



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

(11) BR 112013007289-0 B1



(22) Data do Depósito: 23/09/2011

(45) Data de Concessão: 11/05/2021

(54) Título: PROCESSO, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UM CONDUTOR REVESTIDO E CONDUTO REVESTIDO

(51) Int.Cl.: C08L 23/06; C09D 123/06.

(30) Prioridade Unionista: 30/09/2010 US 61/388,416.

(73) Titular(es): DOW CHEMICAL COMPANY LTD; GNOSYS UK LTD; UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON; DOW GLOBAL TECHNOLOGIES LLC.

(72) Inventor(es): SIMON SUTTON; THEO GEUSSENS; ALAN S. VAUGHAN; GARY STEVENS.

(86) Pedido PCT: PCT US2011052921 de 23/09/2011

(87) Publicação PCT: WO 2012/044523 de 05/04/2012

(85) Data do Início da Fase Nacional: 27/03/2013

(57) Resumo: PROCESSO, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UM CONDUTOR REVESTIDO E CONDUTOR REVESTIDO A descrição provê um processo para produção de um material com resistência à quebra melhorada. O processo inclui aquecimento de uma composição polimérica composta de um polietileno de baixa densidade (LDPE) e uma quantidade minoritária de um polietileno de alta densidade (HDPE) e uma quantidade minoritária de um polietileno de alta densidade (HDPE). A composição polimérica é aquecida a pelo menos a temperatura de fusão do HDPE. O processo inclui resfriamento controlado da composição polimérica é aquecida em uma taxa de resfriamento de 0,1°C/minuto a 20°C/minuto, e formação de uma composição polimérica. A composição polimérica de resfriamento controlado tem uma morfologia única que melhora a resistência à quebra. Também é provido um condutor revestido com uma camada isolante composta da composição polimérica com a morfologia única. A camada isolante apresenta resistência à quebra melhorada.

"PROCESSO, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UM CONDUTOR REVESTIDO E CONDUTOR REVESTIDO"

Antecedentes da invenção

[0001] O controle público da camada isolante reticulada em fios e cabos continua a aumentar como consciência social dirigida ao desenvolvimento de materiais cada vez mais sustentáveis. Um critério sustentavelmente favorável é a reciclabilidade. É bem conhecido que os materiais reticulados não são facilmente reciclados e que, no final de sua vida útil, os materiais reticulados são geralmente dispostos para incineração ou aterro.

[0002] Nas buscas por substitutos sustentáveis para a camada isolante reticulada com alta resistência à quebra elétrica, é conhecido que a resistência à quebra em uma camada isolante polimérica é influenciada pela morfologia do polímero. Por exemplo, a cristalização isotérmica de blendas de poliolefina ramificadas e poliolefinas lineares são conhecidas por melhorar a resistência á quebra elétrica e a resistência à quebra (fenômeno de pré-quebra elétrica em isolantes sólidos - "treeing") nas blendas de poliolefinas comparadas aos homopolímeros ramificados para condições de cristalização apropriadas.

[0003] A cristalização isotérmica, entretanto, tem falhas/imperfeições. A cristalização isotérmica requerer que o polímero alvo seja mantido em uma temperatura de cristalização constante por um período prolongado - algumas vezes na ordem de horas de modo a garantir a cristalização completa. Por essa razão, a cristalização isotérmica é impraticável para muitas aplicações comerciais, industriais e de fabricação. Por exemplo, um procedimento de cristalização

isotérmica para uma camada isolante é totalmente impraticável na produção de fios e de cabos.

[0004] Consequentemente, a técnica reconhece a necessidade de um substituto para camada isolante reticulada em fios e cabos. Assim, existe uma necessidade de uma camada isolante livre de reticulante com uma resistência dielétrica melhorada e um processo para produção da mesma em uma escala comercial. Uma necessidade existe para uma camada isolante que seja reciclável.

Sumário da invenção

[0005] A presente invenção é dirigida ao processo para produção de um isolante termoplástico (ou camada isolante para fios/cabos) com uma morfologia única para resistência à quebra melhorada. A morfologia única é conseguida através de um protocolo de resfriamento controlado de uma blenda de poliolefina fundida. Os processos da presente invenção contornam os obstáculos de aplicação de cristalização isotérmica para um meio de fabricação. O produto resultante a partir desses processos também é provido aqui.

[0006] A presente invenção provê um processo. Em uma concretização, um processo é provido e inclui o aquecimento de uma composição polimérica composta de um polietileno de baixa densidade (LDPE) e uma quantidade minoritária de um polietileno de alta densidade (HDPE). A composição polimérica é aquecida a pelo menos uma temperatura de fusão do HDPE. O processo inclui o resfriamento controlado da composição polimérica aquecida em uma taxa de resfriamento de 0,1°C/minuto a 20°C/minuto, e formação de uma composição polimérica. A composição polimérica formada tem resistência à quebra melhorada. Em uma concretização, a composição polimérica tem

uma resistência à quebra AC maior que 170 kV/mm quando medido em uma película fina de 85 micrômetros de acordo com ASTM D149.

[0007] A presente invenção provê um outro processo. Em uma concretização, um processo é para produção de um condutor revestido é provido e inclui aquecimento de uma composição polimérica composta de um polietileno de baixa densidade (LDPE) e uma quantidade minoritária de um polietileno de alta densidade (HDPE) acima da temperatura de fusão do HDPE. O processo inclui a extrusão da composição polimérica aquecida sobre um condutor, e o resfriamento controlado da composição polimérica aquecida localizada sobre o condutor em uma taxa de resfriamento de 0,1°C/minuto e 20°C/minuto. O processo inclui ainda a formação de um revestimento sobre o condutor, o revestimento compreendendo a composição polimérica.

[0008] A presente invenção descreve a provisão de um condutor revestido. Em uma concretização, um condutor revestido é provido e inclui um condutor, e um revestimento sobre o condutor. O revestimento inclui uma composição polimérica. A composição polimérica inclui uma quantidade minoritária de polietileno de alta densidade (HDPE) lamelar disperso em uma quantidade majoritária de polietileno de baixa densidade (LDPE). Em uma concretização, o revestimento é uma camada isolante. A morfologia lamelar de HDPE única é o resultado do processo de resfriamento controlado. A morfologia única da camada isolante resulta em uma resistência à quebra melhorada. Em uma concretização adicional, a camada isolante é livre de reticulante.

[0009] Uma vantagem da presente invenção é uma composição termoplástica com resistência à quebra melhorada.

[0010] Uma vantagem da presente descrição é uma camada

isolante para fios e cabos que é livre de reticulante.

[0011] Uma vantagem da presente invenção é uma camada isolante livre de reticulantes com resistência à quebra melhorada para aplicações de fios e cabos.

[0012] Uma vantagem da presente invenção é uma camada isolante para fios e cabos que é reciclável.

Breve descrição dos desenhos

[0013] A figura 1 ilustra uma vista em perspectiva de um cabo de força de acordo com uma concretização da presente invenção;

[0014] As figuras 2a, 2b são micrografias de varredura de elétrons (SEM) de LDPE;

[0015] As figuras 3a, 3b são SEMS de uma composição polimérica de acordo com uma concretização da presente invenção;

[0016] A figura 4 é uma SEM do polietileno reticulado;

[0017] A figura 5 ilustra uma SEM de uma camada isolante do condutor revestido composta de LDPE; e

[0018] A figura 6 ilustra uma SEM de uma camada isolante do condutor revestido de acordo com uma concretização da presente invenção.

Descrição detalhada da invenção

[0019] A presente invenção provê um processo. O processo inclui o aquecimento de uma composição polimérica composta de um polietileno de baixa densidade (LDPE) e uma quantidade minoritária de um polietileno de alta densidade (HDPE) acima da temperatura de fusão do HDPE. O processo inclui o controle do resfriamento da composição polimérica aquecida em uma taxa entre 0,1°C/minuto a 20°C/minuto. O processo inclui ainda a formação de uma composição polimérica. Em uma concretização,

o processo inclui a formação de uma composição polimérica tendo uma resistência à quebra AC maior que 170 kV/mm quando medido em uma película espessa de acordo com ASTM D 149.

[0020] Cada uma das LDPE e HDPE é um polímero à base de etileno. O termo, "polímero à base de etileno", como utilizado aqui, é um polímero que compreende uma porcentagem em peso majoritária do monômero de etileno polimerizado (com base no peso total dos monômeros polimerizáveis), e opcionalmente pode compreender pelo menos um comonômero polimerizado. O polímero à base de etileno pode incluir mais que 50, ou mais que 60, ou mais que 70, ou mais que 80, ou mais que 90 por cento em peso de unidades derivadas de etileno (com base no peso total do polímero à base de etileno). O polímero à base de etileno pode ser um polímero catalisador Ziegler-Natta, um polímero catalisador metalloceno, um polímero catalisador de geometria restrita, um polímero polimerizado de cadeia de deslocamento (ou seja, copolímero em múltiplos blocos de etileno/ α -olefina) e pode ser feito usando um processo de fabricação de fase gasosa, em solução, ou mosto do polímero.

[0021] O polímero à base de etileno pode ser um homopolímero de etileno ou um copolímero de etileno. O comonômero pode ser uma α -olefina tal como uma α -olefina cíclica ou ramificada, C₃₋₂₀ linear. Exemplos não limitativos de uma α -olefina C₃₋₂₀ inclui propeno, 1-buteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno, 1-dodeceno, 1-tetradeceno, 1-hexadeceno e 1-octadeceno. A α -olefina também pode conter uma estrutura cíclica tal como ciclohexeno ou ciclopentano, resultando em uma α -olefina tal como 3-ciclohexil-1-propano (alil ciclohexano) e vinil ciclohexano. Apesar de nenhuma α -olefina no sentido clássico do termo, para os propósitos dessa

descrição, determinadas olefinas cíclicas, tais como norborneno e olefinas relacionadas, particularmente, 5-etilideno-2-norborneno, são α -olefina e pode ser utilizado em lugar de algumas ou todas as α -olefinas descritas acima. Similarmente, o estireno e suas olefinas relacionadas (por exemplo, α -metilestireno, etc.) são α -olefinas para os propósitos dessa invenção. Os polímeros de etileno ilustrativos incluem etileno/propileno, etileno/buteno, etileno/1-hexeno, etileno/1-octeno, etileno/estireno, e do gênero. Os terpolímeros ilustrativos incluem monômeros de etileno/propileno/1-octeno, etileno/propileno/buteno, etileno/buteno/1-octeno, etileno/propileno/dieno, (EPDM) e etileno/buteno/estireno. Os copolímeros podem ser copolímeros aleatórios.

[0022] A presente composição polimérica contém uma quantidade minoritária (menor que 50 por cento em peso) do HDPE e uma quantidade majoritária (maior que ou igual a 50 por cento em peso) de LDPE. Em uma concretização, a composição polimérica inclui de cerca de 5% em peso, a cerca de 10% em peso, ou cerca de 15% em peso a cerca de 35% em peso, ou cerca de 30% em peso, o cerca de 25% em peso ou cerca de 20% em peso de HDPE. A composição polimérica inclui de cerca de 65% em peso a cerca de 70% em peso ou cerca de 75% em peso a cerca de 95% em peso, ou cerca de 90% em peso a cerca de 85% em peso, ou cerca de 80% em peso de LDPE. A porcentagem em peso é baseada no peso total da composição polimérica.

[0023] Como utilizado aqui, o termo "polietileno de alta densidade" (ou "HDPE") é um polímero à base de etileno tendo uma densidade maior que ou igual a 0,941 g/cm³. HDPE tem um grau baixo de ramificação comparado ao LDPE.

[0024] Em uma concretização, o HDPE tem uma densidade de cerca de 0,945 g/cm³ a cerca de 0,97 g/cm³, e/ou uma cristalinidade de pelo menos 70% e/ou um pico de temperatura de fusão de pelo menos 130°C, ou de cerca de 132°C a cerca de 134°C. O HDPE tem um índice de fusão (MI) de cerca de 0,1 g/10 minutos, ou 0,2 g/10 minutos, ou 0,3 g/10 minutos, ou 0,4 g/10 minutos, a cerca de 5,0 g/10 minutos, ou 4,0 g/10 minutos, ou 3,0 g/10 minutos, ou 2,0 g/10 minutos, ou 1,0 g/10 minutos, ou 0,5 g/10 minutos.

[0025] Em uma concretização, o HDPE é um homopolímero de etileno.

[0026] A presente composição polimérica contém uma quantidade majoritária (maior que ou igual a 50%) do LDPE. Como utilizado aqui, o termo polietileno de baixa densidade (ou "LDPE") é um polímero à base de etileno tendo uma faixa de densidade de 0,910 a 0,930 g/cm³. Em relação ao HDPE, o LDPE tem um alto grau de ramificação de cadeia curta e/ou um alto grau de ramificação de cadeia longa. O LDPE pode ser produzido através de processos de baixa pressão ou por processos de alta pressão. Os processos de baixa pressão são, tipicamente, realizados em pressão abaixo de 6,90 MPa (1.000 psi (libras por polegada quadrada)) enquanto os processos de alta pressão são tipicamente realizados em pressões acima de 103,42 MPa (15.000 psi).

[0027] Em uma concretização, o LDPE tem uma densidade de cerca de 0,910 g/cm³ a cerca de 0,930 g/cm³, e/ou uma cristalinidade de pelo menos 35%. O LDPE tem um MI de cerca de 0,5 g/10 minutos, ou 1,0 g/10 minutos, ou 1,5 g/10 minutos, ou 2,0 g/10 minutos a cerca de 10,0 g/10 minutos, ou 8,0 g/10 minutos, ou 6,0 g/10 minutos ou 5,0 g/10 minutos, ou 3,0 g/10

minutos.

[0028] Em uma concretização, o LDPE inclui polietileno linear de baixa densidade.

[0029] O LDPE e o HDPE são misturados juntos para formar uma composição polimérica. Em uma concretização, o LDPE e o HDPE são misturados por fusão para formar a composição polimérica. Uma blenda seca de LDPE e de HDPE é composta (via extrusão por fusão, por exemplo) e formada em qualquer formato desejado (película, pelotas, isolante de cabos, etc.). A composição polimérica pode então ser formada por fusão em um artigo como será discutido adicionalmente abaixo. "Formada por fusão" e termos do gênero refere-se a um artigo feito a partir de uma composição termoplástica que conseguiu uma configuração como um resultado do processamento em um molde ou através de um molde enquanto em um estado fundidos. Os artigos em formato fundido incluem fios e revestimentos, invólucro de cabo, partes moldadas por compressão e por injeção, laminados, fitas, faixas e do gênero.

[0030] Em uma outra concretização, o LDPE e o HDPE são alimentados em uma extrusora de isolamento de cabos e formado em um extrudado. O extrudado é aplicado em um condutor como descrito abaixo. O extrudado foi uma camada isolante sobre o condutor.

[0031] A composição polimérica é aquecida acima da temperatura de fusão do HDPE. Em outras palavras, a composição polimérica foi aquecida para garantir que ambos, o HDPE e o LDPE estejam em um estado fundido e possam ser extrudados em seu formato final.

[0032] O processo inclui o resfriamento controlado da composição polimérica aquecida. Como utilizado aqui, o termo

"resfriamento controlado", "controle de resfriamento", "controle do refrigerado", e termos do gênero é um procedimento que aplica um regime de resfriamento externo que resulta na diminuição da temperatura da composição polimérica aquecida em uma taxa entre 0,1°C/minuto, e 20°C/minuto. O controle do resfriamento da composição polimérica aquecida resulta na cristalização não isotérmica de pelo menos um HDPE e opcionalmente o LDPE. Assim, "a composição polimérica de resfriamento controlado" é uma composição que foi submetida a um procedimento de resfriamento controlado. Em uma concretização, o controle do resfriamento é uma taxa de resfriamento de 0,1°C/minuto, ou 0,2°C/minuto, ou 0,5°C/minuto a 20°C/minuto, 15°C/minuto, 10°C/minuto, ou 8°C/minuto.

[0033] O resfriamento controlado é distinto do resfriamento. O termo "resfriamento" é uma diminuição da temperatura de uma maneira não controlada.

[0034] O resfriamento controlado exclui a cristalização isotérmica. O termo "cristalização isotérmica" é a cristalização de um polímero em uma temperatura constante, tipicamente a temperatura de cristalização do polímero. Em outras palavras, a temperatura não altera durante a cristalização isotérmica do polímero. O controle do resfriamento também exclui a têmpera ("quenching"). O termo "têmpera" ou "temperar" é o resfriamento rápido do material por meio de, mas não limitado a (o todo ou parcial) imersão de um material aquecido em um banho líquido (tipicamente água).

[0035] Em uma concretização, o controle do resfriamento inclui a exposição da composição polimérica aquecida ao ar ambiente, expondo a composição polimérica aquecida ao fluido resfriado ou refrigerado (de modo que, mas não limitado ao

líquido, ar, nitrogênio, oxigênio, ou combinações dos mesmos), passando a composição polimérica aquecida através de uma câmara de controle de temperatura (tal como um tubo, um cano ou um conduto ou banho), e qualquer combinação dos mesmos.

[0036] Em uma concretização, o processo inclui a formação de uma composição polimérica tendo uma resistência à quebra AC maior que 170 kV//mm quando medido em películas finas de 85 micrômetros de acordo com ASTM D149.

[0037] O depositante descobriu surpreendentemente que o controle da morfologia pode ser conseguido através do controle do resfriamento. Sem estar ligado a uma teoria particular, acredita-se que o controle do resfriamento cristaliza o HDPE para formar uma variedade de espaços preenchidos espessos, lamelas HDPE individuais que são separadas umas das outras pelo LDPE. A cristalização procede separadamente através da fase LDPE. O termo "lamela HDPE" como utilizado aqui, são lamelas compostas de uma quantidade majoritária de moléculas HDPE e uma quantidade minoritária de moléculas LDPE e uma quantidade minoritária de moléculas HDPE. Assim, deve ser entendido que HDPE e LDPE não separam perfeitamente um do outro durante a cristalização. O resfriamento controlado produz uma resina polimérica com resistência à quebra melhorada. O resfriamento controlado consegue, surpreendentemente, as mesmas morfologias alvo como obtida via cristalização isotérmica da composição polimérica. O resfriamento controlado evita vantajosamente os obstáculos na cristalização isotérmica que apresenta aplicação industrial e capacita a produção de um condutor revestido reciclável com a resistência à quebra melhorada. A figura 3 mostra a morfologia única da lamela HDPE presente na composição polimérica com resfriamento melhorado.

[0038] Em outras palavras, o presente processo inesperadamente e imprevisivelmente ligam (i) os benefícios conhecidos da cristalização isotérmica com (ii) na demanda prática de fabricação. O controle do resfriamento resulta no mesmo, ou substancialmente na mesma morfologia de preenchimento de espaço da lamela HDPE, a mesma estrutura lamelar com limites esferulitas ("spherulite") não muito definidos, quando é produzido pela cristalização isotérmica - ainda sem a demanda da temperatura extrema e a demanda do tempo extremo requerido pela cristalização isotérmica.

[0039] Em uma concretização, o processo da presente invenção aumenta a resistência à quebra AC de películas finas. Comparado com a película fina composto de LDPE, (ou composto somente de LDPE) uma película fina (tendo o mesmo tamanho, a mesma espessura e o mesmo LDPE que a película LDPE), composta da presente composição polimérica de controle de resfriamento tem uma resistência à quebra AC de pelo menos 5% ou pelo menos 8% ou pelo menos 9% maior que uma película fina composta de LDPE e não submetida ao controle de resfriamento. A resistência á quebra AC é medido na película espessa em 85 micrômetros de acordo com ASTM D149.

[0040] A taxa de controle de resfriamento pode ser constante ou variável. A faixa de resfriamento para o qual o controle de resfriamento é aplicado pode ser ajustada. Por exemplo, a composição polimérica pode ser aquecida ao ponto de fusão do HDPE, 133°C, por exemplo. O controle do resfriamento pode ser aplicado na faixa de resfriamento de 133°C a 90°C. O controle do resfriamento pode ter uma taxa de resfriamento constante de 0,5°C/minuto nessa faixa der esfriamento.

[0041] Em um outro exemplo não limitativo, a composição

polimérica pode ser aquecida a 150°C, ou acima de um ponto de fusão HDPE de 135°C. A composição polimérica é resfriada de 150°C a 125°C. O controle de resfriamento pode então ser iniciado e pode ser aplicado à faixa de resfriamento de 125°C a 90°C. O controle do resfriamento pode ser variado através da faixa de resfriamento. O controle do resfriamento pode ter uma taxa de resfriamento de 3°C/minuto até 120°C ser alcançada. Uma vez que 120°C, o controle do resfriamento pode ser variado de 0,2°C/minuto até 105°C ser alcançado, A 105°C, o controle do resfriamento pode ser variado a 7°C/minuto até 90°C ser alcançado. Em vista desses exemplos não limitativos, deve ser entendido que a taxa de resfriamento durante o controle do resfriamento pode ser constante ou pode ser variada.

[0042] Em uma concretização, a janela de controle do resfriamento é de 130°C, ou 125°C a 105°C, ou 100°C, ou 95°C, ou 90°C. Nessa concretização, a composição polimérica é aquecida a pelo menos a temperatura de fusão do HDPE, tipicamente maior que ou igual a 130°C. Quando a temperatura da composição polimérica aquecida alcança o limite máximo (130°C, ou 125°C) para a janela de controle de refrigeração, o controle de refrigeração é iniciado e é aplicado à composição polimérica aquecida. O controle de resfriamento é aplicado até a composição polimérica aquecida alcançar o limite inferior da janela de controle de resfriamento (105°C, 100°C, 95°C, 90°C). Uma vez que a temperatura da composição polimérica aquecida é baixa nesse limite inferior, o protocolo do controle de resfriamento é suspenso e a composição polimérica aquecida é resfriada e/ou temperada ("quenched").

[0043] Em uma concretização, o processo inclui o aquecimento da composição polimérica para 130°C e o controle

do resfriamento da composição polimérica aquecida de 130°C a 90°C ou o controle do resfriamento a partir de 125°C a 105°C.

[0044] Em uma concretização, o processo inclui o controle de resfriamento da composição polimérica aquecida em uma taxa de 0,1°C/minuto a 10°C/minuto, quando a temperatura da composição polimérica aquecida é de 130°C, ou 125°C a 105°C, ou 100°C, ou 95°C, ou 90°C.

[0045] Em uma concretização, o processo inclui o controle de resfriamento em uma taxa de 20°C/minuto.

[0046] Em uma concretização, o processo inclui o aquecimento da composição polimérica em pelo menos uma temperatura de fusão do HDPE, tipicamente pelo menos 130°C. A composição polimérica aquecida é resfriada (não tem controle de resfriamento) até a temperatura da composição polimérica aquecida alcançar 130°C ou 125°C. Há 130°C (ou 125°C), a composição polimérica aquecida é resfriada sob controle. O controle de resfriamento é aplicado a partir de 130°C, ou 125°C a 105°C, ou 100°C ou 95°C ou 90°C. Após o controle de resfriamento, a composição polimérica aquecida (agora abaixo de 105°C-90°C) é temperada.

[0047] Em uma concretização, o processo inclui a têmpera ou resfriamento da composição polimérica aquecida em qualquer taxa da composição polimérica aquecida quando a temperatura da composição polimérica aquecida é menor que 105°C, ou menor que 100°C, ou menor que 95°C, menor que 90°C.

Condutor de revestimento:

[0048] A resistência à quebra melhorada da presente composição polimérica a torna bem apropriada para aplicações de revestimento de cabo e fios e as camadas isolantes de fio/cabos em particular. Conseqüentemente, a presente invenção

provê um processo para produzir um condutor revestido. Um "condutor" é um elemento de formato alongado (fio, cabo, fibra) para transferência de energia em qualquer voltagem (DC, AC, ou transitória). O condutor é tipicamente pelo menos um fio metálico ou pelo menos um cabo metálico (tal como alumínio ou cobre), mas pode incluir fibra óptica.

[0049] O condutor pode ser um cabo único ou uma pluralidade de cabos ligados juntos (ou seja, um núcleo de cabo, ou um núcleo). Um "cabo" e termos do gênero é pelo menos um fio ou fibra óptica dentro de um isolante protetor, jaqueta, ou invólucro. Tipicamente, um cabo é dois ou mais fios ou fibras ópticas ligadas juntas, tipicamente, em um isolante protetor comum, jaqueta ou invólucro. Os fios individuais ou fibras dentro da jaqueta podem ser expostos, revestido ou isolado. A combinação de cabos pode conter ambos, os fios elétricos e fibras ópticas.

[0050] O processo para produção de um condutor revestido inclui aquecimento de uma composição polimérica composta de um polietileno de baixa densidade (LDPE) e uma quantidade minoritária de um polietileno de alta densidade (HDPE) para pelo menos uma temperatura de fusão do HDPE, e extrusão da composição polimérica aquecida sobre o condutor. O termo "sobre" inclui contato direto ou contato indireto entre a composição polimérica aquecida e o condutor. Deve ser entendido que a composição polimérica aquecida está em um estado extrudado. O processo inclui ainda o resfriamento controlado da composição polimérica aquecida localizada em um condutor em uma taxa de resfriamento entre 0,1°C/minuto e 20°C/minuto, e formação de um revestimento da composição polimérica do condutor.

[0051] Em uma concretização, o controle do resfriamento inclui a exposição do condutor com um revestimento fundido no mesmo para um meio de resfriamento tal como, mas não limitado a um fluido tal como ar ambiente ou um líquido termicamente controlado, exposição do condutor com o revestimento fundido no mesmo para um fluido resfriado ou refrigerado (tal como, mas não limitado ao ar, nitrogênio, oxigênio, líquido ou combinações dos mesmos), passando no condutor com o revestimento fundido no mesmo através de uma câmara de temperatura controlada (tal como um tubo, ano, conduíte ou banho), conduzindo o condutor com o revestimento fundido no mesmo através de um cano com uma temperatura controlada, e qualquer combinação dos mesmos.

[0052] Em uma concretização, o processo inclui a formação de composição polimérica em uma camada isolante, a camada isolante tendo uma voltagem de quebra DC maior que 400 kV em condições ambiente quando medida em cabos modelos descritos nos exemplos.

[0053] Em uma concretização, o processo inclui a formação de um revestimento livre de reticulante sobre o condutor.

[0054] A presente descrição também é dirigida ao condutor revestido produzido a partir do processo acima mencionado. Em uma concretização, um condutor revestido é provido e inclui um condutor, e um revestimento sobre o condutor. O revestimento inclui uma composição polimérica composta de uma quantidade mínima de polietileno de alta densidade (HDPE) lamelar disperso em uma quantidade maior de polietileno de baixa densidade (LDPE).

[0055] A morfologia única da composição polimérica no revestimento é aparente na figura 6. A figura 6 é uma

micrografia SEM de um condutor revestido. A título de exemplo, do controle de resfriamento, o HDPE cristaliza para formar uma variedade de espessuras de preenchimento de espaço, HDPE lamelar individual, que são separados pela lamela finas de LDPE. A figura 6 mostra uma camada de revestimento composta de 20% em peso de HDPE e 80% em peso de LDPE, a camada de revestimento sendo uma camada de revestimento de resfriamento controlado (ou seja, o condutor revestido sendo submetido a um processo de controle de resfriamento como previamente descrito aqui). Visível na figura 6 está uma variedade de espessura das lamelas de HDPE separadas pelo LDPE.

[0056] Em uma concretização, o revestimento contém uma composição polimérica com controle de resfriamento. A composição polimérica com resfriamento controlado pode ser qualquer composição com resfriamento controlado aqui descrita.

[0057] O condutor revestido pode ser flexível, semirrígido, ou rígido. Exemplos não limitativos de condutores revestidos apropriados incluem fios flexíveis tais como fios flexíveis para produtos eletrônicos, um cabo de energia, um fio carregador de energia para telefones celulares e/ou computadores, cabos de dados de computadores, cabos de energia, material de aplicação em fios, e cabos de acessórios eletrônicos para consumidores.

[0058] O revestimento está localizado sobre o condutor. O revestimento pode ser um ou mais camadas internas, tais como uma camada isolante e/ou uma camada semi-condutora. O revestimento pode também incluir uma camada externa (também referida como uma "jaqueta" ou um "invólucro"). O revestimento inclui qualquer uma das composições poliméricas da presente invenção como descrito aqui. Como utilizado aqui, "sobre"

inclui contato direto ou contato indireto entre o revestimento e o condutor. O "contato direto" é uma configuração onde o revestimento contata imediatamente o condutor, sem camada de intervenção e/ou sem material de intervenção localizado entre o revestimento e o condutor. O "contato indireto" é uma configuração onde uma camada de intervenção e/ou uma estrutura de intervenção ou material é/estão localizados entre o condutor e o revestimento. O revestimento pode cobrir completamente ou parcialmente ou de outro modo envolver ou encapsular o condutor. O revestimento pode ser um componente sozinho em torno do condutor. Alternativamente, o revestimento pode ser uma camada de uma jaqueta de múltiplas camadas ou invólucro de cobertura do condutor metálico.

[0059] Em uma concretização, o revestimento do condutor revestido é uma camada isolante. A camada isolante tem uma voltagem de quebra DC maior que 400 kV em condições ambiente quando comedido em um cabo modelo descrito abaixo.

[0060] Em uma concretização, a composição polimérica presente no revestimento inclui de cerca de 5% em peso, 10% em peso, ou 15% em peso, a cerca de 35% em peso, ou cerca de 30% em peso a 25% em peso, ou cerca de 20% em peso de HDPE e de cerca de 95% em peso, ou cerca de 90% em peso, ou cerca de 85% em peso, ou cerca de 80% em peso a cerca de 75% em peso ou cerca de 70% em peso, ou cerca de 65% em peso do LDPE.

[0061] Em uma concretização, o HDPE presente no revestimento inclui pelo menos 70% em peso do conteúdo cristalino e um pico de temperatura de fusão de pelo menos 130°C.

[0062] Em uma concretização, o LDPE presente no revestimento tem uma cristalinidade de 35% e um pico na

temperatura de fusão de cerca de 105°C a cerca de 120°C.

[0063] Em uma concretização, o revestimento é um revestimento livre de reticulação.

[0064] Em uma concretização, a composição polimérica presente no revestimento inclui uma morfologia de preenchimento de espaço das lamelas de HDPE tendo uma espessura maior que 10 nm e uma lamela de LDPE mais fina a ser observada como determinado pela microscopia eletrônica de varredura após um entalhe permangânico ("permanganic etching").

[0065] Exemplos não limitativos de condutores metálicos revestidos apropriadamente incluem fios flexíveis tais como fios flexíveis para componentes eletrônicos, cabos de energia/força, um fio carregador de energia para telefones celulares e/ou computadores, cabos de dados de computadores, cabos de força, material de aplicação em fios/cabos, fios de construção, fios automotivos, e cabos para acessórios eletrônicos de consumidores.

[0066] Em uma concretização, o condutor revestido é um cabo de força operando em uma voltagem maior que 1 kV, ou maior que 6kV, ou maior que 36 kV. A figura 1 ilustra um cabo de força isolado 10 que inclui um condutor metálico 12, uma camada semicondutora interna 14, uma camada isolante 16, uma camada semicondutora externa 18, e uma tela 20 de fios enrolados ou bandas condutoras, e uma camada mais externa, cum uma bainha 22.

[0067] Em uma concretização, a camada isolante 16 é composta da composição polimérica da presente invenção contendo a mistura de HDPE/LDPE e apresentando morfologia definida e resistência à quebra melhorada concomitantemente. Em outras palavras, a camada 16 é uma camada isolante de resfriamento

controlado e inclui a morfologia de lamelas HDPE única, como aqui descrita. A composição polimérica da camada isolante 16 é composta de um componente HDPE mínimo formando uma variedade de preenchimento de espaços espessos, lamelas individuais, que são separadas umas das outras pelo componente LDPE minoritário.

Aditivos:

[0068] Qualquer uma das composições poliméricas acima mencionadas e/ou revestimentos podem, opcionalmente, conter um ou mais aditivos. Exemplos não limitativos de aditivos apropriados incluem antioxidantes, estabilizantes, lubrificantes, e/ou auxiliares de processamento. Como um antioxidante, fenóis estericamente articulados ou semi-articulados, aminas aromáticas, aminas impedidas ("hindered") estericamente alifáticas, fosfatos orgânicos, compostos tio, e misturas dos mesmos estão incluídas. Como aditivos não limitativos adicionais, os aditivos retardantes de chama, removedores ácidos ("acid scavenger"), material de carga inorgânico, retardantes de quebra/danos por água ("water-tree retardants") e outros estabilizantes de voltagem estão incluídos.

[0069] Os processos, e/ou a composição polimérica, e/ou o condutor revestido podem compreender duas ou mais das concretizações aqui descritas.

Definições:

[0070] Todas as referências à tabela periódica dos elementos aqui deve referir à tabela periódica dos elementos, publicada e editada pela CRC Press, Inc., 2003. Também qualquer referência a um Grupo ou Grupos deve ser aos Grupos ou Grupos refletidos nessa Tabela Periódica dos Elementos usando o sistema IUPAC para numeração dos grupos. A menos que de outro

modo declarado, implícito a partir do contexto, ou costumeiro na técnica, todas as partes e porcentagens são com base no peso. Para o propósito da prática de patentes norte-americana, o conteúdo de qualquer patente, pedido de patente, ou publicação referida aqui é incorporado por referência em sua íntegra (ou a equivalente versão US da mesma é também incorporada por referência), especialmente, com relação á descrição de técnicas sintéticas, definições (para a extensão não inconsistente com qualquer definição aqui provida) e conhecimento geral do estado da técnica.

[0071] Qualquer faixa numérica aqui citada, inclui todos os valores a partir do valor inferior para o valor superior, em aumentos de uma unidade, provendo que existe uma separação de pelo menos 2 unidades entre o valor inferior e qualquer valor superior. Como um exemplo, se for declarada que a quantidade de um componente, ou um valor de uma composição ou uma propriedade física, tal como, por exemplo, a quantidade de um componente combinado, temperatura de amolecimento, índice de fusão, etc., está entre 1 e 100, deve ser entendido que todos os valores individuais, tais como, 1, 2, 3, etc., e todas as subfaixas, tais como 1 a 20, 55 a 70, 97 a 100, etc., são expressamente citadas nesse pedido de patente. Para os valores que são menores que um, uma unidade é considerada como sendo, 0,001, 0,01 ou 0,1, quando apropriado. Existem apenas exemplos do que é especificamente pretendido, e todas as possíveis combinações de valores numéricos entre o valor inferior e o valor superior enumerado, devem ser consideradas como expressamente declarado nesse pedido. Em outras palavras, qualquer faixa numérica citada aqui inclui qualquer valor ou sub-faixa dentro da faixa declarada.

[0072] Os termos "blenda/mistura/combinção" ou "mistura de polímero", como utilizado aqui, é uma mistura de dois ou mais polímeros. A referida blenda/mistura pode ou não pode ser miscível (não ter fase separada ou nível molecular separado). A referida mistura pode ou não pode ser uma fase separada. A referida blenda/mistura pode ou não pode conter uma ou mais configurações de domínio, como determinado a partir da espectroscopia de transmissão de elétrons, dispersão de luz, dispersão de raio-X, e outros métodos conhecidos no estado da técnica.

[0073] A "resistência à quebra" de um isolante é a tensão elétrica mínima que induz uma porção do isolante tornar-se eletricamente condutivo. A resistência à quebra AC para a composição polimérica é determinada de acordo com ASTM D 149. A voltagem de quebra DC para a camada isolante do condutor revestido é determinada em condições ambiente como mini-cabos (Exemplo 2) como descrito aqui.

[0074] "Cabo" e termos do gênero é pelo menos um fio ou fibra óptica dentro de um isolante protetor, jaqueta ou bainha. Tipicamente, um cabo é dois ou mais fios ou fibras ópticas ligados juntos, tipicamente em um isolante protetor comum, jaqueta ou bainha. Os fios individuais ou fibras dentro da jaqueta podem ser expostos, cobertos, ou isolados. As combinações de cabos podem conter ambos, os fios elétricos ou fibras ópticas. O cabo, etc., pode ser designado para aplicações de baixa, média e de alta voltagem. Os desenhos típicos dos cabos estão ilustrados nas patentes norte-americanas Nos.: US 5,246,783; US 6,496,629 e US 6,714,707.

[0075] "Composição" e termos do gênero significam uma mistura ou combinação de dois ou mais componentes.

[0076] O termo "composição", como utilizado aqui, inclui uma mistura de materiais que compreende a composição, bem como produtos de reação e produtos de decomposição formados a partir de materiais da composição.

[0077] O termo "compreendendo", e derivados dos mesmos, não pretendem excluir a presença de qualquer componente adicional, etapa ou procedimento, se ou não o mesmo for descrito aqui. De modo a evitar qualquer dúvida, todas as composições reivindicadas aqui através do uso do termo "compreendendo" pode incluir qualquer aditivo adicional, adjuvante, ou composto se polimérico ou de outro modo, a menos que declarado o contrário. Em contraste, o termo "consistindo essencialmente de" exclui a partir do escopo de qualquer citação suscetível a qualquer outro componente, etapa ou procedimento, exceto aquelas que não são essenciais à operação. O termo "consistindo de" exclui qualquer componente, etapa, ou procedimento não especificamente descrito ou listado. O termo "ou", a menos que de outro modo declarado, refere-se aos membros listados individualmente bem como a qualquer combinação.

[0078] Como utilizado aqui, "cristalino" é definido como tendo um pico de fusão identificável como determinado pela calorimetria diferencial e varredura (DSC - pico de temperaturas de fusão).

[0079] Uma "camada isolante" é uma camada feita de um material tendo propriedades isolantes, denominada uma resistividade volumétrica maior que 10^8 ohm-cm, ou maior que 10^{10} ohm-cm.

[0080] Uma "camada", como utilizado aqui, é uma camada á base de polímero em torno do condutor, por exemplo, uma camada eletricamente isolante, uma camada semicondutora, uma bainha,

uma camada protetora, uma camada bloqueadora de água, ou uma função combinada de desempenho da camada, por exemplo, uma camada protetora carregada com um material de carga condutor.

[0081] O ponto de fusão ("T_m") é determinado como o pico da temperatura de fusão através da calorimetria diferencial de varredura ("DSC").

[0082] O termo "polímero" é um composto macromolecular preparado através de monômeros de polimerização do mesmo tipo ou de um tipo diferente. "Polímero" inclui homopolímeros, copolímeros, terpolímeros, interpolímeros, e assim por diante. O termo "interpolímero" é um polímero preparado através da polimerização de pelo menos dois tipos de monômeros o comonômero. Inclui, mas não está limitado a, copolímeros (os quais usualmente se referem aos polímeros preparados a partir de dois tipos diferentes de monômeros ou comonômero), terpolímeros (que se referem usualmente aos polímeros preparados a partir de três tipos diferentes de monômeros ou comonômeros), tetrapolímeros (que se referem usualmente aos polímeros preparados a partir de quatro tipos diferentes de monômeros ou comonômeros), e do gênero.

[0083] Uma "camada semi-condutora" é uma camada feita de um material tendo propriedades semi-condutoras, denominada um valor de resistividade volumétrica menor que 1000 Ω-m, ou menor que 500 Ω-m, quando medido a 90°C.

[0084] A resistência à quebra AC é medida de acordo com os princípios de ASTM D149 através do posicionamento das películas finas (85 micrômetros de espessura) entre dois rolamentos ("ball bearings") verticalmente opostos 6,4 mm em um tanque de 20 cs de fluido de silicone e aplicação de uma rampa de voltagem de 50 Hz de zero até a quebra em uma taxa de $50 \pm 2 \text{ Vs}^{-1}$.

[0085] O índice de fusão (MI) é medido de acordo com ISSO 1133 ou pelo método de teste de ASTM D 1238-01 a 190°C com um peso de 2,16 kg para os polímeros à base de etileno.

[0086] A densidade é medida de acordo com ISSO 1183 ou ASTM D 792.

[0087] Os pontos de fusão e cristalinidade são medidos em um equipamento DSC, seguindo o ISSO 11357-3, usando uma taxa de aquecimento de 10°C/minuto.

[0088] A microscopia eletrônica de varredura é realizada com um microscópio eletrônico de varredura JEOL JSM 5910.

[0089] A título de exemplo, e não para limitação são providos exemplos da presente invenção. A menos que de outro modo observado, todas as partes e porcentagens são dadas em peso.

EXEMPLOS:

1 - Películas finas

[0090] Os componentes para a película fina do Exemplo 1 são providos na tabela 1 abaixo:

Tabela 1

	HDPE (40055E)	LDPE (DFDK-7423 NT)
MI	0,41	2,1
Densidade	0,955	0,920
% em peso*	20	80

*baseado no peso total da composição.

[0091] Ambos, o LDPE puro e a mistura de LDPE/HDPE 80:20 são processados em uma extrusora de laboratório de fuso duplo Haake PTW 16/40D equipada com um molde capilar de 3 mm. O perfil de temperatura é de 170/180/180/180/180/180/ 180/180°C e a velocidade do fuso é de 280 RPM. A vertente do polímero é resfriada em um banho-maria e cortada em grânulos.

[0092] Os espécimes de películas finas (~85 µm de espessura)

de ambos os polímeros combinados (Exemplo 1) e o LDPE puro, foram preparados usando uma prensa hidráulica Graseby-Specac 25.011. O molde é aquecido em uma temperatura estável de 200°C. Aproximadamente 0,13 g de polímero são inseridos dentro do molde entre as folhas de alumínio e inserido dentro da prensa; após 10 segundos, uma pressão de 4 toneladas é aplicada. A amostra é removida e passa por têmpera em um béquer com água de torneira.

[0093] O histórico térmico é transmitido às amostras usando um aquecedor ("hotstage") Mettler Toledo FP82HT. O aquecedor é pré-aquecido a 200°C e as amostras (ainda em suas folhas) são deixadas nessa temperatura durante 2 minutos. As amostras são tanto (1) imediatamente temperadas ou (2) removidas do aquecedor e (a) resfriadas de 200°C para 130°C em uma taxa de 20°C/minuto. Uma vez a 130°C, o controle de resfriamento começa. De 130°C a 90°C o controle de resfriamento é realizado a (A) 0,5°C/minuto ou (B) 10°C/minuto.

[0094] As folhas são removidas por agitação das amostras em ~4% em peso de HCl em água destilada durante 6 horas. As amostras foram então lavadas em água destilada e deixadas secar durante a noite.

[0095] Os valores de resistência à quebra para estas amostras são determinadas de acordo com o procedimento de ASTM D 149 por deposição dos discos entre dois rolamentos verticalmente opostos de 6,3 mm em um tanque de 20 cs de fluido de silicone. Uma rampa de 50Hz é aplicado de zero até a quebra em uma taxa de $50 \pm 2 \text{ Vs}^{-1}$. Para cada histórico térmico, 3 discos foram submetidos a 8 eventos de quebra.

[0096] Os dados resultantes são processados usando o software Weibull ++7 da Reliasoft Corp. Isso provê uma

probabilidade estimativa máxima da escala Weibull e forma dos parâmetros juntos com 90% em intervalos de conferência com 2 determinações ("2-tailed"). A tabela 2 lista os dados derivados.

Tabela 2

	Parâmetro de escala (kV/mm)	Parâmetro de forma
LDPE - com têmpera	161 + 2	27 + 6
Form. de mistura-com têmpera	165 + 4	14 + 4
Form. de mistura - 0,5 K min ⁻¹	176 + 4	19 + 5
Form. de mistura - 10 K min ⁻¹	178 + 3	20 + 5

[0097] A prensa hidráulica combinada acima mencionada - o procedimento do aquecedor é também utilizado para gerar uma película de aproximadamente 400 µm de espessura que são então cortadas, microtomadas ("microtomed") e entalhadas permangânicamente ("permanganically etched"). As amostras foram montadas em tocos SEM e revestidos com ouro antes do exame pela microscopia eletrônica de varredura (SEM) operando em modo de imagem eletrônica secundária.

[0098] A morfologia do polímero combinado por têmpera e o LDPE temperado são mostrados nas figuras 2a, 2b. As micrografias das figuras 2a, 2b revelam características morfológicas comparáveis que são caracterizadas por detalhes lamelares em fina escala.

[0099] O Exemplo 1 é mostrado nas figuras 3a, 3b. As figuras 3 a, 3b mostram as lamelas de HDPE únicas que são formadas como resultado do controle de resfriamento. O Exemplo 1 é cristalizado sob condições de controle de resfriamento para facilitar o desenvolvimento de textura lamelar de preenchimento de espaço grosseira, apresentando resistência à quebra melhorada comparada com ambos (i) a mistura temperada e (ii) da referência LDPE.

[0100] A morfologia das espécies poliméricas combinadas do Exemplo 1 cristalizado em taxas de resfriamento de 0,5°C/minuto e 10°C/minuto (ou seja, controle de resfriamento), são mostrados abaixo nas figuras 3a, 3b respectivamente.

[0101] As micrografias da figura 3 a, 3b revelam características morfológicas comparáveis que são caracterizadas por uma textura lamelar de preenchimento de espaço grosseira. O componente LDPE é incapaz de cristalizar acima de ~110°C, enquanto o componente HDPE cristaliza rapidamente em temperaturas em excesso de 110°C. Consequentemente, o resfriamento controlado do componente HDPE apenas, fundido cristaliza em temperaturas acima de 110°C, para resultar em cristais singulares que são separados em bolões de LDPE fundido. O LDPE é incapaz de cristalizar em tais temperaturas altas. O LDPE apenas solidifica sobre resfriamento adicional para resultar em textura de lamelas em uma escala extremamente finas cuja que se forma dentro da rede de trabalho pré-estabelecida dos cristais HDPE. A cristalização do HDPE ocorre via modo esferulítico de nucleação padrão / dominante / subsidiária. Quando a densidade de nucleação é alta (como aqui), as formas esferulíticas maduras são substituídas por estrutura do tipo feixe ("sheaf") imaturo aparente. A diferenciação da lamela dominante e subsidiária é então indefinida, de modo que a morfologia é melhor observada em termos de uma variedade de lamelas HDPE individual, maior que 10 nm em espessura, a lamela estendendo-se por muitos microns em direções ortogonais. As lamelas são separadas em bolsões de LDPE que parecem amplamente descaracterizados.

2 - Mini cabos:

[0102] Os componentes para a camada isolante de mini-cabos

do Exemplo 2 são providos na tabela 3 abaixo.

Tabela 3

	HDPE (40055E)	LDPE (DFDK-7423 NT)
MI	0,41	2,1
Densidade	0,955	0,920
% em peso	20	80

*com base no peso total em peso da composição.

[0103] Uma masterbatch ("masterbatch") antioxidante de 4% de Irganox 1010 em 96% de LDPE é preparada em uma extrusora pequena de duplo fuso ZSK 25,2. 2,5% do masterbatch antioxidante é misturada junto com o LDPE e o HDPE em um Berstorff ZE40UT. Uma peneira com uma abertura de 100 micrômetros foi utilizada para se conseguir um nível de limpeza apropriado de modo que a quebra elétrica seja predominantemente conseguida através da morfologia do isolante e não pela presença de grandes contaminantes. A produtividade é de 100 kg/h.

[0104] Os ajustes da temperatura para a extrusora são:

Zonas 2-8: 160/190/200/210/210/210/210°C.

Screenpack: 210°C

Válvula de 3 saídas: 220°C

Placa molde: 230°C

[0105] Como uma referência, um composto é feito de 97,5% de LDPE e 2,5% da máster batelada antioxidante. O mesmo ajuste da extrusora foi utilizado. A taxa de saída é de 120 kg/hora.

[0106] Três cabos são fabricados em uma linha de extrusão tripla Troester. Essa linha de extrusão tripla inclui uma extrusora isolante de 44 mm 20 L/D e duas extrusora L/D20 de 30 mm para telas Semicon interna e externa.

[0107] Um cabo modelo de 10 kV é fabricado com as características a seguir:

[0108] Condutor: alumínio, 25 mm².

[0109] Tela Semicon interna (tela condutora): polímero negro de fumo (HFDK-0587 BK) ou versão termoplástica (sem peróxido).

[0110] Isolamento: o composto da composição polimérica da presente invenção, LDPE termoplástico ou PE reticulado (XLPE, HFDK-4201 EC) (exemplos comparativos); espessura nominal: 4 mm.

[0111] Sem Semicon externa (tela isolante).

[0112] Os perfis de temperaturas a seguir são ajustados ao processo de cabo com a composição polimérica da presente invenção e os LDPE termoplásticos:

[0113] Extrusora Semicon interna: 150/150/150/150/150°C.

[0114] Extrusora isolante: 140/140/140/140/140°C.

[0115] As temperaturas das três zonas no cabeçote são ajustadas como a seguir: 150/150/150°C.

[0116] Um filtro com 160 micrômetros de abertura foi instalado na extrusora isolante. O cabo corre através de uma abertura do tubo CV sem aquecimento; a seção de resfriamento foi operada sob condições normais. A temperatura da fusão conduzida ao molde foi medida com uma ferramenta de medida por infravermelho, resultando em temperaturas superficiais de 149°C e 148°C respectivamente para a composição polimérica da presente invenção e o LDPE termoplástico. Na saída do tubo CV, o fundido teve uma temperatura superficial de 60-64°C.

[0117] O cabo de referência com o isolante XLPE e o material semi-condutivo (polímero negro de fumo, HFDK-0587 BK), Semicon interno foi extrudado usando as condições a seguir:

[0118] Temperatura da Extrusora Isolante:
125/125/123/123/123°C.

[0119] Extrusora Semicon interna: 125/125/123/123/123°C.

[0120] Temperaturas do cabeçote: 125/125/125°C.

[0121] As temperaturas do tubo CV foram ajustadas a: 360/360/360/270°C.

[0122] A tabela 4 lista as condições de fabricação do cabo para os três desenhos de cabo detalhados acima:

Tabela 4

Condições de fabricação do cabo

Propriedade	Exem- plo 2	LDPE termo- plástico	HFDK- 4201EC/ HFDK-0587 BC (CS2)
Extrusora isolante			
Velocidade do fuso (rpm)	25	25	35
Temperatura de fusão (°C)	164	163	133
Extrusora Semicon			
Velocidade do fuso (rpm)	7	7	10
Temperatura de fusão (°C)	151	152	138
Velocidade da linha (m/minuto)	1,1	1,1	1,5
Diâmetro externo do núcleo (mm)	15,1	15,1	14,8

[0123] Teste de quebra DC para camada isolante do condutor revestido:

[0124] Condições ambiente: o teste DC dos mini-cabos é realizado usando um ajuste de teste da Henry Patterson & Sons Ltda, 600 kV. Cada teste foi realizado em uma alça do cabo de 6m, cortado a partir do rolo do cabo, dobrado ("crimped") e pendurados a partir de uma haste de fibra de vidro de 3m ligada a um guincho. A camada isolante é de 4mm de espessura. O condutor foi conectado ao fornecimento de HVDC usando um cano de cobre de 2 m.

[0125] Para o teste de quebra à temperatura ambiente (temperatura ambiente - $15 \pm 5^\circ\text{C}$), um canal de água de torneira foi utilizado como eletrodo base, o comprimento do cabo sob a

água foi de $1,3 \text{ m} \pm 10\%$.

[0126] A voltagem foi aplicada gradativamente a 14 kV por etapa, mantida por 30 segundos e, então, elevada ao próximo nível de voltagem em uma taxa de 1,75 kV/s. Isso foi repetido até o cabo quebrar. Os resultados da quebra estão mostrados na tabela 5. As limitações técnicas necessitam de censura de qualquer dado que falhe na quebra abaixo de uma voltagem aplicada de 400 kV. Esses dados são indicados como "> 400". Quando possível, os dados resultantes são processados usando um software Weibull ++7 da Reliasoft Corp. Isto prove uma estimativa de probabilidades máxima da escala Weibull e dos parâmetros de forma.

[0127] Temperaturas elevadas: Para a medida em temperaturas elevadas, o cabo de teste foi passado através de um tubo isolado termicamente de água (agindo como o eletrodo terra); o comprimento do cabo sob a água foi de $1,3 \text{ m} \pm 2,5\%$.

[0128] As medidas da quebra em temperaturas elevadas foram realizadas a $67 \pm 10^\circ\text{C}$ e $100 \pm 15^\circ\text{C}$. A alça do cabo foi indutivamente aquecida usando um transformador de corrente e a temperatura do condutor estimada a partir de uma alça de teste de calibração e da temperatura da água registrada no início e no final do teste de quebra.

Tabela 5:

Dados da quebra para os mini-cabos individuais e parâmetros Weibull

Material	Temperatura (°C)	Voltagem de quebra da amostra de cabo (kV)					Volt. de quebra da caract. Weibull	Parâmetro de forma Weibull
		1	2	3	4	5		
XLPE	15+5	164	177	190	190	217	196	11
	67+10	96	123	137	137	150	136	9
	100+15	123	123	150	-	-	N/A	N/A
LDPE	15+5	>400	>400	>400	392	338	N/A	N/A
	67+10	>400	>400	285	365	365	N/A	N/A
	100+15	190	244	365	-	-	N/A	N/A
Exemplo 2	15+5	>400	>400	>400	>400	>400	N/A	N/A
	67+10	>400	>400	>400	379	352	N/A	N/A
	100+15	>400	325	271	-	-	N/A	N/A

*composição polimérica da presente invenção

[0129] As amostras foram cortadas a partir de mini-cabos feitos com todos os três tipos de isolantes, micro-quebradas ("microtorned") e entalhadas permangânicamente ("permanganically etched"). As amostras foram montadas sobre as partes ("stubs") SEM e revestidas com ouro antes do exame por microscopia eletrônica de varredura (SEM) operando em modo de imagem eletrônica secundária.

[0130] Para o isolamento XLPE curado com peróxido convencional a partir dos mini-cabos (CS2), a reticulação molecular ocorre na fusão resultando em um material com um conteúdo de gel em excesso de 80%. Conseqüentemente, a mobilidade molecular é severamente restrita e os cristais que formam são limitados em ambos, sua espessura e extensão lateral. A morfologia (Figura 4) é definida por uma variedade aparentemente aleatória dos cristais lamelares pequenos menores que 10 nm de espessura, que se estendem por ~100 nm em

direções ortogonais. Nenhuma evidência em grande escala que a ordem dos super-cristalinos existem.

[0131] A morfologia do isolante LDPE a partir dos minicabos (CSI) (Figura 5) foi tipificada por uma forma de cristalização esferulítica onde a lamela que fez as esferulitas é amplamente equivalente. A extensão das esferulitas é imediatamente visível e depende da densidade de nucleação. Quando a densidade de nucleação é alta (como aqui), o espaço disponível é suficientemente limitado aquela das formas esferulíticas maduras sendo substituídas pelas estruturas aparentes do tipo feixe ("sheaf") imaturas. No entanto, a morfologia é definida pelos princípios destacadas na nucleação, a formação inicial de uma variedade de lamelas dominantes e o subsequente desenvolvimento de cristalização subsidiária INFILLING. Aqui a lamela dominante e a subsidiária são efetivamente equivalentes: ambas têm uma ordem menor que 10 nm de espessura e se estendem por $\sim 1 \mu\text{m}$ na direção ortogonal.

Figura 6:

[0132] Um exemplo não limitativo do condutor revestido é mostrado na figura 6. A figura 6 é uma micrografia SEM de um condutor revestido, Exemplo 2. A figura 6 mostra a camada isolante do condutor revestido, a camada isolante composta de uma composição polimérica composta de 20% em peso de HDPE e 80% em peso de LDPE. A figura 6 mostra as formas HDPE de uma variedade de espessura de preenchimento de espaços, lamelas individuais, que são separadas uma das outras pelas LDPE dispersas.

[0133] A morfologia do sistema de mistura da composição polimérica da presente invenção, Exemplo 2 (Figura 6) é definida pela natureza bimodal da distribuição molecular. O

componente LDPE é incapaz de cristalizar acima de $\sim 110^{\circ}\text{C}$, enquanto o componente HDPE cristaliza rapidamente em temperaturas em excesso de 110°C . Consequentemente, a aplicação do controle de resfriamento permite apenas que o componente HDPE cristalize em temperaturas acima de 110°C , para resultar em cristais singulares que são separados em bolsões de LDPE fundido. O LDPE é incapaz de cristalizar em tais temperaturas elevadas. O LDPE apenas solidifica em resfriamento adicional para resultar em textura lamelar em uma escala extremamente fina que forma dentro da rede de trabalho pré-estabelecida dos cristais de HDPE. A cristalização do HDPE ocorre via forma esferulítica de nucleação padrão / dominante / subsidiária. Quando a densidade de nucleação é alta (como aqui), as formas esferulíticas maduras são substituídas por estruturas do tipo feixe com uma aparência menos desenvolvida ("immature"). A diferenciação das lamelas dominante e subsidiária é então indefinida, de modo que a morfologia seja melhor em termos de uma variedade de lamelas HDPE individual, maior que 10 nm de espessura, que se estende por muitos micra em direções ortogonais. Essas são separadas em bolsões de LDPE que parecem amplamente descaracterizados.

[0134] Apesar de a descrição ter sido feita com determinados detalhes durante a descrição específica das concretizações, esses detalhes têm o propósito primário de ilustração. Muitas variações e modificações podem ser feitas pelos técnicos no assunto sem fugira 4 do espírito e do escopo de proteção da descrição como descrito nas reivindicações a seguir.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo, caracterizado pelo fato de compreender:

- aquecer uma composição polimérica compreendendo um polietileno de baixa densidade (LDPE) e uma quantidade minoritária de um polietileno de alta densidade (HDPE) em pelo menos uma temperatura de fusão de HDPE e a pelo menos 130°C;

sendo que a composição polimérica é formada pela mistura por fusão de 5% em peso a 35% em peso de HDPE e de 95% em peso a 65% em peso de LDPE;

- resfriar controladamente a composição polimérica aquecida em uma taxa de resfriamento de 0,1°C/min a 20°C/min de 130°C a 90°C; e

- temperar quando a temperatura da composição polimérica aquecida for menor que 90°C formando uma composição polimérica.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender a formação de uma composição polimérica tendo uma resistência a quebra AC maior que 170kV/mm como medido em películas finas de 85 micrômetros de acordo com ASTM D 149.

3. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de compreender o aquecimento da composição polimérica a pelo menos 130°C; e o resfriamento controlado da composição polimérica aquecida em uma taxa de 0,1°C/minuto a 10°C/minuto de 130°C a 90°C.

4. Processo para produção de um condutor revestido, caracterizado pelo fato de compreender:

- aquecer uma composição polimérica compreendendo 65% em peso a 95% em peso de um polietileno de baixa densidade (LDPE) e

de 5% em peso a 35% em peso um polietileno de alta densidade (HDPE) acima da temperatura de fusão de HDPE e a pelo menos 130°C;

- extrudar a composição polimérica aquecida sobre um condutor;

- resfriar por controle a composição polimérica aquecida localizada sobre o condutor em uma taxa de resfriamento entre 0,1°C/minuto e 20°C/minuto de 130°C a 90°C;

- temperar do condutor revestido quando a temperatura da composição polimérica aquecida localizada sobre o condutor for menor que 90°C; e

- formar um revestimento sobre o condutor, o revestimento compreendendo a composição polimérica.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de compreender a formação de um revestimento livre de reticulante sobre o condutor.

6. Condutor revestido, caracterizado pelo fato de compreender:

- um condutor; e

- um revestimento sobre o condutor, o revestimento compreendendo uma composição polimérica compreendendo uma quantidade minoritária do polietileno de alta densidade (HDPE) lamelar dispersa em uma quantidade majoritária do polietileno de baixa densidade (LDPE);

sendo que a composição polimérica compreende uma mistura de 5% em peso a 35% em peso do HDPE e de 95% em peso a 65% em peso de LDPE;

sendo que o HDPE compreende pelo menos 70% do conteúdo cristalino e tem um pico de temperatura de fusão de pelo menos 130°C, conforme medido usando calorimetria diferencial

de varredura seguindo o ISSO 11357-3, usando uma taxa de aquecimento de 10°C/minuto;

sendo que o LDPE tem uma cristalinidade de 35% e um pico de temperatura de fusão de 105°C a 120°C conforme medido usando calorimetria diferencial de varredura seguindo o ISSO 11357-3, usando uma taxa de aquecimento de 10°C/minuto.

7. Condutor revestido, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de o revestimento ser um revestimento livre de reticulante.

8. Condutor revestido, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 ou 7, caracterizado pelo fato de a composição polimérica ter uma resistência a quebra AC maior que 170kV/mm como medido em películas finas de 85 micrômetros de acordo com ASTM D 149.

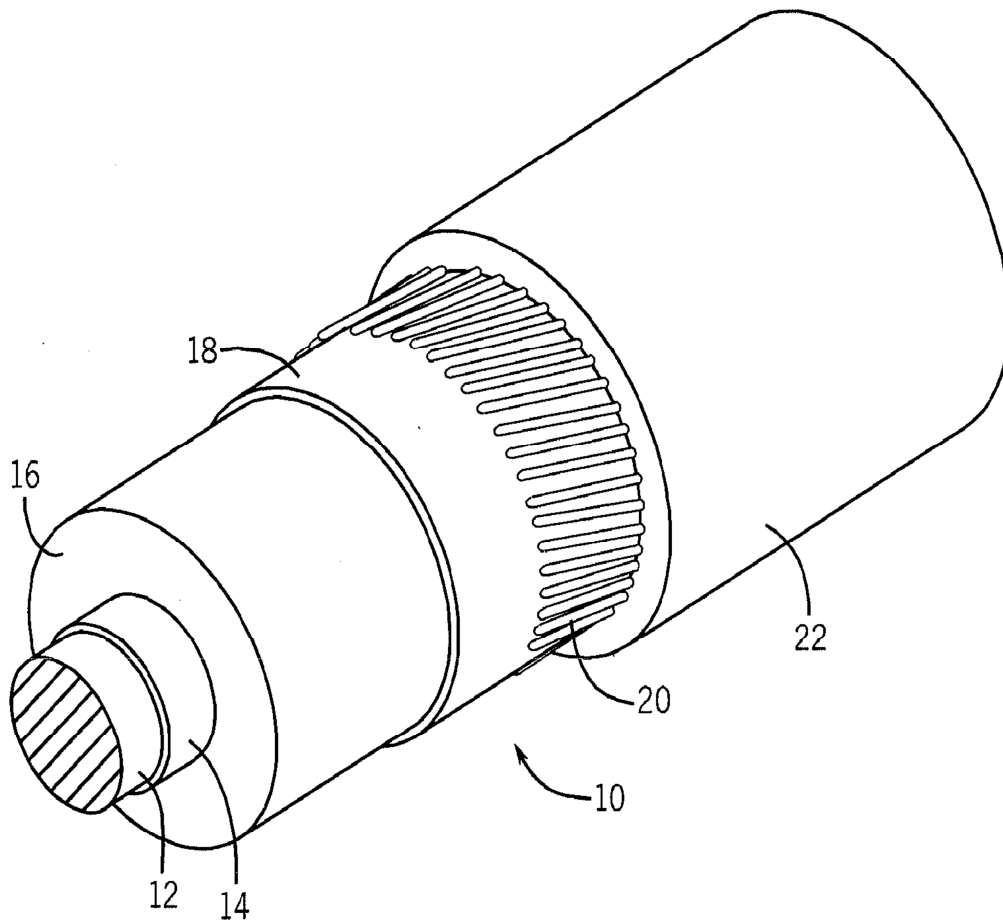


FIG.1

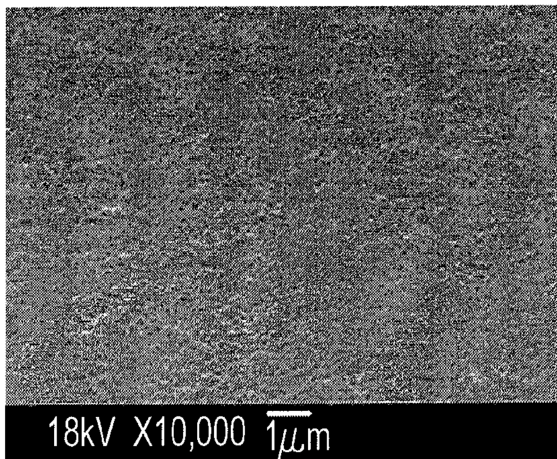


FIG.2a

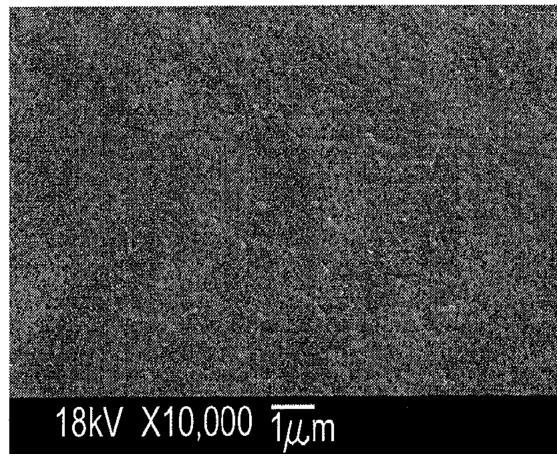


FIG.2b

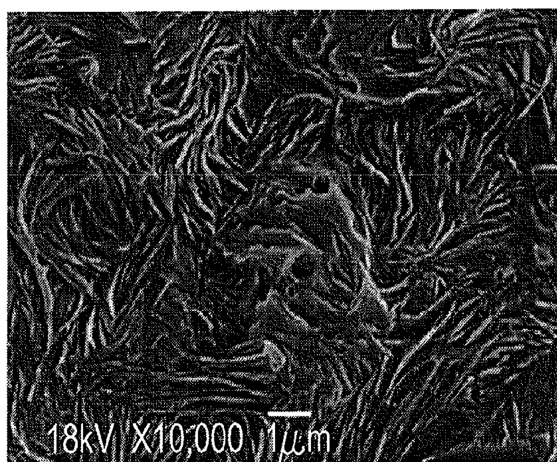


FIG.3a

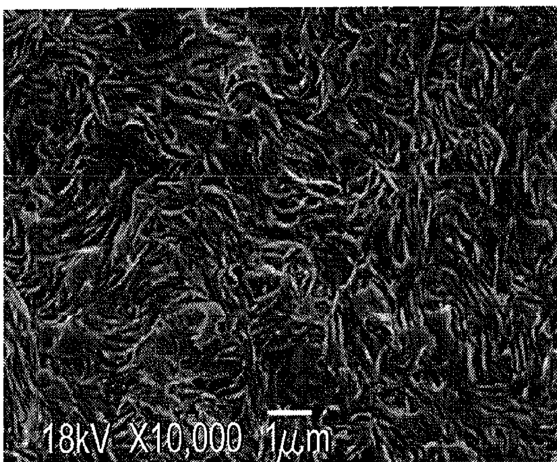


FIG.3b

3/3

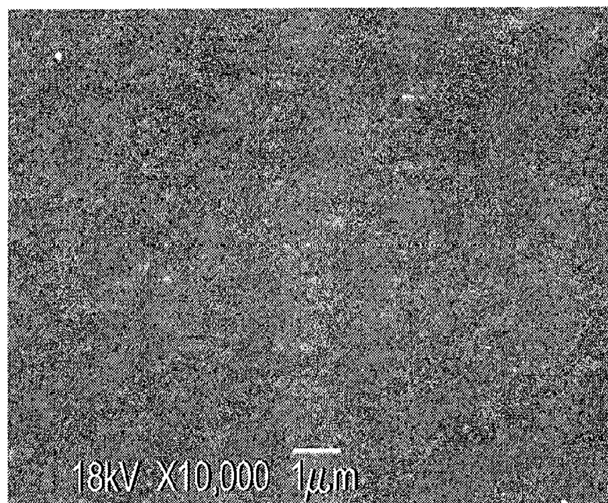


FIG.4



FIG.5

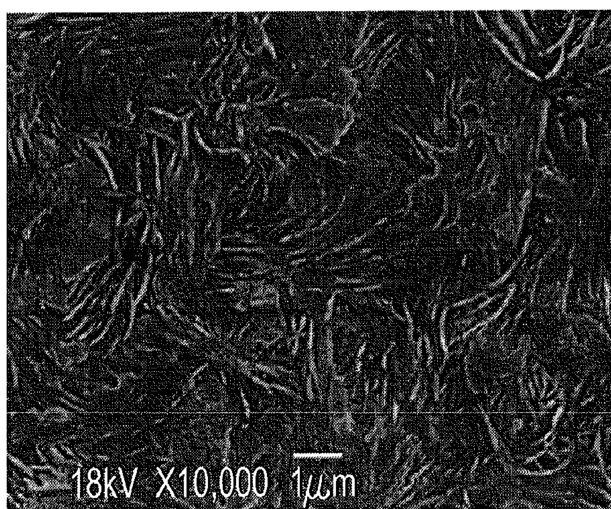


FIG.6