



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 366 149**

51 Int. Cl.:
B64G 1/50 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07823806 .0**

96 Fecha de presentación : **11.09.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2069201**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.06.2009**

54 Título: **Dispositivo de gestión de los flujos térmicos en una nave espacial y nave espacial equipada con un dispositivo de este tipo.**

30 Prioridad: **15.09.2006 FR 06 08119**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.10.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.10.2011

73 Titular/es: **ASTRIUM S.A.S.**
6 rue Laurent Pichat
75016 Paris, FR

72 Inventor/es: **Jondeau, Laurence;**
Flemin, Christian y
Mena, Fabrice

74 Agente: **Veiga Serrano, Mikel**

ES 2 366 149 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 gestión de los flujos térmicos en una nave espacial y nave espacial equipada con un dispositivo de este tipo.

Sector de la técnica

La presente invención se refiere a un dispositivo de gestión de los flujos térmicos en una nave espacial en órbita.

Debido a su desplazamiento en la órbita, las caras de una nave espacial o satélite están sometidas a variaciones del flujo de los rayos solares en función de su orientación y de su alejamiento con respecto al Sol. Así, ciertas caras de la nave no reciben la misma cantidad de energía térmica a lo largo de un periodo de veinticuatro horas y a lo largo de las estaciones.

Por ejemplo, de manera habitual y tal como se presenta de manera más precisa en la figura 1, una nave espacial del tipo satélite (1) geoestacionario se presenta en forma de una carcasa (2) paralelepípedica que gira en una órbita (3) alrededor de la Tierra (4) y que presenta siempre la misma cara dirigida hacia la Tierra, denominándose esta cara la (5A) Tierra, la cara opuesta y paralela a la cara (5A) Tierra se denomina por su parte la cara (5B) anti-Tierra. La cara (6) Norte y la cara (7) Sur de la carcasa son ambas opuestas una a la otra, paralelas entre sí y perpendiculares al eje Norte-Sur de la Tierra (4) mientras que las caras (8) Este y (9) Oeste son otras dos caras opuestas, paralelas entre sí y perpendiculares a la dirección de desplazamiento de la nave (1) espacial. Debido a la naturaleza de la órbita geoestacionaria, las caras (6) Norte y (7) Sur están relativamente poco expuestas a los rayos emitidos por el Sol (10) con respecto a las caras (8) Este y (9) Oeste, que se exponen alternativamente a esos rayos a lo largo de una revolución orbital. Habitualmente, las caras (6) Norte y (7) Sur son las caras en las que se fijan paneles (11) solares y las caras (8) Este y (9) Oeste son las caras en las que se fijan antenas de comunicación.

Las variaciones de temperaturas de una cara a la otra y de una misma cara a lo largo del tiempo limitan las capacidades de disipación del calor de esas superficies. Así, una superficie expuesta al Sol no rechazará o rechazará menos calor con respecto a una superficie situada a la sombra o que recibe pocos rayos luminosos.

Debido a ello, con el fin de permitir la regulación de los flujos térmicos en un satélite, es necesario prever medios que permitan disipar la energía térmica recibida por una de las caras calientes del satélite.

Para permitir esta regulación y disipación de la energía térmica, se prevén paneles radiantes, que tienen la capacidad de irradiar la potencia disipada hacia el espacio al tiempo que minimizan los flujos solares absorbidos cuando esos paneles se exponen al Sol, sobre caras del satélite.

De manera habitual, las caras Norte y Sur se usan para la disipación de calor debido a que reciben una baja cantidad de flujo solar que es relativamente constante a lo largo del tiempo.

Debido a ello, resulta habitual colocar sobre esas caras Norte y Sur del satélite unidades disipadoras de calor denominadas "fuentes calientes", tales como un tubo de ondas progresivas (TOP) u OMUX (multiplexor de salida), que también conviene regular térmicamente mediante disipación de su energía térmica con

ayuda de estos radiadores o paneles radiantes, cuando están en servicio.

Con el fin de permitir una disipación más importante de calor, debería aumentarse la superficie radiante. No obstante, las superficies utilizables para la radiación térmica están limitadas por el volumen disponible en el lanzador espacial y los elementos ya previstos en la superficie del satélite, tales como las antenas.

Así, debido a que la potencia térmica disponible es limitada, uno de los principales desafíos para los constructores de satélites de telecomunicación es llegar a obtener el mejor equilibrio entre la potencia disipada, las superficies radiantes y la masa del satélite.

Estado de la técnica

Con el fin de aumentar la cantidad de calor adecuada para disiparse, resulta habitual prever en el interior del satélite medios de transferencia del calor de una cara caliente hacia una cara más fría que puede disipar más calor.

Así, con el fin de permitir la disipación de calor de una cara del satélite hacia otra, según el documento US 5.806.803, se presenta una red de tubos térmicos ("heat pipe") que conectan una cara de un satélite a otra cara paralela opuesta del satélite pasando por un panel transversal interno. No obstante, esta red es relativamente compleja de poner en práctica y presenta limitaciones de volumen interno.

Según el mismo principio, a saber, la conexión directa de dos caras opuestas paralelas entre sí de un satélite mediante una red de tubos térmicos, se presenta en el documento US 2002/0139512, un sistema de tubos térmicos que conectan transversalmente la cara Este a la cara Oeste del satélite de manera que se reparte la carga térmica entre esas dos caras.

Según el documento US 6 073 888, se integra un sistema de gestión de los flujos térmicos colocando radiadores en las caras Norte, Sur, Este y Oeste y conectándolos a una carga térmica o a unidades disipadoras con ayuda de tubos térmicos de conductancia variable ("Variable Conductance Heat Pipes" (VCHP)) o tubos térmicos de diodo ("Diode Heat Pipe" (DHP)). No obstante, este sistema también es complejo de poner en práctica y presenta limitaciones de integración en cuanto a la masa y al volumen que representan un importante freno a su uso.

En el documento US 6.073.887, se da a conocer un sistema de gestión de los flujos térmicos a partir de tubos térmicos en los que circula un fluido caloportador y que conectan determinadas caras del satélite entre sí y que permiten usar las caras Este y Oeste como caras radiantes en las que pueden colocarse equipos electrónicos térmicos, además de las caras Norte y Sur en las que ya están instalados tales equipos. Así, se prevé realizar un bucle de tubos térmicos que conectan las caras Este, Oeste, Tierra y anti-Tierra con objeto de regular la potencia térmica en el conjunto de esas caras.

No obstante, no se prevé en ese documento permitir una mayor disipación térmica de las caras Norte y Sur, sino por el contrario, aumentar la disipación térmica de las caras Este y Oeste formando un bucle de tubos térmicos que pasan por las caras Este, Oeste, Tierra y anti-Tierra.

En el documento EP 1 468 911 se presenta un sistema de gestión de los flujos térmicos que permite disipar esos flujos por medio de las caras Norte, Sur, Este y Oeste a partir de un estante que soporta los equi-

pos y los medios de transferencia térmica para transferir el calor desprendido por los equipos electrónicos que desprenden calor hacia los paneles radiantes Norte, Sur, Este y Oeste, estando constituidos los medios de transferencia térmica por al menos un bucle de fluido difásico de bombeo capilar.

No obstante, según esta técnica anterior es necesario añadir una estructura, a saber un estante, para soportar el sistema de gestión de flujos térmicos, obteniéndose limitaciones de volumen.

Según el documento US 6 073 888, y más precisamente del modo de realización ilustrado en la figura 7 de ese documento, se conoce realizar un dispositivo de gestión de los flujos térmicos en una nave espacial que presenta siempre una misma cara girada hacia la Tierra con ayuda de un conjunto de tubos térmicos colocado o bien en la cara Norte, o bien en la cara Sur, en el que se fija una carga térmica, y que está curvado y se prolonga en las caras Este y Oeste de la nave espacial. No obstante, un dispositivo de gestión de los flujos térmicos de este tipo no es autónomo y no puede funcionar de manera continua a lo largo del tiempo. En efecto, es necesario prever interruptores térmicos para permitir el correcto funcionamiento de ese dispositivo, lo que lo hace difícil y costoso de poner en práctica.

También se conoce a partir del documento GB 2 270 666 realizar un dispositivo de gestión de flujos térmicos en una nave espacial con ayuda de tubos térmicos que conectan la cara Tierra de la nave a las caras Sur y Norte, lo que da como resultado la formación de un conjunto de tubos térmicos que conectan tres caras de la nave.

No obstante, este modo de realización tampoco permite permitir la realización de un dispositivo de gestión de los flujos térmicos que sea autónomo y que pueda funcionar en todas las estaciones.

Por tanto, sería particularmente interesante realizar un sistema de gestión de los flujos térmicos que permita disipar el calor emitido por equipos electrónicos colocados en las caras Norte y Sur y que no necesite la adición de un panel transversal o de un elemento previsto transversalmente entre dos caras opuestas del satélite.

Por tanto, sería particularmente interesante realizar un dispositivo de regulación térmica de la potencia disipada por las caras Norte y Sur de un satélite geoestacionario que permita aumentar el número de equipos electrónicos térmicos en esas caras sin conllevar limitaciones de peso y de volumen.

También sería interesante realizar un dispositivo de regulación de los flujos térmicos que sea autónomo, que pueda funcionar en todas las estaciones y de manera totalmente pasiva, es decir, sin necesitar una intervención o una modificación de su modo de funcionamiento a lo largo del tiempo en función de su posición en su órbita.

Objeto de la invención

Así, uno de los objetos de la presente invención es proporcionar una nave espacial que comprende un dispositivo de gestión de los flujos térmicos que permite mejorar la capacidad de disipación de los flujos térmicos emitidos por las caras Norte y Sur al tiempo que funciona de manera autónoma, continua y pasiva.

Otro objeto de la presente invención es realizar una nave espacial que comprende un dispositivo de gestión de los flujos térmicos poco voluminoso y con una masa que satisface los criterios de los lanzadores.

Para ello, la presente invención se refiere a una nave espacial que comprende un dispositivo de gestión de los flujos térmicos, presentando la nave espacial siempre una misma cara girada hacia la Tierra, un par de caras opuestas Norte y Sur paralelas entre sí y perpendiculares al eje Norte-Sur de la Tierra y dos pares de caras opuestas paralelas entre sí: Este/Oeste y Tierra/anti-Tierra, estando previstos equipos disipadores o transmisores de calor en las paredes internas de las caras Norte y Sur, caracterizada porque dicho dispositivo comprende una pluralidad de tubos térmicos que conectan las caras Norte y Sur de dicha nave a otro par de caras opuestas de dicha nave y que forman un bucle de tubos térmicos en contacto de conducción térmica entre sí. De esta manera, es posible permitir una mayor disipación del calor emitido por las caras Norte y Sur, ya que el calor emitido se transfiere hacia otras dos caras de la nave espacial, iluminándose esas caras alternativamente por los flujos solares y por tanto existe siempre una cara sensiblemente a la sombra que puede disipar más fácilmente los flujos térmicos.

Con el fin de permitir la formación de un bucle de tubos térmicos en contacto unos con otros en cuatro caras distintas de la nave espacial, el dispositivo comprende al menos un par de tubos térmicos de conexión con un primer y un segundo ramal, fijándose el primer ramal de uno de los tubos térmicos de conexión de dicho par de tubos térmicos de conexión, en contacto de conducción térmica, sobre un panel radiante de la cara Norte, y fijándose el primer ramal del otro de los tubos térmicos de conexión de dicho par de tubos térmicos de conexión, en contacto de conducción térmica, sobre un panel radiante de la cara Sur.

Según una primera forma de realización del bucle de tubos térmicos, dicho primer ramal de dicho tubo térmico de conexión se fija sobre al menos una parte de una extensión del panel radiante o bien de la cara Norte, o bien de la cara Sur que sobresale de dicho otro par de caras opuestas.

Según una segunda forma de realización del bucle de tubos térmicos, dicho primer ramal de dicho tubo térmico de conexión se fija sobre la pared interna de dicho panel radiante o bien de la cara Norte, o bien de la cara Sur, en el volumen interior delimitado por las caras de dicha nave espacial.

Para permitir la disipación de calor a partir de las caras de dicho par de caras opuestas, dicho segundo ramal de dicho tubo térmico de conexión se fija sobre la pared externa de una de las caras que pertenecen a dicho otro par de caras opuestas.

Con el fin de aumentar la superficie de disipación de las caras de dicho par de caras opuestas, un panel radiante se fija sobre dichos segundos ramales de dicho par de tubos térmicos de conexión.

Ventajosamente, dichos ramales primero y segundo de dicho tubo térmico de conexión son de la misma longitud.

De manera alternativa, con el fin de permitir la formación de un bucle de tubos térmicos en contacto de conducción térmica entre sí, dicho segundo ramal de dicho tubo térmico de conexión de dicho par de tubos térmicos de conexión se fija en contacto de conducción térmica sobre otro segundo ramal de otro tubo térmico de conexión de dicho par de tubos térmicos de conexión que a su vez se fija sobre la pared externa de una de las caras que pertenecen a dicho otro par de caras opuestas.

Ventajosamente, dicho segundo ramal de dicho tu-

bo térmico de conexión tiene una longitud mayor que dicho primer ramal de dicho tubo térmico de conexión.

Según un modo de realización particular, y con el fin de aumentar la superficie radiante de las caras del par de caras opuestas, una placa, preferiblemente de aluminio, se fija sobre los segundos ramales de dichos tubos térmicos de conexión de una misma cara que pertenecen a dicho otro par de caras opuestas y que están en contacto de conducción térmica con un segundo ramal de otro tubo térmico de conexión.

Según un modo de realización particular alternativo, y con el fin de aumentar la superficie radiante de las caras del par de caras opuestas, dicho segundo ramal de dicho tubo térmico de conexión que se fija sobre el segundo ramal de otro tubo térmico de conexión comprende un par de aletas tangenciales a un elemento tubular en el que circula un fluido caloportador, siendo una de las aletas de dimensión transversal mayor que la otra aleta.

De manera ventajosa, se prevé en las caras Norte y Sur al menos un panel radiante con una estructura de panal de abejas sobre, o dentro de, la cual están asociadas redes de tubos térmicos.

Según un modo de realización particular de un panel radiante, la estructura de panal de abejas comprende una primera red de tubos térmicos alojados en alveolos de dicho panal de abejas y una segunda red de tubos térmicos colocados exteriormente sobre una superficie de dicho panal de abejas y perpendicularmente a los tubos térmicos de la primera red.

Según un modo de realización particular alternativo de un panel radiante, la estructura de panal de abejas comprende una primera red de tubos térmicos alojados en alveolos de dicho panal de abejas y una segunda red de tubos térmicos que atraviesan dichos alveolos perpendicularmente a los tubos térmicos de dicha primera red.

Descripción de las figuras

La presente invención se describe a continuación con ayuda de ejemplos únicamente ilustrativos y en absoluto limitativos del alcance de la presente invención y a partir de las ilustraciones adjuntas en las que:

- la figura 1 es una representación esquemática de una nave espacial o satélite geoestacionario en su órbita;

- la figura 2 es una vista esquemática superior de las redes de tubos térmicos presentes en un panel radiante de estructura de panal de abejas;

- la figura 3 es una vista en sección esquemática de una primera forma de realización de un panel radiante de panal de abejas;

- la figura 4 es una vista en sección esquemática de una segunda forma de realización de un panel radiante de panal de abejas;

- la figura 5A es una vista en sección esquemática de una primera forma de realización de un tubo térmico;

- la figura 5B es una vista en sección esquemática de una segunda forma de realización de un tubo térmico;

- la figura 6 es una vista en sección esquemática de una primera forma de realización según la invención del dispositivo de gestión de los flujos térmicos entre las caras Norte y Sur de un satélite geoestacionario;

- la figura 7 es una vista en sección esquemática detallada del dispositivo de la figura 6 en el que las

redes de tubos térmicos están conectadas al panel radiante de panal de abejas ilustrado en la figura 3;

- la figura 8 es una vista en sección esquemática del dispositivo de la figura 6 en el que las redes de tubos térmicos están conectadas al panel radiante de panal de abejas ilustrado en la figura 4;

- la figura 9 es una vista frontal de una cara vertical del satélite que comprende la primera forma de realización del dispositivo según la invención ilustrado en la figura 6;

- la figura 10 es una vista en sección esquemática de una segunda forma de realización de un dispositivo de gestión de los flujos térmicos según la invención;

- la figura 11 es una vista en sección esquemática detallada de una forma de realización de la segunda forma de realización del dispositivo de la figura 10 en el que las redes de tubos térmicos están conectadas al panel radiante de panal de abejas ilustrado en la figura 3;

- la figura 12 es una vista frontal de una cara vertical del satélite según la segunda forma de realización del dispositivo según la invención ilustrado en la figura 11;

- la figura 13 es una vista en sección esquemática de un par de tubos térmicos colocados sobre una cara vertical del satélite según la forma de realización de la invención ilustrada en la figura 11;

- la figura 14 es una vista frontal de una forma de realización alternativa de la segunda forma de realización del dispositivo según la invención ilustrado en la figura 10;

- la figura 15 es una vista en sección esquemática de un par de tubos térmicos colocados sobre una cara vertical del satélite según la forma de realización alternativa de la segunda forma de realización ilustrada en la figura 14;

- la figura 16 es una vista en sección esquemática de un satélite que comprende el dispositivo según la primera forma de realización de la invención;

- la figura 17 es una vista en sección esquemática de otro satélite que comprende el dispositivo según la primera forma de realización de la invención;

- la figura 18 es una vista en perspectiva de una tercera forma de realización del dispositivo según la invención, y

- la figura 19 es una vista en sección esquemática de la tercera forma de realización del dispositivo según la invención.

Descripción detallada de la invención

A continuación en la descripción, la expresión “unidad disipadora de calor” o “unidad transmisora de calor” debe comprenderse respectivamente como cualquier elemento de la nave (1) espacial adecuado para disipar calor o adecuado para transmitir calor, entendiéndose que la expresión “fuente caliente” es equivalente a esas dos expresiones. Por otro lado, las expresiones “nave espacial” y “satélite” deben considerarse como equivalentes.

Además, las nociones de “verticalidad” y “horizontalidad” que se usan en la descripción se definen únicamente con respecto al modo de representación del satélite en las figuras y no deben comprenderse en ningún caso como nociones limitativas. Debido a ello, un elemento horizontal es un elemento sensiblemente paralelo o que coincide con el eje Este-Oeste mientras que un elemento vertical es un elemento sensiblemente paralelo o que coincide con el eje Norte-Sur.

Así, en el caso de la figura en la que el satélite (1) se presenta con la forma general de un paralelepípedo, entonces la cara (6) Norte y la cara (7) Sur del satélite se consideran como que son superficies horizontales y la cara (8) Este, la cara (9) Oeste, la cara (5A) Tierra y la cara (5B) anti-Tierra (cara opuesta y paralela a la cara (5) Tierra) se consideran como que son superficies verticales, entendiéndose que, según el modo de realización preferible de un satélite, el conjunto de estas caras forma un conjunto paralelepédico, pero que también es posible prever, y tal como se ilustra en las figuras 17 y 18, satélites que presentan determinadas caras inclinadas con respecto a otras.

La figura 2 es una vista esquemática superior de un panel radiante que tiene una estructura de soporte de panal (12) de abejas adecuada para integrarse al menos parcialmente en una de las caras (5-9) del satélite (1).

A ese panel radiante de panal (12) de abejas se le asocian dos redes de tubos (13a, 13b) térmicos (o "heat pipe") perpendiculares entre sí, presentándose cada tubo (13a, 13b) térmico en forma de un elemento tubular sensiblemente longitudinal cuyo orificio interior está lleno con un fluido caloportador, preferiblemente amoniaco.

Según una primera forma de realización de un panel radiante de panal (12) de abejas, se prevé una primera red (13a) de tubos térmicos integrados en los alveolos (14) del panal (12) de abejas y una segunda red (13b) de tubos térmicos previstos en contacto perpendicularmente con los tubos térmicos de la primera red (13a), colocándose los tubos térmicos de la segunda red (13b) exteriormente sobre una superficie del panal (12) de abejas, ventajosamente sobre la superficie del panal (12) de abejas destinada a dirigirse hacia el interior de la nave (1) espacial.

Con el fin de permitir la reflexión de los flujos luminosos recibidos por las caras (5-9) del satélite (1) sobre las cuales están instalados los paneles radiantes de panal (12) de abejas, se prevé que la superficie exterior del panal (12) de abejas, es decir, la superficie del panal (12) de abejas destinada a dirigirse hacia el espacio, esté recubierta por una placa (15) de aluminio revestida por un revestimiento (16) reflectante, preferiblemente del tipo OSR ("Optical Solar Reflector", reflector óptico solar) o, alternativamente, una capa de pintura blanca.

Según una segunda forma de realización de un panel radiante de panal (12) de abejas ilustrado en sección esquemática en la figura 4, la segunda red de tubos (13c) térmicos está prevista directamente integrada en la estructura de panal (12) de abejas con los tubos (13c) térmicos de esa segunda red en contacto perpendicularmente con los tubos térmicos de la primera red (13a).

Puede por tanto preverse que los tubos (13c) térmicos de esta forma de realización de la segunda red atraviesen los alveolos (14) en los que se alojan los tubos (13a) térmicos de la primera red.

Las figuras 5A y 5B representan respectivamente dos vistas en sección esquemática de una forma de realización posible de un tubo (13) térmico.

Según la primera forma de realización ilustrada en la figura 5A, el tubo (13) térmico, de tipo conocido en sí mismo, está constituido por un elemento (17) tubular hueco lleno con un fluido caloportador, ventajosamente amoniaco, y que presenta un par (18) de

aletas tangenciales, paralelas entre sí y sensiblemente de igual longitud.

Según la segunda forma de realización ilustrada en la figura 5B, se prevé una aleta (18a) de longitud superior a la longitud de la otra aleta (18b).

Las aletas (18) permiten ventajosamente disipar calor almacenado por el fluido caloportador contenido en el tubo (13) térmico. Así, cuanto mayor es la longitud de las aletas (18), mayor es la cantidad de calor que puede disiparse por el tubo (13) térmico.

La figura 6 es una vista en sección esquemática de una primera forma de realización del dispositivo según la invención de gestión de los flujos térmicos entre las caras (6) Norte y (7) Sur de un satélite (1) geostacionario.

Se prevé sobre la pared (6a) interna de la cara (6) Norte y sobre la pared (7a) interna de la cara (7) Sur al menos una fuente (19) caliente, tal como un tubo de ondas progresivas (TOP) u OMUX (múltiplexor de salida), colocado y fijado en contacto de conducción térmica sobre un panel radiante de panal (12) de abejas y más precisamente sobre los tubos (13a, 13b, 13c) térmicos conectados a ese panel radiante.

La fuente (19) caliente es o bien un equipo disipador de calor, o bien un elemento transmisor de calor.

Las caras (6) Norte y (7) Sur de la nave (1) espacial están previstas con extensiones o reborde (20), preferiblemente en forma de placas rectangulares, que sobresalen del par de caras (8, 9) verticales opuestas Este y Oeste o del par de caras (5A y 5B) verticales opuestas Tierra y anti-Tierra.

Así, cuando la cara (6) Norte (respectivamente (7) Sur) está prevista con dos extensiones (20) que sobresalen con respecto a las caras (8) Este y (9) Oeste, entonces el satélite (1) presenta una primera extensión (20) de la cara (6) Norte (respectivamente (7) Sur) que sobresale de la cara (8) Este y una segunda extensión (20) de la cara (6) Norte (respectivamente (7) Sur) que sobresale de la cara (9) Oeste, siendo las extensiones (20) primera y segunda de la misma dimensión y de la misma longitud.

De manera similar, cuando la cara (6) Norte (respectivamente (7) Sur) está prevista con dos extensiones (20) sobre las caras (5A) Tierra y (5B) anti-Tierra, entonces el satélite (1) presenta una primera extensión (20) de la cara (6) Norte (respectivamente (7) Sur) que sobresale de la cara (5A) Tierra y una segunda extensión (20) de la cara (6) Norte (respectivamente (7) Sur) que sobresale de la cara (5B) anti-Tierra, siendo las extensiones (20) primera y segunda de la misma dimensión y de la misma longitud.

Con el fin de formar un bucle de tubos térmicos que conectan el par de caras (6) Norte y (7) Sur al par de caras verticales opuestas (8) Este y (9) Oeste (respectivamente (5A) Tierra y (5B) anti-Tierra) alternativamente iluminadas por el Sol, se prevé, sobre cada una de las caras (8) Este y (9) Oeste (respectivamente (5A) Tierra y (5B) anti-Tierra), al menos un par de tubos (21) térmicos de conexión, en forma de L, con un ramal (22) horizontal fijado sobre la pared interna de la cara (6) Norte o de la cara (7) Sur y un ramal (23) vertical fijado sobre la pared externa de la cara (8) Este o de la cara (9) Oeste (respectivamente de la cara (5A) Tierra o de la cara (5B) anti-Tierra).

Se forma de este modo un bucle cerrado de tubos térmicos en contacto de conducción térmica sobre cuatro caras del satélite (1), es decir, que conectan o bien las caras (6) Norte, (7) Sur, (8) Este y (9) Oeste

te, o bien las caras (6) Norte, (7) Sur, (5A) Tierra y (5B) anti-Tierra. Este bucle cerrado funciona de manera continua en todas las estaciones, y sea cual sea la posición en la órbita, realizándose la regulación de los intercambios térmicos de manera autónoma, recibiendo la cara del satélite (1) el máximo de flujo térmico que transmite la energía térmica o bien hacia la cara del satélite (1) más fría que recibe el mínimo de flujo térmico o bien directamente hacia el espacio a través de las superficies Este u Oeste, en función de la posición en la órbita.

Según la primera forma de realización de la invención, el ramal (22) horizontal fijado sobre la pared interna de la cara (6) Norte o (7) Sur se fija más precisamente sobre la pared interna de la extensión (20) de la cara (6) Norte o (7) Sur frente a la pared interna de la otra extensión (20) de la cara (6) Norte o (7) Sur.

Una placa (24) de panel (12) de abejas que forma un panel radiante se fija ventajosamente sobre los ramales (23) verticales de un par de tubos (21) térmicos de conexión colocados sobre una misma cara vertical de la nave (1) espacial.

La figura 7 es una vista en sección esquemática detallada del dispositivo de la figura 6 en el que los diferentes paneles radiantes son tal como los ilustrados en la figura 3.

Con el fin de permitir la disipación del calor emitido por las fuentes (19) calientes colocadas sobre la pared interna de las caras (6, 7) Norte y Sur, éstas se fijan sobre la segunda red (13b) de tubos térmicos colocados en el exterior de la estructura de soporte de panel (12) de abejas.

La placa (24) de panel (12) de abejas fijada sobre el al menos un par de tubos (21) térmicos de conexión en L presenta la estructura tal como se describe en la figura 3. En este caso, los ramales (23) verticales de los tubos (21) térmicos de conexión están en contacto directo con los tubos térmicos (13b) de la segunda red exteriores a la estructura (12) de panel de abejas.

Según una segunda forma de realización y tal como se representa en la figura 8, las estructuras de panel (12) de abejas instaladas sobre la nave (1) espacial son del tipo tal como se describe en la figura 4. Así, las placas (24) de panel (12) de abejas colocadas sobre el al menos un par de tubos (21) térmicos de conexión, así como las estructuras radiantes de panel (12) de abejas previstas al menos en parte en las caras (6) Norte y (7) Sur, son del tipo tal como se describe en la figura 4.

Las fuentes (19) calientes se colocan por tanto directamente sobre los tubos térmicos de la primera red (13a) de tubos térmicos, red en la que los tubos térmicos están integrados en los alveolos (14), y los ramales (23) horizontales de los tubos (21) térmicos de conexión también están directamente en contacto con los tubos (13a) térmicos de esta primera red.

De manera alternativa, también es posible prever una combinación de los modos de realización descritos en las figuras 7 y 8, es decir, utilizar los paneles radiantes de panel (12) de abejas descritos en la figura 3 para las caras (6) Norte y (7) Sur y los paneles radiantes de panel (12) de abejas descritos en la figura 4 como placa (24) de conexión entre un par de tubos (21) térmicos de conexión previstos sobre la cara vertical (8) Este, (9) Oeste, (5A) Tierra o (5B) anti-Tierra.

También es posible utilizar los paneles radiantes de panel (12) de abejas descritos en la figura 4 para

las caras (6) Norte y (7) Sur y los paneles radiantes de panel (12) de abejas descritos en la figura 3 como placa (24) de conexión entre un par de tubos (23) térmicos de conexión previstos sobre la cara (8) Este, (9) Oeste, (5A) Tierra o (5B) anti-Tierra.

La figura 9 representa una vista esquemática en perspectiva frontal de una nave espacial con, sobre una cara vertical, una placa (24) radiante de panel de abejas colocada sobre al menos un par de tubos (21) térmicos de conexión en L.

El número de tubos (21) térmicos de conexión en L presentes a nivel de cada extensión (20) de las caras (6) Norte y (7) Sur depende de las dimensiones de la placa (24) radiante de panel (12) de abejas así como del número y de la distribución de los tubos (13a, 13b) térmicos presentes en la estructura (12) de panel de abejas de las caras (6) Norte y (7) Sur.

La figura 10 es una vista en sección esquemática de una segunda forma de realización del dispositivo según la invención de gestión de los flujos térmicos emitidos por fuentes (19) calientes colocadas en contacto con paneles radiantes de las caras (6) Norte y (7) Sur de un satélite (1) geoestacionario con al menos un par de tubos (25) térmicos de conexión entre la cara (6) Norte y la cara (7) Sur del satélite (19, colocados sobre una misma cara vertical, que se presentan en forma de tubos térmicos en forma de L con un ramal (26) principal vertical y un ramal (27) secundario horizontal, siendo el ramal (26) principal vertical de longitud mayor que el ramal (27) secundario horizontal.

El ramal (27) secundario horizontal del tubo (25) térmico de conexión está destinado a colocarse en contacto contra la superficie interna de la extensión (20) de las caras (6) Norte y (7) Sur mientras que el ramal (26) principal vertical está destinado a colocarse o bien en contacto sobre la cara vertical Este, Oeste, Tierra o anti-Tierra del satélite (1), o bien sobre un ramal (26) principal vertical de otro tubo (25) térmico de conexión.

Según el modo de realización particular ilustrado en la figura 11, se prevé sobre la cara (6) Norte y la cara (7) Sur un panel radiante en forma de panel (12) de abejas del tipo tal como se describe en la figura 3. No obstante, también es posible prever un panel radiante en forma de panel (12) de abejas del tipo tal como se describe en la figura 4.

De manera más precisa, se prevé sobre la cara (9) Oeste al menos un par de tubos (25a), (25b) térmicos de conexión constituido por:

- un primer tubo térmico de conexión denominado "tubo (25a) térmico inferior" con un ramal (27a) secundario horizontal colocado sobre la cara interna de la extensión (20) de la cara (7) Sur que sobresale de la cara (9) Oeste y un ramal (26a) principal vertical colocado en contacto directo sobre la cara (9) Oeste;

- un segundo tubo térmico de conexión denominado "tubo (25b) térmico superior" con un ramal (27b) secundario horizontal colocado sobre la cara interna de la extensión (20) de la cara (6) Norte que sobresale de la cara (9) Oeste y un ramal (26b) principal vertical dispuesto sobre el ramal (26a) principal vertical del tubo (25a) térmico inferior de conexión.

Por simetría, se prevé entonces sobre la cara (8) Este al menos un par de tubos (25c), (25d) térmicos de conexión constituido por:

- un primer tubo térmico de conexión denominado "tubo (25c) térmico inferior" con un ramal (27c)

secundario horizontal colocado sobre la cara interna de la extensión (20) de la cara (6) Norte que sobresale de la cara (8) Este y un ramal (26c) principal vertical en contacto directo con la cara (8) Este;

- un segundo tubo térmico de conexión denominado “tubo (25d) térmico superior” con un ramal (27d) secundario horizontal en contacto sobre la cara interna de la extensión (20) de la cara (7) Sur que sobresale de la cara (8) Este y un ramal (26d) principal vertical dispuesto sobre el ramal (26c) principal vertical del tubo (25c) térmico inferior de conexión.

De manera alternativa, también es posible prever que las extensiones (20) que se representan que sobresalen de las caras (8) Este y (9) Oeste sobresalgan de las caras (5A) Tierra y (5B) anti-Tierra, y que, por consiguiente, los tubos (25) térmicos de conexión estén entonces colocados en relación con estas caras (5A) Tierra y (5B) anti-Tierra, fijándose el ramal (26a), (26c) principal vertical, del tubo (25a), (25c) térmico de conexión inferior por tanto o bien sobre la cara (5A) Tierra, o bien sobre la cara (5B) anti-Tierra.

En función del número y de la distribución de los tubos (13a), (13b), (13c) térmicos asociados al panel radiante de panal (12) de abejas previsto en la cara (6) Norte o (7) Sur, entonces el número y la distribución de los tubos (25) térmicos de conexión difiere.

A modo únicamente ilustrativo, se representa en la figura 12 una forma de aplicación del posicionamiento y de la distribución de los tubos (25) térmicos de conexión sobre una cara vertical, es decir, una cara (8) Este, (9) Oeste, (5A) Tierra o (5B) anti-Tierra.

Las caras (6) Norte y (7) Sur presentan cada una según este modo de realización particular una estructura de panal (12) de abejas con una red exterior de tubos (13b) térmicos en forma de dos agrupamientos de tres tubos (13b) térmicos. Se asocian por tanto a cada uno de estos dos agrupamientos dos tubos (25a), (25c) térmicos de conexión inferiores sobre los que se colocan dos tubos (25b), (25d) térmicos de conexión superiores que forman así dos pares de tubos térmicos de conexión.

Debe entenderse que los tubos (25a)-(25d) térmicos de conexión inferiores y superiores tienen por objeto captar el calor almacenado por los tubos térmicos horizontales integrados en los paneles radiantes de panal (12) de abejas de las caras (6) Norte y (7) Sur y transferirlo hacia las otras caras de la nave (1) espacial en las que están fijados permitiendo así obtener una mejor distribución del calor emitido por las caras (6) Norte y (7) Sur sobre las otras caras verticales del satélite (1).

Por tanto no es forzosamente necesario, por limitaciones de peso y volumen, prever para cada tubo (13b) térmico horizontal exterior de las caras (6) Norte y (7) Sur un par de tubos (25) térmicos de conexión respectivo constituido por un tubo (25a), (25c) térmico de conexión vertical inferior y por un tubo (25b), (25d) térmico de conexión vertical superior.

Según el modo de realización ilustrado en la figura 12, se prevé por tanto un par de tubos (25) térmicos de conexión constituido por un tubo (25a), (25c) térmico de conexión vertical inferior y por un tubo (25b), (25d) térmico de conexión vertical superior para dos tubos (13b) térmicos horizontales exteriores conectados al panel radiante de la cara (6) Norte y dos tubos (13b) térmicos horizontales exteriores conectados al panel radiante de la cara Sur.

La figura 13 ilustra esquemáticamente una vista

en sección de un ramal (26a) vertical del tubo (25a) térmico de conexión inferior sobre el que se coloca un ramal (26b) vertical del tubo (25b) térmico de conexión superior.

Puede observarse por tanto que, para permitir la disipación de una mayor cantidad de flujo térmico hacia el espacio, la aleta (18a) superior del ramal (26b) vertical del tubo (25b) térmico de conexión superior es de mayor dimensión que la aleta (18b) inferior del mismo ramal (26b) vertical que está en contacto con la aleta (18a) superior del ramal (26a) vertical del tubo (25a) térmico de conexión inferior. El ramal (26b) vertical del tubo (25b) térmico de conexión superior es por tanto del tipo tal como se describe en la figura 5B mientras que el ramal (26a) vertical del tubo (25a) térmico de conexión inferior es del tipo tal como se describe en la figura 5A.

Con el fin de reforzar el efecto de reflexión de los flujos solares recibidos por la aleta (18a) superior del ramal (26b) vertical del tubo (25b) térmico de conexión superior, se prevé recubrir esta aleta (18a) superior por una capa (28) de revestimiento reflectante, preferiblemente de OSR.

De manera alternativa, es posible prever que el ramal (26b) vertical del tubo (25b) térmico de conexión superior y que el ramal (26a) vertical del tubo (25a) térmico de conexión inferior presenten aletas (18) de la misma dimensión.

En este caso, y tal como se representa en las figuras 14 y 15, y con el fin de reforzar la disipación hacia el espacio del calor almacenado en los tubos (25) térmicos de conexión, se prevé fijar, sobre la pluralidad de las aletas (18b) superiores de los ramales (26b), (26d) verticales de los tubos (25b), (25d) térmicos de conexión superior previstos sobre una misma cara vertical, una placa (29), preferiblemente de aluminio, recubierta por un revestimiento (30) reflectante, tal como de OSR.

Las figuras 16 y 17 representan dos vistas en sección esquemática del dispositivo de gestión de los flujos térmicos según la primera forma de realización de la invención instalado en dos satélites geoestacionarios que no presentan una forma general paralelepípedica.

Así, en la nave espacial ilustrada en la figura 16, las caras verticales, por ejemplo (8) Este y (9) Oeste, están inclinadas con respecto a la vertical y de manera simétrica con respecto al eje central Norte-Sur.

En este caso, los tubos (21) térmicos de conexión no están constituidos por dos ramales perpendiculares entre sí sino por dos ramales no perpendiculares.

Lo mismo sucede para la nave espacial ilustrada en la figura 17 que presente caras verticales de forma abombada.

Se entiende que el principio de la invención se aplica a cualquier forma de nave espacial.

La figura 18 es una vista en perspectiva de una tercera forma de realización del dispositivo según la invención, y la figura 19 es una vista en sección esquemática de la tercera forma de realización del dispositivo según la invención.

Según este tercer modo de realización, se prevé que los tubos (21) térmicos de conexión en forma de L se coloquen y se fijen interiormente en las paredes internas de las caras del satélite (1).

Por lo demás, el dispositivo según la invención permanece idéntico a los dispositivos tal como se describieron anteriormente, con la excepción del hecho

de que el ramal (22) horizontal de los tubos (21) térmicos de conexión ya no se encuentra colocado sobre las extensiones (20) de las caras (6) Norte y (7) Sur, sino sobre la pared interna de las caras (6) Norte y (7) Sur en el espacio interno del satélite (1) definido por sus seis caras.

Por tanto, también es posible prever según este tercer modo de realización cualquier tipo de estructura de panel radiante de panal (12) de abejas.

Así, según la invención, se forma un bucle de tubos térmicos a partir de los tubos térmicos presentes sobre las caras (6) Norte y (7) Sur en los paneles radiantes de panal (12) de abejas y que permiten formar un bucle de tubos térmicos en contacto de conducción térmica entre sí que conecta las caras Norte y Sur a otro par de caras opuestas del satélite, es decir, o bien el par de caras Este/Oeste, o bien el par de caras Tierra/anti-Tierra. Por tanto, según la invención, no se prevé ninguna estructura interna al satélite para permitir la formación de este bucle ya que los tubos térmicos están previstos en la superficie de las caras del satélite.

Debido a la formación de este bucle, se obtiene

una autorregulación de la disipación del calor emitido por las fuentes (19) calientes previstas sobre las caras (6) Norte y (7) Sur y distribuida en los diferentes tubos térmicos de este bucle en función de la tasa de exposición de las diferentes caras sobre las cuales se fijan esos tubos térmicos.

La presente invención se aplica preferiblemente a una nave espacial situada en una órbita geoestacionaria. No obstante, el principio de la invención permanece idéntico para una nave espacial colocada en cualquier órbita alrededor de la Tierra, por ejemplo, las órbitas muy elípticas o HEO ("High Eccentricity Orbit", órbita de alta excentricidad) o las órbitas inclinadas.

De manera alternativa a los modos de realización ilustrados en las figuras en los que los paneles (12) radiantes se fijan sobre la cara delantera de los segundos ramales (23) verticales de los tubos (21) térmicos de conexión previstos sobre las caras (8) Este, (9) Oeste, (5A) Tierra y (5B) anti-Tierra, también es posible prever que los paneles (12) radiantes se fijan sobre la cara trasera de los segundos ramales (23) verticales de los tubos (21) térmicos de conexión.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Nave espacial que comprende un dispositivo de gestión de los flujos térmicos, presentando la nave (1) espacial siempre una misma cara (5A) girada hacia la Tierra (4), un par de caras opuestas (6) Norte y (7) Sur paralelas entre sí y perpendiculares al eje Norte-Sur de la Tierra (4) y dos pares de caras opuestas paralelas entre sí (8) Este/(9) Oeste y (5A) Tierra/(5B) anti-Tierra, estando previstos equipos (19) disipadores o transmisores de calor en las paredes (6a, 7a) internas de las caras (6) Norte y (7) Sur, **caracterizada** porque dicho dispositivo comprende una pluralidad de tubos (13a, 13b, 13c, 21, 25a, 25b, 25c, 25d) térmicos que conectan las caras (6) Norte y (7) Sur de dicha nave (1) a otro par de caras (5A, 5B, 8, 9) opuestas de dicha nave (1) y que forman un bucle de tubos (13a, 13b, 13c, 21, 25a, 25b, 25c, 25d) térmicos en contacto de conducción térmica entre sí.

2. Nave espacial según la reivindicación 1, **caracterizada** porque dicho dispositivo comprende al menos un par de tubos (21, 25a, 25b, 25c, 25d) térmicos de conexión con ramales (22, 27a, 27b, 27c, 27d) primero y (23, 26a, 26b, 26c, 26d) segundo, fijándose el primer ramal (22, 27a, 27b, 27c, 27d) de uno de los tubos (21, 25a, 25b, 25c, 25d) térmicos de conexión de dicho par de tubos (21, 25a, 25b, 25c, 25d) térmicos de conexión, en contacto de conducción térmica, sobre un panel radiante de la cara (6) Norte, y fijándose el primer ramal (22, 27a, 27b, 27c, 27d) del otro de los tubos (21, 25a, 25b, 25c, 25d) térmicos de conexión de dicho par de tubos (21, 25a, 25b, 25c, 25d) térmicos de conexión, en contacto de conducción térmica, sobre un panel radiante de la cara (7) Sur.

3. Nave espacial según la reivindicación 2, **caracterizada** porque dicho primer ramal (22, 27a, 27b, 27c, 27d) de dicho tubo (21, 25a, 25b, 25c, 25d) térmico de conexión se fija sobre al menos una parte de una extensión (20) del panel radiante o bien de la cara (6) Norte, o bien de la cara (7) Sur que sobresale de dicho otro par de caras (5A, 5B, 8, 9) opuestas.

4. Nave espacial según la reivindicación 2, **caracterizada** porque dicho primer ramal (22) de dicho tubo (21) térmico de conexión se fija sobre la pared interna de dicho panel radiante o bien de la cara (6) Norte, o bien de la cara (7) Sur, en el volumen interior delimitado por las caras (5A, 5B, 8, 9) de dicha nave (1) espacial.

5. Nave espacial según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizada** porque dicho segundo ramal (23, 26a, 26c) de dicho tubo (21, 25a, 25b, 25c, 25d) térmico de conexión se fija sobre la pared externa de una de las caras pertenecientes a dicho otro par de caras (5A, 5B, 8, 9) opuestas.

6. Nave espacial según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizada** porque un panel (12) radiante se fija sobre dichos segundos ramales (23) de dicho par de tubos (21) térmicos de conexión.

7. Nave espacial según una cualquiera de las rei-

vindicaciones 2 a 6, **caracterizada** porque dichos ramales (22) primero y (23) segundo de dicho tubo (21) térmico de conexión son de la misma longitud.

8. Nave espacial según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizada** porque dicho segundo ramal (26b, 26d) de dicho tubo (25b, 25d) térmico de conexión de dicho par de tubos (25a, 25b, 25c, 25d) térmicos de conexión se fija en contacto de conducción térmica sobre otro segundo ramal (26a, 26c) de otro tubo (25a, 25c) térmico de conexión de dicho par de tubos (25a, 25b, 25c, 25d) térmicos de conexión que se fija a su vez sobre la pared externa de una de las caras pertenecientes a dicho otro par de caras (5A, 5B, 8, 9) opuestas.

9. Nave espacial según la reivindicación 8, **caracterizada** porque dicho segundo ramal (26a, 26b, 26c, 26d) de dicho tubo (25a, 25b, 25c, 25d) térmico de conexión es de longitud mayor que dicho primer ramal (27a, 27b, 27c, 27d) de dicho tubo (25a, 25b, 25c, 25d) térmico de conexión.

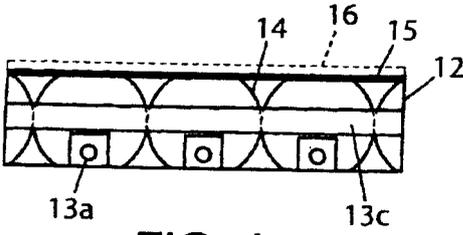
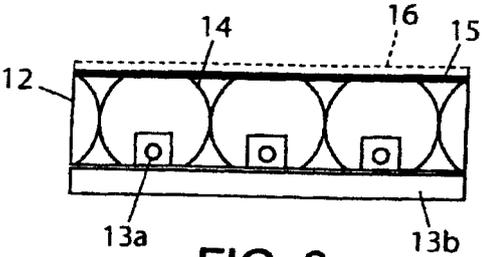
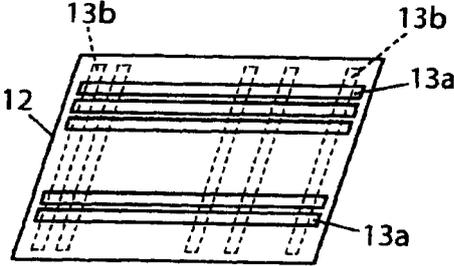
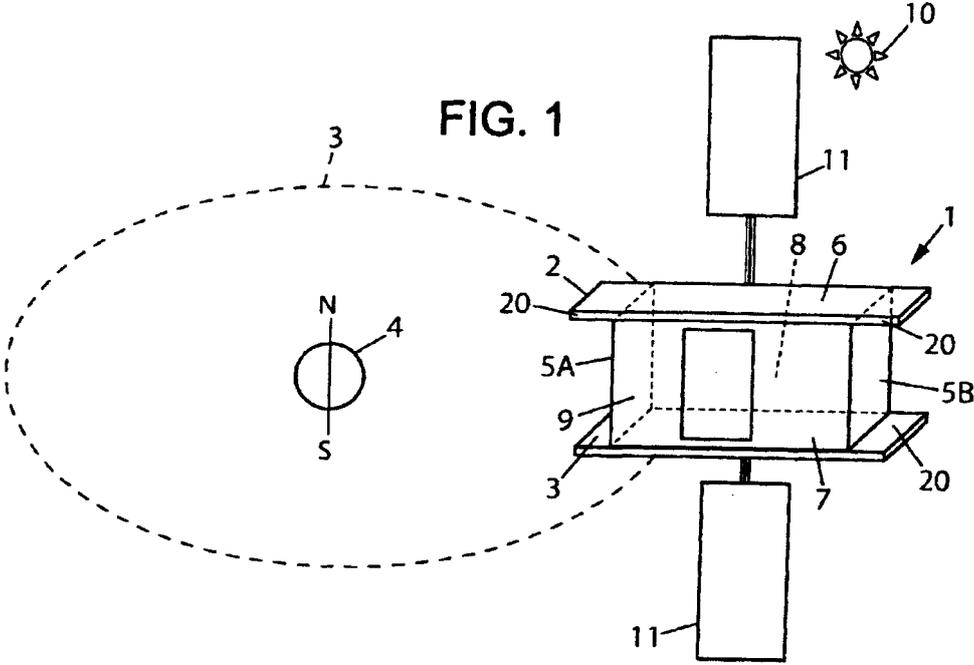
10. Nave espacial según la reivindicación 8 ó 9, **caracterizada** porque una placa (29), preferiblemente de aluminio, se fija sobre los segundos ramales (26b, 26d) de dichos tubos (25b, 25d) térmicos de conexión de una misma cara perteneciente a dicho otro par de caras (5A, 5B, 8, 9) opuestas y que están en contacto de conducción térmica con un segundo ramal (26a, 26c) de otro tubo (25a, 25c) térmico de conexión.

11. Nave espacial según una cualquiera de las reivindicaciones 8 ó 9, **caracterizada** porque dicho segundo ramal (26b, 26d) de dicho tubo (25b, 25d) térmico de conexión que se fija sobre el segundo ramal (26a, 26c) de otro tubo (25a, 25c) térmico de conexión comprende un par de aletas (18a, 18b) tangenciales a un elemento (17) tubular en el que circula un fluido caloportador, siendo una de las aletas (18a) de dimensión transversal más grande que la otra aleta (18b).

12. Nave espacial según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque se prevé sobre las caras (6) Norte y (7) Sur al menos un panel radiante con una estructura (12) de panal de abejas sobre, o en, las que están asociadas redes de tubos (13a, 13b, 13c) térmicos.

13. Nave espacial según la reivindicación 12, **caracterizada** porque la estructura (12) de panal de abejas comprende una primera red de tubos (13a) térmicos alojados en alveolos (14) de dicho panal (12) de abejas y una segunda red de tubos (13b) térmicos colocados exteriormente sobre una superficie de dicho panal (12) de abejas y perpendicularmente a los tubos (13a) térmicos de la primera red.

14. Nave espacial según la reivindicación 12, **caracterizada** porque la estructura (12) de panal de abejas comprende una primera red de tubos (13a) térmicos alojados en alveolos (14) de dicho panal (12) de abejas y una segunda red de tubos térmicos (13b) que atraviesan dichos alveolos (14) perpendicularmente a los tubos (13a) térmicos de dicha primera red.



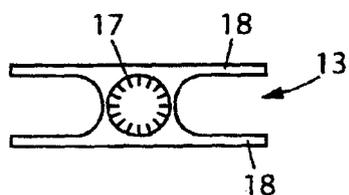


FIG. 5A

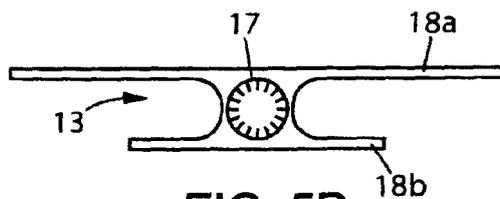


FIG. 5B

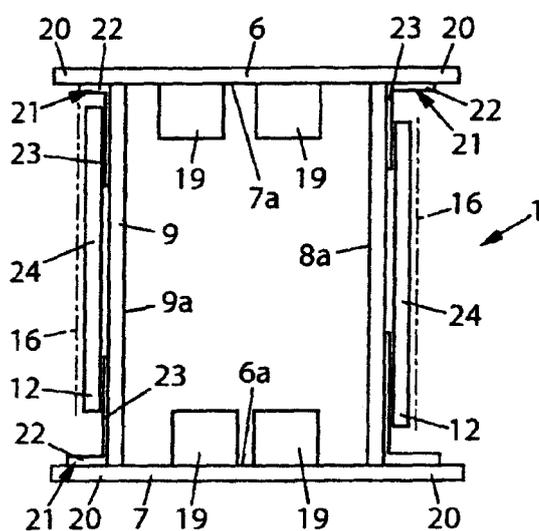


FIG. 6

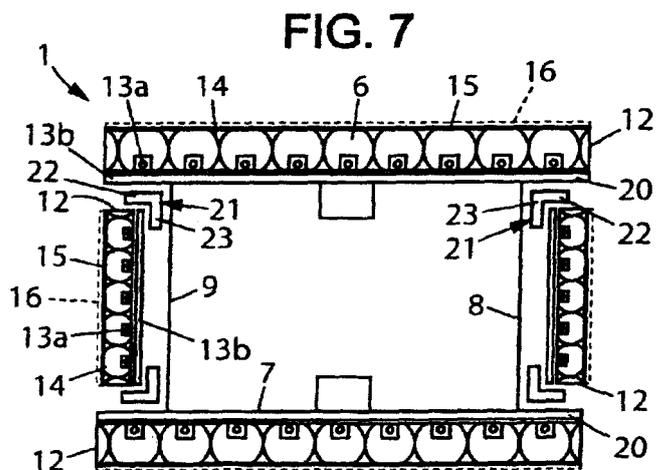


FIG. 7

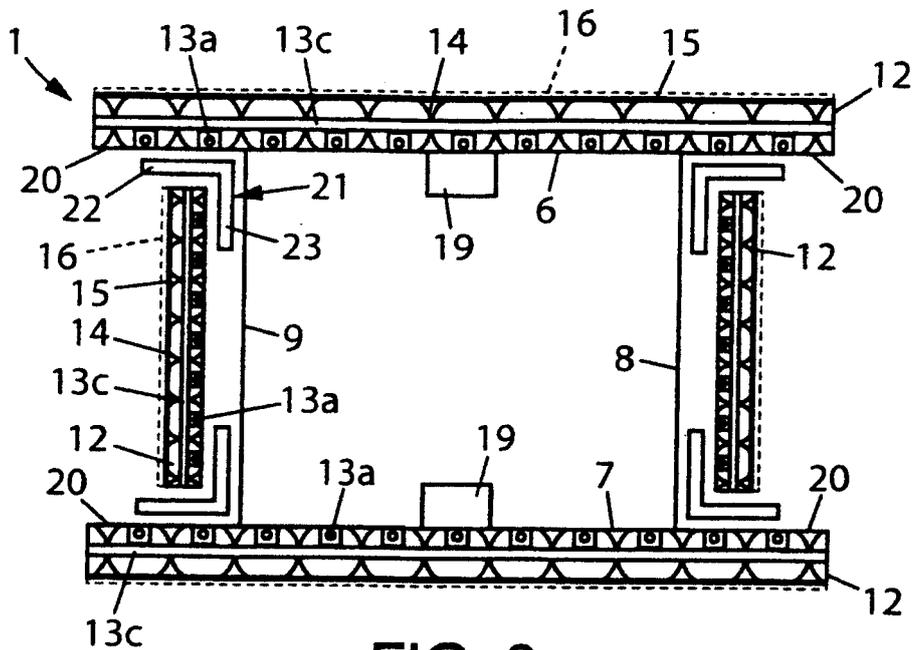


FIG. 8

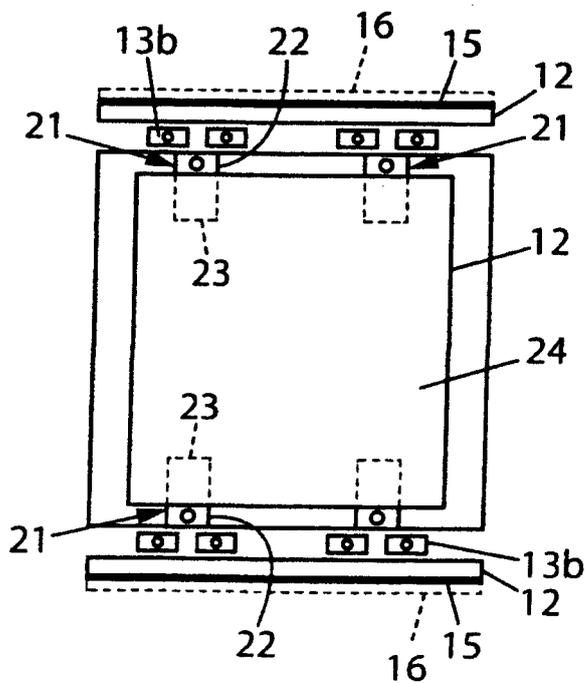


FIG. 9

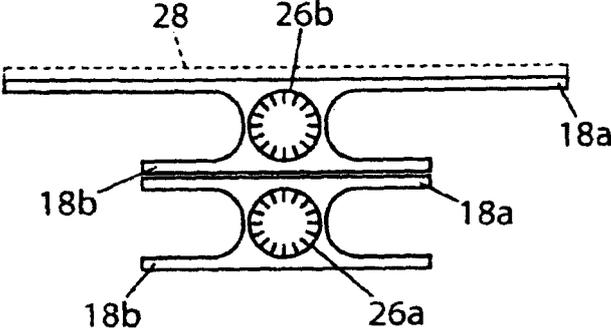


FIG. 13

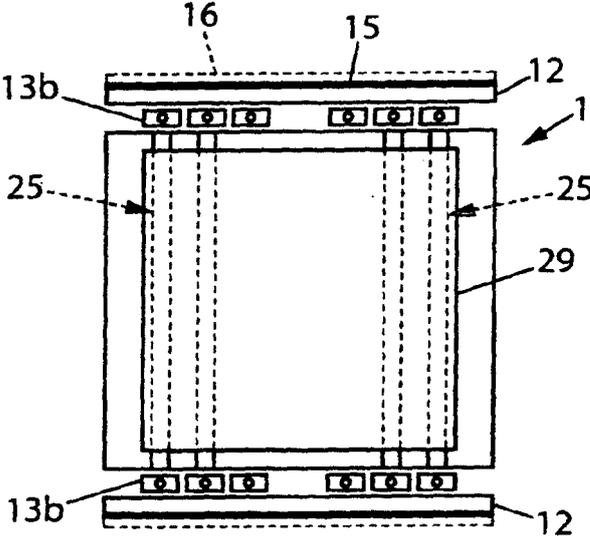


FIG. 14

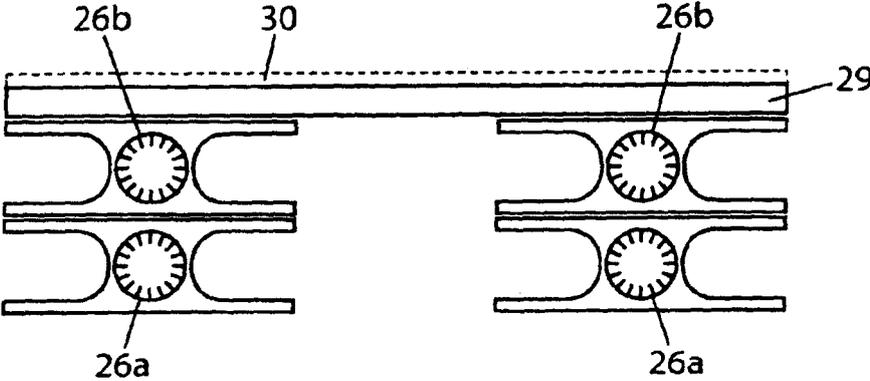


FIG. 15

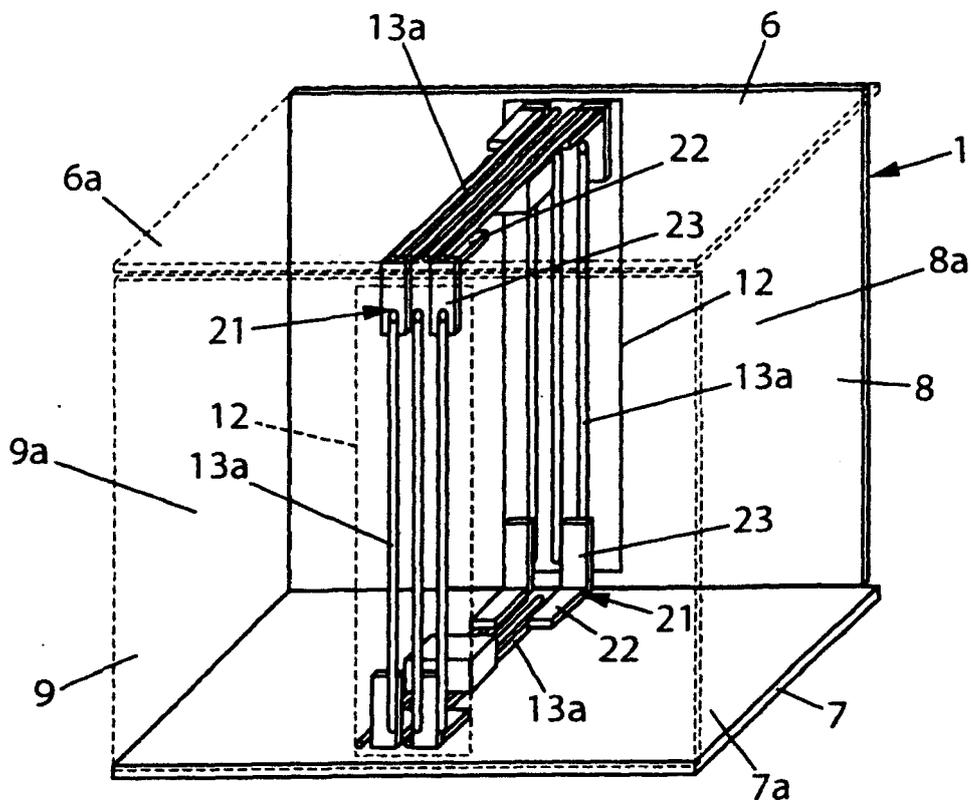


FIG. 18

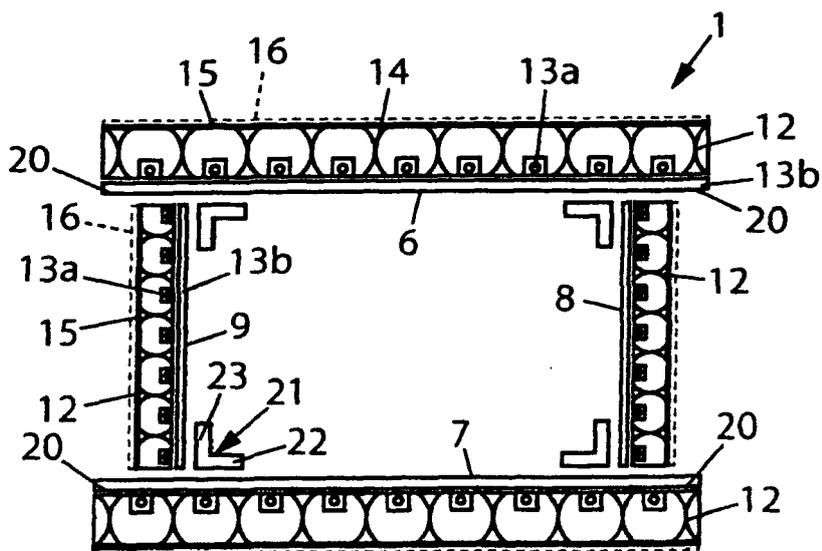


FIG. 19