del estado de la técnica son resueltos, particularmente gracias al hecho de que las perforaciones son realizadas según un diseño del fluido a depositar sobre el sustrato. Además, la placa óptica permite una estructuración de la radiación luminosa que activa el fluido conductor.
- 45

Según un aspecto la indicada fuente de luz es un láser y se barre la indicada placa óptica con el haz luminoso.

Se considera según un modo de realización que se ilumina toda la superficie de la mencionada placa óptica simultáneamente.

5 Otras ventajas y características aparecerán con la lectura de la descripción de las figuras siguientes, entre las cuales:

- la figura 1 muestra un esquema de un dispositivo de depósito de al menos una materia sobre un sustrato,
- la figura 2 muestra un esquema más en detalle de una matriz de depósito según un modo de realización,
- la figura 3 muestra el esquema de la figura 2 según una sección transversal según la línea II-II,
- la figura 3a muestra un esquema de principio en relación con la figura 3,
- 10 - la figura 4 muestra una vista por debajo de un ejemplo de la estructura de soporte de la figura 2,
- la figura 5 muestra una vista por encima de un ejemplo de la placa óptica de la figura 2,
- la figura 6 es el mismo esquema que el de la figura 2 que muestra un ejemplo de barrido de un haz láser, y
- la figura 7 muestra un esquema del dispositivo de depósito según otro modo de realización.

En todas las figuras las mismas referencias se refieren a los mismo elementos.

15 En la figura 1 se ha representado un esquema de un dispositivo 1 de depósito de al menos una materia sobre un sustrato 3 para realizar contactos metálicos, por ejemplo dentro del marco de la producción de células fotovoltaicas.

Este dispositivo comprende una fuente de luz 5 y una matriz de depósito 7 formada en el ejemplo de realización de la figura 1 por una parte por una placa óptica 9 y por otra parte por una estructura de soporte 11 de al menos un fluido 13 que es conductor y presenta una viscosidad sensible a la radiación 15 de la fuente de luz 5 para el depósito de dicho fluido 13 sobre el sustrato 3 con el fin de formar contactos o pistas conductoras sobre el sustrato 3.

20 El fluido conductor 13 que presenta una viscosidad sensible a la radiación es por ejemplo una tinta específica, por ejemplo de plata, níquel, cobre o de aluminio, a base de agua u otro disolvente para realizar contactos localizados para las células solares.

El fluido 13 puede ser conductor por el hecho de que está cargado con partículas conductoras de metal.

25 Por fluido cuya viscosidad es sensible a la radiación de la fuente de luz 5, se entiende que la viscosidad del fluido disminuye localmente a nivel del impacto de la radiación 15 de la fuente luminosa 5. Esto puede deberse a un efecto fotosensible, es decir dependiente sobre todo de la longitud de onda de la luz o a un efecto termosensible, es decir que la radiación 15 provoca localmente un calentamiento del fluido conductor 13 haciendo este último menos viscoso.

30 Bien entendido, cualquier fluido conductor o fluido que comprenda partículas conductoras que presenten propiedades similares puede igualmente seleccionarse.

La fuente de luz 5 es por ejemplo un láser, un diodo electroluminiscente o una lámpara.

35 Lo que es importante, es que la longitud de onda y/o la intensidad luminosa de la fuente de luz 5 sean seleccionadas de forma para que el impacto de la luz de la fuente sobre el fluido conductor, por ejemplo una tinta, modifique, particularmente por efecto fotosensible o efecto termosensible, la viscosidad del fluido conductor haciéndolo menos viscoso.

40 El láser o el diodo láser tiene por ventaja como fuente luminosa 5 emitir una radiación 15 de alta intensidad y con una o varias longitudes de onda bien definidas, que puede ser fácilmente dirigida con relación a la placa óptica 9 y la estructura de soporte 11. Como se verá más adelante, el haz luminoso debe entonces barrer la placa óptica 9 para el depósito de metal sobre el sustrato 3 o barrer el soporte sin placa óptica.

Utilizando un diodo electroluminiscente, una matriz de diodos electroluminiscentes o una lámpara, se puede iluminar la matriz de depósito 7 formada del soporte con la placa óptica 9 al mismo tiempo lo cual permite acelerar el proceso de depósito. En efecto, se ilumina así uniformemente la matriz de depósito 7 durante un tiempo suficiente para permitir la circulación y el depósito del fluido conductor 13 sobre el sustrato 3.

45 Bien entendido, se puede considerar en función de la fuente de luz seleccionada utilizar medios ópticos (no representados), como por ejemplo lentes para enfocar un haz luminoso de la indicada fuente a nivel de la placa óptica 11.

50 De forma similar, en particular con un láser como fuente de luz 5, se pueden utilizar medios ópticos divergentes (no representados) para obtener un haz luminoso paralelo de la indicada fuente 5 a nivel de la placa óptica 11, con el fin de iluminar ésta completamente.

Bien entendido, estos medios ópticos pueden componerse de varias lentes, prismas u otros elementos ópticos para dirigir la radiación luminosa 15 de la fuente 5 hacia la matriz de depósito 7.

En lo que sigue, se describirá más en detalle la matriz de depósito 7 respecto a las figuras 2 a 5.

5 Como se puede apreciar en las figuras 2 y 3, la estructura de soporte 11 comprende al menos un depósito 17 de dicho fluido conductor 13, cinco depósitos 17 (respectivamente numerados 17A, 17B, 17C, 17D y 17E) en el presente ejemplo.

10 La pared de fondo 19 de cada depósito 17 está destinada para estar frente a dicho sustrato 3 durante el depósito y presenta perforaciones 21 que permiten la circulación 18 (mostrado con líneas de trazo interrumpido en la figura 1) de dicho fluido conductor 13 sobre el sustrato 3 cuando el indicado fluido 13 se somete a la radiación de la indicada fuente de luz 5.

Como se puede apreciar en la figura 4 que muestra la superficie inferior de la estructura de soporte 11, las perforaciones 21 son realizadas según un diseño 22 del fluido a depositar sobre el sustrato 3.

15 En el presente ejemplo, el diseño 22 está compuesto por cinco hileras de perforaciones 21 alineadas y paralelas. Bien entendido, cualquier clase de diseño se puede considerar en función de las necesidades de los contactos metálicos a realizar. El diseño 22 corresponde por consiguiente a contactos eléctricos a realizar y/o a pistas conductoras que conectan estos contactos eléctricos para recoger la corriente proporcionada por las células fotovoltaicas de un panel fotovoltaico.

20 Según una primera variante, la estructura de soporte se realiza por ejemplo en nitruro de boro BN, en carburo de silicio SiC, en cuarzo SiO₂, en nitruro de silicio SiN, en un material cerámico o también en material plástico resistente al calor.

Según una segunda variante, la estructura de soporte se realiza en acero inoxidable o en aleación metálica.

25 En la elección del material de la estructura de soporte, se cuida de que este material sea un material no contaminante de forma que no pueda contaminar el fluido conductor 13 a depositar sobre el sustrato. Por no contaminante, se entiende en particular el hecho de que la tinta no se contamine (no cargada por residuos del material de la estructura de soporte), y que no tenga interacción/reacción entre el material de soporte y la tinta conductora.

Para reforzar la protección del fluido conductor 13, se considera en algunos casos que las paredes interiores de los depósitos 17 estén revestidas con una capa de protección.

30 Para mejorar las propiedades de humectabilidad, se considera igualmente que las paredes interiores de la indicada estructura de soporte estén revestidas con una capa cuyo ángulo de humectabilidad θ según la ley de Young-Dupré sea inferior a los 90°. Esta capa puede igualmente tener la función de capa de protección. La capa se realizará por ejemplo en nitruro de boro BN, en carburo de silicio SiC, en cuarzo SiO₂, en nitruro de silicio SiN, en un material cerámico o también en material plástico resistente al calor. En lo que respecta a las perforaciones 21, éstas pueden presentar un diámetro comprendido entre 1 y 500µm. Este diámetro depende esencialmente por una parte del tamaño/anchura de los contactos metálicos a realizar y de los parámetros de viscosidad con y sin radiación del fluido conductor 13. En efecto, sin radiación, el diámetro debe ser bastante pequeño para contener el fluido conductor 13 por capilaridad en el depósito 17 y permitir su circulación 18 y depósito sobre el sustrato 3 cuando el fluido conductor 13 se somete a esta radiación 15.

40 La figura 3a muestra según una vista ampliada el depósito 17 lleno del fluido conductor 13 a nivel de una abertura 21.

45 La tensión superficial del fluido conductor 13 permite formar bajo cada abertura un menisco convexo estable y permite que el fluido conductor 13 permanezca en el depósito. La condición de estabilidad del menisco determinada por la ley de Young-Laplace es $H < \sigma \cdot \sin\theta / (\rho g D)$, donde H es la altura de fluido, σ la tensión superficial, θ el ángulo de humectación, ρ la masa volúmica del fluido, g la aceleración de la gravedad y D el diámetro del menisco (ver figura 3a).

Según una variante opcional (representada en la figura 3a), se puede prever una garganta circunferencial 32 alrededor de cada abertura 21 para limitar la extensión del menisco y mejorar su estabilidad.

El diámetro de las aberturas y la distancia entre las perforaciones o aberturas 21 deben seleccionarse en función del diseño del depósito.

50 Por ejemplo, aberturas 21 muy próximas y un fluido conductor 13 con las propiedades de viscosidad tal que su extendido sobre el sustrato esté controlado pueden permitir realizar un depósito de una línea continua sobre el

- 5 substrato 3. Por ejemplo en el caso de una metalización de superficie frontal de células solares de silicio, las líneas de metalización tienen un diámetro entre 10 y 150 μm . Los tamaños de las aberturas 21 son seleccionados de tal manera que la substancia se deposite aproximadamente sobre este ancho y que, cuando la fuente óptica 5 barra la estructura de soporte 11, el fluido conductor 13 se deposite y se extienda de forma homogénea formando así una línea continua.
- Por ejemplo, las aberturas 21 pueden ser espaciadas de tal manera que el depósito pueda ser localizado para contactos en la superficie posterior de la célula tipo PERC (diámetro del contacto una vez depositado entre 10 y 100 μm y separación entre los contactos entre 400 μm y 1 mm).
- 10 Como se ha precisado más arriba, otro parámetro a tomar en consideración es también la altura H del fluido conductor 13 en el depósito 17 comprendida entre por ejemplo 300 μm a 1mm. Es solamente necesario, que una película de fluido conductor 13 se encuentre sobre la pared de fondo 19.
- Se ha mostrado muy ventajoso que cada depósito comprenda una alimentación 23 en continuo (indicada por las flechas 24) del fluido conductor 13 y una evacuación 25 del sobrante (indicada por las flechas 26) de fluido conductor 13.
- 15 Así, la estructura de soporte 11 puede ser alimentada en continuo, lo cual está muy bien adaptado para un proceso industrial en continuo para la realización de contactos metálicos sobre un substrato, en particular en la fabricación de células fotovoltaicas.
- Bien entendido, puede tratarse de un bucle y el fluido conductor 13 evacuado se reinyecta de nuevo en los depósitos 17.
- 20 Así, el dispositivo 1 es muy económico en cantidad de fluido conductor 13 utilizada.
- Según el modo de realización de la figura 2, existen varios depósitos 17A a 17E alargados.
- Según otro modo de realización no representado, se puede tener un solo depósito 17 con la dimensión de todos los depósitos 17A a 17E tomados juntos.
- En el modo de realización de la figura 2, todos los depósitos 17A a 17E están llenos del mismo fluido conductor 13.
- 25 Según otra realización y según las necesidades de depósito de metal, un primer depósito 17A se llena con un primer fluido conductor y el segundo depósito 17B se llena con un segundo fluido conductor diferente. Se pueden por ejemplo así alternar los fluidos conductores. Incluso tres o más fluidos conductores diferentes se pueden considerar sin salirse del marco de la presente invención.
- 30 De acuerdo todavía con otra realización, se pueden prever depósitos vacíos entre los depósitos llenos. En este caso, el haz luminoso de la fuente de luz 5 puede pasar a través de los orificios 21 y alcanzar directamente el substrato 3 para por ejemplo un tratamiento de ablación o de recocido por radiación de la indicada fuente de luz 5. Puede también tratarse por ejemplo de un tratamiento específico local por láser o un dopado por tratamiento láser.
- Tras la descripción de la estructura de soporte 11, volvemos a la placa óptica 9.
- 35 Un ejemplo de una placa óptica 9 se representa en la figura 5. Esta puede formar una pared superior de la estructura de soporte 11 o ser colocada sobre ésta (ver figuras 1 y 3). En este último caso, es necesario que el material de la estructura de soporte 11, al menos en lo que respecta a esta pared superior, sea ópticamente transparente para la radiación de la fuente de luz 5.
- Según otro modo de realización representado en la figura 7, la placa óptica 9 está dispuesta a una distancia constante por encima de la indicada estructura de soporte. En este caso, los depósitos 17 de la estructura de soporte pueden abrirse por la parte alta.
- 40 Según este modo de realización, se pueden llevar diferentes depósitos 17 bajo la placa óptica 9. En función del diseño de la placa óptica que cubre los diseños de perforaciones de la estructura de soporte, es por consiguiente posible tratar diferentes tipos de fluidos conductores con el mismo conjunto constituido por la placa óptica y la fuente de luz.
- 45 La placa 9 presenta un diseño 30 permeable a la radiación de la indicada fuente de luz 5 y la placa 9 es impermeable a la radiación de la indicada fuente de luz aparte de dicho diseño 30. El diseño 30 corresponde a un diseño que cubre el diseño 22 de las perforaciones.
- Por impermeable a la radiación de la fuente de luz 5, se entiende que esta radiación es bien sea absorbida o reflejada.

Por permeable a la radiación, se entiende que la luz de la fuente 5 es transmitida mayoritariamente a través de la placa óptica 9.

El diseño 30 de la placa óptica 9 cubre el diseño 22 de las perforaciones 21.

5 Tal y como se puede apreciar en la figura 5, el diseño 30 está formado por cinco bandas cuya anchura e corresponde al diámetro de las perforaciones 21 y la longitud L corresponde a la distancia entre los orificios de extremo.

10 Sin embargo, en particular en el caso en que la placa óptica 9 esté dispuesta a distancia de la estructura de soporte 11, es preciso tener en cuenta la proyección de la radiación de la fuente a través de la placa óptica 9 a nivel de las perforaciones 21 para alcanzar en este nivel una intensidad suficiente para reducir la viscosidad del fluido conductor 13 para permitir su fluidez 18 y su depósito sobre el sustrato 3.

Según otras realizaciones, se puede prever que los diseños 22 y 30 sean idénticos, en particular si la fuente de luz 5 es un láser.

Según una primera variante, la placa óptica es por consiguiente realizada reflectante o absorbente aparte del diseño 30 permeable a la radiación de la indicada fuente de luz.

15 Según una segunda variante, la placa óptica está revestida con un revestimiento filtrante a nivel de un diseño 30 permeable a la radiación de la indicada fuente de luz 5. Puede por ejemplo tratarse de filtros corta-banda («notch filter» en inglés) al nivel del diseño 30 permeable a la radiación de la indicada fuente de luz. Estos filtros pueden por ejemplo ser diferentes, es decir tener bandas de corte diferentes, en diversos emplazamiento de la placa óptica 9 para tener en cuenta tratamientos locales específicos en función de la localización sobre el sustrato 3, por ejemplo para fluidificar un fluido conductor 13 para su depósito sobre el sustrato 3, o para un tratamiento del metal depositado sobre el sustrato. Si se tiene por ejemplo varios depósitos 17 con fluidos conductores diferentes, en efecto un depósito 17 sin fluido conductor, el diseño 30 lo tiene en cuenta por la respuesta espectral y/o espacial de los filtros corta-banda por encima de cada depósito.

20 Previendo un diseño 30 permeable en la placa óptica 9 que corresponde a un diseño que cubre el diseño 22 de las perforaciones 21 de la indicada estructura de soporte, se pueden evitar problemas de alineamiento del láser permitiendo una precisión de depósito importante. Esto permite abrir la vía a un procedimiento industrial a gran escala que es poco costoso asegurando la precisión de depósito necesaria en particular en términos de trazado y de espesores de pistas conductoras, particularmente en el ámbito fotovoltaico donde imprecisiones pueden conducir a una pérdida de eficacia. Además, la presencia de la placa óptica que comprende diseños que cubren el diseño de las perforaciones, es posible controlar la radiación luminosa activando el fluido conductor.

25 Además, según el diseño de la placa óptica 9 que cubre el diseño 22 de las perforaciones 21 de la indicada estructura de soporte, el fluido conductor 13 puede ser guiado/mantenido a la presión deseada en el depósito, lo cual permite una mayor libertad en la composición de tinta y su viscosidad a temperatura ambiente así como la energía de la fuente de luz 5 utilizada para disminuir la viscosidad del fluido conductor 13.

30 El dispositivo 1 de depósito funciona de la forma siguiente:

Se posiciona por encima del sustrato 3 la matriz de depósito 7 tal como se ha descrito anteriormente. El alineamiento del sustrato 3 de la matriz de depósito 7 puede realizarse por medios convencionales.

35 La distancia entre la estructura de soporte 11 y el sustrato 3 debe optimizarse de tal manera que el fluido conductor 13 se deposite sobre una superficie predefinida y de forma controlada. Durante el depósito, la estructura de soporte 11 se coloca a una altura superior al espesor de la capa a depositar con el fin de que no exista contacto. Por ejemplo, la estructura de soporte 11 puede disponerse a una distancia del orden de una decena de micrómetros por encima del espesor final del contacto metálico sobre el sustrato 3.

40 La estructura de soporte 11 puede mantenerse por medios electromecánicos de desplazamiento (por ejemplo una platina de desplazamiento mecánico o una platina piezoeléctrica), en particular para controlar la altura h del soporte con relación al sustrato 3, pero también para su desplazamiento en x e y .

Luego se somete la indicada placa óptica 9 a la radiación de la fuente de luz 5 con el fin de fluidificar localmente, mediante rayos de luz que penetran hasta los orificios 21, el indicado fluido conductor 13 de forma que éste fluya a través de un orificio 21 previsto en la pared de fondo 19 y se deposite según el diseño 22 predefinido.

45 A este respecto, como se puede apreciar en la figura 6, se barre la indicada placa óptica con el haz luminoso según el paso reflejado con líneas de trazo interrumpido 28.

Para controlar la densidad de energía incidente, detectores de intensidad 40 pueden estar integrados a nivel de la estructura de soporte 11, de preferencia de forma que se encuentren en el paso de barrido del haz luminoso.

Bien entendido, según la fuente de luz 5, se puede también prever iluminar toda la superficie de la mencionada placa óptica 9 simultáneamente.

- 5 Se comprende por consiguiente que la presente invención permite la realización cómoda y rápida de contactos metálicos sobre un sustrato, en particular para la producción de células fotovoltaicas.

REIVINDICACIONES

- 5 **1.** Matriz de depósito de un fluido conductor sobre un sustrato que comprende una estructura de soporte (11) de al menos un fluido (13) que es conductor y presenta una viscosidad sensible a la radiación de una fuente de luz (5) para el depósito de dicho fluido (13) sobre un sustrato (3) con el fin de formar contactos o pistas conductoras sobre el sustrato (3),
- 10 en la cual la estructura de soporte (11) comprende al menos un depósito (17) de dicho fluido conductor del cual una pared de fondo (19) está destinada para ser colocada frente a dicho sustrato (3) durante el depósito y en la cual la indicada pared de fondo (19) presenta perforaciones (21) que permiten la circulación (18) de dicho fluido conductor (13) sobre el sustrato (3) cuando el indicado fluido (13) es sometido a la radiación (15) de la indicada fuente de luz (5), siendo las perforaciones (21) realizadas según un diseño (22) del fluido a depositar sobre el sustrato (3), **caracterizada por que** comprende además una placa óptica (9) que presenta un diseño (30) permeable a la radiación de la indicada fuente de luz (5), siendo la placa óptica (9) impermeable a la radiación de la indicada fuente de luz (5) aparte del dicho diseño (30), y correspondiendo el diseño (30) permeable a la radiación de la indicada fuente de luz de la indicada placa óptica (9) a un diseño que cubre el diseño (22) de las perforaciones de la indicada estructura de soporte.
- 15 **2.** Matriz de depósito según la reivindicación 1, **caracterizada por que** la estructura de soporte (11) está abierta por la parte superior.
- 3.** Matriz de depósito según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizada por que** la estructura de soporte (11) está hecha de nitruro de boro BN, carburo de silicio SiC, de un material cerámico, de cuarzo SiO₂, de nitruro de silicio SiN, de material plástico, de acero inoxidable o de una aleación metálica.
- 20 **4.** Matriz de depósito según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** las paredes interiores de dicho al menos un depósito (17) están revestidas con una capa de protección.
- 5.** Matriz de depósito según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** las paredes interiores de dicho al menos un depósito (17) están revestidas con una capa cuyo ángulo de humectabilidad según la ley de Young-Dupré es inferior a 90°.
- 25 **6.** Matriz de depósito según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** las perforaciones (21) presentan un diámetro entre 1µm y 500µm.
- 7.** Matriz de depósito según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** la placa óptica (9) forma la pared superior de la indicada estructura de soporte (11) con el fin de obtener un depósito cerrado.
- 30 **8.** Matriz de depósito según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada por que** la placa óptica (9) está hecha reflectante o absorbente aparte del diseño (30) permeable a la radiación de la indicada fuente de luz.
- 9.** Matriz de depósito según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por que** la placa óptica (9) está revestida con un revestimiento filtrante a nivel del diseño (30) permeable a la radiación de la indicada fuente de luz (5) y comprende particularmente filtros ópticos.
- 35 **10.** Matriz de depósito según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada por que** la estructura de soporte (11) comprende al menos un primer depósito (17A) y un segundo depósito (17B).
- 11.** Matriz de depósito según la reivindicación 10, **caracterizada por que** al menos uno de los primero (17A) y segundo (17B) depósitos está destinado para ser utilizado vacío para un tratamiento de ablación, de dopado o de recocido por radiación de la indicada fuente de luz (5).
- 40 **12.** Matriz de depósito según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada por que** está destinada para ser utilizada con un fluido conductor (13) que es una tinta que comprende plata, níquel, cobre y/o aluminio a base de agua u otro disolvente.
- 13.** Dispositivo (1) de depósito de al menos una materia sobre un sustrato, **caracterizado por que** comprende una fuente de luz (5) y una matriz de depósito (7) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2.
- 45 **14.** Dispositivo según la reivindicación 13, **caracterizado por que** comprende medios ópticos para enfocar un haz luminoso de la indicada fuente (5) a nivel de la placa óptica (9).
- 15.** Procedimiento de depósito sobre un sustrato (3) de al menos un fluido (13) que contiene partículas/un material conductor/partículas conductoras y presenta una viscosidad sensible a la radiación de una fuente de luz (5) con el fin de formar contactos o pistas conductoras sobre el sustrato (3), **caracterizado por que**

- se posiciona por encima del sustrato (3) una matriz de depósito (7) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12,

5 - se somete el fluido conductor (13) contenido en al menos un depósito (17) de la indicada estructura de soporte (11) a la radiación de una fuente de luz (5) a través de la placa óptica (9) interpuesta con el fin de fluidificar localmente el indicado fluido conductor (13) de forma que éste fluya a través de las perforaciones (21) previstas en la pared de fondo (19) de la estructura de soporte (11) y se deposite según un diseño predefinido.

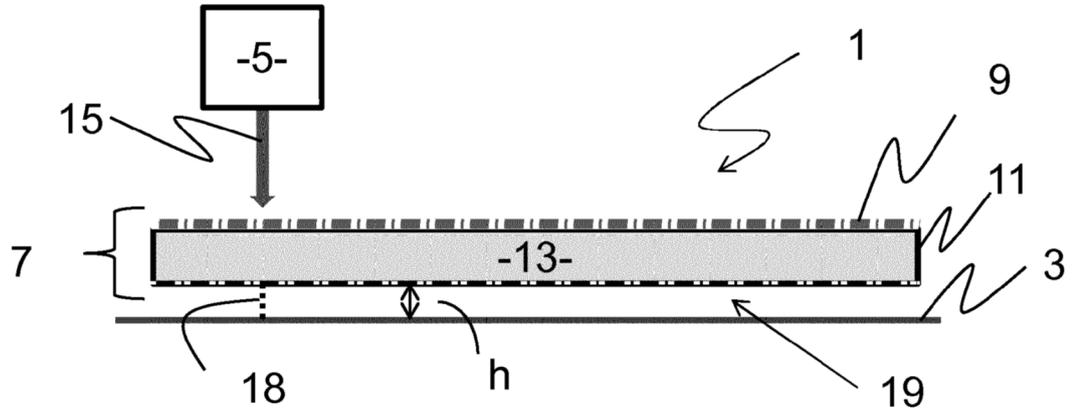


FIG. 1

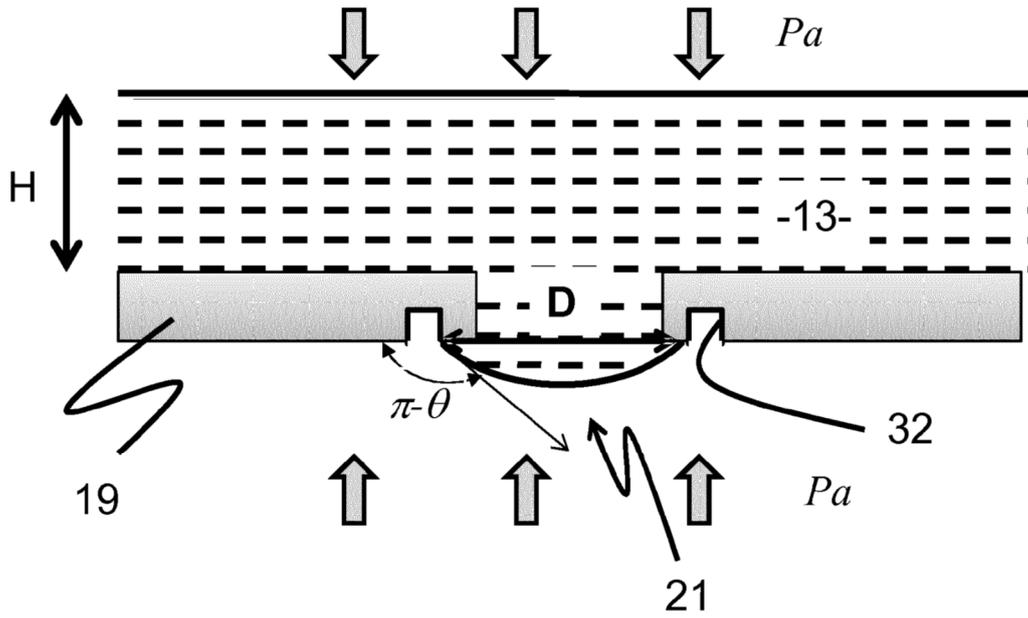


FIG. 3a

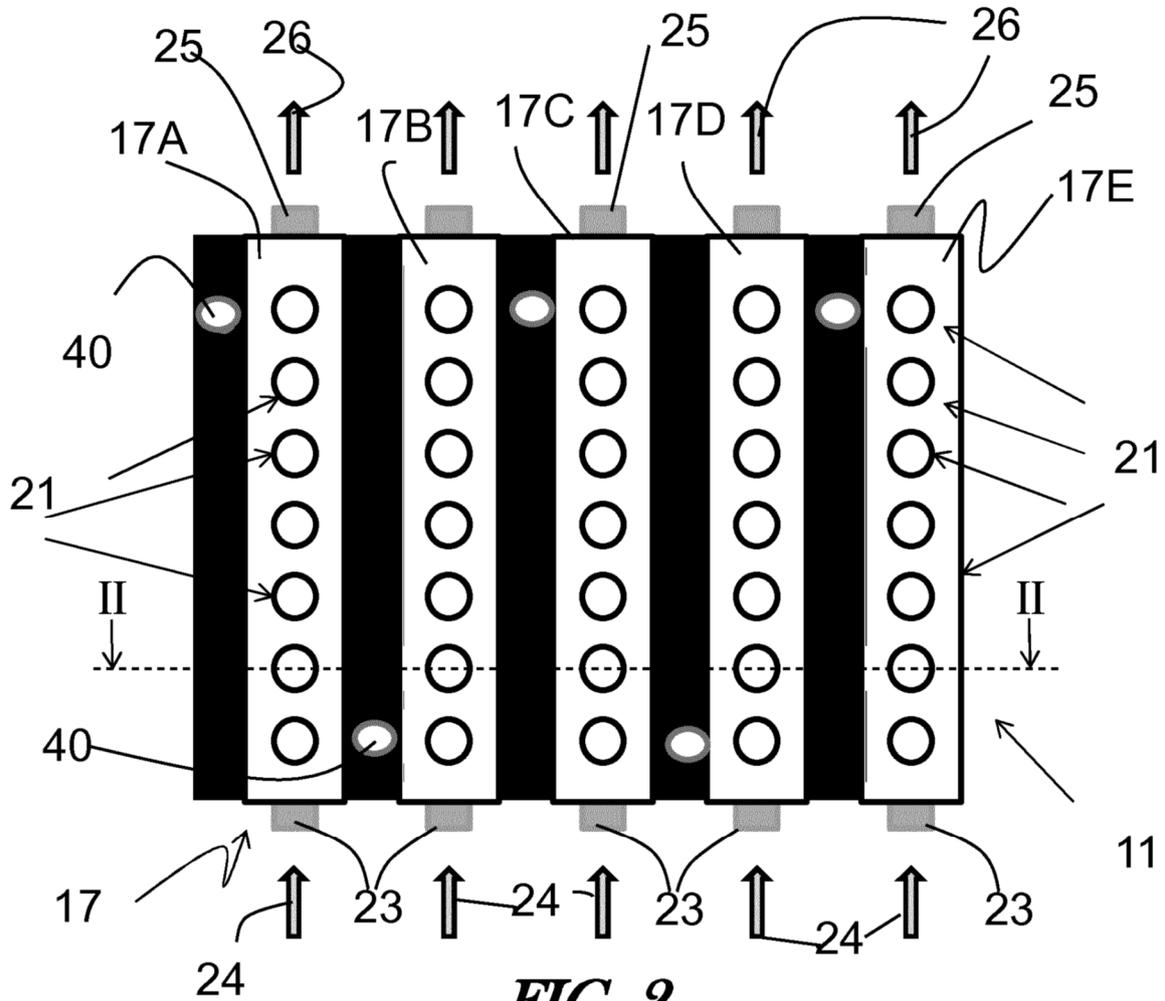
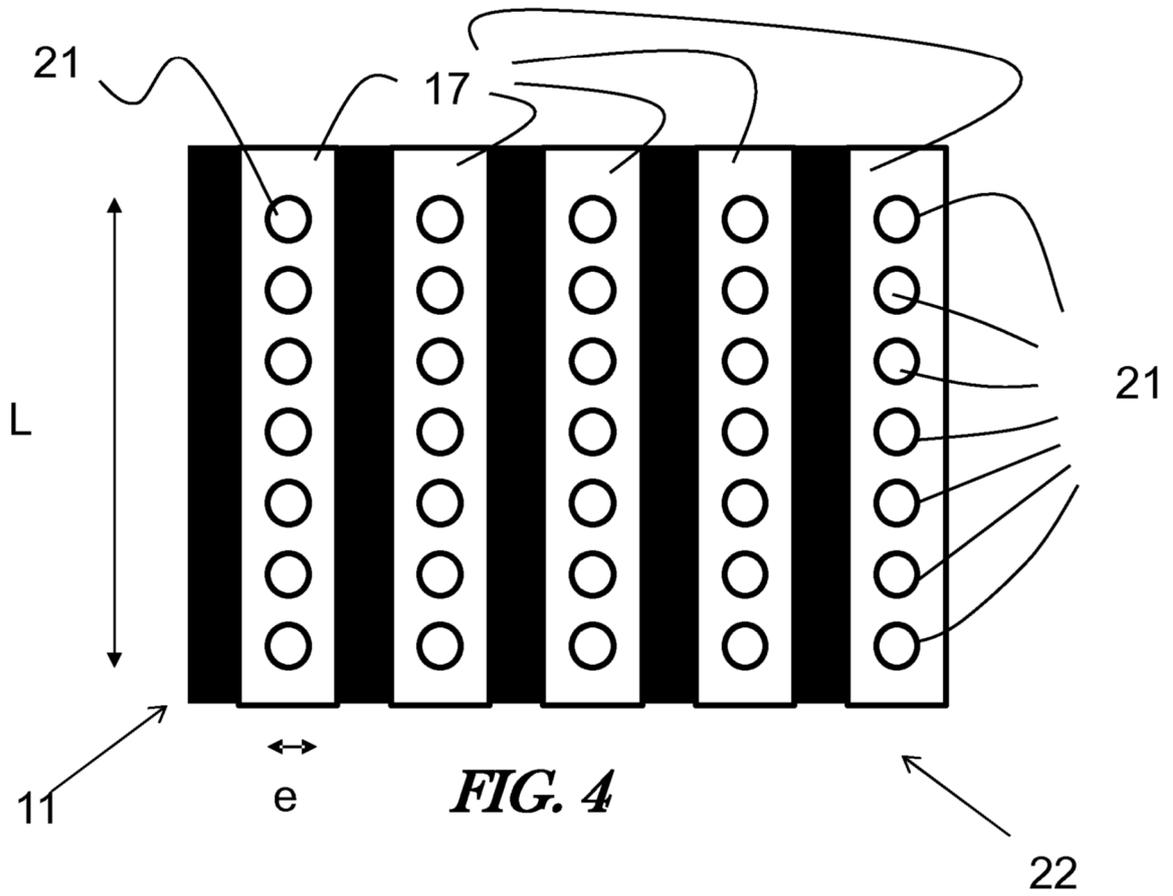
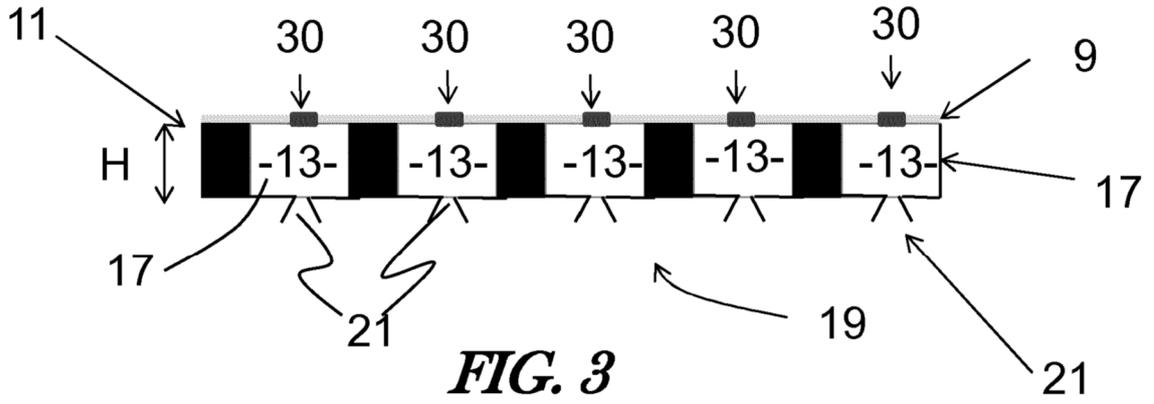


FIG. 2



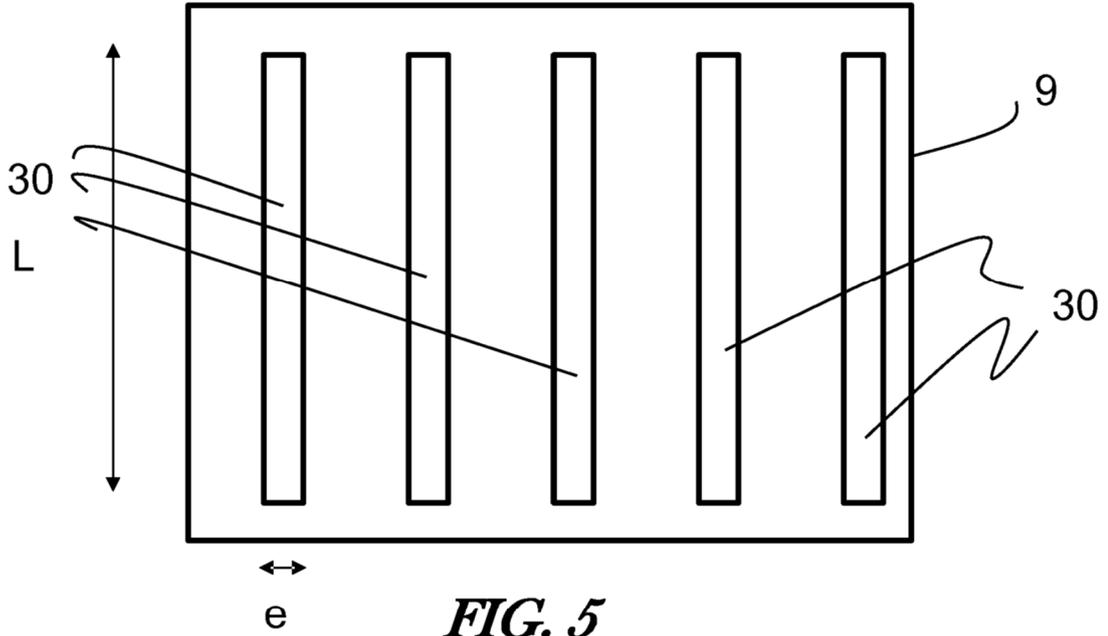


FIG. 5

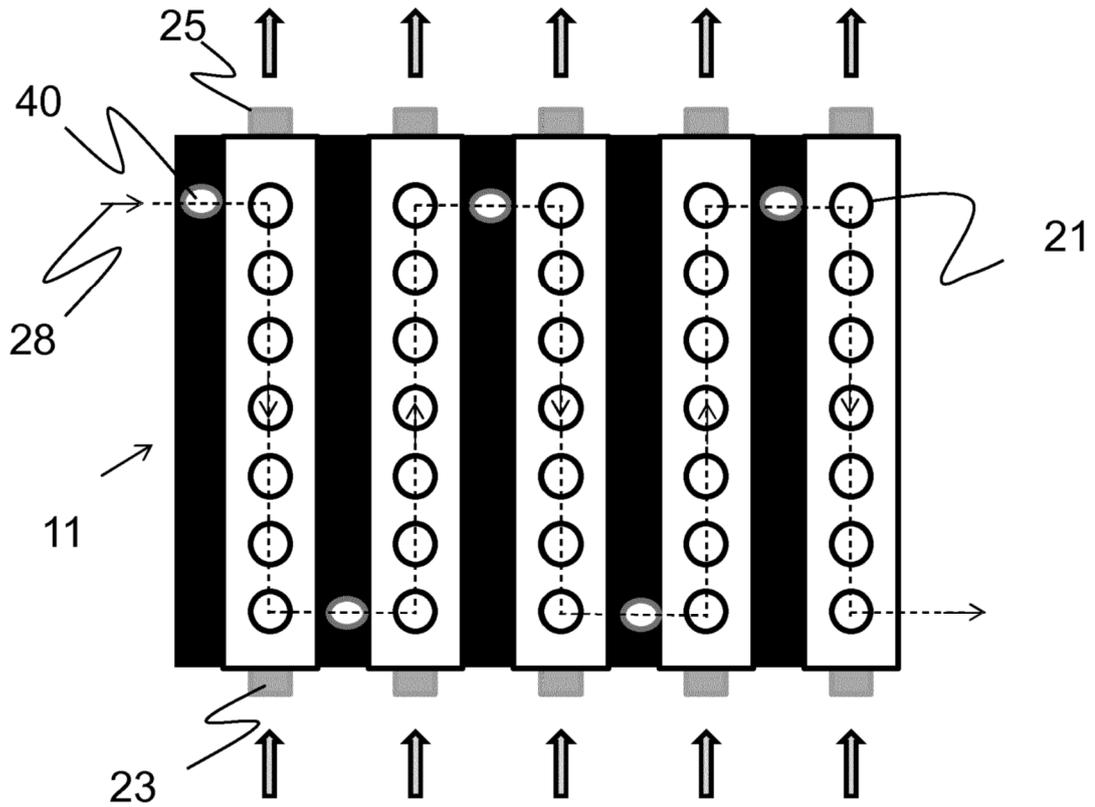


FIG. 6

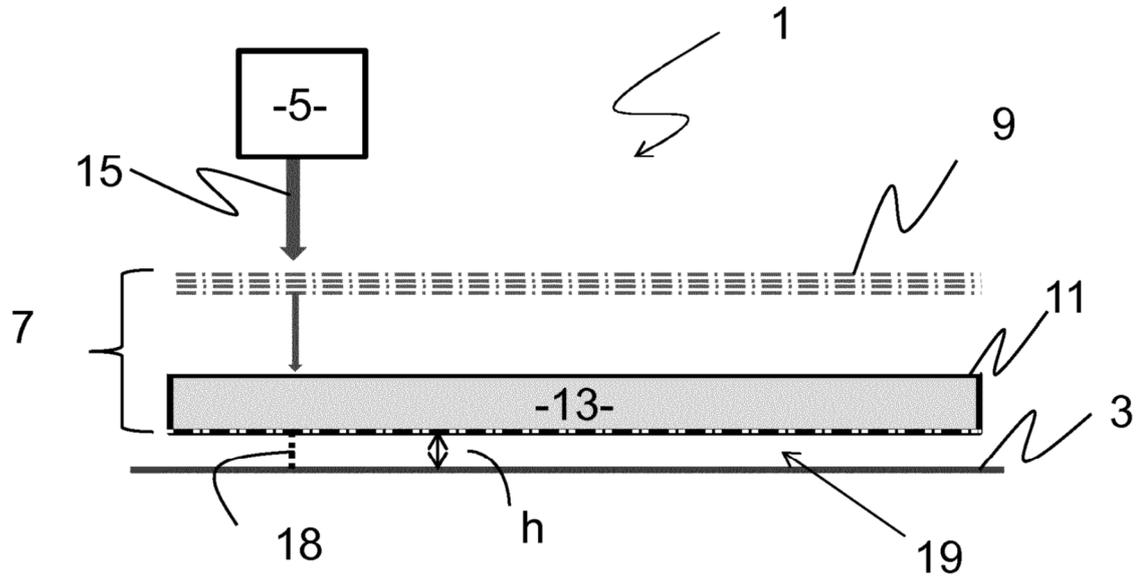


FIG. 7