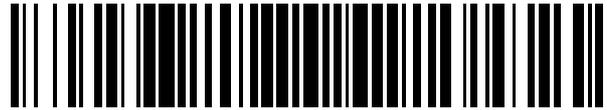


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 918**

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/EP2014/074632**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.05.2015 WO15071423**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2014 E 14798874 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2017 EP 3069155**

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

30 Prioridad:

14.11.2013 FR 1361139

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

08.01.2018

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:

**BLANCHARD, RÉMI y
GASTALDO, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 648 918 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

Procedimiento de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración

Campo de la invención

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

Antecedentes de la invención

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

10 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 del espectro solar. El documento WO2010003115A describe unos módulos fotovoltaicos. 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.

15 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.

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.

20 Durante la fabricación de unos módulos fotovoltaicos de este tipo, es habitual verificar el funcionamiento y las prestaciones de cada módulo, con vista 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.

25 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.

30 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 m²). Existen unos dispositivos de iluminación que permiten simular la iluminación solar sobre un módulo de este tipo.

35 La compañía Soitec ha puesto en el mercado unos módulos solares de grandes dimensiones, que presentan una superficie de varios m², que comprenden varios módulos CPV solidarizados por un armazón único.

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

40 Por lo tanto, se plantea el problema de poder probar un módulo de grandes dimensiones. En efecto, 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 de la radiación solar.

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

- 45
- una irradiación comparable a la producida por el sol al nivel de tierra, 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 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 %).

50 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.

5 Unas características de este tipo sobre unos campos amplios del orden del metro cuadrado a algunos metros cuadrados con una fuente luminosa única solo son posibles de reproducir sobre unas duraciones muy cortas, con unas lámparas de destellos (igualmente denominadas lámparas flash).

En efecto, la potencia necesaria para obtener una irradiación del orden de 1 kW/m^2 sobre una superficie del orden del m^2 sería demasiado importante para mantenerse en continuo (el consumo de energía sería entonces muy elevado y el calentamiento del sistema consiguiente).

10 Las lámparas de destellos se utilizan generalmente en este tipo de dispositivo de iluminación, ya que permiten alcanzar una intensidad suficiente para probar los módulos fotovoltaicos.

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

15 De este modo, no se puede considerar colocar una fuente luminosa lejos del módulo para obtener una divergencia angular reducida, ya que, teniendo en cuenta la superficie del módulo, esto implicaría una distancia de varias decenas de metros, no compatible con una instalación industrial.

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

No obstante, se plantea entonces el problema de la sincronización de las fuentes luminosas que comprenden unas lámparas de destellos que producen los diferentes haces.

20 En efecto, las fuentes luminosas producen unos pulsos luminosos y la medición de las prestaciones del módulo se registran durante estos pulsos.

Para que la medición sea explotable, hace falta, por lo tanto, que los pulsos se produzcan en el mismo instante para el conjunto de las fuentes luminosas, es decir, que las fuentes estén sincronizadas en un intervalo del orden de algunas centenas de μs .

25 Ahora bien, las lámparas de destellos de las fuentes luminosas están alimentadas por unas baterías de condensadores.

Por lo tanto, existe una demora entre el disparo de la fuente y la emisión del pulso, que es superior al intervalo de sincronización contemplado.

Esta demora es variable de una fuente a la otra.

30 Puede deberse a la impedancia del circuito eléctrico de disparo o a las demoras debidas a las diferencias de relojes de las tarjetas de disparo.

Breve descripción de la invención

35 Una finalidad de la invención es diseñar un dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración de grandes dimensiones como se describe en la reivindicación 9, que respete las restricciones mencionadas más arriba y que ofrezca, en concreto, una sincronización precisa de las fuentes luminosas. De acuerdo con la invención, se propone un procedimiento de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración como se describe en la reivindicación 1 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:

- 40
- se envían hacia dicho módulo una pluralidad de haces luminosos casi colimados por medio de una pluralidad de fuentes luminosas acopladas a unos espejos parabólicos respectivos, comprendiendo cada fuente luminosa una lámpara adaptada para emitir un pulso luminoso y un dispositivo de alimentación adaptado para alimentar eléctricamente dicha lámpara, presentando cada fuente luminosa una demora de encendido entre el disparo del dispositivo de alimentación y la emisión del pulso por la lámpara, siendo dicha demora específica para cada

45

 - se dispara el dispositivo de alimentación de cada lámpara en un instante respectivo determinado en función de la demora de encendido de dicha lámpara, de modo que los pulsos del conjunto de las lámparas sean emitidos simultáneamente y recibidos simultáneamente por los módulos y
 - se mide la respuesta del módulo durante dichos pulsos simultáneos.

50 Por simultaneidad de los pulsos, se entiende que los pulsos presentan un recubrimiento en intensidad luminosa (su característica de emisión luminosa) de al menos un 95 %, preferentemente de al menos un 98,5 %.

Por ejemplo, para una duración de medición de 1 ms, se hace de modo que el desvío máximo entre los instantes respectivos de los pulsos de dos lámparas sea inferior o igual a 50 μ s, preferentemente inferior o igual a 15 μ s.

5 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.

10 De manera ventajosa, se determina previamente la demora de encendido de cada lámpara midiendo el instante de disparo del dispositivo de alimentación y el instante del pulso, determinándose la demora de encendido como que es igual a la diferencia entre el instante del pulso y el instante de disparo.

Según un modo de realización, dichas mediciones se efectúan sustituyendo cada submódulo fotovoltaico por un componente de prueba que comprenda una célula fotovoltaica monounión.

15 Preferentemente, las lámparas son unas lámparas de destellos.

Según un modo de realización, se utilizan tantos espejos parabólicos como fuentes luminosas, estando cada fuente luminosa dispuesta en el punto focal del espejo parabólico correspondiente.

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

La superficie del módulo a probar puede ser superior o igual a 8 m².

Por otra parte, las células del módulo pueden ser unas células multiuniones.

25 Otro objeto de la invención se refiere a un dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración que comprende una pluralidad de submódulos que comprenden 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 dispositivo de prueba caracterizado porque comprende:

- una pluralidad de fuentes luminosas, comprendiendo cada fuente luminosa una lámpara adaptada para emitir un pulso luminoso y un dispositivo de alimentación adaptado para alimentar eléctricamente dicha lámpara, presentando cada fuente luminosa una demora de encendido entre el disparo del dispositivo de alimentación y la emisión del pulso por la lámpara, siendo dicha demora específica para cada fuente luminosa respectiva,
- 30 - 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,
- 35 - un sistema de sincronización de las fuentes luminosas, configurado para disparar el dispositivo de alimentación de cada lámpara en un instante respectivo determinado en función de la demora de encendido de dicha lámpara, de modo que los pulsos de dichas lámparas sean emitidos simultáneamente y recibidos simultáneamente por los submódulos y
- un dispositivo de medición para medir la respuesta del módulo durante dichos pulsos simultáneos.

Breve descripción de los dibujos

40 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;
- 45 - la figura 2 es una vista de conjunto de un dispositivo de prueba según la invención,
- la figura 3 ilustra un pulso luminoso,
- la figura 4 ilustra el principio de sincronización para tres fuentes luminosas.

Descripción detallada de la invención

50 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 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 elevación de temperatura.

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 paralelo.

10 La superficie de cada submódulo 10 presenta generalmente una forma 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.

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

La figura 2 es una vista de conjunto de un dispositivo de prueba según 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.

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

El módulo está acoplado a un dispositivo de medición (no ilustrado) que permite medir la respuesta del módulo a la iluminación por un haz luminoso.

La medición se efectúa durante una duración determinada, por ejemplo, del orden de 1 ms.

25 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.

30 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.

35 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 filas horizontales a ambos lados del módulo 1 y doce espejos parabólicos 4 dispuestos según dos filas horizontales frente al módulo 1.

40 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.

45 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.

5 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.

10 En ese caso, se disponen ventajosamente las fuentes luminosas y los espejos parabólicos de modo que unas zonas no iluminadas por los haces 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 de los que no se produce ninguna conversión fotovoltaica.

15 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.

20 Cada fuente luminosa comprende una lámpara seleccionada por su capacidad de producir el espectro luminoso, así como la irradiación deseados, y un dispositivo de alimentación adaptado para alimentar eléctricamente dicha lámpara.

En general, dicha lámpara es una lámpara de destellos (también llamada lámpara flash).

Por ejemplo, la lámpara es una lámpara de destellos de xenón.

25 Una lámpara adaptada de este tipo emite una iluminación en forma de un pulso luminoso P, como se ilustra en la figura 3.

Un pulso de este tipo se obtiene por una descarga brusca de una batería de condensadores.

30 El pulso P presenta, por lo tanto, un máximo de intensidad en un instante t_P considerado en el presente texto como que es el instante del pulso, seguido de un decrecimiento lento de la intensidad hasta un instante t_F donde se interrumpe la descarga poniéndola en cortocircuito a través de una resistencia reducida de modo que se limite la energía enviada en la lámpara

En efecto, al poder la lámpara soportar solo una energía bastante reducida, la duración del pulso debe ser tanto más corta en cuanto se desee un pulso intenso.

35 Con el fin de conservar una forma del pulso relativamente plana alrededor del máximo de intensidad (siendo entonces el pulso asimilable a una franja), se utiliza ventajosamente una batería de condensadores sobredimensionada y se interrumpe la descarga una vez efectuada la medición.

Las mediciones realizadas sobre el módulo deben realizarse durante el pulso de cada lámpara, después del instante t_P .

40 La duración Δt_P del pulso, correspondiente a la diferencia entre los instantes t_F y t_P , se define, por lo tanto, de modo que sea al menos igual a la suma de la duración necesaria para la medición, del defase temporal máximo que puede existir entre los pulsos de dos lámparas, así como de un margen de seguridad llegado el caso.

En la práctica, la duración del pulso está comprendida tradicionalmente entre 500 μs y 2 ms.

Según un modo de realización de la invención, la medición se realiza durante una duración de 1 ms, siendo entonces la duración del pulso de cada lámpara ligeramente superior a esta duración.

45 Naturalmente, es posible efectuar la medición durante una duración más corta, por ejemplo, si se utiliza una lámpara que produzca una intensidad más elevada, debiendo entonces el pulso ser más corto.

El dispositivo de alimentación de las lámparas es convencional y, por lo tanto, no necesita descripción detallada, pudiendo el experto en la materia elegir cualquier dispositivo de alimentación adecuado presente en el mercado.

Debido a los componentes electrónicos implementados en el dispositivo de alimentación y al uso de una pluralidad de tarjetas de disparo que incluyen cada una un reloj diferente, se produce habitualmente una demora de encendido entre el disparo del dispositivo de alimentación y la emisión del pulso por la lámpara.

5 Para paliar la existencia de esta demora, que es variable de una fuente a la otra, la invención propone un procedimiento de sincronización de los pulsos de las diferentes lámparas descrito a continuación.

En un primer momento, se determina para cada fuente luminosa la demora de encendido.

La determinación de esta demora puede implementarse midiendo, por una parte, el instante de disparo de la lámpara y, por otra parte, el instante donde se produce el máximo de intensidad del pulso.

10 La medición del instante del pulso puede obtenerse colocando, en lugar de un submódulo, un componente de prueba que comprenda una célula monounión, por ejemplo.

Un componente de este tipo produce, en efecto, una respuesta instantánea (o en cualquier caso, con una demora de respuesta despreciable con respecto a la que se busca medir) a un pulso de iluminación, de modo que es posible medir directamente el instante del pulso.

La demora de encendido se define como que es la diferencia entre el instante del pulso y el instante de disparo.

15 De este modo, se mide la demora de encendido para cada lámpara, procediendo como se ha indicado más arriba.

Una vez efectuada esta medición, la demora de encendido no es susceptible de variar en tanto en cuanto cada lámpara es funcional.

Por lo tanto, se puede estar satisfecho con medir la demora de encendido cuando se sustituye una lámpara sobre el dispositivo de prueba.

20 El dispositivo de prueba comprende un sistema de sincronización de las fuentes luminosas que comprende una memoria en la que se registra la demora de encendido de cada fuente.

El sistema de sincronización comprende, además, un procesador que, cuando se transmite una orden de disparo de las fuentes, determina, para cada fuente, el instante de disparo de cada lámpara como que es igual a la diferencia entre un instante determinado en el que debe producirse el pulso sincronizado y la demora de encendido de cada fuente.

25

Entonces, el sistema de sincronización dispara cada fuente en este instante respectivo determinado.

De este modo, los pulsos del conjunto de las lámparas son simultáneos.

Este principio se representa en la figura 4, en el caso de tres fuentes luminosas.

La figura 4 presenta la intensidad luminosa I del pulso en función del tiempo t .

30 El instante del pulso P , que en este caso está sincronizado para las tres fuentes, se nota t_P .

La primera fuente luminosa presenta una demora de encendido Δt_1 y se dispara en un instante $t_{D1} = t_P - \Delta t_1$.

La segunda fuente luminosa presenta una demora de encendido Δt_2 y se dispara en un instante $t_{D2} = t_P - \Delta t_2$.

La tercera fuente luminosa presenta una demora de encendido Δt_3 y se dispara en un instante $t_{D3} = t_P - \Delta t_3$.

De este modo, cada submódulo recibe en el mismo instante el pulso de cada fuente.

35

REIVINDICACIONES

1. 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 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 procedimiento las siguientes etapas:
- se envían hacia dicho módulo una pluralidad de haces luminosos casi colimados por medio de una pluralidad de fuentes luminosas (2) acopladas a unos espejos parabólicos (4) respectivos, comprendiendo cada fuente luminosa (2) una lámpara adaptada para emitir un pulso luminoso y un dispositivo de alimentación adaptado para alimentar eléctricamente dicha lámpara, presentando cada fuente luminosa una demora de encendido entre el disparo del dispositivo de alimentación y la emisión del pulso por la lámpara, siendo dicha demora específica para cada fuente luminosa respectiva,
 - se dispara el dispositivo de alimentación de cada lámpara en un instante respectivo determinado en función de la demora de encendido de dicha lámpara, de modo que los pulsos del conjunto de las lámparas sean emitidos simultáneamente y recibidos simultáneamente por los submódulos y
 - se mide la respuesta del módulo durante dichos pulsos simultáneos.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** se determina previamente la demora de encendido de cada lámpara midiendo el instante de disparo del dispositivo de alimentación y el instante del pulso, determinándose la demora de encendido como que es igual a la diferencia entre el instante del pulso y el instante de disparo.
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** dichas mediciones de la demora de encendido se efectúan sustituyendo cada submódulo fotovoltaico por un componente de prueba que comprenda una célula fotovoltaica monounión.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** las lámparas son lámparas de destellos.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** se utilizan tantos espejos parabólicos como fuentes luminosas, estando cada fuente luminosa dispuesta en el punto focal del espejo parabólico correspondiente.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** se utilizan tantas fuentes luminosas puntuales y espejos parabólicos como submódulos del módulo fotovoltaico a probar, estando cada fuente luminosa (2) y cada espejo parabólico (4) acoplados de modo que se envíe un haz luminoso casi colimado hacia un submódulo correspondiente.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la superficie del módulo a probar es superior o igual a 8 m².
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** las células del módulo son células multiuniones.
9. Dispositivo de prueba de un módulo fotovoltaico de concentración (1) que comprende una pluralidad de submódulos (10) que comprenden 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, estando dicho dispositivo de prueba **caracterizado porque** comprende:
- una pluralidad de fuentes luminosas (2), comprendiendo cada fuente luminosa una lámpara adaptada para emitir un pulso luminoso y un dispositivo de alimentación adaptado para alimentar eléctricamente dicha lámpara, presentando cada fuente luminosa una demora de encendido entre el disparo del dispositivo de alimentación y la emisión del pulso por la lámpara, siendo dicha demora de encendido específica para cada fuente luminosa respectiva,
 - 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 (1) a probar, en una dirección perpendicular a la superficie de dicho módulo (1),
 - un sistema de sincronización de las fuentes luminosas (2), configurado para disparar el dispositivo de alimentación de cada lámpara en un instante respectivo determinado en función de la demora de encendido de dicha lámpara, de modo que los pulsos de dichas lámparas sean emitidos simultáneamente y recibidos simultáneamente por los submódulos y
 - un dispositivo de medición para medir la respuesta del módulo durante dichos pulsos simultáneos.

FIG. 1A

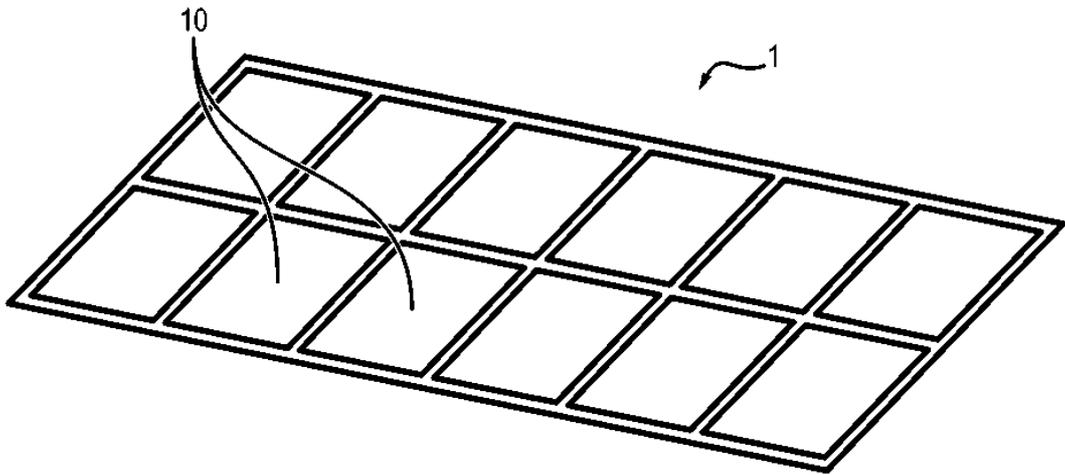
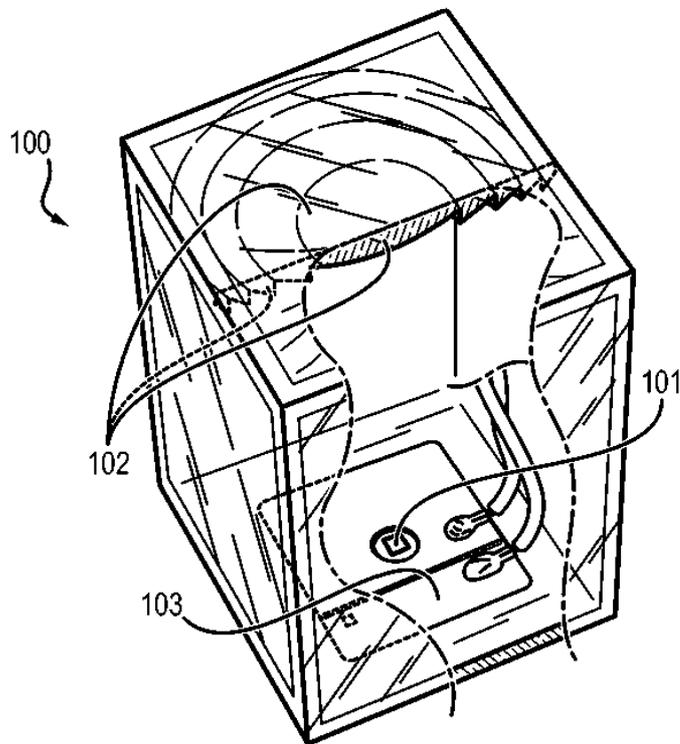


FIG. 1B



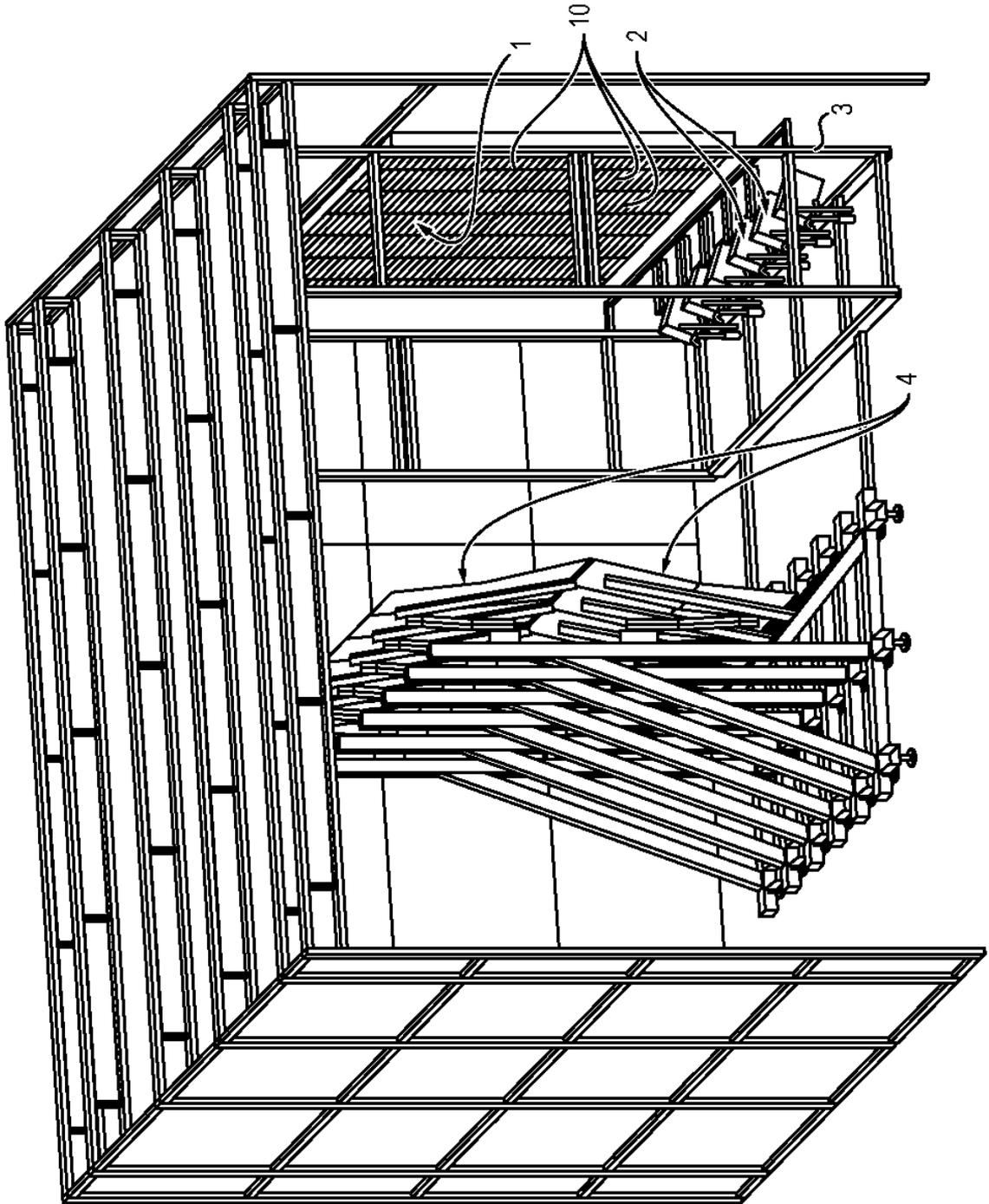


FIG. 2

FIG. 3

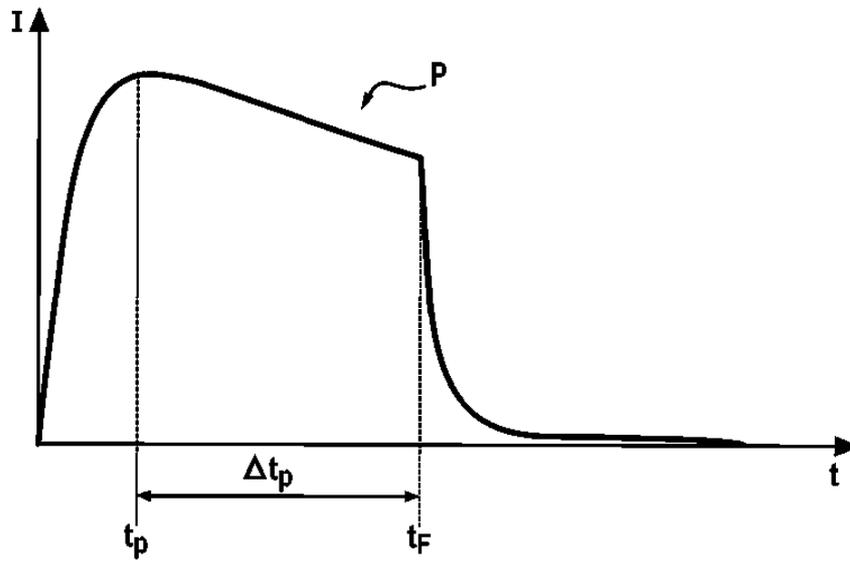


FIG. 4

