

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 508**

51 Int. Cl.:

**H01H 33/662** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.07.2015 PCT/EP2015/065064**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2016 WO16008729**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.07.2015 E 15733457 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.06.2020 EP 3146551**

54 Título: **Dispositivo de conmutación eléctrica para aplicaciones de media y/o alta tensión**

30 Prioridad:

**17.07.2014 DE 102014213944**

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

**16.04.2021**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)  
Werner-von-Siemens-Straße 1  
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**HARTMANN, WERNER y  
LANG, STEFFEN**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 819 508 T3**

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

## DESCRIPCIÓN

Dispositivo de conmutación eléctrica para aplicaciones de media y/o alta tensión

La invención se refiere a un dispositivo de conmutación eléctrica, en particular, para aplicaciones de media y/o alta tensión, que presenta, al menos, dos elementos conductores que pueden entrar en contacto y pueden separarse a través de un equipo de movimiento y una carcasa de un aislador que define una cámara de conmutación que rodea los elementos conductores, al menos, parcialmente.

En términos generales, en el caso de aplicaciones de media y/o alta tensión, es decir, en tensiones mayores de 1 kV debido a las altas tensiones, se requieren dispositivos de conmutación más complejos que puedan resistir los campos eléctricos que se presentan, que sean lo más resistentes posible frente a efectos de degradación y también deban evitar las operaciones de salto fuera de la cámara de conmutación propiamente dicha.

Un ejemplo clásico para estos son los interruptores de potencia de vacío (*vacuum circuit breakers* - VCB) que son componentes fundamentales en la transmisión de energía y distribución, en particular, en sus sistemas de conmutación. Cubren una gran parte de las aplicaciones de conmutación de tensión media, es decir, de las aplicaciones de conmutación, por ejemplo, en el intervalo de 1 kV a 52 kV, así como una parte relevante en sistemas de tensión baja. También su utilización en sistemas de transmisión de alta tensión, es decir, por ejemplo, en tensiones superiores a 52 kV, aumenta. Mientras que un interruptor VCB está cerrado la mayor parte del tiempo, prevé, con ello, un establecimiento de contacto de los elementos conductores, su cometido principal es la interrupción de corrientes en sistemas de corriente alterna en condiciones nominales, es decir, en particular, para la conexión y desconexión de corrientes nominales, o también, preferiblemente, para la interrupción de corrientes en casos de avería, en particular, para interrumpir cortocircuitos y proteger el sistema. Otras aplicaciones comprenden la mera conmutación de corrientes de carga empleando elementos conductores en contacto que, por lo general, se emplean en sistemas de baja y de media tensión.

El interruptor de vacío (VI, por sus siglas en inglés, también llamado tubo de conmutación de vacío) es el elemento fundamental de un interruptor VCB. Un tubo de conmutación de vacío presenta, por lo general, un par de contactos que se forman por elementos conductores correspondientes, de los cuales, al menos, uno, puede moverse por medio de un equipo de movimiento para poder provocar los estados abiertos y cerrados del dispositivo de conmutación. Habitualmente, a este respecto, un elemento conductor se mueve axialmente con respecto al otro elemento conductor fijado. Los contactos pueden estar fabricados sobre pernos conductores de corriente, en particular, de metal que facilitan tanto conducción de corriente como conducción de calor, así como los medios mecánicos para sujetar y/o mover los contactos.

Un interruptor VI comprende, además, una carcasa estanca al vacío y el equipo de movimiento mencionado y puede comprender, además, un fuelle de metal que está unido en un lado con la carcasa, en el otro lado con el elemento conductor móvil, en particular, el perno móvil. La carcasa se forma esencialmente mediante un elemento constructivo aislante, es decir, un aislador, por ejemplo, un tubo cerámico que está unido a través de elementos de unión con los elementos conductores, en donde se utilizan, por ejemplo, tapas de metal o similares que, para formar la cámara de conmutación, obturan el elemento constructivo aislante en dirección axial. Dentro de la cámara de conmutación reina un alto vacío permanente inferior a 10-8 Pa, que, por ejemplo, puede asegurarse para periodos operativos de, al menos, 30 años mediante configuración correspondiente de la carcasa y de las tapas. El vacío es necesario para asegurar las operaciones de cierre y apertura ("*make-break*") y garantizar las propiedades de aislamiento del dispositivo de conmutación en el estado abierto.

Cuando el dispositivo de conmutación está en un estado abierto, por un lado, debe aislarse la tensión nominal del sistema, pero, por otro lado, también tensiones transitorias de altas amplitudes que, por ejemplo, pueden activarse mediante el impacto de un rayo en el sistema. Cuando el dispositivo de conmutación pasa de estado cerrado al estado abierto y los contactos de los elementos conductores se separan, deben interrumpirse corrientes nominales o corrientes de cortocircuito que llevan a la aparición de picos de tensión transitorios a través del VI que están claramente por encima de las tensiones alternas-nominales del sistema.

Las altas tensiones en sistemas de vacío generan habitualmente electrones libres mediante procesos de emisión de campo cuando la intensidad de campo eléctrica es lo suficientemente alta. La aceleración de los electrones en los campos eléctricos altos aumenta la energía cinética de estos electrones, por ejemplo, hasta energías que superan algunas decenas o incluso centenas de KeV. La interacción de estos electrones de alta energía con las estructuras de carcasa lleva a la producción de radiación de rayos X de alta energía que puede abandonar el tubo de conmutación de vacío. Mientras que, en las condiciones habituales, la corriente de fuga dentro del tubo de conmutación de vacío es mínima y no genera porcentajes de radiación de rayos X considerables, pueden producirse circunstancias, por ejemplo, cuando se producen picos de tensión transitorios de amplitud elevada, en las que la radiación de rayos X que surge genera electrones libres en y/o cerca de la superficie externa del aislador. Estos electrones pueden acelerarse a través de los campos eléctricos sobre la superficie de aislador y en su proximidad, interferir en la distribución de campo eléctrica en zonas sensibles y llevar a una descarga disruptiva de gas, lo que lleva a un fallo en el funcionamiento del tubo de conmutación de vacío.

También, en casos en los que no existe ninguna radiación de rayos X constatable, por ejemplo, en aplicaciones de baja y media tensión, los campos eléctricos altos en zonas críticas del tubo de conmutación de vacío, por ejemplo, en la unión

del aislador y de las tapas de metal mediante soldadura (soldadura fuerte), pueden llevar a la expulsión de electrones, lo que lleva a una cantidad considerable de emisiones de campo. También estos electrones pueden interferir localmente en el campo eléctrico y llevar a una intensidad de campo adicional y/o a la multiplicación de carga mediante avalanchas de electrones que, a su vez, pueden tener como consecuencia la pérdida de la intensidad de aislamiento y/o de la resistencia de tensión del tubo de conmutación de vacío.

En las superficies internas del tubo de conmutación de vacío existen retos similares mientras debe resolverse un problema adicional. Mediante la interrupción de la corriente (corriente nominal como también corriente de cortocircuito) se vaporizan partes del material de contacto y se distribuyen dentro de la cámara de conmutación como vapor de metal caliente. Este vapor de metal puede depositarse sobre la superficie de aislador, y con el tiempo, crea una capa de metal conductora. Esta capa de metal, aunque solo sea débilmente conductora, puede interferir igualmente en el campo eléctrico fuera y dentro del tubo de conmutación de vacío, y con el tiempo, empeorar, por tanto, la resistencia a la tensión del tubo de conmutación de vacío. Si bien en este contexto se ha propuesto prever en la zona de contacto de los elementos conductores un elemento de protección, que puede estar compuesto igualmente de metal, para capturar las partículas de metal libres de los elementos conductores, sin embargo, también tiene una influencia sobre la distribución de campo dentro de la cámara de conmutación, pero también en el aislador.

Por los motivos mencionados, el aislador realizado, por lo general, de cerámica, debe ser capaz de resistir altas tensiones a través de su superficie, también cuando se presenta radiación de rayos X y electrones libres o, en algunos casos, incluso entonces cuando el aislador está contaminado por partículas de polvo que se adhieren electrostáticamente en la superficie externa del aislador. Como el aislador contribuye considerablemente en los costes de un tubo de conmutación de vacío (u otros dispositivos de conmutación), y también influye negativamente en los costes de otros elementos estructurales del tubo de conmutación de vacío (u otros dispositivos de conmutación) es necesario optimizar el aislador en cuanto a la intensidad dieléctrica máxima con un tamaño mínimo.

Este planteamiento del problema se ha resuelto hasta el momento al seleccionarse la geometría interna y externa del tubo de conmutación de vacío de tal modo que las intensidades de campo eléctrico esperadas no superen límites derivados empíricamente para una geometría determinada del tubo de conmutación de vacío. Como estos límites no pueden predecirse de manera precisa, en particular, para zonas de punto triple y cantos de metal afilados, el diseño de tubos de conmutación de vacío depende, no sólo de cálculos sobre el campo eléctrico durante el proceso de desarrollo, sino que requiere también una gran cantidad de optimización empírica. Esto se refiere también a la construcción de capas metálicas de las superficies internas del aislador que, como ya se ha mencionado, deben evitarse hoy en día, habitualmente, mediante el empleo de estructuras de protección (elementos de protección) dentro de la cámara de conmutación. No obstante, hoy en día, los depósitos del vapor de metal y su influencia en la intensidad dieléctrica del interruptor de vacío no pueden predecirse cuantitativamente con exactitud suficiente. Además, cabe señalar que los procesos de diseño mencionados llevan en su conjunto a una reducción de las propiedades de aislamiento de la estructura externa del tubo de conmutación de vacío claramente por debajo de la intensidad dieléctrica de aire y otros gases que rodean el tubo de conmutación de vacío, de modo que se requieren tamaños de aislador (longitud, tamaño) que no son óptimos en cuanto a los costes y al espacio constructivo. La adición de elementos de protección con respecto a los vapores de metal lleva a distorsiones de los campos eléctricos que aparecen durante el funcionamiento en el aislador, lo que puede llevar a campos intensos en determinados puntos y, por tanto, a una sobrecarga del aislador que pueden formarse mediante cargas que se crean en él. Sin embargo, también otras causas, como ya se ha representado, llevan a campos altos locales, de este modo, en el aislador de la carcasa del tubo de conmutación de vacío, siendo aplicables los problemas expuestos en la presente memoria también en otros dispositivos de conmutación además del tubo de conmutación de vacío mencionado a modo de ejemplo.

El documento JP 2004 265801 A da a conocer un dispositivo de conmutación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

La invención se basa, por tanto, en el objetivo de indicar un dispositivo de conmutación con una carcasa que comprende un aislador que, aunque pueda realizarse de manera sencilla, reduzca distorsiones del campo eléctrico en la zona del dispositivo de conmutación debido a cargas superficiales.

Para resolver este objetivo, está previsto un dispositivo de conmutación eléctrica del tipo mencionado al principio que se caracteriza por que la carcasa presenta, al menos, en un lado, preferiblemente en el lado externo, un recubrimiento resistivo de un material de matriz cargado con una carga, en donde la resistencia de superficie del recubrimiento se sitúa entre  $10^8$  y  $10^{12} \Omega$  con intensidad de campo de funcionamiento y el recubrimiento está unido de manera conductora con los elementos conductores, en particular, mediante tapas conductoras que obturan la carcasa en los extremos, que sujetan los elementos conductores, variando la resistencia de superficie a lo largo de la dirección de extensión de los elementos conductores, en donde se ha alcanzado la variación de la resistencia de superficie a lo largo de la dirección de extensión mediante el empleo de diferentes cargas y/o mediante variación de la concentración de la única carga.

A este respecto, el espectro de propiedades del recubrimiento se mejora preferiblemente también porque el exponente no lineal que describe la pendiente en la característica de corriente-tensión del recubrimiento, es menor de 6. La invención representada, en este caso, se basa en un recubrimiento especial que se aplica preferiblemente fuera en el aislador y puede aplicarse antes o durante el proceso de fabricación de la carcasa, por ejemplo, como un proceso de barnizado de

la carcasa compuesta de cerámica, o al final del proceso de fabricación mediante un tratamiento de inmersión, pulverización u otros procesos de aplicación adecuados, de modo que se forma un recubrimiento bien definido.

Para el ajuste de la resistencia de superficie deseada pueden tomarse medidas adecuadas ya en la fabricación, según las cuales, a través de una selección inteligente del tamaño de grano de la carga o de un material conductor o de un recubrimiento conductor de partículas de las que se compone la carga, puede alcanzarse una disminución de la resistencia de superficie, pudiendo alcanzarse a través de un dopaje adecuado también un aumento de la resistencia de superficie.

Un ejemplo conocido para una combinación de materiales que es adecuada en el marco de un recubrimiento, así se describe mediante el documento DE 198 39 285 C1. Si bien en el documento se trata de una cinta de protección contra efluvios, sin embargo, se ha demostrado que la combinación allí expuesta de un material de base y una carga inorgánica que presenta óxido de estaño también es adecuada para la fabricación de un recubrimiento en el marco de la presente invención para alcanzar las propiedades deseadas del recubrimiento.

Como ya se ha mencionado, las magnitudes que influyen en la resistencia / la conductividad del recubrimiento son, además de su grosor, la cantidad de dopaje, la concentración de la carga, la conductividad de la propia carga y el tamaño de partícula de la carga. El recubrimiento, por tanto, en su conjunto, aun en caso de una resistencia elevada, es básicamente conductor, lo que lleva, sin embargo, a que se aplique con una finalidad determinada una corriente de falta en el dispositivo de conmutación para optimizar su distribución de campo eléctrica en condiciones operativas. El recubrimiento conductor de la presente invención lleva a que se dispersen cargas superficiales que, de otro modo, se acumularían sobre el aislador y tendrían como consecuencia una distorsión del campo eléctrico. Mediante una selección inteligente de las propiedades, como ya se ha indicado, se forma una capa conductora extremadamente estable, resistente a la corrosión y reproducible con una resistencia de superficie deseada.

El recubrimiento de acuerdo con la invención permite, por tanto, una homogeneización de la distribución de campo sobre la superficie del aislador. A este respecto, el recubrimiento es óhmico en la mayor medida posible, lo que significa que presenta la menor dependencia posible de la tensión aplicada (y, por consiguiente, del campo eléctrico aplicado). Tal como ya se ha expuesto, se prefiere especialmente que el exponente no lineal que describe la pendiente en la característica de corriente-tensión del recubrimiento sea menor de 6. Esto es aplicable, por ejemplo, al óxido de estaño, SnO<sub>2</sub>, ya mencionado, pero también al carburo de silicio, SiC también mencionado, por consiguiente, también a las cargas correspondientes. El exponente de no linealidad mencionado que se designa generalmente como  $\alpha$ , se conoce en relación con resistencias dependientes de la tensión (varistores). En los varistores, de la característica de tensión-corriente se sabe que la resistencia disminuye con tensión creciente, lo que se describe mediante el exponente de no linealidad  $\alpha$ , como se arroja de la ecuación que lo define

$$I = KU^\alpha$$

, en la que I es la corriente, U la tensión, K una constante dependiente de la geometría y  $\alpha$  el exponente de no linealidad.

Las combinaciones de material de recubrimiento utilizan materiales cuyas propiedades de varistor destacan con más intensidad claramente, por ejemplo, cargas con óxido de zinc, ZnO. Esta clase de materiales tiene características de conmutación de relieve, muestra, por tanto, un comportamiento intenso no lineal por encima de un valor umbral determinado del campo eléctrico. En el marco de la aplicación de la presente invención esto llevaría a una interferencia en la distribución de campo, tan pronto como también solo una parte del recubrimiento supere este valor umbral, lo que ya incluso puede llevar a un mal funcionamiento del dispositivo de conmutación. También, los recubrimientos que emplean grafito como parte de la carga son más bien inadecuados para la aplicación descrita en este documento, dado que, en este caso, existe la desventaja de que la resistencia contra la corrosión, en particular, la resistencia contra la erosión por descargas parciales es claramente peor que en el caso de los materiales descritos mediante la presente invención; además, la conductividad de un recubrimiento así sería, claramente, demasiado alta, de modo que el calentamiento por resistencia que aparece dentro del recubrimiento conductor sería demasiado alto.

Al contrario que en estos ejemplos, las características blandas de la composición de material, tal como las reivindica la presente invención, sirven para una reducción gradual de las cargas de superficie que se acumularían de otro modo y/o llevaría a avalanchas de electrones cerca de la superficie, de modo que, por tanto, mediante el recubrimiento de acuerdo con la invención se evita una intensa distorsión de la distribución de campo eléctrica. Los electrones que se liberan mediante la radiación de rayos, acumulación de carga o avalanchas de electrones se eliminan, por tanto, rápidamente de la superficie del aislador de modo que se evitan en gran medida distorsiones de campo. Por consiguiente, la intensidad de campo eléctrico en la superficie del dispositivo de conmutación, por tanto, de la carcasa, es ahora muy homogénea, de lo que resulta, a su vez, una reducción del tamaño, en particular, de la longitud, y otras exigencias de geometría en el dispositivo de conmutación. El dispositivo de conmutación puede realizarse de manera asequible.

Tal como ya se ha expuesto, en este sentido, se utilizan composiciones de material con una finalidad determinada que no solo son fáciles de procesar, sino que también mediante sencillas modificaciones, pueden ajustarse a determinados valores de resistencia de superficie deseados. A este respecto, como ya se ha dicho, es preferible cuando la carga es o comprende óxido de estaño SnO<sub>2</sub> o carburo de silicio SiC. Si las propiedades de conductividad de estas sustancias deben adaptarse mediante un dopaje, una configuración preferida de la invención prevé que la carga sea o comprenda óxido de

estaño dopado con antimonio y/o carburo de silicio dopado con aluminio. A este respecto, puede estar previsto, por ejemplo, un dopaje de 0 a 15 mol% de antimonio (Sb) en óxido de estaño (SnO<sub>2</sub>).

Cabe mencionar también en este punto que estas combinaciones de material preferidas son adecuadas, especialmente, para intensidades de campo de funcionamiento en la zona del aislador de 100 a 1200 V/mm.

- 5 El material de matriz puede seleccionarse del grupo que comprende elastómeros, plásticos termoendurecidos, termoplásticos y cristal. De manera correspondiente, pueden seleccionarse los distintos procedimientos de recubrimiento para la fabricación del recubrimiento. Por tanto, el material de matriz puede estar configurado orgánico, por ejemplo, como un polímero, o inorgánico, por ejemplo, como cristal en el que se introduce la carga. A este respecto, es conveniente cuando la concentración de carga asciende del 10 a 90 % en peso, en particular, 40 a 60 % en peso. El intervalo preferido  
10 de 40 a 60 % en peso en el empleo de óxido de estaño sobre plaquitas de mica ("plaquetas") corresponde, a este respecto, a un porcentaje en volumen de, aproximadamente, 20 a 30 % en volumen.

- También el grosor del recubrimiento a este respecto influye en el grado de conductividad de superficie del recubrimiento; además, los recubrimientos más gruesos en determinadas combinaciones de material tienden a propiedades de resistencia de superficie más estables. En el marco de la presente invención, los grosores del recubrimiento de 100 µm a  
15 500 µm se han acreditado como convenientes.

- La carga puede estar compuesta de partículas de un tamaño de grano de 100 nm a 300 µm, preferiblemente 1 µm a 50 µm. Si se emplean partículas inorgánicas situadas en el margen de los micrómetros, por ejemplo, carburo de silicio, un material de base no es forzosamente necesario, pudiendo ser conveniente también, sin embargo, en particular, cuando  
20 se emplea una carga que comprende óxido de estaño SnO<sub>2</sub>, cuando las partículas son plaquitas de un material de base, en particular, mica, que están recubiertas con el material de resistencia que define las propiedades de resistencia, en particular, óxido de estaño SnO<sub>2</sub> o carburo de silicio SiC, preferiblemente, con un grosor de capa en el intervalo de 10 a 100 nm. Pueden emplearse, por tanto, plaquitas de mica (plaquetas de mica) que están revestidas con una carga de material semiconductor, en particular, óxido de estaño. Una alternativa al empleo de tales plaquitas es polvo de cuarzo. En particular, en el empleo de las plaquitas en las propiedades del recubrimiento también es importante la relación de los  
25 lados. Por ejemplo, en las plaquitas puede plantearse una relación de los lados menor o igual a cinco para ancho, respecto a altura. Si se emplea una carga con una relación de los lados marcada, es decir, por ejemplo, plaquitas, como ya se ha expuesto al principio, es posible, en particular, de forma favorable alcanzar una zona en la que la resistencia de superficie ya no dependa claramente de la concentración de la carga, lo que aumenta la reproducibilidad del recubrimiento.

- Una posibilidad adicional para la adaptación de la resistencia de superficie, en este caso concretamente, para aumentar la conductividad, es un tratamiento de superficie de las partículas, pudiendo estar previsto, por ejemplo, que las partículas estén revestidas hacia fuera por una capa eléctricamente conductora, en particular, óxido de titanio TiO<sub>2</sub>. Precisamente en tamaños de grano más pequeños y/o concentraciones menores, puede ser conveniente un recubrimiento conductor de este tipo, preferiblemente con óxido de titanio para producir las propiedades de conductividad deseadas y, por consiguiente, resistencias de superficie.

- De acuerdo con la invención, el uso de conocimientos básicos sobre la variación local de la resistencia de superficie lleva a mejores resultados, de modo que, por ejemplo, en zonas en las que se sabe que, por ejemplo, debido a otros componentes del dispositivo de conmutación aparecen, de todos modos, campos altos, puede seleccionarse una resistencia de superficie más baja para que las cargas se distribuyan más rápidamente que en zonas de intensidades de campo de funcionamiento más pequeñas. Como los dispositivos de conmutación generalmente están diseñados simétricos alrededor de la dirección de extensión de los elementos conductores (y por tanto, también la dirección de movimiento de, al menos, un elemento conductor móvil), la invención prevé que la resistencia de superficie haya variado a lo largo de la dirección de extensión de los elementos conductores, en particular, dependiendo de una modificación del campo eléctrico en condiciones operativas a lo largo de la dirección de extensión de los elementos conductores. Una variación de este tipo de la resistencia a lo largo de la dirección de extensión se alcanza mediante el empleo de diferentes cargas y/o mediante variación de la concentración de una única carga, para lo que ya se conocen técnicas de fabricación adecuadas en el estado de la técnica. La variación de la resistencia de superficie a lo largo de la dirección de extensión puede alcanzarse, adicionalmente, mediante una variación del grosor del recubrimiento. Así, por ejemplo, a través de la longitud del dispositivo de conmutación puede realizarse un curso determinado de la resistencia de superficie, ya sea mediante modificación del grosor del recubrimiento, mediante el uso de cargas diferentes con diferentes conductividades,  
50 cuya concentración respectiva varía a lo largo de la longitud del dispositivo de conmutación, ya sea mediante variación de la concentración de la única carga a través de la longitud del dispositivo de conmutación.

Así puede efectuarse una adaptación en cuanto a un conocimiento previo sobre la distribución del campo eléctrico durante el funcionamiento del dispositivo de conmutación.

- El dispositivo de conmutación puede estar configurado en particular como un tubo de conmutación de vacío. Si ahora, además, está previsto que el tubo de conmutación de vacío en la zona de contacto de los elementos conductores presente un elemento de protección que influye en el campo eléctrico en el aislador, dispuesto dentro de la cámara de conmutación y/o sujeto entre dos partes de carcasa de la carcasa para capturar partículas de metal libres de los elementos conductores, con frecuencia, mediante el elemento de protección (que también puede denominarse blindaje de vapor), también aparece una distorsión de campo que, mediante el empleo del recubrimiento en el marco de la presente invención, puede

homogeneizarse o compensarse notablemente y sus efectos, por ejemplo, acumulaciones de carga, pueden evitarse. Por ejemplo, en tales elementos de protección puede producirse un debilitamiento de la intensidad de campo de funcionamiento en la zona del elemento de protección mismo, es decir, detrás o junto al elemento de protección, mientras que pueden aparecer intensidades de campo de funcionamiento mayores siguiendo la longitud de extensión del elemento de protección en el aislador. Este conocimiento puede utilizarse también, como se acaba de exponer, para variar la resistencia de superficie dependiendo del lugar.

Ventajas y detalles adicionales de la presente invención resultan de los ejemplos de realización descritos a continuación, así como mediante el dibujo. A este respecto, muestran:

- 10 la figura 1 un dispositivo de conmutación de acuerdo con la invención de acuerdo con un primer ejemplo de realización,
- la figura 2 un posible curso de la resistencia de superficie a lo largo de la dirección de extensión de los elementos conductores, y
- la figura 3 un dispositivo de conmutación de acuerdo con la invención de acuerdo con un segundo ejemplo de realización.

15 La figura 1 muestra, en forma de un croquis esquemático, un primer ejemplo de realización de un dispositivo 1 de conmutación de acuerdo con la invención, en este caso, un tubo de conmutación de vacío. Una carcasa 3 compuesta, en este caso, por dos partes de cerámica en forma de tubo, es decir, aisladores 2, se obtura mediante tapas 4 metálicas y define una cámara 5 de conmutación hacia la que se conducen dos elementos conductores 6 configurados, por ejemplo, como pernos con contactos 7. El elemento conductor inferior en la figura 1 de los elementos conductores 6 está diseñado móvil de acuerdo con la flecha 8 y el equipo 9 de movimiento esbozado y puede desplazarse en la dirección 10 de extensión de los elementos conductores 6, que también forma el eje de simetría del dispositivo 1 de conmutación, para poner en contacto los contactos 7 o distanciarlos, mostrándose, en el presente caso, un estado abierto del dispositivo 1 de conmutación. Debido a la movilidad del elemento conductor 6 inferior, éste está acoplado a través de un fuelle 11 de metal a la tapa 4 metálica; en ambos lados, por tanto, las tapas metálicas 4 están conectadas de manera conductora con los elementos conductores 6.

Dentro de la cámara 5 de conmutación reina vacío, en el presente caso, con una presión  $< 10^{-8}$  pa.

Para no dejar llegar, por ejemplo, a los vapores metálicos que se forman durante la apertura del dispositivo 1 de conmutación a la superficie interna del aislador 2, en este caso, cerámica, en el presente caso, en la cámara 5 de conmutación está previsto un elemento 12 de protección metálico (blindaje de vapor) en la zona de contacto. Sin embargo, este elemento 12 de protección ahora causa también una distorsión del campo eléctrico, de modo que, en una zona 13 detrás de los elementos de protección, se presentaría un campo eléctrico menor durante el funcionamiento que en las zonas 14, donde pueden acumularse, por ejemplo, cargas y, por consiguiente, pueden causar distorsiones de campo adicionales que podrían cuestionar la capacidad funcional del dispositivo 1 de conmutación. Para contrarrestar esto, el lado externo del aislador 2 (y, por lo tanto, de la carcasa 3 en la zona del aislador 2) está provisto de un recubrimiento 15 resistivo que recubre toda la superficie externa del aislador 2 y, en ambos lados del dispositivo 1 de conmutación, establece un contacto conductor con las tapas 4, por ejemplo, mediante una unión soldada o similar. Por lo tanto, mediante el recubrimiento 15 resistivo, pero conductor, se da una unión conductora entre los elementos conductores 6, de modo que, si bien se forma una pequeña corriente de fuga que, sin embargo, debido a la alta resistencia del recubrimiento 15, en el presente caso, en el intervalo de  $10^{10} \Omega$ , no es esencial, no obstante, contribuye al ajuste de campo y a la eliminación de cargas superficiales. Tampoco son problemáticos para estas propiedades los campos demasiado altos, dado que el exponente de no linealidad que describe la pendiente en la característica de corriente-tensión del recubrimiento 15 es claramente menor de 6, en el presente caso, se sitúa en el intervalo de 4 a 4,5. Incluso en casos de picos de tensión transitorios se evitan, por tanto, descargas disruptivas.

El recubrimiento 15 está compuesto por una composición de material que, inicialmente, comprende un material de base, en el presente caso, cristal, en el que está previsto una carga. La carga está contenida hasta el 50 % en peso. La carga es óxido de estaño,  $\text{SnO}_2$ , que está aplicado como material de resistencia sobre plaquitas de mica que presentan una relación de los lados ancho respecto a altura menor de 5 y tamaños en el intervalo de 1 a 50  $\mu\text{m}$ . El grosor de la capa de material de resistencia sobre la plaquita se sitúa entre 10 y 100 nm, ascendiendo el grosor total del recubrimiento 15, en este caso, a 250  $\mu\text{m}$ .

50 Son concebibles ejemplos de realización en los que el material de resistencia todavía está dopado, en el ejemplo descrito en este caso, de óxido de estaño ( $\text{SnO}_2$ ) con antimonio (Sb), pudiendo realizarse el dopaje, en este caso, con de 0 a 15 % en moles. Otra configuración prevé que, adicionalmente, se aplique también óxido de titanio,  $\text{TiO}_2$ , sobre las plaquitas cuando la conductividad deba aumentarse.

De acuerdo con la invención, está previsto aprovechar el conocimiento previo para realizar una variación de la resistencia de superficie dependiendo de la posición en la dirección 10 de extensión, es decir, dirección longitudinal del dispositivo 1 de conmutación, de modo que, por ejemplo, en la zona 13 detrás del elemento 12 de protección puede presentarse una resistencia de superficie más alta que en las zonas 14. Esto, se representa, esquemáticamente, en la figura 2, que muestra

la resistencia de superficie  $R_{??}$  frente a la posición I en la dirección 10 de extensión, así como las zonas 13 y 14. Se distingue que el curso 16 de la resistencia de superficie en la zona 13 muestra una subida.

5 Algo semejante puede alcanzarse mediante el empleo de dos cargas diferentes con diferente conductividad y variación de sus concentraciones a lo largo de la dirección 10 de extensión, o también mediante el empleo de una única carga y variación de su concentración en la dirección 10 de extensión. Además, la variación de la resistencia de superficie a lo largo de la dirección de extensión 10, puede alcanzarse, adicionalmente, mediante una variación del grosor del recubrimiento 15.

10 La figura 3 muestra un segundo ejemplo de realización ligeramente modificado de un dispositivo 1' de conmutación de acuerdo con la invención, de nuevo, de un tubo de conmutación de vacío. Para simplificar los componentes con la misma función, están provistos de las mismas referencias.

15 Como puede verse, la carcasa 3 consta de nuevo de dos aisladores 2, es decir, partes de cerámica en forma de tubo que, en este caso, sin embargo, están separados, dado que entre ellos en la zona de contacto 13 está sujeto el elemento 12 de protección que presenta un radio mayor en correspondencia. El recubrimiento 15 se extiende en cada caso a lo largo del lado externo de los aisladores 2 y no sólo está unido con las tapas 4 de manera conductora, sino en correspondencia naturalmente también con el elemento 12 de protección (metálico).

Cabe señalar también que puede emplearse igualmente carburo de silicio (SiC) como alternativa para óxido de estaño, prefiriéndose entonces aluminio (Al) como material de dopaje, si allí debe preverse también un dopaje.

20 Aunque la invención se ha ilustrado y descrito con detalle mediante el ejemplo de realización preferido, la invención no está limitada a los ejemplos divulgados y el experto en la materia puede derivar a partir de estos, otras variantes sin abandonar el alcance de protección de la invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Dispositivo (1, 1') de conmutación eléctrica, que presenta, al menos, dos elementos conductores (6) que pueden entrar en contacto y pueden separarse a través de un equipo (9) de movimiento y una carcasa (3) de un aislador (2) que define una cámara (5) de conmutación, que rodea los elementos conductores (6) al menos parcialmente, en donde la carcasa (3), al menos, en un lado presenta un recubrimiento resistivo (15) de un material de matriz cargado con una carga, en donde la resistencia de superficie del recubrimiento (15) se sitúa entre  $10^8$  y  $10^{12}$  Ohm en una intensidad de campo de funcionamiento y está unido, de manera conductora, con los elementos conductores (6), en donde la resistencia de superficie a lo largo de la dirección de extensión (10) de los elementos conductores (6) varía, caracterizado porque la variación de la resistencia de superficie a lo largo de la dirección (10) de extensión se ha alcanzado mediante el empleo de diferentes cargas y/o mediante variación de la concentración de la única carga.
2. Dispositivo de conmutación según la reivindicación 1, caracterizado porque el exponente no lineal que describe la pendiente en la característica de corriente-tensión del recubrimiento (15) es menor de seis.
3. Dispositivo de conmutación según la reivindicación 1 o 2, caracterizado porque la carga es o comprende óxido de estaño  $\text{SnO}_2$  o carburo de silicio SiC.
4. Dispositivo de conmutación según la reivindicación 3, caracterizado porque la carga es o comprende óxido de estaño dopado con antimonio y/o carburo de silicio dopado con aluminio.
5. Dispositivo de conmutación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el material de matriz está seleccionado del grupo que comprende elastómeros, plásticos termoendurecidos, termoplásticos y cristal y/o porque la concentración de carga asciende de 10 a 90 % en peso, en particular, 40-60 % en peso.
6. Dispositivo de conmutación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el recubrimiento (15) presenta un grosor de 100  $\mu\text{m}$  a 500  $\mu\text{m}$ .
7. Dispositivo de conmutación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la carga consta de partículas de un tamaño de grano de 100 nm a 300  $\mu\text{m}$ , en particular, 1  $\mu\text{m}$  a 50  $\mu\text{m}$ .
8. Dispositivo de conmutación según la reivindicación 7, caracterizado porque las partículas son plaquitas de un material de base, en particular, mica, que están recubiertas con el material de resistencia que define las propiedades de resistencia, en particular, óxido de estaño  $\text{SnO}_2$  o carburo de silicio SiC, preferiblemente con un grosor de capa en el intervalo de 10 a 100 nm, y/o las partículas están revestidas hacia fuera por una capa eléctricamente conductora, en particular, óxido de titanio  $\text{TiO}_2$ .
9. Dispositivo de conmutación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la resistencia de superficie a lo largo de la dirección (10) de extensión varía, dependiendo de una modificación del campo eléctrico en condiciones operativas a lo largo de la dirección (10) de extensión de los elementos conductores (6).
10. Dispositivo de conmutación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la variación de la resistencia de superficie a lo largo de la dirección (10) de extensión se alcanza, adicionalmente, mediante una variación del grosor del recubrimiento (15).
11. Dispositivo de conmutación según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está configurado como un tubo de conmutación de vacío.
12. Dispositivo de conmutación según la reivindicación 11, caracterizado porque el tubo de conmutación de vacío en la zona de contacto de los elementos conductores (6) presenta un elemento (12) de protección que influye en el campo eléctrico en el aislador, dispuesto dentro de la cámara (5) de conmutación y/o sujeto entre dos partes de carcasa de la carcasa (3) para capturar partículas de metal libres de los elementos conductores (6).

FIG 1

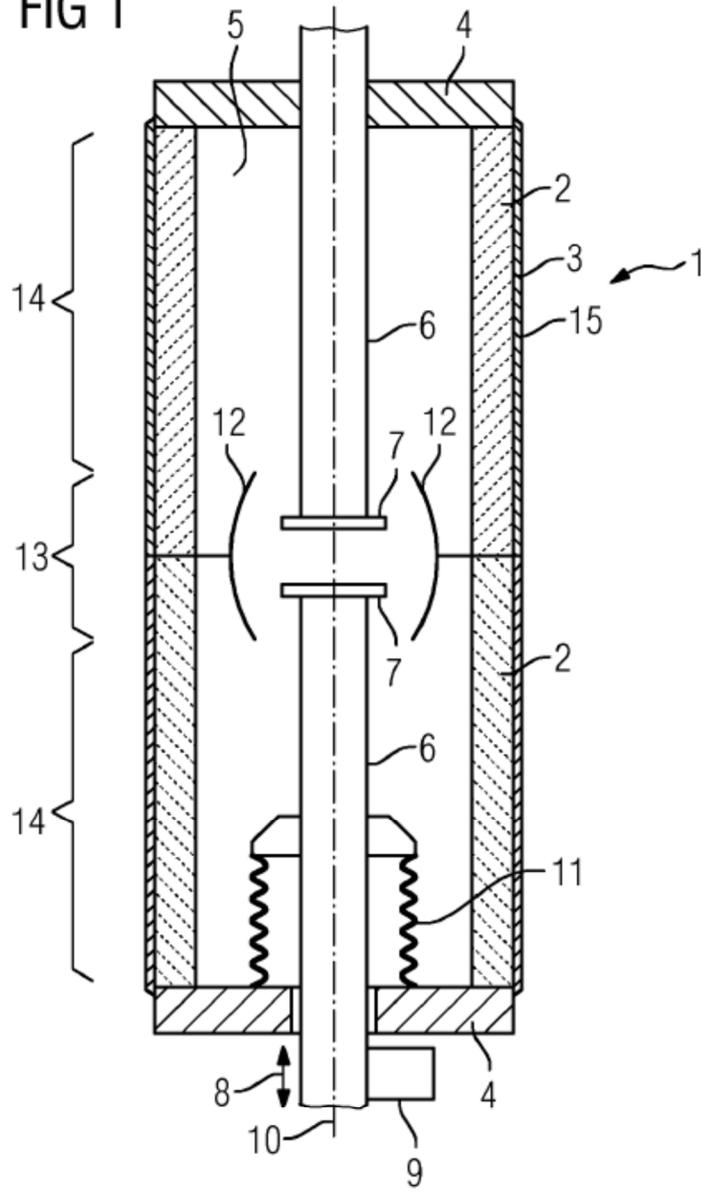


FIG 2

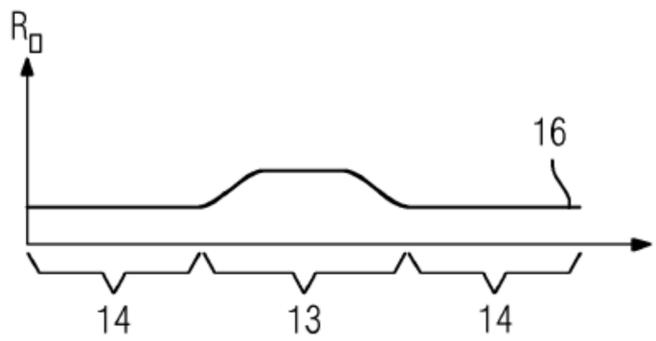


FIG 3

