

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 364 310**

21 Número de solicitud: 201030241

51 Int. Cl.:
G02B 19/00 (2006.01)
H01L 31/052 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **19.02.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **31.08.2011**

Fecha de la concesión: **21.03.2012**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:
10.02.2012

45 Fecha de anuncio de la concesión: **02.04.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
02.04.2012

73 Titular/es:
ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A
AVDA. DE LA BUHAIRA 2
41018 SEVILLA, ES

72 Inventor/es:
CAPARROS JIMENEZ, SEBASTIAN y
ROWLEY DAVENPORT, THOMAS LEWIS

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

54 Título: **SISTEMA DE CONCENTRACION SOLAR FOTOVOLTAICA**

57 Resumen:

Sistema de concentración solar fotovoltaica con una lente concentradora Fresnel (1) de grosor constante de faceta en una primera zona, concretamente la zona central de la lente (1), pasando después a altura constante de faceta en una segunda zona, concretamente la zona periférica de la lente (1), con el fin de maximizar la eficiencia óptica de la lente (1), manteniendo controladas las aberraciones típicas del sistema. El sistema de concentración solar fotovoltaica comprende adicionalmente un elemento óptico secundario (2) con cara de entrada (3) circular y curvatura convexa, una sección para acomodar un reborde (4), y una sección piramidal (6), transformándose la sección transversal de un círculo a cuadrada en el extremo inferior (7) donde se acomoda el receptor fotovoltaico. Este sistema mejora la eficiencia óptica y termodinámica de los sistemas existentes, facilita la producción y la instalación en el módulo fotovoltaico, y disminuye los costes asociados con la fabricación.

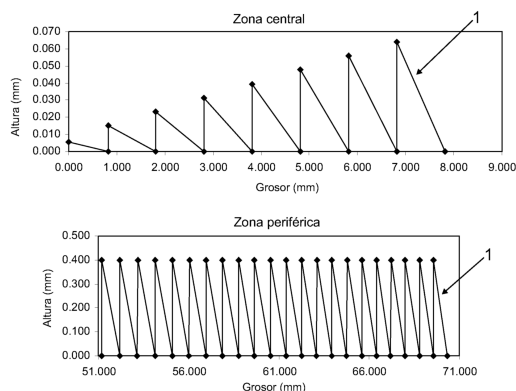


FIG. 8

ES 2 364 310 B1

DESCRIPCIÓN

SISTEMA DE CONCENTRACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

5

La presente invención pertenece al campo técnico de los sistemas de concentración solar fotovoltaica para el aprovechamiento de la energía solar para la producción de energía eléctrica, concretamente a sistemas de concentración solar fotovoltaica de alta concentración, y más concretamente a sistemas formados principalmente por una lente concentradora Fresnel, un elemento óptico secundario, y un receptor fotovoltaico.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Numerosos sistemas de concentración solar fotovoltaica (CPV) han sido propuestos y desarrollados a lo largo del siglo XX hasta la actualidad. A pesar de este largo historial, estos sistemas no son actualmente competitivos en términos de coste y eficiencia con respecto a las formas tradicionales de producción de energía.

15

Los documentos WO2006114457, US2009106648 y WO 2009058603 muestran el típico esquema de funcionamiento de un sistema de concentración solar fotovoltaica.

20

Dicho sistema consiste en una lente de Fresnel concentradora de luz y un elemento óptico secundario que dota al sistema de mayor concentración. Diversos sistemas que utilizan lentes de Fresnel han sido propuestos con y sin óptica secundaria.

Existen otros sistemas de concentración solar fotovoltaica basados en la tecnología Cassegrain. Dichos sistemas consisten en un par de espejos y un elemento óptico terciario homogeneizador. Además hay otros elementos ópticos de concentración basados en espejos parabólicos. Dichos sistemas pueden estar formados por espejos o bien ser un sistema totalmente sólido basado en Reflexión Total Interna (RTI), como es mostrado en los documentos WO2009058603 y WO2009086293.

25

Recientemente se han reportado sistemas de concentración por guiado de luz, tal y como muestra el documento WO2008131566. Dichos sistemas se caracterizan por su mayor compacidad frente a sistemas tradicionales.

30

Un sistema ideal de concentración solar fotovoltaica debería reunir las siguientes características para ser competitivo: minimizar las pérdidas en los sistemas de concentración ópticos, es decir conseguir una mayor eficiencia óptica; ser soluciones efectivas en coste y fiables a largo plazo; ser compactos y conseguir una máxima

35

eficiencia termodinámica, esto es alcanzar el máximo grado de concentración posible manteniendo tolerancias mínimas de fabricación.

Además un sistema ideal de concentración solar fotovoltaica debería maximizar el uso de la etendue. El concepto de etendue, fue descrito por Dr. Winston y Co. en Non Imaging Optics y es de suma importancia en un sistema de concentración solar fotovoltaica. Maximizar la etendue significa maximizar el ángulo de aceptación de un sistema para un grado de concentración determinado, o bien maximizar la concentración para un ángulo de aceptación definido. Un módulo de máximo uso de etendue tiene potencial para concentrar de manera efectiva la radiación solar, minimizando el coste del elemento semiconductor y en consecuencia del módulo, y dotar al sistema de la tolerancia necesaria para ser montado en sistemas reales de seguimiento solar, y permitir las tolerancias de fabricación del módulo sin que ello afecte al rendimiento del mismo.

El máximo grado de concentración alcanzable para un ángulo de aceptación viene definido por la siguiente ecuación:

$$C_{\max} = \frac{(n^2 \cdot \text{seno}(\theta_1))^2}{(\text{seno}(\theta_2))^2}$$

Siendo n el índice de refracción del medio en el que está sumergido el receptor fotovoltaico, θ_1 el ángulo de entrada en la célula fotovoltaica y θ_2 el ángulo de aceptación en el sistema.

Los sistemas de concentración solar fotovoltaica mediante lentes de Fresnel son los más utilizados, ya que es una tecnología conocida, estándar y efectiva en costes. Sin embargo no son sistemas excesivamente compactos y no maximizan el uso de la etendue. No obstante, se han publicado ciertos documentos con objeto de maximizar el uso de etendue utilizando sistemas de lentes con distancias focales muy elevadas y elementos secundarios con cierta curvatura a la entrada.

Los sistemas reflexivos están siendo introducidos progresivamente, en general son más compactos que los sistemas refractivos, y con el diseño adecuado maximizan el uso de etendue en comparación con lentes. No obstante tienen menores eficiencias ópticas y mayor número de elementos.

Los sistemas por guiado de luz son, con diferencia, los más compactos. Sin embargo tienen aun que demostrar su eficiencia óptica, costes y fiabilidad a largo plazo.

Era por tanto deseable un sistema que consiguiera una elevada concentración solar fotovoltaica evitando los inconvenientes existentes en los anteriores sistemas del estado de la técnica.

5

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención resuelve los problemas existentes en el estado de la técnica mediante un sistema de concentración solar fotovoltaica formado por una lente concentradora Fresnel, un elemento óptico secundario y un receptor fotovoltaico.

10 Las lentes de Fresnel suelen tener dos formas de diseñarse: con grosor de la faceta constante (equi-pitch), o con altura de la faceta constante (equi-depth). Cada una tiene sus ventajas e inconvenientes.

Todo diseño de una lente de Fresnel tiende a compensar entre sí dos factores:

En primer lugar hacer la lente lo más eficiente posible, ello se consigue maximizando
15 la relación grosor de la faceta con el redondeo que sufre la misma en la cresta, debido al proceso de producción del film o molde.

Segundo, controlar las aberraciones propias de las lentes, ello se consigue básicamente controlando la distancia focal a valores adecuados y haciendo que el grosor de la faceta sea lo mínimo posible.

20 Compensar ambos efectos es antagónico. Si se pretende maximizar el grosor frente a la cresta tenemos que recurrir a un diseño de altura constante. Un diseño de altura constante tiene las facetas centrales de la lente con un grosor demasiado elevado, haciendo que el comportamiento off-axis de la lente debido a las aberraciones no sea el deseado. Ello disminuiría el ángulo de aceptación del sistema.

25 Por el contrario, un diseño de grosor constante suele realizarse con un ancho constante en todas las facetas menor de 1 mm, ello hace que el comportamiento off-axis sea relativamente mejor que el caso anterior, no obstante la cresta redondeada ocupa un mayor espacio relativo en el total de la lente, haciéndola menos eficiente.

La solución que se propone en la presente invención es una lente híbrida que tenga
30 las ventajas de ambos tipos de diseño. La parte central de la lente será de grosor constante de 1mm o menos. Conforme se van introduciendo más facetas se llegará a un punto de máxima altura de dicha faceta (que depende de lo que especifique cada proveedor en función de su proceso). Una vez llegamos a ese punto, el diseño pasa a ser de altura constante. Por tanto se trata de lentes híbridas, de grosor constante por
35 el centro y de altura constante por la zona periférica.

Este tipo de diseños presenta la ventaja de mejorar un par de puntos la eficiencia de la lente, presentando un aceptable comportamiento frente a las aberraciones off-axis, aumentando por ello el ángulo de aceptación del sistema.

Los elementos secundarios ópticos han de situarse en la posición adecuada con objeto de maximizar el uso de etendue. Dr. Winston describió diseños que permitían conseguir llegar a los límites ópticos. Dichos límites se alcanzaban con $F\#=3$, siendo $F\#=f/D$ siendo:

f = distancia focal de la lente,

D = diagonal de la cara de entrada de la luz en la lente.

- 10 Los elementos ópticos de las lentes de los sistemas de concentración objeto de la presente invención alcanzan los límites en un rango de $F\#$ bastante inferior. Un $F\#$ bajo implica sistemas más compactos y piezas de tamaño reducido, lo que redunda en soluciones más efectivas en coste.

La siguiente tabla muestra el incremento en uso de etendue del sistema conforme aumenta el $F\#$.

15

Caso	$F\#$	Cx real	Angulo aceptación (°)	C_{max}	C_{max} geometría cuadrada	% etendue
1	0.9	700	1.45	2882.5	1441.3	48.6%
2	1.1	700	1.85	1771.0	885.5	79.1%
3	1.2	700	1.91	1661.5	830.8	84.3%
4	1.3	700	1.93	1627.3	813.7	86.0%
5	1.4	700	1.94	1610.6	805.3	86.9%
6	1.5	700	1.98	1546.2	773.1	90.5%

Se observa un incremento importante en la eficiencia del sistema al variar $F\#$ desde 0.9 (mínimo práctico en sistemas reales) hasta 1.2. Desde este punto la mejora se relativiza en gran medida, presentando la curva un comportamiento asintótico. Por tanto, no es conveniente usar lentes de $F\#$ mayor que 1.5 en estos sistemas, ya que encarecería el sistema sin proporcionar mejora significativa. Se ha estimado una situación de compromiso de $F\# = 1.2$.

- 25 Los elementos ópticos secundarios a enlazar con lentes comprendidas entre los $F\#$ especificados se caracterizan por una entrada curva convexa, una sección para

acomodar el reborde y un tronco piramidal, transformándose la sección transversal de un círculo a cuadrada en donde se acomode el receptor fotovoltaico.

La cara de entrada posee una sección de entrada circular y es convexa de forma que añade capacidad óptica al secundario, permitiendo estructuras más compactas y mejorando la eficiencia. Dicha cara es de sección circular, debido a que dicha configuración permite una mejor recolección de rayos que la superficie equivalente cuadrada, aumentando por ello la tolerancia angular del sistema completo lente-secundario.

Posteriormente hay una región de área inactiva o activa en donde se aloja el reborde.

Dicho reborde supone una ventaja en procesos de fabricación del molde y permite la sujeción mecánica del secundario en el interior del módulo. Facilita igualmente el post-procesamiento de las piezas una vez han sido moldeadas. El reborde puede ser integrado o no en el molde.

Por último se encuentra la sección tronco-piramidal que tiene una sección inicial circular acoplada al reborde, y una cuadrada de salida, necesaria para acoplar el chip.

Este tipo de secundarios permiten procesos de moldeo con mínimo requerimiento de pulimentado, minimizando tiempos de operación y coste de las piezas. Además se constata la altísima eficiencia termodinámica que pueden alcanzarse con estos diseños.

Estos secundarios presentan la gran ventaja con respecto a diseños más convencionales de alcanzar grados de concentración iguales o mayores y al mismo tiempo proporcionar un buen ángulo de aceptación que no compromete el diseño del seguidor y el proceso de montaje del propio módulo, que hace ser muy atractiva esta tecnología.

DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación, para facilitar la comprensión de la invención, a modo ilustrativo pero no limitativo se describirá una realización de la invención que hace referencia a una serie de figuras.

La figura 1 muestra un esquema de funcionamiento típico de un sistema de concentración solar fotovoltaica conocido en el estado de la técnica.

La figura 2 muestra el funcionamiento de otro sistema de concentración solar fotovoltaica basado en la tecnología Cassegrain, también conocido en el estado de la técnica.

La figura 3 muestra elementos ópticos de concentración basados en espejos parabólicos, existentes en el estado de la técnica.

La figura 4 muestra un sistema de concentración por guiado de luz, ya existente en el estado de la técnica.

5 La figura 5 muestra la relación existente entre grosor y redondeo de una lente concentradora Fresnel.

La figura 6 representa la relación entre $F\#$ y etendue del sistema objeto de la presente invención.

10 La figura 7 muestra varias vistas de un elemento óptico secundario objeto de la presente invención.

La figura 8 muestra los parámetros de una realización preferida de la lente del sistema objeto de la presente invención.

La figura 9 muestra una realización preferida del elemento óptico secundario del sistema objeto de la presente invención.

15 En estas figuras se hace referencia a un conjunto de elementos que son:

1. lente concentradora Fresnel
2. elemento óptico secundario
3. cara de entrada del elemento óptico secundario
4. reborde del elemento óptico secundario
- 20 5. sección transversal circular
6. sección piramidal del elemento óptico secundario
7. extremo inferior de la sección piramidal del elemento óptico secundario

DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERENTES DE LA INVENCION

25

A continuación se detalla una realización preferida de los parámetros de diseño que describen el diseño de la lente concentradora Fresnel 1 y el elemento óptico secundario 2.

El sistema descrito se define por una concentración geométrica de 1000X
30 concentrando la radiación en una célula fotovoltaica de 5.5x 5.5 mm². Esto define una lente concentradora Fresnel 1 de 174x174 mm². El $F\#$ de la lente 1 se ha fijado en 1.2. Dicho valor se considera una situación de compromiso entre compacidad del sistema y uso de etendue.

El diseño de la lente 1 se fija de la siguiente manera:

La parte central de la lente es de diseño de grosor constante de 1 mm. Dicho grosor permite tener una lente de muy buena eficiencia y buen comportamiento off axis, mejorando pues el ángulo de aceptación del sistema.

Una vez alcanzado un máximo de 0.4 mm en la altura de faceta de la lente se mantiene dicho máximo hasta llegar a la faceta del borde exterior. La figura 8 muestra el perfil de dicha lente híbrida.

El elemento óptico secundario 2 se ha optimizado para un ángulo de aceptación de 1.4° . En la figura 9 se muestra el diseño del elemento óptico secundario 2, que conjuntamente con la lente concentradora Fresnel 1 es capaz de fijar el rendimiento de 1000X y 1.4° de ángulo de aceptación.

Otra realización preferente del sistema de concentración solar fotovoltaica objeto de la presente invención se define por una concentración geométrica de 700X con el F# de la lente 1 fijado en 1.2 y un elemento óptico secundario 2 con un ángulo de aceptación de 1.91° .

La figura 6 muestra la relación entre F# y etendue del sistema objeto de la presente invención.

Según una realización preferente de la invención que se puede observar en las figuras, el elemento óptico secundario 2 tiene una cara de entrada 3 curva convexa, y una sección tronco-piramidal 6 en su parte inferior. Además, el sistema comprende un reborde 4 dispuesto alrededor de la cara de entrada 3 del elemento óptico secundario 2, presentando este reborde una geometría, o bien cuadrada, o bien circular. Este reborde 4 puede ser ópticamente activo, o inactivo, y puede estar realizado en una pieza integral con el elemento óptico secundario 2, o de forma independiente a éste.

Preferentemente, el elemento óptico secundario 2 tiene a continuación de la cara de entrada 3 una sección transversal circular 5, que se transforma progresivamente en sección transversal cuadrada hasta alcanzar el extremo inferior 7 de la sección tronco-piramidal 6, siendo dicho extremo inferior 7 donde se fija el receptor fotovoltaico.

Una vez descrita de forma clara la invención, se hace constar que las realizaciones particulares anteriormente descritas son susceptibles de modificaciones de detalle siempre que no alteren el principio fundamental y la esencia de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de concentración solar fotovoltaica que comprende
 - una lente concentradora Fresnel (1),
 - un elemento óptico secundario (2), y
 - un receptor fotovoltaico,dicho sistema de concentración solar fotovoltaica caracterizado porque la lente concentradora Fresnel (1) es una lente híbrida que comprende
 - al menos una primera zona con un grosor constante de la faceta, y
 - al menos una segunda zona con una altura constante de la faceta.
2. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según la reivindicación 1, caracterizado porque la primera zona con grosor constante de la faceta es la zona central de la lente concentradora Fresnel (1).
3. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la primera zona de la lente concentradora Fresnel (1) con el grosor constante de la faceta tiene un grosor menor o igual que 1 mm.
4. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según la reivindicación 1, caracterizado porque la zona con altura constante de la faceta es la zona periférica de la lente concentradora Fresnel (1).
5. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la lente concentradora Fresnel (1) en la zona central de grosor constante aumenta la altura de faceta hasta un punto máximo de altura a medida que aumenta el número de facetas de dicha lente concentradora Fresnel (1).
6. Sistema de concentración solar fotovoltaica, que comprende
 - una lente concentradora Fresnel (1),
 - un elemento óptico secundario (2) que comprende una cara de entrada (3) curva convexa y una sección tronco-piramidal (6), y
 - un receptor fotovoltaico,

dicho sistema de concentración solar fotovoltaica caracterizado porque el elemento óptico secundario (2) comprende un reborde (4) dispuesto alrededor de la cara de entrada (3),

7. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según la reivindicación anterior, caracterizado porque el reborde (4) tiene una geometría seleccionada entre cuadrada y circular.

8. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado porque el reborde (4) del elemento óptico secundario (2) es ópticamente inactivo.

9. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 7, caracterizado porque el reborde (4) del elemento óptico secundario (2) es ópticamente activo.

10. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado porque el reborde (4) es integral con el elemento óptico secundario (2).

11. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, caracterizado porque el reborde (4) es independiente del elemento óptico secundario (2).

12. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 11, caracterizado porque

- el elemento óptico secundario (2), a continuación de la cara de entrada (3) comprende una sección transversal circular (5),
- y porque dicha sección transversal circular (5) se transforma progresivamente en sección transversal cuadrada hasta alcanzar el extremo inferior (7) de la sección tronco-piramidal (6) del elemento óptico secundario (2).

13. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores caracterizado porque el uso de la etendue en dicho sistema de concentración solar fotovoltaica está comprendido entre 45% y 95%.

14. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según la reivindicación anterior, caracterizado porque

- la lente concentradora Fresnel (1) tiene
 - una distancia focal de dicha lente (1) al elemento óptico secundario (2) f ,
y
 - una diagonal de la cara de entrada de la luz en la lente (1) D ,
estando comprendida la relación $F\# = f / D$ entre 0.9 y 1.5,
- y porque el elemento óptico secundario (2) tiene un ángulo de aceptación comprendido entre 1.20° y 1.99° .

15. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según la reivindicación anterior, caracterizado porque comprende

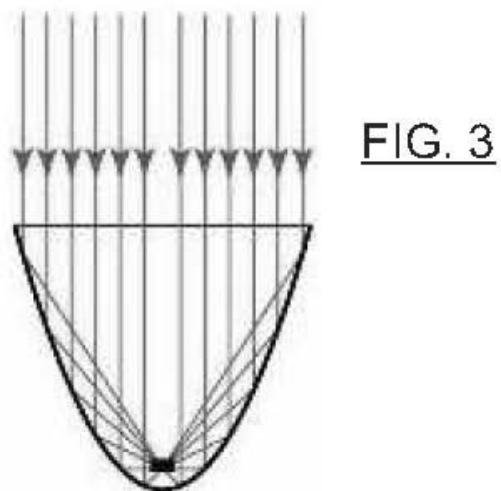
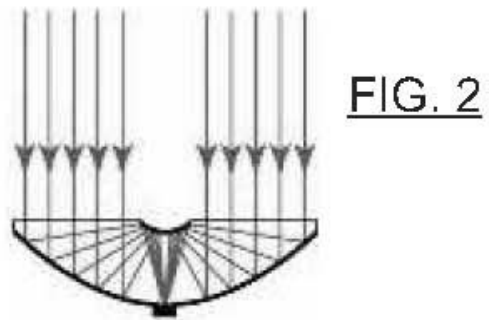
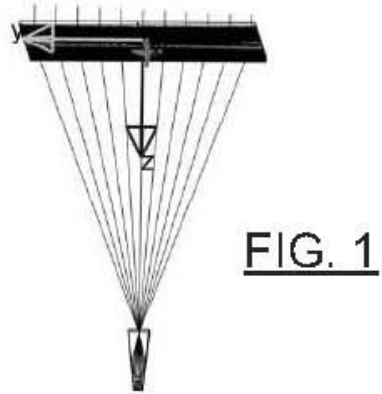
- una concentración geométrica de 1000X,
- una lente concentradora Fresnel (1) con una relación $F\# = 1.2$, y
- un elemento óptico secundario (2) con un ángulo de aceptación de 1.4° .

16. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según la reivindicación anterior, caracterizado porque

- el grosor constante de la faceta en la zona central de la lente concentradora Fresnel (1) es menor o igual que 1 mm,
- y porque en dicha zona central la altura de la faceta aumenta progresivamente hasta alcanzar una altura máxima de 0.4 mm, manteniéndose dicha altura máxima de 0.4 mm constante hasta la faceta del borde exterior de la lente concentradora Fresnel (1).

17. Sistema de concentración solar fotovoltaica, según la reivindicación anterior, caracterizado porque comprende

- una concentración geométrica de 700X,
- una lente concentradora Fresnel (1) con una relación $F\# = 1.2$, y
- un elemento óptico secundario (2) con un ángulo de aceptación de 1.91° .



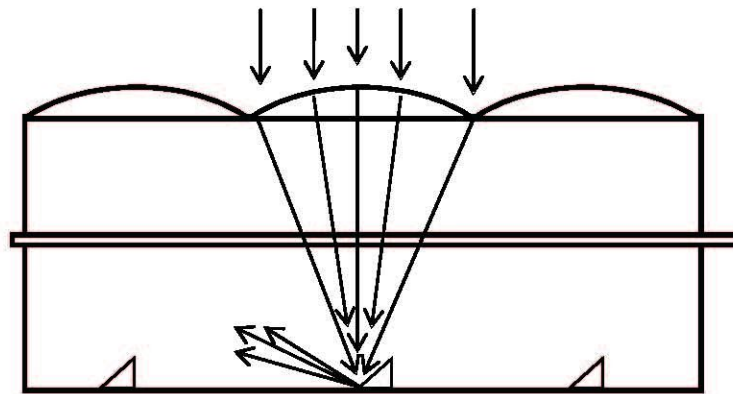


FIG. 4

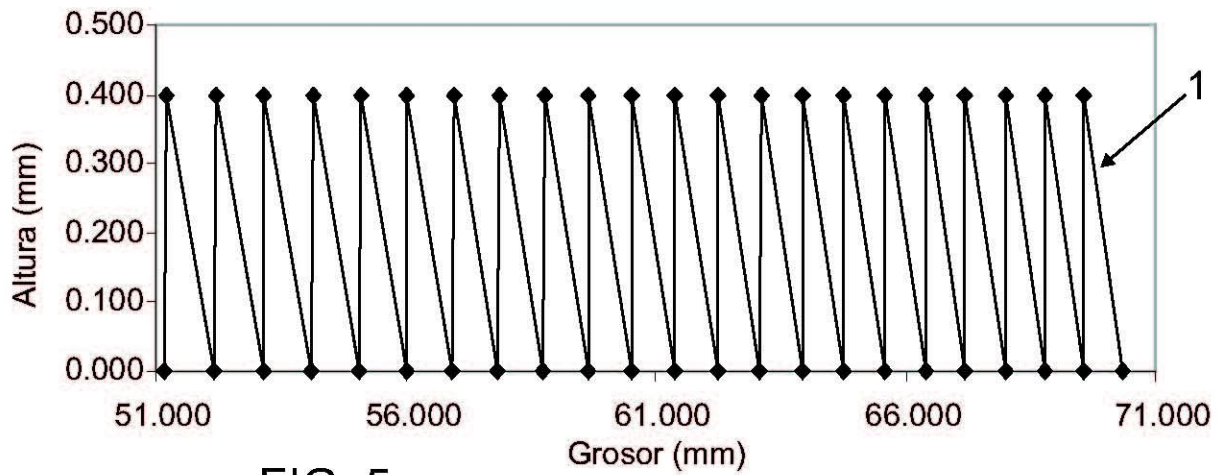


FIG. 5

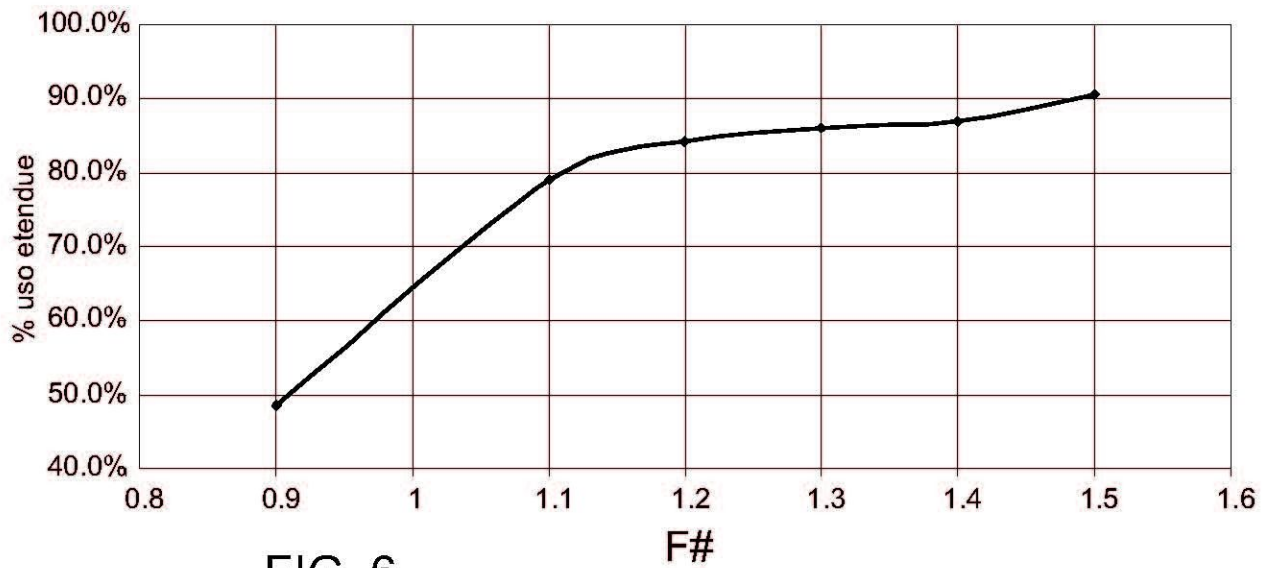
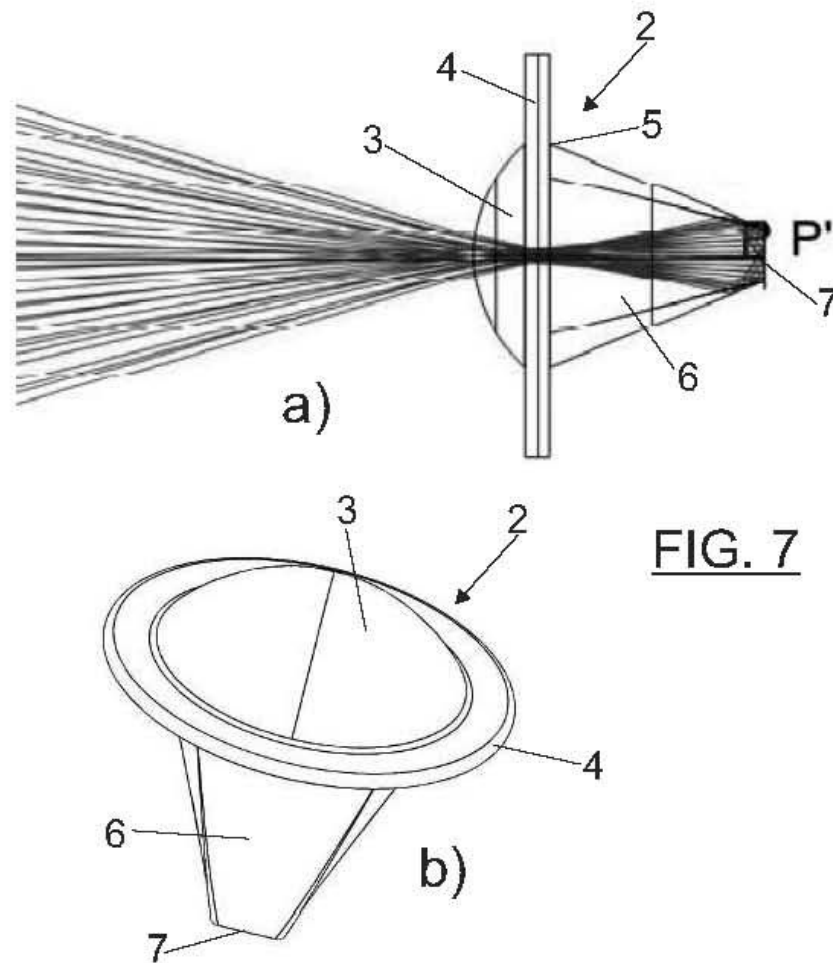


FIG. 6



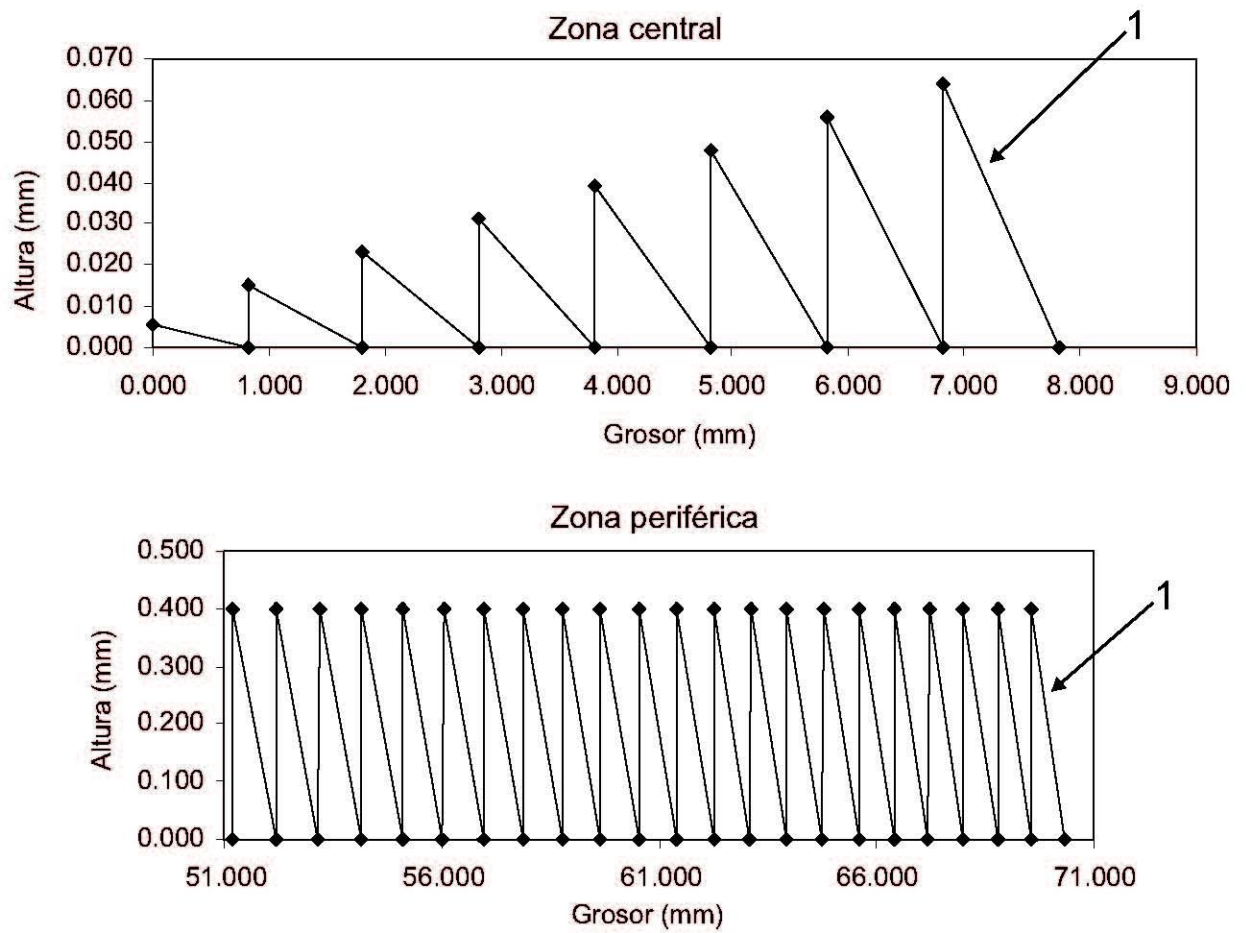


FIG. 8

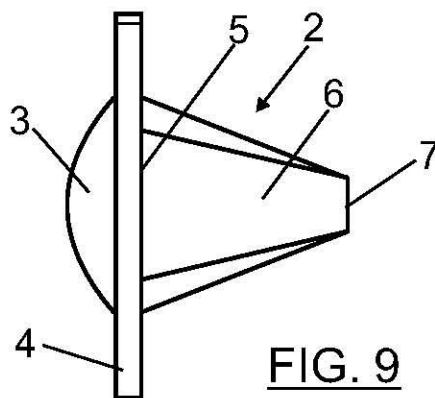


FIG. 9



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201030241

②② Fecha de presentación de la solicitud: 19.02.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **G02B19/00** (2006.01)
H01L31/052 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 2009/0314347 A1 (KLEINWAECHTER, J.) 24.12.2009, resumen; párrafos [0011]-[0024]; figuras 1 y 2.	1, 14-16
Y		6, 13
A	US 2005/0092360 A1 (CLARK, R.) 05.05.2005, resumen; párrafos [0006], [0023]-[0026], [0030]-[0031]; figuras 1, 3g y 4.	1, 2, 4, 14-16
Y		6, 13
A	US 2005/0051205 A1 (MOOK, JR.) 10.03.2005, resumen; párrafos [0019]-[0022], [0077], [0080]-[0081]; figuras 12, 13, 15 y 16b.	1, 6, 14
A	DE 19600813 A1 (ECKERT, M.) 18.07.1996, todo el documento.	1, 6, 13
A	WO 2006/065246 A1 (COBERT, D.) 22.06.2006, todo el documento.	1, 6-8, 10, 12, 13
A	US 2008/0087323 A1 (ARAKI, K. ET AL.) 17.04.2008, resumen; párrafos [0060]-[0064]; figuras 3 y 4.	1, 6, 13
A	US 4114592 A (WINSTON, R.) 19.09.1978.	-

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
13.07.2011

Examinador
Ó. González Peñalba

Página
1/4

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

G02B, H01L, F24J

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

INVENES, EPODOC, WPI, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 13.07.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)

Reivindicaciones 1-18
Reivindicaciones

SI
NO

Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)

Reivindicaciones 1-5, 7-12, 14-18
Reivindicaciones 6, 13

SI
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.

Consideraciones:

La presente Solicitud se refiere, en su primera reivindicación, a un sistema de concentración solar fotovoltaica que comprende una lente concentradora de Fresnel, un elemento óptico secundario y un receptor fotovoltaico, y en el cual dicha lente concentradora tiene una estructura híbrida que comprende al menos una primera zona con un grosor constante de las facetas, y al menos una segunda zona con una altura constante de las facetas.

Las reivindicaciones 2-5, dependientes directa o indirectamente de la primera, añaden o especifican detalles de la lente concentradora para un funcionamiento óptimo del sistema, relacionados con dicha característica híbrida de su estructura.

Por su parte, en la reivindicación independiente 6 se define un sistema similar al de la reivindicación 1, pero detallado no en la lente sino en el elemento óptico secundario, que comprende una cara de entrada curva convexa y una sección de tronco de pirámide.

Un reborde de dicho elemento secundario se recoge y detalla en su geometría y propiedades ópticas en las reivindicaciones 7 a 12, dependientes directa o indirectamente de la 6, en tanto que la reivindicación 13 especifica una geometría del elemento secundario que pasa gradualmente de una sección circular cerca de la cara de entrada a una sección cuadrada de salida, en su extremo o cara inferior.

Por último, las reivindicaciones 14 a 18 recogen diversos parámetros ópticos y geométricos del sistema en su conjunto, para un funcionamiento optimizado en cuanto a su eficiencia y flexibilidad (*etendue*).

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	US 2009/0314347 A1 (KLEINWAECHTER, J.)	24.12.2009
D02	US 2005/0092360 A1 (CLARK, R.)	05.05.2005

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

Se considera que la invención definida en las reivindicaciones 6 y 13 de la presente Solicitud carece de actividad inventiva por poder ser deducida del estado de la técnica de un modo evidente por un experto en la materia. En efecto, en el documento D01, citado en el Informe sobre el Estado de la Técnica (IET) con la categoría Y para dichas reivindicaciones y considerado como el estado de la técnica más próximo al objeto en ellas definido, describe un sistema de concentración solar fotovoltaica que comprende un elemento óptico secundario (Figura 1) dispuesto sobre un receptor fotovoltaico ("célula solar 5"; Figura 2) y que tiene una cara de entrada curva convexa ("primera etapa concentradora 1, realizada en forma de casquete esférico"; párrafo [0014]) y una sección de tronco de pirámide ("segunda etapa 3"; Figura 1).

La diferencia técnica, por tanto, entre la reivindicación 6 y D01 es la presencia del concentrador primario en forma de lente de Fresnel, que, aunque se menciona en la parte de antecedentes de dicho documento, no es un componente del sistema inventivo que describe. Sin embargo, tal elemento de concentración es sobradamente conocido y de uso generalizado en el campo de la técnica del aprovechamiento solar fotovoltaico, como demuestra el documento D02, citado también en el IET con la categoría Y para las reivindicaciones 6 y 13 en combinación con D01. En dicho documento, como en otros muchos, una lente de Fresnel se utiliza como primer elemento concentrador, ayudado por un elemento óptico secundario de forma abocinada o gradualmente estrechada, para recoger la mayor cantidad de radiación posible sobre un convertidor fotovoltaico. Un experto de la técnica recurrirá, por tanto, de un modo evidente a dicha lente concentradora de D02 para resolver los mismos problemas planteados y resueltos por dicho elemento diferencia, y que D01 no es capaz de solucionar por sí solo. Puede afirmarse, en consecuencia, que la invención definida en la reivindicación 6 carece de actividad inventiva respecto a la combinación de D01 y D02, de acuerdo con el Artículo 8 de la LP.

También las características técnicas recogidas en la reivindicación 13 respecto al elemento óptico secundario están anticipadas en D01: la sección transversal del elemento óptico secundario pasa de circular en la entrada a cuadrada en la salida (según se aprecia en los cortes sucesivos a diversas alturas en la Figura 1 de dicho documento), y el hecho de que dicho cambio sea gradual no puede considerarse en ningún modo inventivo, puesto que será la solución más evidente para evitar pérdidas lumínicas. Dicha reivindicación 13, en tanto en cuanto depende de la 6, carece, por tanto, como esta, de actividad inventiva respecto a la combinación de D01 y D02 según el mencionado Art. 8 LP.

Las restantes reivindicaciones tienen novedad y actividad inventiva por no estar anticipadas en el estado de la técnica ni poder ser deducidas de este de forma evidente por un experto en la materia. Así, por ejemplo, no se ha encontrado ninguna lente concentradora de Fresnel con las características geométricas de la reivindicación 1, aplicada al aprovechamiento fotovoltaico de energía solar.