

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 662 914**

51 Int. Cl.:

H01P 3/02 (2006.01)

H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 9/42 (2006.01)

H01Q 21/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.05.2013 PCT/EP2013/059394**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.11.2013 WO13171087**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.05.2013 E 13721691 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.02.2018 EP 2850692**

54 Título: **Método para crear una ranura-línea en un sustrato de múltiples capas y circuito impreso de múltiples capas que comprende al menos una ranura-línea realizada de acuerdo con dicho método y usada como una ranura aislante o antena**

30 Prioridad:

14.05.2012 FR 1254368

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

10.04.2018

73 Titular/es:

**THOMSON LICENSING (100.0%)
1-5, rue Jeanne d'Arc
92130 Issy-les-Moulineaux, FR**

72 Inventor/es:

**LO HINE TONG, DOMINIQUE;
MINARD, PHILIPPE y
ROBERT, JEAN-LUC**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 662 914 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

Método para crear una ranura-línea en un sustrato de múltiples capas y circuito impreso de múltiples capas que comprende al menos una ranura-línea realizada de acuerdo con dicho método y usada como una ranura aislante o antena

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a placas de circuito impreso usadas en sistemas inalámbricos. Se refiere más concretamente a un método para realizar una ranura-línea en un sustrato de capas múltiples, así como a un circuito impreso de capas múltiples que comprende al menos una ranura-línea realizada de acuerdo con el citado método, pudiendo esta ranura-línea ser usada notablemente como una ranura aislante o una antena de ranura.

10 **Antecedentes tecnológicos**

En el campo de las comunicaciones inalámbricas se utilizan cada vez más circuitos de MIMO (Entrada Múltiple Salida Múltiple) con el fin de aumentar la capacidad de los canales de transmisión y para mejorar el funcionamiento de todo el sistema. El uso de circuito de MIMO conduce generalmente a un aumento del número de antenas que se han de realizar para la misma placa. Por el contrario, con el fin de facilitar la integración de los circuitos, las antenas son ahora impresas directamente sobre la PCB (placa de circuito impreso). Sin embargo, mediante la aplicación de las leyes de la física, la longitud de las antenas y a longitud de los elementos de aislamiento dependen de la longitud de onda. Así, cuando se usa una ranura en corto-circuito para reducir el acoplamiento mutuo entre dos antenas de tipo PIFA, la longitud de onda de la ranura, que debe ser esencialmente igual a $\lambda g/4$, donde λg es la longitud de onda guiada a la frecuencia de funcionamiento, da una longitud física de unos 23 mm para funcionamiento de WiFi en banda de frecuencias de 2,4 GHz. Esta longitud no es despreciable con respecto a las limitaciones de coste y tamaño en placas de circuito impreso usadas en la producción en serie. Sin embargo, lo más frecuente es que las placas de circuito impreso estén formadas por sustratos que tienen una estructura de capas múltiples.

El documento US 2007/222699 A1 se refiere a antenas planas para usar en dispositivos inalámbricos portátiles, tales como teléfonos móviles, asistentes digitales personales (PDAs) y dispositivos de entretenimiento audiovisuales.

El documento US 2009/174617 A1 se refiere a disposiciones de antena impresas para sistemas de comunicación de múltiples entradas múltiples salidas (MIMO).

El documento WO 2006/097496 A1 se refiere a un dispositivo inalámbrico con un plano de base que permite un proceso de diseño mejorado de antenas.

30 El documento EP 2230717A1 se refiere a antenas para dispositivos de entradas múltiples, salidas múltiples (MIMO), sostenidos en la mano.

Compendio de la invención

La presente invención propone, por lo tanto, utilizar la estructura de capas múltiples de placas de circuito impreso para realizar ranuras-líneas en corto-circuito que pueden ser usadas ya sea como líneas de aislamiento o antenas de ranura mientras se limita el tamaño de la placa de circuito impreso.

Por lo tanto, la presente invención se refiere a un método para realizar una ranura-línea de corto-circuito en corto-circuito en un sustrato de capas múltiples de un circuito impreso que comprende al menos una primera capa conductora, una capa dieléctrica y una segunda capa conductora, comprendiendo el método los siguientes pasos:

- 40 - grabar por ataque químico, en la primera capa conductora, una ranura-línea que tiene una línea eléctrica L_1 ,
- grabar por ataque químico, en la primera capa conductora, a lo largo de un primer lado de la ranura-línea, una primera porción de una primera banda conductora que tiene una longitud eléctrica $L1 \leq L_1$,
- 45 - grabar por ataque químico, en la primera capa conductora, a lo largo de un segundo lado de la ranura-línea, una segunda porción de la citada primera banda conductora, que tiene una longitud eléctrica $L2 \leq L_1$,
- grabar por ataque químico, en la segunda capa conductora, una segunda banda conductora en la forma de un bucle que tiene una longitud eléctrica $L3$,
- 50 - siendo un extremo de la segunda banda conductora conectado a la primera porción de la primera banda conductora y siendo el otro extremo de la segunda banda conductora conectado a la segunda porción de la primera banda conductora de manera que se forma un bucle conductor.

De acuerdo con otra característica de la presente invención, las longitudes eléctricas $L1$ y $L2$ de las porciones

primera y segunda de la primera banda conductora son idénticas.

De acuerdo con otra característica de la presente invención, la longitud eléctrica L3 es prácticamente igual a la suma de las longitudes eléctricas L1 y L2.

5 De acuerdo con una realización particular, la ranura-línea es una línea de longitud eléctrica $L < 90^\circ$, preferiblemente la longitud eléctrica de la ranura-línea $L = 45^\circ$.

De acuerdo con otra realización, las longitudes eléctricas L1 y L2 de las porciones primera y segunda de la primera banda conductora son iguales a 45° .

Preferiblemente, la longitud eléctrica total de las bandas conductoras primera y segunda es esencialmente igual a 180° .

10 La presente invención se refiere también a un circuito impreso de capas múltiples caracterizado porque comprende al menos una ranura-línea realizada como se ha descrito anteriormente.

De acuerdo con una realización, la ranura-línea es una ranura aislante.

15 De acuerdo con otra realización, la ranura-línea es una antena de ranura. En este caso, con el fin de mejorar el funcionamiento de la antena de ranura, las ranuras que determinan las porciones primera y segunda de la primera banda se extienden en una ranura en circuito abierto.

La presente invención se refiere también a un terminal que incorpora al menos un circuito impreso como se ha descrito anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

20 Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto tras la lectura de la descripción de diferentes realizaciones, siendo realizada esta descripción con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

Las figuras 1A y 1B muestran, respectivamente, el primer paso para realizar una ranura aislante de acuerdo con el método de realización de la presente invención, así como una curva que da la fase de reflexión retornada en la entrada como una función de la frecuencia de dicha ranura.

25 La figura 2A muestra el segundo paso para realizar una ranura aislante de acuerdo con el método de la presente invención y la figura 2B muestra una curva que da la fase de reflexión retornada en la entrada como una función de la frecuencia de la ranura aislante de la figura 2A.

Las figuras 3A y 3B muestran, respectivamente, una vista superior de la ranura aislante y de la primera banda conductora, y una vista superior de la ranura aislante realizada de acuerdo con el método de la presente invención.

30 La figura 4 muestra una vista en perspectiva de una ranura aislante realizada de acuerdo con el método de la presente invención.

La figura 5 es una curva que da la fase de reflexión retornada en la entrada como una función de la frecuencia, obtenida simulando una ranura aislante tal como se muestra en la figura 4.

La figura 6 es una vista esquemática en planta superior de una placa de circuito impreso que caracteriza una ranura aislante de acuerdo con la técnica anterior.

35 La figura 7 es una vista esquemática en planta superior de una placa de circuito impreso y de la parte de antena ampliada con una ranura aislante realizada de acuerdo con el método de la presente invención.

Las figuras 8A y 8B muestran respectivamente las curvas para aislamiento y adaptación como una función de frecuencia, obtenidas simulando una ranura aislante de acuerdo con la técnica anterior de la figura 6 o una ranura aislante de acuerdo con la presente invención de la figura 7.

40 La figura 9 da las curvas de aislamiento entre las dos antenas en el caso de la ranura aislante de la figura 6 y de la ranura aislante de la figura 7.

La figura 10 es una vista esquemática en perspectiva de una antena de ranura realizada de acuerdo con el método de la presente invención, y

45 Las figuras 11, 12 y 13 son curvas que dan respectivamente, como una función de la frecuencia, la adaptación, el rendimiento y la ganancia en dB de la antena mostrada en la figura 10.

Descripción detallada de diferentes realizaciones

Se dará primero una descripción, con referencia a las figuras 1 a 5, de la realización de una ranura aislante en una

placa de circuito impreso de capas múltiples, de acuerdo con el método de la presente invención.

En este caso, el circuito impreso se realiza usando un sustrato conocido como FR4, que tiene un espesor de 1 mm.

Como se muestra en la figura 1A, en el borde del sustrato 1 se grabó por ataque químico una ranura-línea 2 en corto-circuito, que comprende un punto de excitación 3.

5 De acuerdo con la presente invención, la ranura-línea 2 tiene una longitud eléctrica menor que 90° , preferiblemente una longitud eléctrica elegida de manera que sea igual a 45° . En esta realización particular, la longitud de la ranura-línea es dividida en dos plegando la ranura sobre sí misma, como se explica con más detalle en lo que sigue. Sin embargo, se pueden elegir otras longitudes eléctricas, dependiendo de los resultados que se hayan de conseguir o de las limitaciones para realizar la placa.

10 Una ranura-línea tal como se muestra en la figura 1A fue simulada usando un simulador HFSS 3D EM. Para la simulación, y como se ha mencionado anteriormente, el sustrato es un sustrato FR4 y la ranura-línea 2 tiene una anchura de 1 mm y una longitud de 10 mm.

15 Con los parámetros mencionados anteriormente se obtuvo una curva que da la fase reflejada retornada (en grados) en la entrada 3 como una función de la frecuencia, como se muestra en la figura 1B. Se puede ver que, en este caso, para una ranura de longitud eléctrica de aproximadamente 45° , la fase obtenida está próxima a 90° a una frecuencia de 2,45 GHz, como se representa por el punto m1.

20 En un segundo paso, mostrado más concretamente en la figura 2A, para realizar las porciones primera y segunda de la primera banda conductora alrededor de la ranura-línea, se graba por ataque químico, alrededor de la ranura-línea 2, una delgada ranura 4 que rodea la ranura-línea 2. Esta ranura 4 tiene una anchura de 0,15 mm y está situada a una distancia de 0,5 mm de los bordes de la ranura-línea 2, en la realización simulada. Esta es grabada por ataque químico en la capa conductora o en el plano superior de base del sustrato 1. En este caso, como se muestra en las figura 2B, el valor de la fase para el punto m1 en la curva es similar al mostrado en la figura 1B, lo que significa que la ranura 4 grabada alrededor de la ranura-línea 2 no modifica el comportamiento de la ranura principal.

25 En un siguiente paso, la parte 2a en corto-circuito, mostrada en la figura 2A, está abierta para realizar dos porciones conductoras 5a y 5b que forman, respectivamente, la primera porción de una primera banda conductora que tiene una longitud eléctrica L1 y la segunda porción de una primera banda conductora que tiene una longitud eléctrica L2, como se muestra en la figura 3A.

30 En un paso siguiente, y como se muestra en la figura 3B, en la segunda capa conductora opuesta a la capa conductora 1 del circuito impreso, está realizada una segunda banda conductora 7 en la forma de un bucle. Los dos extremos 8a y 8b de la capa conductora 7 están conectados mediante orificios metalizados o similares a los dos extremos 6a y 6b de las porciones primera y segunda 5a y 5b de la primera banda realizada en la primera capa conductora.

35 En la figura 4 se muestra una vista en perspectiva completa de una ranura-línea aislante realizada de acuerdo con el método descrito anteriormente, en la que las mismas referencias representan los mismos elementos que los elementos descritos con referencia a las figuras 3A y 3B.

40 La ranura aislante mostrada en la figura 4 permite obtener una fase retornada en el puerto de entrada 3 que está próxima a 0° como en el caso de una línea de un cuarto de onda en corto-circuito, con una longitud eléctrica de línea aproximadamente dividida por dos. Este resultado está mostrado en la curva de adaptación S11 de la figura 5 para una ranura-línea aislante tal como se muestra en la figura 4. En este caso, el punto m1 muestra que la fase retornada obtenida por simulación está próxima a 0° a la frecuencia central de la banda de WiFi a 2,4 GHz. Esto se explica por el hecho de que, en el bucle formado por las porciones 5a, 7 y 5b, la corriente de superficie alrededor de la ranura-línea realiza un circuito de dos-s antes de regresar al puerto de entrada, discurriendo por tanto a lo largo de una longitud eléctrica esencialmente igual a 180° .

45 En esta realización, se ejecutó una ranura-línea con una longitud eléctrica igual a 45° . Por el contrario, las longitudes eléctricas L1 y L2 de la primera 5a y segunda 5b porciones de la primera banda son sensiblemente idénticas e iguales a 45° y la longitud eléctrica L3 de la segunda banda 7 es sensiblemente igual a la suma de las longitudes eléctricas L1 + L2. Sin embargo, se pueden considerar otras longitudes eléctricas menores que 90° .

50 Como se muestra en las figuras 6 a 9, se comparan los resultados obtenidos en el aislamiento de dos antenas (ANT1, ANT2) realizadas para un circuito de MIMO y aisladas respectivamente por una ranura-línea de aislamiento estándar o por una ranura-línea aislante realizada de acuerdo con el método de la presente invención.

En la figura 6, las dos antenas ANT1 y ANT2 están aisladas por una ranura-línea 10 en corto-circuito, grabada por ataque químico en la capa superior de un sustrato de capa única entre las dos antenas. En este caso, la longitud de ranura-línea 10 es igual a $\lambda/4$, donde λ es la longitud de onda a la frecuencia de funcionamiento.

En la figura 7 está mostrada una ranura-línea aislante 20 realizada de acuerdo con el método de la presente

invención, según se muestra en la parte ampliada de la figura 7. Esta ranura 20 tiene un tamaño reducido en comparación con la ranura-línea 10 mostrada en la figura 6.

Las curvas de las figuras 8A, 8B y 9 permiten la comparación de los comportamientos de las antenas de la figura 7 con el circuito de la figura 6. La figura 8A muestra curvas de adaptación S11 y S22, así como la curva de transmisión S21 del circuito mostrado en la figura 6, mientras que la figura 8B proporciona las respuestas S11, S22 y S21 del circuito mostrado en la figura 7. Estas curvas muestran que las respuestas S11 y S22 de las antenas están al mismo nivel cualquiera que sea el tipo de ranura-rama aislante usado y que los niveles de aislamiento obtenidos son de aproximadamente 17 dB para los dos tipos de ranuras-líneas. Por otra parte, las curvas mostradas en la figura 9 dan la respuesta de transmisión S21 como una función de la frecuencia, respectivamente para el circuito de la figura 6 y el circuito de la figura 7, validando un nivel de aislamiento similar para los dos tipos de ranuras-líneas.

Se describirá ahora, en referencia a las figuras 10 a 13, la realización de una antena de ranura usando el método de acuerdo con la presente invención.

En la figura 10 se muestra en perspectiva una antena de ranura obtenida de acuerdo con el método de la presente invención descrito anteriormente. La antena de ranura es realizada sobre un sustrato de capas múltiples que forma parte de una placa de circuito impreso. Sobre una primera capa conductora de sustrato 100 se realizó una ranura-línea 101 que se extiende en una porción 101a con el fin de obtener la alimentación de la antena por acoplamiento electro-magnético. En este caso, como se muestra en la figura 10, una parte de la línea de micro-tira 102 se realizó en el lado opuesto del sustrato e interconectada a la capa conductora a través de un orificio metalizado 102a. Las longitudes de la parte 102 y la parte 101a se determinan de una manera conocida con el fin de obtener la alimentación de la antena de ranura 101.

Como se muestra en la figura 10 y de acuerdo con el método de la presente invención, fueron realizadas dos porciones 103a y 103b de una primera banda conductora a cada lado de la ranura-línea 101, grabando por ataque químico, alrededor de la ranura-línea 101, una ranura 104 de pequeña anchura y eliminando el corto-circuito entre la ranura 104 y la ranura-línea 101 en el extremo de la ranura-rama 101 opuesto a la línea de alimentación 102. Por otra parte, en la capa conductora opuesta a la capa 100, se realizó una segunda banda conductora 106 formando un bucle, como se muestra en la figura 10. Como consecuencia, los dos extremos de la banda conductora 106 son conectados respectivamente a los extremos de las bandas conductoras 103a y 103b mediante vías conductoras 108a y 108b de manera que se forma un bucle conductor de corriente de una longitud eléctrica total L' . Por otra parte, con el fin de mejorar el funcionamiento de la antena mostrada en la figura 10, se realizó una ranura 105 en circuito abierto en la primera capa 100 entre el extremo de la ranura 104 y el borde de la capa 100. Esta ranura 105 contribuye a ensanchar la banda de funcionamiento de la antena de ranura y a aumentar su eficacia de radiación.

Se simuló una antena, tal como la mostrada en la figura 6, con el fin de operar en la banda de DECT, a saber, la banda de frecuencias comprendida entre 1880 y 1930 MHz. Para la simulación, se utilizó una placa de tamaño 230 x 306 mm² realizada de un material dieléctrico conocido como FR4 que tenía un espesor de 1,2 mm. La antena se situó en uno de los bordes de la placa. Para la simulación se eligió la longitud física de la ranura de aproximadamente 21 mm.

Los resultados obtenidos estaban dados por las curvas de las figura 11 a 13, que muestran respectivamente, para la figura 11, la respuesta de adaptación S11 en dB como una función de la frecuencia, que muestra una pérdida menor que -12 dB en la banda de DECT.

La figura 12 muestra el rendimiento de la antena como una función de la frecuencia y muestra un rendimiento mayor que 80% en la banda de DECT.

La figura 13 muestra la ganancia máxima en dB como una función de la frecuencia, mostrando una ganancia mayor que 6 dBi en la banda de DECT.

Una tal estructura, comparada con una antena de ranura, permite que la superficie ocupada sobre el plano de base sea reducida en un factor de dos. El espacio liberado, como consecuencia de haber sido plegada la ranura, puede ser aprovechado para la colocación de componentes electrónicos. Su compactación le permite ser colocada más fácilmente en la placa electrónica mientras se respetan las limitaciones mecánicas y de ejecución y, además, mientras es posible proporcionar la diversidad de patrones de radiación requeridos por los sistemas de MIMO.

Será evidente para los expertos en la técnica que las realizaciones anteriormente mencionadas son proporcionadas a modo de ejemplos.

REIVINDICACIONES

1. Método para realizar una ranura-línea en corto-circuito en un sustrato de capas múltiples de un circuito impreso que comprende al menos una primera capa conductora, una capa dieléctrica y una segunda capa conductora, comprendiendo el método:
 - 5 - grabar por ataque químico, en la primera capa conductora, una ranura-línea (2, 101) que tiene una longitud eléctrica L,
 - grabar por ataque químico, en la primera capa conductora, a lo largo de un primer lado de la ranura-línea, una primera porción (5a, 103a) de una primera banda conductora que tiene una longitud eléctrica $L1 \leq L$,
 - 10 - grabar por ataque químico, en la primera capa conductora, a lo largo de un segundo lado de la ranura-línea, una segunda porción (5b, 103b) de la citada primera banda conductora que tiene una longitud eléctrica $L2 \leq L$,
 - grabar por ataque químico, en la segunda capa conductora, una segunda banda conductora (7, 106) que forma un bucle que tiene un primer extremo y un segundo extremo y que tiene una longitud eléctrica L3,
 - conectar el primer extremo (8a, 108a) de la segunda banda conductora a la primera porción de la primera banda conductora, y
 - 15 - conectar el segundo extremo (8b, 108b) de la segunda banda conductora a la segunda porción de la primera banda conductora para formar un bucle conductor.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la ranura-línea es una línea de longitud eléctrica $L < 90^\circ$.
3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la ranura-línea tiene una longitud eléctrica $L = 45^\circ$.
4. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que las longitudes eléctricas L1 y L2 de las porciones primera y segunda de la primera banda conductora son idénticas.
- 20 5. Método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que las longitudes eléctricas de las porciones primera y segunda de la primera banda conductora son iguales a 45° .
6. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la longitud eléctrica L3 de la segunda banda conductora es igual a la suma de las longitudes eléctricas L1 y L2 de las porciones primera y segunda de la primera banda conductora.
- 25 7. Método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la suma de las longitudes eléctricas $L3 + L1 + L2$ es igual a 180° .
8. Circuito impreso de capas múltiples que comprende:
 - 30 - un sustrato de capas múltiples que incluye al menos una primera capa conductora, una capa dieléctrica y una segunda capa conductora;
 - una ranura-línea (2, 101) que tiene una longitud eléctrica L, grabada por ataque químico en la primera capa conductora;
 - una primera porción (5a, 103a) de una primera banda conductora que tiene una longitud eléctrica $L1 \leq L$, grabada por ataque químico en la primera capa conductora, a lo largo de un primer lado de la ranura-línea;
 - 35 - una segunda porción (5b, 103b) de la citada primera banda conductora que tiene una longitud eléctrica $L2 \leq L$, grabada por ataques químicos en la primera capa conductora, a lo largo de un segundo lado de la ranura-línea;
 - una segunda banda conductora (7, 106) en la forma de un bucle que tiene un primer extremo y un segundo extremo y que tiene una longitud eléctrica L3, grabada por ataque químico en la segunda capa conductora;
 - estando el primer extremo (8a, 108a) de la segunda banda conductora conectado a la primera porción de la primera banda conductora y estando el segundo extremo (8b, 108b) de la segunda banda conductora conectado a la segunda porción de la primera banda conductora de manera que se forma un bucle conductor.
 - 40 9. Circuito impreso de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la ranura-línea forma una antena de ranura (101), extendiéndose la ranura-línea sobre el lado opuesto a un lado de alimentación por medio de otra ranura-línea (105) que termina en un circuito abierto.
 - 45 10. Terminal que incorpora al menos un circuito impreso de capas múltiples de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9.

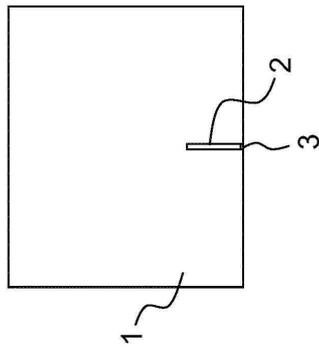


FIG. 1A

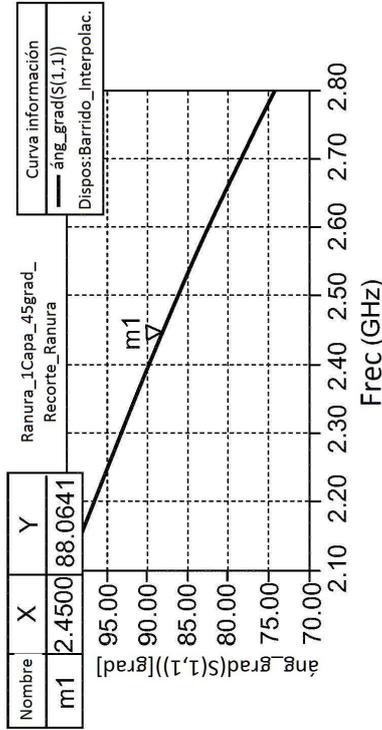


FIG. 1B

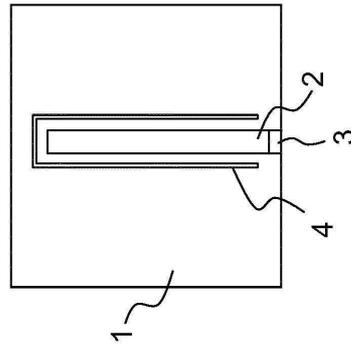


FIG. 2A

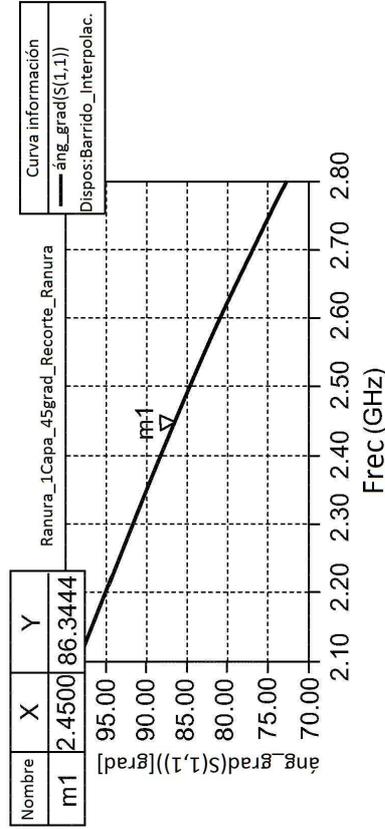


FIG. 2B

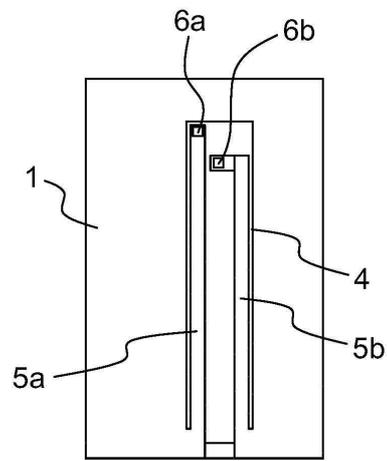


FIG. 3A

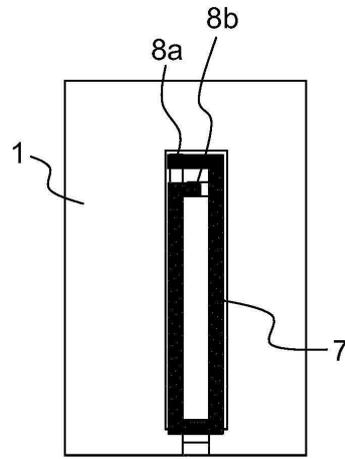


FIG. 3B

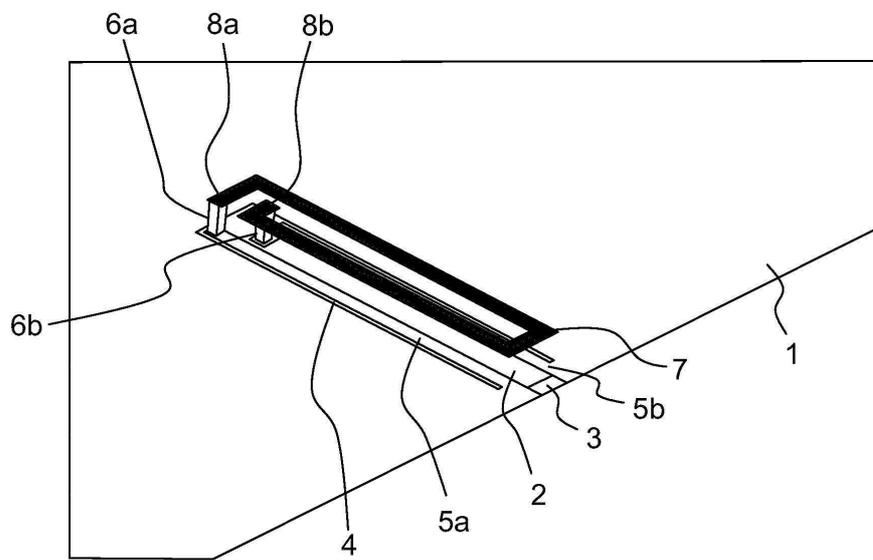


FIG. 4

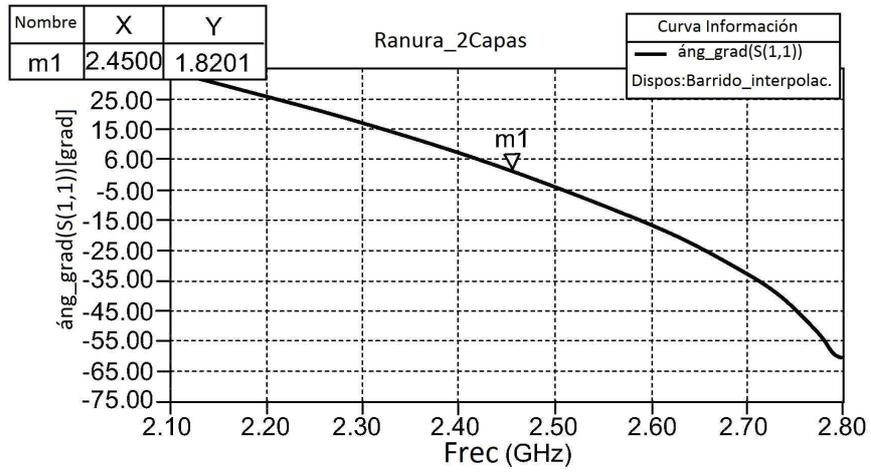


FIG.5

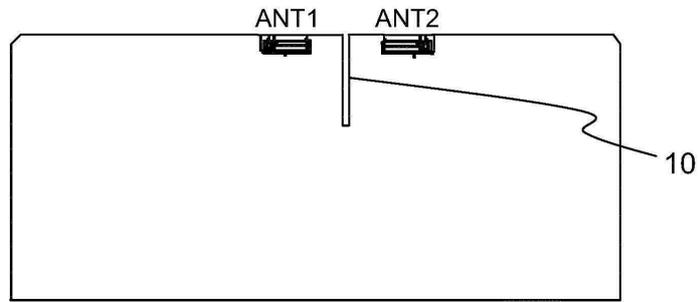


FIG.6

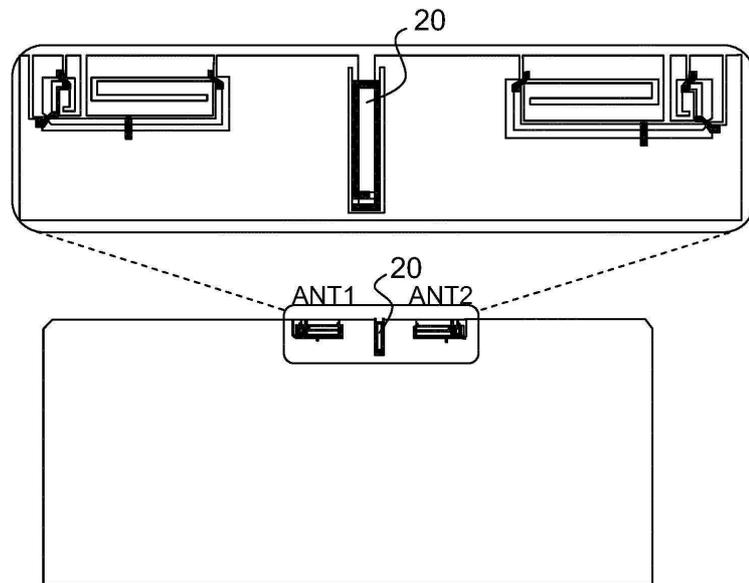


FIG.7

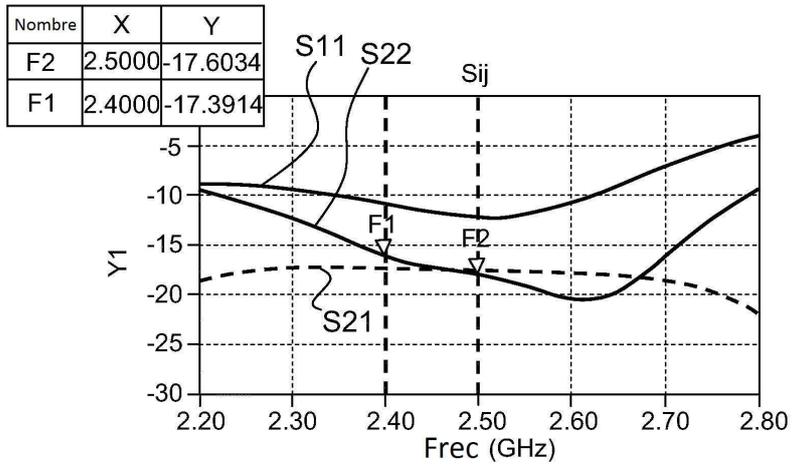


FIG.8A

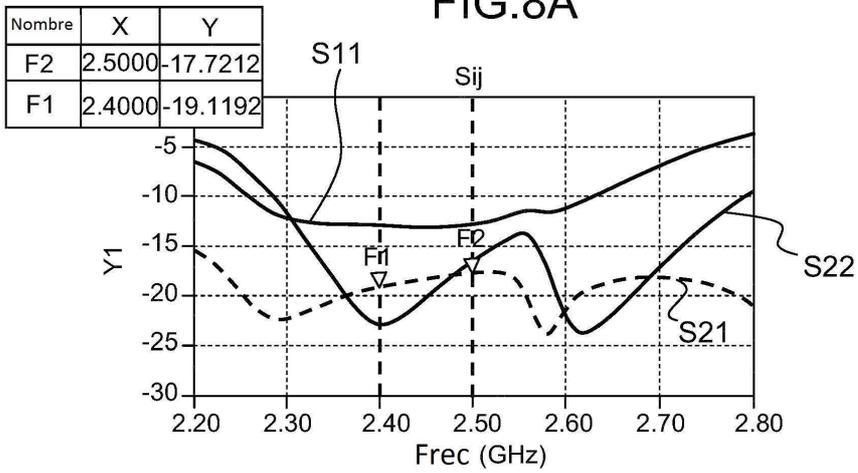


FIG.8B

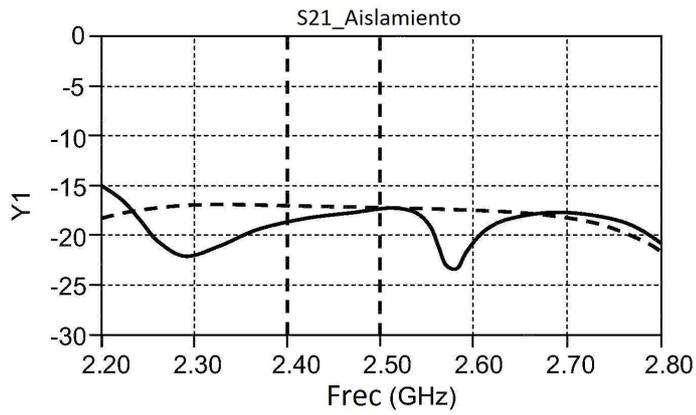


FIG.9

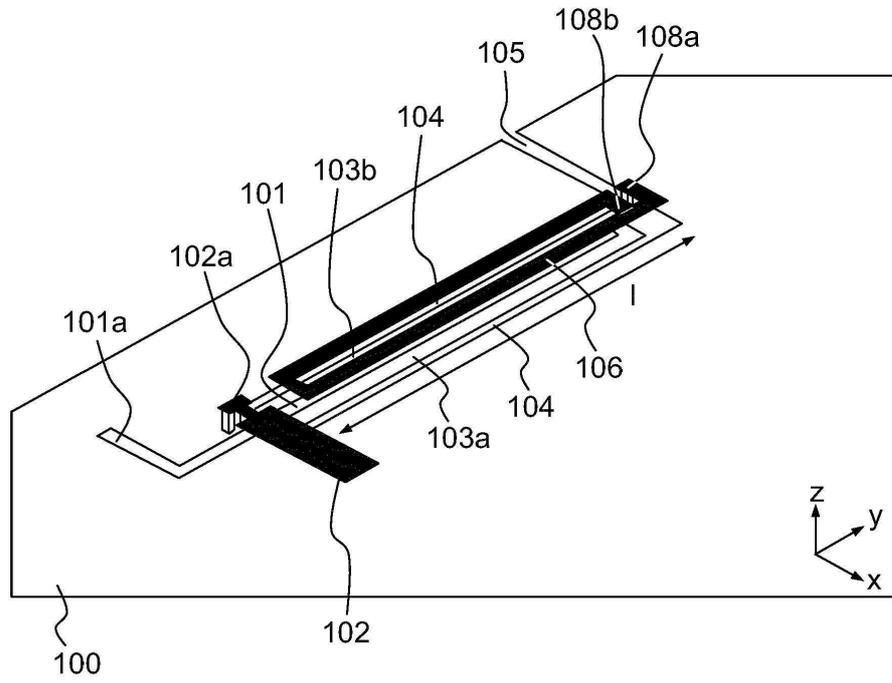


FIG.10

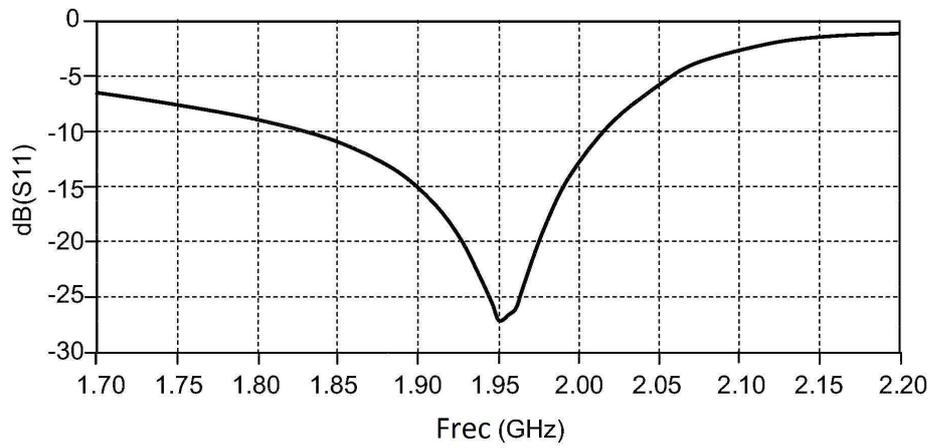


FIG.11

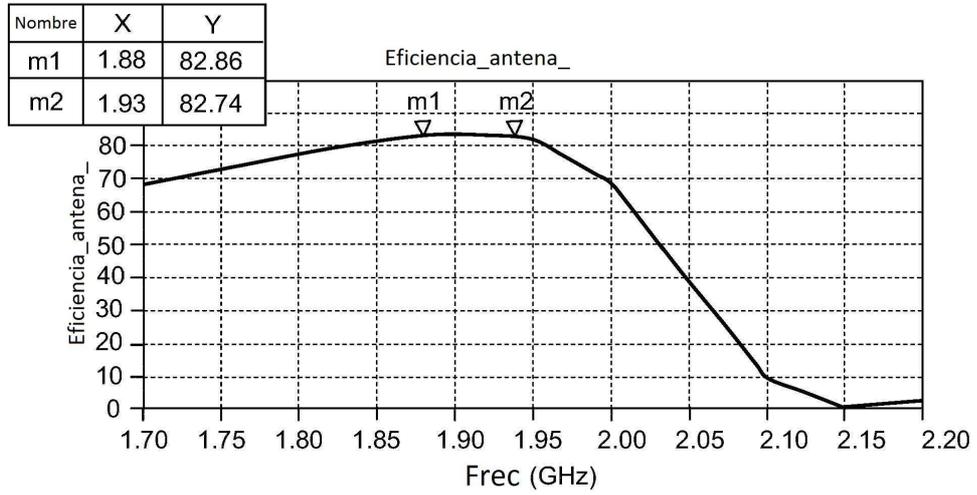


FIG.12

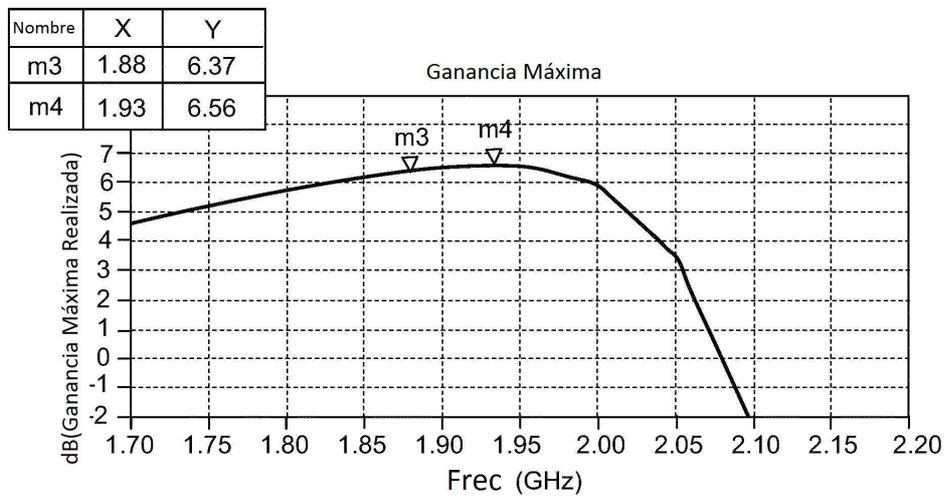


FIG.13