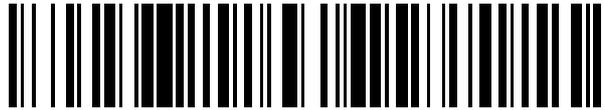


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 493 740**

21 Número de solicitud: 201430087

51 Int. Cl.:

H01L 31/054 (2014.01)

H02S 40/22 (2014.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

27.01.2014

43 Fecha de publicación de la solicitud:

12.09.2014

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

30.09.2015

Fecha de la concesión:

01.10.2015

45 Fecha de publicación de la concesión:

08.10.2015

73 Titular/es:

UNIVERSIDAD DE JAÉN (100.0%)
Campus Las Lagunillas, s/n
23071 Jaén (Jaén) ES

72 Inventor/es:

PÉREZ HIGUERAS, Pedro Jesús;
ALMONACID CRUZ, Florencia;
FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, Eduardo;
RODRIGO CRUZ, Pedro y
FERNÁNDEZ CARRASCO, Juan

54 Título: **Sistema de concentración de haces de rayos de luz**

57 Resumen:

Sistema de concentración de haces de rayos de luz, que consiste en introducir un cambio de dirección en cada haz (3) de rayos concentrados por un elemento refractivo (2), mediante un elemento reflexivo (4), de modo que el punto de concentración del haz de rayos (3) quede situado fuera del eje de simetría (6) del elemento refractivo (2). El conjunto puede incluir además un elemento homogeneizador (8).

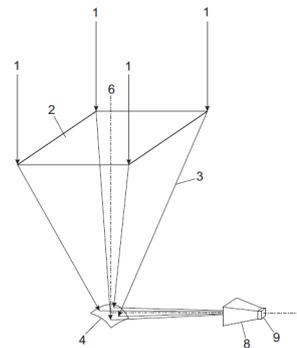


Fig. 2

ES 2 493 740 B1

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE CONCENTRACIÓN DE HACES DE RAYOS DE LUZ

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a un sistema de concentración de haces de rayos de luz, especialmente para la concentración de haces de rayos solares, mediante un elemento refractivo que concentra los rayos de luz procedentes de un emisor en un punto coincidente con el foco del elemento refractivo.

10 La presente invención pertenece al campo técnico de los sistemas de producción de energía eléctrica mediante concentración solar fotovoltaica, y más concretamente a sistemas formados principalmente por elementos concentradores refractivos y reflexivos, junto con homogeneizadores, células fotovoltaicas y elementos auxiliares de conexión y protección.

15 El invento resuelve problemas asociados a los sistemas de concentración solar fotovoltaica mediante una novedosa configuración que permite aumentar el factor de concentración y la eficiencia de los módulos fotovoltaicos y a la vez reducir el precio y costo de los mismos.

20

Antecedentes de la invención

Los sistemas fotovoltaicos de concentración utilizan luz solar concentrada para la producción de energía eléctrica. El efecto de concentración se consigue mediante
25 dispositivos ópticos (lentes o espejos) que refractan o reflejan la luz solar, concentrándola sobre células fotovoltaicas de pequeño tamaño. Como el área requerida de célula es pequeña, se utilizan células solares altamente eficientes. El objetivo final de estos sistemas es reducir el coste de la energía generada, sustituyendo material semiconductor costoso por materiales ópticos más baratos y de
30 tecnología accesible.

Para que se produzca la generación eléctrica en los sistemas fotovoltaicos de concentración es necesario un sistema que aglutine tres elementos: 1.- Un dispositivo, específicamente tratado, que sea capaz de convertir la luz solar en energía eléctrica.

35 En el caso de la concentración fotovoltaica, el dispositivo encargado es la célula solar fotovoltaica. 2.- Un dispositivo óptico que concentre la luz solar sobre la célula

fotovoltaica, de tal manera que la radiación solar incidente se multiplica en una zona determinada. 3.- Un seguidor solar que esté permanentemente siguiendo el movimiento del Sol, logrando de este modo que la radiación solar incidente en el dispositivo de conversión sea la adecuada a lo largo de la trayectoria solar diaria.

5

Existe una gran variedad de sistemas que combinan estos tres elementos (célula, óptica y seguidor) de diferentes maneras. Algunas de las configuraciones más habituales están recogidas en la norma UNE-EN 62108:2011 "Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV).

10

Los conjuntos ópticos para aplicaciones fotovoltaicas de concentración pueden estar diseñados para enfocar en un punto o en una línea y pueden realizarse a partir de lentes (concentradores refractivos), espejos (concentradores reflexivos) o una combinación de ambos.

15

Los conjuntos ópticos diseñados para enfocar en un punto, suelen presentar simetría circular en torno a su eje, mientras que los diseñados para enfocar en una línea, suelen presentar una sección transversal constante a lo largo del eje transversal. Los dispositivos de enfoque lineales presentan mayores problemas por los efectos de no uniformidad del flujo, por lo tanto actualmente, es más habitual el concepto de enfoque puntual en las aplicaciones de concentración fotovoltaica.

20

Los conjuntos ópticos basados en elementos reflexivos suelen usar uno o varios espejos planos o curvos del tipo cilindro parabólico compuesto, conocidos como CPC.

25

Conjuntos de este tipo se encuentran recogidos en diferentes patentes (ES1065532U, ES2325111A1, ES2372083A1, ES2345427A1, DE102004037722A1, DE10151468A1, WO2008102342A1, GB1570684A, DE19814617A1, US6252155B1, US4964713A, WO2004114419A1, US4045246A).

30

Los sistemas de concentración basados en la tecnología Cassegrain son del tipo reflexivo, pero a diferencia de los descritos anteriormente, consisten en un par de espejos reflectores enfrentados que realizan una doble reflexión, permitiendo implementar conjuntos ópticos reflexivos más compactos. Conjuntos de este tipo se encuentran recogidos en diferentes patentes (WO2012042082A1, ES1071351U,

35

US4038972A, ES2227197T3).

Actualmente las lentes son más utilizadas como elemento óptico primario que los espejos. Esto se debe a que ofrecen más flexibilidad a la hora de diseñar la óptica del dispositivo, pudiendo buscarse soluciones que eviten los problemas de no-uniformidad en el flujo. Además, las lentes son menos sensibles a los errores de fabricación, ya que los pequeños errores sobre la cara frontal y la posterior tienen cierta posibilidad de autocorregirse. En un espejo, sin embargo, un pequeño error angular en el perfil origina un error de aproximadamente el doble de magnitud en el rayo reflejado.

Las lentes se pueden subdividir en dos tipos: lentes convencionales plano-convexa y lentes de Fresnel. La lente de Fresnel se obtiene rebajando la lente convencional mediante cortes en anillos circulares concéntricos consecutivos. Los concentradores fotovoltaicos utilizan en su mayoría lentes de Fresnel, debido a su menor volumen de material y, como consecuencia, menor peso y coste. Las lentes de Fresnel pueden ser planas o curvadas. Las lentes curvadas pueden presentar ventajas, como una menor dispersión de la imagen debido a la aberración cromática, mayores tolerancias de fabricación, menor impacto de las deformaciones de la lente, disminución de las pérdidas por reflexión o dotar a la estructura de una mayor rigidez. Las lentes de Fresnel se suelen fabricar con plástico acrílico (Polimetil Metacrilato, PMM), que es fácil de moldear y resistente a las inclemencias climáticas. Sin embargo, aún existen problemas de durabilidad a largo plazo en este tipo de lentes. Existenm otras posibilidades, como las lentes de vidrio o las que se obtienen moldeando el material plástico bajo un sustrato de vidrio.

Los conjuntos ópticos basados en elementos refractivos suelen usar lentes Fresnel rotacionales que focalizan los haces solares en un punto. Conjuntos de este tipo están recogidos en las patentes PCT/ES2006/000130, WO2006114457A1, ES2395235A1, PCT/ES2009/000516, MX2011005357, ES2364310A1, US2005092360A1, DE19600813A1, WO2006065246A1 y US2008087323A1.

Aunque la configuración típica de los sistemas ópticos de concentración fotovoltaica basados en lentes en la mostrada en las anteriores patentes, existen algunos sistemas que difieren de la configuración anteriormente descrita, así, la patente ES1071870 U, presenta como novedad una lente con dos focos y las patentes ES2364665A1, WO2008131561A1 y US2006016448A1 proponen como elemento diferenciador el uso de una guía óptica entre la lente y la célula fotovoltaica.

Los conjuntos ópticos de los sistemas de concentración fotovoltaica actuales pueden incluir un dispositivo óptico secundario o elemento óptico que recibe la luz desde el dispositivo óptico primario cuya misión es homogeneizar la luz que recibe la célula solar. Actualmente se suele usar óptica secundaria basada en elementos tales como prismas con paredes rectas o curvadas, o sistemas tipo Kohler está ampliamente aceptado en concentradores de lentes Fresnel que focalizan en un punto. Esto es debido a que, frente a las pequeñas pérdidas ópticas, prevalecen otras ventajas como son el aumento de la aceptación angular y la mejora de la uniformidad de la luz incidente sobre la célula receptora.

5

Un módulo fotovoltaico de concentración es un montaje completo y protegido de las condiciones ambientales, capaz de transformar una entrada de radiación solar no concentrada en energía eléctrica. Está formado por:

10

- Células fotovoltaicas interconectadas en serie y en paralelo
- Conjuntos ópticos concentradores
- Elementos para permitir la conexión y protección de las células
- Elementos para facilitar su instalación (marco, conectores, etc.).

15

Los módulos fotovoltaicos de concentración pueden implementarse mediante una gran variedad de dispositivos y configuraciones de los mismos, pero el tipo más empleado por los fabricantes presenta las siguientes características:

20

- Alta concentración.
- Células de materiales III-V.
- Óptica mediante lentes de Fresnel.
- Lentes rotacionales que focalizan en un punto.
- Dispositivo óptico secundario.
- Seguimiento a dos ejes.
- Refrigeración pasiva.

25

Actualmente, a pesar de los grandes esfuerzos y logros alcanzados en la tecnología fotovoltaica de concentración no se han conseguido sistemas que puedan competir en precio con la tecnología fotovoltaica convencional para sistemas que produzcan la misma cantidad de energía eléctrica anualmente. Uno de los factores que ayudaría a potenciar el uso de los sistemas de concentración fotovoltaica sería conseguir módulos de concentración más compactos, de menores dimensiones y peso y con mayores factores de concentración solar de tal forma que con el uso de menos células solares

30

que los módulos actuales permitiese producir más potencia eléctrica para las mismas condiciones climáticas de operación.

5 El problema que presenta la tecnología de concentración fotovoltaica empleada en la actualidad es que para poder aumentar el nivel o factor de concentración solar que reciben las células fotovoltaicas, necesita aumentar proporcionalmente el tamaño de las lentes, así, para obtener grandes concentraciones se necesitan sistemas ópticos de grandes dimensiones que son inviables desde un punto de vista práctico.

10 Hasta ahora este problema ha sido escasamente estudiado, para su solución, tan solo se han propuesto los sistemas de concentración como el sistemas registrado por la empresa Morgasolar como Sun Simba y el uso de guías ópticas (ES2364665A1 y WO2008131561A1) pero tienen como problema las altas pérdidas energéticas que no las hace recomendables para sistemas generadores de energía.

15

Descripción de la invención

La presente invención tiene por objeto un sistema de concentración de haces de rayos luminosos, preferentemente de rayos solares que permita aumentar el nivel o factor de
20 concentración solar, especialmente aplicable para los sistemas de concentración fotovoltaica, mediante una especial combinación de elementos reflexivos y refractivos, que permite evitar el uso de guías ópticas y los problemas asociados al uso de estos dispositivos.

25 Tal y como se ha indicado anteriormente, el sistema de la invención es especialmente aplicable para la concentración de haces de rayos solares, mediante un elemento refractivo que concentra los rayos de luz procedentes del Sol en un punto coincidente con el foco de elemento refractivo.

30 De acuerdo con el sistema de la invención se introduce un cambio de dirección en cada haz de rayos de luz concentrado mediante un elemento refractivo, de modo que el punto de concentración del haz de rayos quede situado fuera del eje de simetría del elemento refractivo.

35 Según una posible forma de realización se hace pasar el haz de rayos concentrados, después de sufrir el cambio de dirección y antes de alcanzar el punto de

concentración, a través de un medio homogeneizador, el cual consistirá en un elemento óptico, reflexivo o refractivo, que transmitirá por reflexión interna el haz de luz recibido al punto de concentración.

- 5 Según una posible forma de realización, el medio homogeneizador puede consistir en un elemento óptico de forma troncopiramidal que transmite, por reflexión total interna, el haz de rayos recibidos hasta el punto de concentración.

10 El elemento refractivo puede consistir en una lente con enfoque puntual o en una lente con enfoque lineal.

En la aplicación de la invención a un sistema fotovoltaico se dispondrá una célula fotovoltaica en coincidencia con el punto de concentración del haz de rayos solares.

- 15 Para esta aplicación, de acuerdo con el sistema de la invención, se introducirá un cambio de dirección en al menos dos haces de rayos y preferentemente en más de dos haces, los cuales serán concentrados por otros tantos elementos refractivos, de modo que sea coincidente el punto de concentración de dichos haces, en el que irá situada la célula fotoeléctrica. De este modo, cada célula fotoeléctrica puede recibir
20 concentrados una serie de haces de rayos, lo que permitirá aumentar considerablemente la efectividad del sistema.

De acuerdo con la invención, un módulo fotovoltaico constituido con el sistema descrito comprenderá una serie de células fotovoltaicas que recibirán haces de rayos
25 solares concentrados según se ha descrito anteriormente y de modo que cada célula reciba la acción de dos o más haces de rayos concentrados que han sufrido un cambio de dirección mediante la disposición de un elemento reflexivo en la trayectoria de los rayos concentrados por el elemento refractivo.

30 **Breve descripción de los dibujos**

El sistema de concentración de haces de rayos de luz se explicará seguidamente, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- La figura 1 es un esquema básico de un concentrador óptico de un haz de
35 rayos, constituido de acuerdo con la invención
- La figura 2 muestra una posible variante de ejecución del sistema representado

en la figura 1.

- La figura 3 muestra un ejemplo de combinación de diferentes conjuntos ópticos, para la realización del sistema de la invención.

5 **Descripción detallada de un modo de realización**

En la figura 1 se muestra un esquema básico de concentrador óptico basado en elementos reflexivos y refractivos. En el sistema de la invención un haz de rayos (1) es concentrado mediante una lente (2). De acuerdo con la invención en la dirección del haz (3) de rayos concentrados se introduce un cambio de dirección mediante un elemento reflexivo (4) que sitúa el punto de concentración (5) fuera del eje (6) de simetría del elemento refractivo (2). Es decir que se cambia la trayectoria de la luz concentrada, enfocándola en un punto (5) que pertenece a un plano que no es paralelo al plano (7) de la lente.

15 En la figura 2 se muestra una variante de realización donde se utilizan las mismas referencias que en la figura 1 para designar los mismos elementos o componentes.

El conjunto de la figura 2 está formado por un elemento refractivo (2) que concentra los rayos solares (1) entrantes por la cara exterior de dicho elemento. El elemento refractivo concentrador puede ser una lente convencional plano-convexa o una lente tipo Fresnel o una lente similar, tanto de superficie receptora plana como curvada y con enfoque puntual o lineal. En la trayectoria del haz concentrado (3) se interpone un elemento reflexivo (4) que cambia la dirección de los rayos y los refleja concentrados en una zona que no se encuentra en el eje de simetría (6) del elemento refractivo, concretamente los refleja en una zona perteneciente a un plano no paralelo al de la superficie (7) receptora del elemento refractivo. El elemento reflexivo puede ser un espejo o cualquier material que refleje la luz solar, de superficie plana o curva, con una curvatura tal que permita enfocar los rayos solares procedentes del elemento refractivo en una zona puntual limitada y situada a una determinada distancia del elemento reflexivo.

30 A este conjunto óptico se le ha añadido un elemento óptico (8) que actúa como elemento homogeneizador de los rayos y que puede estar formado por un elemento reflexivo o refractivo que transmite por reflexión interna los haces de luz recibidos a una célula fotovoltaica (9) permitiendo dotar de mayor ángulo de aceptación al conjunto concentrador y mejorar la distribución solar en la superficie de la célula

fotovoltaica. Este elemento óptico homogeneizador puede tener forma troncopiramidal con paredes rectas o curvadas, tipo Kohler o similar.

Al elemento refractivo (2) (lente) como es el primer elemento que encuentran los rayos (1) solares se le llama elemento óptico primario o elemento refractivo primario, al elemento reflexivo (4) (espejo) como en el segundo elemento que alcanzan los rayos
5 solares se le llama elemento óptico secundario o elemento refractivo secundario y al elemento homogeneizador (8) (reflexivo o refractivo) como es el tercer elemento que alcanzan los rayos solares se le llama elemento óptico terciario.

Esta realización puede ser objeto de diversas modificaciones, en particular: en lo que
10 respecta al elemento óptico primario también puede ser un elemento reflexivo del tipo de un cilindro parabólico compuesto de espejo o similar y en lo que se refiere a la combinación del elemento primario y secundario se puede usar una modificación del sistema Cassegrain de tal forma que cumpla que el haz concentrado se enfoque en un punto de una zona perteneciente a un plano no paralelo al de la superficie receptora
15 del elemento refractivo primario.

La flexibilidad del conjunto óptico propuesto permite crear diversas adaptaciones del invento a diferentes tamaños de módulos fotovoltaicos de concentración, o a diferentes sistemas de seguimiento solar y condiciones de los componentes, pero no en su naturaleza o función.

20 El hecho de que los conjuntos ópticos enfoquen la luz solar en un punto de una zona perteneciente a un plano no paralelo al eje de la superficie receptora del elemento refractivo primario permite que varios conjuntos ópticos se puedan configurar, según se representa en la figura 3, de tal forma que consigan concentrar los haces solares incidentes en diferentes conjuntos ópticos (10, 11, 12 y 13) en una misma zona o
25 punto en la que va dispuesta la célula fotovoltaica (9), permitiendo así configurar un módulo fotovoltaico de concentración donde cada célula fotovoltaica (9) que lo conforma recibe los rayos solares concentrados por varios conjuntos ópticos, a través de un único elemento óptico (8) que actúa como elemento homogeneizador. Esto permite diseñar módulos de concentración fotovoltaica con un mayor factor de
30 concentración, de menores dimensiones físicas y con menor número de células fotovoltaicas.

La invención descrita tiene aplicación directa en los sistemas de producción de energía eléctrica mediante concentración solar fotovoltaica, aunque puede ser de utilidad para

otros campos, como el de los sensores de radiación o sistemas de iluminación con diodos LED.

En particular, la invención propuesta permite el desarrollo de módulos fotovoltaicos de concentración con un mayor factor de concentración que los actuales y con menor tamaño, pudiendo proporcionar módulos de menor costo y más competitivos.

5

REIVINDICACIONES

- 1.- Sistema de concentración de haces de luz, especialmente para la concentración de haces de rayos solares, mediante un elemento óptico primario, tal como un elemento refractivo o reflexivo, que concentra los rayos procedentes de un emisor en un punto o línea coincidente con el foco del elemento óptico, y por un elemento óptico secundario, de tipo reflexivo, que permite introducir un cambio de dirección en cada haz de rayos concentrados, de modo que el punto de concentración del haz de rayos concentrados quede situado fuera del eje de simetría del elemento óptico primario, y por un elemento óptico terciario, que hace pasar el haz de rayos concentrados, después de sufrir el cambio de dirección y antes de alcanzar el punto de concentración, **caracterizado por que** el elemento óptico terciario, que actúa como medio homogeneizador, consiste en un elemento reflexivo o refractivo que transmite por reflexión interna el haz de luz recibido al punto de concentración.
- 2 - Sistema según reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento óptico terciario que actúa como medio homogeneizador es de forma troncopiramidal y transmite, por reflexión total interna, el haz de rayos recibidos al punto de concentración.
- 3.- Sistema según reivindicación 1, **caracterizado por que** el elemento óptico primario consiste en una lente con enfoque lineal.
- 4.- Sistema según reivindicación 1, **caracterizado por que** se efectúa el cambio de dirección de al menos dos haces concentrados de modo que el punto de concentración de dichos haces sea coincidente.
- 5.- Módulo fotovoltaico, que comprende una serie de células fotovoltaicas que reciben haces de rayos solares concentrados de acuerdo con el sistema de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** cada célula recibe los rayos concentrados de al menos dos haces de rayos solares.

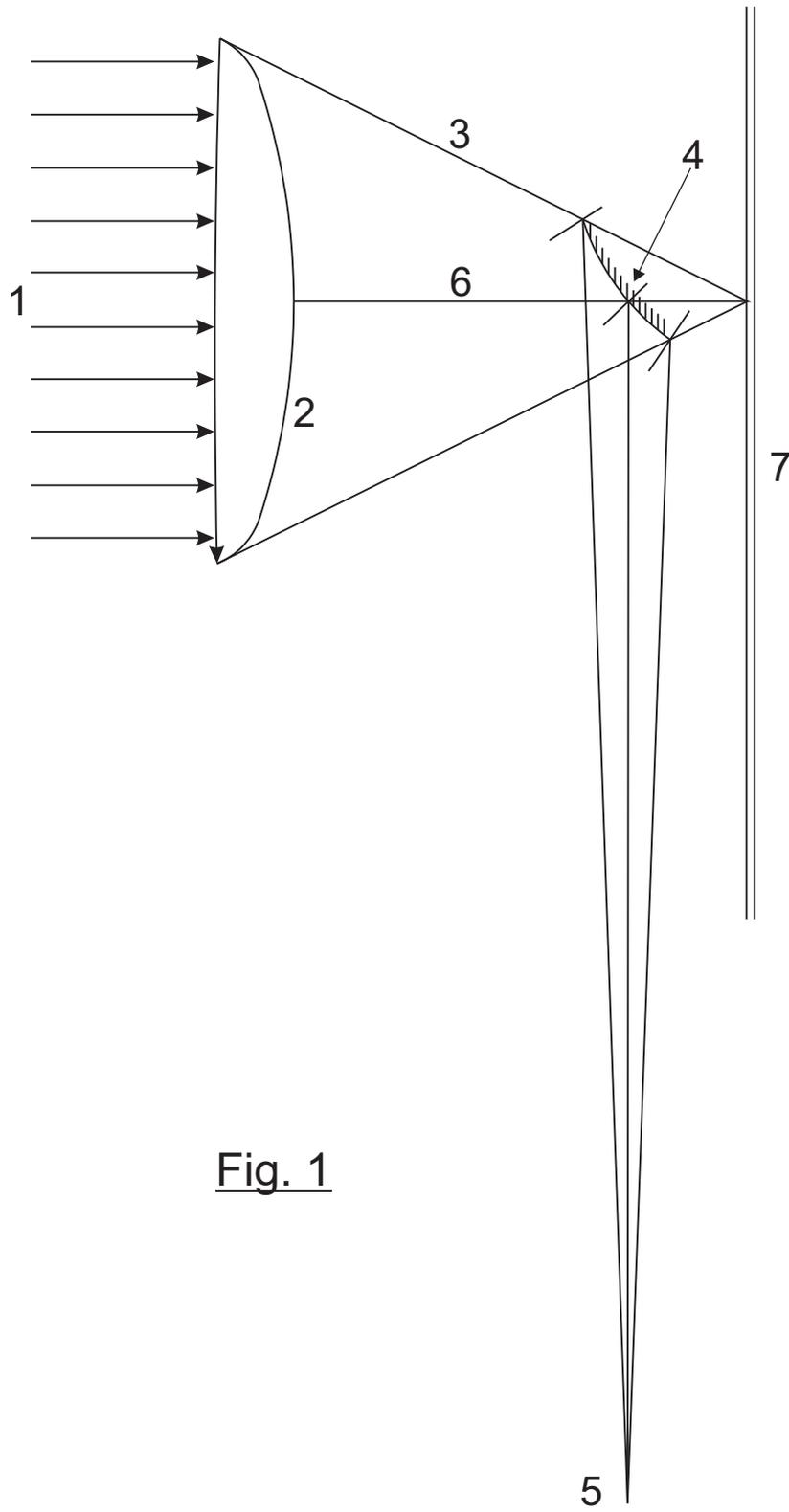


Fig. 1

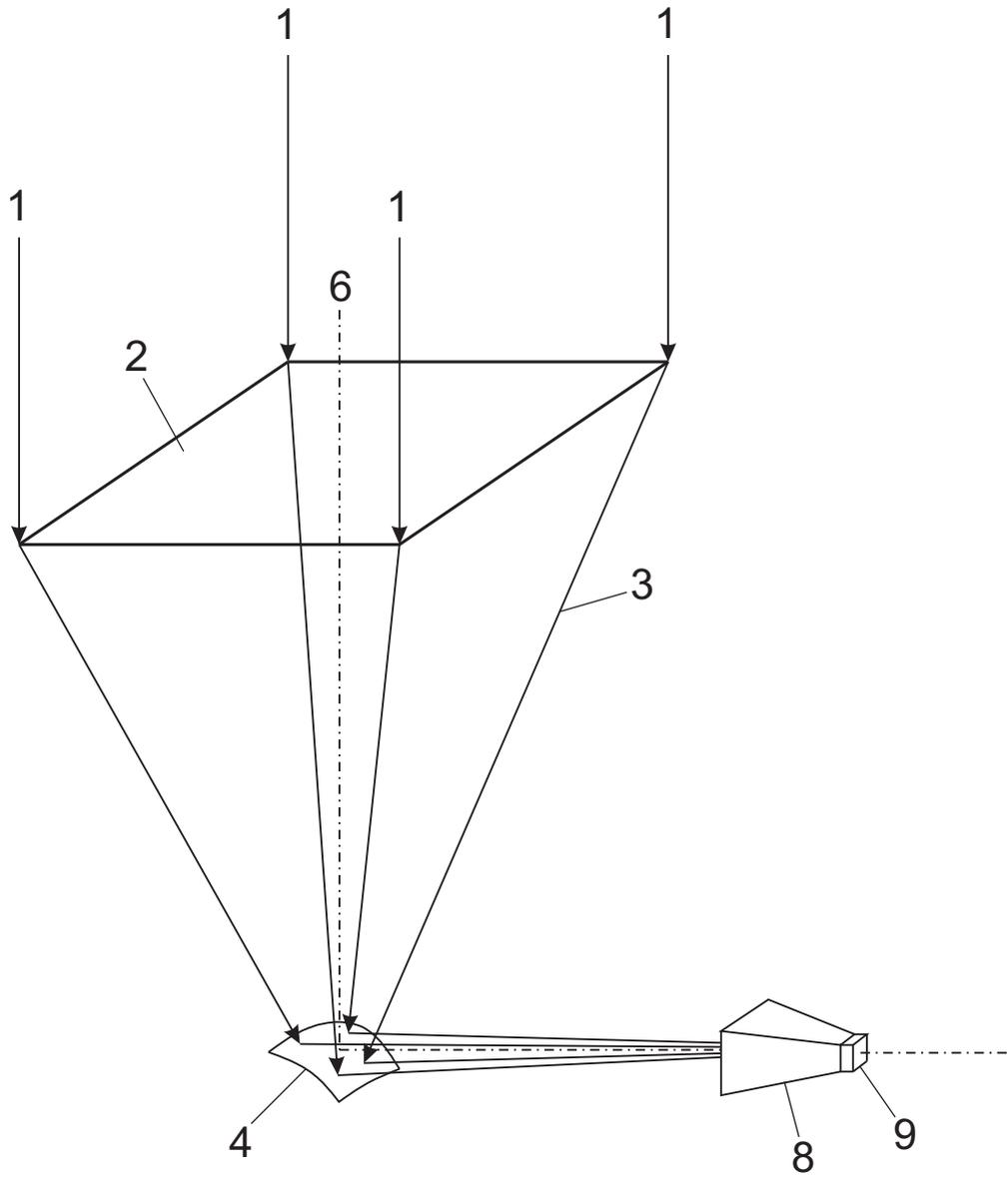
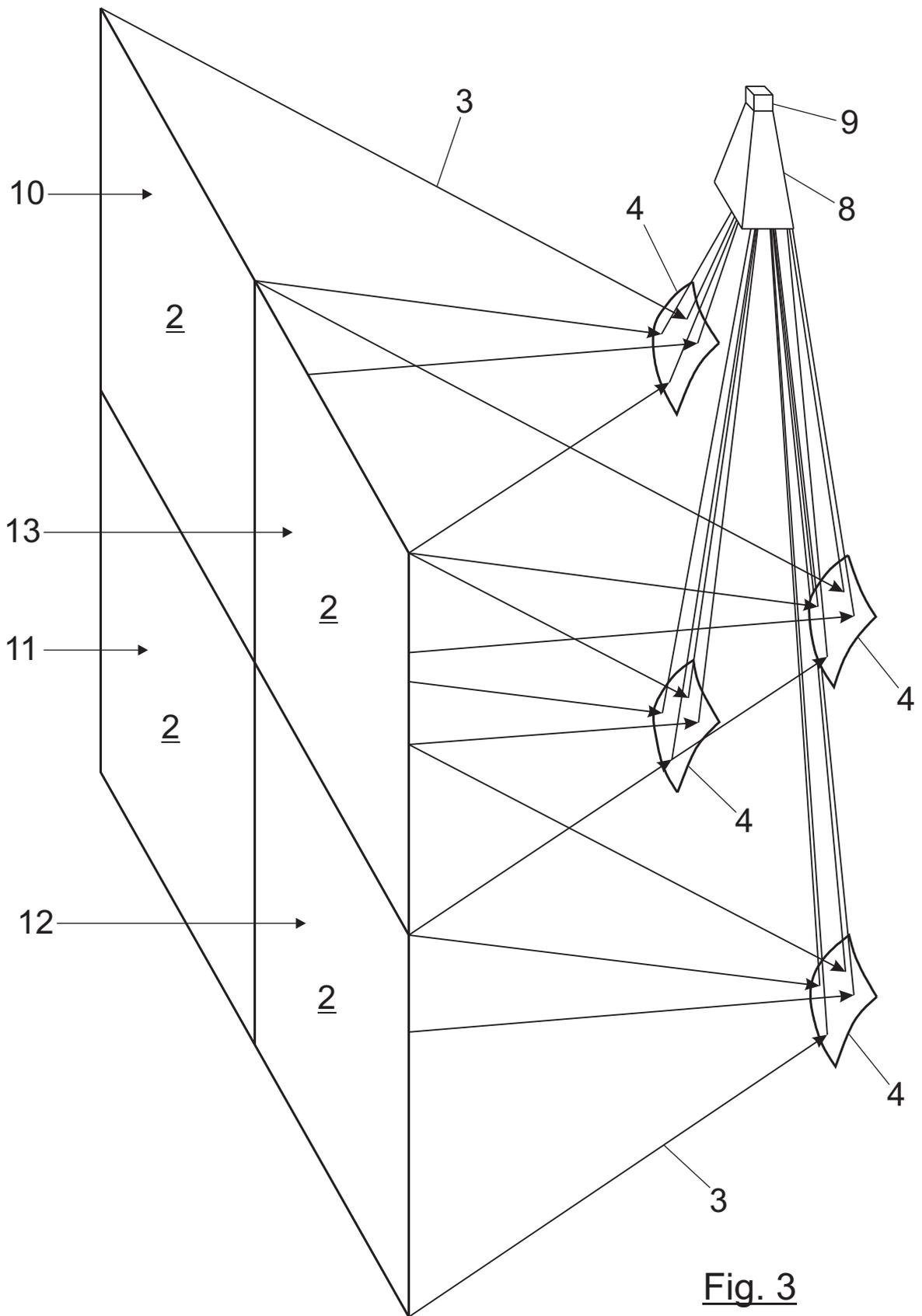


Fig. 2





- ②① N.º solicitud: 201430087
②② Fecha de presentación de la solicitud: 27.01.2014
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **H01L31/054** (2014.01)
H02S40/22 (2014.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	DE 102010011374 A1 (SCHMIDT TOBIAS) 15.09.2011, resumen EPODOC, resumen WPI, figuras; párrafos 2,28-35.	1,2,7-9
Y		3,4
X	KR 101205462B B1 28.11.2012, resumen EPODOC, figuras.	1,5-9
Y		2-4
X	KR 20120037081 A (LEE SEO YOUNG) 19.04.2012, resumen EPODOC, resumen WPI, figuras.	1
A	GB 2328034 A (SOLARGEN ENERGY CORP) 10.02.1999, resumen EPODOC, resumen WPI, figuras, especialmente la 6 y su descripción (página 5); página 4, tercer párrafo.	1,5,7,8
A	WO 2008131561 A1 (MORGAN SOLAR INC et al.) 06.11.2008, resumen EPODOC, resumen WPI, figuras; párrafos 3,17,30,31,38,40.	1,7
Y	ES 2395235 A1 (SCHOTT AG) 11.02.2013, resumen; figuras; página 3, líneas 8-22; página 4, línea 26 – página 5, línea 5.	2-4
A	ES 2364115 A1 (AGENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES S A) 25.08.2011, resumen; figuras; página 2, líneas 15-27; página 5, líneas 36-45.	1-9

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia
Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría
A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita
P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud
E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
03.09.2014

Examinador
A. López Ramiro

Página
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01L, H02S

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 03.09.2014

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 3, 4, 6	SI
	Reivindicaciones 1, 2, 5, 7-9	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-9	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	DE 102010011374 A1 (SCHMIDT TOBIAS)	15.09.2011
D02	KR 101205462B B1	28.11.2012
D03	KR 20120037081 A (LEE SEO YOUNG)	19.04.2012
D04	GB 2328034 A (SOLARGEN ENERGY CORP)	10.02.1999
D05	WO 2008131561 A1 (MORGAN SOLAR INC et al.)	06.11.2008
D06	ES 2395235 A1 (SCHOTT AG)	11.02.2013

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Reivindicación 1

El documento más próximo es D01, dicho documento presenta (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras, párrafos 2 y 28-35) un sistema de concentración de haces de luz, especialmente para la concentración de haces de rayos solares, mediante un elemento óptico primario (4), reflexivo, que concentra los rayos procedentes de un emisor en un punto coincidente con el foco del elemento óptico; el sistema de concentración consiste en introducir un cambio de dirección en cada haz de rayos concentrados, mediante la disposición de un elemento óptico secundario (6), de tipo reflexivo, en la trayectoria de los rayos concentrados por el elemento óptico primario (4), de modo que el punto de concentración del haz de rayos concentrados quede situado fuera del eje de simetría del elemento óptico primario (ver figura 2).

El documento D02 también presenta (resumen EPODOC, figuras) un sistema de concentración de haces de luz, especialmente para la concentración de haces de rayos solares, mediante un elemento óptico primario (1, 3), tal como un elemento refractivo, que concentra los rayos procedentes de un emisor en un punto coincidente con el foco del elemento óptico, caracterizado por que consiste en introducir un cambio de dirección en cada haz de rayos concentrados, mediante la disposición de un elemento óptico secundario (15), de tipo reflexivo, en la trayectoria de los rayos concentrados por el elemento óptico primario (1, 3), de modo que el punto de concentración del haz de rayos concentrados quede situado fuera del eje de simetría del elemento óptico primario.

Y también el documento D03 (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras) presenta un sistema de concentración de haces de luz, mediante un elemento óptico primario (11), refractivo, que concentra los rayos procedentes de un emisor en un punto coincidente con el foco del elemento óptico, e introduce un cambio de dirección en cada haz de rayos concentrados, mediante la disposición de un elemento óptico secundario (12), de tipo reflexivo, en la trayectoria de los rayos concentrados por el elemento óptico primario (11), de modo que el punto de concentración del haz de rayos concentrados quede situado fuera del eje de simetría del elemento óptico primario.

También se consideran relevantes y sobradamente conocidos en el estado de la técnica los documentos D04 (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras, especialmente la 6 y su descripción) y D05 (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras; párrafos 3, 17, 30, 31, 38 y 40).

Por lo mencionado, la reivindicación 1 no presenta novedad (Artículo 6 LP).

Reivindicaciones 2-4

Se puede observar que en D01 (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras, párrafos 2 y 28-35) se hace pasar el haz de rayos concentrados, después de sufrir el cambio de dirección y antes de alcanzar el punto de concentración (10), a través de un elemento óptico terciario (8) que actúa como medio homogeneizador.

Se observa que esta opción es sobradamente conocida en el estado de la técnica, por ejemplo a la vista de D06 (resumen, figuras; página 3, líneas 8-22; y página 4, línea 26 a página 5, línea 5) donde se hace pasar el haz de rayos concentrados, antes de alcanzar el punto de concentración (7), a través de un elemento óptico terciario (5, 53) que actúa como medio homogeneizador.

En D06 (resumen, figuras; página 3, líneas 8-22; y página 4, línea 26 a página 5, línea 5) el elemento óptico terciario, que actúa como medio homogeneizador (5, 53), consiste en un elemento reflexivo o refractivo que transmite por reflexión interna el haz de luz recibido al punto de concentración. Además, es de forma troncopiramidal (figuras 1 y 2) y transmite, por reflexión total interna, el haz de rayos recibidos al punto de concentración. Por lo tanto, las reivindicaciones 3 y 4 no presentarían actividad inventiva a la vista de la combinación de documentos D01 y D06 o D02 y D06.

Por lo mencionado, la reivindicación 2 no presenta novedad, y las reivindicaciones 3 y 4 presentan novedad (Artículo 6 LP) pero carecen de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicaciones 5 y 6

Se puede observar que en D02 (resumen EPODOC, figuras) o D03 (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras) el elemento óptico primario consiste en una lente con enfoque puntual.

La opción de que el elemento óptico primario consista en una lente con enfoque lineal se considera una opción de diseño alternativa al enfoque puntual, así que por sí misma no dota de actividad inventiva a la solicitud.

Por lo mencionado, la reivindicación 5 no presenta novedad (Artículo 6 LP), y la reivindicación 6 presenta novedad (Artículo 6 LP) pero carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicación 7

En el documento D01 (resumen EPODOC, resumen WPI, figuras, párrafos 2 y 28-35) se dispone una célula fotovoltaica (elemento 10, párrafo 34) en coincidencia con el punto o línea de concentración del haz de rayos.

También en el documento D02 (resumen EPODOC, figuras) se dispone una célula fotovoltaica (elementos 5 y 7) en coincidencia con el punto o línea de concentración del haz de rayos.

A su vez, en D03 (resumen WPI) se menciona la posibilidad de incluir una célula fotovoltaica.

También en D04 (página 4, tercer párrafo) se dispone una célula fotovoltaica (elemento 10) en coincidencia con el punto o línea de concentración del haz de rayos.

También D06 presenta una célula fotovoltaica (7) en el punto de concentración de los haces.

Por lo mencionado, la reivindicación 7 no presenta novedad (Artículo 6 LP).

Reivindicación 8

Se observa que en D02 (resumen EPODOC, figuras) se efectúa el cambio de dirección de al menos dos haces concentrados de modo que el punto de concentración de dichos haces sea coincidente. Además, en D01 (ver figura 2) se representa un único haz, sin embargo a partir de esta figura se considera extrapolable la posibilidad de que incidan en el punto de concentración más de un haz sin necesidad de aplicar actividad inventiva alguna. También D04 (resumen EPODOC, resumen WPI, figura 5) presenta esta característica.

Por lo mencionado, la reivindicación 8 no presenta novedad (Artículo 6 LP) o en cualquier caso carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).

Reivindicación 9

El documento D02 (resumen EPODOC, figuras) presenta un módulo fotovoltaico, que comprende una serie de células fotovoltaicas (5, 7) que reciben haces de rayos solares concentrados de acuerdo con el sistema descrito, y cada célula recibe los rayos concentrados de al menos dos haces de rayos solares.

Como se ha indicado, en D01 (ver figura 2) se representa un único haz, sin embargo a partir de esta figura se considera extrapolable la posibilidad de que incidan en el punto de concentración más de un haz sin necesidad de aplicar actividad inventiva alguna. Por lo tanto, para tener un módulo fotovoltaico como el reivindicado bastaría con añadir más de un sistema como el descrito en D01, simplemente superponiendo los elementos sin necesidad de mediar actividad inventiva alguna.

Por lo mencionado, la reivindicación 9 no presenta novedad (Artículo 6 LP) o en cualquier caso carece de actividad inventiva (Artículo 8 LP).