

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 998 888**

51 Int. Cl.:

H01H 85/44 (2006.01)

H01T 1/14 (2006.01)

H01T 2/02 (2006.01)

H02H 9/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2023 E 23194818 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.12.2024 EP 4339989**

54 Título: **Conjuntos de protección eléctrica y dispositivos de protección contra sobretensiones**

30 Prioridad:

14.09.2022 US 202263375588 P

14.09.2022 US 202263375591 P

30.03.2023 US 202363493026 P

25.08.2023 US 202318455692

25.08.2023 US 202318455697

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.02.2025

73 Titular/es:

RIPD IP DEVELOPMENT LTD (100.00%)
66 Akropoleos, Acropolis Tower, Strovolos
2012 Nicosia, CY

72 Inventor/es:

TOPCAGIC, ZUMRET;
ROZMAN, ROBERT;
ROZMAN, BLAZ y
ZUNIC, ROK

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 998 888 T3

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

DESCRIPCIÓN

Conjuntos de protección eléctrica y dispositivos de protección contra sobretensiones

Campo

- 5 La presente invención se refiere a conjuntos de fusibles y dispositivos de protección contra sobretensiones (SPD, por sus siglas en inglés).

Antecedentes

- 10 Frecuentemente, se aplica una tensión o corriente excesiva a lo largo de o a través de líneas de servicio que suministran energía a residencias e instalaciones comerciales e institucionales. Tales picos de tensión o corriente en exceso (sobretensiones transitorias y corrientes de sobretensión) pueden ser el resultado de caídas de rayos, por ejemplo. Los eventos anteriores pueden ser de particular preocupación en centros de distribución de telecomunicaciones, hospitales y otras instalaciones donde el daño del equipo causado por sobretensiones y/o sobretensiones de corriente no es aceptable y el tiempo de inactividad resultante puede ser muy costoso.

- 15 Típicamente, los equipos electrónicos sensibles pueden protegerse contra sobretensiones transitorias y corrientes de sobretensión usando dispositivos de protección contra sobretensiones (SPD). Por ejemplo, un dispositivo de protección contra sobretensiones puede instalarse en una entrada de potencia del equipo a proteger, que normalmente está protegido contra sobrecorrientes cuando falla. El modo de falla típico de un SPD es un cortocircuito. La protección contra sobrecorriente que se usa típicamente es una combinación de un seccionador térmico interno para proteger el SPD del sobrecalentamiento debido a corrientes de fuga aumentadas y un fusible externo para proteger el SPD de corrientes de falla más altas. Diferentes tecnologías SPD pueden evitar el uso del seccionador térmico interno porque, en caso de falla, cambian su modo de funcionamiento a una baja resistencia óhmica.

- 20 Los SPD pueden usar uno o más componentes de conmutación/limitación de tensión activa como, por ejemplo, un varistor o un tubo de descarga de gas, para proveer protección contra sobretensión. Estos componentes de conmutación/limitación de tensión activos pueden degradarse a un ritmo rápido a medida que se aproximan al final de sus vidas útiles operativas, lo cual puede dar como resultado su comportamiento de cortocircuito continuo.

- 25 El documento US 2016/035529 A1 describe un conjunto de protección eléctrica que comprende un conjunto de fusible que forma un circuito de protección contra sobrecorriente e incluye un elemento de fusible; y un conjunto de espacio conectado eléctricamente en serie con el elemento de fusible, en donde el conjunto de espacio incluye un primer electrodo de espacio y un segundo electrodo de espacio opuesto y un espacio de activación.

Compendio

- 30 Según la invención, un conjunto de protección eléctrica incluye un conjunto de fusible semiconductor asistido por espacio (SGA, por sus siglas en inglés) que forma un circuito de protección contra sobrecorriente. El conjunto de fusible SGA incluye un elemento de fusible y un conjunto de espacio semiconductor conectado eléctricamente en serie al elemento de fusible. El conjunto de espacio semiconductor incluye: un primer electrodo de espacio y un segundo electrodo de espacio opuesto; un espacio de activación definido entre el primer y el segundo electrodo de espacio; y un miembro semiconductor dispuesto en el espacio de activación. El miembro semiconductor está configurado para ayudar en la iniciación de una descarga eléctrica de arco a través del espacio de activación entre el primer y segundo electrodos de espacio en respuesta a una sobretensión desarrollada a lo largo del primer y segundo electrodos de espacio.

En algunas realizaciones, el miembro semiconductor está formado por una composición que incluye una mezcla de un material polimérico, como una matriz no conductora, y un relleno eléctricamente conductor.

- 40 En algunas realizaciones, el miembro semiconductor está formado por una cerámica semiconductor seleccionada del grupo que consiste en óxido de zinc, titanato de bario y carburo de silicio.

- 45 En algunas realizaciones, el elemento de fusible es un elemento de fusible bimetalico que incluye una primera capa metálica que tiene un primer coeficiente de expansión térmica, y una segunda capa metálica que tiene un segundo coeficiente de expansión térmica. El primer coeficiente de expansión térmica es mayor que el segundo coeficiente de expansión térmica. El elemento de fusible bimetalico está configurado para desintegrarse en respuesta a una corriente que fluye a través del elemento de fusible bimetalico. El elemento de fusible bimetalico está configurado para doblarse en una dirección de deformación, debido a la diferencia en los coeficientes de expansión térmica de la primera y segunda capas metálicas, en respuesta al calor generado en el elemento de fusible bimetalico por la corriente que fluye a través del elemento de fusible bimetalico. Dicha flexión ayuda a extinguir la formación de arco eléctrico del elemento de fusible bimetalico.

- 50 Según algunas realizaciones, una porción del elemento de fusible forma el primer electrodo de espacio o el segundo electrodo de espacio.

En algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica incluye un segundo elemento de fusible y el conjunto de espacio semiconductor está conectado en serie eléctrica entre el primer y el segundo elementos de fusible.

En algunas realizaciones, una porción del primer elemento de fusible forma el primer electrodo de espacio, y una porción del segundo elemento de fusible forma el segundo electrodo de espacio.

- 5 Según algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica incluye un mecanismo de desconexión térmica configurado para desconectar el circuito de protección contra sobrecorriente en respuesta a una corriente insuficiente para desintegrar el elemento de fusible.

En algunas realizaciones, el mecanismo de desconexión térmica incluye un electrodo cargado por resorte y un retenedor fundible.

Según algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica incluye una cámara de deionización conectada eléctricamente en serie al conjunto de espacio semiconductor.

- 10 En algunas realizaciones, en donde la cámara de deionización está conectada en serie eléctrica al elemento de fusible.

En algunas realizaciones, la cámara de deionización está conectada en paralelo eléctrico al elemento de fusible.

En algunas realizaciones, la cámara de deionización incluye un conjunto de placas de deionización espaciadas en serie, y el elemento de fusible se extiende a lo largo de y en contacto con las placas de deionización.

- 15 Según algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica incluye un sistema indicador de falla de sobrecorriente configurado para señalar cuándo se interrumpe el circuito de protección de sobrecorriente.

En algunas realizaciones, el sistema indicador de falla de sobrecorriente es electrónico.

Según algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica es un dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD) con fusibles que incluye un circuito de protección contra sobretensiones conectado en serie eléctrica al conjunto de fusibles SGA para formar un circuito SPD con fusible.

- 20 En algunas realizaciones, el SPD con fusibles incluye una carcasa de módulo de SPD y un primer y segundo terminales eléctricos en la carcasa de módulo de SPD, y el circuito de protección contra sobretensión y el circuito de protección contra sobretensión están dispuestos en la carcasa de módulo de SPD.

En algunas realizaciones, el circuito de protección contra sobretensiones incluye un componente de conmutación/limitación de tensión.

- 25 En algunas realizaciones, el componente de conmutación/limitación de tensión es un varistor, un espacio de chispa, un diodo o un tiristor.

En algunas realizaciones, el circuito de protección contra sobretensiones incluye un tubo de descarga de gas conectado en serie eléctrica al componente de conmutación/limitación de tensión.

- 30 En algunas realizaciones, el circuito de protección contra sobretensiones incluye un mecanismo de desconexión térmica configurado para interrumpir el circuito SPD con fusibles en respuesta al calor del componente de conmutación/limitación de tensión y/o del conjunto de espacio semiconductor.

En algunas realizaciones, el mecanismo de desconexión térmica incluye una junta de soldadura.

- 35 En algunas realizaciones, el circuito de protección contra sobretensiones incluye un mecanismo a prueba de fallas configurado para cortocircuitar el circuito de protección contra sobretensiones en respuesta al calor del componente de conmutación/limitación de tensión.

En algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica incluye un tercer electrodo de espacio y un espacio de chispa principal definido al menos en parte por el tercer electrodo de espacio, en donde el conjunto de protección eléctrica está configurado de manera que la descarga eléctrica de arco se propagará hacia y a través del espacio de chispa principal desde el espacio de activación.

- 40 En algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica incluye un varistor y/o un tubo de descarga de gas conectados en serie eléctrica al miembro semiconductor y en paralelo eléctrico al espacio de chispa principal.

En algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica incluye una cámara de deionización conectada en serie eléctrica a un conjunto de espacio semiconductor.

- 45 En algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica incluye un sistema indicador de falla de sobrecorriente configurado para señalar cuándo se interrumpe el circuito de protección de sobrecorriente, y un sistema indicador de sobretensión configurado para señalar cuándo se interrumpe el circuito de protección contra sobretensión.

En algunas realizaciones, el conjunto de protección eléctrica incluye un módulo SPD que incluye el circuito de protección contra sobretensión y un módulo de conjunto de fusibles. El módulo de conjunto de fusibles está montado en el módulo SPD y fijado al mismo de tal manera que el módulo SPD y el módulo de conjunto de fusibles forman en

combinación un módulo SPD con fusibles unitario.

Según algunas realizaciones, el módulo de SPD incluye: un electrodo de carcasa que incluye una pared de extremo y una pared lateral integral que definen, de manera conjunta, una cavidad, en donde el electrodo de carcasa está formado unitariamente por metal; un electrodo de pistón que se extiende hacia la cavidad; y una oblea de varistor dispuesta en la cavidad entre el electrodo de carcasa y el electrodo de pistón; y el módulo de conjunto de fusible está montado en el electrodo de pistón o el electrodo de carcasa.

Según algunas realizaciones, el circuito de protección contra sobretensiones incluye un componente de conmutación/limitación de tensión, y el SPD con fusibles incluye: un conjunto de espacio de chispa, incluyendo el conjunto de espacio de chispa un primer electrodo de espacio de chispa y un segundo electrodo de espacio de chispa que definen un espacio de chispa entre ellos; y un mecanismo de desconexión térmica colocado en una configuración lista, en donde el componente de conmutación/limitación de tensión está conectado eléctricamente en serie eléctrica al espacio de chispa, siendo el mecanismo de desconexión térmica reposicionable para desconectar eléctricamente el componente de conmutación/limitación de tensión del espacio de chispa. El mecanismo de desconexión térmica incluye: el primer electrodo de espacio de chispa; un electrodo de componente de conmutación/limitación de tensión que conecta eléctricamente el espacio de chispa al componente de conmutación/limitación de tensión; y una soldadura que asegura el primer electrodo de espacio de chispa en conexión eléctrica con el electrodo de componente de conmutación/limitación de tensión en la configuración lista. La soldadura es fundible en respuesta al sobrecalentamiento en el SPD con fusibles. El mecanismo de desconexión térmica está configurado para desplazar el primer electrodo de espacio de chispa lejos del electrodo del componente de conmutación/limitación de tensión y desconectar eléctricamente de este modo el componente de conmutación/limitación de tensión del espacio de chispa cuando se funde la soldadura.

Según algunas realizaciones, un dispositivo de protección contra sobretensiones incluye un componente de conmutación/limitación de tensión, un conjunto de espacio de chispa y un mecanismo de desconexión térmica. El conjunto de espacio de chispa incluye un primer electrodo de espacio de chispa y un segundo electrodo de espacio de chispa que definen un espacio de chispa entre los mismos. El mecanismo de desconexión térmica está colocado en una configuración lista, en donde el componente de conmutación/limitación de tensión está conectado eléctricamente en serie eléctrica al espacio de chispa. El mecanismo de desconexión térmica es reposicionable para desconectar eléctricamente el componente de conmutación/limitación de tensión del espacio de chispa. El mecanismo de desconexión térmica incluye: el primer electrodo de espacio de chispa; un electrodo de componente de conmutación/limitación de tensión que conecta eléctricamente el espacio de chispa al componente de conmutación/limitación de tensión; y una soldadura que asegura el primer electrodo de espacio de chispa en conexión eléctrica al electrodo de componente de conmutación/limitación de tensión en la configuración lista. La soldadura es fundible en respuesta al sobrecalentamiento en el dispositivo de protección contra sobretensiones. El mecanismo de desconexión térmica está configurado para desplazar el primer electrodo de espacio de chispa lejos del electrodo del componente de conmutación/limitación de tensión y desconectar eléctricamente de este modo el componente de conmutación/limitación de tensión del espacio de chispa cuando se funde la soldadura.

En algunas realizaciones, el espacio de chispa es un espacio de chispa de bocina.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos anexos, que forman parte de la memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la presente invención.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra un circuito de suministro de energía eléctrica que incluye un módulo de dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD) con fusibles según algunas realizaciones.

La FIG. 2 es una vista esquemática de un circuito y módulo de SPD con fusibles que incluye un conjunto de fusibles SGA según algunas realizaciones.

La FIG. 3 es una vista fragmentaria ampliada del conjunto de fusibles SGA de la FIG. 2 que muestra un conjunto de espacio de SGA que forma parte del conjunto de fusibles SGA.

La FIG. 4 es una vista ampliada en perspectiva de un elemento de fusible que forma parte del conjunto de fusibles SGA de la FIG. 2.

La FIG. 5 es una vista en perspectiva de un miembro semiconductor que forma parte del conjunto de fusibles SGA de la FIG. 2.

La FIG. 6 es una vista en sección transversal de un circuito de protección contra sobretensión que forma parte del módulo SPD con fusibles de la FIG. 1.

La FIG. 7 es una vista fragmentaria de un conjunto de fusibles SGA según realizaciones adicionales.

La FIG. 8 es una vista esquemática de un circuito y módulo de SPD con fusibles que incluye un conjunto de fusibles SGA según realizaciones adicionales.

- La FIG. 9 es una vista fragmentaria en perspectiva del circuito de SPD con fusibles y del módulo de la FIG. 8.
- La FIG. 10 es una vista esquemática de un circuito y módulo de SPD con fusibles que incluyen un conjunto de fusibles SGA según realizaciones adicionales en una posición lista.
- 5 La FIG. 11 es una vista esquemática del circuito de SPD con fusibles y del módulo de la FIG. 10 en una primera posición de circuito abierto.
- La FIG. 12 es una vista esquemática del circuito de SPD con fusibles y del módulo de la FIG. 10 en una segunda posición de circuito abierto.
- La FIG. 13 es una vista esquemática de un circuito y módulo de SPD con fusibles según realizaciones adicionales.
- La FIG. 14 es una vista lateral de un elemento de fusible bimetálico según algunas realizaciones.
- 10 La FIG. 15 es una vista lateral del elemento de fusible bimetálico de la FIG. 14 en una condición abierta o rota.
- La FIG. 16 es una vista esquemática de un circuito y módulo de SPD con fusibles según realizaciones adicionales.
- La FIG. 17 es una vista en perspectiva del circuito de SPD con fusibles y del módulo de la FIG. 16.
- La FIG. 18 es una vista en perspectiva de un módulo de SPD con fusibles según algunas realizaciones.
- La FIG. 19 es una vista fragmentaria en perspectiva del módulo SPD con fusibles de la FIG. 18.
- 15 La FIG. 20 es una vista fragmentaria en perspectiva del módulo SPD con fusibles de la FIG. 18.
- La FIG. 21 es una vista lateral fragmentaria del módulo SPD con fusibles de la FIG. 18.
- La FIG. 22 es una vista en perspectiva fragmentaria, ampliada del módulo SPD con fusibles de la FIG. 18.
- La FIG. 23 es una vista en sección transversal fragmentaria, ampliada del módulo SPD con fusibles de la FIG. 18 tomada a lo largo de la línea 23-23 de la FIG. 20.
- 20 La FIG. 24 es una vista esquemática del módulo SPD con fusibles de la FIG. 18 que ilustra el funcionamiento del módulo SPD con fusibles en respuesta a un evento de corriente de sobretensión.
- La FIG. 25 es una vista esquemática del módulo SPD con fusibles de la FIG. 18 que ilustra el funcionamiento del módulo SPD con fusibles en respuesta a un evento de corriente de falla alta.
- 25 La FIG. 26 es una vista esquemática del módulo SPD con fusibles de la FIG. 18 que ilustra el funcionamiento del módulo SPD con fusibles en respuesta a un evento de corriente de falla alta.
- La FIG. 27 es una vista lateral fragmentaria del módulo SPD con fusibles de la FIG. 18 que ilustra el funcionamiento del módulo SPD con fusibles en respuesta a un evento de corriente de falla baja.
- La FIG. 28 es una vista en perspectiva de un módulo de SPD según algunas realizaciones.
- La FIG. 29 es una vista fragmentaria en perspectiva del módulo SPD con fusibles de la FIG. 28.
- 30 La FIG. 30 es una vista fragmentaria en perspectiva del módulo SPD con fusibles de la FIG. 28.
- La FIG. 31 es una vista lateral fragmentaria del módulo SPD con fusibles de la FIG. 28.
- La FIG. 32 es una vista lateral fragmentaria ampliada del módulo SPD con fusibles de la FIG. 28.
- La FIG. 33 es una vista lateral fragmentaria del módulo SPD con fusibles de la FIG. 28 que ilustra el funcionamiento del módulo SPD con fusibles en respuesta a un evento de corriente de falla alta.
- 35 La FIG. 34 es una vista lateral fragmentaria del módulo SPD con fusibles de la FIG. 28 que ilustra el funcionamiento del módulo SPD con fusibles en respuesta a un evento de corriente de falla baja.
- La FIG. 35 es una vista en perspectiva del despiece de un conjunto de fusibles SGA según algunas realizaciones.
- La FIG. 36 es un lado fragmentario del conjunto de fusibles SGA de la FIG. 35.
- La FIG. 37 es una vista en perspectiva de un módulo de SPD con fusibles y una base según algunas realizaciones.
- 40 La FIG. 38 es una vista fragmentaria en perspectiva del módulo de SPD con fusibles y la base de la FIG. 37.
- La FIG. 39 es una vista en perspectiva de un módulo de SPD con fusibles según algunas realizaciones.

La FIG. 40 es una vista en perspectiva del despiece del módulo SPD con fusibles de la FIG. 39.

La FIG. 41 es una vista en perspectiva del despiece del módulo SPD con fusibles de la FIG. 39.

La FIG. 42 es una vista fragmentaria en perspectiva del módulo SPD con fusibles de la FIG. 39.

La FIG. 43 es una vista fragmentaria en perspectiva del módulo SPD con fusibles de la FIG. 39.

5 La FIG. 44 es una vista en perspectiva de un módulo de SPD con fusibles según algunas realizaciones.

La FIG. 45 es una vista en sección transversal, fragmentaria, ampliada del módulo SPD con fusibles de la FIG. 44 tomada a lo largo de la línea 45-45 de la FIG. 44.

La FIG. 46 es una vista en perspectiva del despiece de un conjunto de fusibles SGA que forma parte del módulo SPD con fusibles de la FIG. 44.

10 La FIG. 47 es una vista fragmentaria superior del conjunto de fusibles SGA de la FIG. 44.

Descripción detallada

15 La presente invención se describirá ahora más completamente en lo sucesivo con referencia a los dibujos anexos, en los cuales se muestran realizaciones ilustrativas de la invención. En los dibujos, los tamaños relativos de las regiones o características pueden exagerarse para mayor claridad. Esta invención puede, sin embargo, realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones expuestas en la presente memoria; más bien, estas realizaciones se proveen de modo que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita completamente el alcance de la invención a las personas con experiencia en la técnica.

20 Se observa que los aspectos descritos con respecto a una realización pueden incorporarse en diferentes realizaciones aunque no se describen específicamente con respecto a las mismas. Es decir, todas las realizaciones y/o características de cualquier realización pueden implementarse por separado o combinarse de cualquier manera y/o combinación. Además, otros aparatos, métodos y sistemas según realizaciones del concepto inventivo serán o resultarán evidentes para una persona con experiencia en la técnica tras la revisión de los siguientes dibujos y la descripción detallada. Se pretende que todos estos aparatos, métodos y/o sistemas adicionales estén incluidos dentro de esta descripción, estén dentro del alcance del presente objeto de la invención y estén protegidos por las reivindicaciones anexas.

25 Como se usa en la presente memoria, "monolítico" significa un objeto que es una pieza única, unitaria formada o compuesta por un material sin juntas o costuras. Alternativamente, un objeto unitario puede ser una composición compuesta por múltiples partes o componentes fijados entre sí en juntas o costuras.

30 Algunas realizaciones del concepto inventivo surgen de una realización en donde los fusibles usados para proteger los dispositivos de protección contra sobretensiones (SPD) de corrientes de cortocircuito cuando fallan desconectándolos del circuito tienen generalmente capacidades nominales de corriente muy altas. Estas altas capacidades nominales de corriente pueden permitir que los fusibles gestionen altas tensiones de impulso y/o corrientes de impulso de eventos de sobretensión como, por ejemplo, caídas de rayos, cuando se configuran en serie con el SPD entre la línea de alimentación y el suelo o gestionen la corriente en curso cuando se proveen en línea en la línea de alimentación. El fusible también debe desconectar con seguridad las corrientes de cortocircuito (falla). En un sistema de CA, los efectos combinados de la desintegración del elemento de fusible (contenido en un medio de extinción de arco) y el cruce por cero de la tensión de red pueden permitir una interrupción exitosa de la corriente de falla. Sin embargo, en sistemas de CC, la ausencia de tensión de red de cruce por cero con frecuencia evita la desconexión exitosa de fusibles estándar que tienen elementos de fusibles eléctricamente continuos. Como resultado, la corriente de falla puede ser forzada a través del fusible en un estado de alta resistencia. Este comportamiento puede sobrecargar térmicamente de forma gradual el fusible, dando como resultado una ruptura y formación de arcos fuera del cuerpo aislante del fusible.

35 Según algunas realizaciones del concepto inventivo, un elemento de fusible semiconductor asistido por espacio (SGA) incluye al menos un elemento de fusible y un conjunto de espacio semiconductor. Cada elemento de fusible es eléctricamente conductor y está configurado para fundirse o desintegrarse en respuesta a una cantidad suficiente de corriente. El conjunto de espacio semiconductor incluye dos electrodos de espacio opuestos y un miembro semiconductor. Los electrodos de espacio están espaciados por un espacio de activación. El elemento semiconductor está interpuesto en serie eléctrica entre los dos electrodos de espacio. En algunas realizaciones, el miembro semiconductor está en contacto con cada uno de los dos electrodos de espacio. En algunas realizaciones, los electrodos de espacio y el miembro semiconductor forman un conjunto unitario. En algunas realizaciones, el elemento de fusible y el miembro semiconductor forman un conjunto unitario.

40 En algunas realizaciones, al menos uno de los electrodos de espacio es un extremo de uno de los elementos de fusibles. En algunas realizaciones, el elemento de fusible SGA incluye un primer y un segundo elementos de fusibles, el primer electrodo de espacio es un extremo del primer elemento de fusible, y el segundo electrodo de espacio es un

extremo del segundo elemento de fusible.

Según algunas realizaciones del concepto inventivo, un conjunto o dispositivo de fusibles SGA incluye un elemento de fusible SGA como se describió más arriba, un primer y segundo terminales de dispositivo de fusibles conectados eléctricamente a extremos opuestos del elemento de fusible SGA, y una carcasa de dispositivo que contiene el elemento de fusible SGA.

En algunas realizaciones, el conjunto de fusibles SGA incluye un agente extintor de arco eléctrico como, por ejemplo, SiO₂, para terminar la formación de arcos a lo largo del elemento de fusible. El SiO₂ puede proveerse en forma de arena o polvo.

Según algunas realizaciones del concepto inventivo, un circuito de protección contra sobretensión puede conectarse en serie a un elemento de fusible semiconductor asistido por espacio (SGA) como se describió anteriormente para formar, en combinación, un circuito SPD con fusibles. En algunas realizaciones, el circuito SPD con fusibles se provee en forma de una unidad o módulo SPD con fusibles, en donde el circuito de protección contra sobretensión y el elemento de fusible SGA están integrados, cada uno, en la unidad o módulo SPD con fusibles.

El circuito SPD con fusibles puede incluir un dispositivo de desconexión térmica junto con el circuito de protección contra sobretensión y el elemento de fusible SGA. En algunas realizaciones, el dispositivo de desconexión térmica está integrado en la unidad o módulo de SPD con fusibles junto con el circuito de protección contra sobretensión y el elemento de fusible SGA.

El circuito de protección contra sobretensión del circuito SPD con fusibles puede incluir uno o más componentes de conmutación/limitación de tensión activos como, por ejemplo, un varistor o un tubo de descarga de gas.

El conjunto de fusibles SGA puede configurarse para abrir eléctricamente el circuito a través de la fusión o desintegración del(de los) elemento(s) de fusible dentro de un período especificado en respuesta a una corriente de cortocircuito mínima recibida a través del mismo del circuito de protección contra sobretensión (denominado en la presente memoria "corriente de cortocircuito SPD mínima"). Por ejemplo, en una aplicación de línea de alimentación, la corriente de cortocircuito SPD mínima esperada a través del circuito de protección contra sobretensión puede estar en un intervalo de 300A - 1000A. Un estándar para proteger los SPD de eventos de corriente de cortocircuito puede ser que el SPD se desconecte del circuito dentro de los 5 segundos posteriores al evento de corriente de cortocircuito del SPD. Por lo tanto, cuando se usa en la aplicación de línea de alimentación a modo de ejemplo, el conjunto de fusibles SGA puede configurarse de manera que el(los) elemento(s) de fusible se funda(n) o se desintegre(n) en 5 segundos para abrir el circuito en respuesta a una corriente de cortocircuito SPD de al menos 300A.

El conjunto de fusibles SGA también puede configurarse para gestionar corrientes de impulso de sobretensión SPD muy grandes que se generan debido a eventos de sobretensión o sobretensión de corriente como, por ejemplo, caídas de rayos. Puede requerirse que un SPD redirija una corriente de impulso de sobretensión de hasta 25 kA, que dura entre 1 ms y 5 ms, a tierra. El conjunto de fusibles SGA, según algunas realizaciones del concepto inventivo, puede conducir tales corrientes altas durante hasta 5 ms sin que el(los) elemento(s) de fusible se funda(n) o se desintegre(n) para abrir el circuito.

Con referencia a las FIGS. 1-5, un dispositivo o conjunto 130 de fusibles SGA según algunas realizaciones se muestra en las mismas. El conjunto 130 de fusibles SGA incluye un conjunto 140 de elemento de fusible SGA según algunas realizaciones.

En algunas realizaciones, el conjunto 130 de fusible SGA se integra en una unidad o módulo 100 de dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD) con fusibles que incluye un circuito 110 de protección contra sobretensión (OPC, por sus siglas en inglés). En este caso, el conjunto 130 de fusible SGA funciona como un fusible de reserva integrado. En otras realizaciones, el conjunto 130 de fusibles SGA puede estar provisto, instalado y utilizado como componente individual en un circuito de protección de un circuito de suministro de energía (p. ej., no físicamente integrado en un módulo con el OPC 110).

En algunas realizaciones, el conjunto 130 de fusibles SGA o el módulo 100 SPD con fusibles están provistos, instalados y utilizados como componente en un circuito de protección de un circuito 10 de suministro de energía como se muestra en la FIG. 1, por ejemplo. En el circuito 10 de suministro de energía, el OPC 110 está en serie eléctrica con el conjunto 130 de fusibles SGA, y el OPC 110 y el conjunto 130 de fusibles SGA están en paralelo eléctrico a lo largo de equipos sensibles. El módulo 100 SPD con fusibles está diseñado para proteger los equipos sensibles frente a las sobretensiones y sobretensiones de corriente. El módulo 100 SPD con fusibles puede estar conectado también a la fuente de alimentación por medio de un segundo fusible o disyuntor 12 en sentido ascendente.

Con referencia a la FIG. 2, el módulo 100 SPD con fusibles incluye el conjunto 130 de fusibles, una carcasa 102 de módulo, un primer terminal 104 eléctrico, un segundo terminal 106 eléctrico y el OPC 110. El conjunto 130 de fusibles SGA y el OPC 110 están dispuestos en la carcasa 102, y están conectados eléctricamente entre los terminales 104 y 106 para formar un circuito 101 eléctrico SPD con fusibles.

Como se describió anteriormente, en otras realizaciones el conjunto 130 de fusibles SGA y el OPC 110 no están

combinados en un módulo. Se apreciará que la descripción en la presente memoria con respecto a la construcción y funcionamiento del módulo 100 SPD con fusibles asimismo es válido para el circuito 101 eléctrico SPD con fusibles en tales realizaciones.

5 El OPC 110 puede ser cualquier circuito de protección contra sobretensiones adecuado. En algunas realizaciones, el OPC 110 incluye un componente 112 activo de conmutación de tensión o de limitación de tensión (denominado en la presente memoria "componente de conmutación/limitación de tensión").

10 En algunas realizaciones, el OPC 110 es un circuito de protección contra sobretensiones basado en varistores y el componente 112 de conmutación/limitación de tensión es un varistor. En algunas realizaciones, el componente 112 de conmutación/limitación de tensión es un varistor de óxido metálico (MOV, por sus siglas en inglés), el componente 112 de conmutación/limitación de tensión. Por ejemplo, en algunas realizaciones, el OPC 110 es un SPD basado en varistor como se describe en la Patente de EE. UU. n.º 8,743,525 de Xepapas y otros, cuya descripción se incorpora a la presente memoria por referencia.

15 En algunas realizaciones, el componente 112 de conmutación/limitación de tensión es un espacio de chispa. En algunas realizaciones, el componente 112 de conmutación/limitación de tensión es un tubo de descarga de gas (GDT, por sus siglas en inglés). En algunas realizaciones, el componente 112 de conmutación/limitación de tensión es diodo. En algunas realizaciones, el componente 112 de conmutación/limitación de tensión es un tiristor.

20 El componente 112 de conmutación/limitación de tensión también puede ser otro tipo de dispositivo de protección contra sobretensiones de conmutación/limitación de tensión. Otros tipos de componentes 112 de conmutación/limitación de tensión que pueden formar, o formar parte de, el OPC 110 pueden incluir dispositivos de espacio de chipa, GDT multicelda (p. ej., como se describe en la Patente de EE. UU. n.º 10,685,805 de Rozman y la Patente de EE. UU. n.º 10,186,842 de Rozman, cuyas descripciones se incorporan a la presente memoria por referencia), diodos o tiristores.

25 El OPC 110 puede incluir o consistir solamente en un único componente 112 de conmutación/limitación de tensión. En algunas realizaciones, el OPC 110 incluye o consiste solamente en el(los) componente(s) 112 activo(s) de conmutación/limitación de tensión y conexiones eléctricas asociadas, si las hubiera.

30 El OPC 110 puede incluir múltiples componentes 112 de conmutación/limitación de tensión. El OPC 110 puede incluir uno o más componentes 110 de conmutación/limitación de tensión en combinación con otros componentes eléctricos. En algunas realizaciones, el OPC 110 incluye múltiples varistores (conectados en paralelo eléctrico o en serie entre terminales de módulo), múltiples GDT (p. ej., conectados en serie eléctrica), y/o tanto varistor(es) como GDT (p. ej., conectados en serie eléctrica con varistor(es)) y/u otros elementos de circuito como, por ejemplo, resistencias, inductores o condensadores.

35 Con referencia a las FIGS. 2-4, el conjunto 130 de fusibles SGA tiene un primer extremo 130A y un segundo extremo 130B opuesto. El conjunto 130 de fusibles SGA incluye una carcasa 132 de conjunto de fusibles, un primer terminal 134 (en el extremo 130A), un segundo terminal 136 (en el extremo 130B), un agente 139 extintor de arco eléctrico, y un conjunto 140 de elementos de fusibles SGA. La carcasa 132 y los terminales 134, 136 definen una cámara 138.

La carcasa 132 puede estar formada por cualquier material eléctricamente aislante adecuado. En algunas realizaciones, la carcasa 132 está formada por cerámica.

40 Los terminales 134, 136 pueden estar formados por cualquier metal eléctricamente conductor adecuado. En algunas realizaciones, los terminales 134, 136 están formados por cobre, latón, acero inoxidable, cobre aluminio (AlCu) o cobre tungsteno (WCu). Los terminales 134, 136 pueden estar formados por un metal base como se ha indicado más arriba con chapado superficial adicional (galvanización) de níquel o estaño.

45 El agente 139 extintor de arco eléctrico puede estar formado por cualquier material adecuado. En algunas realizaciones, el agente 139 extintor de arco es un medio fluido. En algunas realizaciones, el agente extintor de arco es gránulos fluidos. En algunas realizaciones, el agente 139 extintor de arco eléctrico es gránulos de sílice (dióxido de silicio). El tamaño de gránulo y el empaquetado pueden seleccionarse para optimizar el rendimiento del agente 139 extintor como se describe en la presente memoria.

50 El conjunto 140 de elementos de fusibles SGA tiene un primer extremo 140A y un segundo extremo 140B opuesto. El conjunto 140 de elementos de fusibles SGA incluye un primer elemento 142 de fusible, un segundo elemento 144 de fusible, y un conjunto 150 de espacio semiconductor. El elemento 140 de fusible SGA está dispuesto en la cámara 138. El conjunto 140 de elementos de fusibles SGA está rodeado generalmente por el agente 139 extintor que llena la cámara 138.

55 El primer elemento 142 de fusible es alargado y se extiende desde un extremo 142A terminal exterior a un extremo 143 interno, que sirve como primer electrodo de espacio. El segundo elemento 144 de fusible es alargado y se extiende desde un extremo 144A terminal exterior a un extremo 145 interno, que sirve como segundo electrodo de espacio. Pueden estar definidos orificios y/o recortes en los elementos 142, 144 de fusibles para formar constricciones 149 en los mismos, como se muestra la FIG. 4.

- Los elementos 142, 144 de fusibles están formados, cada uno, por un material de fusible que se fundirá o desintegrará cuando se someta a una energía de corriente. En algunas realizaciones, los elementos 142, 144 de fusibles están formados por un material o materiales seleccionados del grupo que consiste en níquel, hierro, cobre, cromo y plata. En algunas realizaciones, los elementos 142, 144 de fusibles están formados por un material o materiales que tienen una resistencia eléctrica específica en el intervalo de 1×10^{-8} a 1×10^{-6} [Ωm].
- En algunas realizaciones, uno o ambos elementos 142, 144 de fusibles son elementos de fusibles bimetálicos como se describe con más detalle a continuación.
- En realizaciones adicionales, el conjunto 140 de elementos de fusibles SGA puede incluir elementos 142 y/o 144 de fusibles que están dispuestos en paralelo eléctrico. En algunas realizaciones, el conjunto 140 de elementos de fusibles SGA puede incluir solo uno de los elementos 142, 144 de fusibles.
- En realizaciones adicionales, los elementos 142, 144 de fusibles pueden estar formados por material bimetálico. Por ejemplo, cada elemento 142, 144 de fusible puede incluir una primera capa de fusible de un primer metal laminado a una segunda capa de fusible de un segundo metal diferente del primer metal.
- Con referencia a la FIG. 4, el conjunto 150 de espacio semiconductor incluye el primer electrodo 143 de espacio, el segundo electrodo 145 de espacio, un espacio 152 semiconductor o de activación, y un miembro 154 semiconductor. El espacio 152 de activación está definido por y entre los electrodos 143 y 145 de espacio opuestos. El miembro 154 semiconductor está posicionado en el espacio 152 de activación e interpuesto entre los electrodos 143 y 145 de espacio. El miembro 154 semiconductor está conectado en serie eléctrica entre los elementos 142 y 144 de fusibles.
- El miembro 154 semiconductor tiene un cuerpo 156A y una superficie 156B exterior. El miembro 154 semiconductor se extiende de una primera cara 158A de extremo a una segunda cara 158B de extremo opuesta. En algunas realizaciones y como se ilustra, la primera cara 158A de extremo está en contacto eléctrico con el primer electrodo 143 de espacio, y la segunda cara 158B de extremo está en contacto eléctrico con el segundo electrodo 145 de espacio.
- El miembro 154 semiconductor puede estar formado por cualquier material semiconductor adecuado. En algunas realizaciones, el miembro 154 semiconductor se forma por una composición que incluye una mezcla de un material polimérico (p. ej., un caucho o un plástico) como matriz no conductora y un relleno eléctricamente conductor. En algunas realizaciones, el relleno conductor es polvo de grafito. En algunas realizaciones, el relleno conductor es polvo de grafito expandido.
- El relleno conductor puede ser un material distinto del polvo de grafito que tiene una emisión secundaria relativamente alta como, por ejemplo, óxido de berilio (BeO), óxido de magnesio (MgO) o fosfuro de galio (GaP).
- El miembro 154 semiconductor puede ser rígido o flexible dependiendo de la matriz polimérica. En algunas realizaciones, el miembro 154 semiconductor tiene una estructura porosa.
- En algunas realizaciones, el miembro 154 semiconductor está formado por una cerámica semiconductora. En algunas realizaciones, el miembro 154 semiconductor está formado por ZnO (óxido de zinc) o $BaTiO_3$ (titanato de bario) o SiC (carburo de silicio), con diferentes dopantes (óxidos, metales).
- Los electrodos 143, 145 de espacio y el miembro 154 semiconductor definen regiones abiertas de espacio o volúmenes VO en el espacio 152 de activación alrededor del miembro 154 semiconductor (es decir, alrededor del volumen VM del espacio 152 de activación lleno u ocupado por el miembro 154 semiconductor). Regiones 143A, 145A opuestas de los electrodos 143, 145 de espacio están expuestas (es decir, no están cubiertas por el miembro 154 semiconductor).
- En algunas realizaciones, la distancia H1 de espaciado de espacios entre los electrodos 143, 145 de espacio en los volúmenes VO abiertos del espacio es al menos de 1 mm. En algunas realizaciones, la distancia H1 de espaciado de espacios está en el intervalo de aproximadamente 0,2 mm a 2 mm.
- Con referencia a la FIG. 5, en algunas realizaciones, el espesor o la altura H2 del miembro 154 semiconductor es al menos de 1 mm. En algunas realizaciones, la altura H2 está en el intervalo de aproximadamente 0,2 mm a 2 mm. En algunas realizaciones, la altura H2 es sustancialmente la misma que la distancia H1 de espaciados de espacios.
- En algunas realizaciones, el ancho W1 del espacio 152 de activación es al menos de 5 mm. En algunas realizaciones, el ancho W1 está en el intervalo de aproximadamente 2 mm a 20 mm.
- En algunas realizaciones, el ancho W2 del miembro 154 semiconductor está en el intervalo de aproximadamente 10 a 100 por ciento del ancho W1.
- El conjunto 130 de fusibles SGA y el conjunto 100 de SPD con fusibles puede funcionar como sigue en servicio.
- Según algunas realizaciones del concepto inventivo, el módulo 100 SPD con fusibles está configurado para funcionar en cuatro condiciones diferentes:
- 1) funcionamiento normal (espera);

2) un evento de sobretensión o de sobretensión de corriente en el cual el módulo 100 SPD con fusibles está diseñado para derivar una corriente de impulso de sobretensión SPD a tierra;

3) un evento de cortocircuito (falla) elevado; y

4) un evento de cortocircuito (falla) bajo.

5 El módulo 100 SPD con fusibles está diseñado para derivar una corriente de impulso de sobretensión SPD a tierra en respuesta a un evento de sobretensión o sobretensión de corriente.

Puede producirse un evento de cortocircuito (falla) alto (condición 3)) cuando el componente 112 de conmutación/limitación de tensión del OPC 110 se degrada al final de su ciclo de vida y comienza a actuar o a funcionar como cortocircuito. Un evento de cortocircuito alto (falla) (condición 3)) también puede ocurrir cuando un mecanismo a prueba de fallas del OPC 110 se acciona para cortocircuitar el componente 112 de conmutación/limitación de tensión.

La FIG. 6 muestra un módulo 50 OPC a modo de ejemplo que se usa como el OPC 110 según algunas realizaciones. El módulo 50 OPC puede construirse y funcionar, por ejemplo, como se describe en la Patente de EE. UU. n.º 8,743,525 de Xepapas y otros), cuya descripción se incorpora a la presente memoria por referencia.

15 El módulo 50 OPC ilustrado incluye una carcasa o conjunto 51 de carcasa, un componente 52 de conmutación/limitación de tensión (p. ej., un varistor), un primer mecanismo 60 a prueba de fallas, un segundo mecanismo 62 a prueba de fallas, un miembro 70 eléctricamente aislante, una tapa 72 de extremo, un clip 73, una junta 74A tórica, una junta 74B tórica, una junta 74C tórica, y uno o más dispositivos de derivación en forma de resortes 75 de carga (p. ej., arandelas elásticas).

20 En algunas realizaciones, el componente 52 de conmutación/limitación de tensión es una oblea de varistor y, en algunas realizaciones, es un MOV.

Cualquiera o ambos de los mecanismos 60, 62 a prueba de fallas pueden ser accionados automáticamente para cortocircuitar el componente 52 de conmutación/limitación de tensión (p. ej., un varistor) en condiciones apropiadas.

El conjunto 51 de carcasa incluye un electrodo 54 metálico primero o de carcasa y un segundo electrodo 56 metálico o de pistón.

25 El electrodo 54 de carcasa es una estructura metálica en forma de copa. El electrodo 54 de carcasa tiene un extremo o pared 54B de electrodo y una pared 54C lateral cilíndrica tubular integral que se extiende desde la pared 54B de extremo. La pared 54C lateral y la pared 54B de extremo forman una cámara o cavidad 80 que se comunica con una abertura 80A. Un poste 54A de terminal roscado integral sobresale axialmente hacia fuera desde la pared 54B de extremo para conectar eléctricamente una línea eléctrica de entrada o de salida. La pared 54B de extremo tiene una superficie de contacto sustancialmente plana orientada hacia dentro.

Según algunas realizaciones, el electrodo 54 de carcasa está formado por aluminio. Sin embargo, puede usarse cualquier metal eléctricamente conductor adecuado. Según algunas realizaciones, el electrodo 54 de carcasa es unitario y, en algunas realizaciones, monolítico.

35 El electrodo 56 de pistón tiene un cabezal 56B dispuesto en la cavidad 80 y un eje 56C integral que sobresale hacia fuera a través de la abertura 80A. La oblea 52 de varistor está dispuesta en la cavidad 80 entre y en contacto con cada una de la pared 54B de electrodo y el cabezal 56B. El eje 56C tiene una cara 56D de extremo de terminal. Un diámetro 56A interno roscado integral está provisto en el extremo del eje 56C para conectar eléctricamente una línea eléctrica de entrada o de salida.

40 Según algunas realizaciones, el electrodo 56 de pistón está formado por aluminio. Sin embargo, puede usarse cualquier metal eléctricamente conductor adecuado. Según algunas realizaciones, el electrodo 56 de pistón es unitario y, en algunas realizaciones, monolítico.

Los componentes 54, 56, 70, 72, 73, 74A, 74B, 74C, forman de manera conjunta un conjunto 51 de carcasa que define una cámara 82 sellada encerrada. El varistor 52 está dispuesto axialmente entre el electrodo 54 de carcasa y el electrodo 56 de pistón a lo largo de un eje longitudinal en la cámara 82 encerrada.

45 Cuando el módulo 50 OPC se ensambla como se muestra en la FIG. 6, los resortes 75 son desviados elásticamente y por lo tanto cargan de manera persistente el cabezal 56B. De esta manera, la oblea 52 de varistor se sujeta entre el cabezal 56B y la pared 54B de electrodo.

Se apreciará que, cuando un evento de sobretensión o sobretensión de corriente (p. ej., una sobretensión transitoria de potencia) aplica una corriente de impulso de sobretensión al módulo 50 OPC, el varistor 52 irá temporalmente a un estado de baja impedancia (p. ej., convirtiéndose efectivamente en un cortocircuito) y el módulo 50 OPC se convertirá en un cortocircuito del poste 54A de electrodo al eje 56C de electrodo.

El primer mecanismo 60 a prueba de fallas puede activarse cuando el varistor 52 falla como cortocircuito. En este

caso, se producirá una formación de arco adyacente y dentro de un sitio de falla de cortocircuito en el varistor 52 (es decir, el arco se inicia en el varistor 52) y se propagará o producirá directamente entre la pared lateral periférica externa del electrodo 56 de pistón y la superficie interior adyacente del electrodo 54 de carcasa. Esta formación de arco causa una porción de superficie metálica del electrodo 56 de pistón y una porción de superficie metálica del electrodo 54 de carcasa para fusionar o unirse directamente entre sí en una región prescrita en un sitio de unión o fusión en una región 60A de fusión para formar una porción de interfaz unida o fusionada. La fusión o unión puede producirse mediante soldadura inducida por el arco. De esta manera, los electrodos 54, 56 se cortocircuitan en la interfaz para derivar el varistor 52 de modo que el calentamiento inducido por corriente del varistor 52 fallido cesa.

El segundo mecanismo 62 a prueba de fallas incluye un miembro 62A fundible metálico eléctricamente conductor. Cuando se calienta hasta una temperatura umbral, el miembro 62A fundible fluirá para puentear y conectar eléctricamente los electrodos 54, 56. El miembro 62A fundible de este modo redirige la corriente aplicada al módulo 50 OPC para derivar el varistor 52 de modo que el calentamiento inducido por corriente del varistor 52 cesa.

Los mecanismos 60, 62 a prueba de fallas pueden servir de este modo para impedir o inhibir la fuga térmica y la falla catastrófica del módulo 50 OPC.

Un evento de cortocircuito (falla) bajo (condición 4)) puede ser, por ejemplo, un evento de corriente de fuga ambiental asociado al OPC 110 (p. ej., asociado a las uniones de diodos de un varistor 112 del OPC 110). La corriente de falla baja puede ser el resultado de un varistor en estado de fin de vida con impedancia que no es muy baja, y/o una corriente prospectiva baja (amplitud de cortocircuito máxima) en el punto de instalación del dispositivo 100 SPD con fusibles. Un evento de cortocircuito (falla) bajo (condición 4)) también puede ocurrir cuando un mecanismo a prueba de fallas del OPC 110 (p. ej., el OPC 50 como se ha descrito anteriormente) se acciona para cortocircuitar el componente 112 de conmutación/limitación de tensión.

El conjunto 130 de fusibles SGA está configurado para funcionar en tres modos alternativos: 1) un modo de espera; 2) un modo de corriente de sobretensión; y 3) un modo de corriente de cortocircuito (falla) alto. Como se describe a continuación, estos tres modos pueden corresponder a las tres primeras condiciones del conjunto 100 SPD con fusibles enumeradas más arriba.

El conjunto 150 de espacio semiconductor tiene una tensión de descarga umbral prescrita. Cuando se aplica una tensión a lo largo de los electrodos 143, 145 de espacio que es menor que la tensión de descarga eléctrica umbral, la tensión aplicada no iniciará la descarga eléctrica de arco entre los electrodos 143, 145 de espacio. Como se describe a continuación, cuando se aplica una tensión a lo largo de los electrodos 143, 145 de espacio que es mayor que o igual a la tensión de descarga eléctrica umbral, la tensión aplicada iniciará la descarga eléctrica de arco entre los electrodos 143, 145 de espacio.

El conjunto 130 de fusibles SGA se construye e instala con el conjunto 130 de fusibles en la configuración representada en la FIG. 2. Los electrodos 134 y 136 están conectados eléctricamente por el conjunto 140 de elementos de fusibles SGA, que hace contacto eléctrico con los electrodos 134 y 136 a través de los extremos 142A y 144A de fusible, respectivamente. El terminal 104 está conectado eléctricamente a la línea (L) del circuito 10, y el terminal 106 está conectado eléctricamente a tierra (G) del circuito 10 (FIG. 1).

Durante el funcionamiento normal, el OPC 110 prácticamente actúa como aislante. La tensión aplicada a lo largo del conjunto 150 de espacio semiconductor es insuficiente para iniciar una chispa a lo largo del conjunto 150 de espacio semiconductor. El conjunto 130 de fusibles SGA permanece en la configuración mostrada en la FIG. 2 y no se conduce corriente a través del conjunto 140 de elementos de fusibles SGA.

Cuando un evento de sobretensión o sobretensión de corriente (p. ej., una sobretensión transitoria de potencia) aplica una corriente de impulso de sobretensión al circuito 101 SPD con fusibles, el OPC 110 irá temporalmente a un estado de baja impedancia (p. ej., convirtiéndose efectivamente en un cortocircuito) y el conjunto 130 de fusibles SGA se alimenta con una corriente de impulso de sobretensión SPD. El componente 112 de conmutación/limitación de tensión (p. ej., varistor o GDT) del OPC 110 está diseñado para derivar la corriente de impulso de sobretensión asociada a tales eventos a tierra para proteger el equipo sensible. La corriente de impulso de sobretensión SPD puede ser del orden de decenas de kA, pero típicamente durará solo una corta duración (en el intervalo de aproximadamente decenas de microsegundos a unos pocos milisegundos).

Durante el evento de sobretensión, la tensión aplicada a lo largo del espacio 152 de activación mediante el evento de sobretensión supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 150 de espacio semiconductor. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 150 de espacio semiconductor inicia la descarga AF eléctrica del arco (FIG. 3) a lo largo del espacio 152 de activación. Es decir, formación AF de arco eléctrico se genera entre los electrodos 143 y 145 de espacio. En algunas realizaciones, la tensión aplicada a lo largo del espacio 152 de activación por el evento de sobretensión es esencialmente o casi la misma que la tensión a lo largo de los terminales 134, 136 del conjunto 130 de fusibles SGA.

El inicio de la descarga eléctrica es asistido por el miembro 154 semiconductor en respuesta a la sobretensión desarrollada a lo largo del primer electrodo 143 de espacio y del segundo electrodo 145 de espacio. Al comienzo de la corriente de sobretensión, se produce conducción de corriente a través del volumen del cuerpo 156A de miembro

semiconductor y a lo largo de la superficie 156B exterior del miembro 154 semiconductor. Muy rápidamente después (p. ej., en menos de 1 microsegundo), la descarga AF ocurre de manera que la mayor parte de la corriente de sobretensión se deriva a través de la(s) columna(s) de arco establecida(s) entre los electrodos 143, 145 de espacio. Al desviar la corriente alrededor del miembro 154 semiconductor, se evita o reduce la degradación del miembro 154 semiconductor.

La corriente de sobretensión fluye entre los terminales a través del elemento 142 de fusible, a lo largo del espacio 152 de activación, y a través del elemento 144 de fusible. Cuando cesa la corriente de sobretensión suministrada, la tensión a lo largo de los electrodos 143, 145 de espacio cae por debajo de la tensión de encendido, finaliza la descarga eléctrica y el conjunto 130 de fusibles SGA detiene la conducción. El módulo 100 SPD con fusibles puede volver a su modo de espera.

El miembro 154 semiconductor funciona como un activador de espacio de chispa que ayuda a iniciar la descarga eléctrica entre los electrodos 143, 145 de espacio. Debido a que se provee el miembro 154 semiconductor, la tensión de descarga umbral del conjunto 150 de espacio semiconductor es menor que la tensión que se requerirá para iniciar la descarga eléctrica a lo largo del espacio 152 de activación en ausencia del miembro 154 semiconductor (es decir, si solo el espacio 152 de aire se proporcionó). Al reducir la tensión de descarga eléctrica mínima requerida, el miembro 154 semiconductor disminuye el nivel de protección del circuito 101 eléctrico SPD con fusibles.

En algunas realizaciones, el conjunto 140 de elementos de fusibles SGA es capaz de conducir esta corriente de impulso de sobretensión SPD sin desintegrar o degradar significativamente el conjunto 140 de elementos de fusibles SGA (es decir, sin desintegrar o degradar significativamente los elementos 142, 144 de fusibles o el miembro 154 semiconductor). El conjunto 130 de fusibles SGA permanece en la configuración mostrada en la FIG. 2. El conjunto 130 de fusibles SGA por lo tanto no interrumpirá la corriente de impulso de sobretensión SPD, y permanecerá utilizable para operación adicional.

Por consiguiente, el conjunto 130 de fusibles SGA puede configurarse para transportar la corriente de impulso de sobretensión SPD a través del mismo sin el conjunto 140 de elementos de fusibles SGA —se desintegre para abrir el circuito. En algunas realizaciones, el conjunto 140 de elementos de fusibles SGA y el módulo 100 SPD con fusibles están diseñados para conducir y resistir múltiples sobretensiones sin fallas (donde "falla" significa que el dispositivo se rompe o ya no es capaz de operar en los modos descritos en la presente memoria).

En algunas realizaciones del concepto inventivo, el conjunto 130 de fusibles SGA puede configurarse para transportar a través del mismo una corriente de impulso de sobretensión SPD de hasta 25 kA durante un tiempo de hasta 5 ms, una forma de onda de impulso de 8/20 de 25 kA y/o una forma de onda de impulso de 10/350 de 25 kA sin que el conjunto 140 de elementos de fusibles SGA se desintegre para abrir el circuito.

Cuando ocurre un evento de cortocircuito alto (condición 3) descrito más arriba), el OPC 110 alimentará el conjunto 130 de fusibles SGA con una corriente de cortocircuito SPD relativamente alta. En algunos casos, el OPC 110 asume un estado de baja impedancia (p. ej., un MOV del mismo asume un estado de fin de vida), que permite que una corriente de falla del sistema alta (denominada en la presente memoria "corriente de falla de cortocircuito alta") fluya a través del OPC 110 y del conjunto 130 de fusibles SGA. En algunas realizaciones, esta corriente de falla de cortocircuito alta está en el intervalo de 1 kA a 20 kA.

Durante el evento de cortocircuito alto, la tensión aplicada a lo largo del espacio 152 de activación mediante el evento de cortocircuito alto supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 150 de espacio semiconductor. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 150 de espacio semiconductor inicia la descarga eléctrica de arco a lo largo del espacio 152 de activación. Es decir, la formación AF de arco eléctrico se genera entre los electrodos 143 y 145 de espacio.

Durante el evento de cortocircuito alto, el miembro 154 semiconductor funciona como un activador de espacio de chispa que ayuda a iniciar la descarga eléctrica entre los electrodos 143, 145 de espacio de la misma manera que la descrita anteriormente para el funcionamiento del evento de corriente de sobretensión. Al comienzo de la corriente de falla, se produce conducción de corriente a través del volumen del cuerpo 156A de miembro semiconductor y a lo largo de la superficie 156B exterior del miembro 154 semiconductor. Muy rápidamente después (p. ej., en menos de 1 microsegundo), la descarga se produce de manera que la mayor parte de la corriente de falla se deriva a través de la(s) columna(s) de arco establecida(s) entre los electrodos 143, 145 de espacio a lo largo del espacio 152 de activación. Al desviar la corriente de falla alrededor del miembro 154 semiconductor, se evita o reduce la degradación del miembro 154 semiconductor.

La formación AF de arco eléctrico a lo largo del espacio 152 de activación permite que la corriente de falla conducida a través del conjunto 130 de fusibles SGA aumente. La corriente de falla aumentada funde uno o ambos elementos 142, 144 de fusibles en secciones de la misma. El material fundido del elemento de fusible se mezcla con y es enfriado por los medios 139 de extinción de arco. Esto crea secciones de alta resistencia a lo largo del(de los) elemento(s) 142, 144 de fusible. Estas secciones de alta resistencia pueden ser conductoras o semiconductoras. Las secciones de alta resistencia crean caídas de tensión a lo largo del(de los) elemento(s) 142, 144 de fusible. Estas caídas de tensión se suman y reducen cada vez más la tensión a lo largo del conjunto 150 de espacio semiconductor a valores relativamente

bajos, hasta que la tensión a través del conjunto 150 de espacio semiconductor sea menor que la tensión de ignición necesaria para mantener la formación de arco entre los electrodos 143, 145 de espacio. La tensión a lo largo del conjunto 150 de espacio semiconductor es entonces también menor que la necesaria para activar la descarga eléctrica entre los electrodos 143, 145 de espacio o conducir corriente a través o a lo largo de la superficie del miembro 154 semiconductor. Es decir, en esta tensión más baja, el miembro 154 semiconductor funciona como un aislante eléctrico entre los electrodos 143, 145 de espacio. El conjunto 130 de fusibles SGA se abre de ese modo en el conjunto 150 de espacio semiconductor y la corriente de falla a través del conjunto 130 de fusibles SGA y el módulo 100 SPD con fusibles se corta o interrumpe.

El conjunto 150 de espacio semiconductor sirve para abrir eléctricamente el conjunto 140 de elementos de fusibles SGA (y por lo tanto el circuito entre los terminales 134, 136 del dispositivo de fusible) una vez que el(los) elemento(s) 142, 144 de fusibles hayan alcanzado una cantidad umbral de desintegración. Sin el conjunto 150 de espacio semiconductor, las porciones intactas de los elementos 142, 144 de fusibles, las secciones de fusible/medio semiconductor, y la formación de arco entre las porciones de los elementos 142, 144 de fusibles pueden continuar soportando suficiente flujo a través de la corriente para permitir que la corriente de falla continúe durante más tiempo que el deseado. El miembro 154 semiconductor sirve tanto para disminuir la tensión de descarga eléctrica umbral (para iniciar la corriente de falla a través del conjunto 140 de elementos de fusibles SGA) y cortar después la corriente de falla para interrumpir la corriente de falla.

La tensión de descarga umbral y el tiempo en los que se produce la descarga son propiedades sintonizadas o calibradas del conjunto 150 de espacio semiconductor que pueden controlarse mediante las dimensiones del espacio 152 de activación, las dimensiones de los 143, 145 de espacio, las dimensiones del miembro 154 semiconductor, y la composición del miembro 154 semiconductor.

El valor de tensión de descarga umbral se hace bajo haciendo que la distancia de separación entre los electrodos 143, 145 de espacio sea relativamente pequeña (p. ej., 0,2-5 mm). El valor de tensión de descarga umbral también se hace bajo usando polvo de grafito expandido para formar el miembro 154 semiconductor.

El conjunto 130 de fusibles SGA puede ser particularmente beneficioso cuando se usa en un sistema eléctrico de CC. En el caso de sistemas de CA, el cruce por cero de la tensión de red puede ayudar a la interrupción de la corriente de falla. En el caso de un sistema de CC, incluso cuando los elementos de fusibles se desintegran y, por lo tanto, aumentan la resistencia del fusible y reducen la amplitud de la corriente de falla a valores relativamente bajos, la ausencia de cruce por cero de la red continúa forzando la corriente a través del fusible en un estado de alta resistencia. Este comportamiento puede sobrecargar térmicamente de forma gradual el fusible, dando lugar a una explosión y formación de arcos eléctricos fuera del cuerpo aislante del fusible.

Como se ha descrito anteriormente, el material fundido del elemento de fusible se mezcla con los medios 139 de extinción de arco para crear secciones de mezcla de fusible/medio. La conductividad eléctrica de estas secciones de fusible/medio depende de su temperatura. Cuando están calientes, las secciones de mezcla de fusible/medio son más conductoras de la electricidad. Debido a que los sistemas de CC carecen de cruce por cero, las mezclas no pueden ser enfriadas rápidamente como puede ocurrir con los sistemas de CA.

En algunas realizaciones, el conjunto 130 de fusibles SGA se provee principalmente abierto rápidamente para evitar el sobrecalentamiento del OPC 110. La tensión de descarga umbral del conjunto 150 de espacio semiconductor se establece en relativamente baja, de modo que la tensión de fijación del dispositivo 100 SPD con fusibles no es significativamente mayor que la tensión de fijación del OPC 110 solo. En algunas realizaciones, el OPC 110 incluye un mecanismo a prueba de fallas que cortocircuita el componente 112 de conmutación/limitación de tensión (p. ej., un varistor) en respuesta al sobrecalentamiento del componente 112 de conmutación/limitación de tensión. En algunas realizaciones, el mecanismo a prueba de fallas de cortocircuito funde un miembro fundible o suelda por arco electrodos adyacentes en respuesta al sobrecalentamiento, como se describe en la Patente de EE. UU. n.º 8,743,525 de Xepapas y otros, cuya descripción se incorpora a la presente memoria por referencia.

Los conjuntos de fusibles SGA como se describe en la presente memoria pueden incluir múltiples conjuntos de espacios semiconductores y/o pueden tener una forma meándrica para aumentar la longitud efectiva del fusible. Por ejemplo, con referencia a la FIG. 7, un conjunto 230 de fusibles SGA según realizaciones adicionales se muestran en la misma. El conjunto 230 de fusibles SGA puede utilizarse y construirse de la misma manera que el conjunto 130 de fusibles SGA, excepto como sigue. El conjunto 230 de fusibles SGA puede usarse en lugar del conjunto 130 de fusibles SGA en el dispositivo 100 SPD con fusibles o circuito 101, por ejemplo.

El conjunto 230 de fusibles SGA incluye una carcasa 232 de módulo eléctricamente aislante, paredes 232A de partición aislantes eléctricamente, y un conjunto 240 de elementos de fusibles SGA. El conjunto 240 de elementos de fusibles SGA difiere del conjunto 140 de elementos de fusibles SGA en que el conjunto 240 de elementos de fusibles SGA incluye cuatro elementos 242 de fusibles, tres miembros 254 semiconductores, y tres conjuntos 250 de espacio SGA correspondientes a los elementos 142, 144 de fusibles, el elemento 154 semiconductor, y el conjunto 150 de espacio SGA, respectivamente.

Con referencia a las FIGS. 8 y 9, un módulo 300 SPD con fusibles según realizaciones adicionales se muestra en las

mismas. El módulo 300 SPD con fusibles incluye un conjunto 330 de fusibles SGA y puede usarse y construirse de la misma manera que el módulo 100 SPD con fusibles, excepto como sigue. La FIG. 8 es una vista esquemática del módulo 300 SPD con fusibles. La FIG. 9 es una vista fragmentaria en perspectiva del conjunto 330 de fusibles SGA.

5 El conjunto 330 de fusibles SGA está configurado para funcionar de la misma manera que el conjunto 130 de fusibles SGA en respuesta a eventos de corriente de sobretensión y corrientes de cortocircuito altas (falla). El conjunto 330 de fusibles SGA además incluye un mecanismo 360 de desconexión accionado térmicamente para interrumpir una corriente de cortocircuito baja (falla) en el caso de un evento de corriente de cortocircuito baja (falla).

10 El conjunto 330 de fusibles SGA incluye un primer terminal 334, un segundo terminal 336, una carcasa 332 de módulo y una pared 332A divisoria que definen una cámara 338A de fusibles y una cámara 338B de desconexión. El conjunto 330 de fusibles SGA además incluye un conjunto 340 de elementos de fusibles SGA y el mecanismo 360 de desconexión.

15 El conjunto 340 de elementos de fusibles SGA incluye un elemento 342 de fusible y un conjunto 350 de espacio semiconductor. El elemento 342 de fusible puede estar construido igual que el elemento 142 de fusible. El conjunto 350 de espacio semiconductor incluye un espacio 352 semiconductor o de activación, un primer electrodo 343 de espacio, un segundo electrodo 345 de espacio, y un miembro 354 semiconductor correspondientes al espacio 152 de activación, al electrodo 143 de espacio, al electrodo 145 de espacio, y al elemento 154 semiconductor, respectivamente. El primer electrodo 343 de espacio es un extremo del elemento 342 de fusible. El segundo electrodo 345 de espacio es un contacto móvil que forma parte del mecanismo 360 de desconexión.

El mecanismo 360 de desconexión incluye el contacto 345 móvil, un dispositivo 363 de carga o desviación (p. ej., un resorte), un retenedor o elemento 364 fundible, y un conductor 365 flexible.

20 El espacio 352 de activación está definido por y entre los electrodos 343 y 345 de espacio opuestos. El miembro 354 semiconductor está colocado en el espacio 352 e interpuesto entre los electrodos 343 y 345 de espacio. El miembro 354 semiconductor está conectado en serie eléctrica entre los elementos 342 de fusibles y el contacto 345 móvil. En algunas realizaciones y como se ilustra, las caras de extremo opuestas del miembro 354 semiconductor están, cada una, en contacto eléctrico con uno respectivo de los electrodos 343, 345 de espacio.

25 El contacto 345 móvil está conectado eléctricamente al terminal 336 por el conductor 365 flexible. El resorte 363 carga, desvía o tira del contacto 345 móvil en una dirección E1 de desconexión. El elemento 364 fundible mantiene el contacto 345 móvil en posición con respecto al electrodo 343 de espacio contra la carga del resorte 363.

30 El conjunto 330 de fusibles SGA está configurado para responder a eventos de corriente de sobretensión y eventos de cortocircuito alto de la misma manera que se describe para el conjunto 130 de fusibles SGA, excepto que el contacto 345 móvil sirve como el segundo electrodo de espacio en lugar del electrodo 145 de espacio.

35 Cuando ocurre un evento de cortocircuito bajo (condición 4) descrito anteriormente, el OPC 110 suministrará al conjunto 330 de fusibles SGA una corriente de cortocircuito SPD relativamente baja. En algunos casos, el OPC 110 asume un estado de impedancia moderadamente baja (p. ej., un MOV del mismo asume un estado de fin de vida), lo cual permite que una corriente de falla o corriente de fuga del sistema baja (denominada en la presente memoria "corriente de falla de cortocircuito baja") fluya a través del OPC 110 y del conjunto 330 de fusibles SGA. En algunas realizaciones, esta corriente de falla de cortocircuito baja está en el intervalo de 1A a 100A.

40 Durante el evento de cortocircuito bajo, la tensión aplicada a lo largo del conjunto 350 de espacio semiconductor mediante el evento de cortocircuito bajo supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 350 de espacio semiconductor. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 350 de espacio semiconductor inicia la descarga eléctrica de arco a lo largo del espacio 352 de activación. Es decir, se genera un arco eléctrico entre los electrodos 343 y 345 de espacio.

45 Durante el evento de cortocircuito bajo, el miembro 354 semiconductor funciona como un activador de espacio de chispa que ayuda a iniciar la descarga eléctrica entre los electrodos 343, 345 de espacio de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el miembro 154 semiconductor. Al comienzo de la corriente de falla, se produce conducción de corriente a través del volumen del cuerpo de miembro semiconductor y a lo largo de la superficie exterior del miembro 354 semiconductor. Muy rápidamente después (p. ej., en menos de 1 microsegundo), la descarga se produce de manera que la mayor parte de la corriente de falla se deriva a través de la(s) columna(s) de arco establecida(s) entre los electrodos 343, 345 de espacio.

50 La corriente de falla de cortocircuito baja que se conduce entonces a través del conjunto 340 de elementos de fusibles SGA es insuficiente para interrumpir la corriente de la manera descrita anteriormente para una corriente de falla de cortocircuito alta (es decir, desintegrando el elemento de fusible). En su lugar, el calor generado por la formación de arco a lo largo del conjunto 350 de espacio semiconductor se conduce al elemento 364 fundible, que provoca que el elemento 364 fundible se funda (p. ej., ablande). La fusión del elemento 364 fundible permite que el resorte 363 desplace o tire del electrodo 345 de espacio (contacto móvil) lejos del electrodo 343 de espacio, desconectando así el terminal 336 del dispositivo 330 de fusible SGA del elemento 342 de fusible. De este modo se interrumpe la corriente de falla.

En algunas realizaciones, el dispositivo 330 de fusibles SGA está fijado mecánicamente de manera directa al extremo

de un módulo OPC como, por ejemplo, el módulo 50 OPC (FIG. 6). El dispositivo 330 de fusibles SGA puede estar conectado al módulo 50 OPC por un sujetador (p. ej., perno) que se extiende a través de un orificio en el terminal 336 y se enrosca en el diámetro 56A interno. Una línea de alimentación puede estar asegurada al terminal 334.

- 5 Con referencia a las FIGS. 10-12, un módulo 400 SPD con fusibles según realizaciones adicionales se muestra en las mismas. El módulo 400 SPD con fusibles incluye un conjunto 430 de fusibles SGA y puede usarse y construirse de la misma manera que el módulo 300 SPD con fusibles, excepto como sigue.

El conjunto 430 de fusibles SGA incluye un primer electrodo 434 de terminal, un segundo electrodo 436 de terminal, una cámara 438, un conjunto 440 de elementos de fusibles SGA, y un mecanismo 460 de desconexión accionado térmicamente.

- 10 El conjunto 440 de elementos de fusibles SGA incluye un primer elemento 442 de fusible, un segundo elemento 444 de fusible, un primer conjunto de placas de deionización o cámara 470 de extinción de arco, un segundo conjunto de placas de deionización o cámara 472 de extinción de arco, y un conjunto 450 de espacio semiconductor.

Los conjuntos 470, 472 de placas de deionización incluyen, cada uno, una serie de placas 473 de deionización eléctricamente conductoras separados por espacios 474 de arco de la placa de deionización.

- 15 Los elementos 442, 444 de fusibles pueden construirse igual que los elementos 142, 144 de fusibles. El primer elemento 442 de fusible se extiende a lo largo del conjunto 470 de placas de deionización y contacta eléctricamente un borde de cada placa 473 de deionización y también contacta eléctricamente el terminal 434 y un primer electrodo 443 de espacio. El segundo elemento 444 de fusible se extiende a lo largo del conjunto 472 de placas de deionización y contacta eléctricamente un borde de cada placa 473 de deionización y también contacta eléctricamente el terminal 436 y un segundo electrodo 445 de espacio.

- 20 El conjunto 450 de espacio semiconductor incluye un espacio 452 semiconductor o de activación, el primer electrodo 443 de espacio, el segundo electrodo 445 de espacio, y un miembro 454 semiconductor correspondientes al espacio 152, al electrodo 143 de espacio, al electrodo 145 de espacio, y al miembro 154 semiconductor, respectivamente. Los electrodos 443, 445 de espacio son eléctricamente conductores. Los electrodos 443, 445 de espacio están montados en la carcasa de manera que pueden desplazarse uno con respecto al otro.

El miembro 454 semiconductor está conectado en serie eléctrica entre electrodos 443, 445 de espacio, y por lo tanto en serie eléctrica entre los elementos 342 de fusibles. En algunas realizaciones y como se ilustra, las caras de extremo opuestas del miembro 454 semiconductor están, cada una, en contacto eléctrico con uno respectivo de los electrodos 443, 445 de espacio.

- 30 El mecanismo 460 de desconexión incluye un separador 462 móvil (aislante), un dispositivo 463 de carga o de desviación (p. ej., un resorte), y dos retenedores o elementos 464 fundibles.

El separador 462 móvil es eléctricamente aislante. El resorte 463 carga, desvía o empuja el separador 462 móvil en dirección E2 para accionar de este modo los electrodos 443, 445 de espacio alejándose uno de otro en direcciones E3 de desconexión opuestas. Los elementos 464 fundibles mantienen los electrodos 443, 445 de espacio en posición contra la carga del resorte 462.

- 35 El conjunto 430 de fusibles SGA y el conjunto 400 de SPD con fusibles pueden funcionar como sigue en servicio.

Durante el funcionamiento normal, el OPC 110 SPD prácticamente actúa como aislante. La tensión aplicada a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor es insuficiente para iniciar una chispa a lo largo del espacio 452 de activación. El conjunto 430 de fusibles SGA permanece en la configuración mostrada en la FIG. 10 y no se conduce corriente a través del conjunto 440 de elementos de fusibles SGA.

- 40 Cuando un evento de sobretensión o sobretensión de corriente (p. ej., una sobretensión transitoria de potencia) aplica una corriente de impulso de sobretensión al circuito 401 SPD con fusibles, el OPC 110 irá temporalmente a un estado de baja impedancia (p. ej., que se convierte efectivamente en un cortocircuito), y el conjunto 430 de fusibles SGA se suministra con una corriente de impulso de sobretensión SPD como se ha descrito anteriormente.

Cuando un evento de sobretensión o sobretensión de corriente (p. ej., una sobretensión transitoria de potencia) aplica una corriente de impulso de sobretensión al circuito 401 SPD con fusibles, el OPC 110 irá temporalmente a un estado de baja impedancia (p. ej., que se convierte efectivamente en un cortocircuito), y el conjunto 430 de fusibles SGA se suministra con una corriente de impulso de sobretensión SPD como se ha descrito anteriormente.

- 45 Durante el evento de sobretensión, la tensión aplicada a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor mediante el evento de sobretensión supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 450 de espacio semiconductor. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor inicia la descarga eléctrica de arco entre los electrodos 443, 445 de espacio a lo largo del espacio 452.

El miembro 454 semiconductor funciona como un accionador de espacio de chispa, y el inicio de la descarga eléctrica es ayudado por el miembro 454 semiconductor, de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el miembro 154 semiconductor.

- 50 La corriente de sobretensión fluye entre los terminales 434, 436 a través del elemento 442 de fusible, a lo largo del espacio 452, y a través del elemento 444 de fusible. Cuando cesa la corriente de sobretensión suministrada, la tensión a lo largo de los electrodos 443, 445 de espacio cae por debajo de la tensión de encendido, finaliza la descarga

eléctrica y el conjunto 430 de fusibles SGA detiene la conducción. El módulo 400 SPD con fusibles puede volver a su modo de espera.

Como se ha descrito con respecto al conjunto 140 de elementos de fusibles SGA, el conjunto 440 de elementos de fusibles SGA es capaz de conducir esta corriente de impulso de sobretensión SPD sin desintegrar o degradar significativamente el conjunto 440 de elementos de fusibles SGA (es decir, sin desintegrar o degradar significativamente los elementos 442, 444 de fusibles o el miembro 454 semiconductor).

Cuando ocurre un evento de cortocircuito alto (condición 3) descrita anteriormente), el OPC 110 alimentará el conjunto 430 de fusibles SGA con una corriente de cortocircuito SPD relativamente alta. La tensión aplicada a lo largo del espacio 452 por el evento de cortocircuito alto supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 450 de espacio semiconductor. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor inicia la descarga eléctrica de arco a lo largo del espacio 452 entre los electrodos 443 y 445 de espacio. El miembro 454 semiconductor funciona como un accionador de espacio de chispa que ayuda a iniciar la descarga eléctrica entre los electrodos 443, 445 de espacio de la misma manera que se ha descrito anteriormente con respecto al miembro 154 semiconductor. La corriente de falla alta fluye inicialmente entre los terminales 434, 436 a través del elemento 442 de fusible, a lo largo del espacio 452, y a través del elemento 444 de fusible.

Como se ilustra en la FIG. 11, la corriente de falla alta desintegra secciones 447 de conexión de los elementos 442, 444 de fusibles entre las placas 473 de deionización. A medida que la corriente de falla alta desintegra las secciones de conexión de los elementos de fusibles, la corriente entre las secciones adyacentes de elementos de fusibles se redirige a la formación de arcos entre las placas 473 de deionización en esas ubicaciones. Cada arco de placa de deionización crea una caída de tensión entre los terminales. Estas caídas de tensión se suman y reducen cada vez más la tensión a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor a valores relativamente bajos, hasta que la tensión a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor sea menor que la tensión de ignición necesaria para mantener la formación de arco entre los electrodos 443, 445 de espacio. La tensión a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor es entonces también menor que la necesaria para accionar la descarga eléctrica entre los electrodos 443, 445 de espacio o conducir corriente a través o a lo largo de la superficie del miembro 454 semiconductor. Es decir, a esta tensión más baja, el miembro 454 semiconductor funciona como un aislante eléctrico entre los electrodos 443, 445 de espacio. El conjunto 430 de fusibles SGA se abre de ese modo en el conjunto 450 de espacio semiconductor y la corriente de falla a través del conjunto 430 de fusibles SGA y el módulo 400 SPD con fusibles se corta o interrumpe.

Cuando se produce un evento de cortocircuito bajo (condición 4) descrita anteriormente), el OPC 110 suministrará al conjunto 430 de fusibles SGA una corriente de cortocircuito SPD relativamente baja. La tensión aplicada a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor por el evento de cortocircuito bajo supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 450 de espacio. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor inicia la descarga eléctrica de arco a lo largo del espacio 452 entre los electrodos 443 y 445 de espacio.

Durante el evento de cortocircuito bajo, el miembro 454 semiconductor funciona como un accionador de espacio de chispa que ayuda a iniciar la descarga eléctrica entre los electrodos 443, 445 de espacio de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el miembro 154 semiconductor.

La corriente de falla de cortocircuito baja que se conduce entonces a través del conjunto 440 de elementos de fusibles SGA —es insuficiente para interrumpir la corriente de la manera descrita anteriormente para una corriente de falla de cortocircuito alta (es decir, desintegrando el elemento de fusible). En su lugar, el calor generado por la formación de arco a lo largo del conjunto 450 de espacio semiconductor se conduce a uno o ambos de los elementos 464 fundibles, lo cual provoca que los elementos 464 fundibles se fundan (p. ej., ablanden). Como se ilustra en la FIG. 12, la fusión de los elementos 464 fundibles permite que el resorte 463 empuje el separador 462 móvil en la dirección E2, que fuerza los electrodos 443, 445 de espacio en direcciones E3 separadas. Los electrodos 443, 445 de espacio están tan espaciados que la formación de arco entre los electrodos 443, 445 de espacio no se puede ya mantener. De este modo se interrumpe la corriente de falla.

Con referencia a la FIG. 13, un módulo 500 SPD con fusibles según realizaciones adicionales se muestran en la misma. El módulo 500 SPD con fusibles incluye un conjunto 530 de fusibles SGA y puede usarse y construirse de la misma manera que el módulo 300 SPD con fusibles, excepto como sigue.

El conjunto 530 de fusibles SGA incluye una carcasa 532 de módulo y una pared 532A divisoria que definen una cámara 538A de fusible y una cámara 538B de desconexión. El conjunto 530 de fusibles SGA además incluye electrodos 534, 536 terminales, un conjunto 540 de elementos de fusibles SGA, un mecanismo 560 de desconexión accionado térmicamente, un alambre 565 flexible de fusible, y un conjunto 570 de placas 572 de deionización.

El conjunto 540 de elementos de fusibles SGA incluye un elemento 542 de fusible y un conjunto 550 de espacio semiconductor. El elemento 542 de fusible puede estar construido igual que el elemento 142 de fusible. El conjunto 550 de espacio semiconductor incluye un espacio 552 semiconductor o de activación, un primer electrodo 543 de espacio, un segundo electrodo 545 de espacio, y un miembro 554 semiconductor correspondientes al espacio 152, al electrodo 143 de espacio, al electrodo 145 de espacio, y al miembro 154 semiconductor, respectivamente. El primer

electrodo 543 de espacio es un extremo del elemento 542 de fusible. El segundo electrodo 545 de espacio es un contacto móvil que forma parte del mecanismo 560 de desconexión.

El mecanismo 560 de desconexión incluye el contacto 545 móvil, un dispositivo 563 de carga o de derivación (p. ej., un resorte), un retenedor o elemento 564 fundible, y el conductor 565 flexible. El elemento 564 fundible puede construirse y operar de la misma manera que se describe para el elemento 364 fundible.

El espacio 552 está definido por y entre los electrodos 543 y 545 de espacio opuestos. El miembro 554 semiconductor está colocado en el espacio 552 e interpuesto entre los electrodos 543 y 545 de espacio. El miembro 554 semiconductor está conectado en serie eléctrica entre los elementos 542 de fusibles y el contacto 545 móvil. En algunas realizaciones y como se ilustra, las caras de extremo opuestas del miembro 554 semiconductor están, cada una, en contacto eléctrico con uno respectivo de los electrodos 543, 545 de espacio.

El contacto 545 móvil está conectado eléctricamente al terminal 536 por el conductor 565 flexible. El resorte 563 carga, desvía o tira del contacto 545 móvil en una dirección E4 de desconexión. El elemento 564 fundible mantiene el contacto 545 móvil en posición con respecto al electrodo 543 de espacio contra la carga del resorte 563.

El conjunto 530 de fusibles SGA está configurado para funcionar de la misma manera que el conjunto 330 de fusibles SGA en respuesta a eventos de corriente de sobretensión.

El conjunto 530 de fusibles SGA está configurado para funcionar de la misma manera que el conjunto 330 de fusibles SGA en respuesta a un evento de cortocircuito bajo (condición 4) descrita anteriormente). Cuando ocurre un evento de cortocircuito bajo (condición 4) descrita anteriormente), el OPC 110 suministrará al conjunto 530 de fusibles SGA una corriente de cortocircuito SPD relativamente baja. Durante el evento de cortocircuito bajo, la tensión aplicada a lo largo del conjunto 550 de espacio semiconductor por el evento de cortocircuito bajo supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 550 de espacio semiconductor. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 550 de espacio semiconductor inicia la descarga eléctrica de arco a lo largo del espacio 552.

La corriente de falla de cortocircuito baja que se conduce entonces a través del conjunto 540 de elementos de fusibles SGA es insuficiente para interrumpir la corriente desintegrando el elemento 542 de fusible o el alambre 565 de fusible. En su lugar, el calor generado por la formación de arco a lo largo del conjunto 550 de espacio semiconductor se conduce al elemento 564 fundible, lo cual provoca que el elemento 564 fundible se funda (p. ej., se ablande). La fusión del elemento 564 fundible permite que el resorte 563 desplace o tire del electrodo 545 de espacio (contacto móvil) lejos del electrodo 543 de espacio, desconectando así el terminal 536 del dispositivo 530 de fusibles SGA del elemento 542 de fusible. De este modo se interrumpe la corriente de falla.

El conjunto 530 de fusibles SGA difiere del conjunto 330 de fusibles SGA en su respuesta a una corriente de cortocircuito (falla) elevada.

Cuando ocurre un evento de cortocircuito alto (condición 3) descrita anteriormente), el OPC 110 suministrará al conjunto 530 de fusibles SGA una corriente de cortocircuito SPD relativamente alta. La tensión aplicada a lo largo del espacio 552 por el evento de cortocircuito alto supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 550 de espacio semiconductor. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 550 de espacio semiconductor inicia la descarga eléctrica de arco a lo largo del espacio 552 entre los electrodos 543 y 545 de espacio. El miembro 554 semiconductor funciona como un accionador de espacio de chispa que ayuda a iniciar la descarga eléctrica entre los electrodos 543, 545 de espacio de la misma manera que se ha descrito anteriormente con respecto al miembro 154 semiconductor. La corriente de falla alta fluye inicialmente entre los terminales 534, 536 a través del elemento 542 de fusible, a través del espacio 552, y a través del alambre 565 de fusible flexible.

La corriente de falla alta desintegra el elemento 542 de fusible y el alambre 565 flexible de fusible. A medida que la corriente de falla alta desintegra el alambre 565 de fusible flexible, la corriente se redirige a (parpadea a o se arquea a) las placas 573 de deionización del electrodo 545 y/o alambre 565 de fusible flexible. La corriente fluye entonces a través del conjunto 570 de placas de deionización al terminal 534 por formación de arco entre las placas 573 de deionización. Cada arco de placa de deionización crea una caída de tensión entre los terminales. Estas caídas de tensión se suman y reducen cada vez más la tensión a lo largo del conjunto 550 de espacio semiconductor a valores relativamente bajos, hasta que la tensión a lo largo del conjunto 550 de espacio semiconductor sea menor que la tensión de ignición necesaria para mantener la formación de arco entre los electrodos 543, 545 de espacio. La tensión a lo largo del conjunto 550 de espacio semiconductor es entonces también menor que la necesaria para accionar la descarga eléctrica entre los electrodos 543, 545 de espacio o conducir corriente a través o a lo largo de la superficie del miembro 554 semiconductor. Es decir, a esta tensión más baja, el miembro 554 semiconductor funciona como un aislante eléctrico entre los electrodos 543, 545 de espacio. El conjunto 530 de fusibles SGA se abre de ese modo en el conjunto 550 de espacio semiconductor y la corriente de falla a través del conjunto 530 de fusibles SGA y el módulo 500 SDP con fusibles se corta o interrumpe.

En algunas realizaciones, el elemento de fusible o los elementos de fusibles como se describen en la presente memoria son elementos de fusibles bimetálicos. Con fines explicativos, la construcción y el funcionamiento de un elemento 142 de fusible bimetálico (es decir, del conjunto 130 de fusible) se describirá. Sin embargo, cualquiera o cada uno de los elementos de fusibles descritos en la presente memoria (p. ej., los elementos 144, 242, 342, 442, 444 o 542 de fusibles)

puede ser también un elemento de fusible bimetalico como se describe y puede funcionar de la misma manera.

Con referencia a las FIGS. 14 y 15, el elemento 142 de fusible bimetalico es una tira bimetalica que incluye una tira o capa 146 metálica interior o primera y una tira o capa 147 metálica segunda o exterior combinada (p. ej., cara a cara) con la capa 146 metálica interior a lo largo de la longitud del elemento 142 de fusible. La capa 146 metálica interior y la capa 147 metálica exterior están formadas por diferentes composiciones metálicas entre sí. Más particularmente, la capa 147 metálica exterior está formada por un metal que tiene un coeficiente de dilatación térmica más alto que el de la capa 146 metálica interior. Cuando el elemento 142 de fusible se calienta, las diferentes velocidades de dilatación térmica entre las capas 146, 147 metálicas harán que el elemento 142 de fusible se doble o deforme en una dirección E5 de deformación.

En algunas realizaciones, el elemento 142 de fusible bimetalico además incluye una tercera tira o capa metálica (no se muestra) combinada (p. ej., cara a cara) con la capa 146 metálica interior o la capa 147 metálica exterior a lo largo de la longitud del elemento 142 de fusible. En algunas realizaciones, la tercera capa metálica está formada por un metal que tiene una conductividad eléctrica más alta que los metales o aleaciones que forman la capa 146 metálica interna y la tira o capa 147 metálica exterior.

Las capas 146, 147 metálicas pueden estar formadas por cualquier metal adecuado. En algunas realizaciones, la capa 146 metálica interior (es decir, la capa lateral de baja expansión) está formada por aleación de níquel FeNi36 y la capa 147 metálica externa (es decir, la capa lateral de alta expansión) está formada por aleación de níquel FeNi22Cr3.

En algunas realizaciones, el elemento 142 de fusible tiene una curvatura térmica específica en el intervalo de 1×10^{-6} a $30 \times 10^{-6} [K^{-1}]$ y una resistencia específica en el intervalo de 1×10^{-8} a $1 \times 10^{-6} [\Omega m]$.

En algunas realizaciones, el elemento 142 de fusible tiene un espesor T1 de tira en el intervalo de aproximadamente 0,5 mm a 2 mm.

En algunas realizaciones, la capa 146 metálica interior y la capa 147 metálica exterior tienen, cada una, un espesor T2 de capa en el intervalo de aproximadamente 1/3 a 2/3 veces el espesor T1 total del elemento 142 de fusible.

Cuando el conjunto 130 de fusibles es sometido a un evento de cortocircuito alto, la corriente de falla alta calentará, fundirá y desintegrará el elemento 142 de fusible como se ha descrito anteriormente con referencia a las FIGS. 1-5. Como se ha descrito más arriba, el elemento 142 de fusible se desintegrará o se romperá en una sección media del elemento 142 de fusible para formar un espacio o rotura B como se muestra en la FIG. 15, por ejemplo. Una vez que el elemento 142 de fusible se haya roto, se producirá un arco eléctrico entre los extremos 142G opuestos del elemento 142 de fusible en la rotura B. Este arco provoca que una porción o porciones del elemento 142 de fusible en estos extremos 142G opuestos se evaporen o desintegren rápidamente. El agente 139 extintor, la pérdida de material del elemento 142 de fusible, y/o la distancia espacial entre los extremos 142G opuestos en la rotura B harán entonces que el arco se termine, cese o se extinga.

Además, el elemento 142 de fusible bimetalico se doblará o deformará en direcciones E5 en respuesta al calor generado en el elemento 142 de fusible bimetalico. Más particularmente, en respuesta al calor generado en las secciones 142E restantes del elemento 142 de fusible bimetalico por la corriente de sobretensión que fluye a través de las mismas, las capas 146 y 147 se expanden diferencialmente como se ha explicado anteriormente. Las capas 146 y 147 que se expanden diferencialmente hacen que las secciones 142E se doblen, deformen o desvíen en direcciones E5. Esta flexión o deformación puede ayudar a espaciar los extremos 142G opuestos en la rotura B para extinguir la formación de arco. Sin embargo, en algunas situaciones, los electrodos 134, 136 pueden desconectarse completamente por la desintegración de los elementos 142, 144 de fusibles antes de que las secciones 142E se doblen o deformen, o antes de que la extensión del doblado o la deformación pueda contribuir de manera apreciable a la desconexión.

Con referencia a las FIGS. 16 y 17, un módulo 600 SPD con fusibles según realizaciones adicionales se muestra en las mismas. El módulo 600 SPD con fusibles incluye un conjunto 630 de fusibles SGA y puede usarse y construirse de la misma manera que el módulo 400 SPD con fusibles, excepto como sigue.

El módulo 600 SPD con fusibles incluye el conjunto 630 de fusible SGA, una portadora o carcasa 602 de módulo, y terminales 604, 606 eléctricos de módulo correspondientes al conjunto 430 de fusibles SGA, a la carcasa 102 de módulo, y a los terminales 104, 106 eléctricos del módulo.

El conjunto 630 de fusibles SGA incluye un primer electrodo 634 terminal, un segundo electrodo 636 terminal, una cámara 638, un conjunto 640 de elementos de fusibles SGA, un mecanismo 660 de desconexión accionado térmicamente, un primer elemento 642 de fusible, un segundo elemento 644 de fusible, un primer conjunto 670 de placas de deionización (incluidas placas 673 de deionización eléctricamente conductoras), un segundo conjunto 672 de placas de deionización, un conjunto 650 de espacio semiconductor, un espacio 652 semiconductor o de activación, un primer electrodo 643 de espacio, un segundo electrodo 645 de espacio, un miembro 454 semiconductor, un separador 662 móvil (aislante), un dispositivo 663 de carga o de derivación (p. ej., un resorte), y dos retenedores o elementos 664 fundibles correspondientes al primer electrodo 434 terminal, al segundo electrodo 436 terminal, a la cámara 438, al conjunto 440 de elementos de fusibles SGA, al mecanismo 460 de desconexión térmicamente accionado, al primer elemento 442 de fusible, al segundo elemento 444 de fusible, al primer conjunto 470 de placas

de deionización, al segundo conjunto 472 de placas de deionización, al conjunto 450 de espacio semiconductor, al espacio 452, al primer electrodo 443 de espacio, al segundo electrodo 445 de espacio, al miembro 454 semiconductor, al separador 462 móvil, al dispositivo 463 de carga, y a elementos 464 fundibles, respectivamente. La carcasa 602 se representa en líneas discontinuas en la FIG. 17 para mayor claridad.

5 El módulo 600 SPD con fusibles además incluye un OPC 610 correspondiente al OPC 110 del módulo 400 SPD con fusibles, excepto que el OPC 610 incluye tanto un varistor 612 (p. ej., MOV) como un GDT 613. El varistor 610 y el GDT 613 están provistos en serie eléctrica entre sí y con el módulo 630 de fusible. Un primer electrodo 612A conecta eléctricamente el varistor 612 al terminal 606 y un segundo electrodo 612B conecta eléctricamente un lado opuesto del varistor 612 al conjunto 630 de fusibles.

10 Con referencia a las FIGS. 18-27, un módulo 700 SPD con fusibles según realizaciones adicionales se muestran en las mismas. El módulo 700 SPD con fusibles incluye una carcasa 702 de módulo, un primer contacto eléctrico o terminal 704, un segundo contacto eléctrico o terminal 706, un circuito 710 de protección contra sobretensiones (OPC), un circuito 714 integrado de protección contra sobrecorriente, un mecanismo 716 indicador de desconexión térmica, y un mecanismo 718 indicador de sobrecorriente. El circuito 714 de protección contra sobrecorriente y el OPC 710 están dispuestos en la carcasa 702, y están conectados eléctricamente entre los terminales 704 y 706 para formar un circuito 701 eléctrico SPD con fusibles.

En algunas realizaciones, el módulo 700 SPD con fusibles está provisto, instalado y utilizado como componente en un circuito de protección de un circuito 10 de suministro de energía en lugar del módulo 100 SPD como se muestra en la FIG. 1, por ejemplo. En el circuito 10 de suministro de energía, el OPC 710 está en serie eléctrica con el circuito 714 integrado de protección contra sobrecorriente, y el OPC 710 y el circuito 714 de protección contra sobrecorriente están en paralelo eléctrico a lo largo de equipos sensibles. El módulo 700 SPD con fusibles está destinado a proteger los equipos sensibles de las sobretensiones y de las sobretensiones de corriente. El módulo 700 SPD con fusibles puede estar conectado también a la fuente de alimentación por medio de un segundo fusible o disyuntor 12 en sentido ascendente.

25 El circuito 714 de protección contra sobrecorriente y el OPC 710 están dispuestos en la carcasa 702, y están conectados eléctricamente entre los terminales 704 y 706 para formar un circuito 701 eléctrico SPD con fusibles. La carcasa 702 puede estar formada por cualquier material eléctricamente aislante adecuado. En algunas realizaciones, la carcasa 132 está formada por un material polimérico (p. ej., un plástico), que puede incluir fibras de vidrio, o cualquier otro material eléctricamente aislante adecuado. La carcasa 702 puede incluir una cubierta exterior correspondiente a la cubierta 802C descrita a continuación.

El OPC 710 incluye un varistor 712. En algunas realizaciones, el varistor 712 es un MOV. El varistor 712 tiene un primer lado 712A y un segundo lado 712B opuesto. Un primer electrodo 713A de varistor eléctricamente conductor - conecta eléctricamente el primer lado 712A al terminal 706. Un segundo electrodo 713B de varistor eléctricamente conductor contacta el segundo lado 712B e incluye una lengüeta 713C de unión.

35 El circuito 714 integrado de protección contra sobrecorriente incluye un mecanismo 760 de desconexión térmica, un conjunto 780 de espacio de chispa, un conjunto 730 de fusibles, un circuito 775 de activación (que incluye un conjunto 750 de espacio de chispa de activación (semiconductor)), y un espacio 784 de chispa principal.

Con referencia a la FIG. 21, el conjunto 780 de espacio de chispa incluye una portadora 782 de espacio de chispa, un electrodo 743 de activación (primer electrodo de espacio) un electrodo 778 de unión de desconexión térmica (segundo electrodo de espacio), y una placa 745 de deionización móvil (tercer electrodo de espacio).

Los electrodos 778, 743 están formados por un metal eléctricamente conductor adecuado.

La portadora 782 de espacio de chispa puede estar formada por un polímero no conductor eléctricamente, por ejemplo.

45 El circuito 775 de activación incluye un varistor 775A conectado en serie eléctrica a un GDT 775B, y el conjunto 750 de espacio de chispa de activación (semiconductor). El conjunto 750 de espacio de chispa de activación incluye un electrodo 743 de activación (primer electrodo de espacio), un electrodo 778 de unión de desconexión térmica (segundo electrodo de espacio), y un espacio 752 semiconductor o de activación definido entre los electrodos 743 y 778. El conjunto 750 de espacio de chispa de activación además incluye un miembro 754 semiconductor, correspondiendo a y construido como se describe en la presente memoria para el miembro 154 semiconductor. El miembro 754 semiconductor abarca la distancia entre y se acopla a cada uno de los electrodos 743 y 778.

50 El espacio 784 de chispa principal está definido por y entre la placa 745 de deionización móvil (tercer electrodo de espacio) y el electrodo 778 de unión de desconexión térmica.

El conjunto 730 de fusibles incluye un conjunto 770 de placas de deionización y un elemento 742 de fusible. El conjunto 770 de placas de deionización puede construirse y funcionar de la misma manera que se describe para el conjunto 470 de placas de deionización. El conjunto 770 de placas de deionización incluye una serie de placas 773 de deionización que definen una serie de espacios 774 de chispa entre ellas. El elemento 742 fusible puede construirse y funcionar de la misma manera que se describe para el elemento 142 de fusible.

El varistor 712, los electrodos 713A, 713B de varistor (incluida la lengüeta 713C) y las placas 773 de deionización están montados para permanecer estacionarios en o con relación a la carcasa 702. Una porción del elemento 742 de fusible se extiende a lo largo de los bordes de las placas 773 de deionización (p. ej., en contacto con o estrechamente adyacente a las placas 773 de deionización) como se ilustra en la FIG. 21, por ejemplo. El elemento 742 de fusible está conectado eléctricamente en un extremo a la placa 745 móvil de deionización en un extremo y al terminal 704 en su extremo opuesto.

La portadora 782 de espacio de chispa está montada de forma móvil o deslizante en la carcasa 702 para moverse en una dirección E8 de liberación de una posición lista (como se muestra en la FIG. 21) a una posición abierta (como se muestra en la FIG. 27). La portadora 782 de espacio de chispa es desviada, cargada o empujada en la dirección E8 por un resorte 762 de portadora de espacio de chispa. El electrodo 778 de la junta de desconexión, el electrodo 743 de activación, la placa 745 de deionización móvil, el varistor 775A, el GDT 775B, el espacio 784 de chispa principal y el conjunto 750 de espacio de chispa de activación (incluido el miembro 754 semiconductor) están montados en la portadora 782 de espacio de chispa para el movimiento con la misma. El varistor 775A, y el GDT 775B están dispuestos en serie eléctrica entre el electrodo 743 de activación y la placa 745 de deionización móvil.

El mecanismo 760 de desconexión térmica incluye el electrodo 778 de unión de desconexión térmica, la lengüeta 713C de unión y una soldadura 711. La soldadura 711 une el electrodo 778 de unión de desconexión térmica a la lengüeta 713C de unión para formar una unión 713D liberable. Como se describe a continuación, la soldadura 711 puede calentarse por el calor generado por el varistor 712 y/o el espacio 784 de chispa principal, haciendo así que la soldadura 711 se funda o ablande y libere el electrodo 778 de unión de desconexión térmica de la lengüeta 713C de unión.

El mecanismo 716 indicador de desconexión térmica incluye la portadora 782 de espacio de chispa, el resorte 762, un resorte 763 de retención, un elemento indicador o tira 764, una ranura 702A de guía (definida en la carcasa 702) y un orificio 702B de conmutador remoto (definido en la carcasa 702).

El mecanismo 718 indicador de sobrecorriente incluye un miembro 764B indicador, un resorte 764A, el resorte 763 de retención, la tira 764 indicadora, y el orificio 702B. El resorte 764A empuja el miembro 764B indicador en una dirección E9.

El resorte 763 de retención se fija al terminal 706. El resorte 763 de retención es desintegrable o fundible. La tira 764 está asentada de manera deslizante en la ranura 702A de guía. Un extremo de la tira 764 se fija al resorte 763 de retención. El extremo opuesto de la tira 764 está acoplado a cada uno de la portadora 782 de espacio de chispa y del miembro 764B indicador. La portadora 782 de espacio de chispa y el miembro 764B indicador son movibles independientemente uno del otro de tal manera que cada miembro 782, 764B puede tirar de la tira 764 indicadora mientras que el otro miembro 782, 764A permanece estacionario. La tira 764 indicadora puede estar formada por un material flexible, no conductor eléctricamente.

Según algunas realizaciones del concepto inventivo, el módulo 700 SPD con fusibles está configurado para funcionar en las cuatro condiciones diferentes descritas anteriormente con respecto al módulo 100 SPD con fusibles (es decir, 1) funcionamiento normal (espera); 2) un evento de sobretensión o sobretensión de corriente en el cual el módulo 700 SPD con fusibles está diseñado para derivar una corriente de impulso de sobretensión SPD a tierra; 3) un evento de cortocircuito alto (falla); y 4) un evento de cortocircuito bajo (falla)).

Durante el funcionamiento normal, el varistor 712 prácticamente actúa como aislante. La tensión aplicada a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación es insuficiente para iniciar una chispa a lo largo del espacio 752 de chispa de activación. El módulo 700 SPD con fusibles permanece en la configuración mostrada en la FIG. 21 y no se conduce corriente a través del elemento 742 de fusible.

Cuando un evento de sobretensión o sobretensión de corriente (p. ej., una sobretensión transitoria de potencia) aplica una corriente de impulso de sobretensión al circuito 701 SPD con fusibles, el varistor 712 irá temporalmente a un estado de baja impedancia (p. ej., convirtiéndose efectivamente en un cortocircuito) y el circuito 714 integrado de protección contra sobrecorriente se alimenta con una corriente de impulso de sobretensión SPD. El varistor 712 está diseñado para derivar la corriente de impulso de sobretensión asociada a tales eventos a tierra para proteger el equipo sensible. La corriente de impulso de sobretensión SPD puede ser del orden de decenas de kA, pero típicamente durará solo una corta duración (en el intervalo de aproximadamente decenas de microsegundos a unos pocos milisegundos).

Durante el evento de sobretensión, la corriente fluye inicialmente a través del elemento 742 de fusible, la placa 745 de deionización móvil, el varistor 775A, el GDT 775B, y el electrodo 743 de activación, a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación, y a través del electrodo 778 de la unión de desconexión térmica, del electrodo 713B, del varistor 712, y del electrodo 713A al terminal 706, como se ilustra en la FIG. 24. La tensión aplicada a lo largo del espacio 752 de activación por el evento de sobretensión supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 750 de espacio de chispa de activación. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación inicia la descarga AT eléctrica del arco (FIGS. 23 y 24) a lo largo del espacio 752 de activación. Es decir, formación AT de arco eléctrico se genera entre los electrodos 743 y 778 de espacio. La iniciación de la descarga AT eléctrica de arco está asistida por el miembro 754 semiconductor en respuesta a la sobretensión desarrollada a lo largo de los electrodos 743, 778 de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el conjunto 150 de espacio

semiconductor y el miembro 154 semiconductor.

Poco después del inicio de la descarga AT eléctrica de arco (p. ej., en microsegundos), el flujo de corriente acciona una descarga AM eléctrica de arco (FIGS. 23 y 24) a lo largo del espacio 784 de chispa principal entre los electrodos 745 y 778. De este modo, la corriente de sobretensión completa se deriva del circuito 775 de activación al espacio 784 principal de chispa.

Quando cesa la corriente de sobretensión suministrada, la tensión a lo largo de los electrodos 743 y 778 de espacio y entre los electrodos 745 y 778 cae por debajo de la tensión de ignición, finaliza la descarga eléctrica y el circuito 714 de protección contra sobrecorriente —detiene la conducción. El módulo 700 SPD con fusibles puede volver a su modo de espera. El módulo 700 SPD con fusibles permanece en su configuración lista y los mecanismos 716, 718 indicadores no se accionan.

Quando ocurre un evento de cortocircuito alto (condición 3) descrita anteriormente), el varistor 712 alimentará el circuito 714 de protección contra sobrecorriente con una corriente de cortocircuito SPD relativamente alta. Durante el evento de cortocircuito alto, la corriente fluye inicialmente a través del elemento 742 de fusible, de la placa 745 de deionización móvil, del varistor 775A, del GDT 775B, y del electrodo 743 de activación, a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación, y a través del electrodo 778 de la junta de desconexión térmica, del electrodo 713B, del varistor 712, y del electrodo 713A al terminal 706, como se ilustra en la FIG. 25. La tensión aplicada a lo largo del espacio 752 de activación por el evento de sobretensión supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 750 de espacio de chispa de activación. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación inicia la descarga AT eléctrica del arco (FIGS. 23 y 25) a lo largo del espacio 752 de activación. Es decir, formación AT de arco eléctrico se genera entre los electrodos 743 y 778 de espacio. La iniciación de la descarga AT eléctrica de arco está asistida por el miembro 754 semiconductor en respuesta a la sobretensión desarrollada a lo largo de los electrodos 743, 778 de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el conjunto 150 de espacio semiconductor y el miembro 154 semiconductor.

Poco después del inicio de la descarga AT eléctrica de arco eléctrico (p. ej., en microsegundos) el flujo de corriente acciona una descarga AM de arco eléctrico (FIGS. 23 y 25) a lo largo del espacio 784 de chispa principal entre los electrodos 745 y 778. De este modo, la corriente de sobretensión completa se deriva del circuito 775 de activación al espacio 784 principal de chispa.

Como se ilustra en la FIG. 25, la corriente de falla alta desintegra secciones 747 de conexión del elemento 742 de fusible entre las placas 773 de deionización. A medida que la corriente de falla alta desintegra las secciones de conexión de los elementos de fusibles, la corriente entre las secciones adyacentes de elementos de fusibles se redirige a la formación de arcos entre las placas 773 de deionización en esas ubicaciones. Cada arco de placa de deionización crea una caída de tensión entre los terminales. Estas caídas de tensión se suman y reducen cada vez más la tensión a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación y del espacio 784 principal de chispa a valores relativamente bajos, hasta que la tensión a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación y del espacio 784 principal de chispa sea menor que la tensión de ignición necesaria para mantener la formación de arco entre los electrodos 743 y 778 de espacio y entre los electrodos 745 y 778. La tensión a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación es entonces también menor que la necesaria para accionar la descarga eléctrica entre los electrodos 743, 778 de espacio o conducir corriente a través o a lo largo de la superficie del miembro 754 semiconductor. Es decir, a esta tensión más baja, el miembro 474 semiconductor funciona como un aislante eléctrico entre los electrodos 743, 778 de espacio. El circuito 714 de protección contra sobrecorriente se abre de este modo en el conjunto 750 de espacio de chispa de activación y el espacio 784 principal de chispa, y la corriente de falla a través del circuito 714 de protección contra sobrecorriente y el módulo 700 SDP con fusibles se corta o interrumpe. La junta 713D de desconexión térmica permanece intacta.

La corriente de falla alta también acciona el mecanismo 718 indicador de sobrecorriente. Durante la corriente de falla alta, la desintegración del elemento 742 de fusible provocará la fusión del resorte 763 de retención. La fusión del resorte 763 de retención permite al resorte 764A tirar del miembro 764B indicador y de la tira 764 indicadora en una dirección E10, como se ilustra en la FIG. 26. Este desplazamiento de la tira 764 indicadora permite que un pasador 22 de un conmutador 20 de sensor remoto se mueva hacia la carcasa 702 a través del orificio 702B. El cambio de estado del conmutador 20 se transmite a un sistema 24 de monitorización remota para indicar que el módulo 700 SPD ha fallado. El desplazamiento del miembro 764B indicador puede servir también como una alerta o indicador local. Por ejemplo, el miembro 764B indicador puede ser visible a través de una abertura en la carcasa.

Quando ocurre un evento de cortocircuito bajo (condición 4) descrita anteriormente), el varistor 712 alimentará el circuito 714 de protección contra sobrecorriente con una corriente de cortocircuito SPD relativamente baja. Durante el evento de cortocircuito bajo, la corriente fluye inicialmente a través del elemento 742 de fusible, de la placa 745 de deionización móvil, del varistor 775A, del GDT 775B, y del electrodo 743 de activación, a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación, y a través del electrodo 778 de la junta de desconexión térmica, del electrodo 713B, del varistor 712, y del electrodo 713A al terminal 706 (es decir, la misma trayectoria de corriente que se ilustra en la FIG. 23). La tensión aplicada a lo largo del espacio 752 de activación por el evento de sobretensión supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 750 de espacio de chispa de activación. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 750 de espacio de chispa de activación inicia la descarga AT eléctrica del arco (FIG. 23) a lo largo del

espacio 752 de activación. Es decir, la formación AT de arco eléctrico se genera entre los electrodos 743 y 778 de espacio. La iniciación de la descarga AT eléctrica de arco está asistida por el miembro 754 semiconductor en respuesta a la sobretensión desarrollada a lo largo de los electrodos 743, 778 de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el conjunto 150 de espacio semiconductor y el miembro 154 semiconductor.

- 5 Poco después del inicio de la descarga AT eléctrica de arco eléctrico (p. ej. en microsegundos), el flujo de corriente acciona una descarga AM eléctrica de arco eléctrico (FIG. 23) a lo largo del espacio 784 de chispa principal entre los electrodos 745 y 778. De este modo, la corriente de sobretensión completa se deriva del circuito 775 de activación al espacio 784 principal de chispa.

- 10 La corriente de falla de cortocircuito baja que se conduce entonces a través del circuito 714 de protección contra sobrecorriente es insuficiente para interrumpir la corriente de la manera descrita anteriormente para una corriente de falla de cortocircuito alta (es decir, desintegrando el elemento 742 de fusible). En su lugar, el calor generado por el varistor 712 se conduce a la soldadura 711 por medio de la lengüeta 713C, lo cual provoca que la soldadura 711 se funda (p. ej., ablande). Además, el calor generado en el arco AM eléctrico se conduce también a la soldadura 711 a través del electrodo 778 para contribuir al ablandamiento de la soldadura 711. Como se ilustra en la FIG. 27, la fusión de la soldadura 711 permite que el resorte 762 de portadora de espacio de chispa fuerce la portadora 782 de espacio de chispa, y por lo tanto el electrodo 778, en dirección E8 lejos de la lengüeta 713C. El electrodo 778 y la lengüeta 713C están tan espaciados que el circuito eléctrico está abierto entre ellos. De este modo se interrumpe la corriente de falla. La combinación del calentamiento por el varistor 712 y el calentamiento por el espacio 784 de chispa principal puede aumentar la fiabilidad y la tasa de respuesta del mecanismo 760 de desconexión térmica.

- 20 La corriente de falla de cortocircuito bajo también acciona el mecanismo 718 indicador de sobrecorriente. Durante la corriente de falla baja, el resorte 763 de retención no se funde. En su lugar, la liberación de la portadora 782 de espacio de chispa en la junta 713D permite que el resorte 762 de portadora de espacio de chispa tire de la portadora 782 de espacio de chispa y de la tira 764 indicadora en la dirección E10 (FIG. 27). Este desplazamiento de la tira 764 indicadora permite que el pasador 22 del conmutador 20 de sensor remoto se mueva hacia la carcasa 702 a través del orificio 702B. El cambio de estado del conmutador 20 se transmite a un sistema 24 de monitorización remota para indicar que el módulo 700 SPD ha fallado. El desplazamiento de la portadora 782 de espacio de chispa puede servir también como una alerta o indicador local. Por ejemplo, la portadora 782 de espacio de chispa puede ser visible a través de una abertura en la carcasa.

- 30 La portadora 782 de espacio de chispa y el miembro 764B indicador son móviles independientemente entre sí. Según algunas realizaciones, la fuerza de resorte del resorte 764A es menor que la fuerza de resorte del resorte 763 de retención, que es menor que la fuerza de resorte del resorte 762 de portadora de espacio de chispa. Una vez que el mecanismo 760 de desconexión térmica opera, el resorte 762 de portadora de espacio de chispa debe tirar de la tira 764 mediante flexión del resorte 763 de retención, mientras que el resorte 764A no debe poder doblar el resorte 763 de retención, en caso contrario se ejecutará una indicación falsa. Sin embargo, cuando el módulo 700 SPD con fusibles responde a e interrumpe una corriente de falla alta, el resorte 764A debe poder desplazar la tira 764 y el miembro 764B indicador.

- 40 El varistor 775A y el GDT 775B están conectados en serie eléctrica con el miembro 754 semiconductor y en paralelo eléctrico con el espacio 784 principal de chispa. El varistor 775A y el GDT 775B sirven para cortar corrientes de continuación a lo largo o a través del miembro 754 semiconductor después de que se inicie el arco AM de espacio de chispa principal.

- 45 El módulo 700 SPD con fusibles puede proveer varios beneficios. El módulo 700 SPD puede resistir eventos de sobretensiones y rayos, está libre de fugas de corriente (ya que hay un espacio en serie que evita la conducción de corriente a través del varistor 712 en caso de sobretensión o de reducción de capacidad MOV), y puede interrumpir igualmente corrientes de nivel muy bajo en comparación con los disyuntores y fusibles estándar (p. ej. de 50 A o inferior, mientras que los fusibles estándar pueden desconectar aproximadamente 1,4 veces la corriente de carga, que es aproximadamente 300 A como mínimo).

- 50 Con referencia a las FIGS. 28-34, un módulo 800 SPD según realizaciones adicionales se muestra en las mismas. El módulo 800 SPD incluye una carcasa 802 de módulo, un primer contacto eléctrico o terminal 804, un segundo contacto eléctrico o terminal 806, un circuito 810 de protección contra sobretensiones (OPC), un circuito 814 integrado de protección contra sobrecorriente, un mecanismo 816 indicador de desconexión térmica, y un mecanismo 818 indicador de sobrecorriente. El circuito 814 de protección contra sobrecorriente y el OPC 810 están dispuestos en la carcasa 802, y están conectados eléctricamente entre los terminales 804 y 806 para formar un circuito 801 eléctrico SPD.

- 55 En algunas realizaciones, el módulo 800 SPD está provisto, instalado y utilizado como componente en un circuito de protección de un circuito 10 de suministro de energía en lugar del módulo 100 SPD como se muestra en la FIG. 1, por ejemplo. En el circuito 10 de suministro de energía, el OPC 810 está en serie eléctrica con el circuito 814 integrado de protección contra sobrecorriente, y el OPC 810 y el circuito 814 de protección contra sobrecorriente están en paralelo eléctrico a lo largo de equipos sensibles. El módulo 800 SPD está diseñado para proteger los equipos sensibles de las sobretensiones y de las sobretensiones de corriente. El módulo 800 SPD puede estar conectado también a la fuente de alimentación a través de un fusible o disyuntor 12 en sentido ascendente.

La carcasa 802 puede estar formada por el mismo material que el descrito para la carcasa 702. La carcasa 802 incluye un miembro o estructura 802A de carcasa interior y una cubierta 802C exterior.

El OPC 810 incluye un varistor 812. En algunas realizaciones, el varistor 812 es un MOV. El varistor 812 tiene un primer lado 812A y un segundo lado 812B opuesto. Un primer electrodo 813A de varistor eléctricamente conductor conecta eléctricamente el primer lado 812A al terminal 806. Un segundo electrodo 813B de varistor eléctricamente conductor contacta el segundo lado 812B e incluye una lengüeta 813C de unión.

El circuito 814 integrado de protección contra sobrecorriente incluye un mecanismo 860 de desconexión térmica, un conjunto 880 de espacio de chispa, un conductor 865 eléctrico flexible, una cámara 871 de corte o cámara de deionización, un circuito 875 de activación (que incluye un conjunto 850 de espacio de chispa de activación (semiconductor)), un espacio 884 principal de chispa, y un espacio 885 de chispa secundario.

Con referencia a la FIG. 32, el conjunto 880 de espacio de chispa incluye una portadora 882 de espacio de chispa, un electrodo 878 de unión de desconexión térmica (segundo electrodo de espacio), un electrodo 843 de activación (primer electrodo de espacio), y una placa 845 de deionización móvil correspondientes a y construidos como se ha descrito para la portadora 782 de espacio de chispa, el electrodo 778 de unión de desconexión térmica (segundo electrodo de espacio), el electrodo 743 de activación (primer electrodo de espacio), y la placa 745 de deionización móvil, excepto como se muestra y describe a continuación.

El circuito 875 de activación incluye un varistor 875A conectado en serie eléctrica con un GDT 875B, y el conjunto 850 de espacio de chispa de activación (semiconductor). El conjunto 850 de espacio de chispa de activación incluye el electrodo 843 de activación (primer electrodo de espacio), el electrodo 878 de unión de desconexión térmica (segundo electrodo de espacio), y un espacio 852 semiconductor o de activación definido entre los electrodos 843 y 878. El conjunto 850 de espacio de chispa de activación además incluye un miembro 854 semiconductor, correspondiente a y construido como se describe en la presente memoria para el miembro 154 semiconductor. El miembro 854 semiconductor abarca la distancia entre y se acopla a cada uno de los electrodos 843 y 878.

Un extremo 878B inferior del electrodo 878 de unión de desconexión térmica está montado en un poste 803 de la carcasa 802 de tal manera que el electrodo 878 de la junta de desconexión térmica puede pivotar en una dirección E12 de liberación lejos de la lengüeta 813C de unión.

El espacio 884 de chispa principal está definido por y entre la placa 845 de deionización móvil (tercer electrodo de espacio) y una porción 878A superior opuesta del electrodo 878 de unión de desconexión térmica. En algunas realizaciones y como se ilustra, el espacio 884 de chispa principal es un espacio de chispa de bocina.

La cámara 871 de deionización incluye un conjunto 870 de cámara de corte o placa de deionización y soportes 871A de placa eléctricamente aislantes. El conjunto 870 de placas de deionización puede construirse y funcionar de la misma manera que se describe para el conjunto 770 de placas de deionización, excepto como se muestra y describe a continuación. El conjunto 870 de placas de deionización incluye una serie de placas 873 de cámara de corte o deionización que definen una serie de espacios 874 de chispa entre ellas. A diferencia del SPD 700, el SPD 800 no incluye un elemento de fusible correspondiente al elemento 742 de fusible. En su lugar, el conjunto 870 de placas de deionización es eléctricamente flotante entre el terminal 704 y el varistor 812.

El espacio 885 de chispa secundario está definido entre la placa 845 de deionización móvil y la placa 873 de deionización más superior (es decir, la placa 873 de deionización más cercana a la placa 845 de deionización móvil).

El varistor 812, los electrodos 813A, 813B de varistor (incluida la lengüeta 813C) y las placas 873 de deionización están montados para permanecer estacionarios en o con relación a la carcasa 802.

La portadora 882 de espacio de chispa está montada de forma móvil o deslizante en la carcasa 802 para moverse en una dirección E15 de liberación de una posición lista (como se muestra en la FIG. 31) a una posición abierta (como se muestra en la FIG. 34). La portadora 882 de espacio de chispa es desviada, cargada o empujada en la dirección E15 por un resorte 862 de portadora de espacio de chispa. El electrodo 878 de junta de desconexión, el electrodo 843 de activación, la placa 845 de deionización móvil, el varistor 875A, el GDT 875B, del espacio 884 de chispa principal, y el conjunto 850 de espacio de chispa de activación (incluido el miembro 854 semiconductor) están montados en la portadora 882 de espacio de chispa para el movimiento con la misma de la misma manera descrita para el conjunto 780 de espacio de chispa. El varistor 875A y el GDT 875B están dispuestos en serie eléctrica entre el electrodo 843 de activación y la placa 845 de deionización móvil.

El mecanismo 860 de desconexión térmica incluye el electrodo 878 de unión de desconexión térmica, la lengüeta 813C de unión, y una soldadura 811. La soldadura 811 une el electrodo 878 de unión de desconexión térmica a la lengüeta 813C de unión para formar una junta 813D liberable. Como se describe a continuación, la soldadura 811 puede calentarse por el calor generado por el varistor 812 y/o el espacio 884 de chispa principal, provocando así que la soldadura 811 funda o ablande y libere el electrodo 878 de unión de desconexión térmica de la lengüeta 813C de unión.

El mecanismo 816 indicador de desconexión térmica incluye la portadora 882 de espacio de chispa, el resorte 862, un resorte 863 de retención, un elemento indicador o tira 864, una ranura 802A de guía (definida en la carcasa 802) y un

orificio 802B de conmutador remoto (definido en la carcasa 802).

El mecanismo 818 indicador de sobrecorriente incluye un miembro 864B indicador, un resorte 864A, el resorte 863 de retención, la tira 864 indicadora, y el orificio 802B. El resorte 864A empuja el miembro 864B indicador en una dirección E13.

- 5 El resorte 863 de retención está fijado al extremo inferior de la cámara 871 de deionización. El resorte 863 de retención es desintegrable o fundible. La tira 864 está asentada de manera deslizante en la ranura 802A de guía. Un extremo de la tira 864 se fija al resorte 863 de retención. El extremo opuesto de la tira 864 está acoplado a cada uno de la portadora 882 de espacio de chispa y del miembro 864B indicador. La portadora 882 de espacio de chispa y el miembro 864B indicador son móviles independientemente entre sí de tal manera que cada miembro 882, 864B puede tirar de la tira 864 indicadora mientras que el otro elemento 882, 864A permanece estacionario. La tira 864 indicadora puede estar formada por un material flexible, no conductor eléctricamente.

- 10 Según algunas realizaciones del concepto inventivo, el módulo 800 SPD está configurado para funcionar en las cuatro condiciones diferentes descritas anteriormente con respecto al módulo 100 SPD con fusibles (es decir, 1) funcionamiento normal (espera); 2) un evento de sobretensión o sobretensión de corriente en el que el módulo 800 SPD está diseñado para derivar una corriente de impulso de sobretensión SPD a tierra; 3) un evento de cortocircuito alto (falla); y 4) un evento de cortocircuito bajo (falla)).

- 20 Durante el funcionamiento normal, el varistor 812 prácticamente actúa como aislante. La tensión aplicada a lo largo del conjunto 850 de espacio de chispa de activación es insuficiente para iniciar una chispa a lo largo del conjunto 850 de espacio de chispa de activación. El módulo 800 SPD permanece en la configuración mostrada en la FIG. 31 y no se conduce corriente a través del conjunto 850 de espacio de chispa de activación o del espacio 884 principal de chispa.

- 25 Cuando un evento de sobretensión o sobretensión de corriente (p. ej., una sobretensión transitoria de potencia) aplica una corriente de impulso de sobretensión al circuito 801 SPD con fusibles, el varistor 812 irá temporalmente a un estado de baja impedancia (p. ej., convirtiéndose efectivamente en un cortocircuito), y el circuito 814 integrado de protección contra sobrecorriente se alimenta con una corriente de impulso de sobretensión SPD. El varistor 812 está diseñado para derivar la corriente de impulso de sobretensión asociada a tales eventos a tierra para proteger el equipo sensible. La corriente de impulso de sobretensión SPD puede ser del orden de decenas de kA, pero típicamente durará solo una corta duración (en el intervalo de aproximadamente decenas de microsegundos a unos pocos milisegundos).

- 30 Durante el evento de sobretensión y con referencia a las FIGS. 31 y 32, la corriente fluye inicialmente a través del terminal 804, del conductor 865 flexible, de la placa 845 de deionización móvil, del varistor 875A, del GDT 875B, y del electrodo 843 de activación, a lo largo del conjunto 850 de espacio de chispa de activación, y a través del electrodo 878 de la junta de desconexión térmica, del electrodo 813B, del varistor 812, y del electrodo 813A al terminal 806. La tensión aplicada a lo largo del espacio 852 de activación por el evento de sobretensión supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 850 de espacio de chispa de activación. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 850 de espacio de chispa de activación inicia la descarga AT eléctrica del arco (como se ilustra en la FIG. 32) a lo largo del espacio 852 de activación. Es decir, formación AT de arco eléctrico se genera entre los electrodos 843 y 878 de espacio. La iniciación de la descarga AT eléctrica de arco es asistida por el miembro 854 semiconductor en respuesta a la sobretensión desarrollada a lo largo de los electrodos 843, 878 de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el conjunto 150 de espacio semiconductor y el miembro 154 semiconductor.

- 40 Poco después del inicio de la descarga AT eléctrica de arco eléctrico (p. ej., en microsegundos) el flujo de corriente acciona una descarga AM de arco eléctrico (como se ilustra en la FIG. 32) a lo largo del espacio 884 de chispa principal entre los electrodos 845 y 878. De este modo, la corriente de sobretensión completa se deriva del circuito 875 de activación al espacio 884 principal de chispa.

- 45 Cuando cesa la corriente de sobretensión suministrada, la tensión a lo largo de los electrodos 843 y 878 de espacio y entre los electrodos 845 y 878 cae por debajo de la tensión de ignición, finaliza la descarga eléctrica y el circuito 814 de protección contra sobrecorriente —detiene la de conducción. El módulo 800 SPD puede volver a su modo de espera. El módulo 800 SPD permanece en su configuración lista y los mecanismos 816, 818 indicadores no se accionan.

- 50 Cuando ocurre un evento de cortocircuito alto (condición 3) descrita anteriormente), el varistor 812 alimentará el circuito 814 de protección contra sobrecorriente con una corriente de cortocircuito SPD relativamente alta. Con referencia a las FIGS. 32 y 33, durante el evento de cortocircuito alto, la corriente fluye inicialmente a través del terminal 804, del conductor 865 flexible, de la placa 845 de deionización móvil, del varistor 875A, del GDT 875B, y del electrodo 843 de activación, a lo largo del conjunto 850 de espacio de chispa de activación, y a través del electrodo 878 de la junta de desconexión térmica, del electrodo 813B, del varistor 812, y del electrodo 813A al terminal 806. La tensión aplicada a lo largo del espacio 852 de activación por el evento de sobretensión supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 850 de espacio de chispa de activación. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 850 de espacio de chispa de activación inicia la descarga AT eléctrica del arco (FIGS. 32 y 33) a lo largo del espacio 852 de activación. Es decir, la formación AT de arco eléctrico se genera entre los electrodos 843 y 878 de espacio. La iniciación de la descarga AT eléctrica de arco es asistida por el miembro 854 semiconductor en respuesta a la sobretensión desarrollada a lo largo de los electrodos 843, 878 de la misma manera que se ha descrito anteriormente

para el conjunto 150 de espacio semiconductor y el miembro 154 semiconductor.

Poco después del inicio de la descarga AT eléctrica de arco eléctrico (p. ej., en microsegundos) el flujo de corriente acciona una descarga AM de arco eléctrico (FIGS. 32 y 33) a lo largo del espacio 884 de chispa principal entre los electrodos 845 y 878. De este modo, la corriente de sobretensión completa se deriva del circuito 875 de activación al espacio 884 principal de chispa.

Como se ilustra en las FIGS. 32 y 33, después de un período (p. ej., de aproximadamente 0,3 a 1 milisegundo), la descarga AM de arco eléctrico migra al espacio 885 de chispa secundario para formar un arco AM2 eléctrico a lo largo del espacio 885 de chispa secundario entre el electrodo 845 y la placa 873 de deionización superior.

La formación AM2 de arco eléctrico se redirige a la formación de arco entre las placas 873 de deionización. Cada arco de placa de deionización crea una caída de tensión entre el electrodo 845 y el electrodo 878 (y por tanto entre los terminales 804, 806). Estas caídas de tensión se suman aumentando la tensión entre el terminal 804 y el electrodo 878 a valores relativamente altos, hasta que la tensión a lo largo de la cámara 871 de deionización (y entre los terminales 804 y 806) sea mayor que la tensión del sistema de potencia. La caída de tensión desarrollada en la cámara 871 de deionización es opuesta a la tensión de la red y, por lo tanto, la corriente de falla se reduce rápidamente y finalmente se extingue.

Por lo tanto, se apreciará que la descarga AR eléctrica de arco acciona la descarga AM eléctrica de arco, que durante las altas corrientes de falla se expande y propaga a la cámara 871 de deionización. La expansión y propagación son accionadas por fuerzas electromagnéticas y acústicas. Una vez que el arco AM2 entra en la cámara 871 de deionización, se divide en múltiples arcos más pequeños y se enfría.

Según algunas realizaciones, el módulo 800 SPD está provisto además de un mecanismo de desactivación de activación que, en respuesta al desplazamiento del miembro 864B indicador como se describe a continuación (es decir, en la dirección E13, después de la liberación de la tira 864 indicadora por el resorte 863 de retención fundido), deshabilita el circuito 875 de activación. Por ejemplo, el mecanismo de desactivación de activación puede mover el electrodo 843 de espacio lejos del electrodo 878 de desconexión. A modo de ejemplo adicional, el movimiento del miembro 864 indicador u otro movimiento desconectará el electrodo 843 de espacio del MOV 875A de activación. Una vez que el circuito 875 de activación se abre o desactiva así, la activación adicional del espacio 884 de chispa principal se evita.

El circuito 814 de protección contra sobrecorriente se abre de este modo en el espacio 850 de chispa de activación y los espacios 884, 885 de chispa y la corriente de falla a través del circuito 814 de protección contra sobrecorriente y el módulo 800 SDP se corta o interrumpe. La junta 813D de desconexión térmica permanece intacta.

Se apreciará que una corriente de sobretensión será de duración relativamente corta (en algunas realizaciones, menos de 0,5 milisegundos) y una corriente de falla alta será de duración relativamente larga (en algunas realizaciones, al menos 1 milisegundo). Una corriente de sobretensión no soportará el arco AM lo suficientemente como para permitir que el arco se mueva o migre al espacio 885 de chispa secundario y la cámara 870 de deionización. Como resultado, la corriente no se dirige a través de la cámara 870 de deionización durante un evento de sobretensión. Por el contrario, la corriente de falla alta (en un evento de cortocircuito alto) sostendrá el arco AM lo suficientemente como para permitir que el arco AM se mueva o migre al espacio 885 de chispa secundario de manera que la corriente se dirija a través de la cámara 870 de deionización durante un evento de cortocircuito alto.

La corriente de falla alta también acciona el mecanismo 818 indicador de sobrecorriente. Durante la corriente de falla alta, la formación de arco entre las placas 873 de deionización inferiores próximas al resorte 863 de retención provocará que el resorte 863 de retención se funda. La fusión del resorte 863 de retención permite que el resorte 864A tire del miembro 864B indicador en la dirección E13 y de la tira 864 indicadora en una dirección E14, como se ilustra en la FIG. 33. Este desplazamiento de la tira 864 indicadora permite que un pasador 22 de un conmutador 20 de sensor remoto se mueva hacia la carcasa 802 a través del orificio 802B. El cambio de estado del conmutador 20 se transmite a un sistema 24 de monitorización remota para indicar que el módulo 700 SPD ha fallado. El desplazamiento del miembro 864B indicador puede servir también como una alerta o indicador local. Por ejemplo, el miembro 864B indicador puede ser visible a través de una abertura en la carcasa.

Cuando ocurre un evento de cortocircuito bajo (condición 4) descrita anteriormente), el varistor 812 alimentará el circuito 814 de protección contra sobrecorriente con una corriente de cortocircuito SPD relativamente baja. Con referencia a las FIGS. 32 y 34, durante el evento de cortocircuito bajo, la corriente fluye inicialmente a través del terminal 804, del conductor 865 flexible, de la placa 845 de deionización móvil, del varistor 875A, del GDT 875B, y del electrodo 843 de activación, a lo largo del conjunto 850 de espacio de chispa de activación, y a través del electrodo 878 de la junta de desconexión térmica, del electrodo 813B, del varistor 812, y del electrodo 813A al terminal 806. La tensión aplicada a lo largo del espacio 852 de activación por el evento de sobretensión supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 850 de espacio de chispa de activación. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 850 de espacio de chispa de activación inicia la descarga AT eléctrica del arco (FIG. 32) a lo largo del espacio 852 de activación. Es decir, formación AT de arco eléctrico se genera entre los electrodos 843 y 878 de espacio. La iniciación de la descarga AT eléctrica de arco es asistida por el miembro 854 semiconductor en respuesta a la sobretensión desarrollada a lo largo de los electrodos 843, 878 de la misma manera que se ha anteriormente para el conjunto 150

de espacio semiconductor y el miembro 154 semiconductor.

Poco después del inicio de la descarga AT eléctrica de arco eléctrico (p. ej., en microsegundos), el flujo de corriente activa una descarga AM de arco eléctrico (FIG. 32) a lo largo del espacio 884 de chispa principal entre los electrodos 845 y 878. De este modo, la corriente de sobretensión completa se deriva del circuito 875 de activación al espacio 884 principal de chispa.

La corriente de falla de cortocircuito baja que se conduce entonces a través del circuito 814 de protección contra sobrecorriente es insuficiente para interrumpir la corriente de la manera descrita anteriormente para una corriente de falla de cortocircuito alta. En su lugar, el calor generado por el varistor 812 se conduce a la soldadura 811 por medio de la lengüeta 813C, que provoca que la soldadura 811 se funda (p. ej., se ablande). Además, el calor generado en el arco AM eléctrico se conduce también a la soldadura 811 a través del electrodo 878 de desconexión –para contribuir al ablandamiento de la soldadura 811. Como se ilustra en la FIG. 34, la fusión de la soldadura 811 permite que el resorte 862 de portadora de espacio de chispa fuerce la portadora 882 de espacio de chispa, y por lo tanto desconecte el electrodo 878, en la dirección E12 lejos de la lengüeta 813C. El electrodo 878 y la lengüeta 813C están tan espaciados que el circuito eléctrico está abierto entre ellos. De este modo se interrumpe la corriente de falla. La combinación del calentamiento por el varistor 812 y el calentamiento por el espacio 884 de chispa principal puede aumentar la fiabilidad y la tasa de respuesta del mecanismo 860 de desconexión térmica.

Por lo tanto, se puede ver que la soldadura 811 es fundible en respuesta al sobrecalentamiento en el módulo 800 SPD (por el calor generado en el varistor 812 y el espacio 884 de chispa), y el mecanismo 860 de desconexión térmica está configurado para desplazar el electrodo 878 de unión de desconexión térmica lejos del electrodo 813B de varistor y, de este modo, desconectar eléctricamente el varistor 812 del espacio 884 de chispa. El espacio 884 de chispa está definido por los electrodos 878 y 845. El electrodo 878 de unión de desconexión térmica desplazable, por lo tanto, sirve tanto como uno de los electrodos de espacio de chispa como el elemento de desconexión móvil del mecanismo 860 de desconexión térmica.

La corriente de falla de cortocircuito bajo también acciona el mecanismo 818 indicador de sobrecorriente.

Durante la corriente de falla baja, el resorte 863 de retención no se funde. En su lugar, la liberación de la portadora 882 de espacio de chispa en la junta 813D permite que el resorte 862 de portadora de espacio de chispa tire de la portadora 882 de espacio de chispa, del miembro 864B indicador, y de la tira 864 indicadora en las direcciones E13, E14. Este desplazamiento de la tira 864 indicadora permite que el pasador 22 del conmutador 20 de sensor remoto se mueva hacia la carcasa 802 a través del orificio 802B. El cambio de estado del conmutador 20 se transmite a un sistema 24 de monitorización remota para indicar que el módulo 800 SPD ha fallado. El desplazamiento del miembro 864B indicador puede servir también como una alerta o indicador local. Por ejemplo, el miembro 864B indicador puede ser visible a través de una abertura en la carcasa.

La portadora 882 de espacio de chispa y el miembro 864B indicador son móviles independientemente entre sí. Según algunas realizaciones, la fuerza de resorte del resorte 864A es menor que la fuerza de resorte del resorte 863 de retención, que es menor que la fuerza de resorte del resorte 862 de portadora de espacio de chispa. Una vez que el mecanismo 860 de desconexión térmica opera, el resorte 862 de portadora de espacio de chispa debe tirar de la tira 864 mediante flexión del resorte 863 de retención, mientras que el resorte 864A no debe poder doblar el resorte 863 de retención, en caso contrario se ejecutará una indicación falsa. Sin embargo, cuando el módulo 800 SPD responde e interrumpe una corriente de falla alta, el resorte 864A debe poder desplazar la tira 864 y el miembro 864B indicador tras la fusión del resorte 863 de retención.

Con referencia a las FIGS. 35 y 36, un conjunto 930 de fusible SGA según realizaciones adicionales se muestra en las mismas.

En algunas realizaciones, el conjunto 930 de fusible SGA está provisto, instalado y utilizado como componente en un circuito de protección de un circuito 10 de suministro de energía en lugar del conjunto 130 de fusible SGA como se muestra en la FIG. 1, por ejemplo.

El conjunto 930 de fusible SGA está configurado para funcionar de la misma manera que el conjunto 330 de fusible SGA en respuesta a eventos de corriente de sobretensión y corrientes de cortocircuito (falla) altas. El conjunto 930 de fusible SGA incluye un primer contacto eléctrico o terminal 904, un segundo contacto eléctrico o terminal 906, conjunto 932 de carcasa de módulo, un circuito 914 integrado de protección contra sobrecorriente, y un sistema 917 indicador electrónico.

El circuito 914 integrado de protección contra sobrecorriente incluye un conjunto 940 de elementos de fusibles SGA y un mecanismo 960 de desconexión accionado térmicamente. El mecanismo 960 de desconexión térmicamente accionado corresponde al mecanismo 360 de desconexión y se provee para interrumpir una corriente de cortocircuito (falla) baja en el caso de un evento de corriente de cortocircuito (falla) baja.

El conjunto 932 de carcasa de módulo incluye un primer miembro 932B de carcasa interior, un segundo miembro 932C de carcasa interior, y una cubierta 932D que se ajustó sobre los miembros 932B, 932C de carcasa. El miembro 932B de carcasa incluye una pared 932A divisoria integral y una característica o poste 964 fundible integral. Los miembros 932B, 932C de carcasa forman una cámara interna. La pared 932A divisoria divide la cámara 938 en una cámara 938A

de fusibles y una cámara 938B de desconexión.

El conjunto 940 de elementos de fusibles SGA incluye un elemento 942 de fusible y un conjunto 950 de espacio semiconductor. El elemento 942 de fusible puede estar construido igual que el elemento 142 de fusible. El conjunto 950 de espacio semiconductor incluye un espacio 952 semiconductor o de activación, un primer electrodo 943 de espacio, un segundo electrodo 945 de espacio, y un miembro 954 semiconductor correspondientes al espacio 152 de activación, al electrodo 143 de espacio, el electrodo 145 de espacio, y al miembro 154 semiconductor, respectivamente. El primer electrodo 943 de espacio es un extremo del elemento 942 de fusible. El segundo electrodo 945 de espacio es un contacto móvil que forma parte del mecanismo 960 de desconexión.

El mecanismo 960 de desconexión térmica incluye el contacto 945 móvil y un elemento 964 de retención fundible. Según algunas realizaciones (p. ej., como se ilustra), el contacto 945 móvil es una pata de resorte. Según algunas realizaciones, el elemento 964 retenedor fundible es un poste u otra característica que forma parte de o está unida al conjunto 932 de carcasa. En el mecanismo 960 de desconexión ilustrado, el contacto 945 móvil es una tira de resorte de metal elástica y el elemento 964 de retención fundible es un poste que forma parte del miembro 932B de carcasa interior. El poste 964 sujeta la pata 945 de resorte en un estado desviado elásticamente, como se muestra en la FIG. 36 de tal manera que el resorte 945 aplica una carga en una dirección E16 de desconexión lejos del espacio 952 de activación. El poste 964 fundible mantiene el resorte 945 en posición con respecto al electrodo 943 de espacio contra la carga de desviación de la pata 945 de resorte.

El espacio 952 de activación está definido por y entre los electrodos 943 y 945 de espacio opuestos. El miembro 954 semiconductor está colocado en el espacio 952 e interpuesto entre los electrodos 943 y 945 de espacio. El miembro 954 semiconductor está conectado en serie eléctrica entre el elemento 942 de fusible y el contacto 945 móvil. En algunas realizaciones y como se ilustra, las caras de extremo opuestas del miembro 954 semiconductor están, cada una, en contacto eléctrico con uno respectivo de los electrodos 943, 945 de espacio.

El sistema 917 indicador incluye un primer alambre 917A, un segundo alambre 917B, un conjunto 917C de placa de circuito impreso (que incluye un diodo 917D emisor de luz (LED, por sus siglas en inglés)), y una lente 917E. El alambre 917A conecta eléctricamente la PCB 917C al terminal 904 y el alambre 917B conecta eléctricamente la PCB 917C al terminal 906. Cuando se ilumina, el LED 917D es visible en el exterior del conjunto 932 de carcasa a través de la lente 917E para alertar a un observador de que el conjunto 930 de fusibles SGA ha fallado. Se apreciará que los alambres 917A, 917B y la PCB 917C forman un circuito 917F eléctrico indicador paralelo al circuito 914 de protección contra sobrecorriente (formado por el conjunto 940 de elementos de fusibles SGA y el mecanismo 960 de desconexión térmicamente accionado) entre los terminales 704, 706.

El conjunto 930 de fusibles SGA está configurado para responder a eventos de corriente de sobretensión, eventos de cortocircuito alto y eventos de cortocircuito bajo de la misma manera que se describe para el conjunto 330 de fusibles SGA, excepto como sigue. La pata 945 de resorte desviada sirve como el segundo electrodo de espacio en lugar del contacto 345 móvil. El mecanismo 960 de desconexión térmica opera en lugar del mecanismo 360 de desconexión térmica. El sistema 917 indicador se acciona en respuesta a la falla del conjunto 930 de fusibles SGA (como se describe a continuación).

Con respecto al funcionamiento del mecanismo 960 de desconexión térmica, como se ha descrito anteriormente con respecto al conjunto 330 de fusibles SGA, la corriente de falla de cortocircuito baja conducida a través del conjunto 940 de elementos de fusibles SGA es insuficiente para interrumpir la corriente de la manera descrita anteriormente para una corriente de falla de cortocircuito alta. En su lugar, el calor generado por la formación de arco a lo largo del conjunto 950 de espacio semiconductor se conduce al poste 964 fundible, que provoca que el poste 964 fundible –se funda (p. ej., se ablande). La fusión del poste 964 fundible permite que la pata 945 de resorte desviada (electrodo de espacio móvil) tire lejos del electrodo 943 de espacio en la dirección E16, desconectando así el terminal 906 del elemento 942 de fusible. De este modo se interrumpe la corriente de falla.

El sistema 917 indicador funciona como un sistema indicador de desconexión térmica y como un sistema indicador de sobrecorriente. La PCB 917C tiene un nivel de corriente umbral por debajo del cual el LED 917D se ilumina y por encima de la cual el LED 917D no se ilumina. Durante el funcionamiento normal, eventos de corriente de falla alta y eventos de corriente de falla baja cuando el conjunto 940 de elementos de fusibles SGA está intacto y el mecanismo 960 de desconexión térmica no está accionado (es decir, la pata 945 de resorte está en contacto con el miembro 954 semiconductor), la corriente entre los terminales 904, 906 se divide entre el circuito 914 de protección contra sobrecorriente y el circuito 917F indicador de manera que la corriente a través de la PCB 917C permanece por debajo del nivel de corriente umbral.

Sin embargo, cuando el conjunto 930 de fusibles SGA experimenta una corriente de falla alta que desintegra el elemento 942 de fusible y por lo tanto abre el circuito 914 de protección contra sobrecorriente para interrumpir la corriente de falla a través del circuito 914 de protección contra sobrecorriente, toda la corriente es entonces dirigida a través del circuito 917F indicador. La corriente aplicada supera el nivel de corriente umbral e ilumina el LED para señalar que el conjunto 930 de fusibles SGA ha fallado.

De manera similar, cuando el conjunto 930 de fusibles SGA experimenta una corriente de falla baja que abre el

mecanismo 960 de desconexión térmica y por lo tanto abre el circuito 914 de protección contra sobrecorriente para interrumpir la corriente de falla a través del circuito 914 de protección contra sobrecorriente, toda la corriente es entonces dirigida a través del circuito 917F indicador. La corriente aplicada supera el nivel de corriente umbral e ilumina el LED para señalar que el conjunto 930 de fusibles SGA ha fallado.

- 5 Con referencia a FIGS. 37 y 38, un módulo 1000 SPD con fusibles según realizaciones adicionales se muestra en las mismas. El módulo 1000 SPD con fusibles incluye una carcasa 1002 de módulo, un primer contacto eléctrico o terminal 1004, un segundo contacto eléctrico o terminal 1006, un circuito 1010 de protección contra sobretensiones (OPC), un circuito 1014 integrado de protección contra sobrecorriente, un mecanismo 1016 indicador de desconexión térmica, y un mecanismo 1018 indicador de sobrecorriente correspondientes a, construidos y que funcionan de la misma manera que la carcasa 702 de módulo, el primer 704 terminal, el segundo 706 terminal, el OPC 710, el circuito 714 integrado de protección contra sobrecorriente, el mecanismo 716 indicador de desconexión térmica, y el mecanismo 718 indicador de sobrecorriente, excepto como se describe a continuación.

- 10 En algunas realizaciones, el módulo 1000 SPD está provisto, instalado y utilizado como componente en un circuito de protección de un circuito 10 de suministro de energía en lugar del módulo 100 SPD como se muestra en la FIG. 1, por ejemplo.

El módulo 1000 SPD con fusibles está montado de manera desmontable y reemplazable en una base 30. El módulo 1000 SPD con fusibles está conectada eléctrica y mecánicamente a terminales 32, 34 eléctricos de la base por los terminales 704, 706 cuando se monta en la base 30. La base 30 puede ser, por ejemplo, una base montable en un carril DIN.

- 20 El módulo 1000 SPD con fusibles incluye un MOV 1012 (opcionalmente y como se ilustra en la FIG. 38, encapsulado en una capa epoxi), un conjunto 1050 de espacio de chispa de activación, un elemento 1042 de fusible, un conjunto 1070 de placas de deionización, una portadora 1082 de espacio de chispa, y un resorte 1062 de portadora de espacio de chispa correspondientes a, construidos y que funcionan de la misma manera que el MOV 712, el conjunto 750 de espacio de chispa de activación, el elemento 742 de fusible, el conjunto 770 de placas de deionización, la portadora 782 de espacio de chispa, y el resorte 762 de portadora de espacio de chispa. En algunas realizaciones, se provee un condensador en paralelo eléctrico con el MOV (p. ej., por debajo de la resina epóxica).

En el circuito 1014 de protección contra sobrecorriente, el elemento 1042 de fusible se encamina a lo largo del lado del conjunto 1070 de placas de deionización opuesto al MOV 1012 y al conjunto 1050 de espacio de chispa de activación.

- 30 El circuito 1014 de protección contra sobrecorriente incluye un circuito de activación correspondiente al circuito 775 de activación. En algunas realizaciones, el circuito de activación del módulo 1000 incluye solamente un GDT de activación (correspondiente al GDT 775B) y no incluye un varistor correspondiente al varistor 775A.

- El mecanismo 1018 indicador de sobrecorriente incluye un miembro 1064B indicador, un resorte 1064A, una tira 1064 indicadora, y un elemento o alambre 1067 eléctricamente resistivo. El resorte 1064A empuja el miembro 1064B indicador en una dirección E17.

- 35 Un primer extremo del alambre 1067 resistivo está asegurado a la portadora 1082 de espacio de chispa y el extremo opuesto del alambre 1067 resistivo está asegurado al miembro 1064B indicador. Una sección 1067A del alambre 1067 resistivo se extiende a lo largo (en contacto con o estrechamente adyacente) de la cámara 1070 de deionización. El alambre 1067 resistivo es desintegrable o fundible en respuesta a una corriente suficiente que fluye a través del mismo. El alambre 1067 resistivo está asentado de forma deslizante en una o más ranuras de guía en la carcasa del módulo (no se muestra).

La tira 1064 está asentada de manera deslizante en una o más ranuras de guía en la carcasa de módulo (no se muestra). Un extremo 1064E de la tira 1064 es libre. El extremo opuesto de la tira 1064 está acoplado al miembro 1064B indicador. La tira 1064 indicadora puede estar formada por un material flexible, no conductor eléctricamente.

- 45 El miembro 1064B indicador es móvil independientemente de la portadora 1082 de espacio de chispa de manera tal que el miembro 1064B indicador puede tirar de la tira 1064 indicadora mientras que la portadora 1082 de espacio de chispa permanece estacionaria.

- La portadora 1082 de espacio de chispa está acoplada al miembro 1064B indicador de manera tal que la portadora 1082 de espacio de chispa tirará del miembro 1064B indicador y de la tira 1064 indicadora cuando la portadora 1082 de espacio de chispa se desplace por el resorte 1062.

- 50 El módulo 1000 SPD con fusibles responderá a un evento de cortocircuito alto (condición 3) descrita anteriormente) como se describe anteriormente para el módulo 700 SPD con fusibles, excepto en el funcionamiento del mecanismo 1018 indicador de sobrecorriente. En lugar de fundir el resorte 763 de retención, el alambre 1067 resistivo se desintegra o funde. Más particularmente, una porción de la corriente de falla alta se desvía a través del alambre 1067 resistivo de las placas de deionización de la cámara 1070 de deionización y provoca que el alambre 1067 resistivo se rompa por desintegración o fusión.

La rotura del alambre 1067 resistivo permite que el resorte 1064A tire del miembro 1064B indicador y de la tira 1064 indicadora en una dirección E17 (FIG. 38). Este desplazamiento de la tira 1064 indicadora permite que un pasador 22 de un conmutador 20 de sensor remoto se mueva hacia la carcasa 1002 a través del orificio (no se muestra). El cambio de estado del conmutador 20 se transmite a un sistema 24 de monitorización remota para indicar que el módulo 1000 SPD ha fallado. El desplazamiento del miembro 1064B indicador puede servir también como una alerta o indicador local. Por ejemplo, el miembro 1064B indicador puede ser visible a través de una abertura en la carcasa.

El módulo 1000 SPD con fusibles responderá a un evento de cortocircuito bajo (condición 4) descrita anteriormente) como se ha descrito más arriba para el módulo 700 SPD con fusibles, excepto en el funcionamiento del mecanismo 1018 indicador de sobrecorriente.

La corriente de falla de cortocircuito baja también acciona el mecanismo 1018 indicador de sobrecorriente. Durante la corriente de falla baja, el alambre 1067 resistivo no se desintegra o rompe. En su lugar, la liberación de la portadora 1082 de espacio de chispa en la unión 1013D de desconexión térmica soldada (correspondiente a la junta 713D) permite que el resorte 1062 de portadora de espacio de chispa tire de la portadora 1082 de espacio de chispa y de la tira 1064 indicadora en la dirección E17. También se tira del alambre 1067 resistivo intacto. Este desplazamiento de la tira 1064 indicadora permite que el pasador 22 del conmutador 20 de sensor remoto se mueva hacia la carcasa 1002 a través del orificio 1002B. El cambio de estado del conmutador 20 se transmite a un sistema 24 de monitorización remota para indicar que el módulo 1000 SPD ha fallado. El desplazamiento de la portadora 1082 de espacio de chispa puede servir también como una alerta o indicador local. Por ejemplo, la portadora 1082 de espacio de chispa puede ser visible a través de una abertura en la carcasa.

Con referencia a las FIGS. 39-43, un módulo 1100 SPD con fusibles según realizaciones adicionales se muestra en las mismas.

El módulo 1100 SPD incluye un conjunto 1132 de carcasa de módulo, un primer contacto eléctrico o terminal 1104, un segundo contacto eléctrico o terminal 1106, un circuito 1110 de protección contra sobretensiones (OPC), un circuito 1114 integrado de protección contra sobrecorriente, un mecanismo 1116 a prueba de fallas de varistor (MOV), y un sistema 1117 electrónico indicador de sobrecorriente. El circuito 1114 de protección contra sobrecorriente y el OPC 1110 están dispuestos en el conjunto 1132 de carcasa, y están conectados eléctricamente entre los terminales 1104 y 1106 para formar un circuito 1101 eléctrico SPD.

En algunas realizaciones, el módulo 1100 SPD está provisto, instalado y utilizado como componente en un circuito de protección de un circuito 10 de suministro de energía en lugar del módulo 100 SPD como se muestra en la FIG. 1, por ejemplo.

El conjunto 1132 de carcasa de módulo incluye un miembro 1132B de estructura de carcasa interior, un par de cubiertas 1132C laterales, un espaciador 1132D de caucho, y una cubierta 1132E exterior que se ajustó sobre los componentes 1132B, 1132C, 1132D. El miembro 1132B de estructura de carcasa interior incluye una pared 1132A divisoria integral y una característica o poste 1164 fundible integral. Los miembros 1132B, 1132C de carcasa forman una cámara 1138 interna. La pared 1132A divisoria divide la cámara 1138 en una cámara 1138A de fusibles y una cámara 1138B de desconexión.

El circuito 1114 integrado de protección contra sobrecorriente incluye un conjunto 1140 de elementos de fusibles SGA y un mecanismo 1160 de desconexión accionado térmicamente. El mecanismo 1160 de desconexión térmicamente accionado corresponde al mecanismo 360 de desconexión y se provee para interrumpir una corriente de cortocircuito (falla) baja en el caso de un evento de corriente de cortocircuito (falla) baja.

El conjunto 1140 de elementos de fusibles SGA incluye un elemento 1142 de fusible, un electrodo 1141 de elemento de fusible, y un conjunto 1150 de espacio semiconductor.

El elemento 1142 de fusible puede estar construido igual que el elemento 142 de fusible.

El electrodo 1141 de elemento de fusible conecta eléctricamente un extremo 1142A del elemento 1142 de fusible al miembro 1113A de carcasa eléctricamente conductor descrito a continuación.

El conjunto 1150 de espacio semiconductor incluye un espacio 1152 semiconductor o de activación, un primer electrodo 1143 de espacio, un segundo electrodo 1145 de espacio, y un miembro 1154 semiconductor correspondientes al espacio 152 de activación, al electrodo 143 de espacio, al electrodo 145 de espacio, y al miembro 154 semiconductor, respectivamente. El primer electrodo 1143 de espacio es el extremo del elemento 1142 de fusible opuesto al extremo 1142A. El segundo electrodo 1145 de espacio es un contacto móvil que forma parte del mecanismo 1160 de desconexión.

El mecanismo 1160 de desconexión térmica incluye el contacto 1145 móvil y un elemento 1164 de retención fundible. Según algunas realizaciones (p. ej., como se ilustra), el contacto 1145 móvil es una pata de resorte. Según algunas realizaciones, el elemento 1164 retenedor fundible es un poste u otra característica que forma parte de o está unida al conjunto 1132 de carcasa. En el mecanismo 1160 de desconexión ilustrado, el contacto 1145 móvil es una tira de resorte de metal elástica y el elemento 1164 de retención fundible es un poste que forma parte de la estructura 1132B

de carcasa interior. El poste 1164 sujeta la pata 1145 de resorte en un estado desviado elásticamente, como se muestra en la FIG. 42, de tal manera que el resorte 1145 aplica una carga en una dirección E19 de desconexión lejos del espacio 1152 de activación. El poste 1164 fundible mantiene el resorte 1145 en posición con respecto al electrodo 1143 de espacio contra la carga de desviación de la pata 1145 de resorte.

5 El espacio 1152 de activación está definido por y entre los electrodos 1143 y 1145 de espacio opuestos. El miembro 1154 semiconductor está colocado en el espacio 1152 e interpuesto entre los electrodos 1143 y 1145 de espacio. El miembro 1154 semiconductor está conectado en serie eléctrica entre el elemento 1142 de fusible y el contacto 1145 móvil. En algunas realizaciones y como se ilustra, las caras de extremo opuestas del miembro 1154 semiconductor están, cada una, en contacto eléctrico con uno respectivo de los electrodos 1143, 1145 de espacio.

10 El OPC 1110 incluye un varistor 1112, un primer electrodo 1113A de varistor eléctricamente conductor, un segundo electrodo 1113B de varistor eléctricamente conductor, y un mecanismo 1116 a prueba de fallas.

En algunas realizaciones, el varistor 1112 es un MOV. El varistor 1112 tiene un primer lado 1112A y un segundo lado 1112B opuesto. Un orificio 1112C pasante se define en el varistor 1112 y conecta los lados 1112A, 1112B. El primer electrodo 1113A de varistor conecta eléctricamente el primer lado 1112A al terminal 1106. El segundo electrodo 1113B de varistor contacta el segundo lado 1112B y conecta eléctricamente el segundo lado 1112B al elemento 1142 de fusible a través del electrodo 1141.

15 El mecanismo 1116 a prueba de fallas incluye un miembro 1116A fundible dispuesto en un orificio 1116B definido en el electrodo 1113B de varistor.

20 El sistema 1117 indicador incluye un alambre 1117A, un tornillo 1117B, un conjunto 1117C de placa de circuito impreso (que incluye un LED 1117D), y una lente 1117E. El alambre 1117A conecta eléctricamente la PCB 1117C al terminal 1104 y el tornillo 1117B conecta eléctricamente la PCB 1117C al terminal 1106 (a través del electrodo 1113A, del electrodo 1141, del elemento 1142 de fusible, y del electrodo 1145). Cuando se ilumina, el LED 1117D es visible desde el exterior del conjunto 1132 de carcasa a través de la lente 1117E para alertar a un observador de que el circuito 1114 de protección contra sobrecorriente ha fallado. Se apreciará que los componentes 1117A, 1117B, 1117C forman un circuito 1117F eléctrico indicador entre los terminales 1104, 1106.

25 El conjunto 1100 SPD con fusibles está configurado para responder a eventos de corriente de sobretensión, eventos de cortocircuito alto y eventos de cortocircuito bajo de la misma manera que se describe para el conjunto 930 de fusibles SGA, excepto como se describe a continuación.

30 Durante el funcionamiento normal, el varistor 1112 prácticamente actúa como aislante. La tensión aplicada a lo largo del conjunto 1150 de espacio de chispa de activación es insuficiente para iniciar una chispa a lo largo del espacio 1152 de chispa de activación. El módulo 1100 SPD con fusibles permanece en la configuración que se muestra en la FIG. 42 y no se conduce corriente a través del elemento 1142 de fusible.

35 Cuando un evento de sobretensión o sobretensión de corriente (p. ej., una sobretensión transitoria de potencia) aplica una corriente de impulso de sobretensión al circuito 1101 SPD con fusibles, el varistor 1112 irá temporalmente a un estado de baja impedancia (p. ej., convirtiéndose efectivamente en un cortocircuito) y el circuito 1114 integrado de protección contra sobrecorriente se alimenta con una corriente de impulso de sobretensión SPD.

40 Durante el evento de sobretensión, la corriente fluye a través del terminal 1106, a través de la pata 1145 de resorte, a lo largo del conjunto 1150 de espacio de chispa de activación, a través del elemento 1142 de fusible, a través del electrodo 1113A, a través del varistor 1112, y a través del electrodo 1113B al terminal 1104. La tensión aplicada a lo largo del espacio 1152 de activación por el evento de sobretensión supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 1150 de espacio de chispa de activación. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 1150 de espacio de chispa de activación inicia la descarga de arco eléctrico (correspondiente a la descarga AT de arco eléctrico del conjunto 1150 de espacio de chispa de activación) a lo largo del espacio 1152 de activación entre los electrodos 1143 y 1145 de espacio. El inicio de la descarga eléctrica por arco es asistido por el miembro 1154 semiconductor en respuesta a la sobretensión desarrollada a lo largo de los electrodos 1143, 1145 de la misma manera que se ha descrito anteriormente para el conjunto 150 de espacio semiconductor y el miembro 154 semiconductor. Como se ha descrito con respecto al conjunto 140 de elementos de fusibles SGA, el conjunto 1100 SPD con fusibles es capaz de conducir esta corriente de impulso de sobretensión SPD sin desintegrar o degradar significativamente el conjunto 1140 de elementos de fusibles SGA (es decir, sin desintegrar o degradar significativamente el elemento 1142 de fusible o el miembro 1154 semiconductor).

50 Cuando ocurre un evento de cortocircuito alto (condición 3) descrita anteriormente), el OPC 1110 alimentará el conjunto 1140 de elementos de fusibles con una corriente de cortocircuito SPD relativamente alta. La tensión aplicada a lo largo del espacio 1152 por el evento de cortocircuito alto supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 1150 de espacio semiconductor e inicia la descarga eléctrica de arco a lo largo del espacio 1152 entre los electrodos 1143 y 1145 de espacio como se ha descrito anteriormente con respecto al miembro 154 semiconductor. La corriente de falla alta desintegra porciones del elemento 1142 de fusible, y crea una o más caídas de tensión entre los terminales. Estas caídas de tensión se suman y reducen cada vez más la tensión a lo largo del conjunto 1150 de espacio semiconductor hasta que la tensión a lo largo del conjunto 1150 de espacio semiconductor sea menor que la

tensión de ignición necesaria para mantener la formación de arco entre los electrodos 1143, 1145 de espacio y menor que la necesaria para activar la descarga entre los electrodos 1143, 1145 de espacio o conducir corriente a través o a lo largo de la superficie del miembro 1154 semiconductor. El módulo 1100 SPD con fusibles se abre de ese modo en el conjunto 1150 de espacio semiconductor y la corriente de falla a través del módulo 1100 SDP con fusibles se corta o interrumpe.

Cuando ocurre un evento de cortocircuito bajo (condición 4) descrita anteriormente), el OPC 1110 alimentará el circuito 1114 de protección contra sobrecorriente con una corriente de cortocircuito SPD relativamente baja. Durante el evento de cortocircuito bajo, la tensión aplicada a lo largo del conjunto 1150 de espacio semiconductor por el cortocircuito bajo supera la tensión de descarga umbral prescrita del conjunto 350 de espacio semiconductor. En respuesta, la tensión a lo largo del conjunto 1150 de espacio semiconductor inicia la descarga eléctrica de arco a lo largo del espacio 1152 de activación. Durante el evento de cortocircuito bajo, el miembro 1154 semiconductor funciona como una activación de espacio de chispa que ayuda a iniciar la descarga eléctrica entre los electrodos 1143, 1145 de espacio de la misma manera que se ha descrito más arriba para el miembro 154 semiconductor.

El mecanismo 1160 de desconexión térmica funciona de la misma manera que el mecanismo 960 de desconexión térmica. Como se ha descrito más arriba con respecto al conjunto 930 de fusibles SGA, la corriente de falla de cortocircuito baja conducida a través del conjunto 1140 de elementos de fusibles SGA es insuficiente para interrumpir la corriente de la manera descrita anteriormente para una corriente de falla de cortocircuito alta. En su lugar, el calor generado por la formación de arco a lo largo del conjunto 1150 de espacio semiconductor se conduce al poste 1164 fundible, que provoca que el poste 1164 fundible –se funda (p. ej., se ablande). La fusión del poste 1164 fundible permite que la pata 1145 de resorte desviada (electrodo de espacio móvil) tire del electrodo 1143 de espacio en la dirección E19, desconectando así el terminal 1106 del elemento 1142 de fusible. De este modo se interrumpe la corriente de falla.

El sistema 1117 indicador funciona tanto como un sistema indicador de desconexión térmica como un sistema indicador de sobrecorriente y de una manera diferente de la descrita anteriormente para el sistema 917 indicador. La PCB 1117C tiene un nivel de corriente umbral por debajo del cual el LED 1117D no está iluminado y por encima del cual el LED 1117D se ilumina. Durante el funcionamiento normal, se producen eventos de corriente de falla alta y eventos de corriente de falla baja cuando el conjunto 1140 de elementos de fusibles SGA está intacto y el mecanismo 1060 de desconexión térmica no está activado, la corriente entre los terminales 1104, 1106 permanece por encima del nivel de corriente umbral y el LED 1117D se ilumina para indicar que el circuito 1114 de protección contra sobrecorriente –está funcionando correctamente.

Sin embargo, cuando el módulo 1100 SDP con fusibles experimenta una corriente de falla alta que abre el circuito 1114 de protección contra sobrecorriente, no se suministra corriente al circuito 1117F indicador. Como resultado, el LED 1117D ya no está iluminado, lo cual señala que el conjunto 1130 de fusibles SGA ha fallado.

De manera similar, cuando el módulo 1100 SDP con fusibles experimenta una corriente de falla baja que abre el mecanismo 1160 de desconexión térmica, no se suministra corriente al circuito 1117F indicador. Como resultado, el LED 1117D ya no está iluminado, lo cual señala que el conjunto 1130 de fusibles SGA ha fallado.

El mecanismo 1116 a prueba de fallas se activa cuando el varistor 1112 falla y se sobrecalienta. Cuando se calienta hasta una temperatura umbral por el calor generado en el varistor 1112, el miembro 1116A fundible se fundirá y fluirá fuera del orificio 1116B y hacia y a través del orificio 1112C para puentear y conectar eléctricamente los electrodos 1113A, 1113B. El miembro 1116A fundible de este modo redirige la corriente aplicada al OPC 1110 para derivar el varistor 1112 de modo que la corriente hace que el calentamiento del varistor 1112 cese. El mecanismo 1116 a prueba de fallas puede servir de este modo para prevenir o inhibir la fuga térmica y la falla catastrófica del varistor 1112. El accionamiento del mecanismo 1116 a prueba de fallas puede crear un evento de cortocircuito alto (condición 3) que desintegra el elemento 1142 de fusible como se ha descrito anteriormente.

Con referencia a las FIGS. 44-47, un módulo 1200 SPD con fusibles según realizaciones adicionales se muestra en las mismas. El módulo 1200 SPD con fusibles incluye un módulo 1230 de conjunto de fusibles SGA y el módulo 50 OPC, que están unidos eléctrica y mecánicamente para formar el módulo 1200 SPD con fusibles integrado. El módulo 1230 de conjunto de fusibles SGA y el módulo 50 OPC forman conjuntamente un circuito 1201 eléctrico SPD.

El módulo 50 OPC se ha descrito anteriormente y mostrado en la FIG. 6 con más detalle.

El módulo 1230 de conjunto de fusibles SGA incluye un conjunto 1232 de carcasa de módulo, un primer contacto eléctrico o terminal 1204, un segundo contacto eléctrico o terminal 1206, un circuito 1214 integrado de protección contra sobrecorriente, y un sistema 1217 indicador de sobrecorriente.

El conjunto 1232 de carcasa de módulo incluye un miembro 1232B de carcasa principal en forma de copa y una cubierta 1232C, sujetos entre sí por pernos 1232D. El miembro 1232B de carcasa principal incluye una pared 1232A divisoria integral y una característica o poste 1264 fundible integral. Los miembros 1232B, 1232C de carcasa forman una cámara 1238 interna. La pared 1232A divisoria divide la cámara 1238 en una cámara 1238A de fusibles y una cámara 1238B de desconexión.

El terminal 1206 se proyecta a través de un orificio 1232E en la cubierta 1232C. En uso, una línea 10 de energía puede conectarse al terminal 1206 con una orejeta 12 y tuerca 14, por ejemplo.

El terminal 1204 es un miembro roscado (p. ej., un perno, un pasador roscado o un poste roscado) que se proyecta a través de un orificio 1232F en la pared inferior del miembro 1232B de carcasa principal.

5 El circuito 1214 integrado de protección contra sobrecorriente incluye un conjunto 1240 de elementos de fusibles SGA y un mecanismo 1260 de desconexión accionado térmicamente. El mecanismo 1260 de desconexión térmicamente accionado corresponde al mecanismo 1160 de desconexión y se provee para interrumpir una corriente de cortocircuito (falla) baja en el caso de un evento de corriente de cortocircuito (falla) baja.

10 El conjunto 1240 de elementos de fusibles SGA incluye un elemento 1242 de fusible, un electrodo 1241 de elemento de fusible, y un conjunto 1250 de espacio semiconductor.

El electrodo 1241 de elemento de fusible conecta eléctricamente un extremo 1242A del elemento 1242 de fusible al eje 56C de electrodo de pistón del módulo 50 OPC como se describe a continuación.

15 El conjunto 1250 de espacio semiconductor incluye un espacio 1152 semiconductor o de activación, un primer electrodo 1243 de espacio, un segundo electrodo 1245 de espacio, y un miembro 1254 semiconductor correspondientes al espacio 1152 de activación, al electrodo 1143 de espacio, al electrodo 1145 de espacio, y al miembro 1154 semiconductor, respectivamente. El primer electrodo 1243 de espacio es el extremo del elemento 1242 de fusible opuesto al extremo 1242A. El segundo electrodo 1245 de espacio es un contacto móvil que forma parte del mecanismo 1260 de desconexión.

20 El mecanismo 1260 de desconexión térmica incluye el contacto 1245 móvil y un elemento 1264 de retención fundible. Según algunas realizaciones (p. ej., como se ilustra), el contacto 1245 móvil es una pata de resorte. Según algunas realizaciones, el elemento 1264 retenedor fundible es un poste u otra característica que forma parte de o está unida al conjunto 1232 de carcasa. En el mecanismo 1260 de desconexión ilustrado, el contacto 1245 móvil es una tira de resorte de metal elástica y el elemento 1264 de retención fundible es un poste que forma parte del miembro 1232B de carcasa principal. El poste 1264 sujeta la pata 1245 de resorte en un estado desviado elásticamente, como se muestra en la FIG. 47 de tal manera que el resorte 1245 aplica una carga en una dirección E20 de desconexión lejos del espacio 1252 de activación. El poste 1264 fundible mantiene el resorte 1245 en posición con respecto al electrodo 1243 de espacio contra la carga de desviación de la pata 1245 de resorte. El extremo fijo de la pata 1245 de resorte está conectado eléctricamente al terminal 1206 con un tornillo 1206A.

30 El espacio 1252 de activación está definido por y entre los electrodos 1243 y 1245 de espacio opuestos. El miembro 1254 semiconductor está colocado en el espacio 1252 e interpuesto entre los electrodos 1243 y 1245 de espacio. El miembro 1254 semiconductor está conectado en serie eléctrica entre el elemento 1242 de fusible y el contacto 1245 móvil. En algunas realizaciones y como se ilustra, las caras de extremo opuestas del miembro 1254 semiconductor están, cada una, en contacto eléctrico con uno respectivo de los electrodos 1243, 1245 de espacio.

35 El módulo 1230 de conjunto de fusibles SGA se asegura mecánicamente de forma directa al extremo del módulo 50 OPC mediante el terminal 1204 roscado. El terminal 1204 se extiende a través del orificio 1232F y se enrosca en el diámetro 56A interior para fijar el módulo 1230 de conjunto de fusible SGA al eje 56C del electrodo 56 de pistón. El electrodo 1241 de fusible se conecta eléctricamente de este modo al electrodo 56 de pistón. En algunas realizaciones, el conjunto 1232 de carcasa está montado en contacto directo con el módulo 50 OPC para formar una estructura unitaria. En algunas realizaciones y como se ilustra, el conjunto 1232 de carcasa está montado en contacto directo con el electrodo 56 de pistón. En algunas realizaciones y como se ilustra, el electrodo 56 de pistón y el conjunto 1232 de carcasa tienen superficies complementarias de acoplamiento, p. ej., como se ilustra. La línea 10 de energía está asegurada al terminal 1206 con la orejeta 12 y la tuerca 14. La otra línea (no se muestra en las FIGS. 44-47) está conectada al poste 54A de terminal. En otras realizaciones, las conexiones pueden invertirse de modo que el módulo 1230 de conjunto de fusible SGA se monta en cambio en el poste 54A de terminal y está directamente soportado por el electrodo 54 de carcasa.

El sistema 1217 indicador incluye un tornillo 1217A, un tornillo 1217B, un conjunto 1217C de placa de circuito impreso (que incluye un LED 1217D), y una abertura 1232G en la cubierta 1232C. El tornillo 1217A conecta eléctricamente la PCB 1217C al terminal 1104 y el tornillo 1217B conecta eléctricamente la PCB 1217C al terminal 1206.

50 El módulo 1200 SPD con fusibles funcionará como se ha descrito más arriba para el módulo 1100 SPD con fusibles. El circuito 1214 integrado de protección contra sobrecorriente responderá a eventos de corriente de sobretensión, eventos de cortocircuito alto y eventos de cortocircuito bajo de la misma manera que se describe para el circuito 1114 de protección contra sobrecorriente.

55 El módulo 50 OPC responderá a eventos de corriente de sobretensión, eventos de cortocircuito alto y eventos de cortocircuito bajo de la misma manera que se describe para el OPC 1110. El mecanismo 62 a prueba de fallas cumplirá la función del mecanismo 1116 a prueba de fallas.

El sistema 1217 indicador funcionará de la misma manera que se ha descrito para el sistema 1117 indicador para

servir tanto como sistema indicador de desconexión térmica como sistema indicador de sobrecorriente.

Se apreciará que la construcción del módulo 1230 de conjunto de fusible SGA puede habilitar el módulo 1230 de conjunto de fusible SGA para ser montado modular y mecánicamente sobre y conectado eléctricamente a un módulo 50 OPC que no siempre está destinado a ser utilizado con un circuito de fusible integral. Por ejemplo, el módulo 50 OPC puede ser un TRICKSORB™ SPD comercializado por Raycap, S.A. de Grecia.

La terminología usada en la presente memoria tiene el propósito de describir aspectos particulares solamente y no pretende ser limitante de la descripción. Como se usa en la presente memoria, las formas singulares "un", "una" y "el", "la" también pretenden incluir las formas plurales, 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 memoria descriptiva, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos diferentes de los mismos. Como se usa en la presente memoria, el término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados. Los números de referencia iguales significan elementos iguales a lo largo de toda la descripción de las figuras.

Se entenderá que, aunque los términos "primero", "segundo", etc., pueden usarse en la presente memoria para describir diversos elementos, estos elementos no deben estar limitados por estos términos. Estos términos se usan únicamente para distinguir un elemento de otro. Por lo tanto, un primer elemento puede denominarse segundo elemento sin apartarse de las enseñanzas del objeto de la invención.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) usados en la presente memoria tienen el mismo significado que el que entiende comúnmente una persona con experiencia ordinaria en la técnica a la que pertenece este concepto inventivo. Se entenderá además que términos como, por ejemplo, los definidos en diccionarios de uso común, deben interpretarse como unos que tienen un significado que es coherente con su significado en el contexto de la técnica relevante y de esta memoria descriptiva y no se interpretarán en un sentido idealizado o demasiado formal a menos que se defina expresamente así en la presente memoria.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de protección eléctrica que comprende:
 - un conjunto (130) de fusible semiconductor asistido por espacio (SGA) que forma un circuito de protección contra sobrecorriente y que incluye:
- 5 un elemento (142) de fusible; y
 - un conjunto (150) de espacio semiconductor conectado eléctricamente en serie con el elemento de fusible, en donde el conjunto de espacio semiconductor incluye:
 - un primer electrodo (143) de espacio y un segundo electrodo (145) de espacio opuesto;
 - un espacio (152) de activación definido entre el primer y el segundo electrodos de espacio; y
- 10 un miembro (154) semiconductor dispuesto en el espacio de activación;
 - en donde el miembro semiconductor está configurado para ayudar en el inicio de una descarga (AF) eléctrica de arco a lo largo del espacio de activación entre el primer y segundo electrodos de espacio en respuesta a una sobretensión desarrollada a lo largo del primer y segundo electrodos de espacio.
2. El conjunto de protección eléctrica de la reivindicación 1, en donde el miembro (154) semiconductor está formado por:
- 15 una composición que incluye una mezcla de un material polimérico, como una matriz no conductora, y un relleno eléctricamente conductor; o
 - una cerámica semiconductor seleccionada del grupo que consiste en óxido de zinc, titanato de bario y carburo de silicio.
- 20 3. El conjunto de protección eléctrica de cualquier reivindicación anterior, en donde una porción del elemento (142) de fusible forma el primer electrodo (143) de espacio o el segundo electrodo (145) de espacio.
4. El conjunto de protección eléctrica de cualquier reivindicación precedente que incluye un segundo elemento (144) de fusible, en donde el conjunto de espacio semiconductor está conectado en serie eléctrica entre el primer y el segundo elementos de fusibles,
 - en donde:
- 25 una porción del primer elemento (142) de fusible forma el primer electrodo (143) de espacio; y
 - una porción del segundo elemento (144) de fusible forma el segundo electrodo (145) de espacio.
5. El conjunto de protección eléctrica de cualquier reivindicación precedente que incluye un mecanismo (360) de desconexión térmica configurado para desconectar el circuito de protección contra sobrecorriente en respuesta a una corriente insuficiente para desintegrar el elemento de fusible,
- 30 en donde el mecanismo de desconexión térmica incluye un electrodo (345) cargado por resorte y un retenedor (364) fundible.
6. El conjunto de protección eléctrica de cualquier reivindicación precedente que incluye una cámara (470) de deionización que está conectada en paralelo eléctrico con el elemento de fusible.
7. El conjunto de protección eléctrica de cualquier reivindicación precedente que incluye un sistema (718) indicador de falla de sobrecorriente configurado para señalar cuándo se interrumpe el circuito de protección de sobrecorriente.
- 35 8. El conjunto de protección eléctrica de cualquier reivindicación precedente, en donde el conjunto de protección eléctrica es un dispositivo (100) de protección contra sobretensiones con fusibles (SPD) que incluye un circuito de protección contra sobretensiones conectado en serie eléctrica con el conjunto (130) de fusibles SGA para formar un circuito SPD con fusibles.
9. El conjunto de protección eléctrica de la reivindicación 8, en donde el circuito de protección contra sobretensiones incluye un componente (112) de conmutación/limitación de tensión, opcionalmente un varistor.
- 40 10. El conjunto de protección eléctrica de la reivindicación 9, en donde el circuito de protección contra sobretensiones incluye un mecanismo (760, 1160, ...) de desconexión térmica configurado para interrumpir el circuito SPD con fusibles en respuesta al calor del componente (712) de conmutación/limitación de tensión y/o del conjunto (750) de espacio semiconductor,
- 45 en donde el mecanismo de desconexión térmica incluye una junta (713D) de soldadura o un elemento (1164)

retenedor fundible.

11. El conjunto de protección eléctrica de la reivindicación 9, en donde el circuito de protección contra sobretensiones incluye un mecanismo (62) a prueba de fallas configurado para cortocircuitar el circuito de protección contra sobretensiones en respuesta al calor del componente (52) de conmutación/limitación de tensión.
- 5 12. El conjunto de protección eléctrica de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11 que incluye un tercer electrodo (745) de espacio y un espacio (784) de chispa principal definido al menos en parte por el tercer electrodo de espacio, en donde el conjunto de protección eléctrica está configurado de manera que la descarga de arco eléctrico se propagará hacia y a través del espacio de chispa principal desde el espacio de activación.
- 10 13. El conjunto de protección eléctrica de la reivindicación 12 que incluye un varistor (712) y/o un tubo de descarga de gas conectado en serie eléctrica con el miembro (754) semiconductor y en paralelo eléctrico con el espacio (784) de chispa principal.
14. El conjunto de protección eléctrica de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11 que incluye una cámara (770) de deionización conectada en serie eléctrica con el conjunto (750) de espacio semiconductor.
15. El conjunto de protección eléctrica de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, que incluye:
15 un módulo (550) SPD que incluye el circuito de protección contra sobretensión; y
un módulo (1230) de conjunto de fusibles;
en donde el módulo de conjunto de fusibles está montado en y asegurado al módulo SPD de manera que el módulo SPD y el módulo de conjunto de fusibles en combinación forman un módulo (1200) SPD con fusibles unitario; y
en donde:
20 el módulo (50) SPD incluye:
un electrodo (54) de carcasa que incluye una pared (54B) de extremo y una pared (54C) lateral integral que definen conjuntamente una cavidad (80), en donde el electrodo de carcasa está formado unitariamente por metal;
un electrodo (56) de pistón que se extiende hacia la cavidad; y
una oblea (52) de varistor dispuesta en la cavidad entre el electrodo de carcasa y el electrodo de pistón; y
25 el módulo de conjunto de fusibles está montado en el electrodo de pistón o el electrodo de carcasa.
16. El conjunto de protección eléctrica de la reivindicación 8, en donde:
el circuito de protección contra sobretensiones incluye un componente (812) de conmutación/limitación de tensión;
el SPD con fusibles incluye:
30 un conjunto (880) de espacio de chispa, incluyendo el conjunto de espacio de chispa un primer electrodo (878) de espacio de chispa y un segundo electrodo (843) de espacio de chispa que definen un espacio (852) de chispa entre ellos; y
un mecanismo (860) de desconexión térmica colocado en una configuración lista, en donde el componente de conmutación/limitación de tensión está conectado eléctricamente en serie eléctrica con el espacio de chispa, pudiendo el mecanismo de desconexión térmica ser reposicionado para desconectar eléctricamente el componente
35 de conmutación/limitación de tensión del espacio de chispa, incluyendo el mecanismo de desconexión térmica:
el primer electrodo (878) de espacio de chispa;
un electrodo (813C) de componente de conmutación/limitación de tensión que conecta eléctricamente el espacio de chispa al componente de conmutación/limitación de tensión; y
una soldadura (811) que asegura el primer electrodo de espacio de chispa en conexión eléctrica con el electrodo
40 de componente de conmutación/limitación de tensión en la configuración lista;
en donde:
la soldadura es fundible en respuesta al sobrecalentamiento en el SPD con fusibles; y
el mecanismo de desconexión térmica está configurado para desplazar el primer electrodo de espacio de chispa
45 lejos del electrodo de componente de conmutación/limitación de tensión y desconectar eléctricamente de este modo el componente de conmutación/limitación de tensión del espacio de chispa cuando se funde la soldadura.

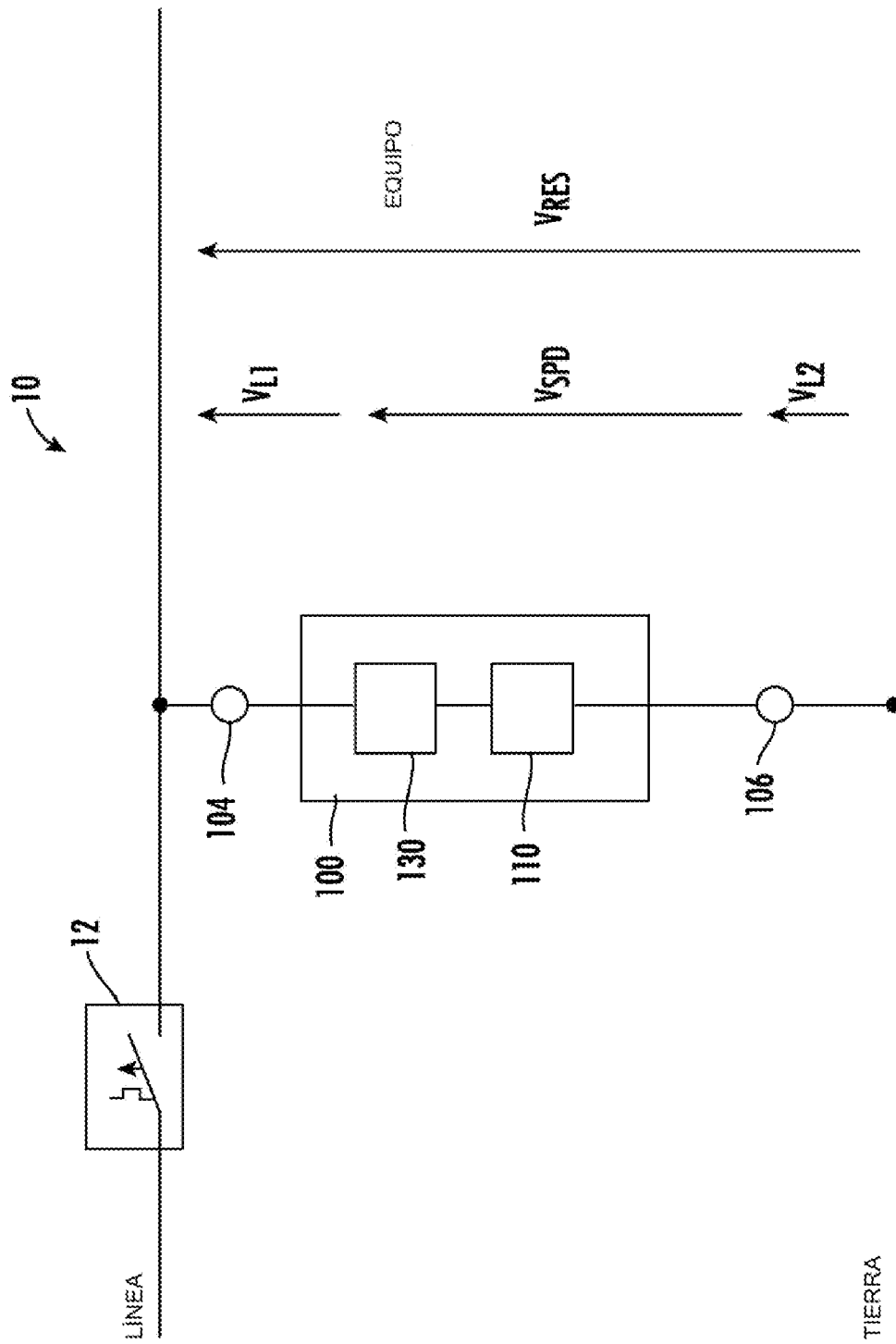


FIG. 1

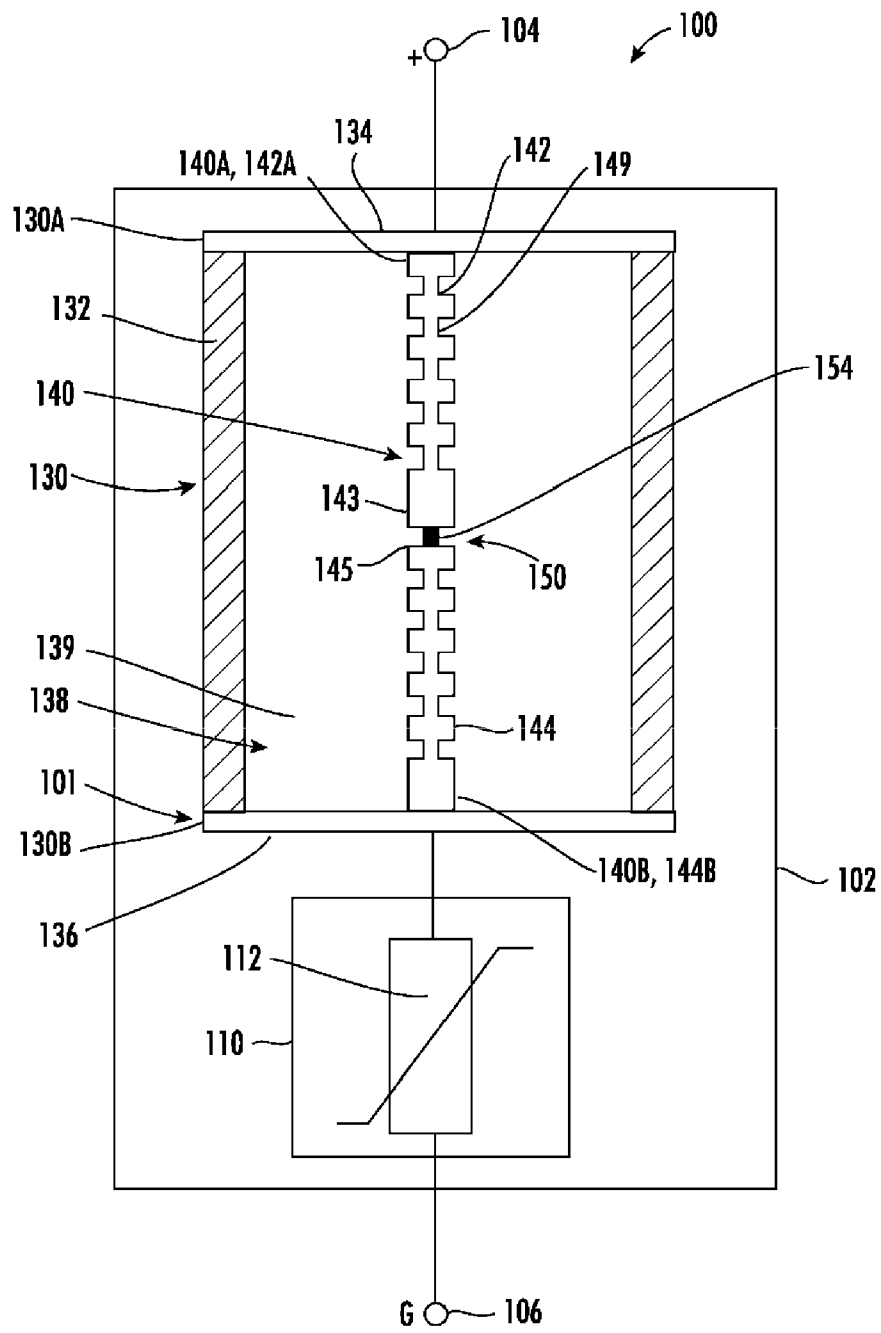


FIG. 2

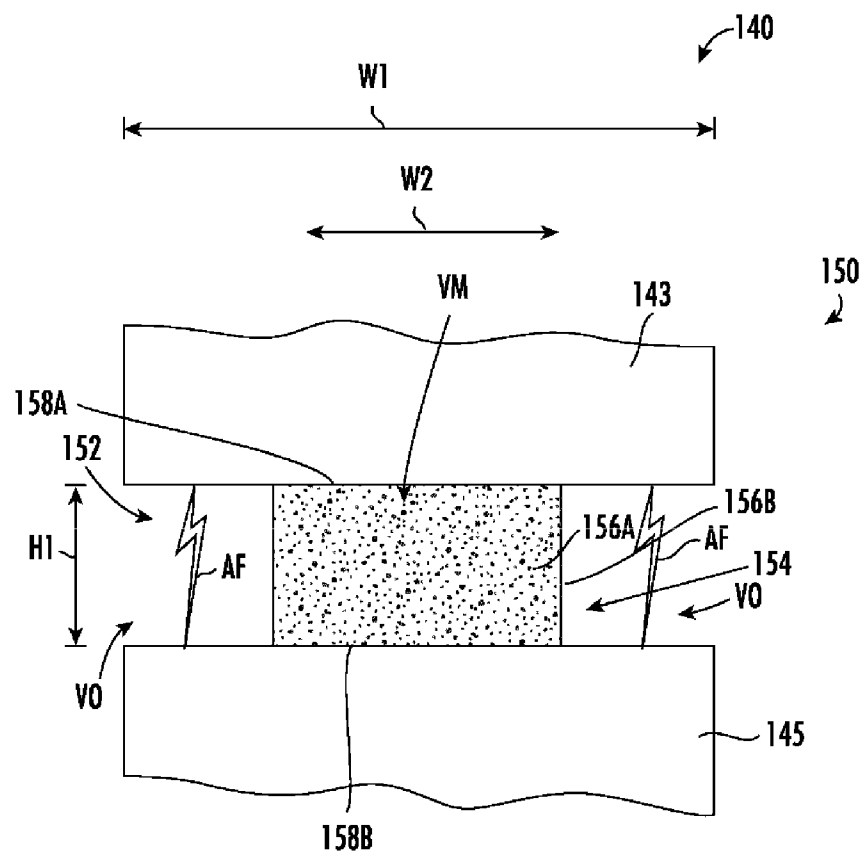


FIG. 3

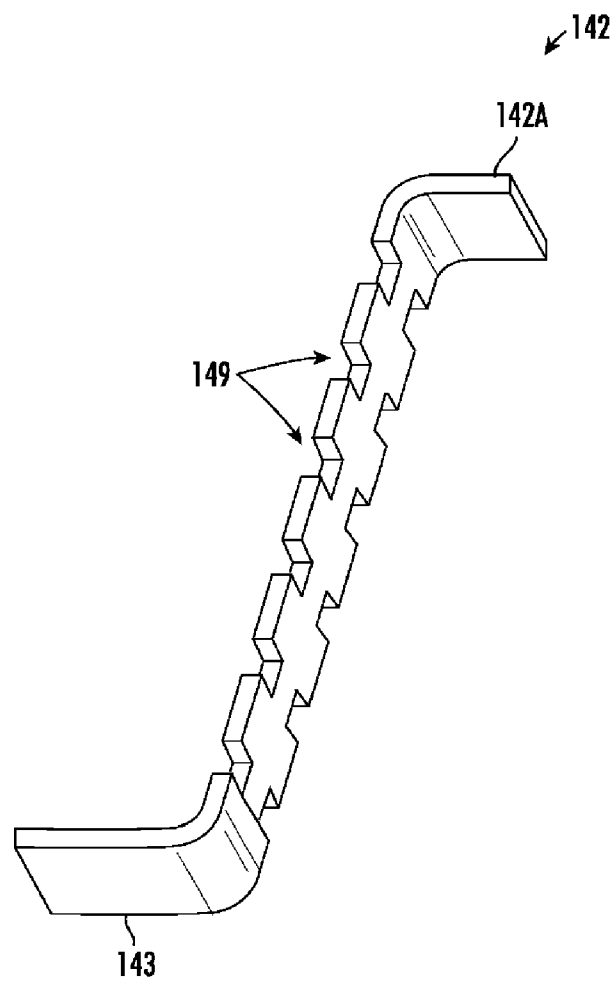


FIG. 4

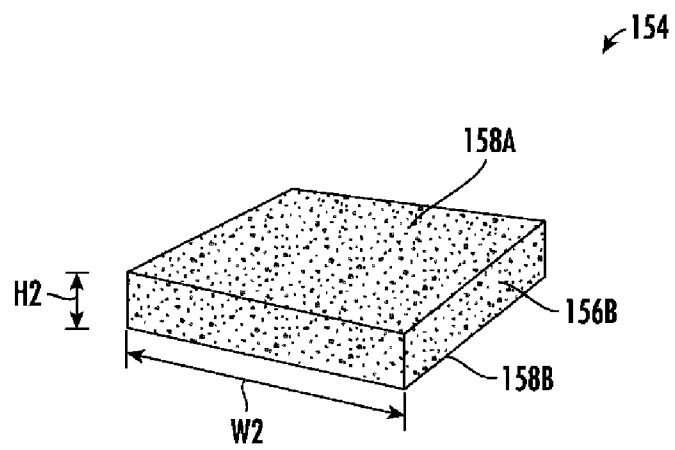


FIG. 5

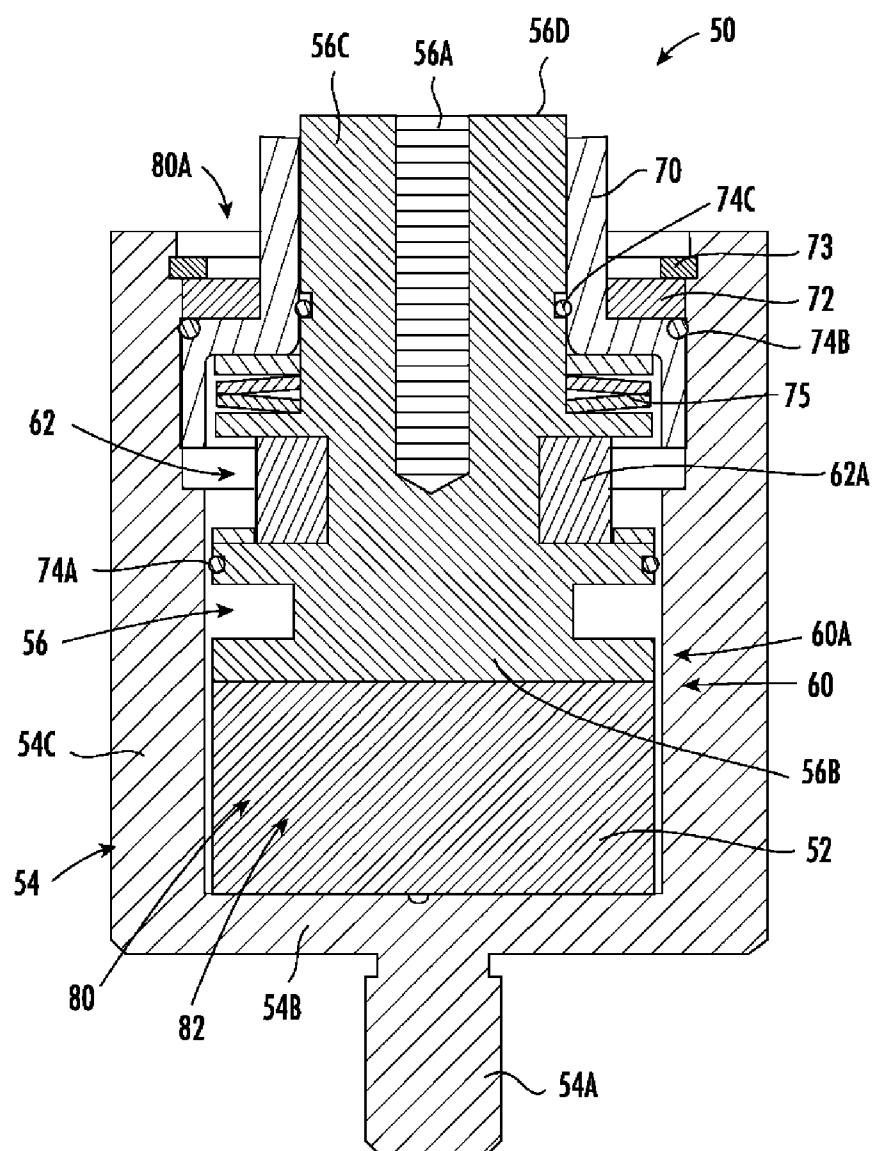


FIG. 6

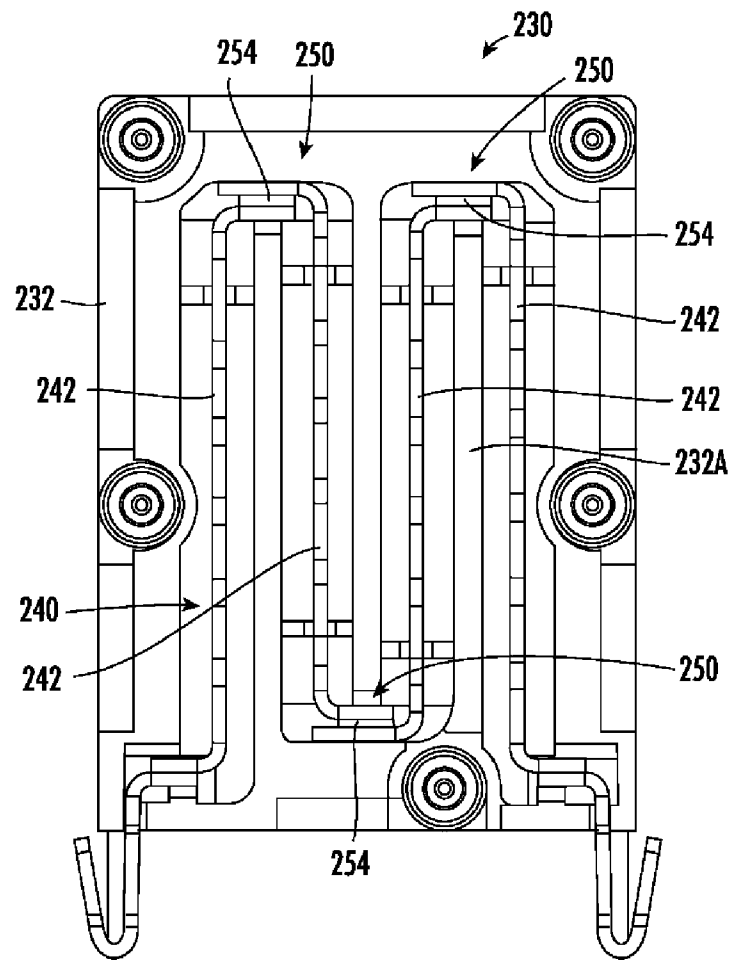


FIG. 7

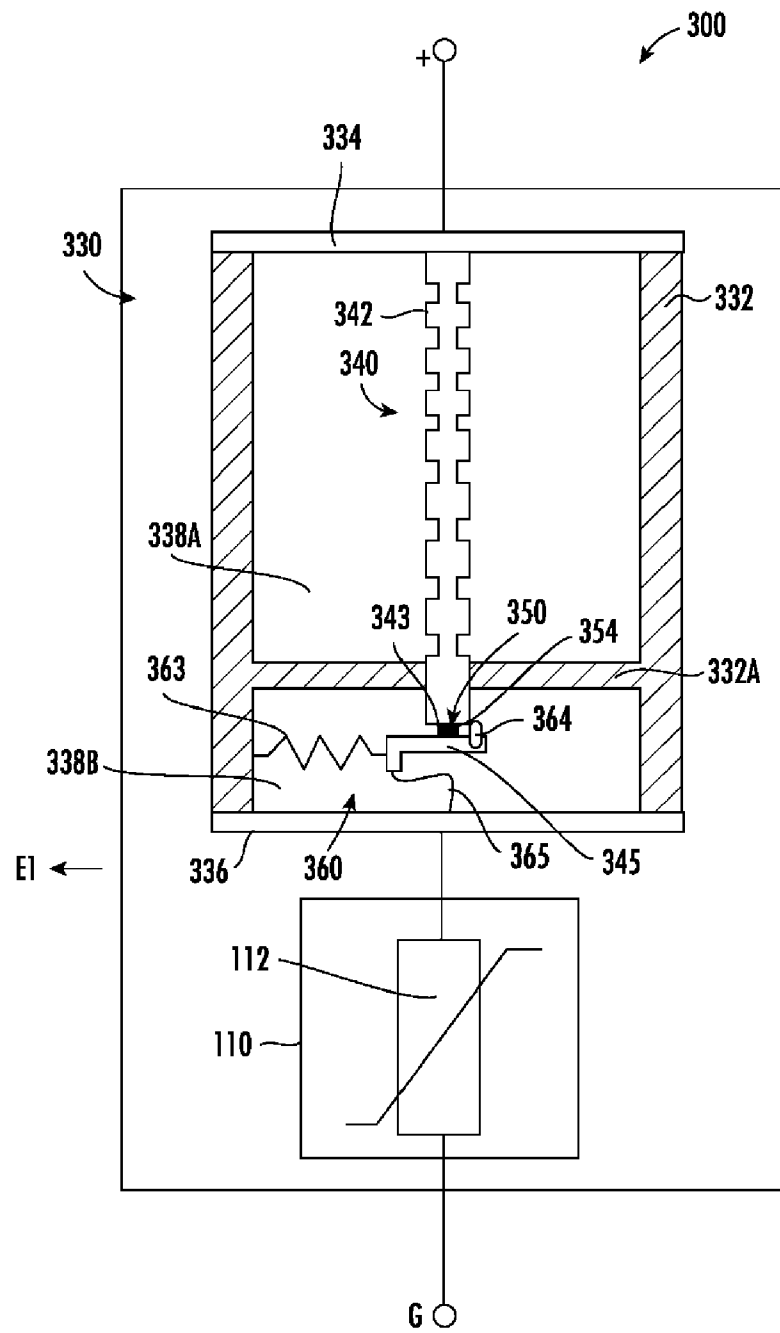


FIG. 8

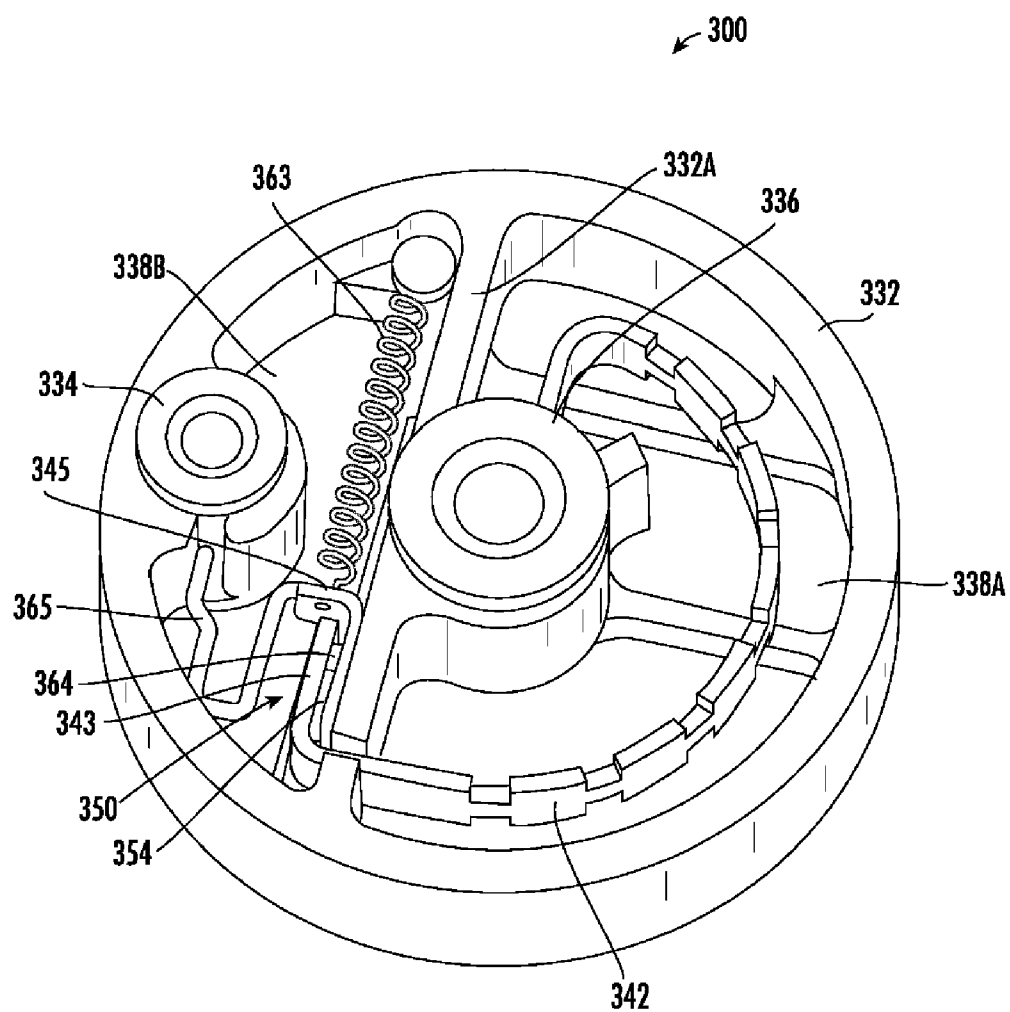


FIG. 9

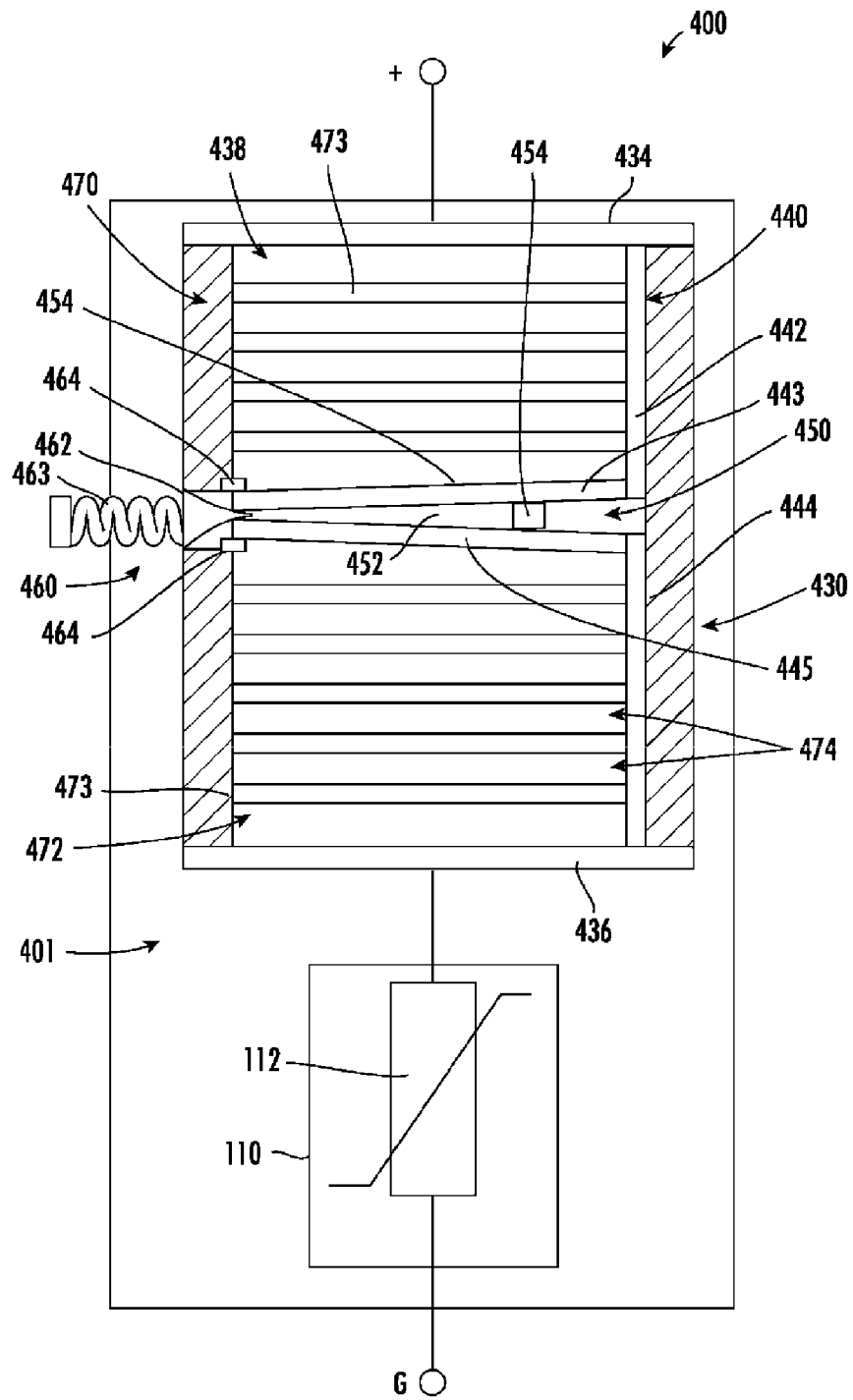


FIG. 10

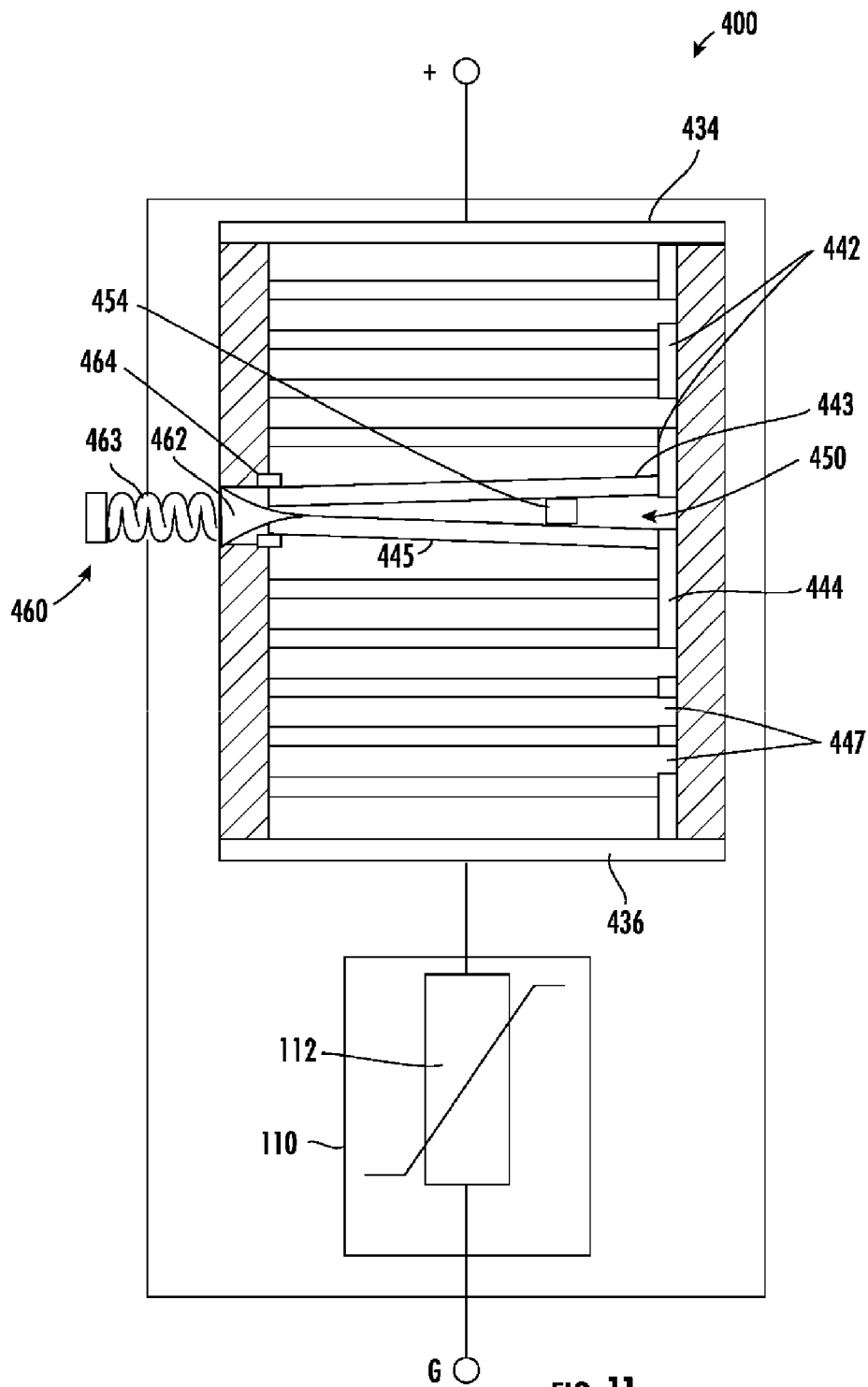


FIG. 11

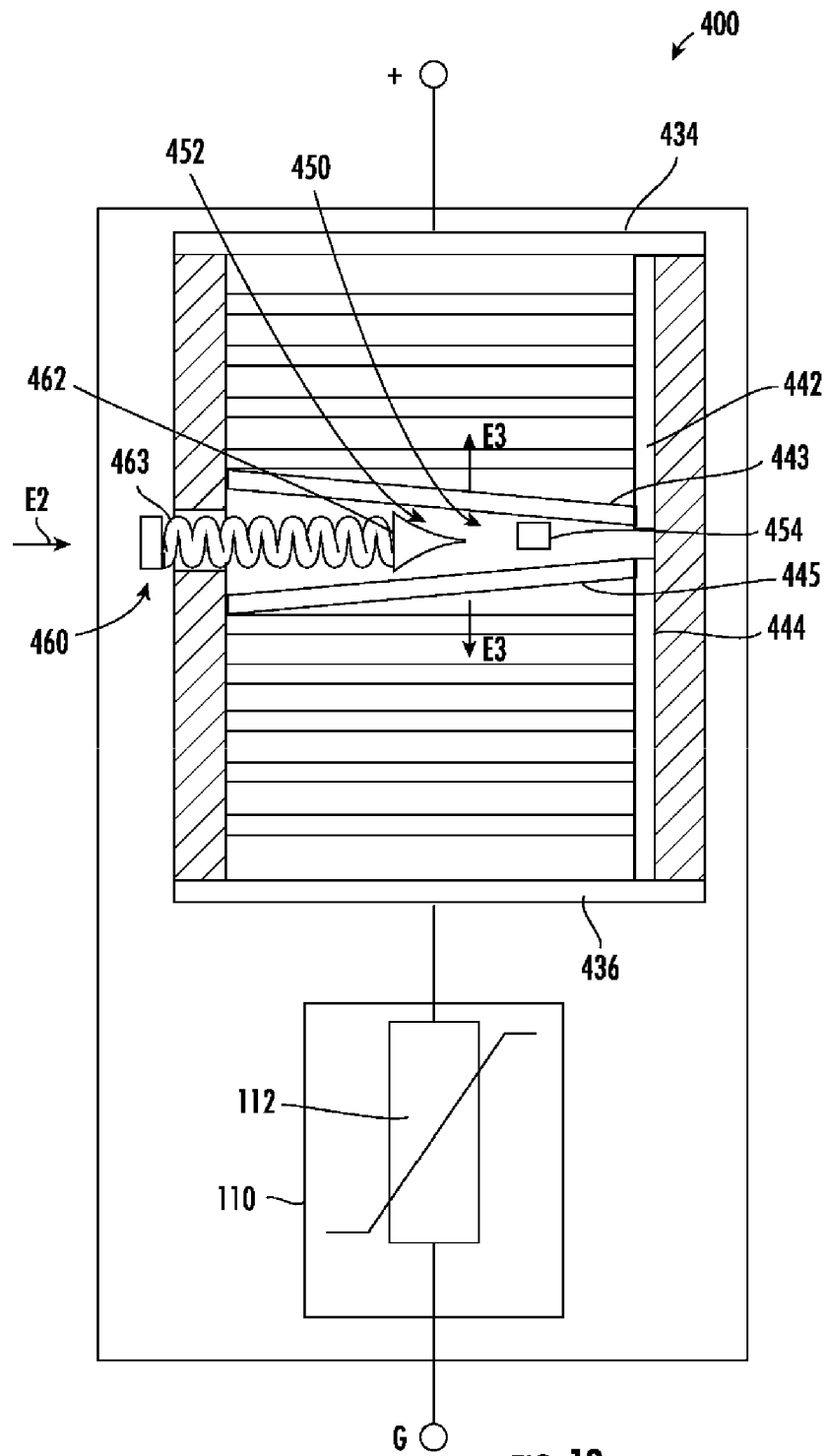
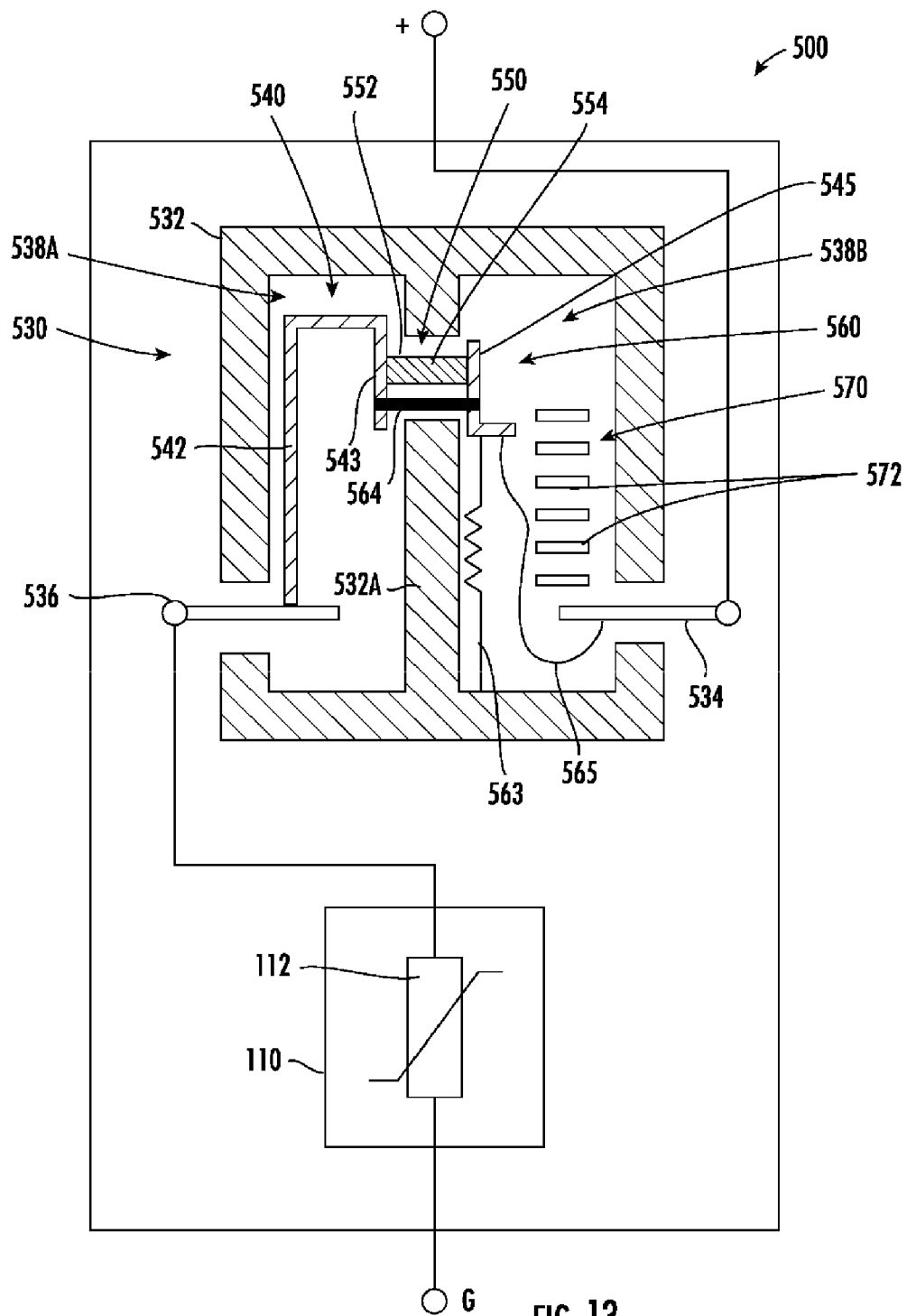


FIG. 12



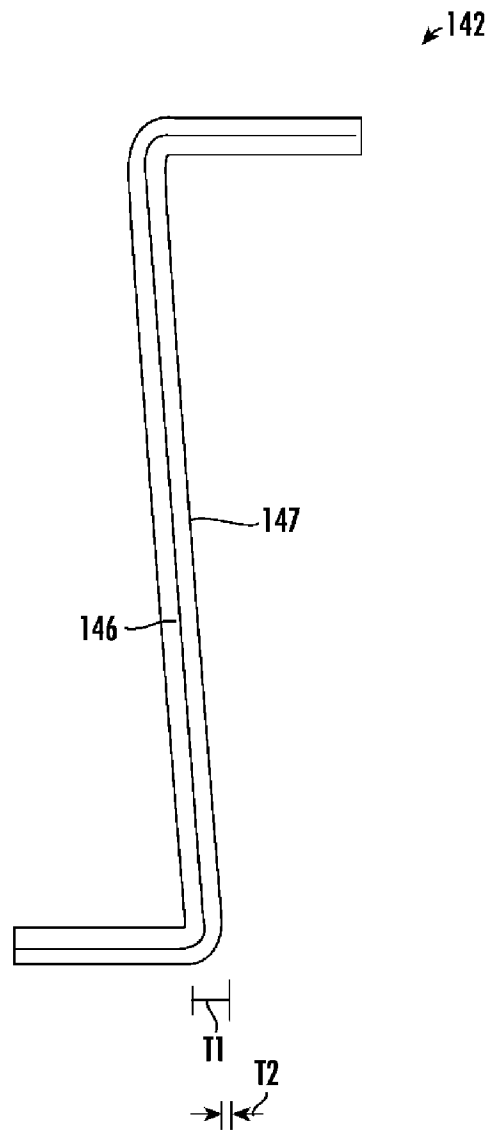


FIG. 14

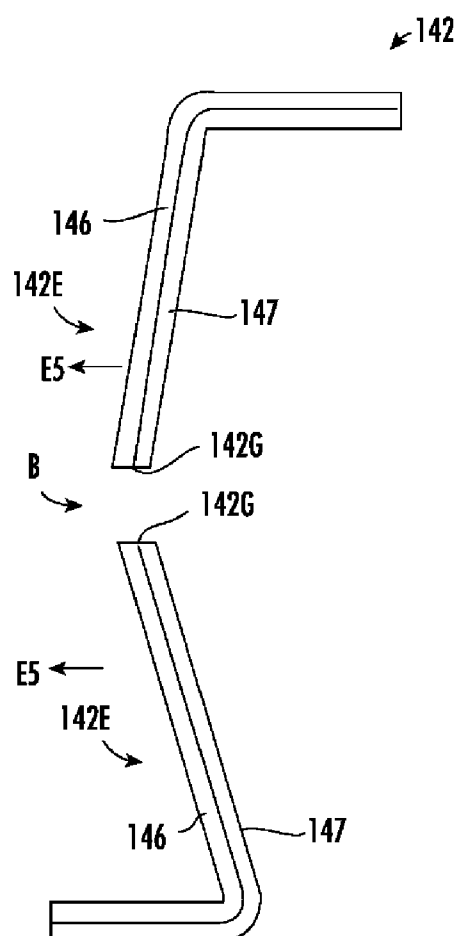
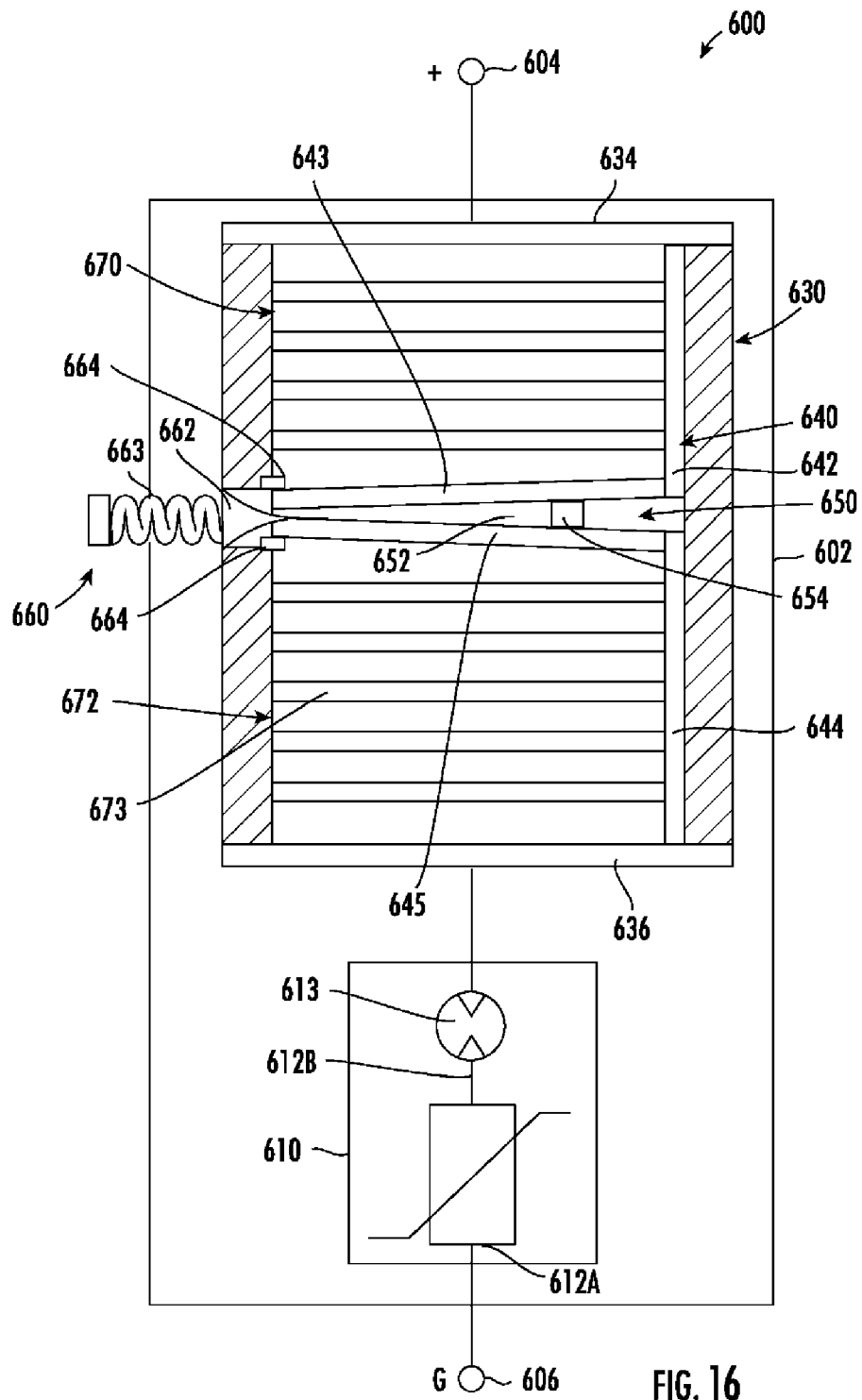


FIG. 15



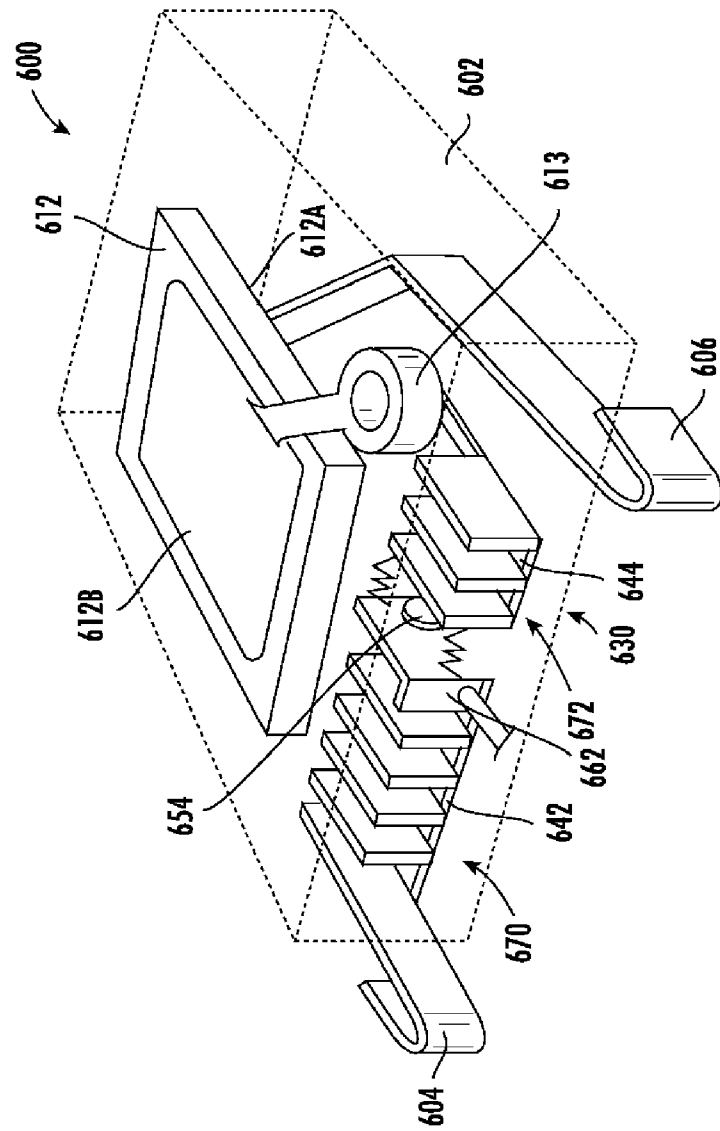


FIG. 17

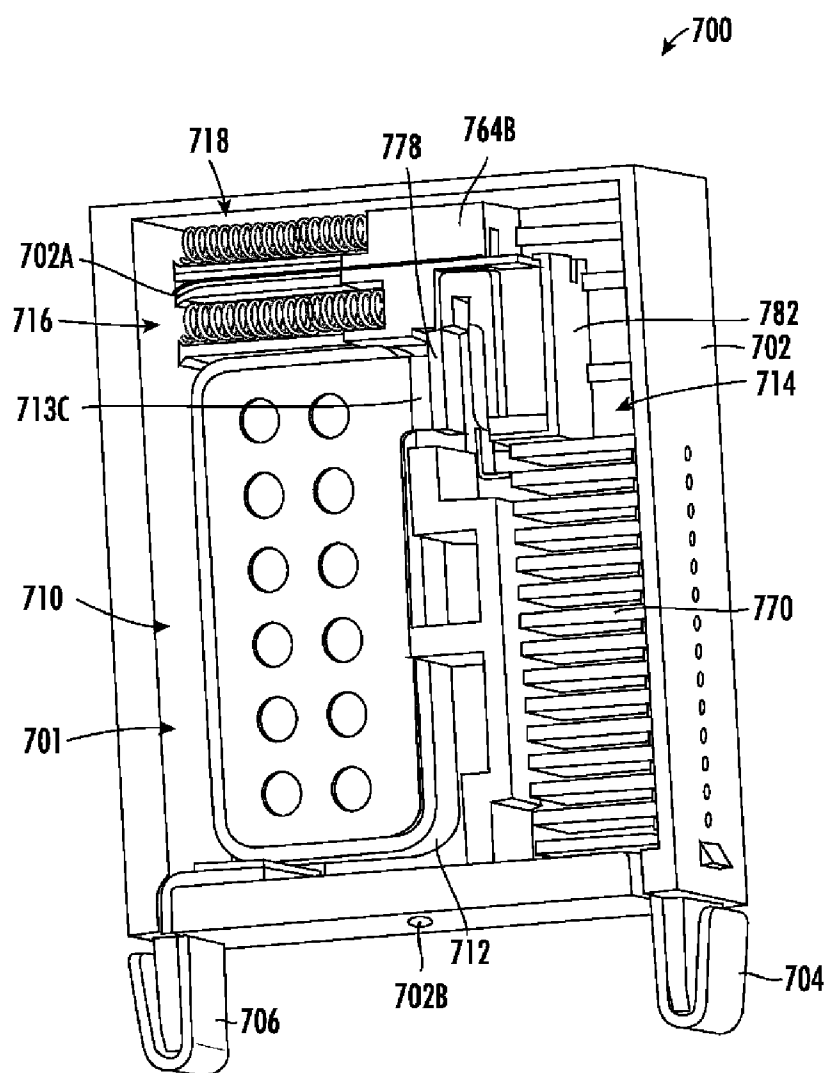


FIG. 18

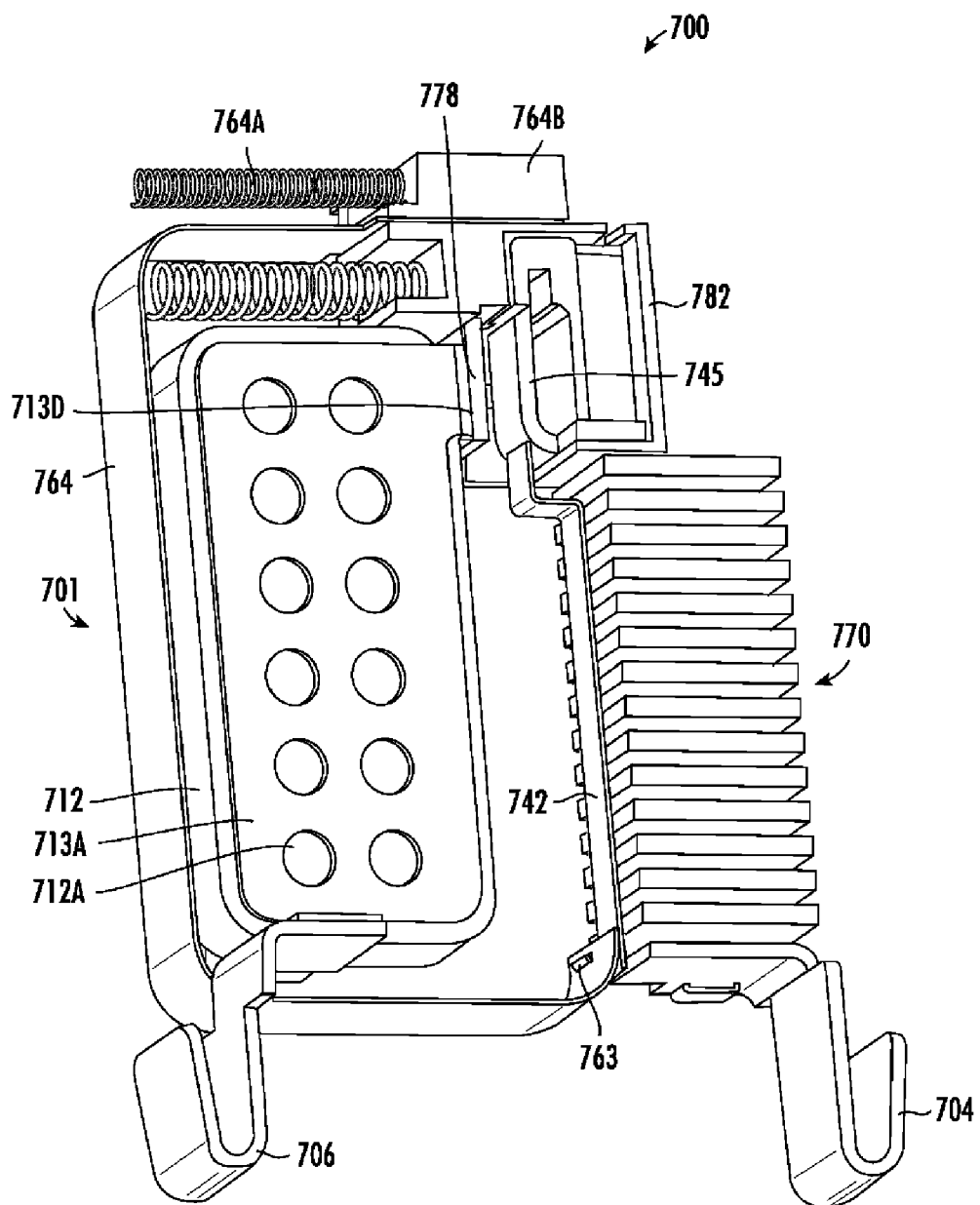


FIG. 19

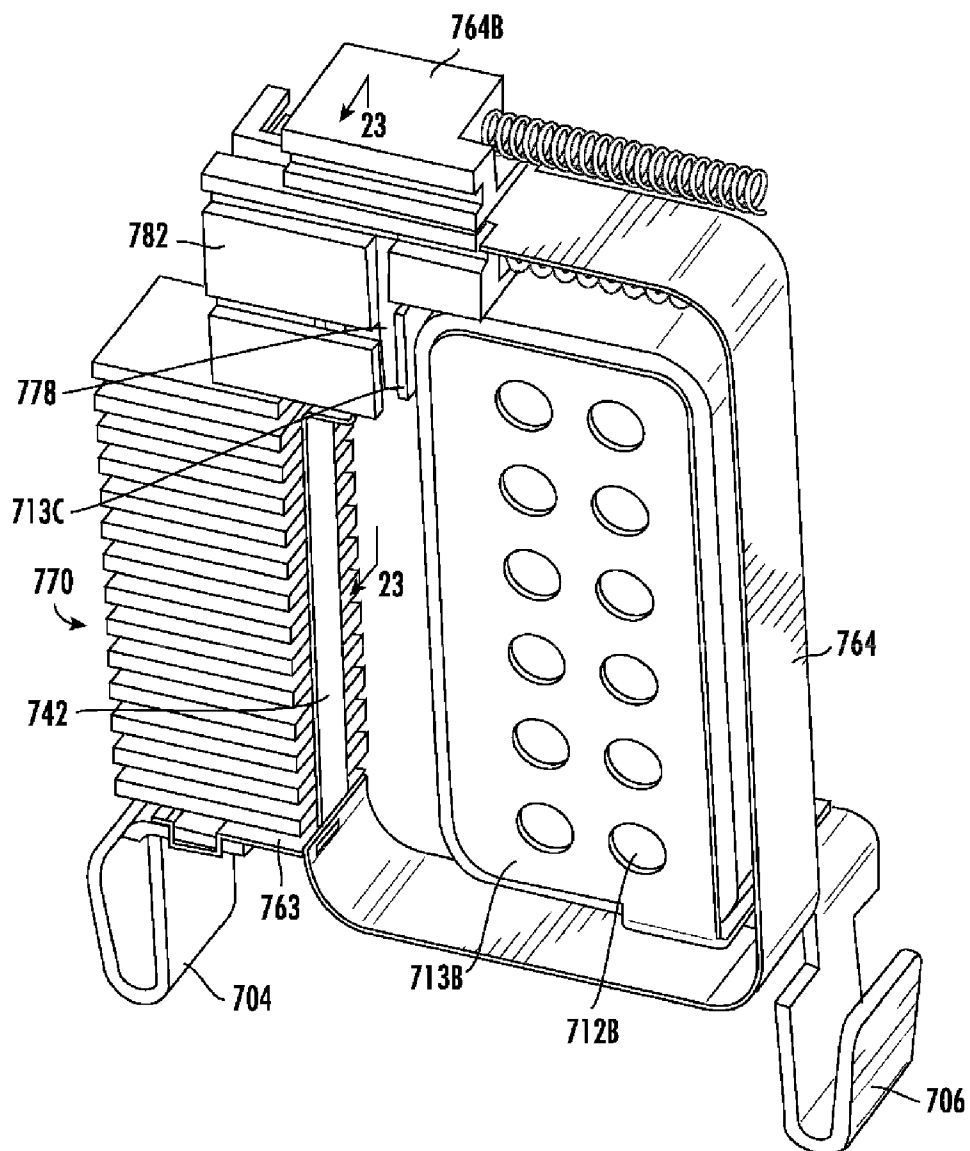


FIG. 20

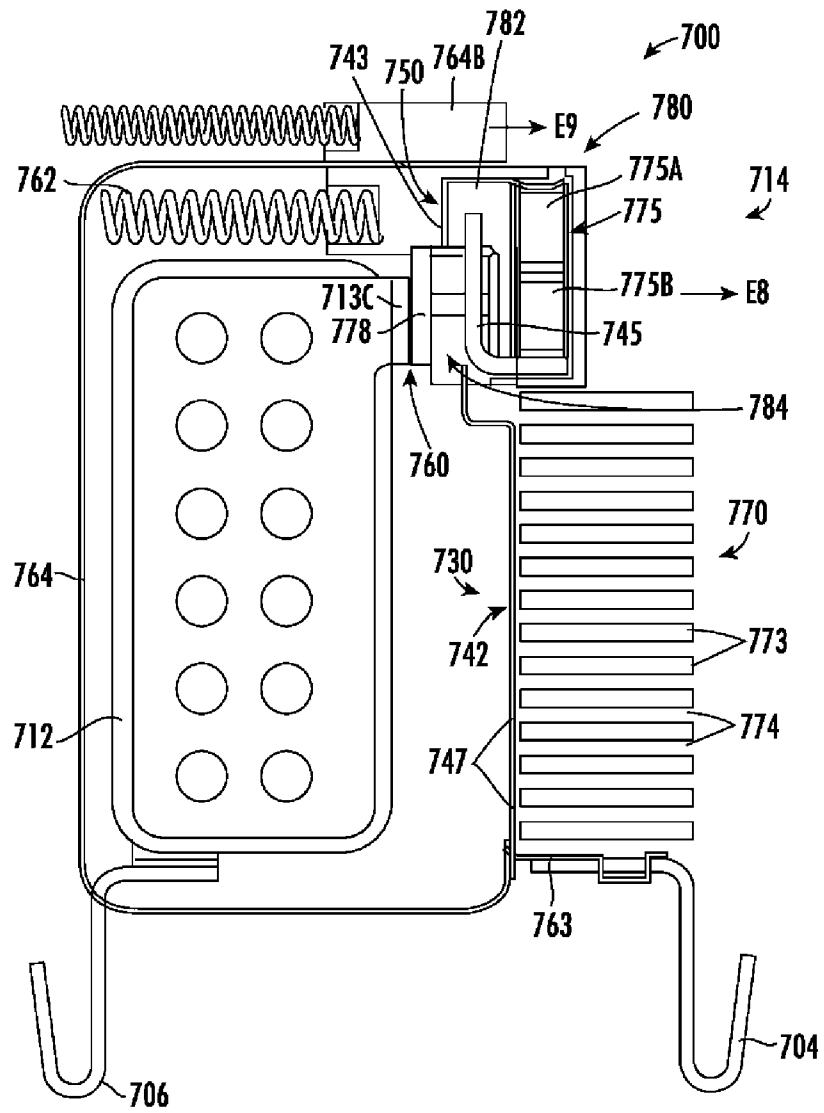


FIG. 21

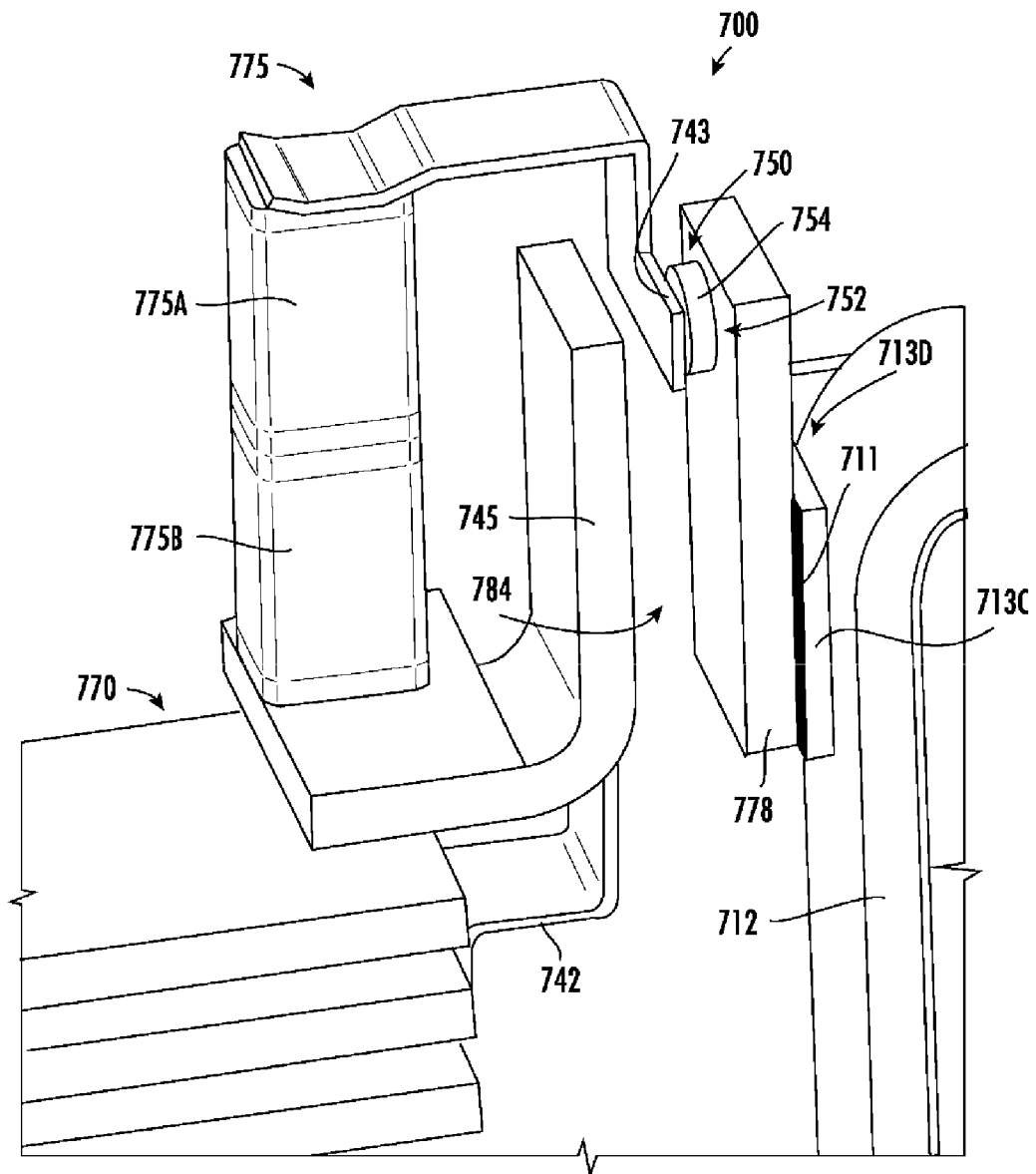


FIG. 22

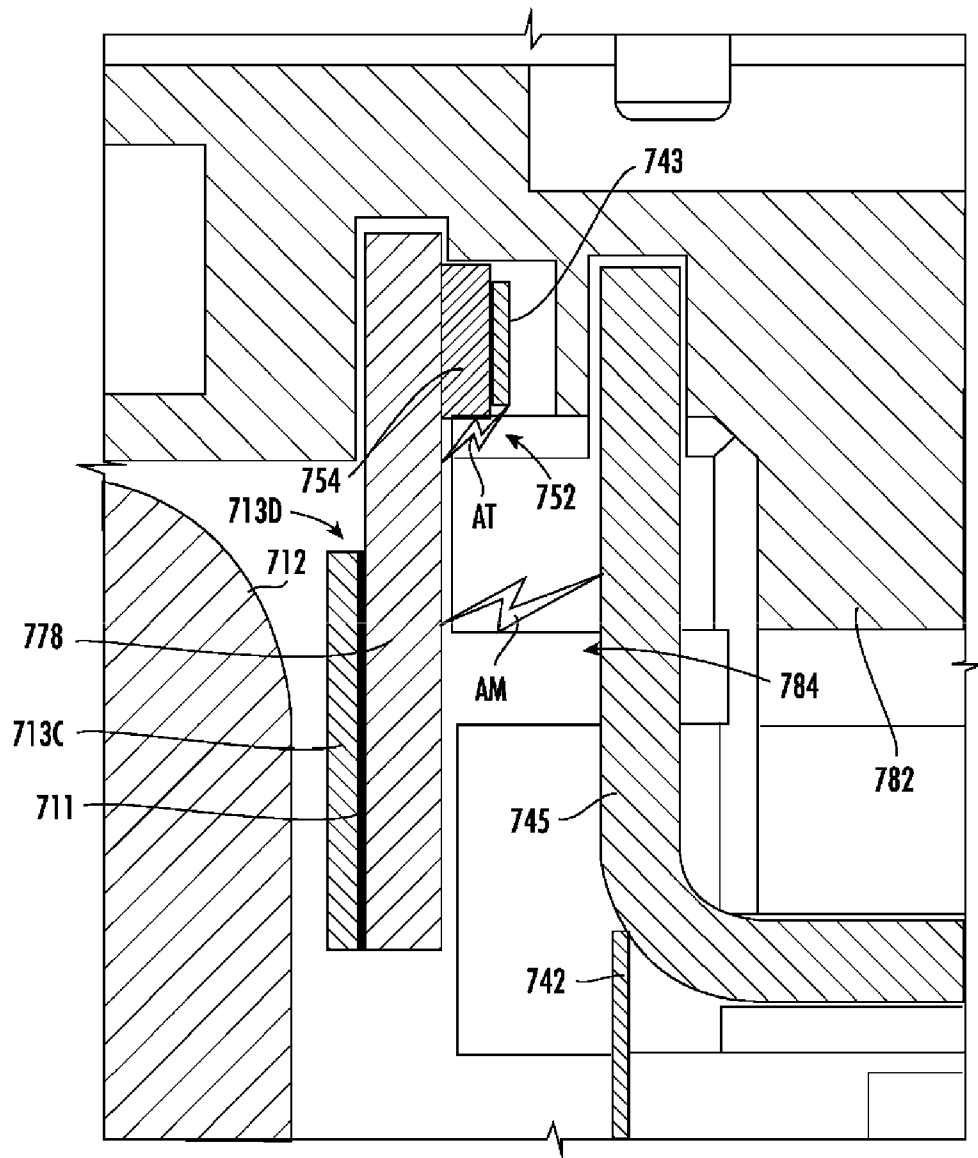


FIG. 23

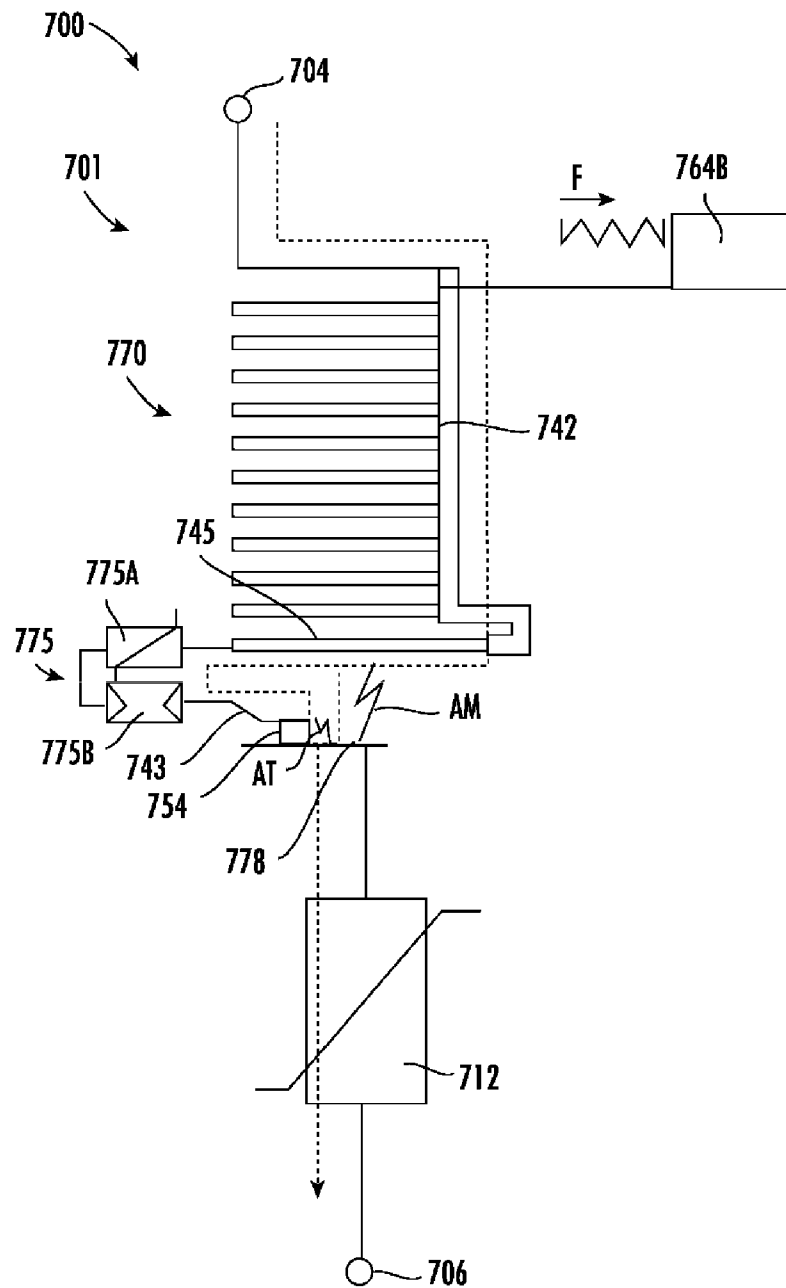


FIG. 24

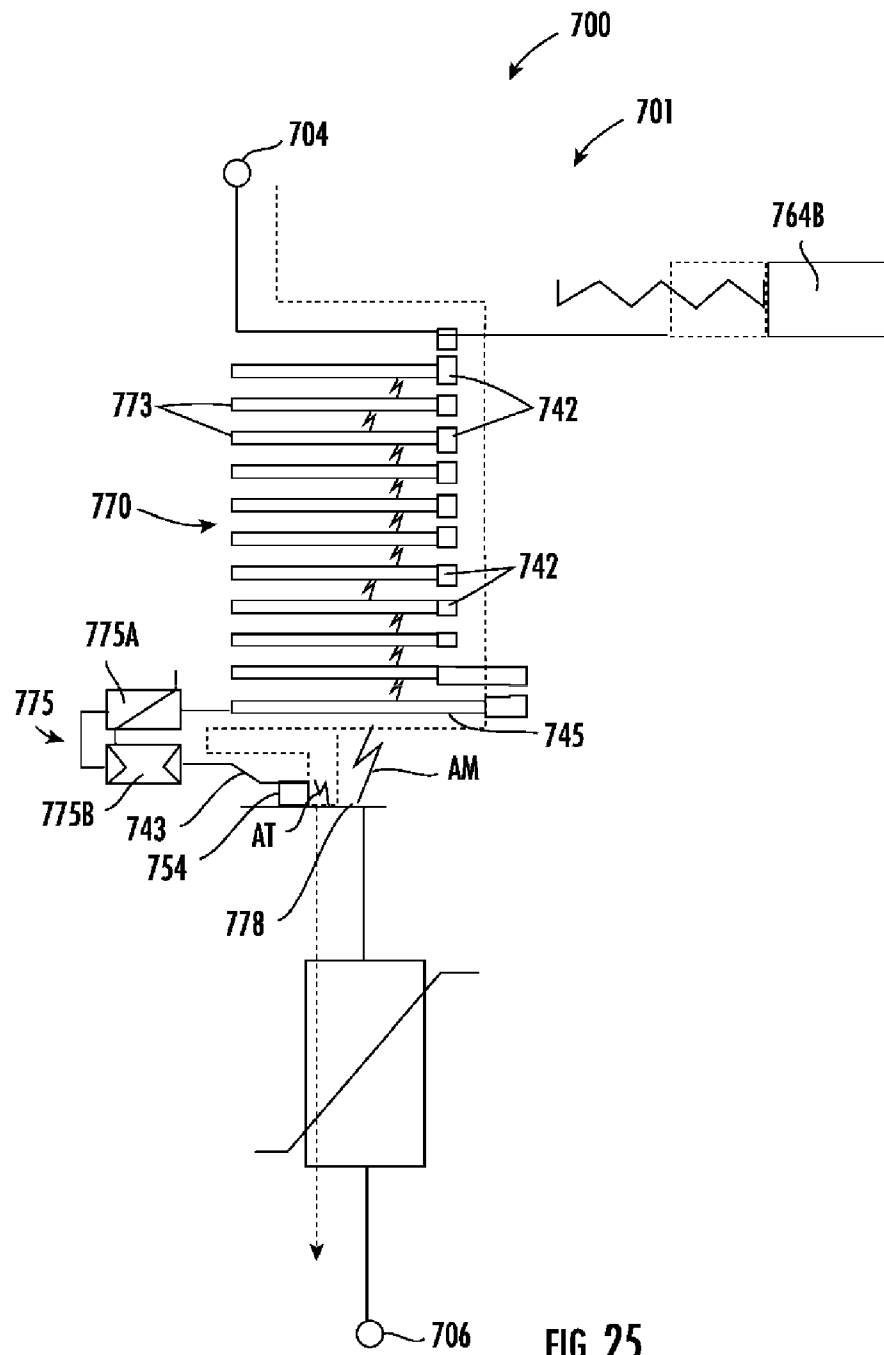
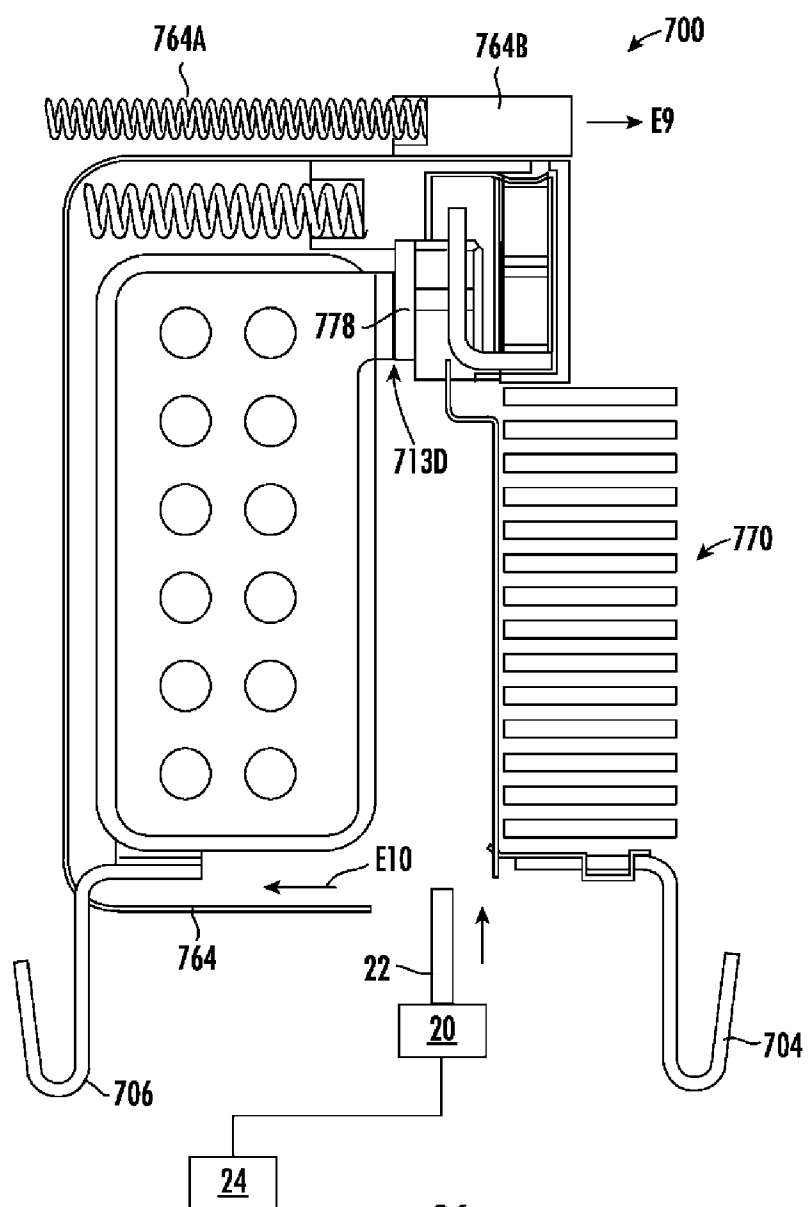


FIG. 25



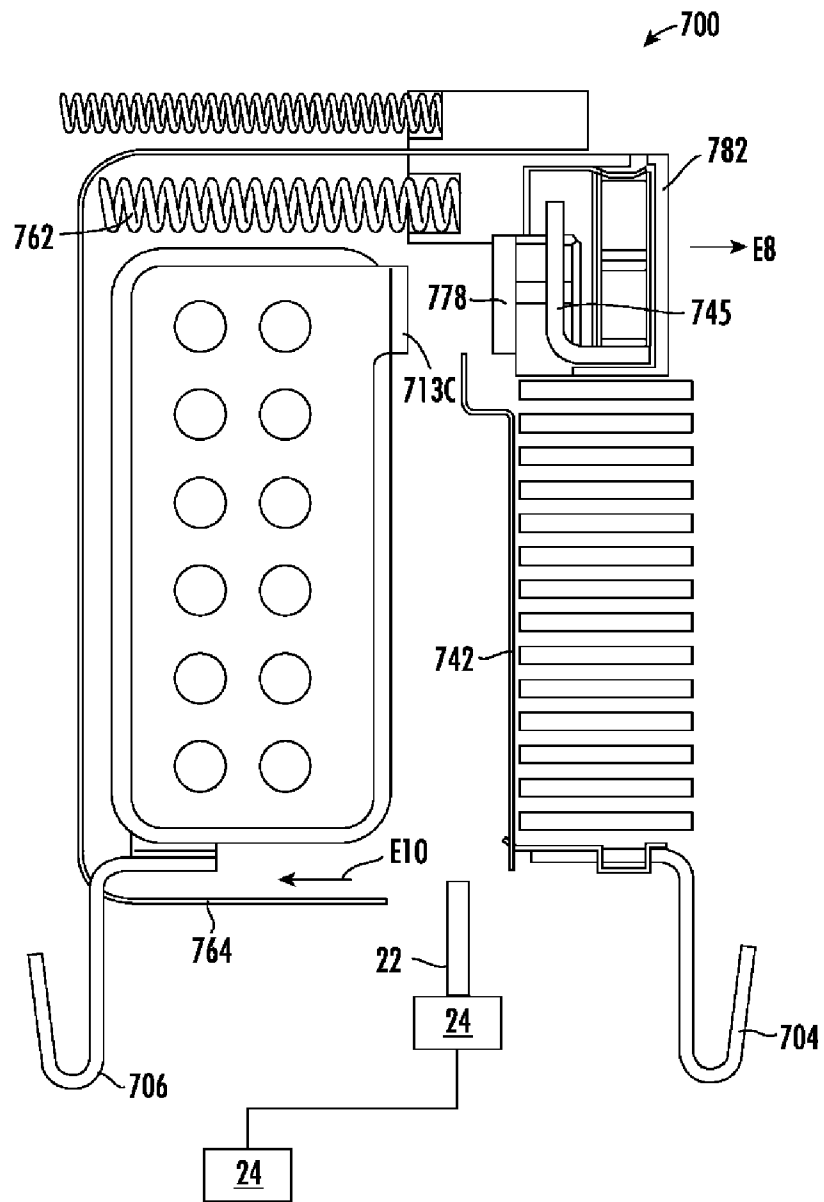


FIG. 27

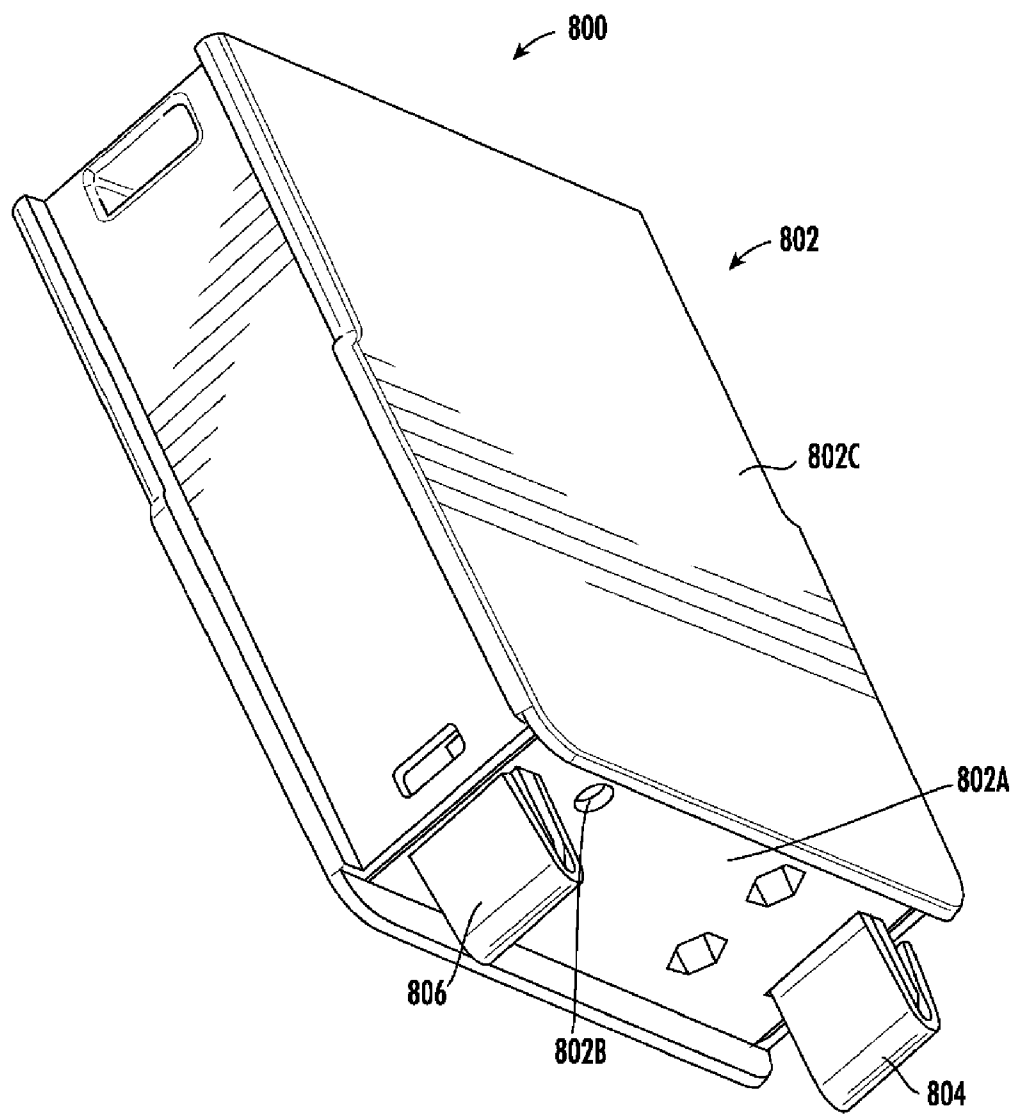


FIG. 28

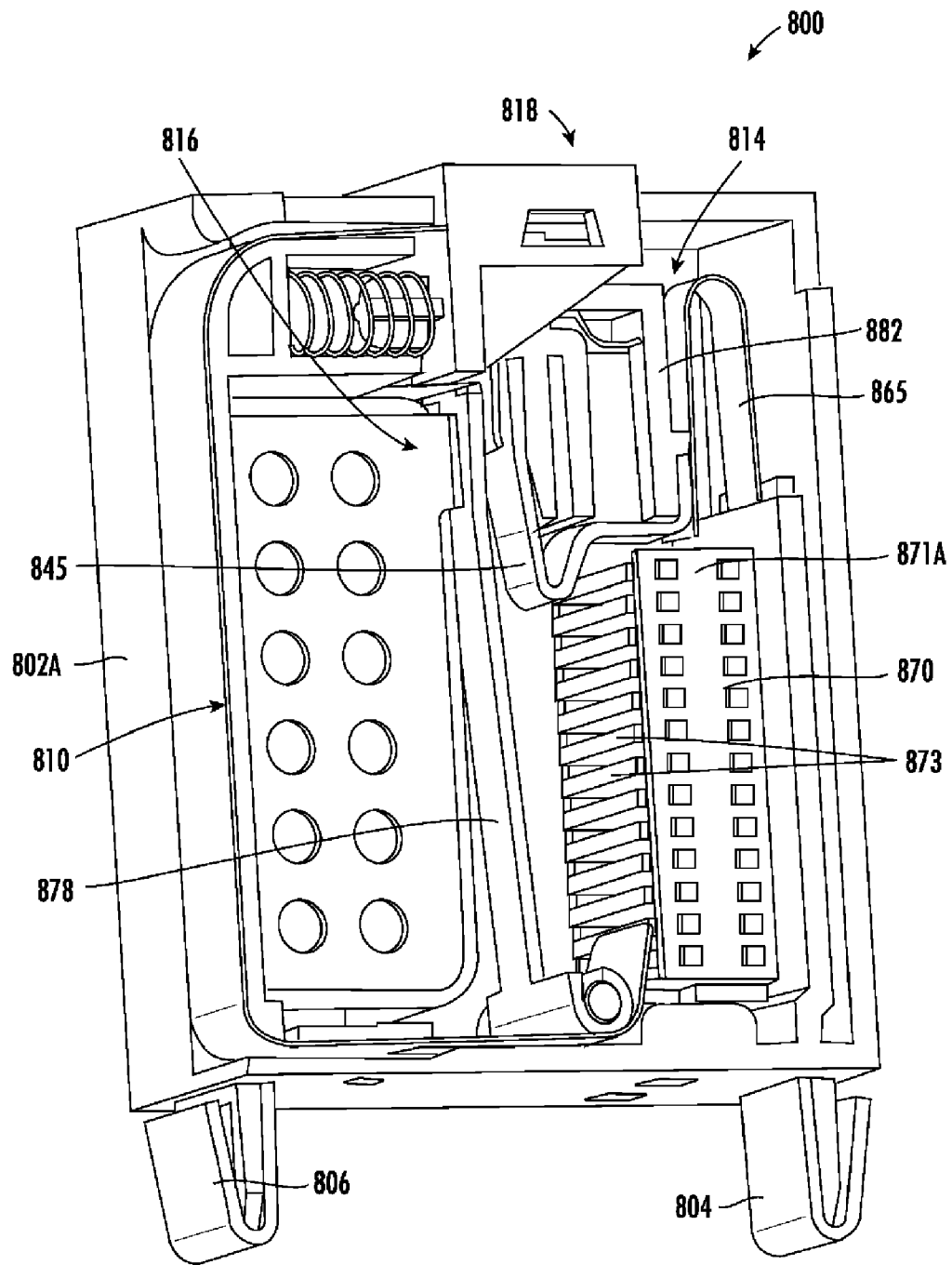


FIG. 29

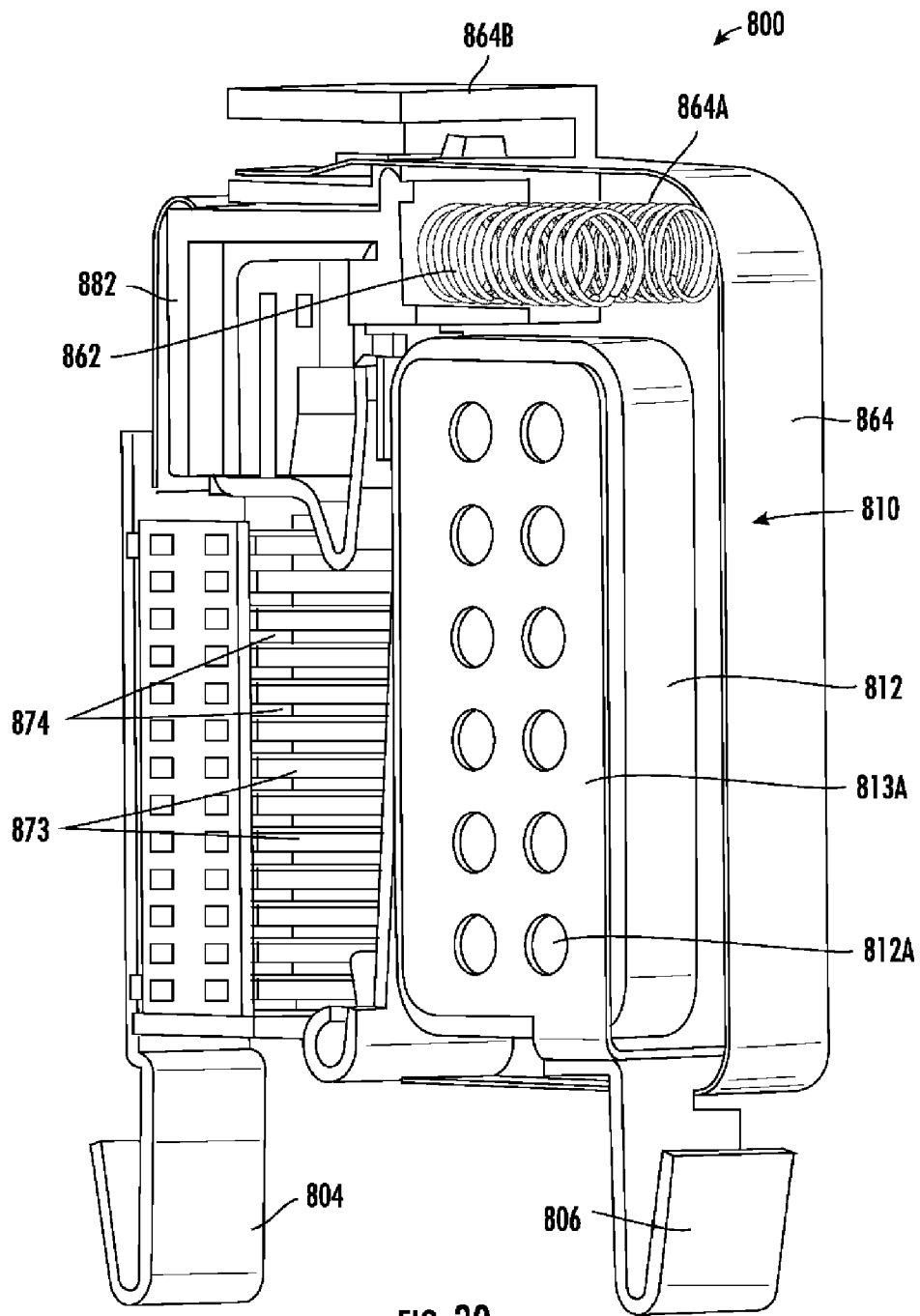


FIG. 30

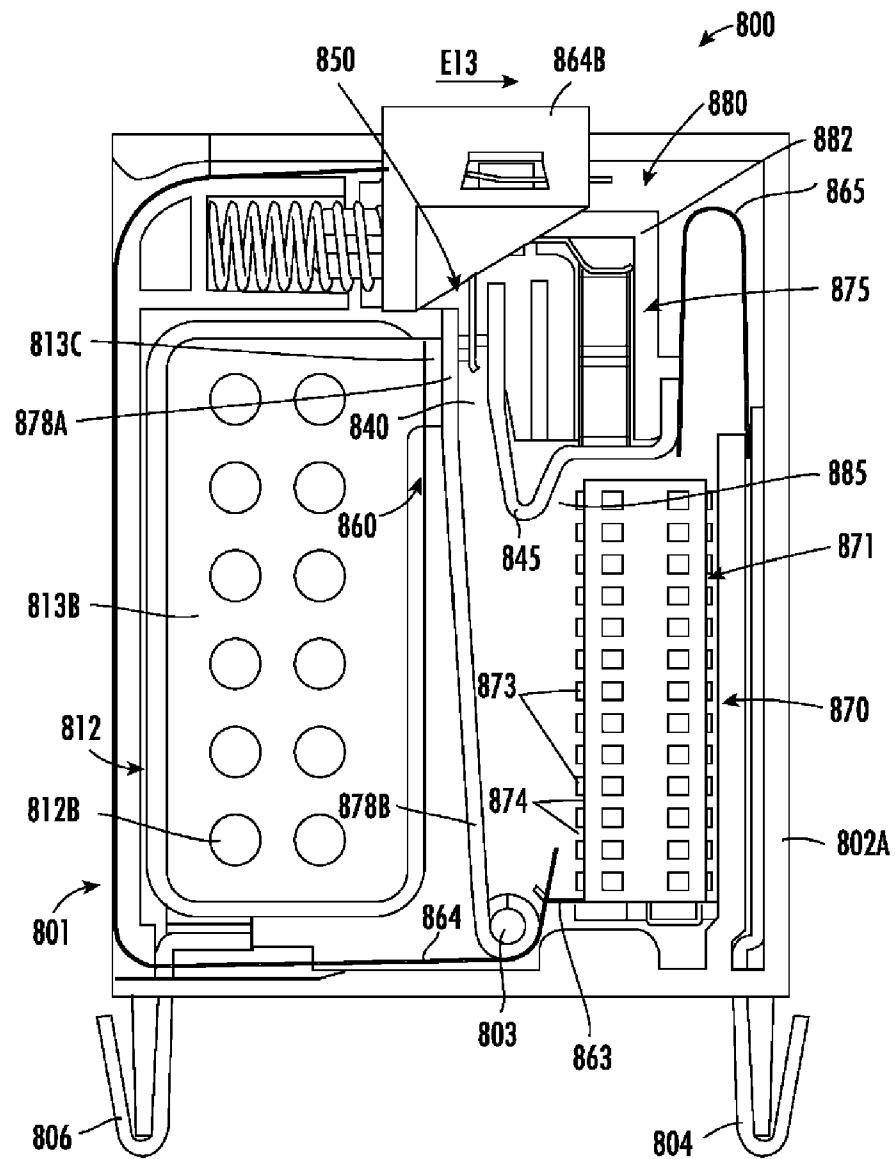


FIG. 31

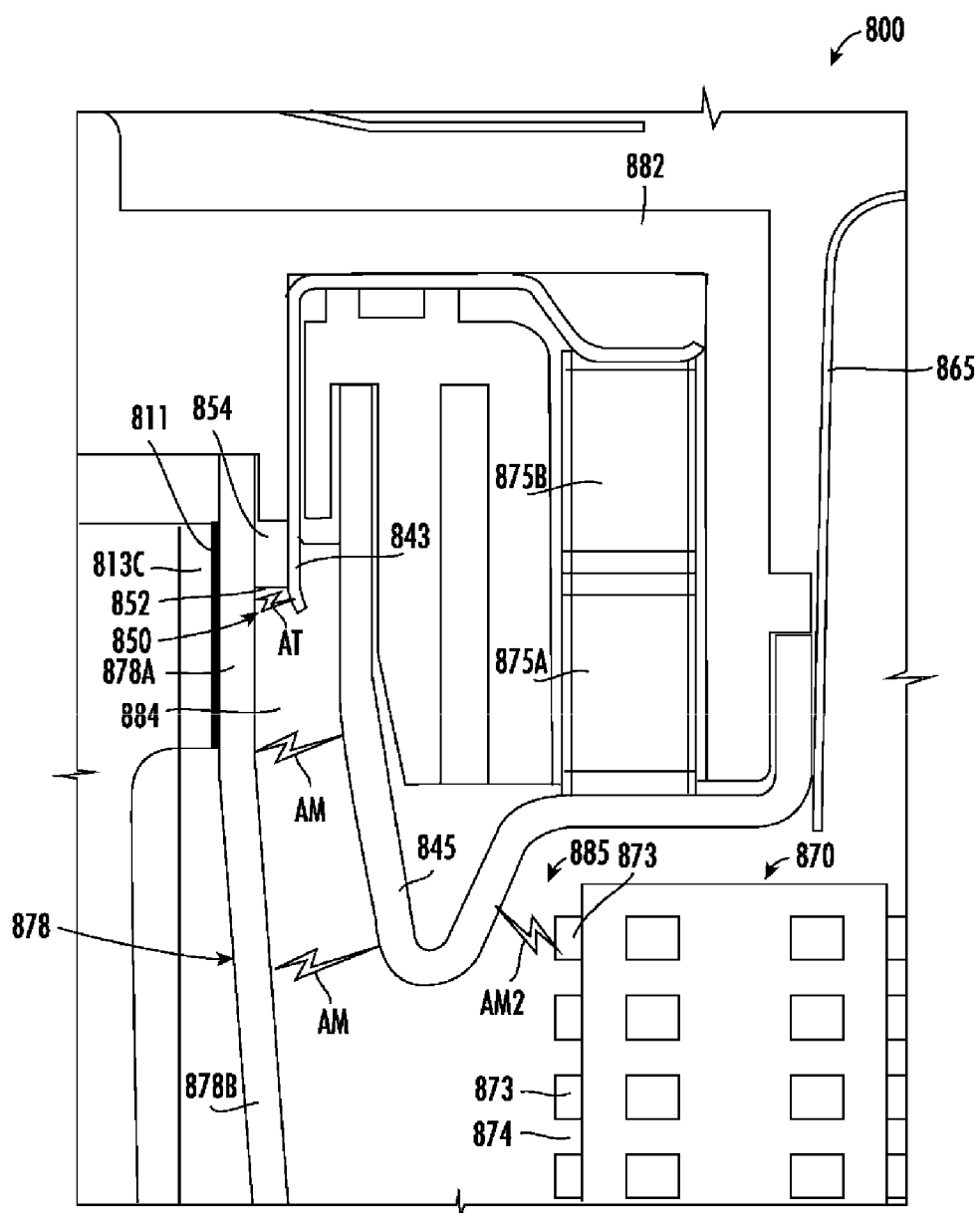


FIG. 32

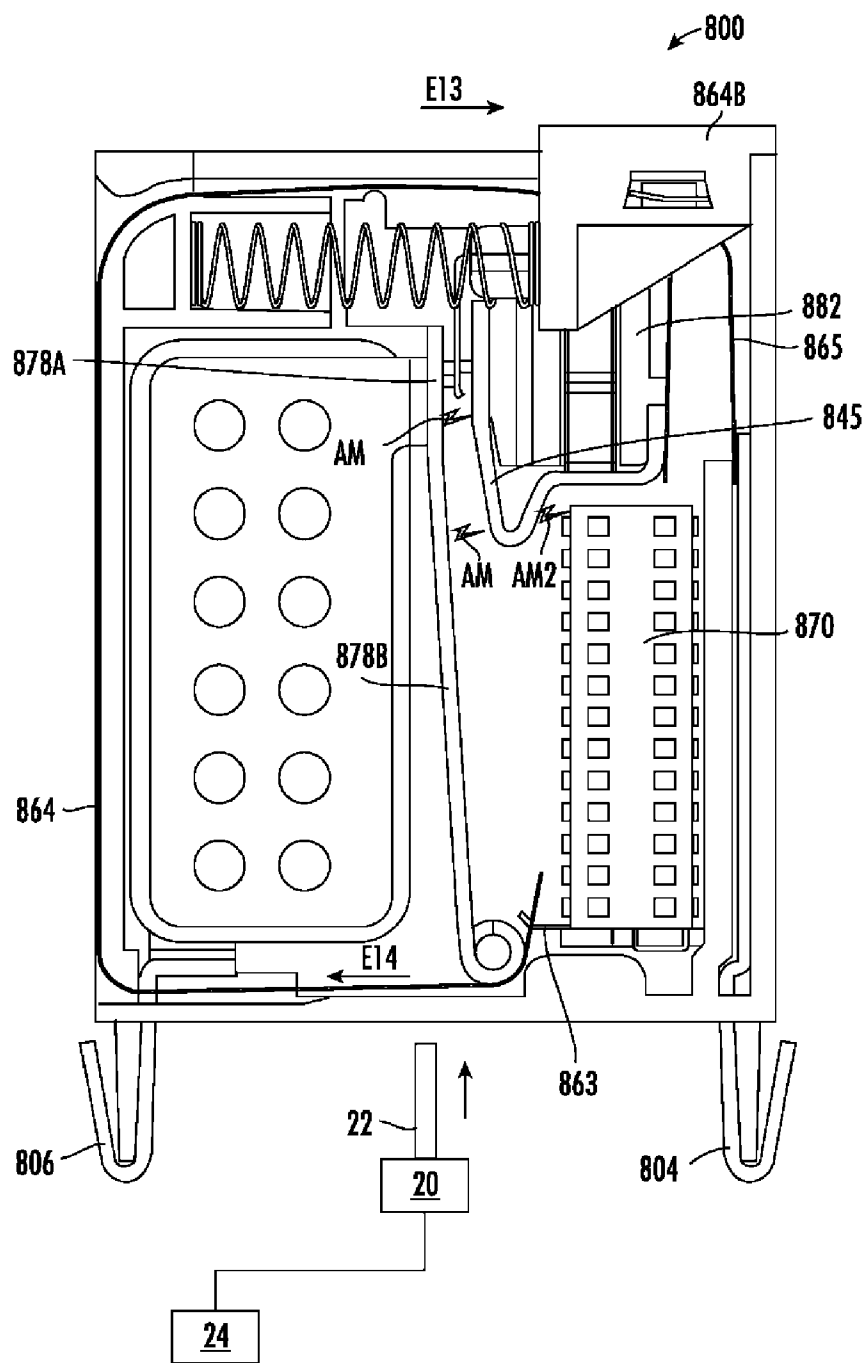


FIG. 33

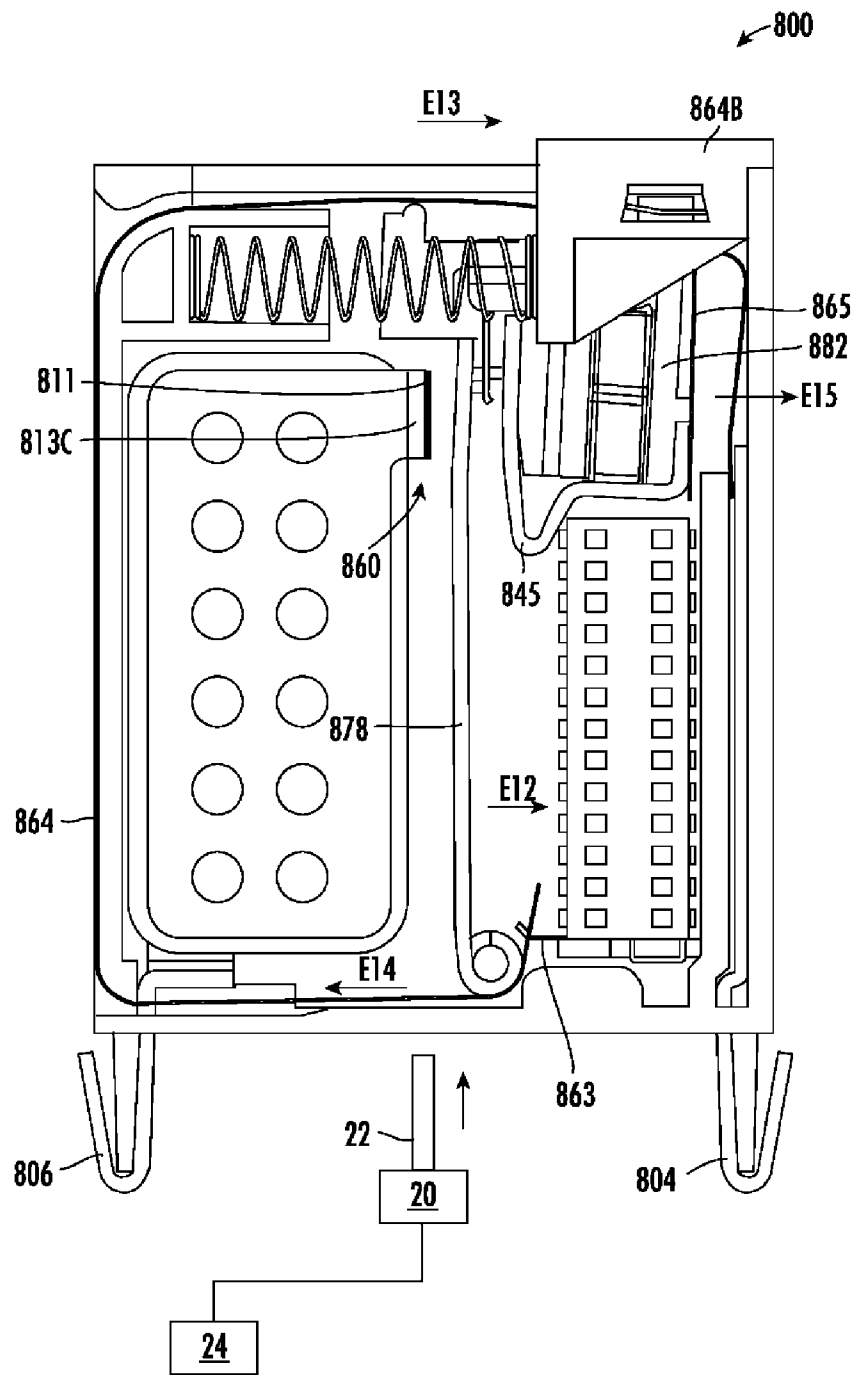
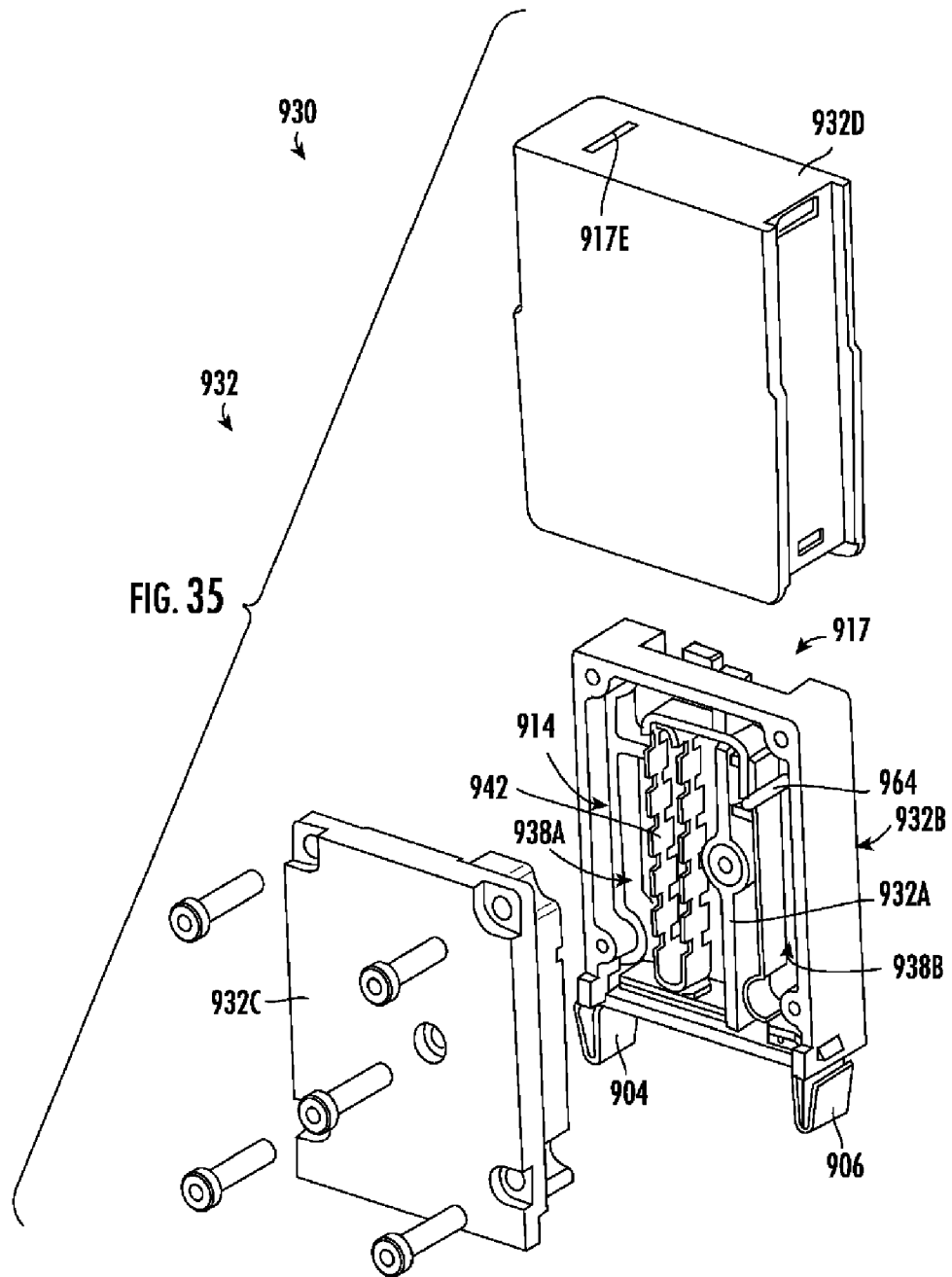


FIG. 34



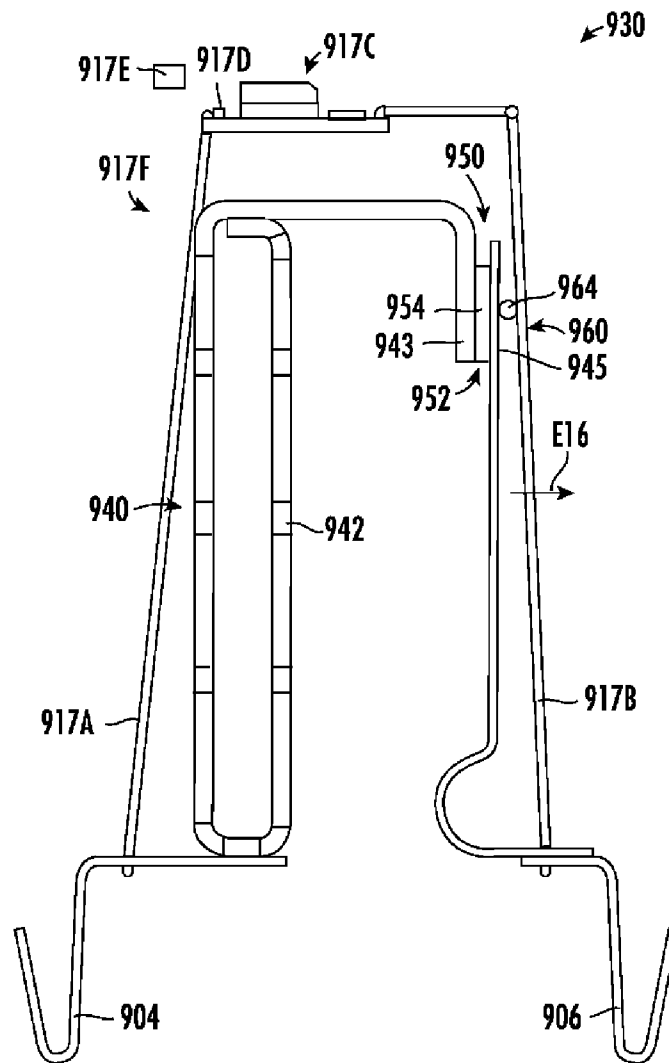


FIG. 36

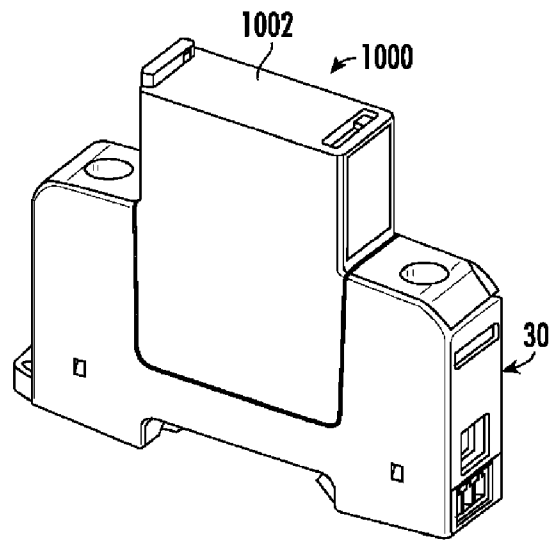


FIG. 37

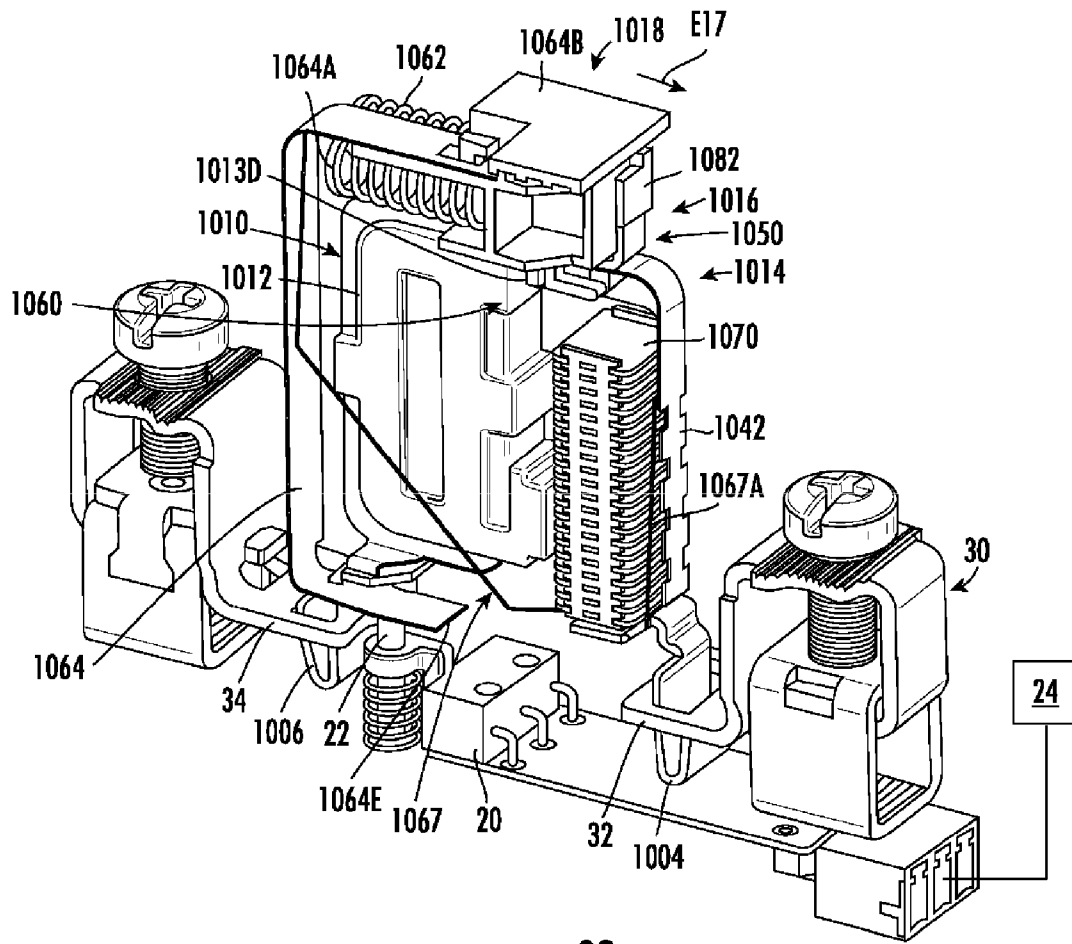


FIG. 38

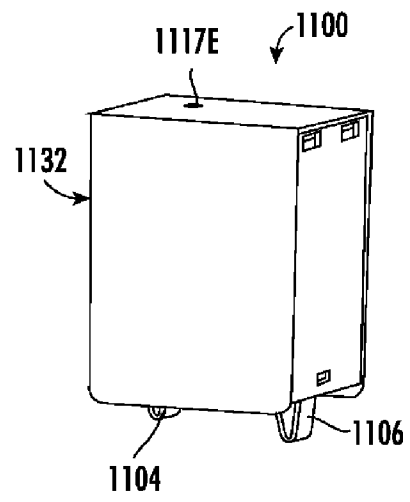
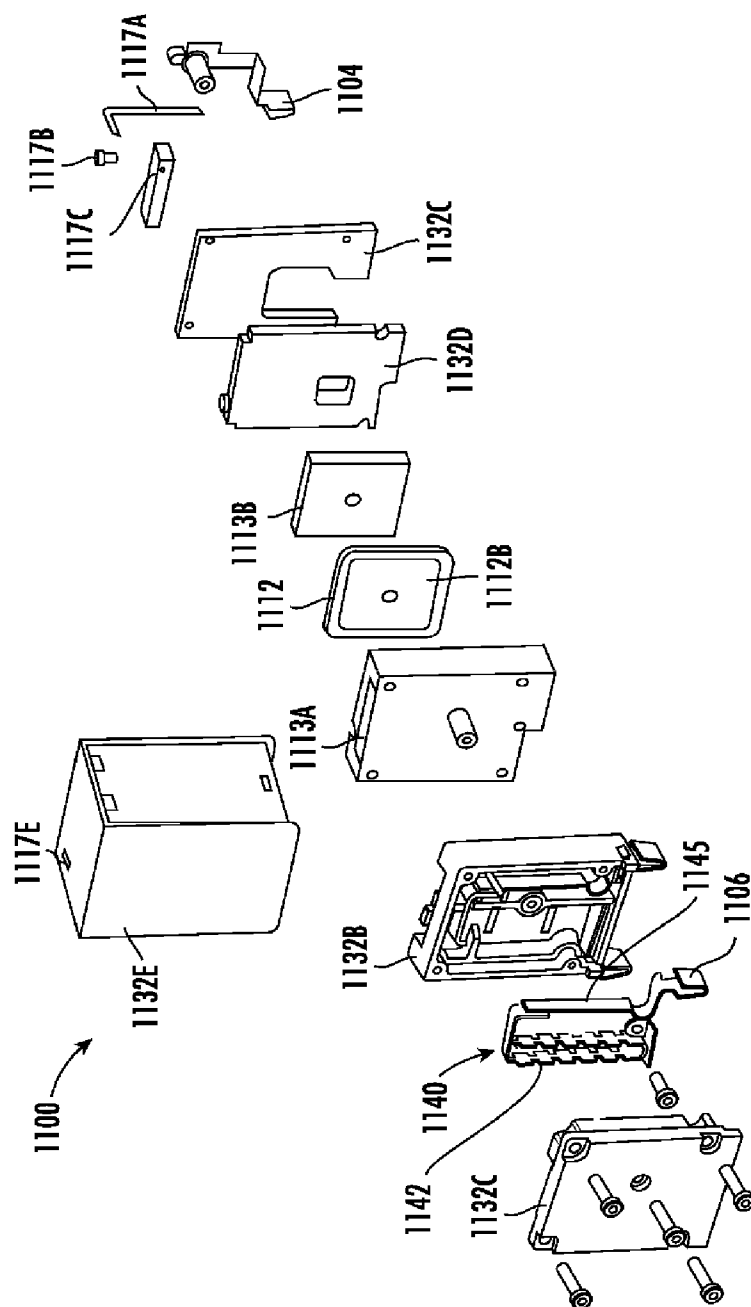
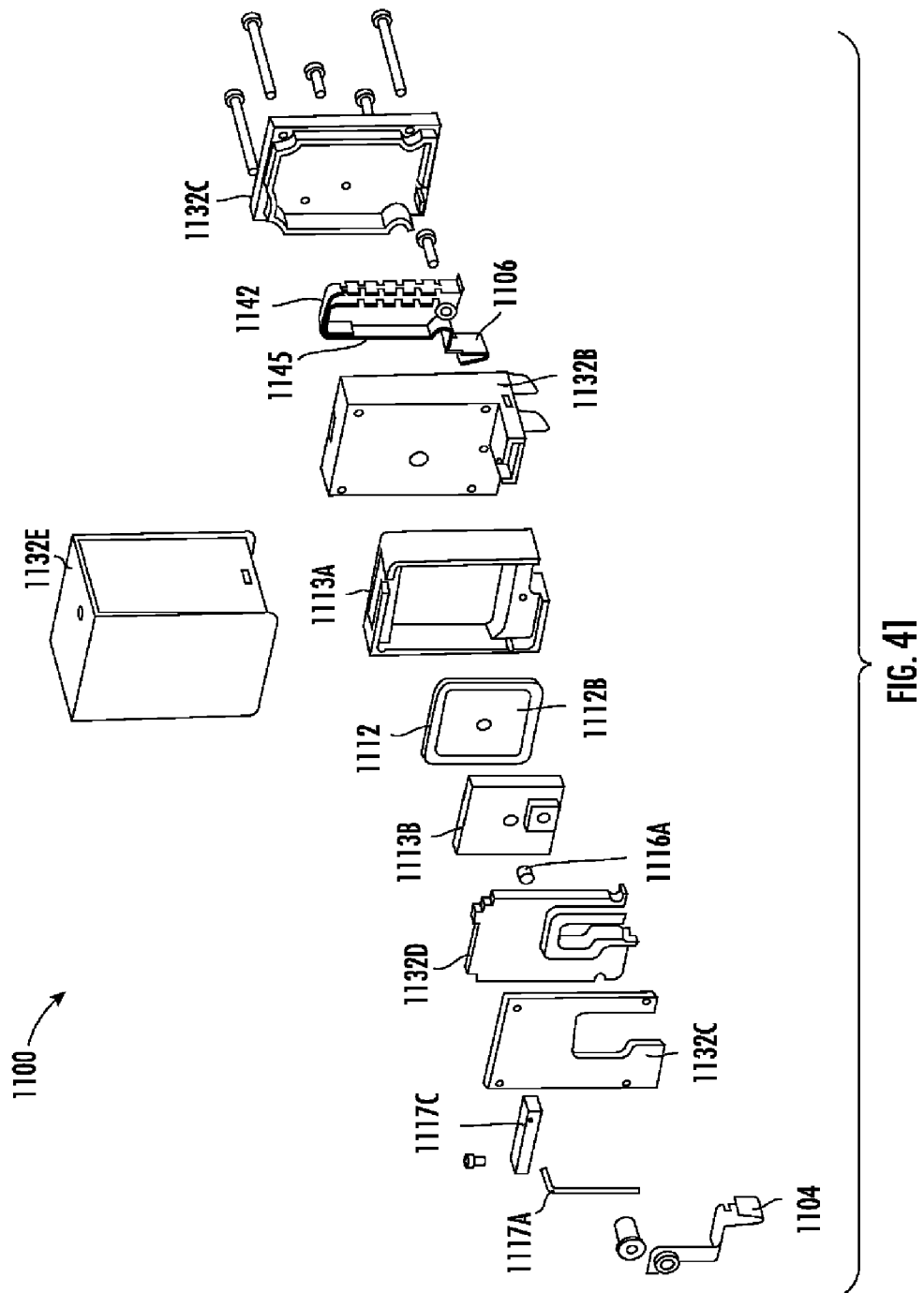


FIG. 39





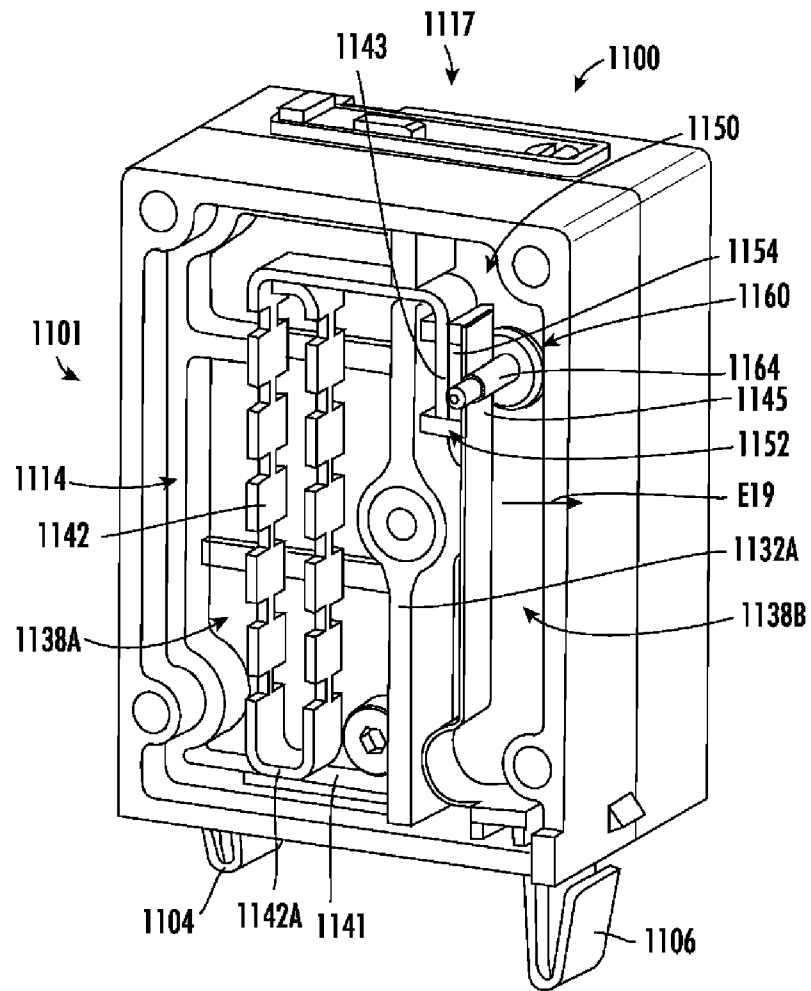
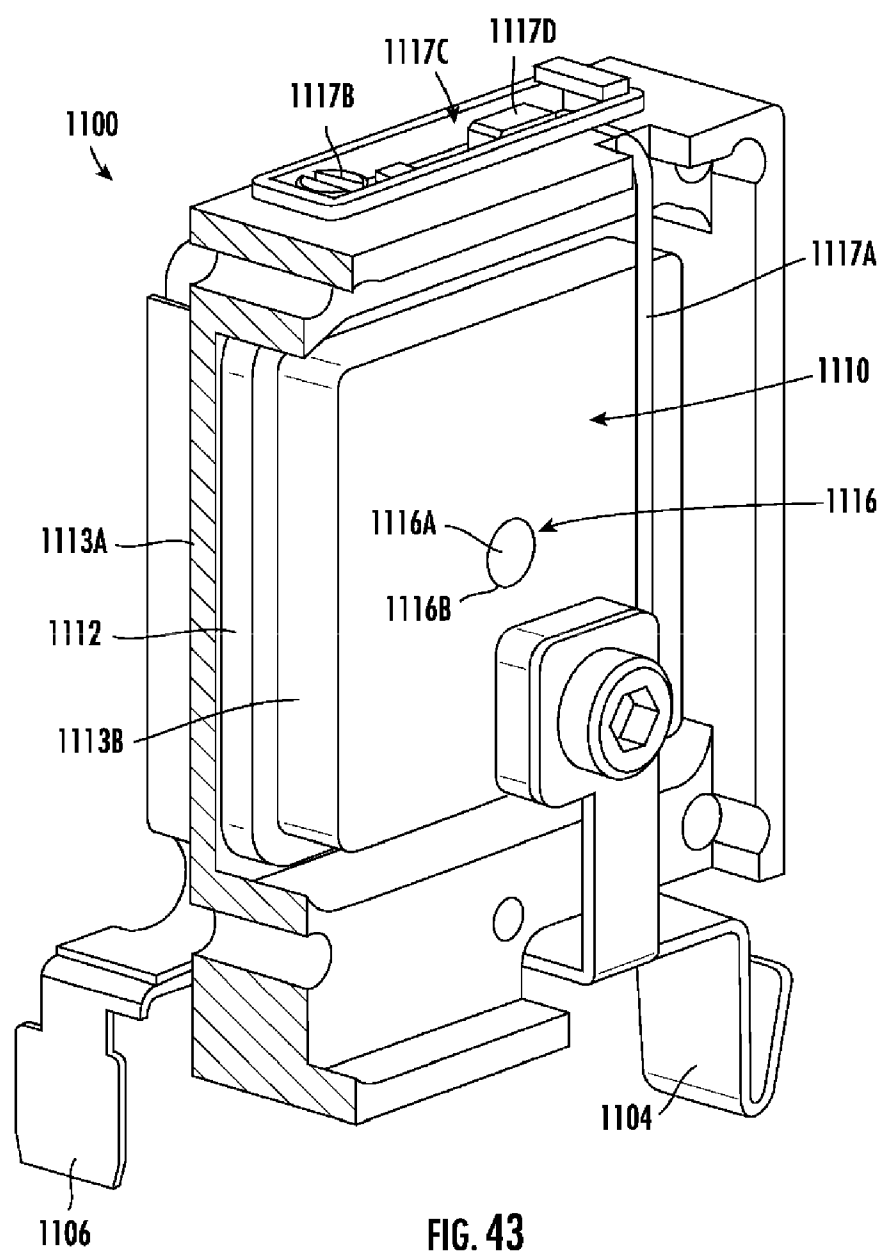


FIG. 42



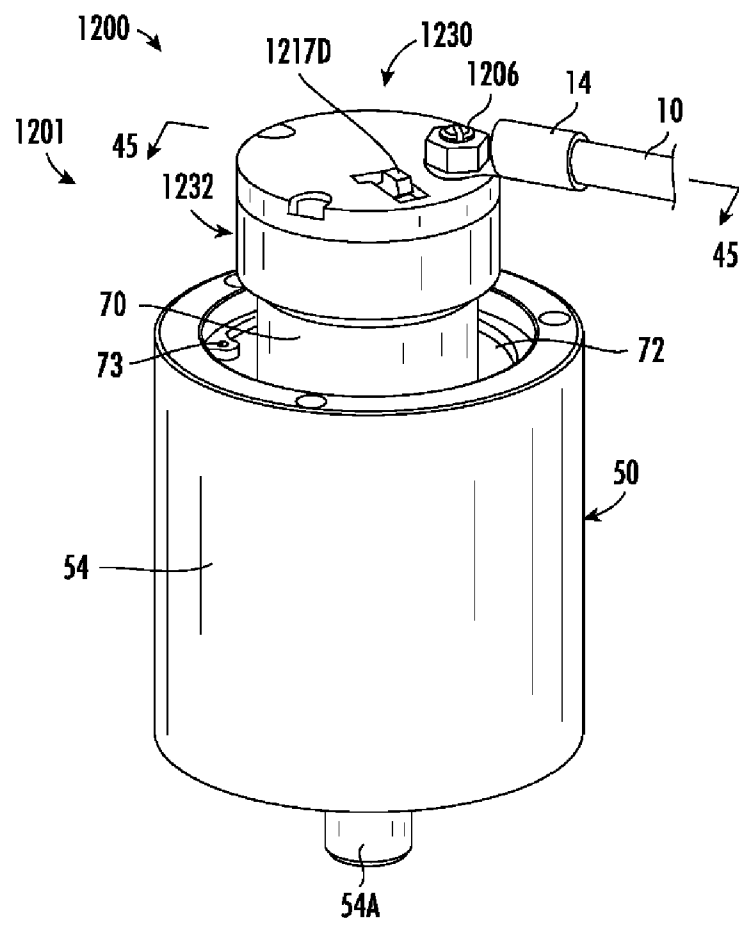


FIG. 44

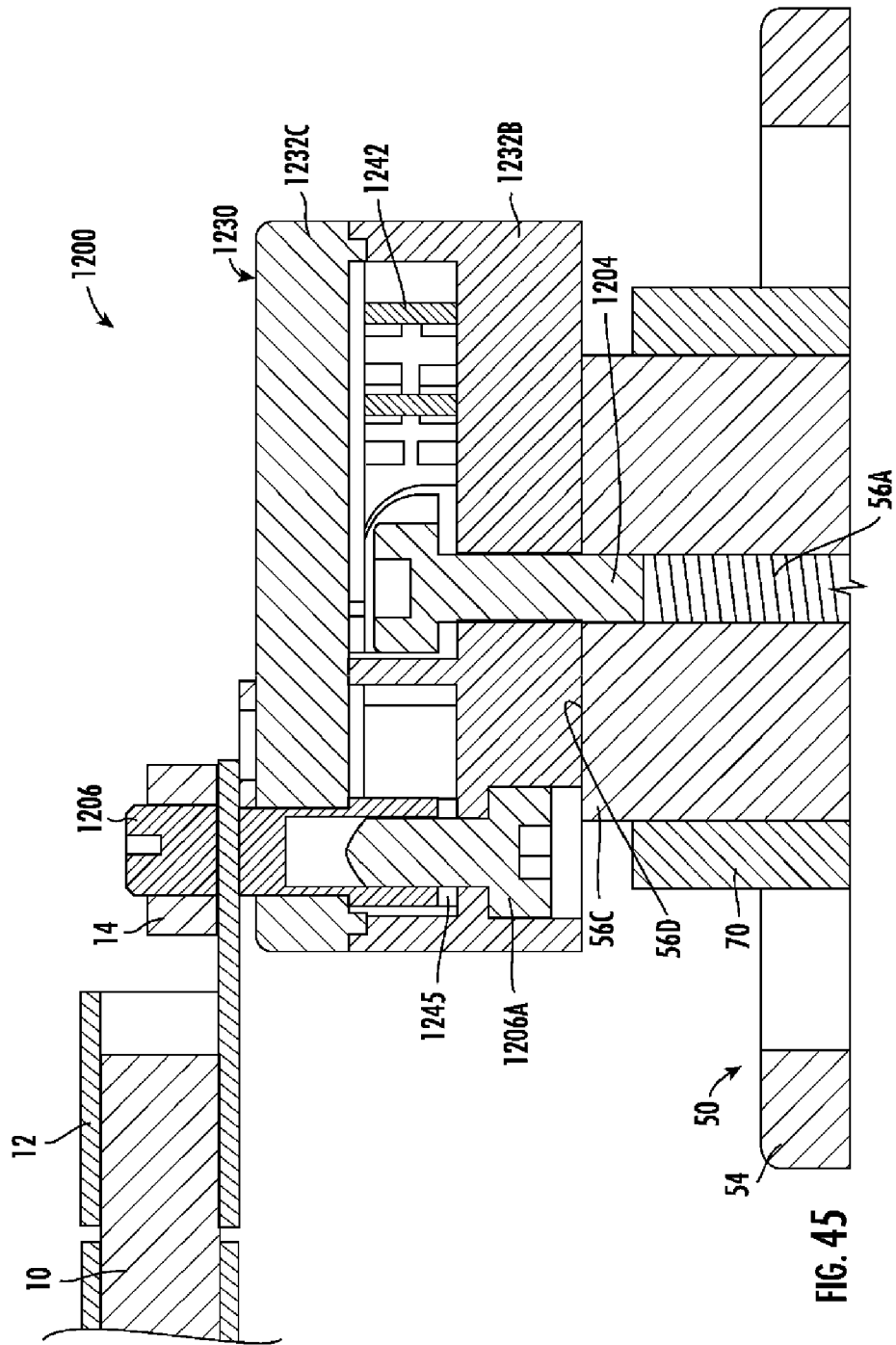


FIG. 45

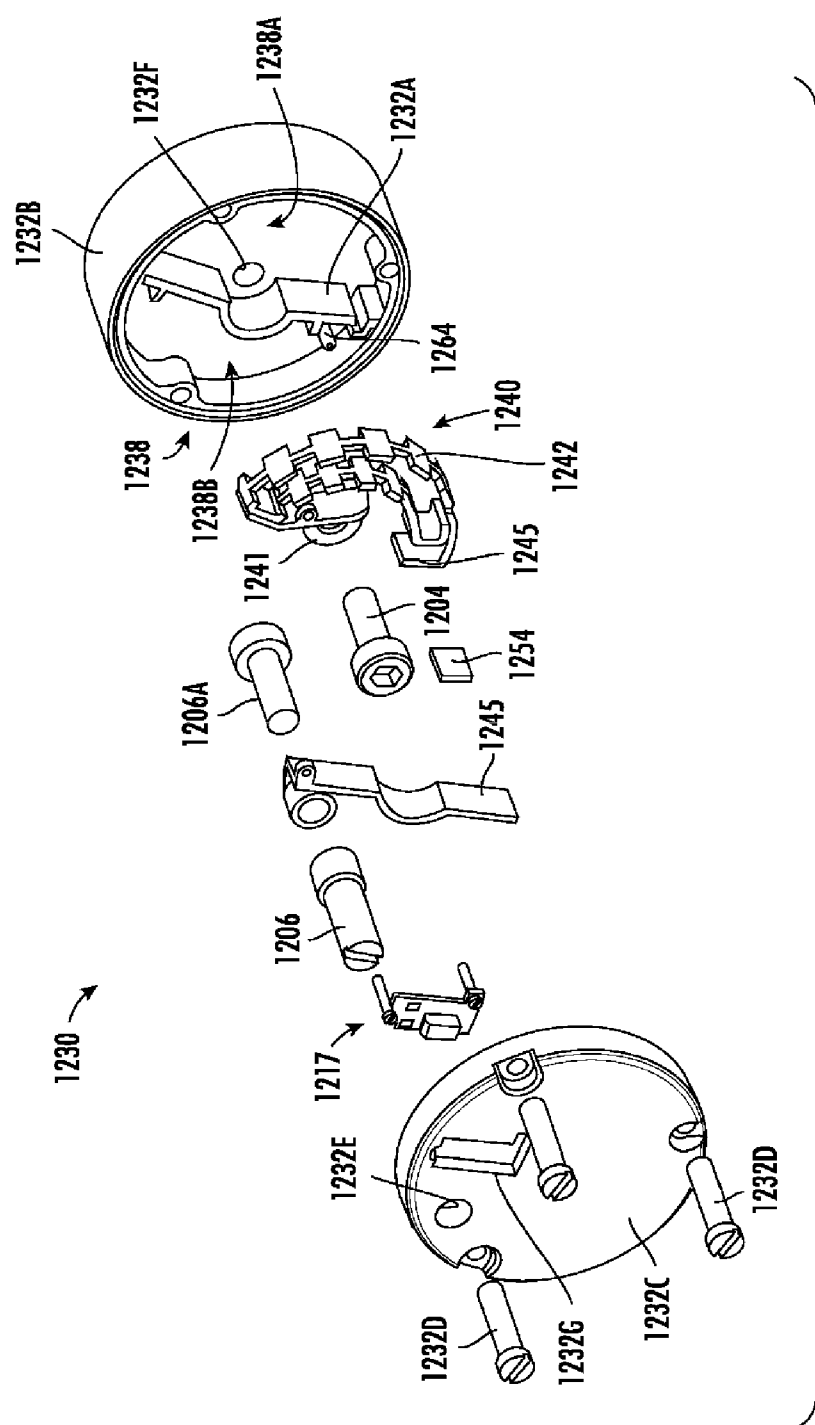


FIG. 46

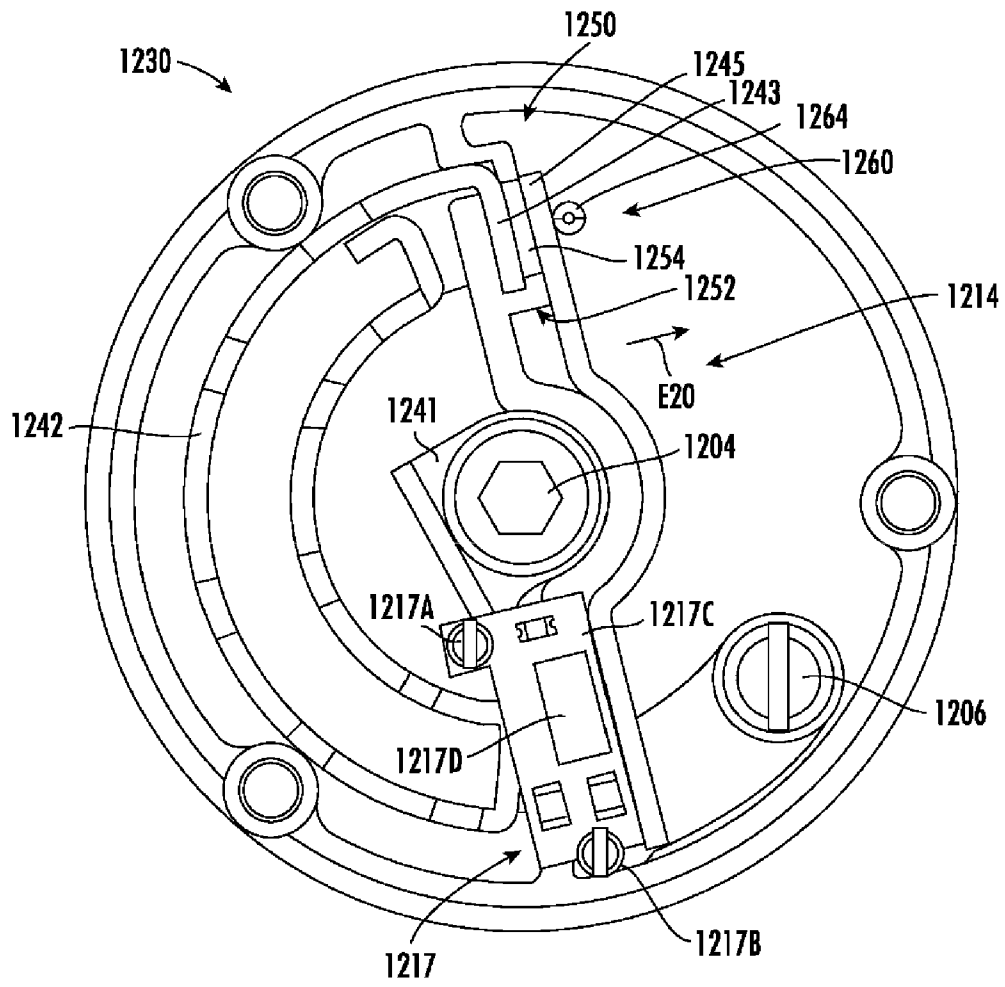


FIG. 47