(19) INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL PORTUGAL

(11) *Número de Publicação:* **PT 883482 E**

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
B29C067/20 A B29C047/38 B
B29C047/60 B B29C047/06 B
B27N003/28 B B32B027/30 B

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) *Data de depósito:* 1997.02.21

(30) *Prioridade:* 1996.02.22 US 603912

(43) *Data de publicação do pedido:* 1998.12.16

(45) *Data e BPI da concessão:* 2000.04.26

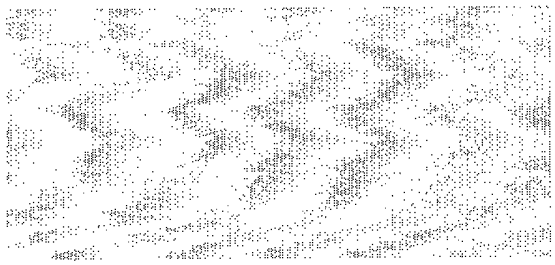
(73) *Titular(es):*
FORMTECH ENTERPRISES INC.
1616 COMMERCE DRIVE STOW, OH 44224-1731 US

(72) *Inventor(es):*
DAVE L. TURK US
OTTO GRILL US

(74) *Mandatário(s):*
ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA
RUA DAS FLORES 74 4/AND. 1294 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* AGENTE DE MISTURA INTERFACIAL PARA COMPÓSITOS DE FIBRAS NATURAIS

(57) *Resumo:*



DESCRIÇÃO

"Agente de mistura interfacial para compósitos de fibras naturais"

Domínio técnico

O invento aqui descrito refere-se, na generalidade, a um processo para fabricar um compósito colorido ou pintado compreendendo um primeiro plástico e uma mistura essencialmente homogénea de um segundo plástico e de fibras naturais, particularmente adequado para ser usado em componentes de portas e janelas assim como em aplicações para tabuados.

Antecedentes do invento

Na arte dos componentes e guarnições de janelas e de portas, tais componentes têm historicamente sido feitos de madeira 100% natural. As janelas das casas são geralmente produzidas a partir de produtos de madeira serrados que são montados com o vidro para formar unidades de caixilharia de vários tipos. As janelas de madeira, embora sejam estruturalmente resistentes, úteis e bem adaptadas para serem usadas em muitas instalações residenciais, podem-se deteriorar sob certas condições. As janelas de madeira requerem uma pintura e outra manutenção periódica. As janelas de madeira são caras devido a um aumento da escassez de madeira adequada para a construção, particularmente produtos de madeiras claras. Como alternativa à madeira, são frequentemente combinados componentes metálicos com o vidro no fabrico de janelas. As janelas metálicas, contudo, sofrem tipicamente de uma substancial perda de energia durante os meses de inverno.

Nos anos mais recentes, têm sido usados materiais termoplásticos extrudidos no fabrico de portas e janelas. Termoplásticos com cargas e sem cargas têm sido extrudidos em componentes para formar janelas de plástico e sistemas de impermeabilização, guarnições, protecções contra o tempo, revestimentos, e outros elementos da construção de janelas. Materiais termoplásticos como o poli(cloreto de vinilo) (PVC) têm sido combinados com elementos de madeira no fabrico de algumas janelas com certas vantagens no desempenho e no custo. O plástico é muitas vezes colorido com um agente de coloração para dar uma aparência de madeira ou para condizer com as cores da área circundante. Embora o plástico colorido possa ter uma aparência próxima da madeira, não pode ser pintado ou lixado ou colorido como a madeira verdadeira. Por esta razão, é difícil, se não impossível, fazer condizer os componentes de plástico com o ambiente de madeira natural em redor. Uma solução da arte precedente envolve o plástico com uma folha ou um laminado com uma

aparência do tipo madeira. Ainda outra solução usa uma cola do tipo epóxido para colar laminados de madeira nos termoplásticos. Contudo, tais laminados são caros e estragam-se facilmente.

Conhece-se na arte a combinação de diferentes formas de plástico com diferentes formas de fibras naturais tais como o serrim de madeira, casca de noz moída, e outros materiais naturais, com isto sendo descrito, por exemplo, no pedido de patente canadiana 2,144,566. O propósito de tais combinações prévias tem sido o de melhorar as propriedades físicas e baixar o custo do produto. Contudo, a patente descreve o uso de uma combinação de poli(cloreto de vinilo)/serrim de madeira/agente de libertação de metais/acelerador de fusão que obtém os seus benefícios de uma mistura física dos reagentes. Não há qualquer descrição de ligação de fisiossorção ou quimiossorção nem dos benefícios que daí podem derivar. De acordo com isto, existe uma necessidade substancial de um material compósito que possa ser feito a partir de polímero e fibras de madeira com uma corrente opcional, intencional de reciclagem de resíduos, que obtém as suas propriedades de misturas de compósito pela incorporação de um tensioactivo polimérico na mistura reagente. Através desta ligação íntima pode ser obtido um compósito homogeneamente disperso de fibras de celulose/mistura polimérica. Existe ainda a necessidade de um material compósito que pode ser extrudido numa forma que é um substituto directo da forma serrada equivalente num membro estrutural de madeira ou metal. Esta necessidade requer um coeficiente de expansão térmica que se aproxime do da madeira, um material que possa ser extrudido em dimensões estáveis reprodutíveis, uma elevada resistência à compressão, uma baixa velocidade de transmissão térmica, uma resistência melhorada ao ataque dos insectos e à podridão quando em uso, e uma dureza e uma rigidez que permita corte, moagem e retenção de presa comparáveis às da madeira.

Para além disso, as empresas que fabricam produtos de portas e de janelas tornaram-se significativamente sensíveis aos desperdícios produzidos no fabrico de tais produtos. Quantidades substanciais de resíduos de madeira incluindo pedaços de guarnições de madeira, serradura, subprodutos da serração de madeira, termoplástico reciclado incluindo poli(cloreto de vinilo) reciclado, têm provocado despesas significativas para os fabricantes de janelas. Usualmente, estes materiais são queimados pelo seu valor calorífico para a geração de electricidade, ou enviados para deposição em aterros qualificados. Tais correntes de desperdícios estão contaminadas com proporções substanciais de colas do tipo de fusão a quente e à base de solventes, resíduos termoplásticos tais como poli(cloreto de vinilo), tinta, conservantes, e outros materiais orgânicos. Há uma grande necessidade de encontrar um processo produtivo ambientalmente compatível para usar tais correntes de desperdícios em membros estruturais úteis e deste modo, evitar o retorno dos materiais para o ambiente de

um modo ambientalmente prejudicial.

Consequentemente, a arte precedente mostra que o fabrico convencional de portas e janelas tem usualmente utilizado madeira, metal e compósitos termoplásticos ou uma combinação destes. As janelas de madeira, embora estruturalmente resistentes, podem-se deteriorar sob certas circunstâncias e requerem pintura e outra manutenção periódica. As janelas de termoplásticos, metais ou compósitos termoplásticos ultrapassaram este problema, mas criaram outros. As janelas metálicas sofrem tipicamente de uma grande perda de energia durante os meses de inverno. As janelas de termoplásticos ou de compósitos termoplásticos, embora estruturalmente resistentes, não possuem madeira por dentro como é geralmente preferido pelo consumidor. Para ultrapassar este problema, os fabricantes têm usado várias alternativas. Uma alternativa é uma combinação de madeira, metal ou termoplástico para o fabrico de janelas em que se coloca o metal ou termoplástico no exterior da janela (eliminando deste modo a pintura), enquanto no lado interior a janela tem uma superfície de madeira, que pode então ser lixada, pintada ou colorida. O fabricante de termoplástico ou compósito termoplástico muitas vezes reveste as superfícies visíveis no interior da janela com uma folha ou um laminado possuindo uma aparência de madeira. Tais folhas são, contudo, caras, difíceis e demoradas de aplicar e são facilmente danificadas pelo consumidor. Na melhor das hipóteses, são apenas uma imitação, o que se torna óbvio para o utilizador final e não podem ser lixadas ou coloridas. Outra aproximação é o de colar um contraplacado de madeira na superfície interior das janelas. Este, contudo, é difícil de aplicar e extremamente caro.

A patente NL-A-9302125 descreve um método para fabricar material termoplástico poroso reforçado com fibra, o qual é conseguido por uma acção espumante à superfície do material, por substâncias que libertam gases sob acção de aumento da temperatura, à medida que o extrudido sai da fieira e a pressão envolvente é libertada. A necessidade de gases espumantes é eliminada com este invento.

A patente EP-A-292584 descreve um método para fabricar painéis e vários passos de processamento na formação de uma mistura de resina termoplástica e uma carga orgânica em que a plastificação desta mistura é efectuada simultaneamente com a sua formação. Não há menção de qualquer combinação de aditivos em que os aditivos actuem de modo antagónico uns em relação aos outros como é a situação do presente invento.

O presente invento refere-se a um novo e melhorado artigo que pode ser pintado e colorido e ao método para fabricar esse artigo que é eficaz em uso e ultrapassa as dificuldades e as desvantagens anteriores ao mesmo tempo que proporciona melhores e mais

vantajosos resultados globais.

Sumário do invento

De acordo com o presente invento, é proporcionado um processo para combinar fibras celulósicas e materiais poliméricos termoplásticos, por exemplo, fibras de madeira e poli(cloreto de vinilo), associado à adição de uma quantidade controlada de um agente de libertação e de um agente interfacial, dentro de gamas de velocidades de corte definidas, para formar um material compósito que é útil para formar membros estruturais de porosidade controlada, permitindo deste modo a aplicação de corantes e/ou tintas de modo semelhante à madeira natural.

Adicionalmente, o invento diz respeito ao passo adicional de co-extrudir um material termoplástico adicional (*e.g.* PVC) para formar um compósito único de um compósito mais um termoplástico (*i.e.* compósito de termoplástico e serrim de madeira com mais do mesmo ou de outro termoplástico). Este compósito pode ser usado para produzir peças de portas e de janelas que podem ser lixadas, pintadas e coloridas no lado das fibras naturais /termoplástico e possuem a vantagem de ter o termoplástico no outro lado. Este material compósito pode ser usado para substituir peças que são produzidas em madeira, termoplástico ou metal tal como o alumínio e combinações destes.

O processo deste invento fabrica uma forma em compósito compreendendo uma mistura de um primeiro polímero e de fibras celulósicas com opcionalmente, um segundo polímero tal como o poli(cloreto de vinilo). Ao fabricar o compósito fibras naturais / PVC, são combinados cerca de 10-55% de fibras e cerca de 90-45% de polímero num extrusor. Os materiais são misturados num misturador de alta intensidade e extrudidos num extrusor de multi-parafuso. Este é o método preferido, mas reconhece-se que a mistura e o remeximento podem ser efectuadas no extrusor de multi-parafuso, eliminando deste modo o misturador de alta intensidade. A mistura é ligada sob condições de fusão no extrusor com condições suficientes de temperatura e de pressão para permitir a saída de gases (*i.e.* extracção da água do serrim de madeira, e dos voláteis e água do PVC) e simultaneamente obter um extrudido com uma porosidade que, quando formado, pode ser serrado, pintado e colorido.

O material compósito preferido pode ser feito de muitos plásticos diferentes, *e.g.* poliolefinas, poliestirenos, poli(met)acrílicos ou poliésteres. O sistema mais preferido usa poli(cloreto de vinilo) e serrim de madeira. Verificou-se que a adição de um agente de libertação de metal é necessário para se obter um material fundido sem fracturas. Este agente pode interagir com um agente interfacial e os dois componentes devem ser combinados com

razões definidas para se obter uma boa fusão e a porosidade desejada. A velocidade de corte na abertura do extrusor afecta a porosidade. Quanto maior é a velocidade de corte, maior é a porosidade. Verificou-se que velocidades de corte na gama de 200-500 s^{-1} produziam a porosidade desejada. Embora um extrusor com dois parafusos seja estimado como o melhor modo de praticar o invento, acredita-se que um extrusor de parafuso único também produzirá um produto aceitável, com certas modificações no parafuso e no tambor.

É objecto deste invento o proporcionar um processo através do qual o serrim de madeira, o polímero termoplástico, o agente de libertação do metal e o agente interfacial são combinados para resultar num compósito que é de porosidade controlada.

É outro objecto deste invento o proporcionar um desenho do extrusor de parafuso melhorado através do qual o compósito anterior pode ser formado.

Estes e outros objectos deste invento serão evidentes quando vistos à luz dos desenhos, da descrição detalhada e das reivindicações anexas.

Breve descrição dos desenhos

O invento pode tomar forma física em certas peças ou disposição das peças, com uma concretização preferida que será descrita em detalhe no fascículo e ilustrada nos desenhos anexados que formam parte deste, em que:

a Fig. 1 é uma montagem típica de fabrico para equipamento usado para formar um compósito PVC / madeira;

a Fig. 2 é uma montagem típica de fabrico mostrando dois extrusores e uma cabeça de extrusão dupla, com o equipamento de processamento de material subsequente;

a Fig. 3 é uma vista lateral de um extrusor de parafuso como deveria ser usado na Fig. 2 para usar o processo do presente invento;

a Fig. 3a é uma vista expandida com uma configuração e um entalhe na secção de pré-compressão do extrusor de parafuso tal como mostrado na Fig. 3;

a Fig. 4 é uma vista lateral de um extrusor com várias zonas de temperaturas identificadas;

a Fig. 5 é uma vista lateral de um extrusor mostrando o nível de alimentação adequado no tubo de alimentação;

a Fig. 6 é uma vista lateral que mostra uma secção da fieira do co-extrusor;

a Fig. 7 é uma vista lateral de um dispositivo de calibração de vácuo;

a Fig. 8 é uma vista da secção do dispositivo de calibração de vácuo mostrado na Fig. 7 ao longo da linha 8-8;

a Fig. 9 é uma vista lateral de uma estação de gravação em alto relevo;

a Fig. 10 é uma vista em perspectiva de uma guarnição fabricada de acordo com o processo descrito no invento;

a Fig. 11 é uma vista em perspectiva de uma peça de encaixe fabricada de acordo com o processo descrito no invento;

a Fig. 12 é uma vista em perspectiva de uma janela de corrediça dupla usando componentes fabricados de acordo com o processo descrito no invento;

a Fig. 13 é uma porta de aço, fibra de vidro ou madeira usando componentes fabricados de acordo com o processo descrito neste invento;

a Fig. 14 é um componente de uma janela fabricado de acordo com o processo descrito neste invento;

a Fig. 15 é uma micrografia electrónica de varrimento de um compósito de fibra natural / PVC tirada a 15 KV com uma ampliação de 20x;

a Fig. 16 é uma micrografia electrónica de varrimento aumentada da Fig. 15 tirada a 15 KV com uma ampliação de 100x; e

a Fig. 17 é um espectro de FTIR mostrando o efeito da adição de um agente interfacial em que a Amostra A tem um polietileno oxidado como agente interfacial e a Amostra B não tem agente interfacial adicionado.

Descrição detalhada do invento

Referindo-nos agora aos desenhos, em que o que é mostrado tem como finalidade apenas ilustrar a concretização preferida do invento e não o limitar, as Figuras mostram um processo e um produto que resulta do processo descrito neste invento.

Tal como mostrado na Fig. 10, é mostrado um artigo em compósito (150) possuindo uma primeira zona (152) e uma segunda zona (154). Numa concretização preferida, a primeira zona é feita inteiramente de plástico, preferencialmente de poli(cloreto de vinilo). A segunda zona é um compósito feito de fibras naturais e plástico. Mais uma vez, o plástico mais preferido é o poli(cloreto de vinilo) enquanto que as fibras naturais preferidas são as do serrim de madeira. Outros exemplos não limitativos de outros termoplásticos que se pensa serem úteis neste invento poderão incluir poliolefinas, poliestirenos, poliacrílicos e poliésteres, enquanto que outras fibras naturais, tais como casca de noz moída, são também previstas como sendo capazes de serem incorporadas com sucesso neste invento.

A superfície (156) da segunda zona (154) é formada de modo a que tenha suficiente porosidade para reter e manter a coloração da madeira convencional. A porosidade da superfície (156) é controlada por um mecanismo que ainda não está completamente entendido, mas que se acredita envolver várias variáveis. A adição de pequenas quantidades de agentes de porosidade, algumas vezes referidos como agentes de libertação do metal, afecta a porosidade da superfície. Aumentando a quantidade do agente de porosidade no compósito diminui a porosidade da superfície ao mesmo tempo que diminuindo a quantidade do agente de porosidade aumenta a porosidade. O agente de porosidade preferido está disponível sob o nome comercial de Rheochem Rheolube, uma mistura de parafinas ou de ceras [CAS Reg. Nº 8002-74-2] possuindo um ponto de fusão acima de 170°F (76,7°C), (preferencialmente acima de 185°F (85°C)) embora outros agentes de porosidade, quer isolados quer em combinação com outros agentes de porosidade ou agentes de libertação do metal, que funcionam de um modo similar, sejam também previstos como estando no domínio deste invento. Os agentes de porosidade são adicionados numa quantidade de 0,01% a 5%, mais preferencialmente de 0,1% a 4%, e o mais preferido de 0,5% a 3% em peso.

Os agentes interfaciais também desempenham um papel neste processo ao auxiliar a mistura íntima das superfícies diferentes do serrim de madeira (hidrófila) e do polímero (hidrófoba). O agente interfacial actua como um tensioactivo polimérico e auxilia a formação da mistura polímero / serrim de madeira através da sua dupla funcionalidade, ao possuir pelo menos uma porção que é hidrófila e pelo menos outra porção da molécula que é hidrófoba.

Talvez refraseando de outro modo, a porção deve ser funcionalizada até uma extensão em que pelo menos uma parte da molécula se pode ligar, quer de um modo físico quer de um modo químico, a pelo menos o componente celulósico do serrim de madeira enquanto pelo menos uma outra parte da molécula se pode misturar e/ou compatibilizar com o polímero.

A velocidade de corte através da fieira também determina a porosidade final do compósito e a porosidade mensurável apenas é conseguida usando uma velocidade de corte que está entre 220-500 s^{-1}. A superfície (156) também se pode lixar com uma lixa convencional e pode também ser pintada. Assim, a superfície pode ser lixada, pintada ou colorida até se assemelhar muito à madeira genuína e pode condizer com outras superfícies interiores.

O serrim de madeira (tal como a madeira) é composto por diferentes partículas de madeira que tendem a variar em cor. Um agente de coloração (*e.g.* TiO_2) é adicionado para eliminar esta variação. Isto é conseguido na segunda zona (154), em que as variações e cor das fibras naturais podem fazer uma tal competição de cores que tornam difícil controlar cores precisas. Tipicamente outro agente de coloração (*e.g.* Ferro V9156) é adicionado para estimular as cores da madeira.

O compósito que está na segunda zona inclui 10% a 55% de fibras naturais e 45% a 90% de PVC, e uma quantidade suficiente de agente de porosidade e de agente interfacial tal como definido previamente, para se obter uma superfície adequada para colorir. Um exemplo de um agente interfacial é um copolimero de etileno e ácido acrílico, *i.e.* poli(etileno-co-ácido acrílico) $(-CH_2CH_2-)_x[-CH_2CH(CO_2H)-]_y$ variando o teor de ácido acrílico. O número CAS para esta família de compostos é [9010-77-9]. O agente interfacial é necessário para promover a fusão no extrusor antes da ventilação, para permitir a aplicação de vácuo para retirar a humidade das fibras naturais. O agente interfacial é tipicamente adicionado numa quantidade de 0,01% a 2%, mais preferencialmente de 0,05% a 1%, e o mais preferido de 0,01% a 0,5% em peso.

Prevê-se que um certo número de polímeros sejam capazes de actuar como agentes interfaciais entre as superfícies de celulose no serrim de madeira, que possuem um elevado teor de hidróxido, e a fase de polímero, *e.g.* poli(cloreto de vinilo). Sem nos limitarmos a alguma teoria, acredita-se que o agente interfacial é adsorvido na superfície das partículas de celulose e torna a superfície mais parecida com o polímero em relação ao PVC envolvente. Daqui se conclui que qualquer composto polimérico capaz de ser fisiossorvido ou quimiossorvido na superfície das partículas de celulose poderá proporcionar a desejada ligação interfacial necessária para formar eficazmente a mistura de produto desejado.

Vários copolímeros eficazes para esta aplicação poderão incluir copolímeros de etileno e ácido acrílico, *i.e.* poli(etileno-co-ácido acrílico) $(-CH_2CH_2-)_x[-CH_2CH(CO_2H)-]_y$, comercialmente disponível, variando o teor de ácido acrílico. Uma das chaves da eficácia deste grupo de compostos é o "-co-ácido acrílico" ou grupos de polímeros de tipo semelhante. Outros candidatos promissores deste tipo incluirão:

poli(etileno-co- ácido metacrílico),
$(-CH_2CH_2-)_x[-CH_2C(CH_3)(CO_2H)-]_y$;

poli(etileno-co-acrilato de metilo-co-ácido acrílico)
$(-CH_2CH_2-)_x[-CH_2CH(CO_2CH_3)-]_y[-CH_2CH(CO_2H)-]_z$;

poli(metacrilato de metilo-co-ácido metacrilico)
$[-CH_2C(CH_3)(CO_2CH_3)-]_x-[-CH_2C(CH_3)(CO_2H)-]_y$; e

poli(acrilato de terc-butilo-co-acrilato de etilo-co-ácido metacrílico),
$[-CH_2CH[CO_2C(CH_3)_3]_3-]_x[-CH_2CH(CO_2C_2H_5)-]_y[-CH_2C(CH_3)(CO_2H)-]_z$.

Outra característica que se acredita que desempenhe um papel importante na eficácia do agente interfacial é o seu teor em hidróxido. Assumindo que uma fisiossorção é o mecanismo predominante, então os compostos que se acredita auxiliam a composição incluirão:

poli(estireno-co-álcool alílico)
$[(-CH_2CH(C_6H_5)-]_x[-CH_2CH(CH_2OH)-]_y$; e

poli(etileno-co-álcool vinílico)
$(-CH_2CH_2-)_x[-CH_2CH(OH)-]_y$.

Como será adiante descrito neste pedido, quando a quimiossorção é pelo menos um dos modos operativos deste invento no que respeita ao agente interfacial e à celulose, então qualquer grupo de ácido carboxílico terá pelo menos algum grau de eficácia neste sistema. Adicionalmente, podem ser formadas ligações éster a partir de amidas, acrilatos, halogenetos de acilo, nitrilos e anidridos ácidos quando reagem com grupos hidroxilo. Polímeros representativos adicionais poderão incluir:

poli(cloreto de vinilo) carboxilado,

poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-anidrido maleico), e

$[\text{-}CH_2CH(Cl)\text{-}]_x\,[CH_2CH(O_2CCH_3)\text{-}]_y\,[\text{-}CH(CO_2H)CH(CO_2H)\text{-}]_z$

vários polímeros de -co-ácido maleico ou -ácido maleico enxertado, dos quais há muitos.

As amidas reagirão com álcoois sob condições acidicas para produzir um éster e um sal de amónio, em vez de água, como é no caso de ácidos carboxílicos, dos quais exemplos representativos incluirão:

poliacrilamida,

$[\text{-}CH_2CH(CONH_2)\text{-}]_n$; e

poli(acrilamida-co-ácido acrílico),

$[\text{-}CH_2CH(CONH_2)\text{-}]_x[CH_2CH(CO_2H)\text{-}]_y$;

embora as qualidades higroscópicas destes polímeros diminuam de algum modo a sua eficácia nesta aplicação.

Outra química que é aplicada é a dos acrilatos, que são um subconjunto dos ésteres. Seria possível formar uma ligação éster com um álcool produzindo outro álcool numa reacção de transesterificação. Por exemplo, um polímero contendo metacrilato poderia reagir com o hidroxilo superficial para formar a ligação éster na superfície e metanol. Exemplos representativos incluirão:

poli(metacrilato de metilo),

$[\text{-}CH_2C(CH_3)(CO_2CH_3)\text{-}]_n$;

poli(metacrilato de etilo),

poli(etileno-co-acrilato de etilo),

$(\text{-}CH_2CH_2\text{-})_x[\text{-}CH_2CH(CO_2C_2H_5)\text{-}]_y$; e

poli(acrilato de butilo)

$[-(CH_2CH_2)CO_2(CH_2)_3CH_2-]_n$.

Sabe-se também que os halogenetos de acilo podem reagir com um grupo hidroxilo para dar origem a ligações éster e HCl. Outra reacção química incluirá a do nitrilo com um grupo hidroxilo sob condições acídicas para originar a ligação éster e um sal de amónio. Exemplos representativos incluirão:

poliacrilonitrilo

$[-CH_2CH(CN)-]_n$; e

poli(acrilonitrilo-co-butadieno),

$[-CH_2CH(CN)-]_n[-CH_2CH=CHCH_2-]_y$,

particularmente quando o poli(acrilonitrilo-co-butadieno) anterior é funcionalizado através de uma terminação amina ou carboxilação.

Outra reacção que é possível é através de um anidrido ácido que reage com um grupo hidroxilo para dar origem a uma ligação éster e a um éster. Um exemplo representativo incluirá:

poli(etileno-co-acrilato de etilo-co-anidrido maleico)

Outra família de copolímeros em bloco que se acredita serem eficazes nesta composição serão os formados com ácido poliacrílico ou polimetacrílico, *e.g.* copolímeros di-bloco de poliestireno tais como o ácido poliestireno-b-poliacrílico e ácido poliestireno-b-polimetacrílico. Outros candidatos incluem copolímeros em bloco com álcool polivinílico ou polioxietileno.

Mais uma vez, sem se estar limitado a qualquer teoria, pode-se conceber que quaisquer polímeros de peso molecular baixo ou médio funcionalizados com hidroxilo, hidroxi ou ácido podem servir como compatibilizadores neste sistema, *e.g.* polibutadieno funcionalizado com hidroxilo [CAS 69102-90-5], $HO(-CH_2CH=CHCH_2-)_nOH$. Outros compostos que podem actuar de modo semelhante incluirão

poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo),

$[-CH_2CH(Cl)-]_x[-CH_2CH(O_2CCH_3)-]_y$;

poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-acrilato de 2-hidroxipropilo)

$[- CH_2CH(Cl)-]_x[-CH_2CH(O_2CCH_3)-]_y[-CH_2CH\ [CO_2CH_2CH(OH)CH_3\ ]-]_z$; e

poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-ácido maleico)

$[- CH_2CH(Cl)-]_x[CH_2CH(O_2CCH_3)-]_y[-CH(CO_2H)CH(CO_2H)-]_z$.

Tal como mostrado na Fig. 1, é mostrada uma instalação de mistura de fabrico típica de modo a produzir o compósito plástico/madeira. Num exemplo ilustrativo, serão adicionados os materiais seguintes, tal como mostrado na tabela I, ao dispositivo de mistura (10) através da abertura (12).

Tabela I

Componente	*Quantidade*
Serrim de madeira	50,0 lbs (22,7 kg)
Agente de porosidade	2,5 lbs (1,1 kg)
Agente interfacial	0,3 lbs (0,14 kg)
Pigmento	5,0 lbs (2,3 kg)
PVC	116,0 lbs (52,7 kg)

O plástico preferido é o poli(cloreto de vinilo) ou PVC, embora se preveja que outros termoplásticos também possam ser usados neste processo fazendo modificações de temperatura apropriadas devido a diferenças de propriedades da base polimérica. Outros termoplásticos previstos poderão incluir poliolefinas, poliestirenos, poliacrílicos e poliésteres. A fibra natural preferida, serrim de madeira, é fabricada nas classes de folhosas e pinho, ou em qualquer fibra natural contendo celulose, e com várias distribuições de tamanho de partículas. Embora a dimensão das fibras varie de 20 mesh (850 μ) a 140 mesh (106 μ), a fibra de madeira preferida é da classe folhosa de 80 mesh (180 μ).

O misturador de alta intensidade (10) arranca usando lâminas de mistura (16) no alimentador (14) após os ingredientes terem sido adicionados através da abertura (12). A mistura continua até que a temperatura da mistura atinja 210°F (99°C). Esta temperatura é superior ao ponto de fusão do auxiliar de porosidade usado (Rheolube), mas inferior à sua temperatura de decomposição. À medida que o auxiliar de porosidade se derrete, este adere à madeira e a outros ingredientes, tornando a mistura mais homogénea. Após se chegar à temperatura de mistura final, o misturador de alta intensidade (10) é parado e o seu conteúdo é descarregado através da saída (18) num misturador de aletas com camisa de água (20) que reduz a temperatura de mistura até uma temperatura baixa constante, reduzindo deste modo o calor do material compósito. Numa concretização preferida, esta temperatura reduzida é a temperatura ambiente. As variações na temperatura do material causarão variações na

extrusão, o que é altamente indesejável, como seria o caso em que o material é usado imediatamente após a mistura. Uma vez que geralmente passa algum período de tempo antes da utilização do material, a temperatura é reduzida até à temperatura ambiente por conveniência e para minimizar a degradação.

Na Fig. 2, uma operação de fabrico típica (30) é mostrada esquematicamente. Um primeiro extrusor (32) a que se adicionou o polímero/fibra misturado da Fig. 1, faz a extrusão do composto de fibra natural/plástico através da cabeça de extrusão dupla (36). Um segundo extrusor (34) que é necessário para fazer um produto extrudido co-laminado, mas opcional para fazer apenas um composto de fibras naturais/plástico, extrude um polímero sólido (*e.g.* PVC) também através da cabeça de extrusão dupla. A operação preferida de fabrico utiliza um extrusor duplo cónico porque possui boas características de extrusão de PVC, pode homogeneizar a mistura PVC/serrim de madeira e todos os outros ingredientes. Adicionalmente, possui capacidades de ventilação para extrair água do serrim de madeira e de outros componentes. O serrim de madeira pode ter entre 1-10% de água inicialmente presente (mais tipicamente 3-6%), e esta quantidade é reduzida até menos de 0,5%. Após o compósito ter sido extrudido através da cabeça de extrusão dupla (36), passa por um dispositivo de calibração de vácuo (38), descrito mais pormenorizadamente com referência às Fig. 7-8, uma estação de formação de relevo (40), descrita mais em pormenor com referência à Fig. 9, um puxador (42) que continua a puxar o compósito extrudido através do dispositivo do processo e um cortante (44) que corta o compósito nos comprimentos desejados. Embora tenha sido descrito equipamento de mistura e de extrusão, para algumas aplicações, é possível que o passo de mistura possa ocorrer no extrusor. É com certeza apreciado que a designação do primeiro e segundo extrusor seja apenas efectuada por conveniência, e que o material alimentado num extrusor possa ser facilmente alimentado ao outro extrusor após ter incorporado as modificações ao desenho do parafuso, tal como discutido atrás, adicionalmente a temperaturas adequadas também discutidas.

Tal como mostrado na Fig.3, é mostrado um parafuso habitual (50) do extrusor (32). Devido ao elevado teor de serrim de madeira no composto, são utilizados conjuntos de parafusos de elevado corte para melhorar a fusão antes da ventilação. Para ainda melhorar mais o processo de fusão entre o serrim de madeira e o polímero, as secções de alimentação e de corte antes da ventilação foram modificadas para aumentar a alimentação (o serrim de madeira diminui muito a densidade aparente) e aumenta a acção de corte dos parafusos. Um veio de um parafuso (52) é dividido numa pluralidade de secções, cada uma projectada para maximizar o desempenho de um aspecto deste processo. Na secção de alimentação, os parafusos (56) de largura (w), *e.g.* 0,560" (1,4 cm) são reduzidos a parafusos (54) possuindo uma largura menor (w'), p.e. 0,236" (0,6 cm) para permitir mais alimentação no extrusor e

minimizar a abrasão e o desgaste nas estrias do parafuso. Na secção de pré-compressão, uma pluralidade de entalhes (60) (26 entalhes tal como usado numa concretização específica deste invento) são cortados nos parafusos (58) para aumentar a quantidade de cisalhamento a que o compósito é exposto, uma vez que uma fusão homogénea ainda vai ser feita, conduzindo à secção de compressão (62) em que a fusão é maximizada. Os parafusos com entalhes na pré-compressão são de ~1" (~2,5 cm) de diâmetro e os entalhes são de ~0,17" (~0,43 cm) acima do diâmetro do veio com cerca de ~6 entalhes por estria tal como mostrado na Fig. 3a. As estrias da zona de ventilação (64) aliviam a pressão gerada pelo processo de fusão e pela libertação de vapor de água conduzindo à secção de medição (66) que conduz à fieira (36). Vácuo insuficiente conduz a um produto que facilmente passa através do extrusor, mas que não possui resistência mecânica. O vácuo usado é tipicamente de cerca de 0,6 bar, mas pode variar de 0,2 a 1 bar.

Tal como previamente indicado, o serrim de madeira reduz a densidade aparente da formulação do compósito. Com o teor de serrim de madeira preferido de 30-40%, a extrusão num extrusor de multi-parafuso, com parafusos convencionais, tal como os usados na extrusão de tubagem em PVC, não era simplesmente possível. O material não era suficientemente fundido para permitir a retirada da água e dos voláteis. Alterando os parafusos tal como descrito previamente, para se obter mais volume na zona de medição e mais corte na zona de compressão, permite-se uma ventilação controlada. Também se determinou que o perfil de temperatura do extrusor é importante no desenvolvimento das características associadas ao compósito deste invento. Verificou-se que para temperaturas iniciais elevadas a zona de entrada do extrusor é importante, ao mesmo tempo que a redução da temperatura através das zonas do extrusor, à medida que o material passa da zona de entrada através das zonas interiores para a zona de saída, ajuda a fusão do material antes do ponto de ventilação, e também ajuda a formar uma pasta fundida que é homogénea e possui porosidade depois de sair da saída.

Numa concretização preferida deste invento, o perfil de temperatura do extrusor compreende uma elevada temperatura de entrada, uma redução passo a passo da temperatura à medida que o material passa da zona de entrada através das zonas interiores do extrusor. A temperatura do extrusor de co-extrusão é superior ao da zona interior, mas menor do que da zona de entrada (alimentação). Mesmo quando se usam os passos mencionados atrás, a fusão antes da ventilação é difícil. A adição de um agente interfacial melhora muito a fusão antes da ventilação, mas também possui um efeito adverso na porosidade do material fundido.

O extrusor preferido para se efectuar o presente invento é o extrusor de multi-parafuso Krauss-Maffei KMD 60. Outros extrusores como o Cincinnati Milacron (CM-55)

podem também ser usados no invento. O KMD 60 é preferido porque possui uma bomba de deslocamento positivo para o transporte controlado do material através da fieira. Os extrusores usados neste invento terão como componentes principais, um tambor e preferencialmente dois parafusos, para transportar, misturar e comprimir o material, um sistema de aquecimento e de arrefecimento para controlar o calor necessário ao processamento, um sistema de accionamento dos parafusos, uma estação de controlo para controlar a operação do extrusor, incluindo instrumentos para monitorizar o processo e indicar possíveis problemas.

O tambor será um cone oco duplo em malha. A combinação do tambor afunilado e das aletas do parafuso proporciona uma compressão adequada do material compósito. Tal como mostrado na Fig. 4, o tambor é fabricado numa única peça e tem quatro zonas operacionais. O maior diâmetro exterior dos parafusos na zona de entrada do tambor, zona 1 (78), permite uma boa entrada do material e proporciona uma grande área superficial para a transferência de calor para o material. Entre as zonas dois (79) e três (80), está a ventilação (76) para permitir que a humidade e outros gases escapem do tambor (71). A quarta zona (81) é uma zona de medição em que o material é comprimido e medido para a fieira (84). Entre a fieira (84) e o tambor de extrusão (71) existe um adaptador (82) possuindo zonas 5 (83) e 6 (85).

Os parafusos possuem, cada um, um núcleo oco através do qual é circulado um líquido de transferência de calor. Isto permite a transferência de calor friccional não pretendido da zona 4 (81) para trás para a zona 1 (78). As quatro zonas de calor no tambor (71) são independentemente controladas por cintas eléctricas de aquecimento e permutadores de calor para uma estabilização precisa das temperaturas de operação. Do mesmo modo, as zonas 5 (83) e 6 (85) no adaptador (82) e a zona 7 (87) na fieira (84) são independentemente controladas por bandas de aquecimento e permutadores de calor para um controlo preciso da temperatura. Os parafusos preferidos são os parafusos da Krauss-Maffei Pipe (elevado corte e elevada compressão), e a fieira preferida é uma fieira de co-extrusão de encomenda pelo cliente.

O calor é aplicado nas quatro zonas do tambor por bandas eléctricas de aquecimento. O calor é removido do tambor (71) circulando óleo através de serpentinas enroladas à volta dos tambores nas zonas 2 (79), 3 (80) e 4 (81). O óleo é feito circular por uma unidade de bombagem através do permutador de calor localizado na base do extrusor. O sistema de arrefecimento do tambor está equipado com indicadores de fluxo para inspecção visual do desempenho do arrefecimento em cada zona de arrefecimento. O aquecimento/arrefecimento do núcleo do parafuso é conseguido com uma unidade independente de controlo da

temperatura.

O sistema de accionamento começa com um motor de binário constante e velocidade infinitamente variável acoplado a um redutor de velocidade. A partir do redutor de velocidade, o sistema de accionamento desdobra-se numa engrenagem de dois veios de accionamento. Uma vez que os veios de accionamento estão nas linhas centrais dos correspondentes parafusos cónicos, é possível usar grandes engrenagens para a transferência de binário e grandes chumaceiras para aguentar a força axial (contrapressão) gerada na operação do extrusor. De modo a conseguir uma qualidade consistente do produto, são medidos a velocidade e a potência do motor do sistema de accionamento e a carga axial das chumaceiras de impulsão. A temperatura no extrusor (70) é elevada para possuir um perfil tal como mostrado na Tabela II.

Tabela II

Perfil de Temperatura do Extrusor de Parafuso Duplo

Zona	***Temperatura extrusor #1***	***Temperatura extrusor #2***
Óleo do parafuso	395°F (202°C)	240°F (116°C)
2 zonas antes de ventilação	395°F (202°C)	360°F (182°C)
3 zonas após ventilação	335°F (168°C)	290°C (143°C)
Adaptador	375°F (191°C)	375°F (191°C)
Fieira de extrusão	390°F (199°C)	390°F (199°C)

São mostrados os perfis de temperatura da temperatura do óleo do parafuso (72), da temperatura das duas zonas (78) antes da ventilação (76), das duas zonas (80) após a ventilação, do adaptador (82) e da fieira de extrusão (84).

Tal como mostrado na Fig. 5, em muitas aplicações de extrusores, a prática mais comum é o de encher (94) o extrusor (90). Isto deve ser evitado. O elevado teor de serrim de madeira com 5-6% de humidade, dá origem a vapor quando entra em contacto com os parafusos de extrusão (102). É difícil para o vapor escapar quando o canal de alimentação (92) está cheio (94) conduzindo a um entupimento do material e a variações na saída. Um nível que ultrapasse à justa os parafusos (96) é o ideal.

Quando o extrudido sai do adaptador (82) da Fig. 4, este entra na cabeça de co-extrusão integralmente ligada (110) tal como mostrado na Fig. 6 em que o extrudido de PVC (118) do segundo extrusor (112) é co-extrudido com um extrudido de fibra natural / PVC (116) do primeiro extrusor (114) para formar o compósito co-extrudido (120). Um perfil de temperatura típico do segundo extrusor (112) será essencialmente como se segue (Tabela III)

quando se trata de um extrusor de parafuso único, e aparecerá como a segunda coluna da Tabela II quando se trata de um extrusor de parafuso duplo. Gamas mais alargadas de temperatura podem incluir 165-218°C antes da ventilação, 138-199°C após a ventilação, 149-218°C adjacente à fieira, 177-218°C na fieira e uma temperatura do óleo do parafuso de 165-218°C.

Tabela III

Zona	*Temperatura*
Parte de trás	340°F (171°C)
2 zonas adjacentes	330°F (166°C)
Adaptador	310°F (154°C)

Tal como mostrado nas Fig. 7 e 8, o compósito extrudido (120) passa então através de um dispositivo de calibração de vácuo (130) possuindo sulcos de vácuo (134). A configuração interna que contacta o compósito extrudido possui o formato da forma final do perfil desejado. Aplica-se vácuo à forma do compósito para o tornar conforme a configuração de calibração e molda-se e arrefece-se o produto continuamente. O dispositivo de calibração é arrefecido a água usando canais de arrefecimento de água (136) de modo a que o compósito extrudido arrefeça ao ser formado.

A forma do compósito está agora completamente arrefecida e entra na estação de gravação (140) tal como mostrado na Fig. 9. Esta é uma roda endurecida e cromada (142) com um diâmetro de 6" que tem um relevo tipicamente com um padrão de pinho ou de carvalho (144). É aquecida a 177 - 199°C e aplica-se uma pressão suficiente para se obter um padrão de madeira ao mesmo tempo que é feita rodar pela peça formada, que é empurrada, embora nalgumas aplicações a estação de gravação possa ser accionada por um motor. Dependendo do número de superfícies que são para ser gravadas, é necessário um rolo de gravação para cada superfície.

Embora o gravador seja mostrado subsequentemente ao dispositivo de calibração, também se prevê que nalgumas aplicações, a estação de gravação (140) possa ser posicionada subsequentemente à fieira de extrusão, seguindo operações de calibração de tamanho. Neste caso, o material estará ainda quente e requererá que a estação de gravação seja accionada por motor e arrefecida.

A forma do compósito acabada passa então através de um puxador que actua como força de tracção para puxar o compósito através do dispositivo de calibração e das estações de gravação. A forma do compósito é então feita passar através de uma serra que caminha

com a forma à medida que é serrada em comprimento.

O melhor modo para realizar o invento será agora descrito com o fim de ilustrar o melhor modo conhecido pelo autor do pedido nesta altura. Os exemplos são apenas ilustrativos e não pretendem limitar o invento, tal como definido no âmbito das reivindicações.

Exemplo #1

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições discutidas atrás combinando os reagentes nas seguintes quantidades:

Tabela I

Componente	***Quantidade***
Serrim de madeira (American Wood Flour)	50,0 lbs (22,7 kg)
Agente de porosidade (Rheochem Rheolube 185)	2,5 lbs (1,1 kg)
Agente interfacial (tal como identificado abaixo)	0,3 lbs (0,14 kg)
Pigmento (Dupont R960 TiO_2)	5,0 lbs (2,3 kg)
Pigmento (Ferro V9156)	1,5 lbs (0,7 kg)
PVC (Georgia Gulf 3304/WH194)	116,0 lbs (52,7 kg)

Exemplo #2

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(etileno-co-ácido acrílico), $(-CH_2CH_2)_x[-CH_2CH(CO_2H)-]_y$, [CAS 9010-77-9] como agente interfacial e em que os valores de x e de y estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #3

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(etileno-co-ácido metacrílico), $(-CH_2CH_2)_x[-CH_2C(CH_3)(CO_2H)-]_y$, [CAS 25053-53-6] como agente interfacial e em que os valores de x e

de y estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #4

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(etileno-co-acrilato de metilo-co-ácido acrílico), $(-CH_2CH_2)_x[-CH_2CH(CO_2CH_3)-]_y[-CH_2CH(CO_2H)-]_z$, [CAS 41525-41-1] como agente interfacial, e em que os valores de x e de y e de z estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #5

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(metacrilato de metilo-co-ácido metacrílico), $[(-CH_2C(CH_3)(CO_2CH_3)-]_x[-CH_2C(CH_3)(CO_2H)-]_y$, como agente interfacial e em que os valores de x e de y estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #6

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(acrilato de terc-butilo-co-acrilato de etilo-co-ácido metacrílico), $[-CH_2CH[(CO_2C(CH_3)_3]_3-]_x[(-CH_2CH(CO_2C_2H_5)-]_y[-CH_2C(CH_3)(CO_2H)-]_z$, como agente interfacial e em que os valores de x e de y e de z estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #7

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(estireno-co-álcool alílico), $[-CH_2CH(C_6H_5)-]_x[-CH_2CH(CH_2OH)-]_y$, [CAS 25119-62-4] como agente interfacial e em que os valores de x e de y estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as

características físicas finais do compósito.

Exemplo #8

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(álcool vinílico-co-etileno), $(-CH_2CH_2)_x[-CH_2CH(OH)-]_y$, [CAS 25067-34-9] como agente interfacial e em que os valores de x e de y estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #9

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(cloreto de vinilo), carboxilado, como agente interfacial.

Exemplo #10

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-anidrido maleico), $[-CH_2CH(Cl)-]_x[-CH_2CH(O_2CCH_3)-]_y[-CH(CO_2H)CH(CO_2H)-]_z$, [CAS 9005-09-08] como agente interfacial e em que os valores de x e de y e de z estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #11

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poliacrilamida, $[-CH_2CH(CONH_2)-]_n$, [CAS 9003-05-08] como agente interfacial e em que o valor de n é ajustado para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #12

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(acrilamida-co-ácido acrílico), $[-CH_2CH(CONH_2)-]_x[-CH_2CH(CO_2H)-]_y$, [CAS 9003-06-09] como agente interfacial e em que os valores de x e de y são ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #13

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(metacrilato de metilo), $[-CH_2CH(CH_3)(CO_2CH_3)-]_n$, [CAS 9001-14-7] como agente interfacial e em que o valor de n é ajustado para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #14

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(etileno-co-acrilato de etilo), $(-CH_2CH_2)_x[-CH_2CH(CO_2C_2H_5)-]_y$, [CAS 9010-86-0] como agente interfacial e em que os valores de x e de y estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #15

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(acrilato de butilo), $[-(CH_2CH_2)CO_2(CH_2)_3CH_2-]_n$, [CAS 9003-49-0] como agente interfacial e em que o valor de n é ajustado para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #16

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poliacrilonitrilo, $[-CH_2CH(CN)-]_n$, [CAS 25014-41-9] como agente interfacial e em que o valor de n é ajustado para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #17

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(acrilonitrilo-co-butadieno), $[-CH_2CH(CN)-]_x[-CH_2CH=CHCH_2)-]_y$, [CAS 9003-18-3] como agente interfacial e em que os valores de x e de y são ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #18

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(etileno-co-acrilato de etilo-co-anidrido maleico) [CAS 41171-14-6] como agente interfacial e em que o valor do peso molecular é ajustado para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #19

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de ácido poliestireno-b-poliacrílico como agente interfacial e em que as quantidades relativas do bloco poliestireno e do bloco poliacrílico são ajustadas para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #20

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de ácido poliestireno-b-polimetacrílico como agente interfacial e em que as quantidades relativas do bloco poliestireno e do bloco polimetacrílico são ajustadas para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #21

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poliestireno-b-poliálcool vinílico como agente interfacial e em que as quantidades relativas do bloco poliestireno e do bloco poliálcool vinílico são ajustadas para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #22

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poliestireno-b-polioxietileno como agente interfacial e em que as quantidades relativas do bloco poliestireno e do bloco polioxietileno são ajustadas para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #23

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de polibutadieno funcionalizado com hidroxilo, HO(-$CH_2CH=CHCH_2$-)$_n$OH [CAS 69102-90-5] como agente interfacial e em que o valor de n é ajustado para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #24

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo) $[-CH_2CH(Cl)-]_x[-CH_2CH(O_2CCH_3)-]_y$ [CAS 9003-22-9] como agente interfacial e em que os valores de x e de y são ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #25

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-acrilato de 2-hidroxipropilo), $[-CH_2CH(Cl)-]_x[-CH_2CH(O_2CCH_3)-]_y[-CH_2CH[CO_2CH_2CH(OH)CH_3]-]_z$, [CAS 41618-91-1] como agente interfacial e em que os valores de x e de y e de z estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Exemplo #26

É feito um compósito de PVC/serrim de madeira/agente de porosidade/agente interfacial de acordo com as condições e quantidades de regentes tal como discutidas atrás no *Exemplo #1* com a substituição de poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-ácido maleico), $[-CH_2CH(Cl)-]_x[-CH_2CH(O_2CCH_3)-]_y[-CH(CO_2H)CH(CO_2H)-]_z$, [CAS 9005-09-08] como agente interfacial e em que os valores de x e de y e de z estão ajustados para controlar o grau de compatibilidade de mistura necessário para as características físicas finais do compósito.

Quando o processo anterior é seguido, podem ser produzidos vários produtos tais como guarnições (Fig. 10), peças de encaixe (Fig. 11), janelas de corrediça duplas (Fig.12), portas (Fig. 13) e componentes de janelas (Fig. 14). Tal como discutido previamente com referência à Fig. 10, a peça de encaixe mostrada na Fig. 11 mostra o compósito co-extrudido (160) em que a superfície exterior (168) representa o componente de compósito de fibra natural/PVC (164) e a superfície interna é o segmento de PVC (162). A superfície externa (168) pode ser gravada com um padrão do grão de madeira (166) que pode ser colorido ou pintado.

As janelas de corrediça dupla mostradas na Fig. 12, mostram também a construção em co-extrusão (170) em que o compósito interior (174) é o componente de fibra natural/plástico e secção exterior (172) é o segmento de PVC. Nesta disposição, o compósito interno (174) pode ser colorido e/ou pintado para corresponder à decoração interior do quarto. Devido a variações de temperatura nas janelas, com tempo muito frio num lado da janela e temperaturas quentes no lado interior, a integridade dimensional dos componentes de janelas plásticos pode ser um problema. Uma vez que as fibras naturais possuem uma melhor estabilidade térmica quando comparadas com muitos plásticos, a adição de fibras naturais pode melhorar o desempenho. As janelas de vinilos da arte anterior teriam necessariamente componentes plásticos visíveis do lado interior da janela. Estes componentes interiores podem apenas aproximar-se vagamente à aparência de madeira natural. Algumas tentativas prévias para rectificar isto incluíram embrulhar os tais componentes com uma folha que simule o grão da madeira. Contudo, isto representava uma solução cara e a folha era frequentemente muito frágil para manter a sua aparência durante longos períodos de tempo sob utilizações intensas.

Com referência à Fig. 13, é mostrada outra aplicação comum do invento. Uma porta (180) é principalmente feita de madeira, metal ou fibra de vidro. Alguns modelos têm uma janela de vidro (184) envolvida por uma guarnição (182). Esta guarnição é uma boa aplicação do artigo compósito mostrado na Fig. 10.

Numa utilização especializada deste invento mostrada na Fig. 14, uma baínha (198) é fixada ao longo de uma parte longitudinal (196) para formar um produto co-extrudido selado para isolamento (190) possuindo um componente de fibra natural/PVC (194) e um componente de PVC (192). Reconhece-se que quando o produto fabricado é tal como mostrado na Fig. 13, é necessário um extrusor adicional, e a cabeça de co-extrusão discutida previamente será modificada para permitir uma corrente fundida adicional que formará a barreira contra as intempéries (*i.e.*, uma cabeça de tri-extrusão). Quando se usa um vinilo flexível como corrente fundida adicional, verifica-se que se observa uma ligação eficaz entre o material compósito e a barreira contra as intempéries. Embora o vinilo flexível seja tipicamente preferido para muitas aplicações em janelas e portas, não há necessidade de limitar o invento a este e outros materiais que se liguem a PVC rígido e/ou compósitos de fibra natural/PVC podem também resultar. Embora as condições de processamento sejam geralmente conhecidas na indústria para extrusões envolvendo vinilos flexíveis, um conjunto típico de temperaturas no extrusor/cabeça será de aproximadamente 132°C para zona de trás e a zona 2 tal como definido anteriormente, e 160°C para a zona 3 e o adaptador.

A quantidade de absorção da coloração/porosidade do perfil extrudido final estará dependente da porosidade da superfície externa. Quanto maior é a porosidade, maior é a absorção. A porosidade é controlada por adição de uma pequena quantidade de agente de porosidade adicional à mistura (PVC comercialmente disponível possuindo algum agente de libertação de metal ou agente de porosidade já adicionados) e agente interfacial. O agente de porosidade preferido é o Rheochem Rheolube 185. Verificou-se que este agente de libertação também impede a fusão na alimentação, pré-compressão e compressão do extrusor. No extrusor, a ventilação (extracção da humidade da madeira através de vácuo) torna-se muito difícil uma vez que o compósito madeira/PVC não foi suficientemente fundido para formar uma fusão homogénea na secção de ventilação do extrusor. Neste caso, água, PVC e algum serrim de madeira podem ser extraídos para a secção de ventilação. Para ultrapassar este problema, os parafusos de elevada compressão e elevado corte correntes foram modificados estreitando as duas larguras das estrias na secção de alimentação para permitir mais alimentação. Foram também adicionados entalhes na secção de pré-compressão dos parafusos para se obter mais corte. Embora isto melhore o processo, verifica-se ainda fusão insuficiente na ventilação e é necessário um agente interfacial para ser adicionado à mistura para se obter uma massa fundida que seja adequada para ventilar. Outro factor que influencia a porosidade é a velocidade de corte através da fieira (comprimento linear) e velocidades de corte (com base apenas em PVC) entre 220-500 s^{-1} deram origem a uma boa porosidade com a mistura preferida.

A importância da porosidade é claramente mostrada nas Fig. 15-16, que são fotografias de um componente apenas de fibra natural/PVC. A Fig. 15 é um aumento com uma ampliação de 20x tirada a 15 KV com uma marca de referência de 1 mm gravada na figura. A porosidade que é devida à formação de espaços vazios, é claramente evidente. Com uma ampliação de 100x, mostrada na Fig. 16, estes espaços vazios são ainda mais evidentes, tal como mostrado na marca de 100 μ aí incluída. As amostras foram preparadas de acordo com os ensinamentos descritos atrás. Para se calcular a porosidade, a superfície da figura é digitalizada e com a ajuda de um programa de computador, a quantidade de espaços vazios numa dada área é calculada, com base nos "pixels" branco.vs.preto. A porosidade dos compósitos nestas Figuras é de aproximadamente 2%. Ambas as amostras mostram micro espaços vazios dispersos na superfície.

Foi feito um estudo comparativo no que diz respeito ao impacto das várias variáveis que estão presentes no sistema. As variáveis estudadas foram o efeito da pré-mistura do material de todos os componentes com a excepção do serrim de madeira, as temperaturas das zonas 3 e 4 do tambor, a temperatura do óleo do parafuso, o nível de alimentação, o vácuo na ventilação e a temperatura da fieira. Foi usada a seguinte matriz (Tabela IV) para avaliar o

efeito dos seis factores na resistência em fusão de extrudidos de compósito de fibra natural/PVC. Uma baixa resistência em fusão tem historicamente sido um dos maiores problemas sentidos neste tipo de produto.

Tabela IV

Factor	*Gama variável #1*	*Gama variável #2*
Material de partida	não pré-mistura	pré-mistura
Temp. dos tambores 3&4 (°F)	295	335
Temp. de óleo do parafuso (°F)	365	395
Nível de alimentação	cheio	pouco cheio
Vácuo de ventilação	0,3	0,8
Temp. da fieira (°F)	365	395

Foi efectuada uma experiência com base nas variáveis anteriores. A resistência em fusão foi medida aumentando gradualmente a velocidade de tracção até que a linha se quebrasse. Uma amostra imediatamente antes da rotura era retirada, medida e pesada. Destes dados, era possível calcular o peso por polegada da peça. Quanto menor o número maior a resistência fusão.

O produto feito a partir do material não pré-misturado mostrava um aumento de 11,6% na resistência em fusão. Uma temperatura no tambor superior também produzia um produto com mais 13,4% de resistência em fusão, enquanto que aumentando o vácuo na ventilação resultava em mais 5,7% na resistência em fusão. A temperatura do óleo do parafuso, o nível de alimentação e a temperatura da fieira mostraram que eram essencialmente factores não críticos na determinação da resistência em fusão.

A porosidade determina a capacidade do produto final da extrusão ser colorido. Quanto maior a porosidade, mais corante absorverá. Inversamente, quanto menor a porosidade, menos corante será absorvido. É preferida uma porosidade de 22% (percentagem de vazios). Uma porosidade na gama de 5% a 40% permitirá a coloração e a quantidade é a preferência visual do utilizador final.

Discussão

Nos termos mais gerais, pode prever-se que o agente interfacial seja um hidrocarboneto polimérico de médio peso molecular, contendo oxigénio. O aspecto do polímero conter oxigénio incluirá, mas não está limitado a, funcionalidades de grupos de ácido carboxílico, ésteres, éteres, álcoois, acrilatos, anidridos ácidos, etc. Dependendo do

grupo funcional contido no polímero, o agente interfacial ligar-se-á quer por fisiossorção (*e.g.* pontes de hidrogénio) ou quimiossorção (*e.g.* ligação éster).

Tal como mostrado na Fig. 17, pelo menos quando se usa polietileno oxidado [CAS 68441-17-8] como agente interfacial, preparado de acordo com o *Exemplo #1*, (Amostra A) e sem a adição de agente interfacial (Amostra B), a espectroscopia de Infravermelho com Transformação de Fourier (FTIR) evidencia pontos relativos a quimiossorção como pelo menos um mecanismo operativo com a formação de uma ligação éster entre o agente interfacial e a celulose, evidenciado pelo pico grande a 1734 cm^{-1} (correspondente a carbonilo). Este é um diagnóstico clássico para a presença da porção carbonilo da ligação éster.

Especificamente, foram preparadas duas amostras (A e B) cortando uma secção extrudida do material em pedaços com lados inferiores a 0,5 cm e triturando os pedaços num misturador comercial Waring usando uma cuba de aço inox e lâminas de aço inox. Foram preparados deste modo aproximadamente cinco (5) gramas de material de cada uma das duas amostras. O aparelho FTIR utilizado foi um Nicolet Magna IR 550 Série 2, operado no modo de reflectância difusa.

Embora a atenção tenha sido direccionada para a química do oxigénio, também é previsto que se houver quimiossorção, possivelmente via formação de um éster como mecanismo reaccional, então qualquer grupo de ácido carboxílico contido no polímero pode ser usado. Sabe-se também que as ligações tipo éster podem ser formadas a partir de amidas, halogenetos de acilo, cetonas, nitrilos e acrilatos. Deste modo, polímeros que contenham pelo menos um ou vários dos grupos funcionais anteriores serão úteis neste invento. As amidas reagem com álcoois sob condições acídicas, para produzir um éster e um sal de amónio, em vez de água como é no caso dos ácidos carboxílicos.

Pensa-se também que o peso molecular do agente interfacial é um aspecto deste invento que desempenhará um papel na determinação quer a eficácia do agente interfacial quer dos produtos finais de qualquer compósito que resulte deste. Em geral, acredita-se que o peso molecular (M_w) do agente interfacial deva ser menor ou igual a 6000 e maior ou igual a 100, mais preferencialmente deve ser menor ou igual a 3000 e maior ou igual a 200, e o mais preferido menor ou igual a 1500 e maior ou igual a 500.

O invento foi descrito com referência a concretizações preferidas e alternativas. Obviamente, modificações e alterações ocorrerão a terceiros, ao lerem e entenderem este fascículo. Pretende-se incluir todas estas modificações ou alterações desde que estejam no

âmbito das reivindicações anexas ou suas equivalentes.

Lisboa, 10. JUL. 2000

Por FORMTECH ENTERPRISES INC.
- O AGENTE OFICIAL -

ENG.º ANTÓNIO JOÃO
DA CUNHA FERREIRA
Ag. Of. Pr. Ind.
Rua das Flores, 74 - 4.º
1200 LISBOA

REIVINDICAÇÕES

1 - Processo para a preparação de um compósito poroso de fibra natural celulósica de madeira e termoplástico, que compreende:

mistura da fibra natural celulósica de madeira com o termoplástico com

de 0,01 a 5% em peso de um auxiliar de porosidade que é seleccionado do grupo constituído por uma mistura de uma parafina e uma cera de hidrocarbonetos possuindo um ponto de fusão de 93°C ou inferior, e

de 0,01% a 2% em peso de um agente interfacial para auxiliar a formação de uma distribuição homogénea da fibra natural contendo celulose no termoplástico, sendo o referido agente interfacial funcionalizado até ao ponto em que pelo menos uma parte do agente interfacial pode formar uma ligação química ou uma ligação física com pelo menos uma porção de um componente de celulose da fibra natural contendo celulose, ao mesmo tempo que outra porção do agente interfacial auxilia a compatibilização com o termoplástico, formando deste modo uma mistura;

extrusão da mistura através de uma fieira de extrusão de um extrusor sob a forma de um compósito; e dar forma ao compósito com o perfil desejado.

2 - Processo de acordo com a reivindicação 1, em que o passo de mistura ocorre num misturador de alta intensidade com uma temperatura de cerca de 82-116°C.

3 - Processo de acordo com a reivindicação 1, em que o perfil de temperatura do extrusor é de 165-218°C antes da ventilação, de 138-199°C após a ventilação, de 149-218°C na zona adjacente à fieira, de 177-218°C na fieira, e a do óleo do parafuso é de 165-218°C.

4 - Processo de acordo com a reivindicação 1, em que o nível de mistura na abertura da alimentação do extrusor está a um nível que cobre os parafusos.

5 - Processo de acordo com a reivindicação 1, em que o termoplástico é seleccionado do grupo constituído por poli(cloreto de vinilo), poliolefinas, poliestirenos, poliacrílicos e poliésteres.

6 - Processo de acordo com a reivindicação 1, em que o agente interfacial é um

tensioactivo polimérico.

7 - Processo de acordo com a reivindicação 6, em que pelo menos um átomo de ligação do agente interfacial em pelo menos um grupo de ligação do agente interfacial é oxigénio.

8 - Processo de acordo com a reivindicação 7, em que pelo menos um grupo de ligação do agente interfacial é oxigénio, contido num grupo funcional no tensioactivo polimérico, sendo o referido grupo funcional seleccionado do grupo constituído por ácidos carboxílicos, ésteres, éteres, acrilatos, anidridos ácidos, amidas e álcoois.

9 - Processo de acordo com a reivindicação 8, em que o agente interfacial é seleccionado do grupo constituido por poliolefinas oxidadas, poli(etileno-co-ácido acrílico), poli(etileno-co-ácido metacrílico), poli(etileno-co-acrilato de metilo-co-ácido acrílico), poli(metacrilato de metilo-co-ácido metacrílico), poli(acrilato de terc-butilo-co-acrilato de etilo-co-ácido metacrílico), poli(estireno-co-álcool alílico), poli(álcool vinílico-co-etileno), poli(cloreto de vinilo) carboxilado, poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-anidrido maleico), poliacrilamida, poli(acrilamida-co-ácido acrílico), poli(metacrilato de metilo), poli(metacrilato de etilo), poli(etileno-co-acrilato de etilo), poli(acrilato de butilo), poli(etileno-co-acrilato de etilo-co-anidrido maleico), poliestireno-b-poli(ácido acrílico), poliestireno-b-poli(ácido metacrílico), poliestireno-b-poli(álcool vinílico), poliestireno-b-polioxietileno, polibutadieno funcionalizado com hidroxilo, poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo), poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-acrilato de 2-hidroxipropilo), poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-ácido maleico).

10 - Processo de acordo com a reivindicação 6, em que pelo menos um átomo de ligação do agente interfacial no pelo menos um grupo de ligação do agente interfacial é azoto.

11 - Processo de acordo com a reivindicação 10, em que pelo menos um grupo de ligação do agente interfacial é azoto contido num grupo funcional no tensioactivo polimérico, sendo o referido grupo funcional seleccionado do grupo constituído por aminas e nitrilos.

12 - Processo de acordo com a reivindicação 1, em que a fieira de extrusão é uma fieira dupla e um segundo termoplástico é co-extrudido com o compósito.

13 - Processo de acordo com a reivindicação 12, em que o segundo termoplástico é

seleccionado do grupo constituído por poli(cloreto de vinilo), poliolefinas, poliestirenos, poliacrílicos e poliésteres.

14 - Processo de acordo com a reivindicação 1, em que a velocidade de corte é de 220-500 s^{-1}.

15 - Artigo compósito compreendendo:

uma primeira zona, estando a referida primeira zona compreendida por um primeiro polímero, e

uma segunda zona, sendo a referida segunda zona compreendida por
um segundo polímero,
uma fibra natural contendo celulose,

de 0,01 a 5% em peso de um auxiliar de porosidade para controlar a porosidade da referida segunda zona com uma superfície externa, sendo a referida superfície externa porosa para manter e reter tinta ou corante de madeira, sendo o referido auxiliar de porosidade seleccionado do grupo constituído por uma mistura de uma parafina e uma cera de hidrocarbonetos possuindo um ponto de fusão de 93°C ou inferior, e

de 0,01% a 2% em peso de um agente interfacial para auxiliar a formação de uma distribuição homogénea da fibra natural contendo celulose no segundo polímero, sendo o referido agente interfacial funcionalizado até ao ponto em que pelo menos uma parte do agente interfacial pode formar uma ligação química ou uma ligação física com pelo menos uma porção de um componente de celulose da fibra natural contendo celulose, ao mesmo tempo que outra porção do agente interfacial auxilia a compatibilização com o segundo polímero; e

sendo as referidas primeira e segunda zonas integradas e co-extrudidas em conjunto.

16 - Artigo de acordo com a reivindicação 15, em que a segunda zona compreende

90-45% em peso, inclusive, do referido segundo polímero, e

10-55% em peso, inclusive, da referida fibra natural contendo celulose,

possuindo o compósito da segunda zona uma porosidade entre 5-40% inclusive.

17 - Compósito de acordo com a reivindicação 15, em que o agente interfacial é um tensioactivo polimérico.

18 - Compósito de acordo com a reivindicação 17, em que pelo menos um átomo de ligação do agente interfacial em pelo menos um grupo de ligação do agente interfacial é oxigénio.

19 - Compósito de acordo com a reivindicação 19, em que pelo menos um grupo de ligação do agente interfacial é oxigénio contido num grupo funcional no tensioactivo polimérico, sendo o referido grupo funcional seleccionado do grupo constituído por ácidos carboxílicos, ésteres, éteres, acrilatos, anidridos ácidos, amidas e álcoois.

20 - Compósito de acordo com a reivindicação 19, em que o agente interfacial é seleccionado do grupo constituído por poliolefinas oxidadas, poli(etileno-co-ácido acrílico), poli(etileno-co-ácido metacrílico), poli(etileno-co-acrilato de metilo-co-ácido acrílico), poli(metacrilato de metilo-co-ácido metacrílico), poli(acrilato de terc-butilo-co-acrilato de etilo-co-ácido metacrílico), poli(estireno-co-álcool alílico), poli(álcool vinílico-co-etileno), poli(cloreto de vinilo) carboxilado, poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-anidrido maleico), poliacrilamida, poli(acrilamida-co-ácido acrílico), poli(metacrilato de metilo), poli(metacrilato de etilo), poli(etileno-co-acrilato de etilo), poli(acrilato de butilo), poli(etileno-co-acrilato de etilo-co-anidrido maleico), poliestireno-b-poli(ácido acrílico), poliestireno-b-poli(ácido metacrílico), poliestireno-b-poli(álcool vinílico), poliestireno-b-polioxietileno, polibutadieno funcionalizado com hidroxilo, poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo), poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-acrilato de 2-hidroxipropilo), poli(cloreto de vinilo-co-acetato de vinilo-co-ácido maleico).

21 - Compósito de acordo com a reivindicação 17, em que pelo menos um átomo de ligação do agente interfacial no pelo menos um grupo de ligação do agente interfacial é azoto.

22 - Compósito de acordo com a reivindicação 21, em que pelo menos um grupo de ligação do agente interfacial é azoto contido num grupo funcional no tensioactivo polimérico, sendo o referido grupo funcional seleccionado do grupo constituído por aminas e nitrilos.

23 - Compósito de acordo com a reivindicação 22, em que o agente interfacial é seleccionado do grupo constituído por poliacrilonitrilo e poli(acrilonitrilo-co-butadieno).

24 - Compósito de acordo com a reivindicação 15, em que o primeiro e segundo polímeros são independentemente seleccionados do grupo constituído por poliolefinas, poliestirenos, poliacrílicos, poli(cloreto de vinilo) e poliésteres.

25 - Compósito de acordo com a reivindicação 24, em que o primeiro e segundo polímeros são diferentes.

26 - Compósito de acordo com a reivindicação 24, em que o primeiro e segundo polímeros são o mesmo.

27 - Compósito de acordo com a reivindicação 26, em que o primeiro e segundo polímeros são poli(cloreto de vinilo).

Lisboa, 10. JUL. 2000

Por FORMTECH ENTERPRISES INC.
- O AGENTE OFICIAL -

ENG.º ANTÓNIO JOÃO
DA CUNHA FERREIRA
Ag. Of. Pr. Ind.
Rua das Flores, 74 - 4.º
1200 LISBOA

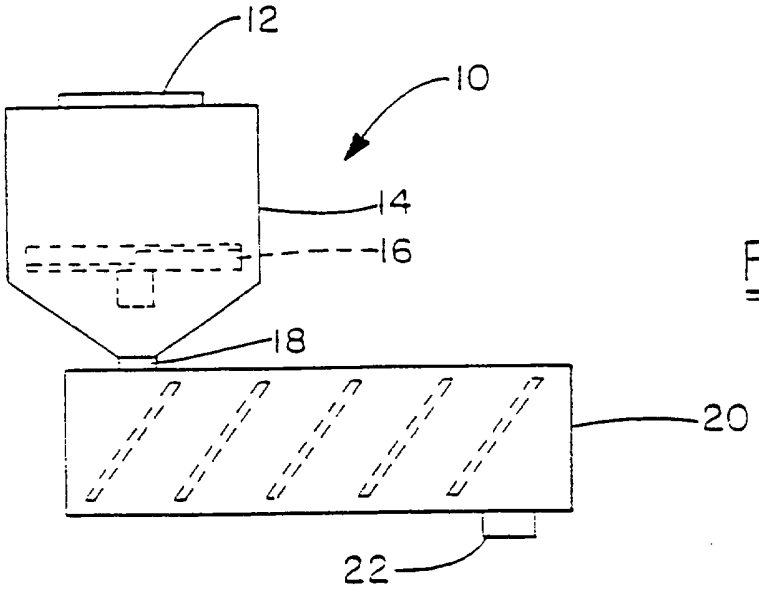


FIG.-1

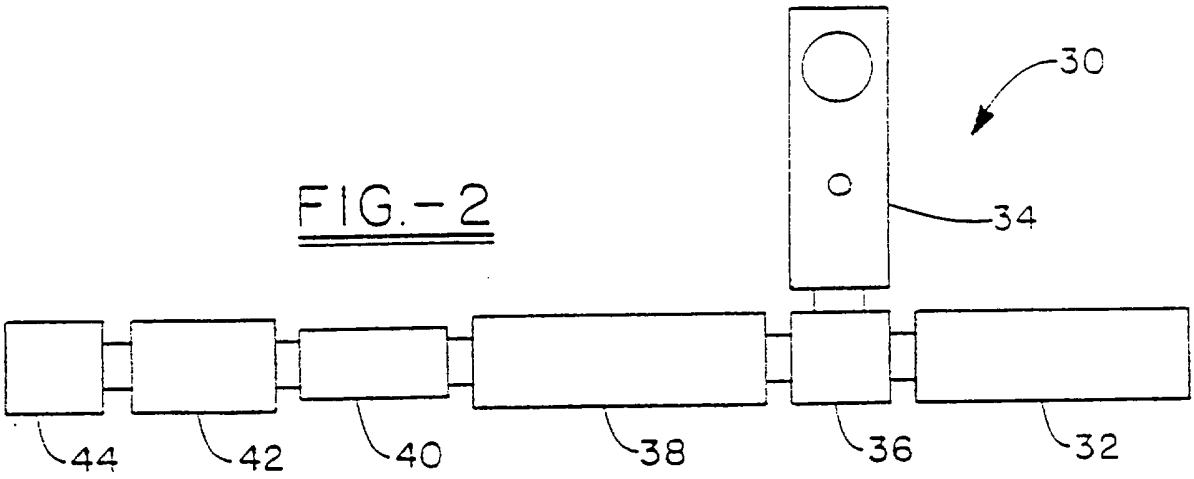


FIG.-2

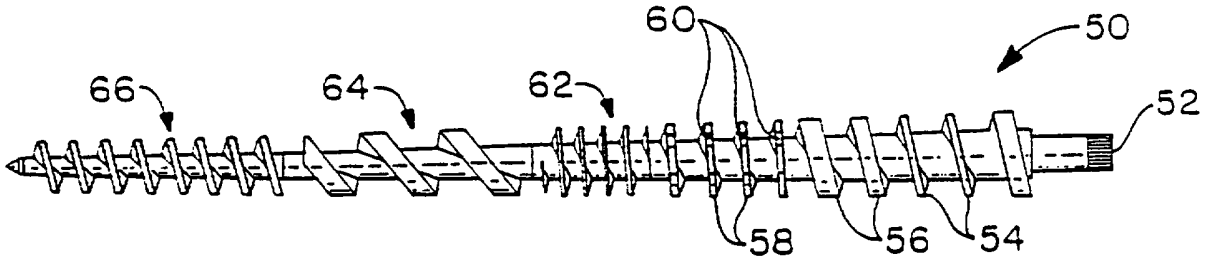


FIG.-3

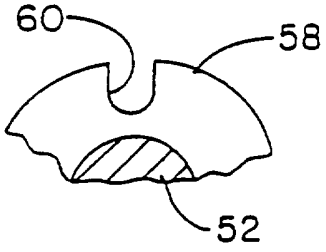


FIG.-3A

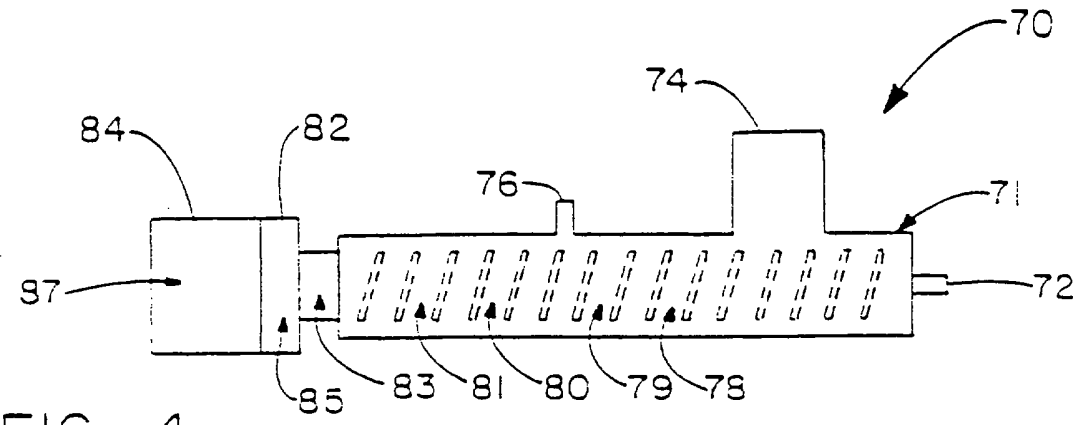


FIG.-4

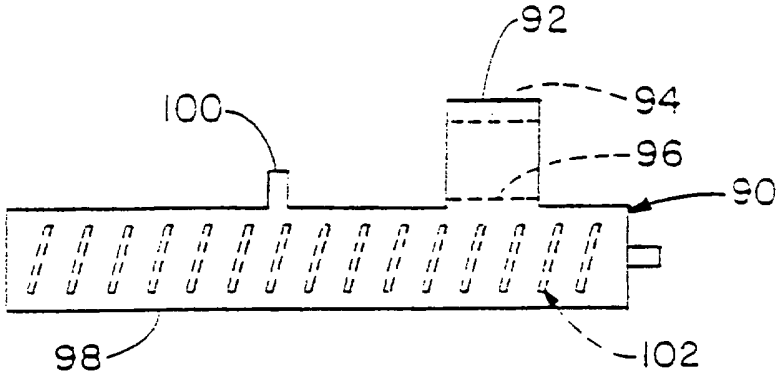


FIG.-5

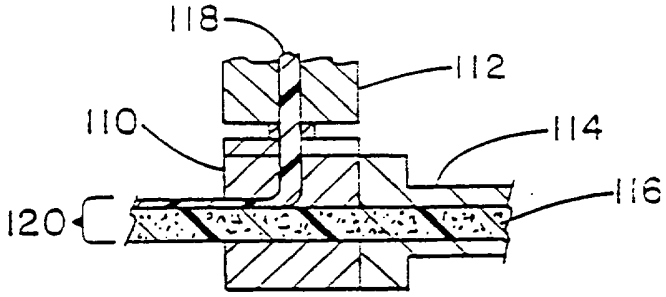


FIG.-6

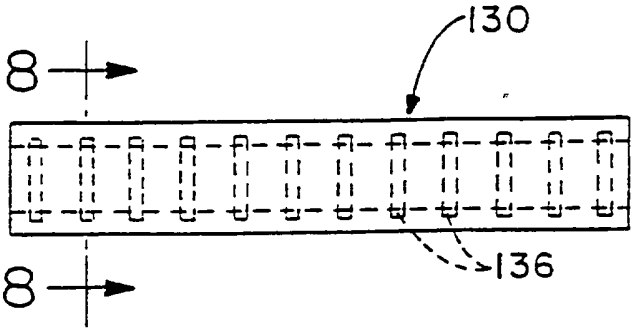


FIG.-7

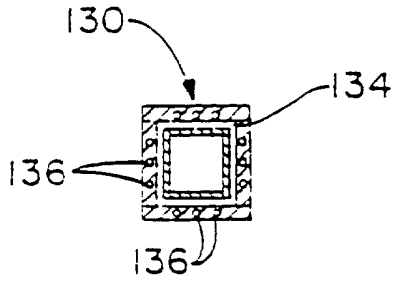


FIG.-8

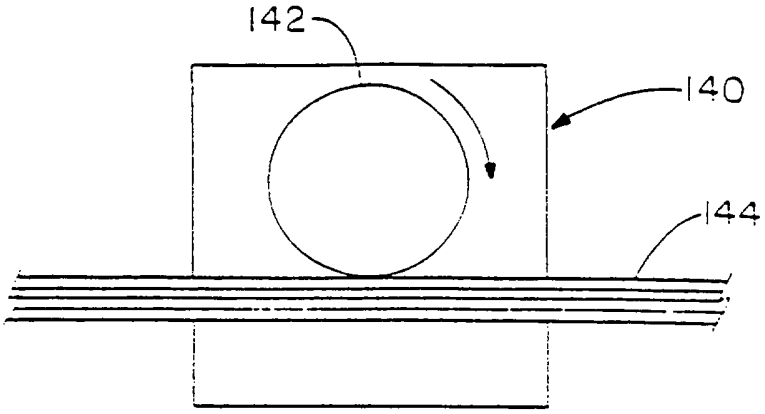


FIG.-9

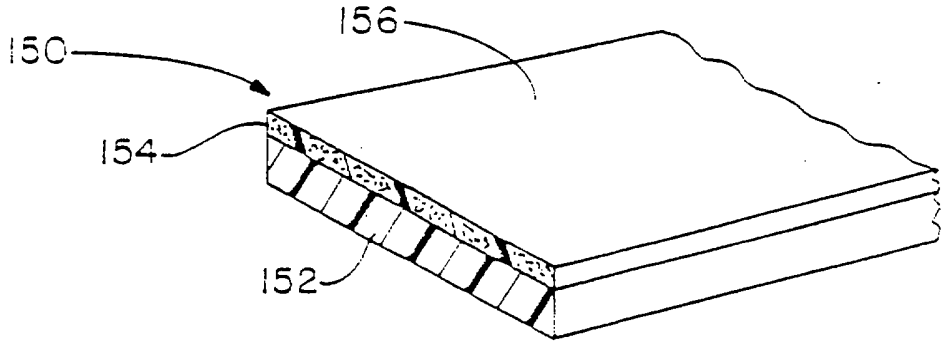


FIG.-10

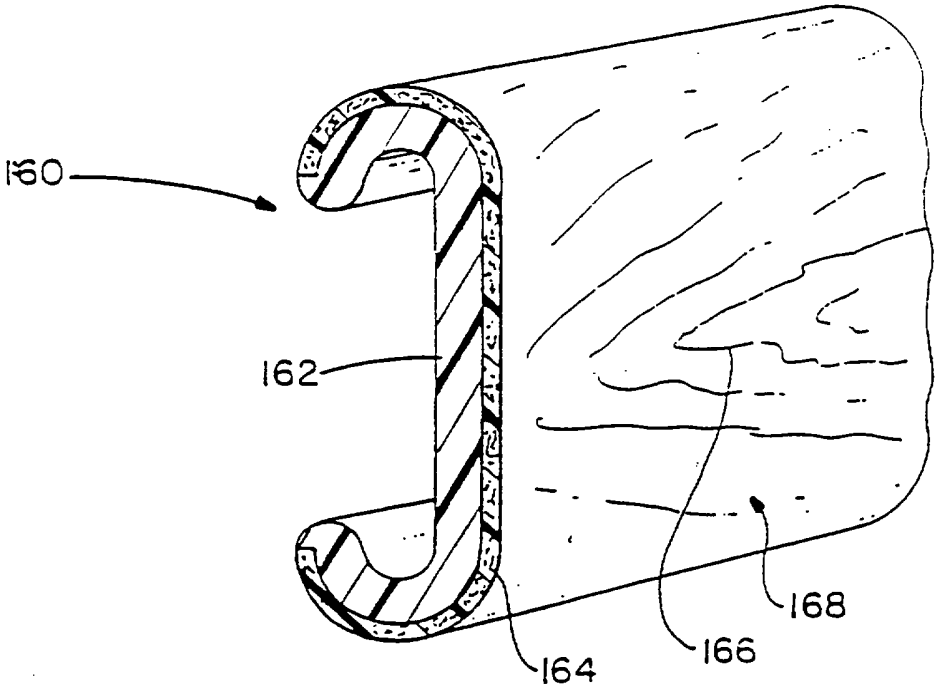


FIG.-11

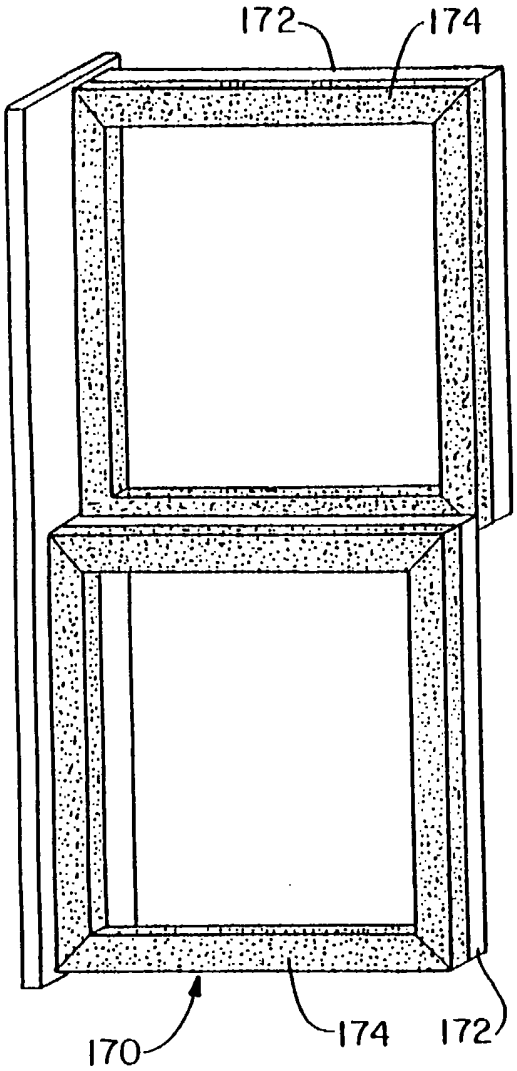


FIG.-12

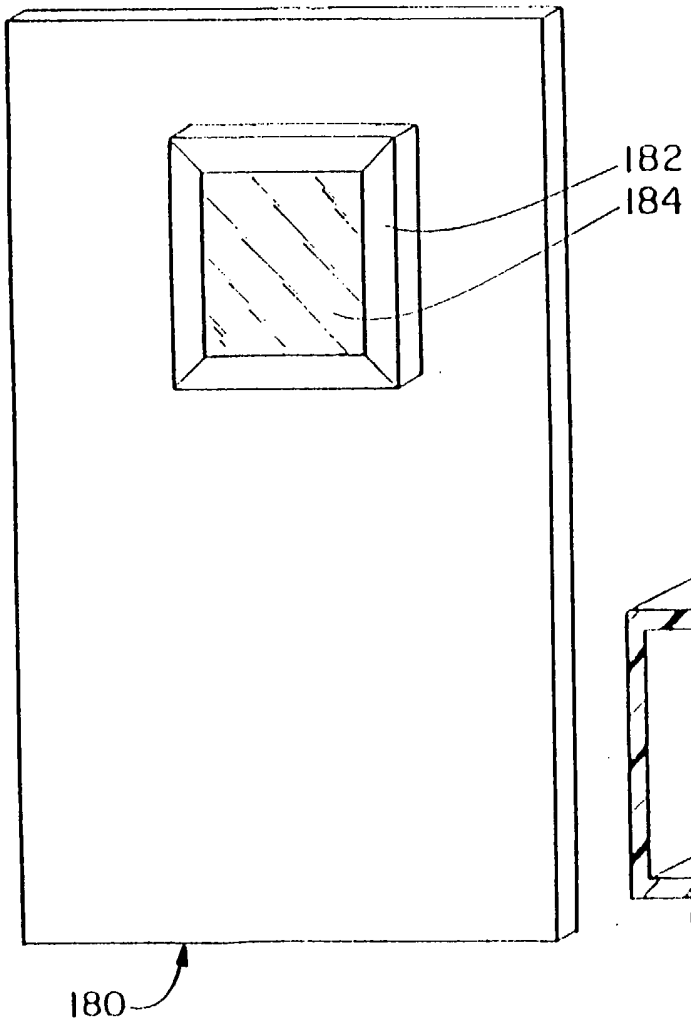


FIG.-13

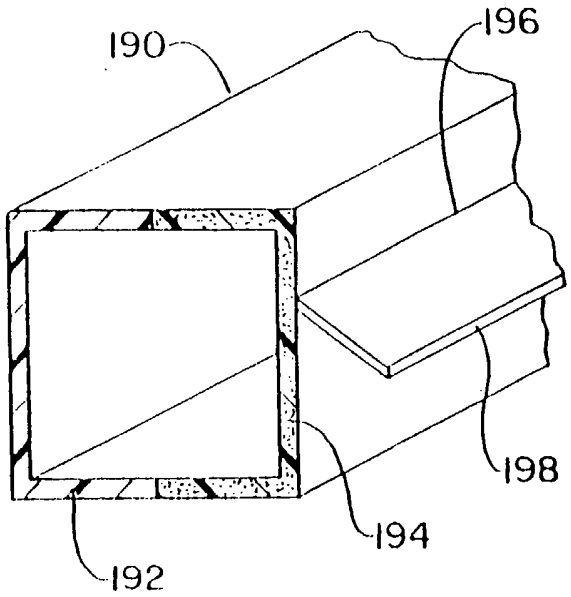


FIG.-14

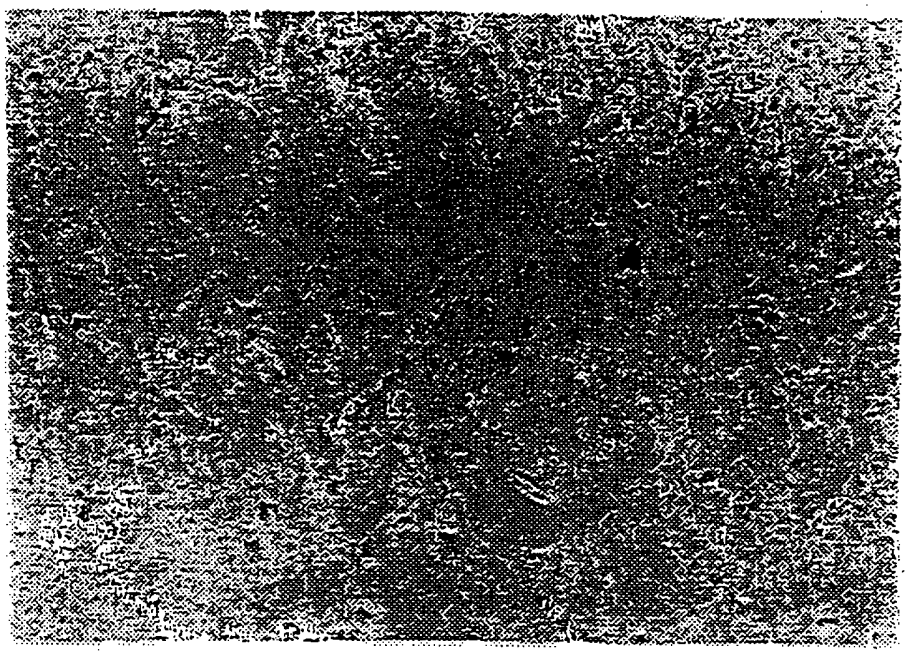


FIG.-15

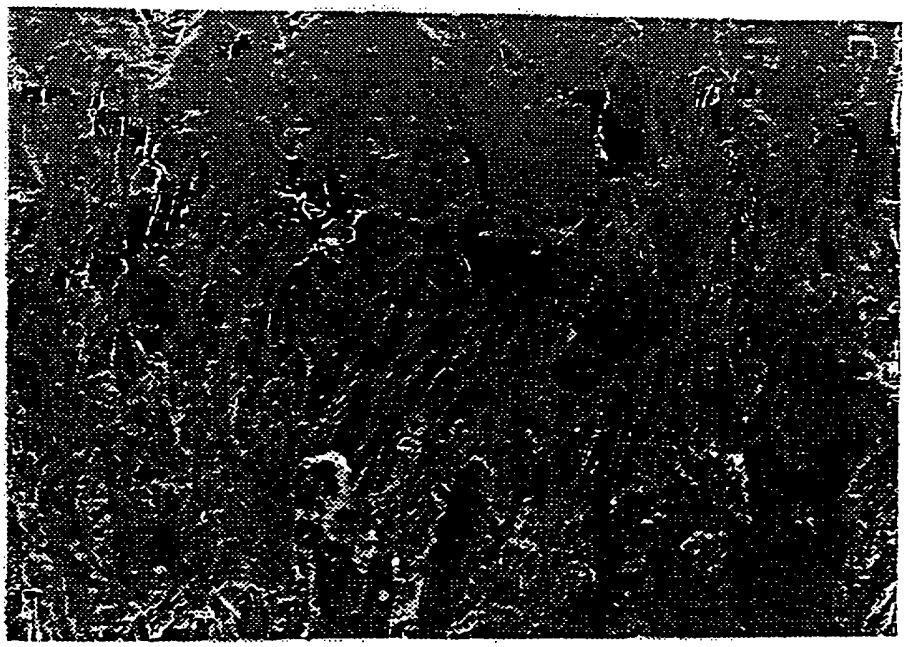
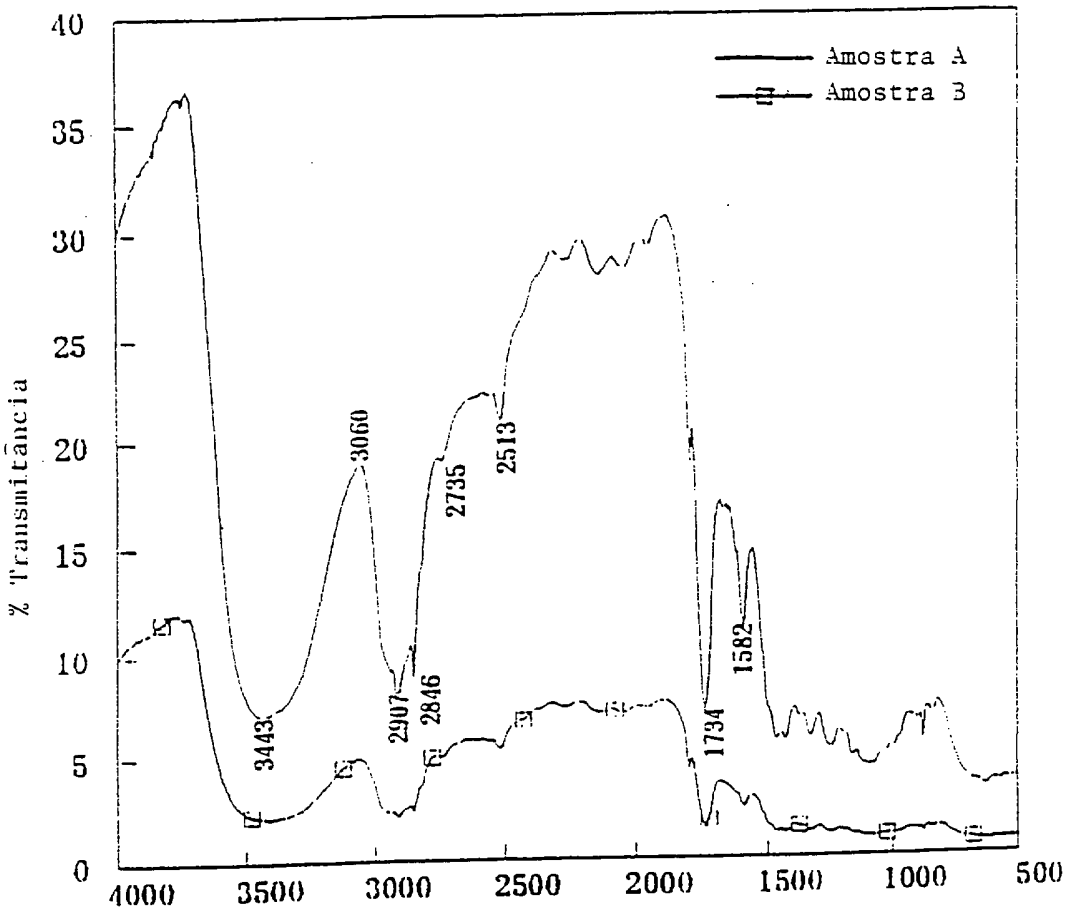


FIG.-16



Número de Onda (cm^{-1})

FIG. - 17