

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 994 802**

51 Int. Cl.:

**H01H 33/662** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2020** **E 20214203 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.10.2024** **EP 4016576**

54 Título: **Equipo de conexión eléctrica para aplicaciones de media y/o alta tensión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**31.01.2025**

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.00%)**  
**Werner-von-Siemens-Straße 1**  
**80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**KOLETZKO, MARTIN;**  
**LANG, STEFFEN y**  
**RITBERG, IGOR**

74 Agente/Representante:

**LOZANO GANDIA, José**

**ES 2 994 802 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

Equipo de conexión eléctrica para aplicaciones de media y/o alta tensión

5 La invención se refiere a un equipo de conexión eléctrica, en particular para aplicaciones de media y/o alta tensión, que comprende al menos dos elementos conductores que pueden tomar contacto y que pueden distanciarse mediante un dispositivo de desplazamiento y una carcasa que define una cámara de conexión compuesta por uno o varios aisladores, pudiendo estar realizadas piezas de la cámara de conexión de metal, usualmente en la proximidad de la separación de contactos y dos tapas, con preferencia metálicas, que cierran axialmente la carcasa.

10 El documento WOO2097839 da a conocer un equipo de conexión según el preámbulo de la reivindicación 1.

15 En aplicaciones de media y/o alta tensión, es decir, en general para tensiones superiores a 1 kV, se requieren equipos de conexión más complejos, debido a las altas tensiones, que sean capaces de soportar los campos eléctricos que se generan, que sean lo más resistentes posible frente a efectos de degradación y que también eviten descargas fuera de la propia cámara de conexión.

20 Un ejemplo clásico de ello son los interruptores de potencia de vacío (vacuum circuit breakers -VCB), que como componentes constituyen el núcleo en la transmisión y distribución de energía, en particular en sus sistemas de conexión. Los mismos cubren una gran parte de las aplicaciones de conexión de media tensión, es decir, de las aplicaciones de conexión por ejemplo en la gama de 1 kV a 52 kV, así como una parte relevante en sistemas de baja tensión. También aumenta su utilización en sistemas de transmisión de alta tensión, por ejemplo para tensiones superiores a 52 kV. Mientras que un VCB está cerrado la mayor parte del tiempo, previendo por lo tanto una toma de contacto entre los elementos conductores, su principal misión es la interrupción de corrientes eléctricas en sistemas de corriente alterna en condiciones nominales, por lo tanto en particular para conectar y desconectar intensidades de corriente nominales, pero con preferencia para interrumpir corrientes eléctricas en situaciones de falta, en particular para interrumpir cortocircuitos y proteger el sistema. Otras aplicaciones incluyen la simple conexión y desconexión de corrientes de carga utilizando elementos conductores de toma de contacto, que suelen utilizarse en sistemas de baja y media tensión.

30 El interruptor de vacío (VI, tubo interruptor de vacío) es el elemento central de un VCB. Un tubo interruptor de vacío suele tener un par de contactos, formados por los correspondientes elementos conductores, de los cuales al menos uno puede moverse mediante un dispositivo de desplazamiento, para poder realizar los estados de apertura y cierre del equipo de conexión. Usualmente se mueve entonces un elemento conductor axialmente respecto al otro elemento conductor fijo. Los contactos pueden estar fabricados a partir de pernos conductores de la corriente, en particular compuestos por metal, que proporcionan la conducción tanto de la corriente eléctrica como también del calor, así como los medios mecánicos para sujetar y/o mover los contactos.

40 Un VI incluye además una carcasa estanca al vacío y el citado dispositivo de desplazamiento y puede comprender además un fuelle metálico, que está unido por un lado con la carcasa y por el otro lado con el elemento conductor móvil, en particular con el perno móvil. La carcasa se constituye esencialmente mediante un componente aislante, es decir, un aislador, por ejemplo un tubo cerámico, que a través de elementos de unión está unido con los elementos conductores, utilizándose por ejemplo tapas metálicas o similares, que para cerrar la cámara de conexión cierran el componente aislante en dirección axial. Dentro de la cámara de conexión reina un alto vacío permanente, inferior a  $10^{-4}$  hPa ó  $10^{-4}$  mbar. El vacío es necesario para asegurar las operaciones "make-break" (de cierre y apertura) y garantizar las características de aislamiento del equipo de conexión cuando está abierto.

50 Cuando el equipo de conexión está abierto, debe aislarse por un lado la tensión nominal del sistema, pero por otro tensiones de choque de gran amplitud, que por ejemplo pueden desencadenarse debido a la caída de un rayo en el sistema. Cuando el equipo de conexión pasa del estado de cerrado al estado de abierto, distanciándose con ello los contactos de los elementos conductores, deben interrumpirse intensidades de corriente nominales o corrientes de cortocircuito, que originan la aparición de puntas de tensión transitorias a través del VI, que son claramente superiores a las tensiones alternas nominales del sistema.

55 Las altas tensiones en sistemas de vacío generan usualmente electrones libres mediante procesos de emisión de campo, cuando la intensidad del campo eléctrico es suficientemente alta. La aceleración de los electrones en los campos eléctricos fuertes aumenta la energía cinética de estos electrones, por ejemplo hasta energías superiores a algunas decenas o incluso cientos de KeV. La interacción de estos electrones de alta energía con las estructuras de las carcasas origina la producción de rayos X (radiación roentgen) de alta energía, que abandonan los tubos interruptores de vacío. Mientras que bajo condiciones usuales la corriente de defecto dentro del tubo interruptor de vacío es mínima y no genera ningún componente de radiación roentgen apreciable, pueden presentarse circunstancias por ejemplo cuando surgen puntas de tensión transitorias de gran amplitud, en las cuales la radiación roentgen que resulta genera electrones libres en y/o en las proximidades de la superficie exterior del aislador. Estos electrones pueden acelerarse debido a los campos eléctricos sobre la superficie del aislador y en sus proximidades, que distorsionan la distribución

del campo eléctrico en zonas sensibles y provocan la descarga a través del gas, dando lugar a un fallo en el funcionamiento del tubo interruptor de vacío.

5 También en casos en los que no existe ninguna radiación roentgen detectable, por ejemplo en aplicaciones en baja y media tensión, pueden dar lugar los elevados campos eléctricos en zonas críticas del tubo interruptor de vacío, por ejemplo en la unión del aislador y las tapas metálicas mediante soldadura (soldadura dura) a la expulsión de electrones, lo que origina una cantidad significativa de emisión de campo. También estos electrones pueden perturbar localmente el campo eléctrico y amplificar adicionalmente el campo y/o multiplicar la carga mediante avalanchas de electrones, que a su vez pueden originar la pérdida de la resistencia del aislamiento y/o de la resistencia a la tensión de los tubos interruptores de vacío.

15 Para las superficies interiores del tubo interruptor de vacío existen exigencias similares, mientras ha de resolverse un problema adicional. Debido a la interrupción de la corriente eléctrica (corriente nominal, así como también corriente de cortocircuito), se vaporizan partes del material de contacto y se distribuyen dentro de la cámara de conexión como vapor metálico caliente. Este vapor metálico puede depositarse sobre la superficie del aislador y constituye con el tiempo una capa metálica conductora. Esta capa metálica, aun cuando sólo es débilmente conductora, puede perturbar igualmente el campo eléctrico fuera y dentro del tubo interruptor de vacío y con ello empeorar a lo largo del tiempo la resistencia a la tensión del tubo interruptor de vacío. Ciertamente se ha propuesto en este contexto prever en la zona de toma de contacto de los elementos conductores un elemento de pantalla, que igualmente puede estar compuesto por metal, para capturar partículas metálicas libres de los elementos conductores, pero que también tiene una influencia sobre la distribución del campo dentro de la cámara de conexión y también en el aislador.

25 Por las razones citadas, la carcasa de la cámara de conexión, en particular también el aislador que suele estar realizado de cerámica, deben estar en condiciones de soportar altas tensiones a través de la correspondiente superficie, incluso cuando exista radiación roentgen y electrones libres o bien, en algunos casos, incluso cuando el aislador esté sucio debido a partículas de polvo, que se han depositado electrostáticamente sobre la superficie exterior del aislador. Puesto que el aislador contribuye significativamente a los costes de un tubo interruptor de vacío (u otros equipos interruptores) y también influye negativamente sobre los costes de otros elementos estructurales del tubo interruptor de vacío (u otros equipos interruptores), es necesario optimizar la carcasa en cuanto a la máxima rigidez dieléctrica con un tamaño mínimo de los componentes.

35 Esta problemática se resolvió hasta ahora eligiendo la geometría interior y la exterior del tubo interruptor de vacío de forma tal que las intensidades del campo eléctrico esperadas no superen límites deducidos empíricamente para una determinada geometría del tubo interruptor de vacío. Puesto que estos límites no pueden predecirse con exactitud, en particular para zonas de punto triple y/o bordes metálicos afilados, no depende el diseño de tubos interruptores de vacío solamente de cálculos relativos al campo eléctrico durante el proceso de desarrollo, sino que se necesita también bastante optimización empírica. Esto se refiere también a la estructura de capas metálicas de las superficies interiores del aislador, las cuales, tal como se ha indicado, deben evitarse hoy en día usualmente utilizando estructuras de pantalla (elementos de pantalla) dentro de la cámara de conexión. No obstante, los depósitos del vapor metálico y su influencia sobre la rigidez dieléctrica del interruptor de vacío VI no pueden predecirse hoy en día cuantitativamente de una forma suficientemente exacta.

45 Además hay que señalar que los citados procesos de diseño en su conjunto originan una reducción de las características de aislamiento de la estructura exterior del tubo interruptor de vacío, claramente por debajo de la rigidez dieléctrica del aire o de otros gases que rodean los tubos interruptores de vacío, con lo cual se necesitan tamaños de carcasa y/o tamaños del aislador que en cuanto a longitud y/o diámetro no son óptimos en cuanto a costes y tamaño constructivo. La adición de elementos lubricantes con respecto a los vapores metálicos origina distorsiones de los campos eléctricos, que se presentan durante el funcionamiento en el aislador, lo cual puede originar campos intensos en determinados lugares y con ello una sobrecarga del aislador, que originan las cargas que allí se forman. Pero también otras causas, tal como se ha expuesto, conducen a campos localmente elevados como los indicados en el aislador de la carcasa del tubo interruptor de vacío, presentándose entonces los problemas aquí expuestos también en otros equipos de conexión, como por ejemplo interruptores de gas, además de los tubos interruptores de vacío citados a modo de ejemplo.

55 Ciertamente por lo general los VIs conocidos están realizados en gran medida simétricos respecto a un plano central imaginario del tubo, para minimizar el número de componentes distintos y la complejidad de la estructura. Pero el entorno real del tubo suele distorsionar el campo eléctrico fuertemente, con lo cual zonas del tubo están fuertemente electrificadas, en el sentido de una elevada intensidad media del campo eléctrico.

60 Existe por lo tanto la necesidad de cumplir mediante la concepción del equipo de conexión las distintas exigencias en cuanto a la rigidez dieléctrica, como elevadas tensiones de choque de rayos con flancos de conexión transitorios fuertes, por ejemplo de 1,2  $\mu\text{s}$  de tiempo de subida y un flanco de retorno exponencialmente descendente con una constante de tiempo de 50  $\mu\text{s}$ , tensiones nominales de frecuencia básica de 50 Hz o 60 Hz con componentes armónicos

hasta la zona de los kHz, así como la denominada tensión alterna nominal soportada a 50/60 Hz para amplitudes de la tensión que incluso duplican la tensión nominal, para hasta un minuto de duración de la carga,.

5 Por lo tanto es objetivo de la presente invención especificar un equipo de conexión con un aislador - con preferencia con forma cilíndrica - y carcasa que incluye tapas axiales de cierre, que tienen una gran resistencia a la tensión con un tamaño constructivo mínimo, así como costes mínimos de fabricación, en particular un equipo de conexión que especialmente en las zonas muy cargadas eléctricamente, tal como se ha explicado antes, de la carcasa, muestre una rigidez dieléctrica mejor. Este objetivo se logra mediante el objeto de la presente invención, tal como se publica en la descripción, las figuras y las reivindicaciones.

10 Por consiguiente, es objeto de la presente invención un equipo de conexión eléctrica según la reivindicación 1.

15 Se denomina "permitividad" la capacidad de polarización de un material debido a campos eléctricos. La permitividad es una propiedad material de compuestos polares o no polares eléctricamente aislantes, que sólo se manifiesta cuando estos compuestos están sometidos a un campo eléctrico.

El material matricial puede elegirse a partir del grupo que incluye elastómeros, duroplásticos, termoplásticos y/o vidrio. En correspondencia pueden elegirse los distintos procedimientos de recubrimiento para fabricar el recubrimiento.

20 El material matricial se aplica con preferencia como barniz, en particular en forma de barniz húmedo o barniz en polvo. Son concebibles otros procedimientos de aplicación, como pulverización, baño de inmersión, moldeo, etc., que desde luego no están a la vanguardia de la investigación tecnológica actual.

25 Una gran ventaja de la aplicación como barniz en polvo y/o barniz húmedo es la ausencia de poros en el recubrimiento de control refractivo fabricado. Una tal ausencia de poros también se obtiene mediante moldeo, pero en particular se resiente entonces por lo general la homogeneidad del recubrimiento, en particular en los bordes.

30 En la aplicación como barniz húmedo, incluye el mismo por lo general disolventes, que una vez secado el barniz no están presentes, o sólo en pequeñas cantidades, en el material matricial.

Según una variante de realización ventajosa, la matriz está formada por un material matricial polimérico, por ejemplo una resina polimérica, que existe en forma de un aglutinante polimérico.

35 Se denomina "matriz polimérica" a un polímero o un aglutinante polimérico. La matriz polimérica incluye en particular una resina o una mezcla de resinas, como resina epoxi, elastómero de silicona, resina de siloxano, resina de silicona, alcohol polivinílico, poliésterimida y plásticos duroplásticos o termoplásticos, así como cualesquiera combinaciones, copolímeros, mezclas (blends) y mezclas de las resinas y/o plásticos antes citados. La matriz polimérica puede estar rellena o no rellena como recubrimiento de una permitividad de  $\epsilon_r \geq 2$ . Con preferencia se encuentran en la matriz sustancias de relleno con una permitividad mayor que la del aire, en particular sustancias de relleno aislantes dieléctricamente refractivas, como sustancias de relleno cerámicas, que son polares y/o pueden polarizarse fácilmente en el campo eléctrico.

45 Con preferencia se eligen los materiales para la o las sustancias de relleno de entre los materiales cerámicos de clase 1, que cumplen elevadas exigencias en cuanto a la estabilidad y cuyas permitividades dependen muy poco de la temperatura y de la intensidad de campo. A ellas pertenecen por ejemplo compuestos como titanatos seleccionados, que tienen coeficientes de temperatura pequeños reproduciblemente bajos, así como pocas pérdidas dieléctricas. Su permitividad es bastante independiente de la intensidad de campo, lo cual es ventajoso para la aplicación de la que aquí se trata.

50 Los materiales cerámicos procedentes según la invención para la o las sustancias de relleno tienen permitividades relativas  $\epsilon_r$  en la gama de

$$\epsilon_r \geq 2 \text{ a } \epsilon_r \leq 200, \text{ preferiblemente de } \\ \epsilon_r \geq 10 \text{ a } \epsilon_r \leq 100.$$

55 Preferiblemente pueden obtenerse materiales de relleno a partir de un material de la gama de la cerámica de condensadores, usual en el mercado y por lo tanto relativamente económico y obtenible en cantidades suficientes. En particular proceden al respecto los materiales que muestran una evolución casi lineal con la temperatura de la capacidad del condensador. Por ejemplo se encuentran los mismos en forma de una o varias cerámicas, en particular cerámicas con nitruro metálico, carburo metálico, boruro metálico y/u óxidos metálicos como dióxido de titanio, óxido de aluminio, compuestos elegidos de cerámica que contiene titanato, son igualmente adecuados debido a su permitividad independiente de la intensidad de campo. En particular son adecuados, además de óxidos mixtos, como el titanato y/o mezclas de diversos óxidos metálicos, también óxidos de aleaciones metálicas en cualquier combinación con todos los

materiales antes citados para materiales de relleno que muestran permitividad bastante independiente de la intensidad de campo.

5 Por ejemplo es adecuado como material para una tal sustancia de relleno una mezcla de paraeléctricos finamente molidos como el dióxido de titanio con aditivos de magnesio (Mg), zinc (Zn), circonio (Zr), niobio (Nb), tántalo (Ta), cobalto (Co) y/o estroncio (Sr). Mencionaremos aquí a modo de ejemplo los siguientes compuestos:  $MgNb_2O_6$ ,  $ZnNb_2O_6$ ,  $MgTa_2O_6$ ,  $ZnTa_2O_6$ , como por ejemplo por ejemplo  $(ZnMg)TiO_3$ ,  $(ZrSn)TiO_4$  y/o  $Ba_2Ti_9O_{20}$ , así como cualesquiera combinaciones y mezclas de los citados compuestos.

10 Cuando se aplica en forma de barniz en polvo, están contenidos posiblemente en las cantidades tradicionalmente reconocidas como ventajosas, aditivos usuales, como endurecedores, aceleradores y/u otros aditivos. Tanto los duroplásticos como también los termoplásticos pueden aplicarse en forma de un barniz en polvo.

15 Entonces se tiene un endurecedor cuando tiene lugar una polimerización aditiva. Un acelerador, iniciador y/o catalizador se utiliza en todos los casos en los que se endurece una resina.

20 El material matricial se aplica por lo general durante, pero con preferencia después de la fabricación de la carcasa. Por ejemplo se aplica la capa de control refractivo, que se genera recubriendo el material matricial, mediante pulverización, espátula, inmersión, pincelado y/u otros métodos que permiten un recubrimiento delgado homogéneo, en particular lo más homogéneo posible y con la mayor ausencia de poros posible.

El método de aplicación se realiza entonces preferentemente de forma automática.

25 El revestimiento de control refractivo es con preferencia un recubrimiento relleno de uno o varios materiales matriciales, que puede estar formado orgánicamente por ejemplo en forma de un polímero, o inorgánicamente, por ejemplo como vidrio, en el que está alojado el material de relleno.

30 La cantidad de material de relleno en el recubrimiento de control refractivo puede variar dentro de amplios límites. Así puede realizarse una cantidad de material de relleno del 1% en volumen, es decir, de material matricial casi sin rellenar con una refracción relativamente pequeña, que prácticamente sólo viene provocada por barrera dieléctrica que forma el material matricial, hasta un relleno del 70% en volumen en el recubrimiento. La gama preferida de cantidad de material de relleno se encuentra entonces entre 20% y 60% en volumen, en particular entre 30% en volumen y 40% en volumen de relleno en el material matricial.

35 Las partículas de material de relleno del recubrimiento de control refractivo no tienen ninguna forma preferida y pueden estar alojadas en cualesquiera forma y tamaños en la matriz. Por ejemplo las partículas de material de relleno se encuentran irregularmente tras la correspondiente molienda.

40 Para el procesamiento son adecuados barnices rellenos, cuyas partículas se aproximan lo más posible a una forma esférica, mejor que otras formas, porque entonces la superficie específica es la mínima y con ello, a igualdad de grado de relleno, se logra una viscosidad de procesamiento lo más pequeña posible.

45 El tamaño de los materiales de relleno puede variar. Pueden existir diversas fracciones de material de relleno en el material de relleno. La carcasa puede estar dotada en diversas zonas de diversos recubrimientos rellenos.

En recubrimientos más gruesos y/o con determinadas combinaciones de material, se produce una refracción más fuerte de las líneas de campo que en otros. La magnitud de la permitividad y el grosor del recubrimiento de control refractivo aplicado, determinan entonces en qué medida se uniformiza el campo eléctrico.

50 En el contexto de la presente invención se ha comprobado que son convenientes grosores del revestimiento de control refractivo de 10  $\mu m$  a 5 mm, con preferencia en la gama entre 100  $\mu m$  y 3 mm, con particular preferencia en la gama entre 50  $\mu m$  y 2 mm.

55 En el presente caso se utiliza la permitividad del recubrimiento según una forma de realización de la invención - con o sin relleno - para que en base a la permitividad superior a la de la superficie no recubierta, se vea impulsado el campo eléctrico a alejarse de la superficie de la carcasa de la cámara de conexión, reduciéndose así aumentos excesivos locales del campo. Esto se describe y representa esquemáticamente de nuevo en la figura 2.

60 Sin la capa de control refractivo, existiría usualmente en la superficie de la carcasa un gas aislante como nitrógeno, aire o hexafluoruro de azufre. Todos estos gases tienen una permitividad relativamente pequeña. El aire por ejemplo tiene una permitividad  $\epsilon_r = 1,00059$ . Un recubrimiento de un plástico como una resina tiene por el contrario una permitividad de al menos el valor doble  $\epsilon_r = 2$ . Por ejemplo la resina de silicona de hasta aproximadamente  $\epsilon_r = 9$ . Esto se refiere a la resina endurecida

Mediante el recubrimiento de control refractivo aquí propuesto se fracturan las líneas de campo salientes según el control del campo refractivo - fractura = refracción - porque el desplazamiento del campo desde el material con una constante dieléctrica más alta hacia el material con una constante dieléctrica más baja, dificulta la penetración del campo en el de mayor permitividad, ya que el campo eléctrico es forzado a alejarse del borde o del punto triple.

5

Como punto triple se denomina por ejemplo la zona de la carcasa en la que confluyen un electrodo metálico, un aislador sólido y un aislador gaseoso, en este caso el gas circundante.

10

Según una forma de realización ventajosa, está aplicado el recubrimiento de control refractivo al menos sobre uno de los lados de toma de contacto de la carcasa, al menos parcialmente. Esto es así en particular porque el recubrimiento de control refractivo es a la vez una barrera dieléctrica que, cuando se aplica sobre el electrodo metálico, dificulta claramente la salida de los electrones del metal. O bien, con otras palabras, la barrera dieléctrica desplaza la descarga eléctrica entre los electrodos hacia tensiones más altas. Mediante el desplazamiento refractivo del campo lo desplaza aún más hacia tensiones más altas.

15

Con preferencia está previsto el recubrimiento de control refractivo sobre ambas tapas metálicas de la carcasa, que cierran axialmente el cuerpo del aislador - preferiblemente cilíndrico - para formar la cámara de conexión, total o parcialmente, además de la aplicación sobre el cuerpo del aislador.

20

El recubrimiento de control refractivo cubre así la carcasa total o parcialmente o bien en zonas elegidas. El recubrimiento de control refractivo está aplicado por ejemplo directamente sobre la superficie de la carcasa, o también por ejemplo sobre una capa inferior, como por ejemplo una capa resistiva, según el documento EP 3146551 B1.

25

Una capa inferior, a la que se aplica el recubrimiento de control refractivo, puede ser tanto otra capa de control refractivo como también otra, en particular una capa resistiva según el documento EP 3146551 B1, pero con preferencia también, a diferencia de esto, una capa resistiva-capacitiva.

30

Con preferencia la capa inferior es entonces una capa más delgada que la superior, con lo que los grosores de capa aumentan desde dentro hacia fuera sobre la superficie exterior de la carcasa.

35

En un recubrimiento sobre una capa inferior resistiva, está previsto en particular que los materiales matriciales de los correspondientes recubrimientos sean compatibles entre sí. Con preferencia por ejemplo los materiales matriciales son al menos inertes entre sí, pero ventajosamente pueden mezclarse entre sí y/o uno dentro de otro de cualquier forma. Es muy preferible que los materiales matriciales de diversas capas - es decir, por ejemplo el material matricial de un recubrimiento de control refractivo según un ejemplo de realización de la presente invención y el material matricial de un recubrimiento resistivo según el documento EP 3146551 B1 - tengan la misma composición química o similar.

40

Los recubrimientos pueden estar previstos también combinados en forma de apilamiento de capas, estando previsto un recubrimiento resistivo según el documento EP 3146551 B1 con preferencia sobre las zonas aislantes de la carcasa del equipo de conexión, como por ejemplo sobre un cilindro cerámico y estando previsto por el contrario el recubrimiento de control refractivo en particular sobre las tapas de la carcasa, es decir, en las zonas de toma de contacto. Ambos recubrimientos pueden no obstante extenderse de cualquier forma uno sobre otro y en particular también por todas las zonas de la carcasa exteriormente.

45

Todas las capas del revestimiento total de la carcasa cubren las partes respectivas de la carcasa total o parcialmente, pero por fuera.

50

Como especialmente adecuadas, citemos aquí por ejemplo las formas de realización en las cuales el recubrimiento de control refractivo no está aplicado sobre la carcasa en toda su superficie, sino que sólo cubre parcialmente la carcasa. Al respecto se prefiere en particular que el recubrimiento de control refractivo esté aplicado sobre las tapas, en particular sobre las tapas metálicas y/o sobre los bordes que forman las tapas con el cuerpo del aislador.

55

También aquí está previsto en particular con preferencia que el recubrimiento de control refractivo se extienda además hasta más allá del borde, formando un borde, por ejemplo también sobre la superficie del cuerpo del aislador.

60

Al respecto es irrelevante si el propio cuerpo del aislador está recubierto, por ejemplo dotado de un recubrimiento resistivo, o no.

Son concebibles todas las combinaciones posibles de capas de recubrimiento sobre la carcasa, en particular de recubrimientos correspondientes al recubrimiento resistivo del que aquí se trata según el documento EP 3146551 B1 por un lado y un recubrimiento de control refractivo según una forma de realización de la presente invención por otro lado, por ejemplo

- que la capa resistiva inferior cubra completamente toda la carcasa y la capa de control refractivo superior cubra la capa inferior sólo parcialmente;
- que la capa inferior cubra sólo parcialmente la superficie exterior de la carcasa, en particular que la capa inferior esté aplicada en forma de una capa capacitiva resistiva y la capa superior de control refractivo cubra la capa inferior y toda la superficie exterior de la carcasa total o parcialmente;
- que la capa inferior quede parcialmente descubierta por la capa superior;
- que las zonas capacitivas resistivas de la capa inferior estén cubiertas con la capa superior de control refractivo;
- que dos o más capas de una clase cubran diversas zonas de la carcasa y resulte entonces una o ninguna superposición;
- etc.

Según el documento EP 3146551 B1 está aplicada la capa resistiva sobre toda la superficie exterior de la carcasa, pudiendo según la presente invención, por el contrario, cubrir también sólo parcialmente la carcasa exteriormente, pudiendo en particular estar aplicada la misma también en forma de una capa capacitiva resistiva con una zona no unida galvánicamente, es decir, no a través de un contacto - conduciendo eléctricamente.

Básicamente es ventajoso que la capa inferior sea más delgada que la capa superior.

Básicamente es ventajoso que la capa de control refractivo se apoye sobre capa resistiva.

Un equipo de conexión según la presente invención se representa en la figura 1.

La figura 1 muestra un equipo de conexión según una forma de realización de la presente invención como tubo de vacío y la figura 2 muestra esquemáticamente el efecto de un recubrimiento de control refractivo sobre una superficie de una carcasa de un equipo de conexión según una forma de realización de la invención, a modo de ejemplo.

La figura 1 muestra, en forma de un esquema básico, un ejemplo de realización de un equipo de conexión 1 correspondiente a la invención, aquí un tubo interruptor de vacío. Una carcasa 3 compuesta por dos piezas cerámicas con forma tubular, es decir, cuerpos de aislador 2, se cierra mediante tapas metálicas 4, que constituyen zonas con contactos eléctricos y define una cámara de conexión 5, en la que están conducidos dos elementos conductores 6, realizados por ejemplo como pernos, con contactos 7.

El inferior de los elementos conductores 6 en la figura 1 está realizado tal que puede moverse según la flecha 8 y el dispositivo de movimiento 9 indicado y puede desplazarse en la dirección de extensión 10 de los elementos conductores 6, que constituye también el eje de simetría del equipo de conexión 1, para poner en contacto o distanciar los contactos 7, mostrándose aquí un estado de abierto, es decir de distanciamiento, del equipo de conexión 1. Debido a la movilidad del elemento conductor inferior 6, está acoplado el mismo mediante un fuelle metálico 11 a la tapa metálica 4, estando por lo tanto unidas las tapas metálicas 4 eléctricamente con los elementos conductores 6,

En el interior de la cámara de conexión 5 reina el vacío, aquí con una presión  $< 10^{-4}$  hPa.

Pero la invención se refiere también a interruptores de gas, en los que el gas está presente en el interior de los interruptores. Los interruptores de gas que aquí también se incluyen son aquéllos en los que el gas sirve por una parte como medio de conexión y por otra parte - tras una desconexión con éxito - como medio aislante. Usualmente se utiliza al respecto actualmente SF<sub>6</sub>. Puesto que el SF<sub>6</sub>, como gas fuertemente impulsor del efecto invernadero, debe sustituirse, son concebibles en el futuro también interruptores con CO<sub>2</sub>, fluoronitrilo u otros gases alternativos.

Para evitar que por ejemplo al abrir el equipo de conexión 1 los vapores metálicos que se forman alcancen la superficie interior del aislador 2, en este caso cerámico, está previsto en el presente caso en la cámara de conexión 5 un elemento metálico de pantalla 12 (blindaje frente a vapores) en la zona de toma de contacto. No obstante, este elemento de pantalla 12 distorsiona también el campo eléctrico, con lo que en una zona detrás de los elementos de pantalla existiría durante el funcionamiento un campo eléctrico inferior a en las zonas "no apantalladas", donde por ejemplo podrían acumularse cargas, provocando además distorsiones adicionales del campo, que podrían cuestionar la funcionalidad del equipo de conexión 1.

Para contrarrestar esto, está previsto en el ejemplo de realización aquí esbozado que sobre la superficie exterior de la carcasa 3, es decir, tanto sobre el cuerpo del aislador 3 como también sobre zonas de los contactos eléctricos - es decir, de las tapas 4 - se encuentre un recubrimiento de control refractivo 13, según un ejemplo de realización de la invención.

El recubrimiento de control refractivo 13 aquí aplicado sobre toda la superficie de la forma de realización aquí mostrada, incluye una matriz polimérica, que está rellena con un material de relleno de alta permitividad de un material cerámico  $\epsilon_r$ , en la gama de mayor o igual que 2 a 200, con preferencia de 10 a 100. El material de relleno está contenido en la matriz con un 30% en volumen. Se trata de una mezcla de dióxido de titanio y partículas de óxido de aluminio.

El recubrimiento de control refractivo 13 es relativamente económico y puede pulverizarse con relativa facilidad, incluso de forma automatizada. Su presencia puede comprobarse con relativa facilidad con un microscopio electrónico de barrido y un análisis elemental.

5

La figura 2 muestra esquemáticamente el efecto de un recubrimiento de control refractivo sobre una superficie exterior de una carcasa, como la carcasa 3 mostrada en la figura 1.

10

La figura 2 muestra esquemáticamente la evolución de las líneas de campo y equipotenciales 15, 14 cada una en un punto triple, la mitad derecha con un recubrimiento de control refractivo 13 y la de la izquierda, a efectos comparativos, sin un tal recubrimiento, según el estado de la técnica. Tal como puede verse, discurren las líneas de campo 15 a la izquierda sin quebrarse desde la tapa metálica 4 hasta el gas envolvente, por ejemplo aire. Debido a ello pueden resultar descargas eléctricas 16. A la derecha, donde existe el recubrimiento 13 entre tapa metálica 4 y aire del entorno, se quiebran las líneas de campo 15 en la transición desde el recubrimiento con alta permitividad hasta el aire del entorno con baja permitividad - véase la zona 17 - y debido a ello tanto las líneas equipotenciales 14 como también las líneas de campo 15 se alejan entre sí, con lo que no se produce ningún arco eléctrico.

15

20

Debido al recubrimiento de control refractivo 13, tal como el que se ha propuesto por primera vez para esta aplicación, puede reducirse la longitud de la carcasa 3 de un equipo de conexión 1 y con ello la longitud total del equipo de conexión eléctrica 1. Así se ahorran costes en material. Podría fabricarse por ejemplo una carcasa 3 para un determinado nivel de tensión. Exactamente esa carcasa 3 podría recubrirse entonces con el recubrimiento de control refractivo 13 según una forma de realización de la presente invención y utilizarse así para el siguiente nivel de tensión superior. Esto da lugar en cuanto a técnica de proceso a un diseño que puede utilizarse para dos niveles de tensión, pudiendo utilizarse las dos carcasas 3 iguales para dos equipos de conexión 1 de distintos niveles de tensión.

25

Ambas carcasas se diferencian solamente por el recubrimiento de control refractivo 13 adicional.

30

La ventaja especial de la aplicación de un revestimiento de control refractivo presentada aquí por primera vez es también que debido a ello, puesto a que a través de ese recubrimiento apenas fluye corriente, es muy resistente al envejecimiento y dura más tiempo y con más fiabilidad.

35

Mediante la invención se propone por primera vez aplicar total o parcialmente un recubrimiento con mayor permitividad, o al menos con mayor permitividad que el aire del entorno  $\epsilon_r = 1$ , de un plástico  $\epsilon_r \geq 2$ , en particular  $\epsilon_r \geq 3$ , en particular un plástico relleno, sobre la superficie de carcasa de un tubo interruptor de vacío, para que en las zonas críticas, en particular en puntos triples, se quiebren las líneas de campo y se impidan arcos voltaicos así como en lo posible se separen una de otra impidiendo así descargas.

40

La presente invención no se limita a tubos de vacío, sino que se refiere a otros interruptores, por ejemplo aislados con gas - por ejemplo aquellos con SF6 y/o aire limpio como gas de conexión. En interruptores de gas con aire limpio (clean air) se utiliza el mismo por lo general sólo como medio aislante y no se encuentra en la unidad de interrupción, donde se forma el arco voltáico y se realiza la maniobra de conexión.

**Lista de referencias**

- 1 equipo de conexión
  - 2 aislador
  - 5 3 carcasa
  - 4 tapa
  - 5 cámara de conexión
  - 6 elemento conductor
  - 7 contacto
  - 10 8 flecha
  - 9 dispositivo de movimiento
  - 10 dirección de extensión
  - 11 fuella metálico
  - 12 elemento de pantalla
  - 15 13 recubrimiento de control refractivo
  - 14 líneas equipotenciales
  - 15 líneas de campo
  - 16 descarga
  - 17 zona en la que las líneas de campo se quiebran refractivamente
- 20

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Equipo de conexión eléctrica (1) con al menos dos elementos conductores (6) que pueden tomar contacto y que pueden distanciarse mediante un dispositivo de desplazamiento (9) y una carcasa (3) que define una cámara de conexión (5) que rodea, al menos parcialmente, los elementos conductores (6), teniendo la carcasa (3) un cuerpo de aislamiento (2) y zonas de un contacto eléctrico (4) y teniendo la carcasa (3) exteriormente, al menos parcialmente, un recubrimiento de control refractivo (13), que incluye una matriz dieléctricamente aislante de un material de una permitividad de  $\epsilon_r \geq 2$ ,  
10 **caracterizado porque** la matriz del recubrimiento de control refractivo tiene un contenido de relleno, siendo el material de las partículas de relleno de la al menos una fracción de material de relleno una cerámica con una permitividad en la gama de  $\epsilon_r \geq 3$  y  $\epsilon_r \leq 200$ .
- 15 2. Equipo de conexión según la reivindicación 1, en el que el recubrimiento de control difractivo se encuentra al menos en una zona de un contacto eléctrico (4).
3. Equipo de conexión según la reivindicación 1 ó 2, en el que el material de las partículas de material de relleno de la al menos una fracción de material de relleno incluye una cerámica con al menos un óxido metálico, un óxido mixto metálico y/o un titanato.
- 20 4. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la matriz tiene una cantidad total de partículas de material de relleno en la gama de 1% en volumen a 70% en volumen.
- 25 5. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la resina se ha elegido a partir del grupo de los elastómeros, duroplásticos, termoplásticos y/o vidrio.
- 30 6. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la matriz es una resina polimérica y/o una mezcla de resinas poliméricas.
7. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que la resina polimérica o la mezcla de resinas poliméricas incluye al menos un compuesto elegido a partir del grupo de los siguientes compuestos: resina epoxi, elastómero de silicona, resina de siloxano, resina de silicona, alcohol polivinílico, poliésterimida así como cualesquiera mezclas y/o combinaciones, de los compuestos anteriores.
- 35 8. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el recubrimiento de control refractivo está previsto en combinación con al menos otro recubrimiento sobre la superficie exterior de la carcasa (3).
- 40 9. Equipo de conexión según la reivindicación 8, en el que el otro recubrimiento es un recubrimiento resistivo.
- 45 10. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el recubrimiento resistivo cubre la superficie exterior de la carcasa (3) total o parcialmente.
- 50 11. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el recubrimiento de control refractivo (13) está previsto, al menos parcialmente, sobre el recubrimiento resistivo.
12. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el recubrimiento de control refractivo existe con un grosor de capa menor que/igual a 5 mm.
13. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el recubrimiento de control refractivo existe con un grosor de capa menor que/igual a 2 mm.
- 55 14. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el recubrimiento de control refractivo puede aplicarse como barniz húmedo.
15. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que en el que el recubrimiento de control refractivo puede aplicarse como barniz en polvo.
- 60 16. Equipo de conexión según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el equipo de conexión es un interruptor de vacío o un interruptor de gas.