

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 525 710**

51 Int. Cl.:

**H05K 1/02** (2006.01)

**H01P 5/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2010 E 10176299 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.10.2014 EP 2299790**

54 Título: **Dispositivo de conexión para señales de alta frecuencia entre un conector y una línea de transmisión**

30 Prioridad:

**11.09.2009 FR 0904347**

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

**29.12.2014**

73 Titular/es:

**THALES (50.0%)  
45, rue de Villiers  
92200 Neuilly Sur Seine , FR y  
GROUPE DES ECOLES DES  
TELECOMMUNICATIONS/ ECOLE NATIONALE  
SUPERIEURE DE TELECOMMUNICATIONS DE  
BRETAGNE (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CORNIC, PASCAL;  
COUPEZ, JEAN-PHILIPPE;  
HEMERY, JÉRÉMIE y  
BOUCHER, JULIEN**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 525 710 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

Dispositivo de conexión para señales de alta frecuencia entre un conector y una línea de transmisión

La invención se refiere a un dispositivo de conexión para señales de alta frecuencia que comprende un circuito impreso en una cara externa del cual está impresa una línea de transmisión y un conector coaxial montado en la superficie del circuito impreso en la cara externa. La invención encuentra una aplicación particular para la transmisión de señales de radiofrecuencia en banda X, en particular para frecuencias de entre 9 y 10 GHz. Se sobreentiende que la invención se puede aplicar a otras bandas de frecuencia.

Para transportar las señales de alta frecuencia se utiliza, por ejemplo, una tecnología denominada microcinta realizada en un circuito impreso. Se realizan unas pistas conductoras impresas en las caras del circuito impreso. Estas caras pueden ser externas o internas y pueden estar separadas por uno o varios planos conductores o planos de masa. Las líneas de microcinta tienen unas dimensiones particulares de tal modo que, una vez asociadas a los planos conductores, estas forman unas líneas adaptadas en impedancia. Esta adaptación permite garantizar una cierta transparencia de la línea con respecto a la señal que transmite. Dicho de otro modo, se busca reducir al máximo las pérdidas de potencia eléctrica de la señal a lo largo de toda la línea.

Para transportar las señales de alta frecuencia fuera del circuito impreso, se utilizan, por ejemplo, unos conectores coaxiales que permiten conectar las líneas de microcinta con unos cables coaxiales cuyas impedancias también están adaptadas. Encontramos conectores diseñados para montarse en la superficie, como por ejemplo los que se describen en el documento US 2006/0208835. Este tipo de montaje no precisa ningún orificio metalizado en el cual se fijaría un contacto del conector. De manera más precisa, estos conectores se conectan al circuito impreso mediante el recubrimiento de las zonas planas del conector sobre las áreas externas del circuito impreso. La conexión se puede realizar por medio de una cola conductora o de una pasta que hay que soldar interpuesta entre las zonas planas y las áreas correspondientes. El circuito impreso sobre el cual se colocan los componentes, como los conectores, se sumerge dentro de una cuba en la que un fluido caliente, por lo general en fase de vapor, permite soldar los componentes.

La figura 1 ilustra una realización de un circuito impreso 10 diseñado para recibir un conector 11 en una de sus caras externas 12. Esta realización la ha llevado a cabo el solicitante sin haberla divulgado. En esta cara una línea de transmisión 13, realizada en forma de una línea de microcinta comprende una parte rectilínea 14 terminada por una zona circular de contacto 15 cuyo diámetro es más grande que la anchura de la parte rectilínea 14. La anchura de la parte rectilínea 14 se define de tal modo que la línea de transmisión tenga una impedancia determinada, por ejemplo 50 ohmios. Esta impedancia depende de la composición y de las dimensiones del circuito impreso 10. Por ejemplo, el circuito impreso comprende un sustrato aislante con una permisividad relativa  $\epsilon_r$  igual a 3,38, separando el sustrato a la cara externa 12 de un plano interno de masa situado junto a la línea de transmisión 13. El plano interno de masa no es visible en la figura 1. Para obtener una impedancia de 50 ohmios, se selecciona por ejemplo una anchura de la parte rectilínea 14 de 450  $\mu\text{m}$  y un espesor del sustrato de 203  $\mu\text{m}$ . El diámetro de la zona de contacto 15, por su parte, viene impuesto por el diámetro de la zona plana del alma del conector 11. En la figura 1, el alma no es visible. Queda oculta por el cuerpo 16 del conector 11. Este cuerpo 16 está conectado por unas zonas planas 17 en un plano de masa 18 realizado en la cara externa 12 y que rodea la línea de transmisión 13. En el ejemplo representado, el diámetro de la zona de contacto 15 es de 1,7 mm. Unos orificios metalizados o aberturas de interconexión 19 permiten conectar el plano de masa 18 al plano interno de masa. El plano de masa 18 está dispuesto alejado de la línea de transmisión 13 de tal modo que su interacción con la línea de transmisión 13 no modifique o que lo haga de forma inapreciable la impedancia de la línea de transmisión 13 garantizando al mismo tiempo el blindaje de esta. Los bordes del plano de masa 18 están, por ejemplo, situados a una distancia  $d$  de 500  $\mu\text{m}$  de la línea de transmisión 13. El plano de masa 18 permite en particular una conexión a tierra más sencilla para los componentes montados en la superficie, en particular para el conector 11. El plano de masa 18 también garantiza un gran aislamiento eléctrico entre los diferentes motivos impresos en la cara externa 12.

Las figuras 1a y 1b representan unas vistas ampliadas de la línea de transmisión 13 en el plano de esta. La figura 1a representa una porción de la parte rectilínea 14. A lo largo de toda esta parte, la distancia  $d$  es constante. La figura 1b representa la línea de transmisión 13 a la altura de su zona de contacto 15. La distancia  $d$ , definida para la parte rectilínea 14, se mantiene alrededor de la zona de contacto 15.

Una conexión del conector 11 con una estructura multicapa, como se ilustra en la figura 1, presenta efectos eléctricos parásitos, que rompen en particular la transparencia del conector con respecto a la señal transmitida. Esta transparencia se degrada sobre todo en alta frecuencia. Estos efectos, en particular vinculados al carácter capacitivo intrínseco de la zona de contacto 15, conllevan por tanto una desadaptación y unas pérdidas de inserción más o menos importantes en la señal.

La figura 2 representa el nivel de adaptación S11 del ejemplo representado en la figura 1 expresado en dB en función de la frecuencia de la señal transmitida por la línea de transmisión 13 y el conector 11. El nivel de adaptación ilustra la potencia eléctrica reflejada. También para este ejemplo, la figura 3 representa el nivel de inserción S21, o pérdidas de inserción, expresado en dB en función de la frecuencia de la señal. El nivel de inserción ilustra las pérdidas de potencia eléctrica en transmisión en la conexión entre la línea de transmisión 13 y el conector 11.

Se constata, en este caso, que esta conexión presenta un nivel de adaptación de -6 dB para una frecuencia útil de trabajo de 9,3 GHz, y unas pérdidas de inserción de 1,5 dB para esta misma frecuencia. Dados estos resultados, la conexión dista mucho de ser óptima.

5 Para mejorar la transparencia de esta conexión, el solicitante ha propuesto corregir esta desadaptación. En la figura 4 se representa un ejemplo de realización de esta corrección. La línea de transmisión 13 comprende cerca de la zona de contacto 15 un tramo de línea inductiva 20 y un tramo de línea capacitiva 21 que permite realizar un elemento de filtrado de tipo paso bajo en cooperación con la impedancia que aporta la transición entre el conector 11 y la zona de contacto 15. El tramo de línea inductiva 20 está formado por una línea de microcinta cuya anchura es inferior a la de la parte rectilínea 14. El tramo de línea capacitiva 21 está formado por una zona de contacto de forma cuadrada cuya dimensión del lado es superior a la anchura de la parte rectilínea 14. El tramo de línea inductiva 20 está dispuesto entre la zona de contacto 15 y el tramo de línea capacitiva 21. En un primer enfoque, los diferentes elementos eléctricos de la transición, asociados a unos valores de impedancia con una frecuencia dada forman una célula de filtro de paso bajo en  $\pi$  que comprende una inductancia, el tramo de línea inductiva 20, dispuesta entre dos condensadores, el tramo de línea capacitiva 21 y la zona de contacto 15. El tamaño de la zona de contacto 15 viene impuesto por el conector 11 y las dimensiones de las impedancias 20 y 21 están adaptadas para obtener la mejor transparencia de la transición en la frecuencia considerada en función de las características del circuito impreso 10, espesor y permisividad del sustrato.

La figura 5 representa el nivel de adaptación S11 del ejemplo representado en la figura 4 expresado en dB en función de la frecuencia de la señal transmitida por la línea de transmisión 13 y el conector 11. También para este ejemplo, la figura 6 representa las pérdidas de inserción expresadas en dB en función de la frecuencia de la señal. Se constata, en este caso, que esta transición presenta un nivel de adaptación de aproximadamente -18 dB para una frecuencia útil de trabajo de 9,3 GHz, y unas pérdidas de inserción de 0,27 dB para esta misma frecuencia. Se constata que la corrección aportada mejora claramente la transparencia de la transición. Sin embargo, los resultados obtenidos presentan un carácter relativamente reducido de banda alrededor de la frecuencia de trabajo. Es, por lo tanto, necesario modificar el diseño del circuito impreso para cualquier cambio, incluso mínimo, de frecuencia de trabajo. Además, la calidad de la corrección que se obtiene de este modo es muy sensible a las tolerancias de fabricación del circuito impreso y de colocación del conector en el circuito impreso. Dicho de otro modo, se corre el riesgo de obtener perturbaciones importantes en la calidad de la corrección entre dos circuitos impresos fabricados de acuerdo con el mismo diseño.

30 La invención pretende mejorar la transparencia de una transición entre un circuito impreso y un conector coaxial para su utilización en alta frecuencia. La invención tiene como objetivo obtener la transparencia deseada para un amplio ancho de banda en torno a una frecuencia de trabajo dada.

Para ello, la invención tiene por objeto un dispositivo de conexión para señales de alta frecuencia, que comprende un circuito impreso en una cara externa del cual está impresa una línea de transmisión y un conector coaxial montado en la superficie del circuito impreso en la cara externa, conectándose la línea de transmisión al conector por medio de una zona de contacto que pertenece a la línea de transmisión a la cual se añade un alma central del conector, comprendiendo el circuito impreso al menos un plano interno de masa paralelo a la cara externa y que contribuye a la adaptación de la línea de transmisión, **caracterizado por que** el plano de masa está atravesado por una máscara junto a la zona de contacto.

40 El montaje en la superficie del alma del conector se realiza sin orificio metalizado y, por lo tanto, sin conexión con las capas internas del circuito impreso.

El hecho de perforar el plano de masa permite reducir la impedancia que aporta la zona de contacto. Se mejora de este modo la transparencia de la transición entre la línea de transmisión y el conector.

45 Se entenderá mejor la invención y se mostrarán otras ventajas con la lectura de la descripción detallada de una forma de realización que se da a título de ejemplo, descripción que se ilustra en los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa un ejemplo de realización de un circuito impreso diseñado para recibir un conector en una de sus caras externas;
- la figura 2 representa el nivel de adaptación S11 del ejemplo representado en la figura 1;
- la figura 3 representa el nivel de inserción S21 o pérdidas de inserción del ejemplo representado en la figura 1;
- la figura 4 representa un ejemplo de corrección aplicada al circuito impreso de la figura 1;
- la figura 5 representa el nivel de adaptación S11 del ejemplo representado en la figura 4;
- la figura 6 representa el nivel de inserción S21 o pérdidas de inserción del ejemplo representado en la figura 4;
- la figura 7 representa una vista en sección de un ejemplo de realización de un circuito impreso de acuerdo con la invención;
- la figura 8 representa en una vista en perspectiva el circuito impreso de la figura 7 completado con una corrección de impedancia;
- la figura 9 representa el nivel de adaptación S11 del ejemplo representado en la figura 8;

la figura 10 representa el nivel de inserción S21 o pérdidas de inserción del ejemplo representado en la figura 8;

la figura 11 representa en una vista en perspectiva una variante de realización de un circuito impreso de acuerdo con la invención;

5 la figura 12 representa la variante de la figura 11 vista de manera perpendicular al circuito impreso.

En aras de la claridad, los mismos elementos llevarán las mismas referencias en las diferentes figuras.

Las figuras 1 a 6 ya se han descrito para presentar la invención.

10 La figura 7 representa una vista en sección del circuito impreso 10 en el cual se encuentra en su cara externa 12 la línea de transmisión 13 y su zona de contacto 15. El plano interno de masa lleva aquí la referencia 25 y contribuye a la adaptación de la línea de transmisión 13. De acuerdo con la invención, el plano interno de masa 25 comprende una máscara 26 situada junto a la zona de contacto 15. En ausencia de máscara, la presencia de la zona de contacto 15 junto al plano de masa 25 crea una desadaptación de la línea de transmisión 13. La máscara permite reducir esta desadaptación.

15 De manera ventajosa, el circuito impreso 10 comprende un segundo plano de masa 27, paralelo al plano interno de masa 25. El plano interno de masa 25 está situado entre la línea de transmisión 13 y el segundo plano de masa 27 que puede estar dispuesto en una segunda cara externa 28 del circuito impreso 10. El segundo plano de masa 27 garantiza un blindaje del conjunto adaptado formado por la línea de transmisión 13 y el plano interno de masa 25. El segundo plano de masa 27 es continuo junto a la zona de contacto 15. Dicho de otro modo, el segundo plano de masa 27 no está perforado junto a la zona de contacto 15. El segundo plano de masa 27 forma, por lo tanto, con la zona de contacto 15 una impedancia esencialmente capacitiva. Esta impedancia simbolizada por un condensador 29 es inferior a la que se obtiene en ausencia de máscara 26 entre el plano de masa 25 y la zona de contacto 15. La presencia del plano de masa 27 permite cerrar electromagnéticamente el circuito impreso 10 junto a la zona de contacto 15 y, por lo tanto, controlar la impedancia de la conexión del conector 11 y de la línea de transmisión 13 por medio del condensador 29.

25 La figura 8 representa una vista en perspectiva de la línea de transmisión 13 y el plano interno de masa 25. La zona de contacto 15 y la máscara 26 son ambas circulares y están centradas en un mismo eje zz' perpendicular a los diferentes planos del circuito impreso 10. Para no recargar la figura no se ha representado el plano de masa 18. Únicamente las aberturas de interconexión 19 que conectan el plano de masa 18 al plano interno de masa 25 se muestran en la figura 8. Las aberturas de interconexión 19 también se pueden conectar al plano de masa 27 para imponer una misma referencia de masa localmente en cada abertura de interconexión 19.

30 De manera ventajosa, el diámetro de la máscara 26 es superior al de la zona de contacto 15 de tal modo que limita la impedancia generada entre la zona de contacto 15 y el plano interno de masa 25. Por ejemplo, para una zona de contacto 15 de 1,7 mm de diámetro se realiza una máscara 26 de 2,7 mm de diámetro. De este modo, en la impedancia de la transición entre la línea de transmisión 13 y el alma del conector 11, la interacción de la zona de contacto 15 y del plano de masa 27 es preponderante con respecto a la interacción de la zona de contacto 15 y del plano interno de masa 25. Sin embargo, el diámetro de la máscara 26 no debe ser demasiado grande para mantener su interacción con la línea de transmisión en su parte rectilínea 14.

35 La impedancia de la transición se reduce con respecto a la que se obtiene en la realización de la figura 1. Sin embargo, la transparencia no es perfecta y se puede corregir cerca de la zona de contacto 15 colocando en la línea de transmisión un tramo de línea inductiva 20 y un tramo de línea capacitiva 21 que permite realizar una célula de filtrado de tipo paso bajo en cooperación con la impedancia que aporta la conexión entre el alma central del conector 11 y la zona de contacto 15. Las referencias 20 y 21 se utilizan de nuevo en la figura 4. En efecto, los tramos de línea inductiva 20 y capacitiva 21 desempeñan la misma función. Sin embargo, es importante señalar que los valores de impedancia que aportan en la figura 8 los dos tramos de línea 20 y 21 son inferiores a los que aportan en la figura 4. Esto permite obtener un filtrado de mayor ancho de banda para la realización de la figura 8. Este ancho de banda es importante para la reproducibilidad de la transparencia de la transición. En efecto, se ha constatado que con unas tolerancias de fabricación similares para el circuito impreso 10 y para la posición del conector 11 en el circuito impreso 10, la transparencia de la transición definida en la figura 8 evoluciona en una horquilla mucho más pequeña que para la transición definida en la figura 4.

40 A título de ejemplo, la figura 9 representa el nivel de adaptación S11 del ejemplo representado en la figura 8 expresado en dB en función de la frecuencia de la señal transmitida por la línea de transmisión 13 y el conector 11. También para este ejemplo, la figura 10 representa las pérdidas de inserción expresadas en dB en función de la frecuencia de la señal. Los valores numéricos propuestos para las figuras 1 a 6 se utilizan de nuevo para la forma de realización cuya estructura se representa en las figuras 7 y 8. El circuito impreso comprende dos sustratos aislantes con una permisividad relativa  $\epsilon_r$  igual a 3,38, separando el sustrato a la cara externa 12 del plano interno de masa 25 con un espesor de 203  $\mu\text{m}$  y separando el sustrato al plano interno de masa 25 del plano de masa 27 con un espesor de 406  $\mu\text{m}$ .

Se ilustran dos ejemplos de corrección en las figuras 9 y 10 en función de la longitud del tramo de línea inductiva 20. En la figura 9, una curva 9a representa el nivel de adaptación para una longitud de la línea inductiva 20 de 1.600  $\mu\text{m}$  y una curva 9b representa el nivel de adaptación para una longitud de 1.200  $\mu\text{m}$ . Para una frecuencia útil de trabajo de 9,3 GHz, el nivel de adaptación es de aproximadamente -26 dB en ambos ejemplos de corrección. Del mismo modo para la figura 10, una curva 10a representa las pérdidas de inserción para una longitud de 1.600  $\mu\text{m}$  y una curva 10b para una longitud de 1.200  $\mu\text{m}$ . También para una frecuencia útil de trabajo de 9,3 GHz, las pérdidas de inserción son de 0,15 dB para ambos ejemplos de corrección.

La implementación conjunta de la máscara 26 y de una corrección de tipo paso bajo permite obtener un excelente nivel de prestaciones de la transición entre el conector 11 y la línea de transmisión 13 en un ancho de banda muy importante. Obviamente, los ejemplos de cifras propuestos con anterioridad se deben adaptar mediante ensayos en función de la frecuencia útil central de trabajo.

En los ejemplos de corrección que se han ilustrado anteriormente, la anchura del tramo de línea inductiva 20 es de 200  $\mu\text{m}$ . Esta anchura es mucho menor que la anchura de la parte rectilínea 14 que es de 450  $\mu\text{m}$  con el fin de obtener un efecto inductivo. Esta reducción de anchura también tiende a oponerse al paso de la señal en la línea de transmisión 13. Se puede limitar este inconveniente modificando la forma de la máscara 26. La zona de contacto 15 mantiene su forma circular centrada en el eje  $zz'$ , forma impuesta por la elección del conector 11. En la figura 11 se ilustra una variante de forma de máscara 26 que permite limitar este inconveniente. De manera más precisa, la máscara 26 comprende una parte circular 30 centrada en el eje  $zz'$  y una parte alargada 31 se extiende a lo largo de un segundo eje 32 paralelo a una dirección principal 33 de la parte rectilínea 14 de la línea de transmisión 13 en contacto con la zona de contacto 15.

Esta variante no excluye el hecho de aplicar una corrección que utilice unos tramos de línea inductiva 20 y capacitiva 21. Sin embargo, se ha constatado que el hecho de no tener localmente plano de masa bajo el tramo de línea inductiva 20 permite mejorar mucho el carácter inductivo buscado para este elemento. Como consecuencia, con una anchura de línea inductiva dada, el tramo de línea inductiva 20 tendrá, por ejemplo, una longitud menor que en el caso de la figura 8 y, por lo tanto, un carácter más localizado. La parte alargada 31 se puede extender únicamente junto al tramo de línea inductiva 20.

La figura 12 representa la variante de la figura 11 vista de manera perpendicular al circuito impreso 10. De manera ventajosa, una proyección de la línea de transmisión, en el plano interno de masa 25, mantiene una distancia  $d$  sustancialmente constante con respecto al borde de la máscara 26, midiéndose la distancia  $d$ , por una parte, entre la zona de contacto 15 y la parte circular 30 de la máscara 26 y, por otra parte, entre la parte rectilínea 14 de línea de transmisión 13 y el borde de la máscara 26 de manera perpendicular a la dirección principal 33 de la parte rectilínea 14. Si la parte alargada 31 se extiende únicamente junto al tramo de línea inductiva 20, para esta parte 31, la distancia  $d$  se mide entre el borde de la máscara 26 y el tramo de línea inductiva 20.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Dispositivo de conexión para señales de alta frecuencia, que comprende un circuito impreso (10) en una cara externa (12) del cual está impresa una línea de transmisión (13) y un conector (11) coaxial montado en la superficie del circuito impreso (10) en la cara externa (12), realizándose la conexión del conector (11) al circuito impreso (10) mediante el recubrimiento de las zonas planas del conector (11) sobre las áreas externas del circuito impreso sin orificio metalizado, conectándose la línea de transmisión (13) al conector (11) por medio de una zona de contacto (15) que pertenece a la línea de transmisión (13) a la cual se añade un alma central del conector (11), comprendiendo el circuito impreso (10) al menos un plano interno de masa (25) paralelo a la cara externa (12) y que contribuye a la adaptación de la línea de transmisión (13), **caracterizado por que** el plano interno de masa (25) está perforado por una máscara (26) junto a la zona de contacto (15).
- 10 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** el circuito impreso (10) comprende un segundo plano de masa (27), paralelo al plano interno de masa (25), situándose el plano interno de masa (25) entre la línea de transmisión (13) y el segundo plano de masa (27), y **por que** el segundo plano de masa (27) es continuo junto a la zona de contacto (15).
- 15 3. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la línea de transmisión (13) comprende cerca de la zona de contacto (15) una célula de filtrado de tipo paso bajo en cooperación con la impedancia que aporta la transición entre el alma central del conector (11) y la zona de contacto (15).
4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado por que** la célula de filtrado comprende un tramo de línea inductiva (20) y un tramo de línea capacitiva (21).
- 20 5. Dispositivo de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** la zona de contacto (15) es circular centrada en un eje (zz') y **por que** la máscara (26) es circular y está centrada en el mismo eje (zz').
6. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado por que** el diámetro de la máscara (26) es superior al de la zona de contacto (15) de tal modo que limita la impedancia generada entre la zona de contacto (15) y el plano interno de masa (25).
- 25 7. Dispositivo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la zona de contacto (15) es circular y está centrada en un eje (zz') y **por que** la máscara (26) comprende una parte circular (30) centrada en el mismo eje (zz') y una parte alargada (31) que se extiende a lo largo de un segundo eje (32) paralelamente a una dirección principal (33) de una parte rectilínea (14) de la línea de transmisión (13) en contacto con la zona de contacto (15).
- 30 8. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** en el plano interno de masa (25), una proyección de la línea de transmisión (13) mantiene una distancia (d) sustancialmente constante con respecto al borde de la máscara (26), midiéndose la distancia (d), por una parte, entre la zona de contacto (15) y la parte circular (30) de la máscara (26) y, por otra parte, entre la parte rectilínea (14) de la línea de transmisión (13) y el borde de la máscara (26) de manera perpendicular a la dirección principal (33) de la parte rectilínea (14).
- 35

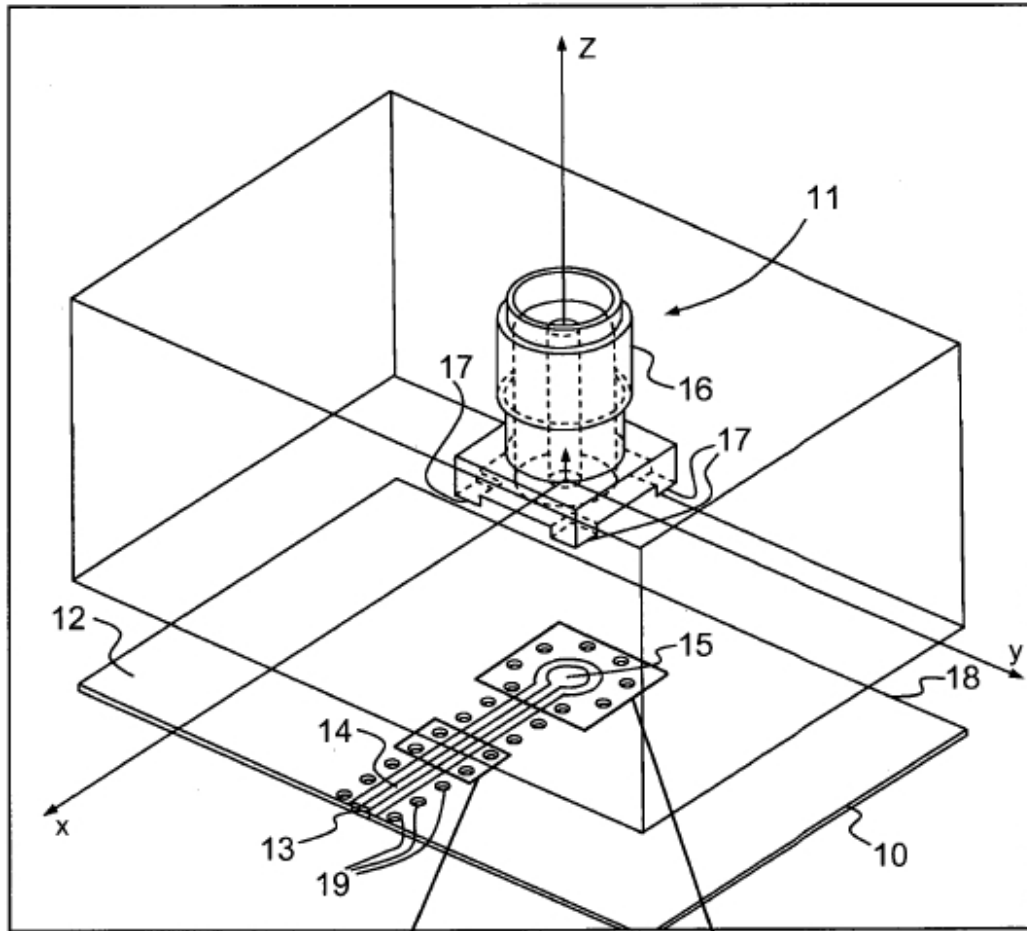


FIG. 1

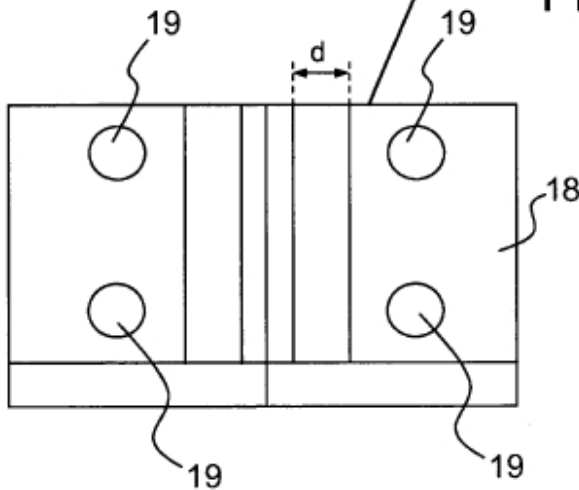


FIG. 1a

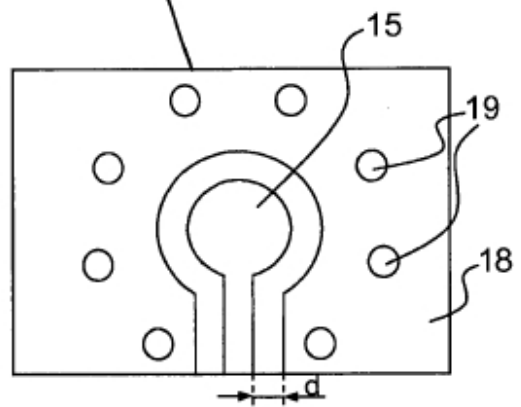


FIG. 1b

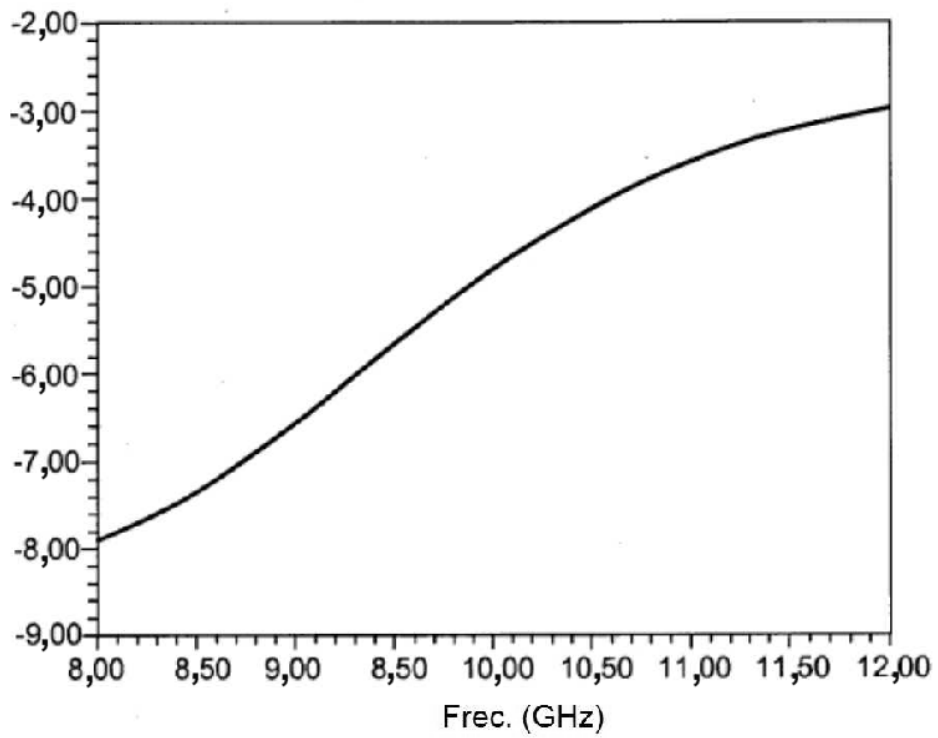


FIG.2

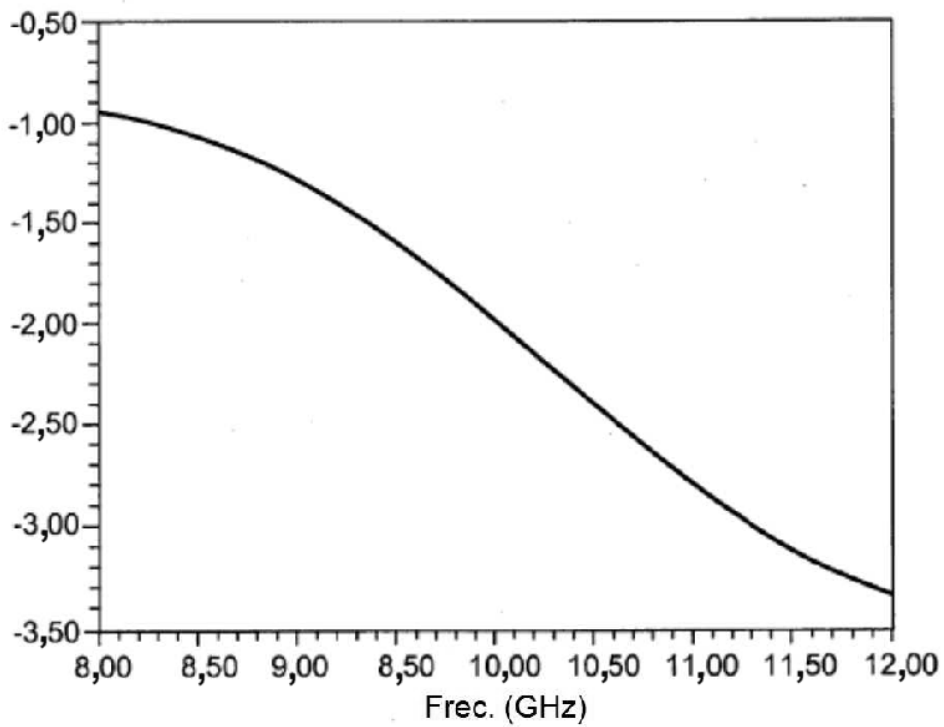


FIG.3



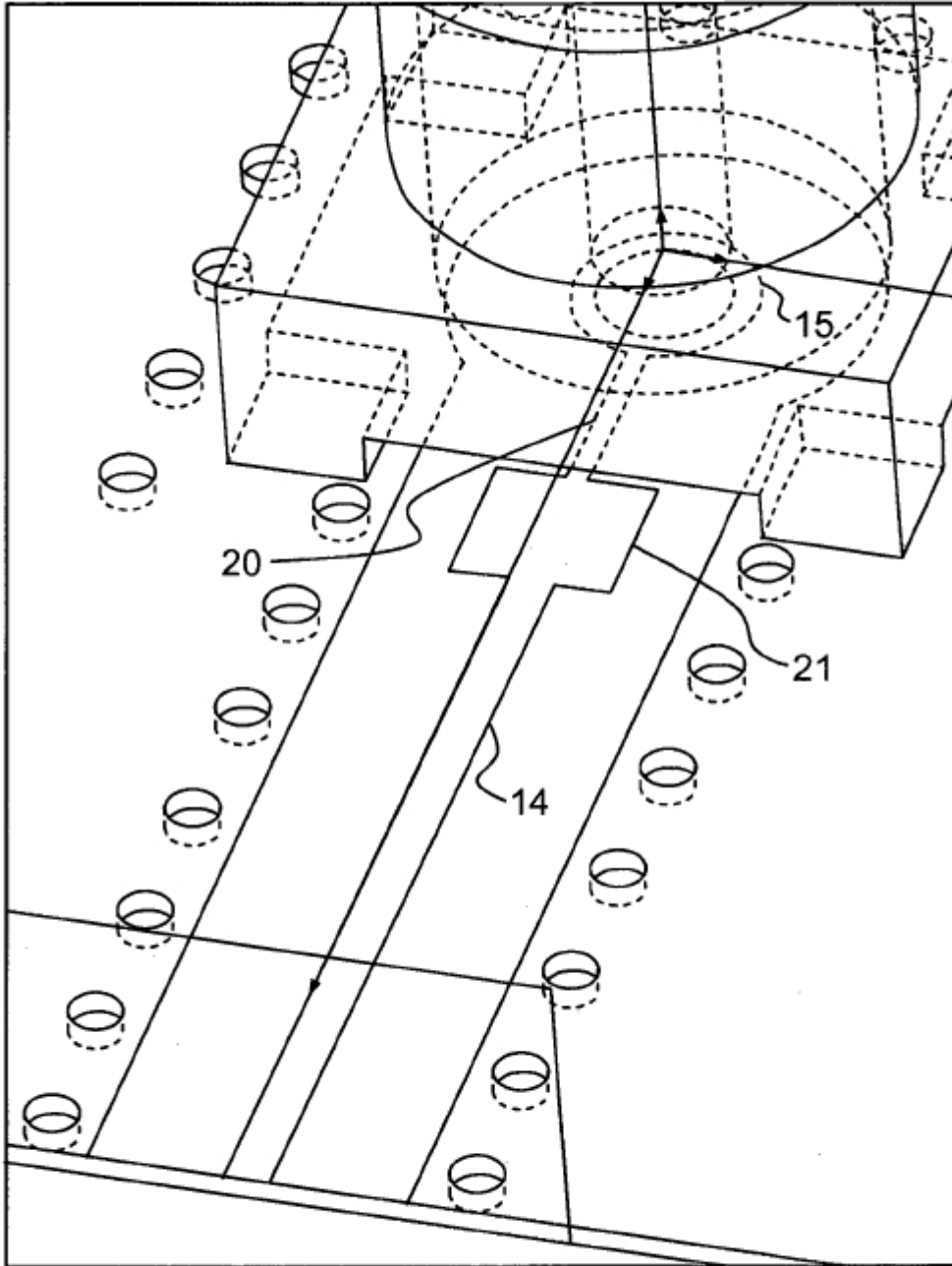


FIG.4

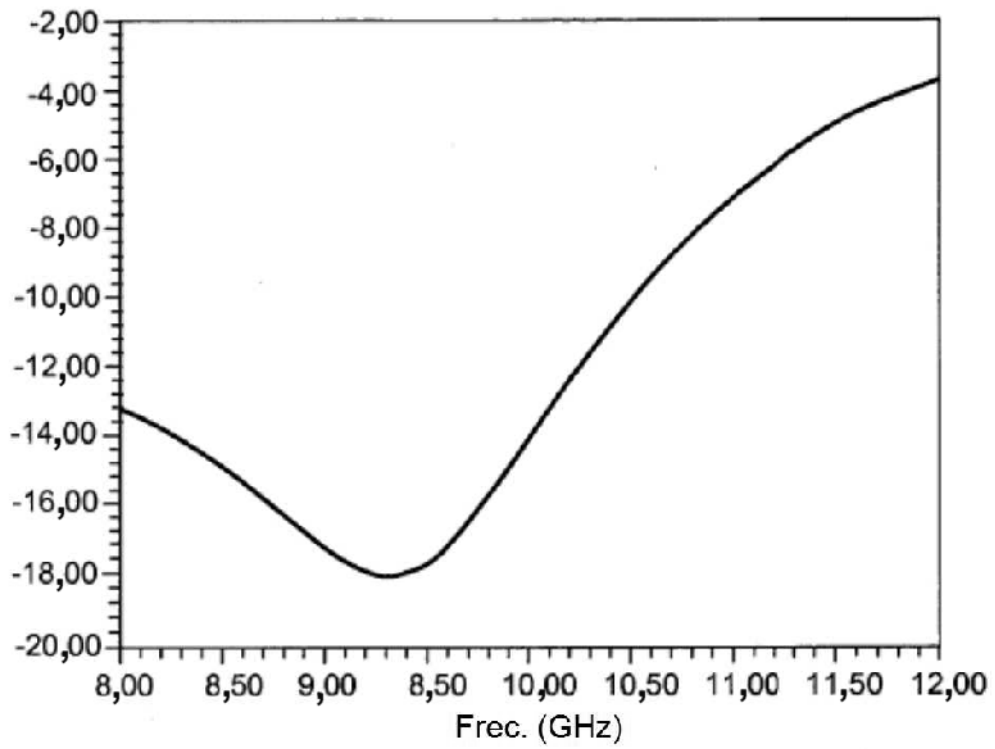


FIG.5

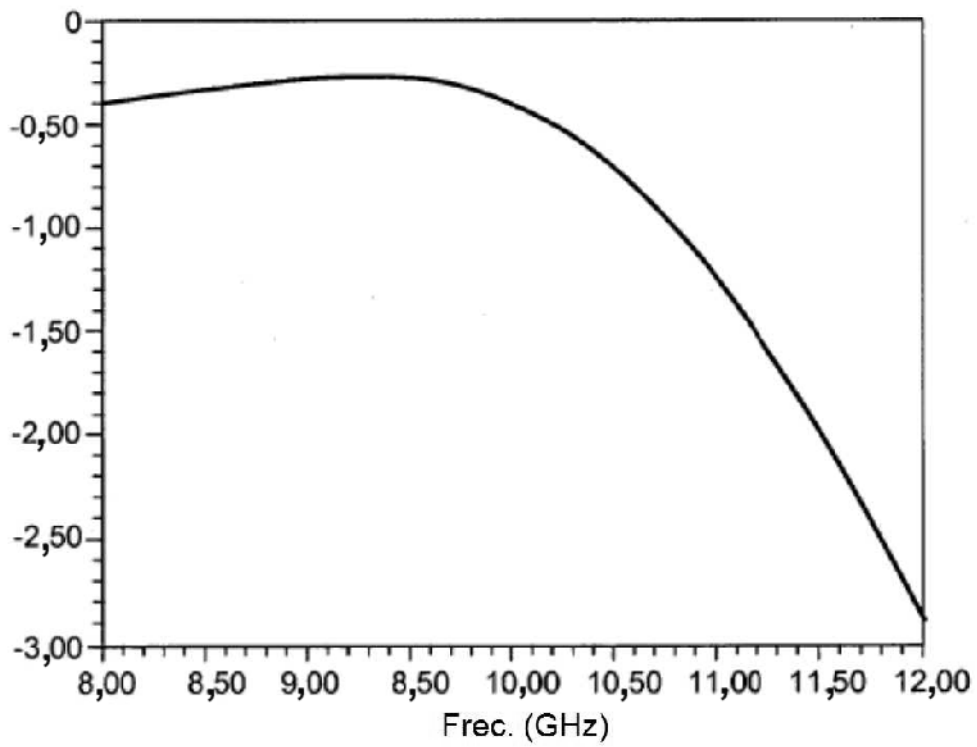


FIG.6

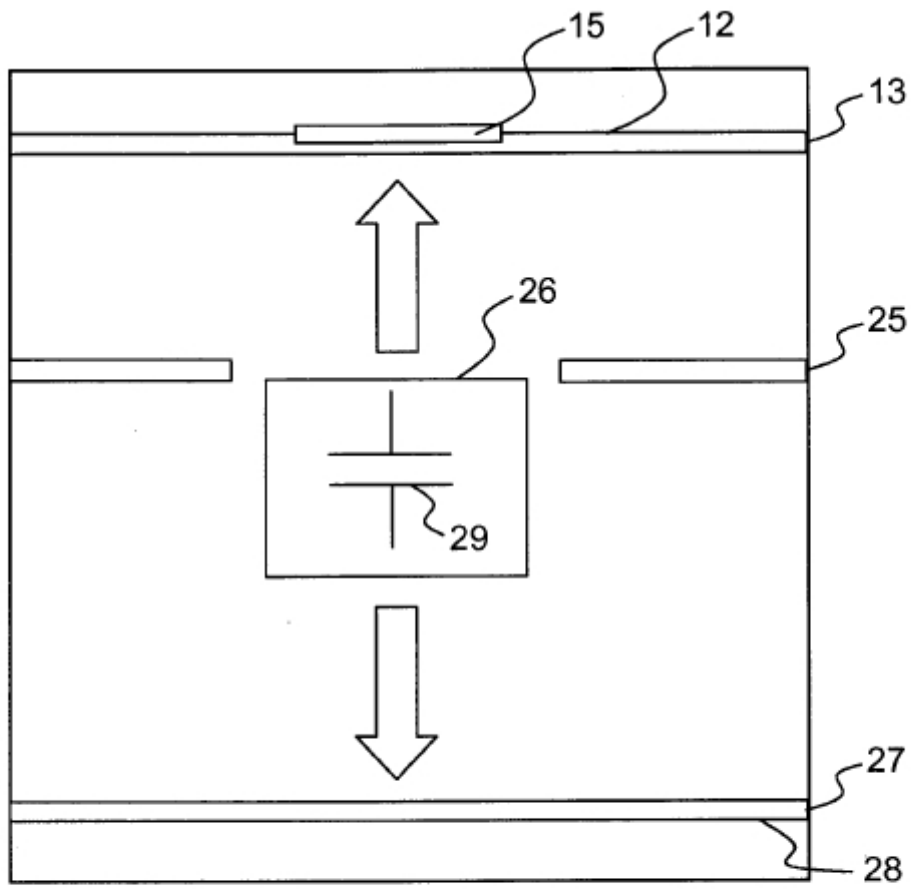


FIG. 7

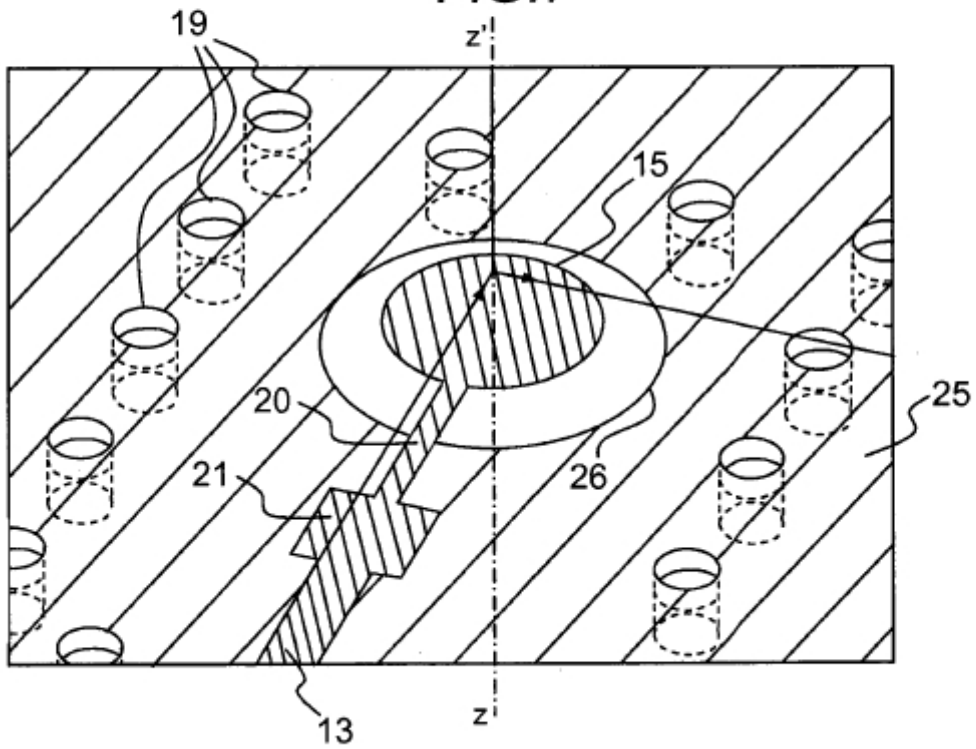


FIG. 8

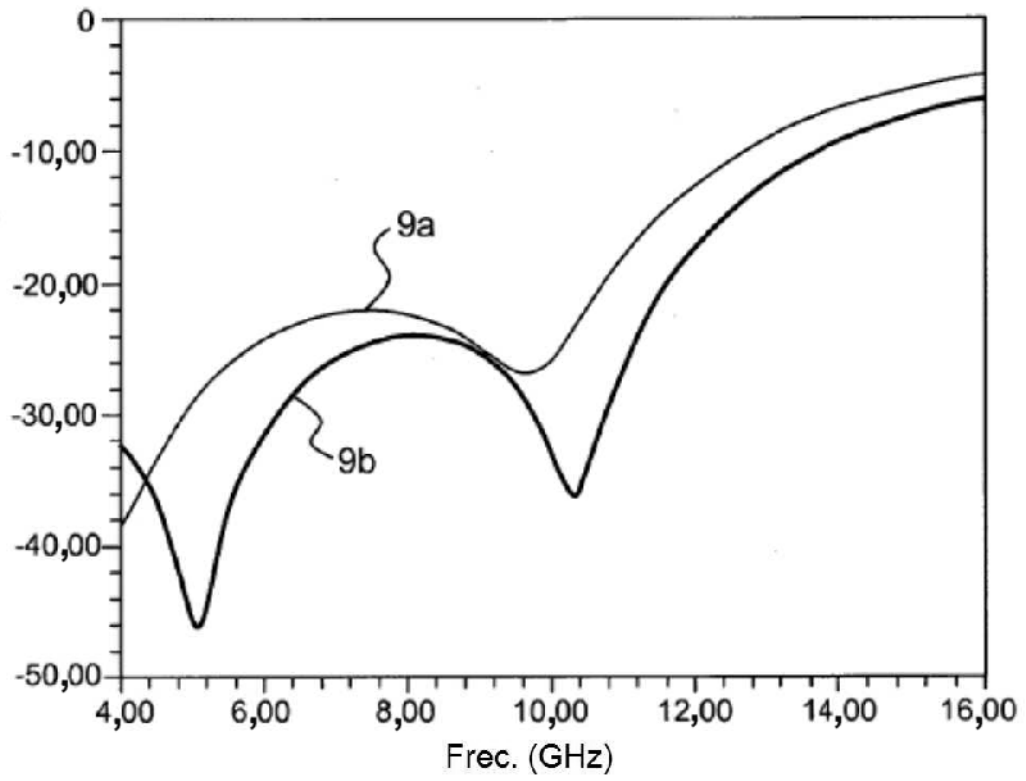


FIG.9

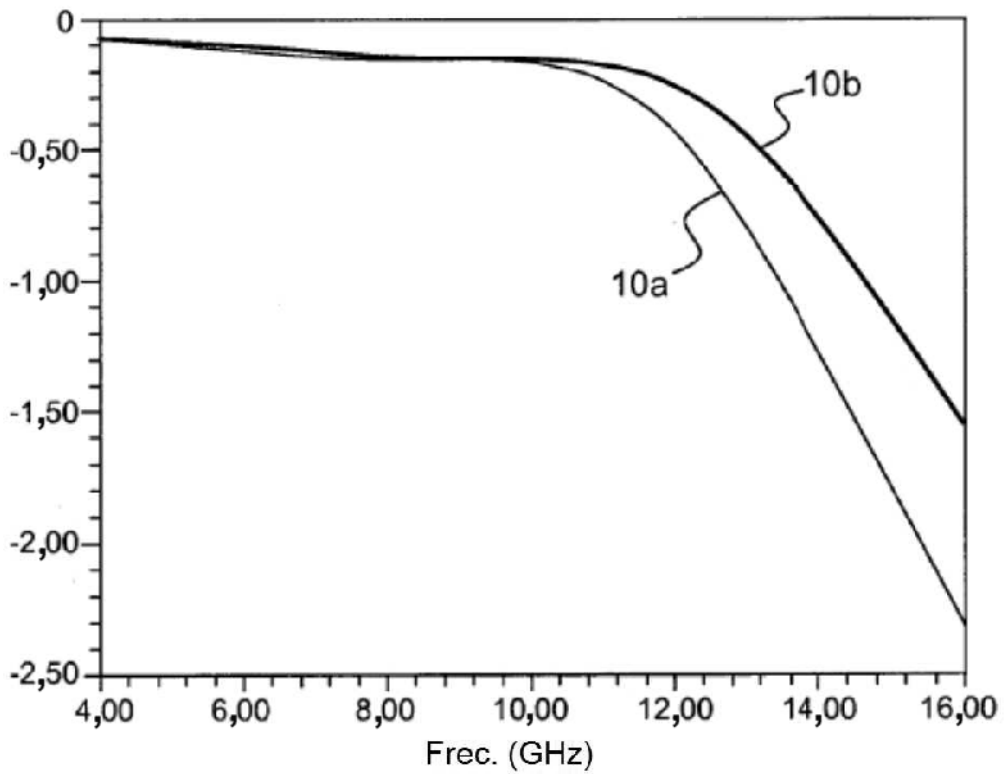


FIG.10

