

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

(11) PI 0215028-0 B1



(22) Data de Depósito: 05/12/2002  
(45) Data da Concessão: 10/01/2012  
(RPI 2140)

(51) Int.Cl.:  
B29C 44/34  
B29B 9/06  
B29C 47/30  
B29C 47/86

---

(54) Título: DISPOSITIVO PARA A GRANULAÇÃO A QUENTE DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS.

(30) Prioridade Unionista: 20/12/2001 IT MI2001A002706

(73) Titular(es): Polimeri Europa S.p.A.

(72) Inventor(es): Alessandro Casalini

## “DISPOSITIVO PARA A GRANULAÇÃO A QUENTE DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS”

A presente invenção está relacionada a processo para produção de grânulos de polímeros termoplásticos expansíveis e ao equipamento apropriado para essa finalidade.

De modo mais específico, a presente invenção está relacionada a um processo para a produção de grânulos de polímeros vinilaromáticos expansíveis, por meio de extrusão, e ao equipamento apropriado para essa finalidade.

De modo ainda mais específico, a presente invenção se acha relacionada a um processo para a produção, por meio de extrusão, de grânulos de poliestireno expansível, e ao equipamento relacionado. Os grânulos de poliestireno expansível assim obtidos são de excelente qualidade na medida em que eles não são nem orientados nem tensionados, sendo portanto apropriados em particular para a preparação de produtos finais expandidos com uma estrutura celular interna homogênea.

É de conhecimento que os polímeros termoplásticos tal como o poliestireno podem ser expandidos pela incorporação de um agente de expansão no polímero, e aquecendo em seguida esse polímero até uma temperatura tal que permita que o agente de expansão se vaporize e forme a estrutura celular.

Para o poliestireno, os agentes de expansão conhecidos consistem de um hidrocarboneto líquido contendo de 4 a 6 átomos de carbono, um hidrocarboneto halogenado (Freon), dióxido de carbono ou água. A quantidade de agente de expansão varia em geral de 2 a 10% em peso.

Os polímeros expansíveis são produzidos usualmente na forma de contas ou grânulos os quais, devido à ação do calor, suprido por exemplo

por vapor d'água, são primeiro pré-expandidos até uma densidade desejada e, após envelhecimento, são sinterizados em moldes fechados para a obtenção de blocos ou artigos acabados.

As contas expansíveis podem ser obtidas por meio de um processo de polimerização em batelada em suspensão aquosa. Este processo fornece um produto de boa qualidade embora com as seguintes desvantagens:

- tamanho de partícula extremamente dispersado, com a necessidade de separar frações únicas por peneiramento e descarte das porções extremas;

10 - limitações significativas na produção de produtos especiais tais como artigos coloridos e/ou produtos contendo cargas ou aditivos heterogêneos, tais como agentes de nucleação, uma vez que esses aditivos poderão ser difíceis de incorporar ou eles poderão inibir a polimerização;

15 - outras limitações quanto ao uso do agente de expansão, o qual necessita ser dispersável e/ou solúvel na matriz polimérica, ou no uso de monômeros que precisam ser capazes de se polimerizarem em uma suspensão aquosa;

- dificuldade na redução do monômero de estireno residual para abaixo de 1000 ppm;

20 - problemas quanto ao meio ambiente devido a um consumo considerável de água que não pode ser facilmente descarregada e também devido à impossibilidade de reciclar o polímero expandido após o uso.

Os grânulos expansíveis podem ser preparados também de modo contínuo, pela adição do agente de expansão no polímero plastificado, em uma extrusora, com o subsequente corte a quente do polímero através dos furos de uma matriz, conforme descrito na GB-A-1062307 e na GB-A-1234639.

Esta tecnologia também apresenta desvantagens das quais as mais importantes se acham listadas abaixo:

- o grânulo cortado é fortemente orientado, tornando difícil a preparação do artigo expandido pela completa eliminação da tensão;

- caso o grânulo não seja resfriado corretamente, ele pode sofrer micro-expansões que podem influenciar a qualidade do produto final;

5 - o sistema de corte proporciona grânulos irregulares pelo fato de que a vazão na extrusora poderá variar como resultado de pequenas variações no funcionamento do aparelho, na densidade do polímero ou na vazão do agente de expansão;

10 - os canais de alimentação no molde não garantem uma temperatura uniforme no polímero, causando uma instabilidade na extrusão, uma vez que o polímero em contato com o metal se encontra a uma temperatura mais elevada que aquela do polímero no interior e, por conseguinte, possui uma maior fluidez.

15 O objeto da presente invenção é proporcionar um processo para a produção de polímeros termoplásticos, opcionalmente expansíveis, que supere as desvantagens acima mencionadas, e o qual forneça portanto grânulos que possuam dimensões muito limitadas e de excelente qualidade e homogeneidade. De um modo mais específico, esses grânulos não são nem orientados nem tensionados e a estrutura celular dos produtos expandidos 20 relativos é homogênea.

A Requerente verificou agora ser possível obter os objetivos acima por meio de um processo para a produção de grânulos de polímeros termoplásticos expansíveis através de extrusão, processo esse que compreende:

25 i) levar o polímero termoplástico a uma temperatura mais elevada que seu ponto de fusão, em uma extrusora de um único ou de múltiplos parafusos;

ii) incorporar pelo menos um agente de expansão no polímero em um estado de fusão;

iii) granular o polímero assim obtido em um dispositivo para a granulação a quente dos polímeros termoplásticos e que compreende:

- uma matriz, posicionada na cabeça da extrusora, a qual consiste de um corpo cilíndrico contendo na superfície externa uma série de pequenas placas, equipadas com uma série de furos de extrusão, e uma pluralidade de dutos de alimentação do polímero fundido, situados no interior do corpo cilíndrico em correspondência com e conectados às pequenas placas perfuradas, revestidos com um material que possui uma elevada condutividade térmica;

10 - uma câmara de corte que compreende um conjunto de bocais de pulverização que criam um jato de gotas de um líquido de regulagem termostática, usado para resfriar e remover os grânulos cortados, nebulizados e pulverizados de encontro à matriz;

15 - um sistema de corte que compreende uma placa de corte, firmemente fixada a um eixo rotativo, que suporta um conjunto de facas dispostas de tal modo que o perfil de corte da faca é radial em relação à superfície da matriz que faceia o dito sistema de corte;

iv) recozer os grânulos assim obtidos pelo aquecimento a uma temperatura mais elevada ou igual à temperatura de transição vítreia (Tg);

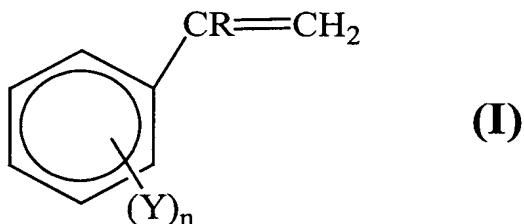
20 v) resfriar os grânulos recozidos até a temperatura ambiente.

De acordo com a presente invenção, o polímero é alimentado a uma extrusora, como por exemplo a uma extrusora com um único parafuso ou com duplo parafuso equipada com uma tremonha de alimentação e um ponto para injeção do agente de expansão, e levado ao estado de fusão após aquecimento até uma temperatura de pelo menos 50°C acima da temperatura de transição vítreia (Tg) ou do ponto de amolecimento da composição polimérica contendo o agente de expansão, como por exemplo, de 100 a 200°C. O polímero pode consistir, ao menos parcialmente, por exemplo, de até 30% em peso de produto reciclado ou de rejeito de processamentos

anteriores.

Qualquer polímero termoplástico pode ser utilizado no processo objeto da presente invenção. Os exemplos típicos são poliolefinas, (co)polímeros de condensação tais como policarbonatos e poliésteres, 5 polímeros (met)acrílicos, polímeros de engenharia, borrachas termoplásticas e polímeros que derivam de monômeros vinilaromáticos.

O termo “monômero vinilaromático”, conforme usado na presente descrição e nas reivindicações, se refere essencialmente a um produto que corresponde à seguinte fórmula geral:



10 onde R é um hidrogênio ou grupo metila, n é zero ou um número inteiro que varia de 1 a 5 e Y é um halogênio, tal como cloro ou bromo, ou um radical alquila ou alcóxi que possui de 1 a 4 átomos de carbono.

Os exemplos de monômeros vinilaromáticos que possuem a fórmula geral acima são: estireno, alfa-metilestireno, metilestireno, 15 etilestireno, butilestireno, dimetilestireno, mono-, di-, tri-, tetra- e penta-cloroestireno, bromo-estireno, metoxiestireno, acetoxiestireno, etc. Os monômeros vinilaromáticos preferidos são o estireno e o alfa-metilestireno.

Os monômeros vinilaromáticos que possuem a fórmula geral (I) podem ser usados sozinhos ou em uma mistura de até 50% em peso com 20 outros monômeros copolimerizáveis. Os exemplos desses monômeros são ácido (met)acrílico, alquil C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> ésteres de ácido (met)acrílico, tais como metil acrilato, metil metacrilato, etil acrilato, etil metacrilato, isopropil acrilato, butil acrilato, amidas e nitrilas de ácido (met)acrílico tais como acrilamida, metacrilamida, acrilonitrila, metacrilonitrila, butadieno, etileno, 25 divinil benzeno, anidrido maleico, etc. Os monômeros copolimerizáveis

preferidos são a acrilonitrila e o metilmetacrilato.

Os exemplos típicos de polímeros termoplásticos que podem ser granulados com o presente dispositivo são o poliestireno (PS), poliestireno de alto impacto (HIPS), polietileno (PE), polipropileno, as ligas relativas 5 PS/PE (ou HIPS/PE), SAN, ABS, polimetilmelacrilato, poliéteres tais como polifenileno-éter (PPO), policarbonato de Bisfenol-A, as ligas relativas, copolímeros de estireno-butadieno e, de um modo geral, as borrachas termoplásticas contendo estireno.

Um agente de expansão, selecionado de hidrocarbonetos 10 alifáticos C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>, freon, dióxido de carbono, água ou de uma combinação desses agentes de expansão, é adicionado aos polímeros acima em uma quantidade que varia de 1 a 10% em peso. Esses agentes podem ser incorporados no polímero diretamente na extrusora ou também em um misturador estático.

15 Em casos particulares, como quando por exemplo o agente de expansão é o CO<sub>2</sub>, com a finalidade de facilitar a sua retenção, os polímeros podem incorporar aditivos capazes de formar ligações, tanto fracas (como por exemplo, pontes de hidrogênio) como fortes (como por exemplo, por meio de adutores ácido-base) com o agente de expansão. Os exemplos desses aditivos 20 são metil álcool, isopropil álcool, dioctil ftalato e dimetil carbonato.

O polímero básico poderá conter também outros aditivos usados habitualmente em processos de granulação tradicionais, tais como corantes, estabilizantes, agentes de nucleação, agentes para resistência a choques, cargas minerais inertes para reforço tais como fibras curtas, mica, 25 talco, sílica, alumina, etc., ou cargas de materiais atêrmicos tais como grafite, negro de fumo e dióxido de titânio.

Na fase de granulação, a câmara de corte se encontra de preferência sob pressão, para eliminar quaisquer riscos de uma pré-expansão dos grânulos. As pressões variando de 0,11 a 10 MPa são aquelas adotadas

em geral. Essa pressão é então mantida também na etapa subsequente de recozimento.

No final da granulação o polímero é recozido em um reator tubular. Em particular, os grânulos que são recolhidos pelo fundo da câmara de corte e, juntamente com o fluido regulador termostático, são descarregados e mais água ou outro líquido de regulagem termostática é então adicionado, sendo eles levados para a seção de recozimento que compreende pelo menos um reator tubular. Uma temperatura igual ou mais elevada que a Tg é mantida no interior do reator tubular e os grânulos permanecem nessa temperatura durante pelo menos 30 minutos, em geral por um período de tempo que varia de 30 a 600 minutos.

Ao final do período de recozimento os grânulos são levados à pressão atmosférica enquanto são lentamente resfriados até a temperatura ambiente, filtrados, secos, peneirados e finalmente armazenados.

Um outro objetivo da presente invenção está relacionado ao dispositivo para a granulação descrito no parágrafo (iii) acima, juntamente com a extrusora e o reator de recozimento.

No dispositivo para granulação a matriz é capaz de assegurar elevadas vazões do polímero no estado de fusão e conduzir um fluxo térmico uniforme para a borda livre do duto para deste modo evitar o resfriamento do polímero propriamente dito na parte central do duto. Isto garante uma vazão uniforme na extrusora e por conseguinte um tamanho de grânulo homogêneo.

Com a finalidade de obter esse resultado, o corpo da matriz é regulado termostaticamente e mantido a uma temperatura próxima ou mais alta que o ponto de amolecimento do polímero. A regulagem termostática pode ser obtida por quaisquer meios conhecidos neste campo, como por exemplo por meio de resistências elétricas ou através da recirculação de um fluido quente em canais apropriados situados no corpo da matriz.

Os dutos de alimentação do polímero podem ser, por exemplo,

dispostos em direções paralelas uns aos outros e ao eixo da matriz (coincidindo substancialmente com o eixo rotativo do sistema de corte), e são revestidos com um metal que possui uma condutividade térmica mais elevada que 40 W/mK, sendo de preferência mais elevada que 100 W/mK. Os 5 exemplos desses metais são cobre, prata e ouro.

Os dutos de alimentação levam o polímero a ser granulado através de pequenas placas perfuradas caracterizadas por numerosos furos que variam em relação à vazão a ser obtida. Esse número pode ser maior que ou igual a 1, como por exemplo, de 4 a 10. O diâmetro dos furos vai depender do 10 tipo e do diâmetro do grânulo a ser preparado e é maior que 0,2 mm, variando tipicamente de 0,2 a 5 mm, sendo mais preferido de 0,3 a 1,5 mm, e ainda mais preferido de 0,4 a 1 mm.

De acordo com uma forma de realização alternativa da presente invenção, a pequenas placas podem ser eliminadas e os furos de 15 extrusão dispostos diretamente na matriz em correspondência com cada um dos dutos de alimentação do polímero fundido.

No interior da câmara de corte o polímero é granulado pelo sistema de corte e resfriado por meio de um jato de gotículas do líquido de regulagem termostática, que é nebulizado e pulverizado de encontro à matriz, 20 formando ali uma névoa. Esse líquido consiste em geral de água ou glicerina, etileno glicol, óleo mineral, óleo de silício, etc., ou de misturas dos mesmos, e é mantido a uma temperatura que varia de 10°C até o ponto de amolecimento do polímero.

A fase de granulação do polímero expansível pode ser ainda 25 mais facilitada com o uso de aditivos anti-adherência a serem dosados no líquido de regulagem termostática, tanto de forma contínua como em bateladas, antes da formação do jato de gotículas. Esses aditivos facilitam a liberação das contas das facas na medida em que elas formam uma camada muito fina no metal, evitando uma incrustação gradual das lâminas e

assegurando desse modo um corte perfeito também para operações prolongadas.

Os agentes anti-adherência preferidos de acordo com a presente invenção são polisiloxanos tais como os polidimetilsiloxanos solúveis ou emulsificáveis em água. A quantidade de polisiloxano a ser adicionado ao líquido de regulagem termostática antes da nebulização é maior que 1 ppm, sendo mais preferido de 1 a 1000 ppm, e ainda mais preferido de 10 a 100 ppm.

O líquido de regulagem termostática é pulverizado de encontro à matriz por meio de bocais de pulverização dispostos, por exemplo, em uma posição ortogonal e/ou tangencial à matriz ou fixados às facas. Os bocais de pulverização ficam dispostos, de preferência, por trás do disco fixador das lâminas, de tal modo que a superfície projetada pelas facas regula o fluxo das gotículas na matriz pela geometria das facas propriamente ditas e/ou pela razão de rotação do disco fixador das lâminas e/ou das gotas pulverizadas.

O líquido de regulagem termostática é recolhido no fundo da câmara de corte, juntamente com os grânulos cortados, sendo descarregados e levados para o tratamento de recozimento subsequente.

O sistema de corte consiste essencialmente de uma placa na qual duas ou mais facas são fixadas. O número e as dimensões das facas podem variar em relação ao número e ao diâmetro dos dutos da matriz ou do tipo de polímero a ser granulado, isto é, se ele é um polímero com alta ou com baixa viscosidade. De um modo geral, um número de facas maior que ou igual a 1, sendo de preferência variando de 2 a 40, é usado.

As facas são em geral de conformação vertical uma vez que isto garante um desgaste uniforme e as facas podem ser curvadas sem quebrar, o que facilita de modo considerável as múltiplas operações de partida do equipamento. Além disso, as facas com a conformação vertical, dispostas radialmente, não somente possuem a finalidade de cortar efetivamente o

polímero mas também repartir o fluxo do líquido de regulagem termostática nebulizado de encontro à matriz, tornando o mesmo intermitente e uniforme.

As facas operam com uma pressão constante devido à compressão de encontro à matriz mantida por meio de um sistema de posicionamento específico, tal como aquele descrito, por exemplo, no Pedido de Patente Europeu 266.673. O sistema de posicionamento permite que uma pressão ótima seja exercida, a qual é suficientemente elevada para garantir um corte homogêneo dos grânulos, evitando deste modo a formação de aglomerados, embora não excessiva com a finalidade de limitar o desgaste das facas e da matriz.

Isto assegura uma constância qualitativa dos grânulos no que diz respeito às dimensões e à temperatura (uma pressão constante torna a troca térmica do polímero fundido com o ambiente circundante muito mais uniforme e constante). É de conhecimento na realidade que a pressão do polímero na matriz se altera em relação à heterogeneidade do produto na alimentação, em relação a ambos, ao peso molecular e à dispersão dos aditivos tais como anti-oxidantes, ceras, corantes, cargas inertes, agentes de expansão, etc.

O processo e o dispositivo para a produção de grânulos de polímeros termoplásticos expansíveis, objeto da presente invenção, podem ser melhor compreendidos tendo como referência os desenhos das figuras incluídas que representam uma forma de realização ilustrativa mas não limitante dos mesmos, onde:

- a Figura 1 representa um esquema em blocos do ciclo de granulação de um polímero tal como o poliestireno; ao passo que as outras figuras representam:

- a Figura 2 é uma seção em corte plana da matriz;
- a Figura 3 é uma seção em corte plana da câmara de corte;
- a Figura 4 é uma vista simplificada da seção posterior do

disco fixador das lâminas.

Tomando como referência a Figura 1, os grânulos de poliestireno são alimentados, através da tremonha (1), para uma extrusora com parafuso (2) do tipo conhecido para plastificação a quente de poliestireno, que conduz o polímero sob pressão para a cabeça ou matriz de extrusão (111).

O agente de expansão é alimentado à extrusora (2) através de uma linha de injeção (4), por meio de uma bomba (5). A parte final da extrusora (2) é conformada de modo apropriado para a mistura requerida necessária para assegurar uma perfeita distribuição do agente de expansão no poliestireno.

O polímero contendo o agente de expansão é extrusado através dos furos da matriz (111) e cortado pelas facas (215).

O polímero, cortado em grânulos, entra na câmara de corte (118) que circunda a matriz e na qual água e o aditivo anti-adherência são pulverizados a uma pressão acima de 0,2 MPa e a uma temperatura que varia da Tg até a Tg + 20°C do polímero.

Um trocador de calor (9) mantém a água que entra na câmara (118) na temperatura requerida, enquanto um dispositivo específico (10) mantém uma pressão constante das facas (215) de encontro à matriz (111).

Os grânulos são transportados pela corrente de água para a parte superior de uma torre de acumulação (11) e em seguida para o reator tubular de recozimento (12). O excesso de água passa através do filtro (13) da torre de acumulação e, por meio de uma bomba (14), chega ao trocador (9) sendo assim reciclado para a câmara de corte (118).

O poliestireno é mantido a uma pressão acima de 0,2 MPa, tanto na torre de acumulação como no reator tubular (12), sendo a temperatura no reator tubular mantida também em um valor igual ou acima da Tg do produto.

O reator tubular (12), regulado termostaticamente, consiste de um tubo que possui um comprimento de vários metros, que dependem do diâmetro do tubo e do tempo de residência, o qual deverá ser de pelo menos 30 minutos.

5 Os grânulos e a água são então resfriados pela sua descarga em uma corrente de água antes de entrarem na centrífuga (15). A descarga em uma corrente de água ocorre em um tubo (20), de poucos metros de comprimento, de tal modo que a queda de pressão durante o percurso diminui a pressão de acima de 0,2 MPa para 0,1 MPa (valor atmosférico).

10 A vazão da água de resfriamento, levada pela bomba (17), é regulada pela válvula (16) de modo a manter uma temperatura constante variando de 30 a 35°C.

15 O polímero é então separado da água e seco pela centrífuga (15). A água é filtrada para remover quaisquer possíveis grânulos e reciclada pela bomba (18) para a câmara de corte. Os grânulos secos são recolhidos no recipiente de armazenagem (19) e levados para os processos subseqüentes de acabamento (como por exemplo, a deposição de um revestimento).

20 As Figuras 2-4 remanescentes ilustram com maiores detalhes o dispositivo de granulação. Em particular, a Figura 2 mostra um seção em corte plana da matriz (111) que consiste substancialmente do corpo cilíndrico (112) dentro do qual se encontram os dutos (113), revestidos com um material que possui uma alta condutividade térmica (114), para a alimentação do polímero fundido (115). Os dutos (113) se estendem para fora através das pequenas placas perfuradas (116).

25 As resistências elétricas (117) mantêm o corpo cilíndrico da matriz sob uma temperatura correta.

A Figura 3 mostra uma seção em corte plana da câmara de corte (118) associada com o correspondente sistema de corte (119). A câmara de corte comprehende substancialmente um recipiente (210) que se casa com a

matriz (111), equipado com uma saída (211) da qual a mistura (212) dos grânulos misturados com o líquido de regulagem termostática é recuperada. O sistema de corte compreende um eixo do disco fixador das lâminas (213), que faceia a matriz (111), fixado firmemente a um eixo de rotação (214). As facas (215) com as bordas de corte verticais (216), que ficam dispostas radialmente em relação à matriz (111), são fixadas ao disco fixador das lâminas. Os bocais hidráulicos (217), fixados na parte posterior do recipiente (210), ficam situados por trás do disco fixador das lâminas e os quais, alimentados por uma bomba de alta pressão, não ilustrada na Figura, nebulizam o líquido de regulagem termostática e pulverizam o mesmo de encontro à matriz na forma de gotas ou micro-gotas.

A Figura 4 ilustra uma vista simplificada de uma seção posterior do disco fixador das lâminas (213) no qual se acham dispostas, somente para finalidade ilustrativa, oito facas (215) com as bordas de corte posicionadas radialmente.

Alguns exemplos ilustrativos mas não limitantes se acham proporcionados aqui abaixo para uma melhor compreensão da presente invenção e para sua forma de realização.

#### EXEMPLO 1

É feita referência à Figura 1. Um poliestireno possuindo uma MFI de 8 g/10' (a 200°C/5 kg) é alimentado à extrusora (2) através da tremonha (1). Uma mistura de n-pentano/i-pentano, 70/30 em peso, é adicionada por meio da bomba (5) e da linha (4) ao polímero fundido, em uma quantidade de cerca de 6% em peso.

O polímero expansível é extrusado a cerca de 170°C através da matriz (111), equipada com dutos revestidos com cobre e furos possuindo um diâmetro de 0,5 mm, e cortado pelas facas (215). São obtidos grânulos esféricos possuindo um diâmetro médio de 1 mm, com uma distribuição muito estreita (98% variando de 0,9 a 1,1 mm).

A matriz (111) se estende para dentro da câmara de corte na

qual a água é nebulizada a 0,3 MPa e a uma temperatura de 60°C, formando uma névoa na câmara propriamente dita.

Os grânulos são então recolhidos na torre de cumulação (11), conduzidos para o reator tubular (12) e recozidos ali a 60°C durante 120', com 5 uma pressão de 0,3 MPa mantida por todo o equipamento. Os grânulos são em seguida conduzidos por dentro de um tubo (20) que possui um comprimento de 30 m, com água a 20°C. A pressão diminui de 0,3 para 0,1 MPa devido à queda de pressão ao longo do tubo.

O produto final é então enviado para a centrífuga (15) para 10 eliminação da água e depois recolhido no recipiente (19).

0,2% em peso de uma mistura de mono-digliceril estearato e 0,1% de estearato de zinco são em seguida adicionados aos grânulos os quais são então expandidos com vapor a 100°C por 3 tempos de contato de 1, 2 e 3 minutos. As densidades das respectivas amostras estão indicadas na Tabela 1.

15 As contas expandidas para 15 g/l possuem uma estrutura celular uniforme, com células fechadas e com um diâmetro de cerca de 60 µm. As contas expandidas foram então moldadas na forma de blocos com dimensões de 1000 x 1080 x 600 mm, após 24 horas de envelhecimento a uma pressão de vapor de 0,04 MPa para avaliar o tempo de resfriamento, 20 encolhimento e fusão, estando os resultados indicados na Tabela 2, e a condutividade térmica a 23°C (39 mW/mk a uma densidade de 14 g/l). Uma parte das contas expandidas é expandida uma segunda vez para uma redução adicional da densidade para 7,8 g/l.

#### EXEMPLO 2 (Comparativo)

25 É usado o mesmo procedimento como no Exemplo 1 mas com a diferença de que a água é nebulizada na câmara de corte a 0,1 MPa. Os grânulos assim obtidos são parcialmente expandidos.

#### EXEMPLO 3 (Comparativo)

É usado o mesmo procedimento como no Exemplo 1,

passando os grânulos diretamente da câmara de corte para o tubo (20) para resfriamento. Os grânulos assim obtidos, uma vez expandidos para 15 g/l, possuem uma estrutura celular não-uniforme com uma corona externa de células possuindo um diâmetro de cerca de 60  $\mu\text{m}$  e uma parte interna com 5 células maiores possuindo um diâmetro variando de 60 a 150  $\mu\text{m}$ .

#### EXEMPLO 4

É usado o mesmo procedimento como no Exemplo 1, adicionando 1% em peso de dióxido de titânio, possuindo um diâmetro de 0,2  $\mu\text{m}$ , ao poliestireno. As contas expandidas possuem uma estrutura celular 10 uniforme, com um diâmetro de cerca de 55  $\mu\text{m}$ . A condutividade térmica é de 36,7 mW/mk (densidade de 14 g/l).

#### EXEMPLO 5

É usado o mesmo procedimento como no Exemplo 1, alimentando entretanto um copolímero de estireno-acrilonitrila possuindo um 15 conteúdo de 33% de acrilonitrila e uma MFI de 20 g/10' (220°C/10 kg).

É adicionado dióxido de carbono líquido ao polímero fundido, por meio de uma bomba (5) e uma linha (4), em uma quantidade de cerca de 6% em peso. A câmara de corte, diferente do Exemplo 1, é mantida a uma pressão de 8 MPa.

20 Uma pressão de 2 MPa é mantida tanto na torre de acumulação como no reator tubular.

A expansão dos grânulos assim obtidos é levada a efeito com vapor a 103°C.

#### EXEMPLO 6

25 É usado o mesmo procedimento como no Exemplo 5, adicionando dióxido de carbono líquido, por meio de uma bomba (5) e uma linha (4), em uma quantidade de cerca de 6% em peso, e isopropil álcool em uma quantidade de cerca de 2% em peso. A expansão dos grânulos assim obtidos é levada a efeito com vapor a 103°C.

TABELA 1

	Tempo de vaporização (min.)	densidade (g/l)
EXEMPLO 1	1	20,5
	2	17,2
	3	15,5
EXEMPLO 4	1	19,5
	2	15,6
	3	14,2
EXEMPLO 5	1	75
	2	24
	3	18
EXEMPLO 6	1	60
	2	20
	3	15

TABELA 2

EXEMPLO 1		
Densidade (g/l)	16,5	7,8
Tempo de resfriamento	30'	2' 3"
Encolhimento (mm)	-7	-5
Fusão (%)	15	20
EXEMPLO 4		
Densidade (g/l)	15	8,3
Tempo de resfriamento	25'	2' 3"
Encolhimento (mm)	-2	-3
Fusão (%)	85	35

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para a granulação a quente de polímeros termoplásticos, opcionalmente expansíveis, caracterizado pelo fato de que compreende:

5           a) uma extrusora de parafuso único ou de múltiplos parafusos (2);

10          b) uma matriz (111), posicionada na cabeça da extrusora (2), que consiste de um corpo cilíndrico contendo na superfície externa uma série de pequenas placas, equipadas com uma série de furos de extrusão, e uma série de dutos (113) de alimentação do polímero fundido (115), situados dentro do corpo cilíndrico, em correspondência com e conectados às placas pequenas perfuradas (117), revestidos com um material que possui uma alta condutividade térmica (114);

15          c) uma câmara de corte (118) compreendendo um conjunto de bocais de pulverização que criam um jato de gotas de um líquido de regulagem termostática, usado para resfriar e remover os grânulos cortados, nebulizados e pulverizados de encontro à matriz (111);

20          d) um sistema de corte compreendendo uma placa de corte, fixada firmemente a um eixo rotativo, suportando um conjunto de facas (215) dispostas de tal modo que o perfil de corte da faca fica radial em relação à superfície da matriz (111) que faceia o dito sistema de corte;

25          e) um reator tubular de recozimento (12) possuindo um comprimento tal que garanta tempos de residência de pelo menos 30 minutos.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o corpo da matriz (111) é regulado termostaticamente e mantido a uma temperatura próxima a ou mais alta que o ponto de amolecimento do polímero.

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que os dutos (113) de alimentação do polímero

fundido (115) são revestidos com um metal que possui uma condutividade térmica (114) mais alta que 40 W/mK.

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que os dutos (113) de alimentação conduzem o polímero (115) a ser granulado através das placas pequenas perfuradas (116) com um número de furos maior que ou igual a 1.

5. Dispositivo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que os furos possuem um diâmetro maior que 0,2 mm.

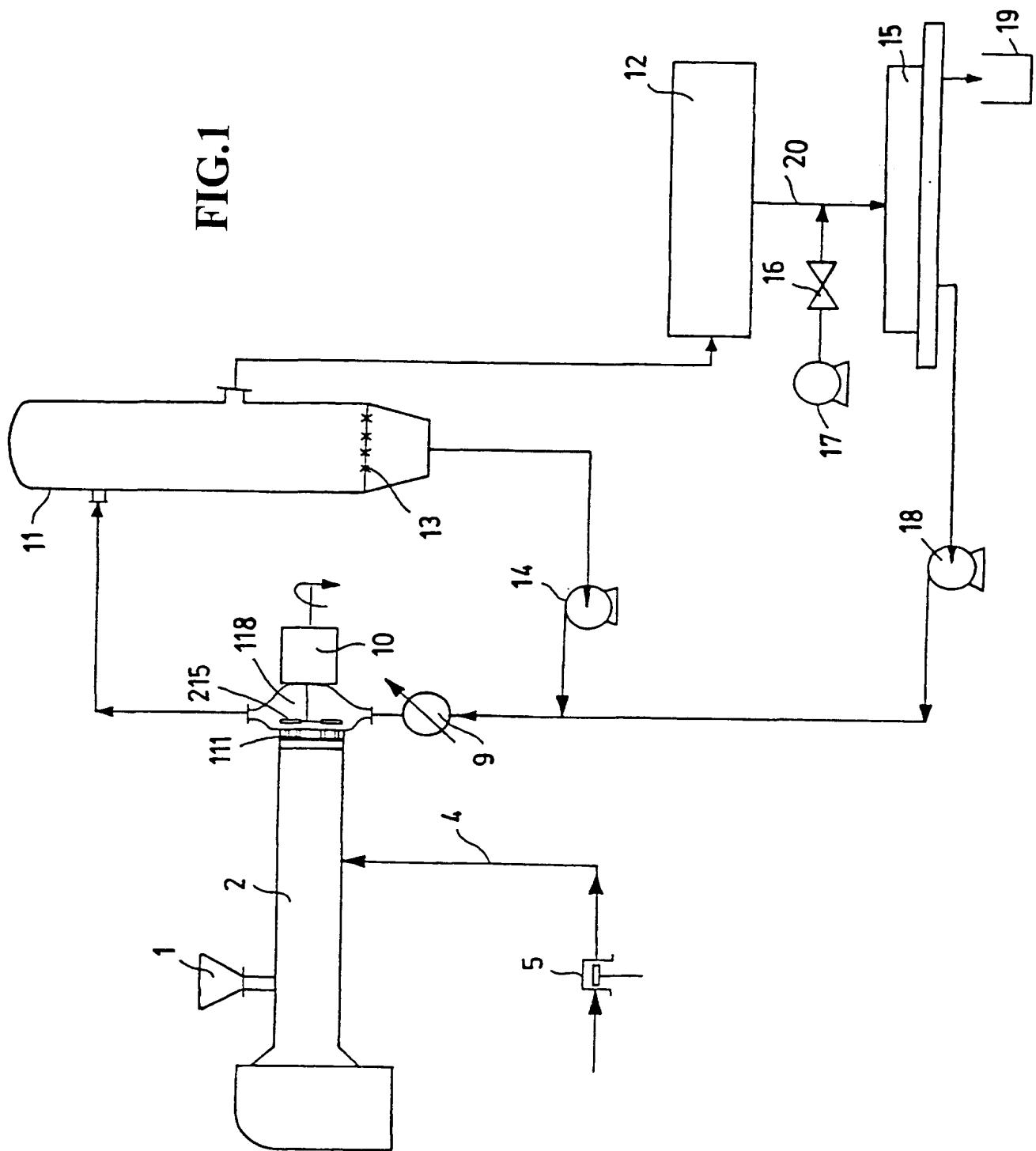
6. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os furos de extrusão ficam situados diretamente na matriz (111) em correspondência com cada um dos dutos (113) de alimentação do polímero fundido (115).

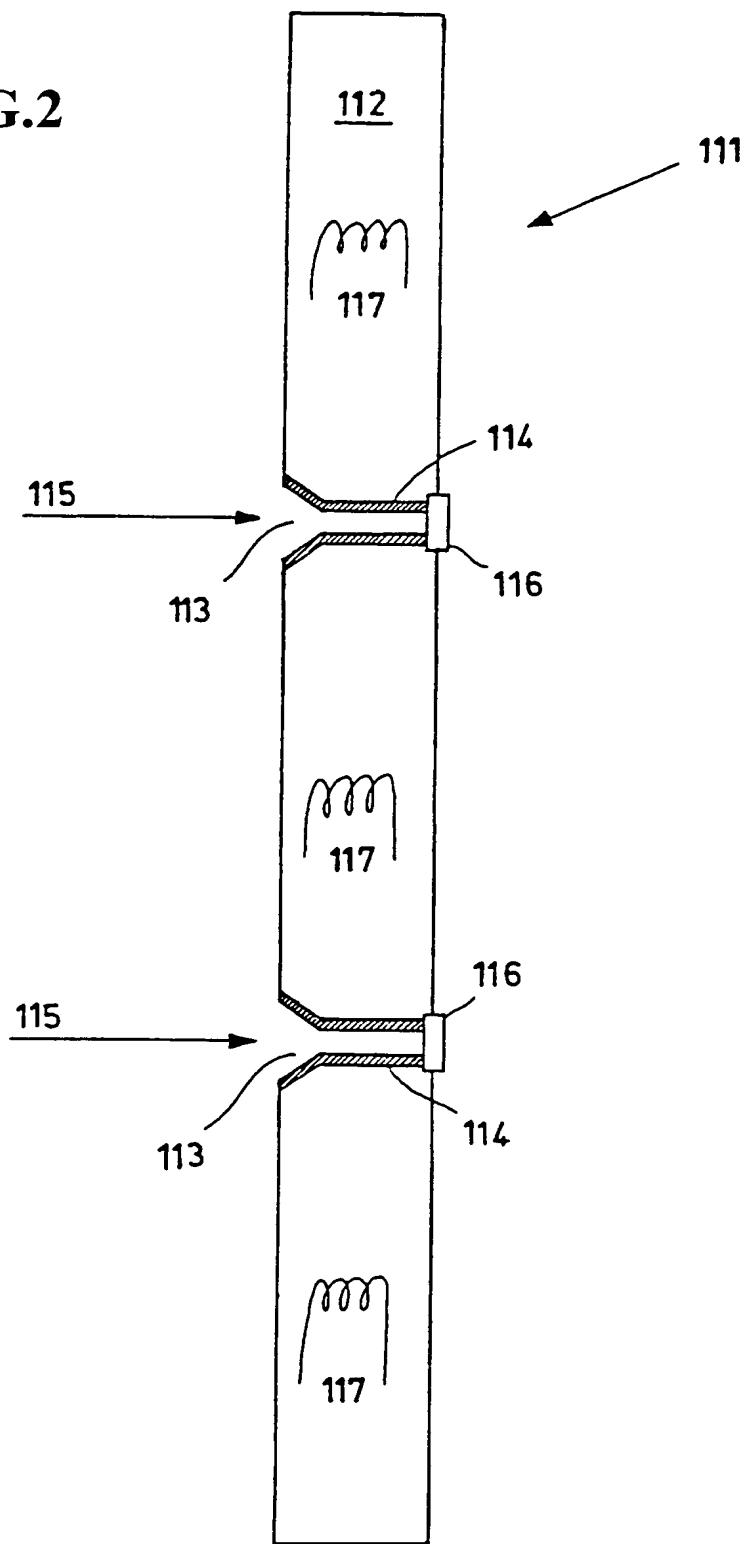
7. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o líquido de regulagem termostática é selecionado de água à qual agentes anti-adereça são opcionalmente adicionados, e glicerina, óleo mineral ou óleo de silício.

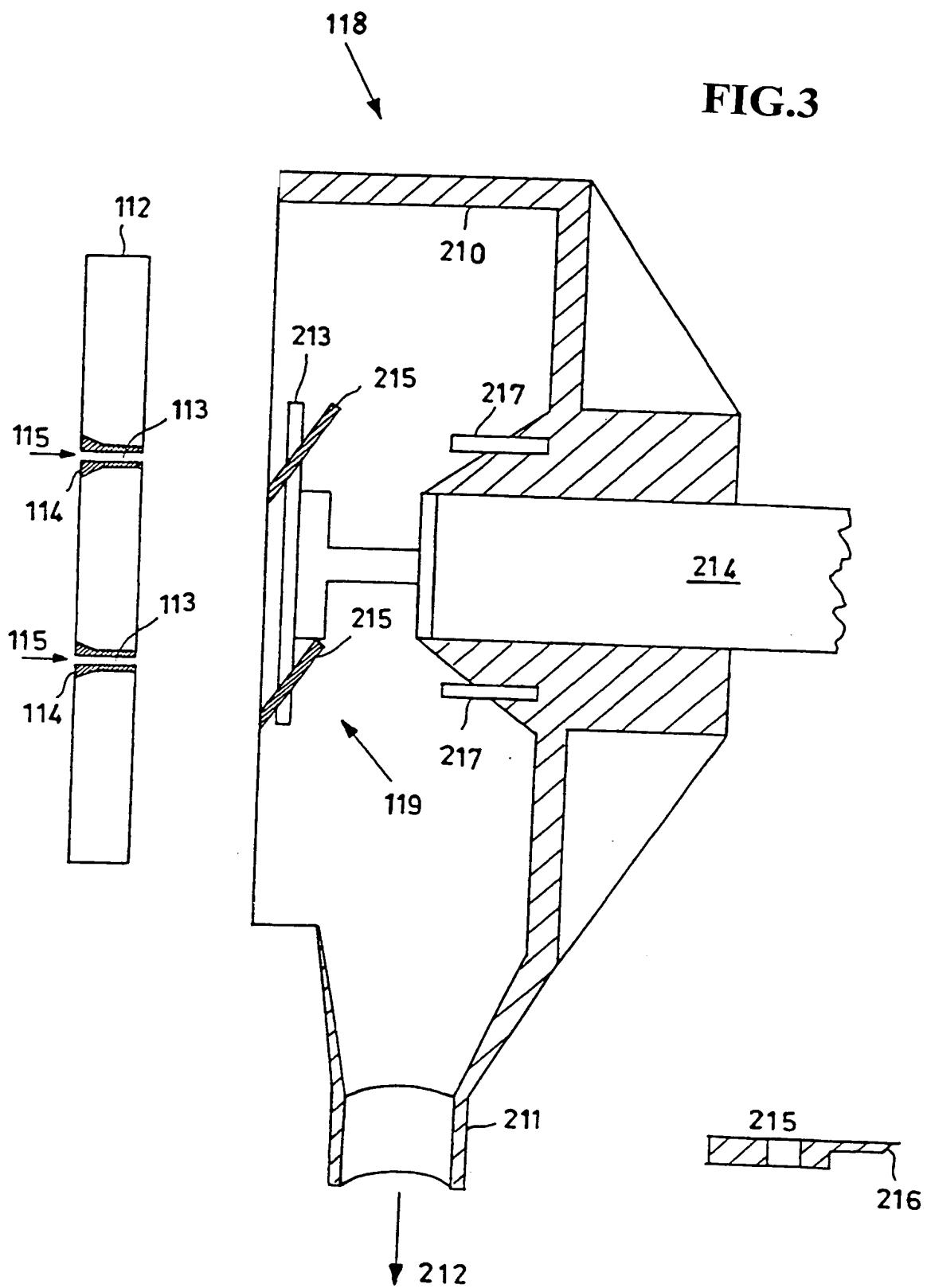
8. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os bocais (117) são dispostos em uma posição ortogonal e/ou tangencial em relação à matriz (111) ou são fixados às facas (215).

20 9. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que o número de facas (215) é maior que ou igual a 1 e com uma borda de corte que é radial em relação à matriz (111).

FIG. 1



**FIG.2**

**FIG.3**

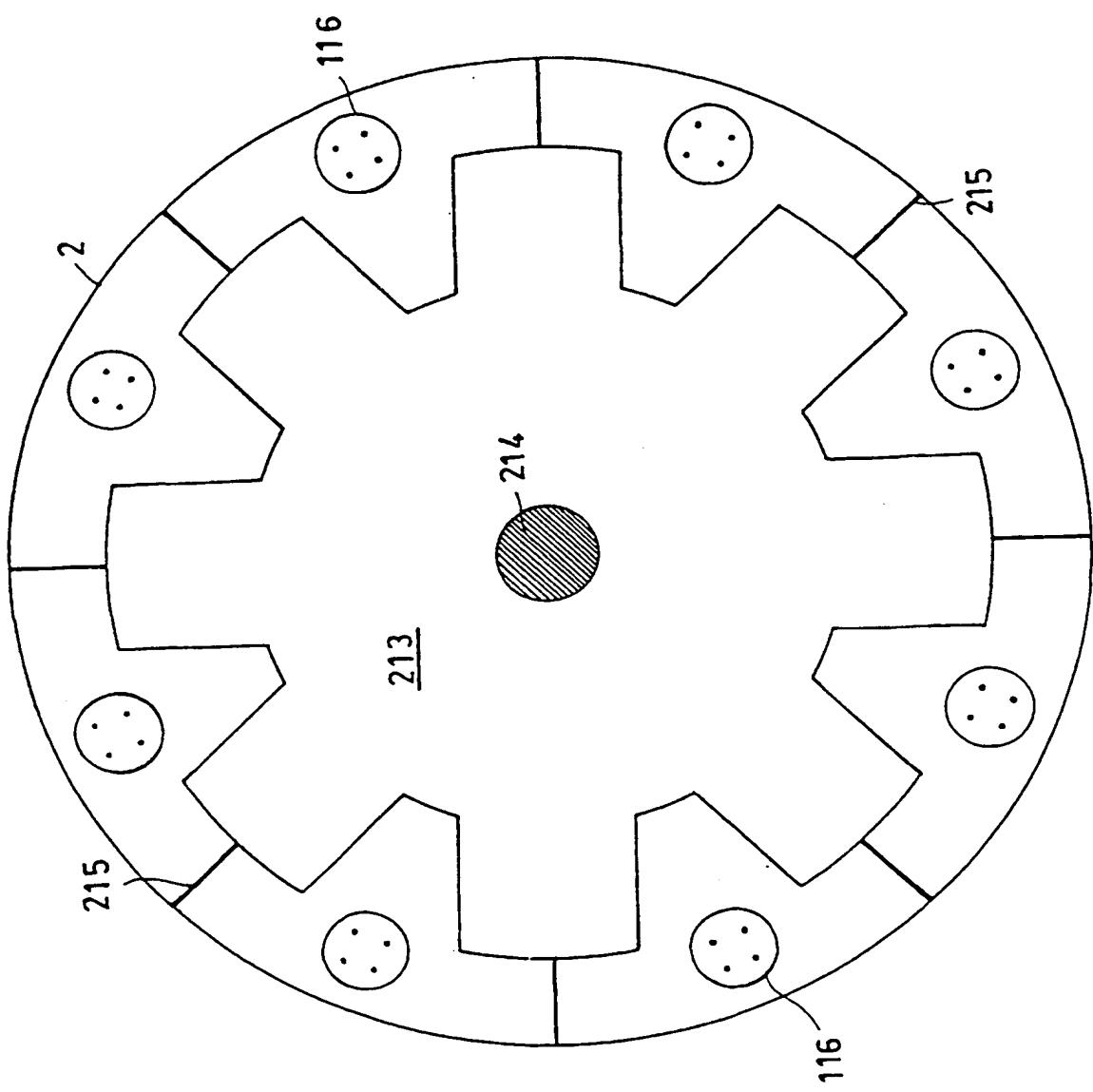


FIG.4

RESUMO**“DISPOSITIVO PARA A GRANULAÇÃO A QUENTE DE POLÍMEROS TERMOPLÁSTICOS”**

A presente invenção está relacionada a um dispositivo para a granulação a quente de polímeros termoplásticos, opcionalmente expansíveis, que compreende: i) uma extrusora de parafuso único ou de múltiplos parafusos (2); ii) uma matriz (11), posicionada na cabeça da extrusora (2); iii) uma câmara de corte (118) que compreende um conjunto de bocais de pulverização; iv) um sistema de corte compreendendo uma placa de corte, firmemente fixada a um eixo rotativo; e v) um reator tubular de recozimento (12).