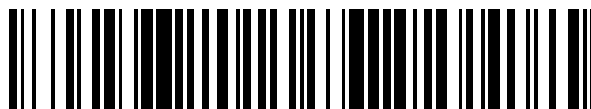


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 531 365**

51 Int. Cl.:

H01F 27/02 (2006.01)

H01F 27/08 (2006.01)

H01F 30/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2012** **E 12732685 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.12.2014** **EP 2729945**

54 Título: **Transformador en triangulo con aislamiento de gas**

30 Prioridad:

08.07.2011 EP 11173263

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.03.2015

73 Titular/es:

ABB RESEARCH LTD. (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH

72 Inventor/es:

SMAJIC, JASMIN;
IORDANIDIS, ARTHOUROS;
GALLETTI, BERNARDO;
STEINMETZ, THORSTEN y
PETERMEIER, BERNHARD

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 531 365 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

Transformador en triángulo con aislamiento de gas

5 Campo técnico

La materia objeto descrita en el presente documento se refiere en general a transformadores poligonales para tensiones medias y altas y, más particularmente, a transformadores poligonales con aislamiento de gas con propiedades de refrigeración mejoradas.

10 Antecedentes de la invención

Los transformadores de tipo seco tienen diversas ventajas bien conocidas con respecto a las unidades en baño de aceite. Existe un menor riesgo de incendio y explosión, el respeto al entorno es más mayor, los mismos no requieren mantenimiento, y se pueden instalar más cerca del punto de consumo.

Los núcleos de transformadores de tipo triángulo con diferentes formas de sección transversal se han propuesto como una alternativa al diseño de núcleo apilado clásico con partes principales coplanares, ya que exhiben diversas ventajas comparativas: Las pérdidas sin carga son más bajas, el tamaño y el peso son típicamente más pequeños, la corriente de entrada es menor, y la distorsión armónica total es menor. La empresa china Haihong Transformer, por ejemplo, produce transformadores de núcleo en triángulo que incluyen tres anillos de núcleo bobinados, cada uno, con secciones transversales aproximadamente semicirculares. Otra implementación de un núcleo en triángulo bobinado se proporciona por la compañía sueca Hexaformer AB. El nombre Hexaformer proviene, por tanto, del hecho de que las secciones transversales de las partes principales forman hexágonos regulares, mientras que la disposición de las partes principales resulta todavía en un núcleo en forma de triángulo simétrico giratorio. El documento WO 2006/056057A1 desvela un transformador en forma de triángulo sin recinto con un canal de refrigeración proporcionado entre las partes principales 3 del núcleo en el centro del transformador. El calor se elimina del transformador mediante aire soplado en el interior del canal con ventiladores situados en los extremos del canal.

Actualmente, principalmente SF₆ se utiliza como un gas aislante. Debido a las buenas capacidades dieléctricas y refrigeración del SF₆, incluso transformadores de distribución de extremos elevados con tensiones nominales y potencias de hasta 170kV y 60MVA se fabrican con presiones de SF₆ moderadas, por lo general iguales o inferiores a 2bar.

Sin embargo, debido a la ausencia de aceite, los transformadores de tipo seco son más exigentes con respecto al diseño dieléctrico y térmico y, en consecuencia, son más grandes y más pesados que los transformadores en baño de aceite correspondientes. El documento DE4029097A1 desvela un transformador en forma de triángulo en un alojamiento cilíndrico con aislamiento de gas de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Los canales de refrigeración se forman en cada esquina del núcleo en forma de triángulo entre dos partes principales de núcleo adyacentes. De esta manera se alcanza una circulación de gas dentro del alojamiento del transformador.

Cuando se aumentan las cargas eléctricas nominales de los transformadores secos, la refrigeración se convierte en un tema cada vez más importante, ya que no hay líquido - como en el caso de las unidades en baño de aceite - que se pueda utilizar como medio de refrigeración. Más bien, típicamente el gas aislante sirve también para el transporte del calor producido al exterior del transformador. Sin embargo, el gas tiene típicamente una capacidad mucho menor para el transporte de calor que el mismo volumen de líquido. Por lo tanto, el transporte de calor al exterior de un transformador en forma de triángulo con aislamiento de gas requiere más atención en la fase de diseño que con un tipo en baño de aceite convencional.

Aún más, cabe señalar que debido a la simetría de giro de los transformadores en forma de triángulo, las paredes exteriores de las bobinas de alta tensión adyacentes a la línea central del transformador tienen casi la misma temperatura. Por esta razón, la disposición en forma de triángulo del transformador se caracteriza por un intercambio de calor por radiación limitado entre las partes de pared orientadas hacia su centro. Más bien, el calor emitido por una bobina hacia las otras dos bobinas se absorbe por las mismas, lo que, en resumen, reduce eficazmente el calor emitido desde el transformador hasta un exterior, por ejemplo, cuando se compara con un diseño con tres bobinas dispuestas paralelamente en un plano (diseño coplanar).

En vista de lo anterior, es deseable tener un diseño de transformadores en forma de triángulo con aislamiento de gas, que proporcione capacidades de refrigeración mejoradas.

Breve descripción de la invención

Los problemas establecidos anteriormente se resuelven al menos parcialmente por un transformador en forma de triángulo encapsulado de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un transformador en forma de triángulo encapsulado para tensiones medias y altas. El mismo comprende un alojamiento cerrado que encierra un volumen, un transformador en forma de triángulo situado en el alojamiento, y una vía de paso, en particular, en una chimenea para un fluido, que sobresale a través del alojamiento y que incluye al menos una parte del eje central del transformador en forma de triángulo, donde el volumen encerrado por la chimenea está en conexión fluida con un exterior del alojamiento. La chimenea comprende un elemento de conducción de calor en contacto con las paredes de la chimenea. La chimenea está en contacto físico con el elemento de conducción de calor, por lo que el calor se conduce por las paredes de la chimenea y el elemento de conducción de calor. El elemento de conducción de calor mejora el intercambio de calor de la chimenea, así que la superficie de toma de calor y/o la superficie de distribución de calor se alargan. Con los elementos de calor conductor, los sitios de emisión de calor del transformador en forma de triángulo se pueden alcanzar, que están más distantes de la chimenea y el calor se puede conducir de este modo de manera eficaz a la pared de la chimenea. La chimenea se coloca en el transformador en forma de triángulo de tal manera que al menos una parte del eje central del transformador en forma de triángulo se incluye, y mientras se utilice el espacio entre las extremidades del núcleo del transformador se puede optimizar el efecto de chimenea.

Otros aspectos, ventajas y características de la presente invención son evidentes a partir de las reivindicaciones dependientes, de la descripción y de los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

Una divulgación completa y propicia, que incluye el mejor modo de la misma, para un experto normal en la materia se expone, más particularmente, en el resto de la memoria, incluyendo la referencia a las figuras adjuntas en las que:

La Figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de un transformador en forma de triángulo con un núcleo bobinado situado en un alojamiento cilíndrico;

La Figura 2 muestra esquemáticamente un transformador en forma de triángulo encapsulado con un núcleo bobinado de acuerdo con realizaciones;

La Figura 3 muestra una vista superior en sección transversal del transformador en forma de triángulo encapsulado de la Figura 2;

La Figura 4 muestra esquemáticamente un transformador en forma de triángulo encapsulado con un núcleo bobinado de acuerdo con una realización comparativa;

La Figura 5 muestra una vista superior en sección transversal del transformador en forma de triángulo encapsulado de la Figura 4;

La Figura 6 muestra esquemáticamente un transformador en forma de triángulo encapsulado con un núcleo bobinado de acuerdo con otras realizaciones;

La Figura 7 muestra una vista en sección transversal del transformador en forma de triángulo encapsulado de la Figura 6;

La Figura 8 muestra esquemáticamente un transformador en forma de triángulo encapsulado con un núcleo bobinado de acuerdo con otras realizaciones;

La Figura 9 muestra una vista superior en sección transversal del transformador en forma de triángulo encapsulado de la Figura 8;

La Figura 10 muestra esquemáticamente un transformador en forma de triángulo encapsulado con un núcleo apilado de acuerdo con otras realizaciones;

La Figura 11 muestra una vista superior en sección transversal del transformador en forma de triángulo encapsulado de la Figura 10;

La Figura 12 muestra esquemáticamente un transformador en forma de triángulo encapsulado con un núcleo apilado de acuerdo con otras realizaciones;

La Figura 13 muestra una vista superior en sección transversal del transformador en forma de triángulo encapsulado de la Figura 12;

La Figura 14 muestra esquemáticamente una vista superior en sección transversal de un transformador en forma de triángulo encapsulado de acuerdo con otras realizaciones comparativas adicionales;

La Figura 15 muestra esquemáticamente una vista superior en sección transversal de un transformador en forma de triángulo encapsulado de acuerdo con otras realizaciones adicionales.

Descripción detallada de la invención

A continuación se hará referencia en detalle a las diversas realizaciones, uno o más ejemplos de las que se ilustran en cada Figura. Cada ejemplo se proporciona a modo de explicación y no pretende ser una limitación. Por ejemplo, las características ilustradas o descritas como parte de una realización se pueden utilizar en o junto con otras realizaciones para producir otras realizaciones adicionales. Se pretende que la presente divulgación incluya tales modificaciones y variaciones.

En la siguiente descripción de los dibujos, los mismos números de referencia se refieren a los mismos componentes. Por lo general, solo se describen las diferencias con respecto a las realizaciones individuales.

En lo que sigue, las expresiones "chimenea" y "recinto de una vía de paso", respectivamente "recinto" se utilizan de manera intercambiable y significan que el fluido dentro de la chimenea o en el interior del recinto está sellado contra el volumen del alojamiento y, por lo tanto, no está en comunicación con el volumen interior del alojamiento cerrado. Adicionalmente, la expresión "transformador en forma de triángulo" descrita en el presente documento se refiere en general a los transformadores de fase múltiples que se caracterizan por el hecho de que, en al menos una vista en sección transversal, el núcleo del transformador tiene forma triangular, en particular, las secciones transversales de las bobinas forman entre sí un triángulo, preferentemente un triángulo equilátero; más específicamente, los ejes intermedios de las bobinas se encuentran en las esquinas de un triángulo en al menos una vista en sección transversal del transformador.

Las realizaciones descritas en el presente documento incluyen un transformador en forma de triángulo situado en un alojamiento, que es normalmente cilíndrico. Para proporcionar mejor distribución del calor por convección hacia el aire circundante, el alojamiento se proporciona de tal manera que un eje central del cilindro está en una dirección vertical durante el funcionamiento del transformador. Con el fin de mejorar la disipación de calor, una vía de paso para un fluido se integra en el alojamiento, donde la vía de paso sobresale normalmente de uno de los planos del alojamiento cilíndrico hacia el otro plano. En una realización, la vía de paso se forma por un recinto, o chimenea, tal como un tubo o cilindro provisto a lo largo del eje central del alojamiento cilíndrico. Esta chimenea sobresale también a lo largo del eje central del transformador en forma de triángulo en el alojamiento. De este modo, el volumen encerrado por la chimenea está en conexión fluida con el entorno del alojamiento, es decir, normalmente el aire circundante. Adicionalmente, elementos de refrigeración, por ejemplo, placas, se pueden montar en las paredes exteriores de la chimenea. Puesto que la vía de paso es un canal vertical que típicamente sobresale desde la superficie inferior del alojamiento hasta la superficie superior, un efecto de chimenea se establece durante el funcionamiento, cuando el transformador está más caliente que el entorno. La parte del alojamiento que encierra a la vía de paso, o dicho de forma diferente, las paredes de la chimenea, toma el calor en su lado orientado hacia las bobinas del transformador y lo transmite a través de la conducción de calor hacia el aire en contacto con las paredes de la chimenea. El aire se calienta, de este modo, hasta una temperatura superior a la de los alrededores, lo que da como resultado que el aire se eleve dentro de la chimenea, respectivamente, vía de paso por convección.

El aire se expulsa después a través de la abertura superior de la chimenea, y el aire fresco se aspira continuamente a través de la abertura inferior de la chimenea, lo que proporciona un efecto de refrigeración por convección para el transformador dentro del alojamiento. Por lo tanto, la realización anterior sirve para promover la disipación del calor emitido por el transformador, respectivamente, por las bobinas del transformador.

El principio de refrigeración de la solución propuesta se basa en una multiplicidad de efectos sinérgicos. Por un lado, las paredes del recinto que forman la chimenea, y opcionalmente cualquiera de las placas interiores térmicamente conectadas a las paredes de la chimenea, actúan como colectores que extraen el flujo de calor por radiación desde las superficies exteriores de las bobinas de alta tensión. Por otro lado, el fluido (aire, un gas refrigerante, o un líquido) que circula dentro de la chimenea, impulsado por cualquiera convección forzada o libre, toma el calor de la chimenea/paredes del recinto y lo transfiere al ambiente exterior. Por otra parte, la presencia del orificio contribuye a aumentar el área de intercambio entre el fluido presurizado dentro de la chimenea y el aire ambiente exterior, lo que da como resultado un aumento de la eliminación de calor desde el transformador.

La Figura 1 muestra un ejemplo de un transformador en forma de triángulo encapsulado 10, es decir, un transformador en forma de triángulo 20 situado en un alojamiento cilíndrico a presión 70. Las tres bobinas 40 se proporcionan alrededor de las partes principales 50 del transformador 20. El núcleo del transformador incluye tres anillos de núcleo bobinados 12, 14, 16, cada uno, con secciones transversales aproximadamente semi-circulares, donde cada uno de los anillos centrales comprende dos partes principales 50 y dos yugos 30.

La Figura 2 muestra un transformador en forma de triángulo encapsulado 10 de acuerdo con las realizaciones. El transformador en forma de triángulo 20 se encuentra en un alojamiento cilíndrico 70. Las tres bobinas 40 se proporcionan alrededor del par de partes principales 50 del transformador 20, más particularmente, cada bobina 40 se bobina alrededor de un par de partes principales 50 de los anillos de núcleo adyacentes. Entre los planos 75, 80

del alojamiento cilíndrico 70, se proporciona la vía de paso 60. La vía de paso tiene dos aberturas 110, 120 proporcionadas en los planos 75, 80. El volumen de la vía de paso 60 está encerrado por la chimenea 100, que es típicamente una parte integral del alojamiento 70. La chimenea 100 puede tener una forma redonda como se muestra, o una forma elíptica, hexagonal u otra. Dado que el alojamiento 70 se encuentra típicamente a presión con un gas aislante 35, en una realización SF₆, una forma redonda proporciona una buena estabilidad contra la fuerza ejercida por el gas 35, mientras que otras formas pueden tener diferentes ventajas establecidas más adelante.

Expresado en términos de topología, el género de una superficie orientable, conectada es un número entero que representa el número máximo de recortes a lo largo de curvas simples cerradas no intersectadas sin suministrar el colector resultante desconectado. De acuerdo con esta lógica, una esfera tiene un género de 0, y un toro o cilindro con una perforación cilíndrica tiene un género de 1. Por lo tanto, el alojamiento 70, con la vía de paso 60 como un espacio libre central, tiene un género topológico de 1. Por consiguiente, el alojamiento 70 del transformador en forma de triángulo encapsulado 10 de acuerdo con la realización anterior tiene un género de 1.

Como se ha descrito anteriormente, durante el funcionamiento del transformador en forma de triángulo encapsulado 10, las bobinas 40 emiten calor, que se produce principalmente debido a las pérdidas óhmicas en los devanados de las bobinas. El calor emitido a la dirección del cilindro exterior 90 del alojamiento 70 se absorbe por el alojamiento. A continuación, se transfiere parcialmente a un exterior del transformador 10 a través de radiación infrarroja y simultáneamente, al aire en contacto con la superficie exterior del alojamiento 70. El calor emitido por las bobinas 40 en la dirección de la chimenea 100 con la vía de paso cerrada 60 se absorbe por la chimenea. La chimenea 100 transmite el calor a través de convección y radiación a un fluido, típicamente aire, en la vía de paso 60. A través del efecto de chimenea descrito anteriormente, el aire se eleva fuera de la chimenea 100, respectivamente vía de paso 60, y por tanto transporta el calor al exterior del transformador en forma de triángulo encapsulado 10.

En las realizaciones, la vía de paso 60 puede comprender un líquido como medio de refrigeración. Es decir, un intercambiador de calor de múltiples fases se puede proporcionar en la vía de paso. Un intercambiador de calor de múltiples fases se caracteriza típicamente por una primera parte que sirve para tomar el calor, y una segunda parte donde el calor se distribuye al aire circundante, a un condensador o a un circuito de refrigeración con un medio de refrigeración que lleva el calor lejos de la fuente de calor. En las realizaciones, la primera parte se sitúa dentro de la vía de paso 60 o chimenea 100, donde la segunda parte se encuentra fuera del transformador encapsulado 10.

Adicionalmente, la vía de paso 60 se puede diseñar para tener solo una abertura 110, 120 situada en uno de los planos del alojamiento cilíndrico, donde el intercambio de calor con el entorno del transformador encapsulado 10 se proporciona a través de la única abertura 110, 120. Esto significa, que la chimenea 100 con la vía de paso 60 se cierra en uno de sus extremos, y que solo el otro extremo está en conexión fluida con un exterior del alojamiento 70. Puesto que el efecto de chimenea descrito anteriormente no se produce en este caso, dichas realizaciones requiere medidas activas para disipar el calor desde el interior de la vía de paso 60. Esto se puede lograr mediante un sistema de refrigeración por agua o uno de refrigeración en dos fases, tal como un tubo de calor.

La Figura 3 muestra una vista en sección transversal del transformador en forma de triángulo encapsulado 10 de la Figura 2. En las realizaciones, elementos de conducción de calor 130 incorporados como disipadores de calor se proporcionan en la cara interior de la chimenea 100, sobresaliendo en la vía de paso 60. Los mismos mejoran el área efectiva de la chimenea 100 para el intercambio de calor con el fluido dentro de la vía de paso 60. Adicionalmente, un ventilador de refrigeración 140 (no mostrado) se puede proporcionar cerca de, o en, una abertura 110, 120 con el fin de promover aún más el efecto de chimenea en la vía de paso 60, respectivamente, para soplar activamente fluido, típicamente aire ambiente, a través de la vía de paso 60. Por tanto, la capacidad de refrigeración de un alojamiento dado 70 con una vía de paso se puede mejorar, más aún cuando se combina con uno o varios disipadores de calor 130 proporcionados a lo largo de la longitud de la vía de paso 60, como se ha descrito anteriormente.

La Figura 4 muestra un transformador en forma de triángulo encapsulado 10 de acuerdo con una realización comparativa. En la misma, la chimenea 100 de la vía de paso 60 tiene una forma hexagonal que se asemeja en su sección transversal a la forma interior del transformador 20, como también se muestra en la vista en sección transversal de la Figura 5. Por tanto, la cara de absorción de calor efectiva de la chimenea 100 de la vía de paso 60 se puede proporcionar más grande que en las realizaciones con chimenea redonda de la Figura 2, mientras que el transformador 20 tiene la misma forma y dimensiones exteriores. El diseño de este tipo de chimenea 100 requiere más atención que en el caso de una sección transversal redonda, dado que el recinto tiene que soportar la diferencia de presión entre la presión del gas 35 dentro del alojamiento aislante 70 y la presión atmosférica en el entorno, por lo tanto también dentro de la chimenea 100. Puesto que el dieléctrico dentro del alojamiento tiene típicamente una presión entre 1,5 y 6 bar, la fuerza sobre la chimenea 100 puede añadir, por sí sola, hasta varios cientos de kilo-Newton o más en el caso de transformadores para altas cargas con dimensiones exteriores respectivas. Típicamente, el alojamiento 70 incluyendo la chimenea 100 de la vía de paso 60 se fabrica de acero, más específicamente acero de fundición o de construcción estándar soldado. Dependiendo de la configuración individual, otros tipos de acero se pueden emplear, por ejemplo, con mayor resistencia, y permitir de este modo un menor espesor de la chimenea 100 y del alojamiento 70. La tarea de elegir un material adecuado para el alojamiento y la chimenea, y el cálculo de las dimensiones necesarias como el espesor, es una tarea estándar para una persona

experta. En el caso del acero inoxidable, se tiene que considerar su inferior capacidad para la conducción de calor. En las realizaciones, la chimenea 100 puede tener también una sección transversal triangular (no mostrada).

La Figura 6 muestra un transformador en forma de triángulo encapsulado 10 de acuerdo con las realizaciones, que se pueden combinar con otras realizaciones descritas en el presente documento. El transformador 10 es similar al mostrado en la Figura 2, pero tiene placas de refrigeración adicionales 150. Las placas tienen típicamente una forma cuadrada y se sueldan, típicamente, con un borde a la cara de la chimenea 60. Las mismas sobresalen entre las partes principales adyacentes de transformador 20, respectivamente, entre las bobinas adyacentes 40. En las realizaciones, las placas 150 comprenden el mismo material que el alojamiento 70 y la chimenea 100, típicamente acero. Las mismas sirven como elementos de absorción de calor adicionales dentro del alojamiento 70, que guían el calor, emitido principalmente por las bobinas 40, a la chimenea 100, donde el calor se disipa a través de la vía de paso 60. Para evitar un puente eléctrico, el acero como material para las placas solo es adecuado si se puede mantener una distancia suficiente entre las bobinas próximas. Si el acero no es adecuado, que puede, para un transformador específico, por ejemplo, determinarse por métodos de simulación bien conocidos para una persona experta, las placas pueden comprender también un material dieléctrico.

Las placas tienen típicamente, pero no necesariamente, una longitud (en la dirección del eje central del transformador 20) similar a la longitud de las bobinas 40, como se muestra en la Figura 6. El flujo de calor emitido por una bobina 40 en el intervalo angular α (mostrado también en la Figura 7) se absorbe por las placas 150 y por la chimenea 100. Por tanto, las placas 150 y la chimenea 100, extraen el calor por radiación desde las bobinas 40. Si las placas y la chimenea no estuviesen presentes, las superficies de las bobinas 40 orientadas hacia el intervalo angular α no serían capaces de perder calor por radiación de manera eficaz, debido a su limitada exposición a las paredes relativamente frías del alojamiento 70 y debido a la distribución de temperatura simétrica alrededor de la línea central. Las placas de refrigeración 150 y la chimenea 100, que son más frías que las superficies de las bobinas, tienen por tanto el efecto de permitir la transferencia de calor por radiación en la región central, respectivamente, mediante la extracción de absorción de calor desde las superficies de las bobinas más calientes. Esto permite una salida neta mayor del calor por radiación, donde había muy poca antes, aumentando de este modo la eficiencia de refrigeración de la totalidad del transformador en forma de triángulo encapsulado 10. Por lo tanto, mediante la adición de las placas de refrigeración 150, la capacidad de refrigeración de un transformador encapsulado 10 con una chimenea 100 como se muestra en las Figuras 2 a 5 puede incluso mejorarse aún más.

Por lo tanto, el flujo de calor por radiación en la región limitada por las tres bobinas 40 se recoge parcialmente por las placas 150, que están en promedio más frías que las partes de las superficies exteriores de la bobina, orientadas hacia las mismas. Tales placas actúan después como aletas de radiación que eliminan el calor mediante la radiación de las bobinas 40 y lo transfieren tanto en el fluido a presión dentro del alojamiento 70 por convección natural, como dentro del entorno mediante mecanismos por conducción y convección térmica a través de la chimenea 100. En sus bordes exteriores orientados hacia la pared del alojamiento 70, las placas 150 pueden también estar en contacto (no mostradas) con las paredes del alojamiento, lo que promueve adicionalmente un mayor intercambio de calor al alojamiento 70.

En las realizaciones (no mostradas), las placas 150 pueden tener una longitud superior a la longitud de las bobinas 40, y son mayores que la altura total del transformador 20 a lo largo de su eje central. Por consiguiente, las placas están provistas de espacios libres para tomar los yugos 50 del transformador 20. Es decir, los yugos sobresalen típicamente perpendicularmente a través de las placas 150 y quedan parcialmente cerrados por la placa. Como en este caso, la placa metálica serviría como un bobinado de cortocircuito de la bobina, se tienen que tomar medidas con el fin de proporcionar un funcionamiento seguro. En las realizaciones, la placa tiene una hendidura sobresale del espacio libre para el yugo hacia fuera hasta el borde de la placa, de tal manera que no hay una trayectoria de corriente cerrada alrededor del yugo, lo que podría causar un corto circuito alrededor del yugo.

La Figura 7 muestra una vista en sección transversal de las realizaciones de la Figura 6. De acuerdo con otras realizaciones, que pueden combinarse con otras realizaciones descritas en el presente documento, las placas 150 pueden comprender alternativamente un dieléctrico, típicamente un polímero. De este modo, las placas dieléctricas activan el intercambio de radiación como se ha descrito anteriormente, y al mismo tiempo mejoran las propiedades de resistencia dieléctrica del transformador.

La Figura 8 muestra una realización, donde la forma de la chimenea de la realización mostrada en las Figuras 4 y 5 se combina con las placas de refrigeración 150 de las realizaciones mostradas en las Figuras 6 y 7.

La Figura 9 muestra una vista en sección transversal superior de la realización mostrada en la Figura 8.

La Figura 10 muestra un transformador en forma de triángulo encapsulado 10 de acuerdo con las realizaciones, que se basa en el transformador mostrado en la Figura 8. Sin embargo, comprende además un núcleo apilado que comprende esencialmente dos partes 160, 170 que se pueden montar respectivamente apiladas entre sí después de que las bobinas 40 han sido bobinadas por separado. En una realización, la primera parte 160 del núcleo apilado comprende los yugos inferiores 31 y las partes principales 50, donde la segunda parte 160 del núcleo comprende los yugos superiores 32. En comparación, las realizaciones de las Figuras 2 a 9 comprenden un núcleo de

transformador en forma de triángulo bobinado convencional, donde los yugos 30 y las partes principales 50 de cada anillo se forman integralmente. Este último requiere de esfuerzos relativamente altos durante el bobinado de las bobinas 40, puesto que el cable de la bobina no se puede proporcionar desde un miembro giratorio, sino que se tiene que suministrar, por ejemplo, desde un miembro a otro y viceversa durante cada vuelta. Sin embargo, con un núcleo apilado como se ha descrito, las bobinas se pueden producir por separado. Una vez que las tres bobinas 40 se bobinan y, posteriormente, se colocan en las partes principales 50, la segunda parte 170 del núcleo se coloca en su lugar, lo que ahorra, significativamente, tiempo en comparación con la fabricación del transformador con un núcleo bobinado convencional descrito anteriormente. El diseño apilado puede ser particularmente ventajoso cuando se aplica a transformadores en forma de triángulo con aislamiento de gas para potencias nominales de media a alta, es decir, en el régimen de 50MVA a 300MVA.

La Figura 11 muestra una vista en sección transversal superior del transformador en forma de triángulo encapsulado de la Figura 10.

En la realización de las Figuras 10 y 11, se pueden proporcionar medios de fijación 180 (mostrados solamente esquemáticamente) en la chimenea 100 con el fin de fijar la segunda parte 170 de núcleo con respecto a la chimenea 100. Los medios de fijación 180 pueden también estar provistos de manera que presionen la segunda parte 170 hacia abajo en la primera parte 160. Otros medios de fijación (no visibles debido a la perspectiva) se pueden proporcionar por debajo de la primera parte 160 con el fin de fijarse con respecto a la chimenea, de modo que el transformador se fija o mantiene entre estos medios de fijación inferiores y los medios de fijación superiores 180.

La Figura 12 muestra un transformador en forma de triángulo encapsulado similar al que se muestra en las Figuras 10 y 11, donde la parte superior 160 del núcleo apilado tiene una forma diferente. La forma se asemeja a un triángulo, como se muestra en la vista en sección transversal de la Figura 13. Adicionalmente, las bobinas 40 tienen también una forma triangular con bordes redondos. La chimenea 100 tiene una sección transversal hexagonal.

La Figura 13 muestra una vista en sección transversal del transformador en forma de triángulo encapsulado de la Figura 12.

La Figura 14 es una vista en sección transversal de un transformador en forma de triángulo encapsulado de acuerdo con otras realizaciones comparativas. El mismo se basa en la realización mostrada en la Figura 2, pero el mismo está provisto de otras tres chimeneas 200 situadas entre el transformador y el alojamiento 70. Las chimeneas adicionales 200 mejoran aún más la capacidad de refrigeración del transformador en forma de triángulo integrado 10. En otras realizaciones, un número diferente de chimeneas 100, 200, respectivamente de vías de paso 60 a través del alojamiento se puede emplear. Se entiende que las chimeneas pueden tener también secciones transversales más pequeñas o más grandes que se muestran en los ejemplos no limitativos en el presente documento. De acuerdo con el punto de vista topológico tal como se ha descrito anteriormente, el transformador encapsulado 10 de acuerdo con la realización mostrada de la Figura 14 tiene un género topológico de 4. En otras realizaciones, diferentes números de chimeneas 100, respectivamente, de vías de pasos 60 pueden dar lugar a diferentes géneros topológicos del transformador encapsulado 10.

En la Figura 15, el transformador en forma de triángulo con chimeneas adicionales 200 de la realización de la Figura 14 se combina con las placas de refrigeración 150 como se ha descrito anteriormente. Las placas están típicamente soldadas a la chimenea central 100, así como a las chimeneas exteriores 200, de manera que el calor de radiación absorbido por las placas se puede disipar tanto a través de las chimeneas interiores como exteriores 100, 200, mejorando aún más la refrigeración.

Se ha de entenderse que el concepto y el alcance de una vía de paso como se ha descrito en el presente documento no se limita a, chimeneas verticales rectas como se ha descrito anteriormente, sino que una vía de paso de acuerdo con esta divulgación puede tener también una forma significativamente diferente, por ejemplo curvada, siempre que se proporcione para los efectos de refrigeración como se ha descrito en el presente documento.

La realización ejemplar se puede implementar y utilizar en relación con muchas otras aplicaciones, en particular, con equipos de alta tensión.

Si bien las características específicas de las diversas realizaciones de la invención se pueden mostrar en algunos dibujos y no en otros, esto es solo por conveniencia. De acuerdo con los principios de la invención, una característica de un dibujo puede ser referenciada en combinación con una característica de cualquier otro dibujo.

Esta descripción escrita utiliza ejemplos para divulgar la invención, incluyendo el mejor modo, y también para permitir que cualquier experto en la materia ponga en práctica la invención. Si bien diversas realizaciones específicas se han descrito en lo anterior, los expertos en la materia reconocerán que el alcance de las reivindicaciones permite modificaciones igualmente eficaces. Especialmente, las características mutuamente no excluyentes de las realizaciones anteriormente descritas se pueden combinar entre sí. El alcance patentable de la invención se define por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos que se les pueda ocurrir a los expertos en

la materia. Tales otros ejemplos están destinados a estar dentro del alcance de las reivindicaciones si tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales del lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un transformador en forma de triángulo encapsulado (10) para tensiones medias a altas, que comprende:
 - 5 un alojamiento cerrado (70) que encierra un volumen;
un transformador delta en forma de triángulo (20) situado en el alojamiento (70);
caracterizado por una chimenea (60, 100) para un fluido, que sobresale a través del alojamiento (70) y que incluye al menos una parte del eje central del transformador en forma de triángulo (20), donde el volumen encerrado por la chimenea (60, 100) está en conexión fluida con el exterior del alojamiento (70), y donde la chimenea (60, 100) comprende un elemento de conducción de calor (130, 150) en contacto con las paredes de la chimenea (100).
- 10 2. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de la reivindicación 1, en el que el alojamiento (70) tiene una forma cilíndrica y está herméticamente cerrado, y donde el eje central del cilindro (90) está orientado verticalmente en un estado de funcionamiento del transformador en forma de triángulo (20).
- 15 3. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de la reivindicación 2, donde la chimenea (60, 100) sobresale desde un plano (75, 80) del alojamiento cilíndrico (70) hacia el otro.
- 20 4. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de cualquier reivindicación anterior, donde el intercambio de calor con el entorno del transformador encapsulado (10) se proporciona a través de una única abertura (110, 120) en un extremo de la chimenea (60, 100).
- 25 5. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de cualquier reivindicación anterior, donde la chimenea (60, 100) tiene una forma cilíndrica, triangular o hexagonal.
- 30 6. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de cualquier reivindicación anterior, donde el elemento de conducción de calor (130) es un disipador de calor y está en contacto con el fluido dentro de la chimenea (60, 100).
- 35 7. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de cualquier reivindicación anterior, donde la chimenea (60, 100) comprende un intercambiador de calor, en particular, un tubo de calor.
- 40 8. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de la reivindicación 7, donde el intercambiador de calor comprende una primera parte que sirve para tomar el calor, y una segunda parte para distribuir el calor al aire circundante, a un condensador o a otro circuito de refrigeración con un medio de refrigeración, donde la primera parte se sitúa dentro de la chimenea (60, 100), donde la segunda parte se encuentra fuera del transformador encapsulado (10).
- 45 9. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de cualquier reivindicación anterior, donde la chimenea (60, 100) está conectada a al menos un elemento de conducción de calor (150) dispuesto en el interior del alojamiento (70).
- 50 10. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de la reivindicación 9, donde el al menos un elemento de conducción de calor es una placa (150) que sobresale radialmente hacia el exterior de la chimenea (100).
- 55 11. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de la reivindicación 10, donde al menos una parte de la placa (150) se sitúa entre dos partes principales adyacentes (50) del transformador en forma de triángulo (20).
- 60 12. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de cualquier reivindicación anterior, que comprende una multitud de otras chimeneas (200) situadas entre el transformador (10) y el alojamiento (70), preferentemente sobresaliendo paralelamente al eje central del alojamiento (70).
13. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de la reivindicación anterior, donde las chimeneas (100, 200) están en parte interconectadas entre sí a través de placas (150).
14. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de cualquier reivindicación anterior, donde el alojamiento (70) comprende un gas aislante (35) a una presión de hasta 6 bares.
15. El transformador en forma de triángulo encapsulado (10) de cualquier reivindicación anterior, donde el transformador en forma de triángulo (20) comprende un núcleo apilado o un núcleo bobinado.

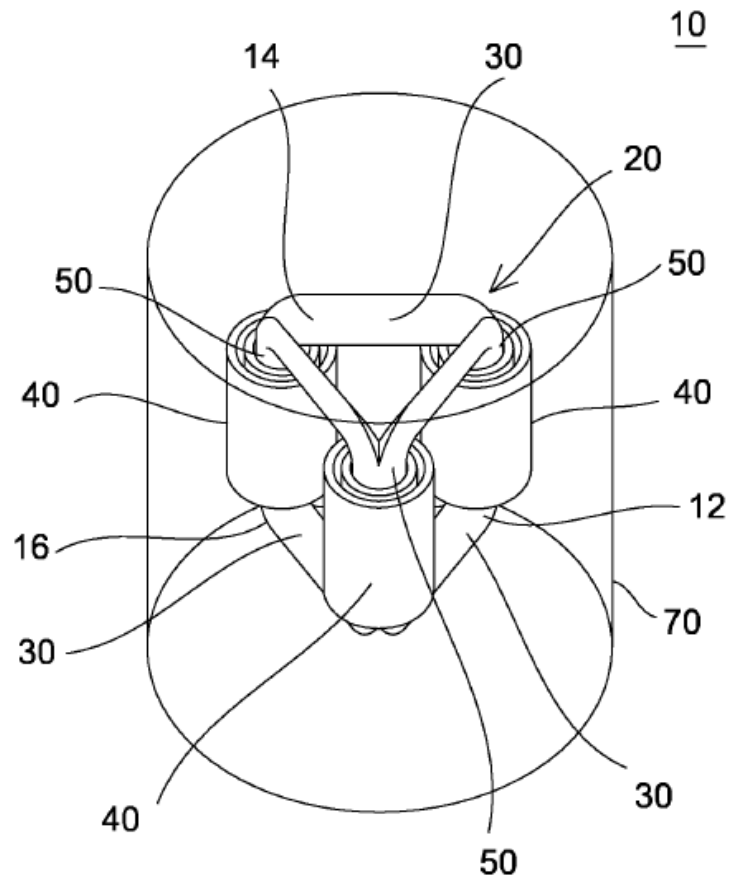


Fig. 1

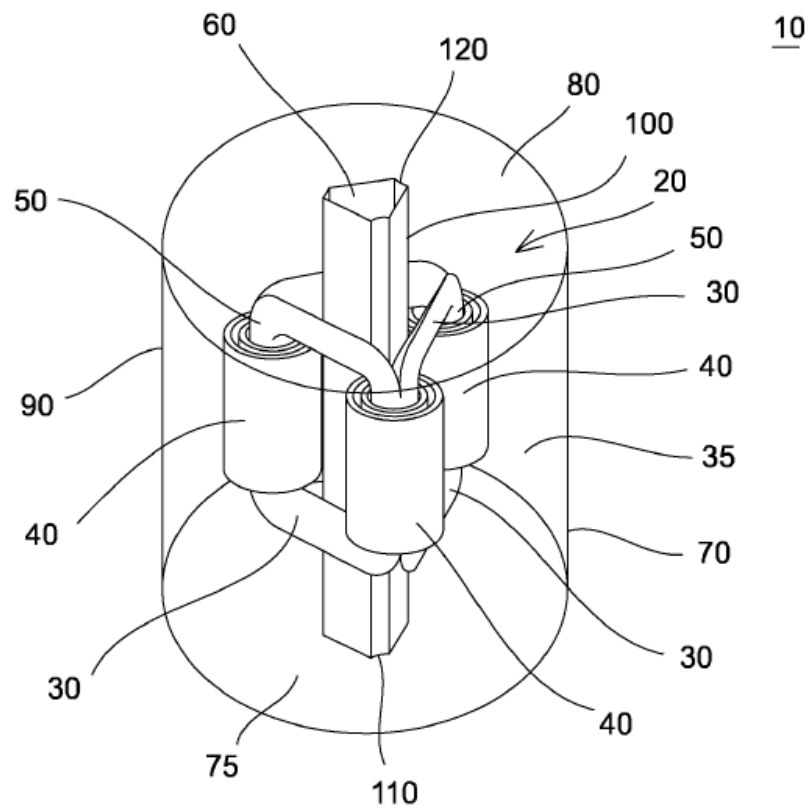


Fig. 4

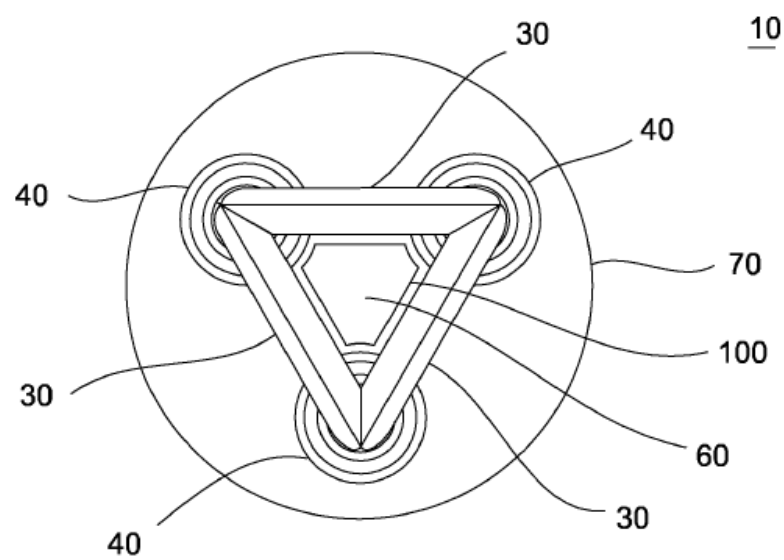


Fig. 5

10

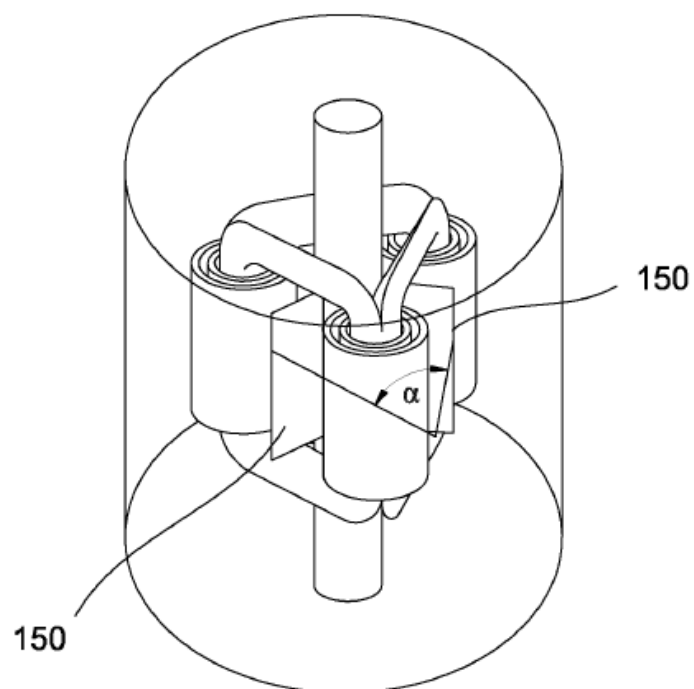


Fig. 6

10

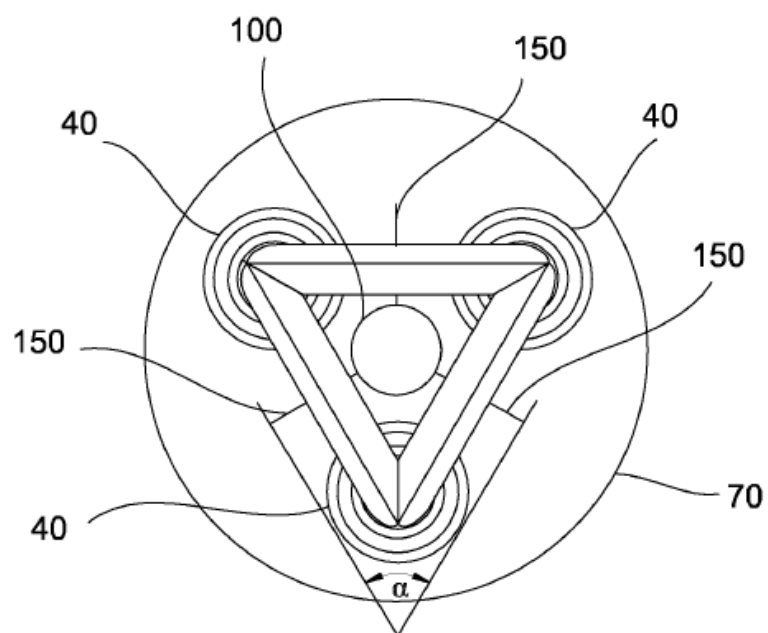


Fig. 7

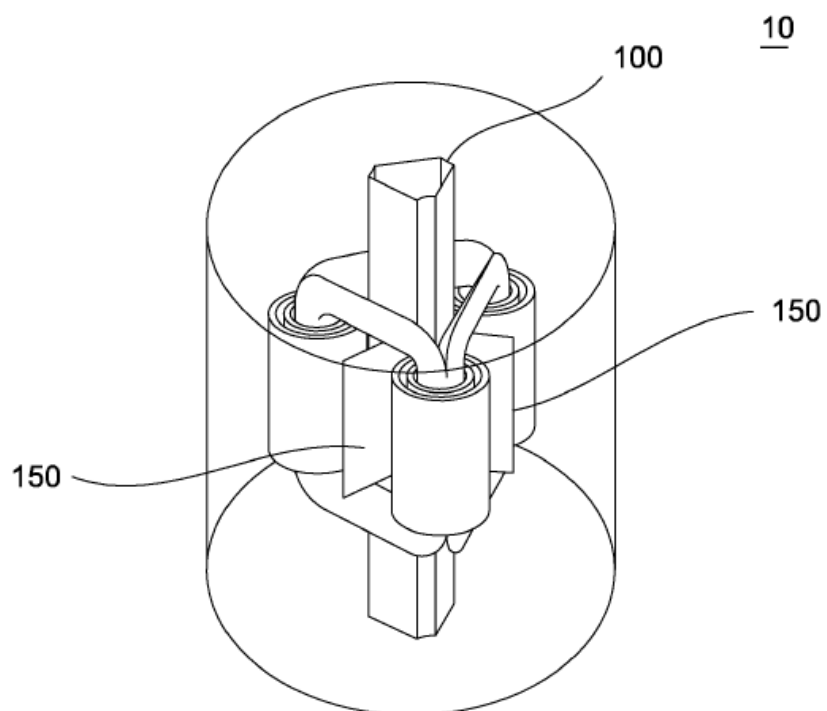


Fig. 8

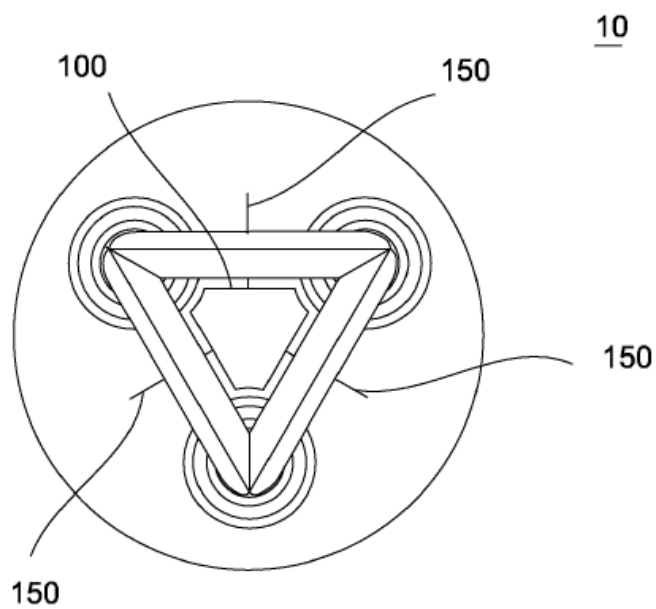
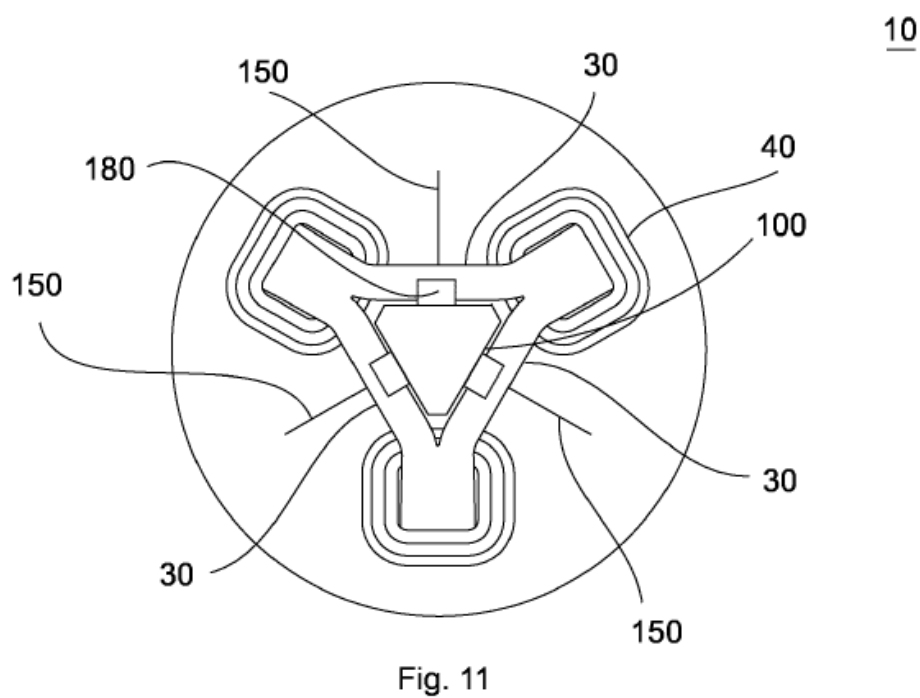
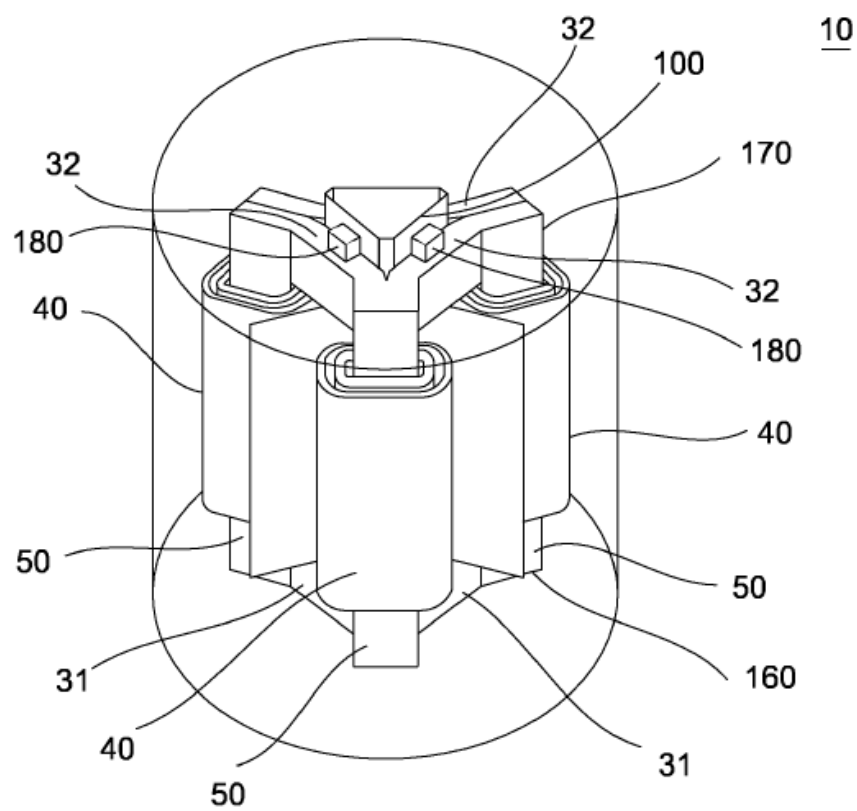
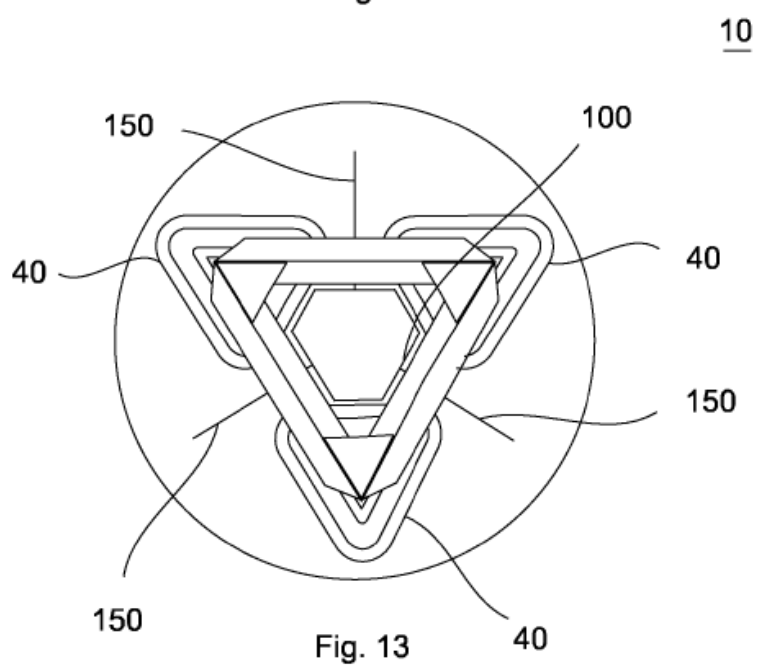
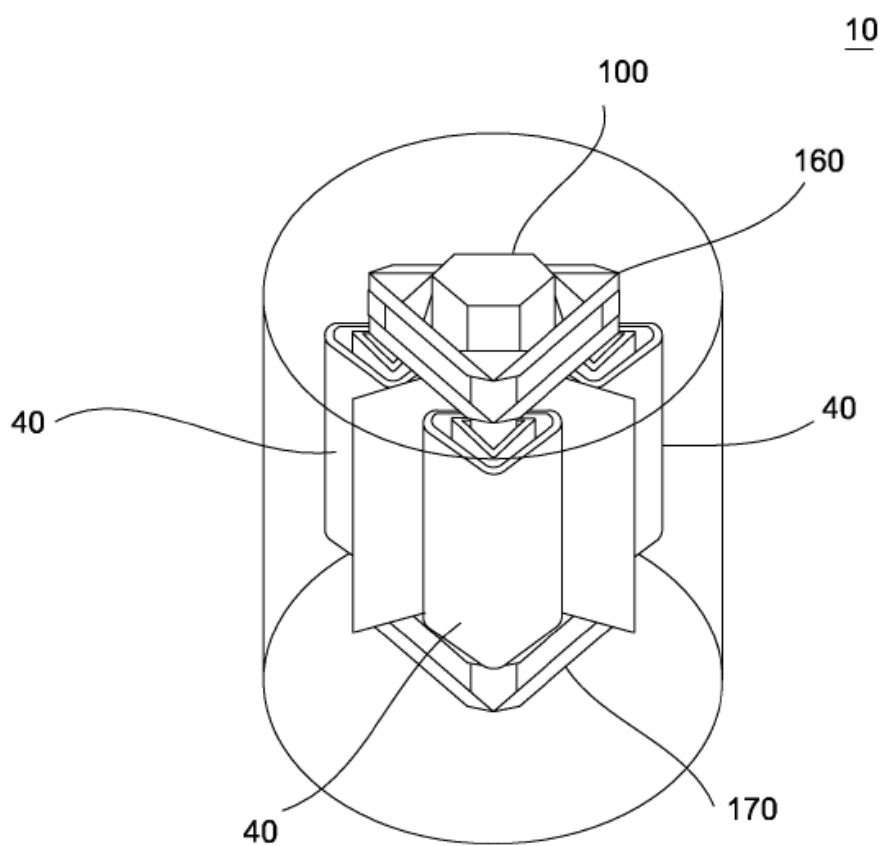


Fig. 9





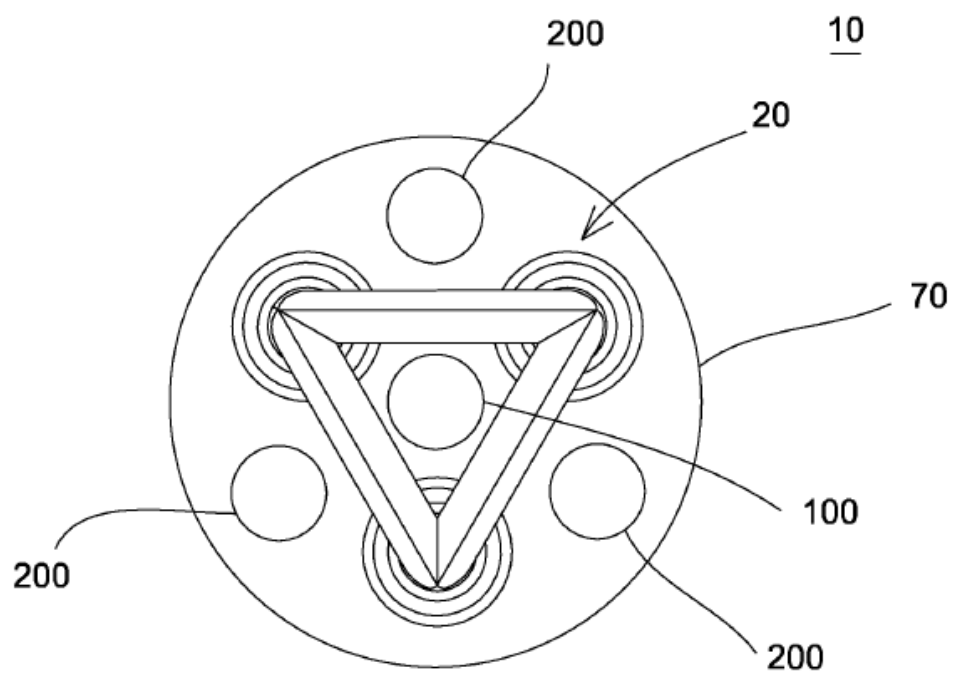


Fig. 14

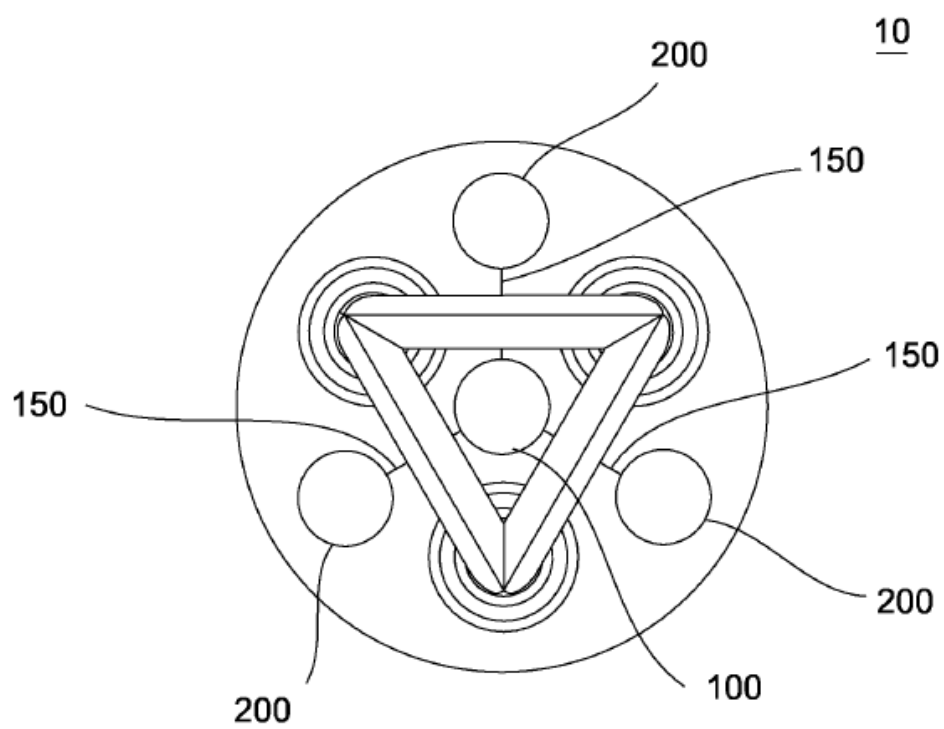


Fig. 15