

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 412 394**

51 Int. Cl.:

**H01P 7/10** (2006.01)

**H01P 1/208** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2010 E 10751761 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013 EP 2452395**

54 Título: **Filtro resonante multimodal**

30 Prioridad:

**10.07.2009 KR 20090063222**

**10.07.2009 US 224523 P**

**17.09.2009 US 243177 P**

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

**11.07.2013**

73 Titular/es:

**KMW INC. (100.0%)**

**65 Youngchun-ri, Dongtan-Myun Hwasung-kun  
Kyungki-do, 455-813 , KR**

72 Inventor/es:

**KIM, DUK-YONG y  
PARK, NAM-SHIN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 412 394 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

Filtro resonante multimodal

Campo técnico

5 La siguiente descripción se refiere a un resonador, y más particularmente, a un resonador multimodal (o de modo multirresonante) para emitir frecuencias de resonancia de una pluralidad de modos resonantes y un filtro resonante multimodal que usa el mismo.

Antecedentes de la técnica

10 Generalmente, un filtro de alta frecuencia que usa un resonador dieléctrico (DR, *dielectric resonator*), tal como un filtro de DR, un filtro de cavidad, un filtro de guía de ondas, y similares, tiene un circuito tanque para la resonancia de una alta frecuencia, especialmente una frecuencia superalta. Un circuito resonante general se forma usando bobinas y condensadores y no es adecuado para formar una frecuencia superalta por su gran pérdida de radiación. Por este motivo, generalmente se forma un filtro de radiofrecuencia (RF) usando una pluralidad de resonadores, cada uno de los cuales tiene un dispositivo de circuito para la resonancia a una frecuencia particular por medio de una combinación de inductores (L) y condensadores (C). El filtro de RF incluye normalmente un elemento resonante dieléctrico (DR) o una varilla resonante metálica en el interior de una cavidad de un cilindro metálico o un hexaedro rectangular rodeado por un conductor, de manera que sólo existe un campo electromagnético que tiene una frecuencia única en un espacio de recepción (celda), permitiendo de ese modo la resonancia de frecuencia superalta.

La figura 1 ilustra un filtro paso banda (BPF, *band-pass filter*) de 8 polos convencional.

20 Volviendo a la figura 1, el BPF convencional incluye una carcasa 11 que tiene 8 cavidades divididas con un intervalo predeterminado entre ellas en un metal hexaédrico. Cada una de las cavidades incluye un elemento 13 DR que tiene alto valor de Q que se fija usando un elemento de soporte. El BPF también incluye conectores 17 de entrada/salida montados en un lado de la carcasa 11 y una cubierta 12 para proteger una abertura de la carcasa 11. Para ajustar la cantidad de acoplamiento entre elementos 13 DR, las cavidades de la carcasa 11 están divididas mediante divisiones en las que se forman ventanas que tienen un tamaño predeterminado. La superficie interna de la carcasa 25 11 está chapada con plata para estabilizar el rendimiento eléctrico y para maximizar la conductividad. La ventana formada en cada división está cortada por un intervalo predeterminado de manera perpendicular a la superficie inferior de la cavidad. La cantidad de acoplamiento entre los elementos 13 DR montados en las cavidades se ajusta según el tamaño de la ventana para suprimir la aparición de ondas parásitas. En cada ventana está previsto un tornillo 15 de acoplamiento, que puede insertarse en la ventana a través de la carcasa 11, ajustando con precisión de ese modo la cantidad de acoplamiento.

30 El elemento 13 DR montado en cada cavidad de la carcasa 11 está soportado por un elemento de soporte vertical previsto desde la superficie inferior, y está previsto un tornillo 14 de sintonización en la superficie superior del elemento 13 DR para controlar la frecuencia. En el lateral de la carcasa 11, están previstos conectores 17 de entrada y salida que se conectan a líneas 16 de alimentación de entrada y salida. La línea de alimentación de entrada suministra una señal procedente del conector de entrada al primer elemento DR, mientras que la línea de alimentación de salida suministra una señal procedente del elemento DR final al conector de salida.

35 Haciendo referencia al filtro paso banda convencional (o filtro de eliminación de banda), se requiere realizar un filtro que tenga una pluralidad de polos, una pluralidad de cavidades y medios de acoplamiento para el acoplamiento entre los elementos 13 DR. Debido a que el elemento 13 DR individual usa un único modo resonante, se requiere realizar un BPF multimodal que tenga una pluralidad de polos, una pluralidad de cavidades y una pluralidad de elementos 13 DR y se requieren adicionalmente medios de acoplamiento para el acoplamiento entre los elementos 13 DR. Por consiguiente, un gran espacio suficiente para alojar las cavidades y los medios de acoplamiento son necesarios en el interior del filtro, lo que aumenta el tamaño y el peso del BPF multimodal. Por tanto, para un filtro ligero y pequeño, es esencial reducir el número de cavidades y elementos DR. Si el número de cavidades y elementos DR aumenta, el tamaño, el peso y el coste de fabricación del filtro también aumentan.

40 Tal como se da a conocer en la publicación de patente internacional n.º WO 2005/069425 y el boletín de publicación de patente japonesa n.º 2001-60804, hubo intentos de implementar una pluralidad de modos que usan un único elemento resonante. Sin embargo, en las técnicas dadas a conocer, un elemento DR está en una forma poligonal relativamente compleja, haciendo que el proceso de fabricación del elemento resonante sea muy complicado y, por tanto, aumentando el coste de fabricación del elemento resonante. Aún no se ha identificado un ejemplo de realización de un elemento resonante poligonal complejo y un filtro resonante que usa el mismo en productos reales. El documento US 4 675 630 da a conocer un filtro paso banda cargado dieléctrico de modo triple con tornillos de

acoplamiento.

Descripción de la invención

Problema técnico

5 Un aspecto de la presente invención es tratar al menos los problemas y/o desventajas anteriores y proporcionar al menos las ventajas descritas a continuación. Por consiguiente, un aspecto de la presente invención es proporcionar un filtro resonante multimodal que puede conectar de manera excelente una pluralidad de frecuencias de resonancia de modo idéntico entre sí.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un filtro resonante multimodal de tamaño reducido.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un filtro resonante multimodal ligero.

10 Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un filtro resonante multimodal que puede reducir el coste de fabricación del mismo.

Solución al problema

15 En un aspecto general, se proporciona un filtro resonante multimodal que comprende una carcasa que tiene una cavidad en la misma, un elemento resonante dieléctrico (DR) alojado en la carcasa, formando el elemento DR una pluralidad de modos resonantes en diferentes direcciones, una primera línea de transmisión alineada a lo largo de una primera dirección en la que se forma un primer modo resonante de la pluralidad de modos resonantes, una segunda línea de transmisión alineada a lo largo de una segunda dirección en la que se forma un segundo modo resonante de la pluralidad de modos resonantes, siendo el segundo modo resonante diferente del primer modo resonante, y una tercera línea de transmisión alineada a lo largo de una tercera dirección en la que se forma un  
20 tercer modo resonante de la pluralidad de modos resonantes, siendo el tercer modo resonante diferente del primer modo resonante y el segundo modo resonante, en el que la primera línea de transmisión, la segunda línea de transmisión y la tercera línea de transmisión acoplan el primer modo resonante, el segundo modo resonante y el tercer modo resonante entre sí a través de conexión o acoplamiento directo.

25 El filtro resonante multimodal puede comprender además un conector de entrada fijado a un lado de la carcasa, al que se le introduce una señal de entrada, y un conector de salida fijado al otro lado de la carcasa, desde el que se emite una señal de salida, en el que la primera línea de transmisión y la segunda línea de transmisión se conectan al conector de entrada y la tercera línea de transmisión se conecta directamente al conector de salida.

30 El filtro resonante multimodal puede comprender además un conector de entrada fijado a un lado de la carcasa, al que se le introduce una señal de entrada, un conector de salida fijado al otro lado de la carcasa, desde el que se emite una señal de salida, y una línea de transmisión auxiliar, en el que la primera línea de transmisión y la segunda línea de transmisión se conectan al conector de entrada, la tercera línea de transmisión se conecta directamente al conector de salida y la línea de transmisión auxiliar se conecta a uno del conector de entrada y el conector de salida.

El primer modo resonante, el segundo modo resonante y el tercer modo resonante pueden ser ortogonales entre sí.

35 La pluralidad de modos resonantes pueden ser modos resonantes sustancialmente idénticos que se forman en diferentes direcciones.

La pluralidad de modos resonantes pueden ser modos  $TE_{01\delta}$ .

El elemento DR puede conformarse en una forma sustancialmente esférica, cilíndrica o hexaédrica rectangular.

Una superficie circunferencial interna y una superficie circunferencial externa de la carcasa pueden conformarse en una forma sustancialmente esférica, cilíndrica o hexaédrica rectangular.

40 La primera línea de transmisión, la segunda línea de transmisión y la tercera línea de transmisión pueden conformarse cada una en una forma de barra, una forma de varilla o una forma de placa.

La primera línea de transmisión, la segunda línea de transmisión y la tercera línea de transmisión pueden alinearse entre una superficie circunferencial interna de la carcasa y una superficie circunferencial externa del elemento DR.

45 La forma de al menos una parte de la primera línea de transmisión, la segunda línea de transmisión y la tercera línea de transmisión puede corresponder a una forma del elemento DR o la carcasa.

El filtro resonante multimodal puede comprender además un elemento de soporte, del que se conecta un extremo a una superficie inferior del elemento DR y del que se conecta el otro extremo a una superficie circunferencial interna de la carcasa, soportando de ese modo la carcasa de manera que el elemento DR se sitúa en el centro en el interior de la carcasa.

5 El filtro resonante multimodal puede comprender además un conector de entrada fijado a un lado de la carcasa, al que se le introduce una señal de entrada, conectándose o acoplándose el conector de entrada directamente con la primera línea de transmisión, y un conector de salida fijado al otro lado de la carcasa, desde el que se emite la señal de entrada acoplada según la pluralidad de modos resonantes acoplados.

10 Un eje x, un eje y y un eje z pueden ser ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR, en el que un primer extremo de la primera línea de transmisión se sitúa en un eje +x y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +z, un primer extremo de la segunda línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la primera línea de transmisión en el eje +z y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +y, y un primer extremo de la tercera línea de transmisión se conecta con el primer extremo de la primera línea de transmisión en el eje +x y un segundo extremo de la misma se conecta con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y.

15 Un eje x, un eje y y un eje z pueden ser ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR, en el que un primer extremo de la primera línea de transmisión se sitúa en un eje +x y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +z, un primer extremo de la segunda línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la primera línea de transmisión en el eje +z y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +y, y un primer extremo de la tercera línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y y un segundo extremo de la misma se sitúa en un punto en un eje -x.

20 Un eje x, un eje y y un eje z pueden ser ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR, en el que un primer extremo de la primera línea de transmisión se sitúa en un eje +x y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +z, un primer extremo de la segunda línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la primera línea de transmisión en el eje +z y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +y, un primer extremo de la tercera línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y y un segundo extremo de la misma se extiende hacia un eje -x, y el filtro resonante multimodal comprende además una cuarta línea de transmisión que se conecta con el primer extremo de la primera línea de transmisión y se extiende hacia el eje -y y una estructura abierta compuesta por un material metálico, conectándose la estructura abierta a un primer extremo de la cuarta línea de transmisión.

25 La primera línea de transmisión puede comprender una primera línea de subtransmisión y una segunda línea de subtransmisión que se alinean de manera que una parte de la primera línea de subtransmisión y una parte de la segunda línea de subtransmisión se solapan entre sí y la segunda línea de transmisión puede comprender una tercera línea de subtransmisión y una cuarta línea de subtransmisión que se alinean de manera que una parte de la tercera línea de subtransmisión y una parte de la cuarta línea de subtransmisión se solapan entre sí.

30 Un eje x, un eje y y un eje z pueden ser ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR, en el que la primera línea de transmisión incluye una línea de transmisión n.º 1-1 y una línea de transmisión n.º 1-2, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 1-1 se sitúa en un punto en un eje +x y un segundo extremo de la misma se conecta a tierra con una superficie inferior interna de la carcasa, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 1-2 se sitúa en un punto en un eje +z y un segundo extremo de la misma se conecta a tierra con una superficie superior interna de la carcasa, la segunda línea de transmisión incluye una línea de transmisión n.º 2-1 y una línea de transmisión n.º 2-2, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 2-1 se sitúa en un punto en un eje +y y un segundo extremo de la misma se conecta a tierra con una superficie inferior interna de la carcasa, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 2-2 se conecta con el primer extremo de la línea de transmisión n.º 1-1 en un eje +x y un segundo extremo de la misma se conecta a tierra con una superficie superior interna de la carcasa, la tercera línea de transmisión incluye una primera línea de transmisión auxiliar y una segunda línea de transmisión auxiliar, un primer extremo de la primera línea de transmisión auxiliar se conecta con el primer extremo de la línea de transmisión n.º 1-1 y un segundo extremo de la misma se extiende hacia un eje -y, y un primer extremo de la segunda línea de transmisión auxiliar se conecta con el primer extremo de la línea de transmisión n.º 2-1 y un segundo extremo de la misma se extiende hacia un eje -x.

35 El filtro resonante multimodal puede comprender además una tercera línea de transmisión auxiliar, en la que un primer extremo de la tercera línea de subtransmisión se conecta con el primer extremo de la línea de transmisión n.º 2-1 en un eje +y y un segundo extremo de la misma se extiende hacia el eje +z.

55 La carcasa puede conformarse en una forma hexaédrica sustancialmente rectangular y el elemento DR puede conformarse en una forma sustancialmente cilíndrica.

Un eje x, un eje y y un eje z pueden ser ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR, en el que un primer extremo de la primera línea de transmisión se sitúa en un eje +x y un segundo extremo de la misma se extiende hacia un eje +z, la segunda línea de transmisión incluye una línea de transmisión n.º 2-1 y una línea de transmisión n.º 2-2, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 2-1 se sitúa en un eje +y y un segundo extremo de la misma se extiende hacia el eje +z, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 2-2 se sitúa en un eje -y y un segundo extremo de la misma se extiende hacia el eje +z, la tercera línea de transmisión incluye una línea de transmisión n.º 3-1 y una línea de transmisión n.º 3-2, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 3-1 se conecta con el primer extremo de la línea de transmisión n.º 2-1 en el eje +y y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje -x, y un primer extremo de la línea de transmisión n.º 3-2 se conecta con el primer extremo de línea de transmisión n.º 2-2 en el eje -x y un segundo extremo de la misma se conecta con el primer extremo de la primera línea de transmisión en el eje +x.

Un segundo extremo de la primera transmisión puede situarse en el eje +z.

El filtro resonante multimodal puede comprender además un conector de entrada fijado a un lado de la carcasa, al que se le introduce una señal de entrada, y un conector de salida fijado al otro lado de la carcasa, desde el que se emite una señal de salida, en el que la primera línea de transmisión incluye una línea de transmisión n.º 1-1 y una línea de transmisión n.º 1-2, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 1-1 se conecta con el conector de entrada y un segundo extremo de la misma se extiende hacia el eje +z, y un segundo extremo de la línea de transmisión n.º 3-1 se conecta con el conector de salida.

El filtro resonante multimodal puede comprender además un conector de entrada fijado a un lado de la carcasa, al que se le introduce una señal de entrada, y un conector de salida fijado al otro lado de la carcasa, desde el que se emite una señal de salida, en el que la primera línea de transmisión incluye una línea de transmisión n.º 1-1 y una línea de transmisión n.º 1-2, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 1-1 se conecta con el conector de entrada y un segundo extremo de la misma se extiende hacia el eje +z, y un primer extremo de la línea de transmisión n.º 2-1 se conecta con el conector de salida.

Un eje x, un eje y y un eje z pueden ser ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR, en el que un primer extremo de la primera línea de transmisión se sitúa en un eje +x y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +z, un primer extremo de la segunda línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la primera línea de transmisión en el eje +z y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +y, un primer extremo de la tercera línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje -y, y el filtro resonante multimodal comprende además un conector de entrada conectado con el primer extremo de la primera línea de transmisión en el eje +x, y un conector de salida conectado con el segundo extremo de la tercera línea de transmisión.

Un eje x, un eje y y un eje z pueden ser ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR, un primer extremo de la segunda línea de transmisión se sitúa en un eje +z y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +y, un primer extremo de la tercera línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y y un segundo extremo de la misma se conecta a tierra a una pared interna de la carcasa en un eje -x, un primer extremo de la primera línea de transmisión se sitúa en un eje +x y un segundo extremo de la misma se conecta con la segunda transmisión, situándose el segundo extremo de la primera transmisión separado del eje +z, y el filtro resonante multimodal comprende además un conector de entrada conectado con el primer extremo de la primera línea de transmisión en el eje +x, un conector de salida conectado con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y, y una línea auxiliar conectada con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y y se extiende hacia el eje +x.

Un eje x, un eje y y un eje z pueden ser ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR, en el que un primer extremo de la primera línea de transmisión se sitúa en un eje +x y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +z, un primer extremo de la tercera línea de transmisión se sitúa en un eje +y y un segundo extremo de la misma se conecta a tierra a una pared interna de la carcasa en un eje -x, un primer extremo de la segunda línea de transmisión se conecta con el primer extremo de la tercera línea de transmisión en el eje +y y un segundo extremo de la misma se conecta con la primera transmisión, situándose el segundo extremo de la primera transmisión separado del eje +z, y el filtro resonante multimodal comprende además un conector de entrada conectado con el primer extremo de la primera línea de transmisión en el eje +x, un conector de salida conectado con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y, y una línea auxiliar conectada con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y y se extiende hacia el eje +x.

Un eje x, un eje y y un eje z que pueden ser ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR, en el que la primera línea de transmisión incluye una línea de transmisión n.º 1-1 y una línea de transmisión n.º 1-2, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 1-1 se conecta con una sonda de entrada en un eje +x y un segundo extremo de la misma se extiende hacia un eje +z, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 1-2 se conecta con una sonda de salida en un eje -x y un segundo extremo de la misma se extiende hacia el eje +z, un primer extremo de la segunda línea de transmisión se sitúa en un eje +y y un segundo extremo de la misma se extiende hacia el eje +z, la

5 tercera línea de transmisión incluye una línea de transmisión n.º 3-1 y una línea de transmisión n.º 3-2, un primer extremo de la línea de transmisión n.º 3-1 se conecta con una sonda de entrada en el eje +x y un segundo extremo de la misma se sitúa en el eje +y, y un primer extremo de la línea de transmisión n.º 3-2 se conecta con el segundo extremo de la línea de transmisión n.º 3-1 en el eje +y y un segundo extremo de la misma se conecta con una sonda de salida en el eje -x.

Al menos una de las líneas de transmisión primera, segunda y tercera puede formarse sobresaliendo de una superficie inferior interna de la carcasa como un único cuerpo con la carcasa.

10 En otro aspecto, se proporciona un filtro resonante multimodal que comprende una carcasa que tiene una cavidad, un elemento resonante dieléctrico (DR) alojado en la cavidad de la carcasa, y una pluralidad de líneas de transmisión para conectar un punto en uno de un primer eje, un segundo eje y un tercer eje con un punto en otro eje, siendo el primer eje, el segundo eje y el tercer eje ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR.

15 El filtro resonante multimodal puede comprender además un conector de entrada fijado a un lado de la carcasa, al que se le introduce una señal de entrada, y un conector de salida fijado al otro lado de la carcasa, desde el que se emite una señal de salida, en el que al menos dos líneas de transmisión se conectan al conector de entrada y al menos una línea de transmisión se conecta al conector de salida.

Otros características y aspectos pueden resultar evidentes a partir de la siguiente descripción, los dibujos y las reivindicaciones.

Efectos ventajosos de la invención

20 Tal como se describió anteriormente, el filtro resonante multimodal según la siguiente descripción puede proporcionar una pluralidad de frecuencias de resonancia que están en modos sustancialmente idénticos con un único resonador.

Por consiguiente, es posible reducir el tamaño, el peso y el coste de fabricación del filtro:

25 Además, según la presente invención, pueden acoplarse una pluralidad de modos mediante la conexión entre líneas de transmisión a pesar del uso del elemento DR que tiene una estructura sencilla, y pueden ajustarse fácilmente la posición y el número de ranuras. Tal como se muestra en los gráficos adjuntos, el filtro tiene características que permiten que se use como filtro, duplexor o similar.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un filtro paso banda (BPF) de 8 polos convencional.

30 Las figuras 2 y 3 son diagramas que ilustran un primer ejemplo de un filtro resonante multimodal equivalente a un filtro paso banda (BPF).

La figura 4 es un diagrama que ilustra un ejemplo de modos resonantes formados por un resonador dieléctrico.

La figura 5 es un diagrama que ilustra otro estado de conexión de una tercera línea de transmisión mostrada en las figuras 2 y 3.

35 La figura 6 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 2 y 3.

Las figuras 7 y 8 son diagramas que ilustran un segundo ejemplo de un filtro resonante multimodal equivalente a un filtro de eliminación de banda (BRF, *band-rejection filter*).

La figura 9 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 7 y 8.

40 La figura 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de un elemento DR aplicable a un filtro resonante multimodal.

La figura 11 es un diagrama que ilustra otro ejemplo de un elemento DR aplicable a un filtro resonante multimodal.

Las figuras 12 y 13 son diagramas que ilustran un tercer ejemplo de un filtro resonante multimodal.

Las figuras 14 y 15 son diagramas que ilustran un cuarto ejemplo de un filtro resonante multimodal.

Las figuras 16 y 17 son diagramas que ilustran un quinto ejemplo de un filtro resonante multimodal.

La figura 18 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado en las figuras 16 y 17.

Las figuras 19 y 20 son diagramas que ilustran un sexto ejemplo de un filtro resonante multimodal.

La figura 21 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado en las figuras 19 y 20.

5 La figura 22 es un diagrama que ilustra un séptimo ejemplo de un filtro resonante multimodal.

La figura 23 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en la figura 22.

La figura 24 es un diagrama que ilustra un octavo ejemplo de un filtro resonante multimodal.

10 La figura 25 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en la figura 24.

Las figuras 26 y 27 son diagramas que ilustran un noveno ejemplo de un filtro resonante multimodal.

Las figuras 28 y 29 son diagramas que ilustran un décimo ejemplo de un filtro resonante multimodal.

La figura 30 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 28 y 29.

15 Las figuras 31 y 32 son diagramas que ilustran un undécimo ejemplo de un filtro resonante multimodal.

La figura 33 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 31 y 32.

Las figuras 34 y 35 son diagramas que ilustran un duodécimo ejemplo de un filtro resonante multimodal.

20 La figura 36 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 34 y 35.

Las figuras 37 y 38 son diagramas que ilustran un decimotercero ejemplo de un filtro resonante multimodal.

La figura 39 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 37 y 38.

Las figuras 40 y 41 son diagramas que ilustran un decimocuarto ejemplo de un filtro resonante multimodal.

25 La figura 42 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 40 y 41.

La figura 43 es un diagrama que ilustra un decimoquinto ejemplo de un filtro resonante multimodal.

La figura 44 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en la figura 43.

30 La figura 45 es un diagrama que ilustra un decimosexto ejemplo de un filtro resonante multimodal.

La figura 46 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en la figura 45.

Las figuras 47 y 48 son diagramas que ilustran un decimoséptimo ejemplo de un filtro resonante multimodal.

35 La figura 49 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 47 y 48.

Las figuras 50-52 son diagramas que ilustran un decimoctavo ejemplo de un filtro resonante multimodal.

La figura 53 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 50-52.

Modo para la invención

5 La siguiente descripción se proporciona para ayudar al lector a adquirir una comprensión exhaustiva de los métodos, aparatos y/o sistemas descritos en el presente documento. Por consiguiente, pueden sugerirse diversos cambios, modificaciones y equivalentes de los métodos, aparatos y/o sistemas descritos en el presente documento a los expertos habituales en la técnica. Además, pueden omitirse las descripciones de funciones y construcciones bien conocidas para aumentar la claridad y concisión.

10 La siguiente descripción propone resonadores multimodales y filtros resonantes multimodales, que proporcionan una pluralidad de modos resonantes. Normalmente, un resonador multimodal estaba equipado de tres cavidades y tres elementos resonantes dieléctricos (DR) para proporcionar tres modos resonantes.

15 Los resonadores multimodales y filtros resonantes multimodales descritos en el presente documento pueden proporcionar tres modos resonantes simplemente con una única cavidad y un único elemento DR en la cavidad. El número de modos resonantes, tres, es sólo un ejemplo, y debe apreciarse que el filtro resonante multimodal al menos tres o más modos resonantes, por ejemplo, tres modos resonantes, cuatro modos resonantes, cinco modos resonantes o más. Los resonadores multimodales pueden combinar una pluralidad de modos  $TE_{01\delta}$  (por ejemplo, tres modos  $TE_{01\delta}$ ) o una pluralidad de modos  $TM_{01\delta}$ .

20 En la siguiente descripción, el término "conexión" entre componentes compuestos por materiales metálicos, tales como una línea de transmisión, sondas de entrada/salida, un elemento de conexión a tierra y la carcasa, incluye no sólo conexión directa sino también el acoplamiento que se produce cuando los componentes, aunque separados entre sí por un intervalo predeterminado, existen en tales posiciones como para suministrar potencia mediante acoplamiento de campo electromagnético entre ellos. Por consiguiente, a menos que se establezca expresamente, el término puede referirse a una conexión o acoplamiento directo.

25 La figura 2 ilustra un primer ejemplo de un filtro resonante multimodal, y la figura 3 ilustra un ejemplo en el que la carcasa mostrada en la figura 2 está retirada parcialmente para mostrar la implementación de un filtro paso banda (BPF).

30 Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, un filtro 20 resonante multimodal incluye una carcasa 200 que tiene una cavidad en una forma esférica o similar a una esfera en la que se forma una capa de aire. Por ejemplo, una superficie circunferencial interna de la carcasa 200 puede conformarse en una forma sustancialmente esférica. La carcasa 200 puede formarse de un material metálico, por ejemplo, aluminio, magnesio, una estructura de plástico chapada con plata y similares. En la carcasa 200 hay una única cavidad que no está dividida en una pluralidad de espacios independientes mediante estructuras tales como divisiones.

35 La superficie circunferencial externa de la carcasa 200 puede conformarse en una forma sustancialmente esférica. El filtro 20 resonante multimodal también incluye un elemento 211 DR ubicado cerca del centro de la cavidad de la carcasa 200. El elemento 211 DR también puede diseñarse para tener una forma esférica o similar a una esfera. El elemento 211 DR puede formarse de dieléctricos compuestos por diversos materiales que tienen una constante dieléctrica relativa  $\epsilon_r$  de entre 20 y 90, tal como un material electrocerámico.

40 El elemento 211 DR puede estar soportado por un elemento 213 de soporte compuesto por, por ejemplo,  $Al_2O_3$ , teflón, plástico de ingeniería y similares. El elemento 213 de soporte tiene una menor constante dieléctrica que la del elemento 211 DR, impidiendo por tanto la degradación de un factor de calidad Q del filtro 20. El elemento 213 de soporte puede conformarse en una forma cilíndrica. En este ejemplo, un extremo del elemento 213 de soporte se conecta a la superficie inferior del elemento 211 DR y el otro extremo se conecta a la superficie circunferencial interna de la carcasa 200 de manera que el elemento 211 DR está soportado para situarse en el centro de la cavidad de la carcasa 200. El diámetro del elemento 213 de soporte, aunque es menor que el del elemento 211 DR, puede ser suficiente para soportar el elemento 211 DR.

45 El filtro 20 resonante multimodal también incluye al menos tres líneas de transmisión, por ejemplo, una primera línea 207 de transmisión, una segunda línea 208 de transmisión y una tercera línea 209 de transmisión mostradas en las figuras 2 y 3. Las líneas de transmisión pueden usarse para conectar un punto presente en un eje con un punto en otro eje. Por ejemplo, la línea de transmisión puede conectar un punto en un eje x seleccionado por adelantado del eje x, un eje y y un eje z, con un punto en el eje z. En este ejemplo, el eje x, el eje y y el eje z son ortogonales entre sí e independientemente unos de otros, con respecto a un punto central del elemento 211 DR. La al menos una línea de transmisión puede estar separada de otras líneas de transmisión por un intervalo en la cavidad entre el elemento 211 DR y la superficie interna de la carcasa 200. Es decir, la al menos una línea de transmisión puede disponerse separada del elemento 211 DR y la carcasa 200, respectivamente.



En el ejemplo de las figuras 2 y 3, incluyen la primera línea 207 de transmisión para conectar un punto en el eje x con un punto en el eje z, la segunda línea 208 de transmisión para conectar un punto en el eje z con un punto en el eje y y una tercera línea 209 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje x.

- 5 Las líneas 207, 208 y 209 de transmisión primera, segunda y tercera pueden formarse de un metal en forma de una barra, por ejemplo, tal como se muestra en los dibujos, pero también puede conformarse en forma de una varilla o una placa, sin limitarse a las mismas. Las líneas 207, 208 y 209 de transmisión primera, segunda y tercera pueden conformarse en forma de una curva correspondiente a la forma de la superficie circunferencial externa del elemento 211 DR y la forma de la superficie circunferencial interna de la carcasa 200, o en forma de una línea recta.

La figura 4 ilustra un ejemplo de modos resonantes formados por un elemento DR.

- 10 Haciendo referencia a la figura 4, el elemento 211 DR está en una forma sustancialmente esférica e incluye tres modos resonantes sustancialmente idénticos que son ortogonales entre sí. La pluralidad de modos resonantes pueden ser ortogonales entre sí si el elemento 211 DR está en una forma cilíndrica o hexaédrica rectangular, o el elemento 211 DR está en una forma sustancialmente cilíndrica o hexaédrica rectangular incluso cuando se retira una parte de la forma cilíndrica o la forma hexaédrica rectangular.

- 15 Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 4, los tres modos resonantes son modos  $TE_{01}\delta$ . Los modos pueden ser clasificarse en un modo  $TE_{01}\delta_x$ , en el que se forma una resonancia dominante en un plano (plano y-z) perpendicular al eje x, un modo  $TE_{01}\delta_y$ , en el que se forma una resonancia dominante en un plano (plano z-x) perpendicular al eje y, y un modo  $TE_{01}\delta_z$  en el que se forma una resonancia dominante en un plano (plano x-y) perpendicular al eje z. Los modos  $TM_{01}\delta$  pueden formarse por el elemento 211 DR. Los modos  $TM_{01}\delta$  también pueden clasificarse en un modo  
 20  $TM_{01}\delta_x$  en el que se forma una resonancia dominante en un plano (plano y-z) perpendicular al eje x, un modo  $TM_{01}\delta_y$  en el que se forma una resonancia dominante en un plano (plano z-x) perpendicular al eje y y un modo  $TM_{01}\delta_z$  en el que se forma una resonancia dominante en un plano (plano x-y) perpendicular al eje z. En este ejemplo, las direcciones del modo  $TM_{01}\delta_x$ , el modo  $TM_{01}\delta_y$  y el modo  $TM_{01}\delta_z$  son sustancialmente idénticos a las del modo  $TE_{01}\delta_x$ , el modo  $TE_{01}\delta_y$  y el modo  $TE_{01}\delta_z$  mostrados en la figura 4, respectivamente.

- 25 Haciendo referencia de nuevo al ejemplo mostrado en la figura 2, la primera línea 207 de transmisión puede alinearse a lo largo de la dirección de un primer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_y$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje y, acoplándose por tanto con un campo magnético (o un campo eléctrico) del primer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_y$ ). La primera línea 207 de transmisión también puede instalarse para que se acople a un campo magnético (o un campo eléctrico) de un segundo modo  
 30 resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_x$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje x, con un campo magnético (o un campo eléctrico) de un tercer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_z$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje z.

- Asimismo, la segunda línea 208 de transmisión puede alinearse a lo largo de la dirección del segundo modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_x$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al  
 35 eje x, acoplándose por tanto con el segundo modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_x$ ). La segunda línea 208 de transmisión también puede instalarse para que se acople a un campo magnético (o un campo eléctrico) de un tercer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_z$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje z, con un campo magnético (o un campo eléctrico) del primer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_y$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje y.

- 40 La tercera línea 209 de transmisión puede alinearse a lo largo de la dirección del tercer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_z$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje z, acoplándose por tanto con el tercer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_z$ ). La tercera línea 209 de transmisión puede proporcionar ranuras en las características de filtro mediante acoplamiento del campo magnético (o el campo eléctrico) del primer modo resonante con el del tercer modo resonante.

- 45 Haciendo referencia de nuevo a las figuras 2 y 3, un primer extremo de la primera línea 207 de transmisión se sitúa en el eje x, y un segundo extremo de la misma se sitúa en el eje z. El primer extremo de la segunda línea 208 de transmisión se conecta con el segundo extremo de la primera línea 207 de transmisión en el eje z y el segundo extremo de la segunda línea 208 de transmisión se sitúa en el eje y. Además, el primer extremo de la tercera línea 209 de transmisión se conecta con el primer extremo de la primera línea 207 de transmisión en el eje x y el segundo  
 50 extremo de la misma se conecta con el segundo extremo de la segunda línea 208 de transmisión en el eje y.

Por consiguiente, los tres modos resonantes ortogonales pueden acoplarse entre sí usando la primera línea 207 de transmisión y la segunda línea 208 de transmisión. Por ejemplo, interconectando la primera línea 207 de transmisión y la segunda línea 208 de transmisión y cuando el elemento 211 DR está en una configuración sencilla como una esfera, la pluralidad de modos resonantes formados por el elemento 211 DR pueden acoplarse fácilmente. Pueden

proporcionarse ranuras usando la tercera línea 208 de transmisión y la posición de las ranuras puede ajustarse fácilmente, facilitando de ese modo la implementación de características de filtro deseadas. En el presente documento, se describe además un método para ajustar el número de ranuras y sus posiciones. En la carcasa 200, un conector 201 de entrada puede instalarse en una parte enfrentada a un extremo de la primera línea 207 de transmisión en el eje x y un conector 203 de salida puede instalarse en una parte enfrentada a un extremo de la segunda línea 208 de transmisión en el eje y.

Por ejemplo, en la carcasa 200, el conector 201 de entrada puede instalarse en una posición correspondiente a un primer contacto en el que el segundo extremo de la primera línea 207 de transmisión y el primer extremo de la tercera línea 209 de transmisión se acoplan (por ejemplo, la posición más cercana al primer contacto en la carcasa 200). En este ejemplo, el conector 201 de entrada incluye una parte 201-1 de conexión situada fuera de la carcasa 200 y configurada para acoplarse de manera desmontable con un dispositivo de entrada de señales, una placa 201-2 de fijación cuadrangular para fijar el conector 201 de entrada a la superficie circunferencial externa de la carcasa 200, y un pasador 201-3 central situado en el interior de la parte 201-1 de conexión para suministrar una señal de entrada a la carcasa 200. Por ejemplo, haciendo referencia a las figuras 2 y 3, la parte 201-1 de conexión y el pasador 201-3 central del conector 201 de entrada pueden alinearse en una línea imaginaria que se extiende a lo largo del eje x desde el centro del elemento 211 DR. Una parte en la superficie circunferencial externa de la carcasa 200, a la que se fija el conector 201 de entrada, puede ser plana, permitiendo de ese modo que la placa 201-2 de fijación se monte en la misma.

En la carcasa 200, el conector 203 de salida puede instalarse en una posición correspondiente a un segundo contacto en el que el segundo extremo de la segunda línea 208 de transmisión y el segundo extremo de la tercera línea 209 de transmisión se acoplan (por ejemplo, la posición más cercana al segundo contacto en la carcasa 200). El conector 203 de salida incluye una parte 203-1 de conexión situada fuera de la carcasa 200 y configurada para acoplarse de manera desmontable con un dispositivo de salida de señales, una placa 203-2 de fijación cuadrangular para fijar el conector 203 de salida a la superficie circunferencial externa de la carcasa 200, y un pasador 203-3 central situado en el interior de la parte 203-1 de conexión para recibir una señal de salida desde el filtro 20. Por ejemplo, haciendo referencia a las figuras 2 y 3, la parte 203-1 de conexión y el pasador 203-3 central del conector 203 de salida pueden alinearse en el eje y con respecto al centro del elemento 211 DR. Una parte en la superficie circunferencial externa de la carcasa 200, a la que se fija el conector 203 de salida, puede ser plana, permitiendo de ese modo que la placa 203-2 de fijación se monte en la misma.

En este ejemplo, el primer extremo de una sonda 221 de entrada se conecta al pasador 201-3 central del conector 201 de entrada para suministrar la señal de entrada a la sonda 221 de entrada. Un segundo extremo de la sonda 221 de entrada se alinea en el interior de la carcasa 200. La sonda 221 de entrada se alinea separada de la primera línea 207 de transmisión y la tercera línea 209 de transmisión, pero puede proporcionar una señal de entrada a la primera línea 207 de transmisión y la tercera línea 209 de transmisión a través de acoplamiento. Un primer extremo de una sonda 223 de salida se conecta al pasador 203-3 central del conector 203 de salida. Un segundo extremo de la sonda 223 de salida se alinea en el interior de la carcasa 200. La sonda 223 de salida se alinea separada de la segunda línea 208 de transmisión y la tercera línea 209 de transmisión, pero puede recibir la señal de salida desde la segunda línea 208 de transmisión y la tercera línea 209 de transmisión a través de acoplamiento. El conector 201 de entrada y el conector 203 de salida pueden instalarse en cualquiera del eje x, el eje y y el eje z. Es decir, el conector 201 de entrada y el conector 203 de salida pueden instalarse en una posición de la carcasa 200 de manera que el conector 201 de entrada corte el eje x, el eje y o el eje z.

El conector 201 de entrada se sitúa en una línea imaginaria que se extiende a lo largo del eje x desde el centro del elemento 211 DR, de manera que la línea imaginaria pasa por el centro del conector 201 de entrada. El conector 203 de salida se sitúa en una línea imaginaria que se extiende a lo largo del eje y desde el centro del elemento 211 DR, de manera que la línea imaginaria pasa por el centro del conector 203 de salida. Por consiguiente, el conector 201 de entrada y el conector 203 de salida se alinean para formar un ángulo de aproximadamente 90° entre ellos con respecto al centro del elemento 211 DR.

En este ejemplo, una pluralidad de sondas 215, 217 y 219 de sintonización primera a tercera para sintonizar una frecuencia de resonancia y ajustar un valor de acoplamiento entre resonancias pueden instalarse en y entre polos con respecto al eje x, el eje y y el eje z en la carcasa 200. Las sondas 215, 217 y 219 de sintonización pueden usarse para la sintonización fina de la frecuencia de resonancia y el valor de acoplamiento en sus posiciones y pueden omitirse si se desea. Por ejemplo, la primera sonda 215 puede situarse en el eje x en el lado opuesto del conector 201 de entrada en la carcasa 200. La segunda sonda 217 puede situarse en el eje y en el lado opuesto del conector 203 de salida en la carcasa 200. El tercer conector 219 puede situarse en el eje z en una parte superior de la carcasa 200. Las partes en las que las sondas 215, 217 y 219 de sintonización están situadas en la superficie circunferencial externa de la carcasa 200 pueden ser planas, permitiendo de ese modo que las sondas 215, 217 y 219 de sintonización se monten en las mismas.

Las sondas 221 y 223 de sintonización también pueden instalarse en el conector 201 de entrada y el conector 203 de salida, y pueden diseñarse en forma de pasadores que pueden retirarse de o insertarse en el pasador 201-3

central del conector 201 de entrada y el pasador 203-3 central del conector 203 de salida por medio de una estructura de acoplamiento de tornillo. En este ejemplo, las sondas 221 y 223 de sintonización se instalan para estar ligeramente separadas de la primera línea 207 de transmisión o la segunda línea 208 de transmisión. Por ejemplo, las sondas 221 y 223 de sintonización pueden ser una sonda 221 de entrada y una sonda 223 de salida.

5 Por consiguiente, las sondas 221 y 223 de sintonización instaladas en el conector 201 de entrada y el conector 203 de salida pueden ajustar la cantidad de acoplamiento entre el elemento 211 DR y la primera línea 207 de transmisión o la segunda línea 208 de transmisión y las frecuencias de resonancia así como una potencia de alimentación.

10 En este ejemplo, las sondas 215, 217, 219, 221 y 223 y las líneas 207, 208 y 209 de transmisión están separadas unas de otras.

15 Tal como se muestra en los dibujos, cada una de la primera línea 207 de transmisión, la segunda línea 208 de transmisión y la tercera línea 209 de transmisión puede diseñarse en una forma en arco o curvada. Las líneas 207, 208, 209 de transmisión pueden usarse para acoplar una frecuencia de resonancia de cada eje a un eje adyacente. Por consiguiente, las estructuras de las líneas 207, 208, 209 de transmisión pueden diseñarse ajustando un ancho  $w$  y un grosor  $t$  de las mismas.

20 La primera línea 207 de transmisión, la segunda línea 208 de transmisión y la tercera línea 209 de transmisión pueden fijarse a una posición en una pared interna de la carcasa 200 mediante un elemento de soporte (no mostrado) compuesto por a material tal como teflón. Aunque la primera línea 207 de transmisión, la segunda línea 208 de transmisión y la tercera línea 209 de transmisión están situadas en la cavidad en el interior de la carcasa 200 en el ejemplo mostrado en las figuras 2 y 3, al menos una parte de la primera línea 207 de transmisión, la segunda línea 208 de transmisión y/o la tercera línea 209 de transmisión puede situarse fuera de la carcasa 200.

25 Cuando la primera línea 207 de transmisión, la segunda línea 208 de transmisión y/o la tercera línea 209 de transmisión están situadas fuera de la carcasa 200, puede usarse un elemento de conexión adicional como pasador de conexión o una línea de conexión para conectar ambos extremos de cada línea de transmisión al eje  $x$ , el eje  $y$  y/o el eje  $z$  mediante la carcasa 200. Cuando una parte de la primera línea 207 de transmisión, la segunda línea 208 de transmisión y/o la tercera línea 209 de transmisión están situadas fuera de la carcasa 200, puede formarse un orificio pasante para permitir que una parte de la primera línea 207 de transmisión, la segunda línea 208 de transmisión y/o la tercera línea 209 de transmisión permita que la línea de transmisión pase a través de la carcasa 200.

30 En este ejemplo, el filtro 20 resonante multimodal puede proporcionar una pluralidad de modos resonantes, por ejemplo, tres modos resonantes, por medio de un único elemento DR. Los modos resonantes pueden ser los modos  $TE_{01\delta}$  y los modos  $TM_{01\delta}$ . Debe apreciarse que puede cambiarse la estructura de conexión entre las líneas de transmisión.

35 Por ejemplo, la tercera línea 209 de transmisión puede conectarse a un punto en un eje  $-x$  de un polo opuesto a la posición del conector 201 de entrada en el eje  $x$  (la posición de la sonda 215 de sintonización en las figuras 2 y 3) y con un punto en el eje  $y$ . Haciendo referencia a la figura 5, tal como se indica mediante 209', la tercera línea de transmisión puede conectar un eje  $+y$  con el eje  $-x$  así como el eje  $+x$  con el eje  $+y$ . En este ejemplo, el segundo extremo de la segunda línea 208 de transmisión y el primer extremo de la tercera línea 209' de transmisión pueden conectarse entre sí, y el segundo extremo de la tercera línea 209' de transmisión puede situarse en el lado opuesto del segundo extremo de la primera línea 207 de transmisión con el elemento 211 DR entre ellos.

De manera similar, las posiciones de las otras líneas de transmisión también pueden cambiarse para realizar diversas conexiones.

45 Sin embargo, excepto por sus partes iniciales y partes de extremo, las líneas de transmisión deben conectarse unas a otras. Es decir, cuando la pluralidad de líneas de transmisión se alinean tal como se muestra en las figuras 2 y 3, un primer extremo de una línea de transmisión se conecta con un primer extremo o un segundo extremo de otra línea de transmisión, mediante lo cual la pluralidad de líneas de transmisión pueden formar un bucle cerrado. Además, tal como se muestra en la figura 5, un extremo de una línea de transmisión puede conectarse con un extremo de otra línea de transmisión, pero ambos extremos de las líneas 207, 208 y 209 de transmisión conectadas pueden formarse para que se abran.

50 El filtro 20 resonante multimodal puede tener características uniformes a lo largo del eje  $x$ , el eje  $y$  y el eje  $z$  y puede tener tres modos resonantes sustancialmente idénticos que son ortogonales entre sí, por ejemplo, tres modos  $TE_{01\delta}$  o tres modos  $TM_{01\delta}$ , incluyendo una cavidad en una forma esférica o similar a una esfera y el elemento 211 DR en la carcasa 200. Con las líneas de transmisión primera a tercera estructuradas tal como se describió anteriormente, pueden usarse tres modos resonantes sustancialmente idénticos sin degradación del valor de  $Q$ .

En la fabricación de un filtro resonante multimodal, las formas y conexiones de las líneas 207, 208 y 209 de transmisión y la forma del elemento 211 DR pueden cambiarse dependiendo del tiempo de modo usado, por ejemplo, un modo eléctrico transversal (TE, *Transverse Electric*) o un modo magnético transversal (TM, *Transverse Magnetic*).

5 Haciendo referencia a la figura 6, el BPF del primer ejemplo puede hacer que aparezcan ranuras adicionales en una banda de frecuencia mayor que una banda de paso. En la figura 6, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. El número de referencia 61 indica una característica de paso de banda del BPF, y el número de referencia 62 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 6, el BPF del primer ejemplo tiene una banda de paso de aproximadamente 2,737-2,742 GHz, formándose una ranura 1 a una frecuencia menor que la banda de paso y frecuencia y formándose dos ranuras n2 y n3 a frecuencias mayores que la banda de paso. Además, la característica de reflexión que tiene tres picos r1, r2 y r3 ilustra que se acoplan tres modos resonantes.

15 La figura 7 ilustra un segundo ejemplo de un filtro resonante multimodal, y la figura 8 ilustra un ejemplo en el que la carcasa mostrada en la figura 7 está retirada parcialmente para mostrar la implementación de un filtro de eliminación de banda (BRF).

Haciendo referencia a las figuras 7 y 8, como el filtro 20 resonante multimodal según el primer ejemplo mostrado en las figuras 2 y 3, un filtro 30 resonante multimodal según el segundo ejemplo incluye la carcasa 200 en una forma esférica o similar a una esfera, que tiene una cavidad en una forma esférica o similar a una esfera en la que se forma una capa de aire. El filtro 30 resonante multimodal incluye un elemento 211 DR en una forma esférica o similar a una esfera, que se aloja en la cavidad de la carcasa 200, un elemento 313 de soporte para soportar el elemento 211 DR, un conector 301 de entrada formado en un polo del eje x, un conector 303 de salida formado en un polo del eje z y una pluralidad de sondas 315, 317 y 319 de sintonización instaladas en polos del eje x, el eje y y el eje z excepto por las posiciones en las que se instalan el conector 301 de entrada y el conector 303 de salida.

25 El filtro 30 resonante multimodal incluye además una primera línea 307 de transmisión para conectar un punto en el eje x con un punto en el eje y y una segunda línea 308 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje z. En este ejemplo, la estructura de la primera línea 307 de transmisión y la segunda línea 308 de transmisión es diferente de la de la primera línea 207 de transmisión y la segunda línea 208 de transmisión mostrada en las figuras 2 y 3.

30 Es decir, la primera línea 307 de transmisión y la segunda línea 308 de transmisión se diseñan para tener un ancho y longitud para una impedancia de 60  $\Omega$  o 75  $\Omega$  en comparación con una frecuencia de transmisión de manera que cuando una señal pasa a través de una línea de transmisión, se cancela por acoplamiento una banda de frecuencia por el elemento 211 DR situado bajo la primera línea 307 de transmisión y la segunda línea 308 de transmisión, permitiendo por tanto que el filtro 30 tenga una característica de eliminación de banda. El conector 301 de entrada y el conector 303 de salida se conectan directamente a un lado de la primera línea 307 de transmisión y un lado de la segunda línea 308 de transmisión, respectivamente.

35 Por ejemplo, la primera línea 307 de transmisión puede alinearse a lo largo de la dirección de un primer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01\delta_z}$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje z, acoplándose por tanto con un campo magnético (o un campo eléctrico) del primer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01\delta_z}$ ). La primera línea 307 de transmisión también puede instalarse para que se acople a un campo magnético (o un campo eléctrico) de un segundo modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01\delta_x}$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje x con un campo magnético (o un campo eléctrico) de un tercer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01\delta_y}$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje z.

45 La segunda línea 308 de transmisión puede alinearse a lo largo de la dirección del segundo modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01\delta_x}$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje x, acoplándose por tanto con el segundo modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01\delta_x}$ ). La segunda línea 308 de transmisión también puede instalarse para que se acople a un campo magnético (o un campo eléctrico) del tercer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01\delta_y}$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje y con un campo magnético (o un campo eléctrico) del primer modo resonante (por ejemplo, el modo  $TE_{01\delta_z}$ ) en el que se forma una resonancia dominante en el plano perpendicular al eje z.

50 El primer extremo de la primera línea 307 de transmisión puede conectarse directamente con el conector 301 de entrada a través de una sonda de entrada (no mostrada), y el contacto entre la primera línea 307 de transmisión y la segunda línea 308 de transmisión puede conectarse directamente con el conector 303 de salida a través de una sonda de salida (no mostrada). El primer extremo de la primera línea 307 de transmisión puede conectarse directamente con la segunda línea 308 de transmisión en un punto en el eje y.

- Por consiguiente, tres modos resonantes ortogonales pueden acoplarse usando la primera línea 307 de transmisión y la segunda línea 308 de transmisión. Es decir, una pluralidad de modos resonantes formados por el elemento 211 DR pueden acoplarse usando la primera línea 307 de transmisión y la segunda línea 308 de transmisión que tienen estructuras sencillas a la vez que se usa el elemento 311 DR que tiene una forma sencilla como una forma sustancialmente esférica. En este ejemplo, la primera línea 307 de transmisión y la segunda línea 308 de transmisión se conectan directamente al conector 301 de entrada y el conector 303 de salida, implementando de ese modo un BRF. El filtro 30 resonante multimodal proporciona una pluralidad de modos resonantes, por ejemplo, tres modos resonantes sustancialmente idénticos, con un único elemento DR. Por ejemplo, los modos resonantes pueden ser modos eléctricos transversales (TE) o modos magnéticos transversales (TM).
- 5 El filtro 30 resonante multimodal según el segundo ejemplo incluye la cavidad y el elemento 211 DR que están en una forma esférica o similar a una esfera, proporcionando de ese modo tres modos resonantes, por ejemplo, tres modos  $TE_{01\delta}$ , que son ortogonales entre sí en las direcciones del eje x, el eje y y el eje z. Con la primera línea 307 de transmisión y la segunda línea 308 de transmisión que existen entre la carcasa 200 y el elemento 211 DR, pueden usarse eficazmente tres modos resonantes sin degradación del valor de Q.
- 10 La figura 9 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 7 y 8. En la figura 9, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 9, el número de referencia 91 indica una característica de eliminación de banda de un BRF según el segundo ejemplo y el número de referencia 92 indica una característica de reflexión.
- 15 Tal como se muestra en la figura 9, el BRF según el segundo ejemplo tiene una característica de filtrado en la que existe una banda de eliminación de aproximadamente 2,14-2,16 GHz. En una curva 91 de característica de eliminación de banda mostrada en la figura 9, se forman tres picos, mediante lo cual se acoplan tres modos resonantes.
- 20 En la implementación de un filtro usando resonancia en modo TE, cuando el elemento DR en una forma esférica se fija usando el elemento 313 de soporte, dos de tres frecuencias de resonancia adyacentes se desplazan bruscamente hacia arriba. Para hacer que la frecuencia de resonancia restante y las otras dos frecuencias de resonancia estén adyacentes unas a otras, tal como se muestra en la figura 10, se retiran partes de la superficie circunferencial externa del elemento DR esférico para la corrección de las frecuencias de resonancia. Tal como se muestra en la figura 10, se retira la parte lateral intermedia de un elemento 411 DR a lo largo de la superficie circunferencial externa del mismo en forma de una banda, para formar por tanto una parte 411-1 con corte lateral, y se retira una parte de la parte inferior del elemento 411 DR en paralelo a la parte 411-1 con corte lateral, para formar por tanto una parte 411-2 con corte inferior. La parte 411-2 con corte inferior puede conectarse con una superficie superior del elemento 213 ó 313 de soporte.
- 25 30
- Por otro lado, en la implementación de un filtro usando resonancia en modo TM, tal como se muestra en la figura 11, puede añadirse un elemento a un elemento 511 DR en la dirección axial del elemento 213 ó 313 de soporte para corregir frecuencias de resonancia. Tal como se muestra en la figura 11, se forma un saliente 511-1 en forma de banda a lo largo de la superficie circunferencial externa de la parte lateral intermedia del elemento 511 DR, y se forma una parte 511-2 con corte inferior retirando una parte de la parte inferior del elemento 511 DR en paralelo al saliente 511-1. La parte 511-2 con corte inferior puede conectarse con una superficie superior del elemento 213 ó 313 de soporte.
- 35 40
- Las figuras 12 y 13 ilustran un tercer ejemplo de un filtro resonante multimodal, en el que los filtros 20 resonantes multimodales según el primer ejemplo mostrado en las figuras 2 y 3 se conectan en 2 fases. En otras palabras, el filtro 70 resonante multimodal mostrado en las figuras 12 y 13 incluye dos filtros 20 resonantes multimodales según la primera realización mostrada en las figuras 2 y 3, y una salida del filtro 20 resonante multimodal en la primera fase se conecta con una entrada del filtro 20 resonante multimodal en la segunda fase a través de una unidad 720 de línea de conexión. Debe apreciarse que los filtros 20 resonantes multimodales según el primer ejemplo mostrado en las figuras 2 y 3 pueden conectarse como múltiples fases tales como dos fases o tres fases o más, para lograr las características deseadas.
- 45
- Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 12 y 13, los múltiples filtros resonantes multimodales pueden conectarse en sus laterales. Cuando se conforman líneas de transmisión en la misma forma en cada filtro, las líneas de transmisión en cada filtro pueden alinearse para ser un reflejo unas de otras. En los dos filtros alineados en paralelo entre sí en las figuras 12 y 13, se alinean las líneas de transmisión en cada filtro adyacentes unas a otras. En este ejemplo, las líneas de transmisión en cada filtro se interconectan mediante la unidad 720 de línea de conexión. La unidad 720 de línea de conexión pasa a través de una carcasa de cada filtro y se conecta con las líneas de transmisión de cada filtro en cada carcasa.
- 50
- Las figuras 14 y 15 ilustran un cuarto ejemplo de un filtro resonante multimodal, en el que los filtros 30 resonantes multimodales según el segundo ejemplo mostrado en las figuras 7 y 8 se conectan en 2 fases. Por ejemplo, el filtro
- 55

80 resonante multimodal según el cuarto ejemplo mostrado en las figuras 14 y 15 incluye dos filtros 30 resonantes multimodales y una salida del filtro 30 resonante multimodal en la primera fase que se conecta con una entrada del filtro 30 resonante multimodal en la segunda fase a través de una unidad 820 de línea de transmisión de 50  $\Omega$ .

5 Haciendo referencia a las figuras 14 y 15, múltiples filtros resonantes multimodales se conectan en sus laterales. Cuando se conforman líneas de transmisión en la misma forma en cada uno de los filtros resonantes multimodales, pueden alinearse de manera que los filtros son un reflejo unos de otros. En los dos filtros resonantes multimodales alineados en paralelo entre sí en las figuras 14 y 15, están situadas líneas de transmisión en cada filtro resonante multimodal con sus elementos resonantes entre ellas y están separadas unas de otras. En este ejemplo, las líneas de transmisión en cada filtro resonante multimodal se interconectan mediante la unidad 820 de línea de transmisión formadas en los dos filtros resonantes multimodales. La unidad 820 de línea de transmisión se sitúa en un conector 810 situado sobre las partes superiores de los dos filtros resonantes multimodales. El conector 810 se forma en un rebaje cónico de la superficie superior y puede alojar la unidad 820 de línea de transmisión en el mismo. La unidad 820 de línea de transmisión pasa a través del conector 810 y la carcasa 200 de cada filtro resonante multimodal, conectándose por tanto con las líneas 307 y 308 de transmisión de cada filtro resonante multimodal en cada carcasa. En las figuras 14 y 15, se muestra un elemento 830 de soporte para fijar las líneas 307 y 308 de transmisión a la pared interna de la carcasa 200. El elemento 830 de soporte puede estar compuesto por un dieléctrico tal como teflón.

20 Las figuras 16 y 17 ilustran un quinto ejemplo de un filtro resonante multimodal. Por conveniencia de ilustración, no se muestran la carcasa, los conectores de entrada y salida y las sondas de sintonización formadas fuera de la carcasa. En este ejemplo, el elemento 213 de soporte para soportar el elemento 211 DR se conforma en una forma cilíndrica, y se conforma una cavidad en una forma cilíndrica en el elemento 213 de soporte tal como se muestra en la figura 16. Es decir, formando el elemento 213 de soporte para que tenga una parte superior más grande, el elemento 213 de soporte puede soportar de manera estable el elemento 211 DR. Además, el peso del elemento 213 de soporte puede reducirse formando la cavidad en el mismo, de modo que el peso total del filtro también puede reducirse además. Dado que la Q (factor de calidad) del material del elemento 213 de soporte puede ser menor que la del elemento 211 DR, formando la cavidad en el elemento 213 de soporte, es posible disminuir la influencia de la Q de material del elemento 213 de soporte, impidiendo por tanto la degradación de un factor de calidad Q del filtro 22.

30 Haciendo referencia a las figuras 16 y 17, un filtro 22 resonante multimodal, como el filtro 20 resonante multimodal mostrado en las figuras 2 y 3, tiene una cavidad en una forma esférica o similar a una esfera en la que se forma una capa de aire en el interior de la carcasa 200 en una forma esférica o similar a una esfera. El filtro 22 resonante multimodal también incluye el elemento 211 DR en una forma esférica o similar a una esfera en la cavidad, una sonda 221 de entrada para la conexión con un conector de entrada formado en un polo del eje x, y una sonda 223 de salida para la conexión con un conector de salida formado en un polo del eje y.

35 El filtro 22 resonante multimodal también incluye una primera línea 227 de transmisión para conectar un punto en el eje x con un punto en el eje z y una segunda línea 228 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje z. Un extremo de la primera línea 227 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 221 de entrada, y un extremo de la segunda línea 228 de transmisión a lo largo del eje y se conecta con la sonda 223 de salida. Por ejemplo, el extremo de la primera línea 227 de transmisión a lo largo del eje x puede conectarse directamente con la sonda 221 de entrada o puede alinearse adyacente a la sonda 221 de entrada aunque no conectado directamente con la sonda 221 de entrada, para lograr el acoplamiento de campo electromagnético. Un extremo de la segunda línea 228 de transmisión a lo largo del eje y puede conectarse directamente con la sonda 223 de salida o puede alinearse adyacente a la sonda 223 de salida aunque no conectado directamente con la sonda 223 de salida, para lograr el acoplamiento de campo electromagnético.

45 La primera línea 227 de transmisión y la segunda línea 228 de transmisión pueden ser de una forma sustancialmente lineal, y tal como se indica mediante A, la primera línea 227 de transmisión y la segunda línea 228 de transmisión pueden incluir dos líneas 227-1 y 227-2 de subtransmisión y dos líneas 228-1 y 228-2 de subtransmisión, respectivamente, que pueden usarse para el acoplamiento electromagnético entre ellas. Por ejemplo, cada una de la primera línea 227 de transmisión y la segunda línea 228 de transmisión pueden ser una línea de transmisión formada como un único cuerpo o puede formarse con dos o más líneas 227-1 y 227-2 ó 228-1 y 228-2 de subtransmisión, incluyendo partes que se solapan tal como se indica mediante A. Por ejemplo, la primera línea 227 de transmisión puede incluir la primera línea 227-1 de subtransmisión y la segunda línea 227-2 de subtransmisión que se alinean de manera que una parte A de la primera línea 227-1 de subtransmisión y una parte A de la segunda línea 227-2 de subtransmisión se solapan. La segunda línea 228 de transmisión puede incluir la tercera línea 228-1 de subtransmisión y la cuarta línea 228-2 de subtransmisión que se alinean de manera que una parte A de la tercera línea 228-1 de subtransmisión y una parte A de la cuarta línea 228-2 de subtransmisión se solapan.

Las partes A pueden conectarse directamente entre sí, o pueden alinearse adyacentes unas a otras aunque no conectadas directamente entre sí, para lograr el acoplamiento electromagnético.

En las figuras 16 y 17, un primer extremo de la primera línea 227 de transmisión se conecta con la sonda 221 de entrada en un punto en un eje +x y un segundo extremo de la misma se sitúa en un punto en un eje +z. Un primer extremo de la segunda línea 228 de transmisión puede conectarse directamente con el segundo extremo de la primera línea 227 de transmisión en el eje +z y un segundo extremo de la misma puede conectarse con la sonda 223 de salida en un eje +y. Para ajustar una característica de ranura o una característica de acoplamiento, pueden proporcionarse líneas 231 y 232 de transmisión auxiliares que conectan un punto en el eje x con un punto en el eje y. Por ejemplo, la primera línea 231 de transmisión auxiliar puede conectarse en un extremo de la misma a un punto de contacto entre la primera línea 227 de transmisión y la sonda 221 de entrada, y se extienden hacia un polo [+] del eje x y un polo [-] del eje y. La segunda línea 232 de transmisión auxiliar puede conectarse en un extremo de la misma a un punto de contacto entre la segunda línea 228 de transmisión y la sonda 223 de salida, y puede extenderse hacia un polo [+] del eje y y un polo [-] del eje x. En un segundo extremo de la segunda línea 232 de transmisión auxiliar puede haber instalada una estructura 233 abierta para formar un circuito abierto. La estructura 233 abierta puede formarse de un material metálico en una forma de disco o moneda que tiene un ancho más grande que el ancho de la segunda línea 232 de transmisión auxiliar.

Tal como se describió anteriormente, el BPF según el quinto ejemplo puede, tal como se muestra en la figura 18, hacer que aparezcan ranuras adicionales en una banda de frecuencia mayor que una banda de paso. En la figura 18, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 18, el número de referencia 161 indica una característica de paso de banda de un BPF según el quinto ejemplo, y el número de referencia 162 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 18, el BPF tiene una banda de paso de aproximadamente 695-716 MHz, formándose una ranura n1 a una frecuencia menor que la banda de paso y formándose ranuras n2 y n3 a frecuencias mayores que la banda de paso. Además, la curva 162 de característica de reflexión que tiene tres picos r1, r2 y r3 ilustra que se acoplan tres modos resonantes.

Las figuras 19 y 20 ilustran un sexto ejemplo de un filtro resonante multimodal. Por conveniencia de ilustración, no se muestran la carcasa, los conectores de entrada y salida y las sondas de sintonización formadas fuera de la carcasa.

Haciendo referencia a las figuras 19 y 20, el filtro 24 resonante multimodal según el sexto ejemplo, como el filtro 22 resonante multimodal según el quinto ejemplo mostrado en las figuras 16 y 17, tiene una cavidad en una forma esférica o similar a una esfera en la que se forma una capa de aire en la carcasa 200 en una forma esférica o similar a una esfera. El filtro 24 resonante multimodal también incluye el elemento 211 DR en una forma esférica o similar a una esfera en la cavidad, la sonda 221 de entrada para la conexión con un conector de entrada formado en un polo del eje x y la sonda 223 de salida para la conexión con un conector de salida formado en un polo del eje y.

En este ejemplo, una primera línea de transmisión para conectar un punto en el eje x con un punto en el eje y incluye una línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 y una primera-segunda línea 247-2 de transmisión n.º 1-2. Un extremo de la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 a lo largo del eje x se conecta con la sonda 221 de entrada situada en un punto en el eje +x. Un extremo de la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 a lo largo del eje z está orientada hacia el polo [-] del eje z y se conecta a tierra en contacto con la superficie inferior interna de la carcasa (no mostrada) por medio de una estructura A de conexión a tierra. La estructura A de conexión a tierra puede estar compuesta por un material metálico. El extremo de la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 a lo largo del eje z se tuerce en un intervalo predeterminado (por ejemplo, un ángulo inferior a 45º) con respecto al eje -z en la dirección del eje +y. El motivo por el que el extremo se tuerce en un intervalo predeterminado con respecto al eje particular (eje +y) a lo largo de la dirección de alineación de la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1, es el siguiente: la dirección de un modo particular (por ejemplo, el modo  $T_{01}\delta_y$ ) puede no ser ortogonal al eje y y puede torcerse ligeramente dependiendo de la intensidad de un campo eléctrico o un campo magnético formado en la carcasa 200, y por tanto, la dirección de alineación de la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 puede ajustarse según la dirección de torsión del modo particular (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_y$ ). En los ejemplos en los que las líneas de transmisión no son ortogonales a un eje particular y se tuercen con respecto al mismo en un intervalo predeterminado, la dirección de alineación de las líneas de transmisión puede ajustarse según la dirección de torsión de un modo particular si la dirección del modo particular se tuerce según la intensidad de un campo eléctrico o un campo magnético.

Un extremo de la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 a lo largo del eje z se conecta con un punto en el polo [+]. Un extremo de la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 a lo largo del eje x está orientada hacia el polo [-] del eje x y se conecta a tierra en contacto con la superficie superior interna de la carcasa 200 por medio de la estructura A de conexión a tierra. La estructura A de conexión a tierra puede estar compuesta por un material metálico. El extremo de la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 a lo largo del eje x puede torcerse en un intervalo predeterminado (por ejemplo, un ángulo inferior a 45º) con respecto al eje -x en la dirección del eje +y.

Debe observarse que aunque la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 y la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 están separadas físicamente la una de la otra, se considera que están conectadas entre sí en términos de un circuito mediante acoplamiento con un campo magnético (o un campo eléctrico) de un único modo (por ejemplo, el modo  $TE_{01}\delta_x$ ). Por consiguiente, incluso si la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 y la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 están separadas la una de la otra, ambas pueden acoplarse con el mismo único modo (por ejemplo, modo  $TE_{01}\delta_x$ ).

En este ejemplo, la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 y la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 pueden instalarse de manera que se tuerquen en un intervalo predeterminado con respecto al eje x, en lugar de coincidir exactamente con el eje x. Esto se debe a que un modo resonante máximo de cada eje puede desviarse por la pluralidad de líneas de transmisión y varios elementos instalados en la cavidad. Por tanto, la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 y la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 pueden instalarse en posiciones o en direcciones correspondiente a las direcciones de del modo resonante máximo de desviación.

Asimismo, una segunda línea de transmisión para conectar un punto en el eje z con un punto en el eje y incluye una línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 y una línea 248-2 de transmisión n.º 2-2. Un extremo de la línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 a lo largo del eje y se conecta con la sonda 223 de salida situada en un punto en el eje +y. Un extremo de la línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 a lo largo del eje z está orientada hacia el polo [-] del eje z y se conecta a tierra con la superficie interna inferior de la carcasa (no mostrada) por medio de la estructura A de conexión a tierra. La estructura A de conexión a tierra puede estar compuesta por un material metálico. El extremo de la línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 a lo largo del eje z puede torcerse en un intervalo predeterminado (por ejemplo, un ángulo inferior a 45º) con respecto al eje -z en la dirección del eje -x.

Un extremo de la línea 248-2 de transmisión n.º 2-2 a lo largo del eje z se conecta con la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 en un punto en el polo [+] del eje z. Un extremo de la línea 248-2 de transmisión n.º 2-2 a lo largo del eje y está orientada hacia el polo [-] del eje y y se conecta a tierra con la superficie superior interna de la carcasa (no mostrada) por medio de la estructura A de conexión a tierra. La estructura A de conexión a tierra puede estar compuesta por un material metálico. La línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 y la línea 248-2 de transmisión n.º 2-2 también se instalan de manera que se tuerquen en un intervalo predeterminado (por ejemplo, un ángulo inferior a 45º) con respecto al eje -y en la dirección del eje +x, en lugar de coincidir con el eje -y.

Además de la estructura anterior, para ajustar características de ranura o características de acoplamiento, pueden proporcionarse líneas 251, 252 y 253 de transmisión auxiliares para conectar un punto en el eje x con un punto en el eje y. En este ejemplo, la primera línea 251 de transmisión auxiliar se conecta en un extremo de la misma a la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 en el eje +x, y se extiende hacia el polo [+] del eje x y el polo [-] del eje y. La segunda línea 252 de transmisión auxiliar se conecta en un extremo de la misma a la línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 en el eje +y, y se extiende hacia el polo [+] del eje y y el polo [-] del eje x. La tercera línea 253 de transmisión auxiliar se conecta en un extremo de la misma a la línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 en el eje +y, y se tuerce en un intervalo predeterminado (por ejemplo, un ángulo inferior a 45º) con respecto al eje +z en la dirección del eje +x, a la vez que se extiende hacia el eje +z.

Con la estructura descrita anteriormente, tal como se muestra en la figura 21, el BPF según el sexto ejemplo puede hacer que aparezcan ranuras adicionales en una banda de frecuencia menor que una banda de paso. En la figura 21, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 21, el número de referencia 191 indica una característica de paso de banda del BPF y el número de referencia 192 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 21, el BPF tiene una característica de paso de banda de manera que existe una banda de paso de aproximadamente 885-893 MHz, formándose ranuras n1 y n2 a frecuencias menores que la banda de paso y formándose una ranura n3 a una frecuencia mayor que la banda de paso. Además, la característica de reflexión que tiene tres picos r1, r2 y r3 ilustra que se acoplan tres modos resonantes.

La figura 22 ilustra un séptimo ejemplo de un filtro resonante multimodal. El filtro resonante multimodal según el séptimo ejemplo tiene la misma estructura que el filtro 24 resonante multimodal según el sexto ejemplo mostrado en las figuras 19 y 20, excepto porque se retira la tercera línea 253 de transmisión auxiliar.

La figura 23 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en la figura 22. Tal como se muestra en la figura 22, el BPF según el séptimo ejemplo puede hacer que aparezcan ranuras adicionales en una banda de frecuencia menor que una banda de paso. En la figura 23, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 23, el número de referencia 211 indica una característica de paso de banda del BPF y el número de referencia 212 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 23, el BPF según el séptimo ejemplo tiene una característica de paso de banda de manera que existe una banda de paso de aproximadamente 883-887 MHz, formándose ranuras n1, n2 y n3 a frecuencias menores que la banda de paso. Además, la curva 212 de característica de reflexión que tiene tres picos r1, r2 y r3 ilustra que se acoplan tres modos resonantes.

La figura 24 ilustra un octavo ejemplo de un filtro resonante multimodal. El filtro resonante multimodal según el octavo ejemplo tiene la misma estructura que el filtro 24 resonante multimodal según el sexto ejemplo mostrado en las figuras 19 y 20 excepto porque se retira la tercera línea 253 de transmisión auxiliar del filtro resonante multimodal, el elemento 211 DR está en una forma cilíndrica y la carcasa 200 está en una forma hexaédrica rectangular.

Haciendo referencia a la figura 24, el filtro resonante multimodal según el octavo ejemplo incluye una cavidad en una



forma hexaédrica sustancialmente rectangular, el elemento 211 DR en una forma sustancialmente cilíndrica en la cavidad, la sonda 221 de entrada para la conexión con un conector de entrada formado en un polo del eje x y la sonda 223 de salida para la conexión con un conector de salida formado en un polo del eje y.

5 En este ejemplo, una primera línea de transmisión para conectar un punto en el eje x con un punto en el eje z incluye la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 y la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2. Un extremo de la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 a lo largo del eje x se conecta con la sonda 221 de entrada situada en un punto en el eje +x. Un extremo de la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 a lo largo del eje z está orientada hacia el polo [-] del eje z y se conecta a tierra con la superficie inferior interna de la carcasa 200 por medio de una estructura A de conexión a tierra. La estructura A de conexión a tierra puede estar compuesta por un material metálico.

10 Un extremo de la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 a lo largo del eje z se conecta con un punto en el polo [+]. Un extremo de la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 a lo largo del eje x está orientada hacia el polo [-] del eje x y se conecta a tierra con la superficie superior interna de la carcasa 200 por medio de la estructura A de conexión a tierra. La estructura A de conexión a tierra puede estar compuesta por un material metálico.

15 Debe observarse que aunque la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 y la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 están físicamente separadas la una de la otra, se considera que están conectadas entre sí en términos de un circuito para el acoplamiento con un campo magnético (o un campo eléctrico) de un único modo (por ejemplo, el modo  $TE_{01\delta_x}$ ). Por consiguiente, incluso si la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 y la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 están separadas la una de la otra, ambas se acoplan con el mismo único modo (por ejemplo, modo  $TE_{01\delta_x}$ ).

20 Asimismo, una segunda línea de transmisión para conectar un punto en el eje z con un punto en el eje y incluye la línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 y la línea 248-2 de transmisión n.º 2-2. Un extremo de la línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 a lo largo del eje y se conecta con la sonda 223 de salida situada en un punto en el eje +y. Un extremo de la línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 a lo largo del eje z está orientada hacia el polo [-] del eje z y se conecta a tierra con la superficie interna inferior de la carcasa 200 por medio de la estructura A de conexión a tierra. La estructura A de conexión a tierra puede estar compuesta por un material metálico.

25 Un extremo de la línea 248-2 de transmisión n.º 2-2 a lo largo del eje z se conecta con la línea 247-2 de transmisión n.º 1-2 en un punto en el polo [+] del eje z. Un extremo de la línea 248-2 de transmisión n.º 2-2 a lo largo del eje y está orientado hacia el polo [-] del eje y y se conecta a tierra con la superficie superior interna de la carcasa 200 por medio de la estructura A de conexión a tierra. La estructura A de conexión a tierra puede estar compuesta por un material metálico.

30 Además de la estructura anterior, para ajustar una característica de ranura o una característica de acoplamiento, pueden proporcionarse las líneas 251 y 252 de transmisión auxiliares para conectar un punto en el eje x con un punto en el eje y. En este ejemplo, la primera línea 251 de transmisión auxiliar se conecta en un extremo de la misma a la línea 247-1 de transmisión n.º 1-1 en el eje +x, y se extiende hacia el polo [+] del eje x y el polo [-] del eje y. La segunda línea 252 de transmisión auxiliar se conecta en un extremo de la misma a la línea 248-1 de transmisión n.º 2-1 en el eje +y, y se extiende hacia el polo [+] del eje y y el polo [-] del eje x.

35 La figura 25 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en la figura 24. Tal como se muestra en la figura 25, el BPF según el octavo ejemplo puede hacer que aparezcan ranuras adicionales en una banda de frecuencia menor que una banda de paso. En la figura 25, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 25, el número de referencia 231 indica una característica de paso de banda del BPF según el octavo ejemplo y el número de referencia 232 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 25, el BPF tiene una característica de paso de banda de manera que existe una banda de paso de aproximadamente 883-887 MHz, formándose ranuras n1, n2 y n3 a frecuencias menores que la banda de paso. Además, la curva 232 de característica de reflexión que tiene tres picos r1, r2 y r3 ilustra que se acoplan tres modos resonantes.

45 Las figuras 26 y 27 ilustran un noveno ejemplo de un filtro resonante multimodal. Por conveniencia de ilustración, sólo se muestran las piezas asociadas con líneas de transmisión internas. Haciendo referencia a las figuras 26 y 27, en el filtro 26 resonante multimodal según el noveno ejemplo, una sonda 251 de entrada para la conexión con un conector de entrada se forma en un polo (polo [+]) del eje x y una sonda 252 de salida para la conexión con un conector de salida se forma en el otro polo (polo [-]) del eje x.

50 En este ejemplo, una primera línea 257 de transmisión para conectar un punto en el eje x con un punto en el eje z también está incluida en el filtro 26 resonante multimodal. Como en los ejemplos previos, un extremo de la primera línea 257 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 221 de entrada y un extremo de la misma a lo largo del eje z se extiende hasta un punto en el eje +z.

Una segunda línea de transmisión para conectar un punto en el eje z con un punto en el eje y incluye una línea 258-

1 de transmisión n.º 2-1 y una línea 258-2 de transmisión n.º 2-2. Un extremo de la línea 258-1 de transmisión n.º 2-1 a lo largo del eje y se sitúa en un punto en el polo [+] del eje y, y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado de la primera línea 257 de transmisión por un intervalo predeterminado sin estar conectado con la primera línea 257 de transmisión, y estando orientado hacia el polo [+] del eje z. Un extremo de la línea 258-2 de transmisión n.º 2-2 a lo largo del eje y se sitúa en un punto del polo [-] del eje y, y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado de la primera línea 257 de transmisión por un intervalo predeterminado sin estar conectado con la primera línea 257 de transmisión, y estando orientado hacia el polo [+] del eje z.

Una tercera línea de transmisión para conectar el eje y con el eje x incluye una línea 259-1 de transmisión n.º 3-1 y una línea 259-2 de transmisión n.º 3-2. Un extremo de la línea 259-1 de transmisión n.º 3-1 a lo largo del eje y se conecta con la línea 258-1 de transmisión n.º 2-1, y un extremo de la misma a lo largo del eje x se conecta con la sonda 252 de salida montada alrededor del polo [-] del eje x. Un extremo de la línea 259-2 de transmisión n.º 3-2 a lo largo del eje y se conecta con la línea 258-2 de transmisión n.º 2-2 y un extremo de la misma a lo largo del eje x se conecta con la sonda 251 de entrada formada alrededor del polo [+] del eje x.

Las figuras 28 y 29 ilustran un décimo ejemplo de un filtro resonante multimodal. El filtro resonante multimodal según el décimo ejemplo tiene la misma estructura que el filtro resonante multimodal según el noveno ejemplo mostrado en las figuras 26 y 27 excepto porque la primera línea 257 de transmisión incluye una línea 257-1 de transmisión n.º 1-1 y una línea 257-2 de transmisión n.º 1-2.

Por ejemplo, la primera línea 257 de transmisión para conectar el eje x con el eje z incluye la línea 257-1 de transmisión n.º 1-1 y la línea 257-2 de transmisión n.º 1-2. Un extremo de la línea 257-1 de transmisión n.º 1-1 a lo largo del eje x se conecta con la sonda 221 de entrada en el eje x, y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado del eje +z por un intervalo predeterminado sin estar conectado al eje +z, y estando orientado hacia el eje +z. Un extremo de la línea 257-2 de transmisión n.º 1-2 a lo largo del eje -x se conecta con la sonda 252 de salida en el eje -x, y un extremo de la misma a lo largo del eje +z está separado del eje +z por un intervalo predeterminado sin estar conectado al eje +z, y estando orientado hacia el eje +z.

La figura 30 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 28 y 29. Tal como se muestra en la figura 30, el BPF según el décimo ejemplo puede ajustar el rango de una banda de paso y hacer que aparezcan ranuras en una banda de frecuencia menor que una banda de paso. En la figura 30, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 30, el número de referencia 281 indica una característica de paso de banda del BPF y el número de referencia 282 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 30, el BPF tiene una característica de paso de banda de manera que existe una banda de paso de aproximadamente 2,105-2,113 GHz, formándose ranuras n1 y n2 a frecuencias menores que la banda de paso. Además, la curva 282 de característica de reflexión que tiene tres picos r1, r2 y r3 ilustra que se acoplan tres modos resonantes.

Las figuras 31 y 32 ilustran un undécimo ejemplo de un filtro resonante multimodal. El filtro resonante multimodal según el undécimo ejemplo tiene la misma estructura que el filtro resonante multimodal según el noveno ejemplo mostrado en las figuras 26 y 27 excepto porque un extremo de la primera línea 257 de transmisión se extiende hacia el polo [+] del eje z, pero está separado del polo [+] del eje z por un intervalo predeterminado, sin estar conectado al polo [+] del eje z, y la posición de la sonda 252 de salida se cambia.

Por ejemplo, la primera línea 257 de transmisión para conectar el eje x con el eje z incluye la línea 257-1 de transmisión n.º 1-1 y la línea 257-2 de transmisión n.º 1-2. Un extremo de la línea 257-1 de transmisión n.º 1-1 a lo largo del eje x se conecta con la sonda 221 de entrada situada en el eje x, y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado del polo [+] del eje z por un intervalo predeterminado sin estar conectado con el polo [+] del eje z, y estando orientado hacia el polo [+] del eje z. Un extremo de la línea 257-2 de transmisión n.º 1-2 a lo largo del eje x se conecta con el polo [-] del eje x, y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado del polo [+] del eje z por un intervalo predeterminado sin estar conectado con el polo [+] del eje z, y estando orientado hacia el polo [+] del eje z.

La segunda línea 258 de transmisión incluye la línea 258-1 de transmisión n.º 2-1 y la línea 258-2 de transmisión n.º 2-2. Un extremo de la línea 258-1 de transmisión n.º 2-1 a lo largo del eje y se conecta con la sonda 252 de salida situado en el eje +y, y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado del polo [+] del eje z por un intervalo predeterminado sin estar conectado con el polo [+] del eje z, y estando orientado hacia el polo [+] del eje z. Un extremo de la línea 258-2 de transmisión n.º 2-2 a lo largo del eje y se sitúa en un punto del polo [-] del eje y, y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado del polo [+] del eje z por un intervalo predeterminado sin estar conectado con la primera línea 257 de transmisión, y estando orientado hacia el polo [+] del eje z.

La tercera línea 259 de transmisión para conectar el eje y con el eje x incluye la línea 259-1 de transmisión n.º 3-1 y la línea 259-2 de transmisión n.º 3-2. Un extremo de la línea 259-1 de transmisión n.º 3-1 a lo largo del eje y se conecta con la sonda 252 de salida, y un extremo de la misma a lo largo del eje x se conecta con un punto en el eje x. Un extremo de la línea 259-2 de transmisión n.º 3-2 a lo largo del eje y se conecta con la línea 258-2 de

transmisión n.º 2-2 y un extremo de la misma a lo largo del eje x se conecta con la sonda 251 de entrada formada alrededor del polo [+] del eje x.

La figura 33 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 31 y 32. Tal como se muestra en la figura 33, el BPF según el undécimo ejemplo puede hacer que aparezcan ranuras en una banda de frecuencia mayor que una banda de paso. En la figura 33, el eje horizontal indica frecuencia Freq[GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 33, el número de referencia 311 indica una característica de paso de banda del BPF y el número de referencia 312 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 33, el BPF tiene una característica de paso de banda de manera que existe una banda de paso de aproximadamente 2,105-2,113 GHz, formándose ranuras n1 y n2 a frecuencias menores que la banda de paso y formándose una ranura r3 a una frecuencia mayor que la banda de paso. Además, la curva 312 de característica de reflexión que tiene tres picos r1, r2 y r3 ilustra que se acoplan tres modos resonantes.

Las figuras 34 y 35 ilustran un duodécimo ejemplo de un filtro resonante multimodal. Por conveniencia de ilustración, la carcasa dada a conocer en los ejemplos previos, no se muestran los conectores de entrada y salida y las sondas de sintonización formadas fuera de la carcasa.

Haciendo referencia a las figuras 34 y 35, un filtro 32 resonante multimodal según el duodécimo ejemplo tiene una cavidad en una forma esférica o similar a una esfera en la que se forma una capa de aire en la carcasa 200 en una forma esférica o similar a una esfera, el elemento 211 DR en una forma esférica o similar a una esfera en la cavidad, y una sonda 321 de entrada para la conexión con un conector de entrada formado en un polo (polo [+]) del eje x. Una sonda 322 de salida para la conexión con un conector de salida se forma en el otro polo (polo [-]) del eje x.

El filtro 32 resonante multimodal también incluye una primera línea 327 de transmisión para conectar un punto en el eje x (polo [+] de la misma) con un punto en el eje z, una segunda línea 328 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje z y una tercera línea 329 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje x (polo [-] de la misma). Un extremo de la primera línea 327 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 321 de entrada, y un extremo de la tercera línea 329 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 322 de salida. Por consiguiente, la primera línea 327 de transmisión, la segunda línea 328 de transmisión y la tercera línea 329 de transmisión se conectan en serie en conjunto. La primera línea 327 de transmisión, la segunda línea 328 de transmisión y la tercera línea 329 de transmisión pueden formarse curvando una única barra metálica formada como un único cuerpo. Por ejemplo, un extremo de la única barra metálica puede conectarse a la sonda 321 de entrada situado en un punto en el eje +x, y un segundo extremo de la única barra metálica se extiende hacia el eje +z. El segundo extremo de la única barra metálica que llega al eje +z puede curvarse a 90°, mediante lo cual el segundo extremo de la única barra metálica se extiende hacia el eje +y. El segundo extremo de la única barra metálica que llega al eje +y puede curvarse de nuevo a 90°, mediante lo cual el segundo extremo de la única barra metálica se extiende hacia el eje -x. Una vez que la única barra metálica llega al eje -x mientras que se extiende hacia el eje -x, el segundo extremo de la misma se conecta a la sonda 322 de salida.

La figura 36 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 34 y 35. En la figura 36, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 36, el número de referencia 361 indica una característica de eliminación de banda del BRF y el número de referencia 362 indica una característica de reflexión.

Tal como se muestra en la figura 36, el BRF tiene una característica de eliminación de banda de manera que existe una banda de eliminación de aproximadamente 717-720 MHz. Además, la curva 361 de característica de eliminación de banda que tiene tres picos, tal como se muestra en la figura 36, ilustra que se acoplan tres modos resonantes.

Las figuras 37 y 38 ilustran un decimotercero ejemplo de un filtro resonante multimodal. Por conveniencia de ilustración, no se muestran la carcasa dada a conocer en los ejemplos previos, los conectores de entrada y salida y las sondas de sintonización formadas fuera de la carcasa.

Haciendo referencia a las figuras 37 y 38, un filtro 34 resonante multimodal según el decimotercero ejemplo tiene una cavidad en una forma esférica o similar a una esfera en la que se forma una capa de aire en la carcasa 200 en una forma esférica o similar a una esfera, el elemento 211 DR en una forma esférica o similar a una esfera en la cavidad, una sonda 341 de entrada para la conexión con un conector de entrada formado en un polo (polo [+]) del eje x y una sonda 343 de salida para la conexión con un conector de salida formado en un polo del eje y.

El filtro 34 resonante multimodal también incluye una primera línea 347 de transmisión para conectar un punto alrededor del eje x (polo [+] de la misma) con un punto alrededor del eje z, una segunda línea 348 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje z y una tercera línea 349 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje x (polo [-] de la misma). Un extremo de la primera línea 347 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 341 de entrada, y un extremo de la segunda línea 348 de transmisión a lo

largo del eje y se conecta con la sonda 343 de salida. Por consiguiente, la primera línea 347 de transmisión se tuerce en un intervalo predeterminado (un ángulo inferior a  $45^\circ$  con respecto al eje z), en lugar de coincidir con el eje z, conectándose por tanto con la segunda línea 348 de transmisión. El otro extremo de la primera línea 347 de transmisión está separado del eje +z por una distancia predeterminada que es menor que la distancia entre el otro extremo de la primera línea 347 de transmisión y la sonda 343 de salida en el eje +y. Un extremo de la tercera línea 349 de transmisión a lo largo del eje x (polo [-] de la misma) se conecta a tierra por medio de un elemento 352 de conexión a tierra metálico que se conecta directamente con la pared interna de la carcasa 200. Por tanto, la tercera línea 349 de transmisión está cortocircuitada eléctricamente.

Además de la estructura anterior, para ajustar una característica de ranura o una característica de acoplamiento, una primera línea 351 de transmisión auxiliar puede instalarse de manera que se conecta en un extremo de la misma con la tercera línea 349 de transmisión y está orientada hacia el polo [+] del eje x y el polo [-] del eje y. Un primer extremo de la primera línea 351 de transmisión auxiliar se conecta con la sonda 343 de salida, y un segundo extremo de la misma está separado del eje x, aunque que se extiende hacia el eje x.

La figura 39 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 37 y 38. En la figura 39, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 39, el número de referencia 361 indica una característica de eliminación de banda del BRF y el número de referencia 362 indica una característica de reflexión.

El BRF según el decimotercero ejemplo tiene una característica de filtrado de manera que existe una banda de eliminación aproximadamente a 698 MHz. En la curva 361 de característica de eliminación de banda mostrada en la figura 39, se acoplan tres modos resonantes mediante la formación de tres picos. Sin embargo, en la figura 36, a la izquierda se solapan entre sí dos picos entre los tres picos. Los expertos habituales en la técnica deben entender que puede mostrarse que dos picos adyacentes se solapan según una resolución fijada de un gráfico.

Las figuras 40 y 41 ilustran un decimocuarto ejemplo de un filtro resonante multimodal. Por conveniencia de ilustración, sólo se muestran las piezas asociadas con líneas de transmisión internas. Haciendo referencia a las figuras 40 y 41, en un filtro 36 resonante multimodal según el decimocuarto ejemplo, una sonda 361 de entrada para la conexión con un conector de entrada se forma en un polo (polo [+]) del eje x y una sonda 363 de salida para la conexión con un conector de salida se forma en un polo del eje y.

El filtro 36 resonante multimodal también incluye una primera línea 367 de transmisión para conectar un punto en el (polo [+]) del eje x con un punto en el eje z, una segunda línea 368 de transmisión para conectar un punto alrededor del eje y con un punto alrededor del eje z y una tercera línea 369 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje x (polo [-] de la misma). En este ejemplo, un primer extremo de la primera línea 367 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 361 de entrada, y un extremo de la segunda línea 368 de transmisión a lo largo del eje y se conecta con la sonda 363 de salida. La segunda línea 368 de transmisión se tuerce en un intervalo predeterminado (un ángulo inferior a  $45^\circ$  con respecto al eje z), en lugar de coincidir con el eje z, conectándose por tanto a la primera línea 367 de transmisión. Un segundo extremo de la segunda línea 368 de transmisión está separado del eje +z por una distancia predeterminada que es menor que la distancia entre el segundo extremo de la segunda línea 348 de transmisión y la sonda 361 de entrada en el eje +x. Un extremo de la tercera línea 369 de transmisión a lo largo del eje x (hacia el polo [-] de la misma) se conecta a tierra conectándose directamente a la pared interna de la carcasa 200 por medio de un elemento 365 de conexión a tierra metálico. Por tanto, la tercera línea 369 de transmisión está cortocircuitada eléctricamente.

Además de la estructura anterior, para ajustar una característica de ranura o una característica de acoplamiento, una primera línea 371 de transmisión auxiliar puede instalarse de manera que se conecta en un extremo de la misma con la tercera línea 369 de transmisión y se extiende hacia el polo [+] del eje x y el polo [-] del eje y. Un primer extremo de la primera línea 371 de transmisión auxiliar se conecta a la sonda 363 de salida y un segundo extremo de la misma se extiende hacia el eje x, pero está separado del eje x.

La figura 42 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 40 y 41. En la figura 42, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 42, el número de referencia 391 indica una característica de eliminación de banda del BRF y el número de referencia 392 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 42, el BRF tiene una característica de filtrado de manera que existe una banda de eliminación de aproximadamente 717-719 MHz. Además, la curva 391 de la figura 42 ilustra que se acoplan tres modos resonantes mediante la formación de tres picos.

La figura 43 ilustra un decimoquinto ejemplo de un filtro resonante multimodal. El filtro resonante multimodal según el decimoquinto ejemplo tiene la misma estructura que el filtro resonante multimodal según el duodécimo ejemplo mostrado en las figuras 34 y 35 excepto porque el elemento 211 DR tiene una forma cilíndrica y la carcasa 200 tiene una forma hexaédrica rectangular.

Haciendo referencia a la figura 43, un filtro 32 resonante multimodal según el decimoquinto ejemplo incluye una cavidad en una forma hexaédrica sustancialmente rectangular en la que se forma una capa de aire en la carcasa 200 en una forma hexaédrica sustancialmente rectangular, y el elemento 211 DR en una forma sustancialmente cilíndrica en la cavidad. Tal como se muestra en la figura 43, las esquinas de la superficie circunferencial interna o la superficie circunferencial externa de la carcasa 200 pueden tratarse parcialmente para formar curvas suaves. Las esquinas superiores e inferiores del elemento 211 DR también pueden retirarse parcialmente, pero puede considerarse que el elemento 211 DR está en una forma sustancialmente cilíndrica siempre que tenga una forma cilíndrica en conjunto.

La sonda 321 de entrada para la conexión con un conector de entrada se forma en un polo (polo [+]) del eje x. La sonda 322 de salida para la conexión con un conector de salida se forma en el otro polo (polo [-]) del eje x.

En este ejemplo, el filtro 32 resonante multimodal también incluye una primera línea 327 de transmisión para conectar un punto en el eje x (polo [+]) de la misma) con un punto en el eje z, una segunda línea 328 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje z, y una tercera línea 329 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje x (polo [-]) de la misma). Un extremo de la primera línea 327 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 321 de entrada, y un extremo de la tercera línea 329 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 322 de salida. Por consiguiente, la primera línea 327 de transmisión, la segunda línea 328 de transmisión y la tercera línea 329 de transmisión se conectan en serie en conjunto. La primera línea 327 de transmisión se conecta con la segunda línea 328 de transmisión en el eje z. La segunda línea 328 de transmisión se conecta con la tercera línea 329 de transmisión en el eje y.

El grosor  $t$  de la primera línea 327 de transmisión, la segunda línea 328 de transmisión y la tercera línea 329 de transmisión según el decimoquinto ejemplo es mayor que el de las líneas de transmisión según el duodécimo ejemplo mostrado en las figuras 34 y 35. El ancho  $w$  de la primera línea 327 de transmisión, la segunda línea 328 de transmisión y la tercera línea 329 de transmisión puede ajustarse para lograr las características de filtro deseadas.

Además, la primera línea 327 de transmisión según el decimoquinto ejemplo puede curvarse siguiendo la forma de la carcasa 200. Es decir, para corresponder a la forma circunferencial interna de la carcasa 200 en una forma hexaédrica rectangular, una parte 327-1 de la primera línea 327 de transmisión puede curvarse a aproximadamente  $90^\circ$  siguiendo la forma circunferencial interna de la carcasa 200. La tercera línea 329 de transmisión puede conformarse en una forma curvada siguiendo la forma del elemento 211 DR. En otras palabras, para corresponder a la forma circunferencial externa del elemento 211 DR en una forma cilíndrica, la tercera línea 329 de transmisión puede conformarse en una forma curvada siguiendo la forma circunferencial externa del elemento 211 DR.

La figura 44 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en la figura 43. En la figura 44, un eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 44, el número de referencia 411 indica una característica de eliminación de banda del BRF y el número de referencia 412 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 44, el BRF tiene una característica de filtrado de manera que existe una banda de eliminación de aproximadamente 715-719 MHz. Además, la curva 411 de la figura 44 ilustra que se acoplan tres modos resonantes mediante la formación de tres picos.

La figura 45 ilustra un decimosexto ejemplo de un filtro resonante multimodal. El filtro resonante multimodal según el decimosexto ejemplo es diferente del filtro resonante multimodal según el decimoquinto ejemplo mostrado en la figura 43 tal como se describe a continuación.

Haciendo referencia a la figura 45, el filtro resonante multimodal según el decimosexto ejemplo incluye la sonda 321 de entrada para la conexión con un conector de entrada en un polo (polo [+]) del eje x. La sonda 322 de salida para la conexión con un conector de salida se forma en un polo (polo [+]) del eje y.

El filtro resonante multimodal según el decimosexto ejemplo también incluye una primera línea 327 de transmisión para conectar un punto en el eje x (polo [+]) de la misma) con un punto en el eje z, una segunda línea 328 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje z, y una tercera línea 329 de transmisión para conectar un punto en el eje y con un punto en el eje x (polo [-]) de la misma). Un extremo de la primera línea 327 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 321 de entrada, y un extremo de la segunda línea 328 de transmisión a lo largo del eje y se conecta con la sonda 322 de salida. Por consiguiente, la primera línea 327 de transmisión, la segunda línea 328 de transmisión y la tercera línea 329 de transmisión se conectan en serie en conjunto. La primera línea 327 de transmisión se conecta con la segunda línea 328 de transmisión en el eje z. La segunda línea 328 de transmisión se conecta con la tercera línea 329 de transmisión en el eje y. Un extremo de la tercera línea 329 de transmisión a lo largo del eje x (polo [-]) de la misma se conecta a tierra conectándose directamente a la pared interna de la carcasa 200 por medio del elemento 365 de conexión a tierra metálico. Por tanto, la tercera línea 329 de transmisión está cortocircuitada eléctricamente.

La figura 46 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en la figura 45. En la figura 46, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 46, el número de referencia 431 indica una característica de eliminación de banda del BRF y el número de referencia 432 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 46, el BRF tiene una característica de filtrado de manera que existe una banda de eliminación de aproximadamente 715-721 MHz. Además, la curva 431 de la figura 46 ilustra que se acoplan tres modos resonantes mediante la formación de tres picos.

Las figuras 47 y 48 ilustran un decimoséptimo ejemplo de un filtro resonante multimodal. Por conveniencia de ilustración, sólo se muestran las piezas asociadas con líneas de transmisión. Haciendo referencia a las figuras 47 y 48, en un filtro 38 resonante multimodal según el decimoséptimo ejemplo, una sonda 391 de entrada para la conexión con un conector de entrada se forma en un polo (polo [+]) del eje x, y una sonda 392 de salida para la conexión con un conector de salida se forma en el otro polo (polo [-]) del eje x.

El filtro 38 resonante multimodal también incluye una primera línea de transmisión para conectar el eje x con el eje z, que incluye una línea 387-1 de transmisión n.º 1-1 y una línea 387-2 de transmisión n.º 1-2. Un extremo de la línea 387-1 de transmisión n.º 1-1 a lo largo del eje x se conecta con la sonda 391 de entrada, y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado de un punto en el eje z por un intervalo predeterminado sin llegar al punto en el eje z, y extendiéndose hacia el polo [+] del eje z. Un extremo de la línea 387-2 de transmisión n.º 1-2 a lo largo del eje x se conecta con la sonda 392 de salida, y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado por el intervalo predeterminado de un punto en el eje z sin llegar al punto en el eje z, y extendiéndose hacia el polo [+] del eje z.

El filtro 38 resonante multimodal también incluye una segunda línea 388 de transmisión para conectar el eje z con el eje y. Un extremo de la segunda línea 388 de transmisión a lo largo del eje y se conecta con un punto en el eje y (polo [+] de la misma), y un extremo de la misma a lo largo del eje z está separado de un punto en el eje z por un intervalo predeterminado sin llegar al punto en el eje z, y estando orientado hacia el polo [+] del eje z.

El filtro 38 resonante multimodal también incluye una tercera línea 389 de transmisión para conectar el eje x con el eje y, que incluye una línea 389-1 de transmisión n.º 3-1 y una línea 389-2 de transmisión n.º 3-2. Un extremo de la línea 389-1 de transmisión n.º 3-1 a lo largo del eje x se conecta con la sonda 391 de entrada, y un extremo de la misma a lo largo del eje y se conecta con un punto en el eje y (polo [+] de la misma). Un extremo de la línea 389-2 de transmisión n.º 3-2 a lo largo del eje x se conecta con la sonda 392 de salida, y un extremo de la misma a lo largo del eje y se conecta con un punto en el eje y (polo [+] de la misma).

La línea 387-1 de transmisión n.º 1-1, la línea 387-2 de transmisión n.º 1-2 y la segunda línea 388 de transmisión pueden torcerse en un intervalo predeterminado (un ángulo inferior a 45º con respecto al eje z), en lugar de coincidir con sus ejes correspondientes.

La figura 49 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en las figuras 47 y 48. En la figura 49, el eje horizontal indica frecuencia Freq[GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 49, el número de referencia 491 indica una característica de eliminación de banda del BRF y el número de referencia 492 indica una característica de reflexión.

Tal como se muestra en la figura 49, el BRF tiene una característica de filtrado de manera que existe una banda de eliminación de aproximadamente 721-723 MHz. Además, la curva 491 de la figura 49 ilustra que se acoplan tres modos resonantes mediante la formación de tres picos.

Las figuras 50-52 ilustran un decimooctavo ejemplo de un filtro resonante multimodal. El filtro resonante multimodal según el decimooctavo ejemplo tiene una estructura similar a la del filtro resonante multimodal según el octavo ejemplo mostrado en la figura 24 excepto porque las líneas 247-1, 247-2, 248-1, 248-2, 251, 252 de transmisión se simplifican en sus formas, y una parte de las líneas de transmisión se forman como un único cuerpo con la carcasa 200.

Haciendo referencia a las figuras 50-52, el filtro resonante multimodal según el decimooctavo ejemplo incluye una carcasa 200 que tiene una cavidad en una forma hexaédrica sustancialmente rectangular, un elemento 211 DR en una forma sustancialmente cilíndrica en la cavidad de la carcasa 200, una sonda 221 de entrada para la conexión con un conector de entrada formado en un polo del eje x y una sonda 223 de salida para la conexión con un conector de salida formado en un polo del eje y.

En este ejemplo, un primer extremo de una primera línea 247 de transmisión a lo largo del eje x se conecta con la sonda 221 de entrada dispuesta en el eje +x. Un segundo extremo de la primera línea 247 de transmisión se extiende hacia la superficie inferior interna de la carcasa 200 en una dirección en vertical. El segundo extremo de la primera línea 247 de transmisión puede estar separado de o conectado directamente con la superficie inferior interna de la carcasa 200. Según si el segundo extremo de la primera línea 247 de transmisión va a estar separado de la

superficie inferior interna de la carcasa 200 para estar en circuito abierto eléctricamente, o conectado directamente con la superficie inferior interna de la carcasa 200 para cortocircuitarse eléctricamente, pueden cambiar las posiciones de las ranuras realizadas por el filtro resonante multimodal.

5 Un primer extremo de una segunda línea 248 de transmisión a lo largo del eje y se conecta con la sonda 223 de salida dispuesta en el eje +y. Un segundo extremo de la segunda línea 248 de transmisión se extiende hacia la superficie inferior interna de la carcasa 200 en una dirección en vertical. El segundo extremo de la primera línea 248 de transmisión puede estar separado de o conectado directamente con la superficie inferior interna de la carcasa 200. Según si el segundo extremo de la primera línea 248 de transmisión va a estar separado de la superficie inferior interna de la carcasa 200 para estar en circuito abierto eléctricamente, o conectado directamente con la superficie inferior interna de la carcasa 200 para cortocircuitarse eléctricamente, pueden cambiar las posiciones de las ranuras realizadas por el filtro resonante multimodal.

15 Una tercera línea 260 de transmisión se conecta directamente a la superficie inferior interna de la carcasa 200, e incluye una línea 206-1 de transmisión n.º 3-1, una línea 206-2 de transmisión n.º 3-2, una línea 206-3 de transmisión n.º 3-3. La línea 206-1 de transmisión n.º 3-1 se dispone en paralelo al eje x. Un primer extremo de la línea 206-1 de transmisión n.º 3-1 se conecta con una primera esquina interna de la carcasa 200. Un segundo extremo de la línea 206-1 de transmisión n.º 3-1 se extiende hacia el elemento 213 de soporte y está separado de la superficie inferior interna de la carcasa 200. La línea 206-2 de transmisión n.º 3-2 se dispone en paralelo al eje y. Un primer extremo de la línea 206-2 de transmisión n.º 3-2 se conecta con una segunda esquina interna de la carcasa 200. Un segundo extremo de la línea 206-2 de transmisión n.º 3-2 se extiende hacia el elemento 213 de soporte y está separado de la superficie inferior interna de la carcasa 200. La línea 206-3 de transmisión n.º 3-3 se dispone entre la línea 206-1 de transmisión n.º 3-1 y la línea 206-2 de transmisión n.º 3-2. Un primer extremo de la línea 206-3 de transmisión n.º 3-3 se conecta con el segundo extremo de la línea 206-1 de transmisión n.º 3-1. Un segundo extremo de la línea 206-3 de transmisión n.º 3-3 se conecta con el segundo extremo de la línea 206-2 de transmisión n.º 3-2. Las transmisiones 221, 223 primera y segunda pueden conectarse con la tercera línea 260 de transmisión. La tercera línea 260 de transmisión puede cambiar las posiciones de ranuras realizadas por el filtro resonante multimodal y, si es necesario, pueden omitirse del filtro resonante multimodal. En el elemento 213 de soporte puede formarse una cavidad 213-1.

30 Una cuarta línea 261 de transmisión se conecta directamente a la superficie inferior interna de la carcasa 200 y se dispone en paralelo a la línea 206-3 de transmisión n.º 3-3 con el elemento 211 DR entre ellas. Ambos extremos de la cuarta línea 261 de transmisión se extienden hasta ambas paredes laterales internas de la carcasa 200.

35 Las líneas 260 y 261 de transmisión tercera y cuarta pueden formarse en un único cuerpo con la carcasa 200. Las líneas 260 y 261 de transmisión tercera y cuarta pueden formarse durante el proceso de realización de una cavidad en la carcasa 200. Mientras que se corta el interior de la carcasa 200 para realizar una cavidad en la misma, pueden quedar partes sobresalientes correspondientes a las líneas 260 y 261 de transmisión tercera y cuarta en la superficie inferior interna de la carcasa 200.

40 La figura 53 es un gráfico que ilustra un ejemplo de filtrado realizado por el filtro resonante multimodal mostrado en la figura 50. En la figura 53, el eje horizontal indica frecuencia [GHz] y el eje vertical Y1 indica pérdida por atenuación. En la figura 53, el número de referencia 501 indica una característica de paso de banda del BPF según el decimotavo ejemplo y el número de referencia 502 indica una característica de reflexión. Tal como se muestra en la figura 53, el BPF tiene una característica de paso de banda de manera que existe una banda de paso de aproximadamente 825-831 MHz, formándose ranuras n1 y n2 a frecuencias menores que la banda de paso. Además, la curva 502 de característica de reflexión que tiene tres picos r1, r2 y r3 ilustra que se acoplan tres modos resonantes.

45 Aunque se ha mostrado la siguiente descripción y se ha descrito con referencia a ejemplos de la misma, los expertos en la técnica deben entender que pueden realizarse diversos cambios en la forma y los detalles en la misma sin apartarse del espíritu y alcance de la invención tal como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

50 Por ejemplo, el elemento DR puede estar en diversas formas tales como una forma poligonal, una forma cuasiesférica, una forma cilíndrica, una forma ovalada, una forma redonda y similares. En el filtro resonante multimodal, la carcasa y su cavidad pueden estar en diversas formas tales como una forma poligonal, una forma cilíndrica y una forma ovalada así como una forma esférica y una forma cuasiesférica.

55 Se han descrito anteriormente varios ejemplos. No obstante, debe entenderse que pueden realizarse diversas modificaciones. Por ejemplo, pueden lograrse resultados adecuados si se realizan las técnicas descritas en un orden diferente y/o si los componentes en un sistema, arquitectura, dispositivo o circuito descrito se combinan de manera diferente y/o se sustituyen o se complementan con otros componentes o sus equivalentes. Por consiguiente, otras implementaciones están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Filtro resonante multimodal que comprende:

una carcasa (200) que tiene una cavidad en la misma;

5 un elemento (211) resonante dieléctrico (DR) alojado en la carcasa, formando el elemento DR una pluralidad de modos resonantes en diferentes direcciones; caracterizado por una primera línea (207) de transmisión alineada a lo largo de una primera dirección en la que se forma un primer modo resonante de la pluralidad de modos resonantes;

una segunda línea (208) de transmisión alineada a lo largo de una segunda dirección en la que se forma un segundo modo resonante de la pluralidad de modos resonantes, siendo el segundo modo resonante diferente del primer modo resonante; y

10 una tercera línea (209) de transmisión alineada a lo largo de una tercera dirección en la que se forma un tercer modo resonante de la pluralidad de modos resonantes, siendo el tercer modo resonante diferente del primer modo resonante y el segundo modo resonante,

15 en el que la primera línea de transmisión, la segunda línea de transmisión y la tercera línea de transmisión acoplan el primer modo resonante, el segundo modo resonante y el tercer modo resonante entre sí a través de conexión o acoplamiento directo.

2. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, que comprende además:

un conector de entrada fijado a un lado de la carcasa, al que se le introduce una señal de entrada; y

un conector de salida fijado al otro lado de la carcasa, desde el que se emite una señal de salida,

20 en el que la primera línea de transmisión y la segunda línea de transmisión se conectan al conector de entrada y la tercera línea de transmisión se conecta directamente al conector de salida.

3. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, que comprende además:

un conector de entrada fijado a un lado de la carcasa, al que se le introduce una señal de entrada;

un conector de salida fijado al otro lado de la carcasa, desde el que se emite una señal de salida; y

una línea de transmisión auxiliar,

25 en el que la primera línea de transmisión y la segunda línea de transmisión se conectan al conector de entrada, la tercera línea de transmisión se conecta directamente al conector de salida y la línea de transmisión auxiliar se conecta a uno del conector de entrada y el conector de salida.

4. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que el primer modo resonante, el segundo modo resonante y el tercer modo resonante son ortogonales entre sí.

30 5. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de modos resonantes son modos resonantes sustancialmente idénticos que se forman en diferentes direcciones.

6. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que la pluralidad de modos resonantes son modos  $TE_{01\delta}$ .

35 7. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que el elemento DR se conforma en una forma sustancialmente esférica, cilíndrica o hexaédrica rectangular.

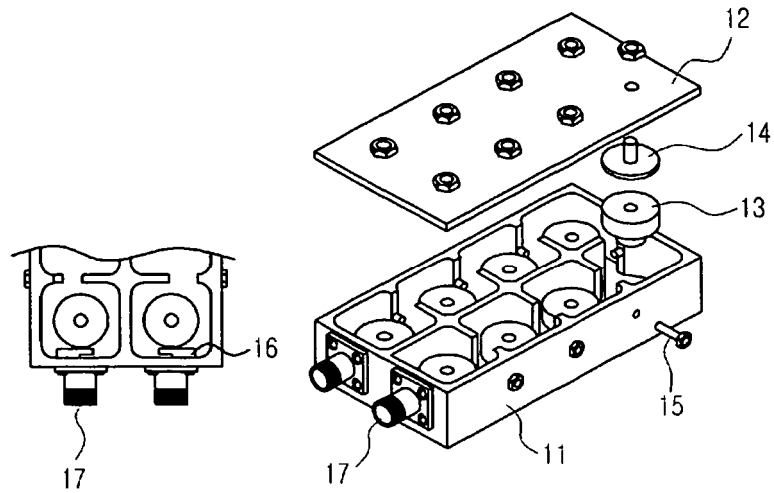
8. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que al menos una de una superficie circunferencial interna y una superficie circunferencial externa de la carcasa se conforma en una forma sustancialmente esférica, cilíndrica o hexaédrica rectangular.

40 9. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que la primera línea de transmisión, la segunda línea de transmisión y la tercera línea de transmisión se forman cada una en una forma de barra, una forma de varilla o una forma de placa.

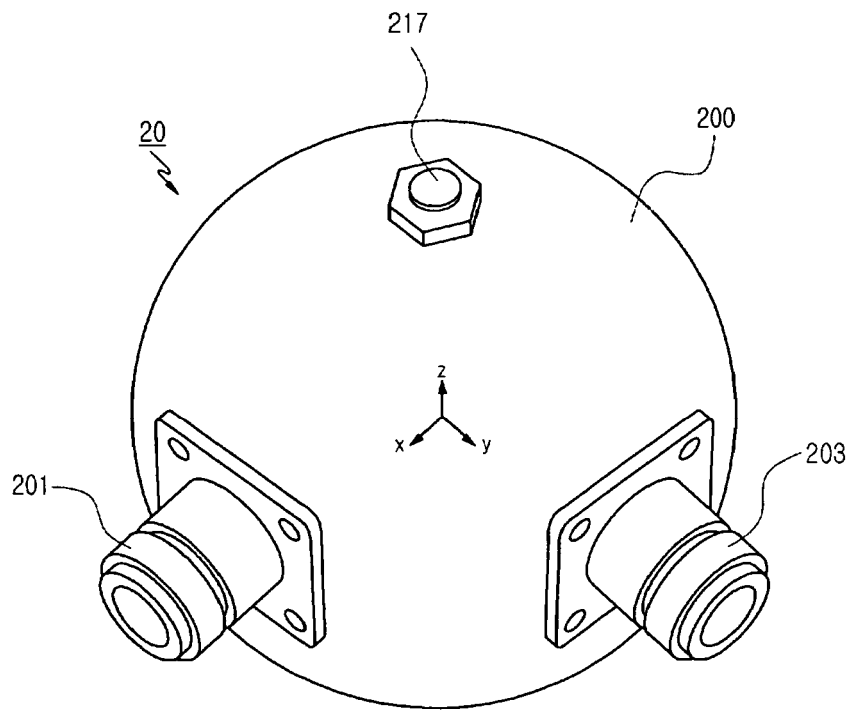


10. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que la primera línea de transmisión, la segunda línea de transmisión y la tercera línea de transmisión se alinean entre una superficie circunferencial interna de la carcasa y una superficie circunferencial externa del elemento DR.
- 5 11. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que una forma de al menos una parte de la primera línea de transmisión, la segunda línea de transmisión y la tercera línea de transmisión corresponde a una forma del elemento DR o la carcasa.
- 10 12. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, que comprende además un elemento de soporte, del que se conecta un extremo a una superficie inferior del elemento DR y del que se conecta el otro extremo a una superficie circunferencial interna de la carcasa, soportando de ese modo la carcasa de manera que el elemento DR se sitúa en el centro en el interior de la carcasa.
13. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, que comprende además:
- un conector de entrada fijado a un lado de la carcasa, al que se le introduce una señal de entrada, conectándose o acoplándose el conector de entrada directamente con la primera línea de transmisión; y
- 15 un conector de salida fijado al otro lado de la carcasa, desde el que se emite la señal de entrada acoplada según la pluralidad de modos resonantes acoplados.
14. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que un eje x, un eje y y un eje z son ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR,
- un primer extremo de la primera línea de transmisión se sitúa en un eje +x y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +z,
- 20 un primer extremo de la segunda línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la primera línea de transmisión en el eje +z y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +y, y
- un primer extremo de la tercera línea de transmisión se conecta con el primer extremo de la primera línea de transmisión en el eje +x y un segundo extremo de la misma se conecta con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y.
- 25 15. Filtro resonante multimodal según la reivindicación 1, en el que un eje x, un eje y y un eje z son ortogonales entre sí con respecto al centro del elemento DR,
- un primer extremo de la primera línea de transmisión se sitúa en un eje +x y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +z,
- 30 un primer extremo de la segunda línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la primera línea de transmisión en el eje +z y un segundo extremo de la misma se sitúa en un eje +y, y
- un primer extremo de la tercera línea de transmisión se conecta con el segundo extremo de la segunda línea de transmisión en el eje +y y un segundo extremo de la misma se sitúa en un punto en un eje -x.

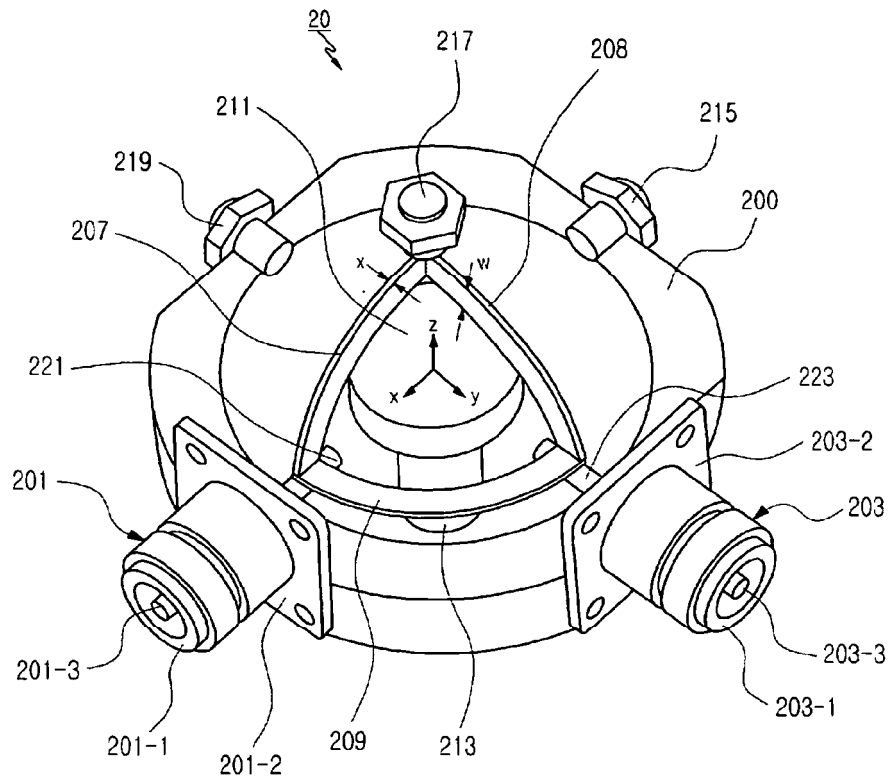
[Fig. 1]



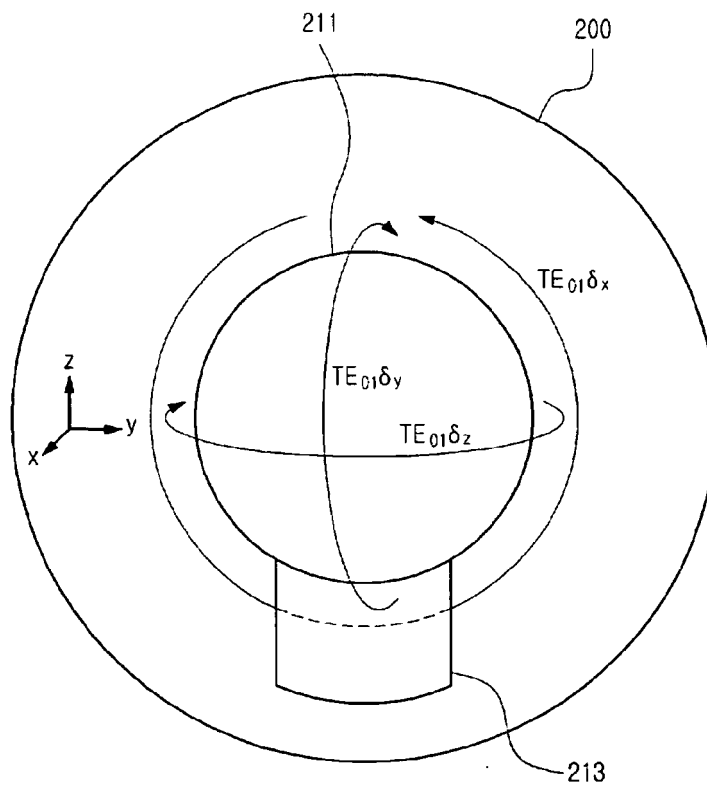
[Fig. 2]



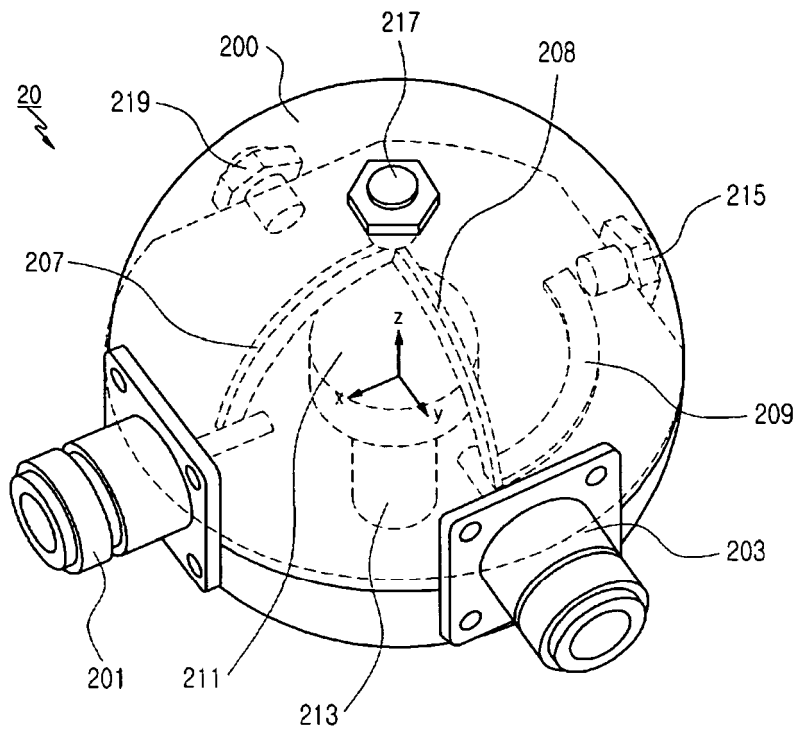
[Fig. 3]



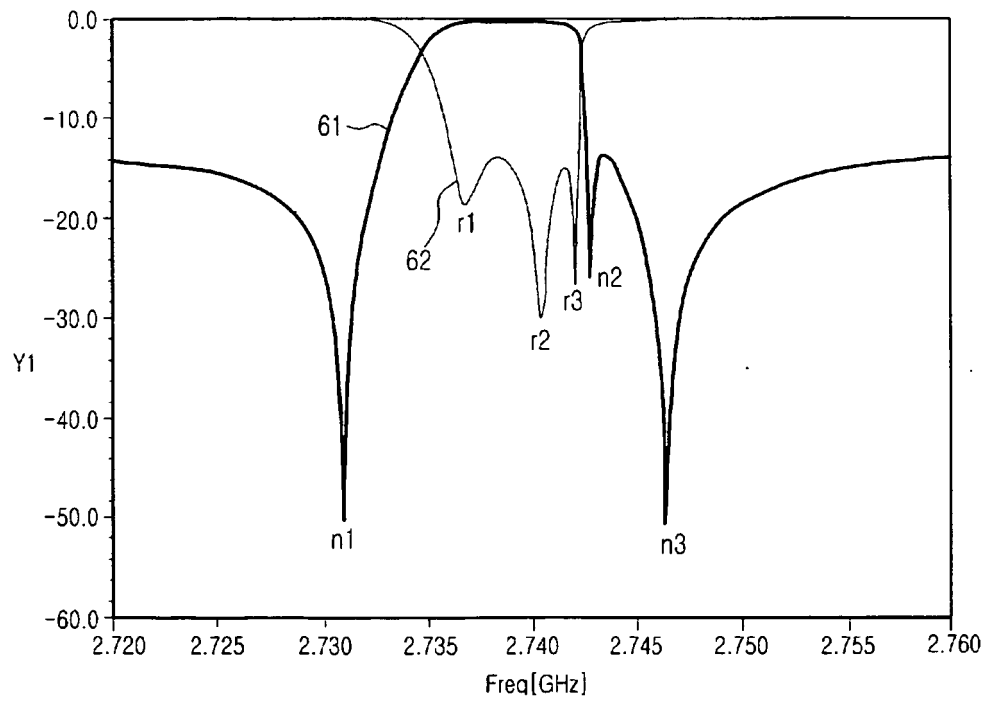
[Fig. 4]



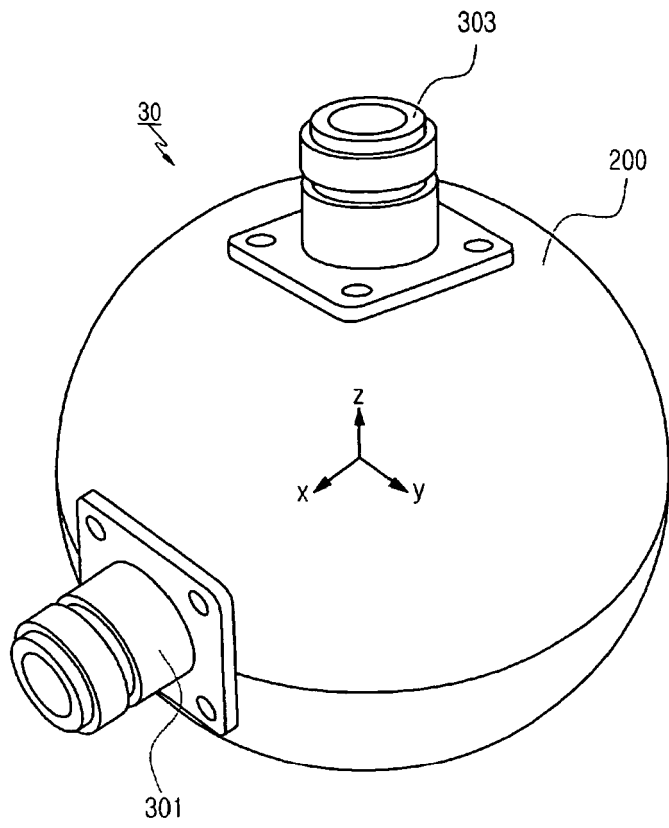
[Fig. 5]



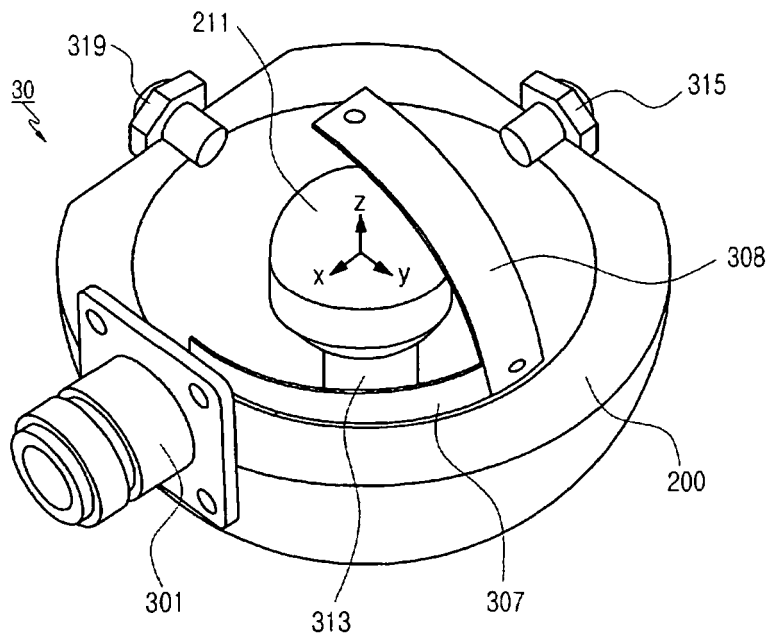
[Fig. 6]



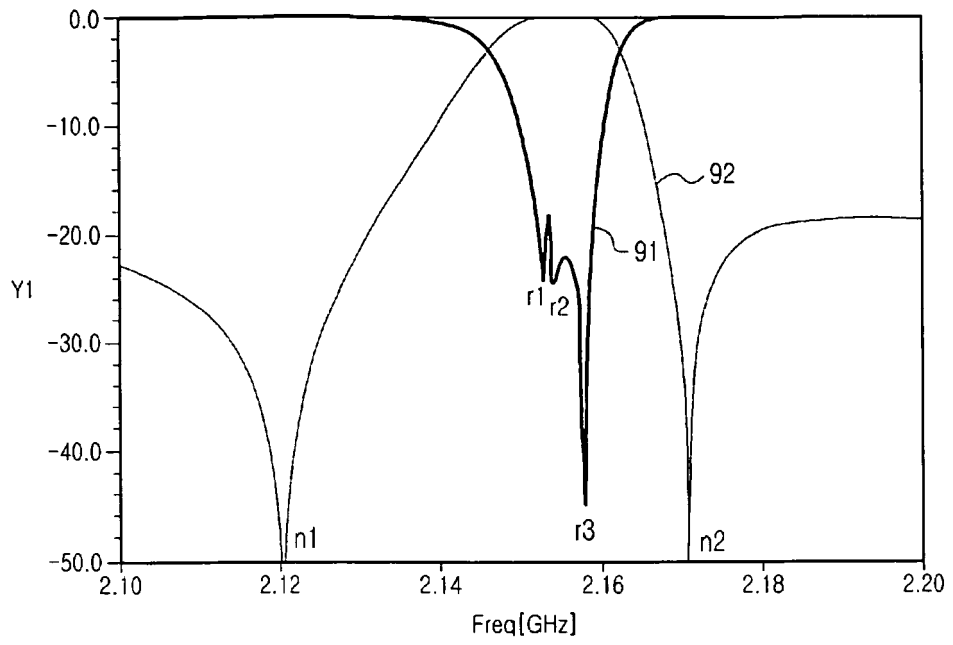
[Fig. 7]



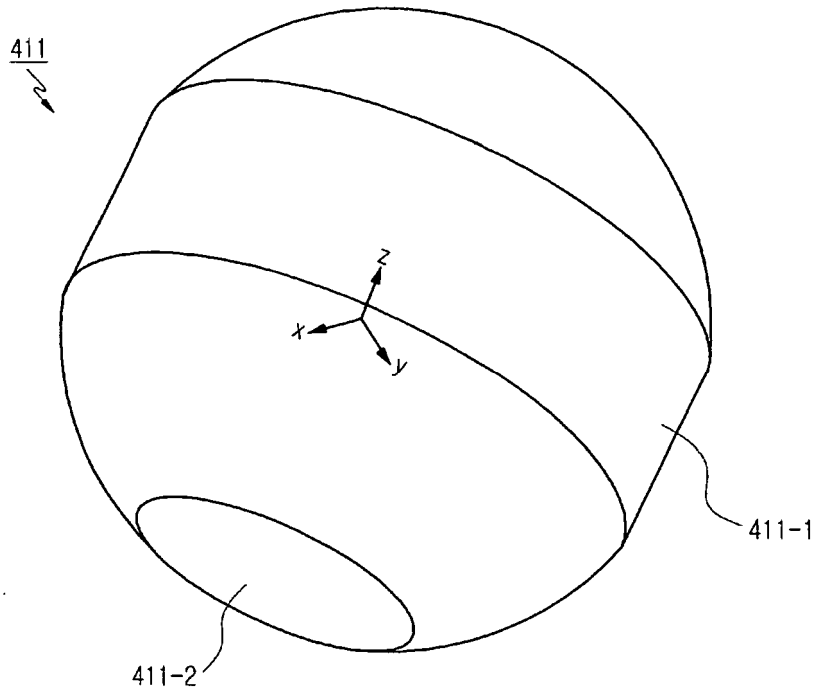
[Fig. 8]



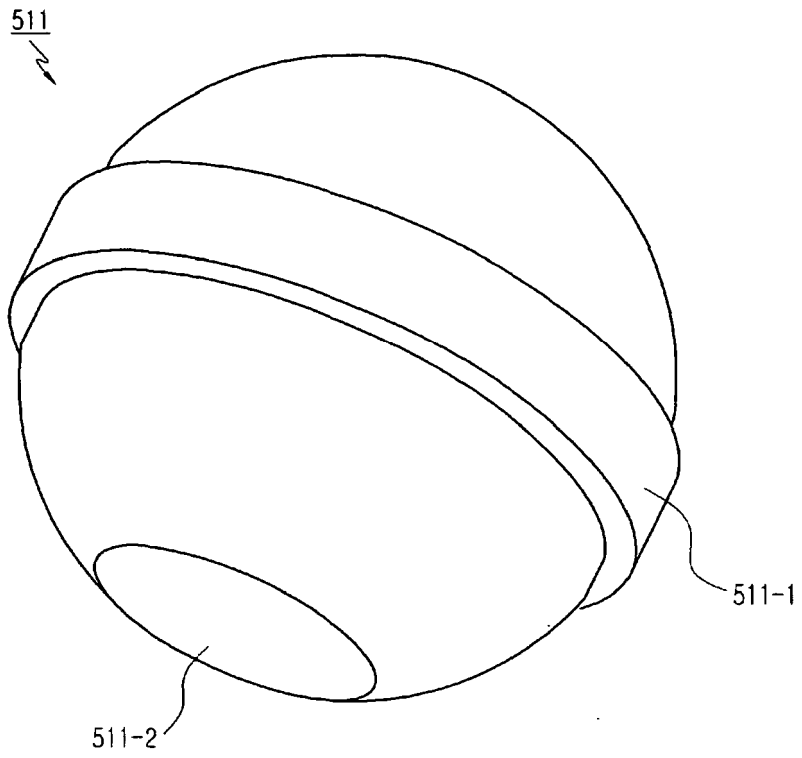
[Fig. 9]



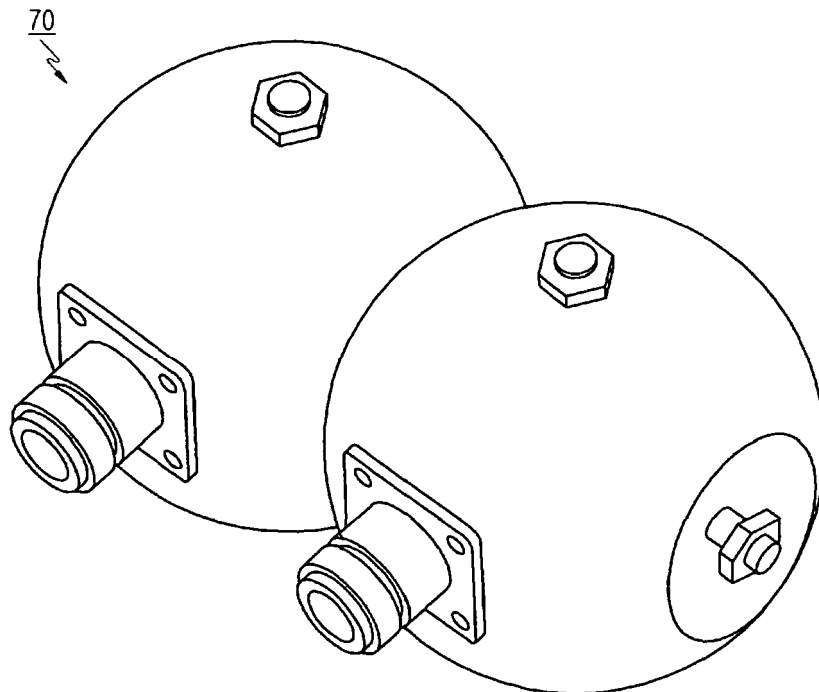
[Fig. 10]



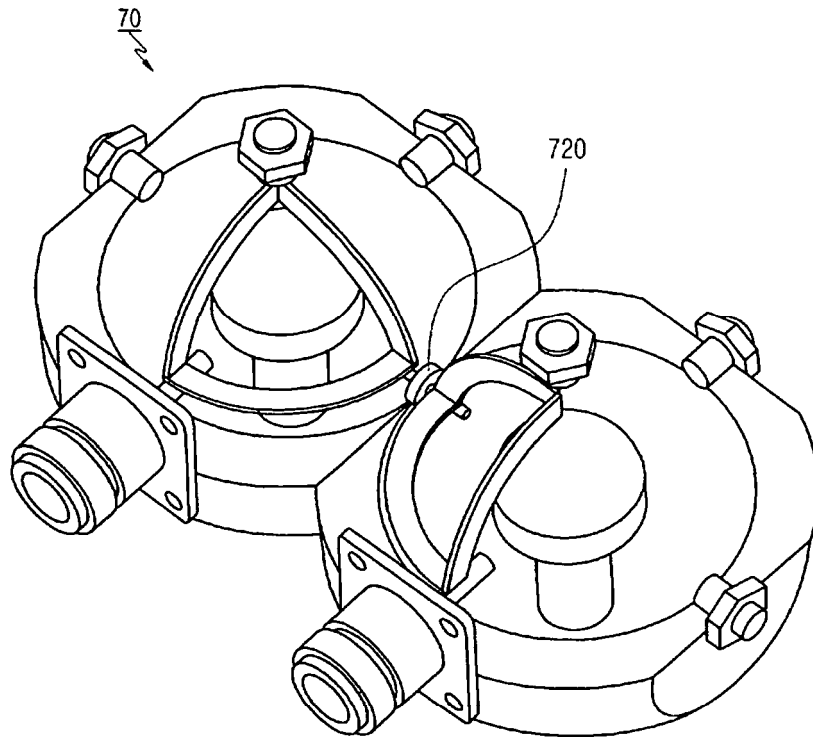
[Fig. 11]



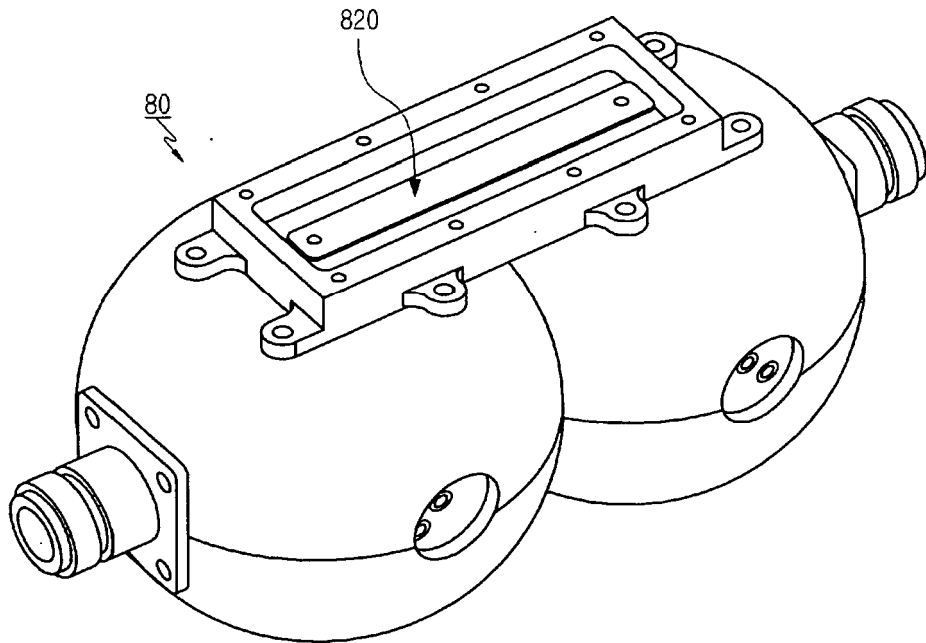
[Fig. 12]



[Fig. 13]



[Fig. 14]

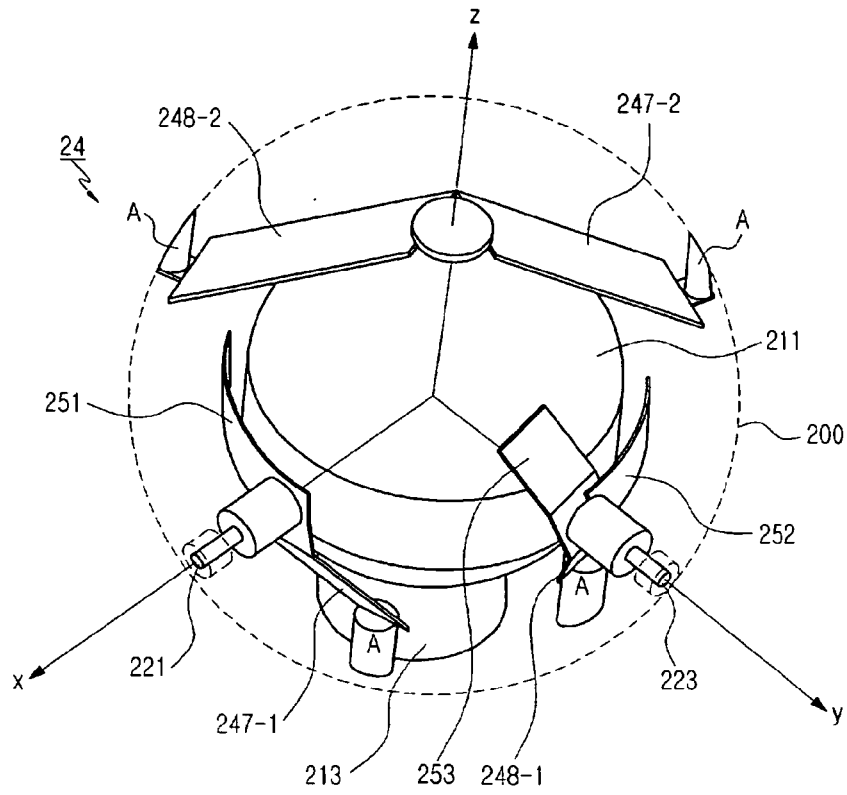




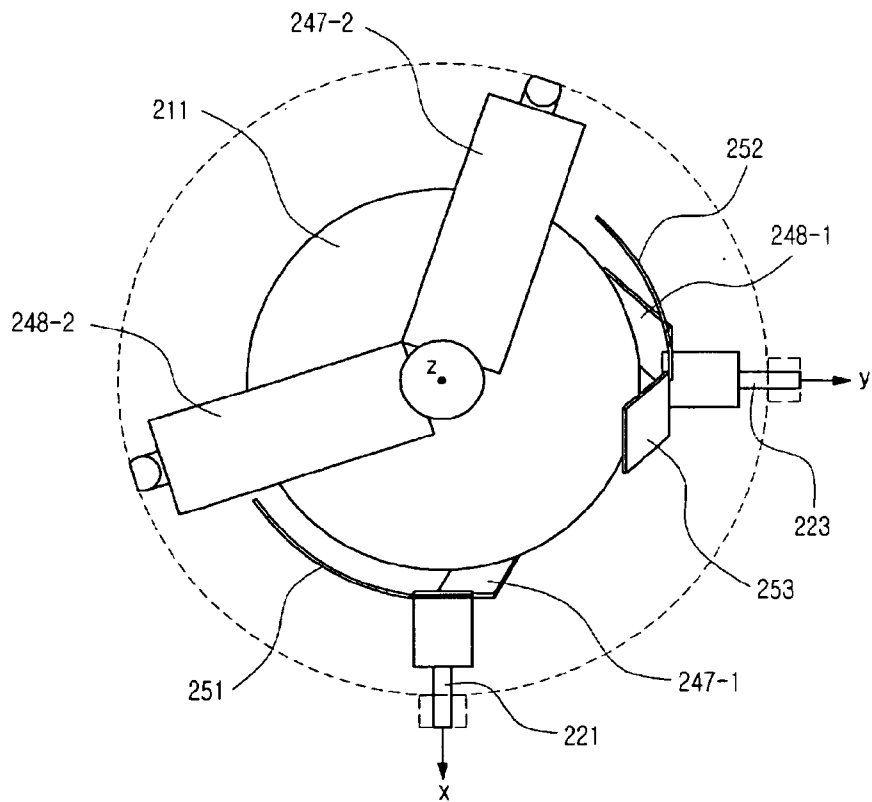




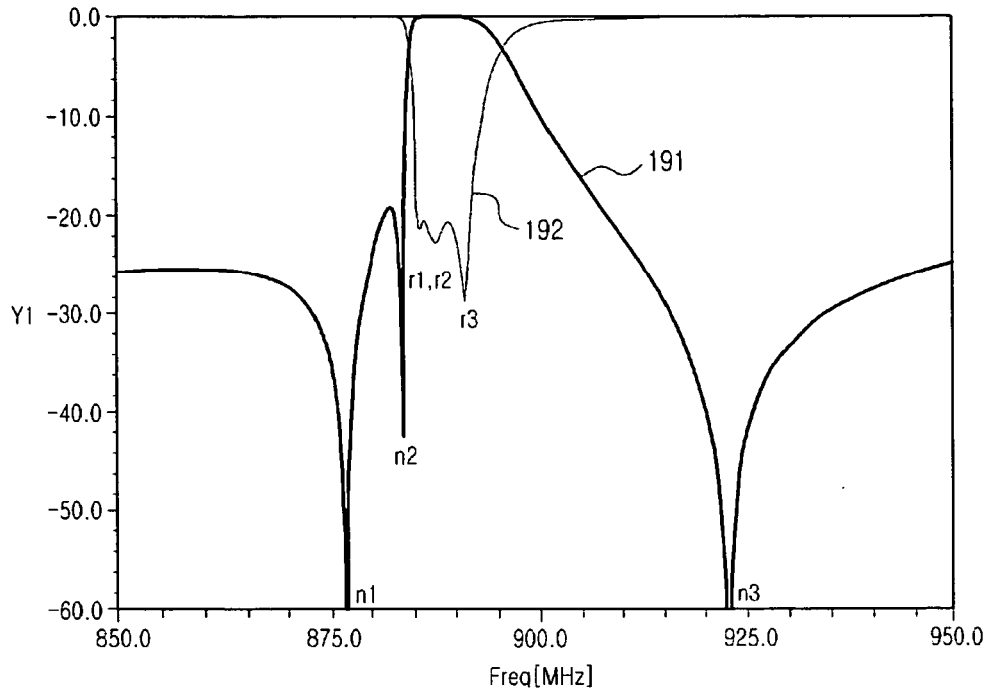
[Fig. 19]



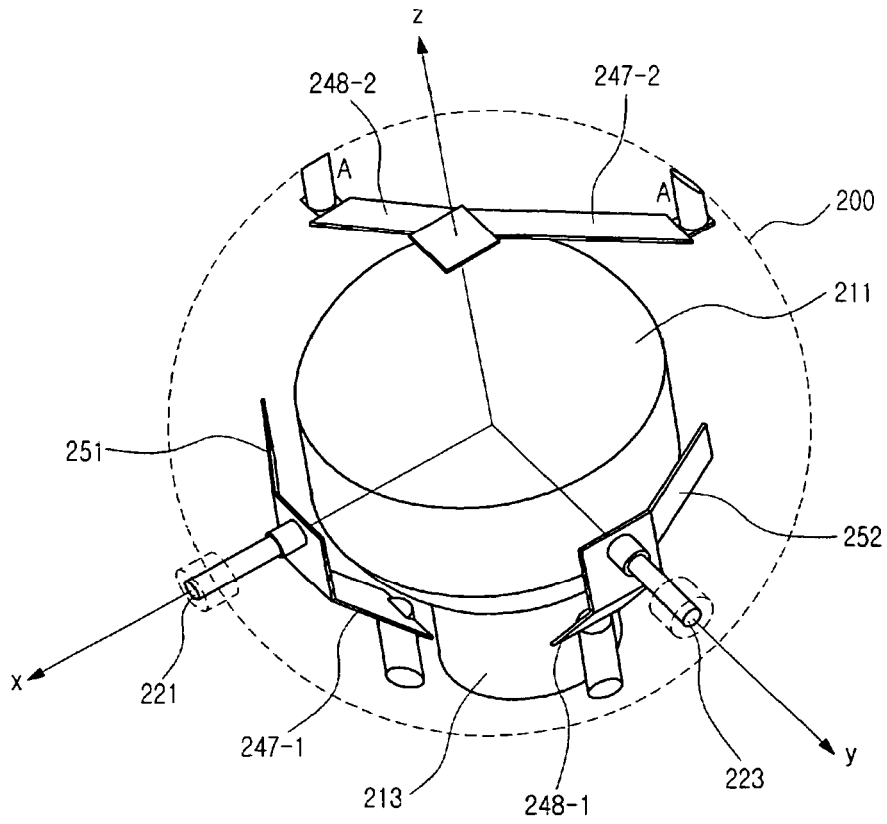
[Fig. 20]



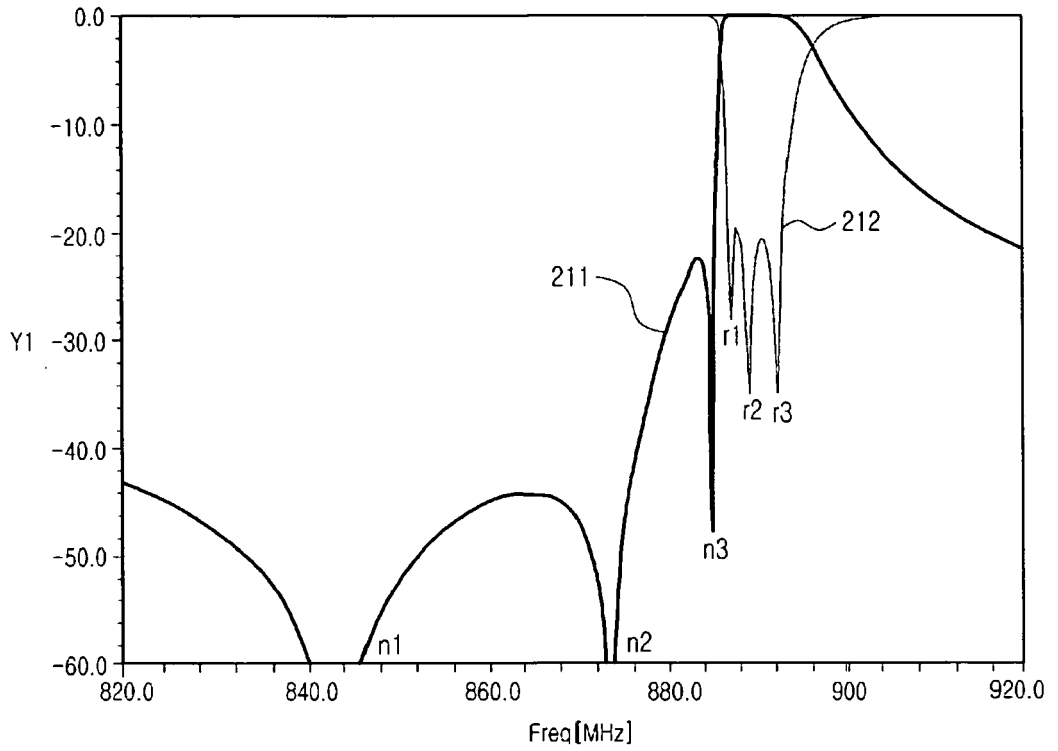
[Fig. 21]



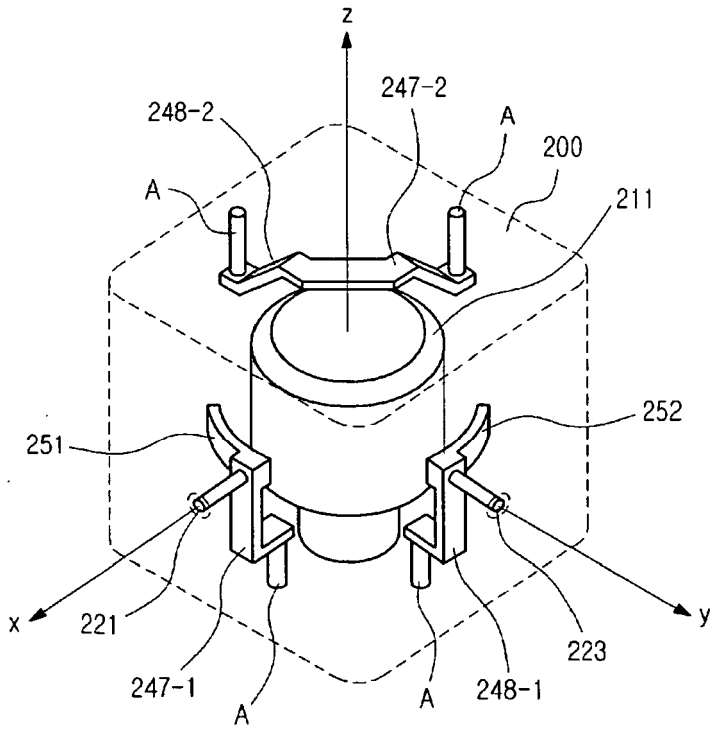
[Fig. 22]



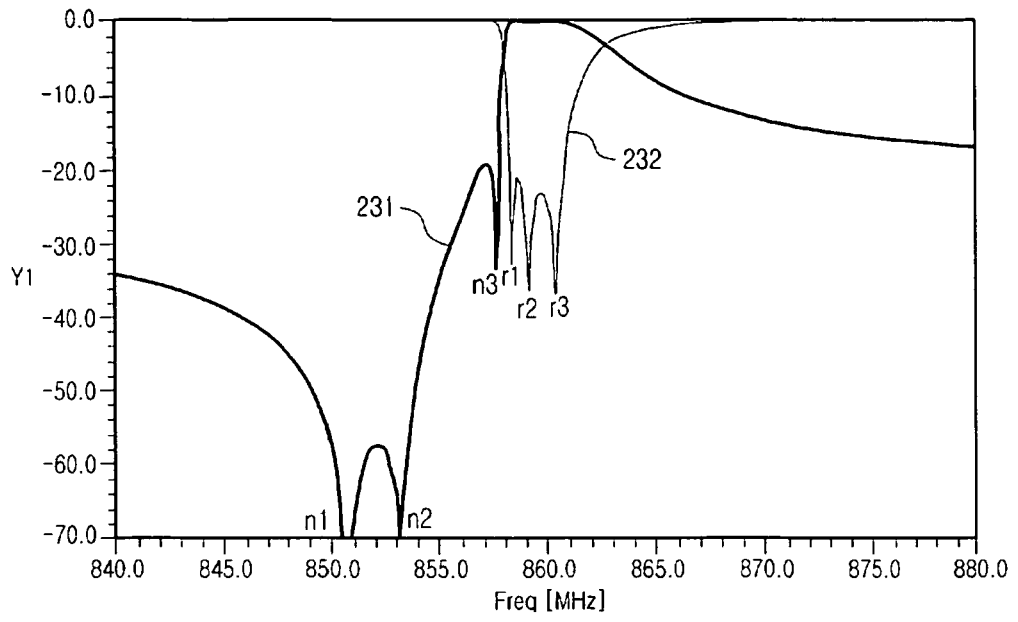
[Fig. 23]



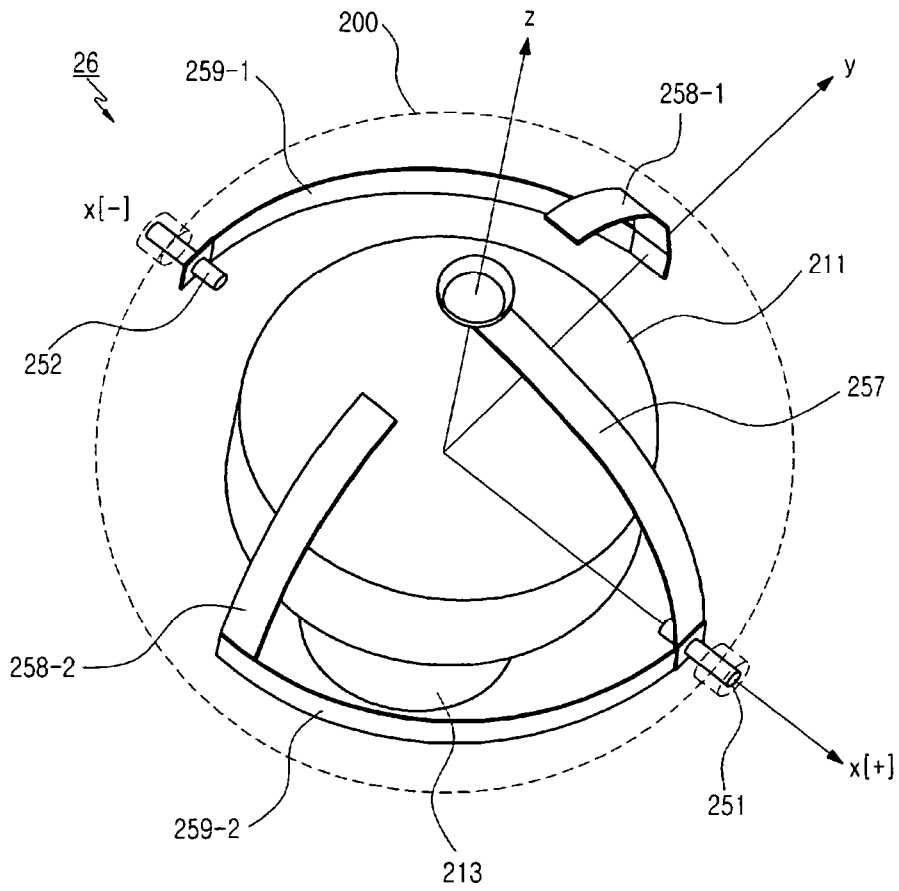
[Fig. 24]



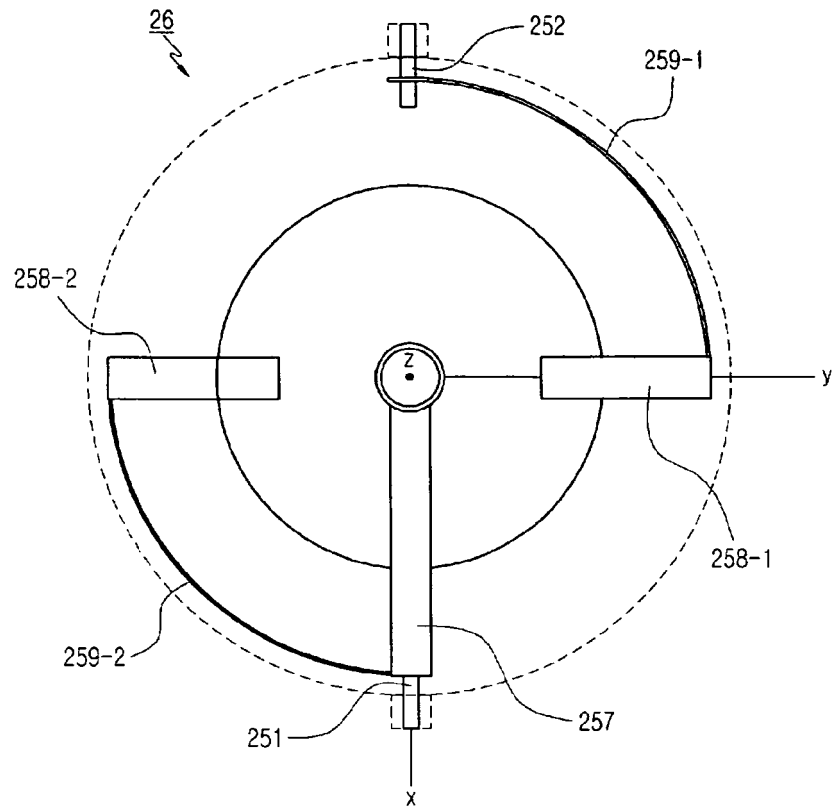
[Fig. 25]



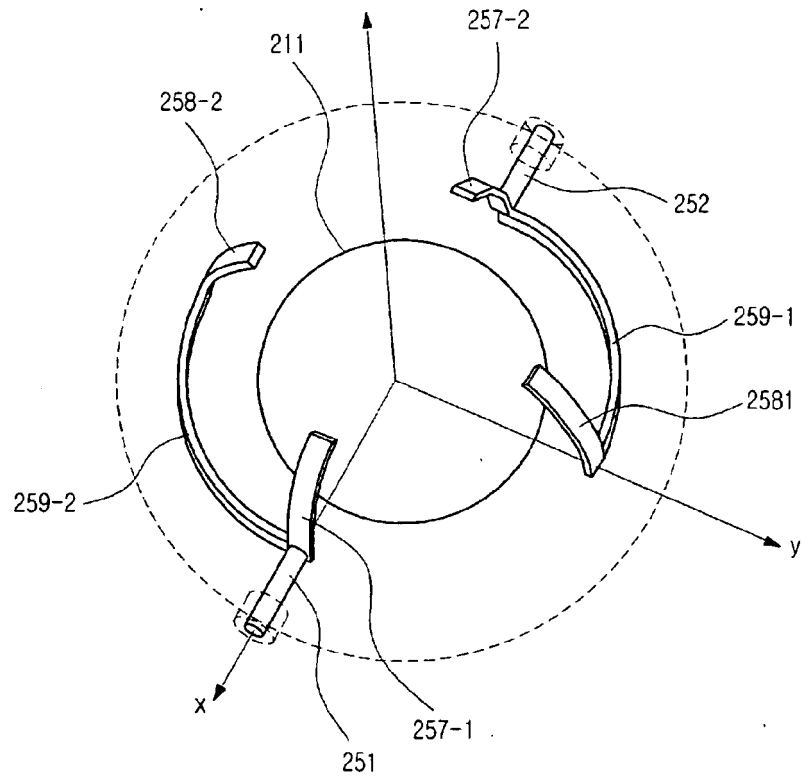
[Fig. 26]



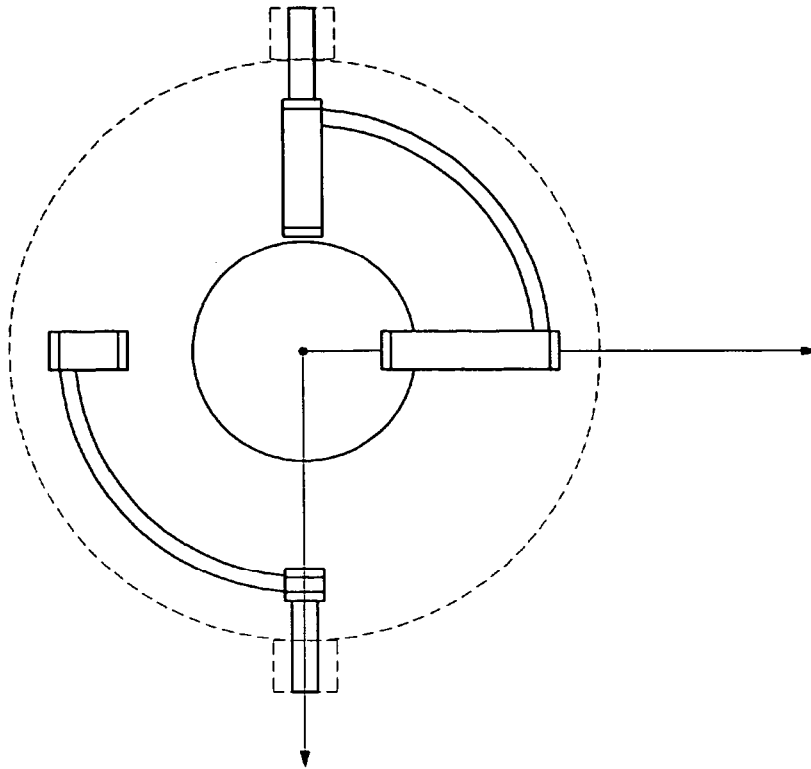
[Fig. 27]



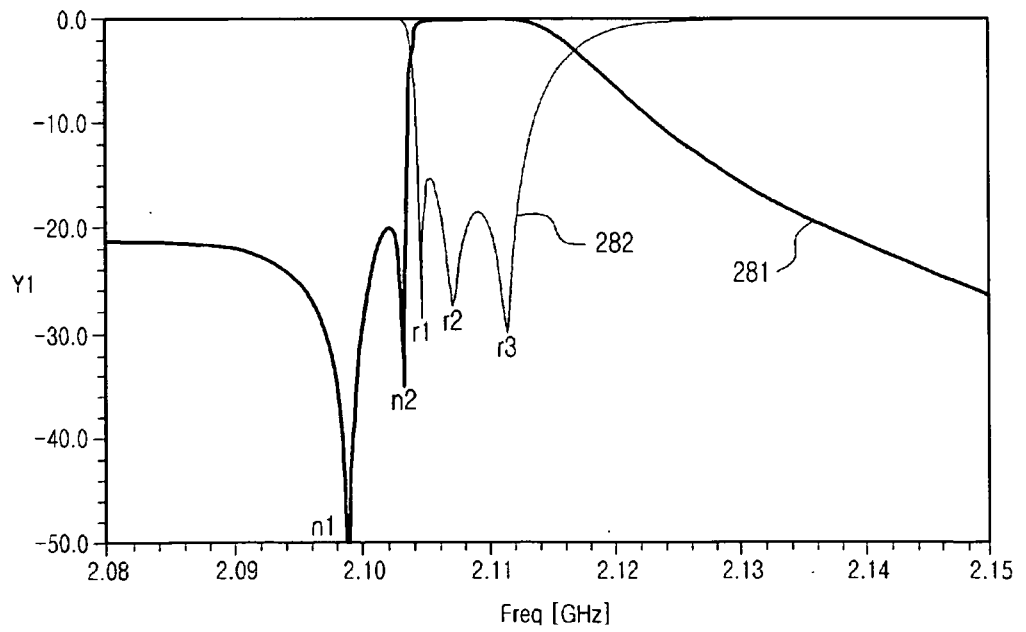
[Fig. 28]



[Fig. 29]

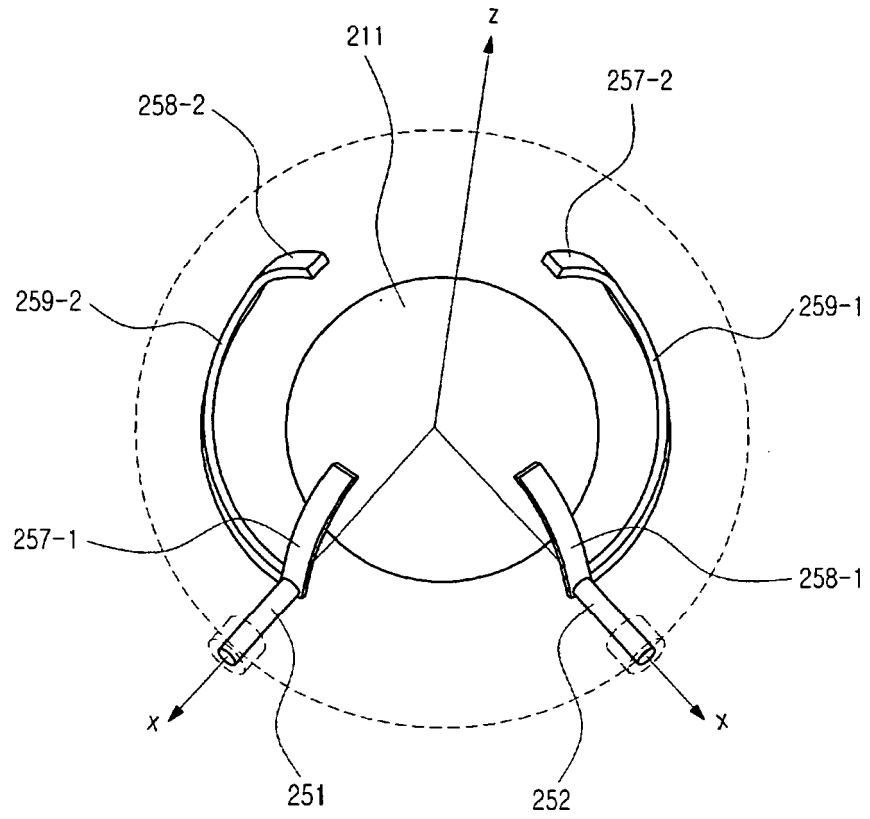


[Fig. 30]

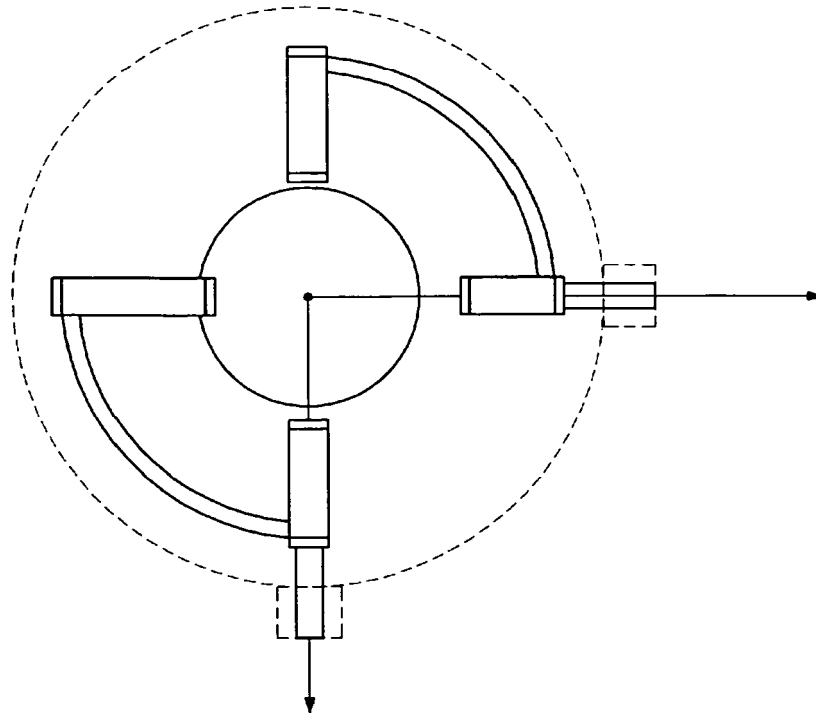




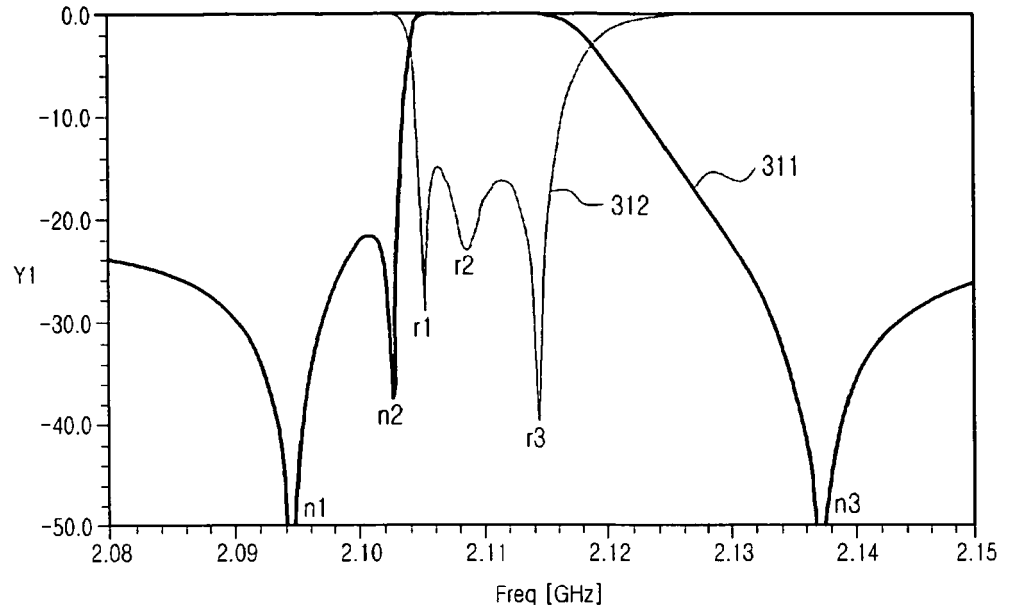
[Fig. 31]



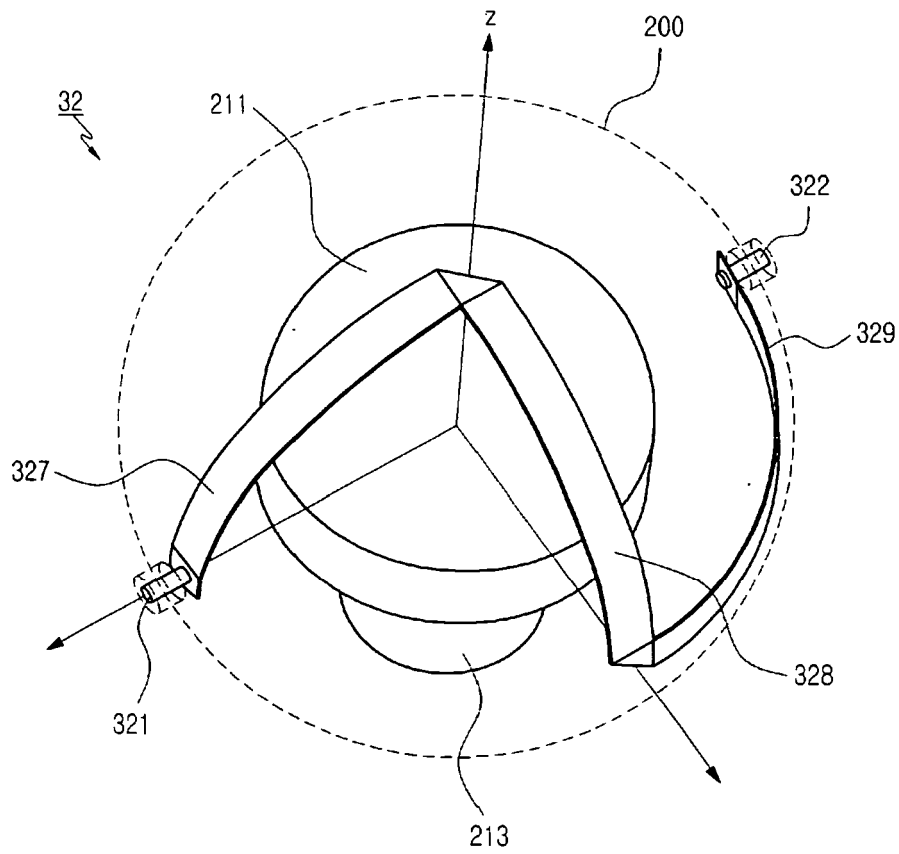
[Fig. 32]



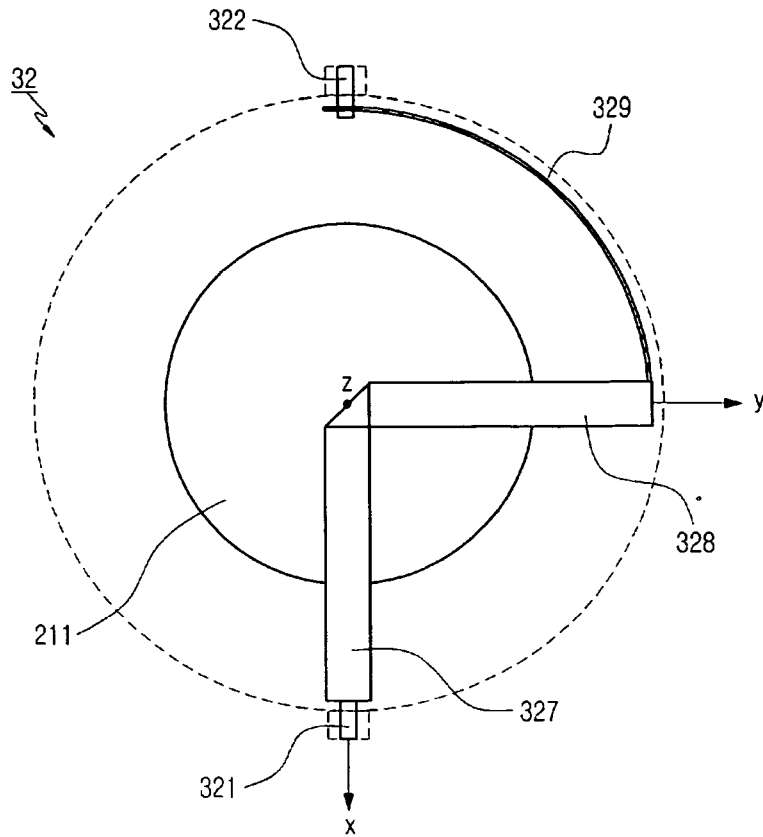
[Fig. 33]



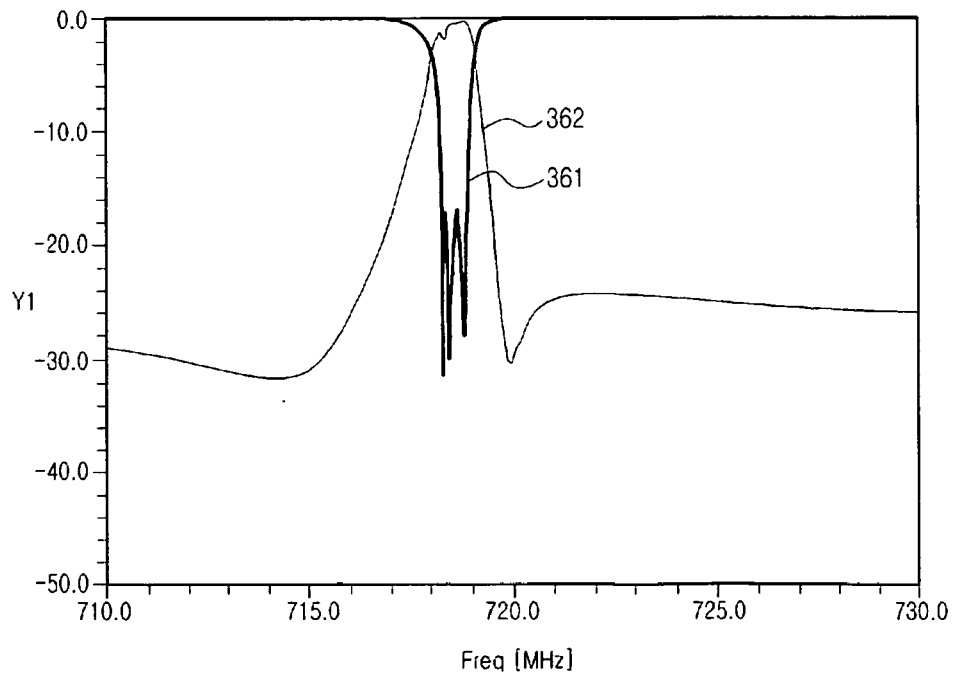
[Fig. 34]



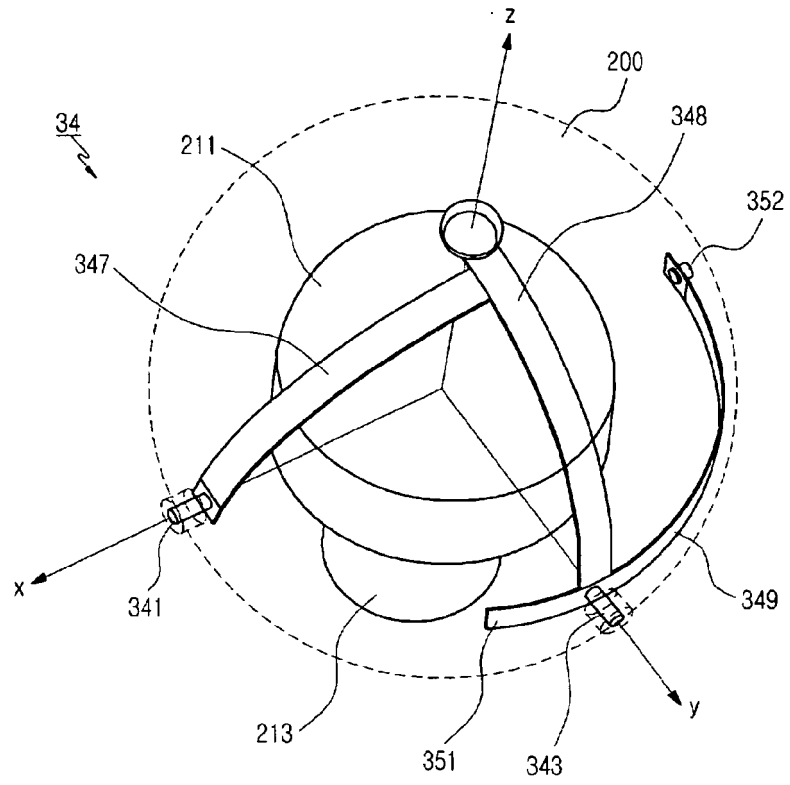
[Fig. 35]



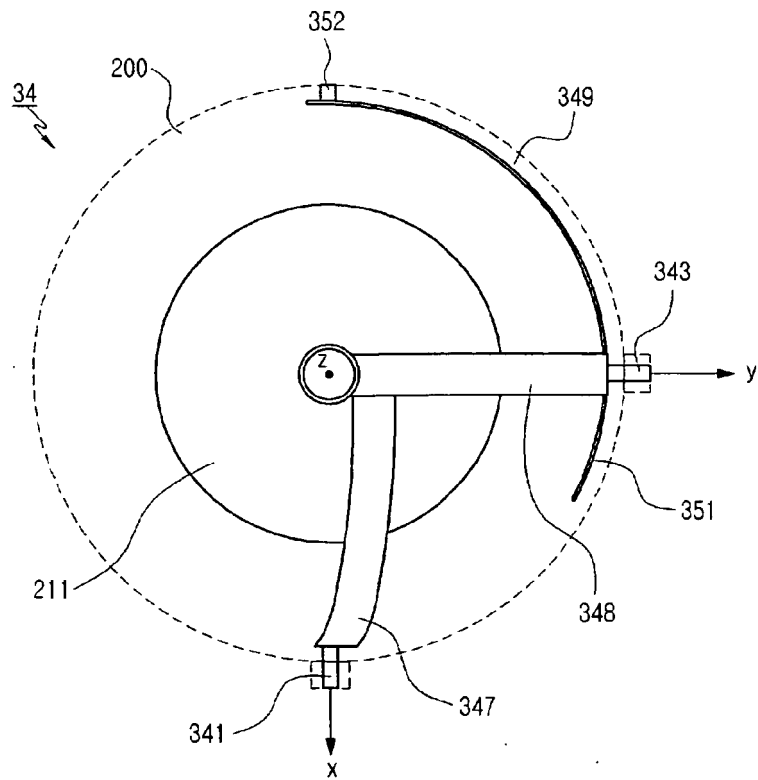
[Fig. 36]



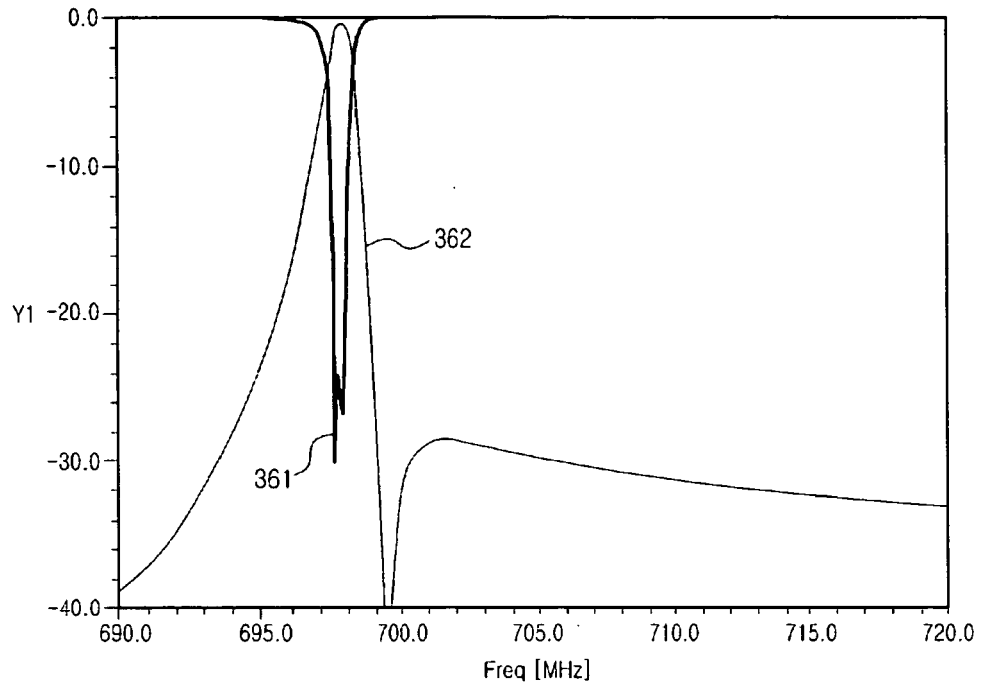
[Fig. 37]



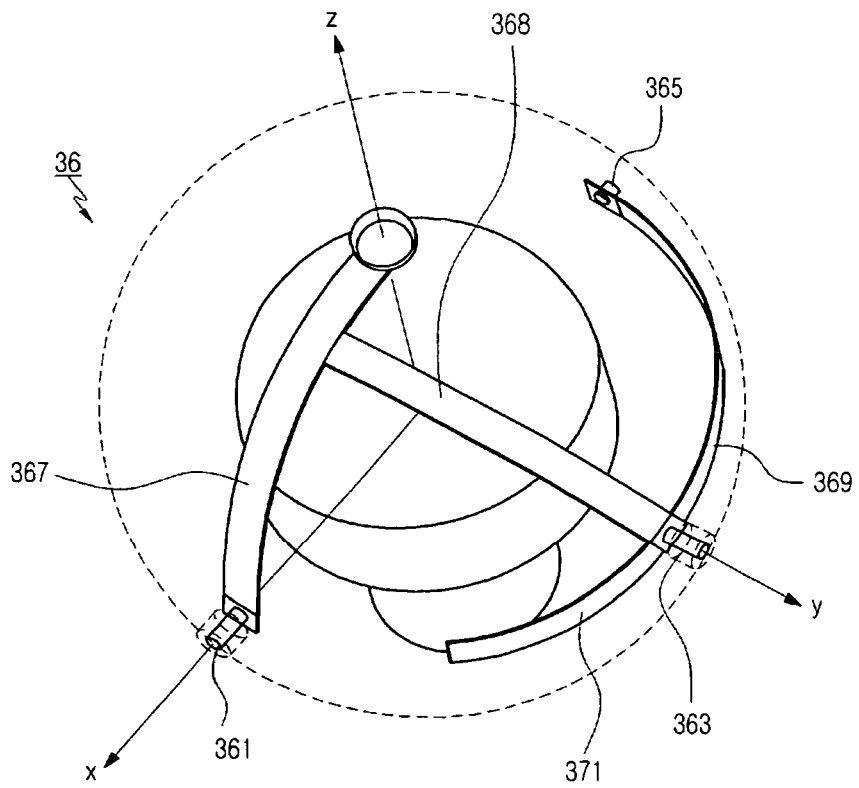
[Fig. 38]



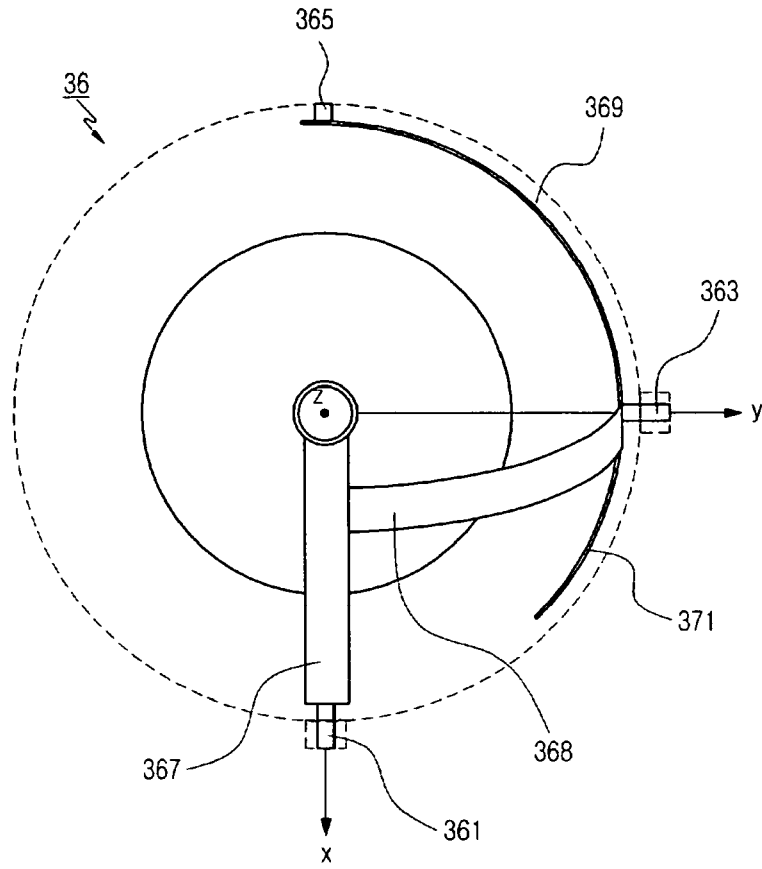
[Fig. 39]



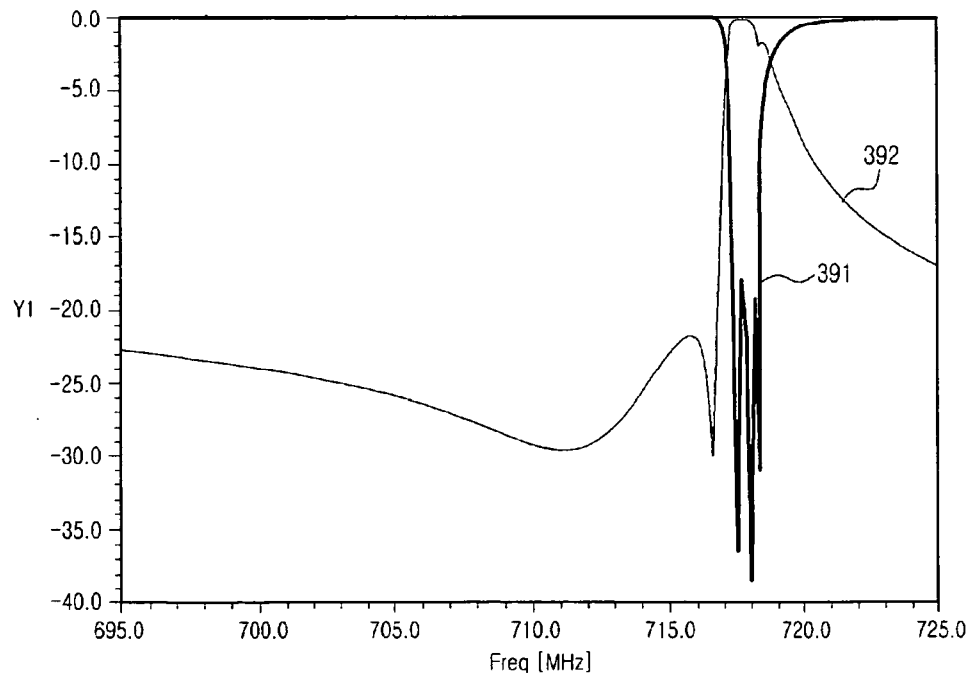
[Fig. 40]



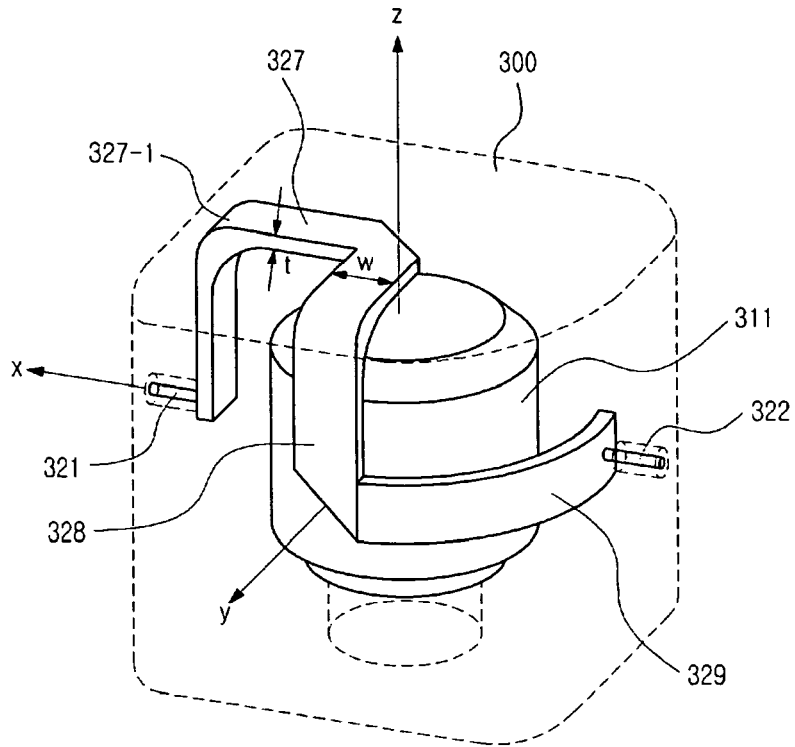
[Fig. 41]



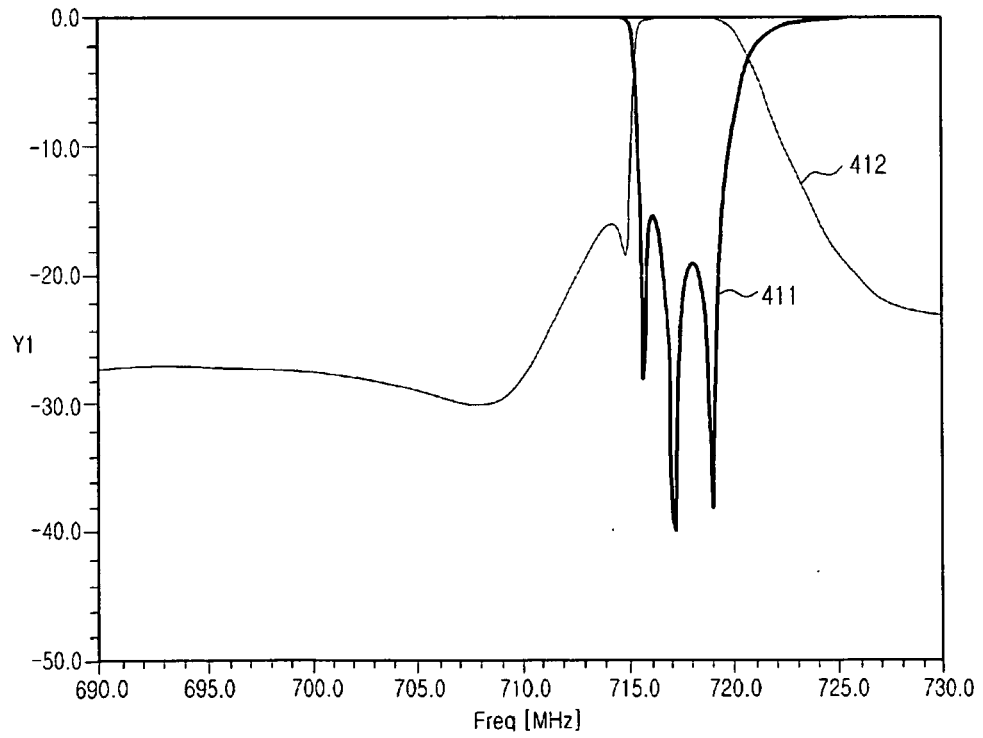
[Fig. 42]



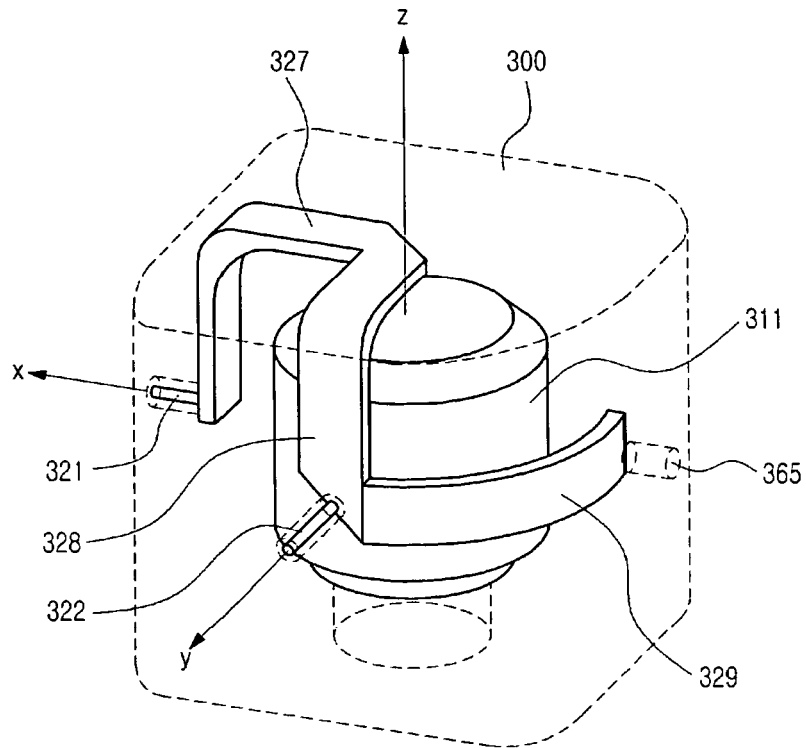
[Fig. 43]



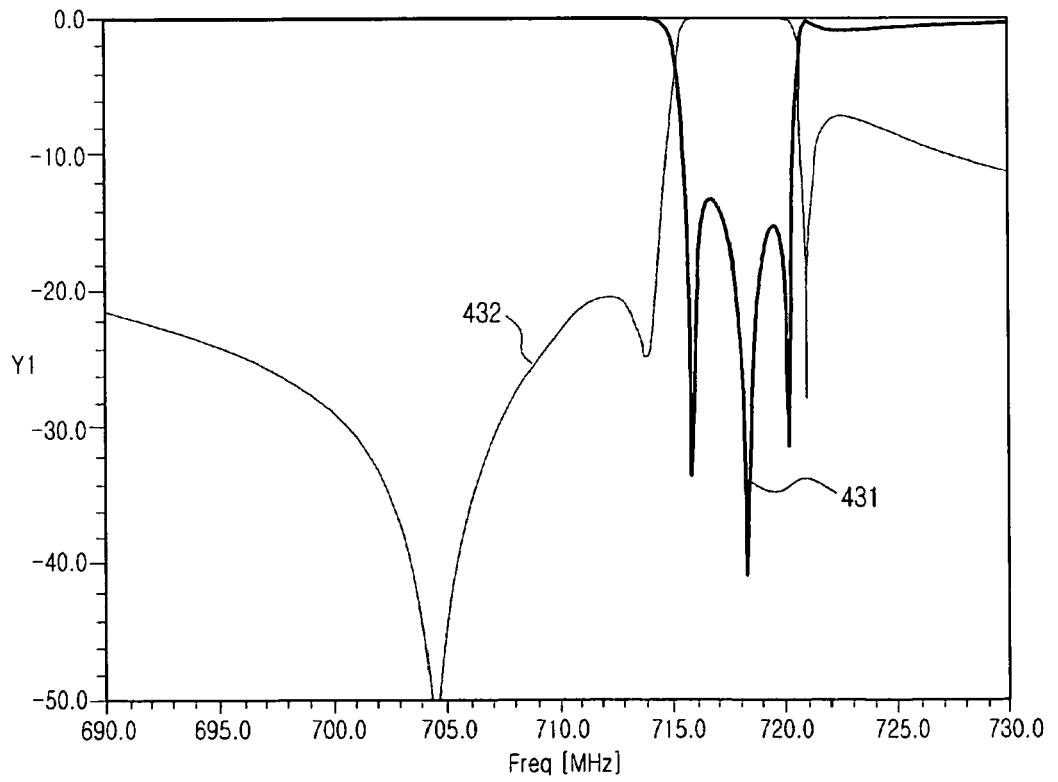
[Fig. 44]



[Fig. 45]

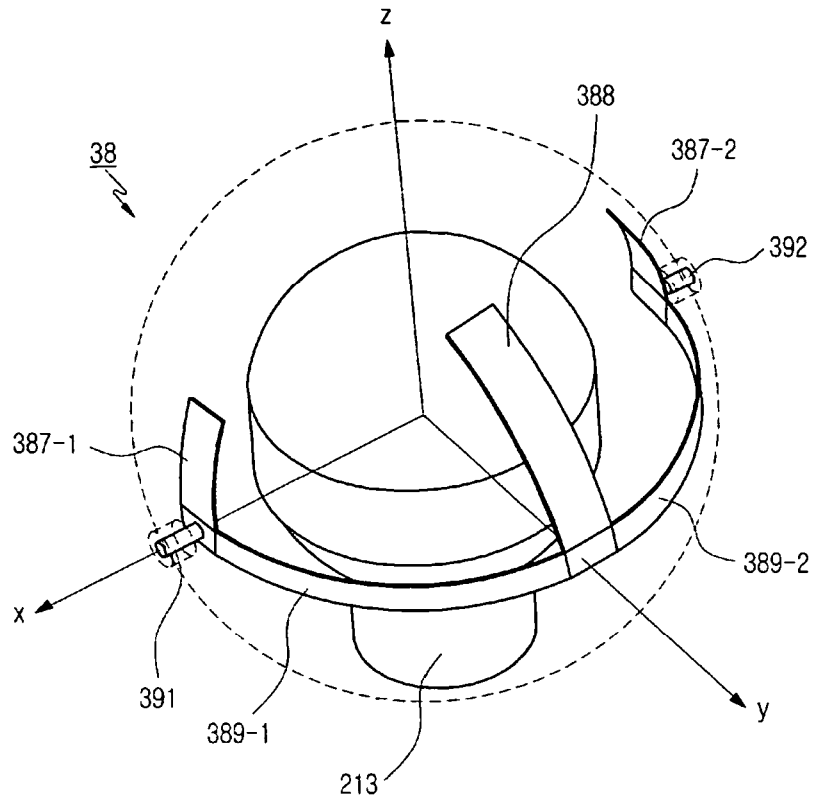


[Fig. 46]

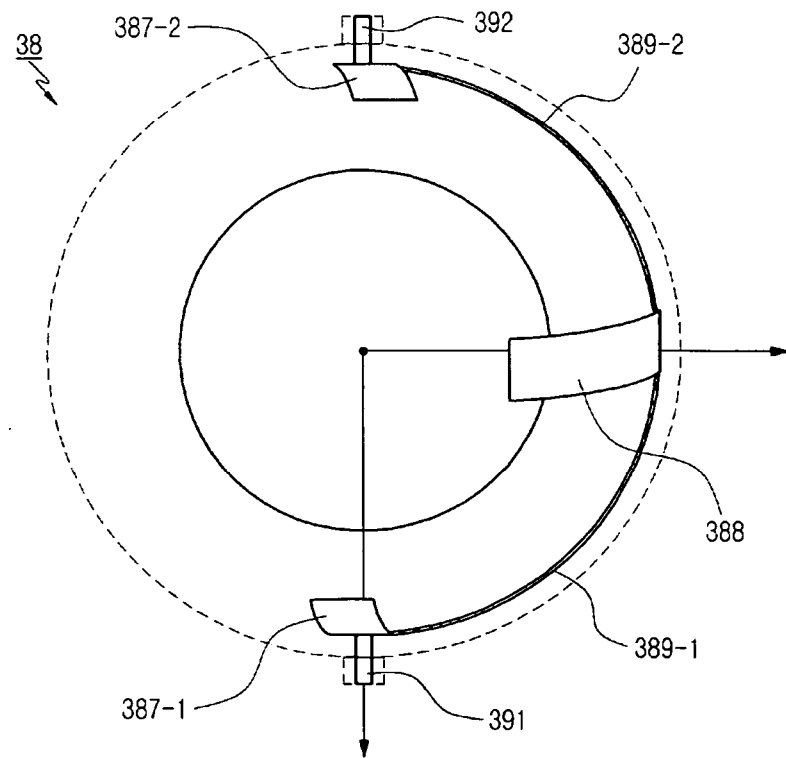




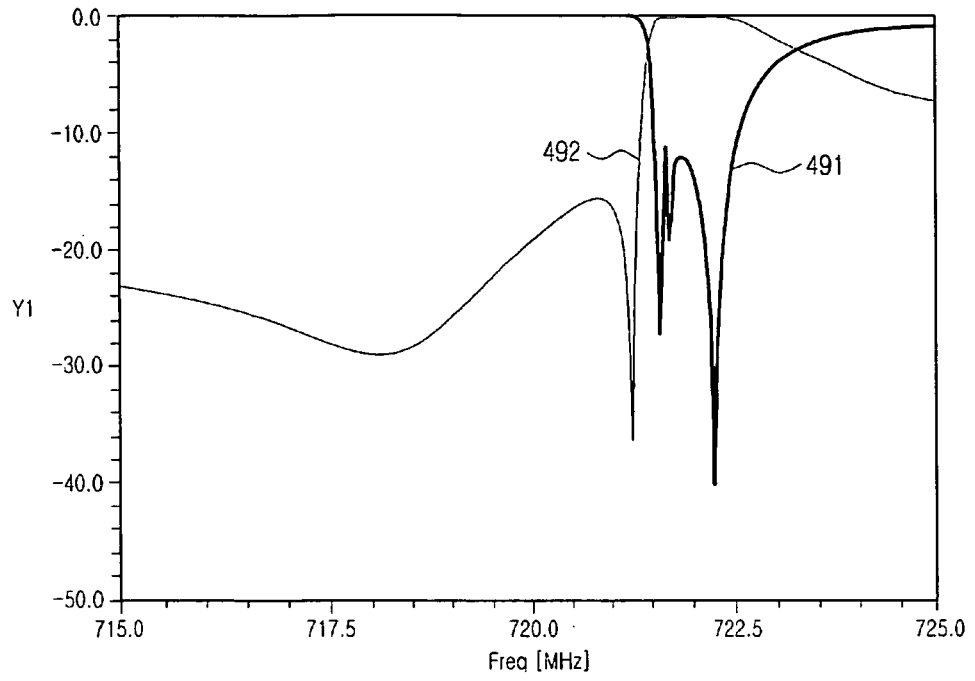
[Fig. 47]



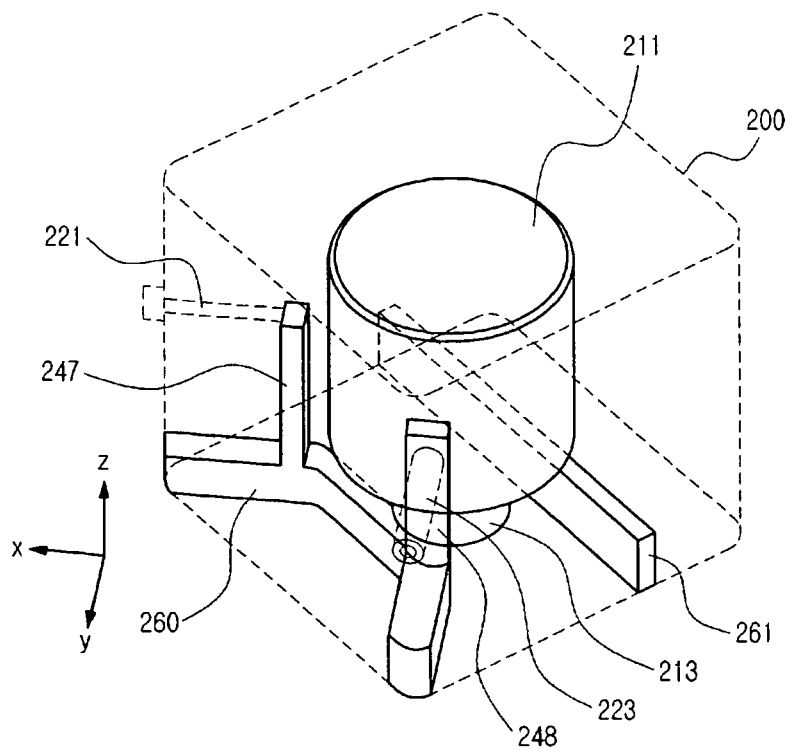
[Fig. 48]



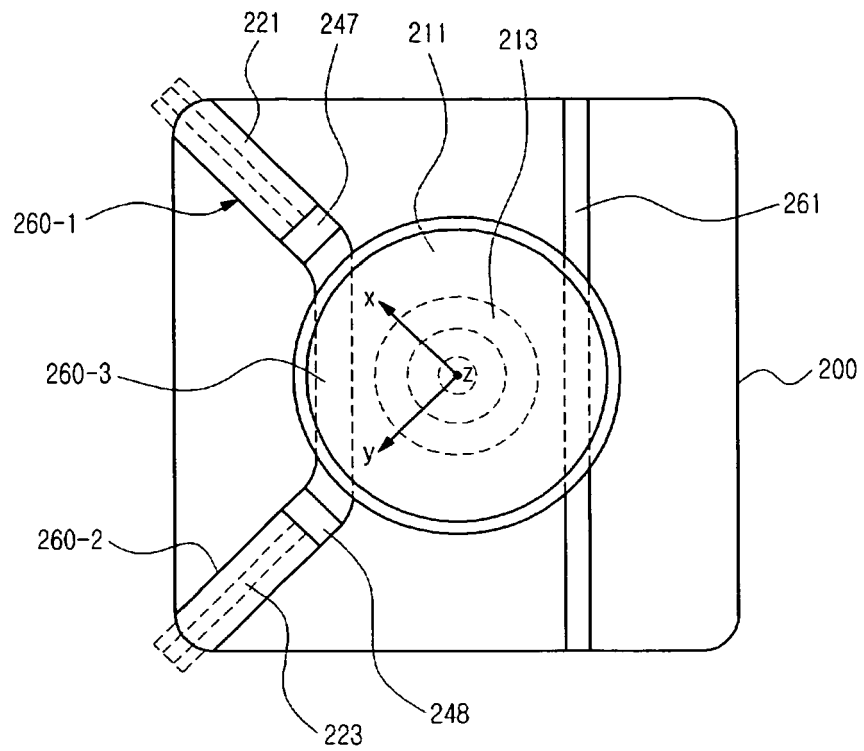
[Fig. 49]



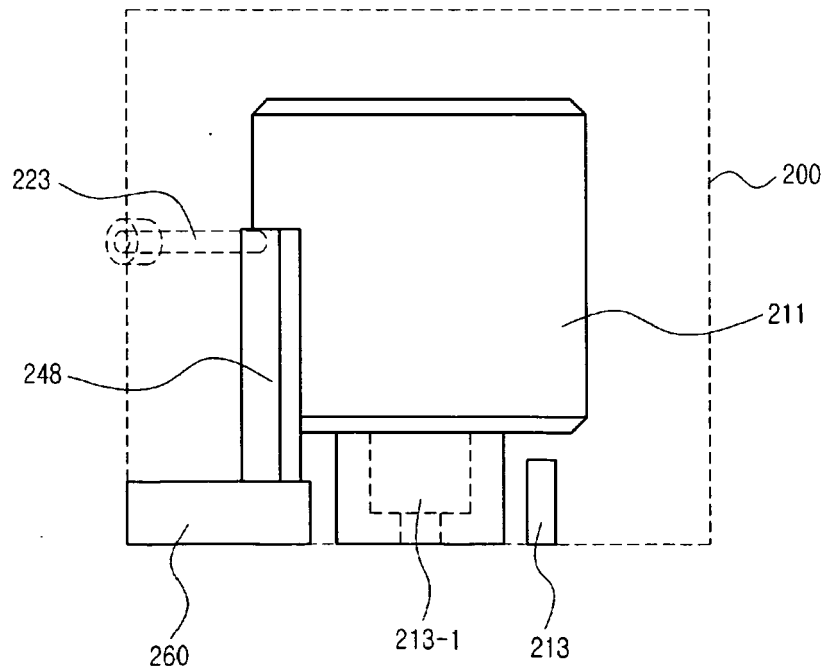
[Fig. 50]



[Fig. 51]



[Fig. 52]



[Fig. 53]

