

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 880 826**

51 Int. Cl.:

H01Q 3/46 (2006.01)

H01Q 15/14 (2006.01)

H01Q 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2019 E 19196571 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.05.2021 EP 3624268**

54 Título: **Panel de red de reflectores de radiofrecuencia para antena de satélite**

30 Prioridad:

13.09.2018 FR 1800957

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

25.11.2021

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
TOUR CARPE DIEM Place des Corolles
Esplanade Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**DAVID, JEAN-FRANÇOIS y
CHINIARD, RENAUD**

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 880 826 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

Panel de red de reflectores de radiofrecuencia para antena de satélite

La invención se refiere a un panel de una red de reflectores de radiofrecuencia para una antena de satélite y a una red de reflectores de radiofrecuencia para una antena de satélite que comprende al menos uno de estos paneles.

5 Se sabe que los reflectores de radiofrecuencia de las grandes antenas parabólicas de los satélites, por ejemplo del orden de 6 m de diámetro, son técnicamente complicados y, por lo tanto, costosos para cumplir con los requisitos funcionales de la misión (en particular con respecto a la estabilidad geométrica en órbita).

Son conocidos los paneles de redes de reflectores, como los embarcados en el satélite "cubesat", llamados "Integrated Solar Array and Reflectarray Antenna" en inglés, de acrónimo ISARA, como se ilustra en la figura 1.

10 También se conocen demostradores o prototipos terrestres que operan en las bandas L a C.

El documento US2018/166781 A1 revela un panel de red de reflectores que comprende una pluralidad de baldosas. Cada baldosa está configurada para reflejar las señales de radiofrecuencia incidentes. Los sensores de temperatura se utilizan para compensar las desviaciones relacionadas con la temperatura proporcionando una corrección de fase a las baldosas.

15 Sin embargo, los paneles planos del estado de la técnica plantean un problema de dilatación térmica cuando deben operar a radiofrecuencias, dados los gradientes térmicos existentes a lo largo de dichos apéndices externos.

Debido a su funcionamiento en RF, una configuración que utilice un panel de tipo Reflectarray requiere una cuidadosa selección de materiales dieléctricos de baja pérdida en RF y baja permitividad.

20 Así, los posibles materiales en las bandas L a C se orientan naturalmente en laminados con matrices orgánicas (por ejemplo, éster de cianato, poliimida, o equivalente, ...) reforzados con fibras de cuarzo, sílice o vidrio. Estos materiales son ciertamente eficaces en RF, pero siguen siendo poco estables en cuanto a su coeficiente de dilatación térmica (del orden de 10 o incluso 12 ppm/°C) para las variaciones de temperatura observadas en órbita.

25 Este rango de coeficientes de dilatación térmica parece ser demasiado grande para garantizar el nivel de estabilidad geométrica requerido para que un producto Reflectarray cumpla con los requisitos de antena impuestos por los operadores de telecomunicaciones.

Los gradientes térmicos transversales (fuera del plano del espesor del panel Reflectarray) inducen, por "efecto bimetalico", deformaciones significativas fuera del plano como se muestra en la Figura 2.

El efecto bimetalico se refiere al acoplamiento entre las dilataciones en el plano y fuera del plano (por el acoplamiento membrana/ flexión) que da lugar a altos coeficientes de dilatación.

30 Uno de los objetivos de la invención es aliviar los problemas mencionados anteriormente, en particular para los paneles de dimensiones superiores a 2m por 2m.

Según un aspecto de la invención, se propone un panel de red de reflectores de radiofrecuencia para una antena de satélite, que comprende:

- soporte estructural;
- 35 • baldosas de radiofrecuencia que soportan células poligonales de radiofrecuencia configuradas para reflejar y desfasar las señales de radiofrecuencia incidentes;
- una conexión completa (denominada punto fijo), entre el soporte estructural y la baldosa de radiofrecuencia; y
- 40 • al menos dos conexiones de tipo corredera entre el soporte estructural y la baldosa de radiofrecuencia, en el plano del panel, con ejes distintos y que pasan por la conexión completa.

Dicho panel tiene una dilatación limitada y, por lo tanto, es compatible con los requisitos de la misión del satélite.

En una realización, el enlace completo puede estar dispuesto en el baricentro de la baldosa de radiofrecuencia.

De este modo, se minimizan las deformaciones en el plano de la baldosa de RF bajo carga térmica, lo cual es una ventaja definitiva para el rendimiento de la antena.

45 Alternativamente, el enlace completo puede estar dispuesto en el borde de la baldosa de radiofrecuencia.

Por lo tanto, esto puede facilitar algunas configuraciones de baldosas de RF (restricciones de disposición local), pero a cambio inducirá mayores deformaciones en el plano (en comparación con el enlace completo situado en el centro de la baldosa de RF), con lo que el rendimiento de la antena se verá más afectado por la carga térmica.

5 Según una realización, el soporte estructural comprende una capa espaciadora revestida con dos pieles de material ortotrópico drapeado, con un espesor inferior a 1 mm, configurado para proporcionar un módulo de Young equivalente cuasi-isotrópico de entre 100 y 200 GPa, y un coeficiente de dilatación térmica inferior o igual a 3 ppm/°C.

10 Así, es posible asegurar la estabilidad dimensional requerida por la misión, a pesar de los altos coeficientes de dilatación térmica (o CTE del acrónimo "Coefficient of Thermal Expansion") disponibles para los materiales dieléctricos que componen una baldosa radioeléctrica. En efecto, sin la invención, sólo unos CTE inferiores o iguales a 3 ppm/°C permitirían garantizar este nivel de estabilidad dimensional en órbita. Estos valores CTE no están disponibles comercialmente por el momento. El dispositivo de fijación de una baldosa radioeléctrica permite limitar el efecto bimetalico prohibiendo las deformaciones fuera del plano de la baldosa radioeléctrica, por efecto de sujeción sobre el panel estructural. Así, las deformaciones fuera del plano quedan limitadas a las del panel estructural, es decir, equivalentes a las proporcionadas por un CTE equivalente a 3 ppm/°C.

15 En una realización, la capa espaciadora es de nido de abeja, y/o conjunto de varillas, y/o espuma.

Así, la capa espaciadora proporciona la rigidez necesaria con una densidad suficientemente limitada.

20 Según una realización, la etapa de RF de las células de radiofrecuencia (4) comprende un apilamiento de una capa portadora dieléctrica, cubierta con una capa de aislamiento radioeléctrico estable en una amplia gama de temperaturas entre -130°C y +150°C], como un laminado de tipo poliimida, como Kapton (marca registrada).

En una realización, la etapa de RF de las células de radiofrecuencia comprende una capa parcial de cobre, que proporciona desplazamiento de fase de radiofrecuencia, dispuesta entre la capa dieléctrica portadora y la capa de aislamiento radioeléctrico, o sobre la capa de aislamiento radioeléctrico.

25 Según una realización, las células de radiofrecuencia tienen un espesor reducido de entre 5 y 10 mm para el caso de la banda de frecuencia S.

Así, la masa transportada por el soporte estructural sigue siendo limitada.

En una realización, un enlace completo (también denominado punto fijo) comprende:

- un tornillo;
- un inserto roscado en la baldosa de radiofrecuencia;
- 30 • un inserto roscado en el soporte estructural;
- un espaciador con un reborde para garantizar la separación entre la baldosa de radiofrecuencia y el soporte estructural y el centrado de los elementos de la conexión completa, y con un orificio para el tornillo; y
- una arandela entre la cabeza del tornillo y el inserto en el soporte plano.

35 Así, la dirección de deslizamiento en el plano parece estar controlada y la dirección de deslizamiento fuera del plano permanece limitada.

Según una realización, una conexión de tipo corredera comprende:

- un tornillo;
- un inserto roscado en la baldosa de radiofrecuencia;
- un inserto roscado en el soporte estructural;
- 40 • un espaciador con un reborde que garantiza una separación entre la baldosa de radiofrecuencia y el soporte estructural y un centrado de los elementos de la conexión de tipo corredera, y que está provisto de un orificio para el tornillo;
- una arandela de resorte entre el espaciador y el inserto en el soporte para calibrar la fuerza ejercida por el tornillo; y
- 45 • un orificio oblongo que permite una zona de deslizamiento para el tornillo, entre el espaciador y el inserto roscado a lo largo del eje de la conexión de tipo corredera.

Así, la dirección de deslizamiento en el plano parece estar controlada y la dirección de deslizamiento fuera del plano permanece limitada.

En una realización, un enlace de tipo corredera (6) comprende:

- 5
- una viga en "I" que proporciona una separación entre la baldosa de radiofrecuencia y el soporte estructural, que comprende un ala inferior, un alma y un ala superior con una rosca;
 - una capa de adhesivo que fija el ala inferior al soporte estructural;
 - una inserción en la baldosa, con agujero ;
 - un tornillo; y
 - una arandela entre la cabeza del tornillo y el inserto en la baldosa de la radio.

10 Así, la dirección de deslizamiento en el plano parece estar controlada y la dirección de deslizamiento fuera del plano permanece limitada.

Según una realización, una conexión de tipo corredera comprende:

- una corredera;
 - una capa de adhesivo que fija la corredera al soporte estructural;
- 15
- una viga en "I" que proporciona una separación entre la baldosa de radiofrecuencia y el soporte estructural, que comprende un ala inferior que forma una guía en la corredera, un alma y un ala superior con una rosca;
 - un inserto en la baldosa de radiofrecuencia, con orificio;
 - un tornillo; y
 - una arandela entre la cabeza del tornillo y el inserto en la baldosa de la radio.

20 Así, la dirección de deslizamiento en el plano parece estar controlada y la dirección de deslizamiento fuera del plano permanece limitada.

Según otro aspecto de la invención, también se propone una red de reflectores de radiofrecuencia para antena de satélite que comprende al menos un panel según una de las reivindicaciones anteriores, y mecanismos de montaje y despliegue.

25 La invención se entenderá mejor a partir de un estudio de algunas realizaciones descritas como ejemplos no limitantes e ilustradas por los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 muestra de forma esquemática los paneles de red de reflectores de tipo ISARA según el estado de la técnica;
 - la figura 2 ilustra de forma esquemática los desplazamientos fuera del plano en presencia de gradientes térmicos en el espesor del panel Reflectarray, según el estado de la técnica;
- 30
- la figura 3 ilustra esquemáticamente un panel de red de reflectores de radiofrecuencia para una antena de satélite, según un aspecto de la invención;
 - La figura 3bis ilustra esquemáticamente una variante de la figura 3, en la que el soporte estructural está facetado, según un aspecto de la invención;
- 35
- La figura 3ter ilustra esquemáticamente una variante de la figura 3, en la que el soporte estructural es convexo, según un aspecto de la invención;
 - la figura 4 ilustra esquemáticamente ejemplos de células de radiofrecuencia con funcionamiento capacitivo o inductivo, según un aspecto de la invención;
- 40
- la figura 5 ilustra esquemáticamente ejemplos de células de radiofrecuencia con funcionamiento capacitivo o inductivo, según un aspecto de la invención;
 - la figura 6 ilustra esquemáticamente ejemplos de posibles formas de baldosas de radiofrecuencia, según un aspecto de la invención;

- la figura 7 ilustra esquemáticamente un método de fijación de una baldosa rectangular de radiofrecuencia a su panel estructural, sustancialmente en el baricentro de la baldosa, según un aspecto de la invención;
 - la figura 7bis ilustra esquemáticamente un método de fijación de una baldosa rectangular de radiofrecuencia a su panel estructural, en un borde de la baldosa, según un aspecto de la invención;
- 5
- las figuras 8 y 9 ilustran esquemáticamente las células de radiofrecuencia cuadradas, y las deformaciones globales del producto Reflectarray en una versión multipanel bajo carga térmica transversal según un aspecto de la invención;
 - la figura 10 muestra un ejemplo de panel Reflectarray cuadrado equipado con baldosas de radiofrecuencia cuadradas, por ejemplo con dimensiones de 2 m x 2 m, según un aspecto de la invención;
- 10
- la figura 11 ilustra esquemáticamente un enlace completo (también denominado punto fijo de una baldosa de radiofrecuencia), según un aspecto de la invención; y
 - las figuras 12, 13 y 14 ilustran esquemáticamente conexiones de tipo corredera, según diversos aspectos de la invención.

A lo largo de las figuras, los elementos que tienen referencias idénticas son similares.

- 15 La figura 3 muestra un panel de red de reflectores de radiofrecuencia 1 según un aspecto de la invención, en sección transversal, que comprende:
- un soporte estructural 2;
 - baldosas de radiofrecuencia 3 que soportan células poligonales de radiofrecuencia 4 configuradas para reflejar y desfasar las señales de radiofrecuencia incidentes;
- 20
- una conexión completa 5, entre el soporte estructural 2 y la baldosa de radiofrecuencia 3; y
 - al menos dos conexiones de tipo corredera 6, entre el soporte estructural 2 y la baldosa de radiofrecuencia 3, en el plano del panel 1, con ejes distintos y que pasan por la conexión completa 5.

La conexión completa 5 puede estar situada en el centro de una baldosa o en el borde de la misma.

- 25 El soporte estructural 2 comprende una capa espaciadora 2a recubierta con dos pieles 2b de material ortotrópico drapeado, con un espesor inferior a 1 mm, configurado para proporcionar un módulo de Young equivalente cuasi-isotrópico de entre 100 y 200 GPa, y un coeficiente de dilatación térmica inferior o igual a 3 ppm/°C.

- 30 Por soporte estructural 2, se entiende un soporte que garantiza las funciones de rigidez global del producto Reflectarray tanto en configuración almacenada como desplegada, el paso de las fuerzas a nivel de las fijaciones de los paneles en la plataforma, la fijación de las bisagras de despliegue del Reflectarray entre paneles, así como la fijación de las baldosas RF.

El soporte estructural 2 puede ser plano o no plano, por ejemplo puede ser facetado o convexo, como se ilustra en la figura 3bis y 3b respectivamente.

La capa espaciadora 2a puede ser de nido de abeja, y/o conjunto de varillas, y/o espuma.

- 35 La etapa de célula de RF, o en otras palabras el conjunto de baldosas de RF, comprende un apilamiento de una capa portadora dieléctrica, cubierta por una capa de aislamiento radioeléctrico estable en un rango de temperatura extendido de -130°C a +150°C. Esta capa aislante está constituida, por ejemplo, por una capa de Kapton (marca registrada) correspondiente a un laminado de tipo poliimida.

Una célula 4 puede incluir una capa de cobre de cambio de fase de radiofrecuencia parcial dispuesta entre la capa dieléctrica portadora y la capa de aislamiento radioeléctrico, o sobre la capa de aislamiento radioeléctrico.

- 40 Las células de radiofrecuencia tienen un espesor reducido de entre 5 y 10 mm en la banda S, lo que permite limitar la masa transportada en el soporte estructural 2 del panel 1.

El desarrollo de tales células de radiofrecuencia requiere la reconstrucción de su propia base de datos para la síntesis de RF del panel Reflectarray 1. Es necesario elegir las células adaptadas al desfase local que se quiere realizar, y elegir entre un diseño capacitivo o inductivo.

- 45 La figura 4 muestra esquemáticamente células de radiofrecuencia capacitivas de orden 1, de orden 2 y de orden 3.

La figura 5 muestra esquemáticamente células de radiofrecuencia con funcionamiento inductivo, de orden 1, de orden 2 y de orden 3.

Tal célula de radiofrecuencia 4, con un grosor no habitual garantiza el funcionamiento con una etapa de RF de grosor $\lambda/8$, mientras que el estado de la técnica de RF conserva un grosor mínimo de $\lambda/4$, representando λ la longitud de onda.

La principal ventaja de este dispositivo reside en la reducción de la masa inducida en el panel 1, así como en su mayor compacidad en la configuración almacenada (es decir, no desplegada), lo que lo hace compatible con un volumen bajo la cubierta de hasta diámetros de apertura de 6 m a 7 m.

La figura 6 representa esquemáticamente varias formas de baldosas de radiofrecuencia con forma de polígono 3, en este caso baldosas con forma de polígono regular, como baldosas cuadradas, baldosas rectangulares, baldosas con forma de pentágono regular o baldosas hexagonales.

El corte de dichas baldosas se realiza de forma que se limiten los impactos de RF, al tiempo que se concilian los siguientes requisitos funcionales en particular:

- la tolerancia de fabricación de una baldosa de radiofrecuencia (RF), y la holgura entre baldosas necesaria al montar el panel estructural;
- evitar las zonas de RF neutralizadas por las funciones no RF que no se pueden evitar: fijación de los HRM (que aseguran la fijación del conjunto de paneles Reflectarray en la plataforma durante la fase de lanzamiento), fijación de los accesorios entre paneles 1, fijación de la pantalla térmica (elemento que asegura el control térmico pasivo del panel Reflectarray en su cara frontal) o "parasol" que cubre la cara activa del panel 1;
- minimización de las deformaciones de fabricación de una baldosa RF elemental 3;
- minimización de las deformaciones orbitales bajo carga de gradiente térmico transversal, teniendo en cuenta el sistema de transferencia considerado entre una baldosa RF 3 y el soporte estructural 2.

La disposición de la etapa de RF está cortada en baldosas disjuntas 3 para compensar la insuficiente estabilidad geométrica intrínseca (que sigue siendo impulsada por el alto CTE de los materiales dieléctricos constituyentes).

La figura 7 ilustra esquemáticamente una baldosa rectangular de radiofrecuencia, según un aspecto de la invención, con el enlace completo (denominado punto fijo) 5 y en el baricentro de la baldosa 3. Cuatro conexiones de tipo corredera 6 que se cruzan en el plano del panel 1 y, por ejemplo, a lo largo de las diagonales de la baldosa RF rectangular 3.

La conexión completa 5 puede garantizarse mediante encolado o cualquier otra forma de fijación mecánica a base de tornillos, remaches, ...

Las conexiones de tipo corredera 6 pueden estar aseguradas por un encolado flexible (adhesivo de silicona o equivalente), o por cualquier otro dispositivo que asegure la libre traslación radial en el plano de la baldosa 3.

La figura 7bis ilustra una realización alternativa de la figura 7, en la que el enlace completo (denominado punto fijo) 5 está dispuesto en el borde de la baldosa 3, por ejemplo en una esquina para una baldosa de radiofrecuencia rectangular. Dicha baldosa 3 comprende tres conexiones de tipo corredera 6, por ejemplo, dispuestas como en la figura 7bis.

La figura 8 representa de forma esquemática un producto Reflectarray realizado mediante un montaje de paneles 1 desplegados de forma que la forma global ofrecida por la apertura se aproxime lo más posible al plato madre del reflector equivalente de la antena.

Cada uno de los paneles 1 (en este caso 9 en número para una antena con una apertura de 6m), está equipado con baldosas de RF (por ejemplo 16 en número) para que las deformaciones en órbita permanezcan controladas por el panel estructural de soporte (cada una de las baldosas de RF ve entonces sus dilataciones fuera del plano limitadas por el dispositivo propuesto, mientras que las deformaciones globales a nivel del panel estructural típicamente 2m x 2m permanecen bajas debido a la arquitectura elegida para este último (asociada a una elección juiciosa de los materiales implementados: por ejemplo, pieles de CFRP (fibra de carbono impregnada de resina orgánica) con bajo CTE). Así, las deformaciones fuera del plano intrínsecas a la baldosa de RF (del tipo bimetálico inducidas por los gradientes térmicos transversales) se limitan a las del panel portador (es decir, son compatibles con la misión de la antena (en la banda S, buscamos deformaciones en el plano inferiores a 3 mm, y deformaciones en el plano inferiores a 3 mm)

La figura 9 representa la deformación inducida en órbita bajo el caso de gradiente térmico transversal que sigue siendo el peor caso (considerando el borde del panel estructural como referencia). La máxima deformación fuera del

plano se localiza en el centro del panel 1, con una deformación global controlada, y niveles de deformación en cada una de las baldosas elementales <1mm (siendo así compatible con la misión de la antena).

La figura 10 muestra un ejemplo de panel de baldosas cuadrado 3, por ejemplo con dimensiones de 2 m x 2 m.

La figura 11 muestra un ejemplo de conexión completa o punto fijo 5 que comprende:

- 5 • un tornillo 10;
- un inserto roscado 11 en la baldosa de radiofrecuencia 3;
- un inserto roscado 12 en el soporte estructural 2;
- 10 • un espaciador 13 con un reborde para garantizar la separación entre la placa de radiofrecuencia 3 y el soporte estructural 2 y el centrado de los elementos de la conexión completa 5, y provisto de un orificio 14 para el tornillo 10; y
- una arandela 15 entre la cabeza del tornillo 10 y el inserto 12 en el soporte plano 2.

La figura 12 representa un ejemplo de conexión de tipo corredera 6 incluye:

- un tornillo 16;
- un inserto roscado 17 en la baldosa de radiofrecuencia 3;
- 15 • un inserto roscado 18 en el soporte estructural 2;
- un espaciador con reborde 19 que garantiza una separación entre la baldosa de radiofrecuencia 3 y el soporte estructural 2 y un centrado de los elementos de la conexión de tipo corredera 6, y que está provisto de un orificio 20 para el tornillo 16;
- 20 • una arandela de resorte 21 entre el espaciador 19 y el inserto 18 en el soporte 2 para calibrar la fuerza ejercida por el tornillo 16; y
- un orificio oblongo 22 que permite una zona de deslizamiento para el tornillo 16, entre el espaciador 19 y el inserto roscado 18 a lo largo del eje de la conexión de tipo corredera 6.

La figura 13 representa otro ejemplo de conexión de tipo corredera 6 incluye:

- 25 • una viga en "I" 23 que proporciona una separación entre la baldosa de radiofrecuencia 3 y el soporte estructural 2, que comprende un ala inferior 24, un alma 25 y un ala superior 26 con una rosca 27;
- una capa de adhesivo 28 que fija el ala inferior 24 al soporte estructural 2;
- un inserto 29 en la baldosa 3, con orificio 30;
- un tornillo 31; y
- una arandela 32 entre la cabeza del tornillo 31 y el inserto 29 en la baldosa de radiofrecuencia 3.

30 La figura 14 representa otro ejemplo de conexión de tipo corredera 6 incluye:

- a corredera 33;
- una capa de adhesivo 34 que fija la corredera 33 al soporte estructural 2;
- 35 • una viga en "I" 35 que proporciona una separación entre la baldosa de radiofrecuencia 3 y el soporte estructural 2, que comprende un ala inferior 36 que forma una guía en la corredera 33, un alma 37 y un ala superior 38 con una rosca 39;
- un inserto 40 en la baldosa de radiofrecuencia 3, con orificio 41;
- un tornillo 42; y
- una arandela 43 entre la cabeza del tornillo 42 y el inserto 40 de la baldosa de radiofrecuencia 3.

La invención está dedicada a aplicaciones tales como paneles Reflectarray o reflectores polarizadores a bordo de satélites.

5 Evita los elevados CTE (coeficientes de dilatación térmica) intrínsecos a los materiales dieléctricos disponibles en el mercado (que actualmente son inevitables por sus propiedades de RF de misión crítica). La invención permite limitar/restringir las deformaciones fuera del plano de las baldosas de RF en órbita, de modo que se garantice el rendimiento de RF necesario.

REIVINDICACIONES

1. Panel de red de reflectores de radiofrecuencia (1) para antena de satélite, que comprende:
 - un soporte estructural (2);
 - baldosas de radiofrecuencia (3) que soportan células poligonales de radiofrecuencia (4) configuradas para reflejar y desfasar las señales de radiofrecuencia incidentes;
 - una conexión completa (5), entre el soporte estructural (2) y una baldosa de radiofrecuencia (3); y **caracterizado porque** el panel (1) comprende
 - al menos dos conexiones de tipo corredera (6), entre el soporte estructural (2) y la baldosa de radiofrecuencia (3), en el plano del panel (1), de ejes distintos y que pasan por la conexión completa (5).
2. Panel (1) según la reivindicación 1, en el que dicha unión completa (5) está dispuesta en el baricentro de la baldosa de radiofrecuencia (3).
3. Panel (1) según la reivindicación 1, en el que dicha conexión completa (5) está dispuesta en el borde de la baldosa de radiofrecuencia (3).
4. Panel (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el soporte estructural (2) comprende una capa espaciadora (2a) recubierta con dos pieles (2b) de material ortotrópico drapeado, de espesor inferior a 1 mm, configurado para proporcionar un módulo de Young equivalente cuasi-isotrópico comprendido entre 100 y 200 GPa, y un coeficiente de dilatación térmica menor o igual a 3 ppm/°C.
5. Panel (1) según la reivindicación 4, en el que la capa espaciadora (2a) está hecha de nido de abeja, y/o conjunto de barras, y/o espuma.
6. Panel (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que una célula de radiofrecuencia (4) comprende un apilamiento de una capa dieléctrica portadora, recubierta con una capa de aislamiento radioeléctrico estable en un amplio rango de temperatura comprendido entre -130°C y +150°C.
7. Panel (1) según la reivindicación 6, en el que la capa de aislamiento radioeléctrico estable es un laminado de poliimida, como Kapton (marca registrada).
8. Panel (1) según la reivindicación 6 o 7, en el que una célula de radiofrecuencia (4) comprende una capa parcial de cobre, que proporciona desplazamiento de fase de radiofrecuencia, dispuesta entre la capa dieléctrica portadora y la capa de aislamiento radioeléctrico o sobre la capa de aislamiento radioeléctrico.
9. Panel (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las células de radiofrecuencia (4) tienen un grosor reducido entre 5 y 10 mm para el caso de la banda de frecuencia S.
10. Panel (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que una conexión completa (5) comprende:
 - un tornillo (10);
 - un inserto roscado (11) en la baldosa de radiofrecuencia (3);
 - un inserto roscado (12) en el soporte estructural (2);
 - un espaciador (13) con un reborde para asegurar la separación entre la baldosa de radiofrecuencia (3) y el soporte estructural (2) y el centrado de los elementos de la conexión completa (5), y provisto de un orificio (14) para el tornillo (10); y
 - una arandela (15) entre la cabeza del tornillo (10) y el inserto (12) en el soporte plano (2).
11. Panel (1) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que una conexión de tipo corredera (6) comprende:
 - un tornillo (16);
 - un inserto roscado (17) en la baldosa de radiofrecuencia (3);
 - un inserto roscado (18) en el soporte estructural (2);
 - un espaciador con reborde (19) que proporciona una separación entre la baldosa de radiofrecuencia (3) y el soporte estructural (2) y un centrado de los elementos de la conexión de tipo corredera (6), y que está provisto de un orificio (20) para el tornillo (16);
 - una arandela de resorte (21) entre el espaciador (19) y el inserto (18) en el soporte (2) para calibrar la fuerza ejercida por el tornillo (16); y
 - un orificio oblongo (22) que permite una zona de deslizamiento para el tornillo (16), entre el espaciador (19) y el inserto roscado (18) a lo largo del eje de la conexión de tipo corredera (6).
12. Panel (1) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que una conexión de tipo corredera (6) comprende:
 - una viga en "I" (23) que proporciona una separación entre la baldosa radioeléctrica (3) y el soporte estructural (2), que comprende un ala inferior (24), un alma (25) y un ala superior (26) con una rosca (27);
 - una capa de adhesivo (28) que fija el ala inferior (24) al soporte estructural (2);

- un inserto (29) en la baldosa (3), con orificio (30);
- un tornillo (31); y
- una arandela (32) entre la cabeza del tornillo (31) y el inserto (29) en la baldosa de radiofrecuencia (3).

13. Panel (1) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que una conexión de tipo corredera (6) comprende:

- 5 - una corredera (33);
- una capa de adhesivo (34) que fija la corredera (33) al soporte estructural (2);
- una viga en "I" (35) que proporciona una separación entre la baldosa de radiofrecuencia (3) y el soporte estructural (2), que comprende un ala inferior (36) que forma una guía en la corredera (33), un alma (37) y un ala superior (38) con una rosca (39);

- 10 - un inserto (40) en la baldosa de radiofrecuencia (3), con orificio (41);
- un tornillo (42); y
- una arandela (43) entre la cabeza del tornillo (42) y el inserto (40) en la baldosa de radiofrecuencia (3).

14. Red de reflectores de radiofrecuencia para una antena de satélite que comprende al menos un panel según una de las reivindicaciones anteriores, y mecanismos de montaje y despliegue.

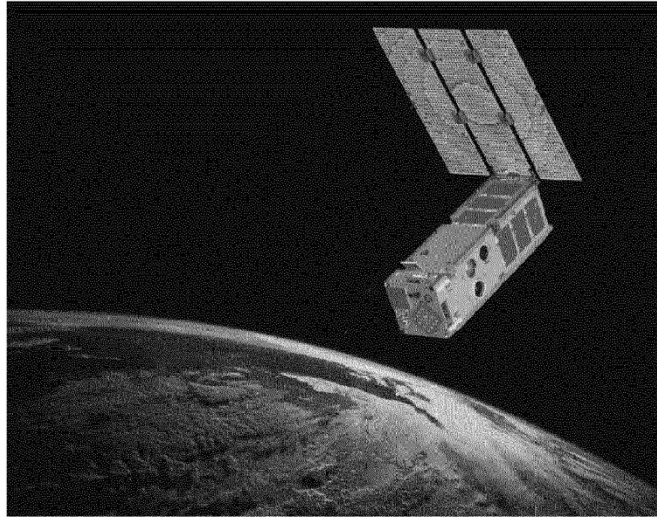


FIG.1

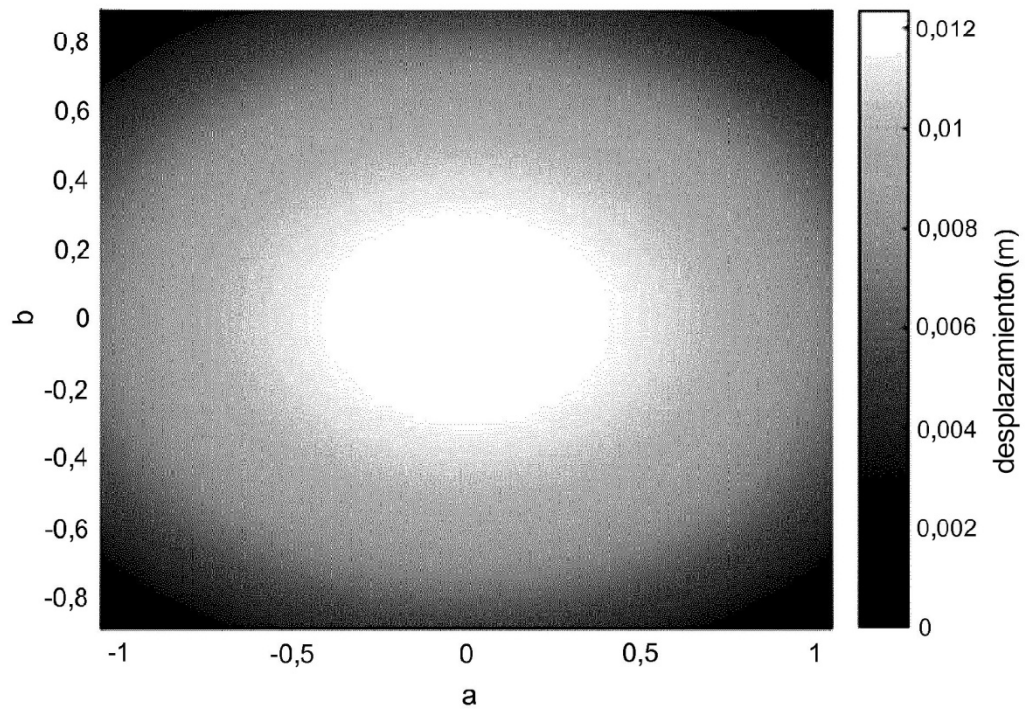


FIG.2

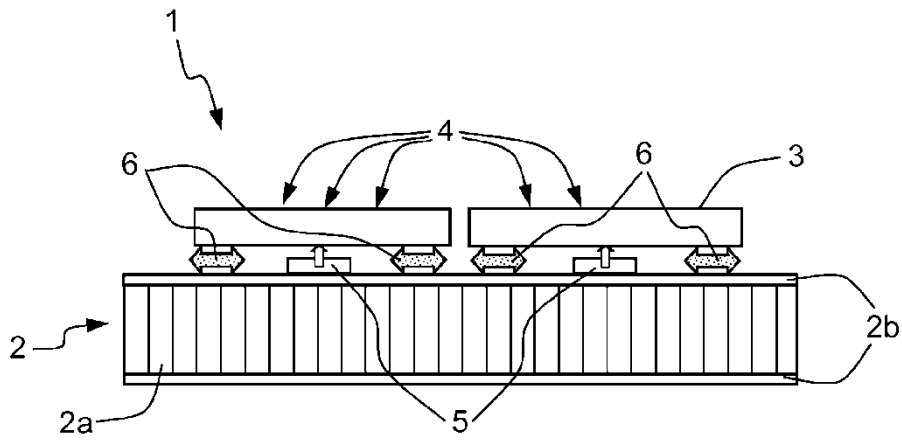


FIG. 3

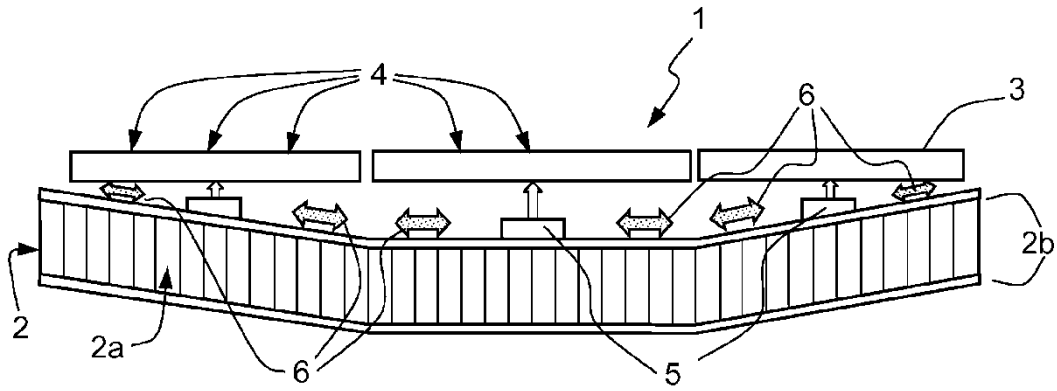


FIG. 3 bis

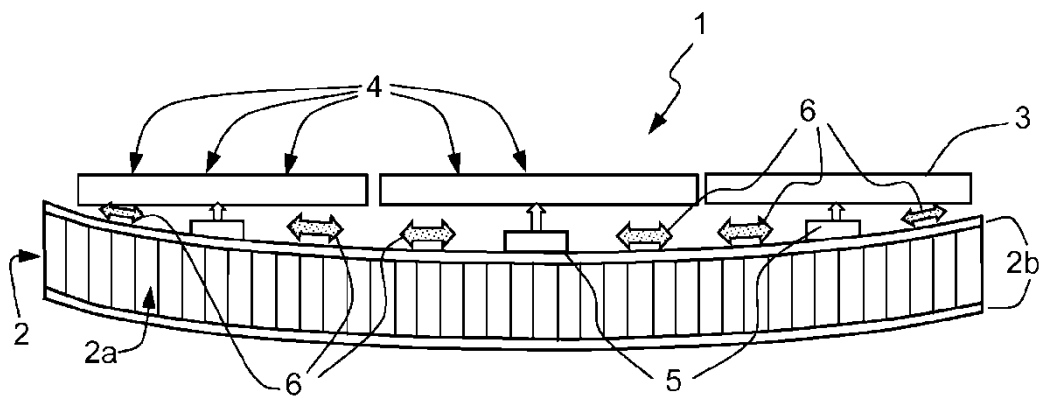


FIG. 3 ter

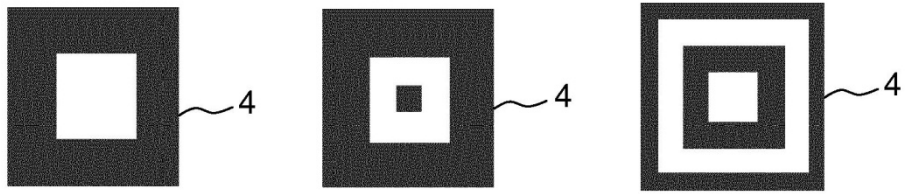


FIG.4

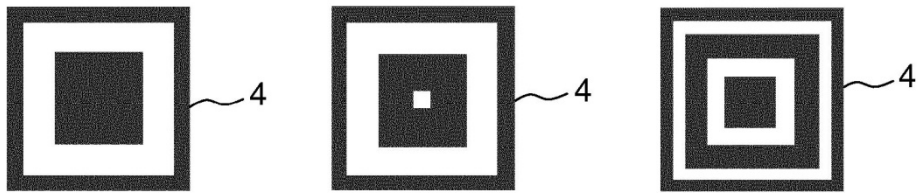


FIG.5

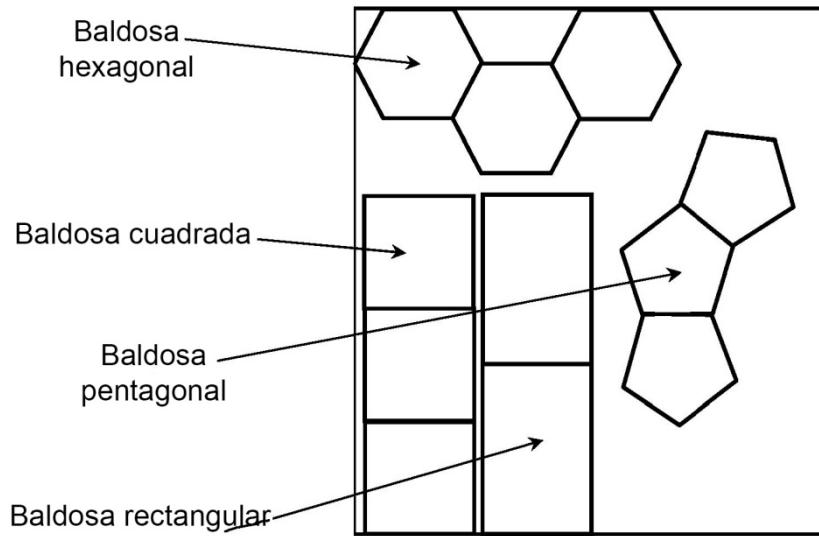


FIG.6

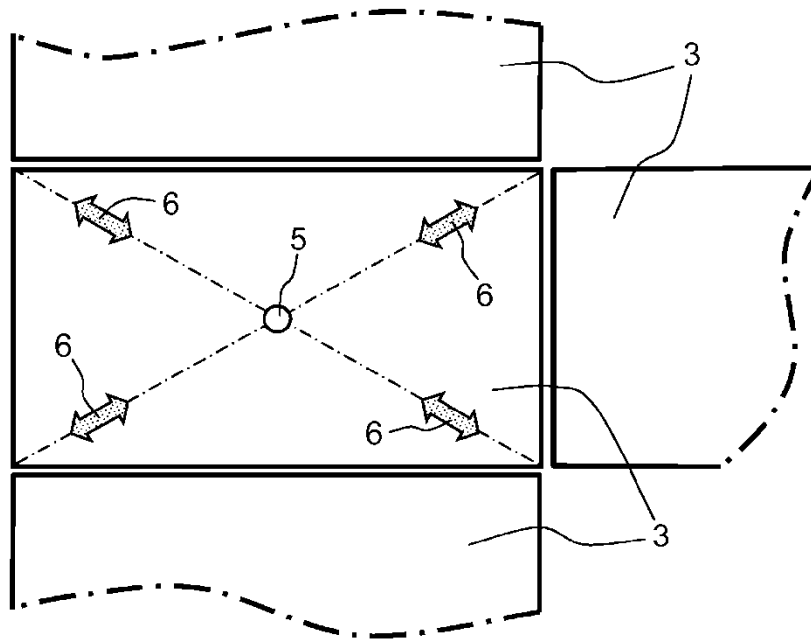


FIG. 7

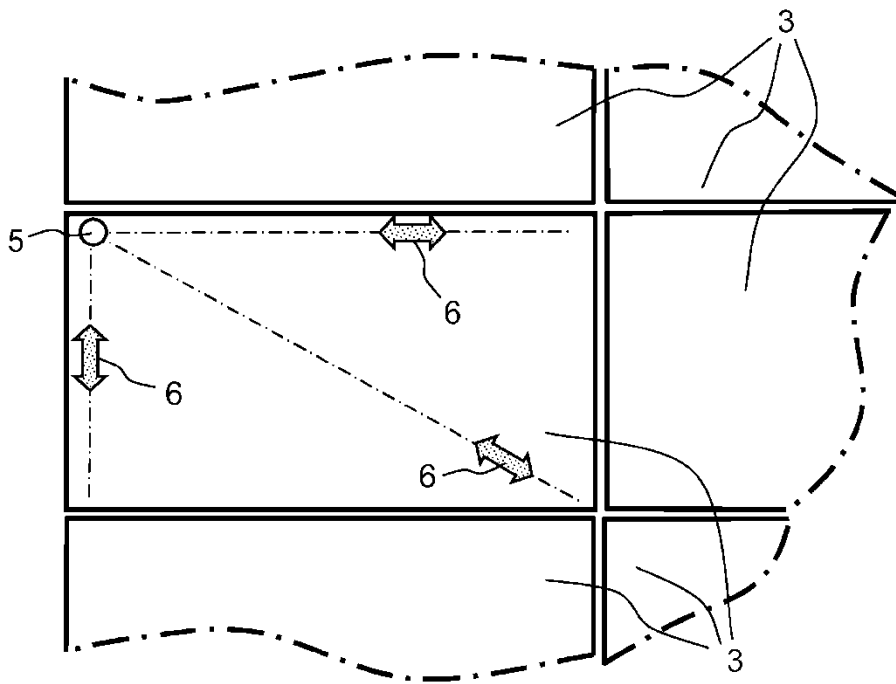


FIG. 7 bis

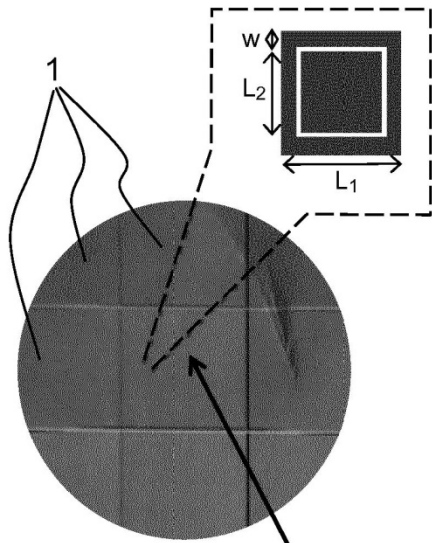


FIG.8

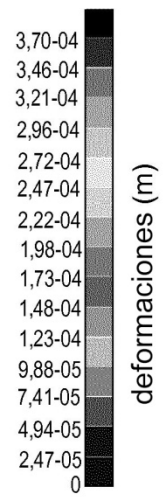
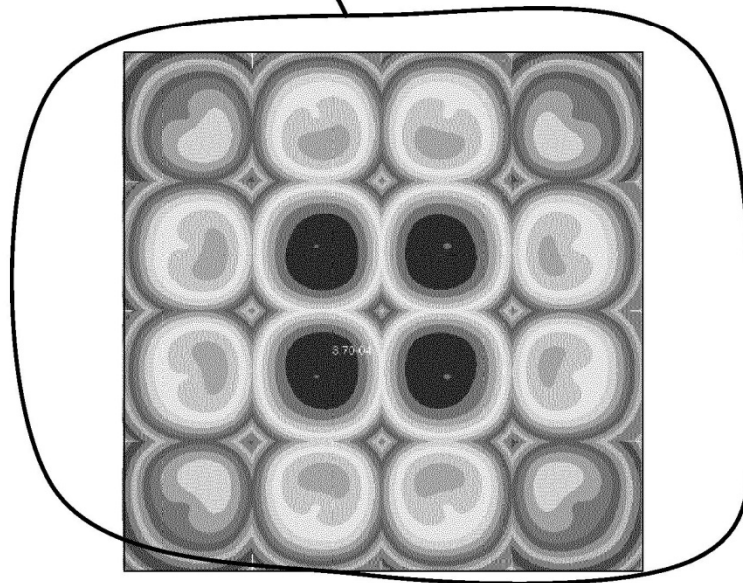


FIG.9

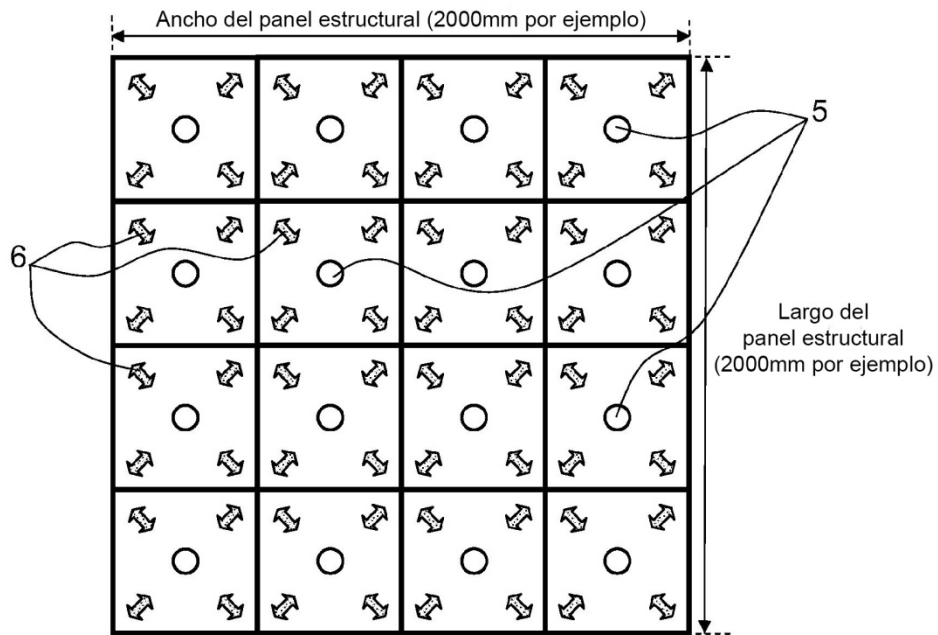


FIG. 10

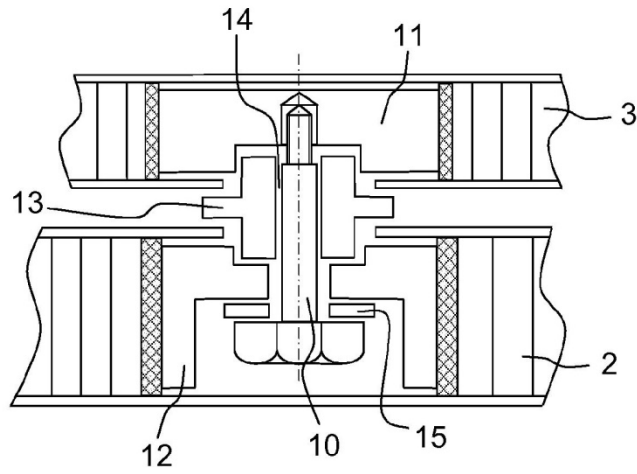


FIG. 11

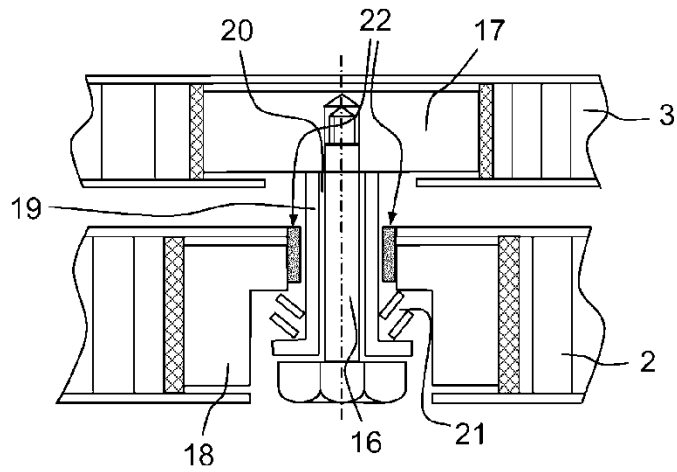


FIG. 12

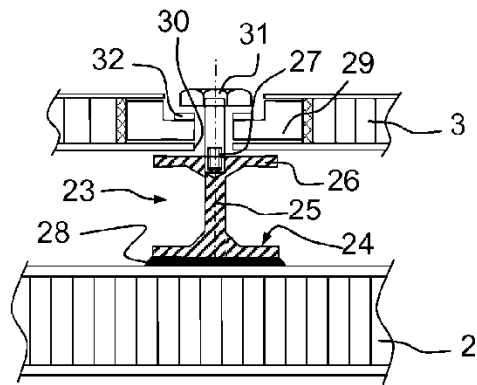


FIG. 13

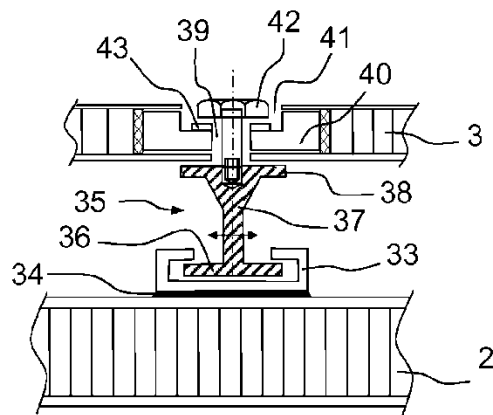


FIG. 14