(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 985 506**

(51) Int. Cl.:

***B64G 1/50*** (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.04.2022 PCT/FR2022/050707**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2022 WO22229537**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.04.2022 E 22722314 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2024 EP 4291493**

(54) Título: **Estructura termomecánica para plano focal de instrumento de observación espacial**

(30) Prioridad:

**26.04.2021 FR 2104329**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
**06.11.2024**

(73) Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (100.0%)**
**31 Rue des CosmonautesZI du PALAYS**
**31402 Toulouse Cedex 4, FR**

(72) Inventor/es:

**CARPONCIN, DELPHINE;**
**LEFOLL, SÉBASTIEN y**
**FIGUS, CHRISTOPHE**

(74) Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

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

Estructura termomecánica para plano focal de instrumento de observación espacial

Campo técnico

La presente invención pertenece al campo de los sistemas espaciales, en particular al control térmico de equipos a bordo de una nave espacial tal como un satélite artificial, y más particularmente se refiere a una estructura termomecánica para un plano focal de un instrumento de observación espacial y a un plano focal que comprende tal estructura.

La presente invención encuentra aplicación directa en satélites de observación de la Tierra.

Estado de la técnica

En un instrumento de observación espacial, como un telescopio o un interferómetro, y más generalmente en cualquier conjunto análogo de detección óptica, el plano focal permite soportar diferentes detectores ópticos u otros equipos electrónicos y materializa el foco de la imagen en el que el sistema óptico (espejos, lentes, etc.) enfoca los fotones incidentes para formar así imágenes de los objetos observados.

Como resultado, el plano focal debe mantenerse a las temperaturas de funcionamiento nominal de los detectores que soporta y, por tanto, es de capital importancia en el rendimiento del instrumento de observación.

Actualmente, los planos focales se obtienen generalmente mediante un complejo ensamblaje de piezas mecánicas y térmicas que incluye, entre otras cosas, una placa de costoso material cerámico sobre la que se fijan decenas de piezas. El proceso de incorporación es generalmente largo y delicado.

La figura 1 representa un ejemplo de un plano focal según la técnica anterior que consta de más de veinte piezas ensambladas, principalmente en carburo de silicio SiC y aluminio, en el que se recubren tubos de calor a lo largo de los radiadores laterales y se los acopla térmicamente a equipos electrónicos disipativos. El documento FR3040777, titulado "ensemble de détection optique comportant un détecteur optique à contrôle thermique amélioré, instrument d'observation et satellite comportant un tel ensemble de détection optique", describe un dispositivo de control térmico para mantener un detector a una temperatura de funcionamiento predefinida, comprendiendo este dispositivo una placa cerámica, un cuña de ajuste y un material de cambio de fase PCM (Phase Change Material en terminología anglosajona) alojado en una cavidad de la cuña, sin estar en contacto ni con la cuña ni con la placa, pero sí estando en contacto directo con el detector. Esta solución, sin embargo, sigue siendo compleja de implementar, particularmente para planos focales de estructuras complejas y compactas.

Por lo general, los tubos de calor se utilizan para garantizar el transporte térmico entre puntos calientes y puntos fríos de un plano focal, como se muestra en el ejemplo de la Figura 1. Estos tubos de calor vienen en diferentes formas y diseños.

El documento WO2014/013035, titulado "dispositif de contrôle thermique", describe por ejemplo la implementación de un tubo de calor para el control térmico de equipos electrónicos en un satélite, que comprende interfaces térmicas en forma de recintos planos con una estructura porosa conectada a tubos portadores de calor con estructura ranurada.

Por tanto, aparece la necesidad de simplificar las soluciones de control térmico existentes, en particular reduciendo el número de piezas ensambladas e integrando al mismo tiempo un control térmico eficaz para las aplicaciones espaciales específicas.

Presentación de la invención

La presente invención tiene como objetivo superar los inconvenientes de la técnica anterior expuestos anteriormente y propone una solución para producir un plano focal con un número reducido de elementos estructurales, que tenga prestaciones térmicas y mecánicas al menos equivalentes a los planos focales de la técnica anterior, sin dejar de ser competitivo con los costos de producción.

Para ello, la presente invención tiene por objeto una estructura termomecánica termorregulada para un plano focal capaz de operar en un entorno espacial, que comprende al menos una primera interfaz para soportar al menos un primer equipo electrónico disipativo. Esta estructura se destaca por ser metálica y por comprender al menos un radiador para disipar el calor en el entorno espacial y al menos una primera cavidad para transportar energía térmica mediante un fluido con cambio de fase en estado líquido o gaseoso, extendiéndose dicha primera cavidad parcialmente dentro de dicho radiador y asegurando el transporte

térmico directo entre dicha primera interfaz y dicho radiador, comprendiendo además dicha estructura al menos una segunda cavidad de almacenamiento de energía térmica que encapsula un material de cambio de fase en estado sólido o líquido.

Ventajosamente, cada primera cavidad es distinta y está separada de cada segunda cavidad.

Según una característica particular de la invención, la estructura termomecánica comprende una única primera cavidad y una pluralidad de segundas cavidades, de las cuales al menos algunas están dispuestas lo más cerca posible de la primera cavidad.

Más particularmente, la primera cavidad se extiende lo más cerca posible de la primera interfaz y contribuye a distribuir homogéneamente la energía generada al nivel del primer equipo electrónico disipativo.

Ventajosamente, la primera cavidad comprende una geometría interna de tipo poroso situada al nivel de la primera interfaz, asegurando la difusión multidireccional de la energía térmica, estando extendida la geometría interna de tipo poroso por una geometría interna que comprende ranuras que favorecen la difusión de energía térmica a lo largo de estas ranuras, hacia los radiadores.

Según una característica particular de la invención, la estructura comprende al menos dos radiadores, dispuestos lateralmente y a ambos lados de la primera interfaz, extendiéndose la primera cavidad hacia el interior de estos radiadores.

Según una realización de la invención, la estructura termomecánica comprende al menos una segunda interfaz para soportar al menos un segundo equipo electrónico disipativo, extendiéndose la primera cavidad lo más cerca posible de dicha segunda interfaz y asegurando el transporte térmico directo entre dicha segunda interfaz y dicho radiador.

Ventajosamente, la primera cavidad comprende una geometría interna de tipo poroso ubicada en dicha segunda interfaz, asegurando la difusión multidireccional de la energía térmica y contribuyendo a distribuir homogéneamente la energía generada en dicho segundo equipo electrónico disipativo.

Según una característica particular de la invención, la estructura termomecánica comprende un par de primeras interfaces y un par de segundas interfaces dispuestas simétricamente a lo largo de un plano medio, para soportar respectivamente un par de primeros equipos electrónicos disipativos y un par de segundos equipos electrónicos disipativos dispuestos simétricamente según el plano medio.

Ventajosamente, la estructura termomecánica comprende una pluralidad de elementos de unión entre la primera interfaz y la segunda interfaz y en los que se extiende la primera cavidad de dos fases.

Ventajosamente, la estructura termomecánica se produce en un único bloque monolítico compuesto por varios subconjuntos generados por fabricación aditiva por capa de material, pudiendo contener cada subconjunto una porción de la primera cavidad, una porción de la segunda cavidad, una porción de la primera interfaz y/o una porción del radiador.

Según una característica particular de la invención, la estructura termomecánica comprende además una pluralidad de apéndices de fijación en los que se extiende la primera cavidad y que son destinados a recibir un radiador añadido de disipación de calor en el entorno espacial.

La presente invención también se refiere a un plano focal capaz de operar en un entorno espacial, que comprende una estructura termomecánica tal como se presenta y al menos un sensor fotosensible fijado a la primera interfaz de dicha estructura.

Más particularmente, este plano focal comprende al menos un componente electrónico de control y procesamiento en enlace de comunicación con dicho sensor fotosensible, estando fijado este componente electrónico de control y procesamiento en la segunda interfaz de la estructura termomecánica.

La presente invención también se refiere a un instrumento de observación espacial que comprende dicho plano focal, y a un satélite artificial que comprende dicho instrumento de observación espacial.

Más particularmente, el satélite artificial comprende al menos un componente electrónico disipativo fijado sobre una interfaz de una estructura termomecánica tal como se presenta.

Una ventaja de la presente invención reside en particular en una simplificación del proceso de implementación de un plano focal.

Una ventaja es también su reducido coste de producción en comparación con los costes generalmente incurridos para la implementación de planos focales.

Otra ventaja reside en la eficacia del control térmico de todos los detectores que forman el plano focal, permitiendo optimizar la calidad de las señales generadas por los detectores. Una cavidad de transporte de energía térmica, que comprende un fluido de cambio de fase en estado líquido o gaseoso, y una cavidad de almacenamiento de energía térmica, que encapsula un material de cambio de fase en estado sólido o líquido, se combinan ventajosamente en una estructura metálica de una sola pieza y la convierten en posible aumentar las capacidades de estabilidad térmica de la estructura que comprende estas dos cavidades.

Ventajosamente, las cavidades de almacenamiento y las cavidades de transporte estarán dispuestas lo más cerca posible entre sí para limitar el espesor del material metálico a través del cual pasa el flujo térmico.

Ventajosamente, el aumento de las prestaciones térmicas permite esperar una ganancia de masa superior al 5 %, por ejemplo, para una estructura termomecánica en INVAR con respecto a un plano focal clásico en SiC.

Los conceptos fundamentales de la invención, habiendo sido expuestos anteriormente en su forma más elemental, otros detalles y características de la presente invención se destacarán más claramente al leer la siguiente descripción y al observar los dibujos anexos, dados a modo de ejemplo no limitativo.

Breve descripción de las figuras

Las figuras se dan con fines meramente ilustrativos para una mejor comprensión de la invención sin limitar su alcance. Los diferentes elementos se pueden representar esquemáticamente y no necesariamente a la misma escala. En todas las figuras, elementos idénticos o equivalentes llevan la misma referencia numérica.

Así se ilustra en:

- Figura 1: (ya citado) un plano focal de la técnica anterior;
- Figura 2: una vista en perspectiva posterior de un plano focal según la invención;
- Figura 3: una vista en perspectiva posterior de la estructura termomecánica del plano focal de la Figura 2;
- Figura 3bis: una vista que ilustra esquemáticamente la circulación del fluido bifásico en su forma líquida
- Figura 4: una vista en perspectiva frontal de la estructura termomecánica del plano focal de la Figura 2;
- Figura 4bis: una vista que ilustra un ejemplo de una cavidad de dos fases en una estructura termomecánica según la invención;
- Figura 5: una vista superior de la estructura termomecánica del plano focal de la Figura 2;
- Figura 6: una vista en perspectiva lateral del plano focal de la Figura 2;
- Figura 7: una vista despiezada del plano focal de la Figura 2;
- Figura 8: vista esquemática de un ejemplo de satélite equipado con un instrumento de observación.

Descripción detallada de las realizaciones

Cabe señalar que aquí se describen ciertos elementos técnicos bien conocidos por los expertos en la técnica para evitar cualquier insuficiencia o ambigüedad en la comprensión de la presente invención.

En la presente descripción se hace referencia a una estructura termomecánica para un plano focal, destinada principalmente a un instrumento de observación espacial. Este ejemplo no limitativo se da para una mejor comprensión de la invención y no excluye el uso de la estructura termomecánica según la invención en otros sistemas espaciales.

En el resto de la descripción, la expresión "estructura termomecánica" se refiere a una estructura dimensionada mecánica y térmicamente tanto para soportar equipos como para regular sus temperaturas. El término "satélite" se refiere a un satélite artificial. En la Figura 8 se muestra, por ejemplo, un ejemplo de satélite 51 equipado con un instrumento de observación 52. Las expresiones sinónimas “fabricación aditiva”, ALM (Additive Layer Manufacturing) e “impresión 3D” se utilizan indistintamente para designar cualquier proceso de conformación de una pieza mediante el apilamiento de capas sucesivas o mediante cualquier adición de material asistida por ordenador.

La figura 2 representa un plano focal 100 según la invención, que comprende una estructura termomecánica 10 metálica, por ejemplo, en un solo bloque, así como un equipo electrónico 20 fijado a dicha estructura termomecánica. La estructura termomecánica 10 comprende por ejemplo dos radiadores dispuestos lateralmente. Por ejemplo, un radiador añadido 30 está fijado a la estructura termomecánica. Este radiador añadido tiene, por ejemplo, la forma de una placa térmicamente conductora 30 en contacto con la estructura termomecánica 10. Cada radiador permite disipar el calor hacia el entorno espacial en el que opera el plano focal.

La figura 6 representa un plano focal que comprende una estructura termomecánica 10 según la invención. La figura 7 muestra una vista despiezada que ilustra el montaje del plano focal, siendo este montaje facilitado en particular por el reducido número de piezas.

El plano focal 100 comprende aquí una pluralidad de equipos electrónicos 20 fijados a la estructura termomecánica 10 que incluyen un par de sensores fotosensibles 22a y 22b cada uno en conexión de comunicación con un componente electrónico 21a y 21b para controlar y procesar los datos generados por los sensores fotosensibles. Los sensores fotosensibles 22a y 22b están dispuestos simétricamente con respecto a un plano medio. Los componentes 21a y 21b electrónicos de control y procesamiento también están dispuestos, uno con respecto al otro, simétricamente con respecto al plano medio.

Así, en la estructura termomecánica, las interfaces para los sensores fotosensibles 22a y 22b están dispuestas simétricamente con respecto al plano medio y las interfaces 12 para los componentes 21a y 21b electrónicos también están dispuestas simétricamente con respecto al plano medio.

Los apéndices 15 de la estructura termomecánica llegan a la periferia de la estructura termomecánica para recibir el radiador 30 añadido. Estos apéndices 15 tienen, por ejemplo, forma de patas curvadas en ángulo recto. La placa añadida 30 es opcional dependiendo de las configuraciones que requieran, por ejemplo, un medio de refrigeración adicional además de los radiadores de la estructura termomecánica. Además, se facilita el montaje del plano focal y en particular de sus componentes electrónicos.

Como se muestra en la Figura 3, la estructura termomecánica 10, según la realización ilustrada, está conformada para adaptarse a equipos particulares y a un perfil de misión determinado. La estructura termomecánica 10 comprende en particular dos radiadores laterales 11a y 11b.

Alternativamente, la estructura termomecánica podría comprender un único radiador. La estructura termomecánica también podría incluir un mayor número de radiadores, como por ejemplo cuatro radiadores cada uno conectado a la parte central 13.

Como se muestra en la Figura 3, la estructura termomecánica comprende una parte central 13 ubicada entre los dos radiadores y que forma dos interfaces 17 para los sensores fotosensibles. La parte central se prolonga lateralmente por los dos radiadores de la estructura termomecánica.

La estructura termomecánica 10 también incluye dos travesaños 12 para formar una interfaz para cada uno de los componentes electrónicos de control asociados con uno de los sensores fotosensibles. Estos travesaños también son prolongados lateralmente por los dos radiadores 11a y 11b.

La estructura termomecánica 10 comprende aquí una pluralidad de elementos de unión 14a, por ejemplo, en forma de arcos, que unen cada interfaz de un sensor fotosensible a una interfaz de un componente de control electrónico. De este modo, el calor de los componentes electrónicos de control puede evacuarse a través de los radiadores 11a y 11b utilizados para la regulación térmica de las interfaces de los sensores fotosensibles. Los arcos 14a unen el travesaño 12 a la parte central 13 y se extienden en planos sustancialmente perpendiculares a un eje longitudinal del travesaño. Además de los arcos superiores 14a, la estructura termomecánica 10 comprende arcos inferiores 14b, visibles en la Figura 4, por ejemplo, que se extienden entre la parte central 13 y un travesaño inferior que conecta los radiadores laterales 11a y 11b.

La estructura termomecánica 10 incluye también patas de fijación 16. Cada una de estas patas de fijación 16 incluye una suela provista de orificios que permiten la instalación del plano focal 100 en una plataforma portainstrumentos de un satélite, por ejemplo, mediante medios adecuados tales como tornillos y pernos.

Como se muestra en la Figura 2, la estructura termomecánica 10 metálica permite soportar los equipos electrónicos 20 y regular sus temperaturas para mantener su temperatura en un rango adaptado a su funcionamiento nominal. Para ello, la estructura termomecánica 10 metálica es parcialmente hueca para definir una cavidad hermética en la que circula de forma bifásica y continua un fluido caloportador, asegurando así el transporte térmico por transición de fase entre los puntos calientes y los puntos fríos del plano focal. De este modo se garantiza el transporte de energía térmica entre las zonas calientes y las zonas frías de la estructura termomecánica 10. Como se muestra en la figura 4bis, esta cavidad 32, denominada bifásica, se extiende por ejemplo hacia los radiadores laterales 11a y 11b y hacia la parte central 13 que soporta los sensores fotosensibles. La parte central 13 tiene, por ejemplo, una forma sustancialmente de paralelepípedo rectangular que comprende una abertura pasante sustancialmente en forma de paralelepípedo. La parte central 13 está formada así por dos tabiques 33A y 33B, longitudinales, sustancialmente rectangulares, prolongados por dos tabiques laterales 34A y 34B sustancialmente rectangulares. Los tabiques longitudinales 33A y 33B reciben en su cara exterior las interfaces para los sensores fotosensibles. Los tabiques longitudinales 33A y 33B también se prolongan mediante los arcos 14a y 14b de conexión con el travesaño 12 así como por los apéndices 15 en forma de L para fijar el radiador

añadido. Los tabiques laterales 34A y 34B se prolongan, en su cara exterior, por un brazo 35 en el que se extiende la cavidad de dos fases 32 y forma conexión con los radiadores de la estructura termomecánica. La cavidad de dos fases 32 también puede extenderse hasta los travesaños 12. La cavidad de dos fases 32 se extiende también, por ejemplo, dentro de los arcos 14a que conectan los travesaños con la parte central 13. La cavidad de dos fases 32 también puede extenderse hacia los apéndices 15 de fijación del radiador añadido. De este modo, el líquido y el vapor pueden circular simultáneamente en la cavidad de dos fases. De hecho, la cavidad de dos fases está formada por ranuras o poros que contribuyen al transporte del líquido y por zonas huecas por las que circula el vapor. La primera cavidad puede realizar, por ejemplo, dos funciones: la difusión del calor bajo los detectores, garantizada por una geometría interna de tipo poroso en este lugar de la cavidad, y el transporte de calor desde los detectores a los radiadores, garantizado por unas geometrías internas tipo ranuras entre los detectores y los radiadores.

Por ejemplo, se puede proporcionar una única cavidad de dos fases que conecte el conjunto de puntos calientes con el conjunto de puntos fríos de la estructura termomecánica mediante un flujo continuo. La figura 3bis muestra un ejemplo de circulación del fluido caloportador en su forma líquida, desde puntos fríos hasta puntos calientes. Para mayor claridad del diagrama de la Figura 3bis, no se ha mostrado la circulación de vapor.

También se pueden considerar varias cavidades de dos fases, cada una de las cuales se conecta mediante un flujo continuo desde los puntos calientes a los puntos fríos de la estructura termomecánica.

Como se muestra en la Figura 3, los puntos calientes considerados en primer lugar corresponden a las interfaces 17 para los sensores fotosensibles. La interfaz 17 está por ejemplo lo más próxima posible a la cavidad de dos fases, es decir que el espesor de la pared que separa la cavidad de dos fases de la interfaz de fijación del sensor fotosensible se elige para que sea el más pequeño, respetando restricciones de resistencia mecánica. En segundo lugar, los elementos electrónicos de control y procesamiento de datos son refrigerados por el mismo circuito térmico. La cavidad de dos fases se acerca, por ejemplo, lo más posible a esta otra interfaz. El calor se evacua a los radiadores.

También podemos plantearnos enfriar una única interfaz para un sensor fotosensible o para otro tipo de componente electrónico.

La cavidad para el fluido de dos fases permite la circulación del vapor desde los puntos calientes hasta los puntos de enfriamiento donde el vapor se condensa en líquido. Este líquido circula en sentido contrario por acción capilar, desde los puntos fríos a los puntos calientes. El tamaño de los poros o surcos por los que circula el líquido se elige, por ejemplo, para que disminuya al pasar de puntos fríos a puntos calientes.

En los arcos 14a, la fase líquida circula, por ejemplo, desde la cavidad 121 en el travesaño 12 hacia la cavidad 131 en la parte central 13, mientras que el vapor circula desde la cavidad 131 en la parte central 13 hacia la cavidad 121 en el travesaño 12.

Como se muestra en la Figura 3, los radiadores laterales 11a y 11b están dispuestos a ambos lados de la parte central 13. Los radiadores 11a y 11b tienen aquí una forma extendida de una placa concavitaria ligeramente plegada y orientada hacia el interior de la estructura termomecánica. Los dos radiadores laterales 11a y 11b constituyen de hecho extremos opuestos de disipación de calor hacia el entorno espacial.

El travesaño 12, según la realización ilustrada, es una viga tubular sustancialmente prismática que termina en dos extremos abocinados y curvados hacia los radiadores laterales 11a y 11b. Así, el fluido caloportador contenido en la estructura termomecánica 10 puede circular entre los radiadores y el travesaño 12. Del mismo modo, el fluido caloportador circula entre los radiadores y la parte central 13 que soporta las interfaces 17 para los sensores fotosensibles.

La estructura termomecánica incluye además una o más cavidades que reciben un material de cambio de fase (PCM). Estas cavidades para el material PCM pueden estar dispuestas lo más cerca posible de la cavidad de dos fases o en una porción sólida de la estructura termomecánica. Cada uno de los radiadores incluye, por ejemplo, una cavidad 111 capaz de recibir un material de cambio de fase (PCM).

El uso de estas cavidades para material PCM, además de las cavidades de dos fases previstas en el volumen de determinadas partes de la estructura termomecánica 10, permite aumentar las prestaciones del control térmico de dicha estructura termomecánica y, con ello, del plano focal 100.

La(s) cavidad(es) de PCM son capaces de almacenar, por ejemplo, energía térmica. De este modo se pueden amortiguar los máximos de temperatura. Esta absorción de energía se optimiza a través de la estructura interna de las cavidades de PCM: la superficie interna de la cavidad de almacenamiento puede consistir en particular en una estructura reticular unida a la pared de la cavidad para aumentar las superficies de intercambio entre el metal y el material de PCM.

La absorción de energía limitará la cantidad de energía que se transportará a los radiadores durante las fases de toma de imágenes. La energía almacenada, por ejemplo, será devuelta y evacuada por los radiadores, durante los periodos en los que los radiadores se utilicen menos.

El travesaño 12 también puede incluir, en su parte central, una pluralidad de cavidades 121 para material PCM.

La parte central 13, según la realización ilustrada, también puede incluir cavidades 131 para material PCM con el fin de mejorar la refrigeración del equipo, pudiendo colocarse estas cavidades en las inmediaciones de las interfaces 17 de los sensores a enfriar.

La estructura termomecánica 10 puede así comprender una pluralidad de cavidades 111, 121 y 131 para material PCM distribuidas en diferentes ubicaciones elegidas para optimizar el control térmico del plano focal 100. El material PCM se adapta según las ubicaciones de las cavidades PCM dependiendo de si están ubicadas cerca de puntos fríos o puntos calientes. Debido a los cambios de fase del material PCM, estas cavidades quedan selladas.

El material PCM se elige en función de su temperatura de cambio de fase, generalmente de fusión, escogida a su vez en función de la temperatura de funcionamiento del equipo. En efecto, un material PCM asegura la transferencia térmica por calor latente, es decir, es capaz de almacenar o liberar energía por simple cambio de fase, y esto de forma isotérmica (a una temperatura igual a su temperatura de cambio de fase).

Las patas 15, según el ejemplo de realización ilustrado en la Figura 4, son seis y tienen forma de tubos curvados en su base, estando las bases conectadas a la parte central 13. La parte alargada de las patas 15 está fijada a la placa de disipación de calor 30 como se muestra en la Figura 2.

Como se muestra en las Figuras 3 a 5, la estructura termomecánica 10 se produce en un único bloque metálico mediante un proceso de fabricación aditiva. La estructura termomecánica producida en un único bloque monolítico puede estar compuesta por varios subconjuntos, cada uno de ellos generado mediante fabricación aditiva (ALM) por capas de material, y luego unidos entre sí, por ejemplo, mediante soldadura.

Cada subconjunto puede contener una porción de la cavidad de dos fases. Cada subconjunto también puede contener una porción de una o más cavidades para PCM. Cada subconjunto también puede contener una porción de una o más interfaces para los sensores fotosensibles. Cada subconjunto también puede contener una porción de una o más interfaces para los equipos electrónicos de control. Cada subconjunto puede contener también una porción de un radiador de la estructura termomecánica.

También se pueden realizar una o más cavidades o interfaces en el mismo subconjunto producido por ALM. También se puede fabricar un radiador en el mismo subconjunto producido por ALM.

El proceso de fabricación aditiva permite realizar la estructura termomecánica 10, con optimización de las formas y volúmenes de las piezas huecas de dos fases y de las cavidades PCM. Se puede utilizar, por ejemplo, la fabricación aditiva mediante la técnica de fusión láser en lecho de polvo, que permite producir piezas metálicas con formas finas, complejas e intrincadas.

Preferiblemente, la estructura termomecánica 10 está hecha de titanio o Invar, teniendo estos materiales coeficientes de expansión muy bajos y, por tanto, asegurando una muy buena estabilidad mecánica de la estructura termomecánica 10 según la invención.

La estructura termomecánica para un plano focal según la invención proporciona así una notable ventaja industrial y abre nuevas perspectivas para la producción de estructuras térmica y mecánicamente más eficientes.

De la presente descripción se desprende claramente que ciertos elementos de la estructura termomecánica pueden modificarse, reemplazarse o eliminarse y que pueden realizarse ciertos ajustes en sus formas y dimensiones, sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

## REIVINDICACIONES

1. Estructura (10) termomecánica termorregulada para plano focal (100) capaz de operar en un entorno espacial, que comprende al menos una primera interfaz (17) para soportar al menos un primer equipo electrónico disipativo (22a, 22b), siendo dicha estructura metálica y que comprende al menos un radiador (11a, 11b) para disipar calor en el entorno espacial y al menos una primera cavidad (32) de transporte de energía térmica mediante un fluido de cambio de fase en estado líquido o gaseoso, dicha primera cavidad (32) se extiende parcialmente dentro de dicho radiador y asegura el transporte térmico directo entre dicha primera interfaz y dicho radiador, caracterizándose dicha estructura porque comprende además al menos una segunda cavidad (111, 121, 131) de almacenamiento de energía térmica que encapsula un material de cambio de fase que se encuentra en estado sólido o líquido.

2. Estructura según la reivindicación 1, caracterizada porque cada primera cavidad es distinta y separada de cada segunda cavidad.

3. Estructura según la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque comprende una única primera cavidad y una pluralidad de segundas cavidades de las cuales al menos algunas de estas segundas cavidades están dispuestas lo más cerca posible de la primera cavidad.

4. Estructura (10) termomecánica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha primera cavidad se extiende lo más cerca posible de dicha primera interfaz (17) y contribuye a distribuir homogéneamente la energía generada en dicho primer equipo electrónico disipativo (22a, 22b).

5. Estructura termomecánica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que dicha primera cavidad comprende una geometría interna de tipo poroso situada en dicha primera interfaz, asegurando la difusión multidireccional de la energía térmica, estando extendida la geometría interna de tipo poroso por una geometría interna que comprende ranuras que favorecen la difusión de la energía térmica a lo largo de estas ranuras, hacia los radiadores.

6. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos dos radiadores (11a, 11b), dispuestos lateralmente y a cada lado de dicha primera interfaz (17), extendiéndose dicha primera cavidad hacia estos radiadores.

7. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos una segunda interfaz (12) para soportar al menos un segundo equipo electrónico disipativo (21a, 21b), extendiéndose dicha primera cavidad lo más cerca posible de dicha segunda interfaz (12) y asegurando un transporte térmico directo entre dicha segunda interfaz y dicho radiador.

8. Estructura según la reivindicación anterior, en la que dicha primera cavidad comprende una geometría interna de tipo poroso ubicada en dicha segunda interfaz, asegurando una difusión multidireccional de la energía térmica y contribuyendo a distribuir homogéneamente la energía generada en dicho segundo equipo electrónico disipativo (21a, 21b).

9. Estructura según la reivindicación 7 u 8, que comprende un par de primeras interfaces y un par de segundas interfaces dispuestas simétricamente a lo largo de un plano medio, para soportar respectivamente un par de primeros equipos electrónicos disipativos y un par de segundos equipos electrónicos disipativos dispuestos simétricamente a lo largo del plano medio.

10. Estructura según una de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende una pluralidad de elementos de unión (14a) entre dicha primera interfaz y dicha segunda interfaz y en la que se extiende dicha primera cavidad de dos fases.

11. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizada porque se produce en un único bloque monolítico compuesto por varios subconjuntos generados por fabricación aditiva por capas de material, pudiendo contener cada subconjunto una porción de dicha primera cavidad, una porción de dicha segunda cavidad, una porción de dicha primera interfaz y/o una porción de dicho radiador.

12. Estructura según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una pluralidad de apéndices de fijación (15) en los que se extiende la primera cavidad y que están destinados a recibir un radiador (30) añadido para disipar el calor en el entorno espacial.

13. Plano focal (100) capaz de operar en un entorno espacial, caracterizado porque comprende una estructura (10) termomecánica según cualquiera de las reivindicaciones anteriores y al menos un sensor fotosensible fijado a la primera interfaz de la estructura (10) termomecánica.

14. Plano focal (100) según la reivindicación 13, que comprende al menos un componente electrónico de control y procesamiento en conexión de comunicación con dicho sensor fotosensible, estando fijado este componente electrónico de control y procesamiento a dicha segunda interfaz de la estructura (10) termomecánica.

15. Instrumento de observación espacial (52), caracterizado porque comprende un plano focal (100) según la reivindicación 13 o 14.

16. Satélite artificial (51), caracterizado porque comprende un instrumento de observación espacial (52) según la reivindicación 15.

17. Satélite artificial, caracterizado porque comprende una estructura (10) termomecánica según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 y al menos un componente electrónico disipativo fijado a una primera interfaz (17) de dicha estructura (10) termomecánica según cualquiera de reivindicaciones 1 a 10 o a una segunda interfaz (12) de dicha estructura (10) termomecánica según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 10.

TÉCNICA ANTERIOR

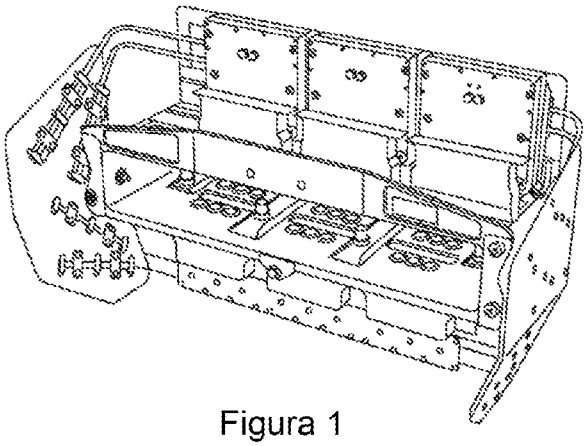


Figura 1

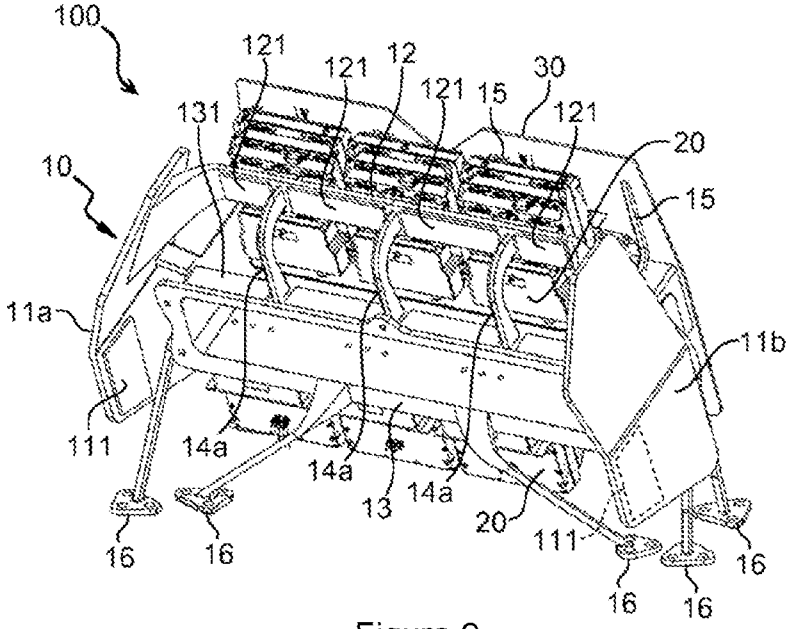



Figura 2

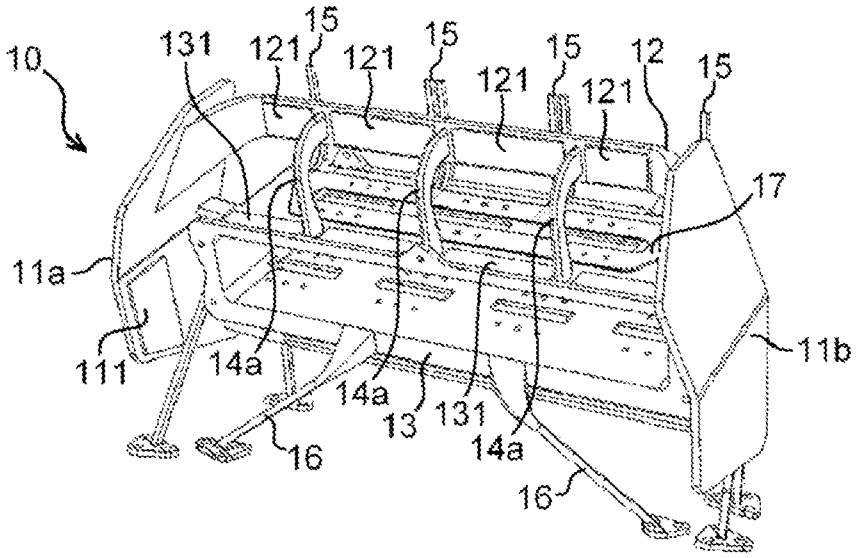



Figura 3

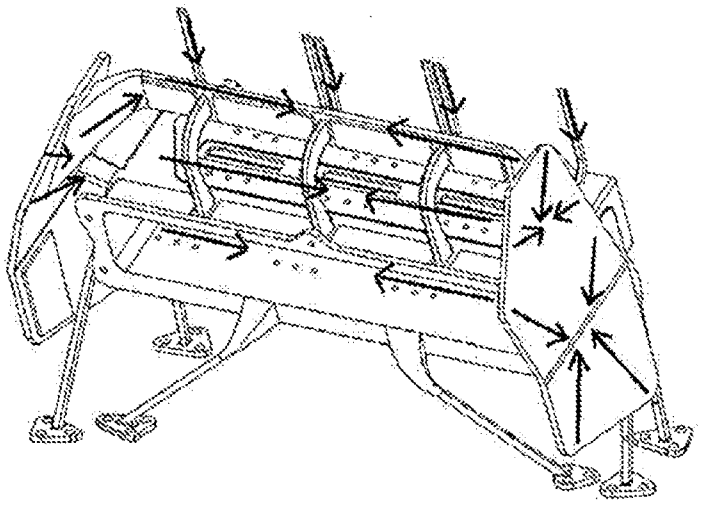


Figura 3 bis

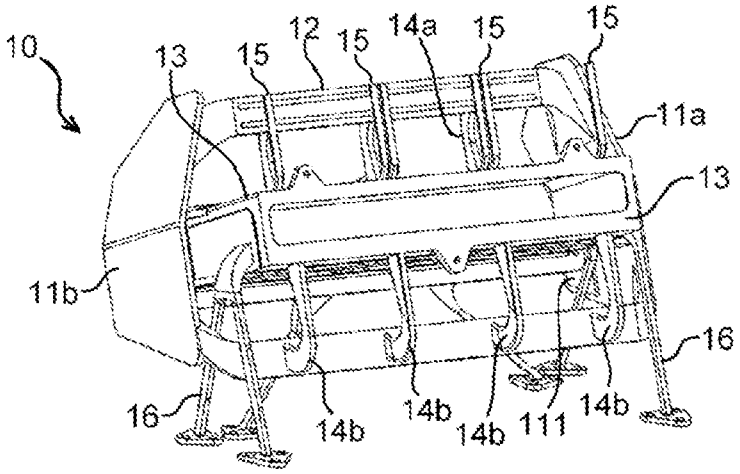



Figura 4

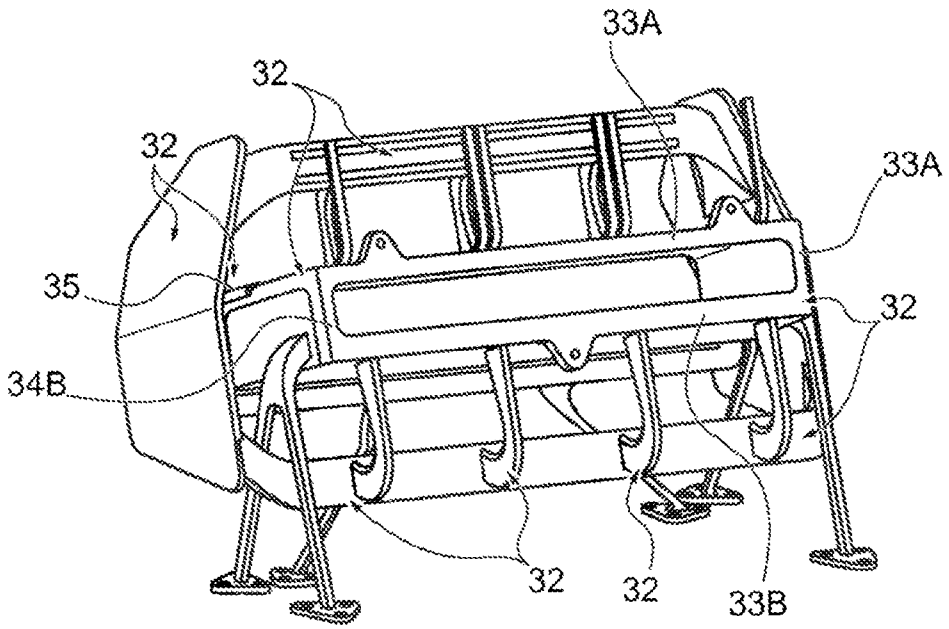



Figura 4 bis

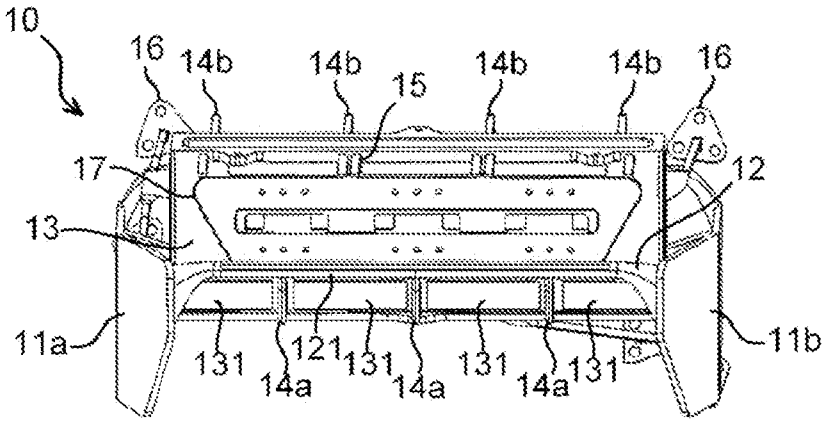



Figura 5

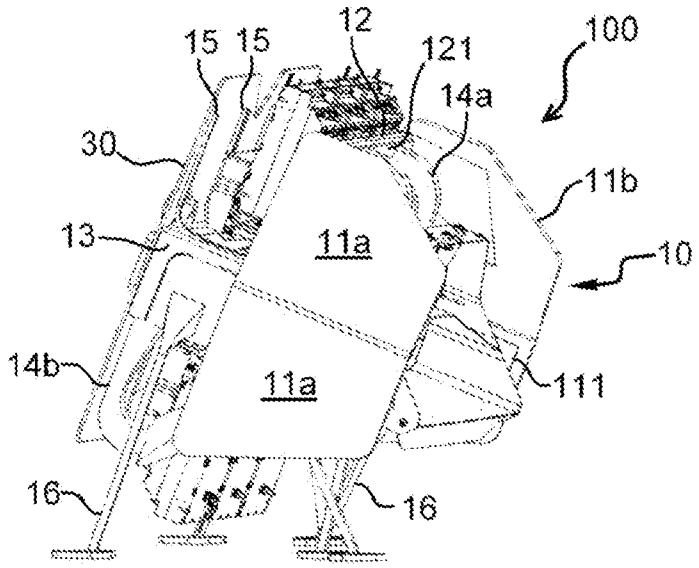



Figura 6

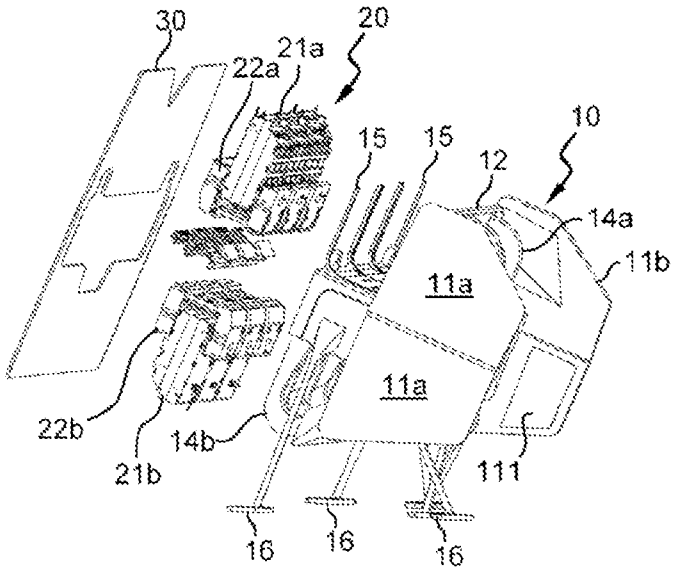



Figura 7

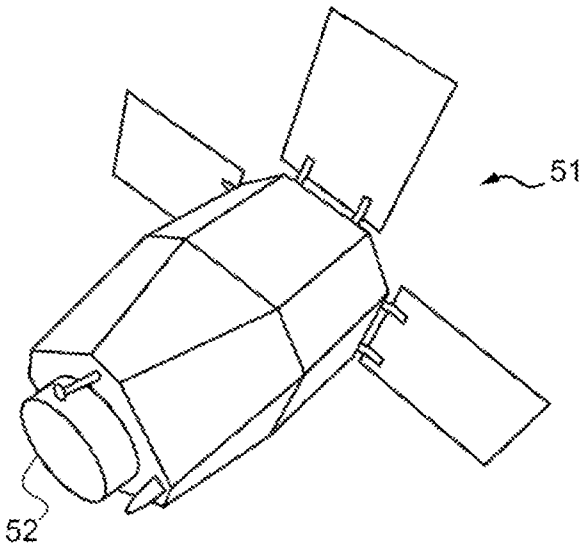



Figura 8