



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0809788-7 B1



(22) Data do Depósito: 15/05/2008

(45) Data de Concessão: 02/04/2019

(54) Título: PROCESSO DE RECONDICIONAMENTO DE UM COMPONENTE DE DISPOSITIVO ELÉTRICO

(51) Int.Cl.: H02K 15/00; H02K 3/30; H02K 3/34; B29B 17/02.

(30) Prioridade Unionista: 18/05/2007 US 11/804,527.

(73) Titular(es): E I DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY.

(72) Inventor(es): ROGER CURTIS WICKS; MIKHAIL R. LEVIT.

(86) Pedido PCT: PCT US2008006223 de 15/05/2008

(87) Publicação PCT: WO 2008/143927 de 27/11/2008

(85) Data do Início da Fase Nacional: 23/10/2009

(57) Resumo: PROCESSO DE RECONDICIONAMENTO DE UM COMPONENTE DE DISPOSITIVO ELÉTRICO A presente invenção refere-se a um processo aperfeiçoado para a remoção de condutores e peças de isolamento elétrico de componentes de dispositivos elétricos de modo que estes dispositivos possam ser recondicionados com novos isolantes e condutores. O processo de recondicionamento de um componente de dispositivo elétrico (16), possuindo um suporte de bobina elétrica (2, 6, 18), uma peça de isolamento elétrico laminada (8, 9, 10, 15, 19), um condutor elétrico (7, 13, 14, 17) e uma resina de revestimento, compreende as etapas de: a) aquecimento do componente do dispositivo (16) para amolecer a peça de isolamento laminada (8, 9, 10, 15, 19), de modo que a peça (8, 9, 10, 15, 19) seja delaminada quando uma tensão mecânica for aplicada; b) aplicação de uma tensão na peça de isolamento elétrico laminada (8, 9, 10, 15, 19) aquecida, puxando ou descamando o condutor elétrico (7, 13, 14, 17) a partir do componente do dispositivo (16), desse modo, delaminando a peça de isolamento elétrico (8, 9, 10, 15, 19) e removendo o condutor elétrico (7, 13, 14, 17) juntamente com uma parte da peça de isolamento elétrico (8, 9, 10, 15, 19); e c) aquecimento adicional do componente do dispositivo (16) para decompor termicamente tanto a resina de revestimento, quanto a parte de material de isolamento elétrico (8, 9, 10, 15, 19) remanescente presente no suporte da bobina elétrica (2, 6, 18).

“PROCESSO DE RECONDICIONAMENTO DE UM COMPONENTE DE DISPOSITIVO ELÉTRICO”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um processo aperfeiçoado para a remoção de condutores e peças de isolamento elétrico a partir de componentes de dispositivos elétricos de modo que este dispositivo possa ser recondicionado com materiais isolantes e condutores novos. A invenção também está relacionada a um componente de dispositivo elétrico que possui um suporte para a bobina elétrica, uma peça de material isolante laminada, um condutor elétrico, e uma resina de revestimento, possuindo uma peça de material isolante laminada que permite o seu recondicionamento de maneira mais eficiente e conveniente para o meio ambiente.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] Uma parte importante da indústria elétrica é o processo de recondicionamento de dispositivos elétricos, tais como motores e geradores, durante o qual a fiação defeituosa, velha ou com defeito é removida de um componente de dispositivo elétrico, tal como um estator ou rotor, e novos fios são aplicados no lugar, testados e certificados para o serviço contínuo.

[003] Por exemplo, se o componente do dispositivo elétrico é um estator, a fiação é tipicamente enrolada ao redor do estator em ranhuras isoladas no estator. A combinação da fiação enrolada e vários tipos de peças de isolamento elétrico, tais como revestimentos de ranhuras, tampa do revestimento, cunhas e etc. são usadas para preencher fisicamente o máximo das ranhuras, tanto quanto possível, de modo a ligar mecanicamente a fiação ao estator.

[004] O estator montado contendo a fiação enrolada e as peças de isolamento elétrico são, então, impregnadas com um verniz ou matriz de resina termo-estável para preencher o máximo de espaço aberto nas ranhuras,

tanto quanto possível, para reduzir a ruptura dielétrica devido a formação de bolhas de ar. Isso cria uma massa sólida de material no estator que não derrete e não pode ser facilmente removida com solventes. Por esse motivo, antes de remover qualquer fiação do estator um restaurador deve decompor termicamente, ou seja, queimar todos os componentes orgânicos, incluindo o verniz e/ou matriz de resina e o isolante elétrico.

[005] A Associação de Prestadores de Serviço para Máquinas Elétricas (*Electrical Apparatus Service Association*) (AESA), em sua Nota técnica nº 16-999 específica que este processo deve ser realizado em um forno a uma temperatura de até 360°C no caso de uma placa de núcleo orgânico, e até 400°C no caso da placa de núcleo inorgânico.

[006] Além disso, esta nota técnica ressalta que qualquer superaquecimento de alguns componentes do dispositivo elétrico é muito prejudicial para o futuro desempenho do motor reparado. A Patente US 3.250.643 de Sergent, também divulga os problemas provocados pelo superaquecimento.

[007] O processo de queima destes componentes do dispositivo elétrico geralmente necessita de até 8 horas e gera quantidades significativas de gases emitidos potencialmente perigosos, além de consumir energia, o que pode ser muito dispendioso.

[008] Além disso, o superaquecimento pode ocorrer porque a ranhura é completamente preenchida e é quase impossível ter um aquecimento e processo de troca de massa de maneira uniforme durante a queima.

[009] O documento EP0872321 revela um método de processamento de motores elétricos descartados para recuperar cobre e ferro de alta pureza rapidamente e a baixo custo. Numa primeira etapa do método, um tratamento térmico é aplicado a um motor descartado para amolecer ou queimar um revestimento de resina fixado a enrolamentos de cobre enrolados

em um núcleo de estator do motor. Em seguida, o núcleo do estator é cortado transversalmente através de enrolamentos de cobre em um plano substancialmente perpendicular a um eixo de rotação longitudinal do motor. Finalmente, os enrolamentos de cobre são separados do núcleo do estator de ferro.

[0010] O documento EP0059866 revela uma folha isolante fina para isolamento de uma bobina elétrica, em que a folha apresenta excelentes propriedades elétricas, resistência ao calor e impregnação. A folha compreende 1 a 9% de uma fibra de polímero que é fundida a uma película de polímero ou a uma folha de polímero porosa e impregnada com uma resina numa forma de pré-impregnação.

[0011] O documento US6242825 revela uma máquina rotativa elétrica compacta e de custo reduzido, a qual apresenta boa condutividade térmica do isolamento principal na direção da espessura e, simultaneamente, uma alta tensão de ruptura do isolamento principal. O isolamento principal compreende uma camada laminada com uma primeira e uma segunda camada isolante. A primeira camada de isolamento é formada colando um material isolante em forma de floco, tal como mica, com uma resina termoendurecível. A segunda camada de isolamento contém uma tela de fibra, tal como fibra de vidro, ou uma película de plástico, tal como uma película de poliamida, a qual é necessária para reforçar a camada de material isolante. A tensão de ruptura inicial na direção da espessura do isolador principal do enrolamento do estator é maior que 20 kV/mm, e a condutividade térmica na direção da espessura está dentro da faixa de 0,35 a 1 W/m.K. A quantidade de resina está dentro de um intervalo de 20 a 50% em peso do material de isolamento principal.

[0012] Conforme observado, o estado da técnica não propõe soluções adequadas para os inconvenientes acima mencionados. Portanto, é desejado qualquer melhoria no método que possibilite a necessidade de um

tempo menor de queima, menos consumo de energia, gere menos emissão de gases, ou reduza a chance de que uma peça do dispositivo passe por um calor excessivo.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DA INVENÇÃO

[0013] A presente invenção refere-se a um processo de acondicionamento de um componente de um dispositivo elétrico com um suporte para a bobina elétrica, uma peça de material isolante laminada, um condutor elétrico, e uma resina de revestimento, compreendendo as etapas de:

a) aquecimento do componente do dispositivo para reduzir a peça de isolamento elétrico de modo que a parte será delaminada quando uma tensão mecânica é aplicada;

b) aplicação de uma tensão mecânica na peça de isolamento elétrico laminada aquecida para puxar ou descamar o condutor elétrico a partir do componente do dispositivo, desse modo, delaminando a peça de isolamento elétrico e removendo o condutor elétrico juntamente com uma parte da peça de isolamento elétrico; e

c) aquecimento adicional do componente do dispositivo para decompor termicamente tanto a resina de revestimento quanto a parte de material de isolamento elétrico remanescente presente no suporte da bobina elétrica.

[0014] A presente invenção também é relacionada a um componente de dispositivo elétrico compreendendo a) um suporte da bobina elétrica, b) uma peça de isolamento elétrico laminada, c) um condutor elétrico e resina para impregnação e/ou revestimento de a), b) e c); onde a peça de isolamento elétrico laminada contém filme termoplástico e pelo menos uma folha fibrosa, sendo que o filme é colado na folha fibrosa por colagem térmica de um polímero termoplástico que é um dos componentes da folha não-tecida ou da superfície do filme, de modo que o polímero termoplástico tem um ponto

de fusão de 15°C menor, tanto do ponto de fusão do polímero componente da folha fibrosa, quanto do ponto de fusão do filme termoplástico, tendo a peça de isolamento elétrico uma tensão de ruptura de pelo menos 3 quilovolts, e uma superfície com um coeficiente de atrito dinâmico de 0,25 ou menos.

BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

[0015] As Figuras 1 e 2 são representações das ranhuras isoladas em um dispositivo elétrico.

[0016] A Figura 3 é uma representação de um dispositivo elétrico conhecido como estator.

[0017] A Figura 4 é uma representação de um estator, exibindo as peças de isolamento e os condutores com o estator.

[0018] A Figura 5 é um gráfico do efeito da temperatura sobre a resistência à descamação da delaminação para um exemplo de peça de isolamento elétrico laminada.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS FIGURAS

[0019] A presente invenção refere-se a um processo aperfeiçoado para a remoção de peças de condutores e de isolamento elétrico a partir de componentes de dispositivos elétricos de modo que estes dispositivos possam ser reconicionados com novos isolantes e condutores.

[0020] Especificamente, a presente invenção refere-se a um processo de recondicionamento de um componente de dispositivo elétrico que compreende um suporte de bobina elétrica, peça de isolamento elétrico laminada, um condutor elétrico, e uma resina de revestimento, compreendendo as etapas de:

a) aquecimento do componente do dispositivo para amolecer a peça de isolamento laminada de modo que a peça seja delaminada quando uma tensão mecânica é aplicada;

b) aplicação de uma tensão mecânica na peça de isolamento

elétrico laminada aquecida, para puxar ou descamar o condutor elétrico a partir do componente do dispositivo, desse modo, delaminando a peça de isolamento elétrico e removendo o condutor elétrico juntamente com uma parte da peça de isolamento elétrico; e

c) aquecimento adicional do componente do dispositivo para decompor termicamente tanto a resina de revestimento quanto a parte de material de isolamento elétrico remanescente presente no suporte da bobina elétrica.

[0021] A chave para este novo processo é a percepção de que, se as peças de isolamento elétrico na montagem do dispositivo elétrico, tais como revestimentos de ranhuras e cunhas, são feitas de material laminado compreendendo um filme e folhas não-tecidas, em que pelo menos um lado o filme é termo-colado na folha não-tecida que contem um material termoplástico que amolece quando aquecido, os componentes do dispositivo elétrico irão necessitar apenas do aquecimento até o ponto de amolecimento do material termoplástico para enfraquecer a estrutura e permitir que a bobina do condutor elétrico seja removida das ranhuras.

[0022] Portanto, a primeira etapa do processo é o aquecimento do componente do dispositivo para amolecer a peça de isolamento elétrico laminada de tal forma que a peça seja delaminada quando uma tensão mecânica for aplicada. Em uma realização preferida, isso é realizado sem qualquer fluxo de fusão do termoplástico.

[0023] A segunda etapa do processo consiste em aplicar uma tensão à peça de isolamento elétrico laminada puxando ou descamando o condutor elétrico do componente do dispositivo, desse modo, delaminando a peça de isolamento elétrico e removendo o condutor elétrico juntamente com uma porção da peça de isolamento elétrico. Ao fazê-lo, em muitos casos, essencialmente, metade do isolante elétrico também é removido com as

bobinas. A tensão mecânica pode ser aplicada de qualquer maneira desejada desde que uma força adequada seja aplicada sobre o condutor elétrico ou a fiação para delaminar o isolante elétrico.

[0024] Após o componente do dispositivo elétrico (por exemplo, estator) ser aquecido a uma temperatura de amplitude média para enfraquecer o material termoplástico, e as bobinas e algumas das peças de isolamento forem retiradas, o componente de dispositivo elétrico é adicionalmente aquecido para queimar o resto do material orgânico. Isto é, o componente do dispositivo é aquecido adicionalmente para decompor termicamente a resina de revestimento e o material de isolamento elétrico remanescente presente no suporte da bobina elétrica. Por causa da remoção prévia de uma grande quantidade de material de isolamento elétrico e da matriz de resina e/ou verniz, a quantidade de material orgânico residual no componente do dispositivo elétrico é muito menor e mais fácil para se decompor, pois as ranhuras já estão abertas. Uma vez que uma menor quantidade de material precisa ser removida, a quantidade de gás emitido associado também é reduzida. Além disso, o risco de danificar o componente do dispositivo elétrico pelo superaquecimento também é reduzido devido à remoção das bobinas, e uma porção do isolamento elétrico a partir da ranhura abre parcialmente a ranhura permitindo uma melhor transferência de calor e massa entre o ar quente no forno e os materiais residuais na ranhura. Como resultado, pode ser realizado um processo de reparo muito mais eficiente e mais ecológico.

[0025] Em uma realização preferida, na primeira etapa do processo, será suficiente para amolecer o polímero do isolante elétrico laminado o aquecimento do componente do dispositivo elétrico a uma temperatura de cerca de 50°C a 70°C abaixo do ponto de fusão do menor ponto de fusão do polímero do isolante. Neste nível de temperatura, a força de ligação entre a folha não-tecida e o filme torna-se muito fraca, em geral, cerca

de apenas 10 a 15% da ligação original ou a resistência à descamação da delaminação em temperatura ambiente, e os condutores ou fios podem ser puxados para fora das ranhuras. Em outra realização preferida da presente invenção, o aquecimento não é acompanhado de qualquer fluxo do polímero. Se qualquer das peças laminadas ou filme for efetivamente derretido o fluxo de polímero pode criar complicações como, por exemplo, uma grande quantidade de polímero fundido que se tornaria pegajoso e poderia dificultar a remoção.

[0026] O componente do dispositivo elétrico compreende um suporte de bobina elétrica, uma peça de isolamento elétrico laminada, um condutor elétrico, e uma resina de revestimento. O termo suporte da bobina elétrica significa uma parte de um motor ou gerador ou outro dispositivo elétrico que é especialmente projetado para receber fios enrolados ou condutores. Em uma realização, o suporte da bobina elétrica é fornecido com ranhuras ou outras áreas especialmente moldadas para receber os enrolamentos. Geralmente tais suportes de bobinas elétrica são feitos de metal; o suporte de bobina elétrica típico engloba rotores e estatores.

[0027] Em muitas realizações preferidas, tanto os rotores quanto os estatores podem possuir ranhuras que são preenchidas com os condutores elétricos na forma de bobinas ou fiação. Os condutores nas ranhuras são isolados do metal do rotor ou estator com a peça de isolamento elétrico laminada (tal como, revestimentos de ranhuras) e são protegidos e fixados a partir do topo da ranhura com fechos de ranhura, cunhas e bastões.

[0028] Pelo termo, peça de isolamento elétrico laminada, significa um isolamento elétrico feito pela laminação de pelo menos um filme e pelo menos uma folha fibrosa contendo material termoplástico, o filme é colado à folha fibrosa pela termo-colagem de um polímero termoplástico que está em um dos componentes da folha não-tecida ou da superfície do filme. Este polímero termoplástico tem um ponto de fusão de pelo menos 15°C abaixo,

tanto do ponto de fusão de outro componente polimérico na folha fibrosa, quanto do ponto de fusão do filme termoplástico. O polímero termoplástico usado para a ligação térmica do filme e da folha fibrosa pode estar inicialmente na estrutura da folha fibrosa ou na superfície do filme termoplástico.

[0029] O termo "folha fibrosa" significa qualquer estrutura tecida, malha ou não entrelaçada. Pelo termo "tecida" entende-se qualquer tecido feito pela tecelagem de fios, ou seja, entrelaçando pelo menos dois fios geralmente em ângulos retos. Geralmente esses tecidos são feitos por um conjunto de entrelaçamento de fios, denominados de fio de urdidura, com outro conjunto de fios, denominado de trama ou fios de preenchimento. O tecido-tecido pode ter essencialmente qualquer trama (ponto), tal como simples, ponto curto, ponto panamá, ponto cetim, ponto sarja, pontos não balanceados, e similares. O ponto tipo simples é a mais comum. Por "malha" entende-se uma estrutura produzida pela integração de uma série de voltas de um ou mais fios por meio de agulhas ou fios, tal como malhas de urdidura (por exemplo, tricô, *Milanese* ou *raschel*) e malhas de trama (por exemplo, circular ou lisa).

[0030] Em uma realização preferida, a folha fibrosa é uma folha não tecida. Pelo termo "não tecida" entende-se uma rede de fibras formando uma folha de material flexível produzida sem tecelagem ou tricotagem e mantidas unidas por (i) integração mecânica de pelo menos algumas das fibras, (ii) fusão de pelo menos algumas partes de algumas fibras, ou (iii) colagem de pelo menos algumas das fibras através do uso de um material ligante. Não-tecidos incluem tecidos unidirecionais, feltros, tecidos feitos por *spunlacing*, tecidos hidrolaçados (*hydrolacing*), tecidos obtidos por fiação, tecidos obtidos pelo processo fundido e soprado (*melt-blown*) e similares. Os tecidos não-tecidos podem ser feitos pelos processos convencionais de fabricação de folhas não-tecidas, incluindo processos para a fabricação de não-tecido por fluxo de ar, e não-tecidos por fluxo de água, ou não tecidos

fabricados a partir de equipamentos de cardagem, e tal folhas formadas podem ser consolidadas em tecidos através de outros processos como “*spunlacing*”, “*hydrolacing*”, agulhagem ou outros processos que podem gerar uma folha não-tecida. Os processos *spunlaced* divulgados nas Patentes US 3.508.308 e US 3.797.074, e os processos de agulhagem divulgados nas Patentes US 2.910.763 e US 3.684.284 são exemplos de métodos convencionais conhecidos no estado da técnica que são úteis na fabricação de tecidos não-tecidos e feltro.

[0031] Em algumas realizações preferidas da presente invenção, a peça de isolamento elétrico laminada usa folhas não-tecidas feitas a partir de fibras de multicomponentes. Por fibras multicomponentes significa que a fibra é composta por mais de um polímero. Em uma realização preferida da presente invenção, a fibra é bicomponente, o que significa que é fiada por fusão com dois polímeros termoplásticos tanto em um arranjo de fibra com configuração bicomponente excêntrica “núcleo-bainha” (*sheath-core*) quanto em um arranjo de fibras bicomponente lado a lado. A frase “mais do que um polímero” significa que inclui não apenas polímeros que possuem estruturas químicas diferentes, mas polímeros que possuem estruturas semelhantes, mas com pontos de fusão diferentes. Por exemplo, em uma realização preferida, a folha não-tecida produzida a partir de fibra núcleo-bainha onde a bainha é um copolímero de poliéster ou terpolímero e o núcleo é um homopolímero de poliéster. Qualquer combinação de polímeros pode ser utilizada desde de que um dos polímeros na fibra multicomponente tenha um ponto de fusão de pelo menos 15°C mais baixo do que o ponto de fusão do(s) outro(s) polímero(s) e do filme. Adicionalmente, em uma realização, os polímeros podem ser dispostos na fibra multicomponente de várias maneiras desde que o polímero com menor ponto de fusão esteja presente na superfície da fibra. Em uma realização preferida da presente invenção, o polímero com ponto de fusão mais baixo

forma a bainha de uma fibra núcleo-bainha e o polímero de ponto de fusão mais alto forma o núcleo.

[0032] Qualquer processo não-tecido que forma uma folha não-tecida com fibras multicomponentes pode ser usada, incluindo os processos que formam folhas exclusivamente a partir de fibras multicomponentes na forma descontínua. Tais fibras descontínuas (curtas) podem ser preparadas por uma variedade de métodos conhecidos no estado da técnica, incluindo a cardagem ou *garneting*, fluxo de ar, ou água das fibras. As fibras curtas têm preferencialmente uma *denier* por filamento entre cerca de 0,5 e 6,0 e um comprimento de fibra entre cerca de 0,6cm e 10cm.

[0033] Em algumas realizações as fibras na folha não-tecida são geralmente filamentos contínuos fiados diretamente na folha, sem qualquer corte intencional dos filamentos. Em algumas realizações preferidas, a folha não-tecida é feita a partir de processos usados para prolongar e consolidar filamentos contínuos de mantas termoplásticas conhecida na arte como *spunbonding* ou *meltblowing*. Múltiplos componentes com sistema de filamentos contínuos (*spunbonded*) ou mantas com filamentos fundidos e soprados (*meltblown*) adequados para a preparação de peças laminadas podem ser preparados usando métodos conhecidos no estado da técnica, por exemplo, como descrito na Patente US 6.548.431 por Bansal *et al.* Em uma realização preferida, as fibras multicomponentes são incorporadas em uma folha não-tecida por fibras fiadas por fusão a partir de feixes fiados possuindo um grande número de buracos em uma faixa de movimento horizontal, como é divulgado na Patente US 5.885.909 por Rudisill *et al.* Em algumas realizações os tecidos de filamentos contínuos adequados para a preparação dos tecidos não-tecidos compreendem filamentos contínuos tendo um *denier* por filamento entre aproximadamente 0,5 e 20, em algumas realizações um intervalo *denier* por filamento preferido é de cerca de 1 e 5.

[0034] A forma preferida da folha não-tecida utilizada no laminado é uma folha levemente ligada termicamente. Tal folha levemente ligada termicamente pode ser preparada, por exemplo, pela colagem térmica da folha fiada no esmagamento entre um cilindro gofrador e um cilindro de bigorna usando uma baixa pressão de esmagamento (100 - 300 N/cm) e uma temperatura muito inferior à do ponto de fusão dos polímeros fusionados. Essa técnica é descrita em Bansal et al., no pedido de Patente US 2005/0130545 por Bansal et al. A estrutura da folha resultante tem integridade mecânica suficiente para o processamento subsequente, mantendo volume suficiente e conformidade para ser laminado com resistência adesiva suficiente no produto final.

[0035] As fibras multicomponentes da folha não-tecida podem incluir combinações de diferentes poliésteres e co-poliésteres, poli (sulfeto de fenileno) e poliéster e similares, desde que a diferença entre a fibra de polímero de menor ponto de fusão e o polímero de maior ponto de fusão seja de pelo menos 15°C, e o ponto de fusão do polímero com ponto de fusão mais baixo seja de pelo menos 15°C abaixo do ponto de fusão do filme. Isso permite que o não-tecido final contribua para obter boas propriedades de desgaste da estrutura do laminado final. Em algumas realizações a diferença entre os pontos de fusão dos polímeros é cerca de 15°C a 100°C, em algumas realizações a diferença entre os pontos de fusão dos polímeros é cerca de 15°C a 50°C. Em algumas realizações, o polímero de baixo ponto de fusão está presente em cada filamento multicomponente individual em cerca de 10 a 50 por cento em peso. Se menos do que 10 por cento em peso de polímero de baixo ponto de fusão estiverem presentes na fibra multicomponente, postula-se que não seja uma quantidade suficiente de polímero para colar o não-tecido com o filme de maneira completa e uniforme. Quantidades superiores a 50 por cento em peso podem prejudicar as propriedades de desgaste da estrutura

laminada final e sua capacidade de ser impregnada com um verniz ou matriz de resina quanto inserida no dispositivo elétrico. Independentemente da porcentagem real do polímero de baixo ponto de fusão na fibra multicomponente, em uma realização preferida da presente invenção, este polímero de baixo ponto de fusão é uniformemente distribuído ao longo do eixo da fibra multicomponente, de modo que qualquer fibra na folha não-tecida que está na superfície desta tenha baixo ponto de fusão e esteja disponível para a ligação com o filme.

[0036] Enquanto uma estrutura não-tecida de camada única é uma realização preferida, uma estrutura não-tecida de camada múltipla poderia ser usada contanto que a camada do não-tecido multi-camada que está em contato com o filme seja feita de fibras multicomponentes como descrito anteriormente. A gramatura e espessura da folha não-tecida não são críticas e dependem da utilização final do laminado final. Em algumas realizações preferidas a gramatura é de 60 a 100 gramas por metro quadrado e espessura final das folhas não-tecidas na estrutura do laminado é de 75 a 125 micrômetros. Os componentes poliméricos que formam as fibras multicomponentes podem incluir aditivos convencionais, tais como corantes, pigmentos, antioxidantes, estabilizantes de ultravioleta, acabamentos de fiação e etc.

[0037] O filme termoplástico pode ser feito de poliéster, poliamida, poli (sulfeto de fenileno) (PPS), e/ou outros materiais termoplásticos. O filme termoplástico pode ser um material homogêneo ou pode ser de estrutura superimposta com diferentes termoplásticos em diferentes camadas. Em algumas realizações, os poliésteres preferidos incluem poli (tereftalato de etileno), poli (naftalato de etileno), e poliésteres cristalinos líquidos.

[0038] Poli (tereftalato de etileno) (PET) pode incluir uma variedade de comônômeros, incluindo dietilenoglicol, ciclohexanodimetanol,

poli (etileno glicol), ácido glutárico, ácido azelaico, ácido sebáico, ácido isoftálico, e similares. Além destes comonômeros, agentes de ramificação como o ácido trimésico, ácido piromelítico, trimetilolpropano e trimetiloloetano e pentaeritritol podem ser usados. O poli (tereftalato de etileno) pode ser obtido através de técnicas de polimerização conhecidas a partir de ácido tereftálico ou seus ésteres de alquila inferiores (por exemplo, dimetil tereftalato) e etileno-glicol ou misturas destes. Poli (naftalato de etileno) (PEN) pode ser obtido através de técnicas de polimerização conhecidas a partir do 2,6 naftaleno dicarboxílico e etileno-glicol. Exemplos de filmes PET e PEN disponíveis comercialmente são MYLAR® e TEONEX®, respectivamente, vendido pela DuPont Teijin Films.

[0039] O termo "poliéster cristalino líquido (LCP) significa no presente um poliéster que é anisotrópico quando testados com o teste TOT ou qualquer variação razoável deste, conforme descrito na Patente US 4.118.372. Uma forma preferencial de poliésteres líquido cristalino é o "todo aromático", isto é, todos os grupos na cadeia polimérica principal são aromáticos (exceto para os grupos de ligação, tais como grupos ésteres), mas grupos secundários que não são aromáticos podem estar presentes. Possíveis composições de LCP para filmes e tipos de filme estão descritos, por exemplo, na Patente US 5.248.530 de Jester et al. Um exemplo de filme PPS comercialmente disponível é o filme TORELINA® vendidos pela Toray Company.

[0040] Outros materiais, principalmente aqueles que são freqüentemente encontrados em ou feitos para o uso em composições termoplásticas podem também estar presentes no filme. Estes materiais devem preferencialmente ser quimicamente inertes e razoavelmente estáveis termicamente sob o ambiente operacional da parte em serviço. Esses materiais podem incluir, por exemplo, um ou mais material de enchimento, agentes de reforço, pigmentos e agentes de nucleação. Outros polímeros podem também

estar presentes, formando assim misturas de polímeros. Em algumas realizações, a composição pode conter cerca de 1 a 55 por cento em peso de material de preenchimento e/ou agentes de reforço, mais preferivelmente cerca de 5 a 40 por cento em peso destes materiais.

[0041] Em uma realização o filme termoplástico também pode conter uma camada interna de material de termo-estável. Por exemplo, filme KAPTON® EKJ, vendido pela DuPont, poliimida hastermoplastica nas camadas externas com uma camada de poliimida termo-estável dentro da estrutura.

[0042] O uso de peças de isolamento elétrico exige que o filme termoplástico seja um filme de verdade, e não simplesmente um revestimento de α -polímero ou uma extrusão em uma folha não-tecida que não teria cristalinidade adequada e rigidez correspondentes e outras propriedades mecânicas além da estabilidade térmica exigida pelas peças laminadas de isolamento elétrico. Em algumas realizações preferidas, o filme é um filme esticado bi-axialmente. Esse filme não necessita possuir uma orientação preferencial e tem, de maneira correspondente, aproximadamente a mesma rigidez em todas as direções, além de nenhum sentido de fraqueza ao rasgo. O ponto de fusão do filme termoplástico deve ser de pelo menos 15°C acima do ponto de fusão do polímero com maior ponto de fusão no sistema. Isso proporciona uma diferença de temperatura adequada durante o processo de laminação térmica para criar um bom vínculo e sem causar qualquer encolhimento ou empenamento significativo do filme, ou perturbar a sua estrutura interna e as propriedades físicas e mecânicas correspondentes.

[0043] O filme termoplástico tem um módulo inicial de pelo menos 0,8 Pa, o qual, juntamente com a espessura, proporciona a rigidez necessária do filme. Em uma realização preferida, o módulo inicial do filme é de pelo menos 2 GPa.

[0044] O filme termoplástico é posicionado entre, adjacente, e

ligado à, pelo menos uma folha fibrosa e, em uma realização preferida da presente invenção, a duas folhas fibrosas na peça de isolamento elétrico laminada. Isso permite que a peça de isolamento elétrico laminada seja impregnada com uma matriz de resina mesmo antes da instalação em um dispositivo elétrico, ou após a instalação no dispositivo. O filme termoplástico é anexado à folha fibrosa apenas pelo polímero de baixa temperatura de fusão no sistema (estrutura laminada)

[0045] Em uma realização preferida, a folha fibrosa consiste de filamentos multicomponentes em que o polímero de menor ponto de fusão está disponível na superfície de tais filamentos para colagem pela aplicação de calor, e opcionalmente, pressão, e quase todas as fibras superficiais que estão em contacto com o filme, podem se ligar com o filme, criando o que se acredita ser uma colagem térmica superior totalmente uniforme entre a folha não-tecida e o filme, mantendo a folha não-tecida resistente a ruptura e a impregnabilidade. Adesivos e/ou solventes orgânicos não são necessários.

[0046] Em outra realização preferida, se duas folhas fibrosas estão ligadas ao filme, elas são ligadas com o mesmo grau de intensidade. Isso pode ser feito pelo uso de folhas fibrosas essencialmente idênticas, tais como folhas não-tecidas, em ambos os lados do filme, e depois aplicando calor e pressão similares para ambos os lados. Alternativamente, as folhas não-tecidas podem ser fixadas ao filme, em diferentes graus, entretanto, na prática, isso pode criar a necessidade de manter o controle de qual lado está mais ligado e, em geral, isso não é tão desejado.

[0047] O processo de laminação térmica pode ser realizado em lote ou como um processo contínuo através da aplicação de pressão e temperatura ótima na superfície de contato entre a folha não-tecida e o filme. Alternativamente, se for desejado um processo em lote pode ser utilizado uma prensa de pratos ou um dispositivo de tipo similar. No processo contínuo,

calandras ou prensas de cinto duplo podem ser utilizadas. O calor também pode ser aplicado ao filme e às folhas não-tecidas antes da aplicação da pressão, ou de maneira simultânea com a aplicação da pressão, ou as folhas não-tecidas e/ou filme pode(m) ser pré-aquecida(s) antes da aplicação de pressão e calor.

[0048] Se duas folhas fibrosas devem ser coladas ao filme, isso pode ser realizado em uma etapa ou em duas etapas; a primeira colagem em um lado e, em seguida, no outro lado. Em algumas realizações preferidas, o tipo de calandra preferido é uma calandra de esmagamento suave, em que cada esmagamento é criado por dois cilindros: um cilindro de metal e um cilindro de compósito. Os materiais típicos dos cilindros compósitos incluem poliamidas alifáticas e aromáticas e algodão (dependendo da temperatura e dureza necessária).

[0049] As peças laminadas de isolamento elétrico podem ser usadas em dispositivos elétricos em muitas formas diferentes. Estas peças elétricas laminadas funcionam como isolante elétrico, auxiliando a inserção do fio nas ranhuras, fixação da fiação nas ranhuras, e proteção mecânica da fiação. Dois dos componentes de dispositivos elétricos mais comuns com ranhuras são rotores e estatores. A Figura 1 é uma ilustração de tal dispositivo 1 possuindo ranhuras 2. Se o componente de dispositivo elétrico é estacionário no dispositivo elétrico, então ele é denominado de estator, se o componente de dispositivo elétrico gira, ele é denominado de rotor.

[0050] Estas peças podem incluir revestimentos de ranhuras, cunhas e/ou bastões, tampas do revestimento de ranhura, e outras peças podem ser cortados pela matriz a partir do laminado. As peças podem ser utilizadas em qualquer dispositivo elétrico, no entanto, muitas realizações são úteis em motores elétricos e geradores elétricos, as Figuras 2 e 3, ilustram uma realização típica da peça de isolamento elétrico laminada utilizada nas

ranhuras de um dispositivo elétrico. A Figura 2 é uma ilustração de uma bobina de camada única 5 em uma ranhura 6 tendo uma variedade de fios de enrolamento 7 e uma camada de isolamento elétrico na ranhura denominada de revestimento de ranhura 8. O revestimento de ranhura é uma peça de isolamento elétrico que é usada para a linha de rotor ou ranhuras do estator e isola os fios de enrolamento do estator ou rotor do próprio metal do estator ou rotor, ou de outras peças estruturais. A extremidade aberta da ranhura é fechada com outra camada de isolamento elétrico conhecida como “tampa da ranhura” ou “tampa do revestimento” 9, e a montagem é fixada mecanicamente com uma cunha 10 (também conhecida como bastão (*stick*) ou (*topstick*) que envolve o lábio 11 da ranhura. A cunha é usada para compactar e conter os fios da bobina dentro da ranhura. A Figura 3 é uma ilustração de uma bobina de três camadas 12, possuindo dois conjuntos de fios de enrolamento 13 e 14 e outra camada de isolamento na ranhura denominada de separador de ranhura 15 (também conhecida como um *midstick* ou cunha central) que separa os dois conjuntos de fios. Neste tipo de enrolamento, o separador da ranhura é usado para separar e isolar os dois enrolamentos a partir de outra ranhura. A Figura 4 é uma ilustração de um componente de dispositivo elétrico 16 exibindo alguns dos fios de enrolamento 17 nas ranhuras 18, também é exibida uma combinação da tampa da ranhura e cunha 19 cobrindo as ranhuras.

[0051] As peças laminadas de isolamento elétrico podem ser produzidas por técnicas conhecidas. Por exemplo, os fechos de ranhura podem ser produzidos a partir de tiras estreitas de laminado que são cortadas com um comprimento necessário e, em seguida, feitas na forma de canal de seções transversais por meio de um cortador macho e base (molde). O revestimento de ranhuras pode ser produzido dobrando as margens de uma fita do laminado internamente para formar punhos na borda da fita e cortando a fita empunhada

no tamanho com um molde de estampagem de tamanho apropriado antes de dobrar transversalmente os punhos nas bordas em uma configuração adequada para a inserção nas ranhuras do componente de dispositivo elétrico.

[0052] As peças de isolamento elétrico laminadas têm uma tensão de ruptura de pelo menos 3 quilovolts. A tensão de ruptura das peças laminadas é mais dependente da seleção do tipo de filme e de sua espessura. Estas peças têm uma superfície com um coeficiente de atrito dinâmico de 0,25 ou menos. Desempenho de atrito dinâmico baixo é importante para a inserção segura (sem danos) dos revestimentos de ranhura nas ranhuras, inserção da fiação nas ranhuras pela parte de cima dos revestimentos de ranhura, e inserção das tampas de ranhuras, cunhas ou bastões no topo da ranhura preenchida. Se o coeficiente de atrito dinâmico é muito alto, então a peça de isolamento elétrico laminada sofrerá abrasão tanto pela ranhura quanto pelos fios durante a fabricação, podendo comprometer o desempenho do dispositivo elétrico. Em algumas realizações preferidas da presente invenção, estas peças laminadas de isolamento elétrico possuem um índice de flexão normalizado de pelo menos 30, devido aos revestimentos de ranhura, e em um grau mais elevado, as cunhas e bastões, exigem rigidez para serem inseridos na ranhura sem problemas.

[0053] O termo condutor elétrico refere-se a uma variedade de fios, de preferência feitos em cobre, alumínio, fibras revestidas de metal, ou outra forma de fio aceitável que possa conduzir eletricidade. Em uma realização preferida, os fios não são isolados e estão preferencialmente presentes sob a forma de um feixe. O tamanho real do fio não é crítico e pode ser selecionado com base no tipo de motor. A peça de isolamento elétrico laminada pode ter, além disso, uma matriz de resina presente em uma quantidade de cerca de 10 a 50 por cento em peso, baseado no peso total da peça de isolamento elétrico e da resina. Geralmente, isto é feito para eliminar o

ar da peça e oferecer melhores propriedades térmicas e dielétricas para o isolamento. Além disso, existe o aumento da rigidez para a dobra, após esse tratamento. A resina pode ser aplicada à parte, curada (seca) ou parcialmente curada, e depois instalada na ranhura do componente de dispositivo elétrico; ou a peça pode ser instalada no componente do dispositivo elétrico, enrolada com a fiação e, em seguida, o componente de dispositivo elétrico já enrolado pode ser mergulhado (ou a resina pode ser fornecida de outra forma) na resina adequada para impregnar de forma substancialmente completa a peça com a matriz de resina e encapsular o componente do dispositivo elétrico, se desejado. Alternativamente, a peça pode ser parcialmente impregnada com uma resina, instalada no componente de dispositivo elétrico e ainda impregnada em uma etapa posterior com a mesma resina ou resina diferente. Uma vez impregnada, a peça ou dispositivo pode ser termicamente curada (seca) para ligar cruzadamente e endurecer a matriz de resina. Resinas úteis incluem epóxi, poliéster, poliuretano, poliesterimida, e similares.

[0054] Em uma realização preferida, esta invenção refere-se a um processo de acondicionamento de um dispositivo elétrico contendo uma peça de isolamento elétrico laminada feita pela laminação de pelo menos um filme e pelo menos uma folha fibrosa contendo material termoplástico. O filme é anexado à folha fibrosa por colagem térmica de um polímero termoplástico que é tanto um dos componentes da folha não-tecida quanto da superfície do filme; e o polímero termoplástico têm um ponto de fusão 15°C menor do que o ponto de fusão de outro componente polimérico na folha fibrosa e no filme termoplástico, e de modo que a peça de isolamento elétrico tenha uma tensão de ruptura de pelo menos 3 quilovolts, e uma superfície com um coeficiente de atrito dinâmico de 0,25 ou menos.

[0055] Em outra realização preferida, a presente invenção refere-se a um processo de acondicionamento de um dispositivo elétrico que possui

uma peça de isolamento elétrico laminada compreendendo um filme termoplástico posicionado entre, adjacente, e ligado às duas folhas não-tecidas, cada uma das folhas não-tecidas contém fibras poliméricas multicomponentes feitas a partir de uma variedade de polímeros, a variedade de polímeros incluindo pelo menos um primeiro polímero e um segundo polímero, onde o primeiro polímero possui um ponto de fusão que é, pelo menos 15°C menor do que o ponto de fusão do segundo polímero e do filme, o filme termoplástico é colado às folhas não-tecidas pelo primeiro polímero da folha não-tecida, de modo que a peça de isolamento elétrico tenha uma tensão de ruptura de pelo menos 3 quilovolts, e uma superfície com um coeficiente de atrito dinâmico de 0,25 ou menos.

MÉTODOS DE TESTE

[0056] Pontos de fusão foram mensurados pelo método ASTM D3418. Pontos de fusão são tomados como máxima da endoterma de fusão e são mensurados no segundo aquecimento, a uma taxa de aquecimento de 10 °C/min.

[0057] As propriedades de tração de estruturas laminadas da presente invenção foram mensuradas em uma máquina de teste tipo *Instron* usando espécimes de teste de 2,54cm de largura e um comprimento de referência de 18cm, de acordo com a norma ASTM D 828-93.

[0058] A espessura e gramatura dos laminados da presente invenção foram determinadas através da medição da espessura e peso de uma área de uma amostra do laminado teste, de acordo com as normas ASTM D 374-99 e ASTM D 646-96, respectivamente.

[0059] A resistência à ruptura inicial (ITS) de laminados foi mensurada com base na norma ASTM D1004-07 a uma distância de pinça de 7,6cm.

[0060] A resistência mecânica de colagem ou adesão entre o filme

e a folha não-tecida foi mensurada com base na norma ASTM F904-98 em tiras de 2,54cm de largura a uma velocidade de 12,7 cm/min.

[0061] Rigidez a curvar para o laminado foi mensurado com base na norma ASTM D747, com determinação do índice de rigidez “*Olsen Stiffness Index*” (OSI), pela flexão de uma tira de laminado de 2,54cm de largura e um ângulo de flexão de 60°, e o índice foi calculado como:

$$OSI = (A/100 \times B)/(0,125 D)$$

Onde: A = leitura média da escala de cabedais quando na menor escala = 60;

B = torque total, em libras;

D = largura da amostra - polegadas.

O Índice de Rigidez Normalizado (NSI) foi definido como Índice de Rigidez “*Olsen*” dividido pela espessura do laminado no terceiro grau:

$$NSI = OSI/(TH^3)$$

Onde TH = espessura da amostra em mm.

[0062] O Coeficiente de atrito da superfície do laminado foi mensurado de acordo com a norma ASTM D-1894 utilizando um instrumento *Instron* de Coeficiente de Atrito com a tabela de atrito do aço inoxidável polido com a profundidade de aspereza máxima de 37 micropolegadas (0,9 micrômetros).

[0063] A tensão de ruptura de laminados foi mensurada de acordo com a norma ASTM D149-97a, o Método A (teste de tempo curto), utilizando eletrodos planos de 51mm de diâmetro e 25mm de espessura com bordas arredondadas para 6,4mm.

EXEMPLO

[0064] No processo de recondicionamento de motores elétricos, o estator contendo um revestimento de ranhuras e cunhas feitos a partir de laminado de filme PET e tecido não-tecido feito por hidroentrelaçamento

(*spunbonded*) com uma estrutura de filamentos núcleo/bainha (a bainha é de copolímero PET isoftalato di-metil modificado com ponto de fusão de 216°C, o núcleo é de PET) é aquecido a 160°C no forno e, em seguida, a fiação é puxada para fora do estator, juntamente com as peças de revestimento de ranhura e cunhas. Em seguida, o estator é aquecido no forno a 380°C por 1,5 horas, e todos os componentes de resíduos orgânicos são queimados sem qualquer superaquecimento ou dano do núcleo.

[0065] Como mostra a Figura 5, a força de descamação entre o filme e a folha não-tecida diminui com o aumento da temperatura, e diminui significativamente antes de atingir o ponto de fusão. Portanto, o estator pode ser aquecido a uma temperatura de amolecimento para enfraquecer a resistência a descamação e remover os condutores.

REIVINDICAÇÕES

1. PROCESSO DE RECONDICIONAMENTO DE UM COMPONENTE DE DISPOSITIVO ELÉTRICO (16), possuindo um suporte de bobina elétrica (2, 6, 18), uma peça de isolamento elétrico laminada (8, 9, 10, 15, 19), um condutor elétrico (7, 13, 14, 17) e uma resina de revestimento, caracterizado por compreender as etapas de:

a) aquecimento do componente do dispositivo (16) para amolecer a peça de isolamento laminada (8, 9, 10, 15, 19), de modo que a peça (8, 9, 10, 15, 19) seja delaminada quando uma tensão mecânica for aplicada;

b) aplicação de uma tensão na peça de isolamento elétrico laminada (8, 9, 10, 15, 19) aquecida, puxando ou descamando o condutor elétrico (7, 13, 14, 17) a partir do componente do dispositivo (16), desse modo, delaminando a peça de isolamento elétrico (8, 9, 10, 15, 19) e removendo o condutor elétrico (7, 13, 14, 17) juntamente com uma parte da peça de isolamento elétrico (8, 9, 10, 15, 19); e

c) aquecimento adicional do componente do dispositivo (16) para decompor termicamente tanto a resina de revestimento, quanto a parte de material de isolamento elétrico (8, 9, 10, 15, 19) remanescente presente no suporte da bobina elétrica (2, 6, 18).

2. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a peça de isolamento elétrico laminada (8, 9, 10, 15, 19) contém filme termoplástico e pelo menos uma folha fibrosa,

o filme é colado na folha fibrosa por colagem térmica de um polímero termoplástico que é um dos componentes da folha fibrosa ou da superfície do filme,

em que o polímero termoplástico tem um ponto de fusão 15°C menor, tanto do ponto de fusão de outro polímero componente da folha fibrosa

quanto do ponto de fusão do filme termoplástico,

tendo a peça de isolamento elétrico (8, 9, 10, 15, 19) uma tensão de ruptura de pelo menos 3 quilovolts, e uma superfície com um coeficiente de atrito dinâmico de 0,25 ou menos.

3. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a folha fibrosa é uma folha não-tecida.

4. PROCESSO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a peça de isolamento elétrico laminada (8, 9, 10, 15, 19), compreende:

um filme termoplástico posicionado entre, adjacente a, e ligado às duas folhas não-tecidas, cada uma das folhas não-tecidas contém fibras poliméricas multicomponentes feitas a partir de uma variedade de polímeros,

a variedade de polímeros incluindo pelo menos um primeiro polímero e um segundo polímero, o primeiro polímero com ponto de fusão que é, pelo menos 15°C menor do que o ponto de fusão do segundo polímero e do filme,

o filme termoplástico é colado às folhas não-tecidas pelo primeiro polímero da folha não-tecida;

em que a peça de isolamento elétrico (8, 9, 10, 15, 19) tenha uma tensão de ruptura de pelo menos 3 quilovolts, e uma superfície com um coeficiente de atrito dinâmico de 0,25 ou menos.

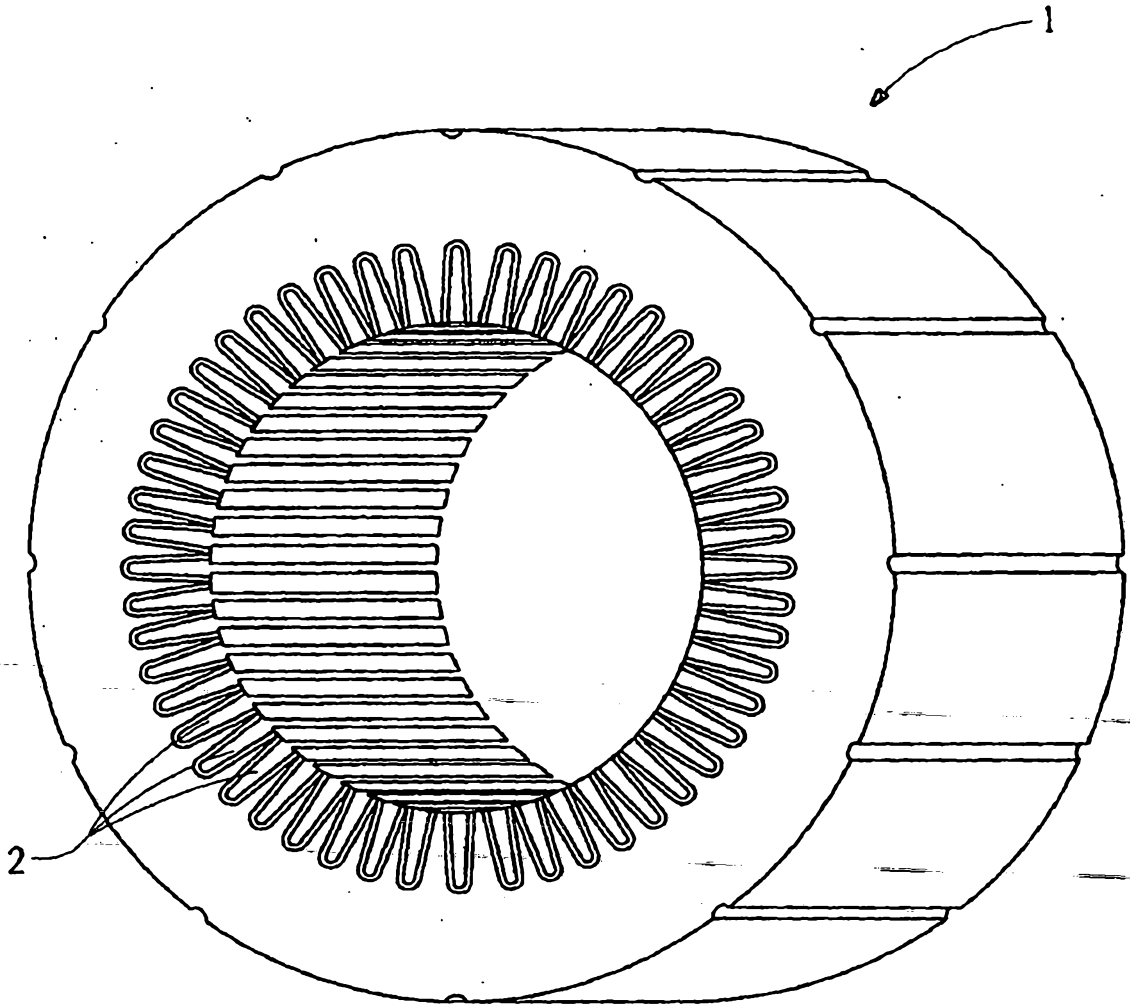


Fig.1

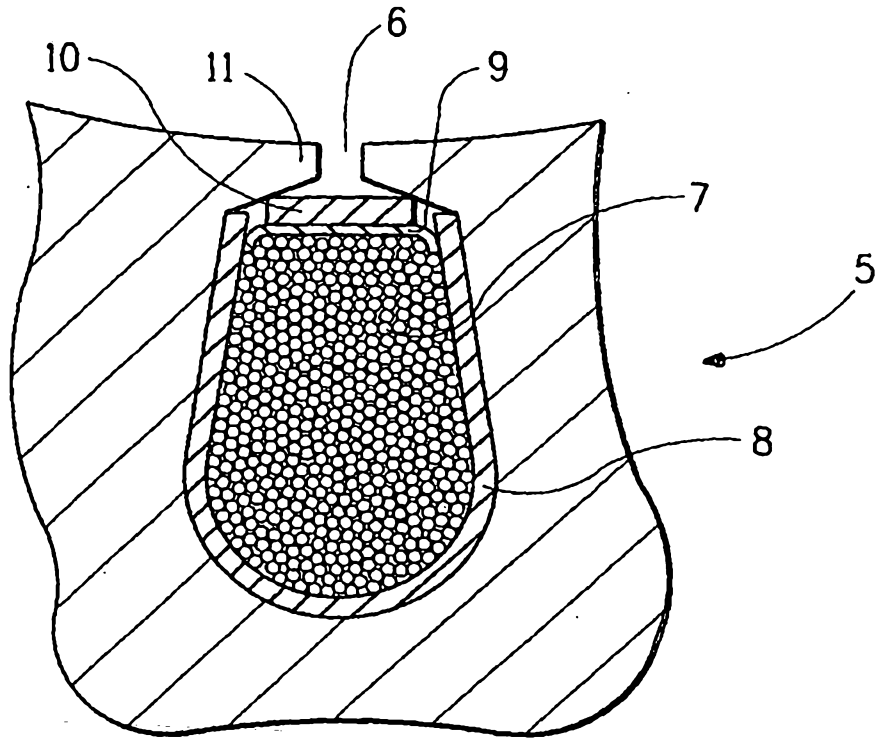


Fig.2

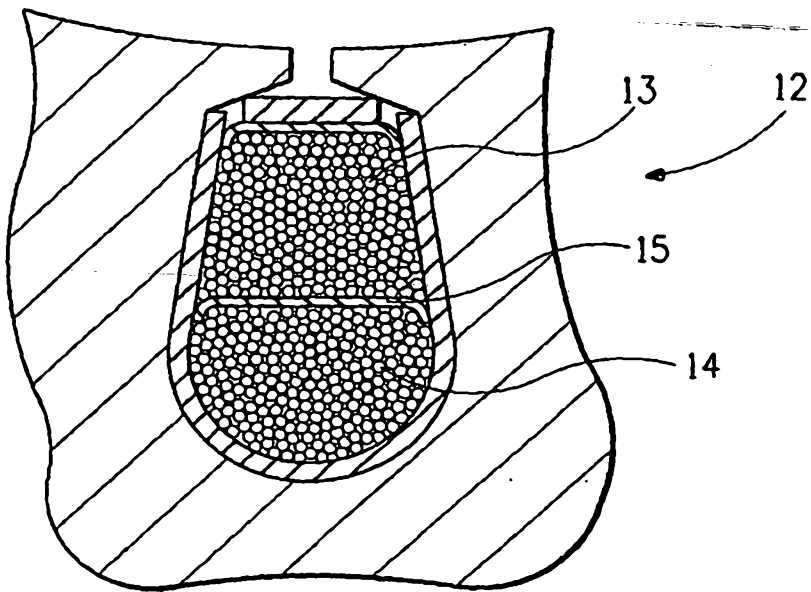


Fig.3

3/4

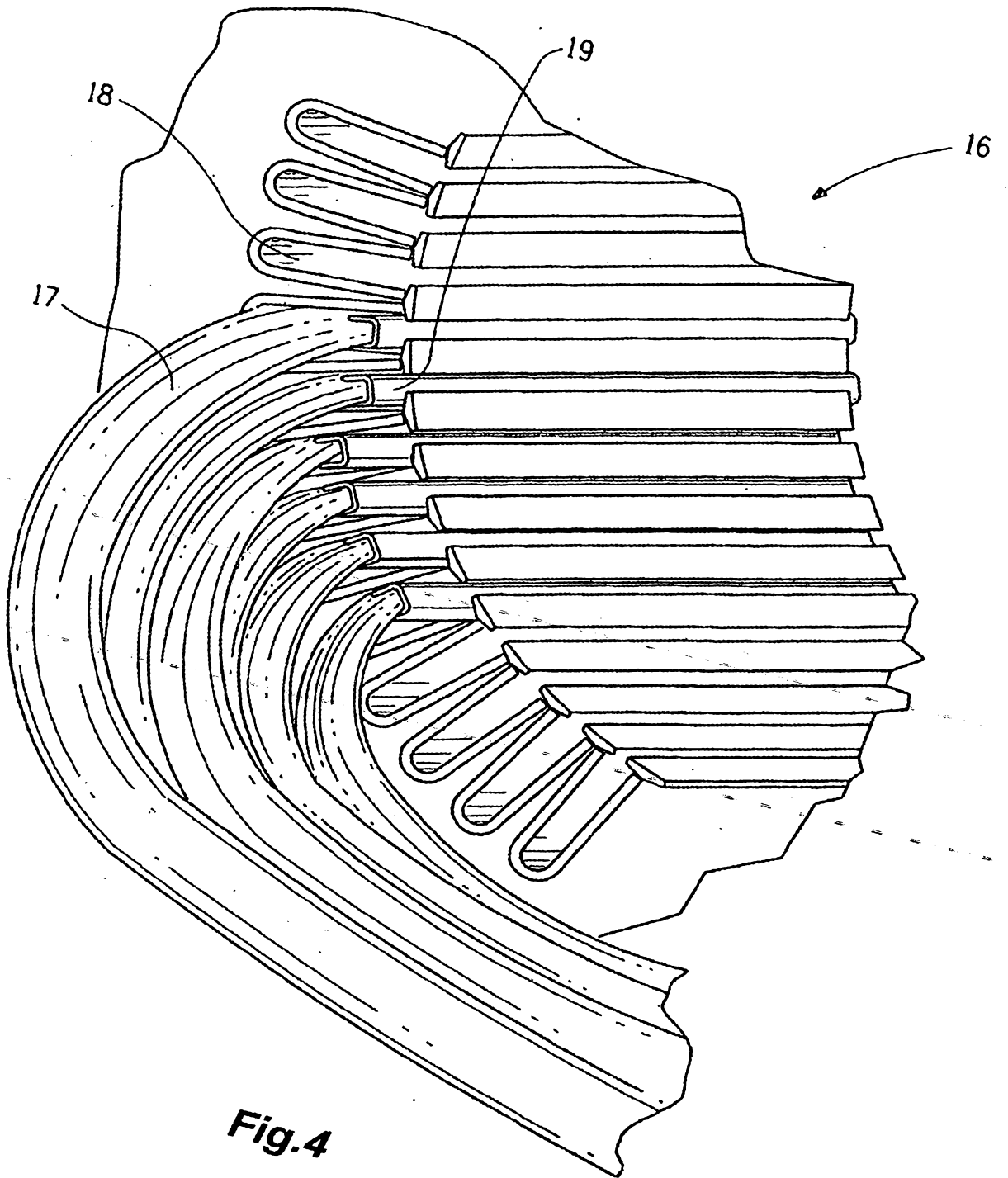


Fig.4

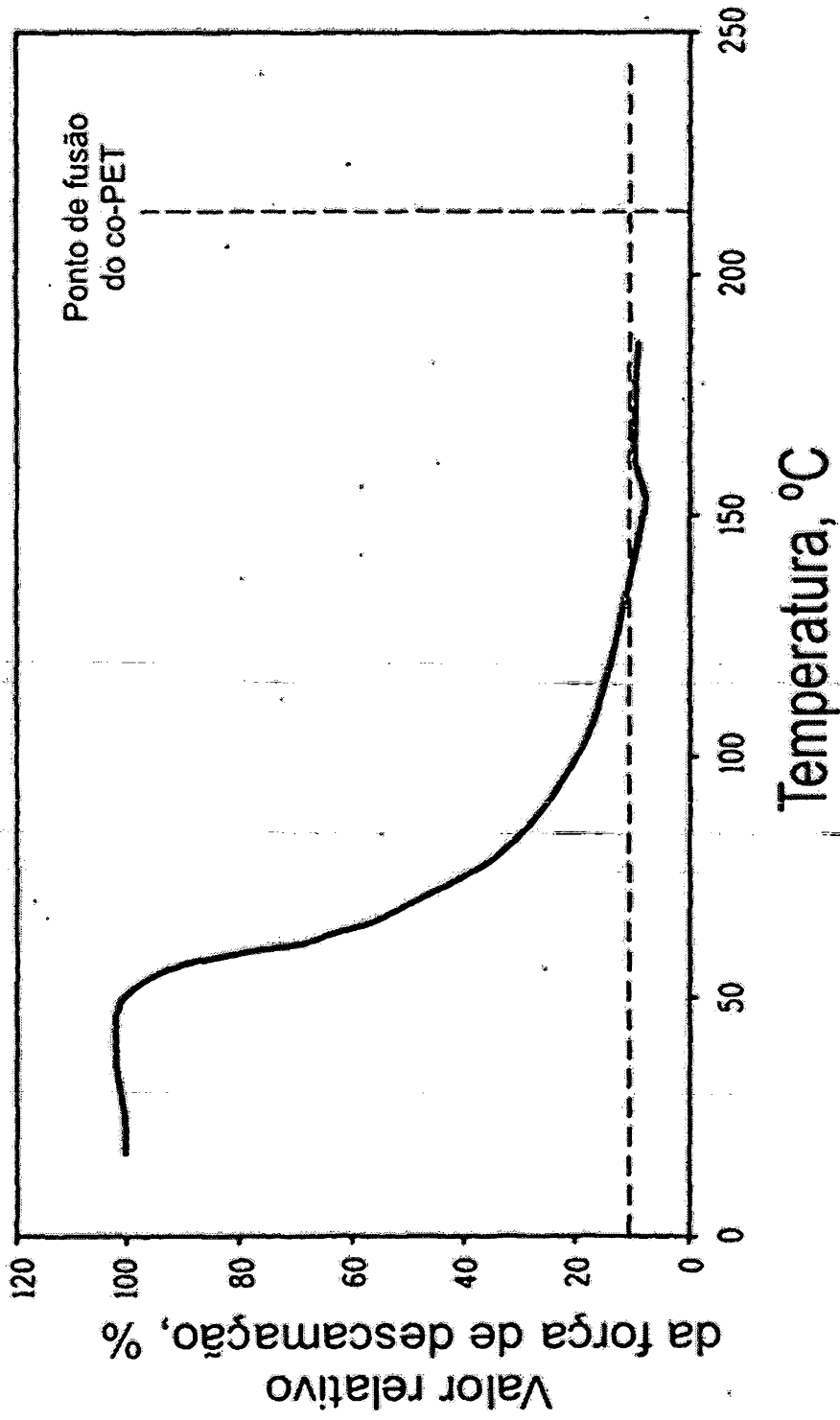


Fig.5