

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 986 670**

51 Int. Cl.:

H01L 31/05

(2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2020** **E 20192295 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.06.2024** **EP 3823048**

54 Título: **Células solares densas híbridas e interconexiones para módulos solares y procedimientos de fabricación relacionados**

30 Prioridad:

13.11.2019 US 201916682867

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

12.11.2024

73 Titular/es:

**MAXEON SOLAR PTE. LTD. (100.0%)
8 Marina Boulevard 05-02 Marina Bay Financial
Centre
Singapore 018981, SG**

72 Inventor/es:

LIN, YAFU

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 986 670 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

Células solares densas híbridas e interconexiones para módulos solares y procedimientos de fabricación relacionados

Campo

La presente divulgación se relaciona en general con módulos de células solares, procedimientos de fabricación de módulos de células solares y una serie de células solares dispuestas en una configuración en tejas.

Antecedentes

Se necesitan fuentes de energía alternativas para satisfacer las demandas de energía cada vez mayores en todo el mundo. Los recursos de energía solar son suficientes en muchas regiones geográficas para satisfacer dichas demandas, en parte, mediante el suministro de energía eléctrica generada con células solares (por ejemplo, fotovoltaicas). Un ejemplo de una estructura fotovoltaica de acuerdo con la técnica anterior se conoce a partir del documento de patente US2017301801A1.

Para lograr más rápidamente una adopción generalizada de la energía eléctrica generada con células solares, se requieren células solares más eficientes y menos costosas. Las células solares convencionales y los procedimientos convencionales de producción de células solares dependen de materiales de alto costo que aumentan innecesariamente el costo de las células producidas. Se necesita un enfoque alternativo que utilice una mezcla de materiales que mantenga o mejore la eficiencia de las células solares.

Sumario

En la presente memoria descriptiva se describen células solares densas híbridas e interconexiones para módulos de células solares y procedimientos de fabricación de dichos dispositivos.

De acuerdo con un aspecto de la invención, un módulo solar incluye al menos una primera célula solar y al menos una segunda célula solar, cada una de las cuales incluye: un lado superior y un lado inferior, una barra colectora y una pluralidad de cables, dispuestos en el lado superior, que se extienden desde la barra colectora y están conectados eléctricamente a la misma, en el que la primera célula solar se superpone a una región de la segunda célula solar para conectarse eléctricamente a la segunda célula solar y formar una disposición en tejas, y en la segunda célula solar, la pluralidad de cables se conectan a la barra colectora fuera de la región en la que la primera célula solar se superpone a la segunda célula solar.

De acuerdo con una realización de la invención, la barra colectora de la primera célula solar y la barra colectora de la segunda célula solar están compuestas de un primer metal y la pluralidad de cables están compuestos de un segundo metal diferente del primer metal.

De acuerdo con una realización de la invención, la pluralidad de cables están hechos de metal de cobre o aleaciones del mismo.

De acuerdo con una realización de la invención, la barra colectora está hecha de metal de plata o aleaciones del mismo.

De acuerdo con una realización de la invención, cada barra colectora incluye una pluralidad de placas de carga, y cada cable de la pluralidad de cables está conectado a una placa de carga de la pluralidad de placas de carga.

De acuerdo con una realización de la invención, cada placa de carga incluye una porción principal que está dispuesta dentro de la región de superposición y una porción de extensión que está dispuesta al menos parcialmente fuera de la región de superposición, y cada cable de la pluralidad de cables se conecta a la porción de extensión de la respectiva placa de carga.

De acuerdo con una realización de la invención, la porción de extensión de cada placa de carga se extiende alejándose de la porción principal de la placa de carga.

De acuerdo con una realización de la invención, la barra colectora incluye una primera porción de extensión entre las porciones principales de las placas de carga y cada porción principal de la placa de carga tiene una anchura mayor que la primera porción de la barra colectora.

De acuerdo con una realización de la invención, cada célula solar además incluye una pluralidad de dedos que se extienden en una dirección perpendicular a la pluralidad de cables, y la pluralidad de cables tienen una resistencia eléctrica que es menor que la resistencia eléctrica de los dedos.

De acuerdo con una realización de la invención, cada célula solar además incluye una pluralidad de dedos que se extienden en una dirección perpendicular a la pluralidad de cables; y en el que la pluralidad de dedos están compuestos de un primer metal y la pluralidad de cables están compuestos de un segundo metal diferente del primer metal.

5

De acuerdo con una realización de la invención, cada célula solar además incluye una pluralidad de dedos que se extienden en una dirección perpendicular a la pluralidad de cables; y en el que el espaciado entre la pluralidad de dedos es menor que el espaciado entre cables adyacentes de la pluralidad de cables.

10

De acuerdo con una realización de la invención, un adhesivo eléctricamente conductor conecta la primera célula solar a la segunda célula solar en la región.

De acuerdo con una realización de la invención, cada uno de la pluralidad de cables tiene una forma en sección transversal circular.

15

De acuerdo con una realización de la invención, cada uno de la pluralidad de cables tiene una forma en sección transversal triangular.

20

De acuerdo con una realización de la invención, cada cable de la pluralidad de cables está orientado para entrar en contacto con la pluralidad de dedos con una base de la forma en sección transversal triangular.

De acuerdo con una realización de la invención, la pluralidad de cables se extiende sustancialmente perpendicular a la barra colectora.

25

De acuerdo con un aspecto de la invención, un procedimiento de fabricación de un módulo solar incluye: proporcionar al menos una primera célula solar y al menos una segunda célula solar, cada una de las cuales incluye: un lado superior y un lado inferior, una barra colectora y una pluralidad de cables, dispuestos en el lado superior, que se extienden desde y están conectados eléctricamente a la barra colectora; y disponer la primera célula solar para superponer una región de la segunda célula solar para conectarse eléctricamente a la segunda célula solar y formar una disposición en tejas, en el que, en la segunda célula solar, la pluralidad de cables se conectan a la barra colectora fuera de la región.

30

De acuerdo con una realización de la invención, el procedimiento además incluye unir cada cable de la pluralidad de cables a la respectiva célula solar utilizando soldadura por radiación infrarroja (IR).

35

De acuerdo con una realización de la invención, el procedimiento además incluye imprimir un adhesivo eléctricamente conductor sobre la pluralidad de cables para unir cada uno de la pluralidad de cables a la respectiva célula solar.

40

De acuerdo con una realización de la invención, el procedimiento además incluye revestir cada uno de la pluralidad de cables con un material de revestimiento; y calentar el material de revestimiento para unir la pluralidad de cables a la célula solar.

Breve descripción de los dibujos

45

Se obtendrá con mayor facilidad una apreciación más completa de los aspectos de la divulgación y muchas de las ventajas que conlleva a la misma a medida que sea comprendida de mejor manera haciendo referencia a la siguiente descripción detallada cuando sea considerada en relación con los dibujos adjuntos, en los que:

50

La FIGURA 1 es una vista lateral de una hipercélula formada por una cadena de células solares densas híbridas dispuestas en tejas, de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 2a ilustra una vista frontal de un primer módulo solar que incluye múltiples hipercélulas interconectadas, de acuerdo con una realización de la invención;

55

La FIGURA 2b ilustra una vista frontal de un segundo módulo solar que incluye múltiples hipercélulas interconectadas, de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 3 ilustra un patrón de metalización frontal de una célula solar densa híbrida, de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 4a es una vista ampliada de una célula solar con una barra colectora y placas de carga, de acuerdo con una realización de la invención;

60

La FIGURA 4b es una vista ampliada de una célula solar con una barra colectora y placas de carga, de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 4c es una vista ampliada de una célula solar con placas de carga únicamente y sin barra colectora, de acuerdo con una realización de la invención;

65

La FIGURA 5 es una vista en sección transversal de dos células solares densas híbridas unidas en una disposición en tejas, de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 6 es una vista ampliada de las porciones superpuestas de las células solares densas híbridas de la FIGURA 5 y de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 7 ilustra una forma en sección transversal circular de un cable, de acuerdo con una realización de la invención;

5 La FIGURA 8 ilustra una forma en sección transversal triangular de un cable, de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 9 es una vista en sección transversal ampliada de una célula solar densa híbrida con los cables de forma en sección transversal triangular de la FIGURA 8, de acuerdo con una realización de la invención;

10 La FIGURA 10 ilustra un patrón de metalización frontal de una célula solar densa híbrida, de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 11 es una vista ampliada de la célula solar densa híbrida de la FIGURA 10 antes de unir los cables, y de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 12 es una vista ampliada de la célula solar densa híbrida de la FIGURA 10 después de unir los cables, de acuerdo con una realización de la invención;

15 La FIGURA 13 es una vista en sección transversal de dos células solares densas híbridas unidas en una disposición en tejas, de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 14 ilustra un patrón de metalización frontal de una célula solar densa híbrida, de acuerdo con una realización de la invención;

20 La FIGURA 15 es una vista ampliada de la célula solar densa híbrida de la FIGURA 14, de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 16 muestra una vista en sección transversal de dos células solares densas híbridas unidas en una disposición en tejas y de acuerdo con una realización de la invención;

La FIGURA 17 es un diagrama de bloques de un procedimiento de fabricación de una hipercélula, de acuerdo con una realización de la invención;

25 La FIGURA 18 ilustra una oblea de célula solar densa híbrida que incluye varias células solares densas híbridas antes de la unión de los cables, de acuerdo con una realización de la invención; y

La FIGURA 19 ilustra una oblea de célula solar densa híbrida que incluye varias células solares densas híbridas con unión de los cables, de acuerdo con una realización de la invención.

30 Descripción detallada

La siguiente descripción detallada debe ser leída con referencia a los dibujos, en los que números de referencia idénticos se refieren a elementos similares en las diferentes figuras. Los dibujos, que no están necesariamente a escala, representan aspectos ejemplares y no tienen por objeto limitar el alcance de la presente divulgación. La descripción detallada ilustra a modo de ejemplo, no a modo de limitación, los principios ejemplares que permiten a un experto en la técnica fabricar y utilizar dispositivos y procedimientos definidos por las reivindicaciones. Por supuesto, la presente divulgación y las reivindicaciones adjuntas abarcan numerosas variaciones y permutaciones de las características descritas en la presente memoria descriptiva, como reconocería un experto en la técnica.

40 Tal como se utiliza en la presente memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares “un”, “uno”, “una”, “el” y “la” incluyen referentes plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Además, el término “paralelo” pretende significar “paralelo o sustancialmente paralelo” y abarcar desviaciones menores de las geometrías paralelas en lugar de exigir que cualquier disposición paralela descrita en la presente memoria descriptiva sea exactamente paralela. El término “perpendicular” pretende significar “perpendicular o sustancialmente perpendicular” y abarcar desviaciones menores de las geometrías perpendiculares en lugar de requerir que cualquier disposición perpendicular descrita en la presente memoria descriptiva sea exactamente perpendicular. El término “cuadrado” pretende significar “cuadrado o sustancialmente cuadrado” y abarcar desviaciones menores de las formas cuadradas, por ejemplo, formas sustancialmente cuadradas que tienen esquinas biseladas (por ejemplo, redondeadas o truncadas de otro modo). El término “rectangular” pretende significar “rectangular o sustancialmente rectangular” y abarcar desviaciones menores de las formas rectangulares, por ejemplo, formas sustancialmente rectangulares que tienen esquinas biseladas (por ejemplo, redondeadas o truncadas de otro modo).

55 La presente memoria descriptiva describe células solares densas híbridas de alta eficiencia (“HDSC”), interconexiones de HDSC y cadenas o “hipercélulas” de HDSC conectadas en serie, así como patrones de metalización de superficie frontal y posterior e interconexiones asociadas para células solares que pueden usarse en dichas disposiciones. La presente memoria descriptiva también describe procedimientos de fabricación de HDSC, interconexiones de HDSC y cadenas o hipercélulas. Los módulos de células solares se pueden emplear ventajosamente bajo la iluminación de “un sol” (no concentrado) y pueden tener dimensiones físicas y especificaciones eléctricas que permitan sustituirlos por módulos de células solares de silicio cristalino.

60 La memoria descriptiva también describe la “conexión eléctrica” entre dos o más objetos o que dos o más elementos pueden estar en “conexión eléctrica”. La conexión eléctrica se establece entre dos o más materiales conductores de modo que los electrones puedan fluir sustancialmente libremente a través de los materiales en

una dirección dada cuando se someten a una carga eléctrica. En otras palabras, se considera que dos elementos están en conexión eléctrica cuando una corriente eléctrica puede fluir fácilmente a través de los mismos.

La FIGURA 1 ilustra una hipercélula 1 que incluye una pluralidad de células solares densas híbridas 10 en una disposición en tejas de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. Cada célula solar 10a, 10b, 10c incluye una estructura de diodo semiconductor y contactos eléctricos con la estructura de diodo semiconductor mediante los cuales la corriente eléctrica generada en las células solares 10, cuando están iluminadas por luz, puede proporcionarse a una carga externa.

En uno o más ejemplos descritos en la presente memoria descriptiva, cada célula solar 10 es una célula solar de silicio cristalino que tiene patrones de metalización de superficie frontal y superficie posterior que proporcionan contacto eléctrico a lados opuestos de una unión n-p. El patrón de metalización de superficie frontal está dispuesto sobre una capa semiconductor de conductividad de tipo n, y el patrón de metalización de superficie posterior está dispuesto sobre una capa semiconductor de conductividad de tipo p. Sin embargo, se puede utilizar cualquier otra célula solar adecuada que emplee cualquier otro sistema de material, estructura de diodo, dimensiones físicas o disposición de contacto eléctrico adecuados en lugar de o además de la célula solar 10 en los módulos solares descritos en la presente memoria descriptiva. Por ejemplo, el patrón de metalización de superficie frontal (lado del sol) puede estar dispuesto sobre una capa semiconductor de conductividad de tipo p, y el patrón de metalización de superficie posterior puede estar dispuesto sobre una capa semiconductor de conductividad de tipo n.

Con referencia a la FIGURA 1, la hipercélula 1 puede incluir una cadena conectada en serie de células solares superpuestas dispuestas en tejas 10 de modo que una primera célula solar 10a esté posicionada para superponerse al menos parcialmente a al menos una porción de una segunda célula solar 10b que está posicionada para superponerse al menos parcialmente a una tercera célula solar 10c, y así sucesivamente (no todas las células solares están etiquetadas). El grado de superposición puede variar sin apartarse del alcance de la divulgación. Por ejemplo, la primera célula solar 10a puede superponerse a la segunda célula solar 10b en sustancialmente un 2%-6% de la longitud de la célula solar 10a o menos. Además, la célula solar 10a puede superponerse a la segunda célula solar 10b en más de un 2%-6% o cualquier cantidad intermedia, sin apartarse del alcance de la divulgación. En un aspecto ejemplar, la célula solar 10a puede superponerse a la célula solar 10b en un intervalo de aproximadamente 0 mm a aproximadamente 1,5 mm. En otros aspectos ejemplares, la célula solar 10a puede superponerse a la célula solar 10b en un intervalo de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 1,5 mm. La cantidad de superposición puede determinarse en función de diversos factores que incluyen, entre otros, la longitud total de la célula solar superpuesta, el peso o el espesor de la célula solar, los materiales utilizados para conectar la célula solar, la cantidad de flexibilidad requerida en la hipercélula ensamblada, la forma de los bordes superpuestos de la célula solar (por ejemplo, bordes lineales, no lineales u "ondulados", etc.), la cantidad deseada de superficie frontal para la exposición a la luz solar, la conductividad deseada entre células solares 10 adyacentes y similares.

La FIGURA 2a ilustra una vista frontal (lado del sol) de un primer módulo solar M1 que incluye múltiples hipercélulas 1a, 1b, 1c, 1d, etc. (no todas las hipercélulas están etiquetadas) interconectadas eléctricamente, de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. El módulo solar M1 puede incluir cualquier número de hipercélulas interconectadas. En el ejemplo no limitativo de la FIGURA 2, se representan seis hipercélulas. La FIGURA 2b ilustra una vista frontal (lado del sol) de un segundo módulo solar M2 que incluye un total de cinco hipercélulas 2a, 2b, 2c, 2d, 2e interconectadas eléctricamente, de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación.

La FIGURA 3 ilustra un patrón de metalización del lado frontal de la célula solar 10 de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. La célula solar 10 puede incluir una capa semiconductor 102, una barra colectora 104, dedos 106 y cables 108. Los electrones libres en la capa semiconductor se mueven desde la capa semiconductor a través de los dedos 106, a los cables 108, luego a la barra colectora 104. Desde la barra colectora 104, los electrones se pueden mover hasta una célula solar conectada adyacente, creando así una corriente a través de la hipercélula 1. En algunos aspectos ejemplares, la barra colectora 104 puede estar hecha de material de plata o estaño.

En un aspecto ejemplar, los patrones de metalización de la superficie frontal, incluyendo la barra colectora 104, las placas de contacto discretas o placas de carga 110, y/o los dedos 106, pueden formarse, por ejemplo, a partir de pasta de plata utilizada para tales fines y depositarse, por ejemplo, mediante procedimientos de serigrafía. En un aspecto ejemplar, se puede utilizar una barra colectora continua que tiene una anchura continua a lo largo del borde de una célula solar (como se ilustra en la FIGURA 4b) en lugar de una combinación de barra colectora y placas de carga que tienen anchuras variadas a lo largo de los bordes de la célula (como se ilustra en la FIGURA 4a). En un aspecto ejemplar, algunas o todas las porciones del patrón de metalización de la superficie frontal se pueden formar a partir de cobre galvanizado. En otros aspectos ejemplares, también se pueden utilizar otros materiales y procesos adecuados para formar los patrones de metalización. En un aspecto ejemplar en el que el patrón de metalización de la superficie frontal se forma a partir de plata, se pueden utilizar placas de carga o de

contacto de superficie frontal discretas 110 solas (como se ilustra en la FIGURA 4c), en lugar de en combinación con una barra colectora continua 104 a lo largo del borde de la célula, para reducir la cantidad de plata en la célula solar, lo que puede reducir ventajosamente el costo al reducir la cantidad de material utilizado para el patrón de metalización. En otros aspectos ejemplares en los que el patrón de metalización de la superficie frontal está formado por cobre o por otro conductor menos costoso que la plata, se podría emplear una barra colectora continua 104 con o sin contactos discretos o placas de carga 110 sin una desventaja de costo. Se pueden utilizar otros materiales conductores adecuados para conducir los electrones desde una célula solar a una célula solar conectada adyacente solos o en combinación con la barra colectora 104 y/o las placas de carga 110. Por ejemplo, se puede utilizar un adhesivo eléctricamente conductor ("ECA") para formar la barra colectora 104 y/o la placa de carga 110 para realizar la función de recolección de corriente de una barra colectora, placa de contacto y/o placa de carga.

En un aspecto ejemplar, la barra colectora 104 se puede imprimir sobre la capa semiconductor utilizando procedimientos de impresión de metal. En algunos aspectos ejemplares, la barra colectora 104 puede extenderse paralela a los dedos 102. Además, la barra colectora 104 puede incluir placas de carga espaciadas de manera intermitente 110 que se pueden utilizar para conectar células solares adyacentes 10 en una disposición en tejas (véase la FIGURA 5). En algunos aspectos ejemplares, las placas de carga 110 están hechas sustancialmente del mismo material que la barra colectora 104. En otros aspectos ejemplares, la placa de carga 110 está hecha de un material diferente al resto de la barra colectora 104 o la placa de carga 110 está hecha parcialmente del mismo material o de un material diferente al de la barra colectora 104. En algunos aspectos ejemplares, la barra colectora y/o las placas de carga pueden proporcionarse al menos parcialmente como un Adhesivo Eléctricamente Conductor ("ECA") de modo que el ECA realice parte o la totalidad de la función de recolección de corriente de la barra colectora y/o las placas de carga. En un aspecto ejemplar, el ECA puede estar compuesto de diversos materiales caracterizados por altas propiedades conductoras de la electricidad, y los ejemplos incluyen pastas de plata, adhesivos conductores a base de acrílico y/o adhesivos conductores a base de epoxi. En un aspecto ejemplar, el ECA puede ser un material de unión conductor de la electricidad y del calor. Por ejemplo, el ECA puede tener una conductividad térmica perpendicular a las células solares mayor o igual a aproximadamente 1,5 W/(metro-K). En un aspecto ejemplar, se puede aplicar y curar una combinación de materiales ECA en la misma etapa de unión. Por ejemplo, un primer ECA puede tener un módulo de corte menor o igual a aproximadamente 800 megapascuales y un segundo adhesivo conductor puede tener un módulo de corte mayor o igual a aproximadamente 2000 megapascuales y se puede aplicar y curar en la misma etapa de unión. En un aspecto ejemplar, las uniones conductoras entre células solares superpuestas creadas por el material ECA también proporcionan flexibilidad mecánica a las supercélulas, lo que permite un desajuste en la expansión térmica entre las hipercélulas para un intervalo de temperatura de aproximadamente -40 °C a aproximadamente 105 °C sin dañar el módulo solar.

En un aspecto ejemplar, la configuración en tejas elimina cualquier espacio físico entre pares de células solares dispuestas en tejas 10. En un aspecto ejemplar, la barra colectora 104 y/o las placas de carga 110 están ocultas debajo de porciones superpuestas de células solares adyacentes en la configuración en tejas. Como resultado, la hipercélula 1 tiene una forma eficiente para maximizar el uso eficiente del espacio en un módulo solar, mientras mantiene una alta conductividad eléctrica a lo largo de la longitud de la hipercélula. En particular, una porción más grande del área de superficie de la hipercélula está disponible para producir electricidad (es decir, capaz de capturar la luz solar) en comparación con las disposiciones de células solares con pestañas y las disposiciones de células solares que incluyen numerosas barras colectoras o dedos visibles en la superficie iluminada de las células solares.

La FIGURA 4a muestra una vista ampliada de una porción de la célula solar 10 mostrada en la FIGURA 3. Como se ilustra en la FIGURA 4a, la barra colectora ejemplar 104 incluye placas de carga 110 que tienen una anchura mayor que las porciones de placas sin carga de la barra colectora 104. Las placas de carga ejemplares 110 pueden incluir una porción principal 112 y una porción de extensión 114 que se extiende alejándose de la porción principal 112 y es al menos sustancialmente paralela a los cables 108. La porción principal 112 puede tener forma rectangular, circular, ovalada o cualquier otra forma poligonal que permita que la porción principal 112 soporte la carga de una célula solar superpuesta adyacente y establezca la conexión eléctrica deseada. Preferentemente, la porción principal tiene una forma sustancialmente rectangular y se extiende sustancialmente paralela a los dedos 106 en la dirección de longitud de la porción principal 112. La porción de extensión 114 se extiende sustancialmente perpendicular a la porción principal 112 y es sustancialmente paralela al cable 108. Aunque la porción de extensión 114 se representa como sustancialmente rectangular, también se pueden emplear otras formas adecuadas (por ejemplo, ovalada, redondeada, puntiaguda, etc.). La porción principal 112 se puede utilizar para conectar eléctricamente células solares adyacentes (por ejemplo, células solares 10a, 10b) de modo que los electrones puedan moverse de una célula solar a otra para crear una corriente eléctrica. La porción de extensión 114 se puede utilizar para conectar eléctricamente la placa de carga 110 a un cable de conexión adyacente 108. La porción de extensión 114 se puede extender para estar en contacto con el cable 108, tal como se ilustra en la FIGURA 4a. Alternativamente, la porción de extensión 114 puede superponerse con el cable 108 o puede existir un pequeño espacio entre el cable 108 y la porción de extensión 114. En el caso en el que pueda existir un espacio entre la porción de extensión 114 y el cable 108, se puede aplicar un material

eléctricamente conductor adicional (por ejemplo, ECA) para conectar eléctricamente la porción de extensión 114 y los cables 108. Por lo tanto, la placa de carga 110 se puede utilizar para conectar eléctricamente células solares 10 adyacentes y superpuestas en la hipercélula 1.

5 Las FIGURAS 4b y 4c ilustran configuraciones adicionales de la barra colectora 104 y/o las placas de carga 110 de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. Como se ha comentado anteriormente, la FIGURA 4b ilustra una célula solar 10 que incluye una barra colectora 104b que tiene una anchura constante de modo que las placas de carga 110b y la barra colectora tienen sustancialmente la misma anchura, excepto en las áreas de las placas de carga en las que se encuentran las porciones de extensión 114b. Debido a que la barra colectora 104b y las placas de carga 110b tienen sustancialmente la misma anchura, el tiempo de fabricación (y, por lo tanto, los costos) se pueden reducir ya que la barra colectora 104b y las placas de carga 110b se pueden aplicar a la célula solar 10 en menos etapas debido a la forma más uniforme de la barra colectora 104b (en comparación con la barra colectora 104 y las placas de carga 110 de la célula solar de la FIGURA 4a).

15 La FIGURA 4c ilustra una célula solar 10 que tiene solamente placas de carga 110c y ninguna barra colectora 104, de acuerdo con un aspecto ejemplar de la divulgación. En la célula solar de la FIGURA 4c, no se utiliza ningún material para formar una barra colectora y, por lo tanto, se pueden reducir los costos de fabricación.

Con referencia a la FIGURA 3, los dedos 106 pueden extenderse sustancialmente paralelos a la barra colectora 104 y sustancialmente paralelos al borde largo 105 de la célula solar 10 (por ejemplo, en el caso en que la célula solar 10 sea sustancialmente rectangular, incluidos los bordes corto y largo). Alternativamente, los dedos 106 pueden extenderse en un ligero ángulo con respecto a la barra colectora 104 y/o al borde largo 105 de la célula solar. Por ejemplo, el ligero ángulo puede ser un ángulo de 1 a 5 grados. En algunos aspectos ejemplares, los dedos 106 pueden entrar en contacto con la barra colectora 104. En otros aspectos ejemplares, cada uno de los dedos 106 puede ser ligeramente no paralelo a los otros dedos. Los dedos están configurados para transportar electrones libres desde la capa semiconductor hasta el cable 108. En algunos aspectos ejemplares, los dedos 106 pueden estar impresos como una línea fina sobre la capa semiconductor y están hechos de material de plata. Sin embargo, se pueden utilizar otros materiales conductores (por ejemplo, estaño, cobre, plata serigrafiada, aluminio serigrafiado). En un aspecto ejemplar, los dedos 106 pueden ser tan finos como aproximadamente 10 μm de ancho. En un aspecto ejemplar, los dedos pueden tener anchuras en un intervalo de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 90 μm , o un intervalo de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 50 μm . En un aspecto ejemplar, la altura de los dedos está en un intervalo de aproximadamente 10 μm a aproximadamente 30 μm . Alternativamente, los dedos 106 pueden ser más anchos para aumentar la conductividad.

Los dedos 106 se extienden sustancialmente a lo largo de toda la longitud de la célula solar 10. En algunos aspectos ejemplares, los dedos 106 pueden dividirse de modo que un primer dedo 106 se extienda solo parcialmente a lo largo de la longitud de la célula solar 10 y un segundo dedo, que puede o no estar conectado al primer dedo, se extienda por la longitud restante de la célula solar 10. Además, los dedos 106 pueden estar espaciados uniformemente a lo largo de la capa semiconductor para proporcionar una captura uniforme de electrones libres en la capa semiconductor 102. Alternativamente, los dedos 106 pueden colocarse a diferentes distancias entre sí sin apartarse del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, un primer dedo 106a puede estar espaciado a una primera distancia D1 desde un segundo dedo adyacente 106b que puede estar espaciado desde un tercer dedo 106c a una segunda distancia D2 que es diferente a la primera distancia D1 (véase la FIGURA 4a). En algunos aspectos ejemplares, la primera distancia D1 y/o la segunda distancia D2 están en un intervalo de aproximadamente 1,2 mm a aproximadamente 2 mm. En otros aspectos ejemplares, la primera distancia D1 y/o la segunda distancia D2 están en un intervalo de aproximadamente 0,624 mm a aproximadamente 0,780 mm. En algunos aspectos ejemplares, los dedos 106 pueden estar provistos de un espaciado más pequeño (por ejemplo, D1, D2) entre dedos adyacentes en relación con el espaciado D3 entre cables adyacentes 108. Por ejemplo, una relación entre el espaciado de dedos D1/D2 y el espaciado de cables D3 puede estar entre aproximadamente 20:1 y aproximadamente 5:1. En el ejemplo no limitativo de la FIGURA 3a, la relación de espaciado entre los dedos 106 y los cables 108 es aproximadamente 15:1.

Los enfoques ejemplares descritos en la presente memoria descriptiva pueden reducir ventajosamente el costo al reducir la cantidad de material utilizado para la conducción eficiente de corriente a lo largo de una cadena de células solares o hipercélula. Por ejemplo, los cables 108 pueden formarse como un cable o cinta de cobre (o de otro material conductor menos costoso que la plata) para reducir la Rs de la resistencia en serie en la cadena de células solares, mejorando así la potencia del módulo solar y reduciendo el costo a través de la reducción en el consumo de plata. Los enfoques ejemplares descritos en la presente memoria descriptiva también pueden permitir ventajosamente módulos solares de alta potencia y bajo costo que incluyen células solares interconectadas en serie a través de un ECA en combinación con cables que se extienden a lo largo de una o más hipercélulas del módulo solar.

Como se ilustra en las FIGURAS 3 y 4a-4c, la célula solar 10 puede incluir además cables 108 que se extienden sustancialmente perpendicularmente a los dedos 106, la barra colectora 104 y/o el borde largo de la célula solar

10. Los cables 108 pueden estar unidos, mediante impresión u otro proceso de aplicación, en la parte superior de los dedos 106 de modo que los cables 108 y los dedos 106 estén conectados eléctricamente. En otros aspectos ejemplares, los cables pueden pegarse mediante ECA mediante IR o aire caliente; soldarse mediante soldadura por inducción; o si el cable tiene un revestimiento de baja temperatura (por ejemplo, estaño-bismuto o similar), el cable puede estar unido mediante aire caliente o a partir de la temperatura del laminado calentado durante la laminación de la hipercélula. Por lo tanto, los cables 108 pueden no incluir ningún revestimiento o cubierta que impida una conexión eléctrica eficiente con los dedos 102 o la placa de carga 110. Además, los cables 108 pueden extenderse hasta la barra colectora 104 y pueden estar en conexión eléctrica con ella a través de las placas de carga 110. Por lo tanto, los cables 108 proporcionan una conexión eléctrica entre los dedos 106 y la barra colectora 104 de modo que los electrones libres en la capa semiconductor pueden viajar desde los dedos 106 a través de los cables 108 y hasta la barra colectora 104 para crear una corriente eléctrica.

Los cables 108 se conectan a la porción de extensión 114 de la placa de carga 110. En algunos aspectos ejemplares, los cables 108 se pueden conectar a la placa de carga 110 a través de un contacto físico superpuesto directo. En otros aspectos ejemplares, el cable 108 y la placa de carga 110 pueden estar en conexión de contacto entre sí para crear una conexión eléctrica. En otros aspectos ejemplares, el cable 108 y la placa de carga 110 pueden no estar en contacto físico directo y se puede utilizar un material adicional (tal como ECA) para establecer la conexión eléctrica entre la placa de carga 110 y el cable 108. En algunos aspectos ejemplares, los cables 108 están hechos de cobre. En otros aspectos ejemplares, los cables 108 están hechos de otros materiales eléctricamente conductores que incluyen, entre otros, oro, plata, estaño o similares.

La FIGURA 5 ilustra una sección transversal ampliada de células solares superpuestas 10a, 10b, de acuerdo con un aspecto ejemplar de la divulgación. En la FIGURA 5, el cable 108 no se extiende completamente hasta la porción principal 112 de la placa de carga 110. En cambio, el cable 108 está en contacto con la porción de extensión 114 de la placa de carga 110. Debido a esta configuración, el cable 108 no recibe sustancialmente ninguna fuerza de carga L de la célula solar superpuesta 10a. En otras palabras, la célula solar superpuesta 10a no entra en contacto ni carga los cables 108 desde arriba. De esta manera, las células solares 10a y 10b están protegidas ventajosamente de agrietamiento o rotura debido a concentraciones del peso de la célula solar superpuesta 10a en puntos específicos. En otras palabras, debido a que el cable 108 no está debajo de la célula solar superpuesta 10a, el peso de la célula solar 10a se distribuye uniformemente entre las placas de carga y las cargas puntuales (por ejemplo, en los cables o en la parte inferior de la célula solar superpuesta 10a) se pueden evitar sustancialmente. Por lo tanto, se puede lograr una vida útil más larga de la hipercélula 1 al evitar roturas innecesarias. Se observa que, en algunos aspectos ejemplares, el cable 108 puede extenderse ligeramente debajo de la célula solar superpuesta 10a siempre que no se transfiera sustancialmente ninguna fuerza de carga L a los cables 108, sin alejarse del alcance de la divulgación.

Además, la FIGURA 5 ilustra que las células solares 10a, 10b pueden incluir además placas de carga 116 en un lado inferior de la capa semiconductor 102. Las placas de carga 116 pueden estar hechas del mismo material o de un material diferente al de las placas de carga 110. Además, se puede utilizar material de ECA para unir las células solares 10a, 10b entre sí. Por lo tanto, las placas de carga 114, 116 y el ECA funcionan en conjunto para conectar eléctricamente la célula solar 10a y la célula solar 10b. En un aspecto ejemplar, una distancia H entre las células solares superpuestas 10a, 10b está en un intervalo de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 100 μm .

La FIGURA 6 es una vista ampliada de la sección transversal mostrada en la FIGURA 5. En la FIGURA 6, la célula solar 10a incluye un borde superpuesto 122 que está ubicado por encima de la célula solar 10b. Además, el cable 108 de la célula solar 10b incluye un borde 120 que termina en o cerca de la porción de extensión 114 de la placa de carga 110. En la FIGURA 6, se representa un espacio G1 entre el borde superpuesto 122 de la célula solar 10a y el borde 120 del cable 108. El espacio G1 asegura que la fuerza de carga de la célula solar 10a no se transfiera a la célula solar 10b en el caso de que, por ejemplo, el ECA 118 se comprima y la célula solar 10a se mueva hacia la célula solar 10b. En algunos aspectos ejemplares, el espacio puede ser sustancialmente cero de modo que el borde superpuesto 122 y 120 estén sustancialmente alineados en el mismo plano. En otros aspectos ejemplares, el espacio puede ser un espacio negativo de modo que el cable 108 esté posicionado ligeramente debajo de la célula solar 10a, pero aún esté protegido de daños de la célula solar 10a debido a otros mecanismos.

Con referencia a la FIGURA 7, en algunos aspectos ejemplares, los cables 108a pueden tener una forma en sección transversal circular. La forma circular es fácil de fabricar, ya que los cables se producen típicamente con secciones transversales circulares. Por lo tanto, la forma en sección transversal circular ofrece una opción rentable para los cables 108.

Con referencia a la FIGURA 8, en algunos aspectos ejemplares, los cables 108b pueden tener una forma en sección transversal triangular. Además de proporcionar una alta conductividad, los cables triangulares 108b proporcionan una eficiencia mejorada a la célula solar 10 al reflejar la luz hacia el material semiconductor (véase la FIGURA 9).

La FIGURA 9 es una vista en sección transversal ampliada de una célula solar 10 de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. En la FIGURA 9, los rayos de luz R se desvían del cable de forma triangular 108b y se dirigen hacia la capa semiconductora 102. Por lo tanto, la luz que normalmente estaría bloqueada por los cables 108 en la parte superior de la capa semiconductora 102 se redirige al menos parcialmente hacia la capa semiconductora 102. En consecuencia, al dirigirse más luz hacia la capa semiconductora 102 se liberan más electrones y se mejora la eficiencia de la célula solar 10.

Las FIGURAS 10-12 ilustran un patrón de metalización del lado frontal de la célula solar 20 de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. La célula solar 20 puede incluir una capa semiconductora 202, una barra colectora 204, dedos 206, cables 208, placas de carga 210, 216 y ECA 218.

La célula solar 20 se diferencia de la célula solar 10 en que la placa de carga 210 de la célula solar 20 no entra en contacto directo con el cable 208 para establecer una conexión eléctrica. La FIGURA 11 ilustra la célula solar 20 antes de aplicar el material ECA 218 a la capa semiconductora 202 para crear una conexión eléctrica entre la placa de carga 210 y el cable 208. En la FIGURA 11, se deja un espacio G2 entre la placa de carga 210 y el cable 208. El espacio G2 puede ser tan grande como la distancia desde la placa de carga 210 hasta el siguiente dedo adyacente 206 o el extremo del cable 208 puede ubicarse mucho más cerca de la placa de carga 210 sin alejarse del alcance de la divulgación. En un aspecto ejemplar, los cables 208 se superponen a las placas de carga en un intervalo de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 1 mm.

La FIGURA 12 ilustra la célula solar 20 después de que el material ECA 218 se haya aplicado mediante impresión (por ejemplo, serigrafía o impresión por inyección de tinta) u otro proceso de aplicación o dispensación de ECA (por ejemplo, inyección, dispensación mediante un sistema de tornillo neumático/mecánico, etc.) sobre la placa de carga 210 y el cable 208. Por lo tanto, la célula solar 20 se puede producir utilizando menos del material utilizado para la placa de carga 210. Dado que la placa de carga 210 puede estar hecha de metal de plata, el ECA 218 es típicamente un material menos costoso de utilizar. Por lo tanto, el uso del ECA 218 para conectar la placa de carga 210 y el cable 208 puede dar como resultado costos de fabricación reducidos de la célula solar 20, mientras que el ECA todavía funciona como una conexión altamente conductora entre células solares superpuestas en la hipercélula 1.

La FIGURA 13 ilustra una sección transversal ampliada de células solares superpuestas 20a, 20b, de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. En la FIGURA 13, y como se describió anteriormente, los cables 208 pueden no extenderse completamente hasta la barra colectora 210 de modo que el cable 208 no reciba ninguna carga de la célula solar superpuesta 20a. En otras palabras, la célula solar superpuesta 20a puede no cubrir los cables 208 desde arriba. De esta manera, los cables 208 están protegidos ventajosamente contra el agrietamiento o la rotura debido al peso de la célula solar superpuesta 20a. De este modo, se puede lograr una vida útil más larga de la célula solar 20 al evitar roturas innecesarias.

Además, la FIGURA 13 ilustra que las células solares 20a, 20b pueden incluir además placas de carga 216 en un lado inferior de la capa semiconductora 202. Además, se puede utilizar material ECA 218 para unir las células solares 20a, 20b entre sí. En la FIGURA 13, el material ECA 218 también se utiliza para conectar eléctricamente la placa de carga 210 y el cable 208. De este modo, las placas de carga 110, 116 y el ECA 218 funcionan en conjunto para conectar eléctricamente la célula solar 20a y la célula solar 20b.

Las FIGURAS 14 a 16 ilustran un patrón de metalización del lado frontal de la célula solar 30 de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. La célula solar 30 puede incluir una capa semiconductora 302, una barra colectora 304, dedos 306, cables 308, placas de carga 310, 316 y ECA 318.

La célula solar 30 se diferencia de las células solares 10, 20 en que la barra colectora 304 y la placa de carga 310 de la célula solar 30 están ambas hechas de ECA 318. Por lo tanto, las FIGURAS 14-16 ilustran que no se utiliza metal, como por ejemplo plata, para formar la barra colectora 304, las placas de carga 310 o ambas. Dado que el coste de la plata para su uso en células solares es significativamente mayor que el coste del material ECA, la célula solar 30 se puede fabricar a un coste significativamente menor.

La FIGURA 17 es un diagrama de bloques de un procedimiento de fabricación de las células solares 10, 20, 30, etc. de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. En la FIGURA 17, en la etapa S01, se reciben obleas de células entrantes que tienen las barras colectoras y los dedos previamente unidos. En la etapa S02, las células se cargan en una máquina de impresión/aplicación de cables. En la etapa S03, los cables se unen a las células recibidas mediante soldadura IR o un procedimiento similar de unión de los cables. En esta etapa, los cables pueden tener un revestimiento de soldadura de baja temperatura que se calienta para unir los cables. En la etapa S04, las células se pueden someter a prueba utilizando un sistema de contacto Grid TOUCH tal como el comprobador de Meyer Burger. En otros aspectos ejemplares, las células se pueden someter a prueba utilizando cintas de cobre. En la etapa S05, se utiliza un láser para calentar el revestimiento de soldadura y unir los cables a las células recibidas. Debido a que los cables incluyen un revestimiento de soldadura de baja temperatura, se puede evitar el grabado de los dedos o de la capa semiconductora debajo de los cables debido al calor del láser.

En la etapa S06, el ECA se imprime sobre la oblea de la célula solar. En la etapa S07, las obleas se dividen para formar las células solares individuales 10. En un aspecto ejemplar, las obleas son obleas de silicio cristalino que se dividen en células solares de silicio cristalino individuales o tiras sustancialmente rectangulares. En la etapa S08, las células solares 10 se disponen en una disposición en tejas (como se muestra en la FIGURA 1) para formar la hipercélula dispuesta en tejas. En la etapa S09, las células se calientan en un horno durante una cantidad de tiempo predeterminada para curar el ECA. En la etapa S10, se puede realizar opcionalmente un proceso de fijación flexible en el que se fija una cinta de cobre a lo largo de un extremo de un lado iluminado de la hipercélula y que se extiende a través de cada una de las células solares 10. En un aspecto ejemplar, el proceso de fijación flexible se puede realizar mediante un proceso automatizado o un proceso manual. En un aspecto ejemplar, las cintas de cobre se pueden fijar mediante soldadura manual, soldadura IR o ECA. En la etapa S11, se completa la fabricación de la hipercélula terminada dispuesta en tejas 1.

La FIGURA 18 ilustra una oblea de célula solar densa híbrida 100 antes de fijar los cables, de acuerdo con aspectos ejemplares de la divulgación. La FIGURA 19 ilustra la oblea de célula solar densa híbrida 100 de la FIGURA 18 después de que los cables 108 se han unido a la oblea 100. En un aspecto ejemplar, las células solares 10 pueden formarse dividiendo la oblea de célula solar 100 (por ejemplo, en la etapa S07) a lo largo de las líneas de corte A-A y B-B (ilustradas como líneas de puntos en la FIGURA 19). La oblea de célula solar 100 también puede cortarse, romperse o dividirse de otro modo para formar las células solares rectangulares 10. En la FIGURA 19, la oblea de célula solar incluye los patrones de metalización para cada una de las células solares 10, incluidas las barras colectoras, los dedos, las placas de carga y los cables respectivos.

En los aspectos ejemplares no limitativos ilustrados en la FIGURA 18 y la FIGURA 19, la oblea de célula solar incluye un patrón de metalización que puede dividirse preferentemente en tres subcélulas solares rectangulares o tiras más pequeñas. Sin embargo, en algunos aspectos ejemplares, el patrón de metalización puede modificarse de modo que la oblea de célula solar se divida preferentemente en cualquier número deseado de subcélulas solares. Por ejemplo, la oblea puede dividirse en un número de subcélulas que varía de 2 a 20 subcélulas.

Obviamente, son posibles numerosas modificaciones y variaciones de la presente invención a la luz de las enseñanzas anteriores. Por lo tanto, debe entenderse que, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención puede practicarse de manera diferente a la descrita específicamente en la presente memoria descriptiva.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo solar, comprendiendo el módulo solar:

5 al menos una primera célula solar (10a, 20a) y al menos una segunda célula solar (10b, 20b), cada una incluyendo:

un lado superior y un lado inferior, y
una barra colectora (104, 204),

10

en el que la primera célula solar (10a, 20a) se superpone a una región de la segunda célula solar (10b, 20b) para conectarse eléctricamente a la segunda célula solar (10b, 20b) y para formar una disposición en tejas,

15

en el que la al menos una primera célula solar (10a, 20a) y al menos una segunda célula solar (10b, 20b) cada una incluye una pluralidad de cables (108, 208), dispuestos en el lado superior, que se extienden desde y están conectados eléctricamente a la barra colectora (104, 204), **caracterizado porque:**

20

en la segunda célula solar (10b, 20b), la pluralidad de cables (108, 208) se conectan a la barra colectora (104, 204) fuera de la región en la que la primera célula solar (10a, 20a) se superpone a la segunda célula solar (10b, 20b).

25

2. El módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la barra colectora (104, 204) de la primera célula solar (10a, 20a) y la barra colectora (104, 204) de la segunda célula solar (10b, 20b) están compuestas de un primer metal y la pluralidad de cables (108, 208) están compuestos de un segundo metal diferente del primer metal.

30

3. El módulo solar de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que cada barra colectora (104, 204) incluye una pluralidad de placas de carga (110, 116, 210, 216), y cada cable (108, 208) de la pluralidad de cables (108, 208) está conectado a una placa de carga de la pluralidad de placas de carga (110, 116, 210, 216).

35

4. El módulo solar de acuerdo con la reivindicación 3, en el que cada placa de carga (110) incluye una porción principal (112) que está dispuesta dentro de la región de superposición y una porción de extensión (114) que está dispuesta al menos parcialmente fuera de la región de superposición, y cada cable (108) de la pluralidad de cables (108) se conecta a la porción de extensión (114) de la respectiva placa de carga (110).

40

5. El módulo solar de acuerdo con la reivindicación 4, en el que la porción de extensión (114) de cada placa de carga (110) se extiende alejándose de la porción principal (112) de la placa de carga (110).

45

6. El módulo solar de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la barra colectora (104) incluye una primera porción de extensión entre las porciones principales (112) de las placas de carga (110) y cada porción principal (112) de la placa de carga (110) tiene una anchura mayor que la primera porción de la barra colectora (104).

50

7. El módulo solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cada célula solar además incluye una pluralidad de dedos (106, 206) que se extienden en una dirección perpendicular a la pluralidad de cables (108, 208), y la pluralidad de cables (108, 208) tienen una resistencia eléctrica que es menor que una resistencia eléctrica de los dedos (106, 206).

55

8. El módulo solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cada célula solar además incluye una pluralidad de dedos (106, 206) que se extienden en una dirección perpendicular a la pluralidad de cables (108, 208); y en el que la pluralidad de dedos (106, 206) están compuestos de un primer metal y la pluralidad de cables (108, 208) están compuestos de un segundo metal diferente del primer metal.

60

9. El módulo solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que cada célula solar además incluye una pluralidad de dedos (106, 206) que se extienden en una dirección perpendicular a la pluralidad de cables (108, 208); y en el que el espaciado entre la pluralidad de dedos (106, 206) es menor que el espaciado entre cables adyacentes (108) de la pluralidad de cables (108).

65

10. El módulo solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que un adhesivo eléctricamente conductor conecta la primera célula solar (10a, 20a) a la segunda célula solar (10b, 20b) en

la región.

11. El módulo solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que cada uno de la pluralidad de cables (108, 208) tiene una forma en sección transversal circular o tiene una forma en sección transversal triangular.

12. El módulo solar de acuerdo con la reivindicación 11, en el que cada cable (108, 208) de la pluralidad de cables (108, 208) está orientado para entrar en contacto con la pluralidad de dedos (106, 206) con una base de la forma en sección transversal triangular.

13. El módulo solar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que, en cada célula solar, la pluralidad de cables (108, 208) se extienden sustancialmente perpendiculares a la barra colectora (104, 204).

14. Un procedimiento de fabricación de un módulo solar, comprendiendo el procedimiento:

proporcionar al menos una primera célula solar (10a, 20a) y al menos una segunda célula solar (10b, 20b), incluyendo cada una:

un lado superior y un lado inferior, y
una barra colectora (104, 204), y

disponer la primera célula solar (10a, 20a) para que se superponga a una región de la segunda célula solar (10b, 20b) para conectarse eléctricamente a la segunda célula solar (10b, 20b) y para formar una disposición en tejas, en el que la al menos una primera célula solar (10a, 20a) y al menos una segunda célula solar (10b, 20b) cada una incluye una pluralidad de cables (108, 208), dispuestos en el lado superior, que se extienden desde y están conectados eléctricamente a la barra colectora (104, 204), **caracterizado porque:**

en la segunda célula solar (10b, 20b), la pluralidad de cables (108, 208) se conectan a la barra colectora (104, 204) fuera de la región en la que la primera célula solar (10a, 20a) se superpone a la segunda célula solar (10b, 20b).

15. El procedimiento de fabricación de un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 14, que además comprende unir cada cable (108, 208) de la pluralidad de cables (108, 208) a la respectiva célula solar utilizando soldadura por radiación infrarroja (IR), o que además comprende imprimir un adhesivo eléctricamente conductor sobre la pluralidad de cables (108, 208) para unir cada uno de la pluralidad de cables (108, 208) a la respectiva célula solar.

16. El procedimiento de fabricación de un módulo solar de acuerdo con la reivindicación 14, que además comprende:

revestir cada uno de la pluralidad de cables (108, 208) con un material de revestimiento; y
calentar el material de revestimiento para unir la pluralidad de cables (108, 208) a la célula solar.

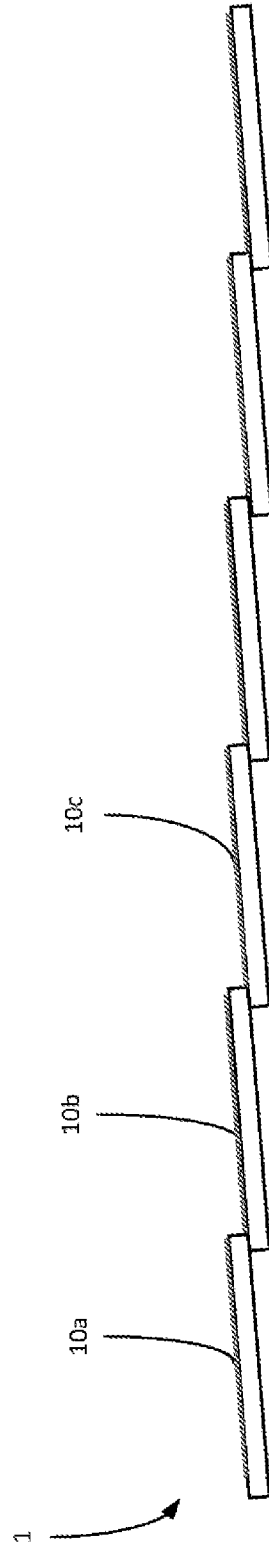


FIGURE 1

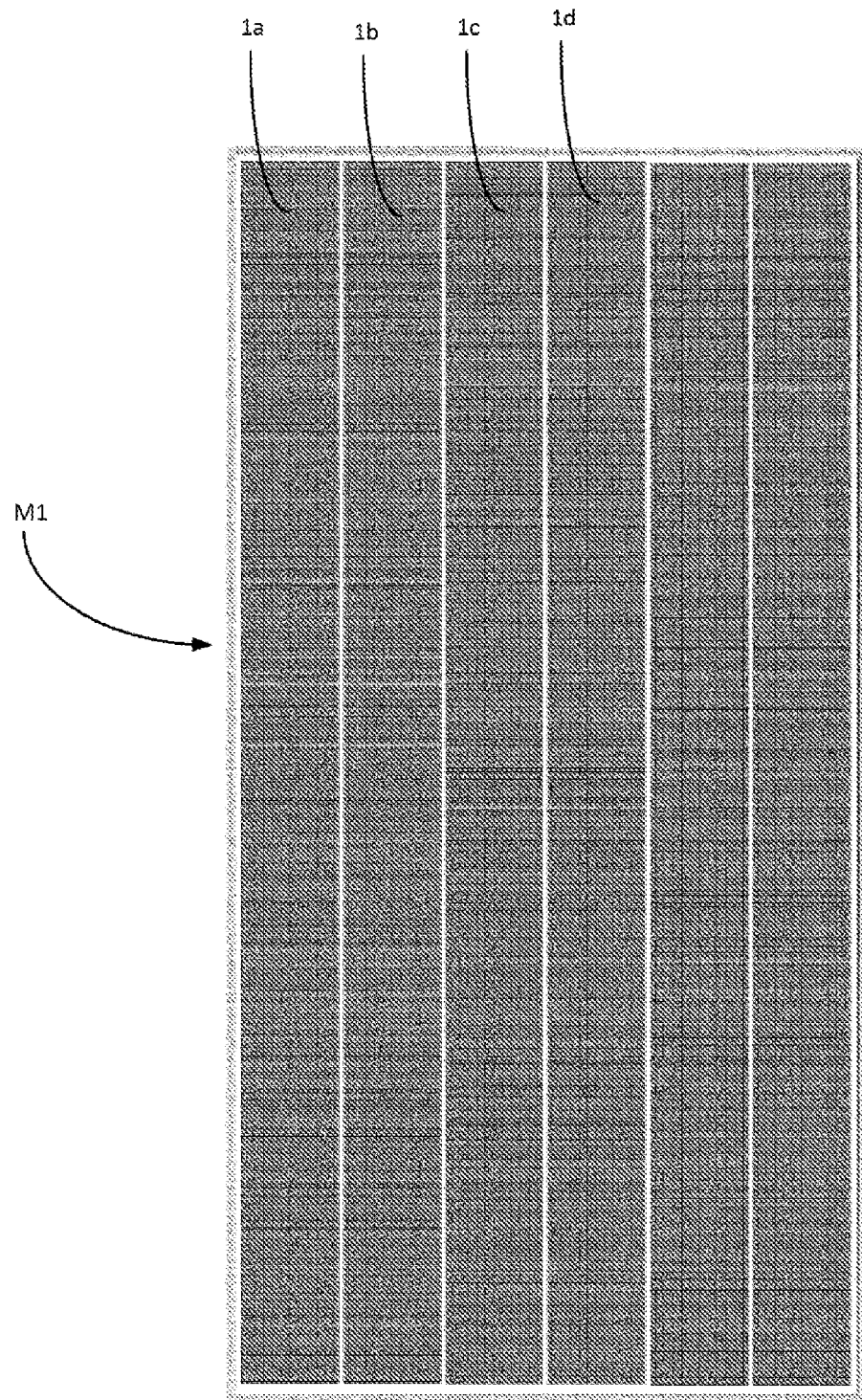


FIGURA 2a

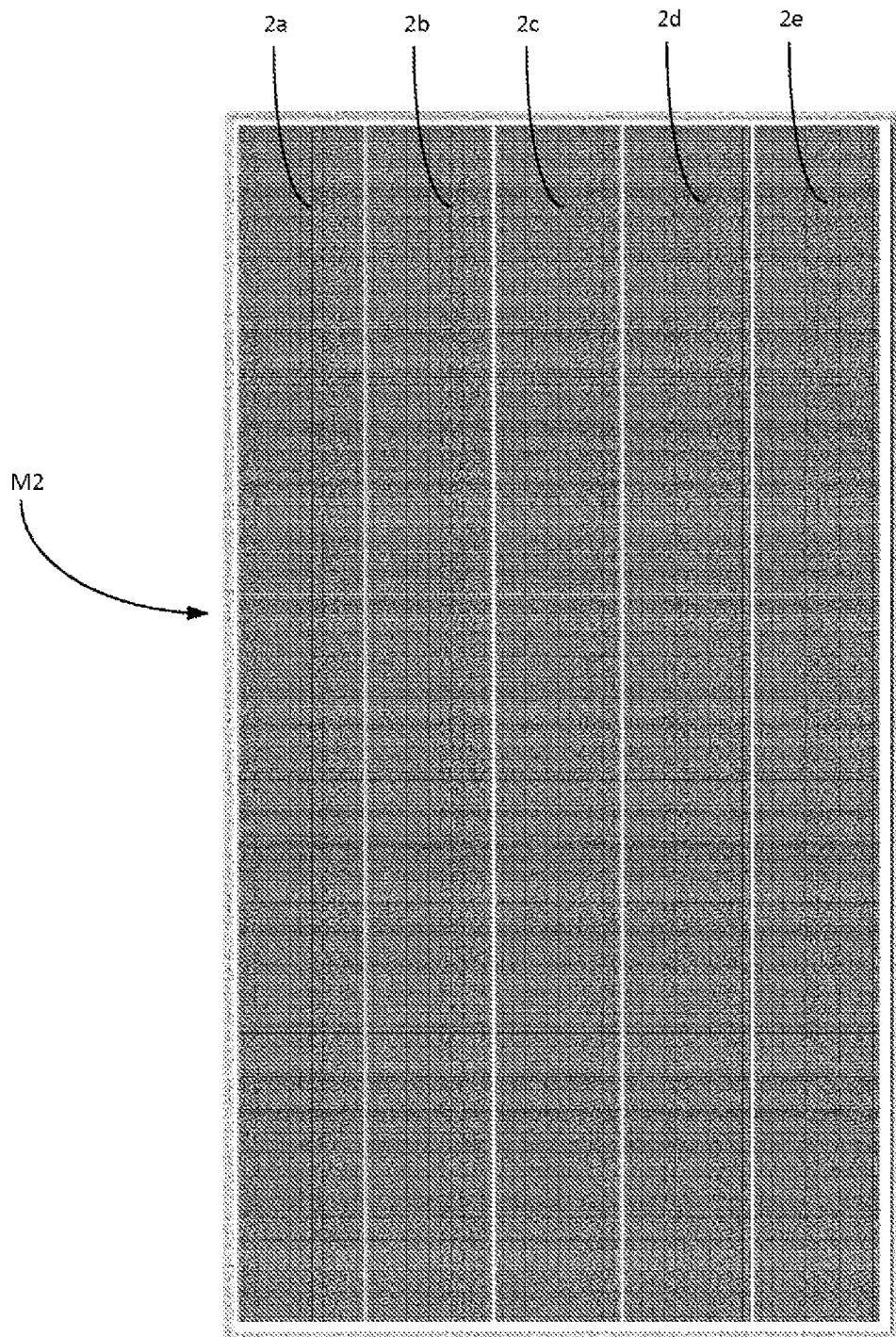
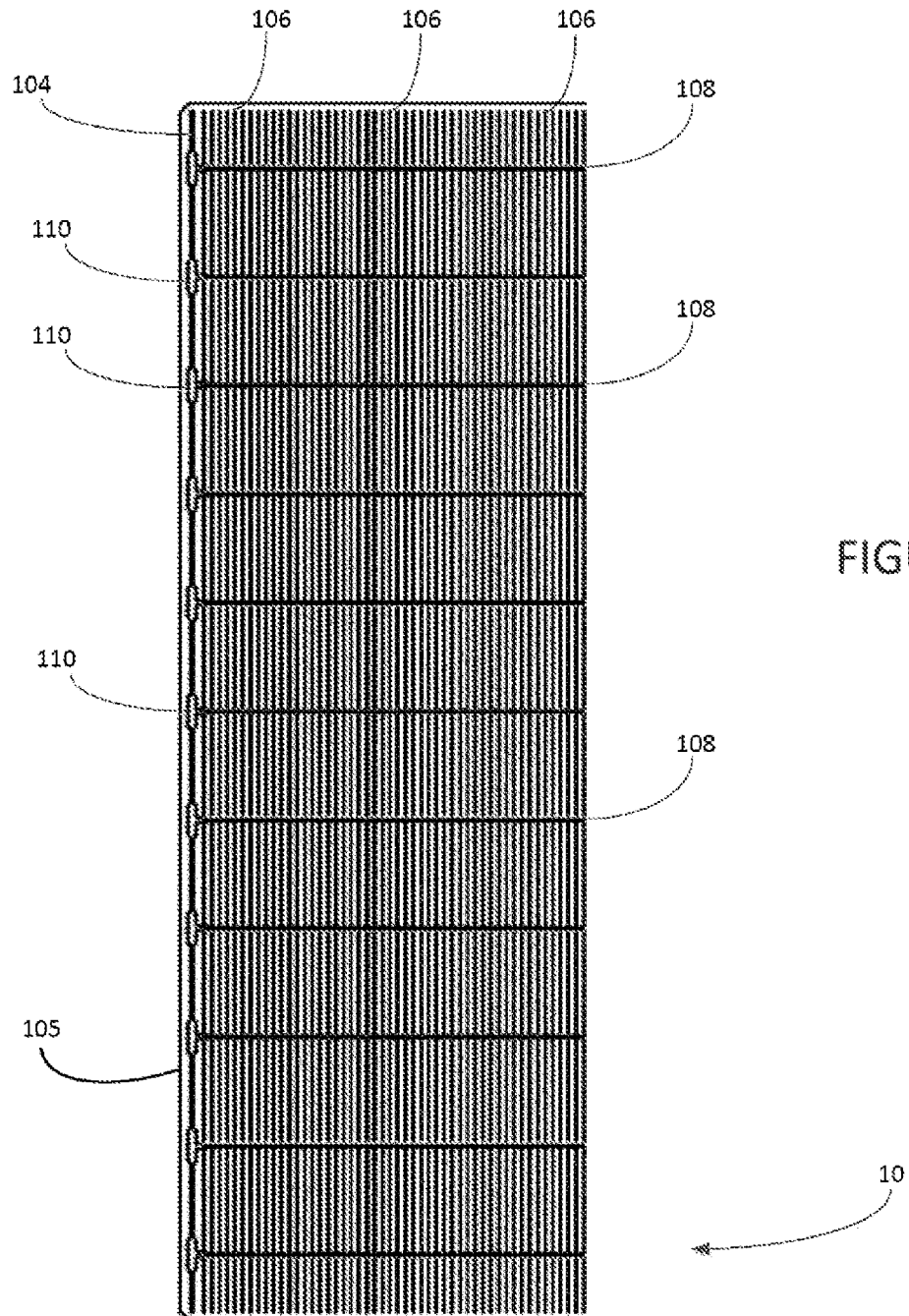


FIGURA 2b



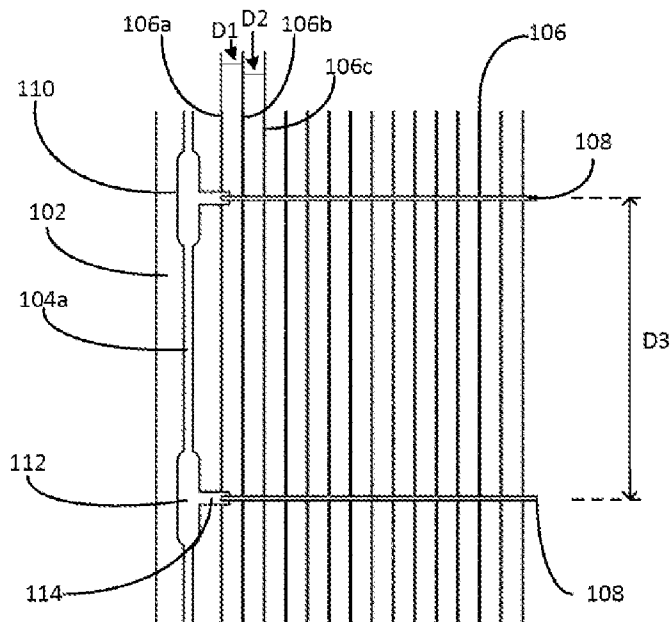


FIGURE 4a

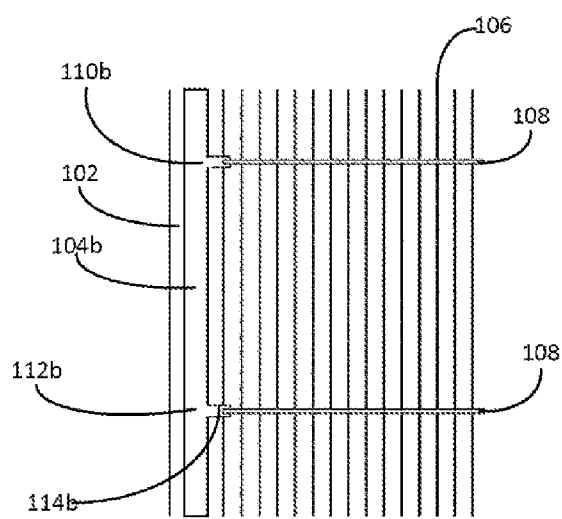


FIGURE 4b

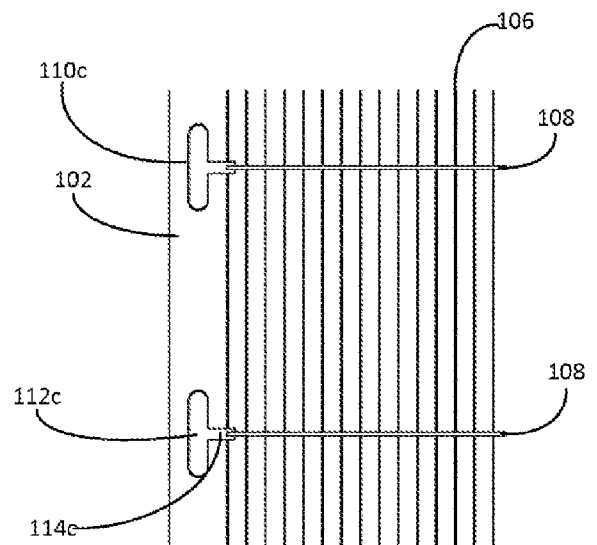


FIGURE 4c

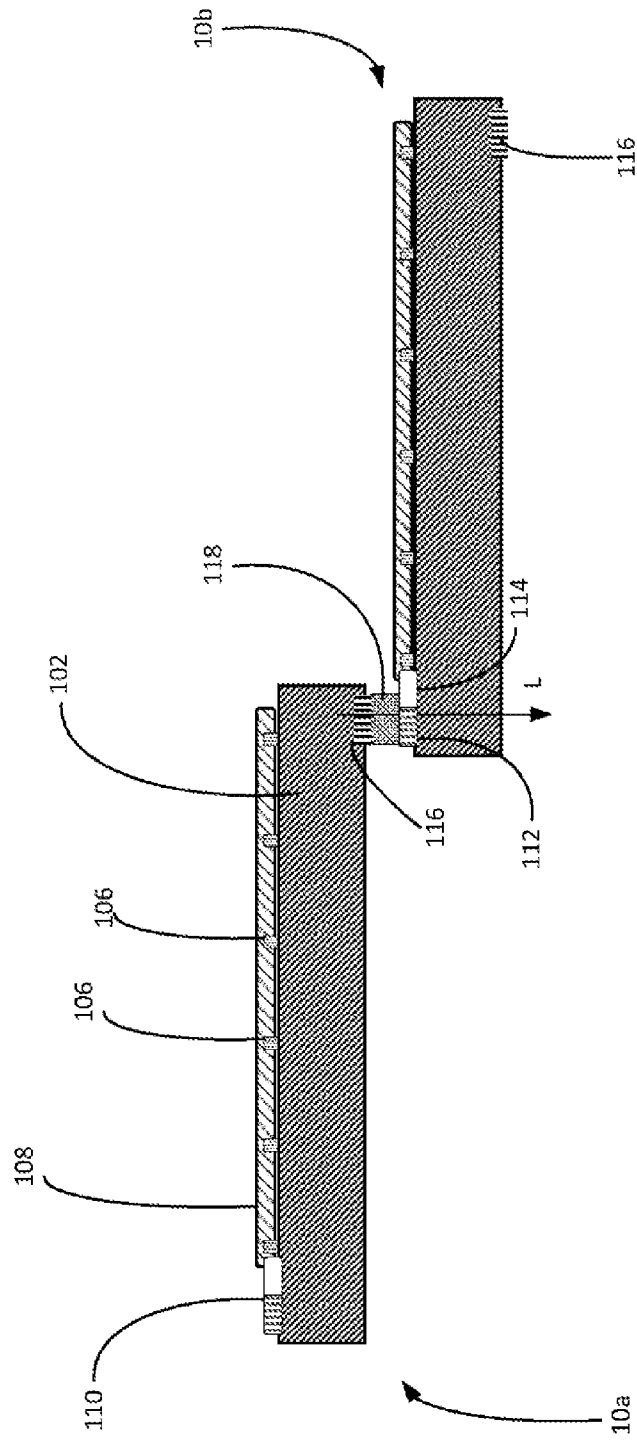


FIGURE 5

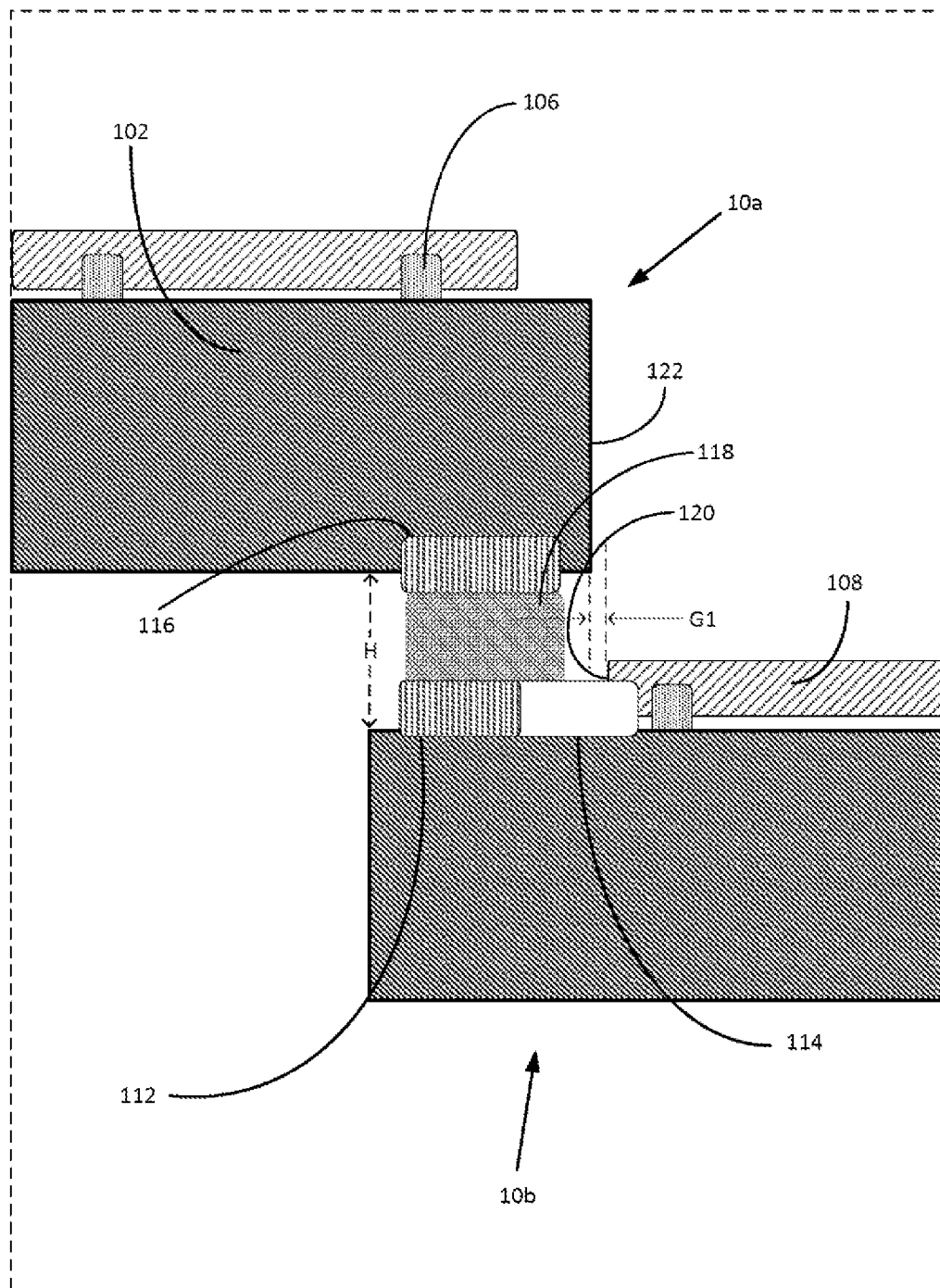


FIGURE 6

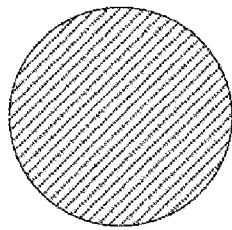


FIGURA 7

108a

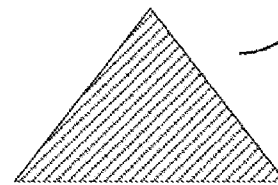
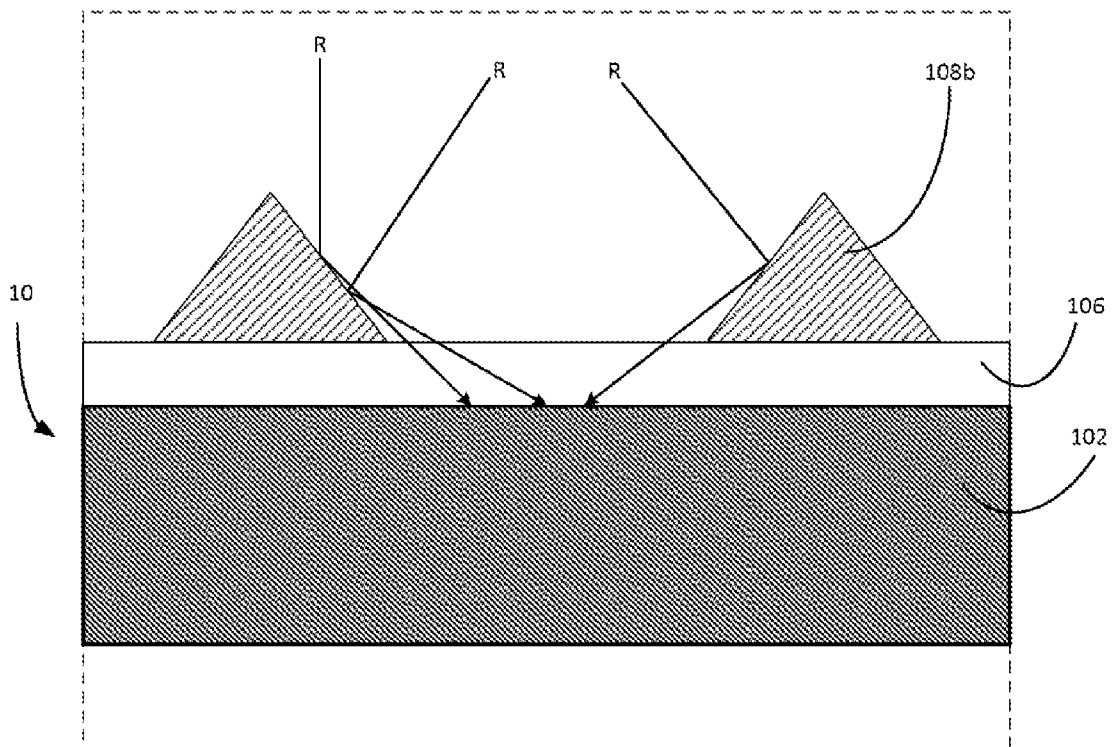
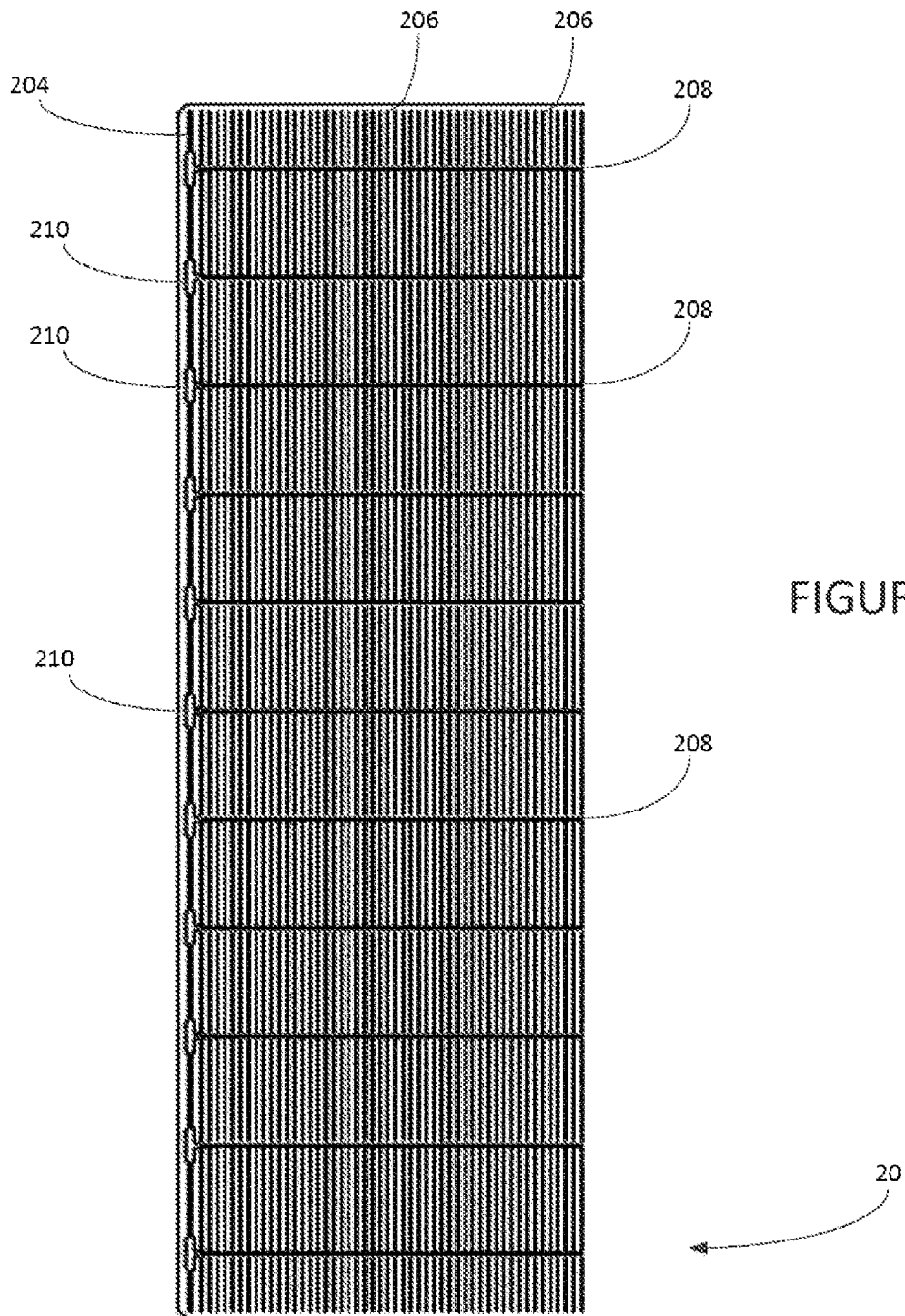


FIGURA 8

108b

FIGURA 9





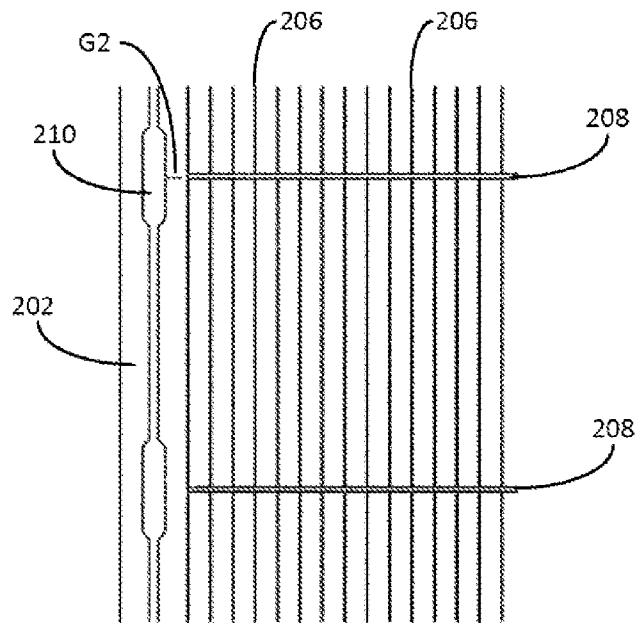


FIGURA 11

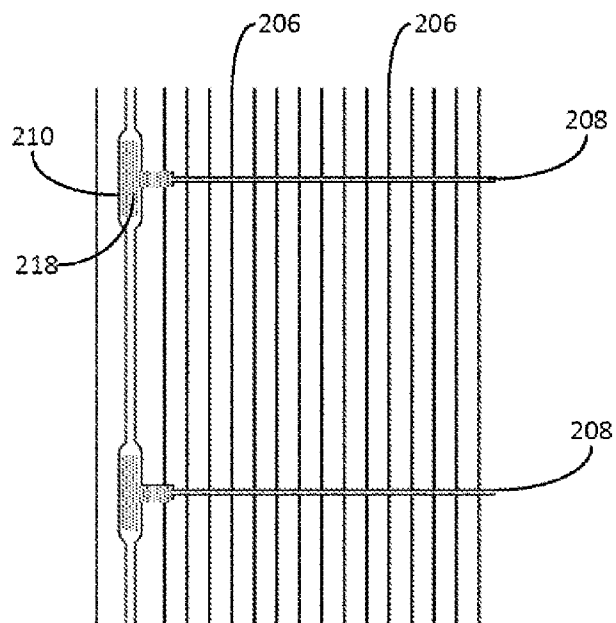


FIGURA 12

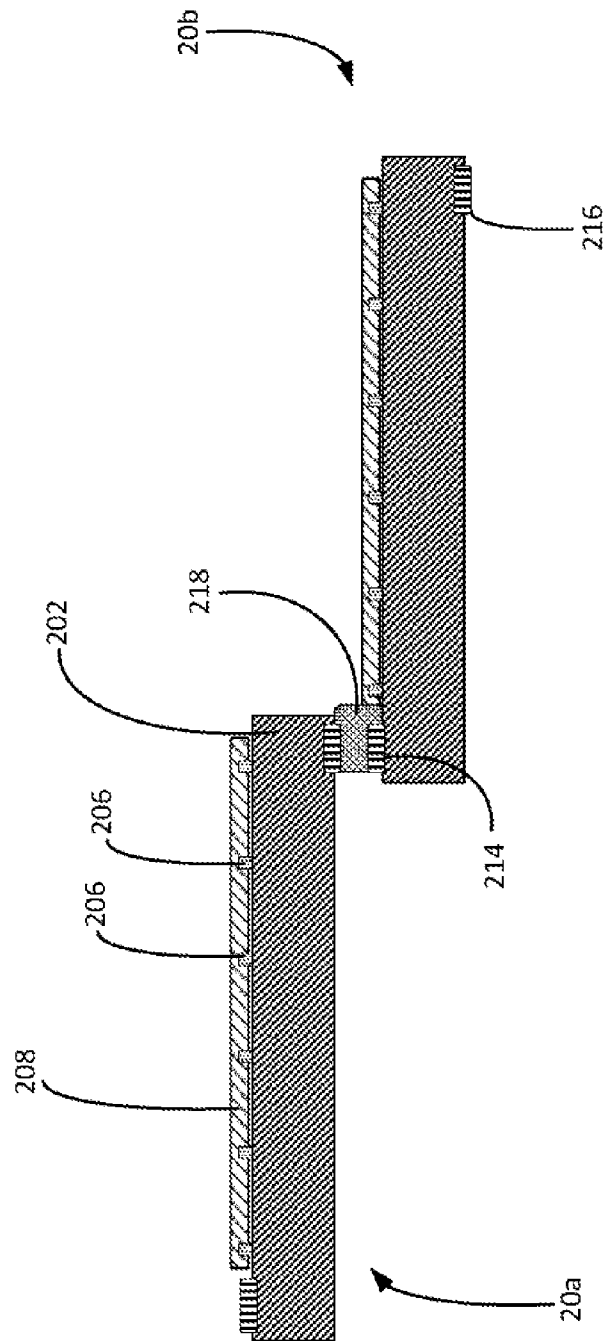
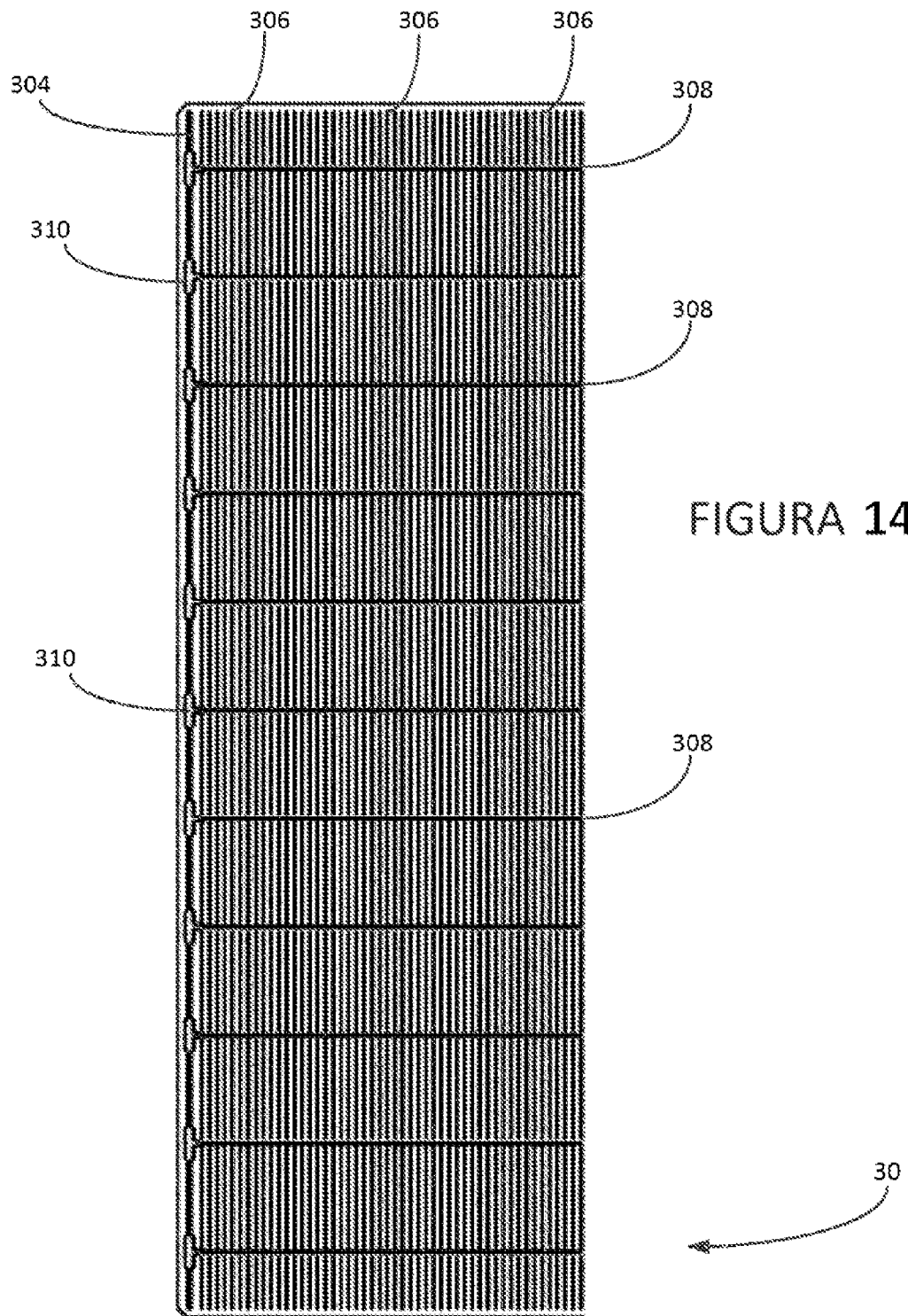


FIGURA 13



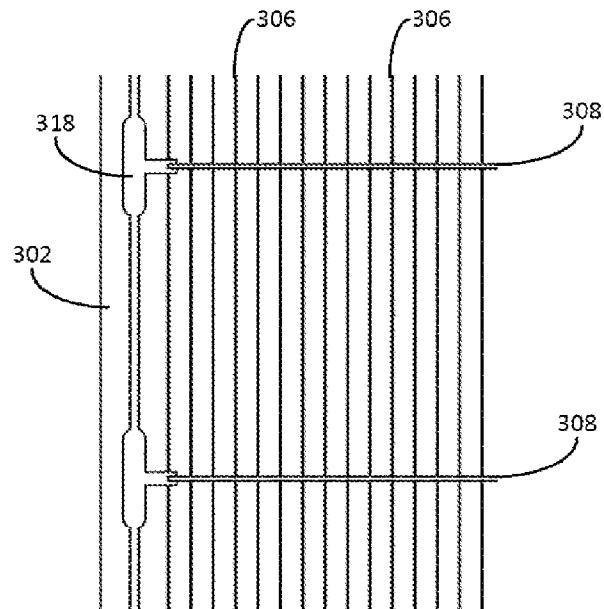


FIGURE 15

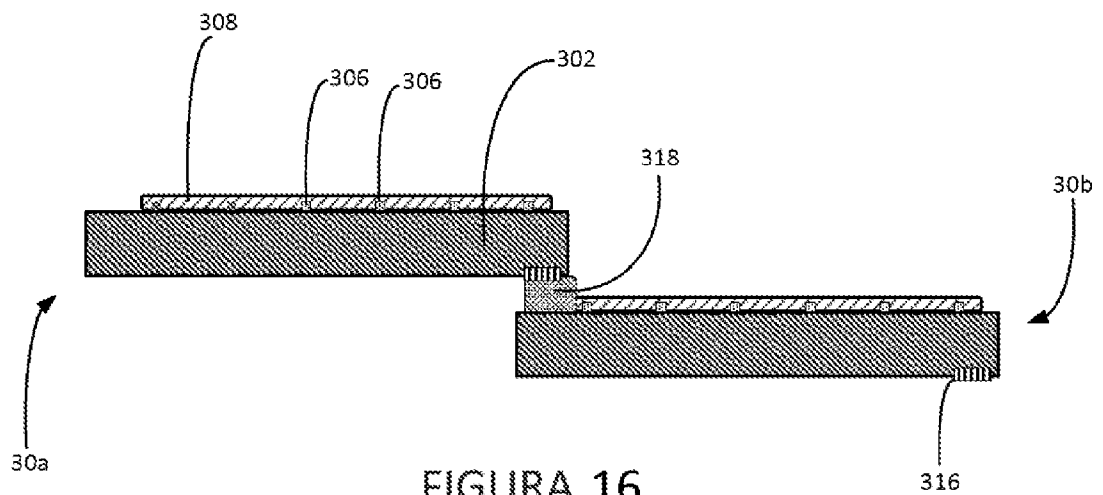


FIGURE 16

FIGURA 17

