

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 422**

51 Int. Cl.:

H01P 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.02.2004 E 10011353 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 2270919**

54 Título: **Sistema de anillo deslizante de alta frecuencia de banda ancha**

30 Prioridad:

19.02.2003 US 448292 P
16.02.2004 US 778501

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.11.2018

73 Titular/es:

MOOG INC. (100.0%)
Jamison Road and Seneca Street
East Aurora, NY 14052, US

72 Inventor/es:

COLEMAN, DONNIE S.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 688 422 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

Sistema de anillo deslizante de alta frecuencia de banda ancha

5 La presente solicitud reclama el beneficio de la fecha de presentación de la solicitud de patente provisional de Estados Unidos número de serie 60/448,292 titulada, "BROADBAND HIGH-FREQUENCY SLIP RING SYSTEM", por Donnie S. Coleman, presentada el 19 de febrero de 2003, cuya divulgación completa se incorpora en el presente documento por referencia.

10 Antecedentes de la invención

La presente invención se refiere, en general, a un sistema de anillo deslizante de tipo contacto que se utiliza para transferir señales desde una estructura de referencia estática a una estructura de referencia en movimiento, y más específicamente, a un sistema de anillo deslizante de tipo contacto que es adecuado para una comunicación de alta tasa de datos.

15 Los anillos deslizantes de tipo contacto se han usado ampliamente para transmitir señales entre dos estructuras que se mueven en relación rotacional entre sí. Los anillos deslizantes de la técnica anterior de esta naturaleza han utilizado sondas conductoras de aleaciones preciosas para hacer contacto con un sistema de anillo rotatorio. Estas sondas se han construido tradicionalmente usando materiales compuestos de cable circular, contactos de botón o escobillas de fibra conductora de múltiples filamentos. Los anillos de contacto concéntricos correspondientes del anillo deslizante están normalmente conformados para proporcionar una forma en sección transversal apropiada para el contacto deslizante. Las formas de anillo normales han incluido ranuras en V, ranuras en U y anillos planos. Se han usado esquemas similares con sistemas que muestran un movimiento de traslación en lugar de un movimiento rotatorio.

20 Cuando se transmiten señales de alta frecuencia a través de anillos deslizantes, un factor limitante principal para la máxima tasa de transmisión es la distorsión de las formas de onda debido a las reflexiones de discontinuidades de impedancia. Las discontinuidades de impedancia pueden producirse a través de todo el anillo deslizante donde quiera que interconecten diferentes formas de líneas de transmisión y tengan diferentes impedancias de sobrecarga. Los desajustes de impedancia significativos a menudo se producen donde las líneas de transmisión interconectan con un anillo deslizante en una interfaz externa, en las estructuras de contacto de escobilla y donde las líneas de transmisión conectan estas estructuras de contacto de escobilla con sus interfaces externas. Puede producirse una distorsión en las señales de alta frecuencia desde cualquiera de estas transiciones desajustadas de impedancia de las líneas de transmisión. Además, la distorsión grave puede producirse también debido a los errores de fase desde múltiples conexiones de escobilla paralelas.

30 La pérdida de energía a través de los anillos deslizantes aumenta con la frecuencia debido a una diversidad de efectos, tales como múltiples reflexiones de desajustes de impedancia, resonancia de circuito, inductancia y capacitancia distribuida, pérdidas dieléctricas y el efecto piel. Las comunicaciones analógicas y digitales de alta frecuencia a través de interfaces rotatorias también se han conseguido o propuesto por otras técnicas, tales como interfaces de fibra óptica, acoplamiento capacitivo, acoplamiento inductivo y transmisión directa de radiación electromagnética a través de un espacio intermedio. Sin embargo, los sistemas que emplean estas técnicas tienden a ser relativamente caros.

45 Lo que es necesario es un sistema de anillo deslizante que aborde los problemas mencionados anteriormente, mientras proporciona un sistema de anillo deslizante económico fácilmente producible.

50 El documento US 5.805.115 desvela un sistema de antena de microondas rotativo adecuado para telecomunicaciones de radio de microondas por satélite o móviles que presentan un conjunto de microondas rotativo de bajo perfil integrado. El sistema de antena rotativo incluye un estator, para fijarlo a una plataforma móvil, que tiene un acoplador de microondas coaxial de conjunto rotativo para acoplar eléctricamente una línea de transmisión de microondas desde un sistema de radio de telecomunicaciones por microondas a un elemento de antena de microondas de una antena de microondas rotativa alrededor de un eje en relación con la plataforma móvil. El sistema de antena rotativo también incluye un rotor para su fijación a la antena de microondas. El rotor incluye un circuito de anillo deslizante para acoplar las señales eléctricas de energía y baja frecuencia a la antena de microondas a través del contacto de las escobillas unidas al estator.

60 El documento JP 10335910 desvela una línea de conversión para convertir una línea coplanaria con la tierra compuesta por un conductor central, unas primeras capas de tierra formadas en ambos lados del conductor y una segunda capa de tierra formada en un plano que es paralelo al plano en el que se forma el conductor central en una línea de microbanda. La línea de microbanda está compuesta por un conductor de banda y la segunda capa de tierra. La anchura de línea del conductor de banda se fabrica más ancha que la del conductor central y el conductor de banda se conecta al conductor central a través de una sección de conductor ahusada, cuya anchura de línea se fabrica gradualmente más ancha hacia el conductor central. Las capas de tierra ahusadas se forman a ambos lados de la sección de conductor ahusada de tal manera que puede realizarse una línea de conversión que tiene una

pequeña pérdida de señal de miliondas. El documento GB 2 217 114 desvela una línea coplanaria (véase la figura 15) con ranuras en la PCB entre las dos líneas de señal paralelas.

Sumario de la invención

5 Una realización de la presente invención se refiere a un sistema de sonda de contacto que incluye al menos un contacto de escobilla plano y una placa de circuito impreso (PCB). La PCB incluye una línea de alimentación para acoplar el contacto de escobilla plano a una interfaz externa. El contacto de escobilla plano está localizado en un primer lado de la PCB y la PCB incluye un ojete pasante chapado que interconecta el contacto de escobilla plano a la línea de alimentación.

15 De acuerdo con otra realización de la presente invención, un sistema de anillo de contacto incluye unos materiales dieléctricos primero y segundo con unos lados primero y segundo. El primer material dieléctrico incluye una pluralidad de anillos conductores separados concéntricos localizados en su primer lado y unas líneas de alimentación conductoras primera y segunda localizadas en su segundo lado. Un primer lado del segundo material dieléctrico está fijado al segundo lado del primer material dieléctrico y un plano de tierra está localizado en el segundo lado del segundo material dieléctrico. La primera línea de alimentación está acoplada a un primer anillo de la pluralidad de anillos conductores separados concéntricos, a través de una primera vía conductora, y la segunda línea de alimentación está acoplada a un segundo anillo de la pluralidad de anillos conductores separados concéntricos, a través de una segunda vía conductora. Una ranura puede formarse en el primer material dieléctrico entre los anillos primero y segundo de la pluralidad de anillos conductores separados concéntricos.

25 Estas y otras características, ventajas y objetos de la presente invención se entenderán y apreciarán adicionalmente por los expertos en la materia por referencia a la siguiente memoria descriptiva, reivindicaciones y dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

En los dibujos:

30 la figura 1 es una vista delantera de un plato de anillo deslizante de placa de circuito impreso (PCB) de alta frecuencia (HF) que incluye unas líneas de transmisión de circuito flexible que proporcionan una conexión exterior a las estructuras de anillos del plato de anillo deslizante;
 la figura 2 es una vista en perspectiva parcial de una pluralidad de contactos de escobilla planos bifurcados y una PCB asociada;
 35 la figura 3 es una vista parcial de un contacto de escobilla plano interdigitado de seis dedos a modo de ejemplo;
 la figura 4 es una vista en perspectiva de los extremos de una pluralidad de contactos de escobilla planos bifurcados que están en contacto con unos anillos conductores de un plato de anillo deslizante de PCB;
 la figura 5 es una vista en sección transversal parcial de un punto de alimentación de ojete central de los contactos de escobilla planos bifurcados de la figura 2;
 40 la figura 6 es una vista superior parcial de un sistema de anillo deslizante que muestra la alineación de una pluralidad de contactos de escobilla planos bifurcados, a través de los puntos de alimentación de ojete central, con los anillos conductores de un plato de anillo deslizante de PCB;
 la figura 7A muestra un diagrama eléctrico de un sistema de contacto de escobilla diferencial;
 la figura 7B muestra una vista en sección transversal de una PCB que implementa el sistema de contacto de escobilla diferencial de la figura 7A;
 45 la figura 8 es un diagrama eléctrico de un sistema de contacto de escobilla diferencial de alimentación paralela;
 la figura 9 es un diagrama de una línea de transmisión diferencial paralela ahusada;
 la figura 10 es un diagrama eléctrico de un par de líneas de transmisión escalonada diferencial;
 la figura 11 es una vista en perspectiva de una parte de un contacto de microbanda;
 50 la figura 12 es una vista en perspectiva del contacto de microbanda de la figura 11 en contacto con un par de anillos concéntricos de un plato de anillo deslizante de PCB;
 la figura 13A es un diagrama eléctrico de un plato de anillo deslizante de PCB que implementa unas líneas de transmisión diferencial;
 la figura 13B es una vista en sección transversal parcial de una PCB de tres capas utilizada en la construcción del plato de anillo deslizante de PCB de la figura 13A;
 55 la figura 14 es un diagrama eléctrico de un plato de anillo deslizante de PCB que implementa las líneas de transmisión diferencial;
 la figura 15 es una vista en sección transversal parcial de una PCB de cuatro capas utilizada en la construcción del plato de anillo deslizante de PCB de la figura 14;
 60 la figura 16 es una vista en perspectiva de un árbol rotatorio para recibir una pluralidad de platos de anillo deslizante de PCB; y
 la figura 17 es una vista en perspectiva del árbol rotatorio de la figura 16 que incluye al menos un plato de anillo deslizante montado en el mismo.

65

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Como se desvela en el presente documento, un sistema de anillo deslizante de contacto de banda ancha está diseñado para la transmisión de datos de alta velocidad a través de un intervalo de frecuencia de CC a varios GHz. Las realizaciones de la presente invención emplean un plato de anillo deslizante de placa de circuito impreso (PCB) conductor que utiliza materiales y técnicas de alta frecuencia y una línea de transmisión asociada que interconecta los anillos conductores del plato de anillo deslizante de PCB a una interfaz externa. Las realizaciones de la presente invención pueden incluir también un sistema de sonda de contacto que utiliza también la construcción de PCB y las técnicas de alta frecuencia para minimizar la degradación de las señales atribuibles a efectos de alta frecuencia y de impedancia de sobrecarga. El sistema de sonda de contacto incluye una línea de transmisión que interconecta las sondas del sistema de sonda de contacto a una interfaz externa, utilizando de nuevo diversas técnicas para minimizar la degradación de las señales debido a efectos de alta frecuencia e impedancia de sobrecarga. Diversas realizaciones de la presente invención abordan la dificultad de controlar los factores que restringen el rendimiento de alta frecuencia de un anillo deslizante. Específicamente, las realizaciones de la presente invención controlan la impedancia de las estructuras de línea de transmisión y abordan otros asuntos relacionados con la reflexión y las pérdidas de alta frecuencia.

Una realización de la presente invención aborda las áreas de problema principal relacionadas con las reflexiones y las pérdidas de alta frecuencia asociadas con el sistema de contacto eléctrico deslizante de los anillos deslizantes. Diversas realizaciones de la presente invención utilizan un sistema de anillo concéntrico de anillos conductores planos y contactos eléctricos de metales preciosos interdigitados planos. Ambas estructuras se fabrican utilizando materiales de PCB y pueden implementar líneas de transmisión de microbanda y de línea de banda y variaciones de las mismas.

Sistema de contacto de escobilla de forma plana

En general, la utilización de un contacto de escobilla de forma plana proporciona beneficios significativos relacionados con los anillos deslizantes de alta frecuencia, en comparación con los contactos de cable circular y otras formas de contacto. Estos beneficios incluyen: el efecto de piel reducido, ya que las áreas de superficie más grandes tienden a reducir pérdidas de alta frecuencia; inductancia inferior, ya que una sección transversal plana tiende a reducir la inductancia y la pérdida de alta frecuencia; impedancia de sobrecarga inferior, que es más compatible con las impedancias diferenciales de anillo deslizante; compatibilidad superior (baja tasa de resorte), que es tolerante al agotamiento axial de un plato de anillo deslizante; compatibilidad con tecnología de PCB de montaje superficial; y alta rigidez lateral, que permite que las escobillas funcionen con precisión en un sistema de anillo plano.

La alta rigidez lateral puede desearse, en general, para crear un sistema de contacto de anillo deslizante que funcione satisfactoriamente con un sistema de anillo plano. Un sistema de anillo plano de este tipo puede utilizar fácilmente la tecnología de PCB en la creación del sistema de anillo. En general, la tecnología de PCB es capaz de proporcionar una característica de impedancia bien controlada que puede ser de un valor de impedancia significativamente superior que el permitido por las técnicas de la técnica anterior. Esta impedancia superior hace posible adaptar la impedancia característica de líneas de transmisión comunes, abarcando de nuevo uno de los problemas asociados con la transmisión de datos de alta frecuencia.

Los contactos interdigitados, es decir, contactos bifurcados, contactos trifurcados o contactos divididos de otra manera en múltiples contactos de dedos paralelos, tienen otras ventajas significativas pertinentes a la operación de anillo deslizante. Los puntos de contacto paralelos son una característica tradicional de los anillos deslizantes desde el punto de vista de diseño para proporcionar resistencia dinámica aceptablemente baja. Con los anillos deslizantes convencionales, el ruido dinámico puede tener un componente inductivo significativo del cableado necesario para implementar múltiples contactos paralelos. Los contactos de escobilla planos ofrecen múltiples puntos de contacto de baja inductancia que funcionan en paralelo y proporcionan una mejora significativa en rendimiento de ruido dinámico.

Como se muestra en las figuras 2 y 5, una implementación específica de múltiples contactos de escobilla planos 200 es un par de tales escobillas 202 y 204 montadas opuestas entre sí en una PCB 206 y alimentadas a través de un ojete o vía central 208. Aparte de las ventajas de las múltiples escobillas para la capacidad de corriente aumentada y la resistencia dinámica reducida, la presente implementación tiene beneficios de rendimiento de alta frecuencia. El ojete central 208 garantiza unas líneas de transmisión de igual longitud y unas señales en fase para ambas escobillas 202 y 204, así como unas impedancias de sobrecarga favorables para adaptar la impedancia de los anillos deslizantes y una pérdida baja. La localización de las puntas de escobilla de contacto opuestas en proximidad cercana ayuda a reducir los errores de fase del anillo deslizante. Haciendo referencia a las figuras 1 y 6, la vía central 208 también permite la verificación de alineación visual de las escobillas de contacto 202 y 204 a un anillo, por ejemplo, el anillo 106A, que es una característica altamente deseable que simplifica el montaje del anillo deslizante.

Como se representa en las figuras 7A-7B, a altas tasas de datos y altas frecuencias, las estructuras de escobilla de alimentación central 702 y 704 pueden usarse óptimamente en las líneas de transmisión diferencial. La geometría de la línea de transmisión mostrada se implementa normalmente con una PCB de múltiples capas 700. Los contactos de escobillas planas 702 y 704 están montados superficialmente a una estructura de microbanda 705 sobre un plano de tierra 710. La conexión entre las escobillas 702 y 704 y los terminales de entrada externos toma la forma de una microbanda embebida 712. El tamaño y la separación de las microbandas de escobilla 705 y la línea de transmisión de microbanda embebida 712 que las alimenta están dictados por la necesidad de adaptar la impedancia de la línea de transmisión externa y el anillo deslizando asociado. Los orificios de la vía para la conexión de líneas de transmisión externas y la vía de alimentación central asociada 708 penetran completamente en la PCB 700 y tienen áreas de alivio 714 en el plano de tierra 710 para el aislamiento eléctrico. Dos PCB pueden unirse recíprocamente para alimentar dos anillos deslizando, penetrando las vías ambas placas de una manera análoga.

Como se ilustra en la figura 8, pueden implementarse unas estructuras de múltiples escobillas utilizando técnicas de PCB, como se ha descrito anteriormente, para crear secciones de línea de transmisión de la impedancia correcta. Por ejemplo, suponiendo el uso de cableado de 50 Ohmios, las líneas de transmisión de "alimentación cruzada" 802 y 804 están diseñadas para una impedancia diferencial de 50 Ohmios, que se adaptan a la línea de alimentación externa. Las conexiones paralelas a las estructuras de escobilla son por medio de las líneas de transmisión de igual longitud 806 y 810. Tales líneas de transmisión que proporcionan señales en fase a las estructuras de escobilla se denominan en este documento como "líneas de fase de grado cero", en acuerdo con una expresión similar usada para los conjuntos de antenas en fase. La impedancia de estas "líneas de fase de grado cero" es el doble de la de las "líneas de alimentación cruzada", o 100 Ohmios. La impedancia diferencial del anillo deslizando utilizado con una estructura de contacto 800, como se ilustra en la figura 8, es entonces dos veces la de las líneas en fase 806 y 810, o 200 Ohmios. Una solución general a la alimentación paralela de N estructuras de contacto establece la impedancia diferencial de las líneas de fase como N veces la impedancia de entrada.

En estos casos en los que las impedancias no son valores convenientes o conseguibles, el uso de una línea de transmisión de impedancia escalonada 900 (es decir, que cambia de una manera continua, aunque casi imperceptible) puede usarse como una sección de adaptación entre impedancias diferentes. Haciendo referencia a la figura 9, un diagrama ilustra una sección de adaptación de impedancia escalonada, que muestra una línea de transmisión diferencial paralela ahusada 900. Ahusar las trazas 902 y 904 es un método de variación de la impedancia de manera continua, que minimiza la magnitud de las reflexiones que resultarían de otra manera a partir de las discontinuidades de impedancia abruptas.

La figura 10 ilustra el uso de líneas de transmisión de impedancia escalonada como una solución para aliviar los efectos de los valores de impedancia diferentes. En este ejemplo, la impedancia diferencial del anillo deslizando asociado con el sistema de contacto es demasiado baja para adaptar de manera conveniente las líneas en fase, como se describe junto con la figura 8. El ahusamiento de las líneas de alimentación cruzada 1002 y 1004 permite que se reduzca gradualmente la impedancia de la línea de transmisión a un valor intermedio de impedancia entre el de los anillos del plato de anillo deslizando y la línea de transmisión externa. El ahusamiento de las líneas en fase de grado cero 1006 y 1010 permite que se aumente gradualmente la impedancia del anillo deslizando para adaptarse al valor intermedio descrito anteriormente. El efecto neto de utilizar secciones de adaptación de impedancia escalonada es para reducir la magnitud de las reflexiones que de otra manera serían desajustes de impedancia sustanciales. La minimización de las discontinuidades de impedancia puede desearse desde el punto de vista de conservación de la integridad de señal de las formas de onda de datos de alta velocidad.

Otra técnica para construir un sistema de contacto para anillos deslizando que funcionan por encima de un GHz se muestra en la figura 11. Esta técnica utiliza un contacto de microbanda 1100 para conservar las características de la línea de transmisión dentro de unos pocos milímetros del anillo deslizando antes del traspaso a los contactos 1102 y 1104. El contacto de microbanda 1100 actúa como un resorte flotante para proporcionar la fuerza de escobilla correcta, así como para proporcionar una línea de transmisión de impedancia controlada. Por lo tanto, el contacto de microbanda 1100 actúa simultáneamente como una línea de transmisión, un resorte y un contacto de escobilla, con ventajas de rendimiento por encima de un GHz. La realización de la figura 12, que representa el contacto 1100 de la figura 11 junto con un plato de anillo deslizando 1120, funciona para proporcionar un único canal de datos diferencial de alta velocidad de un anillo deslizando de banda ancha.

Plato de anillo deslizando de banda ancha de PCB de forma plana

Los sistemas que implementan un plato de anillo deslizando de banda ancha con un sistema de contacto de escobilla interdigitado plano se implementan normalmente utilizando técnicas de PCB de múltiples capas, aunque son también posibles otras técnicas. El rendimiento de alta frecuencia se mejora por el uso de sustratos de baja constante dieléctrica y líneas de transmisión de impedancia controlada utilizando técnicas de microbanda, línea de banda, guía de ondas coplanarias y similares. Además, el uso de líneas de transmisión diferencial equilibradas es una herramienta importante desde el punto de vista de control de emisión y susceptibilidad electromagnética, así como de interferencia de modo común. Las microbandas, las líneas de banda y otras técnicas de construcción de microondas, también favorecen el control de impedancia preciso de las estructuras de línea de transmisión, un factor

vital para los anchos de banda amplios necesarios para señalización de alta frecuencia y digital. Una implementación específica depende principalmente de la impedancia deseada y los requisitos de ancho de banda.

5 Las figuras 13A-138 muestran un diagrama eléctrico y una sección transversal parcial, respectivamente, de un plato de anillo deslizante 1300 que utiliza la construcción de microbanda, con unos anillos conductores 1302A y 1302B grabados en un lado de un material dieléctrico de PCB 1304, con un plano de tierra 1310 en el lado opuesto. El material de PCB 1304 se elige para la constante dieléctrica deseada que es apropiada para la impedancia deseada del plato de anillo deslizante 1300. Las conexiones entre los anillos conductores 1302A y 1302B y las líneas de transmisión externas se consiguen por las microbandas embebidas 1306A y 1306B, respectivamente. Las microbandas 1306A y 1306B normalmente se encaminan a una vía o almohadilla superficial para su fijación a un cableado u otra línea de transmisión. Las conexiones entre las líneas de alimentación 1306A y 1306B y los anillos 1302A y 1302B se proporcionan mediante vías que funcionan entre las dos capas. La estructura mostrada es normalmente una estructura de tres capas, o de cinco a seis capas si se construye como un plato de anillo deslizante de dos caras. El plano de tierra 1310 puede ser una construcción sólida o una malla dependiendo de si el plano de tierra va a actuar como una variable de impedancia adicional y/o para controlar la distorsión de placa.

20 La barrera negativa 1320, es decir, una ranura mecanizada entre los anillos, consigue alguna de las funciones de una barrera más tradicional, tal como aumentar la distancia de arrastre de superficie para el aislamiento dieléctrico y proporcionar protección física contra piezas más grandes de residuos conductores. La barrera negativa 1320 usada en un plato de anillo deslizante de alta frecuencia también tiene la característica de reducir la constante dieléctrica efectiva del sistema de anillo sustituyendo el dieléctrico sólido por aire. La ventaja eléctrica de esta característica es que permite platos de anillo deslizante a construir de mayor impedancia de lo que de otro modo sería práctico para un dieléctrico dado.

25 Los anillos 1302A y 1302B pueden alimentarse de un solo extremo y referenciarse al plano de tierra 1310 de manera diferencial entre anillos adyacentes. Como se ha descrito anteriormente, las líneas de alimentación 1306A y 1306B pueden tener trazas de anchura constante dimensionadas de manera apropiada para la impedancia deseada o pueden ser líneas de transmisión de impedancia escalonada para ayudar a adaptar impedancias diferentes.

30 La construcción de anillo deslizante de PCB, descrita anteriormente, proporciona un buen rendimiento de alta frecuencia a frecuencias de varios cientos de MHz, dependiendo del tamaño físico del plato de anillo deslizante y de los materiales elegidos. La restricción más grande al límite de frecuencia superior de un plato de anillo deslizante de este tipo se impone por los efectos de resonancia ya que las líneas de transmisión se vuelven una fracción significativa de la longitud de onda de la señal deseada. Normalmente, puede esperarse un rendimiento razonable hasta una circunferencia de anillo de aproximadamente una décima parte de la longitud de onda eléctrica de la señal con valores razonables de la relación pérdida de inserción y onda estacionaria.

40 Para adaptar las frecuencias o los anchos de banda superiores a un tamaño dado de anillo deslizante, la frecuencia resonante del anillo deslizante debe en general aumentarse. Un método para conseguir esto es dividir la línea de alimentación en múltiples líneas en fase y excitar el anillo deslizante en múltiples puntos. El efecto es colocar las inductancias distribuidas de los anillos deslizantes en paralelo, lo que aumenta la frecuencia resonante proporcional a la raíz cuadrada del cambio de inductancia. La figura 14 muestra un sistema de alimentación 1400 que usa las líneas de transmisión diferencial y la figura 15 muestra una sección transversal de un plato de anillo deslizante de PCB que incorpora el método de alimentación. Se muestran dos líneas en fase y unos puntos de alimentación asociados en el ejemplo, aunque pueden usarse tres o más líneas en fase con la tolerancia apropiada para adaptar las impedancias.

50 Las líneas de transmisión para los anillos 1402 y 1404 están conectadas a los puntos 1401 y 1403, respectivamente, en ambas figuras 14 y 15. Las líneas de transmisión de alimentación cruzada 1406 y 1408 están diseñadas para adaptar la impedancia de la línea de alimentación, 50 Ohmios en este ejemplo. La combinación paralela de las líneas en fase 1410A y 1410B y 1412A y 1412B también está diseñada para adaptar la impedancia de 50 Ohmios, o 100 Ohmios individualmente. Cada conexión de línea en fase observa una sección paralela de los anillos 1402 y 1404, que, en este ejemplo, están diseñados para una impedancia diferencial de 200 Ohmios. Son posibles también otras combinaciones con ajustes apropiados para adaptar las impedancias. Específicamente, cuando N es el número de puntos de alimentación de anillo deslizante y Z es la impedancia de entrada, la impedancia de línea en fase es $N \cdot Z$ y la impedancia del anillo es $2 \cdot N \cdot Z$. La consecución de valores de impedancia más altos se facilita por el uso de materiales de baja constante dieléctrica. Las líneas en fase mostradas en la figura 15 se benefician de la proximidad del aire en la barrera negativa para conseguir un coeficiente dieléctrico más bajo y una impedancia diferencial más alta.

60 El uso de la circuitería flexible 104 (véase la figura 1) en la construcción de las secciones de línea en fase de impedancia escalonada facilita las conexiones de múltiples puntos a los anillos 106A y 106B del plato de anillo deslizante de PCB 102. Este método simplifica la construcción del anillo deslizante de PCB ya que las líneas en fase son externas al anillo y se conectan fácilmente en paralelo en la línea de transmisión de alimentación cruzada. Las secciones de adaptación de impedancia escalonada permiten la construcción de los anillos deslizantes con perfiles de impedancia suavizados, lo que mejora la planicidad de paso banda y la distorsión de señal debida a las

discontinuidades de impedancia. El uso de líneas en fase de impedancia escalonadas es, en general, una característica deseable cuando se construyen los anillos deslizantes de PCB de banda ancha 100.

Método de montaje de anillo deslizante

5 Las figuras 16 y 17 representan un árbol rotatorio 1600, para recibir una pluralidad de conjuntos de plato de anillo deslizante 100, que están diseñados ventajosamente para facilitar la construcción de un anillo deslizante, mientras que se abordan tres preocupaciones típicas encontradas en la fabricación de estos dispositivos. Según está diseñado, el árbol permite el control de la posición axial de los platos sin tolerancia acumulada, el control de la posición radial de los anillos deslizantes de plato y la gestión de cable y terminal. Una dificultad significativa cuando se montan los platos de anillo deslizante en un árbol rotatorio es evitar la tolerancia acumulada que es intrínseca con muchos métodos de montaje de anillo deslizante, por ejemplo, aquellos que usan separadores. La gestión de cable y terminal también es un problema perenne con la fabricación de la mayoría de los anillos deslizantes a medida que la congestión aumenta con cada plato adicional. Como se muestra mejor en la figura 16, el árbol rotatorio 1600 incluye un número de etapas que abordan los problemas referenciados anteriormente.

El árbol 1600 puede ser un componente fabricado por control numérico computarizado (CNC) con una serie de ranuras concéntricas mecanizadas para producir una disposición helicoidal de partes planas/almohadillas de montaje 1602-1612 para los platos 102 del sistema de anillo deslizante. La colocación axial de las ranuras en el árbol 1600 es una función de la capacidad de repetición de la operación de mecanizado, por lo tanto un lado de cada anillo deslizante está localizado axialmente dentro de la precisión del mecanizado sin tolerancia acumulada progresiva. El lado opuesto de cada plato 102 se coloca con únicamente la tolerancia de espesor del anillo como un factor adicional. El diámetro interior de las ranuras está dimensionado para proporcionar una superficie de colocación radial para el diámetro interior de cada plato. Las partes planas/almohadillas dispuestas helicoidalmente 1602-1612 proporcionan unas características de montaje para cada plato 102. La disposición helicoidal proporciona más espacio de camino de cable a medida que se instala cada plato 102. La forma del camino de cable 1640 proporciona una manera para agrupar el cableado 1650 para fines de gestión de cable y aislamiento eléctrico. Como se muestra en la figura 17, el árbol 1600 puede localizarse ventajosamente dentro de una cavidad 1660 de una forma 1670 durante la construcción del sistema de anillo deslizante de múltiples platos.

En resumen, un sistema de anillo deslizante que incorpora las características desveladas en el presente documento proporciona un anillo deslizante de banda ancha de alta frecuencia que puede estar caracterizado por los siguientes puntos, aunque no necesariamente de manera simultánea en una implementación dada: el uso de contactos interdigitales planos junto con anillos deslizantes de PCB planos y técnicas de línea de transmisión para conseguir anchos de banda amplios; el uso de estructuras de contacto de escobilla que incluyen una vía central acoplada a una línea de alimentación, que proporciona ventajas de rendimiento y permite la verificación de alineación visual entre anillos y escobillas; la construcción de PCB de líneas de transmisión diferencial para alimentar múltiples puntos de anillos deslizantes; el uso de múltiples líneas en fase de cinta flexible para alimentar múltiples puntos de anillos deslizantes; el uso de secciones de adaptación de línea de transmisión de impedancia escalonada para afectar a la adaptación de impedancia en los anillos deslizantes de PCB en general y específicamente en las aplicaciones anteriores; el uso de una barrera negativa en el diseño de plato de anillo deslizante de PCB para sus beneficios de aislamiento eléctrico así como para sus beneficios de alta frecuencia atribuibles a una constante dieléctrica inferior; el uso de contactos de microbanda, es decir, una sección flexible de la línea de transmisión de microbanda con contactos embebidos para proporcionar ventajas de rendimiento de alta frecuencia sobre enfoques más tradicionales; y el uso de un árbol rotatorio con etapas en la construcción de anillo deslizante para mejoras técnicas en la colocación mecánica y la disposición de cable.

La descripción anterior se considera solamente la de las realizaciones preferidas. A los expertos en la materia y a aquellos que fabriquen o usen la invención se les ocurrirán modificaciones de la invención. Por lo tanto, se entiende que las realizaciones mostradas en los dibujos y descritas anteriormente son simplemente para fines ilustrativos y no están destinadas a limitar el alcance de la invención, que se define por las siguientes reivindicaciones como se interpreta de acuerdo con los principios de la ley de patentes, incluida la doctrina de equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Un plato de anillo deslizante (102) para un sistema de anillo de contacto, comprendiendo el plato:

5 una placa de circuito impreso (PCB) (206) con un primer lado y un segundo lado,
una pluralidad de anillos conductores separados concéntricos (1302A, 1302B) localizados en el primer lado de la
PCB (206),
unas líneas de alimentación primera (1306A) y segunda (1306B) encaminadas internamente dentro de la PCB
(206),
10 un plano de tierra (1310) que está localizado en el segundo lado de la PCB,
caracterizado por que
la primera línea de alimentación (1306A) se acopla a un primer anillo de los anillos conductores separados
concéntricos (1302A) en múltiples puntos mediante unas líneas de fase respectivas y la segunda línea de
alimentación (1306B) se acopla a un segundo anillo de los anillos conductores separados concéntricos (1302B)
15 en múltiples puntos mediante unas líneas de fase respectivas; y
una ranura (1320) se forma en la PCB (206) entre dichos anillos conductores separados concéntricos primero
(1302A) y segundo (1302B), y
las líneas de alimentación primera (1306A) y segunda (1306B) están escalonadas.

20 2. Un plato de anillo deslizante (102) como se establece en la reivindicación 1, en el que dicha PCB (206) incluye un
primer material dieléctrico con un primer lado y un segundo lado, un segundo material dieléctrico con un primer lado
y un segundo lado, en el que el primer lado del segundo material dieléctrico está unido al segundo lado del primer
material dieléctrico, y en el que dicho plano de tierra (1310) está localizado en el segundo lado de dicho segundo
material dieléctrico.

25 3. Un plato de anillo deslizante (102) como se establece en la reivindicación 2, en el que dichas líneas de fase están
localizadas entre el primer y el segundo lado de dicho primer material dieléctrico.

30 4. Un plato de anillo deslizante (102) como se establece en la reivindicación 3, en el que dicha primera línea de
alimentación (1306A) está conectada al centro de dicha primera línea de fase, y en el que dicha segunda línea de
alimentación (1306B) está conectada al centro de dicha segunda línea de fase.

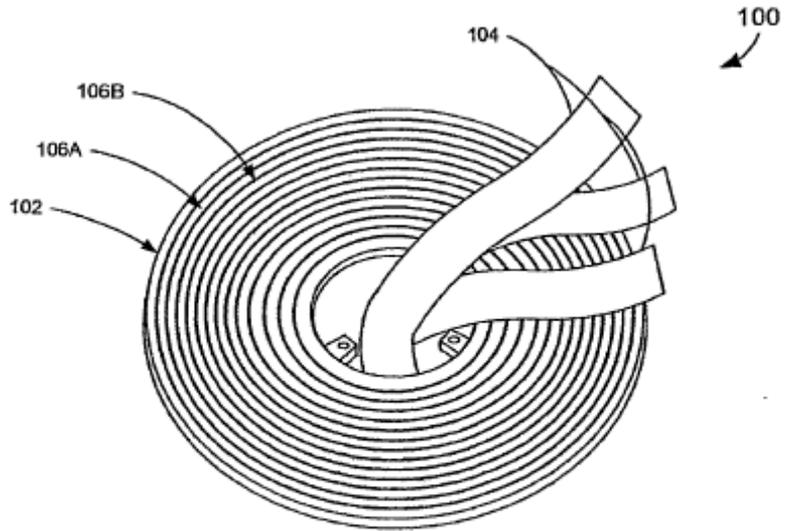


FIG. 1

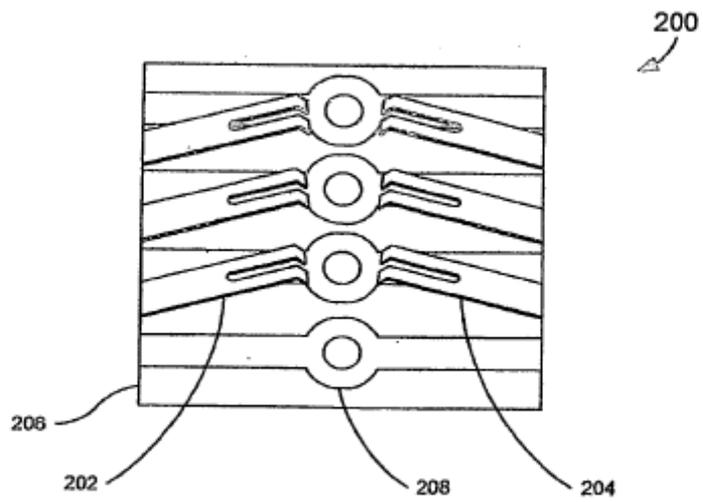


FIG. 2

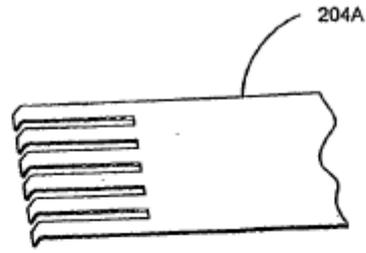


FIG. 3

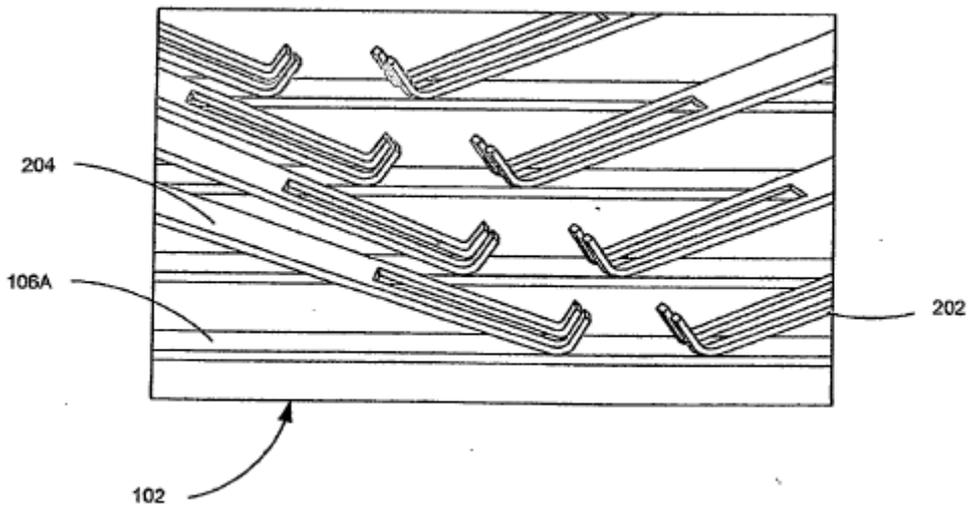


FIG. 4

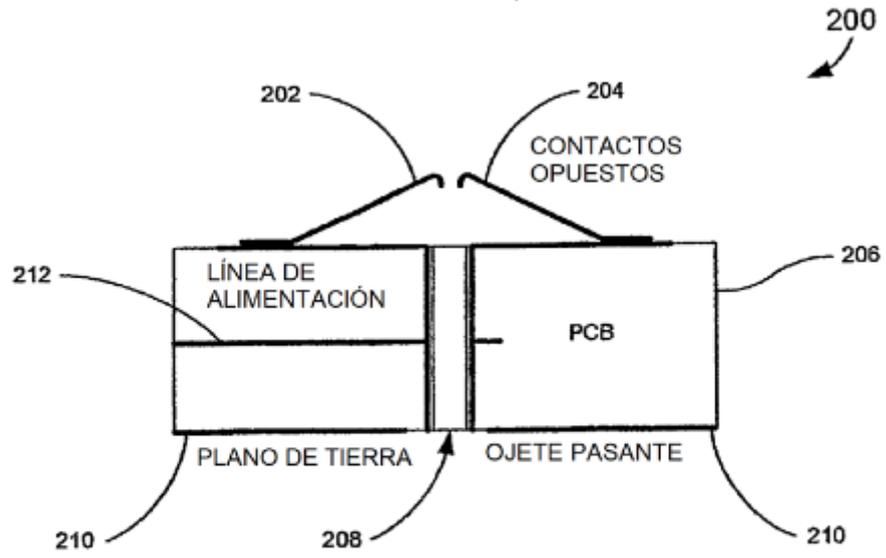


FIG. 5

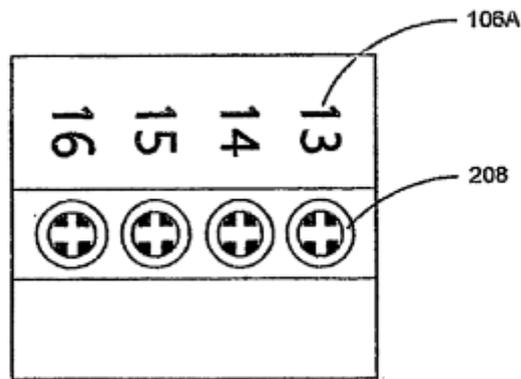


FIG. 6

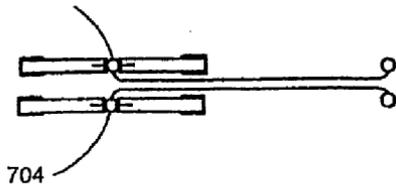


FIG. 7A

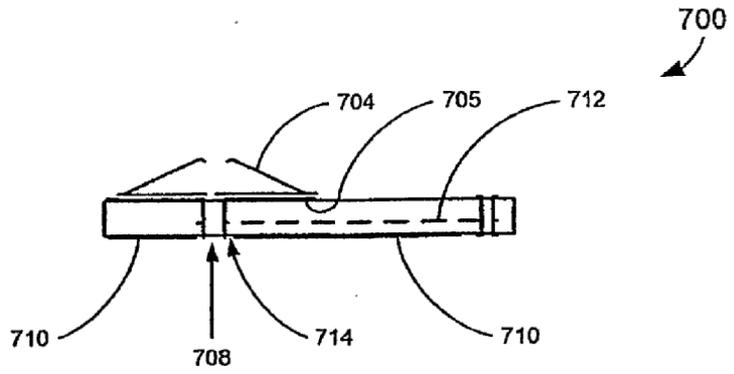


FIG. 7B

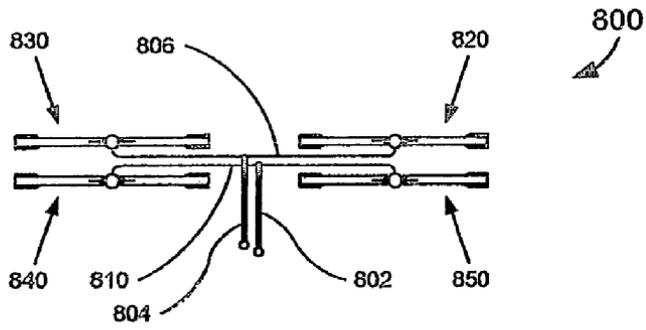


FIG. 8

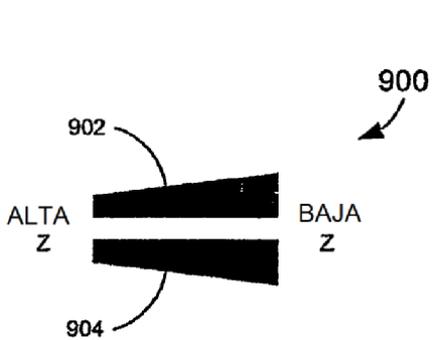


FIG. 9

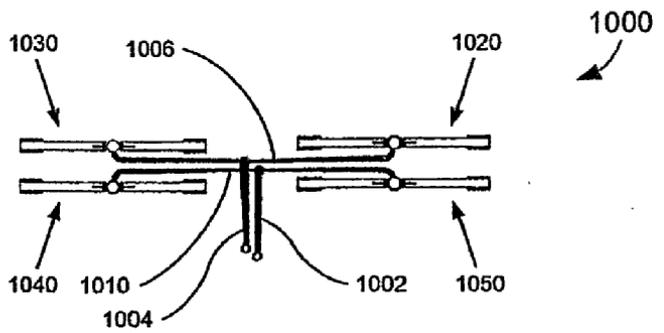


FIG. 10

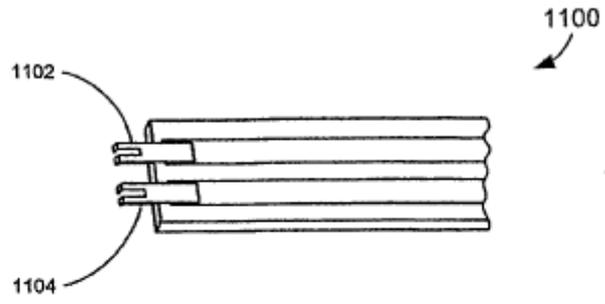


FIG. 11

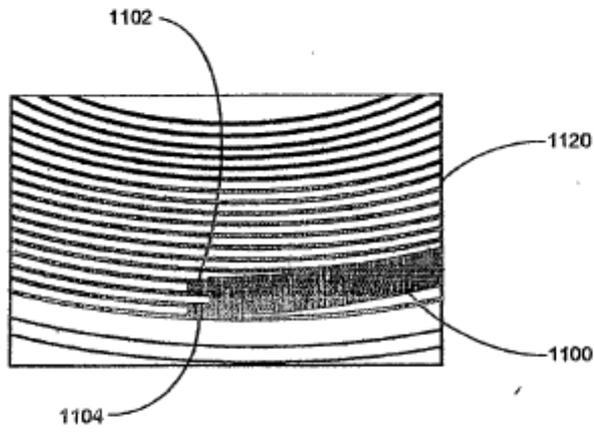


FIG. 12

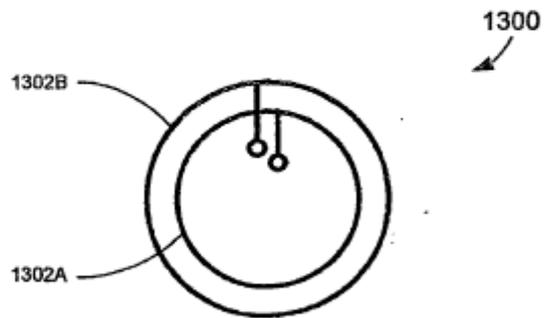


FIG. 13A

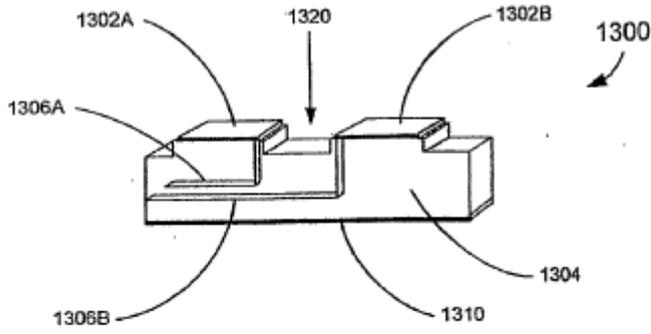


FIG. 13B

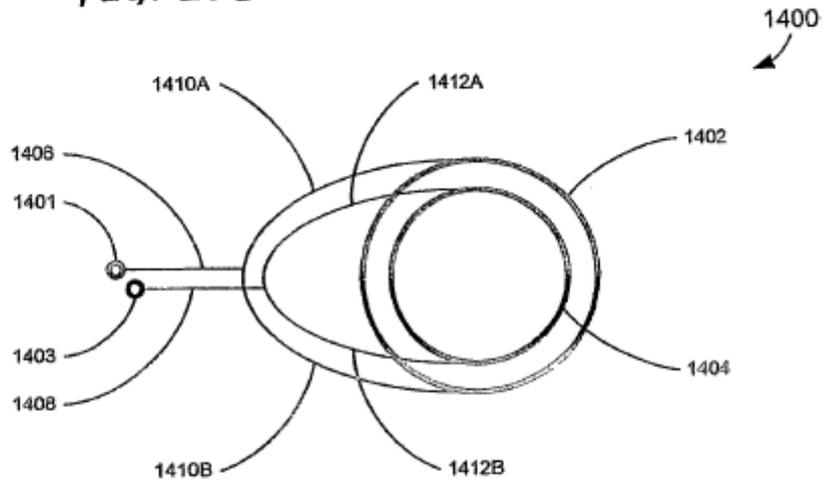


FIG. 14

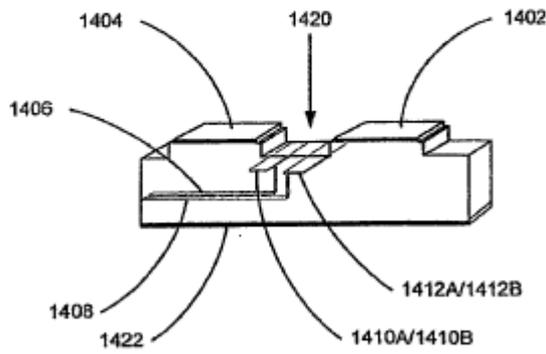


FIG. 15

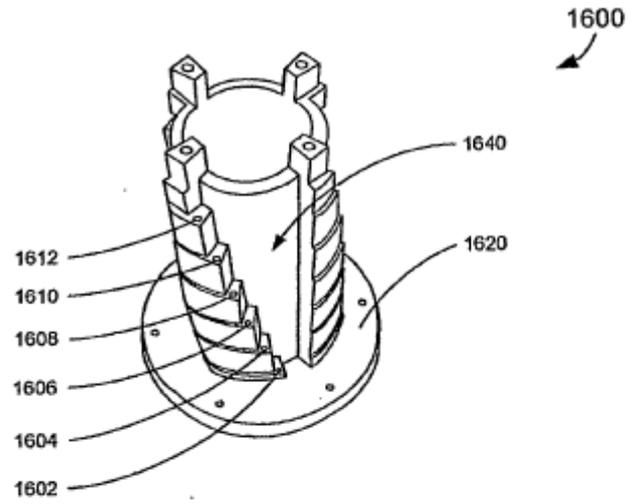


FIG. 16

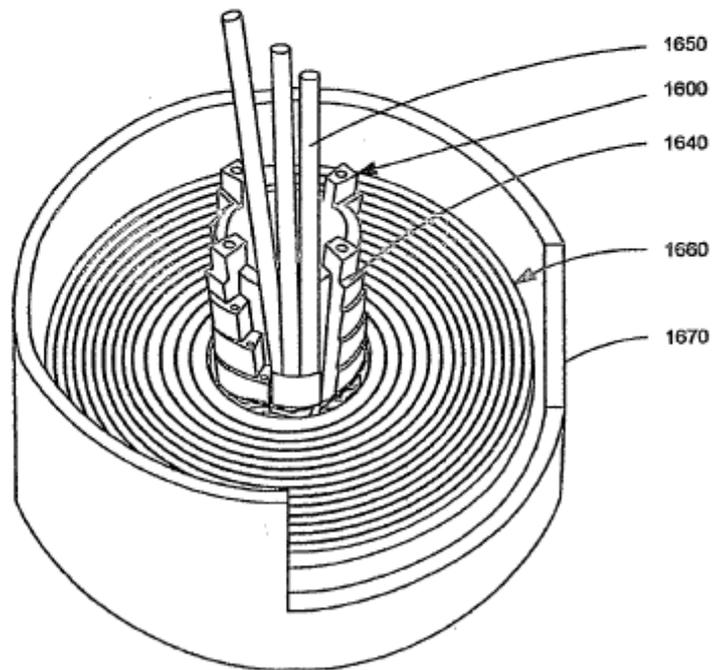


FIG. 17