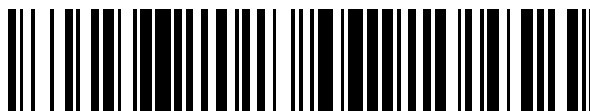


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 818**

51 Int. Cl.:

**A61B 18/14** (2006.01)

**A61B 17/00** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.01.2011** **E 11189326 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.11.2015** **EP 2431000**

54 Título: **Catéter que tiene una fuerza de detección de punta distal**

30 Prioridad:

**22.01.2010 US 692506**

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

**01.03.2016**

73 Titular/es:

**BIOSENSE WEBSTER, INC. (100.0%)**  
**3333 Diamond Canyon Road**  
**Diamond Bar, CA 91765, US**

72 Inventor/es:

**SELKEE, THOMAS V.**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 561 818 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).

**Catéter que tiene una fuerza de detección de punta distal**

Descripción

5    **ÁREA DEL INVENTO**

[0001] Este invento se relaciona a un catéter electrofisiológico útil para la ablación y detección de actividad eléctrica del tejido cardiaco, en particular, un catéter electrofisiológico con capacidad de detección de la fuerza de contacto en su extremo distal.

10   **ANTECEDENTES DEL INVENTO**

[0002] Las arritmias cardiacas, y fibrilaciones auriculares en particular, persisten como dolencias médicas comunes y peligrosas, especialmente en la población que tiene una edad avanzada. En pacientes con ritmos sinusales normales, el corazón, que se comprende de tejido de conducción auricular, ventricular y excitatorio, es activado eléctricamente para latir en una forma sincronizada y en patrones. En pacientes con arritmias cardiacas, regiones anormales de tejido cardiaco no siguen el ciclo sincronizado de latidos asociado con tejido conductor normal tal como en pacientes con un ritmo sinusoidal normal. En vez de eso, las regiones anormales del tejido cardiaco conducen aberrantemente al tejido adyacente, por lo tanto, perturban el ciclo cardiaco en un ritmo cardiaco asincrónico. Tal conducción anormal ha sido conocida previamente ocurriendo en varias regiones del corazón, tales como, por ejemplo, en la región del nodo sino-auricular (SA), a lo largo de los senderos de conducción del nodo atrioventricular (AV) y el paquete de His, o en el tejido del músculo cardiaco que forma las paredes de las cámaras cardiacas ventriculares y auriculares.

[0003] Además arritmias cardiacas, incluyendo a arritmias auriculares, pueden ser de un tipo de ondas de reentrada múltiple, caracterizadas por circuitos múltiples asincrónicos de impulsos eléctricos que están dispersados alrededor de la cámara auricular y a menudo son auto - propagantes. Alternamente, o adicionalmente al tipo de ondas de reentrada múltiple, las arritmias cardiacas también pueden tener un origen focal, tal como cuando una región aislada de tejido en un atrio se activa autónomamente en una forma rápida y repetitiva.

[0004] La taquicardia ventricular (V-tach (Ventricular tachycardia) o VT) o ritmo rápido del corazón es una taquicardia que se origina en uno de los ventrículos del corazón. Esta es una arritmia que potencialmente amenaza a la vida porque podría conllevar a una fibrilación ventricular y muerte repentina.

[0005] La diagnosis y el tratamiento de arritmias cardiacas incluyen el mapeo de las propiedades eléctricas del tejido del corazón, especialmente el endocardio y el volumen del corazón, y la ablación selectiva del tejido cardiaco por medio de la aplicación de energía. Tal ablación puede cesar o modificar la propagación de las señales eléctricas no deseadas provenientes de una porción del corazón a otra. El proceso de ablación destruye los senderos eléctricos no deseados al formar lesiones no conductoras. Varias modalidades de entrega de energía han sido presentadas para formar lesiones, e incluyen el uso de microondas, láseres y más comúnmente, energías de radiofrecuencia para crear bloques de conducción a lo largo de la pared del tejido cardiaco. En un procedimiento de 2 pasos— un mapeo seguido de una ablación— actividad eléctrica en puntos dentro del corazón se detecta y se mide típicamente al trasladar un catéter hacia adelante que contiene uno o más sensores eléctricos (o electrodos) en el corazón, y adquirir la información en varios puntos. Esta información se utiliza entonces para seleccionar las áreas objetivas endocárdicas donde se debe realizar la ablación.

[0006] La ablación y el mapeo involucran el contactar a la pared del tejido con el electrodo terminal del catéter. Sin embargo, un posicionamiento apropiado del electrodo terminal en relación a la pared el tejido no siempre es posible. Por lo tanto, es deseable el suministrar catéteres con sensores de fuerza de contacto en un borde distal. Estudios recientes han sugerido que la profundidad de la lesión podría depender de la fuerza de contacto del electrodo terminal en contra de la pared del tejido durante la ablación RF.

[0007] Asimismo, es deseable que un catéter se adapte para el mapeo y ablación con sensores de la fuerza de contacto en el electrodo terminal distal. También es deseable que un catéter como ese esté equipado con sensores tri-axiales para determinar un vector de fuerza de contacto tridimensional que actúe en el borde del catéter. Puesto que la ubicación del catéter es monitoreada utilizando un sensor de ubicación que se basa en fuerzas magnéticas y las paredes de la cámara del corazón se mapean en 3D, es posible el determinar el área de contacto del electrodo terminal en relación a la pared del corazón y por lo tanto se puede calcular la presión de contacto del electrodo terminal.

[0008] La aplicación de patente publicada US 2007/100332 A1 presenta a sistemas y métodos para evaluar el contacto del tejido-electrodo para la ablación de tejidos.

**RESUMEN DEL INVENTO**

[0009] El catéter de este invento incluye un cuerpo del catéter, una sección intermedia desviable y una sección del

borde con un electrodo terminal y un sensor de fuerza de contacto susceptible a tensiones materiales producidas por momentos de flexión y las fuerzas de tensión y compresión aplicadas al electrodo terminal del catéter. El sensor de la fuerza de contacto tiene un cuerpo en forma de taza que tiene una pared generalmente cilíndrica, varios rayos radiales, una pieza tipo viga axial, y por lo menos un medidor de tensión montado en uno de los rayos. Los rayos convergen en un eje central en el cuerpo a partir del cual una pieza tipo viga se extiende y se conecta al electrodo terminal de tal forma que un vector de la fuerza de contacto aplicada se transmite desde el electrodo terminal a la pieza tipo viga la cual deforma y tensiona al cuerpo del sensor de fuerza. Existe un vacío a lo largo del eje longitudinal entre el electrodo terminal y el cuerpo del sensor de fuerza para que una carga en un momento dado pueda trasladarse a la viga desde un vector de fuerza que actúa en el electrodo terminal. Cada rayo del sensor de fuerza podría tener más de un medidor de tensión allí acoplado, por ejemplo, 2 medidores de tensión montados simétricamente entre sí en superficies opuestas del rayo. En esta configuración simétrica, cada medidor de tensión cancela los efectos de temperatura del otro, cuando se utiliza una configuración eléctrica de medio puente para medir la tensión, también incrementa y dobla el cambio en la salida de la resistencia (la sensibilidad de medición de la resistencia) por cada unidad de tensión que ingresa al cuerpo.

[0010] Este invento es definido por las reivindicaciones adjuntas. Los ejemplos, secciones o aspectos de esta descripción que no caen dentro del enfoque de dichas reivindicaciones son suministradas meramente para propósitos ilustrativos y no forman parte del invento. Además, cualquier método presentado en esta descripción es provisto para propósitos ilustrativos exclusivamente y no forman parte del invento.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS ESQUEMAS

[0011] Éstas y otras características y ventajas de este invento se entenderán de mejor manera por medio de referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considera en conjunto con los esquemas adjuntos aquí indicados donde:

[0012] La figura uno es una vista de planos en perspectiva desde arriba de una sección del catéter de este invento.

[0013] La figura 2 a es una vista lateral en perspectiva transversal de una sección de una unión de un cuerpo o de un catéter y una sección intermedia, y una unión de la sección intermedia y una cámara colectora, tomada a lo largo del primer diámetro.

[0014] La figura 2b es una vista lateral en perspectiva transversal de la sección de las uniones de la figura 2a tomada a lo largo del 2º diámetro que es en general perpendicular al primer diámetro.

[0015] La figura 2c es una vista en perspectiva transversal desde el extremo de la sección de las figuras 2a y 2b, tomada a lo largo de la línea C—C.

[0016] La figura 3 es una vista lateral en perspectiva transversal de una parte de una sección del borde distal del catéter de este invento, incluyendo un electrodo terminal y un sensor de fuerza de contacto susceptible a tensiones y compresiones.

[0017] La figura 3a es una vista con perspectiva transversal del extremo de la parte de la sección del borde distal de la figura 3, tomada a lo largo de la línea A—A.

[0018] La figura 3b es una vista en perspectiva transversal del extremo de la parte de la sección del borde distal de la figura 3, tomada a lo largo de la línea B—B.

[0019] La figura 3c es una vista en perspectiva transversal del extremo de la parte de la sección del borde distal de la figura 3, tomada a lo largo de la línea C—C.

[0020] La figura 4 es una vista en una perspectiva frontal del sensor de fuerza de la figura 3.

[0021] La figura 5 es una vista en perspectiva posterior del sensor de fuerza de la figura 3.

[0022] La figura 6 es una vista esquemática de una sección de un circuito puente adaptada para su uso con el sensor de fuerza de la figura 3.

[0023] La figura 7 es una vista lateral con perspectiva transversal de una porción alterna de una sección del borde distal, incluyendo un electrodo terminal y un sensor de fuerza de contacto susceptible a tensiones y al estrés.

[0024] La figura 7A es una vista con una perspectiva transversal del extremo de una porción de una sección intermedia que se puede desviar adaptada para su uso con la porción de la sección del borde distal de la figura 7.

[0025] La figura 7B es una vista con perspectiva transversal del extremo de la porción de la sección del borde distal de la figura 7, sumada a lo largo de la línea B—B.

[0026] La figura 7C es una vista con perspectiva transversal del extremo de la porción de la sección del borde distal de la figura 7, tomada a lo largo de la línea C—C.

5 [0027] La figura 8 es una vista en perspectiva de la sección del sensor de fuerza de contacto de la figura 7.

[0028] La figura 9 es un gráfico que compara a la salida de voltaje de los sensores de tensión de un sensor de fuerza de contacto de la figura 7 en función del tiempo, para una activación de ondas cuadradas, con y sin carga.

10 [0029] La figura 10 es un esquema de una sección de un circuito de control del sensor con un filtro de ingreso de ondas cuadradas (pase alto) y un rectificador/ que promedia el voltaje de corriente continua.

[0030] La figura 11 es una vista en perspectiva de una sección alterna de un sensor de fuerza de contacto con varios recubrimientos magnéticos.

## 15 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL INVENTO

[0031] La figura uno ilustra una sección de un catéter 10 con capacidad de detectar la fuerza en un borde distal. El catéter tiene un cuerpo de catéter alargado 12 con sus extremos proximal y distal, una sección que se puede desviar intermedia 14 en el extremo distal del cuerpo del catéter 12, y una sección distal 15 adaptada para mapeos, ablaciones y para la detección de fuerzas aplicadas a un electrodo terminal 17 tal como cuando el electrodo terminal está en contacto con las paredes del tejido 19. El catéter también incluye un mango de control 16 en el extremo proximal del cuerpo del catéter 12 para controlar doblajes bidireccionales de la sección intermedia 14. El mango de control 16 también puede servir como un conducto a un controlador 11 adaptado para enviar, recibir y procesar señales eléctricas que ingresan y salen a y desde la sección distal 15 para mapeos, ablaciones y/o detección de fuerza, tal como por medio de un microprocesador 13 que aplica algoritmos de programas con soluciones de detección de fuerza. De acuerdo a este invento, aquellas señales incluyen a señales que provienen de un sensor de fuerza tri-axial almacenado en la sección distal 15 que detecta y mide las fuerzas de contacto en el electrodo terminal, por el cual el controlador y el microprocesador están adaptados a los procesos de aquellas señales para computar un vector de fuerza de contacto.

[0032] En referencia a las figuras 2A y 2B, el cuerpo del catéter 12 comprende una construcción tubular alargada que tiene un solo lumen axial o central 18. El cuerpo de catéter 12 es flexible, es decir, puede desviarse, pero es sustancialmente no comprimible longitudinalmente. El cuerpo del catéter 12 puede ser hecho de cualquier tipo apropiado de construcción y fabricado de cualquier material apropiado. Actualmente una construcción preferida comprende una pared exterior 20 hecha de poliuretano o PEBAX. La pared exterior 20 comprende una malla adherida con trenzados de acero inoxidable o similares para incrementar la rigidez torsional del cuerpo del catéter 12 para que, cuando el mango de control 16 rote, la sección intermedia 14 del catéter 10 rote en una forma correspondiente.

[0033] El diámetro exterior del cuerpo del catéter 12 no es crítico, pero preferiblemente no es mayor que alrededor de 8 french y más preferiblemente de 7 french. Asimismo, el espesor de la capa exterior 20 tampoco es crítico, pero debe ser lo suficientemente delgada como para que el lumen central 18 pueda incluir alambres, cables, tuberías y similares. Si se desease, la superficie interior de la pared exterior 20 es alineada con un tubo de rigidez 22 suministrando una estabilidad torsional comprobada. En una sección presentada, el catéter tiene una pared exterior 20 con un diámetro exterior en un rango de desde alrededor de 0.23 centímetros (0.090 pulgadas) a alrededor de 0.25 cm (0.100 pulgadas) y un diámetro interior que va desde alrededor de 0.15 centímetros (0.061 pulgadas) a alrededor de 0.17 cm (0.065 pulgadas). Los extremos distales del tubo de rigidez 22 y de la capa exterior 20 están adjuntos fijamente entre sí por medio de enlaces adhesivos entre ellos cerca del extremo distal y de los extremos proximales del cuerpo del catéter 12.

[0034] Los componentes que se extienden entre el mango de control 16 y la sección que se puede doblar 14 pasan por medio del lumen central 18 del cuerpo del catéter 12. Estos componentes incluyen cables guía 40 para el electrodo terminal 17 y cualquier electrodo anular de la sección del borde 15, los alambres guía principales 160 para un sensor de fuerza en la sección del borde, una tubería de irrigación 38 para entregar los fluidos a la sección del borde 15, un cable 48 para un sensor electromagnético de ubicación de posición, y/o una pareja de alambres jaladores 44 para flexiones bidireccionales de la sección intermedia 14.

[0035] También se muestra en las figuras 2A, 2B y 2C a una porción de la sección intermedia que se puede doblar 14 que comprende una sección más corta de tuberías 19. Las tuberías también tienen una construcción de mallas trenzadas pero con varios lúmenes fuera del eje, por ejemplo el primero, 2º, 3º y 4º lúmenes 30, 31, 32 y 33. En la sección ilustrada, cada uno de los lúmenes 2º y 4º que se encuentran en lados opuestos del diámetro 31 y 33 tienen un alambre jalador 44 para flexiones bidireccionales. El primer lumen 30 llega a los alambres guías 40, los alambres guías principales 160, y el cable del sensor 48. El 3er lumen 32 lleva la tubería de irrigación 38.

[0036] La tubería 19 de la sección intermedia 14 es hecha de un material adecuado no-tóxico que es más flexible

que el cuerpo del catéter 12. Un material adecuado para la tubería 19 es poliuretano trenzado, es decir, poliuretano o PEBAX con una malla trenzado adherida de acero inoxidable o similares. El tamaño de cada lumen no es crítico, pero es lo suficiente como para almacenar a los componentes respectivos que se extienden a través de este.

[0037] Un sistema para adherir al cuerpo del catéter 12 a la tubería 19 de la sección intermedia 14 se ilustra en las figuras 2A y 2B. El extremo proximal de la sección intermedia 14 comprende una muesca circunferencial exterior que recibe una superficie interior de la pared exterior 20 del cuerpo del catéter 12. La sección intermedia 14 y el cuerpo del catéter 12 son adheridas por medio de pegamento o similares.

[0038] Si se deseara, un separador (no se muestra) puede ubicarse dentro del cuerpo del catéter entre el extremo distal y el tubo de rigidez (si éste fuese provisto) y el extremo proximal de la sección intermedia. El separador suministra una transición en flexibilidad en la unión del cuerpo del catéter y de la sección intermedia, lo que permite que esta unión se doble suavemente sin plegarse ni retorcerse. Un catéter que tiene un espaciador como estos es descrito en la patente de Estados Unidos número 5,964,757.

[0039] Cada alambre para jalar 44 es cubierto preferiblemente con teflón RTM. Los alambres para jalar 44 pueden ser hechos de cualquier metal adecuado, tal como acero inoxidable o nitinol y la cobertura de teflón suministra lubricidad al cable para jalar. El cable para jalar tiene preferiblemente un diámetro que va desde alrededor de 0.015 centímetros a alrededor de 0.025 centímetros (alrededor de 0.006 a alrededor de 0.010 pulgadas). Tal como se mostró en las figuras 2B y 2C, una porción de cada cable para jalar 44 en el cuerpo del catéter 12 pasa a través de una bobina de compresión 35 que se extiende desde el extremo proximal del cuerpo del catéter 12 al extremo proximal de la sección intermedia 14. La bobina de compresión 35 está hecha de cualquier metal adecuado, preferiblemente acero inoxidable, y se enrolla ajustadamente a sí misma para suministrar flexibilidad, es decir, puede doblarse, pero también para resistir a la compresión. El diámetro externo de la bobina de compresión es preferiblemente ligeramente más grande que el diámetro del cable para jalar 44. Dentro del cuerpo del catéter 12, la superficie exterior de la bobina de compresión 35 también es cubierta por una envoltura no conductiva flexible 39, es decir, hecha de tuberías poliimidas.

[0040] Los extremos proximales de los cables para jalar 44 son anclados en el mango de control 16. Los extremos distales de los cables para jalar son anclados cerca del extremo distal de la sección intermedia 14 tal como se muestra en la figura 2B. El extremo distal de cada cable para jalar es suministrado con un ancla en forma de T 47 que incluye una pieza corta de acero inoxidable tubular, es decir, materiales hipodérmicos, que se enlazan y se enrollan en el extremo distal del alambre para jalar. El acero inoxidable tubular es fijado, es decir, se suelda, a una pieza transversal formada de un lazo de acero inoxidable o similares. La pieza transversal es asegurada fijamente a la pared exterior de la tubería 19 para anclarse al extremo distal de cada alambre jalador. Un primer alambre jalador pasa a través del 2º lumen 31 y un 2º alambre jalador pasa a través del 4º lumen 33 de la sección plegable intermedia 14. Un movimiento longitudinal separado e independiente de los cables deflectores 44 en relación al cuerpo del catéter 12, lo cual resulta en la deflexión de la sección intermedia 14 y por lo tanto controla la dirección de la sección del borde 15 se logra por medio de una manipulación adecuada de una pieza de deflexión 37 (figura uno).

[0041] En el extremo distal de la sección intermedia 14 se encuentra la sección del borde 15 que incluye al electrodo terminal 17 y un sensor de fuerza 100. Con referencia a las figuras 3, 4 y 5, el sensor de fuerza tiene un cuerpo en forma de una "taza" 102 con una pared que tiene una forma generalmente cilíndrica 104 con un extremo distal 106 y un extremo proximal 108, varios brazos o rayos radiales separados 110 que yacen generalmente dentro de un plano transversal en el extremo distal 106. Se entiende por una persona que tiene un conocimiento normal en la industria que los brazos no necesitan estar ubicados en el plano transversal y pueden ser curvos mientras éstos sean radialmente simétricos. Los brazos 110 convergen en el centro 112 en un eje longitudinal 114 del sensor de fuerza. Una pieza lineal distal 116 se extiende distalmente desde el centro 112 a lo largo del eje longitudinal 114 del sensor de fuerza. La pared cilíndrica 104 y los brazos 110 tienen en general el mismo grosor, y cada brazo tiene un ancho común generalmente uniforme entre la pared anular y el centro. La pared cilíndrica 104 define un interior vacío 120 entre el extremo proximal 108 y el extremo distal 106. En el extremo proximal 108, la pared 104 circunscribe una apertura 122 en el interior vacío 120. En el extremo distal, los brazos 110 definen entre ellos generalmente aperturas en forma de triángulos o de cuñas 126 dando acceso y paso al interior vacío 120 desde o hacia la dirección distal.

[0042] En la sección ilustrada, la pieza lineal 116 es una viga en forma de un cilindro vacío con una sección transversal circular, aunque se entiende que la viga puede tener cualquier forma transversal que sea simétrica alrededor del eje longitudinal 114 y cualquier sección plana está en alineación con estos brazos 110. Dado el tamaño del sensor de fuerza 100, la forma de la viga depende de gran manera en las técnicas de fabricación disponibles. Extendiéndose distalmente con su extremo proximal montado fijamente o conectado de otra forma a cada uno de los brazos 110 y el centro 112, la viga 116 es susceptible a la compresión y/o carga momentánea en todo su largo lo cual es transferido a los brazos 110. En referencia a la figura 4, en los lugares en los que una fuerza es aplicada a la viga 116 en la dirección de la flecha 140, el estrés / presión experimentada por el brazo 110a crea una compresión en la mitad distal D del brazo y tensión en la mitad proximal P del brazo. Se entiende por cualquier persona con conocimiento normal en la industria que al medir la compresión y tensión de cada uno de los brazos, cualquier fuerza con componentes radiales y/o axiales pueden medirse para determinar un vector de fuerza tri-axial en un sistema de coordenadas tridimensional. Además, puesto que la ubicación del borde del catéter es

monitoreada utilizando un sensor de ubicación que se basa en el magnetismo y las paredes de la cámara del corazón están mapeadas en 3 dimensiones, es posible el determinar el área de contacto del electrodo terminal en relación a la pared el corazón y por lo tanto calcular parámetros adicionales, tales como una presión de contacto del electrodo terminal. Un vector como estos y/o los parámetros son útiles para determinar si el electrodo terminal está

[0043] En la sección ilustrada, la estructura tipo viga 116 tiene un interior vacío 142 y por lo tanto puede funcionar como un puerto central para los fluidos a través del cual los fluidos de irrigación o de otro tipo, tales como líquidos salinos o de heparina, pueden ser entregados al electrodo terminal para enfriar los tejidos, reducir la coagulación y/o facilitar la formación de lesiones más profundas con una mayor energía de entrada RF. Además, los alambres guías, los alambres de seguridad, etcétera, pueden pasar a través de las aperturas 126 entre los brazos 110. En la sección ilustrada, existen por lo menos 3 brazos radiales 110a, 110b, 110c, aunque se entiende por una persona con conocimiento normal en la industria que la pluralidad puede variar entre alrededor de 2 a 10, con la limitación dependiendo en gran forma de las técnicas de fabricación.

[0044] El sensor de fuerza 100 es simétrico radialmente alrededor de su eje longitudinal 114, con los brazos 110 siendo de la misma forma y tamaño y estando a distancias iguales entre sí además de radialmente alrededor del eje longitudinal. En los casos en los que hay 3 brazos, los brazos están centrados alrededor de 0°, 120° y 240° en torno al eje longitudinal, con el ancho de cada brazo abarcando desde alrededor de 30° en la unión de los brazos y de la pared anular. El sensor de fuerza puede ser hecho de cualquier material adecuado que tenga coeficientes de expansión termal suficientemente bajos. Los materiales adecuados incluyen acero inoxidable y titanio, por ejemplo, acero inoxidable 17-4 o 15-5, y titanio 6AL-4V. En ese aspecto, los materiales preferidos para el sensor de fuerza, tienen una banda óptima de errores estáticos que es conformada de materiales que no poseen linealidad, repetitividad ni histéresis, incluyendo metales con baja histéresis y baja expansión térmica tal como 17-4PH o el titanio 6AL4V. Al construir el sensor de fuerza, es preferible evitar usar diferentes materiales que tienen coeficientes de expansiones termal variadas.

[0045] La forma de "tasa" del cuerpo del sensor de fuerza 102 puede formarse utilizando métodos adecuados, incluyendo métodos utilizados para la formación de tasas. Los brazos 110 pueden formarse utilizando métodos adecuados, incluyendo cortes por medio de laser, perforaciones o trituraciones. La viga 116 puede estar adherida al centro utilizando cualquiera de los métodos adecuados, incluyendo soldadura giratoria, soldadura tradicional o soldadura láser. El sensor de fuerza también puede ser fabricado a partir de un apilamiento de barras (una sola pieza) en un entorno CNC tipo suizo.

[0046] En la sección de las figuras 4 y 5, la pared 204 tiene un radio exterior RW de alrededor de 0.12 centímetros (0.046 pulgadas) un largo LW de alrededor de 0.18 centímetros (0.069 pulgadas) y un grosor radial TRW de alrededor de 0.020 centímetros (0.008 pulgadas) y un grosor distal TDW de alrededor de 0.018 centímetros (0.007 pulgadas). La viga 116 tiene un diámetro exterior DB de alrededor de 0.076 centímetros (0.030 pulgadas), una longitud LB de alrededor de 0.15 centímetros (0.058 pulgadas) y un grosor TB de alrededor de 0.010 centímetros (0.004 pulgadas) (refiérase a la figura 4). Cada brazo tiene un ancho WA de alrededor de 0.061 centímetros (0.024 pulgadas).

[0047] Tal como se muestra en las figuras 3A y 3B, cada brazo o rayo 110 es suministrado ventajosamente con por lo menos un medidor de tensión o sensor de tensión de semiconductores de silicón ("sensor" y "medidor" utilizados intercambiamente en este documento) en una superficie distal y/o una superficie proximal del brazo 110. En la sección ilustrada, un medidor de tensión se monta en cada superficie distal y proximal de cada brazo teniendo un total de 3 medidores de tensión proximales GPa, GPb y GPc y 3 medidores de tensión distales GDa, GDb y GDc. Cada medidor de tensión responde a la tensión o a la compresión experimentada por su respectiva mitad proximal o distal del brazo en el cual el medidor de tensión está montado. Los 6 medidores de tensión en forma de U forman 3 pares (GPa/GDa), (GPb/GDb), (GPc/GDc), cada par está conformado de un medidor distal y un medidor proximal en el mismo brazo, están montados simétricamente en los brazos por un adhesivo tal como resina epoxica.

[0048] Tal como se entiende por una persona que tiene un conocimiento normal en la industria, los medidores semiconductores de tensión son dispositivos que varían en resistencia eléctrica cuando se aplica tensión a estos. Esta propiedad los hace muy útiles para medir montos extremadamente pequeños, fuerza inducida en forma de tensión al material con exactitud y precisión. Los medidores hechos de materiales semiconductores tienen ventajas por sobre los tipos más convencionales de medidores de tensión. Estos incluyen la capacidad de medir un rango amplio de tensión en el material (probados hasta 3 veces por sobre el rango especificado), "sensibilidad" incrementada (las tensiones pueden medirse confiablemente hasta 2.54 nm (0.1 micro pulgadas) de resolución) y un tamaño reducido. Los medidores de tensión hechos en base a materiales semiconductores pueden variar en forma, incluyendo en forma de barras, en forma de U y en forma de M, tal como aquellos fabricados por Micron Instruments de Simi Valley, California. Los medidores de tensión tienen el propósito de suministrar una resolución calculada de fuerza teórica de  $\pm 0.1$  gramos. Utilizando un rango operacional a escala completa de tensión de 500 micros para los

medidores de tensión, el sensor suministra una cobertura de medición de vectores de fuerza en el electrodo terminal que varía entre 0-150 g y fuerza por sobre el límite (crea una deformación permanente en el cuerpo al exceder la fuerza generada por el material) del factor de seguridad de alrededor de 750 g. Tal como se entiende por una persona con un conocimiento normal en la industria, el medidor de tensión puede personalizarse para compensar por varios parámetros, incluyendo la fuerza de la línea de tensión radial no lineal del sensor, la precisión de la colocación del medidor de tensión en el sensor de fuerza y las tolerancias de fabricación del cuerpo del sensor de fuerza.

[0049] Mientras que cada par de medidores de tensión en cada brazo también pueden funcionar como un solo sensor de temperatura, la temperatura también puede ser monitoreada en sus ubicaciones en cada brazo, la pareja de medidores, uno en cada lado de un brazo, cancelando, ventajosamente, los efectos de temperatura en el material. Cuando existe un cambio en la temperatura del material del brazo, el material se expande o se contrae el monto (en la magnitud de, por ejemplo, 25.4 nm por 2.54 cm (micro pulgadas por pulgada)) por lo tanto, el tener un medidor en cada lado del brazo cancela, ventajosamente, los efectos de la temperatura debido al coeficiente de expansión del material.

[0050] Montados en una circunferencia interna de la pared 104, en equidistancia radial entre sí, existen varios terminales adheridos (lengüetas de soldadura) 156 adaptados para su uso en un circuito de medidores de tensión. En una sección, las terminales son fabricadas de vidrio epoxi revestido de cobre de grosor de alrededor de 0.14 que asegura una insolación eléctrica mientras que permanece flexible, fuerte y capaz de resistir altas temperaturas hasta alrededor de 135 °C (275 °F). Los terminales son utilizados entre alambres guía principales de diámetros más grandes (por ejemplo, alambres de cobre) 160 y guías medidoras de tensión delicadas más pequeñas (por ejemplo, alambres de oro de 24 quilates) 162, siendo el más reciente en el cual cada medidor de tensión tiene una primera guía de medición de tensión y una 2ª guía de medición de tensión. En la sección ilustrada, existe una terminal común 156C y 6 terminales dedicadas 156D. La terminal común 156C recibe una primera guía de medición 162 de cada medidor de tensión, y cada una de las 6 terminales dedicadas 156D recibe una 2ª guía de medición 162 de cada uno de los medidores de tensión. De los 7 alambres guía principales 160, un alambre guía principal es conectado desde su extremo distal a su terminal común 156C, y cada uno de los 6 cables guía principales que quedan se conecta a diferentes terminales dedicados que quedan 156D. Los alambres guía principales 160 se acoplan desde su extremo proximal a un circuito de conexión Wheatstone 170 tal como se ilustra en la figura 6. En la sección ilustrada, el circuito incluye 3 medias conexiones (una media conexión para cada par de medidores GPa/GDa, GPb/GDb, GPc/GDc,) que efectivamente doblan las señales de salida de medición y contrarrestan los efectos de temperatura en el material de cada brazo, y el circuito es balanceado con receptores compensadores de terminación y sensibilidad R1 y R2 (por ejemplo, 3000 ohm) con un voltaje de activación del conector (por ejemplo, 5.0VDC). Una compensación de temperatura del balance resistor (RBTC - resistor balance temperature compensating) puede ser necesario para balancear aún más al puente. La compensación de la temperatura balanceada es el cambio en el voltaje de salida del conector con referencia a la temperatura si no existiese una carga. Para un balance perfecto, la compensación de temperatura debería ser cero. Una compensación de temperatura de balance positiva se define como el cambio de voltaje de salida del conector que se hace cada vez más positiva cuando se incrementa la temperatura cuando no hay carga cuando el conector está siendo activado apropiadamente con un voltaje. La compensación de temperatura negativa es una salida de voltaje que se reduce con temperaturas que se están incrementando. Esto ocurre cuando un medidor está cambiando su resistencia más rápido que el otro. Para reducir el cambio a cero, es posible el acortar el medidor que está cambiando más rápido con un RBTC tal como se muestra en la figura 6. El aplicar al RBTC a lo largo del conector puede desbalancear al conector y el desbalance resultante puede ser ajustado al cambiar uno de los resistores de terminación del conector R1 o R2.

[0051] Tal como se entiende por una persona con conocimiento normal en la industria, un voltaje de activación de conectores depende del calor que se genere por parte de los medidores de tensión y por lo tanto la entrada general de potencia en vatios al medidor es predeterminada. La entrada al circuito puede ser en forma de onda sinusoidal u onda cuadrada de corriente continua, corriente alterna siempre y cuando la potencia en vatios general sea mantenida por debajo del límite para prevenir que el medidor se sobrecalienta. Por ejemplo, 5V de corriente continua hacia un medidor de tensión de 500 ohm no se espera que produzca auto calentamiento pero 10 V de corriente continua hacia el mismo medidor de tensión puede crear problemas de recalentamiento. Para incrementar la sensibilidad de la medición de tensión por parte del medidor, el medidor puede ser controlado por pulsos (una forma de ondas cuadradas con un bajo ciclo de trabajo) a un voltaje más alto (por ejemplo, 100 V de corriente continua) por un 1% de ciclo de trabajo para limitar la potencia en vatios promedio hacia el medidor. Los medidores adaptados para medir la tensión del rayo 110 al cual están adheridos al suministrar un cambio en resistencia con respecto a la tensión aplicada. El cambio de resistencia a su vez cambia la salida de voltaje del conector ( $E=IXR$ ) por lo que un voltaje de entrada alto hacia el medidor incrementa su sensibilidad de salida. Tal como se entiende por una persona con conocimiento normal en la industria, los medidores de tensión podrían requerir resistores de compensación dependiendo en el tipo de medidor de tensión que se esté utilizando.

[0052] La sección distal 15 también incluye una pieza corta de tubería de conexión 53 entre el sensor de fuerza 100 y la sección intermedia plegable 14. En la sección ilustrada de la figura 3, la tubería de conexión 53 tiene un solo lumen que permite el paso del alambre guía del electrodo terminal 40 y la tubería de irrigación 38 al electrodo

terminal 17. La tubería 53 también alberga al sensor electromagnético de posición 48 cuyo cable 46 se extiende aproximadamente desde a través de la tubería. La tubería 53 también permite el paso de los alambres guías principales 160 desde las terminales adheridas 156 hacia adentro del sensor de fuerza 100. El lumen individual de la tubería de conexión 53 permite a estos componentes el reorientarse tal como sea necesario desde sus respectivos lúmenes en la sección intermedia 14 hacia su ubicación dentro del electrodo terminal 17.

[0053] Se entiende que un objetivo de este invento es suministrar en la sección del borde distal 15 una sección que cumpla el requisito de deformarse (tensión) de tal forma que el sensor de fuerza 100, y una sección rígida no flexible que resiste toda deformación, tal como el tubo de rigidez distal 57, de tal forma que la sección flexible absorbe casi toda la energía de tensión del vector de fuerza que actúa en el electrodo terminal 17. El sensor de fuerza 100 y el tubo rígido distal 57 deberían estar hechos del mismo material, o por lo menos de materiales con coeficientes similares de expansión térmica, para prevenir una histéresis termal (tensiones causadas por diferentes tasas de los materiales de expansión térmica y contracción) debido a los diferentes coeficientes de expansión de cada material. En la sección, el tubo rígido distal es un tubo rígido de paredes delgadas 57 con dimensiones de desde 0.0076-0.015 cm (0.003-0.006 pulgadas) de grueso por 0.32-0.64 cm (0.125-0.250 pulgadas) de largo. El tubo es adherido, por ejemplo, al calzarse o pegarse con adhesivos, al diámetro interno o externo del extremo proximal del sensor de fuerza 100. En la sección ilustrada en la figura 3, el tubo 57 es adherido al diámetro interno del sensor de fuerza 100. Agujeros perpendiculares al eje longitudinal del tubo 57 pueden formarse para que el alambrado al electrodo anular se facilite.

[0054] Tal como se mostró en la figura 3, el electrodo terminal 17 define un eje longitudinal 180 alineado con el eje longitudinal 114 del sensor de fuerza. El electrodo terminal 17 tiene un extremo distal atraumático en forma de cúpula 182 y un extremo proximal 184 que tiene una superficie que es generalmente plana en la cual un agujero central 186 se forma para recibir a la viga 116 del sensor de fuerza. El agujero 186 tiene una profundidad que es menor que la longitud LB de la viga que permite que un vacío o espacio 190 exista entre el electrodo terminal 17 y el cuerpo 102 y los brazos 110 del sensor de fuerza. El vacío 190 tiene la intención de suministrar al electrodo terminal una mayor libertad y movimiento para un mayor torque en el extremo distal de la viga 116 permitiendo, por lo tanto, una mejor sensibilidad de una fuerza aplicada en el electrodo terminal entre dimensiones. Una sección corta, delgada elástica, flexible y bien fluida de tuberías con un sello 192 se extiende entre el electrodo terminal y el cuerpo del sensor de fuerza para ayudar a retener al electrodo terminal 17 en la viga 116 y mantener el vacío 190 libre de cualquier escombros. Junto con el agujero 180 en una forma coaxial se encuentra un pase de irrigación 190 con ramas transversales radiales 198 para permitir que se entreguen los fluidos por medio de la tubería de irrigación 38 hacia afuera del electrodo terminal por medio de varios puertos radiales 199.

[0055] El extremo proximal del electrodo terminal 17 también incluye un agujero ciego 201 en el cual el alambre guía del electrodo terminal 40 está anclado. El alambre guía del electrodo terminal 40 pasa hacia el electrodo terminal 17 a través de una de las aperturas 126 en el sensor de fuerza 100. Tal como se indica en la figura 2A, el alambre guía del electrodo terminal pasa a través del primer lumen 30 de la sección intermedia 14, y el lumen central 18 del cuerpo del catéter 12 antes de alcanzar el mango de control 16. Los alambres guías principales 160 para los medidores del sensor también pasan a través del primer lumen 30 de la sección intermedia 14, y el lumen central 18 del cuerpo del catéter 12 antes de alcanzar al mango de control 16 donde están conectados al circuito del conector 170.

[0056] La sección del borde distal del catéter puede incluir electrodos angulares que están montados en la tubería de conexión 53 uniendo al sensor de fuerza 100 y al extremo distal de la tubería 19 de la sección intermedia, tal como se muestra en la figura 3. El electrodo anular 21 puede hacerse de cualquier material conductor sólido tal como platino u oro, preferiblemente una combinación de platino e iridio. Los electrodos angulares pueden montarse en la tubería de conexión 53 con pegamento o similares. Alternamente, los electrodos angulares pueden formarse al recubrir a la tubería 53 con un material eléctricamente conductor, similar al platino, oro y/o iridio. El recubrimiento puede aplicarse usando una pulverización catódica, de posición de vigas iónicas o una técnica equivalente. El número de electrodos angulares en la tubería 53 puede variar tal como se desee. Los anillos pueden ser monopoles o bipolares. Cada electrodo anular es adaptado a su alambre guía respectivo 40 que puede pasar a través del primer lumen 30 de la sección intermedia 14 y el lumen central 18 del eje del catéter 12. Se debe entender que las envolturas aislantes o protectoras pueden suministrarse para cualquiera de los alambres y cables tal como sea necesario a lo largo del catéter, incluyendo el cuerpo del catéter 12 y/o la sección intermedia.

[0057] Una sección alterna de un catéter de este invento es ilustrado en las figuras 7, 7A, 7B y 7C, en las cuales elementos similares son descritos con los mismos números de referencia. Un catéter incorporado en la sección del borde distal 15, un sensor de fuerza 200 que incluye un cuerpo o una cámara cilíndrica vacía 202 y varias piezas de tensión adheridas que detectan la tensión 204 para monitorear la tensión del cuerpo 202 al detectar un vector de fuerza tridimensional aplicado al borde del electrodo 17. Con referencia a la figura 8, el cuerpo tiene una pared 206 con una sección transversal circular, un extremo proximal 208, y un extremo distal exterior o perforado 209 con un extremo distal interior 210. Una longitud exterior se extiende entre el extremo proximal 208 y el extremo distal exterior 209. Una longitud interna se extiende entre el extremo proximal 208 y el extremo distal interior 210. Entre el extremo proximal y el extremo distal interior, la pared tiene un grosor uniforme T. La pared tiene una superficie circunferencial exterior 212, y una superficie circunferencial interior 214 que definen un espacio interior 216. La



pared es formada con varios corredores a través de corredores axiales o agujeros de paso 218 colocados en distancias iguales entre sí en una forma radial alrededor de un eje longitudinal 220. Cada corredor axial 218 abarca la longitud interna y define a la apertura respetiva 222 en el extremo proximal 208 y el extremo distal interno 210.

[0058] En referencia a la figura 7, el extremo distal exterior 209 del sensor de fuerza recibe una estructura proximal 230 del electrodo terminal. El electrodo terminal y el sensor de fuerza tienen el tamaño para que el extremo distal externo 209 del sensor de fuerza 200 colinde con un extremo circunferencial proximal 232 del electrodo terminal y un extremo proximal de la estructura 230 colinda con el extremo distal interior 210 del sensor de fuerza, para que un vector de fuerza aplicado al electrodo terminal 17 se transmita al sensor de fuerza 200 en el extremo distal exterior y el extremo distal interior del sensor de fuerza.

[0059] Extendiéndose a través de cada corredor 218 existe una pieza de un diámetro pequeño que detecta la tensión 234 ("pieza de tensión" y "alambre" se usan en este documento intercambiamente), por ejemplo, un alambre de diámetro pequeño conductor de la electricidad tal como un alambre de cobre poli - cristalino. En la sección ilustrada, cada alambre sensor de tensión tiene una flexión en forma de U en el extremo distal interior del cuerpo del sensor de fuerza que, para facilidad de fines de discusión) define una primera porción del alambre 234a y una 2ª porción de alambre 234b. Una muesca o agujero que mira hacia adentro 236 es suministrado en cada apertura 222 en el extremo distal interior 210 del cuerpo de tal forma que los alambres no son apretados entre la estructura 230 y el extremo distal interior 210 del sensor de fuerza. Asimismo, un agujero de paso 238 es suministrado cerca del extremo proximal de cada corredor de tal forma que los alambres no son apretados entre el sensor de fuerza 200 y el extremo distal mellado circunferencialmente de la tubería 19 de la sección intermedia desviable 14.

[0060] En una sección, la cámara 202 tiene un diámetro externo de alrededor de 0.24 centímetros (0.095 pulgadas). La pared 206 del cuerpo tiene un grosor de alrededor de 0.064-0.071 centímetros (0.025-0.028 pulgadas). El corredor axial 218 tiene un diámetro de alrededor de 0.025-0.036 centímetros (0.010-0.014 pulgadas). Cada pieza detectora de tensión 234 tiene un diámetro de alrededor de 0.010-0.015 centímetros (0.004-0.006 pulgadas), con una longitud tensionada "de trabajo" de alrededor de 0.25-0.51 cm (0.10-0.20 pulgadas).

[0061] Un segmento 240 de cada primera porción de alambre 234a se extiende a través del corredor 218 y su sub-segmento es suministrado con una cobertura, lámina o capa magnética 244. Los segmentos intrusivos de las láminas magnéticas 244 están adheridas en los corredores por medio de un enlace adhesivo o cemento 246. Tal como se entiende por una persona que tiene un conocimiento normal en la industria, la composición de la lámina magnética 244 se controla para que sus propiedades sean sensibles a la tensión. La lámina de alta permeabilidad, que es depositada en un alambre, domina la inductancia del alambre, para medir la inductancia o la pérdida en el alambre monitoreando sus propiedades magnéticas. La capacidad para aplicar la lámina magnética uniformemente en el alambre que tiene un diámetro pequeño permite a la lámina magnética ser dirigida fácilmente a su saturación. Por lo tanto, pérdidas en la lámina se monitorean. Puesto que las propiedades magnéticas de la lámina son sensibles a la tensión, el alambre detecta cambios en la tensión. Puesto que los alambres que detectan la tensión son inertes, estos están adheridos en los pases. Tal como se entiende por una persona que tiene un conocimiento normal en la industria, cada alambre que detecta la tensión utiliza el campo magnético producido por una corriente en el alambre. Este campo presenta una forma de una cobertura magnética circunferencialmente continua. Sin embargo, los campos externos presentan otra forma de una cobertura axialmente o diametralmente discontinua. Los efectos de auto-desmagnetización de estas formas reducen significativamente los efectos de estos campos externos. Los efectos que se deben a los campos magnéticos externos que se encuentran comúnmente pueden, por lo tanto, ser eliminados virtualmente por medio de patrones de la lámina en pequeños segmentos separados axialmente sin afectar al campo producido por la corriente. La longitud de la lámina magnética depositada alrededor del alambre determina la región activa de tensión del sensor. En una sección, la longitud es de alrededor de 0.46-0.51 cm (0.18-0.20 pulgadas). Sensores de tensión adecuados están disponibles de Sensortex, Inc. de Kennett Square, Pennsylvania.

[0062] Cada segmento 240 que se extiende a través de un corredor 218 es tensionado previamente ("tensionado previamente" y "estresado previamente" se usan intercambiamente en este documento) con una fuerza de tensión aplicada (por ejemplo, 1000 micro strains (unidad de tensión) durante su aplicación y secado/reparación de la adhesión de los enlaces que unen al segmento en el corredor. La tensión previa de los alambres sirve para remover el área muerta de señalización de banda y para incrementar la porción (o la longitud de cobertura de la señal del sensor). Una tensión controlada uniformemente es aplicada a cada alambre sensor para detectar la simetría en el sensor de fuerza. Los varios alambres en el sensor de fuerza pueden variar de desde alrededor de 2 a 10. En la sección ilustrada, existen 4 alambres que están posicionados a alrededor de 90° rodeando al eje longitudinal 220 del sensor de fuerza.

[0063] En la sección ilustrada, la primera porción 234a de cada alambre sensor de tensión se extiende a través del lumen central 18 del cuerpo del catéter, el primer lumen 30 de la sección intermedia desviable 14 y un corredor respectivo 218 del sensor de fuerza 200. La 2ª porción 234b de cada sensor de tensión se extiende a través del espacio interior 216 del sensor de fuerza 200, el primer lumen 30 de la sección intermedia desviable 14 y el lumen central 18 del cuerpo del catéter 12. La deformación del cuerpo del sensor de fuerza resulta en un cambio en la

amplitud de la tensión para los sensores de tensión 204. Cada sensor de tensión del sensor de fuerza 200 es conectado a una fuente de energía y a circuitos y/o procesadores apropiados que suministran corrientes alternas de electricidad a través de los alambres y reciben los voltajes de salida para detectar inductancia o pérdida para determinar un vector de fuerza aplicado en 3 dimensiones que se ejerce en el electrodo terminal.

[0064] Se entiende por una persona con conocimiento normal en la industria que cuando vectores de fuerza actúan en el electrodo terminal, se transfieren al cuerpo cilíndrico del sensor de fuerza que se deforma ligeramente y por lo tanto causa un cambio en la tensión de los sensores de tensión. El tamaño pequeño y perfil simétrico de cada sensor de tensión permite a la lámina magnética ser controlada fácilmente hacia su saturación con niveles moderados de corriente. La pérdida resultante de histéresis domina la impedancia de los sensores de tensión y depende bastante del estrés. El medir la inductancia o la pérdida de histéresis en los alambres monitorea sus propiedades magnéticas. Esta pérdida es una curva de respuesta no lineal en relación a la corriente y produce picos de voltaje de alta frecuencia que pueden ser detectados con circuitos de extracción de señales análogos o digitales (refiérase a la figura 9).

[0065] El cuerpo puede ser construido de cualquier material que sea compatible, de temperatura estable y suficientemente rígido para experimentar deformación con estrés y tensión, incluyendo poliétertercetona ATISBADA, polifenileno auto-reforzado, polifenilsulfona o polímeros de cristal líquido. La adherencia de enlaces que unen a los sensores de tensión en los corredores deberán tener un módulo elástico y un coeficiente de expansión térmica que es comparable al material de construcción del cuerpo.

[0066] Tal como se ilustró en las figuras 7 y 8, los extremos distales y proximales de cada alambre de sensor de tensión es accesible para ingresos de corriente y salidas de voltaje hacia y desde un controlador adaptado para enviar, recibir y procesar señales eléctricas de entrada y de salida hacia y desde la sección distal 15 para el mapeo, la ablación y/o detección de fuerza por medio de un microprocesador que aplica algoritmos de software con soluciones de detección de fuerza.

[0067] La figura 10 ilustra una sección de un circuito de control para el sensor de fuerza 200, donde el sensor de fuerza es controlado con un oscilador de ondas cuadradas 150 (el rango de la frecuencia de entrada es de alrededor de 5-50 kHz) incrementado con un amplificador operacional 152 (voltaje de control de alrededor de 1-5 V y una corriente RMS de alrededor de 200-800 mA). El circuito también incluye un 2º amplificador operacional 154 que actúa como un filtro de alto pase (filtra señales superiores a los 15 kHz) que elimina el componente de alto voltaje en la frecuencia de control que consiste de la resistencia del alambre detector y el componente inductivo del recubrimiento magnético. La inductancia cambia ligeramente cuando el sensor es expuesto a la tensión, pero el factor de cambio de tensión es mucho mayor. El voltaje de salida de corriente continúa disminuyendo cuando la tensión en el sensor se incrementa.

[0068] Este invento incluye una sección alterna en la cual varios sensores (láminas magnéticas) son suministrados en cada alambre. Sin embargo, se entiende que el voltaje a lo largo de cada sensor es medido y, por lo tanto, se suministra un punto de conexión en los alambres en cada extremo del sensor. Una configuración de un solo sensor de varios alambres resulta en menos alambres puesto que existe solamente una sola señal de corriente de entrada, pero varias colecciones de enlaces de alambres a un alambre, incluyendo un alambre número 38, no podría ser tan confiable o efectivo en cuanto a costos que el utilizar a varios sensores de 2 cables para la medición de la tensión. La figura 11 ilustra una sección de una configuración de varios sensores de un solo alambre, por ejemplo, un solo alambre de cobre con 3 láminas magnéticas 244 que resulta en 3 sensores de fuerza 200a, 200b, 200c, que suministran cada uno una señal de salida señal a, señal b, señal c.

[0069] Los voltajes, corrientes y frecuencias requeridas para la operación del sensor varían de entre alrededor de 1-5 V, 200-800 mA (en forma de ondas cuadradas) a una frecuencia que varía desde alrededor de 5 kHz-50 kHz. En la forma en que se incrementa la tensión del sensor, el pico resultante al inicio y al final de cada onda es reducido (refiérase a la figura 9). Un circuito que filtra la señal de salida de voltaje en el sensor de tensión combinado con un amplificador operacional de alta velocidad que se basa en el circuito detector de pulsaciones de picos de circuitos abiertos o cerrados puede utilizarse para convertir a los valores de voltaje de los picos de tensión del sensor en una señal de salida de voltaje de corriente continua estable (refiérase a la figura 10).

[0070] Se entiende que la sección del catéter de las figuras 7-9 también pueden incluir una tubería de conexión 53 entre la sección intermedia 14 y el sensor de fuerza 200, en la cual un sensor electromagnético de posición 48 es almacenado cerca del sensor de fuerza 200. Un cable 46 para el sensor 48 puede pasar a través del primer lumen 30 de la sección intermedia 14 antes de que alcance el mango de control 16.

[0071] La descripción precedente ha sido presentada en referencia a ciertas secciones de ejemplo del invento. Trabajadores con conocimiento en la industria y en la tecnología de la industria a la cual pertenece el invento apreciarán qué alteraciones y cambios a la estructura descrita pueden realizarse sin apartarse significativamente del principio y alcance de este invento. Se entiende que los esquemas no son hechos necesariamente a escala. Asimismo, la descripción anterior no debe ser leída como refiriéndose solamente a las estructuras precisas descritas e ilustradas en los esquemas adjuntos. En vez de eso debe leerse en una forma consistente y como soporte para las

siguientes reivindicaciones las cuales deben tener el alcance más completo y justo posible.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

## Reivindicaciones

1. Un catéter (10), que comprende:

5 Un cuerpo de catéter alargado (12);

Una sección desviable (14) distal al cuerpo del catéter (12);

Un electrodo terminal (17) distal a la sección desviable (14); y

10 Un sensor de fuerza de contacto (100) entre la sección desviable (14) y el electrodo terminal (17), el sensor de fuerza (100) conformado de un cuerpo en forma de tasa (102) que tiene una pared generalmente cilíndrica (104) con un extremo distal (106) y un extremo proximal (108), varios rayos separados espaciadamente (110) colocados para que permanezcan generalmente dentro de un plano transversal en el extremo distal (106), una pieza tipo viga (116), y por lo menos un medidor de tensión (GP/GD) montado en uno de los rayos (110), los rayos (110) que convergen en una ubicación del cuerpo (102) de la cual se extiende la pieza tipo viga (116), donde un extremo de la mesa tipo viga (116) se conecta al electrodo terminal (17).

20 2. El catéter (10) de la reivindicación uno, donde un vacío (190) existe entre el electrodo terminal (17) y el cuerpo (102) del sensor de fuerza (100).

3. El catéter (10) de la reivindicación uno, donde cada rayo (110) tiene por lo menos un medidor de tensión (GP/GD) allí montado.

25 4. El catéter (10) de la reivindicación uno, donde cada rayo (110) tiene por lo menos 2 superficies y cada superficie tiene por lo menos un medidor de tensión (GP/GD) allí montado.

5. El catéter (10) de la reivindicación uno, conformado de por lo menos 3 rayos (110).

30 6. El catéter (10) de la declaración uno, que contiene además una tubería de irrigación (38) que se extiende a través de una pieza tipo viga (116).

7. El catéter (10) de la declaración uno, que contiene además aperturas (126) entre los rayos (110).

35

40

45

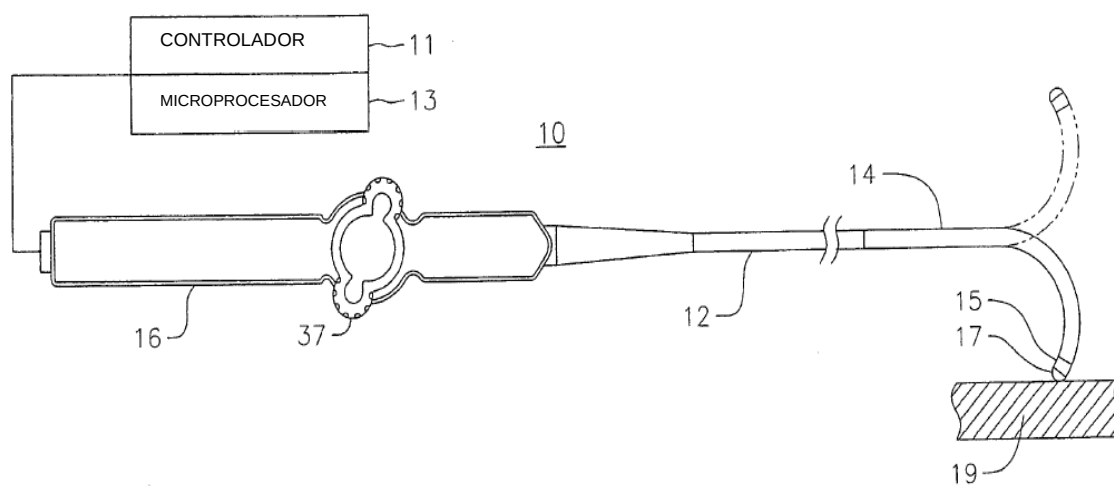
50

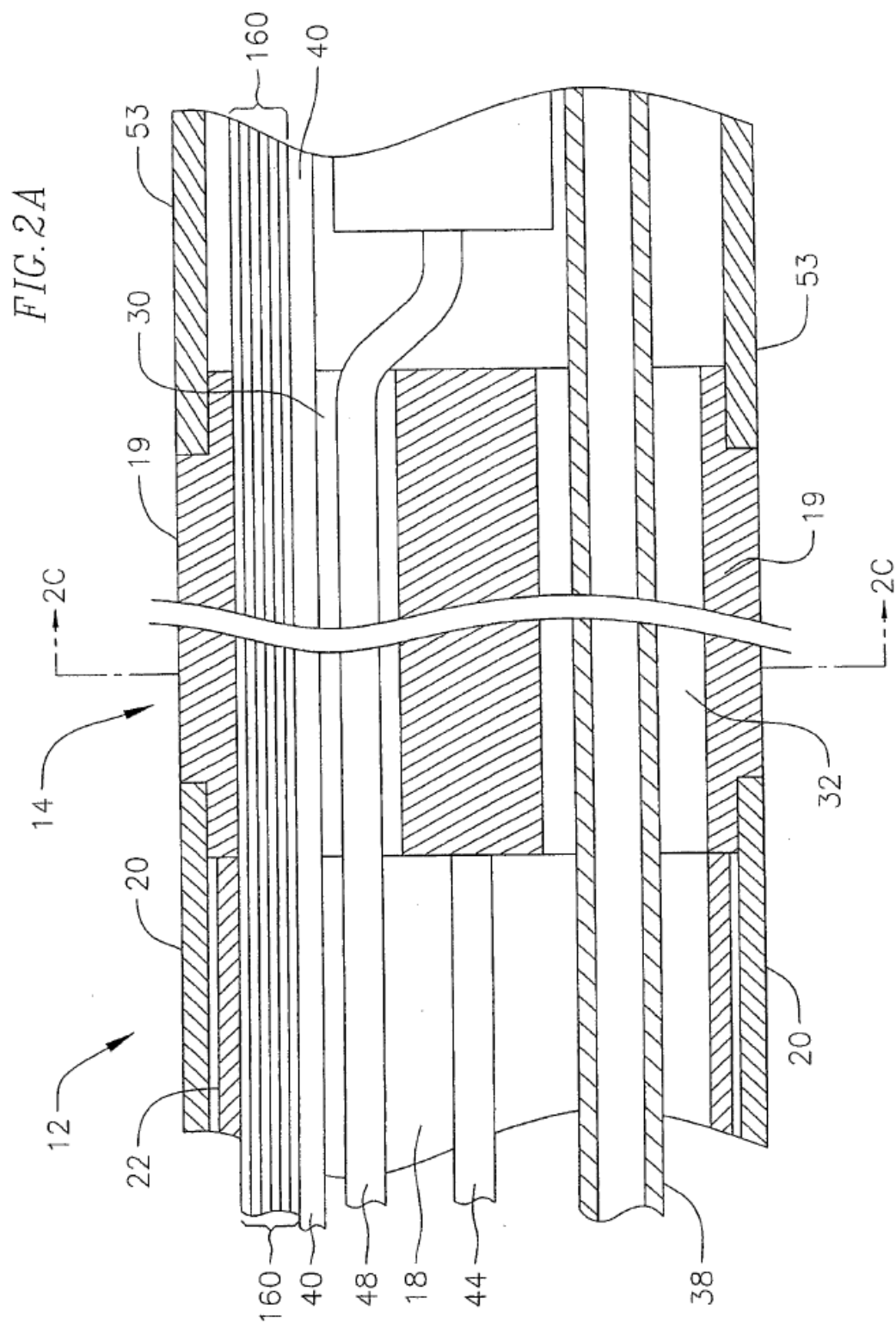
55

60

65

FIG.1





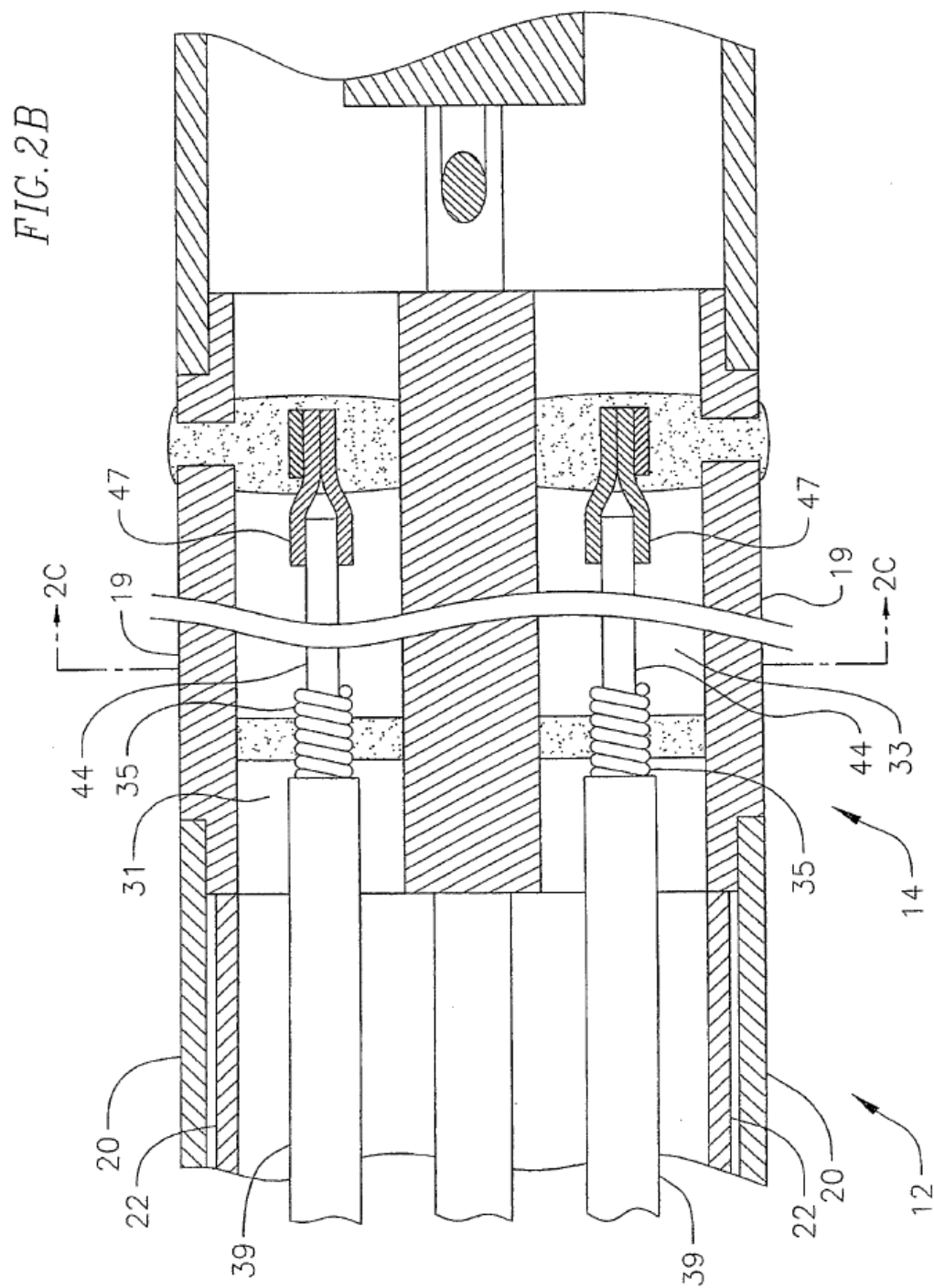


FIG. 2C

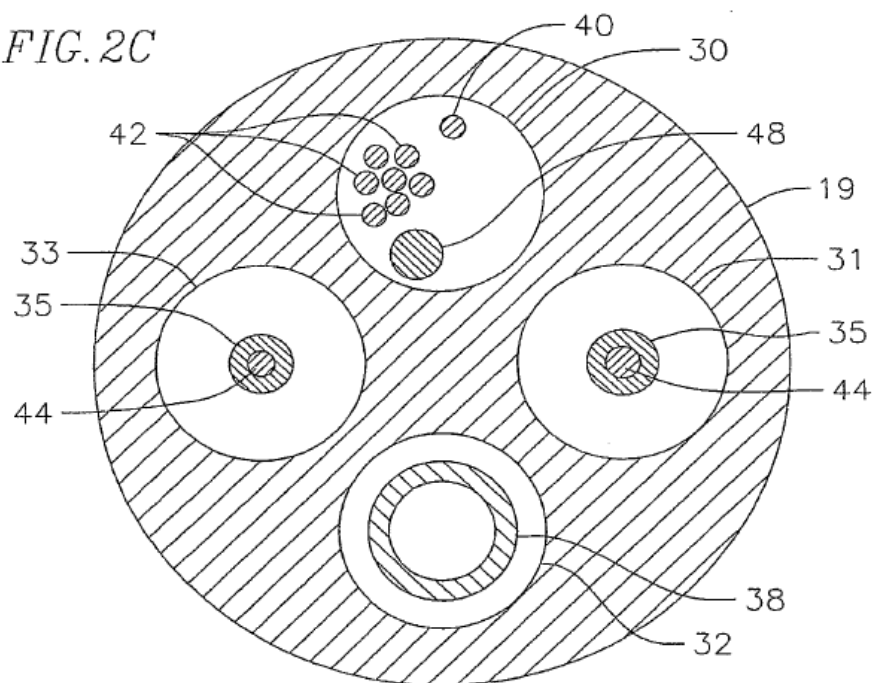


FIG. 3C

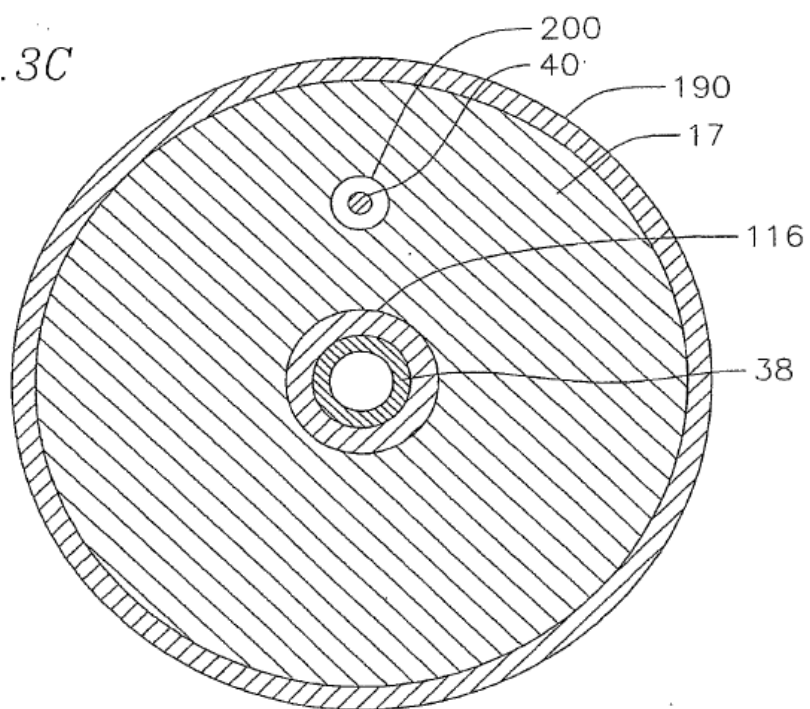




FIG. 3

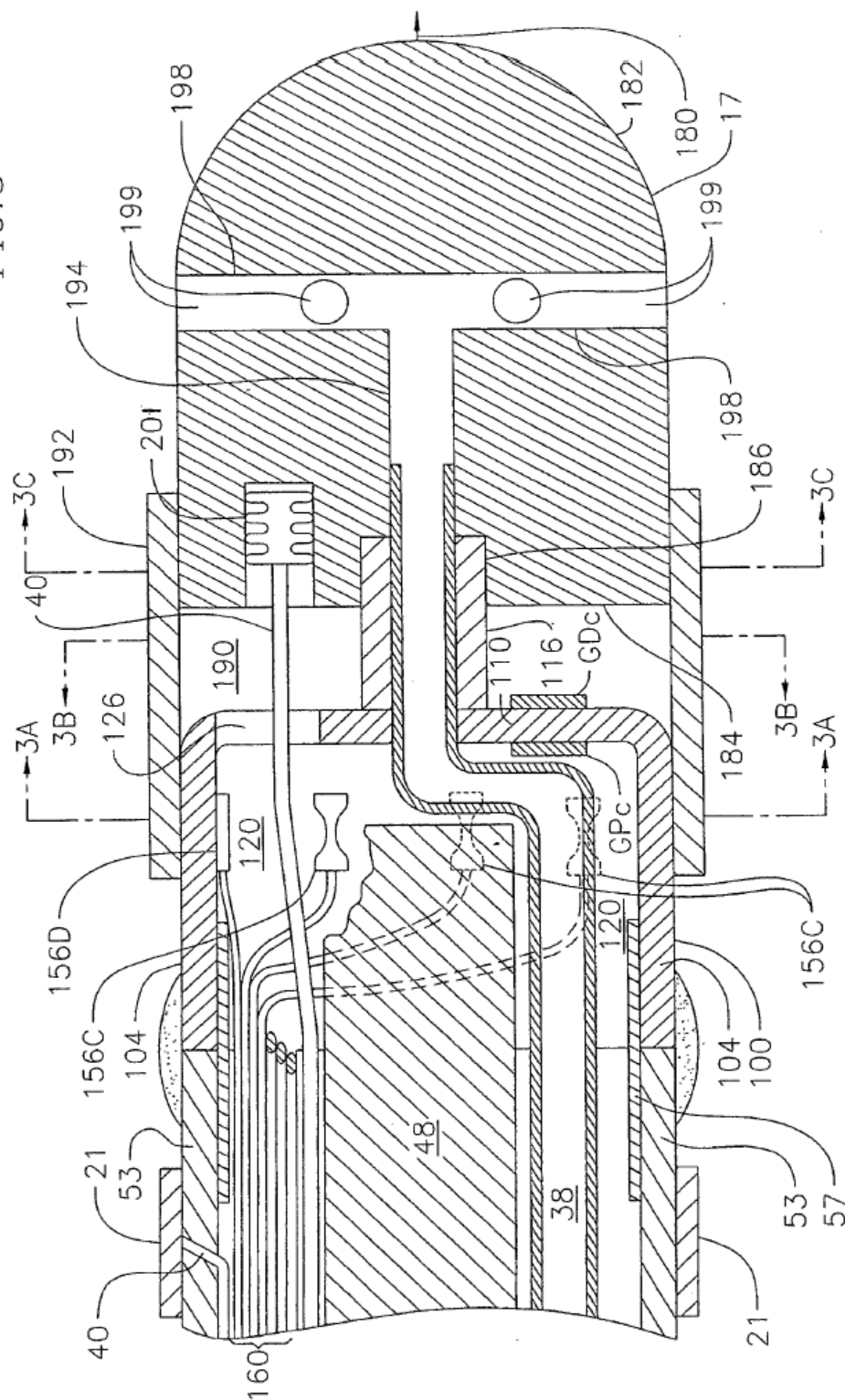


FIG. 3A

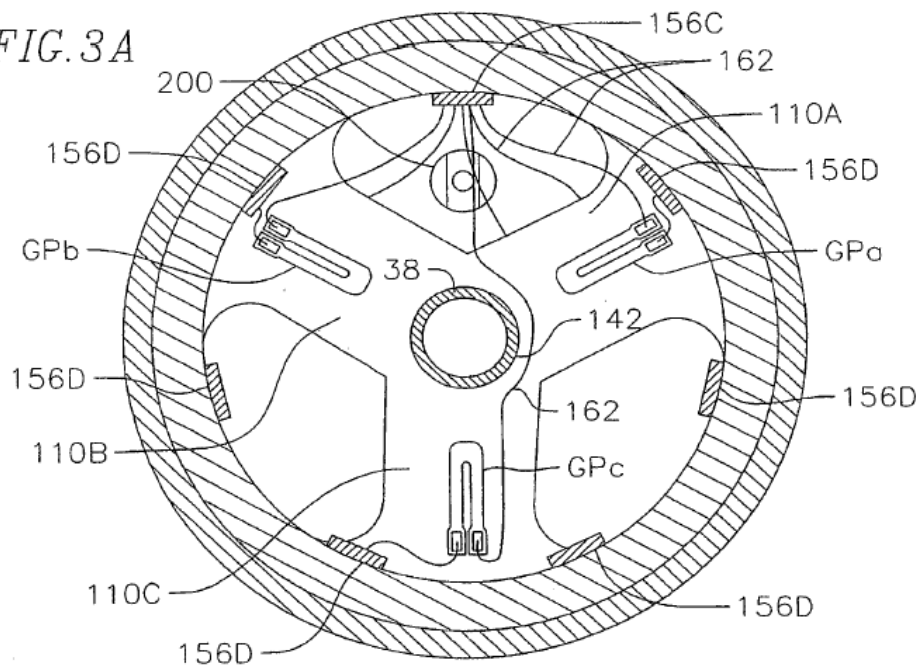
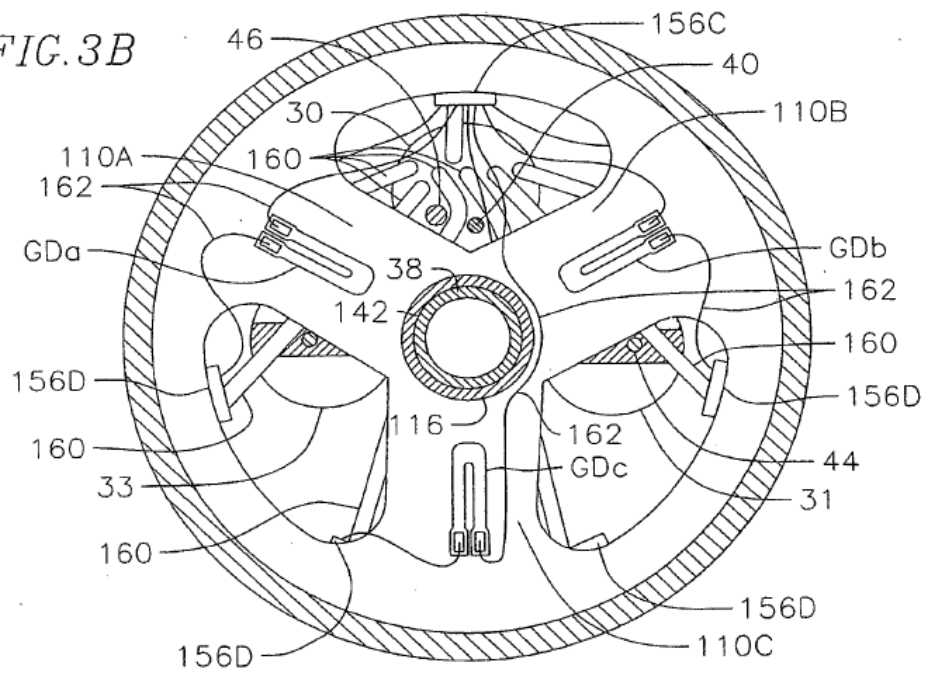
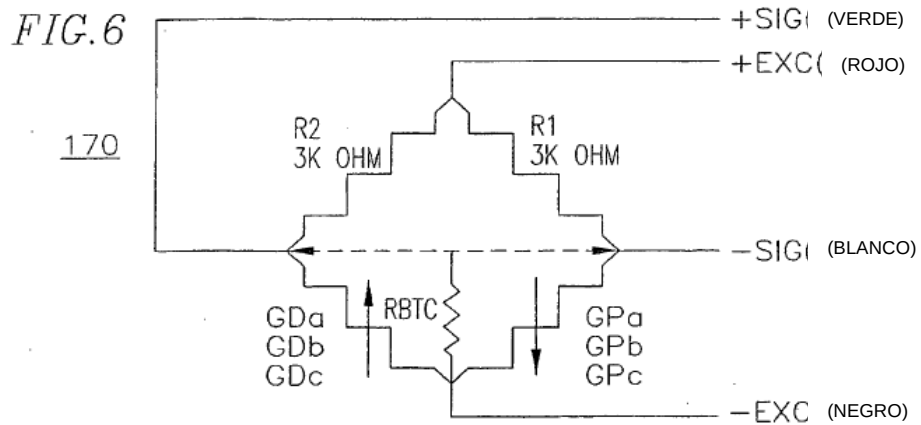
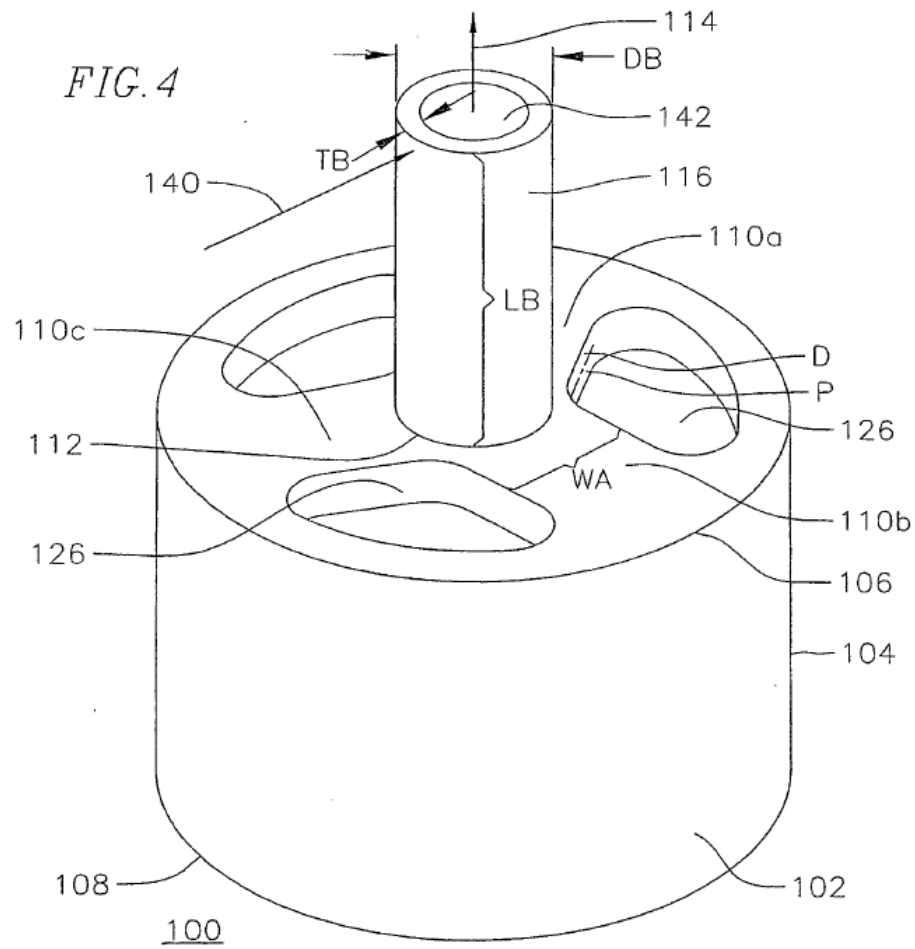


FIG. 3B





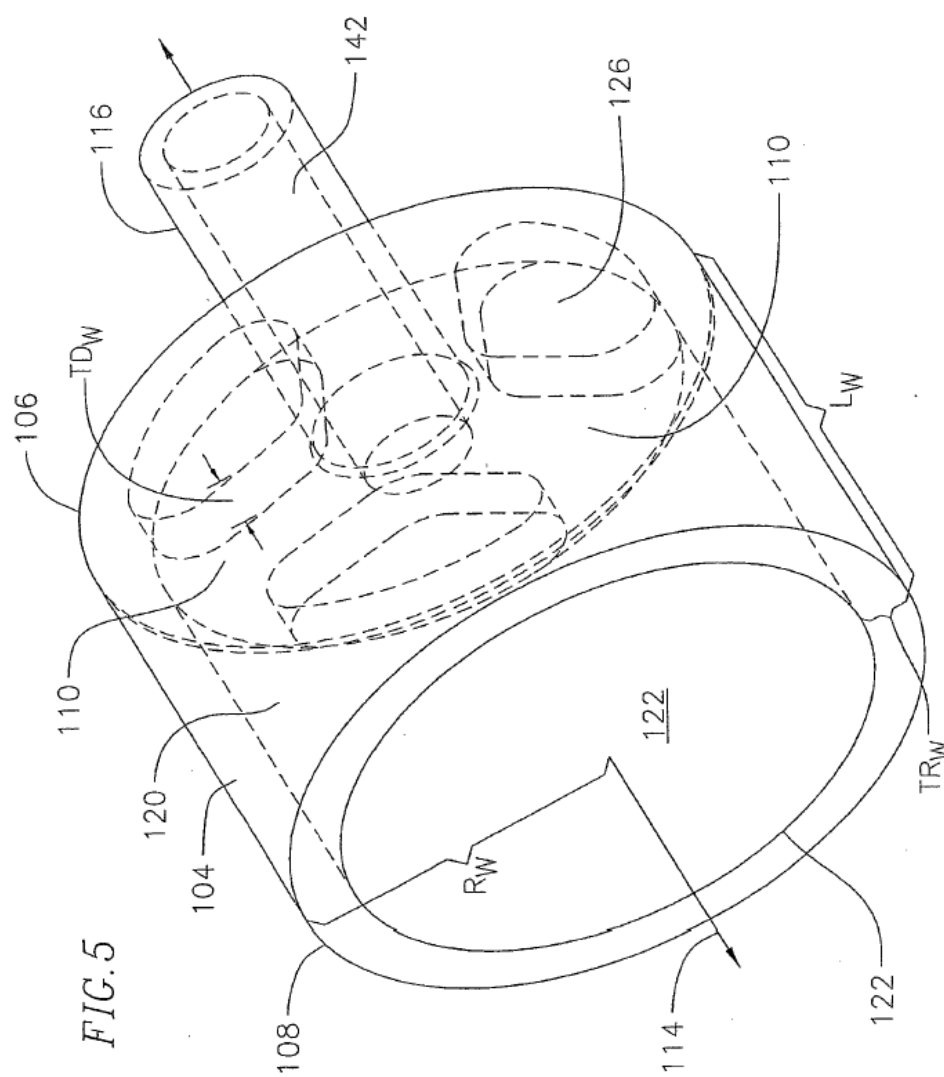
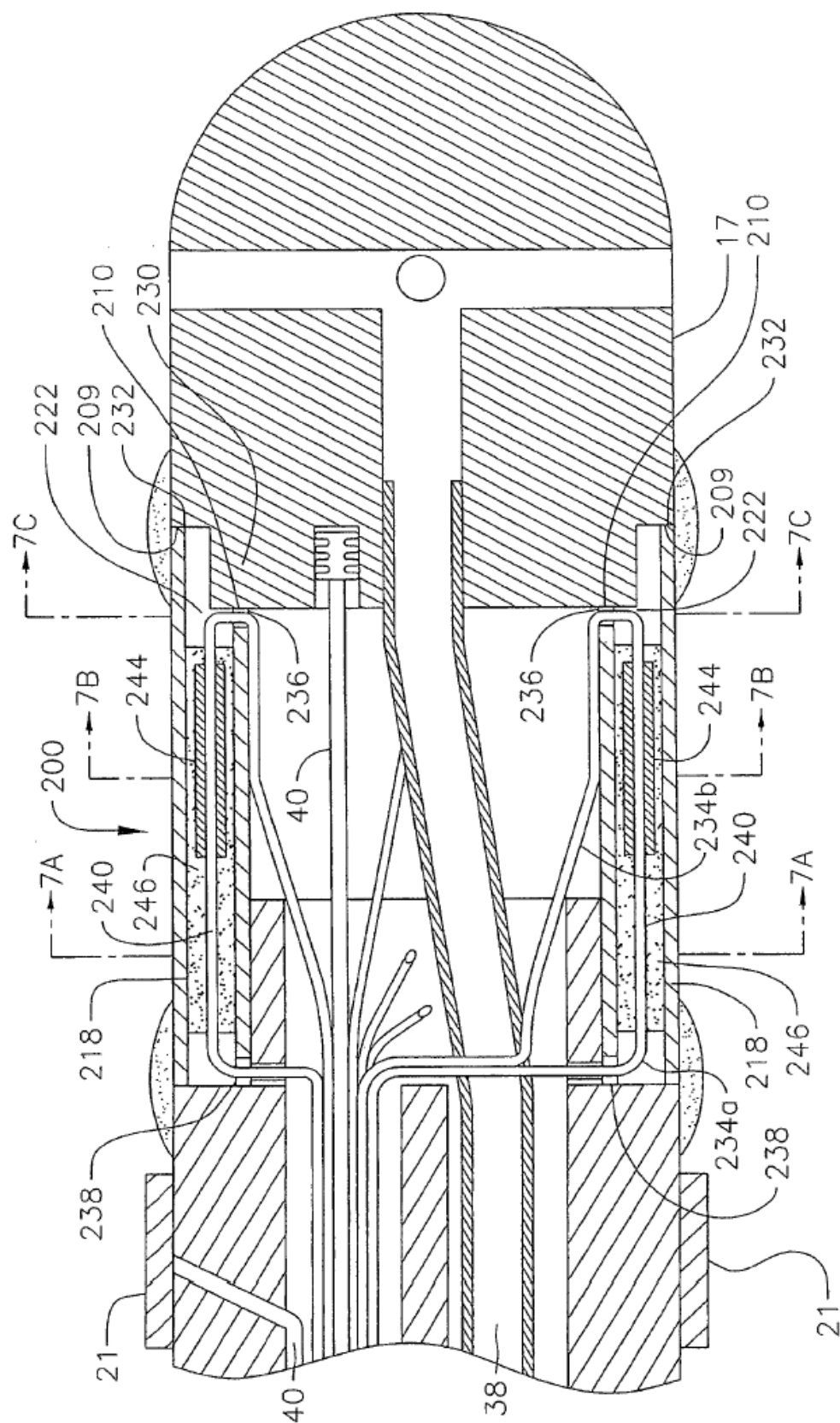


FIG. 7



*FIG. 7A*

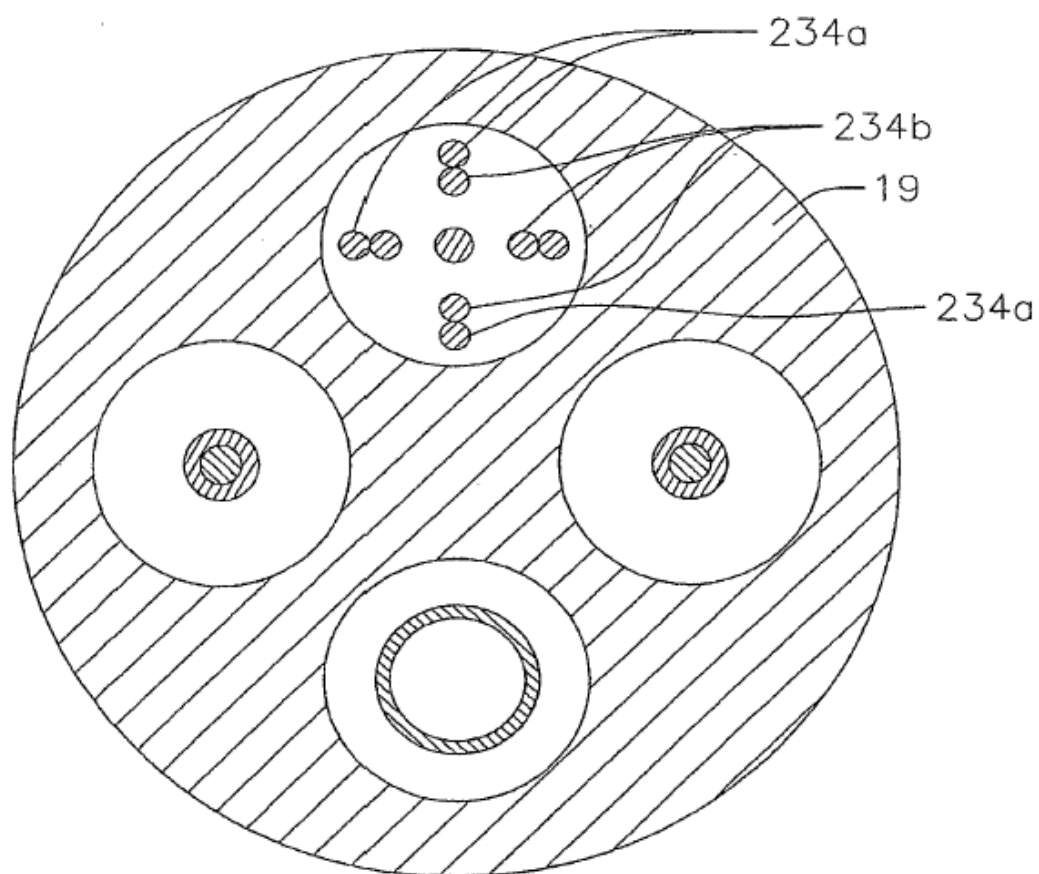


FIG. 7B

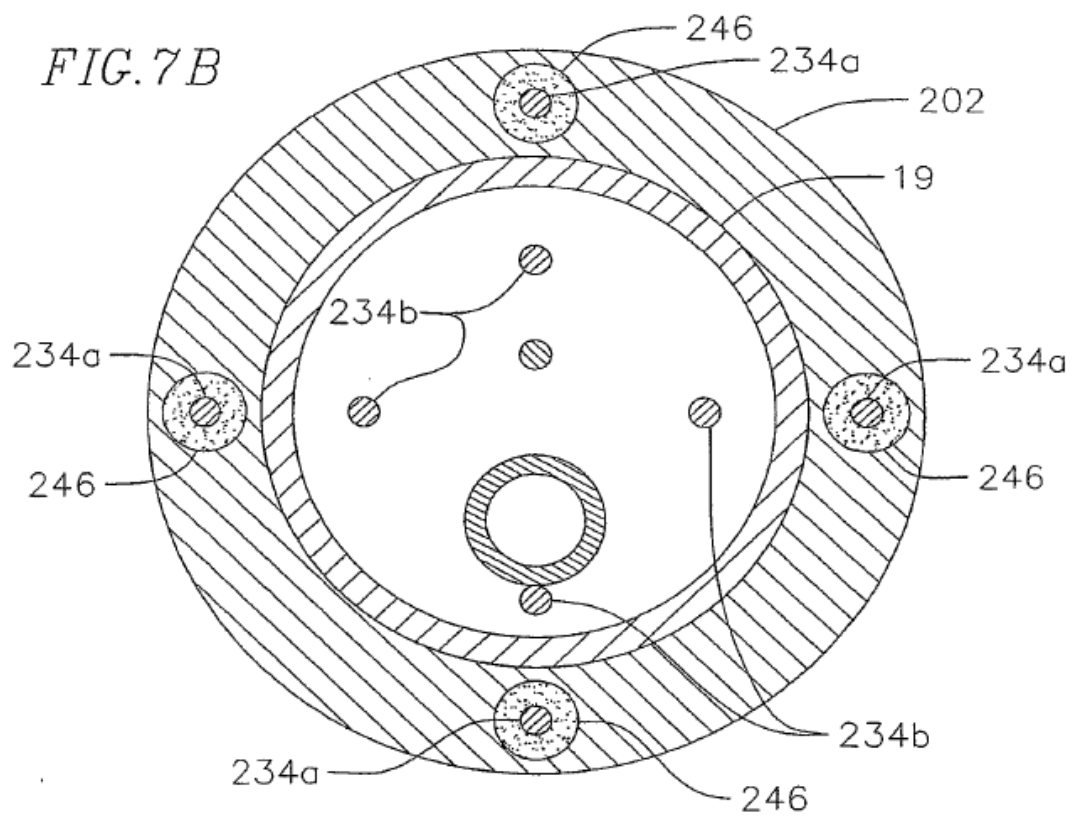
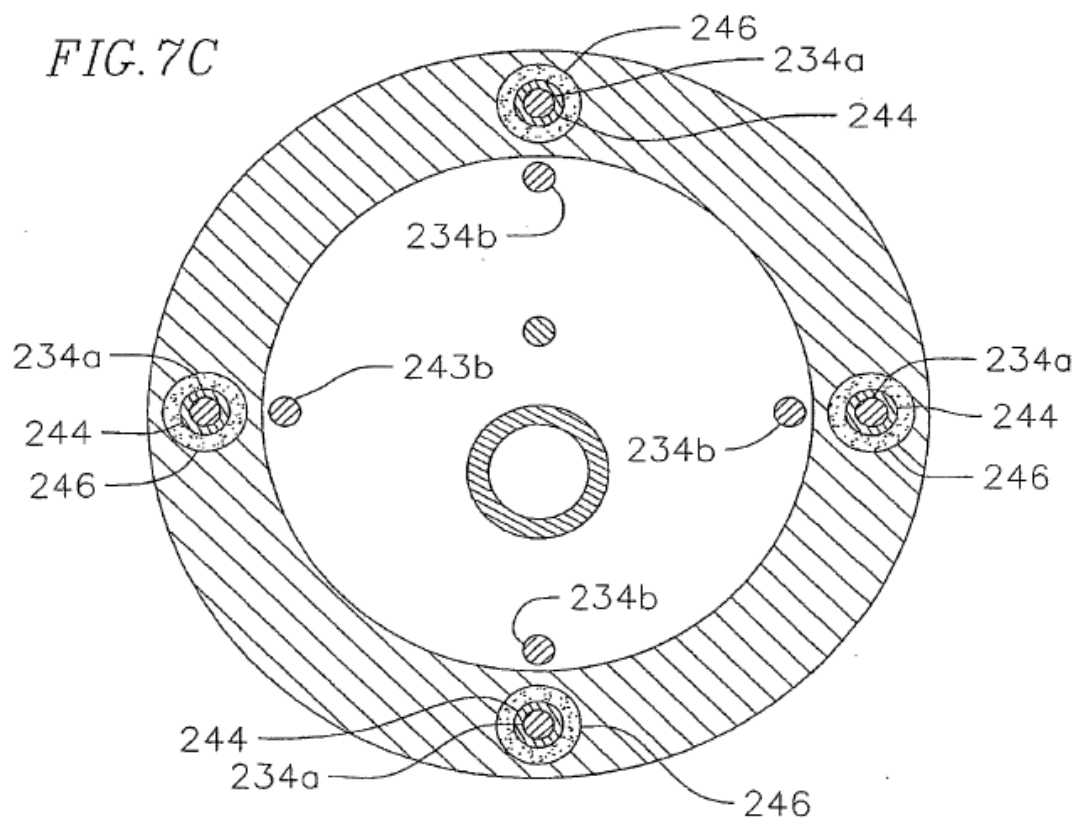


FIG. 7C



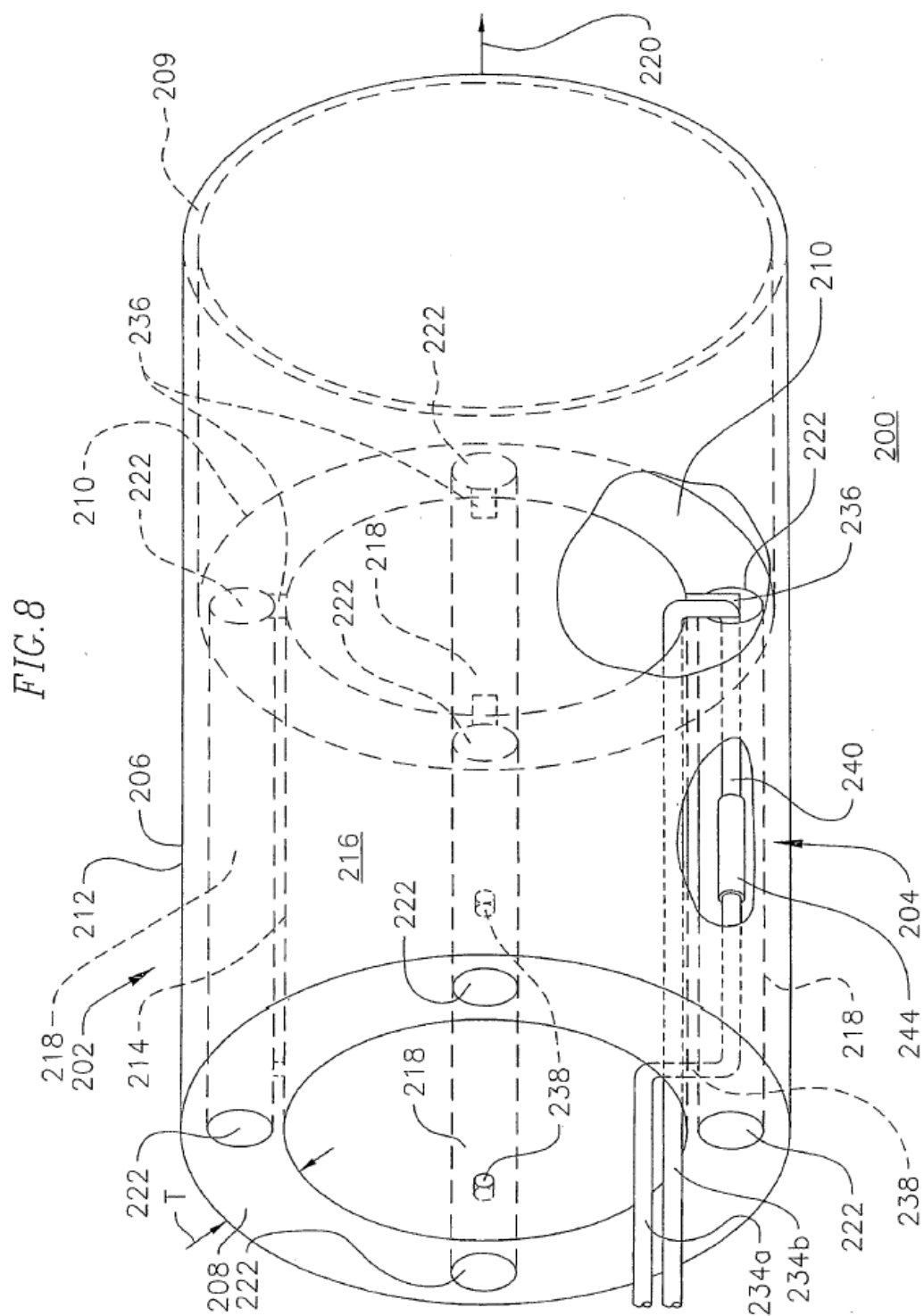




FIG.9

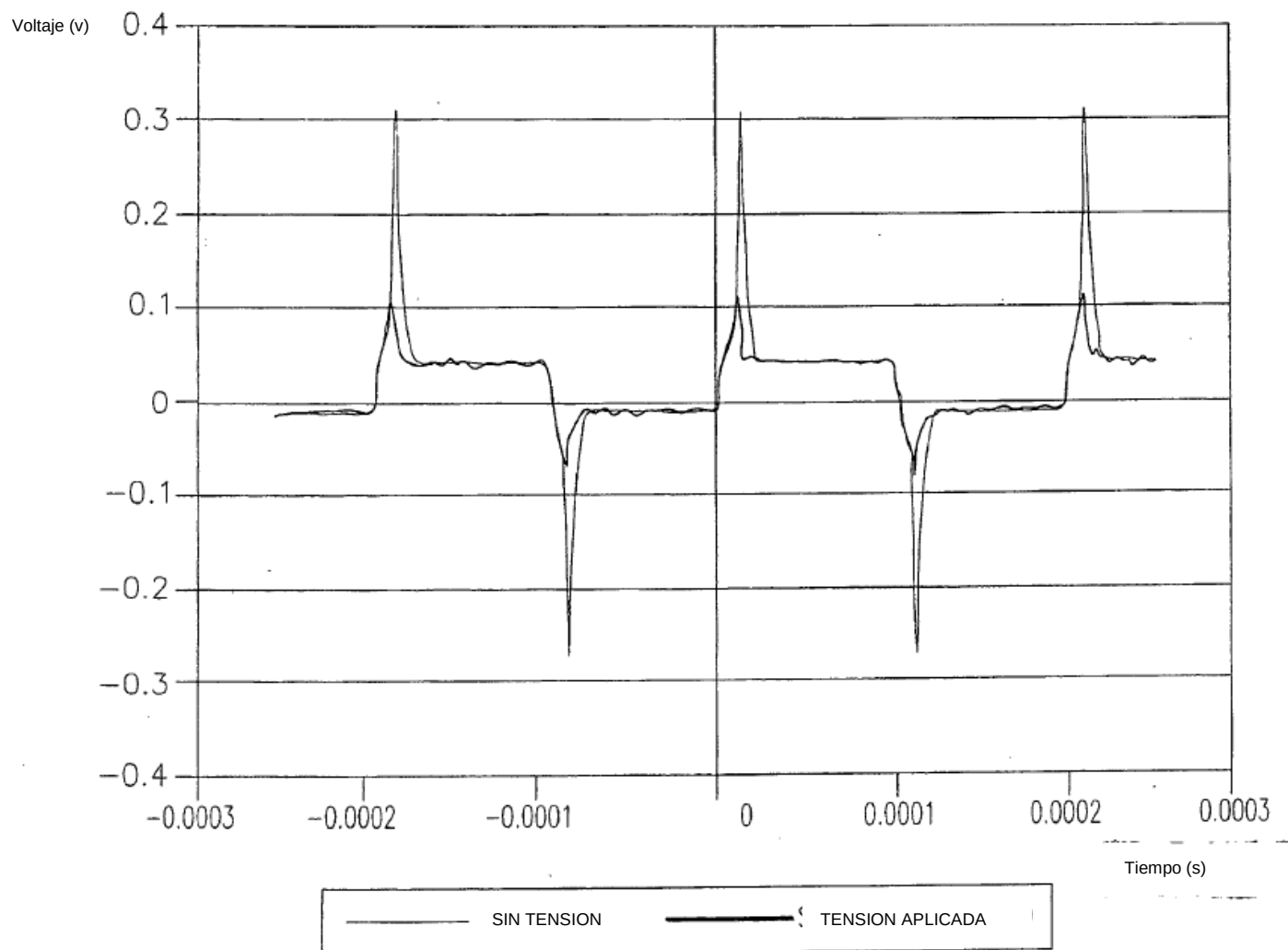


FIG.10

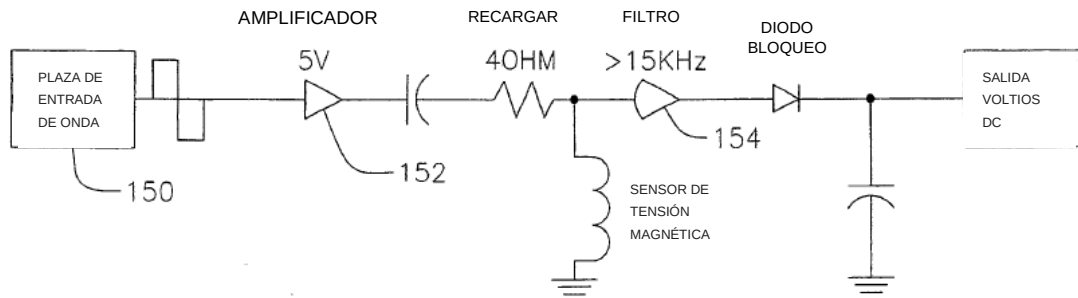


FIG.11

