

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 192**

51 Int. Cl.:

**H01T 4/04** (2006.01)

**H01T 2/02** (2006.01)

**H01T 4/16** (2006.01)

**H01T 4/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2017 E 20190147 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2024 EP 3751685**

54 Título: **Tubos de descarga de gas**

30 Prioridad:

**01.04.2016 US 201615089294**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.10.2024**

73 Titular/es:

**RIPD IP DEVELOPMENT LTD (100.0%)  
66 Akropoleos Acropolis Tower Strovolos  
2012 Nicosia, CY**

72 Inventor/es:

**ROZMAN, ROBERT**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 984 192 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**

Tubos de descarga de gas

5 CAMPO DE LA INVENCION

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

10 ANTECEDENTES

Con frecuencia, se aplica tensión o corriente excesiva a través de líneas de servicio que suministran electricidad a residencias e instalaciones comerciales e institucionales. Estos excesos de tensión o picos de corriente (sobretensiones transitorias y corrientes de choque) pueden deberse, por ejemplo, a la caída de rayos. Los eventos anteriores pueden ser de particular preocupación en centros de distribución de telecomunicaciones, hospitales y otras instalaciones donde los daños a los equipos causados por sobretensiones y/o picos de corriente y el tiempo de inactividad resultante pueden ser muy costosos.

El documento US 3.657.594 describe un descargador de sobretensión para su uso en tensiones de CA o de CC que comprende un componente de fuga dependiente de la tensión conectado en serie con una trayectoria de arco de extinción. El documento EP 0 905 840 A1 describe un pararrayos con espacios de chispa conectados en serie. El documento DE 20 2011 102941 A1 describe un espacio de chispa con varios espacios de chispa individuales conectados en serie. El documento EP 2 573 885 A1 describe un descargador de pico de tensión apilado lleno de gas. El documento WO 2010/086286 A1 muestra una agrupación de descargadores de sobretensión que tienen electrodos de disparo separados.

COMPENDIO

Se proporciona un tubo de descarga de gas según las reivindicaciones.

30

Breve descripción de los dibujos

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

35

La FIGURA 1 es una vista en perspectiva inferior de un tubo de descarga de gas (GDT) según un ejemplo ilustrativo, que no incorpora la invención.

40

La FIGURA 2 es una vista en perspectiva superior del GDT de la FIGURA 1.

La FIGURA 3 es una vista en perspectiva superior despiezada ordenadamente del GDT de la FIGURA 1.

La FIGURA 4 es una vista en perspectiva inferior despiezada ordenadamente del GDT de la FIGURA 1.

La FIGURA 5 es una vista en perspectiva superior fragmentaria del GDT de la FIGURA 1.

45

La FIGURA 6 es una vista en sección transversal del GDT de la FIGURA 1 tomada a lo largo de la línea 6-6 de la FIGURA 2.

La FIGURA 7 es una vista en sección transversal del GDT de la FIGURA 1 tomada a lo largo de la línea 7-7 de la FIGURA 6.

La FIGURA 8 es una vista en planta superior fragmentaria del GDT de la FIGURA 1.

50

La FIGURA 9 es una vista en planta inferior de un dispositivo disparador que forma parte del GDT de la FIGURA 1.

La FIGURA 10 es una vista esquemática de un conjunto eléctrico que incluye el GDT de la FIGURA 1.

Las FIGURAS 11A y 11B son circuitos eléctricos esquemáticos que representan dos realizaciones diferentes correspondientes al GDT de la FIGURA 1.

55

La FIGURA 12 es una vista en perspectiva inferior de un tubo de descarga de gas (GDT) según un ejemplo ilustrativo.

La FIGURA 13 es una vista en perspectiva superior despiezada ordenadamente del GDT de la FIGURA 12.

La FIGURA 14 es una vista en perspectiva inferior despiezada ordenadamente del GDT de la FIGURA 12.

La FIGURA 15 es una vista en sección transversal del GDT de la FIGURA 12 tomada a lo largo de la línea 15-15 de la FIGURA 12.

60

La FIGURA 16 es una vista en perspectiva superior fragmentaria del GDT de la FIGURA 12.

La FIGURA 17 es una vista en planta superior fragmentaria del GDT de la FIGURA 12.

La FIGURA 18 es una vista en planta superior fragmentaria del GDT de la FIGURA 12.

La FIGURA 19 es una vista en perspectiva superior de un tubo de descarga de gas (GDT) según un ejemplo ilustrativo.

65

La FIGURA 20 es una vista en perspectiva superior despiezada ordenadamente del GDT de la FIGURA 19.

La FIGURA 21 es una vista en perspectiva superior fragmentaria del GDT de la FIGURA 19.

La FIGURA 22 es una vista en sección transversal del GDT de la FIGURA 12 tomada a lo largo de la línea 22-22 de la FIGURA 19.

La FIGURA 23 es una vista en planta superior fragmentaria del GDT de la FIGURA 19.

5 La FIGURA 24 es una vista en perspectiva inferior de un dispositivo disparador que forma parte del GDT de la FIGURA 19.

La FIGURA 25 es una vista en perspectiva superior de un tubo de descarga de gas (GDT) según un ejemplo ilustrativo.

La FIGURA 26 es una vista en perspectiva superior despiezada ordenadamente del GDT de la FIGURA 25.

10 La FIGURA 27 es una vista en perspectiva superior despiezada ordenadamente del GDT de la FIGURA 25.

La FIGURA 28 es una vista en sección transversal del GDT de la FIGURA 25 tomada a lo largo de la línea 28-28 de la FIGURA 25.

La FIGURA 29 es una vista en perspectiva inferior de un dispositivo disparador que forma parte del GDT de la FIGURA 25.

15 La FIGURA 30 es una vista en perspectiva superior de un tubo de descarga de gas (GDT) según un ejemplo ilustrativo.

La FIGURA 31 es una vista en perspectiva inferior despiezada ordenadamente del GDT de la FIGURA 30.

La FIGURA 32 es una vista en perspectiva superior despiezada ordenadamente del GDT de la FIGURA 30.

20 La FIGURA 33 es una vista en sección transversal del GDT de la FIGURA 30 tomada a lo largo de la línea 33-33 de la FIGURA 30.

La FIGURA 34 es una vista en planta superior fragmentaria del GDT de la FIGURA 30.

La FIGURA 35 es una vista en planta inferior de un dispositivo disparador que forma parte del GDT de la FIGURA 30.

La FIGURA 36 es una vista fragmentaria ampliada del GDT de la FIGURA 30 que incluye un dispositivo disparador alternativo.

25 La FIGURA 37 es una vista fragmentaria ampliada del GDT de la FIGURA 30 que incluye un dispositivo disparador alternativo adicional.

Las FIGURAS 38 y 39 son vistas en perspectiva despiezadas ordenadamente de un tubo de descarga de gas (GDT) según una realización de la invención.

30 Las FIGURAS 40-43 son vistas en perspectiva que ilustran un método de ensamblaje del GDT de la FIGURA 38.

La FIGURA 44 es una vista en sección transversal del GDT de la FIGURA 38 tomada a lo largo de la línea 44-44 de la FIGURA 38.

#### 35 Descripción detallada de ejemplos ilustrativos

La presente invención se describirá ahora más completamente de aquí en adelante con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran ejemplos ilustrativos de antecedentes y una realización de la invención. En los dibujos, los tamaños relativos de regiones o características pueden estar exagerados para mayor claridad. Sin embargo, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe considerarse como limitada a las realizaciones expuestas en la presente memoria; más bien, estas realizaciones se proporcionan para que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica.

45 Se entenderá que cuando se hace referencia a un elemento como estando "acoplado" o "conectado" a otro elemento, se puede acoplar o conectar directamente al otro elemento o también pueden estar presentes elementos intermedios. Por el contrario, cuando se hace referencia a un elemento como estando "directamente acoplado" o "directamente conectado" a otro elemento, no hay elementos intermedios presentes. Los números similares se refieren a elementos similares en toda la memoria.

50 Además, en la presente memoria se pueden utilizar términos espacialmente relativos, tales como "debajo", "por debajo de", "inferior", "por encima de", "superior" y similares, para facilitar la descripción para describir la relación de un elemento o característica con otro(s) elemento(s) o característica(s) como se ilustra en las figuras. Se entenderá que los términos espacialmente relativos pretenden abarcar diferentes orientaciones del dispositivo en uso o funcionamiento además de la orientación representada en las figuras. Por ejemplo, si el dispositivo en las figuras está volteado, los elementos descritos como "debajo" o "por debajo de" de otros elementos o características se orientarían entonces "sobre" los otros elementos o características. Así, el término ejemplar "debajo" puede abarcar tanto una orientación de por encima como de por debajo. El dispositivo puede orientarse de otra manera (girado 90 grados o en otras orientaciones) y los descriptores espacialmente relativos utilizados en la presente memoria pueden interpretarse en consecuencia.

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

65 Como se utiliza en la presente memoria, la expresión "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

La terminología utilizada en la presente memoria tiene el propósito de describir realizaciones particulares únicamente y no pretende ser limitativo de la invención. Como se utilizan en la presente memoria, las formas singulares "un, uno, una" y "el/la/lo" pretenden incluir también 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 utilizan 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 de los mismos.

A menos que se defina lo contrario, todos los términos (incluyendo los términos técnicos y científicos) utilizados en la presente memoria tienen el mismo significado que entiende comúnmente un experto en la técnica a la que pertenece esta invención. Se entenderá además que los términos, tales como los definidos en los diccionarios utilizados comúnmente, deben interpretarse como que tienen un significado que es consistente con su significado en el contexto de la técnica relevante y no se interpretarán en un sentido idealizado o demasiado formal a menos que se defina expresamente en la presente memoria.

Como se utiliza en la presente memoria, un "cierre hermético" es un cierre que impide el paso, escape o entrada de aire u otro gas a través del cierre (*es decir*, hermético). "Sellado herméticamente" significa que el hueco o estructura descrito (*p. ej.*, cámara) está sellado para impedir el paso, escape o entrada de aire u otro gas hacia dentro o hacia fuera del hueco o estructura.

Como se utiliza en la presente memoria, "monolítico" significa un objeto que es una pieza única y unitaria formada o compuesta de un material sin juntas ni uniones.

Con referencia a las FIGURAS 1-11, en ellas se muestra un tubo de descarga de gas (GDT) 100 modular de múltiples celdas. El GDT 100 incluye un aislante 110, una cubierta 130, un primer electrodo terminal 132, un segundo electrodo terminal 134, un conjunto E de electrodos interiores E1-E14, un aislante 136, cierres herméticos 135, 138, capas 137, 139 de unión, una dispositivo disparador 150, y un gas seleccionado M (FIGURA 6).

El aislante 110 y la cubierta 130 forman colectivamente un recinto o alojamiento 102 que define una cámara 104 de GDT cerrada (FIGURA 6). Los electrodos terminales 132, 134, los electrodos interiores E1-E14, la placa aislante 136, el dispositivo disparador 150 y el gas M están contenidos en la cámara 104. El alojamiento 102 tiene un eje central A-A (FIGURA 1), un primer eje lateral B-B, y un segundo eje lateral C-C (FIGURA 6). Como se analiza más adelante en la presente memoria, los dieciséis electrodos 132, 134, E1-E14 definen una pluralidad de espacios G (quince espacios G) y una pluralidad de celdas C (quince celdas C) entre los electrodos 132, 134, E1-E14 (FIGURA 6). Los electrodos 132, 134 E1-E14 y los espacios G y las celdas C están distribuidos en serie en una relación espaciada a lo largo del eje B-B.

El aislante 110 puede tener generalmente forma de copa. El aislante 110 incluye una pared 112 de extremo o inferior y una pared lateral anular, elíptica y vertical 114 que define colectivamente una cavidad 120 y una abertura superior 122 que se comunica con la cavidad 120. Los orificios pasantes o aberturas 124 del electrodo se extienden a través de la pared inferior 112. Las características o apéndices 116 de localización integrados se proyectan hacia arriba desde la pared inferior 112. El aislante 110, la cavidad 120 y la cámara 104 tienen forma elíptica en sección transversal perpendicular al eje A-A.

El aislante 110 puede estar formado de cualquier material eléctricamente aislante adecuado. El aislante 110 puede estar formado de un material que tenga una temperatura de fusión de al menos 1.000 grados Celsius y, en algunos casos, de al menos 1.600 grados Celsius. En algunos casos, el aislante 110 está formado de cerámica. En algunos casos, el aislante 110 incluye o está formado de cerámica de alúmina ( $Al_2O_3$ ), posiblemente al menos aproximadamente 90% de  $Al_2O_3$ . En algunos casos, el aislante 110 es monolítico.

Cada uno de los electrodos 132, 134 incluye un cabezal 132A, 134A dispuesto en la cavidad 120 y un poste 132B, 134B de contacto que se extiende a través de una abertura respectiva 124 y que se proyecta hacia fuera desde el aislante 110. Una capa 137 de unión está interpuesta entre cada poste 132B, 134B y la superficie interior de su abertura 124. Los postes 132B, 134B están unidos al aislante 110 mediante las capas 137 de unión continuamente alrededor de las periferias completas de las aberturas 124. Las capas 137 de unión junto con los cierres herméticos 138 sellan herméticamente el aberturas 124. En algunas realizaciones, las capas 137 de unión son capas de metalización, soldadura o a base de metal. Los materiales a base de metal adecuados para formar las capas 137 de unión pueden incluir metalización de Ma-Mo niquelada. Los materiales adecuados para los cierres herméticos 138 pueden incluir una aleación de plata-cobre.

Los electrodos 132, 134 pueden estar formados de cualquier material adecuado. Los electrodos 132, 134 están formados de metal y, en algunos casos, están formados de molibdeno o Kovar. Según algunas versiones, cada uno de los electrodos 132, 134 es unitario y, en algunos casos, monolítico.

Como se analizó anteriormente, los electrodos interiores E1-E14 están posicionados en serie y distribuidos en la cavidad 120 a lo largo del eje B-B. Los electrodos E1-E14 están posicionados de tal manera que cada electrodo E1-E14 esté físicamente separado de los otros electrodos interiores inmediatamente adyacentes E1-E14, 132, 134. El borde inferior de cada electrodo E1-E14 está capturado en ranuras definidas entre las asociadas de los apéndices 116 de localización para limitar de este modo el desplazamiento lateral del electrodo E1-E14 con relación al alojamiento 102. Cada electrodo E1-E14 también se captura entre la pared inferior 112 y el dispositivo disparador 150 para limitar de este modo el desplazamiento axial (a lo largo del eje A-A) del electrodo E1-E14 con relación al alojamiento 102.

De esta manera, cada electrodo E1-E14 se posiciona positivamente y se retiene en posición con relación al alojamiento 102 y los otros electrodos E1-E14, 132, 134. Los electrodos E1-E14 se aseguran de esta manera sin la utilización de unión adicional o sujetadores aplicados a los electrodos E1-E14. Los electrodos E1-E14 pueden estar semifijos o capturados sin apretar entre las características 116 de localización, la pared inferior 112 y el dispositivo disparador 150. Los electrodos E1-E14 pueden ser capaces de flotar hacia arriba y hacia abajo hasta un grado limitado dentro del alojamiento 102.

Cada uno de los electrodos E1-E14 son placas arqueadas, dobladas o curvadas. Más particularmente, cada electrodo E1-E14 tiene una forma o perfil de sección transversal arqueado o curvilíneo en el plano definido por los ejes laterales B-B y C-C, y es recto, plano o lineal en planos paralelos al plano definido por los ejes A-A y C-C. Las superficies opuestas de los electrodos E1-E14 se extienden sustancialmente paralelas entre sí. Esta configuración permite una longitud de espacio mayor dentro de un alojamiento 102 de una anchura determinada y que los electrodos tengan longitudes similares.

Los electrodos E1-E14 pueden estar formados de cualquier material adecuado. En algunos casos los electrodos E1-E14 están formados de metal, que puede ser molibdeno, cobre, tungsteno o acero. Según algunas versiones, cada uno de los electrodos E1-E14 es unitario y, en algunos casos, monolítico.

En algunos casos, cada uno de los electrodos E1-E14 tiene un grosor T1 (FIGURA 6) en el intervalo de aproximadamente 0,3 a 2 mm, quizás en el intervalo de aproximadamente 0,5 a 1 mm. Cada electrodo E1-E14 puede tener una altura H1 (FIGURA 7) en el intervalo de aproximadamente 1 a 20 mm y, en algunos casos, en el intervalo de 3 a 10 mm. Según algunos ejemplos, la longitud de cada electrodo E1-E14 está en el intervalo de aproximadamente 10 a 50 mm.

El aislante 136 puede tener la forma de una placa plana o estar configurada de otro modo. El aislante 136 puede estar formado de cualquier material eléctricamente aislante adecuado. En algunos casos, el aislante 136 está formado de un material que tiene un punto de fusión de al menos 1.000 grados Celsius, posiblemente al menos 1.600 grados Celsius. El aislante 136 puede estar formado de cerámica y puede incluir o estar formado de cerámica de alúmina ( $Al_2O_3$ ), en algunos casos al menos aproximadamente 90% de  $Al_2O_3$ . En algunos casos, el aislante 136 es monolítico.

La placa 130 de cubierta puede tener la forma de una placa plana o estar configurada de otra manera. La placa 130 de cubierta puede estar formada de cualquier material adecuado. La placa 130 de cubierta puede estar formada de metal y, en algunos casos, está formada de cobre o Kovar. En alguna versión, la placa 130 de cubierta es unitaria y, en algunos casos, monolítica.

Una capa 139 de unión anular está interpuesta entre una superficie 118 de borde superior anular del aislante 110 y la superficie inferior de la cubierta 130. El cierre hermético 135 está interpuesto entre la capa 139 de unión y la cubierta 130. La cubierta 130 está unida a la superficie 118 mediante la capa 139 de unión. Según algunas construcciones, la cubierta 130 está unida a la superficie 118 mediante la capa 139 de unión continuamente alrededor de la periferia completa de la abertura 122 de modo que la abertura 122 quede sellada herméticamente por la cubierta 130 y la capa 139 de unión y el cierre hermético 135. La capa 139 de unión puede formarse del mismo material que se describe anteriormente para la capa 137 de unión. La capa 135 de cierre hermético puede estar formada del mismo material que se describe anteriormente para los cierres herméticos 138.

El dispositivo disparador 150 (FIGURAS 3, 4 y 7-9) incluye un sustrato 152, una pluralidad de enlaces R1-R14 de resistencia (FIGURA 8) y un enlace conductor 162. Los enlaces R1-R14 de resistencia y el enlace conductor 162 constituyen un circuito disparador 151.

El sustrato 152 incluye un cuerpo 154 y un reborde anular integral 156. Los rebajes 158 están definidos en el lado superior 154A del cuerpo 154 y se comunican con orificios pasantes 159 que se extienden hasta el lado inferior 154B del cuerpo 154. Un canal 157 también está definido en el lado superior 154A.

El sustrato 152 puede estar formado por cualquier material eléctricamente aislante adecuado. En algunos diseños, el sustrato 152 está formado de un material que tiene una temperatura de fusión de al menos 1.000 grados Celsius y, en algunos casos, de al menos 1.600 grados Celsius. El sustrato 152 puede estar formado de cerámica. En algunos

casos, el sustrato 152 incluye o está formado de cerámica de alúmina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), posiblemente al menos aproximadamente 90% de  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . En algunas realizaciones, el sustrato 152 es monolítico.

5 Con referencia a las FIGURAS 7-9, la capa 162 de conexión está unida a la superficie superior del sustrato 152 en el canal 157. Cada enlace R1-R14 de resistencia incluye una capa 164 de resistencia y una capa 160 de interfaz terminal. Cada enlace R1-R14 de resistencia termina en un extremo por la capa 162 de conexión y por su capa 160 de interfaz terminal en su extremo opuesto. De ese modo, las capas 160 de interfaz terminal están conectadas eléctricamente a la capa de conexión a través de las capas 164 de resistencia. Las capas 160 de interfaz terminal están unidas a la superficie superior del sustrato 152 en los respectivos rebajes 158. Las capas 160 de interfaz terminal se extienden hacia y pueden extenderse dentro de los orificios pasantes 159.

15 La capa 162 de conexión puede estar formada de cualquier material adecuado. La capa 162 de conexión puede estar formada de metal y, en algunos casos, está formada de metal en un soporte adhesivo. El soporte puede ser un vehículo adhesivo a base de silicato tal como un adhesivo de silicato de sodio o de silicato de potasio. Según algunos casos, la capa 162 de conexión tiene un grosor en el intervalo de aproximadamente 50 a 1.000 micrómetros.

20 Las capas 160 de interfaz terminal pueden formarse de cualquier material adecuado. Las capas 160 de interfaz terminal pueden estar formadas de metal y, en algunos casos, están formadas de metal en un soporte adhesivo. El soporte puede ser un soporte adhesivo a base de silicato tal como un adhesivo de silicato de sodio o de silicato de potasio. En algunos casos, cada una de las capas 160 de interfaz terminal tiene un grosor en el intervalo de aproximadamente 50 a 1.000 micrómetros.

25 Las capas 164 de resistencia pueden estar formadas por cualquier material eléctricamente resistivo adecuado. Según algunas versiones, las capas 164 de resistencia están formadas de un compuesto a base de grafito. En algunos casos, las capas 164 de resistencia están formadas de un compuesto que incluye grafito en un soporte adhesivo. El soporte puede ser un soporte adhesivo a base de silicato tal como un adhesivo de silicato de sodio o de silicato de potasio.

30 Las capas 164 de resistencia pueden estar formadas de un material que tenga una resistencia eléctrica específica en el intervalo de aproximadamente 1 micro ohmio por metro a 1 ohmio por metro.

Cada uno de los enlaces R1-R14 de resistencia puede tener una resistencia eléctrica en el intervalo de aproximadamente 3 a 500 ohmios.

35 Cada una de las capas 164 de resistencia puede tener un grosor en el intervalo de aproximadamente 1 a 150 micrómetros.

40 El gas M puede ser cualquier gas adecuado y puede ser un único gas o una mezcla de dos o más (*p. ej.*, 2, 3, 4, 5 o más) gases. En algunos casos, el gas M incluye al menos un gas inerte. El gas M puede incluir al menos un gas seleccionado entre argón, neón, helio, hidrógeno y/o nitrógeno. En algunos casos, el gas M es o incluye helio. El gas M puede ser aire y/o una mezcla de gases presentes en el aire.

45 Según algunos casos, el gas M puede comprender un único gas en cualquier cantidad adecuada, tal como, por ejemplo, en cualquier cantidad adecuada en una mezcla con al menos otro gas. En algunos casos, el gas M puede comprender un único gas en una cantidad de aproximadamente el 0,1%, 0,5%, 1%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, 75%, 80%, 85%, 90%, 95%, 98% o 99% en volumen del volumen total de gas presente en el cámara 104 de GDT, o cualquier intervalo en la misma. En algunos casos, el gas M puede comprender un único gas en una cantidad inferior al 50% (*p. ej.*, inferior al 40%, 30%, 20%, 10%, 5% o 1%) en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT. En algunos casos, el gas M puede comprender un único gas en una cantidad superior al 50% (*p. ej.*, superior al 60%, 70%, 80%, 90% o 95%). en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT. En algunos casos, el gas M puede comprender un único gas en una cantidad en un intervalo de aproximadamente el 0,5% a aproximadamente el 15%, aproximadamente el 1% a aproximadamente el 50%, o aproximadamente el 50% a aproximadamente el 99% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT.

55 En algunos casos, el gas M comprende al menos un gas presente en una cantidad de al menos el 50% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT. Según algunos casos, el gas M comprende helio en una cantidad de al menos el 50% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT 104. Según algunos casos, el gas M comprende al menos un gas presente en una cantidad de aproximadamente el 90% o más en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT, y, en algunos casos, en una cantidad de aproximadamente el 100% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT.

65 Según algunos casos, el gas M puede comprender una mezcla de un primer gas y un segundo gas (*p. ej.*, un gas inerte) diferente del primer gas con el primer gas presente en una cantidad inferior al 50% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT y el segundo gas presente en una cantidad de al menos el 50% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT. En algunos casos, el primer gas está

5 presente en una cantidad en un intervalo de aproximadamente el 5% a aproximadamente el 20% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT y el segundo gas está presente en una cantidad de aproximadamente el 50% a aproximadamente el 90% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT. En algunos casos, el primer gas está presente en una cantidad de aproximadamente el 10% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT y el segundo gas está presente en una cantidad de aproximadamente el 90% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara 104 de GDT. En algunos casos, el segundo gas es helio, que puede estar presente en las proporciones descritas anteriormente para el segundo gas. En algunos casos, el primer gas (que puede estar presente en las proporciones descritas anteriormente para el primer gas) se selecciona del grupo que consiste en argón, neón, hidrógeno y/o nitrógeno, y el segundo gas es helio (que puede estar presente en las proporciones descritas anteriormente para el segundo gas).

15 El GDT 100 se puede ensamblar de la siguiente manera. Los electrodos terminales 132 y 134 se insertan a través de las aberturas 159. Las capas 137 de unión se calientan para unir los terminales 132, 134 al aislante 110 en las aberturas 124. Los cierres herméticos 138 se instalan o se forman alrededor de los postes 132B, 134B para asegurar los electrodos 132, 134 en su lugar y sellan herméticamente las aberturas 159. Según algunos casos, los cierres herméticos 138 son soldaduras o refuerzos metálicos, que pueden estar formados de una aleación de plata-cobre, por ejemplo.

20 Los electrodos interiores E1-E14 están instalados en la cavidad 120. Más particularmente, cada uno de los electrodos E1-E14 está instalado en un conjunto respectivo de ranuras entre las características 116 de localización como se muestra en la FIGURA 6.

25 El dispositivo disparador 150 se coloca sobre los electrodos interiores E1-E14 de modo que el lado inferior 154B descansa sobre los bordes superiores 142A (FIGURA 7) de los electrodos interiores E1-E14. El dispositivo disparador 150 está alineado de tal manera que los orificios pasantes 159 estén cada uno alineado con uno respectivo de los bordes superiores 142A de los electrodos E1-E14, 134, y las capas 160 de interfaz en los mismos estén ubicadas en o muy cerca de dichos bordes superiores respectivos 142A.

30 La placa aislante 136 y la cubierta 130 se colocan entonces sobre el dispositivo disparador 150. La cubierta 130 se une a la cara superior 118 del aislante 110 para formar el alojamiento 102 y la cámara sellada hermética a los gases 104. Según algunos casos, la cubierta 130 se asegura herméticamente al aislante 110 soldando o calentando la cubierta 130 y uniendo por fusión de este modo la capa 139 de unión a la cubierta 130. La capa 139 de unión puede pulverizarse sobre o aplicarse de otro modo al aislante 110.

35 En algunos casos, los componentes del GDT 100 están dispuestos en una cámara de ensamblaje durante las etapas de colocar la cubierta 130 en el aislante 110 y asegurar la cubierta 130 al aislante 110 para encerrar y sellar la cámara 104. La cámara de ensamblaje se llena con el gas M a una presión y temperatura prescritas. Como resultado, el gas M es posteriormente capturado y contenido en la cámara 104 del GDT 100 ensamblado a una presión y temperatura prescritas. La presión y temperatura prescritas se seleccionan de tal manera que el gas M esté presente a una presión operativa deseada cuando el GDT 100 esté instalado y en uso a una temperatura de servicio prescrita.

45 En algunos casos, la presión del gas M en la cámara 104 del GDT 100 ensamblado está en el intervalo de aproximadamente 50 a 1.000 mbar a 20 grados Celsius.

50 Según algunos casos, las dimensiones relativas del aislante 110, los electrodos E1-E14, el dispositivo disparador 150, la placa aislante 136 y la cubierta 130 se seleccionan de tal manera que los electrodos E1-E14 queden capturados sin apretar entre los sustrato 152 y la pared inferior 112 del aislante para permitir que los electrodos E1-E14 se deslicen hacia arriba y hacia abajo una pequeña distancia. En algunos casos, la distancia de flotación vertical permitida está en el intervalo de aproximadamente 0,05 a 0,5 mm. En otros casos, el sustrato 152 y la pared inferior 112 encajan cómodamente contra los electrodos E1-E14 o aplican una carga de compresión a los electrodos E1-E14.

55 Los electrodos 132, E1-E14, 134 definen una pluralidad de espacios G y una pluralidad de celdas C entre cada par de electrodos 132, E1-E14, 134. Según algunos casos, la anchura mínima W1 (FIGURA 6) de cada espacio G (*es decir*, la distancia de espacio más pequeña entre las dos superficies de electrodo que forman la celda C) está en el intervalo de aproximadamente 0,2 a 1,5 mm.

60 Los orificios pasantes 159 asociados con los enlaces R1-R14 de resistencia están posicionados sobre los bordes superiores 142A, 134C de los electrodos E1-E14 y 134, respectivamente. Como resultado, la capa terminal 160 de cada enlace R1-R14 de resistencia se posicionada en o muy cerca del borde superior correspondiente 142A, 134C a través del orificio pasante correspondiente 159.

65 En uso, los enlaces R1-R14 de resistencia están acoplados eléctricamente a los electrodos E1-E14, 134 a través de sus capas terminales respectivas 160. Debido a que los electrodos E1-E14 están flotando o no están

completamente fijados en el alojamiento 102 y el electrodo terminal 134 está espaciado del dispositivo disparador 150, puede que no sea posible garantizar un contacto estrecho entre los enlaces R1-R14 de resistencia y los electrodos E1-E14, 134. Como resultado, un espacio pequeño J (FIGURA 7) puede estar presente entre cada enlace R1-R14 de resistencia y su electrodo E1-E14, 134. Según algunos casos, cada espacio J tiene una anchura en el intervalo de aproximadamente 0 a 0,5 mm. Durante un evento de pico de tensión, este espacio J puede provocar chispas entre el enlace R1-R14 de resistencia y el electrodo E1-E14, 134. Si las chispas se aplican a la capa 164 de resistencia, tales chispas pueden dañar la capa 164 de resistencia, lo que a su vez puede aumentar el espacio y afectar negativamente al rendimiento del GDT 100 (*p. ej.*, aumentar la sobretensión de chispa requerida).

Las capas 160 de interfaz terminal pueden impedir o reducir tales daños a los enlaces R1-R14 de resistencia y mejorar de este modo el rendimiento y la vida útil del GDT 100. El material de las capas 160 de interfaz terminal tiene una conductividad eléctrica sustancialmente igual que el electrodo y mayor que la de la capa 164 de resistencia de modo que se eliminen o reduzcan las chispas antes mencionadas. Además, el material de las capas 160 de interfaz terminal puede ser más resistente a la degradación por grabado que el material de la capa 164 de resistencia.

Ventajosamente, la pluralidad de espacios G de chispa están alojadas o envueltas en el mismo alojamiento 102 y cámara 104. La pluralidad de celdas C y espacios G de chispa definidos entre los electrodos 132, E1-E14, 134 están en comunicación fluida de modo que comparten la misma masa o volumen de gas M. Al proporcionar múltiples electrodos, celdas y espacios de chispa en una cámara común o compartida 104, se puede reducir el tamaño y el número de piezas. Como resultado, el tamaño, el coste y la fiabilidad del GDT 100 se pueden reducir en comparación con una pluralidad de GDT individuales conectados en serie.

Además, el dispositivo disparador 150 que incluye el circuito disparador 151 está alojado o envuelto en el mismo alojamiento 102 y cámara 104 que los electrodos 132, E1-E14, 134, y está igualmente en comunicación fluida con la misma masa de gas M. Como resultado, el tamaño, el coste y la fiabilidad del GDT 100 se pueden reducir en comparación con una pluralidad de GDT individuales conectados en serie con un circuito disparador externo.

Las configuraciones arqueadas de los electrodos E1-E14 pueden ayudar a garantizar que, en el caso de un evento de pico de tensión, se produzca una chispa entre las secciones medias de los electrodos E1-E14, no en sus bordes.

El montaje flotante o semifijo de los electrodos E1-E14 en el alojamiento 102 puede facilitar el ensamblaje.

Los atributos de rendimiento del GDT 100 se pueden determinar mediante la selección del gas M, la presión del gas M en la cámara 104, las dimensiones y la geometría de los electrodos 132, E1-E14, 134, la geometría y las dimensiones del alojamiento 102, los tamaños de los espacios G y/o las resistencias eléctricas de los enlaces R1-R14 de resistencia.

En algunos casos y con referencia a la FIGURA 10, en ella se muestra un conjunto eléctrico 5. El conjunto eléctrico 5 incorpora el GDT 100. El GDT 100 está montado en un recinto 52 de un módulo 50 de GDT que está montado de forma extraíble y reemplazable sobre una base 60. La base 60 está a su vez montada sobre un soporte DR para conectar mecánica y eléctricamente el GDT 100 a un sistema de energía eléctrica. En algunos casos, el soporte DR es un carril DIN. La base 60 incluye un recinto 62, un primer conector eléctrico 64 al que se fija un primer cable eléctrico WL (*p. ej.*, un cable de línea) y un segundo conector eléctrico 66 al que se asegura un segundo cable eléctrico WN (*p. ej.*, un cable neutro). El módulo 50 de GDT incluye un puente 54 que incluye los conectores 54A y 54B. El conector 54A está asegurado al electrodo terminal 132 y el conector 54B está entrelazado de manera liberable con el conector de base 64. El módulo GDT 50 incluye además un segundo puente 56 que incluye los conectores 56A y 56B. El conector 56A está asegurado al electrodo terminal 134 y el conector 56B está entrelazado de manera liberable con el conector 66 de base. El puente 56 puede incluir además un mecanismo 56D de desconexión térmica.

Se hace ahora una breve referencia a la FIGURA 11A, que es un circuito eléctrico esquemático de un tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas como se ilustra en las FIGURAS 1-9. Como se ilustra, en el contexto esquemático eléctrico, el tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas puede incluir una pluralidad de GDT de celda única que están dispuestos en serie entre los terminales 132 y 134. Por ejemplo, un primer terminal 132 y el electrodo interior E1 pueden funcionar como una primera celda única GDT<sub>1</sub>, el electrodo interior E1 y el electrodo interior E2 pueden funcionar como una segunda celda única GDT<sub>2</sub> que está conectada en serie a la primera celda única GDT<sub>1</sub> y así sucesivamente.

Además, un circuito disparador 150 puede incluir múltiples resistencias R1-R14 que pueden conectarse entre unos respectivos de los electrodos interiores E1-E14 y el terminal 134. En algunos casos, las resistencias R1-R14 incluyen capas resistivas 164 y se acoplan eléctricamente de forma conductora a la capa 162 de conexión y las capas 160 de interfaz. Como se describió anteriormente, el tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas proporciona que las capas 160 de interfaz estén acopladas eléctricamente de forma conductora a los electrodos interiores E1-E14.

- En uso y funcionamiento, el primer terminal 132 puede conectarse a una línea o tensión de fase de un sistema eléctrico monofásico o multifásico y el segundo terminal 134 puede conectarse a una línea neutra del sistema eléctrico monofásico o multifásico. La tensión de arco total del tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas generalmente corresponde a la suma de la tensión de arco de GDT de celda única conectados en serie individuales y, así, supera el valor máximo de la tensión del sistema. Como tal, cuando el tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas está en modo de conducción, la corriente que fluye a través del mismo generalmente se limitará a la corriente correspondiente a un evento de sobretensión, tal como un rayo, y no a la fuente del sistema.
- En condiciones normales (*es decir*, no conductoras), dado que no fluye corriente a través de GDT<sub>1</sub>, entonces no fluye corriente a través de R1 y la tensión a través de GDT<sub>1</sub> es la misma que la tensión de línea neutra en el segundo terminal 134. Cuando se aplica una sobretensión al sistema, la sobretensión se aplicará al primer terminal 132, que es el electrodo superior de GDT<sub>1</sub>. Dado que el electrodo inferior de GDT<sub>1</sub>, que es el electrodo interior E1, está al mismo potencial que el segundo terminal 134, el GDT<sub>1</sub> comienza a conducir corriente eléctrica y la sobretensión se aplica al segundo GDT<sub>2</sub>, que incluye los electrodos interiores E1 y E2. Además, una vez que GDT<sub>1</sub> comienza a conducir, fluirá una pequeña corriente a través de la resistencia R1. En algunos casos, es posible que la corriente sólo fluya a través de la resistencia R1 hasta que GDT<sub>2</sub> comience a conducir, lo que puede ser un período de tiempo muy corto. Por ejemplo, la corriente sólo puede fluir a través de R1 durante un intervalo de tiempo que es inferior a 1 microsegundo.
- Como se indicó anteriormente, tan pronto como GDT<sub>1</sub> comienza a conducir, la sobretensión se aplica a GDT<sub>2</sub>, que luego comienza a conducir. Una vez que GDT<sub>2</sub> comienza a conducir, la sobretensión se aplica a GDT<sub>3</sub>, que luego comienza a conducir. De manera similar, la resistencia R2 conducirá una pequeña cantidad de corriente una vez que el GDT<sub>2</sub> comience a conducir hasta que el GDT<sub>3</sub> comience a conducir. Una vez que cada uno de los GDT de celda única conectados en serie conduce corriente, los GDT permanecen en modo de conducción hasta que cesa la condición de sobretensión. Una vez que cesa la condición de sobretensión, los GDT dejan de conducir porque el valor máximo de la tensión del sistema es menor que la tensión de arco total del tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas.
- La cantidad de espacios en el tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas puede variar dependiendo de la tensión de funcionamiento del sistema. Por ejemplo, para una aplicación de 255V, un tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas puede utilizar entre 14 y 21 espacios totales entre el terminal 132, los electrodos interiores E1-E14 y el terminal 134. Algunos casos proporcionan que la cantidad de espacios puede ser menor que 14 si la tensión del sistema es correspondientemente menor que los ejemplos proporcionados en la presente memoria y la cantidad de espacios puede ser mayor que 21 si la tensión del sistema es correspondientemente mayor que los ejemplos proporcionados en la presente memoria.
- Además, algunos casos proporcionan que los valores de resistencia de las resistencias R1-R14 pueden estar en un intervalo entre aproximadamente 3 Ohmios y aproximadamente 500 Ohmios; sin embargo, tales casos no son limitativos y los valores de resistencia pueden ser inferiores a 3 Ohmios y/o superiores a 500 Ohmios. En algunos casos, los valores de resistencia de las resistencias R1-R14 pueden ser todos iguales, mientras que en otros casos los valores de resistencia de las resistencias R1-R14 pueden ser diferentes entre sí.
- Ahora se hace una breve referencia a la FIGURA 11B, que es un circuito eléctrico esquemático de un tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas como se ilustra en las FIGURAS 1-9. Muchos elementos como se analizó anteriormente con respecto a la FIGURA 11A son sustancialmente iguales y así se omitirá el análisis duplicado de los mismos. Como se ilustra, se puede añadir un espacio adicional correspondiente a GDT<sub>n</sub> en serie con el circuito de la FIGURA 11A. De esta manera, en lugar de que un único GDT (*p. ej.*, GDT<sub>1</sub>) comience a conducir para activar la conducción de los GDT restantes, tanto GDT<sub>1</sub> como GDT<sub>n</sub> deben comenzar a conducir para activar la conducción de los otros GDT. Una ventaja de tener GDT<sub>1</sub> y GDT<sub>n</sub> para comenzar a conducir es que si cualquiera de los GDT<sub>1</sub> o GDT<sub>n</sub> cortocircuita o comienza a degradarse, todavía habrá un espacio presente en el otro GDT y el dispositivo aún puede funcionar. Tal ventaja puede proporcionar una mayor seguridad en el funcionamiento, aunque se puede aumentar el tiempo de respuesta.
- Aunque el uso y funcionamiento descritos anteriormente se proporcionan en el contexto del tubo 100 de descarga de gas modular de múltiples celdas, la descripción del uso y funcionamiento puede ser una aplicación a otros ejemplos descritos en la presente memoria.
- Con referencia a las FIGURAS 12-18, en ellas se muestra un GDT 200 modular de múltiples celdas. El GDT 200 incluye un aislante 210, una cubierta 230, un primer electrodo terminal 232, un segundo electrodo terminal 234, un conjunto 2E de electrodos interiores 2E1-2E19, un aislante 236, cierres herméticos 235, 238, capas 237, 239 de unión, un dispositivo disparador 250, y un gas seleccionado M correspondiente al aislante 110, la cubierta 130, el primer electrodo terminal 132, el segundo electrodo terminal 134, los electrodos interiores E1-E14, el aislante 136, los cierres herméticos 135, 138, las capas 137, 139 de unión, el dispositivo disparador 150 y el gas seleccionado M del GDT 100, excepto lo siguiente.

Los electrodos 2E1-2E19, el dispositivo disparador 250 y el gas M están todos contenidos en una cámara herméticamente sellada 204 en un alojamiento 202 formado por el aislante 210 y la cubierta 230.

5 El aislante 210 incluye una pared divisoria cerámica integral 215 que biseca la cavidad 220. La pared divisoria 215 divide la cavidad 220 en subcavidades 220A, 220B. El sustrato 252 del dispositivo disparador 250 incluye una nervadura cerámica integral 252A que se recibe en una ranura 215A definida en el borde superior de la pared divisoria 215. El aislante 210, la cavidad 220 y la cámara 204 tienen forma cilíndrica.

10 Los electrodos terminales 232, 234 están asegurados y sellados mediante las capas 237 de unión y los cierres herméticos 238 en las aberturas 224 en el mismo extremo lateral de la cavidad 220 y lados opuestos de la pared divisoria 215.

15 Los electrodos interiores arqueados 2E1-2E9 están asegurados en la subcavidad 220A y los electrodos interiores arqueados 2E11-2E19 están asegurados en la subcavidad 220B. El electrodo interior 2E10 incluye una primera parte integral 244A en la subcavidad 220A y una segunda parte integral 244B en la subcavidad 220B. Las partes 244A, 244B de electrodo están conectadas por una parte 244C de conexión integral que se extiende a través de una ranura 220C definida entre la pared lateral 214 y un extremo de la pared divisoria 215. Cada uno de los electrodos 2E1-2E19 son placas arqueadas, curvadas o dobladas que son curvilíneas en perfil lateral y rectas en perfil axial. Los electrodos 2E1-2E19 son capturados para ser semifijos o flotantes por las características 216 de localización, la pared lateral 214 y la pared divisoria 215.

20 El dispositivo disparador 250 incluye un sustrato cerámico 252, capas 262 de conexión y enlaces 2R2-2R19 de resistencia correspondientes al sustrato cerámico 152, capas 162 de conexión y enlaces R1-R14 de resistencia del GDT 100. Las capas 260 de interfaz terminal de la primera capa 262 de conexión y los enlaces 2R2-2R19 de resistencia están posicionados en o muy cerca de los bordes superiores de los electrodos 2E1-2E19 y 234, respectivamente, a través de los orificios pasantes 259 en el sustrato 252.

30 El GDT 200 incluye veinte espacios G de chispa y veinte celdas C. En uso, la chispa se produce secuencialmente desde el electrodo 232, a través de los electrodos 2E1-2E19 y hasta el electrodo 234. La chispa se produce directamente entre los electrodos 2E1-2E9 en la subcavidad 220A y los electrodos 2E11-2E19 en la subcavidad 220B se impide mediante la pared divisoria eléctricamente aislante 215 y la nervadura 252A. El dispositivo disparador 250 funciona de la misma manera que se describió anteriormente con respecto al dispositivo disparador 150 para controlar la secuencia y el tiempo de disparo.

35 Con referencia a las FIGURAS 19-24, en ellas se muestra un GDT 300 modular de múltiples celdas. El GDT 300 incluye un aislante 310, una cubierta 330, un primer electrodo terminal 332, un segundo electrodo terminal 334, un conjunto 3E de electrodos interiores 3E1-3E18, un aislante 336, cierres herméticos 335, 338 capas 337, 339 de unión, un dispositivo disparador 350, y un gas seleccionado M correspondiente al aislante 110, la cubierta 130, el primer electrodo terminal 132, el segundo electrodo terminal 134, los electrodos interiores E1-E14, el aislante 136, los cierres herméticos 135, 138, las capas 137, 139 de unión, el dispositivo disparador 150 y el gas seleccionado M del GDT 100, excepto lo siguiente. Los electrodos 3E1-3E18, el dispositivo disparador 350 y el gas M están todos contenidos en una cámara herméticamente sellada 304 en un alojamiento 302 formado por el aislante 310 y la cubierta 330.

45 El aislante 310 incluye nervaduras integrales 317A que definen ranuras 317B de localización entre ellas. Las aberturas 324 de extremo opuestas se comunican con la cavidad 320. El aislante 310, la cavidad 320 y la cámara 304 tienen una sección transversal rectangular.

50 Los electrodos terminales 332 y 334 están asegurados y sellados mediante las capas 337 de unión en las aberturas 324. Los electrodos interiores 3E1-3E18 son placas sustancialmente planas con caras planas opuestas. Los electrodos 3E1-3E18 están asentados en las ranuras 317B y, de este modo, semifijos o montados de forma flotante en la cámara 304.

55 El dispositivo disparador 350 incluye un sustrato cerámico 352, capas 362 de conexión y enlaces 3R2-3R18 de resistencia correspondientes al sustrato cerámico 152, capas 162 de conexión y enlaces R1-R14 de resistencia del GDT 100. Las capas 360 de interfaz terminal de la capa 362 de conexión y los enlaces 3R2-3R18 de resistencia están posicionados en o muy cerca de los bordes superiores de los electrodos 3E1-3E18 y 334, respectivamente, a través de los orificios pasantes 359 en el sustrato 352.

60 El GDT 300 incluye diecinueve espacios G de chispa y diecinueve celdas C. En uso, la chispa se produce secuencialmente desde el electrodo 332, a través de los electrodos 3E1-3E18 y hasta el electrodo 334. El dispositivo disparador 350 funciona de la misma manera que se ha descrito anteriormente con respecto al dispositivo disparador 150 para controlar la secuencia y el tiempo de disparo.

65 Con referencia a las FIGURAS 25-29, en ellas se muestra un GDT 400 modular de múltiples celdas. El GDT 400 incluye un aislante 410, un primer electrodo terminal 432, un segundo electrodo terminal 434, un conjunto 4E de

- electrodos interiores 4E1-4E18, un aislante 436, capas 437 de unión, cierres herméticos 438, un dispositivo disparador 450 y un gas seleccionado M correspondiente al aislante 110, el primer electrodo terminal 132, el segundo electrodo terminal 134, los electrodos interiores E1-E14, el aislante 136, la capa 137 de unión, el cierre hermético 138, el dispositivo disparador 150, y el gas seleccionado M del GDT 100, excepto lo siguiente.
- 5 Los electrodos 4E1-4E18, el dispositivo disparador 450 y el gas M están todos contenidos en una cámara herméticamente sellada 404 en un alojamiento 402 formado por el aislante 410 y los electrodos 432, 434.
- 10 El aislante 410 es generalmente tubular y tiene aberturas 424 de extremo opuestas que se comunican con la cavidad 420. El aislante 410, la cavidad 420 y la cámara 404 tienen una sección transversal rectangular.
- El aislante 436 es una placa que tiene nervaduras integrales 436A que definen ranuras 436B de localización entre ellas.
- 15 El dispositivo disparador 450 incluye un sustrato cerámico 452, capas 462 de conexión y enlaces 4R1-4R18 de resistencia correspondientes al sustrato cerámico 152, capas 162 de conexión y enlaces R1-R18 de resistencia. El sustrato 452 incluye nervaduras integrales 453B que definen ranuras 453B de localización entre ellas.
- 20 Los electrodos interiores 4E1-4E18 son placas sustancialmente planas con caras planas opuestas.
- Para ensamblar el GDT 400, los electrodos interiores 4E1-4E18 se asientan en las ranuras 436B de la placa aislante 436 en un borde lateral y se asientan en las ranuras 453B del dispositivo disparador 450 en el borde lateral para formar un casete o subconjunto 403 como se muestra en la FIGURA 27. El subconjunto 403 se inserta en la cavidad 420 a través de la abertura 424. Los electrodos terminales 432 y 434 están asegurados y sellados por las capas 437 de unión en las aberturas 424. Los electrodos interiores 4E1-4E18 están asegurados semifijos o de forma flotante en la cámara sellada 404 por las nervaduras 436A, 453A de localización y las paredes superior e inferior del aislante 410.
- 25 Las capas 460 de interfaz terminal de los enlaces 4R1-4R18 de resistencia están posicionadas en o muy cerca de los bordes superiores de los electrodos 4E1-4E18 y 434, respectivamente, a través de los orificios pasantes 459 en el sustrato 452.
- 30 El GDT 400 incluye diecinueve espacios G de chispa y diecinueve celdas C. En uso, la chispa se produce secuencialmente desde el electrodo 432, a través de los electrodos 4E1-4E18 y hasta el electrodo 434. El dispositivo disparador 450 funciona de la misma manera que se describió anteriormente con respecto al dispositivo disparador 150 para controlar la secuencia y el tiempo de disparo.
- 35 Con referencia a las FIGURAS 30-35, en ellas se muestra un GDT 500 modular de múltiples celdas. El GDT 500 incluye un aislante 510, un primer electrodo terminal 532, un segundo electrodo terminal 534, un conjunto 5E de electrodos interiores 5E1-5E7, un aislante 536, un cierre hermético 538, capas 537, 539 de unión, un dispositivo disparador 550 y un gas seleccionado M correspondiente al aislante 110, el primer electrodo terminal 132, el segundo electrodo terminal 134, los electrodos interiores E1-E14, el aislante 136, los cierres herméticos 138, las capas 137, 139 de unión, el dispositivo disparador 150, y el gas seleccionado M del GDT 100, excepto lo siguiente.
- 40 Los electrodos 5E1-5E7, el dispositivo disparador 550 y el gas M están todos contenidos en una cámara herméticamente sellada 504 en un alojamiento formado por el aislante 510 y el electrodo 534. El electrodo 534 sirve como cubierta.
- El aislante 510 incluye una abertura 524 de electrodo dentro de la cual el electrodo terminal 532 está asegurado y sellado herméticamente mediante un cierre hermético 538 y la capa 537 de unión. El aislante 510 incluye una serie de escalones anulares concéntricos 519. Los escalones 519 aumentan progresivamente de altura en la dirección desde el electrodo terminal 532 hasta la pared lateral 514. El aislante 510, la cavidad 520 y la cámara 504 tienen forma tubular o cilíndrica.
- 50 El electrodo terminal 534 incluye una pared 534A de extremo y una pared lateral anular 534B. La pared lateral 534B está asegurada a la pared lateral 514 del aislante 510 mediante la capa 539 de unión. La interfaz entre el electrodo terminal 534 y la pared lateral 514 está sellada herméticamente mediante un cierre hermético 538 y la capa 539 de unión.
- 55 Los electrodos interiores 5E1-5E7 son cilíndricos y están montados concéntricamente en unos respectivos de los escalones 519 de la cámara 504. Los electrodos interiores 5E1-5E7 están espaciados radialmente para definir espacios de chispa anulares G y celdas C entre ellos. Los electrodos 5E1-5E7 están restringidos radialmente por los escalones 519 y restringidos axialmente por la pared inferior 512 del aislante y el dispositivo disparador 550 de modo que los electrodos estén semifijos o flotantes en la cámara 504. El dispositivo disparador 550 está a su vez restringido por la placa aislante 536 y el electrodo terminal 534.
- 60
- 65

El dispositivo disparador 550 incluye un sustrato cerámico 552 y enlaces 5R1-5R7 de resistencia correspondientes al sustrato cerámico 152 y enlaces R1-R14 de resistencia del GDT 100. Las capas 560 de interfaz terminal de los enlaces 5R1-5R7 de resistencia están posicionadas en rebajes 558 y en o muy cerca de los bordes superiores de los electrodos 5E1-5E7 y 534, respectivamente, a través de los orificios pasantes 559 en el sustrato 552. Cada enlace 5R1-5R7 de resistencia incluye un contacto terminal 565 en su extremo opuesto a su capa 560 de interfaz terminal. Los enlaces 5R1-5R7 de resistencia, respectivamente, están conectados eléctricamente al electrodo 534 a través de sus contactos terminales respectivos 565. Pueden estar presentes pequeños espacios entre el electrodo 534 y algunos o todos los contactos terminales 565. En algunos casos, los contactos terminales 565 están formados de un material como se describió anteriormente para las capas 160 de interfaz terminal con el fin de impedir chispas y degradación de las capas 564 de resistencia de los enlaces 5R1-5R7 de resistencia como se analizó anteriormente con respecto a las capas 160 de interfaz terminal y las capas 164 de resistencia.

El GDT 500 incluye ocho espacios G de chispa y ocho celdas C. En uso, la chispa se produce secuencialmente desde el electrodo 532, a través de los electrodos 5E1-5E7 y hasta el electrodo 534. El dispositivo disparador 550 funciona de la misma manera que describió anteriormente con respecto al dispositivo disparador 150 para controlar la secuencia y el tiempo de disparo.

Las capas 560 de interfaz de terminal pueden ser masas o enchufes del material eléctricamente conductor que llenan sustancialmente los orificios 559 como se muestra y se describe anteriormente con respecto a las capas 160 de interfaz de terminal y con referencia a la FIGURA 7. Como se muestra en la FIGURA 36, las capas 560 de interfaz terminal pueden adoptar la forma de capas relativamente delgadas 560' y los orificios pasantes 559 pueden permanecer abiertos. Las capas 160, 260, 360, 460 de interfaz terminal igualmente pueden formarse de esta manera. Puede estar presente un espacio J entre cada o algunas de las capas 560' de interfaz terminal y sus electrodos respectivos 5E1-5E7. Según algunos casos, cada uno de los espacios J tiene una anchura W5 inferior a aproximadamente 0,5 mm.

Con referencia a la FIGURA 37, cada electrodo 5E1-5E7 puede incluir una protuberancia de contacto integral o pasador 557 que se proyecta hacia arriba desde su borde superior. El pasador 557 se recibe en un orificio pasante respectivo 559 y se extiende dentro del rebaje asociado 558. En este caso, cada capa 560 de interfaz terminal adopta la forma de una capa 560'' de interfaz terminal que llena el espacio alrededor del pasador 557 en el rebaje 558. Cada capa 560'' de interfaz terminal está unida a su capa 564 de resistencia correspondiente a la cerámica 552 y al pasador 557 para efectuar la conexión eléctrica y mecánica entre ellas. Así, en este caso, se pueden eliminar los espacios entre cada capa 560 de interfaz terminal y su electrodo. Las capas 160, 260, 360, 460 de interfaz terminal también pueden formarse de esta manera. Este dispositivo se puede fabricar instalando los pasadores 557 en los orificios pasantes 559 y luego colocando el material de las capas 560'' de interfaz terminal en los rebajes 558 en forma fundida o líquida, después de lo cual el material se solidifica (*p. ej.*, mediante secado o enfriamiento) o calentamiento (sinterización) y se une a la capa de resistencia, cerámica y pasador.

Con referencia a las FIGURAS 38-44, en ellas se muestra un GDT 600 modular de múltiples celdas según una realización de la invención. Mientras que las FIGURAS 38 y 39 son vistas despiezadas ordenadamente, el GDT 600 tendrá un aspecto exterior sustancialmente igual al GDT 400 cuando esté ensamblado. El GDT 600 incluye un aislante 610, un primer electrodo terminal 632, un segundo electrodo terminal 634, un conjunto 6E de electrodos interiores 6E1-6E18 (FIGURA 40), capas de unión (no etiquetadas), cierres herméticos (no etiquetados) y un gas seleccionado (no etiquetado) correspondiente al aislante 410, el primer electrodo terminal 432, el segundo electrodo terminal 434, el conjunto 4E de electrodos interiores 4E1-4E18, las capas 437 de unión, los cierres herméticos 438 y el gas M del GDT 400, excepto lo que se analiza a continuación. El GDT 600 incluye además un dispositivo disparador 650 de múltiples capas correspondiente al dispositivo disparador 450. El dispositivo disparador 650 realiza la misma función que el dispositivo disparador 450 en general de la misma manera, pero está construido de manera diferente para proporcionar mejoras y/o rendimiento más consistente y fiable.

Cada uno de los electrodos interiores 6E1-6E18 incluye pasadores 653 de localización integrales relativamente cortos (FIGURAS 38 y 39) que se proyectan desde un borde lateral, y pasadores 657 de contacto eléctrico integrales relativamente largos que se proyectan desde sus bordes laterales opuestos. Los pasadores 657 de contacto tienen diferentes longitudes y están escalonados en altura a lo largo de los bordes laterales del electrodo.

El dispositivo disparador 650 incluye seis sustratos discretos 671, 672, 673, 674, 675 y 676. Los sustratos 671-676 pueden formarse sustancialmente de la misma manera y del mismo material que el sustrato 452.

Cada uno de los sustratos 671-676 incluye tres ranuras 677 que se extienden longitudinalmente que se extienden a lo largo de un eje longitudinal I-I (FIGURA 44) desde un extremo proximal 677A hasta un extremo distal opuesto 677B (FIGURA 38). Cada uno de los extremos distales 677B termina cerca, en o muy cerca de un extremo distal 679 del sustrato 671-676. Los orificios 678 pasantes que se extienden lateralmente se extienden completamente a través de los grosores de los sustratos 671-676. Los orificios pasantes 678 están

escalonados axialmente. Uno de los orificios 678 termina cerca del extremo proximal 677A de cada ranura 677.

5 Cada uno de los sustratos 671 y 674 incluye ranuras 617B correspondientes a ranuras 417B para recibir y asegurar los electrodos interiores 6E1-6E18. Los sustratos 671, 674 también incluyen rebajes 617C de localización para recibir los pasadores 653 de localización para ubicar los electrodos 6E1-6E18 a lo largo del eje de altura. El sustrato 671 incluye rebajes 671A distribuidos axialmente con un escalón 671B entre ellos. El sustrato 674 incluye rebajes 674A con un escalón 674B entre ellos.

10 Un enlace 6R1-6R18 de resistencia respectivo (FIGURAS 39-42) está ubicado en cada ranura 677. Cada enlace 6R1-6R18 de resistencia incluye una capa 664 de resistencia correspondiente a las capas 464 de resistencia, y capas 660A, 660B de interfaz terminal correspondientes a las capas 460 de interfaz terminal. Las capas 660A de interfaz están ubicadas en los orificios pasantes 678. Las capas 660B de interfaz están ubicadas en los extremos distales 679. El dispositivo disparador 650 no incluye un enlace conductor correspondiente a la capa 462 de conexión.

15 El segundo electrodo terminal 634 (FIGURA 44) incluye una sección 634A de contacto exterior, una sección 634B de contacto de disparo y una superficie 634C de separación de electrodo.

20 El GDT 600 se puede ensamblar de la misma manera que el GDT 400, excepto de la siguiente manera. Los sustratos 671 y 674 están montados a cada lado del conjunto 6E de electrodos como se muestra en la FIGURA 40. Las partes de borde de los electrodos 6E1-6E18 se reciben en las ranuras 617B de los sustratos 671, 674 y los electrodos 6E1-6E18 quedan de este modo capturados entre los sustratos 671, 674. Los pasadores 653 de localización están asentados en los rebajes 617C de localización. Los pasadores 657 de contacto se proyectan a través de los orificios 678. Por un lado, los tres pasadores 657 de contacto más distales se extienden dentro de los orificios 678 de los enlaces 6R16-6R18 de resistencia del sustrato 671 de tal manera que hacen contacto con la interfaz o se posicionan muy cerca de las capas 660A de los enlaces 6R16-6R18 de resistencia. Por el otro lado, los pasadores 657 de contacto más distales se extienden dentro de los orificios 678 de los enlaces 6R13-6R15 de resistencia del sustrato 674 de tal manera que hacen contacto o se posicionan muy cerca de las capas 660A de interfaz de los enlaces 6R13-6R15 de resistencia.

30 Con referencia a la FIGURA 41, el sustrato 672 está montado en el rebaje inferior 671A del sustrato 671 de tal manera que los tres pasadores 657 de contacto centrales en ese lado se extienden a través de los orificios 678 en el sustrato 672. Estos pasadores 657 de contacto hacen contacto con o están ubicados muy cerca de las capas 660A de interfaz de los enlaces 6R10-6R12 de resistencia. De manera similar, el sustrato 675 está montado en el rebaje inferior 674A del sustrato 674 de tal manera que los tres pasadores 657 de contacto intermedios en ese lado se extienden a través de los orificios 678 en el sustrato 675. Estos pasadores 657 de contacto hacen contacto con o están ubicados muy cerca de las capas 660A de interfaz de los enlaces 6R7-6R9 de resistencia.

40 Con referencia a la FIGURA 42, el sustrato 673 está montado sobre el sustrato 672 y en el rebaje superior 671A del sustrato 671. Los tres pasadores 657 de contacto proximales se extienden a través de los orificios pasantes 628 y el sustrato 673 y hacen contacto con o se posicionan muy cerca de las capas 660A de interfaz de los enlaces 6R4-6R6 de resistencia. De manera similar, el sustrato 676 está montado sobre el sustrato 675 y en el rebaje superior 674A del sustrato 674. Los tres pasadores 657 de contacto proximales se extienden a través de los orificios 678 en el sustrato 676 y hacen contacto con o se posicionan muy cerca de las capas 660A de interfaz de los enlaces 6R1-6R3 de resistencia. Se forma así un subconjunto 603 como se muestra en las FIGURAS 42 y 43.

50 El subconjunto 603 se inserta en el paso 620 del alojamiento 610. Los electrodos terminales 632, 634 están asegurados al alojamiento 610 en cada extremo. Como mejor se ve en la FIGURA 44, los extremos distales 679 del sustrato están ubicados junto a la sección 634A de electrodo terminal de modo que las capas 660B de interfaz distales están ubicadas en contacto con o muy cerca de la sección 634A. La sección 634C de electrodo terminal está posicionada a una distancia prescrita del electrodo interior 6E18 y define un espacio G.

55 De esta manera, cada uno de los electrodos interiores 6E1-6E18 está conectado eléctricamente de forma directa al electrodo terminal 634 a través de su pasador 657 de contacto respectivo y su enlace 6R1-6R18 de resistencia respectivo.

60 Los enlaces 6R1-6R18 de resistencia (y, en particular, las capas 664 de resistencia de los mismos) están relativamente estratificados de modo que los enlaces de resistencia de cada sustrato 671-676 se encuentran en diferentes planos que se extienden longitudinal y verticalmente, dichos planos están espaciados lateralmente. Los sustratos 671-676 aíslan eléctricamente los enlaces 6R1-6R18 de resistencia entre sí.

65 El dispositivo disparador multicapa 650 puede proporcionar ciertas ventajas. Las capas 664 de resistencia de cada uno de los enlaces 6R1-6R18 de resistencia pueden formarse con una longitud suficiente para proporcionar de forma fiable una resistencia eléctrica que sea suficientemente alta y estable para el funcionamiento previsto. Además, al eliminar la capa 462 de conexión, se puede eliminar el riesgo de resistencia eléctrica no deseada en esa capa (*p. ej.*,

causada por daños durante el uso). Así, el dispositivo disparador 650 puede construirse para que tenga un rendimiento eléctrico robusto y al mismo tiempo permita el factor de forma compacto y otras ventajas (*p. ej.*, en la fabricación) de la configuración de GDT rectangular.

5 Se ha descubierto que, cuando el gas M incluye gas helio en una proporción significativa, la tensión de arco entre electrodos adyacentes aumenta significativamente en comparación con cuando se utilizan otros gases comúnmente utilizados, mientras se mantiene sustancialmente la misma o una tensión de nivel de protección general similar para el dispositivo de GDT. Como resultado, el GDT se puede construir con menos electrodos interiores y celdas, lo que permite que el GDT se forme con un tamaño más pequeño y menos piezas en el GDT.  
10 Como se describió anteriormente, en algunas realizaciones, el gas M incluye helio en una cantidad de al menos el 50% en volumen del volumen total de gas presente en la cámara GDT (*p. ej.*, la cámara 104, 204, 304, 404, 504, o la cámara del GDT 600). Como se analizó anteriormente, en algunas realizaciones, un GDT que contiene un gas M que incluye helio como se describe está conectado eléctricamente entre una línea o tensión de fase de un sistema o circuito de electricidad monofásico o multifásico y una línea neutra del sistema o circuito de  
15 electricidad monofásico o multifásico.

Además, se puede utilizar un medio gaseoso que incluye gas helio en cada uno de un grupo o conjunto de GDT de una única celda conectados eléctricamente en serie (*p. ej.*, de diseño conocido por lo demás) que están dispuestos para proporcionar un circuito de protección contra sobretensión. En este caso, cada GDT de una  
20 única celda puede incluir su propio alojamiento respectivo que define su propia cámara de GDT sellada individual, y los medios gaseosos que contienen helio están presentes en cada cámara de GDT entre los electrodos del GDT respectivo (*es decir*, el gas no está compartido entre células que se comunican fluidamente como en los GDT multicelulares descritos en la presente memoria). El circuito de protección contra sobretensión puede incluir un dispositivo disparador externo operativo para disparar en serie las celdas de los GDT de celda única  
25 vinculados. En algunas realizaciones, un circuito de protección contra sobretensión que incluye gases que contienen helio como se describe está conectado eléctricamente entre una línea o tensión de fase de un sistema o circuito de electricidad monofásico o multifásico y una línea neutra del sistema o circuito de electricidad monofásico o multifásico.

30 Según algunas realizaciones, las capas de interfaz terminal (*p. ej.*, capas 160, 260, 360, 460, 560, 560', 560", 660A, 660B) y las capas de conexión (*p. ej.*, capa 162) se proporcionan inicialmente como compuesto metálico que incluye un polvo metálico en un soporte en fase líquida. El compuesto se aplica al sustrato (*p. ej.*, sustrato 152) y luego se seca y se vuelve sólido para formar la capa de interfaz terminal o capa de conexión respectiva unida al sustrato y la capa de resistencia. Según algunas realizaciones, el portador en fase líquida es silicato de  
35 sodio líquido en fase líquida.

Si bien los GDT 100-600 se han mostrado y descrito en la presente memoria teniendo ciertos números de electrodos interiores (*p. ej.*, electrodos E1-E14), los GDT según realizaciones de la invención pueden tener más o menos electrodos interiores. Según algunas realizaciones, un GDT como se describe en la presente memoria  
40 tiene al menos dos electrodos interiores que definen al menos tres espacios G de chispa y, en algunas realizaciones, o al menos tres electrodos interiores que definen al menos cuatro espacios G de chispa.

Según realizaciones adicionales, los electrodos terminales y los electrodos interiores pueden tener formas diferentes a las mostradas en las figuras. En algunas realizaciones, los electrodos interiores E1, E14, 2E1, 2E19 más cercanos a los electrodos terminales 132, 134, 232, 234 son anulares o cilíndricos. Esta configuración puede ampliar el área activa de los electrodos interiores para conducir corriente desde los electrodos terminales.  
45

Los expertos en la técnica pueden realizar muchas alteraciones y modificaciones, dado el beneficio de la presente descripción, sin apartarse del alcance de la invención. Por lo tanto, debe entenderse que las realizaciones ilustradas se han expuesto únicamente con fines de ejemplo, y que no deben considerarse limitativas de la invención tal como se define en las siguientes reivindicaciones.  
50

## REIVINDICACIONES

1. Un tubo (600) de descarga de gas que comprende:
- 5 un alojamiento (610) que define una cámara;  
primer y segundo electrodos terminales (632, 634) montados en el alojamiento;  
una pluralidad de electrodos interiores (6E1-6E18) ubicados en la cámara;  
un gas (M) contenido en la cámara;  
10 en donde los electrodos interiores están dispuestos en serie en la cámara en relación espaciada para definir una serie de espacios (G) de chispa desde el primer electrodo terminal hasta el segundo electrodo terminal;  
en donde la cámara está herméticamente sellada;  
en donde el tubo de descarga de gas comprende además un dispositivo disparador (650) que está contenido  
en el alojamiento y que está acoplado eléctricamente a uno del primer electrodo terminal (632) o del segundo  
15 electrodo terminal (634) y a unos de la pluralidad de electrodos interiores (6E1-6E18);  
en donde el dispositivo disparador incluye:
- primer y segundo sustratos (672, 673) formados cada uno de un material eléctricamente aislante;  
al menos un enlace (6R10-6R12) de resistencia montado en el primer sustrato; y  
20 al menos un enlace (6R4-6R6) de resistencia montado en el segundo sustrato; y  
en donde los enlaces de resistencia están configurados para conducir corriente desde los electrodos  
interiores (6E1-6E18).
2. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 1, en donde el dispositivo disparador (650) incluye orificios (678)  
25 definidos en el sustrato (652) para permitir la conexión eléctrica entre los enlaces (6R2-6R18) de resistencia y los  
electrodos interiores (6E1-6E18).
3. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 2, en donde:
- 30 cada uno de los enlaces (6R2-6R18) de resistencia incluye además:  
una capa (664) de resistencia unida a su sustrato, estando formada la capa de resistencia de un material  
eléctricamente resistivo; y  
una capa (660) de interfaz terminal entre la capa (664) de resistencia de la misma y el  
electrodo interior asociado con el enlace de resistencia; y  
35 la capa (660) de interfaz terminal está formada de metal.
4. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 3, en donde:
- 40 el dispositivo disparador (650) incluye orificios (659) definidos en el sustrato (652); y  
cada una de las capas (660) de interfaz terminal está ubicada en o muy cerca de uno respectivo de los electrodos  
interiores (6E1-6E18) a través de uno respectivo de los orificios (659) para conectar eléctricamente los enlaces  
(6R2-6R18) de resistencia a los electrodos interiores (6E1-6E18).
5. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 4, en donde se define un espacio (J) entre al menos una de las capas  
45 (660) de interfaz terminal y su electrodo interior adyacente correspondiente (6E1-6E18).
6. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 3, en donde cada una de las capas (660) de interfaz terminal tiene un  
grosor en el intervalo de aproximadamente 50 a 1.000 micrómetros.
7. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 1, en donde el dispositivo disparador (650) incluye características  
50 (617) de localización integradas que aseguran los electrodos interiores (6E1-6E18) en el cámara al tiempo que  
permite un desplazamiento limitado entre el alojamiento y los electrodos interiores.
8. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 1, en donde el segundo sustrato (673) está apilado sobre el primer  
55 sustrato (672).
9. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 1, en donde cada uno de los enlaces (6R2-6R18) de resistencia incluye  
una capa (664) de resistencia unida al sustrato, estando formada la capa de resistencia de un material eléctricamente  
resistivo.
- 60 10. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 9, en donde el material eléctricamente resistivo incluye grafito en un  
soporte adhesivo.
11. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 1, en donde cada uno de los enlaces (6R2-6R18) de resistencia tiene  
un valor de resistencia en el intervalo de aproximadamente 3 a 500 ohmios.

12. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de electrodos interiores incluye al menos tres electrodos interiores que definen al menos cuatro espacios de chispa.
- 5 13. El tubo de descarga de gas de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de electrodos interiores (6E1-6E18) están ubicados en un conjunto de ranuras (617B) en la cámara.

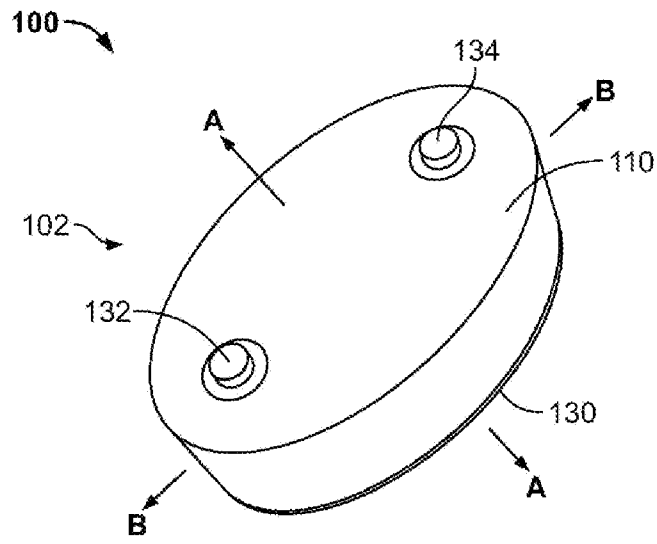


FIG. 1

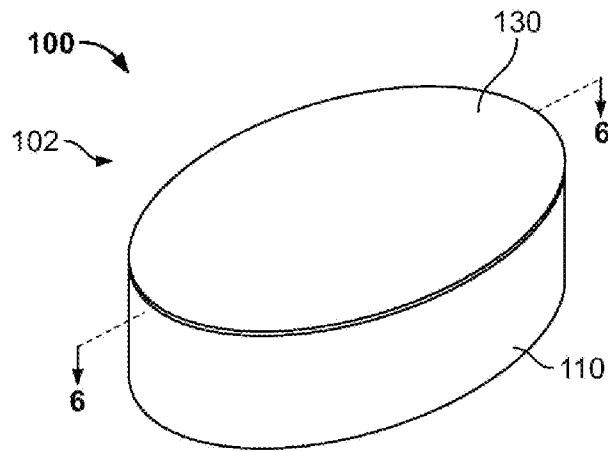


FIG. 2

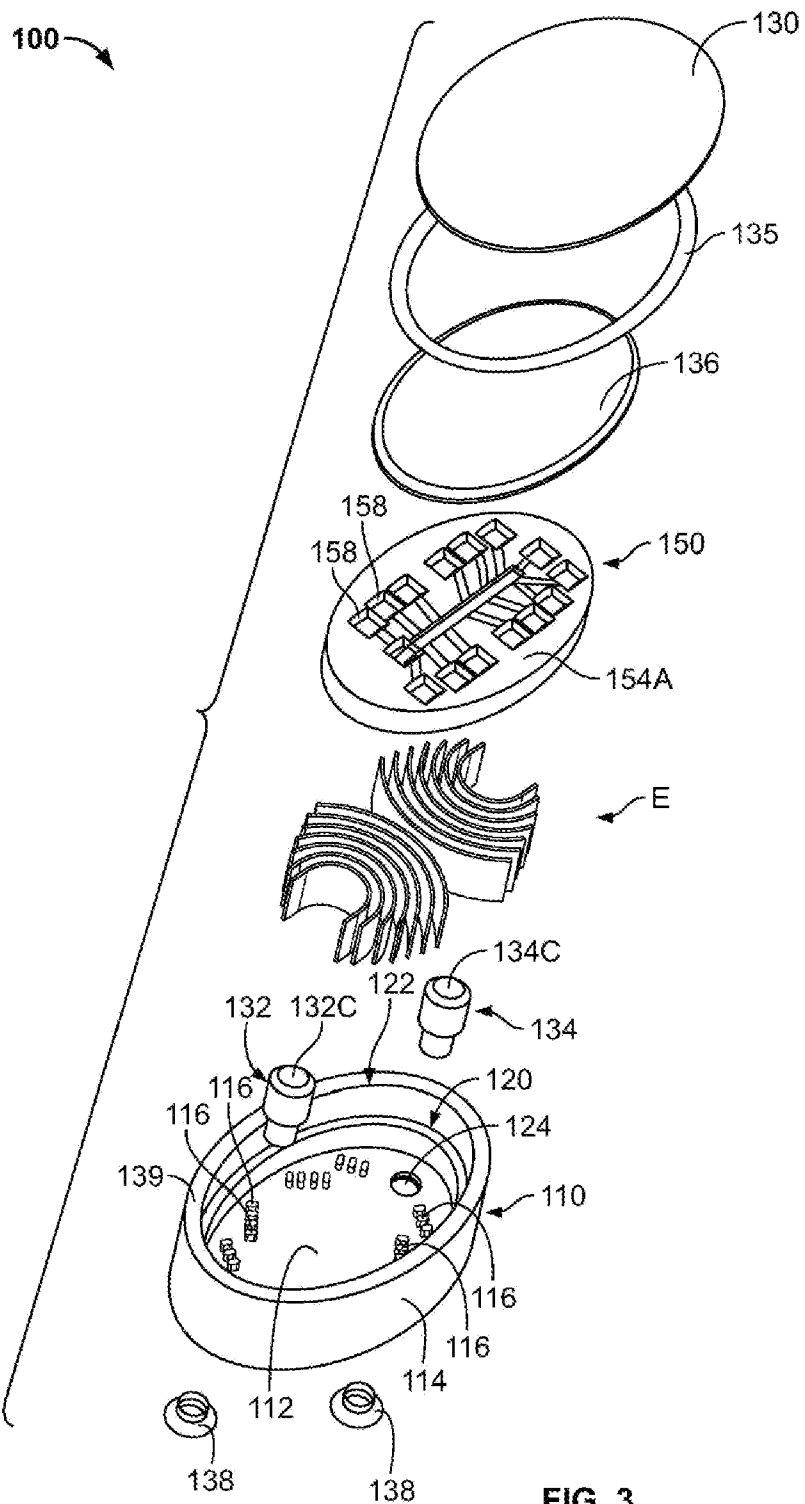


FIG. 3

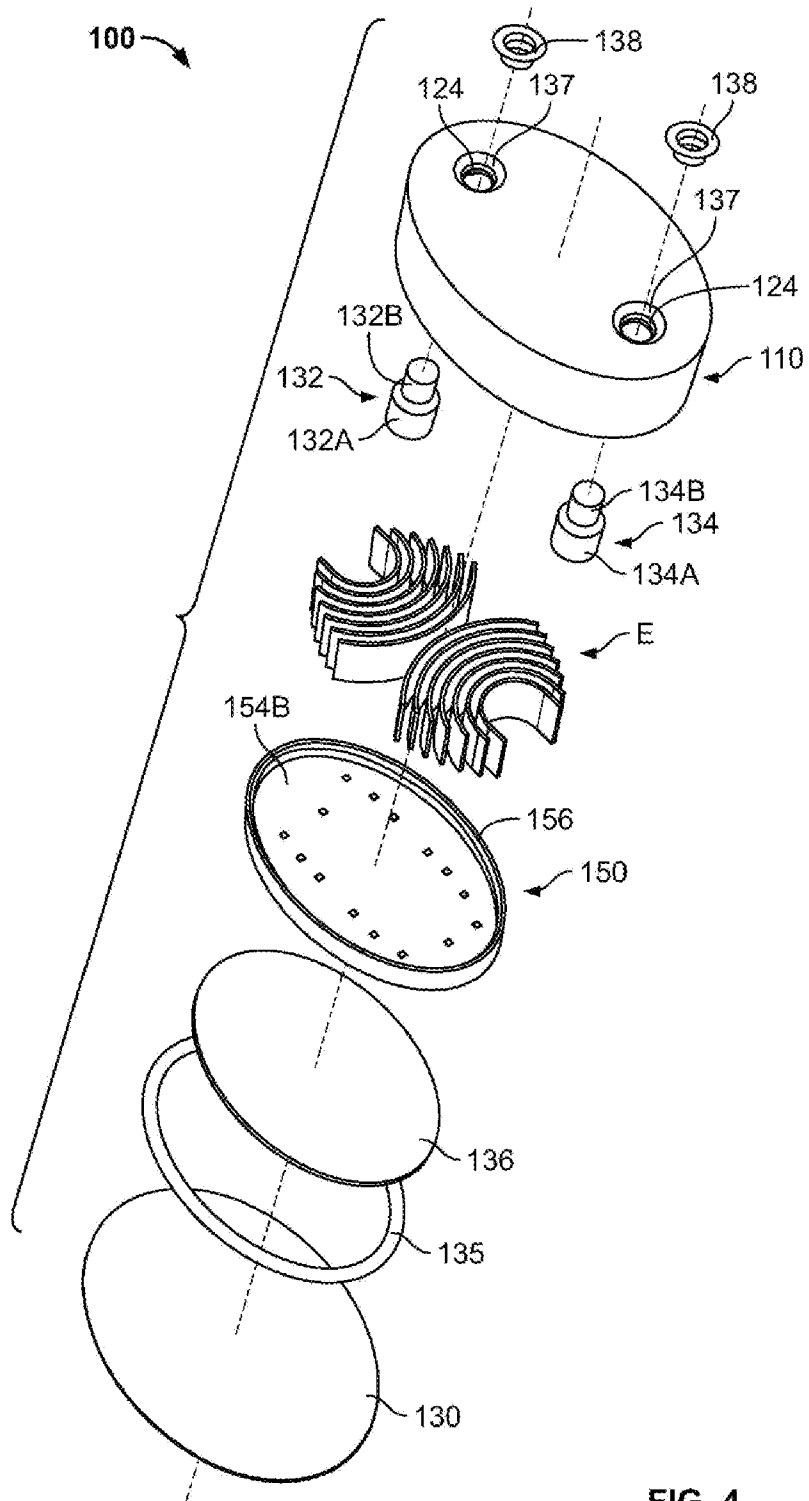


FIG. 4

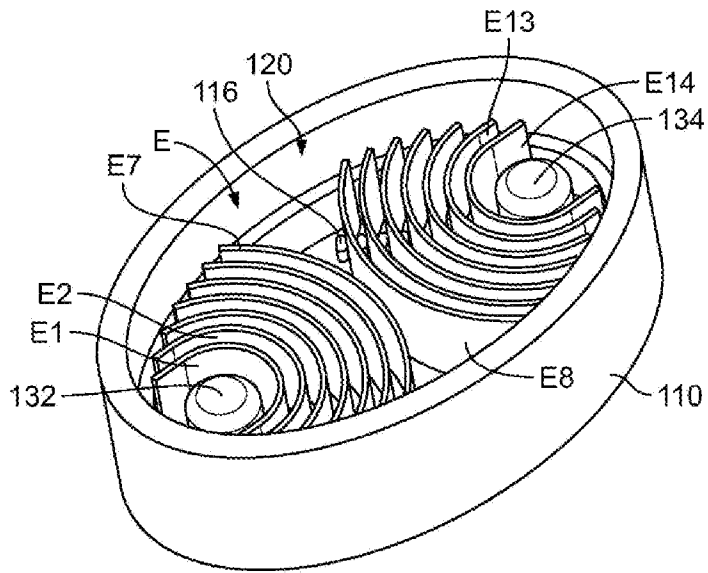


FIG. 5

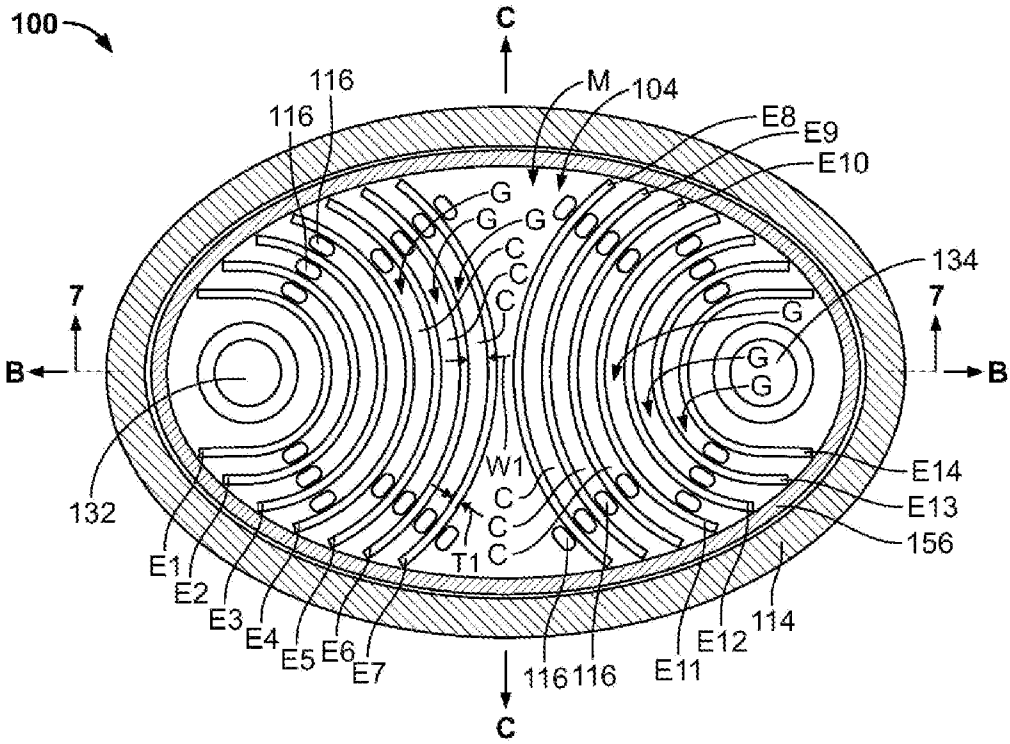


FIG. 6



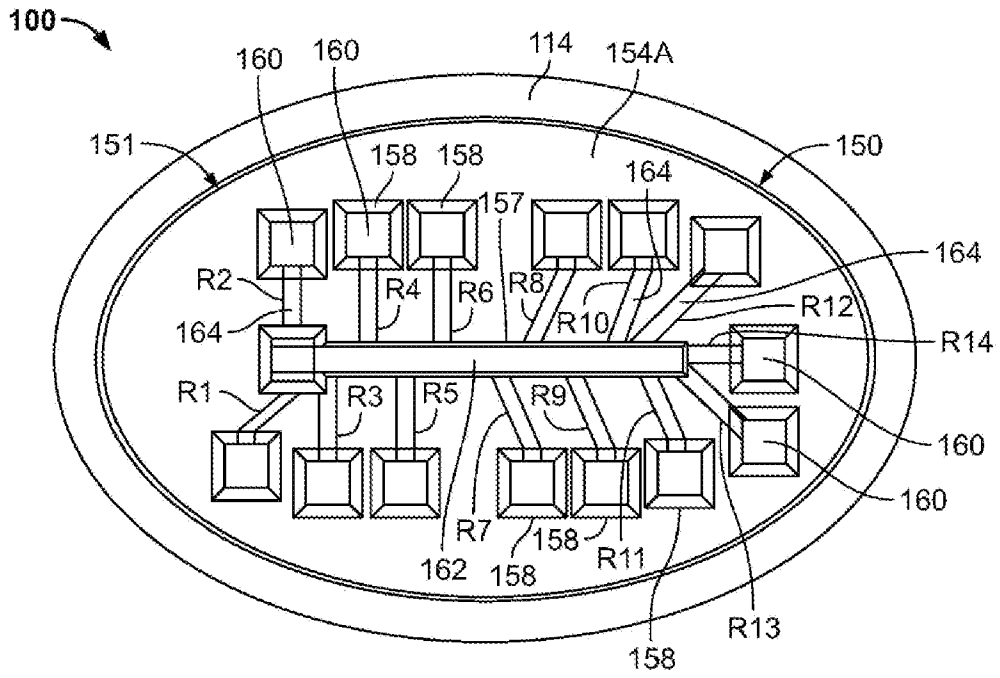


FIG. 8

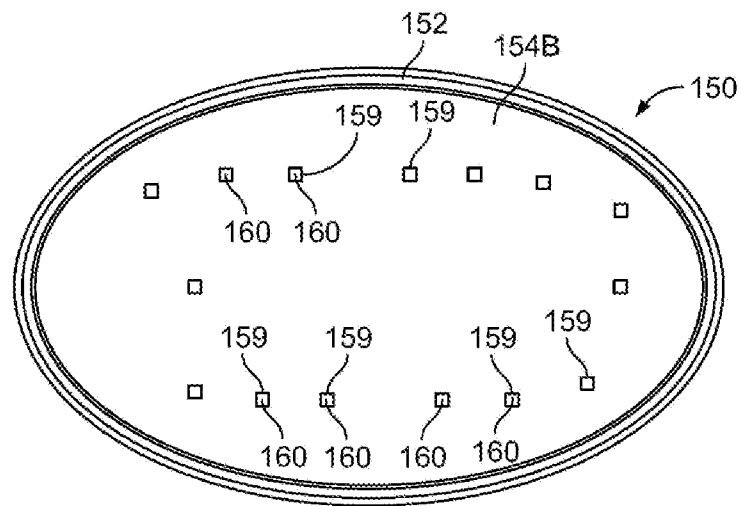


FIG. 9

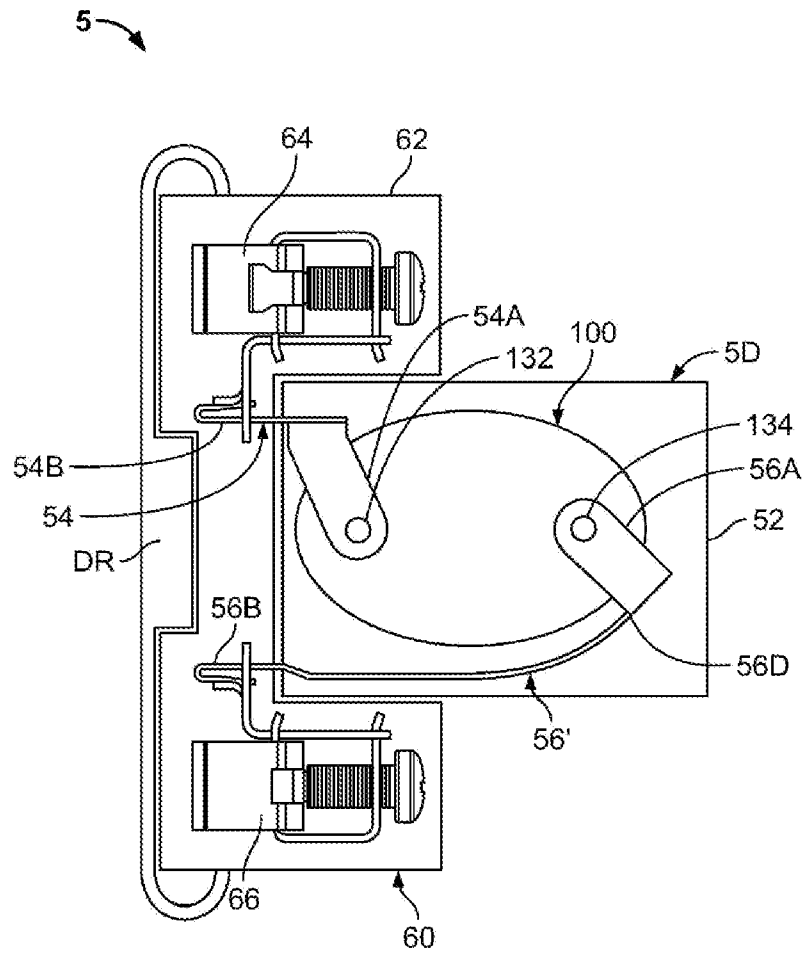


FIG. 10

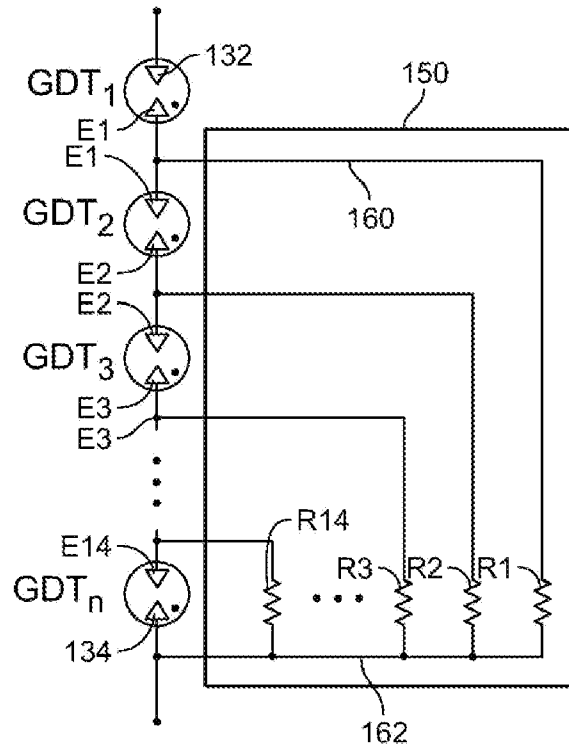


FIG. 11A

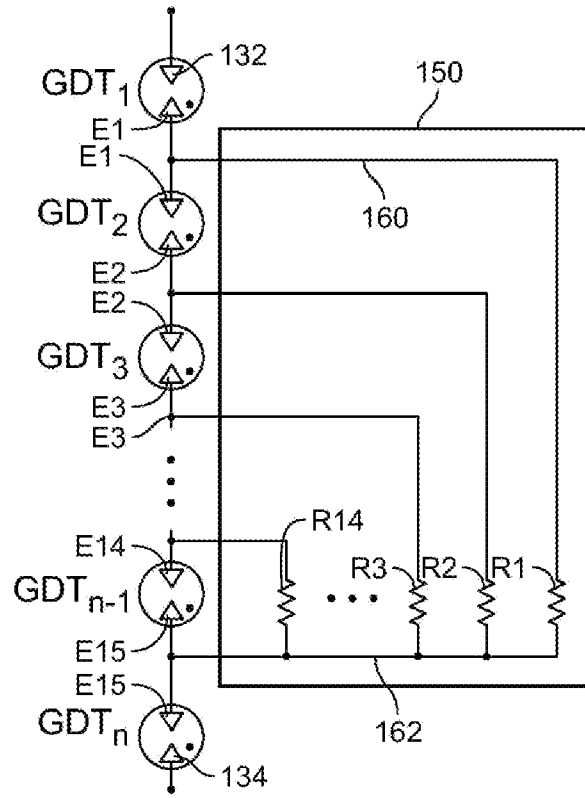


FIG. 11B

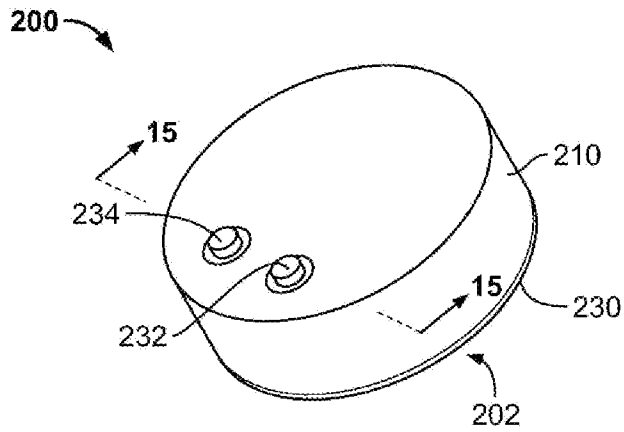


FIG. 12

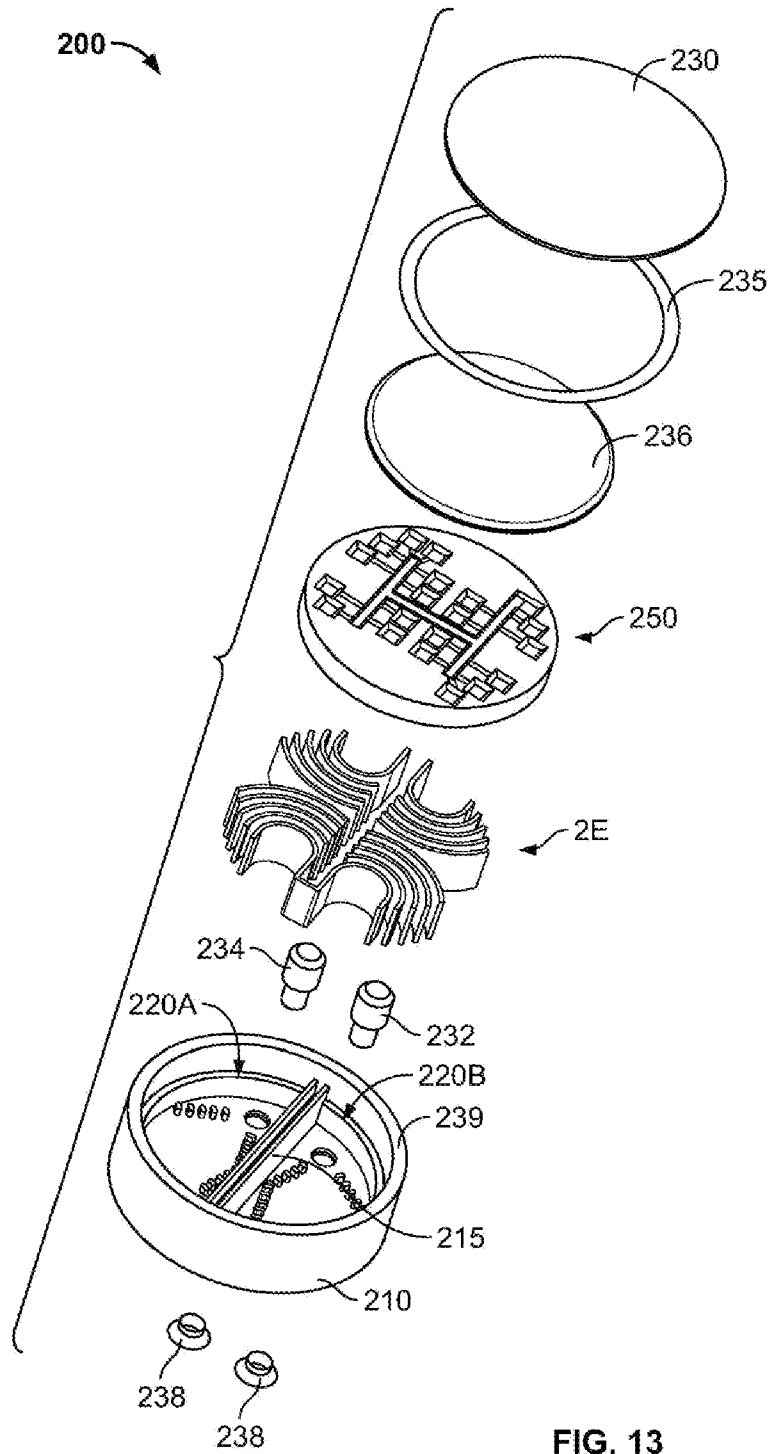


FIG. 13

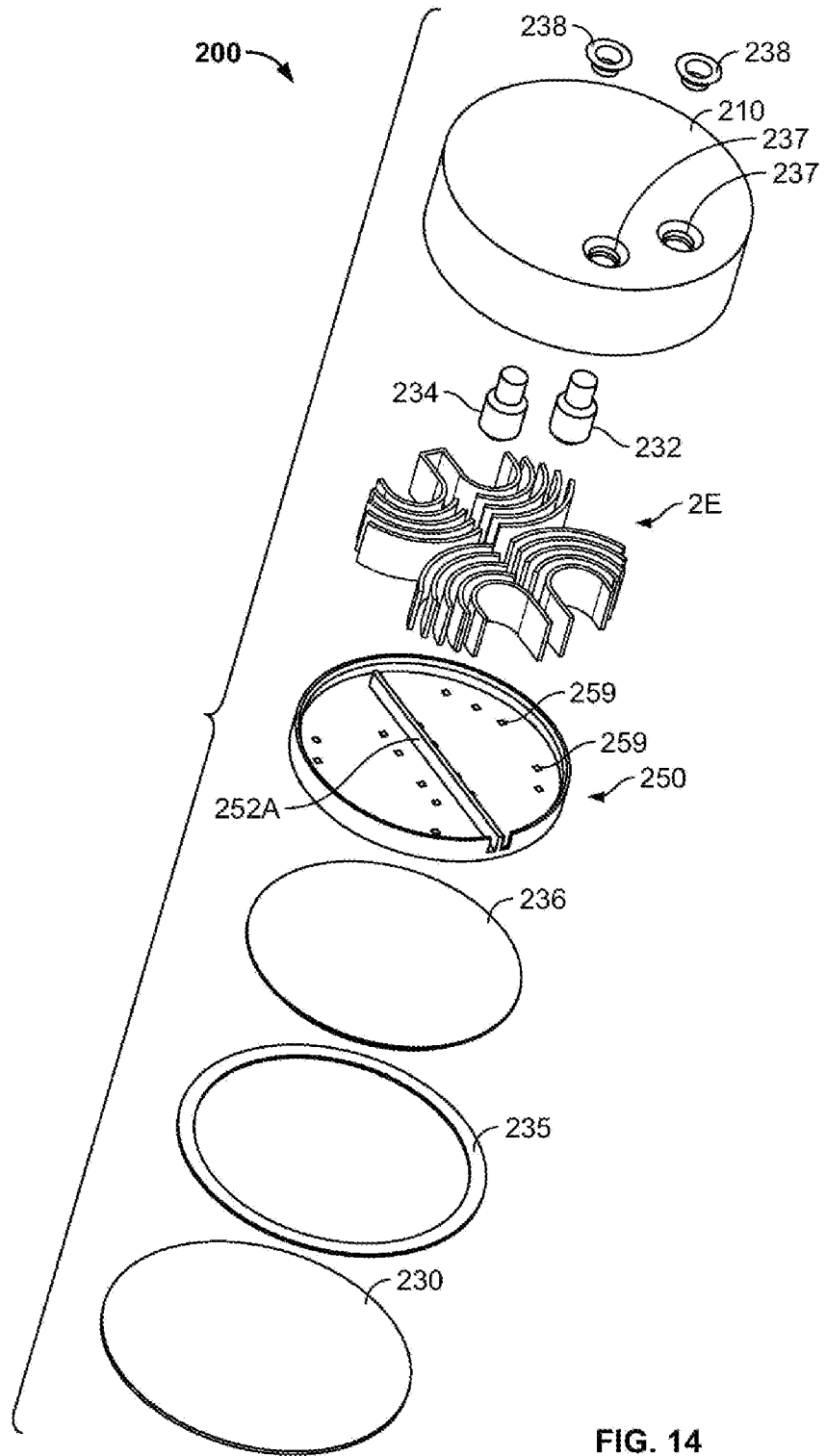


FIG. 14



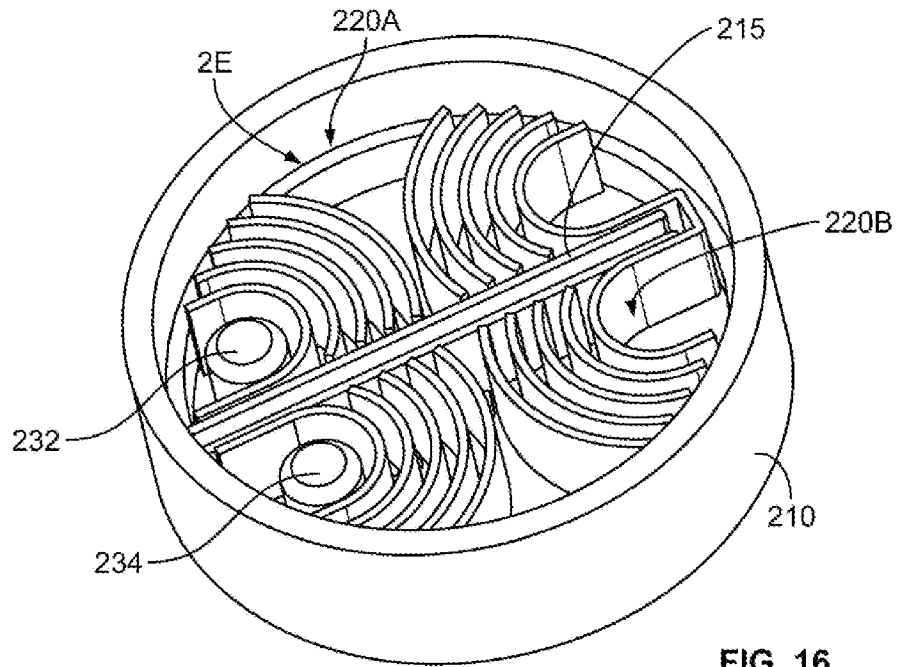


FIG. 16

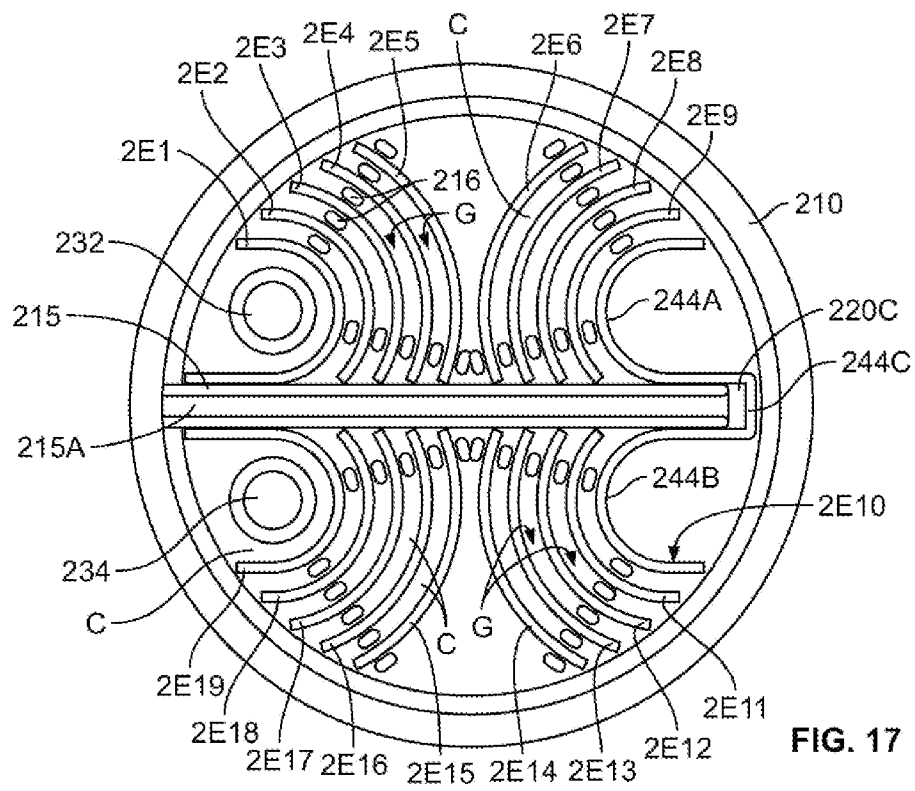


FIG. 17

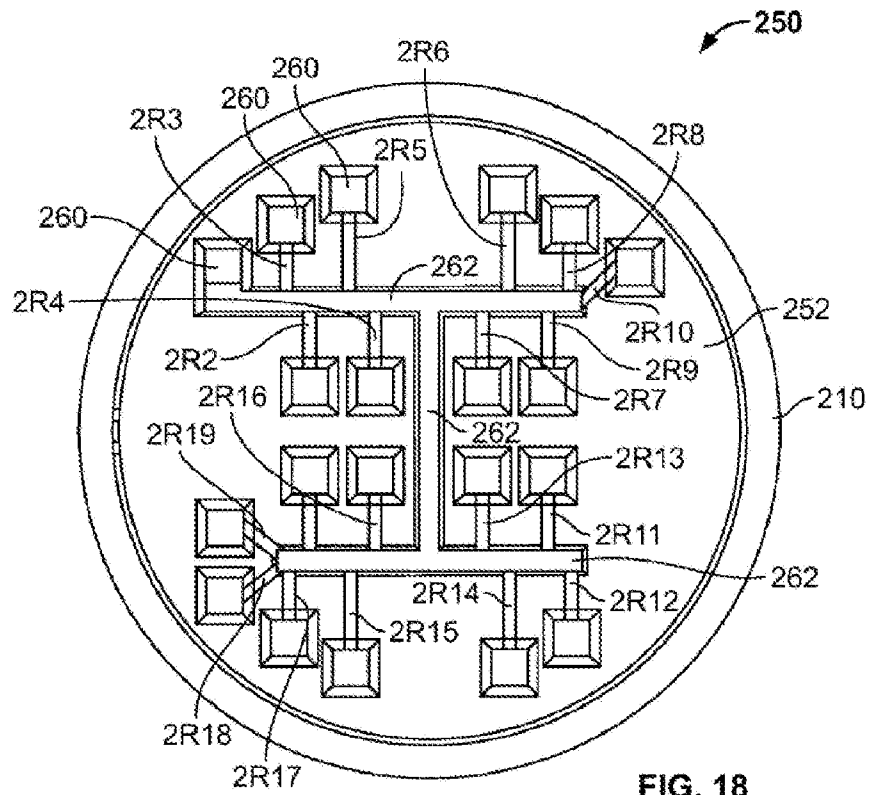


FIG. 18

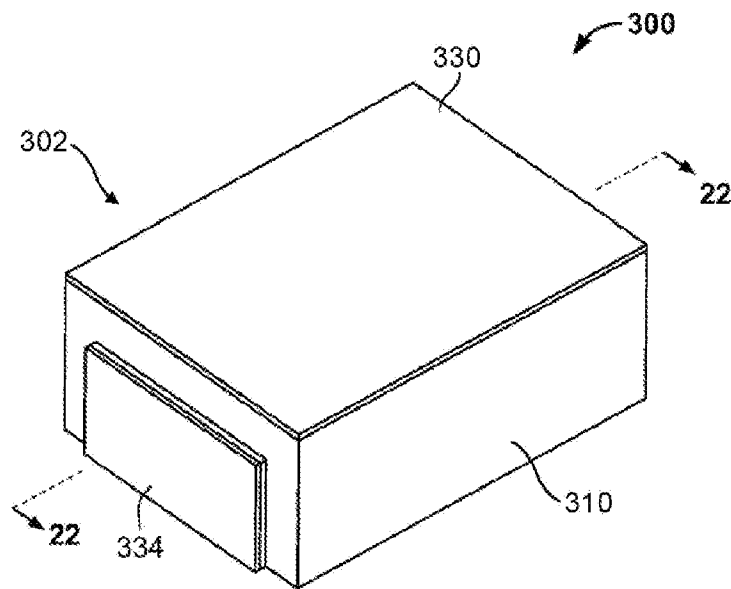


FIG. 19



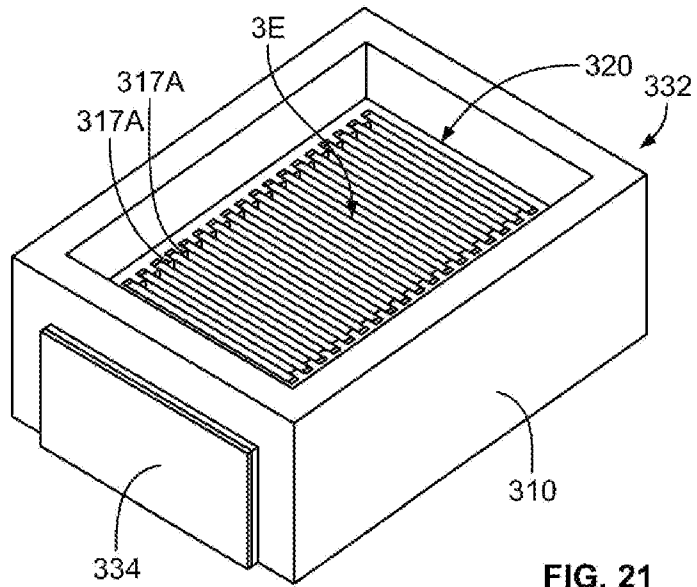


FIG. 21

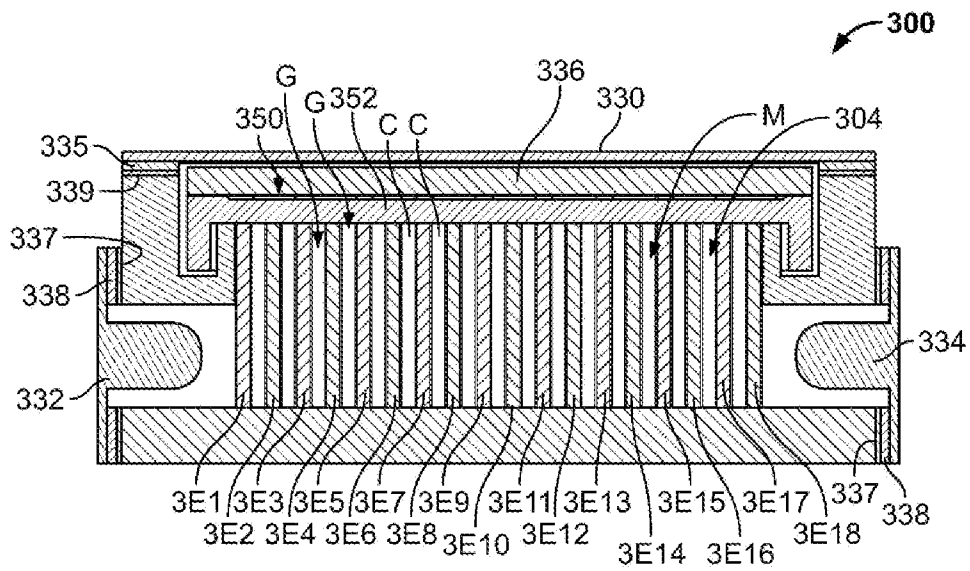


FIG. 22

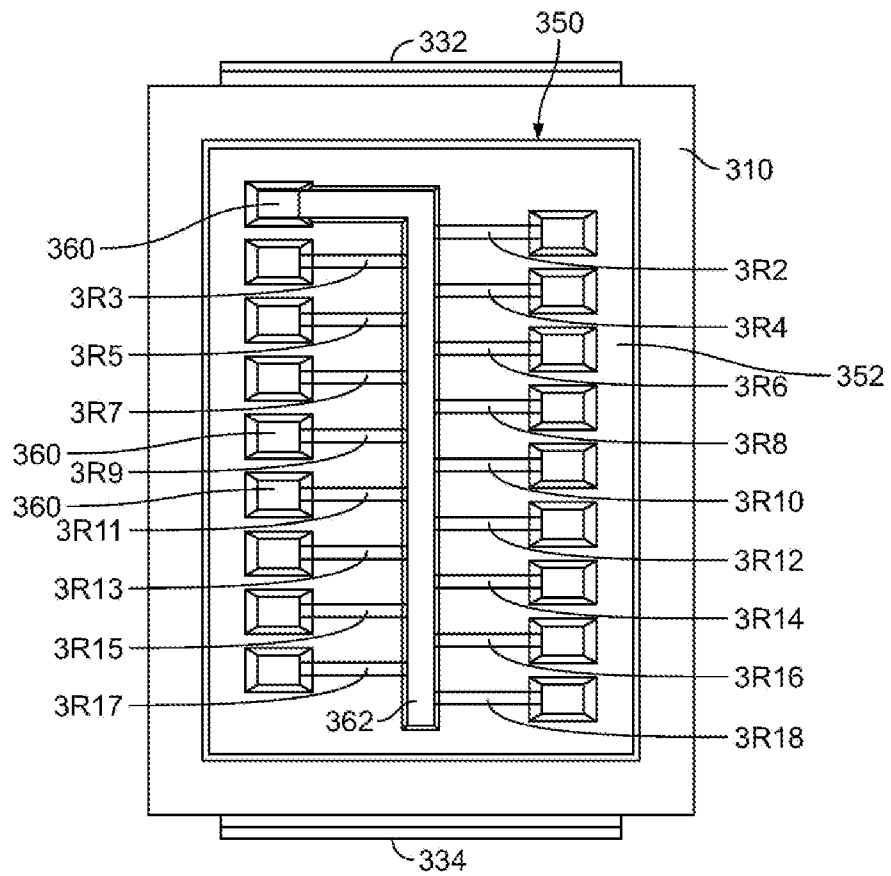


FIG. 23

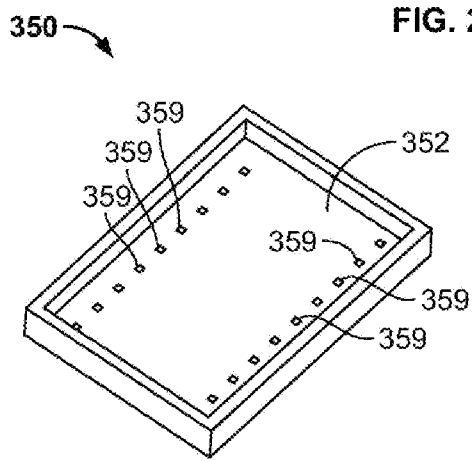


FIG. 24

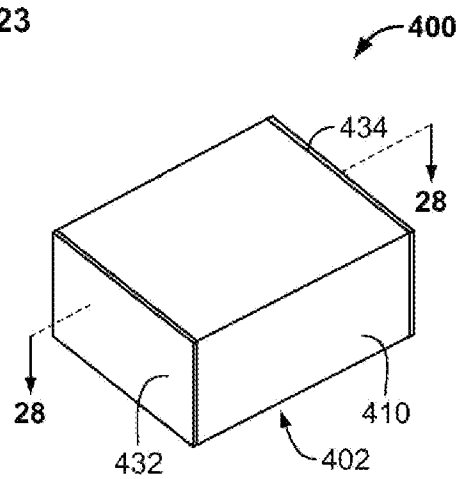


FIG. 25

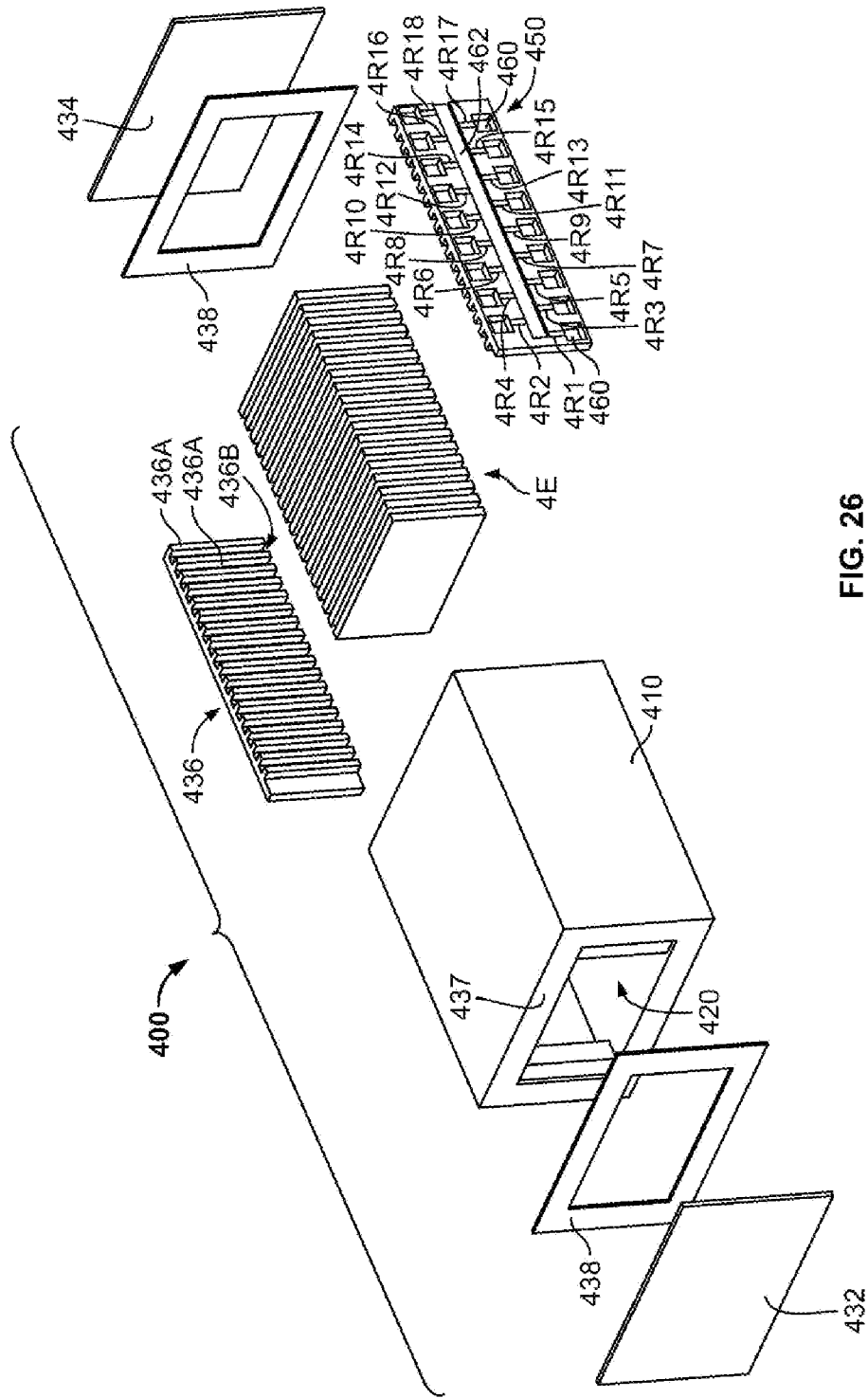


FIG. 26

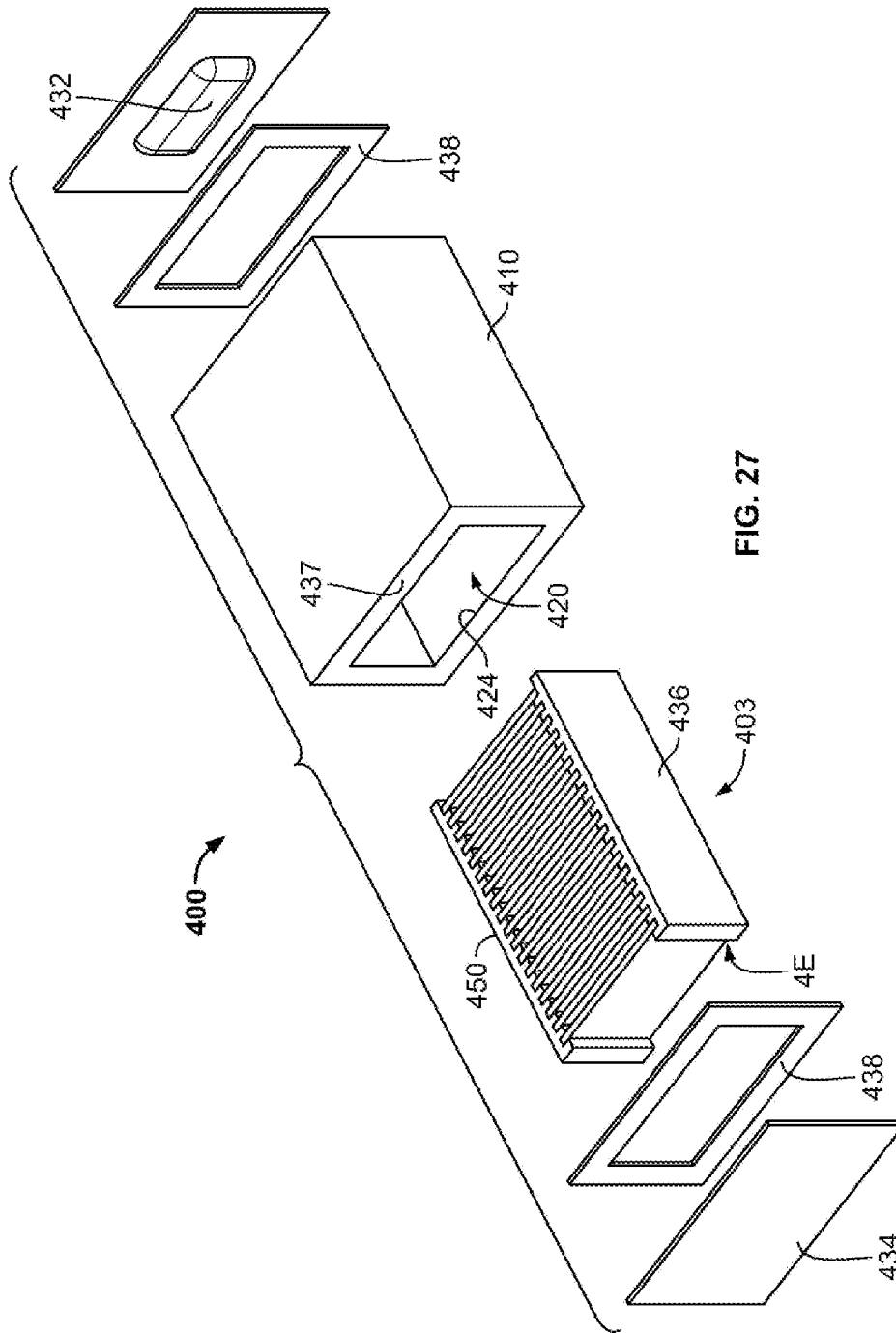


FIG. 27

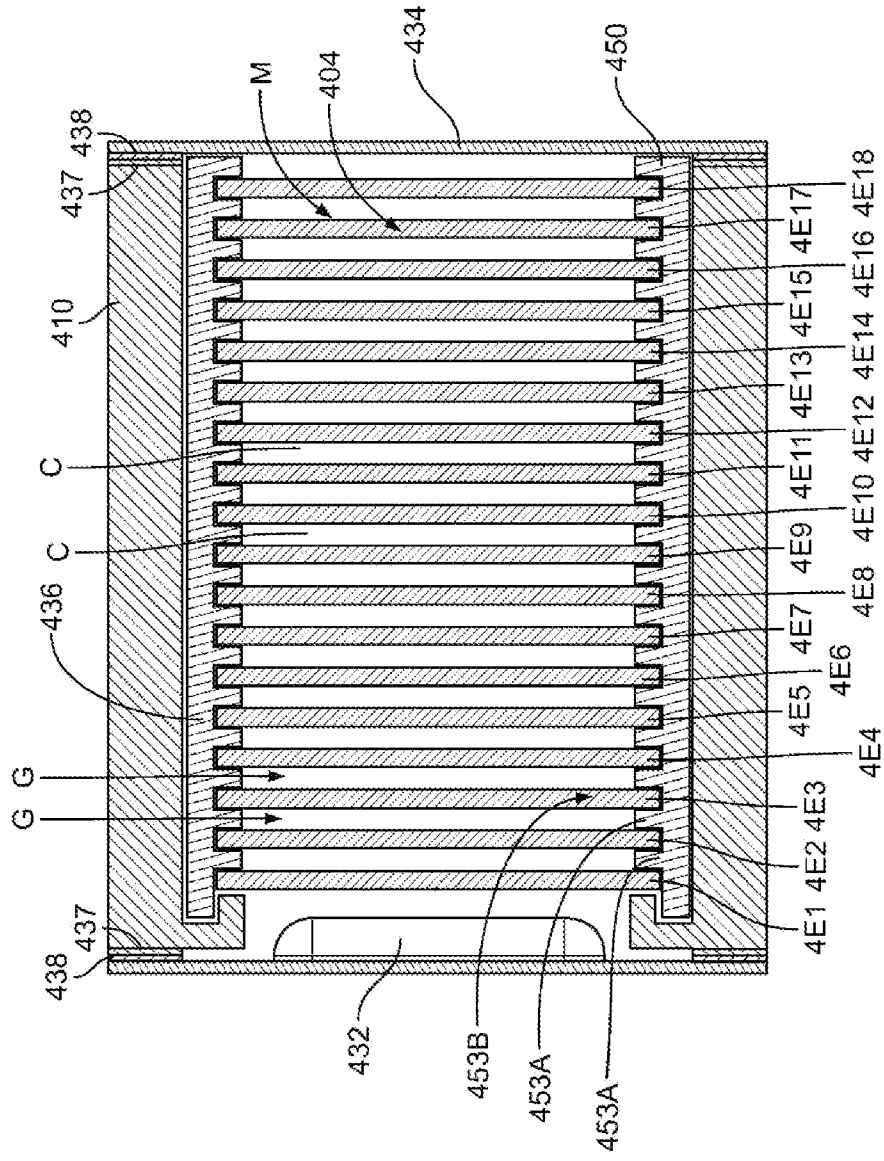
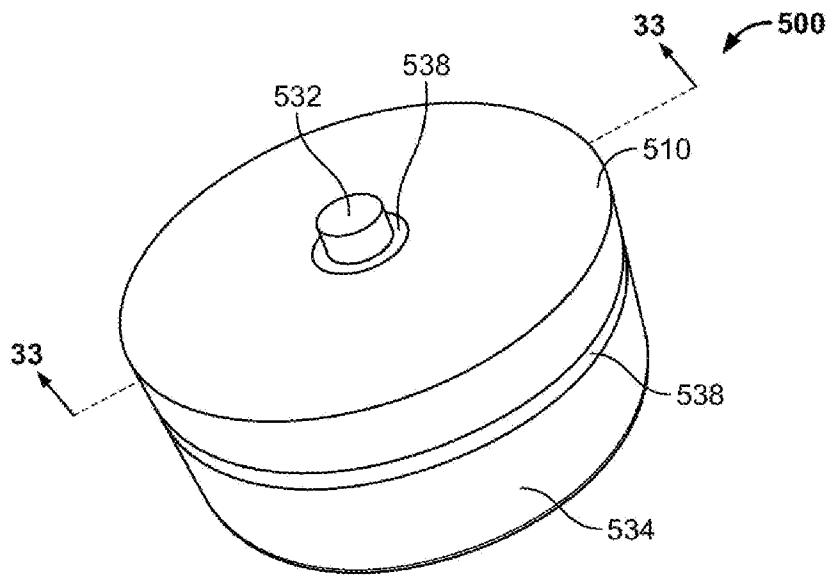
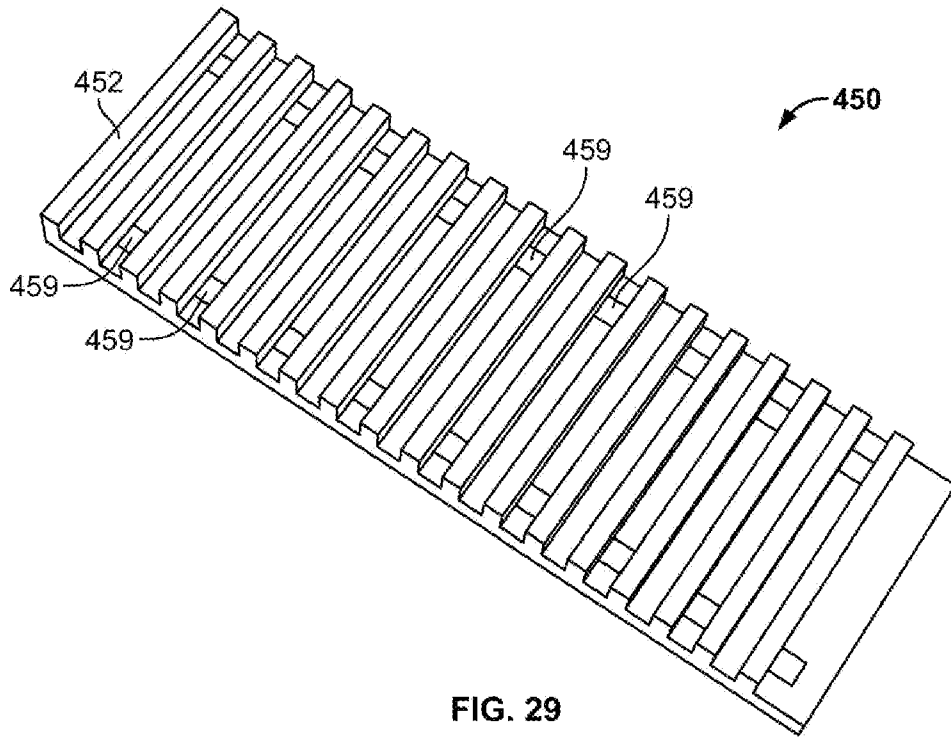


FIG. 28



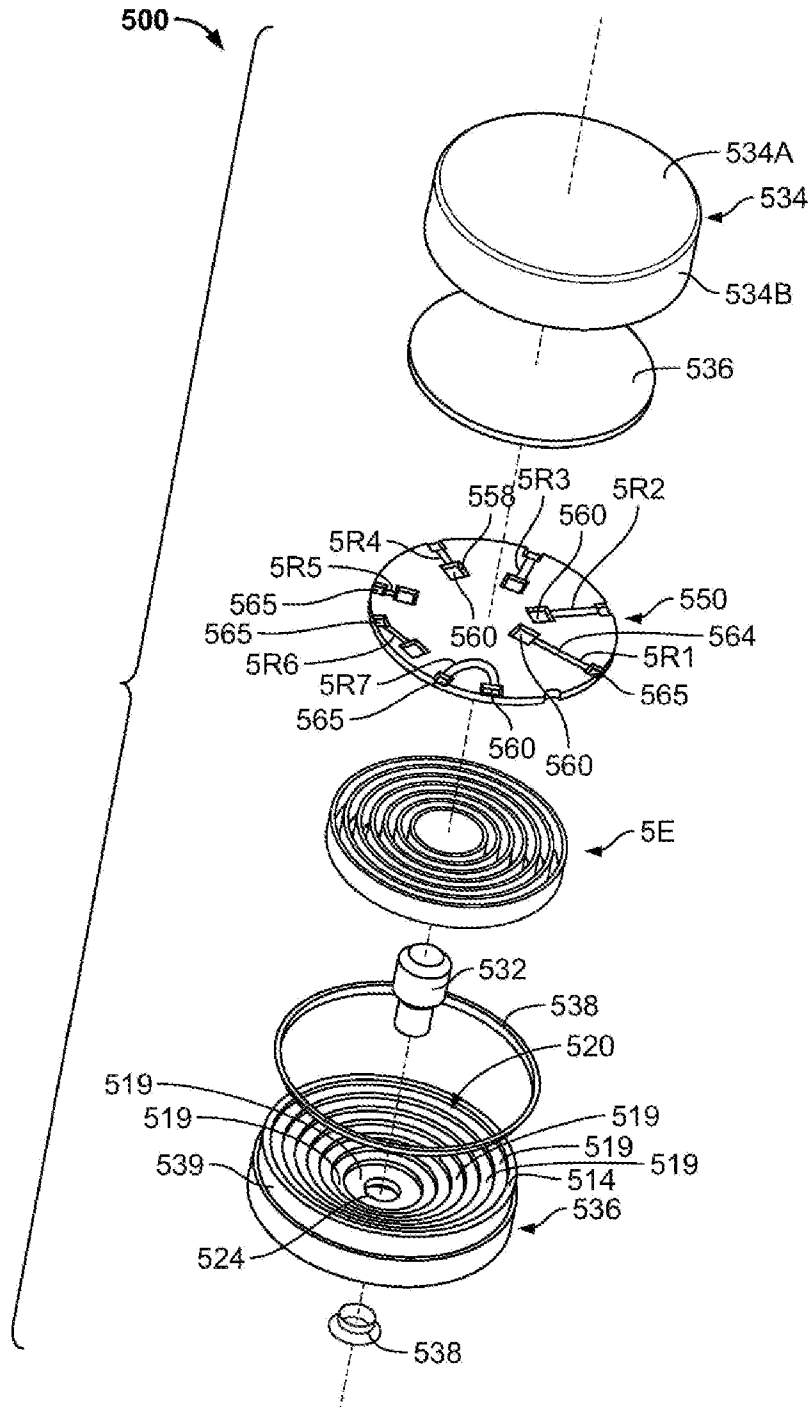


FIG. 31

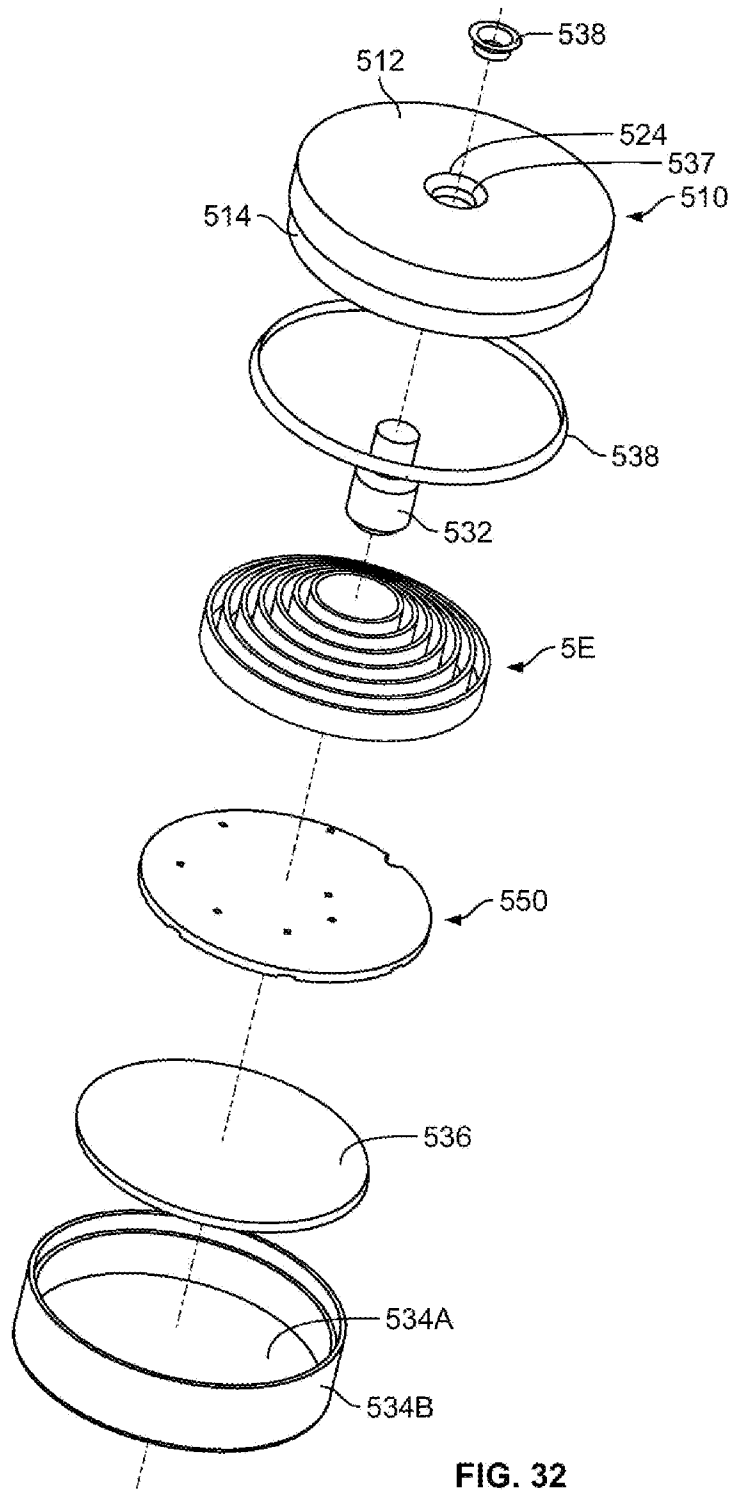


FIG. 32



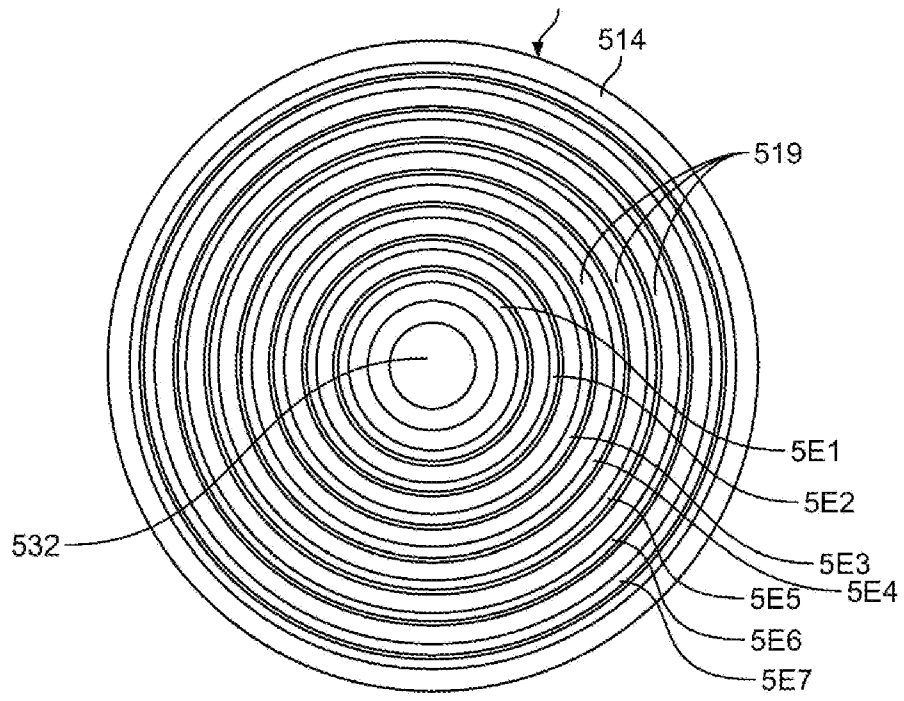


FIG. 34

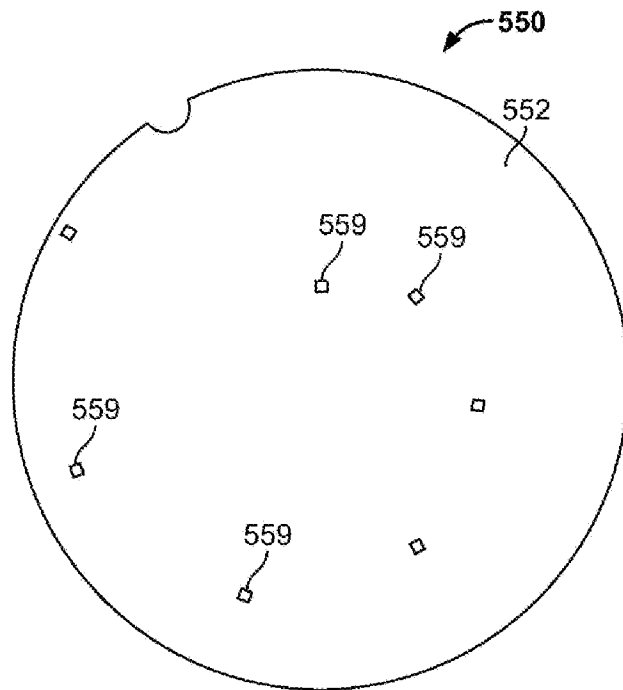


FIG. 35

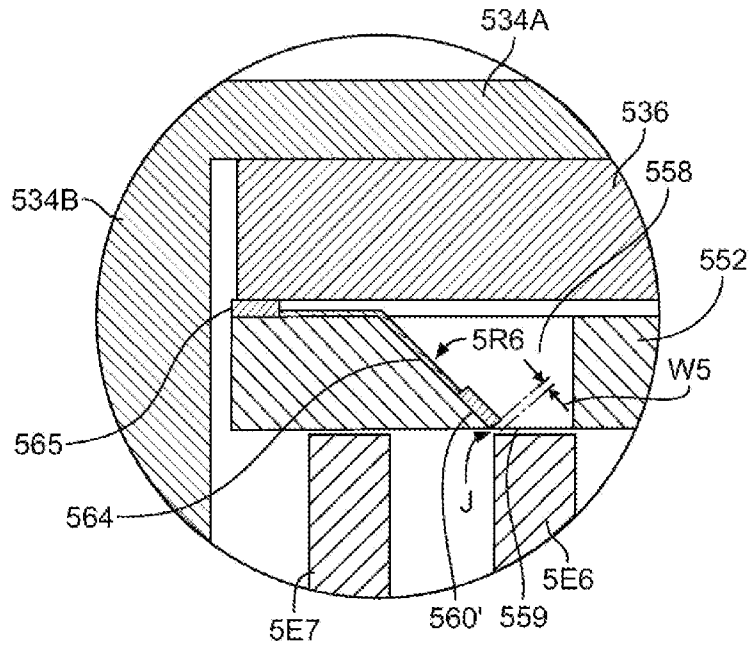


FIG. 36

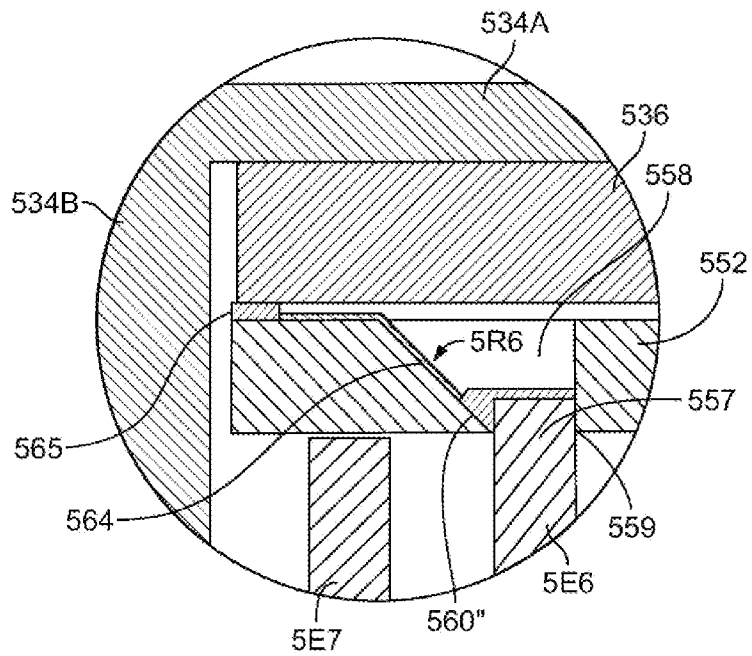


FIG. 37

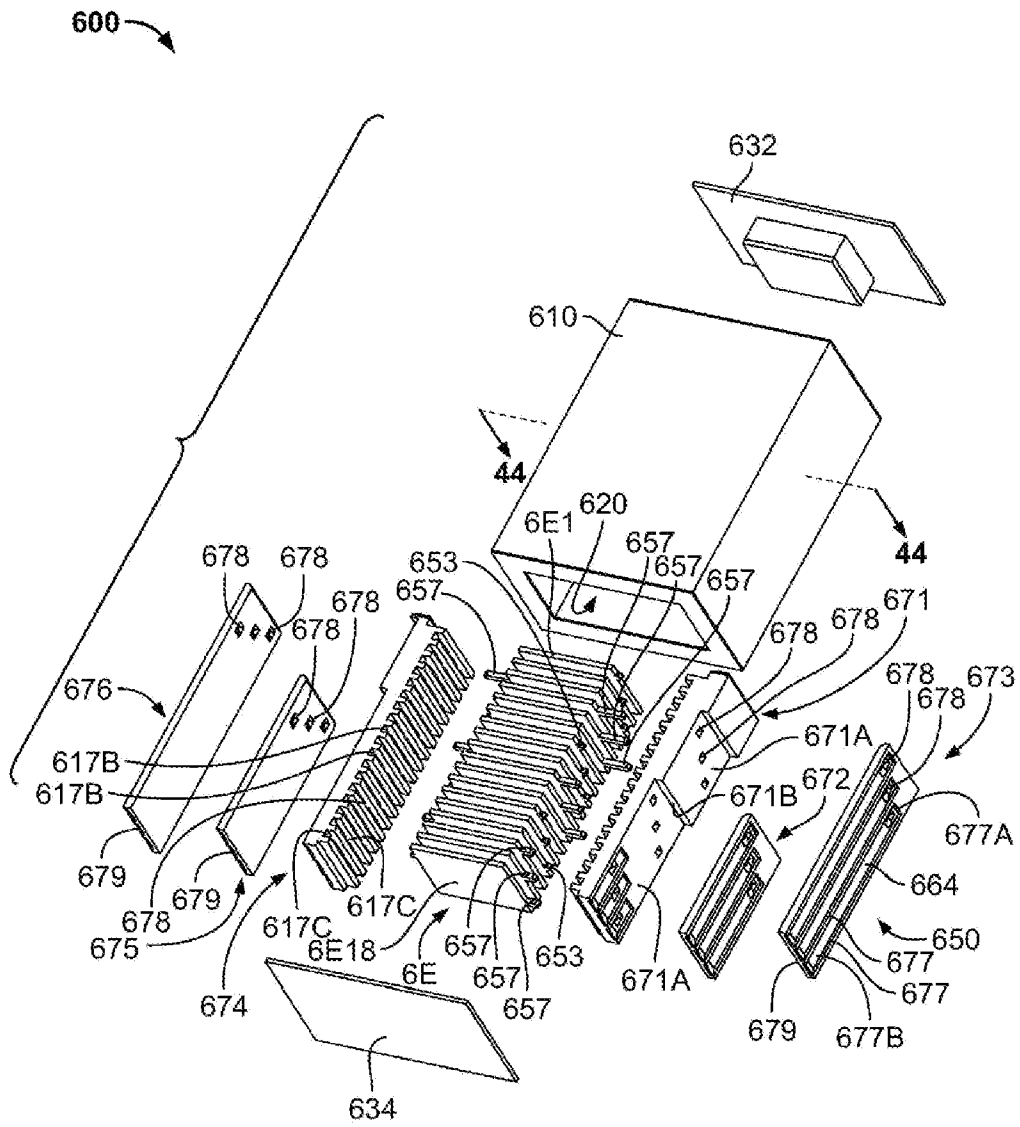


FIG. 38

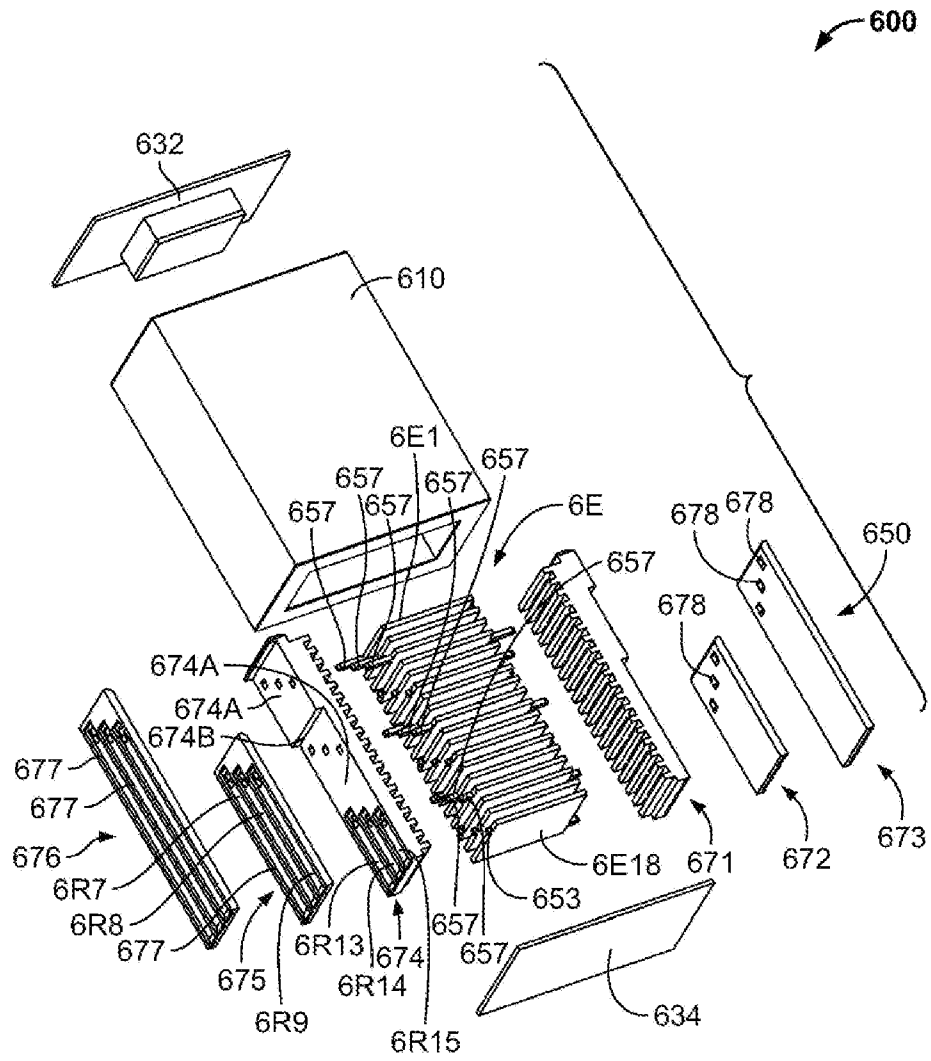


FIG. 39

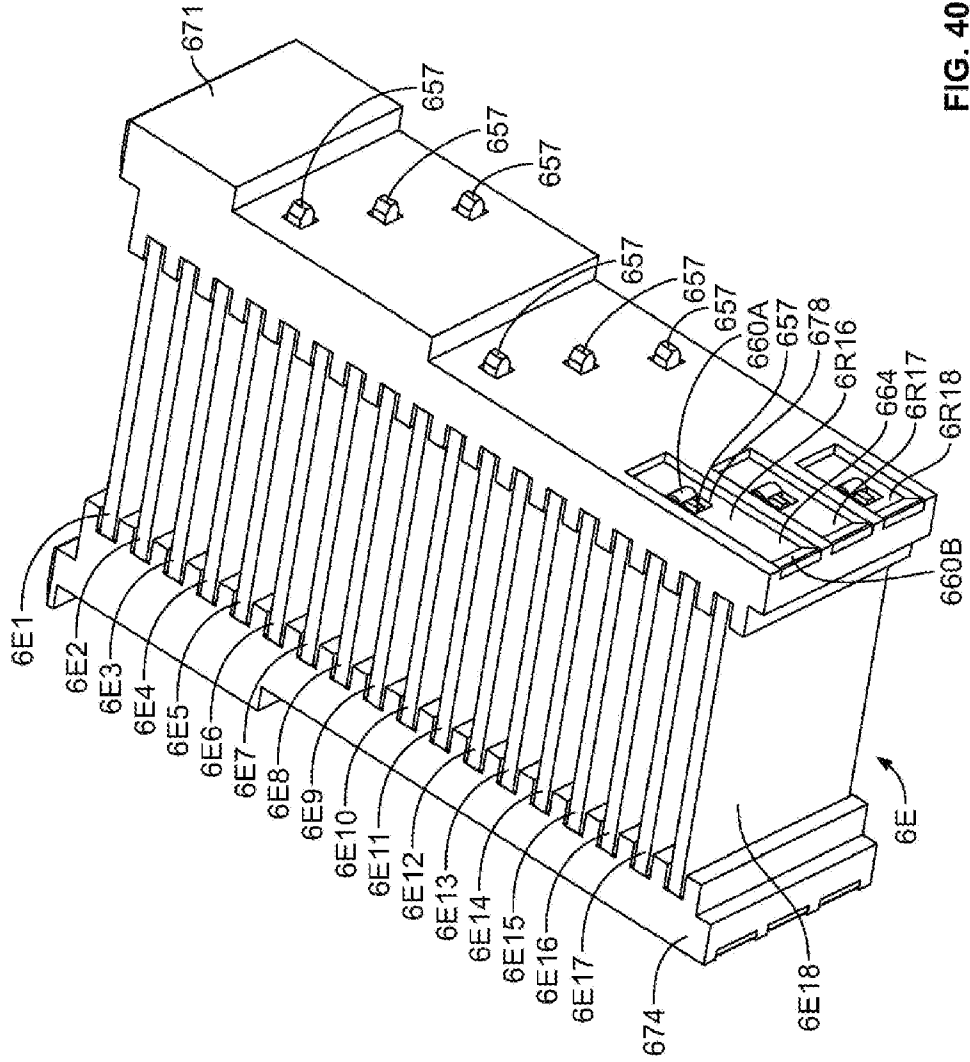


FIG. 40

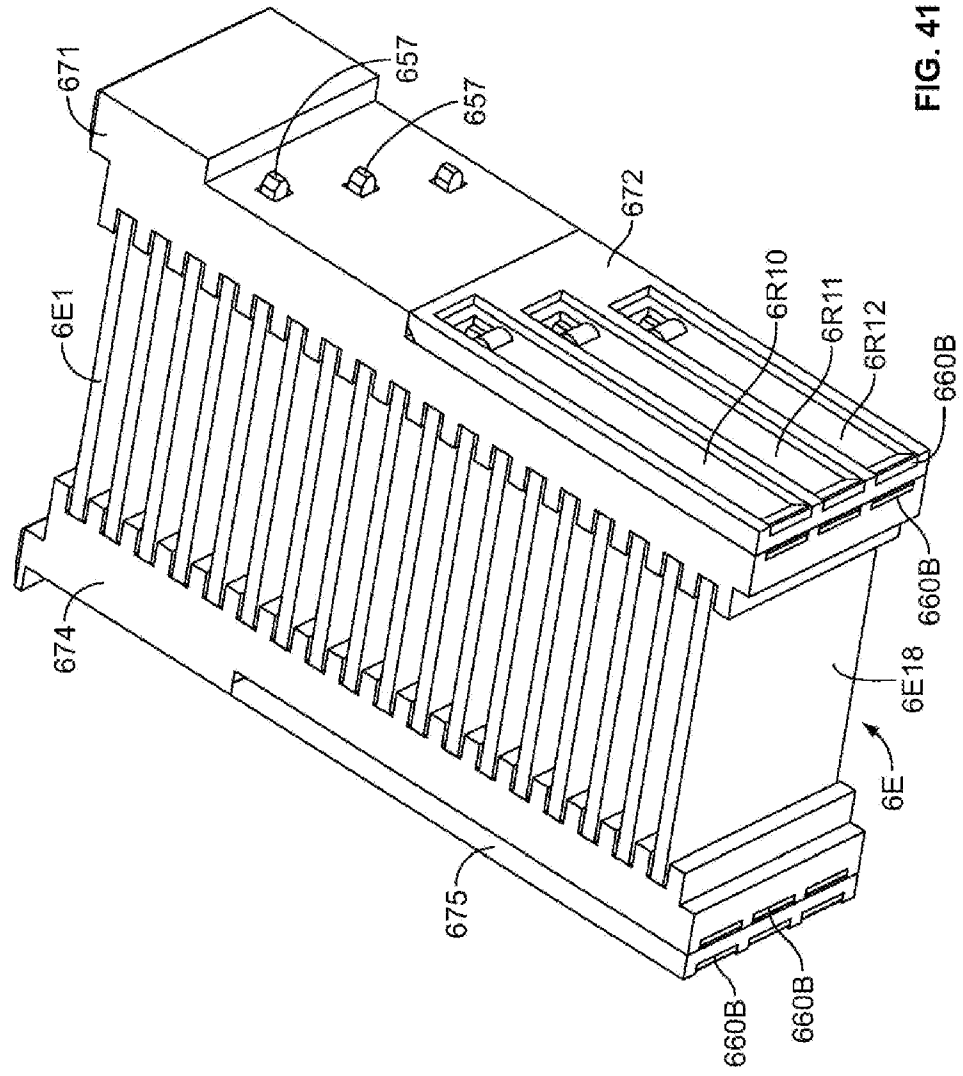


FIG. 41

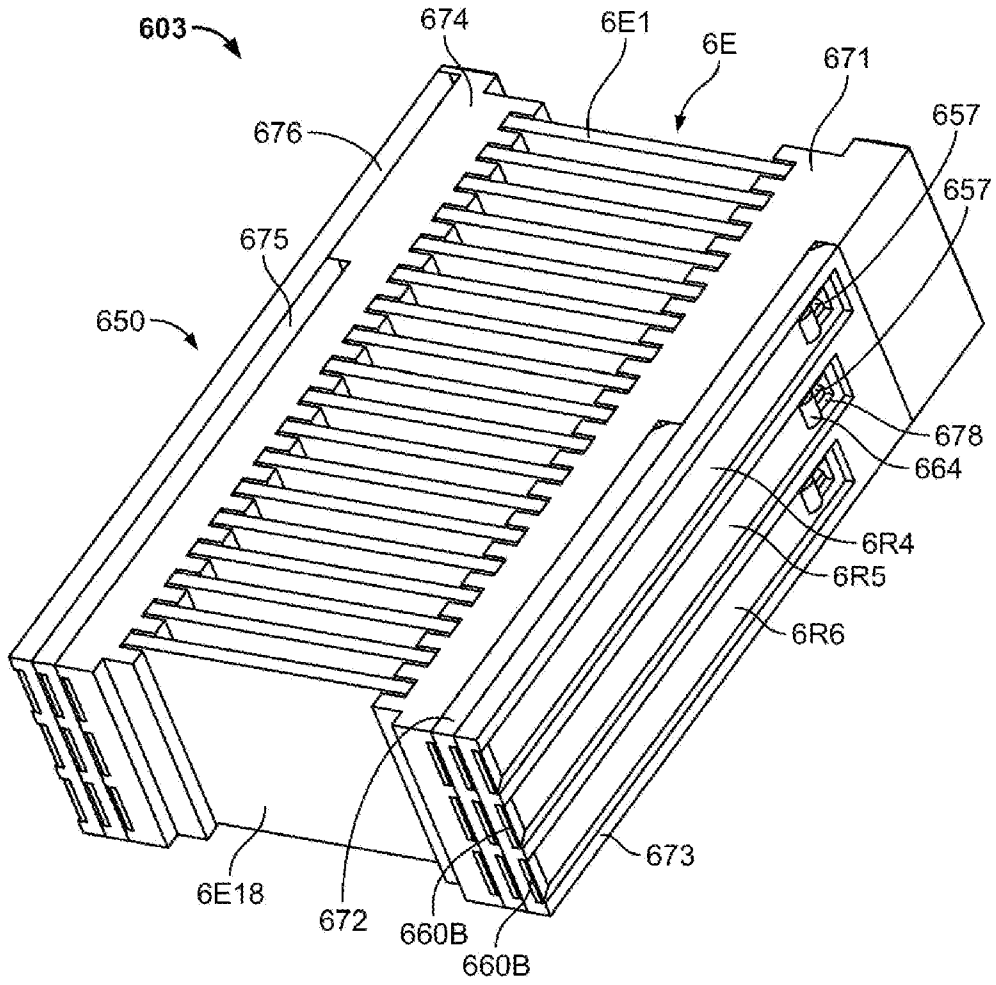


FIG. 42

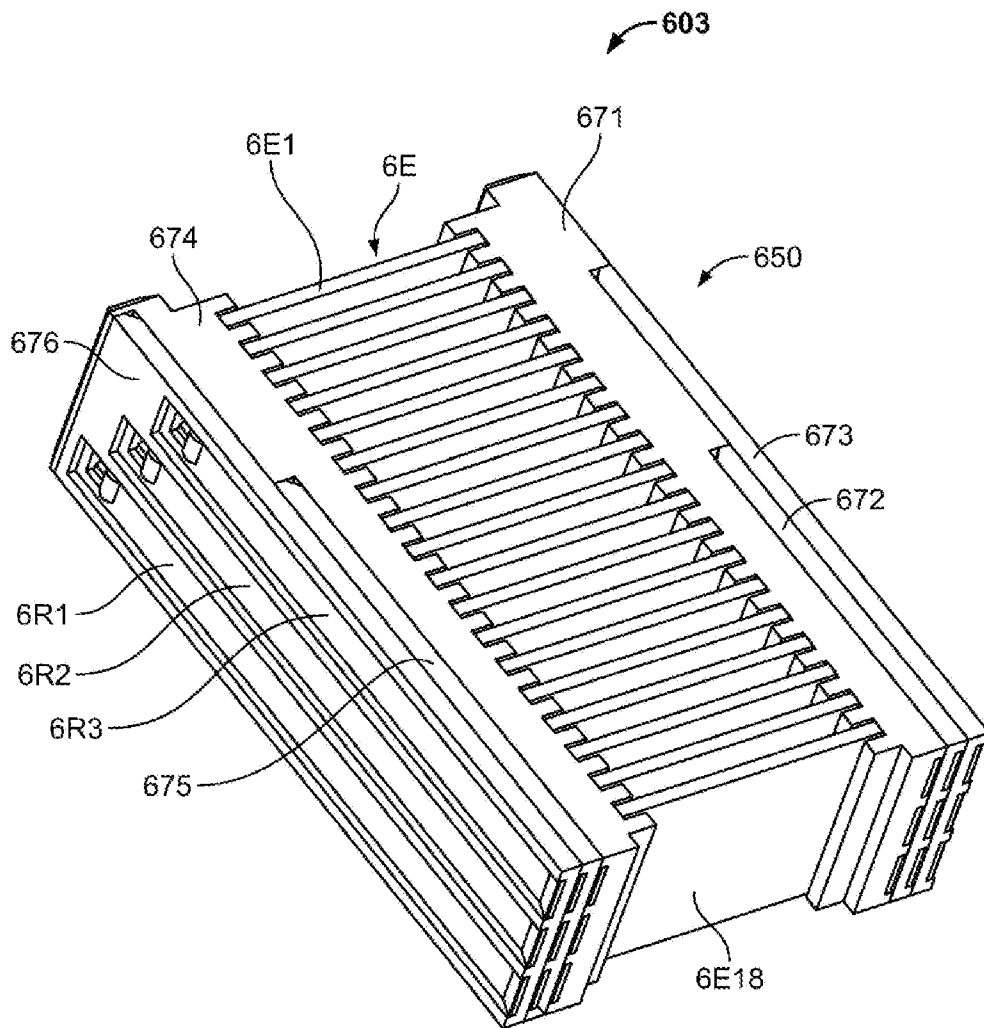


FIG. 43

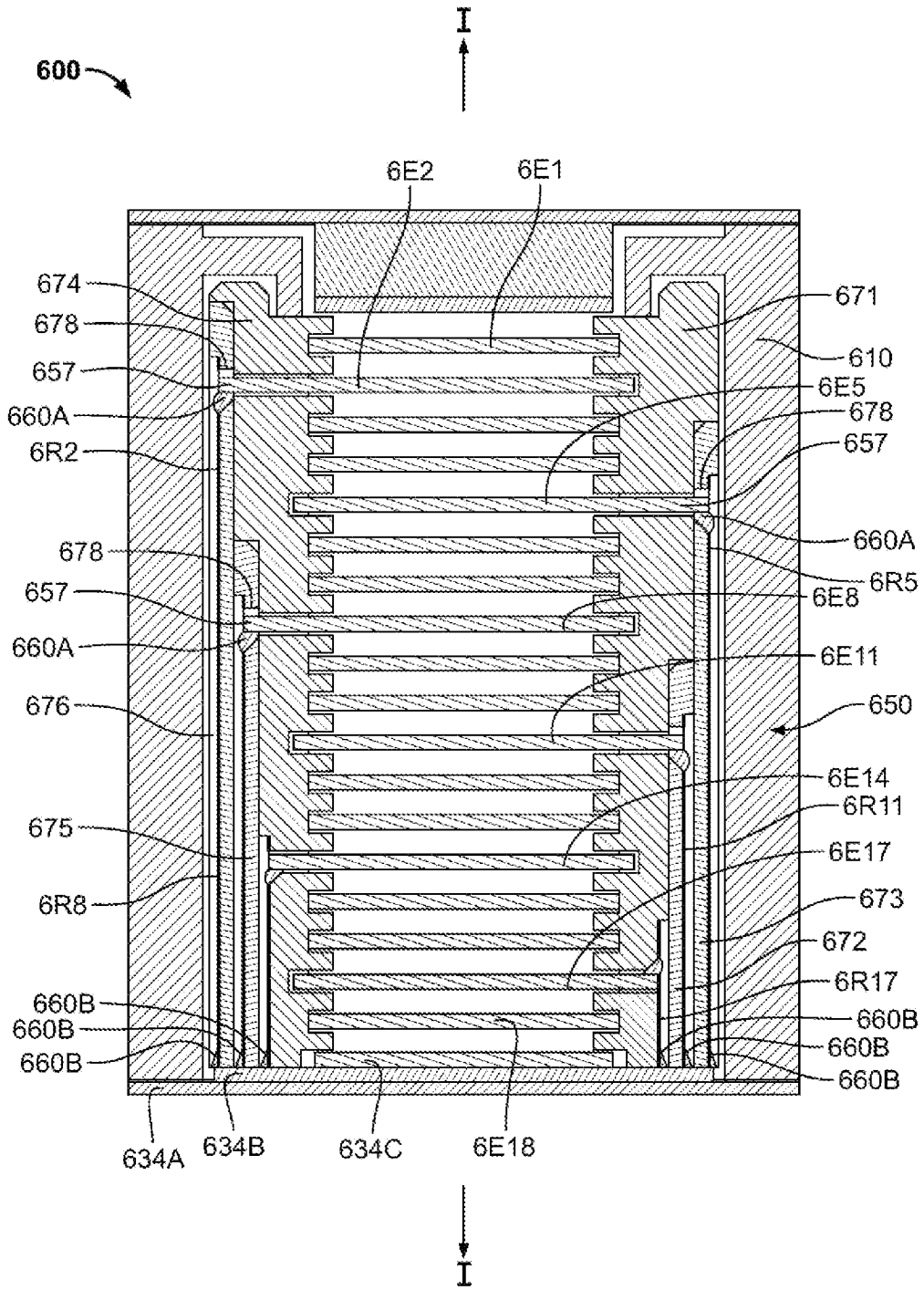


FIG. 44