



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

(21) **PI 0714160-2 A2**

(22) Data de Depósito: 11/07/2007  
(43) Data da Publicação: 26/12/2012  
(RPI 2190)



(51) *Int.Cl.:*  
B29C 55/12  
B29C 55/18

(54) **Título:** MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAR UM FILME ORIENTADO, FILME, LAMINADO CRUZADO, USO DO FILME, E, ARTIGO FEITO A PARTIR DO LAMINADO

(30) **Prioridade Unionista:** 13/07/2006 GB 06139695

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

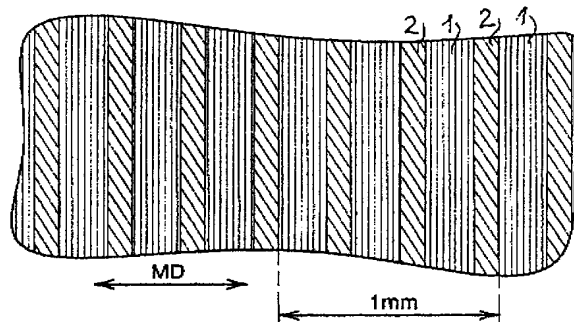
(72) **Inventor(es):** Ole-Bendt Rasmussen

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

(86) **Pedido Internacional:** PCT EP2007057119 de 11/07/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/006858 de 17/01/2008

(57) **Resumo:** MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAR UM FILME ORIENTADO, FILME, LAMINADO CRUZADO, USO DO FILME, E, ARTIGO FEITO A PARTIR DO LAMINADO. Um método para fabricar um filme orientado de material de polímero termoplástico compreende extrusão de um filme em forma tubular a partir de uma matriz de extrusão, orientar o filme em uma direção principal de orientação durante o arrasto a partir da matriz enquanto no estado fundido ou semi-fundido, a direção estando em um ângulo entre 0 e 45 graus com o eixo do tubo, seguido por corte do tubo em um ângulo com seu grau principal de orientação para formar uma tela que tem uma orientação de não menos do que 20 para sua direção longitudinal, cujo método envolve esticamento segmentado do filme para formar um sistema de saliências lineares (1) que são de material mais espesso conectado integralmente por telas mais finas (2), ditas saliências e telas se estendendo em uma direção que é genericamente paralela à direção de orientação formando um ângulo agudo com a direção longitudinal da tela, o método envolvendo depois de esticamento segmentado e corte, cisalhamento das saliências uma ao longo da outra sob reorientação nas abas de conexão para aumentar o ângulo no qual as saliências e telas se estendem em relação à direção de orientação. As saliências são separadas uma da outra por não mais do que 3 mm. A operação de cisalhamento pode ser realizada por roletes segmentados (5).



“MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAR UM FILME ORIENTADO, FILME, LAMINADO CRUZADO, USO DO FILME, E, ARTIGO FEITO A PARTIR DO LAMINADO”

O objetivo base da invenção aparece do título. O termo transversalmente orientado significa aqui incluir qualquer orientação que forma um ângulo significativamente grande com a direção longitudinal do filme incluindo, porém não limitado a, a orientações que são perpendiculares ou quase perpendiculares à direção longitudinal. A finalidade principal de fazer o filme orientado transversalmente é como parte do processo de fabricação para laminados cruzados, isto é, laminados de filmes dos quais no mínimo dois são orientados uni-axialmente ou bi-axialmente desbalanceados e nos quais a direção principal de orientação em um destes filmes cruza a direção principal do outro.

Laminados cruzados de filmes orientados de materiais polímeros sintéticos foram produzidos comercialmente desde 1966, então principalmente como descrito na GB-A-0792976 (Rasmussen) de 23 de maio de 1955. De conhecimento do inventor, a produção anual mundial total alcança hoje cerca de 30.000 toneladas. O laminado cruzado é utilizado em particular como sacos industriais, folhas de cobertura, encerados, têxteis geotécnicos, e produtos similares, porém um dos objetivos específicos da presente invenção é ampliar a faixa de utilizações conseguindo com vantagem de custo tensões de escoamento mais elevadas com vantagem de custo e/ou espessuras (medidas) menores.

Comparado com filmes genericamente não orientados, laminados cruzados apresentam propriedades de resistência muito melhoradas, vistas em relação ao peso por metro quadrado e, uma vez que o preço da matéria-prima é a parte mais importante do preço de custo, a tecnologia de laminação cruzada pode servir para reduzir o custo por meio da redução de peso. Comparados com filme orientado bi-axialmente, laminados

cruzados feitos (sob condições adequadas) de polímeros similares, apresentam resistência à propagação de rasgamento dramaticamente melhorada.

Como deverá ser ainda mais explicado abaixo com referência às Patentes relevantes, a tecnologia existente para fabricação de laminados cruzados é baseada em corte helicoidal de filme tubular orientado longitudinalmente para produzir uma tela que é orientada em deslocamento. Duas ou mais de tais telas são então laminadas cruzadas de maneira contínua. Também pode haver uma tela orientada longitudinalmente incluída na laminação e outras dobras não necessariamente orientadas. A orientação no filme tubular pode ser limitada ao tipo que é conseguido por esticamento profundo e principalmente uniaxial no estado fundido ou semi-fundido, ou tal orientação pode ser suplementada antes do corte helicoidal, por um esticamento forte essencialmente abaixo da faixa de derretimento do filme, em caso de HDPE ou PP isotático ou sindiotático preferivelmente entre cerca de 20-50 °C. Alternativamente, o corte helicoidal pode ser realizado sem primeiro suplementar a orientação, caso em que esticamento bi-axial é realizado durante ou e em seguida à laminação em uma temperatura relativamente baixa (ver abaixo).

Ambas as alternativas sofrem de limitações em relações de esticamento alcançáveis praticamente. No caso em que o filme tubular depositado plano é esticado longitudinalmente em estado sólido antes do corte em espiral, a relação de esticamento deve, falando muito genericamente, estar limitada a um máximo de cerca de 4:1; uma vez que em relações de esticamento mais elevadas a tendência a separar se torna muito alta para um desempenho industrial seguro do processo de corte em espiral. No caso em que o corte em espiral é realizado sem primeiro submeter o filme tubular depositado plano a tal esticamento, as relações de esticamento biaxial devem, ainda falando de maneira muito genérica, em ambas as direções serem limitadas a no máximo cerca de 1,6:1, uma vez que a resistência à propagação

de rasgamento essencialmente diminui em relações mais elevadas.

Seria natural acreditar que a melhor maneira de fabricar um laminado cruzado seria produzir uma camada orientada transversalmente por meio de uma estrutura esticadora e laminá-la com uma camada orientada longitudinalmente, contudo, a função das estruturas tentativas existentes é limitada a esticamento em temperaturas muito elevadas, por exemplo, 80 °C ou mais elevadas, o que, no mínimo no caso de HDPE ou PP não proporciona à camada as propriedades que são adequadas para laminados cruzados. Isto está explicado em detalhe na WO05/102.669 que reivindica um tipo modificado de estrutura esticadora adequada para esticar em temperaturas muito mais baixas. Contudo, todos os tipos de estruturas tentativas são muito caras especialmente se elas devem ser construídas para operar em filmes pesados. Além disto, um esticamento a frio que tem lugar perpendicular à direção de extrusão é encontrado fornecer propriedades de resistência que são inferiores - em alguns, mas não em todos os aspectos - a um esticamento a frio que tem lugar genericamente na direção da extrusão quando esta última foi adaptada para produzir uma orientação significativa principalmente uniaxial no estado fundido ou particularmente em estado semi-fundido. Em relação a isto, diversos laboratórios, por exemplo o laboratório do inventor, durante anos recentes melhorou essencialmente o tamanho e caráter da orientação uniaxial alcançada em estado semi-fundido, ver por exemplo as WO03/033241 e WO04/094129 que são aplicáveis com vantagem em conexão com a presente invenção.

A idéia básica da presente invenção é que depois de corte helicoidal, segmentos muito estreitos do filme que se estendem ao longo da direção da orientação uniaxial são cisalhados um ao longo do outro para aumentar seu ângulo com a direção longitudinal do filme. Estes segmentos têm a forma de saliências produzidas por esticamento segmentado e o cisalhamento das saliências uma ao longo da outra é feito possível pelas telas

mais finas entre as saliências, produzidas pelo esticamento segmentado. O cisalhamento produz uma reorientação destas telas, porém a parte essencial da orientação do filme será a orientação das saliências que - no mínimo essencialmente - ainda será a orientação formada pela tração da matriz de extrusão possivelmente suplementada por um esticamento na mesma direção em uma temperatura selecionada mais baixa, antes do corte helicoidal.

Um aspecto chave da presente invenção é que o filme é fornecido com um desenho de “linhas” espaçadas de maneira próxima de material mais fino orientado bi-axialmente sob condições que estão especificadas na reivindicação 1. Estas “linhas” como já mencionado, referidas como as “telas mais finas” e as partes restantes do filme são referidas como as saliências. O desenho de saliências com telas mais finas intervenientes é produzido por esticamento segmentado em uma direção que é transversal à orientação principal do filme, preferivelmente um esticamento entre roletes ranhurados como especificado nas reivindicações. O desenho com saliências é preferivelmente feito tão fino quanto praticamente possível e, para esta finalidade, um método melhorado e aparelho melhorado para esticamento por rolete ranhurado foi inventado. Não é novo fornecer uma ou duas camadas em um laminado cruzado com um desenho de telas mais finas, porém isto foi feito sob diferentes condições, a saber, na fabricação de laminados cruzados com estrias (corrugados) divulgado nas WO02/102.592 e WO04/054793 que serão discutidas mais tarde.

Como fundamento para o entendimento da invenção, uma visão mais detalhada sobre tecnologia de laminação cruzada existente pode ser útil aqui. Isto é relativo principalmente às publicações precedentes do inventor.

Os materiais polímeros para laminados cruzados foram principalmente e são principalmente polietileno polipropileno de tipos diferentes, muitas vezes modificados por mistura, e os processos de

fabricação industrializados antigos e presentes compreendem as etapas de extrudar um tubo o qual, por estiramento para baixo é orientado principalmente em sua direção longitudinal, cortar helicoidalmente este tubo para uma tela com sua direção de orientação principal em deslocamento, e laminar de maneira contínua duas ou mais de tais telas com suas direções principais de orientação se cruzando. Como mencionado, pode também ser incluído no laminado um filme que é orientado principalmente em sua direção longitudinal.

Na primeira tecnologia comercializada baseada nestes princípios, o filme tubular extrusado que é orientado fundido principalmente em sua direção longitudinal, é ainda esticado a frio nesta direção antes do corte helicoidal. Em uma tecnologia comercializada mais tarde, divulgada por exemplo na US-A-4.039.364, cada filme tubular é co-extrusado tendo uma camada que contribui principalmente para a resistência à tração no laminado e no mínimo uma camada superficial adaptada para ajudar na ligação dos filmes, que no mínimo parcialmente tem lugar por meio de pressão e calor.

Também camadas especiais são co-extrusadas sobre os filmes que se tornam exteriores no laminado. Estas camadas especiais são adaptadas para modificar as propriedades superficiais do laminado ou especialmente para termovedação melhorada. Nesta última tecnologia o corte helicoidal tem lugar em sucessão direta à co-extrusão sem qualquer esticamento a frio entre elas, porém em uma linha de produção separada. Esticamento adicional é realizado fora quando os filmes tenham sido trazido juntos em um arranjo de sanduíche, ligados ou ainda não ligados, para formar um laminado. Os filmes são esticados bi-axialmente a uma temperatura relativamente baixa. O componente transversal deste esticamento bi-axial tem lugar entre roletes ranhurados. Nas US-A-5.028.289 e US-A-5.626.944 este esticamento entre roletes ranhurados foi ainda mais desenvolvido.

Maneiras práticas de realizar o corte helicoidal estão

divulgadas na US-A-5.248.366. Esta Patente também menciona uma técnica de corte alternativa, a saber o filme tubular pode ser dotado de uma orientação derretida que se estende de maneira helicoidal enquanto ele é estirado da matriz de co-extrusão, estabelecida por uma rotação relativa entre a saída da

5 matriz e o dispositivo de extrusão para baixo e, em seguida, o corte pode ser paralelo ao eixo ou pode ser com um ângulo com a direção principal de orientação. O processo pode mesmo ser ajustado para produzir uma tela na qual a direção principal da orientação derretida se torna perpendicular à direção longitudinal da tela.

10                    Para efeito de complementação, deveria ser mencionado que em Patentes muito anteriores está também divulgada a possibilidade que material de filme polímero orientado longitudinalmente possa ser laminado cruzado de maneira descontínua e ligado em uma prensa.

15                    Em um processo que é inteiramente diferente daquele descrito acima, laminados cruzados de um caráter muito rígido são feitos para uso em produtos especiais avançados. Eles consistem de polímeros que no estado fundido ou parcialmente fundido são cristais líquidos e que se tornam orientados e laminados cruzado já dentro da matriz de extrusão por meio de partes matriz que giram ao contrário. Contudo, este tipo de processo e produto

20 não é um tema da presente invenção.

                    Voltando para os outros tipos de laminados cruzados que são mais são úteis ou produtos técnicos, a resistência à termovedação em vedação do tipo de cisalhamento é adequada quando um polímero de fusão mais baixa adequado é escolhido para as camadas superficiais do laminado, enquanto

25 precauções muito especiais devem ser tomadas se boa resistência à vedação a choque térmico é solicitada em vedações térmicas do tipo de descascar, como usualmente necessárias para sacos industriais fornecidos com tais vedações térmicas. Estas precauções estão divulgadas nas US-A-5.205.650 e WO-A-98/23.434.

Invenções recentes relativas a laminados cruzados compreendem as cinco publicações do inventor WO02/102.592, WO04/54.793, WO03/033241, WO04/094129 e WO05/102.669. As primeiras duas fornecem uma ou ambas as camadas em um laminado cruzado de duas camadas com uma estrutura ondulada como a ondulação em papelão corrugado, porém, genericamente, com um comprimento de onda que é mais curto do que o normal para o papelão, genericamente com as ondas se estendendo na direção de orientação molecular da respectiva camada. É observado que a presente invenção é útil para a fabricação de um filme orientado transversalmente para estes laminados cruzados.

Ambas estas publicações divulgam e reivindicam a formação de um desenho de telas bi-axiais mais finas. Na WO02/102.592 ela é relativa apenas a uma das camadas que é descrita através de toda a especificação da página 8 em diante, e nas reivindicações da WO04/054793 ela é relativa a uma ou ambas as camadas e é descrita através de toda a especificação desde a página 12, linha 19, e nas reivindicações. Em ambos os casos ela é relativa a um conjunto de telas lineares finas orientadas bi-axialmente que essencialmente formam a base ligada de cada estria e, ainda mais, um conjunto de telas lineares finas mais estreitas bi-axialmente orientadas, cada uma formando a crista de uma estria.

A WO03/033241 e a WO04/094129 que foram mencionadas acima são relativas, em particular, a processos de atenuação especial e orientação em conexão com extrusão, por meio dos quais a resistência em temperatura elevada, propriedades de termovedação, tensão de escoamento e/ou propriedades de barreira, podem ser melhoradas.

No método de acordo com a presente invenção material de polímero termoplástico é extrusado em forma tubular a partir de uma matriz de extrusão e recebe uma direção de orientação principal durante a retirada da matriz enquanto no estado fundido ou semi-fundido, esta direção principal

estando em um ângulo entre 0 e 45 graus com o eixo do tubo e, em seguida o tubo é cortado sob um ângulo com a sua direção principal de orientação para formar uma tela que tem uma orientação de não menos do que 20 graus com sua direção longitudinal, e o método é caracterizado pelo fato de em qualquer  
5 estágio depois do arraste da matriz, porém o mais tarde em sucessão a dito corte, o filme ser esticado de maneira segmentada para formar um sistema de saliências lineares distribuídas sobre a superfície do filme com uma divisão não maior do que cerca de 3 mm, (preferivelmente não mais do que 2 mm), conectadas integralmente por telas mais finas, ditas saliências e telas se  
10 estendendo em uma direção que é genericamente paralela à direção de orientação (derivações de até cerca de 15 até 20 graus serão normalmente aceitáveis) e que forma um ângulo agudo  $v$  com a direção longitudinal da tela, e o método é ainda caracterizado pelo fato de depois de dito esticamento segmentado, e de dito corte, as saliências serem cisalhadas uma ao longo da  
15 outra sob reorientação nas telas de conexão para aumentar o ângulo  $v$ .

É também fornecido na invenção um novo filme A que consiste de material de polímero termoplástico bi-axialmente orientado com uma direção dominante, que compreende um sistema de saliências lineares distribuídas sobre a superfície do filme com uma divisão não maior do que  
20 cerca de 3 mm (preferivelmente não mais do que cerca de 2 mm) conectada integralmente por telas lineares mais finas as quais, cada uma em volume, preferivelmente é não mais do que 50% da média das duas saliências adjacentes, o delineamento entre uma saliência e uma região fina adjacente sendo entendido como a localização onde a espessura da camada é a média  
25 entre a parte a mais extensa de dita saliência e a parte mais fina de dita tela e, por meio do que a porção de seção transversal de cada saliência é orientada o uni-axialmente de maneira suficiente para alcançar a direção dominante de orientação de A, caracterizada pelo fato de as telas mais finas apresentarem uma direção principal de orientação que forma um ângulo diferente de 90

graus com a direção das saliências, este ângulo sendo tal que quando do encolhimento em uma temperatura elevada, o ângulo  $v$  que as saliências formam com a direção longitudinal de filme A irá mudar para desviar mais que 90 graus.

5                    Desta maneira, a estrutura resultante será basicamente a estrutura produzida pela orientação derretida, possivelmente modificada por esticamento em estado sólido, porém na mesma direção que a orientação derretida principal. Foi descoberto que esticamento continuado de acordo com a direção original tende a produzir as melhores “propriedades globais de  
10                    resistência” em um laminado cruzado. “Propriedades globais de resistência” aqui se referem a uma combinação de resistência à tração, ponto de escoamento, resistência a propagação de rasgamento, e resistência à perfuração. Uma razão provavelmente é que a cadeia de moléculas sob estas condições irá apresentar um amplo espectro de diferentes graus de orientação,  
15                    dependendo de seu comprimento.

                      O ângulo  $v$  é preferivelmente, porém não necessariamente, aumentado para se tornar essencialmente perpendicular à direção longitudinal do filme, por exemplo até 80 graus ou mais. É observado, contudo, que um aumento de por exemplo 30 até 60 graus também pode ter vantagens  
20                    essenciais, uma vez que um ângulo de corte de 30 graus produz um filme que é muito mais largo do que o filme conseguido por corte de 60 graus enquanto as propriedades de resistência de um laminado cruzado feito de dois filmes de 60 graus em diversos casos são superiores às propriedades de resistência de um laminado cruzado o feito de dois filmes de 30 graus.

25                    Na introdução para esta descrição a ênfase era em operar com um filme tubular que tem uma orientação elevada longitudinal ou relativamente elevada e cortar helicoidalmente este filme. Isto é normalmente preferível, porém, com relação a isto, o escopo da reivindicação 1 é mais amplo, levando em consideração que pode ser produzida uma orientação

helicoidal derretida ou semi-derretida por meio de rotação relativa entre a matriz de extrusão e roletes de retirada como descrito na acima mencionada US-A-5.248.366 e WO 03/033241. Em tais casos o esticamento segmentado que forma as saliências e as telas mais finas deve ser realizado depois do corte por meio de roletes ranhurados conformados helicoidalmente que engrenam que são adaptados para realizar a formação de saliências genericamente paralela à direção de orientação.

Como aparece da introdução para esta descrição, uma configuração preferencial é caracterizada pelo fato de depois do esticamento em um estado fundido ou semi-fundido, porém antes do corte, o filme tubular A ser ainda esticado genericamente em sua direção longitudinal a uma temperatura essencialmente mais baixa, por exemplo, entre cerca de 20-50 °C. Na maior parte dos casos é ainda preferível que em seguida ao aumento de  $v$ , o filme A seja ainda esticado em sua direção lateral. Este esticamento é realizado genericamente em uma ou mais etapas, por meio de roletes ranhurados que engrenam, cujas ranhuras são circulares ou helicoidais.

No mínimo uma primeira etapa de tal esticamento com rolete ranhurado é preferivelmente realizado em linha com o cisalhamento que aumenta o ângulo  $v$  e ainda mais preferivelmente tão próximo quanto praticamente possível do aparelho que realiza este cisalhamento. A finalidade é minimizar a recuperação elástica depois do cisalhamento.

Como uma alternativa à uso de roletes ranhurados uma estrutura esticadora pode ser utilizada. Foi mencionado na introdução que a uso de estruturas tentativas na fabricação de laminados cruzados sofre de diversas desvantagens, a saber:

- a) a necessidade de utilizar temperaturas elevadas de esticamento;
- b) o preço elevado de estruturas tentativas; e
- c) propriedades de resistência genericamente inferiores quando a direção deste esticamento é perpendicular à orientação derretida.

Contudo, quando a direção de orientação derretida tenha sido girada para se tornar perpendicular ou quase perpendicular à direção da máquina, e especialmente se o filme tubular além disso recebeu uma orientação longitudinal significativa depois da solidificação, as desvantagens a) e c) podem ser eliminadas e a uso de uma estrutura esticadora se torna uma possibilidade prática.

Não importa se roletes ranhurados ou uma estrutura esticadora é utilizada para o esticamento transversal, vantagens adicionais em propriedades de resistência podem ser alcançadas quando ao filme é permitida contração na direção da máquina, ao mesmo tempo em que é esticado na direção transversal. Para o entendimento disto, é feita referência à WO05/102.669. Esta contração pode ser alcançada alimentando o filme para os dispositivos de esticamento transversal em forma plissada (dobrada) transversalmente. Alternativamente pode ser feito uso de uma estrutura esticadora do tipo que por aumento gradual da distância entre pegadores vizinhos, realiza um esticamento longitudinal simultaneamente com o esticamento transversal, porém para a finalidade presente modificada de tal modo que a distância entre pegadores vizinhos gradualmente é diminuída.

Como mencionado na introdução, os laminados cruzados conhecidos que utilizam corte espiral sofrem de diferentes desvantagens ou limitações. Quando o filme tubular é esticado longitudinalmente abaixo do ponto de fusão - preferivelmente muito abaixo desta temperatura - a relação de esticamento deve na prática ser limitada a cerca de 4:1, uma vez que relações de esticamento mais elevadas fornecem ao filme uma tendência muito elevada de separar durante um processo industrial de corte em espiral.

Com relação a isto, a configuração da presente invenção que aplica esticamento transversal depois do aumento do ângulo  $v$ , apresenta uma vantagem importante, uma vez que por este método torna-se possível conseguir valores finais de resistência à ruptura transversal. Tal filme

orientado transversalmente pode ser laminado para um filme orientado longitudinal de resistência à tração similarmente elevada, que pode ser fabricado por meios convencionais.

5 Para facilitar e aprimorar um esticamento em baixa temperatura antes do corte, o filme tubular pode ser preparado para o esticamento plissando-o como descrito na Patente antiga do inventor US-3.233.029.

10 Enquanto as saliências são cisalhadas ao longo uma da outra, a distância entre saliências adjacentes também pode ser aumentada pelo esticamento.

O cisalhamento destas saliências uma ao longo da outra deveria ser realizado normalmente a uma temperatura elevada, por exemplo entre cerca de 50-90 °C.

15 A reorientação nas telas que conectam as saliências provocada pelo cisalhamento das saliências ao longo uma da outra, irá muitas vezes também se estender até os limites entre as saliências e as telas.

20 Um procedimento adequado para estabelecer o cisalhamento das saliências ao longo uma da outra está caracterizado pelo fato de o cisalhamento das saliências ao longo uma da outra com reorientação simultânea das telas ser realizado pegando o filme em um aperto linear entre duas superfícies de suporte e de transporte que alimentam e transportam o filme em uma direção que forma um ângulo  $u$  com a perpendicular ao aperto linear, o tamanho do  $u$  sendo adaptado à mudança desejada na direção  $v$ , e o filme ser puxado para fora de dito aperto em uma direção perpendicular à  
25 extensão do aperto por um dispositivo de tração que é espaçado próximo ao aperto. Neste método é preferido que isto seja realizado por meio de “roletes segmentados”, isto é, caracterizado pelo fato de dito aperto ser formado entre um par de roletes rotativos, cada um com sua superfície composta de um número mais elevado do que 3 de segmentos axialmente móveis que são

trazidos para movimento alternativo ao longo da direção axial em coordenação com a rotação dos roletes, de tal modo que o filme é constantemente alimentado para o aperto sob o mesmo ângulo. Se a direção das saliências na entrada para o aperto é aproximadamente paralela a este aperto, a direção das saliências se torna perpendicular ou quase perpendicular à direção longitudinal do filme, como ilustrado na figura dois e explicado em conexão com este esboço.

O procedimento descrito acima, que envolve o aperto linear e o dispositivo de tração perpendicular é uma aplicação especial de um método de esticamento concebido para obter uma orientação sob um ângulo diferente de 90 graus com a direção longitudinal de um filme, descrito na antiga Patente US No. 2.505.146. Contudo, a divulgação nesta Patente opera com filme que tem uma espessura igual e orientação igual ou sem orientação por toda ele, e o resultado é uma orientação deslocada que nunca pode ser perpendicular à direção da máquina. Em conexão com a presente invenção o efeito é diferente, uma vez que toda a orientação ou reorientação está limitada às telas finas ou limites entre as telas finas e as saliências, e com isto o cisalhamento entre as saliências é estabelecido.

Os roletes segmentados preferidos descritos acima foram divulgados na antiga Patente Britânica No. 1.078.732 do inventor, aqui em conexão com a separação de filme orientado fortemente para obter uma rede fibrosa. As correias de borracha utilizadas naquele processo de fibrilação não estão necessariamente em conexão com a presente invenção.

Em seguida ao aumento do ângulo  $v$ , isto é na prática quando o filme deixou o aparelho "Roleta Segmentado", a orientação nas telas pode ser reduzida ou quase eliminada por aquecimento seletivo das telas. Isto é alcançado por meio de contato por um tempo muito curto com ar suficientemente quente, por exemplo, a uma temperatura de cerca de 150 °C ou mesmo mais quente, e/ou aquecendo por um tempo mais longo com ar

quente enquanto as saliências são mantidas resfriadas por contato com uma superfície metálica suficientemente fria, na prática uma superfície de rolete.

Seleções adequadas das dimensões das saliências e telas mais finas no filme A incluem que a espessura média de cada dita tela mais fina não seja maior do que 80% e preferivelmente genericamente entre 25 e 50% da espessura máxima das saliências adjacentes. A largura das saliências é preferivelmente não mais do que cerca de 1 mm, preferivelmente não mais do que genericamente cerca de 0,5 mm e ainda mais preferivelmente genericamente na região de 0,05 a 0,2 mm. É desejável que a largura de cada região mais fina seja no mínimo cerca de 50% da espessura máxima das duas saliências adjacentes, preferivelmente seja não menos do que 25% da largura média das duas saliências adjacentes. O inventor fabricou este filme em medidas de até cerca de 5 g<sup>-2</sup>, porém espera que ele possa ser também fabricado em medidas que excedem 200 g<sup>-2</sup>. Por razões de custo o filme pode consistir principalmente de HDPE, PP isotático ou sindiotático ou misturas entre estes polímeros e/ou com LLDPE. Embora uma divisão para as saliências possa ser até cerca de 3 mm, uma divisão de não mais do que 2 mm é preferida.

Com uma visão para laminação, o filme A deveria normalmente ser formado como um filme co-estruturado de diversas camadas, por exemplo, consistindo de uma camada principal na qual resistência reside principalmente, e uma camada superficial de fusão mais baixa, selecionada para facilitar laminação.

O desenho de formação de saliências por esticamento segmentado é feito preferivelmente tão fino quanto prática e economicamente possível, e para esta finalidade novos métodos de esticamento por meio de uso de roletes ranhurados foram inventados. Em um método preferencial tais telas lineares mais finas são produzidas por meio de roletes ranhurados que engrenam que realizam um esticamento genericamente longitudinal ou

genericamente transversal segmentado da camada, caracterizado pelo fato de cada crista nas superfícies ranhuradas dos roletes ter duas arestas, cada uma das quais é suficientemente aguda para produzir a dita tela linear mais fina na camada. Preferivelmente as ditas duas arestas são salientes para limitar o contato entre a camada e os roletes ranhurados com as porções de arestas das cristas.

Em tal método, preferivelmente os roletes ranhurados são aquecidos preferivelmente até cerca de 60 a 80 °C enquanto a tela é alimentada sobre os roletes a uma temperatura mais baixa, por exemplo cerca de 20-45 °C para aquecer de maneira seletiva a camada sobre as porções de arestas das cristas do rolete ranhurado.

Os roletes ranhurados que engrenam preferivelmente têm passo de menos do que 5 mm, preferivelmente entre cerca de 0,8-1,2 mm, e a distância de uma para outra de ditas duas arestas na crista é preferivelmente entre cerca de 0,3-0,5 mm e o raio de curvatura das arestas afiadas é preferivelmente menos do que 50 micra.

Em uma configuração o esticamento segmentado é um esticamento transversal entre primeiros roletes ranhurados circulares e este método é caracterizado pelo fato que antes deste esticamento segmentado a camada é submetida a um segundo esticamento segmentado entre segundos roletes ranhurados circulares, dito segundo esticamento segmentado entre segundos roletes ranhurados circulares

a) produzindo apenas uma zona de esticamento em cada crista,  
b) tendo sob as condições operacionais exatamente o mesmo passo que os primeiros roletes ranhurados, e

c) estando em nivelamento exato com os primeiros roletes ranhurados, de tal modo que cada zona de esticamento formada pelos segundos roletes ranhurados caem entre ou unem com as duas zonas de esticamento formadas nas arestas de uma crista dos primeiros roletes

ranhurados.

Como descrito na introdução desta descrição, o filme A é normalmente fabricado para ser laminado cruzado com no mínimo um outro filme que tem uma direção de orientação principal (filme B). Enquanto o filme A normalmente em sua forma final tem suas saliências orientadas 5 arrançadas em um ângulo próximo a 90 graus com sua direção longitudinal, o filme B pode ser orientado de maneira conveniente principalmente em sua direção longitudinal.

O filme B também pode ser esticado de maneira segmentada 10 para formar um sistema de saliências lineares distribuídas sobre a superfície do filme com uma divisão não maior do que cerca de 3 mm, preferivelmente não mais do que 2 mm, conectada de maneira integrada por telas mais finas que se estendem em uma direção que é genericamente paralela à direção de sua orientação. Na descrição precedente a função das telas mais finas no filme 15 A foi explicada como sendo uma condição para mudança de orientação, normalmente começando com orientação na direção da máquina e depois de corte helicoidal e do processo de cisalhamento terminando com orientação genericamente perpendicular à direção da máquina. Contudo, as telas mais finas no filme A, bem como no filme B, também exercem a função de 20 aprimorar a resistência à propagação de rasgamento e a resistência à perfuração.

Para melhoramento adicional destas propriedades, o laminado no qual ambos A e B apresentam tais telas mais finas, é caracterizado pelo fato de em distribuição igual sobre área do laminado no mínimo 50% das 25 áreas das telas lineares mais finas em A e em B não são limitadas ou são limitadas de maneira fraca, de tal modo que a ligação pode ser eliminada por flexão repetida e esfregação à mão, e a maior parte de cada ligação de saliência com saliência é no mínimo tão forte como aquela mais forte da tela fina adjacente intermediária para as ligações de tela fina, como determinado

por descascamento na temperatura ambiente.

Na introdução foi mencionado que a presente invenção pode ser utilizada com vantagem na fabricação de laminados com estrias. Conseqüentemente, uma configuração da invenção é caracterizada pelo fato de no mínimo um dos filmes A ou B recebe uma configuração estriada.

O laminado ou cada uma de suas camadas pode ser micro-perfurado ou micro-poroso. Micro-porosidade, especialmente na tela mais fina, pode ser criada por mistura antes da extrusão, de um pó que é adequado para criar micro- vazios durante os processos de esticamento.

O laminado cruzado de acordo com a invenção pode ser utilizado com vantagem como uma folha de cobertura ou um encerado, ou para fabricação de sacos. Com relação a isto, foi descoberto que uma vedação térmica que une dois laminados cruzados de acordo com a invenção apresenta uma resistência a descascamento por choque que surpreendentemente elevada em direção que é perpendicular a uma das direções principais, isto é, a direção da máquina ou a direção perpendicular a esta, quando o laminado consiste de um ou mais filmes orientados na direção da máquina e um ou mais filmes orientados genericamente perpendicular a ela. “Surpreendente” aqui deve ser entendido como visto em relação a laminados cruzados nos quais as camadas são orientadas em deslocamento, por exemplo, sob e 45 graus com a direção da máquina. Este melhoramento é provocado por uma tendência mais elevada a encolhimento durante a vedação na direção perpendicular à costura.

O laminado de acordo com a invenção também foi descoberto ser particularmente vantajoso para fabricação de tubos ou mangueiras, por exemplo, para tubos de irrigação. As vantagens relativas às propriedades de termovedação mencionadas acima, e a possibilidade de alcançar uma resistência à tração elevada e, de maneira correspondente, baixo alongamento na ruptura.

Um aspecto da invenção é relativo a um produto filme especial

que no mínimo em pesos baixos por metro quadrado apresenta uma maciez e um volume que o tornam adequado especialmente para utilizações sanitárias. Um novo produto consiste de material de polímero termoplástico bi-axialmente orientado, com uma direção dominante compreendendo um sistema de saliências lineares distribuídas sobre a superfície de filme com uma divisão não maior do que cerca de 3 mm, preferivelmente não mais do que cerca de 2 mm, conectada de maneira integrada por telas lineares mais finas, o delineamento entre uma saliência e uma região fina adjacente sendo entendido como a localização onde a espessura da camada é a média entre a parte mais espessa de dita saliência e a parte mais fina de dita tela, e com isto a porção seção transversal principal de cada saliência é orientada uniaxialmente de maneira suficiente para alcançar a direção dominante de orientação de A, enquanto as telas mais finas são orientadas bi-axialmente, caracterizado pelo fato de dentro de áreas estreitas distintas o filme ser comprimido genericamente ao longo da direção das saliências para formar um plissado fino, enquanto entre as áreas plissadas o filme está em um estado contraído em relação à direção das saliências, de modo a equilibrar uma eliminação do plissado.

Preferivelmente a espessura média de cada dita tela mais fina é não maior do que 80%, e preferivelmente genericamente entre 25 e 50% da espessura máxima das saliências adjacentes. Preferivelmente a largura das saliências é genericamente não mais do que cerca de 1 mm, preferivelmente não mais do que genericamente cerca de 0,5 mm, e ainda mais preferivelmente genericamente na região de cerca de 0,05 a 0,2 mm. Além disto, preferivelmente a largura de cada região mais fina é no mínimo cerca de 50% da espessura máxima das duas saliências adjacentes, preferivelmente não menos do que 25% da largura média das duas saliências adjacentes. O filme preferido tem um peso que é no máximo cerca de  $50 \text{ gm}^{-2}$  preferivelmente não mais elevado do que  $20 \text{ gm}^{-2}$  e mais preferivelmente não mais do que  $10 \text{ gm}^{-2}$ .

A divisão entre saliências pode ser até 3 mm, porém é preferivelmente não mais do que cerca de 2 mm.

Em uma configuração do filme as saliências são genericamente perpendiculares à sua direção longitudinal. Em uma outra configuração do filme as saliências são genericamente paralelas à sua direção longitudinal. (Desvios de cerca de 15 a 20 graus destas indicações também são usualmente aceitáveis).

Em uma outra configuração do filme, a direção das saliências se desvia essencialmente de sua direção longitudinal e da direção perpendicular a ela, por exemplo, forma um ângulo de cerca de 30 a 60 graus com a direção longitudinal.

O filme pode ser laminado cruzado com um filme D que também tem uma direção de orientação principal. O filme D também pode consistir de um sistema de saliências lineares distribuídas sobre sua superfície de filme com uma divisão não maior do que cerca de 2 mm conectada de maneira integrada por telas mais finas e a ligação é frouxa, por exemplo, estabelecida por laminação por extrusão utilizando filamentos extrusados e é ainda descrita em conexão com os desenhos. Para diversas utilizações este produto deveria ser feito micro-perfurado ou micro-poroso para permitir transmissão de vapor d'água, porém exercendo uma resistência adequada à pressão hidrostática. Polímeros adequados para fabricação do produto são HDPE, PP, misturas destes polímeros com LLDPE, e polietileno tereftalato.

A invenção também compreende aparelho adequado para realizar o novo método. Aparelho de acordo com a invenção para fabricar um filme orientado A de material de polímero termoplástico compreende uma matriz de extrusão para extrudar material de polímero termoplástico em forma tubular, dispositivo para arrastar o filme tubular,

dispositivo para fornecer uma direção principal de orientação durante o arraste a partir da matriz enquanto em estado fundido ou semi-

fundido, esta direção principal sendo em ângulo entre 0 - 45 graus com o eixo do tubo, e

dispositivo de corte helicoidal para cortar o tubo sob um ângulo com sua direção principal de orientação para formar uma tela de filme que tem uma direção de orientação principal de não menos do que 20 graus com sua direção longitudinal,

5  
10  
15  
20  
25

caracterizado por compreender a jusante do dispositivo de arraste e não mais a jusante do que dito dispositivo de corte, dispositivo para esticar de maneira segmentada o filme para formar um sistema de saliências lineares distribuído sobre a superfície do filme com uma divisão não maior do que cerca de 2 mm conectada de maneira integrada por telas mais finas, ditas saliências e telas se estendendo em uma direção que é genericamente paralela à direção de orientação, e que forma um ângulo agudo  $v$  com a direção longitudinal da tela, e a jusante de dito dispositivo de esticamento segmentado de dito dispositivo de corte, dispositivo de cisalhamento para cisalhar as saliências uma ao longo da outra sob reorientação nas telas de conexão para aumentar o ângulo  $v$ . Os aspectos preferenciais para o aparelho para realizar a invenção estão definidos nos aparelhos das sub-reivindicações.

Através de toda a especificação a jusante não se refere necessariamente a um aparelho em linha, mas também pode se referir a uma série de peças de aparelho. A invenção será descrita agora em maior detalhe com referência aos desenhos dos quais:

As figuras 1A e B são esboços para demonstrar o cisalhamento das saliências no filme A ao longo uma da outra para aumentar o ângulo entre as saliências e a direção da máquina (MD), a figura 1A mostrando o filme A antes e a figura 1B mostrando o filme A depois do cisalhamento.

A figura 2 é um esboço que mostra em princípio como este cisalhamento pode ter lugar de maneira conveniente pela passagem através do “Aparelho Roletes Segmentados”

A figura 3 mostra em maneira simplificada uma seção transversal através deste “Aparelho Roletes Segmentados”.

As figuras 4A, B e C são esboços de um filme volumoso C fornecido com um desenho fino de saliências separadas por telas mais finas lineares, o volume obtido por um plissado transversal à direção das saliências dentro de áreas distintas e essencialmente sem plissado fora destas áreas. Na figura 4A as saliências e as áreas plissadas se estendem principalmente de maneira perpendicular à direção da máquina (MD), na figura 4B elas se estendem principalmente paralelas à direção da máquina, e na figura 4C elas se estendem principalmente sob um ângulo de cerca de 45 graus com a direção da máquina.

A figura 5 é uma modificação da figura 2 que ilustra um método para fabricar a estrutura mostrada na figura 4C.

As figuras 6 e 7 mostram, cada uma, um detalhe de dois roletes ranhurados que engrenam no processo de esticamento segmentado de um material de filme, fazendo duas telas finas sobre cada coroa das superfícies ranhuradas. As ranhuras podem ser circulares ou helicoidais porém quase circulares. As faixas de medidas indicadas são exemplos adequados.

A figura 8 mostra um ajustamento e operação preferidos dos roletes ranhurados representados pela figura 6 quando os roletes são aquecidos.

A figura 9 mostra uma outra operação de ajuste preferida dos roletes ranhurados representados pelas figuras 5 e 6, a saber, em nível com um conjunto de roletes ranhurados que fazem uma tela fina sobre cada coroa das superfícies ranhuradas.

A figura 1A representar o filme A que foi extrusado em forma tubular quando da formação de uma orientação forte derretida/semi-derretida na direção de extrusão (baixa relação de sopragem), opcionalmente foi ainda

esticado longitudinalmente em sua direção longitudinal em uma temperatura muito mais baixa, teve formação de saliências por meio de roletes ranhurados e finalmente foi cortado de maneira helicoidal para fazer um ângulo (no esboço 60 graus) entre os sistemas de formação de saliências e a nova direção de máquina (MD). O esticamento de roletes ranhurados é um esticamento segmentado que deixa “saliências” não afetadas 1 conectadas por telas mais finas 2. As saliências são orientadas de maneira molecular em sua direção longitudinal como simbolizado pela direção de hachuramento nestas regiões, enquanto as telas mais finas são orientadas bi-axialmente, normalmente (porém não sempre) com uma direção dominante perpendicular aos sistemas de saliências 1 e telas 2. O hachuramento nas telas mais finas simboliza esta direção de orientação dominante.

As saliências 1 são agora cisalhadas uma ao longo da outra como indicado pelas setas 3 e 4, e com isto a estrutura mostrada na figura 1 é criada, as saliências e sua direção de orientação molecular sendo agora perpendiculares à direção da máquina (MD). As figuras 2 e 3 irão mostrar como o cisalhamento das saliências 1 ao longo uma da outra pode ser realizado de maneira conveniente. Como simbolizado pelo hachuramento nas telas mais finas 2, sua direção dominante de orientação molecular tornou-se agora deslocada correspondendo ao cisalhamento. O passo do esticamento deveria ser tão fino quanto prática e economicamente possível, preferivelmente deveria ser não menos do que cerca de 3 saliências por mm como indicado na figura 1B.

Para o entendimento da realização preferencial do processo de cisalhamento, a figura 2 deveria ser estudada em conjunto com a figura 3 e, preferivelmente, também em conjunto com os desenhos na GB 1.078.732.

O aparelho chave para estes processos de cisalhamento são os dois “Roletes Segmentados”, cada um consistindo de uma parte núcleo 5 e segmentos 6, estes últimos fornecidos com um revestimento de borracha 7. Os

segmentos 6 são móveis axialmente sobre o núcleo 5 correndo em trilhas. Estas compreendem uma trilha encurvada posicionada em no mínimo uma extremidade do rolete do qual aquele segmento faz parte ao redor daquela extremidade com a qual o segmento é engatado de maneira rotativa, a curvatura da trilha sendo tal que os segmentos tem movimento alternativo longitudinalmente quando eles giram em relação à trilha. Estas trilhas são aqui mostradas em uma construção simplificada, enquanto na prática elas normalmente deveriam compreender mancais de roletes especiais. Enquanto os “Roletes Segmentados” são girados, os segmentos são trazidos para movimento alternativo uma vez para a frente, uma vez para trás durante uma revolução. Isto é arranjado de maneira conveniente por meio de cames em uma extremidade de cada rolete, como mostrado nos desenhos na Patente Britânica mencionada acima. Estes cames podem ser substituídos por, ou suplementados por dispositivo adequado pneumático ou hidráulico instalado nos roletes, cujo dispositivo é controlado por ou que controla a rotação dos roletes.

Na figura 2 a linha 8 indica o aperto entre os dois Roletes Segmentados. A direção dos sistemas de saliências e telas mais finas no filme A é simbolizada pela direção do hachuramento. O movimento alternativo dos segmentos é adaptado para alimentar de maneira constante o filme A para o aperto 8 sob um ângulo que corresponde essencialmente ao desenho da formação de saliências como mostrado.

Voltando para a figura 3, o filme A tendo passado o aperto entre os revestimentos de borracha 7 nos segmentos 6 dos Roletes Segmentados, é apanhado pelo rolete 10 que também é fornecido com um revestimento de borracha 11 que é prensado contra um rolete de aço 12. A zona sobre o rolete 10 na qual o filme A começa a seguir completamente o rolete está indicada como linha 9 na figura 2. Assim, a zona na qual o cisalhamento ao longo das saliências tem lugar é a zona entre 8 e 9. Como o

hachuramento indica, as saliências se tornam agora perpendiculares à nova direção de máquina.

Contudo, zonas em A junto a cada uma de suas arestas se desviam disto (não mostrado). Para fazer estas zonas tão estreitas quanto possível, a largura da zona 8 até 9 é reduzida a um mínimo. Isto é conseguido fornecendo ao rolete 10 um diâmetro tão pequeno quanto possível, na prática, por exemplo, 3-4 cm e arranjando-o tão próximo quanto praticamente possível dos roletes segmentados. O rolete 12 é acionado e aciona o rolete 10 através do aperto entre os dois. Ele também aciona um rolete de aperto final 13 com revestimento de borracha 14.

Para facilitar o cisalhamento das saliências uma ao longo da outra, o filme A é aquecido, por exemplo, até 60- 90 °C antes de entrar no aperto 8, e os revestimentos de borracha sobre 7 sobre os Roletes Segmentados são aquecidos até uma temperatura similar, por exemplo, por meio de irradiação infravermelha (não mostrado). O rolete 12 é resfriado.

Se a velocidade  $V_2$  iguala a velocidade  $V_1$  (ver figura 2) pode ser provado que o filme A será esticado em uma direção que forma um ângulo de 45 graus com o aperto e comprimido em uma direção perpendicular a ele. Isto é independente do ângulo entre  $V_1$  e o aperto, porém o grau deste esticamento aumenta com a diminuição do ângulo entre  $V_1$  e o aperto.

Finalmente, deveria ser observado que quando o filme A foi relaxado depois da passagem através do aparelho de Rolete Segmentado, a direção das saliências não será mais exatamente perpendicular à direção da máquina. Para conseguir isto, o ângulo entre as saliências e a direção de entrada da máquina deve ser alguns graus mais elevado do que o ângulo entre o aperto 8 e  $V_1$ .

Na figura 4 cada uma das tiras lineares 15 representa um segmento de filme que consiste de diversas saliências e regiões mais finas de conexão, a extensão principal das tiras sendo paralela à direção longitudinal

das saliências e das telas. As saliências e telas individuais não estão mostradas neste desenho. Todos os segmentos 15 estão em um estado finalmente plissado com as pregas se estendendo na direção da máquina, isto é, a transversal à direção longitudinal das saliências e das telas, como simbolizado pelo hachuramento dos segmentos 15. Podem haver diversas saliências e telas mais finas lado a lado dentro de cada um dos segmentos 15, por exemplo, cerca de 20 saliências e 20 telas mais finas.

Entre cada par de segmentos plissados 15 existe uma região 16 que não é plissada ou é menos plissada do que os segmentos 15. Estas regiões 16 irão fazer resistência a um esticamento fora das pregas nos segmentos 15, e com isto irão estabilizar o volume do filme. Como indicado no desenho, o desenho de segmentos plissados e regiões menos plissadas ou regiões não plissadas pode ser distribuído sobre o comprimento do filme com um passo genericamente ao redor de 10 mm, porém este passo também pode ser maior ou menor, até menos do que 1 mm.

O filme e a estrutura de filme ilustrados na figura 4A podem ser obtidos por operações adicionais no filme que está mostrado na figura 1B e feito como mostrado nas figuras 2 e 3. Neste filme as saliências 1 e as telas mais finas 2 podem ser fornecidas com pregas contínuas que se estendem longitudinalmente pela passagem entre roletes ranhurados que engrenam com ranhuras circulares ou helicoidais, por exemplo, de um passo entre cerca de 1-2 mm e seguindo imediatamente este plissado, as regiões não plissadas ou menos plissadas 16 podem ser formadas por esticamento longitudinal segmentado preferivelmente próximo à temperatura ambiente entre roletes ranhurados que engrenam, sobre os quais as ranhuras se estendem genericamente ao longo de sua direção axial. O esticamento longitudinal segmentado irá provocar uma contração transversal que tende a eliminar o plissado nas regiões esticadas longitudinalmente, especialmente eliminando o plissado das telas mais finas 2.

Um grau relativamente baixo de plissado pode ser aceitável e pode ser aceitável que os segmentos plissados 15 se tornem interrompidos por comprimentos relativamente curtos e se tornem distribuídos de maneira bastante desigual sobre a superfície do filme. Em tais casos as operações acima mencionadas de roletes ranhurados 2 podem ser omitidas e o filme pode ser simplesmente esticado longitudinalmente em uma relação de esticamento baixa em cerca da temperatura ambiente, ao mesmo tempo em que permite contração transversal. Ele pode então formar de maneira espontânea a estrutura desejada por “formação de pescoço” em zonas que se tornam as regiões 16.

A figura 4B se desvia da figura 4A em que os segmentos plissados 15 e as regiões não plissadas ou menos plissadas 16 se estendem genericamente na direção da máquina do filme. Isto pode ser conseguido pelas etapas de processo de:

- a) fornecer um filme com orientação em sua direção de máquina e esticá-lo de maneira segmentada transversalmente a esta direção,
- b) formar pregas finas que se estendem transversalmente por meio de uma operação de enchimento por exemplo o enchimento entre correias de borracha que é divulgado na WO05/102.669, figura 1b,
- c) esticar de maneira segmentada o filme plissado entre roletes ranhurados que engrenam, as ranhuras sendo circulares ou helicoidais para fazer o plissado desaparecer no mínimo em parte por meio de uma contração transversal localizada nas regiões 16.

A estrutura mostrada na figura 4C é idêntica às estruturas das figuras 4A e 4B, exceto que na figura 4C os segmentos de filme plissados 16 e as regiões não plissadas ou menos plissadas 15 se estendem principalmente sob um ângulo, por exemplo de cerca de 45 graus com a direção da máquina, como já mencionado. Na modificação do processo da figura 2/figura 3, que está mostrada na figura 5, e por meio da qual a estrutura pode ser formada, o

filme C é alimentado para o aperto 8 entre os Roletes Segmentados com um desenho de saliências e telas mais finas que formam um ângulo com sua direção de máquina que é menor do que o ângulo entre esta direção de máquina inicial e o aperto 8.

5                    Se a velocidade de entrada  $V_1$  e a velocidade de saída  $V_2$  são iguais, a transformação pela mudança de direção entre o aperto 8 e as zonas de rolete 9 irá provocar esticamento sob um ângulo de 45 graus com o aperto 9 e a zona 9, e compressão de maneira perpendicular a esta. Preferivelmente o ângulo entre as saliências e a direção de entrada na máquina deveria ser a  
10 metade do ângulo entre o aperto 8 e a direção de entrada na máquina, como simbolizado pelo hachuramento na parte de entrada do desenho. Pode ser provado de maneira geométrica que o filme então será comprimido principalmente na direção das saliências e das telas mais finas, e esticamento terá lugar perpendicularmente a esta direção. Na parte de saída do desenho  
15 estas direções irão formar ângulos de 45 graus com a direção de saída da máquina, como também simbolizado pelo hachuramento. Esta operação produz a estrutura mostrada na figura 4C embora não bastante regular como aqui mostrada.

                    Com referência à figura 6, os roletes ranhurados que engrenam  
20 reciprocamente 112 e 113 que efetuam o esticamento transversal segmentado têm cristas planas 114 em seus dentes circulares (planos vistos em seção transversal) com arestas relativamente agudas 115. O esticamento segmentado começa nestas arestas e se desenvolve para telas contínuas finas 116. O engrenamento é limitado de tal modo que é mantido material mais espesso,  
25 saliências, sobre as cristas planas 114 dos dentes circulares.

Os requisitos para precisão na fabricação das superfícies de rolete são elevados, e é altamente aconselhável fazer a parte externa dos roletes de segmentos curtos. O raio de curvatura nas “arestas agudas” é de importância. Depende das propriedades do filme co-extrusado, porém deveria

normalmente ser menor do que 50 micra. Um método industrial adequado de fazer um ajustamento relativamente exato desta curvatura é primeiro fazer as arestas realmente agudas e então arredondá-las por polimento eletrolítico e finalmente realizar o revestimento de cromo eletrolítico. Estes processos eletrolíticos devem naturalmente ter lugar sob condições estabelecidas de maneira precisa.

Na figura 6 a largura das telas mais finas está mostrada ser aproximadamente igual à largura das saliências. Normalmente, porém nem sempre, é preferido que as telas mais finas no produto final deveriam ser mais estreitas do que as saliências para fornecer ao produto boa estabilidade. Contudo, a figura 6 mostra a seção transversal do filme tubular depositado plano enquanto ele é testado, e a largura das regiões finas será reduzida quando ele deixa os roletes ranhurados.

A finalidade de fazer arestas relativamente agudas nos dentes circulares dos roletes ranhurados é fazer o desenho de formação de saliências particularmente fino. A precisão desta formação de saliências é aprimorada pelo perfil dos dentes que está mostrado na figura 7. Aqui as cristas não são planas vistas em seção transversal, porém têm uma forma côncava, de modo que as arestas se salientam radialmente além da parte da crista entre as arestas.

Na figura 8, deveria ser entendido que os dois roletes ranhurados 112 e 113 que são similares aos dois roletes na figura 7 são aquecidos de tal modo que a formação das telas mais finas sobre as arestas salientes 115 é facilitada e sua espessura pode ser melhor controlada. É adicionado um terceiro rolete ranhurados 110 com pistas lisas arredondadas 111. Os três roletes ranhurados são mostrados em uma forma compacta que é apenas dois segmentos diametralmente opostos de cada rolete e suas linhas de centro 112a, 113a e 110a estão mostradas.

Enquanto os roletes 112 e 113 são aquecidos, por exemplo até

70-90 °C, rolete 110 é mantido em uma temperatura muito mais baixa, por exemplo, cerca de 20 °C. Em condições operacionais os três roletes ranhurados devem ter exatamente o mesmo passo, isto é, na temperatura ambiente os roletes 112 e 113 terão um passo que é menor do que o passo do rolete 110. Este ajuste de rolete opera como a seguir:

A camada segue o rolete 112 sobre uma distância suficiente para aquecer a parte da camada em contato com as arestas quentes que se salientam 115 até a temperatura que foi escolhida para o esticamento segmentado. Isto tem lugar quando a superfície ranhurada no rolete 112 engrena com a superfície ranhurada no rolete 113. Neste ponto as porções de camada que entram em contato com as arestas de coroa salientes no rolete 113 não serão esticadas uma vez que elas não foram ainda aquecidas ou serão esticadas somente por um grau baixo. Estas porções de camada aquecem enquanto elas seguem o rolete 113 e se tornam esticadas quando as cristas no rolete 113 engrenam com as cristas frias, lisas no rolete 110. O engrenamento entre roletes 112 e 113 e entre roletes 113 e 110 deveria ser ajustado para fazer as larguras de todas as telas tão iguais quanto possível.

Na figura 9 os dois conjuntos em nível de roletes ranhurados estão mostrados em um desenho compacto similar como os três roletes na figura 8. Os roletes 112 e 113 são similares aos dois roletes na figura 7, enquanto o rolete 119 tem apenas uma aresta relativamente aguda na crista de cada dente circular, a saber, 120 no meio do dente. Os dentes sobre os roletes 118 e 119 são reciprocamente engrenados, cada um fazendo uma zona de esticamento (tela fina) e os dois pares de roletes ranhurados estão em nível de tal modo que o meio de cada dente no rolete 119 quase toca o meio de um dente no rolete 112. Na figura 8b o nivelamento está indicado pelas linhas quebradas 121. Dispositivo para assegurar nivelamento exato entre roletes ranhurados na fabricação deste último são conhecidos da WO-A-02-102.592. Como resultado deste esticamento transversal em nível, o filme terá formado

duas saliências 122 que correspondem a cada crista de rolete 112 e 113, e com isto o um desenho ainda mais fino de formação de saliência é conseguido.

Os roletes 112 e 113 podem ser instalados a jusante de roletes 118 e 119, ou vice-versa, a saber, que o primeiro é instalado a montante do último. Depende das propriedades do extrusado do filme fundido orientado que uma das duas opções seja a escolhida.

#### Exemplo 1

Um filme tubular de duas camadas de cerca de 0,1 mm de espessura é extrusado, composto como a seguir:

10 Camada principal cerca de 80% do total:

HDPE de m.f.i. = cerca de 0,2 e densidade = cerca de 0,95 g ml<sup>-1</sup>.

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

15 um copolímero de etileno que começa a derreter a cerca de 95 °C.

Relação de sopragem cerca de 1,2:1 para 1.

20 O filme tubular depositado plano é esticado longitudinalmente a cerca de 30 °C em uma relação de cerca de 3:1 quando medida depois do relaxamento e estabilização por calor. Este esticamento é realizado em diversas etapas entre roletes de esticamento espaçados muito proximamente, como conhecido na técnica. Depois do esticamento a medida do filme é medida para ser 0,040 mm.

25 Por meio dos processos descritos daqui em diante uma parte deste filme I é ainda processada para formar uma camada com forte orientação em sua direção de máquina e uma outra II é ainda processada para formar uma camada com forte orientação perpendicular à sua direção de máquina. A parte de filme I e a parte de filme II são finalmente laminadas cruzadas de maneira contínua por ligação por ponto sob calor e pressão.

Na parte de filme I uma porção aresta é aparada e o filme duplo é dobrado para uma única camada. Ele é ainda esticado em sua direção longitudinal em quatro etapas entre roletes ranhurados que têm ranhuras que se estendem axialmente de passo de 5 mm até uma relação de esticamento total de 6:1. A temperatura do filme durante estas quatro etapas de esticamento é 50, 60, 65 e 60 °C, respectivamente. Ele é então fornecido com um desenho de saliência fino por meio do aparelho mostrado na figura 6. A formação de saliência tem lugar com o filme e o aparelho aquecidos a 40 °C. O passo nos roletes ranhurados é 1,2 mm e a largura em cada coroa plana é 0,3 mm. Os roletes ranhurados engrenam em uma profundidade que torna as telas mais finas cerca de metade tão largas quanto as saliências.

A parte de filme II ainda na forma de um tubo depositado plano tem primeiro formadas as saliências exatamente como descrito acima, e então cortadas helicoidalmente sob um ângulo de 70 ° com sua direção de máquina original, e então tomada através do processo mostrado nas figuras 2 e 3. O ângulo entre a direção de entrada da máquina e o aperto entre os roletes segmentados é 65 graus. Antes de encontrar este aperto o filme é aquecido a 70 °C e as superfícies dos roletes segmentados são mantidas na mesma temperatura por meio de aquecimento infravermelho controlado. Com isto as saliências e a orientação molecular se tornam perpendiculares à nova direção de máquina.

Em uma sucessão direta com esta operação, o filme é ainda esticado em sua direção transversal em quatro etapas entre roletes ranhurados que têm ranhuras circulares de 5 mm de passo, até uma relação de esticamento total de 6:1. A temperatura do filme durante estas quatro etapas de esticamento é 50, 60, 65 e 70 °C, respectivamente.

A laminação da parte de filme I com a parte de filme II sob a uso de ligação por pontos é realizada a 105 °C utilizando um rolete de aço quente com ranhuras circulares e um rolete de aperto revestido por borracha

correspondente com ranhuras axiais. A área de cada ponto ligado é  $0,25 \text{ mm}^2$  e o passo do desenho de ligação é  $1,0 \text{ mm}$ , ao mesmo tempo na direção da máquina e perpendicular a ela. De maneira mais conveniente, o método de laminação de ligação forte/ligação fraca de acordo com WO03/074264 poderia ser utilizado, porém ainda não houve possibilidades práticas de tentar isto.

#### Exemplo 2.

Este exemplo ilustra a fabricação de um laminado cruzado muito fino de acordo com a invenção,

10 O filme tubular extrusado tem uma espessura de apenas  $0,015 \text{ mm}$ .

#### Composição:

Camada principal 60% do total:

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

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

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

20 Este metaloceno LLDPE tem faixa de fusão de cerca de  $50$  a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ . A relação de sopragem durante extrusão era cerca de  $2:1$  e a relação de estiramento cerca de  $40:1$ . Uma parte do filme tubular depositado plano (parte de filme I) foi cortada aberta em uma aresta e dobrada para fora para a forma de uma única camada. Ele então foi esticado longitudinalmente em uma linha na qual ele primeiro foi suprido de pregas finas. Tal “esticamento plissado”  
25 foi mencionado na descrição genérica. O esticamento teve lugar entre roletes revestidos de borracha de somente cerca de  $30 \text{ mm}$  de diâmetro os quais foram suportados por roletes mais pesados. A relação de esticamento era  $2,0:1$ . Em seguida a este esticamento a parte de filme I teve saliências formadas exatamente como descrito no Exemplo 1.

Uma outra parte do tubo, parte de filme II, é recebe de maneira similar saliências formadas enquanto ainda em forma de tubular depositado plano e antes de qualquer esticamento ser realizado (diferente do estiramento em estado fundido/semi-fundido). Ele é então cortado de maneira helicoidal sob 70 graus e em seguida transformado pelo processo da figura 2/figura 3, exatamente como explicado no Exemplo 1.

Por meio desta transformação a direção das saliências com orientação derretida se torna perpendicular à direção de máquina. O filme é então esticado transversalmente em quatro etapas, exatamente como descrito no Exemplo 1.

Finalmente, a parte de filme I e a parte de filme II são laminadas, também como descrito no Exemplo 1, exceto que a temperatura de laminação é cerca de 80 °C.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método para fabricar um filme orientado (A) de material de polímero termoplástico, em que material de polímero termoplástico é extrusado em forma tubular a partir de uma matriz de extrusão e recebe uma direção principal de orientação durante o arrastamento da matriz enquanto em estado fundido ou semi-fundido, esta direção principal sendo em um ângulo entre 0 e 45 graus com o eixo do tubo, e no qual em seguida o tubo é cortado sob um ângulo com sua direção principal de orientação para formar uma tela que tem uma orientação de não menos do que 20 graus com sua direção longitudinal, caracterizado pelo fato de em qualquer estágio depois do arrastamento da matriz, porém no máximo em sucessão direta com dito corte, o filme ser esticado de maneira segmentada para formar um sistema de saliências lineares distribuídas sobre a superfície do filme com uma divisão não maior do que 3 mm conectada de maneira integrada por telas mais finas, ditas saliências e telas se estendendo em uma direção que é paralela à direção de orientação e que forma um ângulo agudo  $v$  com a direção longitudinal da tela e o método ser ainda distinguido de depois de dito esticamento segmentado dito corte das saliências serem cisalhadas ao longo uma da outra sob reorientação das telas de conexão para aumentar o ângulo  $v$ .

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de  $v$  ser aumentado para um valor mais elevado do que 80 graus.

3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de depois do esticamento em estado fundido ou semi-fundido, porém antes de dito corte, o filme tubular (A) ser ainda esticado em sua direção longitudinal a uma temperatura mais baixa, por exemplo, entre cerca de 20 a 50 °C.

4. Método de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de em seguida ao aumento de  $v$  o filme (A) ser ainda esticado em sua direção lateral.

5. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de este esticamento ser realizado em uma ou mais etapas por meio de roletes ranhurados que engrenam, cujas ranhuras são circulares ou helicoidais.

5 6. Método de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de no mínimo a primeira etapa de esticamento entre roletes ranhurados ser realizada em linha com o cisalhamento que aumenta o ângulo  $v$ .

7. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de dito esticamento ser realizado por meio de uma estrutura esticadora.

10 8. Método de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de o filme ser deixado contrair na direção da máquina enquanto é esticado na direção transversal.

9. Método de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de antes deste esticamento adicional o filme (A) ser trazido para um estado plissado para facilitar e aprimorar o efeito de dito esticamento.

15 10. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de enquanto as saliências são cisalhadas ao longo uma da outra a distância entre saliências adjacentes ser também aumentada.

20 11. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o cisalhamento das saliências ao longo uma da outra ser realizado em uma temperatura elevada, por exemplo, entre cerca de 50- 90 °C.

25 12. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de a reorientação nas telas que conectam as saliências provocada pelo cisalhamento das saliências ao longo uma da outra também se estender aos limites entre as saliências e as telas.

13. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o cisalhamento das saliências ao longo uma da outra com reorientação simultânea das telas, ser realizada pegando o

filme em um aperto linear entre duas superfícies de suporte e de transporte que alimentam e transportam o filme em uma direção que forma um ângulo  $u$  com a perpendicular ao aperto linear, a dimensão de  $u$  sendo adaptada para a mudança desejada na direção  $v$ , e o filme ser puxado de dito aperto em uma  
5 direção perpendicular à extensão do aperto por um dispositivo de tração que é espaçado de maneira próxima ao aperto.

14. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de dito aperto ser formado entre um par de roletes rotativos, cada um dos quais com sua superfície composta de um número mais elevado do que  
10 três de segmentos móveis axialmente e que são trazidos para movimento alternativo ao longo da direção axial em coordenação com a rotação dos roletes, de tal modo que o filme é alimentado constantemente para o aperto sob o mesmo ângulo  $u$ .

15. Método de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado pelo fato de a direção das saliências na entrada para o aperto ser paralela a este aperto.

16. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de em seguida ao aumento do ângulo  $v$  a orientação nas telas ser reduzida por aquecimento de maneira seletiva das  
20 telas.

17. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de em seguida o filme a ser laminado cruzado com no mínimo um outro filme (B) que tem uma direção principal de  
orientação.

25 18. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de B ser orientado principalmente em sua direção longitudinal.

19. Método de acordo com a reivindicação 17 ou 18, caracterizado pelo fato de o filme B também ter sido esticado de maneira segmentada para formar um sistema de saliências lineares distribuídas sobre a

superfície do filme e com uma divisão não maior do que cerca de 3 mm conectada de maneira integrada por telas mais finas que se estendem em uma direção que é genericamente paralela à direção de orientação de dito outro filme.

5                   20. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de em distribuição igual sobre a área do laminado no mínimo 50% das áreas das telas lineares mais finas em A e B serem não ligadas ou serem ligadas de maneira fraca, de tal modo que a ligação pode ser eliminada flexionando e esfregando à mão e a maior parte de cada ligação de saliência com saliência ser no mínimo tão forte como aquela mais forte da tela fina imediatamente adjacente com a tela fina liga como determinado por descascamento em temperatura ambiente.

15                   21. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 17 até 20, caracterizado pelo fato de no mínimo um dos filmes A ou B receber uma configuração estriada.

20                   22. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o filme A consistir principalmente de HDPE, PP isotático ou sindiotático, ou misturas entre estes polímeros e/ou com LLDPE.

25                   23. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de o filme A ser formado como um filme de diversas camadas co-extrusado que consiste, por exemplo, de uma camada principal na qual a resistência reside de principalmente e uma camada superficial de fundição mais baixa para facilitar laminação.

30                   24. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, em que as telas lineares mais finas são produzidas por meio de roletes ranhurados que engrenam que realizam um esticamento segmentado genericamente longitudinal ou genericamente transversal da camada, caracterizado pelo fato de cada crista nas superfícies ranhuradas dos roletes

ter duas arestas, cada uma das quais é suficientemente aguda para produzir a dita tela linear mais fina na camada.

25. Método de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de as ditas duas arestas serem salientes para limitar o contato entre a camada e os roletes ranhurados com as porções de arestas das cristas.

26. Método de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de os roletes ranhurados serem aquecidos preferivelmente até cerca de 60-80 °C, enquanto a tela é alimentada sobre os roletes a uma temperatura mais baixa, por exemplo cerca de 20-45 °C para aquecer de maneira seletiva a camada sobre as porções aresta das cristas de roletes ranhurados.

27. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 24, 25 ou 26, caracterizado pelo fato de o passo dos roletes ranhurados ser menor do que 5 mm, preferivelmente entre cerca de 0,8 a 1,2 mm, e a distância desde uma para a outra de ditas duas arestas na crista ser preferivelmente entre cerca de 0,3-0,5 mm e o raio de curvatura das arestas agudas ser preferivelmente menos do que 50 µm.

28. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 24-27, em que o esticamento segmentado ser um esticamento transversal entre primeiros roletes ranhurados circulares, caracterizado pelo fato de antes deste esticamento segmentado a camada ser submetida a um segundo esticamento segmentado entre segundos roletes ranhurados circulares, dito segundo esticamento segmentado entre segundos roletes ranhurados circulares

a) produzir somente uma zona de esticamento em cada crista,  
b) ter sob as condições operacionais exatamente o mesmo passo que os primeiros roletes ranhurados, e

c) estar em nível exato com os primeiros roletes ranhurados de tal modo que cada zona de esticamento formada pelos segundos roletes ranhurados caia dentro ou junto com as duas zonas de esticamento formadas nas arestas de uma crista dos primeiros roletes ranhurados.

29. Filme A que consiste de material de polímero termoplástico orientado bi-axialmente com uma direção dominante que compreende um sistema de saliências lineares distribuídas sobre a superfície do filme com uma divisão não maior do que 3 mm integralmente conectadas por telas lineares mais finas que cada uma em volume preferivelmente é não menor do que 50% da média das duas saliências adjacentes, o delineamento entre uma saliência e uma região fina adjacente sendo entendido como a localização onde a espessura da camada é a média entre a parte a mais espessa de dita saliência e a mais fina parte de dita tela, e pelo que, a porção de seção transversal de cada saliência é orientada axialmente de maneira suficiente para alcançar a direção dominante de orientação de A, caracterizado pelo fato de as telas mais finas apresentarem uma direção principal de orientação que formam um ângulo diferente de 90 graus com a direção das saliências, este ângulo sendo tal que quando do encolhimento a uma temperatura elevada o ângulo  $\nu$  que as saliências formam com a direção longitudinal do filme irá mudar para desviar mais de 90 graus.

30. Filme A de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de a espessura média de cada uma de ditas telas mais finas ser não maior do que 80%, e preferivelmente genericamente entre 25 e 50% da espessura máxima das saliências adjacentes.

31. Filme A de acordo com a reivindicação 29 ou 30, caracterizado pelo fato de a largura das saliências ser genericamente não mais do que 1 mm, preferivelmente não mais do que genericamente 0,5 mm, e ainda mais preferivelmente genericamente na região de 0,05 a 0,2 mm e na qual a divisão entre as saliências não é mais do que 2 mm.

32. Filme A de acordo com qualquer uma das reivindicações 29 até 31, caracterizado pelo fato de a largura de cada região mais fina ser no mínimo cerca de 50% da espessura máxima das duas saliências adjacentes, preferivelmente ser não menos do que 25% da largura média das duas

saliências adjacentes.

33. Filme A de acordo com qualquer uma das reivindicações 29-32, caracterizado pelo fato de ser laminado cruzado com no mínimo um filme B que também apresenta uma direção principal de orientação.

5 34. Filme C que consiste de material de polímero termoplástico bi-axialmente orientado com uma direção dominante que compreende um sistema de saliências lineares distribuídas sobre a superfície do filme com uma divisão não maior do que 3 mm conectada de maneira integrada por telas lineares mais finas, o delineamento entre uma saliência e  
10 uma região fina adjacente sendo entendido como a localização onde a espessura da camada é a média entre a parte a mais espessa de dita saliência e a parte a mais fina de dita tela e por meio do qual a porção de seção transversal principal de cada saliência é orientada uni-axialmente de maneira suficiente para conseguir alcançar a direção dominante de orientação de A  
15 enquanto as telas mais finas são orientadas bi-axialmente, caracterizado pelo fato de dentro de áreas estreitas distintas o filme ser comprimido genericamente ao longo da direção das saliências na forma de um plissado fino enquanto entre as áreas plissadas o filme está em um estado contraído em relação à direção das saliências de modo a equilibrar uma eliminação do  
20 plissado.

35. Laminado cruzado de acordo com a reivindicação 34, caracterizado pelo fato de a espessura média de cada uma das telas mais finas ser não maior do que 80% e preferivelmente genericamente entre 25 a 50% da espessura máxima das saliências adjacentes.

25 36. Laminado cruzado de acordo com a reivindicação 34 ou 35, caracterizado pelo fato de a largura das saliências ser genericamente não mais do que cerca de 1 mm, preferivelmente não mais do que genericamente cerca de 0,5 mm e ainda mais preferivelmente genericamente na região aproximadamente 0,05 a 0,2 mm e na qual a divisão das saliências é não mais

do que 2 mm.

37. Laminado cruzado de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 até 36, caracterizado pelo fato de a largura de cada região mais fina ser no mínimo cerca de 50% da espessura máxima das duas saliências adjacentes, preferivelmente ser não menos do que 25% da largura média das duas saliências adjacentes.

38. Filme de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 até 37, caracterizado pelo fato de seu peso ser no máximo cerca de  $50 \text{ gm}^{-2}$  preferivelmente não mais elevada do que  $20 \text{ gm}^{-2}$  e mais preferivelmente não mais do que  $10 \text{ gm}^{-2}$ .

39. Filme de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 até 38, caracterizado pelo fato de as saliências serem perpendiculares à sua direção longitudinal.

40. Filme de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 até 38, caracterizado pelo fato de as saliências serem paralelas à sua direção longitudinal.

41. Filme de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 até 38, caracterizado pelo fato de a direção das saliências desviar essencialmente de sua direção longitudinal e da direção perpendicular a ela, por exemplo formar um ângulo de cerca de 30 a 60 graus com a direção longitudinal.

42. Filme C de acordo com qualquer uma das reivindicações 34 até 41, caracterizado pelo fato de ser laminado cruzado com um filme B que também tem uma direção principal de orientação.

43. Filme de acordo com a reivindicação 42, caracterizado pelo fato de o filme D também consistir de um sistema de saliências lineares distribuídas sobre sua superfície de filme e com uma divisão não maior do que 3 mm, preferivelmente não maior do que 2 mm, conectada de maneira integrada por meio de telas mais finas e a ligação ser frouxa, por exemplo,

estabelecida por laminação por extrusão utilizando filamentos extrusados.

44. Uso do filme como definido na reivindicação 33, caracterizado pelo fato de ser para fabricação de sacos.

5 45. Uso do filme como definido na reivindicação 33, caracterizado pelo fato de ser para fabricação de tubos ou mangueiras.

46. Uso do filme como definido na reivindicação 33, caracterizado pelo fato de ser utilizada para folha de cobertura ou encerado.

47. Aparelho para fabricar um filme orientado A de material de polímero termoplástico, que compreende

10 uma matriz de extrusão para extrusar o material de polímero termoplástico em forma tubular, dispositivo para arrastar o filme tubular,

dispositivo para fornecer uma direção principal de orientação durante o arrastamento da matriz enquanto em estado fundido ou semi-fundido, esta direção principal sendo em ângulo de entre 0 a 45 graus com o eixo do tubo, e

15 dispositivo de corte helicoidal para cortar o tubo sob um ângulo com sua direção principal de orientação para formar uma tela de filme que tem uma direção principal de orientação de não menos do que 20 graus com sua direção longitudinal,

20 caracterizado pelo fato de compreender a jusante de dito dispositivo de arraste e não mais a jusante de dito dispositivo de corte, dispositivo para esticar de maneira segmentada o filme para formar um sistema de saliências lineares distribuídas sobre a superfície do filme com uma divisão não maior do que 3 mm conectada de maneira integrada por meio

25 de telas mais finas, ditas saliências e telas se estendendo em uma direção que é genericamente paralela à direção de orientação e que forma um ângulo agudo  $\nu$  com a direção longitudinal da tela, e a jusante de dito dispositivo de esticamento segmentado e de dito dispositivo de corte, dispositivo de cisalhamento para cisalhar as saliências ao longo uma da outra sob

reorientação nas telas de conexão para aumentar o ângulo  $v$ .

48. Aparelho de acordo com a reivindicação 47, caracterizado pelo fato de o dispositivo de cisalhamento ser capaz de aumentar  $v$  até um valor mais elevado do que 80 graus.

5 49. Aparelho de acordo com a reivindicação 47 ou 48, caracterizado pelo fato de a jusante do dispositivo de cisalhamento, dispositivo de esticamento lateral para esticamento adicional para esticar o filme A em sua direção lateral.

10 50. Aparelho de acordo com a reivindicação 49, caracterizado pelo fato de o dispositivo de esticamento lateral compreender roletes ranhurados que engrenam, cujas ranhuras são circulares ou helicoidais.

51. Aparelho de acordo com a reivindicação 49, caracterizado pelo fato de o dispositivo de esticamento lateral compreender uma estrutura esticadora.

15 52. Aparelho de acordo com a reivindicação 49, caracterizado pelo fato de o dispositivo de esticamento lateral incluir dispositivo para permitir ao filme contrair em uma direção de máquina.

53. Aparelho de acordo com a reivindicação 52, caracterizado pelo fato de o dispositivo de contração incluir um dispositivo de plissagem.

20 54. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 47 até 53, caracterizado pelo fato de o dispositivo de cisalhamento compreender um aperto linear entre duas superfícies de suporte e transporte para pegar o filme, pelo que, o filme pode ser alimentado e transportado em uma direção que forma um ângulo  $u$  com a perpendicular ao aperto linear, o tamanho de  $u$  sendo adaptado à mudança desejada na direção  $v$ , e ainda compreendendo um dispositivo de tração para puxar o filme para fora de dito aperto em uma direção perpendicular à extensão do aperto que é espaçado de  
25 maneira próxima ao aperto.

55. Aparelho de acordo com a reivindicação 54, caracterizado

pelo fato de o aperto ser formado entre um par de roletes rotativos, cada um dos quais com sua superfície composta de um número mais elevado do que três de segmentos axialmente móveis, que têm movimento alternativo ao longo da direção axial em coordenação com a rotação dos roletes, de tal modo que o filme constantemente pode ser alimentado para o aperto sob o mesmo ângulo u.

56. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 47 até 55, caracterizado pelo fato de compreender dispositivo de aquecimento para aquecer de maneira seletiva as telas a jusante do dispositivo de cisalhamento.

57. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 47 até 55, caracterizado pelo fato de a jusante do dispositivo de cisalhamento, dispositivo para laminação cruzada do filme A com no mínimo um outro filme (B) que tem uma direção principal de orientação.

58. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 47 até 57, em que o dispositivo de esticamento segmentado são roletes ranhurados que engrenam, que realizam um esticamento segmentado longitudinal ou angular da camada, caracterizado pelo fato de cada crista nas superfícies ranhuradas dos roletes ter duas arestas, cada uma das quais é suficientemente aguda para produzir a dita tela mais fina no filme.

59. Aparelho de acordo com a reivindicação 58, caracterizado pelo fato de as ditas duas arestas se salientarem para limitar o contato entre o filme e os roletes ranhurados com as porções de arestas das cristas.

60. Aparelho de acordo com a reivindicação 58 ou 59, caracterizado pelo fato de o passo dos roletes ranhurados ser menor do que 5 mm, preferivelmente entre cerca de 0,8 - 1,6 mm, em que a distância de uma para outra de ditas duas arestas na crista ser preferivelmente entre 0,3-0,5 mm e por o raio de curvatura das arestas agudas ser preferivelmente de menos do que 50  $\mu\text{m}$ .

61. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 58 até 60, caracterizado pelo fato de também compreender um segundo rolete ranhurado circular que produz apenas uma zona de esticamento sobre cada crista, ter sob as condições operacionais exatamente o mesmo passo que os primeiros roletes ranhurados, e estarem em nivelamento exato com os primeiros roletes ranhurados de tal modo que cada zona de esticamento formada pelos segundos roletes ranhurados cai, entre ou junta com as duas zonas de esticamento formadas nas arestas de uma crista dos primeiros roletes ranhurados.

10 62. Aparelho de acordo com a reivindicação 55, caracterizado pelo fato de o dispositivo para fazer com que cada segmento deslize compreende uma trilha encurvada posicionada em no mínimo uma extremidade do rolete do qual este segmento é parte ao redor daquela extremidade e com a qual o segmento é engatado de maneira rotativa, a  
15 curvatura da trilha sendo tal que os segmentos têm movimento alternativo longitudinalmente quando eles giram em relação à trilha.

20 63. Artigo feito a partir do laminado como definido na reivindicação 33, caracterizado pelo fato de compreender uma termovedação que é substancialmente perpendicular a uma das direções principais de orientação nos filmes laminados.

Fig. 1A

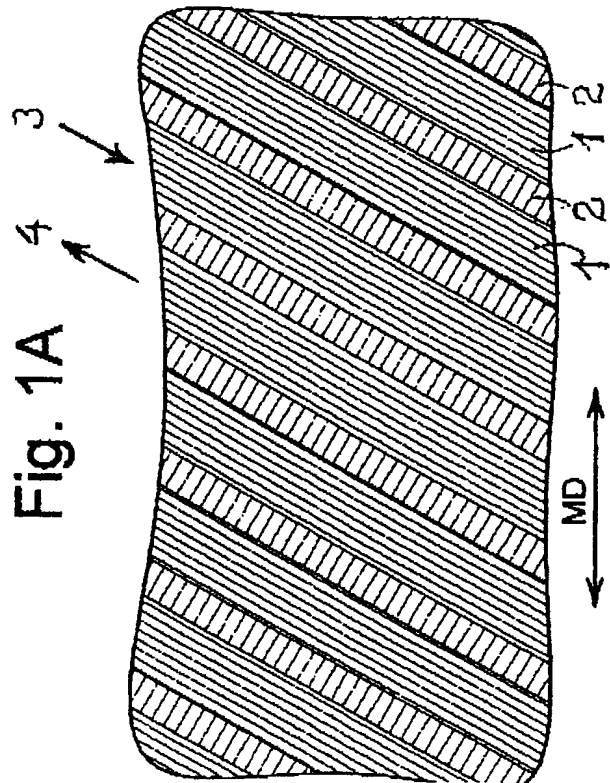
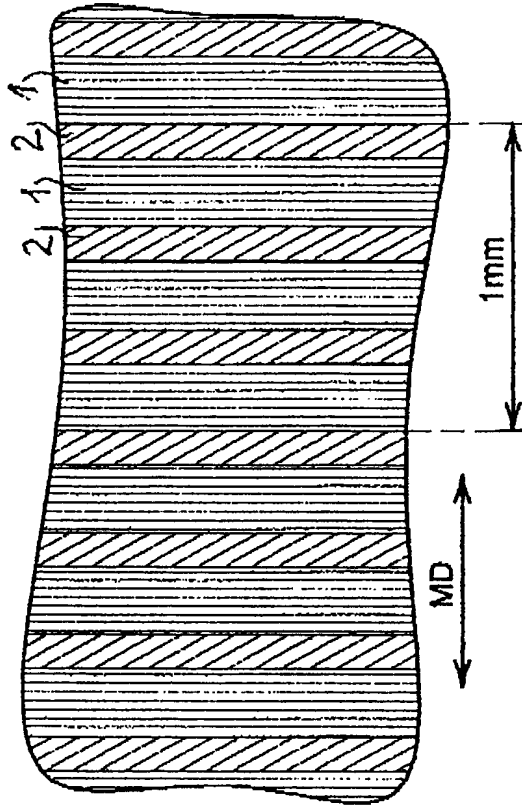


Fig. 1B



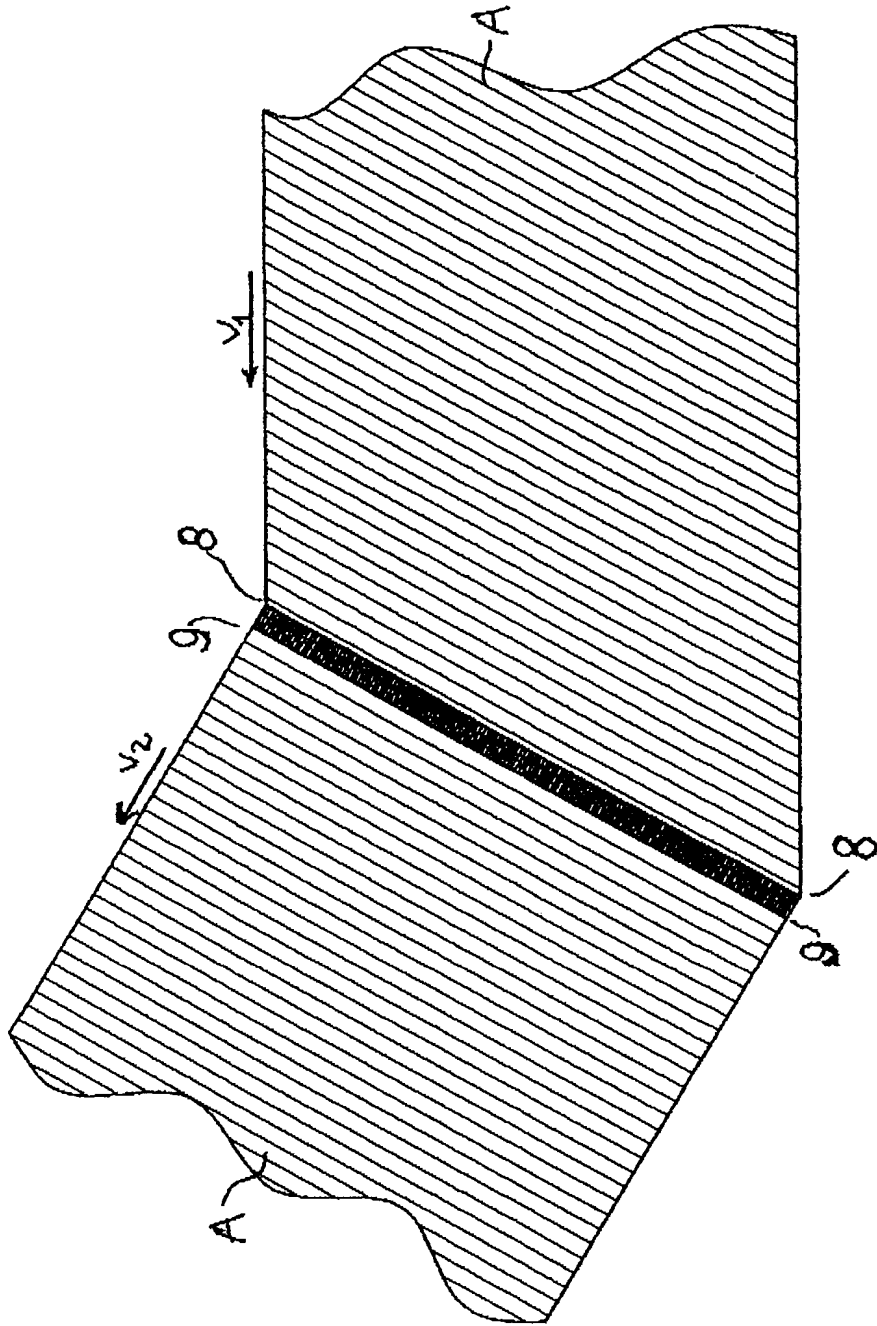


FIG.2

Fig. 3

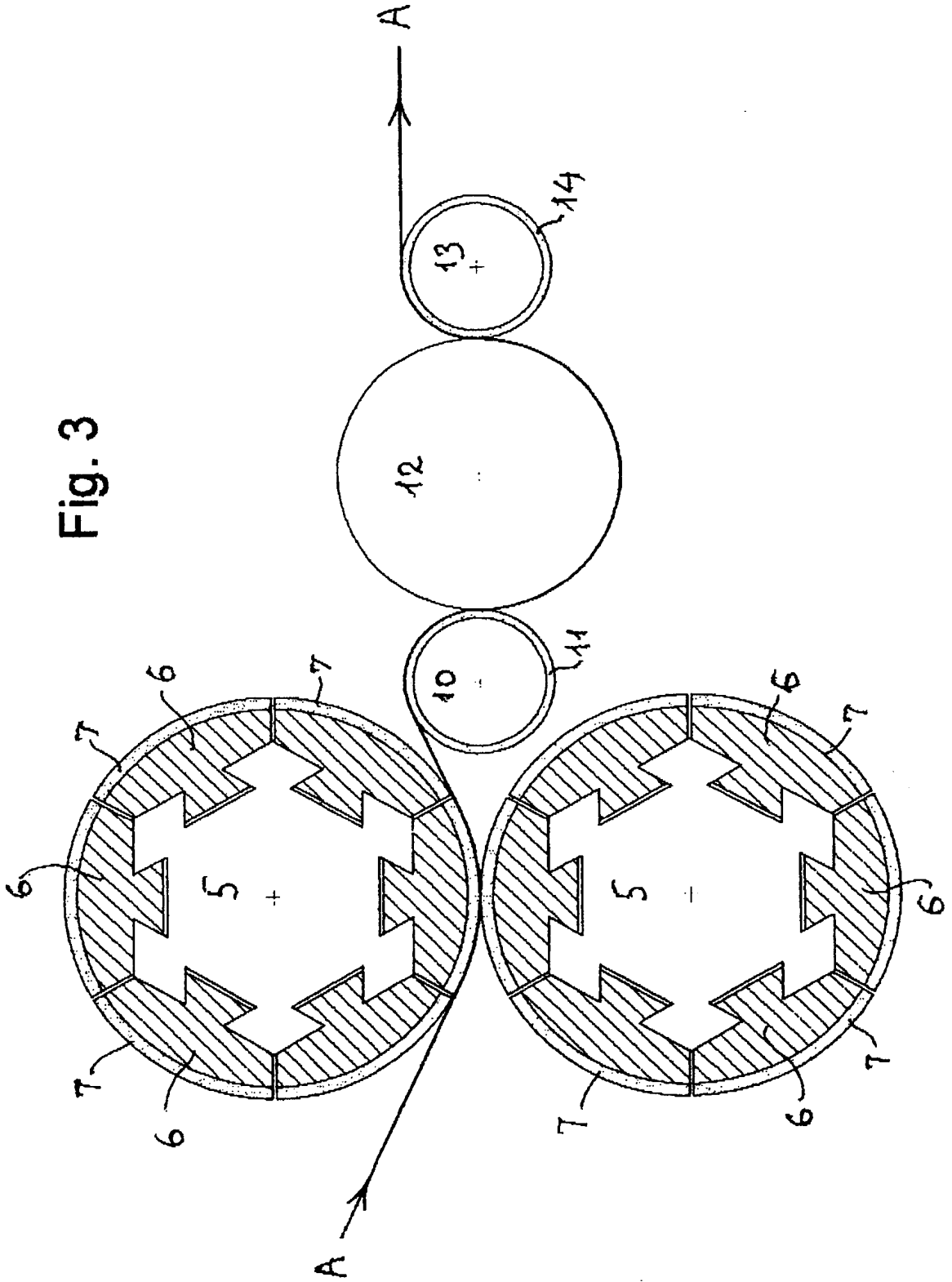


Fig. 4A

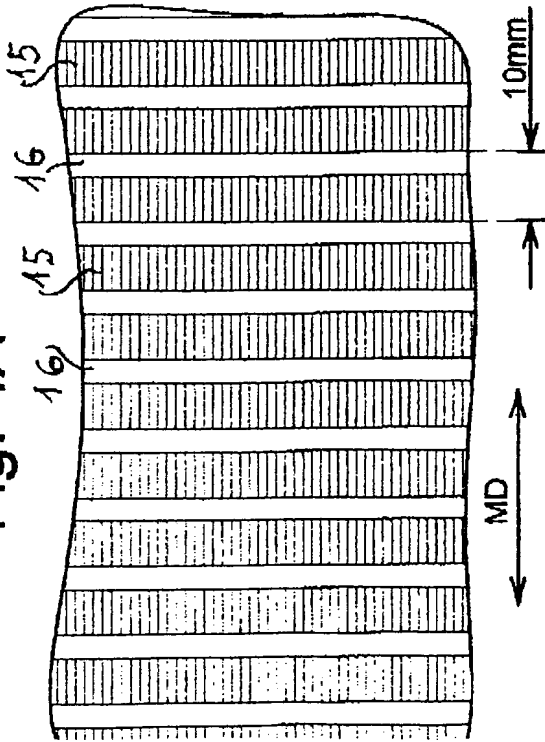


Fig. 4B

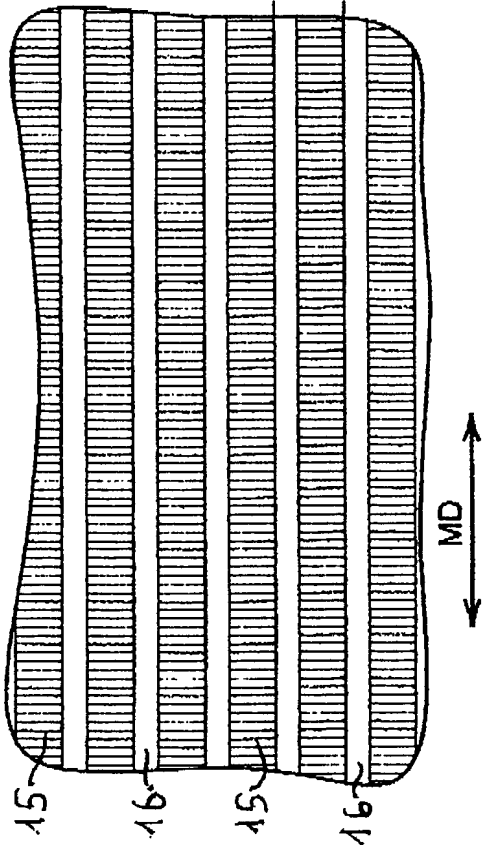


Fig. 4C

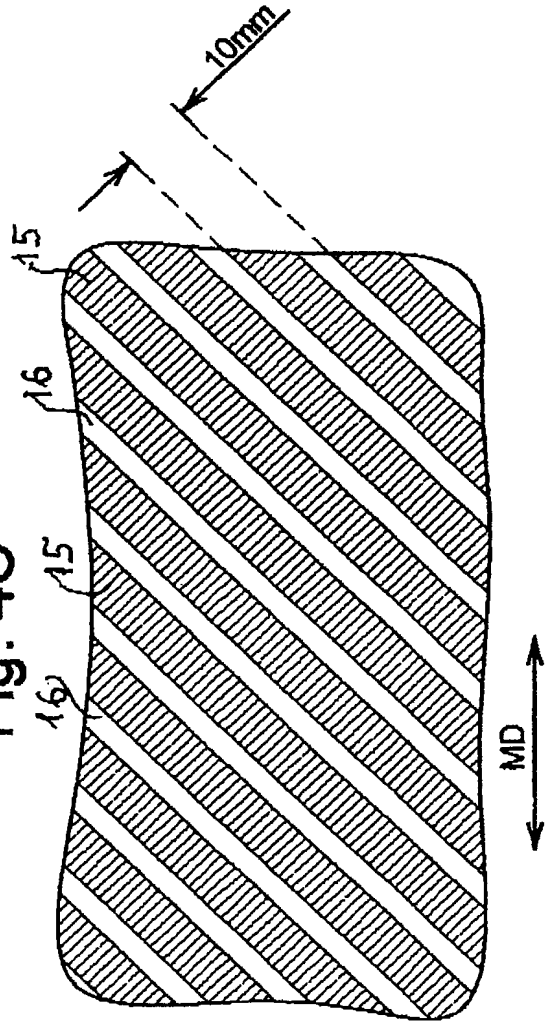


FIG. 5

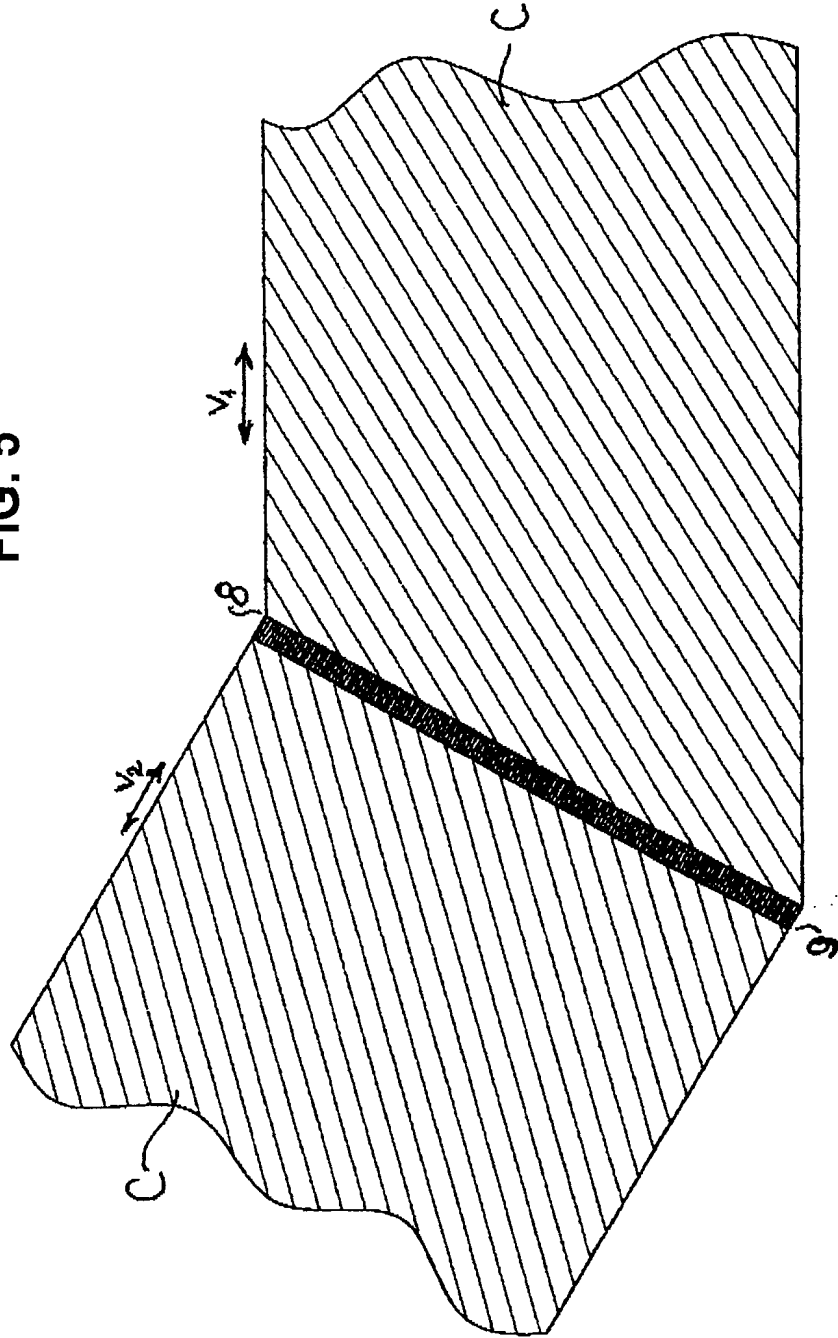


Fig. 7

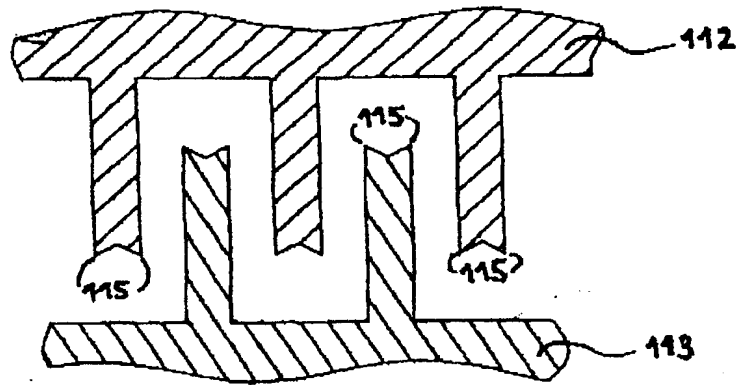


Fig. 6

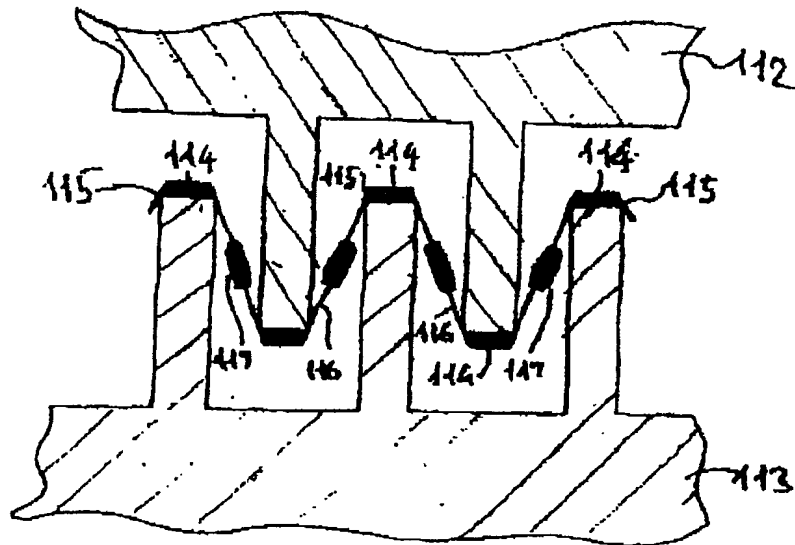


Fig. 8

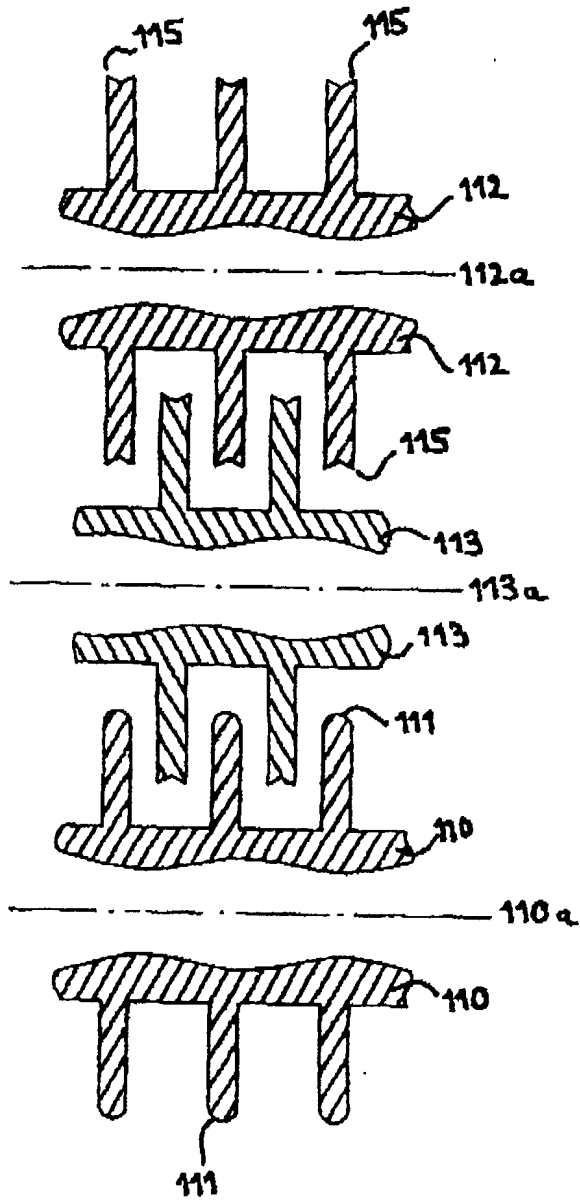
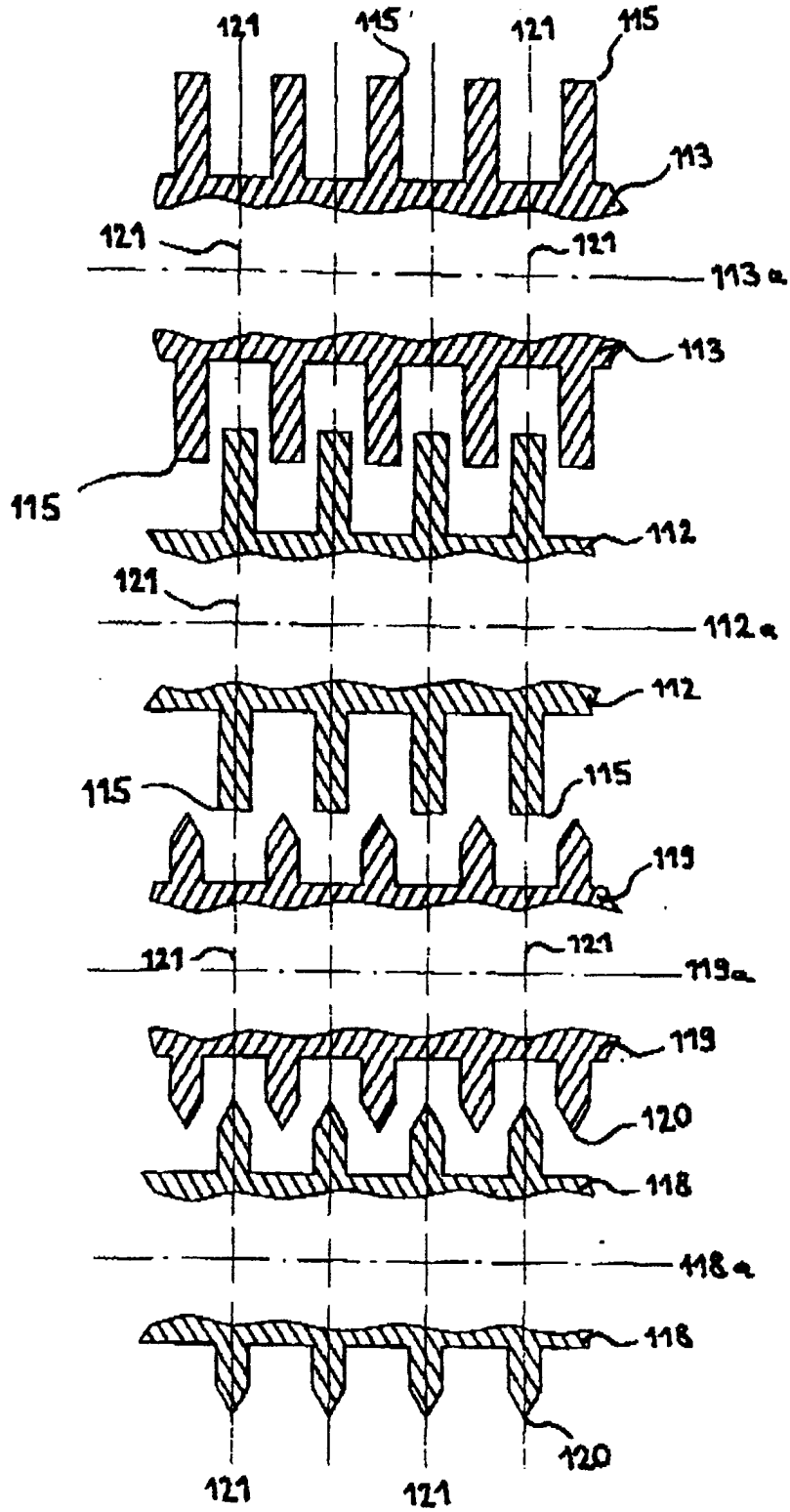


FIG. 9



RESUMO

“MÉTODO E APARELHO PARA FABRICAR UM FILME ORIENTADO, FILME, LAMINADO CRUZADO, USO DO FILME, E, ARTIGO FEITO A PARTIR DO LAMINADO”

5 Um método para fabricar um filme orientado de material de polímero termoplástico compreende extrusão de um filme em forma tubular a partir de uma matriz de extrusão, orientar o filme em uma direção principal de orientação durante o arrasto a partir da matriz enquanto no estado fundido ou semi-fundido, a direção estando em um ângulo entre 0 e 45 graus com o eixo  
10 do tubo, seguido por corte do tubo em um ângulo com seu grau principal de orientação para formar uma tela que tem uma orientação de não menos do que 20 para sua direção longitudinal, cujo método envolve esticamento segmentado do filme para formar um sistema de saliências lineares (1) que são de material mais espesso conectado integralmente por telas mais finas (2),  
15 ditas saliências e telas se estendendo em uma direção que é genericamente paralela à direção de orientação formando um ângulo agudo com a direção longitudinal da tela, o método envolvendo depois de esticamento segmentado e corte, cisalhamento das saliências uma ao longo da outra sob reorientação nas abas de conexão para aumentar o ângulo no qual as saliências e telas se  
20 estendem em relação à direção de orientação. As saliências são separadas uma da outra por não mais do que 3 mm. A operação de cisalhamento pode ser realizada por roletes segmentados (5).