

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 731**

21 Número de solicitud: 201000730

51 Int. Cl.:

F24J 2/07 (2006.01)

F03G 6/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **02.06.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **22.12.2011**

Fecha de la concesión: **25.07.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **06.08.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
06.08.2012

73 Titular/es:

**ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
AVDA. DE LA BUHAIRA, 2
41018 SEVILLA, ES**

72 Inventor/es:

**NÚÑEZ BOOTELLO, JUAN PABLO;
SOSA NARANJO, CRISTINA;
MONNE BAILO, CARLOS MIGUEL;
MORENO GÓMEZ, FRANCISCO y
MUÑOZ RODRIGUEZ, MARIANO**

74 Agente/Representante:

García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María

54 Título: **RECEPTOR CÓNCAVO PARA DISCO STIRLING Y MÉTODO DE FABRICACIÓN.**

57 Resumen:

Receptor cóncavo para disco Stirling cuyos componentes principales son tubos (los cuales forman la superficie donde incide el haz de luz solar concentrada), colectores (se sueldan a los tubos y comunican el fluido que discurre por los tubos con los depósitos), depósitos (son las zonas interiores de los colectores desde donde se distribuye el gas de trabajo a cada uno de los tubos) y cúpulas (hay de dos tipos, la encargada de alojar en su interior el regenerador y la cúpula de expansión que es la zona donde el gas de trabajo se encuentra a una mayor temperatura) que comprende una serie de tubos (10, 11) que salen perpendicularmente de un colector (2) y llegan perpendicularmente al otro (2) y tienen una parte recta (12) desde el interior de cada colector (2) hasta el lugar donde comienza la curvatura del tubo y una parte central (13) en forma de arco de circunferencia.

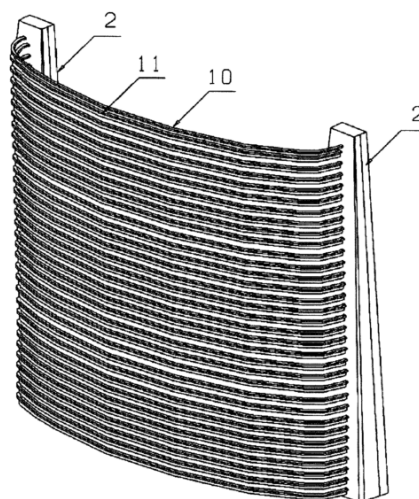


FIGURA 3

ES 2 370 731 B1

DESCRIPCIÓN

Receptor cóncavo para disco Stirling y método de fabricación.

5 **Sector técnico de la invención**

La invención se encuadra dentro la tecnología de los colectores solares y más concretamente se centra en el diseño de receptores solares para disco Stirling.

10 **Antecedentes de la invención**

Los sistemas disco Stirling son unidades de generación de electricidad que usan la radiación solar como fuente de energía. La capacidad de una sola unidad está entre 3 y 50 kWe.

15 Los sistemas disco Stirling transforman con alta eficiencia la radiación solar concentrada en energía eléctrica. Los componentes esenciales del sistema son:

- Concentrador solar parabólico.
- 20 • Intercambiador de calor solar (receptor solar).
- Motor Stirling con generador eléctrico.
- Sistema de seguimiento.

25 El modo de funcionamiento de un sistema de disco Stirling es el siguiente: el concentrador refleja la radiación solar hacia el receptor que está situado en el punto focal del concentrador. La radiación solar se absorbe en el receptor y este calienta el gas (helio o hidrógeno) del motor Stirling a temperaturas que rondan los 650°C. Este calor se convierte en energía mecánica en el motor Stirling. Un generador eléctrico convierte esta energía mecánica en electricidad. Para conseguir que la radiación reflejada incida en el punto focal durante todo el día, un sistema de seguimiento solar mueve el concentrador continuamente para seguir la trayectoria del sol.

35 La tecnología de los receptores solares se desarrolla en función del tipo de proceso en el que se vaya a utilizar, es decir, el tipo de planta y el ciclo utilizado. La invención que se presenta se refiere a la planta de recepción solar con disco y el ciclo es el de Stirling. Por supuesto, es interesante conocer los antecedentes y desarrollos previos utilizados en aplicaciones solares. Las tecnologías utilizadas para plantas solares de receptores de torre suponen un referente de aplicación.

En particular, para el disco parabólico Stirling se utilizan dos tipologías de sistemas receptores:

- 40 • Sistemas receptores externos.
- Sistemas receptores de cavidad.

45 Los receptores externos tienen superficies de absorción en vista directa con los concentradores y dependen de la absorción directa de la radiación. Los receptores de cavidad tienen, en cambio, una apertura a través de la cual pasa la radiación concentrada hasta alcanzar la superficie del receptor. La cavidad asegura que la mayor parte de la radiación que entra sea absorbida por la superficie interna del receptor.

50 Los receptores más usados para los sistemas disco Stirling son los receptores de cavidad. El receptor se sitúa detrás de la apertura para reducir la cantidad de calor perdido y para disminuir la intensidad del flujo concentrado en su superficie. La radiación concentrada que entra a través de la apertura del receptor se difunde dentro de la cavidad. La mayor parte de la energía es absorbida directamente por el receptor, y prácticamente la totalidad de la restante es reflejada o re-irradiada dentro de la cavidad para ser posteriormente absorbida.

55 En un receptor de cavidad, se han identificado dos métodos para transferir la radiación solar absorbida al fluido de trabajo del motor Stirling.

60 El primer método consiste en utilizar un receptor de tubos directamente iluminados donde pequeños tubos, a través de los cuales circula el fluido de trabajo del motor, son situados directamente en la región donde incide el flujo solar concentrado. Los tubos forman la superficie del receptor. De este modo el gas de trabajo se calienta a su paso por el interior de los tubos calentados por la radiación solar.

65 El segundo método, el de reflujo, usa un metal líquido como fluido intermedio de transferencia de calor. El metal líquido se vaporiza en la superficie posterior del receptor y se condensa en los tubos por los que circula el fluido de trabajo del motor. Es decir, absorbe el calor del material que forma el receptor (que está caliente por la exposición a la radiación solar) y después lo cede a los tubos por los que circula el gas de trabajo del motor. Este segundo tipo de receptor se llama de reflujo porque el vapor se condensa y vuelve para ser evaporado de nuevo.

Un factor importante del diseño del receptor es la exposición a condiciones severas de funcionamiento unido a condiciones cíclicas. La alta temperatura es el factor más importante el cual, unido al funcionamiento en ciclos, da lugar a la fatiga térmica de los componentes. La fatiga térmica está causada por los ciclos de temperatura, desde la temperatura ambiente a la de operación, tanto en los arranques y paradas como durante los momentos de nubosidad. Este tipo de ciclo puede causar fallos prematuros del receptor. Dentro del sistema receptor-cavidad, es especialmente sensible el componente receptor. El diseño de receptor de tubos, que incorpora paredes finas y opera a temperaturas uniformes durante los transitorios, suele tener menos problemas con la fatiga térmica. La fluencia a largo plazo de los materiales del receptor y la oxidación son consideraciones importantes para elegir los materiales. Se suelen utilizar superaleaciones de níquel y cromo (Inconel[®]), aceros inoxidable, aleaciones de níquel y titanio, níquel y cobalto, etcétera.

Existen en el estado de la técnica numerosos documentos que desarrollan distintos receptores o aspectos de los mismos. A continuación se destacan algunos de ellos:

- DE4433203 1996 HTC Solar Solar heater head for generation of electric current from solar energy (Intercambiador de calor solar para generación de corriente eléctrica) Absorbedor con material altamente conductor y ennegrecido (oxidado) para homogeneizar la concentración de calor. Material preferiblemente de cobre, que es soldado a los tubos del intercambiador con acero inoxidable de altas prestaciones (como una camisa del tubo).
- US2002059798 2002 Midwest Research Institute Dish/stirling hybrid-receiver (Receptor híbrido para disco Stirling) Sistema híbrido de receptor con "heat pipe" de sodio. Estructura del elemento de polvo de níquel. Describe integración con sistema de quemador (híbrido).
- US6735946 2004 Boeing Direct illumination free piston stirling engine solar cavity (Cavidad de motor Stirling con pistón directamente iluminado). Pistón directamente iluminado. Sin intercambiador de tubos. Disposición de pequeños pistones de forma concéntrica al haz solar. El receptor es un elemento metálico de material altamente conductor, como cobre, níquel o grafito. Alternativa al diseño es utilizar "heat pipes".
- US6739136 2003 Boulder, CO Arvada, CO Combustion system for hybrid solar fossil fuel receiver Sistema de combustión para un receptor solar híbrido que comprende un premezclador que combina aire y combustible para formar la mezcla a quemar. Hay un intercambiador de calor asociado y en contacto con la cámara de combustión. Este intercambiador de calor proporciona el calor para el receptor híbrido cuando no se puede utilizar el calor del sol como fuente de energía.
- US6818818 2004 Plano, TX Concentrating solar energy receiver. Describe un sistema compuesto por un concentrador parabólico de alta reflectividad para reflejar los rayos del sol en su lado cóncavo y un módulo de conversión al cual llega la radiación solar concentrada. En este módulo de conversión hay dos receptores distintos; un receptor fotovoltaico y una superficie de recepción acoplada a un motor térmico para producir electricidad.
- EP0996821 2000 STM Corporation Heat engine heater assembly. Se describe un equipo diseñado para utilizar tanto la radiación solar como el calor producido por la combustión de gas natural, como fuente de energía para un motor térmico. Una carcasa que forma el receptor permite la entrada de radiación solar hasta llegar al absorbedor. Series de tubos exteriores e interiores a la cámara del receptor absorben la radiación solar y transmiten calor al fluido que circula por su interior. Un quemador dentro de la cámara produce gases de combustión que también calientan estos tubos.
- US4665700 1987 STM United Stirling AB Hot gas engine heater head. El objetivo del invento es proporcionar una cabeza calentadora en la cual los regeneradores estén conectados a los cilindros por tubos que rodean a esos mismos cilindros.
- US4602614 1986 United Stirling, Inc. Hybrid solar/combustion powered receiver Es un receptor mejorado que incluye un intercambiador de calor dentro de la cavidad con los tubos espaciados tangencialmente. Hay múltiples quemadores para proporcionar un camino de los gases de combustión y una ventana para sellar la apertura y no existan fugas de gas fuera del receptor.
- US6668555 2003 Boeing Company Solar receiver-based power generation system Este invento proporciona un diseño de receptor solar mejorado que reduce el coste de dichos mecanismos. El receptor solar incluye un heat pipe que tiene un fluido en su interior. El heat pipe tiene dos porciones de condensador dispuestas en dos extremos. Además se incluye un evaporador entre ambos extremos. Un colector de aire se acopla a uno de los extremos. Este colector tiene una entrada y una salida de aire. Un colector de líquido se acopla al otro extremo, con su respectiva entrada y salida.
- US4911144 1990 Stirling Thermal Motor, Inc Spherical solar energy collector Invento relativo a un colector de energía solar y en particular a uno que comprende un evaporador de un sistema de transferencia de calor de tipo heat pipe.
- US4475538 1984 United Stirling AB Window for solar receiver for a solar-powered hot gas engine. Receptor solar que incluye una ventana para la entrada de la radiación solar como una mejora.

- CA2490207A1 2004 Shecs Labs- Solar Hydrogen Solar energy collector. El invento es un receptor con una cavidad interna que refleja la radiación. El receptor está contenido en una atmósfera reductora o inerte para mantener las propiedades de las superficies reflexivas de la cavidad. La absorción de calor se produce en unos tubos dispuestos simétricamente respecto al eje principal del receptor. Además hay una ventana de cuarzo en la entrada del dispositivo para disminuir las pérdidas por convección.

- DE19527272: Solarer Erhitzer für Stirling-Motoren. Calentador solar (1) para motor Stirling con un campo de absorción (2) de tubos paralelos (8), que se conectan a sendos colectores (4, 5) a través de los cuales circula el gas de trabajo. Siendo los tubos (8) idénticos entre ellos y de geometría en forma de lazo.

A la vista del estado de la técnica existente, la presente invención tiene como objetivo proporcionar un receptor solar que, superando las deficiencias encontradas en los anteriores diseños:

- aumente la resistencia a fatiga térmica,
- minimice las sombras entre tubos,
- que sea de tubos directamente iluminados, para simplificar el sistema evitando la inclusión de un fluido caloportador intermedio y de un intercambiador de calor adicional así como para flexibilizar el diseño óptico del concentrador y que el motor pueda funcionar en otras posiciones que no sea de espaldas al sol,
- no deje huecos entre los tubos al deformarse por dilataciones, escapándose la radiación solar concentrada por dichos huecos,
- fácilmente soldable,
- que reduzca las pérdidas de carga.

El nuevo diseño permite pues aumentar la eficiencia del disco y reducir los costes de fabricación, de operación y mantenimiento. Además ofrece la posibilidad de:

- refrigerar fácilmente ante sobretemperaturas (ventilador),
- independizar el receptor de la cavidad y de la carcasa del aislante que lo pueda cubrir, para hacerlo más versátil y facilitar el mantenimiento,
- tener la posibilidad de integrar un posible quemador de gas para hibridación,
- simplificar los procesos de fabricación y facilitar la construcción.

Descripción de la invención

La invención consiste en un nuevo receptor para disco stirling que cumpla con los requisitos anteriormente definidos.

El receptor diseñado comprende los siguientes componentes: tubos, colectores, depósitos y cúpulas.

- Tubos: Los tubos forman la superficie donde incide el haz de luz solar concentrada. Se disponen muy próximos unos a otros para que la superficie presente pocos huecos y se pueda aprovechar al máximo la radiación incidente.

- Colectores: Los colectores son las zonas donde se sueldan los tubos, de forma que el flujo que discurre por los tubos se comunica con los depósitos.

- Depósitos: Los depósitos son las zonas interiores de los colectores, desde aquí se distribuye el gas de trabajo a cada uno de los tubos.

- Cúpulas: Existen dos cúpulas: la encargada de alojar en su interior el regenerador (o intercambiador de calor capaz de absorber calor del gas de trabajo, almacenarlo y transferirlo al mismo para cerrar el ciclo siendo, de los intercambiadores que contiene el motor, el que mayor volumen de energía térmica maneja) y la cúpula de expansión (o del domo), que es la zona donde el gas de trabajo se encuentra a una mayor temperatura.

El diseño de receptor reivindicado en esta invención, denominado modelo cóncavo, está compuesto por una serie de tubos que salen perpendicularmente de un colector y llegan perpendicularmente al otro. En este modelo existen dos tipos de tubos ligeramente diferentes entre sí. Ambos tipos tienen una parte recta desde el interior de cada colector hasta el lugar donde comienza la curvatura del tubo. La parte central de cada tubo es un arco de circunferencia. La única diferencia entre los dos tipos de tubos radica en el valor del radio de este arco de circunferencia.

La curvatura de los tubos permite que la radiación que incide desde el concentrador solar se distribuya mejor a lo largo de toda la superficie de los tubos. Según los mapas de radiación tomados sobre un plano, la mayor intensidad de radiación se da en el centro de dicho plano. Este modelo tiene la característica de que la parte central de los tubos es la más alejada respecto al plano de los colectores. Como consecuencia, los picos de radiación que se producían en la parte central del receptor se ven reducidos. Al distribuirse mejor la radiación, la temperatura también se distribuirá mejor a lo largo de los tubos.

La forma curvada de los tubos permite la dilatación de estos sin crear excesivas tensiones en el material, contando el receptor con una cierta flexibilidad y siendo la fabricación de los tubos sencilla.

Los colectores se sitúan de forma que la superficie de unión con los tubos sea perpendicular a estos. Si se mira la superficie formada por los tubos desde la dirección en la que incide la radiación solar, el hueco entre un tubo y el siguiente es el necesario para que la distancia entre puntos de soldadura de los colectores sea lo suficientemente grande para permitir su fabricación.

Los tubos de un tipo se sueldan en columna formando una hilera vertical de puntos de soldadura en el colector, siendo esta hilera paralela a la hilera en la que se sitúan los tubos del segundo tipo.

La soldadura de los tubos a los colectores no plantea ningún problema ya que la distancia entre los agujeros o puntos de soldadura de los colectores es suficiente para realizar esta operación con facilidad.

Con este diseño, no existe ninguna zona de los tubos que esté sombreada por otros tubos.

Por todo ello y a la vista de las simulaciones realizadas, se puede concluir que el comportamiento general de este modelo es mucho mejor que el de los conocidos del estado de la técnica, pues distribuye de modo eficiente las tensiones y deformaciones provocadas por la temperatura teniendo los tubos una flexibilidad mayor que lo conocido hasta el momento.

Otro aspecto que cabe destacar es que la contribución de la presión del gas a las tensiones que debe de soportar el receptor es despreciable respecto a las tensiones causadas por las altas temperaturas. Se puede decir que el modelo diseñado se comporta mejor que los antiguos frente a las cargas térmicas.

Sin embargo, existen puntos críticos a la fatiga en la zona de conexión de los tubos al colector debido a que se encuentra una zona flexible (el tubo) con una zona mucho más rígida (el colector). Esto presenta un problema, ya que cuando el tubo se dilata está restringido por la rigidez del colector y se crea un punto donde puede aparecer la fractura debido a la fatiga.

Para solucionar este problema localizado hay varias soluciones:

- Reducir el espesor de la zona de conexión de los tubos para aumentar la flexibilidad del colector en esa zona.
- Colocar un casquillo o segmento de tubo (por soldadura, sinterizado u otros métodos) en cada uno de los tubos del receptor en la zona de unión a los colectores, lo que conlleva un aumento del espesor de los tubos en la zona más débil, así como a una rigidización local de la unión, sirviendo como transición entre las dos zonas de rigideces distintas.

A la vista de los resultados obtenidos para cada una de las dos soluciones adoptadas para mejorar la vida a fatiga se puede ver que la mejor solución *a priori* es la de la colocación del casquillo ya que el número de ciclos que resiste se multiplica por cinco con respecto al caso sin casquillo.

En cuanto al proceso de fabricación de los receptores así diseñados, comprende las siguientes etapas:

- Recepción de tubos.
- Doblado de tubos.
- Ensamblaje de tubos a colector con soldadura por horno.
- Soldadura TIG/plasma/láser para soldar los depósitos (realizados como unión de chapas) a los colectores.
- Soldadura TIG/plasma/láser para soldar las cúpulas (realizadas a partir de un bloque de material) a los depósitos.

Así pues, el modelo de receptor presentado así como su procedimiento de fabricación, cumplen con las restricciones de diseño y mejoran el comportamiento termo-mecánico global de los receptores conocidos del estado de la técnica.

Descripción de los dibujos

Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de la invención, se acompaña un juego de dibujos donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1: Receptor solar del estado de la técnica. Patente DE 19527272.

Figura 2: Receptor solar cóncavo. Planta, alzado y perfil.

Figura 3: Vista en perspectiva del receptor cóncavo.

Figura 4: Detalle de los tubos.

Figura 5: Colector del receptor cóncavo.

Siendo los elementos a los que hacen alusión las referencias:

1. Tubos
2. Colectores
3. Cúpula de expansión o del domo
4. Cúpula del regenerador
10. Tubos tipo 1
11. Tubos tipo 2
12. Parte recta de los tubos
13. Parte central curvada del tubo
20. Hilera de puntos de unión de tubos tipo 1 al colector
21. Hilera de puntos de unión de tubos tipo 2 al colector
22. Punto de unión o soldadura tubo-colector.

Realización preferente de la invención

Para lograr una mayor comprensión de la invención a continuación se va a describir el nuevo diseño de receptor para disco Stirling, según una realización preferente.

En la figura 1 se muestra el diseño de un receptor del estado de la técnica, correspondiente a la patente DE19527272, en el que se puede ver que dicho receptor está formado por los tubos (1), los colectores (2), la cúpula de expansión o del domo (3) y la cúpula que alberga el regenerador (4). En este caso los tubos (1) son idénticos entre ellos y de geometría en forma de lazo.

El receptor reivindicado, representado en las figuras 2-5, cuenta con un diseño considerablemente distinto del anterior y cumple con las siguientes características generales:

- Materiales comerciales utilizados: aleaciones a base de níquel-cromo (Inconel[®] 625 o Multimet[®]).
- Tubos a utilizar: diámetro exterior 3 mm. y espesor 0.5 mm.
- Colectores en chapa de 3 mm.

En las figuras 2 y 3 se muestran las diferentes vistas del receptor. Está compuesto por una serie de tubos cóncavos (1) que salen perpendicularmente de un colector (2) y llegan perpendicularmente al otro colector (2). En este modelo existen dos tipos de tubos (10, 11) ligeramente diferentes entre sí.

Como se aprecia en la figura 3, los colectores (2) están girados respecto de la vertical de tal modo que las caras en las que se efectúa la soldadura de los tubos (10, 11) no están enfrentadas.

En la figura 4 se observan los detalles. Ambos tipos de tubos (10, 11) tienen una parte recta (12) de unos 40 mm desde el interior de cada colector hasta el lugar donde comienza la curvatura del tubo. La parte central (13) de cada

tubo es un arco de circunferencia de 40°. La única diferencia entre los dos tipos de tubos (10, 11) radica en el valor del radio de esta circunferencia (315 mm, 319 mm).

Los colectores (2), como el que se detalla en la figura 5, se sitúan de forma que la superficie de unión con los tubos (1) sea perpendicular a estos (2). De esta forma, en la vista en planta de la figura 2 se observa que el ángulo que forman los tubos (1) con la horizontal (líneas horizontales de suelo representadas en la figura 2, alzado y planta) a la altura de la soldadura, es de 20°. Del mismo modo, el ángulo que forman los colectores (2) y la horizontal será también 20°.

Si se mira la superficie formada por los tubos (1) desde la dirección en la que incide la radiación solar, el hueco entre un tubo y el siguiente es de 1.15 mm. Estos huecos se han tenido que incluir en el diseño para que la distancia entre puntos de soldadura (22) de los colectores (2) sea lo suficientemente grande como para facilitar la operación de soldadura.

En la figura 5 se detallan los puntos de unión (22) de los tubos (1) a los colectores (2) y se comprueba como los tubos del tipo 1 (10) se sitúan en una misma hilera vertical (20) del colector (2), siendo esta hilera (20) paralela a la hilera (21) que forman los tubos del tipo 2 (11), no llegando a entrar en contacto los tubos de una y otra hilera.

Como se explicó anteriormente, existen puntos críticos a la fatiga, debido a que al tener los tubos (10, 11) una geometría tan flexible en la zona de conexión de los tubos se encuentra una zona flexible (el tubo, 1) con una zona mucho más rígida (el colector, 2).

Esto presenta un problema, ya que cuando el tubo (1) se dilata está restringido por la rigidez del colector (2) y se crea un punto donde puede aparecer la fractura debido a la fatiga.

Para solucionar este problema localizado se coloca un casquillo en el punto crítico que sirva como transición entre las dos zonas de rigideces distintas (no aparece en las figuras).

Así pues, esta realización cumple con todos los requisitos de diseño establecidos y mejora la eficiencia del sistema sin incrementar el coste.

Aunque este sistema está especialmente diseñado para su aplicación en receptores de disco Stirling no se descarta su extensión a otros campos de la industria que requieran características similares.

REIVINDICACIONES

1. Receptor cóncavo para disco Stirling cuyos componentes principales son los tubos (1), en cuya superficie incide el haz de luz solar concentrada, los colectores (2) en los cuales se sueldan los extremos de los tubos (1) y comunican el fluido que discurre por los tubos con los depósitos, los depósitos que son las zonas interiores de los colectores (2) y desde donde se distribuye el fluido de trabajo a cada uno de los tubos (1) y las cúpulas, tanto la cúpula (4) encargada de alojar en su interior el regenerador como la cúpula de expansión (3) que es la zona donde el fluido de trabajo se encuentra a una mayor temperatura, **caracterizado** porque los tubos (1) salen perpendicularmente de un colector (2) y llegan perpendicularmente al otro (2) y tienen una parte recta (12) que discurre desde el interior de cada colector (2) hasta el lugar donde comienza la curvatura del tubo y una parte central (13) en forma de arco de circunferencia.

2. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 1 **caracterizado** porque los tubos (1) no tienen ninguna zona sombreada por otros tubos.

3. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 1 **caracterizado** porque la parte recta (12) de los tubos (1) es de unos 40 mm y la parte central (13) de cada tubo es un arco de circunferencia de 40°.

4. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 1 **caracterizado** porque los tubos (1) se unen a los colectores (2) mediante puntos de soldadura.

5. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 4 **caracterizado** porque el ángulo que forman los tubos (1) con la horizontal, a la altura de la soldadura, es de 20° y el ángulo que forman los colectores (2) y la horizontal será también 20°.

6. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 4 **caracterizado** porque si se mira la superficie formada por los tubos (1) desde la dirección en la que incide la radiación solar, el hueco entre un tubo y el siguiente es tal que la distancia entre puntos de soldadura (22) de los colectores (2) es lo suficientemente grande como para facilitar la operación de soldadura.

7. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 6 **caracterizado** porque el hueco entre un tubo y el siguiente es de 1.15 mm.

8. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 1 **caracterizado** porque existen dos tipos de tubos (10, 11) siendo la única diferencia entre los dos tipos el valor del radio del arco de circunferencia central (13).

9. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 8 **caracterizado** porque el primer tipo de tubos (10) tienen un radio del arco de la circunferencia de 315 mm y el segundo tipo (11) de 319 mm.

10. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 8 **caracterizado** porque los tubos de un tipo (10) se sueldan al colector (2) en columna formando una hilera vertical (20) de puntos de soldadura (22), siendo esta hilera (20) paralela a la hilera (21) de puntos de soldadura (22) en la que se sueldan los tubos del segundo tipo (11) al colector (2).

11. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 1 **caracterizado** porque los materiales utilizados son aleaciones a base de níquel-cromo (como los comercializados Inconel[®] 625 o Multimet[®]).

12. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 1 **caracterizado** porque los tubos (1) a utilizar tienen un diámetro exterior de 3 mm. y un espesor 0.5 mm y los colectores (2) son de chapa de 3 mm.

13. Receptor cóncavo para disco Stirling según reivindicación 1 **caracterizado** porque un casquillo o segmento de tubo va unido por soldadura, sinterizado u otros métodos, a cada uno de los tubos (1) del receptor en la zona de unión con los colectores (2), sirviendo como transición entre las dos zonas de rigideces distintas.

14. Método de fabricación del receptor cóncavo para disco Stirling descrito en las reivindicaciones anteriores que comprende las siguientes etapas:

- Recepción de tubos
- Doblado de tubos
- Ensamblaje de tubos a colector con soldadura por horno
- Soldadura TIG/plasma/láser para soldar los depósitos (realizados como unión de chapas) a los colectores
- Soldadura TIG/plasma/láser para soldar las cúpulas (realizadas a partir de un bloque de material) a los depósitos.

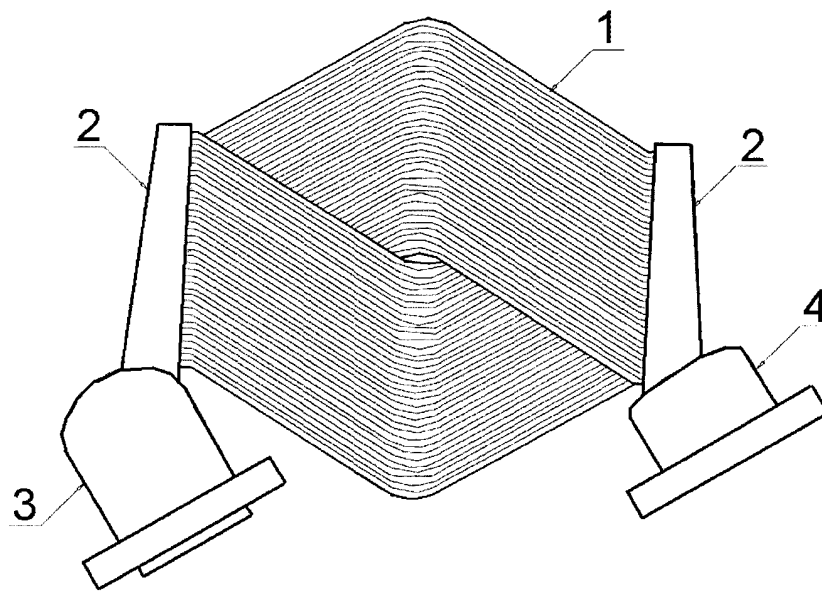


FIGURA 1 (Estado de la Técnica. DE19527272)

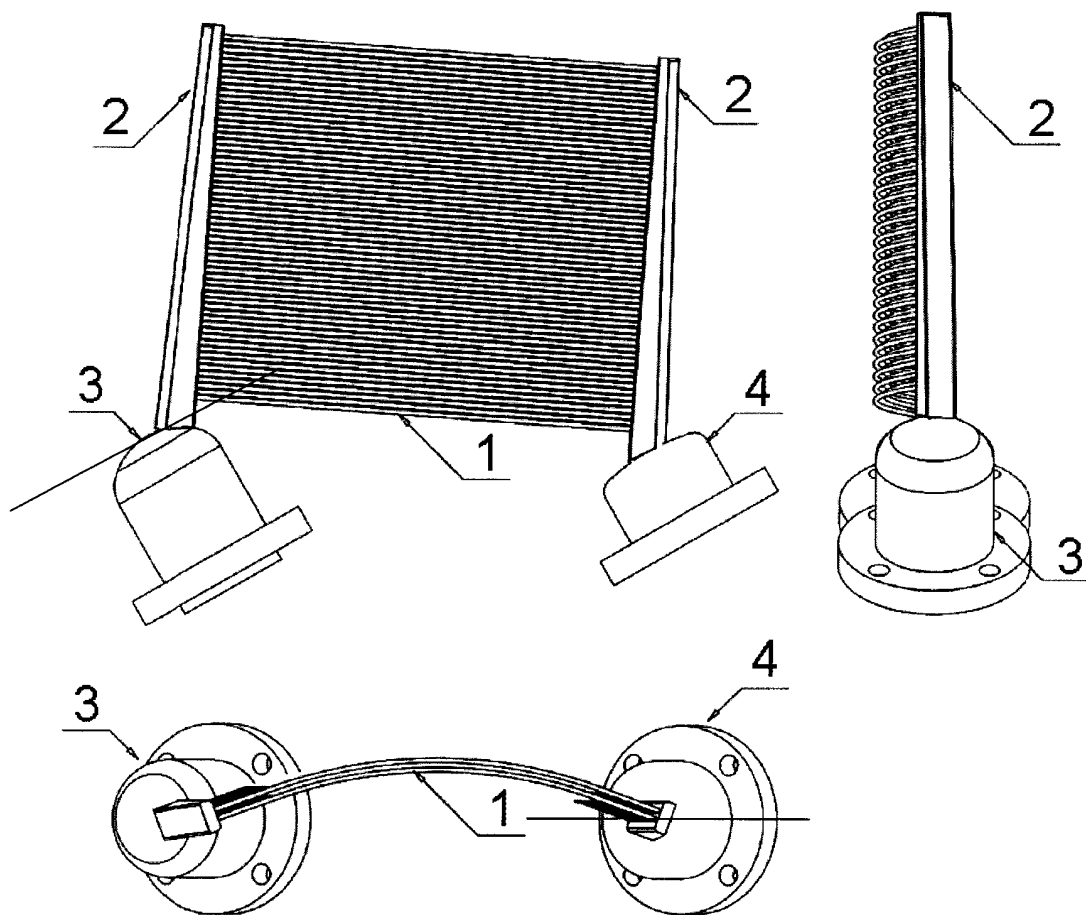
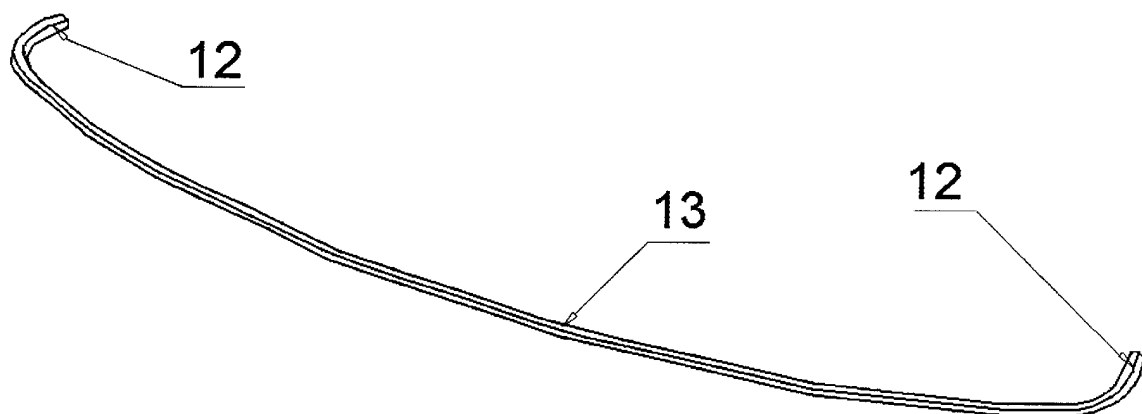
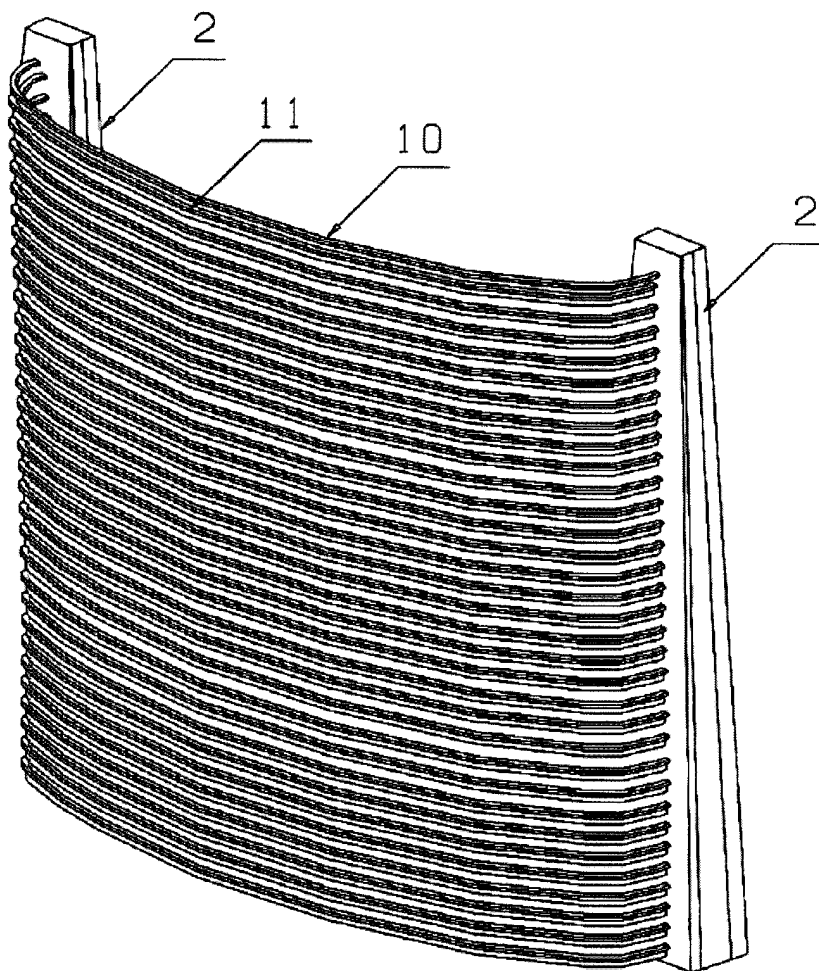


FIGURA 2



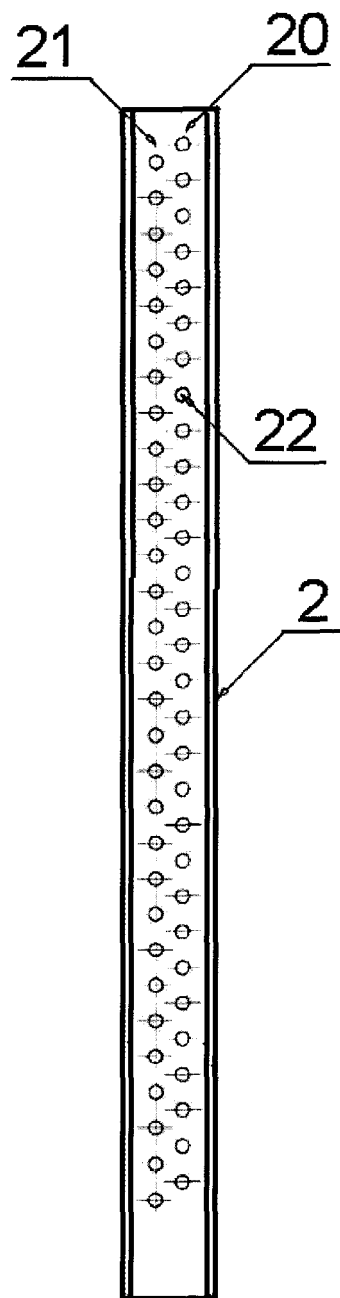


FIGURA 5



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201000730

②② Fecha de presentación de la solicitud: 02.06.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **F24J2/07** (2006.01)
F03G6/06 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	DE 19527272 A1 (SOLO KLEINMOTOREN GMBH) 30.01.1997, figuras & Resumen de la base de datos WPI. Recuperado de EPOQUE; AN 1997-100879.	1,14
P,A	EP 2218978 A1 (COCKERILL MAINTENANCE & INGENI et al.) 18.08.2010, párrafos [30-36]; figuras 1-6.	1
A	US 4485803 A (WIENER MURRAY) 04.12.1984, columna 4, líneas 16-28; figura 2.	1

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
29.11.2011

Examinador
J. Merello Arvilla

Página
1/4

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

F24J, F03G, F22B, F02G

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

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.11.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-14	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-14	SI
	Reivindicaciones	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 19527272 A1 (SOLO KLEINMOTOREN GMBH)	30.01.1997

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

El documento D01 se considera el más próximo en el estado de la técnica a la invención de acuerdo con las reivindicaciones de la solicitud de patente objeto de la presente Opinión Escrita. En adelante se utilizará la misma terminología que las reivindicaciones de la solicitud de patente en estudio. El documento D01 presenta un receptor para disco Stirling cuyos componentes principales son tubos (8), colectores (4, 5) y cúpulas y donde los tubos (8) presentan una parte central (11) en forma de arco de circunferencia. Las principales diferencias entre el documento D01 y la primera reivindicación de la solicitud de patente en estudio son las siguientes:

- Dicha primera reivindicación pretende proteger un receptor cóncavo mientras que el documento D01 divulga un receptor con dos grupos de tubos (6, 7) uno cóncavo respecto una dirección perpendicular a la radiación solar y otro convexo.
- Cada uno de los tubos que conforma el serpentín de acuerdo con D01 parte de un colector adoptando una pequeña curvatura tras la cual presenta un tramo recto ((3) de D01) para llegar a la parte central (11) cuya curvatura es la que le proporciona la concavidad/convexidad del tubo propiamente dicha. En el caso de los tubos del serpentín de acuerdo con la primera reivindicación en estudio éstos salen/entran perpendicularmente a los colectores y, al no contar con el tramo recto ((3) de D01) divulgado en D01, la concavidad la presentan desde el final del tramo recto con el que arrancan/llegan a cada colector.

Señaladas estas diferencias, no se considera obvio para un experto en la materia que partiera del documento D01 el llegar al receptor solar propuesto en la primera reivindicación de la solicitud de patente en estudio. Por tanto la invención, de acuerdo con la primera reivindicación de la solicitud de patente, por no encontrarse recogida en el estado de la técnica es nueva (Ley 11/1986, Art. 6.1.) y, por no resultar del mismo de una manera obvia para un experto en la materia, tiene actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.). Por contar la primera reivindicación con novedad y actividad inventiva las reivindicaciones dependientes de la misma, es decir las reivindicaciones 2 a 13, presentan igualmente novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.) y actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).

El receptor solar de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 13 presenta novedad y actividad inventiva y el método de fabricación propuesto en la reivindicación 14 cuenta con etapas para producir elementos singulares de dicho receptor solar por lo que la reivindicación 14 presenta a su vez novedad (Ley 11/1986, Art. 6.1.) y actividad inventiva (Ley 11/1986, Art. 8.1.).