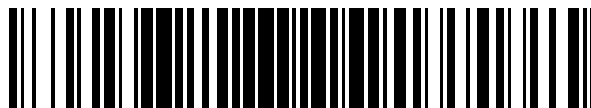


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 901**

21 Número de solicitud: 201030518

51 Int. Cl.:

H01Q 1/38

(2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

12.04.2010

43 Fecha de publicación de la solicitud:

03.04.2012

Fecha de la concesión:

01.02.2013

45 Fecha de publicación de la concesión:

13.02.2013

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID (55.0%)
CIUDAD UNIVERSITARIA DE CANTOBLANCO,
EINSTEIN, 3**

**28049 MADRID (Madrid) ES y
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID (45.0%)**

72 Inventor/es:

**INCLÁN SÁNCHEZ, Luis;
SÁNCHEZ GUTIÉRREZ, Juan José;
RAJO IGLESIAS, Eva;
VÁZQUEZ ROY, José Luis y
QUEVEDO TERUEL, Óscar**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **SUPERFICIE DE CORRUGACIONES PLANAS HORIZONTALES MINIATURIZADAS, Y ANTENA Y CIRCUITO RODEADOS POR DICHA SUPERFICIE.**

57 Resumen:

Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas, y antena y circuito rodeados por dicha superficie.

Se refiere a una superficie artificial formada por corrugaciones horizontales planas miniaturizadas, que permite eliminar o reducir la propagación de ondas electromagnéticas en el sustrato (2) de antenas y circuitos impresos y mejorar sus prestaciones. Dicha superficie se basa en el uso de nuevas topologías para la tira (5) metálica que forma la corrugación, estas geometrías consisten en líneas plegadas acopladas, elementos tipo hairpin, tipo palmera o tipo espiral. Estas geometrías posibilitan una reducción en el tamaño de las corrugaciones y la incorporación de un número suficiente de ellas para la obtención del efecto deseado, y esto compatible con dispositivos compactos.

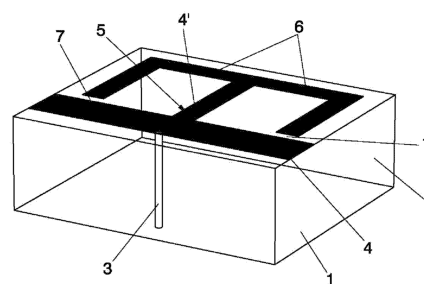


FIG. 1A

ES 2 377 901 B1

DESCRIPCIÓN

SUPERFICIE DE CORRUGACIONES PLANAS HORIZONTALES MINIATURIZADAS, Y ANTENA Y CIRCUITO RODEADOS POR DICHA SUPERFICIE

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención pertenece al campo de las antenas de perfil plano y circuitos impresos, de aplicación en telefonía móvil, radares, posicionamiento o comunicaciones.

El objeto principal de la presente invención es una superficie artificial compuesta por una disposición preferiblemente periódica de corrugaciones de perfil plano, conocidas como corrugaciones horizontales, cuyo funcionamiento se basa en la eliminación o guiado, según la dirección considerada, de ondas electromagnéticas. El diseño se fundamenta en una serie de topologías para la parte metálica impresa (strip o tira) de la corrugación que, mediante el repliegue de las mismas, obtienen una longitud de transformación de impedancia de $\lambda / 4$ en un menor espacio físico. Dichas topologías están formadas preferiblemente por líneas acopladas, geometrías de tipo "hairpin", geometrías de tipo palmera y geometrías en espiral. La condición de cortocircuito necesaria para el funcionamiento de la superficie se produce en cada tira metálica mediante la introducción en uno de sus extremos de un muro metálico o un conjunto, periódico o no, de vías metálicas o hilo de material conductor.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En el estado de la técnica existen distintas superficies artificiales compuestas por elementos habitualmente impresos con geometrías y propiedades distintas, cuyos diseños han sido dirigidos a solventar en lo posible el problema producido por la propagación de ondas de superficie en un substrato

con plano de masa. Dicho problema tiene como consecuencia, cuando dicha propagación se produce en el sustrato en el que se sitúan tanto antenas impresas, conocidas también como antenas de parche, como circuitos realizados en tecnología impresa, el empeoramiento de las prestaciones de los mismos.

5

Se conocen bien tanto los inconvenientes que tienen dichos efectos como el alcance y efectividad de las soluciones que involucran elementos de geometrías canónicas. Por ejemplo, se presentan un conjunto de superficies y algunas aplicaciones en el trabajo presentado en 10.1109/TAP.2004.841530 (publicado en IEEE Transactions on Antennas and Propagation en 2005). La superficie propuesta en dicho trabajo, a diferencia de otras formadas por disposiciones de elementos con periodicidades en dos dimensiones (conocidas como superficies de banda prohibida electromagnética EBG de sus siglas en inglés), está compuesta por una configuración de elementos repetidos en una única dimensión, dicha superficie forma parte de las denominadas superficies soft/hard. Véase el trabajo anteriormente referido para mayor información de estas superficies y sus diferencias con las superficies EBG y el presentado en 10.1109/8.59765 (publicado en IEEE Transactions on Antennas and Propagation en 1990) donde P.S. Kildal describe el funcionamiento de estas superficies.

20

En el trabajo 10.1049/iet-map: 20050327 (publicado en IET Microwaves, Antennas & Propagation) E. Rajo et al., ofrecen una comparación entre las prestaciones de las superficies EBG clásicas, y las más empleadas en las aplicaciones, que fueron propuestas por Sivenpiper en 10.1109/22.798001 (publicado en IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques en 1999), y las corrugaciones horizontales formadas por strips y vías cortocircuitadas al plano de masa. Una de las principales conclusiones es que la periodicidad de las vías en estas últimas posibilita un menor tamaño para cada elemento en la dirección transversal si se ajustan adecuadamente. Otra opción posible para reducir el tamaño de los elementos de Sivenpiper es el desplazamiento de la vía hasta el borde de la metalización de los parches como se propuso en 10.1109/LMWC.2007.903456 (publicado en IEEE Microwave and

30

Wireless Components Letters en 2007). En este caso no se puede hablar de superficie soft/hard ya que la periodicidad es 2D y no hay una dirección soft en la superficie.

5 Otro trabajo que muestra una posibilidad distinta para reducir el tamaño de los elementos en una superficie EBG periódica es 10.1109/TMTT.2004.839322 (publicado en IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques en 2005). En este caso se expone una estructura EBG
10 periódica en dos dimensiones formada por elementos del tipo Sivenpiper en los que se ha realizado una modificación en la geometría de la metalización que recuerda a un tenedor. A su vez los elementos se entrelazan unos con otros obteniendo un acoplamiento capacitivo adicional entre los mismos lo que produce una mayor compactación de los mismos. Se muestran dos ejemplos claros de posible utilidad de este tipo de estructuras.

15 En relación a la utilidad de este tipo de corrugaciones planas, ha quedado demostrada su capacidad para mejorar diversos parámetros de las antenas y circuitos impresos. Dicha capacidad está ligada a su propiedad de eliminar o reducir drásticamente la propagación de ondas electromagnéticas guiadas por la
20 superficie del sustrato.

Por ejemplo en 10.1109/TAP.2007.908818 (publicado en IEEE Transactions on Antennas and Propagation en 2007) se utiliza la versión de corrugaciones horizontales planas con strip y vías metálicas situadas en el centro
25 para evitar la excitación de ondas de superficie y aumentar la ganancia de una antena impresa. Dichas corrugaciones se sitúan de manera concéntrica rodeando la antena de manera que la dirección transversal coincide con la dirección radial.

30 Otro ejemplo de aplicación de estas estructuras es la propuesta en 10.1109/TAP.2009.2024226 (publicado en IEEE Transactions on Antennas and Propagation en 2009). En este trabajo se expone la aplicación de las

corrugaciones planas horizontales, formadas por tiras metálicas y vías cortocircuitadas al plano de masa situadas en uno de los bordes, a la reducción del acoplamiento mutuo entre dos antenas de parche que comparten el mismo sustrato.

5

En el artículo 10.1109/LAWP.2009.2021589 (publicado en IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters en 2009) F. Caminita et al proponen una versión de las corrugaciones planas horizontales con vías situadas en el centro basada en la modificación de la geometría de la tira metálica. Dicha modificación consiste en un conjunto de ramas en forma de “L” que sobresalen de la tira metálica y se repliegan hacia uno de los lados. Dichas ramas que son paralelas a la tira metálica se entrelazan con las ramas de la tira metálica más próxima.

10

15 DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención resuelve el problema de la propagación no deseada de ondas de superficie, y en general de ondas electromagnéticas en antenas preferentemente impresas y circuitos impresos.

20

La invención describe un conjunto de nuevas topologías para las tiras metálicas impresas de corrugaciones planas horizontales (también conocidas como superficies soft/hard o superficies EBG) que permiten una reducción en el tamaño físico de los elementos y por consiguiente posibilitan su integración en diversos dispositivos compactos.

25

Las corrugaciones miniaturizadas que se proponen se componen de un plano de masa (metálico) acompañado de al menos un sustrato dieléctrico sobre el que se sitúa una disposición, preferentemente regular, de tiras metálicas que incorporan un conjunto de vías metálicas situadas en uno de sus bordes y que conectan eléctricamente el plano de masa y las tiras metálicas, cumpliendo así con la condición de cortocircuito necesaria para el funcionamiento de la

30

superficie objeto de invención.

Se contempla de manera opcional la posibilidad de realizar dicho cortocircuito empleando, en lugar de vías metálicas, un muro metálico vertical
 5 que realice la conexión entre el plano de masa y el borde de las tiras metálicas. También se contempla la posibilidad de que el cortocircuito se realice mediante hilo conductor y por técnicas compatibles con la fabricación textil, en este caso tanto el plano de masa, como el material utilizado como sustrato, podrían ser flexibles para posibilitar su incorporación en superficies deformables. La
 10 geometría y tamaño de las tiras metálicas y el periodo de las vías (en el primer caso) definen las propiedades de eliminación de ondas electromagnéticas de la superficie.

La presente invención sustituye las tradicionales formas de las tiras
 15 metálicas rectangulares para el caso de las corrugaciones planas horizontales con vías o muro metálico en el borde.

De forma preferente, la invención comprende:

20 - Al menos una topología para las tiras metálicas consistente en una o más de una de las siguientes geometrías: líneas acopladas, líneas de tipo "hairpin", líneas en forma de palmera con una línea central que se desdobra en dos ramas que se repliegan, o líneas en forma espiral. Dichos geometrías (líneas acopladas, líneas hairpin, líneas de palmera y espirales) son las que
 25 producen la eliminación de la propagación, determinan la frecuencia de operación de la estructura y obtienen según el caso una reducción en el tamaño físico. Pueden ser situados en diferentes capas de sustratos (posibilitando una distribución multicapa), que dota de versatilidad al diseño y puede alcanzar una superior reducción en tamaño de las mismas y/o eficiencia si se hace uso de
 30 varios sustratos con diferentes características dieléctricas.

- Un número variable de corrugaciones en función de cada aplicación,

oscilando típicamente desde unas decenas a unos pocos periodos, como dos o tres. El número de elementos (celdas con las geometrías mencionadas) que forman cada una de las corrugaciones puede también variar según la aplicación). La superficie dispone las tiras metálicas siguiendo la dirección transversal a su eje, dicha dirección coincide con la dirección en la que la eliminación de la propagación es más efectiva. Preferiblemente dicha disposición será periódica aunque es posible que en algún caso fuera irregular.

La simetría característica de la superficie (figura geométrica que siguen las tiras metálicas en su eje) podrá ser lineal, cilíndrica, cuadrada, rectangular, triangular, pentagonal, y en general incluye cualquier ordenación geométrica preferentemente canónica de las tiras que permita orientar la dirección transversal (dirección soft) con la dirección física en la que se pretende cancelar las ondas de superficie, según sea requerido en función de la aplicación. Sin embargo, otros tamaños, posiciones relativas y configuraciones son posibles con el anterior objetivo. En particular, puede ser necesaria una disposición en la que las tiras metálicas sean cortocircuitadas mediante vías o muros metálicos hacia arriba quedando situadas las mismas por debajo del plano de masa. Preferentemente, el elemento de cortocircuito se encuentra conectado en cualquiera de los extremos de la tira metálica, para cualquiera de los elementos geométricos de corrugaciones miniaturizadas.

Entre las líneas acopladas, líneas próximas en la geometría de tipo palmera, líneas del elemento "hairpin" o espirales pueden ser conectados elementos concentrados, del tipo condensador o diodo varactor o diodo pin, los cuales permiten en determinados diseños ajustar las frecuencias de funcionamiento de los elementos. Asimismo, pueden ser conectados elementos concentrados de tipo bobina o combinación de bobinas, conectado en serie entre cualquiera de los elementos de cortocircuito y el plano de masa.

30

La presente invención describe también el sistema compuesto por las anteriores superficies formadas por corrugaciones miniaturizadas cargando una

línea de transmisión microstrip, esto es, situadas en una capa intermedia entre el plano de masa y una línea microstrip sustentada por un dieléctrico, o en el interior de un guía de ondas preferentemente rectangular, circular o biplaca. Por otra parte, se ha previsto que la superficie de corrugaciones planas horizontales objeto de invención comprenda adicionalmente una línea de transmisión en una capa superior, quedando las corrugaciones embebidas en una multicapa formada por al menos dos capas de sustrato dieléctrico, pudiendo tener dicha multicapa, materiales con iguales o distintas características dieléctricas.

Para describir las ventajas que ofrece la invención se listan a continuación los cuatro tipos de corrugaciones planas identificadas en el estado de la técnica:

- a) Corrugaciones convencionales
- b) Corrugaciones horizontales impresas con pared metálica
- c) Corrugaciones horizontales impresas con vías metalizadas
- d) Corrugaciones horizontales impresas con vías metalizadas en posición central, y miniaturizadas mediante brazos entrelazados simétricos

La invención aporta tres ventajas respecto a las corrugaciones existentes (en diferente grado que se detalla a continuación):

- Facilidad de construcción y menor coste: respecto a a) y b) presenta la ventaja de no requerir mecanizado (se puede realizar en tecnología impresa y con taladros metalizados), esta característica la comparte con los productos c) y d). Respecto a a), b), c) y d) y en el caso de ser realizadas con materiales flexibles y cortocircuitadas por hilo conductor presentan la ventaja de posibilitar su conformación a superficies deformables y flexibles.

- Una reducción en el tamaño: frente a a) (que requiere una transformación $\lambda/4$ en vertical) supone una enorme ventaja en volumen al ser planar. Frente a b) y c), supone una reducción muy significativa en tamaño (en la longitud física en dirección transversal) que al introducir una geometría replegada es mucho menor

(se podría alcanzar hasta un 50% de reducción). Esta característica es compartida con el producto d), si bien la reducción en tamaño podría ser superior, otra característica distintiva es que las vías están situadas en el borde de las tiras metálicas impresas por lo que potencialmente puede obtenerse una reducción
5 adicional en tamaño (esto se deriva del menor tamaño de las corrugaciones horizontales con vías en el borde frente al caso centrado).

- Puede variarse la frecuencia de operación de manera externa preferentemente de modo electrónico (sintonizable). Esta característica permite variar mediante un
10 control electrónico la banda de filtrado de la estructura. Lo que posibilita su incorporación en dispositivos sintonizables con un aumento en flexibilidad y multifuncionalidad.

De acuerdo con otro objeto de la invención se describe a continuación una
15 antena impresa rodeada por una superficie de corrugaciones planas horizontales, descrita anteriormente.

De acuerdo con una primera realización preferente, dicha antena impresa comparte el mismo substrato en el que están situadas las corrugaciones, estando
20 la antena y las corrugaciones en configuración coplanar con un substrato "monocapa", o ubicadas en una capa inferior de idéntico material, donde el plano de las tiras metálicas que las componen queda localizado en un estrato inferior al plano donde se sitúa la antena.

Por otro lado, de acuerdo con una segunda realización preferente, la
25 antena impresa comparte el mismo substrato en el que están situadas las corrugaciones, estando la antena y las corrugaciones en configuración coplanar con un substrato "multicapas", o ubicadas en una capa inferior de dieléctrico diferente, donde el plano de las tiras metálicas que las componen queda
30 localizado en un estrato inferior al plano donde se sitúa la antena.

Por último, de acuerdo con otro objeto de la invención se describe un circuito impreso rodeado por una superficie de corrugaciones planas horizontales según se ha descrito más arriba, destacando fundamentalmente dicho circuito impreso por compartir el mismo substrato en el que están situadas las corrugaciones, estando la antena y las corrugaciones en configuración coplanar con un substrato multicapa, o ubicadas en una capa inferior de dieléctrico diferente, donde el plano de las tiras metálicas que las componen queda localizado en un estrato inferior al plano donde se sitúa el circuito.

10

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1A.- Muestra una vista en perspectiva de uno de los elementos geométricos propuestos para formar las tiras metálicas de la corrugación miniaturizada, en este caso con geometría de tipo palmera.

Figura 1B.- Muestra una vista en planta de la geometría tipo palmera.

Figura 1C.- Muestra una vista lateral de la geometría tipo palmera.

Figura 1D.- Muestra una vista en planta (arriba) y lateral (abajo) de un ejemplo de fragmento de superficie formada por cuatro tiras metálicas, cada una de las cuales tiene cuatro celdas miniaturizadas de tipo palmera, para una comprensión genérica de un tipo de configuración posible para las corrugaciones, en este caso lineal.

Figura 2A.- Muestra una vista en perspectiva del elemento con geometría tipo espiral rectangular para formar las tiras metálicas de la corrugación miniaturizada.

5 Figura 2B.- Muestra una vista en planta del elemento con geometría tipo espiral rectangular.

Figura 2C.- Muestra una vista lateral del elemento con geometría tipo espiral rectangular.

10

Figura 2D.- Muestra una vista en planta (arriba) y lateral (abajo) de un ejemplo de fragmento de superficie formada por cuatro tiras metálicas, cada una de las cuales tiene cuatro celdas miniaturizadas de tipo espiral rectangular, para una comprensión genérica de un tipo de configuración posible para las corrugaciones, en este caso lineal.

15

Figura 3A.- Muestra una vista en planta (arriba) y lateral (abajo) de un elemento tipo hairpin para formar las tiras metálicas de la corrugación miniaturizada.

20

Figura 3B.- Muestra una vista en planta (arriba) y lateral (abajo) de un elemento formado por una línea (acopladas entre celdas adyacentes) replegada en "L" para formar las tiras metálicas de la corrugación miniaturizada.

25 Figura 3C.- Muestra una vista en planta (arriba) y lateral (abajo) de un elemento con geometría tipo espiral circular.

Figura 4A.- Muestra un ejemplo de configuración geométrica posible para las tiras metálicas en aplicaciones donde las corrugaciones persigan reducir la excitación de ondas de superficie por antenas impresas. Se observa en la figura la disposición de tres tiras metálicas concéntricas genéricas según una simetría cuadrada rodeando a la antena impresa que estaría en este caso

30

situada en el centro.

Figura 4B.- Muestra un ejemplo de configuración geométrica posible para las tiras metálicas en aplicaciones donde las corrugaciones persigan reducir la excitación de ondas de superficie por antenas impresas. Se observa en la figura la disposición de tres tiras metálicas concéntricas genéricas según una simetría circular rodeando a la antena impresa que estaría en este caso situada en el centro.

10 REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Las Figuras 1A, 1B y 1C muestran una realización particular de la corrugación plana miniaturizada con geometría de palmera, que comprende un plano de masa (1), junto al cual se sitúa un substrato (2) dieléctrico que está
15
atravesado por la vía (3) metálica que cortocircuita una tira (5) metálica sustentada por el substrato (2). La tira (5) metálica está formada por un tramo longitudinal (4) del que parte un tramo perpendicular (4'), según la dirección transversal a las corrugaciones, del que parten dos tramos de línea (6) metálica que se repliegan hacia el tramo longitudinal (4) dejando dos pequeñas
20
aberturas (7) que impiden su contacto físico, siendo estos dos últimos tramos, los elementos que obtienen una miniaturización de la estructura en la dirección transversal.

La Figura 1D muestra una realización particular de la superficie en una
25
vista en planta (arriba) y lateral (abajo), la superficie está formada por un plano de masa común (1), y cuatro tiras (5) metálicas, cada una de las cuales tiene cuatro celdas miniaturizadas de tipo palmera, cortocircuitadas por las vías (3).

Las Figuras 2A, 2B y 2C muestran una realización particular de la
30
corrugación plana miniaturizada con geometría en espiral, que comprende un plano de masa (1), junto al cual se sitúa un substrato (2) dieléctrico que está
atravesado por la vía (3) metálica que cortocircuita la tira (5) metálica

sustentada por el substrato (2). La tira (5) metálica está formada por un tramo longitudinal (4) del que parte un tramo perpendicular (4'), según la dirección transversal a las corrugaciones, del que parten dos tramos de línea (6) metálica que se repliegan formando dos espirales rectangulares, dejando una primera
 5 abertura (7) entre uno de los tramos de la línea (6) y el tramo longitudinal (4), y otra segunda abertura (8) entre el tramo transversal de la espiral y el tramo perpendicular (4'). Siendo los tramos en espiral los elementos que obtienen una miniaturización de la estructura en la dirección transversal.

10 La Figura 2D muestra una realización particular de la superficie en una vista en planta (arriba) y lateral (abajo), la superficie está formada por un plano de masa común (1), y cuatro tiras (5) metálicas, cada una de las cuales tiene cuatro celdas miniaturizadas de geometría en espiral, cortocircuitadas por las
 15 vías (3).

La Figura 3A muestra una realización particular de la corrugación plana miniaturizada con geometría de tipo "hairpin", que comprende un plano de masa (1), junto al cual se sitúa un substrato (2) dieléctrico que está atravesado por la vía (3) metálica que cortocircuita la tira (5) metálica sustentada por el
 20 substrato (2). En este caso la tira (5) metálica está formada por un tramo longitudinal (4) de la que parten dos tramos perpendiculares (4'), según la dirección transversal a las corrugaciones, que se repliegan formando un resonador plano hairpin de líneas acopladas. Las líneas no llegan a tocar físicamente el tramo longitudinal (4) quedando dos pequeñas aberturas (7) que
 25 lo imposibilitan. Asimismo, entre ambas líneas (geométricamente paralelas) queda una abertura (7) que posibilita su acoplamiento capacitivo, siendo los tramos de líneas replegados y su acoplamiento capacitivo los que obtienen una miniaturización de la estructura en la dirección transversal.

30 Por su parte, la Figura 3B muestra una realización particular de la corrugación plana miniaturizada con geometría de línea replegada en "L", que comprende un plano de masa (1), junto al cual se sitúa un substrato (2)

dieléctrico que está atravesado por la vía (3) metálica que cortocircuita la tira (5) metálica sustentada por el substrato (2). La tira (5) metálica está formada por un tramo longitudinal (4) del que parte un tramo perpendicular (4'), según la dirección transversal a las corrugaciones, que se repliega formado una "L" (no se observa en la figura pero dicha línea puede ser acoplada con la del elemento de la celda adyacente), la línea replegada no llega a tocar físicamente el tramo longitudinal (4) quedando una pequeña abertura (7) que lo imposibilita, siendo dicho tramo de línea replegado y su acoplamiento capacitivo con líneas de celdas adyacentes los que obtienen una miniaturización de la estructura en la dirección transversal.

La Figura 3C muestra una realización particular de la corrugación plana miniaturizada con geometría de tipo hairpin, que comprende un plano de masa (1), junto al cual se sitúa un substrato (2) dieléctrico que está atravesado por la vía (3) metálica que cortocircuita la tira (5) metálica sustentada por el substrato (2). Dicha tira (5) metálica está formada por un tramo longitudinal (4) del que parte un tramo en espiral circular (10) de dos vueltas o más. La línea espiral no llega a tocar físicamente el tramo longitudinal (4) quedando en su tramo final una abertura (7). Siendo el tramo de línea en espiral circular (10), su tamaño y número de vueltas los que obtienen una miniaturización de la estructura en la dirección transversal.

Tal y como puede observarse en las figuras 1C, vista lateral de la figura 1D, figura 2C y vistas laterales de las figuras 3A-3C, el elemento de cortocircuito, en estos casos la vía (3) metálica, se encuentra conectado a uno de los extremos de la tira (5) metálica, para cualquiera de los elementos geométricos de corrugaciones miniaturizadas.

La Figura 4A muestra un ejemplo de configuración geométrica para un conjunto de tres tiras (5) metálicas concéntricas según una geometría cuadrada o rectangular. En la aplicación preferente de la superficie la antena impresa estaría situada en su centro, en configuración coplanar o en una capa superior

a la de las corrugaciones, las corrugaciones permiten reducir la excitación de ondas de superficie por la antena.

5 La Figura 4B muestra un ejemplo de configuración geométrica para un conjunto de tres tiras (5) metálicas concéntricas según una geometría circular. En la aplicación preferente de la superficie la antena impresa estaría situada en su centro, en configuración coplanar o en una capa superior a la de las corrugaciones, las corrugaciones permiten reducir la excitación de ondas de superficie por la antena.

10

REIVINDICACIONES

- 1.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas que contienen al menos un plano de masa (1) y substrato (2) dieléctrico, caracterizada
5 porque comprende:
 - al menos una tira (5) metálica cortocircuitada a través de un elemento de cortocircuito con el plano de masa (1), con una geometría variable que permite una disminución física de la superficie necesaria para la transformación de impedancia;
 - 10 - al menos una configuración que presente dos o mas corrugaciones planas miniaturizadas en una repetición regular o irregular de las mismas, siguiendo una geometría canónica que permita orientar la dirección en la que la superficie elimina las ondas de superficie con la dirección de una antena o circuito donde se pretende cancelar las ondas electromagnéticas no deseadas.
- 15 2.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque el elemento de cortocircuito se selecciona entre: unas vías (3) metálicas, un hilo conductor y un muro metálico.
- 20 3.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la geometría canónica sigue una simetría que se selecciona entre: simetría lineal, circular, triangular, cuadrada o rectangular y pentagonal.
- 25 4.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la tira (5) metálica presenta una geometría que se selecciona entre: geometría de espiral cuadrada y geometría de espiral circular.
- 30 5.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada** porque la tira (5) metálica tiene forma de líneas acopladas simples o en “L”, o de resonador tipo Hairpin.

- 6.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con reivindicación 1, **caracterizada** porque la tira (5) metálica comprende al menos un elemento concentrado de tipo condensador y/o diodo varactor y/o diodo pin o combinaciones de los anteriores.
- 7.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con reivindicación 1, **caracterizada** porque comprende al menos un elemento concentrado de tipo bobina o combinación de bobinas, conectado en serie entre cualquiera de los elementos de cortocircuito y el plano de masa (1).
- 8.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con reivindicación 1, **caracterizada** porque el elemento de cortocircuito se encuentra conectado en cualquiera de los extremos de la tira (5) metálica, para cualquiera de los elementos geométricos de corrugaciones miniaturizadas.
- 9.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con reivindicación 1, **caracterizada** porque comprende adicionalmente una línea de transmisión en una capa superior, quedando las corrugaciones embebidas en una multicapa formada por al menos dos capas de sustrato (2) dieléctrico, pudiendo tener dicha multicapa, materiales con iguales o distintas características dieléctricas.
- 10.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con reivindicación 1, **caracterizada** porque la línea de transmisión es microstrip.
- 11.- Superficie de corrugaciones planas horizontales miniaturizadas de acuerdo con reivindicación 1, **caracterizada** por estar sustentadas en un sustrato (2) dieléctrico y un plano de masa (1) siendo ambos conformes a una superficie flexible o rígida de geometría preferentemente no plana.
- 12.- Antena impresa caracterizada porque está rodeada por la superficie de

corrugaciones planas horizontales descrita en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11.

5 13.- Antena impresa de acuerdo con reivindicación 12, **caracterizada** porque comparte el mismo substrato (2) en el que están situadas las corrugaciones, estando la antena y las corrugaciones en configuración coplanar con un substrato (2) monocapa, o ubicadas en una capa inferior de idéntico material, donde el plano de las tiras (5) metálicas que las componen queda localizado en un estrato inferior al plano donde se sitúa la antena.

10

14.- Antena impresa de acuerdo con reivindicación 12, **caracterizada** porque comparte el mismo substrato (2) en el que están situadas las corrugaciones, estando la antena y las corrugaciones en configuración coplanar con un substrato (2) multicapa, o ubicadas en una capa inferior de dieléctrico diferente, donde el
15 plano de las tiras (5) metálicas que las componen queda localizado en un estrato inferior al plano donde se sitúa la antena.

15.- Circuito impreso rodeado por una superficie de corrugaciones planas horizontales de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11,
20 **caracterizado** porque comparte el mismo substrato (2) en el que están situadas las corrugaciones, estando la antena y las corrugaciones en configuración coplanar con un substrato (2) multicapa, o ubicadas en una capa inferior de dieléctrico diferente, donde el plano de las tiras (5) metálicas que las componen queda localizado en un estrato inferior al plano donde se sitúa el circuito.

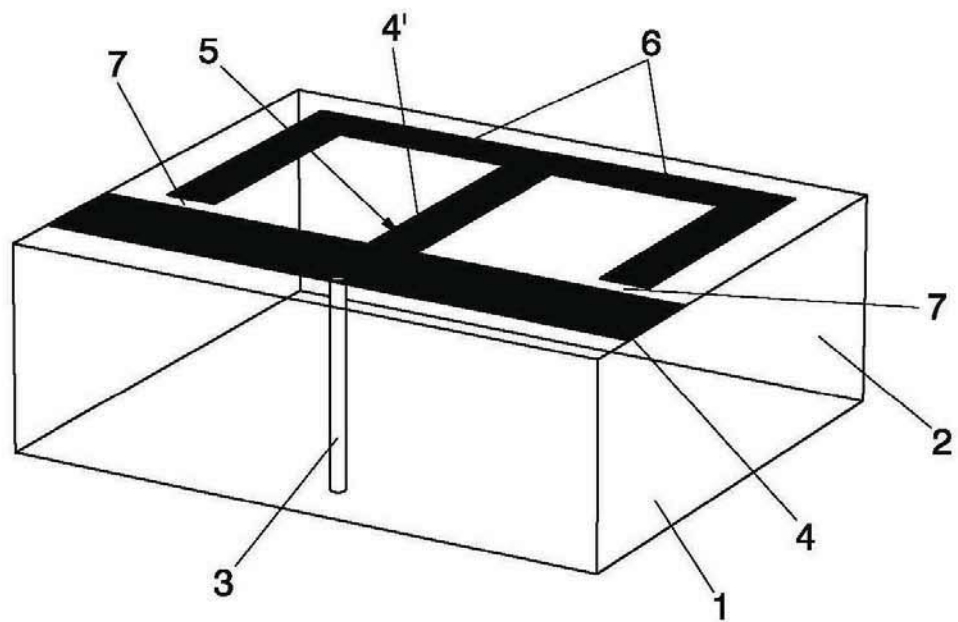


FIG. 1A

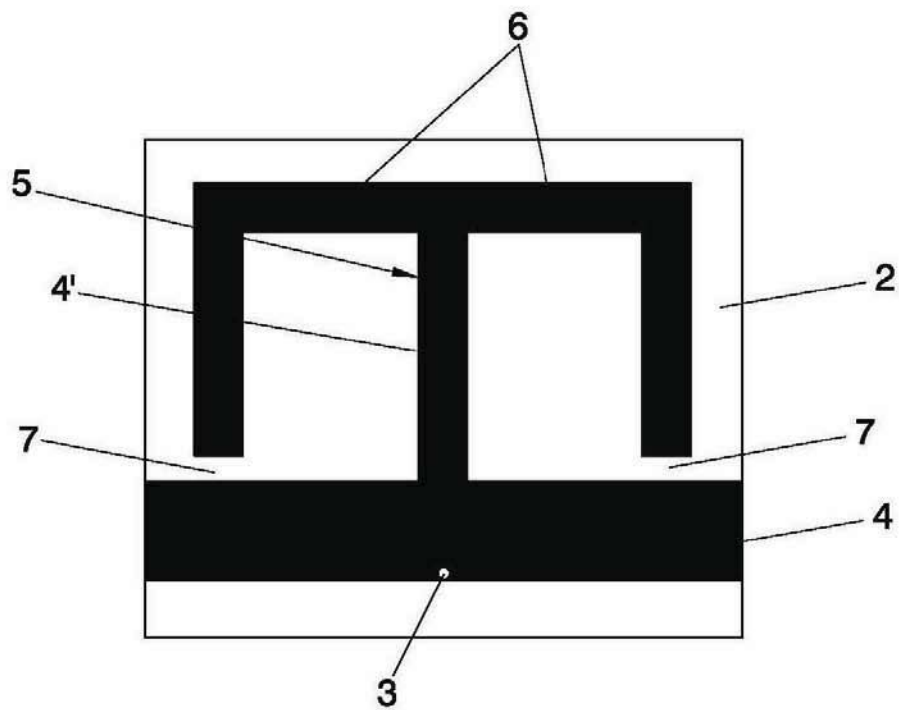


FIG. 1B

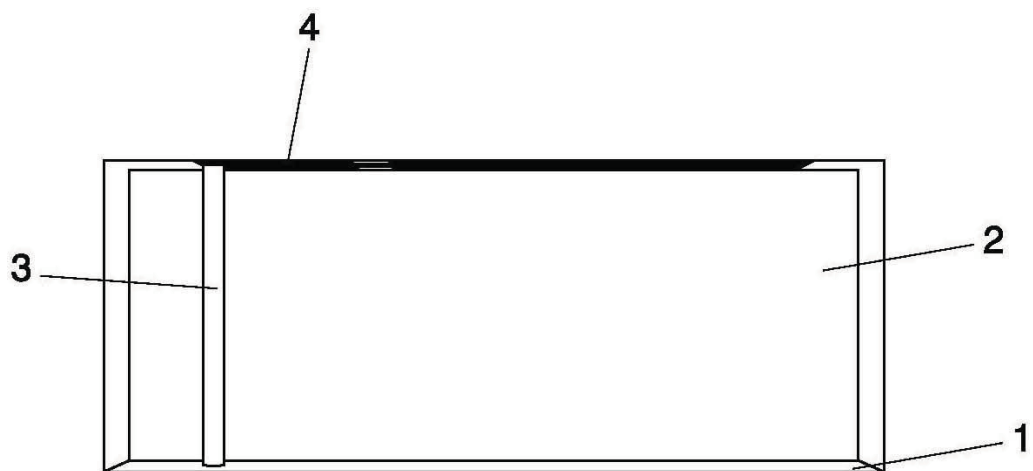


FIG. 1C

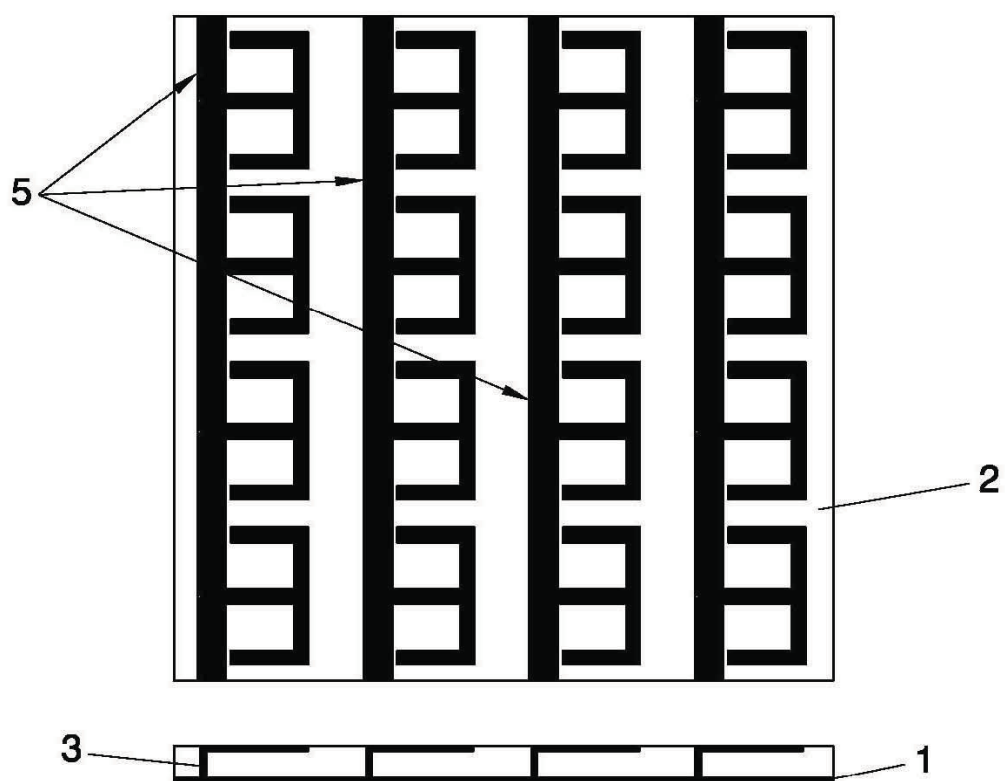


FIG. 1D

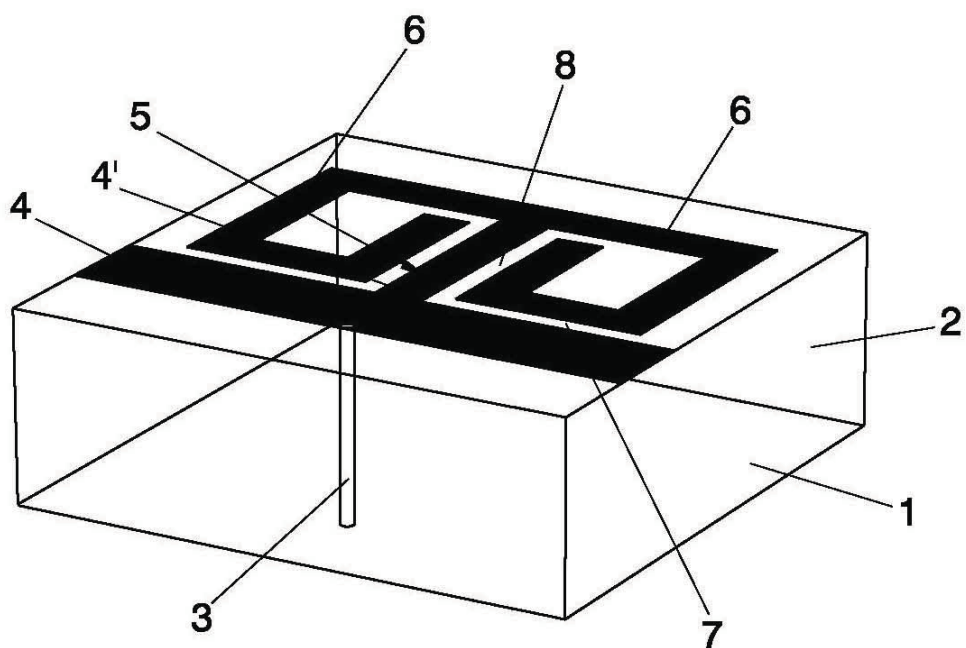


FIG. 2A

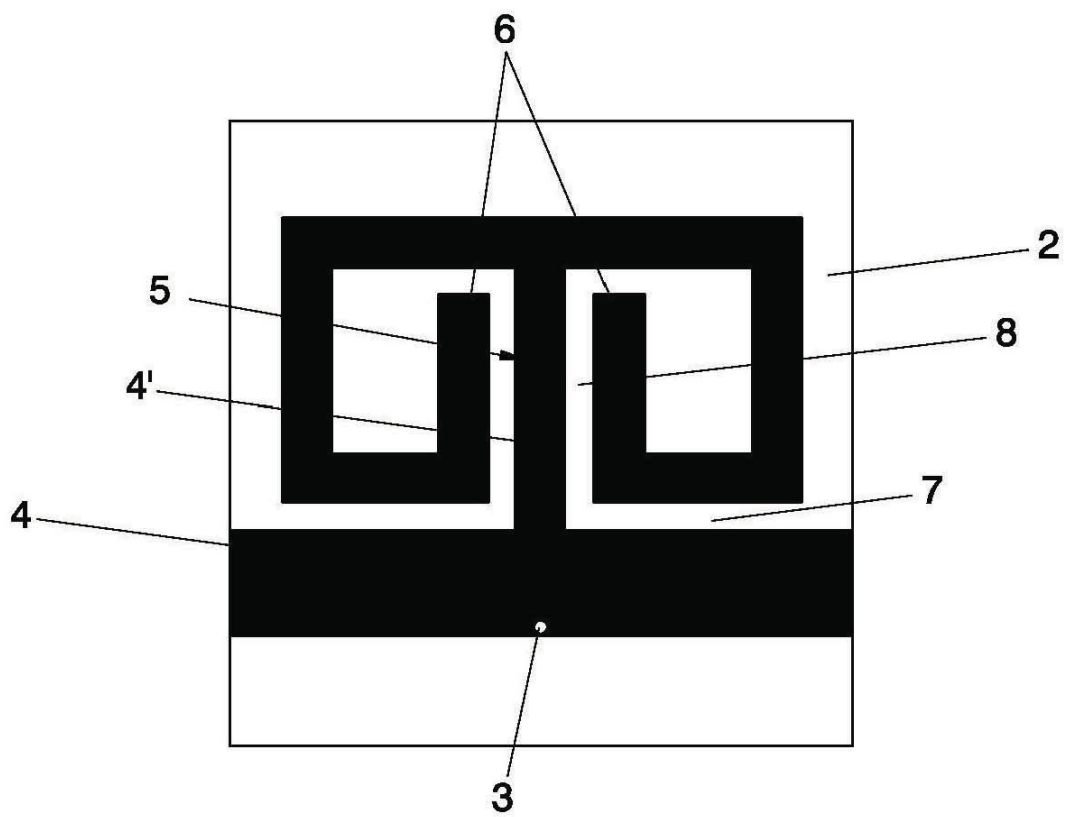


FIG. 2B

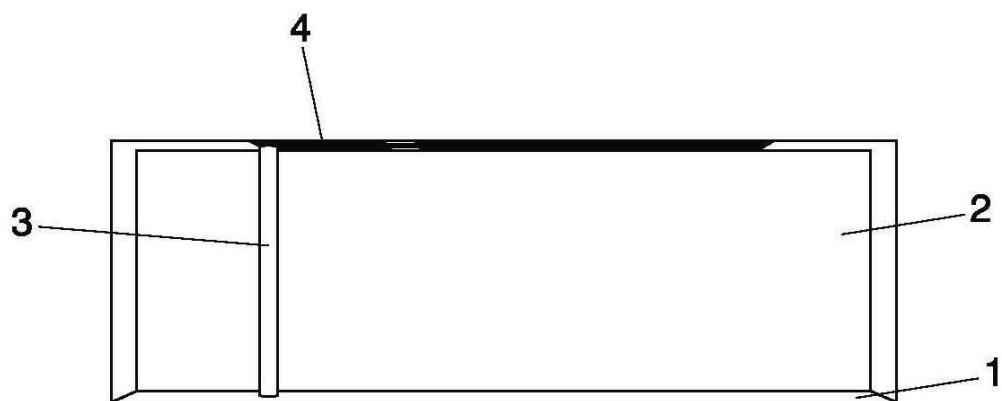


FIG. 2C

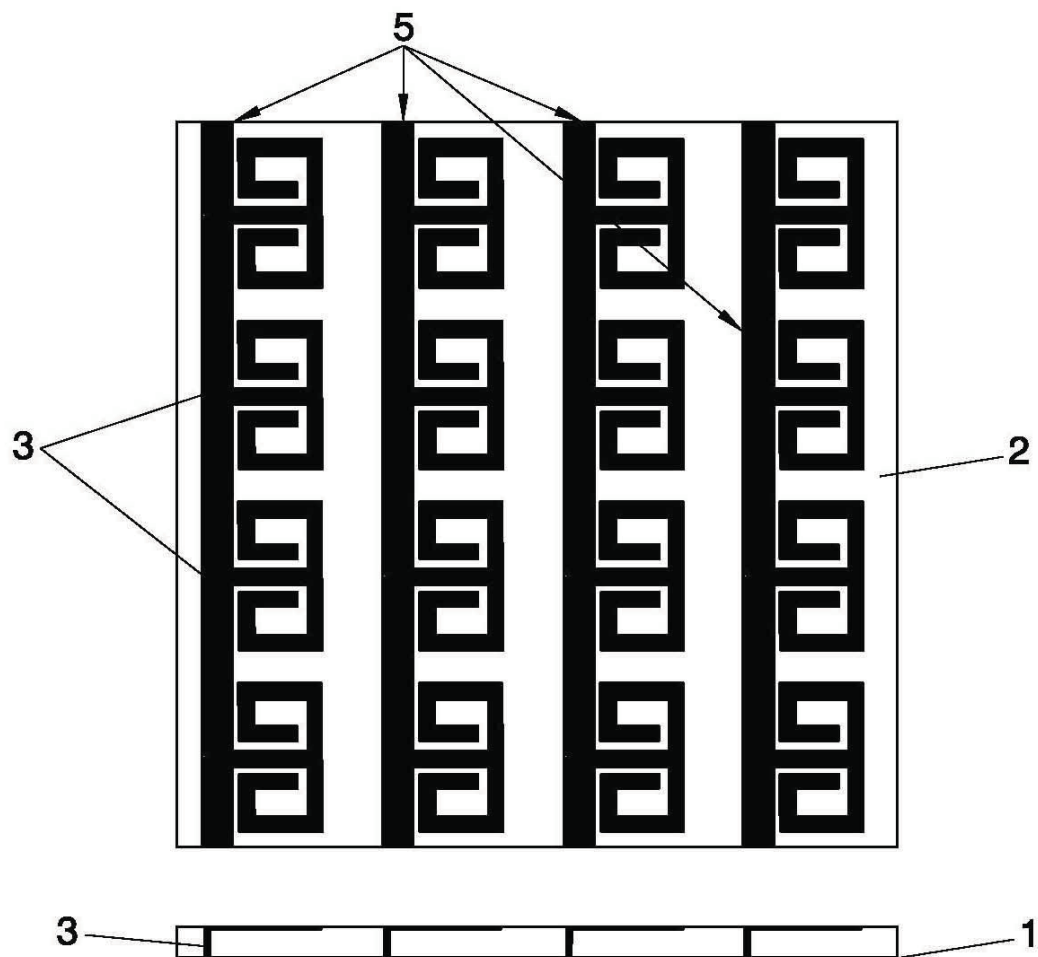


FIG. 2D

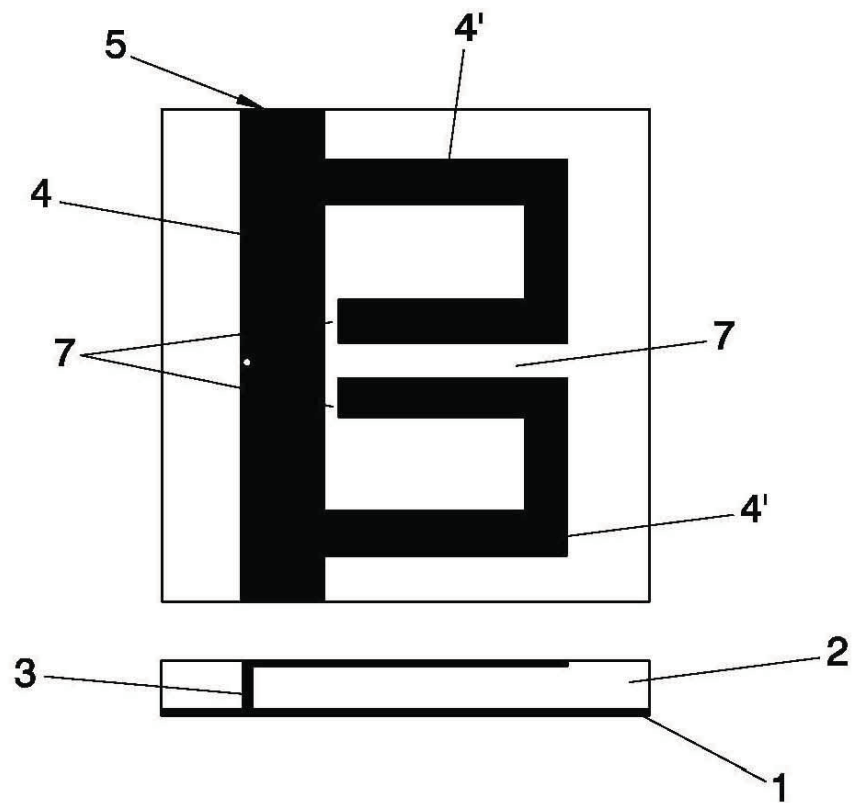


FIG. 3A

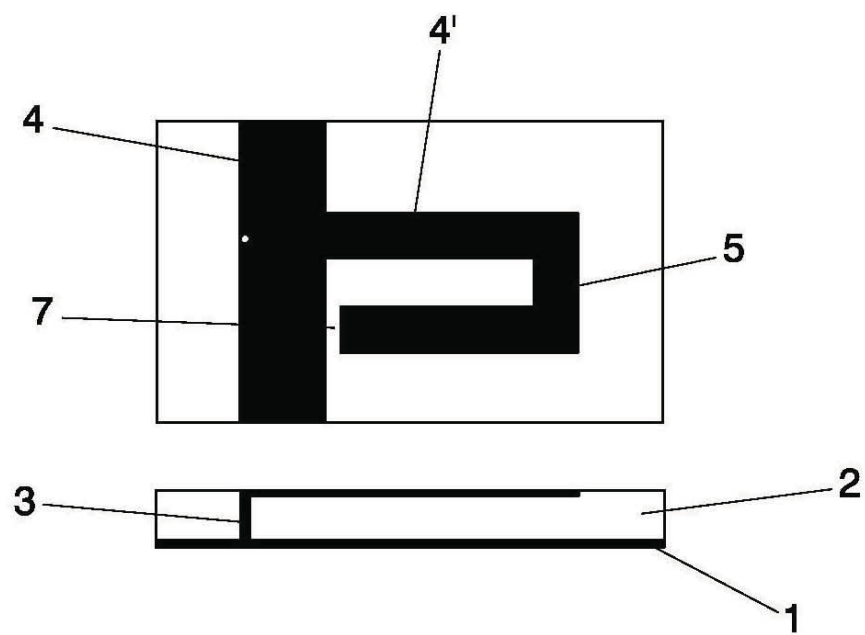


FIG. 3B

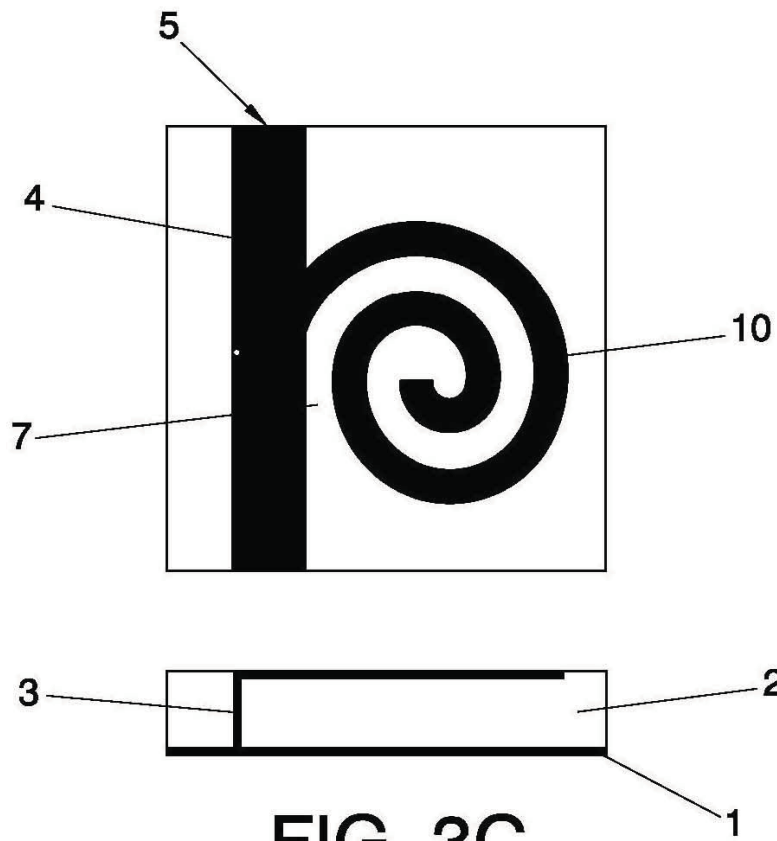


FIG. 3C

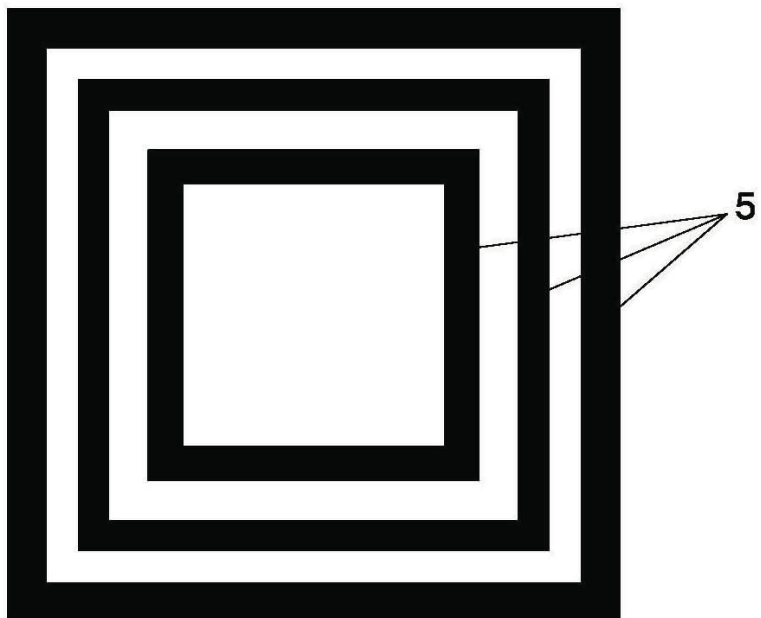


FIG. 4A

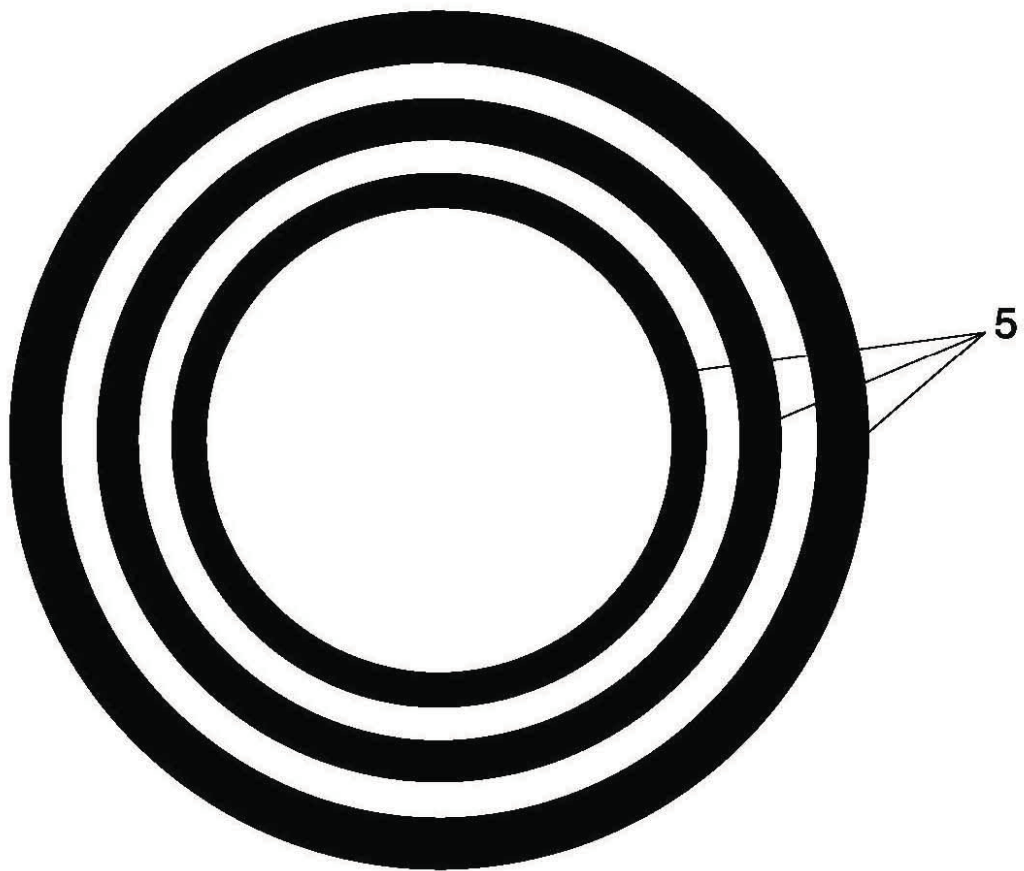


FIG. 4B



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②① N.º solicitud: 201030518

②② Fecha de presentación de la solicitud: 12.04.2010

③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: **H01Q1/38** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	INCLÁN-SÁNCHEZ, L.; VÁZQUEZ-ROY, J.L.; RAJO-IGLESIAS, E.; GARCÍA-MUNOZ, E. "Compact EBG Surface based on Capacitively Loaded Loop Resonators with Grounded Vias". Antennas and Propagation, 2007. EuCAP 2007. The Second European Conference on Publication Year: 2007, Página(s): 1-4 [en línea] [recuperado el 10.10.2011]. Recuperado de Internet: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4458534	1,2,5,10
X	CAMINITA F. et al. "Reduction of Patch Antenna Coupling by Using a Compact EBG Formed by Shorted Strips With Interlocked Branch-Stubs". IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS, 20090101 IEEE, PISCATAWAY, NJ, US. Vol. 8, Páginas: 811-814 XP011330993 ISSN 1536-1225.	1,12
A	RAJO-IGLESIAS E. et al. "Comparison of bandgaps of mushroom-type EBG surface and corrugated and strip-type soft surfaces". 20070205. Vol. 1, No. 1, Páginas: 184-189 XP006028072.	1-15

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
20.03.2012

Examinador
J. Botella Maldonado

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01Q

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI, NPL, XPESP, XPAIP, XPI3E,INSPEC.

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.03.2012

Declaración**Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 3, 4, 6-9, 11, 13-15.

SI

Reivindicaciones 1, 2, 5, 10, 12.

NO**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones 3, 4, 6-9, 11, 13-15.

SI

Reivindicaciones 1, 2, 5, 10, 12.

NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	INCLÁN-SÁNCHEZ, L.; VÁZQUEZ-ROY, J.L.; RAJO-IGLESIAS, E.; GARCÍA-MUNOZ, E. "Compact EBG Surface based on Capacitively Loaded Loop Resonators with Grounded Vias". Antennas and Propagation, 2007. EuCAP 2007. The Second European Conference on Publication Year: 2007, Página(s): 1-4 [en línea] [recuperado el 10.10.2011]. Recuperado de Internet: http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=4458534	
D02	CAMINITA F. et al. "Reduction of Patch Antenna Coupling by Using a Compact EBG Formed by Shorted Strips With Interlocked Branch-Stub". IEEE ANTENNAS AND WIRELESS PROPAGATION LETTERS, 20090101 IEEE, PISCATAWAY, NJ, US. Vol. 8, Páginas: 811-814 XP011330993 ISSN 1536-1225.	
D03	RAJO-IGLESIAS E. et al. "Comparison of bandgaps of mushroom-type EBG surface and corrugated and strip-type soft surfaces". 20070205. Vol. 1, No. 1, Páginas: 184-189 XP006028072.	

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01 analiza la propagación de ondas de superficie en superficies EBG. Las corrugaciones planas horizontales se realizan con tiras metálicas impresas formando topologías hairpin que se cortocircuitan con el plano de masa a través de una vía metálica. Estas topologías permiten una reducción en el tamaño de la estructura EBG conseguida tanto a través de la topología utilizada como de la posición lateral de la vía.

En el documento D02 la topología propuesta para las tiras metálicas se basa en corrugaciones horizontales cortocircuitadas en un extremo con el plano de masa. Tiras en forma de L con las ramas en direcciones opuestas se alternan a ambos lados de una tira metálica, formando estructuras periódicas que encajan entre sí, permitiendo una mayor densidad de tiras lo que posibilita la miniaturización del EBG utilizando materiales de baja permitividad. En la figura 6(a) presenta una antena parche rodeada por estructuras EBG.

Las características de las reivindicación 1ª ya son conocidas de los documento D01 y D02. Además las características de las reivindicaciones 2ª, 5ª, 10ª, lo son del documento D01 y las características de la reivindicación 12ª, del documento D02. Por lo tanto las reivindicaciones 1ª, 2ª, 5ª, 10ª y 12ª no son nuevas a la vista del estado de la técnica conocido y carecen de actividad inventiva.