



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0911502-1 B1**



**(22) Data do Depósito: 15/05/2009**

**(45) Data de Concessão: 30/07/2019**

---

**(54) Título:** PROCESSO DE EXTRUSÃO PARA PRODUZIR PARTÍCULAS OCAS E PELETIZADORA

**(51) Int.Cl.:** B29C 47/12; B29C 47/20; B29D 22/00.

**(30) Prioridade Unionista:** 16/05/2008 US 61/053,984.

**(73) Titular(es):** GALA INDUSTRIES, INC..

**(72) Inventor(es):** WAYNE J. MARTIN; ROGER BLAKE WRIGHT.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2009044220 de 15/05/2009

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/140643 de 19/11/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 28/10/2010

**(57) Resumo:** PROCESSO DE EXTRUSÃO PARA PRODUZIR PARTÍCULAS OCAS E PELETIZADORA O presente documento descreve processos de extrusão para produzir partículas ocas. Ele também revela dispositivos peletizadores que podem ser usados para produzir as referidas partículas ocas. Os processos e dispositivos fazem uso de uma matriz de extrusão com um orifício de matriz e um inserto dentro dele para produzir as partículas ocas.

## **“PROCESSO DE EXTRUSÃO PARA PRODUZIR PARTÍCULAS OCAS E PELETIZADORA”**

### **REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS**

[001] O presente pedido reivindica o benefício do pedido de patente provisório dos Estados Unidos de número de série 61/053.984, depositado no dia 16 de maio de 2008 e intitulado “*Method and Device for Extrusion of Hollow Pellets*”, que se encontra incorporado na íntegra ao presente documento como se estabelecido abaixo por completo.

### **ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

#### **1. Campo da Invenção**

Em termos gerais, a presente invenção refere-se a um processo de extrusão para produzir partículas ocas em que adicionamos um inserto aos orifícios de uma matriz de extrusão, em torno do qual o material fundido é extrudado para formar as referidas partículas ocas.

#### **2. Descrição do Estado da Técnica**

[002] Equipamentos de peletização e seu uso na extrusão foram apresentados e/ou usados em pedidos do requerente por muitos anos conforme exemplificado por revelações da técnica anterior incluindo as patentes dos Estados Unidos de nº 4.123.207, 4.251.198, 4.500.271, 4.621.996, 4.728.176, 4.888.990, 5.059.103, 5.403.176, 5.624.688, 6.332.765, 6.551.087, 6.793.473, 6.824.371, 6.925.741, 7.033.152 e 7.172.397, as publicações de pedido de patente dos Estados Unidos nº 20050220920 e 20060165834, patentes e pedidos da Alemanha incluindo a DE 32 43 332, a DE 37 02 841, a DE 87 01 490, a DE 196 42 389, a DE 196 51 354 e a DE 296 24 638, as publicações de pedidos de patente mundiais WO2006/087179, WO2006/081140, WO2006/087179 e WO2007/064580 e patentes europeias incluindo a EP 1 218 156 e a EP 1 582 327. Todas essas patentes e pedidos pertencem ao requerente e se encontram anexadas ao presente documento na íntegra para fins de referência.

[003] Nenhuma dessas revelações menciona algo a respeito do uso de insertos no processo de peletização. Mais especificamente, nenhuma dessas revelações menciona o uso de insertos na matriz de extrusão em que o material fundido flui em torno da matriz de extrusão e do inserto de modo a gerar uma partícula oca.

[004] As várias concretizações da presente invenção apresentam um método econômico para preparar partículas ocas reproduzíveis pelo uso de vários insertos em vários orifícios de matriz equivalentes através de uma placa da matriz de extrusão.

### **BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO**

[005] Em suma, na forma preferida, as várias concretizações da presente invenção apresentam um processo para extrudar partículas ocas pelo uso de pelo menos um inserto através de pelo menos um orifício de uma matriz de extrusão. O material fundido atravessa o orifício que contém o inserto. O material fundido é extrudado, de preferência sob pressão, para gerar uma partícula oca quando do resfriamento de modo que a cavidade oca formada possa ser pelo menos uma dentre uma cavidade contínua através da partícula, uma cavidade envolvida por completo e circunferentemente pela partícula e muitas combinações dessas de modo que a cavidade oca encerrada seja conectada, ao menos de forma perfurada, em pelo menos um lugar geométrico ao exterior da partícula.

[006] As partículas ocas são reproduzíveis quanto à estrutura e podem ser feitas de qualquer material fundido, de preferência polimérico, e com qualquer geometria, tanto em relação ao formato da partícula quanto em relação ao formato da cavidade oca. A partícula oca obtida depende, entre outros, da viscosidade da extrusão, da expansão da matriz, da composição do material, da temperatura de fusão, da velocidade de resfriamento, do grau de cristalização, do índice de fusão e da velocidade de corte do processo de peletização, entre outros.

[007] Sendo assim, um dos aspectos da presente invenção oferece um método barato e econômico para produzir partículas ocas relativamente consistentes e reproduzíveis usando pelo menos um inserto dentro do pelo menos um orifício da matriz de extrusão em torno do qual o material fundido é extrudado de modo a controlar o formato da partícula, o diâmetro da partícula, o formato da cavidade, o diâmetro da cavidade e a profundidade da cavidade, ou ausência dela, através da partícula.

[008] Em certas concretizações, um processo de extrusão para produzir partículas ocas inclui extrudar o material fundido por meio de uma matriz de extrusão compreendendo um orifício e um inserto dentro do orifício; e resfriar o material extrudado com eficácia para produzir uma partícula com cavidade oca. A matriz de extrusão pode ser uma matriz de extrusão simples, uma unidade de matriz de extrusão removível ou alguma outra estrutura. Em alguns casos, é possível realizar a extrusão sob pressão.

[009] O inserto pode incluir um mandril, várias aletas e várias conicidades nas aletas.

[0010] A cavidade oca da partícula penetra em uma primeira superfície da partícula e se estende continuamente através de uma segunda superfície dela. Como alternativa, a cavidade oca pode ser envolvida por completo pela partícula. Também é possível que a cavidade oca da partícula penetre uma primeira superfície da partícula e estenda-se até uma parte interna do corpo da partícula. Se a partícula tiver mais de uma cavidade oca, é possível incorporar um ou mais desses tipos de cavidade oca na partícula.

[0011] É possível escolher o material fundido dentre uma poliolefina, uma poliolefina de ligação cruzada, um polímero de vinila, um polímero de vinila substituída, poliéster, poliamida, poliéter, politioéter, poliuretano, poliimida, policarbonato, polissulfeto, polissulfona, cera, um copolímero da cera ou uma fórmula compreendendo pelo menos dois dos materiais mencionados.

[0012] Outro processo de extrusão para produzir partículas ocas envolve alimentar um material fundido a uma peletizadora, extrudar o material fundido por meio de uma matriz de extrusão da peletizadora usando pressão, e resfriar o material fundido extrudado com eficácia para produzir uma partícula com cavidade oca. A peletizadora pode ser uma peletizadora submersa.

[0013] A matriz de extrusão da peletizadora pode ter um orifício e um inserto dentro dele, sendo que o inserto compreende um mandril, várias aletas e várias conicidades nas aletas. Em alguns casos, a matriz de extrusão inclui vários orifícios através dos quais o material fundido é extrudado de modo que cada um dentre os vários orifícios da matriz tenha um inserto.

[0014] Uma peletizadora, de acordo com algumas concretizações, inclui uma entrada para receber o material fundido, um ofício a jusante da entrada para extrudar o material fundido, um inserto dentro do orifício (sendo que o inserto compreende um mandril, várias aletas e várias conicidades nas aletas) e uma saída para transportar o material fundido extrudado para fora da peletizadora. A peletizadora pode ser uma peletizadora submersa. Em alguns casos, o inserto tem pelo menos quatro aletas em torno do mandril de modo que cada uma delas seja disposta a menos de, ou a cerca de, 90° de distância da aleta adjacente. O material fundido extrudado inclui uma partícula com cavidade oca.

#### **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

[0015] A Figura 1 é uma vista esquemática, vertical e em corte de uma concretização da unidade de matriz de extrusão simples da presente invenção em que o perfurado tem uma construção inteiriça.

[0016] A Figura 2 é uma vista esquemática, vertical e em corte da unidade de matriz de extrusão de inserto removível da presente invenção em que o perfurado tem uma construção central removível.

[0017] A Figura 3 é uma vista esquemática, vertical e em corte que ilustra a relação do orifício da matriz com o inserto.

[0018] A Figura 4 é uma vista esquemática do inserto.

[0019] A Figura 5 é uma vista em corte transversal do inserto dentro do orifício da matriz.

[0020] A Figura 5a é uma vista horizontal em corte transversal do inserto dentro do orifício da matriz ao longo da linha a.

[0021] A Figura 5b é uma vista horizontal em corte transversal do inserto dentro do orifício da matriz ao longo da linha b.

[0022] A Figura 5c é uma vista horizontal em corte transversal do inserto dentro orifício da matriz ao longo da linha c.

[0023] A Figura 5d é uma vista horizontal em corte transversal do inserto dentro do orifício da matriz ao longo da linha d.

[0024] As Figuras 6 são ilustrações de várias geometrias da partícula vistas de cima, em corte transversal e de lado, incluindo a Figura 6a que ilustra uma vista superior de uma partícula cilíndrica através da qual a cavidade penetra por completo.

[0025] A Figura 6b ilustra uma vista em corte transversal da partícula cilíndrica aproximadamente oca da Figura 6a.

[0026] A Figura 6c ilustra uma vista lateral da partícula cilíndrica aproximadamente oca da Figura 6a.

[0027] A Figura 6d ilustra uma vista superior de uma partícula arredondada.

[0028] A Figura 6e ilustra o corte transversal através da partícula arredondada da Figura 6d.

[0029] A Figura 6f ilustra uma vista superior de uma partícula aproximadamente retangular.

[0030] A Figura 6g ilustra uma vista em corte transversal através da partícula da Figura 6f ilustrando uma cavidade ou concavidade redonda dentro da partícula retangular.

[0031] A Figura 6h ilustra uma vista superior de uma partícula arredondada.

[0032] A Figura 6i ilustra uma vista em corte transversal através da partícula da Figura 6h em que uma cavidade tem perfurações através da parede da partícula.

### **DESCRIÇÃO DETALHADA**

[0033] Embora expliquemos em detalhes somente as concretizações preferidas da invenção, deve-se entender que ela não se limita, em seu âmbito, aos detalhes construtivos e à disposição dos componentes estabelecidos na descrição a seguir ou ilustrados nos desenhos. A invenção é suscetível a outras concretizações e a ser praticada ou realizada de diversas formas. Além disso, ao descrever as concretizações preferidas, usaremos uma terminologia específica para fins de clareza. Deve-se compreender que cada termo específico inclui todos os equivalentes técnicos que operem de forma semelhante visando um fim semelhante.

[0034] Com referência aos desenhos, a Figura 1 ilustra uma concretização da presente invenção associada aos componentes de uma peletizadora. A peletizadora inclui um depósito de entrada 12 advindo de um aparelho de fusão e/ou mistura (não-ilustrado). O depósito de entrada 12 inclui uma passagem 14 para o material fundido ou outro extrudado (doravante chamados coletivamente de “carga de fusão”) que pode incluir materiais orgânicos, oligômeros, polímeros, ceras e combinações desses, mas sem a isso se restringir. A ogiva 16 direciona a carga de fusão ao lado a montante da matriz de extrusão simples 10 a que é conectada de forma fixa por uma haste roscada (não-ilustrada). A haste roscada é conectada, em uma extremidade roscada, a um orifício roscado 18 da ogiva 16 e, em sua extremidade distal, a um orifício roscado 20 na matriz de extrusão simples 10. Como alternativa, a

ogiva 16 pode ser contínua em relação à matriz de extrusão simples 10 e não precisa ser conectada de forma fixa conforme descrito acima.

[0035] A matriz de extrusão simples 10 contém pelo menos um e, de preferência, vários orifícios de matriz 22 concentricamente dispostos sozinhos ou em conjunto dentro de pelo menos um anel que se estende da face a montante 24 à face a jusante 26 da matriz de extrusão simples 10. Várias unidades com lâminas 28, instaladas em um cubo cortador giratoriamente motorizado 30 dentro de uma câmara de corte (não-ilustrada), cortam a carga de fusão extrudada, resfriada e ao menos parcialmente solidificada em partículas. As partículas assim formadas são transportadas ao processamento a jusante de forma mecânica, pneumática ou hidráulica, ou uma combinação dessas.

[0036] Como opção, algumas áreas da face a jusante 26 podem ser cortadas para oferecer um recesso ou cavidade anelar 32 perifericamente adjacente aos orifícios de matriz 22 de modo que eles sejam contidos em protuberâncias 34 contínuas em relação à chapa de suporte 36 da matriz de extrusão simples 10. Dentro dos orifícios de matriz 22, com ou sem as protuberâncias 34, há um número equivalente de insertos 50, que descreveremos em mais detalhes abaixo. A chapa de cobertura anelar 38 reveste o recesso ou cavidade 32 e é conectada de forma fixa à chapa de suporte 36 e às protuberâncias 34 por brasagem, soldagem ou técnicas semelhantes conhecidas pelos versados na técnica. A chapa de cobertura 38 pode ser feita de pelo menos um dentre um metal resistente à abrasão e à corrosão, de preferência aço de níquel, um material de superfície rígida, de preferência o carboneto de tungstênio, e muitas combinações desses. De forma semelhante, a ligação da chapa de cobertura 38 à chapa de suporte 36 e/ou às protuberâncias 34 é, de preferência, realizada por soldagem, brasagem ou algo do gênero. Como opção, a superfície da chapa de cobertura 38 e, portanto, a face a jusante 26 da matriz de extrusão simples 10 podem ser



recobertas por um revestimento resistente a substâncias químicas, à abrasão, à corrosão e ao desgaste conhecido pelos versados na técnica.

[0037] A Figura 2 ilustra uma unidade de matriz de extrusão de inserto removível 100 de acordo com uma segunda concretização da presente invenção. A unidade de matriz de extrusão de inserto removível 100 é composta por uma chapa de suporte 105 e um inserto removível 110. De forma semelhante à Figura 1, a unidade de matriz de extrusão de inserto removível 100 é conectada de forma fixa a um depósito de entrada 12 advindo de um aparelho de fusão e/ou mistura (não-ilustrado). O depósito de entrada 12 inclui uma passagem 14 para a carga de fusão, conforme já descrito. A ogiva 16 direciona a carga de fusão ao lado a montante do inserto removível 110, ao qual é conectada de forma fixa por uma haste roscada (não-ilustrada). A haste roscada é conectada, em uma extremidade roscada, a um orifício roscado 118 da ogiva 16 e, em sua extremidade distal, a um orifício roscado 120 do inserto removível 110.

[0038] O inserto removível 110 contém pelo menos um e, de preferência, vários orifícios de matriz 22 concentricamente dispostos sozinhos ou em conjunto dentro pelo menos um anel que se estende da face a montante 124 à face a jusante 126 do inserto removível 110. Várias unidades com lâminas 28, instaladas em um cubo cortador giratoriamente motorizado 30 dentro de uma câmara de corte (não-ilustrada), contam a carga de fusão extrudada, resfriada e ao menos parcialmente solidificada em partículas. As partículas assim formadas são transportadas ao processamento a jusante de forma mecânica, pneumática ou hidráulica, ou uma combinação dessas, assim como antes.

[0039] Como opção, algumas áreas da superfície a jusante 126 podem ser cortadas para oferecer um recesso ou cavidade anelar 132 periféricamente adjacente aos orifícios de matriz 22 de modo que eles sejam contidos em protuberâncias 134 contínuas em relação à chapa de suporte de centro removível 136 do inserto removível 110. Dentro dos orifícios

de matriz 22, com ou sem as protuberâncias 134, há um número equivalente de insertos 50, que descreveremos em mais detalhes abaixo. A chapa de cobertura anelar 138 reveste o recesso ou cavidade 132 e é conectada de forma fixa à chapa de suporte de centro removível 136 e às protuberâncias 134 por brasagem, soldagem ou técnicas semelhantes conhecidas pelos versados na técnica. A chapa de cobertura 138 pode ser feita de pelo menos um dentre um metal resistente à abrasão e à corrosão, de preferência aço de níquel, um material de superfície rígida, de preferência o carboneto de tungstênio, e muitas combinações desses. De forma semelhante, a ligação da chapa de cobertura 138 à chapa de suporte de centro removível 136 e/ou às protuberâncias 134 é, de preferência, realizada por soldagem, brasagem ou algo do gênero. Como opção, a superfície da chapa de cobertura 138 e, portanto, a face a jusante 126 do inserto removível 110 podem ser recobertas por um revestimento resistente a substâncias químicas, à abrasão, à corrosão e ao desgaste conhecido pelos versados na técnica.

[0040] Os processos de aquecimento e/ou resfriamento podem ser realizados por resistência elétrica, indução, vapor ou fluidos de transferência térmica conforme convencionalmente divulgado para a matriz de extrusão simples 10, bem como para a unidade de matriz de extrusão de inserto removível 100. Como alternativa, o inserto removível 110 e a chapa de suporte 105 (figura 2) podem ser aquecidos separadamente por mecanismos semelhantes ou distintos. De preferência, elementos de aquecimento 46 são inseridos na matriz de extrusão simples 10 ou na unidade de matriz de extrusão de inserto removível 100, conforme ilustram, respectivamente, as Figuras 1 e 2. Outros modelos conhecidos pelos versados na técnica são incluídos no presente documento a título de referência, sem a intenção de limitar o âmbito da invenção.

[0041] Voltando-nos agora à Figura 3, em relação à matriz de extrusão simples 10, o inserto 50 é ilustrado dentro do orifício 22, que se estende da face a montante 24 à face a jusante 26 da chapa de cobertura

38 através da protuberância opcional 34 da chapa de suporte 36. Um recesso ou cavidade anelar opcional 32 também é ilustrado para fins de clareza. Uma unidade análoga segue o inserto removível 110 e não é ilustrada.

[0042] A Figura 4 ilustra os detalhes construtivos do inserto 50, que compreende um mandril 52, várias aletas 56 e várias conicidades nas aletas 54. O inserto 50 pode ser feito de qualquer material resistente à abrasão e, de preferência, é de metal. O metal pode ser alumínio, latão, bronze, cobre, aço, aço para ferramentas, aço de carbono, aço de vanádio, aço inoxidável, aço de níquel, níquel e seus semelhantes, sem a intenção de limitar o âmbito da invenção. Mais preferencialmente, o metal é um bom condutor de calor, incluindo latão, bronze e cobre. Sem a intenção de nos prendermos a qualquer teoria, acredita-se que metais termicamente condutores mantêm a temperatura da carga de fusão que se propaga através do orifício 22 uniforme; vide Figuras 1, 2 e 3. Isso é eficaz na minimização da perda de calor e/ou da variação na temperatura à medida que o material flui pelas várias vias formadas pelas várias aletas 56.

[0043] As dimensões do inserto 50 não devem exceder as dimensões do orifício de matriz 22 à temperatura do processo e devem levar em conta o diferencial de expansão entre o metal do inserto 50 e o da chapa de suporte 36 (Figura 1) ou do inserto removível 110 (Figura 2). As aletas 56 não só formam várias vias de fluxo para a carga de fusão, mas também servem para manter a posição do inserto 50 dentro do orifício de matriz 22. O número mínimo de aletas é de pelo menos duas (2) e, de preferência, de pelo menos três (3). Mais preferencialmente, há quatro (4) ou mais aletas 52 no inserto 50. As várias aletas 56 podem ser orientadas de acordo com qualquer ângulo em relação às aletas adjacentes a fim de formar vias através das quais o polímero fundido flui. De preferência, as aletas são afastadas entre si em 180° ou menos. Mais preferencialmente, elas são afastadas entre si em 120° ou menos. Ainda mais preferencialmente, elas são afastadas entre si em 90° ou menos.

[0044] A Figura 5 ilustra o inserto 50 dentro do orifício de matriz 22 de modo que o mandril 52 seja significativamente contido dentro da área de matriz 60, as conicidades das aletas 54 correspondam aproximadamente, em termos de dimensão, à conicidade do orifício 62 e as aletas 56 sejam contidas aproximadamente dentro do tubo pré-área 64. O comprimento da área de matriz 60 normalmente varia entre ao menos cerca de 0,38 mm a cerca de 31,75 mm e, de preferência, entre ao menos cerca de 0,64 mm e cerca de 25 mm. De preferência, o comprimento do mandril 52 dentro da área de matriz 60 é inferior ao da área de matriz 60 e, mais preferencialmente, é pelo menos cerca de 0,50 mm inferior ao comprimento da área de matriz de modo que sua ponta seja afastada muito de leve da face a jusante 26 (Figura 1) ou da face a jusante 126 (Figura 2) da matriz. A área de matriz 60 e/ou o mandril 52 podem ser cilíndricos ou afunilados e podem ser arredondados, ovais ou retangulares, entre outras geometrias. De forma semelhante, a área de matriz 60 e o mandril 52 podem ter uma geometria parecida ou diferente. O inserto 50 pode se encaixar com pressão e, de preferência, se encaixa por deslizamento dentro do orifício de matriz 22.

[0045] As conicidades das aletas 54 são semelhantes quanto à angularidade, no ângulo 66, em relação à conicidade do orifício 62, que pode variar entre 0° e 90° quando medida na junção do cilíndrico perpendicular disposto no diâmetro do tubo de pré-área 64 com a conicidade do orifício 62. De preferência, o ângulo 66 varia entre 15° e 45°, conforme descrito no presente documento. As conicidades das aletas 54 podem ter um contorno igual, ou diferente, ao da conicidade do orifício 62 e devem afunilar dimensionalmente do diâmetro das aletas 56 ao diâmetro do mandril 52. De forma semelhante, as aletas 56 podem ser semelhantes ou diferentes quanto à geometria, por exemplo, cilíndrica, afunilada ou combinações dessas, do tubo pré-área 64. De preferência, o tubo pré-área 64 e as aletas 56 são cilíndricos. O comprimento das aletas 56 pode ser o mesmo que o do tubo pré-área 64, mas, de preferência, é inferior a ele. Mais

preferencialmente, o comprimento das aletas é ao menos cerca de 0,50 mm inferior ao comprimento do tubo pré-área 64 para que elas não se projetem além dele.

[0046] A Figura 5a ilustra um modelo exemplificativo em corte transversal das aletas 56 dentro do tubo pré-área 64 ao longo da linha a. A Figura 5b ilustra um modelo exemplificativo em corte transversal das conicidades nas aletas 54 dentro da conicidade do orifício 62 ao longo da linha b. A Figura 5c ilustra um modelo exemplificativo em corte transversal do mandril 52 no ponto de ligação com as conicidades das aletas 54 na área de matriz 60 ao longo da linha c. A Figura 5d ilustra um mandril afunilado decrescente opcional 52 dentro da área de matriz 60 ao longo da linha d.

[0047] A Figura 6 ilustra várias geometrias das partículas ocas formadas de acordo com a presente invenção. A Figura 6a ilustra uma vista superior de uma partícula cilíndrica através da qual a cavidade oca penetra por completo. A Figura 6b ilustra uma vista em corte transversal da partícula oca aproximadamente cilíndrica da Figura 6a; e a Figura 6c ilustra uma vista lateral da mesma partícula. A Figura 6d ilustra uma vista superior de uma partícula arredondada, ao passo que a Figura 6e ilustra seu corte transversal. A Figura 6f ilustra uma vista superior de uma partícula aproximadamente retangular, ao passo que a Figura 6g ilustra uma vista em corte transversal através dessa mesma partícula exibindo uma cavidade oca arredondada dentro dela. A Figura 6h ilustra uma vista superior de uma partícula arredondada, ao passo que a Figura 6i ilustra uma vista em corte transversal através dessa mesma partícula exibindo uma cavidade com perfurações através de sua parede. Os versados na técnica perceberão que é possível chegar a muitos formatos de partícula e cavidade pelas metodologias da presente invenção sem a intenção de limitar seu âmbito.

[0048] A formação de partículas ocas é significativamente controlada pela reologia de fusão e, em especial, pela viscosidade da fusão. Materiais fundidos fracionados costumam formar

partículas em forma de colares ou anéis, conforme ilustram as Figuras 6a, 6b e 6c descritas acima. Descobrimos que, à medida que a viscosidade da fusão diminui e, portanto, o índice de fluxo de fusão aumenta, obtemos um maior encerramento da partícula de modo a formar uma cavidade encerrada, conforme ilustram as Figuras 6d, 6e, 6f e 6g. À medida que a viscosidade da fusão continua caindo e, portanto, o índice de fluxo da fusão aumenta, geramos cavidades não tão encerradas, obtivemos perfurações e, com o tempo, as cavidades vieram a se dissolver por completo ou em parte, levando-as a uma geometria irregular.

[0049] Além disso, fatores como a composição química, a variação do ponto de fusão e a cristalinidade são importantes já que afetam a fluidez e a temperatura da carga de fusão. A cristalização é tipicamente exotérmica e, portanto, soma-se à temperatura da carga de fusão, diminuindo assim a viscosidade. Quanto menor a variação do ponto de fusão, menor o resfriamento necessário para aumentar significativamente a solidificação e, portanto, mais difícil de se formar uma cavidade encerrada por completo em oposição a partículas em forma de colar ou anel, através das quais a cavidade penetra por completo. A polaridade, a ramificação e as interações hidrofóbicas/hidrófilas dos polímeros influenciam as propriedades na fase de fusão, bem como os processo que levam à solidificação. A capacidade de um material de inchar ao sair da matriz também é um fator importante na avaliação do encerramento da partícula, bem como a diferença necessária entre os diâmetros do mandril 52 e da área de matriz 60 (Figura 5), para chegarmos a uma partícula de diâmetro desejado com uma cavidade de diâmetro específico. À medida que a viscosidade diminui, o controle dessas variáveis diminui e as influências da temperatura na cristalização, se presente, aumentam.

[0050] A absorção da umidade foi analisada como uma explicação para o possível aprisionamento da umidade quando é realizada a peletização submersa preferida. Prevemos que a umidade seria

proporcionalmente alta quando o aprisionamento do fluido de transporte, de preferência a água, ocorresse nas cavidades ocas geradas. Para nossa surpresa, descobrimos que os teores de umidade foram significativamente inferiores ao esperado após levar em conta a diferença mássica entre uma partícula sólida de diâmetro comparável e a massa reduzida da partícula oca, e ainda mais surpreendente foi a maior redução da umidade à medida que a polaridade do material aumentou. Por exemplo, descobrimos que partículas ocas tanto de polietileno quanto de polipropileno têm teores de umidade comparáveis aos de partículas sólidas de diâmetro comparável, ao passo que partículas ocas de acetato de etil vinila têm cerca de um meio a dois terços da umidade da partícula sólida.

[0051] Exemplos de materiais para uso na produção de partículas ocas de acordo com a presente invenção incluem, entre outros, poliolefinas, polietileno, polipropileno, poliolefinas de ligação cruzada, polímeros de vinila e polímeros de vinila substituída incluindo poliésteres, poliamidas e poliéteres alifáticos e aromáticos, politioéteres, poliuretanos, poliimidas, policarbonatos, polissulfetos, polissulfonas, ceras, copolímeros e combinações desses.

[0052] Conforme esperado, a contrapressão sobre o processo de extrusão aumentou com o uso dos insertos e diminuiu com pelo menos um dentre aumentar o número de orifícios através da matriz, aumentar a temperatura do processo de fusão e aumentar a temperatura da matriz. Esses fatores, conforme compreendidos pelos versados na técnica, não são consequência surpreendentes.

## REIVINDICAÇÕES

1. Processo de extrusão para produzir partículas ocas, o processo sendo compreendendo:

extrudar o material fundido por meio de uma matriz de extrusão (10, 100) compreendendo um orifício de matriz (22) e um inserto (50) disposto dentro do orifício de matriz (22) ; e

o orifício da matriz (22) compreendendo um tubo de pré-aterramento (64) e um aterramento de matriz (60);

resfriar o material fundido extrudado e cortar o mesmo com eficácia para produzir uma partícula com cavidade oca,

caracterizado pelo fato de que

o inserto (50) compreende um mandril posicionado um aterramento de matriz (60);

várias aletas (56) que se estendem em um comprimento do inserto (50)

várias conicidades nas aletas (54),

as aletas (56) dispostas em torno do inserto (50) e posicionadas dentro do tubo de pré-aterramento (64) do orifício da matriz (22) para manter a posição do inserto (50) no orifício da matriz (22) e a posição do mandril (52) no aterramento de matriz (60).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a cavidade oca penetra em uma primeira superfície da partícula e se estende continuamente através de uma segunda superfície da partícula.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a partícula envolve por completo a cavidade oca.

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a cavidade oca penetra em uma primeira



superfície da partícula e se estende até uma parte interna do corpo da partícula.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a matriz de extrusão (10, 100) é uma matriz de extrusão (10) simples ou uma unidade de matriz de extrusão (100) removível.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que cada uma das aletas (56) está disposta a 180° ou menos à parte de uma aleta adjacente (56) em torno do inserto (50).

7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 2, 3, 4, caracterizado pelo fato de que compreende alimentar o material fundido em um peletizador.

8. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de extrudar compreende extrudar sob pressão.

9. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o material fundido compreende uma poliolefina, uma poliolefina de ligação cruzada, um polímero de vinila, um polímero de vinila substituída, poliéster, poliamida, poliéter, politioéter, poliuretano, poliimida, policarbonato, polissulfeto, polissulfona, cera, um copolímero da cera ou uma fórmula compreendendo pelo menos dois dos materiais mencionados.

10. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que as várias aletas (56) do inserto (50) é afunilada.

11. Peletizadora compreendendo:

uma entrada (14) para receber um material fundido;

um orifício de matriz (22), a jusante da entrada, para extrudar o material fundido;

o orifício da matriz (22) compreendendo um tubo de pré-aterramento (64) e um aterramento de matriz (60);

uma câmara de corte para cortar o material fundido extrudido em grânulos; e

uma saída para transportar o material fundido extrudido do peletizador;

caracterizado pelo fato de que

o inserto (50) compreende um mandril (52) posicionado no aterramento de matriz (60), uma pluralidade de aletas (56) estendendo-se por um comprimento do inserto (50) e uma pluralidade de aletas afuniladas (54), as aletas (56) disposta em torno do inserto (50) e posicionada dentro do tubo de pré-aterramento (64) do orifício da matriz (22) para manter a posição do inserto (50) no orifício da matriz (22) e a posição do mandril (52) no aterramento de matriz (60).

12. Peletizadora, de acordo com a reivindicação 11, caracterizada pelo fato de que o inserto (50) compreende pelo menos quatro aletas (56), sendo que cada uma das quatro aletas (56) é disposta a cerca de 90° de distância ou menos da aleta adjacente (56) em torno do inserto (50).

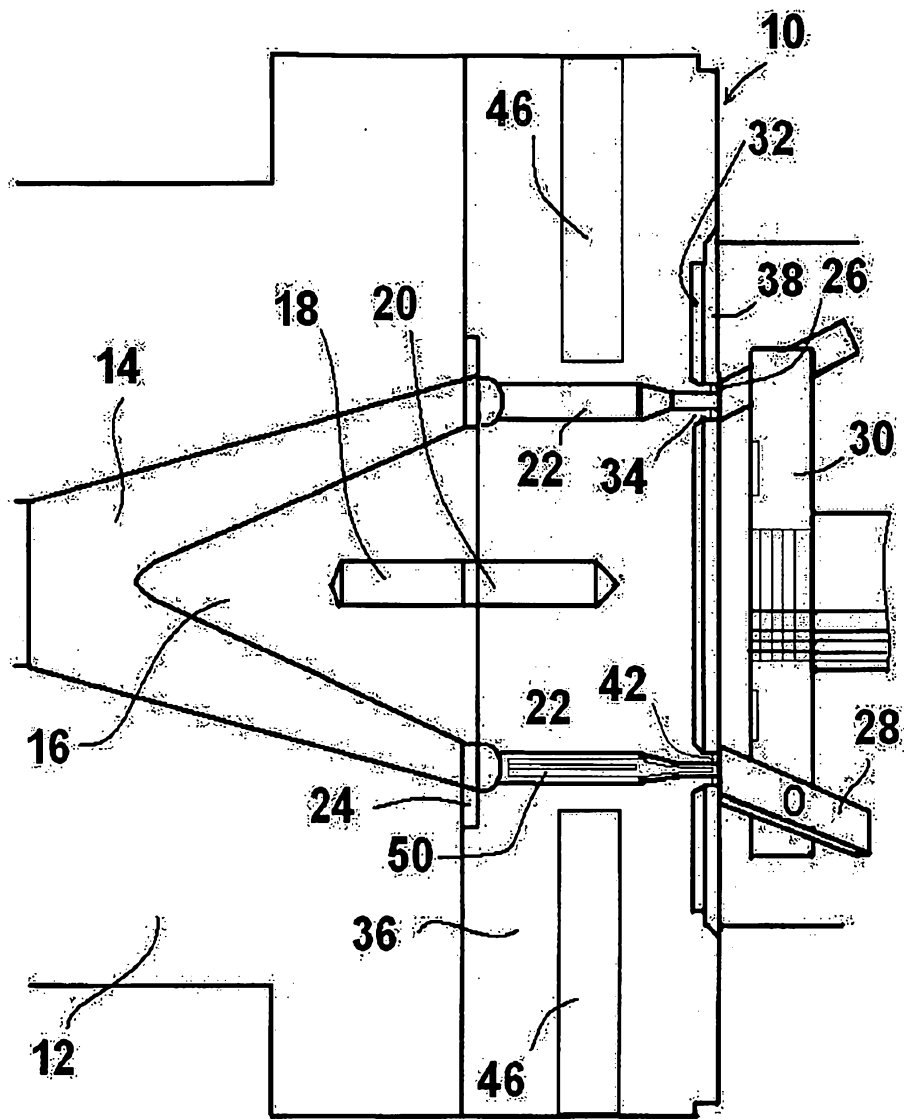
13. Peletizadora, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores 11 ou 12, caracterizada por ser uma peletizadora submersa.

14. Peletizadora, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores 11 a 13, caracterizada pelo fato de que o material fundido extrudido compreende uma partícula com cavidade oca.

15. Peletizadora, de acordo com a reivindicação 14, caracterizada pelo fato de que a cavidade oca penetra em uma primeira superfície da partícula e se estende continuamente através de uma segunda superfície da partícula, é envolvida por completo pela partícula ou penetra na

primeira superfície da partícula e estende-se até uma parte interna do corpo da partícula.

FIG. 1



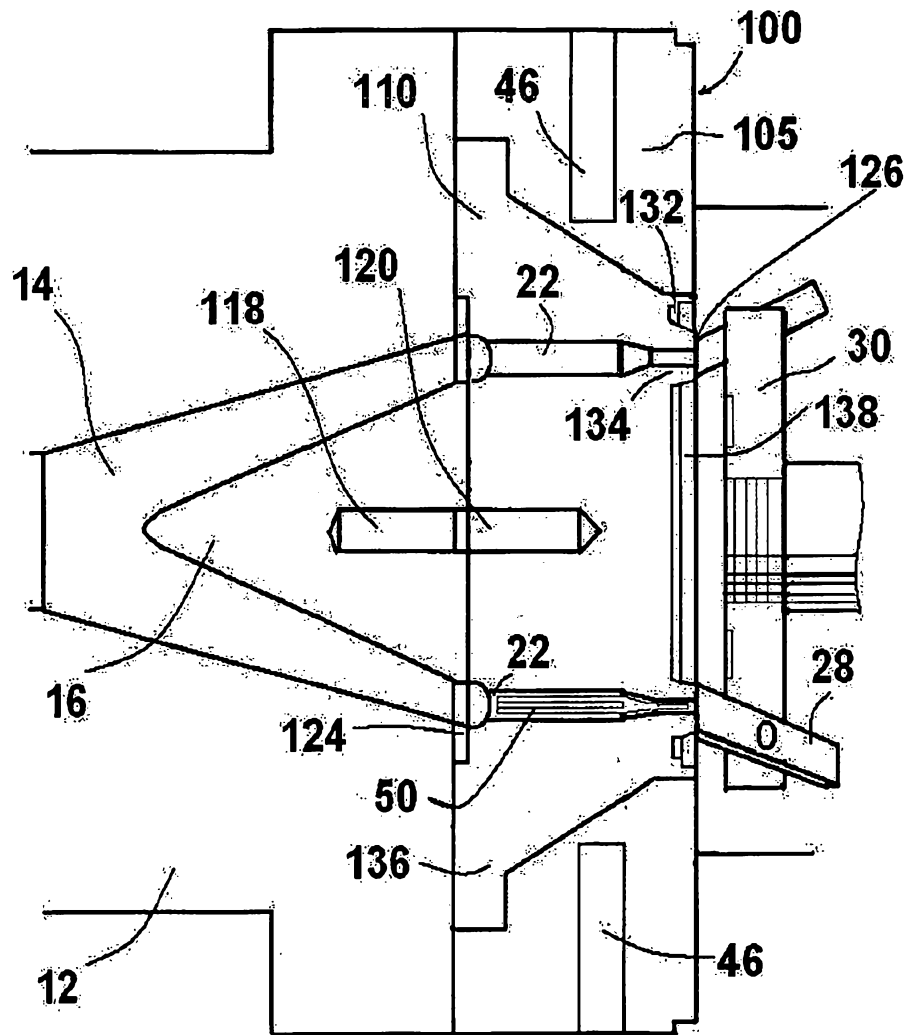
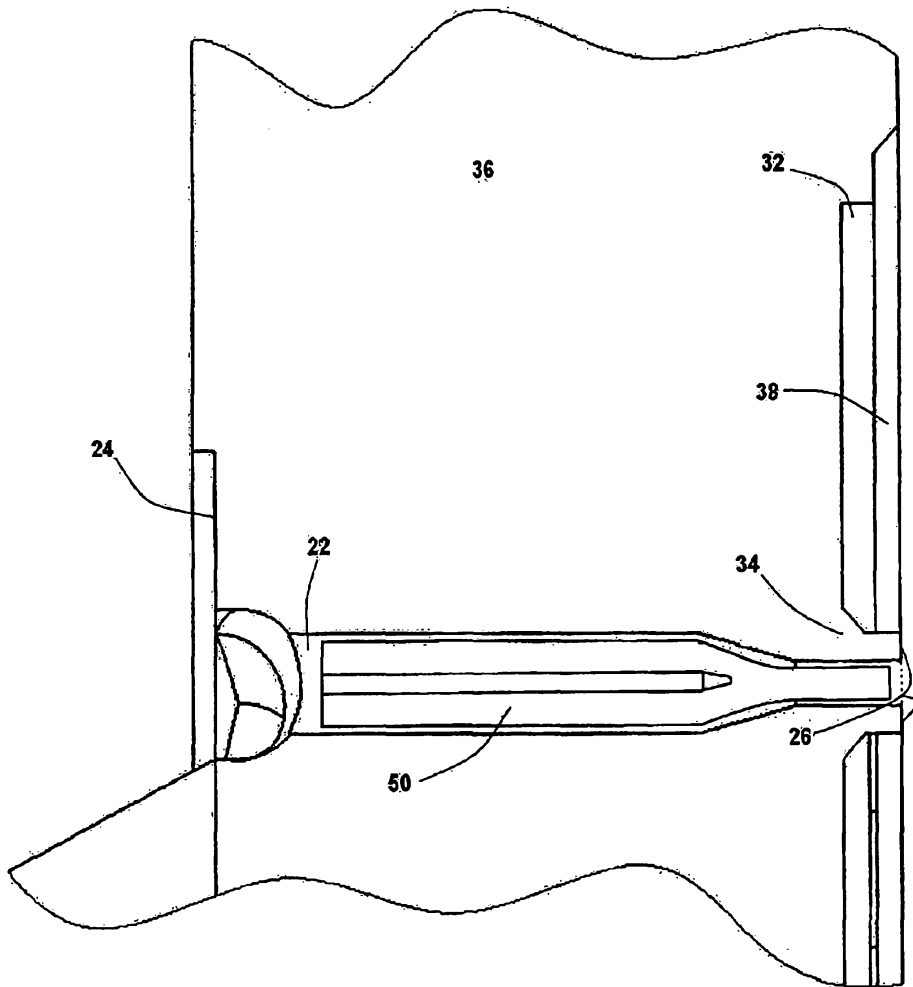
**FIG. 2**

FIG. 3



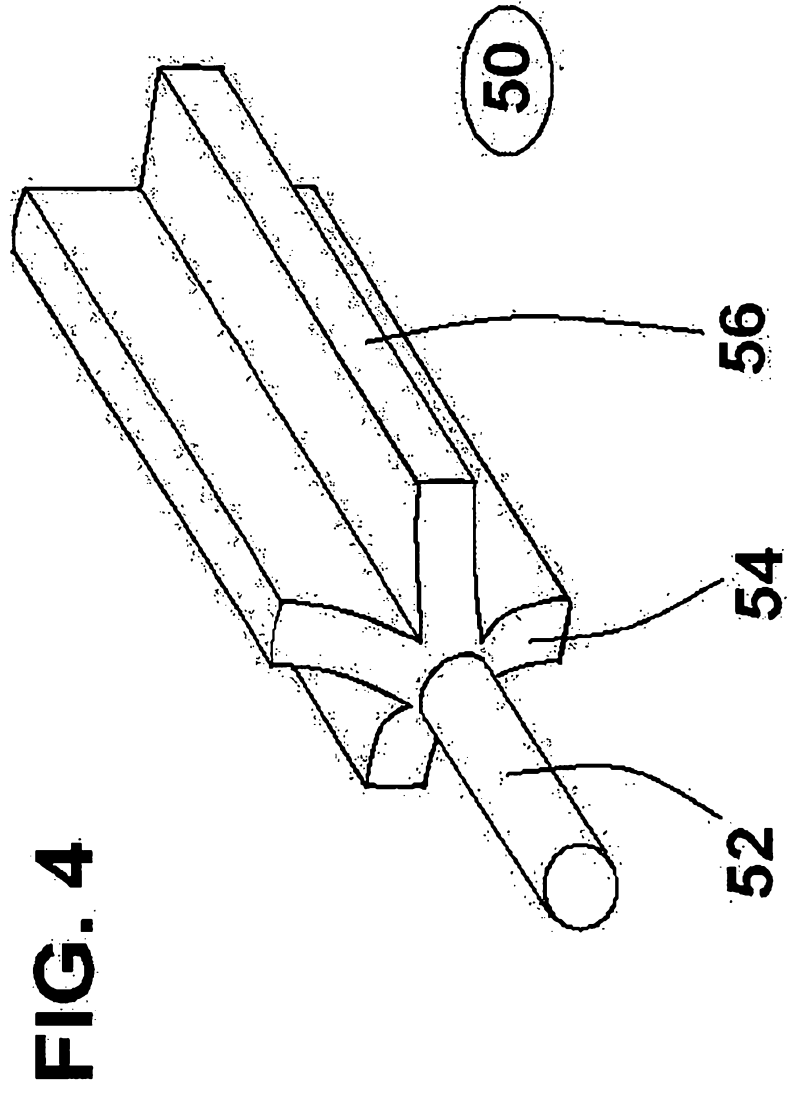
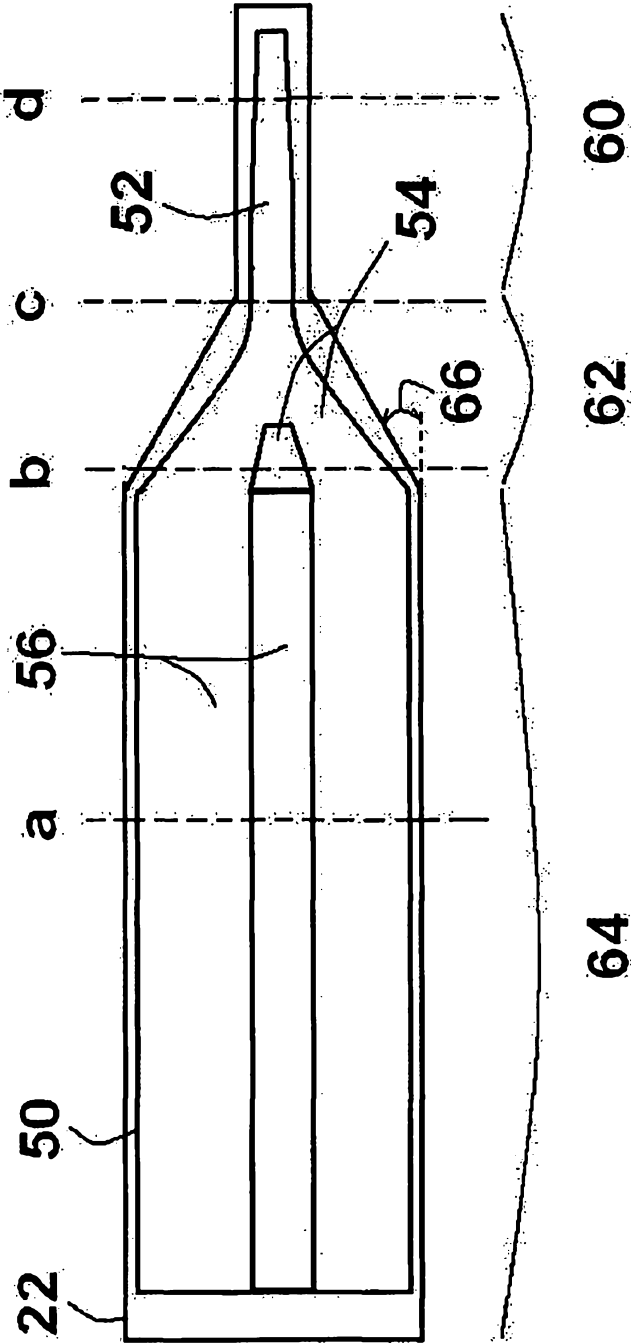


FIG. 5





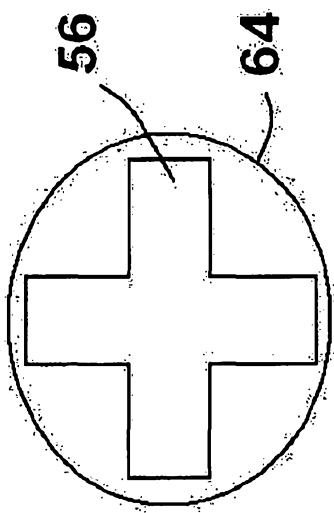


FIG. 5a

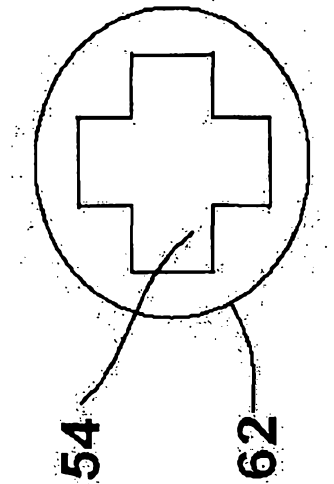


FIG. 5b

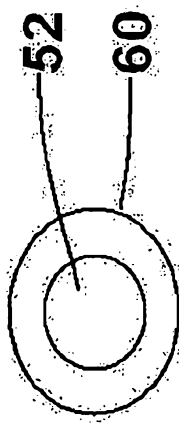


FIG. 5c

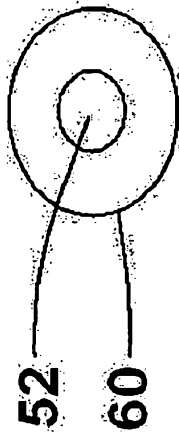
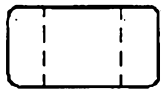
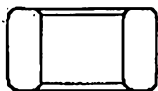


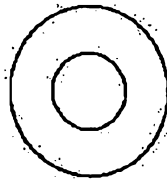
FIG. 5d



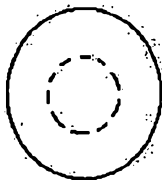
**FIG. 6a**



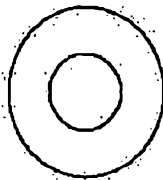
**FIG. 6b**



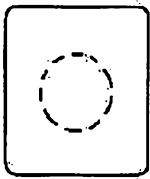
**FIG. 6c**



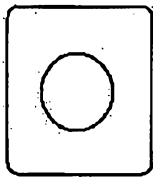
**FIG. 6d**



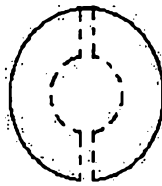
**FIG. 6e**



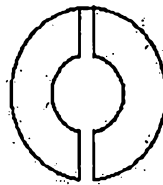
**FIG. 6f**



**FIG. 6g**



**FIG. 6h**



**FIG. 6i**

**FIG. 6**