

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 701 155**

51 Int. Cl.:

H01P 1/17 (2006.01)

H01P 1/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.1999** **E 07075901 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018** **EP 1912276**

54 Título: **Placa de cuarto de onda**

30 Prioridad:

15.01.1999 GB 9900763

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

21.02.2019

73 Titular/es:

**MBDA UK LIMITED (100.0%)
Six Hills Way Stevenage
Hertfordshire SG1 2DA, GB**

72 Inventor/es:

ROWATT, CHARLES ANTHONY

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 701 155 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

Placa de cuarto de onda

La invención se refiere a placas de cuarto de onda. Particularmente se refiere a placas de cuarto de onda para utilizar en frecuencias de radio.

- 5 Como es conocido por los expertos en la técnica, una placa de cuarto de onda es un componente que produce un desfase de $\pi/2$ radianes, es decir una cuarta parte de longitud de onda (o un múltiplo entero impar de la misma) entre componentes ortogonales de radiación electromagnética.

Aplicaciones de tales placas de cuarto de onda incluyen la conversión de radiación sin polarizar a radiación polarizada circularmente y la conversión de radiación polarizada en un plano a radiación polarizada helicoidalmente.

- 10 Es conocido el hecho de construir una placa de cuarto de onda para utilizar a frecuencias de radio utilizando un material eléctrico que tiene una constante dieléctrica anisótropa relativa. Dos caras paralelas están hechas sobre una pieza del material anisótropo. La distancia entre las caras es tal que, atravesando el grosor de la placa, para una radiación a la frecuencia nominal a la que la placa ha de ser utilizada, componentes en la dirección paralela al eje de la constante dieléctrica mayor sufren un desfase de una cuarta parte de longitud de onda con relación a componentes en un eje
- 15 ortogonal que tiene la menor constante dieléctrica. Un tipo de material que tiene las propiedades anisótropas necesarias es el zafiro. Aunque se ha encontrado que tales placas producen el desfase necesario, sufren de varias desventajas. El zafiro es un material relativamente "duro" es decir tiene una constante dieléctrica relativamente alta con respecto al aire. Esto da como resultado pérdidas por reflexión debido a la falta de coincidencia entre el espacio libre y la constante dieléctrica relativamente alta del zafiro. El problema de esta falta de coincidencia ha sido abordado proporcionando
- 20 recubrimientos anti-reflectantes de manera convencional. Aunque este enfoque ha probado ser generalmente satisfactorio, se han planteado problemas por la pobre adherencia de los recubrimientos al zafiro. La estructura resultante se ha encontrado que tiene un ancho de banda relativamente estrecho.

- 25 LL. Goldstone: "Circular Polarizer for Microwave Transmission", IBM Technical Disclosure Bulletin, Vol. 22, Nº 9, Febrero de 1980 (1980-02), pág. 4034, XP002174829, IBM Corp. New York, EE.UU. ISSN: 0018-8689, describe un polarizador circular que tiene una pluralidad de placas polarizadoras formadas mecanizando ranuras paralelas en extremos opuestos de una pieza dieléctrica cilíndrica de material, una sección de soporte central que es transparente para la incidencia de las ondas y una pluralidad de transformadores de correspondencia formados por mecanización de ranuras transversales en los extremos de las placas polarizadas. Estas ranuras transversales no causan desfase diferencial entre vectores de campo ortogonales.

- 30 El documento US-A-4551692 describe un polarizador que comprende una primera parte de capa coincidente activa para proporcionar un desfase entre componentes de onda ortogonal incidente, una región de soporte estructural y una segunda parte de capa coincidente no activa, que no afecta a los desfases relativos entre los dos vectores de campo.

La presente invención busca proporcionar una placa de cuarto de onda en la que las desventajas de la técnica anterior sean mejoradas.

- 35 De acuerdo con la invención, se ha proporcionado una placa de cuarto de onda como se ha descrito en el texto de la reivindicación 1.

A continuación se describirán realizaciones de la invención a modo de ejemplo no limitativo solamente, con referencia a los dibujos en los que

- 40 La fig. 1 muestra un alzado de extremidad de una primera placa de cuarto de onda que pone en práctica la invención cuando es modificada para incluir la región continua mostrada en las figs. 5 a 7.

La fig. 2 muestra una vista en sección de la fig. 1 a lo largo de la línea II-II; y

La fig. 3 muestra una vista isométrica de la primera placa de cuarto de onda;

La fig. 4 muestra una realización de la invención;

La fig. 5 muestra una vista isométrica de una de las placas de la fig. 4;

- 45 La fig. 6 muestra una desviación de extremidad de la fig. 5; y

La fig. 7 muestra una vista en sección de la fig. 6 a lo largo de la línea VII-VII.

- 50 Antes de describir las realizaciones debería quedar claro evitar la duda de que, cuando se hace referencia a la constante dieléctrica relativa de un material, "blando" se refiere a materiales que tienen una constante dieléctrica baja, y "duro" se refiere a materiales que tienen una constante dieléctrica elevada. Para los propósitos de esta memoria descriptiva, un material blando es el que tiene una constante relativa menor de 5 y un material duro es uno que tiene una constante

dieléctrica relativa mayor de 5. Los términos "duro" y "blando" en este contexto no significan necesariamente que los materiales en cuestión sean también duros o blandos en un sentido físico.

5 Con referencia a las figs. 1, 2 y 3 de los dibujos, una placa 100 de cuarto de onda está construida de un dieléctrico isotrópico "blando" que comprende un copolímero de estireno reticulado que tiene una constante dieléctrica relativa de aproximadamente 2,5 en su frecuencia de diseño. La placa tiene la forma general de un cilindro circular recto que tiene una primera pluralidad de ranuras 2 formadas en una cara de extremidad dejando una primera pluralidad de partes macizas 1 entre ellas, y una segunda pluralidad de ranuras 12 formadas en la cara opuesta que tienen una segunda pluralidad de partes macizas 11 entre ellas, siendo la primera pluralidad de ranuras 2 paralela con la segunda pluralidad de ranuras 12.

10 La primera pluralidad de partes macizas 1 y ranuras 2 constituye una primera región delimitada por las líneas A-A y B-B y que tiene una longitud axial a igual a la profundidad de las ranuras 2. La segunda pluralidad de partes macizas 11 y ranuras 12 constituye una segunda región delimitada por las líneas C-C y D-D y que tiene una longitud axial b igual a la profundidad de las ranuras 12.

La tercera región delimitada por las líneas B-B y C-C constituye una tercera región que tiene una longitud axial c.

15 La suma de las longitudes axiales a y b es tal que una onda que atraviesa la distancia a + b a través del dieléctrico isotrópico exhibe un desfase de una cuarta parte de longitud de onda con respecto a una onda que se desplaza en la distancia a + b a través del medio que llena las ranuras. En la presente realización este medio es el aire. En el presente ejemplo la placa de ondas es completamente simétrica en reflexión alrededor de su centro y la primera región es idéntica a la segunda región. Así la impedancia de la primera región en el plano B-B es la misma que la impedancia de la segunda región en la placa C-C. La longitud c de la tercera región es nominalmente la mitad de la longitud de onda de la frecuencia de diseño. Una estructura de media longitud de onda tiene la propiedad de que, cualquiera que sea la impedancia presentada en una extremidad, esa impedancia aparece sin cambios en la otra extremidad y así la región central de la mitad de una onda acopla directamente B-B a C-C.

25 Como la impedancia en el plano B-B es la misma que la impedancia en el plano C-C, teóricamente resulta una coincidencia de impedancia perfecta, sin pérdidas por reflexión en las superficies B-B o C-C. Diseñando las impedancias de entrada de la primera y segunda estructuras para unas mínimas pérdidas por reflexión en las superficies A-A o D-D, la pérdida por reflexión de energía que atraviesa la placa de cuarto de onda puede ser minimizada. La reflectancia para las ondas de entrada cuyo vector E es paralelo a las ranuras es preferiblemente tan próxima como sea posible a la reflectancia para las ondas de entrada cuyo vector E es ortogonal a las ranuras. Esto preserva la relación de amplitud entre componentes ortogonales. Permitiendo que la radiación polarizada en plano incida sobre la estructura con su vector E a 45 grados con el eje de las ranuras, los dos componentes ortogonales emergerán con amplitudes iguales, asegurando por ello que se obtienen resultados de radiación polarizada circular (no elíptica).

A continuación se darán detalles del procedimiento para determinar las dimensiones de la primera y segunda secciones.

35 Un método conocido para proporcionar una transformación libre de reflexión sustancialmente entre medios que tienen diferentes impedancias características Z_1 , Z_2 implica la previsión entre los medios de una sección de una cuarta parte de longitud de onda (es decir una sección que tiene una longitud de una cuarta parte de longitud de onda a la frecuencia de diseño) que tiene una impedancia característica Z_3 que es la raíz cuadrada del producto de la dos impedancias, es decir

$$Z_3 = \sqrt{Z_1 Z_2}$$

40 La publicación "The design Of Quarter Wave Matching Layers For Dielectric Surfaces" por R.E. Collin y J. Brown, (Proc., IEE Part C Vol 103, 1956, págs. 153-158, muestra el diseño de estructuras que tienen una longitud eléctrica de una cuarta parte de longitud de onda para proporcionar una buena coincidencia de impedancias entre el espacio libre y un dieléctrico previendo ranuras en la superficie del dieléctrico en su interfaz con el espacio libre. Las técnicas de diseño descritas en esta técnica anterior para construir transformadores de impedancia, pueden ser utilizadas para diseñar las dimensiones radiales de las ranuras de placas de cuarto de onda de acuerdo con la presente invención.

45 La primera operación es determinar las dimensiones de las ranuras que serían necesarias para construir una capa de coincidencia de cuarto de onda entre el espacio libre y el material dieléctrico del que ha de ser construida la placa de cuarto de onda, utilizando los criterios de diseño dados en el papel anterior de Collin et al.

50 La siguiente operación es determinar la longitud l de ranura axial que sería necesaria para producir un desfase de una cuarta parte de longitud de onda entre una onda que se desplaza en el dieléctrico y una onda que se desplaza en la misma distancia en el espacio libre. Dividiendo por la mitad la longitud así determinada da las profundidades axiales respectivas a, b, de las ranuras, es decir $a=b=l/2$. La dimensión c es nominalmente la longitud de una mitad de la longitud de onda de la frecuencia de diseño en el medio dieléctrico. Los solicitantes han encontrado que hacer la dimensión c exactamente igual a la mitad de la longitud de onda no ha producido la reflexión mínima en la práctica. Los solicitantes han encontrado que variar la dimensión c de la tercera sección ha permitido una sintonización fina del coeficiente de reflexión de la placa de cuarto de onda. Una estimación de las dimensiones exactas puede ser hecha mediante

modelado por ordenador, o determinada empíricamente haciendo simplemente varias estructuras que son idénticas en todos los aspectos distintos a la dimensión c , y determinando mediante ensayos reales la dimensión c que da el mejor coeficiente de reflexión.

5 La estructura resultante puede ser considerada que tiene una impedancia en plano A-A y D-D que proporciona una buena coincidencia con el espacio libre, e impedancias en planos B-B y C-C que son una función de las longitudes a y b . Aunque estas últimas impedancias no serán en general tales que proporcionen una buena coincidencia de impedancia al dieléctrico, no es importante que la tercera sección de longitud c de la mitad de la longitud de onda lleve efectivamente el plano B-B a coincidir con el plano C-C, proporcionando por ello una coincidencia de impedancia entre la primera y segunda secciones. Variar la longitud c permite una sintonización fina de los coeficientes de reflexión en los planos A-A y 10 D-D. La suma de longitudes a y b es tal que proporciona las propiedades dieléctricas birrefringentes anisótropas necesarias para que la estructura se comporte como una placa de cuarto de onda.

Pueden obtenerse grados adicionales de libertad de diseño utilizando una disposición compuesta que consiste de dos o más placas discretas, siendo tales las placas que un desfase diferencial total de una cuarta parte de longitud de onda (o un múltiplo entero impar de la misma) es importado a componentes ortogonales de una onda en su paso a través de las 15 placas. La distancia entre las placas y la naturaleza del dieléctrico entre ellas proporciona grados adicionales de libertad de diseño.

La fig. 4 muestra esquemáticamente una placa 400 de cuarto de onda que consiste de una primera y segunda placas 40, 50 de octava parte de onda separadas por un espacio 60. En la presente realización el espacio consiste en aire, y el mismo medio (aire) está presente a ambos lados de la placa de cuarto de onda. Esto permite el uso de una disposición 20 simétrica en la que las placas 40 y 50 de octava de onda son de diseño idéntico. Cada placa 40, 50 de octava de onda es de configuración similar a la placa de cuarto de onda de las figs. 1 a 3 por que cada cara está provista de una pluralidad de ranuras paralelas: sin embargo mientras en las figs. 1 a 3 la profundidad de la ranura era tal que producía un desfase diferencial de un octavo en cada una de las regiones a y b , en la presente realización la profundidad es tal que produce un desfase diferencial de una sexta parte de longitud de onda en cada una de las regiones a' , b' , b'' y a'' . Se verá que el desfase diferencial total es cuatro veces una decimosexta parte, es decir una cuarta parte de longitud de onda. Como en 25 las figs. 1 a 3 las dimensiones axiales c' , c'' de regiones 44, 54 son cada una nominalmente iguales a un múltiplo entero de una mitad de longitud de onda, sin embargo está dimensiones y la dimensión d del espacio 60 puede ser variadas para optimizar parámetros tales como el coeficiente de reflexión.

Una de las placas 40 de octava de onda será descrita a continuación con referencia a las figs. 5, 6 y 7. Como se ha 30 indicado anteriormente, la otra placa 50 es idéntica. La placa 50 es de forma cilíndrica circular generalmente recta. Cada extremidad del cilindro tiene una pluralidad de ranuras 42, 42' paralelas separadas formadas en sus extremos, estando definidas la ranuras por partes macizas 41, 41'. En la presente realización la placa 40 es producido por moldeo y para proporcionar resistencia mecánica la ranuras 42, 42' no se extienden completamente a través de las caras de 35 extremidad. En su lugar se deja una región 43, 43' anular circunferencial continúa en el perímetro de cada cara extremidad que soporta y protege las extremidades radiales de las partes macizas 41, 41'. Las regiones con ranuras son suficientemente grandes de modo que intercepten toda la región electromagnética cuya polarización ha de ser modificada. Así la presencia de las regiones anulares circunferenciales 43, 43' no tiene efecto sobre el funcionamiento de la placa en uso. Debido a que esta realización está diseñada para ser fabricada por moldeo, las paredes laterales de la ranuras 42, 42' no son exactamente perpendiculares a las caras de extremidad del cilindro, sino que está ligeramente 40 estrechadas para facilitar la liberación del molde en el que se ha fabricado la placa. Este estrechamiento está mostrado algo exagerado en la vista esquemática de la fig. 7 para su claridad.

En una modificación, no mostrada, el medio en el espacio intermedio 60 no es aire sino que comprende un material de una constante dieléctrica distinta de la unidad. Este material puede ser el mismo que el material que llena la ranuras en las regiones enfrentadas b' , b'' .

45 En otra modificación, no mostrada, una placa de cuarto de onda de acuerdo con la invención puede consistir de más de dos placas. El desfase diferencial al que contribuye cada placa es tal que el desfase diferencial total es un múltiplo entero impar de una cuarta parte de longitud de onda. Así una disposición de tres placas podría tener tres placas idénticas, produciendo cada una un desfase de una duodécima parte de longitud de onda, o una placa que tiene un desfase de una octava parte en combinación con dos placas cada una con un desfase de una decimosexta parte, o cualquier otra 50 combinación que produzca un desfase diferencial total de una cuarta parte de longitud de onda. Aunque más compleja que una disposición de dos placas, los espacios adicionales entre placas proporcionan grados adicionales de libertad de diseño.

Aunque las ranuras 2, 12 en las figs. 1 a 3 están mostradas como que se extienden totalmente a través de la estructura, esto no es necesario. Es solamente necesario que las ranuras se extiendan a través de esa parte de la estructura a 55 través de la cual ha de pasar la radiación electromagnética. Así la periferia de cada cara de extremidad puede ser continua, proporcionando soporte mecánico para las extremidades de las partes macizas 1, 11 como se ha mostrado en las figs. 5 y 6. Cuando es modificada para incluir la región continúa, la placa de onda mostrada en las figs. 1 a 3 forma una realización de la invención.

No es necesario que el desfase total proporcionado por la sección con ranuras sea una cuarta parte de longitud de onda. Cualquier múltiplo entero impar de una cuarta parte de longitudes de onda bastará.

No es necesario que las secciones intermedias sean una semi-longitud de onda (nominal). Cualquier múltiplo entero de semi-longitudes de onda bastará.

- 5 Aunque las realizaciones descritas emplean un sustrato "blando" que tiene una constante dieléctrica baja, puede emplearse material de cualquier constante dieléctrica.

10 Aunque las realizaciones descritas proporcionan placas de cuarto de onda para utilizar en aire, la invención puede también ser realizada donde el dieléctrico interconecta con un medio distinto del aire y con una constante dieléctrica relativa distinta de la unidad, siendo cambiadas las dimensiones relevantes de acuerdo con la constante dieléctrica del medio para dar el desfase diferencial necesario.

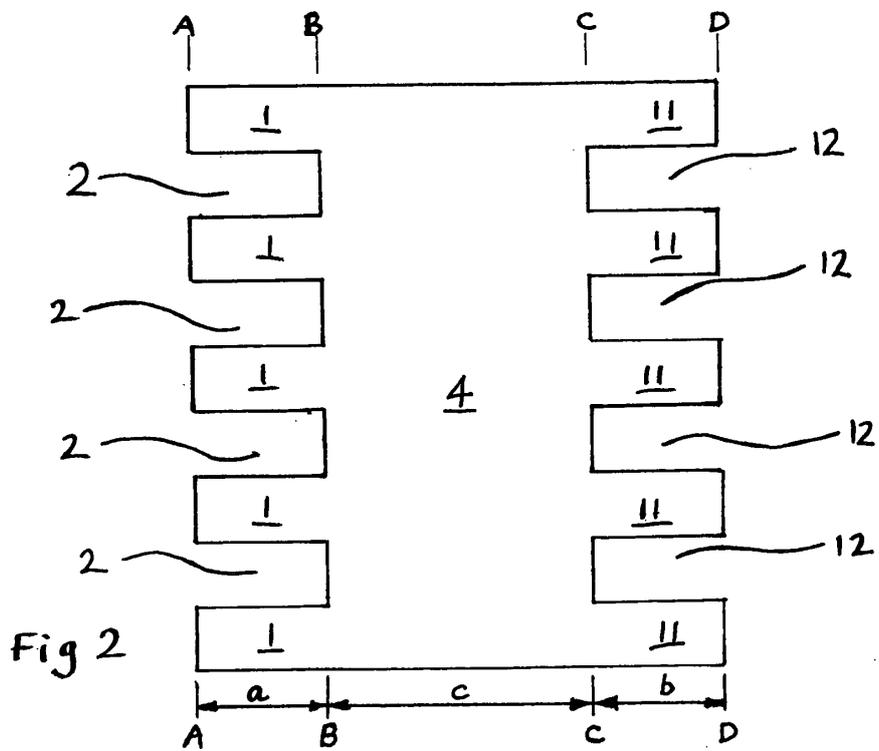
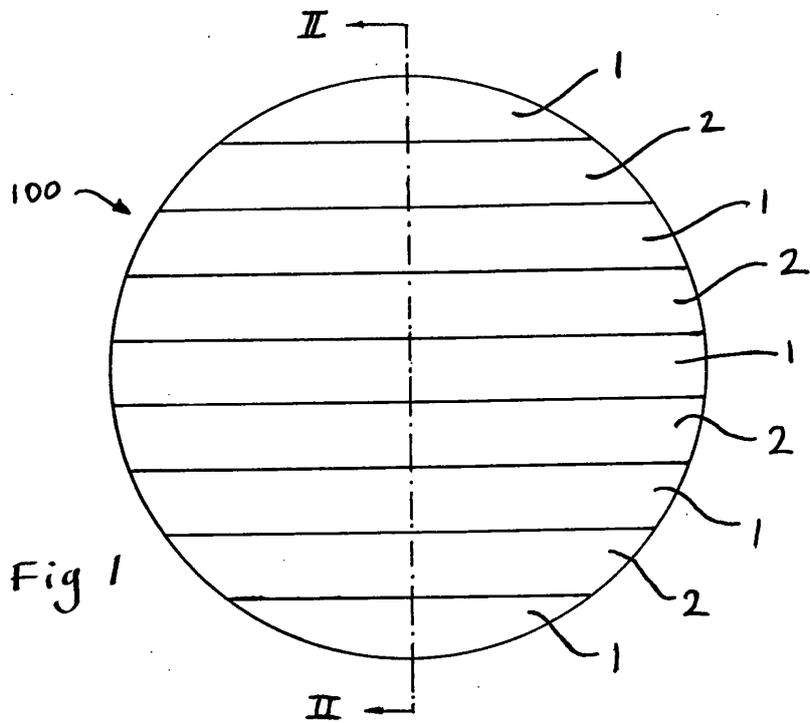
15 Aunque las realizaciones descritas son placas de cuarto de onda en las que el mismo medio está presente en ambas extremidades axiales, la invención puede también ser realizada donde haya presentes diferentes medios en extremidades opuestas, por ejemplo aire en una extremidad y aceite en la otra extremidad. Las dimensiones de la ranuras en cada extremidad son entonces de diseño diferente de modo que proporcionen una coincidencia de impedancia entre los medios respectivos y el dieléctrico. Así en una realización que consiste físicamente de una sola placa, la suma de longitudes a y b es tal que proporciona el desfase necesario. Ha de observarse que los trayectos que han de ser comparados ahora comprenden por un lado un trayecto a través del dieléctrico, y por el otro lado un trayecto parcialmente en un medio y parcialmente en el otro medio. Las longitudes reales de a y b son elegidas de modo que presentan las mismas impedancias en superficies intermedias B-B y C-C, siendo efectuada la sintonización fina variando la dimensión c como antes. Consideraciones similares se aplican, mutatis mutandis, a disposiciones que consisten físicamente de más de una placa.

20 Las ranuras pueden ser proporcionadas por cualquier método conveniente apropiado para el material dieléctrico utilizado, por ejemplo fresado, colada o amolado.

25 Aunque la realización representa una estructura cilíndrica circular, la estructura puede ser de cualquier forma apropiada a la aplicación o estructura en la que el dispositivo ha de ser empleado.

REIVINDICACIONES

1. Una placa (100; 400) de cuarto de onda que comprende al menos un cuerpo de material dieléctrico, teniendo dicho o cada uno de dichos cuerpos una primera y segunda caras de extremidad en lados opuestos del mismo; comprendiendo el o cada cuerpo
- 5 una primera parte (a, a', a'') que comprende un primer número de ranuras paralelas (2; 42) que se extienden hacia dentro de dicha primera cara de extremidad;
- una segunda parte (b, b', b'') que comprende un segundo número de ranuras paralelas (12; 42') que se extienden hacia dentro de dicha segunda cara de extremidad; siendo el segundo número idéntico al primer número y estando cada ranura (2; 42) de la primera parte (a; a', a'') alineada con una ranura correspondiente (12, 42') de la segunda parte (b; b', b''); y
- 10 una tercera parte (c; c', c'') definida entre la primera y segunda partes;
- siendo las respectivas profundidades de las primeras (2; 42) y las segundas (12; 42') ranuras tales que se produzca un desfase de un múltiplo entero impar de cuarto de longitud de onda entre el primer y segundo componentes ortogonales de una onda electromagnética que atraviesa la placa (100; 400), teniendo el primer componente su vector E paralelo a la ranuras (2, 12; 42, 42'), teniendo el segundo componente su vector E perpendicular a la ranuras (2, 12; 42, 42');
- 15 caracterizada por que
- el material dieléctrico tiene una constante dieléctrica relativa menor de 5; y
- la longitud de la tercera parte (c; c', c'') no es exactamente un número entero de mitades de longitud de onda sino que se separa de un número entero de mitades de longitud de onda en una cantidad seleccionada para minimizar el coeficiente de reflexión en la primera y segunda caras de extremidad.
- 20
2. Una placa de cuarto de onda según la reivindicación 1 en la que el dieléctrico comprende un copolímero de estireno reticulado.
3. Una placa de cuarto de onda según cualquier reivindicación precedente en la que la profundidad de las primeras ranuras (2; 42) es igual a la profundidad de las segundas ranuras (12; 42').
- 25
4. Una placa de cuarto de onda según la reivindicación 3, en la que la placa (100) comprende un único dicho cuerpo y en el que la profundidad de las ranuras (2, 12) es tal que produce un desfase respectivo de un octavo de una longitud de onda entre dicho primer y segundo componentes ortogonales cuando la onda atraviesa la primera (a) y la segunda (b) partes respectivamente.
- 30
5. Una placa de cuarto de onda según la reivindicación 3, en la que la placa comprende dos de dichos cuerpos (40, 50), en donde la profundidad de la ranuras (42, 42') es tal que produce un desfase de una dieciseisava parte de una longitud de onda entre dicho primer y segundo componentes ortogonales cuando la onda atraviesa cada primera (a', a'') o segunda (b', b'') partes.
6. Una placa de cuarto de onda según la reivindicación 5, en la que los dos cuerpos (40, 50) están separados por una lámina de aire.
- 35
7. Una placa de cuarto de onda según cualquier reivindicación precedente que es de estructura cilíndrica.
8. Una placa de cuarto de onda según cualquier reivindicación precedente en la que él o cada cuerpo comprende una región continua que define el perímetro de cada cara de extremidad.



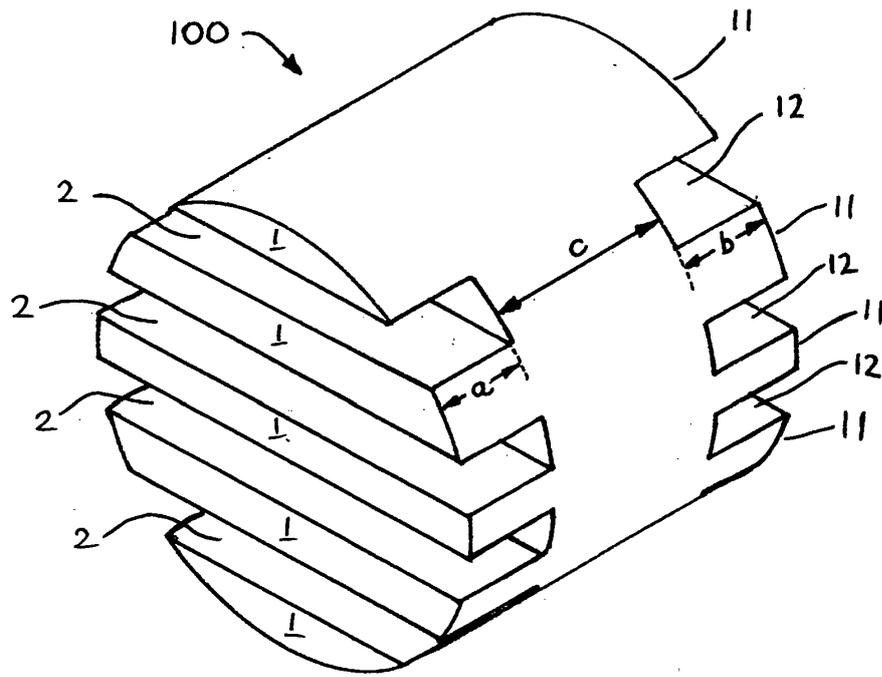


Fig 3

