(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **3 006 033**

(51) Int. Cl.:

H01C 7/102 (2006.01)
H01C 7/12 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2018 E 20174839 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2024 EP 3716296**

(54) Título: **Dispositivo de protección contra sobretensiones que incluye múltiples obleas de varistor**

(30) Prioridad:

27.10.2017 US 201715795986

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.03.2025

(73) Titular/es:

RIPD RESEARCH AND IP DEVELOPMENT LTD. (100.00%)
66 Akropoleos Avenue, Strovolos
2012 Nicosia, CY

(72) Inventor/es:

TAVCAR, TINE;
RUSTJA, SASA;
CHOROZOGLOU, ALEXIS;
PEPPAS, GEORGE;
XEPAPAS, FOTIS y
POLITIS, ZAFIRIS G.

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Dispositivo de protección contra sobretensiones que incluye múltiples obleas de varistor

Campo de la invención

La presente descripción se refiere a dispositivos de protección de circuitos y, más particularmente, a dispositivos y métodos de protección contra sobretensiones.

Antecedentes

Con frecuencia, se aplica tensión o corriente excesiva a través de las líneas de servicio que suministran energía a residencias e instalaciones comerciales e institucionales. Dichos picos de tensión o corriente excesivos (sobretensiones transitorias y sobrecorrientes) pueden resultar de la caída de rayos, por ejemplo. Los eventos anteriores pueden ser de especial preocupación en los centros de distribución de telecomunicaciones, hospitales y otras instalaciones donde los daños al equipo causados por sobretensiones y/o sobrecorrientes y el tiempo de inactividad resultante pueden ser muy costosos.

Por lo general, los equipos electrónicos sensibles pueden protegerse contra sobretensiones transitorias y sobrecorrientes mediante dispositivos de protección contra sobretensiones (SPD). Por ejemplo, se hace una breve referencia a la FIG. 1, que es un sistema que incluye protección convencional contra sobretensiones y sobreintensidades. Puede instalarse un dispositivo de protección contra sobretensiones 12 en una entrada de potencia del equipo a proteger 50, que normalmente está protegido contra sobrecorrientes cuando falla. El modo de fallo típico de un SPD es un cortocircuito. La protección contra sobrecorrientes que se emplea típicamente es una combinación de un disyuntor térmico interno para proteger el dispositivo del sobrecalentamiento debido al aumento de las corrientes de fuga y un fusible externo para proteger el dispositivo de las corrientes de fallo más altas. Diferentes tecnologías SPD pueden evitar el uso del seccionador térmico interno porque, en caso de fallo, cambian su modo de funcionamiento a una resistencia óhmica baja. De esta manera, el dispositivo puede soportar importantes corrientes de cortocircuito. En este sentido, puede que no haya necesidad operativa de un seccionador térmico interno. Además de lo anterior, algunas realizaciones que exhiben capacidades de resistencia a cortocircuitos aún mayores también pueden estar protegidas solo por el disyuntor principal de la instalación sin la necesidad de un fusible de derivación específico.

Se hace ahora una breve referencia a la FIG. 2, que es un diagrama de bloques de un sistema que incluye protección contra sobretensiones convencional. Como se ilustra, una línea trifásica puede estar conectada y suministrar energía eléctrica a uno o más transformadores 66, que a su vez pueden suministrar energía eléctrica trifásica a un disyuntor principal 68. La energía eléctrica trifásica puede proporcionarse a uno o más paneles de distribución 62. Como se ilustra, las tres líneas de tensión de la energía eléctrica trifásica pueden designarse como L1, L2 y L3 y una línea neutra puede designarse como N. En algunas realizaciones, la línea neutra N puede estar acoplada de manera conductiva a tierra.

Algunas realizaciones incluyen dispositivos de protección contra sobretensiones (SPD) 15. Como se ilustra, cada uno de los SPD 15 puede conectarse entre los respectivos de L1, L2 y L3, y neutro (N). El SPD 15 puede proteger otros equipos de la instalación como el cuadro de distribución entre otros. Además, los SPD pueden usarse para proteger todos los equipos en caso de sobretensiones prolongadas. Sin embargo, tal condición puede obligar al SPD a conducir una corriente limitada durante un período de tiempo prolongado, lo que puede resultar en el sobrecalentamiento del SPD y posiblemente su fallo (dependiendo de las capacidades de resistencia de energía que el SPD puede absorber y el nivel y la duración de la condición de sobretensión). Una tensión operativa típica de un SPD 15 en el presente ejemplo puede ser de aproximadamente 400V (para sistemas L-L de 690V). En este sentido, cada uno de los SPD 15 funcionará como un aislante y, por lo tanto, no conducirá corriente durante las condiciones normales de funcionamiento. En algunas realizaciones, la tensión de funcionamiento de los SPD 15 es suficientemente más alta que la tensión normal de línea a neutro para asegurar que el SPD 15 continuará funcionando como un aislante incluso en los casos en los que la tensión del sistema aumente debido a condiciones de sobretensión que podrían surgir como resultado de una pérdida de neutro u otros problemas del sistema de energía.

En el caso de una sobrecorriente en, por ejemplo, L1, la protección de los dispositivos de carga del sistema de potencia puede necesitar proporcionar una ruta de corriente a tierra para el exceso de corriente de la sobrecorriente. La sobrecorriente puede generar una sobretensión transitoria entre **L1** y N. Dado que la sobretensión transitoria excede significativamente la tensión de funcionamiento del SPD 15, el SPD 15 se volverá conductor, permitiendo que el exceso de corriente fluya desde **L1** a través del SPD 15 al neutro N. Una vez que la sobrecorriente se ha conducido a N, la condición de sobretensión finaliza y el SPD 15 puede volver a ser no conductor. Sin embargo, en algunos casos, uno o más SPD 15 pueden comenzar a permitir que se conduzca una corriente de fuga incluso a tensiones más bajas que la tensión de funcionamiento de los SPD 15. Tales condiciones pueden ocurrir en el caso de que un SPD se deteriore.

Como se indicó anteriormente, los dispositivos para proteger el equipo de un exceso de tensión o picos de corriente (sobretensiones transitorias y sobrecorrientes) pueden incluir varistores (por ejemplo, varistores de óxido metálico (MOV) y/o varistores de carburo de silicio).

El documento US 2013/0335869 A1 describe un dispositivo de protección contra sobretensiones que incluye un primero y un segundo miembros de electrodo eléctricamente conductores y un miembro de varistor.

El documento US 2015/103462 A1 describe un dispositivo de protección contra sobretensiones que tiene un elemento de seguridad de metal.

El documento US 2016/276821 A1 describe dispositivos para protección contra sobretensiones, sobrecorrientes y arco eléctrico.

El documento CA 2,098,365 A1 describe un pararrayos particularmente adecuado para protección de lado secundario de transformadores de distribución con disco varistor de baja tensión, alta energía.

Compendio

Se proporciona un dispositivo de protección contra sobretensiones como se reivindica en las reivindicaciones adjuntas.

Estos y otros objetos y/o aspectos de la presente invención se explican con detalle en la especificación que se expone a continuación.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras adjuntas se incluyen para proporcionar una mayor comprensión de las realizaciones de la presente invención, y se incorporan y constituyen una parte de esta especificación. Los dibujos ilustran algunas realizaciones de la presente invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la presente invención.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques de un sistema que incluye protección contra transitorios convencional.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques de un sistema que incluye protección contra transitorios convencional.

La FIG. 3 es una vista en perspectiva de un dispositivo de protección contra sobretensiones.

La FIG. 4 es una vista en perspectiva despiezada del dispositivo de protección contra sobretensiones de la FIG. 3.

La FIG. 5 es una vista en sección transversal del dispositivo de protección contra sobretensiones de la FIG. 3 tomada a lo largo de la línea 5-5 de la FIG. 3.

La FIG. 6 es una vista en perspectiva de un conjunto de varistores que forma parte del dispositivo de protección contra sobretensiones de la FIG. 3.

La FIG. 7 es una vista en perspectiva despiezada del conjunto de varistores de la FIG. 6.

La FIG. 8 es una vista en sección transversal del conjunto de varistores de la FIG. 6 tomada a lo largo de la línea 8-8 de la FIG. 6.

La FIG. 9 es un diagrama esquemático que representa un circuito eléctrico del conjunto de varistores de la FIG. 6.

La FIG. 10 es una vista en perspectiva de un dispositivo de protección contra sobretensiones.

La FIG. 11 es una vista en perspectiva despiezada del dispositivo de protección contra sobretensiones de la FIG. 10.

La FIG. 12 es una vista en sección transversal del dispositivo de protección contra sobretensiones de la FIG. 10 tomada a lo largo de la línea 12-12 de la FIG. 10.

La FIG. 13 es una vista en sección transversal de un dispositivo de protección contra sobretensiones.

La FIG. 14 es una vista en sección transversal de un dispositivo de protección contra sobretensiones.

La FIG. 15 es una vista en perspectiva de un dispositivo de protección contra sobretensiones.

La FIG. 16 es una vista en sección transversal del dispositivo de protección contra sobretensiones de la FIG. 15 tomada a lo largo de la línea 16-16 de la FIG. 15.

La FIG. 17 es una vista en sección transversal de un dispositivo de protección contra sobretensiones de acuerdo con las realizaciones de la invención.

La FIG. 18 es una vista en perspectiva despiezada del dispositivo de protección contra sobretensiones de la FIG. 17.

La FIG. 19 es una vista en sección transversal del dispositivo de protección contra sobretensiones de la FIG. 17 tomada a lo largo de la línea 19-19 de la FIG. 17.

La FIG. 20 es una vista superior de un miembro de relleno de vacíos que forma parte del dispositivo de protección contra sobretensiones de la FIG. 17.

La FIG. 21 es una vista en sección transversal de un dispositivo de protección contra sobretensiones de acuerdo con otras realizaciones de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones de la invención

Las FIGS. 17-21 muestran realizaciones de acuerdo con la invención reivindicada. Las FIGS. 3-16 muestran algunas de las características de la invención reivindicada y proporcionan la comprensión de la invención reivindicada. La presente invención se describirá ahora con más detalle a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran realizaciones ilustrativas de la invención. En los dibujos, los tamaños relativos de regiones o características pueden estar exagerados para mayor claridad. Sin embargo, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en este documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan para que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.

Se entenderá que cuando se hace referencia a un elemento como "acoplado" o "unido" a otro elemento, puede estar acoplado o unido directamente al otro elemento o también pueden estar presentes elementos intermedios. Por el contrario, cuando se hace referencia a un elemento como "acoplado directamente" o "unido directamente" a otro elemento, no hay elementos intermedios presentes. Los números iguales se refieren a elementos iguales en todas porciones.

Además, los términos espacialmente relativos, como "bajo", "debajo", "inferior", "encima", "superior" y similares, se pueden utilizar en este documento para facilitar la descripción y describir la relación de un elemento o característica con otro elemento(s) o característica(s) como se ilustra en las figuras. Se entenderá que los términos espacialmente relativos pretenden abarcar diferentes orientaciones del dispositivo en uso o funcionamiento además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo de las figuras se voltea, los elementos descritos como "bajo" o "debajo" de otros elementos o características se orientarían "sobre" los otros elementos o características. Por tanto, el término de ejemplo "debajo" puede abarcar tanto una orientación de encima como de debajo. El dispositivo puede estar orientado de otra manera (girado 90 grados u otras orientaciones) y los elementos descriptivos espacialmente relativos usados aquí se interpretan en consecuencia.

Es posible que las funciones o construcciones conocidas no se describan con detalle por razones de brevedad y/o claridad.

Tal como se usa en este documento, la expresión "y/o" incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

La terminología utilizada en este documento tiene el propósito de describir realizaciones en particular solamente y no pretende ser una limitación de la invención. Tal como se usa en este documento, las formas singulares "un" y "el" pretenden incluir las formas plurales también, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende" y/o "que comprende", cuando se usan en esta especificación, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes declarados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) usados en este documento tienen el mismo significado que el que entiende comúnmente un experto en la técnica a la que pertenece esta invención. Se entenderá además que los términos, como los definidos en los diccionarios de uso común, deben interpretarse como si tuvieran un significado que sea consistente con su significado en el contexto de la técnica relevante y no se interpretarán en un sentido idealizado o demasiado formal a menos que expresamente así se defina en este documento.

Tal como se usa en este documento, "monolítico" significa un objeto que es una sola pieza unitaria formada o compuesta de un material sin juntas ni uniones.

Tal como se usa en este documento, el término "oblea" significa un sustrato que tiene un espesor que es relativamente pequeño en comparación con sus dimensiones de diámetro, longitud o anchura.

Con referencia a las FIGS. 1-9, un dispositivo modular de protección contra transitorios (SPD) o un dispositivo de protección contra sobretensiones se muestra y se designa con el número 100. De acuerdo con algunas realizaciones, el dispositivo de protección contra sobretensiones 100 se usa como un SPD en un circuito eléctrico como se describió anteriormente. Por ejemplo, se pueden usar dispositivos de protección contra sobretensiones 100 en lugar del SPD 12 en el sistema de la FIG. 1 o en lugar de los SPD 15 en el sistema de la FIG. 2.

El dispositivo de protección contra sobretensiones 100 está configurado como una unidad o módulo que tiene un eje longitudinal A-A (FIG. 5). El dispositivo de protección contra sobretensiones 100 incluye un primer electrodo o carcasa 122, un segundo electrodo 124 en forma de pistón, cuatro arandelas elásticas 128E, una arandela plana 128D, un miembro de anillo aislante 128C, dos juntas tóricas 130A, 130B, una tapa final 128A, un clip de retención 128B, un miembro fundible 132 y un manguito aislante 134.

El dispositivo de protección contra sobretensiones 100 incluye además un conjunto de varistores 150 de acuerdo con realizaciones de la presente invención. El conjunto de varistores 150 incluye un primer miembro de varistor 152, un segundo miembro de varistor 154, una tercera oblea de varistor 156, un primer miembro de interconexión interna 160, un segundo miembro de interconexión interna 162 y un agente de unión 164.

El dispositivo de protección contra sobretensiones 100 puede incluir además un mecanismo, disposición, característica o sistema 102 a prueba de fallos integral. El sistema 102 a prueba de fallos está adaptado para prevenir o inhibir el sobrecalentamiento o el descontrol térmico del dispositivo de protección contra sobretensiones, como se describe con más detalle a continuación.

Los componentes 122, 124, 128A-C forman colectivamente un conjunto de carcasa 121 que define una cámara 126 cerrada sellada. Los componentes 122, 124, 128A-E, 132 y 150 están dispuestos axialmente entre la carcasa 122 y el electrodo 124 a lo largo del eje AA, en la cámara cerrada 126.

La carcasa 122 tiene una pared del electrodo final 122A y una pared lateral cilíndrica integral 122B que se extiende desde la pared del electrodo 122A. La pared lateral 122B y la pared de electrodo 122A forman una cámara o cavidad 122C que se comunica con una abertura 122D. Un vástago roscado 122E se proyecta axialmente hacia fuera desde la pared del electrodo 122A.

La pared del electrodo 122A tiene una superficie 122G de contacto sustancialmente plana que mira hacia dentro. Se forma una ranura 122H de clip anular en la superficie interior de la pared lateral 122B. De acuerdo con algunas realizaciones, la carcasa 122 está hecha de aluminio. Sin embargo, se puede utilizar cualquier metal conductor de electricidad adecuado. De acuerdo con algunas realizaciones, la carcasa 122 es unitaria y, en algunas realizaciones, monolítica. La carcasa 122, como se ilustra, tiene forma cilíndrica, pero puede tener una forma diferente.

El electrodo interior 124 tiene un cabezal 124A dispuesto en la cavidad 122C y un eje integral 122B que se proyecta hacia fuera a través de la abertura 122D.

La cabeza 124A tiene una superficie de contacto 124C sustancialmente plana que mira hacia la superficie de contacto 122G de la pared del electrodo 122A. Un par de rebordes 124D integrales, anulares, separados axialmente entre sí se extienden radialmente hacia fuera desde el eje 124B y definen una ranura anular 124E que se abre lateralmente entre ellos. Existe un orificio roscado 124F en el extremo del eje 124B para recibir un vástago para fijar, por ejemplo, el electrodo 124 a una barra de conexión. Una ranura anular 124G que se abre lateralmente está definida en el eje 124B.

De acuerdo con algunas realizaciones, el electrodo 124 está hecho de aluminio. Sin embargo, se puede utilizar cualquier metal conductor de electricidad adecuado. De acuerdo con algunas realizaciones, el electrodo 124 es unitario y, en algunas realizaciones, monolítico.

Los electrodos 122, 124, el anillo aislante 128C y la tapa final 128A definen colectivamente una cámara cerrada 126 que contiene el miembro fundible 132 y el conjunto de varistores 150.

Un espacio anular se define radialmente entre la cabeza 124A y la superficie contigua más cercana de la pared lateral 122B. De acuerdo con algunas realizaciones, el espacio tiene una anchura radial en el margen de aproximadamente 1 a 15 mm.

El miembro fundible 132 es anular y está montado sobre el electrodo 124 en la ranura 124E. El miembro fundible 132 está separado de la pared lateral 122B una distancia suficiente para aislar eléctricamente el miembro fundible 132 de la pared lateral 122B.

El miembro fundible 132 está hecho de un material conductor de la electricidad, termo-fundible. De acuerdo con algunas realizaciones, el miembro fundible 132 es metálico. De acuerdo con algunas realizaciones, el miembro fundible 132 está hecho de una aleación de metal eléctricamente conductora. De acuerdo con algunas realizaciones, el miembro fundible 132 está hecho de una aleación de metal del grupo que consiste en aleación de aluminio, aleación de zinc y/o aleación de estaño. Sin embargo, se puede utilizar cualquier metal conductor de electricidad adecuado.

De acuerdo con algunas realizaciones, el miembro fundible 132 se selecciona de modo que su punto de fusión sea mayor que una temperatura de funcionamiento normalizada máxima prescrita. La temperatura de funcionamiento normalizada máxima puede ser la temperatura máxima esperada en el miembro fundible 132 durante el funcionamiento normal (incluido el manejo de sobretensiones transitorias dentro del margen diseñado para el sistema) pero no durante el funcionamiento que, si no se controla, daría como resultado un descontrol térmico. De acuerdo con algunas realizaciones, el elemento fundible 132 está hecho de un material que tiene un punto de fusión en el margen de aproximadamente 80 a 160ºC y, de acuerdo con algunas realizaciones, en el margen de aproximadamente 130 a 150ºC. De acuerdo con algunas realizaciones, el punto de fusión del miembro fundible 132 es al menos 20°C menor que los puntos de fusión de la carcasa 122 y del electrodo 124 y, de acuerdo con algunas realizaciones, al menos 40°C menos que los puntos de fusión de esos componentes.

De acuerdo con algunas realizaciones, el miembro fundible 132 tiene una conductividad eléctrica en el margen de aproximadamente $0,5 \times 10^6$ Siemens/metro (S/m) a 4×10^7 S/m y, de acuerdo con algunas realizaciones, en el margen de aproximadamente 1×10^6 S/m hasta 3×10^6 S/m.

Las tres obleas de varistor **152, 154, 156** y los dos miembros de interconexión **160, 162** están apilados axialmente en la cámara **126** entre la cabeza del electrodo **124** y la pared del electrodo **122** y forman el conjunto de varistores **150.** Los miembros de interconexión **160, 162** interconectan eléctricamente las obleas **152, 154, 156** y los electrodos **122, 124** de la manera representada en el diagrama eléctrico esquemático de la **FIG. 9.**

De acuerdo con algunas realizaciones, cada oblea de varistor **152, 154, 156** es una oblea de varistor *(es decir,* tiene forma de disco o de oblea). En algunas realizaciones, cada oblea de varistor **152, 154, 156** es de forma circular y tiene un espesor sustancialmente uniforme. Sin embargo, las obleas de varistor **152, 154, 156** puede tener otras formas. El espesor y el diámetro de las obleas de varistor **152, 154, 156** dependerán de las características del varistor deseadas para la aplicación en particular.

En algunas realizaciones, cada oblea de varistor **152, 154, 156** tiene una relación de diámetro **D1** a espesor **T1** de al menos 3. En algunas realizaciones, el espesor **T1 (FIG. 8)** de cada oblea de varistor **152, 154, 156** está en el margen de aproximadamente 0,5 a 15 mm. En algunas realizaciones, el diámetro **D1 (FIG. 8)** de cada oblea de varistor **152, 154, 156** está en el margen de aproximadamente 20 a 100 mm.

La oblea de varistor **152** tiene una primera y una segunda superficies de contacto sustancialmente planas opuestas **152U, 152L** y un borde periférico **152E.** La oblea de varistor **154** tiene una primera y una segunda superficies de contacto sustancialmente planas opuestas **154U, 154L** y un borde periférico **154E.** La oblea de varistor **156** tiene una primera y una segunda superficies de contacto sustancialmente planas opuestas **156U, 156L** y un borde periférico **156E.**

El material del varistor puede ser cualquier material adecuado usado convencionalmente para varistores, a saber, un material que presente una característica de resistencia no lineal con la tensión aplicada. Preferiblemente, la resistencia se vuelve muy baja cuando se excede una tensión prescrita. El material del varistor puede ser, por ejemplo, un óxido metálico dopado o carburo de silicio. Los óxidos metálicos adecuados incluyen compuestos de óxido de zinc.

Cada oblea de varistor **152, 154, 156** puede incluir una oblea de material de varistor recubierto en ambos lados con un recubrimiento conductor **157** de modo que las superficies expuestas de los revestimientos sirvan como superficies de contacto **152U, 152L, 154U, 154L, 156U, 156L.** Los recubrimientos pueden ser metalizados hechos de aluminio, cobre o plata, por ejemplo. Alternativamente, las superficies desnudas del material del varistor pueden servir como superficies de contacto **152U, 152L, 154U, 154L, 156U, 156L.**

Los miembros de interconexión **160, 162** son eléctricamente conductores. El miembro de interconexión **160** incluye un par de porciones de contacto en forma de disco separadas axialmente **160U, 160L** unidas por una porción de puente **160B.** El miembro de interconexión **162** incluye un par de porciones de contacto en forma de disco separadas axialmente **162U, 162L** unidas por una porción de puente **162B.**

De acuerdo con algunas realizaciones, cada porción de contacto **160U, 160L, 162U, 162L** es sustancialmente plana, relativamente delgada y tiene forma de disco o de oblea. En algunas realizaciones, cada porción de contacto **160U, 160L, 162U, 162L** tiene una relación de diámetro **D2 (FIG. 8)** a espesor **T2 (FIG. 8)** de al menos 15. En algunas realizaciones, el espesor **T2** de cada porción de contacto **160U, 160L, 162U, 162L** se encuentra en el margen de aproximadamente 0,1 a 3 mm. En algunas realizaciones, el diámetro **D2** de cada porción de contacto **160U, 160L, 162U, 162L** se encuentra en el margen de aproximadamente 20 a 100 mm.

De acuerdo con algunas realizaciones, cada porción de contacto **160U, 160L, 162U, 162L** no tiene orificios pasantes que se extiendan a través del espesor de la porción de contacto.

En algunas realizaciones, la anchura **W3 (FIG. 6)** de cada porción de puente **160B, 162B** se encuentra en el margen de aproximadamente 2 mm a 10 mm. El área de la sección transversal de cada porción de puente **160B, 162B** debe ser lo suficientemente grande para soportar la corriente de cortocircuito que puede fluir a través del SPD después de un posible fallo de una o más de las obleas de varistor **152, 154, 156.**

De acuerdo con algunas realizaciones, los miembros de interconexión **160, 162** están hechos de cobre. Sin embargo, se puede utilizar cualquier metal conductor de electricidad adecuado. De acuerdo con algunas realizaciones, los miembros de interconexión **160, 162** son unitarios y, en algunas realizaciones, monolíticos.

En el conjunto de varistores **150,** la oblea de varistor **154** está interpuesta o intercalada entre las obleas de varistor **152, 156,** las obleas de varistor **152, 154, 156** están interpuestas o intercaladas entre los miembros de interconexión **160, 162,** y los miembros de interconexión **160, 162** están intercalados entre sí como se muestra en la **FIGS. 6** y **8.** La porción de contacto **160U** encaja con la superficie de contacto **152U.** La porción de contacto **160L** encaja con las superficies de contacto **154L** y **156U.** La porción de contacto **162U** encaja con las superficies de contacto **152L** y **154U.** La porción de contacto **162L** encaja con la superficie de contacto **156L.** Cada uno de dichos encajes forma un contacto físico o mecánico íntimo entre las porciones de contacto del miembro de interconexión identificadas y las superficies de contacto del varistor. Cada uno de dichos encajes forma una conexión o acoplamiento eléctrico directo entre las porciones de contacto del miembro de interconexión identificadas y las superficies de contacto del varistor. Las porciones de contacto **160U** y **162L** forman o sirven como las superficies de contacto del electrodo exterior del conjunto de varistores **150.**

Cada porción de puente **160B, 162B** incluye un par de secciones de pestañas **163** (que se extienden radialmente hacia afuera desde las porciones de contacto **160U, 160L** o **162, 162L**) y una sección de conexión que se extiende axialmente **165** conectando las secciones de pestañas **163** y separadas radialmente de los bordes periféricos contiguos de las obleas de varistor **152, 154, 156.** En algunas realizaciones, cada sección de conexión **165** se encuentra a una distancia **D3 (FIG. 8)** desde los bordes periféricos contiguos de las obleas de varistor **152, 154, 156.** En algunas realizaciones, la distancia **D3** se encuentra en el margen de aproximadamente 0,5 a 15 mm.

De acuerdo con algunas realizaciones y como se muestra, no existen aislantes eléctricos interpuestos entre los componentes **152, 154, 156, 160, 162.**

En algunas realizaciones, las obleas de varistor **152, 154, 156** están fijadas entre sí por el agente adherente **164.** De acuerdo con algunas realizaciones, el agente adherente **164** se encuentra en y fija las obleas de varistor contiguas **152, 154, 156** en sus bordes periféricos. En algunas realizaciones, el agente adherente **164** se proporciona como una pluralidad de parches o puntos discretos y separados del agente adherente **164.** El adhesivo se utiliza para mantener los componentes del conjunto de varistores **150** en su lugar durante el transporte y montaje del dispositivo de protección contra sobretensiones **100.**

En algunas realizaciones y como se muestra en **FIGS. 5, 6** y **7,** el agente adherente **164** incluye una porción o porciones de agente adherente **164'** situado dentro de las porciones del puente **160, 162B** entre cada porción de puente **160B, 162B** y los bordes contiguos de las obleas de varistor **152, 154, 156.** De esta manera, estas porciones de agente adherente **164'** pueden servir como aislantes eléctricos que aíslan eléctricamente las porciones del puente **160B, 162B** desde los bordes de las obleas de varistor **152, 154, 156.**

De acuerdo con algunas realizaciones, el agente adherente **164** es un adhesivo. Como se usa en este documento, adherente se refiere a adhesivos y pegamentos derivados de fuentes naturales y/o sintéticas. El adherente es un polímero que se adhiere a las superficies a unir. *(por ejemplo,* las superficies de los bordes de las obleas de varistor **152, 154, 156).** El adherente puede ser cualquier adhesivo adecuado. En algunas realizaciones, el adherente **164** fija las obleas de varistor **152, 154, 156** en sus bordes periféricos y son parches o puntos discretos, espaciados, situados alrededor de los bordes periféricos.

En algunas realizaciones, el adherente **164** es un adhesivo a base de cianoacrilato o un adhesivo a base de epoxi. Los adhesivos de cianoacrilato adecuados pueden incluir Permabond **737** adhesivo disponible de Permabond Engineering Adhesives, Inc. de los Estados Unidos de América.

En algunas realizaciones, el adherente tiene una temperatura de funcionamiento alta, por encima de 40°C, no contiene ningún disolvente y tiene una alta rigidez dieléctrica (por ejemplo, por encima de 5 kV/mm).

En algunas realizaciones, la periferia exterior de cada revestimiento **157** está insertado radialmente desde la periferia exterior de la oblea de varistor **152, 154, 156,** y la periferia exterior de cada porción de contacto **160U, 160L, 162U, 162L** está insertada radialmente desde la periferia exterior del revestimiento **157.**

En otras realizaciones, las obleas de varistor **152, 154, 156** están fijadas mecánicamente y conectadas eléctricamente directamente a las respectivas porciones de contacto **160U, 160L, 162U, 162L** por una soldadura eléctricamente conductora.

El conjunto de varistores **150** se puede ensamblar de la siguiente manera de acuerdo con realizaciones de la invención.

Los miembros de interconexión **160, 162** se puede doblar previamente en las formas que se muestran en la **FIG. 7.**

En algunas realizaciones, cada porción de contacto **160U, 160L, 162U, 162L** cubre y se acopla al menos al 40% del área de la superficie de la oblea de varistor de acoplamiento correspondiente **152U, 152L, 154U, 154L, 156U, 156L.**

Las obleas de varistor **152, 154, 156** y los miembros de interconexión **160, 162** se apilan e intercalan en el orden y la relación que se muestran en las **FIGS. 6** y **8.** Este conjunto se puede montar o colocar, después del montaje, en un accesorio para alinear lateralmente las obleas de varistor **152, 154, 156** y los miembros de interconexión **160, 162** entre sí. En algunas realizaciones, las obleas de varistor **152, 154, 156** y los miembros de interconexión **160, 162** están sustancialmente alineados coaxialmente.

Los componentes alineados **152, 154, 156, 160, 162** se aprietan axialmente por compresión, se presionan o se sujetan juntos (por ejemplo, utilizando el accesorio o un dispositivo de sujeción o apriete externo adicional) y en contacto íntimo. El agente adherente **164** luego se aplica a los bordes periféricos **152E, 154E, 156E** de las obleas de varistor **152, 154, 156** en los lugares descritos anteriormente, y cura. El conjunto de varistores **150** queda así formado. Una vez que el agente adherente **164** se ha curado, el dispositivo de apriete externo se retira del conjunto de varistores **150.**

El manguito aislante **134** es tubular y generalmente cilíndrico. De acuerdo con algunas realizaciones, el manguito aislante **134** está hecho de un polímero de alta temperatura y, en algunas realizaciones, un termoplástico de alta temperatura. En algunas realizaciones, el manguito aislante **134** está hecho de polieterimida (PEI), como el termoplástico ULTEM™ disponible en SABIC de Arabia Saudita. En algunas realizaciones, el miembro aislante **134** está hecho de polieterimida no reforzada.

De acuerdo con algunas realizaciones, el manguito aislante **134** está hecho de un material que tiene un punto de fusión mayor que el punto de fusión del miembro fundible **132.** De acuerdo con algunas realizaciones, el manguito aislante **134** está hecho de un material que tiene un punto de fusión en el margen de aproximadamente 120 a 200°C.

De acuerdo con algunas realizaciones, el material del manguito aislante **134** puede soportar una tensión de 25 kV por mm de espesor.

De acuerdo con algunas realizaciones, el manguito aislante **134** tiene un espesor en el margen de aproximadamente 0,1 a 2 mm.

Las arandelas elásticas **128E** rodean el eje **124B.** Cada arandela elástica **128E** incluye un agujero que recibe el eje **124B.** La arandela elástica inferior **128E** topa con la cara superior de la cabeza **124A.** De acuerdo con algunas realizaciones, la holgura entre el orificio de la arandela elástica y el eje **124B** está en el margen de aproximadamente 0,38 a 0,89 mm (0,015 a 0,035 pulgadas). Las arandelas elásticas **128E** pueden estar formadas por un material elástico. De acuerdo con algunas realizaciones y como se ilustra, las arandelas elásticas **128E** son arandelas onduladas (como se muestra) o arandelas Belleville de acero para muelles. Aunque se muestran dos arandelas elásticas **128E**, se pueden usar más o menos. Los elementos elásticos se pueden montar en una disposición de pila diferente tal como en serie, en paralelo, o en serie y paralelo.

La arandela de metal plana **128D** se interpone entre la arandela elástica superior **128E** y el anillo aislante **128C** con el eje **124B** que se extiende a través de un orificio formado en la arandela **128D.** La arandela **128D** sirve para distribuir la carga mecánica de la arandela elástica superior **128E** para evitar que la arandela elástica **128E** corte el anillo aislante **128C.**

El anillo aislante **128C** se superpone y topa con la arandela **128D**. El anillo aislante **128C** tiene un anillo del cuerpo principal y una brida o collar superior cilíndrico que se extiende hacia arriba desde el anillo del cuerpo principal. Un orificio recibe el eje **124B.** De acuerdo con algunas realizaciones, la holgura entre el orificio y el eje **124B** está en el margen de aproximadamente 0,635 a 1,65 mm (0,025 a 0,065 pulgadas). Se forma una ranura periférica que se abre hacia arriba y hacia afuera en la esquina superior del anillo del cuerpo principal.

El anillo aislante **128C** se hace preferiblemente de un material dieléctrico o eléctricamente aislante que tiene altas temperaturas de fusión y combustión. El anillo aislante **128C** puede estar hecho, por ejemplo, de policarbonato, cerámica o un polímero de alta temperatura.

La tapa final **128A** se superpone y topa con el anillo aislante **128C.** La tapa final **128A** tiene un agujero que recibe el eje **124B.** De acuerdo con algunas realizaciones, la holgura entre el orificio y el eje **124B** está en el margen de aproximadamente 2,54 a 5,08 mm (0,1 a 0,2 pulgadas). La tapa final **128A** puede, por ejemplo, estar hecha de aluminio.

El clip **128B** es elástico y tiene forma de anillo truncado. El clip **128B** se recibe parcialmente en la ranura **122H** y se extiende parcialmente radialmente hacia dentro desde la pared interior de la carcasa **122** para limitar el desplazamiento axial hacia afuera de la tapa final **128A.** El clip **128B** puede estar hecho de acero para muelles.

La junta tórica **130B** se coloca en la ranura **124G** de modo que quede atrapada entre el eje **124B** y el anillo aislante **128C.** La junta tórica **130A** se coloca en la ranura del anillo aislante **128C** de modo que quede atrapada entre el miembro aislante **128C** y la pared lateral **122B.** Cuando se instalan, las juntas tóricas **130A, 130B** se comprimen de modo que se presionen contra y formen un sello entre las superficies encaradas contiguas. En caso de sobretensión o fallo, subproductos como gases calientes y fragmentos de las obleas de varistor **152, 154, 156** puede llenar o

esparcirse en la cámara de la cavidad **126.** Estos subproductos pueden verse limitados o evitados por las juntas tóricas **130A, 130B** de escapar del dispositivo de protección contra sobretensiones **100** a través de la abertura de la carcasa **122D.**

Las juntas tóricas **130A, 130B** pueden estar hechas de los mismos o diferentes materiales. De acuerdo con algunas realizaciones, las juntas tóricas **130A, 130B** están hechas de un material elástico, como un elastómero. De acuerdo con algunas realizaciones, las juntas tóricas **130A, 130B** están hechas de caucho. Las juntas tóricas **130A, 130B** pueden estar hechas de un caucho fluorocarbonado como VITON™ disponible en DuPont. También se pueden usar otros cauchos como el caucho butílico. De acuerdo con algunas realizaciones, el caucho tiene una dureza de entre aproximadamente 60 y **100** Shore A.

La cabeza del electrodo **124A** y la pared final de la carcasa **122A** están persistentemente cargados contra el conjunto de varistores **150** a lo largo de un eje de carga o sujeción **C-C (FIG. 5)** en sentidos **F** para asegurar un acoplamiento firme y uniforme entre las superficies de contacto encaradas identificadas anteriormente. Este aspecto de la unidad **100** puede apreciarse considerando un método de acuerdo con la presente invención para ensamblar la unidad **100,** como se describe más adelante. En algunas realizaciones, el eje de sujeción **C-C** es sustancialmente coincidente con el eje **A-A (FIG. 5).**

Los componentes **152, 154, 156, 160, 162, 164** se ensamblan como se ha descrito anteriormente para formar el conjunto de varistores **150.** El conjunto de varistores **150** se coloca en la cavidad **122C** de manera que la superficie de contacto inferior o la porción **162L** del miembro de interconexión **162** encaje con la superficie de contacto **122G** de la pared final **122A.**

Las juntas tóricas **130A, 130B** están instalados en sus respectivas ranuras.

La cabeza **124A** se inserta en la cavidad **122C** de tal modo que la superficie de contacto **124C** encaja con la superficie o porción de contacto superior **160U** del miembro de interconexión **160.**

Las arandelas elásticas **128E** se deslizan por el eje **124B.** La arandela **128D,** el anillo aislante **128C,** y la tapa final **128A** se deslizan por el eje **124B** y sobre las arandelas elásticas **128E.** Se utiliza una plantilla (no se muestra) u otro dispositivo adecuado para forzar la tapa final **128A** hacia abajo, a su vez desviando las arandelas elásticas **128E.** Mientras la tapa final **128A** todavía está bajo la carga de la plantilla, el clip **128B** se comprime y se inserta en la ranura **122H.** El clip **128B** se suelta después y se le permite volver a su diámetro original, después de lo cual llena parcialmente la ranura y se extiende parcialmente radialmente hacia adentro en la cavidad desde la ranura **122H.** El clip **128B** y la ranura **122H** por lo tanto sirven para mantener la carga en la tapa final **128A** para desviar parcialmente las arandelas elásticas **128E.** La carga de la tapa final **128A** en el anillo aislante **128C** y desde el anillo aislante a las arandelas elásticas se transfiere a su vez a la cabeza **124A.** De esta forma, el conjunto de varistores **150** está intercalado (sujeto) entre la cabeza **124A** y la pared del electrodo **122A.**

Cuando el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** está montado, la carcasa **122,** el electrodo **124,** el miembro aislante **128C,** la tapa final **128A,** el clip **128B,** y las juntas tóricas **130A, 130B** forman colectivamente una unidad de carcasa o conjunto de carcasa **121** que contiene los componentes en la cámara **126.**

En el dispositivo de protección contra sobretensiones ensamblado **100,** las grandes superficies de contacto planas de los componentes **122A, 124A, 152, 154, 156, 160, 162** pueden garantizar un contacto eléctrico y una conexión fiables y consistentes entre los componentes durante un caso de sobretensión o sobrecorriente. La cabeza **124A** y la pared final **122A** se cargan mecánicamente contra estos componentes para asegurar un acoplamiento firme y uniforme entre las superficies que hacen contacto.

Ventajosamente, el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** integra tres obleas de varistor **152, 154, 156** en paralelo eléctrico en el mismo dispositivo modular, de modo que la energía se pueda compartir entre las obleas de varistor **152, 154, 156** durante la conducción eléctrica.

El diseño del dispositivo de protección contra sobretensiones **100** proporciona carga de compresión de las obleas de varistor **152, 154, 156** en una sola unidad modular. El dispositivo de protección contra sobretensiones **100** proporciona interconexiones eléctricas adecuadas entre los electrodos **122, 124** y las obleas de varistor **152, 154, 156,** mientras conserva un factor de forma compacto y proporciona una disipación térmica adecuada de la energía de las obleas de varistor **152, 154, 156.**

La construcción del dispositivo de protección contra sobretensiones **100** proporciona un modo de fallo seguro para el dispositivo. Durante el uso, una o más de las obleas de varistor **152, 154, 156** puede dañarse por sobrecalentamiento y puede generar un arco dentro del conjunto de la carcasa **121.** El conjunto de la carcasa **121** puede contener los elementos dañinos (por ejemplo, residuos, gases y calor inmediato) dentro del dispositivo de protección contra sobretensiones **100,** de modo que el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** falle de forma segura. De esta forma, el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** puede prevenir o reducir cualquier daño a los equipos contiguos (por ejemplo, equipos de conmutación en el armario) y daños al personal. De esta manera, el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** puede mejorar la seguridad del equipo y del personal.

Además, el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** proporciona un mecanismo a prueba de fallos en respuesta al modo de fin de vida en una o más de las obleas de varistor **152, 154, 156.** En caso de fallo de una oblea de varistor **152, 154, 156** se creará una corriente de fallo entre la línea correspondiente y la línea neutra. Como es bien sabido, un varistor tiene una tensión de avalancha nominal innata VNOM (a veces denominada "tensión de ruptura" o simplemente "tensión del varistor") a la que el varistor comienza a conducir corriente. Por debajo de la VNOM, el varistor no dejará pasar la corriente. Por encima de la VNOM, el varistor conducirá una corriente *(es decir.,* una corriente de fuga o una sobrecorriente). La VNOM de un varistor se especifica típicamente como la tensión medida a través del varistor con una corriente continua de 1 mA.

Como se sabe, un varistor tiene tres modos de funcionamiento. En un primer modo normal (descrito anteriormente), hasta una tensión nominal, el varistor es prácticamente un aislante eléctrico. En un segundo modo normal (también descrito anteriormente), cuando el varistor es sometido a una sobretensión, el varistor se convierte temporal y reversiblemente en un conductor eléctrico durante la condición de sobretensión y vuelve al primer modo después de ella. En un tercer modo (el llamado modo de fin de vida), el varistor se agota efectivamente y se convierte en un conductor eléctrico permanente e irreversible.

El varistor también tiene una tensión de avalancha innata VC (a veces denominado simplemente "tensión de avalancha"). La tensión de avalancha VC se define como la tensión máxima medida a través del varistor cuando se aplica una corriente específica al varistor a lo largo del tiempo de acuerdo con un protocolo normalizado.

En ausencia de una condición de sobretensión, la oblea de varistor **152, 154, 156** proporciona una alta resistencia de modo que no fluye corriente a través del dispositivo de protección contra sobretensiones **100** que aparece eléctricamente como un circuito abierto. Es decir, normalmente el varistor no permite el paso de la corriente. En el caso de un evento de sobrecorriente (generalmente transitorio; por ejemplo, un rayo) o una condición o evento de sobretensión (generalmente de duración más larga que un evento de sobrecorriente) que exceda VNOM, la resistencia de la oblea de varistor disminuye rápidamente, lo que permite que fluya la corriente. a través del dispositivo de protección contra sobretensiones **100** y crea una ruta de derivación para que el flujo de corriente proteja otros componentes de un sistema eléctrico asociado. Normalmente, el varistor se recupera de estos eventos sin un sobrecalentamiento significativo del dispositivo de protección contra sobretensiones. **100.**

Los varistores tienen múltiples modos de fallo. Los modos de fallo incluyen: 1) el varistor falla como un cortocircuito; y 2) el varistor falla como resistencia lineal. El fallo del varistor a un cortocircuito o a una resistencia lineal puede ser causado por la conducción de una o varias sobrecorrientes de suficiente magnitud y duración o por un evento de sobretensión continua único o múltiple que conducirá una corriente suficiente a través del varistor. .

Un fallo de cortocircuito se manifiesta típicamente como un orificio localizado o un sitio de punción (en este documento, "el punto de fallo") que se extiende a través del grosor del varistor. Este punto de fallo crea una ruta para el flujo de corriente entre los dos electrodos de baja resistencia, pero lo suficientemente alta como para generar pérdidas óhmicas y causar sobrecalentamiento del dispositivo incluso con bajas corrientes de fallo. Una corriente de fallo suficientemente grande a través del varistor puede fundir el varistor en la región del punto de fallo y generar un arco eléctrico.

Un fallo del varistor como resistencia lineal provocará la conducción de una corriente limitada a través del varistor que dará lugar a una acumulación de calor. Esta acumulación de calor puede provocar una fuga térmica adversa y la temperatura del dispositivo puede exceder la temperatura máxima prescrita. Por ejemplo, la temperatura máxima permitida para las superficies exteriores del dispositivo puede establecerse por códigos o normas para evitar la combustión de componentes contiguos. Si la corriente de fuga no se interrumpe en un cierto período de tiempo, el sobrecalentamiento eventualmente dará lugar al fallo del varistor a un cortocircuito como se definió anteriormente.

En algunos casos, la corriente a través del varistor fallido también podría estar limitada por el propio sistema de alimentación *(por ejemplo,* resistencia a tierra en el sistema o en aplicaciones de fuente de alimentación fotovoltaica (PV) en las que la corriente de fallo depende de la capacidad de generación de energía del sistema en el momento del fallo) lo que da lugar a una acumulación progresiva de temperatura, incluso si fallo el varistor es un cortocircuito. Hay casos en los que existe un flujo de corriente de fuga limitado a través del varistor debido a condiciones de sobretensión prolongadas en el tiempo debido a fallos del sistema de energía, por ejemplo. Estas condiciones pueden provocar un aumento de temperatura en el dispositivo, como cuando el varistor falla como resistencia lineal y posiblemente podría provocar el fallo del varistor, ya sea como una resistencia lineal o como un cortocircuito como se describió anteriormente.

Como se describió anteriormente, en algunos casos el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** puede asumir un modo de "fin de vida" en el que una oblea de varistor **152, 154, 156** se agota total o parcialmente *(es decir,* en un estado de "fin de vida"), lo que lleva a un fallo al final de la vida. Cuando el varistor llega al final de su vida, el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** se convertirá sustancialmente en un cortocircuito con una resistencia óhmica muy baja pero distinta de cero. Como resultado, en una condición de fin de vida, una corriente de fallo fluirá continuamente a través del varistor incluso en ausencia de una condición de sobretensión. En este caso, el miembro fundible **132** puede funcionar como un mecanismo a prueba de fallos que sortea el varistor

fallido y crea un cortocircuito permanente de baja resistencia entre los terminales del dispositivo de protección contra sobretensiones. **100** de la manera descrita en la Patente de EE. UU. Nº 7,433,169.

El miembro fundible **132** está adaptado y configurado para funcionar como una desconexión térmica para cortocircuitar eléctricamente la corriente aplicada al dispositivo de protección contra sobretensiones **100** asociado alrededor de las obleas de varistor **152, 154, 156** para prevenir o reducir la generación de calor en los varistores. De esta forma, el miembro fundible **132** puede funcionar como interruptor para sortear las obleas de varistor **152, 154, 156** y prevenir el sobrecalentamiento y fallos adversos como se describió anteriormente. Como se usa en este documento, un sistema a prueba de fallos se "dispara" al darse las condiciones necesarias para hacer que el sistema a prueba de fallos funcione como se describe para cortocircuitar los electrodos **122A, 124A.**

Cuando se calienta a una temperatura umbral, el miembro fundible **132** fluirá para puentear y conectar eléctricamente los electrodos **122A, 124A.** El miembro fundible **132** redirige así la corriente aplicada al dispositivo de protección contra sobretensiones **100** para sortear los varistores **152, 154, 156** de modo que cesa el calentamiento inducido por la corriente del varistor. El miembro fundible **132** por lo tanto, puede servir para prevenir o inhibir la fuga térmica (causada o generada en un varistor **152, 154, 156)** sin requerir que la corriente a través del dispositivo de protección contra sobretensiones **100** se interrumpa.

Más particularmente, el miembro fundible **132** inicialmente tiene una primera configuración como se muestra en la **FIG. 5** de manera que no están acoplados eléctricamente el electrodo **124** y la carcasa **122** excepto a través de la cabeza **124A.** Cuando ocurre un evento de acumulación de calor, el electrodo **124** por lo tanto se calienta. El miembro fundible **132** también se calienta directamente y/o por el electrodo **124.** Durante el funcionamiento normal, la temperatura en el miembro fundible **132** permanece por debajo de su punto de fusión de modo que el miembro fundible **132** permanece en estado sólido. Sin embargo, cuando la temperatura del miembro fundible **132** excede su punto de fusión, el miembro fundible **132** se funde (total o parcialmente) y fluye por la fuerza de la gravedad a una segunda configuración diferente de la primera. El miembro fundible **132** puentea o cortocircuita el electrodo **124** a la carcasa **122** para sortear las obleas de varistor **152, 154, 156.** Es decir, se proporciona una nueva ruta o rutas de flujo directo desde la superficie del electrodo **124** a la superficie de la pared lateral de la carcasa **122B** a través del miembro fundible **132.** De acuerdo con algunas realizaciones, al menos algunas de estas rutas de flujo no incluyen las obleas de varistor **152, 154, 156.**

De acuerdo con algunas realizaciones, el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** está adaptado de modo que cuando el miembro fundible **132** se dispara para cortocircuitar el dispositivo de protección contra sobretensiones **100,** la conductividad del dispositivo de protección contra sobretensiones **100** es al menos tan grande como la conductividad de los cables de alimentación y salida conectados al dispositivo.

Los dispositivos de protección eléctrica de acuerdo con las realizaciones de la presente invención pueden proporcionar una serie de ventajas además de las mencionadas anteriormente. Los dispositivos pueden conformarse para que tengan un factor de forma relativamente compacto. Los dispositivos se pueden adaptar para su instalación en lugar de dispositivos de protección contra sobretensiones de tipo similar que no tengan los circuitos descritos en este documento. En particular, los presentes dispositivos pueden tener la misma dimensión en longitud que tales dispositivos anteriores.

Hay aplicaciones en las que se requiere que un SPD tenga una tensión residual menor que la misma tensión de funcionamiento nominal. Por ejemplo, este es un requisito para algunas aplicaciones de telecomunicaciones clasificadas para sistemas de -48 Vcc. Si se utiliza un SPD que incluye un varistor (por ejemplo, un MOV), una tensión de funcionamiento continuo típico Vc para dicho varistor es **100** Vcc. Sin embargo, este SPD tendrá una tensión residual Vres de alrededor de 300 V o más. Sería beneficioso para la mejor protección del equipo utilizar SPDs con un tensión residual Vres mucho más baja que estos niveles *(es decir,* cerca de 100V).

Normalmente, para reducir la tensión residual de un SPD, los fabricantes han utilizado una tecnología distinta a los varistores, como los diodos SAD o TVS. Estos componentes tienen una tensión residual mucho más baja que los MOV para la misma tensión operativa continua Vc. Por ejemplo, un diodo TVS para esta aplicación puede tener un tensión residual de 100 V. Pero los diodos SAD y TVS generalmente no pueden conducir las sobrecorrientes de energías significativas que se esperan en tales aplicaciones. Por esa razón, muchos fabricantes han utilizado varios SAD y/o diodos TVS en paralelo para lograr mayores capacidades de aguante de energía durante la conducción de la sobrecorriente.

En el dispositivo de protección contra sobretensiones **100,** las obleas de varistor **152, 154, 156** están conectadas en paralelo eléctrico para reducir la tensión residual Vres del dispositivo de protección contra sobretensiones **100.**

En algunas realizaciones, cada oblea de varistor **152, 154, 156** está tasada para 60 Vcc (tensión de funcionamiento continuo; Vc) en lugar de 100 Vcc que es típico para esta aplicación. Además, el uso de tres varistores en paralelo reduce aún más la tensión de avalancha del SPD a una sobrecorriente determinada (en comparación con el uso de un solo varistor), ya que cada varistor conducirá solo una fracción de la sobrecorriente total (la tensión de avalancha depende de la sobrecorriente conducida, cuanto mayor sea la sobrecorriente conducida, mayor será la tensión de

avalancha del varistor). Para las aplicaciones de telecomunicaciones (tensión nominal de -48 Vcc), la tensión residual resultante es de aproximadamente 140 V a una sobrecorriente de 5 kA.

En algunas realizaciones, el dispositivo de protección contra sobretensiones **100** se utiliza en un sistema de alimentación de CC y, en algunas realizaciones, en un circuito de protección de un equipo de telecomunicaciones de -48 Vcc. El dispositivo **100** también se puede utilizar en CA u otras aplicaciones de CC.

La reducción de la tensión nominal de las obleas de varistor **152, 154, 156** hace que las obleas de varistor **152, 154, 156** sean más delgadas y sensibles a variaciones importantes de temperatura. Por lo tanto, es importante la manera de cómo la pila de obleas de varistor se sujeta en su lugar y se ensambla dentro del dispositivo de protección contra sobretensiones **100**.

Como se mencionó anteriormente, en algunas realizaciones las obleas de varistor **152, 154, 156** se pueden unir a los miembros de interconexión **160, 162** y/o entre sí utilizando soldadura. Sin embargo, el uso de soldadura puede dañar las obleas de varistor. La alta temperatura requerida para fundir el material de soldadura y los diferentes coeficientes de elasticidad entre el material del varistor y la soldadura pueden crear micro grietas en el varistor. La carga en la oblea de varistor mediante electrodos también puede causar grietas en la oblea de varistor. Estas grietas, así como el fundente o las impurezas que se introducen en las grietas, pueden dañar progresivamente y, por lo tanto, reducir la vida del varistor. La entrada del fundente puede crear una ruta conductora en el borde de una grieta que aumente la corriente de fuga, lo que puede provocar el fallo de la oblea de varistor. Estos riesgos son particularmente preocupantes en el caso de obleas de varistor cerámicas relativamente delgadas (por ejemplo, menos de aproximadamente 2 mm).

Además, para evitar daños mecánicos en el varistor debido a la diferente expansión térmica entre el varistor y los miembros de interconexión **160, 162,** la forma de las porciones de contacto del miembro de interconexión debe ser redonda con un orificio en el medio. El orificio puede reducir la distribución uniforme de la corriente sobre la superficie del varistor. El orificio también puede reducir la capacidad de aguante de energía del varistor durante las sobrecorrientes, ya que disminuirá significativamente las capacidades de contracción térmica del varistor y aumentará la resistencia de contacto y la fuerza general de la pila que forma el conjunto de varistores **150.**

Como se describió anteriormente, en algunas realizaciones, las obleas de varistor **152, 154, 156** se apilan en paralelo y se unen o adhieren entre sí mediante adhesivo **164** en sus bordes **152E, 154E, 156E.** El adhesivo **164** en los bordes **152E, 154E, 156E** proporciona un conjunto compacto para el transporte y la manipulación en la producción del conjunto de varistores **150** y del dispositivo **100.**

Además, el adhesivo **164** rectifica los problemas mencionados anteriormente. El adhesivo sostiene las obleas de varistor **152, 154, 156** y los miembros de interconexión **160, 162** juntos para manipular sin introducir calor, soldadura y fundente que pueden causar micro grietas e introducir trayectorias conductoras como se describió anteriormente.

El adhesivo permite el uso de las porciones de contacto **160U, 160L, 162U, 162L** de los miembros de interconexión que no incluyen orificios dentro de sus periferias *(es decir,* son electrodos de cara llena). Como resultado, la capacidad de aguante energética del conjunto de varistores **150** durante los casos de sobretensión, aumenta. Las resistencias de contacto entre las obleas de varistor **152, 154, 156** y los miembros de interconexión **160, 162** se reducen. De este modo se reduce la tensión residual esperada durante los transitorios.

De acuerdo con algunas realizaciones, las áreas de acoplamiento entre cada una de las superficies de contacto del electrodo y las superficies de contacto del varistor son cada una de al menos 650 mm^2 (una pulgada cuadrada).

De acuerdo con algunas realizaciones, los electrodos cargados *(por ejemplo,* los electrodos **122** y **124)** aplican una carga a los varistores a lo largo del eje **C-C** en el margen de aproximadamente 8896N y 115654N (2000 libras y 26000 libras) dependiendo de su área superficial.

De acuerdo con algunas realizaciones, la masa térmica combinada de la carcasa (*por ejemplo,* la carcasa **122)** y el electrodo *(por ejemplo,* el electrodo **124)** es sustancialmente mayor que la masa térmica de cada uno de los varistores acogidos entre ellos. Cuanto mayor sea la relación entre la masa térmica de la carcasa y los electrodos y la masa térmica de los varistores, mejor se preservarán los varistores durante la exposición a sobrecorrientes y eventos TOV y, por lo tanto, mayor será la vida útil del SPD. Tal como se usa en este documento, el término "masa térmica" significa el producto del calor específico del material o materiales del objeto multiplicado por la masa o masas del material o materiales del objeto. Es decir, la masa térmica es la cantidad de energía requerida para elevar un gramo del material o materiales del objeto en un grado centígrado por la masa o masas del material o materiales en el objeto. De acuerdo con algunas realizaciones, la masa térmica de al menos uno de la cabeza del electrodo y de la pared del electrodo es sustancialmente mayor que la masa térmica del varistor. De acuerdo con algunas realizaciones, la masa térmica de al menos uno de la cabeza del electrodo y de la pared del electrodo es al menos dos veces la masa térmica del varistor y, de acuerdo con algunas realizaciones, al menos diez veces mayor. De acuerdo con algunas realizaciones, las masas térmicas combinadas de la cabeza y de la pared del electrodo son sustancialmente mayores que la masa térmica del varistor, de acuerdo con algunas realizaciones al menos dos veces la masa térmica del varistor y, de acuerdo con algunas realizaciones, al menos diez veces mayor.

Como se describió anteriormente, las arandelas elásticas **128E** son Belleville o arandelas onduladas. Se pueden usar arandelas Belleville u onduladas para aplicar cargas relativamente altas sin requerir un espacio axial sustancial. Sin embargo, se pueden usar otros tipos de medios de carga además de o en lugar de Belleville o arandelas onduladas. Los medios de carga alternativos adecuados incluyen uno o más resortes helicoidales o arandelas en espiral.

El conjunto de varistores **150** incluye tres varistores y dos miembros de interconexión. Sin embargo, los conjuntos de varistores de acuerdo con realizaciones adicionales pueden incluir más de tres varistores apilados y conectados en paralelo eléctrico como se describe. Por ejemplo, un conjunto de varistores puede incluir cinco varistores apilados y conectados en paralelo eléctrico mediante tres miembros de interconexión.

Con referencia a las **FIG. 10-12,** se muestra una unidad modular de protección contra sobretensiones **200** de acuerdo con otras realizaciones de la invención. La unidad de protección contra sobretensiones **200** se puede utilizar de la misma manera y con el mismo propósito que el dispositivo de protección contra sobretensiones **100,** excepto que la unidad **200** es generalmente equivalente operativamente a dos si los dispositivos de protección contra sobretensiones **100.**

La unidad de protección contra sobretensiones **200** incluye un conjunto de carcasa **221** y dos conjuntos o submódulos de componentes internos de SPD **211, 212.**

El conjunto de la carcasa **221** incluye un primer electrodo o carcasa **223** y una tapa **226.** La carcasa **223** es unitaria y, en algunas realizaciones, monolítica. La carcasa **223** está hecha de un metal conductor de electricidad como el aluminio. La carcasa **223** incluye dos porciones de pared del electrodo de la carcasa integrales **222.** Cada parte del electrodo de la carcasa **222** incluye una pared del electrodos **222A,** una pared lateral **222B,** una cavidad **222C,** y una abertura superior **222D** correspondiente a las características **122A, 122B, 122C** y **122D,** respectivamente, del dispositivo **100.**

La cubierta **226** tiene forma sustancialmente de placa y tiene un perfil que coincide con el de la carcasa **223.** La cubierta **226** tiene dos aberturas para electrodos **226A** y seis taladros de fijación **226B** definidos en la misma. De acuerdo con algunas realizaciones, la cubierta **226** está hecha de un material conductor de electricidad. En algunas realizaciones, la cubierta **226** está hecha de metal y, en algunas realizaciones, está hecha de aluminio.

Los submódulos SPD **211, 212** cada uno incluye un electrodo **224,** un miembro fundible **232,** un manguito aislante **234,** y un conjunto de varistores **250** correspondiente a los componentes **124, 132, 134,** y **150,** respectivamente, del dispositivo **100.** Cada submódulo SPD **211, 212** además incluye un elemento aislante elastómero **239.**

Los miembros aislantes **239** están formados por un material elastómero eléctricamente aislante y elástico. De acuerdo con algunas realizaciones, los miembros aislantes **239** están hechos de un material que tiene una dureza en el margen de aproximadamente 60 Shore A a 85 Shore A. De acuerdo con algunas realizaciones, los elementos aislantes **239** están hechos de caucho. De acuerdo con algunas realizaciones, los miembros aislantes **239** están hechos de caucho de silicona. Materiales adecuados para los elementos aislantes **239** puede incluir caucho de silicona KE-5612G o KE-5606 disponible de Shin-Etsu Chemical Co. Ltd.

Cada submódulo SPD **211, 212** está dispuesto en una de las respectivas cavidades de la carcasa **222C.** La cubierta **226** está fijada a la carcasa **223** por tornillos **5.** La cubierta **226** sujeta los submódulos SPD **211, 212** y comprime axialmente los aislantes elastómeros **239** de los mismos. El submódulo SPD **211** y su pared del electrodos **222A** forman un primer dispositivo de protección contra sobretensiones correspondiente al dispositivo **100.** El submódulo SPD **212** y su pared del electrodos **222A** forman un segundo dispositivo de protección contra sobretensiones correspondiente al dispositivo **100.**

Cuando la unidad **200** está ensamblada, el elemento aislante **239** de cada submódulo SPD **211, 212** se sujeta entre la cubierta **226** y el reborde superior del electrodo **224D** y se comprime axialmente *(es decir,* cargado axialmente y deformado elásticamente desde su estado relajado) de modo que el elemento aislante **239** sirve como un miembro de carga y aplica una presión o carga axial persistente al electrodo **224** y a la cubierta **226.** El miembro aislante **239** también sirve para aislar eléctricamente la carcasa **223** del electrodo **224.** El miembro aislante comprimido **239** También puede formar un sello para restringir o prevenir subproductos de eventos de sobretensión, tales como gases calientes y fragmentos de las obleas de varistor **250** de escapar de la unidad **200** a través de la correspondiente abertura de la carcasa **222D.**

Los conjuntos de varistores **250** pueden proporcionar las mismas ventajas en la unidad **200** como se describió anteriormente para el conjunto de varistores **150.** Cada conjunto de varistores **250** incluye el adhesivo **264** correspondiente al adhesivo **164, 164'.**

En otras realizaciones, los submódulos SPD **211, 212** puede emplear resortes y anillos aislantes separados como se describe con respecto al dispositivo **100.**

En otras realizaciones, cada submódulo SPD **211, 212** puede incluir una sola oblea de varistor en lugar del conjunto de varistores multi varistor **250.**

Con referencia a la **FIG. 13,** se muestra un dispositivo modular de protección contra sobretensiones **300** de acuerdo con otras realizaciones de la invención. La unidad de protección contra sobretensiones **300** se puede utilizar de la misma manera y con el mismo propósito que el dispositivo de protección contra sobretensiones **100.** El dispositivo de protección contra sobretensiones **300** está construido de la misma manera que el dispositivo de protección contra sobretensiones **100,** excepto lo siguiente.

El dispositivo de protección contra sobretensiones **300** incluye un conjunto de varistores **350** correspondiente al conjunto de varistores **150,** excepto lo siguiente. El conjunto de varistores **350** incluye cinco obleas de varistor **352, 353, 354, 355, 356,** cuatro miembros de interconexión **360, 362, 366, 368,** y agentes adherentes **364.** Las obleas de varistor **352, 353, 354, 355, b** corresponden y se forman de la misma manera que las obleas de varistor **152, 154,** 156. Los miembros de interconexión **360, 362, 366, 368** corresponden y se forman de la misma manera que los miembros de interconexión **160, 162.** Los agentes adherentes **364** corresponden a los agentes adherentes **164, 164'.** Las cinco obleas de varistor **352, 353, 354, 355, 356** están apiladas axialmente, unidas y conectadas en paralelo eléctrico por los cuatro miembros de interconexión **360, 362, 366, 368.**

Con referencia a la **FIG. 14,** se muestra una unidad modular de protección contra sobretensiones **400** de acuerdo con otras realizaciones de la invención. El dispositivo de protección contra sobretensiones **400** se puede utilizar de la misma manera y con el mismo propósito que el dispositivo de protección contra sobretensiones **100.** El dispositivo de protección contra sobretensiones **300** está construido de la misma manera que el dispositivo de protección contra sobretensiones **100,** excepto lo siguiente.

El dispositivo de protección contra sobretensiones **400** incluye un conjunto de varistores **450** correspondiente al conjunto de varistores **150,** excepto lo siguiente. El conjunto de varistores **450** incluye dos obleas de varistor **452, 454,** dos miembros de interconexión **460, 462,** agentes adherentes **464** y una oblea de aislante eléctrico **457.** Las obleas de varistor **452, 454** corresponden a y se forman de la misma manera que las obleas de varistor **152, 154, 156.** Los miembros de interconexión 460, 462 corresponden a y están formados de la misma manera que los miembros de interconexión **160, 162.** Los agentes adherentes **464** corresponden a los agentes adherentes **164, 164'.** La oblea aislante **457** está hecha de un material eléctricamente aislante. Los materiales aislantes eléctricos adecuados pueden incluir termoplástico ULTEM™ 1000 disponible de SABIC, película de mica o poliéster tal como película de poliéster DYFILM™ disponible de Coveme de Italia, por ejemplo. Las dos obleas de varistor **452, 454** están apiladas axialmente y conectadas en paralelo eléctrico por los dos miembros de interconexión **460, 462.** La oblea aislante **457** está interpuesta axialmente o apilada entre las obleas de varistor **452, 454** para evitar cortocircuitos entre las caras opuestas de las obleas de varistor **452, 454.**

Con referencia a las **FIGS. 15** y **16,** se muestra un dispositivo modular de protección contra sobretensiones **500**. El dispositivo de protección contra sobretensiones **500** se puede utilizar de la misma manera y con el mismo propósito que el dispositivo de protección contra sobretensiones **100.**

El dispositivo de protección contra sobretensiones **500** está construido como la mitad de la unidad **200 (FIG. 12).** El dispositivo **500** incluye un conjunto de carcasa **521** que es la mitad del conjunto de la carcasa **221** y un conjunto de componentes internos SPD **512** correspondiente al submódulo **212.**

Con referencia a las **FIGS. 17-20,** se muestra en ellas un dispositivo modular de protección contra sobretensiones **600** de acuerdo con realizaciones de la invención. El dispositivo de protección contra sobretensiones **600** se puede utilizar de la misma manera y con el mismo propósito que el dispositivo de protección contra sobretensiones **100.** El dispositivo de protección contra sobretensiones **600** está construido de la misma manera que el dispositivo de protección contra sobretensiones **100,** excepto lo siguiente.

El dispositivo de protección contra sobretensiones **600** incluye un conjunto de varistores **650** correspondiente al conjunto de varistores **150,** excepto lo siguiente. El conjunto de varistores **650** incluye tres obleas de varistor **652, 654, 656** y dos miembros de interconexión **660, 662.** Las obleas de varistor **652, 654, 656** corresponden y se forman de la misma manera que las obleas de varistor **152, 154, 156.** Los miembros de interconexión **660, 662** corresponden y se forman de la misma manera que los miembros de interconexión **160, 162.** Las obleas de varistor **652, 654, 656** están apiladas axialmente y conectadas en paralelo eléctrico por los miembros de interconexión **660, 662** como se describió anteriormente para el dispositivo **100.**

El dispositivo de protección contra sobretensiones **600** incluye además un miembro o manguito de relleno de vacíos eléctricamente aislante **636.** El manguito **636** incluye una pared lateral **636A** definiendo un pasaje **636B.** El pasaje **636** se extiende desde una abertura superior **636C** a una abertura inferior **636D.** Un par de canales receptores que se extienden axialmente y opuestos lateralmente **636E** están definidos en la superficie interior **636F** de la pared lateral **636A.**

El manguito **636** es tubular y tiene una superficie exterior **636G** que es generalmente cilíndrica. De acuerdo con algunas realizaciones, el manguito **636** está hecho de un polímero de alta temperatura y, en algunas realizaciones, un termoplástico de alta temperatura. En algunas realizaciones, el manguito **636** está hecho de polieterimida (PEI), como el termoplástico ULTEM™ disponible en SABIC de Arabia Saudita. En algunas realizaciones, el manguito 636

está hecho de polieterimida no reforzada. En algunas realizaciones, el manguito **636** está hecho de una cerámica eléctricamente aislante.

De acuerdo con algunas realizaciones, el manguito **636** está hecho de un material que tiene un punto de fusión mayor que el punto de fusión del miembro fundible **632.** De acuerdo con algunas realizaciones, el manguito **636** está hecho de un material que tiene un punto de fusión en el margen de aproximadamente 120 a 200ºC.

De acuerdo con algunas realizaciones, el material del manguito **636** puede soportar una tensión de 25 kV por mm de espesor.

De acuerdo con algunas realizaciones, la pared lateral **636A** del manguito tiene un espesor nominal **T5 (FIG. 20)** de al menos 2 mm, en algunas realizaciones al menos 4 mm, y en algunas realizaciones en el margen de aproximadamente 2 a 15 mm. De acuerdo con algunas realizaciones, la profundidad **D5** de cada canal receptor **636E** es de al menos 1 mm y, en algunas realizaciones, en el margen de aproximadamente 1 a 12 mm.

La cámara interna **627** del conjunto de la carcasa **621** del dispositivo de protección contra sobretensiones **600** incluye una primera subcámara **627A** y una segunda subcámara **627B** en comunicación fluida con la primera subcámara **627A.** Antes de la fusión del miembro fundible **632,** el electrodo **624** y el miembro fundible **632** ocupan la primera subcámara **627A.** El conjunto de varistores **650** ocupa un volumen central de la segunda subcámara **627B** de manera que un vacío tubular restante o volumen del espacio **627C** de la segunda subcámara **627B** permanece desocupado por el conjunto de varistores **650.** El volumen del espacio **627C** es el espacio o volumen que se extiende radialmente entre el conjunto de varistores **650** y la superficie interior **622H** de la pared lateral **622B** del electrodo de la carcasa **622.** El manguito de relleno de vacíos **636** ocupa el volumen del espacio **627C** y rodea el conjunto de varistores **650.**

Los rebajos o canales del receptor **636E** y las porciones del puente **660B, 662B** de los miembros de interconexión **660, 662** son relativamente dimensionadas y ensambladas de manera que cada una de las porciones del puente **660B, 662B** es recibida y asentada en uno respectivo de los canales del receptor **636E.** El resto de la superficie interior **636F** del manguito generalmente se ajusta a los perfiles periféricos de las obleas de varistor **652, 654, 654.**

De modo que, como se puede apreciar en las **FIGS. 17** y **19,** la superficie interior **636F** generalmente se ajusta a la forma exterior del conjunto de varistores **650.** La superficie exterior cilíndrica **636G** generalmente se ajusta a la forma interior de la superficie de la pared interior **622H** del electrodo de la carcasa **622.** En algunas realizaciones, el espacio entre la superficie interior **636F** y las obleas de varistor **652, 654, 654** es inferior a 2 mm. En algunas realizaciones, el espacio entre la superficie exterior **636G** y la superficie de la pared interior **622H** es inferior a 0,5 mm.

Las obleas de varistor **652, 654, 656** son, por ejemplo, relativamente gruesas de modo que la altura total del conjunto de varistores **650** aumenta en comparación con el del conjunto de varistores **150**. Como resultado, el vacío del espacio o volumen **627C** que rodea el conjunto de varistores **650** es relativamente grande. Además, las porciones de puente **660B, 662B** se proyectan radialmente hacia fuera más allá de los bordes periféricos de los varistores. **652, 654, 656.** Dado que la superficie interior **622H** del electrodo de la carcasa **622** es cilíndrica, el espacio requerido entre las porciones de puente **660B, 662B** y la superficie interior **622B** crea espacios relativamente grandes alrededor del resto del conjunto de varistores **650.**

En ausencia del manguito de relleno de vacíos **636,** este gran volumen de espacio **627C** podría comprometer el funcionamiento previsto del miembro fundible **632** y el mecanismo a prueba de fallos **602.** En particular, el volumen del miembro fundible fundido **632** puede no ser suficiente para unir los electrodos **622** y **624** para cortocircuitar los electrodos **622, 624,** dependiendo de la orientación del dispositivo **600** cuando el miembro fundible **632** se funda. El manguito espaciador **636** ocupa el volumen del espacio **627C** y por lo tanto reduce o limita la cantidad o volumen del miembro fundible **632** que puede fluir hacia el volumen del espacio **627C** cuando el miembro fundible **632** se funde. De esta manera, el miembro de relleno de vacíos **636** asegura que se retenga una cantidad mayor y suficientemente fiable del miembro fundible fundido en la primera subcámara **627A** para hacer contacto simultáneo con los dos electrodos **622, 624.**

En algunas realizaciones, el manguito de relleno de vacíos **636** ocupa al menos el 50 por ciento del volumen del espacio **627C** y, en algunas realizaciones, al menos el 80 por ciento. En algunas realizaciones, el manguito de relleno de vacíos **636** tiene un volumen en el margen de aproximadamente 100 mm^3 hasta 100.000 mm^3 y, en algunas realizaciones, el volumen es de aproximadamente 21.000 mm^3.

Mientras que el miembro de relleno de vacíos **636** ilustrado está configurado como un manguito tubular unitario que tiene canales receptores **636E** que se extienden axialmente definidos en el mismo, se pueden emplear otras configuraciones y construcciones. Por ejemplo, los canales **636E** se pueden reemplazar con orificios que se extienden radialmente y que no llegan hasta los extremos del manguito. El miembro de relleno de vacíos **636** se puede reemplazar con dos o más miembros de relleno de vacíos configurados y dispuestos para ocupar el volumen del espacio **627C** en la medida y con las dimensiones comentadas anteriormente. Los dos o más miembros de relleno de vacíos pueden apilarse axialmente o pueden rodear el conjunto de varistores **650** menos de **360** grados.

Con referencia a la **FIG. 21,** se muestra un dispositivo modular de protección contra sobretensiones **700** de acuerdo con otras realizaciones de la invención. El dispositivo de protección contra sobretensiones **700** se puede utilizar de la misma manera y con el mismo propósito que el dispositivo de protección contra sobretensiones **600.** El dispositivo de protección contra sobretensiones **700** está construido de la misma manera que el dispositivo de protección contra sobretensiones **600,** excepto lo siguiente. El dispositivo **700** incluye un conjunto de varistores **750** correspondiente al conjunto de varistores **650,** y un miembro de relleno de vacíos **736** correspondiente al miembro de relleno de vacíos **636.**

El dispositivo de protección contra sobretensiones **700** incluye un elemento aislante elastómero **739** correspondiente al elemento aislante elastómero **239 (FIG. 12).** El miembro aislante **739** queda entre la cubierta 726 y el reborde superior del electrodo **724D** y comprimido axialmente *(es decir,* cargado axialmente y deformado elásticamente desde su estado relajado) de modo que el elemento aislante **739** sirve como un miembro de carga y aplica una presión o carga axial persistente al electrodo **724** y a la cubierta **726,** como se describe con respecto a la unidad **200.**

Se apreciará que se pueden utilizar diversos aspectos, como se describe en el presente documento, en diferentes combinaciones. Por ejemplo, un elemento aislante elastómero correspondiente al elemento aislante elastómero **239** se puede utilizar en lugar de los resortes y los elementos aislantes finales (por ejemplo, el elemento aislante **128C)** de los dispositivos de protección contra sobretensiones **100, 300, 400, 600.** Los conjuntos de varistores de cada dispositivo **100-700** se puede reemplazar con un conjunto de varistores de otro de los dispositivos **100-700** *(por ejemplo,* el conjunto de varistores de cinco obleas **350** o el conjunto de varistores de dos obleas **450** se puede utilizar en lugar del conjunto de varistores **650** en el dispositivo **600).**

Los expertos en la técnica pueden realizar muchas alteraciones y modificaciones, dado el beneficio de la presente descripción, sin apartarse del alcance de la invención. Por lo tanto, debe entenderse que las realizaciones ilustradas se han expuesto solo con fines de ejemplo, y que no debe considerarse como limitante de la invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de protección contra sobretensiones (600) que comprende:

un primer miembro de electrodo (622);

un segundo miembro de electrodo (624);

un varistor (652, 654, o 656) interpuesto entre y conectado eléctricamente a cada uno de los primer y segundo miembros de electrodo;

un miembro fundible eléctricamente conductor (632), en el que el miembro fundible responde al calor en el dispositivo de protección contra sobretensiones para fundirse y formar una trayectoria de cortocircuito eléctrico a través del primero y segundo miembros de electrodo; y

un miembro de relleno de vacíos (636) que rodea al menos una porción del varistor, en el que el miembro de relleno de vacíos está formado de un material eléctricamente aislante;

en donde

el dispositivo de protección contra sobretensiones incluye una pared lateral (622B) que define una cámara (627), incluyendo la cámara una primera subcámara (627A) y una segunda subcámara (627B) en comunicación fluida con la primera subcámara;

el miembro fundible está dispuesto en la primera subcámara (627A);

el varistor está dispuesto en la segunda subcámara (627B) y se define un volumen de espacio (627C) entre el varistor y la pared lateral en la segunda subcámara;

el miembro de relleno de vacíos está dispuesto en el volumen del espacio para limitar el flujo del miembro fundible en el volumen del espacio (627C); y

el varistor (652) es una primera oblea de varistor,

caracterizado por que el dispositivo de protección contra sobretensiones incluye:

una segunda oblea de varistor (654 o 656) formada por un material de varistor; y

un miembro de interconexión eléctricamente conductor (660 o 662) que conecta las primera y segunda obleas de varistor en paralelo eléctrico entre el primer y segundo miembros de electrodo (622, 624);

en donde la primera y segunda obleas de varistor están apiladas axialmente entre el primer y el segundo miembros de electrodo (622, 624);

el miembro de relleno de vacíos (636) incluye un rebajo receptor (636E); y

una porción (660B o 662B) del miembro de interconexión se extiende hacia fuera más allá de la primera y segunda obleas de varistor y está dispuesta en el rebajo receptor (636E).

2. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 1, en donde el miembro de relleno de vacíos (636) está formado de una cerámica eléctricamente aislante.

3. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 1, en donde el miembro de relleno de vacíos (636) ocupa al menos el 50 por ciento del volumen del espacio.

4. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 1, en donde el miembro de relleno de vacíos (636) incluye un manguito de relleno de vacíos tubular que rodea la oblea de varistor (652, 654 o 656).

5. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 4, en donde

el manguito de relleno de vacíos (636) incluye una superficie interior (636F) que generalmente se ajusta a una forma exterior del varistor (652, 654 o 656); y

el manguito de relleno de vacíos incluye una superficie exterior (636G) que generalmente se ajusta a la forma de una superficie de pared interior de la pared lateral (622B).

6. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 5, en donde

un espacio entre la superficie interior (636F) del manguito de relleno de vacíos y el varistor (652) es inferior a 2 mm; y

un espacio entre la superficie exterior (636G) del manguito de relleno de vacíos y la superficie de pared interior de la pared lateral (622B) es inferior a 0,5 mm.

7. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 4, en donde el manguito de relleno de vacíos (636) incluye una pared lateral (636A) del manguito que tiene un espesor nominal (T5) de al menos 2 mm.

8. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 4, en donde el manguito de relleno de vacíos (636) es unitario.

9. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 1, en donde el rebajo receptor (636E) es un canal que se extiende axialmente definido en una superficie interior (636F) del miembro de relleno de vacíos (636).

10. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 1, en donde el rebajo receptor (636E) tiene una profundidad (D5) en el margen de aproximadamente 1 a 12 mm.

11. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 1, en donde el miembro de relleno de vacíos (636) está formado de un termoplástico de alta temperatura.

12. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 1, en donde el miembro de relleno de vacíos (636) está formado de un material que tiene un punto de fusión en el margen de aproximadamente 120 a 200°C, o en donde el miembro de relleno de vacíos (636) está formado de un material que puede soportar una tensión de 25 kV por mm de espesor.

13. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 1, en donde el miembro de relleno de vacíos (636) tiene un volumen en el margen de aproximadamente 100 mm^3 hasta 100.000 mm^3.

14. El dispositivo de protección contra sobretensiones de la Reivindicación 1, en donde

el primer miembro de electrodo (622) incluye un electrodo de la carcasa que incluye la pared lateral (622B) y una pared final (122A) integral con la pared lateral;

la pared lateral (622B) y la pared final (122A) definen colectivamente la cámara (627);

el segundo miembro de electrodo (624) se extiende dentro de la cámara (627); y

el electrodo de la carcasa está formado unitariamente de metal.

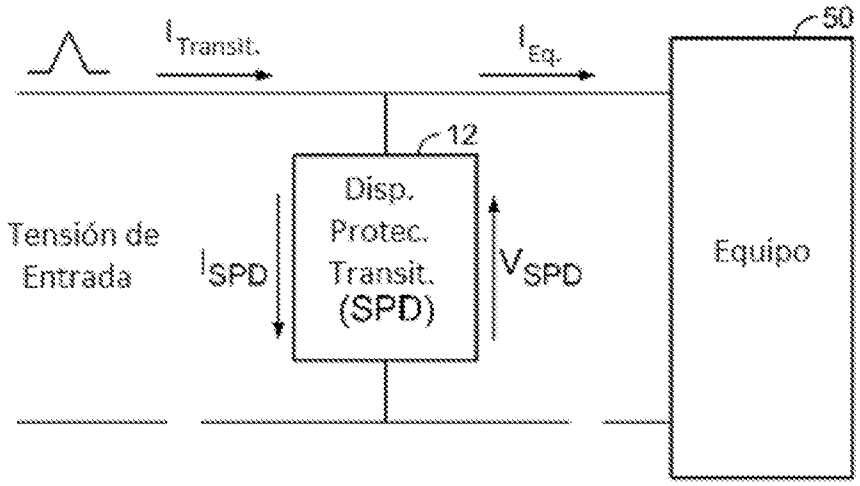


FIG. 1
(Técnica Anterior)

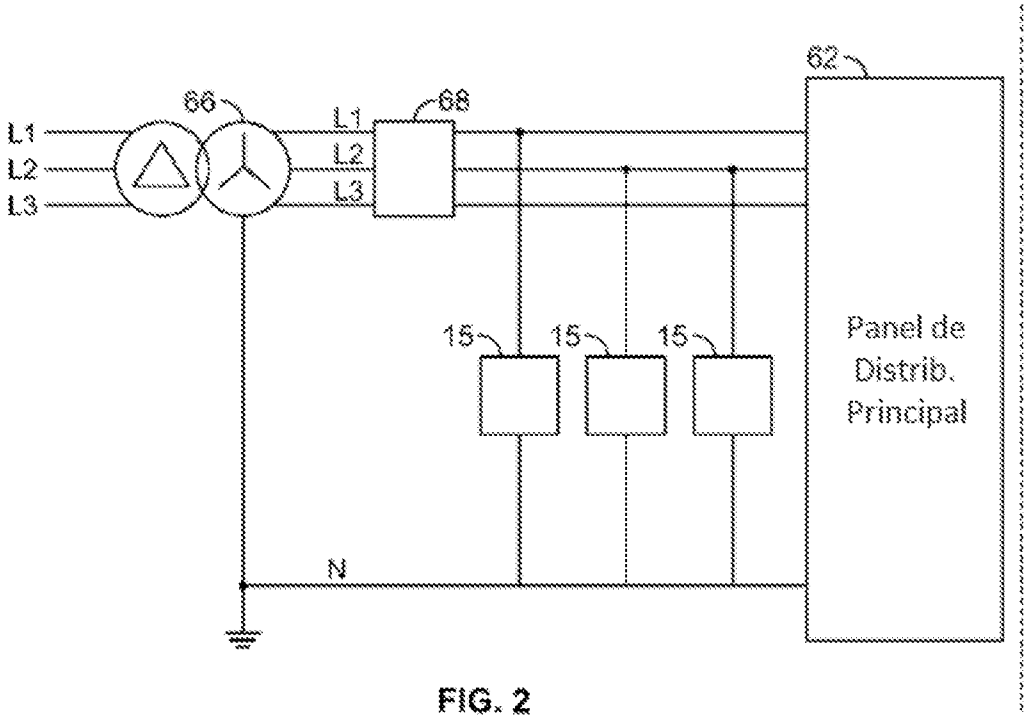


FIG. 2
(Técnica Anterior)

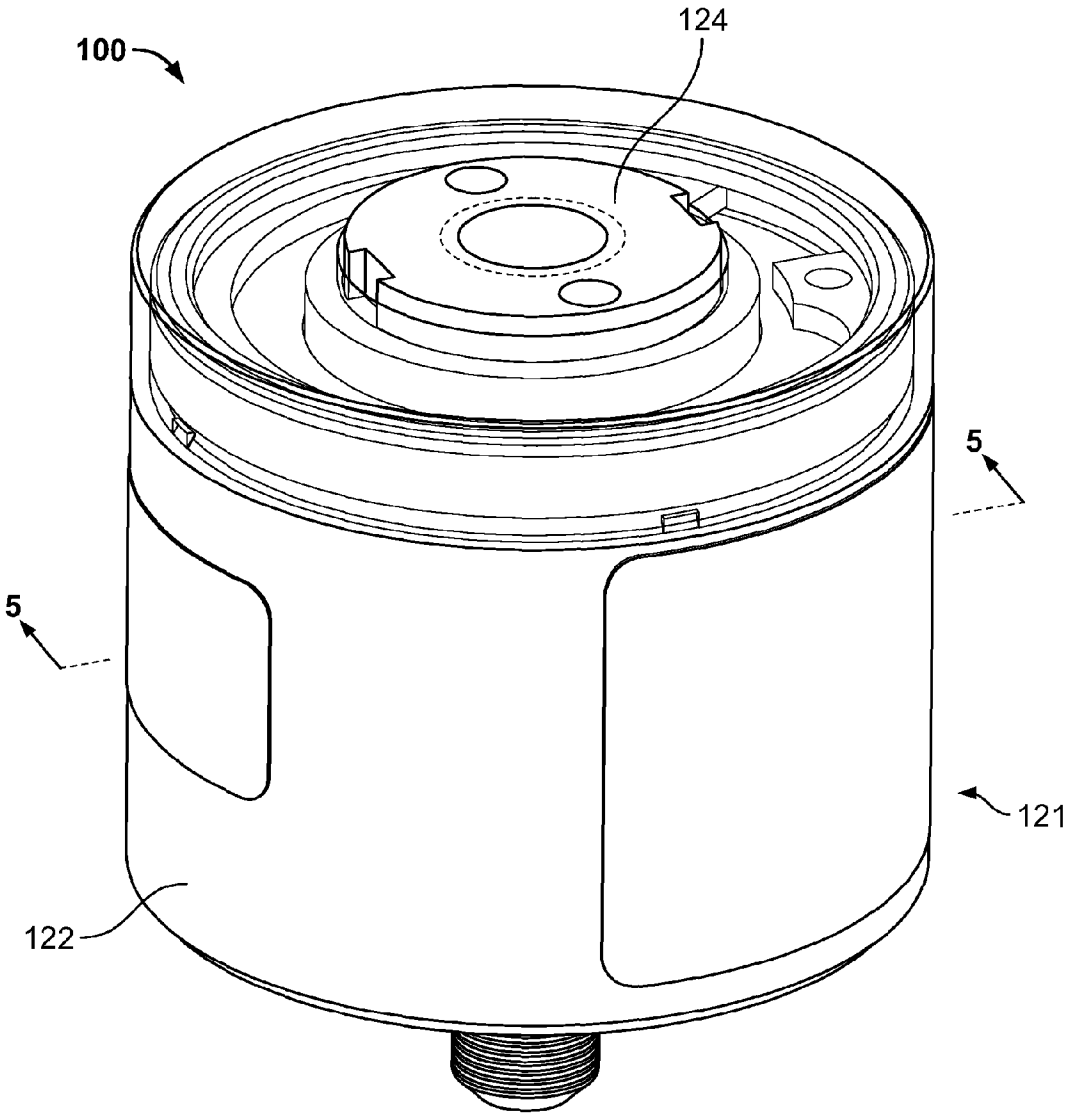


FIG. 3

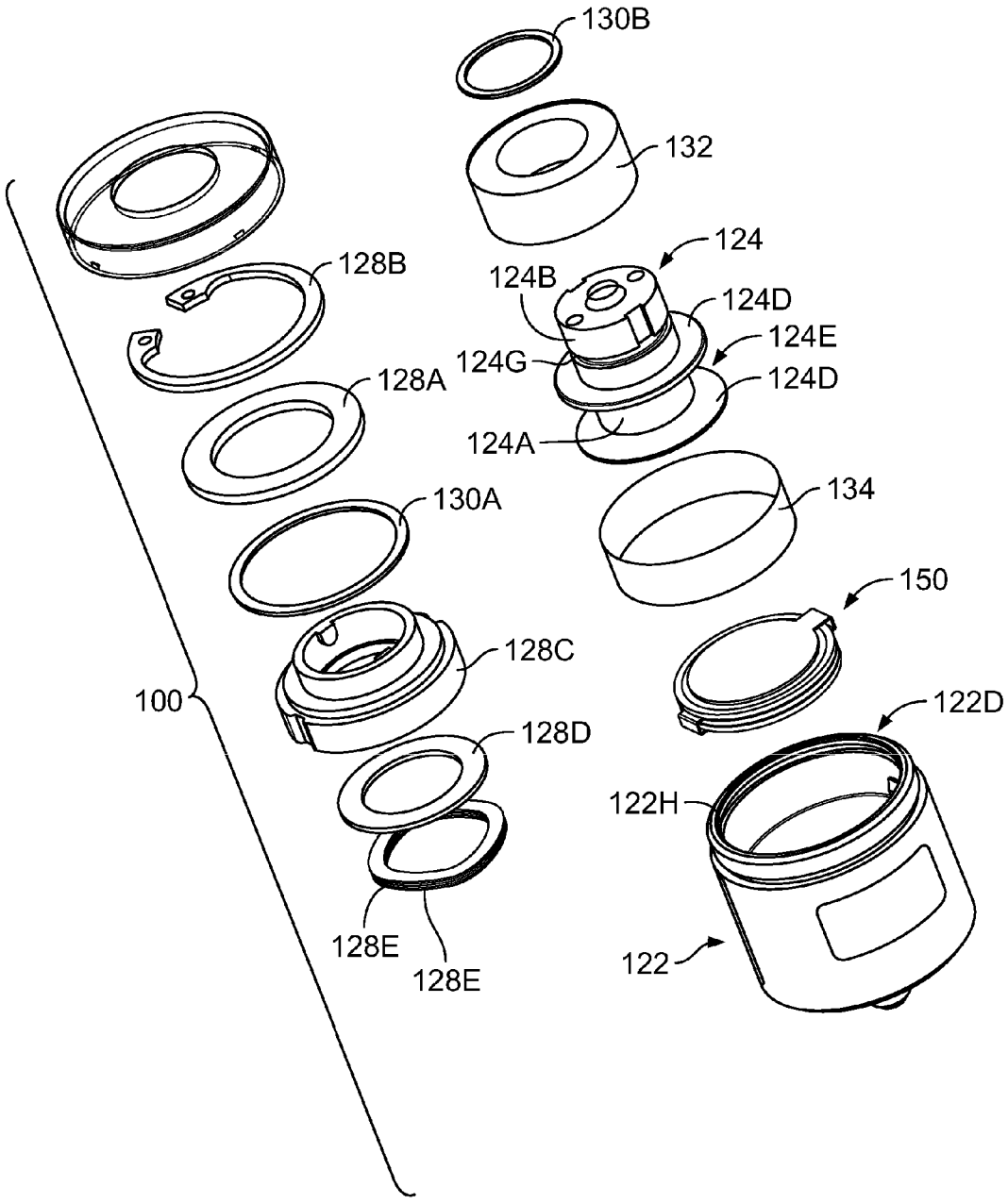

130B
132
124
124B
124D
124E
124G
124D
128B
128A
124A
134
130A
150
128C
100
122D
128D
122H
128E
128E
122

FIG. 4

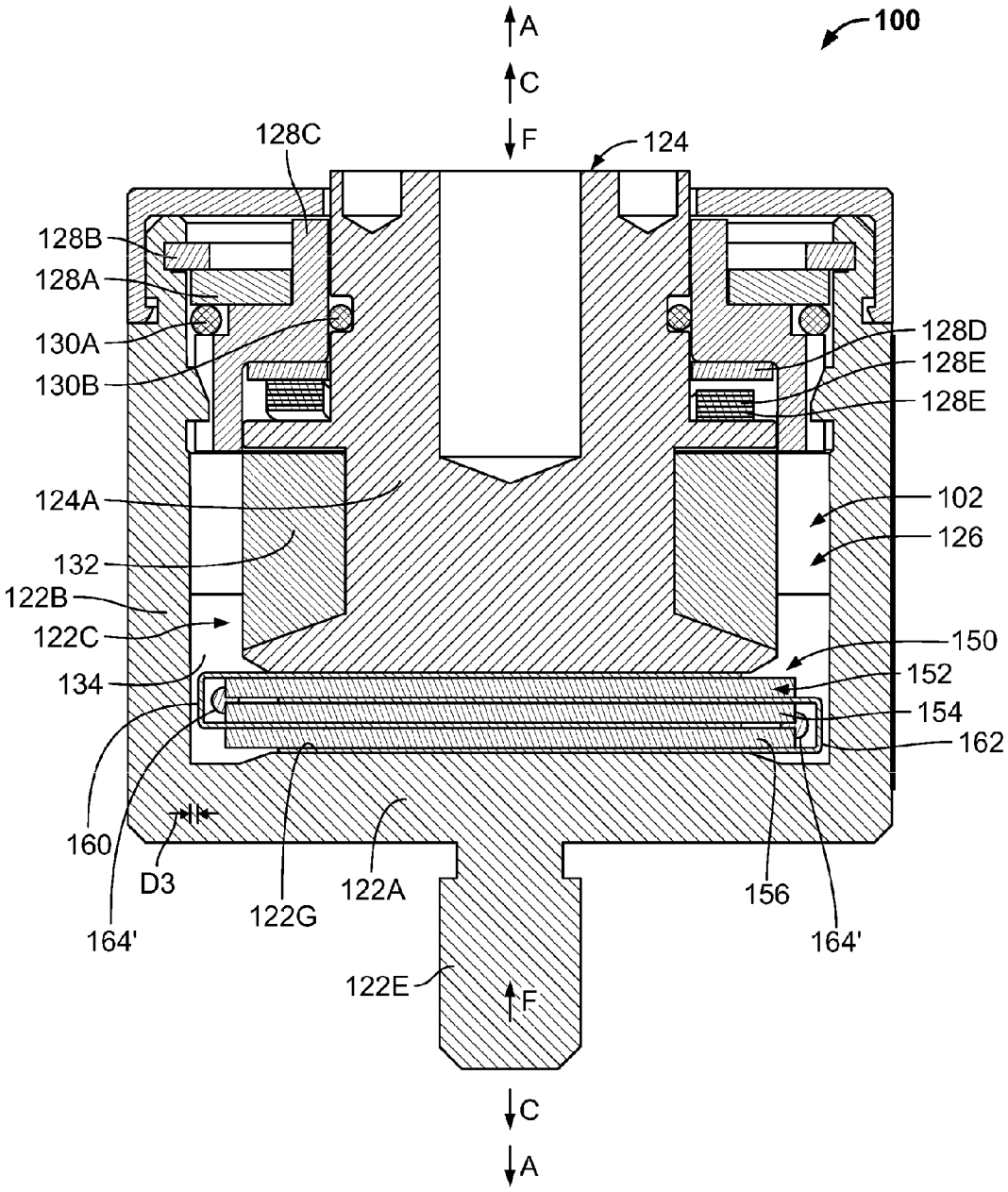

A
C
F
100
128C
124
128B
128A
130A
130B
128D
128E
128E
124A
102
126
132
122B
122C
150
134
152
154
162
160
D3
122G
122A
156
164'
164'
122E
F
C
A

FIG. 5

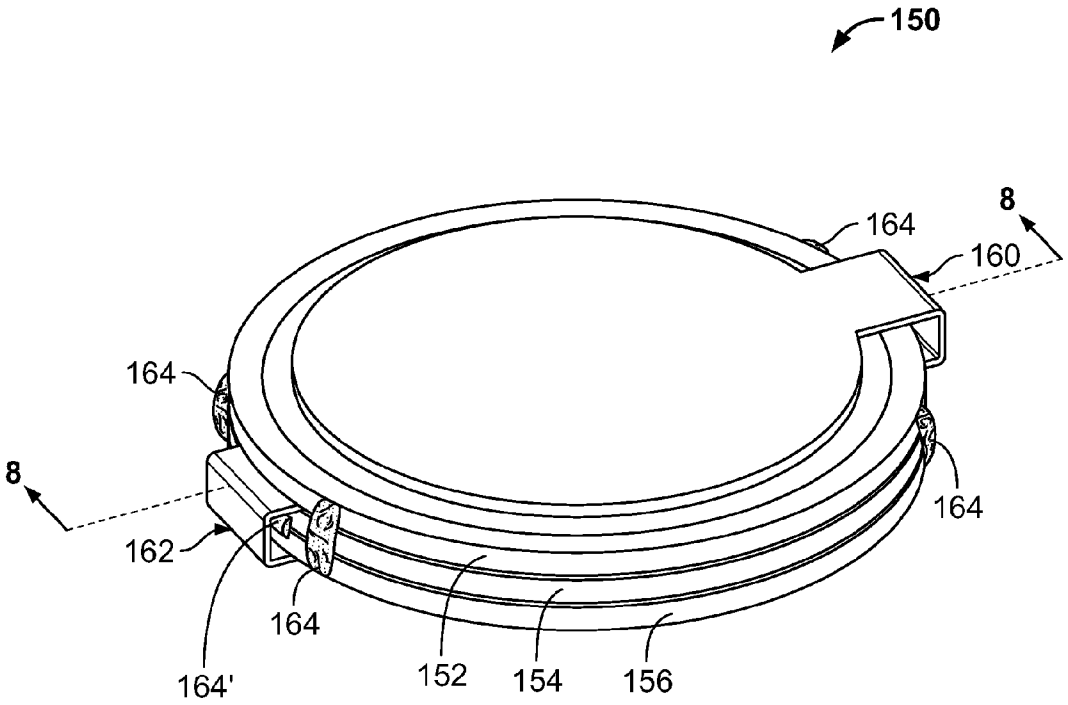


FIG. 6

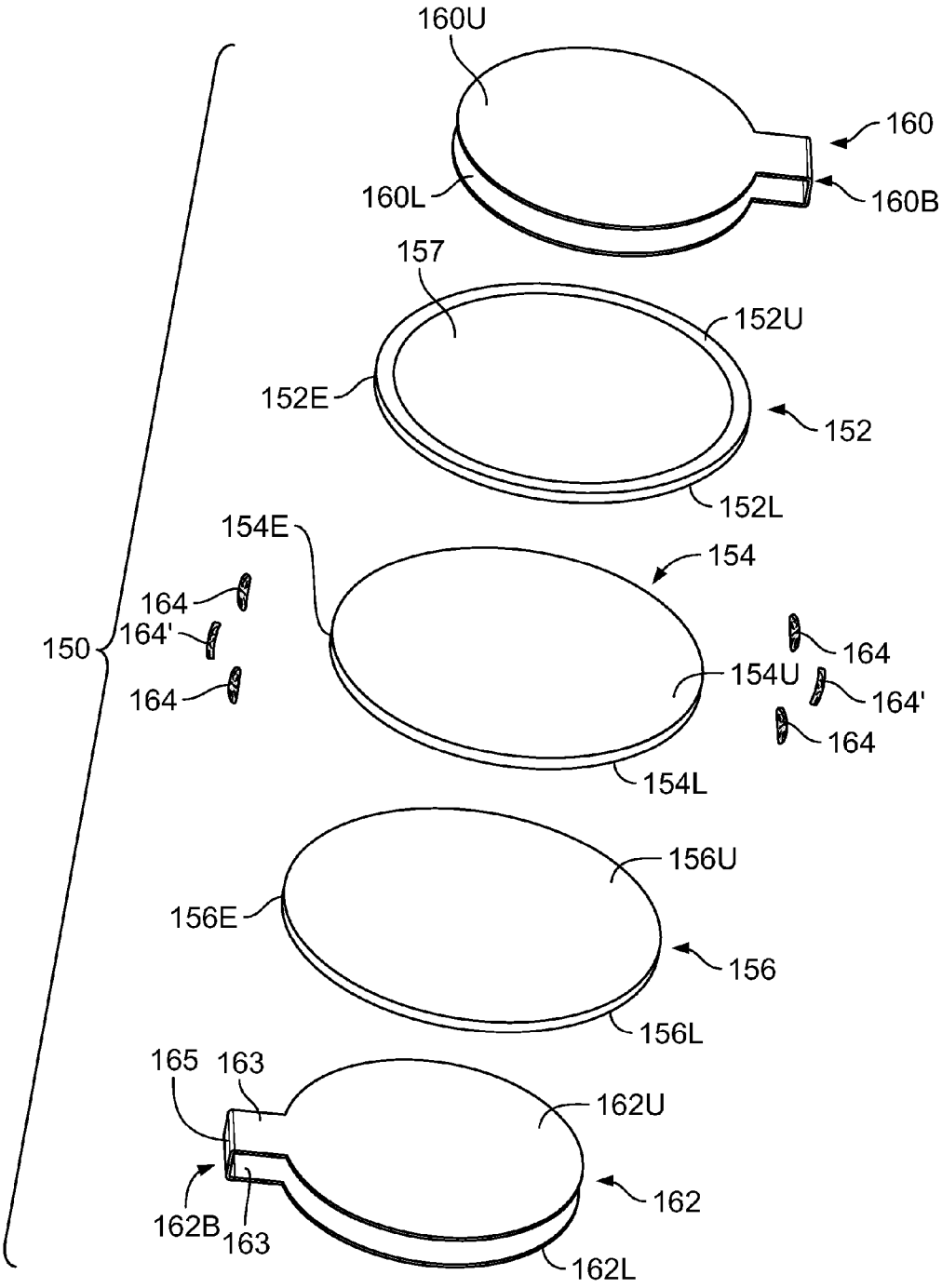

160U
160
160L
160B
157
152U
152E
152
152L
154E
154
164
164'
150
164
164
154U
164'
164
154L
156U
156E
156
156L
165
163
162U
162
162B
163
162L

FIG. 7

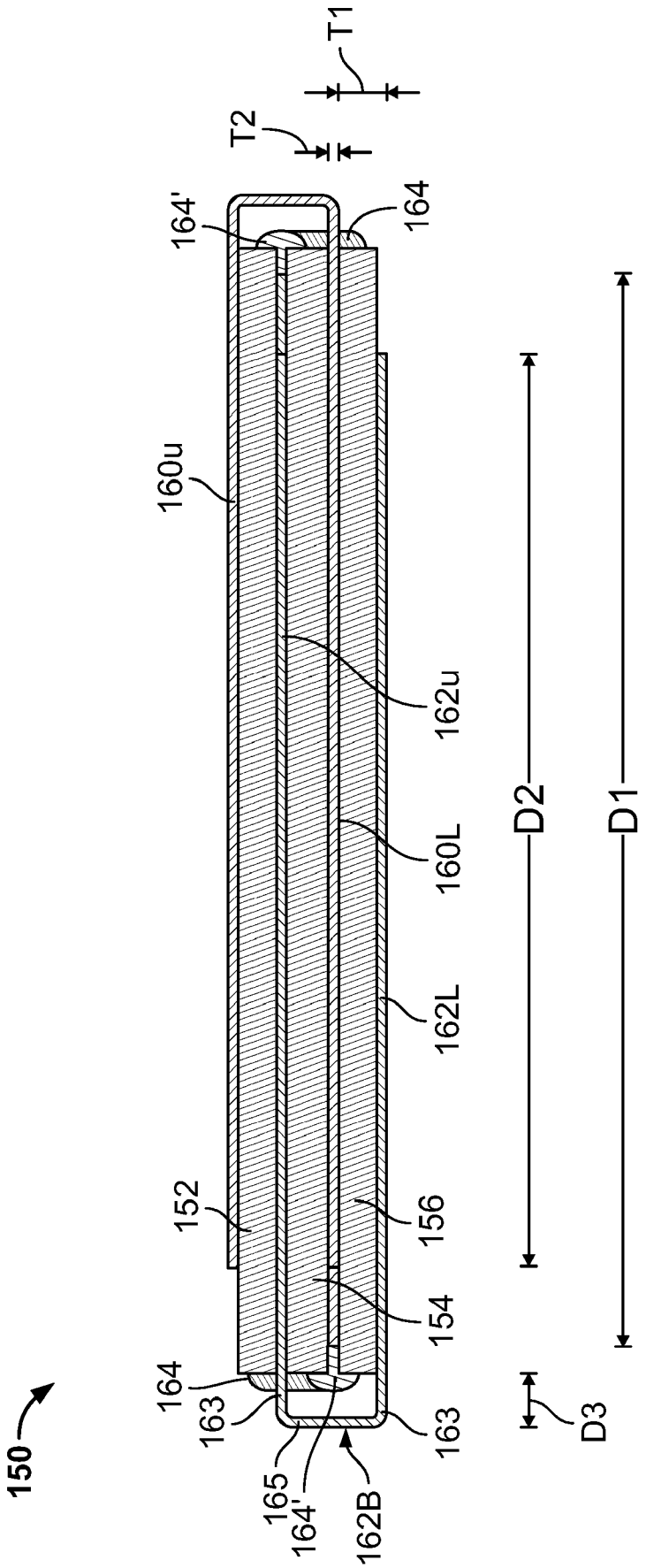

150
T1
T2
164'
164
160u
162u
160L
162L
152
156
154
164
163
163
165
164'
162B
D2
D1
D3

FIG. 8

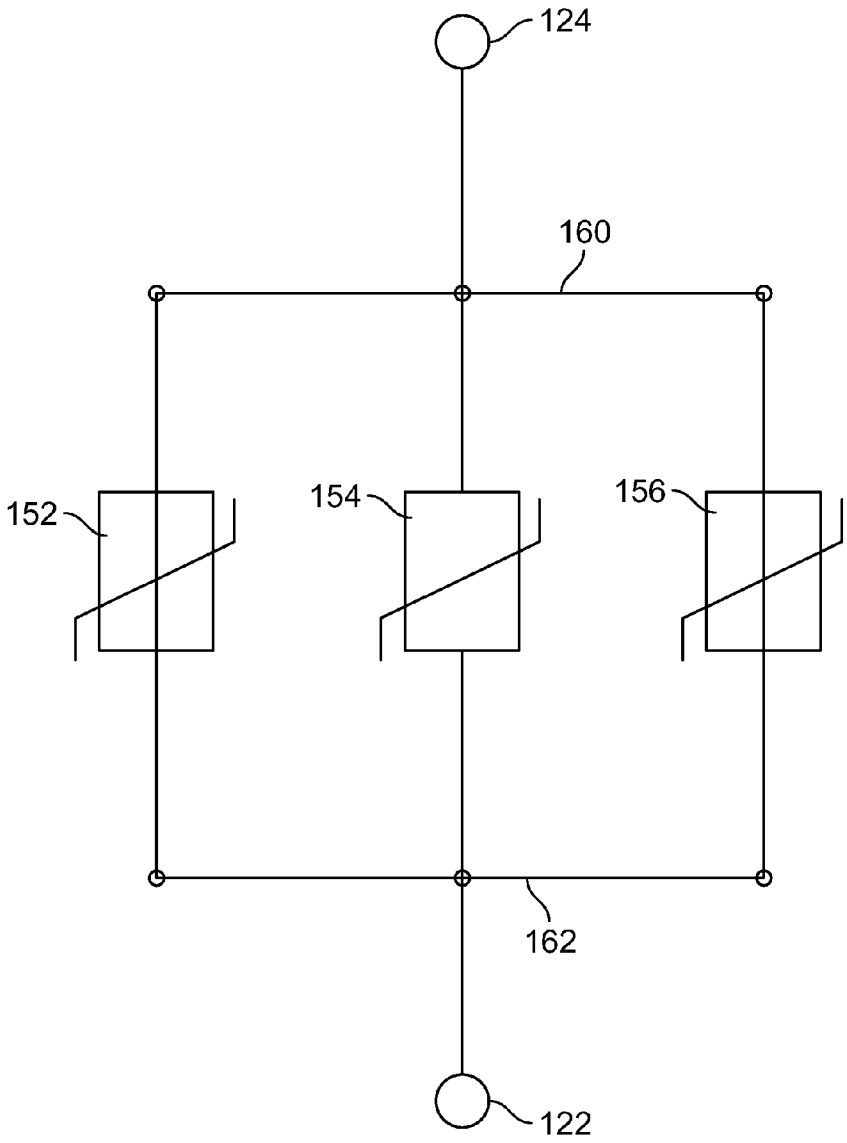


FIG. 9

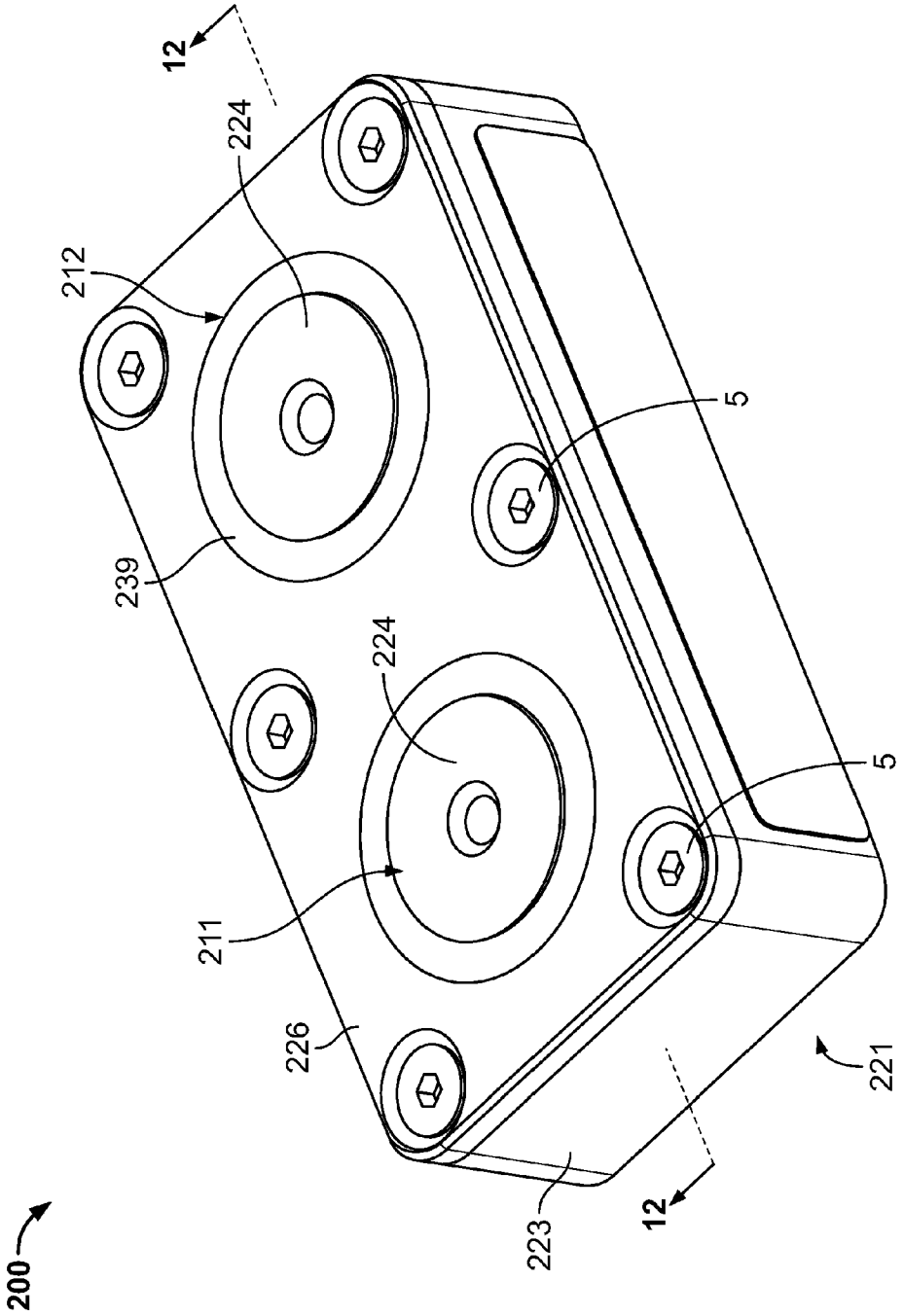


FIG. 10

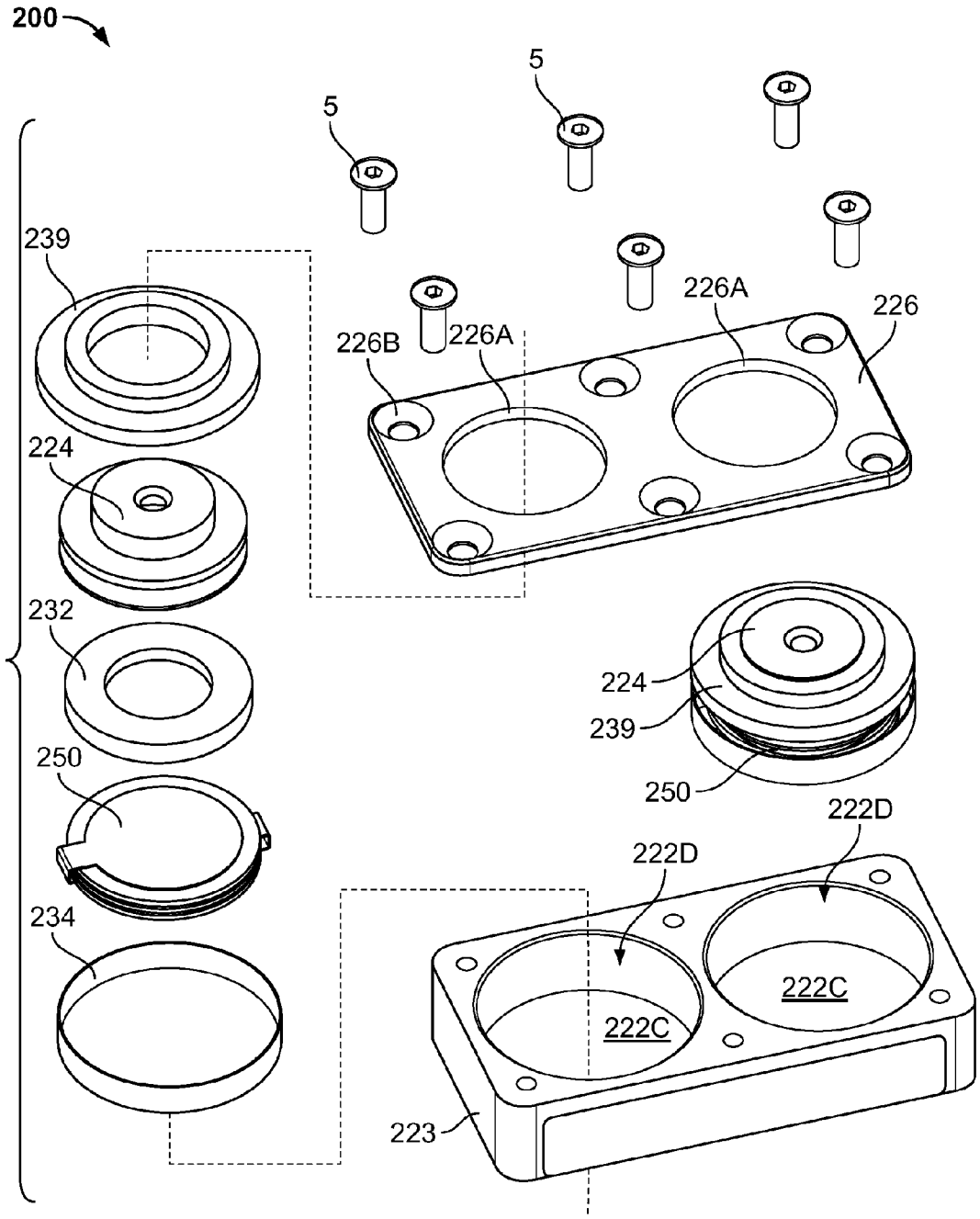

200
5
5
239
226A
226
226B
226A
224
232
224
239
250
250
222D
222D
234
222C
222C
223

FIG. 11

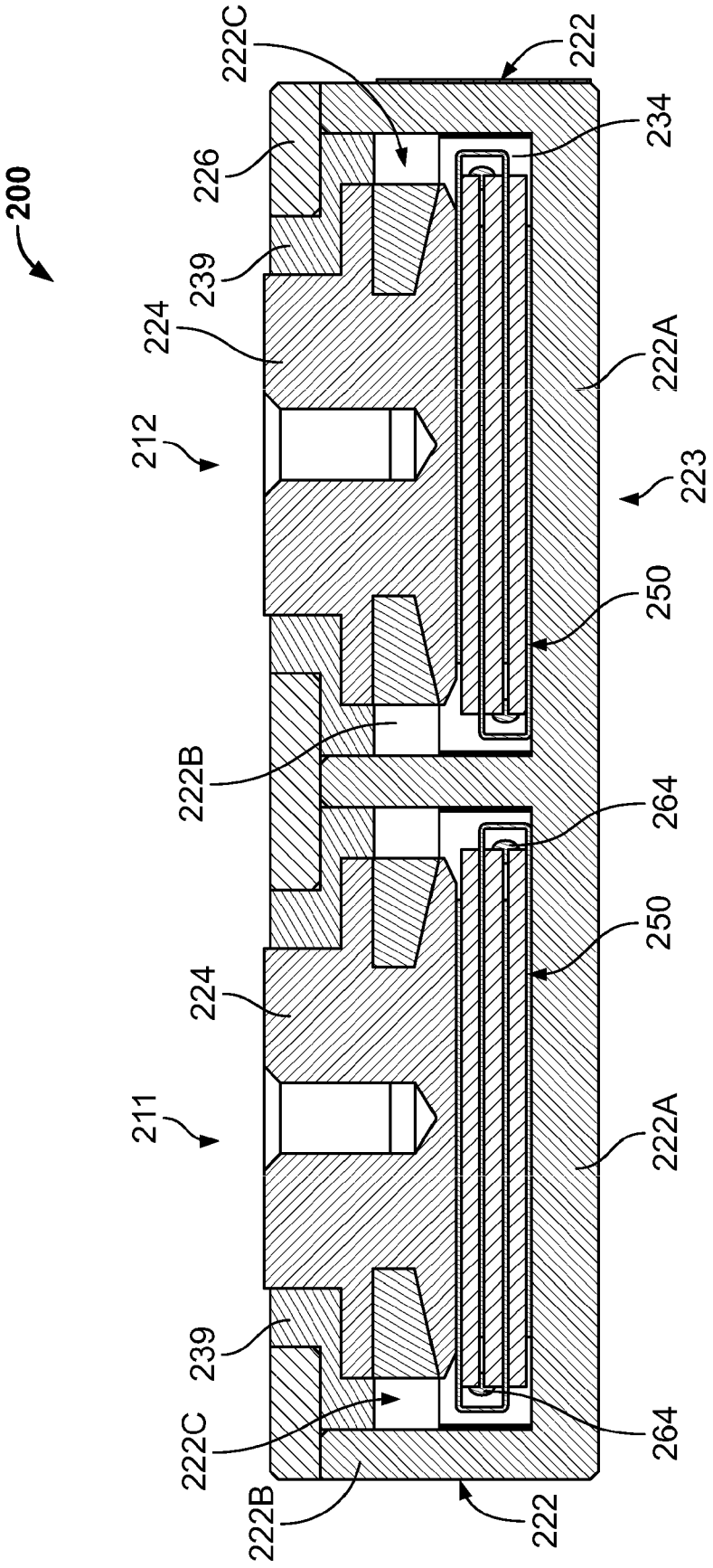

200
222C
222
226
234
239
224
222A
212
223
250
222B
264
250
224
211
222A
239
222C
264
222B
222

FIG. 12

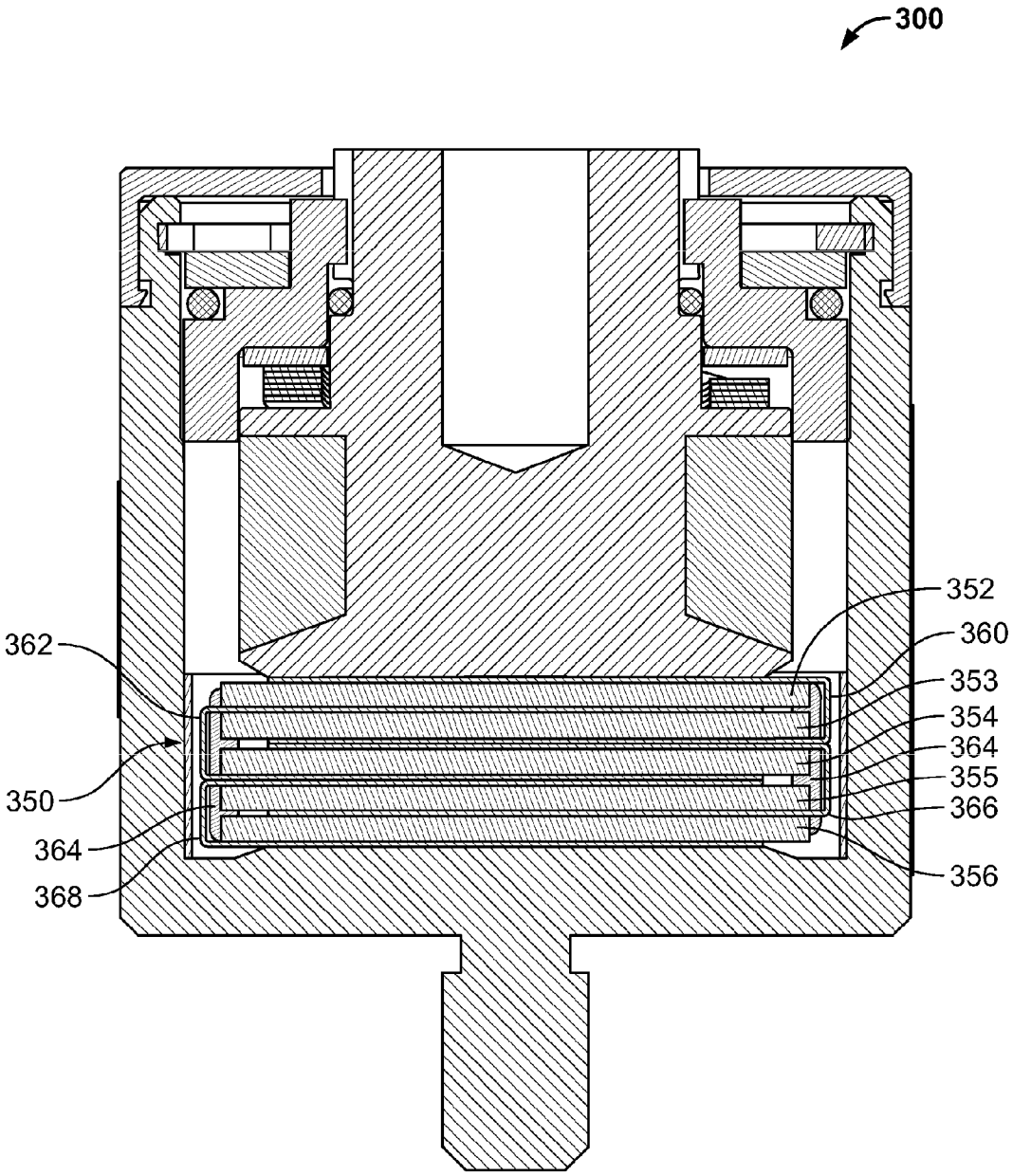


FIG. 13

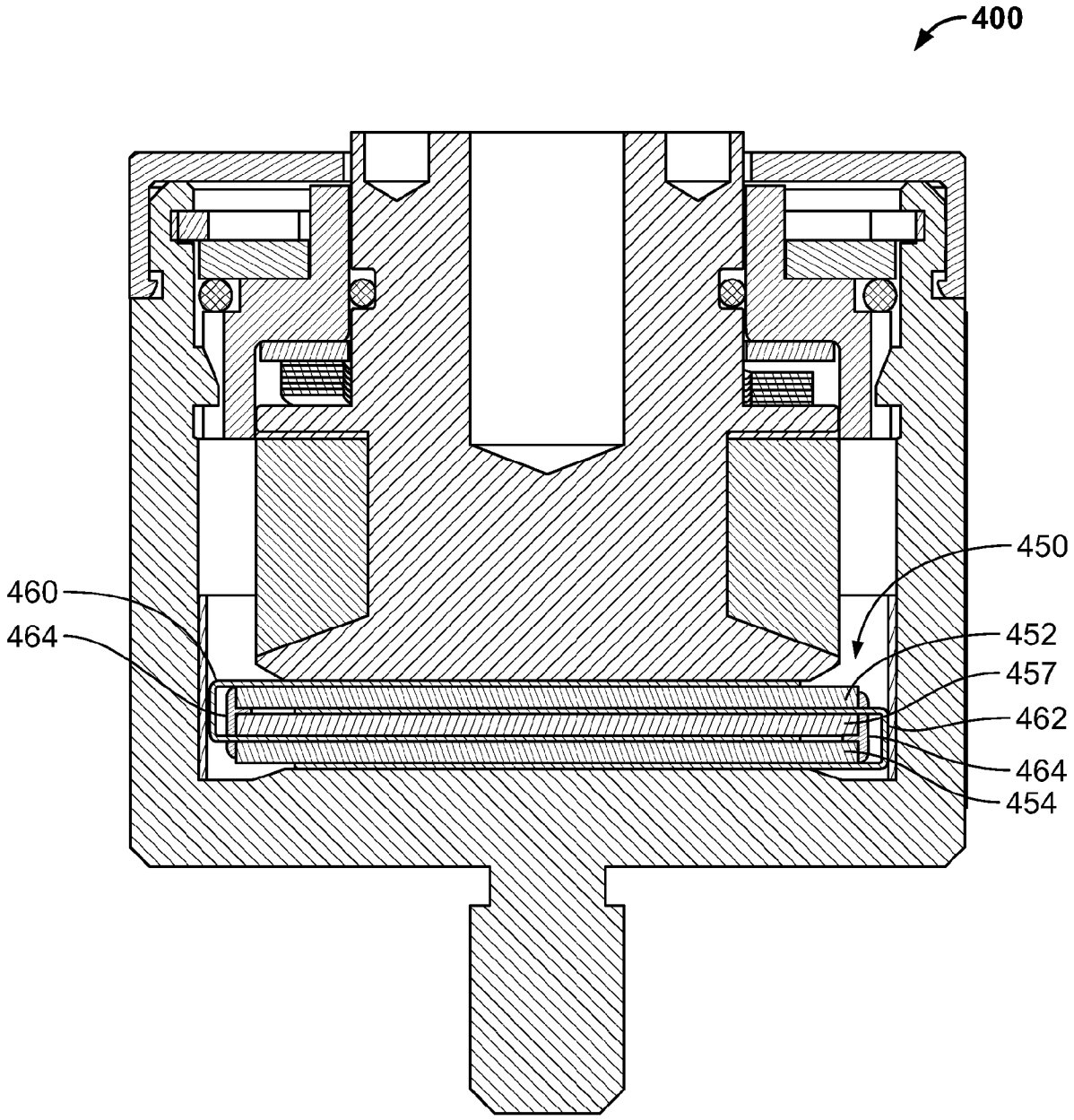


FIG. 14

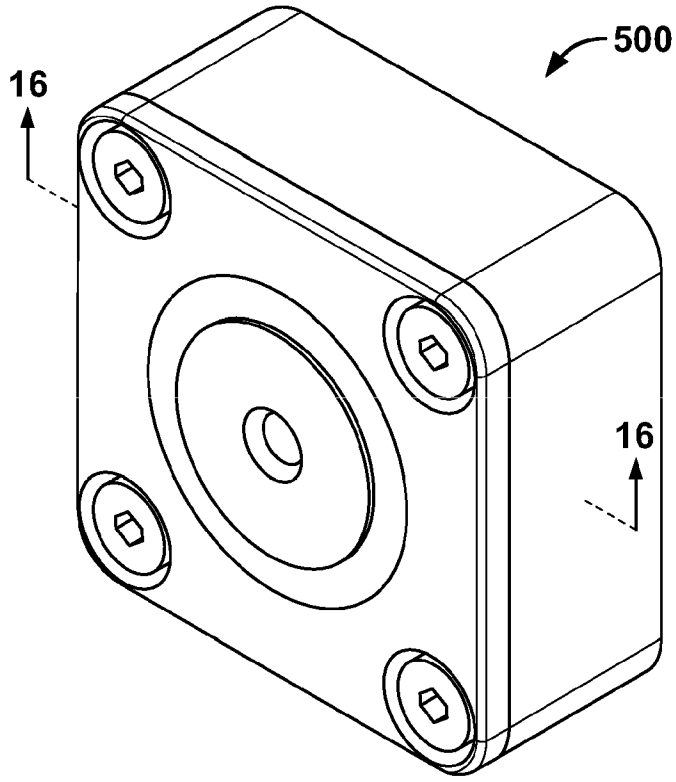


FIG. 15

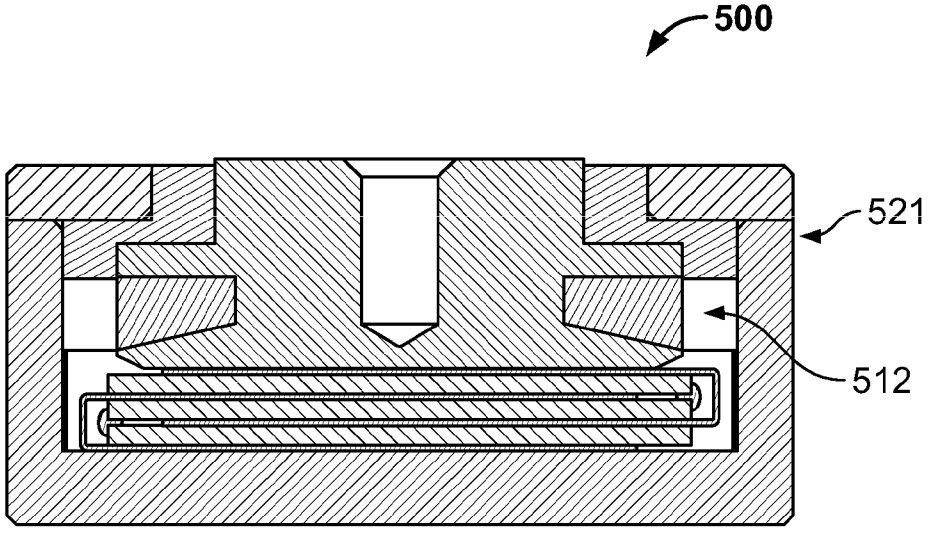


FIG. 16

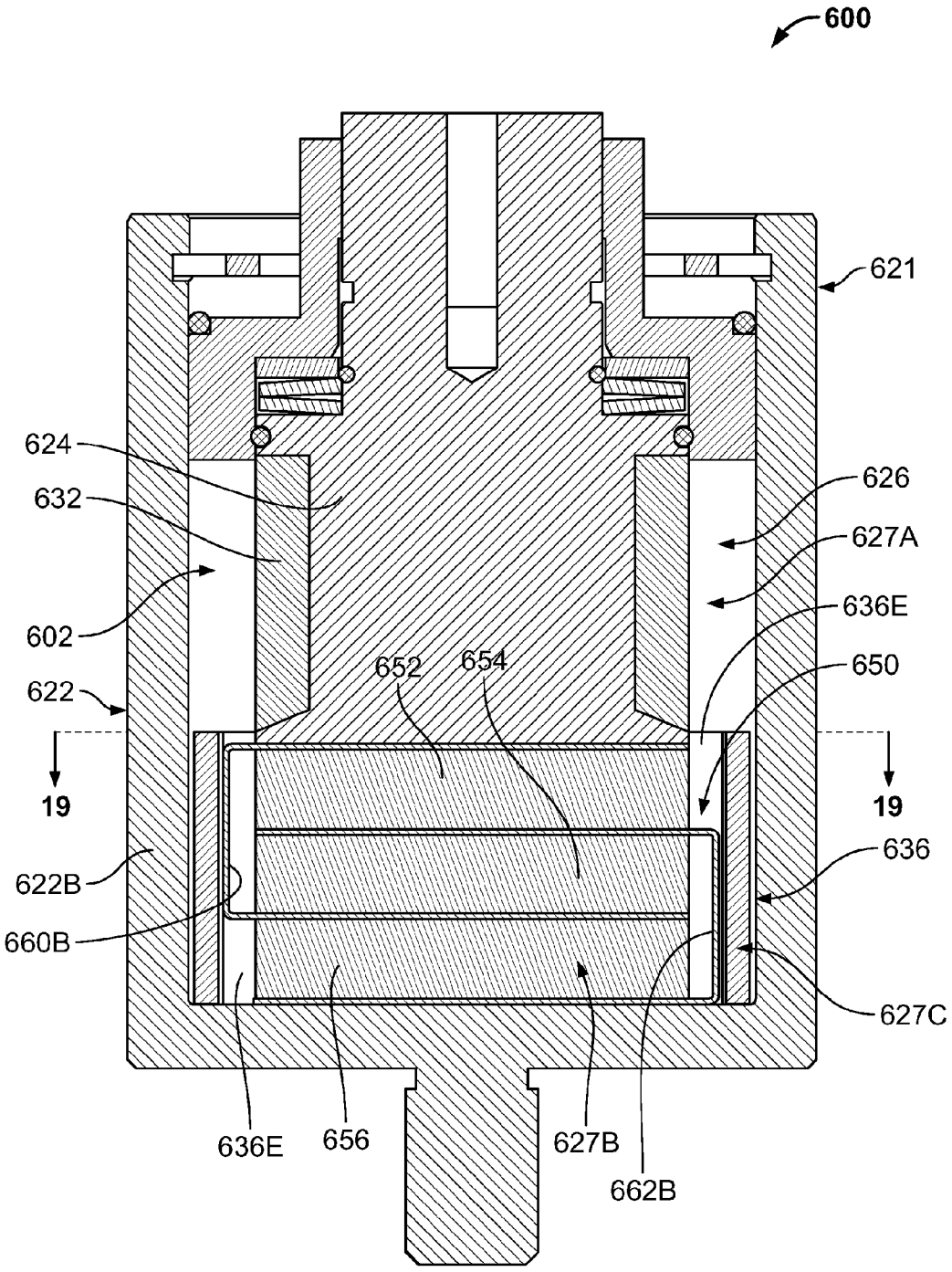

600
621
624
632
602
622
19
622B
660B
636E
656
652
654
626
627A
636E
650
19
636
627C
627B
662B

FIG. 17

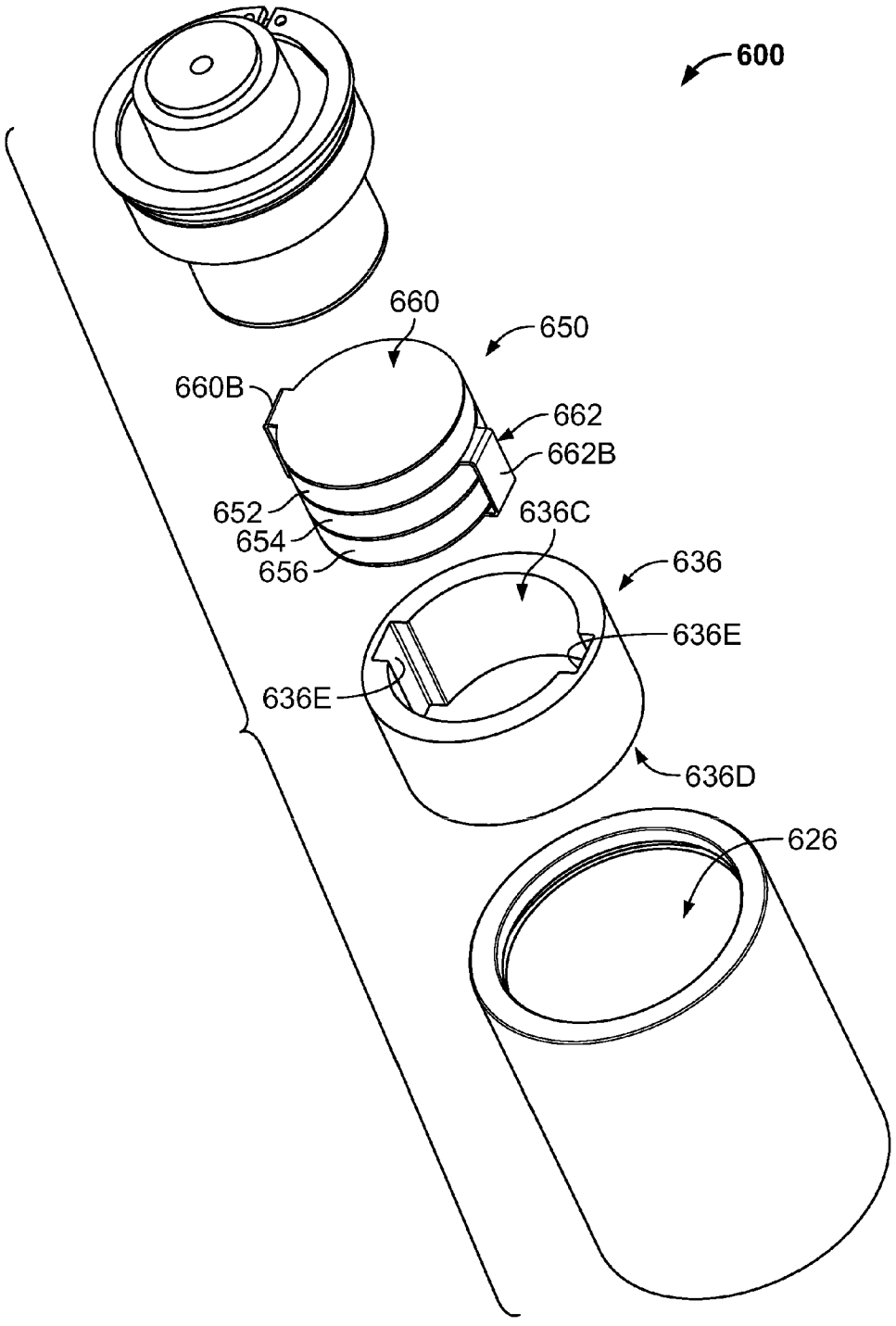

600
660
650
660B
662
662B
652
654
656
636C
636
636E
636E
636D
626

FIG. 18

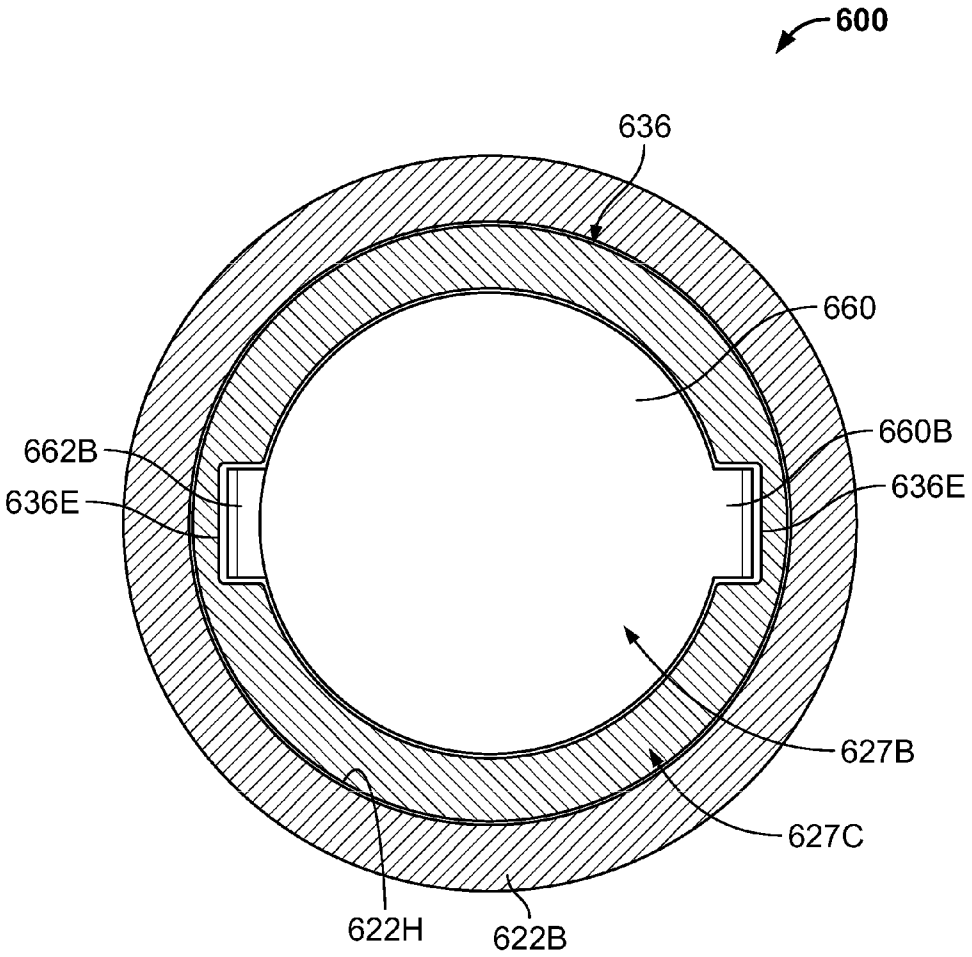


FIG. 19

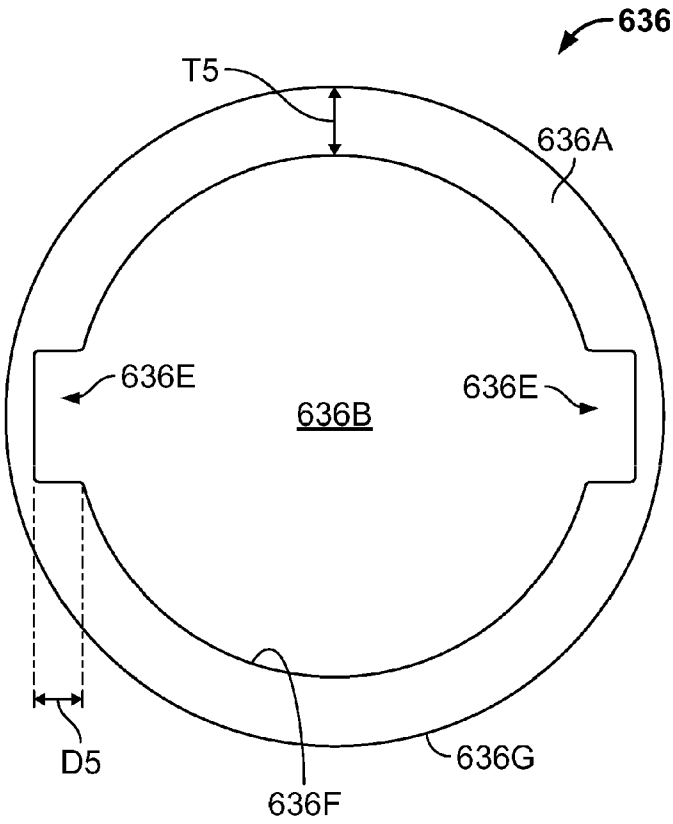


FIG. 20

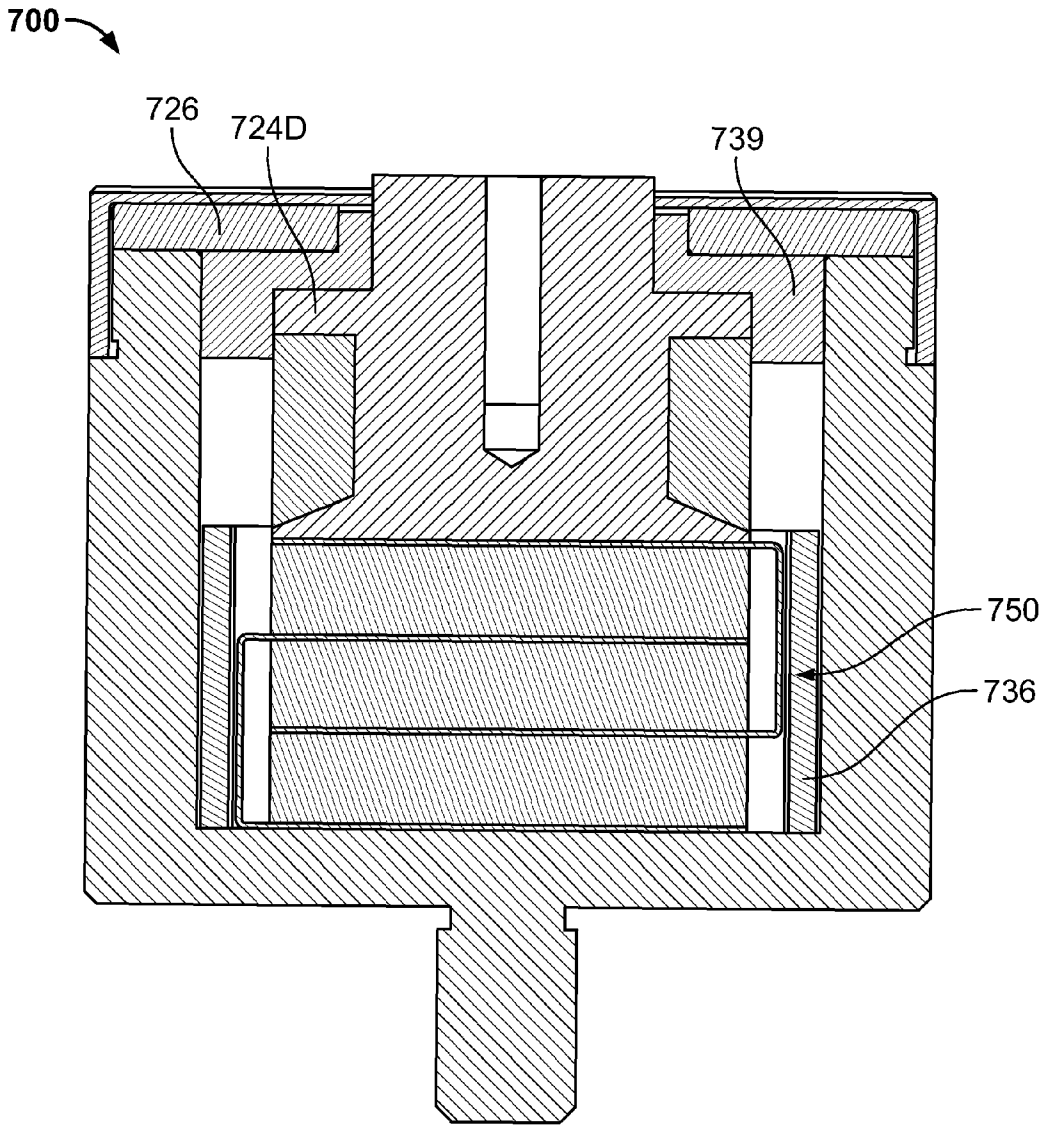


FIG. 21