



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0412467-7 B1

(22) Data do Depósito: 17/06/2004

(45) Data de Concessão: 10/10/2017



(54) Título: BUCHA PARA UM DISPOSITIVO ELÉTRICO E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UMA BUCHA

(51) Int.Cl.: H01B 17/30; H01B 17/26

(30) Prioridade Unionista: 11/07/2003 SE 03 02091.4

(73) Titular(es): ABB RESEARCH LTD.

(72) Inventor(es): PETER ISBERG; CARINA ÖNNEBY; ERIK JOHANSSON; THOMAS LILJENBERG; DOUGLAS GETSON

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "BUCHA PARA UM DISPOSITIVO ELÉTRICO E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UMA BUCHA".

Campo Técnico

[001] A presente invenção refere-se a uma bucha interna ou externa e um processo para a construção da dita bucha.

Técnica Anterior

[002] A função primária de uma bucha é a de conduzir corrente através de uma barreira aterrada, tal como uma parede ou um invólucro de um aparelho elétrico. A bucha impede que a corrente passe para o interior do invólucro aterrada em virtude de suas propriedades isolantes. Uma bucha é construída com ou sem um condensador.

[003] Uma bucha não-condensadora compreende um condutor central portador de corrente circundado por um meio dielétrico sólido, líquido ou gasoso e um isolador cerâmico ou elastomérico.

[004] Uma bucha condensadora para média e alta tensão tem um componente adicional designado de um núcleo isolante que auxilia a distribuição de campo elétrico ao longo da extensão da bucha. O núcleo isolante é construído em torno de um tubo central que é o trajeto condutor de corrente da bucha. Para alguns tipos de buchas o tubo central não é o trajeto condutor de corrente das buchas. Os núcleos isolantes de bucha de média e alta tensão são por exemplo construídos quer de papel impregnado de óleo (OIP), quer de papel impregnado de resina (RIP). Enrolada com o papel existe uma pluralidade de placas de equalização, distribuídas concentricamente dentro do núcleo. Estas camadas são construídas de folha fina metálica, de preferência folha fina de alumínio, ou tinta condutiva, que serve para controlar o campo elétrico interno e externo do conjunto de bucha.

[005] O núcleo isolante de papel impregnado de resina pode ser produzido pelo enrolamento de papel e placas de equalização sobre o

tubo central e a seguir impregnação com uma resina em um molde. A resina usada em um núcleo isolante de papel impregnado de resina é, por exemplo, resina epóxi. O molde também pode ser a bainha elastomérica efetiva que se torna parte do conjunto de produto final. O molde poderia também ser confeccionado de papel ou metal que é removido após o processo de cura. Ao utilizar um molde amovível, uma bainha elastomérica é extrusada diretamente sobre o núcleo isolante de papel impregnado de resina. O núcleo isolante de papel impregnado de resina também poderia ser colocado no interior de um cilindro oco de epóxi reforçado por fibras de vidro com uma bainha elastomérica extrusada diretamente sobre sua superfície externa ou colocado no interior de um cilindro de cerâmica oco. Existem determinadas construções que não exigem quer a bainha elastomérica quer o cilindro de cerâmica oco após a remoção do molde. O equipar com um flange de montagem juntamente com vários outros componentes, tais como guarnições metálicas, possivelmente um tanque de expansão, completa o conjunto de bucha.

[006] A bainha elastomérica construída de silicone ou borracha-EP, juntamente com o isolador de cerâmica atua para prevenir corrente de descarga ao longo da superfície externa do conjunto de bucha. Tanto o elastomérico como o isolador de cerâmica apresenta protuberâncias campaniformes chamadas de "campânulas" (ou rebordos de escoamento) que aumentam a distância de descarga ao longo de sua extensão e reduzem adicionalmente a incidência de corrente de descarga.

[007] Ao utilizar um cilindro oco de epóxi reforçado por fibras de vidro ou um cilindro oco de cerâmica como isolador, o espaço entre o núcleo isolante e o isolador oco externo é preenchido com um meio dielétrico sólido, semi-sólido, líquido ou gasoso. Um exemplo de um meio dielétrico líquido é o óleo e um exemplo de um meio dielétrico

gasoso é o SF₆;

[008] Epóxi e elastômeros absorvem umidade quando expostos às condições atmosféricas. Buchas de papel impregnado de resina com ou sem bainha elastomérica extrusada diretamente sobre seu núcleo isolante é suscetível à absorção de umidade durante exposição em longo prazo às condições atmosféricas. A absorção de umidade pelo núcleo isolante pode causar degradação da integridade do dielétrico da bucha e diminuir sua faculdade para atender à sua finalidade contemplada.

[009] Para prevenir que água atinja o epóxi, existem soluções temporárias conhecidas, soluções empregadas pela indústria tais como plásticos ou dessecantes, ou um invólucro de metal de custo proibitivo. Inexiste processo atualmente conhecido que seja rentável e confiável para ter uma camada protetora que mantenha a umidade afastada do epóxi. Uma razão para isto é a limitada adesão e estabilidade de temperatura da dita camada protetora conhecida.

[0010] Por conseguinte, existe necessidade por uma bucha onde a absorção de umidade no núcleo condensador seja prevenida e um processo de manufatura de uma bucha deste tipo, que seja mais simples, mais econômico que os processos convencionais, e resulte em um produto acabado de alta qualidade.

Sumário da Invenção

[0011] O objetivo da invenção é proporcionar uma bucha de tensão média ou de alta tensão para um dispositivo elétrico. A bucha compreendendo um núcleo isolante, onde a umidade proveniente da umidade no exterior da bucha é impedida de se difundir no interior do núcleo isolante. Constitui um objetivo adicional apresentar um processo para a fabricação da dita bucha.

[0012] O objetivo da invenção é realizado pelo fato de pelo menos uma parte do núcleo isolante da bucha compreender uma barreira de

difusão contínua para prevenir o ingresso de umidade. A barreira de difusão compreende uma película contínua de um material delgado e flexível com firme adesão ao núcleo isolante. A película contínua é um isolador elétrico e é termicamente estável. Por material flexível entende-se um material suscetível de suportar deformação sem ser permanentemente afetado ou lesado. Por firme adesão entende-se que a barreira de difusão mantenha sua aderência ao núcleo isolante sob deformação mecânica ou térmica.

[0013] Demais aspectos característicos vantajosos da bucha e do processo de fabricação são declarados na descrição abaixo e nas reivindicações subordinadas.

[0014] A barreira de difusão compreende pelo menos um dos seguintes: um filme inorgânico, um filme orgânico um filme híbrido orgânico/inorgânico. De acordo com uma modalidade preferencial da invenção, a barreira de difusão compreende um filme em múltiplas camadas.

[0015] De acordo com uma outra modalidade preferencial, a barreira de difusão compreende partículas de natureza híbrida ou inorgânica. As partículas são incorporadas na matriz do filme inorgânico, do filme orgânico, do filme híbrido orgânico/inorgânico ou do filme em múltiplas camadas.

[0016] A barreira de difusão é, por exemplo, depositada sobre pelo menos parte do núcleo isolante por um dos seguintes processos de revestimento; pintura, imersão, pulverização, arco de plasma, técnica de sol-gel, Deposição de Vapor Físico (PVD) ou Deposição de Vapor Químico (CVD). Quando a barreira de difusão é um filme em múltiplas camadas compreendendo duas ou mais camadas, a barreira de difusão poderia ser aplicada por uma combinação dos processos acima mencionados.

[0017] Como a barreira de difusão é construída de um material

contínuo e flexível, com firme adesão ao núcleo isolante, rachadura da barreira de difusão será eliminada. A barreira de difusão protege o núcleo isolante contra a absorção de água durante a operação, armazenamento e transporte.

[0018] Outra vantagem é que uma bucha com uma barreira de difusão aplicada com pelo menos um dos processos acima mencionados, é de fácil fabricação comparada com camadas protetoras conhecidas para buchas.

[0019] Uma vantagem adicional é eliminar a necessidade pela bucha oca externa que atualmente funciona como uma estrutura protetora para o núcleo isolante. A barreira de difusão também habilita a possibilidade de aplicar diretamente um membro tubular externo compreendendo um elastômero sobre o exterior do núcleo isolante como proteção contra correntes em fuga. O membro tubular externo é provido de protrusões campaniformes designadas de campânulas.

[0020] A barreira de difusão habilita o transporte aberto e armazenamento em ambientes úmidos que elimina a necessidade por pré-tratamento tal como aquecimento ou iniciação lenta do sistema elétrico quando ativado, que é usada atualmente para eliminar a água do núcleo isolante.

Breve Descrição dos Desenhos

[0021] A invenção será descrita em maior detalhe pela descrição de modalidades com referência aos desenhos apensos, nos quais:

[0022] A figura 1 mostra esquematicamente em uma vista lateral e parcialmente em seção transversal longitudinal, uma bucha de acordo com uma modalidade preferencial da invenção.

[0023] A figura 2 mostra esquematicamente em uma vista lateral e parcialmente em uma seção transversal longitudinal, uma bucha de acordo com outra modalidade da invenção.

[0024] A figura 3 mostra esquematicamente em uma seção trans-

versal longitudinal, uma bucha com um isolador oco externo de acordo com uma outra modalidade da invenção.

Descrição de Modalidades Preferenciais

[0025] A presente descrição refere-se a ambos o método e o dispositivo.

[0026] A figura 1 mostra uma bucha de acordo com uma modalidade preferencial da invenção. A bucha compreende um núcleo isolante 1 compreendendo uma barreira de difusão 2. A barreira de difusão compreende um filme contínuo, que cobre essencialmente a inteira superfície do núcleo isolante na figura 1. Um tubo central 3 disposto no centro da bucha. O tubo central 3 pode ou não ser o trajeto condutor de corrente. O núcleo isolante é, por exemplo, produzido de um material composto compreendendo epóxi, tais como papel impregnado de resina epóxi (RIP). O núcleo isolante pode ser produzido pelo enrolamento de papel e de placas de equalização sobre o tubo central e a seguir impregnação com resina em um molde. Estas placas de equalização (não mostradas) são construídas de folha fina metálica, de preferência folha fina de alumínio, ou tinta condutiva, que serve para controlar o campo elétrico interno e externo do conjunto de bucha.

[0027] Para evitar corrente de arrasto um membro tubular externo 4 de um material elastomérico, tal como silicone ou borracha-EP ou de material cerâmico é disposto sobre o exterior do núcleo isolante. O membro tubular externo 4 é munido de protuberâncias campaniformes denominadas de "sheds" ou campânulas 5. Um flange 6 é disposto radialmente sobre o núcleo isolante para fixação da bucha à parede de um dispositivo elétrico, tal como um transformador.

[0028] Nas figuras 1-3 a barreira de difusão 2, 8, 11, 12 de acordo com a invenção é construída como um filme contínuo, que é delgado e flexível. A barreira de difusão tem firme aderência ao epóxi e tem propriedades isolantes.

[0029] A barreira de difusão 2, 8, 11, 12 tem baixa permeabilidade à água. De preferência o coeficiente de permeabilidade de água é inferior a $0,1 \text{ g.m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$. Preferencialmente, o coeficiente de permeabilidade de água é inferior a $1 \text{ mg.m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$.

[0030] De acordo com uma modalidade a barreira de difusão 2, 8, 11, 12 compreende uma matriz orgânica tal como um polímero, por exemplo poli(cloreto de vinila) (PVC). Em uma modalidade preferencial a matriz orgânica compreende incorporadas pequenas partículas inorgânicas ou partículas de material híbrido, na faixa de nanômetro a vários micrômetros. Uma partícula híbrida é uma partícula compreendendo ligações tanto orgânicas como inorgânicas na matriz assim como sobre a superfície de uma partícula inorgânica.

[0031] Em outras modalidades da invenção a barreira de difusão 2, 8, 11, 12 compreende uma matriz inorgânica tal como de óxido de alumínio (Al_2O_3), ou óxido de silicone (SiO_x). Em uma modalidade preferencial a matriz inorgânica compreende incorporadas pequenas partículas inorgânicas ou partículas híbridas, na faixa de nanômetro e vários micrômetros.

[0032] De acordo com uma modalidade preferencial da invenção a barreira de difusão 2, 8, 11, 12 compreende uma matriz híbrida orgânica/inorgânica. Um filme híbrido orgânico/inorgânico é, por exemplo, um filme compreendendo pelo menos uma camada com uma matriz orgânica e pelo menos uma camada com uma matriz inorgânica. Outro exemplo de um filme híbrido orgânico/inorgânico é um filme com uma combinação de uma rede matriz orgânica e inorgânica. A matriz híbrida orgânica/inorgânica pode também compreender incorporadas pequenas partículas inorgânicas ou partículas híbridas, na faixa de nanômetro a vários micrômetros. Um exemplo de um filme híbrido com pequenas partículas é um filme baseado em sílica aplicado com técnica sol-gel compreendendo pequenas partículas inorgânicas planas de

nitreto de boro hexagonal (h-BN).

[0033] De acordo com outra modalidade preferencial da invenção a barreira de difusão 2, 8, 11, 12 compreende um filme em multicamadas. Um filme em multicamadas compreende pelo menos duas das matrizes acima mencionadas com ou sem partículas. Um filme em multicamadas é, por exemplo, um filme compreendendo pelo menos uma camada com uma matriz orgânica e pelo menos uma camada com uma matriz inorgânica. Outros exemplos de um filme em multicamadas são um filme orgânico compreendendo pelo menos duas camadas com diferentes matrizes orgânicas, ou um filme inorgânico compreendendo pelo menos duas camadas com diferentes matrizes inorgânicas.

[0034] De acordo com outra modalidade preferencial da invenção as partículas incorporadas têm um perfil designado, tal como de partículas escamosas ou planas. As partículas escamosas ou planas oferecem as vantagens de não contribuírem para aumentar a espessura do filme se alinhadas planas na superfície, e de que efetivamente aumentarem o trajeto de difusão para as moléculas em difusão. Exemplos de partículas de preferência são h-BN e mica, que têm uma natureza flocosa, e partículas planas de SiO_2 e Al_2O_3 ;

[0035] A barreira de difusão 2, 8, 11, 12 é, por exemplo, aplicada por um dos seguintes processos de revestimento: pintura, imersão, pulverização, arco de plasma, técnica sol-gel, Deposição de Vapor Física (PVD) ou Deposição de Vapor Químico (CVD).

[0036] Os revestimentos de materiais híbridos de preferência são produzidos por técnica sol-gel, que significa que uma solução química contendo precursores para o material de revestimento é aplicada sobre a superfície e a seguir a superfície é secada e solidificada. A solidificação pode ser à temperatura ambiente, realizada por UV e/ou à temperatura elevada. A aplicação da solução é efetuada, por exemplo,

por imersão, pulverização ou pintura do objeto a ser revestido.

[0037] A espessura da barreira de difusão depende do material de revestimento. De preferência uma barreira de difusão de um filme orgânico tem uma espessura inferior a 5 mm, ao passo que uma barreira de difusão de um filme inorgânico ou híbrido de preferência tem uma espessura da ordem de micrômetro a dezenas de micrômetros.

[0038] Embora o núcleo isolante 1 mostrado na figura 1 seja disposto diretamente sobre o tubo central 3, o núcleo isolante pode também ser fabricado como uma parte em separado com um orifício atravessante longitudinalmente disposto, para posterior montagem sobre o tubo central 3. A figura 2 mostra esquematicamente em uma vista lateral e parcialmente em uma seção transversal longitudinal, uma bucha de acordo com outra modalidade da invenção. O interior e o exterior de um núcleo isolante oco 7 sendo pelo menos parcialmente revestido com uma barreira de difusão 8 compreendendo um filme contínuo.

[0039] De acordo com ainda outra modalidade da invenção, o núcleo isolante oco 7 é revestido tanto interna como externamente com a camada de difusão.

[0040] Uma modalidade preferencial adicional da invenção é mostrada na figura 3, onde é mostrada uma seção transversal longitudinal esquemática de uma bucha compreendendo um núcleo isolante 9 e um isolador oco externo 10. O isolador oco externo 10 sendo pelo menos parcialmente revestido de uma barreira de difusão 11, 12 compreendendo um filme contínuo.

[0041] De acordo com uma outra modalidade preferencial da invenção, essencialmente a inteira superfície do isolador oco externo 10 é revestida com a barreira de difusão 2, 8, 11, 12 compreendendo um filme contínuo. Quando a bucha tiver sido afixada a um dispositivo elétrico e uma cobertura superior 14 disposta sobre o outro lado, o espaço 13 entre o núcleo isolante 9 e o isolador oco externo 10 é preenchido

do com um meio dielétrico sólido, semi-sólido, líquido ou gasoso, tal como óleo ou SF₆. Um membro tubular 4 compreendendo várias câmpulas protuberantes radiais 5 de um material elastomérico, tal como borracha de silicone ou borracha-EP é afixado ao isolador oco externo 10.

[0042] Uma vez que somente determinadas modalidades preferenciais da presente invenção foram descritas, muitas modificações e variações se evidenciarão aqueles versados na técnica sem se afastar do âmbito da invenção, tal como esta é definida nas reivindicações apenas com apoio da descrição e dos desenhos.

[0043] Por conseguinte, a barreira de difusão 2, 8, 11, 12 pode ser aplicada sobre o exterior e/ou o interior do núcleo isolante 1, 7, 9 e/ou o interior e/ou o exterior do isolador oco externo 10. A barreira de difusão também poderia ser aplicada sobre o exterior do membro tubular 4.

REIVINDICAÇÕES

1. Bucha para um dispositivo elétrico, compreendendo um núcleo isolante (1, 7, 9), caracterizada pelo fato de pelo menos uma parte do núcleo isolante (1, 7, 9) compreender uma barreira de difusão contínua (2, 8) compreendendo um filme contínuo de um material delgado e flexível com firme adesão ao núcleo isolante (1, 7, 9), onde a barreira de difusão (2, 8) mantém sua aderência ao núcleo isolante (1, 7, 9) sob deformação mecânica ou térmica, sendo que o núcleo isolante (1, 7, 9) compreende um corpo de papel impregnado de resina epóxi e possui uma superfície externa, a qual recebe o revestimento da barreira de difusão (2, 8).

2. Bucha de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pelo fato do núcleo isolante (1, 7, 9) ser oco e de que pelo menos parte do interior do núcleo isolante (1, 7, 9) ser revestida com a barreira de difusão (2, 8).

3. Bucha de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizada pelo fato de um isolador oco externo (10) ser disposto no exterior do núcleo isolante (1, 7, 9), e de que pelo menos uma parte do isolador oco externo (10) ser revestida com a barreira de difusão (11, 12).

4. Bucha de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelo fato de que a inteira superfície do isolador oco externo (10) é revestida com a barreira de difusão (11, 12).

5. Bucha de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelo fato de que a barreira de difusão (2, 8, 11, 12) compreender pelo menos um dos seguintes; um filme inorgânico, um filme orgânico ou um filme híbrido orgânico/inorgânico.

6. Bucha de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo fato de que a barreira de difusão (2, 8, 11, 12) compreender um filme em multicamadas.

7. Bucha de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada pelo fato de que a barreira de difusão (2, 8, 11, 12) compreender partículas de natureza híbrida ou inorgânica.

8. Bucha de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada pelo fato de que a barreira de difusão (2, 8, 11, 12) ter um coeficiente de permeabilidade de água inferior a $0,1 \text{ g.m}^{-2}, \text{ dia}^{-1}$.

9. Bucha de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizada pelo fato de que a barreira de difusão (2, 8, 11, 12) ser depositada sobre pelo menos parte do núcleo isolante (1, 7, 9) e/ou do isolador oco externo (10) por um dos seguintes processos; imersão, pintura, pulverização, arco de plasma, tecnologia sol-gel, Deposição de Vapor Física (PVD) ou Deposição de Vapor Químico (CVD).

10. Processo de fabricação de uma bucha para um dispositivo elétrico, a bucha compreendendo um núcleo isolante (1, 7, 9), caracterizado pelo fato de que compreende revestir pelo menos uma parte do núcleo isolante (1, 7, 9) com uma barreira de difusão contínua (2, 8), compreendendo um filme contínuo de um material delgado e flexível, com firme adesão ao núcleo isolante (1, 7, 9), onde a barreira de difusão (2, 8) mantém sua aderência ao núcleo isolante (1, 7, 9) sob deformação mecânica ou térmica, o núcleo isolante (1, 7, 9) compreendendo um corpo de papel impregnado de resina epóxi e possuindo uma superfície externa, a qual recebe o revestimento da barreira de difusão (2, 8).

11. Processo de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato do núcleo isolante (1, 7, 9) ser oco, e em revestir pelo menos parte do interior do núcleo isolante (1, 7, 9) com a barreira de difusão (2, 8).

12. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 ou 11, caracterizado em dispor um isolador oco externo (10)

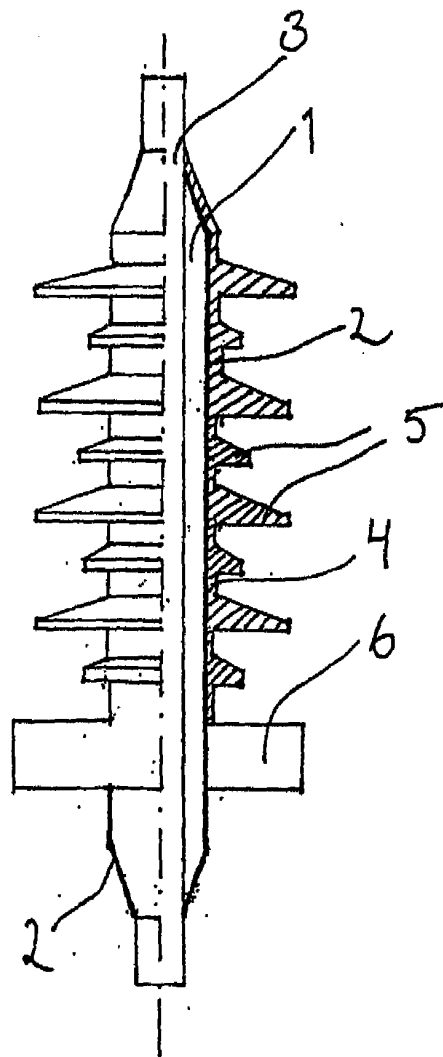
no exterior do núcleo isolante (1, 7, 9), e em revestir pelo menos parte do isolador oco externo (10) com a barreira de difusão (11, 12).

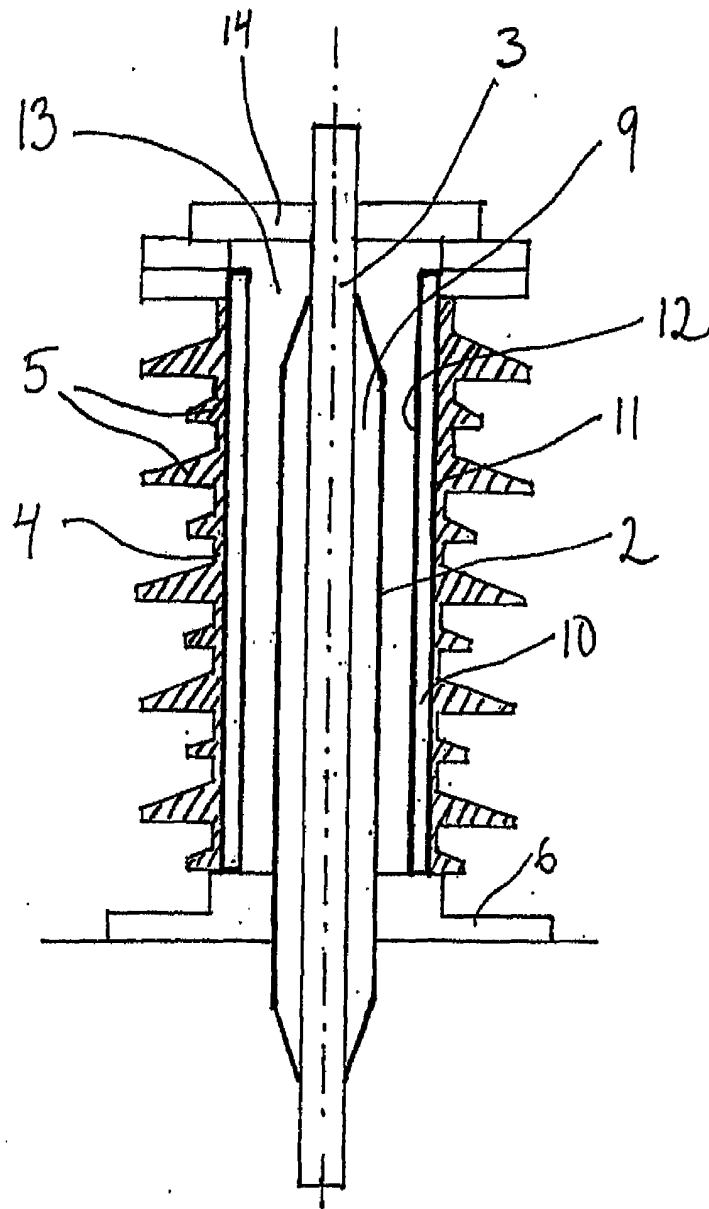
13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 12, caracterizado em revestir a inteira superfície do isolador oco externo (10) com a barreira de difusão (11, 12).

14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 13, caracterizado em revestir o núcleo isolante (1, 7, 9) e/ou o isolador externo (10) com a barreira de difusão (2, 8, 11, 12) que compreende pelo menos um dos seguintes; um filme inorgânico, um filme orgânico ou um filme híbrido orgânico/inorgânico.

15. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 14, caracterizado em revestir o núcleo isolante (1, 7, 9) com uma barreira de difusão (2, 8, 11, 12) compreendendo um filme em multicamadas.

16. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 10 a 15, caracterizado em depositar a barreira de difusão (2, 8, 11, 12) sobre pelo menos parte do núcleo isolante (1, 7, 9) e/ou o isolador oco externo (10) por um dos seguintes processos; pintura, imersão, pulverização, arco de plasma, tecnologia sol-gel, Deposição de Vapor Físico (PVD) ou Deposição de Vapor Químico (CVD).

**Fig.1**

**Fig.3**