



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 334 055**

51 Int. Cl.:  
**H01R 39/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06253823 .6**

96 Fecha de presentación : **20.07.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1748523**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **31.01.2007**

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

30 Prioridad: **29.07.2005 US 192910**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.03.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.03.2010**

73 Titular/es: **Moog Inc.**  
**Jamison Road**  
**East Aurora, New York 14052, US**

72 Inventor/es: **Coleman, Donnie S.**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 334 055 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 para banda ancha de alta frecuencia.

**5 Antecedente de la invención**

La presente invención está dirigida generalmente a un sistema de anillo deslizante de tipo de contacto que es utilizado para transferir señales desde un marco de referencia estacionario a un marco de referencia en movimiento y, más específicamente, a un sistema de anillo deslizante de tipo de contacto que es adecuado para comunicaciones de datos de alta velocidad.

Los anillos deslizantes de tipo de contacto han sido ampliamente usados para transmitir señales entre dos marcos que se mueven en relación rotacional entre sí. Los anillos deslizantes de la técnica anterior de esta naturaleza han utilizado sondas conductoras de aleaciones de metales preciosos para hacer contacto con un sistema de junta rotatoria. Estas sondas han sido tradicionalmente construidas usando alambre circular, materiales compuestos, contactos de botón o escobillas de fibras conductoras de multifilamento. Los anillos de contacto concéntricos correspondientes de los anillos deslizantes tienen típicamente la forma para proporcionar una forma de sección transversal apropiada para el contacto deslizante. Las formas de anillo típicas han incluido ranuras en V, ranuras en U y anillos planos. Esquemas similares han sido usados con sistemas que presentan movimiento de traslación más que movimiento rotatorio.

Cuando se transmiten señales de alta frecuencia por medio de anillos deslizantes, un factor principal limitador de la velocidad de transmisión máxima es la distorsión de las formas de onda debidas a las reflexiones de discontinuidades de impedancia. Las discontinuidades de impedancia pueden aparecer a través del anillo deslizante siempre que diferentes formas de líneas de transmisión interconecten y tengan diferentes impedancias de sobrevoltaje. Pueden aparecer a menudo diferencias de impedancia significativas cuando las líneas de transmisión interconectan una junta de anillo con una interfaz externa, en las estructuras de contacto de las escobilla y cuando las líneas de transmisión conectan esas estructuras de contacto de escobilla con sus interfases externas. Las distorsiones severas de las señales de alta frecuencia pueden aparecer por cualquiera de las transiciones de impedancia que emparejan mal de las líneas de transmisión. Además, la distorsión severa puede ocurrir también debido a los errores de fase de las múltiples conexiones de escobillas paralelas.

La pérdida de energía a través de los anillos deslizantes aumenta con la frecuencia debido a una variedad de efectos, tal como múltiples reflexiones de impedancias que no emparejan, la resonancia de circuito, la inductancia y la capacitancia distribuida, las pérdidas dieléctricas y el efecto pelicular. Las comunicaciones analógicas de alta frecuencia y digitales a través de las interfases rotatorias también se han logrado o propuesto por otras técnicas, tales como interfases de fibra óptica, acoplamientos capacitivos, acoplamientos inductivos y la transmisión directa de la radiación electromagnética a través del espacio que interviene. Sin embargo, los sistemas que emplean estas técnicas tienden a ser relativamente caros.

El documento US 2004/161950 A1 describe un sistema de junta de contacto de acuerdo con la parte de precaracterización de la reivindicación 1 de las reivindicaciones que se acompañan.

Lo que se necesita es un sistema de anillo deslizante que se dirija a los problemas antes indicados, a la vez que proporcione un sistema de junta deslizante que se pueda producir fácilmente.

**45 Resumen de la invención**

De acuerdo con la presente invención, se crea un sistema de anillo que se contrae que comprende un material dieléctrico con un primer lado y un segundo lado; una pluralidad de anillos conductores separados concéntricamente situados en el primer lado del material dieléctrico, en el que los anillos conductores incluyen un anillo interior y un anillo exterior; y un primer plano base situado en el segundo lado del material dieléctrico; y los espesores de los anillos interior y exterior son seleccionados para igualar sustancialmente las longitudes eléctricas de los anillos interior y exterior.

En una realización preferente se ha formado una ranura en el material dieléctrico en como mínimo un lado del anillo exterior para provocar un aumento en la velocidad de la propagación de señal del anillo exterior. Se puede formar un segundo plano base en el material dieléctrico entre el anillo interior y el primer plano base, y el segundo plano base, cuando se ha implementado, provoca una disminución de la velocidad de propagación de la señal del anillo interior. Los espesores de los anillos interior y exterior pueden ser diferentes. Los acabados superficiales de los anillos interior y exterior pueden ser diferentes. Los anillos interior y exterior pueden proporcionar un par diferencial de una línea de transmisión. Los anillos interior y exterior pueden proporcionar una línea de transmisión no diferencial y la línea de transmisión no diferencial puede ser una guía de onda coplanaria.

Las realizaciones de la invención pueden comprender además una pluralidad de terminadores situados para reducir las reflexiones atribuibles a las discontinuidades de impedancia. Los terminadores pueden ser como mínimo uno de componentes de montaje en superficie, componentes pasivos embebidos o componentes creados usando técnicas de strip-line. Los terminadores pueden estar posicionados dentro de vías. Los componentes pasivos embebidos pueden ser componentes de película fina.

Estas y otras características, ventajas y objetos de la presente invención serán mejor entendidos y apreciados para los especialistas en la técnica con referencia a la siguiente especificación, reivindicaciones y dibujos anexos.

### Breve descripción de los dibujos

En los dibujos:

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un plato de un circuito impreso (CI) de alta frecuencia (AF) incluyendo líneas de transmisión de circuito flexibles que proporcionan conexión exterior con las estructuras de anillo del plato de anillos deslizantes;

la Fig. 2 es una vista en perspectiva parcial de una pluralidad de contactos de escobilla planos bifurcados y un CI asociado;

la Fig. 3 es una vista parcial de un contacto de escobilla plano interdigitado de seis dedos del ejemplo;

la Fig. 4 es una vista en perspectiva de los extremos de una pluralidad de contactos de escobilla planos bifurcados que están en contacto con anillos conductores de un plato de anillos deslizantes de CI;

la Fig. 5 es una vista de una sección transversal parcial de un punto de alimentación de ojete central de los contactos de escobilla planos de la Fig. 2;

la Fig. 6 es una vista parcial desde arriba de un sistema de una junta giratoria que muestra el alineamiento de una pluralidad de contactos de escobilla planos bifurcados, a través de los puntos de alimentación del ojete central, con juntas conductoras de un plato de junta giratoria de CI;

la Fig. 7a muestra un diagrama eléctrico de un sistema de contacto de escobilla diferencial,

la Fig. 7B muestra una vista de una sección transversal de un CI que implementa el sistema de contacto de escobilla diferencial de la Fig. 7a;

la Fig. 8 es un diagrama eléctrico de un sistema de contacto de escobillas diferencial de alimentación paralela;

la Fig. 9 es un diagrama de una línea de transmisión diferencial paralela cónica;

la Fig. 10 es un diagrama eléctrico de un par de líneas de transmisión graduadas diferenciales;

la Fig. 11 es una vista en perspectiva de una parte de un contacto de microstrip;

la Fig. 12 es una vista en perspectiva del contacto de microstrip de la Fig. 11 en contacto con un par de anillos concéntricos de un plato de anillos deslizantes de CI;

la Fig. 13A es un diagrama eléctrico de un plato de anillos deslizantes de CI que implementa líneas de transmisión diferenciales;

la Fig. 13B es una vista de una sección transversal parcial de un CI de tres capas utilizado en la construcción del plato de anillos deslizantes de CI de la Fig. 13A;

la Fig. 14 es un diagrama eléctrico de un plato de anillos deslizantes de CI que implementa líneas de transmisión diferenciales;

la Fig. 15 es una vista de una sección transversal parcial de un CI de cuatro capas utilizado en la construcción del plato de anillos deslizantes de CI de la Fig. 14;

la Fig. 16 es una vista en perspectiva de un eje rotatorio para recibir una pluralidad de placas de anillos deslizantes de CI;

la Fig. 17 es una vista en perspectiva del eje rotatorio de la Fig. 16 que incluye como mínimo una placa de anillos deslizantes montada en él;

la Fig. 18 es una vista de una sección transversal de una porción relevante de un anillo deslizante que implementa un microstrip diferencial, construido de acuerdo con una realización de la presente invención;

la Fig. 19 es una vista de una sección transversal de una parte relevante de un anillo deslizante que implementa una guía de ondas coplanaria, construida con otra realización de la presente invención;

la Fig. 20 es un esquema eléctrico de un anillo deslizante de un solo extremo, construido de acuerdo con una realización de la presente invención,

la Fig. 21 es un esquema eléctrico de un anillo deslizante diferencial, construido de acuerdo con otra realización de la presente invención;

la Fig. 22 es una vista de una sección transversal de una parte relevante de un anillo deslizante de circuito impreso (CI), incluyendo un componente de tecnología de montaje en superficie (TMS) montado en una vía del CI; y

la Fig. 23 es una vista desde arriba de una porción relevante de un anillo deslizante que tiene un resistor embebido acoplado por medio de dos líneas de señal del anillo deslizante, construido de acuerdo con otra realización de la presente invención.

## Descripción detallada de las realizaciones preferentes

Como se describe aquí, un sistema de anillo deslizante de contactos de banda ancha está diseñado para la transmisión de datos a alta velocidad en un rango de frecuencia desde corriente continua hasta varios GHz. Las realizaciones de la presente invención emplean un disco de anillos deslizantes de circuito impreso (CI) conductor que utiliza materiales y técnicas de alta frecuencia y una línea de transmisión asociada que interconecta anillos conductores del plato de anillos deslizantes de CI hasta una interfase externa. Las realizaciones de la presente invención pueden también incluir un sistema sensor de contacto que también utiliza la construcción de CI y técnicas de alta frecuencia para minimizar la degradación de las señales atribuibles a la alta frecuencia y a los efectos de la impedancia característica. El sistema de sonda por contacto incluye una línea de transmisión que interconecta las sondas del sistema de sonda de contactos con una interfase externa, utilizando de nuevo diversas técnicas para minimizar la degradación de las señales debido a la alta frecuencia y a los efectos de la impedancia característica. Diversas realizaciones de la presente invención se dirigen a la dificultad de controlar los factores que limitan el funcionamiento a alta frecuencia de un anillo deslizante. Específicamente, las realizaciones de la presente invención controlan la impedancia de las estructuras de la línea de transmisión y se dirigen a otras preocupaciones relacionadas con la reflexión a alta frecuencia y las pérdidas.

Una realización de la presente invención está dirigida a las áreas clave del problema relacionadas con las reflexiones a alta frecuencia y las pérdidas asociadas con el sistema de contacto eléctrico deslizante de los anillos deslizantes. Diversas realizaciones de la presente invención utilizan un sistema de anillo deslizante de anillos conductores planos y contactos eléctricos de metales preciosos interdigitados planos. Ambas estructuras están fabricadas utilizando materiales de CI y pueden implementar líneas de transmisión de microstrip y línea strip y variaciones de estas.

### *Sistema de Contacto de Escobillas de Forma Plana*

En general, utilizar un contacto de escobillas de forma plana proporciona beneficios significativos respecto a los anillos deslizantes de alta frecuencia, si se compara con los contactos de alambre redondo y otras formas de contacto. Estos beneficios incluyen: efecto de piel reducido, cuando las áreas superficiales más anchas tienden a reducir las pérdidas a alta frecuencia; menor inductancia, pues una sección transversal plana tiende a reducir la inductancia y las pérdidas a alta frecuencia; menor impedancia característica, que es más compatible con impedancias diferenciales de anillos deslizantes; mayor prestación (baja velocidad del muelle), que es tolerante con la liberación axial de un plato de anillos deslizantes; compatibilidad con la tecnología de CIs de montaje en superficie y rigidez lateral alta, que permite a las escobillas moverse con precisión en un sistema de anillos planos.

La alta rigidez lateral es generalmente deseable para crear un sistema de contacto de anillos deslizantes que opere con éxito con un sistema de anillos planos. Tal sistema de anillos planos puede fácilmente utilizar tecnología de CIs en la creación del sistema de anillos. En general, la tecnología de CIs es capaz de proporcionar una característica de impedancia bien controlada que puede ser de valor de impedancia significativamente más alto de lo que permitían las técnicas de la técnica anterior. Esa mayor impedancia hace posible equiparar la impedancia característica de las líneas de transmisión comunes, dirigiéndose de nuevo a uno de los problemas asociados con la transmisión de datos a alta frecuencia.

Los contactos interdigitados, es decir, los contactos bifurcados, contactos trifurcados o contactos divididos de otro modo en múltiples contactos de dedo paralelos, tienen otras ventajas significativas aplicables para la operación de los anillos deslizantes. Los puntos de contacto paralelos son una característica tradicional de los anillos deslizantes desde el punto de vista que proporcionan una resistencia dinámica aceptablemente baja. Con los anillos deslizantes convencionales, el ruido dinámico puede tener un componente inductivo significativo del cableado necesario para implementar los contactos paralelos múltiples. Los contactos de escobilla planos ofrecen múltiples puntos de contacto de baja inductancia operando en paralelo y proporcionan una mejora significativa en el funcionamiento con respecto al ruido dinámico.

Como se muestra en las Figs. 2 y 5, una implementación particular de contactos 200 planos de escobillas múltiples es un par de tales escobillas 202 y 204 montadas una enfrente de la otra en un CI 206 y alimentadas a través de un ojeté o vía central 208. Aparte de las ventajas de las escobillas múltiples por la capacidad de corriente aumentada y la resistencia dinámica reducida, esta implementación también tiene beneficios de funcionamiento a alta frecuencia. El ojeté 208 central asegura líneas de transmisión iguales en longitud y señales en fase para ambas escobillas 202 y 204, así como impedancias características favorables a la concordancia con la impedancia de los anillos deslizantes y a las bajas pérdidas. La posición de las puntas de las escobillas de contacto muy cercanas ayuda a reducir los errores de fase del anillo deslizante. Con referencia a las Figs. 1 y 6, la vía central 209 también permite la verificación visual del

alineamiento de las escobillas de contacto 202 y 204 con un anillo, es decir, el anillo 106A, que es una característica muy deseable que simplifica el conjunto de anillos deslizantes.

Como se representa en las Figs. 7A-7B, a altas velocidades de datos y altas frecuencias, las estructuras 702 y 704 de escobilla alimentadas centralmente pueden ser usadas óptimamente en las líneas de transmisión diferenciales. La geometría de la línea de transmisión mostrada es implementada típicamente con un CI 700 de múltiples capas. Los contactos 702 y 704 de escobilla planos están montados superficialmente a una estructura de microstrip 705 sobre un plano 710 base. La conexión entre las escobillas 702 y 704 y los terminales de entradas externos está en forma de un microstrip 712 embebido. El tamaño y separación de los microstrips 705 de escobillas y la línea 712 de transmisión de microstrip embebida que los alimenta son dictados por la necesidad de hacer concordar la impedancia de la línea de transmisión externa y el anillo deslizante asociado. Los agujeros de la vía para conexión de las líneas de transmisión externas y la vía 708 de alimentación central asociada penetran completamente en el CI 700 y tienen áreas 714 de relieve en el plano 710 base para el aislamiento eléctrico. Los dos CI pueden ser unidos espalda contra espalda para alimentar los dos anillos deslizantes, con las vías penetrando en ambos tableros de una forma análoga.

Como se ha ilustrado en la Fig. 8, pueden ser implementadas múltiples estructuras de escobilla utilizando técnicas de CI, como se ha descrito antes, para crear secciones de líneas de transmisión de la impedancia correcta. Por ejemplo, asumiendo el uso de cableado de 50 Ohm, las líneas de transmisión 802 y 804 "de interconexión" están diseñadas para una impedancia diferencial de 50 Ohms, concordando con la línea de alimentación externa. Las condiciones paralelas a las estructuras de escobilla lo son por medio de líneas de transmisión 806 y 810 de igual longitud. Tales líneas de transmisión que proporcionan señales en fase con las estructuras de escobilla son referidas en este documento como "líneas de cero grados de desfase", estando en armonía con una expresión similar usada para los sistemas de antenas en fase. La impedancia de estas "líneas de cero grados de desfase" es dos veces la de las "líneas de interconexión", ó 100 Ohmios. La impedancia diferencial del anillo deslizante utilizado con una estructura 800 de contacto, como se ha ilustrado en la Fig. 8, es entonces dos veces la de las líneas de fase 806 y 810, ó 200 Ohmios. Una solución general a la alimentación paralela de N estructuras de contacto establece el diferencial de impedancia de las líneas de fase como N veces la impedancia de entrada.

En esos ejemplos en los cuales las impedancias no son convenientes o no son valores que se puedan lograr, el uso de una línea 900 de transmisión de impedancia graduada (es decir, cambiando de una forma continua, aunque casi imperceptible) puede ser usada como una sección de concordancia entre impedancias no similares. Con referencia a la Fig. 9, un diagrama ilustra una sección de concordancia entre impedancias no similares, que muestra una línea 900 de transmisión diferencial paralela cónica. Hacer cónicos los trazos 902 y 904 es un método de variar continuamente la impedancia, lo que minimiza la magnitud de las reflexiones que en caso contrario se producirían por las abruptas discontinuidades de la impedancia.

La Fig. 10 ilustra el uso de las líneas de transmisión de impedancia graduadas como una solución para mejorar los efectos de los valores de impedancia no similares. En este ejemplo, la impedancia diferencial del anillo deslizante asociado con el sistema de contacto es muy baja para que concuerden convenientemente las líneas de fase, como se ha descrito en conjunción con la Fig. 8. La conicidad de las líneas de interconexión 1002 y 1004 permite que la impedancia de la línea de transmisión se reduzca gradualmente hasta un valor intermedio de impedancia entre las de los anillos del plato de anillos deslizantes y de la línea de transmisión externa. La conicidad de las líneas de fase 1006 y 1010 de cero grados permite que la impedancia aumente gradualmente desde la del anillo deslizante para concordar con el valor intermedio antes descrito. El efecto neto de utilizar las secciones concordantes de impedancia graduada es reducir la magnitud de las reflexiones de lo que serían de otro modo desacuerdos sustanciales de impedancia. Minimizar las discontinuidades de impedancia es deseable desde el punto de vista de preservar la integridad de las señales de las formas de onda de datos a alta velocidad.

En la Fig. 11 se muestra otra técnica para construir un sistema de contacto de anillos deslizantes que funcionan por encima de un GHz. Esta técnica utiliza un contacto microstrip 1100 para preservar las características de la línea de transmisión hasta dentro de unos pocos milímetros del anillo deslizante antes de hacer la transición a los contactos 1102 y 1104. El contacto de microstrip 1100 actúa como un muelle cantilever para proporcionar una fuerza de escobilla correcta, así como proporcionar una línea de transmisión controlada de impedancia. Por tanto, el contacto de microstrip 1100 actúa simultáneamente como una línea de transmisión, un muelle y un contacto de escobilla, con ventajas de funcionamiento por encima de un GHz. La realización de la Fig. 12, que representa el contacto 100 de la Fig. 11 en conjunción con un plato 1120 de anillos deslizantes, funciona para proporcionar un único canal de datos diferenciales de alta velocidad de un anillo deslizante de banda ancha.

#### *Plato de Anillos Deslizantes de Banda Ancha de CI de Forma Plana*

Los sistemas que implementan un plato de anillos deslizantes de banda ancha con un sistema de contactos de escobillas interdigitados planos son implementados típicamente utilizando técnicas de CI multicapa, aunque también son posibles otras técnicas. El funcionamiento a alta frecuencia es favorecido por el uso de sustratos constantes poco dieléctricos y líneas de transmisión de impedancia controlada utilizando microstrip, strip-line, forma de onda coplanaria y técnicas similares. Además, el uso de líneas de transmisión diferenciales equilibradas es una herramienta importante desde el punto de vista de controlar la emisión electromagnética y la susceptibilidad, así como la interferencia de modo común. El microstrip, la strip-line y otras técnicas de construcción de microondas también promueven el control preciso de la impedancia de las estructuras de las líneas de transmisión, un factor vital para los anchos de banda anchos

## ES 2 334 055 T3

necesarios para la señalización digital a alta frecuencia. Una implementación específica depende primariamente de la impedancia deseada y de los requerimientos del ancho de banda.

Las Figs. 13A-13B muestran un diagrama eléctrico y una sección transversal parcial, respectivamente, de un plato 1300 de anillo deslizante utilizando una construcción de microstrip, con anillos conductores 1302A y 1302B grabados en un lado del material dieléctrico de un CI 1304, con un plano base 1310 en el lado opuesto. El material 1304 del CI es elegido para que sea apropiado para la constante dieléctrica deseada que sea apropiada para la impedancia deseada del plato 1300 de anillos deslizantes. Las conexiones entre los anillos conductores 1302A y 1302B y las líneas de transmisión externas son efectuadas por microstrips embebidos 1306A y 1306B, respectivamente. Los microstrips 1306A y 1306B son enrutados típicamente a una vía o soporte superficial para la unión al cableado o a otra línea de transmisión. Las conexiones entre las líneas de alimentación 1306A y 1306B y los anillos 1302A y 1302B son proporcionadas por vías que discurren entre dos capas. La estructura mostrada es típicamente una estructura de tres capas o de cinco a seis capas si es construida como un plato de anillos deslizantes de dos lados. El plano base 1310 puede ser una construcción sólida o una malla dependiendo de si el plano base es para actuar como una variable de impedancia adicional y/o para controlar la distorsión del tablero de control.

La barrera negativa 1320, es decir, una ranura mecanizada entre los anillos, cumple algunas de las funciones de una barrera más tradicional, tales como aumentar la distancia entre crestas superficiales para el aislamiento dieléctrico y proporcionar protección física contra mayores piezas de restos conductores. La barrera negativa 1320 usada en un plato de anillos deslizantes también de alta frecuencia tiene la característica de disminuir la constante dieléctrica efectiva del sistema de anillos remplazando el dieléctrico sólido por aire. La ventaja eléctrica de esta característica es que permite que se puedan construir platos de anillos deslizantes de mayor impedancia de los que de otro modo serían prácticos para un dieléctrico dado. Además, la barrera negativa 1320 puede también ser implementada para proporcionar una compensación de velocidad, como se describe más adelante.

Los anillos 1302A y 1302B pueden ser alimentados o bien con un solo extremo y referenciados al plano base 1310 o directamente entre anillos adyacentes. Como se describe más adelante, las líneas de alimentación 1306A y 1306B pueden ser trazos o bien de ancho constante dimensionadas apropiadamente para la impedancia deseada o líneas de transmisión de impedancia graduada para ayudar a concordar con impedancias no similares.

La construcción de anillos deslizantes de CI, antes descrita, proporciona buen funcionamiento a alta frecuencia hasta frecuencias de varios cientos de MHz, dependiendo del tamaño físico del plato de anillos deslizantes y de los materiales elegidos. La mayor limitación al límite superior de frecuencia de tal plato de anillos deslizantes está impuesta por efectos de resonancia cuando las líneas de transmisión se hacen una fracción significativa de la longitud de onda de la señal deseada. Típicamente, se puede esperar un funcionamiento razonable hasta una circunferencia de anillo de aproximadamente un décimo de la longitud de onda eléctrica de la señal con valores razonables de pérdida de inserción y relación de onda estacionaria.

Para acomodar frecuencias o anchos de banda mayores para un tamaño dado de anillo deslizante, debe aumentarse generalmente la frecuencia de resonancia del anillo deslizante. Un método de lograr esto es dividir la línea de alimentación en múltiples líneas de fase y accionar el anillo deslizante en múltiples puntos. El efecto es colocar las inductancias distribuidas de los anillos deslizantes en paralelo, lo que aumenta la frecuencia de resonancia proporcionalmente a la raíz cuadrada del cambio de inductancia. La Fig. 4 muestra un sistema de alimentación 1400 que usa líneas de transmisión diferenciales y la Fig. 15 muestra una sección transversal de un plato de anillos deslizantes de CI que incorpora el método de alimentación. Las dos líneas de fase y los puntos de alimentación asociados son mostrados en el ejemplo, aunque se pueden usar tres o más líneas de fase con tolerancia apropiada para concordar con las impedancias.

Las líneas de transmisión a los anillos 1402 y 1404 están conectadas a los puntos 1401 y 1403, respectivamente, en ambas Figs. 14 y 15. Las líneas de transmisión interconectadas 1406 y 1408 están diseñadas para concordar con la impedancia de la línea de alimentación, 50 Ohmios en este ejemplo. La combinación paralela de las líneas de fase 1410A y 1410B y 1412A y 1412B están también diseñadas para concordar con la impedancia de 50 Ohm, ó de 100 Ohm individualmente. Cada conexión de línea de fase ve una sección paralela de los anillos 1402 y 1404, que, en este ejemplo, están diseñados para una impedancia diferencial de 200 Ohm. Son posibles otras combinaciones así como los ajustes apropiados para concordar con las impedancias. Específicamente, cuando N es el número de puntos de alimentación de los anillos deslizantes y Z es la impedancia de entrada, la impedancia de la línea de fase es  $N \cdot Z$  y la impedancia del anillo es  $2 \cdot N \cdot Z$ . Se consigue lograr mayores valores de impedancia por el uso de materiales de baja constante dieléctrica. Las líneas de fase mostradas en la Fig. 15 se benefician de la proximidad del aire en la barrera negativa para lograr un menor coeficiente dieléctrico y una mayor impedancia diferencial.

El uso de circuitería flexible 104 (véase la Fig. 1) en la construcción de las secciones de líneas de fase de impedancia graduada facilita las conexiones de multipunto con los anillos 106A y 106B del plato 102 de anillos deslizantes de CI. Este método simplifica la construcción del anillo deslizante de CI cuando las líneas de fase son externas al anillo y están fácilmente conectadas en paralelo en la línea de transmisión de alimentación cruzada. Las secciones de concordancia con la impedancia graduada permiten la construcción de anillos deslizantes con perfiles de impedancias suaves, lo que mejora la planicidad del paso de banda y la distorsión de la señal debido a las discontinuidades de impedancia. El uso de líneas de fase de impedancia graduada es generalmente una característica deseable cuando se construyen anillos deslizantes 100 de CI.

*Método de Montaje de los Anillos Deslizantes*

Las Figs 16 y 17 muestran un eje 1600 rotatorio, para recibir una pluralidad de conjuntos 100 de platos de anillos deslizantes, que es diseñada ventajosamente para facilitar la construcción de un anillo deslizante, a la vez que se dirige a tres preocupaciones típicas encontradas en la fabricación de estos dispositivos. Tal como se ha diseñado, el eje permite el control del posicionamiento axial de los platos sin acumulación de tolerancias, el control del posicionamiento radial de los anillos deslizantes del plato y la gestión de cables y conductores. Una dificultad significativa cuando se montan platos de anillos deslizantes a un eje rotatorio es evitar la acumulación de tolerancias que es inherente con muchos métodos de montaje de anillos deslizantes, es decir, los que usan espaciadores. La gestión de los cables y conductores es también en problema perenne con la manufactura de la mayoría de anillos deslizantes ya que la congestión de cables aumenta con cada plato adicional. Como mejor se muestra en la Fig. 16, el eje rotatorio 1600 incluye un número de pasos que se dirigen a las problemas antes referidos.

El eje 1600 puede ser un componente fabricado con control numérico (CNC) con una serie de ranuras concéntricas mecanizadas para producir una disposición helicoidal de tierras/adaptadores de montaje 1602-1612 para los platos 102 del sistema de anillos deslizantes. El posicionamiento axial de las ranuras en el eje 1600 son una función de la repetibilidad de la operación de mecanizado, por tanto un lado de cada anillo deslizante está situado axialmente dentro de la precisión de mecanizado sin acumulación progresiva de las tolerancias. El lado opuesto de cada plato 102 es posicionado con sólo la tolerancia de espesor de los anillo como un factor adicional. El diámetro interior de las ranuras está dimensionado para proporcionar una superficie de posicionamiento radial para el diámetro interior de cada plato. Las tierras/adaptadores 1602-1612 dispuestas helicoidalmente proporcionan las características de montaje de cada plato 102. La disposición helicoidal proporciona más espacio para el paso de los cables cuando se instala cada plato 102. La forma del paso de cable 1640 proporciona un paso para agrupar los cables 1650 para la gestión de cables y con fines de aislamiento eléctrico. Como se muestra en la Fig. 17, el eje 1600 puede ser situado ventajosamente dentro de una cavidad 1660 de una forma 1670 durante la construcción del sistema de anillos deslizantes de platos múltiples.

En resumen, un sistema de anillos deslizantes que incorpora las características descritas aquí proporciona un anillo deslizante de banda ancha a alta frecuencia con los siguientes puntos, aunque no necesariamente simultáneamente, en una implementación dada: el uso de contactos interdigitados planos en conjunción con anillos deslizantes de CI planos y técnicas de líneas de transmisión para usar anchos de banda anchos; el uso de estructuras de contacto de escobillas que incluyen una vía central acoplada a una línea de alimentación, que proporciona ventajas de funcionamiento y permite la verificación del alineación visual entre los anillos y las escobillas; la construcción de CI de líneas de transmisión diferenciales para anillos deslizantes de alimentación de múltiples puntos; el uso de líneas de fase Multiple Flex Para alimentación de puntos múltiples de anillos deslizantes; el uso de secciones de concordancia de líneas de transmisión de impedancia graduada para afectar sobre la concordancia de impedancia en anillos deslizantes de CI en general y específicamente en las aplicaciones anteriores; el uso de una barrera negativa en el diseño del plato de anillos deslizantes de CI por sus beneficios de aislamiento eléctrico así como sus beneficios de alta frecuencia atribuibles a una constante dieléctrica inferior; el uso de contactos de microstrip, es decir, una sección flexible de línea de transmisión de microstrip con contactos embebidos para proporcionar ventajas de funcionamiento a alta frecuencia sobre aproximaciones más tradicionales; y el uso de un eje rotatorio con pasos en la construcción de anillos deslizantes para mejoras técnicas en el posicionamiento mecánicos y la gestión de cables.

*Anillo Deslizante de Velocidad Compensada*

Transmitir señales diferenciales a través de un anillo deslizante de tipo plato, con una construcción convencional o de circuito impreso (CI), puede requerir dirigir el problema de diferenciar los radios R1 y R2 de la Fig. 18 de dos conductores o de más conductores que forman una línea de transmisión. En un anillo deslizante de tipo plato típico, se implementan anillos conductores con diferentes radios para cada anillo. Por consiguiente, los anillos de un par de anillos resultantes tienen diferentes circunferencias físicas y, por tanto, forman una línea de transmisión que está hecha de dos longitudes de paso desiguales. Las longitudes físicas diferentes de los anillos dan como resultado diferentes longitudes eléctricas de los anillos, con el resultado de que señales diferenciales portadas por los anillos se ponen fuera de fase cuando viajan alrededor de los anillos. Una línea de transmisión construida así presenta un huésped de unas penalidades eléctricas, que incluyen, equilibrado diferencial degradado, radiación aumentada procedente de la línea de transmisión, vulnerabilidad aumentada a las señales en modo común, jitter aumentada y tasa de datos digitales disminuida.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, las limitaciones presentadas por anillos deslizantes que utilizan diferentes radios para los anillos es dirigida por la aplicación de técnicas de compensación de velocidad. Las técnicas de compensación de velocidad dan como resultado la equalización de longitudes eléctricas de los anillos, incluso aunque los anillos tengan longitudes físicas diferentes. De esta manera, las señales que se propagan alrededor del anillo deslizante permanecen en fase con respecto a la posición angular y no presentan el desfase que es inherente a los anillos deslizantes de la técnica anterior.

Con referencia a la Fig. 18 y de acuerdo con la presente invención, se puede implementar un número de técnicas para controlar y equalizar la velocidad de propagación de un anillo deslizante 1800 de plato diferencial, que puede rotar alrededor de un eje de rotación 1801. Por ejemplo, puesto que un anillo más ancho tiene una menor velocidad de propagación de un anillo más estrecho, se puede seleccionar el ancho del anillo interior 1808 para que sea más

amplio que el ancho del anillo exterior 1810. De esta manera, los anchos de los dos anillos de un par diferencial están ajustados para lograr una circunferencia eléctrica igual (o un igual desfase de tiempo). La velocidad de propagación del anillo exterior 1810 puede ser aumentada también por ranuras que se forman 1812 en un dieléctrico 1804 en cada lado del anillo exterior 1810. Las ranuras 1812 disminuyen efectivamente una constante dieléctrica media y, por tanto, aumentan la velocidad de propagación de una señal portada por el anillo exterior 1812. Las ranuras 1812 pueden estar, por ejemplo, cortadas dentro del dieléctrico 1804 en uno o ambos lados del anillo exterior 1812. El tamaño de las ranuras 1812 puede ser ajustado para hacer que tanto el anillo interior 1808 como el anillo exterior 1812 tengan la misma circunferencia eléctrica y desfase de tiempo, a pesar de tener diferentes circunferencias físicas.

La velocidad de propagación de un anillo también puede ser alterada cambiando la distancia de un anillo a una estructura metálica que lo rodea, tal como la distancia al plano base 1802. Por ejemplo, la velocidad de propagación de un anillo puede ser disminuida disminuyendo la distancia a un plano base. Alternativamente, o además, se puede incorporar un plano base adicional 1806 dentro del dieléctrico 1804 debajo del anillo interior 1808. Las dimensiones físicas del plano base 1806 adicional y la distancia entre el plano base 1806 y el anillo interior 1808 pueden ser ajustadas después para lograr la misma longitud eléctrica o desfase de tiempo que el par diferencial del anillo no alterado. La velocidad de propagación de un anillo también puede ser afectada controlando un espesor y acabado superficial de los anillos. Aunque la modificación del espesor y acabado superficial tienen típicamente un pequeño efecto relativo en la velocidad de propagación de la señal, alterar estas variables en combinación con las otras variables descritas antes puede permitir que se logre una velocidad deseada de propagación de la señal. Todas estas técnicas pueden ser implementadas como soluciones independientes o en combinación con una o más de las otras técnicas para lograr un anillo diferencial que tenga anillos con sustancialmente la misma circunferencia eléctrica (o desfase de tiempo).

Con referencia a la Fig. 19, las técnicas de compensación de la velocidad de propagación antes descritas pueden también ser usadas en anillos deslizantes que tengan una o más líneas de transmisión diferenciales, tales como una guía 1900 de onda coplanaria, que puede rotar alrededor de un eje de rotación 1901. Una combinación de las técnicas antes descritas puede ser usada para ajustar una velocidad de propagación del anillo interior 1906, el anillo medio 1908 y el anillo exterior 1910 para lograr longitudes eléctricas sustancialmente iguales para los anillos 1906, 1908 y 1910, que están separados de un plano base 1902. En una realización, se pueden implementar tres anchos diferentes para aumentar progresivamente la velocidad de propagación con radio creciente del anillo. En las situaciones en las que la diferencia en radios es demasiado larga para permitir toda la compensación alterando los anchos de anillo, la velocidad de propagación de los anillos 1908 y 1910 puede también ser aumentada por la ranuras que se forman 1912, 1912A y 1912B dentro del dieléctrico 1904. Más aún, un anillo plano base secundario (tal como se muestra en la Fig. 18) puede ser incluido debajo del anillo interior 1906 para ralentizar la velocidad de propagación de una señal portada por el anillo 1906.

En los diversos casos, la meta es crear una geometría que equilibre las longitudes eléctricas de los anillos concéntricos, alterando el ancho del anillo, el espesor o acabado superficial, y/o modificando localmente la constante dieléctrica efectiva del medio dieléctrico que los rodea y/o añadiendo un plano base secundario debajo de un anillo apropiado.

#### *Incorporar Componentes Pasivos y Activos en Líneas de Transmisión de Anillos Deslizantes de CI*

La preocupación por la integridad de las señales, cuando se implementan los anillos deslizantes, pueden requerir el uso de componentes pasivos para terminar líneas de transmisión de los anillos deslizantes, para controlar las reflexiones debidas a las discontinuidades de impedancia. Las técnicas de construcción de anillos deslizantes de CI pueden también ser usadas para incorporar estas terminaciones dentro de la construcción del CI por diversas técnicas, por ejemplo, implementando componentes de montaje superficial para redes RLC, componentes pasivos embebidos (RLC) dentro o en el tablero S/R de PC y/o técnicas de strip-line para crear redes RLC usando trazos de CI.

Una técnica de terminación para anillo deslizante de un solo extremo puede incluir una conexión shunt en serie de redes 2002 y 2004 de resistores tal como se ha ilustrado en la Fig. 20, para un anillo deslizante 2000 de un solo extremo. Una técnica de terminación para un anillo deslizante diferencial puede incluir una conexión shunt en serie de redes de resistores 2102 y 2104, tal como se ha ilustrado en la Fig. 21, para un anillo deslizante diferencial 2100. Más redes complejas consistentes en elementos (RLC) inductivos, capacitivos y/o resistivos pueden ser usadas según se necesite para realizar las necesarias transformaciones de impedancia, voltaje o corriente. El uso de dispositivos electrónicos activos puede también proporcionar tales transformaciones, además del acondicionamiento de la señal, conversión y/o recuperación. La incorporación de componentes electrónicos sobre o dentro de la línea de transmisión del anillo deslizante, como se ha descrito antes, es ventajosa para mantener la integridad de la señal.

La Tecnología de Montaje en Superficie (TMS) puede ser usada para montar componentes electrónicos directamente en o a través de CIs de anillos deslizantes, implementados usando soportes superficiales para montar los componentes sobre el anillo deslizante o CI de contacto. Con referencia a la Fig. 22, los elementos 2206 de shunt pueden ser instalados dentro de una vía 2204 ó un CI 2202 de anillo deslizante 2200. En este caso, los elementos 2206 están soldados a cada lado para lograr la conexión sin las reactancias de dispersión que pueden ser inherentes al usar otras construcciones de vía y soporte. Estas técnicas TMS pueden ser usadas para el anillo deslizante y los contactos de CIs, así como las líneas de transmisión de cinta flexible y tableros conectores intermedios.



## ES 2 334 055 T3

Con referencia a la Fig. 23, se pueden incorporar componentes 2306 pasivos embebidos directamente dentro de un CI 2302 de un anillo deslizante 2300 o en un CI de contacto (bloqueo de escobilla). Esto puede lograrse aplicando elementos resistivos y/o capacitivos dentro de capas intermedias apropiadas de pilas de CI, usando película fina u otras tecnologías. La capacidad de aplicar tales componentes en puntos clave en una implantación de CI de anillo deslizante es ventajosa para la integridad de la señal, desde el punto de vista del control de la impedancia y la gestión de las reflexiones. Con referencia de nuevo a la Fig. 20, los resistores 2006 y 2008, mostrados en líneas puntos, pueden ser incorporados efectivamente como componentes pasivos embebidos. Con referencia de nuevo a la Fig. 23, el componente 2306 puede ser un resistor de película que sea depositado a través de trazos 2304 de cobre de una capa del CI 2302. Además, las redes de la línea retransmisión para frecuencias de microondas pueden ser implementadas usando strip-lines y microstrips (creando capacitores e inductores usando trazos de circuito impreso), permitiendo a los componentes que sean incorporados directamente en el anillo deslizante o CI de contacto como parte del lote completo sin usar componentes discretos.

La descripción anterior es considerada la de las realizaciones preferentes sólo. Modificaciones de la invención se les ocurrirán a los especialistas en la técnica y a los que hagan uso de la invención. Por tanto, se entiende que las realizaciones mostradas en los dibujos y descritas antes son básicamente con propósitos ilustrativos y no entendidas para limitar el alcance de la invención, que es definido por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1800) de anillos de contacto, que comprende:

un material dieléctrico (1804) con un primer lado y un segundo lado;

una pluralidad de anillos conductores separados concéntricos situados en el primer lado del material dieléctrico, en el que los anillos conductores incluyen un anillo interior (1808) y un anillo exterior (1810); y

un primer plano base (1802) situado en el segundo lado del material dieléctrico,

**caracterizado** porque el ancho del anillo interior (1808) es mayor que el ancho del anillo exterior (1810); y

los anchos de los anillos interior y exterior son seleccionados para ecualizar sustancialmente las longitudes eléctricas de los anillos interior y exterior.

2. El sistema de la reivindicación 1,

en el que está formada una ranura (1812) en el material dieléctrico en como mínimo un lado del anillo exterior para causar un aumento en una velocidad de propagación del anillo exterior.

3. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo además:

un segundo plano (1806) formado en el material dieléctrico (1804) entre el anillo interior (1808) y el primer plano base (1802), y

en el que el segundo plano base (1806) causa una disminución en una velocidad de propagación de la señal del anillo interior.

4. El sistema de la reivindicación 1,

en el que los espesores de los anillos interior y exterior (1808, 1810) son diferentes.

5. El sistema de la reivindicación 1,

en el que los acabados superficiales de los anillos interior y exterior (1808, 1810) son diferentes.

6. El sistema de la reivindicación 1,

en el que los anillos interior y exterior (1808, 1810) proporcionan un par diferencial de una línea de transmisión.

7. El sistema de la reivindicación 1,

en el que los anillos interior y exterior (1906, 1910) proporcionan una línea (1900) de transmisión no diferencial (1900).

8. El sistema de la reivindicación 7,

en el que la línea de transmisión no diferencial es una guía de onda coplanaria.

9. El sistema de la reivindicación 1, comprendiendo además:

una pluralidad de terminadores situados para reducir las reflexiones atribuibles a las discontinuidades de impedancia.

10. El sistema de la reivindicación 9,

en el que los terminadores son como mínimo uno de componentes de montaje en superficie, componentes pasivos embebidos o componentes creados usando técnicas de strip-line.

11. El sistema de la reivindicación 9,

en el que los terminadores están situados dentro de las vías.

12. El sistema de la reivindicación 10,

en el que los componentes pasivos embebidos son componentes de película fina.

## ES 2 334 055 T3

13. Un sistema de anillos de contacto (1800), tal como se ha reivindicado en la reivindicación 1

en el que se forma una ranura en el material dieléctrico (1804) en como mínimo un lado del anillo exterior (1810) para provocar un aumento en una velocidad de propagación de la señal del anillo exterior (1810).

14. El sistema de la reivindicación 13, comprendiendo además:

Una pluralidad de terminadores situados para reducir las reflexiones atribuibles a las discontinuidades de impedancia, y

en el que los terminadores son como mínimo uno de componentes de montaje en superficie, componentes pasivos embebidos o componentes creados usando técnicas de strip-line.

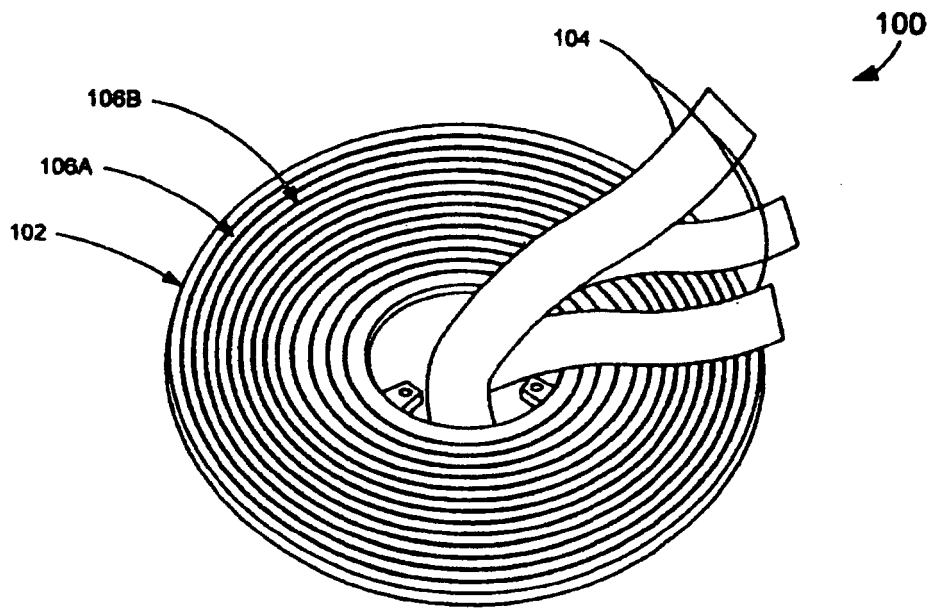


FIG. 1

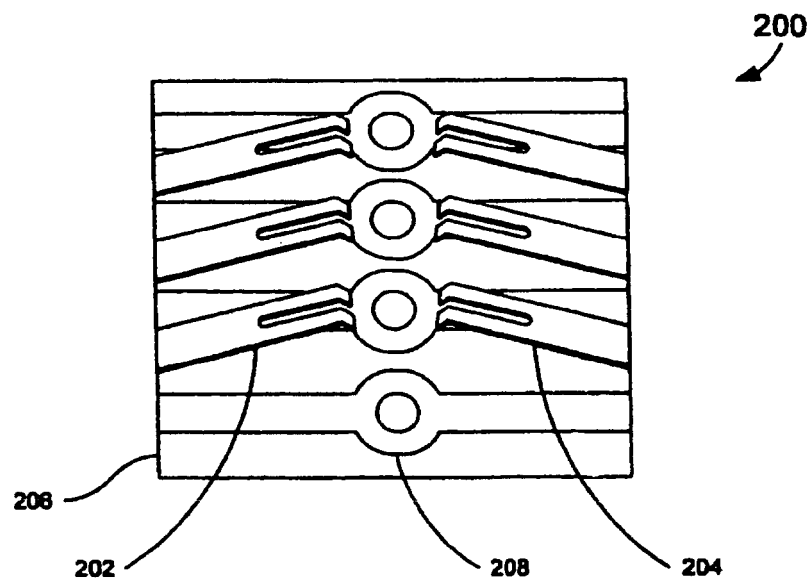


FIG. 2

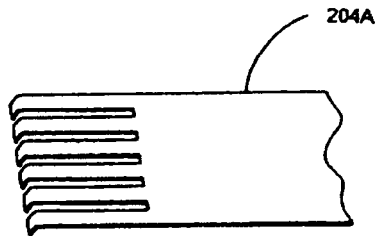


FIG. 3

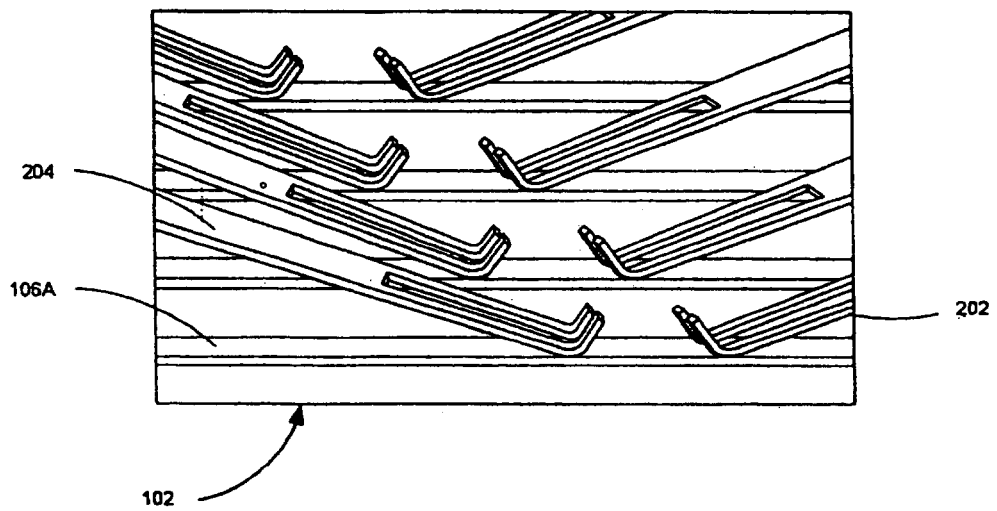


FIG. 4

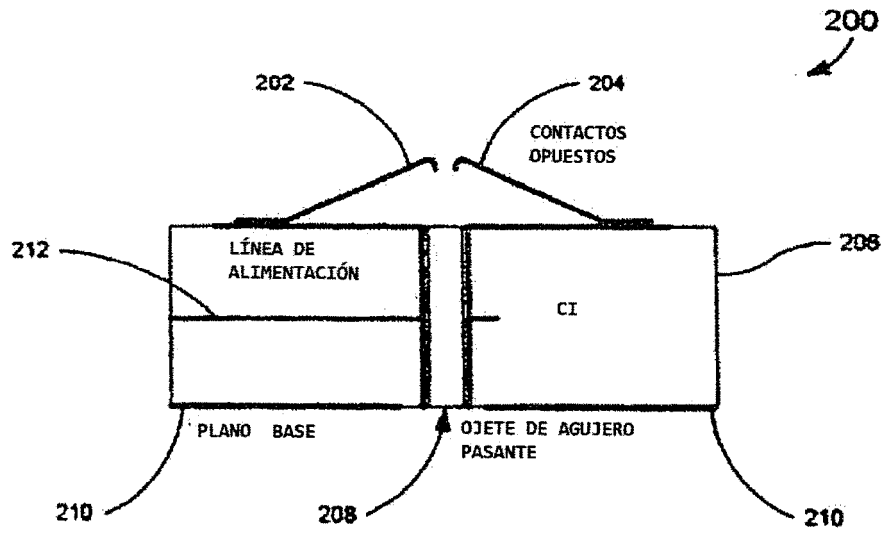


FIG. 5

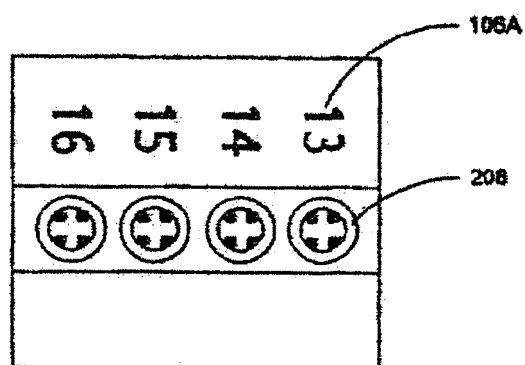


FIG. 6

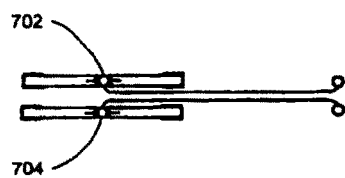


FIG. 7A

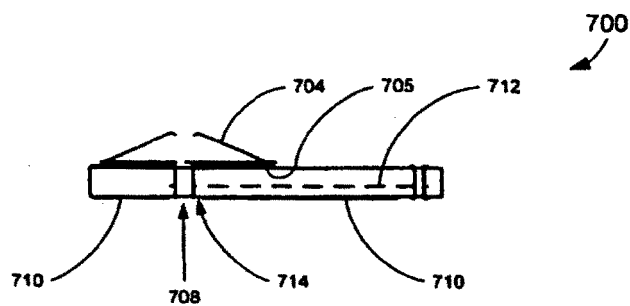


FIG. 7B

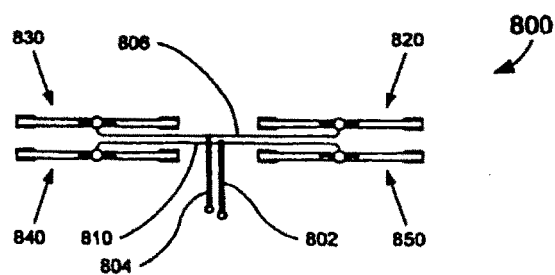


FIG. 8

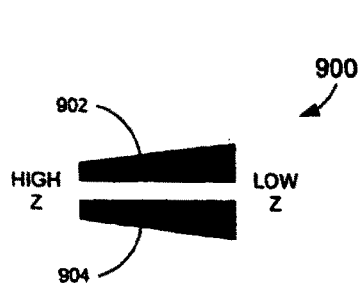


FIG. 9

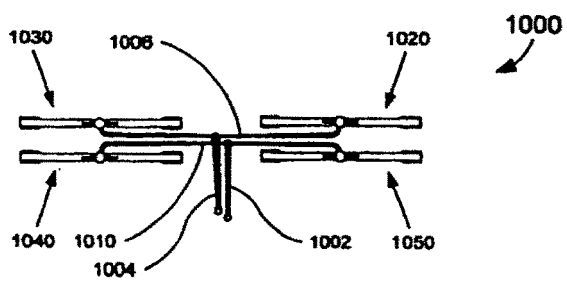


FIG. 10

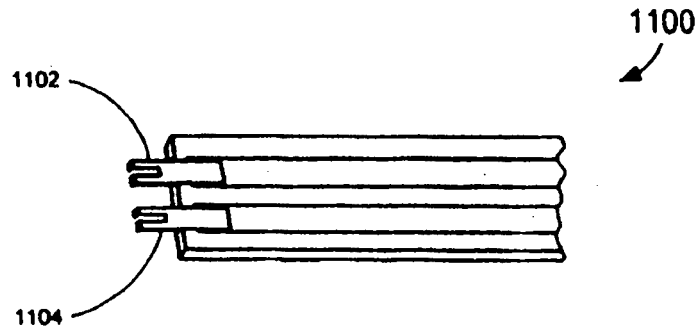


FIG. 11

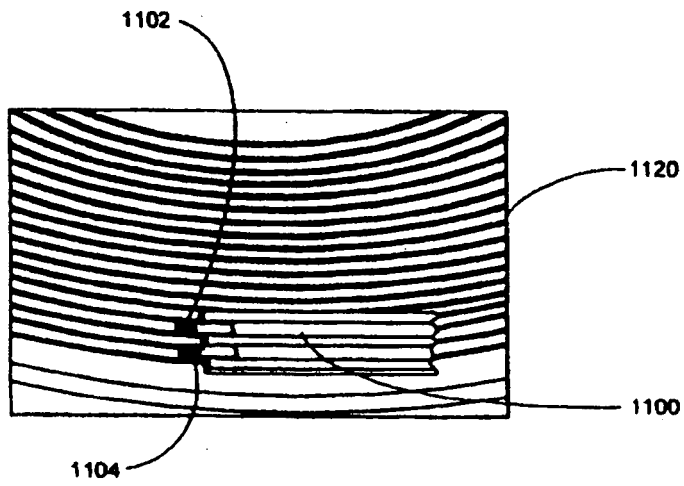


FIG. 12

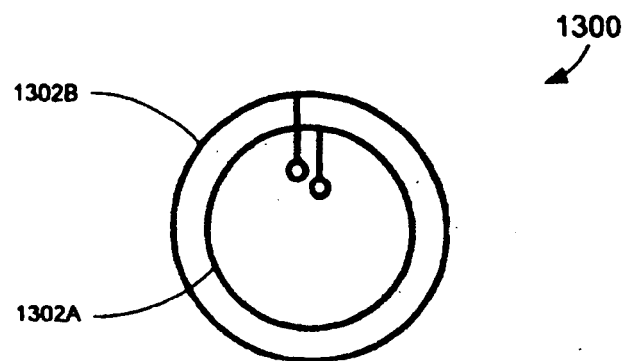


FIG. 13A



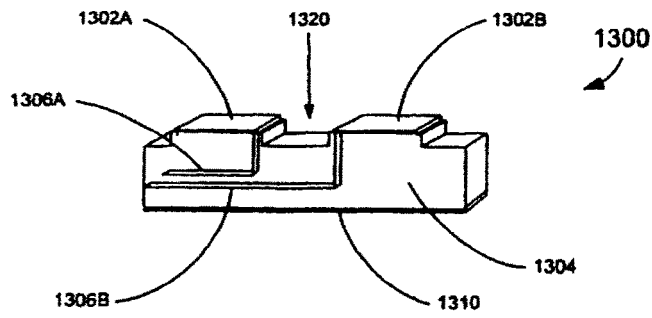


FIG. 13B

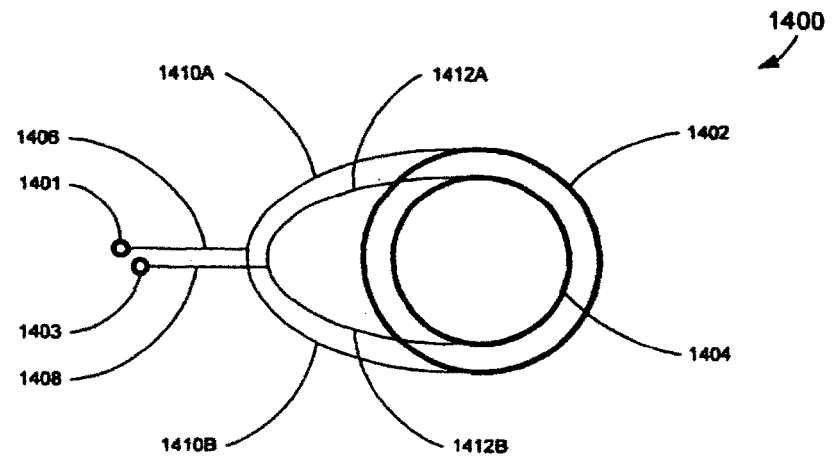


FIG. 14

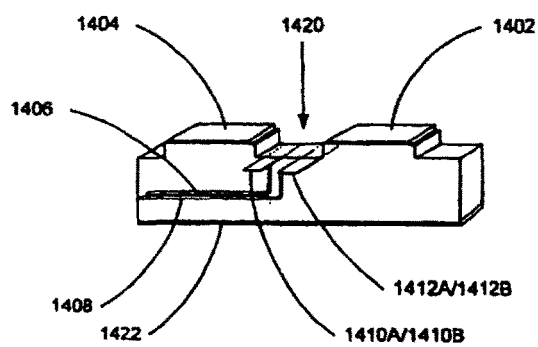


FIG. 15

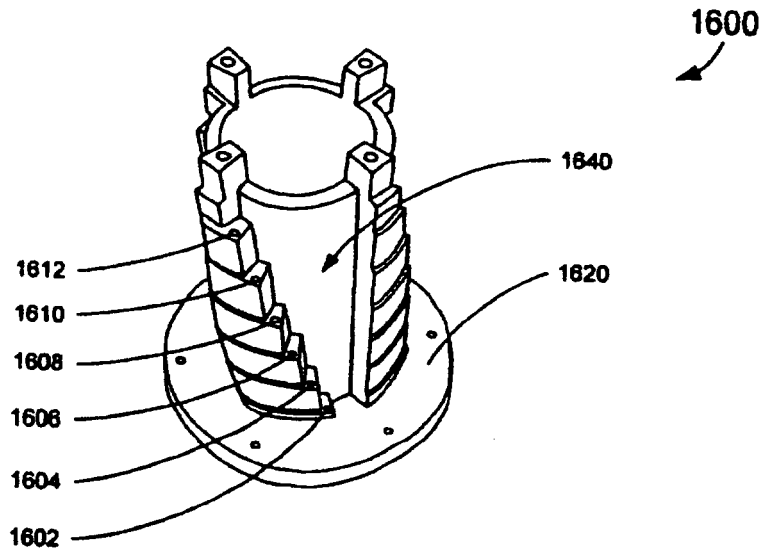


FIG. 16

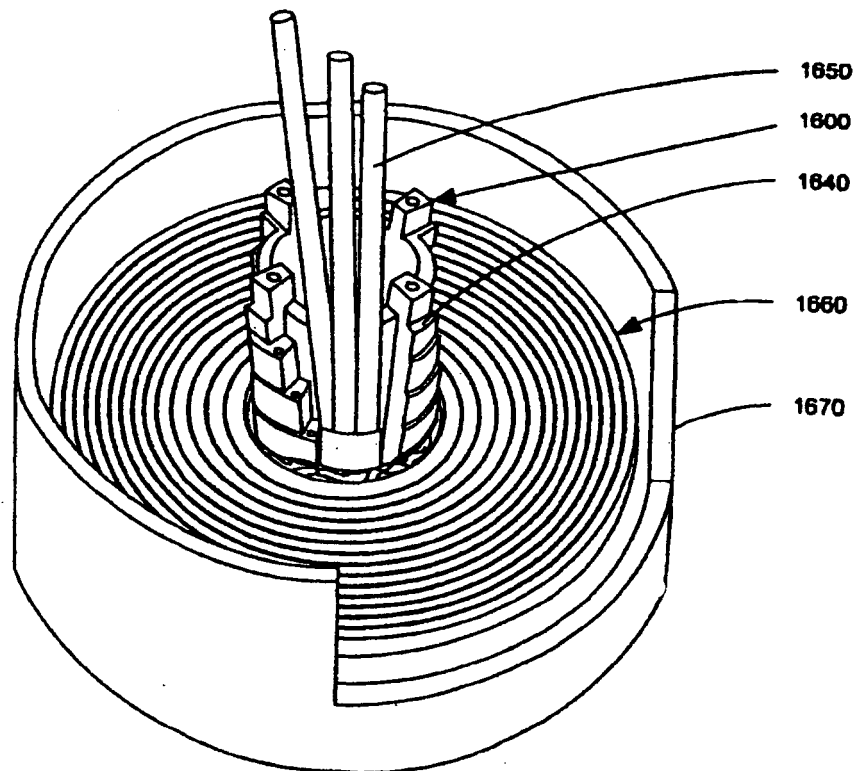


FIG. 17

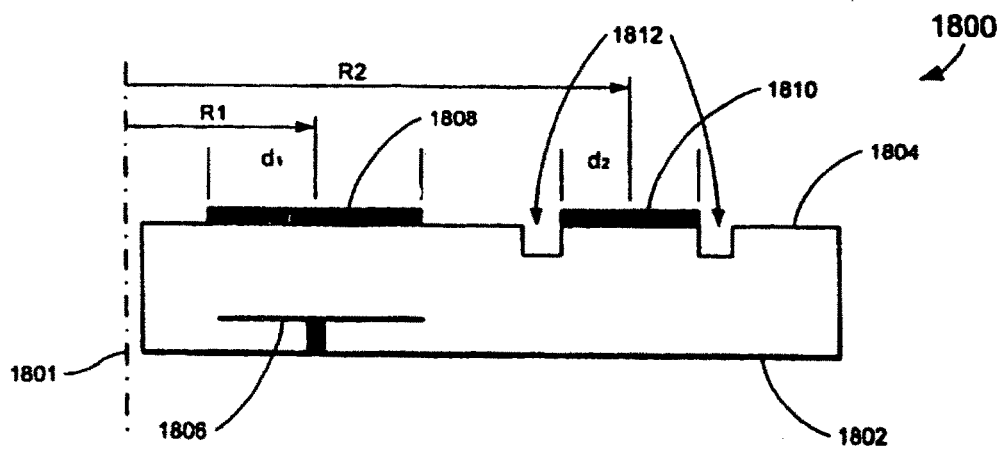


FIG. 18

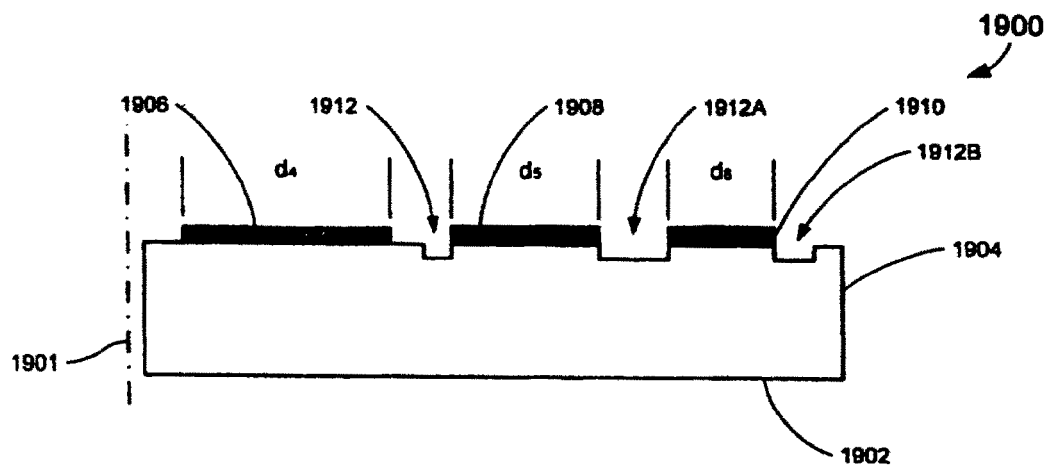


FIG. 19

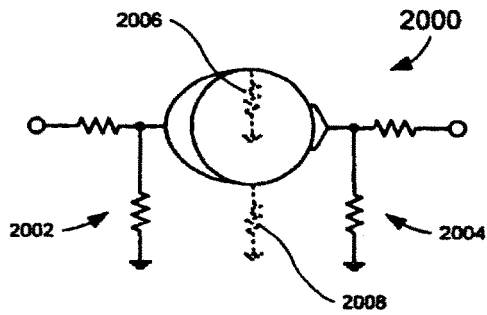


FIG. 20

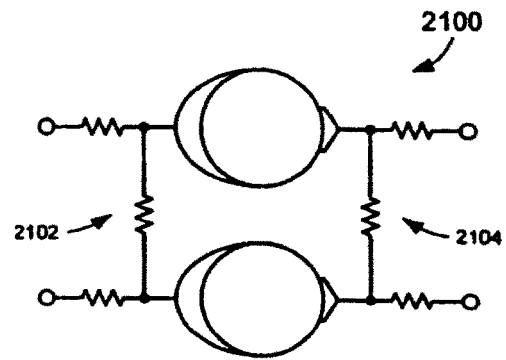


FIG. 21

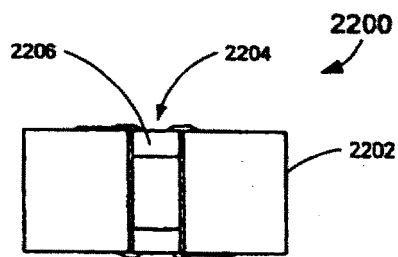


FIG. 22

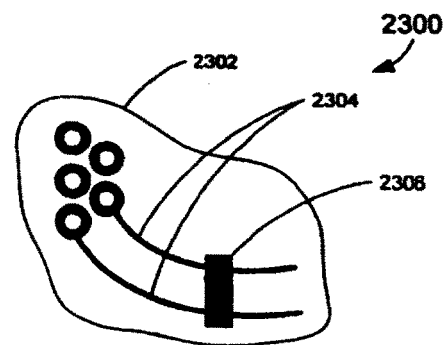


FIG. 23