

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 564 081**

51 Int. Cl.:

H01R 39/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.05.2008** **E 08767507 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015** **EP 2102948**

54 Título: **Módulos de anillo colector de estilo tambor de alta frecuencia**

30 Prioridad:

15.05.2007 US 803483

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

17.03.2016

73 Titular/es:

**MOOG INC. (100.0%)
JAMISON ROAD
EAST AURORA, NY 14052, US**

72 Inventor/es:

**COLEMAN, DONNIE S. y
GAYLEAN, JACK T.**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 564 081 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

Módulos de anillo colector de estilo tambor de alta frecuencia

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere, en general, a anillos colectores eléctricos y, más particularmente, a un módulo de anillo colector de estilo tambor mejorado, capaz de transmitir señales de alta frecuencia.

10 **Antecedentes de la técnica**

Los anillos colectores de tipo con contacto se han usado ampliamente para transmitir señales entre dos miembros (por ejemplo, un rotor y un estator) que se mueven rotacionalmente el uno con respecto al otro. Los anillos colectores de la técnica anterior de esta naturaleza han utilizado sondas conductoras montadas en el estator formadas de una aleación de metal precioso para hacer contacto con un anillo rotatorio. Estas sondas o contactos deslizantes se han construido tradicionalmente usando alambre redondo, materiales compuestos, contactos de botón o escobillas de fibra multifilamento. Los anillos de contacto concéntricos cooperantes del anillo colector típicamente están formados para proporcionar una forma de sección transversal apropiada para las sondas o contactos deslizantes. Las formas típicas del anillo han incluido ranuras en V, ranuras en U y anillos planos. Se han usado esquemas similares con sistemas que presentan un movimiento de traslación relativo, más que un movimiento rotatorio relativo, y que implementan anillos deslizantes de estilo tambor. Un ejemplo de la técnica anterior es el documento FR-2691848A.

Cuando se transmiten señales de alta frecuencia a través de anillos colectores, un factor limitante principal de la velocidad de transmisión es la distorsión de las formas de onda debido a las reflexiones por las discontinuidades de la impedancia. Las discontinuidades de la impedancia pueden producirse por todo el anillo colector, siempre que se interconecten líneas de transmisión de diferentes formas y tengan diferentes picos de impedancia. A menudo se producen faltas de coincidencia significativas de la impedancia donde las líneas de transmisión interconectan un anillo colector a una interfaz externa, en la estructura de contacto de escobilla y donde las líneas de transmisión conectan esas estructuras de contacto de escobilla a sus interfaces externas. Puede producirse una grave distorsión de las señales de alta frecuencia a partir de cualquiera de estas transiciones por falta de coincidencia de impedancia de las líneas de transmisión, combinando la distorsión con cada interfaz sin coincidencia. Además, también puede producirse una grave distorsión debido a errores de cambio de fase de múltiples conexiones de escobilla en paralelo y a los efectos multi-trayectoria inherentes en los anillos colectores.

La pérdida de energía a través de los anillos colectores aumenta con la frecuencia debido a una diversidad de efectos aparte de los efectos de las pérdidas dieléctricas normales y superficiales, de las líneas de transmisión. Estos efectos incluyen resonancia del circuito, reflexiones múltiples a partir de faltas de coincidencia de impedancia y reactancia inductiva y capacitiva parásitas. Estas pérdidas están entre los factores clave que limitan el rendimiento de alta frecuencia en las líneas de transmisión en general, y en los anillos colectores en particular. Debido a que estos factores son agudos con anillos deslizantes de tipo con contacto, se han explorado otras técnicas. La comunicación analógica y digital de alta frecuencia a través de interfaces rotatorias también se ha conseguido o propuesto por otras técnicas, tal 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.

Lo que se necesita es un módulo de anillo colector de tipo con contacto para un sistema de anillo colector que aborde de forma general los problemas mencionados anteriormente, mientras que proporcione un sistema de anillo colector fácil de producir y económico.

Divulgación de la invención

La presente invención se refiere, en general, a un módulo de anillo colector estilo tambor que se usa en un sistema de comunicación de tipo con contacto. En particular, las técnicas de esta invención permiten un rendimiento de alta frecuencia ampliado en un anillo colector de estilo tambor, debido a la construcción de líneas de transmisión controladas por impedancia a través de las estructuras. Las tecnologías de placa de circuito impreso ofrecen un nuevo enfoque para implementar anillos colectores de estilo tambor de alta frecuencia, con ventajas significativas sobre las técnicas convencionales. Los detalles sobre la técnica de construcción de la PCB se dan a continuación, seguidos de una descripción de un enfoque de anillo apilado más convencional que utiliza algunas técnicas necesarias para producir un anillo colector de alta frecuencia.

El módulo de anillo colector mejorado incluye una pluralidad de anillos eléctricamente conductores apilados, y una pluralidad de capas dieléctricas intermedias alternas situadas entre, y aislando eléctricamente, los anillos conductores. El anillo colector de estilo tambor puede implementarse con tecnología de placa de circuito impreso multicapa que puede producir placas PC del orden de un centímetro de espesor. Cada una de las capas dieléctricas incluye prestaciones para la construcción de estructuras de alimentación de una línea de transmisión interna, incluido un plano de tierra cilíndrico situado en la abertura localizada centralmente coaxial con el sistema de anillo. El módulo está configurado para proporcionar conexión eléctrica en una superficie exterior a las líneas de transmisión internas del anillo colector.

Los anillos conductores se producen mediante capas PCB metálicas que incorporan ranuras para recibir un contacto deslizante desde una estructura de línea de transmisión de bloque de escobilla. Las conexiones de alimentación a las estructuras de anillo se implementan mediante estructuras conductoras dispuestas para crear líneas de transmisión de impedancia controlada. Tal anillo colector construido según la presente invención tendrá un ancho de banda operativo de varios gigahercios, siendo la resonancia tan alta como cinco gigahercios en construcciones relativamente pequeñas. Aunque el módulo de anillo colector puede ser de cualquier tamaño deseado, el rendimiento de alta frecuencia se ve potenciado por unidades físicamente pequeñas con diámetros de menos de dos centímetros.

Las estructuras de línea de alimentación interna están dispuestas para soportar modos de transmisión de extremo único o diferencial, permitiendo interfaces controladas por impedancia para las líneas de transmisión externa, tales como PCB flexibles o rígidas, así como líneas de transmisión alámbricas. Múltiples puntos de alimentación en los anillos hacen llegar la respuesta de alta frecuencia del anillo colector. La interferencia entre los canales de anillo colector está controlada mediante el plano de tierra central, las capas metálicas conectadas a tierra incorporadas entre grupos de anillos y entre estructuras de líneas de alimentación dentro del anillo colector.

Con referencia parentética a las piezas, partes o superficies correspondientes de una realización divulgada, únicamente con fines de ilustración y no de limitación, la presente invención proporciona, en un aspecto, un módulo (100) de anillo colector de estilo tambor mejorado, que incluye en líneas generales: una pluralidad de anillos (102) eléctricamente conductores apilados; una pluralidad de capas dieléctricas (104) que aíslan eléctricamente los anillos conductores, en donde cada una de las capas dieléctricas incluye una abertura (107) localizada centralmente; y un plano (108) de tierra cilíndrico situado en la abertura localizada centralmente, en donde el módulo está configurado para proporcionar conexión eléctrica a cada uno de los anillos en una superficie exterior del módulo.

Puede construirse un módulo mejorado de cualquier tamaño usando técnicas de placa de circuito impreso (PCB). El anillo colector puede optimizarse para rendimiento de alta frecuencia, con anchos de banda operativos de varios gigahercios. El módulo mejorado puede construirse para que tenga un diámetro de cualquier tamaño. Cada uno de los anillos puede acoplarse a una línea de alimentación soterrada que está acoplada a la superficie exterior del módulo mediante un conducto de la línea de alimentación para conectarse a un dispositivo externo. Los anillos pueden agruparse en un primer grupo de anillos y un segundo grupo de anillos, incluyendo cada uno al menos dos de los anillos y el módulo puede incluir además una capa protectora acoplada entre el primer grupo de anillos y el segundo grupo de anillos, en donde la capa protectora está acoplada eléctricamente al plano de tierra cilíndrico.

En otro aspecto, la invención proporciona un módulo (200) de anillo colector de estilo tambor mejorado que incluye en líneas generales: una pluralidad de anillos (202) eléctricamente conductores apilados; una pluralidad de capas dieléctricas (204) que aíslan eléctricamente los anillos conductores, en donde cada una de las capas dieléctricas incluye una abertura (207) localizada centralmente; y un plano (208) de tierra cilíndrico situado en la abertura localizada centralmente, en donde el módulo está configurado para proporcionar conexión eléctrica a cada uno de los anillos en una superficie exterior del módulo, y en donde el módulo de anillo colector se ha construido usando técnicas de placa de circuito impreso (PCB).

El módulo de anillo colector mejorado puede construirse usando anillos apilados individualmente y aislantes. Cada uno de los anillos puede acoplarse a una línea de alimentación soterrada que está acoplada a la superficie exterior del módulo mediante una estructura del conducto de la línea de transmisión para conectarse a un dispositivo externo.

En otro aspecto más, la invención proporciona un módulo (200) de anillo colector de estilo tambor mejorado que incluye en líneas generales: una pluralidad de anillos (202) eléctricamente conductores separados verticalmente y apilados; una pluralidad de capas (204) dieléctricas intermedias situadas entre y aislando eléctricamente los anillos conductores, en donde cada una de las capas dieléctricas incluye una abertura (207) localizada centralmente; un plano (208) de tierra cilíndrico situado en la abertura localizada centralmente, en donde el módulo está configurado para proporcionar conexión eléctrica a cada uno de los anillos en una superficie exterior del módulo; y al menos una capa protectora (212) situada entre dos de los anillos y acoplada eléctricamente al plano de tierra cilíndrico.

Estas y otras características, ventajas y objetos de la presente invención las entenderán y apreciarán mejor los expertos en la técnica por referencia a la siguiente memoria descriptiva, reivindicaciones y dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en perspectiva de un módulo de anillo colector de estilo tambor que incluye nueve anillos conductores y tres estructuras de líneas de transmisión.

La Figura 1A es una vista en planta inferior del módulo de la Figura 1.

La Figura 2 es una vista en sección transversal axial del módulo de anillo colector de estilo tambor que tiene seis anillos conductores y una capa protectora.

La Figura 3 es una vista en planta superior de un módulo de anillo colector de estilo tambor que ilustra una única conexión puntual de alimentación a un anillo conductor.

La Figura 4 es una vista en planta superior de un módulo de anillo colector de estilo tambor que implementa una alimentación cuadrática a un anillo conductor.

La Figura 5 es una vista en perspectiva que ilustra una realización de un conjunto de anillo colector completo, que muestra estructuras de líneas de transmisión controlada por impedancia, rígidas y flexibles, con conectores eléctricos.

Descripción de las realizaciones preferidas

Inicialmente, debe entenderse claramente que los números de referencia similares pretenden identificar los mismos elementos estructurales, partes o superficies consistentemente a lo largo de las diversas figuras del dibujo, así como elementos, partes o superficies que pueden describirse o explicarse en más detalle en todo el escrito de la memoria descriptiva, de la que esta descripción detallada constituye una parte íntegra. A menos que se indique de otra manera, se pretende que los dibujos se lean (por ejemplo entramado, disposición de las piezas, proporción, grado, etc.), junto con la memoria descriptiva, y deben considerarse como una parte de toda la descripción escrita de esta invención. Como se usa en la siguiente descripción, los términos “horizontal”, “vertical”, “izquierdo”, “derecho”, “arriba” y “abajo”, así como los derivados adjetivales y adverbiales de los mismos (por ejemplo “horizontalmente”, “a la derecha”, “por encima”, etc.), sencillamente se refieren a la orientación de la estructura ilustrada cuando la figura del dibujo particular está orientada hacia el lector. Análogamente, los términos “hacia dentro” y “hacia fuera” generalmente se refieren a la orientación de las superficies con respecto a su eje de alargamiento o eje de rotación, como resulte más apropiado.

Según diversas realizaciones de la presente invención, un módulo de anillo colector de estilo tambor de alta frecuencia mejorado puede fabricarse usando técnicas de construcción de placa de circuito impreso (PCB) novedosas. El funcionamiento a alta frecuencia del módulo de anillo colector se ve potenciado debido al tamaño relativamente pequeño del módulo de anillo colector de estilo tambor y la construcción PCB, que facilita mucho la implementación de estructuras de líneas de transmisión de impedancia controlada. Los módulos de anillo colector de estilo tambor pueden construirse usando tecnología PCB con láminas de cobre muy gruesas (*por ejemplo*, doscientos ochenta y tres gramos [diez onzas]) y capas de unión intermedias. La pila PCB puede construirse fácilmente hasta un espesor mayor que un centímetro, para proporcionar una pluralidad de módulos de anillo colector de estilo tambor en un único panel. Los módulos pueden recortarse entonces del panel y los anillos pueden mecanizarse para proporcionar una superficie externa cilíndrica suave. Los anillos de cobre gruesos en un borde exterior del módulo de anillo colector pueden entonces ranurarse mediante un proceso de mecanizado, etc. Las ranuras pueden metalizarse entonces con un metal precioso, según se desee, usando un sistema colector extraíble, de diversas configuraciones, para una conexión eléctrica común a las ranuras del anillo metalizadas.

En general, la conexión a los anillos viene facilitada por una estructura de línea de transmisión que incluye un conducto pasante metalizado que está configurado en una disposición física deseada tal que proporciona una línea de transmisión controlada por impedancia deseada. En una aplicación típica, las conexiones de la línea de alimentación se forman a través de un extremo de una estructura de conducto de línea de alimentación y se aplican resistores de terminación a través de un extremo opuesto de la estructura de conducto de línea de alimentación, con una conexión a un anillo apropiado de uno de los anillos que existen a lo largo de la longitud intermedia del conducto de la línea de alimentación. En un ejemplo de módulo de anillo colector de estilo tambor, pueden implementarse nueve anillos activos (*por ejemplo*, configurados como tres agrupaciones de tres o cuatro anillos para su uso con un par de líneas o una doble línea de transmisión coaxial trenzada, protegida). Los conductos de línea de alimentación típicamente se guían a través de todo el espesor de la PCB del anillo colector y salen en superficies opuestas, aunque es posible también implementar una construcción de conducto ciego. Como se ha mencionado anteriormente, pueden implementarse almohadillas para facilitar la fijación del montaje en superficie o en terminaciones resistivas embebidas. Debe apreciarse que los anillos del módulo de anillo colector pueden alimentarse de numerosas maneras, variando desde una conexión de un solo punto a conexiones multipunto. Típicamente, el número de puntos de alimentación se selecciona en función del ancho de banda y de la impedancia.

Debe apreciarse también que un módulo de anillo colector de estilo tambor, configurado según la presente invención, puede construirse mediante numerosos procesos diferentes. En general, cuando los anillos conductores tienen que ser relativamente gruesos (*por ejemplo*, de doscientos ochenta y tres gramos [diez onzas]) de cobre, debería considerarse la capacidad de flujo de la lámina de unión para rellenar adecuadamente las cavidades de cobre. Las propiedades eléctricas como la constante dieléctrica y la tangente de pérdida de los materiales utilizados en un módulo de anillo colector de estilo tambor deberían considerarse también para proporcionar un ancho de banda deseado a velocidades de señal más altas (*por ejemplo*, 1 GHz y mayores). Típicamente, los materiales deberían seleccionarse considerando las propiedades de adhesión de las láminas de enlace al cobre y la superficie del material del núcleo. Además, deberían considerarse también las propiedades de adhesión del metalizado a las áreas de resina pura de las paredes del orificio metalizado. Además, también pueden seleccionarse materiales para facilitar el mecanizado en un torno. La expansión en el eje Z, que afecta a la fiabilidad del orificio pasante metalizado para los requisitos térmicos y mecánicos del producto final, también debería considerarse cuando se seleccionan los materiales para el módulo de anillo colector.

En general, el sistema de enlace implementado debería proporcionar parámetros de flujo por encima de los requisitos de flujo y llenado industriales normales. Los factores que aumentan el flujo deben identificarse para cualquier tipo de material usado. Típicamente, los parámetros de flujo del material se ven afectados predominantemente por el aumento del calor, la presión de laminación y el estilo de ondulación cristalina de la lámina de enlace, con un contenido de resina epoxi inicial asociado. El mayor aumento del calor, en combinación con otros factores, típicamente aumenta la capacidad de una lámina de enlace para rellenar cavidades de cobre gruesas, tal como cobre atacado químicamente de 283 gramos (10 onzas). La presión de laminación puede afectar también a las capacidades de flujo y llenado de epoxi. Además, las láminas de enlace con mayor contenido de resina típicas pueden utilizarse para aumentar el flujo y el llenado.

La constante dieléctrica y la tangente de pérdida pueden afectar significativamente al ancho de banda, particularmente a frecuencias por encima de 1 GHz. En general, los materiales para un módulo deberían seleccionarse basándose en la fiabilidad estructural y el rendimiento de la señal a alta velocidad.

Según la presente invención, pueden fabricarse fácilmente anillos colectores que tienen un espesor entre aproximadamente 0,711 centímetros y 1,22 centímetros (0,280 pulgadas y 0,480 pulgadas), con una relación de aspecto de tamaño de orificio final a metalizado de hasta 14 a 1.

Con referencia a las Figuras 1 y 1A, se representa un módulo 100 de anillo colector de estilo tambor que incluye una pluralidad de anillos, indicados individualmente como 102, separados por una pluralidad de capas 104 dieléctricas intermedias, que aíslan eléctricamente los anillos conductores 102. Como se muestra a través de la capa 104 dieléctrica superior en la Figura 1A, el módulo 100 incluye una pluralidad de líneas 106 de alimentación soterradas, que están acopladas a un conducto diferente de una pluralidad de conductos 110 de línea de alimentación, que se extienden desde una superficie del módulo 100 hasta una superficie opuesta del módulo 100. El módulo 100 incluye también un conducto 108 del plano de tierra central, que está situado centralmente en una abertura 107 que se proporciona a través de los anillos 102 y las capas dieléctricas 104. En una aplicación típica, un borde exterior de cada uno de los anillos conductores 102 incluye una ranura para recibir un contacto de un bloque de escobillas. Usando el proceso expuesto en el presente documento, puede construirse un módulo con un espesor mayor que aproximadamente un centímetro. En una aplicación, el espesor de los anillos conductores 102 se selecciona para que tenga una densidad de cobre de aproximadamente 0,38 mm (aproximadamente 15 mils) (*por ejemplo* 283 gramos/metro cuadrado [10 onza/pie cuadrado]). Debe apreciarse que puede construirse un módulo de anillo colector con anillos conductores que tienen un espesor mayor que o menor que 283 gramos (10 onzas) de cobre.

La Figura 2 representa un módulo 200 de anillo colector de estilo tambor que tiene seis anillos conductores 202, con líneas 206 de alimentación asociadas, y tres capas protectoras 212. Los anillos 202 están aislados eléctricamente entre sí y forman un plano 208 de tierra de conducto central mediante las capas dieléctricas 204. Como se ha representado, las capas protectoras 212 están conectadas a un plano 208 de tierra del conducto central, que está situado en la abertura 207.

Con referencia a la Figura 3, se representa una parte relevante de un módulo 300 de anillo colector de estilo tambor, que incluye líneas 306 de alimentación de un único punto. Como se muestra, las capas dieléctricas 304 aíslan eléctricamente un plano 308 de tierra del conducto central de los anillos 302. Cada uno de los anillos 302 está conectado a un conducto 310 diferente de la línea de alimentación mediante una línea diferente de las líneas 306 de alimentación de un único punto.

Volviendo a la Figura 4, se representa un módulo 400 de anillo colector de estilo tambor que es similar al módulo 300 de la Figura 3, con la excepción de que el módulo 400 incluye anillos 402 que tienen líneas 406 de alimentación cuadrática que acoplan cada uno de los anillos 402 a uno de la pluralidad de conductos 410 de la línea de alimentación. De forma similar al módulo 300, el módulo 400 incluye capas dieléctricas 404 que aíslan eléctricamente los anillos 402 entre sí y del plano 408 de tierra del conducto central (situado en la abertura 407).

Por consiguiente, en este documento se ha descrito un módulo de anillo colector de estilo tambor y un proceso para fabricar el módulo, que proporciona un módulo relativamente pequeño que es capaz de funcionar a frecuencias por encima de 5 GHz. Las estructuras de la línea de alimentación de transmisión para conexiones de entrada y salida al módulo de anillo colector de alta frecuencia completan el conjunto para crear un diseño rentable y que se puede fabricar. La Figura 5 ilustra una realización de este tipo, con líneas de alimentación externas implementadas con técnicas de circuito impreso controladas por impedancia que utilizan sustratos rígidos y flexibles para producir un módulo de anillo colector de alta frecuencia y múltiples canales. En la Figura 5, el módulo 500 de anillo colector está montado en una placa 501 PC rígida junto con conectores eléctricos 502, con líneas de transmisión controladas por impedancia que interconectan el módulo de anillo colector y los conectores. Los contactos 503 eléctricos deslizantes están montados en una línea 504 de transmisión flexible en la que están montados también los conectores eléctricos 505, de nuevo con interconexiones por medio de líneas de transmisión controladas por impedancia.

El módulo de anillo colector de alta frecuencia puede implementarse usando técnicas de anillo apilado más convencionales, con alguna de las ventajas de la técnica PCB al incorporar un cilindro del plano de tierra metálico central y proporcionar conexiones de línea de transmisión controladas por impedancia a los anillos, incluidas geometrías similares a aquellas mostradas en las figuras de los dibujos que ilustran la técnica de PCB.

REIVINDICACIONES

1. Un módulo (100, 200, 300, 400, 500) de anillo colector de estilo tambor, que comprende:
5 una pluralidad de anillos (102, 202, 302, 402) eléctricamente conductores apilados;
una pluralidad de capas dieléctricas (104, 204, 304, 404) que aíslan eléctricamente los anillos conductores (102, 202, 302, 402), en donde cada una de las capas dieléctricas (104, 204, 304, 404) incluye una abertura (107, 207, 307, 407) localizada centralmente; en donde el módulo (100, 200, 300, 400, 500) está configurado para proporcionar conexión eléctrica a cada uno de los anillos (102, 202, 302, 402) en una superficie exterior del módulo (100, 200, 300, 400, 500) y caracterizado por:
10 un plano (108, 208, 308, 408) de tierra cilíndrico situado en la abertura (107, 207, 307, 407) localizada centralmente.
15
2. El módulo (100, 200, 300, 400, 500) de la reivindicación 1, en donde el módulo (100, 200, 300, 400, 500) está construido a partir de una pila de placas de circuito impreso (PCB).
3. El módulo (100, 200, 300, 400, 500) de la reivindicación 1, en donde el tamaño del anillo colector (102, 202, 302, 402) está optimizado para el rendimiento a alta frecuencia, teniendo un ancho de banda operativo mayor que un gigahercio.
20
4. El módulo (100, 200, 300, 400, 500) de la reivindicación 1, en donde un diámetro del módulo (100, 200, 300, 400, 500) puede ser de cualquier tamaño arbitrario.
25
5. El módulo (100, 200, 300, 400, 500) de la reivindicación 1, en donde cada uno de los anillos (102, 202, 302, 402) está acoplado a una línea (106, 206, 306, 406) de alimentación soterrada que está acoplada a la superficie exterior del módulo (100, 200, 300, 400, 500) mediante un conducto (110, 210, 310, 410) de la línea de alimentación para conectarse a un dispositivo externo.
30
6. El módulo (100, 200, 300, 400, 500) de la reivindicación 5, en donde los anillos (102, 202, 302, 402) están agrupados en un primer grupo de anillos y un segundo grupo de anillos, cada uno de los cuales incluye al menos dos de los anillos (102, 202, 302, 402) y en donde el módulo (100, 200, 300, 400, 500) comprende además:
35 una capa protectora (212) acoplada entre el primer grupo de anillos y el segundo grupo de anillos, en donde la capa protectora (212) está acoplada eléctricamente al plano (108, 208, 308, 408) de tierra cilíndrico.
7. Un módulo (100, 200, 300, 400, 500) de anillo colector de estilo tambor según la reivindicación 1, en donde el módulo (100, 200, 300, 400, 500) de anillo colector está construido usando anillos apilados individualmente y aislantes.
40
8. El módulo (100, 200, 300, 400, 500) de la reivindicación 2, en donde cada uno de los anillos (102, 202, 302, 402) está acoplado a una línea (106, 206, 306, 406) de alimentación soterrada que está acoplada a la superficie exterior del módulo (100, 200, 300, 400, 500) mediante una estructura de línea de transmisión para conectarse a un dispositivo externo.
45
9. Un módulo (100, 200, 300, 400, 500) de anillo colector de estilo tambor según la reivindicación 1 que comprende:
50 al menos una capa protectora (212) situada entre dos de los anillos (102, 202, 302, 402) y acoplada eléctricamente al plano (108, 208, 308, 408) de tierra cilíndrico.

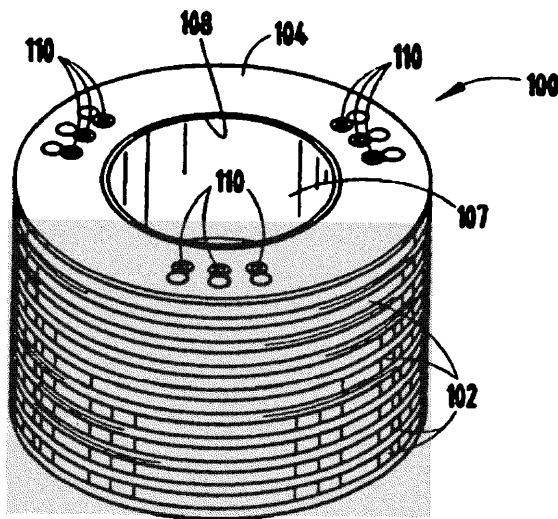


FIG. 1

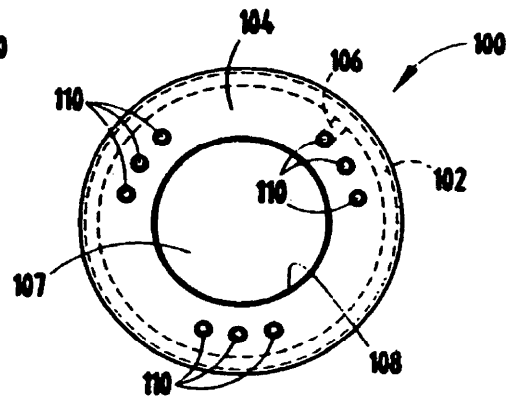


FIG. 1A

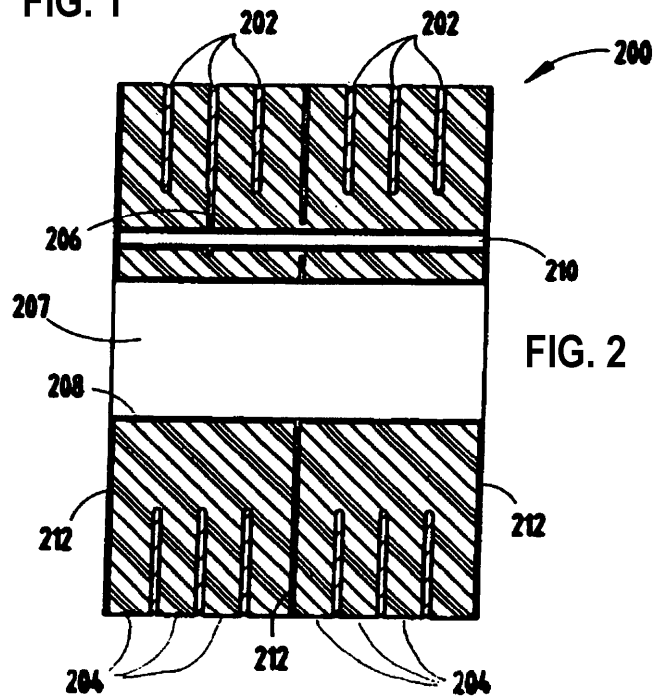


FIG. 2

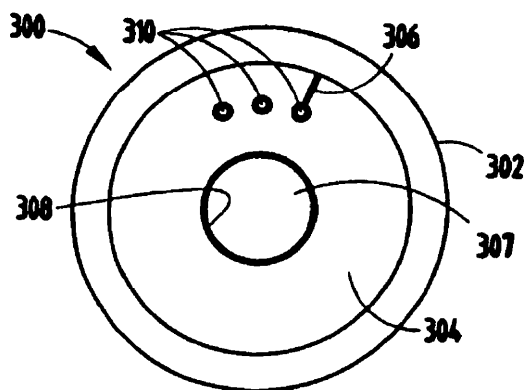


FIG. 3

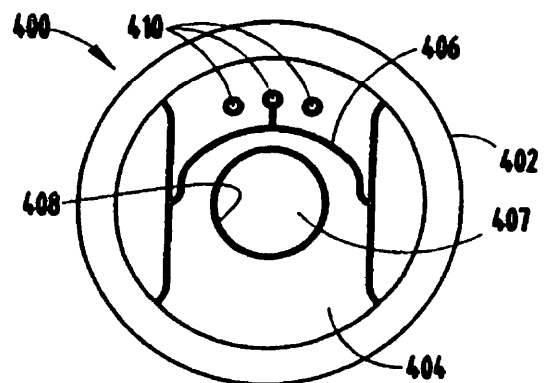


FIG. 4

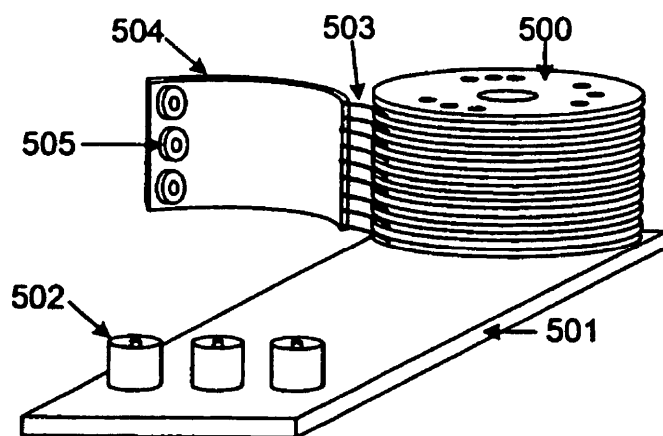


FIG. 5