(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 265 493**

(51) Int. Cl.:
H01Q 9/04 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Número de solicitud europea: **02718445 .6**
(86) Fecha de presentación : **09.04.2002**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1384286**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **28.01.2004**

(54) Título: **Antena ferroeléctrica invertida en F.**

(30) Prioridad: **11.04.2001 US 283093 P**
13.07.2001 US 904631
24.07.2001 US 912753
08.08.2001 US 927732
10.08.2001 US 927136

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.02.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.02.2007

(73) Titular/es: **Kyocera Wireless Corp.**
10300 Campus Point Drive
San Diego, California 92121, US

(72) Inventor/es: **Fabrega-Sanchez, Jordi**

(74) Agente: **Isern Jara, Jorge**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Antena ferroeléctrica invertida en F.

Antecedentes del invento

1. **Ámbito del invento**

El presente invento hace referencia en general a antenas de comunicación inalámbricas y, más en particular, a una antena invertida en F que se sintoniza con un condensador ferroeléctrico.

2. **Descripción de la técnica relacionada**

Existen varios tipos de diseños de antena convencionales que incorporan la utilización de un material dieléctrico. Por regla general, una parte del campo que genera la antena vuelve al contrapeso (tierra) desde el radiador a través del dieléctrico. La antena se sintoniza para que resuene a las frecuencias, mientras que las longitudes de onda del radiador y los dieléctricos muestran una relación óptima, en la frecuencia de resonancia. El dieléctrico más común es el aire, con una constante dieléctrica de 1. Las constantes dieléctricas de otros materiales se definen en relación con el aire.

Los materiales ferroeléctricos tienen una constante dieléctrica que cambia en respuesta a una tensión aplicada. Los materiales ferroeléctricos son buenos candidatos para fabricar componentes sintonizables, porque tienen una constante dieléctrica variable. Sin embargo, con las técnicas de medición y caracterización utilizadas actualmente, los componentes ferroeléctricos sintonizables han adquirido fama de ser sistemática y sustancialmente disipativos, con independencia del tratamiento, el dopado u otras técnicas de fabricación utilizadas para mejorar su pérdida de propiedades. Es por ello que no se han utilizado mucho. Los componentes sintonizables ferroeléctricos que operan en las zonas de microondas o de RF se consideran especialmente disipativos. Esta observación se basa en las aplicaciones de Radar en que, por ejemplo, una radiofrecuencia (RF) elevada o una pérdida de microondas es la norma común para materiales FE (ferroeléctricos) voluminosos (con un grosor superior a alrededor de 1,0 mm), sobre todo cuando se desea la máxima sintonización. En general, casi todos los materiales FE son disipativos, a menos que se tomen medidas para mejorar (reducir) su pérdida. Entre estas medidas figuran, pero sin limitarse a ellas: (1) recocido antes y después de la deposición o ambos para compensar las ausencias de O_2, (2) utilización de capas intermedias para reducir las tensiones superficiales, (3) aleación o tamponación con otros materiales y (4) dopado selectivo.

Dado que la demanda de sintonización de gama limitada de componentes de baja potencia ha aumentado en los últimos años, el interés en los materiales ferroeléctricos se ha trasladado a la utilización de película fina en lugar de materiales voluminosos. Sin embargo, el supuesto de una pérdida ferroeléctrica elevada también se ha trasladado a la película fina. Las técnicas de medición de banda ancha convencionales han reforzado la hipótesis de que los componentes ferroeléctricos sintonizables, ya sean voluminosos o de película fina, tienen una pérdida considerable. En las comunicaciones inalámbricas, por ejemplo, se necesita un Q superior a 80, y preferentemente superior a 180 y, con más preferencia aún, superior a 350, en frecuencias de unos 2 GHz. Estas mismas hipótesis se aplican al diseño de antenas.

Los componentes ferroeléctricos sintonizables, especialmente los que utilizan películas delgadas, se pueden utilizar en una amplia variedad de circuitos con agilidad de frecuencia. Los componentes sintonizables son aconsejables porque admiten un tamaño y una altura del componente menores, una pérdida de inserción inferior o un rechazo mejor para la misma pérdida de inserción, un coste menor y la capacidad de sintonizar más de una banda de frecuencia. La capacidad de un componente sintonizable que pueda cubrir múltiples bandas reduce potencialmente el número de componentes necesarios, como los interruptores que se necesitarían para elegir entre bandas discretas en el caso de que se utilizaran múltiples componentes de frecuencia fija. Estas ventajas son especialmente importantes en el diseño de teléfonos inalámbricos, donde la necesidad de aumentar la funcionalidad y reducir el coste y el tamaño son requisitos aparentemente contradictorios. En los teléfonos de acceso múltiple por diferenciación de código (AMDC), por ejemplo, se hace gran hincapié en el comportamiento de los componentes. Los materiales ferroeléctricos (FE) pueden permitir asimismo la integración de componentes de RF que hasta la fecha han resistido la contracción, como una unidad de interfaz de antena (UIA) para un aparato inalámbrico.

Es bien conocida la utilización de un diseño llamado de antena invertida en F en la fabricación de dispositivos de comunicación inalámbricos portátiles. El diseño invertido en F permite fabricar una antena en un dispositivo relativamente pequeño. Muchos aparatos inalámbricos convencionales funcionan en varias bandas de frecuencia. Aunque cada antena sea pequeña, la cantidad de espacio total necesario para varias antenas (una para cada banda de frecuencia) puede ser excesivo.

La ponencia “Electrical tuning of integrated mobile phone antennas”, de Juha-Pekka Louhos *et al.*, Actas del Simposio de Aplicaciones de Antena 1999, celebrado en Monticello, Illinois, EE UU, del 15 al 17 de septiembre de 1999, describe la mejora del ancho de banda de impedancia de una antena PIFA, cambiando la carga reactiva del resonador, bien por medio de un diodo PIN, o bien por medio de un diodo varactor.

El documento WO-00/28613 describe un varactor dieléctrico sintonizable que incluye una capa ferroeléctrica sintonizable y una primera y segunda capas dieléctricas no sintonizables.

Resultaría una ventaja que se pudiera utilizar una sola antena para las comunicaciones inalámbricas portátiles en varias bandas de frecuencia.

Resultaría una ventaja que se pudiera ajustar una antena invertida en F de manera que funcione en muchas bandas de frecuencia.

Resultaría una ventaja que se pudiera utilizar material ferroeléctrico para sintonizar una antena invertida en F.

Resumen del invento

El presente invento describe una antena invertida en F que se ajusta para que funcione en varias bandas de frecuencia, utilizando un material ferroeléctrico como dieléctrico. Más concretamente, se utiliza un condensador FE para modificar la longitud eléctrica del radiador invertido en F.

En consecuencia, se ofrece una antena ferroeléctrica invertida en F, tal como se define en la reivindicación 1.

A continuación, se facilitan más detalles de la an-

tena ferroeléctrica invertida en F descrita anteriormente.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista en planta de una antena ferroeléctrica invertida en F;

La figura 2 muestra una sección transversal parcial de la antena de la figura 1;

La figura 3 muestra una vista en planta de la antena de la figura 1 en la que aparecen los componentes situados debajo del radiador;

Las figuras 4a, 4b, 4c y 4d ilustran el primer condensador realizado como un condensador de placas paralelas y un condensador de paso;

Las figuras 5a y 5b ilustran diferentes aspectos del primer condensador de las figuras 4a y 4b, respectivamente;

Las figuras 6a y 6b ilustran otros aspectos del primer condensador de las figuras 4a y 4b, respectivamente;

La figura 7 muestra una sección transversal parcial de la antena del presente invento.

Descripción detallada de las formas preferidas de realización del invento

La figura 1 muestra una vista en planta del presente invento, una antena ferroeléctrica invertida en F. La antena 100 consta de un contrapeso 102 en un primer plano y de un radiador de estructura invertida en F 104 que recubre el contrapeso 102 en un segundo plano. La antena invertida en F es un tipo de antena panel.

La figura 2 muestra una sección transversal parcial de la antena de la figura 1. El radiador 104 tiene un primer extremo 106 conectado al contrapeso 102 y un segundo extremo 108. Se interpone un primer dieléctrico 110 entre el radiador 104 y el contrapeso 102. Normalmente, el primer dieléctrico es aire o un material cerámico, como la alúmina. Sin embargo, también cabe utilizar FR4, espuma, MgO, aluminato de lantano y zafiro. La antena del presente invento no se limita a esta lista de materiales únicamente, ya que hay numerosos materiales dieléctricos convencionales que son aptos.

Se forma un primer condensador 112 a partir de un dieléctrico con material ferroeléctrico, que tiene una constante dieléctrica variable, interpuesto entre el segundo extremo del radiador 108 y el contrapeso 102. La antena 100 resuena a una frecuencia que responde a la constante dieléctrica del material ferroeléctrico del primer condensador 112. La combinación del primer condensador 112 y del radiador 104 tiene una longitud de onda eléctrica eficaz de un cuarto de onda de la frecuencia de resonancia.

Una interfaz de la antena de radiofrecuencia (RF) 114 conecta el radiador 104 a la primera polaridad de una línea de transmisión 116 y conecta el contrapeso 102 a la segunda polaridad de la línea de transmisión 118. La interfaz de la antena 114 tiene una impedancia característica fija predeterminada independiente de la frecuencia de resonancia. Por lo general, la interfaz de la antena 114 está diseñada para que tenga 50 ohmios con una relación de onda estacionaria (ROE) inferior a 2:1, en la frecuencia de funcionamiento. Dicho de otra manera, la interfaz de la antena tiene una pérdida de retorno superior a 10 decibelios (dB), aproximadamente. La interfaz de la antena 114 se puede diseñar para que se interconecte con una microbanda, una línea de cinta, una línea coaxial o cualquier línea de transmisión convencional.

La antena 100 tiene una ganancia predeterminada aproximadamente constante independiente de la frecuencia de resonancia. En algunos aspectos, se utiliza el primer condensador para efectuar cambios relativamente grandes en la frecuencia de funcionamiento de la antena, entre bandas de frecuencia. Otra posibilidad es utilizar el primer condensador para cambiar entre las frecuencias de canales estrechos dentro de la misma banda de frecuencia.

En algunos aspectos, el primer condensador incluye un dieléctrico formado exclusivamente de un material ferroeléctrico con una constante dieléctrica variable. Es decir, el condensador se fabrica sólo con material dieléctrico ferroeléctrico para que los cambios en la constante dieléctrica y, en consecuencia, en la capacitancia, se deriven de los cambios de la tensión de polarización. El primer condensador dieléctrico FE puede tener una constante dieléctrica que oscile entre 100 y 5.000 a cero voltios.

En otros aspectos, la constante dieléctrica de los materiales ferroeléctricos es demasiado alta. Entonces, el primer condensador 112 se forma normalmente con otro dieléctrico, un material que tenga una constante dieléctrica fija (dieléctrico de constante fija). El material puede ser cerámica, FR4, aire, espuma, MgO, aluminato de lantano o zafiro, por mencionar sólo unos cuantos ejemplos. También pueden servir otros muchos materiales dieléctricos fijos convencionales. En consecuencia, el primer condensador incluye un dieléctrico formado de un material ferroeléctrico (dieléctrico ferroeléctrico) con una constante dieléctrica variable, además de un material dieléctrico constante fijo.

Sin embargo, la constante dieléctrica compuesta derivada del primer condensador que se está formando de un material dieléctrico constante fijo, así como el dieléctrico ferroeléctrico, oscilan entre 2 y 100, en cero voltios.

El material dieléctrico FE del primer condensador suele estar compuesto de titanato de estroncio-bario, $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ (BSTO). El material ferroeléctrico de BSTO puede incluir óxidos dopantes de tungsteno, manganeso o magnesio. Según la constante dieléctrica del material FE y el grosor del material FE, el primer condensador se puede fabricar con un dieléctrico FE que tenga una constante dieléctrica con el doble de respuesta a un cambio inferior a 1 voltio de tensión de polarización.

En algunos aspectos, la antena se puede sintonizar para que funcione a frecuencias PCS que oscilan entre 1.850 y 1.990 megahercios (MHz). En tal caso, el radiador tiene una anchura 150 (véase la figura 1) de 5,9 milímetros (mm) y una longitud 152 de 16 mm. El radiador tiene una altura 154 (véase la figura 2) de 6,5 mm. En este ejemplo, el primer dieléctrico 110 es aire y el primer condensador 112 tiene una capacitancia de aproximadamente 0,35 picofaradios (pF), en cero voltios de tensión de polarización. En una tensión de polarización de 40 voltios, el primer condensador 112 tiene una capacitancia de aproximadamente 0,29 pF.

En términos más generales, el primer condensador 112 se puede fabricar de manera que tenga una capacitancia que oscile ente 0,1 y 10 pF, en cero voltios, aunque el primer condensador no se limita necesariamente a esta gama. Otras bandas de frecuencia que se pueden obtener en la práctica son de 824 a 894 MHz y de 1.565 a 1.585 MHz.

En algunos aspectos, el dieléctrico FE del primer condensador se forma con una película fina de un grosor que oscila entre 0,15 y 2 micrones. En otros aspectos, el dieléctrico FE se forma con una película fina de un grosor que oscila entre 1,5 y 1.000 micrones.

La figura 3 muestra una vista en planta de la antena de la figura 1 en la que aparecen los componentes situados debajo del radiador 104. Un dispositivo de alimentación de la tensión de polarización 300 aplica una tensión al primer condensador 112 con el material ferroeléctrico. Se utiliza una resistencia 302 para suministrar tensión (corriente) al dispositivo de alimentación de tensión 300, y éste dispositivo 300 suministra tensión (corriente) al primer condensador 112. También se puede conectar otro filtrado al dispositivo de alimentación de tensión 300 para derivar a tierra la señal de RF. El otro extremo del primer condensador 112 se conecta a un cojín amortiguador 304, que se conecta a su vez al segundo extremo del radiador 108, en la zona de las líneas sombreadas. Obsérvese que el segundo extremo del radiador 108 no está conectado al contrapeso 102 situado debajo, en la zona de líneas sombreadas cruzadas. Un entrehierro o separador dieléctrico sólido separa el segundo extremo del radiador 108 del contrapeso 102 situado debajo. Como el radiador suele ser una conexión a tierra de CC, se produce una tensión de CC a través del primer condensador FE 112. El dieléctrico FE tiene una constante dieléctrica que varía en respuesta a la tensión aplicada.

El primer condensador 112 tiene un primer terminal 306 conectado al segundo extremo del radiador 118 y un segundo terminal 308 conectado al dispositivo de alimentación de tensión 300. El dispositivo de alimentación de tensión de polarización 300 suministra un primer potencial de tensión a través del primer condensador 112.

Las figuras 4a, 4b, 4c y 4d ilustran el primer condensador realizado como un condensador de placas paralelas y un condensador de paso. Como se muestra en la figura 4a, el primer condensador 112 es un condensador de placa paralela cuyo primer terminal 306 tiene forma de placa, que recubre una capa de dieléctrico FE 402, que recubre una capa de dieléctrico constante fijo 400, recubriendo el segundo terminal 308 con forma de placa.

Como se muestra en la figura 4b, el primer condensador 112 es un condensador de paso con los terminales primero y segundo 306/308 en forma de cojín amortiguador, separados por un espacio 404 que recubre una capa de dieléctrico FE 402. La capa de dieléctrico FE 402 recubre una capa de dieléctrico constante fijo 400.

Dicho de otra manera, el primer condensador 112 incluye como mínimo una capa dieléctrica constante fija 400 y un dieléctrico FE 402 con una constante dieléctrica variable contigua al dieléctrico constante fijo 400. Existen otros diversos planteamientos, que no se muestran específicamente, que cabe utilizar para combinar zonas de dieléctrico FE con zonas de material dieléctrico constante fijo con el fin de suministrar la constante dieléctrica compuesta deseada.

Como se observa en la figura 4b, el dieléctrico ferroeléctrico 402 se puede interponer entre el dieléctrico constante fijo 400 y los terminales 306/308. Opcionalmente, aunque no se muestra, el dieléctrico constante fijo se interpone entre el dieléctrico FE y los terminales.

La figura 4c ilustra un primer condensador de placas paralelas 112 en el que el dieléctrico se forma exclusivamente a partir de un material ferroeléctrico.

La figura 4d es una vista en planta de una variación interdigital del primer condensador de paso 112.

Las figuras 5a y 5b ilustran diferentes aspectos del primer condensador 112 de las figuras 4a y 4b, respectivamente. El dieléctrico constante fijo del primer condensador 112 forma una primera capa 400b debajo del dieléctrico FE 402, y una segunda capa 400a sobre el dieléctrico FE 402.

Las figuras 6a y 6b ilustran otros aspectos del primer condensador 112 de las figuras 4a y 4b, respectivamente. Aquí, el dieléctrico ferroeléctrico 402 se forma dentro del dieléctrico constante fijo 400. Del mismo modo, aunque no se muestra, el dieléctrico ferroeléctrico 402 se puede formar fuera del dieléctrico constante fijo 400.

Volviendo a la figura 3, se observa un condensador de bloqueo de la tensión de polarización 300 interpuesto entre el segundo terminal del primer condensador y el contrapeso. El condensador de bloqueo actúa como un cortocircuito en corriente alterna (RF). Con respecto al ejemplo de la antena PCS que se ofrece anteriormente, resulta conveniente un valor de capacitancia de 200 pF. En otros aspectos de la antena, cabe reducir la capacitancia del condensador de bloqueo 310 para que se pueda utilizar como elemento de sintonización en serie con el primer condensador 112. El condensador de bloqueo (no FE) tiene una capacitancia que permanece constante, mientras que el primer condensador 112 tiene una capacitancia que varía en respuesta a la tensión de polarización.

En algunos aspectos del invento, el condensador 310 es un segundo condensador formado de un dieléctrico con material ferroeléctrico que tiene una constante dieléctrica variable equivalente al primer condensador 112 descrito anteriormente. El segundo condensador 310 tiene un primer terminal 312 conectado al segundo terminal del primer condensador 308 (el dispositivo de alimentación de la tensión de polarización 300) y un segundo terminal 314 conectado al contrapeso 102. El dispositivo de alimentación de la tensión de polarización 300 aplica una tensión potencial a través del segundo condensador 310. A continuación, la antena 100 resuena a una frecuencia que responde a la constante dieléctrica del dieléctrico ferroeléctrico 310 del segundo condensador, combinado (en serie) con el dieléctrico ferroeléctrico 112 del primer condensador.

La figura 7 muestra una sección transversal parcial de otro aspecto de la antena 100 de la figura 2. En algunos aspectos, cuando se está sintonizando la antena en una gama de frecuencias muy amplia, quizá no sea práctico mantener la interfaz de la antena 114 con una impedancia constante. Después, conviene utilizar un tercer condensador FE, equivalente al primer condensador FE 112 descrito anteriormente, para regular el desajuste entre la interfaz de la antena 114 y la línea de transmisión. El tercer condensador 700 se forma a partir de un dieléctrico ferroeléctrico que tiene una constante dieléctrica variable interpuesta entre la primera polaridad de la línea de transmisión 116 y el radiador 104. La impedancia característica de la línea de transmisión 116/118 (medida desde la interfaz de la antena 114) responde a la constante dieléctrica del dieléctrico ferroeléctrico 700 del tercer condensador. La polarización de la tensión aparece conectada

al tercer condensador 700 a través de una bobina inductiva 702. Alternativamente, aunque no se muestra, se puede utilizar una resistencia en lugar de la bobina 702.

REIVINDICACIONES

1. Una antena ferroeléctrica invertida en F, comprendiendo un contrapeso (102, 1002), un radiador de estructura invertida en F (104, 1004) con un primer extremo (106, 1006) conectado al contrapeso (102, 1002) y un segundo extremo (108, 1008), un primer dieléctrico (110, 1000) interpuesto entre el radiador (104, 1004) y el contrapeso (102, 1002), **caracterizado** por un primer condensador (112, 1012) formado a partir de un segundo dieléctrico (400, 402) con un primer material ferroeléctrico (402) que tiene una primera constante dieléctrica variable interpuesta entre el segundo extremo del radiador (108, 1008) y el contrapeso (102, 1002), en el que la antena (100) resuena con una frecuencia de resonancia que responde a la primera constante dieléctrica variable del primer material ferroeléctrico (402); una línea de transmisión con una primera polaridad de la línea de transmisión (116) conectada al radiador (104, 1004), teniendo la línea de transmisión una impedancia característica fija predeterminada independiente de la frecuencia de resonancia de la antena (100); un segundo condensador (700) formado a partir de un tercer dieléctrico con un segundo material ferroeléctrico (402) que tiene una segunda constante dieléctrica variable interpuesta entre la primera polaridad de la línea de transmisión (116) y el radiador (104); y en la que una impedancia variable, mirando hacia la línea de transmisión, como se ve desde el radiador (104), responde a la segunda constante dieléctrica variable del segundo material ferroeléctrico (402).

2. La antena (100) de la reivindicación 1 en la que la antena (100) tiene una ganancia predeterminada aproximadamente constante independiente de la frecuencia de resonancia.

3. La antena de la reivindicación 1 en la que el segundo dieléctrico (400, 402) del primer condensador (112, 1012) incluye: un cuarto dieléctrico (400) formado a partir de un material dieléctrico fijo con una constante dieléctrica fija.

4. La antena (100) de la reivindicación 1, comprendiendo además un dispositivo de alimentación de la tensión de polarización (300) para aplicar una tensión aplicada al primer condensador (112, 1012), y en la que la primera constante dieléctrica variable del primer material ferroeléctrico (402) varía en respuesta a la tensión aplicada.

5. La antena (100) de la reivindicación 4, en la que el primer material ferroeléctrico (402) tiene una primera constante dieléctrica variable que oscila entre 100 y 5.000 en cero voltios.

6. La antena (100) de la reivindicación 4, en la que el material dieléctrico fijo (400) y el material ferroeléctrico (402) tienen una constante dieléctrica compuesta que oscila entre 2 y 100 en cero voltios.

7. La antena (100) de la reivindicación 3, en la que el material dieléctrico fijo (400) se forma a partir de un material seleccionado del grupo que incluye cerámica, FR4, aire, espuma, MgO, aluminato de lantano y zafiro.

8. La antena (100) de la reivindicación 4, en la que el primer material ferroeléctrico (402) se forma de titanato de estroncio-bario, $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$ (BSTO).

9. La antena (100) de la reivindicación 8, en la que el primer material ferroeléctrico (402) incluye óxidos dopantes seleccionados del grupo que incluye tungsteno, manganeso y magnesio.

10. La antena (100) de la reivindicación 8, en la que la primera constante dieléctrica variable tiene una respuesta doble a un cambio inferior, en 1 voltio de tensión de polarización.

11. La antena (100) de la reivindicación 8, en la que el primer condensador (112, 1012) tiene una capacitancia de 0,35 picofaradios (pF), aproximadamente, en cero voltios de tensión de polarización.

12. La antena (100) de la reivindicación 11, en la que el primer condensador (112, 1012) tiene una capacitancia de 0,29 pF, aproximadamente, en 40 voltios de tensión de polarización.

13. La antena (100) de la reivindicación 8, en la que el primer condensador (112, 1012) tiene una capacitancia que oscila entre 0,1 y 10 pF, en cero voltios.

14. La antena (100) de la reivindicación 4, en la que el primer material ferroeléctrico (402) está formado a partir de una película fina con un grosor que oscila entre 0,15 y 2 micrones.

15. La antena (100) de la reivindicación 4, en la que el primer material ferroeléctrico (402) está formado a partir de una película gruesa con un grosor que oscila entre 1,5 y 1.000 micrones.

16. La antena (100) de la reivindicación 4, en la que el primer condensador (112, 1012) tiene un primer terminal (306) conectado al segundo extremo del radiador (108, 1008) y un segundo terminal (308) conectado al dispositivo de alimentación de la tensión de polarización (300), y en la que el dispositivo de alimentación de la tensión de polarización (300) aplica un primer potencial de tensión a través del primer condensador (112, 1012).

17. La antena (100) de la reivindicación 16, en la que el primer condensador (112, 1012) incluye una primera capa dieléctrica constante fija (400), y un dieléctrico ferroeléctrico (402) con una constante dieléctrica variable, contigua a la primera capa dieléctrica constante fija (400).

18. La antena (100) de la reivindicación 17, en la que el primer material ferroeléctrico (402) se interpone entre la primera capa dieléctrica constante fija (400) y los terminales (306, 308).

19. La antena (100) de la reivindicación 17, en la que el primer material dieléctrico constante fijo (400a) se interpone entre el material ferroeléctrico (402) y el primer terminal (306), y una segunda capa dieléctrica constante fija (400b) se interpone entre el segundo terminal (308) y el material ferroeléctrico (402).

20. La antena (100) de la reivindicación 17, en la que el primer material ferroeléctrico (402) se forma dentro del primer dieléctrico constante fijo (400).

21. La antena (100) de la reivindicación 17, en la que el primer material ferroeléctrico (402) se forma fuera de la primera capa dieléctrica constante fija (400).

22. La antena (100) de la reivindicación 16, comprendiendo además un condensador de bloqueo de la tensión de polarización (310) interpuesto entre el segundo terminal del primer condensador (308) y el contrapeso (102, 1002).

23. La antena (100) de la reivindicación 16, en la que el primer condensador (112, 1012) es un condensador de paso con los terminales primero y segundo (306, 308) en forma de cojín amortiguador, separados por un espacio que recubre una capa del dieléctrico ferroeléctrico.

24. La antena (100) de la reivindicación 23, en la

que el primer condensador (112, 1012) incluye la capa de dieléctrico ferroeléctrico (402), recubriendo una capa (400) de dieléctrico constante fijo.

25. La antena (100) de la reivindicación 16, en la que el primer condensador (112, 1012) es un condensador de placas paralelas que tiene el primer terminal (306) en forma de placa que recubre una capa de dieléctrico ferroeléctrico (402), sobre una capa (400) de dieléctrico constante fijo que recubre el segundo terminal (308) en forma de placa.

26. La antena (100) de la reivindicación 16, comprendiendo además un tercer condensador (310) formado a partir de un quinto dieléctrico (400, 402) con un tercer material ferroeléctrico (402) que tiene una tercera constante dieléctrica variable, con un primer terminal del tercer condensador (312) conectado al segundo terminal del primer condensador (308) y un segundo terminal del tercer condensador (314) conectado al contrapeso (102, 1002), en la que el dispositivo de alimentación de la tensión de polarización (300) aplica un potencial de tensión a través del segundo condensador (310), y en la que la antena (100) resuena a una frecuencia de resonancia que responde a la tercera constante dieléctrica variable del tercer material ferroeléctrico (402) combinado con la primera constante dieléctrica variable del material ferroeléctrico (402) del primer condensador.

27. La antena (100) de la reivindicación 1, en la que la combinación del primer condensador (112, 1012) y el radiador (104, 1004) tienen una longitud de onda eléctrica eficaz de un cuarto de onda de la frecuencia de resonancia.

28. La antena (100) de la reivindicación 1, en la que el primer dieléctrico (110, 1000) está formado a partir de un material seleccionado del grupo que incluye cerámica, FR4, aire, espuma, MgO, aluminato de lantano y zafiro.

29. La antena (100) de la reivindicación 1, en la que el segundo dieléctrico está formado exclusivamente a partir del material ferroeléctrico (402).

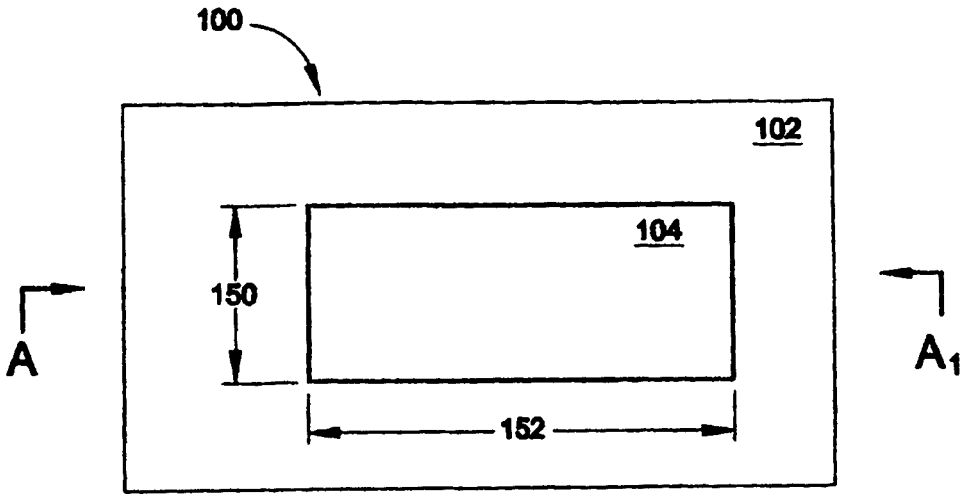

100
102
104
150
152
A
A1

FIG. 1

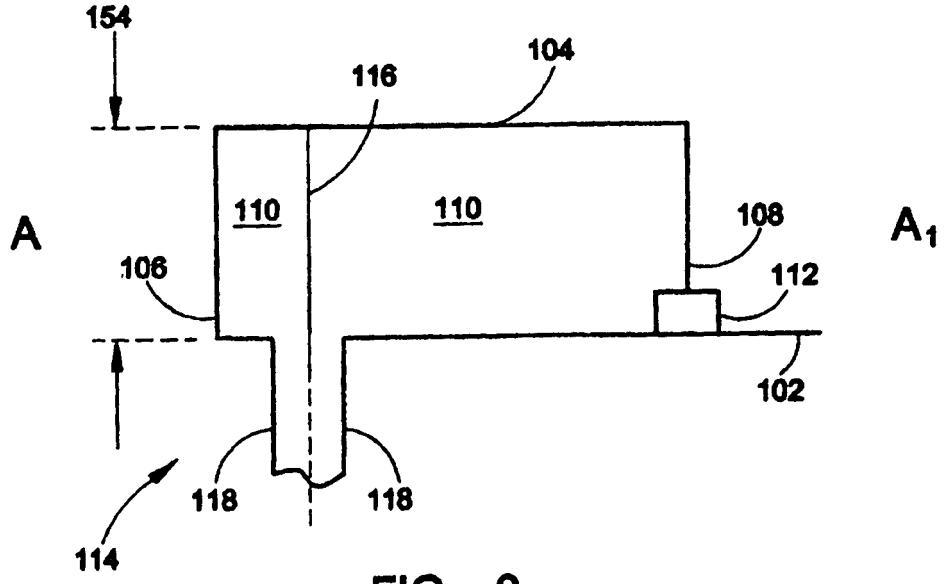

154
116
104
110
110
108
A
A1
106
112
102
118
118
114

FIG. 2

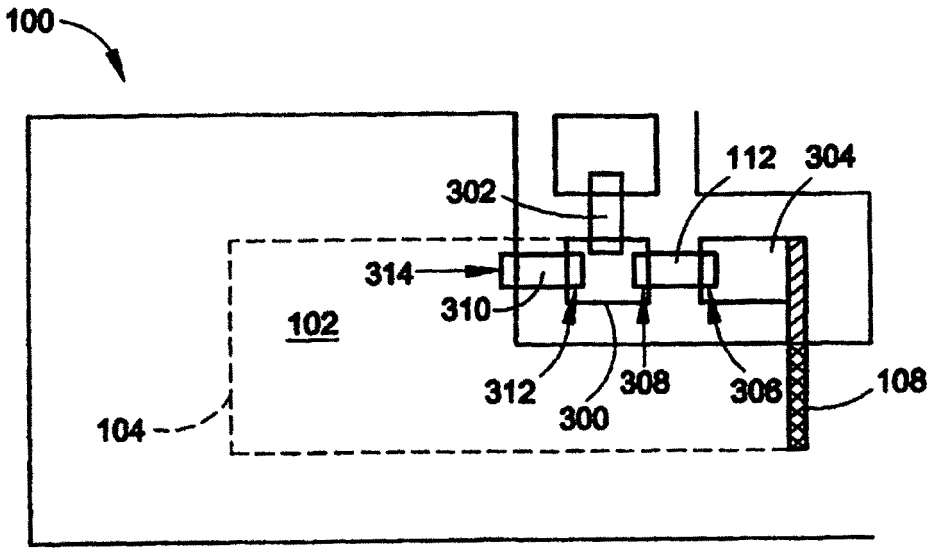


FIG. 3

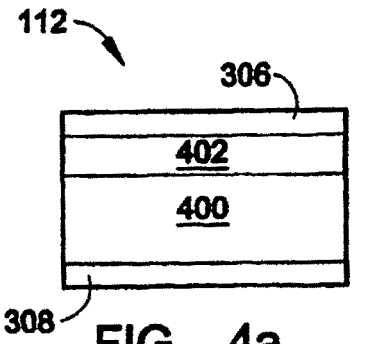


FIG. 4a

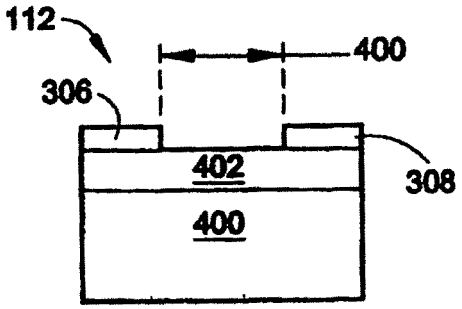


FIG. 4b

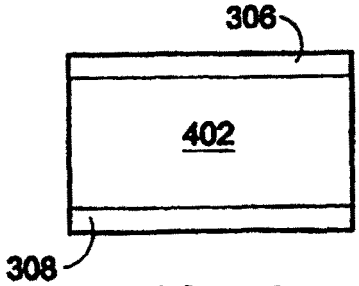


FIG. 4c

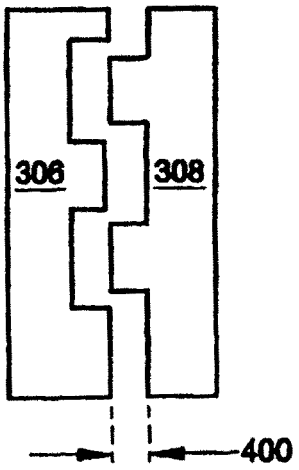


FIG. 4d

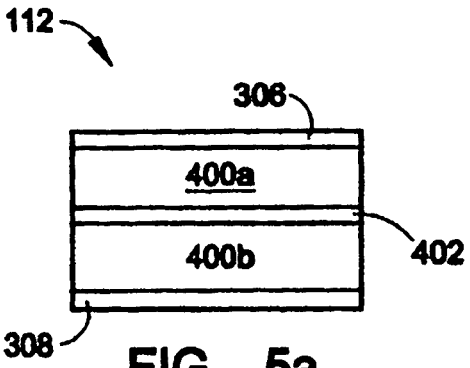


FIG. 5a

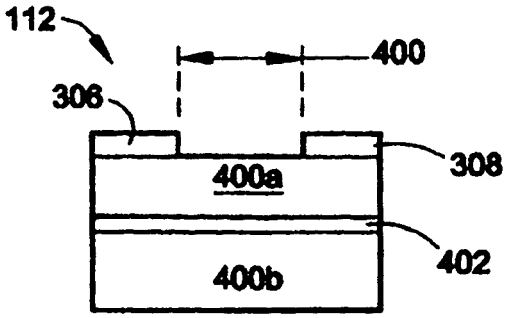


FIG. 5b

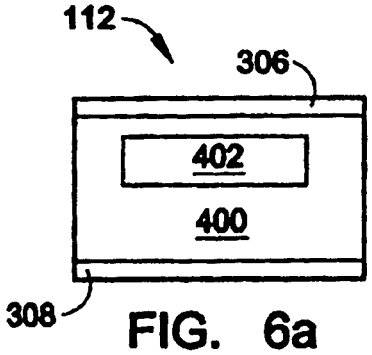


FIG. 6a

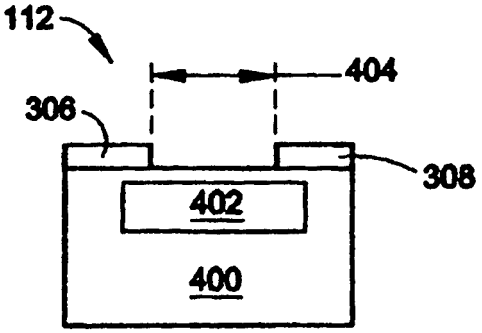


FIG. 6b

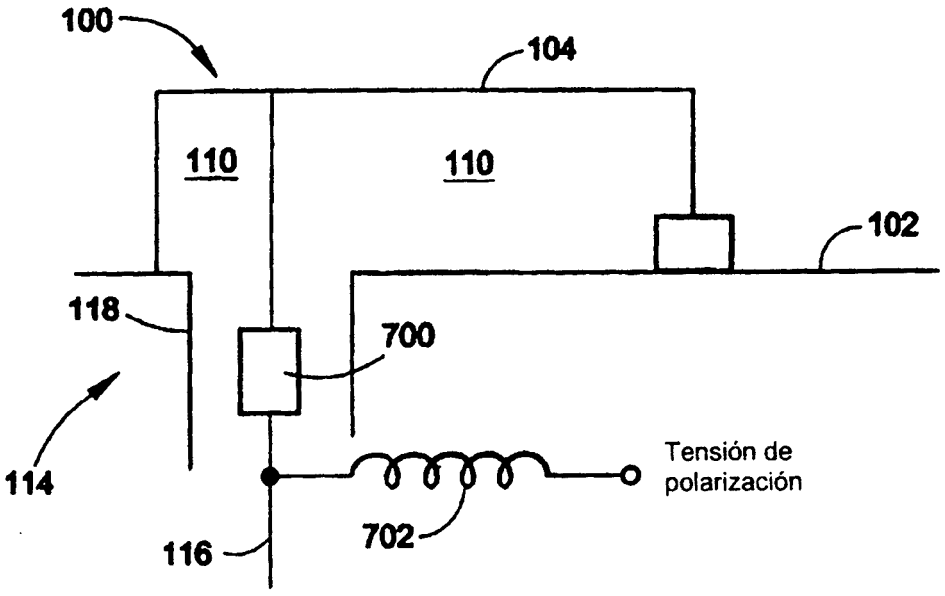


FIG. 7