



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

(11) **PI0213229-0 B1**

(22) Data de Depósito: 14/10/2002  
(45) Data da Concessão: 09/08/2011  
(RPI 2118)



**(51) Int.Cl.:**

B29C 47/90 2006.01

B29C 47/94 2006.01

B29C 47/06 2006.01

B29C 55/28 2006.01

B29C 47/88 2006.01

---

(54) Título: **PROCESSO PARA CONFORMAR UM FILME ORIENTADO TUBULAR, E, APARELHO PARA EXTRUSAR MATERIAL TERMOPLÁSTICO.**

(30) Prioridade Unionista: 21/06/2002 GB 0214427.7, 12/10/2001 TW 90125310, 15/10/2001 EP PCT/EP01/12430

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

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

“PROCESSO PARA CONFORMAR UM FILME ORIENTADO TUBULAR, E, APARELHO PARA EXTRUSAR MATERIAL TERMOPLÁSTICO”

A invenção é relativa a método e aparelho como descrito no título. Mais especificamente, uma proporção substancial de tal orientação ocorre por meio de dispositivo de atrito anelar ajustado entre o orifício circular de saída de uma matriz de extrusão anelar e o dispositivo de estiramento para baixo (cilindros, cintas, ou similar), que puxa o tubo para fora da matriz, quando o filme está em estado fundido ou semi- fundido.

A invenção foi concebida com uma visão especial para a fabricação de laminados cruzados isto é, laminados que compreendem dois ou mais filmes, em que cada um é orientado de forma uniaxial, ou são orientados de forma biaxial, com uma direção dominante, e são laminados com as direções de orientação dominantes cruzando uma à outra. Isto pode, na prática, ser feito fornecendo a um filme tubular uma orientação genericamente uniaxial, cortando o de forma helicoidal a partir de uma tela com orientação inclinada, e laminando duas ou mais tais telas com as orientações cruzando em xadrez uma à outra. Também pode haver incluída no laminado uma tela orientada genericamente de maneira longitudinal.

Alternativamente, ou de forma suplementar, a orientação na inclinação pode ser conseguida no estado genericamente fundido “torcendo” o filme tubular enquanto ele está sendo puxado da matriz de extrusão.

Uma pesquisa sobre a tecnologia relativa a filme laminado cruzado está fornecida na WO-A-93/14928 do inventor.

Expresso de forma mais precisa, o método da invenção é relativo a um processo de conformar um filme tubular orientado extrusando um escoamento de no mínimo um material termoplástico fundido, a partir de uma matriz de extrusão circular, em cujo processo o escoamento que deixou um orifício de saída circular na matriz é resfriado e é orientado, no mínimo na

direção longitudinal enquanto está ainda no mínimo parcialmente fundido, pelo que, a orientação longitudinal ocorre por meio de uma força de tração estabelecida entre o orifício de saída e o dispositivo de estiramento para baixo móvel.

5                    Neste processo, o escoamento ainda no mínimo parcialmente fundido em seu passeio entre o orifício de saída e o dispositivo de estiramento para baixo, passa e está em contacto de atrito com um dispositivo anelar (daqui em diante o dispositivo de atrito), e a força de atrito estabelecida por meio deste contacto é variável de maneira controlável, diferente de ajustar a  
10                   temperatura no escoamento ou as trações no escoamento durante seu contacto com o dispositivo.

                    Um método e um aparelho deste tipo são conhecidos da DE-A-4.308.689. Aquela invenção realiza a orientação longitudinal principalmente em estado fundido, e a orientação transversal principalmente dentro da “faixa  
15                   de cristalização”, pelo que, o efeito de sopragem para obter uma orientação transversal é aprimorado. Com relação a isto, a tecnologia se desvia da intenção da presente invenção, a qual é promover a orientação longitudinal. Contudo, na DE-A-4.308.689 existe um inserto anelar na bolha, o qual de forma necessária, embora de maneira não projetada, por meio de atrito contra  
20                   o filme contribui para sua orientação longitudinal. Existe um bocal anelar que circunda este inserto anelar que sopra no sentido do tubo e do inserto. Neste estágio o tubo está na “faixa de cristalização”. A função daqueles dispositivos é separar uma primeira parte do filme - “bolha” - do resto, de modo que o tubo pode ser soprado de maneira forte por meio de sobre-pressão na “bolha”  
25                   quando o material termoplástico foi trazido para a “faixa de cristalização”. Ao mesmo tempo a pressão na bolha é mantida próxima à pressão ambiente na zona onde o material está completamente fundido, de modo que estiramento transversal é evitado aqui.

                    Em adição a forte resfriamento por ar a partir do exterior da

bolha na DE-A-4.308.689, existe resfriamento de ar interno na bolha à montante do inserto mencionado. Isto irá também resfriar o inserto, porém não está divulgado qualquer dispositivo para controlar a temperatura deste inserto. O atrito contra o tubo extrusado pode, provavelmente, para uma dada temperatura do inserto e uma dada pressão na bolha a jusante do inserto, ser controlado por meio da quantidade de ar soprado no sentido do tubo enquanto este último atravessa o inserto, contudo, a técnica precedente não menciona nada a respeito de tal controle de atrito.

Uma patente desde cerca de 1975 emitida para a organização Dutch Van Leer ou uma de suas subsidiárias, (o inventor não foi capaz no momento de preencher este pedido de identificá-la melhor), é relativa à orientação longitudinal do tubo extrusado em estado sólido sobre um mandril dentro do tubo, enquanto este último é puxado para fora da matriz de extrusão.

Contudo, na prática é muito difícil realizar este método devido à forte concentração de forças que são estabelecidas quando o filme sólido é estirado, e que tentam manter o tubo firmemente no mandril.

Finalmente, deveria ser mencionado que mandris dentro do tubo extrusado foram amplamente usados para calibração do tubo. Como exemplos, é feita referência à GB-A-2.112.703 e à EP-A-0285368.

A presente invenção sendo o processo de conformar um filme orientado tubular e o dispositivo para isso ser caracterizado pelo dispositivo de atrito que ou pode ser arranjado dentro da bolha ou fora da bolha, que é resfriado a partir de dentro por meio de um meio de resfriamento por fluido para fornecer à sua superfície em contacto com o escoamento uma temperatura controlável, e ainda que esta temperatura e dito atrito sejam controláveis para produzir entre o dito dispositivo de atrito e o dispositivo de estiramento para baixo uma contribuição para a orientação longitudinal o que faz a orientação longitudinal total, pelo que, o filme produto tubular tem uma

capacidade de encolhimento longitudinal. A capacidade de encolhimento preferivelmente é de um fator de não menos do que cerca de 4, fazendo referência ao teste de encolhimento realizado no limite superior da faixa de fusão do filme extrusado, isto é, o filme quando aquecido para a temperatura de teste de encolhimento encolhe na direção longitudinal até um quarto, ou menos, de seu comprimento.

Tendo deixado o dispositivo de atrito, o filme tubular pode ser deixado contrair durante o esticamento longitudinal, ou a pressão de ar dentro da bolha pode manter o diâmetro do tubo, ou mesmo conduzir o tubo para se tornar soprado fortemente para obter orientação transversal. Tal sopragem requer que normalmente precauções especiais sejam tomadas, as quais serão mencionadas mais tarde.

Por meio do uso da presente invenção como está definida acima, a orientação de fusão longitudinal pode ser ajustada com uma precisão particular e/ou ser feita particularmente forte. Isto tem importância para diversos usos, especialmente para o uso acima mencionada em laminados cruzados.

Para conseguir uma orientação fundida elevada particular, uma configuração da invenção é caracterizada pelo fato de a proporção principal da orientação ocorrer enquanto o material ou materiais polímero está/estão parcialmente fundidos e parcialmente cristalizados. Preferivelmente, no mínimo 5% do material ou materiais polímero deveriam estar cristalizados durante aquela orientação. Assim, o escoamento de polímero pode conter vantajosamente uma mistura de no mínimo dois polímeros compatíveis ou compatibilizados, e a proporção principal da orientação deveria então ocorrer enquanto um polímero está predominantemente em um estado cristalino e o outro está predominantemente em um estado fundido.

Uma outra configuração da invenção é caracterizada pelo fato de o atrito entre o dispositivo de atrito e o filme ser controlado por meio de

lubrificação por ar, com ar que é comprimido através de furos no dispositivo de atrito ou através de metal micro-poroso, que forma no mínimo uma zona da superfície que o escoamento contacta.

Alternativamente, o atrito pode ser controlado aspirando o escoamento contra o dispositivo de atrito. Assim, a aspiração pode ser aplicada através de metal micro-poroso, ou a superfície que o escoamento contacta pode ter uma configuração com sulco, pelo que, os sulcos são circulares ao redor do eixo da matriz. Os sulcos são então submetidos a uma sub-pressão controlada.

A força de tração sobre o dispositivo de atrito pode ser monitorada e usada através de dispositivo de realimentação para ajuste da sobre ou sub-pressão, o que determina o atrito, pelo que, o grau de orientação é controlado.

No caso de o filme tubular extrusado ser particularmente espesso e/ou de um polímero de um peso molecular particularmente elevado, o dispositivo de atrito pode ter uma temperatura superficial na ou acima da faixa de fusão do corpo principal do filme. Contudo, isto é uma exceção, e normalmente este dispositivo deveria ter uma temperatura que, quando o filme é coextrusado e tem uma camada superficial de baixa fusão sobre o lado voltado para este dispositivo, é mesmo mais baixa do que a faixa de fusão desta camada superficial, de outra forma pode ser muito difícil obter um escorregamento de atrito, porém suave, do filme sobre o dispositivo de atrito. Isto significa que o tempo de contacto deve ser tão curto que apenas uma camada superficial muito fina irá solidificar, enquanto o corpo principal do filme mantém uma temperatura que é próxima da temperatura predeterminada de esticamento. A camada fina solidificada irá fundir, ou fundir parcialmente novamente, quando deixou o dispositivo de atrito por meio de calor a partir do interior do filme.

Para alcançar uma orientação particular controlada e em atrito

elevado, a temperatura do filme durante o estiramento deve ser mantida dentro da faixa de cristalização ou ligeiramente acima desta, como já aparece do que precede. Sob tais circunstâncias, o filme deveria normalmente ser resfriado de maneira eficiente antes que ele encontre o dispositivo de atrito.

5 Para esta finalidade, uma configuração da invenção é caracterizada pelo fato de a montante do dispositivo de atrito existir uma parte genericamente anelar, cilíndrica ou cônica (daqui em diante a parte de resfriamento por choque), instalada para resfriar dentro ou fora da bolha. O escoamento passa e contacta esta em uma maneira genericamente sem atrito ou em baixo atrito, como  
10 estabelecido por exemplo por lubrificação por ar através de metal microporoso ou através de furos. Esta parte é resfriada a partir de seu interior por meio de um meio de resfriamento por fluido e mantida a uma temperatura que é suficientemente baixa para carregar, no mínimo, metade do calor necessário para abaixar a temperatura no escoamento até o valor desejado para a  
15 orientação.

A montante do dispositivo de atrito, porém a jusante da parte de resfriamento por choque apenas mencionada, se tal parte é usada, existe uma parte (daqui em diante a parte de ajuste fino de temperatura), de uma construção similar à parte de resfriamento por choque, porém adaptada para  
20 um ajuste fino da temperatura média no escoamento.

As partes do aparelho a seguir em sucessão estão preferivelmente em proximidade uma da outra ou conectadas reciprocamente através de conexões de baixa transferência de calor:

- a) a parte matriz que forma um lado do orifício de saída,
- 25 b) a parte de resfriamento por choque, se presente;
- c) a parte de ajuste fino de temperatura, se presente,
- d) o dispositivo de atrito.

Todas as partes do aparelho nesta sucessão estão do mesmo lado da bolha, dentro ou fora.

Uma maneira preferível de conseguir ainda o resfriamento equilibrado e eficiente do filme tubular imediatamente sobre a sua saída da matriz, é que o escoamento deixe o orifício de saída sob um ângulo de no mínimo 20 ° com o eixo da matriz, sua direção de movimento apontando ou  
5 para longe do, ou no sentido do eixo, e então encontre uma parte de resfriamento que está em proximidade ao orifício de saída, ou conectada à parte matriz que forma um lado do orifício de saída. (Naturalmente o canal que forma o orifício de saída deveria, então, também formar um ângulo próximo a 20 ° ou mais com o eixo da matriz). A parte de resfriamento  
10 mencionada será a parte de resfriamento por choque descrita acima, se aquela é usada, ou de outra forma, a parte de ajuste fino de temperatura também descrita acima, se aquela é usada, ou de outra forma, o dispositivo de atrito. Uma parte substancial da zona na qual o escoamento segue a parte mencionada deveria ser arredondada quanto vista em seção axial, de modo  
15 que o filme gradualmente é virado no mínimo 20° na direção no sentido do eixo da matriz enquanto ele se move sobre esta parte ou este conjunto de partes.

Este arranjo da saída a partir da matriz pode ser conseguido de maneira bastante conveniente quando o orifício de saída da matriz ou está na  
20 superfície periférica externa da matriz, ou se a matriz tem uma cavidade central que é definida por uma periferia interna está na superfície periférica interna da matriz. Este é também um arranjo muito prático em conexão com a partida da extrusão, uma vez que então é mais fácil pegar a massa fundida e alimentá-la sobre as partes anelares de resfriamento e de controle de  
25 temperatura.

Assim, é vantajoso para o escoamento deixar a matriz sob um ângulo de 90° ou próximo a 90 ° com o eixo. Isto tem a vantagem adicional que o espaço do orifício de saída pode ser ajustado de localização para localização, como acontece o usualmente com matrizes planas. Para conseguir



isto, no mínimo um lado do orifício de saída pode ser definido por uma borda que é suficientemente flexível para permitir diferentes ajustes do espaço do orifício de localização para localização. Dispositivos mecânicos simples como parafusos de empurrar e puxar, ou dispositivos mais sofisticados conhecidos da construção de matrizes planas, podem ser usados para isto.

É observado que extrusão periférica como tal é conhecida, ver US-A-2.769.200 (Longstretch e outros), US-A-2.952.872 (Buteau e outros), US-A-3.079.636 (Aykanian) e US-A-3.513.504 (Ronden e outros). A finalidade de extrusão periférica nestas patentes é conseguir uma relação de sopragem elevada sem qualquer dano ao filme. Estas patentes não divulgam o uso de um dispositivo anelar para virar a direção na qual o filme se move a partir da transversal no sentido de uma direção mais axial, porém elas divulgam o dispositivo de ajuste no orifício de saída.

Como mencionado no que precede, o filme tubular pode ser deixado contrair circunferencialmente durante o esticamento longitudinal enquanto ele é puxado do dispositivo de atrito - desta maneira a orientação pode se tornar verdadeiramente uniaxial, ou ele pode, por meio de uma pressão interna, manter seu diâmetro ou mesmo se tornar soprado por meio de uma sobre- pressão relativamente elevada, e com isto alcançar uma orientação transversal significativa em adição ao componente longitudinal de orientação. As medidas a seguir podem ser tomadas para evitar a sobre- pressão que atua sobre o filme tubular antes que este último deixe o dispositivo de atrito:

Se o dispositivo de atrito está dentro da bolha, a parte do ar que está contida no escoamento antes que este último encontre o dispositivo de atrito (daqui em diante ar 1) é fechada do ar que está contido no escoamento depois que este último deixou o dispositivo de atrito (daqui em diante ar 2), e ar 2 é mantido sob uma pressão que é substancialmente mais elevada do que a pressão na atmosfera ambiente, enquanto a pressão em ar 1

aproximadamente é mantida nesta pressão ambiente. Se o dispositivo de atrito está fora da bolha, é fornecido um espaço fechado entre a matriz e o dispositivo de atrito, para o ar que circunda a bolha, e a pressão de ar dentro da bolha é mantida substancialmente mais elevada do que a pressão ambiente, enquanto a pressão externa dentro do espaço fechado corresponde aproximadamente à pressão dentro da bolha.

Como foi enfatizado no que precede, uma aplicação particularmente importante da invenção é na fabricação de laminados cruzados. Para esta, e diversas outros usos, o escoamento que deixa a matriz deve normalmente ser um extrusado de duas, três, ou mais camadas, a saber, uma camada principal para a resistência à tração no meio, e camadas de laminação fina e/ou de vedação térmica, sobre uma ou ambas as superfícies. Para a fabricação de laminados cruzados. os parâmetros do processo deveriam ser adaptados para fornecer um filme tubular com uma orientação que é predominantemente longitudinal ou que segue uma direção helicoidal no tubo. Para obter uma orientação predominantemente helicoidal, ou rosqueada, pode ser estabelecida uma rotação entre uma primeira extremidade, que compreende o dispositivo de estiramento para baixo, e uma segunda extremidade, que compreende a matriz de extrusão com o dispositivo de atrito, a parte de resfriamento por choque, se esta parte é usada, e a parte de ajuste fino de temperatura, se esta parte é usada.

A invenção deve ser explicada agora em mais detalhe com referência aos desenhos, todos os quais mostram seções feitas através do eixo da matriz de extrusão anelar.

A Figura 1 mostra a última parte de uma matriz de coextrusão com dispositivo de atrito conectado, sobre o qual o filme é dobrado durante o puxamento. A extrusão é periférica para fora através de um orifício de saída na periferia externa da matriz.

A Figura 2 é similar à Figura 1, porém mostrando extrusão

periférica para dentro através de um orifício de saída na periferia interna da matriz, a qual tem uma cavidade tubular larga ao redor de seu centro.

A Figura 3 é similar à Figura 1, porém em adição ao dispositivo de atrito existe uma parte de resfriamento por choque e uma parte de ajuste fino de temperatura.

A Figura 4 é similar à Figura 3, porém para extrusão periférica para dentro, como na Figura 2.

A Figura 5 mostra a última parte de uma matriz de coextrusão, na qual o orifício de saída é arranjado através da superfície matriz genericamente plana, que é perpendicular ao eixo, como uma conhecida matriz anelar para extrusão de filme, porém com o orifício de saída apontando para dentro sob um ângulo de cerca de 20°. A matriz é dotada de uma parte de resfriamento por choque, uma parte de ajuste fino de temperatura e um dispositivo de atrito.

A Figura 6 mostra, aproximadamente em dimensão natural, uma modificação do dispositivo de atrito da Figura 3.

A coextrusão anelar periférica, cuja parte externa está mostrada na Figura 1, pode ser de maneira conveniente a matriz que está mostrada completa na WO-A-02/51.617 também pendente do inventor, Figuras 7 a 9 (um dos pedidos de patente a partir do qual prioridade é reivindicada para o caso presente). Os numerais de referência para a própria matriz são também tomados destas Figuras. O eixo da matriz é paralelo à linha tracejada-pontilhada 1, porém como a seta indica, o eixo real está muito mais para a direita no desenho. Outra construção da matriz de coextrusão periférica pode também, naturalmente, ser usada.

A matriz é montada a partir das partes conformadas em “disco e tigela”, da qual 5, 6, 7a 1 e 7b aparecem na Figura 1. Três componentes A, B e C são coextrusados para formar o filme B/A/C. Se a invenção é usada para fazer filmes para se tornarem laminados cruzados, A que forma as

camadas intermediárias poderia ser a camada para fornecer a resistência principal enquanto B, C, as camadas superficiais, deveriam formar camadas de laminação e/ou de vedação térmica (fazendo referência às patentes acima mencionadas com relação à tecnologia de laminação cruzada). Elas deveriam

5 então apresentar faixas de fusão mais baixas e, normalmente, também viscosidades de fusão mais baixas do que A. Como um exemplo prático, A pode ser uma mistura compatibilizada de 25% de homo-polipropileno de um peso molecular relativamente elevado, 25% de HMWHDPE, e 50% de LLDPE, C se escolhido como camada de vedação térmica, pode ser LLDPE

10 pleno, e B se escolhido como uma camada de laminação, pode ser um copolímero de etileno de baixo ponto de fusão como, por exemplo, EPDM ou polietileno metaloceno de baixo ponto de fusão, ou uma mistura de tais polímeros com LLPDE, B se funde com A no orifício interno 19 enquanto C se funde com A no orifício interno 22. Estes dois orifícios são aqui mostrados

15 imediatamente adjacentes um ao outro, e por razões reológicas isto é muito vantajoso quando os componentes superficiais tem viscosidades fundidas mais baixas do que o componentes médio.

Os três componentes fundidos prosseguem através do canal de saída 18 no sentido da saída 21 na direção radial. Tendo deixado a saída, o

20 filme tubular B/A/C é puxado, ainda em uma direção radial, no sentido da superfície externa do dispositivo de atrito 101. Aqui ele é dobrado para cima seguindo a superfície do dispositivo de atrito 101 que faz parte de um toro (a forma de “donut”). Durante este passeio ele é resfriado pelo dispositivo de atrito 101, e é lubrificada por ar, porém em uma maneira controlada, de modo

25 que existe um atrito controlado entre o dispositivo de atrito 101 e o filme. O atrito em combinação com as temperaturas no filme B/A/C controla a orientação longitudinal que é introduzida no filme. Os dispositivos para lubrificação por ar, controle de temperatura e controle de atrito estão explicados abaixo.

Tendo deixado o dispositivo de atrito 101, o filme B/A/B pode, por meio de uma sobre-pressão dentro da bolha, ter seu diâmetro expandido e com isto também obter uma orientação transversal significativa, porém se um caráter uniaxial de forma significa for preferido, a relação de  
5   sopragem deveria ser muito baixa ou poderia mesmo ser inversa (contração). Devido a forças de contração bastante elevadas durante o esticamento longitudinal, normalmente, também, deveria ser estabelecida uma sobre-pressão dentro da bolha quando o tubo se contrai.

Tendo deixado o dispositivo de atrito 101, o filme B/A/C é  
10   ainda resfriado por ar (não mostrado) preferivelmente ambos, resfriamento externo e interno, de maneira bem conhecida. Ele é puxado também em maneira bem conhecida (não mostrado) por meio do uso de uma estrutura dobrável e cilindros acionados e, normalmente, daí em diante enrolado em carretel como um filme plano. Devido às forças de esticamento elevadas,  
15   pode ser necessário substituir a estrutura dobrável por um conjunto de correias transportadoras convergentes, um método que também é conhecido, por exemplo, a partir da US-A- 3.513.504 acima mencionada.

No orifício de saída 21 uma borda de matriz 25 é feita ajustável com a possibilidade de ter o espaço variando ao redor da  
20   circunferência, e com isto compensar diferenças acidentais no escoamento. Isto pode ser feito de maneira simples quando o canal aí é plano como mostrado, ou quase plano, ao invés de ser pronunciadamente cônico, ou ser tubular. O ajuste pode ser feito por meio de uma fileira circular de parafusos, dos quais um 26 está mostrado. Ele está desenhado como um parafuso  
25   simples, porém também poderia ser um parafuso de empurrar/puxar. Ao invés de parafusos, podem também ser usados dispositivos expansíveis termicamente, como usados agora para ajustes similares do orifício de saída em matrizes planas.

Como já mencionado, não é novidade realizar extrusão

periférica e, em relação a isto, tal ajuste do orifício de saída também é conhecido. Contudo, é de importância particular, em conexão com a presente invenção, uma vez que as precauções normais para alcançar a espessura de filme equilibrada poderia provocar dificuldades. Estas precauções normais operam sobre o princípio de diferente resfriamento do filme tubular extrusado em diferentes posições circunferenciais ou estabelecidas por resfriamento por ar local da bolha ou o resfriamento local diferencial de uma borda da matriz. Contudo, tais sistemas não combinam bem com o resfriamento de contacto do filme usado na presente invenção.

Detalhes relativos à lubrificação por ar e ao resfriamento do filme B/A/C sobre o dispositivo de atrito 101, e dispositivo para controlar atrito e temperatura serão explicados agora. O dispositivo de atrito 101 pode ser feito de aço, e quase toda a superfície que o filme atravessa, é feita de metal micro-poroso mostrado como uma placa arredondada 102. Esta pode ser aparafusada à parte base de aço do dispositivo de atrito 101. Nenhum dos desenhos irá mostrar qualquer um dos parafuso usados para conectar as diferentes partes da matriz. A placa micro-porosa pode, de maneira conveniente, ter dimensão de poro ao redor de 0,01 mm. O ar comprimido para a lubrificação por ar é alimentado através de um número de tubos, dos quais a Figura 1 mostra um 103. Ele é distribuído em uma rede de canais de entrada 101. O desenho mostra somente os canais 104 que se estendem de forma circular centralizada sobre o eixo da matriz. O desenho não mostra os canais que se estendem perpendicularmente aos canais 104. Em alguns casos deveria ser aplicada aspiração ao invés de sobre-pressão, a saber, quando o filme é especialmente espesso e/ou de um peso molecular médio especialmente elevado.

O dispositivo de atrito 101 é dotado de uma cavidade anelar 105 para circulação de um fluido de resfriamento, a saber, água, óleo ou ar. O fluido que circula permite que a temperatura da superfície de 101 seja

controlada dentro de alguns graus. Para esta finalidade pode ser fornecido um termopar relativamente próximo à superfície (não mostrado).

O fluido de resfriamento é direcionado para dentro e para fora da cavidade anelar 105 através de tubos, dos quais um 106, está mostrado.

5 Estes tubos e os outros tubos mencionados acima e abaixo atravessam uma grande cavidade no centro da matriz, cuja cavidade aparece da acima mencionada Figura 7 no pedido de patente WO-A- 0251617. Os tubos para o fluido de resfriamento são conectados com uma bomba de circulação e uma unidade de aquecimento/resfriamento. De maneira similar, os tubos acima

10 mencionados 103 são conectados com um acumulador de ar e um compressor (ou bomba de vácuo se é usada aspiração) com dispositivo para ajustar a pressão.

O dispositivo de atrito 101 é fixado à parte matriz 6 por meio de um número de braços, a saber, três ou quatro, dos quais um, 107, está

15 mostrado. A parte matriz 6 tem braços correspondentes 108, cada um dos quais é fixado a um braço 107 através de uma placa termicamente isolante 109. Isto é feito para evitar qualquer transferência de calor significativa entre a parte matriz quente e o dispositivo de atrito muito mais frio. Cada um dos braços 107 tem uma parte ponte relativamente fina 110, fina o suficiente para

20 conseguir variações mensuráveis em dobramento com tração variável no filme, e no mínimo uma destas porções finas é dotada de um dinamômetro adequado, por exemplo, um dispositivo medidor de tração 111. Sinais a partir deste dispositivo são alimentados para os dispositivos que controlam a sobre-pressão ou vácuo, reduzindo ou aumentando o atrito entre o filme e o

25 dispositivo de atrito 101, de modo que a orientação é mantida no valor desejado. Para não fazer muita resistência contra o dobramento de 111, cada um dos tubos 103, 106 e 112 - o último será descrito abaixo - pode compreender um segmento corrugado (não mostrado).

Resfriamento por ar interno e a pressão de ar requerida para

manter a relação de sopragem que foi ajustada, são estabelecidos por meio de dispositivos convencionais. Os dispositivos atravessam a cavidade acima mencionada no centro da matriz. Esta é fechada do ambiente. Uma placa fina 113 instalada entre a parte matriz 6 e o dispositivo de atrito 101 separa o interior da bolha, que é mantido sob pressão, do espaço 114 entre matriz e dispositivo de atrito, e este espaço é mantido aproximadamente à pressão ambiente através do tubo 112. Sem a placa divisora 113 o filme poderia ser arruinado pela pressão dentro da bolha quando ele deixa a saída 21.

Uma vez que, falando de forma aproximada, cerca de metade do calor usado para resfriar o filme para próximo da temperatura ambiente será consumido pelo resfriamento de contacto e sistemas de resfriamento por ar normais usados daí em diante, a torre com dispositivos de puxamento pode ser muito curta. Se for desejada orientação que se estende de forma helicoidal, estes dispositivos de puxamento podem girar ao redor do eixo da matriz e o filme tubular plano pode ser enrolado em carretel até o topo da torre.

Usando o exemplo mencionado acima, no qual a camada principal consiste de uma mistura de homo-PP (que se solidifica a cerca de 160°C), HMWHDPE (que se solidifica a cerca de 125°C) e LLDPE (que se solidifica a cerca de 120°C), o filme irá deixar a saída 21 com uma temperatura de cerca de 220 a 240°C e, para alcançar uma orientação longitudinal elevada conveniente, uma quantidade considerável do estiramento para baixo pode, por exemplo, ocorrer entre 130 a 150°C. Para conseguir resfriamento suficientemente rápido, e também para evitar que a camada superficial de fusão inferior dentro da bolha cole a 101, esta última pode ser resfriada, por exemplo, até cerca de 50°C. O comprimento do passeio do filme sobre a superfície de 101 deve ser adaptada de modo que quando o filme deixa 101, sua temperatura média ainda não terá alcançado 125°C. Uma parte fina do filme que contacta diretamente 101 será resfriado abaixo disto e solidifica, porém irá fundir novamente quando o filme tenha



deixado 101.

Dependendo do equilíbrio entre relação de estiramento para baixo longitudinal, temperaturas e resistência de atrito, a maior parte deste estiramento para baixo pode ocorrer antes ou depois que o PP tenha  
 5 cristalizado. Assim, por exemplo, um filme fino com 2,5 mm que deixa a saída 21 pode ser esticado até uma espessura de 0,250 mm antes que o PP solidifique e daí em diante é estirado para baixo até uma espessura de 0,05 mm.

Na Figura 2, relativa à extrusão de uma saída periférica que  
 10 conduz para uma cavidade interior na matriz circular, o eixo da matriz está indicado pela linha ponto e traço 1. A parte superior desta cavidade é fechada da atmosfera por meio da placa circular 115. Sobre esta placa, dentro da bolha, é mantida uma sobre-pressão e existe resfriamento interno. Dispositivos para impor a pressão de resfriamento não estão mostrados. Por  
 15 meio da placa fina 113 o espaço 114 é separado da atmosfera, e a pressão neste espaço é, por meio do tubo 112, mantida em aproximadamente o mesmo valor que a pressão dentro da bolha (o que está mostrado à esquerda do filme). Em outros aspectos a Figura 2 pode ser completamente entendida com base no que foi explicado em relação à Figura 1.

20 Aparece da descrição da Figura 1 que é relativamente difícil obter a combinação mais desejável de orientação e relações de estiramento para baixo com os dispositivos relativamente simples mostrados nas Figuras 1 e 2. Os dispositivos mais complicados mostrados nas Figuras 3 a 5 melhoram estas relações. Em cada construção são usadas três partes independentes:

- 25 a) uma parte de resfriamento por choque 116,
- b) uma parte de ajuste fino de temperatura 117, e
- c) um dispositivo de atrito 118.

As três partes são mantidas isoladas termicamente uma da outra por meio de placas isolantes 119. Cada uma das três partes têm

dispositivos para direcionar ar para lubrificação - ou no caso de 118 pode ser para aspiração - e para circulação de um fluido de resfriamento/aquecimento, que são similares àqueles dispositivos como explicado em conexão com a Figura 1. As três partes são controladas de maneira independente uma da outra. Durante a passagem sobre as partes 116 e 117, o atrito é controlado usando informação a partir do dispositivo medidor de tração 111. As linhas pontilhadas 120 mostram sulcos através dos quais o ar comprimido usado para lubrificação por ar pode escapar.

Como está explicado em conexão com as Figuras 1 e 2, é importante evitar qualquer diferença de pressão significativa entre os dois lados do filme quando este último deixa a saída 21. Isto é conseguido por meio do uso de paredes de separação 121 e 122.

Na variação do dispositivo de atrito 118 mostrado na Figura 6, o atrito é controlado por aspiração, porém não através de metal micro-poroso. Ao invés disto existem sulcos 124 nesta parte, a saber, com um passo de cerca de 3 mm e cerca de 2 mm de profundidade e 1 mm de largura, com pistas arredondadas 125, e um vácuo controlado é aplicado através dos furos 123.

Usando novamente o exemplo acima mencionado de materiais adequados, a parte de resfriamento por choque 116 pode ser mantida de forma conveniente em uma temperatura que resfria o filme até cerca de 140 a 150°C, a temperatura da parte de ajuste fino de temperatura 117 em uma temperatura de modo a ajustar esta temperatura do filme mais exatamente, por exemplo, a 145°C, e a parte 118 pode ser mantida a 50°C para evitar grudar. A passagem sobre o dispositivo de atrito 118 leva um tempo tão curto que a queda em temperatura média do filme será muito baixa

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo para conformar um filme orientado tubular, pelo menos um material termoplástico tendo uma faixa de cristalização, extrusando um escoamento de no mínimo um material termoplástico fundido a partir de uma matriz de extrusão circular, em cujo processo dito escoamento que deixou um orifício de saída circular na matriz é resfriado e é orientado no mínimo na direção longitudinal enquanto ainda estando no mínimo parcialmente fundido, dita orientação longitudinal ocorrendo por meio de uma força de tração ajustada entre o orifício de saída e dispositivo de estiramento para baixo móvel, e em cujo processo o escoamento ainda no mínimo parcialmente fundido em seu passeio entre o orifício de saída e o dispositivo de estiramento para baixo passa e está em contacto de atrito com um dispositivo de atrito anelar, caracterizado pelo fato de o dispositivo de atrito, que pode ser arranjado dentro da bolha definida pelo escoamento tubular, ou fora da bolha, ser resfriado a partir de dentro de um meio de resfriamento por fluido para fornecer à sua superfície em contacto com o escoamento, uma temperatura controlável, a força de atrito estabelecida pelo contato de atrito sendo variável em maneira controlável, outra que por ajuste das temperaturas no escoamento ou as trações no escoamento durante seu contato com seu dispositivo, a temperatura da superfície do dispositivo de atrito e o atrito sendo adaptado para produzir, entre o dispositivo de atrito e o dispositivo de estiramento para baixo, uma contribuição para a orientação longitudinal, enquanto a temperatura no escoamento está dentro da dita faixa de cristalização ou levemente acima da mesma, pela qual o produto de filme tubular tem capacidade de encolhimento longitudinal.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de a capacidade de encolhimento longitudinal ser de um fator de não menos do que cerca de 4 em referência ao teste de encolhimento realizado no limite superior da faixa de fusão do filme extrusado.

3. Processo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de a proporção principal da orientação ocorrer enquanto o material ou materiais polímero está/estão parcialmente fundidos e parcialmente cristalizados.

5                   4. Processo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de no mínimo 5% do material ou materiais polímero estar(em) cristalizado(s).

10                   5. Processo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de o escoamento de polímero conter uma mistura de no mínimo dois polímeros compatíveis ou compatibilizados, e a proporção principal da orientação ocorrer enquanto um está predominantemente em estado cristalino e o outro está predominantemente em estado fundido.

15                   6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de o atrito ser controlado por lubrificação por ar, com ar comprimido através de furos no dispositivo de atrito, ou através de metal micro-poroso que forma no mínimo uma zona da superfície que é contactada pelo escoamento.

20                   7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de o atrito ser controlado aspirando o escoamento contra o dispositivo de atrito.

                    8. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de o atrito ser aplicado através de metal micro-poroso.

25                   9. Processo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de a superfície que o escoamento contacta ter uma configuração com sulco, os sulcos sendo circulares ao redor do eixo da matriz, e os sulcos estando submetidos a uma sub-pressão controlada.

                    10. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de a força de tração sobre o dispositivo de atrito ser monitorada e usada através de dispositivo de realimentação para ajuste do

atrato, pelo que, o grau de orientação é controlado.

11. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de à montante do dispositivo de atrito existir uma parte genericamente anelar cilíndrica ou cônica de resfriamento por choque dentro ou fora da bolha, na qual o escoamento passa em uma maneira genericamente sem atrito ou com baixo atrito, esta parte sendo resfriada a partir de seu interior por meio de um meio de resfriamento por fluido e mantida a uma temperatura que é suficientemente baixa para retirar no mínimo metade do calor necessário para abaixar a temperatura no escoamento até o valor desejado para a orientação.

12. Processo de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de o escoamento depois do dispositivo de resfriamento por choque ser lubrificado por lubrificação por ar através de metal micro-poroso ou através de furos.

13. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de, a montante do dispositivo de atrito e a jusante da parte de resfriamento por choque como definido na reivindicação 11 se houver, existir uma parte de ajuste fino de temperatura que é anelar, cônica ou circular cilíndrica e é atravessada pelo escoamento em uma maneira sem atrito ou de baixo atrito, esta parte sendo resfriada ou aquecida a partir de seu interior por um meio fluido para um ajuste fino da temperatura média no escoamento.

14. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de a sucessão a seguir de partes do aparelho estar em proximidade uma da outra ou reciprocamente conectadas através de conexões de baixa transferência de calor, todas as partes estando dentro ou fora da bolha:

- a) a parte matriz que forma um lado do orifício de saída;
- b) a parte de resfriamento por choque como definido na

reivindicação 11, se presente,

c) a parte de ajuste fino de temperatura como definida na reivindicação 13, se presente, e

d) o dispositivo de atrito como definido na reivindicação 1.

5 15. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de o escoamento deixar o orifício de saída sob um ângulo de no mínimo 20° com o eixo da matriz, sua direção de movimento apontando ou para longe ou no sentido do eixo, e então encontrar uma parte de resfriamento que está em proximidade ao orifício de saída, esta  
10 parte de resfriamento sendo ou

a) a parte de resfriamento por choque como definida na reivindicação 11, se presente, ou

b) a parte de ajuste fino de temperatura como definida na reivindicação 13, se presente, ou

15 c) o dispositivo de atrito como definido na reivindicação 1, uma parte substancial da zona na qual o escoamento segue a dita parte ou conjunto de partes sendo arredondada quanto vista em de seção axial, de modo que o filme seja gradualmente girado no mínimo 20° na direção no sentido do eixo da matriz enquanto ele se move sobre esta parte ou  
20 este conjunto de partes.

16. Processo de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de o orifício de saída da matriz ou estar na superfície periférica externa da matriz ou, se a matriz tem uma cavidade central que é definida por uma periferia interna, ou estar na superfície periférica interna da matriz.

25 17. Processo de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de o escoamento deixar a matriz sob um ângulo de 90° ou próximo a 90° com o eixo.

18. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, caracterizado pelo fato de o dispositivo de atrito estar dentro da bolha, a

parte do ar que está contida no escoamento antes que este último alcance o dispositivo de atrito, o qual é ar 1, ser fechado do ar que está contido no escoamento depois que este último deixou o dispositivo de atrito, cujo ar é ar 2, e ar 2 ser mantido sob pressão que é substancialmente mais elevada do que  
5 pressão na atmosfera ambiente, enquanto a pressão em ar 1 é aproximadamente mantido nesta pressão ambiente, e se o dispositivo de atrito está fora da bolha ser fornecido um espaço fechado entre a matriz e o dispositivo de atrito para o ar que circunda a bolha, e a pressão de ar dentro da bolha ser mantida substancialmente mais elevada do que a pressão ambiente,  
10 enquanto a pressão externa dentro de dito espaço fechado corresponde aproximadamente à pressão dentro da bolha.

19. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de o escoamento ser um coextrusado de no mínimo duas camadas.

15 20. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado pelo fato de para produzir um filme tubular com uma orientação predominantemente helicoidal ser estabelecida uma rotação entre uma primeira extremidade que compreende o dispositivo de estiramento para baixo e uma segunda extremidade que compreende a matriz de extrusão, o  
20 dispositivo de atrito, a parte de resfriamento por choque, se presente, e a parte de ajuste fino de temperatura, se presente.

21. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 20, caracterizado pelo fato de os parâmetros do processo serem adaptados para fornecer um filme tubular com uma orientação que é predominantemente  
25 longitudinal ou segue uma direção helicoidal no tubo.

22. Processo de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o filme tubular é cortado para gerar um folha contínua com uma direção dominante solicitada e na qual um laminado transversal é formado compreendendo duas tais folhas contínuas arranjadas com sua

direção dominante de orientação, uma atravessando a outra.

23. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 21, caracterizado pelo fato de ser para a fabricação de laminados cruzados, cada um compreendendo no mínimo dois filmes laminados um ao outro com suas direções de orientação dominantes cruzando uma à outra.

24. Processo acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de o filme tubular ser um coextrusado com uma camada externa de vedação térmica ou de laminação.

25. Aparelho para extrusar material termoplástico (A), que compreende uma matriz anelar que tem um orifício de saída circular (21) através do qual o material fundido escoar, e dispositivo de estiramento para baixo móvel para exercer tração longitudinal no tubo de material extrusado através da matriz, pela que o material é orientado na direção longitudinal enquanto ainda no mínimo parcialmente fundido, e, entre o orifício de saída (21) e o dispositivo de estiramento para baixo, um dispositivo de atrito anelar (101) arranjado para contacto com o escoamento de material plástico, ou dentro do tubo ou fora do tubo, caracterizado pelo fato de o dispositivo de atrito (101) compreender dispositivos (102, 103, 104, 105) para permitir controle do atrito entre o escoamento e o dispositivo ser resfriado a partir de dentro por meio de meio de resfriamento por fluido que escoar através de uma cavidade (105) dentro do dispositivo de atrito (101), pelo que, a tração entre o dispositivo de estiramento para baixo e o dispositivo de atrito pode ser variada para conferir uma contribuição controlada à orientação longitudinal.

26. Aparelho de acordo com a reivindicação 25, caracterizado pelo fato de a superfície do dispositivo de atrito sobre o qual o escoamento de material passa, ser dotada de furos (123) ou ser feita de metal micro-poroso (102) para passagem de ar para dentro ou para fora.

27. Aparelho de acordo com a reivindicação 26, caracterizado



pelo fato de compreender uma bomba de vácuo para impor um fluxo de ar para um escoamento de ar para dentro, para o interior do dispositivo de atrito através dos furos (123) ou de metal micro-poroso (102).

28. Aparelho de acordo com a reivindicação 27, caracterizado pelo fato de a superfície do dispositivo de atrito ter configuração com sulco, os sulcos (124) sendo circulares ao redor do eixo da matriz.

29. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 28, caracterizado pelo fato de compreender um dispositivo (111) para medir a tração exercida sobre o dispositivo de atrito, e para usar esta medição para controlar o atrito entre o escoamento e o dispositivo de atrito.

30. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 29, caracterizado pelo fato de uma parte genericamente anelar, cilíndrica circular ou cônica de resfriamento por choque (116) a montante do dispositivo de atrito, depois da qual o escoamento extrusado passa em uma maneira sem atrito ou de baixo atrito, a qual é resfriada por meio de um escoamento de meio de resfriamento através de seu interior (105), pelo qual, no mínimo metade do calor requerido para resfriar o escoamento até uma temperatura adequada para orientação, pode ser removido do escoamento.

31. Aparelho de acordo com a reivindicação 30, caracterizado pelo fato de a parte de resfriamento por choque (105) ser dotada de dispositivo de lubrificação por ar (102, 104) para lubrificar a passagem do escoamento sobre a superfície.

32. Aparelho de acordo com a reivindicação 31, caracterizado pelo fato de o dispositivo de lubrificação por ar compreender furos em ou metal micro-poroso (102) na superfície da parte de resfriamento por choque, e um compressor para impor um escoamento de ar para fora através dos furos ou micro-poros.

33. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 32, caracterizado pelo fato de uma parte de ajuste fino de temperatura

genericamente anelar, cilíndrica circular ou cônica (117) à montante do dispositivo de atrito e a jusante da parte de resfriamento por choque, se alguma, sobre a qual o escoamento extrusado passa em uma maneira sem atrito ou de baixo atrito, ser resfriada ou aquecida por um escoamento de meio  
5 fluido através de seu interior (105).

34. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 33, caracterizado pelo fato de as partes seguintes sucessivas terem conexões de baixa transferência de calor entre elas, e estarem todas dentro ou todas fora da bolha:

- 10 a) a parte matriz (6) que forma um lado do orifício de saída;
- b) a parte de resfriamento por choque (116) se alguma;
- c) a parte de ajuste fino de temperatura (117), se alguma; e
- d) o dispositivo de atrito (101).

35. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a  
15 34, caracterizado pelo fato de a matriz ser arranjada para o escoamento de material extrusado deixar o orifício de saída sob um ângulo de no mínimo 20° com o eixo (1) da matriz, o ângulo sendo direcionado no sentido de ou para longe do eixo, e por o dispositivo que está imediatamente a jusante do orifício de saída que é a parte de resfriamento por choque (116), a parte de ajuste fino de temperatura (117)  
20 ou o dispositivo de atrito (101), ter um perfil arredondado quando visto em seção axial, pelo que, o escoamento de material passa ao redor de dito perfil arredondado, de modo que a sua direção é girada por no mínimo 20°.

36. Aparelho de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de o orifício de saída (21) ser na superfície periférica externa da matriz.

25 37. Aparelho de acordo com a reivindicação 36, caracterizado pelo fato de o dispositivo de atrito (101) estar dentro da bolha.

38. Aparelho de acordo com a reivindicação 35, caracterizado pelo fato de o orifício de saída (21) estar na superfície periférica interna da matriz.

39. Aparelho de acordo com a reivindicação 38, caracterizado

pelo fato de o dispositivo de atrito (101) estar fora da bolha.

40. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 36 a 39, caracterizado pelo fato de o escoamento de material extrusado deixar a matriz sob um ângulo de cerca de 90° com o eixo.

5 41. Aparelho de acordo com a reivindicação 37, caracterizado pelo fato de compreender dispositivo (121) para fechar o espaço (114) no interior do tubo antes do dispositivo de atrito (101, 118) do espaço no interior do tubo depois do dispositivo de atrito, e que compreende dispositivo (112) para impor uma pressão de ar mais elevada no espaço depois do dispositivo  
10 de atrito (101, 118).

42. Aparelho de acordo com a reivindicação 39, caracterizado pelo fato de compreender dispositivo (113, 122) para fechar o espaço (114) entre a matriz e o dispositivo de atrito (101) e para dispositivo que impõe uma pressão de ar mais elevada do que ambiente no espaço fechado (114) e  
15 dispositivo (115) para fechar o espaço na bolha da atmosfera e para impor uma pressão de ar mais elevada do que ambiente na bolha.

43. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 42, caracterizado pelo fato de a matriz coextrusar no mínimo dois materiais termoplásticos (A, B, C).

20 44. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 43, caracterizado pelo fato de o dispositivo de estiramento para baixo ser capaz de rotação em relação à matriz de extrusão (5, 6, 7a, 7b) e dispositivo de atrito (101).

25 45. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 25 a 43, caracterizado pelo fato de que compreender meio para cortar o tubo após o meio de estiramento para baixo para formar uma folha contínua com uma direção dominante solicitada de orientação e dispositivo para laminar duas folhas contínuas de modo que suas direções dominantes de orientação uma atravessando a outra.

Fig. 1.

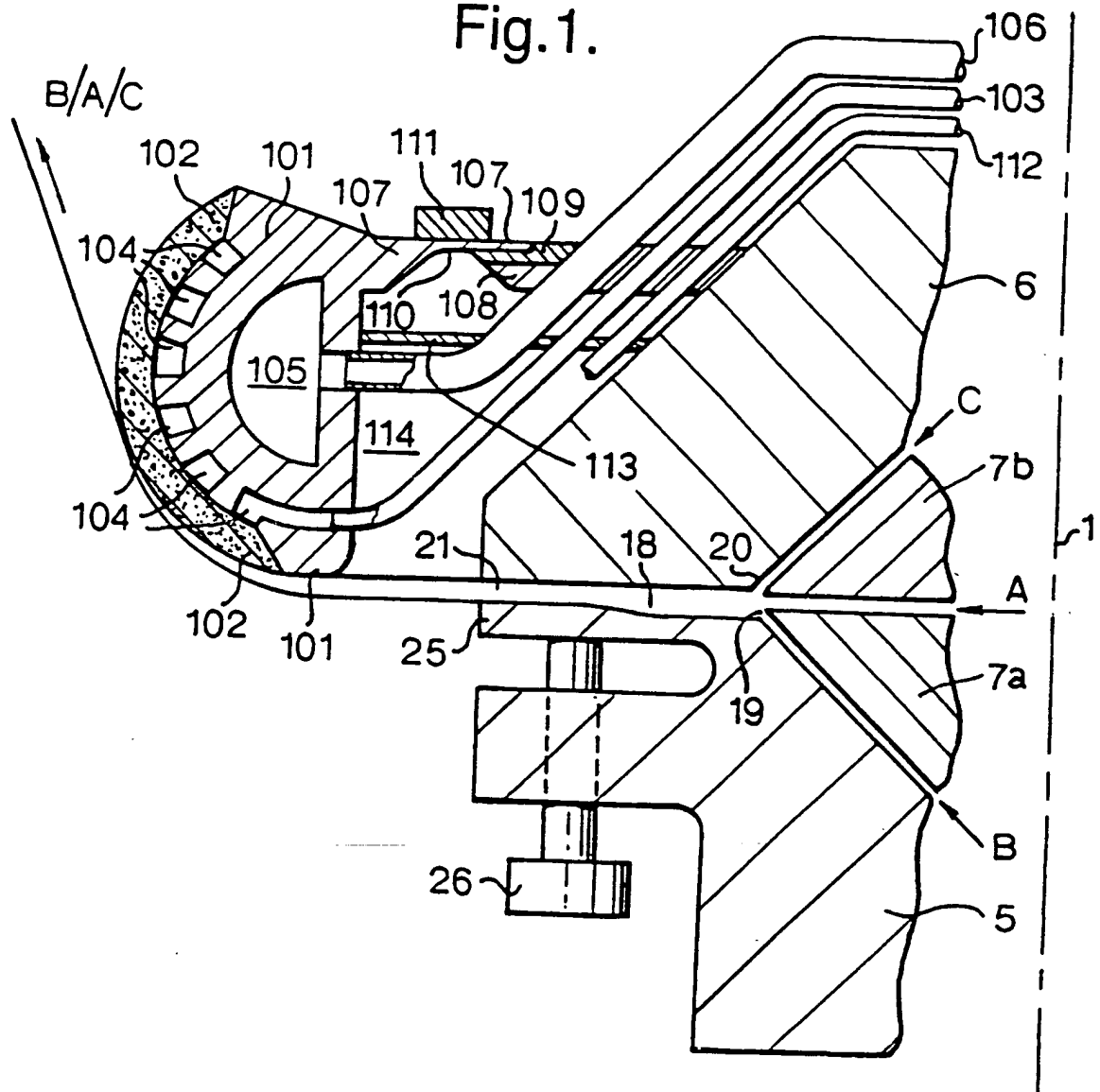


Fig. 6.

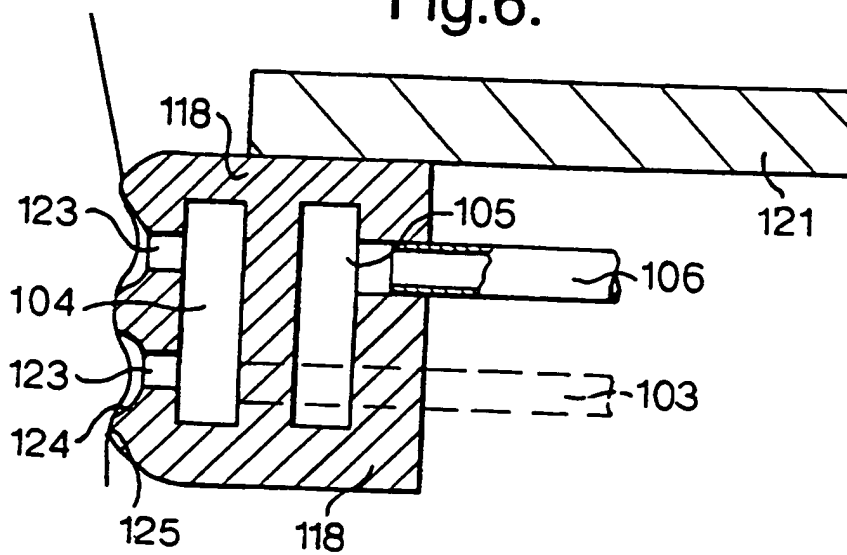


Fig.2.

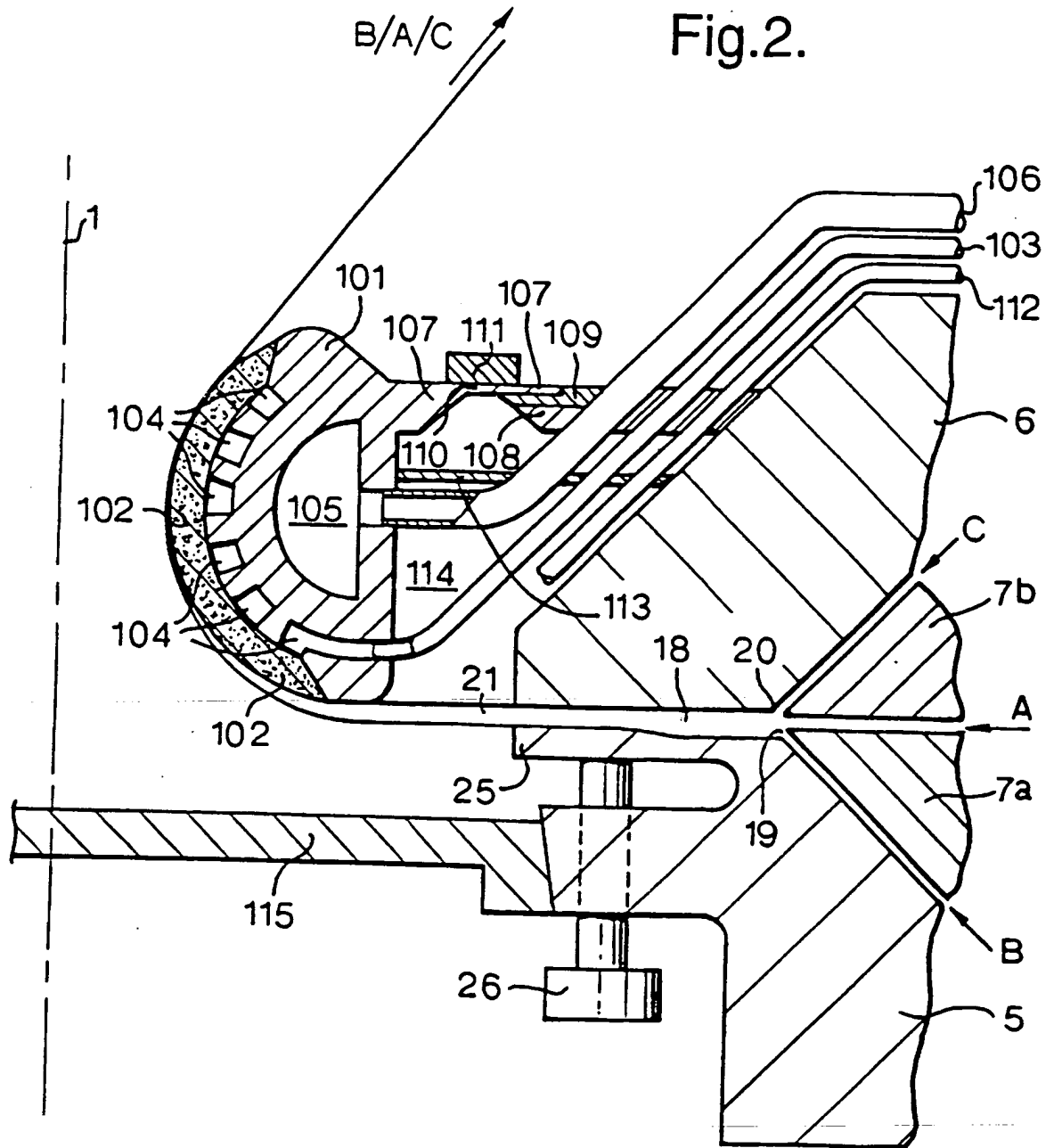


Fig.3.

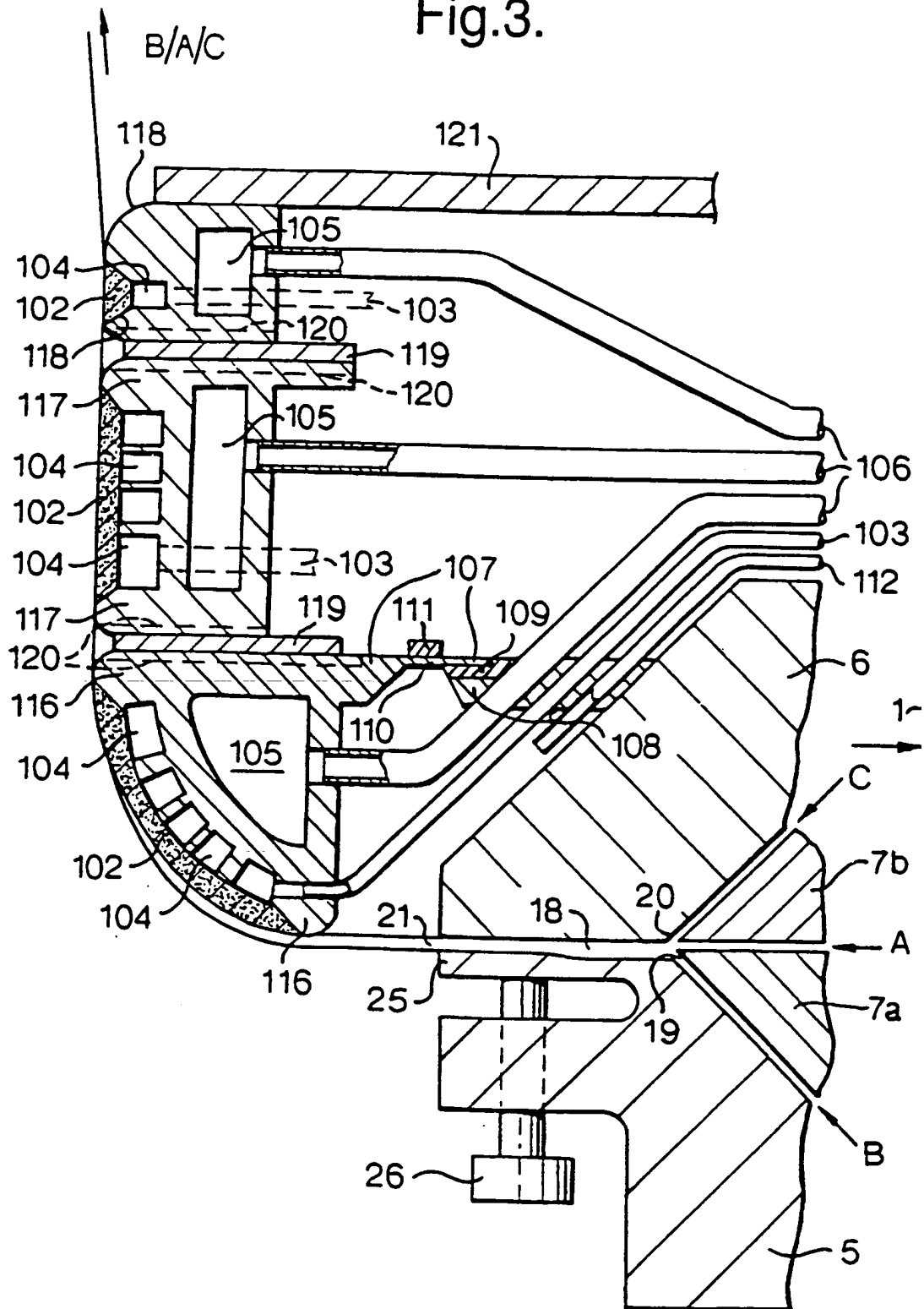


Fig.4.

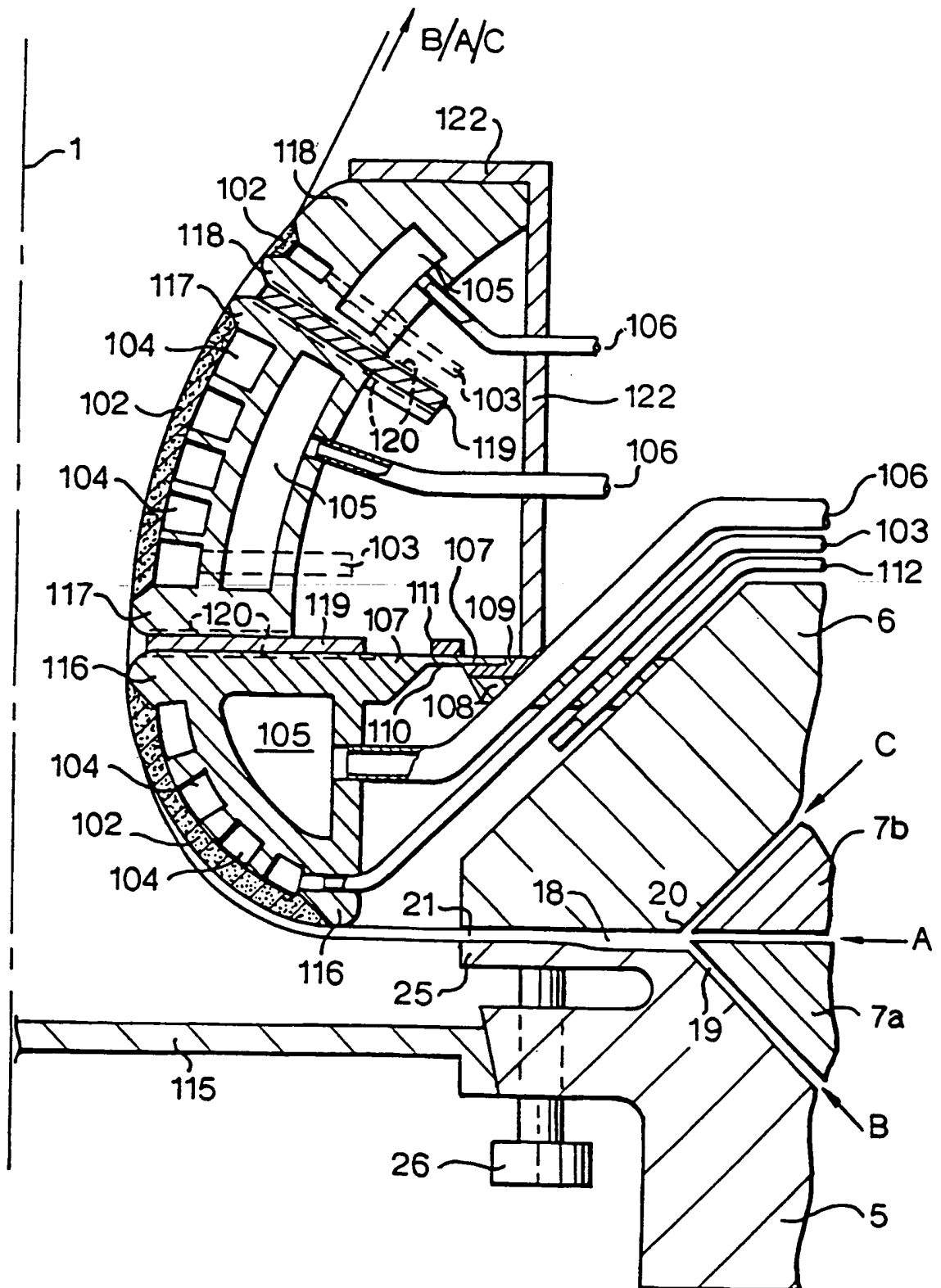
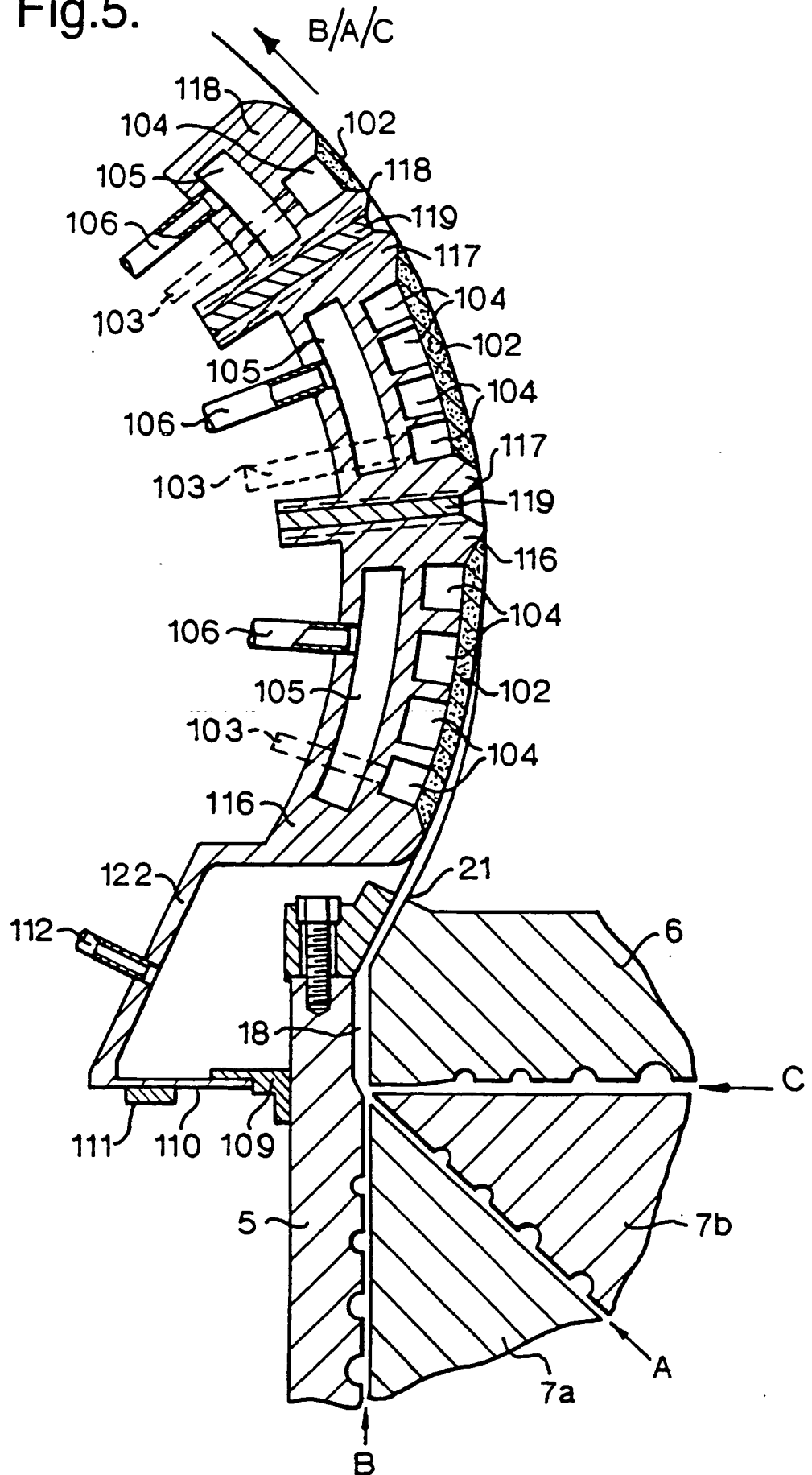


Fig.5.





RESUMO

“PROCESSO PARA CONFORMAR UM FILME ORIENTADO TUBULAR, E, APARELHO PARA EXTRUSAR MATERIAL TERMOPLÁSTICO”

5                   O método e aparelho melhorados para orientação longitudinal de um filme termoplástico tubular quando ele deixa uma matriz de extrusão anelar visa um melhor controle desta orientação. Em seu passeio entre o orifício de saída (21) e o dispositivo de estiramento para baixo, o filme no mínimo parcialmente fundido passa um dispositivo de atrito anelar (101) e a  
10                   força de atrito estabelecida com este é variável de maneira controlada. Este dispositivo é resfriado a partir de seu interior (105) de maneira controlada, por meio de um meio de resfriamento por fluido. O atrito pode ser controlado por meio de lubrificação por ar com ar comprimido através de furos (123) no dispositivo de atrito, ou através de metal micro-poroso (102) ou,  
15                   alternativamente, aspirando o filme contra o dispositivo de atrito. Em uma configuração preferencial, a extrusão para fora da matriz é extrusão periférica, e em uma outra configuração preferencial o filme contém uma mistura de no mínimo dois polímeros compatíveis ou compatibilizados, e a proporção principal da orientação ocorre enquanto um está predominantemente em um  
20                   estado cristalino e o outro predominantemente em um estado fundido.