



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 372 083**

⑫ Número de solicitud: 201030331

⑤① Int. Cl.:
H01L 31/052 (2006.01)
H01L 31/0232 (2006.01)

⑫

SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑫② Fecha de presentación: **08.03.2010**

⑫③ Fecha de publicación de la solicitud: **13.01.2012**

⑫④ Fecha de publicación del folleto de la solicitud:
13.01.2012

⑦① Solicitante/s:
ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
Avda. de la Buhaira, 2
41018 Sevilla, ES

⑦② Inventor/es: **Caparrós Jiménez, Sebastián;**
Pérez García de Castro, José Antonio y
Rowley Davenport, Tomas Lewis

⑦④ Agente: **Pons Ariño, Ángel**

⑤④ Título: **Elemento de concentración solar fotovoltaica, módulo que comprende dichos elementos y dispositivo modular formado por dichos módulos.**

⑤⑦ Resumen:

Elemento de concentración solar fotovoltaica, módulo que comprende dichos elementos y dispositivo modular formado por dichos módulos.

Permite obtener factores de concentración en un rango comprendido entre 3 y 10 sin necesidad de instalar dispositivos de seguimiento solar. El elemento de concentración (9) comprende una zona de entrada (1), en la parte superior, por donde la radiación solar accede al elemento de concentración (9); una célula (3) fotoeléctrica acoplada a la cara de salida del elemento de concentración en la parte inferior, que recibe la radiación y la transforma en electricidad; y unas paredes laterales (4) dispuestas según la dirección longitudinal de la célula (3), divididas en un primer tramo (5) parabólico ubicado en la parte superior y un segundo tramo (6) lineal ubicado en la parte inferior.

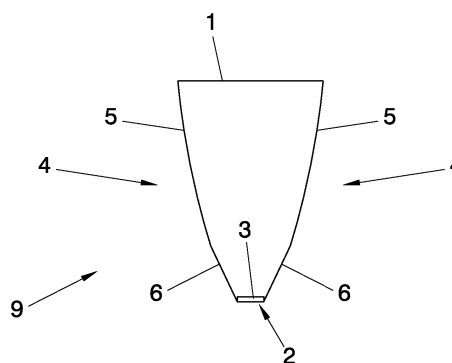


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

Elemento de concentración solar fotovoltaica, módulo que comprende dichos elementos y dispositivo modular formado por dichos módulos.

Objeto de la invención

La presente invención se puede incluir en el campo técnico del aprovechamiento de la energía solar, en concreto para la obtención de energía eléctrica por medio del efecto fotovoltaico.

El objeto de la invención se refiere a un elemento de concentración solar fotovoltaica de baja concentración que no precisa estar dotado de seguimiento solar.

Antecedentes de la invención

La definición de sistemas solares concentradores está basada en la reducción del uso de materiales receptores fotovoltaicos mediante el empleo de elementos ópticos, capaces de concentrar en el plano donde se localiza el receptor la radiación solar que incide en el concentrador con un determinado ángulo de visión.

La mayoría de los sistemas de concentración para tecnología fotovoltaica (en adelante CPV), debido al bajo ángulo de visión que los caracteriza, sólo son viables empleando estructuras móviles que producen un seguimiento solar en uno o en dos ejes. La complejidad de dichas estructuras móviles, tanto en diseño como en construcción y en mantenimiento aumenta la complejidad y costes del sistema.

Por el contrario, los sistemas CPV estáticos que han sido desarrollados, por ejemplo en la solicitud internacional de patente WO2006123194(A1), no alcanzan los valores de concentración requeridos para producir una reducción ventajosa del coste de los receptores fotovoltaicos.

A la luz de lo que se acaba de exponer, el problema técnico que se plantea es la definición de un dispositivo de concentración solar fotovoltaica que permita obtener valores de baja concentración, (con un factor de concentración de entre 3 y 10) sin necesidad de establecer un seguimiento solar tradicional a uno o dos ejes. La concentración alcanzada debe ser superior a la de los sistemas puramente estáticos de forma que se consiga una reducción suficiente en costes en el elemento fotovoltaico.

Descripción de la invención

La presente invención resuelve el problema técnico planteado por medio de un elemento de concentración solar fotovoltaica.

El objeto de la invención describe un elemento de concentración solar fotovoltaica. Dicho elemento de concentración, a modo de estructura óptica sólida, está provisto de una zona de entrada de radiación solar, unas paredes que conducen la luz mediante reflexión total interna y una cara de salida donde se acopla un elemento de recepción.

El elemento de recepción comprende una célula fotoeléctrica sustancialmente más alargada en dirección longitudinal ubicada en disposición sustancialmente horizontal. Dicha célula se encuentra dispuesta en la parte inferior del elemento de concentración y está unida a la cara de salida.

Las paredes que conducen la luz por reflexión total interna comprenden un primer tramo que presenta forma parabólica y un segundo tramo, contiguo al primero, que presenta forma lineal. El segundo tramo se encuentra más cerca de la célula que el primer tramo.

Las dimensiones de la primera sección parabólica

respecto de la segunda sección lineal serán función de cada diseño particular.

De manera preferente el elemento de concentración está fabricado en PMMA (polimetilmetacrilato).

La configuración de las paredes con un primer tramo parabólico conectado a un segundo tramo lineal proporciona un aumento de rendimiento de captación y de concentración respecto al empleo de los elementos en los que dichas paredes comprenden únicamente un tramo parabólico, debido a que la porción lineal presenta un comportamiento más ventajoso que la porción parabólica en las inmediaciones de la célula, mientras que la porción parabólica, constituye el medio más eficaz para la concentración de radiación en zonas más alejadas.

La radiación electromagnética solar accede al elemento de concentración a través de la zona de entrada, hacia las paredes laterales, donde se conduce hacia el elemento receptor por reflexión total interna.

El elemento de concentración definido presenta un campo de visión de entre -60° y $+60^\circ$ en dirección lineal y de entre -10° y $+10^\circ$ en dirección transversal. Por tanto, dicho elemento de concentración se dispone según la dirección Este-Oeste, con pérdidas por efectos angulares similares a las de un módulo fotovoltaico convencional. Al no realizarse seguimiento solar, la eficiencia de colección será menor en las horas cercanas al amanecer y al anochecer, lo cual no resulta significativo en términos de rendimiento, ya que la radiación solar incidente en estos períodos es mucho menor que en las horas centrales del día.

Tal como se ha mencionado anteriormente, en la sección transversal, (dirección Norte-Sur, según la ubicación indicada para el elemento de concentración) el campo de visión se encuentra entre -10° y $+10^\circ$. Puesto que la trayectoria solar aparente presenta una variación anual según la dirección Norte-Sur (elevación solar) mayor que entre -10° y $+10^\circ$, y dependiendo del diseño del sistema se propone una reorientación del elemento de concentración a lo largo del año para encontrarse en ubicación óptima en relación a la altura solar, en cuyo caso, el número de ajustes anuales necesarios dependerá de la latitud donde se localice el sistema.

Gracias a este ajuste en altura solar, es posible llegar a concentraciones de valores comprendidos entre 3 y 10 que resultan lo suficientemente elevados como para hacer atractivo al elemento concentrador, debido a la reducción de costes que se pueden conseguir en las células.

Una pluralidad de los elementos de concentración anteriormente descritos se ensamblan en un módulo de concentración. Varios de estos módulos de concentración se disponen en una estructura de soporte común, cuya inclinación y, por tanto, la de los propios módulos de concentración, es ajustable. El ajuste de la inclinación respecto de la dirección Norte-Sur (elevación solar) de la estructura de soporte se realiza mediante varias posiciones existentes en la propia estructura de soporte, sin necesidad de ningún elemento activo mecánicamente.

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con

carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista lateral de un elemento de concentración según la invención.

Figura 2a.- Muestra un esquema del campo de visión del elemento concentrador según la dirección longitudinal.

Figura 2b.- Muestra un esquema del campo de visión del elemento concentrador según la dirección transversal.

Figura 3.- Muestra sendas gráficas del rendimiento energético del elemento concentrador respecto del ángulo de orientación, según dirección longitudinal y según dirección transversal según la primera realización preferente.

Figura 4a.- Muestra unos módulos con elementos de concentración montados en la estructura de soporte con inclinación para meses de invierno.

Figura 4b.- Muestra unos módulos con elementos de concentración montados en la estructura de soporte con inclinación para meses de verano.

Figuras 5a. y 5b.- Muestran sendas gráficas del rendimiento energético del elemento concentrador respecto del ángulo de orientación, según dirección longitudinal (alpha) y según dirección transversal (beta) según la segunda realización preferente.

Realización preferente de la invención

A continuación se describe dos realizaciones preferentes de la invención con ayuda de las figuras adjuntas.

Primera realización preferente

Según la primera realización, la figura 1 ilustra un elemento de concentración (9) según la primera realización preferente de la invención, en la que se aprecia que el elemento de concentración (9) comprende una zona de entrada (1) de radiación electromagnética en la parte superior. La radiación electromagnética accede al elemento de concentración (9) por la zona de entrada (1).

En la parte inferior del elemento de concentración (9) está situada una célula (3) fotoeléctrica monofacial que recibe la radiación electromagnética, después de que dicha radiación ha sido reflejada en unas paredes laterales (4) que conectan la célula (3) con la zona de entrada (1). Las paredes laterales (4) se extienden a ambos lados de la célula (3) a lo largo de la dirección longitudinal divididas en dos tramos (5, 6): un primer tramo (5) que presenta forma parabólica y un segundo tramo (6), unido al primer tramo (5), que presenta forma lineal. El segundo tramo (6) se encuentra más cerca de la célula (3) que el primer tramo (5).

Para un elemento de concentración para el que la anchura de la célula (3) es de 2 mm., la anchura de la zona de entrada (1) es de 10 mm. y la altura entre la zona de entrada (1) y la célula (3) es de 15 mm., se obtiene un rendimiento estimado del 95.2% +/- 0,1%, con un factor de concentración igual a 5.

En las figuras 2a y 2b se aprecian respectivamente los valores de los ángulos α y β de campo de visión para la dirección Norte-Sur ($\alpha = +/-10^\circ$) y para la dirección Este-Oeste ($\beta = +/-60^\circ$).

La figura 3 muestra unas gráficas de rendimiento (potencia obtenida respecto a potencia emitida por la fuente) en función del ángulo de orientación solar según la dirección Norte-Sur (la gráfica superior) y según la dirección Este-Oeste (la gráfica inferior).

Una pluralidad de estos elementos de concentración (9) anteriormente descritos se ensamblan en un módulo de concentración (10). A su vez, una pluralidad de dichos módulos de concentración (10) se disponen formando un dispositivo modular (11) en una estructura de soporte (7) común, cuya inclinación y, por tanto, la de los módulos de concentración (10), es ajustable. El ajuste de la inclinación respecto de la dirección Norte-Sur (elevación solar) de la estructura de soporte (7) se realiza mediante varias posiciones existentes en la propia estructura de soporte (7), sin necesidad de ningún elemento activo mecánicamente. El número de ajustes anuales necesarios dependerá de la latitud donde se localice el sistema. La figura 4a muestra unos módulos de concentración (10) con elementos de concentración (9) montados en la estructura de soporte (7) con inclinación para meses de invierno. La figura 4b muestra unos módulos de concentración (10) con elementos de concentración (9) montados en la estructura de soporte (7) con inclinación para meses de verano.

Segunda realización preferente

La segunda realización preferente describe un elemento de concentración (9) que permite alcanzar un factor de concentración igual a 3 y que permite mantener el sistema totalmente estático sin la necesidad de ajustar la estructura de soporte (7) a la altura solar durante todo el año.

Para un elemento de concentración para el que la anchura de la célula (3) es de 2 mm., la anchura de la zona de entrada (1) es de 6 mm. y la altura entre la zona de entrada (1) y la célula (3) es de 6.5 mm., se obtiene un rendimiento estimado del 95.7% +/- 0,1%, con un factor de concentración igual a 3.

En este caso, los ángulos alpha y beta de campo de visión son para la dirección Norte-Sur ($\alpha = +/-23.5^\circ$) y para la dirección Este-Oeste ($\beta = +/-60^\circ$). Debido al mayor ángulo de aceptación en la dirección Norte-Sur de esta realización preferente, el sistema puede ser completamente estático y no requerir ningún ajuste en las posiciones de la estructura de soporte.

Las figuras 5a y 5b muestran unas gráficas de rendimiento (potencia obtenida respecto a potencia emitida por la fuente) en función del ángulo de orientación solar según la dirección Norte-Sur y según la dirección Este-Oeste.

REIVINDICACIONES

1. Elemento de concentración (9) solar fotovoltaica **caracterizado** porque comprende:

- una zona de entrada (1) de radiación electromagnética, en ubicación superior;

- una cara de salida (2), en ubicación inferior, donde se acopla una célula fotoeléctrica (3) que recibe la radiación electromagnética que accede al elemento de concentración (9) a través de la zona de entrada (1),

- unas paredes laterales (4), que se extienden a lo largo de la dirección longitudinal de la cara de salida (2), que conduce por reflexión total interna hacia dicha cara de salida (2) la radiación que accede a través de la zona de entrada (1), donde las paredes laterales (4) están divididas en un primer tramo (5) de forma parabólica y un segundo tramo (6) de forma lineal.

2. Elemento de concentración (9) solar fotovoltaica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la célula (3) está dispuesta en posición sustancialmente horizontal.

3. Elemento de concentración (9) solar fotovoltaica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la célula (3) es una célula (3) monofacial.

4. Elemento de concentración (9) solar fotovoltaica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque la célula (3) es una célula (3) de silicio de alta eficiencia, de silicio convencional o de película fina.

5. Elemento de concentración (9) solar fotovoltaica de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque el primer tramo (5) de forma parabólica en las

paredes laterales está dispuesto en la parte superior y el segundo tramo (6) de forma lineal está dispuesto en la parte inferior.

6. Elemento de concentración (9) solar fotovoltaica de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado** porque el segundo tramo (6) lineal está unido al primer tramo parabólico (5).

7. Elemento de concentración (9) solar fotovoltaica de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque la anchura de la célula (3) es de 2 mm., la anchura de la zona de entrada (1) es de 10 mm. y la altura entre la zona de entrada (1) y la célula (3) es de 15 mm., obteniendo un factor de concentración igual a 5.

8. Elemento de concentración (9) solar fotovoltaica de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado** porque la anchura de la célula (3) es de 2 mm., la anchura de la zona de entrada (1) es de 6 mm. y la altura entre la zona de entrada (1) y la célula (3) es de 6.5 mm., obteniendo un factor de concentración igual a 3.

9. Módulo de concentración (10) solar fotovoltaica **caracterizado** porque comprende una pluralidad de los elementos de concentración (9) descritos en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8.

10. Dispositivo modular que comprende uno o varios módulos de concentración (10) descritos en una cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9 **caracterizado** porque comprende una estructura de soporte (7) sobre la que están dispuestos de manera modular los módulos de concentración (10), en la cual la inclinación de la propia estructura de soporte (7) es ajustable.

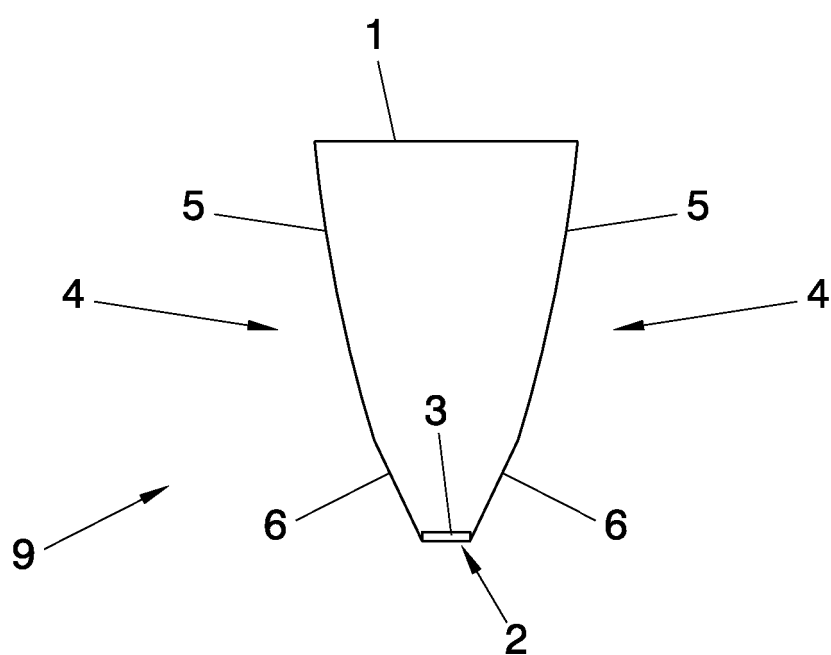


FIG. 1

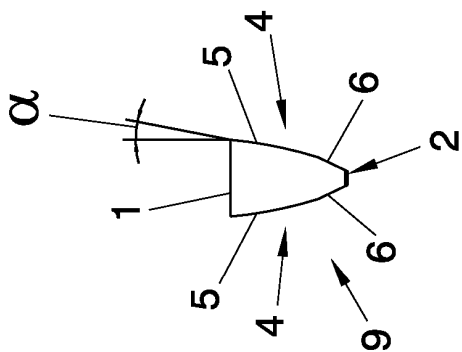


FIG. 2A

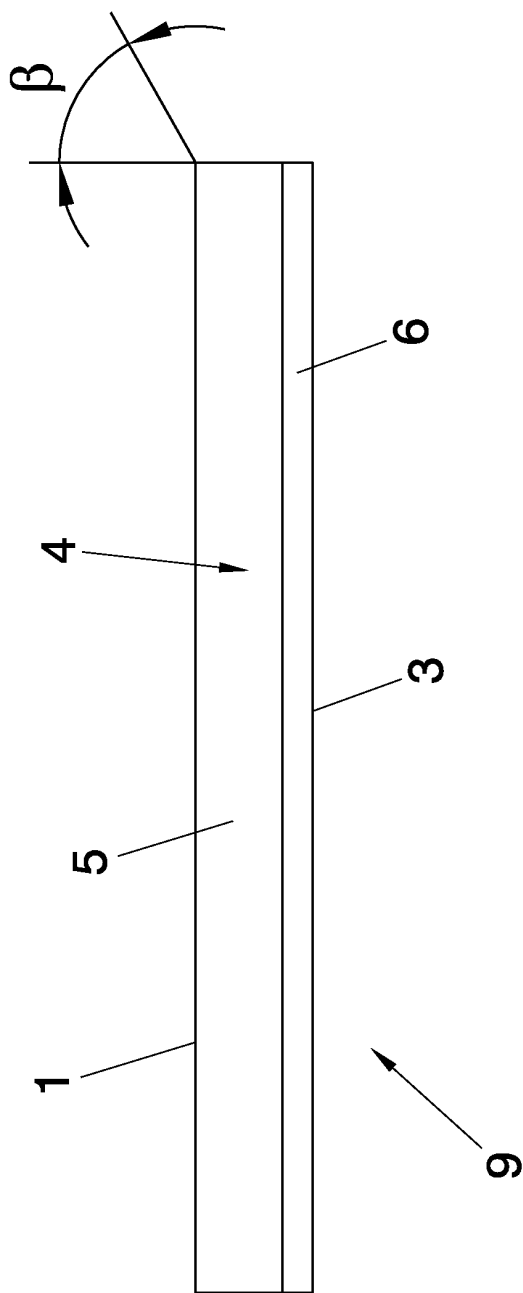


FIG. 2B

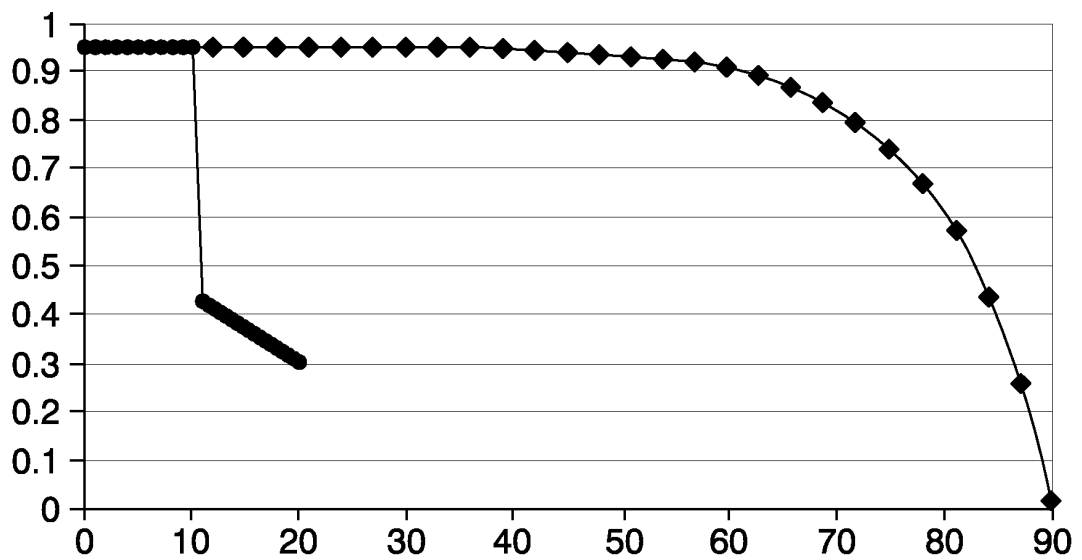


FIG. 3

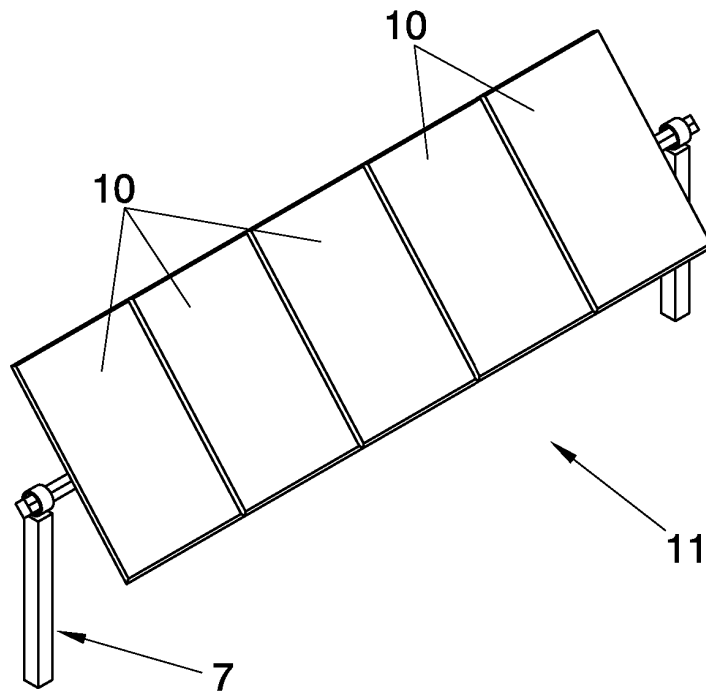


FIG. 4A

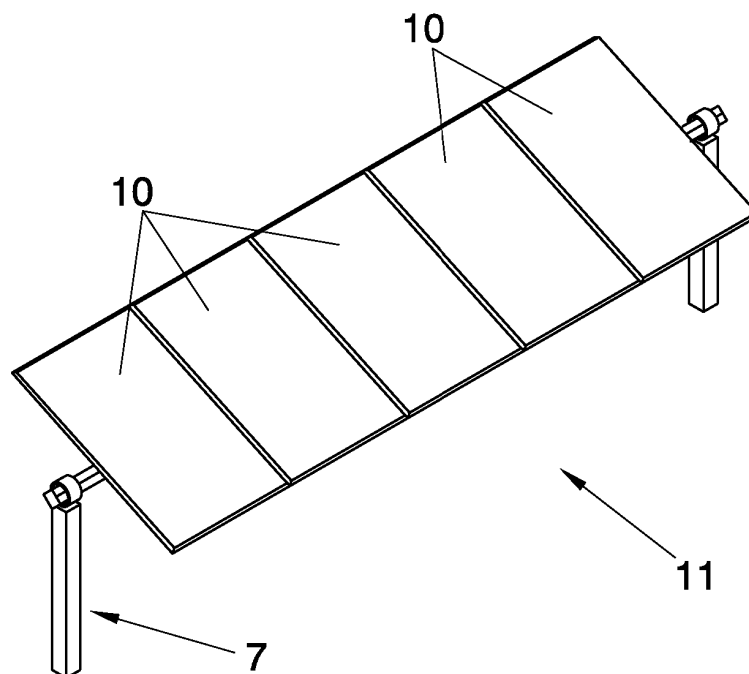


FIG. 4B

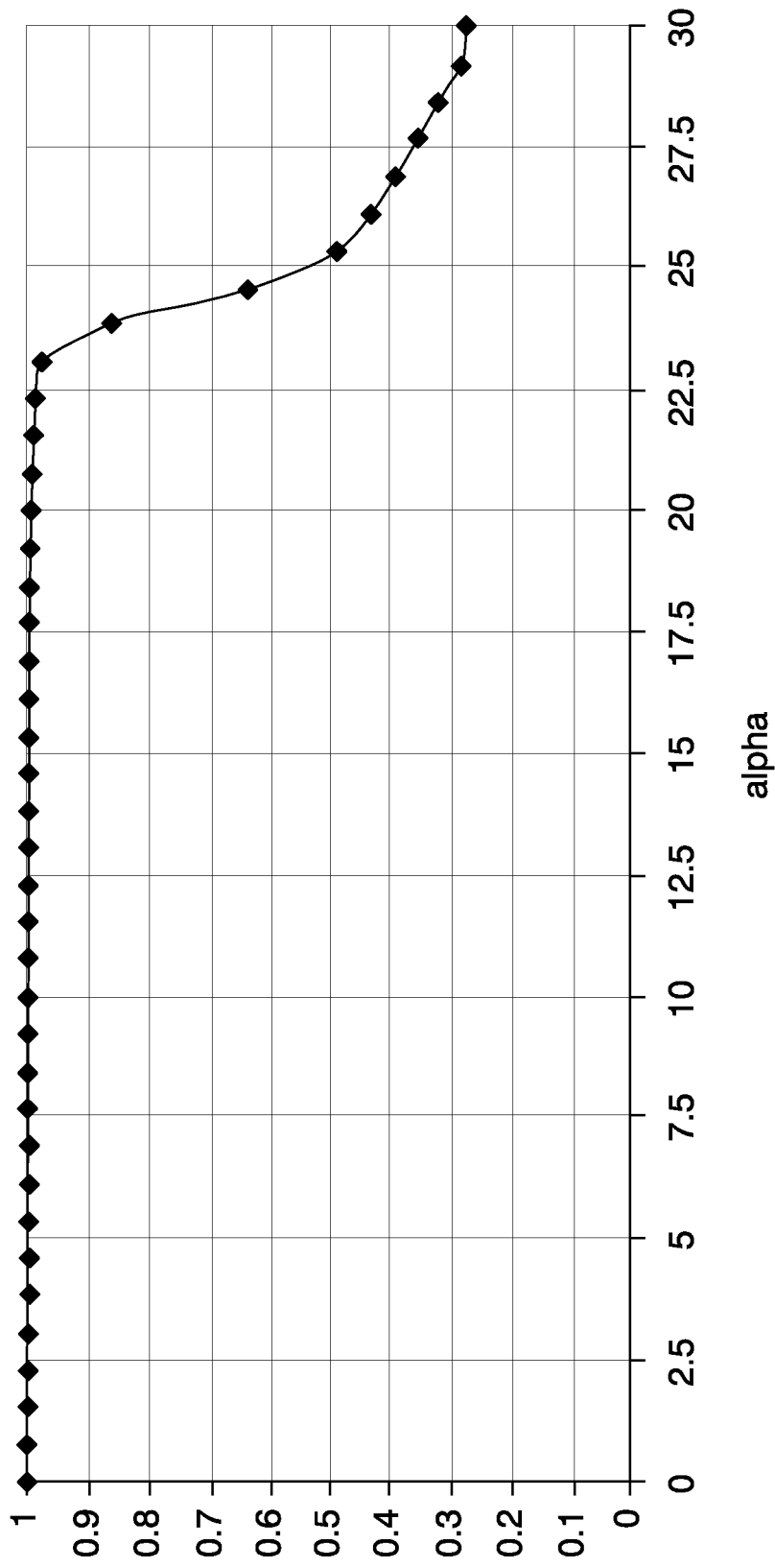


FIG. 5A

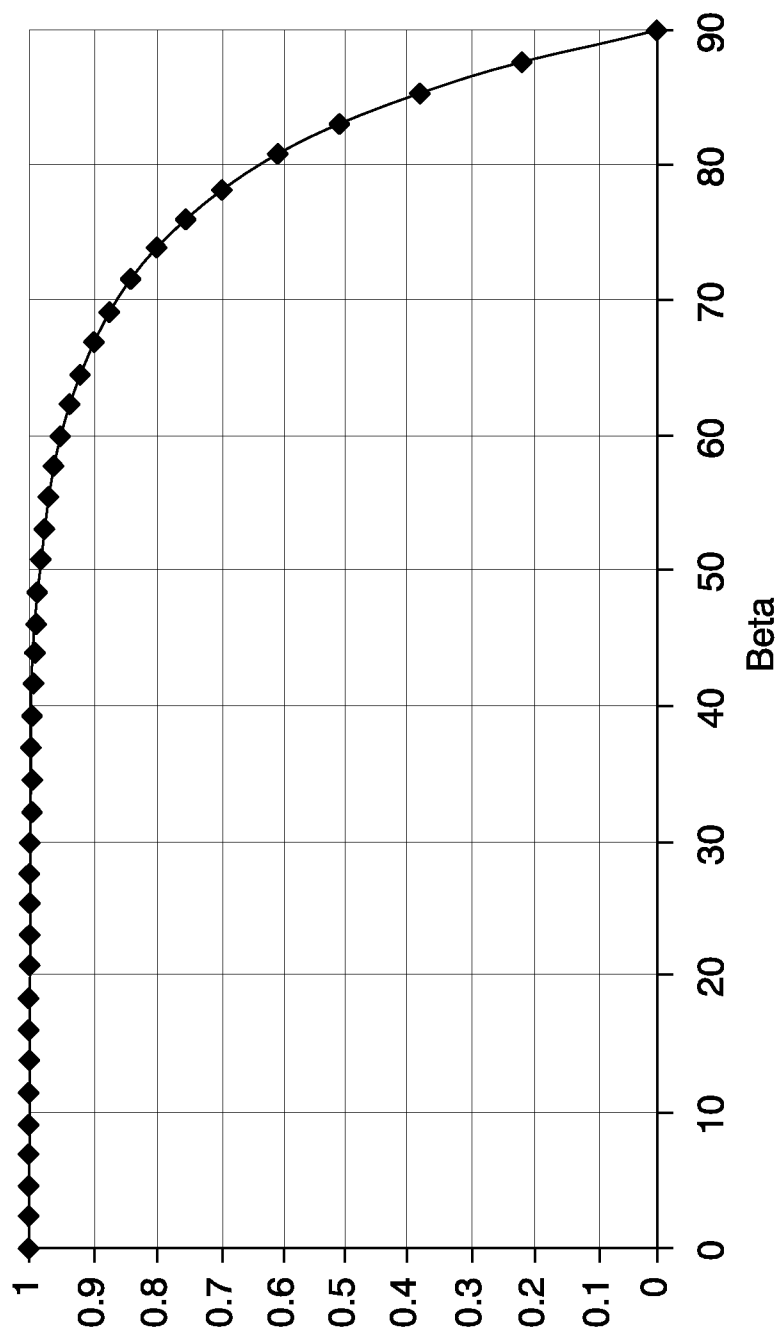


FIG. 5B



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201030331

②② Fecha de presentación de la solicitud: 08.03.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **H01L31/052** (2006.01)
H01L31/0232 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2008102342 A1 (UNIV BEN GURION et al.) 28.08.2008, página 3, líneas 3-12; página 10, líneas 20-29; página 6, líneas 24-30; reivindicación 17; figuras.	1-10
X	GB 1570684 A (UNIV CHICAGO) 09.07.1980, página 3, líneas 84-125; página 7, líneas 53-56.	1-10
X	DE 19814617 A1 (UHRIG WERNER) 07.10.1999, columna 1, líneas 15-31; figura 3.	1-10
X	US 6252155 B1 (ORTABASI UGUR) 26.06.1999, resumen; figuras 11,14.	1-10
A	US 4964713 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG) 23.10.1990, resumen; columna 1, línea 54 – columna 2, línea 30.	1-10
A	WO 2004114419 A (SCHRIPEMA JASON E) 29.12.2004, resumen; párrafos 18-19; figura 1.	1-10
A	US 4045246 A (MOBIL TYCO SOLAR ENERGY CORP) 30.08.1977, columna 3, línea 38 – columna 4, línea 3.	1-10

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
16.12.2011

Examinador
L. J. García Aparicio

Página
1/5

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

H01L

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: 16.12.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 4,7,8	SI
	Reivindicaciones 1-3,5,6,9,10	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones	SI
	Reivindicaciones 1-10	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	WO 2008102342 A1 (UNIV BEN GURION et al.)	28.08.2008
D02	GB 1570684 A (UNIV CHICAGO)	09.07.1980
D03	DE 19814617 A1 (UHRIG WERNER)	07.10.1999
D04	US 6252155 B1 (ORTABASI UGUR)	26.06.1999
D05	US 4964713 A (FRAUNHOFER GES FORSCHUNG)	23.10.1990
D06	WO 2004114419 A (SCHRIPEMA JASON E)	29.12.2004
D07	US 4045246 A (MOBIL TYCO SOLAR ENERGY CORP)	30.08.1977

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

En el documento D01, que se considera representa el estado de la técnica más cercano al objeto de la invención se divulga un elemento de concentración solar fotovoltaica que cuenta con una zona de entrada en ubicación superior, una cara de salida en ubicación inferior, y unas paredes laterales (véase figura 5 principalmente) que se extienden a lo largo de la dirección longitudinal de la cara de salida, que conduce por reflexión total interna hacia dicha cara de salida la radiación que accede a través de la zona de entrada, estando las paredes laterales divididas en un primer tramo (ED) de forma parabólica y un segundo tramo (DA, ó D□A□) de forma lineal.

Por lo tanto, la materia de la reivindicación 1, carece de novedad según lo establecido en el Art.8.1 de la LP 11/86, al encontrarse la totalidad de las características reivindicadas divulgadas por lo mostrado en el documento D01.

Reivindicación 2ª

El hecho de disponer la célula de en posición horizontal, es algo habitual, que si bien no se recoge o muestra de manera expresa en el documento D01, se puede observar en varios de los documentos citados como D5, D6 etc.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación no cuenta con novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 3ª

Las células empleadas dada la configuración del concentrador solar, son células monofaciales.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación no cuenta con novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 4ª

El hecho de que la célula sea una célula de silicio de alta eficiencia, de película fina o de silicio convencional, no refleja más opciones de realización conocidas para células fotovoltaicas que no aportan valor alguno o producen efecto técnico alguno que vaya más allá del directamente esperado.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación no cuenta con actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 5ª

En el documento D01 observamos que el concentrador cuenta con un primer tramo de forma parabólica y un segundo tramo de forma recta dispuesto en la parte inferior, al igual que ha sido reivindicado.

Iguals consideraciones se pueden hacer con relación a los documentos D02, D03 y D04.

Por lo tanto, la materia de la reivindicación 5ª carece de novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 6ª

El hecho de que el segundo tramo lineal esté unido al primer tramo parabólico, es algo que observamos en los documentos D01 a D04.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 7ª

El hecho de reivindicar unas dimensiones concretas de la anchura de la célula, de la zona de entrada, de la altura entre la entrada y la célula, obteniendo un determinado factor de concentración, no es más que fruto de la relación que se establece entre los diversas variables que influyen en la consecución de una determinada concentración, no suponiendo la elección de unos valores determinados para las variables que influyen en la concentración actividad inventiva alguna, ya que la elección de dichos valores no produce efecto sorprendente o no esperado de lo que se conseguiría eligiendo dichos valores.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación no cuenta con actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 8ª

Iguales consideraciones que las realizadas con relación a la reivindicación 7ª se pueden hacer ahora.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación no cuenta con actividad inventiva según lo establecido en el Art. 8.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 9ª

En el documento D01, figura 2 se puede observar un módulo de concentración que cuenta con una serie de elementos de concentración.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86.

Reivindicación 10ª

La disposición de los dispositivos modulares anteriores sobre una estructura de soporte sobre la que se disponen de manera modular los módulos de concentración, siendo ajustable al inclinación de la propia estructura de soporte, es algo de sobra conocido en el estado de la técnica. Todas las instalaciones solares sobre terreno se disponen sobre una estructura de soporte, y cuentan con medios de ajuste de la inclinación.

Por lo tanto, la materia de esta reivindicación carece de novedad según lo establecido en el Art. 6.1 de la LP 11/86