



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 344 715**

51 Int. Cl.:  
**H01Q 1/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06252392 .3**

96 Fecha de presentación : **05.05.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1852938**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.11.2007**

54 Título: **Radomo de antena.**

73 Titular/es: **Cobham Advanced Composites Limited  
Horizon Technology Park, Six Hills Way  
Stevenage, Hertfordshire SG1 2DH, GB**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.09.2010**

72 Inventor/es: **McNair, Peter A. C. y  
Baker, Claire**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.09.2010**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 344 715 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).

# ES 2 344 715 T3

## DESCRIPCIÓN

Radomo de antena.

5 Los alojamientos de antena son una parte esencial de la mayoría de los sistemas de radar y/o de comunicación/control, que proporcionan protección a las antenas frente al entorno, características aerodinámicas necesarias y sigilo RF mejorado.

10 El término “radomo” se refiere generalmente a alojamientos para una antena o colección de antenas. Generalmente, las antenas no “miran” a través de cada parte de un radomo y el área a través de las cuales se hacen pasar (se transmiten/reciben) las señales se denomina “ventana electromagnética”. Con el fin de asegurar las prestaciones eléctricas óptimas, el diseño y/o el material de esta ventana electromagnética pueden diferir en comparación con partes más estructurales de un radomo.

15 Actualmente, se utilizan materiales compuestos termoestables para la fabricación de radomos de altas prestaciones, tales como los conos de morro de un avión. En el extremo superior de las prestaciones eléctricas y mecánicas de materiales conocidos están los materiales compuestos de éster cianato reforzados con fibra de cuarzo. Estos son materiales de un coste muy alto. En ciertas situaciones en las que puede realizarse un compromiso entre las prestaciones eléctricas, se utilizan materiales compuestos de epoxi reforzados con fibra de vidrio de menor coste.

20 Para algunos radomos, las prestaciones eléctricas de éster cianato con cuarzo no son suficientes y para estos radomos, siempre que puedan proporcionarse las prestaciones mecánicas, puede usarse PTFE (politetrafluoroetileno). Sin embargo, el uso de PTFE sacrifica frecuentemente las prestaciones mecánicas. Cuando las prestaciones mecánicas no pueden cumplirse con un radomo de PTFE macizo, puede ser posible utilizar una construcción híbrida en la que se utilice PTFE en el área de la ventana, pero la estructura de radomo sea de un material más robusto, aunque debe buscarse de nuevo un compromiso en este caso.

La presente invención busca superar los problemas antes mencionados.

30 El documento EP-A-0155599 describe un radomo.

Según la presente invención, se proporciona un alojamiento para una antena, comprendiendo el alojamiento:

35 una porción de ventana electromagnética a través de la cual se hacen pasar en uso señales electromagnéticas, caracterizado porque una capa de una pared de la ventana electromagnética está formada por polipropileno autorreforzado (PP-PP).

40 Además, la presente invención proporciona el uso de polipropileno autorreforzado (PP-PP) en un alojamiento para una antena.

45 El polipropileno autorreforzado (PP-PP) es un nuevo material que tiene ciertas propiedades mecánicas y eléctricas, cuya implementación lleva a radomos de altas prestaciones con masa de bajo coste. Debido a estas propiedades, puede usarse PP-PP en la totalidad o en parte de una estructura de radomo, incluyendo el área de ventana electromagnética. Aunque las propiedades mecánicas del PP-PP son conocidas en otros campos técnicos, no ha habido hasta ahora ninguna sugerencia de que las propiedades de este material pudieran ser también beneficiosas, ni de que tales propiedades puedan aprovecharse en el campo del diseño de alojamientos de antena.

A continuación, se describen ejemplos de la presente invención con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

50 La figura 1a muestra una vista en sección transversal de un ejemplo de un alojamiento de antena de una forma conocida;

55 La figura 1b muestra una vista en perspectiva de un ejemplo de un alojamiento de antena de una forma conocida;

La figura 2a muestra un ejemplo de un alojamiento de antena según la presente invención, que comprende una pared de polipropileno autorreforzado (PP-PP) de una sola capa;

60 La figura 2b muestra un ejemplo de un alojamiento de antena según la presente invención, que comprende múltiples capas, incluyendo capas exteriores de la pared de polipropileno autorreforzado (PP-PP);

65 La figura 2c muestra un ejemplo de un alojamiento de antena según la presente invención, que comprende múltiples capas, incluyendo capas exteriores y una capa de núcleo de la pared de polipropileno autorreforzado (PP-PP), en donde la capa de núcleo es más gruesa que las capas de espuma estructural; y

La figura 2d muestra un ejemplo de un alojamiento de antena según la presente invención, que comprende múltiples capas, incluyendo capas exteriores y una capa de núcleo de la pared de polipropileno autorreforzado (PP-PP), en donde la capa de núcleo es más delgada que las capas de espuma estructural.

## ES 2 344 715 T3

El polipropileno autorreforzado (PP-PP) es un ejemplo de una nueva generación de “polímeros autorreforzados” que han resultado de desarrollos recientes en la industria de los termoplásticos. En este tipo de material compuesto, la fibra de refuerzo es un polímero altamente alineado que es químicamente similar o idéntico al material de matriz. Según la presente invención, se utiliza PP-PP en alojamientos de antena (“radomos”) en los que las propiedades eléctricas y mecánicas deben optimizarse mientras se minimiza el coste.

El material de PP-PP de grado estándar contiene negro de carbono para protegerse frente a la degradación por UV del polímero. La introducción de negro de carbono a través del volumen del material no es deseable para los radomos debido a que aumenta la pérdida eléctrica: el carbono se calienta en respuesta a la radiación electromagnética y la intensidad de las señales electromagnéticas transmitidas y recibidas disminuye correspondientemente. Por tanto, para aplicaciones de radomo, es apropiado en tales casos material de PP-PP no cargado con carbono.

Para la mayoría de las aplicaciones, es necesaria para radomos una protección frente a la degradación por UV y ésta se consigue típicamente por la introducción de una película de superficie pigmentada, por la introducción de un aditivo alternativo (al propio material de radomo o a una capa de superficie, tal como una pintura) o pintando el radomo, en contraposición al uso de negro de PP-PP que contiene carbono. La optimización de este esquema de acabado y protección puede formar parte del ciclo de desarrollo del producto y de las pruebas para radomos. Para radomos en aplicaciones de vehículos (en las que las fuerzas por fricción que surgen cuando el radomo corta el aire, generan cargas estáticas), es preferible una capa de superficie de carbono relativamente delgada como capa disipadora estática que, por ejemplo, se introduce como una película que contiene carbono. La pintura es también una opción y es típica para diseños de radomo actuales. El uso de películas de termoplástico para proporcionar un acabado de superficie es posible en aplicaciones de PP-PP.

Un número relativamente pequeño de aplicaciones de radomo no requiere altas prestaciones (por ejemplo, aplicaciones de baja frecuencia y corto alcance) y, en este caso, el radomo puede producirse con PP-PP estándar, de bajo coste y que contenga carbono.

A continuación, se proporcionan las propiedades eléctricas aproximadas de PP-PP no cargado con carbono. Las propiedades medidas son comparables con el PTFE (politetrafluoroetileno). La Tabla 1 siguiente proporciona propiedades eléctricas medidas para materiales de radomo conocidos y para PP-PP, para una frecuencia operativa de radomo típica de 10 GHz.

TABLA 1

	Constante dieléctrica	Pérdida eléctrica
PP-PP	2,1	0,0015
PTFE	2,05	0,001
Cuarzo/Éster Cianato	3,2	0,005
Vidrio E/Epoxi	4,0	0,02

Desde un punto de vista eléctrico, la constante dieléctrica y la pérdida eléctrica son importantes parámetros de diseño. Una onda electromagnética tarda más en pasar a través de una región dada, con una constante dieléctrica mayor que la unidad (1), que a través de la misma región de aire. El retardo es proporcional al índice de refracción del material (que equivale a su vez a la raíz cuadrada de la constante dieléctrica). Este retardo es particularmente significativo cuando se consideran las prestaciones de un radomo curvo en el que diferentes partes de un campo electromagnético incidente se retardan potencialmente en diferentes cantidades, llevando a efectos de desenfoque y/o deflexión de haz.

Se sigue de los comentarios anteriores que estos efectos son proporcionales al índice de refracción. Un material de radomo ideal (que no existe) tendría una constante dieléctrica de 1, equivalente al aire para fines prácticos. Los materiales con constantes dieléctricas más próximas a 1 son generalmente mejores en términos de un diseño de radomo debido a que el PTFE y el PP-PP son materiales de radomo atractivos en términos de sus propiedades eléctricas.

La pérdida eléctrica proporciona una medida de la proporción de energía electromagnética perdida como calor. Los materiales de radomo “con pérdidas” reducen la intensidad de las señales electromagnéticas transmitidas y recibidas, necesitando transmisores de potencia más alta y/o receptores de ruido más bajo. Aunque todos los materiales de radomo tienen pérdidas en alguna medida, los materiales tales como PTFE y PP-PP se describen como de “pérdida baja” y ofrecen prestaciones superiores.

## ES 2 344 715 T3

El PP-PP representa un puente de las propiedades mecánicas entre los materiales de radomo “convencionales” de, por ejemplo, plástico reforzado con fibra de vidrio y los polímeros homogéneos tales como PTFE y PP. Los radomos de PP-PP son adecuados para una serie de aplicaciones semiestructurales. El PP-PP es también un material de coste relativamente bajo y puede usarse para fabricar radomos en los que se ha descartado el PTFE debido a las pobres prestaciones mecánicas. Las propiedades del polipropileno autorreforzado se comparan con epoxi-vidrio en la Tabla 2 siguiente:

TABLA 2

	PTFE	Polipropileno autorreforzado	Epoxi-vidrio (para comparación)
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2,14	0,92	2
Constante dieléctrica @ 10 GHz	2,05	2,1	4,1
Pérdida dieléctrica @ 10 GHz	0,001	0,0015	0,02
Módulo de tracción (GPa)	0,3-0,8	4,2	25
Resistencia a la tracción (MPa)	20-30	120	350
Módulo de flexión (MPa)	350-650	3,5	28
Temperatura de uso máxima (°C)	260	~ 100	~ 130
Temperatura de fusión (°C)	N/a se degrada a ~ 400	175	n/a
Coste/m <sup>2</sup> para material de 0,5 mm de grosor o equivalente	£12/m <sup>2</sup> (aproximado)	£2,5/m <sup>2</sup>	£12/m <sup>2</sup>

Los radomos fluctúan en tamaño desde más pequeños que hueveras hasta estructuras de bóvedas geodésicas grandes tales como estaciones terrestres y se utilizan en ámbitos tales como aplicaciones de vehículos (incluyendo vehículos de tierra y de aire).

La figura 1a muestra una sección transversal a través de un ejemplo de una pared de radomo 1 (por ejemplo, para uso como cono de morro para una aplicación de misil/chorro rápido). La figura 1b ilustra un ejemplo de una forma de radomo más compleja 2. El uso de PP-PP no está limitado a ninguna clase particular de forma de radomo.

Como se muestra en la figura 2a, la pared de radomo más simple es una única capa 3 de material de PP-PP, denominada radomo “macizo”. Este tipo de radomo puede ser apropiado cuando se requiere un funcionamiento a una única frecuencia, a una baja frecuencia o sobre una banda de frecuencias relativamente estrecha.

Típicamente, se pueden obtener mejores prestaciones eléctricas utilizando una estructura de emparedado en la que la pared de radomo comprende más de una capa de material diferente, como se muestra en las figuras 2b a 2d.

## ES 2 344 715 T3

Las construcciones de pared de radomo típicas comprenden tres capas como se muestra en la figura 2b. Tal pared de radomo comprende una primera capa exterior 4 de PP-PP, una capa de espuma estructural 5 y una segunda capa exterior 6 de PP-PP y se denominada "emparedado A". Otros ejemplos de radomo mostrados en las figuras 2c y 2d tienen cinco capas en total. Esto incluye una primera capa exterior 4 de PP-PP, una primera capa de espuma estructural 7, un núcleo 8 de PP-PP, una segunda capa de espuma estructural 9 y una segunda capa exterior 6 de PP-PP y se denomina "emparedado C". Son posibles otras construcciones, por ejemplo otros diseños multicapa. Una o más capas de espuma estructural 5, 7, 9 tienen excelentes prestaciones eléctricas (comprenden aire en su mayor parte), pero ofrecen prestaciones mecánicas pobres.

10 El ejemplo de la figura 2c, en el que la capa de núcleo es más gruesa que las capas de espuma estructural, se denomina emparedado C "gordo"; una forma alternativa de la construcción de emparedado C es una en la que el núcleo central es más delgado, por ejemplo como se muestra en la figura 2d; ésta se denomina a veces emparedado C "delgado".

15 Los espesores de capa se seleccionan con el fin de optimizar las prestaciones del radomo en un rango de ángulos de incidencia y de frecuencias de funcionamiento. Los espesores de capa dependen de las propiedades eléctricas (específicamente las dieléctricas) de los materiales de la pared. Los dos enfoques principales son (a) hacer el radomo tan delgado como sea posible (conocido como radomo "eléctricamente delgado") y (b) sintonizar el radomo de alguna forma (de la misma manera que se utilizan películas antirreflexión en óptica, por ejemplo en la floración de las superficies de lente de cámaras). El uso de PP-PP en radomos no limita los radomos a funcionar a una frecuencia particular.

20 Un campo técnico a modo de ejemplo en el que puede emplearse la presente invención es como radomo de comunicaciones por satélite para aviones comerciales. Las construcciones de pared del radomo de las figuras 2a a 2d se optimizan preferiblemente para funcionamiento en la banda de frecuencias de 10,95 a 12,75 GHz (banda satélite de sólo recepción de televisión (TVRO)) y con un ángulo de incidencia de 0 a 75 grados. Las construcciones varían típicamente en espesor desde aproximadamente 11 mm (pared maciza) hasta aproximadamente 18,2 mm. Las dimensiones reales de la construcción dependen de la frecuencia y el uso de PP-PP en radomos no limita el radomo a dimensiones específicas.

30 Los espesores de capa se determinan de manera que se optimicen las prestaciones eléctricas del radomo. En términos generales, la incluso de más capas (es decir, emparedado A y emparedado C) proporciona mejores prestaciones eléctricas que la construcción maciza más simple, particularmente en un ancho de banda más amplio (rango de frecuencias de funcionamiento). Análogamente, las construcciones de emparedado C proporcionan mejores prestaciones eléctricas potenciales que las construcciones de emparedado A.

35 El PP-PP puede utilizarse para una capa cualquiera o para más capas dentro de cualquier construcción de radomo. En particular, son posibles construcciones que impliquen PP-PP y otros materiales, por ejemplo Kevlar® o éster cianato con cuarzo.

40

45

50

55

60

65

# ES 2 344 715 T3

## REIVINDICACIONES

1. Un alojamiento (1) de una antena, que comprende:

5 una porción de ventana electromagnética a través de la cual se pasan en uso señales electromagnéticas, **caracterizado** porque una capa (3) de una pared de la ventana electromagnética está formada por polipropileno autorreforzado PP-PP.

10 2. Un alojamiento (1) según la reivindicación 1, en el que el alojamiento está concebido para alojar múltiples antenas.

3. Un alojamiento (1) según la reivindicación 1 o 2, en el que el polipropileno autorreforzado PP-PP es polipropileno autorreforzado no cargado con carbono.

15 4. Un alojamiento (1) según cualquier reivindicación anterior, en el que la porción de ventana electromagnética comprende además medios para proteger el polipropileno autorreforzado PP-PP frente a degradación ultravioleta.

20 5. Un alojamiento (1) según la reivindicación 4, en el que los medios para proteger el polipropileno autorreforzado PP-PP frente a la degradación ultravioleta comprenden una capa de superficie, comprendiendo además la capa de superficie una de entre una película de superficie pigmentada y una capa de superficie pintada.

6. Un alojamiento (1) según la reivindicación 5, en el que la capa de superficie incluye carbono.

25 7. Un alojamiento (1) según cualquier reivindicación anterior, en el que la porción de ventana electromagnética está curvada.

8. Un alojamiento (1) según cualquier reivindicación anterior, en el que el alojamiento es de forma sustancialmente cónica.

30 9. Un alojamiento (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la ventana electromagnética comprende capas múltiples.

35 10. El alojamiento (1) según la reivindicación 9, en el que las capas múltiples incluyen dos capas exteriores de polipropileno autorreforzado PP-PP formadas a cada lado de una primera capa de espuma.

40 11. El alojamiento (1) según la reivindicación 10, en el que el alojamiento comprende además una capa de núcleo de polipropileno autorreforzado PP-PP y una segunda capa de espuma, estando dispuesta la ventana electromagnética de tal manera que la capa de núcleo de polipropileno autorreforzado (PP-PP) está formada entre las capas de espuma primera y segunda.

12. El uso o utilización de polipropileno autorreforzado PP-PP en un alojamiento (1) para una antena.

45 13. El uso o utilización de polipropileno autorreforzado PP-PP en una porción de ventana electromagnética - a través de la cual se hacen pasar en uso señales - de un alojamiento para una antena.

50

55

60

65

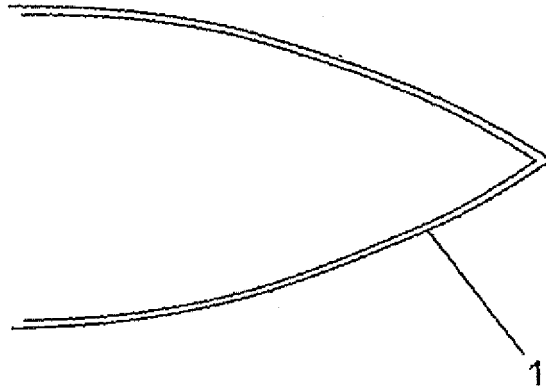


Figura 1a

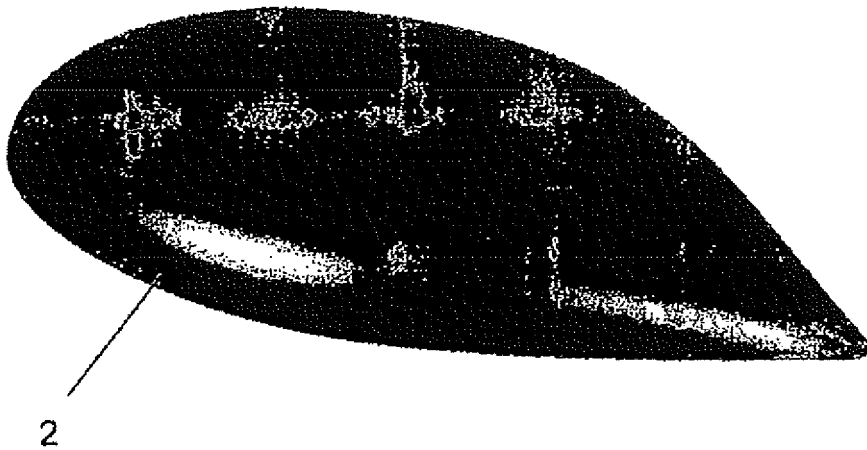


Figura 1b

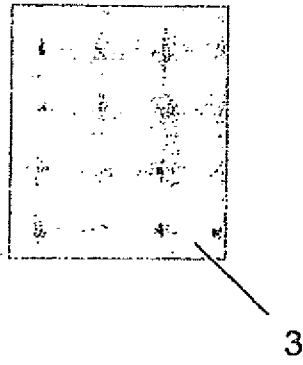


Figura 2a

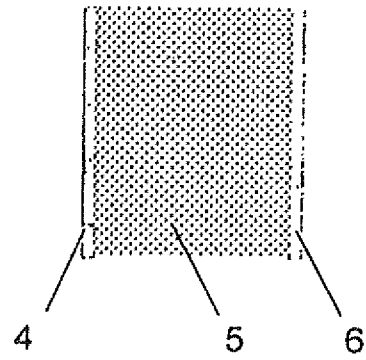


Figura 2b

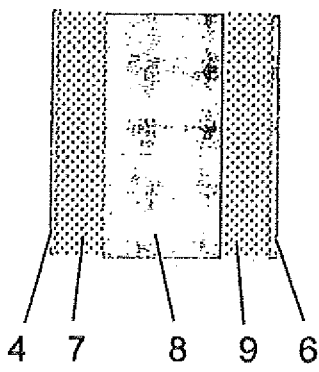


Figura 2c

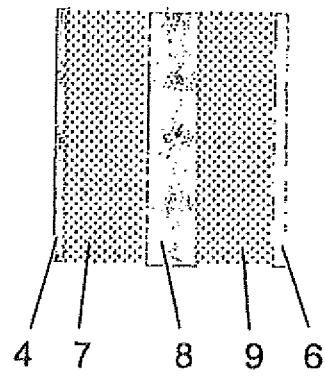


Figura 2d