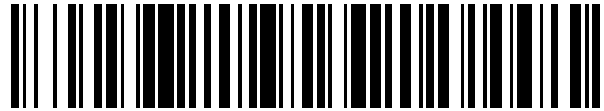


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 686 572**

51 Int. Cl.:

G01R 31/40 (2014.01)

H02S 50/10 (2014.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.05.2013 PCT/IB2013/053918**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2014 WO14013350**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.05.2013 E 13731921 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2875366**

54 Título: **Dispositivo de prueba**

30 Prioridad:

20.07.2012 EP 12177306

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

18.10.2018

73 Titular/es:

**PASAN SA (100.0%)
Rue Jaquet-Droz 8
2000 Neuchâtel, CH**

72 Inventor/es:

**BÄTZNER, DERK;
CLERC, CHARLES;
NETO, EMANUEL;
VOLLUZ, PATRICK;
BELJEAN, PIERRE-RENÉ;
ALBERS, BAS y
PAPET, PIERRE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 686 572 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de prueba

5 La invención se refiere a un dispositivo de prueba según el preámbulo de la reivindicación 1 y a un método para probar un dispositivo fotovoltaico con un dispositivo de prueba.

10 La presente invención se refiere generalmente a probar un dispositivo fotovoltaico y, más particularmente, a sistemas y métodos para hacer al menos un contacto eléctrico separable con al menos un dispositivo fotovoltaico para probar el dispositivo fotovoltaico de una manera fiable, repetible y rentable, segura para el medio ambiente y segura.

15 Una celda solar es un dispositivo (estado sólido) que convierte la energía de la luz solar directamente en electricidad mediante el efecto fotovoltaico. Los ensambles de celdas solares se usan para hacer módulos solares, también conocidos como paneles solares. La energía generada a partir de estos módulos solares, conocida como energía solar, es un ejemplo de energía solar. La energía fotovoltaica es el campo de la tecnología y la investigación relacionados con la aplicación práctica de celdas fotovoltaicas en la producción de electricidad a partir de la luz, aunque a menudo se utiliza específicamente para referirse a la generación de electricidad a partir de la luz solar.

20 Las celdas fotovoltaicas también llamadas celdas solares normalmente son dispositivos semiconductores que transforman la luz en energía eléctrica. Hoy en día, la mayoría de las celdas fotovoltaicas vendidas comercialmente son celdas solares cristalinas, que consisten en obleas de silicio dopadas. Con el fin de establecer contacto eléctrico con tales celdas, se proporcionan contactos, por ejemplo, una capa de metalización se aplica en la porción posterior y en la porción superior de estas obleas. Por lo general, la metalización de la porción posterior cubre toda el área de la porción trasera, mientras que la metalización de la porción superior consiste en dedos muy estrechos y dos o más barras. También se conocen celdas sin metalización frontal y/o posterior.

30 Para obtener mayor potencia, las celdas solares están interconectadas y ensambladas en módulos solares. Estos módulos solares constan de varias celdas, que están conectadas eléctricamente en serie. Normalmente, la metalización de la porción superior de una celda está vinculada a la metalización de la porción posterior de la siguiente celda, usando cintas de metal también llamadas pestañas. Estas cintas generalmente están soldadas o unidas a las celdas para minimizar la resistividad de contacto y lograr un contacto eléctrico uniforme con la celda, actualmente principalmente en la barra colectora.

35 Por lo general, al final de la producción de la celda y, como máximo, antes de que las celdas se ensamblen en módulos solares, las celdas solares se prueban para determinar su calidad. Las tecnologías de medición existentes para evaluar diferentes propiedades de las celdas incluyen imágenes de Electroluminiscencia, imágenes térmicas de derivaciones y la medición de la curva IV, utilizando un simulador solar en el que las celdas deben estar conectadas eléctricamente con un dispositivo de medición.

40 Electroluminiscencia es una tecnología de imagen que utiliza el principio inverso de una celda fotovoltaica. La configuración de imagen de electroluminiscencia puede consistir en un sistema de contacto eléctrico para la celda y un sistema de cámara. Todo el sistema debe instalarse en una habitación oscura para poder medir solo por la muy baja intensidad de la radiación electroluminiscente. En lugar de transformar fotones en electrones, se impone una corriente en la celda y se crean fotones en las áreas activas de la celda. El área activa es toda la superficie de la celda donde se generan los fotones. Los fotones simplemente no pueden salir de la celda directamente, ya que pueden reflejarse desde el contacto posterior y así evitar los dedos o la barra colectora. Los fotones emitidos pueden visualizarse mediante el uso de cámaras digitales altamente sensibles.

50 En las técnicas de medición de la curva IV que es una prueba funcional en interiores de la celda, se puede usar una fuente de luz (posiblemente con un espectro similar al sol), un sistema de contacto eléctrico y un equipo de medición electrónico. La celda se conecta al dispositivo de medición y, durante la iluminación de la celda, se realizan mediciones eléctricas. Una carga variable puede ser activa o pasiva, barre toda la gama de características del dispositivo, por ejemplo, de cortocircuito a circuito abierto, para recopilar la curva de corriente contra la tensión de la celda.

60 Tanto en imágenes de Electroluminiscencia, mediciones de curva IV como también otras técnicas como mediciones de resistencia de red, etc., es importante contar con un sistema de contacto eléctrico que cubra un mínimo del área activa en el lado superior de la celda donde se crean los fotones. Por lo tanto, un sistema de contacto eléctrico óptimo puede restringirse en estas áreas inactivas y emitir solo un mínimo de sombras en el área activa. También se puede desear utilizar un sistema de contacto que se asemeje a los conectores que interconectan las celdas en el módulo. De esta forma, la eficiencia de la celda en el módulo puede ser aproximada.

65 Además, es importante que las mediciones de curva IV tengan propiedades de contacto eléctrico que son muy similares al uso de cintas soldadas. La resistividad de contacto debe ser muy baja (comparable a una junta de

soldadura) y los puntos de contacto pueden distribuirse uniformemente por toda la barra colectora, de modo que la resistencia óhmica de la barra colectora sea paralela a la del conector como es el caso con una cinta soldada

5 En general, existen tres enfoques principales, a saber, sondas de resorte, alambres doblados y alambres soportados, para el contacto eléctrico de las celdas solares.

10 Las sondas de resorte (por ejemplo, conocidas a partir de CN102023235 A, HR20120081 T1, JP2010177379 A) consisten en agujas de aguja, guiadas en un tubo y precargadas por resorte. Para contactar la barra colectora de la celda solar, una serie de varias sondas de resorte se alinean sobre la barra colectora y se fijan en una barra de fijación. Estos diseños requieren muchos pasos de montaje delicados. Los pasadores de aguja son muy delicados y se dañan fácilmente. La sección transversal de las áreas de contacto también es muy pequeña en comparación con la de las cintas conectadas a la barra colectora. Además, la matriz de sondas de resorte debe repetirse para cada barra colectora. Además, para las celdas sin barra colectora, el contacto de las sondas no se parece al contacto posterior en la celda, lo que introduce un error indefinido. Al tocar los dedos, es notoriamente difícil golpear los
15 dedos con las sondas.

20 En el caso de una aproximación de alambres doblados, se utilizan alambres metálicos doblados. Se fijan fuera del área de la celda para minimizar las sombras proyectadas en la celda solar. La alineación precisa de las puntas de los alambres en la barra colectora requiere un montaje delicado. Además, la sección transversal del contacto es muy pequeña (y muy diferente de la interconexión en el módulo solar) y el número de puntos de contacto está limitado por el complicado diseño.

25 Los alambres soportados utilizados como medios de contacto eléctrico (como, por ejemplo, la forma conocida CN201945665 U, DE102011081004 A1, US2007068567 A1) están conectados de manera fija en toda su longitud a un soporte longitudinal que se extiende sobre la celda solar a contactar. El soporte longitudinal que lleva el alambre (que está al menos parcialmente desnudo, sin aislamiento) fuerza el alambre contra la celda solar. El soporte debe ser rígido y mecánicamente estable para ejercer esta fuerza. Esto conduce a soportes grandes y pesados indeseables que proyectan mucha sombra sobre la celda solar.

30 El documento US2010045264A1 divulga una sonda para contactar eléctricamente temporalmente una celda solar con fines de prueba que tiene una pluralidad de elementos de contacto con configuración en ángulo y cuyos terminales inferiores (puntas) deben colocarse en los terminales del electrodo de una celda solar para producir el contacto eléctrico.

35 Por consiguiente, el presente escenario necesita la necesidad de un nuevo sistema que sea capaz de superar desventajas inherentes a las técnicas de prueba fotovoltaica convencionales haciendo un contacto eléctrico separable con al menos un área de contacto de al menos un dispositivo fotovoltaico para probar el dispositivo fotovoltaico tal como que el tiempo para contactar y liberar el dispositivo fotovoltaico puede ser mínimo y se pueden evitar los choques en el dispositivo fotovoltaico para evitar grietas, microgrietas o destrucción de la superficie de la
40 celda. Además, el nuevo sistema debería ser rentable, tener una alta repetibilidad (la resistencia de contacto debería ser lo más constante posible de una celda a otra) y simular de cerca la tecnología de interconexión que se utiliza para interconectar las celdas en los módulos solares. Además, las porciones que tocan la celda se desgastan y, por lo tanto, deberían ser económicas y fácilmente replicables.

45 En vista de las desventajas anteriores inherentes a las técnicas anteriores, el propósito general de la presente invención es proporcionar una combinación mejorada de conveniencia y utilidad, para incluir las ventajas de la técnica anterior, y para superar los inconvenientes inherentes a la misma de una manera fiable, repetible y rentable, segura para el medio ambiente y segura.

50 En la industria fotovoltaica, las celdas generalmente están provistas de barras colectoras, que son electrodos lo suficientemente grandes para permitir la soldadura de cintas de cobre sobre ellas. Una vez en la celda, a veces se les llama pestañas. Estas barras colectoras están ocupando/sombreado un área en las celdas, por lo que no permitirán que la luz pase a través de ellas, disminuyendo así la corriente generada fotovoltaicamente de dicha celda. Además, los dedos se aplican a la celda que están conectados a las barras colectoras para guiar los
55 electrones a las barras colectoras.

60 Recientemente, algunos fabricantes proponen celdas sin barra colectora, con solo dedos o incluso sin dedos en la celda. En un módulo final, la función de recolección de corriente (realizada previamente por las barras colectoras) se realiza por la multitud de dedos o por alambres que conectan cada una de las celdas y se extienden como si fueran dedos. Una capa conductora (transparente) en la celda puede ayudar a la recolección de electrones. Sin embargo, antes de que las celdas se ensamblen en un módulo solar, deben ser probadas. Proporcionar una conexión eléctrica temporal a los dedos (normalmente se proporcionan 31 dedos o más) de una celda o a una celda sin electrodos en absoluto es una tarea desafiante.

65 En este último caso, el sistema de contacto debe imitar la interconexión final de las celdas, porque el flujo de los electrones depende en gran medida de las estructuras metálicas (cintas o medios de contacto) unidas a las celdas.

En una línea de producción, las celdas solares se fabrican en cadencias que se aproximan o incluso superan uno por segundo. Si son de tipo sin barra colectora, es necesario tener un dispositivo adecuado para asegurar un contacto confiable de cada dedo con varias filas de alambres (posiblemente de 2 a 5, lo que es ideal para la cantidad de cintas que se utilizarán más adelante). Además, estos dos a cinco alambres del dispositivo necesitan contactar los dedos. Las tecnologías más nuevas utilizan numerosos alambres finos, como, por ejemplo, conocido por los solicitantes SmartWire Technology.

Este dispositivo y sus contactos deben soportar varios millones de secuencias de contactos con buena fiabilidad. Debería ejercer una tensión mínima sobre la celda porque dicha celda es muy frágil, especialmente con un grosor de celda que va de 200-140 μm a 100 μm (micrómetro) en el futuro. El dispositivo o sus contactos deben tener además una resistencia interna muy baja porque esta resistencia agregará un error a la medición. Además, el contacto debe tener una buena repetibilidad, lo cual es aún más importante porque se pueden corregir los errores sistemáticos.

El objeto de la invención es superar estos problemas y proporcionar una solución para contactar eléctricamente de manera fiable un dispositivo fotovoltaico plano, particularmente celdas (sin barra colectora), obleas o cualquier etapa intermedia, con tensiones mecánicas mínimas y buena calidad de contacto repetible, con el fin de proporcionar un medio confiable para medir este tipo de celdas. Los dispositivos fotovoltaicos tienen dos contactos (+ y -) que pueden distribuirse en lados opuestos de la celda o en el mismo lado o una combinación de los mismos.

Este objetivo se logra con un dispositivo de prueba según la reivindicación 1. Según la invención, los medios de contacto eléctrico comprenden al menos un alambre flexible que es eléctricamente conductor y está dispuesto para recibir el dispositivo fotovoltaico entre la superficie de soporte y el alambre flexible, y que el dispositivo de prueba comprende medios de forzado para forzar al menos una porción de un alambre flexible para adaptarse a lo largo de su extensión longitudinal contra el área de contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico cuando el dispositivo fotovoltaico es recibido por la superficie de soporte.

El alambre flexible puede tener una superficie externa desnuda y eléctricamente conductora. El alambre flexible puede adaptarse a tope a lo largo de toda su extensión longitudinal o a lo largo de al menos una porción de su extensión longitudinal contra el área de contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico cuando el dispositivo fotovoltaico es recibido por la superficie de soporte.

Los medios de forzado cooperan con el alambre flexible de tal manera que el alambre flexible se adapta a lo largo de su extensión longitudinal al contorno de la superficie plana del dispositivo fotovoltaico. Durante el procedimiento de contacto, el alambre flexible se abraza o se acopla a las áreas de contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico. La flexibilidad del alambre proporciona un contacto eléctrico confiable con las áreas de contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico a lo largo de su extensión longitudinal. De este modo, el alambre se apoya contundentemente contra la superficie o las estructuras de contacto tales como dedos o barras colectoras del dispositivo fotovoltaico. El área de contacto eléctrico puede ser cualquier región en la superficie de la celda que se utiliza para contactar. En las celdas sin ningún contacto de metal, puede, por ejemplo, ser la región donde los conectores o cintas para interconectar las celdas o alambres vecinos están ubicados en el módulo final. Esto funciona especialmente bien para celdas con una capa conductora transparente tal como una capa ITO.

En otras palabras: la cara que se extiende continuamente (o el lado largo) del alambre se extiende sobre la superficie plana del dispositivo fotovoltaico, tocando así las áreas de contacto eléctrico, por ejemplo, dedos. En la posición de contacto, el alambre flexible se extiende esencialmente paralelo a la superficie plana del dispositivo fotovoltaico.

Preferiblemente, el alambre no se apoya solo en el dispositivo fotovoltaico, sino que se presiona contra él, para mejorar el contacto eléctrico. Esto permite reducir la resistencia de contacto y hacer que el último sea repetible de una medición a la siguiente.

Una de las principales ventajas de la invención es que el alambre flexible debido a su flexibilidad (o deformabilidad) siempre golpea los dedos que se encuentran debajo del alambre, porque el alambre no tiene ninguna estructura particular a lo largo de su extensión longitudinal. La deformabilidad del área de contacto también ayuda aquí. La falta de estructura también hace que el contacto sea rentable. Además, se puede usar un alambre redondo normal. Para casos especiales, el alambre con diferentes secciones transversales también es una opción, por ejemplo, triangular o cuadrado. Los alambres flexibles pueden tener forma de cintas convencionales o los conectores utilizados posteriormente en los paneles solares. El alambre flexible también puede tener un núcleo no conductor y un manto conductor. El núcleo puede, por ejemplo, ser de Kevlar, mientras que un alambre de metal está enrollado alrededor de él, como una cuerda de guitarra.

El dispositivo de prueba puede tener al menos dos estados dependiendo de la posición del alambre. En una primera posición, la posición de contacto, el alambre se apoya contra el dispositivo fotovoltaico. En esta posición, el dispositivo fotovoltaico plano se recibe (o se intercala) entre la superficie de soporte y el alambre flexible. En una segunda posición, la posición de liberación, el alambre está más espaciado de la superficie de soporte que en la

primera posición. Esto permite colocar un (nuevo) dispositivo fotoeléctrico en la superficie de soporte sin dañar el alambre.

5 Como alambre flexible se entiende un alambre que es capaz de adaptar su recorrido o forma al contorno de la forma del área de contacto del dispositivo fotovoltaico.

10 El alambre flexible tiene una sección de contacto que en la posición de contacto del alambre se apoya contra el dispositivo fotovoltaico. El alambre flexible se extiende libremente al menos en su sección de contacto, que en la posición de contacto del alambre flexible se apoya contra el área de contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico. En la posición de liberación, la sección de contacto del alambre flexible es una sección que se extiende libremente; en la posición de contacto, la sección de contacto que se extiende libremente se apoya contra el dispositivo fotovoltaico.

15 Un dispositivo fotovoltaico puede ser o comprender, por ejemplo, una oblea, una celda solar, una cadena o matriz de celdas solares, un módulo de celdas solares o un subconjunto de las mismas o cualquier combinación de las mismas. Se pueden poner en contacto múltiples celdas interconectadas como un todo o solo se puede contactar con un subconjunto de las mismas. El término celda solar y módulo solar puede referirse a cualquier tecnología, incluidas las tecnologías de película fina cristalina y combinaciones de las mismas.

20 Un área de contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico puede contener, por ejemplo, una barra colectora, un dedo, un área del dispositivo fotovoltaico tal como porción de su superficie activa, un conector para cintas de interconexión o cualquier combinación de los mismos. Las áreas de contacto eléctrico están dispuestas en la superficie superior y/o posterior del dispositivo fotovoltaico. Un dispositivo fotovoltaico generalmente comprende al menos dos tipos diferentes de áreas de contacto, una de ellas relacionada con el más y una relacionada con el polo negativo.

25 El método de la invención permite tanto realizar electroluminiscencia como medir las curvas I/V. Pero también se pueden hacer otras mediciones, donde la celda debe contactarse eléctricamente en uno o ambos lados, con una o múltiples polaridades y para las conexiones de corriente y/o voltaje. El término "dispositivo de medición" como se usa en esta descripción y reivindicaciones puede entenderse por lo tanto como detector de medición (por ejemplo, voltímetro y/o amperímetro) y/o como fuente de alimentación de medición (por ejemplo, fuente de tensión y/o fuente de corriente). El dispositivo de prueba de acuerdo con la invención se puede usar así para aplicar y/o recoger corriente o voltaje o ambos forman el dispositivo fotovoltaico (celda solar).

35 Preferiblemente, la sección del alambre flexible que se adapta contundentemente contra la superficie del dispositivo fotovoltaico tiene una longitud de al menos 2 cm, preferiblemente al menos 4 cm, más preferiblemente al menos 8 cm.

40 Preferiblemente, la sección del alambre flexible que se adapta contundentemente contra la superficie del dispositivo fotovoltaico corresponde al ancho o la longitud del dispositivo fotovoltaico. Los anchos/longitudes típicas son de 125 mm (5 pulgadas) y 150 mm (6 pulgadas).

El alambre se puede seleccionar de una lista de materiales que comprende CuNi25Zn12, CuNi25Zn8, CuNi25Zn17, CuNi45, Cobre, Níquel, Zinc, Magnesio, plástico con adición de material conductor o cualquier combinación de los mismos. Si se usa plástico, puede ser metalizado después.

45 Preferiblemente, el E-Modulus del alambre flexible es más pequeño que 130 kN/mm^2 (130 GPa), por ejemplo, como cobre o latón, lo que permite una adaptación eficiente del alambre flexible al contorno de la superficie del dispositivo fotovoltaico. El alambre puede ser lo suficientemente flexible como para doblarse bajo su propio peso gravitacional cuando se mantiene en un lado, preferiblemente incluso cuando el alambre es más corto que la mitad o incluso un cuarto de la longitud del contacto que establece con el dispositivo fotovoltaico. El alambre puede estar endurecido para optimizar la vida útil. Preferiblemente, solo un lado del alambre está endurecido para que el alambre se mantenga lo suficientemente flexible.

55 Preferiblemente, el alambre flexible se extiende continuamente por encima de la superficie de soporte sobre al menos un borde de la superficie de soporte, preferiblemente sobre dos bordes opuestos.

60 Preferiblemente, el alambre flexible se extiende continuamente por encima de la superficie de soporte entre los lados opuestos de la superficie de soporte. Esto permite contactar todas las áreas de contacto eléctrico ubicadas entre los lados opuestos del dispositivo fotovoltaico con un solo alambre flexible. En la posición de contacto, el alambre flexible preferiblemente se extiende de manera recta entre un primer borde del dispositivo fotovoltaico y un segundo borde del dispositivo fotovoltaico, en donde preferiblemente el segundo borde está opuesto al primer borde.

Los alambres flexibles también pueden correr en un ángulo inclinado (no igual a 0° o 90°) con relación a los bordes del dispositivo fotovoltaico.

Preferiblemente, el dispositivo de prueba comprende al menos un miembro de sujeción que sujeta el alambre flexible. Esto permite un posicionamiento exacto y reproducible del alambre flexible con respecto al dispositivo fotovoltaico que recibe la superficie de soporte.

5 Preferiblemente, el alambre flexible se extiende entre un primer elemento de sujeción que sujeta el alambre flexible en una primera porción de alambre y un segundo miembro de sujeción que sujeta el alambre flexible en una segunda porción de alambre, estando separadas la primera y segunda porciones de alambre entre sí, donde preferiblemente los miembros de sujeción son bobinas. De tal manera, la carrera (o extensión longitudinal) del alambre flexible entre el primer y segundo miembros de sujeción se define exactamente. El contacto eléctrico con las áreas de contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico se establece en una sección de alambre que se extiende entre el primer y el segundo medios de sujeción. No es necesario que la primera y la segunda porciones de alambre constituyan los extremos del alambre. Son posibles otras realizaciones según las cuales el mismo alambre se extiende varias veces sobre la superficie de soporte o el dispositivo fotovoltaico, respectivamente.

15 El alambre flexible se extiende libremente al menos en su sección de contacto entre los miembros de sujeción primero y segundo (es decir, no hay un miembro de sujeción adicional o miembro de soporte conectado a la sección de contacto del alambre flexible o que la soporta). Esto permite que el alambre adapte su recorrido al contorno de la superficie del dispositivo fotovoltaico. En otras palabras: en la posición de liberación, la sección de contacto del alambre flexible cuelga libremente entre el primer y segundo miembros de sujeción; en la posición de contacto, la sección de contacto que se extiende libremente se apoya contra el dispositivo fotovoltaico.

En el caso de las bobinas, pueden estar conectadas a un resorte de modo que cuando el alambre esté doblado, la bobina pueda rotar (al menos un poco), controlando así la tensión del alambre. Dependiendo de la aplicación, la elasticidad del alambre puede ser suficiente para mantener la tensión en el rango deseado.

25 El(los) alambre(s) se pueden proporcionar de manera renovable (alambre renovable): el(los) alambre(s) se dispone(n) sobre bobinas y se allana progresivamente mediante una rotación de las bobinas para renovar el alambre y no dejar que se desgaste demasiado, asegurando así un buen contacto repetible.

30 Los alambres pueden montarse en un marco y el marco mismo se desplaza ligeramente de una medida a otra en la dirección de la extensión longitudinal del alambre para extenderse a lo largo del alambre. El alambre renovable puede sujetarse en una posición durante una o varias mediciones, para ser liberado al renovarse.

35 Preferiblemente, el alambre flexible se cuelga libremente (o se extiende) entre los miembros de sujeción en la posición de liberación.

El alambre flexible está preferiblemente tensionado. Cuando no se toca una celda o la base de soporte, la tensión en el alambre es preferiblemente superior a 30 N, preferiblemente aproximadamente 50 N.

40 Preferiblemente, la fuerza normal puede ser bastante pequeña, pero es suficiente y depende mucho de la distancia entre los puntos de contacto, que puede ser influenciada nuevamente por la disposición de la celda o el ángulo relativo entre las estructuras de contacto (dedos) y el(los) alambre(s) flexible(s). Preferiblemente, la tensión del(de los) alambre(s) flexible(s) en la posición de contacto está en la región de igual a la tensión del(de los) alambre(s) flexible(s) en la posición de liberación hasta aproximadamente el 110% de la tensión del(de los) alambres(s) flexible(s) en la posición de liberación como preferiblemente la flexión del alambre flexible es pequeña.

50 Preferiblemente, el primer y segundo miembros de sujeción están dispuestos lateralmente en lados opuestos de la superficie de soporte. Esto permite mover los miembros de sujeción por debajo del plano de la superficie de soporte haciendo que el alambre se apoye estrechamente contra la superficie plana del dispositivo fotovoltaico, mejorando así la conductividad eléctrica del contacto.

55 El miembro de sujeción preferiblemente no se solapa con la superficie de soporte. El término "no superponer" significa que el miembro de sujeción no se extiende como para bloquear la luz proveniente de una fuente de luz utilizada para probar el dispositivo fotovoltaico.

60 En una realización, los alambres pueden formar la superficie de soporte. Cuando el dispositivo de prueba recibe un dispositivo fotovoltaico, estos alambres están dispuestos debajo del dispositivo fotovoltaico. Los alambres que forman la superficie de soporte pueden adaptarse para elevar el dispositivo fotovoltaico contra los alambres flexibles dispuestos encima del dispositivo fotovoltaico. Es decir, estos alambres inferiores pueden, por ejemplo, presionar la celda contra los alambres flexibles que están sobre la celda, estableciendo así un contacto con ambos polos de la celda.

65 Preferiblemente, los elementos de retención primero y segundo se proporcionan en un marco que está dispuesto encima de la superficie de soporte. Un marco permite una fijación exacta y estable del alambre o alambres. Además, el marco actúa como un medio de forzamiento con un movimiento uniforme.

En otra realización, los miembros de retención primero y segundo están provistos en un marco que está dispuesto debajo de la superficie de soporte (como se explicó anteriormente).

5 Preferiblemente, los medios de forzado comprenden un mecanismo de accionamiento para mover el(los) miembro(s) de sujeción con respecto a la superficie de soporte o donde los medios de forzado comprenden al menos dos pinzas móviles dispuestas en lados opuestos de la superficie de soporte para presionar el alambre flexible contra la superficie de soporte. El término "medios de movimiento relativo" significa que el(los) miembro(s) de sujeción pueden moverse hacia la superficie de soporte y/o que la superficie de soporte puede moverse hacia el(los) miembro(s) de sujeción. Además de los miembros de sujeción, las abrazaderas aseguran un contacto eléctrico confiable y reproducible y, por lo tanto, una resistencia eléctrica definida.

15 De acuerdo con una realización de la invención, la superficie de soporte está construida por una serie de alambres o estructuras eléctricamente conductoras para contactar el dispositivo fotovoltaico. Además, de esta manera, la presión (fuerza dividida por el área de contacto) en el dispositivo fotovoltaico no se reduce por una base de soporte grande. Aquí, mover la base de soporte hacia los alambres flexibles que están encima de la celda facilita la colocación del dispositivo fotovoltaico en relación con una fuente de luz.

20 El(los) miembro(s) de sujeción pueden comprender abrazaderas móviles, preferiblemente dispuestas en lados opuestos de la superficie de soporte, para sostener el alambre flexible de una manera definida.

25 Preferiblemente, el dispositivo de prueba comprende medios tensores para tensar el alambre flexible. Los medios de tensado pueden actuar en una dirección de la extensión longitudinal del alambre y/o en cualquier otra dirección. La primera opción garantiza que el alambre se mantenga recto, pero se le permite adaptarse a la longitud y forma del dispositivo fotovoltaico y la segunda opción garantiza que el alambre se presione contra el dispositivo fotovoltaico. Estas opciones pueden realizarse alternativamente o de forma combinada.

30 Por lo tanto, los medios de tensión pueden ser algo que solo empuja el alambre hacia las áreas de contacto eléctrico en la superficie plana del dispositivo fotovoltaico. El tensor también puede abrazar el alambre para garantizar condiciones mecánicas y geométricas más definidas.

35 La tensión de cada alambre puede ser, por ejemplo, asegurado por medio de pesos dispuestos en cada extremo de alambre o porción de alambre, preferiblemente fuera del área superior de la celda solar. Alternativamente, la tensión de cada alambre se asegura por medio de resortes adicionales dispuestos fuera del área superior de las celdas solares, tal como en un marco que sujeta el(los) alambre(s). Se prefiere que la tensión del alambre se controle con precisión. Preferiblemente, cada alambre flexible tiene sus propios medios de tensión de manera que la tensión del alambre se puede controlar individualmente por alambre.

40 Preferiblemente, el alambre flexible se extiende en forma serpenteante al menos dos veces por encima de la superficie de soporte, en donde preferiblemente el alambre flexible se desvía por poleas dispuestas lateralmente de la superficie de soporte. Las ventajas de esta realización consisten en el hecho de que solo se necesita un alambre para contactar más de una porción (lateralmente adyacente) del dispositivo fotovoltaico. En esta realización, un alambre puede cruzarse varias veces en la superficie superior de la celda por medio de poleas.

45 La idea principal de las dos formas de realización siguientes es usar una curvatura (de radio) para aplicar una presión constante sobre una celda a lo largo del alambre para realizar múltiples contactos en los dedos de la celda.

50 En una realización, la superficie de soporte es convexa curvada hacia el alambre flexible. Uno puede, por ejemplo, usar una base o mandril ligeramente curvado sobre el cual la celda solar se mantiene a tope mediante gravedad o vacío o simplemente mediante presión ejercida por el alambre flexible en la posición de contacto. Es ventajoso utilizar un conjunto de alambres paralelos o secciones de alambres en paralelo en la porción superior de la superficie de la celda solar de tal manera que los alambres o secciones de alambres sigan la curvatura de la celda. Debido a la forma curva de la superficie de soporte, los alambres ejercerán una presión continua sobre la celda solar y específicamente sobre los dedos de esa celda porque los dedos estarán ligeramente más altos que el resto de la celda, asegurando buenas condiciones de contacto del alambre flexible con los dedos de metal. En tal disposición de contacto, se prefiere que los dedos se extiendan perpendicularmente o más o menos perpendiculares a los alambres. También pueden ser deseables desviaciones de hasta 5 o incluso 10 grados. La deformabilidad de los alambres (y/o del dispositivo fotovoltaico) ayuda a establecer un buen contacto repetible con baja resistencia de contacto, incluso si las áreas de contacto no son más que áreas en el dispositivo fotovoltaico.

60 Preferiblemente, la curvatura de la base de soporte tiene un radio menor de 5 metros, preferiblemente de aproximadamente 3 metros.

65 En una segunda realización, el alambre flexible tiene una forma preformada curvada convexa hacia la superficie de soporte. Durante el contacto, la forma del alambre se adapta desde una trayectoria curva a una paralela (o al menos parcialmente paralela) con respecto a la superficie plana del dispositivo fotovoltaico. Preferiblemente, el alambre es elástico y vuelve a su forma inicial después de cada procedimiento de contacto. El alambre puede estar hecho de

material de resorte conductor y tiene una curvatura inicial. Cuando se aplica sobre la superficie plana de la celda solar, la curvatura inicial se dobla hacia atrás en una línea recta, lo que provoca una repartición forzada a lo largo del alambre, de modo que se ejerce una presión a lo largo de la celda, lo que da lugar a buenos contactos sobre las áreas de contacto eléctricas (por ejemplo, dedos). Por supuesto, el radio de curvatura o, más en general, la forma del(de los) alambre(s) debe elegirse de manera que ejerza suficiente fuerza sobre la superficie de la celda solar, pero no demasiado para evitar el daño de las celdas, tales como roturas o grietas.

Las realizaciones inventivas descritas anteriormente también pueden definirse como un dispositivo de prueba para contactar un dispositivo fotovoltaico plano, tal como una celda solar, oblea o cualquier etapa intermedia, en donde el dispositivo fotovoltaico y/o el alambre flexible de contacto están doblados al acercarse y tocarse el uno al otro.

Preferiblemente, el dispositivo de prueba comprende un primer alambre flexible para contactar un primer contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico y un segundo alambre flexible para contactar eléctricamente un segundo contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico. El primer y el segundo contacto eléctrico pueden estar en lados opuestos o en el mismo lado (posterior) del dispositivo fotovoltaico (particularmente la celda solar). Además, el primer alambre se puede usar para medir la corriente, mientras que el segundo alambre se puede usar para medir el voltaje.

En una realización de la invención, se pueden usar uno o más alambres flexibles primero o segundo o grupos de alambres. El primer y segundo alambre (grupos) no están conectados a través de estructuras conductoras del dispositivo fotovoltaico bajo prueba durante la prueba.

Normalmente, la superficie de soporte en la que se apoya el dispositivo fotovoltaico es el contacto del lado posterior de la celda. Alternativamente, un segundo medio de contacto de la invención puede colocarse en el lado posterior del dispositivo fotovoltaico. Puede colocarse en surcos en la base. De esta forma, el contacto de las celdas como más tarde en los módulos puede simularse más de cerca.

Por ejemplo, las celdas de contacto posterior o las celdas IBC (con más y menos de la celda accesible desde la porción posterior) pueden ponerse en contacto mediante un primer y segundo medio de contacto de la invención dispuesto en la porción posterior de la celda. La invención también se puede usar para contactar celdas solares de película delgada. Además, se pueden contactar regiones individuales en un panel solar de película delgada.

Preferiblemente, un medio de contacto eléctrico del dispositivo de prueba comprende un conductor eléctrico que se extiende sobre la superficie de soporte, donde preferiblemente el conductor eléctrico es un alambre que se extiende en una ranura de la superficie de soporte. De esta manera, tanto los contactos positivos como los negativos se pueden poner en contacto por medio de la fuerza ejercida por los medios de forzado que fuerzan el alambre flexible a la superficie superior del dispositivo fotovoltaico.

Preferiblemente, los medios de forzado comprenden al menos un imán, preferiblemente un electroimán, que atrae el alambre flexible hacia la superficie del dispositivo fotovoltaico, donde preferiblemente el imán está dispuesto debajo de la superficie de soporte o forma la superficie de soporte. Esto permite una construcción rentable sin medios mecánicos de sujeción o al menos sin medios de sujeción móviles. El imán puede ser un electroimán o un imán permanente. En esta realización, los propios alambres y/o la base de soporte pueden comprender o ser parte de o estar conectados a un electroimán o un imán permanente que tira del alambre y la base de soporte (mandril) uno hacia el otro con el dispositivo fotovoltaico interpuesto. Un electroimán permite un cambio fácilmente controlable del estado de contacto al estado de liberación y viceversa. La fuente de energía del electroimán puede ser capaz de aplicar energía eléctrica al electroimán aplicando la potencia de una manera suave, aumentando desde poca potencia hasta la cantidad de potencia deseada, preferiblemente sin sobrepasar una pendiente definida. La pendiente induce una corriente en la celda que puede dañarla.

El imán (por ejemplo, en forma de un miembro magnético) puede ser parte del medio de contacto eléctrico o, cuando se pone en contacto el dispositivo fotovoltaico colocado en el mismo lado del dispositivo fotovoltaico que el medio de contacto eléctrico.

Preferiblemente, el alambre flexible es un alambre plano, particularmente hecho de chapa metálica. En una realización preferida, el alambre flexible puede tener exactamente la misma forma que la cinta utilizada para conectar las celdas en el módulo ensamblado. El(los) alambre(s) también pueden ser hecho de alambre de resorte. Los medios de contacto, especialmente en la porción posterior (superficie de soporte) pueden comprender alambres, cintas planas u hojas de metal. El (Los) alambre(s) puede(n) tener sección(es) transversal(es) principalmente redondas, ovaladas, rectangulares o cuadradas.

Preferiblemente, el alambre flexible no está soportado sobre al menos 50% del ancho o longitud del dispositivo fotovoltaico, preferiblemente sobre sustancialmente la anchura o longitud completa del dispositivo fotovoltaico, en el que preferiblemente la porción de alambre no soportado se apoya en el dispositivo fotovoltaico durante la medida.

Preferiblemente, el alambre flexible se mantiene solo fuera del área sensible del dispositivo fotovoltaico. Los medios de forzado no se extienden por encima del dispositivo fotovoltaico (es decir, no se solapan con la superficie del dispositivo fotovoltaico) y, por lo tanto, no pueden sombrear el dispositivo fotovoltaico.

5 Preferiblemente, el alambre flexible (o los medios de contacto por encima del dispositivo fotovoltaico) tiene un diámetro menor que 1 mm, preferiblemente menor que 0,8 mm, incluso más preferido menor que 0,4 mm.

El objeto de la invención también se consigue mediante un método para probar un dispositivo fotovoltaico plano con un dispositivo de prueba, que comprende los pasos de:

10 colocar un dispositivo fotovoltaico plano sobre la superficie de soporte del dispositivo de prueba de modo que el dispositivo fotovoltaico se coloque entre la superficie de soporte y el alambre flexible,

15 forzar al menos una porción del alambre flexible a abrazarse a lo largo de su extensión longitudinal contra el área de contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico, estableciendo así un contacto eléctrico entre el dispositivo de prueba y el área de contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico,

20 realizar una medición de prueba aplicando un voltaje o corriente al dispositivo fotovoltaico y/o captando voltaje o corriente del dispositivo fotovoltaico.

25 Al llevar el dispositivo de prueba desde su posición de liberación a la posición de contacto (contacto eléctrico con el dispositivo fotovoltaico), los alambres flexibles pueden moverse hacia la superficie de soporte o la superficie de soporte puede moverse hacia el(los) alambres flexibles o ambos, la superficie de soporte y el(los) alambre(s) flexible(s) se pueden mover uno hacia el otro para desviar los alambres flexibles.

30 También es posible usar la invención para contactar celdas de contacto posterior, posiblemente de manera que tengan igualmente dedos y, a veces, barras colectoras en su superficie superior. Los electrones son guiados hacia la porción posterior de la celda a través de las vías, como los diseños de Metal Wrap Though (MWT), evitando el problema mecánico de realizar contactos solo en la superficie posterior cuando las pruebas deben realizarse en la porción frontal. Las celdas de contacto posterior interdigitadas también pueden ser contactadas.

35 Nótese que el dispositivo de la invención se utiliza principalmente para recoger la corriente del dispositivo fotovoltaico. Para una medición de voltaje, un punto de medición sería suficiente. Al medir la corriente, la corriente debe ser soportada y no deben crearse pérdidas (calentamiento, resistencia de contacto, etc.) que perjudiquen la precisión de la medición.

40 Debido a la facilidad de introducir cualquier cantidad de electrodos, la invención proporciona formas de realizar diferentes esquemas de interconexión para unir (simular) tanto como sea posible las condiciones de trabajo de las celdas solares finalmente ensambladas a un módulo de celdas solares.

45 A medida que los alambres flexibles entran en contacto con el dispositivo fotovoltaico, el alambre puede hacer un movimiento relativo paralelo al área de contacto para frotarse uno sobre el otro. De esta forma, la oxidación de ambos alambres y la posible metalización en el dispositivo fotovoltaico pueden eliminarse (parcialmente), lo que conduce a un mejor contacto.

Otras realizaciones de la invención se indican en las figuras y en las reivindicaciones dependientes. La lista de marcas de referencia forma parte de la divulgación. La invención será ahora explicada en detalle por los dibujos. En los dibujos:

50 La Fig. 1 muestra una primera realización de un dispositivo de prueba según la invención,

La Fig. 2 muestra una segunda realización de un dispositivo de prueba con el alambre flexible curvado convexo hacia la superficie de soporte,

55 La Fig. 3 muestra una realización de un dispositivo de prueba con imanes como medios de forzado,

La Fig. 4 muestra en una vista lateral y una vista superior una realización adicional de un dispositivo de prueba con bobinas y abrazaderas como medios de sujeción y forzado,

60 La Fig. 5 muestra en una vista lateral y una vista desde arriba una realización adicional de un dispositivo de prueba con el alambre flexible corriendo varias veces sobre la superficie de soporte en una trayectoria similar al de una serpiente,

65 Las Figs. 6 a 9 muestran diferentes esquemas de contacto eléctrico,

La Fig. 10 muestra una realización preferida en vista en perspectiva,

La Fig. 11 muestra esquemáticamente la conexión entre un dispositivo de medición y un dispositivo fotovoltaico a través del alambre flexible, y

La Fig. 12 muestra una realización de la base de soporte.

La fig. 1 muestra una primera realización de un dispositivo 1 de prueba para probar un dispositivo 2 fotovoltaico plano, particularmente una celda solar, oblea o una etapa intermedia del mismo, que tiene un área 3 de contacto eléctrico en su superficie plana. En la posición de contacto, el dispositivo 2 fotovoltaico es recibido por una superficie 5 de soporte de una base 4 de soporte y un medio de contacto eléctrico establece temporalmente un contacto eléctrico entre un dispositivo 20 de medición (mostrado esquemáticamente en la fig. 11) y el área 3 de contacto eléctrico del dispositivo 2 fotovoltaico.

Los medios de contacto eléctrico comprenden al menos un alambre 6 flexible que es eléctricamente conductor y está dispuesto para recibir el dispositivo 2 fotovoltaico entre la superficie 5 de soporte y el alambre 6 flexible. El alambre 6 flexible tiene una sección 9 de contacto que en la posición de contacto del alambre 6 se apoya contra el dispositivo 2 fotovoltaico.

El dispositivo 1 de prueba de la FIG. 1 comprende además medios de forzamiento en forma de un marco 10 móvil (verticalmente) para forzar al alambre 6 flexible a adaptarse a tope a lo largo de su extensión longitudinal contra el área 3 de contacto eléctrico del dispositivo 2 fotovoltaico en la posición de contacto. Los medios de forzamiento pueden comprender un mecanismo de accionamiento controlable para mover los miembros 11, 12 de sujeción con respecto a la superficie 5 de soporte.

Como se puede ver en la FIG. 1, el alambre 6 flexible se extiende continuamente por encima de la superficie 5 de soporte entre dos bordes opuestos del dispositivo 2 fotovoltaico y de este modo entra en contacto con todas las áreas de contacto eléctrico (por ejemplo, dedos) a lo largo de su extensión.

El marco 10 tiene un primer y un segundo miembros 11, 12 de sujeción y el alambre 6 flexible se extiende entre el primer miembro 11 de sujeción que sujeta el alambre 6 flexible en una primera porción 7 de alambre y un segundo miembro 12 de sujeción que sujeta el alambre 6 flexible en una segunda porción 8 de alambre, estando separadas la primera y la segunda porción de alambre 7, 8 una de la otra,

El primer y segundo miembros 11, 12 de sujeción están dispuestos lateralmente en lados opuestos de la superficie 5 de soporte. Ambos miembros 11, 12 de sujeción están provistos en un marco 10 que está dispuesto encima de la superficie 5 de soporte.

La superficie 5 de soporte es convexa curvada hacia el alambre 6 flexible para establecer una distribución de presión constante del alambre 6 que presiona contra el dispositivo 2 fotovoltaico. El alambre 6 corre de manera recta y se abraza contra la curvatura de la superficie plana del dispositivo 2 fotovoltaico.

La línea punteada indica la posición del alambre 6 en la posición de liberación. Las flechas dobles indican un desplazamiento lateral de los miembros 11, 12 de sujeción.

Los alambres están unidos a un marco 10. Con el fin de evitar demasiada tensión, el marco 10 en sí mismo puede tener cierta elasticidad o debería ser posible un pequeño desplazamiento lateral. Las pequeñas diferencias entre los alambres podrían ser absorbidas por la elasticidad del propio alambre o un miembro elástico en el marco 10.

Cuando el marco 10 se aproxima al dispositivo 2 fotovoltaico, los alambres 6 tocarán primero dicho dispositivo 2 fotovoltaico en su centro, y luego tocarán progresivamente hacia los bordes. La posición correcta se obtiene cuando los alambres 6 dejarán la superficie plana del dispositivo 2 fotovoltaico paralelo al extremo de la curvatura para ambos lados del dispositivo 2 fotovoltaico.

Demasiada flexión de los alambres 6 dará como resultado un esfuerzo adicional en el borde del dispositivo 2 fotovoltaico, dando como resultado una posible rotura, mientras que se producirá una flexión demasiado menor si los últimos dedos no se mantienen en contacto.

Hay varios alambres 6 paralelos unidos al marco 10 (como se puede ver, por ejemplo, en las Figuras 6 a 9) con el fin de simular más o menos condiciones de montaje del módulo. Además, uno o más alambres 6 pueden estar aislados de los demás para realizar una medición de voltaje por separado de acuerdo con el esquema Kelvin de 4 alambres.

La Fig. 2 muestra una segunda realización del dispositivo 1 de prueba. Aquí, el alambre 6 flexible tiene una forma 5 preformada que es convexa curvada hacia la superficie 5 de soporte. La línea punteada indica la posición del alambre 6 en la posición de liberación. Cuando se presiona contra el dispositivo 2 fotovoltaico, el alambre 6 se alinea

paralelo a la superficie plana del dispositivo 2 fotovoltaico. El medio de forzamiento está construido por el marco móvil 10 que se puede mover hacia la superficie 5 de soporte.

5 Para algunas tecnologías celulares, puede ser perjudicial para las celdas solares doblarlas. Entonces el siguiente método de la FIG. 2 puede ser utilizado. Para ese método, el alambre 6 en sí debería tener suficiente resistencia elástica, por lo que es necesario que su sección sea suficiente y generalmente más grande que la que necesita el primer método anterior. También el material debe tener suficiente resistencia mecánica combinada con buena conductancia eléctrica.

10 Las aleaciones de cobre-berilio podrían usarse para ese fin, pero también se pueden usar otras aleaciones como el níquel-cobre. El alambre debe preformarse con un radio de curvatura inicial, elegido para proporcionar suficiente presión distribuida adecuadamente en la celda cuando está en la posición final y para mantenerse dentro del dominio elástico del material, por lo que no se produce fatiga incluso después de millones de secuencias de contacto. Además, los extremos de los alambres deben fijarse en piezas de marco móviles o elásticas (no mostradas), de modo que puede seguir el grado de flexión de dichos alambres. Las piezas del marco deberían ser aún más complejas, ya que deben guiar el alambre de tal manera que permanezca en el mismo plano sobre la superficie de la celda. Al igual que para el método de la FIG. 1, el movimiento vertical tiene que controlarse con precisión para obtener una forma plana para el alambre 6 por encima de la superficie plana del dispositivo 2 fotovoltaico. Una carrera demasiado larga provocará un esfuerzo excesivo en los bordes de la celda, mientras que una carrera demasiado corta provocará que algunos dedos cerca de los bordes permanezcan desconectados. El problema del desgaste local del alambre existe también. Una forma de superarlo podría ser mover ligeramente el cuadro en la dirección izquierda-derecha entre cada secuencia de contacto, con un movimiento máximo correspondiente al paso entre los dedos de la celda, a fin de tener un reparto del desgaste a lo largo del alambre. Por supuesto, se pueden proporcionar alambres para la conexión de corriente y algunos alambres aislados para medir el voltaje.

20 La Fig. 4 muestra una realización de un dispositivo de prueba con los medios 11, 12 de sujeción que son bobinas. En la presente realización, dos abrazaderas 19 móviles dispuestas en lados opuestos de la superficie 5 de soporte presionan el alambre 6 flexible en dirección a la superficie 5 de soporte y, por lo tanto, contra el dispositivo 2 fotovoltaico. Las abrazaderas 19 juegan el papel de los medios de forzamiento.

30 Con el fin de evitar el desgaste de los alambres 6 siempre en el mismo lugar debido a la presencia de dedos en el dispositivo 2 fotovoltaico, se pueden instalar los alambres 6 en las bobinas para que sea posible mover el alambre 6 ligeramente desde una secuencia de contacto a otro y, mediante este método, proceder a un reparto de desgaste a lo largo del alambre 6, como se describe en la FIG. 4. Otro medio puede ser tener solo un número limitado de alambres 6 circulando por toda la superficie de la celda. La figura 5 muestra una ejecución de este tipo utilizando solo un alambre.

40 La Fig. 5 muestran una realización adicional de un dispositivo de prueba, en el que el alambre 6 flexible se extiende en forma serpenteante varias veces por encima de la superficie 5 de soporte. En las regiones laterales más allá de la superficie de soporte, el alambre 6 flexible es desviado por poleas 15 que están soportadas lateralmente de la superficie 5 de soporte.

45 Las Figuras 6 a 9 presentan algunos de los posibles esquemas de interconexiones para medir voltaje y corriente. En conexión con estos esquemas, el dispositivo 1 de prueba puede tener un primer alambre flexible para contactar un primer contacto eléctrico del dispositivo fotovoltaico y un segundo alambre flexible para contactar eléctricamente un segundo contacto eléctrico del dispositivo 2 fotovoltaico.

50 Los esquemas mostrados en la FIG. 6 pueden gastarse en múltiples alambres I y V. En una realización, por ejemplo, se pueden usar 50 alambres de corriente y 5 de voltaje. De acuerdo con una realización de la invención, también es posible usar alambres para mediciones de voltaje y corriente de forma alternativa. Además, durante una medición, se utiliza un alambre para al menos un voltaje y una medición de corriente.

55 La Fig. 11 muestra esquemáticamente el dispositivo 20 de medición del dispositivo 1 de prueba (que se omite en las figuras anteriores por razones de claridad) que está conectado eléctricamente al alambre 6 flexible que hace tope contra el dispositivo 2 fotovoltaico. Diferentes esquemas de conexión son por supuesto posibles, como, por ejemplo, el mostrado en las Figs. 6 a 9. En la Fig. 11 se indica una fuente de luz por encima del dispositivo 2 fotovoltaico para iluminar el dispositivo fotovoltaico con fines de prueba.

60 La Fig. 10 muestra una realización adicional con bobinas como miembros 11, 12 de sujeción en una vista en perspectiva.

65 La figura 3 muestra un dispositivo de prueba, donde el medio de forzado comprende al menos un imán 14, preferiblemente un electroimán, que atrae el alambre 6 flexible hacia la superficie del dispositivo 2 fotovoltaico, donde preferiblemente el imán 14 está dispuesto debajo de la superficie 5 de soporte.

El(los) imán(es) 14 pueden colocarse debajo de la base de soporte 4 (o plato) para atraer los alambres 6 flexibles al dispositivo 2 fotovoltaico. Pueden ser electroimanes o imanes permanentes. Los miembros de sujeción (por ejemplo, en un marco) que sujetan el alambre 6 se moverán hacia arriba cuando se retire el dispositivo fotovoltaico de su posición de prueba. Por lo tanto, el dispositivo 2 fotovoltaico no se siente y/o se fuerza al retirar los alambres 6.

Como los alambres 6 básicamente no se doblan por el imán (el dispositivo 2 fotovoltaico es plano y los alambres 6 se extienden en una llanura más o menos plana, la tensión en los alambres no cambiará mucho, cuando los alambres se apoyan en el dispositivo 2 fotovoltaico. Además, los medios de tensión para los alambres 6 pueden omitirse. Si los alambres 6 se extienden libremente, por un lado, los alambres pueden "desprenderse" moviendo los miembros de sujeción (por ejemplo, sobre un armazón) en una dirección curada hacia arriba y/o hacia un lado, lejos del dispositivo 2 fotovoltaico.

El método de la invención para probar un dispositivo 2 fotovoltaico plano con un dispositivo 1 de prueba comprende los pasos de:

colocar un dispositivo 2 fotovoltaico plano sobre la superficie 5 de soporte del dispositivo 1 de prueba de manera que el dispositivo 2 fotovoltaico se coloque entre la superficie 5 de soporte y el alambre 6 flexible,

forzar al menos una porción del alambre 6 flexible a abrazarse a lo largo de su extensión longitudinal contra el área 3 de contacto eléctrico del dispositivo 2 fotovoltaico, estableciendo así un contacto eléctrico entre el dispositivo 1 de prueba y el área 3 de contacto eléctrico del dispositivo 2 fotovoltaico,

realizar una medición de prueba aplicando un voltaje o corriente al dispositivo 1 fotovoltaico y/o recogiendo voltaje o corriente del dispositivo 1 fotovoltaico.

Como puede verse a partir de las FIGS. 1, 2, 4 y 5, el eje longitudinal del alambre 6 flexible es deflectable en una dirección perpendicular a la base de soporte 4 o la superficie 5 de soporte, respectivamente. Es decir, con el fin de adaptarse contiguamente a lo largo de su extensión longitudinal contra el área 3 de contacto eléctrico del dispositivo 2 fotovoltaico, el alambre 6 flexible es flexible/deformable en una dirección perpendicular al plano de la superficie 5 de soporte (es decir, puede cambiar su recorrido en esta dirección).

Preferiblemente, el dispositivo fotovoltaico se lleva a un estado curvado (por ejemplo, mediante una superficie de soporte curvada). Esto garantiza un contacto eléctrico fiable también en el caso de que la metalización (por ejemplo, los dedos) del área de contacto eléctrico sea ligeramente irregular en su altura. La curvatura también permite aplicar una fuerza más uniforme a todas las estructuras de contacto eléctrico en el área de contacto eléctrico.

En una realización, los alambres pueden estar incrustados en la base de soporte (por ejemplo, en un material plástico) para contactar el dispositivo fotovoltaico desde abajo. Una realización alternativa se muestra en la FIG. 12. La superficie 5 de soporte está formada por barras eléctricamente conductoras (que tienen la forma de cuchillas). Estas barras tienen en su parte superior un contorno curvado para llevar el dispositivo fotovoltaico en un estado curvado (similar a la realización de las figuras 1, 4 y 5). Los alambres flexibles por encima del dispositivo fotovoltaico (no mostrados en la figura 12) están preferiblemente alineados con las barras de la base de soporte (es decir, se extienden paralelas y exactamente arriba de cada barra), de modo que la fuerza de los alambres flexibles actúa solo contra las barras garantizando así un buen contacto eléctrico.

Preferiblemente, la tensión en un alambre flexible es de aproximadamente 50 N/alambre. Se espera que la fuerza total en la celda distribuida sobre su superficie sea aproximadamente del mismo rango. La invención no está restringida a las realizaciones descritas anteriormente. El dispositivo de prueba puede comprender medios de tensado para tensar el alambre flexible a lo largo de su extensión longitudinal o perpendicularmente al mismo.

El dispositivo de prueba puede comprender un medio de contacto eléctrico con un conductor eléctrico que se extiende sobre la superficie de soporte, donde preferiblemente el conductor eléctrico es un alambre que se extiende en una ranura de la superficie de soporte.

Lista de signos de referencia

- 1-Dispositivo de prueba
- 2-Dispositivo fotovoltaico
- 3-Área de contacto eléctrica
- 4-base de soporte
- 5-Superficie de soporte
- 6-Alambre flexible
- 7-Primera porción de alambre
- 8-Segunda porción del alambre

- 9-Contacto de sección del alambre 6 flexible
- 10-marco
- 11-Primer miembro de sujeción
- 12-Segundo miembro de sujeción
- 5 13-Miembro de sujeción
- 14-imán
- 15-polea
- 19-abrazadera
- 20-dispositivo de medición
- 10 I Fuente de corriente o amperímetro
- V Fuente de voltaje o voltímetro

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (1) de prueba para probar un dispositivo (2) fotovoltaico, particularmente una celda solar, que tiene un área (3) de contacto eléctrico en su superficie plana, comprendiendo el dispositivo (1) de prueba:
- 5 una base (4) de soporte para soportar el dispositivo (2) fotovoltaico, teniendo la base (4) de soporte una superficie (5) de soporte para recibir el dispositivo (2) fotovoltaico,
- 10 un dispositivo (20, I, V) de medición,
- al menos un medio de contacto eléctrico para establecer temporalmente un contacto eléctrico entre el dispositivo (20, I, V) de medición y el área (3) de contacto eléctrico del dispositivo (2) fotovoltaico,
- 15 caracterizado porque los medios de contacto eléctrico comprenden al menos un alambre (6) flexible que es eléctricamente conductor y está dispuesto para recibir el dispositivo (2) fotovoltaico entre la superficie (5) de soporte y él mismo,
- y que el dispositivo (1) de prueba comprende medios (10, 11, 12, 19, 14) de forzamiento para forzar al menos una porción del alambre (6) flexible a adaptarse a tope a lo largo de su extensión longitudinal contra el área (3) de contacto eléctrico del dispositivo (2) fotovoltaico cuando el dispositivo (2) fotovoltaico es recibido por la superficie (5) de soporte,
- 20 en el que el alambre (6) flexible es capaz de adaptar su recorrido o forma al contorno de la forma del área (3) de contacto del dispositivo (2) fotovoltaico, y
- 25 donde el alambre (6) flexible se extiende libremente al menos en su sección de contacto, que en la posición de contacto del alambre (6) flexible hace tope contra el área (3) de contacto eléctrico del dispositivo (2) fotovoltaico, y donde el alambre (6) flexible está tensado, en donde preferiblemente la tensión en el alambre (6) es mayor que 30 N, preferiblemente aproximadamente 50 N, cuando no se toca una celda o la base de soporte.
- 30
2. Dispositivo de prueba según la reivindicación 1, en el que el alambre (6) flexible se extiende continuamente por encima de la superficie (5) de soporte sobre al menos un borde de la superficie (5) de soporte, preferiblemente sobre dos bordes opuestos.
- 35
3. Un dispositivo de prueba de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que el dispositivo (1) de prueba comprende al menos un miembro (11, 12, 13) de sujeción que sujeta el alambre (6) flexible, donde preferiblemente el miembro (11, 12, 13) de sujeción no se superpone con la superficie (5) de soporte.
- 40
4. Un dispositivo de prueba según la reivindicación 3, donde el alambre (6) flexible se extiende entre un primer miembro (11) de sujeción que sujeta el alambre (6) flexible en una primera porción de alambre (7) y un segundo miembro (12) de sujeción que sujeta el alambre (6) flexible en una segunda porción (8) de alambre estando separadas la primera y la segunda porciones (7, 8) de alambre entre sí, siendo preferiblemente los miembros (11, 12) de sujeción bobinas.
- 45
5. Un dispositivo de prueba de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el primer y segundo miembros (11, 12) de sujeción están dispuestos lateralmente en lados opuestos de la superficie (5) de soporte.
- 50
6. Un dispositivo de prueba de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que el primer y segundo miembros (11, 12) de sujeción están provistos en un marco (10) que está dispuesto encima de la base (4) de soporte
7. Un dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 a 6, en el que los medios de forzado comprenden un mecanismo de accionamiento para mover el(los) miembro(s) (11, 12, 13) de sujeción con respecto a la superficie (5) de soporte.
- 55
8. Un dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el dispositivo (1) de prueba comprende medios tensores para tensar el alambre (6) flexible, en el que preferiblemente se proporcionan medios tensores para al menos algunos alambres (6) individuales
- 60
9. Dispositivo de prueba según la reivindicación 8, en el que los medios de tensión actúan en una dirección de la extensión longitudinal del alambre (6).
10. Un dispositivo de prueba según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el alambre (6) flexible se extiende en forma serpenteante al menos dos veces por encima de la superficie (5) de soporte, donde preferiblemente el alambre (6) flexible es desviado por poleas (15) dispuestas lateralmente de la superficie (5) de soporte.
- 65

11. Un dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que la superficie (5) de soporte es convexa curvada hacia el alambre (6) flexible.
- 5 12. Dispositivo de prueba según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo (1) de prueba comprende un primer alambre (6) flexible para contactar un primer área de contacto eléctrico del dispositivo (2) fotovoltaico y un segundo alambre (6) flexible para contactar eléctricamente una segunda área de contacto eléctrico del dispositivo (2) fotovoltaico, en donde preferiblemente el primer alambre (6) flexible y el segundo alambre (6) flexible no están conectados eléctricamente entre sí.
- 10 13. Un dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de forzado comprenden al menos un imán (14), preferiblemente un electroimán, que atrae el alambre (6) flexible hacia la superficie del dispositivo (2) fotovoltaico, donde preferiblemente el imán (14) está dispuesto debajo de la superficie (5) de soporte.
- 15 14. Un dispositivo de prueba de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en el que el alambre (6) flexible tiene un diámetro menor que 1 mm, preferiblemente menor que 0,8 mm, incluso más preferido menor que 0,4 mm.
- 20 15. Método de prueba de un dispositivo (2) fotovoltaico con un dispositivo de prueba según una de las reivindicaciones 1 a 14, que comprende los pasos de:
- 25 colocar un dispositivo (2) fotovoltaico sobre la superficie (5) de soporte del dispositivo (1) de prueba de manera que el dispositivo (2) fotovoltaico se coloca entre la superficie (5) de soporte y el alambre (6) flexible, forzando al menos una porción del alambre (6) flexible a abrazarse a lo largo de su extensión longitudinal el área (3) de contacto eléctrico del dispositivo (2) fotovoltaico, estableciendo así un contacto eléctrico entre el dispositivo (1) de prueba y el área (3) de contacto eléctrico del dispositivo (2) fotovoltaico,
- 30 realizar una medición de prueba aplicando un voltaje o corriente al dispositivo (1) fotovoltaica y/o medir el voltaje o la corriente del dispositivo (1) fotovoltaico.

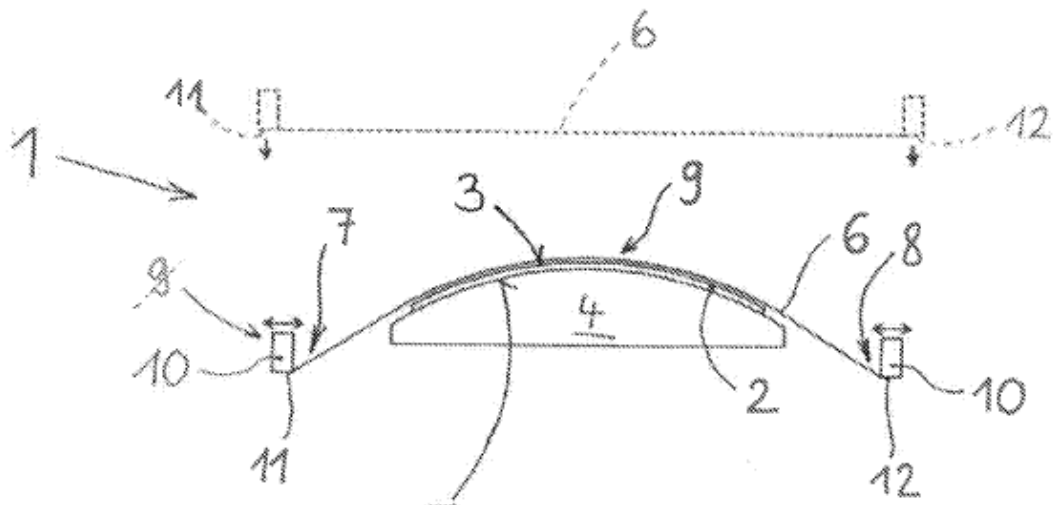


Fig. 1

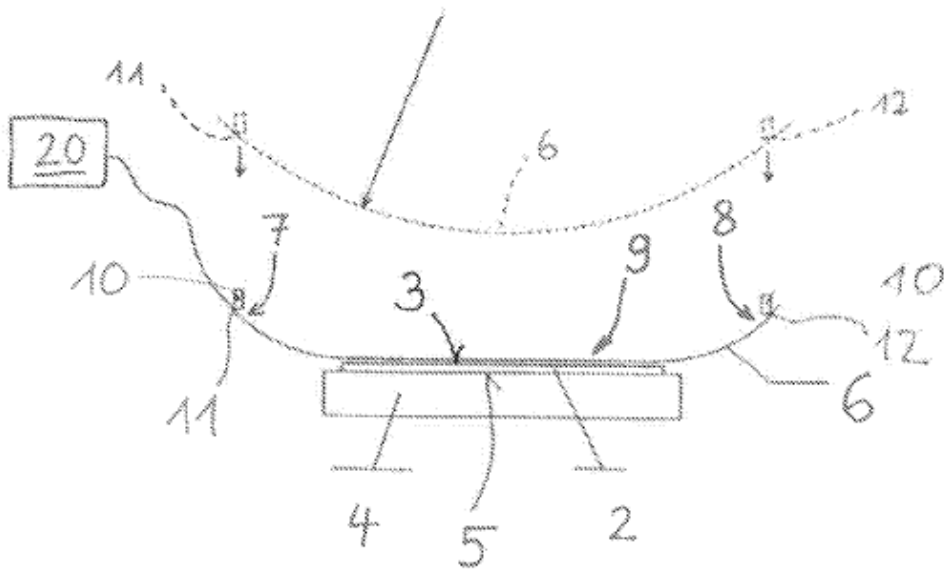


Fig. 2

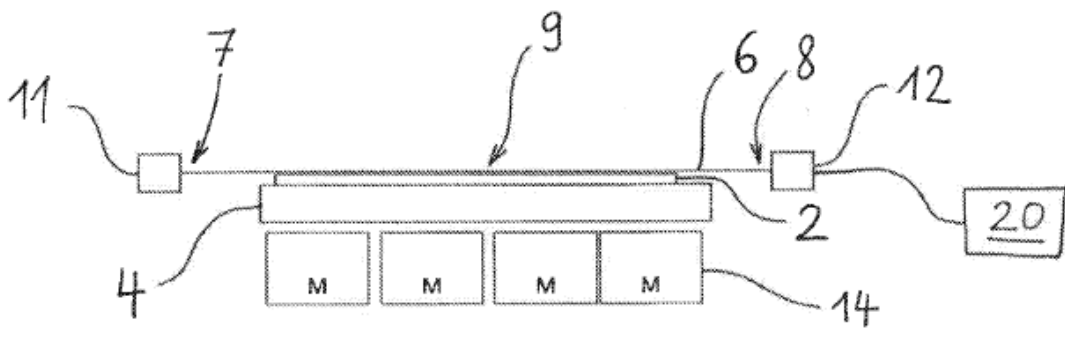


Fig. 3

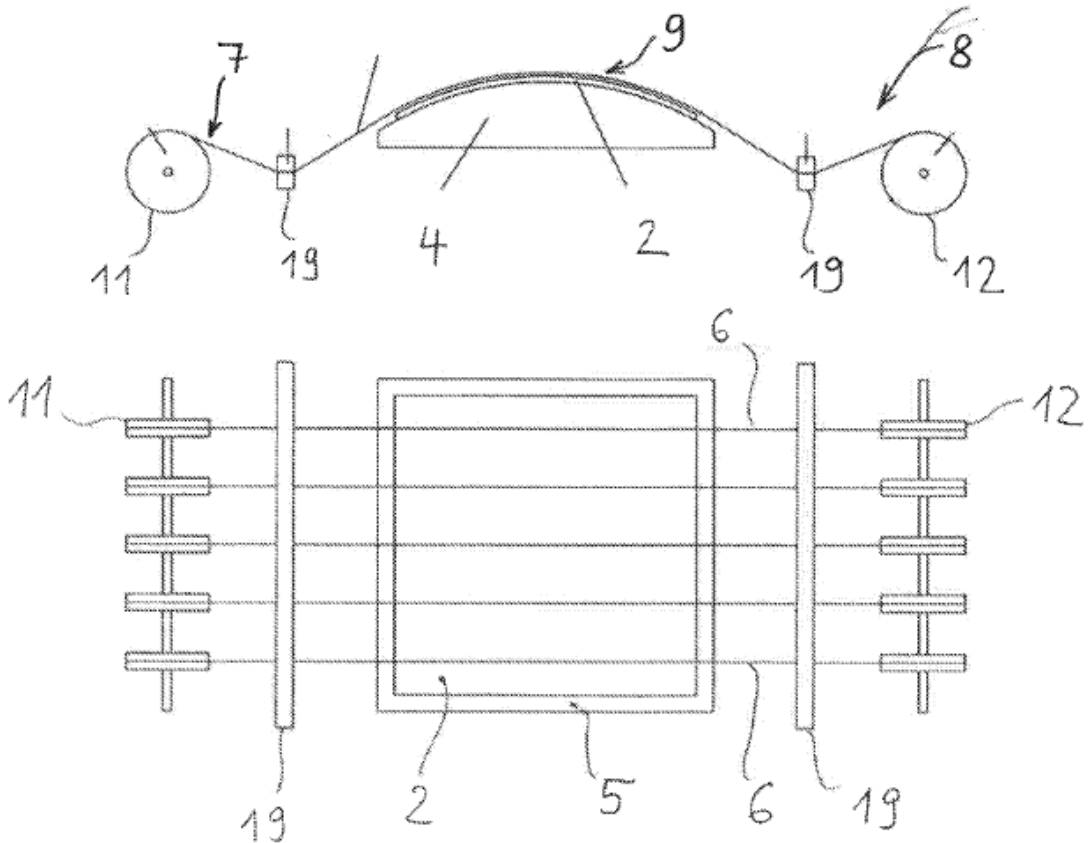


Fig. 4

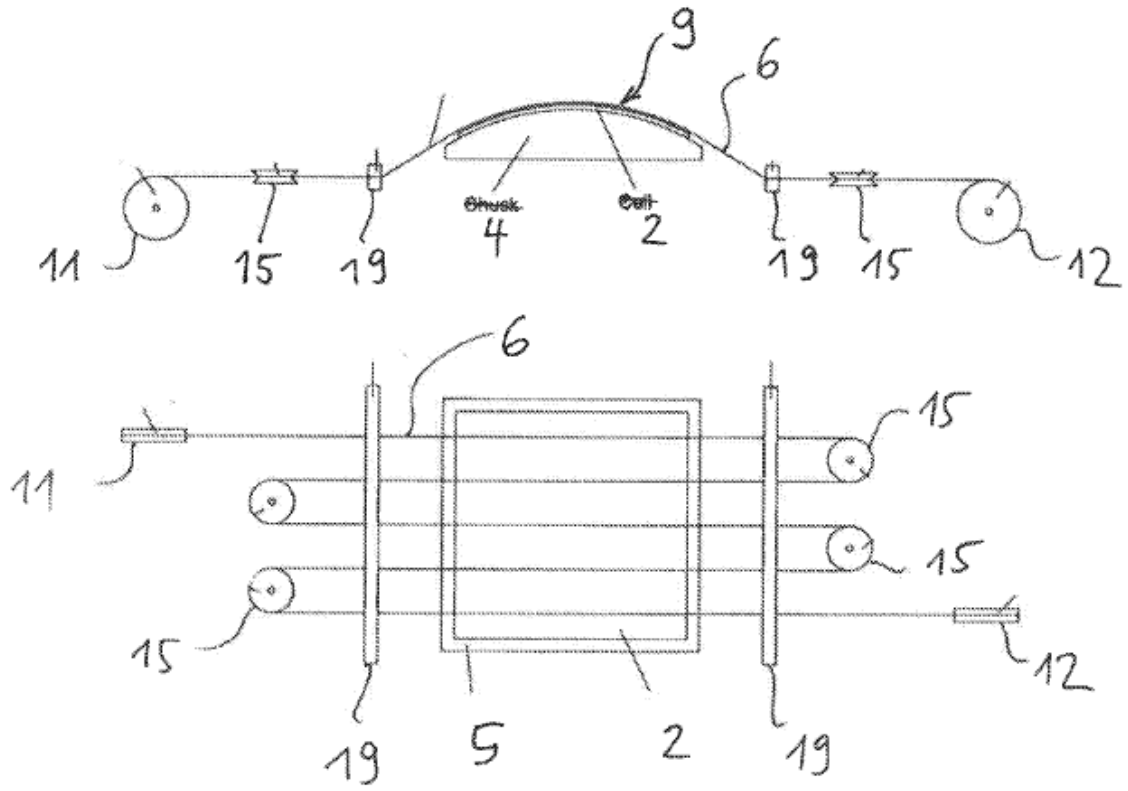


Fig. 5

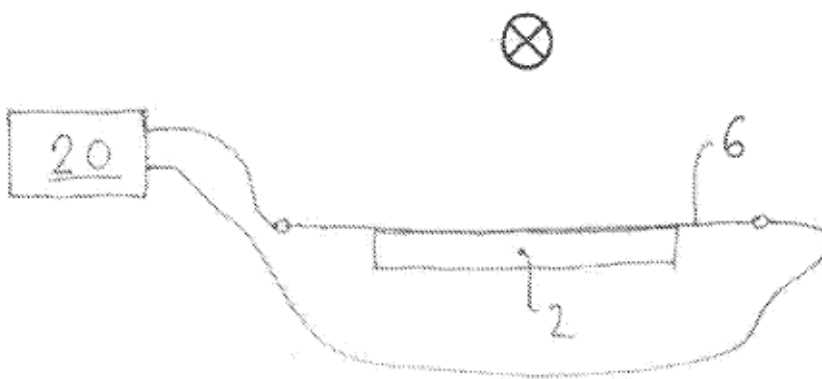
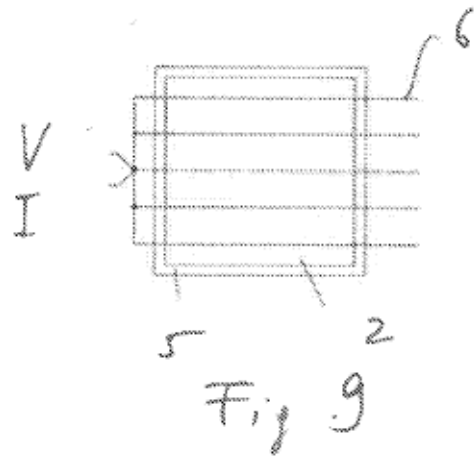
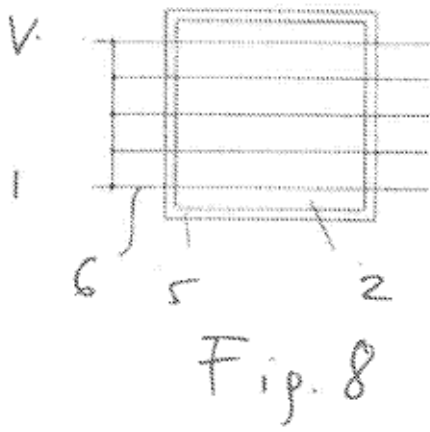
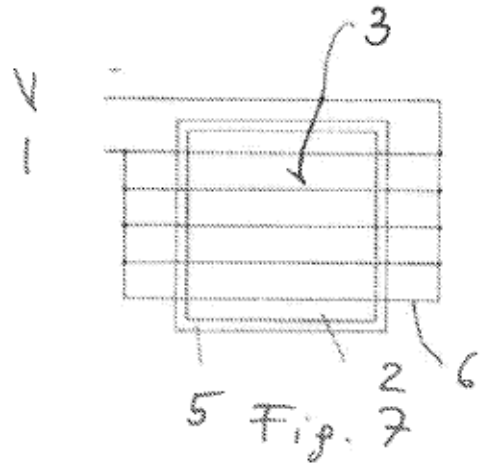
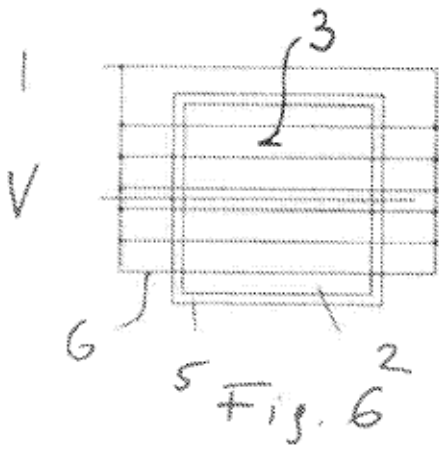


Fig. 11

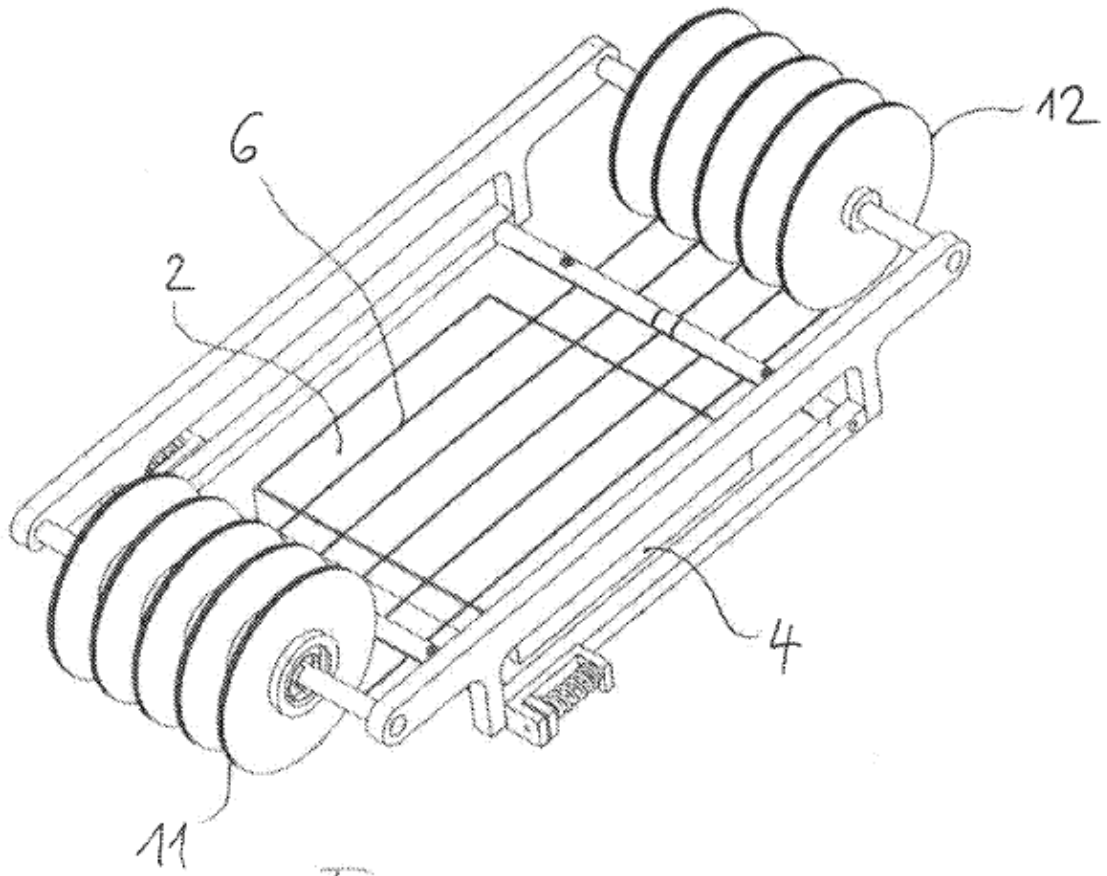


Fig 10

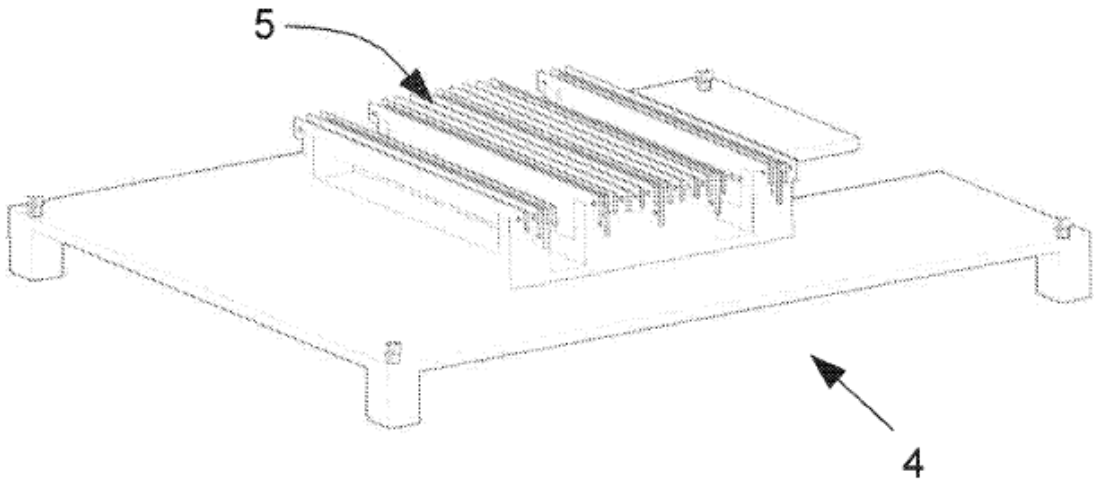


Fig. 12