



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

**(11) PI 0817752-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 03/10/2008**

**(45) Data de Concessão: 11/02/2020**

---

**(54) Título:** MÉTODO DE FORMAÇÃO DE UM PRODUTO COMPÓSITO

**(51) Int.Cl.:** B32B 5/18; B29C 70/08; B29C 70/46; B32B 15/04; B32B 7/12; (...).

**(52) CPC:** B32B 5/18; B29C 70/086; B29C 70/46; B32B 15/046; B32B 7/12; (...).

**(30) Prioridade Unionista:** 03/10/2007 GB 0719343.6.

**(73) Titular(es):** ACELL GROUP LIMITED.

**(72) Inventor(es):** ALDINO ALBERTELLI; MICHAEL FRIEH.

**(86) Pedido PCT:** PCT GB2008003371 de 03/10/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/044169 de 09/04/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 05/04/2010

**(57) Resumo:** MÉTODO DE FORMAÇÃO DE UM PRODUTO COMPÓSITO Um método de formação de um produto compósito é descrito. Um exemplo do método compreende o fornecimento de uma camada (34) compreendendo um material de moldagem em forma de folha e o fornecimento de um substrato (36). A camada de material em forma de folha é aplicada sobre uma superfície do substrato (36) e prensada no substrato em um molde (30). Em alguns exemplos, o substrato (36) é uma espuma de célula aberta e gás e/ou vapor pode ser deslocado da região de prensagem.

**"MÉTODO DE FORMAÇÃO DE UM PRODUTO COMPÓSITO"**

[0001] A presente invenção refere-se a produtos compósitos, por exemplo, produtos laminados. Aspectos preferidos da invenção referem-se a laminados compreendendo um substrato de espuma e um filme sobre uma superfície do substrato. Aspectos preferidos da invenção referem-se à produção de painéis laminados, por exemplo, para uso em construção, em mobília e como componentes arquitetônicos, por exemplo, moldagens arquitetônicas, embora a invenção tenha ampla aplicação a uma faixa maior de produtos compósitos. Os aspectos da invenção descritos referem-se a portas, janelas e outros painéis, em particular aqueles usados em construções.

[0002] Portas, janelas e painéis têm sido feitos, tradicionalmente, de madeira e podem ser envidraçados ou não envidraçados. Contudo, a menos que especialmente tratada, a madeira pode empenar se exposta a alterações na temperatura e/ou umidade. Isso pode ser desvantajoso esteticamente e pode também levar a dificuldades na abertura e fechamento das portas, janelas e divisórias. As últimas são problemas particulares à luz das regulamentações modernas de segurança de construção, onde portas, janelas e painéis empenados podem constituir um perigo de incêndio. Além disso, a madeira pode ser relativamente cara de obter e existem grandes preocupações ambientais com relação ao uso de determinados tipos de madeira.

[0003] Durante as últimas décadas, portanto, tem havido uma tendência a fornecer portas, painéis e janelas

artificiais. Um tipo de porta artificial é uma porta moldada. Portas moldadas podem ser formadas por meio de uma série de diferentes métodos.

[0004] Painéis laminados de resina de espuma do tipo compreendendo uma camada de resina de espuma e um filme estão sendo empregados crescentemente nas indústrias de construção, decoração e mobília em virtude da ampla faixa de propriedades úteis obteníveis.

[0005] Em um método conhecido de formação de painéis, os painéis compreendem um par de filmes externos e um núcleo de espuma interno. O filme ou filmes e o núcleo de espuma são formados separadamente e podem, então, ser unidos por meio de um adesivo ou mediante calor. Contudo, alguns adesivos falham sob determinadas condições, levando à delaminação e outros são difíceis de aplicar ou requerem o uso de condições cuidadosamente controladas, por exemplo, porque os componentes dos mesmos são considerados tóxicos ou, de outro modo, perigosos para a saúde. Em ainda outros casos, os componentes no adesivo afetam adversamente uma ou ambas as camadas a serem unidas, por exemplo, em virtude de um ataque químico ou solvatação local da camada. Da mesma forma, o uso de calor para união é limitado porque ele é adequado apenas onde pelo menos uma das camadas é um material passível de amolecimento pelo calor e nenhuma das camadas é afetada adversamente pela temperatura requerida para o tratamento térmico eficaz. Ainda, as uniões obtidas com alguns materiais por meio de calor não são fortes o bastante ou tendem a deteriorar com o tempo.

[0006] Além disso, tais métodos não são econômicos para a produção de painéis, tais como portas em painéis ou painéis que reproduzem paredes, os quais têm uma superfície profundamente perfilada, porque eles envolvem formação separada dos elementos de filme e núcleo adequadamente perfilados e isso pode envolver o uso de moldes caros.

[0007] Em sistemas conhecidos, os filmes podem ser formados mediante moldagem por prensagem de um compósito de moldagem de folha (SMC). O SMC inclui uma resina de termocura, por exemplo, uma resina de poliéster, junto com fibras de reforço, por exemplo, fibras de vidro.

[0008] Para fazer o filme formado, o compósito de moldagem em folha é dobrado para formar um bloco de carga e colocado em uma cavidade de moldagem pré-aquecida. O molde é fechado e pressão é aplicada para comprimir o compósito de moldagem, de modo que ele disperse sobre todas as partes do molde. Calor e pressão são aplicados até que o material moldado tenha curado. O molde é, então, aberto e o filme formado é removido.

[0009] Os filmes formatados podem, então, ser presos a lados opostos de uma estrutura, antes da injeção de uma espuma em uma cavidade localizada entre os filmes. A espuma atua como um preenchedor e pode auxiliar no fornecimento de rigidez e isolamento aprimorados aumentados da porta. A porta pode, então, ser acabada conforme apropriado.

[00010] Contudo, embora esse método possa ser eficaz, nem sempre é confiável. Isso é porque a cura da espuma e do preenchimento da cavidade é difícil de

controlar precisamente. Além disso, as propriedades reológicas da espuma de cura podem ser adversamente afetadas por reforços de tela de arame, os quais são frequentemente fornecidos entre os filmes de forma a fortalecer o produto resultante.

[00011] Existem desvantagens associadas à formação dos filmes de SMC usando tal método. Por exemplo, o SMC precisa ser dobrado para formar um bloco na cavidade do molde. Isso é porque o ar encerrado na cavidade do molde e os gases formados durante a reação de cura precisam ser liberados durante a operação de moldagem.

[00012] Além disso, alta pressão é requerida para obter a moldagem; pressões de 1000 a 1200 toneladas não são incomuns.

[00013] Isso impõe restrições sobre os materiais os quais podem ser usados para o molde em si. Em tais casos, moldes de aço inoxidável são usados, mas esses são caros e demoram a aquecer, levando a longos tempos de espera antes que a temperatura requerida do molde seja atingida. Por exemplo, o aquecimento de um molde de aço inoxidável para 140 graus necessário para moldagem por prensagem poderia levar várias horas. Além disso, moldes de aço inoxidável são pesados e o carregamento de um molde para a formação de um perfil de filme diferente poderia levar metade do dia, incluindo o resfriamento, troca do molde e ciclo de aquecimento. Portanto, tais processos de moldagem por prensagem eram, anteriormente, usados para produzir produtos de alto volume em virtude do investimento na fabricação do molde e demora na troca dos moldes.

[00014] Além disso, outra desvantagem com esse método é que, onde o filme é subseqüentemente aderido a um núcleo com adesivo ou preenchido com espuma para formar uma estrutura laminada de espuma, falha estrutural da união entre o filme e o núcleo pode ser um problema.

[00015] Um objetivo da presente invenção é fornecer um produto compósito aperfeiçoado e um método de formação de um produto compósito.

[00016] De acordo com um primeiro aspecto da invenção, é fornecido um método de formação de um produto compósito, o método compreendendo: fornecimento de uma camada compreendendo um material de moldagem em forma de folha; fornecimento de um substrato; aplicação da camada de material em forma de folha sobre uma superfície do substrato; e prensagem do material em forma de folha no substrato, em que a configuração do substrato é tal que gás e/ou vapor pode ser deslocado da região de prensagem.

[00017] De preferência, a região de prensagem é aquela área onde a superfície do substrato e o material em forma de folha estão sendo comprimidos juntos, de preferência na região da interface do substrato e do material.

[00018] Removendo o gás ou vapor que poderiam, de outro modo, permanecer e/ou se desenvolver nessa região, descobriu-se que a pressão requerida para formar o produto compósito pode ser significativamente reduzida em alguns casos.

[00019] De preferência, a natureza da superfície do substrato é tal que o gás ou vapor pode escapar da região

de prensagem. Por exemplo, uma região em pelo menos uma parte da superfície do material é, de preferência, porosa para permitir o deslocamento de gás ou vapor das áreas relevantes.

[00020] De preferência, o substrato é tal que gás ou vapor pode escapar da região de prensagem em uma direção tendo pelo menos um componente em uma direção geralmente transversal à direção de prensagem na qual o material em forma de folha é comprimido ao substrato.

[00021] Outras formações (como uma alternativa ou além de) podem ser fornecidas para auxiliar no deslocamento do gás. Por exemplo, ranhuras ou canais poderiam ser formados no substrato.

[00022] A configuração do substrato a qual permite o deslocamento do gás pode ser inerente pelo fato de que ela surge da natureza da composição do substrato em si e/ou pode ser proporcionada por meio de uma ação subsequente, por exemplo, mediante usinagem do substrato ou por meio da ação química sobre o substrato.

[00023] De preferência, a configuração do substrato é tal que ele pode liberar pressão na região de prensagem.

[00024] De preferência, o substrato inclui um material tendo uma estrutura celular. Uma estrutura celular do substrato pode fornecer o deslocamento necessário dos gases em algumas configurações. Em exemplos preferidos, o substrato compreende um material incluindo uma estrutura de célula substancialmente aberta. Dessa forma, bom movimento dos gases para fora da região de prensagem pode ser obtido

em alguns casos. O substrato pode compreender um material de espuma.

[00025] De acordo com um outro aspecto da invenção, é fornecido um método de formação de um produto compósito, o método compreendendo: fornecimento de uma camada compreendendo um material de moldagem em forma de folha; fornecimento de um substrato compreendendo um material de espuma, incluindo uma estrutura de célula substancialmente aberta; aplicação da camada de material de moldagem em forma de folha sobre uma superfície do substrato e aplicação de pressão para unir o material em forma de folha ao substrato. De preferência, o produto compreende um produto laminado. O produto laminado de acordo com a presente invenção pode compreender, por exemplo, um núcleo tendo um filme aplicado a uma superfície ou pode compreender um núcleo em sanduíche entre dois filmes. Outras configurações são possíveis.

[00026] O substrato pode, então, formar uma parte do produto final ou considera-se que o substrato poderia ser removido, por exemplo, mediante usinagem, após o filme ter sido formado. De preferência, o substrato forma parte de um produto final derivado a partir do produto compósito.

[00027] Em algumas modalidades da invenção, o material em forma de folha é diretamente aplicado ao substrato. Em outros exemplos, uma ou mais camadas podem ser fornecidas entre o substrato e o material em forma de folha, por exemplo, para intensificar a adesão ou união das duas partes. Por exemplo, um adesivo poderia ser aplicado entre as partes.

[00028] De preferência, o método inclui a etapa de aplicação da camada de material de moldagem em forma de folha a um molde, o método ainda incluindo a etapa de prensagem do substrato ao material em forma de folha ao molde.

[00029] Proporcionando a matriz na forma de uma folha, o uso de resina líquida pode ser evitado. Isso pode fornecer economia de tempo considerável na fabricação do produto, bem como benefícios com relação à facilidade de uso do material de matriz e uma redução na mão de obra e equipamento requeridos para aplicar o material de matriz ou pré-polímero ao molde.

[00030] O método pode incluir a etapa de aplicação da camada diretamente a uma superfície de um molde.

[00031] Em outros exemplos, uma ou mais de outras camadas poderiam ser aplicadas entre o material em forma de folha e a superfície da ferramenta em si. Em alguns exemplos, materiais poderiam ser aplicados à superfície da ferramenta, por exemplo, para auxiliar na moldagem e/ou liberar o produto do molde. Uma composição de revestimento pode ser aplicada ao molde, a qual forma um revestimento sobre o produto após moldagem. A composição pode ser colorida. A composição pode ser aplicada ao molde na forma de um pó, por exemplo, usando um método eletrostático.

[00032] De preferência, o método ainda inclui a etapa de fornecimento de uma máscara entre o material de moldagem em forma de folha e uma superfície do molde.

[00033] De preferência, a máscara compreende uma folha de material a qual é proporcionada entre o material

de moldagem em forma de folha e a superfície do molde antes de moldagem. O fornecimento da máscara, de preferência, dá origem a aprimoramentos ou alterações no acabamento de superfície do artigo moldado comparado com uma configuração na qual a máscara não está presente.

[00034] Por exemplo, onde a folha de compósito de moldagem compreende um componente de reforço, de preferência, a máscara atua para impedir ou reduzir a quantidade do componente de reforço na superfície do produto moldado resultante. Por exemplo, onde o compósito de moldagem compreende SMC, incluindo fibras de vidro curtas, descobriu-se, em algumas situações, que as fibras de vidro sobre a moldagem pode se projetar da superfície do produto moldado, proporcionando um acabamento de superfície desvantajoso. Usando uma máscara, pode ser possível fornecer uma barreira a determinados componentes do material de moldagem, por exemplo, de modo a aprimorar o acabamento de superfície.

[00035] Em alguns exemplos, acredita-se que o uso de uma máscara tem o efeito de reduzir o movimento do material de matriz no plano do molde. É uma característica preferida dos aspectos da presente invenção que o movimento no plano das superfícies do molde seja reduzido; acredita-se que isso proporciona melhor acabamento aos produtos moldados em algumas configurações.

[00036] A máscara é, de preferência, substancialmente permeável a um componente do material de moldagem durante a moldagem. Dessa forma, um componente, por exemplo, um componente de resina, do material de

moldagem pode passar através da máscara durante moldagem, de modo que um acabamento de resina na superfície do produto moldado possa ser formado.

[00037] Portanto, o material para a máscara é, de preferência, escolhido de modo que ele é suficientemente permeável a determinados componentes do compósito de moldagem (em particular a resina), ao mesmo tempo em que proporciona uma função de barreira para alguns outros componentes, por exemplo, fibras de vidro ou outros reforços.

[00038] Em algumas configurações, a máscara pode ser colocada diretamente adjacente à superfície do molde e haverá penetração suficiente pelos componentes de resina para que um acabamento de superfície satisfatório seja produzido. Contudo, considera-se que uma outra camada pode ser proporcionada entre a máscara e a superfície do molde para aprimorar o acabamento de superfície. Por exemplo, uma camada de material de resina pode ser proporcionada sobre a superfície do molde. Essa pode ser aplicada por meio de qualquer método apropriado.

[00039] Alternativamente ou além disso, a camada de máscara pode compreender componentes adicionais, por exemplo, material de resina, para aprimorar o acabamento de superfície.

[00040] A máscara pode compreender um material não-tecido. Em particular, onde a máscara é aplicada diretamente ao molde, pode ser desejado que a máscara não tenha uma textura ou acabamento em particular, o qual poderia formar uma estrutura de superfície perceptível na

superfície do produto moldado. Contudo, em outras configurações, tal estrutura ou padrão de superfície na superfície pode ser uma característica vantajosa.

[00041] Onde tal estrutura não é desejada, de preferência, a máscara compreende um material não-tecido. Por exemplo, de preferência, a máscara não compreende uma superfície tecida ou tricotada embora, em alguns casos, tal material possa ser usado, em particular se um tratamento de superfície tiver sido fornecido para reduzir a estrutura de superfície do material da máscara. Por exemplo, em algumas configurações, a máscara poderia compreender uma superfície de lã ou escovada. Contudo, para a maioria das aplicações, de preferência, pelo menos uma superfície do material de máscara não tem substancialmente estrutura ou padrão de superfície.

[00042] A máscara pode compreender uma toalha de feltro. Por exemplo, a máscara pode compreender um material de poliéster. Materiais alternativos poderiam ser usados, por exemplo, compreendendo lã, polietileno, polipropileno ou PET. A máscara poderia compreender um material de lã ou poderia compreender um material de espuma. Conforme indicado acima, um material adequado, de preferência, é permeável à resina a ser usada e tem uma textura de superfície adequada.

[00043] A máscara pode compreender um material de poliéster tendo um peso de cerca de 120 a cerca de 150 g/m<sup>2</sup>.

[00044] Um amplo aspecto da invenção proporciona um método de moldagem usando um compósito de moldagem em folha

compreendendo uma resina e um componente preenchedor, o método compreendendo aplicação de uma máscara entre o compósito de moldagem em folha e uma superfície de moldagem. Conforme discutido acima, de preferência, a máscara tem o efeito de uma barreira ao componente preenchedor, ao mesmo tempo em que permite passagem do material de resina, por exemplo, por meio de absorção.

[00045] Aplicando um material em forma de folha a um substrato compreendendo uma estrutura de célula aberta, diversas vantagens podem ser obtidas em exemplos desse aspecto da invenção.

[00046] Em particular, usando um substrato de espuma de célula aberta, ar no molde e gases produzidos durante o processo de moldagem pode passar em e através da estrutura de célula aberta da espuma, de modo que o risco do ar e gases deixarem falhas e outras deformidades no filme é reduzido.

[00047] Além disso, unindo o material em forma de folha ao substrato no processo de moldagem, eficiências na fabricação do produto laminado podem ser obtidas uma vez que, em alguns exemplos, uma outra etapa para aderir o filme a um núcleo poderia ser evitada.

[00048] Em alguns exemplos, será estabelecido que a formulação do material em forma de folha é tal que há o fluxo desejado do material de moldagem na superfície do substrato. Em alguns exemplos, isso será obtido por haver um excesso de material pré-polimérico na composição, por exemplo, comparado com composições correspondentes para outras aplicações.

[00049] Assim, a espessura do filme formado pode ser auto-regulada pelo fato de que a operação de moldagem comprimirá o material em forma de folha em uma espessura predeterminada e a resina em excesso fluirá no substrato. Também, menos precisão na formulação do material em forma de folha é requerida, uma vez que qualquer pré-polímero em excesso na composição será removido no substrato na etapa de moldagem.

[00050] Em exemplos preferidos, o material do material em forma de folha passa nas células ou outras formações do material de substrato durante o processo de moldagem e proporciona uma união mecânica entre o substrato e o filme moldado. Isso pode reduzir o risco de delaminação do filme do núcleo de substrato, fornecer um produto estável quando exposto a ciclos de aquecimento/resfriamento e fornecer uma estrutura composta monolítica sem a necessidade de que um adesivo seja aplicado ou a montagem das partes.

[00051] Em exemplos preferidos, o material em forma de folha forma um filme externo sobre o substrato, o qual é mecanicamente encaixado no substrato, proporcionando uma boa união entre o filme e o substrato. Em alguns casos, descobriu-se que a união obtida na interface do filme e do substrato é, na verdade, mais forte do que o material do substrato em si. Um produto laminado feito por meio desse método pode falhar dentro da camada do substrato e não na interface.

[00052] De preferência, o método inclui aplicação de calor e pressão ao substrato e ao material em forma de

folha. De preferência, o material em forma de folha é curado diretamente sobre o substrato. Essa característica importante pode ser fornecida independentemente. Um aspecto amplo da invenção proporciona cura de uma folha de material curável diretamente sobre a superfície de um substrato, de preferência um substrato configurado para deslocar gás ou vapor da região de interface, de preferência o substrato compreendendo uma espuma de célula aberta.

[00053] De preferência, o material em forma de folha compreende um material de termocura, o método incluindo a etapa de fazer com que ou permitir que o material cure.

[00054] De preferência, o método compreende um método de moldagem por prensagem.

[00055] De preferência, a pressão e temperatura e tempo de ciclo são escolhidos de modo que o material em forma de folha cura no molde.

[00056] De preferência, o molde é um molde em perfil para produzir o formato desejado do filme.

[00057] Uma superfície contornada do produto compósito pode ser obtida. Por exemplo, a superfície do produto pode incluir depressões formadas durante a etapa de prensagem à medida que os componentes são comprimidos sobre o molde. Assim, produtos compósitos moldados podem ser formados.

[00058] Considera-se que os métodos da presente invenção podem ser usados para formar produtos não tendo moldagens de superfície, por exemplo, painéis planos. Nesse caso, o substrato pode compreender qualquer material adequado. De preferência, o substrato compreende um

material rígido, de modo que a etapa de prensagem pode ser realizada com mais sucesso e o substrato pode conferir as propriedades mecânicas desejadas ao produto.

[00059] Em alguns exemplos, onde uma superfície contornada é requerida, os contornos ou moldagens requeridas podem ser formadas sobre a superfície do substrato. Por exemplo, o formato requerido pode ser formado no substrato por meio de usinagem, por exemplo, um bloco de substrato compreendendo uma espuma de poliuretano.

[00060] O formato do molde é equivalente aos contornos do substrato de modo que, quando os componentes são comprimidos sobre a superfície do molde, o painel resultante tem o filme tendo os contornos requeridos unido ao substrato formatado.

[00061] Contudo, de preferência, o substrato compreende um material passível de esmagamento de modo que, durante a aplicação da etapa de prensagem, uma superfície do substrato é moldada.

[00062] O substrato pode compreender um material frágil. Tal material pode ser rígido e não passível de esmagamento no uso normal do produto resultante mas, durante a etapa de prensagem, o material de substrato pode ser esmagado para moldar o substrato. Onde uma superfície de molde é usada, o material de substrato pode ser esmagado, de modo que suas superfícies que estão defronte para o molde se conformam aos contornos da superfície do molde.

[00063] Essa característica é particularmente vantajosa e é proporcionada independentemente. Portanto, um

aspecto da invenção proporciona um método de formação de um produto compósito, o método compreendendo: fornecimento de uma camada compreendendo um material de moldagem em forma de folha e fornecimento de um substrato incluindo um material passível de esmagamento, aplicação da camada de material em forma de folha sobre uma superfície do substrato e prensagem do material em forma de folha ao substrato, em que pelo menos parte do substrato é esmagada durante a etapa de prensagem.

[00064] De preferência, pelo menos parte do substrato é moldada durante a etapa de prensagem.

[00065] De preferência, o método inclui fornecimento de uma superfície de molde e aplicação primeiro da folha polimérica e, então, do substrato passível de esmagamento ao molde (opcionalmente com outras camadas ou componentes sendo fornecidos), o substrato sendo moldado para corresponder ao formato da superfície do molde.

[00066] De preferência, o substrato inclui um material o qual não é resilientemente passível de esmagamento; de preferência, a deformação do material de substrato durante prensagem é substancialmente plástica, isto é, substancialmente permanente e não recuperável. Assim, uma vez que o substrato tenha sido esmagado, ele permanece em seu formato esmagado.

[00067] Esse método é particularmente vantajoso em alguns casos. Em particular, ele pode remover o requisito de usinar os contornos requeridos em uma superfície do substrato antes de aplicação do filme.

[00068] Blocos únicos do substrato podem ser usados no método para formar produtos formatados ou moldados.

[00069] A moldagem pode conferir contornos de superfície do produto e/ou pode conferir o formato do produto em si. Considera-se que produtos formatados poderiam ser formados usando esse método.

[00070] Em exemplos descritos aqui, o substrato compreende um material plástico, mas qualquer outro material adequado poderia ser usado.

[00071] Considera-se que a invenção poderia ser aplicada onde o substrato compreende um material o qual é rígido mesmo quando de aplicação de pressão mas, de preferência, o substrato compreende um material o qual pode ser controlavelmente esmagado durante aplicação de pressão, de modo que uma superfície do substrato pode tomar os contornos de uma parte do molde.

[00072] Dessa forma, produtos laminados moldados podem ser eficientemente produzidos em uma única etapa a partir de um material em forma de folha e um bloco de material de substrato.

[00073] Em alguns exemplos preferidos, o substrato pode ser fornecido com dois filmes em uma única etapa de prensagem, de preferência o substrato sendo moldado de acordo com o formato de duas superfícies de molde opostas. As duas superfícies de molde podem ter diferentes perfis ou o mesmo perfil.

[00074] Em alguns exemplos, parte ou todo o núcleo pode ser esmagado para ter espessura substancialmente zero.

[00075] Em exemplos da presente invenção, o material de substrato compreende, de preferência, uma espuma rígida, por exemplo, um material de espuma obtido ao deixar ou permitir que uma mistura de resol fenólico, endurecedor ácido e sólido em partícula finamente dividido cure sub condições nas quais formação de espuma da mistura seja causada primária ou unicamente por meio de volatilização de pequenas moléculas presentes no resol ou formada como um subproduto da reação de cura. A formação de um exemplo de tais espumas é descrito em detalhes no EP 0010353 e corpos de espuma compreendendo essas espumas pode ser obtido como espuma ACELL da Acell Holdings Limited, Reino Unido.

[00076] De preferência, o material de substrato tem uma densidade na faixa de 100 a 500 kg/m<sup>3</sup>, mais preferivelmente 120 a 400 kg/m<sup>3</sup> e, ainda mais preferivelmente, 120 a 250 kg/m<sup>3</sup>. Descobriu-se que tais espumas podem ser levadas a reproduzir, sobre uma face dasmesmas, o detalhe de superfícies de molde mesmo muito finas e complexas por meio de aplicação de uma pressão adequada, o nível da qual depende da natureza e densidade do material de espuma, mas pode ser prontamente determinado através de um experimento simples.

[00077] Tal substrato tem uma estrutura de célula substancialmente aberta, de modo que a camada de material em forma de folha é comprimida nas células ou poros do material, o gás ou vapor nos mesmos podendo ser prontamente deslocado.

[00078] Embora qualquer material adequado possa ser empregado, aspectos da invenção são particularmente

adequados para uso com materiais estruturais substancialmente rígidos, por exemplo, espumas, isto é, de preferência, espumas de auto-sustentação as quais são resistentes à deflexão sob carga e não entram em colapso sob pressão moderada.

[00079] Acredita-se que as propriedades físicas de tais espumas, especialmente a resistência compressiva e deflexão sob carga, estão relacionadas (dentre outros fatores) à espessura da parede de célula. Em alguns exemplos, descobriu-se que o tamanho de célula para um material de substrato adequado está na faixa de cerca de 0,5 mm a 5 mm, mais preferivelmente 0,5 ou 1 mm a 2 ou 3 mm.

[00080] É preferido que o substrato inclua um material preenchedor, por exemplo, um material preenchedor finamente dividido. Resina fenólica em espuma reforçada com um preenchedor finamente dividido é particularmente preferida em algumas configurações em virtude da excelente combinação de propriedades físicas e resistência ao fogo que pode ser obtida para laminados formados a partir da mesma.

[00081] De preferência, pelo menos algumas das células ou poros do substrato em espuma são abertos à superfície da face sobre a qual a camada de material em forma de folha tem de ser aplicada e, de preferência, se abrem para baixo da superfície até uma largura maior do que a abertura, desse modo, proporcionando um corte o qual pode intensificar o encaixe do material em camada no substrato.

[00082] Em alguns exemplos, a espessura da camada de material em forma de folha proporcionada sobre o substrato será de pelo menos 1 mm, mas espessuras de menos de 1 mm também são consideradas. Se desejado, a espessura da camada de material pode ser reduzida antes ou após cura.

[00083] Em alguns exemplos, uma outra camada de material de moldagem em forma de folha é aplicada a uma superfície oposta do substrato, a aplicação de pressão mantendo em sanduíche o substrato entre as duas camadas de material em forma de folha.

[00084] Dessa forma, um produto laminado incluindo um filme sobre dois lados pode ser formado. Por exemplo, onde o produto compreende uma porta, ambos os lados da porta podem ser formados em uma única etapa.

[00085] O material em forma de folha inclui, de preferência, uma termocura. O material pode incluir outros componentes, por exemplo, componentes para permitir que o material seja manipulado na forma de uma folha.

[00086] O material em forma de folha de aspectos da invenção pode incluir qualquer composição de matriz apropriada. Por exemplo, a matriz pode incluir um ou mais de um polímero de termocura, por exemplo, uma resina de epóxi, uma resina fenólica, uma bismaleimida ou poliimida e/ou qualquer outro material adequado. O material pode incluir melamina, a qual é útil como um retardante de chama. Os materiais de matriz podem incluir ainda endurecedores, aceleradores, preenchedores, pigmentos e/ou quaisquer outros componentes, conforme requerido. A matriz pode incluir um material termoplástico.

[00087] O material em forma de folha pode compreender reforço, por exemplo, fibras de reforço. O material em forma de folha pode incluir fibras de vidro.

[00088] De preferência, o material de moldagem em forma de folha compreende SMC (compósito de moldagem em folha).

[00089] O SMC pode compreender dois componentes principais: uma matriz e um reforço.

[00090] A matriz compreende, de preferência, uma resina a qual inclui, de preferência, poliéster, mas pode incluir vinil éster, epóxi, fenólica ou uma poliimida. De preferência, a matriz compreende uma resina de termocura.

[00091] A matriz pode ainda compreender aditivos, por exemplo, minerais, preenchedores inertes, pigmentos, estabilizantes, inibidores, agentes de liberação, catalisadores, espessantes, aditivos de hidratação e/ou outros materiais adequados.

[00092] O reforço compreende, de preferência, fibras de vidro. As fibras podem ser cortadas, por exemplo, em comprimentos de 5 cm ou menos ou podem ser contínuas. Outros materiais de reforço poderiam ser usados, por exemplo, fibras de carbono.

[00093] Há benefícios no uso de SMC. Por exemplo, SMC tem baixa densidade, mas propriedades mecânicas favoráveis se comparado com outros materiais, por exemplo, termoplásticos e também exhibe boas propriedades térmicas. De importância particular para algumas aplicações, por exemplo, aplicações em construção, a resistência ao fogo também é boa. O SMC também mostra boas qualidades de

redução de ruído, também importantes onde usado como um material de construção e boa resistência química.

[00094] As fibras podem ser fibras curtas ou podem ser fibras longas. As fibras podem ser frouxas, por exemplo, as fibras podem estar dispostas de uma maneira uni- ou multi-direcional. As fibras podem ser parte de uma rede, por exemplo, tecidas ou tricotadas juntas de qualquer maneira apropriada. A disposição das fibras pode ser aleatória ou regular e pode compreender um pano tecido, manta, feltro ou tecido ou outra configuração. O material pode incluir fibras curtas. As fibras podem fornecer um enrolamento de filamento contínuo. Mais de uma camada de fibras pode ser proporcionada.

[00095] As fibras podem incluir um ou mais materiais. Por exemplo, as fibras podem incluir um ou mais de fibras de carbono, fibras de vidro, fibras de aramida e/ou fibras de polietileno. Fibras de Kevlar™ podem ser usadas. Produtos incluindo tais fibras poderiam ser usados para dispositivos protetores e produtos de construção. Por exemplo, alguns produtos da presente invenção podem encontrar aplicação como produtos de blindagem ou à prova de balas. Por exemplo, painéis protetores podem ser formados tendo reforço com fibra de Kevlar™.

[00096] O material em forma de folha pode compreender um material compósito de fibra impregnado.

[00097] Surpreendentemente, descobriu-se que materiais de formação de folha, incluindo fibras longas, podem ser usados nos métodos da presente invenção e também materiais de formação de folha incluindo fibras as quais

são tecidas juntas podem ser usados. Sem desejar estar preso pela teoria, acredita-se que tais materiais tendo reforços de fibra relativamente longa e/ou incluindo mantas de fibra ou outras redes ou estruturas podem ser usadas em virtude do fato de o movimento do material no molde em uma direção ao longo da superfície do molde ser relativamente baixo.

[00098] Alternativamente ou além de reforço sendo fornecido como uma parte integral do material em forma de folha, reforço pode ser fornecido como uma camada distinta, por exemplo, disposta entre o material em forma de folha e o substrato.

[00099] Onde a camada distinta de reforço é proporcionada, ela pode estar localizada através do todo do substrato ou pode, por exemplo, ser proporcionada em algumas partes. Por exemplo, se há uma seção particular do produto a qual é mais suscetível a dano ou ataque, reforço adicional pode ser fornecido nessa região. Por exemplo, onde o produto tem de ser usado em uma porta, reforço adicional pode ser fornecido em regiões da porta as quais são mais finas do que outras em virtude de moldagem decorativa ou outras características e/ou em regiões da porta as quais são mais suscetíveis a dano.

[000100] Assim, a configuração pode incluir um material em forma de folha tendo um reforço integral, por exemplo, fibras curtas e/ou fibras mais longas, as quais podem estar dispostas como tecidos ou mantas, por exemplo. Além de ou alternativamente, o reforço pode ser fornecido como uma ou mais camadas distintas do material em forma de

folha. A camada adicional de reforço pode incluir fibras curtas e/ou longas, por exemplo, dos materiais mencionados acima.

[000101] Durante a prensagem ou moldagem, de preferência o material de matriz, por exemplo, resina, flui na estrutura do tecido ou outra configuração, para formar uma união.

[000102] De preferência, a camada de material em forma de folha compreende uma composição curável. Em alguns exemplos da invenção, o material em forma de folha poderia ser fixável de outro modo que não mediante cura.

[000103] De preferência, a pressão e calor são escolhidos de modo que o material em forma de folha é moldado e, então, cura no molde.

[000104] De preferência, a viscosidade do material em forma de folha é reduzida durante a etapa de prensagem.

[000105] De preferência, o material em forma de folha é um que reduz a viscosidade e/ou liquefaz pelo menos parcialmente quando de aplicação de calor e/ou pressão. Dessa forma, algum fluxo do material no molde pode ser obtido. Isso pode levar à moldagem aprimorada do material, espessura mais uniforme e/ou redução de defeitos de moldagem. De preferência, o material flui pelo menos parcialmente nas células do material de substrato durante a etapa de prensagem.

[000106] De preferência, o material e substrato são tais que o material flui apenas parcialmente no substrato durante a etapa de moldagem, de modo que boa união entre o filme e o substrato é obtida, ao mesmo tempo em que retém

uma espessura de filme adequada para as propriedades mecânicas e outras requeridas do laminado.

[000107] De preferência, o material em forma de folha é aplicado como uma única espessura.

[000108] De preferência, o material, por exemplo, o SMC, é aplicado ao molde na forma desdobrada. Isso leva à facilidade de fabricação e também pode reduzir a pressão requerida para a etapa de moldagem. Conforme ainda discutido aqui, uma pluralidade de camadas de espessura única pode ser proporcionada, as camadas, de preferência, sobrepondo às bordas para reduzir o risco de vãos serem formados no filme.

[000109] De preferência, o material em forma de folha é aplicado substancialmente a toda a superfície do molde.

[000110] Ter o SMC se estendido substancialmente através de toda a área de uma face do molde tem uma série de vantagens. Por exemplo, em algumas configurações, a pressão requerida para completar a etapa de moldagem pode ser reduzida diminuindo a quantidade de fluxo lateral requerido do material no molde. Também, reduzindo a quantidade de fluxo de material através da superfície do molde, abrasão e/ou desgaste da superfície do molde pode ser reduzido. Dessa forma, o material usado para o molde pode ser selecionado de uma faixa mais ampla de materiais candidatos, conforme discutido em maiores detalhes abaixo.

[000111] O material em forma de folha pode ser aplicado ao molde como um único pedaço de material.

[000112] De preferência, uma pluralidade de folhas de material em forma de folha é aplicada a uma superfície do molde.

[000113] Em algumas configurações, por exemplo, em virtude da superfície do molde ser grande ou para aprimorar a facilidade de manipulação do material em forma de folha, vários pedaços de material em forma de folha podem ser aplicados ao molde e/ou ao substrato. De preferência, uma borda de uma folha se sobrepõe a uma borda de uma folha adjacente. Dessa forma, o risco de vãos serem formados no filme sobre o substrato é reduzido. Descobriu-se que o material adicional na região de sobreposição não leva à qualidade reduzida do produto acabado: qualquer material em excesso nessa região pode, em alguns exemplos, estar no substrato e/ou lateralmente dentro do molde.

[000114] Assim, em alguns exemplos, em particular onde formatos complexos têm de ser formados, vários pedaços de material em forma de folha podem ser fornecidos.

[000115] Essa característica é ainda vantajosa pelo fato de que ela pode levar a uma redução na quantidade de material em forma de folha potencialmente residual. Pedaços menores de material, por exemplo, cortes de pedaços maiores ou aparas (por exemplo, se um painel inclui uma seção envidraçada) não precisam ser descartadas, mas antes, podem ser usadas.

[000116] De preferência, a pressão aplicada é uma pressão menor do que 200 toneladas, de preferência menor do que cerca de 100 toneladas.

[000117] Conforme discutido acima, processos tradicionais de fabricação de SCM requerem uma pressão enorme para evacuar o ar encerrado durante a formação do produto de SMC. Colocando o substrato de espuma por trás do filme de SMC antes de prensagem, o ar pode escapar através da estrutura celular da espuma, reduzindo grandemente a abrasão sobre a superfície da ferramenta. Também, pressões consideravelmente menores são requeridas. De preferência, a pressão é menor do que 500 toneladas, de preferência menor do que 200 toneladas, de preferência menor do que cerca de 100 toneladas.

[000118] De preferência, o material de formação de folha é aplicado a uma superfície do molde compreendendo alumínio ou liga de alumínio.

[000119] Onde pressões menores são usadas, ferramentas de alumínio podem ser usadas. Isso pode dar origem a um menor custo com ferramentas, produção flexível e menos tempo de espera em virtude de troca de ferramenta em vista do peso reduzido de um molde de alumínio e velocidade de aquecimento ou resfriamento de um molde de alumínio comparado com um molde de aço inoxidável. Por exemplo, o volume de uma ferramenta de alumínio poderia ser significativamente menor do que aquele de uma ferramenta de aço correspondente e isso, combinado com a menor densidade do alumínio, leva a vantagens de peso consideráveis quando de uso de moldes de alumínio.

[000120] Onde referência é feita aqui a componentes sendo feitos de ou compreendendo alumínio, de preferência,

o componente relevante inclui alumínio ou uma liga de alumínio apropriada ou outro material incluindo alumínio.

[000121] De preferência, o material em forma de folha é aplicado a uma superfície do molde tendo um padrão de superfície.

[000122] Conforme indicado acima, a superfície do molde é, de preferência, formatada, por exemplo, para fornecer uma superfície perfilada ao filme do laminado. Alternativamente ou além disso, um padrão de superfície pode ser conferido ao molde para fornecer um padrão de superfície ou textura sobre a superfície do filme do laminado.

[000123] Por exemplo, um padrão referente ao padrão de um veio de madeira pode ser conferido à superfície do molde de modo a formar um padrão sobre a superfície do filme laminado semelhante a um veio de madeira. Outros padrões poderiam ser conferidos para fornecer um acabamento alternativo ao filme.

[000124] Um outro aspecto da invenção proporciona um método de formação de um produto compósito, o método compreendendo: fornecimento de uma camada compreendendo um material de moldagem em forma de folha; fornecimento de um substrato; aplicação da camada de material de moldagem em forma de folha sobre uma superfície do substrato; e aplicação de pressão para unir o material em forma de folha ao substrato, em que o substrato inclui formações na superfície sobre pelo menos uma parte da superfície do substrato, de modo que o material do material em forma de

folha se encaixa nas formações para unir o material ao substrato.

[000125] A superfície do substrato pode incluir uma pluralidade de vazios.

[000126] As formações podem compreender vazios na superfície do substrato para intensificar o encaixe do material no substrato e, conseqüentemente, a união do material ao substrato.

[000127] Os vazios ou formações podem ser de qualquer forma, de modo a intensificar a união do material ao substrato. Por exemplo, podem haver furos, cavidades ou poros na superfície, podem haver canais ou ranhuras. O padrão das formações pode ser de qualquer forma, seja regular ou aleatória, e as formações podem se estender através de toda a superfície do substrato ou apenas sobre uma ou mais seções da superfície.

[000128] De preferência, pelo menos algumas das formações ou vazios se abrem abaixo da superfície em uma largura maior do que a abertura na superfície. Dessa forma, um corte pode ser fornecido, o qual pode intensificação o encaixe.

[000129] As formações ou vazios podem surgir da natureza do substrato em si. Por exemplo, onde o substrato compreende uma espuma, as formações ou vazios podem ser conferidos pelas células da espuma. Alternativamente ou além disso, formações ou vazios podem ser formados na superfície do substrato, por exemplo, mecânica ou quimicamente. Por exemplo, furos poderiam ser usinados na superfície do substrato para aprimorar o encaixe.

[000130] De preferência, o material em forma de folha é tal que o material de matriz, por exemplo, a resina pré-polimérica, se estende na superfície do substrato durante prensagem. Isso pode aprimorar a união entre o filme e o substrato.

[000131] De preferência, a distância a qual o material de matriz se estende na superfície é mais de 10%, 20%, 30% ou mesmo 50% da espessura do filme sobre o substrato. Por exemplo, mais de 5%, mais de 10% ou mais de 20% da resina no material em forma de folha podem fluir para o substrato.

[000132] A formulação do material em forma de folha pode ser tal que haja material de matriz suficiente na composição para permitir que exista um volume desejado de fluxo do polímero na superfície do substrato. Isso pode requerer que o material em forma de folha inclua resina adicional comparado com aquele de um material em forma de folha convencional.

[000133] De acordo com um aspecto amplo da invenção, é fornecido um método de formação de um produto compósito, o método compreendendo as etapas de: fornecimento de um material em forma de folha curável; fornecimento de um substrato; e prensagem do material em forma de folha ao substrato.

[000134] De preferência, o material em forma de folha inclui um material de termocura.

[000135] De preferência, a configuração é tal que gases podem ser liberados da configuração durante a etapa de prensagem.

[000136] De preferência, a superfície do substrato inclui uma pluralidade de poros ou outras formações na superfície, de modo que o material em forma de folha pode fluir de forma a se encaixar mecanicamente no substrato, por exemplo, como um resultado dos poros ou formações. Dessa forma, uma forte interface entre o filme e o substrato do produto resultante pode ser obtida.

[000137] Em alguns exemplos, o substrato tem uma estrutura de célula substancialmente aberta. O substrato pode compreender um material de espuma de célula aberta.

[000138] De preferência, uma única etapa de prensagem é usada na formação do produto compósito.

[000139] De preferência, o produto acabado completo é formado por meio de um método no qual apenas uma etapa de prensagem ou moldagem é usada.

[000140] De preferência, o substrato compreende um material rígido passível de esmagamento. Dessa forma, regiões deprimidas no produto laminado podem ser formadas usando uma ferramenta de moldagem formatada.

[000141] De preferência, o material em forma de folha é fornecido sobre uma superfície da ferramenta, o substrato é fornecido sobre a camada em forma de folha e é comprimido sobre a superfície da ferramenta.

[000142] Um aspecto da invenção proporciona um método de formação de um produto compósito, o método compreendendo as etapas de aplicação de um compósito de moldagem em folha a um substrato frágil de célula aberta e prensagem do compósito de moldagem em folha ao substrato para aderir o SMC ao substrato e moldar o substrato em uma única etapa.

[000143] O método pode incluir ainda fornecimento de uma segunda camada de material curável em forma de folha, o método incluindo fornecimento do substrato entre as duas camadas e prensagem das duas camadas ao substrato.

[000144] A invenção ainda proporciona um método de formação de um produto laminado, o método compreendendo as etapas de: fornecimento de duas camadas de material curável em forma de folha; fornecimento de um substrato entre as duas camadas, o substrato opcionalmente tendo uma estrutura de célula substancialmente aberta; e prensagem das duas camadas de material curável em forma de folha ao substrato.

[000145] Dessa forma, um painel em sanduíche de espuma compreendendo uma camada de espuma entre dois filmes pode ser feito em uma única etapa de prensagem.

[000146] O método pode incluir a etapa de fornecimento de outros componentes entre as duas camadas de material curável em forma de folha.

[000147] Outros componentes também podem estar em sanduíche entre os filmes durante o processo de moldagem. Por exemplo, onde o produto é uma porta, os componentes da estrutura de porta, painéis envidraçados e outros componentes poderiam ser dispostos no molde de forma que eles possam ser formados no produto em uma única etapa de moldagem. Considera-se que um produto substancialmente completo, por exemplo, uma porta, poderia ser feito em uma única operação de moldagem usando a presente invenção.

[000148] Um aspecto amplo da invenção proporciona um método de formação de um produto laminado, por exemplo, um painel ou porta, o método compreendendo as etapas de

fornecimento de primeira e segunda camadas de material de moldagem em forma de folha, aplicação de um substrato entre as primeira e segunda camadas, opcionalmente ainda aplicação de um componente adicional entre as primeira e segunda camadas e aplicação de pressão às camadas para unir as camadas ao substrato a fim de formar o produto.

[000149] Para fornecer rigidez aprimorada, o produto acabado (porta, janela ou painel), em geral os filmes serão espaçados não apenas por um núcleo, mas também por uma estrutura ou elementos estruturais, tais como padrões, trilhos e/ou mainéis. Os elementos estruturais podem ser de madeira, metal (por exemplo, alumínio) ou plástico (tal como PVC) ou uma combinação desses, por exemplo, plástico reforçado de metal. O material plástico pode conter preenchedor, se desejado, para aprimorar a dureza e/ou rigidez.

[000150] Em uma modalidade preferida, o núcleo ocupa substancialmente todo o volume ou volumes dentro da estrutura; isto é, substancialmente todo o espaço dentro do painel definido pelos filmes e os componentes da estrutura. Também é preferido que o substrato seja unido a cada filme sobre substancialmente toda a área do substrato a qual está em contato com esse filme, mesmo quando o filme inclui uma ou mais zonas deprimidas, uma vez que isso intensifica a resistência global do painel e a resistência ao empenamento.

[000151] Em uma modalidade preferida, o substrato está na forma de um ou mais blocos, por exemplo, blocos retangulares, mantidos em uma estrutura, pelo menos um dos

blocos inclui uma ou mais zonas deprimidas e a porção do bloco ou blocos por trás de cada zona se conforma aos contornos da referida zona como um resultado de esmagamento controlado seletivo do substrato na área por trás da referida zona.

[000152] A invenção também proporciona um produto formado por meio de um método conforme descrito aqui e um aparelho para uso em um método conforme descrito aqui.

[000153] Também fornecido pela invenção é um produto compreendendo um substrato e um filme de material em forma de folha unido a uma superfície do substrato, em que o material do material em forma de folha é mecanicamente encaixado com a superfície do substrato. O substrato pode ter formações sobre sua superfície, o material se encaixando nas formações. O substrato pode ser um material de célula substancialmente aberta se estendendo nas células do substrato de célula aberta.

[000154] A invenção também proporciona um produto compreendendo um substrato de célula substancialmente aberta e um filme de material em forma de folha unido a uma superfície do substrato e ainda proporciona um substrato para uso em um método descrito aqui.

[000155] Também fornecido pela invenção é um aparelho de moldagem para uso em prensagem de um material de moldagem em forma de folha a um substrato, de preferência uma superfície do aparelho de moldagem compreendendo alumínio ou liga de alumínio.

[000156] Onde referência é feita aqui ao filme ou camada sendo unida ao substrato, deve ser entendido que, de

preferência, pelo menos uma parte do filme ou camada é assim unida. Em alguns exemplos, o filme ou camada, etc. será preso sobre o todo de sua interface com o substrato.

[000157] A invenção se estende a métodos e/ou aparelhos substancialmente conforme aqui descrito com referência aos desenhos em anexo.

[000158] Qualquer característica em um aspecto da invenção pode ser aplicada a outros aspectos da invenção, em qualquer combinação apropriada. Em particular, aspectos do método podem ser aplicados a aspectos do aparelho e vice-versa.

[000159] Características preferidas da presente invenção serão agora descritas, meramente à guisa de exemplo, com referência aos desenhos em anexo, nos quais:

[000160] A Figura 1 mostra um aparelho para moldagem por prensagem de um SMC de acordo com um método conhecido;

[000161] As Figuras 2 a 7 mostram etapas em um método de formação de um produto compósito de acordo com uma modalidade da presente invenção;

[000162] A Figura 8 ilustra a formação de uma porta composta;

[000163] As Figuras 12a a c ilustram um método de formação de um produto compósito de acordo com um outro exemplo.

[000164] A Figura 1 mostra um método de moldagem de um filme a partir de um SMC. Um molde 1 é fornecido compreendendo seções de molde macho 2 e fêmea 3. As seções de molde 2, 3 são aquecidas para uma temperatura de cerca de 140 graus C. Preferencialmente, uma temperatura maior

que 100 °C, tal como maior que 120 °C. O compósito de moldagem em folha é dobrado para formar um bloco de carga 4, o qual é colocado no molde. As seções de molde 2, 3 são comprimidas juntas e o SMC dispersa na cavidade do molde. As seções de molde são mantidas juntas durante tempo suficiente para que cura do compósito seja terminada e, então, as seções de molde são separadas para liberar o filme moldado formado.

[000165] Para formar, por exemplo, um painel, dois filmes podem ser presos a lados opostos de uma estrutura e espuma é injetada em uma cavidade entre os filmes.

[000166] As Figuras 2 a 7 ilustram as principais etapas em um método de formação de um produto compósito.

[000167] A Figura 2 mostra um molde de alumínio 20. O molde compreende um contorno de superfície adequado para moldagem de um painel de porta. O molde é aquecido para uma temperatura de aproximadamente 140 graus C. Preferencialmente, uma temperatura maior que 100 °C, tal como maior que 120 °C.

[000168] Uma folha de compósito de moldagem em folha 22 é aplicada à superfície superior do molde 20 (Figura 3). A folha 22 é dimensionada de modo a se estender através de toda a superfície do molde.

[000169] Uma estrutura de madeira 24 é posicionada sobre a folha 22 (Figura 4) e um bloco de substrato de espuma 26 é inserido na estrutura 24 (Figura 5).

[000170] O substrato 26 pode compreender uma espuma, por exemplo, conforme descrito em maiores detalhes abaixo.

[000171] Tal espuma usada é, vantajosamente:

- estrutural e tem propriedades de suporte de carga significativas;

- frágil e pode ser formada sob pressão e não tem memória e, portanto, retém substancialmente sua forma comprimida;

- tem células abertas e, portanto, permite a migração de resinas adesivas nas células durante fabricação da porta para criar uma estrutura composta totalmente monolítica.

[000172] Em um exemplo da espuma usada, o tamanho de célula oscila de 0,5 a 3 mm e a densidade é de 80 a 800 kg/m<sup>3</sup>.

[000173] Pressão descendente de cerca de 100 toneladas é aplicada aos componentes (conforme disposto na Figura 6 - aplicação de pressão não mostrada). O molde é comprimido sobre o substrato, esmagando a espuma e moldando a superfície do substrato ao formato da superfície do molde. A folha de SMC 22 é também comprimida entre a superfície do molde e o substrato. Sobre a superfície do molde 20 aquecida, o SMC começa a liquefazer e flui para as células na superfície do substrato 26. Ar e outros gases encerrados entre o SMC e o substrato passam através da estrutura de célula aberta da espuma. Os componentes são mantidos no molde com a aplicação de pressão durante um tempo suficiente para que o SMC cure para formar um filme unido ao substrato moldado 26 e tendo uma superfície externa correspondendo à superfície do molde.

[000174] O produto compósito 28 é removido do molde (Figura 7). Nesse exemplo, o tempo de ciclo para moldagem do produto é cerca de 4 minutos.

[000175] É observado que, nesse exemplo, uma porção de molde superior não é requerida. Nesse exemplo, os componentes são comprimidos contra uma única placa aquecida.

[000176] Fazendo referência agora à Figura 8, é descrito um método no qual uma porta moldada é formada em uma única etapa de prensagem.

[000177] Um molde inferior 30 é fornecido e colocado sobre uma placa aquecida, de modo que o molde atinge uma temperatura de cerca de 140 graus C. Preferencialmente, uma temperatura maior que 100 °C, tal como maior que 120 °C. A superfície de moldagem inferior 32 do molde inferior 30 é contornada de acordo com o formato de superfície de uma porta em painel.

[000178] Uma folha inferior 34 de material curável é aplicada à superfície de moldagem inferior 32. O tamanho da folha inferior 34 é aproximadamente o mesmo conforme aquele da superfície de moldagem inferior 32.

[000179] Um bloco de espuma inferior 36 compreendendo espuma ACELL é aplicado à superfície superior da folha inferior 34. Uma estrutura de madeira 38 é colocada em torno do bloco de espuma inferior. Alternativamente, a estrutura 38 poderia ser aplicada primeiro e o bloco 36 inserido na estrutura. Uma folha de reforço 40 compreendendo uma grade de metal é colocada na estrutura 38 sobre o bloco de espuma inferior 36. Sobre a folha de reforço 40 e dentro da estrutura 38, é colocado um bloco de espuma superior 42 também compreendendo espuma ACELL. Uma camada de adesivo pode ser aplicada entre os dois blocos

36, 40 para auxiliar na ligação. Sobre o bloco de espuma superior, é colocada a folha superior 44 de material curável.

[000180] Um molde superior 46 é fornecido tendo uma superfície de moldagem superior 48 contornada de acordo com o formato de superfície de uma porta em painel. O molde superior 46 é aquecido para uma temperatura de cerca de 140 graus C. Preferencialmente, uma temperatura maior que 100 °C, tal como maior que 120 °C.

[000181] O molde superior 46 é abaixado sobre os outros componentes e pressão de cerca de 100 toneladas é aplicada para comprimir o molde superior 46 em direção ao molde inferior 30.

[000182] O bloco superior 42 e o bloco inferior 36 compreendem espuma frágil e as superfícies dos blocos que estão defronte às superfícies de molde adjacentes 32, 48 são esmagadas e moldadas no formato de superfície da porta em painel.

[000183] O material curável para as folhas superior e inferior 44 e 34 flui para os blocos de espuma adjacentes 42, 36 para formar uma união mecânica. Cura do material curável ocorre no molde aquecido, de modo que as folhas superior e inferior 44 e 34 formam filmes unidos aos blocos superior e inferior.

[000184] Uma vez que cura está completa após uns poucos minutos, a porta formada é liberada do molde.

[000185] Assim, pode ser observado como uma porta pode ser feita em uma única operação de prensagem.

[000186] Em um exemplo alternativo, o bloco inferior 36, o reforço 38 e o bloco superior 40 são fornecidos como uma única unidade.

[000187] Em alguns exemplos, a superfície do molde pode ter um padrão de superfície para formar um padrão de superfície sobre a superfície externa do filme. Por exemplo, onde o molde compreende um material de alumínio, o molde de alumínio tendo um padrão de superfície em veio de madeira pode ser formado por meio de moldagem do material de alumínio diretamente sobre um gabarito compreendendo madeira real. Assim, o padrão de superfície pode compreender um padrão em veio de madeira genuíno ao invés de um padrão simulado.

[000188] A Figura 9 mostra uma configuração na qual folhas em sobreposição 50, 52 de material curável 15 são colocadas sobre a superfície do molde 54. Nesse exemplo, o substrato de estrutura aberta 56 pode ser comprimido diretamente sobre a região de sobreposição 58 sem perda de qualidade do produto na região de sobreposição 58. Durante o processo de prensagem, o material em excesso na região de sobreposição 58 flui para o substrato 56.

[000189] A Figura 10 mostra como o material de substrato pode ser fornecido como uma pluralidade de blocos 20 entre as folhas da composição curável 60, 62. Os blocos 64, 66, 68, 70 podem ser mantidos juntos linearmente ou podem formar um "canto" 72 o qual pode ser retido com sucesso durante a etapa de prensagem. Descobriu-se que, em muitos exemplos, o fluxo do material para o substrato durante prensagem é suficiente para fornecer boa

resistência mecânica do compósito resultante, mesmo onde uma pluralidade de blocos do substrato são usados.

[000190] A Figura 11 mostra ainda a formação de um produto compósito incluindo um canto tendo um filme se estendendo sobre o canto. Uma ou mais folhas de material curável 80 são inseridas em um molde adequadamente formatado 82 e um bloco formatado de substrato 84 é comprimido no molde para formar o canto.

[000191] As Figuras 12a a c mostram um outro exemplo de um método de formação de um produto compósito. Aqui, um painel está sendo formado.

[000192] O molde inferior 130 é fornecido, o qual tem uma superfície de moldagem tendo os contornos requeridos para formação do perfil de superfície desejado para o painel a ser formado.

[000193] O molde inferior 130 está localizado em uma estação de montagem e os elementos do painel a ser formado são carregados sobre o molde 130.

[000194] A superfície de moldagem pode primeiro ser limpa usando quaisquer materiais de limpeza adequados. Os componentes a serem moldados são, então, carregados sobre o molde 130.

[000195] Imediatamente sobre a superfície de moldagem do molde 130, é colocada uma máscara 131. Nesse exemplo, a máscara 131 é dimensionada de modo a se adaptar à superfície do molde com pouca sobreposição, mas a máscara pode ser superdimensionada, caso no qual aparo pode ser requerido após moldagem.

[000196] Sobre a máscara 131, é colocada uma folha de SMC 134. Novamente, nesse exemplo, o tamanho da folha de SMC 134 é de modo que ele é similar àquele da superfície de moldagem, mas a folha de SMC pode ser superdimensionada, caso no qual algum acabamento pode ser requerido após moldagem.

[000197] Uma estrutura 138 é, então, colocada sobre o SMC 134 e um bloco de espuma 136 é inserido na estrutura 138.

[000198] Uma vista em perspectiva dos componentes montados é mostrada na Figura 12b. Na Figura 12b, as espessuras dos vários componentes não são mostradas em escala, para clareza.

[000199] O molde 130 que suporta os componentes é, então, colocado sobre uma placa de prensa inferior aquecida em uma prensa. Nesse exemplo, a temperatura da placa inferior é escolhida de modo que a temperatura do molde durante moldagem é cerca de 140 graus C. Preferencialmente, uma temperatura maior que 100 °C, tal como maior que 120 °C.

[000200] Uma placa superior é, então, abaixada em direção à placa inferior na prensa e pressão aplicada para realizar a operação de moldagem e formar o produto compósito moldado 140.

[000201] A Figura 12c mostra esquematicamente uma vista seccional transversal do produto compósito moldado resultante 140. Para clareza, as espessuras relativas dos vários componentes não são mostradas em escala. Pode ser observado a partir da Figura 12c que um filme compósito 139

foi formado sobre uma superfície do produto. O filme compósito 139 compreende a camada de SMC curada e também o material de máscara 131. Inspeção indica que a resina do SMC parece ter penetrado totalmente através do material da máscara para fornecer uma superfície externa brilhante lisa, enquanto que o material preenchedor no SMC (por exemplo, as fibras de vidro) foram mantidas por baixo da máscara.

[000202] Uma camada limítrofe 141 também é observada entre o filme compósito 139 e o núcleo de espuma comprimido 136'. Nessa camada 141, a resina do SMC parece ter penetrado na espuma, por exemplo, passando para a estrutura de célula aberta do núcleo de espuma 136. É observado que isso proporciona boa união entre o filme compósito 139 e o núcleo 136'.

[000203] O produto compósito mostrado sendo formado nas Figuras 12a a c pode ser, por exemplo, um precursor para um painel ou porta. O painel ou porta acabado pode ser formado unindo dois precursores similares juntos para fornecer um painel ou porta com filme duplo. Será observado que, alternativamente, o painel ou porta poderia ser feito em uma única etapa de moldagem, por exemplo, conforme descrito acima com relação à Figura 8.

[000204] Por exemplo, um produto em camada poderia ser fornecido para moldagem o qual compreende, sobre uma superfície de moldagem inferior, uma primeira máscara, uma camada de SMC, um núcleo de espuma (com qualquer estrutura ou outros componentes requeridos), uma segunda camada de SMC e uma segunda máscara. Uma superfície de molde superior

seria comprimida sobre a segunda máscara e pressão aplicada para moldar um painel ou porta completa em uma peça.

[000205] Sem desejar estar preso a qualquer teoria em particular, a máscara pode ser fornecida como uma barreira entre o material preenchedor e a superfície do produto para aprimorar o acabamento de superfície do produto compósito em determinadas configurações. Também, acredita-se que a presença de uma máscara pode reduzir o fluxo de material de matriz no plano do molde, assim, aprimorando a aparência e outras características do produto moldado em algumas configurações.

[000206] No presente exemplo, o SMC inclui fibras de vidro.

[000207] Deve ser notado que, em alguns dos exemplos preferidos, não há requisito quanto a superfície do molde ser tratada antes de aplicação dos componentes para moldagem, por exemplo, o SMC e máscara, se requerido. Em particular, em alguns exemplos, não há requisito quanto à aplicação de um corante ao molde, resina líquida e/ou outros tratamentos de superfície. Em muitos exemplos, qualquer um de tais componentes requeridos podem ser incluídos no material de SMC.

[000208] Em outras configurações, o molde pode ser revestido com um revestimento em pó o qual, então, forma um revestimento sobre o produto. Essa característica pode estar presente em relação a qualquer um dos aspectos da invenção. Como um exemplo, um revestimento em pó pode ser aplicado eletrostaticamente à superfície do molde. Onde a superfície do molde é aquecida, o revestimento em pó

derrete ou amolece quase tão logo ele é aplicado à superfície. Por exemplo, o pó pode incluir um poliéster. O SMC ou outro material de matriz (com ou sem material de reforço integral) é, então, aplicado sobre o revestimento em pó derretido ou amolecido. O revestimento em pó derretido ou amolecido é, então, "aderido" à superfície do molde e acredita-se que reduza o movimento do material de matriz durante a operação de moldagem o que pode, em alguns casos, fornecer um acabamento de superfície aprimorado. Nesse exemplo, o revestimento permanece sobre a superfície do produto e fornecer uma superfície a qual é resistente ao impacto e/ou arranhadura. O revestimento em pó pode ser colorido e, assim, fornecer um revestimento colorido ao produto. O revestimento em pó pode ser transparente ou translúcido e pode ter a aparência de um verniz sobre a superfície do produto.

[000209] Deve ser entendido que uma faixa muito ampla de diferentes produtos compósitos poderia ser formada usando métodos conforme descrito aqui. A aplicação da presente invenção não está restrita à formação, por exemplo, de portas.

#### Exemplo de Preparo de SMC

[000210] O SMC compreende uma matriz curável e reforço.

[000211] Para preparar o SMC, a matriz é preparada por meio de mistura, por exemplo, de uma resina de poliéster com minerais e aditivos, por exemplo, incluindo carbonato de cálcio e dióxido de titânio, junto com pigmentos apropriados.

[000212] A matriz na forma da pasta de resina é, então, aplicada a um veículo de filme inferior. Fibras de vidro como o reforço são, então, aplicadas à superfície superior da pasta de resina sobre o veículo de filme. Uma outra camada da pasta de resina é aplicada para manter em sanduíche as fibras entre as camadas de matriz. Um filme superior é aplicado à camada superior da matriz. A composição em camadas resultante é subsequente comprimida usando uma série de rolos e mantida durante pelo menos 3 dias em uma temperatura regulada, por exemplo, de 23 a 27 graus C. O SMC resultante pode ser moldado por prensagem com calor. A vida útil do SMC antes de uso é, usualmente, de umas poucas semanas.

#### Espuma

[000213] Em alguns exemplos da invenção, o substrato compreende uma espuma tendo paredes celulares frágeis. De preferência, esse termo inclui uma espuma para a qual, sob prensagem, a espuma esfarela por meio de fratura frágil das paredes celulares, por exemplo, envolvendo uma fratura limpa das paredes celulares. Tal espuma pode reter uma impressão limpa e dimensionalmente precisa de modo substancial na zona esmagada de um objeto através do qual a força compressiva é aplicada. Em geral, é preferido que o limite de escoamento da espuma o qual, nesse caso, significa a força mínima requerida para causar a fratura das paredes celulares e para que a espuma esfarele, está na faixa de cerca de 100 a 140 KPa (15 a 20 libras/polegada quadrada), mais preferivelmente pelo menos 200 KPa (30 libras/polegada quadrada), uma vez que isso proporciona

resistência ao impacto útil. Em geral, para uma determinada composição de espuma, quanto maior a densidade, maior o limite de escoamento.

[000214] Usando uma espuma de plástico substancialmente rígida com paredes celulares frágeis, moldagens com zonas deprimidas de detalhes de moldagem podem ser prontamente formadas aplicando uma camada do núcleo de espuma com pressão suficiente para fazer com que as paredes celulares da espuma nas áreas por trás das zonas deprimidas do filme sejam rompidas, pelo que a espuma é levada a se conformar aos contornos do filme nessas zonas mediante esmagamento localizado controlado. Assim, vãos de ar entre o filme e o substrato podem ser evitados e não é necessário pré-formar o substrato na forma de formatos complicados. Isso é particularmente vantajoso, uma vez que a presença de tais vãos de ar em produtos da técnica anterior tem, em alguns casos, contribuído para sua incapacidade de resistir à alterações na temperatura.

[000215] Para tal método, é vantajoso usar uma espuma de célula aberta tendo paredes frágeis, uma vez que prensagem em um núcleo de espuma convencional, tal como de poliestireno não é, em alguns casos, obtida com sucesso em virtude do fato de a resiliência da espuma poder causar distorção dos filmes quando a pressão é liberada.

[000216] Em alguns exemplos da invenção, espuma de plástico é preferida, as quais são rígidas e de célula substancialmente aberta. Contudo, a espuma é, vantajosamente, selecionada para ser de uma alta densidade com relação ao poliestireno em espuma convencionalmente

usado, por exemplo, uma densidade de 75 kg/m<sup>3</sup> ou acima, uma vez que isso proporciona uma melhor sensação ao painel e torna o som e manipulação mais semelhantes a um painel de madeira convencional. Contudo, espumas tendo densidades menores podem também ser selecionadas. Onde uma maior densidade é desejável, a espuma pode conter um preenchedor, mais preferivelmente um sólido inerte finamente dividido e, de preferência, orgânico. O preenchedor pode ser selecionado de modo que ele contribui para a capacidade dos painéis de resistir às alterações na temperatura. Em uma modalidade particularmente preferida, o preenchedor é capaz de absorver umidade, por exemplo, como água de cristalização.

[000217] Embora referência particular seja feita nos exemplos a espumas frágeis de célula aberta, qualquer espuma adequada pode ser usada. Em alguns exemplos da invenção, espumas as quais são de célula substancialmente aberta são preferidas; por exemplo, uma espuma de poliuretano, mas, em alguns exemplos, a espuma poderia não ser de célula aberta. De preferência em tal caso, a estrutura do substrato é tal que gases podem ser liberados do molde. Onde a espuma é de célula aberta, uma espuma que tem uma configuração de célula aberta na produção é particularmente adequada. Uma espuma que também tem paredes celulares frágeis é particularmente preferida onde o painel ou outro produto a ser formado tem áreas deprimidas, de modo a fornecer um efeito de moldagem. Contudo, conforme descrito aqui, a moldagem do substrato pode ser conferida por meio de outros métodos, por exemplo, usinagem.

[000218] Qualquer espuma pode ser usada em alguns aspectos da invenção. Em muitos exemplos, materiais de espuma rígida são preferidos. Por exemplo, uma espuma rígida poderia ser usada para formar um painel tendo uma superfície substancialmente plana (não moldada) a qual pode não incluir um padrão de superfície, conforme descrito aqui.

[000219] Alternativamente ou além disso, a superfície da espuma pode ser contornada. Os contornos poderiam, por exemplo, ser formados sobre a superfície de um bloco de espuma, por exemplo, mediante usinagem ou qualquer outro método adequado. Em tais casos, a espuma não precisa, por exemplo, ser uma espuma frágil ou compressível.

[000220] Onde uma espuma tendo paredes celulares frágeis é usada, a parede celular romperá à medida que pressão é imposta sobre a espuma por meio de aplicação das áreas deprimidas do molde. Esse aumento localizado na pressão aumentará a pressão dentro da célula, o que fará com que os gases trafeguem através da espuma e a célula entre em colapso, desse modo, acomodando a área deprimida do filme.

[000221] Uma espuma adequada é uma espuma fenólica rígida enchida. Uma espuma particularmente adequada é aquela produzida realizando uma reação de cura entre:

(a) um resol fenólico líquido tendo um número de reatividade (conforme definido abaixo) de pelo menos 1; e

(b) um endurecedor de ácido forte para o resol, na presença de:

(c) um sólido em partícula insolúvel e inerte finamente dividido o qual está presente em uma quantidade de pelo menos 5% em peso do resol líquido e é disperso de modo substancialmente uniforme através da mistura contendo resol e endurecedor; a temperatura da mistura contendo resol e endurecedor, em virtude do calor aplicado, não excedendo a 85°C e a referida temperatura e a concentração do endurecedor ácido sendo tais que compósitos gerados como subprodutos da reação de cura são volatilizados dentro da mistura antes que a mistura cure, pelo que um produto de resina fenólica em espuma é produzido.

[000222] Por um resol fenólico entenda-se uma solução, em um solvente adequado, da composição pré-polimérica curável por ácido obtida por meio de condensação, usualmente na presença de um catalisador alcalino, tal como hidróxido de sódio, de pelo menos um compósito fenólico com pelo menos um aldeído, de maneira bem conhecida. Exemplos de fenóis que podem ser empregados são fenol em si e derivados substituídos, usualmente alquila-substituídos dos mesmos, contanto que as três posições sobre o anel de benzeno fenólico o- e p- ao grupo hidroxila fenolico não sejam substituídas. Misturas de tais fenóis também podem ser usadas. Misturas de um ou mais de um de tais fenóis com fenóis substituídos nos quais uma das posições orto ou para tenha sido substituída também podem ser empregadas onde um aprimoramento nas características de fluxo do resol é requerido, mas os produtos curados serão menos altamente ligados cruzadamente. Contudo, em geral, o fenol será compreendido

principal ou totalmente de fenol em si, por razões econômicas.

[000223] O aldeído geralmente será formaldeído, embora o uso de aldeídos de peso molecular maior não esteja excluído.

[000224] O componente produto da condensação de fenol/aldeído do resol é adequadamente formado por meio de reação do fenol com pelo menos 1 mol de formaldeído por mole do fenol, o formaldeído sendo, em geral, fornecido como uma solução em água, por exemplo, como formalina. É preferido usar uma proporção molar de formaldeído para fenol de pelo menos 1,25 a 1, mas proporções acima de 2,5 a 1 são, de preferência, evitadas. A faixa mais preferida é 1,4 a 2,0 a 1.

[000225] A mistura também pode conter um compósito tendo dois átomos de H ativos (compósito diídrico) que reagirá com o produto de reação de fenol/aldeído do resol durante a etapa de cura a fim de reduzir a densidade de ligação cruzada. Compósitos diídricos preferidos são dióis, especialmente alquilenos dióis ou dióis nos quais a cadeia de átomos entre os grupos OH contém não apenas grupos metileno e/ou metileno alquila-substituídos, mas também um ou mais heteroátomos, especialmente átomos de oxigênio, por exemplo, etileno glicol, propileno glicol, propano-1,3-diol, butano-1,4-diol e neopentil glicol. Dióis particularmente preferidos são poli-, especialmente di-(alquilenos éter) dióis, por exemplo, dietileno glicol e especialmente dipropileno glicol. De preferência, o compósito diídrico está presente em uma quantidade de 0 a

35% em peso, mais preferivelmente 0 a 25% em peso, baseado no peso do produto da condensação de fenol/aldeído. Mais preferivelmente, o compósito diídrico, quando usado, está presente em uma quantidade de 5 a 15% em peso baseado no peso do produto da condensação de fenol/aldeído. Quando tais resóis contendo compósitos diídricos são empregados no presente processo, produtos tendo uma combinação particularmente boa de propriedades físicas, especialmente resistência, podem ser obtidos.

[000226] Adequadamente, o compósito diídrico é adicionado ao resol formado e tem, de preferência, 2-6 átomos entre os grupos OH.

[000227] O resol pode compreender uma solução do produto de reação de fenol/aldeído em água ou em qualquer outro solvente ou mistura de solvente adequada, a qual pode ou não incluir água. Onde água é usada com o único solvente, é preferido que ela esteja presente em uma quantidade de 15 a 35% em peso do resol, de preferência 20 a 30%. Naturalmente, o teor de água pode ser substancialmente menos se ela é usada em conjunto com um solvente, por exemplo, um álcool ou um dos compósitos diídricos mencionados acima onde um é usado.

[000228] Conforme indicado acima, o resol líquido (isto é, a solução do produto de fenol/aldeído opcionalmente contendo o compósito diídrico) deve ter um número de reatividade de pelo menos 1. O número de reatividade é  $10/x$ , onde  $x$  é o tempo em minutos requerido para endurecer o resol usando 10% em peso do resol de uma solução aquosa a 66-67% de ácido p-tolueno sulfônico a 60

graus C. O teste envolve mistura de cerca de 5 ml do resol com a quantidade estabelecida da solução de ácido p-tolueno sulfônico em um tubo de ensaio, imersão do tubo de ensaio em um banho de água para 60 graus C e medição do tempo requerido para que a mistura se torne dura de tocar. O resol deverá ter um número de reatividade de pelo menos 1 para produtos em espuma úteis e, de preferência, o resol tem um número de reatividade de pelo menos 5, mais preferivelmente pelo menos 10.

[000229] O pH do resol, o qual geralmente é alcalino é, de preferência, ajustado para cerca de 7, se necessário, para uso

[000230] Exemplos de endurecedores de ácido forte são ácidos inorgânicos, tais como ácido clorídrico, ácido sulfúrico e ácido fosfórico e ácidos orgânicos fortes, tais como ácidos sulfônicos aromáticos, por exemplo, ácidos tolueno sulfônicos e ácido tricloroacético. Ácidos fracos, tais como ácido acético e ácido propiônico, em geral não são adequados. Os endurecedores preferidos para o processo da invenção são os ácidos sulfônicos aromáticos, especialmente ácidos tolueno sulfônicos.

[000231] O ácido pode ser usado como uma solução em um solvente adequado, tal como água.

[000232] Quando a mistura de resol, endurecedor e sólido tem de ser entornada, por exemplo, em um molde e em aplicações de moldagem slush, a quantidade de sólido inerte que pode ser adicionada para o resol e endurecedor é determinada pela viscosidade da mistura de resol e endurecedor na ausência do sólido. Para essas aplicações, é

preferido, que o endurecedor seja fornecido em uma forma, por exemplo, como solução de modo que, quando misturado com o resol na quantidade requerida proporciona um líquido tendo uma viscosidade aparente não excedendo a cerca de 5 kg/m.s (50 Poise) na temperatura na qual a mistura tem de ser usada e a faixa preferida é 0,5-2 kg/m.s (5-20 Poise). Abaixo de 0,5 kg/m.s (5 Poise), a quantidade de solvente presente tende a apresentar dificuldades durante a reação de cura.

[000233] A reação de cura é exotérmica e, portanto, fará em si com que a temperatura da mistura contendo resol e endurecedor ácido seja elevada. A temperatura da mistura pode também ser elevada pelo calor aplicado, mas a temperatura até a qual a referida mistura pode, então, ser elevada (isto é, excluindo o efeito de qualquer exoterma) não deve exceder a 85 graus C.

[000234] Se a temperatura da mistura excede a 85 graus C antes de adição do endurecedor, é difícil ou impossível depois dispersar apropriadamente o endurecedor através da mistura em virtude de cura incipiente. Por outro lado, é difícil, se não impossível, aquecer uniformemente a mistura acima de 85 graus C após a adição do endurecedor.

[000235] O aumento da temperatura para 85 graus C tende a levar a grossura e não uniformidade da textura da espuma, mas isso pode ser compensado, pelo menos até algum ponto, em temperaturas moderadas reduzindo a concentração de endurecedor. Contudo, em temperaturas muito acima de 75 graus C, mesmo a quantidade mínima de endurecedor requerida para fazer com que a composição cure não é, em geral, muito

alta para evitar essas desvantagens. Assim, temperaturas acima de 75 graus C são, de preferência, evitadas e temperaturas preferidas para a maioria das aplicações são da temperatura ambiente a cerca de 75 graus C. A faixa de temperatura preferida parece depender, até algum ponto, da natureza do sólido (c). Para a maioria dos sólidos, ela é de 25 a 65 graus C, mas, para alguns sólidos, em particular farelo de madeira e farelo de grão, a faixa preferida é 25 a 75 graus C. A faixa de temperatura preferida é de 30 a 50 graus C. Temperaturas abaixo da ambiente, por exemplo, abaixo de 10 graus C, podem ser usadas, se desejado, mas nenhuma vantagem é obtida desse modo. Em geral, em temperaturas até 75 graus C, o aumento na temperatura leva à diminuição na densidade da espuma e vice versa.

[000236] A quantidade de endurecedor presente também afeta a natureza do produto, bem como a taxa de endurecimento. Assim, aumento da quantidade de endurecedor não apenas tem o efeito de reduzir o tempo para endurecer a composição, mas, acima de um determinado nível dependente da temperatura e da natureza do resol, também tende a produzir uma estrutura de célula menos uniforme. Ele também tende a aumentar a densidade da espuma em virtude do aumento na taxa de endurecimento. Na verdade, se uma concentração muito alta de endurecedor é usada, a taxa de endurecimento pode ser tão rápida que nenhuma formação de espuma ocorre em geral e, sob algumas condições, a reação pode se tornar explosiva em virtude do desenvolvimento de gás dentro de um envoltório endurecido de resina. A quantidade apropriada de endurecedor dependerá

primariamente da temperatura da mistura de resol e endurecedor antes do início da reação de cura exotérmica e do número de reatividade do resol e variará inversamente com a temperatura e o número de reatividade escolhidos.

[000237] A faixa preferida de concentração de endurecedor é o equivalente de 2 a 20 partes em peso de ácido p-tolueno sulfônico por 100 partes em peso de produto de reação de fenol/aldeído no resol, admitindo que o resol tem uma reação substancialmente neutra, isto é, um pH de cerca de 7. Por equivalente de ácido p-tolueno sulfônico entenda-se a quantidade de endurecedor escolhida requerida para fornecer substancialmente o mesmo tempo de cura que a quantidade estabelecida de ácido p-tolueno sulfônico. A quantidade mais adequada para qualquer dada temperatura e combinação de resol e sólido finamente dividido é prontamente determinável por meio de um experimento simples.

[000238] Onde a faixa de temperatura preferida é de 25-75 graus C e o resol tem um número de reatividade de pelo menos 10, os melhores resultados são, em geral, obtidos com o uso de endurecedor em quantidades equivalentes a 3 a 10 partes de ácido p-tolueno sulfônico por 100 partes em peso do produto de reação de fenol/aldeído. Para uso com temperaturas abaixo de 25 graus C ou resóis tendo um número de reatividade abaixo de 10, pode ser necessário usar mais endurecedor.

[000239] Pode ser necessário fazer algum ajuste da composição do endurecedor de acordo com a natureza,

especialmente formato e tamanho, do molde e isso pode ser estabelecido por meio de experimento.

[000240] Controlando adequadamente a temperatura e a concentração de endurecedor, o lapso de tempo entre a adição do endurecedor ao resol e a composição se tornar dura (referido aqui como o tempo de cura) pode ser variado de uns poucos segundos até uma hora ou mesmo mais, sem afetar substancialmente a densidade e estrutura de célula do produto.

[000241] Outro fator que controla a quantidade de endurecedor requerida pode ser a natureza do sólido inerte. Muitos poucos são exatamente neutros e, se o sólido tem uma reação alcalina, mesmo se apenas muito leve, mais endurecedor pode ser requerido em virtude da tendência do preenchedor de neutralizá-lo. Portanto, deve ser entendido que os valores preferidos para a concentração de endurecedor fornecidos acima não levam em conta qualquer um de tais efeitos do sólido. Qualquer ajuste requerido em virtude da natureza do sólido dependerá da quantidade de sólido usado e pode ser determinada por meio de um experimento simples.

[000242] A reação de cura exotérmica do resol e do endurecedor ácido leva à formação de subprodutos, particularmente aldeído e água, os quais são pelo menos parcialmente volatilizados.

[000243] A reação de cura é realizada na presença de um sólido em partícula inerte e insolúvel finamente dividido o qual é disperso de modo substancialmente uniforme por toda a mistura de resol e endurecedor. Por um

sólido inerte entenda-se que, na quantidade que ele é usado, ele não impede a reação de cura.

[000244] Acredita-se que o sólido em partícula finamente dividido proporciona núcleos para as bolhas de gás formadas por meio da volatilização das pequenas moléculas, primariamente CH<sub>2</sub>O e/ou H<sub>2</sub>O, presentes no resol e/ou geradas mediante a ação de cura e proporciona sítios nos quais formação de bolha é promovida, desse modo, auxiliando na uniformidade do tamanho de poro. A presença do sólido finamente dividido pode também promover a estabilização das bolhas individuais e reduzir a tendência das bolhas de aglomerar e eventualmente acarretar a probabilidade de colapso da bolha antes de cura. O fenômeno pode ser similar àquele de flutuação a vapor empregada na concentração de minérios de baixo grau em metalurgia. Em qualquer caso, a presença do sólido é essencial para a formação do produto. Para obter o efeito desejado, o sólido deverá estar presente em uma quantidade de não menos do que 5% em peso, baseado no peso do resol.

[000245] Qualquer sólido em partícula finalmente dividido que é insolúvel na mistura de reação é adequado, contanto que ele seja inerte. Os preenchedores podem ser orgânicos ou inorgânicos (incluindo metálicos) e cristalinos e amorfos. Descobriu-se que mesmo sólidos fibrosos são eficazes, embora não preferidos. Exemplos incluem argila, minerais de argila, talco, vermiculite, óxidos de metal, refratários, microesferas de vidro ocas ou sólidas, cinza volante, pó de carvão, farelo de madeira, farelo de grão, farelo de casca de noz, sílica, fibras

minerais, tais como fibra de vidro finamente picada e amianto finamente dividido, fibras picadas, fibras naturais ou sintéticas finamente picadas, plásticos e resinas triturados, seja na forma de pó ou fibras, por exemplo, plásticos e resinas residuais reciclados, pigmentos, tais como tinta em pó e negro-de-carvão e amidos.

[000246] Sólidos tendo mais de uma reação ligeiramente alcalina, por exemplo, silicatos e carbonatos de metais alcalinos são, de preferência, evitados em virtude de sua tendência de reagir com o endurecedor ácido. Sólidos tais como talco, contudo, os quais têm uma reação alcalina muito leve, em alguns casos em virtude de contaminação com materiais mais fortemente alcalinos, tal como magnesita, são aceitáveis.

[000247] Alguns materiais, especialmente materiais fibrosos, tal como farelo de madeira, podem ser absorventes e, portanto, pode ser necessário usar quantidades geralmente maiores desses materiais do que materiais não fibrosos, para obter produtos em espuma valiosos.

[000248] Os sólidos têm, de preferência, um tamanho de partícula na faixa de 0,5 a 800 microns. Se o tamanho de partícula é muito grande, a estrutura de célula da espuma tende a se tornar indesejavelmente grossa. Por outro lado, em tamanhos de partícula muito baixos, as espumas obtidas tendem a ser mais densas. A faixa preferida é de 1 a 100 microns, mais preferivelmente 2 a 40 mcirons. Uniformidade da estrutura de célula parece ser encorajada pela uniformidade do tamanho de partícula. Misturas de sólidos podem ser usadas, se desejado.

[000249] Se desejado, sólidos tais como pós de metal finamente divididos podem ser incluídos, os quais contribuem para o volume de gás ou vapor gerado durante o processo. Se usado sozinhos, contudo, deve ser entendido que os resíduos que eles deixam após o gás, por meio de decomposição ou reação química, satisfazem os requisitos do sólido em partícula finamente dividido insolúvel requerido pelo processo da invenção.

[000250] De preferência, o sólido finamente dividido tem uma densidade que não é grandemente diferente daquela do resol, de modo a reduzir a possibilidade de que o sólido finamente dividido tenda a se acumular no fundo da mistura após mistura.

[000251] Uma classe preferida de sólidos são os cimentos hidráulicos, por exemplo, gesso e argamassa, mas não cimento Portland, em virtude de sua alcalinidade. Esses sólidos tenderão a reagir com a água presente na mistura de reação para produzir uma estrutura de esqueleto endurecida dentro do produto de resina curada. Além disso, a reação com a água é também exotérmica e ajuda na reação de formação de espuma e cura. Produtos em espuma obtidos usando esses materiais têm propriedades físicas particularmente valiosas. Além disso, quando expostos à chama, mesmo durante longos períodos de tempo, eles tendem a carbonizar a uma consistência semelhante a tijolo que is ainda é forte e capaz de suportar cargas. Os produtos também têm excelentes propriedades de isolamento térmico e absorção de energia. A quantidade preferida de sólido em

partícula inerte é de 20 a 200 partes em peso por 100 partes em peso de resol.

[000252] Outra classe de sólidos que é preferida em virtude de seu uso fornece produtos tendo propriedades similares àquelas obtidas usando cimentos hidráulicos compreende talco e cinza volante.

[000253] As quantidades preferidas desses sólidos são também 20 a 200 partes em peso por 100 partes em peso de resol.

[000254] Para as classes acima de sólido, a faixa mais preferida é 50 a 150 partes por 100 partes de resol.

[000255] Misturas de formação de espuma tixotrópicas podem ser obtidas se um sólido muito finamente dividido, tal como Aerosil (sílica finamente dividida), é incluído.

[000256] Se um pó de metal finamente dividido é incluído, propriedades de condução elétrica podem ser obtidas. O pó de metal é, de preferência, usado em quantidades de 50 a 250 partes por 100 partes em peso de resol.

[000257] Em geral, a quantidade máxima de sólido que pode ser empregada é controlada apenas pelo problema físico de incorporação do mesmo na mistura e manipulação da mistura. Em geral, é desejado que a mistura seja entornável, mas mesmo em concentrações muito altas de sólidos, quando a mistura é semelhante a uma massa ou pasta e não pode ser entornada, produtos em espuma com propriedades valiosas podem ser obtidos.

[000258] Em geral, é preferido usar os sólidos fibrosos apenas em conjunto com um sólido não fibroso, uma

vez que, de outro modo, a textura da espuma tende a ser mais pobre.

[000259] Outros aditivos podem ser incluídos na mistura de formação de espuma; por exemplo, tensoativos, tais como materiais aniônicos, por exemplo, sais de sódio de ácidos alquil benzeno sulfônicos de cadeia longa, materiais não-iônicos, tais como aqueles baseados em óxido de (poli)etileno ou copolímeros do mesmo e materiais catiônicos, tais como compósitos de amônio quaternário de cadeia longa ou aqueles baseados em poliacrilamidas; modificadores de viscosidade, tal como alquil celulose, especialmente metil celulose e colorantes, tais como corantes ou pigmentos. Plastificantes para resinas fenólicas também podem ser incluídos, contanto que as reações de cura e formação de espuma não sejam suprimidas pelas mesmas e outros compósitos polifuncionais que não os compósitos diídricos mencionados acima podem ser incluídos, os quais tomam parte na reação de ligação cruzada a qual ocorre quando de cura; por exemplo, di- ou poli-aminas, di- ou poli-isocianatos, ácidos di- ou poli-carboxílicos e amino álcoois.

[000260] Compósitos insaturados polimerizáveis também podem ser incluídos, possivelmente junto com iniciadores de polimerização de radical livre que são ativados durante a ação de cura, por exemplo, monômeros acrílicos, os assim denominados acrilatos de uretano, estireno, ácido maleico e derivados do mesmo e misturas dos mesmos.

[000261] Outras resinas podem ser incluídas, por exemplo, como pré-polímeros, as quais são curadas durante a

reação de formação de espuma e cura ou como pós, emulsões ou dispersões. Exemplos são poliacetais, tais como polivinil acetais, polímeros de vinila, polímeros de olefina, poliésteres, polímeros acrílicos e polímeros de estireno, poliuretanos e pré-polímeros dos mesmos e pré-polímeros de poliéster, bem como resinas de melamina, novolaks fenólicas, etc.

[000262] Agentes de sopro convencionais também podem ser incluídos para intensificar a reação de formação de espuma, por exemplo, compósitos orgânicos de baixo ponto de ebulição ou compósitos os quais decompõem ou reagem para produzir gases.

[000263] As composições de formação de espuma também podem conter agentes de desidratação, se desejado.

[000264] Um método preferido de formação da composição de formação de espuma compreende primeiro mistura do resol e preenchedor inerte para obter uma dispersão substancialmente uniforme do preenchedor no resol e, após o que, adição do endurecedor. Distribuição uniforme do preenchedor e do endurecedor por toda a composição é essencial para a produção de produtos de espuma com textura uniforme e, portanto, mistura total é requerida.

[000265] Se é desejado que a composição esteja em temperatura elevada antes de início da reação exotérmica, isso pode ser obtido por meio de aquecimento do resol ou primeiro mistura do resol e do sólido e, então, aquecimento da mistura. De preferência, o sólido é adicionado ao resol exatamente antes da adição do endurecedor. Alternativamente, a mistura de resol, sólido e endurecedor

pode ser preparada e a mistura toda, então, aquecida, por exemplo, por meio de irradiação de ondas curtas, de preferência após ela ter sido carregada a um molde. Um forno de calor radiante convencional também pode ser usado, se desejado, mas é difícil de obter aquecimento uniforme da mistura através desse meio.

[000266] De preferência, a espuma tem uma densidade na faixa de 75 a 500 kg/m<sup>3</sup>, mais preferivelmente 100 a 400 kg/m<sup>3</sup> e, ainda mais preferivelmente, 100 a 250 kg/m<sup>3</sup>. O tamanho de célula da espuma também é importante porque até um limite, quanto maior o tamanho da célula para uma determinada densidade, mais espessas serão as paredes e, conseqüentemente, maior a resistência física da espuma. Contudo, se o tamanho de célula é muito grande, a resistência começa a sofrer. De preferência, o tamanho de célula está na faixa de 1 a 3 mm.

[000267] Será entendido que a presente invenção foi descrito acima puramente por meio de exemplo e modificação de detalhes pode ser feita dentro do escopo da invenção.

[000268] Em particular, os exemplos acima foram descritos com relação à fabricação de painéis, em particular à fabricação de portas. Contudo, será apreciado que a invenção tem aplicação muito ampla, incluindo outros produtos. Na verdade, considera-se que uma faixa extremamente ampla de produtos poderia ser feita de acordo com métodos da presente invenção. Muitos produtos moldados poderiam ser feitos usando os métodos da presente invenção, mesmo onde esses produtos possam atualmente ser fabricados usando materiais diferentes (por exemplo, madeira, metal,

porcelana) no momento. Além de produtos de construção, considera-se, por exemplo, que a invenção poderia encontrar aplicação em partes e acessórios para veículos, envoltórios para equipamento elétrico e muitos artigos para o lar, dos quais mobília, molduras de quadros, cadeiras, mesas, bases de abajur, vasos, cubas, são apenas uns poucos exemplos.

[000269] Os métodos descritos podem, por exemplo, ser usados para produzir produtos para esportes ou outras atividades de lazer. Por exemplo, os métodos descritos poderiam ser usados para formação de raquetes, cestos ou outros produtos, por exemplo, skis.

[000270] Produtos feitos por meio dos métodos podem encontrar aplicação, por exemplo, nos campos aeroespacial, de aeronaves ou outros veículos. Por exemplo, os métodos descritos poderiam ser usados para formar painéis para uso em revestimentos de aeronave e/ou como painéis internos na aeronave.

[000271] Os produtos poderiam encontrar aplicação como pás, por exemplo, para turbinas eólicas.

[000272] Cada característica divulgada na descrição e (onde apropriado) nas reivindicações e desenhos pode ser fornecida independentemente ou em qualquer combinação apropriada.

**REIVINDICAÇÕES**

1. Método de formação de um produto compósito **caracterizado pelo** fato de que compreende:

fornecimento de uma camada compreendendo um material de moldagem em forma de folha (22);

fornecimento de um substrato (26);

aplicação da camada de material em forma de folha (22) sobre uma superfície do substrato (26); e

prensagem do material em forma de folha (22) no substrato (26) para formar uma união,

em que o substrato (26) compreende um material incluindo uma estrutura substancialmente em célula aberta de modo que gás e/ou vapor é deslocado da região de prensagem através de uma parte do substrato e uma porção do material em forma de folha (22) flui nas células de substrato durante a etapa de prensagem.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que o substrato (26) compreende um material de espuma.

3. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, **caracterizado pelo** fato de que inclui a etapa de aplicação de calor ao material em forma de folha (22) durante a etapa de prensagem do material em forma de folha (22) para formar uma união.

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo** fato de que o material em forma de folha (22) é aquecido até uma temperatura maior que 100 °C, tal como maior que 120 °C.

5. Método, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo** fato de que o substrato (26) forma uma parte de um produto final derivado do produto compósito.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado pelo** fato de que o material em forma de folha (22) compreende um material termo-curável, o dito método incluindo a etapa de permitir ou fazer com que o material cure.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado pelo** fato de que inclui a etapa de aplicação da camada de material em forma de folha (22) a um molde (20), o dito método adicionalmente incluindo a etapa de prensagem do substrato (26) no material em forma de folha (22) sobre o molde (20).

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo** fato de que adicionalmente inclui a etapa de fornecimento de uma película (131) entre o material de moldagem em forma de folha (22) e uma superfície do molde (20).

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado pelo** fato de que uma outra camada de material de moldagem em forma de folha (22) é aplicada a uma superfície oposta do substrato (26), ocorrendo a aplicação de pressão mantendo o substrato (26) impressado entre as duas camadas de material em forma de folha (22).

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado pelo** fato de que o material em forma de folha (22) inclui fibras de reforço.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo** fato de que o material em forma de folha (22) inclui uma ou mais fibras de carbono, fibras de vidro e fibras de aramida.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, **caracterizado pelo** fato de que a camada de material de moldagem em forma de folha (22) compreende SMC (compósito de moldagem de folha).

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, **caracterizado pelo** fato de que a camada de material em forma de folha (22) compreende uma composição curável.

14. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, **caracterizado pelo** fato de que a viscosidade do material em forma de folha (22) é reduzida durante a etapa de prensagem.

15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, **caracterizado pelo** fato de que o material em forma de folha (22) é aplicado como uma espessura única.

16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 15, **caracterizado pelo** fato de que o material em forma de folha (22) é aplicado a toda uma superfície do molde (20).

17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 16, **caracterizado pelo** fato de que uma pluralidade de folhas de material em forma de folha (22) é aplicada a uma superfície do molde (20).

18. Método, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 1 a 17, **caracterizado pelo** fato de que adicionalmente inclui a aplicação de uma camada de fibras de reforço entre o substrato (26) e o material em forma de folha (22).

19. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 18, **caracterizado pelo** fato de que o material em forma de folha (22) é aplicado a uma superfície do molde (20) compreendendo alumínio ou liga de alumínio.

20. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 a 19, **caracterizado pelo** fato de que o material em forma de folha (22) é aplicado a uma superfície do molde (20) tendo um padrão de superfície.

21. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 20, **caracterizado pelo** fato de que inclui a etapa de fornecimento de outros componentes entre as duas camadas de material em forma de folha (22) curável.

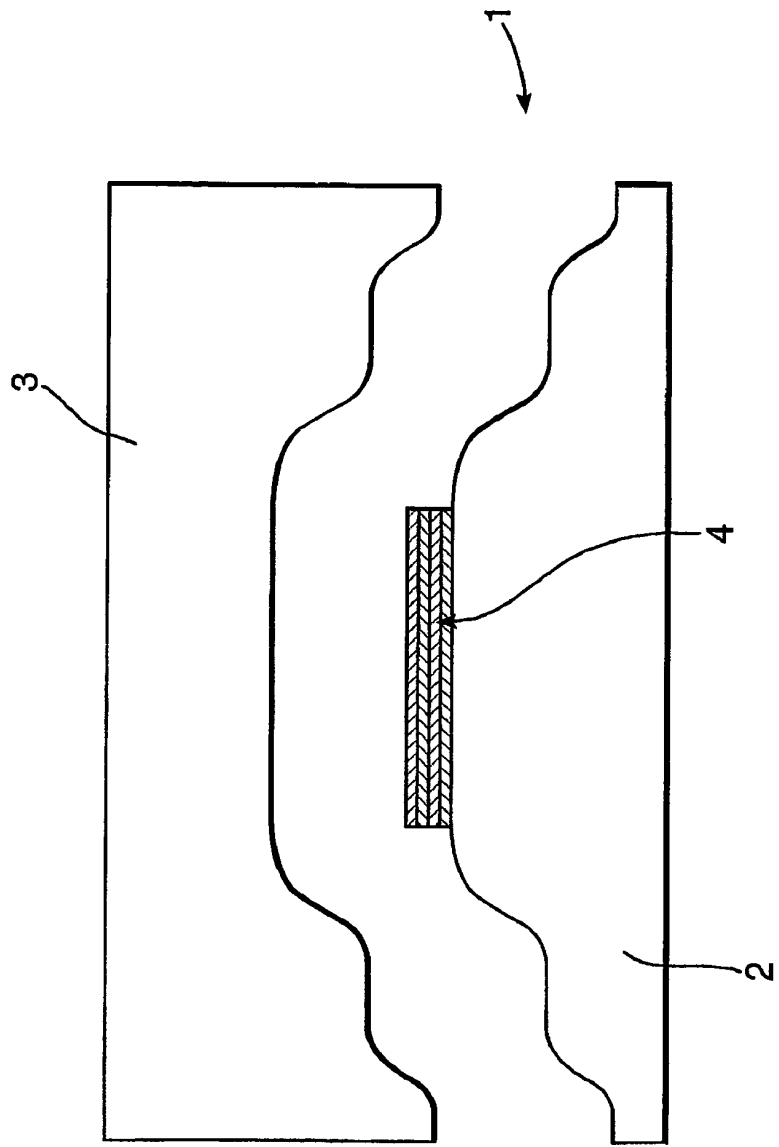


Fig. 1

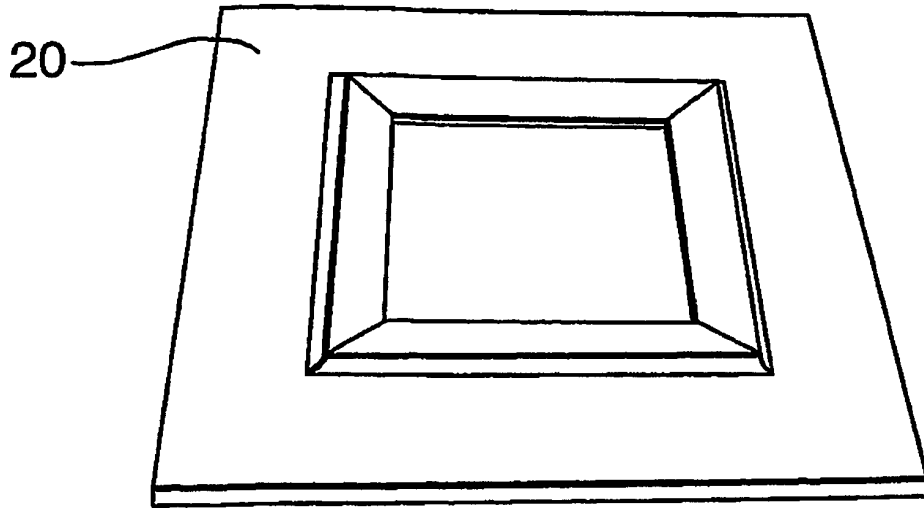


Fig. 2

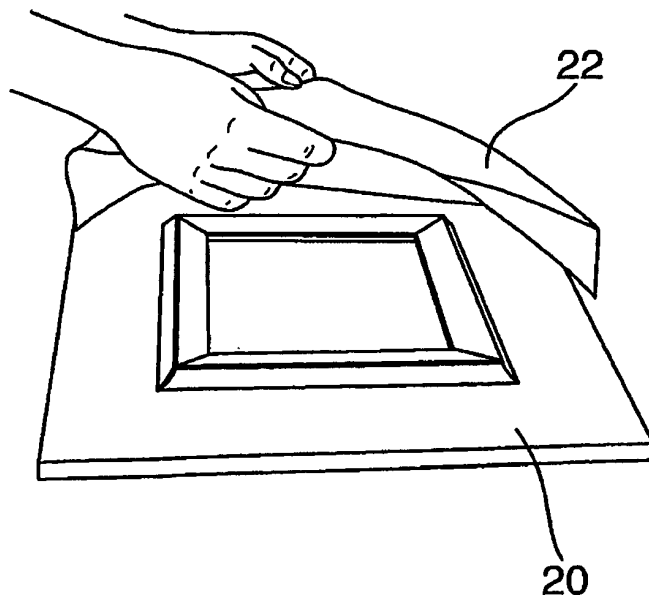


Fig. 3

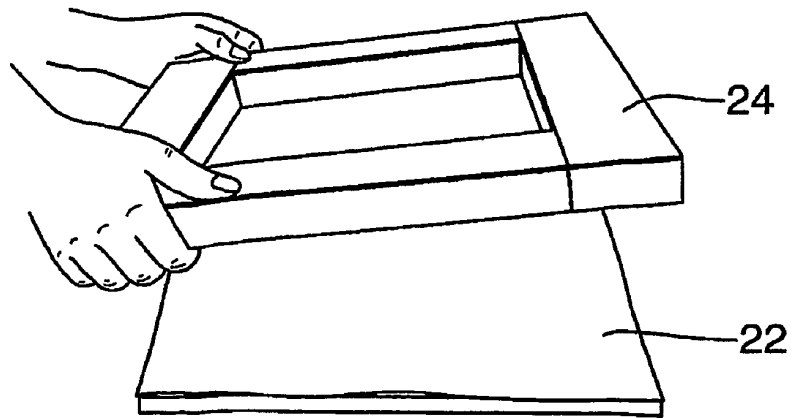


Fig. 4

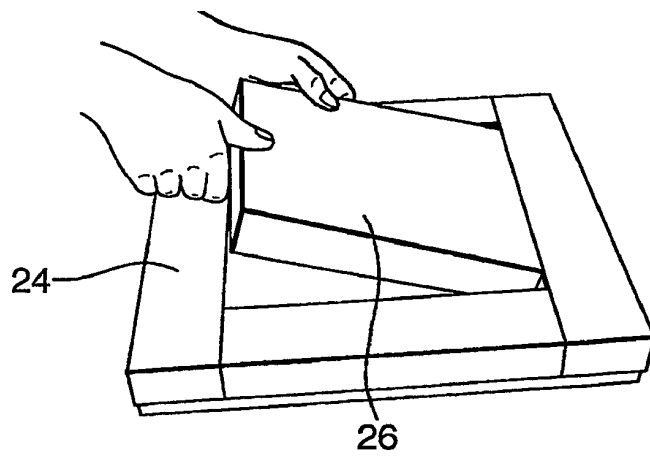


Fig. 5

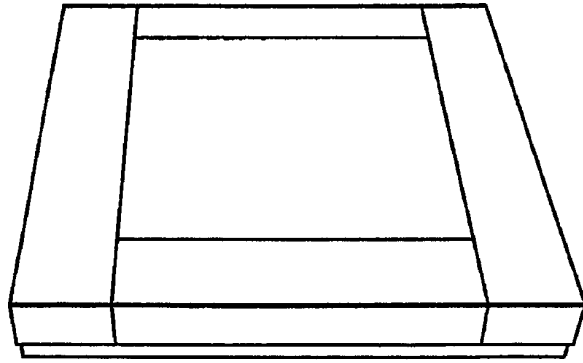


Fig. 6

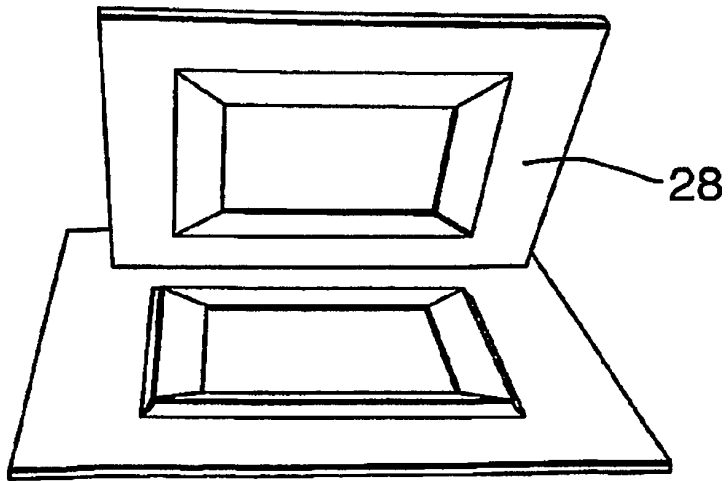


Fig. 7

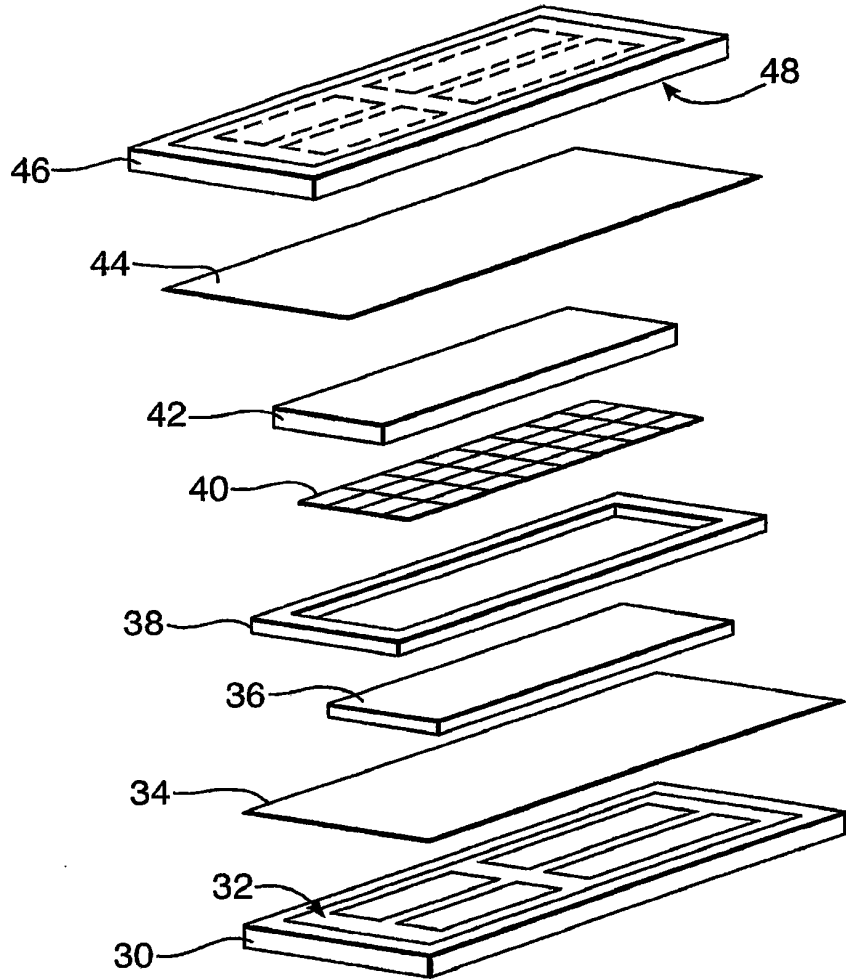


Fig. 8

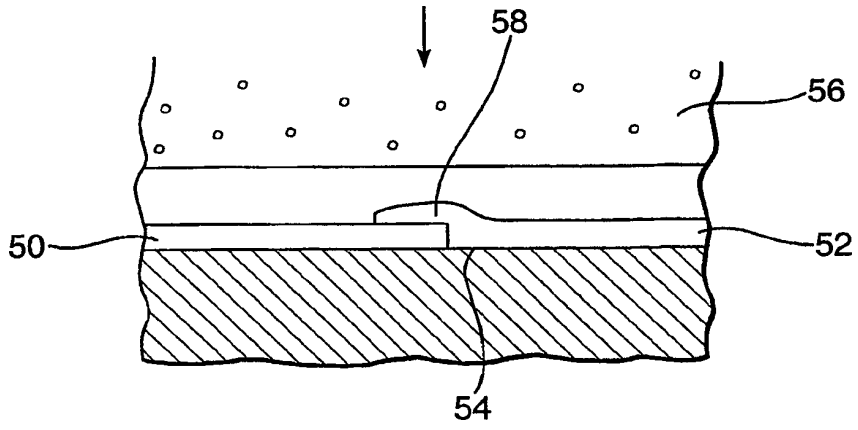


Fig. 9

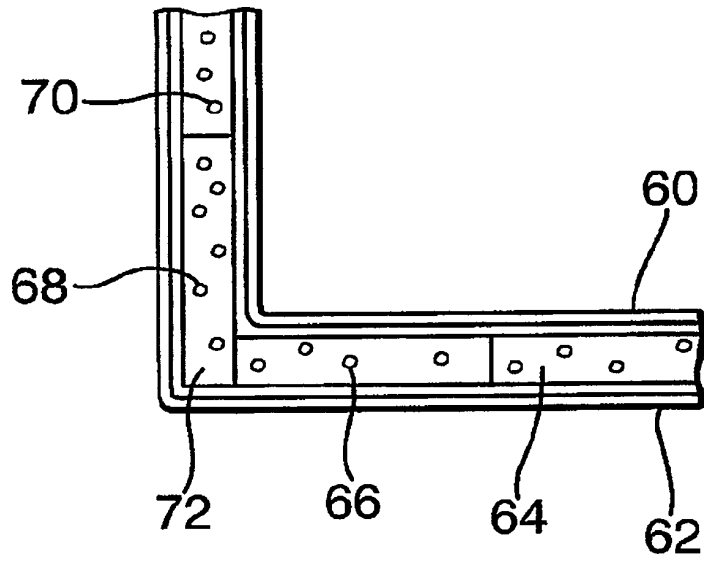


Fig. 10

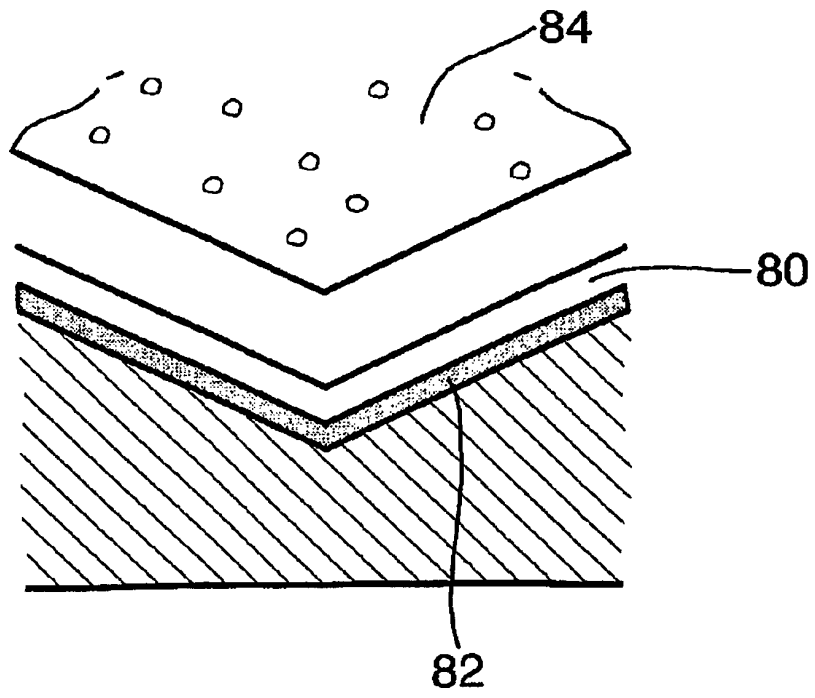


Fig. 11

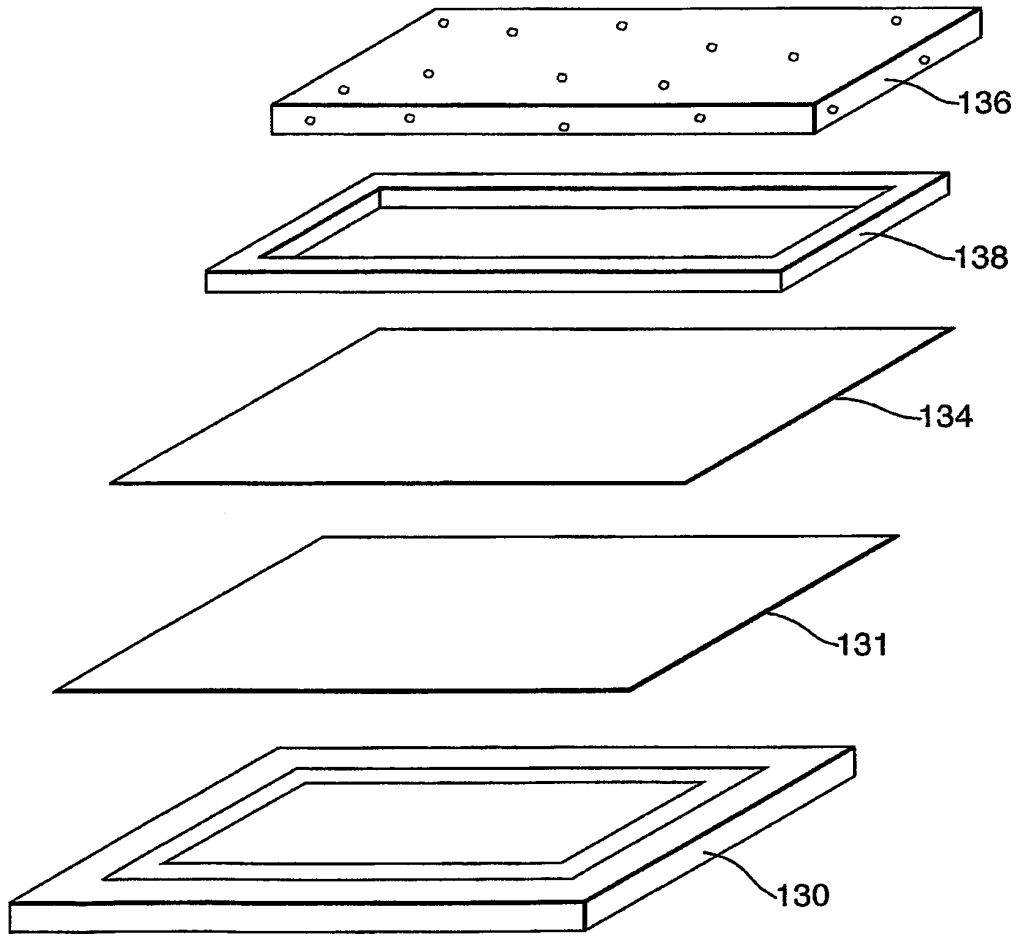


Fig. 12a

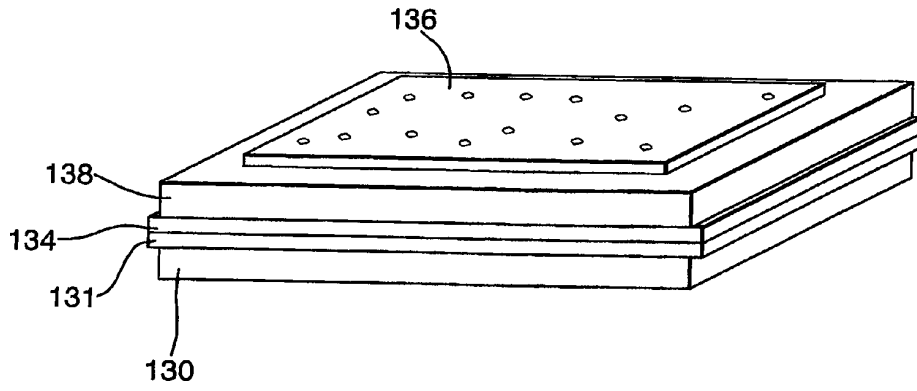


Fig. 12b

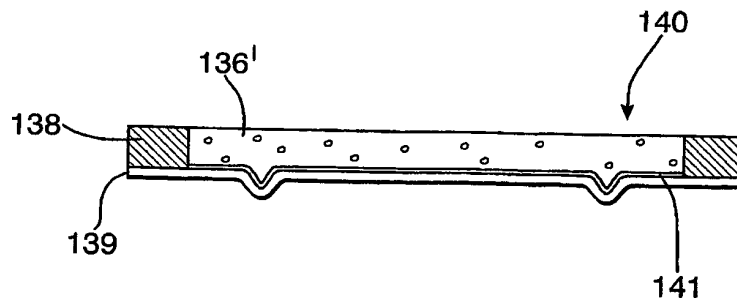


Fig. 12c