

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 806 286**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042 (2014.01)

H01L 31/05 (2014.01)

H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.07.2017** **E 17183056 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020** **EP 3276673**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico**

30 Prioridad:

29.07.2016 FR 1657388

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

17.02.2021

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D", 25 rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**VESCHETTI, YANNICK;
BERTRAND, DAVID;
MESSAOUDI, PAUL;
PILAT, ERIC;
QUESNEL, FRANÇOIS y
THONY, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 806 286 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 fabricación de un elemento fotovoltaico

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico. Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico que permita aumentar la tensión de paneles fotovoltaicos.

10

Campo técnico y técnica anterior

Un panel fotovoltaico 10 representado en la figura 1 comprende, en general, una pluralidad de hileras 20 de células fotovoltaicas 21, extendiéndose cada una según una dirección longitudinal E, y paralelas entre ellas. El conjunto de las células fotovoltaicas 21 se conectan en serie de manera que la tensión final del panel fotovoltaico 10 quede impuesta por la suma de las tensiones de cada célula fotovoltaica 21. Ciertas aplicaciones pueden necesitar la concepción de paneles fotovoltaicos 10 que presenten una tensión más elevada, en particular, o bien para aplicaciones en la edificación, o bien para reducir el coste de la energía fotovoltaica.

15

20

Según un primer enfoque, el experto en la materia puede considerar la utilización de las células fotovoltaicas 21 que presenten una tensión más elevada que la de las células fotovoltaicas tradicionalmente utilizadas. Sin embargo, el aumento de la tensión de una célula fotovoltaica 21 necesita un aislamiento particularmente complejo de implementar.

25

A este respecto, el documento [1] citado al final de la descripción propone una transferencia de una célula fotovoltaica en silicio sobre un sustrato de silicio fritado. La transferencia es seguida por un recorte por láser de la célula fotovoltaica por formación de surcos sobre todo el grosor de la célula con el fin de formar unas subcélulas fotovoltaicas (los surcos pueden penetrar parcialmente el silicio fritado sin por ello afectar a su integridad mecánica). El sustrato de silicio fritado se oxida entonces selectivamente en los surcos y en todo su grosor, de manera que se asegure un aislamiento eléctrico entre las subcélulas fotovoltaicas. Las subcélulas se conectan a continuación entre sí mediante unas etapas de metalización. Sin embargo, este procedimiento no ha sido aún validado a escala industrial y no es compatible con los procesos industriales de conexión eléctrica de células fotovoltaicas.

30

Siempre con el objetivo de aumentar la tensión de la célula fotovoltaica, los documentos [2]-[4] proponen el corte de una célula fotovoltaica que comprende una alternancia de uniones PN de manera que se forme una pluralidad de uniones PN. Una etapa de metalización permite a continuación conectar eléctricamente las uniones PN entre sí. Sin embargo, este procedimiento está limitado a unas células fotovoltaicas monolíticas de tipo IBC (IBC por "Interdigitated Back Contact" según la terminología anglosajona).

35

Según un segundo enfoque, tal como se propone en los documentos [5]-[8] citados al final de la descripción, el aumento de la tensión de un panel fotovoltaico 10 puede comprender el aumento del número de células fotovoltaicas 21. Sin embargo, con el fin de no afectar, o al menos limitar, el tamaño del panel fotovoltaico, puede ser necesario reducir el tamaño de las células fotovoltaicas 21.

40

Este enfoque ya no es satisfactorio.

45

En efecto, los equipos de producción están concebidos para manipular las células de un tamaño dado. En consecuencia, la manipulación de células de tamaño más pequeño necesita adaptar, incluso reemplazar, los equipos industriales.

50

Por otro lado, el aumento del número de células fotovoltaicas complica la selección de las células e impacta directamente en el coste de fabricación.

Además, la reducción de los tamaños de las células tiene el riesgo de ralentizar las cadencias de producción y por tanto impactar en los costes de fabricación.

55

Según otro enfoque, el documento US 2013/139871 A1 describe un procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico que comprende: una etapa de conexión eléctrica en serie con una pluralidad de células fotovoltaicas dispuestas según una hilera, asegurándose la conexión entre dos células fotovoltaicas adyacentes mediante una pluralidad de pistas conductoras; una etapa de corte por láser de cada célula fotovoltaica en una pluralidad de subcélulas fotovoltaicas de manera que se forme una pluralidad de subhileras de subcélulas fotovoltaicas, estando conectadas en serie las subcélulas en cada subhilera; y una etapa de conexión eléctrica de las subhileras de las subcélulas, de manera que las subcélulas de las subhileras estén conectadas en serie.

60

Un objetivo de la presente invención es por tanto proponer un procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico que permita al aumento de la tensión de un panel fotovoltaico.

65

Otro objetivo de la invención es proponer un procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico que necesite pocas o ninguna modificaciones de una línea de producción estándar.

Exposición de la invención

5 Los objetivos de la invención se consiguen mediante un procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico que comprende:

10 a) una etapa de conexión eléctrica en serie de una pluralidad de células fotovoltaicas, que comprenden una primera cara y una segunda cara, dispuestas según una hilera, extendiéndose dicha hilera según una dirección E, asegurándose la conexión entre dos células fotovoltaicas adyacentes mediante una pluralidad de pistas conductoras;

15 b) una etapa de corte, a lo largo de líneas de corte dispuestas en la primera cara, de cada célula fotovoltaica en una pluralidad de subcélulas fotovoltaicas, ejecutándose la etapa de corte según la dirección E de manera que se forme una pluralidad de subhilera de subcélulas fotovoltaicas, ejecutándose igualmente la etapa de corte de manera que, en cada subhilera, las subcélulas se conecten en serie; comprendiendo la etapa b) una separación de las células fotovoltaicas mediante acción mecánica a la altura de las líneas de corte;

20 c) una etapa de conexión eléctrica de al menos dos subhilera de subcélulas, de manera que todas las subcélulas de las al menos dos subhilera estén conectadas en serie,

comprendiendo además el procedimiento una etapa a1), anterior a la etapa b), ventajosamente a la etapa a), siendo dicha etapa a1) una etapa de debilitación a lo largo de las líneas de corte de cada célula fotovoltaica, comprendiendo la etapa a1) la formación de surcos según las líneas de corte en las células fotovoltaicas, ventajosamente, ejecutándose la formación de los surcos mediante un tratamiento láser, extendiéndose los surcos en una profundidad P, a partir de la primera cara o de la segunda cara, comprendida entre el 2,5 % y el 50 % del grosor total de la célula fotovoltaica y ventajosamente entre el 5 % y el 20 % del grosor total.

25 De este modo, la tensión de las subhilera de las subcélulas fotovoltaicas presenta una tensión superior a la tensión de la hilera a partir de la que se han obtenido dichas subhilera. Este aumento de tensión puede conseguirse así sin modificación de la línea de producción considerada.

Por otro lado, las etapas de selección de células ya no están afectadas.

35 La etapa de debilitación permite una etapa b que comprende una división por simple aplicación de presión. Dicho de otra manera, la etapa b) no necesita equipos complicados y costosos de implementar.

Según un modo de realización, el procedimiento comprende la colocación de una película de sujeción sobre la segunda cara antes de la etapa a), ventajosamente se disponen unas aberturas en la película de sujeción para permitir un contacto eléctrico entre las pistas conductoras y la segunda cara.

40 Según la invención, la etapa a1. comprende la formación de surcos según las líneas de corte en las células fotovoltaicas, ventajosamente, la formación de los surcos se ejecuta mediante un tratamiento láser.

45 Según la invención, la etapa b. comprende una separación de las células fotovoltaicas mediante acción mecánica a la altura de las líneas de corte.

Según un modo de realización, la etapa b. se ejecuta de manera que se deje una separación entre las subhilera.

50 Es posible así ajustar la transparencia del panel fotovoltaico que comprende las subhilera formadas por el procedimiento según la invención ajustando la separación de dichas subhilera.

Este efecto es particularmente interesante para ajustar la sombra en los cultivos por ejemplo.

55 Es igualmente interesante para aplicaciones en edificación (edificios domésticos por ejemplo).

Según un modo de realización, la etapa c. está precedida por una eliminación de al menos una subhilera de manera que se deje un espacio libre entre dos subhilera.

60 Es posible así ajustar la transparencia de los paneles fotovoltaicos que comprenden las subhilera formadas por el procedimiento según la invención suprimiendo ciertas de dichas subhilera.

Este efecto es particularmente interesante para ajustar la sombra en los cultivos por ejemplo.

65 Es igualmente interesante para aplicaciones en edificación (edificios domésticos por ejemplo).

La invención se refiere igualmente a una fabricación de un panel fotovoltaico que comprende la colocación de

subhileras de subcélulas fotovoltaicas sobre un soporte transparente, eléctricamente conectadas en serie.

Según un modo de realización, la colocación de subhileras de subcélulas fotovoltaicas es seguida por una etapa de laminación destinada a recubrir el conjunto de las subcélulas fotovoltaicas.

5

Breve descripción de los dibujos

Surgirán otras características y ventajas en la descripción que sigue del procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico según la invención, aportada a modo de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

10

- la figura 1 es una representación esquemática de un panel fotovoltaico, conocido en el estado de la técnica, que comprende unas células fotovoltaicas eléctricamente conectadas en serie y dispuestas en forma de hileras;
- la figura 2a es una representación esquemática de una hilera de células fotovoltaicas eléctricamente conectadas en serie por la cara delantera de dicha hilera, según la invención;
- la figura 2b es una vista en sección DD' de la hilera representada en la figura 2a según la invención;
- la figura 2c es una magnificación de la figura 2b;
- la figura 2d es una representación esquemática de las conexiones eléctricas mediante las pistas conductoras según la invención;
- la figura 3a es una representación esquemática de la etapa b. según la invención, la figura 3a represente igualmente la separación entre subhileras según la dirección L;
- la figura 3b es una representación esquemática de subhileras formadas a partir de una única hilera y después de la supresión (retirada) de una subhilera (representada en trazo discontinuo);
- la figura 4a es una representación esquemática de una célula fotovoltaica después de la formación de surcos;
- la figura 4b es una representación esquemática de una célula fotovoltaica que comprende unos surcos en su primera cara y una película de sujeción previamente depositada antes de la formación de los surcos;
- la figura 4c es una vista desde la segunda cara de una célula fotovoltaica que comprende la película de sujeción dispuesta sobre dicha segunda cara, comprendiendo dicha película unas aberturas.
- la figura 5 es una representación de subhileras que comprenden una subcélulas todas ellas conectadas en serie;
- las figuras 6a y 6b son unas representaciones esquemáticas de dispositivos de separación de las células fotovoltaicas;
- la figura 7 es una representación esquemática del montaje de subhileras de subcélulas fotovoltaicas destinadas a formar un panel fotovoltaico.

15

20

25

30

35

Exposición detallada de modos de realización particulares

La invención descrita de manera detallada a continuación implementa un procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico, destinado a permitir el aumento de la tensión de paneles fotovoltaicos que comprenden unas células fotovoltaicas.

40

El procedimiento según la invención propone el montaje de células fotovoltaicas que comprende una etapa de corte de dichas células fotovoltaicas después de la formación de las conexiones eléctricas.

La etapa de corte de las células fotovoltaicas en un estado avanzado del procedimiento de montaje es particularmente ventajosa puesto que permite utilizar líneas de producción existentes de paneles fotovoltaicos. Por otro lado, el aumento de la tensión de los paneles fotovoltaicos se obtiene mediante una desmultiplicación del número de células fotovoltaicas comprendidas en el panel fotovoltaico sin afectar a su tamaño y sin necesitar la manipulación de células fotovoltaicas de tamaño más pequeño.

45

50

En las figuras 2 a 6, se puede ver un ejemplo de implementación del procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico según la invención.

El procedimiento según la invención comprende una etapa a. (figura 2a) de conexión eléctrica en serie de una pluralidad de células fotovoltaicas 210 dispuestas según una hilera 200, extendiéndose dicha hilera según una dirección E (entendiendo por dirección E, una dirección longitudinal E).

55

Las células fotovoltaicas 210 pueden ser de forma cuadrada, por ejemplo de 156 mm de lado.

El grosor de las células fotovoltaicas 210 puede estar comprendido entre 150 µm y 180 µm.

60

Las células fotovoltaicas 210 pueden ser unas células de silicio, unas células multi-unión.

Como resultado de la etapa a., las células fotovoltaicas 210 están eléctricamente conectadas (de aquí en adelante "conectadas") en serie, de manera que la tensión en los bornes A y B de una misma hilera 200 sea igual a la suma de las tensiones en los bornes de las células fotovoltaicas 210 que componen dicha hilera 200.

65

Las células fotovoltaicas 210 comprenden una primera cara 220 y una segunda cara 230 esencialmente paralelas entre sí (figura 2c).

5 Una hilera 200 comprende dos caras opuestas y paralelas entre ellas llamadas "cara delantera 221" y "cara posterior 231" (figura 2b). Las células fotovoltaicas 210 de la hilera 200 se disponen de manera que el conjunto de las primeras caras 220 coincida con la cara delantera 221 de dicha hilera. De manera equivalente, el conjunto de las segundas caras 230 de las células fotovoltaicas 210 de la hilera 200 coincide con la cara posterior 231 de dicha hilera.

10 La conexión eléctrica de dos células fotovoltaicas 210 inmediatamente adyacentes de la hilera 200 se asegura mediante una pluralidad de pistas conductoras 240 que se extienden según la dirección E (figura 2a). Más particularmente, la pluralidad de pistas conductoras 240 conecta la primera cara 220 de una de las dos células fotovoltaicas 210 con la segunda cara 230 de la otra de las dos células fotovoltaicas 210. De este modo, según este modo de conexión, tal como se representa en la figura 2b, el conjunto de las células fotovoltaicas 210 de una hilera están eléctricamente conectadas en serie.

15 Las pistas conductoras 240 que conectan eléctricamente dos células fotovoltaicas pueden ser paralelas entre sí según la dirección E y pueden presentar una separación regular según la dirección lateral L.

20 Se entiende por dirección lateral L, una dirección perpendicular a la dirección E y paralela a la cara delantera 221 (y a la cara posterior 231).

25 El número de pistas conductoras 240 puede ser el mismo en cada una de las caras de cada una de las células fotovoltaicas 210. En este caso de la figura, cada pista conductora 240 dispuesta sobre una cara de una célula fotovoltaica 210 puede estar enfrentada a otra pista conductora 240 dispuesta sobre la otra cara de dicha célula, de manera que se formen unas líneas 241 de pistas conductoras 240 (enmarcadas en trazos discontinuos en la figura 2a).

30 Por línea 241 de pistas conductoras 240, se entiende que la intersección de un plano perpendicular a la cara delantera 221 comprende unas pistas conductoras 240 que conectan en serie todas las células fotovoltaicas 210 de dicha hilera 200.

Una pista conductora 240 puede comprender al menos uno de los materiales elegido entre: cobre, aluminio, plata, oro, platino, hierro y grafito.

35 Cada pista conductora 240 puede estar adherida o soldada según unas técnicas conocidas por el experto en la materia.

La etapa a. de conexión eléctrica en serie de las células fotovoltaicas 210 puede, por ejemplo, ejecutarse mediante un equipo llamado "Stringer" según la terminología anglosajona.

40 A este respecto, el experto en la materia podrá consultar el documento [9], citado al final de la descripción, que describe el principio del funcionamiento de un "Stringer".

La invención no está limitada sin embargo a la utilización del "Stringer" del documento [9].

45 Observamos desde ahora que para la ejecución de la etapa a., el equipo de montaje considerado se destina a manipular un tipo (un tamaño) de célula predeterminado. Dicho de otra manera, dicho tipo no ha sufrido ninguna modificación.

50 El procedimiento según la invención comprende igualmente una etapa b. de corte de las células fotovoltaicas 210.

Por corte, se entiende la separación mecánica de una célula fotovoltaica en una pluralidad de subcélulas fotovoltaicas. El corte comprende una separación.

55 La etapa de corte se ejecuta según unas líneas de corte 250 (figura 2a y figura 2d) dispuestas en la primera cara 220 de cada célula fotovoltaica 210.

La etapa b. está por tanto destinada a dividir cada célula fotovoltaica 210 en una pluralidad de subcélulas fotovoltaicas 210a (figuras 3a y 3b).

60 Por otro lado, tal como se ilustra en las figuras 3a y 3b, la etapa b. se ejecuta según la dirección E de manera que se forme una pluralidad de subhileras 200a de subcélulas fotovoltaicas 210a, siendo dichas subhileras 200a paralelas entre sí según la dirección E.

65 Por subhilera 200a de subcélulas fotovoltaicas 210a, se entiende unas subcélulas 210a dispuestas según una hilera (la subhilera 200a) y eléctricamente conectadas en serie.

La etapa b. de corte puede realizarse en toda la longitud L de la hilera 200 de manera rectilínea, por ejemplo, entre las líneas 241 de pistas conductoras 240.

5 Durante la etapa b. de corte, cada célula fotovoltaica 210 de una hilera 200 puede dividirse en un mismo número de subcélulas fotovoltaicas 210a.

10 Más particularmente, todas las subcélulas fotovoltaicas 210a formadas a partir de las células fotovoltaicas 210 de una hilera 200 dada pueden ser idénticas (por idénticas, se entienden unas subcélulas fotovoltaicas 210a, esencialmente, de la misma anchura, de la misma longitud y del mismo grosor). De este modo, todas las subcélulas fotovoltaicas 210a presentan esencialmente la misma tensión.

La etapa b. implementa una etapa de separación, igualmente conocida para el experto en la materia.

15 La figura 6a presenta un dispositivo de separación que comprende un transportador 310 adaptado para transportar las células fotovoltaicas 210 según la dirección Y. El transportador 310 comprende al menos dos sub-transportadores 310a y 310b desplazados relativamente entre ellos según la dirección Y. El dispositivo de separación comprende igualmente unos medios de deflexión 320 adaptados para ejercer una acción mecánica sobre la célula fotovoltaica 210 según la dirección Y y de ese modo ejecutar una separación de dicha célula fotovoltaica 210. Los medios de deflexión 320 pueden comprender un plano inclinado 320a enfrentado a la primera cara 220 de la célula fotovoltaica. 20 El desplazamiento del plano inclinado 320a según la dirección X le permite ejercer una acción mecánica a partir de que esté a tope con el borde 210b de la célula fotovoltaica 210.

25 La figura 6b presenta otro dispositivo de separación que comprende unos medios de sujeción 410a, 410b y 410c de la célula fotovoltaica 210, así como unos medios de deflexión 420 adaptados para ejercer una acción mecánica sobre la célula fotovoltaica 210 según la dirección Y. Los medios de deflexión 420 pueden ser un elemento masivo, que por desplazamiento según la dirección Y ejercen una presión a la altura de las líneas de corte 250.

La etapa b. puede realizarse igualmente de manera que deje un espacio entre las subhileras 200a (figura 3a).

30 Por espacio entre las subhileras, se entiende una separación de las subhileras adyacentes según la dirección lateral L.

35 De este modo, procediendo a esta separación, se puede hacer variar la transparencia de los paneles fotovoltaicos que integran las subhileras 200a.

Es posible igualmente hacer variar la transparencia de un panel fotovoltaico retirando al menos una subhilera 200a de cada hilera 200 integrada en dicho panel fotovoltaico (en la figura 3b, se retira la subhilera 210b representada en trazos discontinuos).

40 La etapa b. de corte es precedida por una etapa a1. de debilitación de cada célula fotovoltaica 210 a lo largo de las líneas de corte 250.

Por etapa a1. de debilitación, se entiende una etapa destinada a facilitar la etapa de corte.

45 La etapa de debilitación comprende la formación de surcos 250a a lo largo de las líneas de corte 250 de una célula fotovoltaica 210, permitiendo esto facilitar una etapa b. que comprenda una separación (figura 4). Los surcos 250a se extienden según una profundidad P, a partir de la primera cara 220 o de la segunda cara 230, comprendida entre el 2,5 % y el 50 % del grosor total de la célula fotovoltaica 210 y ventajosamente entre el 5 % y el 20 % del grosor total.

50 De este modo, en esta gama de profundidades P, se preserva la integridad mecánica de la célula fotovoltaica 210 hasta la etapa b. de corte. Por otro lado, dado que se ejecuta la etapa a1 de debilitación, la etapa b. de corte comprende ventajosamente una separación. En efecto, puede ejecutarse fácilmente una separación a menor coste sin aportar modificaciones mayores de una línea de montaje de células fotovoltaicas 210 preexistente.

55 La etapa a1. de debilitación por formación de surcos 250a puede ejecutarse con ayuda de un láser de impulsos. Por ejemplo, las condiciones de ejecución de la etapa a1 pueden ser:

- longitud de onda del LÁSER: 1064 nm;
- frecuencia de los impulsos LÁSER: 7,5 kHz;
- 60 - velocidad de barrido del LÁSER a lo largo de la línea de corte: 15 mm·s⁻¹;
- intensidad de la corriente que alimenta el LÁSER: 24 A.
- potencia del láser: 7 W

65 Estas condiciones de ejecución de la etapa a1 no se dan más que a título de ejemplo y pueden modificarse por el experto en la materia siempre que permita la etapa de separación posterior mientras se asegura la resistencia mecánica.

La formación de surcos 250a puede ejecutarse igualmente por otros métodos. A título de ejemplo, se puede citar:

- 5 - la acción de una punta diamantada o de una rueda diamantada, a lo largo de las líneas de corte 250;
- un ataque por medio químico (por ejemplo una solución de KOH o de TMAH sobre las células fotovoltaicas 210 realizadas de silicio). Se observa sin embargo que el ataque por medio químico debe ejecutarse exclusivamente en las líneas de corte 250 y puede necesitar por tanto del empleo de protecciones tales como resinas fotosensibles.

10 De manera particularmente ventajosa, la etapa a1. puede ejecutarse antes de la etapa a. De ese modo, el procedimiento según la invención puede ejecutarse sin aportar modificaciones mayores de una línea de montaje de células fotovoltaicas 210 preexistente.

15 El procedimiento según la invención puede comprender igualmente la colocación de una película de sujeción 260 (ilustrada en la figura 4b) sobre la segunda cara 270 antes de la etapa a. La película de sujeción 260 puede fijarse sobre la segunda cara 230 antes de una cola (una capa adhesiva).

Por ejemplo la película de sujeción 260 puede comprender:

- 20 - un apilado de aluminio/PTFE/poliéster/tejido con una capa adhesiva a base de silicio;
- una película de poliamida con una capa adhesiva de base acrílica (este tipo de película se comercializa por ejemplo por la sociedad 3M bajo la denominación KAPTON™).

25 La colocación de la película de sujeción 260 es particularmente ventajosa desde el momento en que debe ejecutarse la etapa a1. (figura 4b). En efecto, la película de sujeción, en presencia de surcos 250a por ejemplo, permite preservar la integridad mecánica de las células fotovoltaicas 210 durante la etapa a.

30 Por otro lado, una película de sujeción 260 de ese tipo permite diseñar igualmente la formación de unos surcos 250a más profundos. La presencia de la película de sujeción permite igualmente diseñar un corte completo de la célula fotovoltaica 210 en subcélulas 210a, por ejemplo por corte láser.

Según la invención, la película de sujeción 260 está provista de aberturas 260a de manera que, durante la ejecución de la etapa a., las pistas conductoras 240 estén directamente en contacto eléctrico con la segunda cara 230 a través de dichas aberturas 260a (figura 4c).

35 El procedimiento según la invención comprende igualmente una etapa c. de conexión eléctrica de al menos dos subhileras 200a de subcélulas 210a, de manera que todas las subcélulas 210a de las al menos dos subhileras 200a estén conectadas en serie.

40 La etapa c. puede ejecutarse entonces mediante conexión, tal como se ha representado en la figura 5, de los extremos de dichas subhileras 200a mediante unas técnicas conocidas para el experto en la materia (los puntos C1, C2 y C3 de la figura 5 corresponden a los puntos de conexión de subhileras 200a).

45 El conjunto de las subhileras 200a, formadas a partir de las hileras 200 según la invención (figura 7), puede transferirse sobre un soporte transparente 410 de manera que se forme un panel fotovoltaico 400. El soporte transparente 410 puede ser: una placa de vidrio, una placa de policarbonato, una placa de poli(metacrilato de metilo).

50 Las subhileras 200a pueden estar encapsuladas en un material de encapsulado antes de la transferencia sobre un soporte transparente 410. El material de encapsulado puede comprender al menos unos materiales elegidos entre: etileno-acetato de vinilo, poliolefina, poli (butiral vinílico), ionómero. Silicona.

La transferencia de las subhileras puede seguirse de una etapa de laminación destinada a recubrir el conjunto de las subcélulas fotovoltaicas 210a dispuestas sobre el soporte transparente 410.

55 De este modo, el procedimiento según la invención permite aumentar la tensión de los paneles fotovoltaicos fabricados en unos equipos inicialmente previstos para la fabricación de paneles de tensión más reducida.

60 El procedimiento propone de ese modo un corte de las células fotovoltaicas después de la realización de las interconexiones entre células dispuestas en forma de hileras. El corte de las células fotovoltaicas en subcélulas 210a permite aumentar el número de "pequeñas células" sobre el panel fotovoltaico, sin necesariamente manipular un número mayor de células fotovoltaicas 210. Por otro lado, el hecho de considerar un número mayor de subcélulas 210a que de células 210 permite aumentar la tensión del panel fotovoltaico, sin por ello aumentar la corriente que circula en las subcélulas conectadas en serie. Por consiguiente, no hay aumento de pérdidas por efecto joule.

65 El procedimiento según la invención permite igualmente ajustar la transferencia de los paneles fotovoltaicos ya sea ajustando la separación entre las subhileras 200a, ya sea suprimiendo una subhileras 200a. Cualquiera que sea la solución diseñada, el aumento de la tensión del panel fotovoltaico sigue siendo efectivo.

Un interés suplementario es poder volver a emplear unas centrales fotovoltaicas existentes, pero con módulos que tengan características de transparencia diferentes. Por ejemplo, en el caso agronómico en el que los cultivos hayan de cambiar o de evolucionar (ejemplo de los invernaderos fotovoltaicos).

5 A título de ejemplo, se presentan en este caso las características de un primer panel fotovoltaico conocido del estado de la técnica y un segundo panel fotovoltaico, que presenta las mismas dimensiones que el primer panel, pero obtenido según la presente invención.

10 El primer panel fotovoltaico conocido en el estado de la técnica puede tener las siguientes características:

- 60 células conectadas en serie, formato de 6 hileras (cadena) de 10 células,
- Tensión en circuito abierto Voc: 36-40 V
- Corriente Isc: 8 A-9 A

15 El segundo panel fotovoltaico se obtiene suponiendo un corte de cada célula fotovoltaica en cuatro subcélulas fotovoltaicas, de este modo, se obtiene un segundo panel fotovoltaico que comprende 240 subcélulas fotovoltaicas conectadas en serie permitiendo así alcanzar una tensión en circuito abierto comprendida entre 144 V y 160 V y una corriente comprendida entre 2 A y 2,25 A.

20 La presente invención permite por tanto obtener unos paneles fotovoltaicos que presentan una tensión más elevada, y circulando una corriente más reducida, reduciendo de ese modo las pérdidas óhmicas.

REFERENCIAS

- 25 [1] EP 2328182 A1;
[2] US 20150280028A1;
[3] US 20150280641A1;
- 30 [4] Agnes A. Mewe et al. "*XIS: A Low-Current, High-Voltage Back-Junction Back-Contact Device*", SiliconPV: 25-27 de marzo de 2013, Hamelin, Alemania;
- [5] J. Summhammer, "*High voltage PV modules with crystalline Silicon solar cells*", proceedings of PVSEC, París 2013;
- [6] Alfred J. Baca et al. "*Compact monocrystalline Silicon solar modules with high voltage outputs and mechanically flexible designs*", Energy & Environmental Science, Volumen 3, Número 2, febrero de 2010, Páginas 165-240;
- 35 [7] Pablo Ortega et al., "*High Voltage Photovoltaic Mini-modules*", Prog. Photovolt: Res. Appl. 2008; 16:369-377;
- [8] WO 2010/070573 A2;
- [9] WO 96/17387.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de fabricación de un elemento fotovoltaico, que comprende:

- 5 a) una etapa de conexión eléctrica en serie de una pluralidad de células fotovoltaicas (210), que comprenden una primera cara (220) y una segunda cara (230), dispuestas según una hilera (200), extendiéndose dicha hilera (200) según una dirección E, asegurándose la conexión entre dos células fotovoltaicas (210) adyacentes mediante una pluralidad de pistas conductoras (240);
- 10 b) una etapa de corte, a lo largo de líneas de corte (250) dispuestas en la primera cara (220), de cada célula fotovoltaica (210) en una pluralidad de subcélulas fotovoltaicas (210a), ejecutándose la etapa de corte según la dirección E de manera que se forme una pluralidad de subhileras (200a) de subcélulas fotovoltaicas (210a), ejecutándose igualmente la etapa de corte de manera que, en cada subhilera (200a), las subcélulas (210a) estén conectadas en serie, comprendiendo la etapa b) una separación de las células fotovoltaicas (210) mediante acción mecánica a la altura de las líneas de corte (250);
- 15 c) una etapa de conexión eléctrica de al menos dos subhileras (200a) de subcélulas (210a), de manera que todas las subcélulas (210a) de las al menos dos subhileras (200a) estén conectadas en serie,

comprendiendo además el procedimiento una etapa a1), anterior a la etapa b), ventajosamente a la etapa a), siendo dicha etapa a1) una etapa de debilitación a lo largo de las líneas de corte (250) de cada célula fotovoltaica (210), comprendiendo la etapa a1) la formación de surcos (250a) según las líneas de corte (250) en las células fotovoltaicas, ventajosamente, se ejecuta la formación de los surcos (250a) mediante un tratamiento LÁSER, los surcos (250a) se extienden según una profundidad P, a partir de la primera cara (220) o de la segunda cara (230), comprendida entre el 2,5 % y el 50 % del grosor total de la célula fotovoltaica (210) y ventajosamente entre el 5 % y el 20 % del grosor total.

25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el procedimiento comprende la colocación de una película de sujeción (260) sobre la segunda cara (270) antes de la etapa a), disponiéndose unas aberturas (260a) en la película de sujeción para permitir un contacto eléctrico entre las pistas conductoras (240) y la segunda cara (270).

30 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, en el que la etapa b) comprende un aserrado de las células fotovoltaicas (210), ventajosamente, el aserrado se ejecuta con una sierra de hilo o una sierra diamantada.

35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la etapa b) se ejecuta de manera que se deje una separación entre las subhileras (200a).

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la etapa c) está precedida por la eliminación de al menos una subhilera (200a) de manera que se deje un espacio libre entre dos subhileras (220a).

40 6. Procedimiento de fabricación de un panel fotovoltaico, que comprende la colocación de subhileras (200a) de subcélulas fotovoltaicas (210a) sobre un soporte transparente (280), eléctricamente conectadas en serie y obteniéndose las subhileras (200a) de subcélulas fotovoltaicas (210a) según una de las reivindicaciones 1 a 5.

7. Procedimiento según la reivindicación 6, en el que la colocación de subhileras (200a) de subcélulas fotovoltaicas (210a) es seguida por una etapa de laminación destinada a recubrir el conjunto de las subcélulas fotovoltaicas (210a).

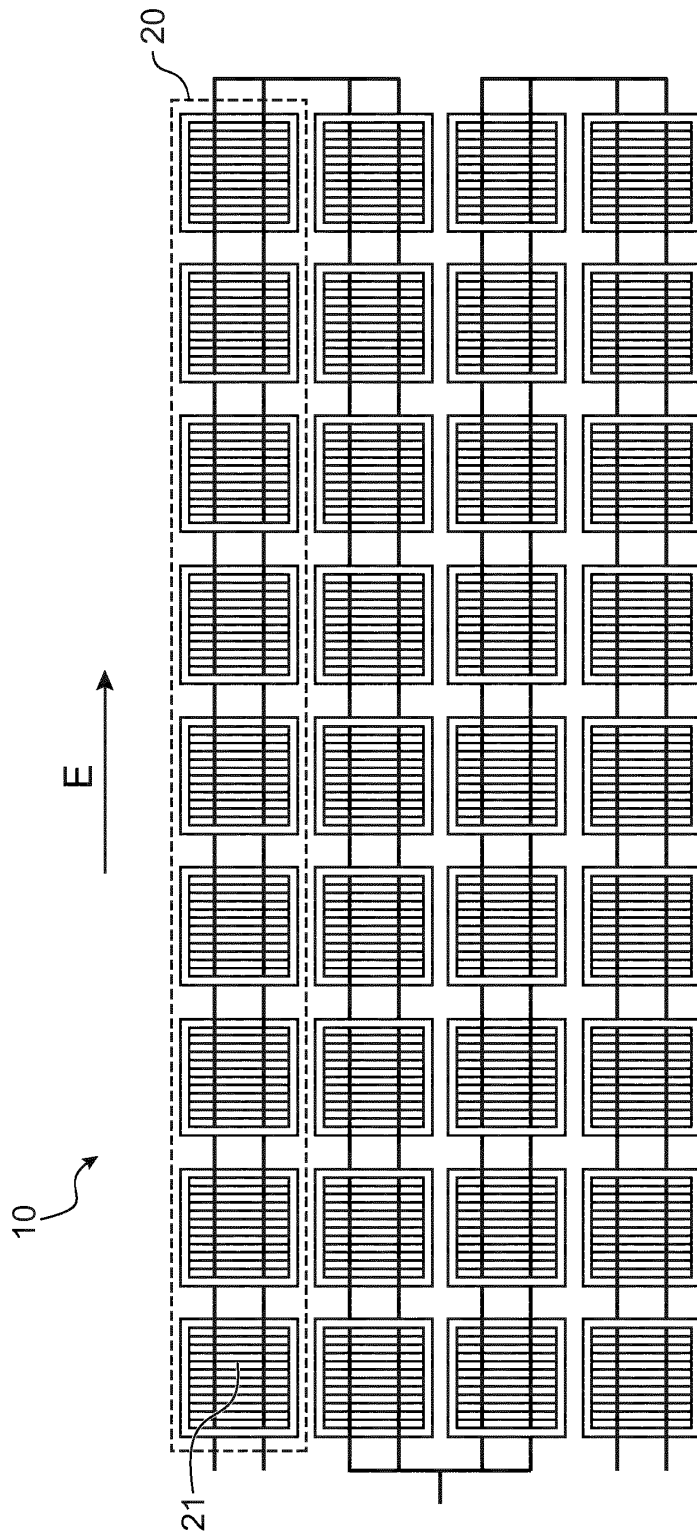
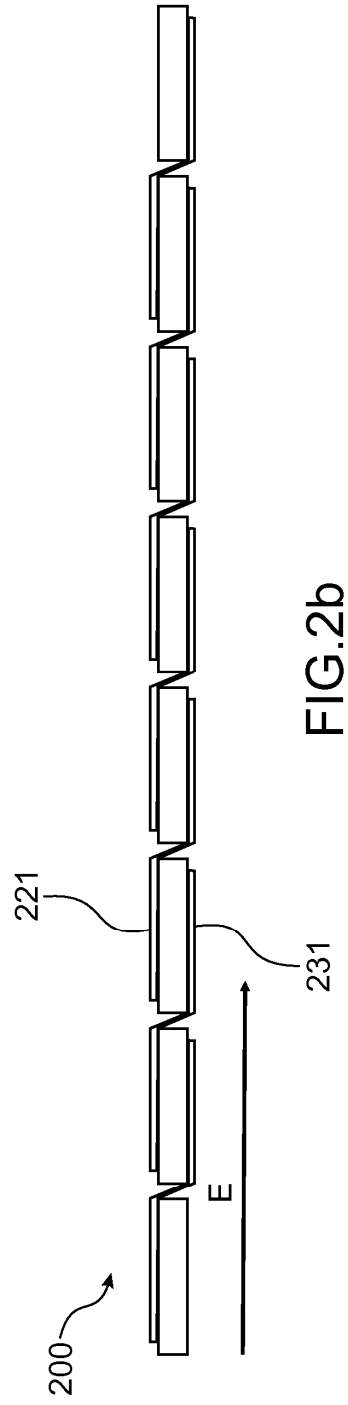
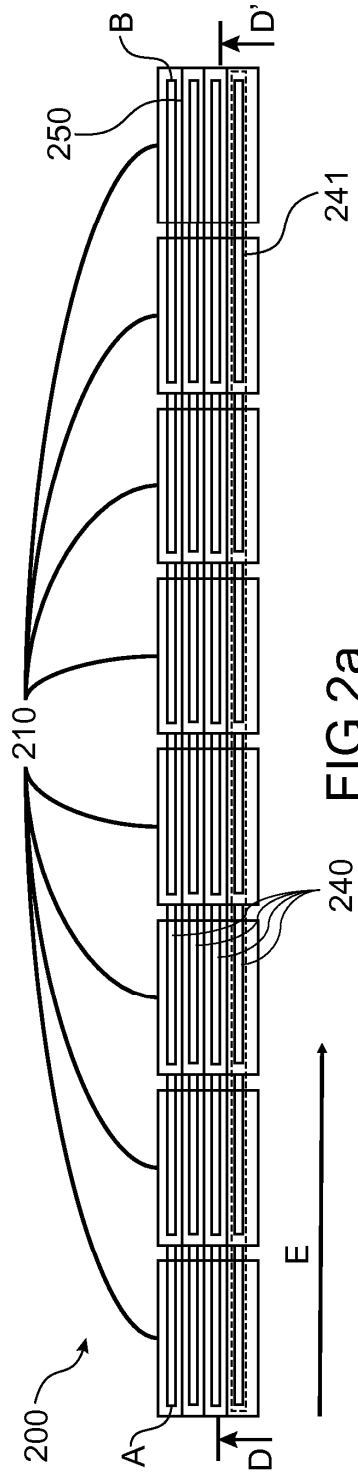


FIG.1



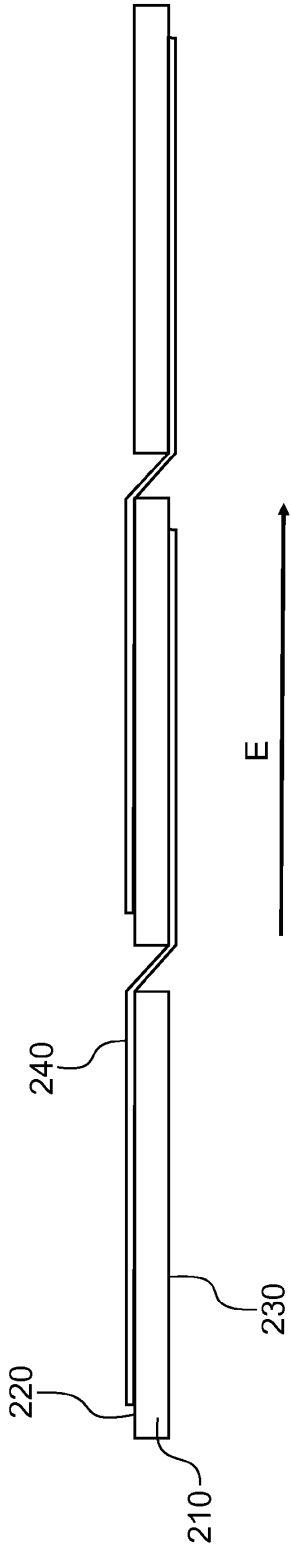


FIG. 2c

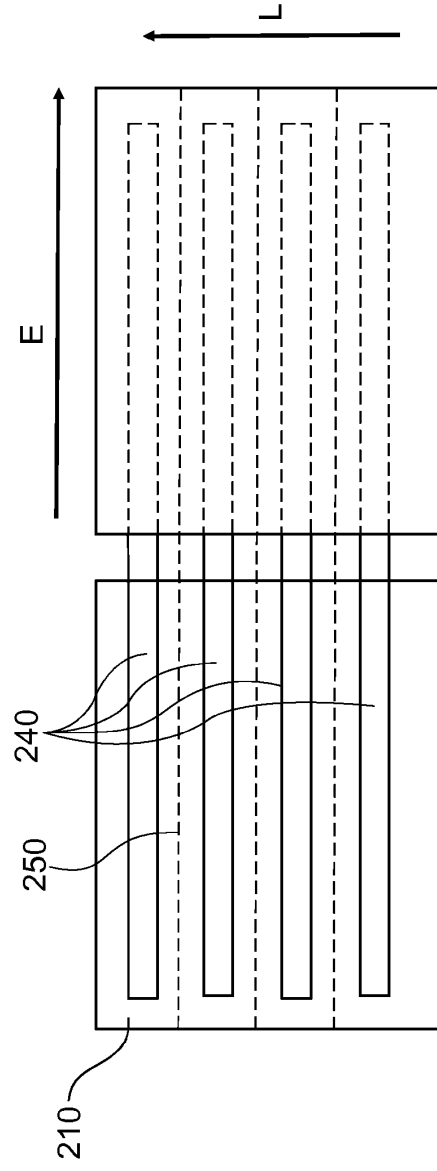


FIG. 2d

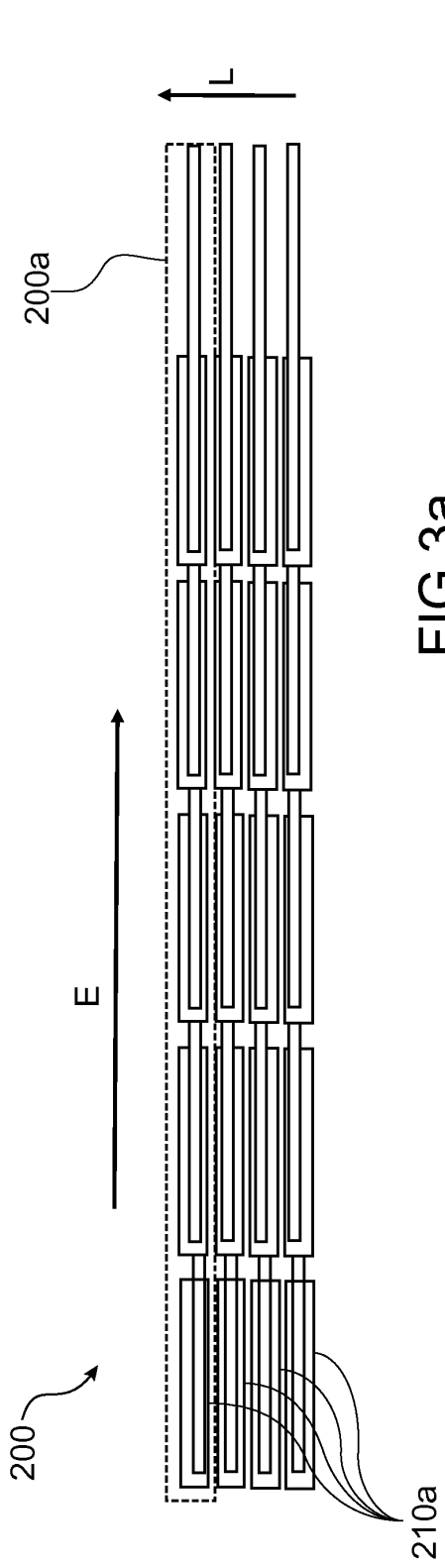


FIG. 3a

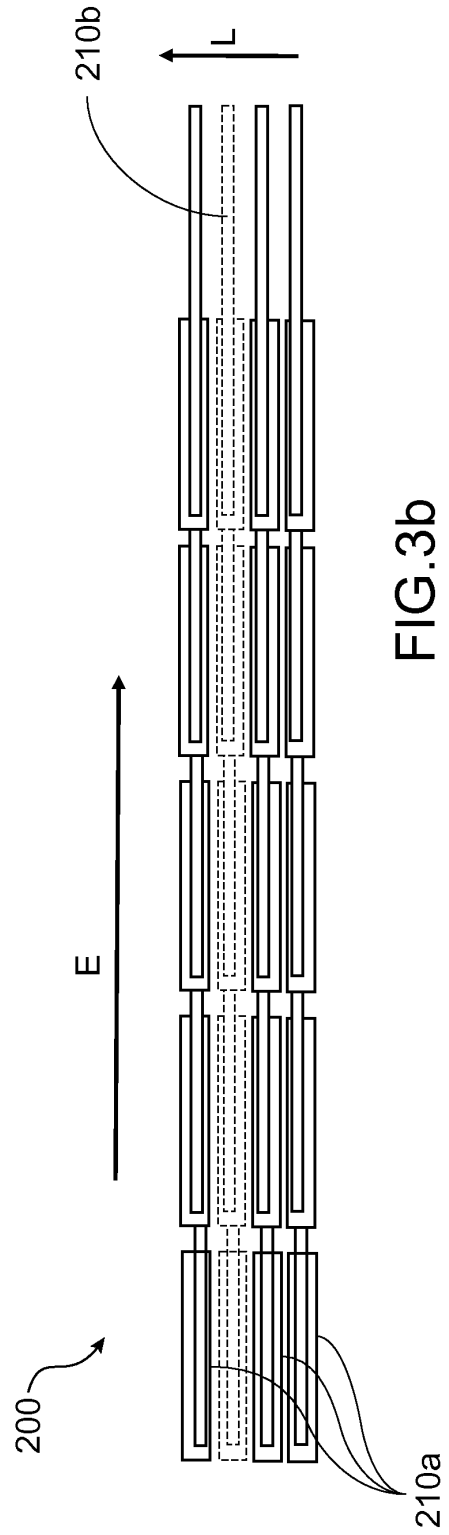
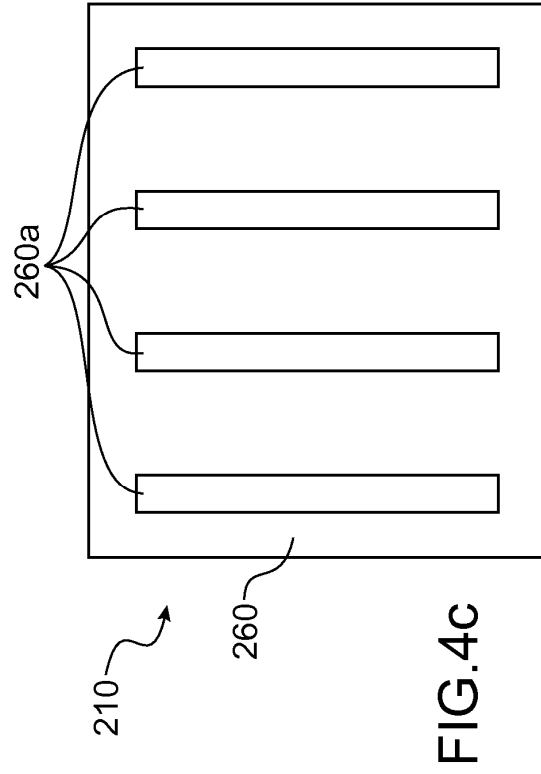
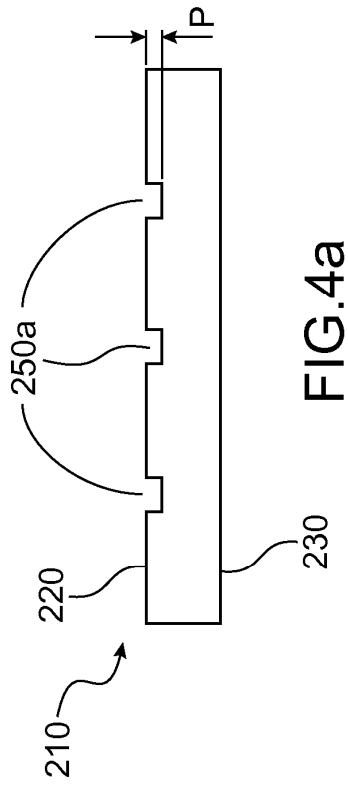
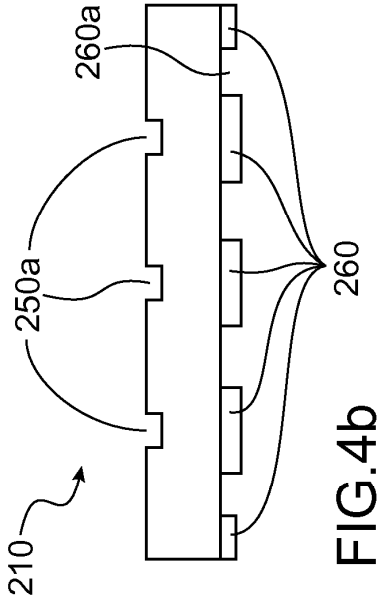


FIG. 3b



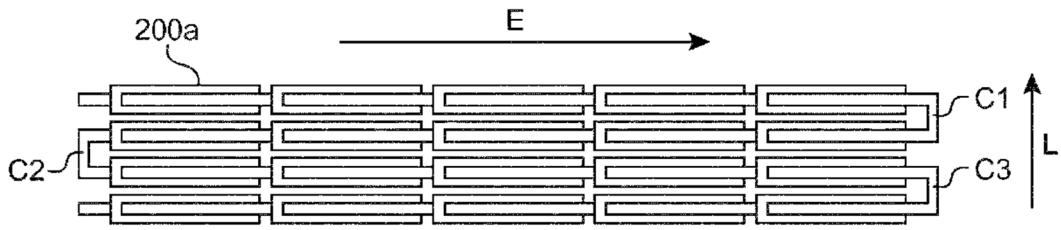


FIG. 5

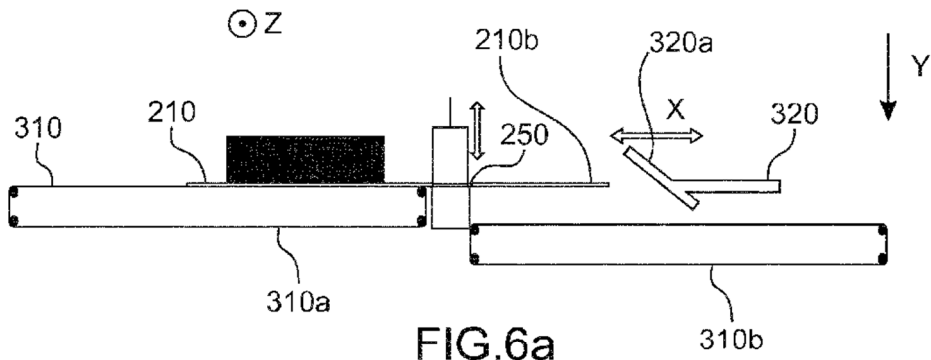


FIG. 6a

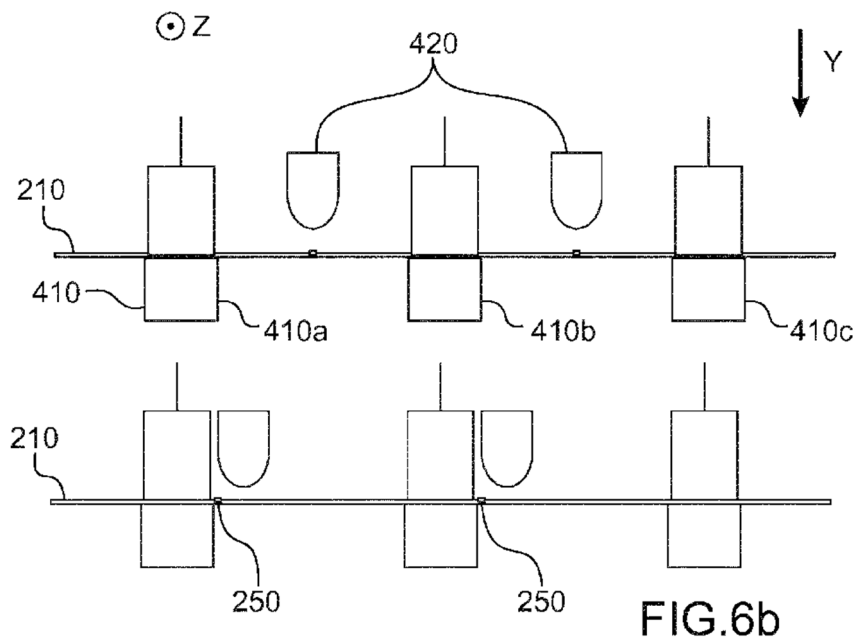


FIG. 6b

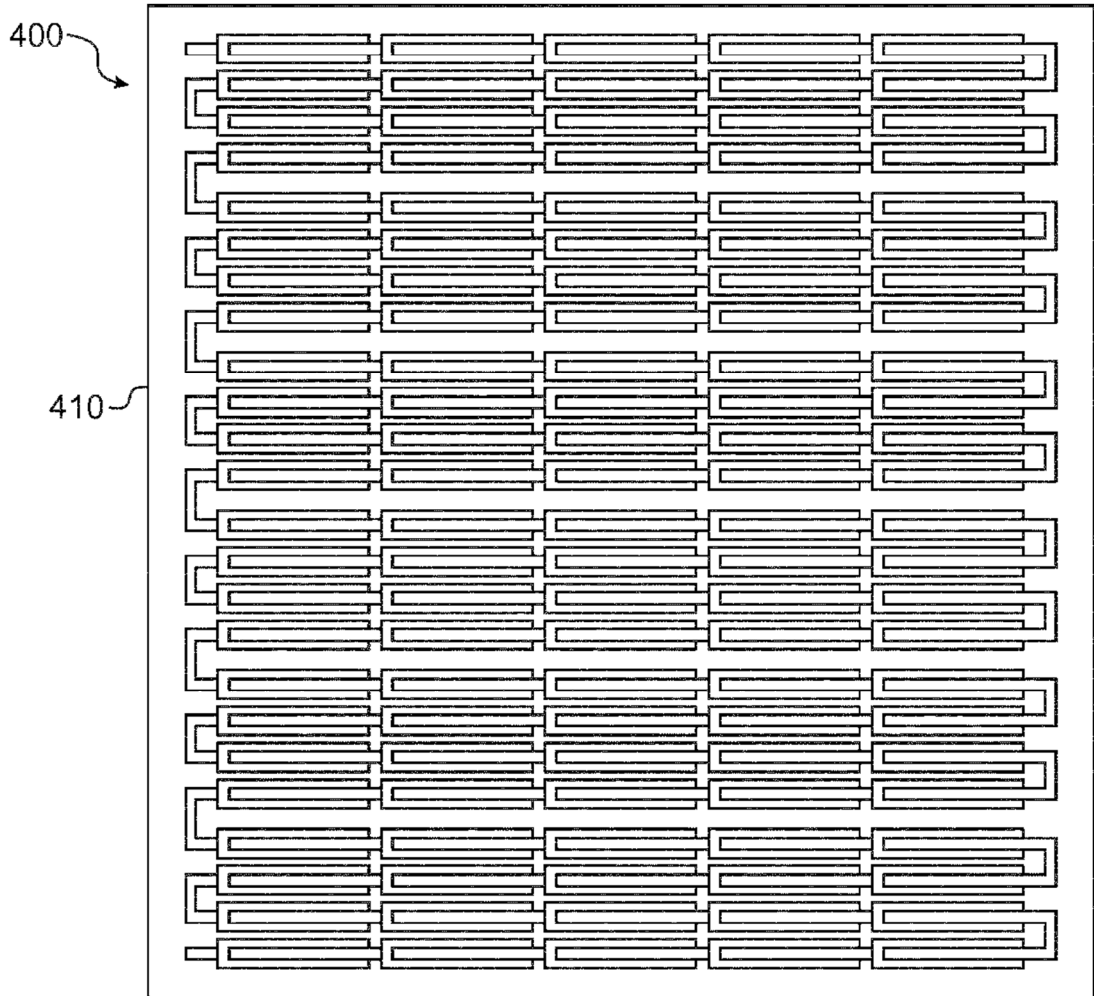


FIG.7