

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0611230-7 A2**

(22) Data de Depósito: 11/05/2006
(43) Data da Publicação: 22/02/2011
(RPI 2094)



(51) *Int.Cl.:*
B29C 55/18
B32B 3/28

(54) Título: **LAMINADO CRUZADO, MÉTODOS PARA FABRICAR UM LAMINADO CRUZADO, E PARA ESTIRAR LONGITUDINALMENTE UM FILME CONSISTINDO EM MATERIAL DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO, E, APARELHO PARA ESTIRAMENTO SEGMENTADO TRANSVERSAL DE UMA DOBRA DE TERMOPLÁSTICO**

(30) Prioridade Unionista: 11/05/2005 GB 0509615.1,
03/06/2005 GB 0511394.9, 05/01/2006 EP pct/ep2006/000281

(73) Titular(es): Ole-Bendt Rasmussen

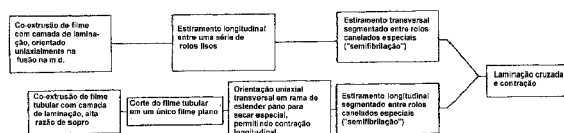
(72) Inventor(es): Ole-Bendt Rasmussen

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006062260 de 11/05/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/120238 de 16/11/2006

(57) Resumo: LAMINADO CRUZADO, MÉTODOS PARA FABRICAR UM LAMINADO CRUZADO, E PARA ESTIRAR LONGITUDINALMENTE UM FILME CONSISTINDO EM MATERIAL DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO, E, APARELHO PARA ESTIRAMENTO SEGMENTADO TRANSVERSAL DE UMA DOBRA DE TERMOPLÁSTICO. É descrito um laminado cruzado que é formado de duas dobras orientadas de material de polímero termoplástico, arranjadas de maneira que suas direções de orientação sejam transversais entre si, as dobras sendo seladas a quente uma na outra. Cada dobra é semi-fibrilada, ou seja, consiste em regiões finas lineares de material orientado biaxialmente e saliências lineares mais espessas entre as regiões mais finas. As membranas são seladas basicamente por meio de ligações formadas na interseção das saliências (regiões mais espessas). O arranjo de saliências tem uma divisão menor que 2 mm. O laminado tem melhores propriedades estéticas e de resistência. E descrito um método para formar o laminado cruzado que envolve estirar segmentos do material para formar as regiões mais espessas, e o aparelho que compreende rolos de estiramento canelados combinados com cristas com bordas vivas.



“LAMINADO CRUZADO, MÉTODOS PARA FABRICAR UM LAMINADO CRUZADO, E PARA ESTIRAR LONGITUDINALMENTE UM FILME CONSISTINDO EM MATERIAL DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO, E, APARELHO PARA ESTIRAMENTO SEGMENTADO TRANSVERSAL DE
5 UMA DOBRA DE TERMOPLÁSTICO”

A presente invenção diz respeito a laminados cruzados, isto é, laminados de filmes dos quais pelo menos dois são orientados uniaxialmente ou biaxialmente desequilibrados, e em que a direção principal em um desses filme cruza a direção principal do outro.

10 Laminados cruzados de filmes orientados de materiais de polímero sintético têm sido produzidos comercialmente desde 1968, basicamente da maneira descrita em GB-A-0792976 (Rasmussen) de 23 de maio de 1955. De acordo com o conhecimento do inventor, a produção mundial anual total hoje chega a cerca de 30.000 toneladas. O laminado
15 cruzado é usado em particular como sacos industriais, folha de cobertura, lonas, revestimentos de reservatórios e produtos similares

Comparado com filmes no geral não orientados, laminados cruzados apresentam propriedades de resistência muito melhores, vista em relação ao peso por metro quadrado, e, como o preço da matéria-prima é a
20 parte mais importante do preço de custo, a tecnologia de laminação cruzada pode servir para reduzir o custo, pela redução do peso. Comparados com filme orientado biaxialmente, laminados cruzados feitos (sob condições adequadas) de polímeros similares, apresentam resistência à propagação do rasgo significativamente melhor.

25 No entanto, como o número de 30.000 toneladas de produção anual indica, o sucesso da tecnologia de laminação cruzada no mercado tem sido limitada. Um motivo importante para isto são as dificuldades em manter uma alta resistência à propagação do rasgo e ao mesmo tempo força de ligação adequada em laminados relativamente finos, embora as vantagens

principais em particular devam ser possivelmente a redução do peso. A alta resistência à propagação do rasgo em laminados cruzados devidamente produzidos baseia-se na delaminação local em torno do local onde o rasgamento se propaga. Por causa da orientação desequilibrada nos filmes individuais e laminação cruzada das direções principais de orientação, um filme então terá uma tendência de propagar o rasgamento em uma direção e um outro filme tenderá propagar o rasgamento em uma outra direção. Assim, haverá uma tendência de eliminar a ligação no local onde as forças são concentradas e, se esta tendência for suficientemente pronunciada, o rasgamento “se bifurca” sob uma delaminação local, e o “efeito entalhe” do rasgamento será praticamente eliminado. Por meio disto, falando de forma geral, haverá uma “competição” entre as forças adesivas que tentam suportar a delaminação e as forças coesivas em cada filme que tentam evitar a ruptura ou escoamento ao longo de qualquer direção que não seja paralela à direção de orientação principal. As ditas forças adesivas são (ainda falando de maneira geral) independentes da espessura dos filmes, ao passo que as ditas forças coesivas são principalmente proporcionais à espessura do filme, quando todos outros parâmetros permanecem inalterados. Em decorrência desta “competição”, laminados cruzados “finos” tanto apresentarão uma resistência à propagação do rasgo relativamente baixa como uma tendência relativamente alta à delaminação. Isto está bem aquém de um problema para laminados cruzados de dobras “espessas”. Para sacos industriais de espessura maior que 60-70 gramas por metro quadrado, esta “competição” normalmente não causará sérios problemas, uma vez que sacos cheios normalmente não são sujeitos a forças de delaminação, o que significa que uma baixa força de ligação pode ser escolhida, mas a questão é muito importante, por exemplo, para lonas, folhas de cobertura e produtos similares que serão sujeitos a flexão repetida durante o uso, por exemplo, tremulação com o vento. Como uma questão de experiência prática, o inventor e seus licenciados observaram que

em uma lona feita de um laminado cruzado de duas dobras baseado em combinações dos tipos LLDPE e LMWHDPE, cada um dos filmes tem que ter um calibre de pelo menos $45\text{-}50\text{ gm}^{-2}$, caso contrário, tanto a força de ligação como a resistência à propagação do rasgo serão inaceitáveis para os usuários. Essas experiências dizem respeito a lonas para uso “estático?” onde não ocorrerá muita tremulação no vento. Para usos “dinâmicos”, tais como cobertura de caminhões e vagões de mercadorias, onde a lona será sujeita a tremulação forte e repetida, o calibre necessário é muito maior. Em filme de baixo calibre (por exemplo, de calibre entre cerca de $15\text{-}50\text{ gm}^{-2}$) destinado ao consumidor final, há também uma necessidade de uma alta resistência à propagação do rasgo combinada com boa ligação, uma vez que tal resistência ao rasgamento é a propriedade que o consumidor facilmente pode avaliar. Exemplos de tais filmes são filmes para embrulhar mercadorias de consumidor e os diferentes tipos de filmes domésticos.

Diversos métodos foram sugeridos para se conseguir uma combinação adequada de força de ligação e resistência à propagação do rasgo em filmes laminados cruzados. Eles estão todos descritos em WO074264 e todos dizem respeito a uma combinação de uma ligação forte ou relativamente forte em pontos ou linhas, e ligação fraca ou nenhuma ligação no resto da área do filme. Desta tecnologia conhecida, somente o método e a estrutura reivindicados na dita WO03/074264 tem importância industrial.

O objetivo principal da presente invenção é a melhoria da resistência à propagação do rasgo em laminados cruzados, especialmente, mas não somente, a fim de permitir uma redução do calibre.

Um segundo objetivo é melhorar a aparência estética do laminado, uma vez que o consumidor médio de filme plástico e sacos plásticos basicamente baseia seu julgamento em teste de rasgamento bastante primitivo e na impressão estética, e em geral pré-julga um filme final como “plástico barato” independente de sua resistência objetivamente estabelecida.

Um propósito da presente invenção, portanto, é melhorar a aparência estética, dando aos laminados cruzados de filmes orientados uma aparência tipo tecido, notadamente por meio do que também têm uma função técnica.

Com relação à importância de efeitos visuais em produtos feitos de plástico, é feita referência a um artigo em Modern Plastics, dezembro de 2002, pg. 50: “Visual Effects means Business”, que declara: “em vez de se considerar um exterior simplesmente como uma cobertura de componentes, fabricantes estão usando-a como uma ferramenta de comercialização para diferenciar produtos e permitir personalização”.

Um terceiro objetivo da invenção é permitir uma contração significativa pelo calor depois da laminação, sem criar assim frisos ou rugas irregular (que os laminados cruzados normalmente tendem ter quando se desenvolvem forças de contração). Tal contração aumenta ainda mais a resistência à propagação do rasgo e também aumenta a resistência a perfuração, uma vez que o laminado cruzado contraído tem uma certa memória do estado para o qual ele foi orientado antes do estiramento.

Um recurso chave da presente invenção é que as dobras orientadas no geral uniaxialmente laminadas cruzadas são supridas com um padrão de “linhas” espaçadas próximas de material mais fino orientado biaxialmente, sob condições que são especificadas na reivindicação 1. Essas “linhas” são a seguir referidas como “membranas mais finas”, e as demais partes de cada dobra são referidas como “saliências”. O padrão de saliências com membranas mais finas intervenientes é produzido estirando-se segmentos em uma direção que é transversal à orientação principal da dobra, preferivelmente, um estiramento entre rolos canelados, conforme especificado nas reivindicações. Este padrão saliente é preferivelmente feito de forma mais fina praticamente possível, e, com esse propósito, foram inventados um método melhorado e aparelho melhorado para estiramento por rolo canelado. Não é novidade prover uma ou ambas as dobras em um laminado cruzado

com um padrão diferente de membranas mais finas, mas tem sido feito sob diferentes condições, a saber na fabricação de laminados cruzados estriados (corrugados), revelados em WO02/102592 e WO 04/054793, conforme será discutido posteriormente.

5 Observou-se recentemente que membranas mais finas, quando elas não são ligadas ou são apenas fracamente ligadas na dobra adjacente, proporciona uma melhoria surpreendente na resistência à propagação de rasgo. Isto pode ser explicado pela influência dessas “linhas” estreitas orientadas biaxialmente na capacidade de mudar a orientação na dobra sob
10 forças de rasgamento. Tal mudança de orientação serve para parar o rasgamento, e as “linhas” estreitas agem como iniciadores para a ré-orientação. Portanto, é também importante prover um padrão o mais fino praticamente possível.

 Conforme mencionado anteriormente, um segundo objetivo da
15 invenção é a melhoria da aparência estética, e isto é conseguido por meio de uma aparência tipo têxtil de dobras salientes laminadas cruzadas. Pode-se dizer que cada dobra é “semi-fibrilada” e, quando o laminado cruzado é observado superficialmente, parece como se as dobras fossem realmente fibriladas, especialmente quando os efeitos visuais são intensificados pela
20 incorporação de um pigmento. Também, com vista nos efeitos visuais, é importante fazer o padrão de saliências e membranas o mais fino praticamente possível.

 O terceiro objetivo da invenção supramencionada, a saber, ajudar tornar possível uma significativa pós-contração do laminado, é também
25 obtida em virtude do padrão fino de membranas finas, uma vez que elas por assim dizer “absorver” as forças compressivas que de outra forma produziriam os frisos ou a tendência de rugas. Isto é uma melhoria bastante pronunciada.

 Como fundamento para o entendimento da invenção, uma

breve revisão geral da tecnologia de laminação cruzada existente pode ser útil. Isto basicamente diz respeito a publicações anteriores do inventor.

Os materiais de polímero para laminados cruzados têm sido basicamente e são basicamente polietileno e polipropileno de diferentes tipos
5 geralmente modificados por mistura, e os processos de fabricação industrializados antigos e presentes compreendem as etapas de extrusar um tubo, que, pelo estiramento para baixo, é orientado principalmente na sua direção longitudinal, cortar helicoidalmente este tubo em uma membrana com sua direção de orientação principal enviesada, e laminar continuamente duas
10 ou mais de tais membranas com suas direções de orientação principais cruzada. Pode também estar incluído no laminado um filme que é orientado principalmente na sua direção longitudinal.

Na primeira tecnologia comercializada com base nesses princípios, o filme tubular extrusado, que é orientado for fusão principalmente
15 na sua direção longitudinal, é adicionalmente estirado a frio nesta direção antes do corte helicoidal. Em uma tecnologia comercializada posteriormente, revelada, por exemplo, em US-A-4.039.364, cada filme tubular é co-extrusado, com uma camada que contribui principalmente para o limite de resistência do laminado e pelo menos uma camada superficial adaptada para
20 ajudar na ligação dos filmes, que pelo menos parcialmente ocorre por pressão e calor.

Também, camadas especiais são co-extrusadas nos filmes, que ficam exteriores no laminado. Essas camadas especiais são adaptadas para modificar as propriedades superficiais do laminado, especialmente para
25 melhorar a vedação a quente. Nesta última tecnologia, o corte helicoidal ocorre em sucessão direta à co-extrusão sem nenhum estiramento a frio intermediário, mas em uma linha de produção separada. Estiramento adicional é realizado quando os filmes forem agrupados em um arranjo prensado, ligados ou não ainda ligados, para formar um laminado. Os filmes são

estirados biaxialmente a uma temperatura relativamente baixa. O componente transversal deste estiramento biaxial ocorre entre rolos canelados. Na US-A-5.028.289 e US-A-5.626.944, este estiramento entre rolos canelados foi desenvolvido ainda mais.

5 Maneiras práticas de realizar o corte helicoidal são reveladas em US-A-5.248.366. Esta patente também menciona uma técnica de corte alternativa, a saber, que o filme tubular pode ser provido com uma orientação fundida que estende-se helicoidalmente enquanto é extraído da matriz de co-extrusão, estabelecida por uma rotação relativa entre a saída da matriz e o
10 dispositivo de extração, e subsequente o corte pode ser paralelo ao eixo, ou pode ser em um ângulo com a direção de orientação principal. O processo pode ainda ser ajustado para produzir uma membrana na qual a direção principal da orientação de fusão ficará perpendicular à direção longitudinal da membrana.

15 Por questão de finalização, deve-se mencionar que, em patentes bem anteriores, é também revelada a possibilidade de que material de filme de polímero orientado longitudinalmente possa ser laminado cruzado descontinuamente e ligado em uma prensa.

 Em um processo que é completamente diferente do
20 supradescrito, laminados reticulados de um arranjo bastante rígido são feitos para uso em produtos avançados especiais. Eles consistem em polímeros que, em um estado fundido ou parcialmente fundidos, são cristais líquidos, e ficarão orientados e laminados cruzados já na matriz de extrusão por meio de partes da matriz contra-rotativas. Entretanto, este tipo de processo e produto
25 não é um assunto da presente invenção.

 De volta para outros tipos de laminados cruzados, cuja maior parte são comodidades ou produtos técnicos, a resistência a vedação da quente em uma vedação tipo cisalhamento é adequada quando um polímero de menor ponto de fusão adequado tiver sido escolhida para as camadas superficiais do

laminado, embora precauções bastante especiais devam ser tomadas, se a boa resistência a vedação a quente-impacto for necessária em vedações a quente tipo destacamento, usualmente necessária para sacos industriais supridos com tais vedações a quente. Essas precauções são reveladas em US-A-5.205.650 e
5 WO-A-98/23434.

Invenções recentes relativas dos laminados cruzados compreendem as cinco publicações dos inventores WO02/102592, WO04/54793, WO03/033241, WO04/094129 e WO05/102669. As duas primeiras suprem uma ou ambas as dobras em um laminado cruzado de duas
10 dobras com uma estrutura ondulada como a ondulação em papelão corrugado, mas no geral com um comprimento de onda que é menor que o normal para papelão, geralmente com as ondas estendendo-se na direção da orientação molecular da respectiva dobra.

Ambas essas publicações revelam e reivindicam a formação de
15 um padrão de membranas biaxiais mais finas. Em WO02/102592, ela diz respeito somente a uma das dobras e é descrita em toda a especificação da pg. 8 em diante e nas reivindicações e, em WO04/054793, ela diz respeito a uma ou ambas as dobras e está descrita em toda a especificação da pg. 12 linha 19 e nas reivindicações. Em ambos os casos, ela diz respeito a um conjunto de
20 membranas orientadas biaxialmente lineares finas, que, essencialmente para a base ligada de cada canelura, e adicionalmente um conjunto de membranas orientadas biaxialmente linear, que essencialmente para uma base ligada de cada canelura, e adicionalmente um conjunto mais estreito de membranas orientadas biaxialmente lineares finas, cada qual formando uma crista de uma
25 canelura.

Nota-se que a resistência à propagação do rasgo desses laminados cruzados corrugados é muito alta, e, para tais laminados, melhorias a este respeito não são aplicáveis, tais como usos em que exige-se uma impressão fina ou um padrão especial de saliência.

WO03/033241 e WO094129 dizem respeito em atenção especial particular e processos de orientação com relação à extrusão, pelos quais a resistência a temperatura elevada, propriedades de vedação a quente, tensão de escoamento e/ou propriedades de barreira podem ser melhoradas.

5 Seria natural acreditar que a melhor maneira de fabricar um laminado cruzado seria produzir uma dobra orientada transversalmente por meio de uma rama de estender pano para secar, e laminar esta com uma dobra orientada longitudinalmente, entretanto, a função das ramas de estender pano para secar existentes está limitada ao estiramento a temperatura bastante
10 elevadas, por exemplo, 80°C ou mais, que, pelo menos no caso de HDPE ou PP, não provê a dobra com as propriedades que são adequadas para laminados cruzados. Isto está explicado com detalhes na WO05/102669, que, entretanto, reivindica um tipo modificado de rama de estender pano para secar adequada para estiramento a tais temperaturas mais baixas. Esta tecnologia conhecida
15 tem importância direta para algumas modalidades da presente invenção, e será descrita com relação a essas modalidades.

 O produto de acordo com a presente invenção surge na reivindicação 1, e o método de fabricação surge de acordo com a reivindicação 18 correspondente. Quando as condições declaradas para a
20 ligação entre a linha A e a dobra B são atendidas, as membranas orientadas biaxialmente mais finas, ou “linhas”, têm uma surpreendente influência na resistência à propagação do rasgo. Neste caso, uma parte suficiente dessas “linhas” tem uma “liberdade” suficiente para agir como iniciadores para os processos de reorientação de inibição do rasgamento, que foram mencionadas
25 anteriormente, e a flexibilidade, que elas fornecem depois de delaminação localizada em um local onde o rasgamento se propaga, também tem um efeito inibitório no rasgamento. É feita referência ao teste comparativo nos exemplos 2 e 3.

Conforme foi mencionado anteriormente, as duas publicações

WO02/102592 e WO04/054793, ambas tratando de laminados cruzados que são estriados como papelões corrugados, também revelam a formação de membranas orientadas biaxialmente mais finas, ou “linhas”, mas, nessas revelações, a maior parte da área da membrana é ligada mais fortemente na dobra adjacente que liga saliência a saliência. De fato, as saliências são na maior parte não ligadas. Os propósitos das membranas finas nesses produtos são de facilitar a formação das caneluras e melhorar a rigidez das caneluras. Esses laminados cruzados corrugados conhecidos também apresentam uma boa resistência à propagação do rasgo, entretanto, isto se deve à forma corrugada, e não aos efeitos que as membranas finas exercem na presente invenção.

O efeito “parte frouxa” das caneluras no laminado cruzado corrugado supramencionado ajuda minimizar a concentração de forças nos locais de propagação de rasgamento (“o efeito entalhe”).

Na presente invenção, um certo “efeito parte frouxa” é também preferível, desde que ele não interfira nas necessidades especialmente impressibilidade ou receptabilidade dos padrões salientes. Limites práticos com relação a isto estão declarados na reivindicação 7.

Conforme mencionado nas reivindicações 1 a 18, as dobras A e B são seladas a quente por meio de uma ou mais camadas de laminação. Isto pode ser por laminação por extrusão ou por meio de camadas de laminação co-extrusadas. O termo “selado a quente” inclui a possibilidade de que as dobras sejam seladas umas nas outras ultra-sonicamente, uma vez que tal vedação com efeito é por causa de um aquecimento localizado causado pelas ondas ultra-sônicas.

O teste de ligação fraca indicado na reivindicação 1, a saber, flexão e esfregamento à mão repetido, é um teste prático que provavelmente é conhecido por todos que lidam com laminados de filme, basicamente como um teste rápido para rejeitar ligação insuficiente. “Nenhuma ligação” e

“ligação eliminada” podem ser detectadas exatamente estudando a seção transversal em um microscópio. O padrão de saliências e membranas intervenientes aparecerá no geral mesmo quando diferentes corpos de prova cortados de microtone forem comparados, cortados perpendicularmente às saliências, seguindo um grupo escolhido de saliências. O padrão de saliências e membranas mais finas geralmente seja sobreposto por um padrão de ligação determinado, por exemplo, por corrugações nos rolos de laminação, explicado com relação à figura 3, mas examinando um número suficiente de tiras cortadas de microtone do laminado pode-se detectar até que ponto a porcentagem da área total das membranas finas não está ligada, ou está fracamente ligada (da maneira definida).

A resistência ao desprendimento de ligações são maiores do que a ligação mais fraca pode ser determinada, se surgir alguma dúvida, pelo desprendimento de tiras suficientemente estreitas cortadas, por exemplo, com um microtone.

A espessura média de cada dita membrana mais fina preferivelmente não é maior que 80%, mais preferivelmente em geral é entre 25-50% da espessura máxima das saliências adjacentes. Além disso, preferivelmente a largura das saliências não é mais que cerca de 1 mm, mais preferivelmente não mais que no geral cerca de 0,5 mm, mas acima de tudo preferivelmente no geral na faixa de cerca de 0,005 - 0,2 mm. Finalmente, a largura de cada membrana mais fina preferivelmente é pelo menos cerca de 50% da espessura máxima das duas saliências adjacentes, e mais preferivelmente não é menos que 25% da largura média das duas saliências adjacentes.

É mencionado anteriormente que uma função importante das membranas orientadas biaxialmente mais finas, ou “linhas”, é agir como sítios de iniciação para reorientação das dobras durante a propagação do rasgo. Dessa maneira, o grau de orientação uniaxial nas saliências e as temperaturas

nas quais isto foi estabelecido são preferivelmente limitados a um ponto tal que, durante a propagação do rasgo lenta, cada uma das dobras A e B reoriente, em vez de fibrilar nos locais onde o rasgamento se propaga. Entretanto, mesmo se ocorrer fibrilação em vez de reorientação por causa da

5 alta razão de estiramento nas saliências ou uma temperatura muito alta para este estiramento, o efeito que as membranas orientadas biaxialmente tornam o local de propagação do rasgo mais flexível, ainda ajuda aumentar a resistência à propagação do rasgo.

Conforme fica entendido pelo exposto, uma fraca ligação geral

10 pode ser suficiente para laminados cruzados relativamente grossos ou para sacos de ligação relativamente forte alternando com ligação fraca é preferível. Embora a reivindicação 1 e reivindicação 18 indiquem que “fraco” refira-se à possibilidade de eliminar a ligação por repetida flexão e esfregamento, não é possível fazer indicações na forma de valores da força de desprendimento,

15 uma vez que esta varia com o calibre, razões de estiramento, matérias-primas e aplicações.

Entretanto, conforme já mencionado, o princípio geral de tais padrões de ligação na tecnologia de ponta, e além disso a escolha das forças de ligação, são uma questão de experimentação de rotina de caso a caso.

20 A ligação que é definida na parte caracterizante de acordo com a reivindicação 1 e reivindicação 18 pode ser estabelecida em padrões basicamente diferentes, especificados nas reivindicações 2 a 6. A estrutura de acordo com a reivindicação 5 está ilustrada pela figura 2 e explicada com relação a este desenho, embora outros aspectos dos sistemas de ligação de

25 acordo com essas reivindicações sejam explicados com relação à figura 3.

Nota-se que os sistemas de ligação que deixam membranas mais finas não ligadas normalmente apresentarão uma maior resistência à propagação de rasgo, comparada com sistemas que são iguais a este em todos os aspectos, exceto que membranas mais finas são ligadas precariamente.

Entretanto, existe um inconveniente no sistema de não ligação, a saber, que ar pode ter acesso às dobras pelo lado de dentro através dos canais formados pelas membranas finas, e assim o laminado fica mais suscetível a degradação UV, se o uso do laminado for tal que ele fique sob a influência da luz do sol forte por um período de tempo demasiado.

As reivindicações de produto e processo principais (reivindicações 1 e 18) não declaram em qual etapa da fabricação cada uma das dobras A e B foi salientada pelo estiramento (normalmente estiramento por rolo canelado) para formar o padrão de saliências e membranas mais finas. Entretanto, como está declarado nas reivindicações 19 e 20, este estiramento segmentado é preferivelmente realizado tanto antes como subsequente ao estiramento por toda a área da dobra, ou entre as duas etapas do estiramento por toda a área da dobra. Essas duas reivindicações dizem respeito a diferentes vias de fabricação do laminado cruzado. Em uma via ilustrada pelo fluxograma da figura 5, o filme de partida é um filme tubular plano, a direção de orientação predominante é a direção longitudinal do tubo, e o estiramento segmentado ocorre transversalmente, isto é, normalmente por meio de rolos canelados que têm entalhes circulares ou entalhes helicoidais de um passo que é muito pequeno, comparado com o raio dos rolos. Subsequentemente, as duas dobras são cortadas enviesadas e são laminadas cruzadas continuamente.

Acredita-se que o aparelho para realizar este estiramento transversal seja inédito e forme um outro aspecto da presente invenção e está reivindicado na reivindicação 43. Modalidades preferidas estão definidas nas reivindicações 44 a 51, e discutidas ainda mais a seguir. O aparelho de laminação incluindo o dispositivo de estiramento transversal pode compreender mecanismo para realizar as outras etapas do método de acordo com a reivindicação 18 e/ou das reivindicações dependentes dessa reivindicação.

No outra via, ilustrado pelo fluxograma da figura 6, a direção dominante da orientação de uma dobra é transversal à direção da máquina, e o estiramento segmentado é paralelo ou quase paralelo à direção da máquina, isto é, se realizado, como é normalmente preferido, por meio de rolos canelados, este tem que ter entalhes que estendem-se axialmente ou helicoidalmente, neste caso quase paralelo à direção axial. A segunda dobra é estirada similarmente ao estiramento que é realizado no primeira via mencionada.

A segunda via apresenta a vantagem de que todas as etapas de processo podem ocorrer em linha, mostrado no fluxograma, mas o maquinário é muito mais caro que o maquinário da primeira via por causa da necessidade de uma rama de estender pano para secar. Esta rama de estender pano para secar é preferivelmente do tipo descrito em WO05/102669 em que a dobra é colocada em um estado pregueado com as pregas estendendo-se transversalmente, para permitir uma contração longitudinal durante o estiramento transversal. Este processo de rama de estender pano para secar é caracterizado em que o processo de orientação em cada posição da passagem é limitado a uma ou duas zonas de estrangulamento estreitas, cada qual controlada por mecanismos de aquecimento compridos e estreitos que, vistos na direção transversal do aparelho, agem cada qual sobre um espaço estreito e sobre o qual o filme passa em encaixe sem atrito ou de baixo atrito, e tem sua direção longitudinal disposta angularmente ao deslocamento do filme de uma maneira tal que, em cada seção transversal do filme, a zona ou zonas de estrangulamento estreitas continue gradualmente na largura do filme, até que essencialmente toda a largura a ser orientada tenha passado em tal zona, ou zonas.

Nos fluxogramas ilustrados, os estiramentos segmentados (estiramentos de rolo canelado) estão indicados ocorrendo subsequente a outra etapa, ou etapas, de estiramento. Entretanto, ele poderia também ser

em um estágio anterior do processo de fabricação. A realização do estiramento segmentado depois da finalização do outro estiramento ou em um estágio posterior deste último pode dar à orientação das membranas o caractere mais biaxial e fornecer o efeito de inibição de rasgamento mais efetivo, enquanto que o estiramento segmentado em um estágio anterior, especialmente antes de qualquer outro estiramento no estado sólido, pode levar a um passo mais fino do padrão saliente e assim melhores aparências estéticas.

Isto é sob a condição de que a dobra pode ter uma contração praticamente livre perpendicularmente à direção de estiramento. Para estiramento em rama de estender pano para secar isto pode ser conseguido pelo pregueamento supramencionado, e, para estiramento longitudinal, isto pode também ser obtido realizando o pregueamento antes do estiramento, este ocorrendo entre rolos espaçadas próximos, revelado pela patente antiga do inventor da US 3.233.029. Além disso, o estiramento segmentado como uma etapa anterior do processo de orientação seguido pelo estiramento no estado pregueado tem a tendência de dar a membranas mais finas uma forma frouxa. Isto deve ser explicado posteriormente.

Na realização do estiramento segmentado, normalmente com uso de rolos canelados, o passo dos segmentos produzidos de estiramento devem preferivelmente ser praticamente o mais estreito possível e, com este propósito, um método e aparelho de estiramento melhorados para isto foi inventado. Este método diz respeito a estiramento em geral longitudinal de um filme consistindo em material de polímero termoplástico de uma maneira no geral uniaxial abaixo de sua faixa de fusão em uma ou mais etapas, e antes ou subseqüentemente a este estiramento, ou entre duas tais etapas, estirando transversal e segmentadamente o filme entre rolos canelados engranzáveis com entalhes circulares ou helicoidais de um passo pequeno, comparado ao raio dos rolos. O método é caracterizado em que cada crista nas superfícies

caneladas dos rolos tem duas bordas que são cada qual suficientemente vivas para produzir a dita membrana linear mais fina na dobra. Para se conseguir isto da melhor maneira possível, as ditas duas bordas preferivelmente salientam-se para limitar o contato entre a dobra e os rolos canelados nas partes de borda das cristas. Em outras palavras, as cristas dos rolos canelados devem preferivelmente ter forma côncava, ver figura 8.

A este respeito, é adicionalmente preferível que os rolos canelados sejam aquecidos, por exemplo, a cerca de 60 - 80°C, enquanto a membrana é introduzida nos rolos a uma menor temperatura, por exemplo, cerca de 20 - 45°C para aquecer seletivamente a dobra nas partes de borda das cristas do rolo canelado. O aquecimento ajuda prover controle sobre a espessura das membranas. Esta modalidade é explicada com detalhes com relação à figura 9.

De qualquer maneira, o passo dos rolos canelados deve preferivelmente ser entre cerca de 0,8 - 1,2 mm, e a distância de uma para a outras das ditas duas bordas na crista deve ser preferivelmente entre cerca de 0,3 - 0,5 mm.

A fim de se conseguir a máxima fineza no passo do padrão saliente no filme, diversos processos de estiramento segmentado podem ser realizados em registro um com o outro, em particular (conforme ilustrado na figura 10) quando o estiramento segmentado é um estiramento transversal entre rolos canelados circulares (com relação a isto, referidos como primeiros rolos canelados). Esta modalidade de método de estiramento é caracterizada em que, antes ou subseqüentemente ao estiramento segmentado entre os primeiros rolos canelados, a dobra é submetida a um segundo estiramento segmentado entre os segundos rolos canelados circulares, os ditos segundos rolos canelados.

a) produzindo somente uma zona de estiramento em cada crista;

b) tendo as condições operacionais exatamente iguais com o mesmo passo dos primeiros rolos canelados; e

c) ficando em registro exato com os primeiros rolos canelados de maneira tal que cada zona de estiramento formada pelos segundos rolos canelados caia entre duas zonas de estiramento, ou una-se a elas, formadas nas bordas de uma crista dos primeiros rolos canelados.

Para produção industrial, os comprimentos do rolo tem que ser normalmente pelo menos cerca de que 1 mm ou mais, e 2 - 3 m de comprimento pode também ser necessário. Portanto, a usinagem das superfícies dos rolos exige uma precisão extrema, e cada rolo tem que ser composto de segmentos montados em um núcleo. A descrição dos desenhos do rolo trata com mais detalhes da obtenção da precisão e a um grau correto de vivacidade nas bordas das cristas das superfícies do rolo canelado.

Salienta-se que os métodos de estiramento segmentados supramencionados, em que pelo menos uma parte dos segmentos é produzida nas bordas de cristas planas ou côncavas de rolos canelados, não estão limitados à fabricação do produto de acordo com a reivindicação 1. Esses métodos podem, por exemplo, também ser proveitosamente usados na fabricação de laminados cruzados estriados tratados na WO02/102592 e WO04/054793 supramencionados, uma vez que o passo das caneluras pode ser menor pela aplicação das medidas supradescritas. Além disso, o filme orientado biaxialmente produzido por esses métodos pode em muitos casos ser usado como uma única dobra sem nenhum processo de laminação, por exemplo, como um filme de embalagem para embrulhos ou com propósitos sanitários, especialmente quando o calibre médio do tal filme é cerca de 0,05 mm ou menos.

De volta ao aspecto principal da invenção, as duas dobras A e B podem ter uma extensão reta, como fica claro pelo exposto, ou uma ou ambas podem compreender partes frouxas, mas preferivelmente todo o

comprimento das partes frouxas deve ser limitado da maneira declarada na reivindicação 7. Dois tipos diferentes de partes frouxas estão ilustrados pela microfotografia da figura 1 e pelo desenho da figura 2. Tais partes frouxas são bastante diferentes das caneluras reveladas nas WO02/102592 e WO04/054793 supramencionadas. Elas têm uma influência positiva na resistência à propagação do rasgo, uma vez que elas distribuem as forças de rasgamento em torno do local onde o rasgamento se propaga, reduzindo assim o efeito do entalhe. Além disso, elas ajudam dar ao laminado cruzado uma aparência e/ou sensação tipo têxtil, e podem remover o brilho, se desejado. Alternativamente, elas podem ser uma necessidade, por exemplo, com propósitos de impressão ou para embossamento decorativo ou funcional subsequente - para fazer um laminado cruzado sem nenhuma tal parte frouxa.

As partes frouxas são formadas pela contração do laminado durante o processo de laminação ou durante um processo pós-contração a temperatura elevada. Quando a dobra A contrai-se, as saliências na dobra B ficarão mais próximas umas das outras, levando à formação de partes frouxas nas membranas de B, a menos que essas membranas possam contrair similarmente na mesma direção. Efeitos similares ocorrem nas membranas na lona A quando a lona B se contrai. Conforme mencionado anteriormente, a formação de partes frouxas é promovida realizando o estiramento segmentado como uma etapa anterior dos processos de formação, seguido pelo estiramento no estado pregueado. A explicação é que, uma vez que este estiramento dá à lona na sua totalidade uma possibilidade de contração transversal à direção na qual ocorre o estiramento, ele reduz o caráter biaxial da orientação nas membranas mais finas, que significa que elas são estabilizadas contra contração adicional na mesma direção.

Uma outra medida para estabilizar membranas mais finas, e assim promover formação de partes frouxas durante a laminação ou em um processo pós-contração, é tratar termicamente de forma seletiva as

membranas finas com ar quente enquanto as saliências são mantidas a uma temperatura mais baixa pelo contato com a superfície resfriada, normalmente uma superfície de rolo. O aquecimento seletivo é possível uma vez que haverá um certo espaço de ar entre a membrana e a superfície resfriada. Este tratamento térmico pode ainda ser realizado a ponto tal que membranas mais finas se fundam parcialmente.

Conforme mencionado, existem casos em que partes frouxas não são desejadas. Se elas forem formadas acidentalmente durante a laminação ou durante o processo pós-contração, elas podem ser removidas, primeiro em um lado, em seguida no outro lado do laminado, pelo aquecimento das partes frouxas com ar quente durante o contato com as saliências com uma superfície fria, normalmente um a superfície de rolo fria. As condições do aquecimento têm que cuidadosamente ajustadas uma vez que, neste caso, algumas partes das saliências serão isoladas termicamente da superfície fria.

Materiais bastante adequados como componente principal no laminado cruzado por causa das propriedades de resistência, rigidez e baixo preço relativo são HDPE ou PP cristalino de alto ou médio alto peso molecular.

Com vistas nas possibilidades de reorientação durante o rasgamento, é vantajoso realizar o estiramento na direção predominante de orientação a uma temperatura em torno ou abaixo de 50°C, pelo menos quando o material de polímero for a base de PP ou HDPE. Um tratamento térmico subsequente, por exemplo, a cerca de 80 - 90°C pode então ser necessário a fim de evitar contração em um estágio errado do processo de fabricação.

A orientação das dobras é preferivelmente realizada a ponto tal que o limite de resistência máximo do laminado cruzado, pelo menos em uma direção, mas normalmente em todas as direções, fique não menos que 25

MPa, mais preferivelmente não menos que cerca de 40 MPa. Na determinação desta resistência, que é expressa como uma força por seção transversal de área, deve-se entender que a espessura é uma espessura média no estado compactado. Na prática isto é calculado a partir do peso por metro quadrado, quando a densidade dos constituintes no filme é conhecida.

A camada de ligação é preferivelmente selecionada como uma mistura de dois ou mais polímeros compatíveis de faixas de fusão significativamente diferentes, de maneira tal que a fusão inferior dos ditos polímeros misturados começa a uma temperatura na qual eles terão mínima perturbação ou a orientação produzida nas partes principais de cada dobra. A razão de mistura e temperatura de laminação devem ser selecionadas para produzir o equilíbrio desejado entre resistência a delaminação e resistência à propagação do rasgo. Por exemplo, no caso de laminados cruzados a base de HDPE, a camada ou camadas de laminação podem vantajosamente consistir em uma mistura de LLDPE e LLDPE de metaloceno ou LLDPE e EVA.

Com vista, por exemplo, em um efeito estético, as dobras A e/ou B são preferivelmente compostas de microvazios. Conforme é bem conhecido, isto pode ser obtido pela mistura de um pó adequado (por exemplo, talco) e/ou pela escolha de condições para as etapas de estiramento.

Conforme é também de conhecimento, HDPE e PP formam microvazios sem nenhuma mistura de pó, se a orientação for realizada a uma temperatura em torno de 50°C, ou menos. Conforme mencionado anteriormente, observou-se também que é vantajoso que as propriedades de resistência do laminado cruzado a base de HDPE ou PP que a maior parte da orientação seja realizada a temperaturas relativamente baixas. Entretanto, mais importante que o efeito estético é a possibilidade de produzir um laminado cruzado respirável ajustando-se as condições das etapas de estiramento e/ou a escolha de pó de mistura de maneira tal que os vazios nas membranas mais finas tornem-se contínuos através das membranas. Filmes respiráveis finos microporosos são

normalmente laminados com tecidos para atribuí-los com resistência suficiente, mas, neste aspecto da invenção, o reforço, a saber, as saliências orientadas uniaxialmente, são integrais com o material do filme fino microporoso. Tais laminados cruzados respiráveis de acordo com a invenção

5 podem, em calibres maiores, por exemplo, em um calibre médio de cerca de 0,05 - 0,15 mm, ser usados para “filme de embrulho doméstico”, suportes inferiores de telhados, sacos respiráveis e proteção de chuva e, em calibres mais baixos, por exemplo, cerca de 0,01 - 0,03 mm, com propósitos médicos e sanitários diversos.

10 Alternativamente, o laminado de acordo com a invenção pode ser microperfurado.

Detalhes adicionais da invenção ficarão aparentes a partir dos desenhos anexos e da descrição seguinte dos desenhos.

A figura 1 é uma microfotografia retocada, mas real,

15 mostrando uma seção paralela com uma das direções principais do laminado cruzado “semi-fibrilado” produzido da maneira explicada no exemplo 1.

A figura 2 é um desenho, mostrando em seção similar à figura 1, um laminado cruzado “semi-fibrilado” (isto é, estirado segmentadamente) compreendendo duas categorias de saliências, a saber, as saliências mais

20 espessas X que são ligadas e as saliências mais finas não ligadas Y.

A figura 3 é uma representação esquemática de padrões de ligação/não ligação ou ligação forte/ligação fraca ou ligação forte/ligação fraca/nenhuma ligação vantajosas.

A figura 4 mostra um conjunto de rolos adequado para laminar

25 dobras muito finas durante a ligação de saliência a saliência, mas mantendo as membranas mais finas não ligadas.

As figuras 5 e 6 são fluxogramas que representam duas vias diferentes de fabricar o laminado cruzado “semi-fibrilado”.

As figuras 7 e 8 mostram cada qual um detalhe de dois rolos

canelados engranzáveis no processo de estiramento segmentado de um material de filme, fazendo duas membranas finas em cada coroa das superfícies caneladas. Os entalhes podem ser circulares ou helicoidais, mas praticamente circulares. As faixas indicadas de medidas estão indicadas no
5 geral a seguir.

A figura 9 mostra uma configuração e operação preferida dos rolos canelados representados pela figura 8 quando os rolos estão aquecidos.

A figura 10 mostra uma outra configuração e operação preferida dos rolos canelados representados pelas figuras 7 e 8, a saber, em
10 “registro” com um conjunto de rolos canelados, que faz uma membrana fina em cada coroa das superfícies caneladas.

As figuras 11 e 12 mostram duas linhas de rolos para laminação e contração em escala de laboratório. Essas estão descritas com relação aos exemplos.

15 Na figura 1, a saliência (1) é formada em uma primeira das duas dobras “semi-fibriladas”. As saliências 2 são formadas em uma segunda dobra “semi-fibrilada”, e a linha interrompida (3) indica a fase entre as duas dobras. Deve-se entender que a primeira dobra, quando vista em uma seção perpendicular à saliência (1), se parece no geral como a segunda dobra nesta
20 microfotografia. Todas as saliências estão orientadas de forma relativamente forte na sua direção longitudinal. Conforme aparece pelo exemplo, cada dobra é um filme de três dobras co-extrusado consistindo em HDPE no seu meio, LLDPE na superfície que também forma uma superfície do laminado, uma mistura LLDPE de metaloceno e LLDPE normal formando uma camada de
25 ligação. Entretanto, a microfotografia não mostra que os dois filmes são em três dobras, nem mostra a fase de ligação indicada pela linha interrompida (3). Três das quatro regiões (4) mostradas na microfotografia formam partes frouxas ou laços e, conforme foi descrito anteriormente e reivindicado, este recurso tem uma influência positiva importante na resistência à propagação do

rasgo do laminado cruzado. Entretanto, se desejado, o efeito da parte frouxa pode ser eliminado pelo aquecimento seletivo das membranas mais finas.

No desenho da figura 2, os espaços não ligados são feitos maiores. Isto convenientemente pode ser feito pelo superestiramento das membranas mais finas. Este alargamento tem sido estabelecido por meio das saliências Y, que são mais espessas que as membranas (4), mas mais finas que as saliências X. Cada membrana (4) fica adjacente a uma saliência X e uma saliência Y. O padrão linear de diferentes espessuras pode ser estabelecido conforme explicado com relação à figura 10, e a ligação de todas as saliências no geral X na dobra A nas saliências X na dobra B, mantendo ainda o resto da área do laminado essencialmente não ligada, pode ser realizada por uma escolha adequada de dureza na superfície dos rolos de laminação e por uma pressão de rolo adequada. As membranas (4) e as saliências Y estão mostradas em um estado com parte frouxa, mas pode ser desempenadas pelo tratamento térmico.

Na representação esquemática de sistemas de ligação vantajosos, a figura 3, as linhas verticais mostram delineações entre saliências/membranas mais finas na dobra A, e as linhas horizontais mostram delineações similares na dobra B. As linhas não precisam seguir as direções da máquina/transversal do laminado cruzado, mas poderiam ser, por exemplo, em um ângulo de 45° com essas direções. Além disso, as membranas e saliências na dobra A não precisam estender-se perpendicularmente às membranas na dobra B como está aqui mostrado. Pelo contrário, a maior resistência à propagação do rasgo em todas as direções é normalmente encontrada quando as duas direções do padrão com saliência, e assim as direções principais de orientação em A e B, formarem um ângulo de cerca de $55-65^\circ$ uma com a outra. O arranjo perpendicular dos dois arranjos no padrão é aqui escolhido por questão de simplificação. As interseções saliência com saliência compreendem quadrados sólidos (101) e os quadrados (102)

marcados com um ponto. O resto dos quadrados representa tanto os arranjos membrana com membrana como arranjos membrana na saliência descritos a seguir.

Sistema de Ligação 1:

- 5 Ligação nos quadrados (101) e (102), nenhuma ligação no resto dos quadrados, obtidas pelo ajuste da dureza superficial dos rolos de laminação e pela pressão dos rolos. Estabelecida nos exemplos 1 (ver figura 1) e 2.

Sistema de Ligação 2:

- 10 Ligação nos quadrados (101) e (102), também ligação, mas uma ligação mais fraca, no resto dos quadrados, obtidas pelo ajuste da dureza superficial dos rolos de laminação e da pressão dos rolos. Estabelecida no exemplo 4.

Sistema de Ligação 3:

- 15 Ligação nos quadrados (101) e nenhuma ligação no resto dos quadrados, como no exemplo 3, obtidas tanto por um padrão de saliências adequado em um ou ambos os rolos de laminação, de maneira a colocar as dobras A e B sob calor e pressão nas saliências que compreende cada qual diversos pontos cruz entre as saliências, ou co-extrusando a camada de laminação na dobra A e na dobra B na forma de um arranjo de tiras estreitas espaçadas próximas, reveladas em WO03/074264.
- 20

Sistema de Ligação 4:

- 25 Ligação relativamente forte nos quadrados (101), ligação mais fraca nos quadrados (102) e ligação similar ou nenhuma ligação no resto dos quadrados. Isto é preferivelmente também obtido pelo método de co-extrusão supramencionado em WO03/074264, mas, neste caso, o filme co-extrusado tem que compreender (conforme também revelado na dita publicação) duas camadas de laminação, uma fortemente ligada que é na forma de tiras estreitas, e uma camada de laminação contínua de ligação mais fraca entre as

tiras e a camada principal do filme co-extrusado.

Sistema de Ligação 5:

5 Ligação somente dos quadrados (101) e os quadrados diretamente adjacentes a esses quadrados como no exemplo 5. Isto é obtido de uma maneira similar ao sistema de ligação 3, mas a dureza do rolo de laminação e/ou a pressão dos rolos é adaptada para também ligar as membranas finas adjacentes aos quadrados (101).

10 Neste esquema principal, estão mostrados apenas 9 dos pontos cruz (101) dentro de cada grupo de ligação ou ligação forte. Entretanto uma vez que a largura de cada saliência nas dobras A e B mais preferivelmente é cerca de 0,05 - 0,02 mm, e as dimensões lineares de cada um desses grupos, preferivelmente, é, como uma indicação grosseira, cerca de 1 a 5 mm, fica claro que o número de pontos cruz (10) dentro de cada grupo é muito mais alta que o mostrado. Pode haver, por exemplo, cerca de 500 ou mais de tais
15 pontos cruz dentro de cada grupo.

 Conforme fica claro pelo exposto, a seleção da dureza superficial nos rolos de laminação e a pressão entre os rolos em muitos casos será crítica, especialmente se a espessura das dobras for muito baixar, por exemplo, cerca de 0,01 mm, e, se ao mesmo tempo todas as membranas mais
20 espessas forem mantidas sem ligação. Em tais casos, pode ser ainda necessário laminar com superfícies de aço em ambos os rolos. Neste e em outros casos, aplicação de uma pressão dos rolos uniforme em toda a largura das dobras, que normalmente terá mais de 1 mm, é também um problema que tem que ser solucionado. A figura 4 mostra uma solução prática para isto. Um
25 rolo central (104) é usado, e em lados opostos deste ficam localizados dois rolos (105), que consistem em segmentos conectados por meio de eixos (107). Em cada eixo existe um mancal (108), que é predisposto no sentido de um rolo central (104), por exemplo, por dispositivo pneumático ou hidráulico, aqui indicado pelas setas (109). Dispositivo para circular água quente ou óleo

(não mostrado) pode ser também provido.

Os processos de acordo com os fluxogramas das figuras 5 e 6 já foram explicados na descrição geral. Com referência à figura 7, os rolos canelados mutuamente casados (112) e (113) que realizam o estiramento transversal segmentado têm cristas planas (114) nos seus dentes circulares (plano visto na seção transversal) com bordas relativamente vivas (115). O estiramento segmentado começa nessas bordas e desenvolve-se nas membranas contínuas (116). O casamento é limitado de maneira tal que seja mantido material mais espesso, saliências, nas cristas planas (114) dos dentes circulares.

As exigências de precisão na fabricação das superfícies dos rolos são altas, e é altamente aconselhável fazer a parte externa dos rolos de segmentos curtos. O raio de curvatura nas “bordas vivas” é importante. Ele depende das propriedades do filme co-extrusado, mas normalmente será em uma faixa de cerca de 20 - 50 micrômetros. Um método industrial adequado de fazer um ajuste relativamente exato desta curvatura é primeiro fazer as bordas realmente vivas, em seguida arredondá-las por polimento eletrolítico e, finalmente, realizar cromagem eletrolítica. Esses processos eletrolíticos devem certamente ocorrer sob condições precisamente estabelecidas.

Na figura 7, a largura das membranas mais finas está mostrada quase igual à largura das saliências. Normalmente, mas nem sempre, é preferível que as membranas mais finas no produto final devem ser menor que as saliências para dar ao produto boa estabilidade. Entretanto, na figura 7, está mostrada a seção transversal do filme tubular assentado plano enquanto ele é estirado na rama, e a largura das regiões finais serão reduzidas quando ele deixa os rolos canelados.

O propósito de fazer bordas relativamente vivas nos dentes circulares dos rolos canelados é tornar o padrão de saliência particularmente fino. A precisão desta saliência é melhorada pelo perfil dos dentes que está

mostrado na figura 8. Aqui, as cristas não são planas, vistas na seção transversal, as têm uma forma côncava, para que as bordas se salientem radialmente além da parte da crista entre as bordas.

Na figura 9, deve-se entender que os dois rolos canelados (112) e (113), que são similares aos dois rolos da figura 9, são aquecidos de maneira tal que a formação das membranas mais finas nas bordas salientes (115) seja facilitada e sua espessura possa ser mais bem controlada. É adicionado um terceiro rolo canelado (11) com cristas arredondadas lisas (111). Os três rolos canelados estão mostrados em uma forma compactada, ou seja, somente dois segmentos diametralmente opostos de cada rolo, e suas linhas de centro (112a), (113a) e (110a) estão mostrados.

Embora os rolos (112) e (113) sejam aquecidos, por exemplo, a 70 - 90°C, o rolo (110) é mantido a uma temperatura muito mais baixa, por exemplo, a cerca de 20°C. Sob condições operacionais, os três rolos canelados têm que ter exatamente o mesmo passo, isto é, a temperatura ambiente os rolos (112) e (113) terão um passo que é menor que o passo do rolo (110). Esta configuração do rolo opera da seguinte maneira.

A dobra segue o rolo (112) por uma distância suficiente para aquecer a parte da dobra em contato com as bordas salientes quentes (115) à temperatura que foi escolhida para o estiramento segmentado. Isto ocorre quando a superfície canelada no rolo (112) casa com a superfície canelada no rolo (113). Neste ponto, as partes da dobra que entram em contato com as bordas da coroa salientes no rolo (113) não serão estiradas, uma vez que elas não foram aquecidas, ou serão estiradas somente um pouco. Essas partes da dobra aquecem enquanto elas seguem o rolo (113), e ficam estiradas quando as cristas no rolo (113) casam com as cristas lisas frias no rolo (110). O casamento entre rolos (112) e (113) e entre os rolos (113) e (110) deve ser ajustado para tornar as larguras de todas as membranas o mais igual possível.

Na figura 10, estão mostrados dois conjuntos “em registro” de

rolos canelados em um desenho compacto similar aos três rolos na figura 9. Os rolos (112) e (113) são similares aos dois rolos na figura 8, enquanto o rolo (119) tem apenas uma borda relativamente viva na crista de cada dente circular, a saber (120) no meio do dente. Os dentes nos rolos (118) e (119) são mutuamente casados, cada um constituindo uma zona de estiramento (membrana fina) e os dois pares de rolos canelados ficam “em registro” de maneira tal que o meio de cada dente no rolo (119) praticamente toque o meio de um dente no rolo (112). Na figura 8b, o registro está indicado pelas linhas tracejadas (121). Dispositivos para garantir o exato registro entre rolos canelados na fabricação deste são conhecidos pela WO-A-02-102592. Em decorrência deste estiramento transversal em registro, o filme terá formadas duas saliências (122) correspondentes a cada crista dos rolos (112) e (113), e assim um padrão ainda mais fino de saliência é obtido.

Os rolos (112) e (113) podem ser instalados à jusante dos rolos (118) e (119), ou vice-versa, a saber, que os primeiros são instalados à montante do último. Depende das propriedades do filme extrusado orientado na fusão que uma das duas opções seja escolhida.

Entretanto, se as pontas (120) das cristas nos rolos (118) e (119) forem feias suavemente arredondadas, esta configuração de rolos canelados pode ser usada para fabricar a estrutura mostrada na figura 2. As saliências relativamente finas Y são formadas nas pontas arredondadas (120).

Exemplo 1

Um filme tubular de 3 dobras de 60 micrômetros de espessura é extrusado, composto da seguinte maneira:

Camada intermediária, 80% do total: HDPE de m.f.i. = 0,2 e densidade $0,944 \text{ g mL}^{-1}$.

Camada superficial externa – camada de laminação, 10% do total: 50% Affinity 8770 (um metaloceno de m.f.i. = 1,0).

Camada superficial interna, 10% do total: LLDPE de m.f.i. =

1.

Razão de sopro: 1:1:1.

Razão de estiramento longitudinal: 30:1.

O filme tubular orientado axialmente na fusão é semi-fibrilado a 40°C (temperatura ambiente) entre rolos canelados mostrados na figura 7 com um passo de 1,2 mm e com 0,3 mm de distância de borda viva a borda viva nas cristas. O rolo canelado à jusante move-se 5% mais rápido que o à montante. Observou-se de maneira bem geral que tal pequena diferença de velocidade ajuda tornar a saliência igual (o estiramento segmentado). Na sucessão imediata desses rolos canelados, o filme tubular é retirado através de um par de rolos canelados acionados casados de passo 15 mm com cristas redondas, ajustados para transformar o pregueamento fino em um pregueamento grosseiro sem realizar nenhum estiramento segmentado adicional. Observou-se que em geral isto ajuda também tornar o produto uniforme, quando o estiramento segmentado ocorre antes do estiramento longitudinal. Conforme mencionado na descrição geral, um estiramento longitudinal preferivelmente inicia-se no estado pregueado, entretanto, observou-se que pregas muito finas tende mudar durante o curso por causa dos rolos de estiramento e formar um pregueamento mais irregular e grosseiro.

O filme tubular grosseiramente pregueado, mas uniformemente pregueado, vai para uma série de rolos lisos acionados, mantida à temperatura mencionada de 40°C, e ajustada para estirar o filme na razão 2:4:1. Daí o filme continua para uma série de rolos estabilizadores na qual a temperatura é estabelecida em 90°C sem nenhum estiramento adicional, é resfriado a cerca de 20°C em um rolo resfriado com água e finalmente bobinado.

Em uma linha de processo separada, o filme orientado com saliências e membranas finas é helicoidalmente cortado em um ângulo de 40

°, e, em uma terceira linha de processo separada, dois de tais filmes helicoidalmente cortados são laminados cruzados sob pressão a uma temperatura de cerca de 100°C. A contração é evitada à montante da linha de passe dos rolos e permitida à medida que o laminado deixa essa linha de passe. A pressão de laminação é ajustada a um baixo valor para obter máxima resistência à propagação do rasgo sem romper a estrutura. O laminado assim torna-se ligado de forma relativamente forte saliência a saliência por completo.

Uma parte do filme orientado de forma basicamente longitudinal foi também usada para fazer um laminado cruzado do tipo em que a dobra A é orientada na direção da máquina e a dobra B é orientada na direção transversal. Para fazer tal dobra B de uma maneira simples com propósitos de laboratório, o filme orientado basicamente na longitudinal foi cortado em comprimentos relativamente pequenos, e diversos tais segmentos foram selados a quente uns nos outros para tornar a orientação transversal. A dobra A e a dobra B foram laminadas juntas e em seguida contraídas naturalmente com o mesmo aparelho e sob a mesma condição de processo das amostras de filme cortadas 45° supramencionadas. A estrutura produzida aparece na microfotografia da figura 1.

A laminação e contração foram realizadas com o aparelho de laboratório mostrado na figura 11, e serão agora descritas com mais detalhes.

As dobras A e B são agrupadas no rolo louco (10), passam sobre o rolo de transferência louco (11), cuja função é evitar rugas na passagem para os rolos de laminação (12) e (13). O rolo (12) é um rolo de aço, enquanto o rolo (13) é revestido com borracha de uma dureza cerca de 70 Shore A. Ambos os rolos são aquecidos para dar ao "sanduíche" de A e B a temperatura de laminação desejada, que, conforme mencionado, é cerca de 100°C, neste exemplo. A distância sobre a qual A e B seguem o rolo (12) antes de eles serem submetidos à pressão de laminação na linha de passe entre

os rolos (12) e (13) é ajustada para se obter uma ligação fraca com mínima contração antes da linha de passes. Depois da laminação, A e B ainda seguem o rolo quente (12) por uma distância relativamente grande para ficar aquecidos ainda mais e contraírem em ambas as direções. O laminado passa
 5 pelo rolo de transferência louco (14) e é bobinado em um carretel (15). A tensão de bobinamento é mantida a mais baixa possível para permitir a contração mais alta possível nas dadas condições de aquecimento.

O sistema de ligação é o que na descrição da figura 3 é denominado sistema de ligação 1.

10 **Exemplo 2**

Um filme tubular de 2 dobras de cerca de 0,15 mm de espessura é extrusado, composto da seguinte maneira:

Camada principal, cerca de 80% do total;

15 HDPE de m.f.i. = cerca de 0,2 e densidade = cerca de 0,95 g mL⁻¹.

Camada superficial externa = camada de laminação, cerca de 20% do total;

Um copolímero de etileno com início de fusão a 95°C;

Razão de sopro cerca de 1:2:1.

20 O filme tubular plano é estirado longitudinalmente a cerca de 30°C a uma razão de cerca de 3:1, medida depois da relaxação e estabilização pelo calor. Este estiramento é realizado em diversas etapas entre rolos de estiramento espaçadas próximos, conhecido na tecnologia. Depois do estiramento, o calibre do filme é medido em 0,040 mm. Este filme tubular
 25 extrusado a frio é usado para todas as amostras laminadas cruzadas produzidas neste exemplo e no exemplo 3.

Experimentos comparativos são realizados da seguinte maneira:

a) o filme tubular orientado longitudinalmente plano é "semi-

fibrilado", cortado helicoidalmente em um ângulo de 45° e em seguida laminado cruzado;

b) procedimento similar como em a), exceto que o filme não é "semi-fibrilado";

5 c) como o procedimento a), mas o ângulo de corte é 63° , que o inventor normalmente prefere;

d) procedimento similar ao c), exceto que o filme não é "semi-fibrilado".

10 A "semi-fibrilação" (estiramento segmentado entre rolos canelados) é realizada da maneira descrita no exemplo 1, mas nota-se que no exemplo 1 a semi-fibrilação é realizada antes do estiramento a frio longitudinal, e neste exemplo (e no seguinte) depois do estiramento a frio longitudinal. A laminação mais contração é realizada da maneira explicada no exemplo 1, exceto que a temperatura do filme durante a laminação é
15 ligeiramente maior, a saber, 105°C . O sistema de ligação é o que na descrição é denominado sistema de ligação 1.

Detalhes de condições de processo e resultados de teste aparecem nas tabelas depois do exemplo 5. A comparação de amostras "semi-fibriladas" e "não semi-fibriladas" são aqui baseadas na resistência à
20 propagação do rasgo, medida pelo teste de rasgamento de língua modificado. As modificações, comparadas com o método ASTM, consistem em uma maior velocidade de rasgamento (ver as tabelas) e diferentes dimensões dos corpos de prova, a saber: tamanho de amostra 100 mm x 100 mm e profundidade de incisão 30 mm. Os resultados do teste de rasgamento que
25 aparecem nas tabelas mostram um significativo efeito positivo das membranas mais finas produzidas pela "semi-fibrilação". Além disso, as amostras que não foram "semi-fibriladas" apresentam uma forte tendência de frisar, enquanto as amostras "semi-fibriladas" praticamente não apresentam tal tendência. Finalmente, as amostras "semi-fibriladas" apresentam um

padrão tipo têxtil elegante por causa da aparência diferente dos microvazios nas saliências e nas membranas mais finas. Este efeito de aparência tipo têxtil é relativamente fraco, que pode ser preferível, mas, se a aparência têxtil predominante for desejada, ela pode ser conseguida adicionando-se pigmento no processo de extrusão.

Exames nas seções transversais no microscópio mostram que a espessura das membranas finas na média é 30% da espessura das saliências adjacentes, e a largura das membranas finas na média é 30% da largura das saliências adjacentes, e assim o volume das membranas finas é cerca de 9% do volume das saliências.

Exemplo 3

Este é realizado como o exemplo 2, exceto que o processo de laminação que ocorre agora pela ligação puntual que, na descrição da figura 3, é referido como "sistema de ligação 3". Somente o filme cortado em um ângulo de 63° é laminado. Como no exemplo 2, laminados cruzados com dobras "semi-fibriladas" e laminados cruzados com dobras "não semi-fibriladas" são comparadas.

O processo e aparelho de laminação/contração fogem do que está descrito no exemplo 1 com referência à figura 11 em que os rolos (12) e (13) são adaptados para produzir ligação puntual. O rolo de laminação (12) é um rolo canelado com entalhes circulares de passo 1,5 mm, com cristas chatas de 0,5 mm de espessura. O rolo de laminação revestido de borracha (13) é também um rolo canelado, mas com entalhes que estendem-se axialmente, passo de cerca de 1,5 mm e com cristas planas de cerca de 0,7 mm de espessura. A dureza desses dentes é cerca de 70 Shore A.

A temperatura das dobras durante a laminação é ajustada em 1.050°C . A pressão de laminação e a tensão na qual o filme laminado é extraído do rolo (13) são mantidas baixas.

Os experimentos comparativos são escolhidos da seguinte

maneira:

e) o filme tubular orientado longitudinalmente plano é "semi-fibrilado", cortado helicoidalmente a 63° e em seguida laminado cruzado;

5 f) procedimento similar ao e), exceto que o filme não é "semi-fibrilado".

Detalhes adicionais do processo e os resultados do teste comparativo na forma de resistência à propagação do rasgo sob rasgamento rápido aparecem nas tabelas depois do exemplo 5. Também, neste exemplo, as amostras "semi-fibriladas" são muito claramente mais fortes a este respeito
10 que a "não semi-fibrilada". As dimensões das membranas finas e das saliências quando estudadas ao microscópio parece iguais às dimensões observadas no exemplo 2.

Exemplo 4

Este exemplo ilustra a fabricação de um laminado cruzado
15 muito fino de acordo com a invenção, com o sistema de ligação que, na descrição da figura 3, é denominado "sistema de ligação 2".

O filme tubular extrusado tem uma espessura de apenas 0,015 mm.

Composição:

20 Camada principal: 60% do total;

HDPE de $d = 0,95$ e m.f.i. = 0,2;

Camada superficial interna (camada de vedação térmica) 20% do total: LLDPE de m.f.i. = 1,0.

25 Camada superficial externa (camada de laminação) 85% LLDPE (m.f.i. = 1,0) + 15% LLDPE de metaloceno (m.f.i. = 1,0).

Este LLDPE de metaloceno tem uma faixa de fusão de cerca de $50 - 60^\circ\text{C}$. A razão de sopro durante a extrusão foi cerca de 2:1 e a razão de estiramento cerca de 40:1. O tubo plano foi estirado longitudinalmente em uma linha, em que é primeiramente suprido com finas pregas. Tal

"estiramento de pregas" foi mencionado na descrição geral. O estiramento ocorre entre rolos revestidos de borracha de diâmetro apenas cerca de 30 mm, que foram suportados por rolos mais pesados.

5 Depois deste estiramento, este filme tubular foi "semi-fibrilado" exatamente como nos exemplos 2 e 3 e em seguida cortados helicoidalmente em um ângulo de 63 °.

10 A laminação sem contração foi realizada como um primeiro processo de laminação separado por meio do aparelho mostrado na figura 12, e um processo de pós-laminação mais contração foi realizado por meio do aparelho mostrado na figura 11.

15 O aparelho da figura 12 difere do aparelho da figura 12 por um primeiro contra-rolo de laminação (16), revestido com borracha e não aquecido, que serve para eliminar o aprisionamento de ar e colocar as dobras em um bom contato com o rolo quente (12). O rolo (16) é ligeiramente pressionado contra o rolo (12) pelo dispositivo pneumático (17).

Calibre final do laminado: 19 μm .

20 Neste exemplo, a temperatura do filme durante a laminação foi somente 70°C para evitar contração irregular. A pós-laminação (isto é, ligação mais forte) com o aparelho da figura 11, foi realizada com o laminado aquecido a cerca de 90°C. Detalhes adicionais do processo aparecem nas tabelas. O laminado cruzado fabricado teve calibre médio de 19 μm .

25 Exame de seções transversais em microscópio mostram que a espessura das membranas finas em média é 25% da espessura das saliências adjacentes, e a largura das membranas finas em média é 20% da largura das saliências adjacentes, e assim o volume das membranas finas é cerca de 5% do volume das saliências.

Exemplo 5

Este exemplo ilustra a fabricação de um laminado cruzado similarmente fino de acordo com a invenção, mas com o sistema de ligação

que, na descrição da figura 3, é denominado "sistema de ligação 5".

Com relação à composição do filme, as condições de extrusão e "semi-fibrilação", o exemplo é similar ao exemplo 4, mas a laminação foi realizada a 70°C, praticamente sem contração com o aparelho da figura 11.

5 Depois da laminação, pós-contração não foi aplicada. A fim de se obter uma força de ligação adequada, não muito alta nem muito baixa, os conteúdos do LLDPE de metaloceno na camada de laminação co-extrusada, que, no exemplo 4, foi 15%, neste exemplo, aumentou para 30%.

Calibre final do laminado: 19 μm .

10 As dimensões das membranas finas e das saliências, quando estudadas ao microscópio, parecem iguais às dimensões encontradas no exemplo 4.

Tabela de resultados de rasgamento

m.d. = direção da máquina.

15 t.d. = direção transversal.

d.d. = direção diagonal.

a) Ângulo de corte 45 °, não "semi-fibrilado", rolos de laminação lisos, calibre final 0,08 mm.

20 b) Ângulo de corte 45 °, "semi-fibrilado", rolos de laminação lisos, calibre final 0,06 mm.

c) Ângulo de corte 63 °, não "semi-fibrilado", rolos de laminação lisos, calibre final 0,08 mm.

d) Ângulo de corte 63 °, "semi-fibrilado", rolos de laminação lisos, calibre final 0,06 mm.

25 e) Ângulo de corte 63 °, não "semi-fibrilado", rolos de laminação corrugados, calibre final 0,08 mm.

f) Ângulo de corte 63 °, "semi-fibrilado", rolos de laminação corrugados, calibre final 0,06 mm.

Velocidade de rasgamento: 15 cm por segundo.

Nos cálculos de %, foram consideradas melhorias de 25% de redução do calibre pela "semi-fibrilação".

		1o. teste (N)	2o. teste (N)	3o. teste (N)	4o. teste (N)	média (N)	% de melhoria
a)	m.d.	3.0	4.0	3.0		3.3	
b)	m.d.	10.0	6.0	9.0		8.3	235
a)	t.d.	3.6	4.9	3.0		3.8	
b)	t.d.	6.8	6.3	5.2		6.1	115
a)	d.d.	3.8	3.2	3.9		3.6	
b)	d.d.	7.6	5.6	6.0		6.4	140
c)	m.d.	9.2	5.6	6.5		7.1	
d)	m.d.	10.5	8.0	20.0		12.8	140
c)	t.d.	5.0	2.8	6.5		4.8	
d)	t.d.	22	35	11.5		22.8	535
c)	d.d.	6.5	4.0	8.0		6.2	
d)	d.d.	14.2	11.0	10.5		11.9	155
e)	m.d.	26.0	24.3			25.2	
f)	m.d.	27.0	52.0	45.0		41.3	120
e)	t.d.	20.0	21.2	27.0	13.0	20.3	
f)	t.d.	>40	15.0	27.0	>47	>32.3	115
e)	d.d.	39	37	8.0		28	
f)	d.d.	15.5	79	46	74	53.6	150

Tabela de medições de estiramento e contração

- 5 As porcentagens dizem respeito às dimensões dos filmes extrusados antes da etapa do processo supramencionada.

Tabela de Medições de Contração e Estiramento

Largura	Exemplo 4	Exemplo 5	Exemplo 2 Amostra a)	Exemplo 2 Amostra b)	Exemplo 2 Amostra c)	Exemplo 2 Amostra d)	Exemplo 3 Amostra e)	Exemplo 3 Amostra f)
Depois do estiramento m.d.	80%	79%						
Depois do estiramento segmentado	140%	152%		135%		138%		136%
Depois da laminação	95%	89%	96%	93%	90%	88%	86%	85%
Depois da "pós-contração"	93%							

Comprimento								
Depois do estiramento m.d.	190%	195-180%						
Depois do estiramento segmentado	95%	97%		100%		100%		100%
Depois da laminação	98%	96%	95%	90%	100%	98%	98%	95%
Depois da "pós-contração"	99%							

REIVINDICAÇÕES

1. Laminado cruzado, compreendendo pelo menos duas dobras orientadas A e B, cada qual consistindo de material polimérico termoplástico, cada qual orientada biaxialmente com uma direção predominante e em que A é selada a quente em B por meio de uma ou mais camadas de laminação, por meio do que foi estabelecida tanto uma ligação fraca por toda a área, como um padrão de ligação alternado sem ligação, ou de ligação relativamente forte alternada com ligação relativamente fraca, e por meio do que a e B compreendem cada qual um arranjo de saliências lineares distribuídas pela superfície do filme com uma divisão não maior que cerca de 2 mm, conectadas integralmente por membranas lineares mais finas (4), (9) que cada qual em volume é menor que 50% da média das duas saliências adjacentes, a delineação entre uma saliência e uma região fina adjacente sendo considerada como o local onde a espessura da dobra é a média entre a parte mais espessa da dita saliência e a parte mais fina da dita membrana, e por meio do que a parte seccional transversal principal de cada saliência é orientada uniaxialmente o suficiente para se conseguir a direção predominante de orientação de A, ao passo que as membranas mais finas são orientadas biaxialmente, caracterizado pelo fato de que, na distribuição uniforme na área do laminado, pelo menos 50% das áreas das membranas lineares mais finas em A e em B não fiquem ligados, ou fiquem fracamente ligados, de maneira tal que a ligação possa ser eliminada por repetida flexão e esfregamento à mão, e que a maior parte de cada ligação saliência a saliência seja pelo menos tão forte quanto a mais forte das ligações membrana a membrana fina adjacente imediata, determinada pelo desprendimento à temperatura ambiente.

2. Laminado cruzado de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que tanto a ligação é confinada às saliências sozinhas como a ligação saliência a saliência é mais forte que a ligação entre

membranas mais finas adjacentes.

3. Laminado cruzado de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o dito sistema de ligação é confinado a regiões que compreendem cada qual diversas saliências e membranas mais finas, enquanto o restante da área do laminado não é ligado.

4. Laminado cruzado de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que as membranas mais finas não são ligadas entre si por toda a área, e as saliências são ligadas entre si por toda a área, mas esta ligação saliência a saliência é mais forte nas regiões que compreendem cada qual diversas saliências e diversas membranas mais finas do que a força de ligação saliência a saliência fora dessas regiões.

5. Laminado cruzado de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que existem duas séries de saliências X e Y, onde as saliências X são mais espessas que as saliências Y, por meio do que cada membrana mais fina (4) fica adjacente a uma saliência X e uma saliência Y, e que tanto a ligação é confinada às saliências X sozinhas como a ligação de saliências X a saliência X é mais forte que a ligação da saliência Y na saliência X.

6. Laminado cruzado de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que nas regiões uniformemente distribuídas na área do laminado, e cada qual compreendendo diversas saliências e diversas membranas mais finas, as dobras são tão fortemente ligadas que as partes ligadas não podem ser desprendidas uma da outra depois de repetidas flexões e esfregamento, enquanto que, no restante do laminado, A e B são desligadas ou são tão fracamente ligadas que a ligação pode ser eliminada por tal tratamento.

7. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o laminado compreende regiões não ligadas que formam partes frouxas, a extensão da

parte frouxa é limitada de maneira tal que, vista em uma seção perpendicular à extensão das saliências e das membranas, a largura da parte frouxa medida ao longo da verdadeira superfície do filme, é no máximo 0,5 mm, preferivelmente no máximo 0,3 e mais preferivelmente no máximo 0,2 mm maior que a distância direta entre os limites das partes frouxas.

8. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a espessura média de cada dita membrana mais fina não é maior que 80%, e preferivelmente é no geral entre 25 – 50% da espessura máxima das saliências adjacentes.

9. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a largura das saliências no geral não é mais que cerca de 1 mm, preferivelmente no geral não é mais cerca de 0,5 mm e ainda mais preferivelmente no geral é na faixa de cerca de 0,05 – 0,2 mm.

10. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a largura de cada região mais fina é pelo menos cerca de 50% da espessura máxima das duas saliências adjacentes, preferivelmente ela não é menos que 25% da largura média das duas saliências adjacentes.

11. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das regiões anteriores, caracterizado pelo fato de que o grau de orientação uniaxial nas saliências e as temperaturas nas quais este foi estabelecido foi limitado a um ponto tal que, durante a propagação lenta do rasgamento, cada uma das dobras A e B reorienta, em vez de fibrilar no local onde o rasgamento se propaga.

12. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que sua espessura média não é maior que cerca de 0,05 mm.

13. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das

reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a camada de laminação é uma camada co-extrusada em A e/ou B.

14. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que a camada de laminação foi aplicada por laminação por extrusão.

15. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que A e/ou B consistem basicamente de HDPE de alto ou médio alto peso molecular ou PP cristalino de alto ou médio alto peso molecular.

16. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que A e B são supridos com microvazios que, nas membranas mais finas, podem perfurar as dobras para tornar o laminado cruzado respirável.

17. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que é suprido com microperfurações, preferivelmente limitadas às membranas mais finas.

18. Método para fabricar um laminado cruzado, compreendendo pelo menos duas dobras orientadas A e B, cada qual consistindo em material de polímero termoplástico, em cujo método cada uma das lonas é orientada biaxialmente em diversas etapas com uma direção predominante, e em que A é selada a quente em B por meio de uma camada de laminação, por meio do que é formada tanto uma ligação fraca por toda a área, como um padrão de ligação alternado sem ligação, ou de ligação relativamente forte alternada com ligação relativamente fraca, e por meio do que A e B cada qual seja segmentalmente estirada para formar um arranjo de saliências lineares distribuídas pela superfície do filme com uma divisão não maior que cerca de 2 mm, conectadas integralmente por membranas lineares mais finas que cada qual em volume é menor que 50% da média das duas saliências adjacentes, a delineação entre uma saliência e uma região fina

adjacente sendo considerada como o local onde a espessura da dobra é a média entre a parte mais espessa da dita saliência e a parte mais fina da dita membrana, e por meio do que a parte seccional transversal principal de cada saliência fica orientada uniaxialmente o suficiente para se conseguir a direção predominante de orientação de A, caracterizado pelo fato de que, distribuídos uniformemente na área do laminado, pelo menos 50% das áreas das membranas lineares mais finas em A e em B não fiquem ligados, ou fiquem fracamente ligados, de maneira tal que a ligação possa ser eliminada por repetida flexão e esfregamento à mão, e que a maior parte de cada ligação saliência a saliência é pelo menos tão forte quanto a mais forte das ligações membrana a membrana fina adjacente imediata, determinada pelo desprendimento à temperatura ambiente.

19. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que a dobra da laminação A é estirada longitudinalmente em toda a área de uma maneira no geral uniaxialmente, ao passo que a dobra A é estirada transversalmente de maneira segmentada preferivelmente entre rolos canelados com entalhes circulares ou com entalhes helicoidais de um passo pequeno, comparado com o raio dos rolos, enquanto a dobra B é estirada longitudinalmente de maneira segmentada, preferivelmente, entre rolos canelados engranzáveis, com entalhes que estendem-se axialmente ou de forma ligeiramente helicoidal, o dito estiramento segmentado de A e B sendo realizado tanto antes como subsequente ao estiramento por toda a área da dobra, ou entre duas etapas do estiramento por toda a área da dobra, e opcionalmente a dobra A e/ou dobra B são estabilizadas termicamente antes de sua laminação.

20. Método de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que, antes da laminação, cada uma das dobras A e B é estirada longitudinalmente por toda a área de uma maneira geral uniaxialmente enquanto está na forma tubular ou forma tubular plana, e a dobra enquanto na

forma tubular plana é estirada transversalmente de maneira segmentada, preferivelmente, entre rolos canelados engranzáveis com entalhes circulares ou com entalhes helicoidais de um passo pequeno, comparado com o raio dos rolos, o dito estiramento segmentado sendo realizado tanto antes como
5 subsequêntemente ao estiramento por toda a área, como entre duas etapas do estiramento por toda a área, e opcionalmente a dobra A e B são termicamente estabilizadas depois do término das etapas de estiramento, e subsequêntemente cada uma das dobras A e B é cortada helicoidalmente para formar uma membrana com sua direção principal de orientação em um ângulo
10 com sua direção longitudinal, e finalmente a laminação de A e B é realizada continuamente com as direções principais de orientação de A e B arranjadas em um ângulo uma com a outra.

21. Método de acordo com qualquer uma das reivindicação 18, 29 e 20 em que as membranas lineares mais finas são produzidas por meio de
15 rolos canelados engranzáveis que realizam um estiramento segmentado no geral longitudinal ou no geral transversal da dobra, caracterizado pelo fato de que cada crista das superfícies caneladas dos rolos tem duas bordas que são cada qual suficientemente vivas para produzir a dita membrana linear mais final na dobra.

20 22. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que as ditas duas bordas são salientes de forma a limitar o contato entre a dobra e os rolos canelados nas partes de bordas das cristas.

23. Método de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que os rolos canelados são aquecidos, preferivelmente a cerca de
25 60 – 80°C, enquanto a membrana é alimentada nos rolos a uma temperatura mais baixa, por exemplo, cerca de 20 – 45°C para aquecer seletivamente a dobra nas partes de borda das cristas do rolo canelado.

24. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 21, 22 e 23, caracterizado pelo fato de que o passo dos rolos canelados é

menor que 5 mm, preferivelmente entre cerca de 0,8 – 1,2 mm, e a distância de uma na outra das ditas duas bordas da crista é preferivelmente entre cerca de 0,03 – 0,5 mm, e o raio de curvatura das bordas vivas é preferivelmente na faixa de 20 a 50 μm .

5 25. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 24, em que o estiramento segmentado é um estiramento transversal entre os primeiros rolos canelados circulares, caracterizado pelo fato de que, antes ou subseqüentemente a este estiramento segmentado, a dobra é submetida a um segundo estiramento segmentado entre segundos rolos canelados
10 circulares, os ditos rolos canelados:

a) produzindo somente uma zona de estiramento em cada crista;

b) tendo sob condições operacionais exatamente o mesmo passo dos primeiros rolos canelados; e

15 c) ficando em registro exato com os primeiros rolos canelados, de maneira tal que cada zona de estiramento formada pelos segundos rolos canelados caia entre duas zonas de estiramento, ou seja unida a elas, formadas nas bordas de uma crista dos primeiros rolos canelados.

20 26. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 25, caracterizado pelo fato de que o aparelho de laminação, pressão e temperaturas são adaptados para produzir ligação em regiões pontuais ou lineares, de maneira tal que, em cada região puntual ou linear, A e B tanto fiquem uniformemente ligadas entre si por toda a área como fiquem ligadas entre si em um padrão de ligação/não ligação ou ligação forte/ligação mais
25 fraca, correspondente ao padrão de saliências/membranas mais finas, ao passo que o restante do laminado é mantido não ligado ou ligado de maneira mais fraca que a ligação média nas ditas regiões pontuais ou lineares, referindo-se ao teste de desprendimento a 20°C.

27. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações

18 a 26, caracterizado pelo fato de que a dita camada ou camadas de ligação são co-extrusadas em A e/ou B.

28. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 26, caracterizado pelo fato de que a dita camada de ligação foi aplicada
5 em um processo de laminação por extrusão.

29. Método de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de que um padrão de ligação em regiões pontuais ou lineares é obtido por co-extrusão da camada de laminação na camada A e na camada B na forma de um arranjo de tiras estreitas espaçadas próximas, opcionalmente
10 com uma segunda camada de laminação contínua co-extrusada entre as ditas tiras e o restante da dobra, por meio do que o laminado final de tiras em A forma um ângulo com as tiras em B, enquanto o aparelho de laminação é adaptado para laminar as dobras em temperatura no geral uniforme, e a dita camada ou camadas de laminação e temperatura e pressão são adaptadas de
15 maneira tal que em cada região puntual ou linear, A e B tanto fiquem uniformemente ligadas entre si por toda a área como fiquem ligadas entre si em um padrão de ligação/não ligação ou ligação mais forte/ligação mais fraca, correspondente ao padrão de saliências/membranas mais finas, enquanto o restante do laminado é mantido não ligado ou mais fracamente ligado que a
20 ligação média com as ditas regiões pontuais ou lineares, referindo-se ao teste de desprendimento a 20°C.

30. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 29, caracterizado pelo fato de que o grau de orientação uniaxial nas saliências e as temperaturas nas quais a orientação uniaxial é realizada é
25 limitado de maneira tal que, durante a propagação lenta do rasgamento no laminado cruzado final, cada uma das dobras A e B reorienta, em vez de fibrilar no local onde o rasgamento propaga.

31. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 30, caracterizado pelo fato de que, durante ou após a laminação por

calor, o laminado pode contrair ou é levado a contrair ao longo de pelo menos uma das direções principais de orientação.

32. Método de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de que, entre as etapas de estiramento e a etapa de laminação, as membranas mais finas em A e/ou em B são seletivamente estabelecidas pelo aquecimento com ar quente enquanto as saliências são mantidas a uma temperatura mais baixa pelo contato com a superfície resfriadas, a estabilização sendo realizada a ponto de que ela cause ou aumente a formação de partes frouxas durante as ditas contrações, por exemplo, as membranas podem ser parcialmente fundidas durante o aquecimento.

33. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 31, caracterizado pelo fato de que as partes frouxas formadas no laminado são removidas pelo aquecimento com ar quente durante o resfriamento do restante do laminado pelo contato do laminado com um rolo resfriado.

34. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 33, caracterizado pelo fato de que a dobra A e/ou a dobra B é suprida com microvazios internos pela mistura de um pó e/ou escolha de condições adequados para as etapas de estiramento, método este que pode ser realizado a ponto tal que os vazios perfurem as membranas mais finas para tornar o laminado cruzado respirável.

35. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 34, caracterizado pelo fato de que a dobra A e/ou a dobra B consistem basicamente de HDPE ou PP de alto ou médio alto peso molecular, e a maior parte da orientação no estado sólido na direção das saliências na dita dobra ou dobras é realizada a uma temperatura em torno ou abaixo de 50°C.

36. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 18 a 35, caracterizado pelo fato de que compreende suprir o laminado com microperfurações.

37. Método de acordo com as reivindicações 18 a 36, caracterizado pelo fato de que a camada de ligação é selecionada como uma mistura de dois ou mais polímeros compatíveis de faixas de fusão significativamente diferentes, a temperatura de fusão mais baixa dos ditos polímeros misturados começando em um valor no qual a orientação produzida nas partes principais de cada dobra não é perturbada, a razão de mistura e a temperatura de laminação sendo selecionadas de forma a produzir o equilíbrio desejado de resistência a delaminação e resistência à propagação do rasgo.

38. Método para esticar longitudinalmente um filme consistindo em material de polímero termoplástico de uma maneira no geral uniaxial abaixo de sua faixa de fusão em uma ou mais etapas e, antes ou subsequente a este estiramento, ou entre duas tais etapas, e esticar de forma transversal e segmentada o filme entre rolos canelados engranzáveis com entalhes circulares ou entalhes helicoidais de um passo pequeno, comparado com o raio dos respectivos rolos, caracterizado pelo fato de que cada crista das superfícies caneladas dos rolos canelados tem duas bordas, cada uma das quais é suficientemente viva para produzir pelo estiramento um segmento linear de material de membrana mais fina na dobra.

39. Método de acordo com a reivindicação 38, caracterizado pelo fato de que as ditas duas bordas são salientes de forma a limitar o contato entre a dobra e os rolos canelados nas partes de borda das cristas.

40. Método de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de que os rolos canelados são aquecidos, por exemplo, a cerca de 60 – 80°C, enquanto a membrana é introduzida nos rolos a uma temperatura mais baixa, por exemplo, cerca de 20 – 45°C para aquecer seletivamente a dobras nas partes de borda das cristas do rolo canelado.

41. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 38, 39 e 40, caracterizado pelo fato de que o passo dos rolos canelados é menor que 5 mm, preferivelmente entre cerca de 0,8 – 1,2 mm, e a distância

de uma à outra das ditas duas bordas na crista é preferivelmente entre cerca de 0,3 – 0,5 mm, e o raio de curvatura das bordas vivas é preferivelmente na faixa de 20 a 50 μm .

42. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 38 a 41, em cujo método o estiramento segmentado é um estiramento transversal entre os primeiros rolos canelados circulares, caracterizado pelo fato de que, antes ou subsequente a este estiramento segmentado, a dobra é submetida a um segundo estiramento entre os segundos rolos canelados circulares, os ditos segundos rolos canelados:

a) produzindo somente uma zona de estiramento em cada crista;

b) tendo sob as condições operacionais exatamente o mesmo passo dos primeiros rolos canelados; e

c) ficando em registro exato com os primeiros rolos canelados de maneira tal que cada zona de estiramento formada pelos segundos rolos canelados caia entre duas zonas de estiramento, ou una-se a elas, formadas nas bordas de uma crista dos primeiros rolos canelados.

43. Aparelho para estiramento segmentado transversal de uma dobra de termoplástico compreendendo um par de rolos de estiramento canelados combinados tendo entalhes circulares ou helicoidais para estirar o material em uma direção no geral transversal à direção da máquina; e caracterizado pelo fato de que cada crista na superfície canelada de pelo menos um dos rolos canelados de estiramento tem duas bordas, cada uma das quais é viva, sobre a qual a dobra é estirada.

44. Aparelho de acordo com a reivindicação 43, caracterizado pelo fato de que as cristas de ambos os rolos canelados de estiramento casados têm duas bordas vivas.

45. Aparelho de acordo com a reivindicação 43 ou 44, caracterizado pelo fato de que as duas bordas são salientes.

46. Aparelho de acordo com a reivindicação 45, caracterizado pelo fato de que os rolos de estiramento são aquecidos, preferivelmente a uma temperatura superficial de cerca de 60 a 80°C.

5 47. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 43 a 46, caracterizado pelo fato de que o passo dos rolos canelados de estiramento é na faixa de 0,8 a 1,2 mm, e que a distância entre as ditas duas bordas em uma crista é na faixa de 0,3 a 0,5 mm.

10 48. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 43 a 47, caracterizado pelo fato de que também compreende um segundo par de rolos canelados de estiramento transversais casados, em cada crista dos quais uma única zona de estiramento é criada, tendo, sob condições operacionais passo idêntico aos entalhes do primeiro par de rolos canelados de estiramento e ficando em registro com o primeiro par de rolos canelados de estiramento, de maneira tal que as zonas estiradas na dobra passe entre o
15 segundo par de rolos canelados de estiramento caia entre as zonas estiradas, ou una-se a elas, formadas passando a dobra entre o primeiro par de rolos canelados.

20 49. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 43 a 45, caracterizado pelo fato de que cada rolo tem pelo menos 1 mm de comprimento, preferivelmente até 3 mm de comprimento, e preferivelmente em que cada rolo canelado é formado de sub-rolos montados coaxialmente.

50. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 43 a 49, caracterizado pelo fato de que as bordas vivas foram tratadas por um processo que envolve uma etapa de polimento eletrolítico.

25 51. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 43 a 50, caracterizado pelo fato de que as bordas vivas têm um raio de curvatura na faixa de 20 a 50 µm.

Fig. 1

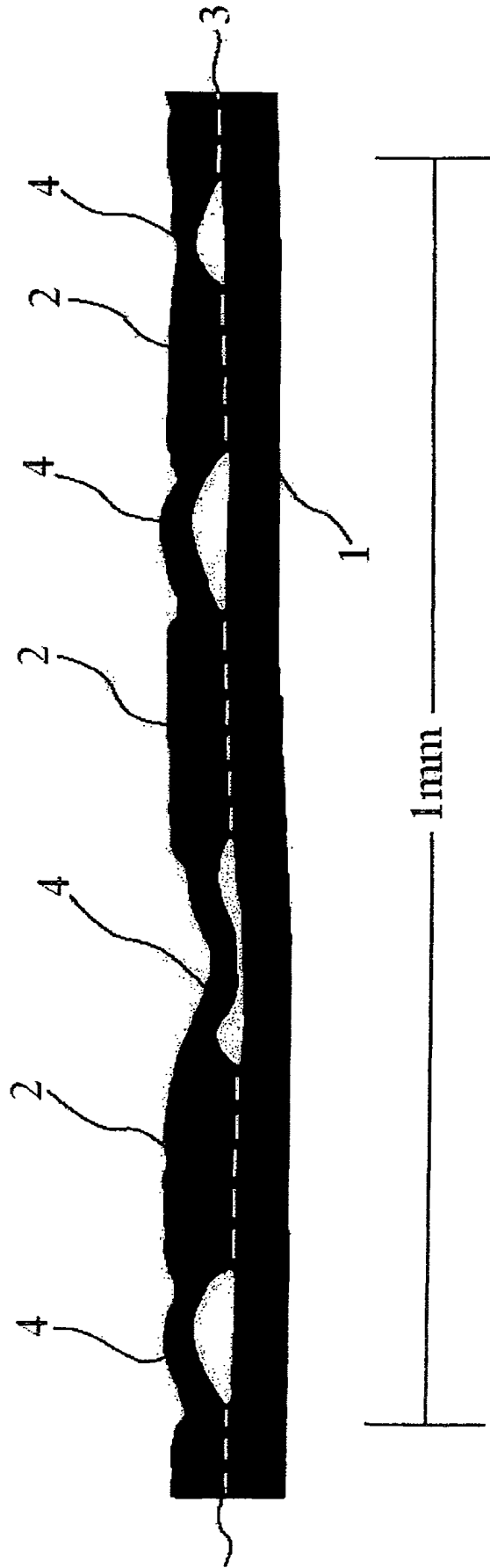


Fig.2

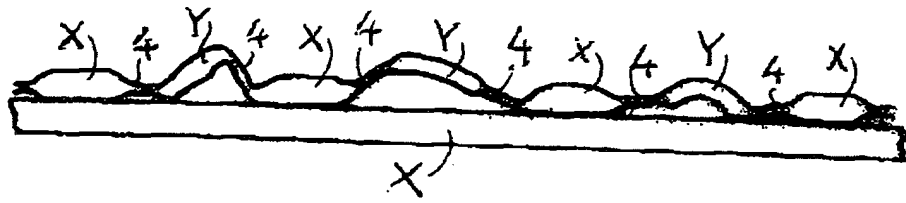


Fig.8

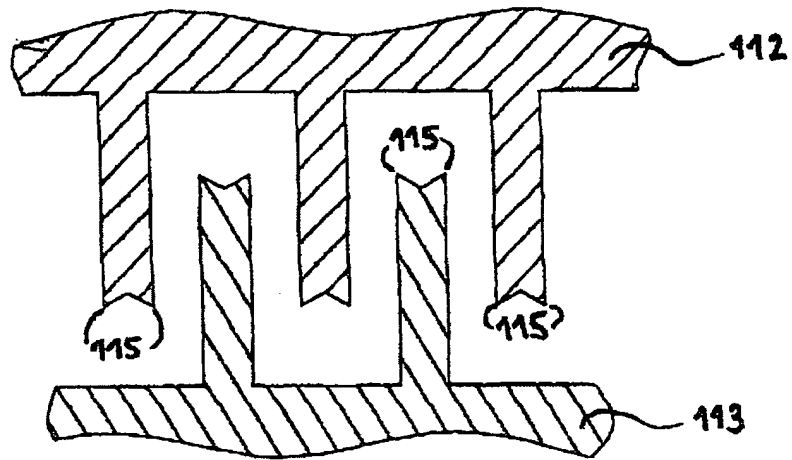


Fig. 7

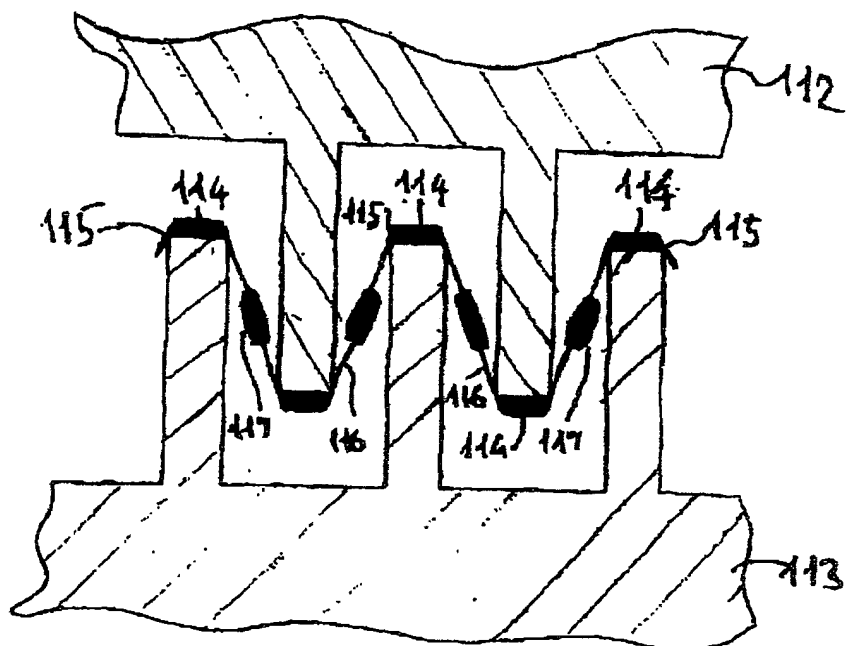


Fig.4

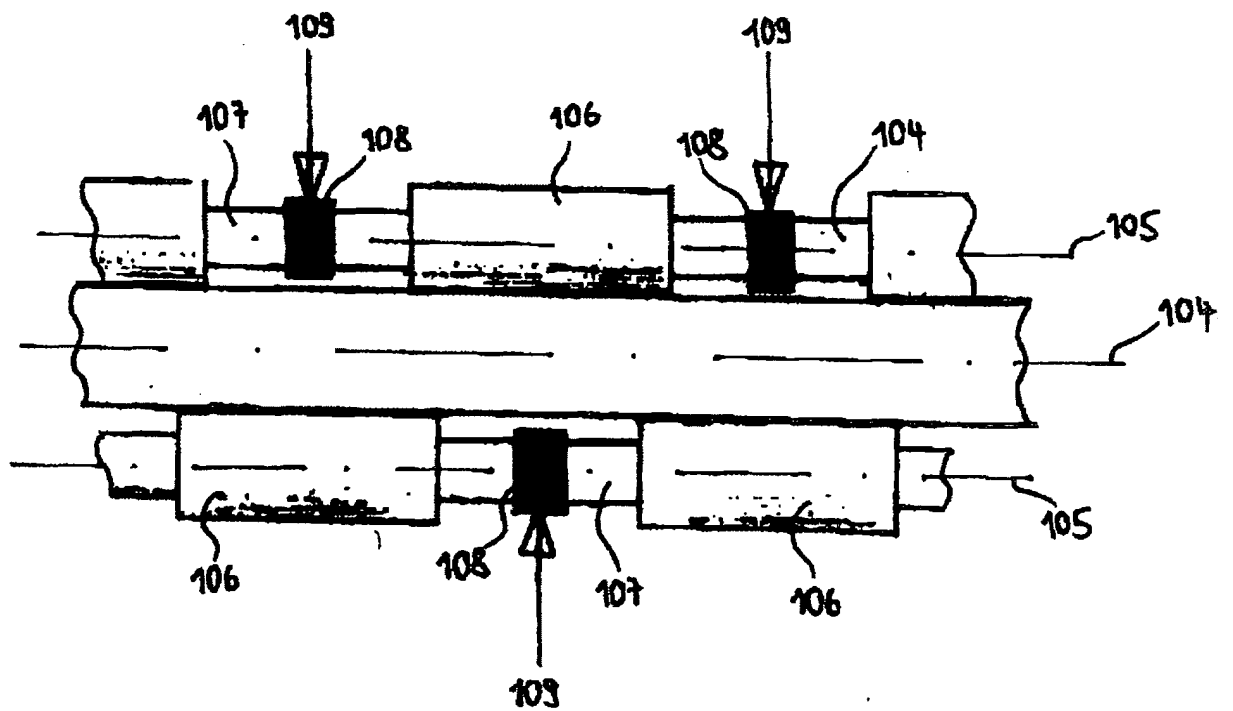


Fig. 3

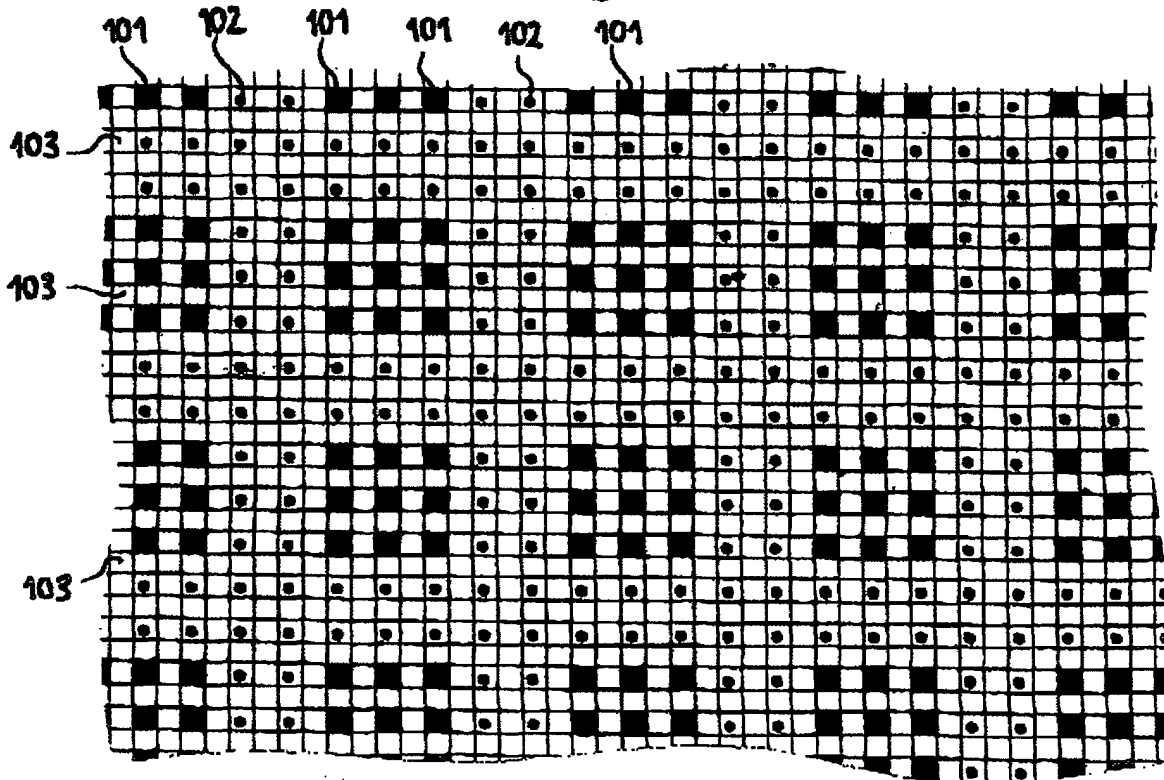


Fig. 6

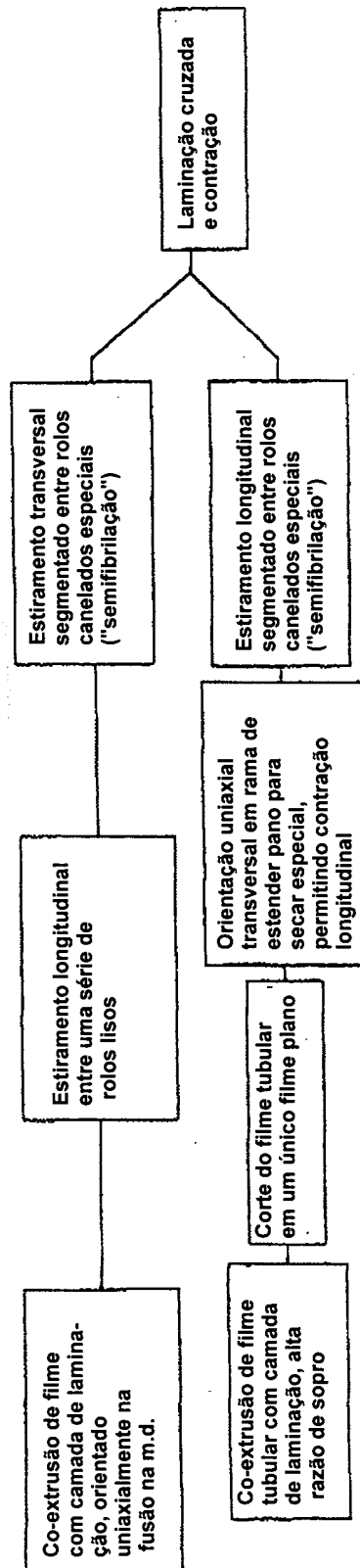


Fig. 5

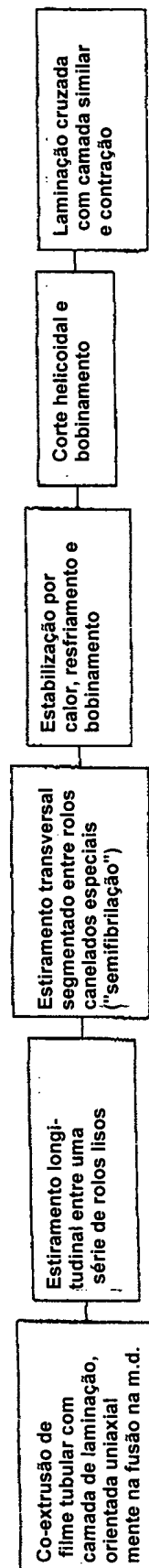


Fig. 9

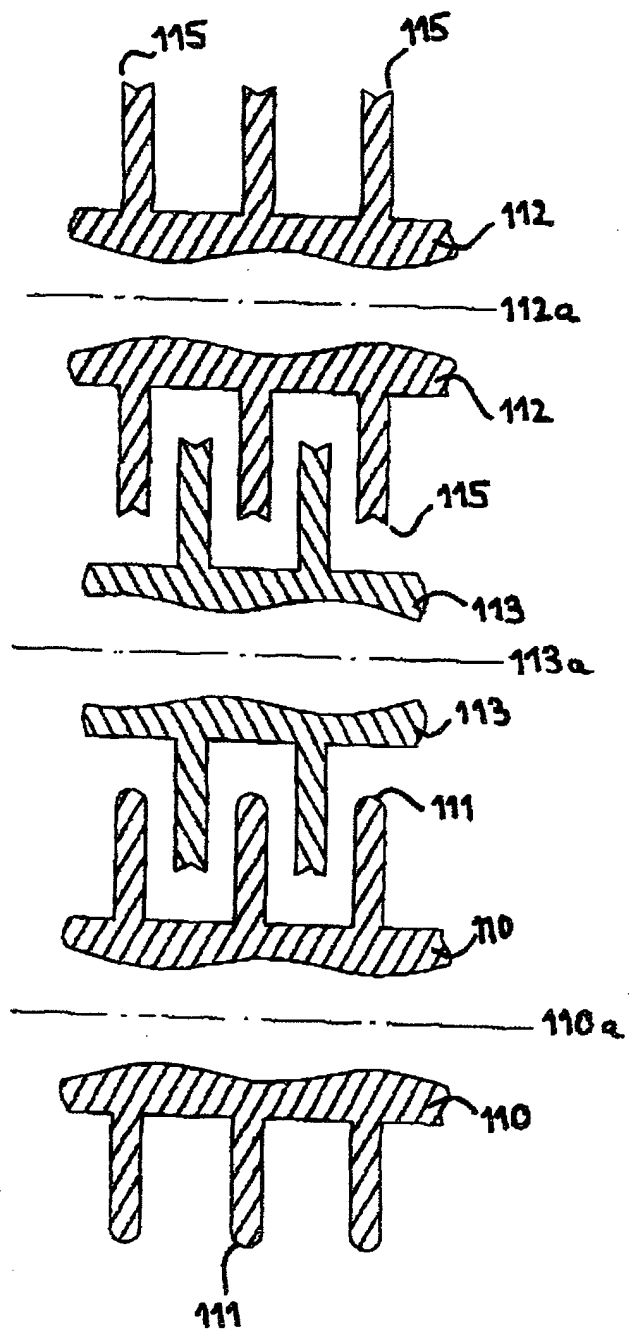


Fig. 10

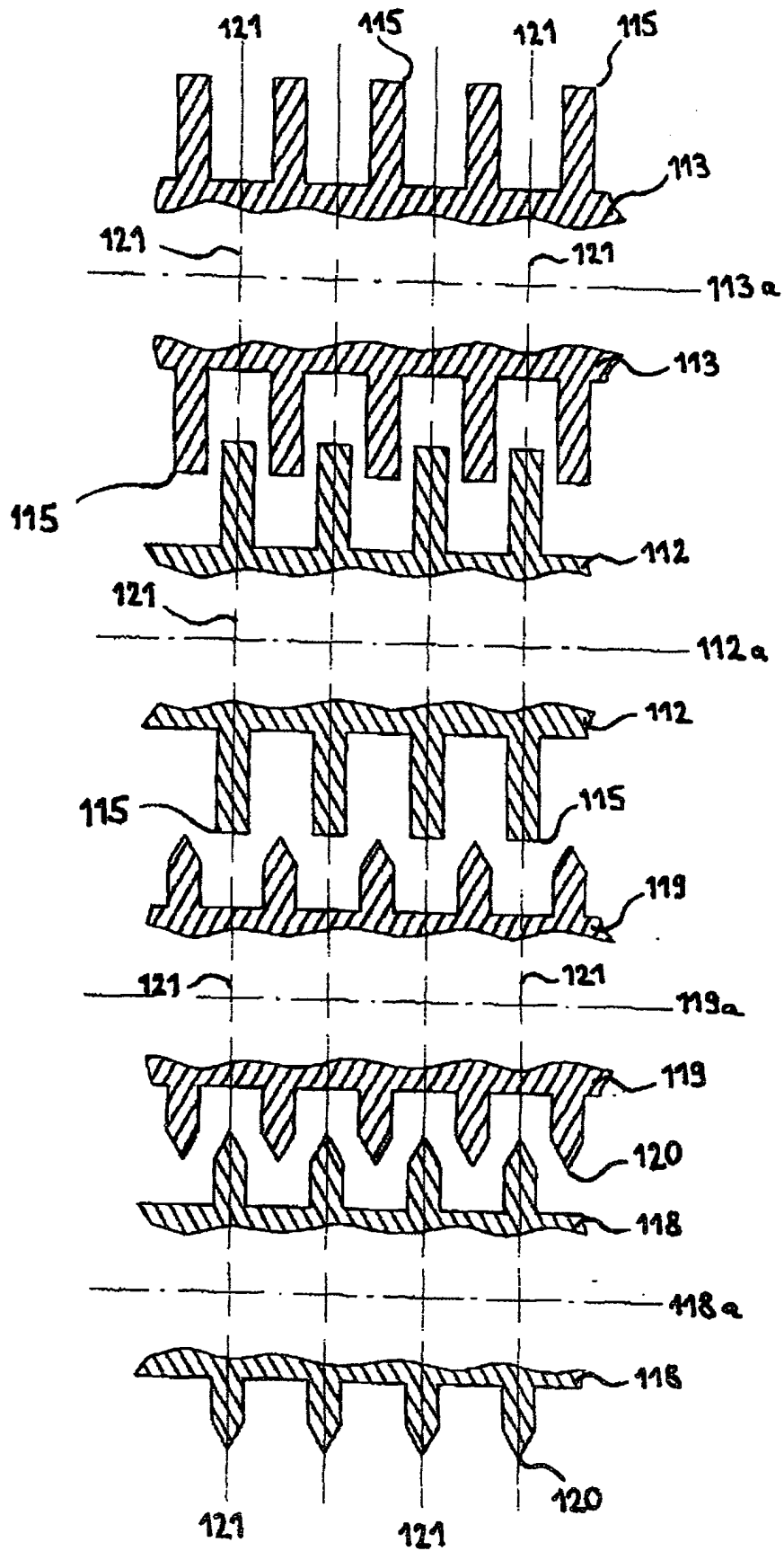


Fig. 11

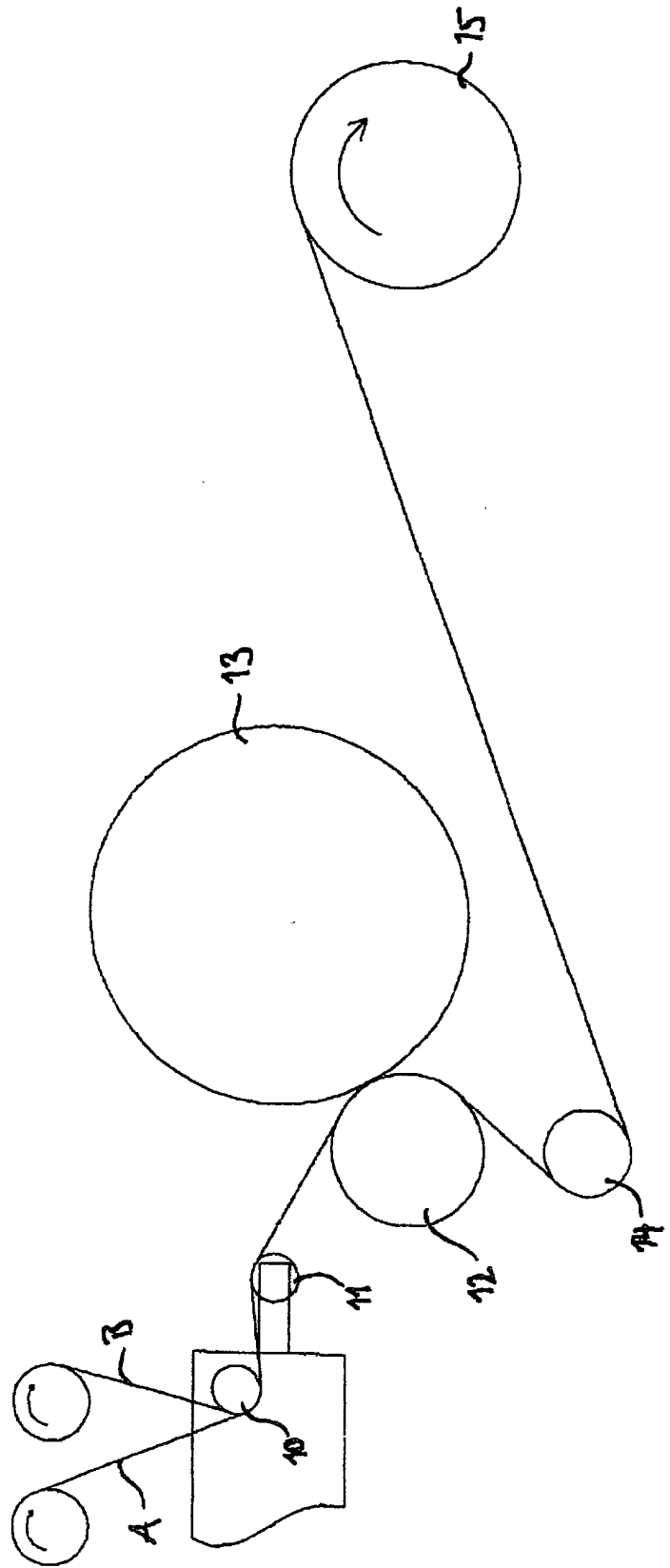
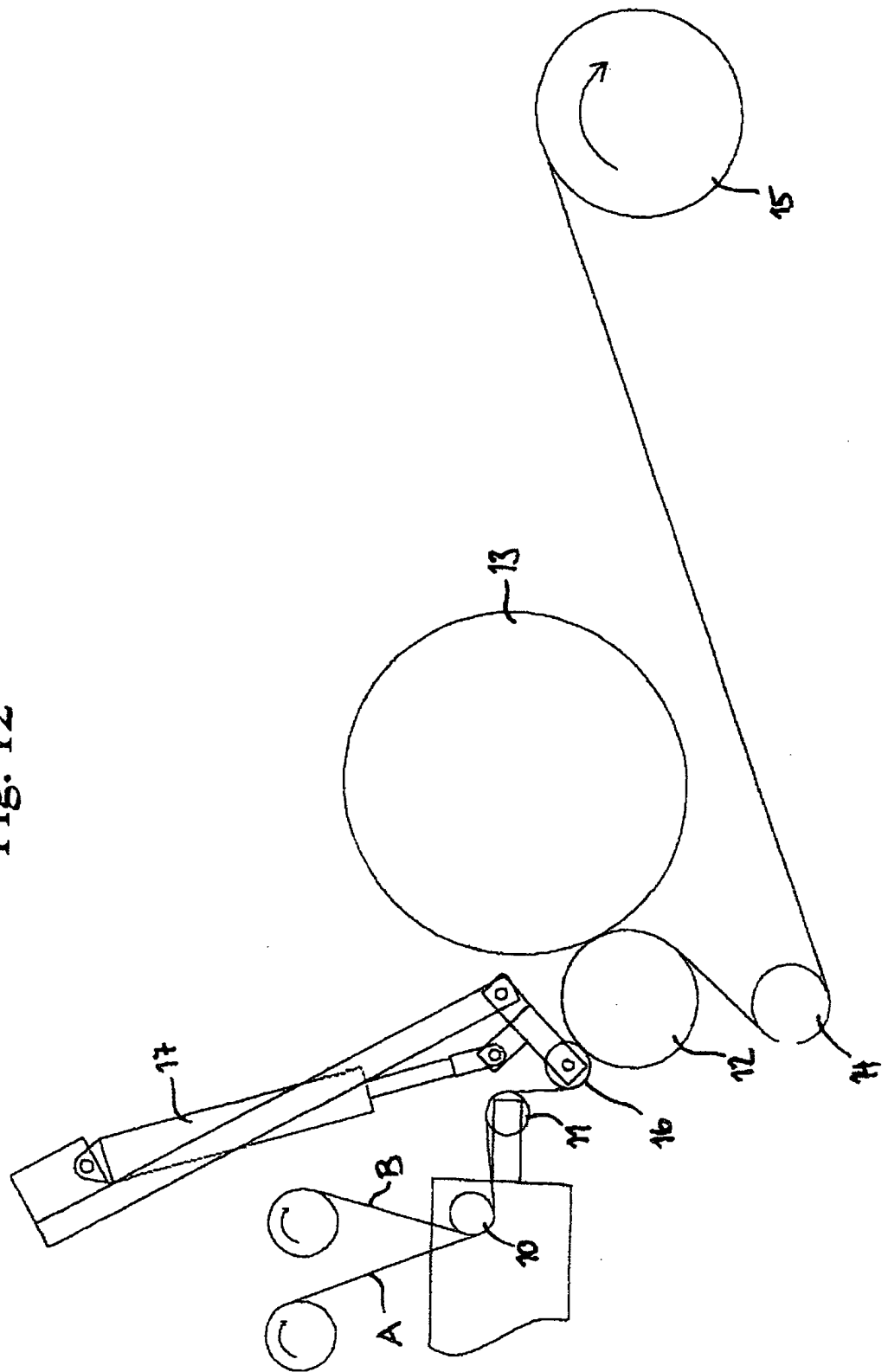


Fig. 12



RESUMO

“LAMINADO CRUZADO, MÉTODOS PARA FABRICAR UM LAMINADO CRUZADO, E PARA ESTIRAR LONGITUDINALMENTE UM FILME CONSISTINDO EM MATERIAL DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO, E, APARELHO PARA ESTIRAMENTO SEGMENTADO TRANSVERSAL DE UMA DOBRA DE TERMOPLÁSTICO”

É descrito um laminado cruzado que é formado de duas dobras orientadas de material de polímero termoplástico, arranjadas de maneira que suas direções de orientação sejam transversais entre si, as dobras sendo seladas a quente uma na outra. Cada dobra é semi-fibrilada, ou seja, consiste em regiões finas lineares de material orientado biaxialmente e saliências lineares mais espessas entre as regiões mais finas. As membranas são seladas basicamente por meio de ligações formadas na interseção das saliências (regiões mais espessas). O arranjo de saliências tem uma divisão menor que 2 mm. O laminado tem melhores propriedades estéticas e de resistência. É descrito um método para formar o laminado cruzado que envolve estirar segmentos do material para formar as regiões mais espessas, e o aparelho que compreende rolos de estiramento canelados combinados com cristas com bordas vivas.