

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 437 075**

51 Int. Cl.:

H01Q 1/00 (2006.01)

H01Q 15/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2010** **E 10712443 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2013** **EP 2415114**

54 Título: **Antena radioeléctrica**

30 Prioridad:

02.04.2009 FR 0952149

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

08.01.2014

73 Titular/es:

ASTRIUM SAS (100.0%)
6, rue Laurent Pichat
75016 Paris, FR

72 Inventor/es:

DESAGULIER, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 437 075 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

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere al campo de las antenas radioeléctricas con reflectores, y se refiere en particular a una antena para un vehículo espacial, como un satélite de telecomunicaciones.

10 **Estado de la técnica anterior**

Las antenas de vehículos espaciales deben cumplir con las especificaciones que se refieren en particular a la reflectividad de sus reflectores, pero también a la resistencia mecánica de los medios de unión de los reflectores a los vehículos espaciales, que están sometidos a solicitaciones vibratorias acústicas y dinámicas inducidas por las lanzaderas espaciales. Estas antenas deben, además, cumplir con las especificaciones que se refieren a su comportamiento termoelástico en órbita.

El documento US 5178709 A describe una antena de acuerdo con la técnica anterior.

20 Al ser difícil de prever el nivel de solicitaciones acústicas inducidas por las lanzaderas, es preferible que estas antenas sean prácticamente insensibles a las fuerzas acústicas, para limitar los riesgos de infradimensionamiento o de sobredimensionamiento de los medios de unión de los reflectores a los vehículos espaciales.

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

30 El reflector 12 de la antena 10 comprende una carcasa 14 de tipo sándwich formada por una estructura de nido de abeja sobre la cual se deposita una piel delantera -llamada habitualmente piel activa- y una piel trasera, estando cada una de estas pieles constituida por un pliegue de fibras de carbono sumergidas dentro de una resina epoxi.

35 La carcasa 14 del reflector 12 está soportada por una estructura trasera tubular rígida 16 de este reflector. Esta estructura trasera 16 tiene, por ejemplo, una forma hexagonal, centrada en un eje del reflector, y con una extensión inferior a la extensión del reflector.

40 La estructura trasera 16 está unida a la piel trasera de la carcasa 14 mediante unas escuadras 18 (figura 1a) adaptadas para garantizar la resistencia mecánica de la antena durante el lanzamiento y la puesta en órbita del satélite equipado con esta antena, así como un desacoplamiento termomecánico entre el reflector 12 y la estructura trasera 16 cuando el satélite está en órbita. Por otra parte, la estructura trasera 16 la soporta un brazo de soporte 19 destinado a garantizar la unión entre la antena 10 y el satélite.

45 Las fibras de carbono de los pliegues de dichas pieles delantera y trasera están dispuestas en forma de tejidos triaxiales que se caracterizan por unas propiedades mecánicas casi-isotrópicas y por la presencia de orificios pasantes que se reparten de forma regular por su superficie.

Estos orificios permiten una reducción de la masa del reflector, y comunican con los alveolos de la estructura de nido de abeja de tal modo que este tipo de reflector es poco sensible a las solicitaciones vibratorias, en particular a las solicitaciones acústicas durante el lanzamiento del satélite equipado con la antena 10.

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

55 Sin embargo, las propiedades de reflectividad de los reflectores calados del tipo descrito con anterioridad no son satisfactorias en las frecuencias comprendidas entre 20 GHz y 40 GHz aproximadamente (banda Ka).

Se han propuesto algunas soluciones, que consisten, a partir de una antena del tipo descrito con anterioridad, en reducir la dimensión de los orificios de la piel activa, o incluso en sustituir la piel activa calada por una piel maciza, pero las antenas que se obtienen de este modo resultan ser demasiado sensibles a las solicitaciones acústicas.

60 Además, a estas frecuencias más elevadas, las tolerancias relativas en los perfiles de los reflectores son más estrictas, lo que conduce a unas exigencias más rígidas en términos de precisión de fabricación y de a lo largo del tiempo de los reflectores, tradicionalmente del orden de 30 μm RMS, en comparación con los 150 μm RMS para los satélites que operan en las frecuencias inferiores de la banda Ku.

65 Ahora bien, las estructuras en forma de sándwich del tipo descrito con anterioridad, que comprenden unas pieles formadas por un único pliegue de material compuesto, no permiten satisfacer de forma sencilla los niveles de

exigencia inherentes a un funcionamiento en la banda Ka.

Exposición de la invención

5 La invención tiene, en particular, como objetivo aportar una solución simple, económica y eficaz a estos problemas, permitiendo evitar los inconvenientes expuestos con anterioridad.

10 Esta tiene en particular por objeto una antena radioeléctrica para satélite espacial, adaptada para funcionar en las frecuencias de la banda Ka, y que cumple con las exigencias impuestas a este tipo de antena, en particular en lo que se refiere a la sensibilidad de la antena a las solicitaciones vibratorias inducidas por las lanzaderas, a la precisión de fabricación del perfil del reflector de la antena y a la estabilidad de este perfil a lo largo del tiempo, y de una manera general al comportamiento termomecánico de la antena en órbita.

15 La invención propone para ello una antena radioeléctrica, en particular para vehículo espacial, que comprende un reflector y unos medios de soporte de este reflector, comprendiendo el reflector una piel delantera adaptada para reflejar las ondas radioeléctricas, y una estructura trasera rígida soportada por los medios de soporte, estando caracterizada la antena porque el reflector comprende una capa de material elástico que está interpuesta entre la piel delantera y la estructura trasera rígida, y que está adaptada para amortiguar las vibraciones de la piel delantera.

20 La capa de material elástico permite reducir de forma considerable el impacto de las solicitaciones vibratorias, en particular acústicas, sobre los medios de soporte del reflector de la antena.

Esto permite limitar el nivel de resistencia mecánica exigido para los medios de soporte, y esto hace de este modo más fácil el dimensionamiento de estos medios de soporte.

25 En un modo preferente de realización de la invención, la piel delantera del reflector es una piel maciza, es decir no calada.

30 La presencia de la capa de material elástico hace posible en efecto el uso de una piel delantera maciza, adaptada para dotar al reflector de unas óptimas propiedades de reflectividad, limitando al mismo tiempo los riesgos de infradimensionamiento de los medios de soporte del reflector.

35 En el modo preferente de realización de la invención, dicho material elástico presenta un módulo de Young comprendido entre 0,25 MPa y 1 MPa, una resistencia a la tracción comprendida entre 0,1 MPa y 0,5 MPa, y un alargamiento de rotura comprendido entre un 20 % y un 40 %.

40 La capa de material elástico está de este modo adaptado para amortiguar de una manera óptima las solicitaciones vibratorias a las cuales se puede ver sometida la antena, en particular cuando esta antena equipa un vehículo espacial.

En el modo preferente de realización de la invención, dicho material elástico es una espuma y comprende al menos un compuesto que pertenece al grupo de las poliimididas.

45 Además, este material elástico tiene de preferencia una densidad comprendida entre 10 kg/m³ y 20 kg/m³.

El uso de un material elástico de este tipo permite una ganancia de peso con respecto a las antenas de la técnica anterior cuya estructura de nido de abeja tiene por lo general una densidad comprendida entre 26 kg/m³ y 34 kg/m³.

50 Esta ganancia de peso se puede aprovechar para incrementar el espesor de la piel delantera, de tal modo que mejore la precisión y la estabilidad a lo largo del tiempo del perfil de esta piel delantera, sin hacer mucho más pesada la antena con respecto a las antenas de tipo conocido. Como se podrá ver más claramente a continuación, esta ganancia de peso también puede permitir reforzar la estructura trasera rígida del reflector.

55 De manera alternativa, el material elástico puede comprender al menos un adhesivo elastómero.

Cuando la antena equipa un vehículo espacial, el material elástico se selecciona para que no se degrade a las temperaturas espaciales de funcionamiento en órbita, y de manera más precisa a las temperaturas comprendidas entre -180 °C y +200 °C.

60 En el modo preferente de realización de la invención, la estructura trasera rígida comprende una piel estructural trasera unida de forma fija a dichos medios de soporte del reflector.

65 Las propiedades de amortiguación de la capa de material elástico son, en efecto, suficientes para permitir que dicha piel trasera cumpla con la función estructurante de las estructuras traseras tubulares rígidas de las antenas de la técnica anterior del tipo descrito con anterioridad.

La piel estructural trasera comprende, de preferencia, al menos una parte con un sobreespesor a la cual están unidos dichos medios de soporte del reflector.

Dicha parte con sobreespesor permite reforzar la unión entre el reflector y los medios de soporte de este último.

5 En el modo preferente de realización de la invención, la piel delantera y la piel estructural trasera están realizadas en un material compuesto que comprende unas fibras sumergidas dentro de una resina endurecida.

10 Estas fibras son de manera ventajosa unas fibras de carbono dispuestas de tal manera que se optimiza la isotropía de las propiedades mecánicas y térmicas de estas pieles.

Para ello, estas fibras pueden estar dispuestas, por ejemplo, en forma de dos pliegues de tejidos de tafetán cruzados de acuerdo con unos ángulos de más o menos 45 grados o en forma de entre tres y seis pliegues de capas de fibras drapeadas de forma simétrica (0° , $+60^\circ$, -60°).

15 Estos modos de disposición de las fibras permiten, además, mejorar la precisión y la estabilidad de los perfiles de las pieles con respecto a las pieles con un único pliegue de los reflectores convencionales.

20 La capa de material elástico está, de preferencia, fijada a la piel delantera y a la piel estructural trasera mediante pegado.

Este pegado se puede realizar simplemente mediante la puesta en contacto homogéneo y bajo una presión de contacto adecuada, de las caras delantera y trasera de la capa de espuma respectivamente con la piel delantera y con la piel trasera estructural.

25 En el modo preferente de realización de la invención, la piel estructural trasera es plana y se extiende perpendicularmente a un eje del reflector.

30 La capa de material elástico está, por tanto, perfilado de manera ventajosa de tal modo que sus caras delantera y trasera tengan sustancialmente la misma forma respectivamente que la piel delantera y que la piel trasera.

De manera alternativa, la piel estructural trasera puede tener una forma sustancialmente idéntica a la de la piel delantera.

35 En todos los casos, la capa de material elástico está perfilada para maximizar la superficie de contacto entre su cara superior y la piel delantera, por una parte, y entre su cara inferior y la piel trasera, por otra parte. Debido a su elasticidad, la capa de material elástico permite, además, compensar las separaciones entre los perfiles teóricos y reales de las pieles delantera y trasera, y también compensar la presencia de eventuales partes con un sobreespesor de la piel estructural trasera.

40 De este modo, la superficie de pegado entre las pieles delantera y trasera respectivamente y la capa de material elástico puede ser máxima, de tal modo que permite en particular una reducción de las exigencias relativas a la resistencia mecánica de cizallamiento de los medios de soporte del reflector.

45 De manera ventajosa, la piel estructural trasera comprende una parte central hueca.

Cuando la capa de material elástico es lo suficientemente densa, esta característica permite una ganancia de masa.

50 En el modo preferente de realización de la invención, la piel estructural trasera comprende, en una sola pieza, unos elementos de fijación a los medios de soporte.

Estos medios de soporte, que están por ejemplo formados por un brazo, pueden en efecto estar unidos a la piel estructural trasera mediante la inmersión de una parte de fijación de estos medios de soporte dentro de la resina que compone la piel estructural trasera.

55 Esto permite una unión óptima entre el reflector y los medios de soporte de este reflector.

60 De una manera general, la antena está de manera ventajosa configurada para funcionar en una banda de frecuencias predeterminada del espectro de las microondas, pudiendo esta banda de frecuencias estar en particular comprendida en la banda Ka.

El uso de una cara activa no calada, que hace posible la invención, resulta en efecto especialmente ventajoso en la banda Ka, como se ha explicado con anterioridad.

65 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se entenderá mejor y se mostrarán otros detalles, ventajas y características de esta en la lectura de la siguiente descripción hecha a título de ejemplo no limitativo y en referencia a 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;

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

- la figura 2 es una vista esquemática en perspectiva del reflector de una antena radioeléctrica de acuerdo con la invención.

Exposición detallada de un modo de realización preferido

La figura 2 representa un reflector 20 de una antena radioeléctrica para vehículo espacial de acuerdo con un modo de realización de la invención.

El reflector 20 comprende una piel delantera 22, a veces también llamada piel activa, y una piel trasera estructural 24 soportada por un brazo de soporte (no representado en la figura 2) destinado a garantizar la unión entre la antena y un vehículo espacial.

En el modo de realización representado, la piel delantera 22 del reflector tiene sustancialmente la forma de un paraboloide de revolución alrededor de un eje 26.

Esta piel delantera 22 está realizada en un material compuesto convencional, del tipo que comprende un tejido de fibras estructurales, por ejemplo de carbono, sumergidas dentro de una resina epoxi o similar. Las fibras estructurales están tejidas siguiendo un drapeado específico para garantizar una isotropía óptima del comportamiento mecánico de la piel delantera 22, y de tal modo que la piel delantera 22 sea maciza. Para ello, estas fibras estructurales están, por ejemplo, dispuestas en forma de dos pliegues de tejidos de tafetán cruzados de acuerdo con unos ángulos de más o menos 45 grados o en forma de entre tres y seis pliegues de napas de fibras drapeadas de forma simétrica (0°, +60°, -60°). Este tipo de estructura permite en particular optimizar la precisión y la estabilidad a lo largo del tiempo del perfil de la piel delantera.

La piel trasera 24 está realizada en un material compuesto similar al de la piel delantera 22, pero presenta una estructura más rígida que la de la piel delantera de tal modo que pueda garantizar la unión mecánica entre la piel delantera del reflector y el brazo de soporte de la antena. La piel trasera 24 constituye de este modo una estructura trasera rígida.

El brazo de soporte comprende un extremo fijado mediante su pegado sobre la cara trasera de la piel trasera 24.

De manera alternativa, el extremo del brazo de soporte puede estar integrado en la piel trasera 24, por ejemplo mediante la inmersión de este extremo dentro de la resina que compone la piel trasera 24.

La piel trasera estructural 24 comprende una o varias partes reforzadas con un sobreespesor situadas al nivel de la fijación del brazo de soporte de la antena.

La piel delantera 22 y la piel trasera estructural 24 están pegadas respectivamente sobre las caras delantera y trasera de una capa de espuma de poliimida 28, destinada a amortiguar las vibraciones a las que puede estar sometida la piel delantera 22, en particular durante el lanzamiento y la puesta en órbita de un vehículo espacial equipado con la antena.

La espuma de poliimida se selecciona para que no se degrade a las temperaturas comprendidas entre -180 °C y +200 °C, y para cumplir con las normas espaciales relativas a la desgasificación, especificando tradicionalmente una pérdida total de masa (TML) inferior al 1 % aproximadamente.

Esta espuma se selecciona, además, para que presente unas propiedades termomecánicas tales que esta espuma afecte lo menos posible al comportamiento termomecánico del reflector 20. En particular, la espuma se selecciona para presentar un coeficiente termoelástico tan bajo como sea posible.

Por otra parte, la espuma de poliimida presenta una densidad comprendida entre 10 kg/m³ y 20 kg/m³, una resistencia a la tracción comprendida entre 0,1 MPa y 0,5 MPa, un módulo de Young comprendido entre 0,25 MPa y 1 MPa, y un alargamiento de rotura comprendido entre un 20 % y un 40 %. Los parámetros físicos ya mencionados se seleccionan en función del nivel de amortiguación y de desacoplamiento mecánico requerido entre la piel delantera 22 y la piel trasera estructural 24.

En el modo de realización representado, la piel trasera estructural 24 tiene la forma de un disco plano y la capa de espuma 28 está perfilada de tal modo que maximice la superficie de contacto, por un parte, entre la cara delantera de la capa de espuma 28 y la piel delantera 22, y, por otra parte, entre la cara trasera de la capa de espuma 28 y la

piel trasera 24.

De manera alternativa, la piel trasera 24 puede tener una forma similar a la de la piel delantera 22.

- 5 En todos los casos, la capa de espuma 28 permite compensar las separaciones entre los perfiles teóricos y reales de las pieles delantera 22 y trasera 24, y también compensar la o las partes con sobreespesor de la piel trasera 24.

- 10 También de manera alternativa, en el caso de que la capa de espuma 28 sea suficientemente densa, la piel trasera estructural 24 puede comprender una parte central hueca de tal modo que forme una corona centrada en el eje 26 del reflector.

Por supuesto, la piel delantera del reflector puede presentar una forma diferente de la que se ha descrito con anterioridad a título de ejemplo sin salir del marco de la invención.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Antena radioeléctrica (20), en particular para vehículo espacial, que comprende un reflector y unos medios de soporte de este reflector, comprendiendo el reflector una piel delantera (22) adaptada para reflejar las ondas radioeléctricas, y una estructura trasera rígida (24) soportada por los medios de soporte, estando caracterizada la antena porque el reflector comprende una capa de material elástico (28) que está interpuesta entre dicha piel delantera (22) y dicha estructura trasera rígida (24), y que está adaptada para amortiguar las vibraciones de la piel delantera (22).
- 10 2. Antena de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque dicha piel delantera (22) es una piel maciza.
3. Antena de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque dicho material elástico presenta un módulo de Young comprendido entre 0,25 MPa y 1 MPa.
- 15 4. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque dicho material elástico presenta una resistencia a la tracción comprendida entre 0,1 MPa y 0,5 MPa.
5. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque dicho material elástico presenta un alargamiento de rotura comprendido entre un 20 % y un 40 %.
- 20 6. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque dicho material elástico es una espuma.
7. Antena de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque dicho material elástico comprende al menos un compuesto que pertenece al grupo de las poliimidias.
- 25 8. Antena de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, caracterizada porque dicho material elástico tiene una densidad comprendida entre 10 kg/m^3 y 20 kg/m^3 .
- 30 9. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque dicho material elástico comprende al menos un adhesivo elastómero.
10. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque dicha estructura trasera rígida comprende una piel estructural trasera (24) unida de forma fija a dichos medios de soporte del reflector.
- 35 11. Antena de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizada porque la piel estructural trasera (24) es plana y se extiende perpendicularmente a un eje (26) del reflector.
- 40 12. Antena de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizada porque la piel estructural trasera (24) tiene una forma sustancialmente idéntica a la de la piel delantera (22).
13. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizada porque dicha piel estructural trasera (24) comprende una parte central hueca.
- 45 14. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizada porque dicha piel estructural trasera (24) comprende, en una sola pieza, unos elementos de fijación a los medios de soporte.
- 50 15. Antena de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizada porque está configurada para funcionar en una banda de frecuencias predeterminada del espectro de las microondas, comprendida en la banda Ka.

