

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 432 380**

51 Int. Cl.:

**H01L 31/02** (2006.01)

**H01L 31/048** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2009 E 09720906 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2013 EP 2253023**

54 Título: **Módulo solar**

30 Prioridad:

**11.03.2008 EP 08102493**

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

**03.12.2013**

73 Titular/es:

**SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE S.A. (100.0%)  
18, Avenue d'Alsace  
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**BAUMBACH, JOERG;  
CALWER, HERMANN;  
STETTER, WALTER y  
VOGT, HELMUT**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 432 380 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

## Módulo solar

La presente invención se refiere a un módulo solar. Típicamente, un módulo solar contiene una pluralidad de células solares conectadas en serie, dado que cada célula sólo produce una tensión limitada que es menor que la deseada como tensión de salida del módulo. La tensión de salida se genera entre la primera célula solar y la última, y se extrae típicamente por medio de líneas conductoras, por ejemplo con forma de tiras metálicas, a las cuales se llama también barras colectoras. Las líneas conductoras están situadas en un lado de una lámina, tal como por ejemplo una placa de vidrio, y es necesario guiar la corriente eléctrica desde las líneas conductoras hasta una o dos cajas de conexión, también denominadas cajas de unión, a las cuales se puede conectar una carga eléctrica.

El folleto "Shell Power Max Eclipse 80-C Produktinformation", V1/PowerMaxEclipse/80-C-Grid-Power/D/11/05 SAP Ref.: 400829 presenta un módulo solar convencional que incluye una serie de células solares de película delgada del tipo diseleniuro de cobre-indio. Las células solares del módulo conocido están situadas sobre una placa de vidrio rectangular, con líneas conductoras que corren paralelas a los lados largos de la placa de vidrio, y las células solares están colocadas en serie entre las líneas conductoras. En este módulo están situadas dos conexiones en serie, de manera que en total están presentes dos pares de líneas conductoras. Sobre la estructura de la célula solar está laminado un vidrio frontal, y las líneas conductoras se llevan lateralmente fuera del módulo, a través de una placa de circuito situada en el lado corto del módulo hasta una caja de conectores común. La placa de circuito permite la conexión paralela de las dos conexiones en serie, para lo cual es necesario cruzar las líneas conductoras, lo cual no es posible dentro del espesor del laminado. Por otro lado, una placa de circuito consume espacio que entonces no está disponible como área activa del módulo. El módulo conocido es del tipo o diseño de sustrato, en el cual el sustrato, sobre el cual se colocan las células solares durante la fabricación, está en el lado contrario al lado que recibe la luz del módulo final.

Incluso en diseños con una única conexión en serie por módulo, guiar los cables lateralmente fuera de una estructura de laminado, por ejemplo con los llamados conectores de borde, no es ideal ya que puede afectar al rendimiento eléctrico y a la estabilidad a largo plazo del módulo.

La publicación de Patente U.S. Nº 5 578 502 presenta un módulo solar del tipo de superestrato. Las células están conectadas en serie, estando la primera y la última de dichas células provistas cada una de una barra colectora. En el diseño de superestrato, el sustrato forma el lado que recibe la luz del módulo solar. Se proporciona una cubierta posterior, y se coloca una caja de unión por encima de un orificio de la cubierta posterior, orificio a través del cual se pueden extender cables procedentes de ambas barras colectoras, pudiendo dichos cables estar conectados a contactos de la caja de unión.

En las Patentes EP 1 041 647 A1 y EP 1 220 329 A2 se presentan otros módulos solares con diseño de superestrato.

En la conexión de la caja de conectores a las líneas conductoras, se tienen que cumplir y hay que tener en cuenta varios requisitos técnicos. Uno de estos requisitos es un suficiente aislamiento entre las partes conductoras de corriente del módulo y su bastidor o el entorno, tanto en condiciones secas como húmedas, por ejemplo, como se establece en la norma IEC 61646. Un problema para cumplir este requisito es la entrada de humedad por los bordes del módulo, lo cual puede conducir potencialmente a una mayor conductividad, y más corrientes de fuga y descargas disruptivas. Otro requisito es una corriente de retorno máxima suficientemente grande con la cual se pueda operar hacia adelante el módulo sin dañarlo, con respecto a la característica de diodo de las células solares. Este es por ejemplo un tema tratado en las normas DIN EN 50380 e IEC 61730. La corriente de retorno máxima puede ser la más alta en ese caso, en el que las líneas conductoras se llevan hasta el lado posterior de la lámina. Por otro lado, se desea mantener la sección transversal de las líneas conductoras en el mínimo, porque unas líneas conductoras gruesas hacen el encapsulado más difícil y más caro, y unas líneas conductoras anchas producen una disminución del área fotovoltaica activa del módulo. El cumplimiento de estos requisitos en módulos del tipo de sustrato es de particular interés. En módulos del tipo de superestrato existe por lo general una mayor flexibilidad en la colocación de las conexiones eléctricas en el lado posterior después de la colocación de las células solares.

Un objetivo de la presente invención es proporcionar un módulo solar mejorado, en particular del tipo de sustrato.

El objetivo se alcanza por medio de un módulo solar con las características de la reivindicación 1. Las características de las reivindicaciones dependientes indican realizaciones ventajosas de la invención.

El módulo solar de acuerdo con la invención comprende las siguientes características:

- un sustrato de vidrio, que forma una lámina con un espesor de desde 1 mm hasta 4 mm;
- una pluralidad de células solares conectadas eléctricamente en serie entre líneas conductoras primera y segunda, y situadas sobre un primer lado de la lámina, donde cada una de las líneas conductoras primera y segunda se extiende a lo largo de una longitud sobre la lámina; y
- un primer cable conductor conectado eléctricamente con la primera línea conductora y un segundo cable conductor conectado eléctricamente con la segunda línea conductora;
- estando la pluralidad de células solares encapsuladas por una hoja de laminación y una cubierta frontal, formando dicha cubierta frontal el lado que recibe la luz del módulo solar;

caracterizado porque el módulo solar comprende además un orificio pasante en la lámina a través del cual se extiende el primer cable conductor hasta un segundo lado de la lámina y un orificio pasante adicional en la lámina a través del cual se extiende el segundo cable conductor hasta el segundo lado de la lámina.

En lo que sigue, a la lámina también se la denominará lámina de conexión.

5 Las líneas conductoras primera y segunda se extienden sobre la lámina y están separadas la una de la otra. La separación entre las líneas conductoras primera y segunda es la mínima separación que se puede medir entre ellas a lo largo de su longitud. La invención permite maximizar el área fotovoltaica activa de un módulo, sin necesidad de poner en riesgo otros requisitos técnicos tales como un suficiente aislamiento y una corriente de retorno máxima.

10 En una realización las líneas conductoras primera y segunda están separadas la una de la otra por una separación; y el módulo solar comprende además

- una caja de conexión con un primer conector conectado eléctricamente con la primera línea conductora y un segundo conector conectado eléctricamente con la segunda línea conductora,

15 donde al menos uno de los conectores primero y segundo está conectado eléctricamente con la línea conductora respectiva mediante el respectivo cable conductor que se extiende a través de la lámina, extendiéndose dicho cable conductor a lo largo del segundo lado de la lámina durante una distancia de al menos el 25% de la separación.

20 En un aspecto de esta realización, la invención proporciona una interconexión mejorada entre las líneas conductoras y una única caja de conexión. Al guiar el cable conductor (o ambos cables conductores) a lo largo del segundo lado de la lámina de conexión, el cual típicamente será el lado posterior del módulo solar contrario a su lado orientado hacia la luz, se maximiza el área activa del módulo, al tiempo que se proporciona una única caja de conexión conveniente.

25 En una clase concreta de realizaciones, un punto de contacto entre al menos uno de los cables conductores y la respectiva línea conductora está situado a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud de la respectiva línea conductora, contada desde un extremo de la misma. Al situar el punto de contacto lejos de una porción final de la línea conductora, se minimizan las pérdidas por resistencia en la línea conductora, porque se acorta la longitud media que tiene que recorrer la corriente a lo largo de la línea conductora. Esto permite reducir el área de la sección transversal de la línea conductora, así como disminuir el espesor y/o la anchura, con ventajas para el encapsulado y/o la superficie activa. En particular, los puntos de contacto entre la primera línea conductora y el primer cable conductor, y entre la segunda línea conductora y el segundo cable conductor, pueden estar situados a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud de la respectiva línea conductora, contada desde un extremo de la misma.

30 Por consiguiente, en realidad este aspecto de la invención también se consigue en cualquier módulo solar que comprenda:

- una lámina;

35 - una pluralidad de células solares conectadas eléctricamente en serie entre líneas conductoras primera y segunda, y situadas en un primer lado de la lámina, donde cada una de las líneas conductoras primera y segunda se extiende a lo largo de una longitud sobre la lámina de conexión y dichas líneas están separadas la una de la otra por una separación mínima; y

40 - una caja de conexión con un primer conector conectado eléctricamente con la primera línea conductora y un segundo conector conectado eléctricamente con la segunda línea conductora, para conectar una carga eléctrica a las líneas conductoras primera y segunda,

donde al menos uno de los conectores primero y segundo está conectado eléctricamente con la respectiva línea conductora por medio de un cable conductor, y donde un punto de contacto entre el cable conductor y la respectiva línea conductora está situado a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud de la respectiva línea conductora, contada desde el extremo de la misma.

45 Comprendiendo un módulo solar:

- una lámina;

50 - una pluralidad de células solares conectadas eléctricamente en serie entre líneas conductoras primera y segunda, y situadas en un primer lado de la lámina, donde cada una de las líneas conductoras primera y segunda se extiende a lo largo de una longitud sobre la lámina; y

- una caja de conexión con un conector conectado eléctricamente con una de las líneas conductoras primera y segunda,

donde el conector está conectado eléctricamente con la respectiva línea conductora mediante un cable conductor, y donde un punto de contacto entre el cable conductor y la respectiva línea conductora está situado a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud de la respectiva línea conductora, contada desde un extremo de la misma.

55 De forma apropiada, la caja de conexión está situada en un segundo lado de la lámina contrario al primer lado en el que están situadas las líneas conductoras, siendo típicamente dicho segundo lado el lado posterior del módulo solar contrario a su lado orientado hacia la luz.

5 La caja de conexión con un conector conectado eléctricamente con una de las líneas conductoras primera y segunda sirve para conectar una carga eléctrica a la línea conductora respectiva. En particular los contactos primero y segundo sirven para conectar una carga eléctrica a las líneas conductoras primera y segunda. A menudo se conectan en serie varios módulos solares mediante sus contactos para formar una matriz de módulos, y en ese caso la carga es una carga de la matriz de módulos.

10 En una realización se proporciona una única caja de conexión. En lugar de una única caja de conexión, también se pueden emplear dos cajas de conexión sin alejarse de la invención. Entonces, de forma apropiada, las dos cajas de conexión son una primera caja de conexión con un primer conector conectado eléctricamente con la primera línea conductora y una segunda caja de conexión con un segundo conector conectado eléctricamente con la segunda línea conductora, para conectar una carga eléctrica a las líneas conductoras primera y segunda. La carga eléctrica se puede conectar a los dos contactos de las dos cajas de conexión.

15 En una realización la caja de conexión tiene dos conectores, un primer conector conectado eléctricamente con la primera línea conductora y un segundo conector conectado eléctricamente con la segunda línea conductora. Se puede conectar una carga eléctrica a las líneas conductoras primera y segunda. Además, en esta realización cada uno de los conectores está conectado eléctricamente con la respectiva línea conductora mediante un cable conductor, y donde un punto de contacto entre el cable conductor y la respectiva línea conductora está situado a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud de la respectiva línea conductora, contada desde un extremo de la misma.

20 En una realización, las líneas conductoras primera y segunda son substancialmente paralelas, por ejemplo a lo largo de los laterales largos de un módulo rectangular. De forma apropiada, además al menos una caja de conexión o la caja de conexión está situada substancialmente en una posición situada a lo largo de una línea media virtual entre las líneas conductoras primera y segunda.

25 Asimismo, los cables conductores primero y segundo se pueden extender a través de la lámina de conexión en posiciones que substancialmente están situadas sobre una línea perpendicular virtual que cruza las líneas conductoras primera y segunda, y donde la caja de conexión está situada substancialmente a lo largo de esa línea perpendicular virtual. En este caso se puede minimizar la longitud de los cables conductores a lo largo del lado posterior hasta una única caja de conexión.

En una realización la caja de conexión puede estar situada cerca de una porción final de al menos una de las líneas conductoras primera y segunda.

30 En una realización, al menos uno de los cables conductores y al menos una de las líneas conductoras están conformados de una sola pieza, es decir, están integrados, en lugar de interconectados, por lo que ambos pueden formar parte del mismo cable. La línea conductora, por ejemplo en la forma de una tira metálica, se puede dotar de una longitud suficiente para que atravesase la lámina de conexión como cable conductor hasta la caja de conexión. Esto elimina la necesidad de conectar entre sí la línea conductora y el cable conductor, en particular en la zona de un orificio pasante en la lámina de conexión.

35 En una realización, uno o los dos conectores son un terminal de la caja de conexión.

En otra realización, uno o los dos conectores comprenden un cable de conexión que se extiende desde la caja de conexión. Los cables de conexión y los respectivos cables conductores pueden estar conformados de una sola pieza, es decir, ambos pueden formar parte del mismo cable.

40 Una realización particular es la que se explica a continuación.

Un módulo solar que comprende

45 - una lámina de conexión;  
 - una pluralidad de células solares conectadas eléctricamente en serie entre líneas conductoras primera y segunda, y situadas en un primer lado de la lámina de conexión, donde cada una de las líneas conductoras primera y segunda se extiende a lo largo de una longitud sobre la lámina de conexión y dichas líneas están separadas la una de la otra por una separación mínima; y

- una caja de conexión con un primer conector conectado eléctricamente con la primera línea conductora y un segundo conector conectado eléctricamente con la segunda línea conductora, para conectar una carga eléctrica a las líneas conductoras primera y segunda,

50 donde al menos uno de los conectores primero y segundo está conectado eléctricamente con la respectiva línea conductora mediante un cable conductor que atraviesa la lámina de conexión, y a lo largo del segundo lado de la lámina de conexión durante una distancia de al menos el 25% de la separación mínima.

La lámina de conexión puede formar parte del encapsulado del módulo solar.

Se explicarán ahora elementos de la invención haciendo referencia a los dibujos, en los cuales

55 La Figura 1 es una sección transversal a través de una realización esquemática de un módulo de acuerdo con la invención;

La Figura 2 muestra de forma esquemática una realización de un módulo con la sección transversal de la Figura 1 en vista en planta, sobre el lado de la lámina de conexión contrario al lado que recibe la luz;

Las Figuras 3a, b, c, d, e, f, g, h muestran de forma esquemática realizaciones adicionales de la presente invención en la misma vista que la Figura 2;

5 La Figura 4 muestra de forma esquemática otra realización de un módulo con una sección transversal como en la Figura 1 en vista en planta, sobre el lado de la lámina de conexión contrario al lado que recibe la luz; y

Las Figuras 5a, b muestran de forma esquemática realizaciones adicionales de la presente invención en la misma vista que la Figura 2; y

La Figura 6 muestra de forma esquemática un diseño convencional de un módulo solar.

10 En las diferentes Figuras se usan números de referencia similares para denotar objetos iguales o similares.

Se hace ahora referencia a la Figura 1, la cual muestra de forma esquemática una realización de un módulo solar 1 de acuerdo con la presente invención.

15 El módulo solar 1, que se muestra en sección transversal, es del tipo de sustrato, lo cual significa que la lámina 5 de conexión forma el sustrato sobre el que se colocan las células solares 7, 8, antes de que sean encapsuladas por una hoja 10 de laminación, tal como una hoja de butiral de polivinilo o una hoja de etilénvinilacetato, y una cubierta 11 frontal, tal como un vidrio frontal. En particular, la lámina 5 de conexión puede ser un sustrato de vidrio, tal como un vidrio flotado. Para proporcionar algo de estabilidad mecánica, lo cual es deseable por ejemplo para el sustrato durante la colocación de las células solares, la lámina puede tener un espesor de 0,5 mm o mayor, por ejemplo desde 0,5 mm hasta 20 mm, por ejemplo desde 1 a 6 mm, en concreto la lámina, por ejemplo de vidrio flotado, puede tener un espesor de 1-4 mm. La cubierta 11 frontal forma el lado que recibe la luz del módulo.

20 Por simplicidad, en esta realización esquemática se muestran sólo dos células solares 7, 8 conectadas en serie. Típicamente, el número de células solares conectadas en serie puede ser de entre 2 y 500, preferiblemente de entre 50 y 200, por ejemplo de aproximadamente 100.

25 La presente invención es aplicable a todos los tipos de células solares, incluyendo células solares de silicio cristalino y células solares de película delgada convencionales, incluyendo las basadas en la siguiente lista no exhaustiva de películas delgadas basada en silicio, en compuestos de calcopirita, compuestos II-IV y análogos, compuestos III-V y análogos, materiales orgánicos, y células solares sensibilizadas por colorante. Las células solares de película delgada son las preferidas, en particular las células solares basadas en calcopirita.

30 El término compuesto de calcopirita se emplea en este documento como un término general que abarca materiales formados por un semiconductor del grupo I-III-VI<sub>2</sub> o por un semiconductor del grupo II-IV-V<sub>2</sub>, incluyendo un semiconductor tipo P del tipo de diseleniuro de cobre indio ("CIS"). A veces los casos especiales se denotan como CIGS o CIGSS. El término abarca al menos los siguientes compuestos:  $\text{CuInSe}_2$ ,  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{Se}_2$ ;  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{Se}_y\text{S}_{(2-y)}$ ;  $\text{CuIn}_x\text{Ga}_z\text{Al}_{(1-x-z)}\text{Se}_y\text{S}_{(2-y)}$ , y combinaciones de los mismos; donde  $0 \leq x \leq 1$ ;  $0 \leq x+z \leq 1$ ; y  $0 \leq y \leq 2$ . El compuesto de calcopirita puede comprender además una baja concentración, una traza, o una concentración de dopado de uno o más elementos o compuestos adicionales, en particular metales alcalinos tales como sodio, potasio, rubidio, cesio, y/o francio, o compuestos alcalinos. La concentración de estos constituyentes adicionales es típicamente un 5% en peso o menor, preferiblemente un 3% en peso o menor.

35 El término compuestos II-VI se usa en este documento como un término general que abarca compuestos en los cuales están presentes cualquier número de elementos del grupo II del sistema periódico y cualquier número de elementos del grupo VI del sistema periódico. Entre los ejemplos están  $\text{ZnSe}$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{ZnS}_x\text{Se}_{1-x}$ ,  $\text{ZnS}_x(\text{OH})_{1-x}$ ,  $\text{CdS}$ ,  $\text{CdSe}$ ,  $\text{CdTe}$ . En estos compuestos pueden estar presentes otros elementos, tales como por ejemplo elementos dopantes y elementos traza.

40 El término compuestos III-V se usa en este documento como un término general que abarca compuestos en los cuales están presentes cualquier número de elementos del grupo III del sistema periódico y cualquier número de elementos del grupo V del sistema periódico. Entre los ejemplos están  $\text{GaAs}$ ,  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ,  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ,  $\text{GaP}$ ,  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{P}$ ,  $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}_z\text{P}_{1-z}$  (donde  $0 \leq z \leq 1$ ). Pueden estar presentes otros elementos, tales como por ejemplo elementos dopantes y elementos traza.

45 El término capa absorbente pretende abarcar múltiples capas, en particular múltiples capas de película delgada, y además entre la capa de electrodo posterior y la capa de electrodo frontal pueden estar situadas otras capas además de la capa absorbente. Como ejemplo, en el caso de una capa absorbente de calcopirita, puede estar presente una capa ventana o capa intermedia. Un ejemplo es una capa de un compuesto II-VI como por ejemplo  $\text{CdS}$ , por ejemplo en la interfaz con un electrodo frontal que comprenda por ejemplo óxido de zinc.

Se explicará la realización de la Figura 1 basándose en células solares 7, 8 que tienen una capa absorbente de tipo calcopirita.

55 Un contacto posterior comprende una capa 14 metálica depositada sobre el sustrato 5. La capa 14, en una realización preferida, típicamente comprende o consiste en un metal muy conductor. De importancia específica se

consideran el cobre, el aluminio, el molibdeno, el tungsteno y la plata. A menudo se aplican capas de molibdeno que se depositan mediante pulverización catódica hasta un espesor de aproximadamente 0,2 a 2 micras.

Encima del electrodo 14 posterior se coloca una capa 16 semiconductor de tipo calcopirita (también llamada capa de tipo CIS), que tiene un espesor de aproximadamente 0,2 a 2 micras, y que por ejemplo es de tipo P.

5 La capa 16 de tipo CIS se puede conformar mediante cualquier método disponible en la técnica. Un método preferido incluye deposición por pulverización catódica de una secuencia de capas que comprenden los constituyentes metálicos de la capa de tipo CIS, depositando opcionalmente una capa de Se por deposición de vapor, seguido por un rápido procesamiento térmico. Un proceso preferido se describe en J. Palm, V. Probst y F.H. Karg, "Second Generation CIS solar modules", Solar Energy, vol. 77, p. 757-765, 2004, que se incluye a modo de referencia.

10 Entre el sustrato 5 y la capa 14 de electrodo posterior se puede colocar una capa anti-difusión (no mostrada), la cual sirve para impedir la difusión de metales alcalinos desde el sustrato de vidrio hacia el interior de la capa 16 CIS. Si se coloca dicha capa, claramente ésta forma parte del sustrato antes de que se coloquen las células solares. Además, la capa tipo CIS contiene preferiblemente una cantidad controlada de Na, como se explica en la Patente USA N° 5.626.688, que se incluye a modo de referencia.

15 Encima de la capa CIS se puede depositar una capa intermedia y/o una capa ventana, por ejemplo de CdS, o de un material libre de Cd.

20 Las células solares comprenden además una capa 20 de electrodo frontal. En particular la capa 20 puede ser un óxido conductor transparente (TCO), tal como el óxido de zinc (ZnO) o el óxido de indio- estaño (ITO), preferiblemente ZnO. La capa TCO se puede depositar, por ejemplo, mediante pulverización catódica. La capa se dopa de manera contraria al tipo de semiconductor de la capa absorbente, por ejemplo como tipo N cuando la capa absorbente es tipo P. La pulverización catódica se puede realizar por ejemplo mediante pulverización catódica de corriente continua desde un blanco de ZnO:Al, o mediante pulverización catódica reactiva desde un blanco metálico. La capa se dopa de manera apropiada para que proporcione una resistividad relativamente baja, por ejemplo, mejor que aproximadamente  $2,0 \times 10^{-3}$  Ohm-cm, y preferiblemente mejor que  $1,0 \times 10^{-3}$  Ohm-cm. De forma apropiada, el espesor de la capa 20 es de 0,5 a 2 micras.

30 La capa 14 de electrodo posterior, la capa 16 absorbente y la capa 20 de electrodo frontal están estructuradas de tal manera que se forman células solares 7, 8 independientes, las cuales están conectadas en serie. En particular, la capa 20 de electrodo frontal de la célula solar 7 está conectada eléctricamente con la capa 14 de electrodo posterior de la célula solar 8. La capa 20 de electrodo frontal de la última célula solar 8 de la serie está conectada eléctricamente con la capa 14 de electrodo posterior en una zona 26 contigua a la célula solar 8. La capa de electrodo posterior de la primera célula de la serie, la célula solar 7, también se extiende hasta una zona 27 contigua a la primera célula. De forma apropiada, la capa 14 de electrodo posterior permanece separada de una zona 28 de borde a lo largo de los bordes del módulo 1. En las zonas 26 y 27 y en contacto eléctrico con ellas, están situadas líneas 31 y 32 conductoras, a las cuales en lo que sigue se denominará líneas conductoras primera y segunda, respectivamente. Las líneas conductoras pueden ser por ejemplo tiras metálicas, por ejemplo de cobre, aluminio, molibdeno, recubiertas opcionalmente por ejemplo con níquel, paladio, estaño o plata. En este ejemplo las líneas conductoras primera y segunda son paralelas y por lo tanto también son lineales, y tienen una separación L.

40 En el lado posterior de la lámina 5 de conexión está situada una caja 36 de conexión. La caja 36 de conexión está provista de dos conectores 41 y 42, a los cuales en lo que sigue se llamará conectores primero y segundo, respectivamente. Una carga eléctrica (no mostrada) se puede conectar a los conectores 41, 42.

El primer conector 41 está conectado eléctricamente con la primera línea 31 conductora, mediante un cable 46 conductor. El cable 46 conductor atraviesa un orificio 48 de la lámina 5 de conexión, y continúa a lo largo del segundo lado 50 de la lámina 5 de conexión.

45 En esta realización, el segundo conector 42 está conectado a la segunda línea 32 conductora de una manera análoga y simétrica, mediante el segundo cable 51 conductor que atraviesa la lámina 5 de conexión a través del orificio 52. En esta realización, la distancia entre el orificio 48 y el conector 41 es de al menos el 25% de la separación L y, por lo tanto, también la distancia entre los orificios 48 y 52 es de al menos el 25% de la separación L.

50 De acuerdo con un aspecto de la invención, el primer conector 41 está conectado eléctricamente con la primera línea 31 conductora mediante el cable 46 conductor, y el punto de contacto en el orificio 48 entre el cable 46 conductor y la respectiva línea 31 conductora puede estar situado a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud de la respectiva línea 31 conductora, contada desde un extremo de la misma, es decir, a lo largo de la respectiva línea conductora. De forma apropiada, también el punto de contacto en el orificio 52 entre el segundo cable 51 conductor y la respectiva línea 32 conductora está entonces situado a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud de la segunda línea 32 conductora, contada desde un extremo de la misma. Estas realizaciones se muestran en las Figuras 3d-3h, 4, 5a, y se explicarán más detalles haciendo referencia a estas Figuras.

Deberá quedar claro que una expresión usada en la especificación y en las reivindicaciones que diga que un componente tal como una célula solar, una línea conductora, una caja de conexión, etc. están situadas en un lado

concreto de la lámina de conexión y/o del sustrato, no significa necesariamente que dicho componente esté directamente en ese lado concreto. No obstante es posible que el componente esté situado directamente en ese lado.

Como se muestra en las Figuras 2-5, la caja 36 de conexión se puede proporcionar en diferentes disposiciones.

5 En la Figura 2 se muestra de forma esquemática una realización del módulo 1 en una vista sobre la lámina 5 de conexión (es decir, desde debajo en la Figura 1). La Figura 1 representa una sección transversal a lo largo de la línea I-I. Para una mayor claridad, sólo se indican las barras 31, 32 colectoras, y no las células solares situadas entre ellas. En esta vista se pone de manifiesto que las partes de los cables 46, 51 conductores que se extienden a lo largo de la superficie posterior del módulo entre los orificios 48, 52 y los conectores 41, 42 no cubren ninguna  
10 superficie sobre el lado que recibe la luz. Por lo tanto, en esta realización no hay superficie activa consumida por la interconexión entre las líneas 31, 32 conductoras y la caja 36 de conexión.

A menudo se preferirá situar la caja de unión simétricamente entre las líneas 31, 32 conductoras como se muestra, es decir, en una posición situada a lo largo de la línea media 55 virtual entre las líneas conductoras primera 31 y segunda 32.

15 La anchura de la caja de conectores, medida en perpendicular a la línea media 55, es típicamente menor que el 25% de la separación L mínima. Una separación mínima típica está por ejemplo dentro del rango de desde 10 hasta 100 cm, en particular 40-80 cm.

En la realización que se muestra en la Figura 2, los orificios 48, 52 a través de los cuales los cables conductores primero y segundo atraviesan la lámina de conexión están situados sobre una línea 60 perpendicular virtual, que  
20 cruza en ángulo recto las líneas conductoras primera 31 y segunda 32 y la línea 55 virtual. En esta realización, además, los cables 46, 51 conductores se extienden a lo largo de esa línea 60, y la caja 36 de conexión está situada también a lo largo de esa línea 60.

En este ejemplo la caja de conectores se muestra en una porción 61 final de las líneas 31, 32 conductoras, la cual en este caso está cerca de un lado corto del módulo 1 rectangular, pero también podría estar situada más alejada de un borde, o incluso en el centro del módulo.

Preferiblemente, la distancia entre un orificio pasante para un cable conductor y el borde del módulo se elige de tal manera que se consiga un aislamiento suficiente. La tensión máxima del módulo influye en esto. Por ejemplo, se consigue un buen aislamiento cuando la zona 28 de borde de la Figura 1 está libre de películas delgadas y forma  
30 junto con la hoja 10 de laminación de butiral de polivinilo, que tiene una conductividad de  $1 \cdot 10^{-12}$  (Ohm·cm)<sup>-1</sup>, una zona aislante. La zona de borde puede tener una anchura de, por ejemplo, entre 5 y 50 mm, preferiblemente de entre 10 y 20 mm, por ejemplo de 15 mm. Se puede alcanzar una tensión máxima del sistema de hasta 1000 V, o incluso mayor.

Cada uno de los cables 46, 51 conductores puede ser una extensión integral de las líneas 31, 32 conductoras, respectivamente. Los cables conductores se pueden extender hasta conectores en la forma de terminales 66, 67 en la caja de conexión. Los conectores también se pueden extender como cables de conexión que salen de la caja 36 de conexión, indicados en la Figura como 71, 72.

Un cable 71, 72 de conexión y un respectivo cable conductor 46 y/o 51 se pueden conformar de una sola pieza.

40 Cuando un cable conductor no es una extensión integral de una línea conductora, se puede conectar eléctricamente a la línea conductora por medios conocidos, por ejemplo mediante soldadura fuerte, soldadura, o por medios mecánicos tales como un contacto elástico. La conexión eléctrica se puede proporcionar en particular en los orificios y/o en el área circundante. Los orificios 48, 52 se sellan de forma apropiada para evitar la entrada de humedad, por ejemplo mediante butilo o resina epoxi. Deberá ser evidente que la conexión eléctrica forma parte de los cables conductores.

45 La caja de conexión puede, por ejemplo, pegarse con adhesivo al lado posterior de la lámina 5 de conexión. En la caja de conexión se pueden colocar otros componentes eléctricos o electrónicos, tales como uno o más diodos de derivación. La caja de conexión puede tener una tapa que se puede abrir, por ejemplo para la instalación y/o conexión de una carga. También puede estar sellada, teniendo conectores y/o cables de conducción externos (la denominada tapa de unión de una pieza).

50 Se hace referencia ahora a la Figura 3, que muestra de forma esquemática y a modo de ejemplo diferentes realizaciones de la presente invención. Las Figuras 3a-3c se refieren a realizaciones en las cuales se proporcionan orificios 48 y 52 pasantes en una porción 61 final del módulo, y las Figuras 3d-3h se refieren a realizaciones en las cuales los orificios pasantes se proporcionan en una porción 75 central del módulo.

La Figura 3a es una versión simplificada adicional de la realización de la Figura 2. En las otras Figuras se indicarán mediante números de referencia sólo las partes relevantes para analizar la respectiva modificación y, como se ha  
55 indicado, todas las demás partes son las mismas o similares a las de las Figuras 2 y 3a.

En la Figura 3b, en la caja 36 de conexión se proporcionan terminales 66, 67 en lugar de cables 71, 72 de conexión.

En la Figura 3c, la caja 36 de conexión está situada alejada de la línea media 55. La línea 46 conductora es más larga que el 25% de la separación L, de hecho es más larga que el 40%, más concretamente más larga que el 50% de la separación L. La línea 51 conductora puede ser más corta que eso.

5 En la Figura 3d, se proporcionan orificios 48 y 52 pasantes en la porción 75 central del módulo, substancialmente en el medio de cada línea 31, 32 conductora. Los cables 46, 51 conductores se extienden en dirección oblicua desde puntos de contacto en los orificios pasantes hasta la caja 36 de conexión situada en la porción 61 final del módulo. Con respecto a una longitud o anchura de un módulo, la porción final puede ser una zona dentro del primer o del último 20% de esa longitud o anchura. Los cables oblicuos proporcionan la conexión más corta, pero resultará evidente que los cables conductores también pueden estar situados a lo largo de otras trayectorias.

10 La Figura 3e muestra una variante en la cual las líneas 31, 32 conductoras están también conectadas a través de orificios 48, 52 situados en la porción 75 central de la lámina 5 de conexión, aunque no sea exactamente en el medio de las barras colectoras. La porción central con respecto a una longitud o anchura de un módulo puede ser el área dentro del 20% central de esa longitud o anchura. Asimismo, la caja 36 de conexión está fuera de la porción final, y los cables 46, 51 conductores se extienden en dirección oblicua.

15 La realización de la Figura 3f combina rasgos de las Figuras 3a y 3d. Los orificios 48, 52 pasantes y los puntos de contacto, así como la caja 36 de conexión se proporcionan todos ellos en la porción 75 central. Los cables conductores se extienden perpendiculares a las líneas 31, 32 conductoras paralelas.

20 La realización de la Figura 3g se diferencia de la realización de la Figura 3f en que la caja 36 de conexión está situada en la porción 75 central, y cerca de una de las líneas conductoras. De hecho, el conector 42 está situado muy cerca del orificio 52 pasante, el cual está cubierto por la caja 36 de unión.

25 En la Figura 3h, la caja 36 de conexión está situada en posición central, y los orificios 48, 52 están situados a ambos lados en dirección longitudinal, algo alejados del punto medio de las líneas 31, 32 conductoras, pero dentro del 20-50% de la longitud K, contada desde un extremo 78, 79 de las líneas 31, 32 conductoras. También sería posible que uno de los orificios 46, 51 estuviera situado en una porción final, alejado de un extremo 78 ó 79 menos de un 20% de la longitud K.

30 La Figura 4 muestra la realización de la Figura 3f con el detalle de la Figura 2. Los orificios 48, 52 pasantes están situados en el medio, o substancialmente en el medio, de las líneas 31, 32 conductoras, es decir, los dos puntos de contacto entre los cables conductores primero y segundo y las respectivas líneas conductoras están situados a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud de la respectiva línea conductora, contada desde un extremo de la misma. En este caso se muestra la caja de conectores en la porción 75 central del módulo, pero dicha caja también podría estar situada más alejada del centro. La Figura 1 es de nuevo una sección transversal a lo largo de las líneas I-I.

35 En lugar de una única caja de conexión, también se pueden usar dos cajas de conexión sin apartarse de la invención. La invención entonces todavía proporciona flexibilidad en la elección de la posición de las cajas de conexión sin sacrificar área activa del módulo. Se hace referencia a la Figura 5a, que muestra de forma esquemática y a modo de ejemplo una realización adicional de la presente invención, donde se utilizan dos cajas 36a, 36b de conexión. Se usan los mismos números de referencia que en las Figuras 1-4 para hacer referencia a partes iguales o similares. En esta realización cada caja 36a, 36b de conexión está situada por encima de un orificio 48, 52 pasante, respectivamente. Ambos orificios pasantes se proporcionan en la zona 75 central, por ejemplo en el medio de las barras colectoras.

45 En una realización, entre los contactos 41, 42 puede estar situado un diodo de derivación para extraer corriente en el caso de sombreado parcial del módulo. En un módulo que está compuesto por un gran número de células solares conectadas en serie el sombreado de una o varias células individuales puede producir una polarización inversa de la célula o células en sombra. En la realización de la Figura 4, el diodo de derivación puede estar situado en una de las cajas de conexión 36a, 36b. Entre las cajas de unión, a lo largo del lado posterior del módulo, se extiende cableado 80 de conexión. En una realización particularmente ventajosa el cableado de conexión está cubierto por un elemento de bastidor que sirve para incrementar la estabilidad mecánica del módulo. En la realización que se muestra de forma esquemática en la Figura 5 el bastidor puede estar formado por un bastidor alrededor de los cuatro laterales del módulo y una barra de conexión que se extiende a lo largo del cableado 80. La barra de conexión puede ser hueca y/o puede tener un rebaje por ejemplo en el lado del módulo para cubrir el cableado 80.

50 En la realización adicional de la Figura 5b los dos orificios pasantes y las cajas 36a, 36b de conexión están situados en la porción 61 final, en los extremos de las barras 31, 32 colectoras. Opcionalmente, entre las cajas de conexión se pueden proporcionar un diodo de derivación y cableado 80 como en la Figura 5a.

55 La Figura 6 muestra de forma esquemática una estructura convencional de un módulo con barras 31, 32 colectoras así como cables 91, 92 conductores. Estos cables conductores tienen substancialmente la misma forma que barras colectoras extendiéndose por encima del lado de la lámina orientado hacia la luz, en particular en el lado de las células solares en el diseño de substrato. Los conectores 66, 67 están conectados a los cables 91, 92 conductores a través de un orificio 94 pasante común. El área situada debajo de los cables 91, 92 no está disponible como área activa.

Se realizó un cálculo de las pérdidas por resistencia en diferentes configuraciones de un módulo, para módulos rectangulares de tamaño 165cmx65cm, con barras colectoras de aluminio de 0,2 mm de espesor y 2 mm de anchura. Para la estructura convencional mostrada en la Figura 6, en la que los cables 91, 92 conductores tenían una anchura y espesor idénticos a los de la barra colectoras, se determinó una pérdida por resistencia del 0,83%,.

5 Para la estructura de la Figura 5b, la pérdida por resistencia fue del 0,53%. Guiando los cables conductores por separado a través de la lámina, las pérdidas por resistencia a lo largo de los cables 91, 92 se acumulan. Ese sería el caso también cuando se usara una única caja de unión como en las Figuras 3a-3c, dado que en el lado posterior se pueden usar cables conductores mucho más gruesos.

10 Para la disposición de la Figura 5a, se calculó una pérdida por resistencia del 0,14%. En este caso, con los puntos de contacto y los orificios pasantes en el medio de las líneas conductoras, sólo se transporta corriente sobre la mitad de la longitud de una barra colectoras. Resultará evidente que esta ventaja de la invención también se puede aprovechar dimensionando las barras colectoras más pequeñas que por ejemplo lo necesario para la disposición convencional de la Figura 6, sin pérdidas por resistencia mayores que las convencionales.

15 La invención también se puede aplicar a módulos que comprendan una pluralidad de conexiones en serie de células solares. En ese caso, en el primer lado de la lámina de conexión están presentes al menos parejas de líneas conductoras tercera y cuarta, y opcionalmente más parejas de líneas conductoras, con una conexión en serie de células solares entre cada pareja. Cada pareja de líneas conductoras tiene una separación mínima respectiva. Cada línea conductora puede estar conectada a una caja de conexión en el segundo lado del cable conductor que atraviesa la lámina de conexión. En una realización concreta, al menos una de las líneas conductoras se extiende a lo largo del segundo lado a lo largo de una distancia de al menos el 25% de la respectiva separación mínima para esa línea conductora. En concreto, la distancia puede ser de al menos el 25% de una anchura del módulo (para un módulo rectangular la anchura es menor o igual que la longitud). En un diseño de este tipo de acuerdo con la invención, se puede conseguir una ventaja adicional cuando la conexión paralela de la serie diferente se proporciona en la caja de conexión, de forma que no se necesita ninguna placa de circuito independiente.

25 De forma apropiada, los orificios pasantes de la lámina de conexión se proporcionan debajo de las líneas conductoras (las barras colectoras), para un contacto fácil, y además no se consume ningún área substancial fuera de las barras colectoras para los cables conductores. Sin embargo será evidente que un cable conductor también se puede llevar a través de la lámina de conexiones alguna distancia desde las líneas conductoras, en cuyo caso la línea conductora puede consumir una cantidad limitada de área activa. De forma apropiada, los orificios pasantes están situados a menos de 5 cm de las líneas conductoras, y/o a menos del 5% de la separación entre las líneas conductoras.

30 Se ha explicado la invención basándose en ejemplos que usan el denominado diseño de sustrato, por el cual el sustrato sobre el cual se colocan las células solares durante la fabricación forma la lámina de conexión o es parte de dicha lámina de conexión. La invención tiene ventajas particulares en combinación con un diseño de sustrato, dado que en un diseño de superestrato es por lo general más fácil situar el cableado y las conexiones entre las barras colectoras, sin sacrificar substancialmente área activa del módulo.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Un módulo solar (1) que comprende
- un sustrato de cristal, que forma una lámina (5) con un espesor de desde 1 mm hasta 4 mm;
  - una pluralidad de células solares (7, 8) conectadas eléctricamente en serie entre líneas conductoras primera (31) y segunda (32), y situadas en un primer lado de la lámina (5), donde cada una de las líneas conductoras primera (31) y segunda (32) se extiende a lo largo de una longitud sobre la lámina (5); y
  - un primer cable (46) conductor conectado eléctricamente con la primera línea (31) conductora y un segundo cable (51) conductor conectado eléctricamente con la segunda línea (32) conductora;
  - estando la pluralidad de células solares (7, 8) encapsuladas por una hoja (10) de laminación y una cubierta (11) frontal, formando dicha cubierta (11) frontal el lado que recibe la luz del módulo solar (1);
- caracterizado porque el módulo solar (1) comprende además un orificio (48) pasante en la lámina (5) a través del cual se extiende el primer cable (46) conductor hasta un segundo lado (50) de la lámina (5) y un orificio (52) pasante adicional en la lámina (5) a través del cual se extiende el segundo cable (51) conductor hasta el segundo lado (50) de la lámina (5).
2. El módulo solar (1) de acuerdo con la reivindicación 1,
- caracterizado porque las líneas conductoras primera (31) y segunda (32) están separadas la una de la otra por una separación (L); y donde el módulo solar (1) comprende además
- una caja (36) de conexión con un primer conector (41) conectado eléctricamente con la primera línea (31) conductora y un segundo conector (42) conectado eléctricamente con la segunda línea (32) conductora,
- donde al menos uno de los conectores primero (41) y segundo (42) está conectado eléctricamente con la respectiva línea (31, 32) conductora por medio del respectivo cable (46, 51) conductor que se extiende a través de la lámina (5), y extendiéndose el citado cable (46, 51) conductor a lo largo del segundo lado (50) de la lámina (5) a lo largo de una distancia de al menos el 25% de la separación (L).
3. El módulo solar (1) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque las líneas conductoras primera (31) y segunda (32) son paralelas.
4. El módulo solar (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque las líneas conductoras primera (31) y segunda (32) son paralelas, donde los cables conductores primero (46) y segundo (51) atraviesan la lámina (5) de conexión en posiciones que están situadas substancialmente sobre una línea (60) perpendicular virtual cruzando las líneas conductoras primera (31) y segunda (32).
5. El módulo solar (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque al menos uno de los cables (46, 51) conductores y al menos una de las líneas (31, 32) conductoras están conformados de una sola pieza.
6. El módulo solar (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, caracterizado porque un punto de contacto entre al menos uno de los cables conductores primero (46) y segundo (51) y la respectiva línea (31, 32) conductora está situado a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud (K) de la respectiva línea (31, 32) conductora, contada desde un extremo de la misma; en particular caracterizado porque puntos de contacto entre la primera línea (31) conductora y el primer cable (46) conductor, y la segunda línea (32) conductora y el segundo cable (51) conductor, están situados a una distancia de desde el 20% hasta el 50% de la longitud (K) de la respectiva línea (31, 32) conductora, contada desde un extremo de la misma.
7. El módulo solar (1) de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque el módulo solar (1) comprende además una caja (36) de conexión con un conector (41, 42) conectado eléctricamente con una de las líneas (31, 32) conductoras.
8. El módulo solar (1) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque se proporcionan dos cajas (36a, 36b) de conexión.
9. El módulo solar (1) de acuerdo con la reivindicación 8, caracterizado porque las dos cajas (36a, 36b) de conexión son una primera caja (36a) de conexión con un primer conector (41) conectado eléctricamente con la primera línea (31) conductora y una segunda caja (36b) de conexión con un segundo conector (42) conectado eléctricamente con la segunda línea (32) conductora.
10. El módulo solar (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-9, caracterizado porque se proporciona eléctricamente un diodo de derivación entre los cables (46, 51) conectores, en particular en el cual están presentes dos cajas (36a, 36b) de conexión con cableado (80) que se extiende entre las cajas (36a, 36b) de conexión, más en particular en el cual el diodo de derivación está situado en una de las cajas (36a, 36b) de conexión.

11. El módulo solar (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-10, caracterizado porque al menos uno de los orificios (48, 52) pasantes está situado a menos de 5 cm de una las líneas conductoras primera (31) y segunda (32), y/o a menos del 5% de la separación (L) entre las líneas (31, 32) conductoras.

5 12. El módulo solar (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-11, caracterizado porque los orificios (48, 52) pasantes de la lámina (5) de conexión se proporcionan debajo de las líneas (31, 32) conductoras.

13. El módulo solar (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-12, caracterizado porque la distancia entre los orificios (48, 52) pasantes es de al menos el 25% de la separación (L) entre las líneas (31, 32) conductoras.

14. El módulo solar (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-13, caracterizado porque el módulo solar comprende un encapsulado, y en el cual la lámina (5) de conexión forma parte del encapsulado.

10

Fig.1

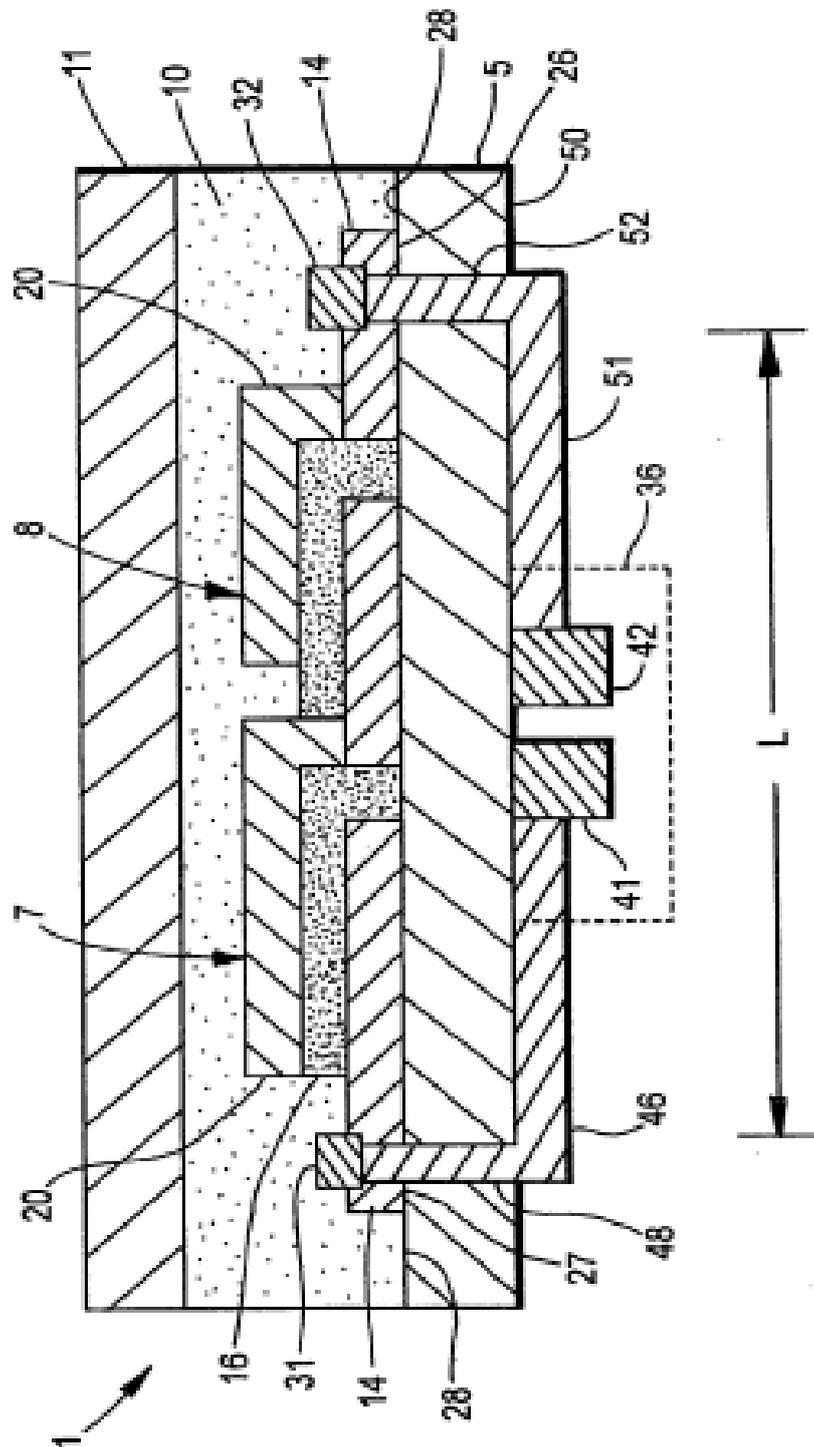


Fig.2

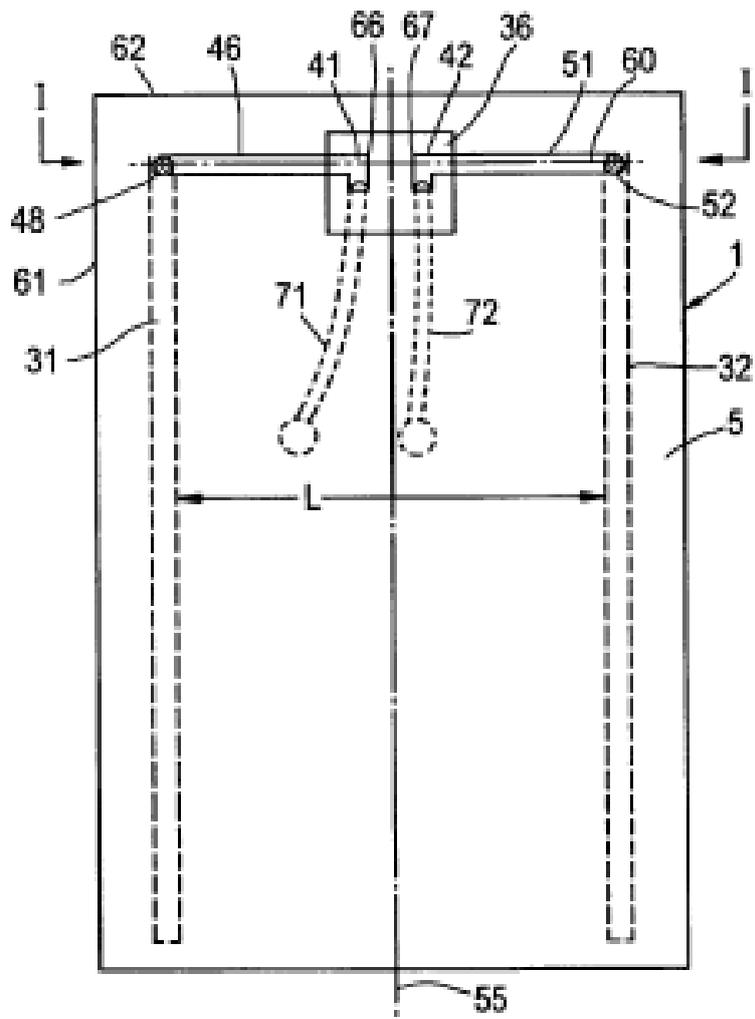


Fig.3a

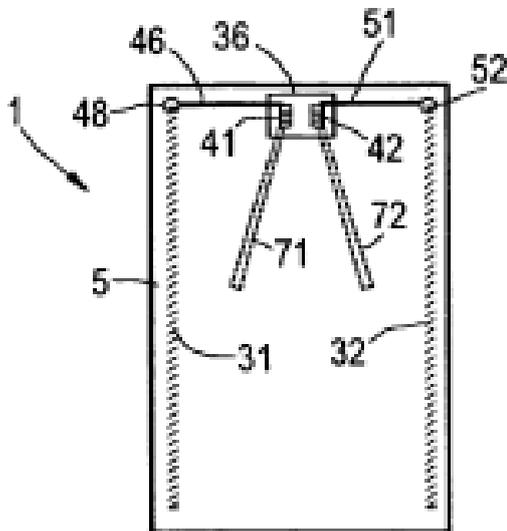


Fig.3b

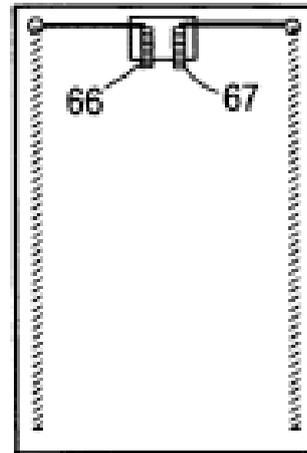


Fig.3c

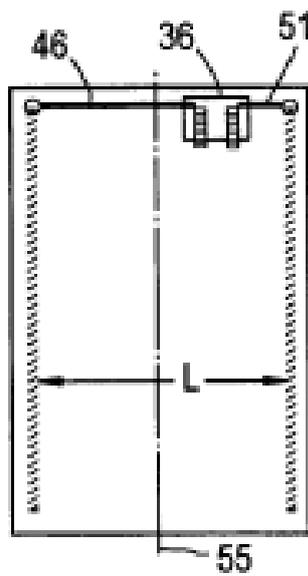


Fig.3d

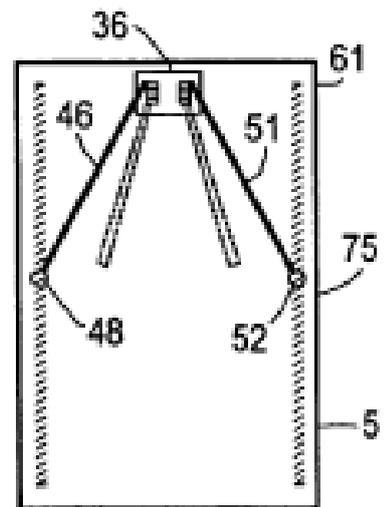


Fig.3e

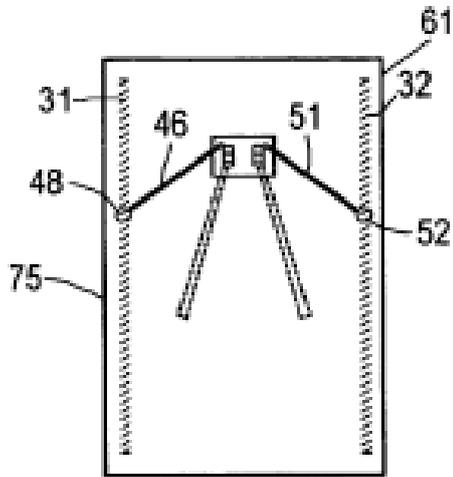


Fig.3f

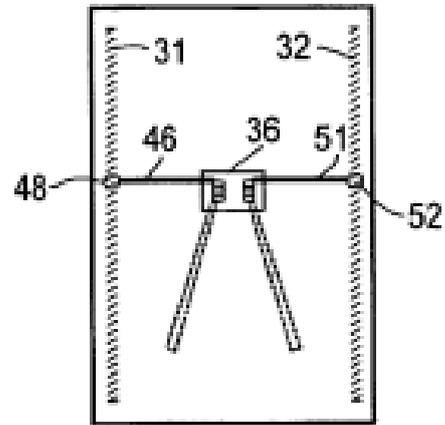


Fig.3g

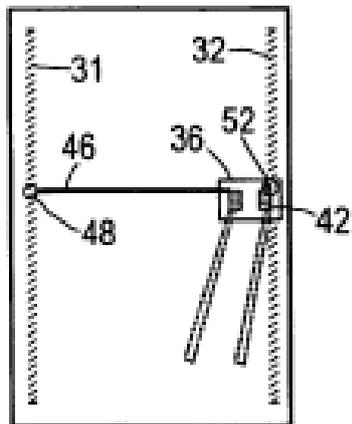


Fig.3h

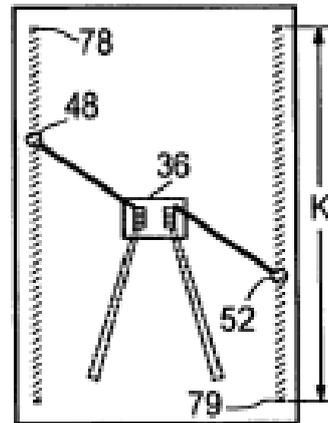




Fig.5a

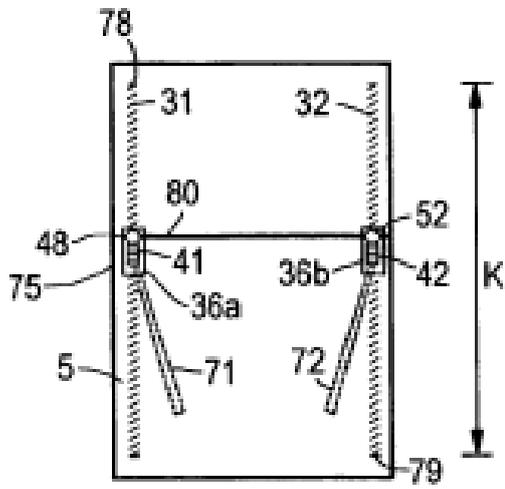


Fig.5b

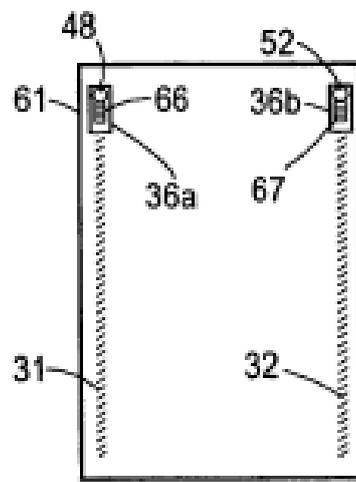


Fig.6

