

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 606 298**

51 Int. Cl.:

H01L 31/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.01.2014 PCT/FR2014/050065**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.07.2014 WO14108655**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2014 E 14703144 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2943983**

54 Título: **Ensamblaje de módulos de una central solar**

30 Prioridad:

14.01.2013 FR 1350309

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

23.03.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**RAZONGLES, GUILLAUME y
MERTEN, JENS**

74 Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 606 298 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

Ensamblaje de módulos de una central solar

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a la realización de instalaciones que incluyen unos módulos fotovoltaicos y, de manera más particular, a la realización de una central solar a base de un conjunto de módulos fotovoltaicos.

10 Exposición de la técnica anterior

Los sistemas fotovoltaicos que tienen por objeto producir energía eléctrica a partir de la energía solar están generalmente formados por un conjunto de módulos fotovoltaicos, que agrupa cada uno unas células fotovoltaicas conectadas entre sí. Cada módulo está generalmente acompañado de un marco metálico para asegurar su rigidez y mejorar su estanquidad.

Los módulos fotovoltaicos están, en una central solar, generalmente repartidos en filas paralelas e inclinados con respecto a la horizontal para captar de la mejor manera posible los rayos solares. En la práctica, se fijan los módulos fotovoltaicos sobre unos soportes rígidos, por ejemplo, una fachada, una techumbre o un armazón.

La fijación de los módulos sobre estos soportes rígidos debe asegurar la resistencia a los vientos. El coste de estos soportes rígidos y el de su implementación representan una parte importante del coste final de la central fotovoltaica.

Por otra parte, existen unos módulos que tienen la particularidad de que son de doble cara, es decir, que reciben y utilizan la energía luminosa que les llega de los dos lados. Este tipo de módulos deja generalmente pasar una parte de la luz y se utilizan entonces como umbría. También pueden fijarse verticalmente y orientarlos de forma este-oeste.

El documento GB-A-2 466 587 describe un marco de ventana que incluye unas láminas solares orientables.

El documento europeo EP2551608A describe una central solar.

Sumario

Un objeto de un modo de realización de la presente invención según un primer aspecto es proponer una arquitectura de central solar que palía al menos una parte de los inconvenientes relacionados con la fijación de los módulos resultando al mismo tiempo eficaz.

Otro objeto de un modo de realización de la presente invención según un segundo aspecto es incrementar, con espacio necesario en el suelo dado, la capacidad de producción de una central solar.

Otro objeto de un modo de realización de la presente invención es facilitar la consistencia a los vientos de los módulos fotovoltaicos de una central solar.

Para conseguir todo o parte de estos objetos, así como otros, se prevé una central solar que incluye unos primeros módulos fotovoltaicos inclinados con respecto a un plano horizontal y unos segundos módulos fotovoltaicos aproximadamente verticales, manteniéndose los primeros y segundos módulos mutuamente.

Según un modo de realización, los módulos incluyen unos marcos que sirven de soporte rígido para el conjunto de la central.

Según un modo de realización, los primeros módulos y/o los segundos módulos son de doble cara.

Según un modo de realización, los módulos son rectangulares, siendo los lados pequeños de los primeros módulos paralelos a los lados pequeños de los segundos módulos.

Según un modo de realización, al menos un lado pequeño de cada primer módulo está alineado sobre un lado pequeño de al menos un segundo módulo.

Según un modo de realización, la proporción entre la longitud de los lados pequeños y la de los lados grandes de los segundos módulos depende de la tangente de la elevación del sol a mediodía durante el solsticio de invierno sobre el lugar de ubicación.

Según un modo de realización, los lados pequeños respectivos de los primeros y segundos módulos son aproximadamente de misma longitud, preferentemente de misma longitud.

Según un modo de realización, la normal de los primeros módulos hace, con respecto a un plano horizontal, un ángulo aproximadamente igual, preferentemente igual, a la elevación del sol a mediodía en el solsticio de invierno.

Según un modo de realización, la central incluye:

- 5 al menos dos filas de primeros módulos, siendo las filas paralelas entre sí; y
por fila, al menos dos segundos módulos.

10 Según un modo de realización, los primeros y segundos módulos están ensamblados los unos a los otros con la ayuda de empalmes de extremos.

Breve descripción de los dibujos

15 Estos objetos, características y ventajas, así como otros, se expondrán en detalle en la siguiente descripción de modos de realización particulares hecha a título no limitativo en relación con las figuras adjuntas de entre las que:

- la figura 1 es una representación esquemática y en perspectiva de un ejemplo de instalación fotovoltaica montada sobre un armazón sobre un terreno o una techumbre plana;
20 la figura 2 es una representación esquemática y en perspectiva de un ejemplo de instalación fotovoltaica vertical que incluye unos módulos de doble cara;
la figura 3 es una representación en perspectiva de un elemento de base de un modo de realización de una central fotovoltaica;
la figura 4 es una representación esquemática y en perspectiva de un modo de realización de una central fotovoltaica;
25 la figura 5 ilustra un detalle de un modo de realización de un ensamblaje de módulos en la central de la figura 4;
la figura 6 representa un detalle de otro modo de realización de un ensamblaje de módulos fotovoltaicos en la central de la figura 4; y
las figuras 7 y 8 ilustran dos ejemplos de elemento de ensamblaje.

30 Descripción detallada

Unos mismos elementos se han designado mediante unas mismas referencias en las diferentes figuras que se han trazado sin respetar la escala. En interés de la claridad, solo se han detallado los elementos útiles para la comprensión de los modos de realización que van a describirse. En particular, la constitución de las células fotovoltaicas de un módulo de cara sencilla o de doble cara no se ha detallado, siendo los modos de realización descritos compatibles con los módulos habituales. Además, el ensamblaje de las diferentes células fotovoltaicas en módulo de cara sencilla o de doble cara tampoco se ha detallado, siendo también aquí los modos de realización descritos compatibles con los ensamblajes habituales de módulos.

40 La figura 1 es una vista en perspectiva de un ejemplo tradicional de instalación fotovoltaica 1 en una inclinación favorable para su producción anual. Esta instalación 1 incluye habitualmente un conjunto (a menudo una matriz) de módulos elementales 12, estando cada módulo 12 constituido por una matriz de células fotovoltaicas 122. Cada módulo 12 está generalmente engarzado de un cuadro metálico 14 que tiene por objeto estar fijado a un soporte rígido 18 (armazón, esqueleto metálico en techumbre o en fachada, etc.). Sobre una plataforma, los armazones están generalmente formados por pies y por escuadras. El ángulo α , que forma la instalación 1 con respecto a un plano horizontal H depende de la localización de la instalación y del espacio necesario deseado, por ejemplo, sobre la techumbre.

50 La figura 2 representa otro ejemplo de sistema fotovoltaico 2. El sistema 2 incluye un conjunto de módulos 22 de doble cara dispuestos uno al lado del otro. Un sistema 2 de este tipo puede estar colocado verticalmente y recibir una parte de la radiación mediante reflexión del suelo F. La puesta vertical de unos módulos de este tipo necesita unos pies y unas escuadras para cada módulo.

55 La necesidad de estructuras de mantenimiento forma parte del sobrecoste de las centrales solares.

Por otra parte, las centrales inclinadas del tipo de la de la figura 1 y verticales del tipo de la de la figura 2 tienen sus propias ventajas que son hoy en día difícilmente combinables en una misma central debido a la sombra mutua que son susceptibles de hacerse los módulos entre sí.

60 Según un primer aspecto, los inventores prevén sacar provecho de la presencia de un marco (24, figura 2) alrededor de los módulos 2, con el fin de utilizar unos módulos de este tipo para mantener unos módulos inclinados del tipo del de la figura 1. En otras palabras, se prevé servirse de los módulos de doble cara como puntales de mantenimiento de los módulos inclinados y viceversa.

65 Según un segundo aspecto, los inventores prevén combinar unos módulos inclinados y unos módulos verticales para realizar una central solar mixta minimizando el sombrero de los módulos los unos sobre los otros.

La figura 3 es una representación esquemática en perspectiva de un modo de realización de un elemento de base 3 de una central solar. Se utiliza el concepto de elemento de base para poner de relieve que la central está realizada mediante yuxtaposición de varios elementos de este tipo. No obstante, no es necesario que estos elementos estén preensamblados.

5

La figura 4 es una vista esquemática en perspectiva de un ejemplo de central realizado por medio de elementos 3.

Un elemento de base 3 incluye un módulo para montaje inclinado 31 asociado a un módulo para montaje vertical 32. Los módulos tienen la forma de paneles planos. Por montaje inclinado, se entiende un montaje según el cual el módulo 31 (el plano en el que se inscribe su superficie mayor) está en un plano inclinado (ángulo α) con respecto a un plano horizontal. Por montaje vertical, se entiende un montaje según el cual el módulo 32 (el plano en el que se inscribe su superficie mayor) está en un plano aproximadamente perpendicular a un plano horizontal y preferentemente perpendicular a un plano horizontal. Los módulos 31 y 32 son paralelepípedos, preferentemente rectangulares y tienen, preferentemente, unos lados pequeños respectivos 312 y 322 de misma longitud ($11=12$). No obstante, podrán considerarse unos módulos cuadrados (caso particular de un rectángulo).

10

15

La inclinación α del módulo 31 se determina teniendo en cuenta la localización de la central solar y, en concreto, la latitud del lugar de ubicación, que condiciona la altitud del sol a mediodía. Preferentemente, el ángulo α es tal que la normal al plano en el que se inscribe el módulo hace, con un plano horizontal, un ángulo aproximadamente igual, preferentemente igual, a la elevación angular (altitud) del sol a mediodía en el solsticio de invierno. Esto optimiza la producción de los módulos inclinados.

20

Preferentemente, el ángulo β entre el lado grande 324 o 326 de un módulo 32 y el plano horizontal se elige para minimizar el sombrero del módulo inclinado sobre el módulo vertical y viceversa. Por lo tanto, el ángulo β depende del ángulo α de inclinación de los módulos 31 con respecto al plano horizontal. El ángulo β es, preferentemente de manera aproximada igual, preferentemente igual, a la elevación angular del sol a mediodía durante el solsticio de invierno. Una elección de este tipo constituye, para los inventores, un buen compromiso para minimizar la sombra en el transcurso de las jornadas y optimizar la producción anual del sistema.

25

Cuando los módulos son rectangulares, esto lleva a una realización preferente según la cual un lado pequeño 312 del módulo 31 está aproximadamente paralelo, preferentemente de manera aproximada alineado, preferentemente alineado, sobre un lado pequeño 322 del módulo 32, estando este último situado por encima del lado pequeño 312.

30

Más generalmente, la disposición de los módulos (la elección de los ángulos) es tal que, para cualquier par de módulos que incluye un módulo vertical y un módulo inclinado, la o las rectas (ficticias) "i" que contiene la o las aristas inferiores (la o las más bajas) de un módulo del par pasa por encima de la o las rectas (ficticias) "s" que contiene la o las aristas superiores (la o las más altas) del otro módulo del par.

35

Considerando el volumen de los módulos, es decir, no pasando por alto su espesor, un módulo inclinado solo tiene una arista superior y una arista inferior, mientras que un módulo vertical tiene (si está exactamente vertical) dos aristas superiores y dos aristas inferiores. Para simplificar la comprensión, se hará referencia a una sola arista (lo que equivale a, geoméricamente, pasar por alto el espesor de los módulos verticales).

40

La arista inferior de un módulo de un par de módulos es la arista (de un lado grande para un rectángulo) que, de entre unas aristas que tienen un extremo común más cerca del otro módulo del par, es la más baja.

45

La arista superior de un módulo de un par de módulos es la arista (de un lado grande para un rectángulo) que, de entre unas aristas que tienen un extremo común más cerca del otro módulo del par, es la más alta.

Preferentemente, la recta ficticia "p" que contiene la arista del lado pequeño de un módulo vertical más cerca del módulo inclinado por encima del que pasa la recta que contiene su arista inferior no rebasa, en la dirección de subida de esta arista inferior, el plano que contiene el módulo inclinado. Esto participa en la minimización del sombrero de los módulos los unos sobre los otros.

50

Para facilitar la puesta, el ángulo 37 entre el plano en el que se inscribe un módulo 31 y el plano en el que se inscribe un módulo 32 es preferentemente de 90° . No obstante, según un modo de realización particular, este ángulo 37 podrá adaptarse para orientar de manera diferente los módulos 32. Entonces, el ángulo 37 podrá abrirse o cerrarse sabiendo que un ángulo recto permitirá a menudo una reducción máxima del espacio necesario de la central minimizando el sombrero para una longitud dada de los lados grandes de los módulos 32.

55

60

Preferentemente, el lado pequeño 322 de un módulo rectangular 32 hace un ángulo recto 35 con los lados grandes 314 y 316 de un módulo rectangular 31. Por otra parte, el ángulo 36 entre los lados grandes de los módulos 32 y los lados pequeños de los módulos 31 es igualmente de manera preferente recto.

Suponiendo que cada módulo 32 descansa en el suelo por una de sus esquinas, las longitudes L_1 y L_2 de los lados

65

pequeños y grandes de los módulos 32 condicionan el valor del ángulo β . Para minimizar los sombreros que los módulos se provocan los unos sobre los otros, se buscará preferentemente una proporción $L2/L1$ escasa. No obstante, cuanto más escasa es esta proporción, menos densa es la central.

5 Según un ejemplo preferente de dimensionado, suponiendo que los lados pequeños de los módulos 31 y 32 son de misma longitud, el producto de la proporción $L2/L1$ por la tangente del ángulo β es igual a 2 ($2 \cdot L2/L1 = \tan(\beta)$). En la práctica, el número de células 22 (figura 2) es un número entero. Por consiguiente, la proporción $L2/L1$ se redondea al entero más cerca. Se elige el número de módulos en una de las dos longitudes y se deduce de ahí el número de células en la otra longitud. Preferentemente, se busca un número racional más cerca de la proporción $L2/L1$.
10 Después, se elige el numerador, es decir, el número de células en la anchura 12 del módulo, preferentemente un número compatible con la industria fotovoltaica, y se deduce el denominador asociado, es decir, el número de células en la anchura del módulo.

15 A título de ejemplo particular de realización, para una ubicación en una región tomada arbitrariamente en las inmediaciones de la ciudad de Grenoble (Francia) donde la latitud es de alrededor de $45,1^\circ$ y donde la altitud del sol a mediodía en el solsticio de invierno es de alrededor de $22,1^\circ$, se preverá una proporción $L2/L1$ igual a 4,9254, redondeada a 5.

20 Si las longitudes 11 y 12 no son iguales, se deduce el tamaño de los módulos 32 de la relación $(11+12)/L2 = \tan(\beta)$. Aunque sea preferible fijar el ángulo β por las dimensiones 12 y $L2$, puede igualmente jugarse con la longitud 11 para conservar el ángulo β elegido (preferentemente recto).

25 En el ejemplo arbitrario de la figura 4, se supone la presencia de tres filas 41, 42, 43 de tres elementos de base 3 uno al lado del otro. Para compensar la diferencia de altura al nivel del extremo delantero de la central, se añade preferentemente una fila suplementaria 44 de módulos inclinados 31. Como variante, esta fila de módulos se sustituye por unos pies. Opcionalmente, se prevé, en la parte trasera de la central, una o varias filas 45 de módulos 31. En este último caso, es preferible prever unos pies a la manera de los pies 16 de la figura 1 para mantener estas dos filas adicionales. Finalmente, unos módulos verticales 32' adicionales terminan la central en el extremo libre de las filas. Como se desprende de la figura 4, una particularidad es que los módulos verticales 32 llevan los módulos inclinados 31. Los módulos 31 no descansan en el suelo, sino que descansan sobre unas franjas (preferentemente las esquinas) de módulos verticales 32.

35 El modo de realización preferente de la figura 4 saca provecho de la presencia de marcos rígidos 24 (figura 2) en la periferia de los módulos de doble cara. De esta manera, los módulos verticales 32 sirven para mantener inclinados los módulos 31 que, ellos mismos, sirven para sustentar los módulos 32.

40 En un modo de realización simplificado del primer aspecto, los módulos verticales 32 descansan en el suelo por sus lados grandes 326 o, más generalmente, el ángulo β no respeta la optimización de más arriba de reducción del sombrero. Sin embargo, los módulos verticales sirven para mantener los módulos inclinados y, preferentemente, los módulos verticales e inclinados se mantienen mutuamente. Esto permite ya sacar provecho de la presencia de una parte de las células de los módulos 32.

45 La figura 5 es una vista parcial esquemática de un detalle de realización de un elemento de ensamblaje 5 entre unos bordes laterales de dos módulos verticales 32 y de un módulo inclinado 31. En este ejemplo, se utiliza en cada intersección, un vástago 52 que tiene aproximadamente una longitud de 11 más dos veces 12. Los vástagos 52 se fijan en el suelo, por ejemplo, por medio de pedestales 54. El vástago 52 puede, a título de ejemplo particular de realización, incluir unas gargantas de recepción de los bordes laterales de los módulos o unos medios de fijación de estos bordes laterales.

50 La figura 6 es una vista en perspectiva esquemática de otro modo de realización según el cual la propia estructura de los módulos 32 y 31 (los lados pequeños de los marcos 14 y 24) forma, de alguna manera, los vástagos de ensamblaje. Se prevén, por ejemplo, unos elementos de ensamblaje 7 y 8 de las esquinas de los módulos entre sí.

55 La figura 7 es una vista esquemática de un modo de realización de un elemento de ensamblaje 7, que de manera más particular tiene por objeto los bordes de las filas.

La figura 8 es una vista esquemática de un modo de realización de un elemento de ensamblaje 8, que de manera más particular tiene por objeto ensamblar dos módulos inclinados con un módulo vertical.

60 Los elementos de ensamblaje 7 y 8 están formados, en este ejemplo, por cubos 71, 72 y 81, 82, 83, abiertos cada uno sobre dos caras que tienen por objeto recibir una esquina de un módulo. Las representaciones de las figuras 7 y 8 son muy esquemáticas e ilustran que el ensamblaje de los módulos puede ser de manera particular sencillo con la ayuda de empalmes de extremo. Podrá tratarse de cualquier elemento de ensamblaje de esquinas (por ejemplo, con una forma exterior esférica, una forma de escuadra, etc.). También puede preverse que los módulos ellos mismos estén equipados con elementos de ensamblaje adaptados.
65

- 5 Una ventaja que hay con la utilización de los marcos (generalmente metálicos) que agrupan unas células fotovoltaicas para formar un módulo es que esto disminuye el número y el coste de los elementos portantes necesarios para la consistencia del sistema, de tipo patas de soporte, puntales o pies para realizar la central. No obstante, unos elementos de este tipo no deben excluirse en un modo de realización que se focaliza sobre el segundo aspecto.
- 10 Otra ventaja es que se aprovecha el intervalo entre las filas de módulos inclinados para disponer unos módulos verticales, preferentemente de doble cara y, de esta manera, incrementar la producción de energía de la central.
- 15 Otra ventaja es que la superposición de dos sistemas de módulos verticales y de módulos inclinados llega a asociar diferentes máximos de producción de energía en el transcurso de la jornada, lo que normaliza la producción de energía a lo largo de la jornada.
- 20 Otra ventaja es que el número de anclajes en el suelo de la estructura se reduce. De hecho, el hecho de que los módulos estén ensamblados los unos a los otros lleva a que pueda utilizarse un número reducido de anclajes en el suelo (pies 54). En la práctica, se preferirá prever de todas formas al menos 3 anclajes por central.
- 25 Se señalará que la utilización de módulos de doble cara 32 puede optimizarse mediante una buena reflexión difusiva de la luz por el suelo. Tradicionalmente, se elegirá un suelo lo más claro y reflectante posible.
- 30 Se han descrito diversos modos de realización, diversas variantes y modificaciones se mostrarán para el experto en la materia. En particular, la elección de las dimensiones que hay que dar a los módulos fotovoltaicos y, por lo tanto, a los elementos de base en función del tamaño de los módulos que los componen y de la ubicación de la central está al alcance del experto en la materia a partir de las indicaciones funcionales dadas más arriba. Además, la realización práctica de los elementos de ensamblaje de los marcos de los módulos entre sí con el fin de sacar provecho de la estructura portante de estos módulos está igualmente al alcance del experto en la materia a partir de estas indicaciones funcionales. Además, aunque la asociación de módulos verticales de doble cara y de módulos inclinados de cara sencilla constituye un modo de realización preferente, pueden considerarse cualesquiera combinaciones. Puede, por ejemplo, considerarse que todo o parte de los módulos verticales sean de cara sencilla y el resto de doble cara o bien que y todo o parte de los módulos inclinados sean de doble cara y el resto de cara sencilla, incluso que todos los módulos sean de cara sencilla o de doble cara. Finalmente, cuando se ha hecho referencia a una posición angular dada, esto significa que se prefiere una posición o un ángulo exacto con la salvedad de las tolerancias de fabricación o de puesta. Cuando se refiere a una posición (por ejemplo, la posición aproximadamente vertical de los módulos 32) o a un ángulo aproximado, esto significa a más o menos 10 grados y, preferentemente, a más o menos 5 grados. Asimismo, cuando se ha hecho referencia a unas dimensiones idénticas, esto significa iguales con la salvedad de las tolerancias de fabricación y de puesta. Cuando se refiere a unas dimensiones aproximadas, esto significa a más o menos un 10 %, preferentemente a más o menos un 5 %.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Central solar que incluye unos primeros módulos fotovoltaicos (31) inclinados con respecto a un plano horizontal y unos segundos módulos fotovoltaicos (32) aproximadamente verticales, manteniéndose los primeros y segundos módulos mutuamente.
- 10 2. Central según la reivindicación 1, en la que los módulos (31, 32) incluyen unos marcos (14, 24) que sirven de soporte rígido para el conjunto de la central.
- 15 3. Central según la reivindicación 1 o 2, en la que los primeros módulos y/o los segundos módulos son de doble cara.
4. Central según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que los módulos (31, 32) son rectangulares, siendo los lados pequeños (312) de los primeros módulos (31) paralelos a los lados pequeños (322) de los segundos módulos (32).
- 20 5. Central según la reivindicación 4, en la que al menos un lado pequeño (312) de cada primer módulo (31) está alineado sobre un lado pequeño (322) de al menos un segundo módulo (32).
- 25 6. Central según la reivindicación 4 o 5, en la que la proporción entre la longitud (L1) de los lados pequeños y la (L2) de los lados grandes de los segundos módulos (32) depende de la tangente de la elevación del sol a mediodía durante el solsticio de invierno sobre el lugar de ubicación.
- 30 7. Central según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en la que los lados pequeños respectivos (312, 322) de los primeros (31) y segundos (32) módulos son aproximadamente de misma longitud, preferentemente de misma longitud.
- 35 8. Central según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en la que la normal de los primeros módulos hace, con respecto a un plano horizontal, un ángulo aproximadamente igual, preferentemente igual, a la elevación del sol a mediodía en el solsticio de invierno.
9. Central según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que incluye:
al menos dos filas (41, 42, 43) de primeros módulos (31), siendo las filas paralelas entre sí; y
por fila, al menos dos segundos módulos (32).
- 40 10. Central según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que los primeros y segundos módulos están ensamblados los unos a los otros con la ayuda de empalmes de extremos (7, 8).

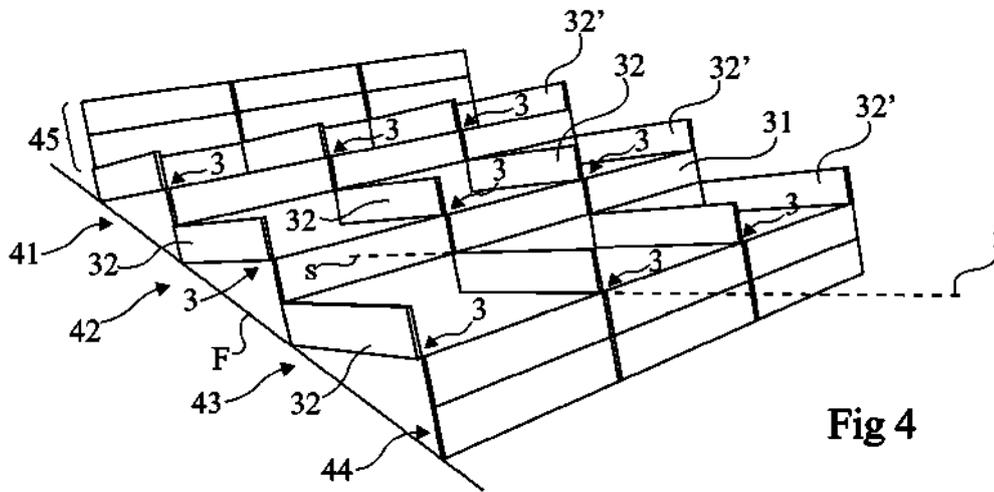


Fig 4

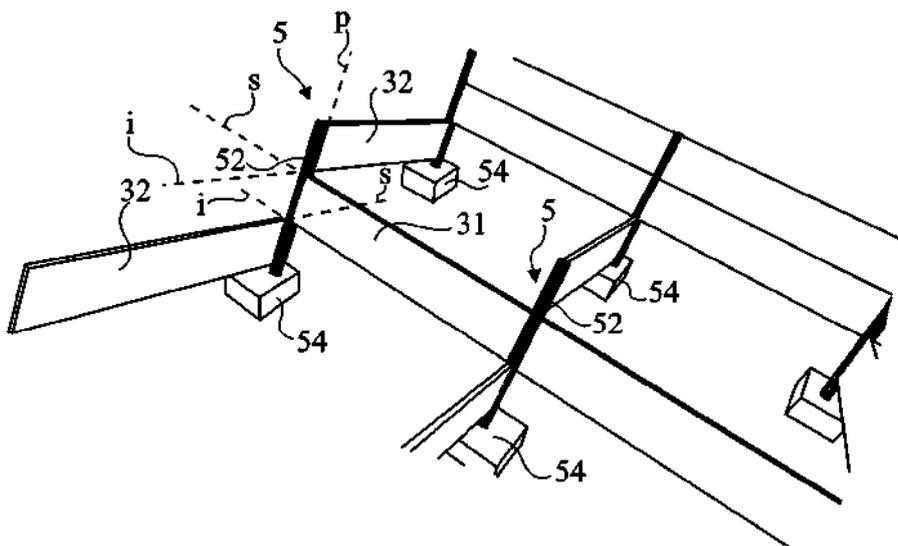


Fig 5

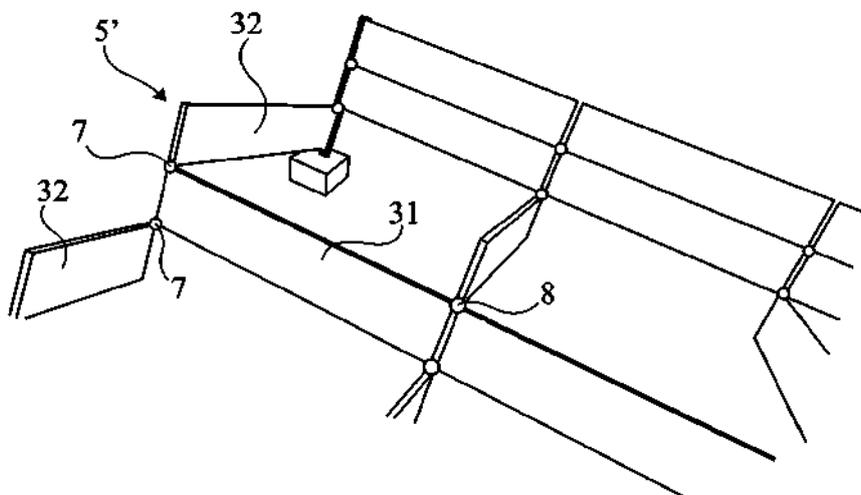


Fig 6

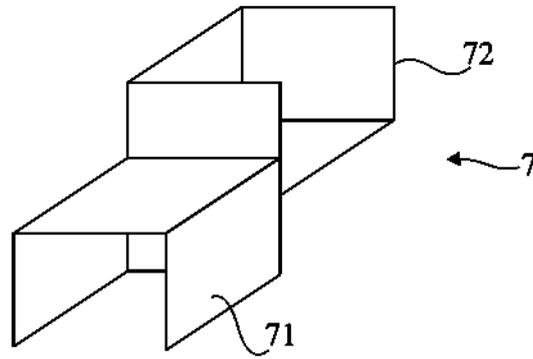


Fig 7

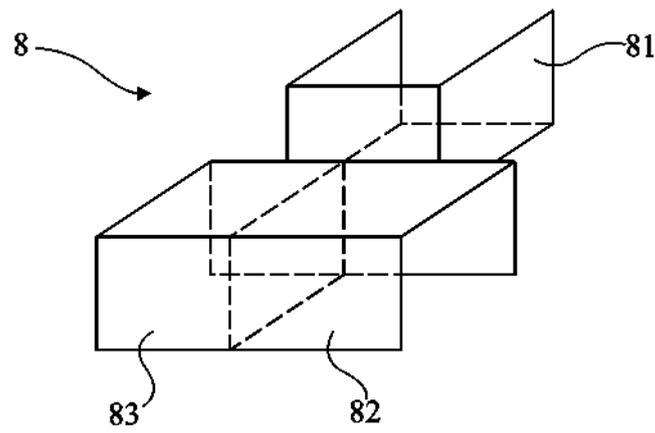


Fig 8