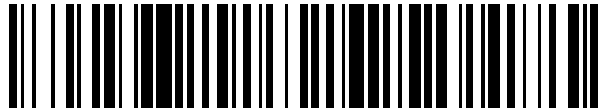


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 004**

51 Int. Cl.:

**H01P 1/387** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2009 E 09251499 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.09.2013 EP 2131442**

54 Título: **Circuladores de microondas**

30 Prioridad:

**06.06.2008 GB 0810347**

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

**26.12.2013**

73 Titular/es:

**SMITHS GROUP PLC (100.0%)  
765 FINCHLEY ROAD  
LONDON NW11 8DS, GB**

72 Inventor/es:

**INGLIS, MALCOLM WILLIAM;  
ROBERTSON, GRANT DAVID y  
MCNEILL, ALAN ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 436 004 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

Circuladores de microondas

5 Esta invención se refiere a circuladores de microondas.

Los circuladores de microondas son dispositivos electrónicos pasivos con dos o más puertos mediante los que se suministra energía de microondas a, o desde, el circulador. La energía de microondas se suministra a un puerto y es enrutada hasta el puerto siguiente, contiguo, adyacente, en una dirección definida. Los otros puertos están aislados, es decir, no entra ni sale energía en esos puertos. Los circuladores pueden ser usados como aisladores usando solamente dos puertos y terminando en uno o más puertos adicionales con una carga de RF. De esta manera, la energía puede circular a través del circulador entre los dos puertos operativos en una dirección solamente. El término "circulador" se utiliza en la presente memoria de modo que incluye el de aisladores.

15 Los circuladores se utilizan en muchas aplicaciones, tal como en receptores por satélite, multiplexores y amplificadores, en estaciones de base celulares, equipos de radiodifusión, radar, aceleradores lineales y equipamiento de radiobúsqueda. Éstos se utilizan principalmente para enrutar señales dentro de un equipamiento sensible. Los circuladores están disponibles para su uso en una gama de frecuencias desde alrededor de 100 MHz hasta 60 GHz o más.

20 La relación entre la señal entrante en el circulador y la que sale del circulador se conoce como "función de transferencia". Idealmente, la función de transferencia es tal que la señal que sale del circulador es de una forma tan próxima como sea posible a la que entra en el circulador. En la medida de lo posible, la función de transferencia debe ser independiente de los efectos medioambientales a los que esté expuesto el circulador, tal como cambios de temperatura, vibración o similar. Sin embargo, existen con frecuencia discontinuidades o distorsiones en la función de transferencia de los circuladores convencionales, que pueden ser mencionados como "interferencias". Estas interferencias son causadas con frecuencia por cambios minúsculos en la estructura electromecánica interna de puesta a masa del circulador. Estos cambios pueden ser causados, por ejemplo, por una exposición térmica diferencial de los componentes causada por el uso de materiales con coeficientes de dilatación térmica diferentes, contacto mecánico intermitente causado por variaciones en las tolerancias de fabricación, inconsistencia en el tamaño y la densidad de las piezas contiguas y deformaciones localizadas de las piezas.

Ejemplos de circuladores convencionales se proporcionan en los documentos US 4551693 y US 3935549.

35 Un objeto de la presente invención consiste en proporcionar un circulador alternativo.

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un circulador de microondas que tiene un alojamiento metálico externo con una cavidad que contiene al menos un imán y una disposición de centrado anular situada entre el exterior del imán y las paredes internas del alojamiento metálico, incluyendo la disposición de centrado un primer y un segundo anillos metálicos macizos que tienen caras inclinadas cooperantes, estando el segundo anillo situado entre la cara inclinada del primer anillo y las paredes internas del alojamiento metálico, caracterizado porque el segundo anillo es expandible y está dispuesto de modo que proporciona un contacto íntimo con las paredes internas del alojamiento metálico, cuando se aplica una fuerza para empujar la disposición de centrado a lo largo de la cavidad.

45 El primer anillo es con preferencia un anillo separador y puede tener una superficie externa moleteada. La superficie del primer anillo está, con preferencia, recubierta de un metal diferente tal como plata. Los dos anillos están preferentemente fabricados con un metal, tal como acero inoxidable austenítico, que no afecta al campo magnético producido por el imán. El circulador tiene con preferencia dos imanes y conjuntos de centrado situados en lados opuestos de medios de contacto eléctrico.

50 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un circulador de microondas que tiene un alojamiento metálico externo y una pluralidad de puertos que se proyectan hacia el exterior del alojamiento por los que se puede suministrar energía de microondas a, y desde, el circulador, estando al menos uno de los puertos dotado de un acoplamiento macho y teniendo un manguito externo formado integralmente como parte del propio alojamiento del circulador.

60 Con preferencia, todos los puertos del circulador están formados integralmente como parte del alojamiento. El alojamiento y el puerto (o los) puerto(s), está(n) fabricado(s) preferentemente con acero inoxidable austenítico.

Un circulador de microondas según la presente invención va a ser descrito ahora, a título de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

65 la figura 1 es una vista seccionada en planta de un circulador de la técnica anterior;

la figura 2 es una vista en alzado lateral de una sección transversal a lo largo de la línea II-II de la figura 1;

la figura 3 es una vista despiezada del circulador de la técnica anterior mostrado en las figuras 1 y 2;

la figura 4 es una vista en perspectiva del exterior de un circulador conforme a la presente invención;

la figura 5 es una vista seccionada en planta del circulador de la figura 4;

la figura 6 es una vista en alzado lateral, en sección transversal ampliada a lo largo de la línea VI-VI de la figura 5, que muestra un conector hembra;

la figura 7 es una vista despiezada del circulador según la presente invención; y

la figura 8 es una vista en alzado lateral, en sección transversal a través de un parte del circulador conforme a la presente invención, que muestra un conector macho con una inserción a mayor tamaño.

Un ejemplo de circulador de microondas convencional ha sido representado en las figuras 1 a 3. Éste tiene un alojamiento o cuerpo 1 externo metálico con tres puertos 2 a 4 espaciados en torno al alojamiento en 90° cada uno de ellos respecto a otro. Dos puertos 2 y 3 son de construcción hembra, estando adaptados para recibir un conector macho complementario (no representado), y el puerto 4 restante es de construcción macho, estando adaptado para recibir un conector hembra complementario (no representado). La carcasa 5 de cada uno de los puertos se ha fabricado separadamente del alojamiento y está atornillada en un orificio 6 roscado respectivo en el alojamiento 1. El alojamiento 1 tiene una cavidad 7 central de forma cilíndrica y sección circular, en la que están albergados varios componentes del circulador. Un extremo de la cavidad 7 está cerrado por medio de una pared 8 del alojamiento y el otro extremo está abierto para su montaje pero se cierra posteriormente por medio de una tapa roscada 9 atornillada en una sección 10 roscada en el extremo externo de la cavidad. La cavidad 7 contiene cuatro discos planos 11 metálicos, de base, apilados unos sobre otros en los que el disco del lado derecho (según se ve en las figuras 2 y 3) en un extremo del apilamiento apoya contra el interior de la pared 8, y siendo el disco del lado izquierdo contactado por su zona central por un extremo de un primer imán 12 cilíndrico. La región externa del disco 11 del lado izquierdo es contactada por un extremo de una primera junta 13 de alambre trenzado de forma tubular, que se extiende en un inter-espacio anular entre el exterior curvo del primer imán 12 y el interior del alojamiento 1. La cara del lado izquierdo del imán 12 y la junta 13 son contactados por el disco 14 plano de base, el cual es contactado a su vez por una cara de una pieza 15 polar en forma de disco. La cara opuesta de la pieza 15 polar es contactada por la cara del lado derecho de un elemento 16 dieléctrico en forma de disco, que retiene típicamente un material de ferrita o de granate (los términos "ferrita" y "granate" se usan en la presente memoria de forma intercambiable para indicar una ferrita, un granate u otro material con propiedades similares). La cara del lado izquierdo del elemento 16 dieléctrico contacta con un lado de una placa 17 de contacto circular. La placa 17 (según se muestra en la figura 3) ha sido construida con tres lengüetas 18, que se proyectan hacia el exterior. La placa 17 está situada a medio camino a lo largo de la profundidad de la cavidad 7 de modo que las lengüetas 18 se alinean con cada uno respectivo de los tres puertos 2 a 4. Las lengüetas 18 se transforman en elásticamente flexibles por medio de tres ranuras 19 cortadas en la placa 17 de modo que la dividen en tres brazos 20 de resorte. Las lengüetas 18 están soldadas en miembros 21 de contacto respectivos, los cuales se proyectan hacia el exterior a lo largo de los puertos 2 a 4 respectivos, variando la configuración de los miembros de contacto de acuerdo a si éstos proporcionan conectores macho o hembra. Alrededor de la parte exterior de la placa 17 de contacto se extienden tres piezas 22 de posicionamiento de forma arqueada, las cuales pueden actuar, o no, como supresoras de energía de microondas indeseada. Los restantes componentes de la cavidad 7, en el lado izquierdo de la placa 17 de contacto, son idénticos a los del lado derecho de la placa de contacto, especialmente en cuanto a un elemento 23 dieléctrico/de ferrita, una pieza 24 polar metálica, una placa 25 plana de base, un segundo imán 26 cilíndrico, y una junta 27 tubular conductora. La tapa 9 está atornillada en la sección 10 roscada del alojamiento 7 de modo que apoya sobre la cara extrema izquierda del segundo imán 26 y sobre la junta 27 que lo circunda.

Este circulador convencional se basa en la fuerza de apriete ejercida por la placa 9 de tapa para comprimir las juntas 13 y 27 y obligarlas a un contacto íntimo con las superficies metálicas circundantes.

El circulador de la presente invención difiere del que ha sido descrito en la técnica anterior en que evita la necesidad de usar una junta conductora comprimible.

El circulador de la presente invención ha sido mostrado en las figuras 4 a 8. El alojamiento 30 tiene una sección externa cuadrada con una cavidad 31 cilíndrica de sección circular. El alojamiento 30 está mecanizado a partir de acero inoxidable martensítico, debido a las propiedades magnéticas de este material, y típicamente se chapea con un metal protector tal como níquel, oro o plata. El alojamiento 30 difiere de los alojamientos anteriores en que cada uno de los puertos 32 a 34 está formado integralmente con, y es del mismo material que el alojamiento, como una pieza única. Dos de los puertos 33 y 34 son construcciones hembra (según se ha mostrado más claramente en la figura 6), teniendo un manguito 35 y 36 cilíndrico exterior con un elemento 37 y 38 de contacto coaxial de acoplamiento hembra, respectivamente. El puerto 32 restante es de construcción macho (según se ha mostrado más claramente en la figura 8), teniendo un manguito 39 exterior cilíndrico que soporta un anillo de fijación 40 hexagonal giratorio y teniendo un elemento 41 de perno de contacto macho que se extiende coaxialmente en el interior del

mismo. El perno 41 está soportado por un collar 42 eléctricamente aislante, tal como de PTFE. El collar 42 está situado en el interior de un rebaje 142 de mayor tamaño en el extremo abierto del manguito 39 y está retenido en el manguito por medio de una rampa o rebaba 143 anular hueca formada alrededor de la superficie interior del rebaje. La inclinación de la rebaba 143 es tal que es más alta hacia el extremo interno del rebaje de modo que el collar 42 puede empujar hacia el rebaje 142 desde el extremo abierto del manguito 39 sobre la rebaba pero la rebaba agarra en el material blando del collar para resistirse al desplazamiento hacia el exterior. Los elementos de contacto 37 y 38 hembra están, de manera similar, soportados por collares 137 y 138 aislantes, los cuales son también mantenidos en su lugar por superficies de rebaba (no visibles) por el interior de los manguitos 35 y 36. Los puertos 32 a 34 ilustrados son conectores SMA aunque podrían ser de tipo NTC o de cualquier otro tipo adecuado.

Los componentes del interior del alojamiento 30 van a ser listados ahora por orden desde la pared 43 extrema cerrada en el lado derecho de la figura 6. El primer componente es una pieza polar o separador 44 en forma de disco, hecha de un material magnético, tal como acero dulce. Un primer imán 45 interno o inferior de forma general cilíndrico y de Alnico 8, hace tope contra el centro de la pieza 44 polar con su cara plana 46 extrema derecha. El imán 45 está magnetizado axialmente y está situado centralmente en el interior del alojamiento 30 por medio de una disposición de centrado que incluye un anillo 47 de posicionamiento anular y un anillo 56 de base, ambos hechos de acero inoxidable austenítico. Se utiliza acero austenítico debido a que el mismo no se ve afectado por el contacto íntimo con el imán 45 y no reduce la intensidad ni la homogeneidad del campo magnético. El anillo 47 de posicionamiento tiene una cara 48 extrema derecha plana pero su cara opuesta 49, izquierda, está escalonada y configurada con una superficie 50 ahusada o inclinada, troncocónica, enfrentada hacia el exterior. La inclinación de esta superficie 50 está dispuesta de modo que su diámetro se incrementa hacia el extremo derecho, cerrado, de la cavidad 31, siendo el ángulo de la inclinación de aproximadamente 30° desde el eje del anillo 47. El diámetro externo del anillo 47 de posicionamiento es tal que constituye un acoplamiento deslizante de cierre en el interior de la cavidad 31 con el imán 45 que se extiende a lo largo del orificio 52 central del anillo. El anillo 47 de posicionamiento es ligeramente más largo que el imán 45 de modo que, cuando el extremo derecho del anillo y el imán hacen tope con la pieza 44 polar, el extremo izquierdo del anillo se proyecta una corta distancia más allá del extremo izquierdo del imán para formar un rebaje 53 circular poco profundo. Una segunda pieza 54 polar circular está situada en el rebaje 53, excediendo el espesor de la pieza polar ligeramente la profundidad del rebaje de modo que la pieza polar se proyecta una corta distancia más allá del extremo del rebaje.

El anillo 56 de puesta a masa circunda la formación escalonada del extremo derecho 49 del anillo de posicionamiento 47 y forma una parte de la disposición de centrado del imán. El anillo 56 de puesta a masa es de sección rectangular con un orificio o superficie interna 57 ahusada que forma una superficie troncocónica inclinada para emparejarse con la inclinación de la superficie 50 inclinada del anillo 47 de posicionamiento. El diámetro externo del anillo 56 de puesta a masa se empareja con el del anillo 47 de posicionamiento y es un accesorio deslizante de cierre en el interior de la cavidad 31. La superficie curvada externa del anillo 56 de puesta a masa ha sido formada con moleteados 58 longitudinales someros (figura 7). El anillo 56 de puesta a masa no es un anillo completo sino que está cortado con una línea 59 divisora para permitirle expansionarse ligeramente por motivos que se pondrán de relieve más adelante. El anillo 56 de puesta a masa está mecanizado a partir de acero austenítico pero está chapeado en sus superficies con un metal más blando que tiene una alta conductividad eléctrica, tal como plata. La longitud y otras dimensiones del anillo 56 de puesta a masa se eligen de tal modo que, cuando está montado en el anillo 47 de posicionamiento en la cavidad 31 en estado comprimido, el anillo de puesta a masa se proyecta una corta distancia a la izquierda más allá del extremo del anillo de posicionamiento y más allá de la cara extrema izquierda de la segunda pieza polar 54. De esa manera, existe un pequeño espacio entre la cara extrema derecha del anillo 56 de puesta a masa y la cara 49 escalonada izquierda del anillo 47 de posicionamiento.

El siguiente componente, por orden, es un disco delgado 60 plano de base de un material no magnético, con preferencia chapeado, tal como con plata. Este disco 60 tiene sustancialmente el mismo diámetro que el interior de la cavidad 31 de modo que se extiende a través de cada uno de entre el anillo 56 de puesta a masa, el anillo 47 de posicionamiento y la segunda pieza polar 54. La cara izquierda del disco 60 plano de base contacta con la cara derecha de un primer disco 61 de ferrita y dieléctrico, que tiene un elemento 62 circular central de ferrita o granate soportado por un anillo 63 de soporte anular externo de un material dieléctrico. En algunos circuladores, el anillo de soporte dieléctrico externo puede no ser necesario y el disco en su totalidad podría ser de ferrita, granate o un material similar. La cara izquierda del disco 61 de ferrita y dieléctrico contacta con la cara derecha de una pieza de contacto 64 en forma de T hecha de un metal no magnético, típicamente chapeada. La pieza 64 de contacto tiene tres brazos 65 que se extienden hacia el exterior formando ángulos rectos entre sí y rematados en cortas lengüetas 66. La pieza de contacto podría ser de otras formas, tal como en forma de Y o de estrella. Cuando el circulador tenga más de tres puertos, la pieza de contacto debería tener el mismo número de brazos. La pieza 64 de contacto está situada a medio camino a lo largo de la cavidad 31, en alineamiento con los tres puertos 32, 33 y 34. Las lengüetas 66 se proyectan una corta distancia a lo largo de manguitos 35, 36 y 37 respectivos externos y en orificios en los extremos de los elementos 37, 38 y 39 de contacto. Cuando están completamente montadas, las lengüetas 66 son soldadas en los respectivos elementos 37, 38 y 39 de contacto. Alrededor de la parte exterior de la pieza 64 de contacto se extienden tres bandas 164 de posicionamiento de forma arqueada, las cuales actúan también (aunque opcionalmente) para suprimir energía de microondas. Por motivos de claridad, en la figura 7, estas bandas 164 han sido representadas fuera de su posición en el extremo interno del apilamiento de componentes.

La mayor parte de los componentes del lado izquierdo de la pieza 64 de contacto son idénticos a los del lado derecho y están dispuestos opuestamente. Haciendo tope con el lado izquierdo de la pieza 64 de contacto se encuentra un segundo disco 68 de ferrita y dieléctrico, que es contactado en su cara izquierda por un disco 69 plano de base. Éste, a su vez, es contactado centralmente en su cara izquierda por una pieza 70 polar y, alrededor de su periferia externa, por la cara derecha de un segundo anillo 71 de puesta a masa. El segundo anillo 71 de puesta a masa es idéntico al primer anillo 56 de puesta a masa, pero está orientado opuestamente de modo que su orificio 72 ahusado tiene su extremo de diámetro más pequeño hacia el extremo derecho, interior, de la cavidad 31. De forma similar, el segundo anillo 73 de posicionamiento es idéntico al primer anillo 47 pero está orientado en sentido opuesto de modo que su extremo escalonado se enfrenta hacia la derecha. Un segundo imán 74 externo, idéntico al primer imán 45, está orientado de tal modo que los campos magnéticos de los dos imanes actúan para el arrastre conjunto en dirección axial. Un disco plano 75 delgado metálico de base se extiende a través de la cara izquierda tanto del imán 74 como del anillo 73 de posicionamiento. Éste, a su vez, es contactado en su lado izquierdo por el lado derecho de una tapa o cubierta 76 roscada, circular, que se atornilla en una corta sección 77 roscada en el extremo izquierdo, abierto, de la cavidad 31 para completar el circulador. La figura 7 muestra la superficie exterior de la tapa 76 cubierta por una etiqueta 80 adhesiva.

El circulador se ensambla apilando en la parte inferior de la cavidad 31 el juego interno o inferior de componentes, en particular la primera pieza 44 polar, el imán 45 y su anillo 47 de posicionamiento, el anillo 56 de puesta a masa, la segunda pieza 54 polar, y el disco 60 plano de base. Una herramienta de apriete o similar se utiliza a continuación para aplicar una fuerza de compresión axial entre el componente exterior, es decir, el disco 60 plano de base y la pared 43 de extremo cerrado. Se apreciará que la superficie inclinada de contacto del anillo 56 de puesta a masa y el anillo 47 de posicionamiento son tales que el anillo de puesta a masa será forzado hacia el exterior, para expandirse. La línea 59 de corte formada en el anillo 56 de puesta a masa le permite expandirse como resultado de la fuerza de compresión axial. Según es forzado hacia el exterior, sus superficies 58 internas curvadas y moleteadas son forzadas contra la superficie interior del alojamiento 30. Esta fuerza provoca alguna deformación de los moleteados 58 hacia ranuras adyacentes entre los moleteados, y permite que el material del anillo 56 de puesta a masa absorba cualesquiera irregularidades leves de la superficie del alojamiento 30 para formar un contacto eléctrico cercano, íntimo, de baja impedancia entre las dos superficies. Este contacto está además fomentado por la naturaleza del chapeado de plata presente sobre el anillo 56 de puesta a masa. La fuerza de compresión axial aplicada asegura también que las superficies planas de tope de los componentes se lleven a un contacto íntimo con el plano 60 de base, deformándose ligeramente bajo presión para asegurar que exista una presión uniforme alrededor de la circunferencia de los anillos 47 y 56 y que exista un contacto íntimo con el interior de la pared 43 extrema.

Los dos discos 61 y 68 de ferrita, con la pieza 64 de contacto intercalada, son apilados a continuación sobre la parte superior de los componentes inferiores comprimidos. Es mejor no apretar los discos 61 y 68 de ferrita con el conjunto inferior de componentes debido a que los mismos son relativamente frágiles. El resto de los componentes superiores, en especial el disco 69 plano de base, la pieza polar 70, el imán 74, el anillo 71 de puesta a masa, el anillo 73 de posicionamiento y el disco 75 plano de base, son apilados a continuación en la cavidad 31. La tapa 76 roscada es atornillada a continuación en el rebaje 77 para aplicar una ligera fuerza de compresión a los componentes superiores que provoque la expansión del anillo 71 de puesta a masa y mantenga la fuerza de compresión axial aplicada a los componentes inferiores en el interior de la cavidad 31.

La presente construcción proporciona una trayectoria de tierra eléctrica continua de alta integridad en el circulador y un comportamiento de EMI altamente eficiente con muy poco riesgo de interferencia causada por la pérdida de señales en, o desde, el dispositivo. El uso de acero austenítico para muchos de los componentes metálicos asegura que el campo magnético producido por los imanes tenga una magnitud y homogeneidad máximas. La disposición de circulador de la presente invención reduce sustancialmente posibles fuentes de cambios diminutos en la estructura electromecánica de puesta a masa y con ello reduce la ocurrencia de interferencias en el interior del circulador.

El circulador no necesita tener dos imanes y sus componentes asociados, sino que podría tener solamente un imán, o más de dos. La formación de las carcasas de los puertos integralmente con el alojamiento principal del circulador, en vez de a partir de componentes separados fijados al alojamiento, evita el riesgo de cambios en las propiedades electromecánicas en las regiones de las uniones entre las carcasas y el alojamiento. Sería posible, sin embargo, que el circulador tuviera puertos de conector formados de manera convencional. El circulador podría tener solamente dos puertos o más de tres y los puertos podrían proporcionar cualquier combinación de conectores hembra y macho.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un circulador de microondas que tiene un alojamiento (30) metálico exterior con una cavidad (31) que contiene al menos un imán (45, 74) y una disposición de centrado anular situada entre la parte externa del imán (45, 74) y las paredes internas del alojamiento (30) metálico, caracterizado porque la disposición de centrado incluye un primer (47, 73) y un segundo (56, 71) anillos metálicos macizos que tienen caras (50, 57) inclinadas cooperantes, estando el segundo anillo (56, 71) situado entre la cara (50) inclinada del primer anillo (47, 73) y las paredes internas del alojamiento (30) metálico, siendo el segundo anillo (56, 71) expandible y estando dispuesto para formar un contacto íntimo con las paredes internas del alojamiento metálico, cuando se aplica una fuerza para empujar la disposición de centrado a lo largo de la cavidad (31).
- 10
- 2.- Un circulador de microondas según se reivindica en la reivindicación 1, en el que el segundo anillo (56, 71) expandible es un anillo en corte.
- 15 3.- Un circulador de microondas según se reivindica en la reivindicación 2, en el que el segundo anillo (56, 71) tiene una superficie externa (58) moleteada.
- 4.- Un circulador de microondas según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en el que los dos anillos (47, 56, 71, 73) están hechos de un metal que no afecta al campo magnético producido por el imán (45, 74).
- 20 5.- Un circulador de microondas según se reivindica en la reivindicación 4, en el que los dos anillos (47, 56, 71, 73) están hechos de acero inoxidable austenítico.
- 6.- Un circulador de microondas según se reivindica en la reivindicación 4 o en la reivindicación 5, en el que el segundo anillo (56, 71) está recubierto con un metal diferente tal como plata.
- 25 7.- Un circulador de microondas según se reivindica en cualquier reivindicación anterior, en el que el circulador tiene dos imanes (45, 74) y conjuntos de centrado (47, 56, 71, 73) situados en lados opuestos de medios de contacto eléctrico.
- 30 8.- El circulador de microondas de la reivindicación 1, teniendo también el circulador una pluralidad de puertos (32, 33, 34) que se proyectan hacia el exterior del alojamiento por medio de los cuales puede suministrarse energía de microondas a, y desde, el circulador, estando al menos uno de los puertos (32) dotado de un acoplamiento macho y teniendo un manguito (39) exterior formado integralmente como parte del propio alojamiento del circulador.

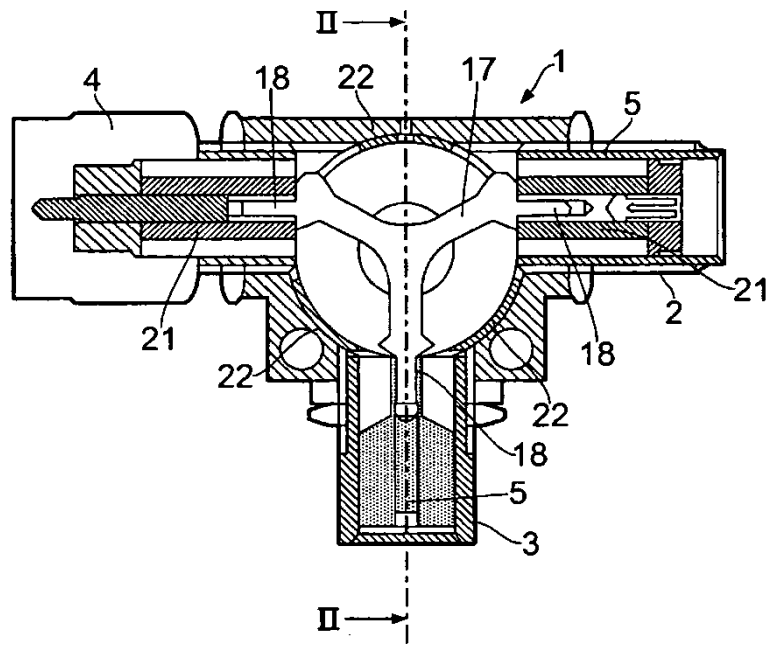


FIG. 1

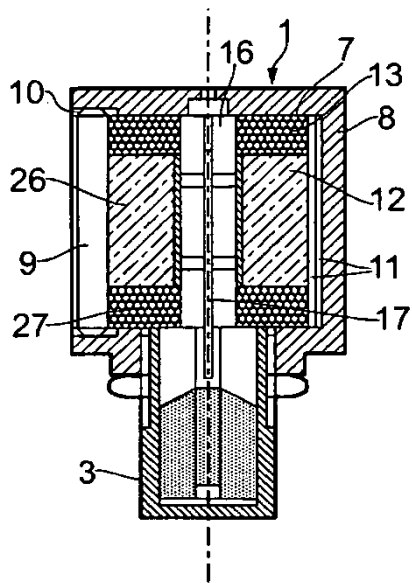


FIG. 2

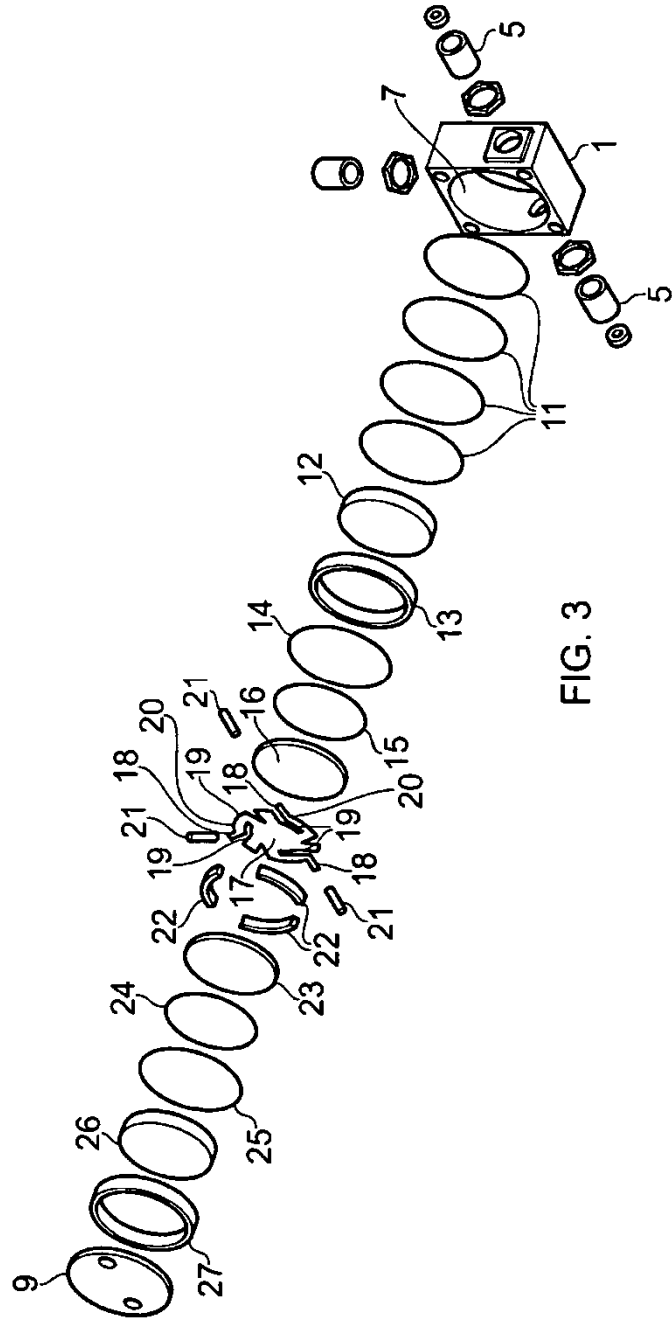


FIG. 3



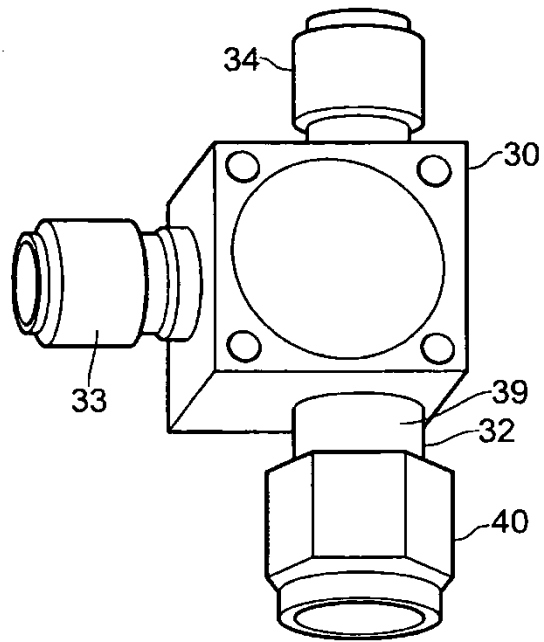


FIG. 4

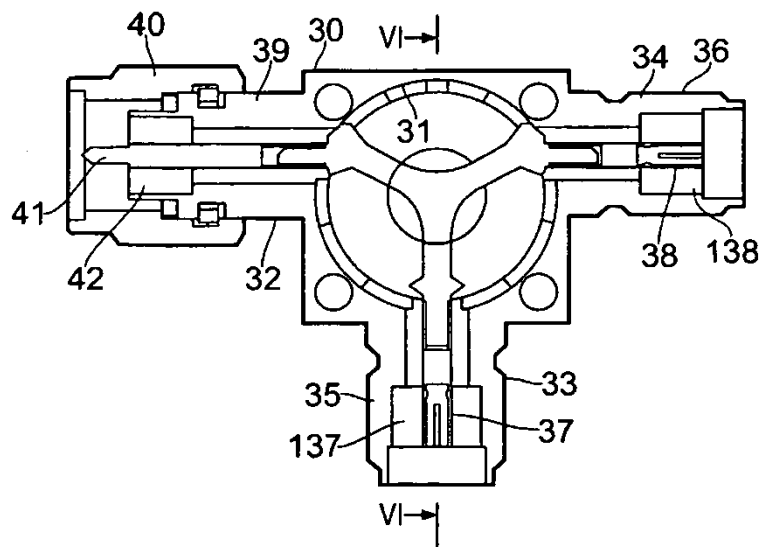


FIG. 5

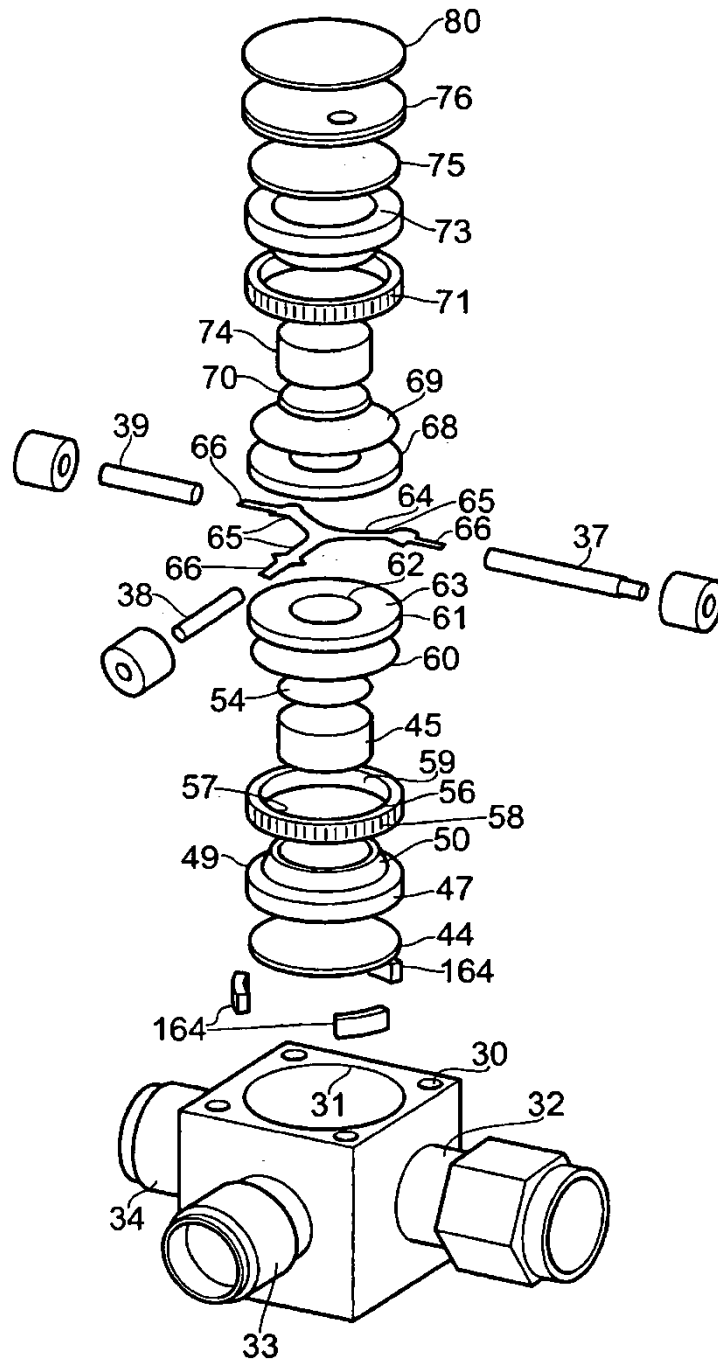


FIG. 7

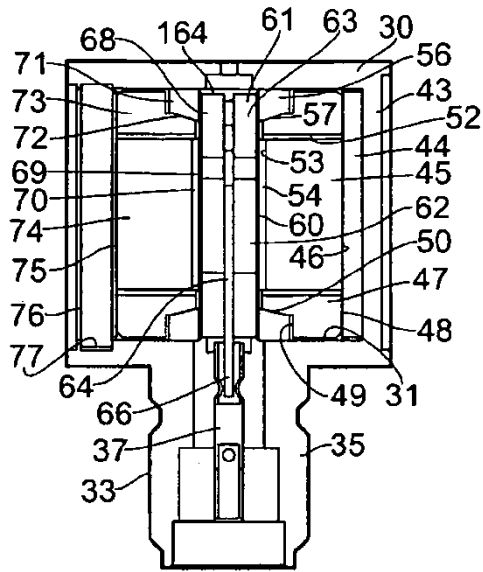


FIG. 6

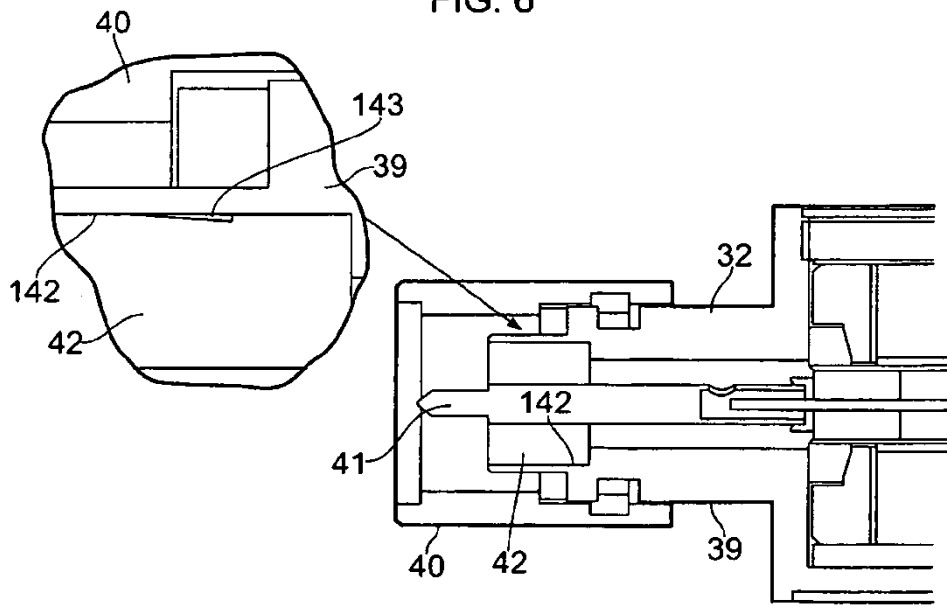


FIG. 8