



**República Federativa do Brasil**

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,  
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial



**(11) BR 112020010252-0 B1**

**(22) Data do Depósito:** 07/12/2018

**(45) Data de Concessão:** 16/05/2023

---

**(54) Título:** SUBSTRATO REVESTIDO, LAMINADO TRANSMISSOR DE LUZ, E, MÉTODO PARA PREPARAR UM SUBSTRATO REVESTIDO

**(51) Int.Cl.:** B32B 17/10.

**(30) Prioridade Unionista:** 08/12/2017 US 62/596,243.

**(73) Titular(es):** APOGEE ENTERPRISES, INC..

**(72) Inventor(es):** MATTHEW BERGERS; BRAD ERICKSON.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2018064606 de 07/12/2018

**(87) Publicação PCT:** WO 2019/113539 de 13/06/2019

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 22/05/2020

**(57) Resumo:** É descrito um substrato transmissor de luz tendo um revestimento. O revestimento é formado por um promotor de adesão que inclui um metal, um óxido de metal ou um nitrito de metal. Um laminado incluindo um substrato revestido também é descrito. Um método para revestir um substrato é adicionalmente descrito.

## SUBSTRATO REVESTIDO, LAMINADO TRANSMISSOR DE LUZ, E, MÉTODO PARA PREPARAR UM SUBSTRATO REVESTIDO

### FUNDAMENTOS

[001] Os laminados de substratos transmissores de luz visível são empregados em diversas indústrias, incluindo construção civil e automotiva. Na construção, eles podem fornecer suporte estrutural, apelo estético, bloqueio de UV e isolamento acústico. Os laminados são fortes e rígidos, mantendo a claridade.

[002] Esses laminados são geralmente chamados de “vidro de segurança” porque o vidro geralmente não se parte em pedaços afiados que podem causar ferimentos ou danos. Em vez disso, o vidro permanece colado após o impacto. A capacidade de as peças rachadas ou quebradas permanecerem juntas é atribuída a pelo menos uma camada intermediária disposta entre dois substratos rígidos.

[003] As camadas intermediárias construídas com ionômeros (polímeros iônicos) podem fornecer resistência, rigidez e claridade superiores aos laminados resultantes. A capacidade de uma camada intermediária ionomérica de permanecer aderida a um substrato em um laminado depende, em parte, das condições ambientais nas quais o laminado é usado. Os laminados contendo ionômeros usados em edifícios em ambientes quentes e úmidos são suscetíveis à entrada de umidade, o que enfraquece a adesão e pode levar à delaminação. A delaminação prejudica o desempenho mecânico, óptico e acústico. A aplicação inicial de uma camada ionomérica a um substrato também pode ser fraca, pois os ionômeros têm baixa adesão a alguns substratos, como o lado do ar do vidro flotado.

[004] Consequentemente, existe uma necessidade na indústria por um revestimento para um substrato transmissor de luz visível que forneça melhor adesão de pelo menos as camadas ionoméricas usadas na construção de substratos revestidos e laminados de substrato.

## SUMÁRIO

[005] As modalidades da invenção referem-se aos revestimentos promotores de adesão ou revestimentos de primer para adesão de camadas ionoméricas aos substratos, como vidro flotado.

[006] Um exemplo de modalidade de um substrato revestido incluindo um substrato transmissor de luz e um revestimento disposto no substrato é descrito. O revestimento inclui um promotor de adesão que inclui pelo menos um dentre um metal, um óxido de metal e um nitreto de metal. O revestimento tem uma espessura de cerca de 10 Å a cerca de 1000 Å.

[007] Uma modalidade exemplar de um laminado transmissor de luz é revelada. O laminado inclui pelo menos um primeiro substrato transmissor de luz e um segundo substrato transmissor de luz. O laminado também inclui um revestimento disposto em pelo menos uma porção de pelo menos a primeira superfície principal pelo menos do primeiro substrato. O revestimento inclui um promotor de adesão incluindo pelo menos um dentre um metal, um óxido de metal e um nitreto de metal. O laminado também inclui uma camada ionomérica disposta no revestimento.

[008] Um exemplo de modalidade de um método para revestir um substrato é descrito. O método inclui o bombardeamento iônico de um promotor de adesão em pelo menos uma porção de pelo menos uma superfície principal do substrato, O promotor de adesão inclui pelo menos um dentre um metal, um óxido de metal e um nitreto de metal.

[009] Recursos de qualquer uma das modalidades reveladas podem ser usadas em combinação uma com a outra, sem limitação. Além disso, outras características e vantagens da presente descrição tornar-se-ão evidentes para aqueles versados na técnica através da consideração da descrição detalhada a seguir e dos desenhos anexos.

## BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010] Os desenhos ilustram várias modalidades da invenção, em que

números de referência idênticos se referem a elementos ou características idênticas ou semelhantes em diferentes vistas ou modalidades mostradas nos desenhos.

[0011] **A FIG. 1** é um esquemático de um substrato revestido de acordo com as modalidades.

[0012] **As FIGs. 2A-2B** são esquemáticos de laminados incluindo um substrato revestido da **Fig. 1** de acordo com as modalidades.

[0013] **A FIG. 3** é um esquemático de um laminado incluindo um substrato revestido da **Fig. 1** de acordo com as modalidades.

[0014] **A FIG. 4** é um esquemático de um laminado incluindo um substrato revestido da **Fig. 1** de acordo com as modalidades.

[0015] **A FIG. 5** é um diagrama de fluxo de um método para produção do substrato revestido da **Fig. 1**.

## **DESCRIÇÃO DETALHADA**

[0016] As modalidades da descrição referem-se aos revestimentos promotores de adesão. Mais particularmente, as modalidades referem-se aos revestimentos promotores de adesão que promovem adesão entre camadas intermediárias ionoméricas e substratos que possuem o revestimento. Os substratos revestidos e as camadas intermediárias ionoméricas podem formar laminados.

### Substratos revestidos

[0017] A Fig. 1 é um esquemático de um substrato revestido 10. O substrato revestido 10 inclui um substrato 20 e um revestimento 30 disposto sobre o mesmo. O substrato 20 pode ser qualquer substrato transparente, substancialmente transparente ou transmissor de luz, como vidro, quartzo, qualquer substrato polimérico plástico ou orgânico, ou qualquer outro material ou combinação de materiais adequada. Em uma modalidade, o substrato 20 é vidro flotado. O vidro flotado é uma folha de vidro feita flutuando uma mistura de matérias-primas fundidas em um banho de metal

fundido, como estanho, chumbo ou uma liga com baixo ponto de fusão. As matérias-primas podem incluir dióxido de silício (sílica), borossilicato, carbonato de sódio (soda), cal, dolomita, óxido de alumínio ou sulfato de sódio. Em um exemplo, as matérias-primas incluem uma mistura de pelo menos dióxido de silício, carbonato de sódio e cal (vidro com de cal sodada). O vidro fundido é removido do banho de metal e resfriado. O processo produz uma folha de vidro com uma superfície que estava em contato com o metal, aqui denominada “lado do estanho” ou “superfície do estanho”, e uma superfície oposta que não estava em contato com o metal, aqui denominada “lado do ar” ou “superfície do ar”. O vidro flotado pode ser distinguido por superfícies muito lisas, superfícies muito planas e/ou espessura uniforme.

[0018] Em algumas modalidades, o substrato 20 é borossilicato. Em algumas modalidades, o substrato 20 é um vidro de aluminossilicato ou aluminossilicato alcalino, como vidro Gorilla® (Corning, Corning, NY), vidro Dragontail (Asahi Glass Co., Tóquio, Japão) ou vidro Xensation® (Schott AG, Mainz, Alemanha).

[0019] O substrato pode ser formado como uma folha ou pode ter uma forma de folha. A folha ou a forma de folha pode ter uma ou superfícies principais ou lados 22, como as faces da folha. Um substrato de vidro flotado pode ter uma superfície principal que é o lado do ar e uma superfície principal que é o lado do estanho.

[0020] O substrato 20 pode ser um vidro de janela ou painel. O substrato 20 pode ter uma espessura de cerca de 1 mm a cerca de 30 mm, cerca de 1 mm a cerca de 27,5 mm, cerca de 1 mm a cerca de 25 mm, cerca de 1 mm a cerca de 20 mm, cerca de 1 mm a cerca de 15 mm, cerca de 1 mm a cerca de 10 mm, cerca de 1 mm a cerca de 5 mm, cerca de 2 mm a cerca de 30 mm, cerca de 5 mm a cerca de 30 mm, cerca de 10 mm a cerca de 30 mm, cerca de 15 mm a cerca de 30 mm, cerca de 20 mm a cerca de 30 mm, cerca de 2 mm a cerca de 26 mm, ou cerca de 10 mm a cerca de 12 mm.

[0021] O revestimento 30 inclui um promotor de adesão. Em algumas modalidades, o substrato 30 é um promotor de adesão. O promotor de adesão pode ajudar a fixar com firmeza o substrato 20 a uma camada ionomérica 40 (ver as Figs. 2A-4) e pode ajudar a reduzir ou impedir o enfraquecimento da ligação ou delaminação. O promotor de adesão pode incluir um ou mais materiais metálicos, como metais (*por exemplo*, metais puros ou ligas; como usado aqui “metal” inclui metaloides como silício), óxidos metálicos ou nitretos metálicos. Os materiais metálicos podem incluir titânio, zinco, estanho, silício, índio, bismuto, titânio, háfnio, zircônio e suas ligas, e óxidos ou nitretos dos mesmos. Em alguns exemplos, o metal, óxido de metal ou nitreto de metal é silício, estanho, titânio, zinco, dióxido de silício, óxido de estanho, óxido de titânio, óxido de zinco, nitretos de silício (que podem ter estados variáveis de oxidação e são designados, em geral,  $\text{SiN}_x$ ), incluindo mononitreto de silício (SiN), nitreto de silício ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ), nitreto de estanho, nitreto de titânio, nitreto de zinco ou combinações dos mesmos. A referência aos óxidos metálicos inclui óxidos metálicos totalmente oxidados, bem como espécies que podem formar uma aglomeração e ter estados de oxidação parcial. Eles podem ser designados como um M (metal) Ox (óxido), como  $\text{TiO}_x$ ,  $\text{SiO}_x$ ,  $\text{SnO}_x$ , etc. O material metálico pode ser um material dielétrico.

[0022] O revestimento 30 pode ser transparente ou substancialmente transparente para pelo menos uma porção de luz visível incidente no mesmo.

[0023] O revestimento 30 pode ser formado ou fornecido na forma de um filme. A espessura do filme pode ser uniforme ou pode variar em sua largura ou comprimento.

[0024] Com referência à Fig. 1, o revestimento 30 é aplicado a pelo menos um lado ou superfície 22 de um substrato 20. Conforme mostrado nas FIGs. 2A-4, o revestimento 30 pode ser aplicado ao lado do ar 22a, no lado do estanho 22b ou em ambos os lados 22 de um substrato 20. O revestimento 30 pode ser aplicado diretamente ao substrato 20. O revestimento 30 pode ser

aplicado em uma camada ou mais de uma camada.

[0025] O revestimento 30 pode ser depositado no substrato 20 ou de outro modo fixado ao mesmo. O revestimento 30 pode ter uma espessura de cerca de 10 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 10 Å a cerca de 750 Å, cerca de 10 Å a cerca de 500 Å, cerca de 10 Å a cerca de 400 Å, cerca de 10 Å a cerca de 300 Å, cerca de 10 Å a cerca de 200 Å, cerca de 10 Å a cerca de 100 Å, cerca de 50 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 100 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 200 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 300 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 400 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 500 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 600 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 700 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 800 Å a cerca de 1000 Å, cerca de 50 Å a cerca de 200 Å, cerca de 100 Å a cerca de 200 Å, ou cerca de 100 Å a cerca de 180 Å.

[0026] O revestimento 30 pode ser aplicado ao substrato 20 por bombardeamento iônico, como descrito abaixo.

#### Métodos de formação de substratos revestidos

[0027] Uma variedade de técnicas pode ser usada para aplicar o revestimento 30 aqui descrito. Um exemplo de um método de disposição de um revestimento 30 em um substrato 20 tendo uma superfície 22 é fornecido. Esta superfície 22 pode ser opcionalmente preparada por lavagem ou preparação química adequada. Um revestimento 30 pode ser depositado na superfície 22 do substrato 20 para formar um substrato revestido 10. O revestimento 30 pode ser depositado em uma ou mais de uma série de camadas discretas, ou como uma espessura de filme graduado, ou combinações dos mesmos. O revestimento 30 pode ser depositado usando qualquer técnica adequada de deposição de filme fino.

[0028] Em um exemplo de uma modalidade, o bombardeamento iônico pode ser usado para depositar ou aplicar uma ou mais porções do revestimento 30 no substrato 20. Como é sabido, o bombardeamento iônico é uma técnica usada para depositar filmes finos de um material sobre uma

superfície ou substrato. Ao criar primeiro um plasma gasoso e, em seguida, acelerar os íons desse plasma em algum material de origem (*por exemplo*, um alvo), o material de origem é corroído pelos íons que chegam por transferência de energia e é ejetado na forma de partículas neutras, átomos individuais ou aglomerados de átomos ou moléculas. Na medida em que essas partículas neutras são ejetadas, elas viajam em linha reta, a menos que entrem em contato com algo, seja outra partícula ou uma superfície próxima. Um substrato colocado no caminho dessas partículas ejetadas será revestido por um filme fino do material de origem ou alvo. Como é sabido, um plasma gasoso é uma condição dinâmica em que átomos, íons, elétrons e fótons de gases neutros existem simultaneamente em estado quase equilibrado. Pode-se criar essa condição dinâmica medindo um gás, como argônio ou oxigênio, em uma câmara de vácuo pré-bombeada, permitindo que a pressão da câmara atinja um nível específico e, em seguida, introduzindo um eletrodo ativo nesse ambiente de gás de baixa pressão usando uma passagem de vácuo. Uma fonte de energia, como RF, DC, CA ou MW, pode ser usada para alimentar e, assim, manter o estado do plasma, pois o plasma perde energia para o ambiente. O tipo de bombardeamento iônico usado pode ser bombardeamento iônico por diodo, bombardeamento iônico por elétron, bombardeamento iônico confocal, bombardeamento iônico direto ou outras técnicas adequadas.

[0029] Em um exemplo de método de deposição do revestimento 30, é usada a deposição a vácuo por bombardeamento iônico por magnétron. O bombardeamento iônico por magnétron envolve o transporte de um substrato 20 através de uma série de zonas de baixa pressão nas quais o revestimento 30 é aplicado ou suas camadas são aplicadas sequencialmente. Assim, o revestimento metálico ou suas camadas são bombardeados com íons a partir de fontes ou alvos metálicos, que podem ocorrer em uma atmosfera inerte. Para depositar um revestimento contendo óxido ou nitreto, o alvo pode ser formado pelo óxido ou nitreto, respectivamente. Alternativamente, o



revestimento contendo óxido também pode ser aplicado pulverizando um alvo de metal em uma atmosfera reativa. A este respeito, por exemplo, para depositar óxido de zinco, um alvo de zinco pode ser pulverizado em uma atmosfera oxidante. A espessura do revestimento depositado 30 ou camada do mesmo pode ser controlada variando a velocidade do substrato 20 e/ou variando a potência colocada sobre os alvos. Nas modalidades alternativas de um método para depositar filme fino em um substrato 20, pode ser usada a deposição física de vapor ou deposição química de vapor químico no plasma. A deposição de vapor químico no plasma envolve a decomposição de fontes gasosas via plasma e a subsequente formação de filme em superfícies sólidas, como substratos de vidro. A espessura do filme pode ser ajustada variando a velocidade do substrato à medida que passa através de uma zona de plasma e/ou variando a taxa de fluxo de energia e/ou gás dentro de cada zona.

[0030] A FIG. 5 é um diagrama de fluxo de um método 100 para revestir um substrato 20 para formar um substrato revestido 10. Em um exemplo de um método 100 para depositar um revestimento 30, um dispositivo de revestimento é usado para depositar um revestimento 30 em um substrato 20. Um dispositivo de revestimento adequado pode ser um dispositivo de revestimento de vidro arquitetônico disponível junto à Von Ardenne (Dresden, Alemanha). Geralmente, um dispositivo de revestimento com a capacidade de atingir vácuo de aproximadamente  $10^{-6}$  torr pode ser desejável.

[0031] O método de exemplo 100 inclui a etapa 102 de posicionar o substrato 20 no início do dispositivo de revestimento e a etapa 104 de transportar o substrato 20 para uma zona de revestimento. O substrato 20 pode ser transportado por qualquer meio adequado, como mecânico, computadorizado ou manual. O substrato 20 pode ser transportado por um conjunto de esteira transportadora.

[0032] O método 100 também inclui pelo menos uma etapa 106 de

depositar um revestimento 30 no substrato 20. O revestimento 30, ou uma camada do mesmo, é depositado enquanto o substrato 20 está posicionado na zona do revestimento. A zona de revestimento pode incluir uma ou mais câmaras ou compartimentos de bombardeamento iônico adaptados para depositar coletivamente um revestimento ou camada do mesmo no substrato 20. Em cada compartimento é montado um ou mais alvos, incluindo um material alvo que pode ser bombardeado. Nos exemplos aqui fornecidos, o alvo pode ser um metal, óxido de metal ou nitreto de metal. O número e o tipo de alvo, *por exemplo*, plano ou cilíndrico ou similar, podem ser alterados para fins adequados à fabricação ou de outra forma, conforme desejado. A zona de revestimento pode ser fornecida com uma atmosfera inerte. Em um exemplo, a atmosfera inerte inclui argônio, embora gases inertes alternativos possam ser usados.

[0033] O substrato 20 é transportado sob o alvo de metal, óxido de metal ou nitreto de metal, depositando assim o metal, óxido de metal ou nitreto de metal como um revestimento 30, ou camada do mesmo, com uma espessura de cerca de 10 Å a cerca de 1000 Å. O revestimento pode ser depositado ou no lado do ar 22a ou no lado do estanho 22b do substrato 20.

[0034] Em algumas implementações, a etapa 106 é repetida conforme necessário para depositar camadas adicionais do revestimento 30.

[0035] Em algumas implementações, o método 100 é repetido para aplicar o revestimento 30 no outro lado do ar 22a ou no lado do estanho 22b do substrato 20, de modo que ambos os lados 22 sejam revestidos.

[0036] Enquanto o bombardeamento iônico por magnétron é especificamente descrito, o revestimento 30 pode ser aplicado por outros métodos, como descrito acima. Alternativamente, o revestimento 30 ou suas propriedades podem ser formados integralmente com o substrato 20.

[0037] Os revestimentos descritos e métodos de aplicação dos revestimentos têm benefícios sobre outros revestimentos promotores de

adesão e métodos de aplicação dos mesmos a um substrato. Em comparação com um promotor de adesão que inclui  $\gamma$ -aminopropiltriétoxissilano, os revestimentos promotores de adesão descritos são menos tóxicos, têm menos efeitos à saúde a curto e a longo prazo e requerem menos monitoramento ambiental e pessoal. Os revestimentos descritos podem ser depositados usando o equipamento existente; equipamento novo ou exclusivo não é necessário para praticar os métodos descritos. O revestimento pode ser depositado mecanicamente, o que é mais eficiente do que os métodos de aplicação manual. A deposição mecânica também oferece cobertura mais consistente, menos (ou nenhuma) listras e menos (ou nenhuma) introdução de detritos estranhos do que a aplicação manual. No geral, os revestimentos e métodos descritos neste documento proporcionam substratos revestidos de maneira mais segura, eficiente, confiável, fácil, econômica e com melhor desempenho do que outros revestimentos promotores de adesão e métodos de aplicação dos mesmos.

#### Laminados incluindo substratos revestidos

[0038] Os substratos revestidos 10 descritos acima podem ser usados para formar parte de um laminado 50. Com referência às FIGs. 2A-4, um laminado 50 inclui pelo menos um substrato 20, pelo menos um revestimento 30 e pelo menos uma camada ionomérica 40.

[0039] A camada ionomérica 40 inclui um polímero ou resina contendo íons, aqui referido como um “ionômero”. O ionômero pode ser um copolímero no qual cerca de 15% ou menos das unidades de monômero de repetição têm um grupo iônico pendente. O ionômero pode ser um polímero termoplástico. O ionômero pode ser um copolímero de ácido-etileno neutralizado ou parcialmente neutralizado ou um derivado do mesmo. O copolímero de ácido-etileno pode ser obtido pela copolimerização de etileno e um ácido carboxílico  $\alpha$ ,  $\beta$ -insaturado. O ácido pode ser ácido metacrílico ou ácido acrílico. O copolímero de ácido-etileno pode ser ácido etileno-co-

metacrílico (EMAA). Um íon metálico, como sódio ou zinco, pode ser usado para neutralizar o copolímero ácido.

[0040] Em um exemplo, o ionômero é um sal insolúvel em água de um polímero de etileno e ácido metacrílico ou ácido acrílico contendo cerca de 14-24% em peso do ácido e cerca de 76-86% em peso de etileno e tendo cerca de 10-80% do ácido neutralizado com um íon metálico, como um íon de sódio.

[0041] As forças eletrostáticas podem fazer com que os grupos iônicos dos ionômeros se associem, como produzir agregados ricos em íons do tamanho de nanômetros, dispersos na matriz polimérica. A morfologia dos ionômeros cristalizáveis pode incluir agregados iônicos, cristais de etileno e segmentos de ácido carboxílico não cristalino. Associações e agregações podem diminuir à medida que a temperatura do ionômero é aumentada.

[0042] As camadas ionoméricas 40 podem ser formadas, como em folhas, por métodos conhecidos como extrusão, coextrusão, moldagem por fusão de solução, moldagem por compressão, moldagem por injeção ou sopro em fusão. Aditivos como corantes, estabilizadores de UV ou antioxidantes podem ser adicionados ao ionômero, como durante a extrusão.

[0043] Em um exemplo, o ionômero é derretido, extrudado através de uma matriz e puxado através de cilindros de calandragem para formar folhas de resina de ionômero. As folhas podem ter uma superfície áspera, o que pode permitir que mais ar seja removido durante a laminação.

[0044] As folhas ionoméricas podem ser distinguidas por qualquer uma ou mais de alta transparência (por exemplo,  $\geq 90\%$ ), baixa opacidade (por exemplo,  $\leq 5\%$ ), tenacidade, durabilidade, alta resistência ao impacto, resistência ao corte de vidro, alto módulo, alta resistência à ruptura e forte adesão diretamente ao vidro. Sem se limitar a qualquer mecanismo ou modo de ação, a alta viscosidade do fundido pode impedir a formação de grandes cristalitos, o que ajuda a obter alta transparência e baixa opacidade.

Alternativamente ou adicionalmente, uma alta porcentagem do teor de ácido metacrílico e uma baixa porcentagem do teor de etileno podem diminuir a formação de cristalitos, o que ajuda a obter alta transparência e baixa opacidade.

[0045] A camada ionomérica 40 pode ser uma folha de resina ionomérica disponível comercialmente, como Surlyn<sup>®</sup>, SentryGlas<sup>®</sup>, ou SentryGlas<sup>®</sup> Plus (DuPont, Wilmington, DE; Kuraray, Tóquio, JP).

[0046] A camada ionomérica 40 pode ser disposta sobre um substrato 20, que pode ser um substrato revestido 10, para formar um laminado 50 ou uma porção dele.

[0047] Com referência às FIGs. 2A-4, os laminados 50 podem incluir uma pluralidade de substratos 20, pelo menos um revestimento 30 e pelo menos uma camada ionomérica 40. Na modalidade ilustrada na Fig. 2A, o laminado 50 inclui dois substratos 20 aderidos um ao outro por um revestimento 30 e uma camada ionomérica 40. O revestimento 30 é disposto no lado do ar 22a de um primeiro substrato do vidro flotado 20a. A camada ionomérica 40 é disposta entre o revestimento 30 e uma superfície 22 de um segundo substrato 20b. O segundo substrato 20b pode ser vidro flotado e a superfície 22 do segundo substrato 20b pode ser o lado do ar 22a ou o lado do estanho 22b.

[0048] Na modalidade representada na Fig. 2B, o laminado 50 inclui os mesmos componentes que na Fig. 2A, mas o revestimento 30 está disposto no lado do estanho 22b do primeiro substrato de vidro flotado 20a. A camada ionomérica 40 é disposta entre o revestimento 30 e uma superfície 22 de um segundo substrato 20b, como na Fig. 2A. O segundo substrato 20b pode ser vidro flotado e a superfície 22 do segundo substrato 20b pode ser o lado do ar 22a ou o lado do estanho 22b.

[0049] Na modalidade ilustrada na Fig. 3, o laminado 50 inclui dois substratos 20 cada um aderido a um lado 22 com um revestimento 30. Um ou

ambos os substratos 20 podem ser construídos em vidro flotado e o revestimento 30 pode ser aplicado no lado do ar 22a de cada substrato 20, no lado do estanho 22b de cada substrato 20 ou no lado do ar 22a de um substrato 20 e o lado estanho 22b do outro substrato 20. Uma camada ionomérica 40 disposta entre os substratos revestidos.

[0050] Na modalidade representada na Fig. 4, o laminado 50 inclui três substratos 20. Cada um dos dois substratos 20 posicionados no exterior do laminado 50 é revestido com um revestimento 30 em um lado 22. Um ou ambos os substratos 20 podem ser construídos em vidro flotado e o revestimento 30 pode ser aplicado no lado do ar 22a de cada substrato 20, no lado do estanho 22b de cada substrato 20 ou no lado do ar 22a de um substrato 20 e o lado estanho 22b do outro substrato 20. O substrato 20 posicionados no interior do laminado 50 é revestido com um revestimento 30 em cada lado 22. O substrato 20 posicionado no interior do laminado 50 pode ser construído de vidro flotado e o revestimento 30 pode ser aplicado no lado do ar 22a e no lado do estanho 22b.

[0051] Cada um do revestimento 30 e da camada ionomérica 40 pode aderir à superfície à qual cada um é aplicado. Sem se limitar a qualquer mecanismo ou modo de ação, a camada ionomérica 40 pode aderir ao substrato 20 através de forças eletrostáticas atraentes entre o copolímero iônico da camada ionomérica e a superfície polar de um substrato de vidro 20. O nível de adesão entre a camada ionomérica 40 e o substrato 20 pode ser maior quando o substrato 20 é um substrato revestido 10.

[0052] Os laminados 50 aqui descritos podem incluir laminados de esmalte cerâmico. Os laminados de esmalte cerâmico, por exemplo, borossilicatos a base de bismuto ou borossilicatos a base de zinco. Em laminados de esmalte cerâmico, tintas esmalte são queimadas sobre um substrato vítreo para formar uma ligação permanente. O aglutinante para esmaltes inclui vidro e se torna parte do substrato vítreo. Cores, padrões,

gráficos e texto podem ser adicionados aos laminados de esmalte cerâmico. Os laminados de esmalte cerâmico geralmente não formam bolhas, racham, desenvolvem gases ou outros produtos químicos, desbotam, mancham ou descolorem.

[0053] Os laminados 50 aqui descritos podem ser usados para aplicações, por exemplo, nas indústrias de construção e fabricação de automóveis. Na fabricação de automóveis, os laminados podem formar para-brisas e janelas. Na construção, os laminados podem formar janelas, incluindo janelas resistentes a furacões ou explosões de bombas; portas, incluindo portas resistentes a furacões ou explosões de bombas; claraboias, incluindo claraboias resistentes a furacões; fachadas, incluindo fachadas resistentes a explosões de bombas ou com suporte mínimo; pisos estruturais, escadas, passarelas e pontes para pedestres; e grades e coberturas com arestas minimamente suportadas e abertas.

[0054] A presente descrição difere dos laminados convencionais aos quais uma camada ionomérica 40 não é aplicada ou é aplicada com baixos níveis de adesão. Em laminados típicos compreendendo um substrato de vidro flotado 20, as camadas ionoméricas 40 não são aplicadas ao lado do ar 22a do vidro flotado ou são aplicadas com baixos níveis de adesão. Da mesma forma, em laminados típicos, enquanto a adesão das camadas ionoméricas 40 ao lado do estanho 22b do vidro flotado geralmente atende aos padrões da indústria, os níveis de adesão podem ser inconsistentes. Como descrito neste documento, os inventores verificaram que a aplicação de um revestimento 30 incluindo um promotor de adesão a um ou ambos os lados 22a, 22b (coletivamente, 22) de um substrato 20 melhora a adesão da camada ionomérica 40 a cada lado do ar 22a e o lado do estanho 22b. Em algumas implementações, a aplicação de um revestimento 30 incluindo um promotor de adesão a um substrato 20 fornece um nível de adesão mais consistente em comparação com os laminados preparados sem o revestimento 30. Em

algumas implementações, e em contraste com o presente estado da técnica, a adesão de uma camada ionomérica 40 ao lado do ar 22a de um substrato revestido 10 é maior que ao lado do estanho 22b do substrato revestido 10.

[0055] A aplicação de um revestimento 30 incluindo um promotor de adesão a um substrato 20 reduz ou impede o enfraquecimento da ligação adesiva entre a camada ionomérica 40 e o substrato 20 e reduz ou impede a delaminação do laminado 50. Um substrato revestido 10 adere melhor a uma camada ionomérica 40, isto é, com um nível de adesão mais alto do que um substrato não revestido 20 adere à mesma camada ionomérica 40. O nível de adesão aprimorado é observável, inclusive após uso prolongado em condições úmidas ou molhadas e após exposição a água doce ou salgada.

[0056] Comparados aos laminados de substratos não revestidos, os laminados 50, incluindo substratos revestidos 10, podem demonstrar um ou mais dentre resistência ao descolamento aprimorada, desempenho de esmagamento aprimorado, desempenho de carregamento de pressão de vento cíclico aprimorado, resistência aprimorada a ventos fortes, incluindo ventos com força de furacão e desempenho à prova de balas aprimorado.

[0057] A aplicação de um revestimento 30 incluindo um promotor de adesão a um substrato 20 pode permitir maior flexibilidade de produção do laminado em comparação com a produção de laminados sem um revestimento 30. Em alguns exemplos, o uso de um revestimento 30 permite o uso de água de lavagem diferente de água deionizada durante o processo de produção. A utilização de, por exemplo, água da torneira em vez de água deionizada pode reduzir o custo de produção dos laminados 50 que incluem um substrato revestido 10 em comparação com os laminados 50 que não incluem um substrato revestido 10. Em algum exemplo, o uso de um revestimento 30 permite o uso de substratos 10 com uma faixa maior de idades e históricos de processamento em comparação com os substratos 10 que não são tratados com um revestimento 30. A utilização de substratos 10 com idades variáveis e



históricos de processamento pode reduzir o custo de produção dos laminados resultantes 50.

#### Métodos para a formação de laminados

[0058] Os laminados 50 podem ser formados de acordo com um método que inclui pelo menos as seguintes etapas: (1) aquecer os substratos montados 20, o revestimento 30 e a camada ionomérica 30 por meio de um dispositivo radiante IR ou convectivo por um primeiro e curto período de tempo; (2) passar o conjunto para um cilindro de estrangulamento por pressão para uma primeira desaeração; (3) aquecer o conjunto por um curto período de tempo de cerca de 60 °C a cerca de 120 °C para dar ao conjunto adesão temporária suficiente para selar a borda da camada ionomérica; (4) passar o conjunto para um segundo cilindro de estrangulamento por pressão para selar ainda mais a borda da camada ionomérica e permitir manuseio adicional; e (5) autoclavar o conjunto a temperaturas entre 130 °C e 150 °C e pressões entre 150 psig e 200 psig por cerca de 15 a 300 minutos. As alternativas às etapas (1) a (4) acima para desaerar a interface camada ionomérica-substrato incluem processos de saco de vácuo e anel de vácuo.

#### **EXEMPLOS**

##### Exemplo 1 - Resistência ao descolamento

[0059] Laminados de substratos de vidro flotado com uma camada intermediária ionomérica (0,03 polegada de espessura) foram testados em testes de adesão de casca de 90 graus com tiras de polegada de largura usando um sistema de teste mecânico de coluna dupla da série Instron 5960 e de acordo com os padrões da indústria da construção. O vidro flotado revestido com um revestimento promotor de adesão TiOx (ID da amostra nos. 4, 5, 7 e 9 na Tabela 1 abaixo) foram comparados com o vidro flotado de referência revestido com um primer gama-aminopropiltriétoxissilano líquido (APTÉS) (ID da amostra nº 3), bem como o vidro flotado de controle sem revestimento (ID da amostra nºs. 1, 2, 6 e 8). Os resultados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1

ID	Superfície de vidro	Primer	TiOx	Esmalte	(n)	Carga Média (pli)	Desvio padrão
1	Estanho	Não	Não	Não	12	13,39	2,18
2	Ar	Não	Não	Não	12	1,34	0,54
3	Ar	Sim	Não	Não	12	5,29	2,57
4	Ar	Não	Sim	Não	12	20,48	0,64
5	Ar	Não	Sim	Não	11	20,81	1,30
6	Ar	Não	Não	Sim (branco)	16	1,52	0,57
7	Ar	Não	Sim	Sim (branco)	16	22,33	1,06
8	Ar	Não	Não	Sim (preto)	15	1,98	0,62
9	Ar	Não	Sim	Sim (preto)	16	22,24	0,66

[0060] Os laminados de controle demonstraram uma resistência ao descolamento no lado do estanho de 10-15 pli e uma resistência ao descolamento no lado do ar de 0-5 libras por polegada linear (pli). Os laminados preparados com um substrato revestido pelo promotor de adesão demonstraram uma resistência ao descolamento do lado do ar de 20-25 pli.

[0061] Os laminados preparados com um substrato revestido com promotor de adesão melhoraram significativamente a resistência ao descolamento em comparação com os laminados de controle preparados sem um promotor de adesão e com os laminados de referência preparados com APTES. Os laminados preparados com um substrato revestido pelo promotor de adesão apresentaram resistência ao descolamento do lado do ar cerca de 15 vezes maior que os laminados de controle. Os laminados preparados com um substrato revestido pelo promotor de adesão apresentaram resistência ao descolamento do lado do ar cerca de 4 vezes maior que os laminados de referência. Os resultados foram semelhantes quando um esmalte foi empregado.

[0062] Os laminados preparados com um substrato revestido pelo promotor de adesão apresentaram resistência ao descolamento do lado do ar com menos variabilidade (desvio padrão inferior) que os laminados de referência.

[0063] Os laminados preparados com um substrato revestido pelo

promotor de adesão apresentaram resistência ao descolamento do lado do ar cerca de 1,5 vezes maior que as resistências ao descolamento do lado do estanho dos laminados de controle.

#### Exemplo 2 - Adesão de Esmagamento

[0064] Os laminados de substratos de vidro flotado com uma camada intermédia ionomérica (0,03 polegada de espessura) foram testados em um método Saflex® modificado que incluía uma etapa separada para determinar o nível de adesão após a exposição à água. O vidro flotado revestido com um revestimento promotor de adesão TiOx (ID da amostra nos. 4, 5, 6 e 8 na Tabela 2 abaixo) foram comparados com o vidro flotado de referência revestido com um primer APTES líquido (ID da amostra nº 3), bem como o vidro flotado de controle sem revestimento (ID da amostra nºs. 1, 2, 5 e 7). Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2

ID	Superfície de vidro	Primer	TiOx	Esmalte	Valor de Esmagamento
1	Estanho	Não	Não	Não	9
2	Ar	Não	Não	Não	1
3	Ar	Sim	Não	Não	10
4	Ar	Não	Sim	Não	9
5	Ar	Não	Não	Sim (branco)	3
6	Ar	Não	Sim	Sim (branco)	9
7	Ar	Não	Não	Sim (preto)	1
8	Ar	Não	Sim	Sim (preto)	9

[0065] Os laminados preparados com um substrato revestido pelo promotor de adesão apresentaram valores de esmagamento no lado do ar cerca de 10 vezes maiores que os laminados de controle preparados sem um promotor de adesão. Os laminados preparados com um substrato revestido pelo promotor de adesão apresentaram valores de esmagamento no lado do ar comparáveis aos laminados de referência preparados com APTES. Os resultados foram semelhantes quando um esmalte foi empregado.

[0066] Os laminados preparados com um substrato revestido pelo promotor de adesão apresentaram valores de esmagamento no lado do ar

comparáveis aos valores de esmagamento do lado do estanho dos laminados de controle.

[0067] Embora várias modalidades representativas tenham sido descritas acima com um certo grau de particularidade, os versados na técnica podem fazer inúmeras alterações nas modalidades reveladas sem se afastar do espírito ou escopo do objeto inventivo estabelecido na especificação e nas reivindicações. As referências de junção (*por exemplo*, anexadas, acopladas, conectadas) devem ser interpretadas amplamente e podem incluir membros intermediários entre uma conexão de elementos e movimento relativo entre elementos. Como tal, as referências de junção não inferem necessariamente que dois elementos estão diretamente conectados e em relação fixa. Em alguns casos, nas metodologias direta ou indiretamente estabelecidas neste documento, várias etapas e operações são descritas em uma ordem de operação possível, mas os versados na técnica reconhecerão que as etapas e operações podem ser reorganizadas, substituídas ou eliminadas sem necessariamente sair do espírito e o escopo da presente descrição. Pretende-se que toda a matéria contida na descrição acima ou mostrada nos desenhos anexos seja interpretada apenas como ilustrativa e não limitativa. Alterações em detalhes ou estrutura podem ser feitas sem se afastar do espírito da descrição, conforme definido nas reivindicações anexas.

[0068] Embora a presente descrição tenha sido descrita com referência às modalidades preferidas, os versado na técnica reconhecerão que mudanças podem ser feitas na forma e nos detalhes sem se afastar do espírito e do escopo da descrição.

## REIVINDICAÇÕES

1. Substrato revestido, caracterizado pelo fato de que compreende:

um primeiro substrato transmissor de luz compreendendo vidro flotado e tendo uma superfície principal de ar e uma superfície principal de estanho;

um revestimento disposto diretamente em pelo menos uma porção da superfície principal de ar do primeiro substrato, o revestimento compreendendo um promotor de adesão incluindo pelo menos um óxido de metal selecionado a partir de óxido de silício, óxido de estanho e óxido de titânio; e

uma camada de folha de resina ionomérica disposta entre o revestimento e um segundo substrato transmissor de luz,

em que o revestimento tem uma espessura de 10 Å a 1000 Å.

2. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o revestimento tem uma espessura de 100 Å a 180 Å.

3. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o segundo substrato transmissor de luz compreende vidro flotado.

4. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que inclui ainda um segundo revestimento disposto em pelo menos uma porção da superfície principal de estanho do primeiro substrato.

5. Laminado transmissor de luz, caracterizado pelo fato de que compreende:

pelo menos um primeiro substrato transmissor de luz e um segundo substrato transmissor de luz, cada substrato tendo uma primeira superfície principal e uma segunda superfície principal, em que o primeiro

substrato transmissor de luz compreende vidro flotado tendo uma superfície principal de ar e uma superfície principal de estanho;

um revestimento disposto diretamente em pelo menos uma porção da superfície principal de ar do primeiro substrato, o revestimento compreendendo um promotor de adesão incluindo pelo menos um óxido de metal selecionado a partir de óxido de silício, óxido de estanho e óxido de titânio; e

uma camada ionomérica disposta no revestimento entre o revestimento e o segundo substrato transmissor de luz.

6. Laminado de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a camada ionomérica compreende um polímero termoplástico.

7. Laminado de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o segundo substrato transmissor de luz compreende vidro flotado.

8. Método para preparar um substrato revestido como definido na reivindicação 1, o método caracterizado pelo fato de que compreende:

bombardeamento iônico do promotor de adesão na superfície principal de ar do primeiro substrato transmissor de luz,

em que o promotor de adesão inclui pelo menos um óxido de metal selecionado a partir de óxido de silício, óxido de estanho e óxido de titânio.

9. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o bombardeamento iônico é por deposição a vácuo do dispositivo de bombardeamento iônico com magnétron.

10. Método de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o promotor de adesão também é bombardeado ionicamente sobre a superfície principal de estanho.

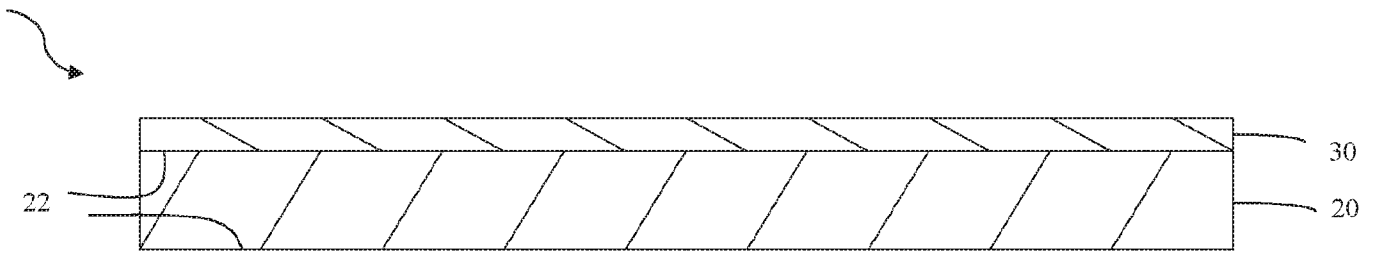


FIG. 1

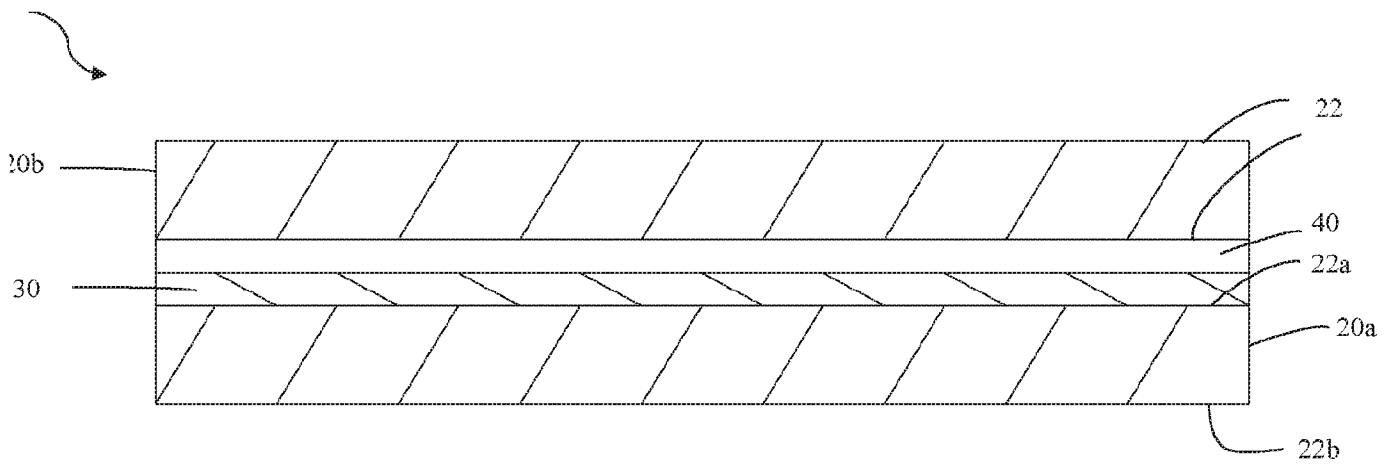


FIG. 2A

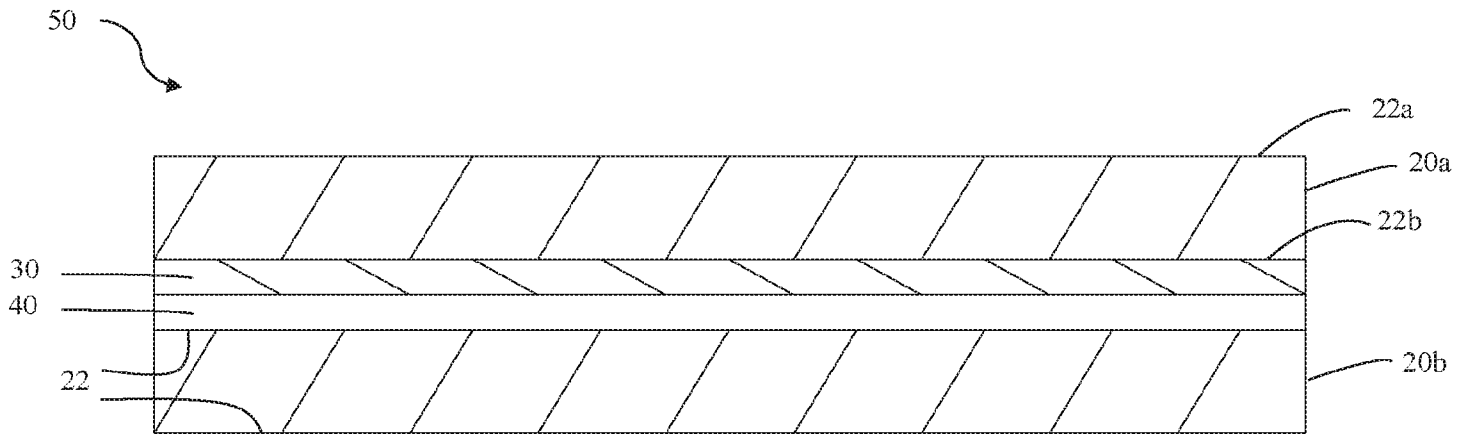


FIG. 2B

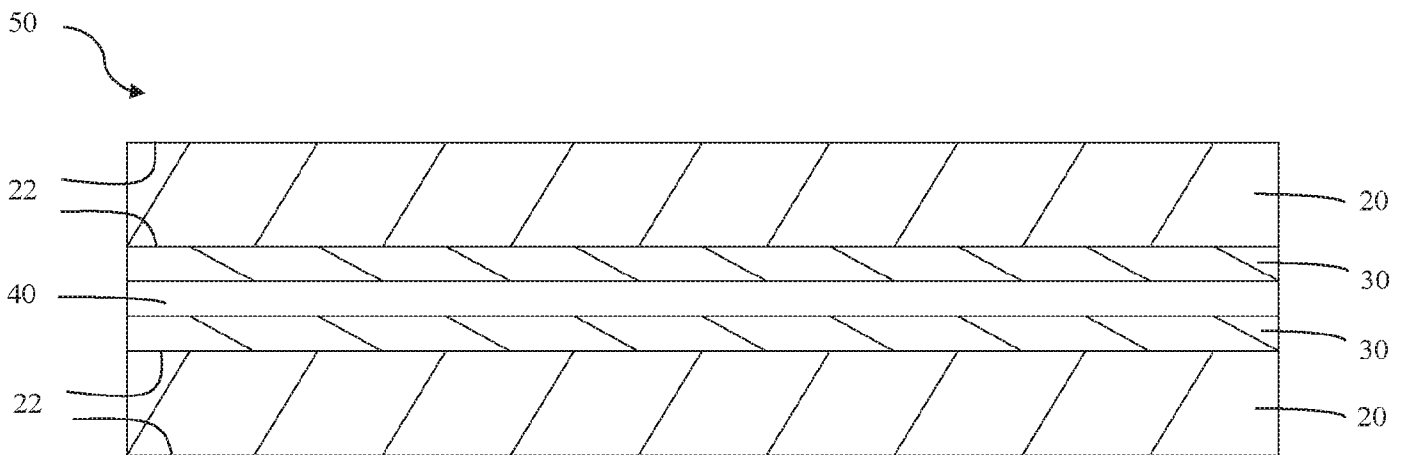


FIG. 3



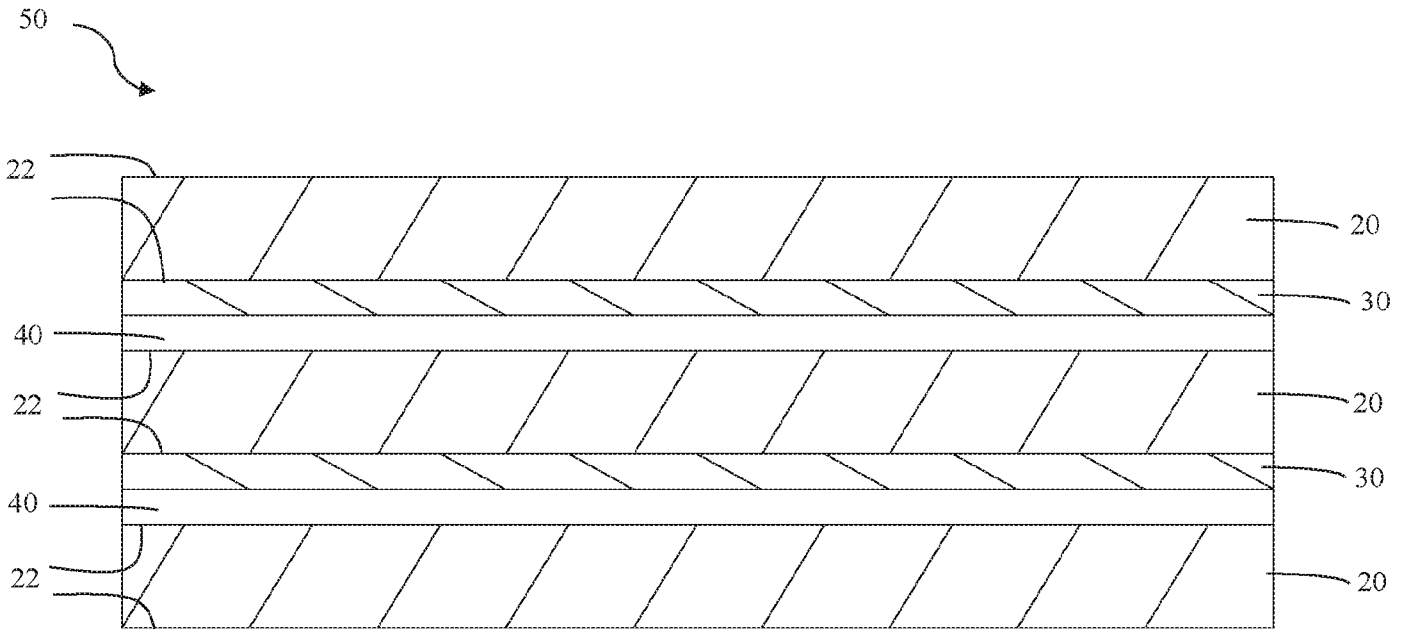


FIG. 4

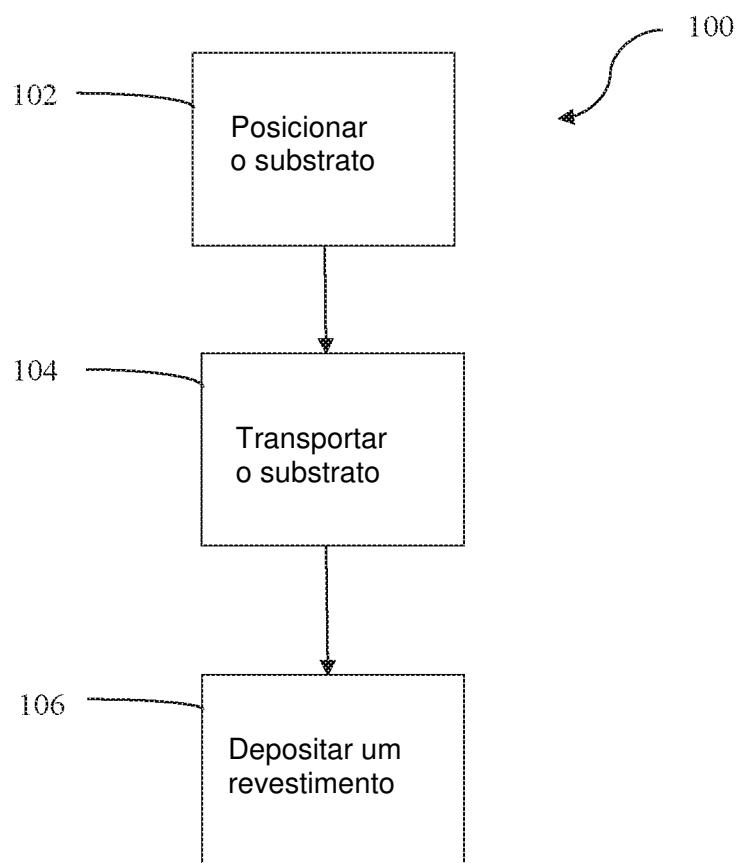


FIG. 5