

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 530 571**

51 Int. Cl.:

H01Q 15/16 (2006.01)

H01Q 1/28 (2006.01)

H01Q 1/20 (2006.01)

F16F 15/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2010 E 10712947 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.11.2014 EP 2415118**

54 Título: **Antena radioeléctrica con perfiles angulares de desacoplamiento mejorados**

30 Prioridad:

02.04.2009 FR 0952151

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

03.03.2015

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE SAS (100.0%)
51-61 Route de Verneuil
78130 Les Mureaux , FR**

72 Inventor/es:

DESAGULIER, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 530 571 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

Antena radioeléctrica con perfiles angulares de desacoplamiento mejorados

5 **Ámbito técnico**

La presente invención se refiere al ámbito de las antenas radioeléctricas con reflectores y afecta especialmente a una antena para un artefacto espacial, como un satélite de telecomunicaciones.

10 **Estado de la técnica anterior**

Las antenas de artefactos espaciales deben ser de conformidad con especificaciones, especialmente en relación con la reflectividad de sus reflectores, pero también con la resistencia mecánica de los medios de unión de los reflectores con los artefactos espaciales, que están sometidos a las solicitaciones vibratorias acústicas y dinámicas inducidas por las lanzaderas espaciales. Además, estas antenas deben ser de conformidad con especificaciones relativas a su comportamiento termo-elástico en órbita.

El nivel de las solicitaciones acústicas inducidas por las lanzaderas es muy difícil de prever, por lo que es preferible que estas antenas sean casi insensibles a las fuerzas acústicas, para limitar los riesgos de sub-dimensionamiento o de sobre-dimensionamiento de los medios de unión a los artefactos espaciales.

Las figuras 1 y 1a representan un ejemplo de antena radioeléctrica 10 (figura 1) para satélite de telecomunicaciones que funciona a frecuencias incluidas entre 12 GHz y 18 GHz aproximadamente (banda Ku), de un tipo conocido.

El reflector 12 de la antena 10 incluye un casco 14 del tipo sándwich formado por una estructura en nido de abeja en la que se colocan una piel anterior – habitualmente denominada piel activa – y una piel posterior, cada una de estas pieles constituida por un pliego de fibras de carbono sumergidas en una resina epoxi.

El casco 14 del reflector 12 es soportado por una estructura posterior rígida 16 de este reflector. Esta estructura posterior 16 está formada por ejemplo por elementos tubulares dispuestos según un hexágono centrado en un eje del reflector. En el ejemplo representado en las figuras, estos elementos tubulares poseen, vistos en corte, una forma rectangular.

La estructura posterior 16 está unida a la piel posterior del casco 14 mediante perfiles angulares 18 (figura 1a) capaces de garantizar la resistencia mecánica de la antena durante su lanzamiento y la puesta en órbita del satélite equipado con dicha antena, así como un desacoplamiento termo-mecánico entre el reflector 12 y la estructura posterior 16 cuando el satélite está en órbita. Además, la estructura posterior 16 es soportada por un brazo soporte 19 destinado a garantizar la unión entre la antena 10 y el satélite.

Las fibras de carbono de los pliegos de las pieles anterior y posterior mencionadas están dispuestas en forma de tejidos triaxiales que se caracterizan por poseer propiedades mecánicas casi isotrópicas y por la presencia de calados pasantes regularmente repartidos en su superficie.

Estos calados permiten una reducción de la masa del reflector y comunican con alvéolos de la estructura en nido de abeja, de manera que este tipo de reflector es poco sensible a las solicitaciones vibratorias, especialmente a las solicitaciones acústicas durante el lanzamiento del satélite equipado con la antena 10.

De manera general, los materiales compuestos empleados en estas antenas les proporcionan una gran ligereza, lo que constituye una ventaja esencial en el ámbito de las aplicaciones espaciales.

Sin embargo, las propiedades de reflectividad de los reflectores calados del tipo descrito anteriormente no son satisfactorias a las frecuencias incluidas entre 20 GHz y 40 GHz aproximadamente (banda Ka).

Se han propuesto soluciones que consisten, a partir de una antena del tipo descrito anteriormente, en reducir el tamaño de los calados de la piel activa, incluso en sustituir la piel activa calada por una piel entera, pero las antenas así obtenidas se han revelado demasiado sensibles a las solicitaciones acústicas.

Además, a estas frecuencias más elevadas, las tolerancias relativas a los perfiles de los reflectores son más estrictas, lo que conduce a requisitos más severos en términos de precisión de fabricación y de estabilidad en el tiempo de los reflectores, típicamente del orden de 30 μm RMS, por comparar con los 150 μm RMS para los satélites que operan a las frecuencias inferiores de la banda Ku.

Ahora bien, las estructuras sándwich del tipo descrito anteriormente, que incluyen pieles caladas formadas por un único pliego de material compuesto, no permiten cumplir con facilidad los niveles de exigencia requeridos para el funcionamiento en la banda Ka.

Exposición de la invención

La invención tiene especialmente por objeto aportar una solución sencilla, económica y eficaz a estos problemas, permitiendo evitar los inconvenientes mencionados.

5 Tiene especialmente por objeto una antena radioeléctrica para artefacto espacial, capaz de funcionar a las frecuencias de la banda Ka y que cumple los requisitos impuestos a este tipo de antena, especialmente en lo que se refiere a la sensibilidad de la antena a las solicitaciones vibratorias inducidas por las lanzaderas, la precisión de fabricación del perfil del reflector de la antena y la estabilidad de este perfil en el tiempo y de manera general, el comportamiento termo-mecánico de la antena en órbita.

15 La invención propone a tal efecto una antena radioeléctrica, especialmente para artefacto espacial, que incluye un reflectory medios de soporte de este reflector, incluyendo el reflector un casco capaz de reflejar las ondas radioeléctricas y una estructura posterior rígida soportada por los medios de soporte y unida al casco mediante perfiles angulares de desacoplamiento repartidos alrededor de un eje del casco e incluyendo cada uno una primera base fijada al casco del reflector, una laminilla metálica flexible o una segunda base fijada a la estructura posterior rígida y una lámina metálica central que une la referida primera base a la laminilla metálica flexible o a la referida segunda base y capaz de amortiguar una componente transversal de vibraciones del casco.

20 Según la invención, cada uno de dichos perfiles angulares de desacoplamiento incluye, en al menos uno de sus extremos, una capa de un material elástico capaz de amortiguar por lo menos una componente axial de vibraciones del casco.

25 Además, la capa de material elástico mencionada está interpuesta entre dicha primera base y el casco, o entre dicha laminilla metálica flexible o dicha segunda base y dicha estructura posterior rígida.

Cada perfil angular de desacoplamiento puede así incluir bien una única capa de material elástico dispuesta en uno de los extremos del perfil angular, bien dos capas de material elástico dispuestas respectivamente en ambos extremos del perfil angular.

30 La capa de material elástico de cada perfil angular permite reducir considerablemente el impacto de solicitaciones vibratorias, especialmente acústicas, en los medios de soporte del reflector de la antena.

35 Esto permite limitar el nivel de resistencia mecánica exigido para los medios de soporte y esto facilita en mayor medida el dimensionamiento de estos medios de soporte.

En un modo de realización preferido de la invención, el casco del reflector incluye una piel anterior entera, es decir no calada.

40 La gran capacidad de amortiguación de los perfiles angulares, debido a su capa de material elástico, posibilita en efecto el uso de una piel anterior entera, capaz de dotar al reflector de propiedades de reflectividad óptimas, a la vez que se limitan los riesgos de sub-dimensionamiento de los medios de soporte del reflector.

45 En el modo de realización preferido de la invención, dicho material elástico presenta un módulo de Young incluido entre 0,25 MPa y 1 MPa, una resistencia a la tracción incluida entre 0,1 MPa y 0,5 MPa y un estiramiento a la rotura incluido entre el 20% y el 40%.

50 La capa de material elástico de cada perfil angular es capaz, por lo tanto, de amortiguar de manera óptima las solicitaciones vibratorias a las que la antena puede verse sometida, especialmente cuando esta antena equipa un artefacto espacial.

En el modo de realización preferido de la invención, dicho material elástico es una espuma e incluye por lo menos un compuesto perteneciente al grupo de las poliimididas.

55 Cada perfil angular puede incluir además una estructura sándwich que incluye dos pieles de material compuesto, colocadas a cada lado de dicha capa de material elástico.

60 Esto puede permitir especialmente la fijación de los perfiles angulares al reflector mediante un procedimiento similar a un procedimiento utilizado habitualmente para la fijación de los perfiles angulares de los reflectores del tipo convencional descrito anteriormente, lo que puede presentar un interés económico considerable.

En una variante, el material elástico puede incluir un adhesivo que incluye un compuesto de elastómero o de silicona o de poliuretano.

65 Cuando la antena equipa un artefacto espacial, se elige el material elástico porque no se degrada a las temperaturas operativas espaciales en órbita, más concretamente a temperaturas incluidas entre -180 °C y +200 °C.

En el modo de realización preferido de la invención, la piel anterior y la piel posterior están realizadas de un material compuesto que incluye fibras sumergidas en una resina endurecida.

5 Estas fibras son ventajosamente fibras de carbono dispuestas de manera a optimizar la isotropía de las propiedades mecánicas y térmicas de estas pieles.

10 Para ello, estas fibras pueden estar dispuestas, por ejemplo, en forma de dos pliegos de tejido tafetán cruzados según ángulos de más o menos 45 grados o en forma de tres a seis pliegos de capas de fibras drapeadas de forma simétrica (0° , $+60^\circ$, -60°).

Estos modos de disposición de las fibras permiten además mejorar la precisión y la estabilidad de los perfiles de las pieles en relación con las pieles de un único pliego de los reflectores convencionales.

15 De manera general, la antena está ventajosamente configurada para funcionar en una banda de frecuencias predeterminada del espectro de las microondas, pudiendo encontrarse esta banda de frecuencias especialmente en la banda Ka.

20 El uso de una cara activa no calada, posibilitada por la invención, es en efecto especialmente ventajosa en la banda Ka, como se ha explicado anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

25 La invención se entenderá mejor y otros detalles, ventajas y características de la misma aparecerán mediante la lectura de la siguiente descripción realizada a modo de ejemplo no limitativo y en referencia con los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1, ya descrita, es una vista esquemática en perspectiva de una antena radioeléctrica de un tipo conocido;

30 - la figura 1a, ya descrita, es una vista a mayor escala del detalle la de la figura 1;

- la figura 2 es una vista similar a la figura 1a, de una antena radioeléctrica según la invención.

Exposición detallada de un modo de realización preferido

35 La figura 2 representa una parte del reflector 20 de una antena radioeléctrica según un modo de realización de la invención.

40 Este reflector 20 es globalmente del mismo tipo que el reflector 12 de la técnica anterior representado en las figuras 1 y 1a, pero el reflector 20 incluye un casco 22 con piel anterior entera y perfiles angulares de desacoplamiento 24 de un nuevo tipo, de conformidad con la invención.

45 En lo sucesivo, los términos "anterior", "posterior" y "lateral" se utilizan en referencia con la dirección de emisión de la antena.

De manera conocida, el casco 22 del reflector 20 posee sensiblemente la forma de un paraboloide de revolución alrededor de un eje del reflector.

50 La piel anterior (no visible en la figura 2) del casco 22 está realizada de un material compuesto convencional, del tipo que incluye un tejido de fibras estructurales, por ejemplo de carbono, sumergidas en una resina epoxi o análoga.

55 Las fibras estructurales de la piel anterior están tejidas de manera que garantizan una isotropía óptima del comportamiento mecánico de la piel anterior 22 y de manera que la piel anterior 22 sea entera. Para ello, estas fibras estructurales están dispuestas, por ejemplo, en forma de dos pliegos de tejido tafetán cruzados según ángulos de más o menos 45 grados o en forma de tres a seis pliegos de capas de fibras drapeadas de forma simétrica (0° , $+60^\circ$, -60°). Este tipo de estructura permite especialmente optimizar la precisión y la estabilidad en el tiempo del perfil de la piel anterior.

60 El casco 22 incluye además una piel posterior 26 realizada de un material compuesto análogo al descrito anteriormente, de la piel anterior y que presenta por lo tanto las mismas ventajas.

El reflector 20 incluye una estructura posterior rígida 28 formada por elementos tubulares 29 de sección sensiblemente rectangular y similar a la estructura posterior 16 del reflector 12 de la técnica anterior.

65 La estructura posterior 28 está unida al casco 22 del reflector mediante perfiles angulares 24 que incluyen, cada uno, una lámina metálica central 30. Un extremo de la lámina 30 incluye una primera base 32 de fijación a la piel posterior

26 del casco 22 y otro extremo de la lámina 30 está fijado a una laminilla metálica flexible 34 fijada a una cara lateral 36 de un elemento tubular 29 de la estructura posterior 28.

5 De manera conocida, la laminilla flexible 34 y en menor medida, la lámina central 30, permiten por su elasticidad amortiguar la componente transversal, es decir perpendicular al eje del casco 22, de vibraciones de dicho casco 22.

Según la invención, cada perfil angular 24 incluye además una capa de material elástico 38, interpuesta entre la base 32 del perfil angular y la piel posterior 26 del casco 22, para amortiguar la componente axial de posibles vibraciones del casco 22.

10 En el modo de realización representado en la figura 2, el material elástico 38 es una espuma de poliimida elegida a fin de que no se degrade a las temperaturas incluidas entre -180 °C y +200 °C y porque cumple la normativa espacial relativa a la desgasificación, especificando típicamente una pérdida total de masa (TML) inferior al 1% aproximadamente.

15 Esta espuma se elige además porque presenta propiedades termo-mecánicas tales que esta espuma afecta lo menos posible al comportamiento termo-mecánico del reflector 20. Especialmente, se elige la espuma porque presenta un coeficiente termo-elástico lo más bajo posible.

20 Además, la espuma de poliimida presenta una densidad incluida entre 10 kg/m³ y 20 kg/m³, una resistencia a la tracción incluida entre 0,1 MPa y 0,5 MPa, un módulo de Young incluido entre 0,25 MPa y 1 MPa y un estiramiento a la rotura incluido entre el 20% y el 40%. Los parámetros físicos indicados se eligen en función del nivel de amortiguación y de desacoplamiento mecánico requerido entre el casco 22 y la estructura posterior 28 del reflector.

25 En una variante o de manera complementaria, cada perfil angular 24 puede incluir una capa de material elástico del tipo descrito anteriormente, interpuesta entre la lámina central 30 del perfil angular 24 y la estructura posterior 28 del reflector.

30 En este caso, es preferible que cada perfil angular 24 esté fijado a una cara anterior 40 de un elemento tubular 29 de la estructura posterior 28, por ejemplo por una segunda base similar a la primera base 32 mencionada y conectada al extremo de la lámina central 30 opuesta a la primera base 32. La capa de espuma puede por lo tanto estar interpuesta entre la segunda base y la cara anterior 40 del elemento tubular 29, para permitir una buena amortiguación de la componente axial de vibraciones del casco 22.

35 En otra variante, la capa de material elástico puede estar integrada en una estructura sándwich y estar especialmente intercalada entre dos pieles enteras, por ejemplo de un tipo análogo al de las pieles del casco 22. Esta característica permite especialmente, para la fijación de los perfiles angulares 24 a la piel posterior 26 del reflector, utilizar un procedimiento de fijación convencional de los perfiles angulares de los reflectores del tipo conocido.

40 También es posible, sin salir del marco de la invención, sustituir la espuma de poliimida por un adhesivo flexible compuesto por elastómero o silicona, o compuesto por poliuretano.

45 En el modo de realización representado, la estructura posterior 28 es del tipo tubular, pero la invención es asimismo compatible con estructuras posteriores de otros tipos, tales como estructuras planas, paraboloideas, o análogas, por ejemplo del tipo sándwich compuesto.

La piel anterior del reflector puede por supuesto tener una forma distinta de la descrita anteriormente a modo de ejemplo sin salir del marco de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Antena radioeléctrica, especialmente para artefacto espacial, que incluye un reflector (20) y medios de soporte (19) de este reflector, incluyendo el reflector un casco (22) capaz de reflejar las ondas radioeléctricas y una estructura posterior rígida (28) soportada por los medios de soporte y unida al casco (22) mediante perfiles angulares de desacoplamiento (24) repartidos alrededor de un eje del casco (22) e incluyendo, cada uno, una primera base (32) fijada al casco (22) del reflector, con la antena caracterizada porque cada uno de dichos perfiles angulares de desacoplamiento (24) incluye una laminilla metálica flexible (34) o una segunda base fijada a la estructura posterior rígida (28) y una lámina metálica central (30) que une dicha primera base (32) a dicha laminilla metálica flexible o a dicha segunda base y capaz de amortiguar una componente transversal de vibraciones del casco (22) y en por lo menos uno de sus extremos, una capa de material elástico (38) capaz de amortiguar por lo menos una componente axial de vibraciones del casco (22), con dicha capa de material elástico (38) interpuesta entre dicha primera base (32) y el casco (22), o entre dicha laminilla metálica flexible o dicha segunda base y dicha estructura posterior rígida (28).
- 10
- 15 2. Antena según la reivindicación 1, caracterizada porque el casco (22) incluye una piel anterior entera.
3. Antena según la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque dicho material elástico presenta un módulo de Young incluido entre 0,25 MPa y 1 MPa.
- 20 4. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque dicho material elástico presenta una resistencia a la tracción incluida entre 0,1 MPa y 0,5 MPa.
- 25 5. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque dicho material elástico presenta un estiramiento a la rotura incluido entre el 20% y el 40%.
6. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque dicho material elástico es una espuma.
- 30 7. Antena según la reivindicación 6, caracterizada porque dicho material elástico incluye por lo menos un compuesto perteneciente al grupo de las poliimidias.
8. Antena según la reivindicación 6 o 7, caracterizada porque cada uno de dichos perfiles angulares de desacoplamiento (24) incluye por lo menos una estructura sándwich que incluye dos pieles de material compuesto colocadas a cada lado de dicha capa de material elástico (38).
- 35 9. Antena según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque dicho material elástico incluye un adhesivo que incluye un compuesto de elastómero o de silicona o de poliuretano.
- 40 10. Antena según una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque está configurada para funcionar en una banda de frecuencias predeterminada del espectro de las microondas incluida en la banda Ka.

