

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 690 338**

51 Int. Cl.:

**H01P 5/107** (2006.01)

**H01Q 13/02** (2006.01)

**H01Q 13/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.01.2014 PCT/EP2014/050876**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.07.2014 WO14111505**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.01.2014 E 14700718 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2946435**

54 Título: **Antena con guía de ondas miniaturizada**

30 Prioridad:

**18.01.2013 FR 1350457**

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

**20.11.2018**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**VILLERS, SERGE y  
DUGENET, JEREMY**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 690 338 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 con guía de ondas miniaturizada

**Antecedentes de la invención**

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a las antenas con guía de ondas, especialmente en las bandas de frecuencias designadas usualmente con las letras S y C, siendo esta designación la del IEEE (Institute of Electrotechnical and Electrical Engineers).

10 Para este tipo de aplicación, la invención se refiere a las antenas que se componen de dos elementos, una caja de antena que, en realidad, es una transición entre un cable coaxial de suministro de la energía y un elemento radiante, y una guía de ondas, muchas veces rectangular, que tiene que encargarse de la emisión de la antena. Evidentemente, la sección de la guía de onda debe ser compatible con la caja de antena.

Una antena de este tipo está perfectamente adaptada para realizar un pasamuros para emitir al exterior de, por ejemplo, un vehículo, merced a la guía de ondas.

Tiene especial aplicación en el caso de los vehículos espaciales.

15 Adicionalmente, para los vehículos espaciales capaces de soportar una reentrada atmosférica tales como, por ejemplo, las sondas espaciales de reentrada atmosférica en cuerpos celestes dotados de una atmósfera como son la Tierra, Marte, Venus o Titán, el pasamuros es un elemento imprescindible e imperativo para la antena; es el objetivo de la invención, en tal caso, reducir el volumen ocupado por la antena debido a que, en un vehículo de este tipo, el espacio –y la masa– son restringidos.

20 Antecedentes tecnológicos

25 Para las aplicaciones de antenas con guía de ondas y según la figura 1, la técnica de conexionado, o transición, más conocida es utilizar el alma central de un conductor coaxial en forma de un filamento metálico cilíndrico que también es, con frecuencia, la prolongación del alma central de un conector coaxial, para generar un campo en un primer extremo de una guía de ondas, estando abierta esta última por un segundo de sus extremos, realizando así la guía de ondas una abertura radiante.

El inconveniente es que una antena de tipo guía de ondas o de abertura radiante ocupa un volumen muy considerable y precisa que el alma del conductor coaxial esté ubicada a  $\lambda/4$  del fondo de la guía de ondas.

30 Existe otra utilización de las guías de ondas, que es la de las cadenas de transmisión: se utilizan las guías de ondas –como indica su nombre– para transportar las ondas de un punto a otro, pero sin radiación hacia el exterior. En este caso, la transición o el paso entre la alimentación en forma coaxial y la guía de ondas también puede utilizar elementos en forma de microtira ("microstrip line" en inglés) o de superficie plana (parche radiante, o patch en inglés). En este tipo de utilización, la guía de ondas dispone, por tanto, de una transición en cada extremo.

Los documentos US 2005/0200424 A1, US 2007/0182505 A1, especialmente, describen ejemplos de conexionado de guías de ondas como elementos de transmisión que utilizan microtiras.

35 El documento US 2003/151560 A1 describe un dispositivo de emisión radioeléctrica que incluye una antena realizada mediante una guía de ondas provista de una abertura radiante en una banda de frecuencia dada y que incluye un parche radiante de excitación de la guía de ondas. El dispositivo puede, especialmente, estar encapsulado en una caja dieléctrica.

40 El documento WO 2007/124860 A1 describe un dispositivo de emisión radioeléctrica que incluye una antena realizada mediante una guía de ondas provista de una abertura radiante en una banda de frecuencia dada y que incluye un parche radiante de excitación de la guía de ondas, que comprende una caja abierta a una cara superior de conexionado con un primer extremo de la guía de ondas, estando el parche radiante dispuesto dentro de la caja.

**Breve descripción de la invención**

45 La invención tiene por finalidad realizar un dispositivo de radiación con guía de ondas radiante, especialmente de tipo pasamuros, con una alimentación de poca ocupación de espacio y especialmente con acometida coaxial.

Para conseguir esto, la invención utiliza una hibridación entre un parche radiante y una guía de ondas radiante en lugar de la transición coaxial - guía de ondas para realizar la transición hacia la guía de ondas radiante.

50 El principio de la presente invención es ajustar la frecuencia de la antena ya no con una adaptación en  $\lambda/4$ , que ocupa mucho espacio, sino ajustando la dimensión del elemento emisor. Esto se consigue utilizando una tecnología híbrida de tipo parche radiante, "patch" en inglés, adaptada en una guía de ondas al objeto de realizar una buena

adaptación a la frecuencia que se considere, al propio tiempo que tiene una ocupación de espacio reducida y una abertura radiante.

5 En la técnica tradicional, una antena patch es utilizada como antena sola y tiene la ventaja de ocupar un bajo volumen. El hecho de encapsularla se considera que tiene la posibilidad de provocar una desadaptación y no ser compatible con las dimensiones de la guía de onda frente a la frecuencia de corte de la guía.

De acuerdo con el principio de la invención, la repercusión no pasa de ser menor y no se opone a la hibridación y a la realización de una guía de ondas radiante y, más en particular, de una guía de ondas radiante determinante de un pasamuros estanco.

Para conseguir esto, la presente invención propone un dispositivo según la reivindicación 1.

10 El dispositivo comprende además una caja abierta a una cara superior de conexionado con un primer extremo de la guía de ondas, estando dispuesto el parche radiante dentro de la caja, un conector que incluye un contacto provisto de una extensión en unión con el parche radiante, siendo la caja una caja metálica que cierra eléctricamente un primer extremo de la guía de ondas.

15 El parche está fijado sobre un sustrato recibido dentro de la caja. El parche y el sustrato constituyen ventajosamente, en este caso, un circuito impreso.

La guía de ondas está configurada en pasamuros e incluye un cuerpo interno aislante eléctrico y térmico recubierto con una lámina metálica.

La lámina metálica está realizada preferiblemente en metal refractario tal como el tantalio o el tungsteno.

20 La guía de ondas tiene ventajosamente una sección que decrece del primer extremo hacia un segundo extremo opuesto al primer extremo, siendo dicho segundo extremo un extremo radiante abierto.

De acuerdo con una forma particular de realización, la guía de ondas es un tubo de sección rectangular.

El parche radiante es en este caso ventajosamente un parche de forma general rectangular de generación de una polarización lineal.

De acuerdo con una forma de realización alternativa, la guía de ondas y la caja son de sección circular.

25 El parche radiante es ventajosamente en este caso un parche de forma general cuadrada con truncamiento de generación de una polarización circular.

El conector, de acuerdo con una primera forma de realización, es un conector coaxial cuyo contacto exterior está conexionado en una cara lateral de la caja y cuyo contacto central está unido al parche en correspondencia con el pasamuros mediante una microtira sobre el sustrato.

30 El conector, de acuerdo con una segunda forma de realización, es un conector coaxial cuyo contacto exterior está conexionado en una cara inferior de la caja y cuyo contacto central está unido en correspondencia con el pasamuros al parche mediante un elemento de conductor que atraviesa el circuito impreso y soldado al parche.

35 El conector, de acuerdo con una tercera forma de realización, es un conector coaxial cuyo contacto exterior está conexionado en una cara lateral de la caja y cuyo contacto central está unido a una línea microtira, de acoplamiento del contacto central con el parche radiante, ubicada en un plano situado entre el parche radiante y el fondo de la caja.

De acuerdo con una forma ventajosa de realización, el dispositivo incluye además un elemento de sintonía de tipo varilla metálica de penetración regulable integrado en una pared de la guía de ondas y adaptado para permitir el ajuste de una frecuencia de sintonización en la banda de frecuencia del dispositivo.

40 De acuerdo con una forma de realización adaptada al paso de una pared caliente, la antena guía de ondas es de forma cónica que va reduciéndose hacia su lado opuesto al parche radiante.

### Breve descripción de los dibujos

Otras características y ventajas de la invención se harán aparentes con la lectura de la descripción que sigue de ejemplos de realización no limitativos de la invención con referencia a los dibujos, los cuales representan:

45 en la figura 1: vistas en sección, desde arriba y en perspectiva de una terminación de guía de ondas del estado de la técnica;

en la figura 2: vistas esquemáticas desde un lado y desde arriba de un primer ejemplo de dispositivo de la invención;

en la figura 3: vistas esquemáticas desde un lado y desde arriba de un segundo ejemplo de dispositivo de la invención;

en la figura 4: vistas esquemáticas desde un lado y desde arriba de una primera forma de realización de conexionado de un parche radiante dentro de una caja de dispositivo de la invención;

5 en la figura 5: vistas esquemáticas desde un lado y desde arriba de una segunda forma de realización de conexionado de un parche radiante dentro de una caja de dispositivo de la invención;

en la figura 6: vistas esquemáticas desde un lado y desde arriba de una tercera forma de realización de conexionado de un parche radiante dentro de una caja de dispositivo de la invención;

10 en la figura 7: una vista esquemática desde un lado de un dispositivo de la invención provisto de un medio de sintonía;

en la figura 8: vistas esquemáticas desde un lado y desde arriba de un dispositivo de la invención; y

en la figura 9: curvas que caracterizan un dispositivo según la invención según diferentes ajustes del medio de sintonía.

### Descripción detallada de formas de realización de la invención

15 La figura 1 representa un dispositivo de guía de ondas del estado de la técnica para el cual se debe observar una distancia de  $\lambda/4$  entre la antena y el fondo cortocircuitado de la guía de ondas.

De acuerdo con la figura 2 que ilustra el principio de la invención, un parche radiante 3 determinante de una antena patch está introducido en una caja 2 que incluye un fondo y paredes laterales, pero desprovista de pared superior con el fin de conectarse con una guía de ondas 1.

20 La caja es una caja metálica de cortocircuito de un primer extremo de la guía de ondas, y comporta una profundidad claramente reducida con respecto al dispositivo de la figura 1.

La guía de ondas 1 es una guía de ondas abierta que constituye un pasamuros.

La guía de ondas 1 es de igual sección que la caja en correspondencia con su ligazón con la caja y se prolonga hasta una abertura radiante del lado opuesto a la caja 2.

25 El parche radiante 3 está realizado en forma de circuito impreso mediante una lámina metálica en la cara superior de un material aislante.

De acuerdo con la invención, se pretende reducir el volumen de la caja y, especialmente, reducir la distancia entre el parche y el fondo de la caja con respecto al dispositivo de la figura 1 para el cual el alma central A del empalme coaxial C se debe introducir a una distancia de  $\lambda/4$  del fondo F de la guía de ondas G, por ejemplo para la banda S,  $a = 50$  mm,  $d \approx 15$  mm, esto es, un espesor de la caja de 30 mm.

30

Los parámetros que permiten esta reducción son la permitividad  $\epsilon_r$  del sustrato 5 del circuito impreso y la superficie del parche 3, 31, 33 con respecto a la superficie de la abertura de la guía de ondas en el plano del parche.

En la aplicación pasamuros según la presente invención, la guía de ondas 1 incluye un cuerpo interno 11 aislante eléctrico y térmico recubierto con una lámina metálica 12.

35 El material de protección térmica compatible con una reentrada atmosférica y suficientemente transparente a las ondas electromagnéticas es, por ejemplo, un material basado en sílice, como es una silicona o un material cerámico compuesto basado en fibras de sílice, especialmente un material de permitividad  $\epsilon_r = 3$ . El material 11 está rodeado con una lámina metálica 12 refractaria de tipo tantalio o tungsteno determinante de las paredes metálicas de la guía de ondas.

40 La caja de antena 2 es una caja metálica que tiene la misma sección que la base de la guía de ondas en la que se introduce el circuito impreso compuesto a partir del sustrato 5 y del parche radiante o patch 3.

Siempre según la figura 2, la guía de ondas 1 tiene una sección que decrece del primer extremo hacia un segundo extremo opuesto al primer extremo, siendo dicho segundo extremo un extremo radiante abierto. La guía de ondas 1 además es un tubo de sección rectangular, lo cual, con un parche 3 de forma general rectangular, permite realizar una antena con polarización lineal con una guía de ondas rectangular mediante hibridación de un patch con polarización lineal.

45

De acuerdo con la figura 3, la guía de ondas 100 y la caja 200 son de sección circular, mientras que el parche radiante 31 es un parche de forma general cuadrada con truncamiento de generación de una polarización circular, lo cual permite realizar una antena con polarización circular con una guía de ondas cilíndrica mediante hibridación de

un patch con polarización circular.

La alimentación del parche radiante puede llevarse a cabo de varias maneras.

5 De acuerdo con la figura 4, un conector coaxial 4 (o una sonda coaxial) ubicado bajo la caja 2 incluye un contacto central 41 unido al parche 3 por un hilo pasante 42 que lo aísla y soldado al parche o por un agujero de interconexión pasante por el circuito impreso en el que está soldado el contacto central en la cara inferior del sustrato de circuito impreso 5 y un contacto exterior 40 soldado bajo la caja.

De acuerdo con la figura 5, un conector coaxial 4 (o una sonda coaxial) ubicado en un costado lateral de la caja incluye un contacto central 41 soldado bajo una línea microtira (microstrip line) 32 realizada sobre el mismo plano que el parche 3 y un contacto exterior 40 soldado en el costado.

10 De acuerdo con este ejemplo, a muy poca profundidad, el parche 3 vinculado a un primer sustrato 51 va asentado sobre un segundo sustrato 52 o fijado al aire dentro de la caja.

15 El ejemplo de la figura 6 difiere de las realizaciones anteriormente descritas en que el contacto central no está unido por una pista o un hilo eléctrico al parche 33. En este último caso, la unión con el parche se realiza por acoplo electromagnético por medio de una línea microtira 34 ubicada en un plano situado entre el parche 33 y el fondo de la caja 2, siendo en este caso el circuito impreso, por ejemplo, un circuito multicapa 51, 52, a menos que el circuito 51 se halle dispuesto al aire dentro de la caja.

Esta última configuración está representada con un conector lateral, pero se puede realizar con un conector bajo la caja con interposición de una unión entre el contacto 41 y la línea microtira.

20 Para mejorar el ancho de banda y la frecuencia de sintonización del conjunto, un elemento de sintonía de tipo varilla metálica de penetración regulable 6 (stub en inglés) está integrado en el pasamuros 1, como se representa en la figura 7.

Este elemento de sintonía permite el ajuste de la frecuencia de sintonización en la banda de frecuencia útil.

25 La invención tiene aplicación para aplicaciones de telemedida y de trayectografía y, más en particular, aquellas utilizadas para los vehículos espaciales, incluidos los de reentrada atmosférica para los cuales se necesita un pasamuros térmicamente aislante.

El pasamuros y la caja tienen una intercara metálica complementaria que permite su ensamblaje. Esta intercara está realizada, según el ejemplo de la figura 8, mediante unos bordes abatidos 13, 21 provistos de agujeros 131 para una fijación por tornillo y tuerca.

Entre el pasamuros y la caja se halla dispuesta como es convencional una junta conductora eléctrica.

30 De acuerdo con la figura 7, la antena guía de ondas es de forma cónica, reduciéndose hacia su lado opuesto al parche radiante.

La forma cónica (unos grados de ángulo en el vértice) de la guía de ondas está destinada a evitar que la antena salga despedida como consecuencia de las tensiones termomecánicas en el caso de una guía de ondas posicionada en través de una pared caliente.

35 A partir del principio de la invención, las herramientas que permiten definir los detalles y dimensiones precisas de la antena, por ejemplo utilizando herramienta HFSS de la compañía Ansys Corporation.

40 Nótese que las dimensiones de la caja también dependen de los diferentes elementos técnicos utilizados, como son los conectores. Por ejemplo, el espesor de la caja de antena deberá definirse al objeto de que sea compatible con los conectores disponibles. El ejemplo representado corresponde a una tecnología de conexionado de tipo SMA (por Sub Miniature version A) de dimensiones reducidas y compatibles con la aplicación.

45 Finalmente, con una tecnología de conexionado de tipo SMA comercializada especialmente por la compañía RADIALL, se puede conseguir una caja de antena, de dimensiones 4,5 mm x 45 x 25 mm, con una antena patch de 20 x 35 mm de cobre sobre un sustrato PTFE/vidrio, allí donde con la tecnología anterior la caja tenía una dimensión de 30 x 50 x 25 mm. El espesor, por tanto, es de sólo 4,5 mm, mientras que en el diseño inicial, este espesor era de 30 mm, esto es, 6 veces más.

La influencia del elemento de ajuste de sintonía, stub 6, de la figura 7 se representa en la figura 9, que muestra dos resultados de medida de COS (coeficiente de onda estacionaria) de la antena obtenidos en banda S para dos longitudes de stubs, 2 mm y 10 mm. El ancho de banda obtenido es del orden del 5 % de la frecuencia de sintonización que, por tanto, varía en función de la longitud del stub.

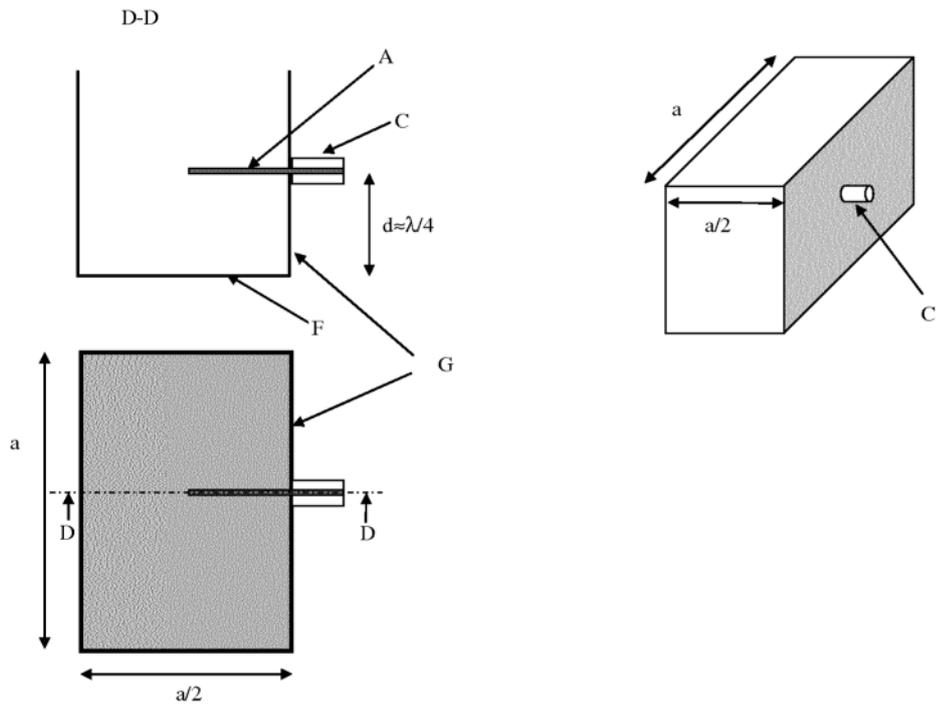
50

Cabe señalar que el ancho de banda se puede acomodar igualmente adaptando el tamaño del parche radiante o patch y su distancia al fondo de la caja, siendo más cómodo, no obstante, el uso de un elemento de sintonía stub tal y como se ha descrito.

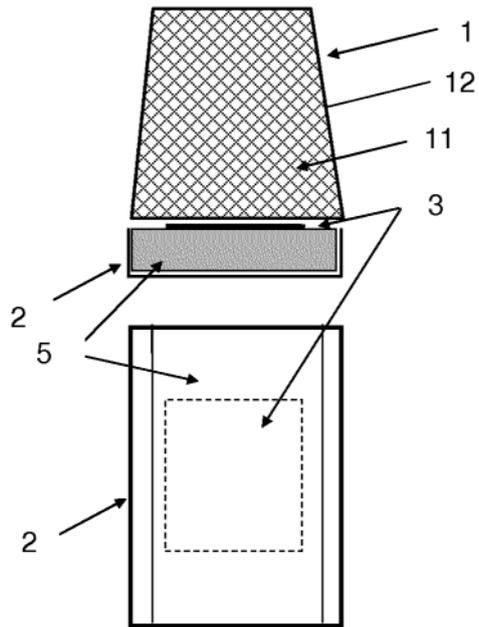
**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo de emisión radioeléctrica que incluye una antena realizada mediante una guía de ondas (1, 100) provista de una abertura radiante en una banda de frecuencia dada, y que incluye un parche radiante de excitación de la guía de ondas, que comprende una caja (2, 200) abierta a una cara superior de conexionado con un primer extremo de la guía de ondas (1, 100), estando dispuesto el parche radiante (3, 31, 33) dentro de la caja, habiendo, dispuesto sobre la caja, un conector (4) que incluye un contacto (41) provisto de una extensión (32, 42, 34) en unión eléctrica o en acoplo electromagnético con el parche radiante, siendo dicha caja una caja metálica que cierra eléctricamente un primer extremo de la guía de ondas (1, 100), caracterizado por que la guía de ondas (1, 100) está configurada en pasamuros estanco e incluye un cuerpo interno (11) aislante eléctrico y térmico recubierto con una lámina metálica (12).
2. Dispositivo según la reivindicación 1, para el cual el parche (3, 31, 33) está fijado sobre un sustrato (5, 51) recibido dentro de la caja.
3. Dispositivo según la reivindicación 1 ó 2, para el cual la lámina metálica (12) está realizada en metal refractario tal como el tantalio o el tungsteno.
4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para el cual la guía de ondas (1, 100) tiene una sección que decrece del primer extremo hacia un segundo extremo opuesto al primer extremo, siendo dicho segundo extremo un extremo radiante abierto.
5. Dispositivo según la reivindicación 4, para el cual la guía de ondas (1) es un tubo de sección rectangular.
6. Dispositivo según la reivindicación 5, para el cual el parche radiante es un parche (3, 33) de forma general rectangular de generación de una polarización lineal.
7. Dispositivo según la reivindicación 4, para el cual la guía de ondas (100) y la caja (200) son de sección circular.
8. Dispositivo según la reivindicación 7, para el cual el parche radiante (31) es un parche de forma general cuadrada con truncamiento de generación de una polarización circular.
9. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para el cual el conector (4) es un conector coaxial cuyo contacto exterior (40) está conexionado en una cara lateral de la caja (2) y cuyo contacto central (41) está unido al parche en correspondencia con el pasamuros mediante una microtira (32) sobre el sustrato (5).
10. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, para el cual el conector (4) es un conector coaxial cuyo contacto exterior (40) está conexionado en una cara inferior de la caja (2) y cuyo contacto central está unido en correspondencia con el pasamuros al parche (3) mediante un elemento de conductor (42) que atraviesa el circuito impreso y soldado al parche.
11. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, para el cual el conector (4) es un conector coaxial cuyo contacto exterior (40) está conexionado en una cara lateral de la caja (2) y cuyo contacto central (41) está unido a una línea microtira (34), de acoplamiento del contacto central con el parche radiante (33), estando dicha línea microtira ubicada en un plano situado entre el parche radiante (33) y el fondo de la caja.
12. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye además un elemento de sintonía en forma de una varilla metálica de penetración regulable (6) integrado en una pared de la guía de ondas (1, 100) y adaptado para permitir el ajuste de una frecuencia de sintonización en la banda de frecuencia del dispositivo.
13. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, para el cual la guía de ondas incluye un primer extremo, que incluye el parche radiante y cerrado por la caja, y un segundo extremo radiante abierto, y es de forma cónica que va reduciéndose del primer extremo hacia el segundo extremo.

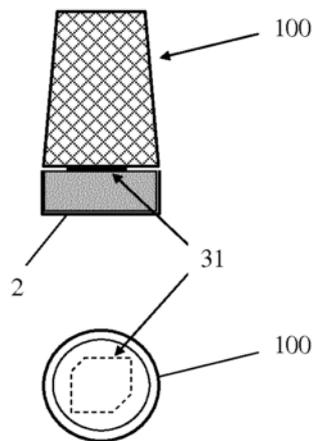
**Fig. 1**



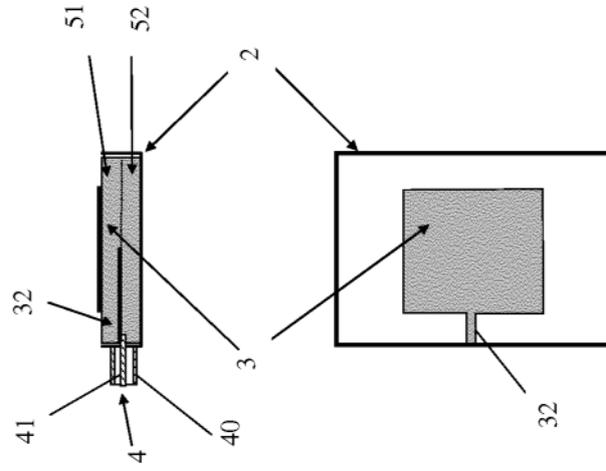
**Fig. 2**



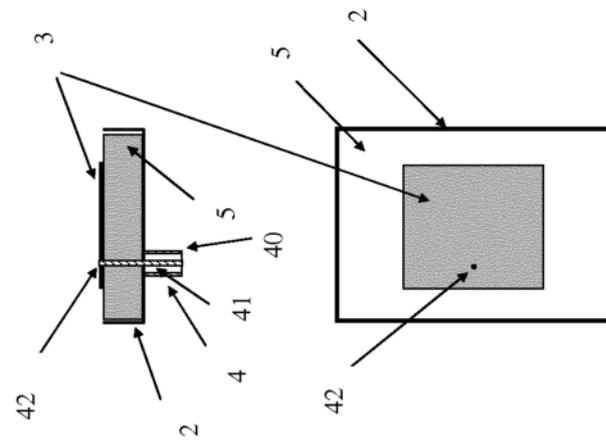
**Fig. 3**



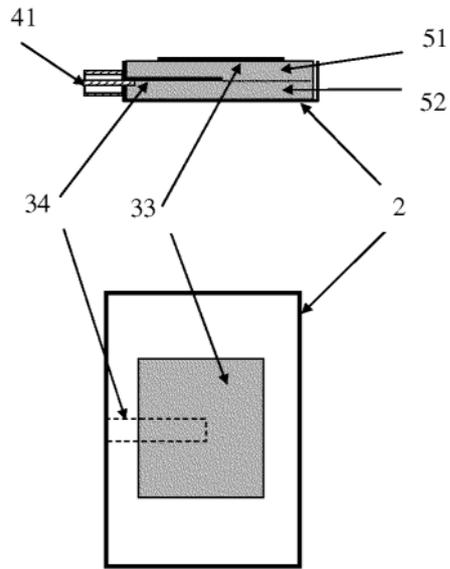
**Fig. 5**



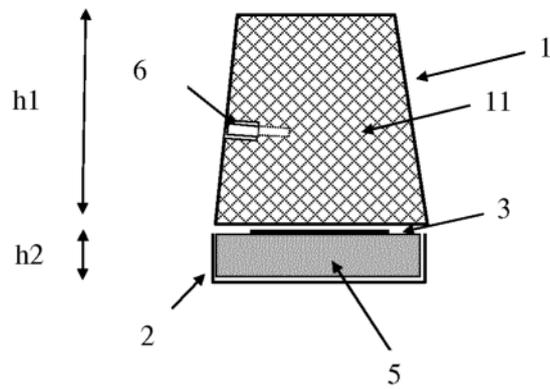
**Fig. 4**



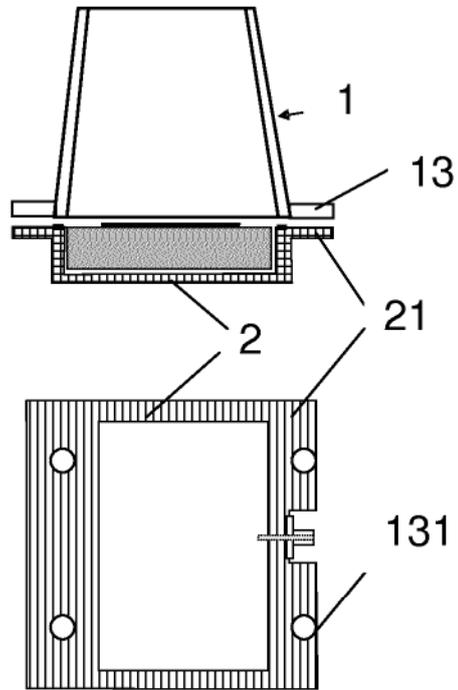
**Fig. 6**



**Fig. 7**



**Fig. 8**



**Fig. 9**

