(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 650 123**

(51) Int. Cl.:

G01R 31/40 (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/EP2014/074626**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15071420**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2014 E 14799414 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.09.2017 EP 3069156**

(54) Título: **Dispositivo y procedimiento de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración**

(30) Prioridad:

14.11.2013 FR 1361137

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.01.2018

(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 y
GUILHEM, MATHIEU

(74) Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 650 123 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 y procedimiento de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración, así como a un procedimiento de prueba que implementa dicho dispositivo.

Antecedentes de la invención

Un módulo fotovoltaico de concentración (CPV, acrónimo del término anglosajón "Concentrated PhotoVoltaic") comprende sustancialmente una célula fotovoltaica (por ejemplo, multiuniones) y un concentrador destinado a concentrar la radiación solar hacia dicha célula.

En el caso de una célula multiuniones, las diferentes uniones están dispuestas en serie, estando cada una de las uniones adaptada para una banda espectral específica de la radiación solar.

Las células multiuniones, que son de dimensiones más pequeñas 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 la radiación solar hacia la célula.

El documento WO2010/003115A describe un dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico.

Además, los módulos fotovoltaicos están destinados a estar montados sobre un sistema seguidor de sol (igualmente llamado "tracker" en la terminología anglosajona) de modo que se oriente de manera óptima el módulo en función de la trayectoria del sol para que los concentradores focalicen los rayos del sol sobre las células.

Durante la fabricación de unos módulos fotovoltaicos de este tipo, es habitual verificar el funcionamiento y las prestaciones de cada módulo, con vistas a detectar un eventual fallo de una de las uniones, unos defectos de calidad o de posicionamiento de los concentradores o cualquier otra anomalía del módulo antes de que este se envíe.

Es frecuente que los módulos se combinen estando montados total o parcialmente en serie. En ese caso, las prestaciones del sistema global estarán limitadas por el elemento más reducido. Por lo tanto, puede resultar útil seleccionar los módulos que deben combinarse, con el fin de que sean homogéneos en respuesta. Con este objetivo, es importante poder medir la prestación de este módulo.

A tal efecto, se conoce la simulación de la iluminación del sol por medio de un dispositivo de iluminación generalmente llamado "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 ser conformes sobre el conjunto de la superficie del módulo a probar.

Los módulos CPV presentes actualmente en el mercado presentan unas dimensiones relativamente reducidas (del orden de 0,5 a 1,5 m^2). Existen unos dispositivos de iluminación que permiten simular la iluminación solar sobre un módulo de este tipo.

La compañía Soitec ha puesto en el mercado unos módulos solares de grandes dimensiones, que presentan una superficie de varios m^2, constituidos por varios submódulos CPV solidarizados por un armazón único.

De este modo, por ejemplo, un módulo de 8 m^2 puede estar formado por dos filas de seis submódulos, que pueden estar conectados eventualmente en serie.

Por lo tanto, se plantea el problema de poder probar un módulo de grandes dimensiones: al estar los submódulos conectados total o parcialmente en serie y estando su integridad mecánica asegurada por un armazón único, no pueden probarse de manera independiente.

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

Por lo tanto, es necesario poder verificar las prestaciones del módulo completo, simulando una iluminación que esté lo más cerca posible de la radiación solar.

En este sentido, las restricciones que debe respetar el dispositivo de iluminación son las siguientes:

- una irradiación comparable a la producida por el sol al nivel de tierra, es decir, del orden de 1 kW/m^2,
- la reproducción del espectro solar completo, del ultravioleta al infrarrojo, respetando las densidades espectrales,
- una divergencia angular cercana a la de la luz solar, es decir, de 0,5° (± 0,25°),

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

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

En efecto, estos dispositivos ofrecen ya sea un campo más reducido, ya sea unas características (en concreto, la divergencia angular) demasiado alejadas de las del sol.

Otra restricción a tomar en cuenta para diseñar el dispositivo de iluminación es la compacidad de la instalación de prueba.

Se podría considerar utilizar varios dispositivos conocidos que iluminarían cada uno una parte del módulo.

No obstante, se plantea entonces el problema de la homogeneidad de la intensidad luminosa, así como el de los efectos de bordes en las zonas donde lindan estos diferentes dispositivos.

En efecto, no solamente cada dispositivo debe suministrar una intensidad luminosa muy homogénea, sino que esta uniformidad debe respetarse igualmente de un dispositivo de iluminación al otro.

Es posible ajustar la intensidad luminosa suministrada por cada dispositivo modificando la tensión de alimentación de cada fuente; no obstante, este ajuste afecta igualmente al espectro luminoso.

Una finalidad de la invención es diseñar un dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración de grandes dimensiones, que respete las restricciones mencionadas más arriba y que ofrezca, en concreto, una muy buena homogeneidad de la intensidad luminosa, siendo al mismo tiempo compatible con una instalación de prueba compacta.

Breve descripción de la invención

Por lo tanto, se propone un dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración que comprende una pluralidad de submódulos que incluyen cada uno una pluralidad de conjuntos 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.

De acuerdo con la invención, dicho dispositivo de prueba comprende:

- una pluralidad de fuentes luminosas,
- una pluralidad de espejos parabólicos acoplados a las fuentes luminosas de manera que se reenvíe la luz procedente de cada fuente en una pluralidad de haces luminosos casi colimados hacia el módulo a probar, en una dirección perpendicular a la superficie de dicho módulo,
  comprendiendo cada fuente luminosa:
  - un sistema óptico que presenta un eje óptico y que comprende dos lentes paralelas dispuestas a ambos lados de un diafragma,
  - una lámpara dispuesta en dicho eje óptico,
  - un reflector dispuesto en dicho eje óptico, del lado opuesto al sistema óptico con respecto a la lámpara, siendo dicho reflector móvil en traslación a lo largo del eje óptico, de modo que se ajuste la intensidad luminosa suministrada por la fuente haciendo variar la distancia entre el reflector y la lámpara,
  - una carcasa que contiene el sistema óptico, la lámpara y el reflector y que comprende un orificio de salida del haz luminoso, estando dicho orificio dispuesto en el eje óptico del sistema óptico.

A tal efecto, el dispositivo de prueba comprende un soporte adaptado para mantener el módulo fotovoltaico perpendicularmente al haz casi colimado reenviado por cada espejo.

Por haz casi colimado, se entiende en el presente texto un haz cuya divergencia es reducida, tradicionalmente inferior a 1°. En la presente invención, con el fin de reproducir la divergencia del sol, el haz casi colimado tiene una divergencia de +/- 0,25°.

De manera conocida por sí misma, cada haz casi colimado se obtiene colocando el orificio de cada fuente luminosa en el punto focal o en las inmediaciones del punto focal 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 obtener un haz casi colimado de este tipo.

Según un modo de realización, la lámpara es una lámpara de destellos.

El reflector puede ser un espejo cilíndrico o esférico.

Según una forma de ejecución de la invención, el dispositivo comprende tantos espejos parabólicos como fuentes luminosas, estando cada fuente luminosa dispuesta en el punto focal del espejo parabólico correspondiente.

Según un modo de realización, las fuentes luminosas están dispuestas según dos filas que se extienden horizontalmente a ambos lados de la ubicación del módulo sobre su soporte.

Los espejos parabólicos están dispuestos entonces de modo que se formen dos filas horizontales frente por frente de la ubicación del módulo a probar sobre el soporte.

Otro objeto se refiere a un procedimiento de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración que comprende una pluralidad de submódulos que incluyen cada uno una pluralidad de conjuntos 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 porque se envían hacia dicho módulo, en una dirección perpendicular a la superficie de dicho módulo, una pluralidad de haces luminosos casi colimados por medio de una pluralidad de fuentes luminosas acopladas a unos espejos parabólicos, comprendiendo cada fuente luminosa:

- un sistema óptico que presenta un eje óptico y que comprende dos lentes paralelas dispuestas a ambos lados de un diafragma,
- una lámpara dispuesta en dicho eje óptico,
- un reflector dispuesto en dicho eje óptico, del lado opuesto al sistema óptico con respecto a la lámpara, siendo dicho reflector móvil en traslación a lo largo del eje óptico,
- una carcasa que contiene el sistema óptico, la lámpara y el reflector y que comprende un orificio de salida del haz luminoso, estando dicho orificio dispuesto en el eje óptico del sistema óptico,

y porque se hace uniforme previamente la intensidad luminosa suministrada por el conjunto de dichas fuentes luminosas puntuales ajustando, para cada fuente luminosa, la distancia entre el reflector y la lámpara.

Según una forma de ejecución, se utilizan tantas fuentes luminosas y espejos parabólicos como submódulos del módulo fotovoltaico a probar, estando cada fuente luminosa acoplada a un espejo parabólico de modo que se reenvíe un haz luminoso casi colimado hacia un submódulo correspondiente.

De manera particularmente ventajosa, las fuentes luminosas y los espejos parabólicos están dispuestos de modo que unas zonas no iluminadas por los haces casi colimados enviados por los espejos coincidan con las zonas que separan los submódulos del módulo a probar.

Preferentemente, la superficie del módulo a probar es superior o igual a 3 m^2.

Según un modo de realización, las células del módulo son unas células multiuniones.

Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la invención se desprenderán de la descripción detallada que va a seguir, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- 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 que pertenece a un submódulo de un módulo de este tipo,
- la figura 2 es una vista de conjunto de un dispositivo de prueba según la invención,
- la figura 3 es un esquema de principio de una fuente luminosa de un dispositivo de prueba conforme a la invención.

Descripción detallada de la invención

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.

Como se ilustra en la figura 1B, cada conjunto 100 comprende sustancialmente una célula fotovoltaica 101 (por ejemplo, multiuniones) y un concentrador 102 destinado a concentrar hacia dicha célula 101 la radiación solar que llega en incidencia normal. De manera opcional, la célula 101 está colocada sobre un disipador de calor 103 para limitar su subida de temperatura.

El concentrador 102 comprende, por ejemplo, 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 paralelo.

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

Los submódulos 10 están tradicionalmente dispuestos en forma de filas y/o columnas para formar el módulo.

Por ejemplo, un módulo de 8 m^2 puede estar formado por dos filas de seis submódulos, presentando cada submódulo una superficie de aproximadamente 0,7 m^2.

La figura 2 es una vista de conjunto de un dispositivo de prueba conforme a la invención.

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

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

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

Frente 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 de manera que se refleje 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 preferido, cada fuente está dispuesta en el punto focal del espejo parabólico correspondiente.

En ese caso, el dispositivo de prueba comprende, por lo tanto, tantas fuentes como espejos.

Esto permite utilizar una pluralidad de espejos idénticos, cuya posición y orientación están ajustadas de modo que se reenvíe 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 estén dispuestos de modo que sus puntos focales sean coincidentes, estando la fuente dispuesta en la ubicación de estos puntos focales.

En el modo de realización ilustrado en la figura 2, donde el módulo 1 comprende dos filas horizontales de seis submódulos 10, el dispositivo de prueba comprende doce fuentes luminosas 2 dispuestas según dos fijas horizontales a ambos lados del módulo 1 y doce espejos parabólicos 4 dispuestos según dos filas horizontales frente al módulo 1.

Cada fuente y el espejo parabólico correspondiente están orientados el uno 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 está definida de modo que el haz luminoso casi colimado reenviado por cada espejo ilumine con las características deseadas la totalidad de la superficie del submódulo correspondiente.

Esta distancia, así como la superficie de los espejos, depende, por lo tanto, de la superficie de los submódulos del módulo a probar.

Sin querer ser limitativo, se considera que una distancia del orden de 2 a 6 metros medida en tierra entre los espejos parabólicos y las fuentes luminosas - que determina la mayor parte de la superficie en tierra del dispositivo de prueba - es razonable.

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

En efecto, si la superficie de cada submódulo es lo suficientemente reducida, se puede prever que un par fuente luminosa - espejo parabólico ilumine varios submódulos conservando al mismo tiempo un volumen en tierra aceptable del dispositivo de prueba y un tamaño de espejo que no grave su coste de fabricación.

Por otra parte, pueden existir unas zonas, en la frontera entre unos haces casi colimados adyacentes, en las que la intensidad no cumpla los criterios de uniformidad o de divergencia.

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

Por razones de ensamblaje de los módulos, existe, en efecto, como se puede ver esto en la figura 1A, un espacio entre dos submódulos 10 adyacentes, al nivel del que no se produce ninguna conversión fotovoltaica.

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

Para permitir esta regulación, el dispositivo de prueba se diseña de tal modo que sea posible un ajuste de la posición y de la orientación de cada espejo.

Se prevé ventajosamente un juego entre los espejos para permitir unos ajustes de este tipo.

La figura 3 es un esquema de principio de una fuente luminosa capaz de generar un haz luminoso que tenga las características requeridas.

Dicha fuente 2 comprende un sistema óptico que presenta un eje óptico X y que comprende dos lentes paralelas 21, 22 dispuestas a ambos lados de un diafragma 23.

Una lámpara 24 está dispuesta en el eje óptico X; se designará por "primera lente" la lente 21 la más cercana a la lámpara y por "segunda lente" la lente 22 dispuesta del otro lado del diafragma 23.

De manera ventajosa, la lámpara 24 es una lámpara de destellos. Esta lámpara se selecciona por su capacidad de producir el espectro luminoso, así como la irradiación deseados. Por ejemplo, la lámpara 24 es una lámpara de destellos de xenón.

El diafragma 23 está centrado en el eje óptico X y tiene como función seleccionar solo la parte central del haz que proviene de la primera lente, con el fin de que cada fuente luminosa solo ilumine el espejo parabólico a la que está emparejada.

La fuente luminosa comprende, además, un reflector 25 dispuesto en el eje óptico X del lado opuesto al sistema óptico 21, 22, 23 con respecto a la lámpara 24, de modo que se reenvíe hacia el sistema óptico 21, 22, 23 la luz emitida por la lámpara en la dirección opuesta.

Dicho reflector 25 es móvil en traslación (esquematizada por la flecha de doble sentido x_1, x_2) a lo largo del eje óptico X.

El reflector puede consistir en un espejo cilíndrico, esférico o parabólico. En este último caso, el espejo puede ser un espejo parabólico de revolución o un espejo cilindro-parabólico, es decir, cuya una superficie regulada cuya sección es una parábola y cuyas generatrices se extienden en un plano perpendicular al plano de dicha parábola.

Por ejemplo, dicho espejo está realizado de aluminio pulido.

Las ventajas de dicho reflector móvil en la fuente son las siguientes:

- Por una parte, se puede ajustar la intensidad luminosa suministrada por la fuente haciendo variar la distancia según el eje X entre el reflector 25 y la lámpara 24.
- Por otra parte, se recoge una mayor cantidad de luz que lo que sería recuperable con una lámpara sola.
- Para terminar, permite homogeneizar la luz emitida por la lámpara, con el fin de limitar la sensibilidad a la geometría de la lámpara, así como a los errores de posicionamiento durante los cambios de lámpara.

El conjunto del sistema óptico 21, 22, 23, de la lámpara 24 y del reflector 25 está contenido en una carcasa 26.

Dicha carcasa comprende un orificio 27 dispuesto en el eje óptico X de modo que las diferentes fuentes no se molestan entre sí, emitiendo una fuente solo luz sobre un solo espejo.

El orificio 27 tiene un tamaño que puede estar comprendido tradicionalmente entre 1 mm a 7 cm, preferentemente 1 cm a 5 cm, en función de la distancia entre la fuente y el espejo parabólico.

De manera ventajosa, el tamaño del orificio 27 se elige de modo que se obtenga, por reflexión sobre un espejo parabólico, un haz casi colimado que presenta una divergencia que es sustancialmente igual a la del sol (± 0,25°) sobre una superficie correspondiente a la de cada submódulo del módulo a probar.

Por ejemplo, para una distancia entre el espejo parabólico y la fuente de 2,5 m, un orificio de la forma de un disco de 3,5 cm de diámetro permite obtener un haz casi colimado que presenta la divergencia deseada.

De este modo, el conjunto formado por la lámpara 24, por el reflector 25 y por el sistema óptico 21, 22, 23 y que emite un haz luminoso a través del orificio 27 de la carcasa forma una fuente luminosa que tiene las características requeridas para la implementación de la prueba de cada submódulo.

El experto en la materia está en condiciones de dimensionar los diferentes componentes de la fuente para que tenga las características requeridas.

Estando cada fuente luminosa dispuesta en el punto focal - o en las inmediaciones de dicho punto focal - de un espejo parabólico respectivo, cada espejo refleja la luz emitida por la fuente correspondiente en forma de un haz casi colimado.

La orientación de los espejos parabólicos está definida de modo que cada haz casi colimado sea perpendicular a la superficie del módulo a probar.

Para hacer de modo que la intensidad del conjunto de los haces casi colimados sea uniforme (es decir, que exista una diferencia entre la intensidad más fuerte y la intensidad más reducida de entre el conjunto de los haces que sea inferior a un 5 %), se ajusta previamente, para cada fuente luminosa, la intensidad emitida por dicha fuente.

Este ajuste se realiza por la regulación de la distancia entre cada lámpara 24 y el reflector 25 correspondiente.

La intensidad de cada fuente se mide por medio de un sensor calibrado previsto para ello.

Por ejemplo, se define la intensidad diana y se hace de modo que la intensidad de cada haz esté comprendida en una gama de intensidad de un 5 % alrededor de la intensidad diana.

Para realizar una prueba de un módulo fotovoltaico, se instala dicho módulo sobre el soporte y se realizan las conexiones eléctricas necesarias para permitir registrar su respuesta a una iluminación que simula el sol.

Si es necesario, se regulan la posición y la orientación de los espejos para iluminar la totalidad de la superficie de cada submódulo.

Además, se verifica que el conjunto de las fuentes luminosas presenta la uniformidad de intensidad requerida.

Esta verificación se efectúa de manera automática, por el sensor de medición de intensidad mencionado más arriba, en cada medición de un submódulo.

Esta verificación no se realiza necesariamente antes de cada prueba de un nuevo módulo.

En efecto, una vez que se ha regulado la uniformidad de la intensidad para un conjunto de fuentes dado (por ejemplo, en la puesta en servicio del dispositivo de prueba y/o después de la sustitución de una fuente luminosa o de un componente de una fuente de este tipo), se puede considerar que esta uniformidad no variará en el transcurso del tiempo.

Llegado el caso, si esta verificación pone de manifiesto un defecto de uniformidad, se ajusta la intensidad de una o varias fuentes luminosas, con el fin de obtener la uniformidad requerida.

Una vez que se han efectuado las eventuales regulaciones necesarias, se disparan simultáneamente las lámparas del conjunto de las fuentes.

El haz emitido por cada fuente luminosa se reenvía por el espejo parabólico correspondiente en forma de un haz casi colimado hacia el submódulo correspondiente, en una dirección perpendicular a la superficie del módulo.

Entonces, se registran las características corriente-tensión de cada submódulo, después se tratan los resultados para determinar la potencia eléctrica que el módulo es capaz de suministrar.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración (1) que comprende una pluralidad de submódulos (10) que incluyen cada uno una pluralidad de conjuntos de una célula fotovoltaica (101) y de un concentrador (102) dispuesto con respecto a la célula para concentrar hacia dicha célula una radiación que llega en incidencia normal, comprendiendo dicho dispositivo de prueba:

- una pluralidad de fuentes luminosas (2),
- una pluralidad de espejos parabólicos (4) acoplados a las fuentes luminosas (2) de manera que se reenvíe la luz procedente de cada fuente (2) en una pluralidad de haces luminosos casi colimados hacia el módulo a probar, en una dirección perpendicular a la superficie de dicho módulo (1),
  cada fuente luminosa (2) comprende:
- un sistema óptico que presenta un eje óptico (X) y que comprende dos lentes (21, 22) paralelas dispuestas a ambos lados de un diafragma (23),
- una lámpara (24) dispuesta en dicho eje óptico (X),
- un reflector (25) dispuesto en dicho eje óptico (X), del lado opuesto al sistema óptico (21, 22, 23), con respecto a la lámpara (24), siendo dicho reflector (25) móvil en traslación a lo largo del eje óptico (X), de modo que se ajuste la intensidad luminosa suministrada por la fuente (2) haciendo variar la distancia entre el reflector (25) y la lámpara (24),
- una carcasa (26) que contiene el sistema óptico (21, 22, 23), la lámpara (24) y el reflector (25) y que comprende un orificio (27) de salida del haz luminoso, estando dicho orificio (27) dispuesto en el eje óptico (X) del sistema óptico (21, 22, 23).

2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque la lámpara es una lámpara de destellos.

3. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque el reflector es un espejo parabólico.

4. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque comprende tantos espejos parabólicos como fuentes luminosas, estando cada fuente luminosa dispuesta en el punto focal del espejo parabólico correspondiente.

5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque comprende un soporte para el módulo a probar y porque las fuentes luminosas están dispuestas según dos filas que se extienden horizontalmente a ambos lados de la ubicación del módulo sobre dicho soporte.

6. Dispositivo según la reivindicación 5, caracterizado porque los espejos parabólicos están dispuestos de modo que se formen dos filas horizontales frente por frente de la ubicación del módulo a probar sobre el soporte.

7. Procedimiento de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración (1) que comprende una pluralidad de submódulos (10) que incluyen cada uno una pluralidad de conjuntos (100) de una célula fotovoltaica (101) y de un concentrador (102) dispuesto con respecto a la célula para concentrar hacia dicha célula una radiación que llega en incidencia normal, estando dicho procedimiento caracterizado porque se envían hacia dicho módulo (1), en una dirección perpendicular a la superficie de dicho módulo, una pluralidad de haces luminosos casi colimados por medio de una pluralidad de fuentes luminosas (2) acopladas a unos espejos parabólicos (4), comprendiendo cada fuente luminosa (2):

- un sistema óptico que presenta un eje óptico (X) y que comprende dos lentes paralelas (21, 22) dispuestas a ambos lados de un diafragma (23),
- una lámpara (24) dispuesta en dicho eje óptico (X),
- un reflector (25) dispuesto en dicho eje óptico (X), del lado opuesto al sistema óptico (21, 22, 23), con respecto a la lámpara (24), siendo dicho reflector (25) móvil en traslación a lo largo del eje óptico (X),
- una carcasa (26) que contiene el sistema óptico (21, 22, 23), la lámpara (24) y el reflector (25) y que comprende un orificio (27) de salida del haz luminoso, estando dicho orificio (27) dispuesto en el eje óptico (X) del sistema óptico (21, 22, 23),

y porque se hace uniforme previamente la intensidad luminosa suministrada por el conjunto de dichas fuentes luminosas puntuales (2) ajustando, para cada fuente luminosa (2), la distancia entre el reflector (25) y la lámpara (24).

8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque se utilizan tantas fuentes luminosas (2) y espejos parabólicos (4) como submódulos (10) del módulo fotovoltaico (1) a probar, estando cada fuente luminosa (2) acoplada a un espejo parabólico (4) de modo que se envíe un haz luminoso casi colimado hacia un submódulo (10) correspondiente.

9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque las fuentes luminosas y los espejos parabólicos están dispuestos de modo que unas zonas no iluminadas por los haces casi colimados enviados por los espejos coincidan con las zonas que separan los submódulos del módulo a probar.

10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque la superficie del módulo a probar es superior o igual a 3 m^2.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizado porque las células del módulo son células multiuniones.

FIG. 1A

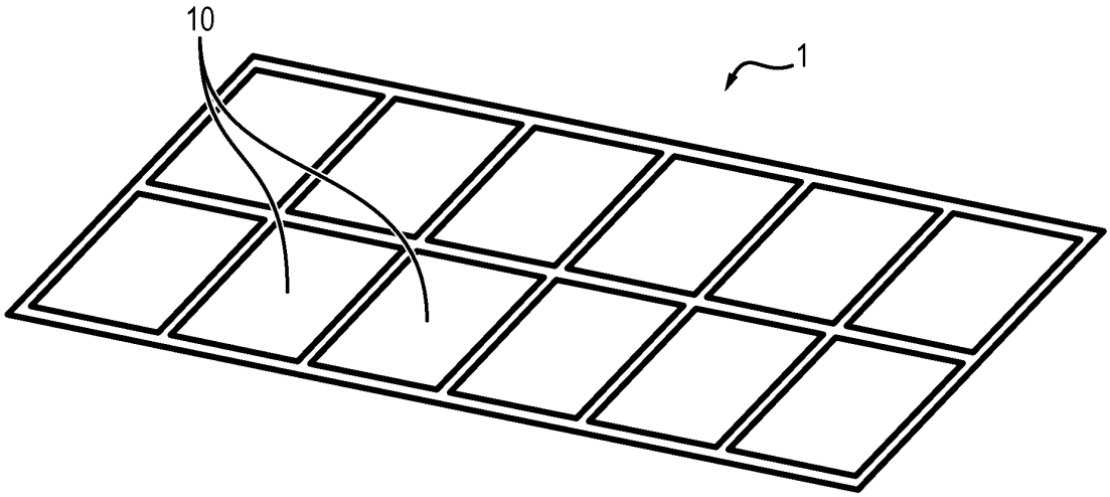
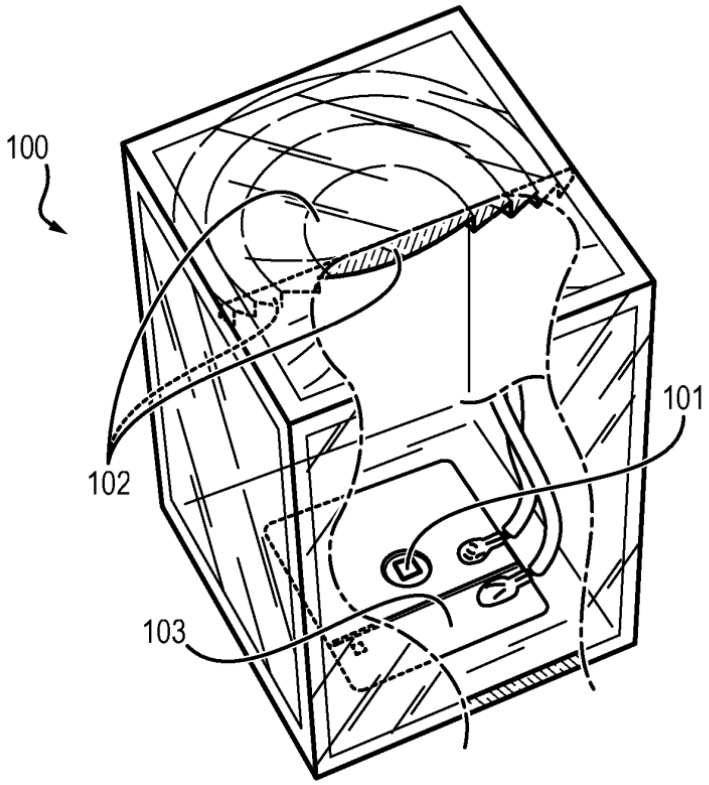


FIG. 1B



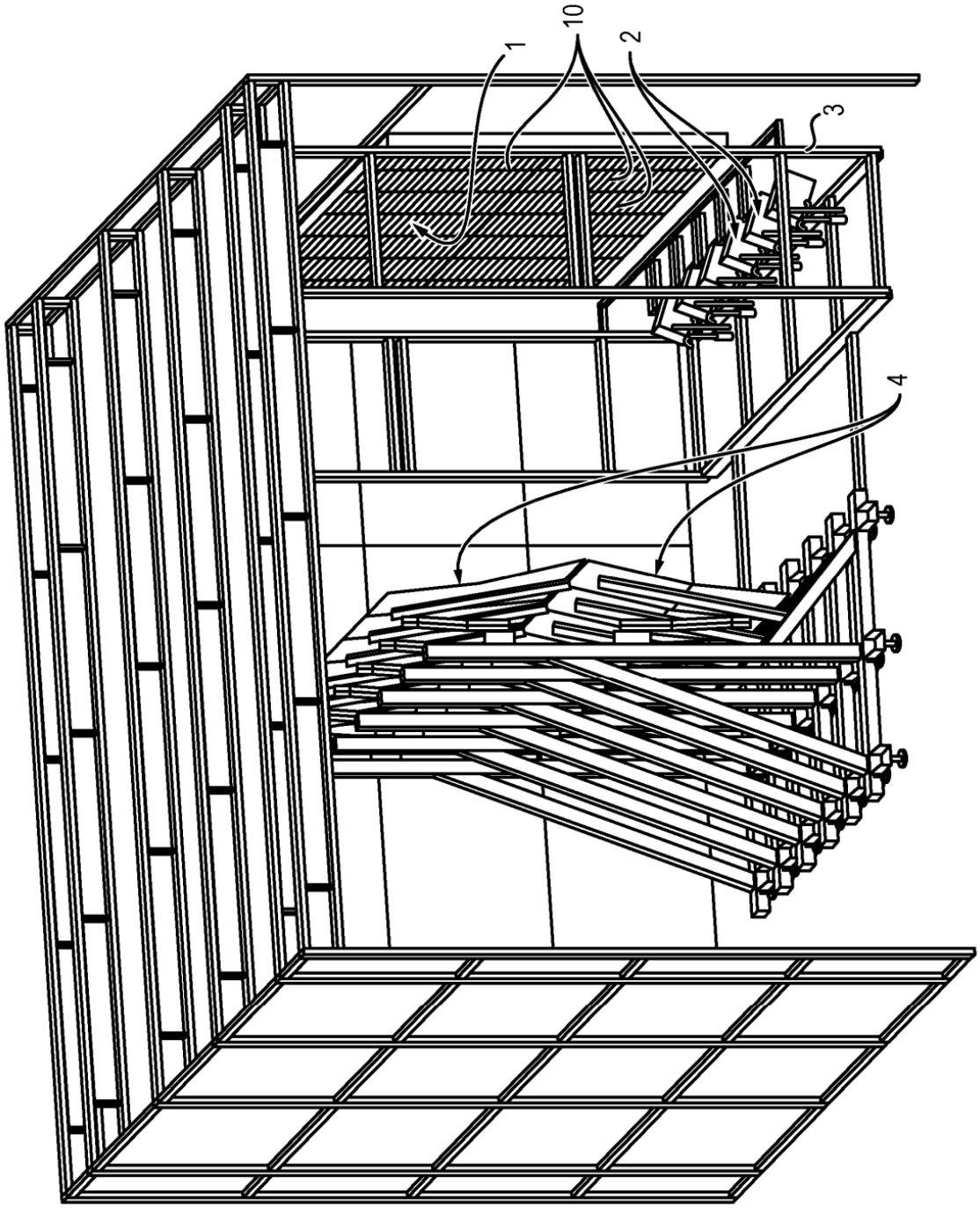


FIG. 2

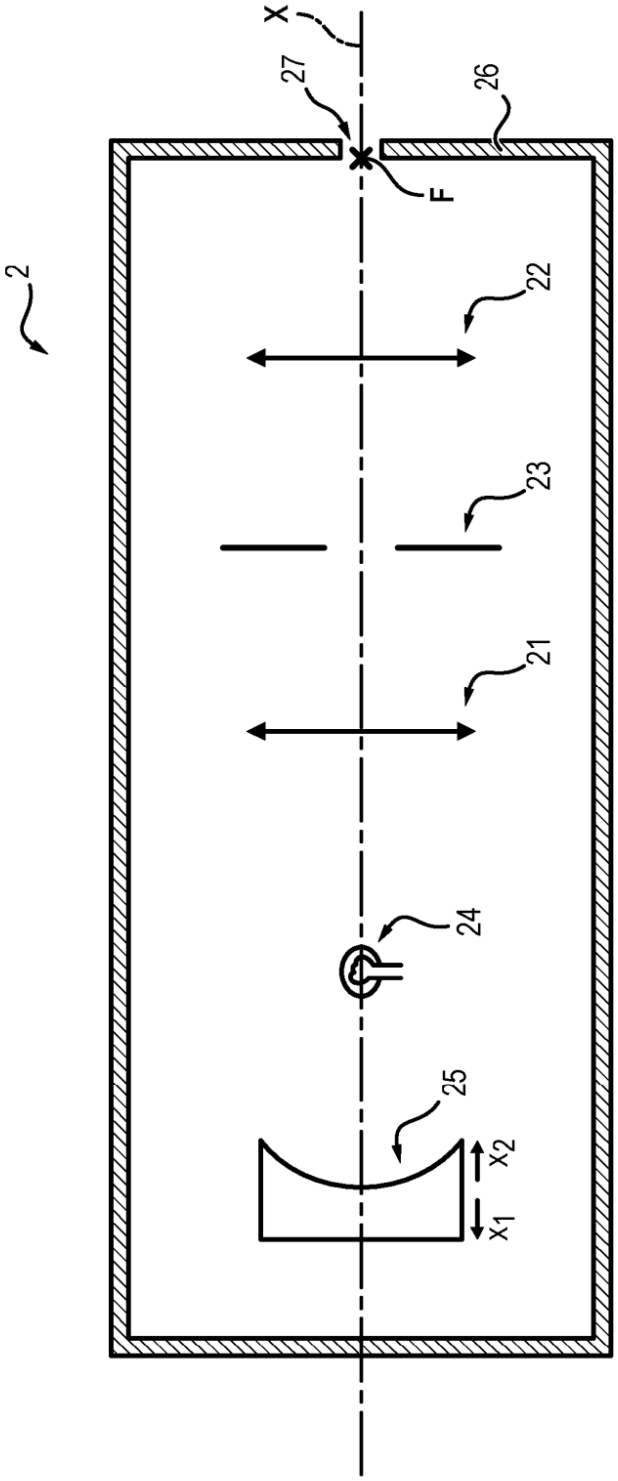


FIG. 3