

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 234**

51 Int. Cl.:

H01P 1/203 (2006.01)

H01P 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2013** **E 13175860 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018** **EP 2688137**

54 Título: **Resonador de hiperfrecuencia con salto de impedancia, en particular, para filtros de hiperfrecuencia de corte de banda o paso de banda**

30 Prioridad:

20.07.2012 FR 1202065

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

08.02.2019

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade
Nord
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**DENIS, STÉPHANE;
FOUIN, PATRICK;
HAQUET, GÉRARD y
PEYRESOUBES, GEORGES**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 699 234 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

Resonador de hiperfrecuencia con salto de impedancia, en particular, para filtros de hiperfrecuencia de corte de banda o paso de banda

5 La presente invención se refiere a resonadores de hiperfrecuencia con salto de impedancia. Tales resonadores pueden estar comprendidos, en particular, en filtros de hiperfrecuencia, por ejemplo, filtros de hiperfrecuencia de tipo supresor o corte de banda, o bien, de tipo paso de banda.

10 Los dispositivos que funcionan en las llamadas bandas de frecuencias de hiperfrecuencia usan generalmente filtros de hiperfrecuencia. Entre los filtros de hiperfrecuencia, en particular, existen filtros de tipo supresor o "corte de banda", cuya función es rechazar señales cuya frecuencia está comprendida dentro de una determinada banda de frecuencias, así como filtros llamados "paso de banda", dejan pasar solo señales cuya frecuencia está comprendida dentro de una banda de frecuencias determinada.

15 Los filtros de hiperfrecuencia pueden comprender líneas de transmisión planas y resonadores formados por componentes discretos, tales como autoinductancias y condensadores. Los filtros de hiperfrecuencia están limitados por las tolerancias de los elementos que los constituyen, en particular, el espesor del sustrato sobre el que se realizan las líneas de transmisión, la permitividad y la permeabilidad del sustrato, así como por las tolerancias de rendimiento de los componentes discretos usados. La variabilidad del conjunto de parámetros mencionados anteriormente puede llevar a rendimientos de fabricación insuficientes o a un rendimiento general demasiado aleatorio, más particularmente, en los siguientes casos:

- 20 - cuando los filtros de hiperfrecuencia presentan una o varias bandas de frecuencias cortadas a baja frecuencia, ubicadas en un ancho de banda global relativamente amplio, estando este primer caso ilustrado en la figura 1 descrita en detalle a continuación;
- cuando los filtros de hiperfrecuencia están integrados en estructuras de sustrato multicapa, en particular, en caso de que los filtros estén integrados en un subsistema monolítico que además comprende un gran número de elementos. En tal caso, un filtro cuyo rendimiento se sitúa fuera de las especificaciones deseadas implica desechar del subsistema completo y, por lo tanto, un rendimiento de fabricación reducido. Cuando una pluralidad de filtros de hiperfrecuencia se integra en el mismo módulo, la reducción en el rendimiento de fabricación es aún más crítica;
- 25 - cuando los filtros de hiperfrecuencia comprenden vías. Tal caso ocurre particularmente cuando los filtros de hiperfrecuencia comprenden resonadores cuyo un extremo está cortocircuitado hacia una masa, como es el caso de los filtros de hiperfrecuencia que son objeto de la presente invención;
- 30 - cuando los filtros son filtros de hiperfrecuencia compactos realizados en sustratos con alta permitividad y/o permeabilidad, particularmente sensible a las tolerancias de realización y parámetros eléctricos tales como la permitividad y la permeabilidad;
- 35 - cuando los filtros de hiperfrecuencia se usan en sistemas para los que es necesario ajustar el filtro en su contexto de aplicación;
- cuando los filtros de hiperfrecuencia forman multiplexores.

40 Un problema importante en el marco de los filtros de hiperfrecuencia ocurre cuando las bandas cortadas están situadas a frecuencias relativamente bajas en comparación con las frecuencias más altas que debe pasar el filtro de hiperfrecuencia, es decir, la frecuencia de corte alta del ancho de banda global del filtro. Para el resto, se utiliza el término "frecuencia de resonancia fundamental", la primera frecuencia de resonancia de un resonador de hiperfrecuencia alrededor de la cual se sitúa la banda cortada en el caso de un filtro de muesca, o de manera similar al ancho de banda en el caso de un filtro de paso de banda, las siguientes frecuencias de resonancia determinan el ancho de banda global del filtro.

45 Con el objeto de realizar un filtro de hiperfrecuencia, por ejemplo, de tipo de supresor, que presenta una banda de frecuencias cortada estrecha y a una frecuencia relativamente baja, en un gran ancho de banda global, según las técnicas conocidas en sí mismas, es posible realizar el filtro de hiperfrecuencia por medio de una tecnología denominada "mixta", es decir, por un lado, con elementos localizados, generalmente, condensadores y/o autoinductancias y, en segundo lugar, elementos distribuidos: generalmente líneas paralelas acopladas, como se ilustra en la figura 4, descrita en detalle a continuación. Las autoinductancias y los condensadores usados pueden ser componentes de tipo "CMS", las siglas que designan la expresión "Componente Montado en Superficie". Las autoinductancias de tipo CMS disponibles generalmente tienen frecuencias de resonancia, coeficientes de calidad y tolerancias insuficientes. También, en menor medida, los condensadores de tipo CMS presentan generalmente los mismos inconvenientes. Las autoinductancias que se presentan en forma de bobinas de aire ofrecen un mejor rendimiento que sus homólogos monolíticos de tipo CMS, pero presentan problemas relacionados con una delicada implementación: es decir, una relación y colocación delicados, así como problemas de rendimiento relacionados con fenómenos microfónicos, es decir, por medio de los cuales las vibraciones de la estructura pueden provocar un desplazamiento de las espiras de la bobina y partiendo de la generación de señales parásitas.

El rendimiento de tales estructuras mixtas está aún más limitado en el ámbito de altas frecuencias, en particular por

los componentes localizados. Por otra parte, las tolerancias de estos componentes y su implementación introducen dispersiones significativas en el rendimiento del filtro de hiperfrecuencia. Estas dispersiones limitan el rendimiento y pueden conducir a rendimientos de fabricación insuficientes.

5 Según otra técnica conocida en sí misma, los filtros de hiperfrecuencia pueden realizarse sin elementos localizados discretos, tales como autoinductancias o condensadores CMD. Según esta técnica, los filtros de hiperfrecuencia pueden comprender los llamados resonadores con salto de impedancia, comúnmente designados por las siglas SIR, que corresponde a la terminología inglesa "Stepped Impedance Resonator". Tales resonadores generalmente tienen frecuencias de resonancia superiores a las de la frecuencia de resonancia fundamental, diferentes de los múltiplos de esta frecuencia fundamental. Tales resonadores se ilustran en la figura 7, descrita en detalle a continuación.

10 Un resonador llamado "invariante", es decir, sin salto de impedancia característico, que está constituido por una sección de línea llamada "media onda", es decir, delimitado por dos cortocircuitos o por dos circuitos abiertos, tiene una frecuencia resonante fundamental f_0 , y frecuencias de resonancia superiores iguales a los múltiplos de la frecuencia de resonancia fundamental F_0 , es decir, $2F_0$, $3F_0$, etc., como se ilustra en la figura 5, descrita a continuación.

15 Un resonador de tipo invariante constituido por una sección simple de línea llamada "cuarto de onda", es decir, delimitado por un cortocircuito y un circuito abierto, tiene una primera frecuencia de resonancia f_0 y frecuencias de resonancia superiores iguales a los múltiplos impares de la primera frecuencia de resonancia F_0 , es decir, $3F_0$, $5F_0$, etc., como se ilustra en la figura 6, descrita a continuación. Cada una de las frecuencias de resonancia superiores da como resultado "réplicas" de la respuesta fundamental, es decir, anchos de banda o bandas cortadas parásitas, según el tipo de respuesta del filtro.

Un resonador SIR de tipo "cuarto de onda" de dos secciones, tal como se muestra en la figura 7 hace posible descartar la primera frecuencia de resonancia f_0 y la segunda frecuencia de resonancia denotada F_{res2} . La segunda frecuencia de resonancia suele ser muy superior a $3f_0$. La segunda frecuencia de resonancia es incluso más alta de lo que la relación de impedancia característica de las dos secciones del resonador es elevada.

25 No obstante, las tecnologías de líneas planas presentan límites de impedancias características mínimo y máximo alcanzables que limitan la relación entre la segunda frecuencia de resonancia y la primera frecuencia de resonancia F_{res2}/F_0 y, por lo tanto, el ancho de banda del filtro de hiperfrecuencia, anotado BPG.

Además, los resonadores SIR son sensibles a las tolerancias de fabricación y las tolerancias de los materiales usados.

30 Un documento CHIN-HSUIING CHEN y col: "Folded Finite-Ground-Width CPW Quarter-Wave Stepped Impedance Resonator Filters", MICROWAVES CONFERENCE, 2007. APMC 2007. ASIA-PACÍFICO, IEEE, PISCATAWAY, NJ, Estados Unidos, martes, 11 de diciembre de 2007, páginas 1-4, desvela un resonador de hiperfrecuencia con salto de impedancia. La presente invención tiene como objetivo superar los inconvenientes anteriormente citados, proponiendo filtros de hiperfrecuencia de corte de banda que comprenden medios de ajuste que permiten un mejor control de su rendimiento.

35 Para este propósito, la invención tiene por objeto un resonador de hiperfrecuencia con salto de impedancia según la reivindicación 1. En un modo de realización de la invención, el resonador de hiperfrecuencia puede comprender un segundo corte de línea, un segundo cable de conexión de una segunda impedancia determinada que garantiza una conexión eléctrica para el paso de la señal a cada lado del segundo corte de línea.

40 En un modo de realización de la invención, el segundo corte de línea puede situarse entre una línea de alta impedancia característica y una línea de baja impedancia característica.

En un modo de realización de la invención, el primer corte de línea se puede realizar sustancialmente a medio camino a lo largo de la línea de alta impedancia característica.

45 En un modo de realización de la invención, dicha al menos una línea de alta impedancia característica y una línea de baja impedancia característica pueden realizarse en forma de pistas metálicas impresas sobre un sustrato, en forma de secciones de líneas planas de tipo cinta o microcinta.

En un modo de realización de la invención, la línea de baja impedancia característica puede estar formada por un cabo de tipo mariposa.

50 En un modo de realización de la invención, la línea de baja impedancia característica puede estar formada por un condensador montado en la superficie del sustrato, cuya una primera armadura está conectada a dicho segundo cable de conexión, y una segunda armadura está conectada a un electrodo de referencia.

En un modo de realización de la invención, la línea de baja impedancia característica, la línea de alta impedancia característica y el condensador pueden estar situados en una cara superior del sustrato, siendo el electrodo de referencia un electrodo de masa situado en una cara inferior del sustrato, estando conectada dicha segunda

armadura del condensador al electrodo de referencia por medio de una vía que pasa a través del sustrato.

En un modo de realización de la invención, el resonador de hiperfrecuencia se puede realizar en una estructura de tipo multicapa realizada en el sustrato, estando el condensador integrado en la estructura multicapa.

5 El objeto de la presente invención es también un filtro de hiperfrecuencia de tipo supresor de banda, caracterizado porque comprende una línea de transmisión, acoplada a una pluralidad de resonadores de hiperfrecuencia según uno cualquiera de los modos de realización descritos.

10 La presente invención también tiene por objeto un procedimiento para realizar un resonador de hiperfrecuencia o un filtro de hiperfrecuencia según uno cualquiera de los modos de realización según la reivindicación 11. La estructura de filtro de hiperfrecuencia propuesta por la presente invención implementa resonadores SIR ventajosamente que permiten a la vez optimizar y expandir el ancho de banda, y ajustar en la fase de producción la banda cortada del cortador de filtro de corte de banda.

15 Un filtro de hiperfrecuencia según los modos de realización de la presente invención también presenta la ventaja de poder realizarse mediante medios de fabricación convencionales usados comúnmente en el ámbito de la microelectrónica, tales como la colocación de cables y/o cintas conductoras de longitud desenrollada y posición dominada. La respuesta del filtro se puede ajustar variando las dimensiones y los puntos de vinculación de los cables y/o las cintas conductoras.

Este procedimiento de ajuste es particularmente adecuado para altos volúmenes de producción porque puede ser completamente automatizado.

20 Este procedimiento de ajuste también permite ajustar la respuesta del filtro de hiperfrecuencia lo más cerca posible de la necesidad, con muy bajas dispersiones residuales relacionadas con los materiales y con la realización.

Este procedimiento de ajuste también permite ajustar el filtrado in situ, es decir, en función de las características del entorno del filtro de hiperfrecuencia, incluso en función de varias aplicaciones previstas, siendo varias funciones de filtrado realizables a partir de la misma estructura de filtro de hiperfrecuencia.

25 Otra ventaja de la presente invención se relaciona con el hecho de que el rendimiento de respuesta de un filtro de hiperfrecuencia según la presente invención se puede ajustar después de la integración del conjunto, permitiendo, en particular, liberar las tolerancias y restricciones de fabricación para una pluralidad de etapas de realización del filtro de hiperfrecuencia.

Otra ventaja de la presente invención es que permite obtener relaciones de impedancias más altas que en los resonadores con salto de impedancia conocidos, y así obtener un rendimiento de filtrado optimizado.

30 Otras características y ventajas de la invención resultarán evidentes tras la lectura de la descripción, dada a título de ejemplo, realizada con referencia a los dibujos adjuntos, que representan:

- la figura 1, una curva que caracteriza el rendimiento típico de un filtro de corte de banda conocido del estado de la técnica;
- la figura 2, un esquema que ilustra de manera simplificada la estructura de un ejemplo de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo de cuarto de onda conocidos del estado de la técnica;
- la figura 3, un esquema que ilustra de manera simplificada la estructura de un primer ejemplo alternativo de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo de cuarto de onda conocidos del estado de la técnica;
- la figura 4, un esquema que ilustra de manera simplificada la estructura de un segundo ejemplo alternativo de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo mixto conocidos del estado de la técnica;
- la figura 5, una curva que caracteriza el rendimiento típico de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo media onda conocido del estado de la técnica;
- la figura 6, una curva que caracteriza el rendimiento típico de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo de cuarto de onda conocido del estado de la técnica;
- la figura 7, un esquema que ilustra de manera simplificada la estructura de un resonador SIR de tipo de cuarto de onda, en sí mismo conocido en el estado de la técnica;
- la figura 8, un esquema que ilustra la estructura de una célula para filtro de hiperfrecuencia que comprende un resonador según un ejemplo de realización ejemplar de la presente invención;
- la figura 9, un esquema que ilustra de manera simplificada un filtro de hiperfrecuencia que comprende una pluralidad de células de filtro de hiperfrecuencia según un modo de realización alternativo de la presente invención;
- la figura 10, un diagrama que ilustra la estructura de un filtro de hiperfrecuencia de corte de banda que comprende una pluralidad de resonadores según un ejemplo de realización de la presente invención;
- la figura 11, curvas que caracterizan el rendimiento de un ejemplo de un filtro de hiperfrecuencia de corte de banda tal como se muestra en la figura 10;
- la figura 12, un diagrama que ilustra un procedimiento de realización de un resonador de hiperfrecuencia, en un ejemplo de realización de la presente invención.

Los filtros de hiperfrecuencia que son objeto de la presente invención pueden comprender líneas paralelas acopladas con resonadores de tipo de cuarto de onda tales como se ilustra en las figuras 2 y 3. Con respecto a otras tecnologías de filtros de corte de banda, tales como tecnologías de filtros de ondas acústicas de superficie, generalmente referidas por las siglas SAW que corresponden a la terminología inglesa "Surface Acoustic Wave", u
 5 onda acústica de volumen, comúnmente referidas por las siglas BAW que corresponden a la terminología inglesa "Bulk Acoustic Wave", tales filtros de hiperfrecuencia presentan la ventaja de ofrecer menores pérdidas de inserción, equipos de mayor potencia y la capacidad de funcionar en frecuencias más altas.

Con respecto a los filtros de corte de banda constituidos en cavidades o resonadores coaxiales, estos filtros tienen la ventaja de ofrecer un volumen y un peso reducidos.

10 Los modos de realización de la presente invención descritas a continuación se basan en líneas de tipo microcinta, realizadas de manera convencional en un solo sustrato o integrado en una pila de sustratos, por ejemplo, en una tecnología de tipo triplaca, o bien realizadas en un sustrato suspendido. Debe observarse que la presente invención se aplica de manera similar a otras tecnologías de realización conocidas.

15 También debe observarse que los ejemplos de realización descritos a continuación que se aplican a filtros de hiperfrecuencia de corte de banda pueden transponerse a filtros de hiperfrecuencia de paso de banda.

La figura 1 presenta una curva que caracteriza el rendimiento típico de un filtro de corte de banda conocido del estado de la técnica.

20 La curva ilustrada en la figura 1 está representada en un marco cartesiano cuyo eje de ordenadas lleva las pérdidas de inserción, por ejemplo, expresadas en dB, y el eje de abscisas lleva las frecuencias. La curva representada es característica de un filtro de corte de banda cuya banda cortada en el ejemplo ilustra una banda estrecha alrededor de una frecuencia de resonancia fundamental F_0 . El filtro proporciona un primer ancho de banda BP1 que comprende las frecuencias por debajo de la frecuencia de resonancia fundamental F_0 , y un segundo ancho de banda BP2 que comprende las frecuencias más allá de la frecuencia de resonancia fundamental F_0 y por debajo de una frecuencia de resonancia F_{res2} . Las frecuencias por debajo de la frecuencia de resonancia F_{res2} definen así un
 25 ancho de banda global BPG del filtro. La frecuencia F_{res2} es una frecuencia de resonancia parásita, y es deseable que esta esté lo más lejos posible de la frecuencia de resonancia fundamental F_0 . Se trata aquí de uno de los problemas técnicos que la presente invención se propone resolver, es decir, para maximizar el segundo ancho de banda BP2, el ancho de banda global BPG y la relación entre la frecuencia de resonancia F_{res2} y la frecuencia de resonancia fundamental F_0 , es decir: F_{res2}/F_0 .

30 La figura 2 presenta un esquema que ilustra de manera simplificada la estructura de un ejemplo de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo de cuarto de onda conocidos del estado de la técnica.

Un filtro 200 de corte de banda que comprende una línea 201 de transmisión plana que comprende una entrada E y una salida S, entre los cuales circula una señal de hiperfrecuencia. Una pluralidad de resonadores 203, tres en el
 35 ejemplo ilustrado en la figura 2, están dispuestos en paralelo con la línea 201 de transmisión, acoplado de este modo a este último. De manera típica, la línea 201 de transmisión puede presentar una impedancia de 50 ohmios.

La estructura de filtro ilustrada en la figura 2 se simplifica: en particular, los resonadores 203 están dispuestos de manera lineal, en paralelo con una línea de transmisión rectilínea. En la práctica, la línea 201 de transmisión puede estar formada por una pluralidad de secciones de línea, por ejemplo, perpendiculares entre sí, y cuyas longitudes se eligen para definir las características del filtro. Los resonadores se disponen en paralelo con ciertas secciones de
 40 línea.

En el ejemplo ilustrado en la figura, los resonadores 203 son resonadores de tipo de cuarto de onda. Una porción de la línea 201 de transmisión acoplada a un resonador puede designarse como "célula" para un filtro de hiperfrecuencia. Las características de los diferentes resonadores de filtro se eligen para definir la banda cortada del filtro o, de manera similar, el ancho de banda cuando el filtro es un filtro de paso de banda. Los resonadores pueden presentar, por ejemplo, frecuencias de resonancia iguales para mejorar la supresión en una banda muy delgada
 45 alrededor de esta frecuencia de resonancia; los resonadores pueden tener frecuencias de resonancia ligeramente diferentes para ampliar la banda de frecuencias suprimidas, etc., según las configuraciones en sí mismas conocidas por los expertos en la materia. Los resonadores 203 pueden estar formados por secciones de línea, cuyo un extremo está conectado a una bandeja, estando la bandeja conectada a una vía 2030 que permite establecer un cortocircuito
 50 con un electrodo de referencia, por ejemplo, un electrodo de masa.

La línea 201 de transmisión y los resonadores 203 se pueden realizar por metalización en una cara superior de un sustrato 210, estando el electrodo de masa realizado, por ejemplo, mediante una metalización en la parte inferior del sustrato 210.

La figura 3 presenta un esquema que ilustra de manera simplificada la estructura de un primer ejemplo alternativo de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo de cuarto de onda conocidos del estado de la técnica.

De una manera similar a la estructura ilustrada en la figura 2 descrita anteriormente, un filtro 300 de hiperfrecuencia

puede estar formado por una línea 301 de transmisión que comprende una entrada E y una salida S, y una pluralidad de resonadores 303, tres en el ejemplo ilustrado en la figura 3, realizados sobre un sustrato 310. Alternativamente a la estructura ilustrada por la figura 2, los resonadores 303 pueden estar formados por espuelas, comúnmente designados por la terminología inglesa "spurlines", directamente insertadas en la línea 301 de transmisión.

5 La figura 4 presenta un esquema que ilustra de manera simplificada la estructura de un segundo ejemplo alternativo de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo mixto conocidos del estado de la técnica.

Se dice que un resonador es de tipo mixto cuando está constituido por una línea de transmisión y elementos localizados. De una manera similar a la estructura ilustrada en la figura 3 descrita anteriormente, un filtro 400 de hiperfrecuencia puede estar formado por una línea 401 de transmisión que comprende una entrada E y una salida S, y una pluralidad de resonadores 403, tres en el ejemplo ilustrado en la figura 4, realizados sobre un sustrato 410. En el ejemplo ilustrado en la figura 4, los resonadores 403 pueden estar formados por secciones de líneas dispuestas en paralelo con la línea 401 de transmisión, y conectados a la línea 401 de transmisión a través de resonadores formados por componentes discretos conectados en serie, generalmente una autoinductancia L y un condensador C.

15 La figura 5 presenta una curva que caracteriza el rendimiento típico de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo media onda conocido del estado de la técnica.

De manera similar a la curva presentada en la figura 1 descrita anteriormente, la curva ilustrada en la figura 5 está representada en un marco cartesiano cuyo eje de ordenadas lleva las pérdidas de inserción, por ejemplo, expresadas en dB, y el eje de abscisas lleva las frecuencias. La curva representada es característica de un filtro de corte de banda cuya banda cortada en el ejemplo ilustra una banda estrecha alrededor de una frecuencia de resonancia fundamental F_0 . Como se describió anteriormente, tal filtro de hiperfrecuencia tiene una frecuencia resonante fundamental F_0 , y frecuencias de resonancia superiores iguales a los múltiplos de la frecuencia de resonancia fundamental F_0 , es decir, $2F_0$, $3F_0$, $4F_0$, $5F_0$, etc. Por lo tanto, la frecuencia de resonancia F_{res2} que delimita el ancho de banda total del filtro de hiperfrecuencia es, en el caso de tal filtro de este tipo, igual a $2F_0$.

25 La figura 6 presenta una curva que caracteriza el rendimiento típico de un filtro de corte de banda de resonadores de tipo de cuarto de onda conocido del estado de la técnica.

De manera similar a la curva presentada en la figura 5 descrita anteriormente, la curva ilustrada en la figura 6 está representada en un marco cartesiano cuyo eje de ordenadas lleva las pérdidas de inserción, por ejemplo, expresadas en dB, y el eje de abscisas lleva las frecuencias. La curva representada es característica de un filtro de corte de banda cuya banda cortada en el ejemplo ilustra una banda estrecha alrededor de una frecuencia de resonancia fundamental F_0 . Como se describió anteriormente, tal filtro de hiperfrecuencia tiene una frecuencia resonante fundamental F_0 , y frecuencias de resonancia superiores iguales a los múltiplos impares de la frecuencia de resonancia fundamental F_0 , es decir, $3F_0$, $5F_0$, etc. Por lo tanto, la frecuencia de resonancia F_{res2} que delimita el ancho de banda total del filtro de hiperfrecuencia es, en el caso de tal filtro de este tipo, igual a $3F_0$. Un filtro de hiperfrecuencia que comprende resonadores de cuarto de onda presenta, por lo tanto, un rendimiento ventajoso con respecto a un filtro de hiperfrecuencia que comprende resonadores de media onda, en particular, en términos de ancho de banda total y relación F_{res2}/F_0 .

La figura 7 presenta un esquema que ilustra de manera simplificada la estructura de un resonador SIR de tipo de cuarto de onda, en sí mismo conocido en el estado de la técnica.

40 Un resonador 703 SIR, de tipo de cuarto de onda de dos secciones en el ejemplo ilustrado por la figura, normalmente comprende una sección de línea de alta impedancia Z_{c1} de una longitud determinada, directamente conectado a una sección de línea de baja impedancia Z_{c2} . La sección de línea de alta impedancia se puede conectar a un electrodo de masa. De una manera más general, un resonador SIR comprende una pluralidad de secciones, es decir, al menos una sección de alta impedancia y al menos una sección de baja impedancia. Por ejemplo, un resonador SIR de tipo de media onda, no representado en las figuras, comprende una primera sección de baja impedancia conectada directamente a una sección de alta impedancia al nivel de su primer extremo, estando el segundo extremo de este último conectado directamente a una segunda sección de baja impedancia.

Se propone según la presente invención, una estructura ventajosa de un resonador SIR tal como se ilustra en la figura 7.

50 La figura 8 presenta un esquema que ilustra la estructura de una célula para filtro de hiperfrecuencia que comprende un resonador según un ejemplo de realización ejemplar de la presente invención.

Una célula 800 puede realizarse sobre un sustrato 810, y comprende una línea 801 de transmisión que consta de una entrada E y una salida S entre las cuales fluye una señal de hiperfrecuencia. La célula 800 también comprende un resonador SIR 803 según un ejemplo de realización de la invención, acoplado a la línea 801 de transmisión. Un filtro de hiperfrecuencia puede estar formado por una célula 800 o colocando una pluralidad de celdas 800 en serie. El resonador 803 SIR y la línea 801 de transmisión se pueden estar realizados sobre un sustrato 810, por ejemplo, en forma de líneas de transmisión planas de tipo cinta o microcinta.

Le resonador 803 SIR comprende, en el ejemplo ilustrado en la figura 8, una línea 8031 de alta impedancia característica de una longitud determinada, y una línea 8033 de baja impedancia característica.

5 La línea 8033 de baja impedancia característica puede estar formada ventajosamente por una sección de línea llamada "cabo", por ejemplo, un cabo de tipo mariposa como en el ejemplo ilustrado por la figura. Tal estructura permite, en particular, obtener una baja impedancia en un volumen relativamente reducido.

10 Según una especificidad de la presente invención, la línea 8031 de alta impedancia puede comprender un primer corte 8031A de línea, generalmente una ausencia de metalización, que separa la línea 8031 de alta impedancia en dos secciones de línea no conectadas eléctricamente. El resonador 803 comprende, además, un primer cable 8031B de conexión de una longitud determinada que garantiza una impedancia determinada al nivel del primer corte 8031A de línea.

La ubicación del primer corte 8031A de línea puede elegirse para coincidir con la zona de mayor amplitud de corriente de la línea 8031 de alta impedancia característica en la primera frecuencia de resonancia, es decir, sustancialmente en el lado del cortocircuito 8030 y con la zona de menor intensidad de corriente en la segunda frecuencia de resonancia, en presencia del primer corte 8031A de línea y el primer cable 8031B de conexión.

15 Por ejemplo, el primer corte de línea 8031A se puede realizar sustancialmente a medio camino a lo largo de la línea 8031 de alta impedancia característica.

20 El primer corte 8031A de línea se realiza sustancialmente en el tercio de la longitud total del resonador 803 de hiperfrecuencia, partiendo del lado de un extremo de la línea 8031 de alta impedancia característica opuesta al extremo de la línea 8031 de alta impedancia característica situada en el lado de la línea 8033 de baja impedancia característica. En particular, para obtener un mayor ancho de banda posible, encima de la banda cortada, se introducen un corte y un cable en el resonador en una posición que corresponde a un máximo de corriente, también llamado vientre de corriente, para la primera resonancia y a un mínimo de corriente, también llamado nodo de corriente, para la segunda resonancia. Esta posición corresponde a aproximadamente 1/3 de la longitud total del resonador a partir del cortocircuito 8030.

25 Ventajosamente, el resonador 803 de hiperfrecuencia puede comprender un segundo corte 8033A de línea. En ese caso, el primer corte 8031A de línea puede defasarse hacia el cortocircuito 8030 para localizar los dos cortes 8031A, 8033A de línea, en la zona que corresponde a la amplitud de corriente más alta en la primera frecuencia de resonancia y la amplitud de corriente más baja en la segunda frecuencia de resonancia. Dado que en la práctica la longitud máxima usable para los cables está limitada por restricciones de confiabilidad, tales como restricciones de resistencia a impactos, a las vibraciones, en potencia, etc., y restricciones de realización, tales como la necesidad de acoplamiento, puede ser ventajoso recorrer a una pluralidad de pares de cables de conexión/cortes de línea, por ejemplo, dos o tres. Se observa que un segundo par corte de línea/cable de conexión aporta más posibilidades para optimizar la estructura y permite obtener mejores resultados en materia de adaptación de impedancia. Según el caso, el segundo corte 8033A de línea puede ubicarse al nivel de la conexión entre la línea 8031 de alta impedancia característica y la línea 8033 de baja impedancia característica. De manera similar, un segundo cable 8033B de conexión garantiza la conexión eléctrica para el paso de la señal entre la línea 8031 de alta impedancia característica y la línea 8033 de baja impedancia característica.

40 Ventajosamente, el resonador 803 puede comprender una vía que garantiza una conexión eléctrica entre una bandeja dispuesta en un extremo de la línea de alta impedancia característica y un electrodo de referencia ubicado, por ejemplo, en la parte inferior del sustrato 810.

Las dimensiones óptimas de las líneas 8031 de alta impedancia y de baja impedancia 8033 característica, cortes de línea 8031A, 8033A y cables de conexión 8031B, 8033B se puede determinar por diseño para satisfacer los requisitos de rendimiento del filtro.

45 Una ventaja proporcionada por los cables 8031B, 8033B de conexión está relacionado con el hecho de que estos no solo permiten optimizar la respuesta de la célula 800 que comprende el resonador 803, pero también para permitir un ajuste de producción de las características de respuesta de la célula 800 de una manera relativamente simple. Basta, por ejemplo, con adaptar la longitud del primer cable de conexión 8031B para ajustar la impedancia, por ejemplo, de la línea 8031 de alta impedancia característica en consecuencia. Esto se puede realizar durante un procedimiento de producción de un filtro de hiperfrecuencia, en una etapa prevista para este fin, pudiendo esta etapa poder seguir las etapas de realización los diferentes componentes del filtro, como se describe a continuación con referencia a la figura 12. Una ventaja proporcionada por este modo de realización es que permite aliviar las tolerancias de fabricación para la realización de los elementos que constituyen el filtro de hiperfrecuencia. Otra ventaja es que hace posible realizar diferentes filtros de hiperfrecuencia, que presenta características de rendimiento distintas, sobre una base material común, pudiendo las características de rendimiento distintas obtenerse a partir de la base común mediante la elección adecuada de los cables de conexión.

55 El nivel requerido de supresión para un filtro de hiperfrecuencia que comprende una pluralidad de células 800 se puede obtener multiplicando el número de células 800 y ajustando sus frecuencias de resonancia de manera apropiada. De manera similar, una pluralidad de bandas cortadas, para un filtro de corte de banda, pueden

obtenerse colocando en serie una pluralidad de células 800.

La figura 9 presenta un esquema que ilustra de manera simplificada un filtro de hiperfrecuencia que comprende una pluralidad de células de filtro de hiperfrecuencia según un modo de realización alternativo de la presente invención.

5 Un filtro 900 de hiperfrecuencia tal como se muestra en el ejemplo ilustrado en la figura 9 puede comprender una línea 901 de transmisión que comprende una entrada E y una salida S, en paralelo con la cual están dispuestos una pluralidad de resonadores 903, relacionados con el tipo de cuarto de onda y con el número de tres en el ejemplo ilustrado por la figura, acoplados a la línea 901 de transmisión, pudiendo todos estos elementos realizarse en la superficie superior de un sustrato 910.

10 Los resonadores 903 son en este ejemplo similares a los resonadores 803 incluidos en la célula de filtro 800 de hiperfrecuencia descrita anteriormente con referencia a la figura 8, con la excepción de que las líneas de alta impedancia formadas por cabos en el ejemplo de realización ilustrado en la figura 8, pueden ser reemplazados por condensadores 9033, por ejemplo, componentes discretos de tipo CMS. Por otra parte, cada resonador 903 comprende, como en el ejemplo ilustrado en la figura 8, una línea 9031 de alta impedancia que comprende un primer corte 9031A de línea, un primer cable 9031B de conexión que garantiza el paso de la señal a cada lado del primer corte 9031A de línea. Cada condensador 9033 puede estar dispuesto, por ejemplo, en una bandeja de conexión formada por una superficie de metalización, y comprende una primera armadura soldada a un segundo cable 9033B de conexión, y una segunda armadura conectada, por ejemplo, por medio de una vía 9030 a un electrodo de referencia, por ejemplo, una masa formada en la parte inferior del sustrato 910.

20 Ventajosamente, se puede realizar una estructura multicapa para superficies de metalización sobre y en el sustrato 910. De este modo, los condensadores 9033 pueden comprender armaduras formadas por superficies de metalización enfrentadas, ubicadas en diferentes capas de la estructura multicapa, pudiendo una de las armaduras formarse en la superficie del sustrato 910 y conectarse al segundo cable 9033B de conexión.

25 Ventajosamente, es posible, en todos los ejemplos de estructuras descritas anteriormente, para reforzar el acoplamiento entre la línea de transmisión y la línea de alta impedancia de los resonadores SIR, por ejemplo, superponiendo estas líneas en una estructura multicapa, o subdividiendo estas líneas y anidándolas, como una estructura de un acoplador llamado acoplador Lange.

Una estructura de filtro de hiperfrecuencia puede comprender una pluralidad de células según diversos ejemplos de realización descritos anteriormente.

30 La figura 10 presenta un diagrama que ilustra la estructura de un filtro de hiperfrecuencia de corte de banda que comprende una pluralidad de resonadores según un ejemplo de realización de la presente invención.

35 En el ejemplo ilustrado en la figura 10, un filtro 1000 de hiperfrecuencia puede comprender una pluralidad, seis en el ejemplo ilustrado, resonadores 1003 según uno de los modos de realización descritos anteriormente, acoplado a una línea 1001 de transmisión que comprende una entrada E y una salida S, estando estos elementos realizados en la superficie de un sustrato 1010. La línea 1001 de transmisión puede tener una estructura en zigzag, es decir, que comprende una pluralidad de secciones de línea perpendiculares entre sí. Las longitudes e impedancias características de las diferentes secciones de línea se pueden ajustar en función de las especificaciones de rendimiento del filtro 1000 de hiperfrecuencia. La escala se presenta en la figura 10: las secciones pueden tener típicamente longitudes del orden de 3 milímetros, y la gran dimensión del conjunto de la estructura del filtro de hiperfrecuencia puede ser del orden de un centímetro: se trata de dimensiones proporcionadas como ejemplos no limitativos de la presente invención.

40 La figura 11 presenta curvas que caracterizan el rendimiento de un ejemplo de un filtro de hiperfrecuencia de corte de banda tal como se muestra en la figura 10.

45 Con referencia a la figura 11, una primera curva 1101 representa las pérdidas de inserción del filtro de hiperfrecuencia, por ejemplo, expresadas en dB, como una función de la frecuencia en las abscisas, y una segunda curva 1103 representa la adaptación del filtro de hiperfrecuencia, por ejemplo, expresada en dB, en función de la frecuencia.

50 Como se ilustra en las curvas 1101 y 1103, tal estructura de filtro de hiperfrecuencia permite obtener una frecuencia de resonancia fundamental F0 del orden de 5 GHz y una primera frecuencia de resonancia Fres2 superior a 25 GHz. La frecuencia de resonancia fundamental F0 se puede variar ajustando los cables de conexión comprendidos en los resonadores. Cuando un par de corte de línea/cable de conexión coincide con un mínimo de amplitud de corriente en la segunda frecuencia de resonancia y un máximo de amplitud de corriente en la primera frecuencia de resonancia, entonces la longitud del cable de conexión permite el ajuste de la frecuencia de resonancia fundamental F0 con máxima eficacia y una modificación muy pequeña de la primera frecuencia de resonancia Fres2.

55 La figura 12 presenta un diagrama que ilustra un procedimiento de realización de un resonador de hiperfrecuencia, en un ejemplo de realización de la presente invención.

5 La producción de un resonador de hiperfrecuencia según uno de los modos de realización descritos anteriormente, y por extensión de una célula para un filtro de hiperfrecuencia o una estructura de filtro de hiperfrecuencia, puede comprender una primera etapa 1201 de realización de los constituyentes principales, es decir, des líneas de alta y de baja impedancia característica, cortes de líneas, línea de transmisión, vías y electrodos de referencia si es necesario. La primera etapa 1201 puede realizarse usando técnicas de realización conocidas per se, por ejemplo, por metalizaciones sobre un sustrato, por ejemplo, según tecnologías de tipo cinta o microcinta, formando posiblemente estructuras multicapa como se describió anteriormente.

10 La primera etapa 1201 puede ir seguida de una segunda etapa 1203 de caracterización del rendimiento de la estructura del resonador de hiperfrecuencia o de la célula o filtro así obtenido. Esta estructura no siendo funcional al final de la primera etapa 1201, no estando los cables de conexión aún colocados, la caracterización del rendimiento se puede realizar mediante una caracterización dimensional.

La segunda etapa 1203 puede ser seguida por una tercera etapa 1205 de ajuste durante la cual se pueden definir las especificaciones de los cables de conexión, en función de los resultados de la caracterización efectuada durante la segunda etapa 1203 descrita anteriormente y en función de las especificaciones de rendimiento esperadas.

15 Una etapa de realización del cableado 1207 puede consistir en realizar el cableado final del o de los filtros de hiperfrecuencia con las dimensiones óptimas tal como se determinan en las etapas anteriores.

REIVINDICACIONES

1. Resonador (803) de hiperfrecuencia con salto de impedancia, que comprende al menos una línea (8031) de alta impedancia característica de una longitud determinada y una línea (8033) de baja impedancia característica, al menos la línea (8031) de alta impedancia característica que comprende un primer corte (8031A) de línea, un primer cable (8031B) de conexión que garantiza una conexión eléctrica para el paso de la señal a cada lado de dicho primer corte de línea, **caracterizado porque** dicho primer cable (8031B) de conexión tiene una longitud determinada garantizando una impedancia determinada al nivel de dicho primer corte (8031A) de línea, y **porque** dicho primer corte (8031A) de línea se realiza sustancialmente en el tercio de la longitud total del resonador (803) de hiperfrecuencia partiendo del lado de un extremo de la línea (8031) de alta impedancia característica opuesta al extremo de la línea (8031) de alta impedancia característica situada en el lado de la línea (8033) de baja impedancia característica.
2. Resonador (803) de hiperfrecuencia según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende un segundo corte (8033A) de línea, garantizando un segundo cable (8033B) de conexión de una segunda impedancia determinada una conexión eléctrica para el paso de la señal a cada lado del segundo corte (8033A) de línea.
3. Resonador (803) de hiperfrecuencia según la reivindicación 2, **caracterizado porque** el segundo corte (8033A) de línea se sitúa entre una línea (8031) de alta impedancia característica y una línea (8033) de baja impedancia característica.
4. Resonador (803) de hiperfrecuencia según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho primer corte (8031A) de línea se realiza sustancialmente a medio camino a lo largo de la línea (8031) de alta impedancia característica.
5. Resonador (803) de hiperfrecuencia según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha al menos una línea (8031) de alta impedancia característica y una línea (8033) de baja impedancia característica se realizan en forma de pistas metálicas impresas sobre un sustrato (810), en forma de secciones de líneas planas de tipo cinta o microcinta.
6. Resonador (803) de hiperfrecuencia según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la línea (8033) de baja impedancia característica es formada por un cabo de tipo mariposa, también llamado cabo radial.
7. Resonador (803, 903) de hiperfrecuencia según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la línea (8033) de baja impedancia característica es formada por un condensador (9033) montado en la superficie del sustrato (810, 910), cuya una primera armadura está conectada a dicho segundo cable (8033B, 9033B) de conexión y una segunda armadura está conectada a un electrodo de referencia.
8. Resonador (803, 903) de hiperfrecuencia según la reivindicación 7, **caracterizado porque** la línea (8033) de baja impedancia característica, la línea (8031, 9031) de alta impedancia característica y el condensador (9033) están situados en una cara superior del sustrato (810, 910), siendo el electrodo de referencia un electrodo de masa situado en una cara inferior del sustrato (810, 910), estando conectada dicha segunda armadura del condensador al electrodo de referencia por medio de una vía (9030) que pasa a través del sustrato (810, 910).
9. Resonador (803, 903) de hiperfrecuencia según la reivindicación 8, **caracterizado porque** se realiza en una estructura de tipo multicapa realizada en el sustrato (810, 910), estando el condensador integrado en la estructura multicapa.
10. Filtro (200, 900, 1000) de hiperfrecuencia de tipo supresor de banda, **caracterizado porque** comprende una línea (201, 901, 1001) de transmisión, acoplada a una pluralidad de resonadores (203, 903, 1003) de hiperfrecuencia según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
11. Procedimiento de realización de un resonador (803, 903) de hiperfrecuencia según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una sucesión de, al menos, las siguientes etapas:
- una primera etapa (1201) de realización de una estructura que comprende dicha al menos una línea (8031) de alta impedancia característica, dicha al menos una línea (8033) de baja impedancia característica y al menos un corte (8031A) de línea, estando dicho corte (8031A) de línea realizado sustancialmente en el tercio de la longitud total del resonador (803) de hiperfrecuencia partiendo del lado de un extremo de la línea (8031) de alta impedancia característica opuesta al extremo de la línea (8031) de alta impedancia característica situada en el lado de la línea (8033) de baja impedancia característica;
 - una segunda etapa (1203) de caracterización del rendimiento de la estructura realizada en la primera etapa (1201),
 - una tercera etapa (1205) de ajuste durante la cual las especificaciones de al menos un cable (8031B, 8033B) de conexión se definen en función de los resultados de la caracterización efectuada durante la segunda etapa (1203) y en función de las especificaciones de rendimiento esperadas del resonador (803, 903) de hiperfrecuencia,
 - una etapa de realización del cableado (1207) durante la cual el cableado de los cables de conexión se realiza según las especificaciones definidas en la tercera etapa (1205) en la estructura realizada en la primera etapa (1201).

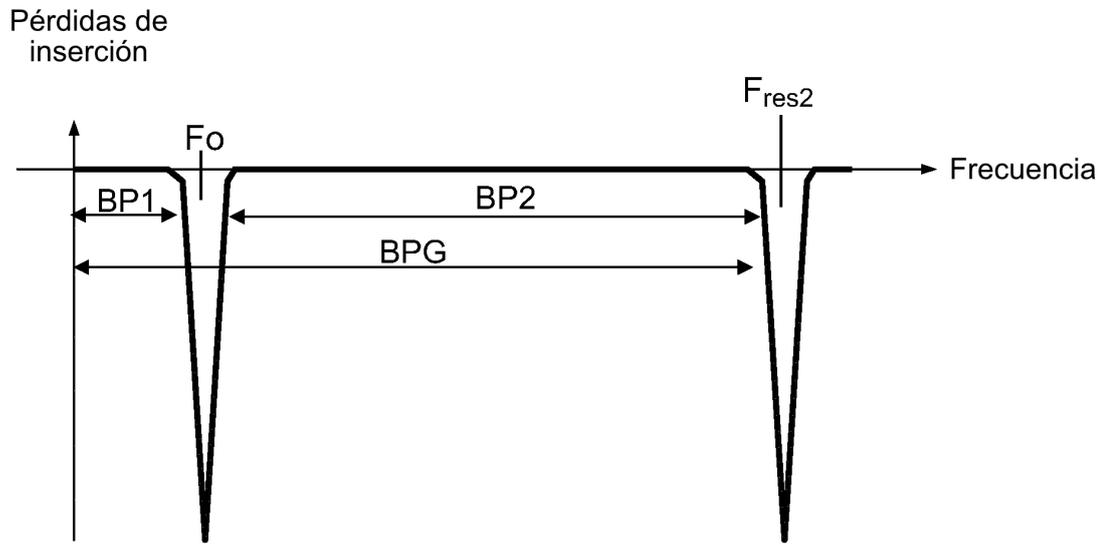


FIG.1

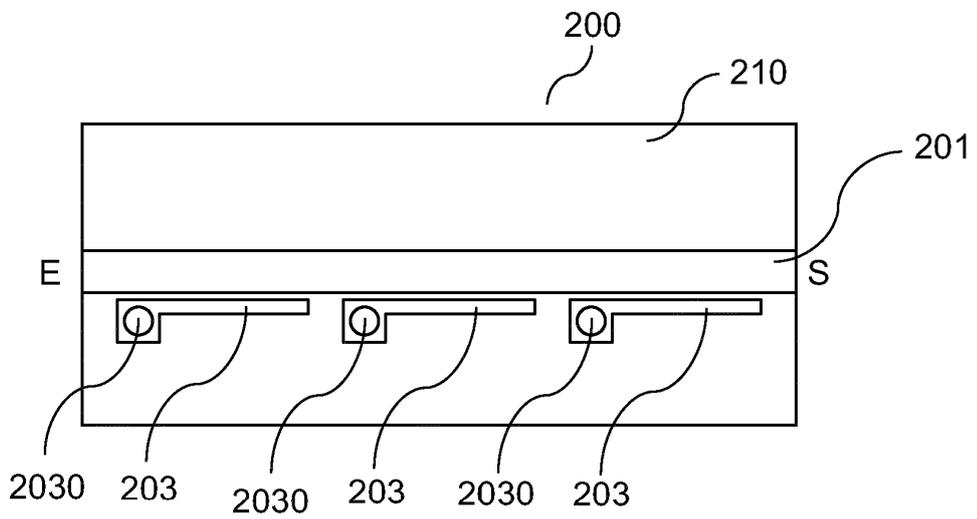


FIG.2

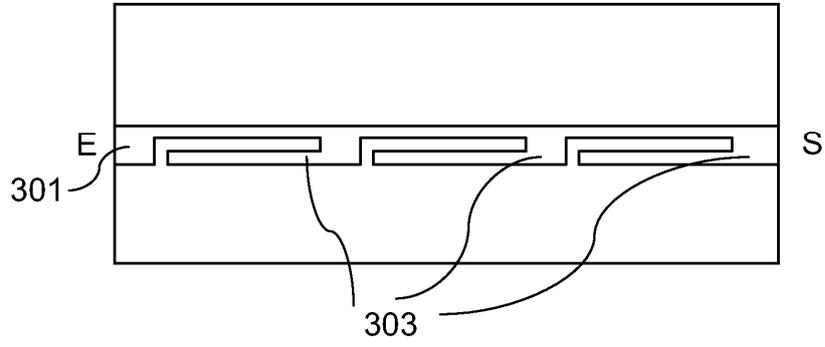


FIG.3

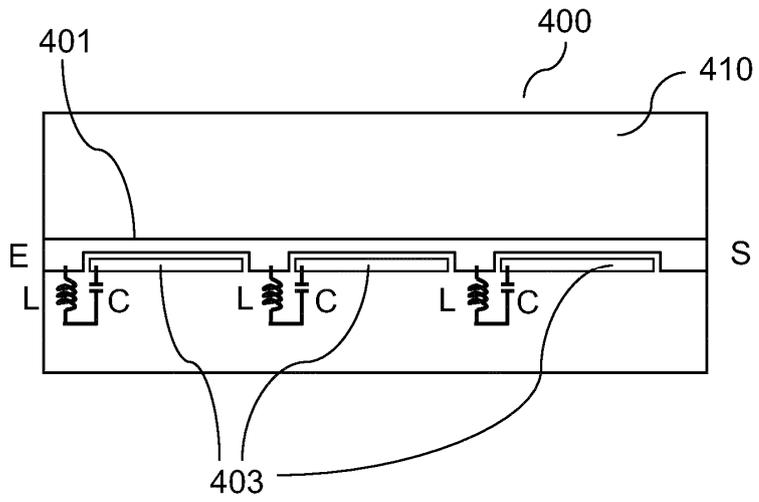


FIG.4

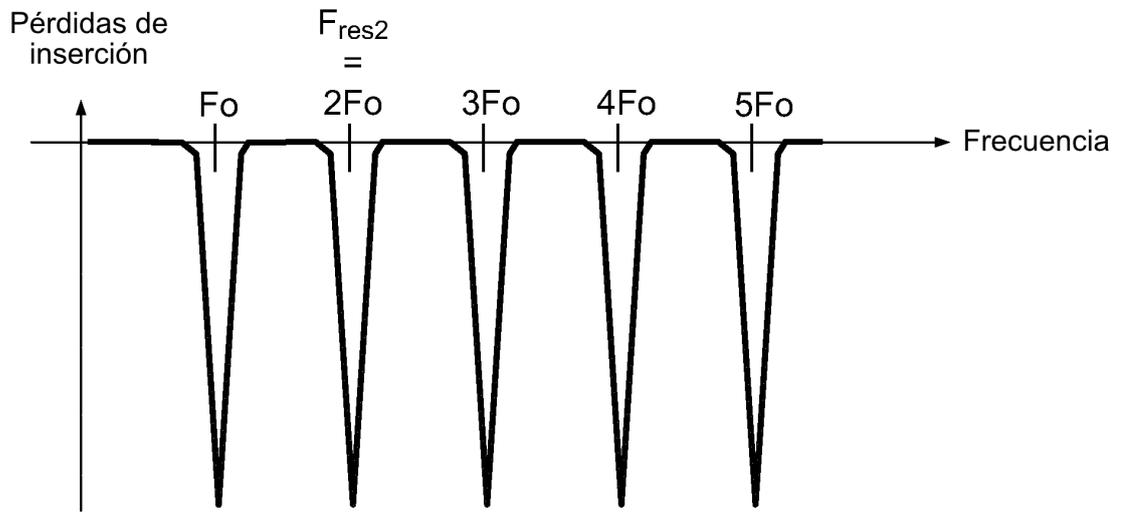


FIG.5

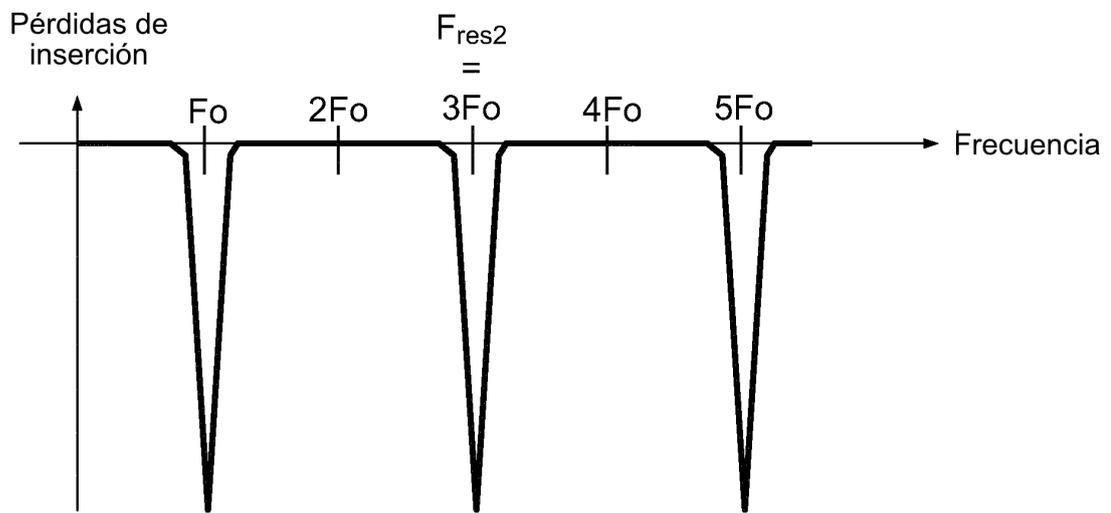


FIG.6

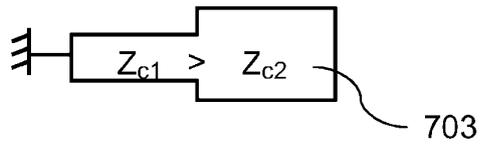


FIG.7

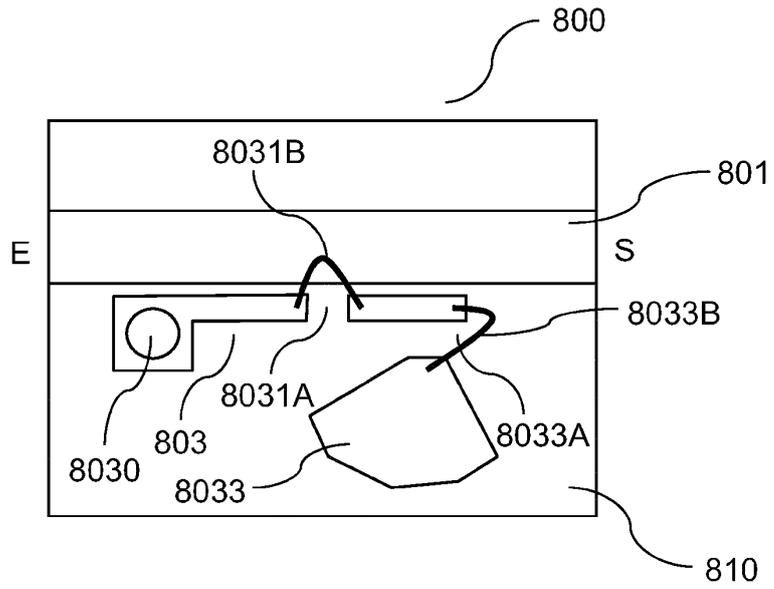


FIG.8

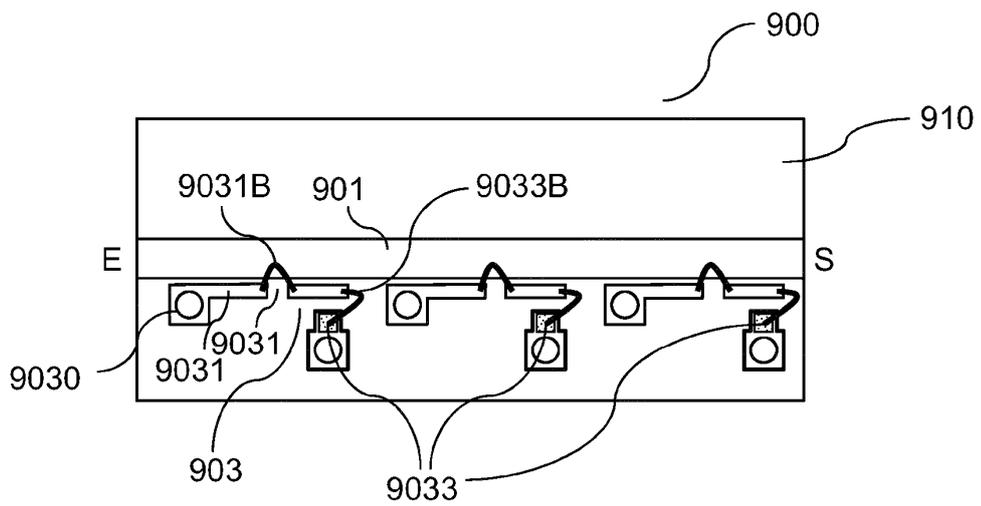


FIG.9

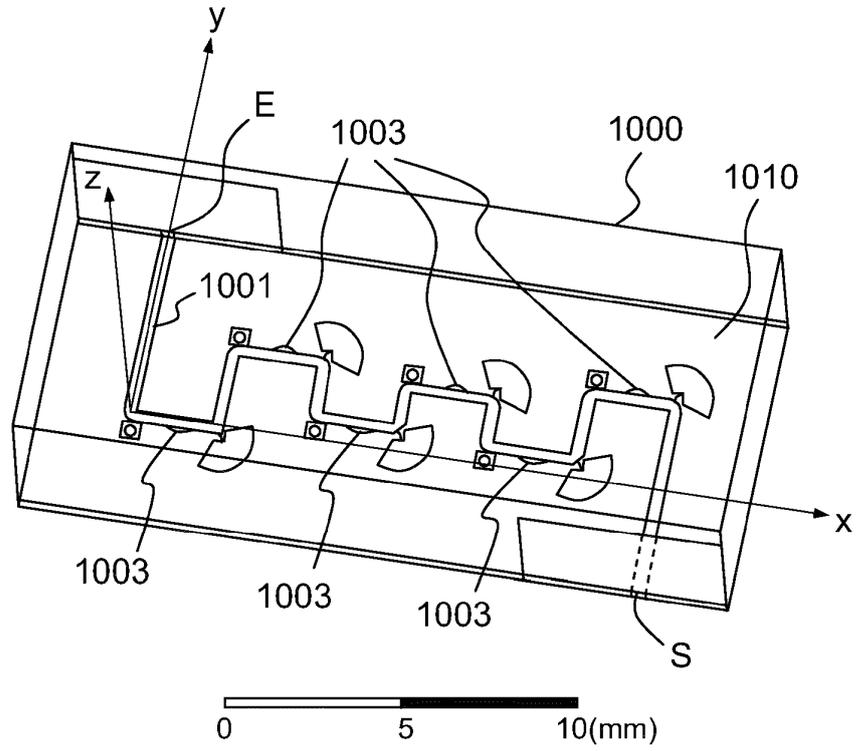


FIG.10

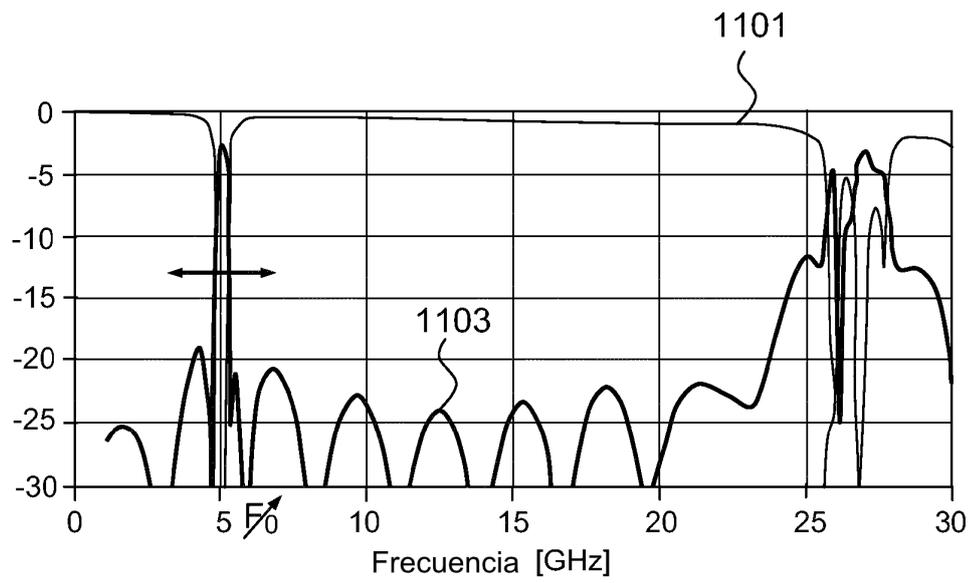


FIG.11

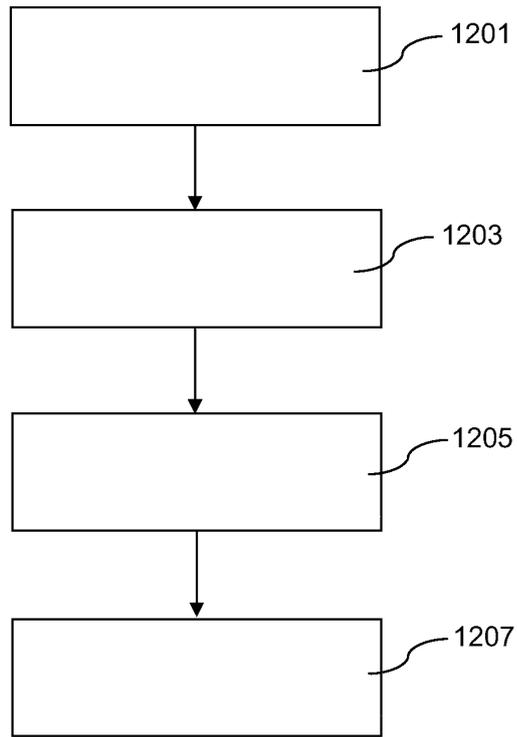


FIG.12