



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

(21) PI 0910219-1 A2



(22) Data do Depósito: 02/07/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 22/04/2010

(54) Título: ELEMENTO CONDUTOR DE FLUIDO E ISOLADOR DIELÉTRICO

(51) Int. Cl.: H05F 3/00.

(30) Prioridade Unionista: 01/07/2009 IB PCT/IB2009/006144; 02/07/2008 US 12/166,698; 31/12/2008 US 12/347,516.

(71) Depositante(es): EATON CORPORATION.

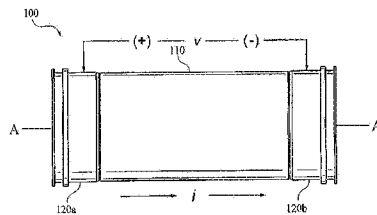
(72) Inventor(es): CLIFTON P. BREAY; SARA D. PFANNENSTIEL; STEPHEN C. MATTHEWS; EDWARD W.S. BRYANT.

(86) Pedido PCT: PCT US2009049515 de 02/07/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/044930 de 22/04/2010

(85) Data da Fase Nacional: 30/12/2010

(57) Resumo: "ELEMENTO CONDUTOR DE FLUIDO E ISOLADOR DIELÉTRICO" A presente invenção se relaciona a isoladores dielétricos para uso em sistemas de combustível de aeronaves para controlar a corrente induzida por raios, e permitir dissipação dielétrica de sua carga eletrostática. Os configurados de modo isoladores apresentarem impedância suficientemente alta, para limitar correntes de raio a níveis baixos, mas uma impedância suficientemente baixa para permitir a dissipação de carga eletrostática sem permitir sua acumulação. Embora os isoladores dielétricos possam desenvolver uma diferença de potencial ao longo do comprimento dielétrico, devido aos efeitos de correntes de raio e sua inerente impedância, os isoladores dielétricos são configurados de modo a suportar estas voltagens induzidas sem romper dielétrico ou prejudicar seu desempenho. Em uma configuração, o isolador dielétrico inclui um tubo feito a partir de uma composição, incluindo polímero orgânico termoplástico, por exemplo PEEK, e nanotubos de carbono, e um par de adaptadores afixado a extremidades opostas do tubo. Em outra configuração, o isolador dielétrico inclui um tubo, porção anular externa, interconectante, feitos a partir de uma incluindo polímero orgânico termoplástico e malha composição, (PEEK) e nanotubos de carbono. Esta última configuração se constitui uma estrutura de peça única integrada. O isolador dielétrico é capaz de (...).



"ELEMENTO CONDUTOR DE FLUIDO E ISOLADOR DIELÉTRICO"

Campo da Invenção

A presente invenção se relaciona isoladores dielétricos para uso em aplicações de condução de fluido, mais particularmente, a isoladores dielétricos que servem para controlar correntes induzidas por raios, e permitir dissipação de carga eletrostática em sistemas de combustível de aeronaves.

Histórico da Invenção

10 Isoladores ou adaptadores dielétricos são conhecidos na técnica e úteis em muitas aplicações, por exemplo, tubulações de gás, onde isolam instrumentos de monitoramento dos efeitos da corrente elétrica e interrompem o fluxo de corrente catódica e permitem o fluxo de fluido, para prover um duto para transferir líquidos através de locais selecionados, como requerido, e estruturas de anteparo de aeronaves. Em aplicações posteriores, o adaptador dielétrico contém conexões de adaptador em ambos lados do anteparo de aeronaves que permitem conexões de tubos, mangueiras, e outros componentes, que conduzem líquidos. Tais adaptadores dielétricos também provêm uma trajetória com alta resistência elétrica, que limita o fluxo de corrente elétrica entre dois conectores adaptadores, mas permite uma dissipação gradual da carga eletrostática.

Assim, a função primária de um adaptador dielétrico (também chamado isolador dissipativo estático) é dissipar a energia elétrica de cargas estáticas, causadas em parte pelos movimentos de fluido, e limitar o fluxo de corrente provocado como efeito secundário de raios, quando de sua ocorrência. Estes adaptadores têm a igualmente importante função secundária de prover uma passagem segura para o fluido no tanque de combustível ou outras áreas da aeronave.

Sumário da Invenção

Em uma configuração, um elemento condutor de fluido para uso em um isolador dielétrico é descrito. O elemento

condutor de fluido inclui um tubo feito a partir de uma composição incluindo PEEK, e nanotubos de carbono, sendo que a composição de tubo apresenta resistividade volumétrica de granel de cerca de $10^3 \Omega\text{-cm}$ a $10^{10} \Omega\text{-cm}$ em um potencial aplicado de 5000 Volts CC.

Em outra configuração, um isolador dielétrico é descrito. O isolador dielétrico inclui um tubo feito a partir de uma composição incluindo um polímero orgânico termoplástico e nanotubos de carbono, e um par de adaptadores acoplados a extremidades opostas do tubo. Nesta configuração, o isolador dielétrico apresenta uma resistência elétrica de cerca de $10^5 \Omega$ a $10^8 \Omega$ a um potencial aplicado maior que 500 Volts CC, medido de um adaptador a outro.

Em outra configuração, um isolador dielétrico em linha para uso em sistemas de combustível de aeronave é descrito. O isolador dielétrico inclui um tubo feito a partir de uma composição incluindo PEEK, nanotubos de carbono, e fibras de carbono, e um par de virolas roscadamente afixadas a extremidades opostas do tubo. Nesta configuração, o isolador dielétrico apresenta uma resistência elétrica de cerca de $10^5 \Omega$ a $10^8 \Omega$ em um potencial aplicado maior que 500 Volts CC medido de uma virola a outra.

Em outra configuração, um isolador dielétrico tipo anteparo para uso em sistemas de combustível de aeronave é descrito. O isolador dielétrico inclui um tubo feito a partir de uma composição incluindo PEEK, nanotubos de carbono, fibras de carbono, e fibra de vidro cortada.

O isolador dielétrico adicionalmente inclui um par de virolas roscadamente afixadas a extremidades opostas de um tubo e um flange roscadamente afixado ao tubo entre as virolas. Nesta configuração, o isolador dielétrico apresenta uma resistência elétrica de cerca de $10^5 \Omega$ a $10^8 \Omega$ em um potencial aplicado maior que 500 Volts CC, medido de uma virola a outra.

Em outra configuração, um isolador dielétrico em linha

para uso em sistema de combustível de aeronave é descrito, sendo que o isolador dielétrico inclui adaptadores roscado e prensado para criar uma conexão em linha em uma linha de combustível, daí eliminando a necessidade de dispositivos de acoplamento separados para montar o isolador na configuração em linha.

5 Em outra configuração, um isolador dielétrico em linha para uso em sistema de combustível de aeronave é descrito, sendo que o isolador dielétrico é especialmente adaptado para uso em uma linha de combustível coberta por uma luva ou capa protetora. O isolador, nesta configuração, inclui um elemento tubular interno, que interconecta as extremidades expostas da capa externa. O elemento tubular interno é selado à linha de combustível através de um arranjo de O'ring interno em cada extremidade do elemento tubular. A porção tubular externa é montada à luva externa por um par de acoplamentos, cada um deles incorporando um componente de travamento positivo. A porção anular externa também é selada às extremidades expostas da capa externa por um arranjo de O'ring externo, posicionado em cada extremidade da porção anular externa. Com respeito ao componente de travamento positivo, cada acoplamento inclui uma porca-trava, roscadamente recebida em uma extensão de extremidade do isolador, e adicionalmente inclui um anel-trava que engata liberavelmente a correspondente porca-trava. Os anéis-trava são pressionados axialmente para engatar as correspondentes porcas-trava, daí conseguindo a condição de travamento positivo. Quando os acoplamentos são colocados na posição travada, as superfícies expostas complementares de anéis-travas/ porcas-trava se engatam. Estas superfícies complementares incluem pelo menos uma ranhura formada em uma borda anular de cada anel-trava e porca-trava e uma lingüeta oposta na outra porca-trava ou anel-trava. Quando a porca-trava é movida axialmente em direção ao correspondente anel-trava, roscando a porca-trava na

extensão de extremidade do isolador, as superfícies expostas então se engatam na posição travada. As ranhuras/lingüetas são travadas, de modo que um pré-determinado deslocamento axial da porca-trava produza o alinhamento de ranhuras e lingüetas, para prover o engate na posição travada. Para destravar o acoplamento, o anel-trava pode ser retirado axialmente da porca-trava oposta, superando a força elástica de uma mola ondulada incorporada ao anel-trava, e então fazendo girar a porca-trava na direção oposta ao anel-trava para destravá-la. Ademais, indicadores visuais e auditivos podem ser providos. Um indicador visual na forma de marca pode ser provido na superfície periférica exposta ou ressalto da parte roscada de cada extensão de extremidade, para permitir que usuário verifique se a correspondente porca-trava foi inteiramente roscada na extensão de extremidade. Em razão do arranjo pressionado dos anéis-trava, obtém-se uma indicação audível por um clique produzido quando a lingüeta engata a respectiva ranhura.

20 Descrição Resumida dos Desenhos

Deve ser apreciado que os limites ilustrados de elementos nos desenhos constituem apenas um exemplo de limites. Aqueles habilitados na técnica deverão apreciar que um único elemento também pode ser previsto como elementos múltiplos, ou que múltiplos elementos podem ser previstos como um único elemento. Um elemento mostrado como componente interno pode ser implementado como componente externo ou vice-versa.

Ademais, nos desenhos anexos e descrição que se segue, partes iguais serão indicadas ao longo dos desenhos e descrição usando os mesmos números de referência. As figuras eventualmente podem não ter sido desenhadas em escala, e, ademais, as proporções de algumas partes podem ter sido exageradas para conveniência de ilustração.

As figuras 1A e 1B ilustram respectivamente vistas de topo e seção transversal de uma configuração de um

isolador dielétrico linear 100;

A figura 2 ilustra uma vista em perspectiva de uma configuração de isolador dielétrico tipo anteparo 200;

5 A figura 3 ilustra uma vista em perspectiva de uma configuração de isolador dielétrico tipo anteparo 2000 afixado a um anteparo 300;

A figura 4 ilustra uma vista em perspectiva fragmentada de um isolador dielétrico tipo em linha 400 em outra configuração;

10 A figura 5 ilustra uma vista em perspectiva de um isolador dielétrico tipo em linha 500, em outra configuração;

A figura 6 ilustra uma vista em perspectiva em seção transversal de um isolador dielétrico tipo em linha 500 da figura 5;

A figura 6A é uma vista de topo de um componente usado no componente de trava do isolador da configuração das figuras 5 e 6 especificamente um anel partido usado para reter um anel-trava em engate com uma porção do isolador;

20 A figura 6B é uma vista lateral de outro componente usado no componente-trava do isolador, especificamente uma mola ondulada anular de uma porca-trava para o correspondente anel-trava;

A figura 7 ilustra uma vista de topo do isolador dielétrico tipo em linha da figura 5;

A figura 8 ilustra um gráfico de resistência elétrica (eixo y) versus tamanho de diâmetro de tubo (eixo x) para teste de pré-surto de raio de uma composição de tubo exemplar; e

30 A figura 9 ilustra um gráfico de resistência elétrica (eixo y) versus tamanho de diâmetro de tubo (eixo x) para teste pós-surto de raio da mesma composição de tubo exemplar.

Descrição Detalhada da Invenção

35 A presente invenção se relaciona a isoladores dielétricos para uso em sistemas de combustível de aeronaves para controlar correntes induzidas por raios e permitir

dissipação de cargas eletrostática. Os isoladores dielétricos são configurados para apresentar impedância suficientemente alta para limitar correntes de raio a níveis baixos, mas suficientemente alta para permitir que a carga eletrostática dissipe sem permitir sua acumulação. Embora os isoladores dielétricos possam desenvolver uma diferença de potencial ao longo do comprimento dielétrico devido aos efeitos de corrente de raio e sua inerente impedância, eles são configurados para suportar estas voltagens induzidas sem ruptura de dielétrico ou degradação de desempenho.

As figuras 1A e 1B ilustram respectivamente vistas de topo e seção transversal de uma configuração de um isolador dielétrico em linha 100. O isolador dielétrico 100 inclui um tubo 110 para conduzir um fluido, tal como combustível aeronáutico ou óleo hidráulico. Nas dimensões básicas, o tubo 110 estende axialmente em direção a um pré-determinado comprimento L ao longo de um eixo geométrico longitudinal central A e tem um diâmetro interno D_i e um diâmetro externo D_o . Como mostrado na configuração ilustrada, o tubo 110 é um tubo cilíndrico com seção transversal circular tendo duas extremidades opostas. Deve ser apreciado, no entanto, que o tubo 110, pode ser feito em várias outras configurações incluindo outras seções transversais e múltiplas extremidades.

Em uma configuração, o comprimento L do tubo 110 pode variar de 3 a 5 polegadas. Em outra configuração, o comprimento L do tubo 110 pode variar de 2 a 9 polegadas. Deve ser apreciado no entanto que o comprimento do tubo 110 pode ainda ficar acima ou abaixo destas faixas dependendo da tecnologia disponível para fabricar os tubos, dependendo dos requisitos de sistema e/ou componente.

Em uma configuração, o diâmetro interno D_i do tubo 110 pode variar de 2 a 3 polegadas. Em outra configuração, o diâmetro interno D_i varia de 1,5 a 4 polegadas. Deve ser apreciado, no entanto, que o diâmetro interno do tubo

110 ainda pode ficar acima ou abaixo destas faixas dependendo da tecnologia disponível para fabricar os tubos, dependendo dos requisitos de sistema e/ou componente.

- 5 Em uma configuração específica, os acoplamentos 120a, 120b são virolas de alumínio, de acordo com SAE AS5836-1-XX (Flexível) e SAE AS1656-1-XX (Rígido) e acabados com revestimento de conversão química conforme MIL-C-5541. Deve ser apreciado que um material de acoplamento não se
- 10 restringe necessariamente aos materiais mencionados nesta, desde que o isolador dielétrico 100 atenda requisitos mecânicos e elétricos de uma dada instalação. Na configuração ilustrada, os acoplamentos 120a, 120b são roscados às extremidades do tubo 110 com roscas ACME
- 15 de ponta. Alternativamente, os acoplamentos 120a, 120b podem ser colados com adesivo às extremidades do tubo 110. Embora, muitos diferentes tipos de adesivos possam ser usados, um tipo de adesivo adequado que pode ser usado para colar acoplamentos 120a, 120b às extremidades
- 20 do tubo 110 é o Araldite AV119 da Huntsman Advanced Materials. Deve ser apreciado que os acoplamentos 120a, 120b podem ser afixados às extremidades do tubo 110 usando uma variedade de meios de fixação. Em todos os casos, deve ser aplicado selador protetivo (por exemplo,
- 25 MIL-S-81733 ou MIL-S-4383) às superfícies entre os acoplamentos 120a, 120b e tubo 110 para selar o adesivo (se houver) dos elementos externos, e proteger os acoplamentos metálicos 120a, 120b dos efeitos galvânicos (dependendo do material com qual o tubo foi feito).
- 30 A partir de uma perspectiva mecânica, o tubo 110 no isolador dielétrico 100 serve como elemento condutor para permitir que o fluido passe pelo mesmo. No entanto, a partir de uma perspectiva elétrica, o tubo 110 no isolador dielétrico 100 também serve como resistor,
- 35 apresentando impedância elétrica alta e robusta, para limitar correntes indiretas associadas a eventos de raio a níveis baixos ao longo do isolador dielétrico 100, mas

com impedância de superfície suficientemente baixa para permitir que a carga eletrostática dissipe sem acumular. Em outras palavras, o tubo 110 permite que um fluxo suficiente de corrente superficial i passe através de si, para impedir a acumulação de cargas eletrostáticas, provocadas pelo fluxo de fluido na linha de combustível, e limitar o fluxo de corrente i associado à voltagem v , no evento de um raio, a níveis de corrente relativamente baixos e seguros.

10 Por causa de a isolação a raio exigir robustez elétrica, o tubo 110, deve apresentar alta resistência, mesmo depois de exposto a altas voltagens. Alguns materiais experimentam condições de voltagem alta quando expostos a altas voltagens, tal como nas condições encontradas em
15 aplicações de isolação a raios. Condicionamento a alta voltagem é um fenômeno que substancialmente reduz a resistência efetiva de um material depois de exposição a altas voltagens. O colapso na resistência efetiva do material, aumenta a condutividade do material, que faz
20 o material diminuir substancialmente suas propriedades isoladoras.

Por conseguinte, o tubo 110 é feito a partir de um material apropriado, que permite que o tubo 110 seja suficientemente condutivo para dissipar acumulação de
25 cargas eletrostáticas associadas ao fluxo de fluido através e ao longo de tubo 110, enquanto, ao mesmo tempo, permite que o tubo 110 seja suficientemente resistivo para impedir a passagem de um fluxo de corrente, em decorrência da ocorrência de um raio. Adicionalmente,
30 a composição do tubo precisa ser efetivamente imune à condição de alta voltagem pelas razões discutidas. Em outras palavras, o material do tubo deve prover um desempenho elétrico aceitável, mesmo depois de submetido a repetidos eventos de raio.

35 Para atender tais requisitos elétricos, o tubo 110 pode ser feito a partir de uma composição, incluindo um polímero orgânico termoplástico, nanotubos de carbono, e

opcionalmente outros materiais condutivos de carbono. Para acomodar eventos de alta voltagem, tais composições de tubo apresentam resistividade volumétrica a granel de cerca de $10^3 \Omega\text{-cm}$, a $10^{10} \Omega\text{-cm}$ a um potencial aplicado de 5000 Volts CC. Também podem ser usadas outras voltagens, tais como 1000 Volts CC ou 10000 Volts CC, e correspondentes resistividades, mas, a resistividade deve estar aproximadamente na faixa provendo isolação e dissipação, como descrito abaixo.

10 Composições termoplásticas submetidas a altas voltagens tendem a sofrer degradação das propriedades de resistividade ao longo do tempo, que pode ser tão breve quanto um ciclo, em uma condição de alta voltagem, ou mesmo durante a elevação de potencial para alta voltagem.

15 Assim, as composições de tubo são preparadas para suportar eventos de alta voltagem e ainda manter propriedades de resistividade. A frase "degradação de resistividade de voltagem volumétrica a granel" é usada se referindo a uma medida de degradação global de resistividade, provocada por eventos de alta voltagem.

20 A degradação de resistividade volumétrica a granel de uma composição é determinada em uma voltagem específica (por exemplo, 100 Volts CC, 500 Volts CC, 1000 Volts CC, 5000 Volts CC ou em outra voltagem pré-determinada)

25 depois de um certo número de ciclos. Tais mudanças de resistividade podem se referir à degradação de resistência de volume a granel em cinco surtos, onde cinco é o número especificado de ciclos. Por exemplo, a degradação de resistência de volume a granel em cinco

30 surtos a 5000 Volts CC é determinada fazendo o material ciclar entre zero e 5000 Volts CC por cinco ciclos, e medindo sua resistividade a um potencial de 5000 Volts CC nos primeiro e quinto ciclos. Desejavelmente, as composições apresentam degradação de resistência de

35 volume a granel em cinco surtos não-maior que um fator de 20 vezes, depois de cicladas entre zero e a voltagem específica. Em algumas configurações, as composições

apresentam degradação de resistividade volumétrica a granel em cinco surtos não-maior que um fator de 15x, 10x, ou 5x, depois de cicladas entre zero e a voltagem específica, i.e. 5000 Volts CC. Por exemplo, se a degradação máxima for um fator de 20x e a determinação inicial da voltagem específica consistir de uma resistividade e volume a granel de $6 \times 10^8 \Omega\text{-cm}$, a resistividade volumétrica a granel seria não-menor que $3 \times 10^7 \Omega\text{-cm}$ no quinto ciclo. Em outras configurações, a composição pode apresentar degradação de resistividade a granel em cinco surtos não-maior que 50%, depois de ciclada entre zero e a voltagem específica, i.e. depois de ciclada cinco vezes entre zero e 5000 Volts CC. Em algumas configurações, as composições apresentam degradação de resistividade volumétrica a granel em cinco surtos não-maior que 25%, 10%, 5%, ou mesmo 2%, depois de cicladas entre zero e a voltagem específica, i.e. 5000 Volts CC. Por exemplo, quando a composição apresenta degradação máxima em sua degradação de resistividade volumétrica a granel em cinco surtos não-maior que um fator de 50%, se a determinação inicial na voltagem específica for uma resistividade volumétrica a granel de $6 \times 10^8 \Omega\text{-cm}$, a resistividade volumétrica a granel seria não-menor que $3 \times 10^8 \Omega\text{-cm}$ no quinto ciclo; correspondentemente para uma degradação máxima de 25%, a resistividade volumétrica a granel seria não-menor que $4,5 \times 10^8 \Omega\text{-cm}$ no quinto ciclo.

Como usado nesta, a resistividade volumétrica consiste da resistência (ohm-cm) à fuga de corrente através do corpo de um material isolante. Como nesta, a resistividade superficial (ohms per quadrado) é definida como sendo a resistência à fuga de corrente ao longo da superfície de um material isolante. À medida que aumenta resistividade superficial/volumétrica, diminuem corrente de fuga e condutividade do material.

Como ponto de referência para resistividade volumétrica, materiais condutivos, tais como metais, são aqueles

materiais cuja resistividade volumétrica é menor que $1 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$. Em materiais condutivos, cargas correm para terra ou para um outro objeto condutivo próximo ou em contato com o material. Materiais de blindagem eletrostática têm resistividade volumétrica menor que $1 \times 10^3 \Omega\text{-cm}$, mas maior ou igual a $1 \times 10^{-4} \Omega\text{-cm}$. Materiais dissipativos têm resistividade volumétrica de cerca de $1 \times 10^3 \Omega\text{-cm}$ a $1 \times 10^{10} \Omega\text{-cm}$. Para estes materiais, o fluxo de cargas para terra flui mais lentamente e, em alguma extensão, de maneira mais controlada que materiais condutivos. Para dispositivos ESD-sensíveis (descarga eletrostática), estes materiais provêm uma proteção de gaiola Faraday à transferência de energia. Materiais isolantes são definidos como aqueles materiais tendo resistividade volumétrica de pelo menos $1 \times 10^{10} \Omega\text{-cm}$. Materiais isolantes impedem ou limitam o fluxo de elétrons através de sua superfície ou volume, apresentam elevada resistência elétrica e são difíceis de aterrar. Cargas estáticas permanecem nos materiais isolantes por um período de tempo mais longo. A Tabela 1 determina resistividades volumétricas/ superficiais para os materiais acima.

Tabela 1

Resistividades de Volume e Superfície para Tipos de materiais

Tipo de Material	Resistividade Superficial ($\Omega/\text{quadrado}$)	Resistividade Volumétrica ($\Omega\text{-cm}$)
Condutivo	$< 1 \times 10^{-4}$	$< 1 \times 10^{-4}$
Blindagem Eletrostática	$\geq 1 \times 10^{-4}, < 1 \times 10^4$	$\geq < 1 \times 10^{-4}, < 1 \times 10^3$
Dissipativo	$\geq 1 \times 10^6, < 1 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^3, < 1 \times 10^{10}$
Isolante	$\geq 1 \times 10^{11}$	$\geq 1 \times 10^{10}$

Como discutido acima com respeito à degradação de resistividade a surto, as composições de tubo descritas não apresentam "Burn in", ou pelo menos apresentam um "Burn in" substancialmente reduzido, em comparação com outros materiais. "Burn in" é um fenômeno onde materiais, depois de expostos a uma alta voltagem, não voltam

a apresentar sua resistência elétrica inicial, ao invés, passam a apresentar uma resistência elétrica reduzida. Compostos formulados sem nanotubos de carbono tendem a apresentar "Burn in". No entanto, surpreendentemente, as composições de tubo descritas, incluindo nanotubos de carbono, eliminam (ou reduzem substancialmente) "Burn in". Sem se restringir a aspectos teóricos, se acredita que composições sem nanotubos de carbono, ou com alta carga de nanotubos de carbono sejam suscetíveis à degradação de material e ionização, quando expostas a altas voltagens. Assim, nas configurações de nanotubos de carbono descritas aqui, os nanotubos de carbono provêm um conduto elétrico na matriz de polímero, quando as composições são expostas a uma alta voltagem, de modo que a ionização e degradação de matriz do polímero sejam evitadas ou pelo menos substancialmente reduzidas. Em outras palavras, em condição de elevado potencial, as composições atuam como dissipadores eletrostáticos, que permitem liberação controlada da carga estática acumulada, daí evitando, ou pelo menos reduzindo, substancialmente, faiscamento ou descarga rápida. A eliminação ou substancial redução do potencial para geração de faíscas a partir das composições ou materiais, com quais contata, ajuda a reduzir os riscos de prejudicar ambiente e pessoal próximo à carga.

Como discutido acima, as composições de tubo nesta são isolantes a potenciais baixos, mas levemente condutivo, i.e. a composição se torna dissipativa em potenciais mais altos. Assim, em uma configuração, usando ASTM D-257, a composição de tubo é determinada para ser isolante. Assim, em um potencial aplicado de 100 Volts CC, a composição de tubo apresenta resistividade volumétrica maior ou igual a $10^9 \Omega\text{-cm}$ e, mais particularmente, pelo menos cerca de $10^{10} \Omega\text{-cm}$. No entanto, em outras configurações, as composições de tubo, em um potencial aplicado de 1.000 Volts CC ou mais, apresentam resistividade volumétrica de cerca de 10^3 a $10^{10} \Omega\text{-cm}$. O

uso de tamanho de espécime e protocolo padrão com voltagens mais altas que 100 Volts CC, por exemplo, acima de 1000 Volts CC, é chamado "protocolo modificado ASTM" D-257. Em uma configuração, protocolo modificado ASTM

5 D-257 resulta na medição da resistividade volumétrica a granel da composição de tubo em 5000 Volts CC. A composição de tubo, descrita nesta, apresenta resistividade volumétrica a granel de cerca de 10^6 a 10^{10} Ω -cm a 5000 Volts CC.

10 ASTM D-257 é um método padronizado para determinar a resistividade volumétrica e superficial de um material. Resumidamente, de acordo com este método, uma amostra de tamanho padrão é colocada entre dois eletrodos, uma voltagem é aplicada por sessenta segundos, e medida

15 a resistência. A resistividade superficial e volumétrica é calculada, e o valor aparente é dado para o tempo de eletrificação de sessenta segundos. O método é bem conhecido com padrão disponibilizado pela ASTM International, em West Conshocken, PA. Na determinação

20 referida nesta, foram formados espécimes em forma de barra padrão ASTM D3801 e dimensões 6"x0,5"x0,125" a partir da presente composição de tubo, por moldagem por injeção.

Em uma configuração, o polímero orgânico termoplástico

25 usado na composição de tubo é polieteretercetona (PEEK). PEEK e outros polietercetonas ou polietercetonaacetona estão descritos nas Patentes, tais como EP 0 001 879, U.S.N^{os} 6.909.015, e 6.274.770. O polímero termoplástico pode estar presente na composição de tubo de cerca de 50%

30 em peso a 98% em peso em algumas configurações, de cerca de 55% em peso a 95% em peso em outras configurações, ou de cerca de 60% em peso a 90% em peso, em ainda outras configurações.

Não se restringindo a um único exemplo, um PEEK

35 comercialmente disponível é Victrex 150 P da Victrex EUA West Conshohocken PA. Este material PEEK é comercialmente disponível em forma de pó com baixo grau de viscosidade

de PEEK, apropriado para extrusão. PEEK é comercialmente disponível em uma diversidade de graus e formas, variando graus de viscosidade de médio-baixo a padrão, para fluir facilmente, e graus de propósito geral. Os vários graus de PEEK são conhecidos e todos resistentes à chama e isolantes. PEEK também apresenta resistência a desgaste, baixa fricção, e boa resistência química, particularmente a vários combustíveis e outros hidrocarbonetos. PEEK aromático, tal como 4-(4-(4-oxifenoxi)-fenoxi)-benzoil polieterecetercetona, pode ser processado por extrusão ou moldagem por injeção em temperaturas de polímero de cerca de 360°C a 400°C.

Em outras configurações, o polímero orgânico termoplástico usado na composição pode incluir outros polímeros usados em aplicações de moldagem por injeção. Por exemplo, tais polímeros incluem, de forma não-limitante, poliacetal, poliacrílico, polialquileno tereftalato, polialquileno tereftalato glicol, policarbonato, poliestireno, poliéster, poliamida, poliamidaimida, poliarilato, poliarilsulfona, polietersulfona, polifenileno sulfeto, poli (cloreto de vinila), polisulfona, poliimida, polieterimida, politetrafluoroetileno, polietercetona, polieteretercetona, polietercetonaacetona, polibenzoxazola, polioxadiazola, polibenzotiazinofenotiazina, polibenzotiazola, polipirazinoquinoxalina, polipiromellitimida, poliquinoxalina, polibenzimidazola, polioxindola, polioxoisoindolina, polidioxoisoindolina, politriazina, polipiridazina, polipiperazina, polipiridina, polipiperidine, politriazola, polipirazola, polipirrolidina, policarbonato, polioxabiciclononano, polidibenzofuran, poliftalida, poliacetal, polianidrido, poli (éter de vinila), poli(tioeter de vinila), poli (álcool vinílico), poli (cetona de vinila), poli (haletos vinílico), poli(vinil nitrila), poli (éster vinílico), polisulfonato, polisulfeto, politioester, polisulfona,

polisulfonamida, poliurea, polifosfazeno, polisilazano, polibutileno tereftalato, polietilenotereftalato glicol. Nanotubos de carbono adequados para uso na composição incluem ambos nanotubos de parede única e nanotubos de

5 múltiplas paredes. Nanotubos de carbono podem ser preparados através de um número de técnicas, incluindo, de forma não-limitante descarga de arco, ablação laser, monóxido de carbono a alta pressão (HiPCO), deposição química de vapor (CVD), e deposição química catalítica de

10 vapor (CCVD). Estas técnicas podem usar técnicas de vácuo ou gases de processamento. Nanotubos de carbono podem constituir uma ampla variedade de tamanhos. Nanotubos de carbono de uma parede tem a forma reminescente de um tubo feito enrolando uma folha de papel uma vez, fazendo que

15 os lados opostos da folha se encontrem e se contatem. Tubos de múltiplas paredes tem forma reminescente de uma folha de papel ou tela de galinheiro enrolada diversas vezes. A região interna de núcleo da folha de papel enrolada pode ser oca ou compreender átomos de carbono,

20 que são menos ordenados que os átomos de carbono da região externa. Como usado nesta, a frase "átomos de carbono ordenados" se refere a um domínio grafítico tendo eixo-c substancialmente perpendicular ao eixo cilíndrico do nanotubo de carbono. As camadas de carbono grafítico

25 individuais são concentricamente arranjadas em torno do eixo longo da fibra, similarmente aos anéis de crescimento de uma árvore, ou a um rolo de tela de galinheiro hexagonal. Usualmente, há um núcleo oco de poucos nanômetros de diâmetro, que pode ser parcialmente

30 ou inteiramente cheio de carbono menos organizado. Cada camada de carbono em torno do núcleo pode ser estender cerca de diversas centenas de nanômetros. O espaçamento entre camadas adjacentes pode ser determinado por microscopia eletrônica de alta resolução, e, em algumas

35 configurações, apenas um pouco maior que o espaçamento observado em um único cristal de grafite, i.e. cerca de 0,339 nm a 0,348 nm.

O termo "nanotubos de carbono" se refere a um tubo de carbono discreto essencialmente cilíndrico em escala nanométrica. Nanotubos de carbono de uma parede tipicamente têm um diâmetro substancialmente constante de cerca de 2 nm a 100 nm. Por exemplo, de cerca de 3 nm a 75 nm, de cerca de 4 nm a 50 nm, de cerca de 4 nm a 25 nm, ou de cerca de 5 nm a 15 nm de acordo com várias configurações. Em uma configuração, os nanotubos de carbono têm um diâmetro de cerca de 3,5 nm a 70 nm.

O comprimento dos nanotubos de carbono também varia e cobre a partir de uma faixa de centenas de nanômetros a faixas micrométricas. Tipicamente, o comprimento do nanotubo de carbono é maior que cerca de 100 vezes seu diâmetro. Por exemplo, nanotubos de carbono podem ter comprimento de cerca de 100 nm a 10 μm , de cerca de 500 nm a 5 μm , de cerca de 750 nm a 5 μm , de cerca de 1 μm a 5 μm , ou de cerca de 1 μm a 2 μm , de acordo com várias configurações. Uma região externa de nanotubos de uma ou múltiplas paredes é feita de camadas essencialmente contínuas de átomos de carbono ordenados e região de núcleo interna distinta. Em tubos de múltiplas paredes, camadas e núcleo são dispostos substancialmente concentricamente em torno de um eixo geométrico cilíndrico do nanotubo de carbono. Preferivelmente, todo o nanotubo de carbono é substancialmente isento de revestimento térmico de carbono.

Como descrito nesta, o termo "cilíndrico" é usado em sentido geométrico amplo, i.e. a superfície traçada por uma linha reta é deslocada paralelamente a uma linha reta fixa e intersecta uma curva. As formas de círculo ou elipse são apenas duas formas das muitas curvas possíveis do cilindro.

A pureza dos nanotubos de carbono também desempenha um papel na efetividade dos nanotubos de carbono com respeito à composição de tubo. Os nanotubos de carbono podem ter pureza maior que 50% em algumas configurações, maior que 60% em algumas configurações, maior que 70% em

algumas configurações, maior que 80% em algumas configurações, e maior que 90% em ainda outras configurações. Tipicamente, nanotubos de carbono, em razão dos métodos usados, contêm impurezas de óxido metálico. Conquanto as impurezas de óxido metálico podem (ou não) afetar o desempenho da composição de tubo, em algumas configurações, o conteúdo de óxido metálico dos nanotubos de carbono é menor que 50%. Em outras configurações, o conteúdo de óxido metálico dos nanotubos de carbono é menor que 60%, menor que 40%, menor que 30%, ou menor que 20%. Em ainda outras configurações, nanotubos de carbono têm menos que 10% de impurezas de óxido metálico.

Os nanotubos de carbono podem estar presentes na composição de tubo de cerca de 0,05% em peso a 2% em peso em algumas configurações, de cerca de 0,1% em peso a 1% em peso em outras configurações, ou de cerca de 2% em peso a 0,5% em peso em ainda outras configurações. Em algumas configurações, a composição de tubo tem cerca de 0,2% em peso a 0,4% em peso, ou 0,25% em peso a 0,35% em peso.

Como discutido acima, a composição de tubo pode opcionalmente incluir outros materiais de carbono, tal como grafite, negro de fumo, fibras de carbono, e/ou fibras de carbono usinadas como outro condutor, em adição aos nanotubos de carbono. Em uma configuração, o material de carbono condutivo é constituído de fibras de carbono usinadas. O comprimento das fibras de carbono varia amplamente. Em algumas configurações, o comprimento médio das fibras de carbono usinadas é maior que cerca de 0,5 mm. Em outras configurações, o comprimento médio das fibras de carbono usinadas não é maior que 0,2 mm. As fibras de carbono usinadas estão presentes na composição de tubo de 0% em peso a 20% em peso em algumas configurações, cerca de 1% em peso a 10% em peso em outras configurações, ou cerca de 4% em peso a 12% em peso em ainda outras configurações.

A composição de tubo pode conter uma variedade de outros materiais que podem impactar uma variedade de propriedades. Por exemplo, em algumas configurações, a composição de tubo inclui um material de reforço, tal como fibra de vidro, para prover rigidez e resistência a partes ou dispositivos preparados a partir da composição de tubo. Em algumas configurações, a fibra de vidro está presente na composição de tubo de 0% em peso a 60% em peso, de 5% em peso a 60% em peso em outras configurações, ou cerca de 15% em peso a 40% em peso em ainda outras configurações.

As composições de tubo providas nesta são apropriadas a processos de moldagem por injeção. Depois de formada a composição, a composição de tubo extrudado sai da extrusora como um material em forma de espaguete, que é resfriado e cortado em pequenos pedaços para facilitar manuseio rápido, para embalagem, e/ou prover embarque conveniente. Alternativamente, um material a granel pode ser extrudado e usado em um processo usando um material a granel. Um aparelho de moldagem por injeção, então, pode ser carregado com extrudado e moldado em peças/dispositivos que podem ser usados diretamente na forma obtida, ou vindo a requerer usinagem adicional.

Também são providos métodos de preparação da composição de tubo, quais métodos podem incluir misturar todos ingredientes para formar a composição de tubo em uma tremonha e extrudar a mistura. Alternativamente, os métodos podem incluir diversas etapas com adição de vários ingredientes em qualquer ponto no processo. Por exemplo, uma primeira quantidade de polímero termoplástico pode ser misturada com nanotubos de carbono em uma extrusora para produzir um primeiro extrudado. O primeiro extrudado pode então ser misturado com fibras de vidro e/ou fibras de carbono usinadas e submetidas a uma segunda extrusão para produzir um segundo extrudado que por fim é a composição de tubo. A mistura pode ser feita em uma extrusora de fuso único, dois fusos, ou de outro

tipo. Os métodos também podem incluir tamborear ingredientes em qualquer estágio de preparação, antes de serem levados para a extrusora.

Na preparação da composição de tubo, o mesmo polímero
5 termoplástico pode ser usado na preparação de ambos primeiro e segundo extrudados, ou ainda diferentes polímeros termoplásticos podem ser usados. Se forem usados diferentes polímeros termoplásticos, eles podem ser polímeros quimicamente distintos ou apenas diferentes
10 graus do mesmo polímero, com várias viscosidades, índices de fusão, e outras propriedades de polímero.

Referindo-se novamente às figuras 1A e 1B, o tubo 110 pode ser fabricado por uma diversidade de processos. Por exemplo, em uma configuração específica, o tubo 110 é
15 moldado por injeção em um certo diâmetro e comprimento. Processos de fabricação alternativos, que podem ser usados para fabricar o tubo 110, incluem extrusão e roto-moldagem (moldagem por compressão).

Quando o isolador dielétrico 100 é usado em um sistema de
20 combustível de aeronave, o isolador dielétrico 100 precisa atender certos requisitos de desempenho a surto de raio. Com respeito a requisitos de desempenho de dielétrico, em uma configuração, o isolador dielétrico 100 apresenta resistência elétrica de cerca de $10^5\Omega$ a
25 $10^8\Omega$, medido de extremidade a extremidade em um potencial aplicado de 500 Volts CC ou mais, com um sensor de teste em um acoplamento (120a) e outro sensor de teste no outro acoplamento (120b). Com certeza, quando usado em sistemas de combustível de aeronave, espera-se que o isolador
30 dielétrico 100 apresente esta faixa de resistência desde sua instalação inicial e ao longo de toda a vida útil da aeronave. Ademais, deve ser apreciado que a faixa de resistência elétrica pode ser diferente, dependendo da aplicação em mente.

35 Com respeito aos requisitos de desempenho a surto de raio em uma configuração específica, o isolador dielétrico 100 não deve apresentar arcos ou faíscas elétricas, quer

internamente ou externamente, ou colapso de forma de onda
voltage/ corrente durante, e depois de exposto a
múltiplos pulsos de voltage (10 a 30 pulsos), em ambas
polaridades (\pm) com amplitude de pico de 9000 Volts que
5 se conforma à forma de onda de voltage B de acordo com
SAE ARP5412. Estes testes simulados de surto de raio são
realizados de acordo com ARP5416, onde um sensor de teste
é localizado na superfície externa de um acoplamento
(120a) e outro sensor de teste localizado no outro
10 acoplamento (120b). Deve ser apreciado que os requisitos
de desempenho a surto de raio podem ser diferentes,
dependendo da aplicação em mente.

Para verificar robustez elétrica, a resistência elétrica
do isolador dielétrico 100 é medida depois da exposição
15 todos testes de surto de raio (e a cada um deles) para
verificar se a resistência elétrica se mantém na faixa
desejada.

A figura 2 ilustra uma vista de topo de outra
configuração do isolador dielétrico 200. O isolador
20 dielétrico 200 é substancialmente similar ao isolador
dielétrico tipo linear 100 descrito acima, como ilustrado
na figura 1 (estrutura e material), com exceção de
incluir um flange 210 afixado ao tubo 110, entre
acoplamentos 120a, 120b. O isolador dielétrico 20
25 se caracteriza como isolador dielétrico tipo anteparo 300
de um tanque, tal como tanque de combustível de aeronave,
como na figura 3. Para facilitar a fixação da parede 300,
o flange 210 inclui múltiplos furos 220 para receber
parafusos e outros tipos de fixadores.

30 O flange 210 pode ser feito de material metálico,
tal como alumínio ou aço inoxidável. No entanto, deve ser
apreciado que o material do flange não se limita
necessariamente a tais materiais, desde que o isolador
dielétrico 10 atenda os requisitos mecânicos e elétricos
35 de uma dada instalação.

Na configuração ilustrada, o flange 210 é roscado às
extremidades do tubo 110 por roscas ACME de ponta.

Alternativamente, o flange 210 pode ser colado com adesivo ao tubo 110. Embora muitos diferentes tipos de adesivo possam ser usados, um adesivo particularmente adequado é Araldite AV119 distribuído pela Huntsman
5 Advanced Materials. Deve ser apreciado que o flange 210 pode ser afixado ao tubo 110, usando uma variedade de meios fixadores. Por exemplo, o flange 210 pode ser rebitado ao tubo 110. Em todos os casos, um selador adequado (por exemplo, MIL-S-81733 ou MIL-S-4383) pode
10 ser aplicado à superfície entre o flange 210 e o tubo 110 para selar o adesivo (se houver) de elementos externos, e proteger o flange 210 de efeitos galvânicos (dependendo do material com qual é feito o tubo 110).

Quando o isolador dielétrico 200 é usado em um sistema de
15 combustível de aeronave, o isolador dielétrico 200 precisa atender certos requisitos de desempenho dielétricos e surto de raio. Com respeito aos requisitos de desempenho dielétrico, em uma configuração específica, o isolador dielétrico 200 apresenta resistência elétrica
20 de cerca de $10^5\Omega$ a $10^8\Omega$ medido de extremidade a extremidade, em um potencial aplicado de 500 Volts ou mais, com um sensor de teste localizado no flange 210. Com certeza, em um sistema de combustível de aeronave, espera-se que o isolador dielétrico 200 apresente esta
25 faixa de resistência desde sua instalação e ao longo de toda vida útil da aeronave. Ademais, deve ser apreciado que a faixa de resistência elétrica pode ser diferente, dependendo da aplicação em mente.

Com respeito aos requisitos de desempenho a surto de
30 raio, em uma configuração específica, o isolador dielétrico 200 não deve apresentar arcos ou faíscas elétricas, quer internamente ou externamente, ou colapso de forma de onda de voltagem/ corrente durante ou depois de exposição a múltiplos pulsos de voltagem (dez e trinta
35 pulsos), em ambas polaridades (\pm) com amplitude de pico de 9000 Volts, que se conforma à forma de onda B de acordo com SAE ARP5412. Este teste é realizado per

ARP5412, onde um sensor de teste é localizado na superfície externa de um acoplamento (120a) e outro sensor de teste localizado no flange 210. Deve ser apreciado que os requisitos de desempenho a surto de raio podem ser diferentes, dependendo da aplicação em mente.

A presente invenção, como geralmente descrita, será entendida mais prontamente fazendo referência aos seguintes exemplos, que foram providos na especificação meramente com propósitos ilustrativos, sem nenhuma intenção limitante.

A figura 4 ilustra outra configuração preferida da presente invenção na forma de outro isolador dielétrico configurado em linha 400. O isolador dielétrico 400 inclui um tubo dielétrico 402 que interconecta as extremidades expostas de uma linha condutora de fluido, tal como a linha de combustível 404. Nesta configuração, o tubo 402 é conectado a extremidades expostas da linha de combustível 404 através de um par de adaptadores prensados 410. Cada adaptador 410 tem uma primeira extremidade com roscas internas 413, e uma extremidade oposta com ranhuras internas 412. Os adaptadores 410 são prensados nas extremidades opostas da linha de combustível 404, como mostrado. As roscas internas 413 são roscadamente recebidas em roscas complementares formadas nas extremidades das superfícies externas do tubo 402. Um selador (não mostrado) reveste as roscas 413, selando o tubo 402 aos adaptadores 410. Um exemplo de selador inclui um selador de silicone. Como mostrado, uma extremidade 416 do tubo 402 topa a extremidade exposta da linha de combustível 404, enquanto a outra extremidade 414 do tubo 402 topa a outra extremidade exposta da linha de combustível. Os adaptadores prensados e roscados 410 eliminam a necessidade de acoplamentos para fixar o tubo 402 em linha, daí reduzindo o peso e materiais usados para incorporar o isolador dielétrico em linha 400 à linha de combustível 404.

A configuração da figura 4 também mostra uma capa de

isolação à prova de fogo, que cobre o tubo 402 e adaptadores 410. A capa de isolação à prova de fogo inclui um material a prova de fogo em um envoltório 422. Um par de tiras metálicas 434 pode ser usado para fixar

5 as extremidades opostas da capa isolante à linha de combustível 404. As tiras podem ser grampeadas ou fixadas de algum modo. Um exemplo de material aceitável para uso na capa inclui Rishon® da RCF Technologies.

Referindo-se agora às figuras 5 e 6, o isolador

10 dielétrico 500, nesta configuração, compreende o isolador 500, que liga dois elementos separados, especificamente um elemento condutor de fluido, tal como uma linha de combustível 550, com a luva/ capa protetora externa 560. Algumas linhas de combustível devem se encapadas ou

15 protegidas com uma capa externa prevendo uma situação de vazamento de combustível, na qual o fluido que vaza é coletado em um espaço provido entre a capa e a linha de combustível. O líquido que vaza então é coletado em um recipiente, tipicamente localizado na área mais baixa no

20 sistema de linha de combustível. A capa 560 é um membro tubular projetado para conduzir um fluido. Os mesmos requisitos se aplicam à capa 560, em termos de dissipação de energia elétrica, para impedir a acumulação de cargas eletrostáticas. Daí, o isolador 500, nesta configuração,

25 é especialmente adaptado para simultaneamente isolar cargas estáticas presentes na linha de combustível 500 e capa 560. O isolador 500 é uma estrutura de peça única capaz de atender este requisito duplo, junto com a configuração normal de uma linha de combustível e capa

30 externa protetora. Assim, uma isolação dupla pode ser conseguida sem adicionalmente modificar o sistema de combustível, além de incorporar o isolador em uma certa posição em linha.

O isolador 500 compreende um elemento tubular interno 502

35 que interconecta as extremidades expostas de uma linha de combustível 550 e a porção anular externa 560 que interconecta o elemento tubular interno 502 com o membro

anular externo 506. Aberturas 508, que se estendem longitudinalmente, são espaçadas circunferencialmente, e se estendendo através da malha 504, permitindo que um fluido coletado no espaço anular entre a linha 440 e capa 450 seja conduzido para o recipiente (não mostrado).

O elemento tubular interno 502 é afixado às extremidades expostas da linha de combustível 550, em uma configuração selada pela incorporação de O'ring preso em adaptadores internos 510. Cada adaptador interno 510 é prensado em uma extremidade da respectiva linha de combustível 550. As extremidades opostas dos adaptadores 510 incluem uma ranhura periférica 512 que recebe um O'ring 514. Cada extremidade do elemento tubular 502 inclui uma extensão de extremidade 516. As extensões de extremidade 516 do elemento tubular interno 502 forma cavidades anulares que recebem ressaltos protetivos internos 518. Os ressaltos protetivos internos 518 são feitos a partir de um material metálico. Os O'rings 518 são capturados nas cavidades anulares e fazem contato selado com os ressaltos protetivos 518. Os ressaltos protetivos 518 provêem uma superfície seladora confiável para os O'rings. Um contato friccional dos O'rings em contato direto com o material compósito potencialmente pode tornar rugosa a superfície do material compósito, assim impedindo/ dificultando uma selagem mais adequada. Assim, os ressaltos protetivos 518 ajudam a manter uma superfície seladora confiável ao longo do tempo. O membro anular externo 518 é conectado e selado à capa externa 560 da mesma maneira que um engate selador é conseguido, com respeito ao elemento tubular interno 502 e linha 550. Mais especificamente, adaptadores externos 530 interconectam as extremidades expostas da capa externa 560 ao membro anular externo 506. Similarmente aos adaptadores internos 510, os adaptadores externos 530 são prensados nas extremidades expostas da capa 560, e cada adaptador 530 inclui ranhuras periféricas 532, que recebem o correspondente O'ring externo 534. O membro

anular externo 506 similarmente ao elemento tubular interno 502 inclui extensões de extremidade 520 localizadas em extremidades opostas do membro 506. Ressaltos protetivos externos 522 são recebidos pelas
5 cavidades anulares formadas pelas extensões de extremidade 520 do membro anular externo 506. Os O'rings externos 534 provêm um engate selado com os ressaltos protetivos 522.

Os acoplamentos externos são usados para fixarem
10 removivelmente o isolador 500 à capa 560. Como mostrado, um par de acoplamentos é provido para montar o isolador. Cada acoplamento inclui uma porca-trava 536 e o correspondente anel-trava 66. Cada anel-trava 536 é roscado na correspondente extensão de extremidade roscada
15 520, e anéis-trava 600. Cada porca-trava 536 é roscada na extensão de extremidade roscada 520, e o anel-trava 600 posicionado no espaço entre as porcas-trava. O membro anular externo 506 na posição do anel-trava inclui um par de projeções anulares 606, que são recebidos pelas
20 porções anulares internas dos anéis-trava. Cada anel-trava 600 também recebe o correspondente anel partido 602 que topa a projeção adjacente 606. Cada anel partido é recebido mais especificamente em uma ranhura anular formada na parte interna do correspondente anel-trava e
25 assim o anel partido fixa o anel-trava no lugar. Para pressionar axialmente o anel-trava 600 no membro anular externo 506, o anel-trava adicionalmente recebe uma mola ondulada anular 604 recebida no espaço 608 (figura 60) localizado entre a superfície mais externa do membro 506
30 e superfície interna do anel-trava 600. As figuras 6A e 6B ilustram um anel-trava 602 e mola ondulada 604 respectivamente. A mola ondulada 604 se estende através do espaço 608, de modo que a mola ondulada contate simultaneamente pontos ao longo da superfície exposta da
35 projeção 606 e superfície interna oposta do anel-trava 600, daí pressionando o anel trava 600 contra o deslocamento axial ao longo do membro 506.

Os acoplamentos adicionalmente incluem um anel 538 para delimitar o deslocamento axial, que é usado para impedir um deslocamento axial excessivo do correspondente adaptador externo 530. Durante operação, a pressão de fluido no isolador provoca algum deslocamento axial do adaptador 530 a partir do isolador. Para impedir a perda do engate selado dos O'rings contra seus correspondentes ressaltos protetivos, o deslocamento axial dos adaptadores 530 deve ser limitado, como conseguido pelos anéis 538. Como mostrado, os anéis 538 são recebidos nas correspondentes ranhuras periféricas 540 formadas na superfície interna dos acoplamentos externos 536.

A figura 7 ilustra uma vista de topo da configuração das figuras 5 e 6. Como mostrado, as porcas-trava 536 são posicionadas em extremidades opostas do membro anular externo 506 e o par de anéis-trava 600 posicionado entre as porcas-trava. Os anéis-trava 536 e porcas-trava 600 têm um diâmetro ligeiramente maior que a capa 560; no entanto, o isolador 500, não obstante, provê uma solução em linha relativamente compacta que pode ser facilmente instalada na maior parte dos locais de um sistema de combustível. O componente de travamento positivo desta configuração é conseguido por meio de um engate seletivo liberável das porcas-trava com seus respectivos anéis-trava. Como mostrado nas figura 7, lingüetas 612 são formadas no correspondente anel-trava. Quando a porca-trava é roscada no membro 506 a uma pré-determinada distância, as lingüetas 612 e ranhuras 610 são alinhadas. O anel-trava esquerdo na figura 7, foi axialmente deslocado para a direita, assim mostrando um espaço entre as lingüetas 612 e ranhuras 610 alinhadas. O deslocamento do anel-trava, desta maneira, permite desroscar a porca-trava esquerda 536, para destravar aquele lado do arranjo de acoplamento. Como mencionado, a mola ondulada 604 provê uma força de pressão para manter o par porca-trava e anel-trava engatado, quando a porca-trava é roscada para a posição

de alinhamento das ranhuras/ lingüetas. A figura 7 também mostra lingüeta 612 e ranhura 612 no par porca-trava e anel-trava direita. Se for desejado destravar o par porca-trava e anel-trava direito, o anel-trava pode ser deslocado axialmente para esquerda, desroscando a porca-trava direita. Deve ser entendido que quaisquer de anéis-trava e porcas-trava podem ter lingüetas ou ranhuras complementares. Um som de clique é conseguido travando as porcas-trava nas correspondentes porcas-trava. Como mencionado, uma marca visível também pode ser provida nos membros 506, para confirmar o arranjo de travamento positivo, tal como uma faixa indicativa visível, para indicar que o acoplamento não está travado.

A presente invenção, como geralmente descrita, será entendida mais prontamente fazendo referência aos seguintes exemplos, que foram providos na especificação meramente com propósitos ilustrativos, sem nenhuma intenção limitante.

Exemplos

20 Materiais

Nas Tabelas, CF é abreviação de fibra de carbono.

MCF abreviação de fibra de carbono usinada, preparada usinando CF - a CF usada é Tenax 303 da Toho Tenax Rockwood TN.

25 GF abreviação de fibra de vidro - a GF usada é Vetrotex EC10 da Owens Corning Toledo Ohio.

PEEK abreviação de polietereetercetona - o PEEK usado é Victrex 150P da Victrex EUA West Conshohoken PA.

30 CNT abreviação de nanotubos de carbono - o CNT usado é Nanocyl 7000 da Nanocy Inc.

Cada um dos exemplos é um estudo para determinar impacto de componentes individuais nas composições. Composições extrudadas foram preparadas misturando PEEK com CNT em uma extrusora de fuso duplo para formar um banho mestre de 10% em peso de CNT em PEEK (MB CNT). Ao banho mestre foi então adicionalmente adicionado PEEK e também CF e GF em uma extrusora de fuso único. Depois de extrudado e

resfriado, o material final foi cortado nas dimensões apropriadas.

Exemplo Comparativo 1 - MCF e GF constante

AMOSTRA	PEEK (%)	MB CNT (%)	MCF (%)	GFI (%)
1	43	2,0	12	25
2	38	2,5	12	25
3	33	3,0	12	25
4	28	3,5	12	25
5	23	4,0	12	25
6	18	4,5	12	25

Exemplo Comparativo 2 - CNT e GF constante

AMOSTRA	PEEK (%)	MB CNT (%)	MCF (%)	GFI (%)
7	60	5	10	25
8	62	5	8	25
9	64	5	6	25
10	66	5	4	25

5

Exemplo 1 - GF constante

AMOSTRA	PEEK (%)	MB CNT (%)	MCF (%)	GFI (%)
11	67	5	3	25
12	68	5	2	25
13	65,5	3,5	6	25
14	67,5	3,5	4	25
15	68,5	3,5	3	25
16	69,5	3,5	2	25

Exemplo 2

GF, MCF, e PEEK constante

AMOSTRA	PEEK (%)	MB CNT (%)	MCF (%)	GFI (%)
26	67,3	3,7	4	25
27	67,5	3,5	4	25
28	67,7	3,3	4	25
29	67,9	3,1	4	25
30	68,1	2,9	4	25
31	68,3	2,7	4	25

Resistividade Volumétrica

AMOSTRA	Resistividade volumétrica a 500 VCC (Ω -cm)	Resistividade volumétrica a 1000 VCC após um ciclo (Ω -cm)	Resistividade volumétrica a 5000 VCC após um ciclo (Ω -cm)
11	1,923E+06	5,123E+07	TC
12	NR/I	1,775+07	TC
13	NR/I	NR/I	5,00E+08
14	NR/I	NR/I	7,58+08
15	NR/I	NR/I	NR/I
16	NR/I	NR/I	NR/I
26	2,79E+05	1,76E+05	2,92E+04
27	1,69E+06	8,98E+05	1,07E+05
28	7,81E+08	5,21E+08	2,73E+07
29	---	---	---
30	---	---	---
31	---	---	---

TC Condutivo demais para medir

NR/I Sem leitura - o material é isolante demais para determinar

- 5 Nos exemplos acima, descobriu-se que os exemplos comparativos 1 e 2 eram condutivos demais para uso em aplicações de voltagem de surto alto. Como deve ser percebido, deseja-se, com aplicação de uma voltagem como 5000 Volts CC, que uma composição normalmente isolante
- 10 passe apresentar resistividade volumétrica a granel de cerca de $10^3 \Omega$ -cm a $10^{10} \Omega$ -cm, passando a ser um material dissipativo ou de blindagem. Os outros exemplos são ilustrativos, pelo menos em uma extensão, das composições que atendem as propriedades desejadas. Outras composições
- 15 serão evidentes àqueles habilitados na técnica, com base nas configurações descritas.

Uma composição exemplar inclui um polímero orgânico termoplástico, uma pluralidade de nanotubos de carbono, e uma pluralidade de fibras de carbono, onde a composição

20 apresenta resistividade volumétrica a granel de cerca de $10^3 \Omega$ -cm a $10^{10} \Omega$ -cm a 5000 Volts CC, e o polímero termoplástico orgânico inclui de cerca de 60% em peso a 75% em peso de 4-(4-(4-oxifenoxi)-fenoxi)-benzoi polietere-etercetona. Com esta composição, cerca de 60%

em peso a 75% em peso do polímero orgânico termoplástico pode estar presente, de cerca de 0,2% em peso a 0,5 % em peso de nanotubos de carbono pode estar presente, de cerca de 15% em peso a 40% em peso da fibra de vidro pode estar presente, e de cerca de 2% em peso a 7% em peso de fibras de carbono pode estar presente. A composição pode apresentar resistividade volumétrica a granel de cerca de $10^6 \Omega\text{-cm}$ a cerca de $10^{10} \Omega\text{-cm}$ a 5000 Volts CC. Em tais materiais, a composição pode apresentar resistividade volumétrica a granel de pelo menos 10^6 a 100 Volts CC. Em outras configurações, a composição de tubo pode apresentar resistividade volumétrica a granel de cerca de $10^8 \Omega\text{-cm}$ a 100 Volts CC ou, alternativamente, pelo menos cerca de $10^9 \Omega\text{-cm}$ a 100 Volts CC.

EXEMPLO 4

Resistência Elétrica de Isolador Dielétrico

Em uma particular aplicação, um sistema de combustível de aeronave, isoladores dielétricos precisam apresentar resistência elétrica de cerca de $10^5 \Omega$ a $10^8 \Omega$, medida de extremidade a extremidade, em um potencial aplicado de 500 Volts CC ou mais. Para atender estes requisitos, isoladores dielétricos tipo linear, similares àqueles descritos acima, e ilustrados nas figuras 1A e 1B, foram moldados por injeção com um material contendo 67,5% em peso de PEEK, 0,35% em peso de nanotubo de carbono, 4% em peso de fibras de carbono, e 25% em peso de fibras de vidro. Os isoladores dielétricos foram moldados em tubos cilíndricos com três diâmetros nominais:

3/4, 2, 4 polegadas. Virolas de alumínio, de acordo com SAE AS5836-1-XX (Flexível) e SAE AS1656-1-XX (Rígido) acabadas com conversão química per MIL-C-5541, foram afixadas às extremidades dos tubos via roscas ACME.

Cada isolador dielétrico foi testado com respeito ao desempenho dielétrico (teste pré-raio) medindo a resistência elétrica do isolador dielétrico de extremidade a extremidade em um potencial de 500 Volts CC ou mais (tão alta quanto 6000 Volts CC), com um sensor de

teste localizado na superfície externa de uma virola e outro sensor de teste localizado na outra virola. Como mostrado na figura 4, os resultados do teste mostraram que uma grande porcentagem de isoladores dielétricos atendeu os requisitos de resistência de cerca de $10^5 \Omega$ a $10^8 \Omega$. No entanto, como indicado pela variabilidade da largura de banda do processo no gráfico da figura 4 não existe plena cobertura para isoladores dielétricos de 1/2 polegada, assim como para isoladores dielétricos de 4 polegadas. Para atender os requisitos de resistência elétrica em toda matriz, foi proposto prover duas composições de tubo, uma composição de tubo com um conteúdo de fibra de carbono ligeiramente maior (por exemplo 4,2% em peso) e outra composição com um conteúdo de fibra de carbono ligeiramente mais baixo (por exemplo 3,8 % em peso). Geralmente, aumentando o conteúdo de fibra de carbono na composição, diminui a resistência elétrica do isolador.

Depois de completar medição da resistência elétrica dos isoladores dielétricos descritos acima, os isoladores foram então expostos a eventos de raios simulados de doze pulsos de voltagem, seis em cada polaridade (positiva e negativa), tendo amplitude de pico de 9000 Volts em conformidade com a forma de onda de voltagem B de acordo com SAE ARP5412. O teste foi realizado per SAE ARP5416 com um primeiro sensor de teste localizado na superfície externa de uma virola e um segundo sensor de teste localizado na outra virola. Para passar no teste, cada isolador não deve apresentar arcos/ faíscas elétricas, quer internamente ou externamente, ou colapso de forma de onda voltagem/corrente durante e depois da exposição a doze pulsos de voltagem. Na conclusão do teste, todos isoladores passaram no teste de surto de raio simulado, em razão de nenhum deles ter apresentado qualquer arco, faísca, ou colapso de forma de onda.

Cada isolador dielétrico, então, foi retestado com respeito a desempenho dielétrico (teste pós-raio),

medindo resistência elétrica do isolador dielétrico, de extremidade a extremidade, a um potencial aplicado de 500 volts CC ou mais (tão alto quanto 6000 Volts CC), com um sensor de teste localizado na superfície externa de uma virola e o outro sensor de teste na outra virola, para garantir que a resistência elétrica de cada isolador fique entre cerca de $10^5 \Omega$ e $10^8 \Omega$. Como na figura 9, os resultados do teste mostraram que uma grande parcela de isoladores atendeu requisitos de resistência entre cerca de 10^5 e $10^8 \Omega$, seguindo teste de surto de raio simulado.

Conquanto diversos exemplos não limitantes foram ilustrados e descritos deve ser entendido que mudanças e verificações poderão ser feitas de acordo com por aqueles habilitados na técnica sem sair da invenção em seu aspecto mais amplo, como definido nas reivindicações anexas.

Deve ser apreciado que isoladores dielétricos 100, 200 descritos acima são particularmente adequados para uso em sistemas de combustível de aeronave, porque permitem passagem de uma corrente suficiente, que impeça acumulação de cargas eletrostática provocada pelo fluxo de fluido, através ou em torno da superfície externa da linha de combustível, e limite o fluxo de corrente indireta associada à voltagem durante surtos de raio a níveis de corrente relativamente baixos e seguros para o sistema de combustível de aeronave. Os isoladores dielétricos 100, 200 são eletricamente robustos porque repetidos eventos de raios não devem afetar materialmente sua resistência elétrica. Ademais, pelo fato de uma porção substancial da composição de tubo incluir PEEK, os isoladores dielétricos 100, 200 podem ser moldados por injeção, propiciando um ou mais dos seguintes benefícios: ciclo rápido de processo, baixo custo de processo, mínimos problemas de porosidade, e quantidade de rejeitos (sucata) reduzida.

Deve ser apreciado que os isoladores dielétricos 100, 200

descritos acima, não são apenas unidades para uso em sistemas de combustível de aeronave, mas também podem ser usados em outras aplicações, incluindo, sem limitação, aplicações de distribuição de petróleo e outros fluidos.

- 5 Deve ser apreciado que os isoladores dielétricos 100, 200 descritos acima, não são apenas unidades para uso em sistemas de combustível de aeronave, mas também podem ser usados em outras aplicações, incluindo, sem limitação, aplicações de distribuição de petróleo e outros fluidos.
- 10 Para os propósitos da presente invenção, a menos que expressamente indicado de forma diferente, os numerais "Um" ou "Uma" significam "Um ou mais". O termo "Inclui" ou "Incluindo" é usado na especificação/ reivindicação, em sentido inclusivo, de maneira similar ao termo
- 15 "Compreendendo", que deve ser interpretado aqui como termo transicional em uma reivindicação. Ademais, o termo "Ou" (por exemplo, A ou B) empregado na especificação, deve ser tomado como "A ou B ou ambos". Quando os depositantes da presente invenção pretendem indicar
- 20 "Apenas A ou B, mas não ambos", então eles empregam "Apenas A ou B, mas não ambos". O uso do termo "Ou" tem caráter inclusivo, mas não exclusivo (Bryan A Graner - A Dictionary of Modern Legal Usage 624 (2a Ed, 1995)). Ademais, o termo "Conecta" na especificação ou
- 25 reivindicação, indica que não estar conectado apenas diretamente, mas também indiretamente, tal como através de um outro componente, ou múltiplos componentes.=
- Como usado nesta, o termo "Cerca de" deve ser entendido, por aqueles habilitados na técnica, variando em alguma
- 30 extensão dependendo do contexto. Se houver usos que não fiquem claros àqueles habilitados na técnica em razão do contexto, o termo "Cerca de" deve ser considerado dentro de $\pm 10\%$, em relação ao particular fator a que se refere. Ademais, "A partir de cerca de X a Y", deve ser tomado
- 35 como de cerca de X a cerca de Y, onde X e Y são valores especificados.

Embora a presente invenção ilustre diversas

configurações, e embora tais configurações tenham sido descritas em detalhes, o depositante não pretendeu restringir ou limitar, de nenhuma forma, o escopo da presente invenção a tais detalhes. Vantagens e modificações adicionais serão prontamente imaginadas por aqueles habilitados na técnica. Por conseguinte, a presente invenção, em seu aspecto mais amplo, não se limita aos detalhes específicos e exemplos ilustrativos mostrados e descritos ao longo da especificação. Portanto, estes detalhes podem vir a ser desconsiderados sem sair do espírito e escopo da presente invenção. Ademais, as configurações descritas têm um caráter meramente ilustrativo, e nenhum elemento ou componente único é essencial a todas possíveis combinações, que possam ser reivindicadas nesta ou em futuras patentes.

REIVINDICAÇÕES

- 1- Elemento condutor de fluido, para uso como isolador dielétrico, e especialmente adaptado para interconectar extremidades opostas de um membro condutor de fluido em configuração em linha, caracterizado pelo fato de compreender:
- um tubo feito a partir de uma composição incluindo PEEK e nanotubos de carbono;
 - um par de adaptadores afixado a extremidades opostas do tubo, cada adaptador incluindo uma porção roscada que é roscada nas roscas externas formadas na correspondente extremidade do tubo, e cada adaptador adicionalmente inclui uma porção estampada, que é estampada em uma extremidade do membro condutor de fluido; e
 - sendo que a composição de tubo apresenta resistividade volumétrica a granel de 10^3 Ω -cm a 10^{10} Ω -cm em um potencial aplicado de 5000 Volts CC.
- 2- Elemento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de cerca de 50% em peso a 98% em peso de PEEK.
- 3- Elemento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de cerca de 0,05% em peso a 2,0% em peso de nanotubos de carbono.
- 4- Elemento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição de tubo adicionalmente compreender fibras de carbono usinadas.
- 5- Elemento, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de cerca de 1% em peso a 10% em peso de fibras de carbono usinadas.
- 6- Elemento, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de a composição de tubo adicionalmente compreender fibra de vidro.
- 7- Elemento, de acordo com a reivindicação 6 caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de cerca de 5% em peso a 60% em peso de fibra de vidro.

8- Elemento, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de cerca de 60% em peso a 75% em peso de PEEK, de cerca de 0,2% em peso a 0,4% em peso de nanotubos de carbono, 5 de cerca de 2% em peso a 7% em peso de fibras de carbono, e de 15% em peso a 40% em peso de fibra de vidro.

9- Elemento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a composição de tubo apresentar degradação de resistividade volumétrica 10 em cinco curtos não-maior que um fator de 50%, em um potencial aplicado maior que 5000 Volts CC.

10- Isolador dielétrico, especialmente adaptado para interconectar extremidades opostas de um membro condutor de fluido em uma configuração em linha, caracterizado 15 pelo fato de compreender:

- um tubo feito a partir de uma composição incluindo polímero orgânico termoplástico e nanotubos de carbono;

- um par de adaptadores afixados a extremidades opostas do tubo, cada adaptador incluindo uma porção 20 roscada, que é roscada em roscas externas formadas na correspondente extremidade do tubo, e cada adaptador adicionalmente inclui uma porção estampada, que é estampada na extremidade exposta do membro condutor de fluido; e

25 - sendo que o isolador dielétrico apresenta resistência elétrica de cerca de $10^3 \Omega$ a $10^8 \Omega$ em um potencial aplicado maior que 5000 Volts CC, medido de um adaptador a outro.

11- Isolador, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o polímero orgânico 30 termoplástico incluir PEEK.

12- Isolador, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de cerca de 50% em peso a 98% em peso de PEEK.

13- Isolador, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir 35 de cerca de 0,05% em peso a 2% em peso de nanotubos de

carbono.

14- Isolador, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de a composição de tubo adicionalmente compreender fibras de carbono usinadas.

5 15- Isolador, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de cerca de 1% em peso a 10% em peso das fibras de carbono usinadas.

10 16- Isolador, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de a composição de tubo adicionalmente compreender fibra de vidro.

17- Isolador, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de cerca de 5% em peso a 60% em peso de fibra de vidro.

15 18- Isolador, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de cerca de 60% em peso a 75% em peso de PEEK, de 0,2% em peso a 0,4% em peso de nanotubos de carbono, de 2% em peso a 7% em peso de fibras de carbono e de 15% em peso a 40% em peso de fibra de vidro.

20 19- Isolador, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um flange afixado ao tubo, entre os adaptadores de extremidade, e configurado para ser afixado a um anteparo.

20- Isolador, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de o flange ser feito a partir de alumínio, e afixado ao tubo via roscas ACME de ponteira.

30 21- Isolador, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de o isolador dielétrico ser capaz de não apresentar faíscas ou arcos elétricos, quer internamente ou externamente, ou um colapso durante e depois de exposição a doze pulsos de voltagem seis em cada polaridade (positiva e negativa), com amplitude de pico de 9000 Volts CC, que se conforma à forma de onda de voltagem B de acordo com SAE ARP5412.

35 22- Elemento condutor de fluido, para uso como isolador

dielétrico, e especialmente adaptado para interconectar extremidades de um membro condutor de fluido disposto concentricamente em uma capa externa, caracterizado pelo fato de compreender:

- 5 i- um elemento tubular interno, que interconecta extremidades do membro condutor de fluido;
- ii- uma porção anular externa, que interconecta as extremidades expostas da capa externa;
- iii- uma malha circunferencial, que interconecta
10 o elemento condutor de fluido a outra porção anular, a citada malha circunferencial incluindo uma pluralidade de aberturas que se estendem através da mesma;
- iv- um par de acoplamentos para fixar as extremidades opostas da porção anular externa às extremidades expostas
15 da capa externa; e
- sendo que o elemento condutor de fluido é feito a partir de uma composição incluindo um polímero orgânico termoplástico; e
 - sendo que a composição do elemento condutor de
20 fluido apresenta resistividade volumétrica a granel de cerca de $10^3 \Omega\text{-cm}$ a $10^{10} \Omega\text{-cm}$ em um potencial aplicado de 5000 Volts CC.

23- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de:

- 25 - o citado elemento tubular interno adicionalmente incluir uma extensão formada em cada extremidade do elemento tubular interno, cada extensão definindo cavidades anulares para receber um ressalto protetivo; e
- sendo que cada extremidade exposta do membro
30 condutor de fluido inclui um adaptador fixo à mesma, cada adaptador incluindo um O'ring colocado em contato selado com o correspondente ressalto protetivo, daí provendo um contato selado entre o elemento condutor de fluido e as extremidades expostas do membro condutor de fluido.

35 24- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de:

- a citada porção anular externa adicionalmente

incluir uma extensão formada em cada extremidade da porção anular externa, cada extensão definindo cavidades anulares para receber um ressalto protetivo; e

- sendo que cada extremidade exposta da capa externa inclui um adaptador fixado à mesma, cada adaptador incluindo um O'ring colocado em contato selado com o correspondente ressalto protetivo, daí provendo um contato selado entre a porção anular externa e as extremidades expostas da capa externa.

10 25- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de:

- cada acoplamento incluir uma porção roscada, acoplada roscadamente às correspondentes roscas externas nas citadas extensões externas da citada porção anular, e
15 cada acoplamento adicionalmente incluir um elemento resiliente para pressionar os citados acoplamentos para engate roscado com a citada porção anular externa.

26- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de o polímero orgânico
20 termoplástico incluir PEEK.

27- Elemento, de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de o a composição de tubo incluir de cerca de 50% em peso a 98% em peso de PEEK.

28- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de a composição de tubo
25 adicionalmente incluir nanotubos de carbono.

29- Elemento, de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a composição de tubo
30 adicionalmente incluir de cerca de 0,05% em peso a 2,0% em peso de nanotubos de carbono.

30- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de a composição de tubo
adicionalmente compreender fibras de carbono usinadas.

31- Elemento, de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de a composição de tubo
35 incluir de cerca de 1% em peso a 10% em peso de fibras de carbono usinadas.

32- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de a composição de tubo adicionalmente compreender fibra de vidro.

5 33- Elemento, de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de 5% em peso a 60% em peso de fibra de vidro.

34- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de a composição de tubo incluir de 60% em peso a 75% em peso de PEEK, de cerca de 0,2% em peso a 0,4% em peso de nanotubos de carbono, de cerca de 2% em peso a 7% em peso de fibras de carbono, e de 15% em peso a 40% em peso de fibra de vidro.

35- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de o isolador dielétrico ser capaz de não apresentar faíscas ou arco elétrico, quer internamente ou externamente, ou colapso de forma de onda durante ou depois de exposto a doze pulsos de voltagem, seis em cada polaridade (positiva e negativa), com amplitude de pico de 9000 Volts, que se conforma à forma de onda de voltagem B de acordo com SAE ARP5412.

36- Elemento condutor de fluido, para uso como isolador dielétrico, e especialmente adaptado para interconectar extremidades expostas de um membro condutor de fluido disposto concêntricamente em uma capa externa, caracterizado pelo fato de compreender:

i- um elemento tubular interno, que interconecta extremidades expostas do membro condutor de fluido;

ii- uma porção anular externa, que interconecta extremidades expostas de capa externa;

30 iii- uma malha circunferencial, que interconecta o elemento tubular interna com a porção anular externa, a citada malha circunferencial inclui uma pluralidade de aberturas que se estendem através da mesma;

iv- um par de acoplamentos para fixar extremidades opostas da porção anular externa às extremidades expostas da capa externa; e

- sendo que o elemento condutor de fluido é feito

a partir de uma composição incluindo um polímero orgânico termoplástico, apresentando propriedades de isolador dielétrico para isolar cargas estáticas.

5 37- Elemento, de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de cada par de acoplamentos incluir porca-trava e anel-trava, liberavelmente engatados entre si.

10 38- Elemento, de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de cada par de acoplamentos incluir porca-trava e anel-trava, liberavelmente engatados entre si.

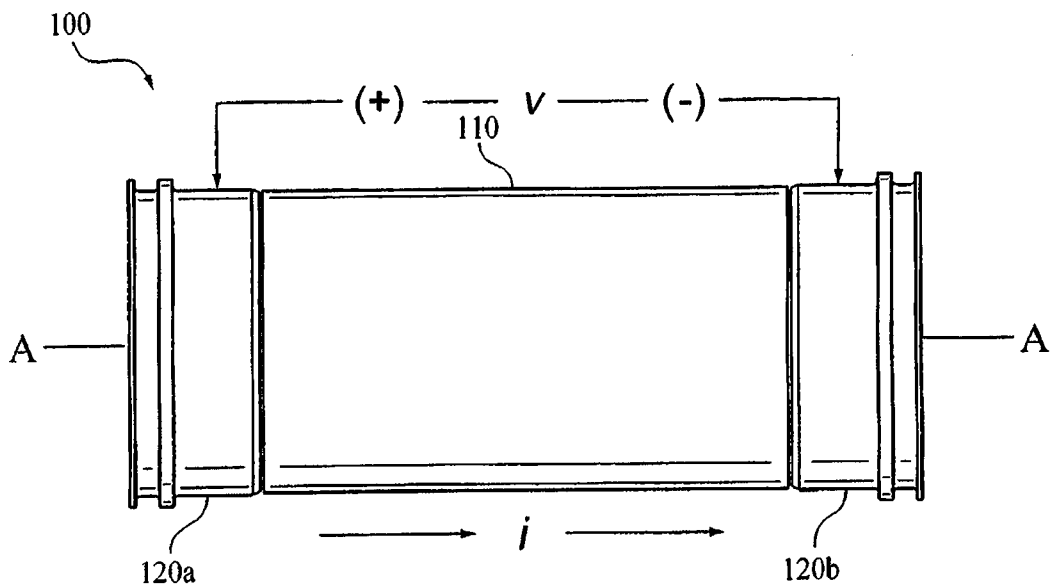


FIG.1A

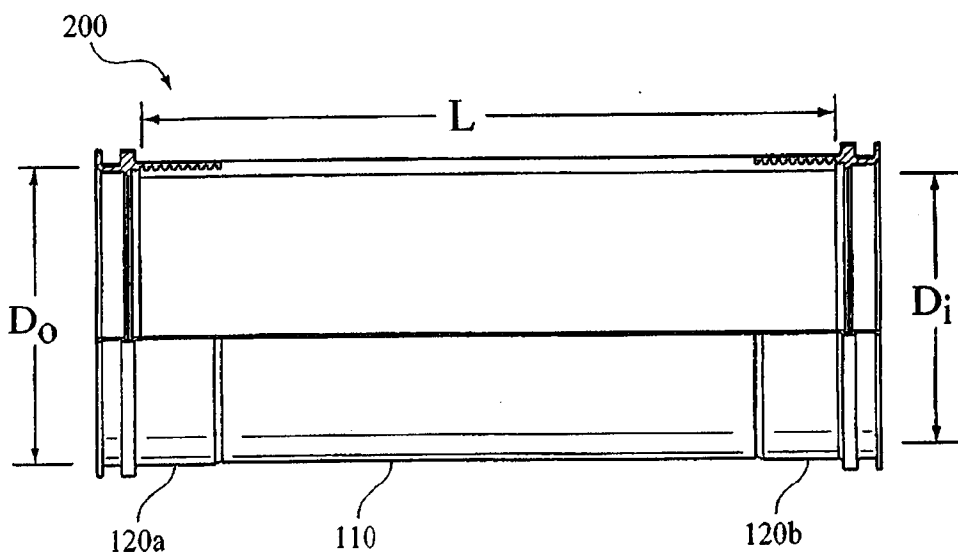


FIG.1B

2/9

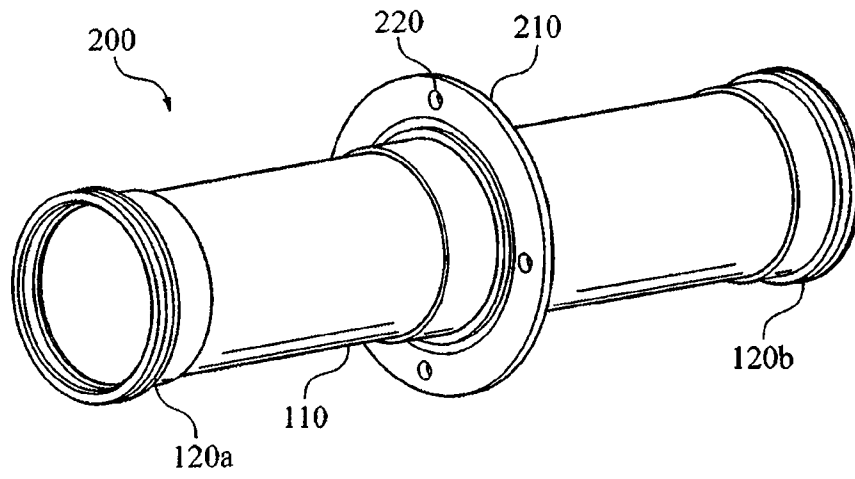


FIG. 2

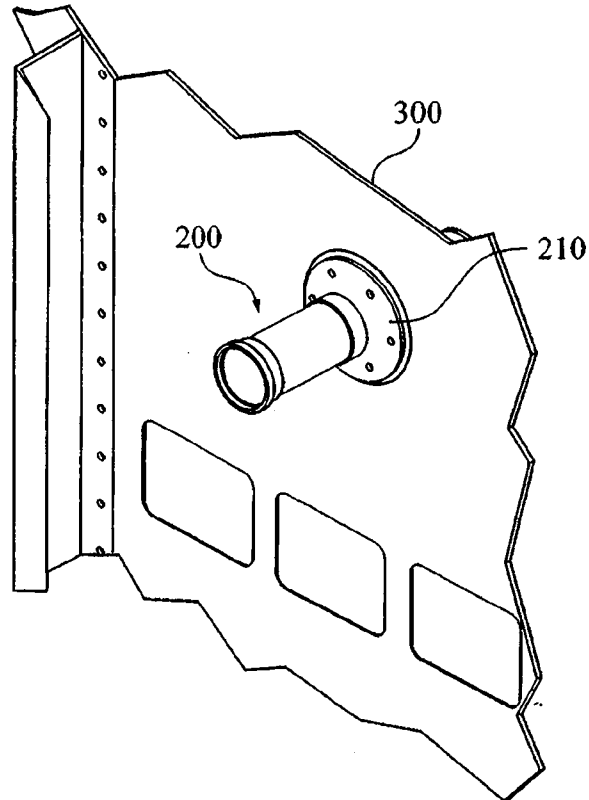


FIG. 3

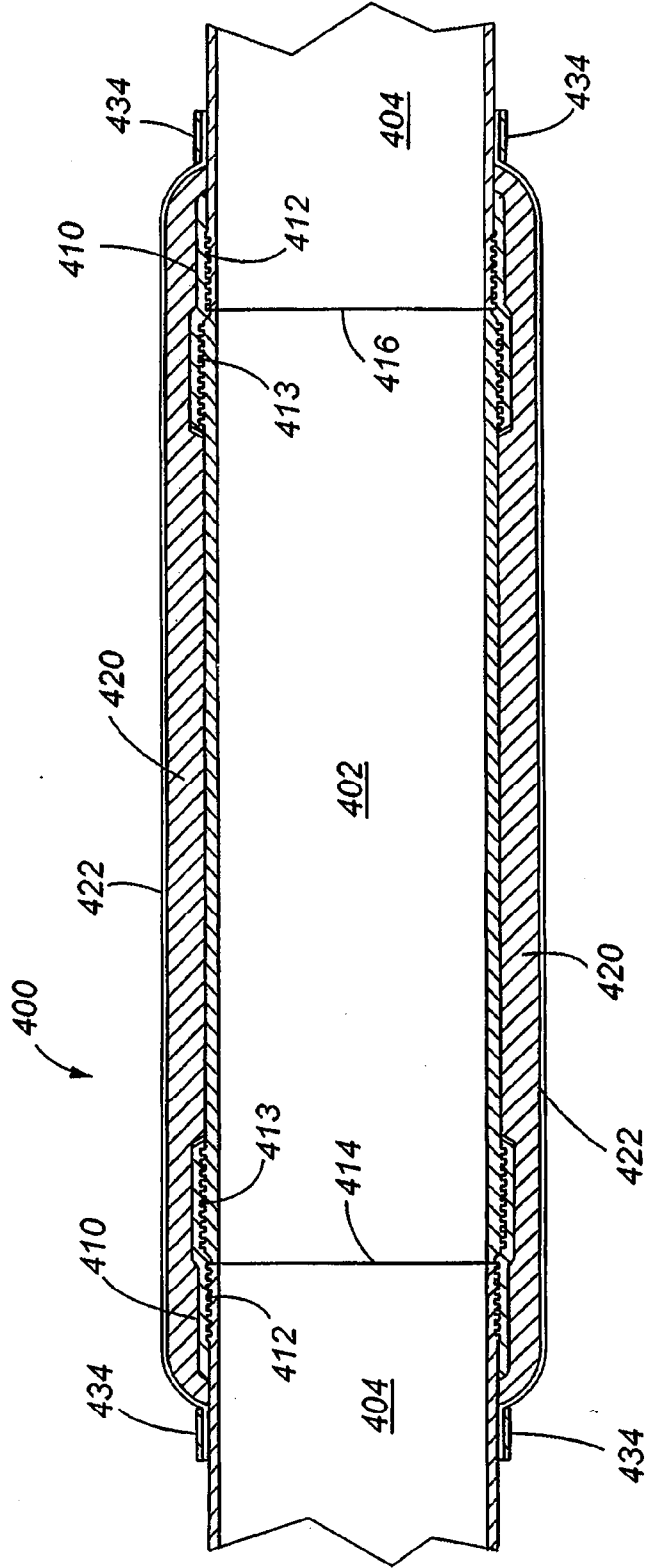


FIG.4

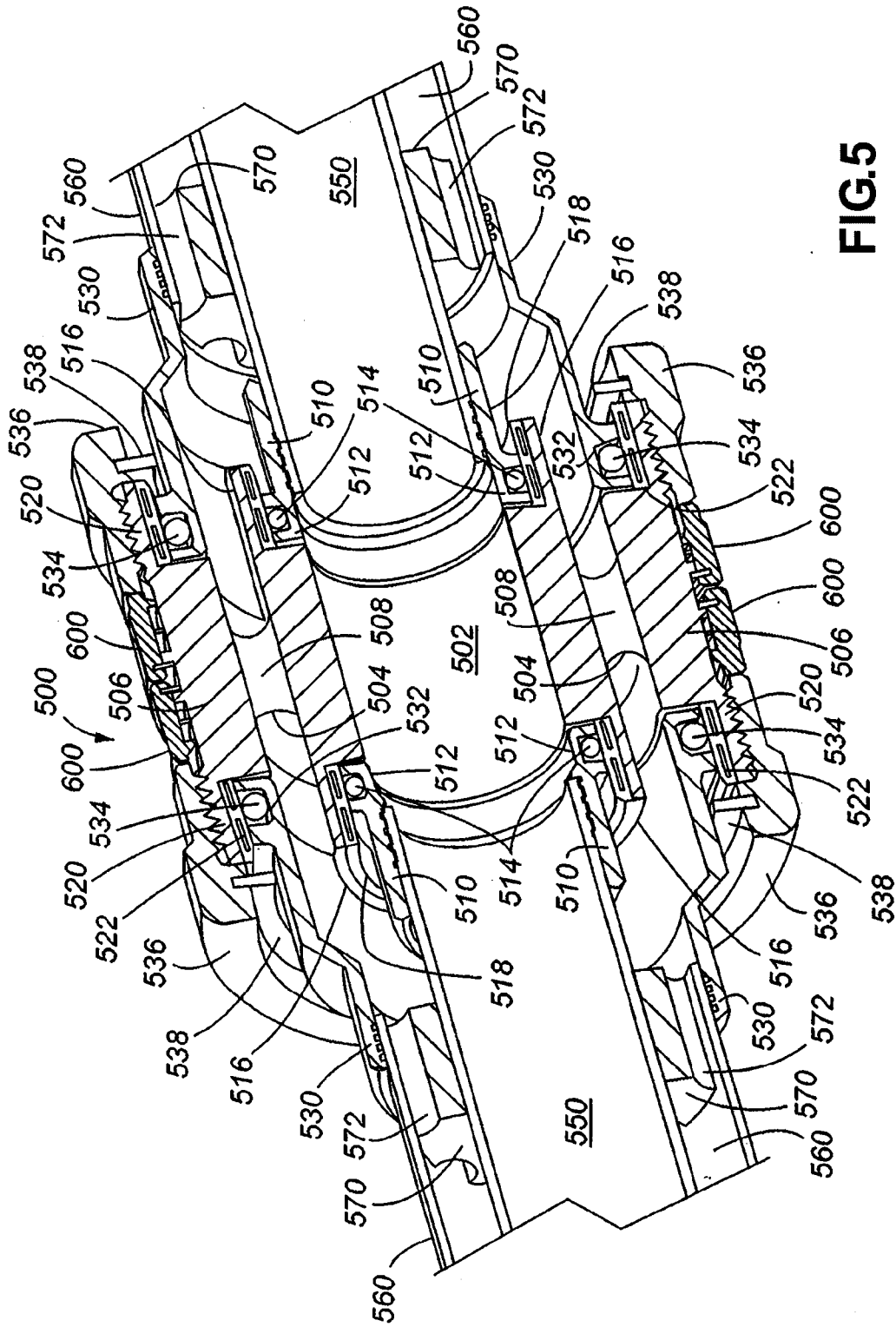


FIG.5

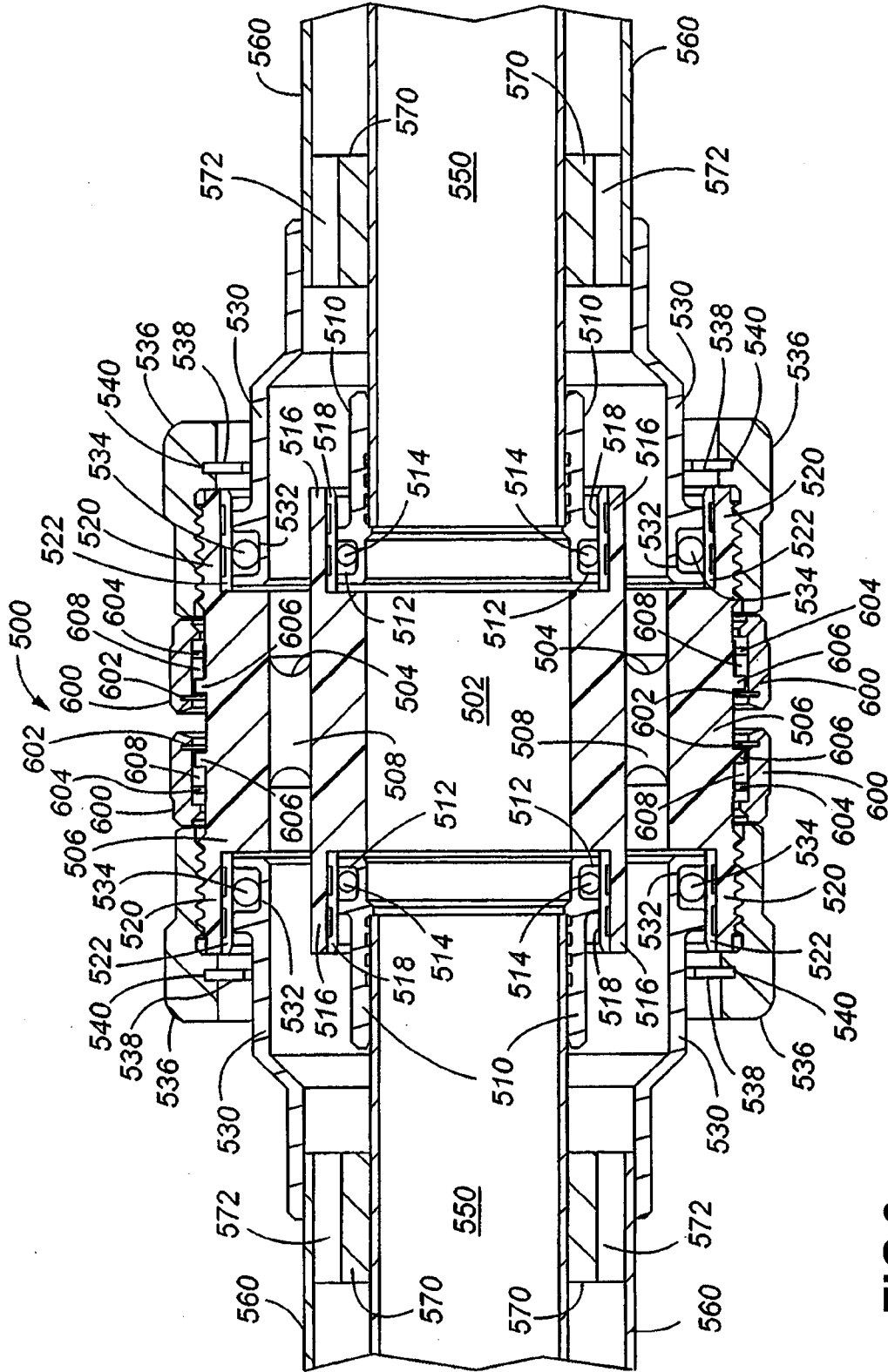


FIG.6

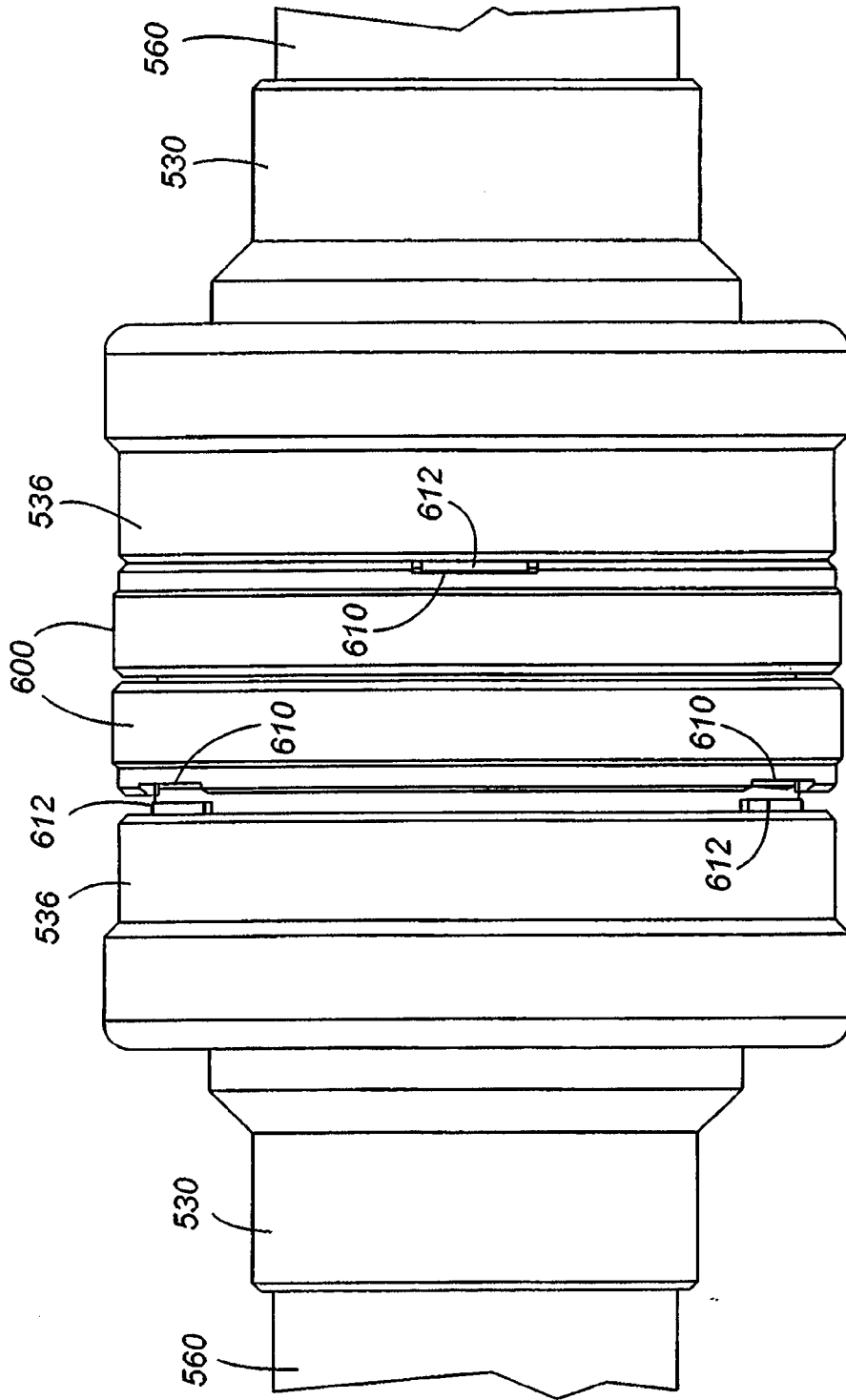


FIG.7

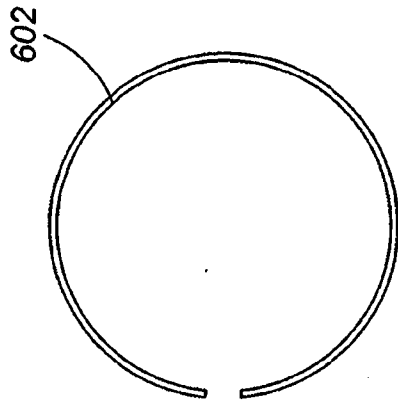


FIG. 6A

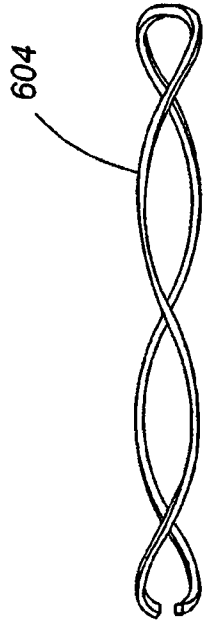


FIG. 6B

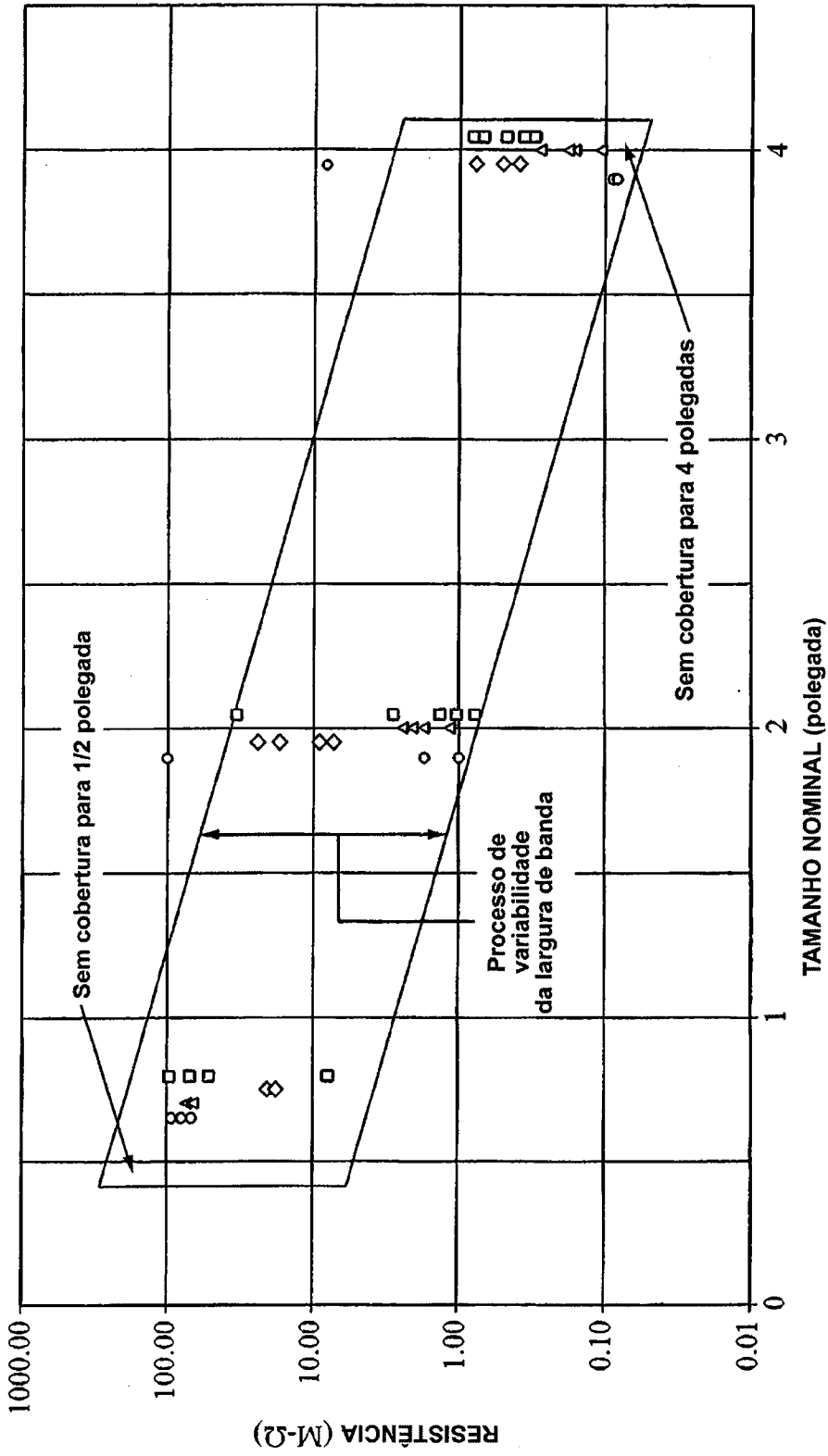


FIG.8

RESUMO"ELEMENTO CONDUTOR DE FLUIDO E ISOLADOR DIELÉTRICO"

A presente invenção se relaciona a isoladores dielétricos para uso em sistemas de combustível de aeronaves para
5 controlar a corrente induzida por raios, e permitir dissipação de carga eletrostática. Os isoladores dielétricos são configurados de modo apresentarem impedância suficientemente alta, para limitar correntes de raio a níveis baixos, mas uma impedância
10 suficientemente baixa para permitir a dissipação de carga eletrostática sem permitir sua acumulação. Embora os isoladores dielétricos possam desenvolver uma diferença de potencial ao longo do comprimento dielétrico, devido aos efeitos de correntes de raio e sua inerente
15 impedância, os isoladores dielétricos são configurados de modo a suportar estas voltagens induzidas sem romper dielétrico ou prejudicar seu desempenho. Em uma configuração, o isolador dielétrico inclui um tubo feito a partir de uma composição, incluindo polímero orgânico
20 termoplástico, por exemplo PEEK, e nanotubos de carbono, e um par de adaptadores afixado a extremidades opostas do tubo. Em outra configuração, o isolador dielétrico inclui um tubo, porção anular externa, e malha interconectante, feitos a partir de uma composição,
25 incluindo polímero orgânico termoplástico (PEEK) e nanotubos de carbono. Esta última configuração se constitui uma estrutura de peça única integrada. O isolador dielétrico é capaz de apresentar resistência elétrica de cerca de $10^5 \Omega$ a $10^8 \Omega$, a um potencial
30 aplicado maior que 500 Volts CC, medido de um adaptador a outro.