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

(11) BR 112016008163-3 B1

(22) Data do Depósito: 05/11/2014

(45) Data de Concessão: 17/05/2022

(54) Título: MÉTODO PARA FORMAR UM SELO CURADO ENTRE UM ISOLADOR PASSANTE E UMA COBERTURA DE TANQUE METÁLICA DE UM TANQUE DE CONDENSADOR E TANQUE DE CONDENSADOR

(51) Int.Cl.: C09J 5/04; C09J 5/06; C09J 163/02; C09J 163/04; C08G 59/44; (...).

(30) Prioridade Unionista: 08/11/2013 US 14/075,350.

(73) Titular(es): COOPER TECHNOLOGIES COMPANY.

(72) Inventor(es): CHAO LI; STEPHEN JOHN RIGBY; CLAY LYNWOOD FELLERS; MARCO JAMES MASON; SABOURA ROKHSAIR AZAR.

(86) Pedido PCT: PCT US2014063983 de 05/11/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/069676 de 14/05/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/04/2016

(57) Resumo: MÉTODO PARA FORMAR UM SELO CURADO ENTRE UM MATERIAL ISOLANTE E UM COMPONENTE METÁLICO E APARELHAGEM. É divulgada uma composição de resina epóxi para ligar materiais desseme-lhantes. As composições de resina epóxi identificadas podem ser usadas para selar componentes metálicos e não metálicos de um condensador. Especifica-mente, a composição de resina epóxi pode ser aplicada a ligamentos entre um isolador passante de condensador e uma cobertura de tanque metálica e uma tampa terminal metálica. Uma vez curada a composição de resina epóxi, esta pode prover um selo que pode suportar as tensões e condições ambientais às quais um condensador é submetido.

“MÉTODO PARA FORMAR UM SELO CURADO ENTRE UM ISOLADOR PASSANTE E UMA COBERTURA DE TANQUE METÁLICA DE UM TANQUE DE CONDENSADOR E TANQUE DE CONDENSADOR”

Campo técnico

[0001] Concretizações descritas aqui referem-se geralmente a ligar materiais dessemelhantes, tais como materiais metálicos e não metálicos, usando uma composição de resina epóxi.

Técnica anterior

[0002] Ligar materiais dessemelhantes, tais como materiais metálicos e não metálicos, frequentemente apresenta uma variedade de desafios técnicos. Não apenas materiais dessemelhantes são resistentes a muitos tipos de métodos de ligamento convencionais, mas mesmo ligamentos que sejam formados poderão não ser capazes de suportar tensão substancial ou condições ambientais rigorosas. Estes desafios são particularmente verdadeiros para equipamentos elétricos que estejam localizados ao ar livre, entretanto, fatores ambientais rigorosos tais como altas temperaturas também poderão estar presentes em ambientes internos. Por exemplo, no caso de circuitos de tanques de condensadores, existe a necessidade de ligar isoladores passantes de condensador não metálicos a tampas terminais metálicas e coberturas de tanques metálicas. Isoladores passantes de condensadores servem para diversas funções. A função primária do isolador passante é isolar condutores elétricos, o que poderá ser a milhares de volts de potencial elétrico, do corpo metálico do tanque de condensador e entre si. O isolador passante de condensador também é usado para isolar o conteúdo do interior do condensador do ambiente exterior. É necessário proteger os

componentes internos do condensador de contato com o ambiente exterior uma vez que a contaminação por umidade ou poeira poderá degradar o fluido de condensador dielétrico e conduzir a uma falha de condensador. Também, o isolador passante de condensador sela o fluido dielétrico dentro do condensador e evita que este escape para o ambiente.

[0003] Correntemente, existem diversas abordagens que podem ser usadas para ligar estas superfícies metálicas e não metálicas. Um exemplo é soldar. Soldar os isoladores passantes de condensadores tipicamente envolve um procedimento complicado onde duas demãos de uma película pintada base prata espessas são aplicadas ao isolador passante de condensador em um processo cuidadosamente controlado. Os revestimentos de tinta são secados e o isolador passante de condensador é calcinado em altas temperaturas sob condições cuidadosamente controladas. Após o processo de calcinação, o isolador passante de condensador pode ser soldado a componentes metálicos. O processo de soldagem pode ser complexo, trabalhoso e caro.

[0004] Uma abordagem alternativa para ligar superfícies metálicas e não metálicas é usar componentes e fixadores mecânicos. Entretanto, a fixação mecânica requer componentes adicionais que acrescentam custos e complexidade ao tanque de condensador e fixadores mecânicos poderão prover resistência de ligamento insuficiente para algumas aplicações e poderão perder a integridade de selagem sob tensão mecânica ao longo da vida do condensador na medida em que este seja exposto a condições ambientais rigorosas.

[0005] Consequentemente, existe uma necessidade de um método melhorado para ligar materiais dessemelhantes tais como componentes metálicos e não metálicos usados para manufaturar

tanques de condensadores. Especificamente, existe a necessidade de uma técnica melhorada para ligar componentes metálicos e não metálicos que seja um processo menos custoso e mais simples e que produza um ligamento mais forte com propriedades de selo mais confiáveis durante a vida do condensador.

Sumário

[0006] Em geral, em um aspecto, a divulgação se refere a uma nova aplicação de uma composição de resina epóxi para ligar materiais dessemelhantes. Especificamente, em uma concretização, a divulgação se refere a um método para formar um selo curado entre um material isolante e um componente metálico. O método exemplificativo inclui aplicar uma composição de resina epóxi a uma porção de um ou da ambos o material isolante e o componente metálico. O material isolante e o componente metálico são ligados de maneira tal que a composição de resina epóxi forme um selo entre o material isolante e o componente metálico. O selo é então curado de maneira a formar o selo curado. O material isolante poderá compreender um ou mais dentre vidro, cerâmica, epóxi, material vitrificado, ou outros polímeros. A composição de resina epóxi pode compreender uma epóxi fenol novolaca, um epóxi de bisfenol A, ou uma combinação destes, e um agente de cura. No exemplo de um condensador, uma vez que a selagem tenha ocorrido e o condensador esteja completamente montado, o selo curado pode ser exposto a um ou mais compostos aromáticos que sejam colocados dentro do condensador.

[0007] Em um outro aspecto, a divulgação pode geralmente se referir a uma aparelhagem que inclua uma composição de resina epóxi que ligue dois materiais dessemelhantes.

Especificamente, a aparelhagem inclui um material isolante, um componente metálico, e um selo curado entre o material isolante e o componente metálico. O selo curado pode compreender uma composição de resina epóxi que inclua uma epóxi fenol novolaca, um epóxi de bisfenol A, ou uma combinação destes, e um agente de cura. O material isolante pode compreender um ou mais dentre vidro, cerâmica, material vitrificado, ou outros polímeros. No exemplo de um condensador, a composição de resina epóxi é curada de maneira a formar o selo curado entre um isolador passante de condensador feito de um material isolante e uma cobertura metálica e uma tampa terminal metálica. Uma vez montado o condensador, o selo curado pode ser exposto a um ou mais compostos aromáticos que sejam colocados dentro do condensador.

[0008] Em ainda outro aspecto, a divulgação pode se referir a um método para formar um selo curado entre um material isolante e um componente metálico. O método exemplificativo inclui aplicar uma primeira parte de uma composição a um material isolante e aplicar uma segunda parte da composição ao componente metálico. O material isolante e o componente metálico são ligados de maneira tal que a primeira parte e a segunda parte sejam combinadas e formem uma composição de resina epóxi entre o material isolante e o componente metálico. A composição de resina epóxi é então curada de maneira a formar um selo curado. A composição de resina epóxi pode compreender uma epóxi fenol novolaca, um epóxi de bisfenol A, ou uma combinação destes, e um agente de cura. No exemplo de um condensador, uma vez curada a composição de resina epóxi e estando o condensador completamente montado, o selo curado pode ser exposto a um ou mais compostos aromáticos que sejam

colocados dentro do condensador.

[0009] Estes e outros aspectos, objetivos, características, e concretizações ficarão aparentes a partir da descrição a seguir e nas reivindicações apensas.

Descrição dos desenhos

[0010] Os desenhos ilustram apenas concretizações exemplificativas de ligar materiais usando uma composição de resina epóxi e, daí, não deverão ser considerados como limitativos da sua abrangência. Os elementos e características mostrados nos desenhos não estão necessariamente em escala, ênfase ao invés sendo dada claramente ilustrando os princípios das concretizações exemplificativas. Adicionalmente, certos dimensões ou posicionamentos poderão ser exagerados para auxiliar em visualmente transmitir tais princípios. Nos desenhos, numerais de referência designam elementos correspondentes, mas não necessariamente idênticos.

Descrição dos desenhos

[0011] A figura 1 mostra uma vista em perspectiva de um condensador parcialmente em corte de acordo com certas concretizações exemplificativas;

[0012] A figura 2 mostra uma vista em perspectiva de um isolador passante de condensador parcialmente em corte de acordo com certas concretizações exemplificativas;

[0013] A figura 3 mostra uma vista explodida de um isolador passante de condensador, cobertura de tanque, carcaça metálica, tampa terminal, e O-ring de acordo com certas concretizações exemplificativas;

[0014] A figura 4 mostra um método exemplificativo para montar um condensador de acordo com certas concretizações exemplificativas;

[0015] A figura 5 é uma representação de um adesivo ligando um material cerâmico e um material metálico de acordo com certas concretizações exemplificativas;

[0016] A figura 6 é uma representação de uma superfície metálica de acordo com certas concretizações exemplificativas. A ilustração à esquerda exibe a composição química das camadas de uma superfície metálica antes da remoção de contaminantes. A ilustração à direita representa a interação química das camadas de uma superfície metálica após a remoção de contaminantes; e

[0017] A figura 7 mostra a avaliação da dureza do selo curado de acordo com certas concretizações exemplificativas antes e após a exposição ao fluido dielétrico aromático.

Descrição detalhada

[0018] As concretizações exemplificativas discutidas aqui são direcionadas a sistemas, aparelhagens, e métodos para ligar materiais dessemelhantes. Uma concretização exemplificativa descrita aqui envolve ligar componentes metálicos e não metálicos de um condensador usando uma composição de resina epóxi. Entretanto, a nova aplicação das composições de resina epóxi divulgadas também pode ser aplicada a outros tipos de dispositivos onde seja necessário ligar materiais dessemelhantes. Por exemplo, as composições de resina epóxi divulgadas também podem ser usadas para ligar materiais dessemelhantes encontrados em outros componentes elétricos tais como fusíveis, painéis de distribuição, reguladores e transformadores. Portanto, a nova aplicação das composições de resina epóxi divulgadas não está limitada ao condensador exemplificativo provido aqui.

[0019] Os termos “ligamento” e “selo curado” são usados

aqui intercambiavelmente e um termo não deverá ser interpretado como excluindo um ao outro, mas, diferentemente, aos termos deverá ser dada sua interpretação razoável mais ampla. O termo "material isolante" conforme usado aqui é um tipo de material não metálico que inclui um número de materiais não metálicos, mas deverá ser entendido que certos materiais não metálicos não são isolantes eficazes.

[0020] Com referência agora ao exemplo do tanque de condensador, a figura 1 mostra um condensador 19 compreendido de um ou mais enrolamentos de condensador 10 em uma carcaça 20. A carcaça 20 é preenchida com um fluido dielétrico. Derivações 17 e 18 dos enrolamentos de condensador 10 são ligadas eletricamente a condutores, não mostrados, passando através de isoladores passantes de condensador 40 e tampas terminais 42. As derivações 17 e 18 poderão ser eliminadas em alguns métodos de construção de condensadores e os condutores elétricos poderão ser conectados diretamente aos enrolamentos de condensador 10. O condensador exemplificativo 19 da figura 1 poderá atender a um ou mais padrões conforme apresentados, por exemplo, pela Comissão Eletrotécnica Internacional (IEC) ou pelo Instituto de Engenheiros Elétricos e Eletrônicos (IEEE), tal como os requisitos de IEC 60871-1:2005, Seção 12 – Ensaio de Selagem e/ou IEEE 18:2012, Seção 7.2.3 – Ensaio de Fuga.

[0021] Os enrolamentos de condensador 10 tipicamente incluem um par de eletrodos de laminado metálico, espaçados e camadas de película de polipropileno intermediárias de maneira tal que pares de película de polipropileno sejam encontrados entre camadas de eletrodo ao longo dos enrolamentos conforme é bem conhecido na técnica. Derivações 17 e 18 são inseridas

nos enrolamentos de condensador 10 de maneira a ficarem adjacentes às camadas de eletrodo de maneira a servirem como conexões elétricas para os eletrodos. Conforme referenciado acima, concretizações alternativas do condensador podem ser construídas com eletrodos de camada metálica estendidos conectando os condutores elétricos de maneira a eliminarem a necessidade de derivações conectoras de derivações separadas. Condutores elétricos (não mostrados) conectando derivações 17 e 18 a conexões elétricas externas nas tampas terminais 42 estão eletricamente isoladas da carcaça 20 do condensador 19. A carcaça 20 e a cobertura de tanque 44 são tipicamente fabricadas de um material metálico durável tal como aço inoxidável, entretanto, outros materiais não metálicos duráveis também poderiam ser usados. As tampas terminais 42 são tipicamente manufaturadas de um ou mais materiais metálicos. Por exemplo, em uma concretização, as tampas terminais 42 podem ser feitas de latão que esteja revestido com estanho.

[0022] Os enrolamentos de condensador 10 também estão tipicamente imersos em um fluido dielétrico tal como, por exemplo, misturas de um ou mais dentre monobenzil tolueno, difenil etano, e dibenzil tolueno. O fluido dielétrico tipicamente compreende um ou mais fluidos aromáticos que podem ter efeitos corrosivos sobre certos materiais. Tipicamente, vapor d'água é removido do fluido dielétrico e dos componentes do enrolamento de condensador 10 como parte do conjunto do condensador 19.

[0023] De maneira a manter o condensador 19 e o fluido dielétrico livres de água e outras impurezas, o condensador 19 deve ser selado. Os selos do condensador devem ser capazes de

suportar exposição a um ambiente que inclua exposição prolongada à luz solar, variações de temperatura extremas, e exposição aos elementos. Em geral os selos de condensador devem suportar condições que existam no topo dos postes de utilidades ou em subestações elétricas submetidos a todos os tipos de condições geográficas e condições meteorológicas encontradas em todo o mundo. Espera-se geralmente que os selos de condensador sejam capazes de durar durante uma vida útil de aproximadamente trinta anos.

[0024] Selar o condensador 19 é difícil porque o isolador passante de condensador 40 é tipicamente compreendido de cerâmica, epóxi ou outro material isolante. O material isolante não é prontamente ligado a peças metálicas tais como a carcaça metálica 20 e a tampa terminal 42. Conforme mostrado nas figuras 2 e 3, o isolador passante de condensador 40 deve ser selado em dois ligares, na extremidade superior 48 onde do isolador passante 40 onde este se conecta com a tampa terminal 42 e a extremidade inferior 50 do isolador passante 40 onde este se conecta com a cobertura de tanque 44 através de uma abertura 52. Um O-ring 46 é um componente opcional que pode ser incluído entre a tampa terminal 42 e o isolador passante 40 em certas concretizações. O O-ring 46 pode acomodar diferenças em coeficientes de expansão e contração entre a tampa terminal metálica 42 e o isolador passante não metálico 40 de maneira a reduzir tensões entre os materiais.

[0025] Acreditava-se anteriormente neste campo que um polímero tal como uma resina epóxi fosse capaz de alcançar um selo de resistência adequada necessária para o condensador, que se espera tipicamente que tenha uma vida de 30 anos. Por exemplo, tais polímeros poderão ser capazes de suportar as

tensões e as condições climáticas às quais condensadores são tipicamente submetidos. Ademais, acreditava-se que polímeros não conseguiriam suportar uma exposição dos componentes aromáticos ao fluido dielétrico dentro do condensador.

[0026] De acordo com a presente divulgação, certas composições de resina epóxi foram identificadas como inesperadamente provendo características de desempenho necessárias para selar condensadores. Em particular, constatou-se que composições de resinas epóxi compreendendo um agente de cura e ou uma epóxi fenol novolaca, um epóxi bisfenol A, ou uma combinação dos dois tipos de epóxis provêem um selo com características inesperadamente favoráveis quando ligando componentes metálicos e não metálicos de um condensador. O agente de cura da composição de resina epóxi pode ser um endurecedor, um catalisador, ou uma combinação de um endurecedor e um catalisador. Exemplos de endurecedores incluem, mas não estão limitados a, endurecedores contendo amina tais como cianamida e dicianodiamida. Exemplos de composições de resina epóxi comercialmente disponíveis contendo os componentes acima e produzindo selos com características favoráveis incluem epóxi Loctite E-214 HP, epóxi Masterbond Sup 10 HT, epóxi Permabond ES569 e epóxi Permabond ES550.

[0027] A figura 4 ilustra um método exemplificativo 400 para usar uma das composições de resina epóxi divulgadas para manufaturar um condensador selado. Com referência ao método exemplificativo 400, na etapa 405, os componentes do condensador 19 mostrado na figura 3 podem ser limpos de maneira a remover quaisquer contaminantes. Conquanto não requerido em todas as concretizações, remover contaminantes das superfícies

às quais a composição de resina epóxi deva ser aplicada pode melhorar o desempenho do selo. Processos e limpadores para remover contaminantes de superfícies metálicas e não metálicas são bem conhecidos daqueles entendidos no assunto. Entretanto, deverá ser prontamente entendido que a etapa 405 poderá ser desnecessária caso, por exemplo, não haja contaminantes presentes nos componentes no início do estágio de manufatura.

[0028] Na etapa 410 do método 400, uma composição de resina epóxi, tal como uma das composições divulgadas aqui, é aplicada à extremidade superior 48 e a extremidade inferior 50 do isolador passante 40. Na etapa 415, o O-ring 46 e a tampa terminal 42 são colocados na extremidade superior 48 do isolador passante 40. Conforme indicado anteriormente, certas concretizações poderão não incluir o O-ring 46. Na etapa 420, o isolador passante 40 é inserido na abertura 52 na cobertura de tanque 44. Para certos condensadores, tais como o condensador 19 mostrado nas figuras 1-3, as etapas 405 a 420 são repetidas na etapa 425 para um segundo isolador passante que é inserido na segunda abertura 52 na cobertura de tanque 44. Em concretizações alternativas, um condensador poderá ter mais que 2 isoladores passantes requerendo que as etapas 405 a 420 sejam repetidas mais que uma vez. Em ainda outra concretização alternativa, um condensador poderá ter um único isolador passante de maneira tal que as etapas 405 a 420 não necessitariam ser repetidas.

[0029] Uma vez inserido o par de isoladores passantes na cobertura de tanque 44, na etapa 430 a composição de resina epóxi é curada. Conquanto a etapa de cura possa ser realizada por uma variedade de meios, um método típico é aquecer a composição de resina epóxi até uma temperatura predeterminada.

O aquecimento da composição de resina epóxi pode ser realizado por uma variedade de meios incluindo aquecimento por convecção, aquecimento por infravermelho, aquecimento por indução, e aquecimento por irradiação. Quando curando usando calor, a etapa de cura tipicamente requer aquecer a composição de resina epóxi até uma temperatura entre 80°C e 160°C. Certas composições de resina epóxi requerem que a composição seja mantida a uma temperatura de 80°C a 160°C durante cerca de 30 minutos a cerca de 120 minutos. Em outras concretizações, períodos ainda mais longos de aquecimento são requeridos para a cura.

[0030] Na etapa 435, os componentes internos do condensador, tais como os enrolamentos de condensador 10, as derivações 17 e 18, e condutores (não mostrados) são colocados dentro da carcaça 20. Na etapa 440, os condutores são conectados às tampas terminais 42. Finalmente, na etapa 445, a cobertura de tanque 44 com os isoladores passantes 40 é selada na carcaça 20. Apesar de não ilustrado no método exemplificativo 400, aqueles entendidos no assunto irão apreciar que o fluido dielétrico é tipicamente adicionado ao condensador através de uma abertura ou válvula de enchimento após a cobertura de tanque 44 com os isoladores passantes 40 estar selada sobre a carcaça 20.

[0031] O método 400 é apenas um exemplo de um processo para manufaturar um condensador de acordo com a presente divulgação. Aqueles entendidos no assunto reconhecerão que certas das etapas no método exemplificativo 400 poderão ser omitidas ou revisadas sem divergir da abrangência da divulgação corrente. Por exemplo, com relação às etapas 410 e 415, elas poderão ser modificadas de maneira tal que a composição de resina epóxi

seja diferentemente aplicada à superfície interna da tampa terminal 42 e a borda interna da abertura 52 na cobertura de tanque 44. Em ainda outra concretização, as etapas 410 e 415 poderão ser modificadas de maneira tal que a composição de resina epóxi seja aplicada à extremidade superior 48 e a extremidade inferior 50 do isolador passante 40 bem como à superfície interna da tampa terminal 42 e a borda interna da abertura 52 na cobertura de tanque 44. Em ainda outra concretização, as etapas 410 – 420 e 445 podem ser modificadas de maneira tal que a cobertura de tanque 44 seja primeiro ligada à carcaça 20 seguido das etapas 410 – 420.

[0032] Em ainda outra concretização, a composição de resina epóxi poderá ser um sistema bicomponente onde os dois componentes da composição sejam combinados como parte do processo para aplicar e curar a composição de resina epóxi. Como exemplo de um sistema bicomponente, a composição de resina epóxi pode compreender um primeiro componente que compreenda um epóxi e um segundo componente que compreenda um agente de cura. O primeiro componente e o segundo componente do sistema bicomponente podem ser combinados imediatamente antes de aplicar a composição ao isolador passante 40 e/ou à superfície interna da tampa terminal 42 e a borda interna da abertura 52.

[0033] Em ainda outra concretização alternativa, o sistema bicomponente pode ser combinado quando o isolador passante 40 for posto em contato com a tampa terminal 42 e a borda da abertura 52 na cobertura de tanque 44. Por exemplo, um primeiro componente do sistema bicomponente pode ser aplicado à extremidade superior 48 e a extremidade inferior 50 do isolador passante 40. Um segundo componente do sistema bicomponente pode ser aplicado à superfície interna da tampa terminal 42 e

a borda interna da abertura 52 na cobertura de tanque 44. Quando o isolador passante 40 é posto em contato com a superfície interna da tampa terminal 42 e a borda interna da abertura 52, o primeiro componente e o segundo componente do sistema bicomponente são combinados e curados. O primeiro componente pode ser o epóxi e o segundo componente pode ser o agente de cura. Estas e outras variações do método exemplificativo 400 serão compreendidos por aqueles entendidos no assunto.

[0034] A seguinte tabela provê dados de ensaio para exemplos de diversas composições de epóxi comercialmente disponíveis que foram testadas para uso potencial em uma aplicação de condensador. Conforme as tabelas abaixo indicam, apenas certas das composições de resina epóxi testadas exibiram as propriedades necessárias para uso em uma aplicação de condensador. A tabela 1 mostra a resistência ao cisalhamento em sobreposição em N/mm^2 (psi) para diversas composições de resina epóxi testadas a uma alta temperatura (HT) de 75°C a 90°C e a uma temperatura ambiente (RT) de 25°C. Nos casos na tabela 1 onde os dados não estejam presentes nenhum ensaio foi realizado.

Tabela 1

Nº	Nome do produto	Cisalhamento em sobreposição (HT) N/mm² (psi)	Cisalhamento em sobreposição (RT) N/mm² (psi)
1	Epóxi DP420 3M	<5,52 (<800)	22,2 (3220)
2	Epóxi 2216A/B 3M	sem dados	11,4 (1656)
3	Epóxi 2214 3M	5,92 (859)	sem dados
4	Acrílico 7387/331 Loctite	<5,52 (<800)	22,1 (3200)
5	Epóxi E-214 HP Loctite	35,2 (5099)	26,3 (3813)
6	Epóxi Delomonpox 6093 Delo America	sem dados	8,58 (1244)
7	Epóxi EP-870 Lord	sem dados	sem dados
8	Epóxi Masterbond 10HT	26,1 (3782)	20,7 (3006,92)
9	Epóxi Masterbond EP21TDCHT	sem dados	17,5 (2543,88)
10	Acrílico Cyberbond Cybercryl 800	sem dados	11,9 (1722,52)
11	Poliuretano Permabond PT328	1,31 (190)	17,8 (2580)
12	Epóxi Permabond ES578	sem dados	13,1 (1898,296)
13	Epóxi Permabond ES569	19,8 (2868)	23,6 (3417,24)
14	Epóxi Permabond ES550	20,2 (2931)	27,3 (3952,56)

[0035] Conforme a tabela 1 indica, as amostras números 5, 8, 13 e 14 proveram a melhor resistência ao cisalhamento em sobreposição nas temperaturas nas quais os ensaios foram realizados. Características comuns encontradas nas amostras números 5, 8, 13 e 14 incluem um endurecedor contendo amina e uma resina epóxi compreendendo uma epóxi fenol novolaca ou um epóxi de bisfenol A.

[0036] Dados de ensaio adicionais para as amostras mostrando as características mais favoráveis são mostrados na tabela 2 (abaixo) e na figura 7. De maneira a avaliar a compatibilidade do fluido dielétrico aromático com o selo curado, foram formados selos curados com as amostras 5 e 8 em

aparelhagem exemplificativa contendo o fluido dielétrico Edisol VI, um fluido dielétrico comercialmente disponível. A aparelhagem foi aquecida até 75°C durante duas semanas. A tabela 2 mostra as condições de certas propriedades do fluido dielétrico aromático na aparelhagem antes (A) e após (B) o período de aquecimento.

Tabela 2

	D1816	Fator de Dissipação	Fuga CC	Tensão Superficial	Ácido	Condição
Especi-ficação	>60 kV	<0,0010	<0,10 μA	>40 dinas/cm	<0,10 mg KOH/g	Límpido, Limpo
Loctite E214HP (A)	64	0,0008	0,03	41,8	0,003	Límpido, Limpo
Loctite E214HP (B)	62	0,0007	0,02	41,6	0,003	Límpido, Limpo
MS 10HT (A)	66	0,001	0,05	40,8	0,002	Límpido, Limpo
MS 10HT (B)	62	0,0011	0,04	40,9	0,003	Límpido, Limpo

[0037] Em particular, os dados na tabela 2 mostram que selos curados formados a partir das amostras 5 e 8 desempenharam bem pelo fato de não terem nenhum efeito adverso em um fluido dielétrico que poderia ser usado no condensador. Por exemplo, comparando as amostras de ensaio antes do período de aquecimento (A) e após o período de aquecimento de duas semanas (B), observa-se que houve relativamente pouca mudança nas propriedades do fluido dielétrico. Os dados na tabela 2 mostram que os selos curados não afetaram materialmente as propriedades elétricas do fluido dielétrico tais como a tensão de ruptura (testada usando ASTM D1816), o fator de dissipação (testado usando ASTM D924), ou fuga de corrente. Técnicas para medir a fuga de corrente são geralmente conhecidas daqueles entendidos no assunto. Os dados na tabela 2 também não mostram nenhuma mudança na tensão superficial medida, na acidez, ou na

aparência visível do fluido dielétrico quando comparando dados coletados antes do período de aquecimento (A) e após o período de aquecimento de duas semanas (B). Os números na carreira denominada de Especificação são valores alvo típicos para cada propriedade.

[0038] O impacto do fluido aromático na dureza de selos curados formados a partir das amostras 5, 13 e 14 também foi avaliado. A figura 7 mostra dados de ensaios de dureza para as amostras 5, 13 e 14 durante 120 dias de exposição ao fluido dielétrico aromático a 75°C. Em particular, a figura 7 mostra que o fluido dielétrico aromático não teve nenhum efeito adverso na dureza dos selos curados formados a partir das amostras 5, 13 e 14 mesmo após 120 dias de exposição ao fluido dielétrico aromático.

[0039] As amostras 5, 13 e 14 também foram submetidas a outros ensaios para assegurar que elas suportariam condições ambientais adversas às quais condensadores são submetidos. Ensaios adicionais a que as amostras resistiram incluíram um ensaio de choque térmico, um ensaio de aspersão de sal, um ensaio de UV, um ensaio de condensação, e um ensaio de fuga de hélio.

[0040] O ensaio de choque térmico foi realizado em conjuntos que incluíam uma cobertura de tanque de condensador com isoladores passantes ligados usando a amostra 5 da tabela 1. O ensaio de choque térmico envolveu aquecer os conjuntos até 110°C e então rapidamente deslocar os conjuntos para uma câmara mantida a uma temperatura de −50°C da noite para o dia. Os conjuntos foram então aquecidos em uma sala à temperatura ambiente e submetidos a ensaios de carga. Não houve diferença estatística no desempenho dos conjuntos sob o ensaio de carga

quando comparando os resultados de ensaio das amostras submetidas a mudanças de temperatura com amostras que não foram submetidas a mudanças de temperatura.

[0041] As amostras 5, 13 e 14 da tabela 1 foram aplicadas a um pedaço de aço inoxidável e submetidas a um ensaio de jato de sal de acordo com ASTM B117 durante 2000 horas. As amostras foram examinadas após 2000 horas de exposição à aspersão de sal e não mostraram nenhuma evidência de delaminação, nenhuma evidência de fuga por ruptura, e nenhuma mudança na dureza a lápis do selo curado.

[0042] As amostras 5, 13 e 14 da tabela 1 também foram aplicadas a um pedaço de aço inoxidável e submetidas a exposição à luz ultravioleta de acordo com ASTM D4587 durante 2000 horas. O exame das amostras após 2000 horas de exposição à luz ultravioleta mostrou uma ligeira mudança na cor, mas nenhuma mudança na dureza a lápis das amostras.

[0043] As amostras 5, 13 e 14 da tabela 1 também foram aplicadas a um pedaço de aço inoxidável e submetidas a ensaios de condensação de acordo com ASTM D4586-99 durante 2000 horas. O exame das amostras após as 2000 horas de exposição à condensação não mostrou nenhuma evidência de delaminação e nenhuma mudança de dureza ao lápis do selo curado.

[0044] Finalmente, conjuntos de condensador exemplificativos feitos com selos curados das amostras de resinas epóxi 5, 13 e 14 da tabela 1 foram submetidos a um ensaio de fuga de hélio. O ensaio de fuga de hélio demonstrou que um selo hermético foi mantido em cada amostra.

[0045] Com referência agora à figura 5, uma representação é mostrada de um adesivo 505 ligando um material cerâmico 501 a aço inoxidável 509. A representação mostrada na figura 5

provê uma ilustração geral de como um adesivo 505, tal como as composições de resina epóxi divulgadas aqui, pode ser usado para ligar materiais dessemelhantes tais como um material cerâmico 501 e um material metálico tal como aço inoxidável 509. Conforme ilustrado na figura 5, um material cerâmico 501 frequentemente terá uma camada de vitrificado externo 503 à qual a composição de resina epóxi é aplicada. Na face oposta da junta, o material metálico 509 tipicamente tem uma camada de oxidação externa 507 causada pela exposição do material metálico à umidade tipicamente presente na atmosfera. Conforme mostrado em generalização na figura 5, as composições de resina epóxi divulgadas aqui podem ser usadas para ligar uma variedade de materiais dessemelhantes e não estão limitados ao exemplo do condensador descrito em conexão com as figuras 1 a 4. Conforme explicado acima, as composições de resina epóxi divulgadas aqui podem ser usadas para ligar uma variedade de materiais dessemelhantes submetidos a tensões e condições ambientais rigorosas tais como fusíveis, painéis de distribuição, reguladores e transformadores.

[0046] A figura 6 provê uma ilustração exemplificativa da porção de material metálico da junta em mais detalhe. Em particular, a figura 6 mostra em maior detalhe as camadas que podem ser encontradas na camada de oxidação 507 da figura 5. Na base da camada metálica está a massa de aço inoxidável 609. A camada de massa de aço inoxidável 609 compreende primariamente moléculas metálicas. Movendo-se em direção às camadas externas do aço, a próxima camada é a camada de segregação 611. A camada de segregação 611 está na interface entre a massa de aço inoxidável 609 e a camada de óxido metálico 613. Continuando a se mover para fora do aço, a próxima camada

é a camada de hidróxido e umidade 615. Do lado direito da figura 6, é mostrada a camada 615 em mais detalhe como tendo uma camada distinta de água hidratada. Finalmente, uma camada 617 da figura 6 representa óleos e contaminantes que poderão estar presentes na camada mais externa do material metálico. Preferivelmente, os óleos e contaminantes são removidos antes da aplicação da composição de resina epóxi de maneira a maximizar a interação dos grupos epóxi com as parcelas hidróxido. Aqueles entendidos no assunto apreciarão a ilustração da figura 6 é um exemplo e materiais metálicos diferentes de aço ou aço sujeito a diferentes condições ambientais poderão ter diferentes camadas de oxidação daquelas ilustradas na figura 6.

[0047] Do lado da junta oposto ao aço 509 no exemplo mostrado na figura 5, o adesivo 505 (resina epóxi) é ligado a um material não metálico tal como a cerâmica 501. No exemplo mostrado na figura 5, a cerâmica 501 tem uma camada vitrificada externa 503 que tipicamente compreende óxidos metálicos. Semelhantemente ao ligamento que ocorre entre a resina epóxi e a camada metálica conforme descrito com relação à figura 6, a resina epóxi interage com os óxidos metálicos presentes na camada vitrificada 503 de maneira a formar um ligamento químico. Entretanto, em concretizações alternativas, o adesivo 505 pode ligar cerâmicos com camadas vitrificadas ou outros materiais ou sem camada vitrificada. Apesar de os exemplos acima referirem-se ao cerâmico 501 como o material não metálico, outras concretizações exemplificativas poderão usar outros materiais não metálicos como isolante tal como um isolador passante feito de epóxi.

[0048] As composições de resina epóxi divulgadas aqui são

capazes de prover um selo entre os componentes dessemelhantes de um condensador que possa suportar as condições ambientais rigorosas às quais um condensador é submetido. Apesar de o exemplo de um condensador ser provido aqui, as composições de resina epóxi divulgadas aqui também podem ser aplicadas para ligar materiais dessemelhantes em outros tipos de equipamentos.

[0049] Conquanto concretizações descritas aqui o sejam com referência a concretizações exemplificativas, deverá ser apreciado por aqueles entendidos no assunto que diversas modificações estão bem dentro da abrangência e do espírito desta divulgação. Aqueles entendidos no assunto apreciarão que as concretizações exemplificativas descritas aqui não estão limitadas a nenhuma aplicação especificamente discutida aqui e que as concretizações descritas aqui são ilustrativas e não restritivas. Da descrição das concretizações exemplificativas, equivalentes dos elementos mostrados as mesmas sugerir-se-ão àqueles entendidos no assunto, e meios para construir outras concretizações usando a presente divulgação sugerir-se-ão àqueles praticantes da técnica. Daí, a abrangência das concretizações exemplificativas não está limitada aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para formar um selo curado entre um isolador passante e uma cobertura de tanque metálica de um tanque de condensador, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

a) aplicar uma composição de resina epóxi a uma porção de um ou ambos dentre o isolador passante (40) e a cobertura de tanque metálica (44);

b) contatar o isolador passante (40) com a cobertura de tanque metálica (44) de maneira tal que a composição de resina epóxi forme um selo entre o isolador passante (40) e a cobertura de tanque metálica (44); e

c) curar o selo de maneira a formar o selo curado; e

d) anexar a cobertura de tanque metálica (44) com o isolador passante (40) selado a uma carcaça (20) do tanque de condensador (19), o tanque de condensador (19) para conter um fluido compreendendo um ou mais compostos aromáticos;

sendo que o isolador passante (40) compreende vidro, cerâmica, polímero ou material vitrificado;

sendo que a composição de resina epóxi compreende: um epóxi fenol novolaca, um epóxi de bisfenol A, ou uma combinação destes; e um agente de cura; e

sendo que o selo curado é exposto ao fluido compreendendo um ou mais compostos aromáticos quando o tanque de condensador (19) está completamente montado.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o agente de cura ser um endurecedor contendo amina.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o agente de cura ser cianamida ou

dicianodiamida.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de curar o selo compreender aquecer o selo a uma temperatura suficiente para curar a composição de resina epóxi.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de curar o selo compreender aquecer o selo entre 80 °C a 160 °C.

6. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de curar o selo compreender aquecer o selo entre 80 °C a 160 °C e manter o selo entre 80 °C a 160 °C durante 30 minutos a 120 minutos.

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de curar o selo compreender um aquecimento por indução.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de curar o selo compreender um aquecimento por indução durante 1 a 10 minutos.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição de resina epóxi compreender um teor de polímero de pelo menos 50 % do teor de polímero.

10. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender, após a etapa b, a etapa de aplicar pressão ao selo.

11. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o(s) um ou mais composto(s) aromático(s) ser(em) selecionado(s) do grupo consistindo de diaril etanos, diaril metanos, triaril metanos, triaril etanos, bifenilas, monoaromáticos e naftalenos.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado

pelo fato de o selo poder suportar choques térmicos de 100 °C a −50 °C.

13. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o selo resistir à quebra após 2000 horas de exposição a um ou mais dentre aspersão com sal, luz ultravioleta, e umidade relativa de 100 %.

14. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a dureza do selo se reduzir de menos que 2% após 120 dias no fluido compreendendo um ou mais compostos aromáticos.

15. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de o selo curado ser hermético.

16. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a aplicação de uma resina epóxi compreender ainda:

a) aplicar uma primeira parte de uma composição de resina epóxi a um isolador passante (40) e aplicar uma segunda parte da composição de resina epóxi à cobertura de tanque metálica (44); e

b) contatar o isolador passante (40) com a cobertura de tanque metálica (44) de maneira tal que a primeira parte e a segunda parte da composição de resina epóxi sejam combinadas.

17. Tanque de condensador, caracterizado pelo fato de compreender um isolador passante (40), uma cobertura de tanque metálica (44), uma carcaça (20) anexada a cobertura de tanque metálica (44), a carcaça (20) para conter um fluido compreendendo um ou mais compostos aromáticos, e um selo curado entre o isolador passante (40) e a cobertura de tanque metálica (44);

sendo que o selo curado compreende uma composição de resina

epóxi;

sendo que o isolador passante (40) compreende vidro, cerâmica, polímero ou material vitrificado;

sendo que a composição de resina epóxi compreende: um epóxi fenol novolaca, um epóxi de bisfenol A, ou uma combinação destes; e um agente de cura; e

sendo que o selo curado é exposto ao fluido compreendendo um ou mais compostos aromáticos quando o tanque de condensador (19) está completamente montado.

18. Tanque de condensador, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de o agente de cura ser um endurecedor contendo amina.

19. Tanque de condensador, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de a composição de resina epóxi compreender um teor de polímero de pelo menos 50 % do teor de polímero.

20. Tanque de condensador, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de o(s) um ou mais composto(s) aromático(s) ser(em) selecionado(s) do grupo consistindo de diaril etanos, diaril metanos, triaril metanos, triaril etanos, bifenilas, monoaromáticos e naftalenos.

21. Tanque de condensador, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de a composição de resina epóxi ser curada aquecendo a composição de resina epóxi entre 80 °C a 160 °C e mantendo a composição de resina epóxi entre 80 °C e 160 °C durante 30 minutos a 120 minutos, ou aquecendo por indução durante 1 a 10 minutos.

22. Tanque de condensador, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de o selo curado ser hermético.

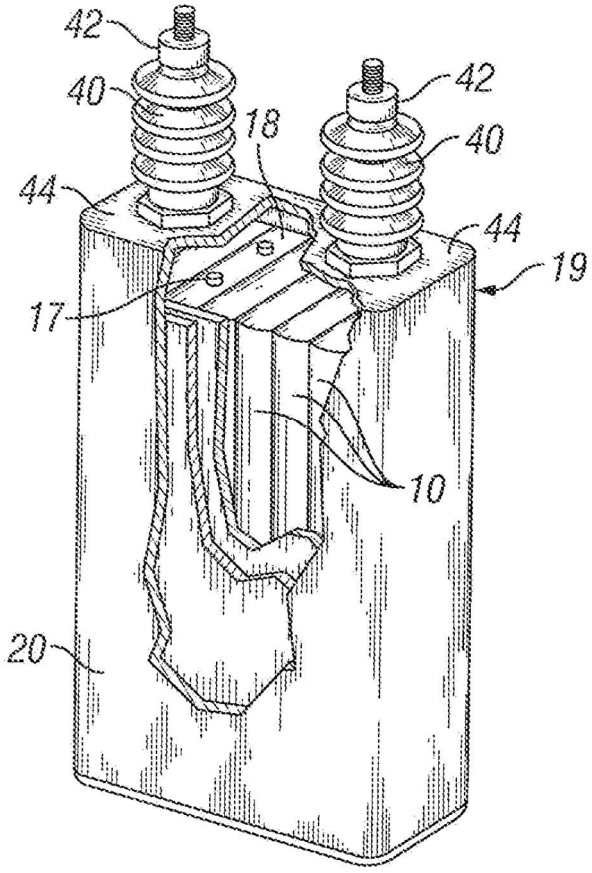


FIG.1

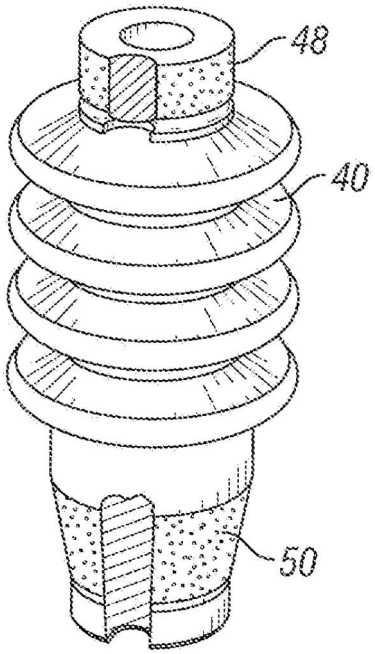


FIG.2

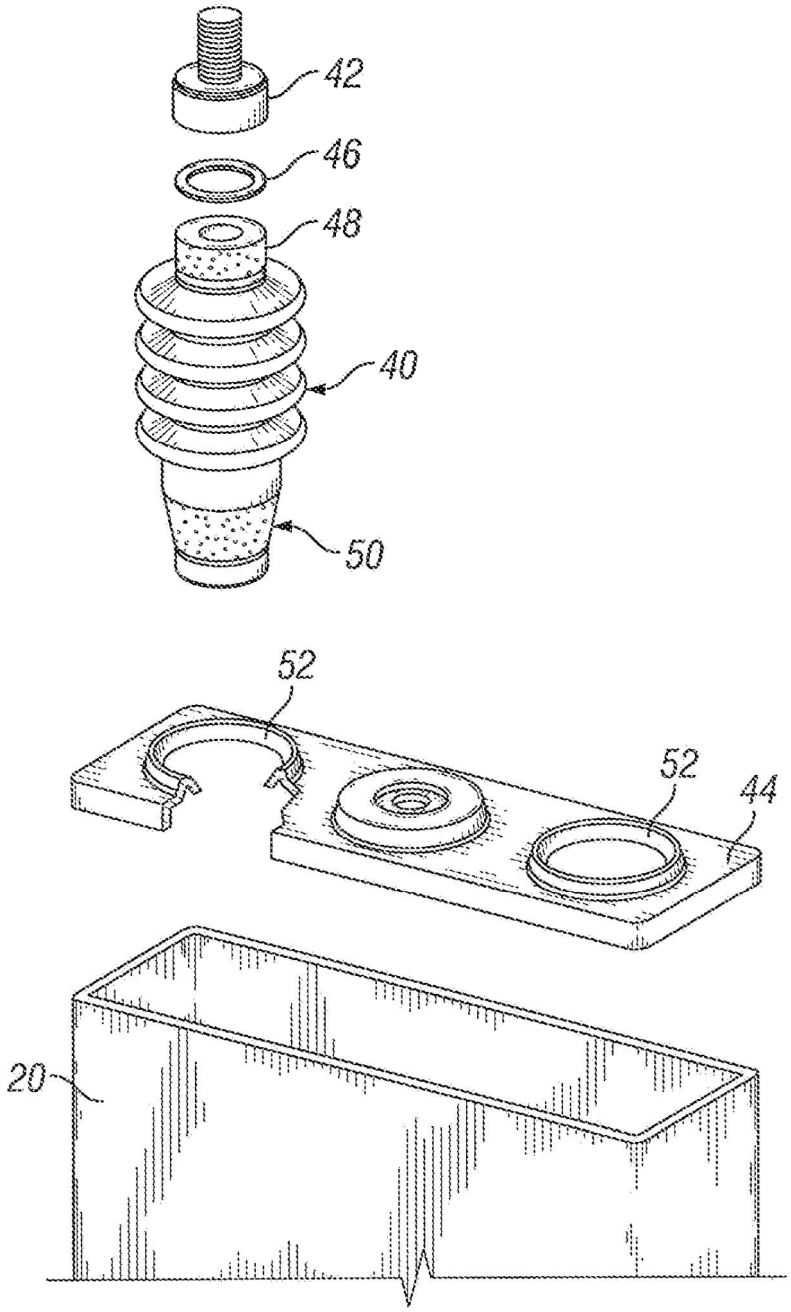


FIG.3

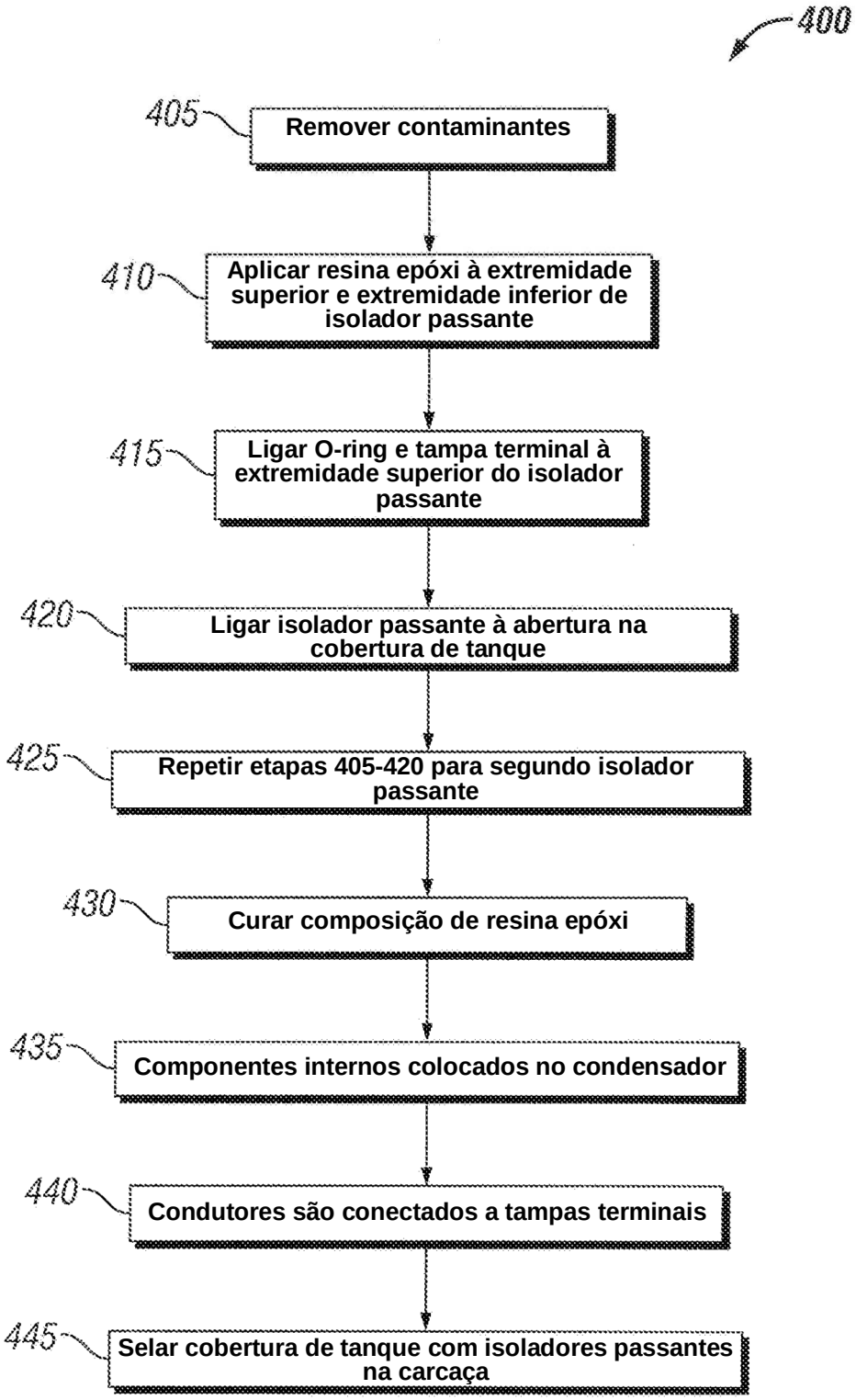

400
405
Remover contaminantes
410
Aplicar resina epóxi à extremidade superior e extremidade inferior de isolador passante
415
Ligar O-ring e tampa terminal à extremidade superior do isolador passante
420
Ligar isolador passante à abertura na cobertura de tanque
425
Repetir etapas 405-420 para segundo isolador passante
430
Curar composição de resina epóxi
435
Componentes internos colocados no condensador
440
Condutores são conectados a tampas terminais
445
Selar cobertura de tanque com isoladores passantes na carcaça

FIG.4

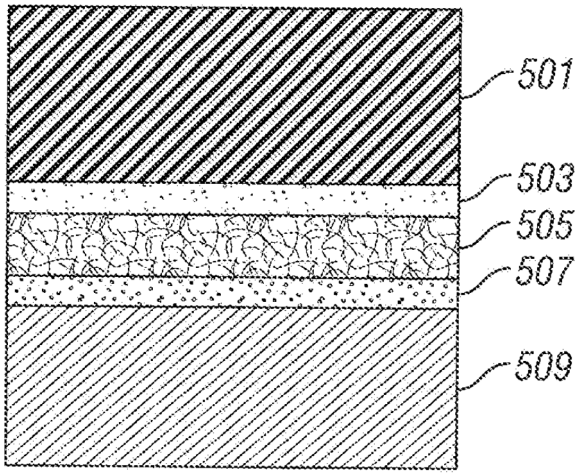

501
503
505
507
509

FIG.5

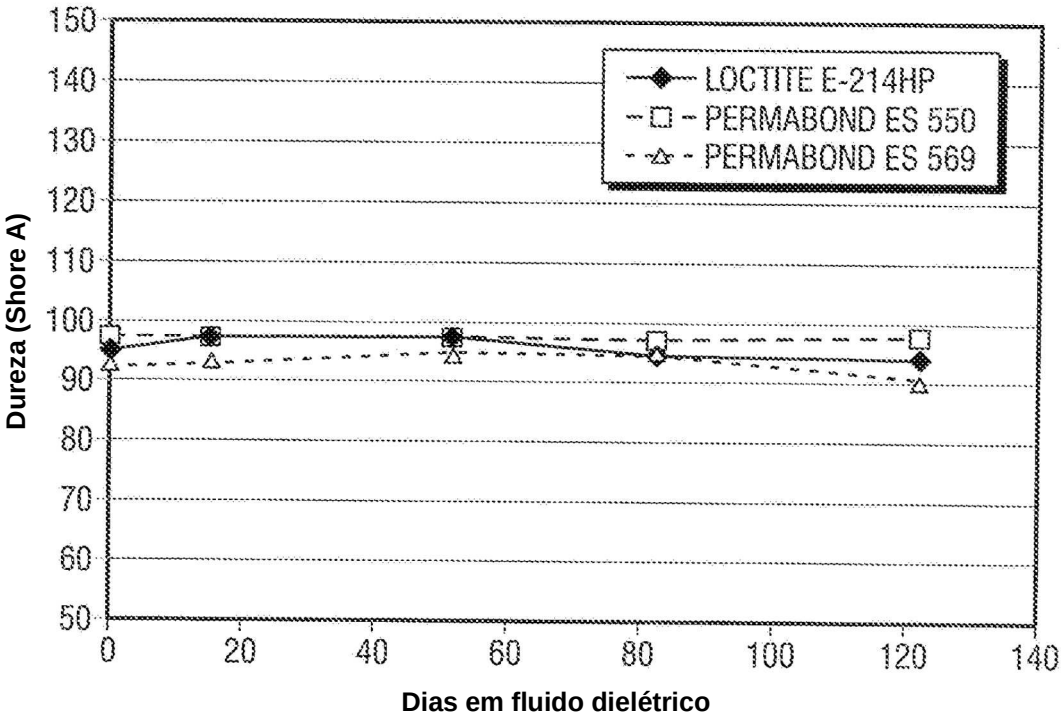
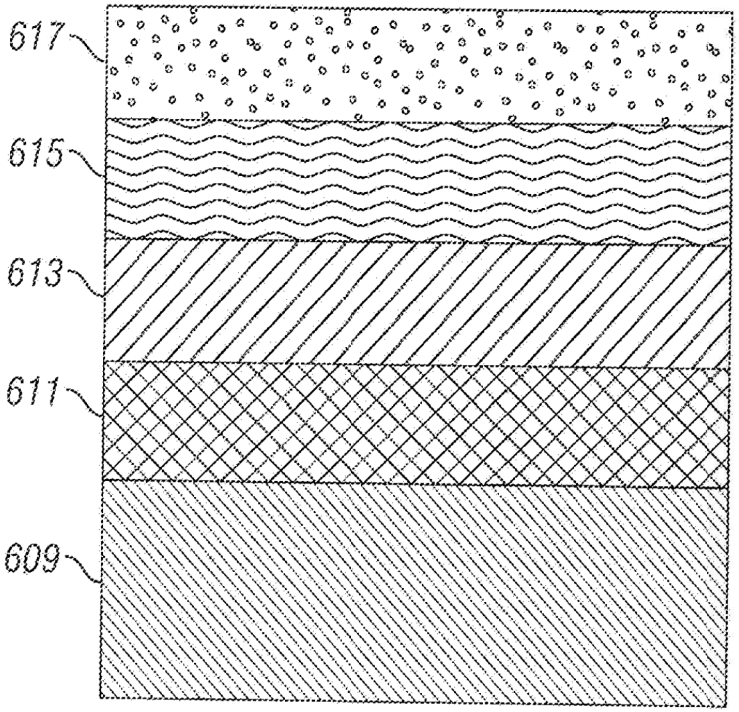

LOCTITE E-214HP
PERMABOND ES 550
PERMABOND ES 569
Dureza (Shore A)
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
0
20
40
60
80
100
120
140
Dias em fluido dielétrico

FIG.7


617
615
613
611
609

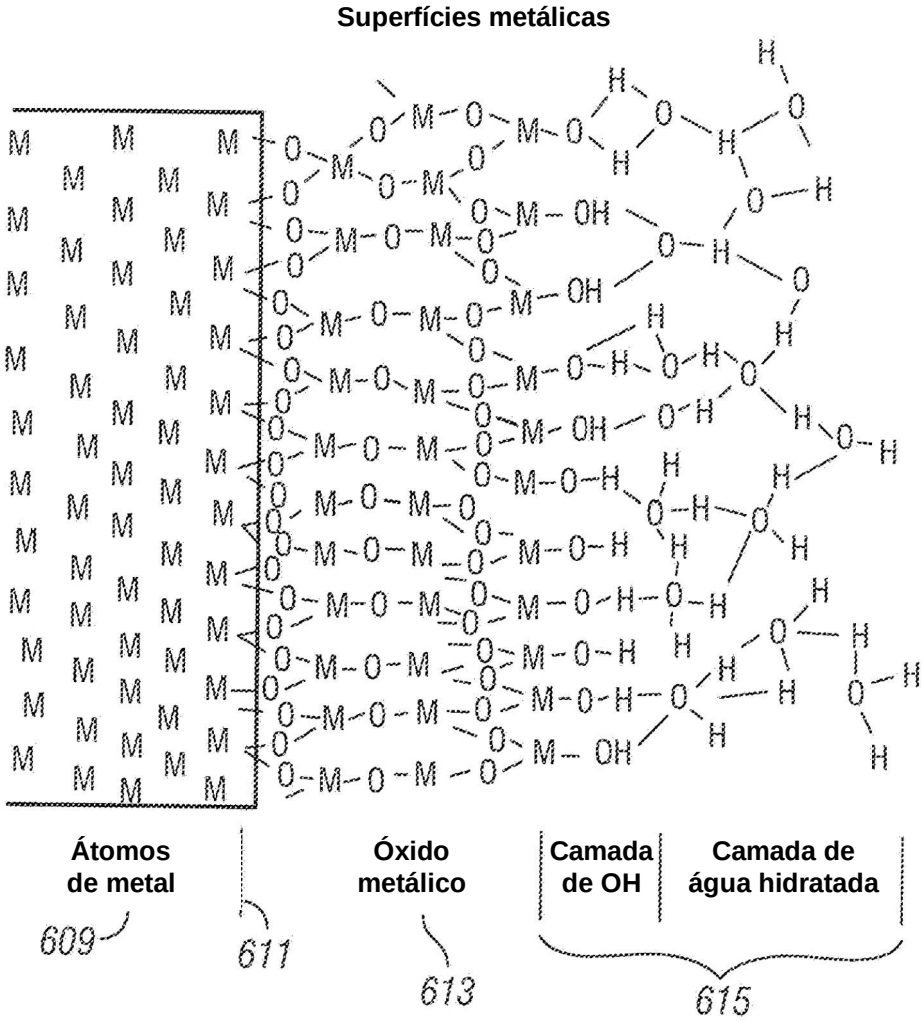

Superfícies metálicas
Átomos de metal
Óxido metálico
Camada de OH
Camada de água hidratada
609
611
613
615

FIG.6