

CUERPO DE BOBINADO, BOBINADO DE ALTA TENSIÓN Y TRANSFORMADOR DE TIPO SECO

REFERENCIAS CRUZADAS A SOLICITUDES RELACIONADAS

La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente china n.º 2021116441856, titulada "CUERPO DE BOBINADO DE ALTA TENSIÓN Y BOBINADO DE ALTA TENSIÓN" y presentada el 29 de diciembre de 2021, y de la solicitud de patente china n.º 2021116479228, titulada "TRANSFORMADOR DE TIPO SECO" y presentada el 29 de diciembre de 2021, cuyo contenido íntegro se incorpora a la presente por referencia.

CAMPO TÉCNICO

La presente solicitud se refiere al campo de las tecnologías de transformadores de potencia y, en particular, a un cuerpo de bobinado, un bobinado de alta tensión que incluye el cuerpo de bobinado y un transformador de tipo seco que incluye el bobinado de alta tensión.

ANTECEDENTES

En la actualidad, los transformadores pueden clasificarse en: transformadores de tipo sumergido en aceite, transformadores de tipo seco y transformadores de tipo relleno de gas. Los transformadores de tipo seco tienen ventajas como la ausencia de aceite, la prevención de incendios, la larga vida útil, el ahorro de energía y el bajo nivel de ruido, el mantenimiento sencillo, la seguridad y la fiabilidad. En la actualidad, la mayoría de los transformadores de tipo seco del mercado son transformadores de tipo seco que incluyen bobinados de alta tensión fundidos con resina y transformadores de tipo seco abiertos. Aunque los transformadores de tipo seco han progresado mucho en los últimos 10 años, siguen existiendo problemas como el agrietamiento del aislamiento, la mala conducción del calor y las duras condiciones ambientales durante el funcionamiento.

Especialmente en el caso de las estructuras de los bobinados de alta tensión de los transformadores de tipo seco, durante el bobinado de los hilos de los bobinados de alta tensión actuales, todos los hilos se bobinan directamente en herramientas para formar bobinas de alta tensión y, a continuación, se funden para formar bobinas de alta tensión, lo que da como resultado una disipación del calor y una resistencia al impacto por cortocircuito deficientes de las bobinas de alta tensión.

SUMARIO

Con respecto a las deficiencias del estado de la técnica, la presente solicitud tiene por objeto proporcionar un cuerpo de bobinado de un bobinado de alta tensión, un bobinado de alta tensión que incluya el cuerpo de bobinado, y un transformador de tipo seco que incluya el bobinado de alta tensión. El cuerpo de bobinado de un bobinado de alta tensión, el bobinado de alta tensión que incluye el cuerpo de bobinado, y el transformador de tipo seco que incluye el bobinado de alta tensión de acuerdo con la presente solicitud tienen ventajas tales como buena resistencia al fuego, resistencia al envejecimiento y resistencia

al cortocircuito; bobina reciclable, bajo consumo de energía, y conservación de la energía y protección del medio ambiente; y capa aislante estable, buen rendimiento mecánico y larga vida útil.

Según un aspecto de la presente solicitud, se proporciona un cuerpo de bobinado para un bobinado de alta tensión, el cuerpo de bobinado incluye: una pluralidad de placas de bobinado, cada una de las placas de bobinado está provista de una pluralidad de ranuras de bobinado para formar una pluralidad de dientes de peine en la placa de bobinado; y al menos un miembro auxiliar, el miembro auxiliar tiene forma de anillo, las placas de bobinado están dispuestas a lo largo de una dirección circunferencial del miembro auxiliar, y el miembro auxiliar está conectado fijamente a las placas de bobinado.

En una realización, una altura del diente de peine a lo largo de una dirección de longitud de la placa de bobinado se define como una altura de diente, y las alturas de diente de los dientes de peine en el centro de la placa de bobinado y las alturas de diente de los dientes de peine en dos extremos de la placa de bobinado son ambas mayores que las alturas de diente de los dientes de peine en otras partes de las placas de bobinado.

En una realización, el cuerpo de bobinado incluye además un barril de soporte, siendo el barril de soporte una columna hueca. Las placas de bobinado están distribuidas uniformemente de forma circunferencial en una superficie periférica exterior del cilindro de soporte, y una dirección longitudinal de cada una de las placas de bobinado está dispuesta a lo largo de una dirección axial del cilindro de soporte.

En una realización, una primera región de dientes de peine altos, una primera región de dientes de peine bajos, una segunda región de dientes de peine altos, una segunda región de dientes de peine bajos y una tercera región de dientes de peine altos se forman secuencialmente en la placa de bobinado desde un extremo de la placa de bobinado hasta el otro extremo de la placa de bobinado en la dirección de longitud de la placa de bobinado. La primera región de dientes de peine altos y la tercera región de dientes de peine altos están dispuestas simétricamente con respecto a la segunda región de dientes de peine altos, y la primera región de dientes de peine bajos y la segunda región de dientes de peine bajos están dispuestas simétricamente con respecto a la segunda región de dientes de peine altos.

En una realización, el miembro auxiliar está situado en la superficie periférica exterior del barril de soporte, y el miembro auxiliar se extiende hacia fuera a lo largo de una dirección radial del barril de soporte y rodea el barril de soporte para formar una forma de anillo.

En una realización, la pluralidad de placas de bobinado o el miembro auxiliar está provisto de una ranura, y las placas de bobinado y el miembro auxiliar se sujetan y se conectan a través de la ranura.

En una realización, el miembro auxiliar incluye un miembro auxiliar medio, y el miembro auxiliar medio está dispuesto en las paredes interiores de las placas de bobinado.

En una realización, el miembro auxiliar incluye un miembro auxiliar de la porción del extremo, y el miembro auxiliar de la porción del extremo se arregla en un lado externo de una porción del extremo de la placa de bobina.

En una realización, el cuerpo de bobinado está hecho de un material compuesto reforzado con fibra.

En una realización, cada uno de los dos extremos de la placa de bobinado está provisto de una ranura de flujo.

En una realización, se proporciona una pluralidad de miembros auxiliares, los miembros auxiliares están espaciados aparte en una dirección axial del miembro auxiliar.

Según otro aspecto de la presente solicitud, se proporciona un bobinado de alta tensión, el bobinado de alta tensión incluye: el cuerpo de bobinado en cualquiera de las realizaciones anteriores; una bobina de alta tensión; y una capa aislante de alta tensión. Se bobina un alambre en el cuerpo de bobinado para formar la bobina de alta tensión, y la bobina de alta tensión se envuelve totalmente con la capa aislante de alta tensión.

En una realización, el alambre incluye un primer alambre y un segundo alambre, el primer alambre se bobina desde un extremo del cuerpo de bobinado hasta la mitad del cuerpo de bobinado a lo largo de una dirección de longitud de la placa de bobinado, y el segundo alambre se bobina desde la mitad del cuerpo de bobinado hasta el otro extremo del cuerpo de bobinado a lo largo de la dirección de longitud de la placa de bobinado.

En una realización, la capa aislante de alta tensión rellena un hueco entre la bobina de alta tensión y el cuerpo de bobinado y se envuelve alrededor de dos extremos del cuerpo de bobinado, y la capa aislante de alta tensión es caucho de silicona moldeado por inyección.

En una realización, el caucho de silicona moldeado por inyección es caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura o caucho de silicona líquido para inyección.

En una realización, la bobina de alta tensión incluye una pluralidad de secciones de bobina, el alambre se bobina en las ranuras de bobinado para hacer que la pluralidad de secciones de bobina estén espaciadas a lo largo de una dirección axial del bobinado de alta tensión, y al menos una de las secciones de bobina está dispuesta entre dos dientes de peine adyacentes en la placa de bobinado.

En una realización, cada una de las secciones de la bobina está bobinada recíprocamente en capas a lo largo de la dirección axial del bobinado de alta tensión y está densamente dispuesta en una superficie periférica exterior del cuerpo del bobinado.

En una realización, la sección de la bobina está provista de al menos una capa aislante intercalada a lo largo de la dirección axial del bobinado de alta tensión, y la capa aislante intercalada es una tira larga aislante con bordes ondulados.

De acuerdo con otro aspecto de la presente solicitud, se proporciona un transformador de tipo seco, el transformador de tipo seco incluye: un núcleo, un bobinado de baja tensión, y el bobinado de alta tensión de acuerdo con cualquiera de las realizaciones anteriores, el bobinado de baja tensión está encamisado fuera del núcleo, y el bobinado de alta tensión está encamisado fuera del bobinado de baja tensión.

En una realización, el núcleo está provisto de cuatro abrazaderas de núcleo en un lado exterior del núcleo, y las abrazaderas de núcleo están hechas de materiales compuestos reforzados con fibra.

En una realización, las abrazaderas de núcleo están moldeadas por compresión o pultrusionadas a partir de materiales de fibra impregnados con resina epoxi.

En una realización, el bobinado de baja tensión incluye una bobina de cobre y una capa aislante de baja tensión, la bobina de cobre y la capa aislante de baja tensión están

dispuestas alternativamente.

En una realización, la capa aislante de baja tensión está hecha de un material preimpregnado de éter difenílico SHS-P o de una película de caucho de silicona.

En una realización, el bobinado de baja tensión está provisto de al menos un conducto de aire de disipación de calor, y el conducto de aire de disipación de calor está situado entre la bobina de cobre y la capa aislante de baja tensión.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

De acuerdo con una descripción más específica de las realizaciones preferidas de la presente solicitud que se muestran en los dibujos adjuntos, los objetivos anteriores, otros objetivos, características y ventajas de la presente solicitud serán más claros. En todos los dibujos adjuntos, un mismo número de referencia denota una misma pieza. Los dibujos no están deliberadamente dibujados a escala según un tamaño real y similares, y se centran en resaltar el objeto de la presente solicitud.

Otras características, objetivos y ventajas de la presente solicitud se harán más evidentes mediante la lectura de la descripción detallada de las realizaciones no limitantes hechas con referencia a las siguientes figuras adjuntas.

FIG. 1 es una vista frontal de un transformador de tipo seco según una realización de la presente solicitud;

FIG. 2 es una vista superior del transformador de tipo seco según una realización de la presente solicitud;

FIG. 3 es una vista frontal de un núcleo ensamblado según una realización de la presente solicitud;

FIG. 4 es una vista ampliada de una zona G de la FIG. 2;

FIG. 5 es una vista frontal de una abrazadera de núcleo según una realización de la presente solicitud;

FIG. 6 es una vista lateral de la abrazadera de núcleo según una realización de la presente solicitud;

FIG. 7 es una vista frontal del transformador de tipo seco según una realización de la presente solicitud;

FIG. 8 es una vista lateral del transformador de tipo seco según una realización de la presente solicitud;

FIG. 9 es una vista lateral de una abrazadera inferior según una realización de la presente solicitud;

FIG. 10 es una vista esquemática en perspectiva de un cuerpo de bobinado según una realización de la presente solicitud;

FIG. 11 es una vista seccional de un barril de soporte según una realización de la presente solicitud;

FIG. 12 es una vista esquemática en perspectiva de una bobina de alto voltaje bobinada en el cuerpo de bobinado según una realización de la presente solicitud;

FIG. 13 es una vista esquemática en perspectiva de un bobinado de alta tensión según una realización de la presente solicitud;

FIG. 14 es una vista esquemática en perspectiva de un conector de herramientas según

una realización de la presente solicitud;

FIG. 15 es un diagrama de circuito de la bobina de alto voltaje según una realización de la presente solicitud;

FIG. 16 es una vista seccional parcial del bobinado de alta tensión según una realización de la presente solicitud;

FIG. 17 es una vista seccional parcial del bobinado de alta tensión según una realización de la presente solicitud;

FIG. 18 es una vista seccional parcial del bobinado de alta tensión según una realización de la presente solicitud;

FIG. 19 es una vista seccional parcial del bobinado de alta tensión según una realización de la presente solicitud;

FIG. 20 es una vista esquemática en perspectiva del cuerpo de bobinado según una realización de la presente solicitud;

FIG. 21 es una vista ampliada de un área H en la FIG. 20;

FIG. 22 es una vista esquemática en perspectiva del barril de soporte según una realización de la presente solicitud;

FIG. 23 es una vista ampliada de una zona J de la FIG. 22;

FIG. 24 es una vista esquemática en perspectiva de una porción de bobinado según una realización de la presente solicitud;

FIG. 25 es una vista en perspectiva esquemática de un miembro auxiliar según una realización de la presente solicitud;

FIG. 26 es una vista esquemática en perspectiva del bobinado de alta tensión según una realización de la presente solicitud;

FIG. 27 es una vista esquemática en perspectiva que muestra que la bobina de alto voltaje se bobina en la porción de bobinado según una realización de la presente solicitud;

FIG. 28 es una vista en perspectiva esquemática que muestra que la porción de bobinado está conectada al miembro auxiliar según una realización de la presente solicitud;

FIG. 29 es una vista ampliada esquemática de una parte en la que la porción de bobinado está fijada a un miembro auxiliar de porción de extremo de la FIG. 28;

FIG. 30 es una vista ampliada esquemática de una parte en la que la porción de bobinado está fijada a un miembro auxiliar intermedio en la FIG. 28; y

FIG. 31 es una vista esquemática en perspectiva del bobinado de alta tensión según una realización de la presente solicitud.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

Las realizaciones específicas de la presente solicitud se describen en el presente documento según sea necesario. No obstante, debe entenderse que las realizaciones aquí expuestas no son más que ejemplos típicos de la presente solicitud, que puede materializarse de diversas formas. Por lo tanto, los detalles específicos divulgados en el presente documento no deben interpretarse como limitativos, sino simplemente como una base para las reivindicaciones y como una base representativa para enseñar a los expertos en la materia a emplear de forma diferente la presente solicitud de cualquier manera apropiada en la práctica, incluyendo el empleo de diversas características

divulgadas en el presente documento en combinación con características que podrían no estar explícitamente divulgadas en el presente documento.

El término "conectar" al que se hace referencia en la presente solicitud debe entenderse en un sentido amplio, a menos que se estipule o limite claramente lo contrario, que puede ser una conexión directa o una conexión a través de un intermediario. En la descripción de la presente solicitud, debe entenderse que las relaciones de orientación o posición indicadas por los términos "superior", "inferior", "porción de extremo", "un extremo", y similares se basan en las relaciones de orientación o posición mostradas en los dibujos adjuntos y están destinadas a facilitar la descripción de la presente solicitud y simplificar la descripción solamente, en lugar de indicar o implicar que el aparato o elemento al que se hace referencia debe tener una orientación particular o ser construido y operado en una orientación particular, y por lo tanto no deben interpretarse como una limitación de la presente solicitud.

Como se muestra en las FIG. 1 a 3, en una realización según la presente solicitud, un transformador 10 de tipo seco es un transformador trifásico, que incluye una fase A, una fase B y una fase C. Es decir, el transformador 10 de tipo seco incluye tres transformadores 100 monofásicos. Según una estructura de un núcleo 110, los tres transformadores 100 pueden estar dispuestos para formar una estructura lineal o una estructura triangular, y los tres transformadores 100 están dispuestos para formar una estructura simétrica. Además, el transformador de tipo seco 10 también puede ser un transformador de aislamiento, un transformador de frecuencia variable, un transformador de prueba o similar.

Siguiendo con las FIG. 1 a 3, en una realización de acuerdo con la presente solicitud, los tres transformadores 100 están dispuestos para formar una estructura lineal, y el transformador de tipo seco 10 incluye un núcleo 110, tres bobinados de baja tensión 120, y tres bobinados de alta tensión 130. El núcleo 110, los bobinados de baja tensión 120 y los bobinados de alta tensión 130 están dispuestos secuencialmente desde el interior hacia el exterior. Específicamente, el núcleo 110 incluye tres cuerpos de núcleo columnares 111, un yugo superior 112 situado en los extremos superiores de los tres cuerpos de núcleo columnares 111, y un yugo inferior 113 situado en los extremos inferiores de los tres cuerpos de núcleo columnares 111. Un bobinado de baja tensión 120 está encamisado en una periferia de cada cuerpo de núcleo columnar 111, y un bobinado de alta tensión 130 está encamisado en una periferia de cada bobinado de baja tensión 120. Es decir, un bobinado de baja tensión 120 y un bobinado de alta tensión 130 están encamisados secuencialmente en cada cuerpo de núcleo columnar 111 desde el interior hacia el exterior. El núcleo 110, los bobinados de baja tensión 120 y los bobinados de alta tensión 130 están dispuestos coaxialmente. Es decir, los tres tienen la misma dirección axial. Los cuerpos centrales columnares 111 se forman uniendo y fijando con bridas de cable chapas de acero al silicio multicapa superpuestas. Alternativamente, las secciones radiales de los cuerpos centrales columnares 111 son aproximadamente elípticas o circulares o de otras formas. Pueden seleccionarse formas adecuadas para las secciones radiales de los cuerpos de núcleo columnar 111 de acuerdo con un requisito real, siempre que los cuerpos de núcleo columnar 111 puedan alojarse en cavidades

huecas de los bobinados de bajo voltaje 120, lo cual no está limitado en la presente solicitud. Del mismo modo, el yugo superior 112 y el yugo inferior 113 también están formados por láminas de acero al silicio multicapa superpuestas. Los tres cuerpos centrales columnares 111 están conectados fijamente a través del yugo superior 112 y el yugo inferior 113 para formar el núcleo 110.

En una realización según la presente solicitud, se proporciona un procedimiento sencillo para ensamblar el núcleo 110, los bobinados de baja tensión 120 y los bobinados de alta tensión 130. Específicamente, en primer lugar, el yugo inferior 113 del núcleo 110 se forma mediante la superposición de láminas de acero al silicio de varias capas y se dispone en una parte inferior del transformador 10 de tipo seco. A continuación, se insertan láminas de acero al silicio de varias capas en dos extremos y un centro del yugo inferior 113 respectivamente para formar los tres cuerpos centrales columnares 111. A continuación, los bobinados de baja tensión 120 y los bobinados de alta tensión 130 se enfundan secuencialmente en una periferia de cada uno de los tres cuerpos de núcleo columnar 111 desde el interior hacia el exterior. Por último, las chapas de acero al silicio multicapa se insertan horizontalmente en los extremos superiores de los tres cuerpos centrales columnares 111 para formar el yugo superior 112. Hasta ahora, el núcleo 110, los bobinados de baja tensión 120 y los bobinados de alta tensión 130 están ensamblados. En referencia a las FIG. 1, 2, 5 y 6 juntas, un lado exterior del núcleo 110 está provisto de una abrazadera de núcleo 140. La abrazadera del núcleo 140 está configurada para sujetar el núcleo 110. La abrazadera de núcleo 140 está formada por la conexión de tres abrazaderas. Las tres abrazaderas son placas, la abrazadera del centro se define como primera abrazadera 142, y las dos abrazaderas restantes se definen como segundas abrazaderas 143. Las dos segundas abrazaderas 143 se extienden en la misma dirección en dos lados de la primera abrazadera 142 conectada a las dos segundas abrazaderas 143, de modo que la abrazadera central 140 tiene una estructura similar al acero de canal. Es decir, la abrazadera de núcleo 140 tiene una estructura en forma de "C". Preferiblemente, las segundas pinzas 143 están dispuestas perpendicularmente a la primera pinza 142. La primera abrazadera 142 está configurada para ajustarse estrechamente al núcleo 110, y las segundas abrazaderas 143 se extienden alejándose del núcleo 110. Después de montar la abrazadera de núcleo 140, una superficie de placa de la primera abrazadera 142 está dispuesta a lo largo de una dirección axial del núcleo 110, y las superficies de placa de las segundas abrazaderas 143 están dispuestas a lo largo de una dirección radial del núcleo 110. Específicamente, en una realización según la presente solicitud, la dirección axial del núcleo 110 es una dirección vertical, y la dirección radial del núcleo 110 es una dirección horizontal. Alternativamente, en otras realizaciones, la abrazadera del núcleo también puede ser un tubo hueco rectangular. Es decir, la abrazadera de núcleo tiene una estructura cerrada formada por la interconexión y encerramiento de cuatro abrazaderas con estructuras de placa. La estructura cerrada hace que la estructura de la pinza de núcleo sea más estable. Alternativamente, la abrazadera de núcleo puede tener una estructura cerrada que interconecte y encierre cinco, seis o más abrazaderas con estructuras de placa, lo cual no se limita en el presente documento.

En una realización de acuerdo con la presente solicitud, se proporcionan cuatro abrazaderas de núcleo 140, y dos de las cuatro abrazaderas de núcleo 140 están dispuestas simétricamente en dos lados de un extremo superior del núcleo 110 y están conectadas fijamente a través de un primer sujetador para sujetar el extremo superior del núcleo 110 (es decir, el yugo superior 112). Las otras dos de las cuatro abrazaderas del núcleo 140 están dispuestas simétricamente a ambos lados de un extremo inferior del núcleo 110 y están conectadas fijamente a través de un segundo cierre para sujetar el extremo inferior del núcleo 110 (es decir, el yugo inferior 113). Preferiblemente, tanto el primer sujetador como el segundo sujetador adoptan una pluralidad de tornillos y pernos utilizados conjuntamente, de modo que dos extremos del núcleo 110 se sujetan a través de las dos abrazaderas del núcleo 140 respectivamente. Los dos extremos de las abrazaderas del núcleo 140 están provistos de los primeros orificios pasantes 141. En concreto, los dos extremos de la primera abrazadera 142 están provistos cada uno de un primer orificio pasante 141. Las dos abrazaderas de núcleo 140 se colocan correspondientemente en los dos lados del extremo superior del núcleo 110, y una varilla roscada (no mostrada en las figuras) se inserta en los dos primeros orificios pasantes 141 en un mismo extremo de las dos abrazaderas de núcleo 140, y luego las dos abrazaderas de núcleo 140 se fijan apretando un perno. Los dos extremos de las dos abrazaderas de núcleo 140 se fijan de esta manera, de forma que las dos abrazaderas de núcleo 140 sujetan el extremo superior del núcleo 110. Las dos abrazaderas del núcleo 140 en el extremo inferior del núcleo 110 también están fijadas y sujetan el extremo inferior del núcleo 110 de la misma manera. No se vuelven a describir los detalles. Alternativamente, con el fin de sujetar de forma más fiable el núcleo 110, las partes centrales de las abrazaderas del núcleo 140 también pueden adoptar una pluralidad de tornillos y pernos utilizados conjuntamente para sujetar la parte central del núcleo 110. Las segundas abrazaderas 143 están provistas además de segundos orificios pasantes (no mostrados en las figuras) para conectarse a los bobinados de baja tensión 120.

En esta realización, las dos abrazaderas del núcleo 140 del extremo superior están situadas por encima de los bobinados de alta tensión 130 dispuestos en la periferia del núcleo 110. La parte superior de los bobinados de alta tensión 130 está provista de una pluralidad de almohadillas aislantes 1001 para soportar las dos abrazaderas de núcleo 140 en el extremo superior y mantener los bobinados de baja tensión 120 y los de alta tensión 130 a una distancia eléctrica segura del yugo superior 112 respectivamente. Del mismo modo, las dos abrazaderas del núcleo 140 en el extremo inferior están situadas debajo de los bobinados de alta tensión 130 dispuestos en la periferia del núcleo 110. Las partes superiores de las dos abrazaderas de núcleo 140 en el extremo inferior también están provistas de una pluralidad de almohadillas aislantes 1001 para soportar los bobinados de baja tensión 120 y los bobinados de alta tensión 130 y mantener los bobinados de baja tensión 120 y los bobinados de alta tensión 130 a una distancia eléctrica segura del yugo inferior 113 respectivamente. Alternativamente, las almohadillas aislantes 1001 se fabrican con materiales aislantes, por ejemplo, compuestos de moldeo reforzados con fibra de vidrio de poliéster insaturado de baja contracción, como los compuestos de moldeo de masa (DMC) y los compuestos de moldeo de lámina (SMC), o

se moldean, por ejemplo, por colada con resina epoxi.

Las abrazaderas del núcleo 140 están hechas de materiales compuestos reforzados con fibra. Específicamente, las abrazaderas de núcleo 140 pueden ser moldeadas por compresión a partir de fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi o a partir de fibras de aramida impregnadas con resina epoxi. Alternativamente, las abrazaderas del núcleo 140 también pueden estar hechas de otros materiales compuestos. Alternativamente, la primera abrazadera 142 y la segunda abrazadera 143 están formadas integralmente.

Los materiales compuestos reforzados con fibras se refieren a materiales compuestos formados por materiales de fibras reforzadas, como fibras de vidrio o fibras de aramida, y materiales de matriz mediante un proceso de moldeo como el bobinado, el moldeado o la pultrusión.

Alternativamente, en otras realizaciones de la presente solicitud, las abrazaderas del núcleo también pueden estar hechas de materiales metálicos. Por ejemplo, la primera abrazadera y la segunda pueden ser diferentes paredes laterales de un canal de acero formado integralmente, o pueden estar formadas por separado y luego conectadas y fijadas mediante soldadura. Dado que las abrazaderas de núcleo están fabricadas con materiales metálicos, es necesario conectar componentes aislantes, como pequeños aisladores de poste, fuera de las abrazaderas de núcleo para aislar el cableado de alta y baja tensión del acero del canal metálico. En este caso, también debe proporcionarse una almohadilla aislante fuera del núcleo que, por un lado, aisle el núcleo de las abrazaderas del núcleo y, por otro, evite las corrientes parásitas generadas en las abrazaderas del núcleo, evitando así las pérdidas electromagnéticas del núcleo causadas por las corrientes parásitas.

Las abrazaderas de núcleo 140 según la realización de la presente solicitud están hechas de materiales compuestos reforzados con fibra. En comparación con las abrazaderas de núcleo con estructuras de canal de acero convencionales, las abrazaderas de núcleo 140 tienen un mejor rendimiento económico. Por un lado, se elimina la almohadilla aislante fijada a una superficie exterior del núcleo 110. Por otra parte, el coste de los materiales compuestos reforzados con fibras es inferior al de los materiales metálicos, y el coste global puede reducirse en un 60% aproximadamente. Además, dado que las estructuras de acero en canal convencionales están fabricadas con materiales metálicos conductores, es necesario conectar componentes aislantes adicionales, como pequeños aisladores de poste, a las abrazaderas del núcleo para aislarlas. De este modo, por un lado, aumentan los costes y, por otro, se incrementa el peso de todo el aparato, lo que provoca mucho ruido durante su funcionamiento. Además, las elevadas emisiones de carbono y la grave contaminación durante la fabricación de productos de hierro. Las abrazaderas de núcleo 140 fabricadas con materiales compuestos reforzados con fibra resuelven estos problemas. Además, las abrazaderas del núcleo 140 hechas de materiales compuestos reforzados con fibras pueden no generar pérdidas por corrientes parásitas en los materiales compuestos, reduciendo las pérdidas en vacío del transformador 10 de tipo seco. Basándose en lo anterior, las abrazaderas de núcleo 140 fabricadas con los materiales compuestos reforzados con fibra tienen costes bajos, peso ligero y buenas propiedades mecánicas, y las emisiones de carbono son bajas en el proceso de

fabricación de los materiales compuestos reforzados con fibra, lo que es más ecológico y más respetuoso con el medio ambiente.

En referencia a las FIG. 2 y 4, el bobinado de baja tensión 120 incluye una lámina de cobre 121, una capa aislante de baja tensión 122 y una barra de soporte 123, y la lámina de cobre 121 y la capa aislante de baja tensión 122 están dispuestas alternativamente. La lámina de cobre 121 se forma bobinando una hoja entera de papel de lámina de cobre, y la capa aislante de bajo voltaje 122 y la lámina de cobre 121 se superponen y luego se bobinan juntas. De este modo, se realiza una disposición alternativa de la lámina de cobre 121 y la capa aislante de baja tensión 122. Al menos un conducto de aire de disipación de calor está dispuesto en el bobinado de baja tensión 120, y el conducto de aire de disipación de calor está situado entre la lámina de cobre 121 y la capa aislante de baja tensión 122 que son adyacentes. La barra de soporte 123 está situada en el conducto de aire de disipación de calor para soportar y aislar la lámina de cobre 121 y la capa aislante de baja tensión 122 que son adyacentes. Específicamente, cuando la lámina de cobre 121 y la capa aislante de bajo voltaje 122 se superponen y se bobinan hasta alcanzar un grosor predeterminado, la barra de soporte 123 se fija a una superficie exterior de la capa aislante de bajo voltaje 122 o de la lámina de cobre 121 y, a continuación, se continúan la superposición y el bobinado para hacer que la lámina de cobre 121 o la capa aislante de bajo voltaje 122 se ajusten estrechamente a la barra de soporte 123. Alternativamente, la barra de soporte 123 puede fijarse, mediante encolado, entre la lámina de cobre 121 y la capa aislante de baja tensión 122 que son adyacentes, o fijarse mediante la fuerza de extrusión generada durante el bobinado, o de otras maneras. Las barras de soporte 123 están dispuestas en el conducto de aire de disipación de calor de cada capa. Las barras de soporte 123 están espaciadas a lo largo de una dirección circunferencial de una superficie periférica exterior de la lámina de cobre 121, con el fin de soportar la lámina de cobre 121 y la capa aislante de baja tensión 122 que son adyacentes. Al menos dos barras de soporte 123 están dispuestas en el conducto de aire de disipación de calor en cada capa. Alternativamente, se pueden proporcionar dos, tres, cuatro o más barras de soporte 123. Preferiblemente, las barras de soporte 123 de la misma capa están dispuestas a intervalos iguales a lo largo de una dirección circunferencial de la superficie periférica exterior de la lámina de cobre 121. Tras la disposición de la barra de soporte 123, las láminas de cobre 121 y las capas aislantes de baja tensión 122 se superponen de forma continua y se bobinan hasta alcanzar un grosor predeterminado para formar los bobinados de baja tensión 120. El conducto de aire de disipación de calor tiene por objeto ayudar a liberar el calor generado por el bobinado de baja tensión 120 durante el funcionamiento del transformador de tipo seco 10, a fin de evitar el fallo por sobrecalentamiento del transformador de tipo seco 10 debido a la acumulación de calor. Alternativamente, el conducto de aire de disipación de calor puede estar provisto de una capa, o dos o más capas, lo cual no está limitado en el presente documento.

Las capas aislantes de baja tensión 122 son de papel impregnado de poliimida. Específicamente, las capas aislantes de bajo voltaje 122 están hechas de material preimpregnado de éter difenílico SHS-P, que se forma impregnando una película de poliimida y un material compuesto blando no tejido de fibra de polisulfona con resina de

éter difenílico y horneando. Alternativamente, la capa aislante de baja tensión también puede utilizar papel aislante DMD o una película de caucho de silicona, u otros materiales aislantes, que pueden seleccionarse en función de los diferentes niveles de aumento de temperatura del transformador de tipo seco.

Alternativamente, la barra de soporte es una barra de soporte aislante, que está hecha de fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi o fibras de aramida impregnadas con resina epoxi. Alternativamente, la barra de soporte es una tira larga con sección transversal en forma de I, y tiene una resistencia mecánica estable. Alternativamente, la barra de soporte también puede ser una tira larga con sección transversal cuadrada o con secciones transversales de otras formas, siempre que la barra de soporte pueda desempeñar funciones de soporte y aislamiento. Alternativamente, la barra de soporte también puede estar hecha de un material como el tubo de aluminio.

Una capa de anillo interior del bobinado de baja tensión 120 está provista además de una barra de cobre de plomo interior, y una capa de anillo exterior del bobinado de baja tensión 120 está provista además de una barra de cobre de plomo exterior. Los extremos libres de la barra de cobre conductora interior y de la barra de cobre conductora exterior están provistos de orificios de conexión. Los orificios de conexión y los segundos orificios pasantes de las abrazaderas de núcleo 140 se hacen coincidir correspondientemente, y luego se sujetan y conectan entre sí.

En otra realización, en referencia a las FIG. 7 a 9 juntas, una abrazadera de núcleo del transformador de tipo seco 20 incluye dos abrazaderas superiores 240 y dos abrazaderas inferiores 250. Las abrazaderas superiores 240 tienen la misma estructura que las anteriores abrazaderas centrales 140 y están hechas de materiales compuestos reforzados con fibra. No se vuelven a describir los detalles. Las dos abrazaderas inferiores 250 están conectadas y montadas en dos lados de un núcleo 210 a través de una pluralidad de tornillos y pernos utilizados conjuntamente por conexión. Específicamente, las dos abrazaderas inferiores 250 están conectadas y montadas en dos lados de un yugo inferior 213. Las partes inferiores de las abrazaderas inferiores 250 están conectadas a los anclajes 202 mediante pernos, formando una estructura de bastidor. A continuación, un bobinado de baja tensión y un bobinado de alta tensión se enfundan en el núcleo 210 de arriba a abajo, las partes inferiores del bobinado de baja tensión y del bobinado de alta tensión se sitúan directamente en las abrazaderas inferiores 250, y finalmente se montan otros componentes.

En esta realización, a diferencia de la abrazadera superior 240, la abrazadera inferior 250 está diseñada como un tubo hueco rectangular. Es decir, la abrazadera inferior 250 tiene una estructura cerrada formada por la interconexión y encerramiento de cuatro abrazaderas con estructuras de placas. La abrazadera inferior 250 debe soportar las cargas de gravedad de componentes como el bobinado de baja tensión, el bobinado de alta tensión y similares. La estructura permite que la abrazadera inferior 250 soporte una mayor resistencia mecánica y tenga una estructura más estable.

En referencia a las FIG. 8 y 9 juntas, las cuatro abrazaderas de la abrazadera inferior 250 incluyen: dos primeras abrazaderas 252 y dos segundas abrazaderas 253. Las dos primeras pinzas 252 están dispuestas a lo largo de la dirección vertical. Las dos segundas

pinzas 253 están dispuestas a lo largo de la dirección horizontal. Las dos primeras abrazaderas 252 y las dos segundas abrazaderas 253 están interconectadas y cerradas para formar una estructura rectangular cerrada. Una de las primeras abrazaderas 252 está dispuesta para estar en estrecha conexión con el yugo inferior 213. Una de las segundas pinzas 253 está dispuesta para estar en estrecha conexión con el bobinado de baja tensión y el bobinado de alta tensión, y la otra de las segundas pinzas 253 está conectada al anclaje 202 mediante un perno. Alternativamente, las alturas de las primeras abrazaderas 252 a lo largo de una dirección axial del núcleo 210 se ajustan a valores mayores, de modo que las partes inferiores del bobinado de baja tensión y del bobinado de alta tensión se sitúan directamente sobre las segundas abrazaderas 253, y se forman huecos M entre la horquilla inferior 213 y el bobinado de baja tensión y entre la horquilla inferior 213 y el bobinado de alta tensión. Los huecos M pueden mantener una distancia eléctrica segura entre un extremo inferior del bobinado de baja tensión y la horquilla inferior 213 y entre un extremo inferior del bobinado de alta tensión y la horquilla inferior 213 respectivamente, lo que puede evitar la disposición de almohadillas aislantes entre las abrazaderas inferiores 250 y el bobinado de baja tensión y entre las abrazaderas inferiores 250 y el bobinado de alta tensión, ahorrando costes.

Las abrazaderas inferiores 250 están hechas de materiales compuestos reforzados con fibras, concretamente fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi. Las abrazaderas inferiores 250 hechas de fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi son ligeras y tienen buenas propiedades de aislamiento y alta resistencia mecánica, de modo que el bobinado de baja tensión y el bobinado de alta tensión pueden colocarse directamente en las abrazaderas inferiores 250 sin otras estructuras de soporte, ahorrando así costes de fabricación y reduciendo el peso del producto. Además, dado que no se requiere una estructura de almohadillas de soporte, por un lado, se omite el paso de ajustar las posiciones y direcciones de las almohadillas de soporte, lo que ahorra tiempo para el ensamblaje y despliegue del producto, y mejora la eficiencia del ensamblaje del producto; y por otro lado, la estabilidad estructural general del transformador de tipo seco es fuerte, evitando riesgos de desplazamiento del bobinado de baja tensión y el bobinado de alta tensión y un cambio en las distancias eléctricas causadas por defectos tales como el desplazamiento de las almohadillas de soporte durante el transporte del producto.

Como se muestra en las FIG. 10 a 15, el bobinado de alta tensión 130 incluye un cuerpo de bobinado 1310, una bobina de alta tensión 1320 y una capa aislante de alta tensión 1330. Se bobina un alambre en el cuerpo de bobinado 1310 para formar la bobina de alto voltaje 1320. El cuerpo de bobinado 1310 incluye un barril de soporte 1311 y una porción de bobinado 1312. El barril de soporte 1311 es una columna hueca, que puede ser un cilindro hueco, una columna elíptica hueca u otras columnas huecas. La porción de bobinado 1312 está dispuesta en una superficie periférica exterior del barril de soporte 1311. El cable se bobina en la porción de bobinado 1312 para formar la bobina de alto voltaje 1320. La bobina de alto voltaje 1320 incluye una pluralidad de secciones de bobina. Las secciones de la bobina están separadas a lo largo de una dirección axial del cilindro de soporte 1311. Una dirección axial del cuerpo de bobinado 1310 y una dirección axial del bobinado de alta tensión 130 son las mismas direcciones.

La porción de bobinado 1312 incluye una pluralidad de placas de bobinado 1313. Las placas de bobinado 1313 están dispuestas a intervalos iguales en la superficie periférica exterior del tambor de soporte 1311 en una dirección circunferencial del tambor de soporte 1311. Cada placa de bobinado 1313 se extiende a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 1311. Una longitud de extensión de la placa de bobinado 1313 a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 1311 es menor que la del barril de soporte 1311 a lo largo de la dirección axial del mismo. Se proporcionan al menos dos placas de bobinado 1313. Alternativamente, pueden proporcionarse dos, tres, cuatro o más placas de bobinado 1313, lo cual no se limita en la presente. Preferiblemente, el número de placas de bobinado 1313 de un transformador de tipo seco (como un transformador de tipo seco de 10 kV/1000 kVA) se establece en doce, a fin de garantizar un bobinado fiable de un cable y ahorrar materiales en la medida de lo posible. En otras realizaciones, la longitud de extensión de la placa de bobinado a lo largo de la dirección axial del barril de soporte también puede ser igual a la del barril de soporte a lo largo de la dirección axial del mismo.

La placa de bobinado 1313 es una placa rectangular, y un lado más largo de la placa de bobinado 1313 está dispuesto a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 1311. Es decir, una dirección de longitud de la placa de bobinado 1313 está dispuesta a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 1311. La placa de bobinado 1313 está provisto además de una pluralidad de ranuras de bobinado 1314. Las ranuras de bobinado 1314 se extienden a lo largo de una dirección radial del tambor de soporte 1311 y se distribuyen a intervalos a lo largo de la dirección axial del tambor de soporte 1311, de modo que la placa de bobinado 1313 tiene forma de peine. Es decir, se forma una pluralidad de dientes de peine en la placa de bobinado 1313. Las alturas de los dientes del peine en la placa de bobinado 1313 a lo largo de la dirección axial del cilindro de soporte 1311 se definen como alturas de diente. Preferiblemente, las alturas de diente de los dientes de peine en dos extremos de la placa de bobinado 1313 y las alturas de diente de los dientes de peine en el centro de la placa de bobinado 1313 son ambas mayores que las alturas de diente de los dientes de peine en otras partes. Esto se debe a una intensidad de campo desigual en los extremos de la bobina de alta tensión 1320, y se puede conseguir un campo eléctrico uniforme estableciendo mayores alturas de diente en los dos extremos de la placa de bobinado 1313. Además, es necesario que las derivaciones de un hilo de derivación salgan del centro de la placa de bobinado 1313. Si las alturas de los dientes en el centro de la placa de bobinado 1313 se ajustan a valores mayores, la distancia entre las dos ranuras de bobinado adyacentes correspondientes 1314 también es mayor, lo que puede dejar espacio de colocación para los machos de roscar que salen del centro de la placa de bobinado 1313. Una región de dientes en peine con una altura de diente mayor se define como región de dientes en peine altos, mientras que una región de dientes en peine con una altura de diente menor se define como región de dientes en peine bajos. A través de la configuración anterior, una primera región de dientes de peine altos, una primera región de dientes de peine bajos, una segunda región de dientes de peine altos, una segunda región de dientes de peine bajos y una tercera región de dientes de peine altos se forman secuencialmente en la placa de bobinado 1313 desde un

extremo de la placa de bobinado 1313 hasta el otro extremo de la placa de bobinado 1313 en la dirección longitudinal del tambor de bobinado 1311. Además, no se limitan las alturas de diente específicas de la primera región de diente de peine alto, la segunda región de diente de peine alto y la tercera región de diente de peine alto, que pueden ser iguales o diferentes entre sí. Alternativamente, la primera región de diente de peine alto y la tercera región de diente de peine alto pueden estar dispuestas simétricamente con respecto a la segunda región de diente de peine alto, y la primera región de diente de peine bajo y la segunda región de diente de peine bajo también pueden estar dispuestas simétricamente con respecto a la segunda región de diente de peine alto, de modo que las bobinas de alto voltaje 1320 estén dispuestas simétricamente en la dirección axial del bobinado 130 de alto voltaje. En este caso, un centro de gravedad del bobinado de alto voltaje 130 está situado en una posición central del bobinado de alto voltaje 130, lo que facilita el izado y el transporte del bobinado de alto voltaje 130. Alternativamente, la primera región de diente de peine alto, la primera región de diente de peine bajo, la segunda región de diente de peine alto, la segunda región de diente de peine bajo y la tercera región de diente de peine alto también pueden disponerse asimétricamente, lo cual no se limita en el presente documento. Alternativamente, las alturas de los dientes del peine en cada región también pueden configurarse en una altura igual o de otras maneras, lo cual no se limita en el presente documento.

Al menos una sección de bobina está dispuesta entre dos dientes de peine adyacentes en la placa de bobinado 1313, de modo que se bobina un alambre en cada ranura de bobinado 1314, las bobinas de alto voltaje 1320 están distribuidas y dispuestas razonablemente, y las secciones de bobina están espaciadas entre sí.

Cuando las placas de bobinado 1313 están dispuestas a intervalos iguales en la superficie periférica exterior del tambor de soporte 1311 en la dirección circunferencial del tambor de soporte 1311, dos extremos de cada placa de bobinado 1313 están enrasados entre sí, y las ranuras de bobinado 1314 en cada placa de bobinado 1313 coinciden de manera de correspondencia uno a uno en la dirección circunferencial del tambor de soporte 1311. Para cada sección de bobina, el alambre se bobina en una ranura de bobinado anular formada por ranuras de bobinado correspondientes 1314 en todas las placas de bobinado 1313 a lo largo de la dirección circunferencial del barril de soporte 1311, con fuerza equilibrada y buena resistencia mecánica.

En otras realizaciones, con el fin de evitar el ajuste de las posiciones de los grifos, las placas de bobinado también pueden fijarse a la superficie periférica exterior del barril de soporte a intervalos desiguales. Es decir, varía la distancia entre dos placas de bobinado adyacentes. Por ejemplo, una distancia entre dos placas de bobinado adyacentes es mayor que la existente entre otras dos placas de bobinado adyacentes. En este caso, cada toma puede salir entre dos placas de bobinado adyacentes con una distancia mayor. De este modo, también se puede reservar la posición de ajuste de cada macho de roscar sin tener que ajustar mayores alturas de diente de los dientes del peine en el centro de las placas de bobinado.

En otras realizaciones, las placas de bobinado también pueden ser miembros de disco anulares dispuestos circunferencialmente alrededor del barril de soporte. Las placas de

bobinado están separadas a lo largo de la dirección axial del cilindro de soporte, y el alambre se bobina en los huecos formados por dos placas de bobinado adyacentes.

Alternativamente, el barril de soporte 1311 es un tubo hueco formado por bobinado y curado o pultrusión de fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi, o un tubo hueco formado por pultrusión y bobinado de fibras de vidrio o fibras de aramida impregnadas con resina epoxi, o un tubo hueco formado por bobinado y curado o pultrusión de fibras de aramida impregnadas con resina epoxi, o está hecho de otros materiales compuestos, lo cual no se limita en el presente documento.

En una realización de acuerdo con la presente solicitud, el barril de soporte 1311 y la placa de bobinado 1313 son dos miembros formados por separado y están unidos y fijos. La placa de bobinado 1313 también está hecho de fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi. La tela de fibra de vidrio multicapa se impregna con resina epoxídica y luego se superpone hasta alcanzar un cierto grosor, y se moldea y cura para formar una lámina rectangular de acero vitrificado. La lámina de acero vitrificado está provista de las ranuras de bobinado 1314. Específicamente, las ranuras de bobinado 1314 pueden formarse por torneado, para formar las placas de bobinado 1313. Las placas de bobinado 1313 están unidas fijamente a la superficie periférica exterior del barril de soporte 1311 mediante un adhesivo, con lo que se ahorran materiales y costes de fabricación en la mayor medida posible. Alternativamente, el adhesivo es un adhesivo epoxi de dos componentes resistente a altas temperaturas, o el adhesivo también puede ser otros adhesivos, siempre que el barril de soporte 1311 se pueda unir firmemente con las placas de bobinado 1313 y el adhesivo sea resistente a altas temperaturas, para adaptarse a la inyección a altas temperaturas de la capa aislante de alta tensión 1330 fuera del cuerpo de bobinado 1310.

En esta realización, la placa de bobinado 1313 se moldea y se cura. En otras realizaciones, la placa de bobinado 1313 también puede fundirse y curarse integralmente para formar directamente una placa de bobinado en forma de peine, lo que simplifica el proceso, y los materiales de la placa de bobinado son los mismos que los descritos anteriormente. No se vuelven a describir los detalles.

En otra realización de acuerdo con la presente solicitud, el barril de soporte 1311 y las placas de bobinado 1313 están formados integralmente. Se forma un tubo hueco de gran grosor mediante pultrusión o bobinado de fibras de vidrio o fibras de aramida impregnadas con resina epoxi y, a continuación, se gira el tubo hueco para formar el barril de soporte 1311 y la placa de bobinado 1313. De este modo, se desperdician los materiales, pero se puede garantizar la resistencia entre el barril de soporte 1311 y la placa de bobinado 1313, y se evitan daños en la conexión entre el barril de soporte 1311 y la placa de bobinado 1313 debidos a una unión insegura o a la inyección posterior de la capa aislante de alta tensión 1330.

En aún otra realización según la solicitud presente, refiriendo a las FIG. 10 y 11 juntas, el cuerpo de bobinado 1310 incluye además dos bridas 1315. Las dos bridas 1315 están dispuestas en dos porciones extremas del cañón de soporte 1311 respectivamente, y se extienden hacia fuera a lo largo de la dirección radial del cañón de soporte 1311 para formar caras de disco anulares. Las bridas 1315 de los dos extremos están dispuestas

de forma opuesta. Cuando la placa de bobinado 1313 se coloca en la superficie periférica exterior del cuerpo de bobinado 1310, las caras extremas exteriores de dos porciones extremas de las placas de bobinado 1313 chocan contra las caras de disco de las dos bridas 1315 opuestas entre sí, a fin de evitar daños en las placas de bobinado 1313 debido a una gran presión de inyección durante la inyección de la capa aislante de alta tensión 1330. Alternativamente, las caras extremas exteriores de las dos porciones extremas de la placa de bobinado 1313 pueden no hacer tope contra las caras de disco de las dos bridas 1315 opuestas entre sí. Es decir, se forman huecos entre las caras extremas exteriores de las dos porciones extremas de la placa de bobinado 1313 y las caras de disco de las dos bridas 1315 orientadas hacia la placa de bobinado 1313, lo cual no se limita en el presente documento. Las bridas 1315 están hechas de fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi y están formadas integralmente con el barril de soporte 1311. Es decir, las bridas son miembros de disco con ciertos espesores, que se forma por pultrusión o bobinado, mecanizado y pulido de fibras de vidrio o fibras de aramida impregnadas con resina epoxi.

El cuerpo de bobinado 1310 está hecho del material compuesto reforzado con fibra mencionado anteriormente, que tiene características de peso ligero y alta resistencia, de modo que el cuerpo de bobinado 1310 tiene una buena resistencia mecánica, puede soportar eficazmente el bobinado del alambre, no es propenso a sufrir daños y evita la dispersión y el desplazamiento del alambre por la fuerza de impacto de inyección generada cuando se inyecta caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura fuera del cuerpo de bobinado 1310. Además, el material compuesto reforzado con fibra tiene una buena resistencia al calor, lo que evita la deformación del cuerpo del bobinado 1310 debido al calor excesivo generado por la bobina de alto voltaje 1320 durante el funcionamiento del transformador de tipo seco 10.

En referencia a las FIG. 10, 12 y 13 juntas, se toma como ejemplo un transformador 100 de fase A. En una realización de acuerdo con la presente solicitud, el alambre se bobina circunferencialmente en la superficie periférica exterior del cuerpo de bobinado 1310 para formar la bobina de alto voltaje 1320. Específicamente, el alambre se bobina en las ranuras de bobinado 1314 de la porción de bobinado 1312, de modo que la bobina de alto voltaje 1320 está separada a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 1311, y después de que se completa el bobinado, los extremos de cabeza y cola del alambre forman dos terminales externos, a saber, un primer terminal externo D y un segundo terminal externo X. El primer terminal externo D está configurado para conectar un cable, y el segundo terminal externo X está configurado para conectar otros alambres externos. El primer terminal externo D está configurado para conectar un cable, y el segundo terminal externo X está configurado para conectar otros cables externos, por ejemplo, el segundo terminal externo X está configurado para interconectar transformadores en varias fases en el transformador trifásico. En el centro del cuerpo de bobinado 1310, a lo largo de la dirección axial del mismo, salen seis derivaciones del alambre, que son una derivación 2, una derivación 3, una derivación 4, una derivación 5, una derivación 6 y una derivación 7, respectivamente. Los seis grifos forman un cambiador de grifos. Para facilitar la descripción, el grifo 2, el grifo 4 y el grifo 6 se definen como un primer cambiador

de grifos, y el grifo 3, el grifo 5 y el grifo 7 se definen como un segundo cambiador de grifos.

En una realización según la presente solicitud, en referencia a las FIG. 10, 12 y 15 juntas, el cable incluye un primer cable y un segundo cable. Tanto el primer alambre como el segundo son alambres continuos, y tanto el primer alambre como el segundo están recubiertos de una capa aislante. La capa aislante puede ser una película de poliimida o una película de fibra de vidrio, o la capa aislante puede estar hecha de otros materiales aislantes como pintura de poliéster, o hecha de una combinación de una pluralidad de materiales aislantes, que no está limitada en el presente documento. El primer alambre se bobina desde un extremo de la porción de bobinado 1312 a lo largo de la dirección axial del tambor de soporte 1311 hasta la mitad de la porción de bobinado 1312, y tres derivaciones salen del primer alambre. En referencia a la FIG. 12, para facilitar la expresión, un extremo superior de la porción de bobinado 1312 se define como un primer extremo, y un extremo inferior de la porción de bobinado 1312 se define como un segundo extremo. El primer cable se bobina desde el primer extremo de la porción de bobinado 1312 hasta el segundo extremo de la porción de bobinado 1312. El primer alambre se bobina alrededor de un círculo anular de ranuras de bobinado formado por las primeras ranuras de bobinado 1314 en todas las placas de bobinado 1313 con un número de vueltas diseñado para formar una primera sección de bobina 1321. La primera sección de bobina 1321 es una bobina de disco. En cada ranura de bobinado 1314 se dispone una sola bobina de disco. Es decir, cada sección de bobina incluye sólo una bobina de disco. Un extremo de un alambre de vuelta interior del primer alambre situado en el primer extremo de la porción de bobinado 1312 forma el primer terminal externo D expuesto al exterior de la capa aislante de alta tensión 1330. Es decir, el primer terminal externo D se lleva a cabo desde el extremo del cable de vuelta interior de la primera sección de la bobina 1321 (es decir, el primer extremo del primer cable). Un extremo de un alambre de vuelta exterior de la primera sección de bobina 1321 se extiende dentro de una ranura anular de bobinado formada por las segundas ranuras de bobinado 1314 en todas las placas de bobinado 1313 y continúa siendo bobinado para formar una segunda sección de bobina 1322, y así sucesivamente, hasta que el primer alambre es bobinado hasta la mitad del cuerpo de bobinado 1310, y tres derivaciones, es decir, la derivación 6, la derivación 4, y la derivación 2 mostradas en la FIG. 15, se conducen respectivamente a través de los extremos de alambre de vuelta exterior de las tres secciones de bobina. De momento, el bobinado del primer hilo está terminado.

El segundo alambre se bobina desde el centro de la porción de bobinado 1312 a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 1311 hasta el segundo extremo de la porción de bobinado 1312, y otros tres grifos son conducidos fuera del segundo alambre. Específicamente, el segundo alambre comienza a bobinarse en una ranura de bobinado anular formada por la siguiente ranura de bobinado 1314 adyacente a la derivación 2 para formar una tercera sección de bobina 1323. El segundo alambre se bobina continuamente hasta el segundo extremo de la porción de bobinado 1312 de la misma manera que el primer alambre. Otras tres derivaciones, es decir, la derivación 3, la derivación 5, y la derivación 7, se conducen respectivamente fuera de tres secciones de bobina

comenzando desde la tercera sección de bobina 1323, hasta que el segundo alambre se bobina en una ranura de bobinado anular formada por la ranura de bobinado final 1314 en cada placa de bobinado 1313 en el segundo extremo de la porción de bobinado 1312, para formar la sección de bobina final 1324. Un extremo de un alambre de vuelta exterior del segundo alambre situado en el segundo extremo de la porción de bobinado 1312 forma un segundo terminal externo X expuesto al exterior de la capa aislante de alta tensión 1330. Es decir, el segundo terminal externo X se lleva a cabo desde el extremo del cable de vuelta exterior de la sección de la bobina terminal 1324 (es decir, un extremo de la cola del segundo cable). Hasta ahora, se ha completado el bobinado del segundo hilo.

Durante el bobinado, el alambre se bobina en ranuras anulares formadas por las ranuras de bobinado 1314 en todas las placas de bobinado 1313, de modo que cada sección de bobina formada por el bobinado del alambre es perpendicular a la dirección axial del barril de soporte 1311, es conveniente para el bobinado, y el alambre se dispone ordenadamente. Las placas de bobinado 1313 y el barril de soporte 1311 están sometidos a tensiones uniformes y tienen una buena resistencia mecánica.

De este modo, se forma una bobina de alta tensión de disco 1320. La estructura de la bobina tiene una buena resistencia mecánica, y tiene una fuerte capacidad de carga para la energía eléctrica generada por una corriente de cortocircuito, que tiene más discos y mejor capacidad de disipación de calor que una bobina de capa. Además, en la dirección axial del barril de soporte 1311, refiriéndose a las FIGS. 13 y 15 juntas, la toma 6, la toma 4 y la toma 2 se distribuyen secuencialmente para formar un primer cambiador de tomas, la toma 3, la toma 5 y la toma 7 se distribuyen secuencialmente para formar un segundo cambiador de tomas, y el primer cambiador de tomas y el segundo cambiador de tomas se disponen en paralelo. Las seis derivaciones forman un aparato de derivación de la bobina de alta tensión 1320, que está configurado para regular una tensión por el transformador de tipo seco 10 según diferentes condiciones de funcionamiento.

El alambre se bobina en el cuerpo de bobinado 1310 para formar la bobina de alta tensión 1320. Por lo tanto, la bobina de alta tensión 1320 tiene forma de anillo. Si una anchura anular de la bobina de alta tensión 1320 se define como una anchura de la bobina de alta tensión 1320, las anchuras de la bobina de alta tensión 1320 en varias secciones radiales son idénticas. Es decir, una cara lateral exterior de la bobina de alto voltaje 1320 es equidistante de la superficie periférica exterior del barril de soporte 1311, de modo que la fuerza total de la bobina de alto voltaje 1320 está equilibrada. Alternativamente, en consideración de una operación real, las anchuras de cada bobina en las secciones radiales de la misma pueden no ser exactamente las mismas, siempre que las anchuras sean aproximadamente las mismas.

En esta realización, el segundo alambre comienza a bobinarse desde una ranura anular de bobinado formada por las siguientes ranuras de bobinado 1314 adyacentes a la derivación 2 hasta una ranura anular de bobinado formada por las ranuras de bobinado finales 1314 en el segundo extremo de la porción de bobinado 1312. En otras realizaciones, el segundo alambre también puede empezar a bobinarse hacia arriba desde la ranura de bobinado anular formada por las ranuras de bobinado final 1314 en el

segundo extremo de la porción de bobinado hasta la ranura de bobinado anular formada por las siguientes ranuras de bobinado 1314 adyacentes a la derivación 2, pero sólo se forma primero el segundo terminal externo X, y luego se forman secuencialmente la derivación 7, la derivación 5 y la derivación 3. Ciertamente, la manera de bobinar la bobina de alto voltaje 1320 no se limita a las maneras anteriores, y una bobina de disco o bobina de capa también puede formarse de otras maneras, siempre que el bobinado de alto voltaje 130 pueda formarse finalmente.

En esta realización, el cambiador de tomas incluye seis tomas. En este caso, el transformador de tipo seco 10 tiene cinco engranajes para regular la tensión. En otras realizaciones, el cambiador de tomas puede incluir cuatro tomas. Es decir, el primer cambiador de tomas y el segundo cambiador de tomas incluyen dos tomas respectivamente. En este caso, el transformador de tipo seco incluye tres engranajes para regular la tensión, siempre que la tensión se ajuste a un requisito de uso real del transformador de tipo seco, que no se limita en el presente documento.

Como se muestra en las FIG. 12 a 14, el bobinado de alto voltaje 130 se forma envolviendo la bobina de alto voltaje 1320 y el cuerpo de bobinado 1310 a través de la capa aislante de alto voltaje 1330. La capa aislante de alta tensión 1330 está hecha de caucho de silicona moldeado por inyección, como caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura o caucho de silicona líquido para inyección. El caucho de silicona moldeado por inyección se moldea mediante un proceso de inyección, que tiene una rápida velocidad de moldeo, alta eficiencia de producción, sin grietas y espacios de aire, y una pequeña descarga parcial del transformador de tipo seco 10. Además, al tratarse de un elastómero de caucho de silicona, tras el montaje se puede conseguir una reducción elástica de las vibraciones en las partes en las que el bobinado de alta tensión 130 está conectado a diversos componentes, lo que reduce en gran medida el ruido durante el funcionamiento del transformador de tipo seco 10. En un ejemplo en el que la capa aislante de alta tensión 1330 está hecha de caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura, en primer lugar, el cable se bobina en el cuerpo de bobinado 1310 para formar la bobina de alta tensión 1320, el cuerpo de bobinado 1310 y la bobina de alta tensión 1320 se utilizan como cuerpo a inyectar, y el cuerpo a inyectar se coloca en un molde de una máquina de moldeo por inyección; y añadiendo materias primas de caucho de silicona, el caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura se inyecta integralmente alrededor de una periferia del cuerpo a inyectar para obtener el bobinado de alto voltaje 130. La capa aislante de alto voltaje 1330 está hecha de caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura, que mejora el aislamiento y las propiedades mecánicas del bobinado de alto voltaje 130.

El caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura según la realización de la presente solicitud es un sistema de material de caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura, que incluye específicamente caucho crudo, agente de refuerzo, retardante de llama, agente resistente al calor y otros materiales auxiliares.

Después de que el caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura se envuelve alrededor de la bobina de alta tensión 1320 y del cuerpo de bobinado 1310 mediante inyección al vacío integral, el caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura llena los

huecos entre la bobina de alta tensión 1320 y el cuerpo de bobinado 1310 y se envuelve alrededor de los dos extremos del cuerpo de bobinado 1310, y el caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura no se envuelve alrededor de una pared interior del barril de soporte 1311, de modo que el bobinado de alta tensión 130 tiene la forma de una columna hueca en su conjunto. Alternativamente, el bobinado de alta tensión 130 puede ser un cilindro hueco, una columna elíptica hueca u otras columnas huecas.

Antes de la inyección integral del caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura, los seis grifos se conectan mediante la disposición de un conector de herramientas 101 para evitar que los seis grifos se envuelvan también con el caucho de silicona durante la inyección y no puedan utilizarse para el cableado. Como se muestra en las FIG. 14, el conector de herramientas 101 es una lámina de aleación de aluminio. Una superficie de la placa del conector de herramientas 101 está provista de una cámara protectora. Los grifos se conectan y fijan a la cámara de protección. En la presente solicitud, la cámara protectora incluye seis orificios escalonados idénticos 1011, y las paredes interiores de los orificios escalonados 1011 también están provistas de roscas. Los seis grifos están conectados respectivamente a los seis orificios escalonados 1011. Los grifos y los agujeros escalonados pueden estar conectados por soldadura o conectados fijamente de otras maneras, lo cual no está limitado en el presente documento. Además, los seis orificios escalonados 1011 en el conector de herramientas 101 están dispuestos en dos filas en paralelo, y cada fila está provista de tres orificios escalonados 1011, de modo que el primer cambiador de tomas y el segundo cambiador de tomas también están dispuestos en paralelo. En este caso, antes de la inyección integral, después de que los seis machos se conecten respectivamente a los seis orificios escalonados 1011, se conecta un perno en cada uno de los seis orificios escalonados 1011. De este modo, los pernos pueden rellenar directamente el espacio restante de los orificios escalonados 1011, impidiendo el llenado de los seis orificios escalonados 1011 con la goma de silicona, para evitar que los seis grifos queden envueltos con la goma de silicona y no puedan utilizarse para el cableado.

Dos caras laterales opuestas del conector de herramientas 101 están provistas además de dos ranuras de conexión simétricas 1012. Un molde de inyección está provisto de dos bloques de conexión. Cuando el conector de herramientas 101 se coloca en el molde de inyección, las ranuras de conexión 1012 del conector de herramientas se sujetan y conectan a los dos bloques de conexión del molde de inyección respectivamente para fijar el conector de herramientas 101 en el molde de inyección, con el fin de evitar el desplazamiento de la posición del conector de herramientas 101 debido a una gran presión de inyección durante la inyección del caucho de silicona.

En otras realizaciones, alternativamente, las dos caras laterales opuestas del conector de herramientas pueden estar provistas de dos bloques de conexión simétricos, y el molde de inyección está provisto correspondientemente de dos ranuras de conexión. Cuando el conector de herramientas se coloca en el molde de inyección, los bloques de conexión del conector de herramientas se sujetan y se conectan a las ranuras de conexión del molde de inyección respectivamente para fijar el conector de herramientas en el molde de inyección, con el fin de evitar el desplazamiento de la posición del conector de

herramientas debido a una gran presión de inyección durante la inyección del caucho de silicona. Después de formar la capa aislante de alto voltaje 1330 por inyección integral, una cara lateral del conector de utillaje 101 se envuelve con una pequeña cantidad de caucho de silicona. Dado que la cantidad de goma de silicona envuelta en el conector de herramientas 101 es relativamente pequeña, el conector de herramientas 101 puede retirarse directamente con una herramienta para exponer el primer cambiador de tomas y el segundo cambiador de tomas, para formar finalmente el bobinado de alto voltaje 130 como se muestra en la FIG. 13.

En esta realización, se proporciona un conector de herramientas 101. En otras realizaciones, también se pueden proporcionar dos conectores de herramientas. En este caso, los conectores de herramientas son de un tamaño más pequeño, cada conector de herramientas está provisto de tres orificios escalonados, y los seis machos de roscar están conectados a los seis orificios escalonados respectivamente, lo cual no está limitado en el presente documento.

En esta realización, como se muestra en la FIG. 16, FIG. 16 es una vista en sección parcial cortada a lo largo de una dirección axial del bobinado de alta tensión 130 que muestra el bobinado de alta tensión 130 envuelto con la capa aislante de alta tensión 1330. El alambre se bobina en las placas de bobinado en forma de peine 1313 con el procedimiento de bobinado anterior para formar una bobina de alta tensión de disco 1320. A lo largo de la dirección axial del bobinado de alta tensión 130, la bobina de alta tensión de disco 1320 y los dientes de peine de las placas de bobinado 1313 están separados. Es decir, una bobina de disco está dispuesta entre dos dientes de peine adyacentes.

En otra realización, como se muestra en la FIG. 17, FIG. 17 es una vista en sección parcial cortada a lo largo de una dirección axial de un bobinado de alta tensión 230 que muestra un bobinado de alta tensión 230 envuelto con una capa aislante de alta tensión 2330. El alambre se bobina en una placa de bobinado en forma de peine 2313 mediante un procedimiento de bobinado continuo de doble bobinado para formar una bobina de alta tensión 2320. Dos hilos continuos idénticos se disponen adyacentes entre sí, y comienzan a bobinarse simultáneamente desde una ranura de bobinado anular formada por las ranuras de bobinado 2314 correspondientes a los extremos superiores de todas las placas de bobinado 2313 para formar una primera sección de bobina 2321. La primera sección de bobina 2321 incluye dos bobinas de disco dispuestas una al lado de la otra a lo largo de una dirección axial de un cañón de soporte 2311. El procedimiento de bobinado específico es el mismo que el de la bobina de alta tensión 1320 de la realización anterior, y el bobinado procede hacia abajo por analogía para formar continuamente otras bobinas, como una segunda sección de bobina 2322, hasta que se forman las bobinas de alta tensión 2320 espaciadas entre sí a lo largo de la dirección axial del bobinado de alta tensión 230. Cada sección de bobina incluye dos bobinas de disco dispuestas una al lado de la otra. Una longitud de cada sección de bobina a lo largo de la dirección axial de la placa de bobinado 2313 es igual a una suma de anchuras de dos alambres paralelos a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 2311. Es decir, dos bobinas de disco están dispuestas entre dos dientes de peine adyacentes en la placa de bobinado 2313. En la presente solicitud, los dos alambres idénticos se refieren a dos alambres con tamaños y

materiales idénticos. En comparación con una estructura de bobinado continuo de un solo alambre (es decir, la estructura de la bobina de alto voltaje 1320 anterior), el número de ranuras de bobinado 2314 puede reducirse en el bobinado de alto voltaje con el mismo tamaño y especificación, reduciendo así las secciones de transición de alambre entre segmentos de intervalo de cada sección de bobina, reduciendo una cantidad de uso del alambre y logrando un propósito de reducción de costes. En otras realizaciones, también pueden disponerse tres o más bobinas de disco entre dos dientes de peine adyacentes en la placa de bobinado.

En otra realización, como se muestra en la FIG. 18, FIG. 18 es una vista en sección parcial cortada a lo largo de una dirección axial de un bobinado de alta tensión 330 que muestra el bobinado de alta tensión 330 envuelto con una capa aislante de alta tensión 3330. Las anchuras de las ranuras de bobinado 3314 en la placa de bobinado 3313 a lo largo de una dirección axial de un barril de soporte 3311 son mayores que las anchuras de las ranuras de bobinado 2314 en la placa de bobinado 2313 a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 2311. Un alambre se bobina primero en capas para formar una primera sección de bobina 3321. Específicamente, en una ranura de bobinado anular formada por las primeras ranuras de bobinado 3314 en los extremos superiores de todas las placas de bobinado 3313, un alambre continuo se bobina continuamente hacia abajo en un extremo superior en la ranura de bobinado anular formada por las primeras ranuras de bobinado 3314 a lo largo de la dirección axial del tambor de soporte 3311 hasta que el alambre se bobina en un extremo inferior de la ranura de bobinado anular formada por las primeras ranuras de bobinado 3314, para formar una primera capa de bobina. El alambre de la primera capa de bobina está dispuesto firmemente en forma de espiral en una superficie periférica exterior del barril de soporte 3311. Después de que la primera capa de la bobina se forma por bobinado, el alambre se bobina continuamente en sentido inverso hacia arriba desde un extremo inferior de la ranura de bobinado anular formada por las primeras ranuras de bobinado 3314 a lo largo de la dirección axial del cañón de soporte 3311, a fin de formar una segunda capa de la bobina, el bobinado se alterna por analogía hasta que la primera sección de la bobina 3321 alcanza una anchura preestablecida de la bobina de alto voltaje 3320 en una dirección radial del cañón de soporte 3311, y finalmente la primera sección de la bobina 3321 se dispone firmemente en forma de espiral en una superficie periférica exterior del cañón de soporte 3311. A continuación, el alambre transita a una ranura de bobinado anular formada por las segundas ranuras de bobinado 3314 a través de los dientes de peine de las placas de bobinado 3313, y continúa bobinándose en capas para formar una segunda sección de bobina 3322, y el bobinado continúa por analogía hasta que se completa el bobinado de los alambres en todas las ranuras de bobinado 3314, para formar finalmente la bobina de alto voltaje 3320.

Dado que una anchura de la ranura de bobinado 3314 a lo largo de la dirección axial del tambor de soporte 3311 es relativamente grande, cada sección de la bobina se dispone en forma de espiral a lo largo de la dirección axial de la placa de bobinado 3313, y una longitud de cada sección de la bobina a lo largo de la dirección axial de la placa de bobinado 3313 es mayor que una suma de anchuras de dos alambres paralelos, para

formar una bobina cilíndrica de alto voltaje 3320 de secciones múltiples. En comparación con la estructura de disco formada por el bobinado con el procedimiento de bobinado continuo de doble bobinado (es decir, la estructura de la bobina de alto voltaje 2320 en la realización anterior), la bobina de alto voltaje 3320 es más compacta y se proporcionan menos ranuras de bobinado 3314 en el bobinado de alto voltaje de la misma especificación, de modo que la cantidad de uso del alambre es menor, logrando así aún más el propósito de reducir los costes.

En esta realización, mediante la disposición de las placas de bobinado 3313, la primera sección de bobina 3321 y la segunda sección de bobina 3322 están separadas por dientes de peine. En otras realizaciones, las placas de bobinado pueden no estar previstas, se proporciona un espacio entre la primera sección de la bobina y la segunda sección de la bobina, y la bobina de alta tensión se fija finalmente rellenando con la capa aislante de alta tensión, que también puede lograr un propósito de aislamiento de las secciones de la bobina de alta tensión.

En otra realización, como se muestra en la FIG. 19, FIG. 19 es una vista en sección parcial cortada a lo largo de una dirección axial de un bobinado de alta tensión 430 que muestra el bobinado de alta tensión 430 envuelto con una capa aislante de alta tensión 4330. Una bobina de alto voltaje 4320 se forma de la misma manera que la bobina de alto voltaje 3320, que no se describe en detalle en el presente documento. Sin embargo, una longitud de cada sección de bobina de la bobina de alto voltaje 4320 a lo largo de una dirección axial de un barril de soporte 4311 es mayor que una longitud de cada sección de bobina de la bobina de alto voltaje 3320 a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 3311. Para el transformador seco 10 con la misma tensión nominal una bobina cilíndrica segmentada de alta tensión 4320 tiene menos secciones. Dado que la longitud de cada sección de bobina de la bobina de alto voltaje 4320 a lo largo de la dirección axial del cañón de soporte 4311 es mayor, una diferencia de voltaje entre cada sección de bobina es mayor. Por lo tanto, es necesario añadir capas aislantes entre las capas de cada sección de bobina para reducir la diferencia de tensión. En este caso, cada sección de bobina está provista de una capa aislante intercalada 4301 a lo largo de la dirección axial del bobinado de alta tensión 430 para evitar que la intensidad de un campo eléctrico intercalado sea superior a un valor crítico de resistencia de una película aislante de un cable aislante. Además, la estructura en capas de cada sección de bobina tiene una gran resistencia al impulso del rayo y ventajas económicas más evidentes. Específicamente, cuando el alambre se bobina en capas hasta un cierto grosor, la capa aislante intercalada 4301 se coloca en una posición correspondiente y luego el alambre se bobina continuamente, y la capa aislante intercalada 4301 puede disponerse en cada sección de la bobina.

La capa aislante intercalada 4301 puede estar hecha de tela de malla, o de tirantes aislantes espaciados circunferencialmente, o hecha de otros materiales aislantes duros. Además, los tirantes aislantes son tiras aislantes largas con bordes ondulados, que pueden evitar daños en los tirantes aislantes debido a la presión de inyección extremadamente alta cuando se inyecta el caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura para formar la capa aislante de alta tensión. Además, los tirantes de

aislamiento están hechos de materiales aislantes duros, que pueden resistir el impacto durante la inyección a alta temperatura del caucho de silicona. Se pueden proporcionar una, dos o tres capas aislantes intercaladas 4301, dependiendo de los diferentes diseños, lo cual no se limita en el presente documento.

En una realización de la presente solicitud, en referencia a las FIGS. 20 a 21 juntos, un cuerpo de bobinado 5310 es similar al cuerpo de bobinado 1310 en estructura, pero una diferencia es que un barril de soporte 5311 está sujeto y conectado a una porción de bobinado 5312. Específicamente, el cuerpo de bobinado 5310 incluye además un miembro auxiliar 5316. El miembro auxiliar 5316 está situado en una posición media en una superficie periférica exterior del barril de soporte 5311 y se extiende hacia fuera a lo largo de una dirección radial del barril de soporte 5311, de modo que el miembro auxiliar 5316 rodea el barril de soporte 5311 para formar una cara de disco anular. La placa de bobinado 5313 o el miembro auxiliar 5316 están provistos de una ranura, y la placa de bobinado 5313 y el miembro auxiliar 5316 están sujetos y conectados a través de la ranura. En esta realización, cada placa de bobinado 5313 está provista de una primera ranura 53131, y la posición de la primera ranura 53131 coincide con la posición del miembro auxiliar 5316, de modo que el miembro auxiliar 5316 se sujeta en la primera ranura 53131.

Un lado más largo de la placa de bobinado 5313 está dispuesto a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 5311. Las ranuras de bobinado 5314 están dispuestas a lo largo de la dirección radial del barril de soporte 5311 y están espaciadas a lo largo de la dirección axial del barril de soporte 5311, de modo que se forma una pluralidad de dientes de peine en la placa de bobinado 5313. La primera ranura 53131 está situada en la placa de bobinado 5313 y está orientada en dirección opuesta a la ranura de bobinado 5314. Es decir, la primera ranura 53131 está dispuesta a lo largo de la dirección radial del barril de soporte 5311, y la primera ranura 53131 está situada en una cara lateral de la placa de bobinado 5313 cerca del barril de soporte 5311, de modo que el miembro auxiliar 5316 que sobresale de la superficie periférica exterior del barril de soporte 5311 puede ser sujetado en la primera ranura 53131. El miembro auxiliar 5316 puede mantener estable la disposición de la placa de bobinado 5313, evitando el desplazamiento y la dislocación de la placa de bobinado 5313 durante el bobinado del alambre y la inyección de la capa aislante de alta tensión.

La primera ranura 53131 está situada en el centro de la placa de bobinado 5313, y en la dirección radial del cañón de soporte 5311, la primera ranura 53131 se extiende desde un lado de la placa de bobinado 5313 cercano al cañón de soporte 5311 hasta un diente de peine en el centro de la placa de bobinado 5313. Alternativamente, en la dirección radial del cilindro de soporte 5311, la primera ranura 53131 está enrasada con el diente de peine en el centro de la placa de bobinado 5313, pero no se extiende sobre el diente de peine. Por un lado, se evita la influencia sobre la resistencia mecánica de la placa de bobinado 5313 e incluso la rotura de la placa de bobinado 5313 debido a la disposición de que la primera ranura 53131 está a ras de la ranura de bobinado 5314. Por otra parte, la altura del diente del peine en el centro de la placa de bobinado 5313 es grande, lo que puede reducir aún más la influencia de la primera ranura 53131 en la resistencia mecánica

de la placa de bobinado 5313. Además, una profundidad de ranura de la primera ranura 53131 en la dirección radial del barril de soporte 5311 coincide con una anchura del miembro auxiliar 5316 que sobresale del barril de soporte 5311, de modo que después de que el miembro auxiliar 5316 se ensamble con la placa de bobinado 5313, un lado exterior del miembro auxiliar 5316 está estrechamente unido a un lado interior de la primera ranura 53131, con una buena resistencia mecánica y una fijación fiable. Si la profundidad de la ranura de la primera ranura 53131 es menor que la anchura del miembro auxiliar 5316 que sobresale del cañón de soporte 5311, hay un hueco entre la placa de bobinado 5313 y el cañón de soporte 5311, lo que puede causar un riesgo de que la placa de bobinado 5313 se doble alrededor del miembro auxiliar 5316 durante el bobinado del alambre y la inyección de la capa aislante de alta tensión. Si la profundidad de la ranura de la primera ranura 53131 es mayor que la anchura del miembro auxiliar 5316 que sobresale del cañón de soporte 5311, hay un hueco entre la primera ranura 53131 y el miembro auxiliar 5316, el miembro auxiliar 5316 no puede desempeñar un papel de fijación.

El miembro auxiliar 5316 está hecho de fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi. En primer lugar, un miembro de disco con un cierto espesor se forma por moldeo, y luego el miembro auxiliar 5316 está conectado fijamente a la superficie periférica exterior del barril de soporte 5311 por un adhesivo, a fin de ahorrar materiales y costes en la mayor medida. Alternativamente, el miembro auxiliar también puede formarse integralmente con el barril de soporte, es decir, primero se fabrica un tubo hueco de gran grosor, y luego se gira el tubo hueco para formar la placa de bobinado 5313 y el miembro auxiliar 5316 al mismo tiempo.

En esta realización, se proporciona un miembro auxiliar 5316 y un grupo de primeras ranuras 53131. En otras realizaciones, una pluralidad de, como dos o tres, miembros auxiliares pueden ser proporcionados. Correspondientemente, una pluralidad de, tal como dos o tres, grupos de primeras ranuras pueden estar espaciados entre sí a lo largo de la dirección axial del barril de soporte. En tales realizaciones, varios grupos de miembros auxiliares y primeras ranuras están espaciados entre sí a lo largo de la dirección axial del barril de soporte, lo que distribuye eficazmente de manera uniforme la fuerza de soporte de la placa de bobinado, haciendo que la estructura de la placa de bobinado sea más estable. Por ejemplo, en una realización, la superficie periférica exterior del barril de soporte está provisto de un miembro auxiliar en cada uno de la posición media y los dos extremos, y cada placa de bobinado se proporciona correspondientemente con tres primeras ranuras.

En una realización según la presente solicitud, en referencia a las FIG. 22 y 23 juntas, diferente del barril de soporte 5311 en la realización anterior, un miembro auxiliar 6316 en una superficie periférica exterior de un barril de soporte 6311 está provisto de una pluralidad de segundas ranuras 63161, y las segundas ranuras 63161 están distribuidas uniformemente en una dirección circunferencial del miembro auxiliar 6316. Es decir, cada segunda ranura 63161 coincide y corresponde a una placa de bobinado. En tales realizaciones, no es necesario disponer ninguna ranura en la placa de bobinado, y la placa de bobinado puede sujetarse directamente en las segundas ranuras 63161. Por un

lado, se puede mantener una disposición estable de la placa de bobinado, evitando el desplazamiento y la dislocación de la placa de bobinado durante el bobinado del alambre y el proceso de inyección de la capa aislante de alta tensión. Por otro lado, se puede evitar la influencia sobre la resistencia mecánica de la placa de bobinado debida a la disposición de las ranuras en la placa de bobinado. El material y el procedimiento de conformación del miembro auxiliar 6316 son los mismos que los del anterior miembro auxiliar 5316, que no se describen en detalle en el presente documento.

En otras realizaciones, como se muestra en las FIGS. 24 y 25, el cuerpo de bobinado puede incluir únicamente la porción de bobinado 7310, es decir, el cuerpo de bobinado puede no estar provisto del barril de soporte. Es decir, se omite una estructura de revestimiento aislante rígido en el cuerpo del bobinado, lo que mejora el efecto de conducción de calor del bobinado de alta tensión y elimina una interfaz entre la capa aislante de alta tensión y el revestimiento aislante rígido, inhibiendo así la descarga superficial del revestimiento aislante rígido, ahorrando materiales y reduciendo costes.

Específicamente, la porción de bobinado 7310 incluye una pluralidad de placas de bobinado en forma de peine 7311 y una pluralidad de miembros auxiliares 7312. Los miembros auxiliares 7312 tienen forma de anillo y están espaciados a lo largo de las direcciones axiales de los miembros auxiliares 7312. Las placas de bobinado 7311 están fijadas a las periferias de la pluralidad de miembros auxiliares 7312 a lo largo de las direcciones axiales de los miembros auxiliares 7312. Cada placa de bobinado 7311 está conectada a todos los miembros auxiliares 7312 al mismo tiempo. Las placas de bobinado 7311 están distribuidas uniformemente a lo largo de las direcciones circunferenciales de los miembros auxiliares 7312. La dirección axial del miembro auxiliar 7312 es una dirección axial de la porción de bobinado 7310, es decir, una dirección axial del bobinado de alta tensión. El miembro auxiliar 7312 puede tener forma de anillo circular o anillo elíptico, que puede diseñarse de acuerdo con una forma general del bobinado de alta tensión. Las placas de bobinado 7311 están dispuestas a lo largo de las direcciones circunferenciales del miembro auxiliar 7312, el alambre se bobina en la porción de bobinado 7310 para formar una bobina de alto voltaje, y la bobina de alto voltaje incluye una pluralidad de secciones de bobina. Las secciones de la bobina están espaciadas a lo largo de la dirección axial del bobinado de alta tensión. La capa aislante de alta tensión se envuelve alrededor de la bobina de alta tensión, la pluralidad de miembros auxiliares 7312 y las placas de bobinado 7311. El miembro auxiliar 7312 puede mantener estable la disposición de la placa de bobinado 7311, evitando el desplazamiento y la dislocación de la placa de bobinado 7311 durante el bobinado del alambre y la inyección de la capa aislante de alta tensión.

En una realización, una superficie exterior del miembro auxiliar 7312 está provista de una pluralidad de terceras ranuras 73121. Las terceras ranuras 73121 están dispuestas uniformemente a lo largo de la dirección circunferencial del miembro auxiliar 7312. Las terceras ranuras 73121 de la pluralidad de miembros auxiliares 7312 están alineadas entre sí en las direcciones axiales de los miembros auxiliares 7312 para formar una pluralidad de terceras columnas de ranuras. El número de columnas de la tercera ranura corresponde al de las placas de bobinado 7311. Cada placa de bobinado 7311 se sujeta

en una tercera columna de ranura correspondiente, haciendo que la pluralidad de placas de bobinado 7311 se distribuya circunferencialmente de manera uniforme en las periferias de la pluralidad de miembros auxiliares 7312. Además, dos extremos de todas las placas de bobinado 7311 están enrasados entre sí, y las terceras ranuras 73121 en todos los miembros auxiliares 7312 coinciden en correspondencia uno a uno en las direcciones axiales de los miembros auxiliares 7312, lo que permite que cada placa de bobinado 7311 se disponga a lo largo de la dirección axial del miembro auxiliar 7312, y luego hace que el alambre se bobine en dientes de peine en la placa de bobinado 7311 para formar una bobina de alto voltaje. Es decir, las secciones de la bobina de alto voltaje están separadas en la dirección axial de la porción de bobinado 7310, con una fuerza equilibrada y una buena resistencia mecánica.

Las anchuras de la tercera ranura 73121 en las direcciones circunferenciales del miembro auxiliar 7312 se definen como anchura de ranura de la tercera ranura 73121. La anchura de la ranura de la tercera ranura 73121 coincide con los grosores de la placa de bobinado 7311, de modo que la placa de bobinado 7311 se ensambla firmemente con el miembro auxiliar 7312, evitando la alineación y fijación difíciles de la placa de bobinado 7311 con y al miembro auxiliar 7312 cuando la anchura de la ranura de la tercera ranura 73121 es menor que el grosor de la placa de bobinado 7311, o la caída de la placa de bobinado 7311 del miembro auxiliar 7312 cuando la anchura de la ranura de la tercera ranura 73121 es mayor que el grosor de la placa de bobinado 7311. La placa de bobinado 7311 está unida fijamente a la tercera ranura 73121 mediante un adhesivo. El adhesivo es un adhesivo epoxi bicomponente resistente a altas temperaturas, que también puede ser otros adhesivos, pero es necesario garantizar que el adhesivo permita una unión firme entre la placa de bobinado 7311 y el miembro auxiliar 7312. Además, se requiere que el adhesivo sea resistente a altas temperaturas, de modo que se adapte a la envoltura de la capa aislante de alta tensión alrededor de la placa de bobinado 7311 y el miembro auxiliar 7312 por inyección a alta temperatura.

En otras realizaciones, la ranura también puede estar dispuesta en las caras laterales de la placa de bobinado cerca del miembro auxiliar, y el miembro auxiliar se sujeta en la ranura de la placa de bobinado, de modo que la placa de bobinado está fijamente conectada al miembro auxiliar. Preferiblemente, como en la realización anterior, el miembro auxiliar 7312 está provisto de la tercera ranura 73121, que evita el debilitamiento de la resistencia mecánica de la placa de bobinado debido a la disposición de la ranura en la placa de bobinado.

Siguiendo con las FIG. 24, la placa de bobinado 7311 es una placa de dientes de peine 7311. La estructura de la placa de bobinado 7311 es similar a la de la placa de bobinado 1313, con la diferencia de que cada extremo de la placa de bobinado 7311 está provisto de una ranura de flujo 73111, que permite que las materias primas de caucho de silicona inyectadas fluyan desde un extremo de la porción de bobinado 7310 hacia un lado interior de la porción de bobinado 7310 durante el moldeo por inyección de la capa aislante de alta tensión, y luego hace que la capa aislante de alta tensión llene completamente un hueco entre la porción de bobinado 7310 y la bobina de alta tensión y se envuelva alrededor de los dos extremos de la porción de bobinado 7310.

Tanto la placa de bobinado 7311 como el miembro auxiliar 7312 están hechos de fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi. Se superponen varias capas de tela de fibra de vidrio impregnadas de resina epoxi hasta alcanzar un determinado grosor, y se moldean y curan para formar acero vitrificado. En esta realización, la placa de bobinado 7311 y el miembro auxiliar 7312 se forman por separado y luego se unen y fijan. En otras realizaciones, la placa de bobinado y el miembro auxiliar también pueden estar formados integralmente.

En otra realización, en referencia a las FIG. 26 y 27, un bobinado de alta tensión 830 incluye una porción de bobinado 8312, una bobina de alta tensión 8320 y una capa aislante de alta tensión 8330. La porción de bobinado 8312 está dispuesta circunferencialmente dentro del bobinado de alto voltaje 830, y se bobina un cable en un lado exterior de la porción de bobinado 8312 para formar la bobina de alto voltaje 8320. La capa aislante de alto voltaje 8330 se envuelve alrededor de la bobina de alto voltaje 8320 y la porción de bobinado 8312. En comparación con el bobinado de alto voltaje 130 de la realización anterior, el bobinado de alto voltaje 830 está provisto únicamente de la porción de bobinado 8312 como cuerpo de bobinado, pero no está provisto de un barril de revestimiento aislante rígido, es decir, no está provisto del barril de soporte. Se omite la estructura del barril de revestimiento aislante rígido. Por un lado, el efecto de conducción de calor del bobinado de alto voltaje 830 es mejor, y se elimina una interfaz entre la capa aislante de alto voltaje 8330 y el barril de revestimiento aislante rígido, inhibiendo así la descarga superficial del barril de revestimiento aislante rígido. Por otro lado, se ahorran materiales y se reducen costes.

La porción de bobinado 8312 incluye una pluralidad de placas de bobinado en forma de peine 8313. Las placas de bobinado 8313 están separadas entre sí y dispuestas a intervalos iguales en una dirección circunferencial de un lado interior del bobinado de alta tensión 830. Cada placa de bobinado 8313 está dispuesta a lo largo de una dirección axial del bobinado de alta tensión 830. La bobina de alto voltaje 8320 incluye una pluralidad de secciones de bobina. Al menos una bobina de sección está dispuesta entre dos dientes de peine adyacentes en la placa de bobinado 8313. Se proporcionan al menos dos placas de bobinado 8313. Alternativamente, pueden proporcionarse dos, tres, cuatro o más placas de bobinado 8313, lo cual no se limita en la presente.

La placa de bobinado 8313 está provista además de una pluralidad de ranuras de bobinado 8314, de modo que la placa de bobinado 8313 tiene forma de peine. Es decir, se forma una pluralidad de dientes de peine en la placa de bobinado 8313. La estructura específica, el material y la forma de moldeo de la placa de bobinado 8313 son los mismos que los de la placa de bobinado 1313 anterior. Los detalles no se describen aquí de nuevo. En otra realización, como se muestra en la FIGS. 28 a 31, un bobinado de alta tensión 930 es básicamente el mismo que el bobinado de alta tensión 830 anterior, pero una diferencia radica en que la porción de bobinado 9312 incluye además un miembro auxiliar 9316, y el miembro auxiliar 9316 tiene forma de anillo y es coaxial con el bobinado de alta tensión 930, manguitos, y está fijado a la pluralidad de placas de bobinado 9313. La disposición del miembro auxiliar 9316 puede mantener estable la disposición de las placas de bobinado 9313, evitando el desplazamiento y la dislocación de las placas de

bobinado 9313 durante el bobinado del alambre y la inyección de la capa aislante de alta tensión.

Específicamente, el miembro auxiliar 9316 incluye al menos un miembro auxiliar de porción final 93161. El miembro auxiliar de porción final 93161 está dispuesto en los lados exteriores de las porciones finales de las placas de bobinado 9313, lo que puede mantener estable la disposición de las placas de bobinado 9313 sin afectar al bobinado del alambre. En referencia a la FIG. 29, el lado exterior de la porción de extremo de la placa de bobinado 9313 está provisto de un rebaje 9317, y el miembro auxiliar de porción de extremo 93161 está incrustado en el rebaje 9317, asegurando una conexión efectiva entre el miembro auxiliar de porción de extremo 93161 y la placa de bobinado 9313. El rebaje 9317 está situado en un lado de diente de peine de la placa de bobinado 9313, es decir, situado en un lado de la placa de bobinado 9313 alejado de un eje del bobinado de alta tensión 930, de modo que el miembro auxiliar de porción final 93161 tiene un mejor efecto de fijación en la placa de bobinado 9313, impidiendo el desplazamiento y la dislocación de la placa de bobinado 9313 durante el bobinado del alambre y la inyección de la capa aislante de alta tensión. La profundidad del rebaje 9317 es mayor o igual que un grosor del miembro auxiliar de porción final 93161, lo que facilita que las materias primas de caucho de silicona envuelvan la porción final de la placa de bobinado 9313 y el miembro auxiliar de porción final 93161 durante la inyección, y evita el fallo de la conexión entre la placa de bobinado 9313 y el miembro auxiliar de porción final 93161 debido a fuerzas externas. El miembro auxiliar 93161 de la porción del extremo es conectado fijamente en el receso 9317 por un pegamento. El adhesivo es un adhesivo epoxi bicomponente resistente a altas temperaturas, que también puede ser otros adhesivos, pero debe garantizarse que el adhesivo permita una unión firme entre el miembro auxiliar de porción final 93161 y la placa de bobinado 9313, y sea resistente a altas temperaturas, para adaptarse a la envoltura de la capa aislante de alta tensión alrededor de las periferias de la placa de bobinado 9313 y el miembro auxiliar de porción final 93161 mediante inyección a alta temperatura. En otras realizaciones, el miembro auxiliar de la porción del extremo puede también emparejar totalmente el hueco en términos de tamaño, de modo que el miembro auxiliar de la porción del extremo se encaje a presión en el hueco sin ser fijado por cualquier pegamento.

En esta realización, los lados exteriores de dos porciones de extremo de la placa de bobinado 9313 están provistos cada uno con el miembro auxiliar de porción de extremo 93161, de modo que los dos extremos de la placa de bobinado 9313 están ambos fijados por el miembro auxiliar 9316, que puede mantener eficazmente la disposición estable de la placa de bobinado 9313. En otras realizaciones, alternativamente, sólo el lado exterior de una porción de extremo de la placa de bobinado se proporciona con el miembro auxiliar de porción de extremo.

En referencia a la FIGS. 28 y 30 juntos, el miembro auxiliar 9316 incluye además un miembro auxiliar intermedio 93162. Cuando las placas de bobinado 9313 definen una cavidad, una superficie lateral para formar una pared interior de la cavidad se define como pared interior de la placa de bobinado 9313. El miembro auxiliar intermedio 93162 está dispuesto en las paredes interiores de las placas de bobinado 9313 sin afectar al

bobinado del alambre en el lado del diente de peine de las placas de bobinado 9313. En referencia a la FIG. 30, La pared interior de la placa de bobinado 9313 está provista de una cuarta ranura 93131, y el miembro auxiliar intermedio 93162 está fijado en la cuarta ranura 93131, asegurando una conexión efectiva entre el miembro auxiliar intermedio 93162 y la placa de bobinado 9313. La profundidad de la cuarta ranura 93131 coincide con un ancho de anillo del miembro auxiliar medio 93162, de modo que, después de que el miembro auxiliar medio 93162 se ensambla con la placa de bobinado 9313, una pared interior del miembro auxiliar medio 93162 queda enrasada con la pared interior de la placa de bobinado 9313, evitando la flexión de la placa de bobinado 9313 alrededor del miembro auxiliar intermedio 93162 durante el bobinado del cable y la inyección de la capa aislante de alta tensión en un caso en que la profundidad de la cuarta ranura 93131 es menor que la anchura del anillo del miembro auxiliar intermedio 93162, o evitando el fallo de fijación por el miembro auxiliar intermedio 93162 en un caso en que la profundidad de la cuarta ranura 93131 es mayor que la anchura del anillo del miembro auxiliar intermedio 93162.

En esta realización, el miembro auxiliar 9316 incluye dos miembros auxiliares de porción de extremo 93161 y un miembro auxiliar medio 93162, de modo que las placas de bobinado 9313 puedan mantener posiciones estables durante el bobinado del alambre y la inyección de la capa aislante de alto voltaje, sin desplazamiento ni dislocación, lo que evita la descarga causada por una distancia de aislamiento insuficiente debido a que dos secciones de bobina se acercan extremadamente entre sí. En otras realizaciones, sólo puede proporcionarse el miembro auxiliar de la porción final, o sólo puede proporcionarse el miembro auxiliar del medio, o los miembros auxiliares pueden estar espaciados a lo largo de la dirección axial del bobinado de alta tensión, siempre que las placas de bobinado puedan reforzarse.

El miembro auxiliar 9316 también está hecho de fibras de vidrio impregnadas con resina epoxi. Se superponen varias capas de tela de fibra de vidrio impregnadas de resina epoxi hasta alcanzar un determinado grosor y, a continuación, se moldean y curan para formar una lámina de acero vitrificado en forma de anillo. El miembro auxiliar 9316 puede tener la forma de un anillo circular, un anillo elíptico u otros anillos. Se requiere que un espesor del miembro auxiliar de porción final 93161 sea menor que las alturas de los dientes de dos extremos de la placa de bobinado 9313. Cuando no hay ningún requisito para el grosor del miembro auxiliar medio 93162, se requiere que la anchura del anillo del miembro auxiliar medio 93162 sea menor que las anchuras de las partes no peinadas de la placa de bobinado 9313, es decir, una anchura total de la placa de bobinado 9313 menos la anchura de la ranura de bobinado 9314 de la placa de bobinado 9313. Alternativamente, cuando no hay ningún requisito para el ancho del anillo del miembro auxiliar medio 93162, se requiere que el grosor del miembro auxiliar medio 93162 sea menor que las alturas de los dientes del peine en el centro de la placa de bobinado 9313. Tal disposición evita la influencia sobre el bobinado del hilo en la placa de bobinado 9313 debido a la ocupación de la ranura de bobinado 9314 por el miembro auxiliar 9316.

Alternativamente, el miembro auxiliar 9316 y la placa de bobinado 9313 se moldean por separado y luego se unen y fijan, o el miembro auxiliar 9316 y la placa de bobinado 9313

se forman integralmente.

El alambre se bobina circunferencialmente en las superficies periféricas exteriores de las placas de bobinado 9313 para formar la bobina de alto voltaje. A continuación, el caucho de silicona vulcanizado a alta temperatura se envuelve alrededor de la porción de bobinado 9312, la bobina de alta tensión y el miembro auxiliar 9316 mediante inyección al vacío integral para formar el bobinado de alta tensión 930.

La presente solicitud tiene al menos los siguientes efectos beneficiosos. A diferencia del estado de la técnica, el bobinado de alta tensión del transformador de tipo seco de la presente solicitud incluye un cuerpo de bobinado, una bobina de alta tensión y una capa aislante de alta tensión hecha de caucho de silicona moldeado por inyección. En comparación con la capa aislante de alta tensión de resina epoxi de la técnica anterior, la capa aislante de alta tensión hecha de caucho de silicona moldeado por inyección tiene las siguientes ventajas. 1) Tiene buena resistencia al fuego, resistencia a bajas temperaturas, resistencia al envejecimiento y resistencia al cortocircuito, lo que puede prolongar la vida útil del transformador de tipo seco. 2) La bobina de cobre es fácil de despegar del caucho de silicona, por lo que la tasa de recuperación de material es superior al 99 %, lo que resulta más respetuoso con el medio ambiente. 3) Por un lado, el elastómero de caucho de silicona puede reducir los incentivos de descarga parcial causados por la vibración mecánica, y tener un efecto inhibitorio sobre la descarga del dispositivo; además, un producto del caucho de silicona bajo descarga es el dióxido de silicio no conductor, que puede inhibir eficazmente el deterioro continuo del aislamiento. Por otra parte, después del montaje, varios componentes pueden realizar la conexión de reducción de vibraciones a través del elastómero de caucho de silicona, que puede reducir en gran medida la vibración y el ruido. 4) Puede reducir las pérdidas de funcionamiento del transformador y es más eficiente desde el punto de vista energético. 5) El caucho de silicona tiene hidrofobicidad y migración de hidrofobicidad, y tiene buena resistencia a la corrosión eléctrica y efectos retardantes de llama. El caucho de silicona también se utiliza como material aislante de clase H con buenas propiedades aislantes y, por lo tanto, tiene buena resistencia a entornos difíciles y se puede montar en interiores y exteriores. Al mismo tiempo, el caucho de silicona de la presente solicitud se moldea por inyección integral de vulcanización a alta temperatura. Este proceso hace que la capa aislante de alta tensión sea más estable, con mayores propiedades mecánicas y mejor adherencia a la bobina de alta tensión y al cuerpo del bobinado, lo que puede prolongar eficazmente la vida útil de la capa aislante de alta tensión. Además, los rellenos de caucho de silicona para inyección de la presente solicitud se distribuyen uniformemente, lo que puede no causar la descarga parcial del transformador de tipo seco debido a la aglomeración de los rellenos, de modo que el rendimiento general del transformador de tipo seco es mejor.

El contenido técnico y las características de la presente solicitud ya se han descrito anteriormente. Sin embargo, debe apreciarse que, guiados por la idea de creación de la presente solicitud, los expertos en la materia pueden realizar diversas modificaciones y mejoras en las estructuras y materiales anteriores, incluyendo combinaciones de características técnicas reveladas individualmente en el presente documento o solicitadas

para su protección, incluyendo obviamente otras combinaciones de estas características. Todas estas variaciones y/o combinaciones entran dentro del campo técnico al que se refiere la presente solicitud y entran dentro del ámbito de protección de las reivindicaciones de la presente solicitud.