



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 326 970**

51 Int. Cl.:

**H01Q 9/38** (2006.01)

**H01Q 9/40** (2006.01)

**H01Q 1/48** (2006.01)

**H01Q 1/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03758778 .9**

96 Fecha de presentación : **22.10.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1555719**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.07.2005**

54 Título: **Antena de banda ancha.**

30 Prioridad: **23.10.2002 JP 2002-307908**  
**23.10.2002 JP 2002-307909**  
**30.10.2002 JP 2002-315381**  
**26.02.2003 JP 2003-49895**  
**26.02.2003 JP 2003-49896**  
**31.03.2003 JP 2003-96903**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.10.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.10.2009**

73 Titular/es: **Sony Corporation**  
**7-35, Kitashinagawa 6-chome**  
**Shinagawa-ku, Tokyo 141-0001, JP**

72 Inventor/es: **Kuroda, Shinichi;**  
**Asai, Hisato y**  
**Yamaura, Tomoya**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 326 970 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

Antena de banda ancha.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una antena utilizada en comunicación por radio, que incluye Red de Area Local inalámbrica (LAN: Local Area Netwok). Más particularmente, se refiere a una antena de banda ancha que comprende un electrodo de radiación dispuesto en una concavidad esencialmente cónica formada en una cara extrema de un dieléctrico; y un conductor a tierra dispuesto en la otra cara extrema del dieléctrico.

Más particularmente, la presente invención se refiere a una antena de banda ancha en la que su calidad inherente de características de banda ancha es suficientemente mantenida y se consigue más reducción de tamaño mediante carga dieléctrica. Especialmente, se refiere a una antena de banda ancha en la que se consigue reducción de perfil y anchura sin tener en cuenta la selección del dieléctrico.

**Técnica antecedente**

Con la mejora de la velocidad y la reducción del precio de sistemas de LAN inalámbricos, recientemente ha aumentado significativamente la demanda de las mismas. Especialmente estos días, la introducción de red de área personal (PAN: Personal Area Netwok) ha sido ampliamente considerada para construir una red inalámbrica a pequeña escala entre una pluralidad de piezas de equipo electrónico común alrededor de la casa para comunicación de información. Por ejemplo, han sido definidos diferentes sistemas de comunicación por radio que utilizan diferentes bandas de frecuencias, tales como banda de 2,4 GHz y banda de 5 GHz, para las cuales son innecesarias licencias de las autoridades competentes.

En comunicación por radio que incluye LAN inalámbrica, se transmite información a través de antenas. Por ejemplo, una antena monocónica comprende un electrodo de radiación formado en una concavidad esencialmente cónica en un dieléctrico, y un electrodo de tierra formado en la cara inferior del dieléctrico. De este modo, una antena pequeña que tenga características de banda ancha puede estar constituida por el efecto de acortamiento de longitud de onda desde el dieléctrico situado entre el electrodo de radiación y el electrodo de tierra.

Una antena que tenga características de banda ancha puede ser usada en comunicación de UWB (Banda Ultra-Ancha: Ultra-WideBand), en la que, por ejemplo, los datos son distribuidos como una banda de frecuencia ultra-ancha como de 3 GHz a 10 GHz para transmisión y recepción. Una antena pequeña contribuye a la reducción de tamaño y peso del equipo de radio.

Por ejemplo, la Publicación de Patente Japonesa no Examinada, número Hei 8-139515 (1996), describe una pequeña antena de polarización vertical dieléctrica para LAN inalámbrica. Esta antena de polarización vertical dieléctrica está constituida como sigue: una cara extrema de un dieléctrico cilíndrico está ahuecada cónicamente formando una concavidad en el dieléctrico, se forma en ella un electrodo de radiación, y se forma un electrodo de tierra en el lado opuesto, en la otra cara extrema del dieléctrico. El electrodo de radiación es extraído hacia el lado del electrodo de tierra a través de un conductor en un orificio pasante. (Se hace referencia a la figura 1 en la Publicación de Patente no Examinada).

La figura 5 de la Publicación de Patente no Examinada ilustra las características de antena de la antena de polarización vertical dieléctrica. De acuerdo con esta figura, su banda de operación es de aproximadamente 100 MHz. (La frecuencia central es de aproximadamente 2,5 GHz; por lo tanto, la anchura de banda relativa es de aproximadamente 4%). La antena monocónica tiene inherentemente una banda de operación menor que un octavo; por lo tanto, no se puede decir que la antena anterior proporcione de manera suficiente las características de banda ancha esperadas.

La miniaturización de una antena significa, por ejemplo, reducción de su perfil y anchura. Por ejemplo, la Publicación de Patente Japonesa no Examinada, número Hei 9-153727 (1997) presenta una propuesta con respecto a la reducción de la anchura de una antena monocónica. Sin embargo, la propuesta es tal que se debe formar simplemente un conductor de radiación en la forma de un sólido de revolución semi-elíptico, y es desconocido si es aplicable a la estructura de una antena cuya cara lateral esté cubierta con dieléctrico es desconocido.

La figura 31 ilustra esquemáticamente la constitución general de una antena monocónica que tiene un único electrodo de radiación cónico. La antena monocónica ilustrada en la figura comprende un conductor de radiación hecho de forma esencialmente cónica, y un conductor a tierra formado con un espacio de separación dispuesto entre él y el conductor de radiación. Al espacio de separación son alimentadas señales eléctricas.

La figura 32 ilustra un ejemplo de la característica de VSWR (Voltage Standing Wave Ratio: Relación de Voltaje a Onda Estacionaria) de una antena monocónica. Se obtiene una VSWR no superior a 2 en un amplio intervalo de 4 GHz a 9 GHz, y esto indica que la antena tiene una anchura de banda relativamente grande.

Uno de los métodos conocidos para ensanchar más la banda de esta antena monocónica es cargando resistencia en el conductor de radiación. La figura 33 y la figura 34 ilustran ejemplos de las constituciones de antenas monocónicas

cuyo conductor de radiación está formado de un miembro de baja conductividad que contiene una componente de resistencia, en lugar de metal de elevada conductividad. Con esta constitución disminuye la potencia reflectante hacia una región o zona de alimentación, y esto da lugar a una banda de adaptación expandida. Especialmente, puesto que la frecuencia límite inferior de la banda de adaptación se expande (hacia abajo), las anteriores constituciones se utilizan también como medios para la reducción del tamaño de antena. Como se ilustra en la figura 33, el electrodo de radiación puede ser formado de un material que tenga una conductividad baja constante. Sin embargo, si la conductividad es distribuida como se ilustra en la figura 34 (conductividad inferior en el lado de la base superior), el efecto es mejor producido.

Se conocen varios métodos para cargar resistencia en el conductor de radiación de una antena monocónica. Ejemplos concretos incluyen un método de adherir un miembro de baja conductividad, formado como una lámina, a un aislador cónico, y un método de aplicar un miembro de baja conductividad preparado como material de revestimiento. (Se hace referencia a "Optimización de una antena cónica para radiación de impulsos: Un diseño eficiente que utiliza carga resistiva", escrito por James G. Maloney et al. (IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 41, No. 7, Julio de 1993, pp. 940-947), por ejemplo).

Sin embargo, si se considera la producción en serie, el método de adherir una lámina es ciertamente de productividad inferior, y no es realista. Con el método de aplicar revestimiento es difícil hacer uniforme el espesor del revestimiento para controlar la conductividad, y este método tampoco es realista.

El documento de NUSSEIBEH ET AL: "TRANSIENT RESPONSE OF A WIDE-ANGLE CONE WITH DIELECTRIC LOADING" (Respuesta transitoria de un cono de ángulo amplio con carga dieléctrica), RADIO SCIENCE, AMERICAN GEOPHYSICAL UNION, WASHINGTON, DC., US, vol. 31, n° 5, septiembre de 1996 (1996-09), páginas 1047-1052, describe una antena de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Los dos documentos siguientes también describen una antena de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1:

"Dielectrically Loaded Biconical Antennas" ("Antenas bicónicas cargadas dieléctricamente", Nusseibeh, Fouad Ahmed, Tesis, University of Connecticut, 1995, páginas 1 a 93.

"Biconical antennas with elliptical cross-sections" (Antenas bicónicas con secciones transversales elípticas), C. Ruan, "Electronics Letters", Vol. 36, No. 16, 3 de Agosto de 2000, páginas 1339 a 1340.

Un objeto de la presente invención es el proporcionar una antena monocónica excelente que comprenda un electrodo de radiación cónico dispuesto en una concavidad esencialmente cónica formada en una cara extrema de un dieléctrico, y un conductor a tierra dispuesto en la otra cara extrema del dieléctrico.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar una excelente antena monocónica en la que su calidad inherente de las características de banda ancha sea mantenida suficientemente y se consiga reducción de tamaño adicional mediante carga dieléctrica.

Un objeto más de la presente invención es proporcionar una excelente antena monocónica en la que se consiga reducción de perfil y anchura sin tener en cuenta la selección del dieléctrico.

La presente invención ha sido realizada teniendo en cuenta los anteriores problemas.

De acuerdo con la presente invención, la calidad inherente de las características de banda ancha de una antena monocónica se mantiene suficientemente y se consigue la reducción de tamaño adicional mediante carga dieléctrica.

De los resultados de varias simulaciones, los presentes inventores hallaron que: el valor del ángulo de la mitad del cono que optimiza el ajuste de un cono circular formado en una cara extrema de un dieléctrico depende de la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico cubierto. Se obtiene una expresión aproximada al formular apropiadamente una expresión aproximada y al ajustar sus coeficientes.

El ángulo  $\alpha$  de semicono de la concavidad sustancialmente cónica es definido caso por caso como sigue: en caso de un cono circular, el ángulo es el formado entre el eje central del cono circular y su cara lateral. En caso de un cono elíptico o una pirámide, el ángulo es la media del ángulo mínimo y del ángulo máximo formado entre el eje central y la cara lateral.

El electrodo de radiación puede ser formado para que la concavidad sustancialmente cónica esté relleno con él.

Un aspecto de la presente invención es una antena monocónica de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende:

Una concavidad sustancialmente cónica formada en una cara extrema de un dieléctrico; un electrodo de radiación colocado en la superficie de la concavidad o un electrodo de radiación colocado para que la concavidad sea rellena con él; y un conductor a tierra, colocado en la proximidad de la otra cara extrema del dieléctrico frente a la otra cara, y sustancialmente paralelo a ella. La antena monocónica está así constituida de manera que son alimentadas señales eléctricas entre la región de vértice próxima del electrodo de radiación y la región del conductor a tierra.

La antena monocónica está caracterizada porque:

El ángulo de semicono de la concavidad varía escalonadamente o de manera continua para que el ángulo de semicono de dicha concavidad disminuya desde la región o zona de base a la región o zona de vértice, y la relación de la altura  $h$  de la concavidad con el radio efectivo  $r$  de la base de la concavidad viene determinado por la siguiente expresión que describe su constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  de relación del dieléctrico:

$$\tan^{-1}(r/h) > 0,8 \cdot \tan^{-1}(1,7/\epsilon_r) + 13 \quad (\text{Unidad de ángulo: grado})$$

Sin embargo, “la altura de la concavidad” aquí referida se define como la longitud del segmento de una extracción perpendicular desde el vértice de la concavidad a la base de la concavidad.

El “radio efectivo de la base de la concavidad” se define como la distancia media entre el punto central, para lo cual se toma el punto de intersección de la base de la concavidad con la perpendicular y envoltura exterior de la base. El “ángulo de semicono de la concavidad” se define como el ángulo formado entre una tangente de la cara lateral de la concavidad y la perpendicular.

Los presentes inventores descubrieron que un ajuste del ángulo de semicono de una antena monocónica tiene una gran influencia sobre la banda de ajuste de impedancia. Entonces, los presentes inventores obtuvieron lo siguiente: la banda de ajuste de impedancia puede ser maximizada para determinar el ángulo de semicono  $\alpha$  (ángulo formado entre el eje central y la cara lateral de un cono) de una concavidad cónica formada en una cara extrema de un dieléctrico con un ángulo de semicono constante mediante la siguiente expresión que describe su relación con la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$ .

$$\alpha = 0,8 \cdot \tan^{-1}(1,7/\epsilon_r) + 13 \quad (\text{Unidad de ángulo: grado})$$

Es decir, el ángulo óptimo de semicono de un cono circular depende de la constante dieléctrica relativa del dieléctrico. En una antena monocónica constituida a base de la anterior expresión, su cara lateral está cubierta con un dieléctrico; por consiguiente, el efecto de miniaturización se produce inevitablemente. (Esto es causado por el hecho de que se acorta la longitud de onda del campo electromagnético producido entre el electrodo de radiación y el conductor a tierra). En el empaquetamiento, por lo tanto, se selecciona apropiadamente un dieléctrico que cumpla demandas de miniaturización, y se determina a continuación un ángulo de semicono del cono circular.

Si una antena monocónica esta formada solamente por dicho método de constitución, la reducción del tamaño de la antena puede ser conseguida mejorando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico. Sin embargo, en relación con esto, el ángulo  $\alpha$  de semicono es también reducido (es decir, la antena resulta mayor que su anchura). Por lo tanto, la altura de la antena no se reduce extremadamente. Si se desea que una antena sea extremadamente delgada, la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  puede ser mejorada de acuerdo con la anterior expresión. De hecho, sin embargo, los dieléctricos de varias constantes dieléctricas relativas no existen infinitamente.

Para abreviar, el ángulo de semicono de un cono circular cuyo perfil o anchura es reducida se desvía de un valor óptimo que conduce a una adaptación de impedancia favorable. Para hacer frente a esto, la presente invención es así constituida para que sea compensada al escalar el ángulo de semicono.

Se adopta una constitución de bajo perfil de acuerdo con la reivindicación 1. En la que el ángulo de semicono de la concavidad es variado de manera escalonada o continua para que así se reduzca ya que va desde la región o zona de base a la región o zona de vértice de acuerdo con la siguiente expresión. Esta expresión describe la relación entre el índice de la altura  $h$  de la concavidad con el radio efectivo  $r$  de la base de la concavidad y la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$ .

$$\tan^{-1}(r/h) > 0,8 \cdot \tan^{-1}(1,7/\epsilon_r) + 13 \quad (\text{Unidad de ángulo: grado})$$

En una constitución de perfil bajo dos pasos o escalones de ángulo de semicono son básicamente suficientes. Huelga decir que el número de pasos puede ser incrementado a tres o más.

Sin embargo, el ángulo de semicono en la región o zona de vértice de un electrodo de radiación debe ser menor de 90 grados. Además, es preferible que la variación en el ángulo de semicono fuera suave en las proximidades de la región o zona de vértice de un electrodo de radiación. Sigue que un esfuerzo debiera hacerse para mantener un cono circular equiangular en las proximidades de la región o zona de vértice, es decir, en la región o zona de alimentación de acuerdo con la Teoría Equiangular de Rumsey. Por Teoría Equiangular de Rumsey, nos referimos a “Frequency Independent Antena - Antena de Frecuencia Independiente” escrito por V. Rumsey (Academic Press, 1966). Debe tenerse cuidado para no apartarse de los principios anteriores. De lo contrario, se perderían las características de banda ultra-ancha inherentes a la antena monocónica.

Aquí, la siguiente constitución puede ser adoptada: se forma un electrodo de alimentación encima de la otra cara del extremo anterior, y el dieléctrico es penetrado. De este modo, el electrodo de radiación y un extremos del electrodo de alimentación están conectados eléctricamente juntos en la región de vértice cercana. Además el otro extremo del electrodo de alimentación puede ser realizado para que alcance la cara lateral del dieléctrico. En este caso, las señales eléctricas son alimentadas entre el otro extremo del electrodo de alimentación y el conductor a tierra. Por consiguiente, se obtiene una estructura de región o zona de alimentación apropiada para la producción en serie.

## Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un dibujo que ilustra la apariencia y constitución de un ejemplo de una antena monocónica.

La figura 2 es un dibujo que ilustra un ejemplo de cálculo (resultado de simulación de campo electromagnético) de las características de frecuencia de la antena monocónica basada en la constitución del ejemplo.

La figura 3 es un dibujo que ilustra otro ejemplo de cálculo (resultado de simulación de campo electromagnético) de las características de frecuencia de la antena monocónica sobre la base de la constitución del ejemplo anterior.

La figura 4 es un dibujo que incluye diagramas y gráficos que ilustran el ángulo de semicono en función de las características de frecuencia (derecha) y un gráfico representado por una expresión para establecer el ángulo de semicono de acuerdo con el ejemplo (izquierda). La figura ilustra la relación entre ellos cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico 10 es 1.

La figura 5 es otro dibujo que incluye diagramas y gráficos que ilustran el ángulo de semicono en función de las características de frecuencia (derecha) y un gráfico representado por la expresión para establecer el ángulo de semicono de acuerdo con el ejemplo (izquierda). La figura ilustra la relación entre ellos cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico 10 es 3.

La figura 6 es un dibujo más que incluye diagramas y gráficos que ilustran el ángulo de semicono en función de características de frecuencia (derecha) y un gráfico representado por la expresión para establecer el ángulo de semicono de acuerdo con el ejemplo (izquierda). La figura 1 ilustra la relación entre ellos cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico 10 es 5.

La figura 7 es un dibujo más que incluye diagramas y gráficos que ilustran el ángulo de semicono en función de características de frecuencia (derecha) y un gráfico representado por la expresión para establecer el ángulo de semicono de acuerdo con el ejemplo (izquierda). La figura ilustra la relación entre ellos cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico 10 es 8.

La figura 8 es un dibujo que ilustra las constituciones de antenas monocónicas constituidas de manera que el ángulo de semicono  $\alpha$  de la concavidad esencialmente cónica formada en una cara extrema de un dieléctrico está de acuerdo con una regla predeterminada correspondiente a la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$ .

La figura 9 es un dibujo que ilustra las características de antena de una antena monocónica con el ángulo de semicono óptimo para la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  de 2 y 4, respectivamente.

La figura 10 es un dibujo que ilustra una realización de una antena monocónica cuyo perfil es reducido en comparación con la constitución del ángulo de semicono óptimo de acuerdo con la invención

La figura 11 es un dibujo que ilustra las características de VSWR de una antena monocónica que tiene la constitución ilustrada en la figura 10;

La figura 12 es un dibujo que ilustra un ejemplo de una antena monocónica cuya anchura se reduce en comparación con la constitución de ángulo de semicono óptimo.

La figura 13 es un dibujo que ilustra las características de VSWR de una antena monocónica que tiene la constitución ilustrada en la figura 12.

La figura 14 es un dibujo que ilustra un ejemplo de la constitución de una estructura de región o zona de alimentación apropiada para la producción en serie de una antena monocónica de acuerdo con la presente invención.

La figura 15 es un dibujo que ilustra como está montada una antena monocónica que tiene la constitución ilustrada en la figura 14 en una placa de circuito.

La figura 16 es un dibujo que ilustra la estructura en sección transversal de una antena monocónica que utiliza constitución de bajo perfil.

La figura 17 es el diagrama de característica de impedancia y diagrama de característica de VAWR de la antena monocónica de bajo perfil ilustrada en la figura 16.

## ES 2 326 970 T3

La figura 18 es un dibujo que ilustra la estructura en sección transversal de una antena monocónica de bajo perfil en la que el vértice del electrodo de radiación cónico es fijado descentrado en 25% con respecto al radio.

La figura 19 es el diagrama de característica de impedancia y diagrama de característica de VSWR de la antena monocónica de bajo perfil ilustrada en la figura 18;

La figura 20 es un dibujo que ilustra la constitución de una antena monocónica adicional.

La figura 21 es un dibujo que ilustra un ejemplo de cálculo para demostrar el efecto eléctrico de la antena monocónica de Figura 20.

La figura 22 es un dibujo que ilustra las constituciones de antenas en las que dos porciones desprendidas de electrodo están formadas en la dirección de la profundidad de la concavidad formada en un aislador.

La figura 23 es un dibujo que ilustra ejemplos con la formación del conductor a tierra en la otra cara extrema del aislador. En estos ejemplos, la carga resistiva es aplicada a antenas bicónicas constituidas disponiendo electrodos de radiación en las superficies de antena de concavidades esencialmente cónicas formadas simétricamente en ambas caras extremas;

La figura 24 es un dibujo que ilustra la estructura en sección transversal de una antena adicional.

La figura 25 es un dibujo que ilustra la constitución de una antena cónica en la que están formadas dos porciones cortadas y desprendidas en la dirección de la profundidad del electrodo de radiación esencialmente cónico formado en un aislador;

La figura 26 es un dibujo que ilustra ejemplos de las constituciones de antenas bicónicas constituidas utilizando antenas cónicas que se forman proporcionando porciones circunferenciales cortadas y desprendidas en los electrodos de radiación formados en las superficies de los aisladores cónicos;

La figura 27 es un dibujo que ilustra la estructura en sección transversal de una antena cónica adicional.

La figura 28 es un dibujo que ilustra la estructura en sección transversal de una modificación de la antena cónica ilustrada en la figura 27.

La figura 29 es un dibujo que ilustra la constitución de una antena bicónica constituida utilizando una antena cónica que se forma disponiendo un miembro de baja conductividad llenando el electrodo de alimentación formado en la superficie de las concavidades cónicas de un aislador;

La figura 30 es un dibujo que ilustra la estructura en sección transversal de una modificación de la antena cónica ilustrada en la figura 29;

La figura 31 es un dibujo que ilustra la constitución (ejemplo convencional) de una antena monocónica que tiene un electrodo de radiación cónico único;

La figura 32 es un dibujo que ilustra un ejemplo (ejemplo convencional) de las características de VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) de una antena monocónica;

La figura 33 es un dibujo que ilustra la constitución (ejemplo convencional) de una antena monocónica en la que un conductor de radiación está constituido por un miembro no uniforme, de baja conductividad, que contiene una componente de resistencia en lugar de metal de elevada conductividad;

La figura 34 es un dibujo que ilustra la constitución (ejemplo convencional) de una antena cónica en la que un conductor de radiación está constituido por un miembro no uniforme, de baja conductividad, que contiene una componente de resistencia en lugar de metal de elevada conductividad.

Haciendo referencia a los dibujos, se describirán ejemplos y una realización de la presente invención con más detalle en lo que sigue.

La figura 1 ilustra la apariencia y constitución de un ejemplo de una antena monocónica 1.

Como se ilustra en la figura, la antena monocónica 1 comprende: una concavidad esencialmente cónica 11 formada en una cara extrema de un cilindro de dieléctrico 10; un electrodo de radiación 12 dispuesto en la superficie de la concavidad; y un conductor a tierra 13 que está dispuesto en la proximidad y en esencia paralelamente a la primera cara extrema del dieléctrico 10. La antena monocónica 1 está así constituida de manera que son alimentadas señales eléctricas entre la región de vértice próxima 14 del electrodo de radiación 12 y la región del conductor a tierra 13.

Con respecto a al ángulo  $\alpha$  del semicono (ángulo entre el eje central y la cara lateral del cono) de la concavidad esencialmente cónica 11 formada en la primera cara extrema del dieléctrico 10, la antena monocónica 1 está constituida

## ES 2 326 970 T3

como sigue: el ángulo  $\alpha$  del semicono está determinado por una regla predeterminada de acuerdo con la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$ . La regla es, por ejemplo, como sigue:

- (1) Si la antena monocónica 1 está cubierta con un dieléctrico con una constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r = 2$ , la antena monocónica 1 está constituida de manera que el ángulo del semicono es de aproximadamente 45 grados.
- (2) Si la antena monocónica 1 está cubierta con un dieléctrico con la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r = 3$ , la antena monocónica 1 está constituida de manera que el ángulo de semicono es de aproximadamente 37 grados.
- (3) Si la antena monocónica 1 está cubierta con un dieléctrico con una constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r = 5$ , la antena monocónica 1 está constituida de manera que el ángulo de semicono es de aproximadamente 28 grados.
- (4) Si la antena monocónica 1 está cubierta con un dieléctrico con la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r = 8$ , la antena monocónica 1 está constituida de manera que el ángulo de semicono es de aproximadamente 23 grados.

La regla en la que está basada la anterior constitución de la antena monocónica 1 es la Expresión (1) que sigue. La Expresión (1) describe la relación entre el ángulo  $\alpha$  de semicono de la concavidad 11 formada en una cara extrema del dieléctrico 10 y la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$ .

$$\alpha = 0,8 \cdot \operatorname{tg}^{-1}(1,7/\epsilon_r) + 13 \quad (\text{Unidad de ángulo: grado}) \quad (1)$$

El intervalo efectivo de fijación del ángulo de semicono está entre el valor dado por la Expresión (1) anterior más varios grados y menos varios grados. Cualquier valor dentro de este intervalo no plantea problemas en el uso práctico.

Con la constitución anteriormente mencionada de antena monocónica, la anchura de banda de una antena es drásticamente mejorada.

La figura 2 y la figura 3 ilustran ejemplos de cálculos de las características de frecuencia de una antena monocónica de acuerdo con este ejemplo (los resultados de simulaciones de campo electromagnético). La figura 2 ilustra las características de frecuencia en forma de gráfico de Smith (centro:  $50 \Omega$ ) y diagrama de características de VSWR cuyas características de frecuencia se miden cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  es 3 y el ángulo de semicono es 40 grados. La figura 3 las ilustra medidas cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  es 8 y el ángulo de semicono es 22 grados.

En cualquier ejemplo de constitución, la antena tiene característica de espiral en la proximidad del centro del gráfico de Smith, y obtiene características de frecuencia favorables. Se dice que una antena tiene características de antena favorables en el dominio de frecuencia si VSWR no es mayor que 2. En cualquier ejemplo de constitución, la anchura de banda relativa con  $\text{VSWR} < 2$  asciende aproximadamente a 100%. Es evidente que la anchura de banda es drásticamente mejorada en comparación con ejemplos de características presentadas en la Publicación de Patente Japonesa no Publicada número Hei 8-139515 (1996).

Con respecto al método para la constitución de esta antena monocónica, la forma de la concavidad 11 formada en una cara extrema del dieléctrico 10 no está limitada al cono circular. Incluso si tiene la forma de cono elíptico o de pirámide, se produce igualmente el efecto de la presente invención. Si se utiliza concavidad piramidal, la definición de ángulo  $\alpha$  de semicono es como sigue: la media del ángulo mínimo y el ángulo máximo entre ángulos formados entre el eje central y la cara lateral.

No existe tampoco limitación especial sobre la forma exterior del cilindro dieléctrico 10. Básicamente, es aceptable cualquier forma, incluyendo de cilindro circular y de prisma, siempre que el electrodo de radiación esté cubierto por ella. El electrodo de radiación puede estar formado llenando con él la concavidad cónica 11, en lugar de formarlo en la superficie de la concavidad 11.

El intervalo efectivo de la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  es de hasta 10, aproximadamente.

Los presentes inventores realizaron simulaciones de campo electromagnético y se dedujo aproximadamente la Expresión (1) anterior, en la que se basó una fijación del ángulo  $\alpha$  de semicono del cono circular formado en la primera cara extrema del dieléctrico. De los resultados de varias simulaciones los inventores encontraron lo siguiente: como se ilustra en la figura 4 a la figura 7, el valor del ángulo de semicono que lleva a la adaptación óptima del cono circular formado en la primera cara extrema de un dieléctrico depende de la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico cubierto. La curva aproximada significativa desde el punto de vista del diseño se obtiene formulando aproximadamente una expresión aproximada y ajustando sus coeficientes. Con respecto a la figura 4 a figura 7, se dará a continuación una descripción adicional.

La figura 4 incluye diagramas y gráficos que ilustran el ángulo de semicono en función de características de frecuencia (derecha) y un gráfico que representa el ángulo de semicono basado en la expresión para fijación de acuerdo con el presente ejemplo (izquierda). (Los diagramas y gráficos de la derecha ilustran tres casos: caso en el que el ángulo de semicono es 58 grados; caso en el que el ángulo de semicono es 40 grados; y caso en el que el ángulo de semicono es 24 grados, desde arriba). La figura ilustra la relación entre ellos cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico 10 es 1. Los diagramas de características de frecuencia comprenden gráfico de Smith y diagrama de características de VSWR.

De los diagramas de características de frecuencia a la derecha de la figura, resulta evidente lo siguiente: cuando el ángulo de semicono es de aproximadamente 58 grados, el gráfico de Smith tiene una espiral en la proximidad del centro, y se hace máxima la anchura de banda relativa con  $VSWR \leq 2$ . Es decir, lo que sigue es evidente: el ángulo de semicono que lleva a adaptación óptima es 58 grados, y además el valor del ángulo de semicono está muy próximo a la línea representada por la expresión para establecer el ángulo de semicono de acuerdo con el presente ejemplo.

La figura 5 incluye gráficos que ilustran el ángulo de semicono en función de las características de frecuencia (derecha) y un gráfico que representa el ángulo de semicono basado en la expresión para fijación de acuerdo con el presente ejemplo (izquierda). (Los diagramas y gráficos de la derecha ilustran tres casos: caso en el que el ángulo de semicono es 58 grados; caso en el que el ángulo de semicono es 40 grados; y caso en el que el ángulo de semicono es 24 grados, desde arriba). La figura ilustra la relación entre ellos cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico 10 es 3. Los diagramas de características de frecuencia comprenden el gráfico de Smith y el diagrama de características de VSWR.

De los diagramas de características de frecuencia a la derecha de la figura, es evidente lo siguiente: cuando el ángulo de semicono es aproximadamente 40 grados, el gráfico de Smith tiene una espiral en la proximidad del centro, y se hace máxima la anchura de banda relativa, con  $VSWR \leq 2$ . Es decir, lo siguiente es evidente: el ángulo de semicono que lleva a adaptación óptima es 40 grados, y además el valor del ángulo de semicono está muy próximo a la línea representada por la expresión para fijar el ángulo de semicono de acuerdo con este ejemplo.

La figura 6 incluye diagramas y gráficos que ilustran el ángulo de semicono en función de características de frecuencia (derecha) y un gráfico que representa el ángulo de semicono sobre la base de la expresión para fijación de acuerdo con el presente ejemplo (izquierda). (Los diagramas y gráficos de la derecha ilustran tres casos: caso en que el ángulo de semicono es 40 grados; caso en que el ángulo de semicono es 26 grados; y caso en que el ángulo de semicono es 15 grados, desde arriba). La figura ilustra la relación entre ellos cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico 10 es 5. Los diagramas de características de frecuencia comprenden el gráfico de Smith y el diagrama de características de VSWR.

De los diagramas de características de frecuencia de la derecha de la figura, resulta evidente lo que sigue: cuando el ángulo de semicono es aproximadamente 26 grados, el gráfico de Smith tiene una espiral en la proximidad del centro, y se hace máxima la anchura de banda relativa con  $VSWR \leq 2$ . Es decir, es evidente lo que sigue: el ángulo de semicono que lleva a adaptación óptima es 26 grados, y además el valor del ángulo de semicono está muy próximo a la línea representada por la expresión para fijar el ángulo de semicono de acuerdo con el presente ejemplo.

La figura 7 incluye diagramas y gráficos que ilustran el ángulo de semicono en función de características de frecuencia (derecha) y un gráfico que representa el ángulo de semicono basado en la expresión para fijación de acuerdo con el presente ejemplo (izquierda). (Los diagramas y gráficos de la derecha ilustran tres casos: caso en el que el ángulo de semicono es 36 grados; caso en que el ángulo de semicono es 22 grados; y caso en el que el ángulo de semicono es 10 grados, desde arriba). La figura ilustra la relación entre ellos cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico 10 es 8. Los diagramas de características de frecuencia comprenden gráfico de Smith y diagrama de características de VSWR.

De los diagramas de características de frecuencia a la derecha de la figura, resulta evidente lo que sigue: cuando el ángulo de semicono es aproximadamente 22 grados, el gráfico de Smith tiene una espiral en la proximidad del centro, y se hace máxima la anchura de banda relativa con  $VSWR \leq 2$ . Es decir, es evidente lo que sigue: el ángulo de semicono que lleva a adaptación óptima es 22 grados, y además el valor del ángulo de semicono está muy próximo a la línea representada por la expresión para fijación del ángulo de semicono de acuerdo con este ejemplo.

La antena monocónica comprende una concavidad esencialmente cónica formada en una cara extrema de un cilindro de dieléctrico; un electrodo de radiación dispuesto en la superficie de la concavidad (o dispuesto de manera que la concavidad sea llenada con él); y un conducto a tierra dispuesto en la proximidad de, y esencialmente paralelo a, la otra cara extrema opuesta a la primera cara extrema del dieléctrico. La antena monocónica está así constituida de manera que son alimentadas señales eléctricas a entre la región de vértice próxima del electrodo de radiación y la región del conducto a tierra. La antena monocónica puede estar constituida como una pequeña antena que tenga relativamente características de banda ancha debido al efecto de acortamiento de la longitud de onda desde el dieléctrico situado entre el electrodo de radiación y el electrodo de tierra.

Los presentes inventores encontraron que una fijación del ángulo de semicono de una antena monocónica tiene gran influencia sobre la banda de adaptación de impedancia. Entonces, los presentes inventores dedujeron lo siguiente: la banda de adaptación de impedancia puede ser hecha máxima determinando el ángulo  $\alpha$  de semicono (formado entre



## ES 2 326 970 T3

el eje central y la cara lateral de un cono) de una concavidad cónica formada en una cara extrema de un dieléctrico mediante la siguiente expresión, que describe su relación con la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$ :

$$\alpha = 0,8 \cdot \tan^{-1}(1,7/\epsilon_r) + 13 \quad (\text{Unidad de ángulo: grado}) \quad \dots(1)$$

Es decir, el ángulo óptimo de semicono de un cono circular depende de la constante dieléctrica relativa del dieléctrico. Como se ilustra en los ejemplos de la figura 8, mostrando una forma ligeramente diferente del dieléctrico, el ángulo óptimo de semicono es 48 grados cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  es 2, y 31 grados cuando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  es 4. La figura 9 ilustra las características de antena de una antena monocónica con un ángulo óptimo de semicono para la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  de 2 y 4, respectivamente. Sin embargo, la figura representa las características de antena mediante características de VSWR. De la figura 9 resulta evidente lo que sigue: se obtiene adaptación de impedancia favorable en una banda ultra-ancha diseñando la antena monocónica sobre la base de la expresión (1) anterior, la cual describe la relación entre la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  y el ángulo óptimo  $\alpha$  de semicono de la concavidad.

En la antena monocónica constituida sobre la base de la Expresión (1) anterior, su cara lateral está cubierta con un dieléctrico, por lo que se produce inevitablemente el efecto de miniaturización. (Esto es causado por el hecho de que se acorta la longitud de onda del campo electromagnético producido entre el electrodo de radiación y el conductor a tierra). En empaquetamiento, por lo tanto, se selecciona apropiadamente un dieléctrico que cumpla demandas de miniaturización, y se determina a continuación un ángulo de semicono del cono circular.

Con la constitución de la antena monocónica sobre la base de la Expresión (1) anterior, la reducción del tamaño de la antena puede ser conseguida mejorando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  del dieléctrico. Sin embargo, en relación con esto, el ángulo  $\alpha$  de semicono es también reducido (es decir, la antena resulta mayor que su anchura). Por lo tanto, la altura de la antena no se reduce extremadamente. En realidad, es solicitado con frecuencia perfil bajo.

Inversamente, se puede desear algunas veces constitución extremadamente esbelta o delgada. Si una antena monocónica está constituida de acuerdo con la Expresión (1) anterior, esto se consigue mejorando la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$ . En realidad, sin embargo, no existen de manera infinita dieléctricos de varias constante dieléctrica relativas. Además, los dieléctricos disponibles están limitados naturalmente en términos de posibilidad de trabajo en formación de electrodos y resistencias de corte y calor. Por lo tanto, una constitución más esbelta deseada es muy probable que sea difícil de ejecutar.

El ángulo de semicono de un cono circular cuyo perfil o anchura es reducido se desvía de un valor óptimo que conduzca a adaptación de impedancia favorable. Para resolver esto, se compensa escalonando o alterando continuamente el ángulo de semicono.

Se dará una descripción más específica. Si se adopta constitución de perfil bajo, como en esta realización, el ángulo de semicono se hace variar escalonadamente o de manera continua para que se reduzca a medida que pasa desde la región o zona de base a la región o zona de vértice. Sin embargo, la relación de la altura  $h$  de la concavidad al radio efectivo  $r$  de la base de la concavidad se fija de acuerdo con la siguiente expresión (2), que describe su relación con la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$ .

$$\tan^{-1}(r/h) > 0,8 \cdot \tan^{-1}(1,7/\epsilon_r) + 13 \quad (\text{Unidad de ángulo: grado}) \quad \dots(2)$$

Si se adopta constitución esbelta como un ejemplo, el ángulo de semicono se hace variar de manera que se aumenta a medida que va desde la región o zona de base a la región o zona de vértice. Sin embargo, la relación de la altura  $h$  de la concavidad al radio efectivo  $r$  de la base de la concavidad se fija de acuerdo con la siguiente expresión (3), que describe su relación con respecto a la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$ .

$$\tan^{-1}(r/h) < 0,8 \cdot \tan^{-1}(1,7/\epsilon_r) + 13 \quad (\text{Unidad de ángulo: grado}) \quad \dots(3)$$

En cualquier caso de constitución de perfil bajo como en esta realización, o constitución esbelta como en el ejemplo anterior, son básicamente suficientes dos pasos de ángulo de semicono. Inútil añadir que el número de pasos puede ser aumentado a tres o más, o puede estar presente una región o zona en la que el ángulo de semicono sea variado continuamente. Sin embargo, el ángulo de semicono de la región o zona de vértice de un electrodo de radiación debe ser menor que 90 grados. Además, es preferible que la variación del ángulo de semicono sea suave en la proximidad de la parte de vértice de un electrodo de radiación. Se deduce que se ha de hacer un esfuerzo para mantener un cono circular equiangular en la proximidad de la región o zona de vértice, es decir la región o zona de alimentación de acuerdo con la Teoría Equiangular de Rumsey. (La Teoría Equiangular de Rumsey se refiere al documento "Frequency Independent Antenna" ("Antena Independiente de la Frecuencia"), escrito por V. Rumsey (Academic Press, 1966). Se debe tener cuidado de no separarse del principio anterior. De otro modo, se pueden perder características de banda ultra-ancha inherentes a la antena monocónica.

La figura 10 ilustra una realización de una antena monocónica cuyo perfil es reducido en comparación con la constitución del ángulo óptimo de semicono de acuerdo con la presente invención. En el ejemplo ilustrado en la figura el perfil es inferior a la constitución del ángulo óptimo de semicono. En esta realización se selecciona un dieléctrico con una constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  de 4; la altura  $h$  del cono circular se fija en 6 mm; y el radio  $r$  de la base del cono circular se fija en 12,6 mm. De este modo como una consecuencia natural, se mantiene la relación expuesta en la Expresión (2) anterior.

Como se ilustra en la figura, además, se adopta constitución de dos pasos. Con esta constitución, el ángulo de semicono se escalona en un punto medio, y el valor  $\alpha_0$  del ángulo de semicono en el lado de la base se fija en 70 grados, siendo fijado en 45 grados el valor  $\alpha_1$  del ángulo de semicono. Así, el valor del ángulo de semicono en el lado del vértice se hace menor que en el lado de la base.

La figura 11 ilustra el resultado de una simulación realizada con respecto a las características de VSWR de la antena monocónica que tiene la constitución ilustrada en la figura 10. Como se ilustra en la figura, se obtiene generalmente adaptación de impedancia favorable, y se pierde en gran medida un estado en el que la adaptación de impedancia y de ese modo se evita perder características de anchura de banda. Si la combinación de valores de ángulo de semicono es más finamente ajustada, se obtendrían características más favorables.

La figura 12 ilustra un ejemplo de una antena monocónica cuya anchura es reducida en comparación con la constitución óptima del ángulo de semicono. En el ejemplo ilustrado en la figura, la anchura es menor que la constitución de ángulo de semicono óptimo. En este ejemplo, se selecciona un dieléctrico con constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  de 2; la altura  $h$  del cono circular se fija en 17,4 mm; y el radio  $r$  de la base del cono circular se fija en 9 mm. De este modo, como consecuencia natural, se mantiene la relación expuesta en la expresión (3) anterior.

Como se ilustra en la figura, además, se adopta la constitución de dos pasos. Con esta constitución, el ángulo de semicono está escalonado en un punto medio, y el valor  $\alpha_0$  del ángulo de semicono en el lado de la base se fija en 11 grados, fijándose en 41 grados el valor  $\alpha_1$  del ángulo de semicono en el lado del vértice. Así, el valor del ángulo de semicono en el lado del vértice se hace menor que en el lado de la base.

La figura 13 ilustra el resultado de una simulación realizada con respecto a las características de VSWR de una antena monocónica que tiene la constitución ilustrada en la figura 12. Como se ilustra en la figura, se obtiene generalmente adaptación de impedancia favorable.

La figura 14 ilustra un ejemplo de la constitución de una antena monocónica provista de una estructura de región o zona de alimentación apropiada para producción en serie.

En el ejemplo ilustrado en la figura, se dispone un electrodo de alimentación similar a una pista en la base de un dieléctrico, y el electrodo de alimentación y un electrodo de radiación se conectan eléctricamente entre sí a través de un orificio practicado en el fondo del dieléctrico. Como se ilustra en la figura, este electrodo de alimentación está formado de manera que su primer extremo alcanza la cara lateral del dieléctrico.

Un conductor a tierra está formado también en la base del dieléctrico. Como se ilustra en la figura, el conductor a tierra está formado de manera que se desvía y rodea al electrodo de alimentación. Además, el conductor a tierra está también formado de manera que se extiende hasta la cara lateral del dieléctrico.

El electrodo de alimentación y el conductor a tierra ilustrados en la figura 14 pueden ser formados fácilmente sobre la superficie de un dieléctrico mediante chapado, por ejemplo. Por lo tanto, el uso de una tal antena monocónica como se ilustra en la figura hace posible seguir una técnica para el denominado montaje en superficie cuando la antena se monta en una placa de circuito en la producción en serie, y de este modo se simplifica la fabricación.

Como se ilustra en la figura 15, el cuerpo de la antena monocónica puede ser fijado y conectado eléctricamente a una placa de circuito solamente soldando los electrodos de la cara lateral del dieléctrico a los electrodos de la placa de circuito desde el lado de la superficie.

El conductor a tierra no precisa necesariamente ser formado sobre la base de un dieléctrico, y, alternativamente, un conductor a tierra se puede formar en la placa de circuito sobre la que se va a montar el cuerpo de la antena. En este caso, por ejemplo, se puede usar adhesivo para fijar el cuerpo de la antena.

La antena monocónica de acuerdo con la realización ilustrada en la figura 10 está constituida de manera que: cuando se reduce de perfil una antena sobre la base de los valores óptimos del ángulo de semicono obtenidos por la expresión (2) anterior, se compensa la desviación de su ángulo de semicono de sus valores óptimos. Esta compensación es realizada escalonando el ángulo de semicono, y esto da lugar a adaptación de impedancia favorable.

Si se reduce el perfil de una antena, se plantea un problema. El ángulo de semicono del cono se desvía del valor óptimo que conduce a la adaptación de impedancia favorable. Para resolver esto, el vértice del cono circular de la antena monocónica se fija descentrado en este ejemplo adicional y se compensa con ello la adaptación de impedancia. En este caso la línea recta que conecta el vértice del electrodo de radiación esencialmente cónico y el centro de la base del cono no es perpendicular a la base del cono.

Se tomará un ejemplo. La figura 16 ilustra la estructura en sección transversal de una antena monocónica que utiliza constitución de perfil bajo. En el ejemplo ilustrado en la figura, el ángulo de semicono del cono circular es de 64,5 grados, que difiere de 31 grados, el valor óptimo con  $\epsilon_r = 4$ . Como dieléctrico a llenar en la región o zona entre el electrodo de radiación y el conductor a tierra, se usa un material con una constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  de 4. La figura 17 incluye el diagrama de características de impedancia y el diagrama de características de VSWR de la antena monocónica de perfil bajo ilustrada en la figura 16. Como resulta evidente de la figura, la impedancia difiere en gran medida de 50 ohm, y se perjudican las características de VSWR, especialmente en dominio de alta frecuencia.

Entretanto, la figura 18 ilustra la estructura en sección transversal de una antena monocónica de perfil bajo, en la que el vértice del electrodo de radiación cónico está desplazado del centro en 25% con respecto al radio. En este caso, como se ilustra en la figura, la línea recta que conecta el vértice del electrodo de radiación esencialmente cónico y el centro de la base del cono no es perpendicular a la base del cono.

La figura 19 incluye el diagrama de características de impedancia y el diagrama de característica de VSWR de la antena monocónica de perfil bajo ilustrada en la figura 18. Como resulta evidente de la figura, las características de impedancia están próximas a 50 ohm, y las características de VSWR se mejoran también. Especialmente, es importante que se disminuya la frecuencia de límite inferior de la banda de adaptación.

Como se ha mencionado anteriormente, es evidente que si la impedancia no puede ser adaptada en una antena monocónica debido a la reducción de perfil o similar, la fijación del vértice del cono descentrado es efectiva como unos medios para mejorar sus características.

Con respecto al método para constituir la antena monocónica, la configuración de la concavidad formada en una cara extrema del dieléctrico no está limitada al cono circular. Incluso si se hace en la forma de cono elíptico o de pirámide, se produce igualmente el efecto de la presente invención.

Si se utiliza concavidad piramidal, la definición de su ángulo  $\alpha$  de semicono es como sigue: la media del ángulo mínimo y el ángulo máximo entre los ángulos formados entre el eje central y la cara lateral.

No existe tampoco limitación especial sobre la forma exterior del cilindro dieléctrico. Básicamente, es aceptable cualquier forma, incluyendo la de cilindro circular y prisma, siempre que el electrodo de radiación está cubierto por ella. El electrodo de radiación puede ser formado llenando con él la concavidad cónica 11, en lugar de formarlo sobre la superficie de la concavidad.

La figura 20 ilustra la constitución de un ejemplo de una antena monocónica. La antena monocónica comprende: un aislador; una concavidad sustancialmente cónica facilitada en la primera cara extrema del aislador; un electrodo de radiación formado en la superficie interna de la concavidad; una porción desprendida obtenida por desprendimiento circunferencial del electrodo de radiación; un miembro de baja conductividad relleno en la concavidad al nivel en el que al menos la porción desprendida es enterrada; y un conductor a tierra localizado en la proximidad de y esencialmente paralelo a la segunda cara extrema del aislador.

En primer lugar, la concavidad esencialmente cónica está dispuesta en la primera cara extrema del aislador. El electrodo de radiación está formado en la cara interna de la concavidad mediante chapado o similar. A continuación, parte del electrodo de radiación es desprendido circunferencialmente mediante corte o similar. Después, se llena el miembro de baja conductividad hasta el nivel al cual está enterrada la porción desprendida. Para el miembro de baja conductividad es apropiado conductor que contenga caucho o elastómero. Se obtiene una conductividad deseada con relativa facilidad ajustando el contenido del conductor. Además, el conductor a tierra está dispuesto en la proximidad y esencialmente paralelo a la otra cara extrema del aislador. Excusado es añadir que se puede formar un electrodo como conductor a tierra directamente en la otra cara extrema del aislador.

Como en antenas monocónicas convencionales, las señales eléctricas son alimentadas al espacio de separación entre el electrodo de radiación y el conductor a tierra. Si se alimentan señales eléctricas desde el lado de la cara trasera del conductor a tierra se puede adoptar la misma constitución que en antenas convencionales. Es decir, se practica un orificio en el conductor a tierra, y la región de vértice del electrodo de radiación se extiende hasta el lado de la cara trasera.

La antena ilustrada en la figura 20 funciona básicamente como una antena monocónica. A propósito, no está presente conductor en la base superior de la concavidad; sin embargo, esto no resulta una causa para impedir el funcionamiento apropiado de la antena monocónica. Además, puesto que existe el miembro de baja conductividad entre los dos electrodos de radiación divididos, se produce el efecto eléctrico equivalente a la carga resistiva. (La figura 20 está representada de manera que la concavidad está formada en el lado superior del aislador. Sin embargo, no existen los conceptos de superior e inferior debido a la estructura de la antena cónica. En esta memoria, la cara extrema provista de la concavidad es designada como base superior por conveniencia de la descripción. Sin embargo, esto no limita el ámbito o alcance del presente ejemplo. (Es lo mismo con lo que sigue).

La figura 21 ilustra un ejemplo de cálculo para demostrar el efecto eléctrico de la antena monocónica de acuerdo con este ejemplo. A la izquierda de la figura está el diagrama de características de VSWR obtenido cuando no está formada la porción desprendida del electrodo, y a la derecha está el obtenido cuando está formada la porción desprendida.

dida. (Las otras condiciones son completamente idénticas). A continuación se describirán brevemente las condiciones para el cálculo. Como resulta evidente de la figura, la formación de la parte desprendida del electrodo conduce a las siguientes ventajas: la banda en la que VSWR no es mayor que 2 es expandida hasta la banda de baja frecuencia; se mejora apropiadamente la adaptación; y se consigue el ensanchamiento de banda de la antena cónica.

(1) Porción de electrodo de radiación: se supone que se usa un metal con una conductividad de  $1 \times 10^7 \text{ S/m}$ .

Diámetro de la base superior: 12,6 mm, altura: 12,6 mm.

(2) Miembro de baja conductividad: se supone que se utiliza un material con una conductividad de  $2 \text{ S/m}$ .

(3) Aislador: se supone que se utiliza un dieléctrico con una constante dieléctrica relativa de 4.

En el ejemplo de la constitución de antena cónica ilustrado en la figura 20, se forma una porción desprendida circunferencial en el electrodo de radiación formado en la superficie interna de la concavidad del aislador. El número de las porciones desprendidas circunferenciales no se limita a uno. Se dará una descripción más concreta. Como se ha mencionado anteriormente, la presencia del miembro de baja conductividad entre los electrodos de radiación divididos por la porción desprendida produce el efecto eléctrico equivalente a la carga resistiva. Para esta finalidad, pueden ser previstas dos o más porciones desprendidas circunferenciales, según se requiera.

La figura 22 ilustra las constituciones de antenas cónicas en las que se forman dos porciones desprendidas de electrodo en la dirección de la profundidad de la concavidad formada en el aislador. En este caso, el miembro de baja conductividad de la concavidad puede estar provisto de estructura de capas múltiples según se ilustra en el lado de la derecha de la figura. La estructura de capas múltiples es tal que miembros de baja conductividad de diferentes conductividades llenan en nivel al nivel en que está enterrada cada porción desprendida de electrodo. En este momento, los miembros de baja conductividad están distribuidos de manera que la conductividad es inferior en el lado de la base superior. De este modo se mejora el efecto de disminuir la potencia reflectante a la región o zona de alimentación, y esto da lugar a banda de adaptación expandida.

El ejemplo no se limita a una antena monocónica, y es efectivo como un método de carga resistiva para una antena bicónica. La figura 23 ilustra ejemplos en los que se forma el conductor a tierra en la otra cara extrema del aislador. En estos ejemplos, la carga resistiva es aplicada a antenas bicónicas formadas disponiendo electrodos de radiación en las superficies internas de concavidades esencialmente cónicas formadas simétricamente en ambas caras extremas.

Cada una de las antenas bicónicas ilustradas en las figuras comprende: un aislador; una primera concavidad esencialmente cónica formada en una cara extrema del aislador; un primer electrodo de radiación formado en la superficie interna de la primera concavidad; una primera porción desprendida obtenida desprendiendo circunferencialmente parte del primer electrodo de radiación; un primer miembro de baja conductividad que llena la concavidad al nivel en el que está enterrada al menos la primera porción desprendida; una segunda concavidad esencialmente cónica formada en la otra cara extrema del aislador; un segundo electrodo de radiación formado en la superficie interna de la segunda concavidad; una segunda porción desprendida obtenida desprendiendo circunferencialmente parte del segundo electrodo de radiación; y un segundo miembro de baja conductividad que llena la concavidad hasta el nivel en el que está enterrada al menos la segunda porción desprendida.

En los ejemplos ilustrados en la figura 23 son alimentadas señales eléctricas al espacio de separación entre ambos electrodos de radiación. Para este fin, se pueden usar varios métodos. Por ejemplo, se pueden extender líneas paralelas desde la cara del lado del aislador y conectadas a las regiones de vértice de los electrodos de radiación. (Este método no se muestra en la figura).

Como se ha descrito en relación con la figura 22, la presencia del miembro de baja conductividad entre los electrodos de radiación divididos por la porción desprendida produce el efecto eléctrico equivalente a carga resistiva. Si la carga resistiva es aplicada a una antena bicónica, puede ser similarmente adoptada esta constitución. Es decir, para la finalidad anteriormente mencionada, se pueden disponer dos o más porciones desprendidas circunferencialmente en cada uno de los electrodos de radiación superior e inferior, según se requiera. (Se hace referencia al centro de la figura 23).

Como se ilustra en el lado derecho de la figura 23, los miembros de baja conductividad en las concavidades pueden ser provistos de estructura de capas múltiples. La estructura de capas múltiples es tal que los miembros de baja conductividad de diferentes conductividades llenan respectivamente hasta el nivel al que está enterrada cada porción desprendida de electrodo. En este momento, los miembros de baja conductividad están distribuidos de manera que la conductividad es inferior en el lado de la base. De este modo, se mejora el efecto de disminuir la potencia reflectante a la región o zona de alimentación, y esto da lugar a banda de adaptación expandida.

La figura 24 ilustra la estructura en sección transversal de una antena monocónica que es una modificación del ejemplo de la Figura 20. La antena monocónica ilustrada en la figura comprende: un aislador formado de forma esencialmente cónica; un electrodo de radiación formado en la superficie del aislador esencialmente cónico; una región o zona de hendidura circunferencial que divide circunferencialmente parte del electrodo de radiación junto con el aislador situado debajo del mismo; un miembro de baja conductividad que llena la región o zona de hendidura

circunferencial, y un conductor a tierra dispuesto en la proximidad de la región de vértice cercana del electrodo de radiación.

En el ejemplo ilustrado en la figura 24, el electrodo de radiación es el primero formado en la superficie del aislador hecho de forma cónica. El electrodo de radiación puede ser formado mediante chapado o similar. A continuación, parte del electrodo de radiación es desprendido circunferencialmente y cortado juntamente con el aislador situado debajo del mismo mediante corte o similar. La porción cortada y desprendida cortada así obtenida es llenada con el miembro de baja conductividad. Para el miembro de baja conductividad, es apropiado conductor que contenga caucho o elastómero. Se obtiene una conductividad deseada con facilidad relativa ajustando el contenido del conductor. Además, el segundo conductor está dispuesto en la proximidad de la región de vértice del electrodo de radiación.

Con la constitución de antena monocónica ilustrada en la figura 24, la presencia del miembro de baja conductividad entre los dos electrodos de radiación produce el efecto eléctrico equivalente a carga resistiva. (Esto es lo mismo que anteriormente).

Excusado es añadir que un soporte para fijar la disposición del conductor a tierra y el aislador es requerido separadamente, aunque no se muestra en la figura 24.

En el ejemplo de la constitución de una antena cónica ilustrada en la figura 24, el electrodo de radiación formado en la superficie del aislador está provista sólo de una porción cortada y desprendida circunferencialmente. El ejemplo no limita a uno el miembro de las porciones circunferenciales cortadas y desprendidas. Se dará una descripción más concreta. Como se ha mencionada anteriormente, la presencia del miembro de baja conductividad entre los electrodos de radiación divididos por la porción desprendida produce el efecto eléctrico equivalente a carga resistiva. Para este fin pueden ser previstas dos o más porciones circunferenciales coartadas y desprendidas, según se requiera.

La figura 25 ilustra la constitución de una antena cónica en la que dos porciones coartadas y desprendidas están formadas en la dirección de la profundidad del electrodo de radiación esencialmente cónico formado sobre el aislador. En este caso, miembros de baja conductividad de diferentes conductividades pueden llenar las porciones individuales cortadas y desprendidas. En este momento, los miembros de baja conductividad están distribuidos de tal manera que la conductividad es inferior en el lado de la base del aislador. Así se mejora el efecto de disminución de la potencia reflectante hacia la región o zona de alimentación, y esto da lugar a banda de adaptación expandida.

El ejemplo ilustrado en la figura 24 no está limitado a una antena monocónica y es efectivo como un método de carga resistiva para antenas bicónicas. La figura 26 ilustra ejemplos de las constituciones de antenas bicónicas que usan antenas cónicas que se forman proporcionando porciones circunferenciales cortadas y desprendidas en los electrodos de radiación formados en las superficies de aisladores cónicos.

La antena bicónica ilustrada a la izquierda de la figura 26 comprende un primer aislador hecho de forma esencialmente cónica; un primer electrodo de radiación formado en la superficie del aislador esencialmente cónico; una primera región o zona de hendidura circunferencial que divide circunferencialmente parte del primer electrodo de radiación junto con el aislador situado debajo del mismo; un primer miembro de baja conductividad que llena la primera región o zona de hendidura circunferencial; un segundo aislador hecho esencialmente de forma cónica, cuyo vértice está opuesto al del primer aislador y cuya base es simétrica con respecto a la del primer aislador; un segundo electrodo de radiación formado en la superficie del aislador esencialmente cónico; una segunda región o zona de hendidura circunferencial que divide circunferencialmente parte del segundo electrodo de radiación junto con el aislador situado debajo; y un segundo miembro de baja conductividad que llena la segunda región o zona de hendidura circunferencial.

Como se ilustra en la figura 26, se omite la formación del conductor a tierra en la otra cara extrema de cada aislador en la proximidad de la región de vértice cercana del electrodo de radiación. Los aisladores cónicos están dispuestos de modo que sus respectivos vértices están opuestos entre sí y sus respectivas bases son simétricas entre sí, y el electrodo de radiación está formado en la superficie de cada aislador cónico. Parte de cada electrodo de radiación está cortada y desprendida circunferencialmente junto con el aislador situado debajo, y estas porciones cortadas y desprendidas se llenan con el miembro de baja conductividad. Inútil es añadir que se requiere un soporte para fijar la disposición de las dos antenas cónicas, aunque ello no se muestra en la figura.

En el ejemplo ilustrado en la figura 26, son alimentadas señales eléctricas al espacio de separación entre ambos electrodos de radiación. Para este fin, se pueden utilizar varios métodos. Por ejemplo, se pueden extender líneas paralelas desde la cara del lado del aislador y conectadas a las regiones de vértice de ambos electrodos de radiación. (Este método no se muestra en la figura).

Como se ha mencionado anteriormente, la presencia del miembro de baja conductividad entre los electrodos de radiación divididos por la porción cortada y desprendida produce el efecto eléctrico equivalente a carga resistiva. Si la carga resistiva de acuerdo con el ejemplo ilustrado en la figura 24 se aplica a una antena bicónica, se puede adoptar similarmente esta constitución. Para esta finalidad, como se ha descrito en relación con la figura 25, se pueden disponer dos o más porciones circunferenciales cortadas y desprendidas en cada uno de los electrodos de radiación superior e inferior, según sea requerido. (Se hace referencia al lado derecho de la figura 26).

Como se ilustra en el lado derecho de la figura 26, miembros de baja conductividad de diferentes conductividades pueden llenar las dos porciones cortadas desprendidas formadas en la dirección de la profundidad del electrodo de radiación esencialmente cónico formado sobre cada uno de los aisladores superior e inferior. En este momento, los miembros de baja conductividad se distribuyen de manera que la conductividad es inferior en el lado de la base superior. De este modo, se mejora el efecto de disminuir la potencia reflectante a la región o zona de alimentación, y esto da lugar a banda de adaptación expandida.

La figura 27 ilustra la estructura en sección transversal de un ejemplo de una antena monocónica que es otra modificación del ejemplo de la Figura 20. La antena monocónica ilustrada en la figura comprende un aislador; una concavidad esencialmente cónica dispuesta en una cara extrema del aislador; un electrodo de alimentación en la superficie de la región de vértice próxima de la concavidad, un miembro de baja conductividad que llena la cavidad, un conductor a tierra dispuesto próximo y esencialmente paralelo a la otra cara extrema del aislador o formado directamente en la otra cara extrema del aislador.

En el ejemplo ilustrado en la figura, la concavidad cónica se forma primeramente en la superficie del aislador, y después se forma el electrodo de alimentación en la superficie interna de la concavidad en la proximidad de su vértice. El electrodo de alimentación puede ser formado mediante chapado o similares. A continuación, se llena la concavidad con el miembro de baja conductividad. Para el miembro de baja conductividad es apropiado un conductor que contenga caucho o elastómero. Se obtiene una conductividad deseada con relativa facilidad ajustando el contenido del conductor. Después, se dispone el conductor próximo y en esencia paralelamente a la otra cara extrema del aislador. Alternativamente, el conductor a tierra puede ser formado directamente en la otra cara extrema del aislador.

Con la constitución de la antena monocónica ilustrada en la figura 27, el miembro de baja conductividad funciona como un conductor de radiación, y además se obtiene el efecto eléctrico equivalente a carga resistiva. Como se ilustra en la figura, el área del electrodo se reduce significativamente y el coste puede ser correspondientemente reducido. A diferencia de los ejemplos mencionados anteriormente, se omite el proceso de desprendimiento del electrodo y el coste puede ser correspondientemente reducido.

Las señales eléctricas son alimentadas al espacio de separación entre el electrodo de alimentación y el conductor a tierra. Si las señales eléctricas son alimentadas desde el lado de la cara trasera del conductor a tierra, se puede adoptar una tal constitución en la que se hace un orificio en el conductor a tierra y la región de vértice de la concavidad se extiende hasta el lado de la cara trasera.

La figura 28 ilustra una modificación de la antena monocónica ilustrada en la figura 27. Como se ilustra en la figura 28, el miembro de baja conductividad que llena la concavidad puede estar provisto de una estructura de capas múltiples en la que miembros de conductividades diferentes llenan respectivamente hasta niveles individuales predeterminados. En este momento, los miembros de baja conductividad se distribuyen de manera que la conductividad es inferior en el lado de la base superior. De ese modo, se mejora el efecto de disminuir la potencia reflectante a la región o zona de alimentación, y esto da lugar a banda de adaptación expandida.

El ejemplo ilustrado en la figura 27 no se limita a una antena monocónica, y es efectivo como un método de carga resistiva para antenas bicónicas. La figura 29 ilustra la estructura en sección transversal de una antena bicónica constituida usando antenas cónicas que se forman llenando con un miembro de baja conductividad los electrodos de alimentación formados en la superficies de las concavidades cónicas en un aislador.

En la antena bicónica ilustrada en la figura 29, se omite la formación del conductor a tierra en ambas caras extremas del aislador. La antena bicónica comprende: una primera concavidad cónica y una segunda concavidad cónica formadas simétricamente en ambas caras; un primer electrodo de alimentación formado en la superficie de la región de vértice cercana de la primera concavidad; un primer miembro de baja conductividad que llena la primera concavidad; un segundo electrodo de alimentación formado en la superficie de la región de vértice cercana de la segunda concavidad; y un segundo miembro de baja conductividad que llena la segunda concavidad.

Con la constitución de antena bicónica ilustrada en la figura 29, los miembros de baja conductividad funcionan como conductores de radiación, y además se obtiene el efecto eléctrico equivalente a carga resistiva. Como se ilustra en la figura, el área de los electrodos se reduce significativamente y el coste se puede reducir correspondientemente. A diferencia de los ejemplos mencionados anteriormente, se omite el proceso de desprendimiento de electrodo, con lo que el coste se reduce correspondientemente.

En el ejemplo ilustrado en la figura 29, las señales eléctricas son alimentadas al espacio de separación entre los electrodos de alimentación primero y segundo. Para esta finalidad, se pueden usar varios métodos. Por ejemplo, se pueden extender líneas paralelas desde la cara lateral del aislador y conectadas a las regiones de vértice de ambos electrodos de radiación. (Este método no se muestra en la figura).

La figura 30 ilustra una modificación de la antena bicónica ilustrada en la figura 29. Como se ilustra en la figura 30, el miembro de baja conductividad que llena cada concavidad puede estar provisto de estructura de capas múltiples en la que miembros de conductividades diferentes llenan respectivamente hasta niveles individuales predeterminados. En este momento, los miembros de baja conductividad se distribuyen de tal manera que la conductividad es inferior

en el lado de la base superior. De este modo se mejora el efecto de disminuir la potencia reflectante a la parte de alimentación, y esto da lugar a una banda de adaptación expandida.

En las realizaciones y ejemplos mencionados anteriormente con referencia a las figuras, el electrodo de radiación de la antena cónica está hecho en una forma cónica. Incluso si la forma del electrodo de radiación es esencialmente cónica como un cono o pirámide elíptica, el efecto de la presente invención se produce igualmente. No existe tampoco limitación especial sobre la forma del cilindro aislador y, básicamente, se puede adoptar cualquier forma, incluyendo la de cilindro circular y prisma, fácil de manejar.

#### 10 **Aplicabilidad industrial**

De acuerdo con la presente invención, se puede proporcionar una excelente antena monocónica en la que su inherente calidad de las características de banda ancha se mantiene suficientemente y además la reducción de tamaño se consigue al proporcionarse la carga del dieléctrico.

Además, de acuerdo con la presente invención, el alcance de aplicación de una antena monocónica de carga dieléctrica puede ser ampliada de manera espectacular y así la antena puede ser llevada dentro del uso práctico, por ejemplo, como una pequeña antena para un sistema de comunicaciones de banda ultra-ancha.

Además, de acuerdo con la presente invención, se puede proporcionar una excelente antena monocónica en la que se consigue la reducción de perfil independientemente de la selección del dieléctrico.

Si los métodos de constitución, de acuerdo con la presente invención, son utilizados cuando una antena monocónica se reduce en tamaño por la carga dieléctrica, la calidad de las características de banda ancha inherentes pueden mantenerse suficientemente en la antena monocónica. A la misma vez, la constitución de perfil bajo puede ser adoptada. La antena así obtenida es útil, por ejemplo, como una pequeña antena de perfil bajo para sistemas de comunicaciones de banda ultra-ancha.

## REIVINDICACIONES

5 1. Una antena monocónica (1) que comprende: una concavidad (11) esencialmente cónica con una región o zona de base y una región o zona de vértice formada en la primera cara extrema de un dieléctrico (10); un electrodo de radiación (12) dispuesto en la superficie de dicha concavidad (11) o un electrodo de radiación (12) dispuesto para que dicha concavidad (11) sea rellena con él; y un conductor a tierra (13) dispuesto en las proximidades de, y esencialmente paralelo a, la otra cara extrema opuesta a la primera cara de dicho dieléctrico (10), y está así constituido para que las señales eléctricas sean alimentadas entre la región o zona de vértice de dicho electrodo de radiación (12) y dicho conductor a tierra (13), en el que el ángulo de semicono de dicha región o zona de vértice, entre un eje central y la superficie de la concavidad, es menor de 90 grados,

**caracterizado**

15 porque el ángulo de semicono de dicha concavidad (11) disminuye escalonada o continuamente desde la región o zona de base a la región o zona de vértice, y

20 porque la relación de la altura  $h$  de dicha concavidad (11) al radio efectivo  $r$  de la región o zona de base de dicha concavidad (11) viene determinada por la siguiente expresión que describe su relación con la constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  de dicho dieléctrico (10):

$$\tan^{-1}(r/h) > 0,8 \cdot \tan^{-1}(1,7/\epsilon_r) + 13 \quad (\text{Unidad de ángulo: grado})$$

25 2. La antena monocónica (1) de acuerdo con la reivindicación 1,

en la que un electrodo de alimentación está formado en la otra cara (o segunda cara) extrema,

30 en la que el primer extremo del electrodo de alimentación penetra a dicho dieléctrico (10) y está conectado eléctricamente con dicho electrodo de radiación (12) en la región o zona de vértice, y

en la que el otro extremo del electrodo de alimentación está así formado para que alcance una cara lateral de dicho dieléctrico (10).



FIG. 1

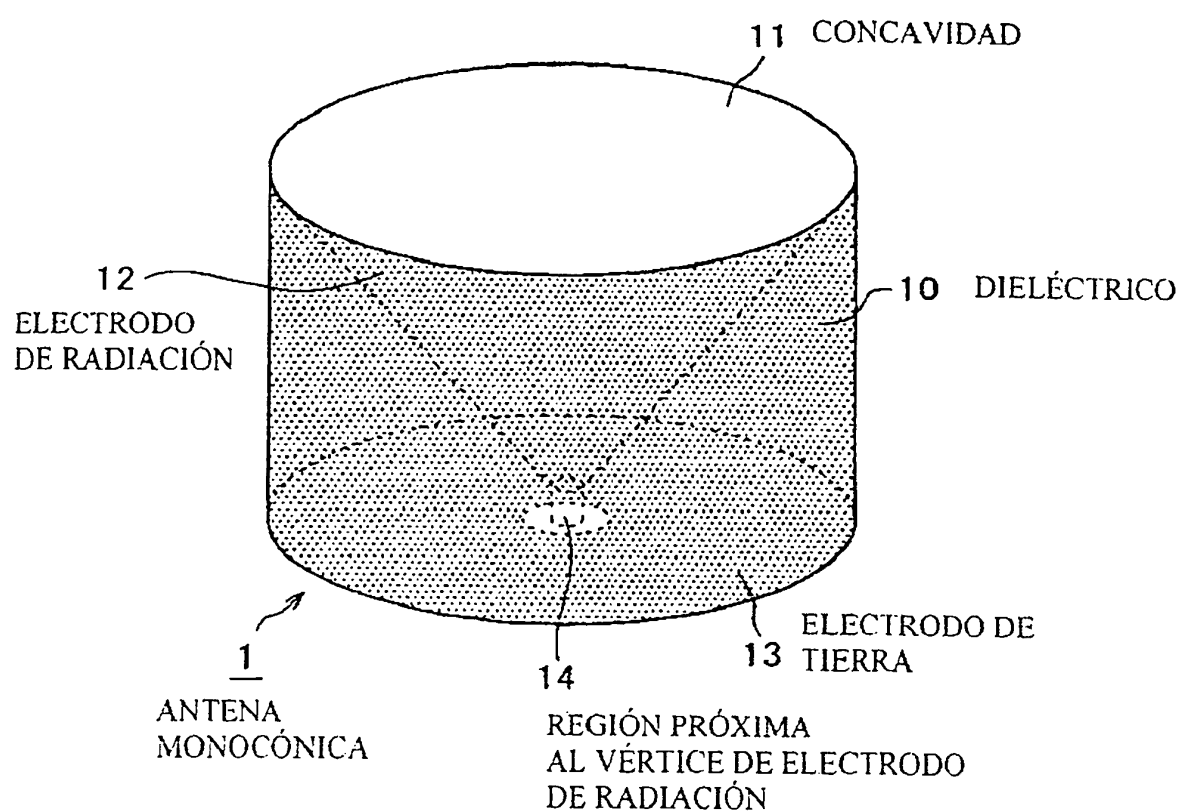


FIG. 2

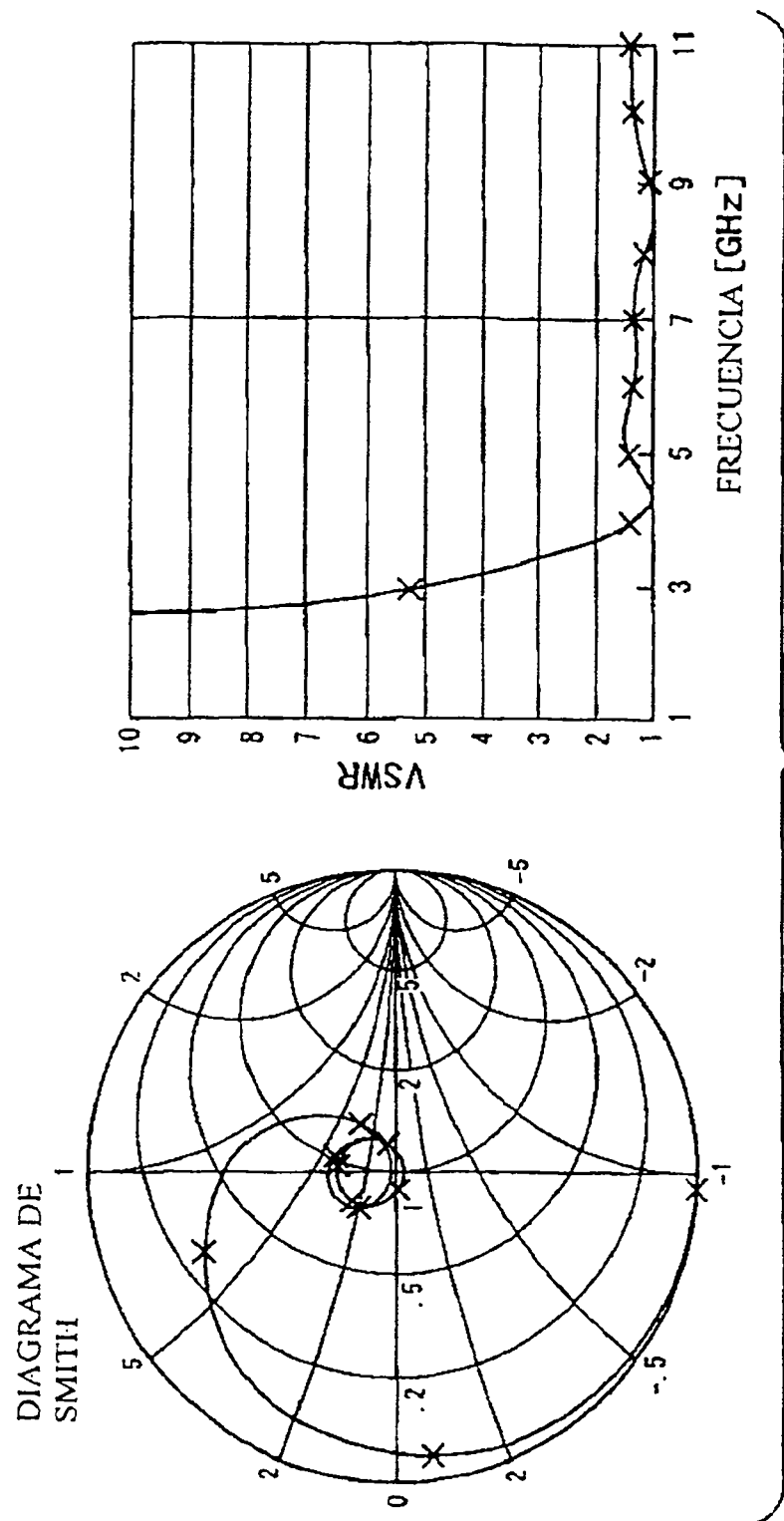


FIG. 3

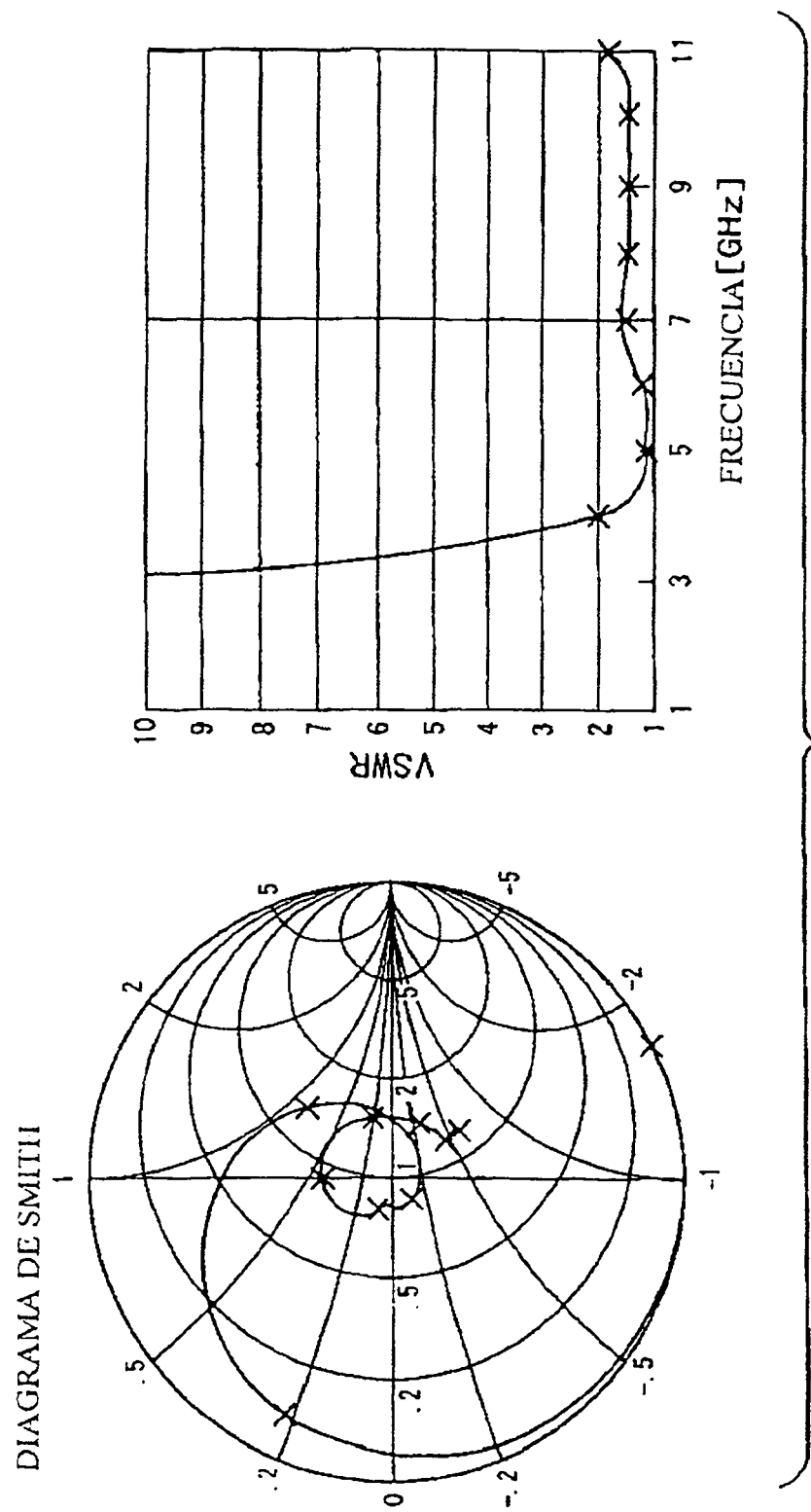


FIG. 4

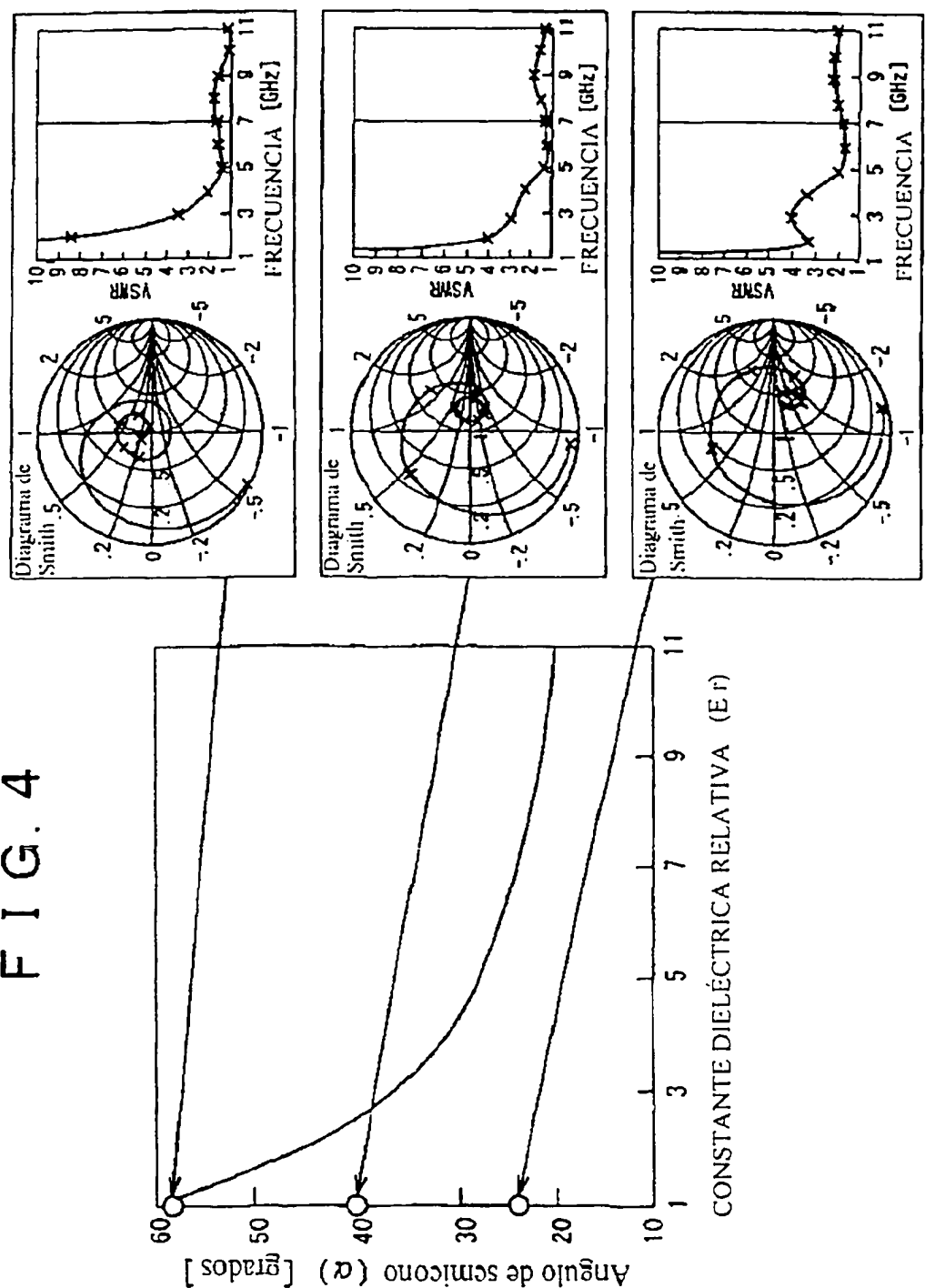


FIG. 5

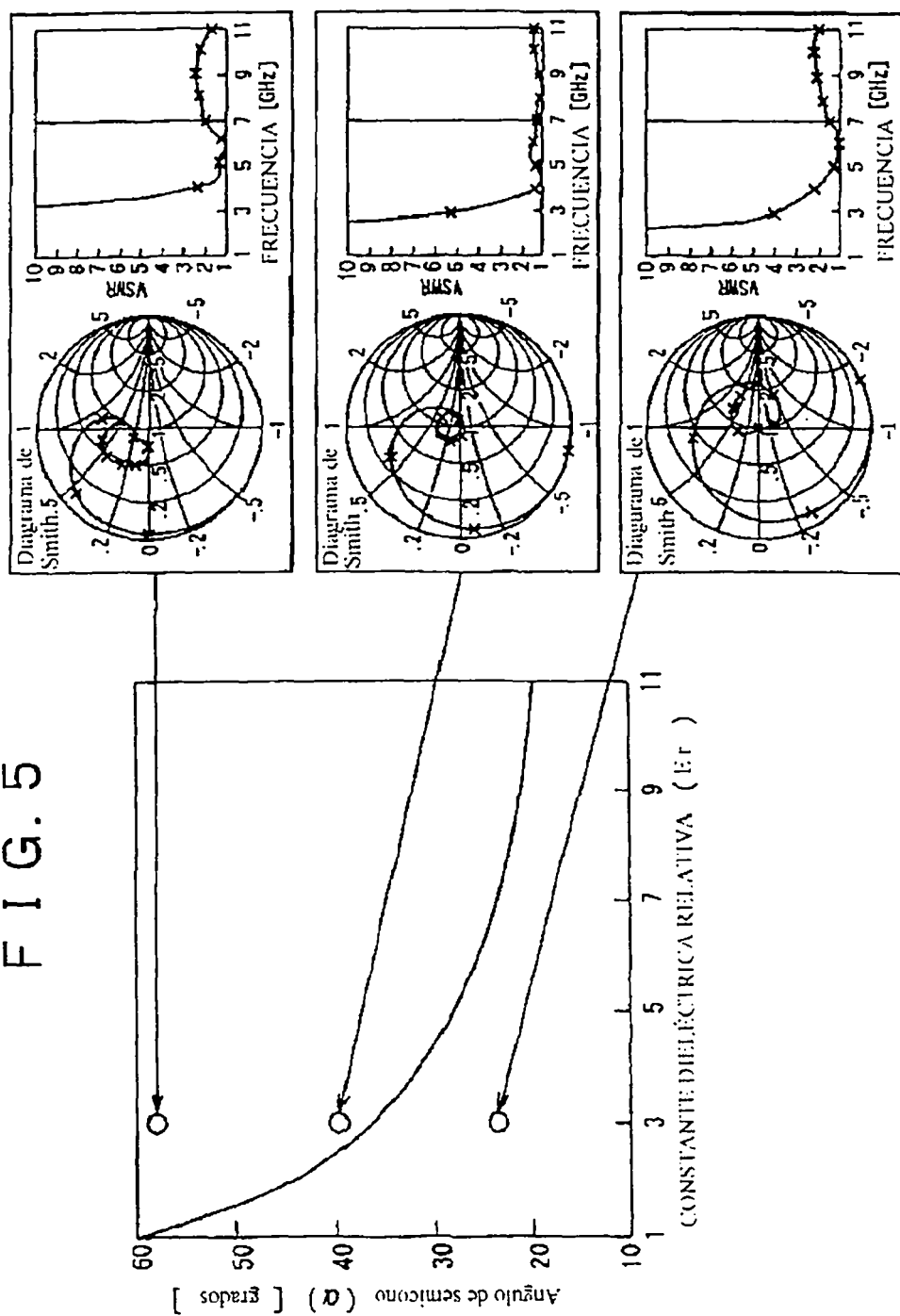


FIG. 6

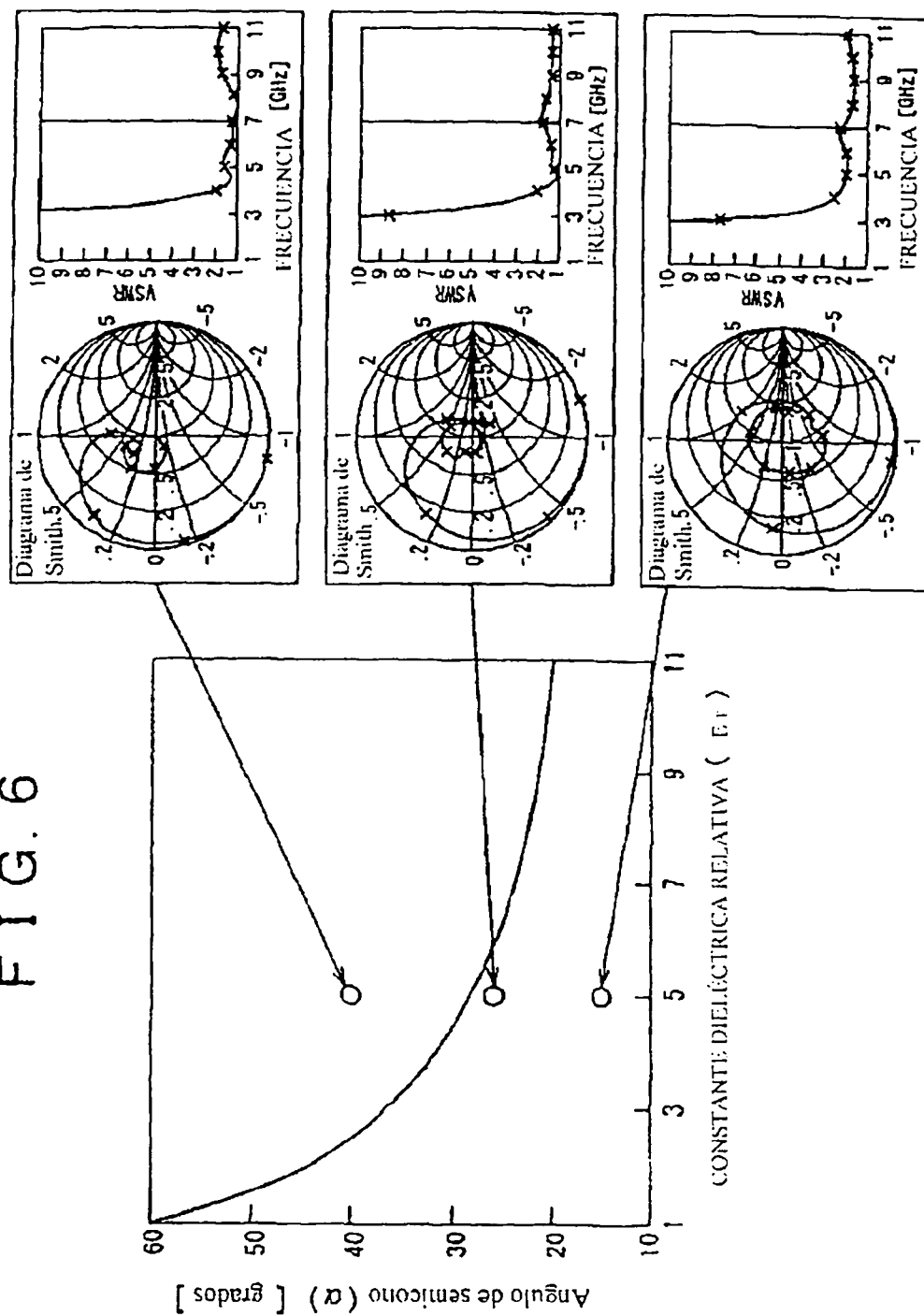


FIG. 7

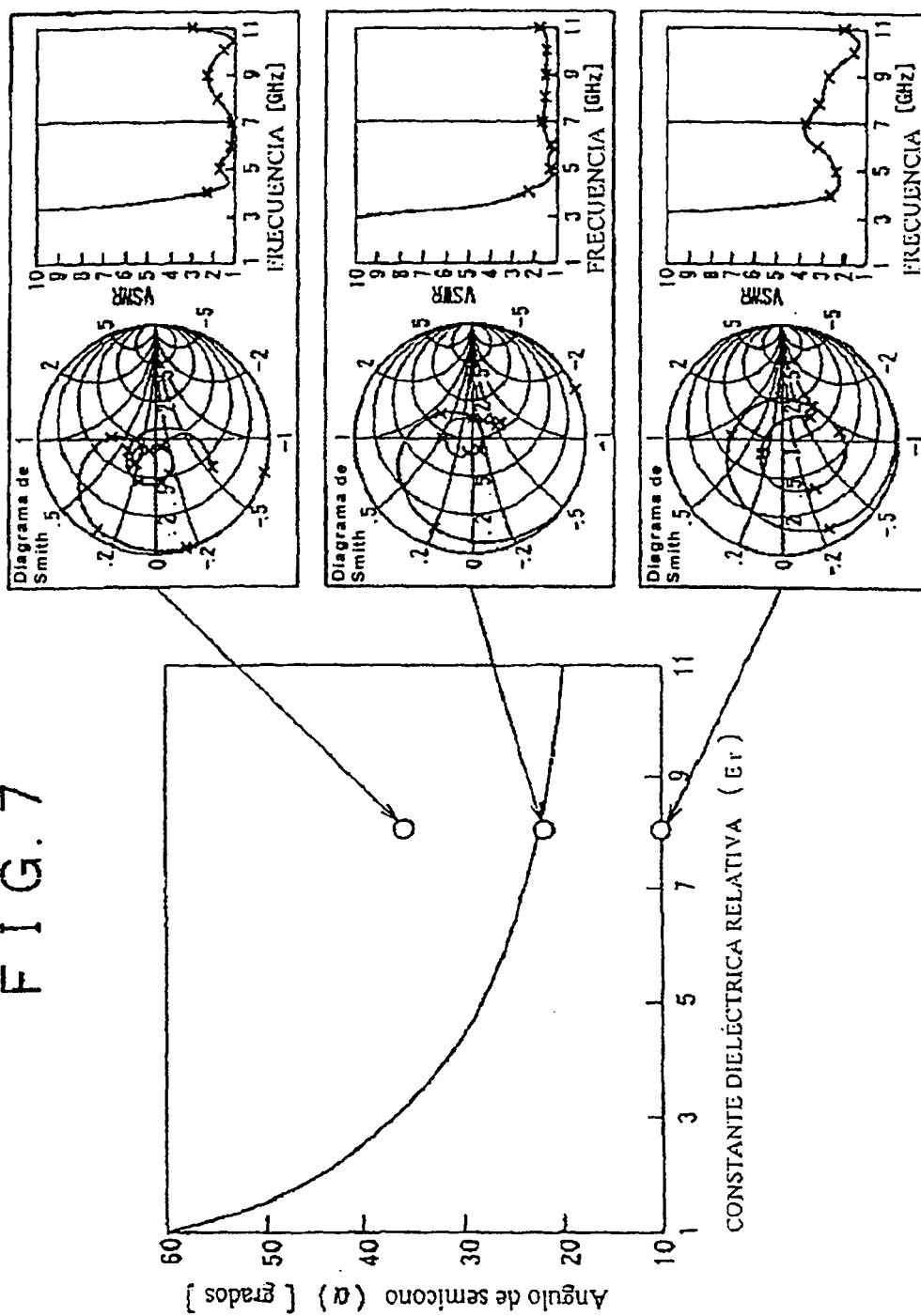


FIG. 8

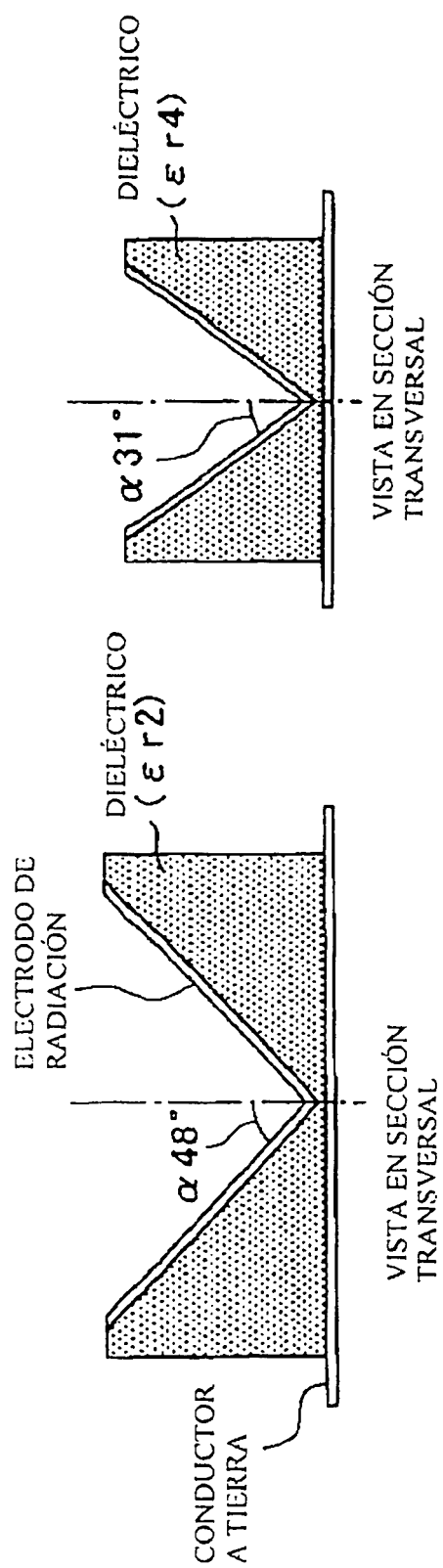




FIG. 9

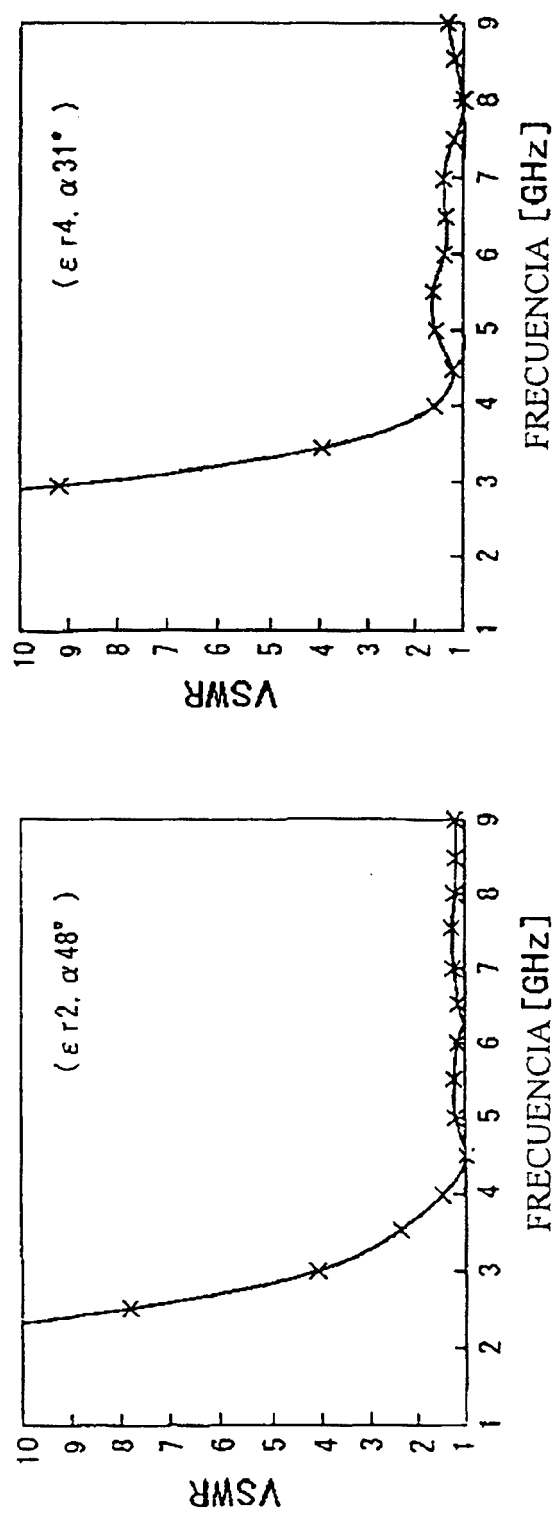


FIG. 10

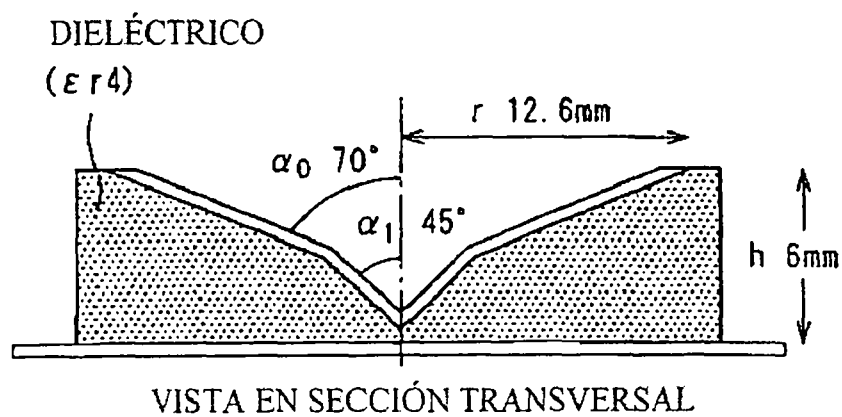


FIG. 11

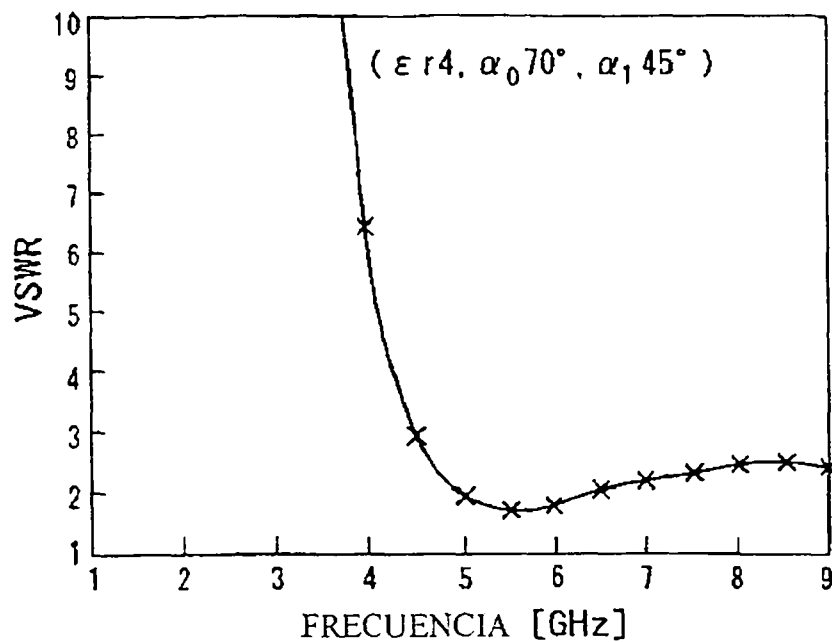


FIG. 12

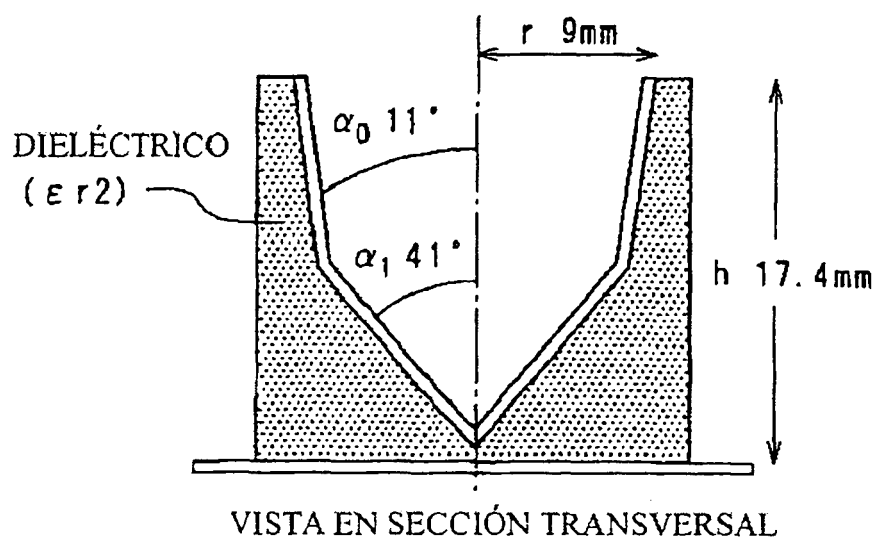


FIG. 13

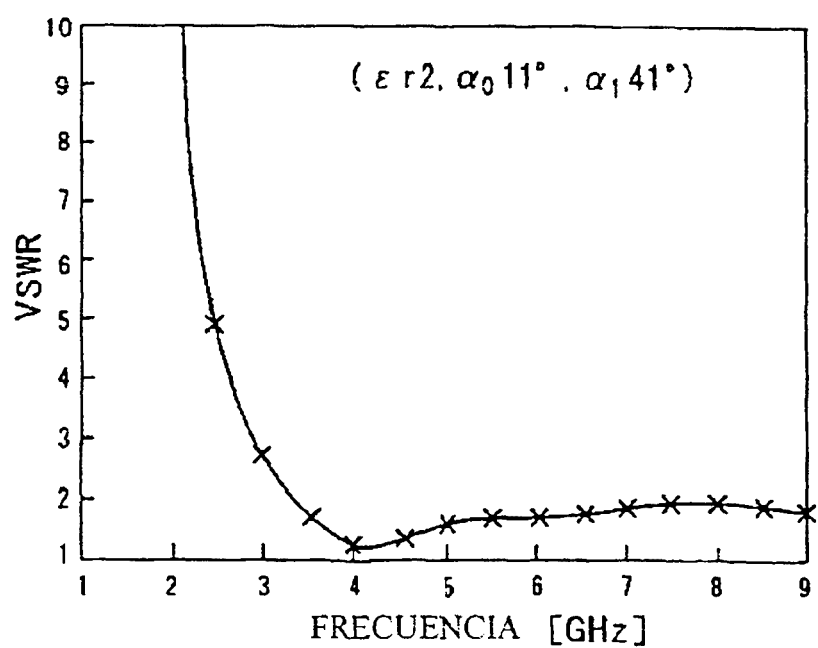
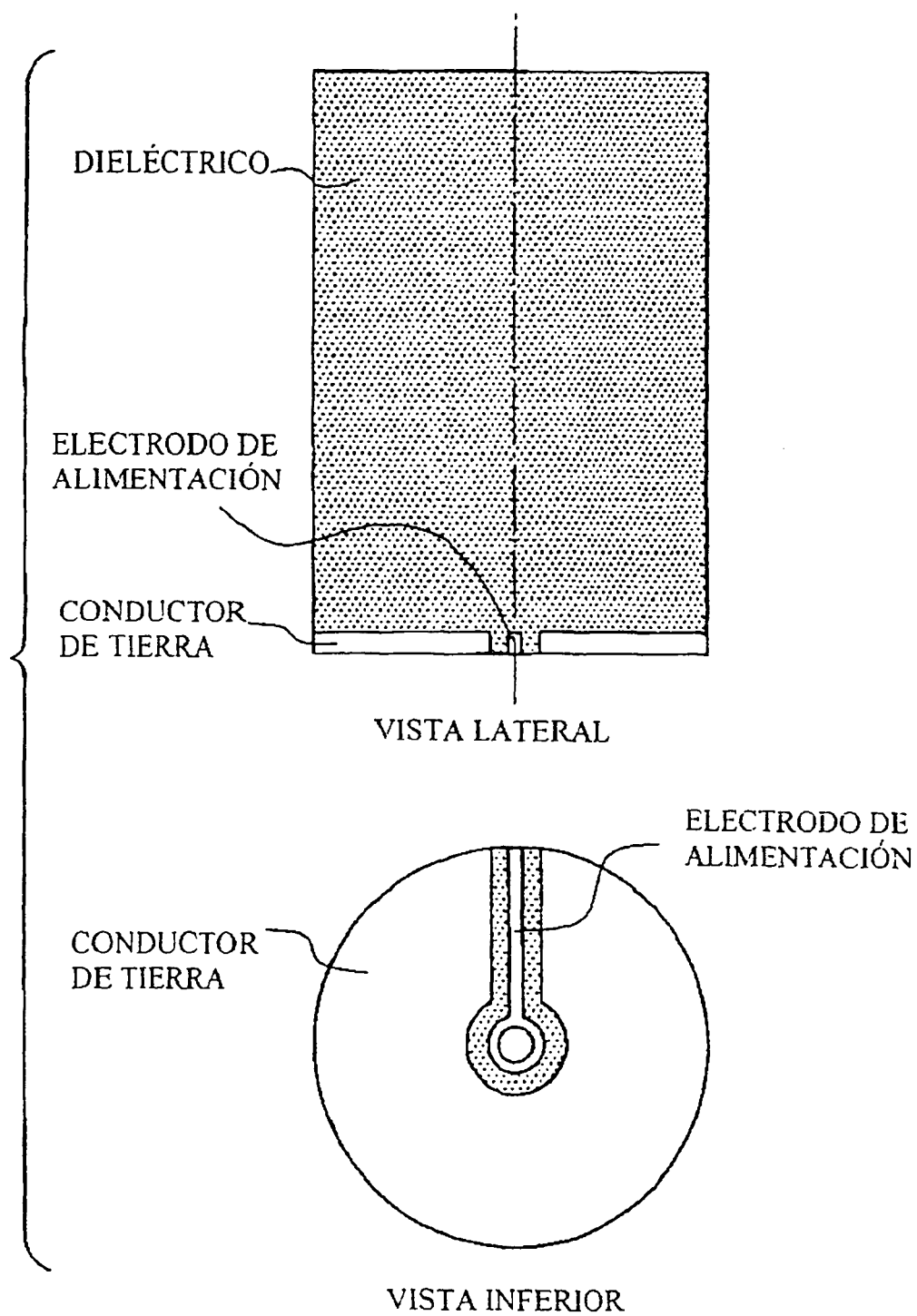
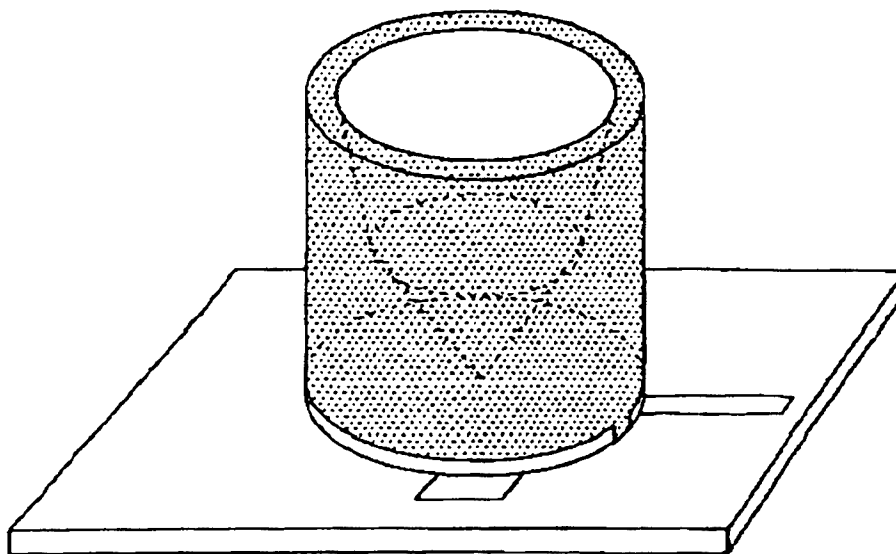


FIG. 14



F I G. 1 5



F I G. 1 6

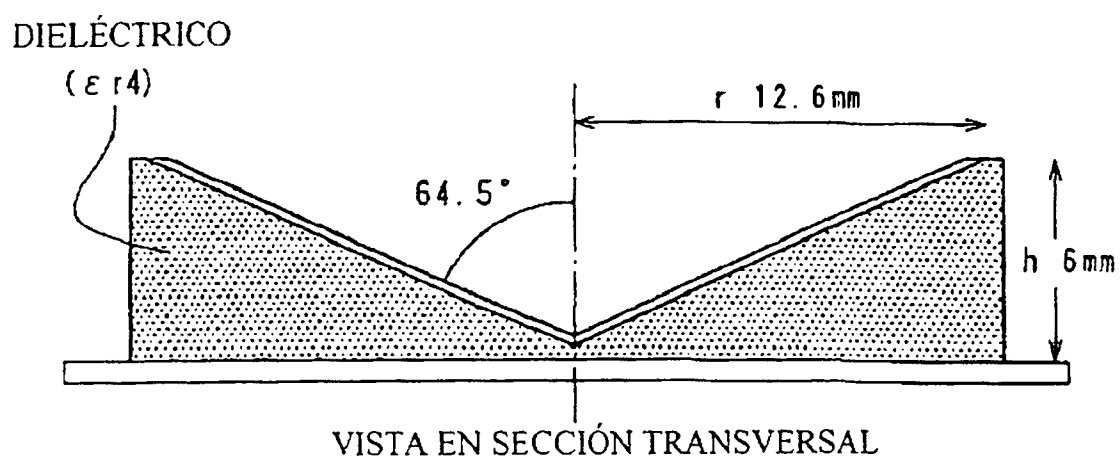


FIG. 17

DIAGRAMA  
DE SMITH

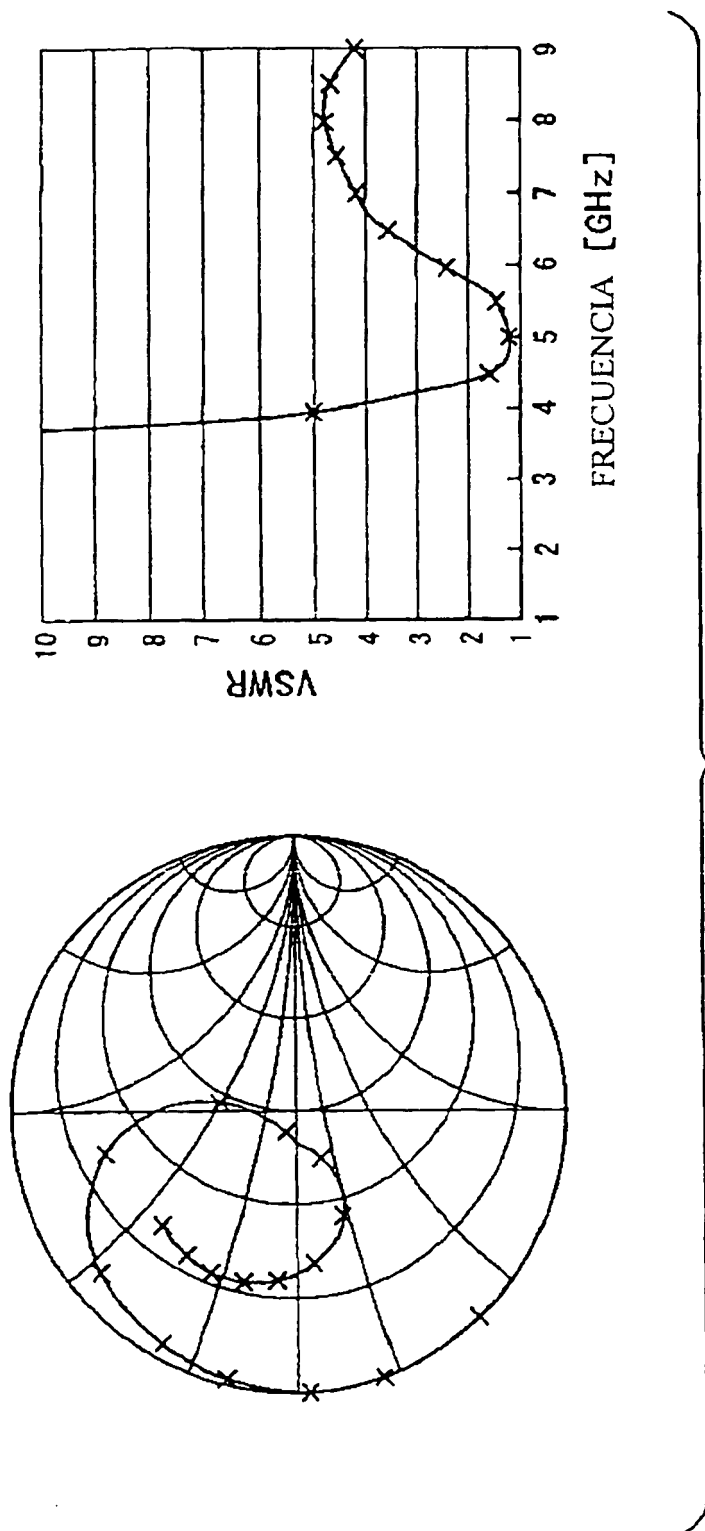


FIG. 18

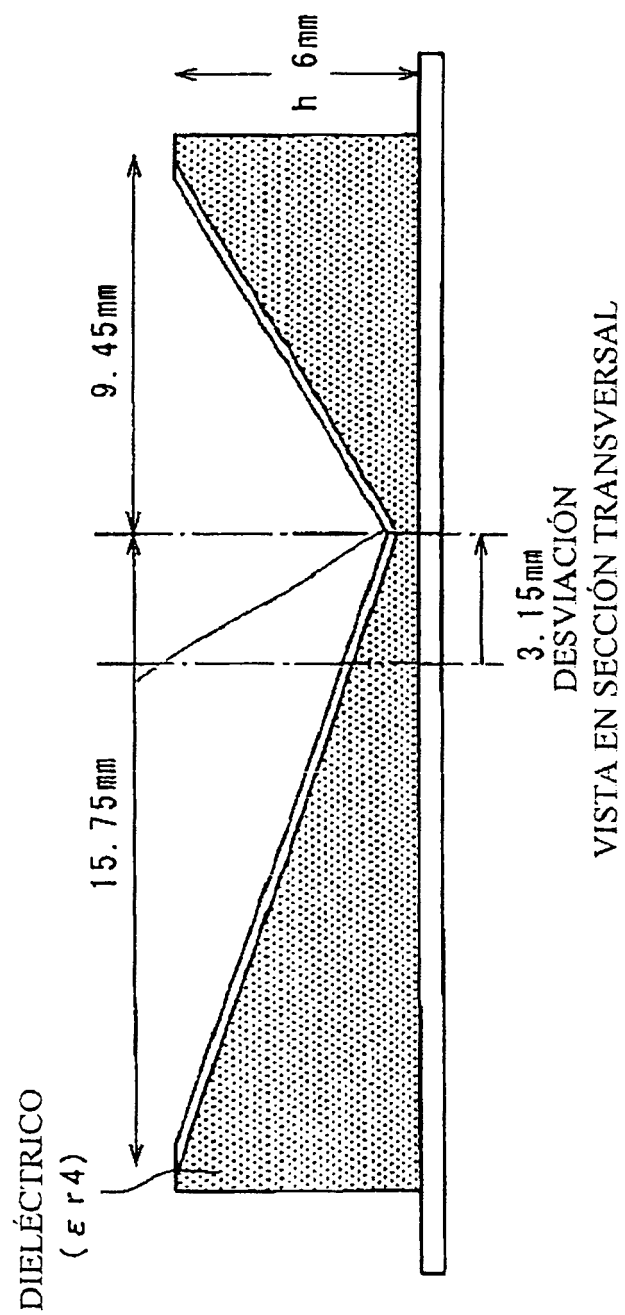


FIG. 19

DIAGRAMA  
DE SMITH

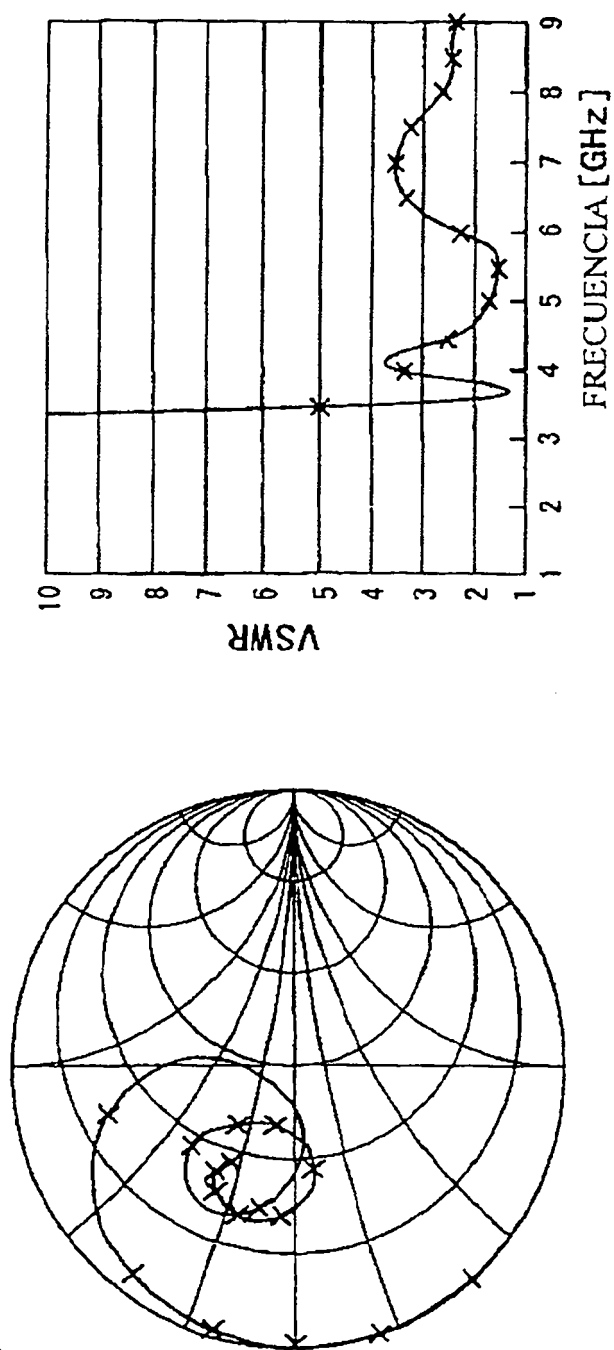




FIG. 20

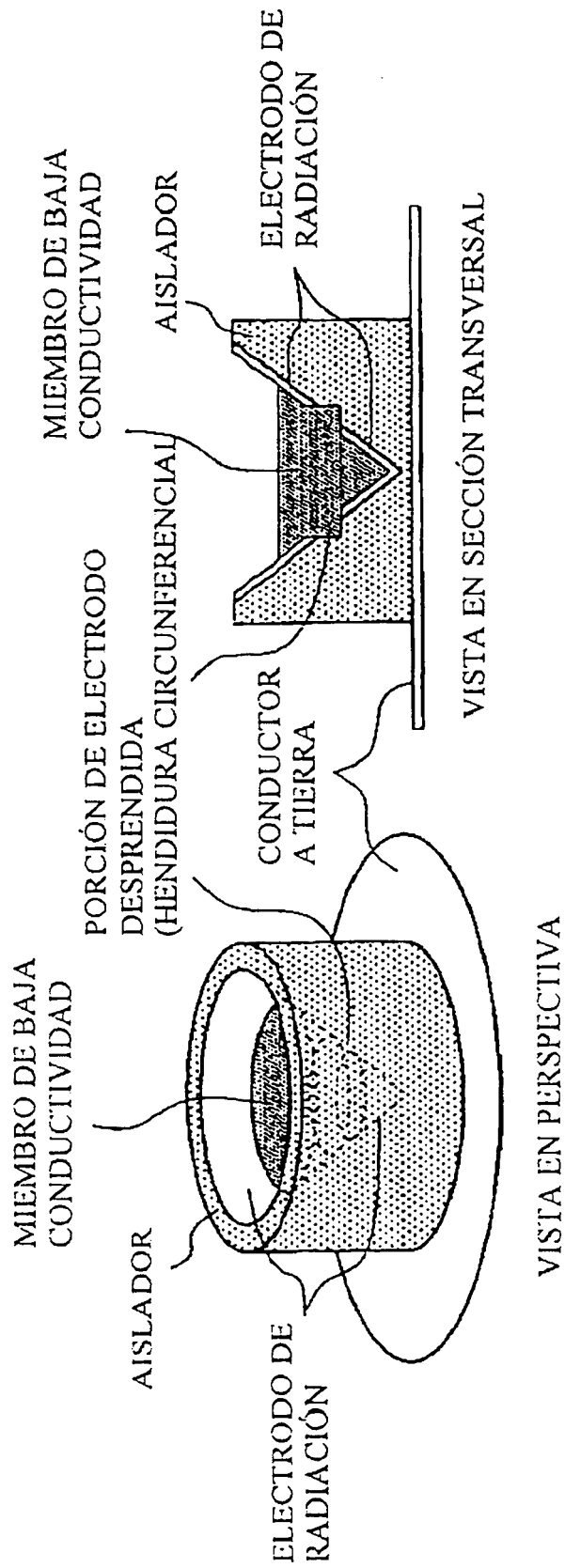


FIG. 21

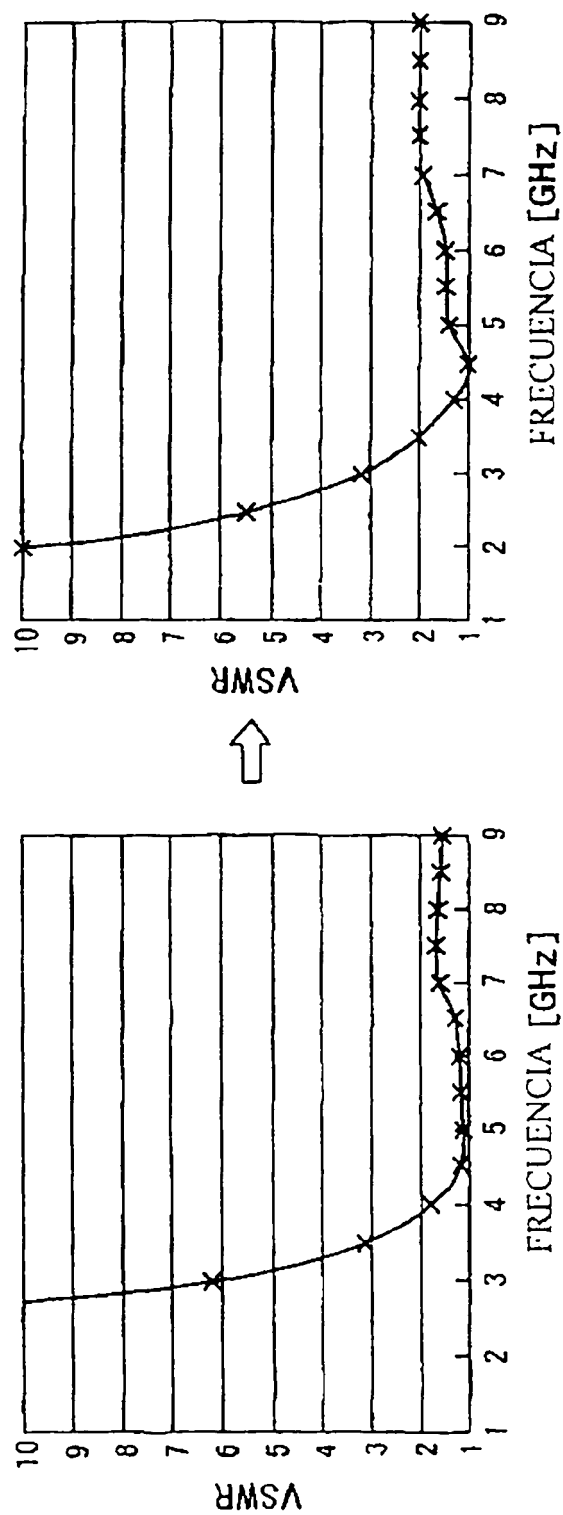


FIG. 22

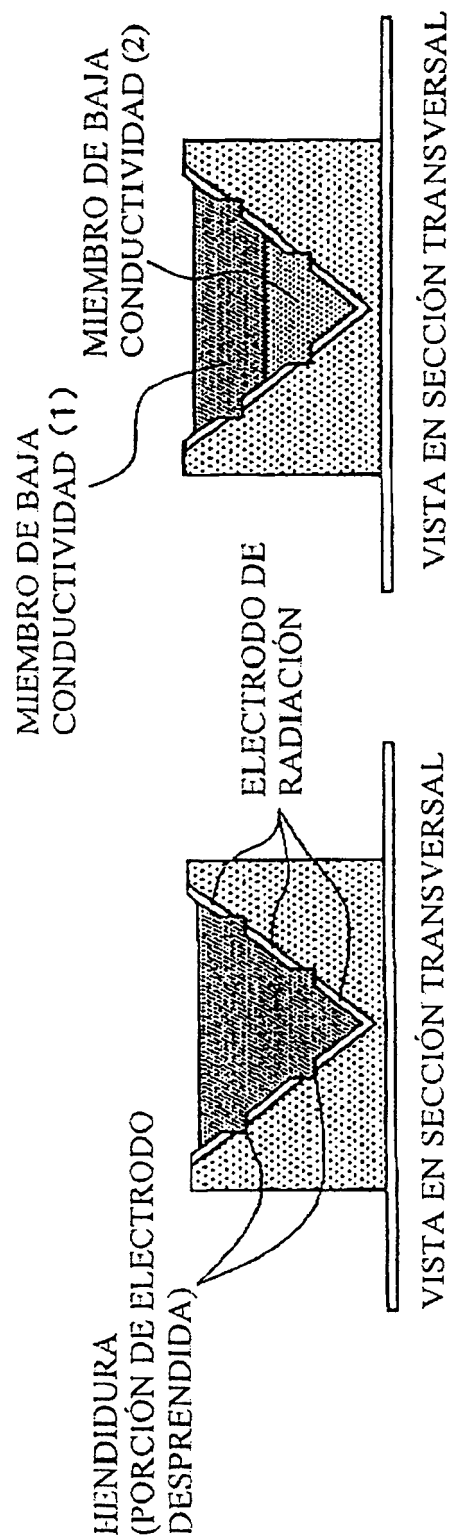


FIG. 23

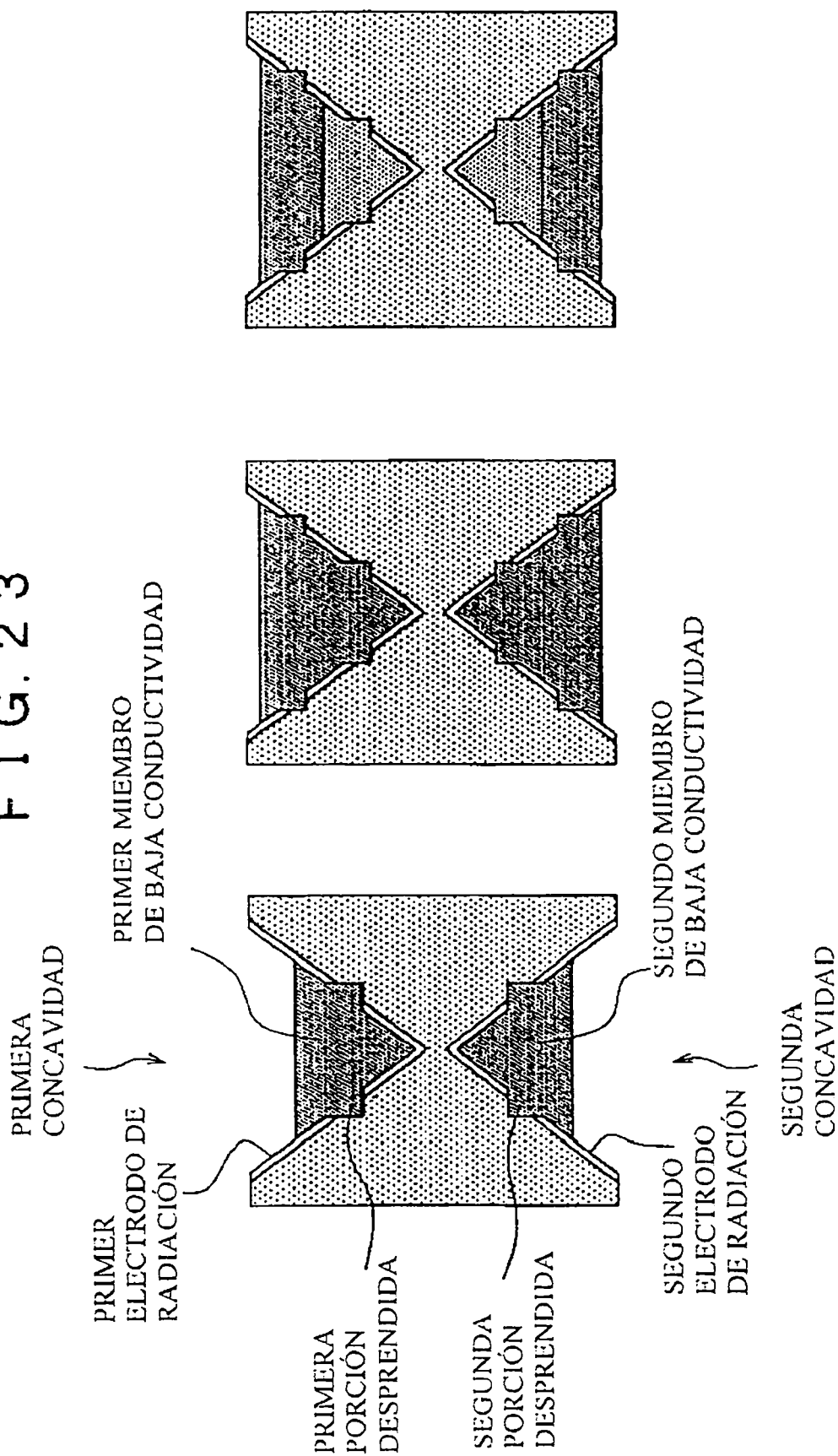


FIG. 24

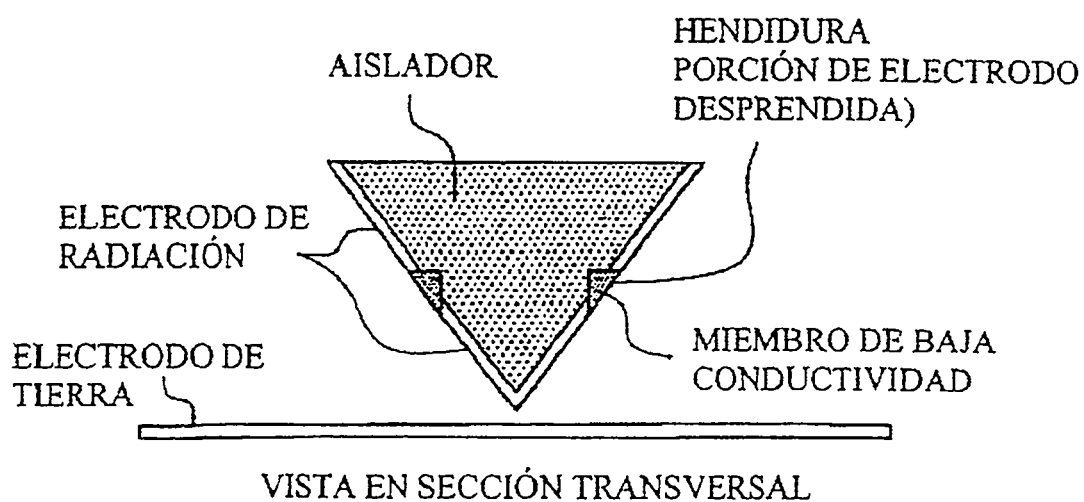


FIG. 25

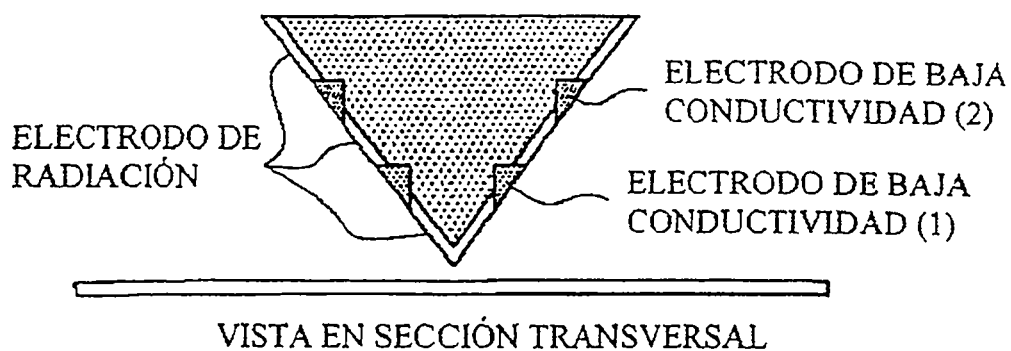


FIG. 26

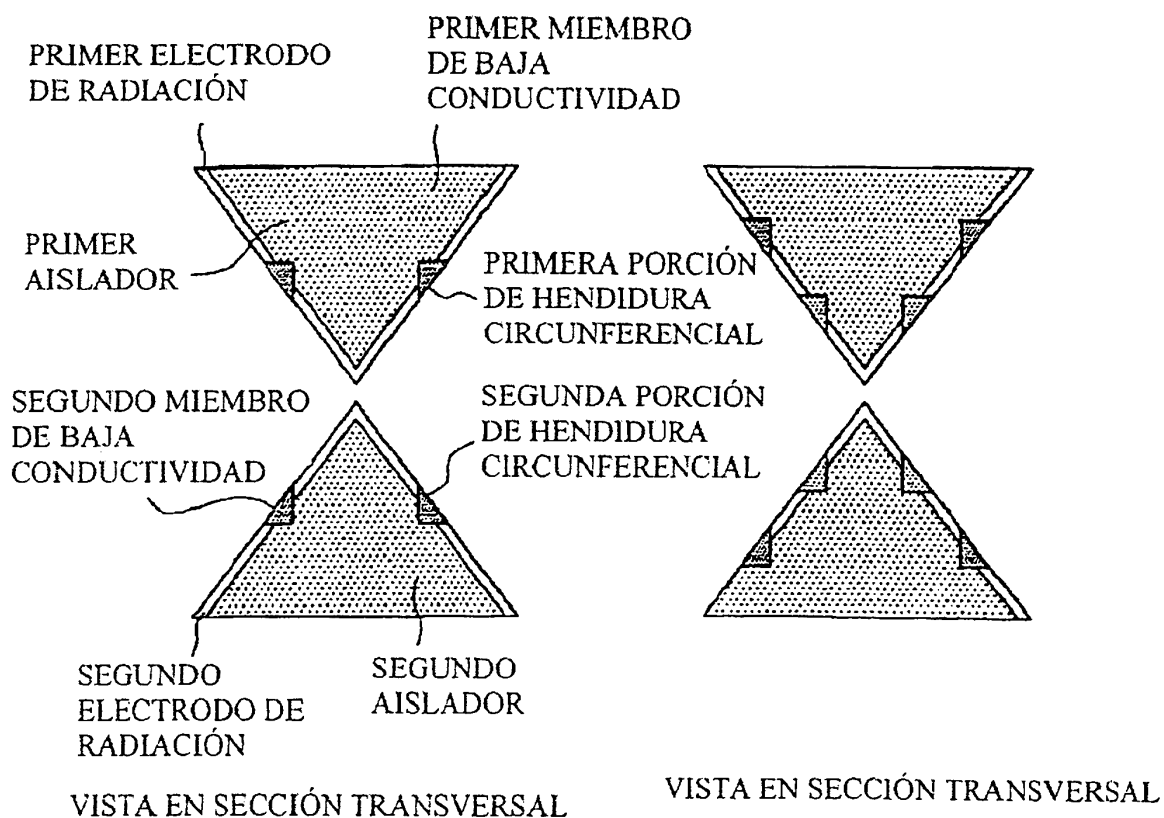


FIG. 27

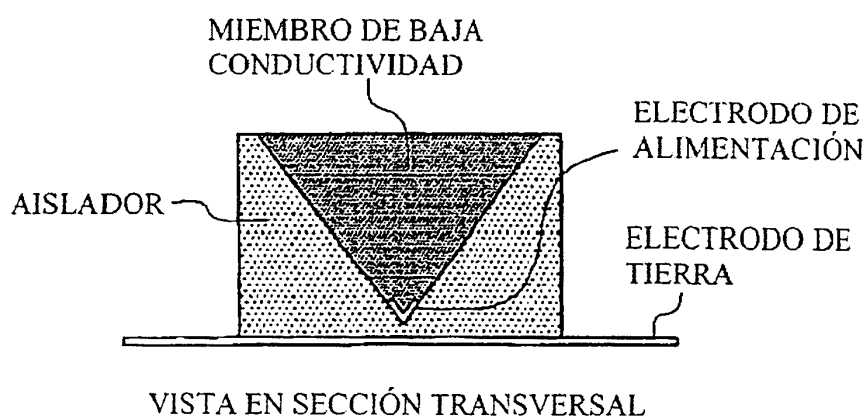


FIG. 28

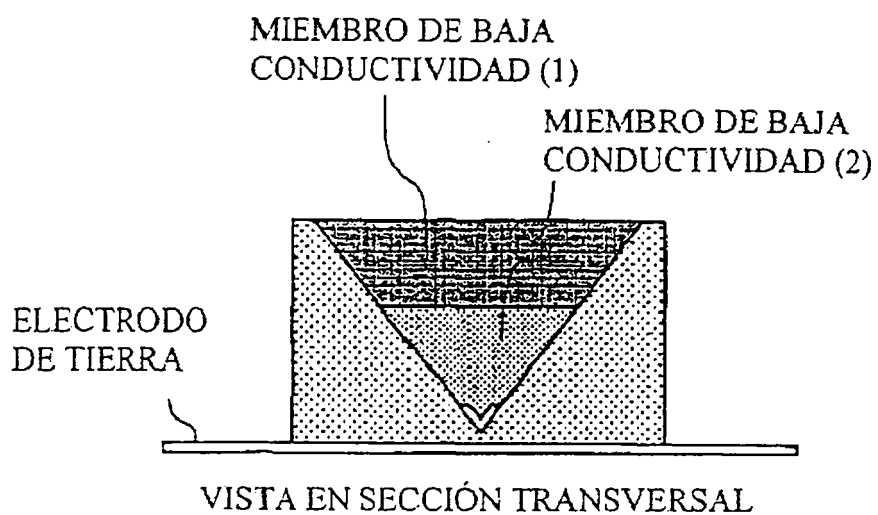


FIG. 29

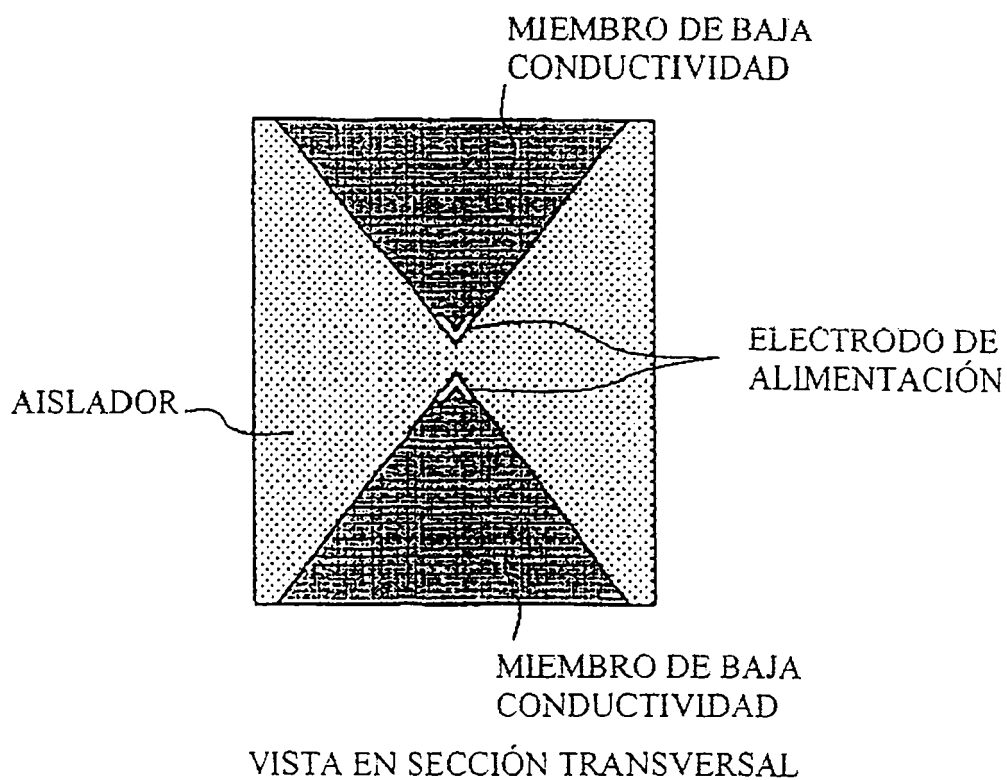


FIG. 30

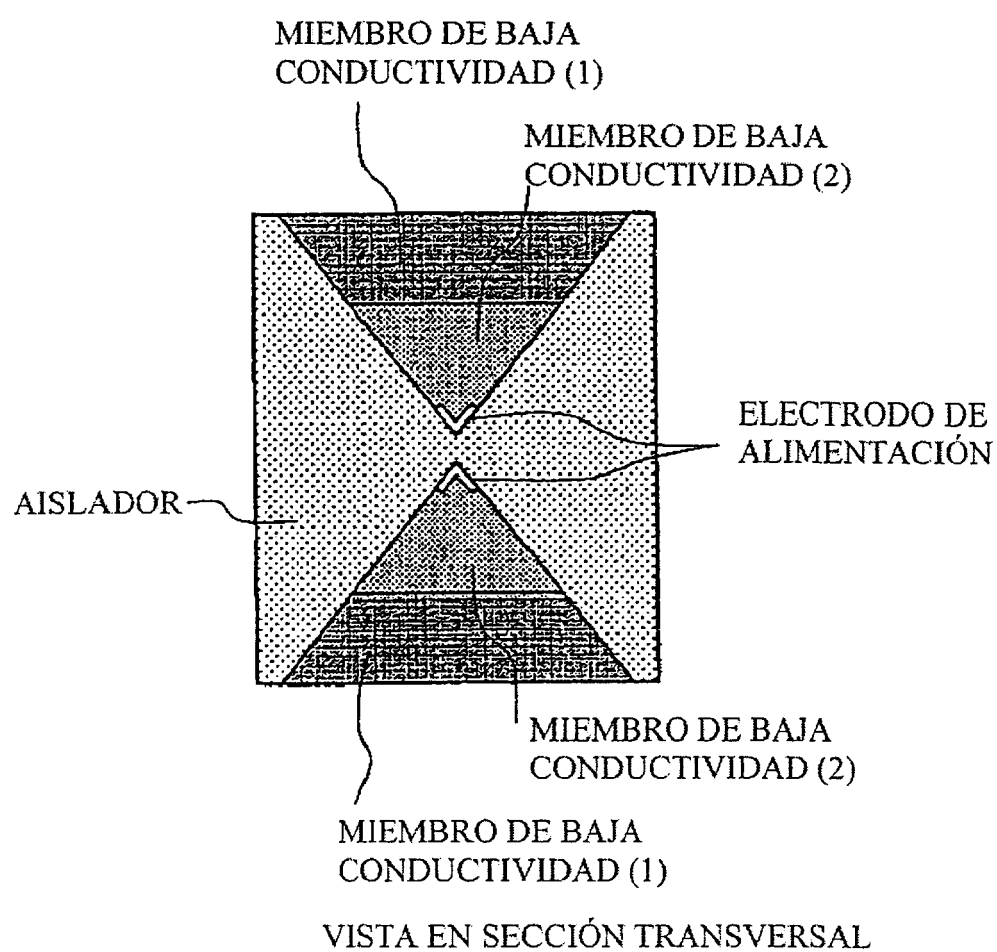




FIG. 31

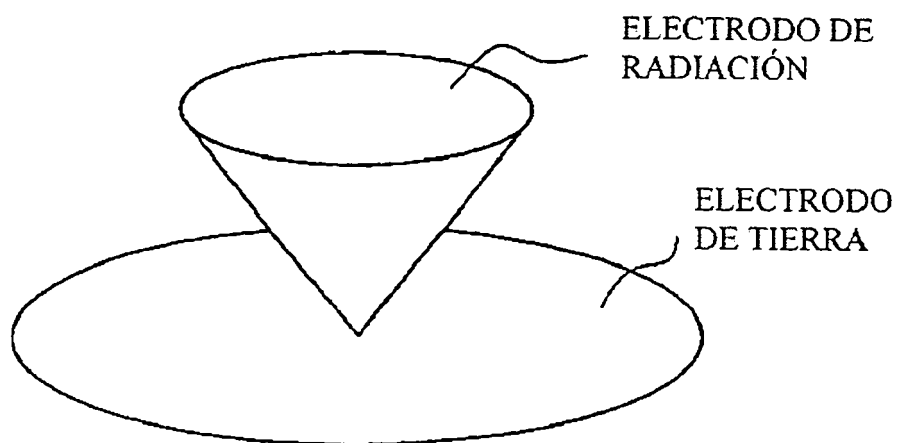
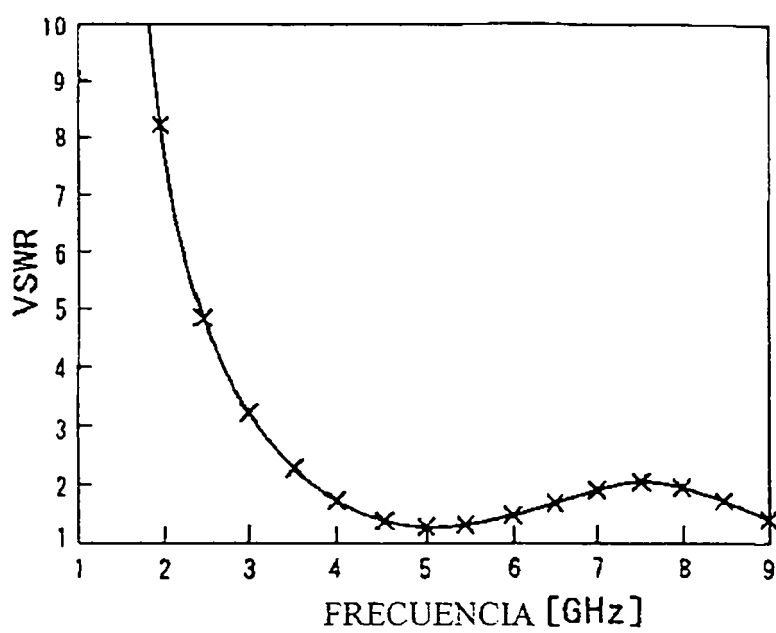
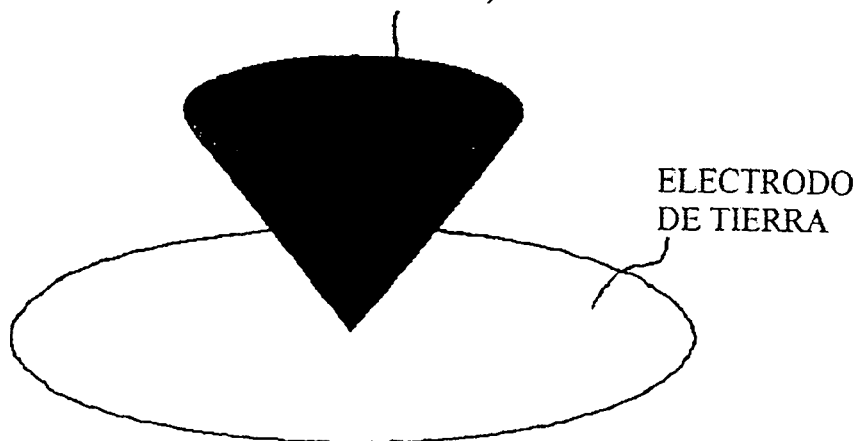


FIG. 32



**F I G. 3 3**

ELECTRODO DE RADIACIÓN  
(BAJA CONDUCTIVIDAD  
UNIFORME)



**F I G. 3 4**

ELECTRODO DE RADIACIÓN  
(BAJA CONDUCTIVIDA NO  
UNIFORME)

