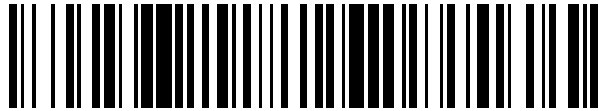


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 403 019**

21 Número de solicitud: 201131618

51 Int. Cl.:

H01P 1/202 (2006.01)

H01P 7/06 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

07.10.2011

43 Fecha de publicación de la solicitud:

13.05.2013

Fecha de la concesión:

04.03.2014

45 Fecha de publicación de la concesión:

11.03.2014

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2012/070649

73 Titular/es:

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
(100.0%)**

**Centro de Transferencia Tecnología - UPCT
Camino de Vera, s/n
46022 VALENCIA (Valencia) ES**

72 Inventor/es:

**BORIA ESBERT, Vicente Enrique;
MARTÍNEZ PÉREZ, Jorge Daniel;
TARONCHER CALDUCH, Miriam y
SIRCI, Stefano**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **FILTRO DE MICROONDAS SINTONIZABLE EN TECNOLOGÍA DE MONTAJE SUPERFICIAL BASADO EN CAVIDADES RESONANTES COAXIALES INTEGRADAS EN SUBSTRATO**

57 Resumen:

Filtro de microondas sintonizable en tecnología de montaje superficial basado en cavidades resonantes coaxiales integradas en sustrato.

Que comprende un sustrato dieléctrico (2) dotado de al menos dos resonadores constituidos por cavidades resonantes coaxiales (1) y metalizado en su cara superior e inferior, donde se han realizado taladros metalizados (18, 4) que definen unos conductores externo (3) e interno (4) de cada cavidad resonante. Comprende un primer parche metálico (5) capacitivo en el que se incorpora una capacidad variable (19) mediante tensión, para variar la frecuencia de resonancia.

Los resonadores están acoplados mediante ventanas de acoplo (8) formadas en las paredes adyacentes. La entrada y salida del filtro se realiza mediante taladros metalizados semicirculares y abiertos (15) que permiten su soldadura sobre otros circuitos (23) mediante técnicas de montaje superficial.

La invención proporciona filtros de microondas muy compactos, con un elevado rechazo de las bandas espúreas, y con capacidad de sintonización en frecuencia.

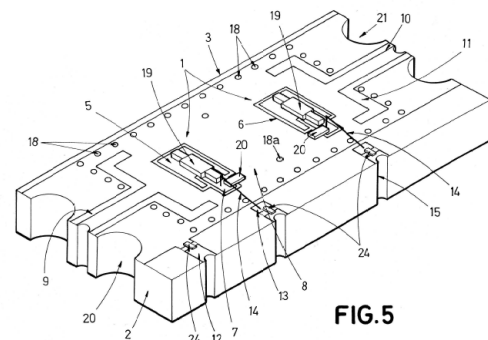


FIG.5

ES 2 403 019 B1

DESCRIPCIÓN

Filtro de microondas sintonizable en tecnología de montaje superficial basado en cavidades resonantes coaxiales integradas en sustrato.

OBJETO DE LA INVENCION

La invención consiste en un filtro de microondas sintonizable en tecnología de montaje superficial basado en cavidades resonantes coaxiales integradas en sustrato dieléctrico, que tiene por objeto proporcionar una nueva configuración en la que mediante un conductor interno previsto en las cavidades resonantes se consigue que la resonancia tenga lugar en la dirección vertical, lo que permite compactar las dimensiones del filtro e introducir un elemento de capacidad eléctrica variable que modifica la frecuencia de resonancia de la cavidad, posibilitando además su encapsulado como componente discreto para su montaje en circuitos mediante tecnología de montaje superficial.

La invención es aplicable en cualquier sector en el que se requiera la obtención de un filtro de microondas sintonizable, y más particularmente en el sector de las telecomunicaciones, como puede ser el caso de sectores industriales o militares que requieren de la capacidad de modificar la respuesta de los elementos selectores de frecuencia (e.g. transceptores, comunicaciones espaciales, equipamiento de test, radar, etc.).

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los filtros paso-banda son elementos fundamentales para la selección en frecuencia de señales de comunicaciones así como para la supresión de aquellas partes del espectro o señales interferentes que podrían degradar el funcionamiento del transmisor/receptor de comunicaciones.

Estos dispositivos son utilizados en la práctica totalidad de transmisores y receptores de comunicaciones de microondas. Las características electromagnéticas esenciales que debe reunir un filtro paso banda son una alta selectividad, unas reducidas pérdidas de inserción en la banda de paso, y un elevado rechazo de todas aquellas frecuencias que se encuentran fuera de ésta.

La implementación de filtros de microondas es factible en tecnologías muy diversas. Desde los filtros basados en guía de onda metálica, que ofrecen una respuesta excelente a costa de su elevado tamaño, peso y coste de fabricación, hasta los filtros en tecnología de circuito impreso (e.g. microstrip, stripline, coplanar, etc.) que reducen significativamente el coste de fabricación y el tamaño de las estructuras a costa de unas inferiores prestaciones electromagnéticas.

Los filtros sintonizables en frecuencia son aquellos que permiten modificar, ya sea de manera continua o bien discretamente, la frecuencia central de la respuesta del filtro. Estos han sido desarrollados en las dos grandes familias tecnológicas anteriormente mencionadas.

En tecnología de guía de ondas es habitual la presencia de tornillos metálicos que se introducen en el interior de las cavidades y permiten modificar la respuesta del filtro, aunque su función es esencialmente la de ajustar la respuesta del componente tras el proceso de fabricación. Se trata éste de un mecanismo de sintonía puramente mecánico, mientras que el diseño de filtros eléctricamente sintonizables en esta tecnología queda reducido a las cavidades YIG (i.e. de Yttrium-Iron-Garnet), que a pesar de su excelente comportamiento no hacen sino acrecentar las desventajas mencionadas anteriormente para estas estructuras.

Por otro lado, en tecnología de circuito impreso, se han desarrollado múltiples estructuras para el diseño de filtros paso banda sintonizables, empleando fundamentalmente capacidades eléctricas variables en tecnología de semiconductor. El principal inconveniente de estos filtros son sus elevadas pérdidas de inserción derivadas del limitado factor de calidad de los resonadores empleados, lo que ha limitado su aplicación.

Recientemente, la tecnología de guía de onda integrada en sustrato (SIW, del inglés *Substrate Integrated Waveguide*) ha ganado un interés creciente puesto que permite combinar algunas de las ventajas de las estructuras en guía de onda metálica (i.e. menores pérdidas, mayor manejo de potencia) junto con las propias de los circuitos impresos (i.e. menor coste, sencilla integración).

La tecnología de guía de onda integrada en sustrato para la realización de filtros de microondas es conocida. En un filtro SIW se parte de un sustrato dieléctrico metalizado en sus caras superior e inferior, donde se crean cavidades resonantes delimitadas por taladros metalizados cuya distancia de separación debe garantizar que los campos electromagnéticos quedarán confinados esencialmente en el interior de la cavidad. Una ventaja fundamental de esta tecnología es que mantiene su compatibilidad con los procesos de fabricación convencionales de los circuitos impresos, utilizados ampliamente para la realización de circuitos y sistemas electrónicos, lo que garantiza un procedimiento de fabricación por lotes de bajo coste.

El diseño de filtros sintonizables en frecuencia en tecnología SIW ha sido abordado recientemente.

En este sentido puede citarse el documento V. Sekar, M. Armendáriz, K. Entesari, "A 1.2 – 1.6 GHz Substrate-Integrated-Waveguide RF MEMS Tunable Filter", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, vol. 59, no. 4, pp. 866-876, Apr. 2011, en el que los autores proponen la inserción de elementos perturbadores metálicos en forma de taladros metalizados que se conectan o desconectan eléctricamente de la metalización superior mediante conmutadores. Dicha estructura está basada en una estructura propuesta en el documento J.C. Bohorquez, B. Potelon, C. Person, E. Rius, C. Quendo, G. Tanne, E. Fourn, "Reconfigurable Planar SIW Cavity Resonator and Filter", IEEE MTT-S INTERNATIONAL MICROWAVE SYMPOSIUM DIGEST, Jun. 2006, pp. 947-950. Los principales inconvenientes de esta estructura son que sólo permite una sintonización discreta de la frecuencia central, además de la necesidad de una pluralidad de postes conductores conmutables (taladros metalizados) que limitan las posibilidades de compactación de la estructura. Por otro lado, la conmutación mediante elementos semiconductores de bajo coste implicaría un consumo de potencia elevado. También cabe mencionar que la estructura mencionada requiere de una fabricación multicapa y que la metodología de diseño es heurística.

También puede citarse el documento S. Moon, H.H. Sigmarsson, H. Joshi, W.J. Chappell, "Substrate Integrated Evanescent-Mode Cavity Filter with a 3.5 to 1 Tuning Ratio", IEEE MICROWAVE AND WIRELESS COMPONENTS LETTERS, vol. 20, no. 8, pp. 450-452, Aug. 2010, en el que los autores proponen un resonador sintonizable basado en una cavidad en modo evanescente. En dicha cavidad se crea un poste capacitivo sobre el cual se deja un espacio de aire y finalmente una lámina de cobre que juega el papel de metalización superior de la cavidad. La distancia entre la lámina de cobre y el poste puede ser reducida mecánicamente mediante un disco piezoeléctrico que ejerce presión sobre la primera. Al variar las dimensiones del resonador se modifica la frecuencia de resonancia de la estructura. A pesar de su buen comportamiento electromagnético, los principales inconvenientes de la estructura anterior son: la necesidad de un proceso de fabricación altamente específico y de difícil automatización, que sus dimensiones vienen limitadas por el tamaño de los elementos de sintonía lo que dificulta la implementación de filtros a frecuencias elevadas, el elevado coste de los elementos de sintonía, así como los problemas de fiabilidad asociados a los actuadores piezoeléctricos, que hacen más difícil el control de la reconfiguración comparado con la utilización de elementos de semiconductor.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

El filtro de microondas sintonizable en tecnología de montaje superficial basado en cavidades resonantes coaxiales integradas en sustrato de la invención, que al igual que los previstos en el estado de la técnica comprende un sustrato dieléctrico, que a su vez comprende un metalizado parcial en sus caras superior e inferior, unos taladros metalizados periódicamente espaciados que forman un conductor externo y delimitan al menos dos cavidades resonantes coaxiales variables.

La principal novedad de la invención reside en que se caracteriza por que el sustrato dieléctrico además comprende un conductor interno en cada cavidad resonante, que está constituido por un taladro previsto en cada una de dichas cavidades resonantes.

El sustrato también está dotado de un primer parche metálico que está previsto en el metalizado parcial de la cara superior del sustrato dieléctrico, dispuesto alrededor del conductor interno y conectado con dicho conductor interno. Además el primer parche está aislado de dicho metalizado parcial de la cara superior.

Otro de los elementos imprescindibles de la invención lo constituye un electrodo de polarización constituido por un segundo parche metálico previsto en el metalizado parcial de la cara superior del sustrato dieléctrico, y aislado eléctricamente del metalizado de la cara superior e inferior y del primer parche metálico.

Además el sustrato dieléctrico comprende una conexión de polarización por cada cavidad resonante, y que está aislada a frecuencias de microondas de una fuente de alimentación del filtro mediante una resistencia o una inductancia; y una conexión de masa común a las cavidades resonantes y que está aislada del metalizado parcial de la cara superior a frecuencias de microondas mediante una resistencia o una inductancia.

El sustrato dieléctrico también comprende un cable de conexión del electrodo de polarización con la conexión de polarización de cada cavidad resonante; y una capacidad eléctrica variable, para variar la frecuencia de resonancia de las cavidades resonantes, que se sitúa entre el electrodo de polarización y el metalizado parcial de la cara superior del sustrato; o entre el primer parche metálico y el electrodo de polarización.

Por último como elemento imprescindible de la invención se prevé que el sustrato dieléctrico comprenda una capacidad eléctrica variable, para variar la frecuencia de resonancia de las cavidades resonantes. La capacidad variable puede estar situada entre el electrodo de polarización y el metalizado parcial de la cara superior del sustrato, o entre el primer parche metálico y el electrodo de polarización. La capacidad variable es controlada por tensión y permite modificar la longitud eléctrica del resonador, y por tanto su frecuencia de resonancia.

El acoplamiento entre las cavidades resonantes está realizado por medio de ventanas de acoplo previstas en el metalizado parcial de la cara superior del sustrato dieléctrico.

La entrada y salida del filtro están previstas en el metalizado parcial de la cara superior del sustrato dieléctrico formando una línea de transmisión coplanaria con las cavidades resonantes.

5 El sustrato dieléctrico también comprende taladros laterales metalizados abiertos de conexión de la metalización parcial superior con unas coronas metálicas previstas en la metalización parcial inferior, tanto de las líneas de entrada y salida, como de una conexión común a masa, y de las conexiones de polarización.

10 La configuración descrita permite que el filtro pueda disponerse sobre un circuito al que se suelda a través de las coronas previstas en la metalización parcial inferior del sustrato dieléctrico mediante tecnología de montaje superficial.

La invención también prevé la posibilidad de incorporar una capacidad fija conectada en serie con la capacidad variable para evitar la baja capacidad que se establece a través del aislamiento previsto entre el primer parche y la metalización de la cara superior, y que podría enmascarar el efecto de dicha capacidad variable.

15 La nueva configuración descrita del filtro de microondas, respecto a las configuraciones del estado de la técnica, presenta las siguientes ventajas fundamentales:

La invención puede ser fabricada mediante un proceso de fabricación de circuitos impresos de doble cara con taladros metalizados convencional, no requiriendo en su realización preferente de ninguna capa de material adicional, lo que garantiza un bajo coste de fabricación así como un proceso de fabricación por lotes.

20 Además la invención sólo requiere de un elemento de sintonía por resonador. Este elemento puede ser, como sucede en la realización preferente, un varactor de semiconductor que garantiza un reducido consumo de potencia y una velocidad de reconfiguración elevada. También pueden emplearse varactores ferroeléctricos o microelectromecánicos.

La invención puede ser diseñada siguiendo un procedimiento de síntesis similar al empleado para la realización de filtros en tecnología impresa o guiada.

25 La invención permite una reducción muy significativa de las dimensiones del filtro, algo que es de gran interés para su implementación como componente discreto que pueda ser posteriormente integrado en otros circuitos y sistemas de comunicaciones.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

30 A continuación se describen de manera breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que están directamente relacionados con una realización de la misma que se presenta como ejemplo no limitativo de ésta.

La Figura 1 muestra un ejemplo de configuración del filtro sintonizable con dos resonadores donde se observan los elementos fundamentales del mismo.

35 La Figura 2 muestra una vista de la cara inferior de la estructura donde se pueden ver las coronas metálicas para los contactos de las señales de entrada, salida y polarización de los elementos de sintonía en el caso de un filtro con dos resonadores.

La Figura 3 muestra un ejemplo de respuesta en transmisión del filtro en función de la capacidad variable del elemento de sintonía.

40 La Figura 4 muestra una vista del filtro sintonizable montado sobre otro circuito ejemplificando su posible utilización como componente discreto.

La Figura 5 muestra un ejemplo de configuración del filtro sintonizable donde se observan la capacidad eléctrica variable, la capacidad fija y las resistencias o inductancias de aislamiento de la señal de microondas.

DESCRIPCIÓN DE LA FORMA DE REALIZACIÓN PREFERIDA

45 La invención se refiere a una nueva estructura de filtro de microondas sintonizable basado en resonadores coaxiales previstos en un sustrato dieléctrico (2) mediante la realización de taladros metalizados (18).

Es decir, la presente invención consiste en un filtro de microondas sintonizable en frecuencia que comprende resonadores coaxiales constituidos por cavidades resonantes coaxiales (1) que han sido creadas mediante la realización de taladros conductores (18) en un sustrato dieléctrico (2), que inicialmente se ha metalizado en sus caras superior e inferior.

En la Fig. 1 se muestra un ejemplo no restrictivo del filtro propuesto basado en una cavidad resonante coaxial.

Externamente a las cavidades resonantes coaxiales (1) que constituyen el resonador, se ha previsto un conductor externo (3) del resonador, que está formado por filas de taladros metalizados (18) periódicamente espaciados de manera similar a una guía de ondas integrada en sustrato. La separación entre taladros (18) debe ser tal que minimice las fugas del campo electromagnético a través de los mismos, pudiendo seguirse las recomendaciones ampliamente conocidas para las guías de onda integradas en sustrato.

Además en las cavidades resonantes coaxiales (1) que constituyen el resonador comprenden un conductor interno (4) que es realizado mediante otro taladro metalizado que en la superficie superior de la cavidad (1) termina en un primer parche metálico (5), aislado de la metalización superior del sustrato dieléctrico por medio de canal aislante (6) (gap) que recorre todo su contorno.

Un segundo parche metálico, al que llamaremos electrodo de polarización (7) para distinguirlo del anterior, se ha formado permaneciendo aislado de la metalización superior y también del primer parche metálico (5).

El primer parche metálico (5) y el electrodo de polarización (7) permiten la inclusión de un elemento de capacidad eléctrica variable (19) con la tensión de polarización, que modifica la longitud eléctrica del resonador, y por tanto su frecuencia de resonancia. La tensión de polarización de la capacidad variable puede ser aplicada directamente al electrodo de polarización (7).

Un condensador de valor fijo (20) puede ser conectado en serie con la capacidad variable (19) para evitar que la baja capacidad establecida a través del canal aislante (6) enmascare el efecto de dicha capacidad variable (19).

La estructura anteriormente descrita puede ser modelada como un tramo de línea de transmisión coaxial soportando un modo TEM (Transversal Electromagnético), que se encontraría terminada en cortocircuito en el extremo inferior, y capacitivamente en su extremo superior a través de la capacidad formada entre el primer parche metálico (5) y la metalización superior.

La condición de resonancia, dadas las consideraciones anteriores, viene dada por la ecuación

$$\tan\left(\frac{\omega_0 \sqrt{\epsilon_r}}{c} h\right) = \frac{1}{\omega_0 C_0 Z_0}$$

donde ω_0 es la pulsación de resonancia, ϵ_r la permitividad dieléctrica del sustrato, c la velocidad de la luz en el vacío, h la altura del sustrato, C_0 la capacidad establecida entre el primer parche metálico y la metalización superior del resonador, y Z_0 la impedancia característica de la línea coaxial definida por el conductor externo (3) y el interno (4).

Como se evidencia de la ecuación anterior, la longitud del resonador, dada por el espesor del sustrato h , es siempre menor que $\frac{\lambda}{4}$, lo que supone una reducción significativa respecto de un resonador convencional en guía de ondas integrada en sustrato. Además, incrementando la capacidad o la impedancia característica del resonador es posible reducir aún más las dimensiones de éste.

Por otra parte, la dependencia de la frecuencia de resonancia con la capacidad establecida entre el primer parche metálico (5) y la metalización superior C_0 es la que permite que la inclusión de un único elemento de sintonía en forma de capacidad variable (19), tal y como se ha descrito arriba, posibilite una variación de la frecuencia de resonancia de la estructura.

El filtro descrito en la presente invención consta de varios de estos resonadores adyacentes entre sí y cuyo acoplo puede ser controlado por medio de irises o ventanas de acoplo (8), realizadas en sus paredes comunes mediante la separación de los taladros (18a) que forman la pared en su parte central. La anchura de las ventanas de acoplo (8) determinan el nivel de acoplo electromagnético entre los resonadores adyacentes.

Las ventanas de acoplo (8) descritas se comportan como inversores de impedancias, cuyo nivel de acoplo puede ser determinado siguiendo los métodos de análisis conocidos para los filtros con resonadores acoplados.

Los puertos de entrada y salida (9,10) del filtro se constituyen mediante líneas microtira o coplanar que entran en la cavidad (1) y se cortocircuitan con la metalización superior. El nivel de acoplo electromagnético de las entradas y salidas al filtro se controla mediante entrantes (11) que se crean en la metalización superior.

El filtro incluye además una serie de conexiones (12, 13) en torno a la estructura para la señal de masa (12) común, y las señales de polarización (13) de cada uno de los elementos de sintonía.

Los electrodos de polarización (7) están unidos a las conexiones (13) externas por medio de cables conductores (14).

5 Para permitir la sencilla integración del filtro sobre otro circuito (23), se disponen taladros semicirculares abiertos (15) que comunican el recubrimiento metalizado parcial superior con el inferior tanto en la entrada y salida como en las señales de masa (12) y polarización (13). Los taladros semicirculares abiertos (15) se encuentran aislados (16) de las señales de polarización (13) con el fin de insertar en serie un elemento resistivo o inductivo (24) que presente una elevada impedancia a frecuencias de microondas, para minimizar las pérdidas derivadas del
10 circuito de polarización de las capacidades variables. Además se disponen taladros semicirculares abiertos (21, 22) para realizar la conexión de las entradas y salidas del filtro respectivamente sobre otro circuito (23).

En la cara inferior del filtro se disponen coronas rectangulares (17), rodeando los taladros (15), para facilitar la soldadura de las interconexiones mediante técnicas de montaje superficial.

15 La figura 3 muestra resultados de simulación para un filtro paso-banda como el descrito en esta realización preferida.

El filtro de la figura 1 se construye a partir de un sustrato dieléctrico (2) que inicialmente se encuentra metalizado en sus caras superior e inferior. El material empleado en la simulación mostrada en la Figura 3 es un sustrato Rogers TMM(r) 10i de Rogers Corp, recubierto con láminas de cobre de 17 micrómetros y con un espesor total de 3.81 mm.

20 Los procedimientos de fabricación pueden ser los ampliamente utilizados en tecnología de circuito impreso o de materiales cerámicos cosinterizados a bajas temperaturas (LTCC, del inglés Low Temperature Cofired Ceramics).

Se realizan las perforaciones que dan lugar a todos los taladros (18, 18a) de la estructura, y a continuación se procede a la metalización de los mismos, generalmente mediante procesos de electrodeposición.

25 La metalización no deseada en las caras superior e inferior se elimina mediante un proceso de fotolitografía seguido de un atacado químico, o bien mediante fresado mecánico.

La realización de los taladros abiertos (21, 22) para las entradas y salidas, así como para las conexiones de masa y polarización, se realizan mediante el corte del sustrato que da lugar a la definición del contorno del filtro.

30 Como parámetros de diseño se podrán variar las dimensiones del conductor externo e interno, así como la anchura de las ventanas de acoplo y los entrantes de las líneas coplanares de entrada y salida. Dichos parámetros permitirían a un experto diseñar un filtro de microondas con una respuesta en banda determinada mediante la aplicación de la teoría de filtros basados en resonadores acoplados.

35 El valor de la capacidad fija y la capacidad eléctrica variable son escogidos como solución de compromiso entre rango de ajuste y pérdidas de inserción de la estructura, pudiéndose ser convenientemente estudiados mediante simulaciones electromagnéticas.

Las capacidades, variable (19) y fija (20), se sueldan mediante procesos de montaje superficial, y se realizan también las conexiones entre el electrodo de polarización (7) y las conexiones externas (3) mediante cables o hilos de oro (14).

40

REIVINDICACIONES

1. FILTRO DE MICROONDAS SINTONIZABLE EN TECNOLOGÍA DE MONTAJE SUPERFICIAL BASADO EN CAVIDADES RESONANTES COAXIALES INTEGRADAS EN SUBSTRATO, que comprende un substrato dieléctrico (2), que a su vez comprende:

- 5 - Un metalizado parcial en sus caras superior e inferior,
- Unos taladros metalizados (18, 18a) periódicamente espaciados que forman un conductor externo (3) y delimitan
- al menos dos cavidades resonantes coaxiales (1) variables;

caracterizado por que el substrato dieléctrico (2) además comprende:

- 10 - un conductor interno (4) en cada cavidad resonante (1), que está constituido por un taladro previsto en cada una de dichas cavidades resonantes,
- un primer parche metálico (5), previsto en el metalizado parcial de la cara superior del substrato dieléctrico alrededor del conductor interno y conectado con dicho conductor interno (4), y aislado de dicho metalizado parcial de la cara superior,
- 15 - un electrodo de polarización (7) constituido por un segundo parche metálico previsto en el metalizado parcial de la cara superior del substrato dieléctrico (2), y aislado eléctricamente del metalizado de la cara superior e inferior y del primer parche metálico (5),
- una conexión de polarización (13) por cada cavidad resonante, aislada a frecuencias de microondas de una fuente de alimentación del filtro a través de un elemento seleccionado entre una resistencia y una inductancia (24),
- 20 - una conexión de masa (12) común a las cavidades resonantes (1) y aislada del metalizado parcial de la cara superior a frecuencias de microondas a través de un elemento seleccionado entre una resistencia y una inductancia (24),
- un cable (14) de conexión del electrodo de polarización (7) con la conexión de polarización (13) de cada cavidad resonante (1),
- 25 - una capacidad eléctrica variable (19), para variar la frecuencia de resonancia de las cavidades resonantes, y situada entre dos elementos seleccionados entre el electrodo de polarización (7) y el metalizado parcial de la cara superior del substrato; y el primer parche metálico (5) y el electrodo de polarización (7).

30 2. FILTRO DE MICROONDAS SINTONIZABLE EN TECNOLOGÍA DE MONTAJE SUPERFICIAL BASADO EN CAVIDADES RESONANTES COAXIALES INTEGRADAS EN SUBSTRATO, según reivindicación 1, caracterizado por que el acoplamiento entre las cavidades resonantes (1) está realizado por medio de ventanas de acoplo (8) previstas en el metalizado parcial de la cara superior del substrato dieléctrico.

35 3. FILTRO DE MICROONDAS SINTONIZABLE EN TECNOLOGÍA DE MONTAJE SUPERFICIAL BASADO EN CAVIDADES RESONANTES COAXIALES INTEGRADAS EN SUBSTRATO, según reivindicación 1, caracterizado por que la entrada y salida del filtro está prevista en el metalizado parcial de la cara superior del substrato dieléctrico formando una línea de transmisión coplanaria con las cavidades resonantes.

40 4. FILTRO DE MICROONDAS SINTONIZABLE EN TECNOLOGÍA DE MONTAJE SUPERFICIAL BASADO EN CAVIDADES RESONANTES COAXIALES INTEGRADAS EN SUBSTRATO, según reivindicaciones 2 y 3, caracterizado por que comprende taladros laterales metalizados abiertos (12, 15) de conexión de la metalización parcial superior con unas coronas metálicas previstas en la metalización parcial inferior, tanto de las líneas de entrada y salida, como de una conexión común a masa, y de las conexiones de polarización.

45 5. FILTRO DE MICROONDAS SINTONIZABLE EN TECNOLOGÍA DE MONTAJE SUPERFICIAL BASADO EN CAVIDADES RESONANTES COAXIALES INTEGRADAS EN SUBSTRATO, según reivindicación 4, caracterizado por que se dispone sobre un circuito (23) al que se suelda a través de las coronas previstas en la metalización parcial inferior del substrato dieléctrico (2) mediante tecnología de montaje superficial.

50 6. FILTRO DE MICROONDAS SINTONIZABLE EN TECNOLOGÍA DE MONTAJE SUPERFICIAL BASADO EN CAVIDADES RESONANTES COAXIALES INTEGRADAS EN SUBSTRATO, según reivindicación 1, caracterizado por que comprende una capacidad fija (20) conectada en serie con la capacidad variable (19).

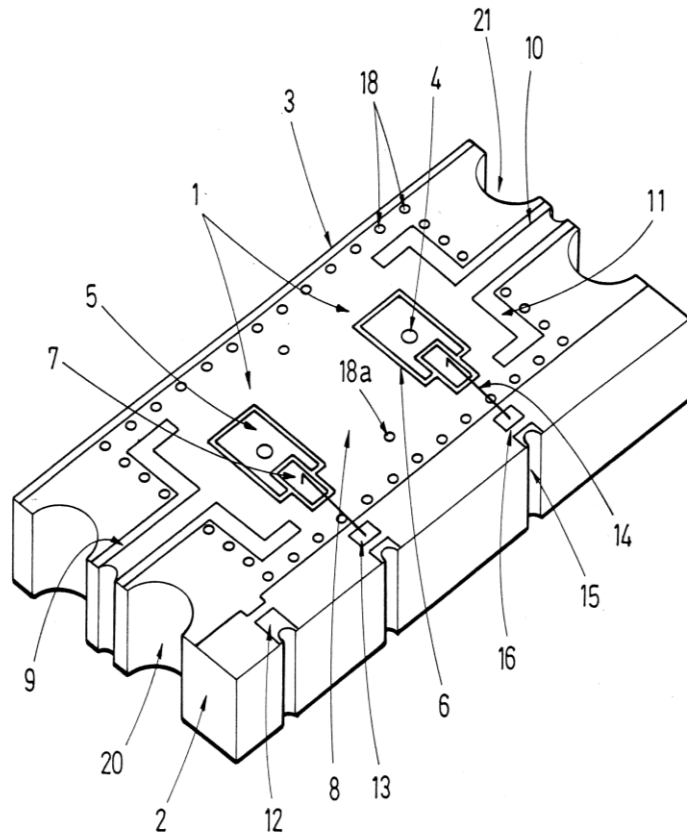


FIG.1

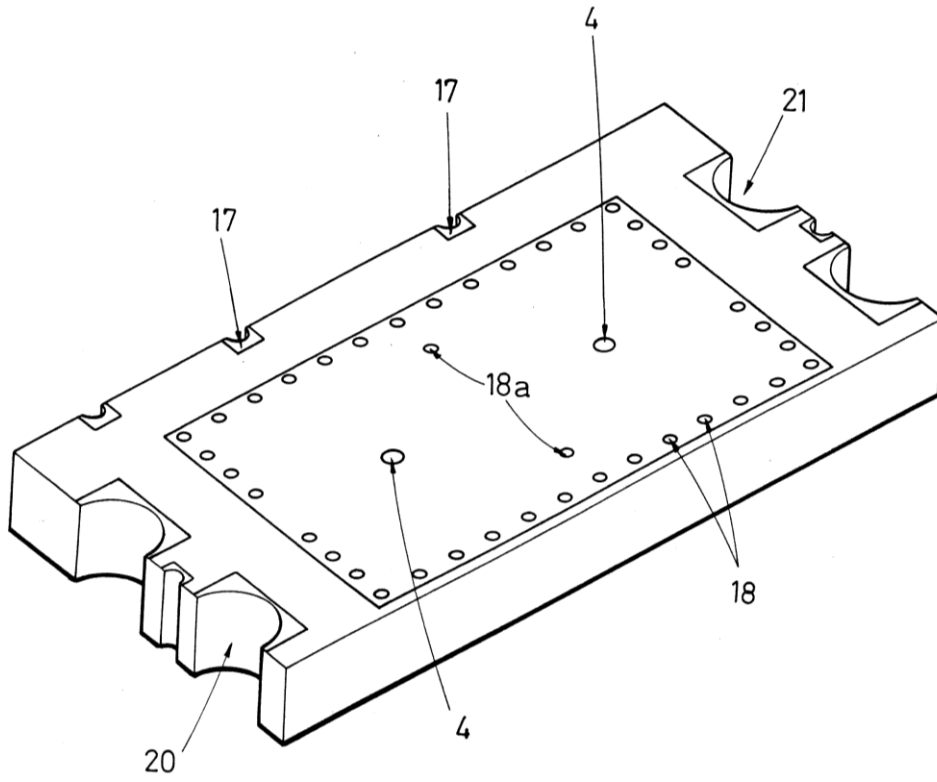


FIG.2

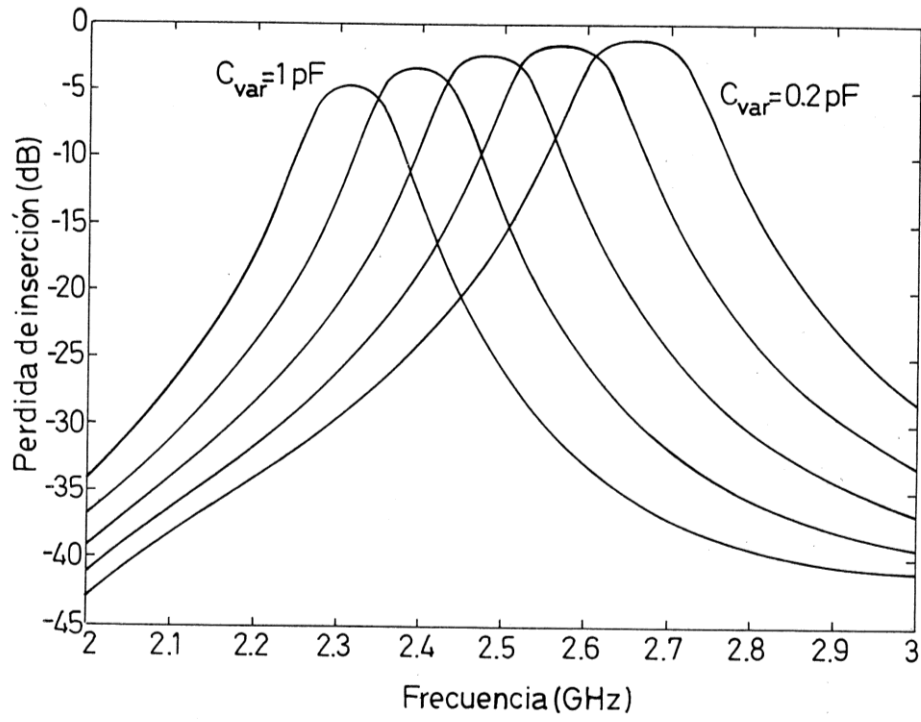


FIG.3

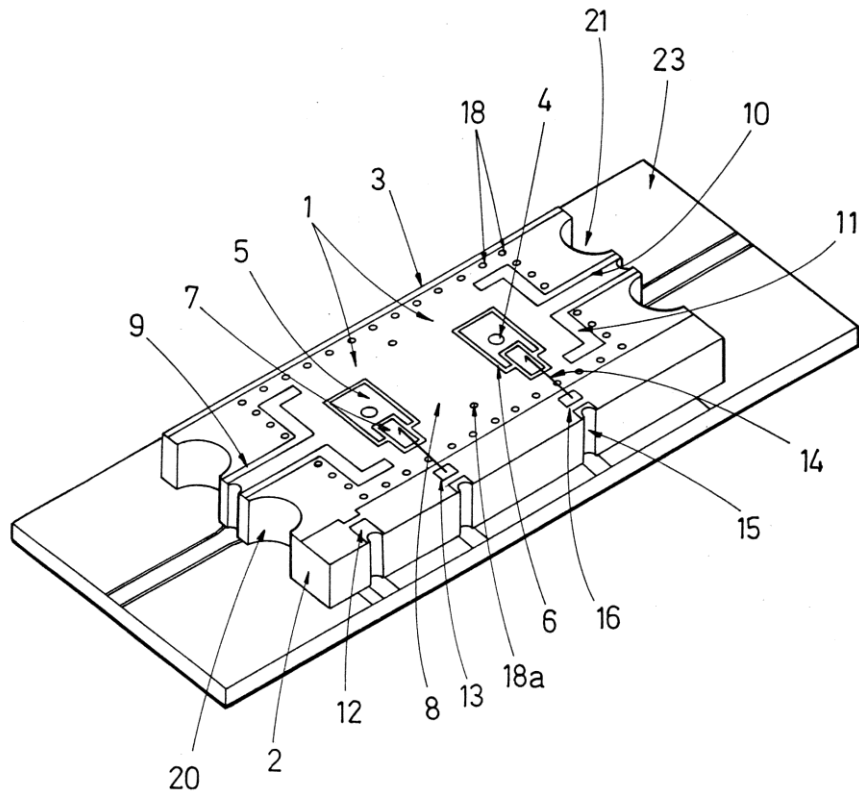


FIG.4

