

**(11) Número de Publicação: PT 83040 B**

**(51) Classificação Internacional: (Ed. 5)**  
**B29C067/20 A**

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

<b>(22) Data de depósito:</b> 1986.07.23	<b>(73) Titular(es):</b> SEKISUI KASEIHIN KOGYO KABUSHIKI KAISHA NO.25,MINAMI KYOBATE-CHOM 1-CHOME NARA-SHI, NARA JP
<b>(30) Prioridade:</b> 1985.07.24 JP 60/163564 1985.09.05 JP 60/196746	
<b>(43) Data de publicação do pedido:</b> 1987.01.26	<b>(72) Inventor(es):</b> HIROMU FUJISAKI JP MOTOSHIGE HAYASHI JP MOTOKAZU YOSHII JP
<b>(45) Data e BPI da concessão:</b> 08/94 1994.08.22	
	<b>(74) Mandatário(s):</b> ANTÓNIO LUÍS LOPES VIEIRA DE SAMPAIO RUA DE MIGUEL LUPI 16 R/C 1200 LISBOA PT

**(54) Epígrafe: PROCESSO E APARELHO PARA A PRODUÇÃO DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO DE ESPUMA**

**(57) Resumo:**

[Fig.]

2.4083.040



## SEKISUI KASEIHIN KOGYO KABUSHIKI KAISHA

### "PROCESSO E APARELHO PARA A PRODUÇÃO DE MATERIAL TERMOPLÁSTICO DE ESPUMA"

#### FUNDAMENTO DA INVENÇÃO

##### Campo da invenção

A presente invenção refere-se a um processo e a um aparelho para a produção de materiais termoplásticos de espuma mediante mistura homogénea de termoplásticos com um agente de formação de espuma e outros aditivos desejados e extrusão contínua da mistura.

##### Descrição da técnica anterior

Há vários processos para a produção de materiais termoplásticos de espuma e são conhecidas máquinas de extrusão ou extrusores de uso muito difundido para este fim. A produção de materiais termoplásticos de espuma usando um extrusor é vantajosa na prática pelo facto de, depois de se ter misturado de maneira homogénea um termoplástico com um agente de formação de espuma ou outro aditivo sob pressão, a mistura é extrudida a baixa pressão para fabricar de maneira contínua materiais termoplásticos de espuma com as formas desejadas, por exemplo folhas ou placas.

Porém, no processo de fabrico atrás referido, tem sido dada importância ao facto de que o agente de formação de espuma ou outro aditivo deve ser misturado de maneira homogénea com o termoplástico fundido e a mistura extrudida, depois de a composição de plástico fundido, contendo o agente de formação da espuma, ter sido arrefecida uniformemente e o suficiente para ser



apropriada para a formação da espuma.

Por conseguinte, têm sido propostos vários processos e aparelhos para misturar de maneira homogénea um termoplástico com um agente de formação de espuma ou similar e arrefecer uniformemente a composição do plástico que contém o agente de formação da espuma. A patente de invenção norte-americana Nº 3.751.377 descreve um processo e um aparelho em que se instala um misturador estático a seguir ao extrusor, com um parafuso para misturar o plástico fundido com um agente de formação da espuma e arrefecer uniformemente a mistura até uma temperatura adequada para a formação da espuma. Embora esta disposição tenha, até certo ponto, dado bons resultados na produção de materiais de espuma espessos, de grandes dimensões e de baixa densidade, apresenta inconvenientes pelo facto de a velocidade de extrusão ser baixa devido ao facto de ser grande a resistência ao escoamento do plástico para o misturador estático, de este ser parcialmente deformado ou danificado, particularmente quando for arrefecido do exterior e as características de dispersão do agente de formação da espuma misturado serem insuficientes.

Foram feitas tentativas para remediar estes inconvenientes. Como se divulga na patente de invenção norte-americana Nº 4 454 087, instalaram-se a seguir ao extrusor, simultaneamente, um arrefecedor misturador rotativo e um misturador de zigue-zague, como tipo de misturador estático. Embora neste processo se evite a deformação do misturador de zigue-zague, visto que ele não é arrefecido, continua a existir o desejo de fabricar outros materiais de espuma de baixa densidade e aqueles em que se assegure uma maior homogeneidade da dispersão de um aditivo.



Por outro lado, a patente de invenção norte-americana Nº 4 419 014 descreve um processo para misturar de maneira homogénea plásticos fundidos, borracha e similares com outros aditivos, de acordo com o qual um extrusor-misturador está equipado com um misturador de transferência de cavidades directamente acoplado à extremidade dianteira do parafuso contido no extrusor.

A presente requerente concebeu a aplicação do misturador de transferência de cavidades usado no referido extrusor-misturador para fabricar materiais termoplásticos de espuma e verificou que podem fabricar-se materiais termoplásticos de espuma mais aperfeiçoados introduzindo o misturador de transferência de cavidades no processo de extrusão convencional.

#### SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se à solução dos problemas até aqui postos no fabrico de materiais termoplásticos de espuma com base no conhecimento da técnica referida anteriormente. Segundo a presente invenção, em um processo e aparelho para a produção de materiais termoplásticos de espuma, compreendendo o aparelho extrusor para fundir e extrudir o material termoplástico e uma unidade de refrigeração para arrefecer o termoplástico fundido, contendo um agente de formação da espuma, até uma temperatura apropriada para a formação da espuma, proporciona-se um aperfeiçoamento em que um rotor é suportado num estator, entre o extrusor e a unidade de refrigeração, sendo o intervalo entre o estator e o rotor usado como uma passagem para o termoplástico fundido e em que se forma um certo número de cavidades isoladas, respectivamente na face interior do estator e na face



exterior do rotor colocada oposta àquela, sobrepondo-se entre si as cavidades no estator e no rotor durante a sua rotação e formando um misturador em que se provoca a transferência do plástico fundido entre as cavidades. O plástico fundido é misturado com o agente de produção da espuma ou qualquer outro aditivo do lado de montante do misturador.

Um objecto da presente invenção consiste em proporcionar um processo e um aparelho capaz de misturar de maneira homogénea um termoplástico fundido com uma grande quantidade de agente de formação da espuma de modo a obter-se materiais termoplásticos espessos, de baixa densidade e altamente espumados.

Um outro objecto da presente invenção consiste em proporcionar um processo e um aparelho capaz de assegurar a melhor dispersão homogénea de um agente de formação de espuma ou outro adesivo no plástico fundido, de modo a obter-se materiais termoplásticos espumados uniformemente e com propriedades físicas e qualidades excelentes. Além disso, podem também obter-se materiais de espuma com uma dispersão homogénea de um agente de nucleação, tal como o pó de talco fino e células minúsculas, e uma capacidade excelente de pós-processamento.

Ainda um outro objecto da presente invenção consiste em proporcionar um processo e um aparelho com a capacidade de misturar de maneira homogénea um certo número de termoplásticos incompatíveis, de modo que se tornam miscíveis muitos tipos de termoplásticos. Além disso, podem fabricar-se materiais de espuma com as propriedades desejadas.

Um outro objecto da presente invenção consiste em proporcionar um processo e um aparelho capaz de misturar de maneira



ra homogénea termoplásticos com um agente de formação de espuma que é considerado não facilmente miscível com o mesmo. Isto é vantajoso para o fabrico de materiais de espuma, visto que um agente de formação de espuma pode ser escolhido de muitos tipos de materiais.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As figuras dos desenhos representam:

A fig. 1, uma vista em corte vertical de uma forma de realização do aparelho segundo a presente invenção;

As fig. 2a a 2h, vistas esquemáticas que ilustram os princípios da mistura e agitação utilizando o misturador de transferência de cavidades;

A fig. 3, uma vista em corte vertical de uma outra forma de realização do aparelho segundo a presente invenção;

A fig. 4, uma vista em corte vertical de uma unidade de refrigeração modificada dos aparelhos das fig. 1 e 3;

A fig. 5, um corte feito pela linha (V-V) da fig. 4; e

A fig. 6, uma vista com corte vertical de ainda uma outra forma de realização do aparelho segundo a presente invenção.

#### DESCRÍCÃO PORENTERIZADA DA INVENÇÃO

Os termoplásticos que podem ser submetidos à extrusão-espumação segundo a presente invenção não são particularmente limitados. Os termoplásticos representativos incluem o poliestireno, o copolímero de estireno-acrilonitrilo, o copolímero de estireno-acrilonitrilo-butadieno, o copolímero de estireno-an-



drido maleico, o copolímero de estireno-etileno, o poli- $\alpha$ -metil estireno, o polipropileno, o copolímero de etileno-propileno, o copolímero de etileno-acetato de vinilo, o cloreto de polivinilo, o metacrilato de polimetilo, as poliamidas, etc. Estes copolímeros podem ser usados independentemente ou em associação. Como segundo a presente invenção podem misturar-se de maneira uniforme polímeros relativamente incompatíveis, pode escolher-se uma larga gama de termoplásticos. Por conseguinte, podem produzir-se facilmente termoplásticos que possuam as propriedades físicas desejadas.

Os agentes de formação da espuma que podem ser usados na presente invenção também não são limitados. Usam-se normalmente agentes de formação da espuma voláteis ou decomponíveis.

Como agentes de formação da espuma voláteis podem mencionar-se os hidrocarbonetos alifáticos, tais como propano, butano, isobutano, pentano, neopentano, isopentano e similares; hidrocarbonetos alicíclicos tais como ciclobutano, ciclopentano, ciclohexano e similares; cloreto de metilo; cloreto de metileno; diclorofluorometano, clorotrifluorometano, diclorodifluorometano; clorodifluorometano; triclorofluorometano; triclorotrifluoroetano; e diclorortetrafluoroetano. Como agentes de formação da espuma decomponíveis podem mencionar-se a dinitrosopentametilenetetramina; a trinitrosotrimetenotriamina; a p,p'-oxibis(benzeno-sulfonil-hidrazida); a azodicarbonamida e similares.

Estes agentes de formação da espuma podem ser usados independentemente ou em associação.

Um agente de formação da espuma é adicionado do lado de montante de um misturador segundo a presente invenção. O proces



so normal de mistura compreende o aquecimento e a fusão dos termoplásticos em um extrusor e o fornecimento de um agente de formação da espuma ao extrusor sob pressão. Um outro processo consiste em fornecer o termoplástico contendo um agente de formação de espuma a um extrusor.

Quando se mistura uma grande quantidade de agente de formação da espuma para se obter um material de espuma de baixa densidade, por exemplo 100 partes em peso de termoplástico com 5 a 50 partes, em peso, de um agente de formação da espuma volátil, é conveniente amassar previamente o termoplástico fundido e um agente de formação da espuma em um extrusor ou por meio de qualquer outro meio de mistura, e fornecer depois a mistura a um misturador.

Segundo a presente invenção, um aditivo usado normalmente é adicionado quando se fabrica o material de espuma.

Como aditivos, há os agentes de nucleação, os retardadores do fogo, os estabilizadores, os lubrificantes, os plastificantes, os agentes corantes, os materiais de enchimento, etc.

Os extrusores para utilizar na fusão e extrusão dos termoplásticos segundo a presente invenção são parafusos de extrusão simples ou geminados, equipados de preferência com cavilhas ou outros meios de mistura depois de o agente de formação da espuma ser fornecido sob pressão.

As unidades de refrigeração que podem ser usadas segundo a presente invenção são as que foram desenvolvidas e são convencionalmente usadas para o fabrico de materiais termoplásticos de espuma, estando as referidas unidades de refrigeração providas de meios de permuta de calor e sendo capazes de regular a tempe-



ratura de vários plásticos. É conveniente usar uma unidade de refrigeração com um veio rotativo equipado com pás no interior do cilindro exterior de refrigeração, tal como se descreve nas patentes de invenção norte-americanas Nós 4 454 087 e 2 669 751 e nas patentes de invenção japonesas Nós 544/73 e 42 026/79. É igualmente preferido usar um extrusor de refrigeração com um diâmetro maior do que o extrusor para fundir o termoplástico de modo a arrefecer de maneira uniforme o termoplástico rodando-o lentamente com o parafuso com uma pequena acção de bombagem.

Os misturadores utilizáveis segundo a presente invenção são os misturadores de transferência de cavidades para fundir termoplásticos com um rotor suportado num estator, sendo o intervalo entre o estator e o rotor usado como uma passagem para o plástico fundido. Forma-se um certo número de cavidades isoladas na face interior do estator e na face exterior do rotor, respectivamente. As cavidades formadas no estator e no rotor estão situadas em posições tais que se sobrepõem, durante a rotação,umas às outras. As cavidades podem ser hemisféricas, cilíndricas ou rômbicas, mas de preferência devem ter a forma de hemisférios o que provoca uma pequena congestão dos plásticos fundidos. As cavidades devem estar cosidas transversalmente (ver os desenhos) na face interior do estator e na face exterior do rotor nas direções axial e periférica respectivas. A área total da abertura das cavidades deve ser aumentada, em termos da sua área de transferência, até mais de 60% da área da face interior do estator ou da face exterior do rotor. O misturador deve estar situado num ponto onde a temperatura e a pressão são máximas durante o processo de extrusão-espumação. Por conseguinte, o misturador pode ser aco



plado à extremidade dianteira do parafuso do extrusor de modo que o misturador pode rodar em sincronismo com o parafuso ou instalado de modo que o misturador possa rodar independentemente. Neste último caso, o aquecimento e a misturação são regulados convenientemente pois pode controlar-se livremente o número de rotações de acordo com o tipo de termoplástico e o tipo de agente de formação de espuma e outros aditivos. Por outras palavras, o misturador pode ser rodado a baixa velocidade quando se usam um retardador do fogo que está sujeito à decomposição pelo calor e um material fibroso que se rompe facilmente pela aplicação de esforços de corte elevados e pode rodar a alta velocidade quando se utiliza um agente de formação de espuma volátil, com uma viscosidade diferente da do termoplástico.

As matrizes que podem ser usadas segundo a presente invenção, são normalmente matrizes em forma de T, matrizes em forma de cabide, matrizes em forma de rabo de peixe, matrizes circulares, etc. com dimensionamento como for desejado.

Descreve-se agora em termos concretos a construção e os efeitos da presente invenção, segundo formas de realização esboçadas da mesma.

Com referência à fig. 1, descreve-se uma primeira forma de realização do aparelho da presente invenção. Nesta fig. 1 está representada uma disposição de um extrusor principal (1), um extrusor de arrefecimento (2) instalado paralelamente ao extrusor principal (1) e tendo o seu eixo desviado do daquele, e um misturador (3) instalado entre os extrusores (1) e (2).

O extrusor principal (1) comprehende um primeiro cilindro (4); um primeiro parafuso (5) em cantilever introduzido rotati-



vamente no primeiro cilindro (4); um primeiro dispositivo de mistura (6) instalado na extremidade dianteira do primeiro parafuso (5); uma coluna (7) instalada na extremidade do eixo do parafuso; um certo número de pernos (8) que ficam salientes da periferia da coluna (7); uma entrada (9) para introduzir o agente de formação da espuma sob pressão, estando a entrada (9) situada oposta ao limite de separação entre o primeiro parafuso (5) do primeiro cilindro (4) e o primeiro dispositivo de mistura (6); uma saída (11) formada na extremidade em que o parafuso do primeiro cilindro (4) é flutuante; uma entrada (12) para os materiais, sendo a entrada (12) formada na extremidade em que o parafuso do primeiro cilindro (4) é suportado; uma tremonha (13) dos materiais, instalada na entrada (12), e aquecedores (14) instalados na periferia do primeiro cilindro (4).

O extrusor de arrefecimento (2) comprehende um segundo cilindro (16) com uma passagem de refrigeração em espiral (17); uma entrada (18) e uma saída (19) da passagem de refrigeração (17); um segundo parafuso em cantilever (20) introduzido rotativamente no segundo cilindro (16); uma matriz (21) fixada na extremidade em que o parafuso (20) do segundo cilindro (16) é flutuante, estando a matriz (21) equipada com uma saída para o termoplástico; um apoio (23) para suportar rotativamente a base do segundo parafuso (20); um empanque (24); um impulsor (25) do empanque; uma passagem (26) de um refrigerador para arrefecer o empanque; uma entrada (27) para a injecção do termoplástico, sendo esta entrada (27) formada na extremidade onde o parafuso (20) do segundo cilindro (16) é suportado; e um tubo (28) para fornecer um refrigerante para o interior do segundo parafuso (20).



O misturador (3) compreende um cilindro fixo (30); um rotor em cantilever (31), introduzido rotativamente no cilindro fixo (30), sendo o eixo do mesmo perpendicular ao dos primeiro e segundo parafusos (5) e (20); uma entrada (32) formada de um lado em que o rotor (31) no cilindro fixo (30) é suportado e que comunica com a saída (11) do extrusor principal (1); uma saída (33) formada no outro lado onde o rotor (31) no cilindro fixo (30) é flutuante e que comunica com a entrada (27) para a injecção do termoplástico para o extrusor de arrefecimento (2); um estator (34) instalado na face interior do cilindro fixo (30); um certo número de cavidades isoladas hemisféricas (35) e (36) formadas na face interior do estator (34) e na face exterior do rotor (31), sobrepondo-se as cavidades (35) na face interior do estator (34) parcialmente com as cavidades (36) na periferia do rotor (31) durante a rotação; um apoio (37) para suportar rotativamente o rotor (31); um empanque (38); um impulsor (39) do empanque; uma passagem (40) de um refrigerador para arrefecer o empanque; um aquecedor (41) disposto na periferia do cilindro fixo (30) e um tubo (42) para fornecer um refrigerante para o interior do rotor (31).

Vai agora descrever-se o funcionamento do aparelho representado na fig. 1. Rodando os primeiro e segundo parafusos (5) e (20) nos sentidos das setas (A) e (B), e rodando o rotor (31) separadamente do primeiro e do segundo parafusos (5) e (20) no sentido da seta (C), fornece-se um material termoplástico a partir da tremonha (13) do material ao primeiro cilindro (4). O material, isto é, o termoplástico é transportado pelo primeiro parafuso (5) no sentido da seta (D) e aquecido e levado ao estado



de fusão pelo aquecedor (14). Um agente de formação da espuma é adicionado através da entrada (9) do termoplástico fundido sob pressão e o agente de formação da espuma adicionado é pré-misturado com o termoplástico pelos pernos (8) do primeiro dispositivo de mistura (6). O termoplástico contendo o agente de formação da espuma passa depois através da saída (11) e da entrada (32) antes de ser fornecido para o interior do cilindro fixo (30) do misturador (3). No misturador (3), o termoplástico é agitado e misturado pelas cavidades (36) do rotor (31) e as cavidades (35) do estator (34) e o agente de formação da espuma é dispersado de maneira homogénea no termoplástico.

Fazendo agora referência às fig. 2a a 2h, vai descrever-se o princípio típico de mistura e agitação usando material estirado. O material estirado extrudido da parte inferior da cavidade (35) do lado esquerdo da fig. 2 estende-se ao longo da sua periferia interior e, como se representa na fig. 2b, a extremidade dianteira do material estriado é empurrada pelo bordo (i) da cavidade (36) do rotor (31) que roda no sentido da seta (C) e é obrigado a mudar a sua direcção para se adaptar ao estado representado na fig. 2c. Como se mostra na fig. 2d, a extremidade dianteira do material estirado é dobrada pelo bordo (ii) e, como se mostra na fig. 2e, a sua extremidade dianteira é cortada pelo bordo (ii) e o estator (34) e, como se mostra na fig. 2f, a sua extremidade dianteira é dobrada pelo bordo (iii) e, como se mostra na fig. 2g, a sua extremidade dianteira é cortada pelo bordo (iii) e o estator (34) e, como se mostra na fig. 2h, a sua extremidade dianteira é dobrada pelo bordo (iv). Repete-se depois a mesma operação e a extremidade dianteira do material estirado é sucessivamente cortada e a porção cortada é acumulada



no interior das cavidades.

De acordo com este princípio, o material plástico é es-tirado para formar uma placa fina e cortada em pedaços, sendo um agente de formação da espuma ou quaisquer outros aditivos dis-persos de maneira homogénea no termoplástico, com o agente de formação da espuma nele dispersado de maneira homogénea, é for-necido ao segundo cilindro (16) do extrusor de refrigeração (2) através da saída (33) e da entrada (27). O termoplástico conten-do o agente de formação da espuma é transportado pela rotação do segundo parafuso (20) no sentido da seta (E) e é arrefecido pelo refrigerante que passa através da passagem (17) até uma tem-peratura apropriada para a espumação. É transportado e extrudi-do saindo pela saída (22) para a formação da espuma.

Com referência à fig. 3, vai descrever-se uma outra for-ma de realização da presente invenção. Na fig. 3 os mesmos núme-ros designam peças idênticas às representadas na fig. 1, omitin-do-se a descrição desses componentes. No aparelho da fig. 3, uma unidade de refrigeração (44) que compreende um acoplador (45) está acoplada à saída do estator (54) do misturador (3); um corpo intermédio (46) está acoplado ao acoplador (45); um núcleo interior (47) é previsto no centro da face do corpo intermédio (46); um cilin-dro exterior (48) está fixado concentricamente no núcleo inte-rior (47) com uma extremidade ligada ao corpo intermédio (46); e uma matriz (49) está fixada na outra extremidade do cilindro exterior (48). Uma passagem (50) para o material termoplástico, formada entre o núcleo interior (47) e o cilindro exterior (48), comunica com o misturador (3) através de uma passagem de comuni-cação (51) formada no acoplador (45) e no corpo intermédio (46).



No núcleo interior (47) é formado um espaço de refrigeração (52) e uma entrada (53) e uma saída (54) para o refrigerante comunicam da periferia do corpo intermédio (46) para o espaço de refrigeração (52). Uma passagem de refrigeração em espiral (55) é formada no cilindro exterior (48) e um orifício (56) é formado na matriz (49). Um tubo (58) em forma de L é usado para estabelecer a comunicação da saída (11) do extrusor principal (1) com a entrada (32) do misturador (3). Um misturador estático (59) está disposto no lado do tubo de comunicação (58) voltado para o misturador e um estrangulador (60) está disposto do lado do extrusor do tubo de comunicação (58). A referência (61) designa um aquecedor disposto na periferia do tubo de comunicação (58).

Descreve-se a seguir o funcionamento do aparelho representado na fig. 3. A velocidade do termoplástico fundido extrudido a partir da saída (11) do extrusor (1) é aumentada pelo estrangulador (60) e o agente de formação da espuma fornecido a partir da entrada (9) é adicionado para acelerar o termoplástico sob pressão. O termoplástico contendo o agente de formação da espuma é transportado para o misturador estático (59) no qual o termoplástico e o agente de formação da espuma são misturados preliminarmente. Dernois, o termoplástico contendo o agente de formação da espuma é descarregado do misturador estático (59) e é transportado para o misturador (3) onde o termoplástico e o agente de formação da espuma são completamente misturados sob a mesma acção que no caso da primeira forma de realização. O termoplástico com o agente de formação da espuma disperso de maneira homogénea no misturador (3) é depois fornecido à passagem do termoplástico (50) da unidade de arrefecimento (44). O termoplástico contendo o agente



formador da espuma é arrefecido na passagem do termoplástico (50) pelo refrigerante que passa através da passagem (55) enquanto se desloca no sentido da seta (E) e depois descarregado pela saída (56) para a formação da espuma.

Na realização do processo segundo a presente invenção, pode usar-se um refrigerador (63) como o representado na fig. 4, ou a unidade de refrigeração (44) como se indica na fig. 3, em vez do extrusor de refrigerador (2) representado na fig. 1. O refrigerador (63) representado nas fig. 4 e 5 e instalado do lado de jusante do misturador (3) de acordo com as primeira e segunda formas de realização da presente invenção está descrito mais adiante em pormenor. O refrigerador (63) comprehende um cilindro exterior (64) com uma passagem do refrigerador em espiral (65); um veio principal em cantilever (66) introduzido rotativamente no cilindro exterior (64); uma entrada de termoplástico (67) formada através da vizinhança da extremidade onde o veio principal do cilindro exterior (64) é suportado, uma matriz (68) com um orifício (69); e um tubo (70) para fornecer um refrigerante a um espaço de refrigeração previsto no veio principal (66). O veio principal (66) comprehende uma porção terminal de grande diâmetro (66A) suportada rotativamente no cilindro exterior (64) por meio de uma chumaceira (71), uma porção central de pequeno diâmetro (66B) e uma porção terminal de grande diâmetro (66C), estando uma saliência anular (66D) colocada numa posição ligeiramente mais próxima do lado de jusante da porção central de menor diâmetro (66B), voltada para a entrada do termoplástico. Um certo número de barras misturadoras (72) do género de cavilhas ficam salientes de uma porção mais para jusante do que a saliência anular (66D) da por-



ção central de menor diâmetro (66B).

No refrigerador (63) representado na fig. 4 e que é construído deste modo, o termoplástico contendo o agente de formação da espuma e introduzido no cilindro exterior (64) a partir do misturador (3) através da entrada (67) do termoplástico é forçado por cima da saliência anular (66D) no sentido da seta (E) e misturado pelas barras misturadoras (72) do veio principal (66) que roda no sentido da seta (F) e depois extrudido a partir do orifício (69), através do intervalo entre a porção terminal dianteira de grande diâmetro (66C) e do cilindro exterior (64).

#### Exemplos 1, 2 e 3 e exemplo comparativo 1

O aparelho da fig. 1 foi usado nos Exemplos 1, 2 e 3 e tinha as seguintes características específicas: um diâmetro interior de 50 mm do primeiro cilindro (4) do extrusor (1); um diâmetro interior de 65 mm do segundo cilindro (16) do extrusor de refrigeração (2); um diâmetro interior de 50 mm do estator (34) do misturador (3); um intervalo de 0,4 mm entre o estator (34) e o rotor (31); seis cavidades respectivamente nas direcções periféricas do estator (34) e do rotor (31) e sete fiadas de cavidades (35) e (36) nas suas direcções axiais; diâmetros respectivos de 23 mm e 24,5 mm das cavidades hemisféricas (35) e (36); profundidades de 8 mm e 9,5 mm das cavidades (35) e (36); distâncias de 22 mm entre os centros das cavidades na direcção axial; 106 r.p.m. do rotor (3); uma temperatura de 123°C do material fundido que passa através do extrusor de refrigeração (2); uma largura de 100 mm e uma altura de 1 mm do orifício (22) da matriz (21).



Misturaram-se uniformemente 100 partes em peso de poliestireno (Styron 679 de Asahi Kasei), como resina básica com 0,3 parte em peso de pó de talco fino como agente de nucleação e 2,0 partes, em peso de hexabromociclododecano como retardador do fogo e formceu-se a mistura ao extrusor principal (1), que foi operado de forma que extrusiona o material com o caudal de 55 Kg por hora. Além disso, adicionaram-se 12,5 partes em peso de diclorodifluorometano, como agente de formação da espuma, a partir da entrada (9) do agente de formação da espuma, a 100 partes em peso do termoplástico básico sob pressão. Como consequência, obtiveram-se placas espumadas com cerca de 250 mm de largura, 25 mm de espessura e 40 Kg/m<sup>3</sup> de peso específico, através de um dimensionador fixado na matriz (21) (ver o Quadro 1).

Os resultados indicados para os Exemplos 2 e 3 foram obtidos através de ensaios análogos feitos variando a quantidade do agente de formação da espuma e as r.p.m. do rotor (31). O Exemplo comparativo do Quadro 1 mostra um caso no qual o misturador (3) é retirado do aparelho da fig. 1.

...



QUADRO 1

Quantidade de agente de formação da espuma para o termoplástico básico %, em peso	Condição da formação da espuma	Quantidade de espinha (Kg/h)	Temperatura da resina fundida (°C)	r.p.m. do rotor 31	Peso específico da espuma (Kg/m³)
Exemplo 1	12,5	Espumação estável uniforme	55	123	106
Exemplo 2	14,6	Espumação estável uniforme	56	124	200
Exemplo 3	12,8	Espumação estável uniforme	57	124	100
Exemplo com parártivo 1	11,0	Espumação não uniforme com vazios ocasionais	55	125	-



### Exemplo 4 e Exemplo comparativo 2

O aparelho da fig. 1 foi usado neste exemplo, com as seguintes especificações: um diâmetro interior de 50 mm do primeiro cilindro (4) do extrusor (1); um diâmetro interior de 65 mm do segundo cilindro do extrusor de refrigeração (2); um diâmetro interior de 90 mm do estator (34) do misturador (3); um intervalo de 0,2 mm entre o estator (34) e o rotor (31); dez cavidades respectivamente nas direcções periféricas do estator (34) e do rotor (31) e sete fendas de cavidades (35) e (36) na sua direção axial; diâmetros respectivos de 27 mm e 28 mm das cavidades hemisféricas (35) e (36); profundidades de 8 mm e 9,5 mm das cavidades (35) e (36); distâncias de 25 mm entre os centros das cavidades na direcção axial; 100 r.p.m. do rotor do misturador (3), uma temperatura de  $159^{\circ}\text{C}$  do material fundido que passa através do extrusor de refrigeração (2); um diâmetro de 60 mm e um intervalo de 0,6 mm do orifício (22) na matriz (21) em forma de fenda circular.

Misturaram-se uniformemente 100 partes em peso de poliestireno (Styron 691 de Asahi Kasei) como termoplástico básico com 2,0 partes, em peso, de pó de talco fino como agente de nucleação e forneceu-se a mistura ao extrusor principal (1), que foi operado de modo a extrudir o material com um caudal de 28 Kg por hora. Além disso, adicionaram-se 3,5 partes em peso de butano, como agente de formação da espuma, a partir da entrada (9) do agente de espumação a 100 partes, em peso, do termoplástico básico sob pressão. Como resultado, folhas de espuma fina e uniforme com cerca de 633 mm de largura, 25 mm de espessura e  $179 \text{ Kg/m}^2$  por unidade de peso, foram arrefecidas e dimensionadas.



nadas, através de um mandril de refrigeração fixado na matriz a uma certa distância e dividido no ponto na direcção de extrusão.

Além disso, os materiais de espuma assim obtidos foram envelhecidos durante sete dias à temperatura ambiente e mediu-se depois o diâmetro das células de acordo com a norma ASTM D 2842-69, sendo os materiais aquecidos a 120°C durante 12 segundos para examinar a espessura de espumação secundária e observar a moldabilidade. Os resultados obtidos estão indicados no Quadro 2.

Fez-se um ensaio semelhante com o misturador (3) retirado do aparelho usado no Exemplo 4, para obter folhas de espuma com cerca de 2 mm de espessura, 633 mm de largura e 176 g/m<sup>2</sup> por unidade de peso, por ajustamento da temperatura do termoplástico a 158°C. No entanto, foram observadas concentrações de pó de talco nas folhas, com células grosseiras. A espumação secundária foi também inferior.

#### QUADRO 2

	Diâmetro das células (mm)	Espumação secundária		
	Direcção da máquina	Direcção Transver sal	Direcção vertical	Espessura (mm)
Exem plo 4	0,22	0,21	0,21	3,28
Exem plo compa rativo 2	0,28	0,31	0,27	3,04



### Exemplo 5

Neste exemplo usou-se o aparelho do Exemplo 4 com a exceção de que se utilizaram a matriz (21) e o mandril de refrigeração do Exemplo 1.

No aparelho assim disposto, misturaram-se polietileno Yukaron HE-30 (MI-0,37 (fabricado por Mitsubishi Yuka K.K.) usado como termoplástico básico (100 partes, em peso) com 10 partes em peso de um polímero de impregnação mútua [Piocelan (marca comercial) de Sekisui Kaseihin Kogyo K.K.] obtido por impregnação de um monómero de estireno em um plástico de polietileno quando se faz a polimerização do monómero, que é constituído por 30% em peso de etileno e 70% em peso de estireno e tem 18,6%, em peso de relação de ligações transversais e com 0,5 partes em peso de talco como agente de nucleação. A relação de ligações transversais pode, por exemplo, ser obtida medindo uma quantidade do componente insolúvel da amostra unitária em xileno fervente. Uma mistura assim obtida foi fornecida ao extrusor com um caudal de 30 Kg por hora.

Por outro lado, foram fornecidas 14 partes em peso de uma mistura de 70% em peso de diclorodifluorometano e 30% em peso de butano, como agente de formação de espuma sob pressão. A extrusão foi então realizada a 100 rpm pelo misturador (3) e arrefeceu-se a uma temperatura de 110°C para o termoplástico passar através do extrusor de arrefecimento para a espumação. Os materiais de espuma obtidos foram placas exteriormente finas, espumadas uniformemente com cerca de 20 mm de espessura, 230 mm de largura e uma densidade de 33 Kg/m<sup>3</sup>.



### Exemplo comparativo 3

Este exemplo foi realizado de acordo com o processo do Exemplo 5, excepto que o misturador (3) foi retirado do aparelho. Observaram-se manchas de espuma de alta densidade devidas à mistura e dispersão inferiores de resina PIOCELAN e um certo número de acumulações de gás agente de formação da espuma. Apenas se obtiveram placas de espuma com superfícies irregulares.

Com referência à fig. 6, vai agora descrever-se outra forma de realização da presente invenção. Na fig. 6, os mesmos caracteres de referência designam partes iguais ou correspondentes nas fig. 1 e 4, e nela um extrusor (1) e um refrigerador (63) estão dispostos em paralelo, mas os seus eixos estão desviados um em relação ao outro. Um tubo (32a) para o fornecimento de material termoplástico liga a saída (11) do extrusor (1) e a porta de injecção (67) de um refrigerador (63). O número (31) designa um rotor ligado concentricamente a uma coluna (7) instalada na extremidade dianteira de um parafuso (5) e com um certo número de cavidades hemisféricas isoladas (35,36), respectivamente formadas na face exterior do rotor (31) e na face interior de um cilindro (4) colocado em oposição à mesma. As cavidades (35) do cilindro (4) e as cavidades (36) do rotor (31), respectivamente, sobrepõem-se umas às outras para formar um misturador para onde o plástico é transferido.

O comprimento do rotor (31) deve ser duas a oito vezes (de preferência quatro a oito vezes) maior do que o diâmetro do parafuso (5). Se o comprimento for menor do que duas vezes o diâmetro, a mistura será insuficiente, enquanto o aquecimen-



to se tornará demasiadamente grande se for mais de oito vezes maior.

O comprimento da coluna (7) é normalmente de uma a sete vezes (de preferência de duas a cinco vezes) maior do que o diâmetro do parafuso (5). Se o comprimento for menor do que o diâmetro do parafuso, a pré-mistura será insuficiente, enquanto o efeito de mistura não será suficientemente melhorado se for mais de sete vezes maior do que o diâmetro.

A área da secção transversal através da qual se permite a passagem do termoplástico através da coluna (7) é escolhida suficientemente maior do que, de preferência de 1,5 a três vezes, a área na extremidade dianteira do parafuso (5). Caso contrário, a quantidade do termoplástico fornecido à coluna (7) será excessiva e tornará impossível uma mistura suficiente. Como saliências (8) previstas na coluna (7) são usados pernos lunares, parafusos cortados e parafusos Dulmage.

Os parafusos (5) e o eixo principal (66) rodam respectivamente nos sentidos das setas (A) e (F) e o material, isto é, o termoplástico, é fornecido ao cilindro (4) através da entrada (12). O termoplástico é enviado na direcção da seta (D) pelo parafuso (5) e aquecido e fundido pelo aquecedor (14) durante esse tempo. O agente formador de espuma é adicionado a partir da entrada (9) ao termoplástico fundido sob pressão, sendo o agente de formação da espuma e o termoplástico previamente misturados um com o outro. Depois, o termoplástico contendo o agente de formação da espuma é obrigado a entrar no intervalo entre o rotor (31) e o cilindro (4) e é misturado pelas cavidades (35, 36) de modo que o agente de formação da espuma pode ser disperso.



so uniformemente no termoplástico. O princípio da mistura é o mesmo que se descreveu para a fig. 2. O termoplástico no qual se dispersou uniformemente o agente de formação da espuma é transportado para o cilindro exterior (64) do arrefecedor (63) através do tubo de alimentação (32a) e depois no sentido da seta (E) pelas saliências anulares (66D). O termoplástico é misturado por meio de barras misturadoras em forma de varas que rodam no sentido da seta (F) e, depois de convenientemente arrefecido, passa através do intervalo entre a porção (66C) terminal diana de grande diâmetro e o cilindro exterior (64) e extrudido a partir da saída (69) para formação da espuma.

#### Exemplo 6 e Exemplo comparativo 4

Utilizou-se o aparelho representado na fig. 6, com as seguintes especificações: diâmetro interior de 50 mm do primeiro cilindro (4) do extrusor (1); diâmetro de 50 mm do parafuso (5); comprimento de 250 mm da coluna (7); comprimento de 250 mm do rotor (31); um intervalo de 0,4 mm entre o rotor (31) e o cilindro (4); seis cavidades respectivamente na direcção periódica no rotor (31) e no cilindro (4) e sete fiadas de cavidades (35,36) nas direcções axiais dos mesmos; um diâmetro respetivo de 30 mm das cavidades hemisféricas (35,36); uma profundidade de 8 mm e 9,5 mm das cavidades (35,36); uma distância de 22 mm entre as cavidades nas direcções axiais; 106 r.p.m. do parafuso (5), uma temperatura de 123°C do material fundido que passa através do arrefecedor (63), uma largura de 100 mm e uma altura de 1 mm do orifício (69) da matriz (68).

Misturaram-se uniformemente 100 partes em peso de polies



tireno (Styron 679 de Asahi Kasei) como termoplástico básico, com 0,3 parte em peso de talco como agente nucleante e 2,0 partes, em peso, de hexabromociclododecano como retardador do fogo e forneceu-se a mistura ao extrusor principal (1) que foi operado por forma a extrudir o material com um caudal de 55 Kg por hora. Além disso, adicionaram-se 12,5 partes em peso de diclorodifluorometano, como agente de formação da espuma, a partir da entrada (9) do agente de formação da espuma a 100 partes em peso do termoplástico básico sob pressão. Como resultado, obtiveram-se placas de espuma com cerca de 250 mm de largura, 25 mm de espessura e  $40 \text{ Kg/m}^3$  de densidade, por meio de um dimensionador fixado na matriz (21) (ver o quadro 3).

No exemplo comparativo 4, retirou-se o rotor (31) para dispersar as cavidades (35) do cilindro (4).



QUADRO 3

	Quantidade de agente de espuma para o termoplástico básico (% em peso)	Condição de formação da espuma	Quantidade de descarga da resina fundida (Kg/h)	Temperatura (°C) da resina fundida	r.p.m. do pafusso 5 da	Densidade da espuma (Kg/m <sup>3</sup> )
Exemplo 6	12,5	Uniforme e estável	55	123	106	40
Exemplo comparativo 4	11,0	Irregular com vazios occasionais	55	125	106	46



Como pode ver-se a partir do Quadro 3, podem obter-se materiais com espuma uniforme de acordo com o processo e o aparelho segundo a presente invenção.



## R e i v i n d i c a ç õ e s

1.- Processo para a produção de um material termoplástico de espuma, caracterizado por compreender a fusão e extrusão do referido material termoplástico por meio de um extrusor de parafuso, a adição de um agente de formação de espuma ao material termoplástico fundido, a mistura do referido agente de formação de espuma e do material termoplástico fundido em um dispositivo de mistura e o arrefecimento da mistura resultante do agente de formação de espuma e do material termoplástico até uma temperatura apropriada para a formação da espuma em um dispositivo de refrigeração, compreendendo os referidos meios de mistura um rotor suportado num estator de modo a formar um intervalo para a passagem da mistura de agente de formação de espuma e do material termoplástico durante a rotação do rotor, tendo o referido rotor cavidades formadas na face exterior e tendo o referido estator cavidades formadas na face interior, estando as cavidades formadas no referido rotor e as cavidades formadas no referido estator dispostas por forma a sobrepor-se umas às outras durante a rotação do rotor e para provocar a transferência da mistura do agente de formação de espuma e do material termoplástico entre as cavidades durante a passagem da mistura através dos referidos meios de mistura.

2.- Processo para a produção de um material termoplástico de espuma de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o material termoplástico e o agente de formação de espuma serem misturados previamente antes da mistura subsequente nos meios de mistura referidos.

3.- Processo para a produção de um material termoplás-



tico de espuma de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o rotor dos referidos meios de mistura rodar independentemente do parafuso do referido extrusor.

4.- Processo para a produção de um material termoplástico de espuma de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o rotor dos referidos meios de mistura estar ligado à extremidade dianteira do parafuso do referido extrusor.

5.- Aparelho para a produção de um material termoplástico de espuma, caracterizado por compreender um parafuso extrusor para fundir e extrudir o referido material termoplástico; meios de mistura que comunicam com o referido parafuso extrusor para receber uma mistura de um agente de formação de espuma e material termoplástico fundido do referido extrusor de parafuso e para misturar o referido agente de formação de espuma e o referido material termoplástico fundido e meios de refrigeração que comunicam com os referidos meios de mistura para arrefecer a mistura do agente de formação de espuma e do material termoplástico formada nos referidos meios de mistura até uma temperatura apropriada para a formação da espuma, compreendendo os referidos meios de mistura um rotor suportado num estator de modo a formar um intervalo para a passagem da mistura do agente de formação de espuma e do material termoplástico durante a rotação do rotor, tendo o referido rotor cavidades formadas na face exterior e tendo o estator cavidades formadas na face interior, estando as cavidades no referido rotor e as cavidades no referido estator dispostas de modo a sobrepor-se umas às outras durante a rotação do rotor e provocar a transferência da mistura do agente de formação de espuma e do material termoplástico entre as cavidades durante a passagem da mistura através dos referidos meios de mistura, e sendo prevista uma



porta de injecção do agente de formação de espuma a montante dos referidos meios de mistura.

6.- Aparelho para a produção de um material termoplástico de espuma, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o rotor do referido misturador ser capaz de rodar independentemente da rotação do parafuso do referido extrusor de parafuso.

7.- Aparelho para a produção de um material termoplástico de espuma de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por o rotor do referido misturador estar ligado à extremidade dianteira do parafuso do referido extrusor de parafuso e se prever a referida porta de injecção de um agente de formação de espuma para o extrusor.

8.- Aparelho para a produção de um material termoplástico de espuma, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado por compreender ainda um misturador preliminar entre o referido extrusor de parafuso e os referidos meios de mistura.

Lisboa, 23 de Julho de 1986

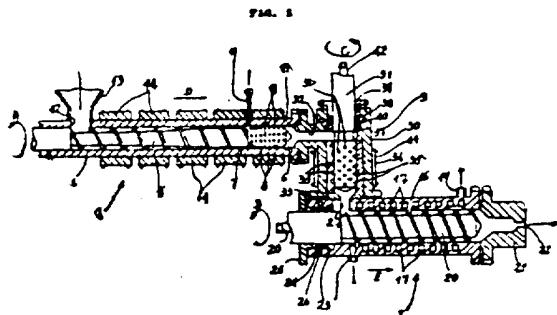
O Agente Oficial da Propriedade Industrial



## R E S U M O

### "Processo e aparelho para a produção de material termoplástico de espuma"

A presente invenção refere-se a um processo e a um aparelho para a produção de um material termoplástico de espuma. Prevê-se um misturador de transferência de cavidades entre um parafuso extrusor, que funde o material plástico, e um arrefecedor. O misturador de transferência de cavidades permite a formação de misturas uniformes e perfeitas de um agente de formação de espuma com um material termoplástico e, eventualmente, outros aditivos desejados.



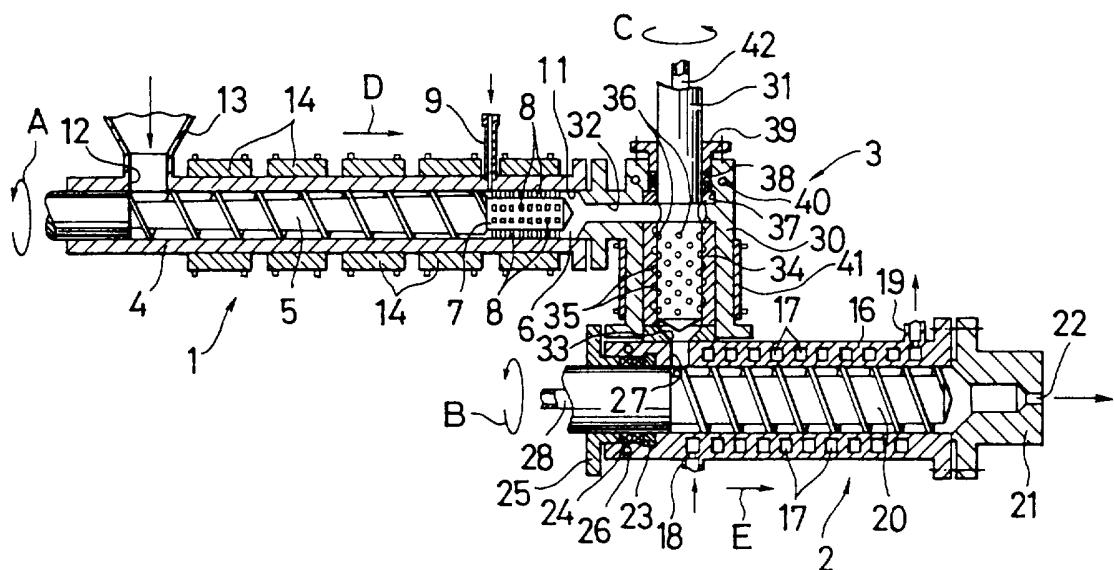
Lisboa, 23 de Julho de 1986

O Agente Oficial da Proprietade Industrial

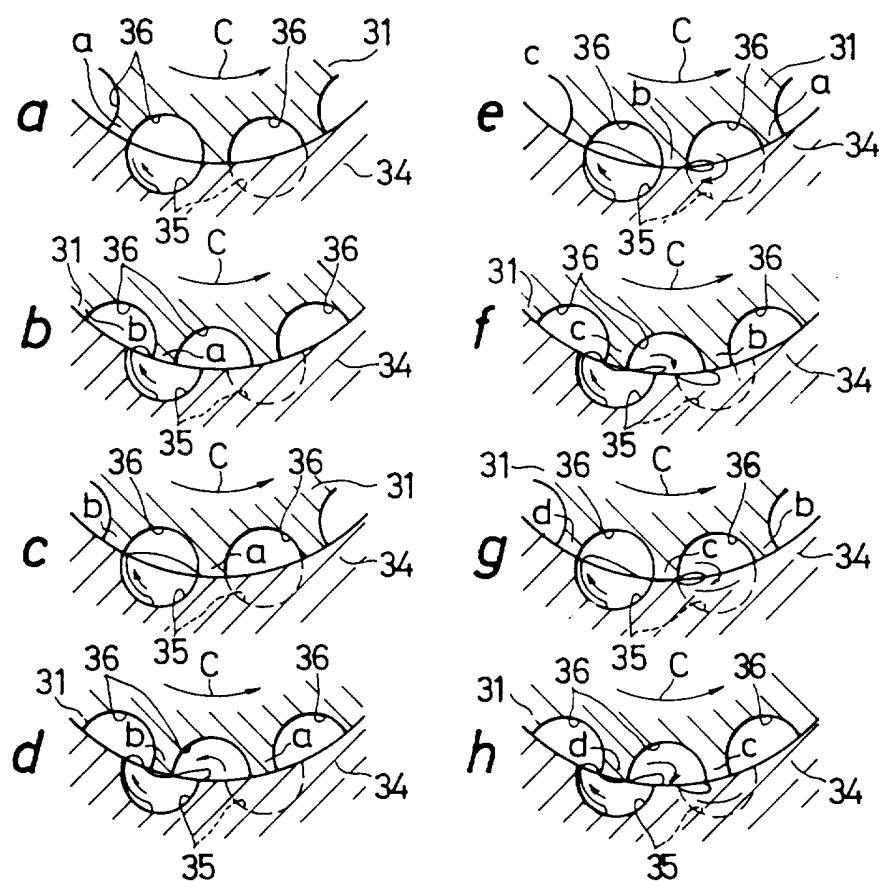
*Ambram'*



*FIG. 1*

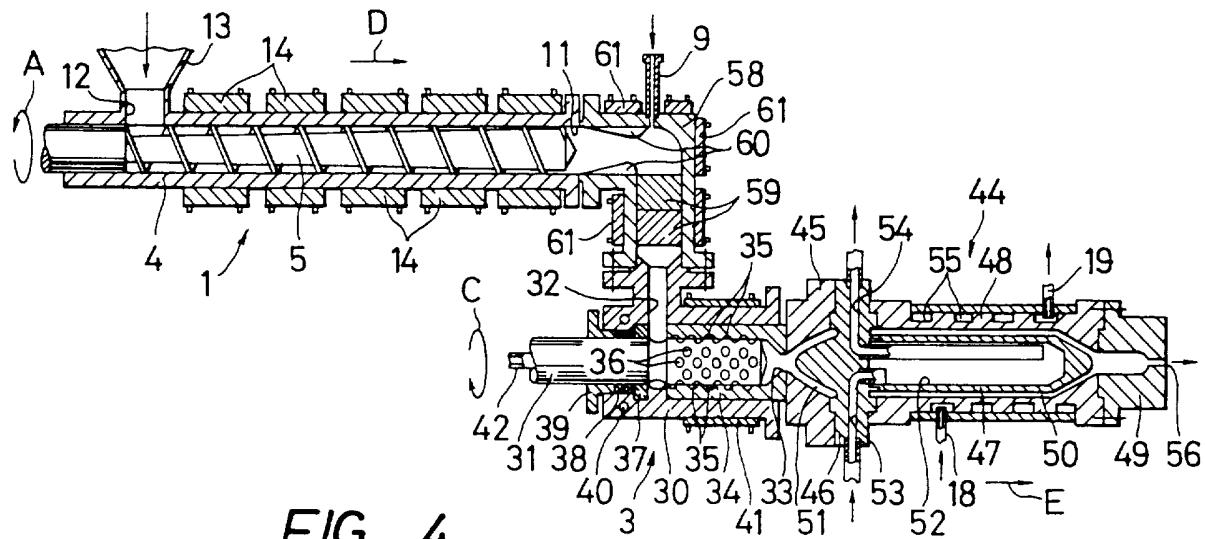


*FIG. 2*

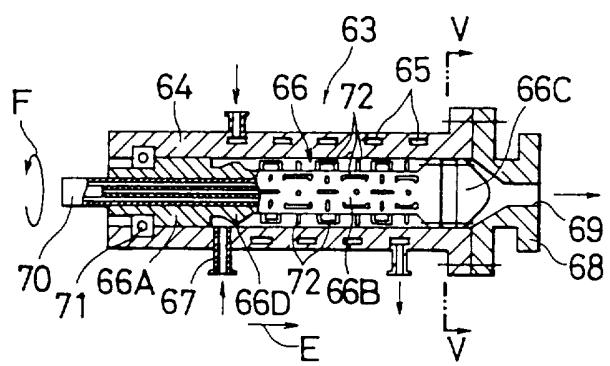




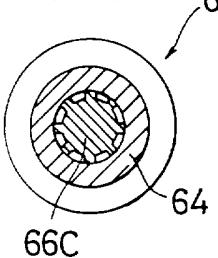
*FIG. 3*



*FIG. 4*



*FIG. 5*



*FIG. 6*

