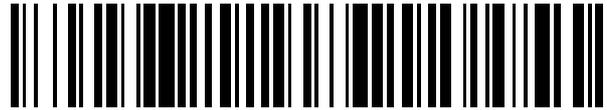


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 451 396**

51 Int. Cl.:

H01H 33/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2011 E 11732361 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 2577701**

54 Título: **Un dispositivo supresor de transitorios muy rápidos**

30 Prioridad:

24.05.2010 EP 10460018

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

26.03.2014

73 Titular/es:

**ABB TECHNOLOGY AG (100.0%)
Affolternstrasse 44
8050 Zürich, CH**

72 Inventor/es:

**SMUGALA, DARIUSZ;
PIASECKI, WOJCIECH;
BYWALEC, GRZEGORZ;
OSTROGORSKA, MAGDALENA;
GRANHAUG, OLE y
SKRYTEN, PAL**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 451 396 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

Un dispositivo supresor de transitorios muy rápidos

- 5 El objeto de la invención es un dispositivo para suprimir transitorios muy rápidos, aplicable a la protección de equipamientos eléctricos y/o de potencia eléctrica y especialmente transformadores que funcionan en subestaciones eléctricas y en plantas de generación eólica, conectadas en el circuito de la alimentación aguas abajo del interruptor y aguas arriba del equipo protegido.
- 10 Durante el funcionamiento del equipo de potencia eléctrica en las subestaciones eléctricas y equipos de conmutación que contengan interruptores de vacío, en el transcurso del funcionamiento de la conmutación de los interruptores con conexión y desconexión, el equipo de potencia eléctrica se expone a transitorios muy rápidos que son peligrosos para el equipamiento accionado. A modo de ejemplo, se generan transitorios muy rápidos cuando se conectan y desconectan los transformadores por medio de interruptores de vacío. Los transformadores están
- 15 frecuentemente conectados con los interruptores por medio de cables de una longitud de varias docenas o de varios centenares de metros. El valor de la impedancia y las insignificantes pérdidas en el cable hacen que la amplitud de los transitorios muy rápidos generados se magnifiquen por las reflexiones de onda en los puntos de conexión, lo que puede llevar a exceder considerablemente el valor nominal de la tensión de alimentación y la frecuencia de dichos transitorios puede estar en el intervalo desde unos pocos centenares de kilohercios hasta como mucho unos pocos
- 20 megahercios. En ese momento los transitorios muy rápidos pueden dañar el aislamiento del transformador o sus devanados. Una tensión de un tiempo de elevación corto de unas pocas docenas o unos pocos centenares de kilovoltios por microsegundo (kV/ μ s) y oscilaciones de frecuencias que varíen desde varios centenares de kilohercios a muchos megahercios pueden acumularse sobre el devanado del transformador degradando el aislamiento y, en consecuencia, conduciendo a su ruptura y a faltas internas. Por lo tanto hay una necesidad de eliminar o reducir el
- 25 efecto dañino de los transitorios muy rápidos mediante el uso de un componente o dispositivo protector adicional. Normalmente, se usan disipadores de sobretensiones mediante varistores, condensadores o capacidades de sobretensión del orden de unos pocos centenares de nanofaradios, filtros RC y resistencias de preinserción, conectados en paralelo con los contactos del interruptor como componentes o dispositivos adicionales contra los daños por la aparición de transitorios muy rápidos.
- 30 El uso de disipadores de sobretensiones mediante varistores asegura una gran eficiencia en la reducción de la amplitud del transitorio, pero no cambia la velocidad de elevación de la onda de tensión. Más aún, debido al carácter del funcionamiento de este tipo de supresores, se generan componentes adicionales de tensión de alta frecuencia.
- 35 Las soluciones basadas en condensadores de sobretensión caracterizados por un valor de capacidad grande y filtros R-C, son eficientes, pero tienen grandes dimensiones y pesos que hacen claramente difícil su colocación en una carcasa común con el dispositivo protegido por el interruptor. Además, aunque los filtros R-C proporcionan una buena protección contra interferencias de gran amplitud, la velocidad de elevación de la primera punta de tensión no se reduce en muchos casos, lo que afecta significativamente al nivel de protección de las instalaciones protegidas.
- 40 Esto tiene lugar particularmente cuando la conexión entre el interruptor y el equipamiento protegido es relativamente corta. Entonces, las resistencias de preinserción conectadas en paralelo con el sistema de los contactos del interruptor son difíciles de instalar y requieren contactos adicionales. Más aún, la gran potencia desprendida de dicha resistencia y los problemas conectados con su disipación no son de ningún modo insignificantes.
- 45 Otra solución usada para reducir los transitorios muy rápidos son dispositivos en la forma de reactancias R-L conectadas en serie y que tienen parámetros especialmente seleccionados. Actúan como un conductor de mínima resistencia para las bajas frecuencias de la tensión aplicada y como una impedancia en serie adicional para las altas frecuencias que tienen lugar durante el fenómeno de conexión. Estos dispositivos se caracterizan por una pequeña caída de tensión en su propia impedancia y por un pequeño valor de potencia disipada durante su funcionamiento en
- 50 condiciones estables. Sin embargo, aunque estos dispositivos son muy efectivos en la supresión de transitorios muy rápidos, tienen una cierta característica inconveniente, concretamente sus dimensiones dependen del valor de la corriente que circula a través de estos dispositivos, y la significativa potencia disipada durante la circulación de la corriente de falta de gran valor puede dar como resultado su destrucción térmica. Los inconvenientes anteriormente mencionados impiden el uso de este tipo de soluciones para la instalación en equipos de conmutación situados en
- 55 subestaciones eléctricas conectadas con plantas de generación eólica por medio de cables de potencia.
- Todas las soluciones presentadas o bien no consiguen asegurar una protección completa, como es el caso de los supresores de transitorios mediante varistores, o la presencia de estos dispositivos en la red de potencia durante las
- 60 condiciones de funcionamiento normales, para una frecuencia de funcionamiento de 50/60 Hz, provoca la disipación adicional en estos dispositivos. Por esa razón, las soluciones presentadas no son aceptables cuando los dispositivos que protegen completamente los transformadores trabajan en subestaciones o en plantas de generación eólica. El inconveniente de la integración de dichos dispositivos con equipos de conmutación y plantas de generación impide su uso en dichos casos debido al ilimitado espacio disponible en la góndola de nacela o en la torre de un generador eólico.
- 65

La descripción de la patente US 6 642 806 revela un método que permite una reducción en la frecuencia de aparición de transitorios y/o en el valor de la amplitud, que consiste en la colocación de un núcleo magnético de alta permeabilidad magnética alrededor de un cable que conduce la corriente eléctrica. El uso del núcleo magnético permite reducir las dimensiones del dispositivo que protege el equipo contra transitorios. Si se usa el dispositivo de acuerdo con la solución presentada, la eficiencia puede ser insuficiente debido a la eficiencia limitada de la supresión de las oscilaciones potenciales de los transitorios sólo mediante las pérdidas del material magnético del núcleo.

Una desventaja adicional de este tipo de solución es la saturación del núcleo, y por lo tanto la pérdida de funcionalidad del dispositivo, antes de que acabe el proceso de generación de los transitorios muy rápidos.

La descripción de patente WO 2008/040128 revela un método que permite reducir los valores de los transitorios muy rápidos, basado en los núcleos de un material magnético dispuesto alrededor de una pieza de un cable que conduce la corriente y una resistencia que puentea la pieza del cable que conduce la corriente. Un inconveniente de esta solución es la necesidad de realizar una conexión galvánica entre la resistencia de cortocircuito y el trayecto de la corriente, lo que requiere una modificación considerable del trayecto de la corriente.

La descripción de la patente de GB1187410 revela una disposición que contrarresta los impulsos de tensión debido a la interrupción del interruptor. En la disposición se conecta un cable eléctricamente conductor con un contacto de interrupción del interruptor. El cable conductor se rodea por un núcleo separado de material ferromagnético y en combinación con el núcleo constituye un dispositivo de inductancia de alta frecuencia conectado en serie con el contacto de la interrupción. El núcleo transporta un devanado secundario a través del que se conecta una resistencia.

La esencia del dispositivo para la supresión de transitorios muy rápidos que tienen lugar en los cables conductores de corriente, que es un componente de un carácter inductivo y que contiene un núcleo magnético de alta frecuencia dispuesto alrededor de un cable conductor de corriente y sobre el núcleo magnético se bobina al menos un devanado con al menos un par de terminales usados para conectar al menos una resistencia de supresión, es que contiene un cuerpo aislante que comprende un núcleo magnético con una resistencia de amortiguación y un devanado o contiene un cuerpo aislante que comprende un núcleo magnético con una resistencia de amortiguación, un devanado y una sección de un cable conductor de la corriente.

Preferiblemente, el dispositivo en su segunda realización es el terminal aislante de un equipo de distribución de media tensión.

Preferiblemente, el núcleo magnético se realiza alternativamente con una cinta amorfa.

Preferiblemente, el núcleo magnético se realiza alternativamente con un material en polvo.

La ventaja del dispositivo inventivo es su capacidad para suprimir de modo efectivo las frecuencias más altas de los procesos muy rápidos, que varían desde unos pocos centenares de kilohercios a unos pocos megahercios, que pueden tener lugar durante las operaciones de conmutación que usan interruptores de vacío, debido a la que su impedancia depende de la frecuencia de funcionamiento y esta impedancia se incrementa con el incremento en la frecuencia. Un devanado primario de una única vuelta es un trayecto de la corriente, por lo tanto es posible construir un dispositivo que tenga dimensiones pequeñas. Gracias a las pequeñas dimensiones del dispositivo inventivo se puede usar para la protección de transformadores que funcionen en plantas de generación eólica, debido a que este dispositivo así como el terminal inventivo se pueden situar en equipos de conmutación y/o subestaciones distantes de la localización del transformador. El terminal inventivo se caracteriza por las pequeñas dimensiones incluso para grandes valores de corriente que circule a través de su terminal. El terminal tiene un diseño simple y de uso práctico. Se puede usar como un equipo adicional de equipos de conmutación y/o subestaciones existentes y su uso no requiere grandes modificaciones. La introducción de una resistencia o resistencias adicionales incrementa considerablemente la efectividad de la supresión de transitorios y hace posible controlar el nivel de saturación del núcleo del dispositivo protector.

El dispositivo inventivo se presenta en una realización en los dibujos en los que la fig. 1 muestra el dispositivo con el devanado en forma de una bobina de espira simple con una resistencia en una vista en perspectiva, la fig. 2 - el dispositivo con el devanado en la forma de múltiples bobinas de espira simple con resistencias, en una vista en perspectiva, la fig. 3 - el dispositivo con el devanado en la forma de secciones de devanado entre las que se conectan resistencias de amortiguación en serie de tal manera que las resistencias de amortiguación junto con los segmentos del devanado forman un circuito eléctrico cerrado, en una vista en perspectiva, la fig. 4 - una terminación de cable con el dispositivo inventivo para la supresión de transitorios muy rápidos, en una sección longitudinal, la fig. 5 - el terminal inventivo con el dispositivo para la supresión de transitorios muy rápidos, en sección longitudinal, la fig. 6 - un núcleo magnético adecuado para su uso en una conexión de cable, en sección longitudinal, la fig. 7 - un núcleo magnético realizado como un conjunto de núcleos situados en serie relativamente entre sí, en una proyección en perspectiva, la fig. 8 - un núcleo magnético realizado como un conjunto de núcleos situados concéntricamente relativamente entre sí, en una proyección en perspectiva, la fig. 9 - el uso del dispositivo inventivo como un accesorio

de una conexión de cable, y la fig. 10 - el uso del dispositivo como un accesorio de una terminación de cable.

El dispositivo inventivo 1 comprende un núcleo magnético de alta frecuencia 2 dispuesto alrededor de un cable conductor de corriente 3 en un circuito de devanado cerrado 4. En la presente realización el núcleo magnético 2 se realiza en la forma de un anillo con un orificio 5. En condiciones de funcionamiento el núcleo magnético 2 puede tener una forma diferente y su sección transversal en un plano paralelo al orificio 5 puede ser la forma de, por ejemplo, un marco cuadrado, oval o triangular, que no se muestran en el dibujo. El cable conductor de corriente 3 que se sitúa en el orificio 5 del núcleo magnético, es el devanado primario. Un devanado 4 junto con una resistencia o resistencias de amortiguación forman un circuito eléctrico cerrado. El devanado 4 está formado por al menos una bobina conductora provista con al menos un par de terminales 6, en los que se conecta una resistencia de amortiguación 7 de la resistencia de supresión que asegura la reducción efectiva o supresión de transitorios muy rápidos para una aplicación dada. El núcleo magnético 2 está hecho de material magnético de alta permeabilidad magnética, preferiblemente de un material nanocristalino, y en la realización más simple de la invención es un anillo simple. En otra realización, el núcleo magnético 2a es un anillo con un orificio 5 cuyo diámetro se ajusta a la forma del componente que contiene el cable conductor de corriente 3. En otra realización más, el núcleo magnético 2b consiste en un conjunto de muchos anillos dispuestos en serie relativamente entre sí. En otra realización más el núcleo magnético 2c está formado mediante al menos dos anillos situados concéntricamente relativamente entre sí.

El dispositivo 1 comprende el devanado 4 que es una bobina simple con al menos una resistencia 7. La bobina se devana sobre el núcleo magnético 2.

En otra realización de la invención, el dispositivo 1a, mostrado en la fig. 2, contiene muchos devanados 4 con resistencias 7 conectadas a sus terminales 6. En otra realización más del ejemplo, el dispositivo 1b, mostrado en la fig. 3, contiene el devanado 4a que está hecho en la forma de secciones entre las que se conectan en serie resistencias de supresión 7 de tal manera que junto con las secciones del devanado 4a forman un circuito eléctrico cerrado.

En las condiciones de funcionamiento de la invención, el número de resistencias 7 depende de su potencia nominal y su capacidad para disipar la potencia que se desprende de ellas.

El dispositivo inventivo, realizado en cualquier forma, se coloca en un cuerpo aislante 8, 8a que usa procesos conocidos de moldeo con materiales termoestables, y especialmente moldeo con epoxi, resina de poliuretano o compuesto de relleno de silicona.

El cuerpo 8a junto con el núcleo del circuito o circuitos de devanado con las resistencias y una sección del cable conductor de la corriente en la forma de una barra o una sección de un cable es un producto tecnológico acabado en la forma de un terminal aislante, como se muestra en la fig. 5. El terminal producido en esta forma es aplicable en varios equipos de potencia eléctrica para la reducción del efecto dañino de los transitorios muy rápidos y se conecta a un equipo de conmutación aguas abajo del interruptor y aguas arriba del equipo protegido.

El cuerpo 8 junto con el núcleo y el circuito o circuitos de devanado con la resistencias tiene un orificio 9, que permite poner el cuerpo 8 completo junto con el dispositivo inventivo sobre una pieza de una terminación de un cable 12 o sobre una pieza de una conexión de cable 11 en el interior de la que hay un cable conductor de corriente 3, como se muestra en las figs. 9 y 10 respectivamente. Adicionalmente, se conecta una carga 10 a la pantalla del cable para proporcionar una puesta a tierra de la pantalla del cable. El dispositivo producido en esta forma es aplicable como un accesorio de una terminación de cable en varios tipos de equipos de potencia eléctrica, para la reducción del efecto de los daños de transitorios muy rápidos y se conecta a un equipo de conmutación aguas abajo del interruptor y aguas arriba del equipo protegido.

En condiciones de funcionamiento, la impedancia del dispositivo de supresión VFT (transitorios muy rápidos) para la frecuencia de funcionamiento de 50/60 Hz es despreciable. Se incrementa con el incremento en la frecuencia de la tensión aplicada. Para frecuencias muy altas su valor se aproxima al valor resultante del valor de la resistencia conectada al devanado, convertida al lado del devanado primario de una única espira formada por el cable conductor de la corriente. Cuanto más grande sea la inductancia del dispositivo 1, 1a, 1b que contiene un núcleo o núcleos magnéticos, más baja será la frecuencia para la que la impedancia resultante se aproxima al valor límite determinado por la resistencia de las resistencias de supresión. Por lo tanto, es beneficioso el uso de un núcleo magnético en el dispositivo, lo que hace posible obtener una inductancia adecuadamente grande para la bobina de una única espira formada por el cable de conducción de corriente. Debido al hecho de que la impedancia del dispositivo para altas frecuencias tiene un carácter resistivo y que se conecta en serie entre la fuente de transitorios, que tienen grandes velocidades de elevación cuya fuente es el interruptor de vacío, y el dispositivo protector, es posible obtener una reducción considerable en la velocidad de elevación de la tensión en los terminales del dispositivo protegido, en el que la capacidad a tierra y la capacidad del cable, en caso de conexión de un cable, junto con la impedancia del dispositivo de supresión de VFT forman un filtro paso bajo. El uso de una resistencia conectada a la bobina del devanado sobre un núcleo magnético elimina la necesidad de conectar galvánicamente la resistencia al cable conductor de la corriente. El valor resistivo de la resistencia de supresión se debería seleccionar para obtener la máxima reducción en la velocidad de elevación de la tensión en los terminales de la pieza del equipo

protegida, y al mismo tiempo para evitar transitorios oscilantes en el circuito creado por la inductancia del dispositivo de supresión y la capacidad del equipo protegido. Por lo tanto, la selección del valor de la resistencia de supresión se debe realizar para el material y tamaño específico del núcleo magnético que se use, y para la capacidad del equipo protegido. Dicha selección con vistas a satisfacer los criterios anteriormente mencionados está dentro del alcance de la experiencia y habilidades de la ingeniería eléctrica.

5

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo para la supresión de transitorios muy rápidos que tiene lugar en cables conductores de corriente (3), el cual es un componente de carácter inductivo (1, 1a, 1b), que comprende un núcleo magnético de alta frecuencia (2) dispuesto alrededor del cable conductor de corriente (3), sobre el núcleo magnético (2) hay una bobina de enrollado al menos un devanado (4, 4a) con al menos un par de terminales (6) usados para la conexión de al menos una resistencia de amortiguación (7), **caracterizado por que** contiene un cuerpo aislante (8) en el que se sitúa un núcleo magnético (2) junto con una resistencia de amortiguación (7) y un devanado (4, 4a) o contiene un cuerpo aislante (8a) en el que se localiza un núcleo magnético (2) junto con una resistencia de amortiguación (7), un devanado (4, 4a) y una sección de un cable conductor de corriente (3).
- 10
2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** es un terminal de aislamiento de un equipo de conmutación de media tensión.
- 15 3. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** el núcleo magnético está hecho de una cinta amorfa.
4. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 **caracterizado por que** el núcleo magnético está hecho de un material en polvo.
- 20

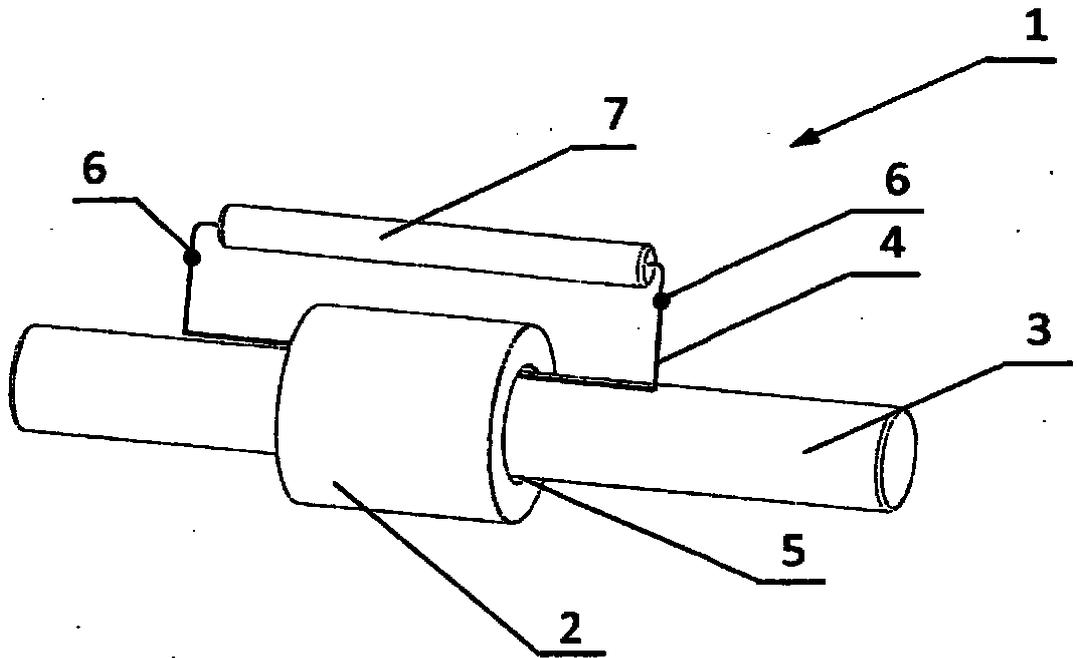


Fig.1

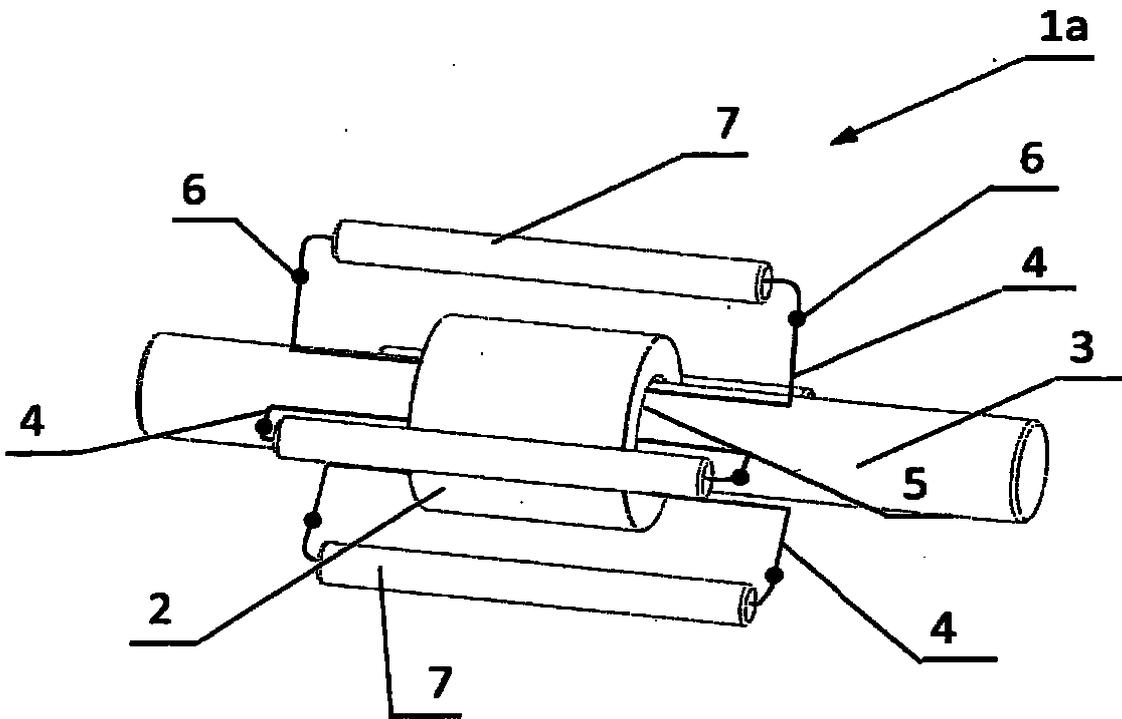


Fig.2

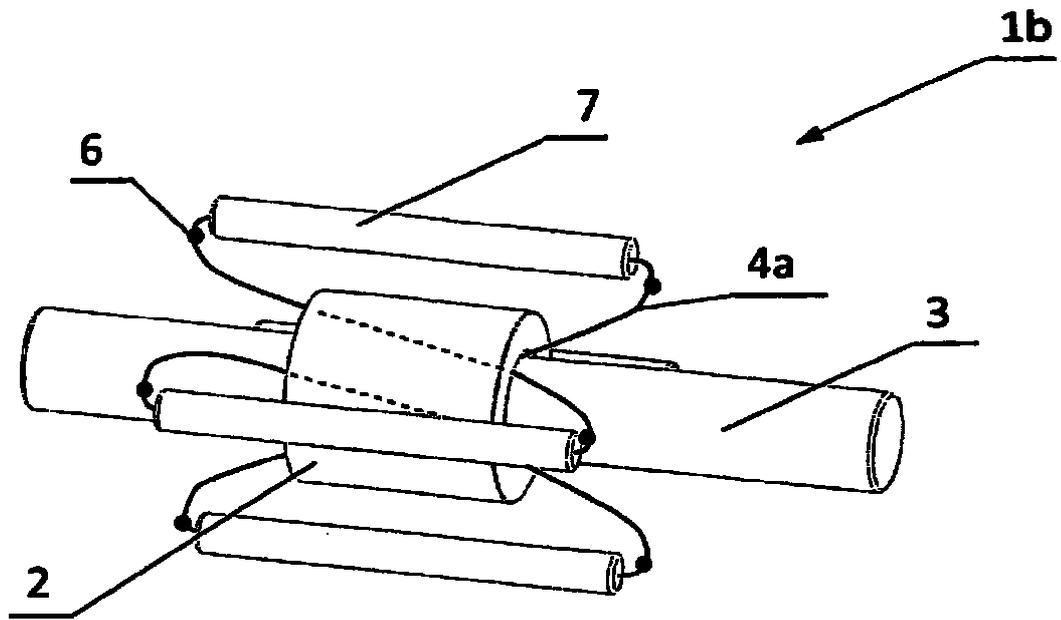


Fig.3

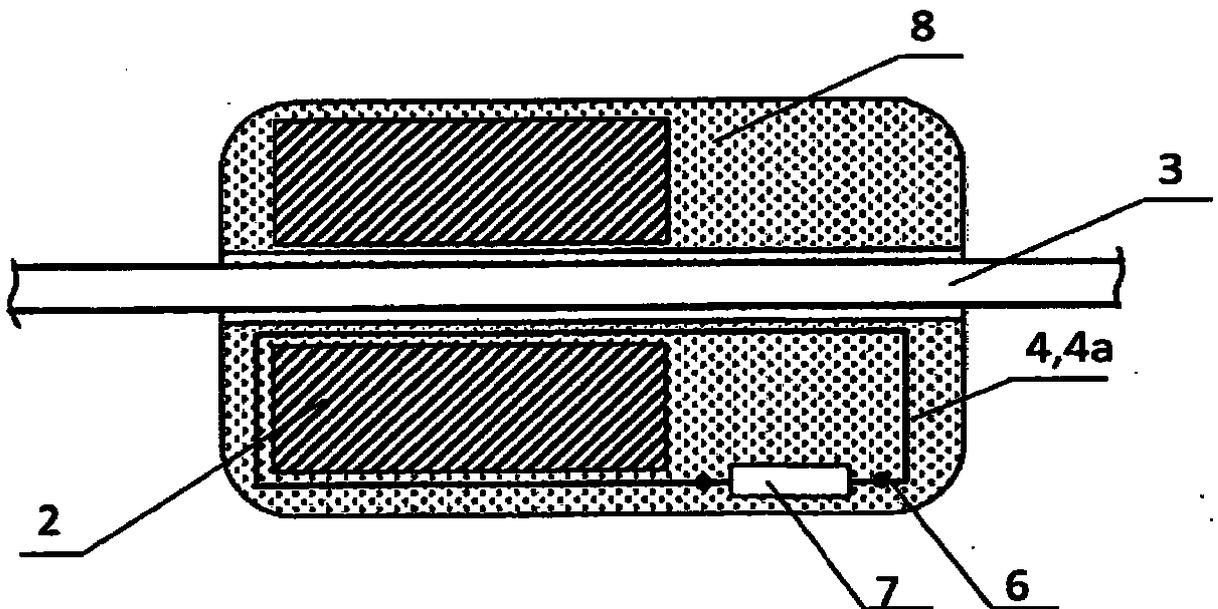


Fig.4

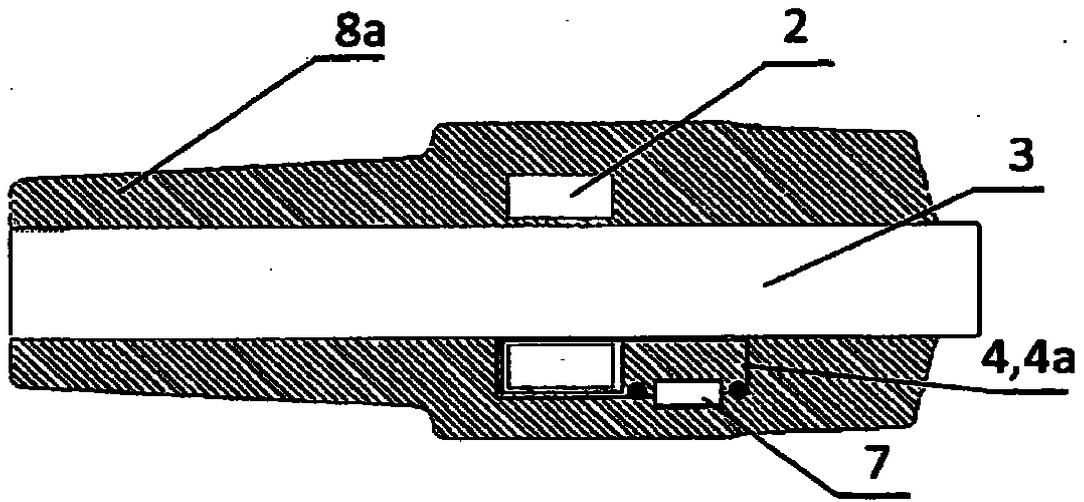


Fig.5

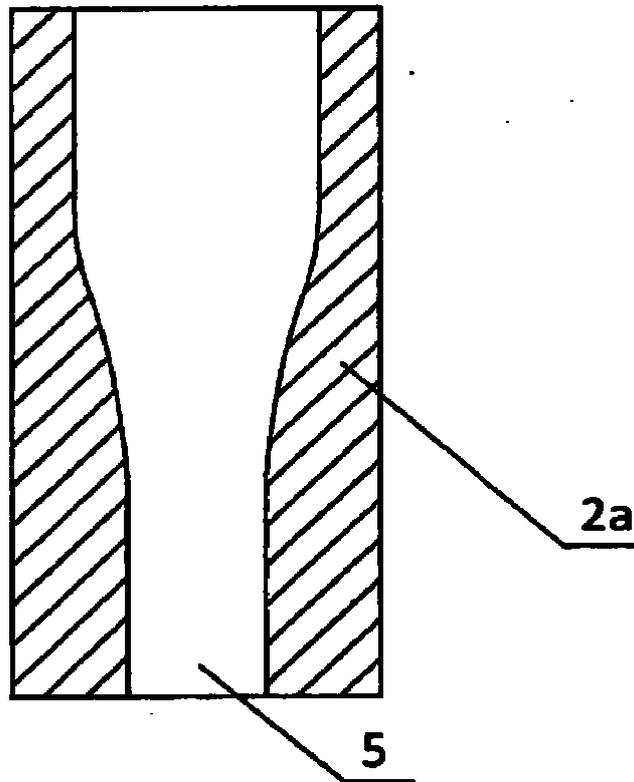


Fig.6

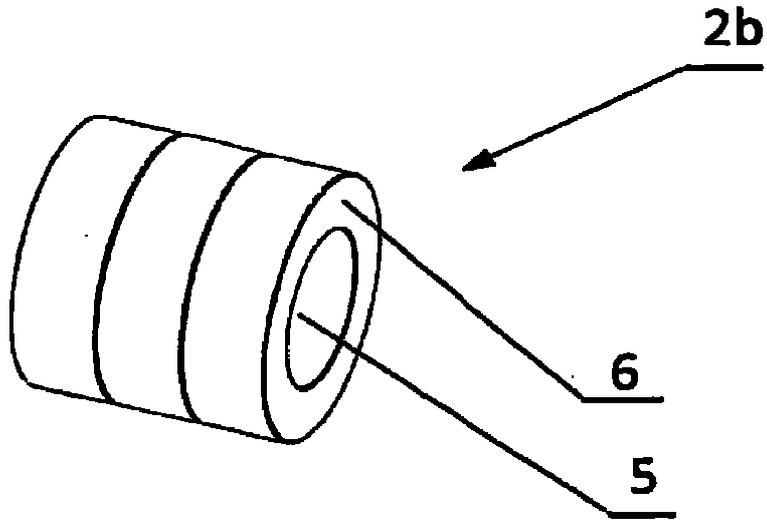


Fig.7

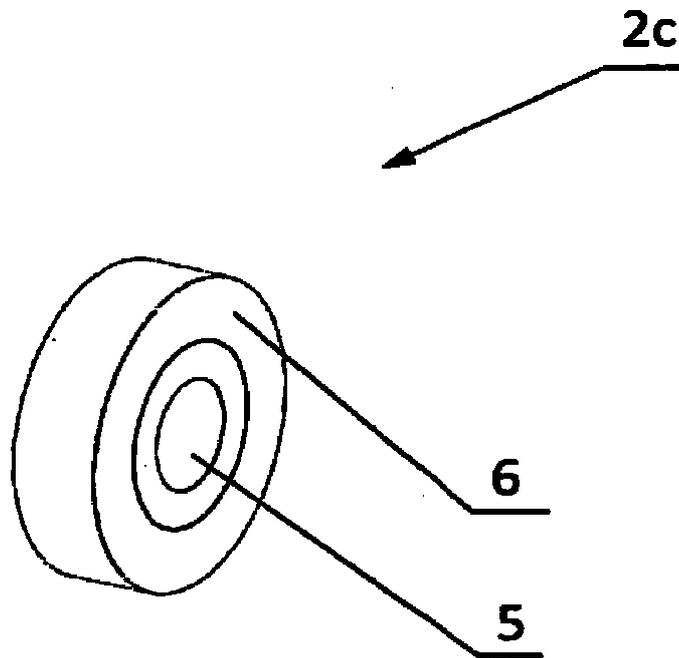


Fig.8

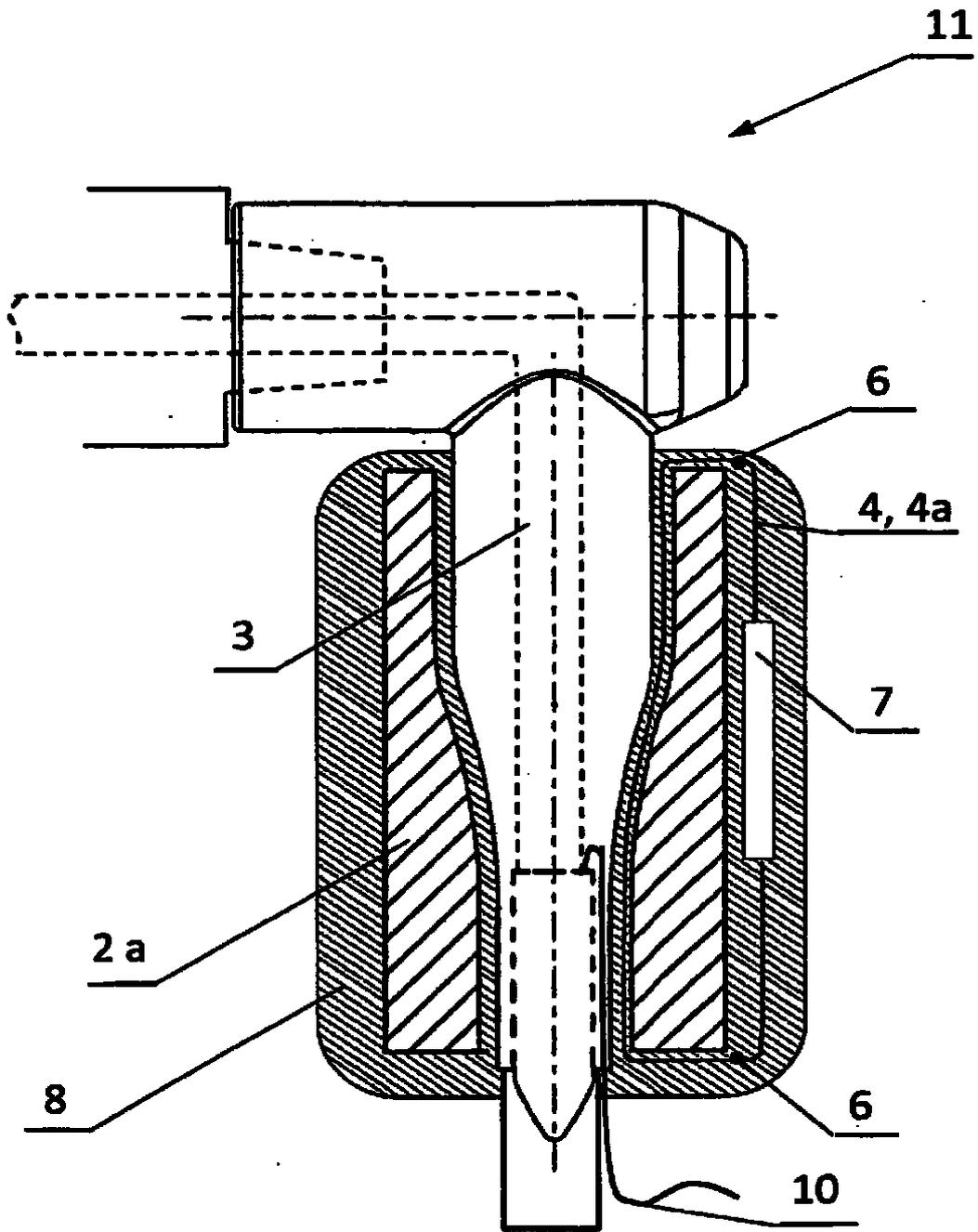


Fig.9

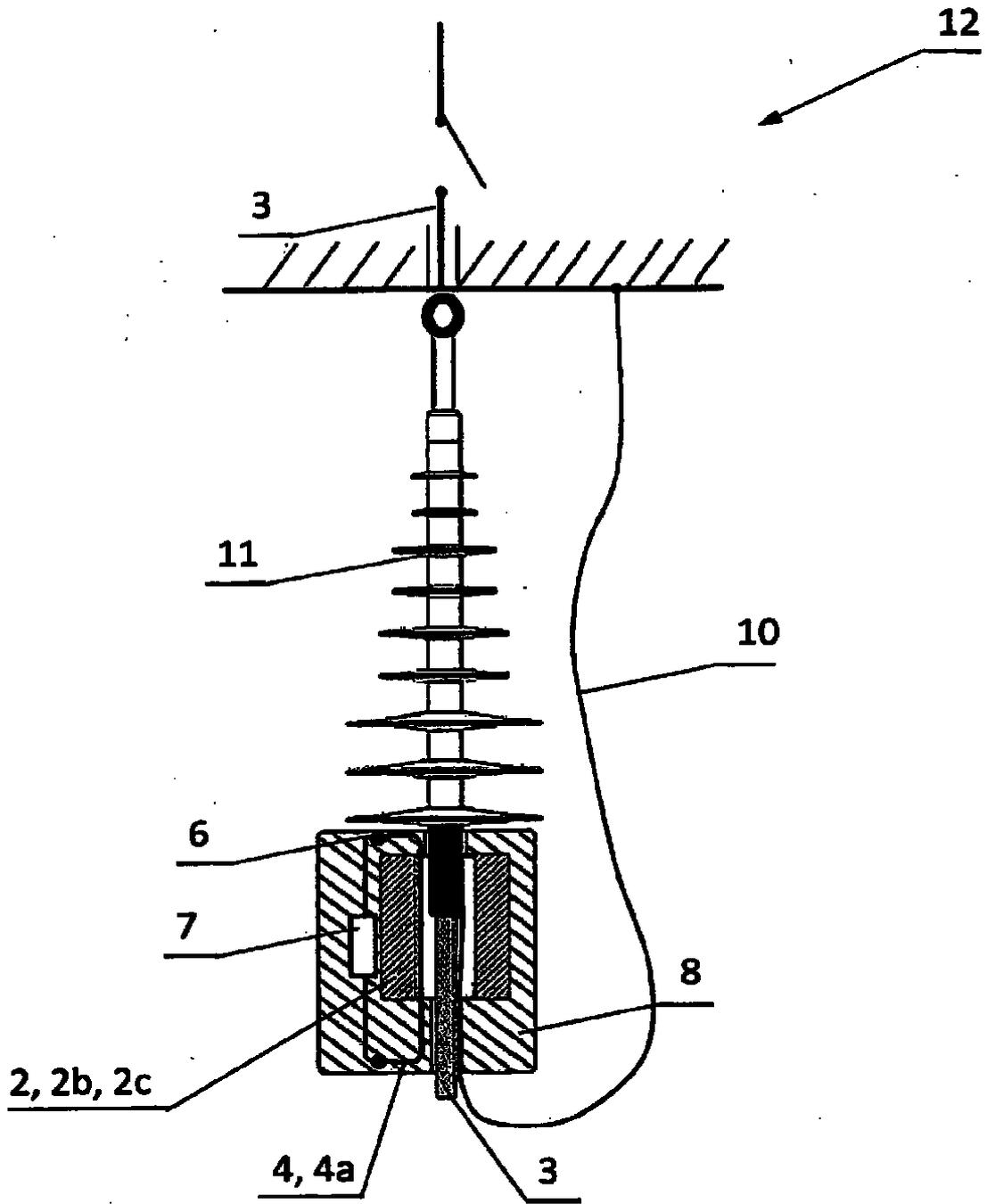


Fig.10