

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 659 220**

51 Int. Cl.:

H01G 4/32 (2006.01)
H01G 2/08 (2006.01)
H01G 4/012 (2006.01)
H01G 4/224 (2006.01)
H01G 4/236 (2006.01)
H01G 4/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.02.2013 PCT/EP2013/052059**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14117862**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.02.2013 E 13702632 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.01.2018 EP 2951846**

54 Título: **Elemento de condensador de película metalizada que comprende películas termoconductoras y una película termoconductoras para un componente de potencia eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.03.2018

73 Titular/es:
**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)
Brown Boveri Strasse 6
5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:
**PETERSSON, LINNEA;
SCHLEGEL, CHRISTOPH y
LAIHONEN, SARI**

74 Agente/Representante:
LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 659 220 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

Elemento de condensador de película metalizada que comprende películas termoconductoras y una película termoconductoras para un componente de potencia eléctrica

Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere a un elemento de condensador de película metalizada que incluye una película dieléctrica recubierta de metal enrollada una pluralidad de vueltas. La presente invención se refiere en particular a condensadores de potencia secos. La invención se refiere además a una película termoconductoras para componentes de potencia eléctrica.

Técnica anterior

- 10 Hay muchas investigaciones específicas en curso para crear componentes de potencia secos más ecológicos, es decir, productos de potencia que no usan aceite como aislamiento eléctrico, tales como condensadores secos, cojinetes eléctricos secos y transformadores de medidas secos. Además, existe una demanda creciente de eliminación de energía disipada para componentes secos de alta tensión, debido al aumento de los niveles de tensión y corriente.

- 15 Un condensador puede incluir uno o más elementos de condensador conectados en serie o en paralelo. Hoy en día, los elementos de condensador de alta tensión utilizan principalmente una tecnología de película-lámina en la que una lámina de metal, por ejemplo, aluminio, se enrolla alternando con una película dieléctrica, por ejemplo, película de polipropileno, en un rodillo cilíndrico, que luego se impregna con un fluido de impregnación. Debido al hecho de que el conductor está hecho de lámina de metal, el calor se elimina eficazmente del centro de un elemento de condensador. Debido a la lámina de metal en combinación con el fluido de impregnación, que puede circular por el interior de la carcasa, se crea una eliminación eficiente de energía disipada del condensador y se reducen zonas activas dentro del elemento de condensador.

- 25 Sin embargo, existe una demanda, por razones de seguridad, de densidad de energía y ambientales, de diseños de condensadores con una tecnología "seca", es decir sin la inmersión del condensador en un fluido de impregnación. En un condensador de película metalizada seco, el conductor se fabrica evaporando una capa delgada de metal sobre una película dieléctrica para formar una película metalizada. La película metalizada se enrolla una pluralidad de vueltas alrededor de un rodillo cilíndrico, que está embebido en una encapsulación formada por un material sólido, tal como epoxi, poliuretano o gel de silicona para formar una unidad de condensador. Sin embargo, la capa delgada de metal de la película metalizada no puede transportar de manera eficaz el calor desde el centro del elemento de condensador. Además, la encapsulación sólida no transporta de manera eficaz el calor alejándolo del condensador. Por tanto, para condensadores secos, la eliminación de energía disipada se convierte en un problema, especialmente en aplicaciones de CA de alta tensión.

- 35 El documento US8159812 describe un condensador de potencia que incluye al menos un elemento de condensador, en el que el elemento de condensador incluye una pluralidad de subelementos cilíndricos conectados en serie, en el que cada subelemento está formado por al menos dos bandas de un material dieléctrico enrollado una pluralidad de vueltas, en el que una capa de material eléctricamente conductor está dispuesta entre las vueltas del enrollamiento, y en el que los subelementos están dispuestos concéntricamente uno alrededor de otro, uno exteriormente con respecto a otro. Los subelementos también pueden incluir bandas enrolladas herméticamente de película de polímero recubierta de metal. El aislamiento se proporciona entre los subelementos.

- 40 El documento DE1464564A1 describe un elemento de condensador refrigerado con líquido usando una tecnología de película-lámina en el que una lámina de metal se enrolla, alternando con una película aislante, en un rodillo cilíndrico, que luego se impregna con un fluido de impregnación. El elemento de condensador descrito en el documento incluye una película aislante hecha de papel y partes de lámina de metal dispuestas a cada lado de la película aislante.

- 45 El documento BE390454A describe un elemento de condensador que utiliza una tecnología de película-lámina en la que se enrollan láminas de metal, alternando con una película dieléctrica, en un rodillo cilíndrico. El sistema comprende además un fluido. Partes de las láminas de metal se extienden para traspasar la película aislante.

- 50 El documento US3483448 describe un elemento de condensador que utiliza una tecnología de película-lámina y un fluido. La lámina de metal se extiende con respecto a la película aislante para aumentar el transporte térmico desde el elemento de condensador.

Objeto y resumen de la invención

Un objeto de la presente invención es mejorar la eliminación de energía disipada en elementos de condensador de película metalizada y, de ese modo, reducir zonas activas en los elementos de condensador y permitir que los elementos funcionen en un campo eléctrico más elevado.

Este objeto se consigue mediante el elemento de condensador de película metalizada según se define en la reivindicación independiente referente a un elemento de condensador de película metalizada.

5 El elemento de condensador de película metalizada comprende al menos dos subelementos cilíndricos dispuestos concéntricamente, incluyendo cada subelemento al menos una película dieléctrica recubierta de metal enrollada una pluralidad de vueltas. El elemento de condensador comprende además una sección termoconductora prevista entre los subelementos. La sección termoconductora comprende una hoja termoconductora enrollada al menos una vuelta y que tiene una conductividad térmica más elevada que la película dieléctrica recubierta de metal de los subelementos.

10 La sección termoconductora prevista entre los subelementos incorpora un material altamente termoconductor dentro del elemento de condensador y, por tanto, aumenta la conductividad térmica del elemento de condensador y guía calor desde el centro del elemento de condensador hasta las caras extremas del elemento de condensador. El uso de un material altamente termoconductor dentro del elemento de condensador elimina calor de la zona donde se disipa. La presente invención consigue una eliminación eficiente de energía disipada en el elemento de condensador, reduciendo de ese modo zonas activas dentro del elemento de condensador, lo que da como resultado un campo de mayor intensidad, una mayor temperatura ambiente permitida, unas capacidades nominales de corriente más altas y una mayor relación volumen/superficie.

15 Un beneficio conseguido es un aumento de potencia y de densidades de energía para diseños de condensador seco. La potencia y la densidad de energía son cruciales para aplicaciones de espacio limitado. La principal ventaja es en aplicaciones de CC o CA de alta tensión. Sin embargo, la invención puede ser útil en aplicaciones de baja y media tensión.

20 Una ventaja con esta solución es que es posible usar el mismo aparato de enrollado para enrollar la hoja termoconductora y para enrollar película metalizada de los subelementos. Las máquinas de enrollado usadas actualmente pueden usarse para fabricar el elemento de condensador de acuerdo con la invención. Por tanto, la fabricación del elemento de condensador de acuerdo con la invención es fácil y no requiere ningún equipo adicional.

25 Para proporcionar una eliminación eficiente de energía disipada en el elemento de condensador, la conductividad térmica de la sección termoconductora debe ser de preferencia mayor de 0,25 W/mK, y más preferiblemente mayor de 0,3 W/mK.

30 De acuerdo con una realización de la invención, la hoja termoconductora tiene un espesor comprendido entre 0,5 y 1.000 μm , preferiblemente entre 1 y 100 μm y más preferiblemente entre 3 y 50 μm . Esta realización garantiza que es posible enrollar la hoja termoconductora. Una hoja más delgada es más flexible y, por tanto, más fácil de enrollar.

35 De acuerdo con una realización de la invención, la hoja termoconductora se enrolla una pluralidad de vueltas. El número de vueltas afecta a la conductividad térmica del elemento de condensador. Un gran número de vueltas aumenta la conductividad térmica del elemento de condensador. Sin embargo, un gran número de vueltas también aumenta el tamaño y el costo del condensador. El número de vueltas necesarias depende de la cantidad de energía que se debe eliminar, que depende del tipo de condensador y de su aplicación, y también de la conductividad térmica de la hoja. Si la conductividad térmica de la hoja es elevada, bastan unas pocas vueltas para eliminar la energía disipada. La hoja termoconductora se enrolla adecuadamente entre 1 y 100 vueltas, preferiblemente entre 2 y 50 vueltas y más preferiblemente entre 2 y 20 vueltas. Un número razonable de vueltas de la hoja delgada no influye de manera significativa en el diseño y el costo del elemento de condensador.

40 De acuerdo con una realización de la invención, el elemento de condensador comprende una pluralidad de subelementos cilíndricos dispuestos concéntricamente y una pluralidad de secciones termoconductoras dispuestas entre los subelementos a diferentes distancias radiales del centro del elemento de condensador. Si se proporciona una pluralidad de secciones termoconductoras dispuestas a diferentes distancias radiales del centro del elemento de condensador, es posible aumentar aún más la conductividad térmica en el elemento de condensador y de ese modo aumentar la eliminación de energía disipada. Además, el aumento de la conductividad térmica en el elemento de condensador se distribuye de manera más uniforme y se elimina calor de diferentes partes del elemento de condensador. Esta realización es particularmente útil para condensadores de media y alta tensión que tienen una gran demanda de eliminación de energía disipada.

45 Preferiblemente, el número de vueltas de la hoja termoconductora en cada sección está comprendido entre 1 y 20. Esto se puede producir con máquinas de enrollado de última tecnología.

50 De acuerdo con una realización de la invención, la sección termoconductora es cilíndrica y la altura de la sección es igual o mayor que la altura de los subelementos. Para poder guiar eficientemente calor desde el interior del elemento de condensador a los electrodos previstos en las caras extremas del elemento de condensador y, por tanto, a los alrededores del elemento de condensador, la altura de la sección termoconductora debe ser preferiblemente igual o mayor que la altura de los subelementos.

55 De acuerdo con una realización de la invención, la hoja termoconductora es una lámina de metal, por ejemplo, aluminio o cobre. La sección termoconductora está aislada eléctricamente de la película dieléctrica recubierta de

metal en los subelementos circundantes. Existen láminas de metal adecuadas en el mercado. Una lámina de metal tiene una alta conductividad térmica y es asequible. Si se usa una lámina de metal, la sección termoconductora se vuelve eléctricamente conductora. Para hacer que esta realización funcione, la sección termoconductora debe aislarse de las películas metalizadas circundantes, lo que se puede hacer añadiendo una película aislante pura, tal como polipileno.

De acuerdo con una realización de la invención, la hoja termoconductora es una película termoconductora que incluye una película eléctricamente aislante provista de una capa de partículas termoconductoras y eléctricamente aislantes dispuestas en al menos un lado de la película. Preferiblemente, las partículas deben tener una conductividad térmica superior a 0,25 W/mK. Debido a que la película y las partículas están hechas de material eléctricamente aislante, las secciones termoconductoras se vuelven eléctricamente aislantes. Por tanto, no es necesario aislar las secciones termoconductoras de los subelementos, lo que facilita la fabricación del elemento de condensador y, en consecuencia, reduce los costos. De acuerdo con esta realización, las partículas termoconductoras se colocan encima de una película eléctricamente aislante, en lugar de mezclarlas con un polímero. Es difícil dispersar suficientemente nanopartículas o micropartículas en el interior, por ejemplo, de polipropileno, para producir películas de buena calidad lo suficientemente delgadas como para hacer que se enrollen adecuadamente. Esta realización permite proporcionar películas delgadas con buena conductividad térmica. Preferiblemente, la película termoconductora tiene un espesor comprendido entre 1 y 50 μm y más preferiblemente entre 3 y 10 μm . Es posible enrollar una película con tal espesor. Una película más delgada es más flexible y, por tanto, más fácil de enrollar.

De acuerdo con una realización de la invención, las partículas termoconductoras están hechas de un material cerámico, tal como titanato de bario (BaTiO_3) y nitruro de boro (BN). Preferiblemente, se deben usar partículas de óxido de metal inorgánico, tales como óxido de aluminio (Al_2O_3) y dióxido de titanio (TiO_2). Los óxidos metálicos son materiales eléctricamente aislantes que tienen una conductividad térmica elevada y son muy adecuados en esta aplicación.

De acuerdo con una realización de la invención, la capa de partículas termoconductoras está dispuesta sobre la película eléctricamente aislante en un patrón termoconductor, proporcionando así una película eléctricamente aislante con patrones termoconductores elevados. Por patrón termoconductor se entiende un patrón que está diseñado para conducir calor en al menos una dirección con respecto a la película. Esta realización permite proporcionar una conductividad térmica desigual de la película termoconductora. El patrón termoconductor puede diseñarse para conducir calor en una dirección deseada determinada con respecto a la película aislante, por ejemplo, para conducir calor desde un lado corto al lado corto opuesto de la película. Al disponerse las partículas termoconductoras en un patrón sobre la película, es posible reducir la cantidad de material termoconductor necesario para eliminar el calor del elemento de condensador y, en consecuencia, reducir los costos.

De acuerdo con una realización de la invención, las partículas termoconductoras están dispuestas sobre la película en un patrón que se extiende en una dirección longitudinal del elemento de condensador cilíndrico. Por ejemplo, el patrón comprende una pluralidad de cadenas que se extienden en una dirección transversal a un eje longitudinal de la película aislante y por ello, se extienden en una dirección longitudinal del elemento de condensador cilíndrico. Mediante esta disposición, el calor del interior del elemento de condensador es conducido en la dirección longitudinal del elemento de condensador a sus caras extremas. Por tanto, es posible reducir la cantidad de material altamente térmico en la película, y aún lograr una eliminación suficiente de la energía disipada.

De acuerdo con una realización de la invención, el espesor de la capa de partículas termoconductoras d está comprendido entre 10 y 300 nm, preferiblemente entre 10 - 100 nm y más preferiblemente entre 10 - 50 nm.

Otro objeto de la presente invención es mejorar la conductividad térmica de componentes de potencia eléctrica, tales como, condensadores, cojinetes y transformadores de instrumentos.

Este objeto se consigue mediante una película termoconductora ejemplar como se describe en la descripción.

La película termoconductora comprende una película eléctricamente aislante y una capa de partículas termoconductoras y eléctricamente aislantes dispuestas en al menos un lado de la película. Las partículas pueden ser cualquier partícula termoconductora y eléctricamente aislante. Preferiblemente, las partículas tienen una conductividad térmica mayor de 0,25 W/mK. La capa se puede disponer para cubrir todo el lado de la película aislante o para cubrir solo una parte o varias partes de la película.

Una ventaja de la película termoconductora de acuerdo con la invención es que no es eléctricamente conductora y, por tanto, puede utilizarse en contacto con las partes eléctricamente conductoras de los componentes de potencia sin necesidad de aislamiento eléctrico para evitar cortocircuitos. Por tanto, no es necesario aislar la película termoconductora de las partes conductoras de los componentes de potencia, lo que facilita la fabricación del elemento de condensador y, por consiguiente, reduce los costos. Otra ventaja es que la película termoconductora es flexible y, por consiguiente, es posible enrollarla dentro del componente junto con otras partes enrolladas del componente.

5 De acuerdo con la invención, las partículas termoconductoras se colocan encima de una película eléctricamente aislante, en lugar de mezclarse con un polímero. Es difícil dispersar nano o micro partículas de manera suficiente dentro de, por ejemplo, polipropileno, para producir películas de buena calidad lo suficientemente delgadas para que sean lo suficientemente flexibles como para enrollar. Esta invención permite proporcionar películas delgadas con buena conductividad térmica.

10 La película termoconductora puede usarse, por ejemplo, para mejorar la conductividad térmica de componentes de potencia secos que incluyen una película dieléctrica metalizada enrollada, y para mejorar la conductividad térmica de segmentos de material de aislamiento eléctrico en componentes de potencia eléctrica. El material de aislamiento eléctrico es, por ejemplo, papel enrollado o película dieléctrica enrollada. La película termoconductora se enrolla para formar una o más secciones termoconductoras previstas entre subelementos de elementos enrollados, tales como material aislante y película de polímero metalizada, del componente de potencia.

De acuerdo con una realización de la invención, la película termoconductora tiene un espesor comprendido entre 1 y 50 μm y preferiblemente entre 3 y 10 μm . Es posible enrollar una película con tal espesor. Una película más delgada es más flexible y, por tanto, más fácil de enrollar.

15 De acuerdo con una realización de la invención, las partículas termoconductoras están hechas de un material cerámico, tal como titanato de bario (BaTiO_3) o nitruro de boro (BN). Preferiblemente, deben usarse partículas de óxido de metal inorgánico, tales como óxido de aluminio (Al_2O_3) o dióxido de titanio (TiO_2). Los óxidos metálicos son materiales eléctricamente aislantes que tienen una conductividad térmica elevada y son muy adecuados en esta aplicación.

20 De acuerdo con una realización de la invención, la capa de partículas termoconductoras está dispuesta sobre la película eléctricamente aislante en un patrón termoconductor, proporcionando así una película eléctricamente aislante con patrones termoconductores elevados. Por patrón termoconductor se entiende un patrón que está diseñado para conducir calor en al menos una dirección con respecto a la película. Esta realización permite proporcionar una conductividad térmica desigual de la película termoconductora. Por ejemplo, el patrón puede diseñarse para conducir calor en una dirección determinada con respecto a la película aislante, por ejemplo, para conducir calor desde un lado corto al lado corto opuesto de la película. Una película termoconductora de acuerdo con esta realización es adecuada para ser utilizada en componentes en los que se desea conducir el calor en una dirección determinada. Al disponerse las partículas termoconductoras en un patrón sobre la película, es posible reducir la cantidad de material termoconductor y aún lograr una eliminación suficiente de la energía disipada, y en consecuencia reducir los costos.

25 De acuerdo con una realización de la invención, el patrón termoconductor está diseñado para transportar calor en una dirección transversal a un eje longitudinal de la película. Por ejemplo, la capa de partículas termoconductoras puede disponerse sobre la película en un patrón que incluye cadenas que se extienden transversales a la dirección longitudinal de la película. De este modo, la película termoconductora tiene una conductividad térmica más elevada en una dirección transversal a la dirección longitudinal de la película, que en la dirección longitudinal de la película. Una película termoconductora de acuerdo con esta realización es adecuada para ser utilizada en componentes en los que es deseable conducir el calor en una dirección transversal a la dirección longitudinal de la película, tal como un elemento de condensador. Esta realización permite reducir la cantidad de material térmico elevado sobre la película y aún lograr una eliminación suficiente de la energía disipada.

30 De acuerdo con una realización de la invención, el espesor de dicha capa de partículas termoconductoras está comprendido entre 10 y 300 nm, preferiblemente entre 10 y 100 nm y más preferiblemente entre 10 y 50 nm.

La película termoconductora se puede usar para mejorar la conductividad térmica de los componentes de potencia que incluyen segmentos de material de aislamiento eléctrico enrollado cuando la película termoconductora se proporciona dentro de los segmentos de material de aislamiento eléctrico enrollado.

35 La película termoconductora se puede usar para mejorar la conductividad térmica de componentes de potencia secos que incluyen segmentos de una película dieléctrica metalizada enrollada cuando la película termoconductora se proporciona dentro de los segmentos de material de polímero metalizado enrollado.

Breve descripción de los dibujos

40 La invención se explicará ahora con más detalle mediante la descripción de diferentes realizaciones de la invención y con referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un elemento de condensador metalizado de acuerdo con una primera realización de la invención.

La figura 2 muestra una sección transversal A-A a través del elemento de condensador que se muestra en la figura 1.

45 La figura 3 muestra una sección transversal B-B a través del elemento de condensador mostrado en las figuras 1 y 2.

La figura 4a muestra una vista ampliada de una región del elemento de condensador que se muestra en la figura 2, que incluye un primer ejemplo de una sección termoconductor dispuesta entre dos subelementos del elemento de condensador.

5 La figura 4b muestra una vista ampliada de una región del elemento de condensador que se muestra en la figura 2, que incluye un segundo ejemplo de una sección termoconductor dispuesta entre dos subelementos del elemento de condensador.

La figura 5 muestra una sección transversal a través de un elemento de condensador de acuerdo con una segunda realización de la invención.

10 Las figuras 6a-b muestran ejemplos de películas termoconductoras provistas de diferentes patrones de partículas termoconductoras.

Descripción detallada de realizaciones preferidas de la invención

15 Un condensador puede incluir uno o más elementos de condensador conectados en serie o en paralelo. La figura 1 muestra una vista en perspectiva de un elemento de condensador 1 de acuerdo con una primera realización de la invención. La figura 2 muestra una sección transversal A-A a través del elemento de condensador 1 y la figura 3 muestra una sección transversal B-B a través del elemento de condensador.

20 El elemento de condensador es cilíndrico y comprende un núcleo de enrollamiento 2 y una pluralidad de subelementos cilíndricos 3a-b dispuestos concéntricamente con el núcleo de enrollamiento. El núcleo de enrollamiento 2 es, por ejemplo, una varilla rígida de polímero. Sin embargo, también se pueden usar núcleos de enrollamiento de cartón, metal y cerámica. En esta realización, el elemento de condensador 1 incluye dos subelementos cilíndricos dispuestos concéntricamente 3a, 3b. Cada subelemento 3a-b incluye una película metalizada en forma de una película dieléctrica recubierta de metal enrollada una pluralidad de vueltas. La película metalizada está enrollada herméticamente para eliminar el aire. La película dieléctrica es preferiblemente una película de polímero, por ejemplo, hecha de polipropileno o poliéster. El recubrimiento de metal está hecho, por ejemplo, de aluminio, zinc, plata o combinaciones de los mismos. La metalización de la película metalizada se realiza por evaporación. La película metalizada puede tener patrones.

25 La película metalizada del subelemento más interno 3a se fija al núcleo 2, por ejemplo, mediante soldadura, y se enrollada alrededor del núcleo. Los subelementos se conectan en serie o en paralelo. El elemento de condensador comprende además una sección aislante 5 de película aislante eléctrica hecha de película de polímero puro, tal como polipropileno o poliéster, enrollada entre 1 y 300 vueltas. El elemento de condensador se embebe después en un material aislante eléctrico formando una encapsulación que rodea los subelementos 3a-b. El elemento de condensador incluye un electrodo superior y uno inferior 6a-b depositados en cada extremo, que se ponen en contacto con la película de los subelementos. En una realización alternativa, el subelemento puede incluir dos tipos de películas de polímero recubiertas de metal.

30 El elemento de condensador 1 comprende además una sección termoconductor 4 dispuesta entre los subelementos 3a-b. La sección termoconductor 4 incluye una hoja enrollada una o más vueltas y que incluye un material termoconductor que tiene una conductividad térmica más elevada que la película de polímero recubierta de metal de los subelementos. Preferiblemente, la conductividad térmica de la sección termoconductor es mayor de 0,25 W/mK y más preferiblemente mayor de 0,3 W/mK. La hoja termoconductor tiene un espesor comprendido entre 0,5 y 1.000 μm , preferiblemente entre 1 y 100 μm y más preferiblemente entre 3 y 50 μm , para facilitar el enrollado. El espesor necesario depende del material de la hoja. La sección termoconductor puede disponerse como un anillo independiente o junto con la película metalizada.

35 Sin la sección termoconductor, la baja conductividad térmica de la película de polímero metalizada de los subelementos genera una temperatura sustancialmente más alta en el centro del elemento que en las caras laterales. Las temperaturas elevadas en elementos de condensador de película metalizada derivan en un deterioro prematuro. Este gradiente de temperatura hacia una temperatura más alta en el centro del elemento de condensador se puede reducir introduciendo la sección termoconductor.

40 La hoja termoconductor de la sección termoconductor se enrolla alrededor del subelemento más interno 3a. La película metalizada del subelemento más externo 3b se enrolla alrededor de la sección termoconductor 4. La sección termoconductor puede incluir varias vueltas de la hoja termoconductor. La hoja termoconductor se puede enrollar entre 1 y 100 vueltas, preferiblemente entre 2 y 50 vueltas y más preferiblemente entre 2 y 20 vueltas. Las secciones termoconductoras se introducen durante el proceso de enrollado del elemento de condensador.

45 La figura 4a muestra una vista ampliada de una región 8 del elemento de condensador mostrado en la figura 2 que describe un primer ejemplo de la sección termoconductor 4. El subelemento más interno 3a incluye una pluralidad de vueltas 9 de una película metalizada y el subelemento más externo el elemento 3b también incluye una pluralidad de vueltas 11 de la película metalizada. La sección termoconductor 4 dispuesta entre los dos subelementos 3a-b incluye tres vueltas 10 de una hoja enrollada alrededor del subelemento más interno 3a y que tiene una

conductividad térmica más elevada que la película dieléctrica recubierta de metal. En esta realización, la sección termoconductora 4 consiste en la hoja enrollada.

La figura 4b muestra una vista ampliada de la región 8 del elemento de condensador mostrado en la figura 2, que incluye un segundo ejemplo de una sección termoconductora 4' dispuesta entre dos subelementos 3a-b del elemento de condensador. Los subelementos 3a-b incluyen una pluralidad de vueltas de una película metalizada de la misma manera que en la realización mostrada en la figura 4a. Sin embargo, la película metalizada no termina en la sección termoconductora, como se muestra en la realización de la figura 4a. En su lugar, la película continúa a través de la sección termoconductora 4' y se enrolla junto con una hoja termoconductora. Por tanto, la sección termoconductora 4' incluye una pluralidad de vueltas 10a de la hoja termoconductora y una pluralidad de vueltas 10b de la película metalizada. Si la hoja termoconductora es una lámina de metal, la capa de metal sobre la película metalizada se elimina, por ejemplo, quemándola, de la sección termoconductora 4' para aislar eléctricamente la lámina de metal de los subelementos. Sin embargo, si la hoja termoconductora es eléctricamente aislante, por ejemplo, la película termoconductora que se describe más adelante, la capa de metal no tiene que ser eliminada. Esta realización facilita el enrollado y, en consecuencia, facilita la fabricación del elemento de condensador.

La sección termoconductora tiene la forma de un cilindro hueco. La pared de la sección termoconductora tiene un espesor comprendido entre $10\ \mu\text{m}$ y $5\ \text{cm}$. La sección termoconductora 4 se extiende entre los subelementos 3a-b y termina en las caras extremas del elemento de condensador. La sección termoconductora 4 debe estar preferiblemente alineada con al menos uno de los electrodos para transportar calor hacia las caras extremas del elemento de condensador. Para poder guiar eficazmente el calor desde el interior del elemento de condensador a las caras extremas del elemento de condensador, y por tanto al entorno del elemento de condensador, la altura de la sección termoconductora 4 debe ser preferiblemente igual o mayor que la altura de los subelementos. En la realización mostrada en la figura 3, la altura de la sección termoconductora 4 es mayor que la altura de los subelementos 3a-b. La sección termoconductora 4 se extiende fuera de los subelementos 3a-b y de este modo lleva el calor a la encapsulación.

El número de secciones termoconductoras 4 puede variar entre 1 y 100, aunque preferiblemente entre 1 y 20 por razones económicas. El número de subelementos cilíndricos dispuestos concéntricamente 3a-b también puede variar dependiendo del número de secciones termoconductoras. La colocación de las secciones termoconductoras 4 dentro del elemento de condensador se puede realizar de diferentes maneras. En una realización, las secciones termoconductoras 4 están distribuidas uniformemente con respecto a la distancia del núcleo 2 o un área igual de la película metalizada. En otra realización, la colocación de las secciones termoconductoras 4 es desigual, por ejemplo, las secciones están dispuestas más cerca unas de otras en el centro del elemento de condensador donde se necesitan.

La figura 5 muestra una segunda realización del elemento de condensador, que comprende tres subelementos cilíndricos 3a-c dispuestos concéntricamente y dos secciones termoconductoras 4a-b dispuestas concéntricamente, que se extienden entre los subelementos. Las secciones termoconductoras 4a-b están dispuestas radialmente una fuera de otra.

En una realización de la invención, la sección termoconductora incluye una lámina de metal enrollada. La lámina de metal es, por ejemplo, de aluminio o cobre. La conductividad térmica del aluminio es de $237\ \text{W/mK}$ y la conductividad térmica del cobre es de $401\ \text{W/mK}$. Tales láminas de metal están disponibles comercialmente en espesores adecuados, por ejemplo, $4\ \mu\text{m}$. Una lámina de metal es eléctricamente conductora. Para hacer que esta realización funcione, la sección termoconductora debe aislarse de las películas metalizadas circundantes. Por ejemplo, la sección termoconductora se aísla eléctricamente de los subelementos circundantes mediante una película de polímero puro. Para evitar cortocircuitos, la lámina de metal no se puede fijar ni al electrodo superior ni al inferior. La lámina de metal se puede fijar a uno de los electrodos, el electrodo superior o el inferior. La lámina de metal tiene que estar a una distancia suficiente del electrodo inferior para evitar chispas. También puede ser una lámina de metal libre, es decir, no fijada a ninguno de los electrodos.

En una realización alternativa de la invención, el material de la sección termoconductora es eléctricamente aislante, por ejemplo, un polímero altamente termoconductor. En esta realización, la sección termoconductora se puede fijar tanto al electrodo superior como al inferior. También puede ser una película libre no fijada a ninguno de los electrodos.

En otra realización de la invención, la hoja de la sección termoconductora es una película termoconductora hecha de una película eléctricamente aislante que tiene una capa de partículas termoconductoras y eléctricamente aislantes dispuestas en al menos un lado de la película aislante. Preferiblemente, la conductividad térmica de las partículas es mayor de $0,25\ \text{W/mK}$, y más preferiblemente mayor de $0,3\ \text{W/mK}$. Las partículas se pueden disponer en un lado de la película o en ambos lados de la película. Las partículas pueden disponerse sobre la película mediante cualquier tipo de técnica de impresión o evaporación, tal como impresión por chorro de tinta. Por ejemplo, las partículas se dispersan en un solvente durante la producción de la película termoconductora. Se puede usar un método de impresión para aplicar el solvente en la película aislante. Cuando el solvente se ha evaporado, se forma una capa de partículas percoladas sobre la película. La capa puede cubrir toda la película aislante o solo partes de la película.

5 La película aislante puede ser de manera adecuada una película de polímero, tal como polipropileno, polietileno, poliéster, poliamida, poliimida o tereftalato. La película aislante también puede estar hecha de teflón o vidrio. La película aislante está cubierta, por ejemplo, de una capa de material cerámico. El material cerámico es, por ejemplo, un óxido de metal, tal como partículas de óxido de metal inorgánico percoladas. Ejemplos de partículas de óxido de metal inorgánico adecuadas son óxido de aluminio (Al_2O_3) y dióxido de titanio (TiO_2). La conductividad térmica del óxido de aluminio es de 30 W/mK, lo que lo hace muy adecuado en esta aplicación. La conductividad térmica del dióxido de titanio varía entre 2 y 12 W/mK dependiendo de su estructura cristalina. También se pueden usar partículas de otros materiales cerámicos, por ejemplo, nitruro de boro (BN), que tiene una conductividad térmica comprendida entre 3 y 700 W/mK dependiendo de su estructura cristalina, y titanato de bario ($BaTiO_3$) que tiene una conductividad térmica de 2,9 W/mK. La capa de partículas de óxido de metal en la película aislante debe ser más gruesa que una monocapa con un espesor mínimo > 10 nm.

En otra realización, la película aislante está cubierta con un revestimiento eléctricamente aislante de carbono tipo diamante (DLC) que tiene una conductividad térmica comprendida entre 3,5 y 700 W/mK.

15 Las partículas termoconductoras pueden disponerse sobre la película eléctricamente aislante en un patrón termoconductor. El patrón puede cubrir de 0,5 a 99,5 % de la superficie de la película. La altura del patrón puede ser de 1 a 10.000 nm. El patrón se puede hacer mediante cualquier partícula termoconductoras y eléctricamente aislante, tal como partículas de óxido de metal. Si el patrón está hecho con partículas de óxido de metal, el espesor del patrón debería ser mayor a 10 nm. La película termoconductoras puede tener la misma conductividad térmica en todas las direcciones sobre la película, o una conductividad térmica desigual, por ejemplo, más termoconductoras en una dirección. El patrón puede diseñarse para lograr una conductividad térmica desigual.

25 Las figuras 6a-b muestran ejemplos de películas termoconductoras provistas de diferentes patrones de partículas termoconductoras. La figura 6a muestra una película termoconductoras 11a que incluye una película aislante 12 y un patrón de partículas termoconductoras dispuestas sobre la película aislante. El patrón incluye una pluralidad de cadenas paralelas 13a que se extienden en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal de la película. Cuando la película 11a se enrolla alrededor de los subelementos del elemento de condensador, las bandas 13a se extienden en una dirección longitudinal del elemento de condensador y de ese modo aumentan la conductividad en la dirección axial del elemento de condensador. La figura 6b muestra una película termoconductoras 11b que incluye una película aislante 12 y un patrón 13b de partículas termoconductoras dispuestas sobre la película aislante. El patrón incluye una pluralidad de cadenas 13b que se extienden en una dirección angular a la dirección longitudinal de la película. Ambos patrones termoconductoras 13a-b están diseñados para transportar calor en una dirección transversal a un eje longitudinal L de la película, es decir, desde un lado corto de la película hasta el lado opuesto de la película.

35 La película termoconductoras descrita anteriormente se puede usar para otros tipos de componentes de potencia a fin de mejorar la conductividad térmica de los componentes. La película termoconductoras es particularmente útil en aplicaciones en las que altas tensiones derivan en temperaturas significativamente mayores en el centro del componente en comparación con el exterior.

40 La invención se puede usar para componentes de CA así como de CC, y para componentes de potencia de baja, media y alta tensión. La invención también puede usarse en condensadores no secos, tales como condensadores sumergidos en un fluido de impregnación, para mejorar la conductividad térmica del condensador.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Elemento de condensador de película metalizada seco que comprende una pluralidad de subelementos cilíndricos dispuestos concéntricamente (3a-c), conectados eléctricamente entre sí, incluyendo cada subelemento al menos una película metalizada, en forma de película dieléctrica recubierta de metal enrollada una pluralidad de vueltas (9, 11), caracterizado por que el elemento de condensador comprende además al menos una sección termoconductora (4; 4', 4a-b) dispuesta entre los subelementos, incluyendo la sección termoconductora una hoja enrollada al menos una vuelta (10; 10a) alrededor del subelemento más interno (3a) y que tiene una conductividad térmica más elevada que la película metalizada de los subelementos.
- 10 2. Elemento de condensador de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la conductividad térmica de la sección termoconductora es mayor de 0,25 W/mK.
3. Elemento de condensador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que dicha hoja tiene un espesor comprendido entre 0,5 y 1.000 μm , preferiblemente entre 1 y 100 μm y más preferiblemente entre 3 y 50 μm .
- 15 4. Elemento de condensador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha hoja se enrolla una pluralidad de vueltas.
5. Elemento de condensador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha hoja se enrolla entre 1 y 100 vueltas, preferiblemente entre 2 y 50 vueltas y más preferiblemente entre 2 y 20 vueltas.
- 20 6. Elemento de condensador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que el elemento de condensador comprende al menos tres subelementos cilíndricos dispuestos concéntricamente (3a-c) y al menos dos secciones termoconductoras (4a-b) previstas entre los subelementos a diferentes distancias radiales.
7. Elemento de condensador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que las secciones termoconductoras (4; 4a-b) son cilíndricas y la altura de la sección termoconductora es igual o mayor que la altura de los subelementos (3a-c).
- 25 8. Elemento de condensador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha hoja es una lámina de metal y la sección termoconductora está aislada eléctricamente de la película dieléctrica recubierta de metal en los subelementos circundantes.
- 30 9. Elemento de condensador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que dicha hoja es una película termoconductora (11) que comprende una película eléctricamente aislante (12) que tiene una capa de partículas termoconductoras y eléctricamente aislantes dispuesta en al menos un lado de la película aislante.
10. Elemento de condensador de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por que dichas partículas termoconductoras están hechas de un material cerámico.
- 35 11. Elemento de condensador de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, caracterizado por que el espesor de dicha capa de partículas termoconductoras está comprendido entre 10 y 300 nm, preferiblemente entre 10 y 75 nm y más preferiblemente entre 10 y 50 nm.
12. Elemento de condensador de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizado por que dicha capa de partículas termoconductoras está dispuesta sobre la película aislante en un patrón termoconductor (13).
- 40 13. Elemento de condensador de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizado por que dicho patrón termoconductor (13) está diseñado para transportar calor en una dirección axial del elemento de condensador.

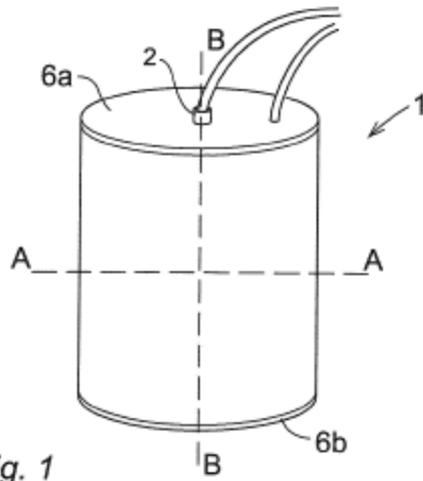


Fig. 1

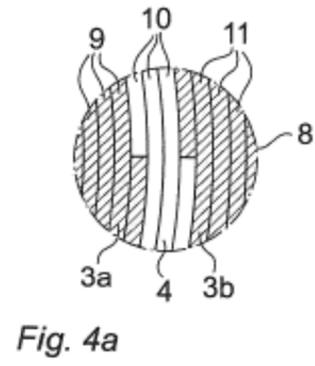


Fig. 4a

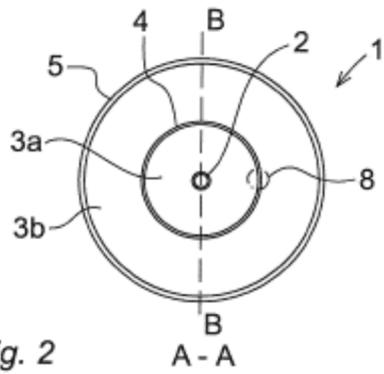


Fig. 2

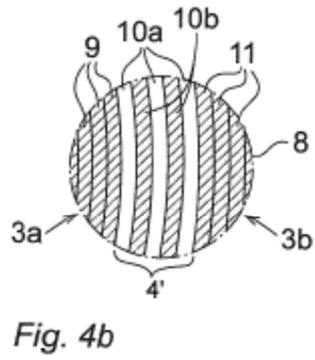


Fig. 4b

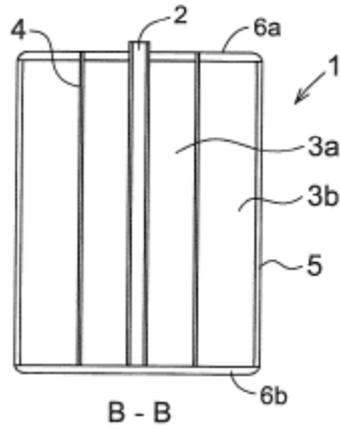


Fig. 3

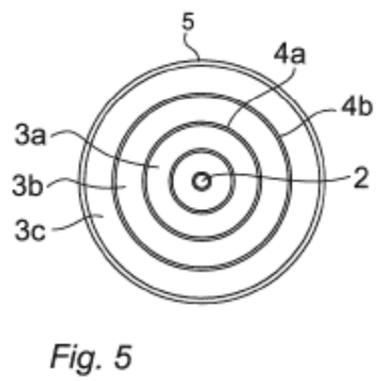


Fig. 5

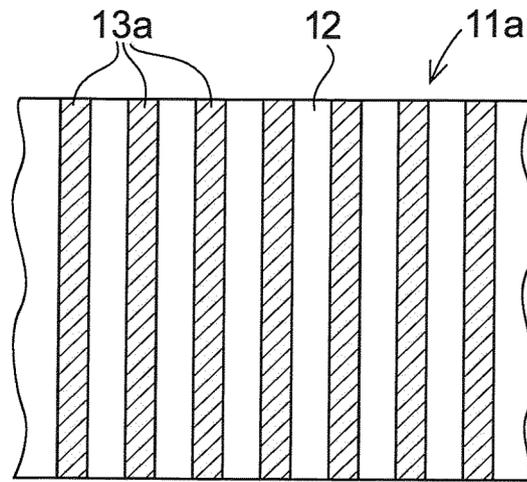


Fig. 6a

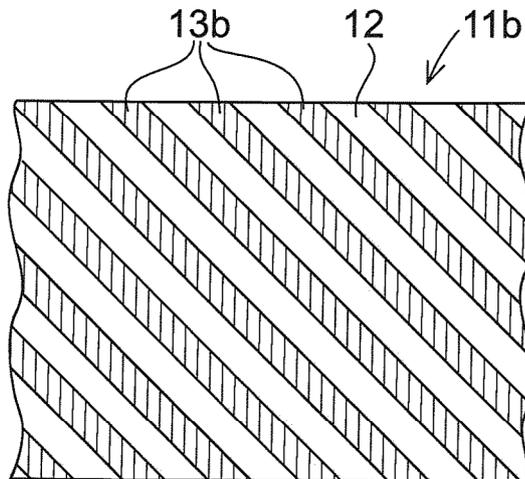


Fig. 6b