

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 069**

51 Int. Cl.:

G01R 31/40 (2014.01)

G01R 31/26 (2014.01)

H01L 31/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.11.2014 PCT/EP2014/074635**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15071425**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2014 E 14799416 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 3069157**

54 Título: **Dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración**

30 Prioridad:

14.11.2013 FR 1361142

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.03.2018

73 Titular/es:

**SAINT-AUGUSTIN CANADA ELECTRIC INC.
(100.0%)**

**75 Rue d'Anvers
Saint-Augustin de Desmaures, Québec G3A 1S5,
CA**

72 Inventor/es:

GASTALDO, PHILIPPE

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 657 069 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 de un módulo fotovoltaico de concentración

5 La presente invención se refiere a un dispositivo y a un procedimiento de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración.

Un módulo fotovoltaico de concentración (CPV, acrónimo del término anglosajón "Concentration PhotoVoltaic") comprende esencialmente una célula fotovoltaica (por ejemplo, multi-uniones) y un concentrador destinado a
10 concentrar los rayos solares hacia dicha célula.

En el caso de una célula multi-uniones, las diferentes uniones son dispuestas en serie, estando cada una de las uniones adaptada a una banda espectral específica de la radiación solar. El documento WO2010/003115A describe un dispositivo de prueba para módulos fotovoltaicos. Las células multi-uniones, que son de menores dimensiones
15 que las células solares de silicio convencionales, presentan la ventaja de ofrecer un mejor rendimiento, pero necesitan para funcionar una intensidad luminosa más elevada.

En un módulo CPV, las células están asociadas a un concentrador, por ejemplo una lente de Fresnel, que concentra los rayos solares hacia la célula.
20

Por otra parte, los módulos fotovoltaicos están destinados a ser montados en un sistema de seguimiento del Sol (llamado igualmente "tracker" en la terminología anglosajona) a fin de orientar de forma óptima el módulo en función de la trayectoria del Sol para que los concentradores focalicen los rayos del Sol en las células.

25 Durante la fabricación de este tipo de módulos fotovoltaicos, es habitual verificar el funcionamiento y las prestaciones de cada módulo, a fin de detectar un eventual fallo de una de las uniones, defectos de calidad o de posicionamiento de los concentradores o cualquier otra anomalía del módulo antes de que éste sea expedido.

Es frecuente que los módulos estén combinados siendo montados total o parcialmente en serie. En este caso, las
30 prestaciones del sistema global estarán limitadas por el elemento más débil. Por lo tanto, puede ser útil seleccionar los módulos antes de ser combinados a fin de que sean homogéneos en su respuesta. Con este objeto es importante poder medir las prestaciones de este módulo.

A este efecto, es conocido simular la luz del Sol por medio de un dispositivo de iluminación llamado generalmente
35 "flasher" que genera un haz luminoso que presenta una irradiación, una distribución espectral de potencia y una divergencia angular cercanas a las del Sol. Estas características deberán darse en el conjunto de la superficie del módulo a probar.

Los módulos CPV presentes actualmente en el mercado presentan dimensiones relativamente pequeñas (del orden
40 de 0,5 a 1,5 m²).

Existen dispositivos de iluminación que permiten simular la luz solar sobre un módulo de este tipo.

La sociedad Soitec comercializa módulos solares de grandes dimensiones, que presentan una superficie de varios
45 m², y que comprenden varios sub-módulos CPV solidarizados por medio de un chasis único.

De este modo, por ejemplo, un módulo de 8 m² puede estar formado por dos filas de seis sub-módulos, que eventualmente pueden ser conectados en serie.

50 Por lo tanto, surge el problema de poder probar un módulo de grandes dimensiones. En efecto, al estar los sub-módulos conectados total o parcialmente en serie y estando su integridad mecánica asegurada por medio de un chasis único, no pueden ser probados independientemente.

Por otra parte, es importante garantizar el funcionamiento del conjunto ensamblado antes de que sea instalado.

55 Por lo tanto, es necesario poder verificar las prestaciones del módulo completo, simulando una iluminación que sea lo más parecida posible a la radiación solar.

A este efecto, las restricciones que debe respetar el dispositivo de iluminación son las siguientes:

- 60
- una radiación comparable a la producida por el Sol al nivel del suelo, es decir del orden de 1 kW/m²,
 - la reproducción del espectro solar completo, del ultravioleta al infrarrojo, respetando las densidades espectrales,
 - una divergencia angular parecida a la de la luz solar, es decir de 0,5° (±0,25°),

- una gran uniformidad espacial de la radiación (siendo el objetivo una no homogeneidad de la radiación inferior o igual al 5%).

Los dispositivos de iluminación conocidos no responden a estas exigencias para un módulo de grandes 5 dimensiones.

En efecto, estos dispositivos ofrecen, bien un campo más reducido o bien características (especialmente la divergencia angular) demasiado alejadas de las del Sol.

10 Otra restricción que debe ser tenida en cuenta para concebir el dispositivo de iluminación es que la instalación de prueba debe ser compacta.

De este modo, no se puede plantear la instalación de una fuente luminosa alejada del módulo para obtener una pequeña divergencia angular porque, dada la superficie del módulo, esto implicaría una distancia de varias decenas 15 de metros, no compatible con una instalación industrial.

Para preservar la compacidad del dispositivo de prueba, se puede plantear la utilización de una pluralidad de espejos.

20 Sin embargo, entonces se plantea un problema económico asociado al coste de los espejos parabólicos.

En efecto, en la medida en que defectos de superficie del espejo parabólico del dispositivo de iluminación son susceptibles de afectar a la homogeneidad de la intensidad luminosa enviada hacia el módulo, se emplean generalmente espejos de muy alta calidad, como los espejos empleados en astronomía.

25 Estos espejos son muy caros.

Para los dispositivos conocidos que solo emplean un espejo, este coste es aceptable.

30 En cambio, penalizaría económicamente en gran medida emplear una pluralidad de espejos de este tipo en el dispositivo de prueba referido.

Igualmente es posible fabricar un espejo moldeando o dando forma térmicamente a una placa de un material plástico y a continuación depositando sobre ella una película reflectante.

35 Sin embargo, el estado de la superficie obtenido por esta técnica no es satisfactorio.

Incluso si defectos de superficie de muy pequeña amplitud son presentes en el espejo, estos pueden, dada la distancia entre el espejo y el módulo a probar, causar una variación importante de la intensidad luminosa que llega al 40 módulo.

Por lo tanto, es necesario encontrar una solución para conseguir la homogeneidad deseada para la intensidad luminosa entregada por la fuente, que sea menos costosa que las técnicas existentes.

45 Un objeto de la invención es concebir un dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración de grandes dimensiones, que respete las restricciones mencionadas anteriormente, y que ofrezca especialmente una muy buena homogeneidad de la intensidad luminosa y que presente un coste inferior al de los dispositivos existentes.

50

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

De acuerdo con la invención, se propone un dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración que comprende al menos un conjunto de una célula fotovoltaica y un concentrador dispuesto de manera adecuada en 55 relación a la célula a fin de concentrar hacia dicha célula una radiación que llega en incidencia normal, estando dicho dispositivo caracterizado por el hecho comprender:

- al menos una fuente luminosa;
- al menos un espejo parabólico acoplado a dicha fuente con el fin de reenviar la luz procedente de dicha 60 fuente en un haz luminoso casi colimado hacia el módulo a probar, en una dirección perpendicular a la superficie de dicho módulo; y
- un filtro de intensidad interpuesto en el trayecto del haz casi colimado antes del módulo a probar, comprendiendo dicho filtro zonas al menos parcialmente absorbentes que presentan una densidad

espectral neutra ante el haz luminoso, estando dichas zonas al menos parcialmente absorbentes dispuestas ante las zonas de mayor intensidad del haz, con el fin de atenuar las diferencias de intensidad del haz.

5 En el presente texto, se entiende por haz casi colimado un haz cuya divergencia es pequeña, típicamente inferior a 1° . En la presente invención, a fin de reproducir la divergencia del Sol, el haz casi coordinado tiene una divergencia de $\pm 0,25^\circ$.

De modo conocido, cada haz casi colimado es obtenido ubicando el orificio de cada fuente luminosa en la proximidad del alojamiento del espejo parabólico al que está acoplado, estando el experto en la materia en condiciones de definir las características dimensionales del orificio y del par espejo-fuente para tener un haz de este tipo casi colimado.

Además de que la invención es particularmente ventajosa para un módulo de grandes dimensiones que comprende una pluralidad de submódulos, el dispositivo descrito previamente presenta igualmente una ventaja notable para la prueba de un módulo unitario de dimensiones reducidas, en la medida en que el filtro de intensidad es una solución menos costosa que los espejos de muy alta calidad conocidos para asegurar un reparto homogéneo de la intensidad del haz luminoso.

20 Según un modo de realización, el filtro de intensidad comprende un soporte transparente a dicho haz casi colimado y una película pegada sobre dicho soporte, comprendiendo dicha película zonas al menos parcialmente absorbentes de densidad neutra ante el haz casi colimado, zonas al menos parcialmente absorbentes que corresponden a las zonas de mayor intensidad del haz.

25 De modo alternativo, el filtro de intensidad comprende un soporte transparente a dicho haz casi colimado, comprendiendo dicho soporte una capa de impresión que comprende zonas al menos parcialmente absorbentes de densidad espectral neutra ante el haz casi colimado, y dichas zonas al menos parcialmente absorbentes corresponden a las zonas de mayor intensidad del haz.

30 Las zonas al menos parcialmente absorbentes del filtro están constituidas ventajosamente por motivos elementales, habiendo entre ellos motivos transparentes y motivos opacos al haz luminoso.

Según un modo de ejecución particular, dichos motivos elementales presentan una forma cuadrada o rectangular.

35 El espejo parabólico puede comprender ventajosamente una placa de vidrio recubierta por una película reflectante o un cúmulo de capas delgadas reflectantes.

Según un modo de realización preferible, el dispositivo de prueba está adaptado para probar un módulo fotovoltaico de concentración que comprende una pluralidad de submódulos fotovoltaicos, cada uno de los cuales comprende al menos un conjunto de una célula fotovoltaica y de un concentrador.

En este caso, dicho dispositivo comprende una pluralidad de fuentes luminosas y una pluralidad de espejos parabólicos acoplados a dichas fuentes a fin de enviar haces casi colimados hacia el módulo a probar y un filtro de intensidad es interpuesto en el trayecto de cada haz casi colimado antes del módulo a probar, comprendiendo cada filtro de intensidad zonas al menos parcialmente absorbentes que presentan una densidad espectral neutra ante el haz luminoso, estando dichas zonas al menos parcialmente absorbentes dispuestas ante las zonas de mayor intensidad del haz, a fin de atenuar las diferencias de intensidad de cada haz.

Además, el dispositivo puede comprender un soporte para el módulo a probar, y las zonas luminosas están dispuestas según dos filas que se extienden ambas partes de la ubicación del módulo sobre dicho soporte.

De modo preferible, los espejos parabólicos están dispuestos a fin de formar dos filas horizontales antel soporte del módulo a probar.

55 Otro objeto de la invención se refiere a un procedimiento de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración, comprendiendo dicho módulo al menos un conjunto de una célula fotovoltaica y de un concentrador dispuesto con respecto a la célula para concentrar hacia dicha célula una radiación que llega en incidencia normal, estando dicho procedimiento caracterizado por el hecho de que se envía hacia dicho módulo al menos un haz luminoso casi colimado por medio de al menos una fuente luminosa acoplada a un espejo parabólico, y por el hecho de que se interpone en el trayecto de dicho haz luminoso casi colimado antes del módulo a probar, un filtro de intensidad que comprende zonas al menos parcialmente absorbentes de densidad espectral neutra respecto al haz luminoso, estando dichas zonas al menos parcialmente absorbentes dispuestas ante las zonas de mayor intensidad del haz, a fin de atenuar las diferencias de intensidad del haz.

Según un modo de realización, se forma dicho filtro de intensidad pegando, sobre un soporte transparente a dicho haz casi colimado, una película que comprende zonas al menos parcialmente absorbentes ante el haz casi colimado, correspondiendo dichas zonas al menos parcialmente absorbentes a las zonas de mayor intensidad del haz.

Según otro modo de realización, se forma dicho filtro de intensidad imprimiendo, sobre un soporte transparente a dicho haz casi colimado, zonas al menos parcialmente absorbentes de densidad espectral neutra ante el haz casi colimado, correspondiendo dichas regiones al menos parcialmente absorbentes a las zonas de mayor intensidad del haz.

De modo ventajoso, se forma el espejo parabólico conformando térmicamente una placa de vidrio o de plástico y a continuación recubriéndola de un filtro reflectante o de un cúmulo de capas delgadas reflectantes.

Según un modo de realización preferible de la invención, el módulo fotovoltaico a probar comprende una pluralidad de submódulos fotovoltaicos y se envía hacia dicho módulo una pluralidad de haces luminosos casi colimados por medio de una pluralidad de fuentes luminosas acopladas a una pluralidad de espejos parabólicos; se interpone en el trayecto de cada haz luminoso casi colimado antes del módulo a probar, un filtro de intensidad que comprende zonas al menos parcialmente absorbentes de densidad espectral nula ante el haz luminoso, estando dichas zonas al menos parcialmente absorbentes dispuestas ante las zonas de mayor intensidad del haz, a fin de atenuar las diferencias de intensidad de cada haz.

Se pueden utilizar tantas fuentes luminosas, espejos parabólicos y filtros de intensidad como submódulos del módulo fotovoltaico a probar, estando cada fuente luminosa y cada espejo parabólico acoplados a fin de enviar un haz luminoso casi colimado hacia un submódulo correspondiente.

Según un modo de realización particular, la superficie del módulo a probar es superior o igual a 8 m².

De modo particularmente ventajoso, se definen las zonas al menos parcialmente absorbentes del filtro de intensidad utilizando las etapas siguientes:

- adquisición de una imagen del haz casi colimado procedente del espejo parabólico,
- determinación, en dicha imagen, de las zonas del haz de mayor intensidad,
- descomposición de dichas zonas de la imagen en motivos elementales,
- atribución a cada motivo elemental de un carácter transparente u opaco con respecto al flujo luminoso, a fin de formar, ante dichas zonas de mayor intensidad del haz luminoso, zonas al menos parcialmente absorbentes constituidas por dichos motivos.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto con la lectura de la descripción detallada siguiente, hecha en referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

- la figura 1A es un esquema de principio de un módulo fotovoltaico de concentración que comprende varios submódulos conectados en serie;
- la figura 1B es un esquema de principio de un conjunto célula fotovoltaica-concentrador perteneciente a un submódulo de un módulo de este tipo;
- la figura 2 es una vista de conjunto de un dispositivo de prueba según un modo de realización de la invención;
- la figura 3 es un esquema de principio de un conjunto de una fuente luminosa, de un espejo y de un filtro de intensidad perteneciente a un dispositivo de prueba según la invención;
- la figura 4 es un esquema de principio de un dispositivo que permite definir el filtro de intensidad a interponer en el trayecto del haz luminoso;
- las figuras 5A y 5B son imágenes respectivamente de la intensidad luminosa producida por un conjunto fuente luminosa-espejo parabólico y del filtro necesario que permite compensar a los efectos de los defectos de superficie de dicho espejo en la intensidad del haz luminoso; y
- la figura 6 presenta un ejemplo de zona al menos parcialmente absorbente del filtro, constituida por un conjunto de motivos transparentes y opacos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La figura 1A es un esquema de principio de un módulo fotovoltaico que la invención permite probar.

Dicho módulo 1 a probar comprende una pluralidad de submódulos fotovoltaicos de concentración 10.

Cada submódulo 10 comprende una pluralidad de conjuntos célula-concentrador.

5 Como se ilustra en la figura 1B, cada conjunto 100 comprende esencialmente una célula fotovoltaica 101 (por ejemplo multi uniones) y un concentrador 102 destinado a concentrar hacia dicha célula 101 la radiación solar que llega en incidencia normal. De modo opcional, la célula 101 está situada sobre un disipador de calor 103 para limitar el aumento de su temperatura.

10 El concentrador 102 está constituido por ejemplo por una lente de Fresnel.

En el presente texto, la superficie del módulo a probar es la superficie de los concentradores.

Los submódulos 10 que forman el módulo 1 pueden eventualmente estar conectados eléctricamente en serie o en
15 paralelo.

La superficie de cada submódulo 10 presenta una forma generalmente rectangular, cuya anchura y cuya altura están comprendidas respectivamente en los rangos siguientes: entre 30 y 80 cm de anchura, por ejemplo 60 cm, y entre
20 65 y 150 cm de altura, por ejemplo 120 cm.

Los submódulos 10 están dispuestos típicamente bajo la forma de filas y/o columnas para formar el módulo.

Por ejemplo, un módulo de 8 m² puede estar formado por dos filas de seis submódulos, presentando cada submódulo una superficie de alrededor de 0,7 m².

25 La figura 2 es una vista de conjunto de un dispositivo de prueba de acuerdo con la invención.

El dispositivo comprende un soporte 3 para el módulo 1 a probar.

30 Preferiblemente, el soporte 3 está dispuesto de modo que la superficie del módulo a probar sea vertical.

En el presente texto, se entiende como "vertical" una dirección perpendicular al suelo del edificio en el cual está instalado el dispositivo de prueba.

35 En referencia al soporte 3, el dispositivo de prueba comprende una pluralidad de fuentes luminosas 2 y una pluralidad de espejos parabólicos 4 acoplados a las fuentes luminosas a fin de reflejar la luz procedente de cada fuente en un haz luminoso casi colimado en una dirección perpendicular a la superficie del módulo.

Según un modo de realización preferible, cada fuente está dispuesta en el alojamiento del espejo parabólico
40 correspondiente.

En este caso, el dispositivo de prueba comprende tantas fuentes como espejos.

Esto permite utilizar una pluralidad de espejos idénticos, cuya posición y orientación son ajustados a fin de reenviar
45 hacia el módulo a probar un haz casi colimado perpendicular a la superficie de dicho módulo.

Según otro modo de realización, cada fuente luminosa puede estar acoplada a varios espejos, en la medida en que estos espejos están dispuestos de modo que sus alojamientos se confundan, estando la fuente dispuesta en el espacio de estos alojamientos.

50 Según el modo de realización ilustrado en la figura 2, en el que el módulo 1 comprende dos filas horizontales de seis submódulos 10, el dispositivo de prueba comprende doce fuentes luminosas 2 dispuestas según dos filas horizontales a ambas partes del módulo 1, y doce espejos parabólicos 4 dispuestos según dos filas horizontales frente al módulo 1.

55 Cada fuente y el espejo parabólico correspondiente están orientados una con respecto al otro de modo que el haz luminoso reenviado por el espejo sea perpendicular a la superficie del submódulo correspondiente.

La distancia entre las fuentes y los espejos parabólicos se define de modo que el haz luminoso casi colimado
60 reenviado por cada espejo ilumina con las características deseadas la totalidad de la superficie del submódulo correspondiente.

De este modo, esta distancia, así como la superficie de los espejos, depende de la superficie de los submódulos del módulo a probar.

De modo no limitativo, se considera que una distancia del orden de 2 a 6 metros medida en el suelo entre los espejos parabólicos y las fuentes luminosas -que determina la mayor parte de la superficie en el suelo del dispositivo de prueba- es razonable.

Sin embargo, no es imprescindible que el número de fuentes luminosas y de espejos parabólicos sea idéntico al número de submódulos del módulo fotovoltaico a probar.

10

En efecto, si la superficie de cada sub módulo es suficientemente pequeña, se puede prever que un par fuente luminosa-espejo parabólico ilumine varios submódulos conservando un tamaño aceptable del dispositivo de prueba desde el suelo y un tamaño del espejo que no perjudique su coste de fabricación.

15 Por otra parte, pueden existir zonas, en la frontera entre los haces casi colimados adyacentes en las cuales la intensidad no cumple los criterios de uniformidad o de divergencia.

En este caso, se disponen ventajosamente las fuentes luminosas y los espejos parabólicos de modo que zonas no iluminadas por los haces casi colimados enviados por los espejos coinciden con las zonas que separan los submódulos del módulo a probar, que no son funcionales en términos de conversión fotovoltaica.

20 En efecto, por razones de ensamblado de los módulos, existe como se observa en la figura 1A, un espacio entre dos submódulos 10 adyacentes, al nivel del cual no se produce ninguna conversión fotovoltaica.

25 De este modo, si se producen eventuales defectos de uniformidad en estas zonas, estos defectos no tienen efecto negativo en la calidad de la prueba.

Para permitir esta regulación, el dispositivo de prueba está concebido de modo que un ajuste de la posición y de la habitación de cada espejo sea posible.

30

Un juego es previsto ventajosamente entre los espejos para permitir este tipo de ajustes.

Como se ilustra en la figura tres, para compensar las imperfecciones de forma de un espejo parabólico 4 que afectan la uniformidad de la intensidad del haz luminoso casi colimado, un filtro de intensidad 11 es interpuesto en el trayecto del haz, antes del módulo 1.

35

El filtro de intensidad 11 comprende zonas al menos parcialmente absorbentes de densidad espectral neutra respecto al haz luminoso.

40 Se entiende como "absorbente de densidad espectral neutra" que la zona considerada del filtro bloquea en intensidad de forma equivalente todas las longitudes de onda del haz luminoso. No se trata en este caso de una absorción selectiva de una gama de longitudes de onda determinada.

El filtro 11 está adaptado específicamente al espejo 4, es decir que las zonas al menos parcialmente absorbentes del filtro están dispuestas ante las zonas de mayor intensidad del haz.

45

Eventualmente, el filtro 11 puede estar adaptado específicamente a un par espejo-fuente luminosa, lo que permite compensar eventuales defectos de homogeneidad de la fuente además de los del espejo.

50 De este modo, las zonas al menos parcialmente absorbentes permiten disminuir la intensidad del haz que las atraviesa.

Otras zonas del filtro son transparentes o menos absorbentes, a fin de transmitir la totalidad del haz luminoso a una gran parte de la intensidad de éste, en las zonas del haz que presentan una intensidad menor.

55

En la práctica, el reparto de las zonas al menos parcialmente absorbentes en el filtro, y el grado de absorción de dichas zonas, corresponde sensiblemente al negativo de reparto de la intensidad del haz luminoso.

De este modo, el filtro permite atenuar las diferencias entre la intensidad del haz, y conseguir una uniformidad mejorada de la intensidad que se dirige al módulo.

60

El uso de un filtro de este tipo permite utilizar espejos parabólicos que presentan una calidad inferior a la de los espejos utilizados en los flashers conocidos, lo que disminuye sensiblemente el coste de los espejos.

En particular, se pueden utilizar espejos parabólicos realizados por medio de procedimientos poco costosos, por ejemplo por termoformado de una placa de vidrio o de un material plástico seguido de un revestimiento de una película reflectante o de una cúmulo de capas delgadas reflectantes.

5

Según modo de realización ilustrado en la figura 3, el filtro 11 comprende un soporte 110 transparente a dicho haz casi colimado y una película 111 pegada a dicho soporte 110, comprendiendo dicha película 111 las zonas absorbentes mencionadas anteriormente.

10 Según otro modo de realización no ilustrado aquí, el filtro de intensidad comprende un soporte transparente al haz casi colimado y una capa de impresión aplicada a dicho soporte para formar dichas zonas absorbentes.

El soporte es plano para no deformar el haz casi colimado y está posicionado perpendicularmente a dicho haz.

15 De modo particularmente ventajoso, el soporte es una placa de vidrio.

La figura 4 ilustra la formación de un dispositivo que permite definir un filtro de intensidad adaptado a un espejo determinado.

20 La fuente luminosa 2 está dispuesta en el alojamiento F del espejo 4, de modo que el espejo 4 envía la luz emitida por la fuente en un haz casi colimado.

Se sitúa una pantalla 12 de tono uniforme en el trayecto de dicho haz, perpendicularmente a éste.

25 Se sitúa un captador de imagen en un emplazamiento C frente a la pantalla 12, y se registra una imagen del haz proyectado en la pantalla 12.

De este modo se obtiene una cartografía de la intensidad del haz, como la que se ilustra en la figura 5A.

30 Como se observa, la intensidad del haz está representada por niveles de gris (las zonas más claras presentan la mayor intensidad) y no es uniforme.

Entonces se crea un negativo de esta imagen, ilustrado en la figura 5B, que presenta zonas oscuras más absorbentes ante zonas claras de la imagen del haz luminoso, y zonas claras transparentes o menos absorbentes

35 ante zonas oscuras de la imagen del haz luminoso.

Es esta imagen negativa la que se utiliza para formar el filtro de intensidad 11.

Según un modo de realización, esta imagen negativa es impresa en una película que a su vez es aplicada a un

40 soporte transparente al haz luminoso.

De modo particularmente ventajoso, la película es una película autoadhesiva transparente destinada a ser pegada al soporte después de la impresión.

45 De modo alternativo, la imagen negativa se forma directamente sobre un soporte transparente por medio de un procedimiento de impresión.

De modo particularmente ventajoso, antes de la realización del filtro, la imagen negativa se transforma en un conjunto binario de motivos elementales que comprenden motivos 11a transparentes y motivos 11b opacos al haz

50 luminoso.

En el ejemplo de la figura 6, se ha representado de forma ampliada una zona del filtro bajo la forma de un tablero de ajedrez constituido por cuadrados transparentes 11a y cuadrados negros absorbentes 11b.

55 Por supuesto, se podrá escoger cualquier otra forma de motivos elementales sin salir del marco de la invención, pudiendo además variar de una zona otra del filtro la forma y la dimensión de los motivos.

En efecto, el grado de absorción del filtro ante el haz luminoso puede ser modulado por la forma y la dimensión de los diferentes motivos.

60

Por lo tanto, según la zona del filtro, se podrán encontrar motivos de diferentes formas y/o dimensiones para obtener la absorción deseada.

A título puramente indicativo, para motivos de forma cuadrada la longitud de lado está comprendida entre 0,5 y 10 mm.

Esta característica binaria de la imagen negativa permite fabricar el filtro utilizando simplemente una impresión de tinta negra para formar los motivos elementales absorbentes.

En el caso de la prueba de un módulo de grandes dimensiones, se fabrica para cada espejo parabólico del dispositivo de prueba un filtro de intensidad correspondiente, y se instala cada filtro en el trayecto del haz luminoso reenviado por el espejo correspondiente.

10

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para probar un módulo fotovoltaico de concentración (1) que comprende al menos un conjunto de una célula fotovoltaica y un concentrador dispuesto de manera adecuada en relación a la célula a fin de concentrar hacia dicha célula una radiación que llega en incidencia normal, comprendiendo dicho dispositivo:
 - al menos una fuente luminosa (2);
 - al menos un espejo parabólico (4) acoplado a dicha fuente (2) con el fin de reenviar la luz procedente de dicha fuente en un haz luminoso casi colimado hacia el módulo (1) a probar, en una dirección perpendicular a la superficie de dicho módulo; y
 - un filtro de intensidad (11) interpuesto en el trayecto del haz casi colimado antes del módulo (1) a probar, comprendiendo dicho filtro (11) zonas al menos parcialmente absorbentes que presentan una densidad espectral neutra ante el haz luminoso, estando dichas zonas al menos parcialmente absorbentes dispuestas ante las zonas de mayor intensidad del haz, con el fin de atenuar las diferencias de intensidad del haz.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, comprendiendo el filtro de intensidad (11) un soporte (110) transparente a dicho haz casi colimado y una película (111) pegada a dicho soporte (110), comprendiendo dicha película (111) zonas al menos parcialmente absorbentes de densidad espectral neutra ante el haz casi colimado, y correspondiendo dichas zonas al menos parcialmente absorbentes a las zonas de mayor intensidad del haz.
3. Dispositivo según la reivindicación 1, comprendiendo el filtro de intensidad (11) un soporte (110) transparente a dicho haz casi colimado, comprendiendo dicho soporte (110) una capa de impresión que incluye zonas al menos parcialmente absorbentes de densidad espectral neutra ante el haz casi colimado, y correspondiendo dichas zonas al menos parcialmente absorbentes a las zonas de mayor intensidad del haz.
4. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 2 ó 3, estando las zonas al menos parcialmente absorbentes del filtro (11) constituidas por motivos elementales (11a, 11b) que comprenden motivos (11a) transparentes y motivos (11b) opacos al haz luminoso.
5. Dispositivo según la reivindicación 4, presentando dichos motivos elementales (11a, 11b) una forma cuadrada o rectangular.
6. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, comprendiendo el espejo parabólico (4) una placa de vidrio o de plástico recubierta por una película reflectante o un cúmulo de capas delgadas reflectantes.
7. Dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, adaptado para probar un módulo fotovoltaico de concentración (1) provisto de una pluralidad de submódulos fotovoltaicos (10), cada uno de los cuales comprende al menos un conjunto de una célula fotovoltaica y un concentrador, dicho dispositivo comprendiendo una pluralidad de fuentes luminosas (2) y una pluralidad de espejos parabólicos (4) acoplados a dichas fuentes (2), con el fin de enviar haces casi colimados hacia el módulo a probar, y por el hecho de que un filtro de intensidad (11) está interpuesto en el trayecto de cada haz casi colimado antes del módulo a probar, comprendiendo cada filtro de intensidad zonas al menos parcialmente absorbentes que presentan una densidad espectral neutra ante el haz luminoso, estando dichas zonas al menos parcialmente absorbentes dispuestas ante las zonas de mayor intensidad del haz, con el fin de atenuar las diferencias de intensidad de cada haz.
8. Dispositivo según la reivindicación 7, comprendiendo un soporte (3) para el módulo a probar, y por el hecho de que las zonas luminosas (2) están dispuestas en dos filas que se extienden por ambos lados del emplazamiento del módulo (1) sobre dicho soporte (3).
9. Dispositivo según la reivindicación 8, estando dispuestos los espejos parabólicos (4) formando dos filas horizontales ante el soporte (3) del módulo a probar.
10. Procedimiento de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración (1), comprendiendo dicho módulo al menos un conjunto de una célula fotovoltaica y de un concentrador dispuesto con respecto a la célula para concentrar hacia dicha célula una radiación que llega en incidencia normal, comprendiendo la etapa de enviar hacia dicho módulo (1) al menos un haz luminoso casi colimado por medio de al menos una fuente luminosa (2) acoplada a un espejo parabólico (4), e interponiéndose, en el trayecto de dicho haz luminoso casi colimado antes del módulo a probar, un filtro de intensidad (11) que comprende zonas al menos parcialmente absorbentes que presentan una densidad espectral neutra ante el haz luminoso, estando dichas zonas al menos parcialmente absorbentes dispuestas ante las zonas de mayor intensidad del haz, con el fin de atenuar las diferencias de intensidad del haz.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, comprendiendo la etapa de formación de dicho filtro de intensidad (11) a base de pegar, sobre un soporte (110) transparente a dicho haz casi colimado, una película (111) que comprende zonas al menos parcialmente absorbentes ante el haz casi colimado, correspondiendo dichas zonas al menos parcialmente absorbentes a las zonas de mayor intensidad del haz.

- 5
12. Procedimiento según la reivindicación 10, comprendiendo la etapa de formación de dicho filtro de intensidad (11) a base de imprimir, sobre un soporte (110) transparente a dicho haz casi colimado, zonas al menos parcialmente absorbentes que presentan una densidad espectral neutra ante el haz casi colimado, correspondiendo dichas regiones al menos parcialmente absorbentes a las zonas de mayor intensidad del haz.
- 10
13. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, comprendiendo la etapa de formación del espejo parabólico a base de conformar térmicamente una placa de vidrio y, a continuación, recubriéndola con un filtro reflectante o un cúmulo de capas delgadas reflectantes.
- 15
14. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, comprendiendo el módulo fotovoltaico (1) a probar una pluralidad de submódulos fotovoltaicos (10), caracterizado por el hecho de que se envía hacia dicho módulo (1) una pluralidad de haces luminosos casi colimados por medio de una pluralidad de fuentes luminosas (2) acopladas a una pluralidad de espejos parabólicos (4), y por el hecho de que, en el trayecto de cada haz luminoso casi colimado antes del módulo a probar, se interpone un filtro de intensidad (11) que comprende zonas al menos parcialmente absorbentes que presentan una densidad espectral neutra ante el haz luminoso, estando dichas zonas al menos parcialmente absorbentes dispuestas ante las zonas de mayor intensidad del haz, con el fin de atenuar las diferencias de intensidad de cada haz.
- 20
15. Procedimiento según la reivindicación 11, utilizando tantas fuentes luminosas (2), espejos parabólicos (4) y filtros de intensidad (11) como el número de submódulos (10) del módulo fotovoltaico a probar, estando cada fuente luminosa (2) y cada espejo parabólico (4) acoplados a fin de enviar un haz luminoso casi colimado hacia un submódulo (10) correspondiente.
- 25
16. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 ó 15, siendo la superficie del módulo (1) a probar superior o igual a 8 m².
- 30
17. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, comprendiendo la etapa de definir las zonas al menos parcialmente absorbentes del filtro de intensidad (11) implementando las etapas siguientes:
- adquisición de una imagen del haz casi colimado procedente del espejo parabólico (4);
 - determinación, en dicha imagen, de las zonas del haz de mayor intensidad;
 - descomposición de dichas zonas de la imagen en motivos elementales;
 - atribución a cada motivo elemental de un carácter transparente u opaco ante el flujo luminoso, con el fin de formar, ante dichas zonas de mayor intensidad del haz luminoso, zonas al menos parcialmente absorbentes constituidas por dichos motivos.

FIG. 1A

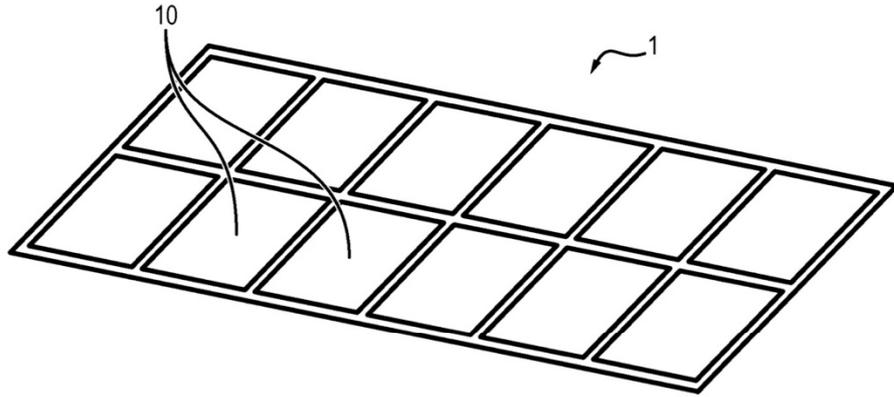
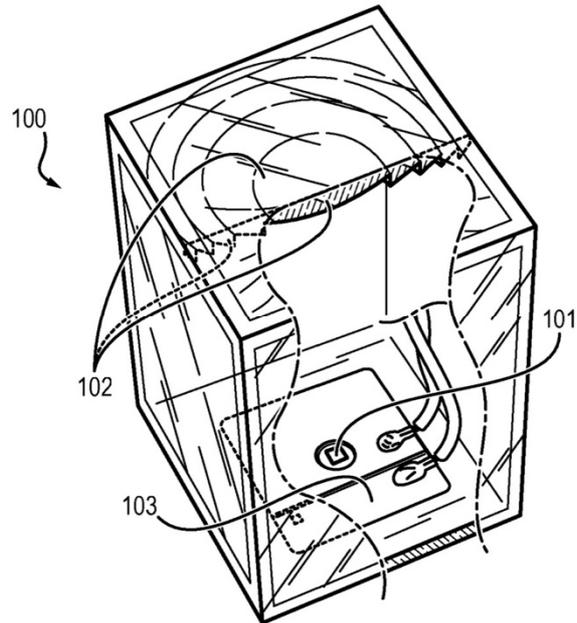


FIG. 1B



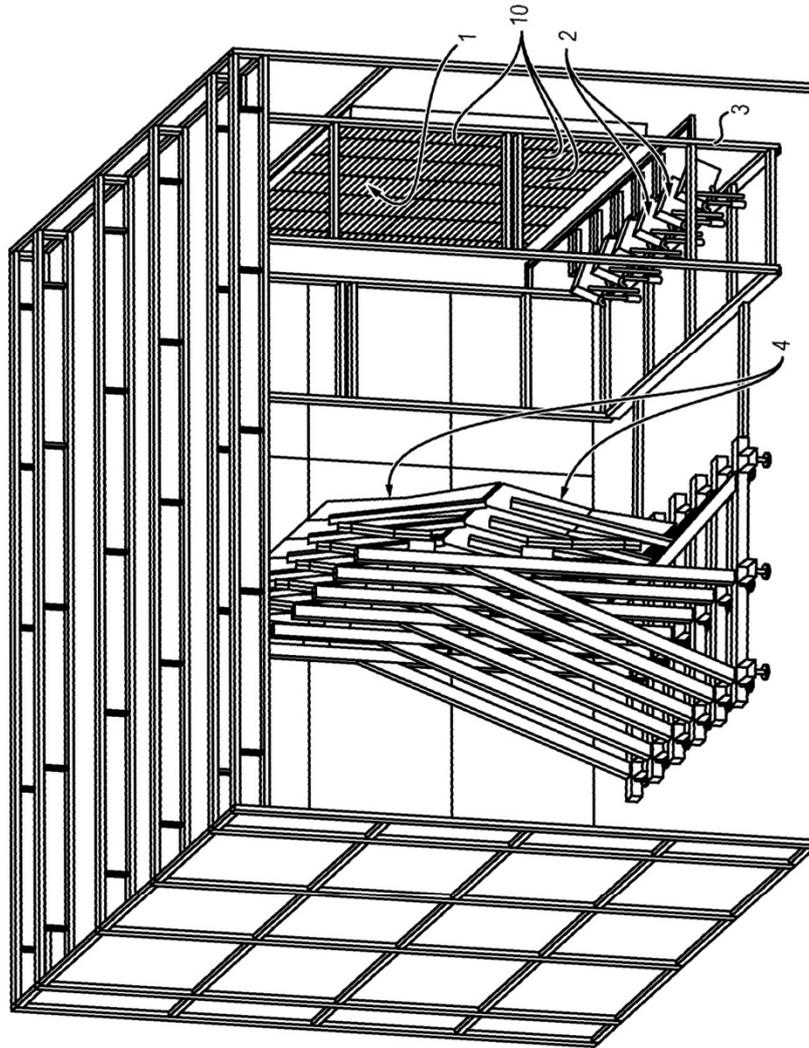


FIG. 2

FIG. 3

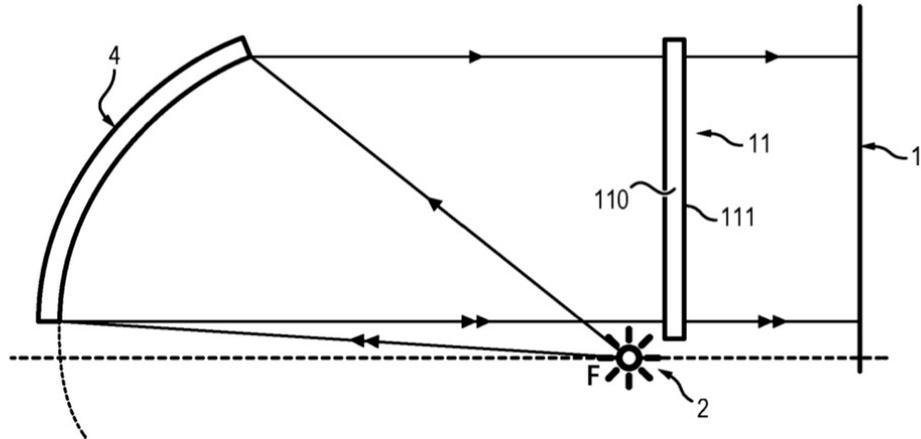


FIG. 4

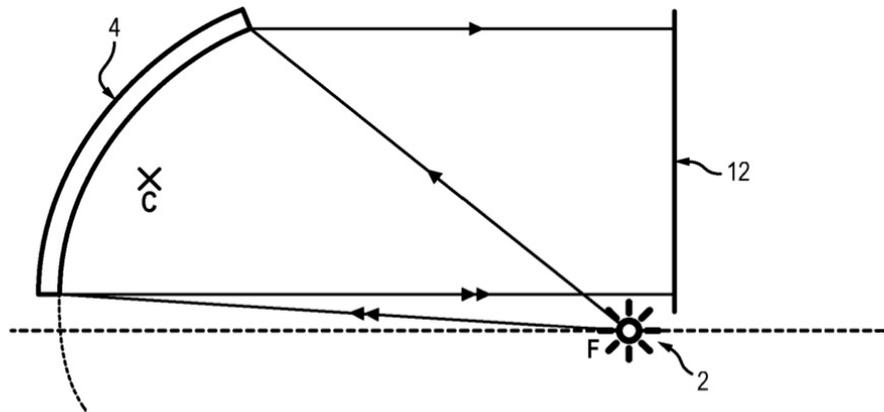


FIG. 5A

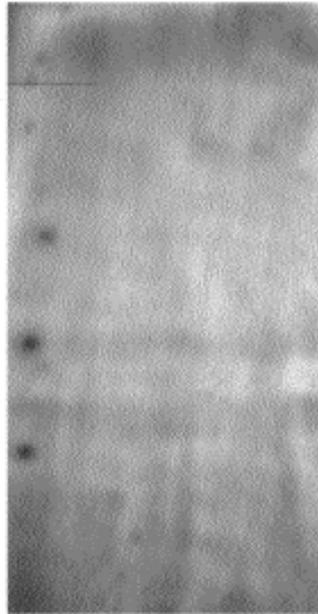


FIG. 5B

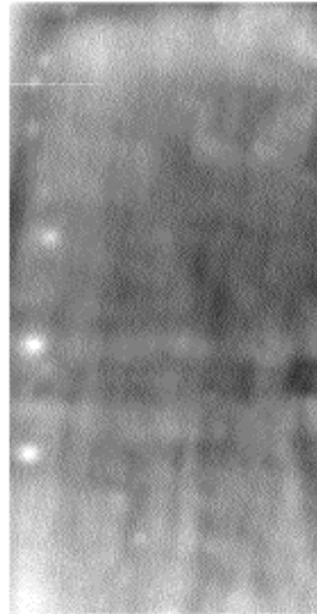
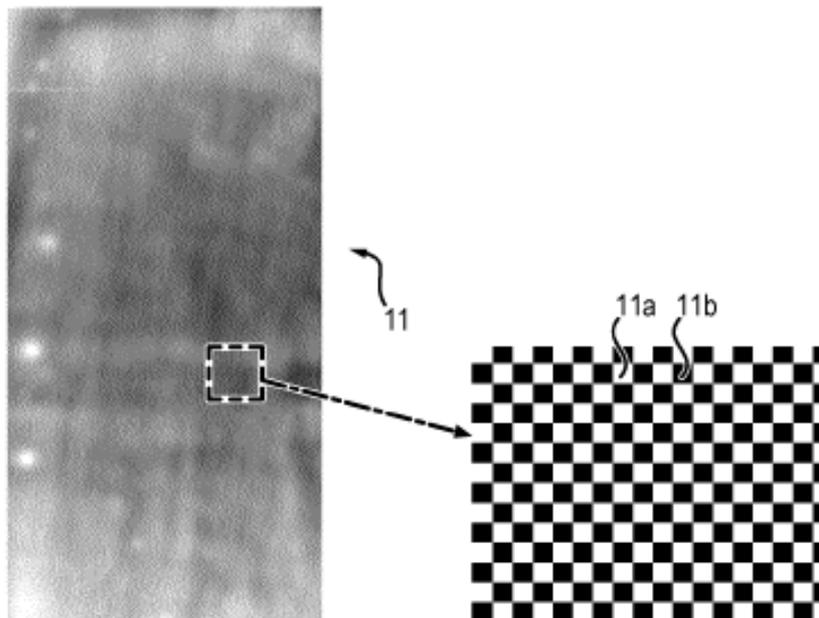


FIG. 6



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

*Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden
5 excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10 • WO 201003115 A