

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 501**

51 Int. Cl.:

B64G 1/42 (2006.01)

B64G 1/44 (2006.01)

B64G 1/50 (2006.01)

B64G 1/66 (2006.01)

H01L 35/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.12.2014** **E 14307224 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.12.2017** **EP 3040284**

54 Título: **Dispositivo de recuperación de energía térmica disipada por un satélite colocado en el espacio**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.02.2018

73 Titular/es:

AIRBUS GROUP SAS (100.0%)
37, Boulevard de Montmorency
75016 Paris, FR

72 Inventor/es:

GENESTE, JEAN-FRANÇOIS

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 655 501 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de recuperación de energía térmica disipada por un satélite colocado en el espacio

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, con carácter general, al campo de los vehículos espaciales. Más en particular, se refiere a los dispositivos de alimentación energética de dichos vehículos espaciales.

La invención aún está encaminada, más en particular, a un dispositivo de recuperación de energía disipada en calor por un vehículo espacial.

Estado de la técnica anterior

10 Los satélites, por ejemplo de telecomunicaciones, precisan de una importante cantidad de energía eléctrica para alimentar su carga su pago.

15 De modo convencional, la alimentación de energía a vehículos espaciales tales como satélites en órbita terrestre se realiza mediante utilización de paneles de células fotovoltaicas. Estas células, realizadas por ejemplo en arseniuro de galio, presentan un rendimiento del orden del 30 %. El coste de estas células es muy elevado, y se traduce, a la escala del satélite completo, en un presupuesto de paneles fotovoltaicos que puede llegar al 20 % del coste del satélite. Estos paneles, por lo demás, son frágiles, y su rendimiento va decayendo a lo largo de la vida del satélite.

El documento EP 1980491 A1 da a conocer un dispositivo de recuperación de una parte de la energía disipada por los equipos de un satélite.

Explicación de la invención

20 A tal efecto, la invención está encaminada, en primer lugar, a un dispositivo de recuperación de una parte de la energía disipada por efecto Joule por los equipos de un satélite predeterminado ubicado en ambiente de vacío, comprendiendo este dispositivo de recuperación paneles radiantes, dimensionados para permitir la refrigeración de la carga de pago del satélite, y un generador termoeléctrico cuyo foco caliente es alimentado con fotones infrarrojos por los paneles radiantes, estando estos configurados para concentrar dichos fotones infrarrojos hacia dicho foco caliente.

25 Sabido es que el calor disipado por los equipos electrónicos del satélite representa en torno a las cuatro quintas partes de la energía eléctrica consumida por estos equipos. Este calor tiene que ser evacuado hacia el espacio para evitar que el satélite se sobrecaliente. Entonces, es ingenioso recuperar una parte de este calor disipado para producir nuevamente energía eléctrica, lo cual reduce la necesidad de alimentación del satélite mediante radiación solar y, por ejemplo, reduce la superficie necesaria de los paneles fotovoltaicos.

30 La invención utiliza los paneles radiantes que sirven para la refrigeración del satélite (a temperaturas relativamente bajas del orden de 80 °C), orientados en una dirección que está encarada con el sol, para concentrar y transferir calor hacia el foco caliente (a una temperatura muy netamente superior a 80 °C) de un dispositivo de alimentación eléctrica, por ejemplo de tipo generador termoacústico. Esta transmisión puede antojarse paradójica, ya que es el foco frío el que va a recalentar el foco caliente.

35 Recientemente, cierto número de publicaciones han hecho mención de una alternativa a los paneles solares convencionales para los satélites, basada en sistemas termoeléctricos que consisten en transformar la radiación solar en calor y el calor en electricidad. Entre estas posibilidades, el motor termoacústico se ha ganado el interés de la Agencia Espacial Europea.

40 Por otro lado, en los satélites de gran potencia, de telecomunicaciones en particular, las pérdidas por efecto Joule pueden demostrar ser importantes, hasta el 80 %. Por lo tanto, la recuperación de esta energía, normalmente perdida, constituye un desafío capital para disminuir el tamaño de los paneles solares, al suponer siempre la superficie un precio en complejidad y en peso. No obstante, en un sistema termoeléctrico eficiente, por motivos ligados al rendimiento de Carnot, la temperatura de foco caliente es muy elevada y sobrepasa en ocasiones 1000 °C. Desgraciadamente, resulta que las pérdidas por efecto Joule operan a temperaturas mucho más bajas, del orden de 80 °C. En consecuencia, a causa del segundo principio de la termodinámica, potencialmente no es posible recuperar, en un foco caliente a 1000 °C, un calor emitido a 80 °C. Con todo, resulta que las condiciones espaciales y especialmente las del vacío, donde los intercambios térmicos no pueden llevarse a cabo sino por radiaciones, van a permitir, en cierto modo, "engañar" al segundo principio de la termodinámica, por lo que van a permitir, en estas condiciones muy particulares, recalentar de manera pasiva un foco caliente con un foco frío.

50 Este problema muy particular es el que la invención se propone solucionar, por ejemplo tal y como se describe más adelante en el ámbito de un ejemplo de satélite de telecomunicaciones.

De acuerdo con la invención, al menos un panel radiante se materializa en forma de una superficie, una de cuyas

caras es radiante, mientras que la otra cara está aislada, en orden a evitar la irradiación, especialmente hacia el cuerpo del satélite, estando el panel radiante curvado de manera que la mayor parte posible de los fotones emitidos por dicho panel radiante converjan hacia una zona predeterminada del espacio frente a dicho panel radiante.

En diversas formas de realización, ocasionalmente utilizadas en conjunción, cuando ello es posible técnicamente:

- 5
- el panel radiante está configurado en forma de una superficie sensiblemente rectangular, curvada alrededor de un eje longitudinal X, en orden a presentar una sección parabólica perpendicularmente a este eje longitudinal X.
 - El panel radiante está realizado en forma de un conjunto de superficies planas conexas articuladas apilables, dispuestas, cuando son desplegadas, al objeto de aproximarse a un cilindro parabólico.
- 10 De acuerdo con la invención, el foco caliente está dispuesto en la zona de focalización de los rayos emitidos por la superficie emisora del panel radiante, estando este foco caliente aislado térmicamente, salvo en una zona de entrada de las radiaciones térmicas recibidas del panel radiante.
- El foco frío, debido a su ángulo sólido de visión, ve el espacio profundo, cuyo foco caliente tan solo representa una parte ínfima. En estas condiciones, la temperatura media que aquel ve va a ser inferior a su temperatura, por lo que va a emitir una radiación infrarroja cuyo punto focal será el foco caliente. Dicho foco caliente tendrá, por su parte, un ángulo sólido de visión que verá una temperatura media de fondo inferior a su temperatura, por lo que también él emitirá. Al ser las emisiones proporcionales a las superficies, a tenor de las sobradamente conocidas leyes de la termodinámica, si se quiere que los intercambios se operen en el sentido del recalentamiento del foco caliente, es menester que la superficie de emisión de este último esté en una relación con la del foco frío que es la relación de las temperaturas a la potencia 4 de los dos focos. Aun si tal relación de superficies es factible técnicamente, la invención va a permitir reducir sustancialmente esta última.
- 15
- El dispositivo de recuperación de calor disipado incluye un concentrador refractario dispuesto en el punto focal del panel radiante que dirige los rayos recibidos hacia el foco caliente.
 - El foco caliente se halla dispuesto detrás del panel radiante.
- 20
- 25 De acuerdo con la invención, el dispositivo incluye, en la perpendicular a dicha zona de entrada, un concentrador óptico.
- El concentrador óptico presenta, frente a las radiaciones recibidas, una superficie convergente, simétrica con respecto a un eje vertical Z.
 - La superficie convergente es una superficie curva sin ángulo tal que, en todo punto a lo largo de dicha superficie convergente, un rayo incidente recibido según la vertical Z es dirigido hacia el estrechamiento de la superficie convergente.
 - En el caso en que el panel radiante es de tipo cilindro parabólico con una directriz según un eje longitudinal X, la superficie convergente está determinada a partir de dos semisuperficies de tipo cilindro parabólico.
- 30
- La sección recta de la superficie convergente está determinada a partir de segmentos rectilíneos que se aproximan a una parábola.
 - El concentrador óptico presenta, frente a las radiaciones recibidas, una superficie concentradora que sirve a la vez para concentrar los rayos incidentes hacia la zona de entrada y para rechazar hacia dicha zona de entrada rayos salientes radialmente del foco caliente. Tales concentradores refractarios tienen, en general, superficies lisas y reflectantes.
 - La sección recta de la superficie concentradora para la invención está determinada a partir de una serie de segmentos en zigzag que convergen hacia la zona de entrada, siendo la forma de esta sección tal que los rayos infrarrojos emitidos por el foco caliente van al encuentro, en la mayor parte del ángulo sólido de emisión, de una parte de la superficie concentradora localmente en configuración de reflector hacia la zona de entrada, y que, por el contrario, los rayos infrarrojos procedentes del panel radiante vienen a reflejarse sobre sucesivas paredes cuyos ángulos se establecen de manera tal que todo rayo incidente según la vertical Z es dirigido hacia el estrechamiento de la superficie concentradora. En su caso, los segmentos serán curvos de igual curvatura local que la de un concentrador liso.
- 35
- El generador termoeléctrico es de tipo termoacústico.
- 40
- 45
- 50 En una forma de realización particular, el dispositivo combina, en correspondencia con el foco caliente:
- por una parte, una zona de entrada adaptada para recibir los rayos infrarrojos emitidos por el o los paneles

radiantes, y

- por otra, una segunda zona de entrada adaptada para recibir radiaciones solares concentradas por el concentrador principal,

5 estando la dirección Z con la que está encarado el panel radiante sensiblemente orientada a 90° de la dirección de la que provienen las radiaciones solares.

La invención está encaminada, en segundo lugar, a un satélite que incluye un dispositivo tal y como se ha expuesto.

Presentación de las figuras

La descripción subsiguiente, dada únicamente a título de ejemplo de una forma de realización de la invención, se lleva a cabo haciendo referencia a las figuras que se acompañan, en las cuales

10 la figura 1 muestra en forma esquemática los elementos principales puestos en práctica en la invención,

la figura 2 ilustra, también de manera esquemática, un concentrador refractario de radiaciones, utilizado en un ejemplo de puesta en práctica de la invención,

la figura 3 ilustra, de manera similar, un segundo concentrador de radiaciones, utilizado en una variante de puesta en práctica de la invención, y

15 la figura 4 ilustra, en vista desde el frente, desde un lado y en perspectiva, una de las posibles configuraciones de un satélite cuya generación eléctrica se lleva a cabo por motor termoacústico.

Descripción detallada de una forma de realización de la invención

20 La invención está destinada a ser puesta en práctica en un entorno de alto vacío, tal como el que existe en órbita terrestre o, más generalmente, entre los astros. En estas condiciones de vacío, es sabido que la transferencia de calor entre dos cuerpos distantes únicamente se opera por radiación.

La invención encuentra su lugar, por ejemplo, como parte de un vehículo espacial, tal como un satélite en órbita terrestre o una sonda.

25 Tal como se ve en la figura 1, un dispositivo de recuperación de calor disipado por la carga de pago del satélite incluye en primer lugar, en el presente ejemplo de realización, al menos un panel radiante 10 solidarizado al cuerpo 11 del satélite, esquematizado en este punto, a título puramente explicativo, mediante un simple cubo. Claro está que el dispositivo puede incluir un número cualquiera de paneles radiantes 10, según las necesidades o imposiciones del satélite en el que van instalados. Estos paneles radiantes 10 están orientados preferiblemente en una dirección que no está encarada con el sol, en orden a aumentar su eficiencia de refrigeración. En este punto, están orientados, por ejemplo, a 90° de la dirección solar.

30 Cada panel radiante 10 se supone unido a la carga de pago disipativa del satélite por medios en sí conocidos, por ejemplo caloductos, que, como tales, salen del ámbito de la presente invención. Simplemente se asume, en este punto, que el calor disipado por dichos equipos disipativos se transfiere hasta el panel radiante 10, cuya función es irradiar este calor hacia el espacio en forma de fotones infrarrojos.

35 Los materiales a partir de los cuales se constituye el panel radiante 10 se suponen conocidos de por sí, al igual que su arquitectura interna. Estos materiales y esta arquitectura están adaptados para que el panel radiante 10 emita en una dirección principal fotones infrarrojos. En el presente ejemplo de realización, el panel radiante se materializa en forma de una superficie curvada, una de cuyas caras es radiante, mientras que la otra cara está aislada, en orden a evitar la irradiación, especialmente hacia el cuerpo del satélite que se pretende refrigerar.

40 En el presente ejemplo de realización sin carácter limitativo alguno, el panel radiante 10 está curvado de manera que la mayor parte posible de los fotones emitidos por dicho panel radiante 10 converjan hacia una zona predeterminada del espacio frente a dicho panel radiante 10. En el ejemplo ilustrado en la figura 1, el panel radiante 10 está configurado en forma de una superficie sensiblemente rectangular, curvada alrededor de un eje longitudinal X, en orden a presentar una sección parabólica perpendicularmente a este eje longitudinal X. Se trata, entonces, de un cilindro parabólico. De esta manera, los fotones emitidos por el panel radiante 10 van a converger naturalmente hacia la línea que determina, a lo largo del eje longitudinal X, el punto focal de la parábola.

45 En variantes de realización no limitativas, el panel radiante puede estar configurado en forma de una paraboloide de revolución alrededor del eje vertical Z o, alternativamente, de un toroide de sección parabólica. En el primer caso, la zona de focalización es sensiblemente puntual. En el segundo caso, la zona de focalización es un círculo situado frente al toroide.

50 En otra variante de realización, el panel radiante 10 está realizado en forma de un conjunto de superficies planas conexas articuladas, dispuestas, una vez desplegadas, al objeto de aproximarse a un cilindro parabólico. Tal

disposición es ventajosa por motivos de almacenaje de tal panel radiante en el lanzamiento del satélite, en forma de un apilamiento de superficies articuladas.

5 Un foco caliente 12, dispuesto en la zona de focalización de los rayos emitidos por la superficie emisora del panel radiante, va a pasar a calentarse naturalmente por efecto de las radiaciones infrarrojas emitidas por el panel radiante 10 y concentradas en este punto. Este foco caliente 12 se supone completamente aislado térmicamente, salvo en una zona de entrada 13 de las radiaciones térmicas recibidas del panel radiante, figurándose dicha zona de entrada 13, en el presente caso, frente al panel radiante 10. De esta manera, el foco caliente 12 se comporta como un cuerpo negro aislado.

10 Alternativamente, el dispositivo de recuperación de calor disipado incluye, primero, un espejo secundario dispuesto en el punto focal del panel radiante (en el sitio del foco caliente 12 ilustrado en la figura 1), y que dirige los rayos recibidos hacia el foco caliente 12, hallándose entonces éste dispuesto, por ejemplo, detrás del panel radiante 10.

15 En orden a reducir las pérdidas de calor del foco caliente 12 hacia el panel radiante 10 en correspondencia con la zona de entrada 13, las dimensiones de esta zona de entrada 13 son reducidas, y el dispositivo incluye, en el presente ejemplo de realización, en la perpendicular a dicha zona de entrada 13, un concentrador óptico 14, cuya sección puede verse mejor en la figura 2.

20 Tal como se ve en esta figura dada a título de ejemplo de realización no limitativo, el concentrador óptico 14 presenta, frente a las radiaciones recibidas, una superficie convergente 15, simétrica con respecto a un eje vertical Z. Esta superficie convergente 15 es, en este punto, una superficie curva sin ángulo tal que, en todo punto a lo largo de dicha superficie convergente 15, un rayo incidente recibido según la vertical Z es reflejado (o refractado) hacia el estrechamiento de la superficie convergente 15.

En el caso en que el panel radiante 10 es de tipo cilindro parabólico con una directriz según un eje longitudinal X, la superficie convergente estará determinada a partir de dos semisuperficies de tipo parabólico.

En el caso en que el panel radiante es de tipo paraboloide de revolución, la superficie convergente presenta una simetría de revolución alrededor del eje vertical Z.

25 En el caso de un panel radiante de tipo toroide de sección parabólica, la superficie convergente puede presentar ventajosamente una superficie tórica de revolución, con sección según lo arriba descrito.

La figura 2 ilustra el trayecto de un rayo luminoso incidente según la vertical Z, que pasa a reflejarse varias veces sobre las dos superficies simétricas de la superficie convergente 15, avanzando hacia el estrechamiento de dicha superficie convergente 15.

30 En una variante de realización (no ilustrada en las figuras), la sección recta de la superficie convergente 15 está determinada a partir de segmentos rectilíneos que se aproximan a una hipérbola.

En otra variante de realización, la superficie convergente 15 se sustituye por una superficie concentradora 15' que sirve a la vez para concentrar los rayos incidentes hacia la zona de entrada 13 y para rechazar, hacia dicha zona de entrada 13, rayos salientes radialmente del foco caliente 12.

35 Para lograr este objetivo, la superficie concentradora presenta una sección ilustrada, a título de ejemplo no limitativo, en la figura 3.

40 Tal como se ve en esta figura, la sección recta de la superficie concentradora 15' está determinada a partir de una serie de segmentos, en su caso "de tipo hiperbólico" en zigzag que convergen hacia la zona de entrada 13. Debido a la forma de esta sección, los rayos infrarrojos emitidos por el foco caliente 12 van al encuentro, en la mayor parte del ángulo sólido de emisión, de una parte de la superficie concentradora 15' localmente en configuración de reflector hacia la zona de entrada 13. Por el contrario, los rayos infrarrojos procedentes del panel radiante 10 vienen a reflejarse sobre sucesivas paredes cuyos ángulos se establecen de manera tal que todo rayo incidente según la vertical Z es dirigido hacia el estrechamiento de la superficie concentradora 15'. Al final, el dispositivo favorece una energía recibida del panel radiante, en forma de fotones infrarrojos, mayor que la emitida por el foco caliente, y ello permitiendo una relación de superficies realizable con más facilidad que en una aplicación banal de los principios de la termodinámica.

En la figura 4, la superficie concentradora 15' incluye a cada lado una decena de segmentos. Claro está que es posible, como variante, utilizar un número más o menos grande de segmentos. Igualmente, estos segmentos rectilíneos pueden ser sustituidos por líneas curvas tales como segmentos de parábola y/o de hipérbola.

50 El dispositivo de recuperación de calor se completa con un generador eléctrico (no ilustrado en las figuras), adaptado para transformar la energía térmica en energía eléctrica, por ejemplo un generador de tipo termoacústico, en sí conocido.

En el caso particular en que el satélite es alimentado con energía eléctrica por un generador termoacústico, el foco

caliente 12 del dispositivo de recuperación de calor disipado por el panel radiante 10 puede ser coincidente con el foco caliente del generador termoacústico principal.

Igualmente, y conforme se ilustra mediante la figura 1, ya citada, es posible, en una variante de realización, combinar, en correspondencia con el foco caliente 12:

- 5 - por una parte, una zona de entrada 13 adaptada para recibir los rayos infrarrojos emitidos por el o los paneles radiantes 10, y
- por otra, una segunda zona de entrada 16 adaptada para recibir radiaciones solares concentradas por un segundo concentrador 17.

10 Tal como entonces se ve en esta figura 1, la dirección Z con la que está encarado el panel radiante 10 está sensiblemente orientada a 90° de la dirección de la que provienen las radiaciones solares procedentes del dispositivo de concentración que constituye la fuente de energía primaria.

La figura 4 ilustra de manera simplificada una posible configuración de un satélite equipado con un dispositivo de generación de energía eléctrica por concentración solar.

15 En esta figura, se reconoce un satélite 20 cuyo cuerpo 11 da soporte, en este punto, a un conjunto de equipos 21, 22. El cuerpo 11 está solidarizado a dos paneles reflectantes situados a uno y otro lado de dicho cuerpo 11. Estos paneles reflectantes están configurados, en este punto, en cilindro parabólico. En este punto, están encarados con el Sol.

Cada panel reflectante se representa, en este punto, vinculado a un bloque motor 23, vinculado a su vez a un radiador frío del motor 24.

20 Los paneles reflectantes están encarados en este punto con unos espejos secundarios 24, representados en este punto en forma de dos zonas puntuales. Estos espejos secundarios 24 dirigen las radiaciones recibidas hacia focos calientes, dispuestos detrás de los paneles reflectantes, incluyendo estos un vaciado central para el paso de estas radiaciones concentradas.

Modo de funcionamiento

25 Para que funcione el dispositivo de recuperación de calor disipado, es preciso que la radiación emitida por el foco caliente 12 a través de la zona de entrada 13 permanezca inferior a la radiación recibida de los paneles radiantes 10 por esta misma zona de entrada 13. Esta condición se cumple en el caso, dado en este punto a título de ejemplo puramente ilustrativo, de una temperatura de foco caliente 12 de 1000 °C y de un panel radiante 10 a 100 °C, si la relación de superficies entre el panel radiante 10 y la zona de entrada 13 del foco caliente 12 es superior a

30 aproximadamente 135. En el caso en que el dispositivo incluye una superficie concéntrica 15' susceptible de dirigir una amplia parte de los rayos emitidos por el foco caliente 12 hacia la misma debido a una emisión necesariamente isótropa, esta relación de superficies se encuentra sensiblemente disminuida.

A título de ejemplo de utilización, suponiendo el caso de un satélite que consume 5 kW de energía eléctrica y que utiliza, para la generación de electricidad, la superficie de unos paneles se puede estimar *grosso modo* a 12 m² si

35 estos paneles tienen un rendimiento del 30 % y si la radiación solar se estima a 1,3 kW/m².

Suponiendo entonces que el satélite cree 4 kW en forma de calor debido al efecto Joule, que sea capaz de una emisión de 2 kW por mediación de sus paneles radiantes 10, con la instalación de un dispositivo de recuperación de calor disipado, según lo arriba descrito, la superficie de paneles necesaria para la alimentación del satélite queda reducida a 10 m². La economía generada sobre la superficie es, pues, del orden del 20 %. Por lo tanto, para

40 aplicaciones a gran potencia, serán sustanciales las economías de superficie y, sobre todo, de masa.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de recuperación de una parte de la energía disipada por efecto Joule por los equipos de un satélite predeterminado ubicado en ambiente de vacío, que comprende al menos un panel radiante (10), dimensionado para permitir la refrigeración de la carga de pago del satélite (20), y un generador termoeléctrico cuyo foco caliente (12) es alimentado con fotones infrarrojos por los paneles radiantes (10), estando estos configurados para concentrar dichos fotones infrarrojos hacia dicho foco caliente (12),

caracterizado por que al menos un panel radiante (10) se materializa en forma de una superficie, una de cuyas caras es radiante, mientras que la otra cara está aislada, en orden a evitar la irradiación, especialmente hacia el cuerpo del satélite, estando el panel radiante (10) curvado de manera que la mayor parte posible de los fotones emitidos por dicho panel radiante (10) converjan hacia una zona predeterminada del espacio frente a dicho panel radiante (10), por que el foco caliente (12) está dispuesto en la zona de focalización de los rayos emitidos por la superficie emisora del panel radiante, estando dicho foco caliente aislado térmicamente, salvo en al menos una zona de entrada (13) de las radiaciones térmicas recibidas del panel radiante (10), y por que el dispositivo de recuperación de energía térmica incluye, en la perpendicular a dicha zona de entrada (13), un concentrador óptico (14).
- 15 2. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 1, caracterizado por que el panel radiante (10) está configurado en forma de una superficie sensiblemente rectangular, curvada alrededor de un eje longitudinal X, en orden a presentar una sección parabólica perpendicularmente a este eje longitudinal X.
- 20 3. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 1, caracterizado por que el panel radiante (10) está realizado en forma de un conjunto de superficies planas conexas articuladas apilables, dispuestas, cuando están desplegadas, al objeto de aproximarse a un cilindro parabólico.
4. Dispositivo de recuperación de energía térmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el dispositivo de recuperación de calor disipado incluye un espejo secundario dispuesto en el punto focal del panel radiante que dirige los rayos recibidos hacia el foco caliente (12).
- 25 5. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 4, caracterizado por que el foco caliente se halla dispuesto detrás del panel radiante (10).
6. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 1, caracterizado por que el concentrador óptico (14) presenta, frente a las radiaciones recibidas, una superficie convergente (15), simétrica con respecto a un eje vertical Z.
- 30 7. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 6, caracterizado por que la superficie convergente (15) es una superficie curva sin ángulo tal que, en todo punto a lo largo de dicha superficie convergente (15), un rayo incidente recibido según la vertical Z es dirigido hacia el estrechamiento de la superficie convergente (15).
- 35 8. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 7, adaptado al caso en que el panel radiante (10) es de tipo cilindro parabólico con una directriz según un eje longitudinal X, caracterizado por que la superficie convergente está determinada a partir de dos semisuperficies de tipo cilindro parabólico.
9. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 6, caracterizado por que la sección recta de la superficie convergente (15) está determinada a partir de segmentos rectilíneos y/o curvos que se aproximan a una parábola.
- 40 10. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 1, caracterizado por que el concentrador óptico presenta, frente a las radiaciones recibidas, una superficie concentradora (15') que sirve a la vez para concentrar los rayos incidentes hacia la zona de entrada (13) y para rechazar, hacia dicha zona de entrada (13), rayos salientes radialmente del foco caliente (12).
- 45 11. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 10, caracterizado por que la sección recta de la superficie concentradora (15') está determinada a partir de una serie de segmentos en zigzag que convergen hacia la zona de entrada (13), siendo la forma de esta sección tal que los rayos infrarrojos emitidos por el foco caliente (12) van al encuentro, en la mayor parte del ángulo sólido de emisión, de una parte de la superficie concentradora (15') localmente en configuración de reflector hacia la zona de entrada (13), y que, por el contrario, los rayos infrarrojos procedentes del panel radiante (10) vienen a reflejarse sobre sucesivas paredes cuyos ángulos se establecen de manera tal que todo rayo incidente según la vertical Z es dirigido hacia el estrechamiento de la superficie concentradora (15').
- 50 12. Dispositivo de recuperación de energía térmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado por que el generador termoeléctrico es de tipo termoacústico.
13. Dispositivo de recuperación de energía térmica según la reivindicación 12, caracterizado por que combina, en correspondencia con el foco caliente (12):

- por una parte, una zona de entrada (13) adaptada para recibir los rayos infrarrojos emitidos por el o los paneles radiantes (10), y
 - por otra, una segunda zona de entrada (16) adaptada para recibir radiaciones solares concentradas por un segundo concentrador (17),
- 5 estando la dirección Z con la que está encarado el panel radiante (10) sensiblemente orientada a 90° de la dirección de la que provienen las radiaciones solares.
14. Vehículo espacial, caracterizado por que incluye un dispositivo de recuperación de energía térmica según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

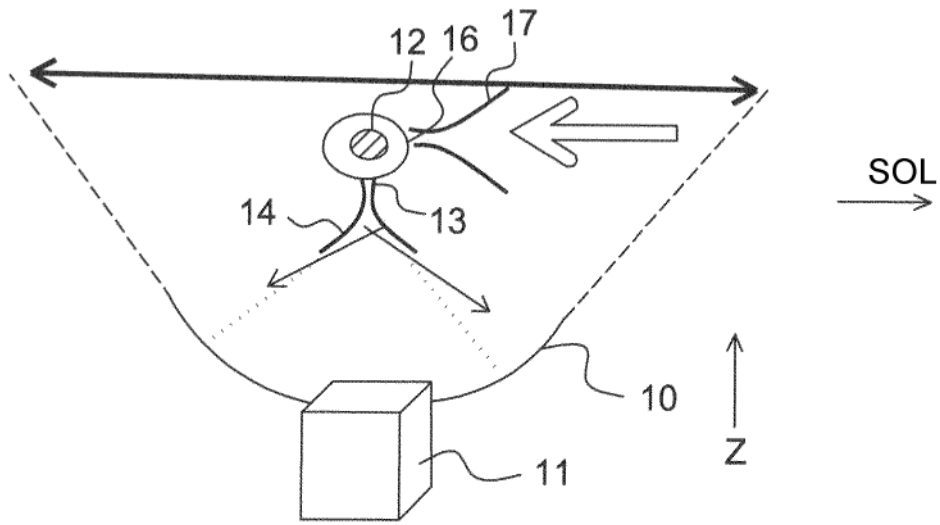


Fig.1

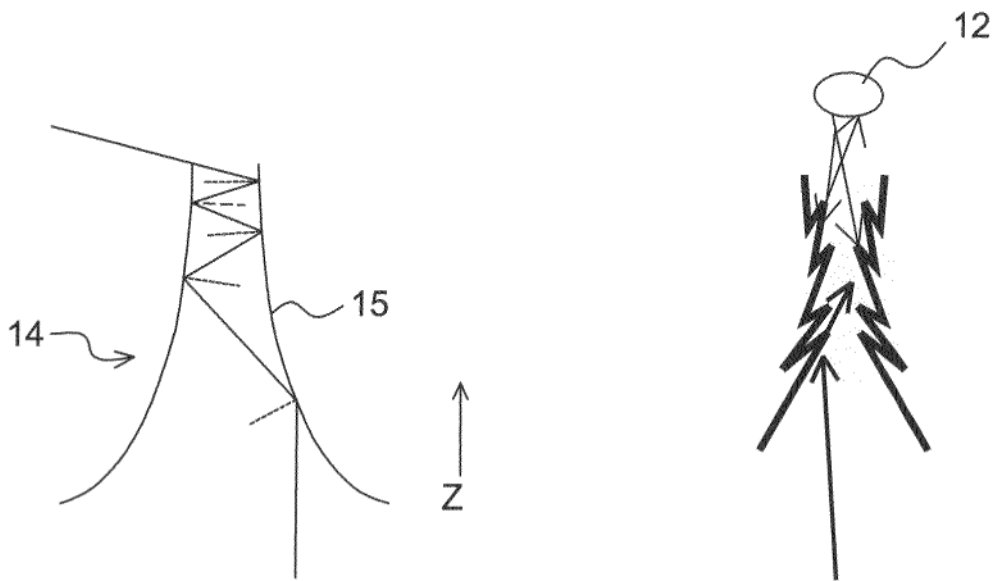


Fig.2

Fig.3

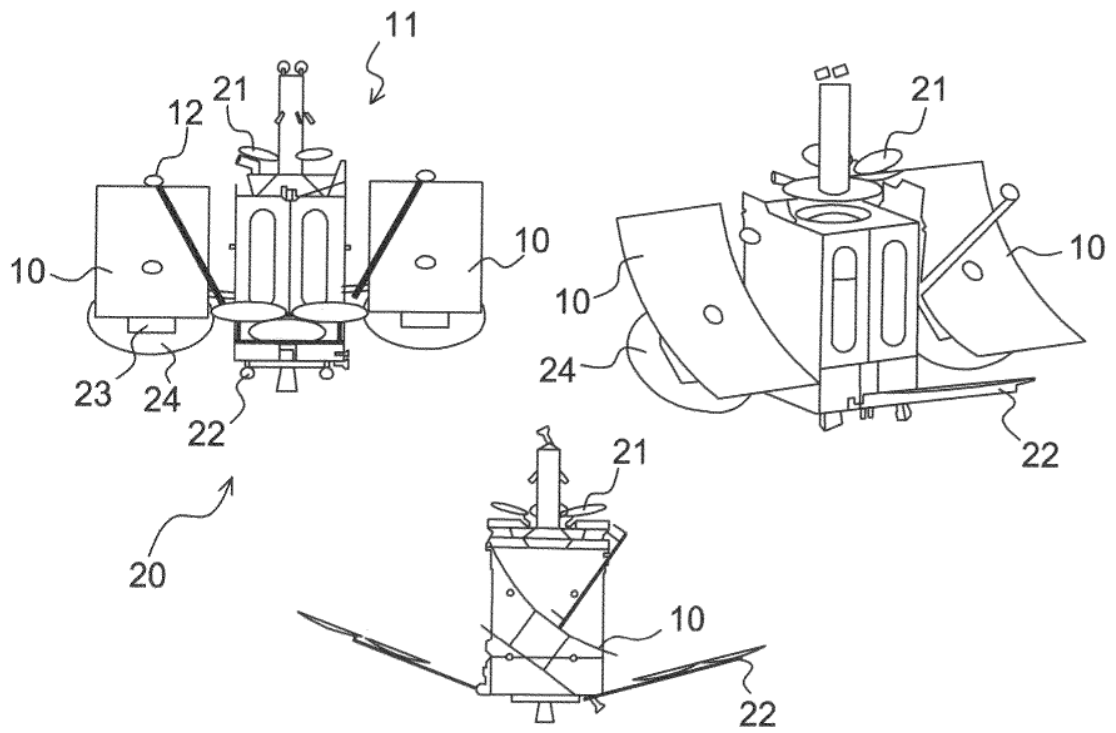


Fig.4