

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 398 813**

21 Número de solicitud: 201250010

51 Int. Cl.:

F24J 2/07 (2006.01)

F24J 2/12 (2006.01)

F24J 2/18 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A2

22 Fecha de presentación:

01.11.2010

30 Prioridad:

02.11.2009 US 61/257,083

43 Fecha de publicación de la solicitud:

21.03.2013

71 Solicitantes:

RICOR SOLAR LTD (50.0%)

Ein Harod

Ein-Harod 18960 IL y

ABENGOA SOLAR NEW TECHNOLOGIES, S.A.
(50.0%)

72 Inventor/es:

SOSA NARANJO, Cristina;

MUÑOZ GILABERT, Félix;

GARAWAY, Isaac y

HAREL, Erez

74 Agente/Representante:

GARCÍA-CABRERIZO Y DEL SANTO, Pedro

54 Título: **Sistema de concentración solar con motor stirling**

57 Resumen:

Un sistema de concentración solar con motor Stirling formado por un reflector principal (10) montado sobre una estructura de soporte (1), un reflector secundario (14) situado en un foco de dicho reflector principal (10), un receptor (18) situado en un foco de dicho reflector secundario (14), en los que los rayos del sol, reflejados en el reflector principal (10), recaen sobre el reflector secundario (14) y desde este reflector secundario (14), se reflejan sobre al receptor (18); y un motor Stirling (5) situado cerca de dicho receptor (18), caracterizado por un sistema de refrigeración de dicho motor Stirling (5) formado por diversos elementos calorportadores (6, 8) montados en la cara de dicho reflector principal (10) situada a la sombra, y complementado todo ello por un fluido refrigerante (19) que circula entre dicho motor Stirling (5) y dichos elementos calorportadores (6, 8).

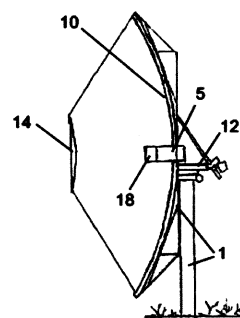


FIG. 1

DESCRIPCIÓN**SISTEMA DE CONCENTRACIÓN SOLAR CON MOTOR STIRLING****ÁMBITO DE LA INVENCION**

Esta invención está relacionada con la tecnología solar para discos Stirling en general.

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los motores Stirling son muy eficientes a la hora de convertir la energía térmica en trabajo. Su capacidad de utilizar distintos tipos de combustible y de trabajar a temperaturas superiores a los 700 °C los ha transformado en convertidores de energía ideales para plantas termosolares. En vista de este potencial, se han desarrollado convertidores solares para discos Stirling en los que una estructura de discos parabólicos reflectivos concentra la radiación directa normal ("Direct Normal Irradiation" o DNI) recibida sobre el puerto de entrada de calor del motor Stirling (receptor), situado en el centro del punto focal principal del disco. Este mismo motor Stirling transforma la energía térmica recibida en electricidad por medio del ciclo termomecánico Stirling.

10

Existen principalmente dos familias básicas de motores Stirling: el diseño clásico es un motor cinemático que se basa en un eje rotatorio con una biela que controla la posición del pistón. El segundo diseño, más reciente y novedoso, es el motor Stirling de pistón libre ("Free Piston Stirling Engine" o FPSE) que se basa en el comportamiento resonante de pistón y desplazador en el ciclo para controlar la máquina. En ambos casos, el motor Stirling suele ser una máquina voluminosa y pesada que se debe complementar con la estructura de discos parabólicos antes mencionada. Como consecuencia de ello, las estructuras de discos son muy sólidas y se construyen de manera que puedan soportar todo el peso y las vibraciones, al tiempo que siguen con precisión el desplazamiento del sol a lo largo de su ciclo diario. Además del calor concentrado que suministra al motor Stirling, el plato Stirling requiere también de un elemento de refrigeración ambiental capaz de dispersar el calor expulsado en cada ciclo. Tradicionalmente, el sistema de refrigeración utiliza una bomba que hace circular este fluido refrigerante por el motor y el radiador. Una turbina genera una corriente forzada de aire a través de los radiadores, con el fin de eliminar el calor del fluido refrigerante para que este pueda entrar en el motor a la mínima temperatura posible. Para compensar la expansión térmica del fluido, se utiliza un vaso de expansión. Normalmente, es el mismo motor Stirling el que suministra la energía al sistema de refrigeración. Esto significa que la potencia neta que se transfiere a la red no es igual a la potencia bruta generada por el motor Stirling, puesto

20

25

30

35

que hay que deducir la electricidad “desperdiciada” en el sistema de refrigeración, que puede ascender al 5 % de toda la producida.

Esta multiplicidad de componentes, cada uno de los cuales cuenta con sus propios elementos de coste y fiabilidad, ha hecho que a esta tecnología le cueste competir con otros sistemas de energía solar por concentración. Para que los sistemas de discos Stirling sean competitivos se debe avanzar en estos dos elementos, es decir, se deben optimizar tanto la posición del motor como el sistema de refrigeración.

RESUMEN DE LA INVENCION

El objeto de la presente invención es mejorar la tecnología de discos Stirling mediante un motor Stirling con un seguidor solar que, al emplear un reflector secundario en el punto focal principal, permitiría que se colocara el motor Stirling en la base del disco parabólico en lugar de sobre un brazo de apoyo en el centro del punto focal del reflector principal. La colocación y reorientación propuestas para el motor tienen varias ventajas: el traslado del centro de gravedad de la estructura de discos se traduce en una reducción de los costes de la misma y del motor de seguimiento asociado y además facilita las tareas de mantenimiento del motor, al encontrarse este más próximo al suelo. Además, permite que el lado del disco que queda en la sombra actúe como disipador de temperatura ambiente para el intercambiador de calor frío del motor, lo que se traduce en un motor Stirling más sólido y menos costoso. Sin embargo, el uso del lado del reflector principal que está a la sombra como sistema pasivo de refrigeración no se limita a estructuras que utilizan un reflector secundario, puesto que se puede utilizar también cuando el motor Stirling está en el foco de la óptica principal conectando el extremo frío del motor con este sistema de refrigeración por medio de unas tuberías flexibles.

En una forma particular de la invención se presenta un sistema de concentración solar con motor Stirling que incluye un reflector principal montado sobre una estructura de soporte, un reflector secundario situado en un foco del reflector principal, un receptor situado en un foco del reflector secundario (sobre el que recaen los rayos del sol reflejados por el reflector principal, y se reflejan a su vez sobre el receptor) y un motor Stirling situado cerca del receptor, caracterizado por un sistema de refrigeración que incluye diversos elementos calorportadores sobre la cara situada a la sombra del reflector principal, en el que circula un fluido refrigerante entre el motor Stirling y los elementos calorportadores.

En una forma particular de la invención, el motor Stirling se sitúa cerca de donde está montado el reflector principal en la estructura de soporte.

En una forma particular de la invención, el motor Stirling está unido al receptor.

En una forma particular de la invención, el motor Stirling y el receptor forman un sistema integrado que se mueve por medio de un seguidor solar.

En una forma particular de la invención, el motor Stirling está situado sobre la estructura de soporte (que además lo sustenta), alejado de la posición donde está montado el reflector principal sobre la estructura de soporte.

En una forma particular de la invención, el extremo caliente del motor Stirling está conectado al receptor por medio de conducciones flexibles por las que circula un fluido portador de calor.

En una forma particular de la invención, el fluido refrigerante se mueve por medio de una bomba.

En una forma particular de la invención, los elementos calorportadores se sitúan simétricamente alrededor de un eje central del reflector principal.

En una forma particular de la invención, se extienden unas aletas a partir de los elementos calorportadores.

En una forma particular de la invención, los elementos calorportadores se unen al reflector principal por medio de unos conectores flexibles.

En una forma particular de la invención, los conectores flexibles son rígidos transversalmente y flexibles longitudinalmente.

En una forma particular de la invención, los elementos calorportadores están conectados entre sí por medio de unos manguitos flexibles.

En una forma particular de la invención, los elementos calorportadores incluyen bobinas modulares.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS PLANOS

La presente invención se comprenderá y apreciará mejor con la siguiente descripción detallada, estudiada en conjunto con los planos, en los que:

La figura 1 es una ilustración simplificada de un plato Stirling completo construido según la opción "a" descrita más adelante, donde el motor está unido al receptor y ambos elementos se mueven junto con la estructura siguiendo al sol.

La figura 2 es una ilustración simplificada de un plato Stirling completo construido según la opción "b" descrita más adelante, donde el motor permanece en vertical con respecto al horizonte y su extremo caliente está conectado a un receptor móvil (montado dentro de la estructura de seguimiento) por medio de unas tuberías flexibles.

La figura 3 es una ilustración simplificada del radiador modular descrito más adelante.

La figura 4 es una ilustración simplificada de una bobina modular, colocada detrás de la superficie reflectante.

La figura 5 es una ilustración simplificada de la conexión entre los módulos de refrigeración.

La figura 6 es una ilustración simplificada de un mecanismo que une los módulos de refrigeración con el reflector principal por medio de bisagras o perfiles en L.

La figura 7 es una ilustración simplificada de la posición de los módulos de refrigeración en la superficie del reflector principal situada a la sombra.

La figura 8 es una ilustración simplificada del uso del lado del reflector principal situado a la sombra como sistema pasivo de refrigeración, donde el motor Stirling se encuentra en el foco del reflector principal.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FORMAS PARTICULARES

Se hace referencia ahora a las figura 1 y 2, que ilustran un sistema con un motor Stirling (5) con un seguidor solar (12), un reflector principal (10), un reflector secundario (14) y un receptor (18) montado sobre una estructura de soporte (1), construido todo ello de acuerdo con dos formas particulares de la presente invención (sin excluirse otras).

El sistema incluye un reflector principal (película reflectante o espejo) (10) dirigido hacia el sol. El seguidor solar (12) mueve el sistema de manera que el reflector principal (10) se mantenga en posición óptima con respecto al sol desde el amanecer hasta el anochecer. Los rayos del sol, reflejado por el reflector principal (10), recaen sobre un reflector secundario (14), situado en el foco del principal (10).

Los rayos se reflejan luego en el reflector secundario (14) sobre el receptor (18), situado en su foco (14). El motor Stirling (5) puede estar colocado cerca del receptor (18).

Con respecto a la posición del motor Stirling (5), se pueden considerar dos opciones:

a. Colocar el motor Stirling (5) unido al receptor (18), de manera que tanto el motor (5) como el receptor (18) estén integrados como un elemento único que se desplaza con el sistema por medio del seguidor solar (12) y en el que el motor (5) y el receptor (18) están en línea con los rayos de luz solar concentrados. Esta configuración se representa en la figura 1. En la figura 1, el motor Stirling 5 se encuentra detrás del receptor 18 (en este caso, "detrás" significa en la cara opuesta al sol).

b. Colocar el motor Stirling (5) en vertical con respecto al horizonte y así aprovechar la estructura del seguidor solar (1), montada en el suelo, para sustentar el cuerpo del

motor y su pistón oscilante lineal. El extremo caliente del motor Stirling estaría unido a un receptor (18) por medio de unas conducciones flexibles de alta resistencia al calor (2). El receptor (18) está situado dentro del punto focal del plato, se mueve con el sistema de seguimiento, es muy liviano y está aislado con respecto al medio ambiente.

- 5 Las conducciones flexibles (2) transportan un medio calorportador, que puede ser el gas del propio ciclo o, como alternativa, otro medio, como por ejemplo (sin limitarse a él) un líquido calorportador (como agua o aceite) o un material de cambio de fase. Esta configuración se representa en la figura 2.

- La opción "a" tiene la ventaja de que el motor (5) se encuentra en el centro de gravedad de la estructura de platos (1) y se puede situar de tal modo que su extremo posterior frío coincida con la cara posterior del plato, situada a la sombra. El resultado es una configuración en la que el receptor (18) que intercepta directamente la radiación concentrada está unido integralmente al extremo caliente del motor (5), lo que reduce las pérdidas de calor y las diferencias de temperatura entre los dos componentes, pero al mismo tiempo permite que el extremo frío esté conectado directamente a la superficie de intercambio de calor, es decir, el reflector principal (10).

- La opción "b" tiene la ventaja de que, al situar el motor (5) en posición vertical, se reducen de manera significativa las fuerzas laterales y con ellas la fricción entre el pistón o pistones del motor y sus paredes cilíndricas. Además, la opción "b" permite que las vibraciones provocadas y el peso del motor (5) sean absorbidos por la estructura principal (1), en lugar de transferirse a los elementos del plato móvil (10, 14, 18). Estos dos factores se traducen en un aumento de la fiabilidad y una reducción de los costes, tanto del motor como del sistema de seguimiento que soporta la carga.

- El sistema de refrigeración del motor Stirling utiliza un fluido refrigerante (19, en la figura 5 se muestra en movimiento), como agua con anticongelante u otros, que fluye a través del motor con dos objetivos principales: primero, refrigerar las piezas esenciales del motor, como los cilindros, los sellos o cualquier instrumento concreto que necesite mantener una temperatura próxima a la ambiental; y segundo, asegurarse de que la temperatura del extremo frío del motor sea lo más baja posible, a fin de que, de acuerdo con el ciclo termodinámico Stirling, la eficiencia del sistema aumente.

- Tradicionalmente, el sistema de refrigeración utiliza una bomba que hace circular este fluido refrigerante por el motor y el radiador. Una turbina genera una corriente forzada de aire a través de los radiadores, con el fin de eliminar el calor del fluido refrigerante para que este pueda entrar en el motor a la mínima temperatura posible. Para compensar la expansión térmica del fluido, se utiliza un vaso de expansión.

Normalmente, es el mismo motor Stirling el que suministra la energía al sistema de refrigeración. Esto significa que la potencia neta que se transfiere a la red no es igual a la potencia bruta generada por el motor Stirling, puesto que hay que deducir la electricidad “desperdiciada” en el sistema de refrigeración, que puede ascender al 5 %
5 de toda la producida.

En esta invención se propone aprovechar la cara del reflector principal (10) situada a la sombra para refrigerar el sistema, cubriéndola (de manera parcial o total) con una parrilla de módulos de refrigeración (8), tal como se muestra en la figura 7, por la que circula el fluido refrigerante impulsado por una bomba (17). De este modo, el fluido
10 refrigerante (agua u otro) se enfría por medio de un proceso de convección natural. La transferencia de calor se produce entre los módulos de intercambio de calor (descritos abajo en relación con las figuras 3 y 4) y el medio ambiente. Así se puede prescindir de la turbina, lo que reduce de manera significativa el consumo de energía y las tareas de mantenimiento, al eliminar elementos mecánicos susceptibles de sufrir averías.

La parrilla de módulos de refrigeración (8) está diseñada para evacuar todo el calor posible. Se pueden usar unas aletas (16) para aumentar la superficie expuesta al medio ambiente. Si se desea, se puede forzar un aumento de la convección natural colocando unos ventiladores cerca de las aletas de la parte trasera del plato, o encima de ellas (ventiladores que no aparecen en los planos).

A continuación se presentan dos posibles configuraciones para la aplicación de este sistema.

1. Configuración con radiadores modulares (figura 3): en esta configuración, los módulos de refrigeración (8) incluyen radiadores modulares (fabricados con un buen conductor térmico, como por ejemplo aluminio, cobre, u otras alternativas), colocados
25 en la cara del reflector principal (10) situada a la sombra. Hay que señalar que la palabra “radiador” no significa en este caso que el calor se transfiera solo por radiación. La transferencia se produce por convección (normalmente natural, pero también forzada), conducción y radiación.

Los radiadores se unen a la estructura del reflector principal (10) por medio de unos conectores flexibles (3), como por ejemplo (aunque sin limitarse a ellos), bisagras o
30 perfiles en L, tal como aparece en la figura 6. Los conectores (3), que son flexibles al menos en una dirección, por ejemplo la longitudinal (es decir, la dirección larga del elemento calorportador), permiten que los módulos de refrigeración (8) se muevan con respecto a la estructura de soporte del reflector principal (10). De este modo, cualquier
35 desajuste por expansión térmica entre los módulos de refrigeración (8) y la estructura

de soporte del reflector principal (10) sería absorbido por la flexibilidad de los conectores (3) sin generar estrés sobre la estructura principal. (Por ejemplo, los conectores flexibles (3) pueden ser rígidos en la dirección transversal y flexibles en la longitudinal, aunque también pueden existir otras configuraciones con respecto a la flexibilidad.) Los radiadores (3) están montados sobre la estructura siguiendo una dirección radial. Los radiadores (3) están conectados entre sí por medio de unos manguitos flexibles (4), tal como se puede ver en la figura 5, atornillados a los conductos por los que circula el fluido refrigerante en la dirección longitudinal.

Es conveniente que el diseño tenga solo una hilera (dispuesta en circunferencia) de radiadores (3), lo más cerca posible del centro del reflector principal (10), para no generar mayor estrés sobre la superficie. Si se necesitan más módulos para disipar calor, se puede añadir una segunda hilera de radiadores paralela a la primera. Para un mejor equilibrio de las cargas, es preferible una disposición simétrica con respecto al eje central del reflector principal (10).

2. Configuración con bobinas modulares (figura 4): esta configuración se basa en unas bobinas modulares (6) (fabricadas con un buen conductor térmico, como aluminio, cobre, u otras alternativas) colocadas detrás de la superficie reflectante. El fluido refrigerante circula entre ellas (6). Las bobinas (6) están unidas (mediante soldadura, por ejemplo) a varias aletas (7), para aumentar la transferencia de calor con el medio ambiente. En la figura 4 se usan cinco aletas, pero esto se puede modificar en función del espacio o las necesidades. Las aletas (7) proporcionan a la bobina capacidad autoportante. Cada bobina se puede atornillar a otra en un extremo. Las bobinas se pueden montar de manera simétrica (alrededor del eje central del reflector principal (10)), para que el extremo inferior de cada una se pueda unir al de la siguiente. De nuevo hay que señalar que el calor de las bobinas se transfiere por convección, conducción y radiación. El término "elemento calorportador" engloba los módulos de refrigeración (8), las bobinas modulares (6) y cualquier otro elemento que contribuya a refrigerar el motor Stirling.

Otra forma particular de este sistema pasivo de refrigeración incluye una estructura donde solo hay un elemento reflector y el motor Stirling se encuentra en el foco de la óptica principal. Para que el sistema pasivo de refrigeración funcione con este tipo de estructura, se conecta el extremo frío del motor con el sistema de refrigeración situado a la sombra del reflector mediante unas tuberías flexibles. Estas tuberías flexibles, por las que circula el fluido refrigerante, se colocan sobre la barra de soporte principal del motor (o forman parte de ella), y así se benefician de este elemento estructural y no

reducen demasiado la insolación recibida por el plato principal.

También podrían desarrollarse otras configuraciones o formas particulares de la parrilla de módulos de refrigeración basadas en este sistema pasivo de refrigeración.

El receptor (18), que es un intercambiador de calor que convierte la energía solar en energía térmica en el motor Stirling, es un receptor híbrido (18) capaz de suministrar calor al motor mediante energía solar, combustión (de gasolina, diesel, combustibles fósiles, etc.) o cualquier otra fuente de calor independiente o combinación de fuentes.

La capacidad de utilizar otras fuentes de calor en combinación con la energía solar permite al sistema funcionar las 24 horas del día, sin depender del sol.

Como se ha mencionado antes, el uso de la cara del reflector principal situada a la sombra como elemento de refrigeración pasivo no se limita a aquellas estructuras que utilizan un reflector secundario, puesto que se puede emplear también cuando el motor Stirling se encuentra en el foco de la óptica principal conectando el extremo frío del motor con el sistema de refrigeración situado en la cara de sombra por medio de unas tuberías flexibles. A continuación se describe esta forma específica, en relación con la figura 8.

En esta forma específica, el reflector principal (10) está montado sobre la estructura de soporte (1), y el receptor (18) (el puerto de entrada de calor del motor Stirling) se encuentra en el foco del mismo (10). Los rayos del sol se reflejan desde el reflector principal (10) al receptor (18). El motor Stirling (5) se encuentra cerca del receptor (18) (detrás de él o en cualquier lugar adecuado). El sistema de refrigeración del motor Stirling (5) incluye diversos elementos calorportadores (6 u 8), montados en la cara del reflector principal situada a la sombra (10) y un fluido refrigerante (19) circula entre el motor Stirling (5) y los elementos calorportadores (por ejemplo, con la ayuda de una bomba), tal como se ha descrito antes para otras formas específicas. Al igual que en las otras formas específicas, la invención resuelve el problema de aumentar la capacidad de transferencia de calor al sistema de concentración solar con motor Stirling colocando los elementos calorportadores en la cara del reflector principal situada a la sombra.

Cualquier experto en la materia se dará cuenta de que la presente invención no se limita a las formas concretas que se han descrito anteriormente. El alcance de la presente invención incluye todas las posibles combinaciones y sub-combinaciones de las características anteriormente descritas, así como cualquier modificación o variación que se le pudiera ocurrir a alguien tras leer la anterior descripción y que no figure aún en el estado de la materia.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de concentración solar con motor Stirling formado por:
un reflector principal (10) montado sobre una estructura de soporte (1),
un reflector secundario (14) situado en un foco de dicho reflector principal (10),
5 un receptor (18) situado en un foco de dicho reflector secundario (14), en los que los rayos del sol se reflejan desde el reflector principal (10) al reflector secundario (14) y desde este reflector secundario (14) al receptor (18);
y un motor Stirling (5) situado cerca de dicho receptor (18), caracterizado por un sistema de refrigeración de dicho motor Stirling (5) formado por diversos elementos
10 calorportadores (6, 8) montados en la cara de dicho reflector principal (10) situada a la sombra, y complementado todo ello por un fluido refrigerante (19) que circula entre dicho motor Stirling (5) y dichos elementos calorportadores (6, 8).
2. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, donde el motor Stirling (5) está situado cerca de donde dicho reflector principal (10) está
15 montado sobre dicha estructura de soporte (1).
3. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, donde dicho motor Stirling (5) está unido a dicho receptor (18).
4. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, donde dicho motor Stirling (5) y dicho receptor (18) forman un sistema integrado que se
20 mueve por medio de un seguidor solar (12).
5. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 2, donde el motor Stirling (5) está situado sobre dicha estructura de soporte (1), que lo sustenta, y lejos de donde dicho reflector principal (10) está montado sobre dicha estructura de soporte (1).
- 25 6. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, donde el extremo caliente de dicho motor Stirling (5) está unido a dicho receptor (18) por medio de unas conducciones flexibles (2) por las que circula un fluido calorportador.
7. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, formado además por una bomba (17) que mueve dicho fluido refrigerante (19).
- 30 8. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, donde dichos elementos calorportadores (6, 8) están dispuestos de manera simétrica alrededor del eje central de dicho reflector principal (10).
9. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, donde se extienden unas aletas (16) a partir de dichos elementos calorportadores (6, 8).

10. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, donde dichos elementos calorportadores (6, 8) están unidos a dicho reflector principal (10) por medio de unos conectores flexibles (3).
- 5 11. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 10, donde dichos conectores flexibles (3) son rígidos en su dirección transversal y flexibles en la longitudinal.
12. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, donde dichos elementos calorportadores (6, 8) están unidos entre sí por medio de unos manguitos flexibles (4).
- 10 13. El sistema de concentración solar con motor Stirling de la reivindicación 1, donde dichos elementos calorportadores (6) comprenden unas bobinas modulares (6).
14. Un sistema de concentración solar con motor Stirling formado por:
un reflector principal (10) montado sobre una estructura de soporte (1),
un receptor (18) situado en un foco de dicho reflector principal (10), en el que los rayos
15 del sol se reflejan desde el reflector principal (10) al receptor (18);
y un motor Stirling (5) situado cerca de dicho receptor (18), caracterizado por un sistema de refrigeración de dicho motor Stirling (5) formado por diversos elementos calorportadores (6, 8) montados en la cara de dicho reflector principal (10) situada a la sombra, y complementado todo ello por un fluido refrigerante (19) que circula entre
20 dicho motor Stirling (5) y dichos elementos calorportadores (6, 8).

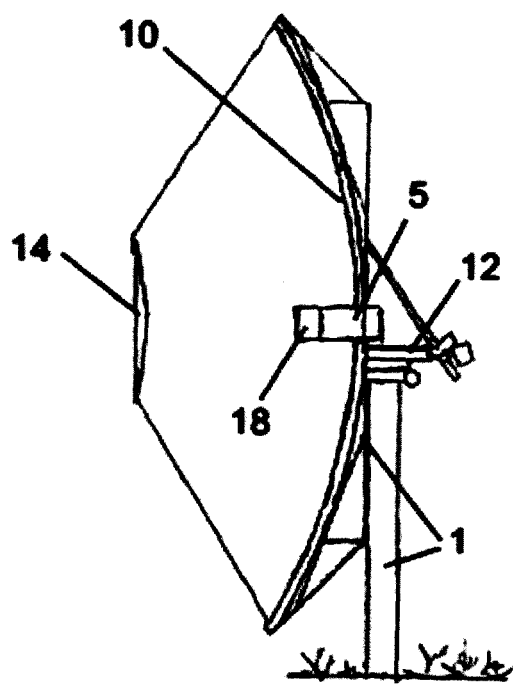


FIG. 1

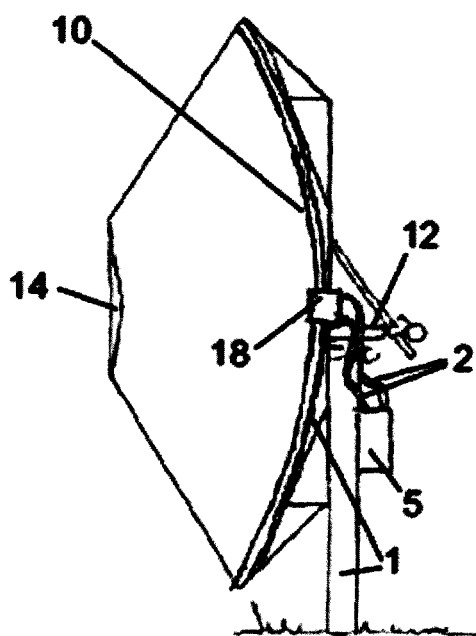


FIG. 2

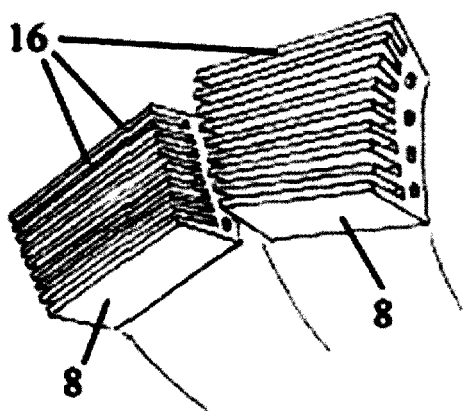


FIG. 3

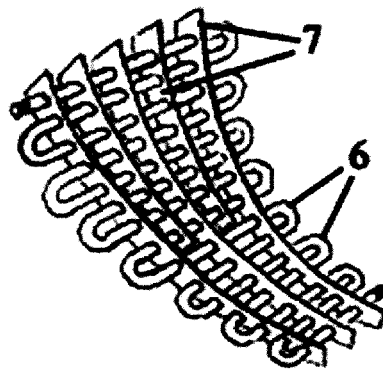


FIG. 4

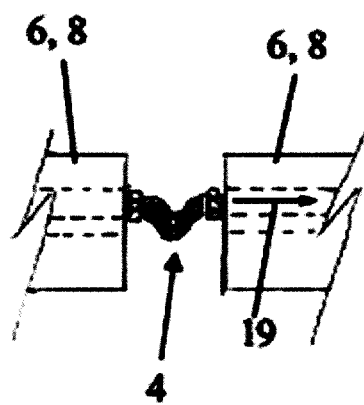


FIG. 5

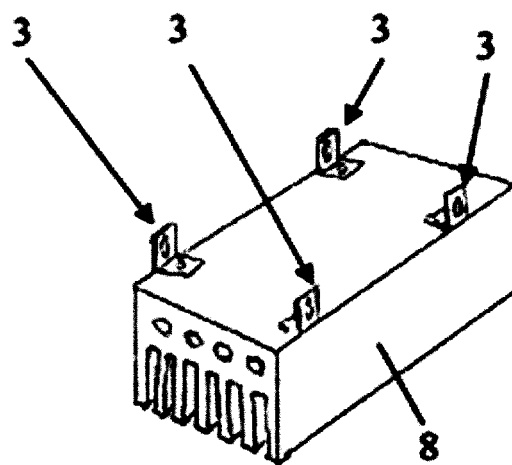


FIG. 6

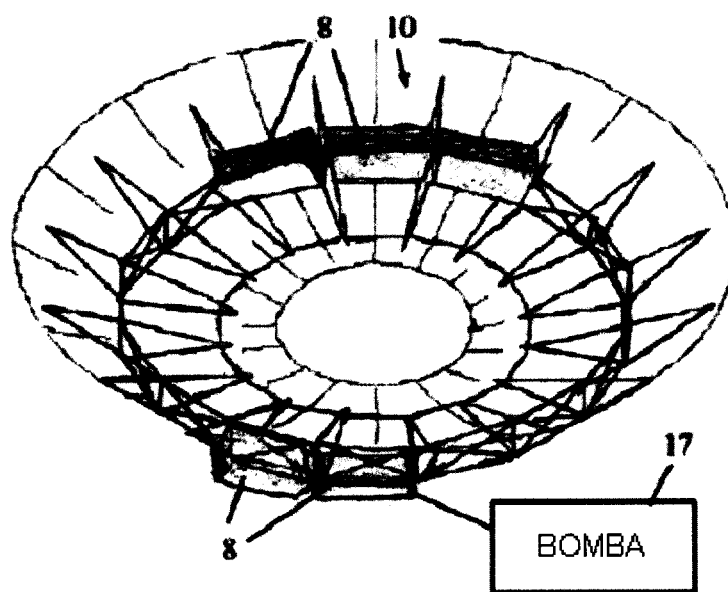


FIG. 7

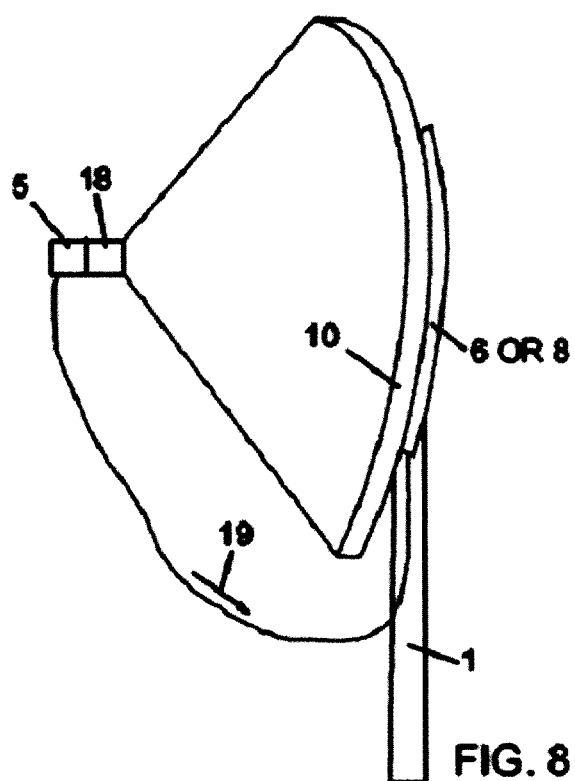


FIG. 8