

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 667 202**

(51) Int. Cl.:

H01H 33/664

(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2015 E 15189594 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.01.2018 EP 3012852**

(54) Título: **Bobina de campo magnético axial para interruptor de vacío**

(30) Prioridad:

21.10.2014 US 201462066596 P

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

10.05.2018

(73) Titular/es:

**THOMAS & BETTS INTERNATIONAL, LLC
(100.0%)
501 Silverside Road, Suite 67
Wilmington, DE 19809, US**

(72) Inventor/es:

SOLLAZZI, BRYCE FRANKLIN

(74) Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 667 202 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).

Bobina de campo magnética axial para interruptor de vacío**Descripción****5 ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN**

10 [0001] La presente invención se refiere a interruptores eléctricos de alta tensión, tales como interruptores de alta tensión del circuito, conmutadores, y otros equipos eléctricos. Más particularmente, la invención se refiere a un interruptor eléctrico cuyos contactos están situados dentro de un recinto aislante del entorno, tal como una botella de cerámica.

15 [0002] Los documentos GB2140972A, DE4121685A1 y DE43 29 518 describen contactos de interruptor de vacío.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**[0003]**

20 Figs. 1A y 1B son diagramas esquemáticos de sección transversal que ilustran un conjunto interruptor de vacío en una posición cerrada y una posición abierta, respectivamente, de acuerdo con las implementaciones descritas en este documento;

Fig. 2 es una vista lateral esquemática de un conjunto de conductores móviles del conjunto interruptor de vacío de la Fig. 1;

Fig. 3 es una vista en perspectiva lateral esquemática del conjunto de conductor móvil de la Fig. 2;

Fig. 4 es una vista en sección transversal lateral esquemática del conjunto de conductor móvil de la Fig. 2;

Fig. 5 es una vista ampliada de una parte de la vista en sección transversal lateral de la Fig. 4;

25 Figs. 6A y 6B son una vista lateral en sección transversal y una vista en perspectiva lateral de una forma bruta para una bobina de campo magnético axial (AMF);

Fig. 7A es una vista frontal de una bobina AMF.

Fig. 7B es una vista lateral de la bobina AMF de la Fig. 7A;

Fig. 7C es una vista de extremo posterior de la bobina AMF de la Fig. 7A;

Fig. 7D es una vista lateral en sección transversal de la bobina AMF de la Fig. 7B; y

30 Figs. 8A y 8B son vistas esquemáticas en perspectiva lateral de la bobina AMF de la Fig. 7A.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS MODALIDADES PREFERIDAS

35 [0004] La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos. Los mismos números de referencia en diferentes dibujos pueden identificar elementos iguales o similares.

40 [0005] Se proporciona un conjunto de contacto para su uso en un interruptor de vacío. En una implementación, se pueden proporcionar dos conjuntos de contacto como un conjunto dentro de una cámara de vacío. Cada conjunto de contacto puede generar un campo magnético axial para difundir un arco entre los conjuntos de contacto. Cada conjunto de contacto puede incluir un disco de contacto de un primer material eléctricamente conductor, una bobina y un soporte de contacto. La bobina puede estar hecha de un segundo material eléctricamente conductor e incluye múltiples secciones helicoidales que están orientadas axialmente con respecto a un eje central común. Cada una de las secciones helicoidales puede incluir un extremo proximal y un extremo distal de modo que cada una de las secciones helicoidales está conectada en el extremo proximal a una base hecha del segundo material eléctricamente conductor y está conectada en el extremo distal al disco de contacto. El soporte de contacto puede estar centrado axialmente dentro de la bobina y puede extenderse desde la base hasta el disco de contacto para mantener el espaciado de las secciones helicoidales.

50 [0006] La Fig. 1A proporciona un diagrama esquemático en sección transversal que ilustra un conjunto de interruptor de vacío 10 en una posición cerrada, y la Fig. 1B proporciona un diagrama de sección transversal esquemática que ilustra el conjunto de interruptor de vacío 10 en una posición abierta. Con referencia colectivamente a las Figs. 1A y 1B, el conjunto interruptor de vacío 10 incluye un cuerpo aislado 20, un conjunto de conductor fijo 30, un conjunto de conductor móvil 40 y un escudo de arco 50.

60 [0007] El cuerpo aislado 20 define generalmente un taladro alargado, de modo que el conjunto de conductor fijo 30 y el conjunto de conductor móvil 40 se extienden axialmente a través del taladro del cuerpo 20. El cuerpo aislado 20 puede incluir generalmente, por ejemplo, un tubo cerámico 22 (que puede incluir múltiples segmentos de tubo unidos sellados juntos) con bridas 24, 26 en cualquier extremo del tubo cerámico 22. Las bridas 24/26 se pueden unir/sellar a un extremo respectivo del tubo cerámico 22.

65 [0008] La brida 24 puede incluir una abertura para permitir que un árbol 32 del conjunto de conductor fijo 30 se extienda. El eje 32 puede ser estacionario con respecto a la pestaña 24, y una interfaz de pestaña 24 y eje 32 puede asegurarse con un sello hermético. La brida 26 puede incluir una abertura para permitir que un eje conductor 42 del conjunto de conductor móvil 40 se extienda a través de ella. El eje 42 puede moverse axialmente con relación a la

brida 26. El fuelle 60 puede estar provisto para permitir que el eje 42 se mueva a través de la abertura de la brida 26 mientras que se mantiene un sello hermético. Los sellos herméticos en las interfaces del tubo cerámico 22, brida 24, brida 26, eje 32 y/o eje 42 permiten la creación de una cámara de vacío 28 dentro del cuerpo aislado 20.

5 **[0009]** Como se muestra en las Figs. 1A y 1B, cada uno del conjunto de conductor fijo 30 y el conjunto de conductor móvil 40 (también referido como conjuntos de electrodos) puede incluir un conjunto de contacto 100 (por ejemplo, conjunto de contacto 100-1 y 100-2, referido colectivamente como "los conjuntos de contacto 100" o genéricamente como "conjunto de contacto 100"). El conjunto de conductor móvil 40 puede moverse entre una posición cerrada (Fig. 1A) y una posición abierta (Fig. 1B), utilizando fuelles 60 para ayudar a mantener un cierre de vacío sellado dentro del cuerpo aislado 20. Cada uno de eje 32 y eje 42 puede estar formado de un material eléctricamente conductor, tal como cobre, de modo que un suministro externo de corriente pueda pasar a través del eje 32/42 hacia o desde un conjunto de contacto respectivo 100.

10 **[0010]** En funcionamiento, cuando el conjunto de interruptor de vacío 10 está en la posición cerrada (Fig. 1A), los conjuntos de contacto 100-1 y 100-2 se unen en una atmósfera de vacío (por ejemplo, dentro de la cámara de vacío 28) y la corriente introducida a través del eje 32 o 42 fluye a través de los conjuntos de contacto 100-1 y 100-2 al otro del eje 42 o 32. Cuando se mueve desde la posición cerrada a la posición abierta (Fig. 1B), los conjuntos de contacto 100-1 y 100-2 están separados y un arco de vapor metálico, extraído de la corriente de conmutación puede formarse a partir de material vaporizado de los conjuntos de contacto 100-1 y 100-2.

15 **[0011]** En general, cuando las corrientes eléctricas se acercan a los límites de diseño, el arco de vapor puede erosionar conjuntos de contacto 100-1 y 100-2. En contactos convencionales, a corrientes de más de 10 kiloamperios (kA), el arco de vapor tiende a contraerse, lo que puede dar como resultado una degradación localizada del contacto y una falla en el enfriamiento del arco de vapor. El grado de constrictión del arco de vapor puede depender (entre otras características) de la geometría del conjunto de contacto. Por ejemplo, la geometría del conjunto de contacto puede generar campos magnéticos que influyen en el comportamiento del arco de vapor.

20 **[0012]** De acuerdo con las implementaciones descritas aquí, conjuntos de contacto 100 pueden generar un campo magnético axial (AMF) que mantiene el arco de vapor en un modo difuso no destructivo (por ejemplo, debido al campo magnético axial) y extingue rápidamente el arco a la atmósfera de vacío. Como se describe adicionalmente en este documento, los conjuntos de contacto 100 pueden incluir una estructura helicoidal de múltiples brazos para generar el campo magnético axial entre los conjuntos de contacto en aplicaciones de alta corriente. El interruptor de vacío 10 con conjuntos de contacto 100 puede funcionar bien en cortocircuitos de alta corriente (por ejemplo, más de 10 kA). El equipo para tales condiciones de alta corriente puede incluir un interruptor de circuito, un dispositivo de conexión a tierra, equipo de conmutación u otro equipo de alto voltaje.

25 **[0013]** La Fig. 2 es una vista lateral esquemática del conjunto de conductores móviles 40, y la Fig. 3 es una vista en perspectiva despiezada del conjunto de conductores móviles 40. La Fig. 4 es una vista en sección transversal lateral de un conductor móvil como - el conjunto 40 a lo largo de la sección A-A de la Fig. 2, y la Fig. 5 es una vista ampliada de una parte B de la vista en sección transversal lateral de la Fig. 4. La Fig. 6A es una vista lateral en sección transversal de una forma en bruto 200 para la bobina 120 de AMF, y la Fig. 6B es una vista en perspectiva de la forma en bruto 200. Las Figs. 7A-8B proporcionan diferentes vistas de la bobina AMF 120 después del mecanizado. Particularmente, la Fig. 7A es una vista frontal de la bobina 120 de AMF; la Fig. 7B es una vista lateral de la bobina 120 de AMF. La Fig. 7C es una vista de fondo de la bobina 120 de AMF. y la Fig. 7D es una vista lateral en sección transversal de la bobina 120 de AMF. Las Figs. 8A y 8B son diferentes vistas laterales de la bobina 120 de AMF. Aunque no se muestra en las Figs. 2-8B, el conjunto de conductor fijo 30 puede configurarse de forma similar al conjunto de conductor móvil 40.

30 **[0014]** Con referencia colectivamente a las Figs. 2-5, el conjunto de contacto 100 puede montarse en un extremo del eje 42. El conjunto de contacto 100 puede incluir un disco de contacto 110, una bobina 120 AMF, un soporte de contacto 130 y un disco de soporte 140. En este caso, el disco de contacto 110, la bobina AMF 120, el soporte de contacto 130 y el disco de soporte 140 se pueden unir para formar el conjunto de contacto 100 a través de procesos de soldadura utilizando múltiples anillos/discos de soldadura fuerte. El disco de contacto 110, la bobina AMF 120, el soporte de contacto 130 y el disco de soporte 140 pueden generalmente estar alineados axialmente entre sí y con el eje 42 a lo largo de un eje común 44.

35 **[0015]** El disco de contacto 110 puede incluir un disco conductor que toca otro contacto (por ejemplo, en el conjunto de contacto 100-1) cuando un conjunto interruptor de vacío 10 está en una posición cerrada. El disco de contacto 110 puede incluir un material eléctricamente conductor que minimiza la vaporización del metal del arco eléctrico cuando el conjunto de conductor móvil 40 se mueve desde la posición cerrada a la posición abierta. En una implementación, el disco de contacto 110 puede estar hecho de una aleación de cobre (Cu)/cromo (Cr).

40 **[0016]** Haciendo referencia colectivamente a las Figs. 2-5 y 7A-8D, la bobina 120 de AMF puede incluir múltiples (es decir, dos o más) secciones helicoidales 122 de un material eléctricamente conductor, tal como cobre. En una implementación, como se muestra en las figuras adjuntas (por ejemplo, Fig. 5), la bobina 120 de AMF puede incluir tres secciones helicoidales 122-1, 122-2 y 122-3 (a las que se hace referencia colectivamente como "secciones

helicoidales 122" y genéricamente como "sección helicoidal 122") que están conectadas en una base 124. Un extremo proximal de cada sección helicoidal 122 puede integrarse con la base 124 y un extremo distal de cada sección helicoidal 122 puede estrecharse para formar un área de contacto 123 (Fig. 7A). Cada sección helicoidal 122 puede compartir (por ejemplo, estar orientada axialmente) con respecto al eje común 44. Cada área de contacto 123 puede ser coplanaria con las áreas de contacto de cada una de las otras secciones helicoidales 122 y puede eventualmente asegurarse (por ejemplo, soldado con soldadura fuerte) al disco de contacto 110. En la configuración ilustrada, tres secciones helicoidales 122 están radialmente desplazadas entre sí en 120 grados y están entrelazadas entre sí para formar una bobina. De acuerdo con una implementación, cada sección helicoidal 122 (por ejemplo, que se extiende desde un extremo proximal en la base 124 hasta un extremo distal opuesto) corresponde a aproximadamente 0,7 de una revolución de la circunferencia de la bobina 120 de AMF completa. Como resultado, la bobina de AMF 120 efectivamente tiene 2,1 revoluciones totales ($0,7 * 3$). Debe entenderse que en otras implementaciones, cada sección helicoidal puede corresponder a una cantidad mayor o menor de una revolución y/o pueden proporcionarse más secciones helicoidales 122.

5 [0017] Como se muestra en las Figs. 2-5, la base 124 se puede unir (por ejemplo, soldar) para soportar el disco 140 usando el disco de soldadura fuerte 126. El disco de soporte 140 generalmente puede estar hecho de un material fuerte con una alta resistividad eléctrica, tal como acero inoxidable, que no afecta el campo magnético axial generado a partir de la bobina 120 de AMF. El disco 126 de soldadura fuerte puede estar hecho de cobre u otro material adecuado para soldar los materiales de la bobina 120 de AMF al disco 140 de soporte de contacto. El disco 128 de soldadura puede usarse para unir los extremos distales de las secciones de hélice 122 (es decir, los extremos opuestos a la base 124) al disco de contacto 110. El disco de soldadura fuerte 128 puede estar hecho de cobre u otro material adecuado para cobresoldar los materiales de la bobina 120 AMF y el disco de contacto 110.

10 [0018] El soporte de contacto 130 puede tener una forma cilíndrica para proporcionar soporte axial para la bobina 120 de AMF. El soporte de contacto 130 puede colocarse dentro del centro de la bobina 120 de AMF y generalmente puede dimensionarse de manera que la longitud axial del soporte de contacto 130 evite la compresión de la bobina 120 AMF. Más particularmente, el soporte de contacto 130 se inserta entre la base 124 y el disco de contacto 110 para la configuración deseada (por ejemplo, paso/hueco) de las secciones helicoidales 122. En una implementación, el soporte de contacto 130 está configurado para resistir fuerzas de compresión de hasta 200 libras (por ejemplo, cuando el conjunto de contacto 100-2 se mueve a la posición cerrada al conjunto interruptor de vacío 10). El soporte de contacto 130 generalmente puede estar hecho de un material duro que no afecta el campo magnético axial generado por la bobina 120 de AMF. En una implementación, el soporte de contacto 130 puede estar hecho de un material con una resistividad eléctrica mayor que 6E-07 ohmios, como algunos grados de acero inoxidable.

15 [0019] Un extremo del soporte de contacto 130 puede estar unido (por ejemplo, por soldadura fuerte) a la base 124 utilizando el disco de soldadura 132. El disco de soldadura 132 puede estar hecho de una aleación de plata o de otro material adecuado para la soldadura fuerte de los materiales de bobina de AMF 120 a soporte de contacto 130. El disco de soldadura 134 puede usarse para unir el extremo opuesto del soporte de contacto 130 al disco de contacto 110. El disco de soldadura 134 puede estar hecho de una aleación de plata u otro material adecuado para soldar los materiales del soporte de contacto 130 y el disco de contacto 110. Como se muestra en la Fig. 5, el anillo de soldadura fuerte (122) puede estar ubicado en la interfaz de la base (124) y el soporte de contacto (130), y en un saliente de centrado (142) del árbol (42).

20 [0020] Con referencia colectivamente a las Figs. 6A y 6B, una forma en bruto 200 puede incluir un cilindro 202 con una base integrada 124. De acuerdo con las implementaciones descritas aquí, las secciones helicoidales 122 se pueden mecanizar desde la pared del cilindro sólido 202 y la base 124 de la forma en bruto 200. La forma en bruto 200 puede dimensionarse para una altura (H), espesor de pared (T) y espesor de base (B), así como también circunferencia, para proporcionar un área requerida para secciones helicoidales 122 para conducir corriente eléctrica hacia/desde el árbol 42. De acuerdo con una implementación, el grosor de base B máximo, en una dirección del eje común 44, puede ser menor que el grosor máximo de pared T (y el grosor correspondiente de cada una de las secciones helicoidales 122) en una dirección ortogonal al eje central común.

25 [0021] Como se muestra en la Fig. 6A, la base 124 puede incluir una abertura de centrado 204 y un rebaje 206. La abertura de centrado 204 puede recibir el saliente de centrado 142 cuando el conjunto de contacto 100 (como finalmente montado) se monta al eje 42. El receso 206 puede recibir y centrar el soporte de contacto 130 cuando el soporte de contacto 130 se ensambla eventualmente dentro de la bobina 120 de AMF.

30 [0022] Como se muestra, por ejemplo, en la Fig. 7C, cada una de las secciones helicoidales 122 puede estar distribuida simétricamente alrededor de la circunferencia de la bobina AMF 120. Por lo tanto, para la disposición de la sección de tres helicoidales mostrada en las Figs. 7A-8B, el punto de partida o corte para cada una de las secciones helicoidales 122 puede estar radialmente desplazado el uno del otro en 120 grados.

35 [0023] La longitud de cada sección helicoidal (también denominada brazo helicoidal) 122 puede ser gobernada, en parte, por los requisitos geométricos interrelacionados, tales como la altura ("H", la Fig. 7B, es decir, igual a la altura de forma en bruto 200), un paso ("P", Fig. 7D) de cada corte para la sección helicoidal 122, un paso ("W", Fig. 7D) de cada corte, y el área de sección transversal 125 de cada sección helicoidal 122. La altura H puede estar limitada

5 por restricciones de espacio dentro de la cámara de vacío 28. El paso P puede estar limitado por un área de sección transversal requerida y ancho W entre cada sección helicoidal 122. La anchura W de cada corte debería ser suficiente para proporcionar un espacio de aire que aísla la corriente eléctrica a través de cada sección helicoidal 122. De acuerdo con las implementaciones descritas aquí, la anchura W puede medirse a lo largo (o paralelo) del eje común 44. El área de la sección transversal para secciones helicoidales 122 puede definirse por requisitos de corriente/voltaje y en relación con el área de la sección transversal del árbol 42.

10 [0024] En un ejemplo, una altura de 0,6 pulgadas (H), un paso de 0,86 (P), una anchura de 0,07 pulgadas (W), y una sección transversal de 0,0441 pulgadas cuadrada para cada sección helicoidal 122 puede proporcionar un brazo helicoidal 122 con aproximadamente 0,7 revoluciones de la circunferencia de la bobina 120 de AMF completa desde la base 124 de la bobina 120 de AMF hasta el extremo distal de cada sección helicoidal. Como resultado, las tres secciones helicoidales 122 de la bobina 120 AMF proporcionan efectivamente 2,1 revoluciones totales (es decir, $0,7 * 3$). Debe entenderse que otros valores para H, P y W pueden usarse en otras implementaciones.

15 [0025] De acuerdo con otras implementaciones, cualquier configuración de múltiples secciones helicoidales 122 puede usarse para proporcionar un número combinado de revoluciones (o giros) que es mayor que dos. Por ejemplo, se pueden usar dos secciones helicoidales con al menos 1,0 revoluciones o cuatro secciones helicoidales con al menos 0,5 revoluciones. Generalmente, las múltiples secciones helicoidales pueden estar distribuidas simétricamente (por ejemplo, con el mismo desplazamiento radial y paso para cada sección helicoidal) alrededor de 20 la circunferencia de la bobina 120 de AMF.

25 [0026] De acuerdo con una implementación descrita aquí, un conjunto de contacto para uso en un interruptor de vacío puede incluir un disco de contacto de un primer material eléctricamente conductor (es decir, una aleación de Cu/Cr), una bobina y un soporte de contacto. La bobina está hecha de un segundo material eléctricamente conductor (es decir, Cu) e incluye múltiples secciones helicoidales que comparten un eje común. Cada una de las secciones helicoidales incluye un extremo proximal y un extremo distal de modo que cada una de las secciones helicoidales está conectada en el extremo proximal a una base hecha del segundo material eléctricamente conductor y está conectada en el extremo distal al disco de contacto. El soporte de contacto se centra axialmente dentro de la bobina y se extiende desde la base hasta el disco de contacto.

30 [0027] De acuerdo con otra implementación, conjuntos de contacto idénticos (por ejemplo, conjuntos de contacto 100-1 y 100-2) pueden estar montados sobre un eje conductor estacionario (por ejemplo, el eje 32) y un eje conductor móvil (por ejemplo, el eje 42) dentro de una cámara de vacío (por ejemplo, cámara de vacío 28).

35 [0028] La descripción anterior de implementaciones ejemplares proporciona ilustración y descripción, pero no está destinada a ser exhaustiva o a limitar las realizaciones descritas en el presente documento a la forma precisa descrita. Las modificaciones y variaciones son posibles a la luz de las enseñanzas anteriores o pueden adquirirse a partir de la práctica de las realizaciones. Por ejemplo, las implementaciones descritas en este documento también se pueden usar junto con otros dispositivos, tales como equipos de voltaje medio o bajo.

40 [0029] Aunque la invención se ha descrito en detalle anteriormente, se entiende expresamente que será evidente para las personas expertas en la técnica relevante que pueden realizarse diversos cambios de forma, diseño o disposición a la invención sin apartarse del alcance de las siguientes reivindicaciones. Por lo tanto, la descripción mencionada anteriormente debe considerarse ejemplar, en lugar de limitativa, y el verdadero alcance de la invención es el definido en las siguientes reivindicaciones.

45 [0030] Ningún elemento, acto o instrucción utilizada en la descripción de la presente solicitud debe interpretarse como crítica o esencial para la invención salvo que se describa explícitamente como tales. Además, tal como se usa en la presente memoria, el artículo "a" pretende incluir uno o más artículos. Además, la frase "basado en" pretende significar "basado, al menos en parte, en" a menos que se indique explícitamente lo contrario.

55

60

65

Reivindicaciones

1. Un conjunto de contacto (100-1, 100-2) para uso en un interruptor de vacío, comprendiendo el conjunto de contacto:

5 un disco de contacto (110) de un primer material eléctricamente conductor;
 una bobina (120), de un segundo material eléctricamente conductor, que incluye múltiples secciones helicoidales (122) que están orientadas axialmente con respecto a un eje central común,

10 en donde cada una de las secciones helicoidales (122) incluye un extremo proximal y un extremo distal, en donde cada una de las secciones helicoidales (122) está conectada en el extremo proximal a una base (124) hecha del segundo material eléctricamente conductor, y
 en donde cada una de las secciones helicoidales (122) está conectada en el extremo distal al disco de contacto (110); y

15 un soporte de contacto (130) centrado axialmente dentro de la bobina (120) y que se extiende desde la base (124) al disco de contacto (110);

caracterizado porque el conjunto de contacto (100-1, 100-2) comprende además:

20 un disco de soporte (140), conectado a la base (124), donde la base (124) está interpuesta a lo largo del eje central común entre el disco de soporte (140) y las secciones helicoidales (122), donde el disco de soporte está hecho de un material que tiene una resistencia eléctrica que no afecta a un campo magnético axial generado por la bobina (120).

25 2. El conjunto de contacto (100-1, 100-2) de la reivindicación 1, en el que la base (124) y cada una de las secciones helicoidales (122) están mecanizadas a partir de una parte común.

30 3. El conjunto de contacto (100-1, 100-2) de la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde las múltiples secciones helicoidales (122) consisten en tres brazos helicoidales radialmente desplazados uno del otro en 120 grados.

35 4. El conjunto de contacto (100-1, 100-2) de la reivindicación 3, en el que cada una de las secciones helicoidales (122) abarca al menos 0,7 revoluciones de una circunferencia de la bobina (120).

40 5. El conjunto de contacto (100-1, 100-2) de cualquier reivindicación precedente, en el que la base (124) de la bobina (120) incluye una abertura, a lo largo del eje común, que está dimensionada para recibir una protuberancia de un eje eléctrico conductor (32, 42).

45 6. El conjunto de contacto (100-1, 100-2) de la reivindicación 5, en el que la base (124) incluye un rebaje dimensionado para recibir y centrar axialmente el soporte de contacto (130).

50 7. El conjunto de contacto (100-1, 100-2) de cualquier reivindicación precedente, en el que cada una de las múltiples secciones helicoidales (122) está separada de otra de las múltiples secciones helicoidales (122) por un hueco de al menos 1,8 milímetros (0,07 pulgadas) medido a lo largo del eje central común.

55 8. El conjunto de contacto (100-1, 100-2) de cualquier reivindicación precedente, en el que cada extremo distal de las múltiples secciones helicoidales (122) está soldado al disco de contacto (110).

60 9. El conjunto de contacto (100-1, 100-2) de cualquier reivindicación anterior, en el que el conjunto de contacto está configurado para resistir una fuerza aplicada de al menos 91 kilogramos (200 libras) en una dirección del eje común.

65 10. El conjunto de piezas (100-1, 100-2) de cualquier reivindicación precedente, en el que el espesor máximo de la base, en una dirección del eje central común, es menor que el espesor máximo de cada una de las múltiples secciones helicoidales, en una dirección ortogonal al eje central común.

11. El conjunto de contacto (100-1, 100-2) de cualquier reivindicación precedente, en el que el disco de contacto (110) incluye un rebaje dimensionado para recibir y centrar axialmente el soporte de contacto (130).

12. Un interruptor de vacío (10), que comprende:

60 una cámara de vacío (28);
 un primer conjunto de contacto (100-1) dentro de la cámara de vacío (28), en donde el primer conjunto de contacto (30) está fijado a un eje conductor estacionario (32); y
 un segundo conjunto de contacto (100-2) dentro de la cámara de vacío (28), en la que el segundo conjunto de contacto (100-2) está fijado a un eje conductor móvil (42),
 donde el primer conjunto de contacto (100-1) y el segundo conjunto de contacto (100-2) incluyen cada uno:

5 un disco de contacto (110) de un primer material eléctricamente conductor; una bobina (120), de un segundo material eléctricamente conductor, que incluye múltiples secciones helicoidales (122) que están orientadas axialmente con respecto a un eje central común, en donde cada una de las secciones helicoidales (122) incluye una sección proximal de extremo y un extremo distal, en el que cada una de las secciones helicoidales (122) está conectada en el extremo proximal a una base (124) hecha a partir del segundo material eléctricamente conductor, y en el que cada una de las secciones helicoidales (122) está conectada en el extremo distal al disco de contacto (110); y

10 un soporte de contacto (130) centrado axialmente dentro de la bobina (120) y que se extiende desde la base (124) al disco de contacto (110); **caracterizado porque** el primer conjunto de contacto (100-1) y el segundo conjunto de contacto (100-2) incluyen cada uno adicionalmente:

15 un disco de soporte (140), conectado a la base (124), donde la base (124) está interpuesta a lo largo del eje central común entre el disco de soporte (140) y las secciones helicoidales (122), donde el disco de soporte está hecho de un material que tiene una resistividad eléctrica que no afecta a un campo magnético axial generado por la bobina (120).

20 **13.** El interruptor de vacío (10) de la reivindicación 12, en el que cada una de las bobinas (120) genera un campo magnético axial (AMF) en respuesta a una corriente eléctrica introducida a través del eje conductor estacionario (32) o el eje conductor móvil (42)

25 **14.** El interruptor de vacío (10) de la reivindicación 12, en donde el eje conductor estacionario (32) incluye una primera protusión centrada a lo largo del eje común para recibir el primer conjunto de contacto (100-1), y en donde el eje conductor móvil (42) incluye una segunda protusión centrada a lo largo del eje común para recibir el segundo conjunto de contacto (100-2).

30

35

40

45

50

55

60

65

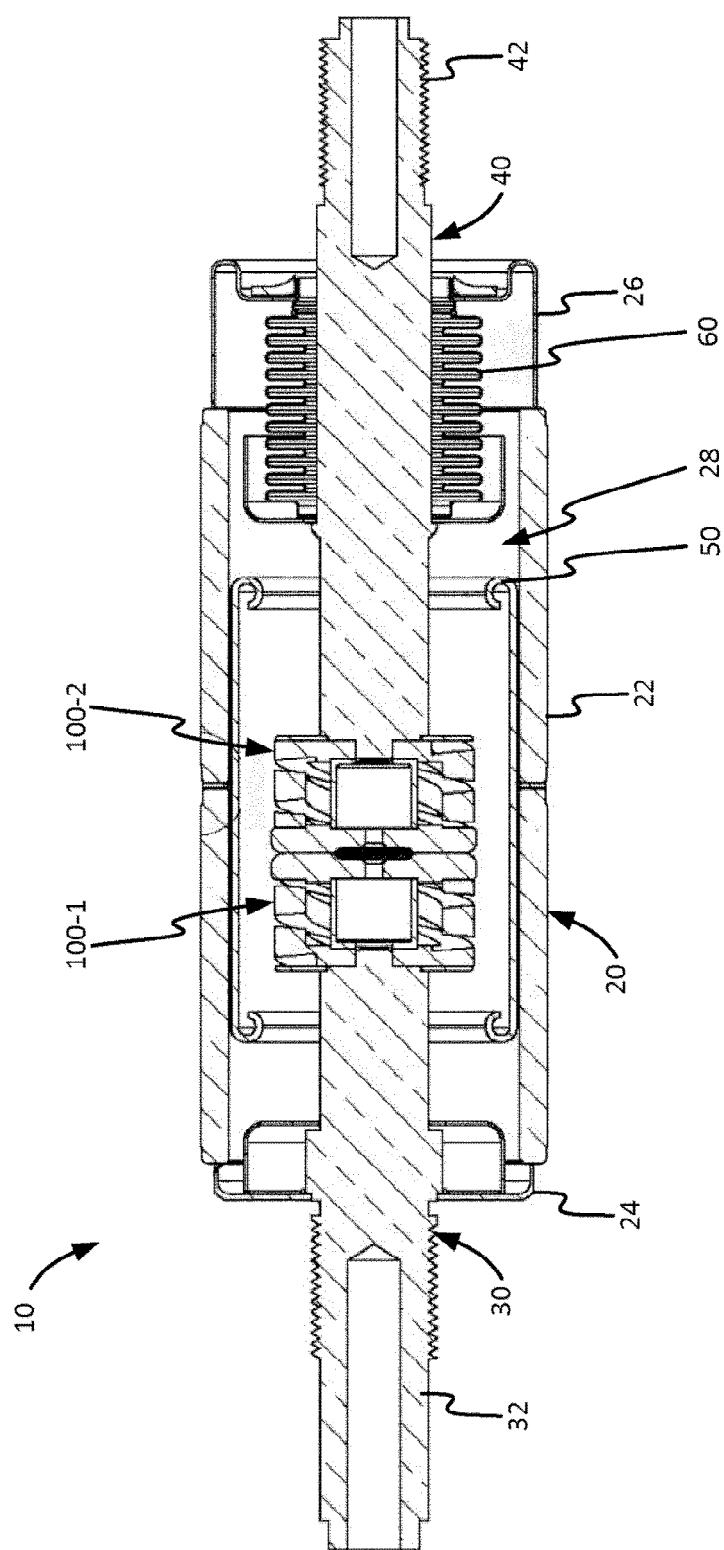


FIG. 1A

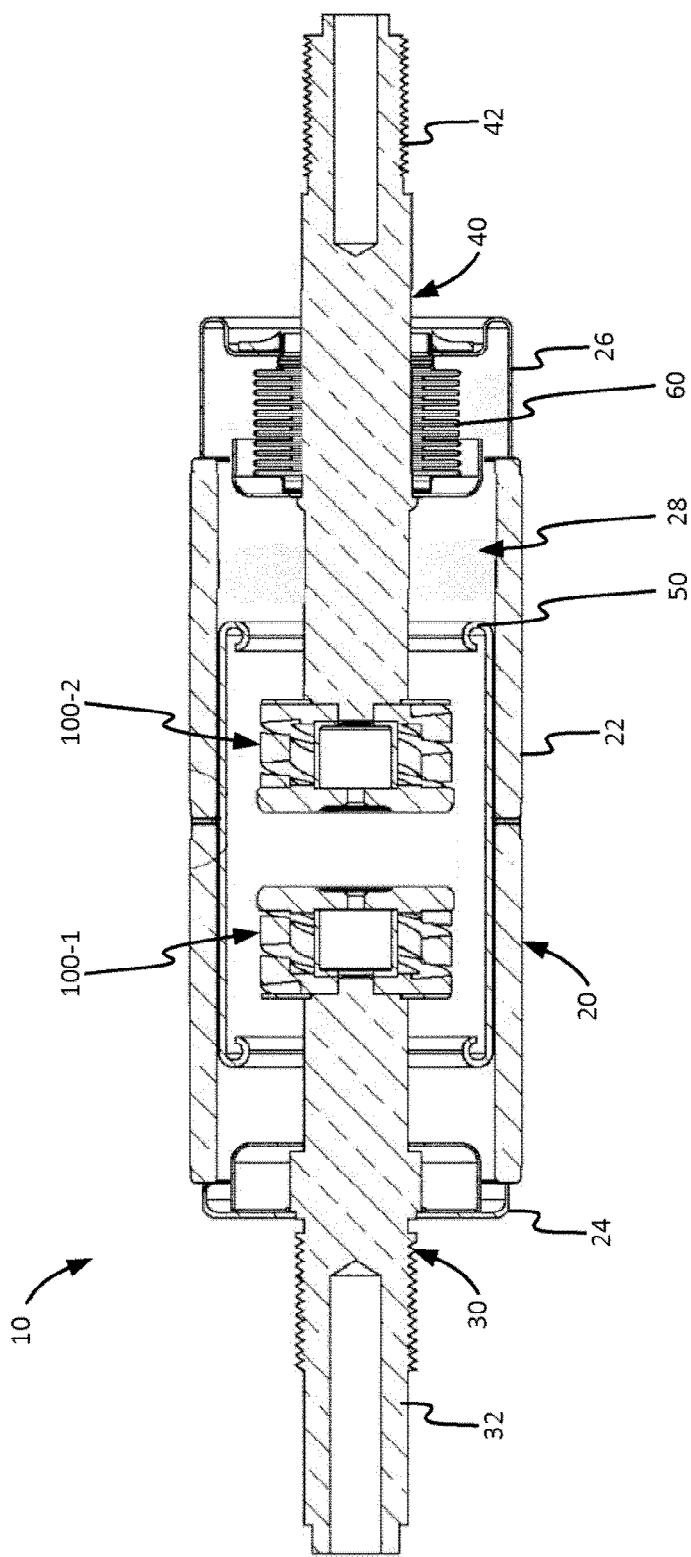


FIG. 1B

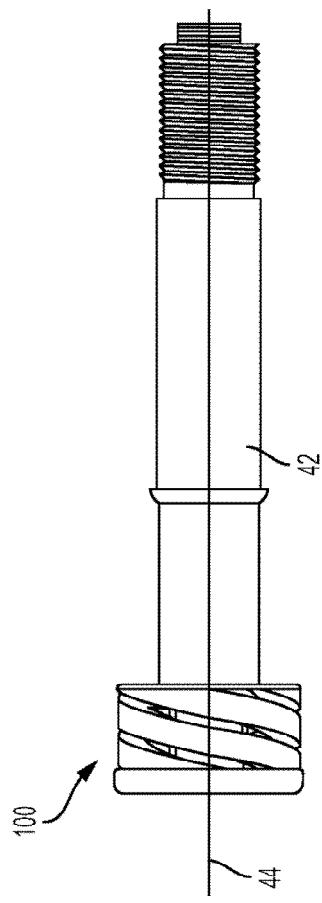


FIG. 2

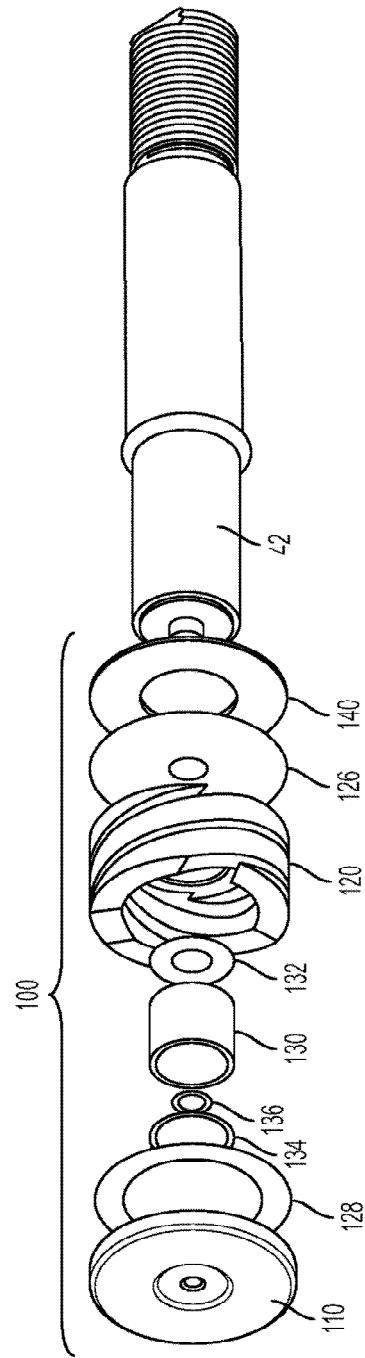


FIG. 3

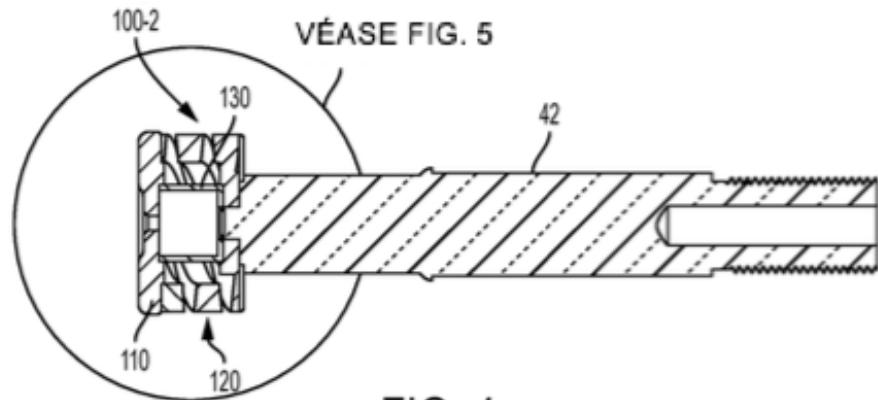


FIG. 4

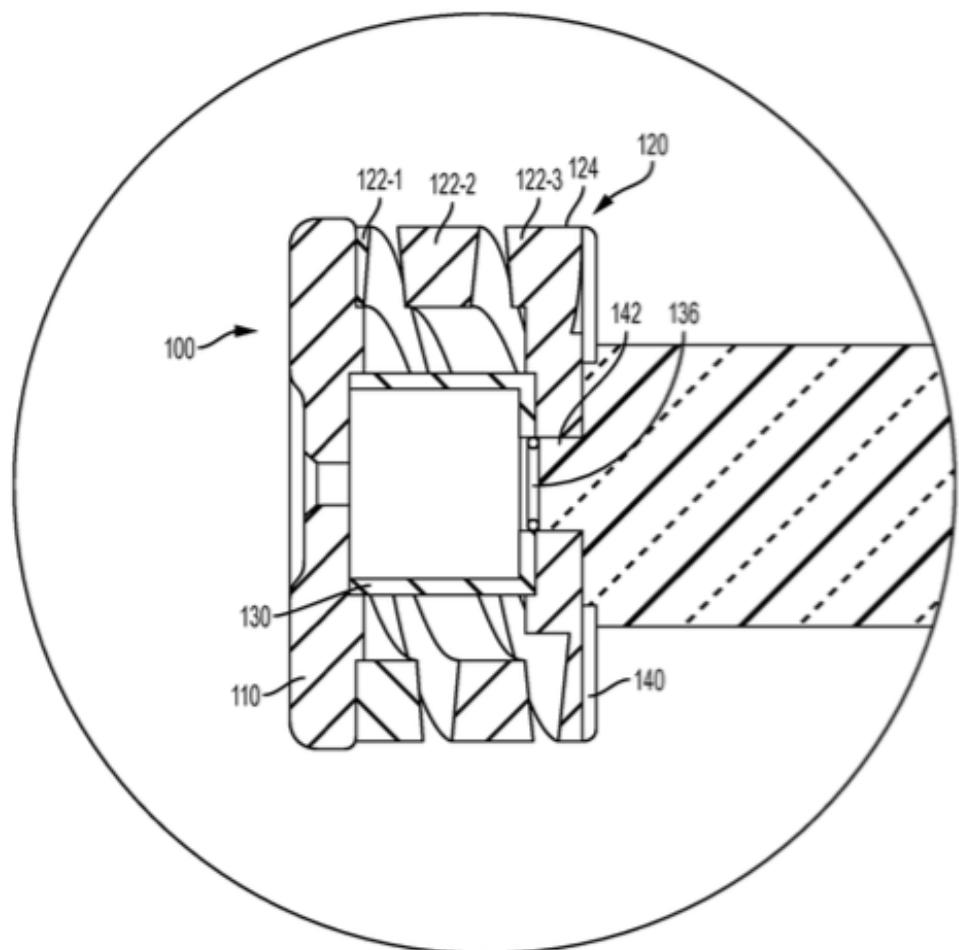


FIG. 5

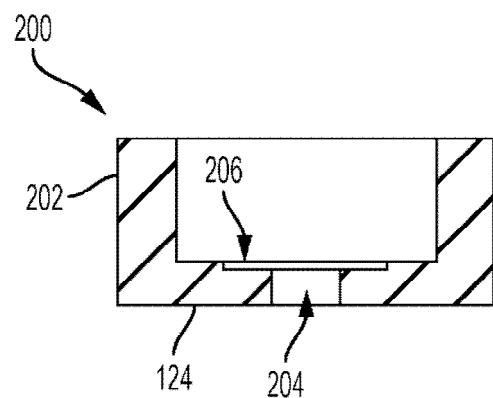


FIG. 6A

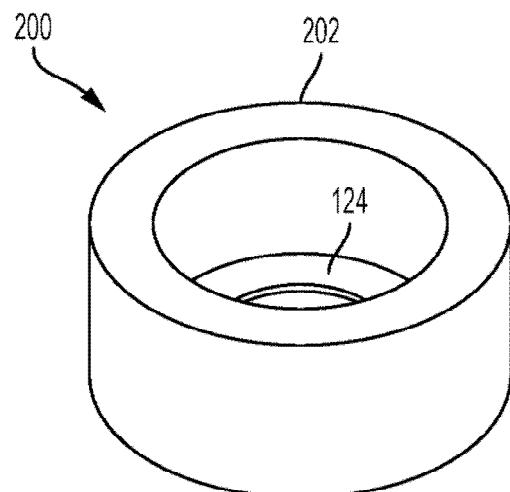


FIG. 6B

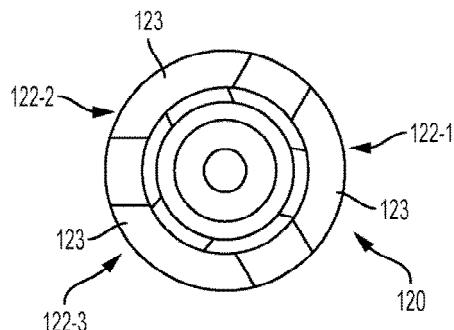


FIG. 7A

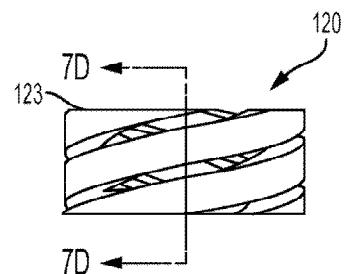


FIG. 7B

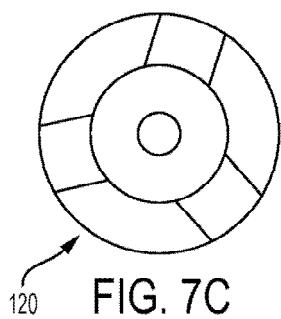


FIG. 7C

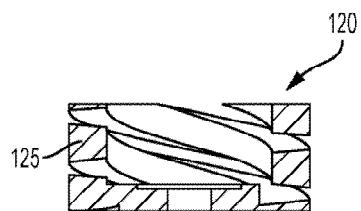


FIG. 7D

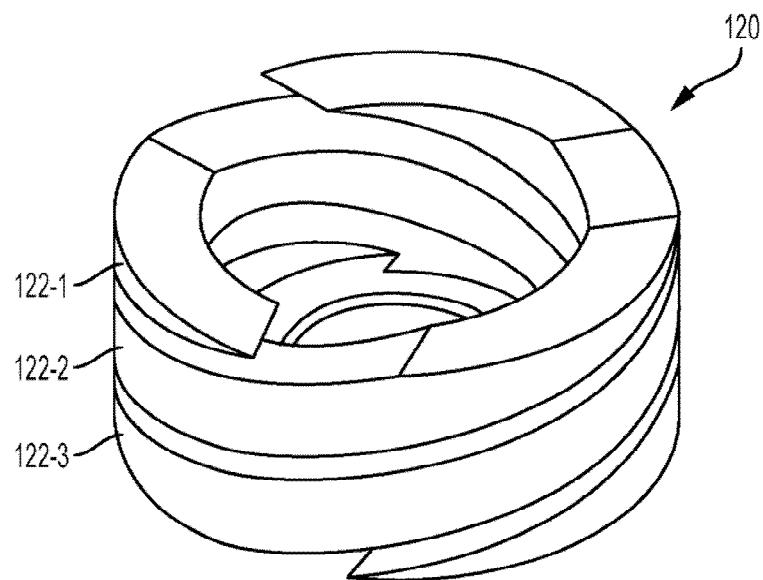


FIG. 8A

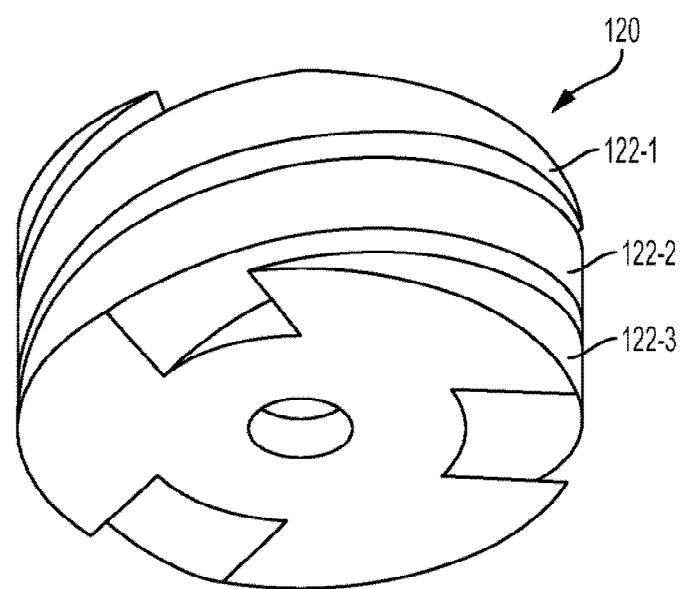


FIG. 8B