



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

(11) PI 0818421-6 B1

(22) Data do Depósito: 15/10/2008

(45) Data de Concessão: 12/06/2018



(54) Título: APARELHO E MÉTODO PARA A DESIDRATAÇÃO DE MATERIAL ORGÂNICO, EM MODO CONTÍNUO, EMPREGANDO VÁCUO E MICRO-ONDAS

(51) Int.Cl.: A23L 3/54; A23B 7/02; A23B 7/148; A23L 3/3418; F26B 3/347; F26B 5/04; A23L 3/01; A23B 7/01

(30) Prioridade Unionista: 15/10/2007 US 60/980070

(73) Titular(es): ENWAVE CORPORATION

(72) Inventor(es): TIMOTHY D. DURANCE; JUN FU; PARASTOO YAGHMAEE

“APARELHO E MÉTODO PARA A DESIDRATAÇÃO DE MATERIAL ORGÂNICO, EM MODO CONTÍNUO, EMPREGANDO VÁCUO E MICRO-ONDAS”

Campo da Invenção

[001] A invenção pertence a aparelhos e métodos para a secagem de materiais orgânicos com vácuo e micro-ondas tais como produtos alimentícios e plantas medicinais.

Fundamento da Invenção

[002] Desidratação de materiais orgânicos é comum na indústria de processamento de alimentos e de ervas medicinais. A mesma pode ser feita de modo a preservar produtos para armazenagem, por exemplo, frutas e vegetais, sendo os produtos desidratados posteriormente reidratados para seu consumo. Desidratação também pode ser feita para criar um produto que é utilizado na forma desidratada, por exemplo, ervas secas e vários tipos de frituras. Métodos convencionais para desidratar tais materiais incluem secagem a ar e secagem por congelamento. Ambos os métodos de secagem têm as suas limitações. Em termos gerais, secagem a ar é lenta e secagem por congelamento é dispendiosa, e ambos os métodos tendem a degradar a aparência e textura dos produtos.

[003] Também é conhecido na técnica anterior, desidratar alimentos e materiais de planta por intermédio de uma desidratação a vácuo com micro-ondas. Exemplos desta espécie de desidratação na literatura de patente incluem a seguir: US 4.664.924 em nome de Sugisawa e outros; US 6.128.831 em nome de Durance e outros; US 5.956.865 em nome de Durance e outros; US 4.389.794 em nome de Bitterly; US 4.809.596 em nome de Akutsu e outros; US 4.882.851 em nome de Wennerstrum e outros; e, WO 03/103.407 A1 em nome de Radas e outros. Secagem a vácuo com micro-ondas é um método rápido que pode produzir produtos com qualidade melhorada em comparação com aqueles que são secos a ar e produtos secos por congelamento. Uma vez que a secagem é feita sob pressão reduzida, o ponto de ebulição de água e o teor de oxigênio da

atmosfera são reduzidos a fim de que componentes alimentícios ou medicinais sensíveis a oxidação e degradação térmica possam ser retidos a um grau mais elevado do que por meio de secagem a ar. O processo de secagem também é muito mais rápido do que o de secagem a ar e por congelamento. A presente invenção é orientada para melhoramentos na técnica de secagem a vácuo com o micro-ondas.

Sumário da Invenção

[004] De acordo com um aspecto da invenção, é fornecido um aparelho para desidratar material orgânico. Uma câmara de vácuo tem uma extremidade de entrada para introdução de um recipiente do material a ser desidratado, e uma extremidade de descarga para remoção do recipiente de material desidratado. O aparelho tem um gerador de micro-ondas e uma janela transparente a micro-ondas para transmissão de radiação de micro-ondas a partir do gerador para a câmara de vácuo. Ele inclui dispositivo para reduzir pressão dentro da câmara de vácuo, dispositivo para carregar o recipiente de material orgânico para a extremidade de entrada, dispositivo para girar o recipiente dentro da câmara de vácuo, dispositivo para movimentar o recipiente rotativo desde a extremidade de entrada até a extremidade de descarga, e dispositivo para descarregar o recipiente de material desidratado da câmara de vácuo na extremidade de descarga. O aparelho pode, opcionalmente, incluir um dispositivo para resfriar o material orgânico desidratado em uma pressão menor do que a atmosférica.

[005] De acordo com outro aspecto da invenção é fornecido um aparelho para desidratar material orgânico, o aparelho compreendendo uma câmara de vácuo, um gerador de micro-ondas e uma janela transparente a micro-ondas para transmissão de radiação de micro-ondas a partir do gerador para a câmara de vácuo, e dispositivo para soprar uma corrente de ar ou de outro gás para a câmara de vácuo adjacente à janela. Este aspecto da invenção é orientado para reduzir a formação de arco de radiação de micro-ondas que

ocorre em desidratadores a vácuo com micro-ondas. Tal formação de arco pode destruir as janelas transparentes de micro-ondas da câmara de vácuo e provocar queima dos produtos que estão sendo desidratados. Os presentes inventores verificaram que soprar uma corrente de gás adjacente ao interior das janelas transparentes de micro-ondas dentro da câmara de vácuo reduz a formação de arco durante operação de um aparelho de micro-ondas a vácuo. Acredita-se que isto é devido primeiramente à criação de um gradiente de pressão entre a janela e o interior da câmara de vácuo e, em segundo lugar, à prevenção de condensação de água e de outros materiais voláteis no lado de dentro da janela.

[006] De acordo com outro aspecto da invenção, é fornecido um método para desidratar um material orgânico. Um recipiente transparente a micro-ondas, que mantém o material orgânico a ser desidratado, é fornecido. O recipiente é introduzido em uma câmara de vácuo, a câmara estando em uma pressão menor do que a atmosférica. O recipiente é girado dentro da câmara de vácuo e o recipiente rotativo é movido através da câmara de vácuo ao mesmo tempo em que aplica uma radiação de micro-ondas para desidratar os materiais orgânicos. O recipiente de material orgânico desidratado é então removido da câmara de vácuo. O método pode, opcionalmente, incluir a etapa, depois da remoção do material orgânico desidratado da câmara de vácuo, de resfriar o material em uma pressão menor do que atmosférica.

[007] De acordo com outro aspecto da invenção, é fornecido um método para desidratar um material orgânico. Uma câmara de vácuo é evacuada, isto é, é trazida a uma pressão que é menor do que a atmosférica. Radiação de micro-ondas é transmitida para a câmara de vácuo através de uma janela transparente a micro-ondas. Uma corrente de gás, por exemplo, nitrogênio ou hélio, é soprada para o interior da câmara de vácuo adjacente à janela. O material orgânico a ser desidratado é introduzido na câmara de vácuo e deixado ser desidratado. O material desidratado é então removido da

câmara de vácuo.

[008] Materiais orgânicos que podem ser desidratados utilizando os aparelhos e métodos da invenção incluem produtos alimentícios tais como frutos, grãos (bagos) (por exemplo, mirtilos, amoras, morangos), vegetais, frituras (por exemplo, de maçã, batata, banana, panquecas), ervas, carnes, nutracêuticos, sementes, flores e outros materiais plantas, tais como raízes e tubérculos, hastes, folhas, etc.

[009] Estes e outros aspectos da invenção serão evidentes a partir da descrição e de desenhos a seguir de modalidades preferidas.

Breve Descrição dos Desenhos

[0010] A figura 1 é uma vista isométrica de um aparelho de acordo com uma modalidade da invenção.

[0011] A figura 2 é uma vista isométrica do aparelho a partir do lado oposto.

[0012] A figura 3 é uma sua vista em planta superior, parcialmente em seção.

[0013] A figura 4 é uma sua vista em elevação lateral, parcialmente em seção.

[0014] A figura 5 é uma vista em seção sobre a linha 5-5 da figura 4.

[0015] A figura 6 é uma vista isométrica do conjunto de janela de micro-ondas na câmara de vácuo.

[0016] As figuras 7 e 8 são vistas isométricas da gaiola cilíndrica rotativa que contém uma cesta.

[0017] A figura 9 é uma vista extrema do aparelho, parcialmente em seção.

Descrição das Modalidades Preferidas

O aparelho de desidratação

[0018] Em termos genéricos, o aparelho de desidratação 20 tem uma câmara de vácuo 22 dentro da qual o material orgânico em um recipiente

cilíndrico 38 é desidratado, um gerador de micro-ondas 56, uma câmara de equilíbrio 150 para resfriar o material desidratado em pressão reduzida, um módulo de carregamento de 36 para carregar recipientes para a câmara de vácuo, um módulo de transferência 42 para transferir recipientes da câmara de vácuo para a câmara de equilíbrio e um módulo de descarregamento 154.

[0019] Cada um dentre o módulo de carregamento 36, o módulo de transferência 42, e o módulo de descarregamento 154 tem um par de travas pneumáticas, respectivamente, 101 e 102, 130 e 111, e 164 e 170. Estas travas permitem que os recipientes sejam respectivamente carregados para a câmara de vácuo, transferidos da câmara de vácuo para a câmara de equilíbrio e descarregados da câmara de equilíbrio ao mesmo tempo em que mantém estas câmaras nas pressões reduzidas requeridas para o processo de desidratação. A estrutura de cada uma das travas pneumáticas é a mesma, compreendendo uma porta de auto-vedação móvel dentro de uma carcaça por meio do pistão de um cilindro de ar. Levantar a porta a abre, e permite a um recipiente passar; abaixar a porta a fecha, e forma uma vedação hermética.

[0020] O aparelho de desidratação 20 tem uma câmara de vácuo 22 suportada por um suporte 24. A câmara 22 tem uma parede cilíndrica 26, uma cobertura extrema 28 na extremidade de entrada 30 da câmara, e uma cobertura extrema 32 na extremidade de descarga 34 da câmara. O módulo de carregamento 36 é suportado em um suporte 37 e conectado à cobertura extrema 28 na extremidade de entrada 30 para manter e carregar recipientes 38 que contém materiais orgânicos 40 a serem desidratados na câmara de vácuo 22. O módulo de transferência 42 suportado em um suporte 43 é conectado à cobertura externa 32 na extremidade de descarga oposta 34 da câmara de vácuo. A câmara de vácuo 22 é orientada com seu eixo longitudinal aproximadamente horizontal. Os suportes 37 e 43 são, cada um, suportados em respectivas rodas 25 arranjadas sobre trilhos 27, facilitando separação dos módulos da câmara de vácuo e câmara de equilíbrio, para

manutenção do aparelho.

[0021] A parede cilíndrica 26 da câmara de vácuo 22 apresenta dois conjuntos de janela 44, 46 para transmissão de radiação de micro-ondas para a câmara. Como melhor visto na figura 6, cada conjunto de janela tem uma estrutura retangular 48 que se estende desde o exterior da parede 26 com um flange 50 na aresta exterior da estrutura 48. Uma janela transparente a micro-ondas 54 é posicionada no flange. A janela 54 é presa no lugar por meio de um espaçador 52 e uma corneta de entrada de micro-ondas 53, que é ligada ao flange de estrutura de janela 50 por meio de um flange 55 na base da corneta de entrada 53. As cornetas de entrada 53 são ligadas operacionalmente a um gerador de micro-ondas 56 por meio de guias de onda (não mostrado). As cornetas de entrada de micro-ondas 53 são retangulares em seção transversal em sua extremidade superior, os retângulos tendo um lado curto 57 e um lado longo 59. Os lados longos 59 das cornetas de entrada de micro-ondas 53 dos conjuntos de janela 44, 46 são orientados paralelos ao eixo longitudinal da câmara de vácuo 22.

[0022] Uma porta de entrada de ar 58 em cada estrutura retangular 48 adjacente às janelas 54 é conectada por um conduto de ar 60 a uma fonte de ar comprimido 62. Por meio destas portas de entrada ar é soprado através da janela 54 dentro da câmara de vácuo 22. Alternativamente, a porta de entrada 58 é conectada a uma fonte de outro gás, por exemplo, um gás inerte tal como nitrogênio ou hélio.

[0023] Uma gaiola cilíndrica rotativa 64 dentro da câmara de vácuo é adaptada para receber e girar os recipientes 38. A gaiola cilíndrica 64 é uma estrutura com lado aberto. A gaiola cilíndrica 64 tem uma engrenagem de anel 66, 68 em cada extremidade longitudinal, respectivamente, conectada por um conjunto de elementos longitudinais 70 espaçados circunferencialmente, cada tendo uma face radialmente interior 71. Anéis de suporte circunferenciais 72 são ligados aos elementos longitudinais 70 em aproximadamente um quarto e

três quartos da distância entre as engrenagens de anel 66, 68. Aquela gaiola cilíndrica 64 é reforçada por hastes de estrutura de aço 73 que são fixadas aos elementos longitudinais 70 ao longo de seu comprimento e ainda por anéis de estrutura de aço 74 adjacentes àquelas engrenagens de anel 66, 68 e no ponto intermediário longitudinal da gaiola cilíndrica 64. A gaiola cilíndrica acomoda seis recipientes 38 de uma extremidade à outra. Para fins de ilustração, a gaiola cilíndrica e câmara de vácuo são ilustradas nos desenhos como retendo quatro recipientes somente. A gaiola cilíndrica e a câmara de vácuo podem ser feitas numa dimensão para reter qualquer número de recipientes selecionado.

[0024] Um par de engrenagens em cada extremidade da câmara de vácuo suporta a gaiola cilíndrica. Duas engrenagens 76, 78 são montadas na cobertura extrema 28 na extremidade de entrada 30 da câmara de vácuo, para engatar a engrenagem de anel 66 e duas engrenagens (uma de cada está indicada pelo numeral de referência 80 na figura 4) são montadas na cobertura extrema 32 na extremidade de descarga 34 para engatar a outra engrenagem de anel 68. Uma engrenagem 76, 80 de cada conjunto é acionada por meio de um respectivo motor 84, 86, tais engrenagens sendo sincronizadas juntas para girar a engrenagem cilíndrica 64 em torno de seu eixo longitudinal horizontal dentro da câmara de vácuo.

[0025] O módulo de carregamento 36 tem uma câmara de entrada de recipiente 88 adjacente à cobertura extrema 28 da câmara de vácuo, com uma abertura 90 através da cobertura extrema 28, que é alinhada com a extremidade aberta de recebimento 92 da gaiola cilíndrica 64, de forma que um recipiente 38 na câmara de entrada 88 possa ser empurrado através da abertura 90 para o interior da gaiola cilíndrica 64. O módulo de carregamento 36 tem um canal de carregamento 94 para a introdução de recipientes no interior da câmara de entrada 88. O canal de carregamento 94 tem uma extremidade interior 96 que se encontra adjacente à câmara de entrada 88 e uma extremidade exterior 98. Um conjunto de trava pneumática 101 é fornecido na extremidade exterior 98

do canal de carregamento 94. Ele compreende uma porta de auto-vedação 103 que é móvel dentro de uma carcaça 105 para fechar o canal de carregamento 94 com uma vedação hermética quando em sua posição abaixada, e para abrir o canal de carregamento quando em sua posição levantada. O canal de carregamento 94 é separado da câmara de entrada 88 por meio de um conjunto de trava pneumática 102. Tal conjunto tem uma porta de auto-vedação 104 que é móvel dentro de uma carcaça 106 por meio de um pistão em um cilindro de ar 99 para fechar o canal de carregamento 94 com uma vedação hermética quando em sua posição abaixada e para abrir o canal de carregamento quando em sua posição levantada, de modo a permitir a um recipiente 38 passar para o interior da câmara de entrada 88. O módulo de entrada inclui um conjunto de levantamento de recipiente 107 alimentado por um cilindro de ar 109 e uma bandeja 117. A bandeja é arranjada para manter um ou mais recipientes e para levantar os recipientes até a extremidade exterior 98 daquele canal de carregamento 94. O canal de carregamento é inclinado para baixo a partir da trava pneumática 101 até a câmara de entrada 88, de modo que um recipiente colocado no canal de carregamento com seu eixo longitudinal horizontalmente orientado e paralelo ao eixo longitudinal da gaiola cilíndrica 64 possa rolar para o interior da câmara de entrada 88 sob a força da gravidade.

[0026] O canal de carregamento 94 tem uma porta de vácuo 108 que é conectada por um conduto a um sistema a vácuo 100, para evacuar o canal de carregamento. Uma porta de vácuo 110 é fornecida na câmara de entrada 88 conectada por um conduto ao sistema a vácuo 100 para evacuar a câmara de entrada e a câmara de vácuo. Portas de vácuo adicionais (não mostrado) acopladas ao sistema a vácuo 100 são fornecidas na câmara de vácuo 22 para sua evacuação, inclusive a evacuação do ar que é soprado para o interior da câmara de vácuo através das portas de entrada de ar 58, e remoção de umidade que evapora do material orgânico durante desidratação. Condensadores 41 são providos no sistema a vácuo 100 para remover umidade

dele.

[0027] Um cilindro de ar 112 com um pistão de empurrar recipiente 114 é fixado à câmara de entrada 88. O pistão 114 é móvel entre uma posição que se estende para o interior da câmara de entrada 88 e uma posição retraída. O pistão pode, conseqüentemente, mover recipientes 38 para fora da câmara de entrada 88 e através da gaiola cilíndrica 64 e câmara de vácuo 22, como discutido abaixo.

[0028] O módulo de transferência de recipiente 42 é fornecido para transferir recipientes de material desidratado da câmara de vácuo para a câmara de equilíbrio 150. O módulo de transferência 42 tem uma câmara de descarga de recipiente 116 fixada à cobertura extrema 32 da câmara de vácuo 22, com uma abertura 118 através da cobertura extrema 32 que é alinhada com a extremidade de descarga aberta 120 da gaiola cilíndrica 64, de tal modo que um recipiente 38 na gaiola cilíndrica pode ser empurrado através da abertura 118 para o interior da câmara de descarga 116. O módulo de transferência 42 tem um canal de transferência 122 para remoção de recipientes da câmara de descarga 116. O canal de transferência 122 é separado da câmara de descarga de recipientes 116 pelo conjunto de trava pneumática 130 que tem uma porta de auto-vedação 132, que é móvel dentro de uma carcaça 134 para fechar para formar uma vedação hermética e para abrir o canal de transferência 122 quando em sua posição levantada, para permitir a um recipiente 38 passar da câmara de descarga 116 para o canal de transferência 122. O módulo de transferência 42 tem uma câmara de entrada 151 que é separada do canal de transferência 122 pelo conjunto de trava pneumática 111. Este conjunto tem uma porta de auto-vedação 113 que é móvel dentro de uma carcaça 115 para abrir e para vedar o canal de transferência 122. O canal de transferência tem uma porta de vácuo 136 conectada por um conduto a um sistema a vácuo 97 para a evacuação do canal de transferência. O canal de transferência é inclinado para baixo a partir da

câmara de descarga 116 até a câmara de entrada 151 de modo que um recipiente na câmara de descarga 116 pode rolar para o interior da câmara de entrada 151 sob a força da gravidade.

[0029] A câmara de entrada 151 tem uma abertura 153 alinhada com a extremidade de recebimento aberta 155 da câmara de equilíbrio 150, de tal modo que um recipiente 38 na câmara de entrada 151 pode ser empurrado através da abertura 153 para o interior da câmara de equilíbrio. Um cilindro de ar 157 com um pistão de empurrar recipiente 159 é fixado à câmara de entrada 151. O pistão 159 é móvel entre uma posição que se estende para o interior da câmara de entrada 151 e uma posição retraída. O pistão pode mover recipientes 38 para fora da câmara de entrada 151 e para o interior da câmara de equilíbrio.

[0030] A câmara de equilíbrio 150 serve à função de resfriar o material desidratado antes que o material seja exposto à pressão atmosférica. Isto melhora a aparência e textura do produto. Esfriamento é feito tendo o produto desidratado permanecendo na pressão baixa da câmara de equilíbrio por um tempo de residência suficiente para resfriar, por exemplo, por 15 minutos. Nenhum resfriamento auxiliar, por exemplo, por meio de refrigeração, é requerido na câmara de equilíbrio. A câmara de equilíbrio pode ser descrita como uma câmara de resfriamento em baixa pressão.

[0031] O módulo de descarregamento da câmara de equilíbrio 154 tem uma câmara de descarga de recipiente 156 adjacente à extremidade de descarga 158 da câmara de equilíbrio. A câmara de descarga 156 tem uma abertura 160 que é alinhada com a extremidade de descarga aberta 158 da câmara de equilíbrio, de tal modo que um recipiente 38, que é movido através da câmara de equilíbrio como discutido abaixo, atravessa a abertura 160 para o interior da câmara de descarga 156. O módulo de descarregamento 154 tem um canal de descarregamento 162 para a remoção de recipientes a partir da câmara de descarga 156. O canal de descarregamento 162 é separado da

câmara de descarga 156 por meio do conjunto de trava pneumática 164, que tem uma porta de auto-vedação 166 que é móvel dentro de uma carcaça 168, para fechar para formar uma vedação hermética e para abrir o canal de descarregamento 162 quando em sua posição levantada, para permitir a um recipiente passar desde a câmara de descarga 156 para o interior do canal de descarregamento 162. O segundo conjunto de trava pneumática 170 é fornecido na extremidade de saída do canal de descarregamento 162. Este segundo conjunto de trava pneumática tem uma porta de auto-vedação 172 que é móvel dentro de uma carcaça 174 para vedar o canal de descarregamento e para abrir para permitir a um recipiente no canal de descarregamento sair do módulo de descarregamento 154. O canal de descarregamento 162 é inclinado para baixo a partir da câmara de descarga 156 até o segundo conjunto de trava pneumática 170, de modo que um recipiente na câmara de descarga pode rolar através de e para fora do módulo de descarregamento sob a força da gravidade. Recipientes que saem do módulo de descarregamento podem ser recebidos em uma bandeja ou correia móvel, etc., ou por um operador.

[0032] Uma porta de vácuo 176 no canal de descarregamento 162 é conectada por um conduto ao sistema a vácuo 97 permitindo a evacuação do canal de descarregamento. A câmara de descarga 156 também tem uma porta de vácuo 178 conectada por um conduto ou sistema a vácuo 97 para evacuar a câmara de descarga e a câmara de equilíbrio. Portas de vácuo adicionais (não mostrado) conectadas ao sistema a vácuo 97 são fornecidas na câmara de equilíbrio para sua evacuação e inclusive a remoção de umidade residual que evapora do material orgânico. Um condensador 41 é fornecido para remover umidade no sistema a vácuo 97. O sistema a vácuo 97 para a câmara de equilíbrio é separado do sistema a vácuo 100 da câmara de vácuo, uma vez que estas duas câmaras podem ser operadas em pressões diferentes.

[0033] Dispositivos são fornecidos dentro da câmara de equilíbrio

para girar os recipientes 38 e para movê-los da extremidade de recebimento 155 até a extremidade de descarga 158. Dois roletes suportes de cesta 180 se estendem ao longo do comprimento da câmara de equilíbrio adjacentes a seu lado inferior para rotação em torno de um eixo paralelo ao eixo longitudinal da câmara de equilíbrio. Um motor de acionamento (não mostrado) é arranjado para acionamento de um dos roletes 180 que proporcionam a rotação do rolete e, conseqüentemente, de recipientes suportados sobre os roletes 180 em torno de um eixo paralelo ao eixo longitudinal da câmara de equilíbrio. Dois conjuntos de rodas de roletes 182 são montados sobre suportes longitudinais levantáveis 184 para rotação em torno de um eixo perpendicular ao eixo longitudinal da câmara de equilíbrio. Os suportes 184 se estendem ao longo do comprimento da câmara de equilíbrio adjacente a seu lado inferior entre os roletes de suporte 180. Três suportes de levantamento 186, um junto a cada extremidade e um no meio da câmara de equilíbrio abaixo dos suportes longitudinais 184, são arranjados para movimento vertical por meio de pistões 188. Atuação dos pistões 188 levanta os suportes de levantamento 186 que, por sua vez, levantam os suportes longitudinais 184, de modo que as rodas de rolete 182 engatam os recipientes 38 e os levantam fora dos roletes de suporte 182, permitindo movimento longitudinal das cestas através da câmara de equilíbrio sobre as rodas de rolete 182 como ainda descrito abaixo.

[0034] Será entendido que o aparelho de desidratação 20 inclui sistemas de controle computadorizados para a operação das travas pneumáticas, motores, pistões, gerador de micro-ondas, bombas de vácuo, e elevador de recipiente.

[0035] O recipiente 38 é uma cesta feita de polietileno de alta densidade, com uma parede lateral cilíndrica 138, uma parede de fundo fechada 140 e uma tampa removível 142. A parede lateral, a parede de fundo e a tampa são perfuradas por uma pluralidade de furos 144 para o

escapamento de vapor de água do material orgânico durante o processo de desidratação. A cesta tem uma pluralidade de nervuras de suporte 147 e um anel de suporte 145. Paredes divisórias que se estendem longitudinalmente 146 dividem o espaço interior em quatro segmentos para proporcionar a queda dos materiais nas cestas quando as cestas giram na câmara de vácuo.

[0036] O recipiente pode, alternativamente, compreender uma luva como meia curta descartável ajustada sobre uma estrutura cilíndrica, a luva formando a parede de fundo e parede lateral cilíndrica do recipiente que tem uma tampa removível ajustada à estrutura. A luva é perfurada ou feita de rede. Esta forma de recipiente tem a vantagem que quando ele se torna sujo apenas a estrutura e tampa precisam ser limpas, a meia descartável sendo removida e substituída.

O método de desidratação

[0037] No início de um ciclo de operação do aparelho de desidratação 20, as travas pneumáticas 102, 130, 111, 164 e 170 estão fechadas. A câmara de vácuo 22 é evacuada pelo sistema a vácuo 100, isto é, a pressão é reduzida até uma pressão que é menor do que a atmosférica, através do sistema a vácuo. Pressões absolutas na câmara de vácuo na faixa de 2,67 a 13,30 kPa (20 a 100 mm de mercúrio) são adequadas para desidratar a maior parte de materiais orgânicos. A câmara de equilíbrio 150 é evacuada por seu sistema a vácuo 97, até uma pressão absoluta de 4,0 kPa (30 mm de mercúrio), ou de menos, de preferência tão baixa quanto cerca de 0,13 kPa (1 mm de mercúrio). O pistão 114 está em sua posição retraída. Os motores 84, 86 são acionados para girar a gaiola cilíndrica 64. Aquela trava pneumática 101 está aberta e o canal de carregamento 94 está na pressão atmosférica. O gerador de micro-ondas 56 é acionado, irradiando-se energia de micro-ondas através das janelas 54 para o interior da câmara de vácuo. Ar (ou nitrogênio ou hélio) é soprado através das janelas 54, dentro da câmara de vácuo, através das portas de entrada de ar 58.

[0038] Um recipiente 38 contendo material orgânico a ser desidratado

é colocado no conjunto de levantamento 107 e o cilindro de ar 109 é acionado para levantar o recipiente até a extremidade aberta do canal de carregamento de recipiente 94 alinhado com seu eixo longitudinal paralelo ao eixo longitudinal da câmara de vácuo. O recipiente rola sob a força da gravidade para baixo do canal de carregamento, para repousar contra a placa de trava pneumática 104. A trava pneumática 104 é fechada e vácuo é aplicado na porta de vácuo 108 para evacuar o canal de carregamento até a mesma pressão que a câmara de vácuo 22.

[0039] A placa de trava pneumática 104 é então levantada permitindo ao recipiente rolar sob a força da gravidade para a câmara de entrada 88. O cilindro de ar 112 é acionado para mover o pistão 114 para dentro da câmara de entrada, empurrando-se o recipiente através da abertura 90 na cobertura extrema 28 e para o interior da gaiola cilíndrica rotativa 64, suportada por e deslizando ao longo dos elementos longitudinais 70. O recipiente 38 é girado em torno de seu eixo longitudinal por meio da rotação da gaiola cilíndrica 64, derrubando o material no recipiente quando o material está sendo desidratado.

[0040] Para carregar um segundo recipiente, a placa de trava pneumática 104 é abaixada vedando o canal de carregamento 94. O vácuo no canal de carregamento é quebrado, a pressão no canal de carregamento retornando para a atmosférica. A trava pneumática 101 é então aberta. O pistão que empurra a cesta 114 é retraído. O segundo recipiente é carregado da mesma maneira que o primeiro recipiente. Uma vez que o segundo recipiente esteja na câmara de entrada 88, o pistão 114 o empurra para o interior da gaiola cilíndrica 64. Esta empurra o segundo recipiente contra o primeiro recipiente, deslocando o primeiro recipiente mais afastado para baixo da gaiola cilíndrica 64 no sentido da extremidade de descarga 34 da câmara de vácuo pelo comprimento de um recipiente. O processo é repetido carregando recipientes adicionais da mesma maneira, cada recipiente deslocando aqueles descarregados anteriormente na gaiola cilíndrica 64 por

um comprimento de recipiente até que a gaiola cilíndrica esteja cheia, e a extremidade dianteira do primeiro recipiente carregado esteja adjacente à abertura 118 na cobertura extrema 32 que conduz à câmara de descarga 116. O carregamento de mais um recipiente desloca este primeiro recipiente carregado para o interior da câmara de descarga 116, o comprimento da gaiola cilíndrica 64 sendo tal que ela mantém um número inteiro de recipientes de uma extremidade à outra extremidade. Inserção de mais um recipiente assim, desloca completamente o primeiro recipiente carregado a partir da gaiola cilíndrica e câmara de vácuo. Este recipiente descarregado rola sob a força da gravidade e vem para repouso contra a porta 132 do conjunto de trava pneumática 130. O canal de transferência 122 é evacuado até a mesma pressão que a câmara de vácuo. A porta de trava pneumática 132 é levantada permitindo que o recipiente descarregado role para interior do canal de transferência. A trava pneumática 130 é então fechada e a pressão no canal de transferência é ajustada para igualar a pressão mais baixa na câmara de equilíbrio. A trava pneumática 111 é então aberta, permitindo ao recipiente rolar para o interior da câmara de entrada 151. Para que a câmara de equilíbrio receba o recipiente a partir da câmara de entrada 151 os pistões 188 são acionados para levantar os suportes de levantamento 186, os suportes 184 e as rodas de rolete 182. O cilindro de ar 157 é então acionado fazendo com que o pistão 159 empurre o recipiente para o interior da extremidade de recebimento 155 da câmara de equilíbrio 150. O recipiente é recebido sobre as rodas de rolete 182. Então as rodas de rolete 182 são abaixadas, fazendo com que o recipiente repouse sobre os roletes de suporte 180. Estes roletes giram provocando a rotação do recipiente em torno de seu eixo longitudinal a cerca de 6 rpm. O pistão 159 é retraído, a trava pneumática 111 é fechada, a pressão no canal de transferência é ajustada para equalizar a pressão na câmara de vácuo, e a trava pneumática 130 é aberta. Um segundo recipiente é então transferido da câmara de descarga 116 para a câmara de entrada 151 da

mesma maneira. As rodas de rolete 182 são então levantadas, levantando o recipiente para fora dos roletes de suporte 180. O cilindro de ar 157 é acionado empurrando o recipiente que está na câmara de entrada para o interior da câmara de equilíbrio. Este recipiente empurra contra o primeiro recipiente, movendo-o mais afastado para o interior da câmara de equilíbrio pelo comprimento de um recipiente. O processo é repetido com recipientes adicionais até que a câmara de equilíbrio esteja cheia, mantendo dez recipientes. Inserção de mais um recipiente empurra o primeiro recipiente carregado para fora da extremidade de descarga 158 da câmara de equilíbrio para o interior da câmara de descarga 156. O canal de descarregamento 162 é evacuado até a mesma pressão que a câmara de equilíbrio. A trava pneumática 164 é então aberta, permitindo ao recipiente rolar para o interior do canal de descarregamento 162 e repousar contra a porta 172 do conjunto de trava pneumática 170. A trava pneumática 164 é então fechada. O vácuo no canal de descarregamento 162 é então quebrado, e o canal de descarregamento é trazido para a pressão atmosférica. Aquela trava pneumática 170 é aberta e recipiente de material orgânico resfriado, desidratado e removido do aparelho. A trava pneumática 170 é então fechada e o canal de descarregamento 162 é evacuado, em preparação para o descarregamento do próximo recipiente. O aparelho é operado em uma base de produção contínua.

Exemplo

[0041] Um aparelho de acordo com a invenção, tem uma câmara de vácuo com um comprimento de 2,5 m e um diâmetro interior de 0,96 m. O diâmetro interior da gaiola cilíndrica rotativa é de 0,50 m. As cestas são feitas de polietileno e possuem um comprimento de 0,44 m e um diâmetro exterior de 0,44 m. A gaiola cilíndrica rotativa retém seis cestas de uma extremidade à outra. A câmara de equilíbrio tem um comprimento de 3,6 m e um diâmetro interior de 0,61 m, e retém dez cestas de uma extremidade à outra. O gerador de micro-ondas apresenta uma potência de saída de 50.000 watts. Cada cesta é

carregada com 5 kg de mirtilos parcialmente desidratados. A câmara de vácuo é evacuada até uma pressão absoluta de 8,0 kPa (60 mm de mercúrio). A câmara de equilíbrio também é evacuada até uma pressão absoluta de 4,0 kPa (30 mm de mercúrio), ou de menos. Ar comprimido é soprado através do interior de cada uma das duas janelas transparentes de micro-ondas numa taxa de 20 litros por minuto. A gaiola cilíndrica rotativa é girada a uma velocidade de 6 rpm. O aparelho é operado de acordo com o método descrito acima. Cestas de mirtilos parcialmente desidratados a serem adicionalmente desidratadas são alimentadas de maneira contínua no interior da câmara de vácuo. O tempo de residência de uma dada cesta no interior da câmara de vácuo é de cerca de 10 minutos e de cerca de 15 minutos dentro da câmara de equilíbrio.

[0042] Os mirtilos que são alimentados para o aparelho foram pré-secados por outro dispositivo, até um teor de umidade entre cerca de 25% e 75% de umidade. Se alguma umidade não é removida inicialmente dos mirtilos frescos eles podem estar muitos macios para agitar nas cestas rotativas do aparelho sem esmagar. Pré-secagem endurece os mirtilos e ajuda a evitar esmagamento. O processo de secagem a vácuo por micro-ondas da invenção reduz o teor de umidade até cerca de 5% até 15% de umidade final. Os mirtilos secos retêm uma aparência inchada e estão próximos em volume aos mirtilos frescos. O inchamento ocorre devido à expansão de vapor evaporado dentro do mirtilo durante secagem a vácuo com micro-ondas. A aparência inchada é retida depois que o vácuo é liberado, e o produto removido do aparelho.

[0043] Embora a invenção tenha sido descrita em termos de diversas modalidades, não é intenção que a invenção seja limitada a estas modalidades. Diversas modificações dentro do escopo da invenção serão evidentes àqueles versados na técnica. O escopo da invenção está definido pelas reivindicações que seguem.

Lista de componentes nos desenhos

- 20 aparelho de desidratação
- 22 câmara de vácuo
- 24 suporte
- 25 rodas de suporte
- 26 parede cilíndrica de câmara de vácuo
- 27 trilhos suporte
- 28 cobertura extrema na extremidade de entrada de câmara de vácuo
- 30 extremidade de entrada de câmara de vácuo
- 32 cobertura extrema na extremidade de descarga de câmara de vácuo
- 34 extremidade de descarga de câmara de vácuo
- 36 módulo de carregamento
- 37 suporte de módulo de carregamento
- 38 recipiente
- 40 material orgânico
- 41 condensador
- 42 módulo de transferência
- 43 suporte de módulo de descarregamento
- 44, 46 conjuntos de janela na câmara de vácuo
- 48 estrutura retangular de janela
- 50 flange de estrutura de janela
- 52 espaçador de janela
- 53 corneta de entrada de micro-ondas
- 54 janelas
- 55 flange na corneta de entrada
- 56 gerador de micro-ondas
- 57 lado curto de entrada de corneta de entrada
- 58 porta de entrada de ar
- 59 lado longo de entrada de corneta de entrada
- 60 conduto de ar

- 62 fonte de ar comprimido
- 64 gaiola cilíndrica
- 66, 68 engrenagens de anel
- 70 elementos longitudinais de gaiola cilíndrica
- 72 anéis suporte de gaiola cilíndrica
- 73 hastes de estrutura de aço de gaiola cilíndrica
- 74 anéis de estrutura de aço de gaiola cilíndrica
- 76, 78 engrenagens na extremidade de entrada de câmara de vácuo
- 80 engrenagem na extremidade de descarga de câmara de vácuo
- 84, 86 motores de acionamento de engrenagem
- 88 câmara de entrada de recipiente
- 90 abertura em cobertura de extremidade de entrada de câmara de vácuo
- 92 extremidade de recebimento de gaiola cilíndrica
- 94 canal de carregamento de recipiente
- 96 extremidade interior de canal de carregamento
- 97 sistema a vácuo para câmara de equilíbrio
- 98 extremidade exterior de canal de carregamento
- 99 cilindro de ar
- 100 sistema a vácuo para câmara de vácuo
- 101 conjunto de trava pneumática exterior de canal de carregamento
- 102 conjunto de trava pneumática interior de canal de carregamento
- 103 porta de trava pneumática 101
- 104 porta de trava pneumática 102
- 105 carcaça de trava pneumática 101
- 106 carcaça de trava pneumática 102
- 107 conjunto de levantamento de recipiente
- 108 porta de vácuo em canal de carregamento
- 109 cilindro de ar de conjunto de levantamento de recipiente
- 110 porta de vácuo em canal de carregamento

- 111 conjunto de trava pneumática em módulo de transferência
- 112 cilindro de ar de câmara de carregamento
- 113 porta de conjunto de trava pneumática
- 114 pistão de cilindro de ar 112
- 115 carcaça de trava pneumática 111
- 116 câmara de descarga
- 118 abertura em cobertura extrema em extremidade de descarga de trava pneumática
- 120 extremidade de descarga de gaiola cilíndrica 64
- 122 canal de transferência
- 130 conjunto de trava pneumática de canal de descarregamento
- 132 porta de trava pneumática 130
- 134 carcaça de trava pneumática 130
- 136 porta de vácuo em canal de transferência
- 138 parede lateral de recipiente
- 140 parede de fundo de recipiente
- 142 tampa de recipiente
- 144 furos no recipiente
- 145 anel de suporte de recipiente
- 146 paredes divisórias de recipiente
- 147 nervuras de suporte de recipiente
- 150 câmara de equilíbrio
- 151 câmara de entrada de câmara de equilíbrio
- 153 abertura em câmara de entrada
- 154 módulo de descarregamento
- 155 extremidade de recebimento de câmara de equilíbrio
- 156 câmara de descarga
- 157 cilindro de ar de câmara de entrada
- 158 extremidade de descarga de câmara de equilíbrio

- 159 pistão de cilindro de ar 157
- 160 abertura em câmara de descarga
- 162 canal de descarregamento
- 164 conjunto de trava pneumática de descarga
- 166 porta de trava pneumática 164
- 168 carcaça de trava pneumática 164
- 170 conjunto de trava pneumática de saída
- 172 porta de trava pneumática 170
- 174 carcaça de trava pneumática 170
- 176 porta de vácuo em canal de descarregamento
- 178 porta de vácuo em câmara de equilíbrio
- 180 roletes de suporte longitudinal
- 182 rodas de rolete
- 184 suporte para rodas
- 186 suportes de levantamento
- 188 pistões

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho (20) para a desidratação de material orgânico (40), em modo contínuo, empregando vácuo e micro-ondas, compreendendo:

a) uma câmara de vácuo (22) tendo uma extremidade de entrada (30) para introdução de um recipiente (38) contendo material orgânico (40) no interior da câmara de vácuo (22), e uma extremidade de descarga (34) para remoção do recipiente (38);

b) um gerador de micro-ondas (56);

c) uma janela transparente a micro-ondas (54) para transmissão de radiação de micro-ondas do gerador de micro-ondas (56) para o interior da câmara de vácuo (22);

d) um sistema a vácuo (100) para reduzir pressão no interior da câmara de vácuo (22);

e) dispositivos (76, 78, 68, 80, 84, 86) para girar o recipiente (38) dentro da câmara de vácuo (22) em torno de um eixo horizontal;

caracterizado por:

f) um módulo de carregamento (36) para carregar o recipiente (38) para a extremidade de entrada (30) da câmara de vácuo (22);

g) dispositivos (112, 114) para mover o recipiente rotativo (38) através da câmara de vácuo (22) a partir da extremidade de entrada (30) para a sua extremidade de descarga (34); e,

h) uma câmara de descarga (116) para descarregar o recipiente (38) contendo material orgânico desidratado a partir da câmara de vácuo (22) na sua extremidade de descarga (34).

2. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente dispositivo (150, 97) para resfriar o material orgânico desidratado em uma pressão menor do que a atmosférica.

3. Aparelho de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por o dispositivo (150, 97) para resfriar compreender:

uma câmara de equilíbrio (150) com uma extremidade de entrada (155) para introdução do recipiente (38) contendo material orgânico desidratado no interior da câmara de equilíbrio (150), e uma extremidade de descarga (158) para remoção do recipiente (38); e,

um sistema a vácuo (97) para reduzir pressão dentro da câmara de equilíbrio (150).

4. Aparelho de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por compreender adicionalmente:

dispositivos (111, 122, 130, 151, 153, 157, 159) para carregar o recipiente (38) contendo material orgânico desidratado para a extremidade de entrada (155) da câmara de equilíbrio (150);

dispositivos (180, 184, 186, 188) para girar o recipiente (38) contendo material orgânico desidratado dentro da câmara de equilíbrio (150);

dispositivos (157, 159, 182) para mover o recipiente (38) contendo material orgânico desidratado através da câmara de equilíbrio (150) a partir da extremidade de entrada (155) até a sua extremidade de descarga (158); e,

um módulo de descarregamento (154) para descarregar o recipiente (38) contendo material orgânico desidratado da câmara de equilíbrio (150) na sua extremidade de descarga (158).

5. Aparelho de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por os dispositivos (180, 184, 186, 188) para girar o recipiente (38) contendo material desidratado dentro da câmara de equilíbrio (150) girarem tal recipiente (38) em torno de um eixo horizontal.

6. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado por tais dispositivos (76, 78, 68, 80, 84, 86) para girar aquele recipiente (38) dentro da câmara de vácuo (22) compreenderem:

uma gaiola cilíndrica rotativa (64) que tem uma engrenagem de anel (66, 68) em cada sua respectiva extremidade; e,

engrenagens (80, 84, 86) nas extremidades de entrada (30) e de

descarga (34) da câmara de vácuo (22) para suportar e para girar a respectiva engrenagem de anel (66, 68).

7. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado por tais dispositivos (112, 114) para mover o recipiente rotativo (38) através da câmara de vácuo (22) compreenderem um pistão (114) arranjado para empurrar o recipiente (38) para o interior da câmara de vácuo, e uma pluralidade de trilhos (70) para suporte deslizável do recipiente (38) através da câmara de vácuo (22).

8. Aparelho de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado por tal módulo de carregamento (36) para carregar o recipiente (38) para a extremidade de entrada (30) da câmara de vácuo (22) compreender:

uma câmara de entrada (88) de recipiente que está aberta para a câmara de vácuo (22) na extremidade de entrada (30) da câmara de vácuo (22);

um canal de carregamento (94) tendo uma primeira extremidade (98) para receber o recipiente (38), e uma segunda extremidade (96) adjacente à câmara de entrada (88) de recipiente;

uma primeira trava pneumática (101) na primeira extremidade (98) do canal de carregamento (94), e uma segunda trava pneumática (102) na segunda extremidade (96) do canal de carregamento (94); e,

um pistão (114) arranjado para empurrar dito recipiente (38) da câmara de entrada (88) de recipiente para o interior da câmara de vácuo (22).

9. Aparelho de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por o canal de carregamento (94) ser inclinado para baixo da primeira extremidade (98) para a sua segunda extremidade (96).

10. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o módulo de transferência (42) para descarregar o recipiente (38) contendo material orgânico desidratado a partir da câmara de vácuo (22) na sua extremidade de descarga (34) compreender:

uma câmara de descarga (116) que está aberta para a câmara de

vácuo (22) na extremidade de descarga (34) da câmara de vácuo (22);

um canal de descarregamento (122) que apresenta uma primeira extremidade adjacente à câmara de descarga (116) e uma segunda extremidade; e,

uma primeira trava pneumática (130) na primeira extremidade do canal de descarregamento (122), e uma segunda trava pneumática (111) na segunda extremidade do canal de descarregamento (122).

11. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por o canal de descarregamento (122) ser inclinado para baixo da primeira extremidade para a sua segunda extremidade.

12. Método para a desidratação de material orgânico (40), em modo contínuo, empregando vácuo e micro-ondas, cujo método é realizado com um aparelho (20) como definido na reivindicação 1, caracterizado por compreender as etapas de:

a) fornecer um recipiente (38) transparente a micro-ondas que contém o material orgânico (40) a ser desidratado;

b) introduzir o recipiente (38) que contém o material orgânico (40) a ser desidratado em um módulo de carregamento (36) e carregar o recipiente (38) para dentro de uma câmara de vácuo (22) em sua extremidade de entrada (30), a câmara de vácuo (22) estando a uma pressão menor do que a pressão atmosférica;

c) girar o recipiente (38) que contém o material orgânico (40) a ser desidratado dentro da câmara de vácuo (22) em torno de um eixo horizontal;

d) mover o recipiente (38) rotativo que contém o material orgânico (40) através da câmara de vácuo (22) a partir da extremidade de entrada (30) até a sua extremidade de descarga (34) enquanto aplicando radiação de micro-ondas para desidratar o material orgânico dentro da câmara de vácuo (22); e,

e) remover o recipiente (38) que contém o material orgânico (40) desidratado da câmara de vácuo (22) na extremidade de descarga (34) para uma câmara de descarga (116).

13. Método de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por compreender adicionalmente, após a etapa e), a etapa de resfriar o material orgânico desidratado a uma pressão menor do que a pressão atmosférica.

14. Método de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por a etapa de resfriar o material orgânico desidratado compreender as etapas de:

carregar o recipiente (38) que contém material orgânico desidratado para uma extremidade de entrada (155) de uma câmara de equilíbrio (150), a câmara de equilíbrio (150) estando na pressão menor do que a pressão atmosférica;

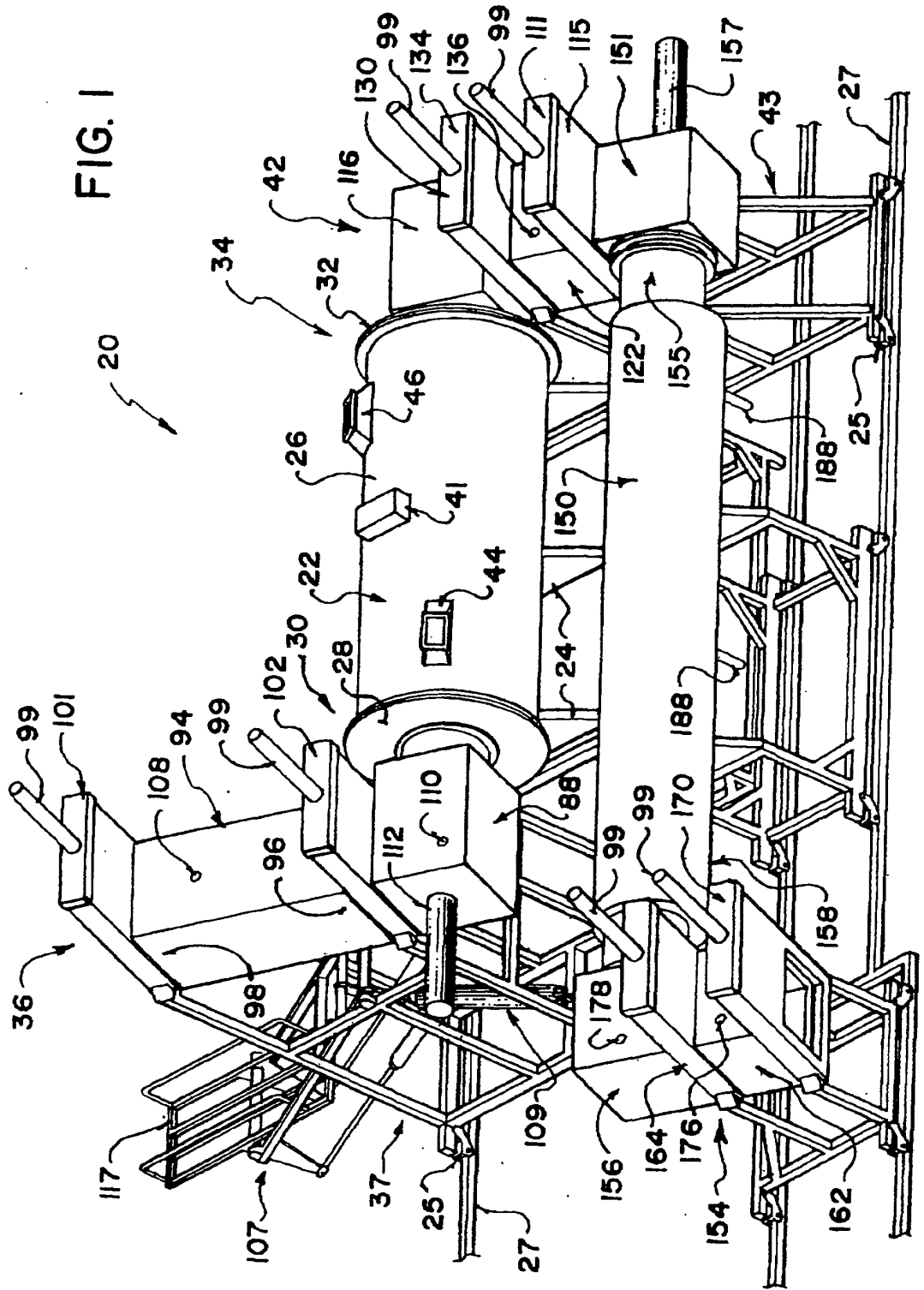
girar o recipiente (38) contendo material orgânico desidratado dentro da câmara de equilíbrio (150);

mover o recipiente (38) contendo material orgânico desidratado através da câmara de equilíbrio (150) da extremidade de entrada (155) até a sua extremidade de descarga (158), enquanto permite que o material orgânico desidratado esfrie; e,

descarregar o recipiente (38) contendo material orgânico desidratado resfriado da câmara de equilíbrio (150), através de um módulo de descarregamento (154) na sua extremidade de descarga (158).

15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por o recipiente (38) contendo material desidratado dentro da câmara de equilíbrio (150) ser girado em torno de um eixo horizontal.

16. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado por a pressão na câmara de equilíbrio (150) ser menor do que a pressão na câmara de vácuo (22).



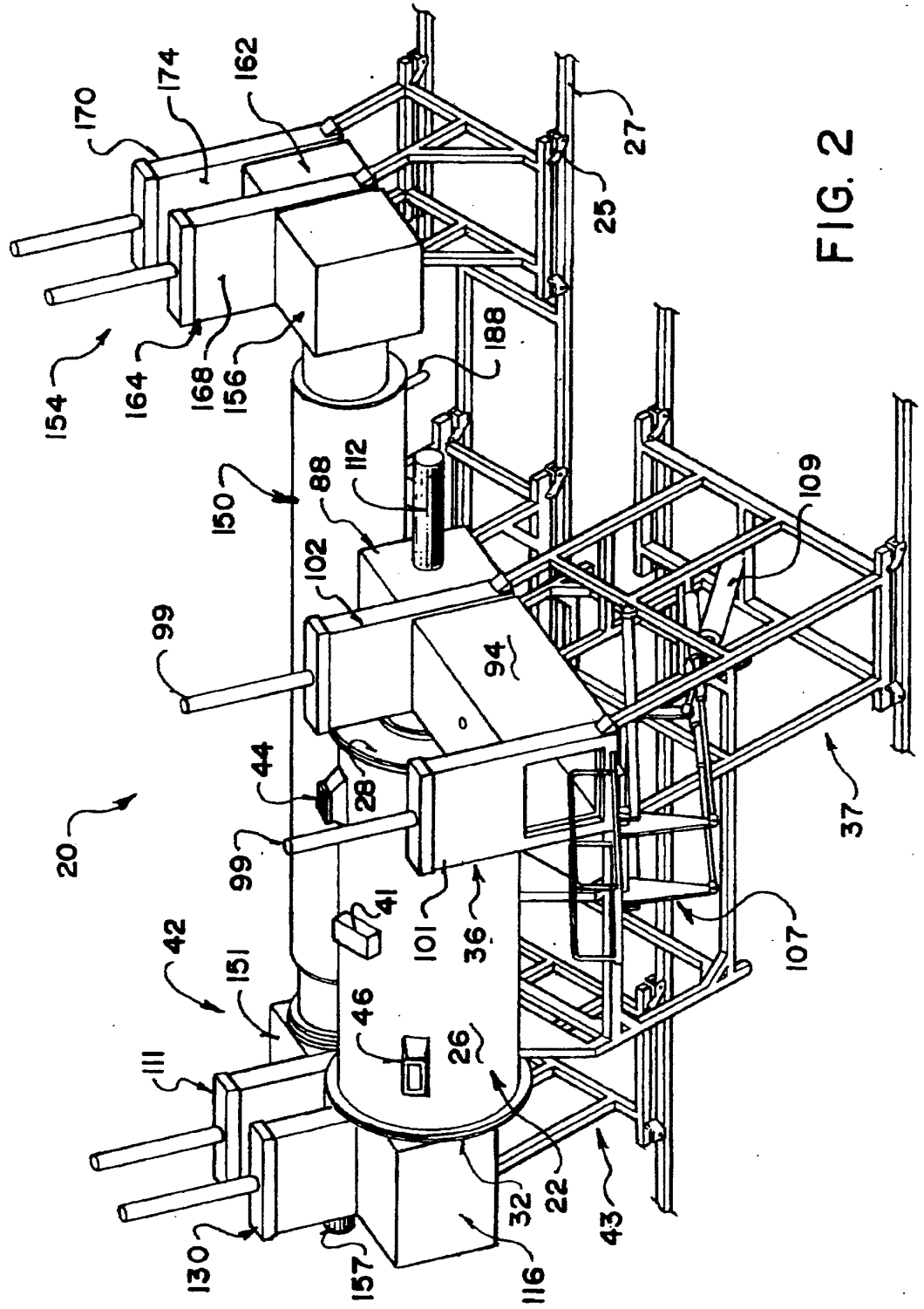
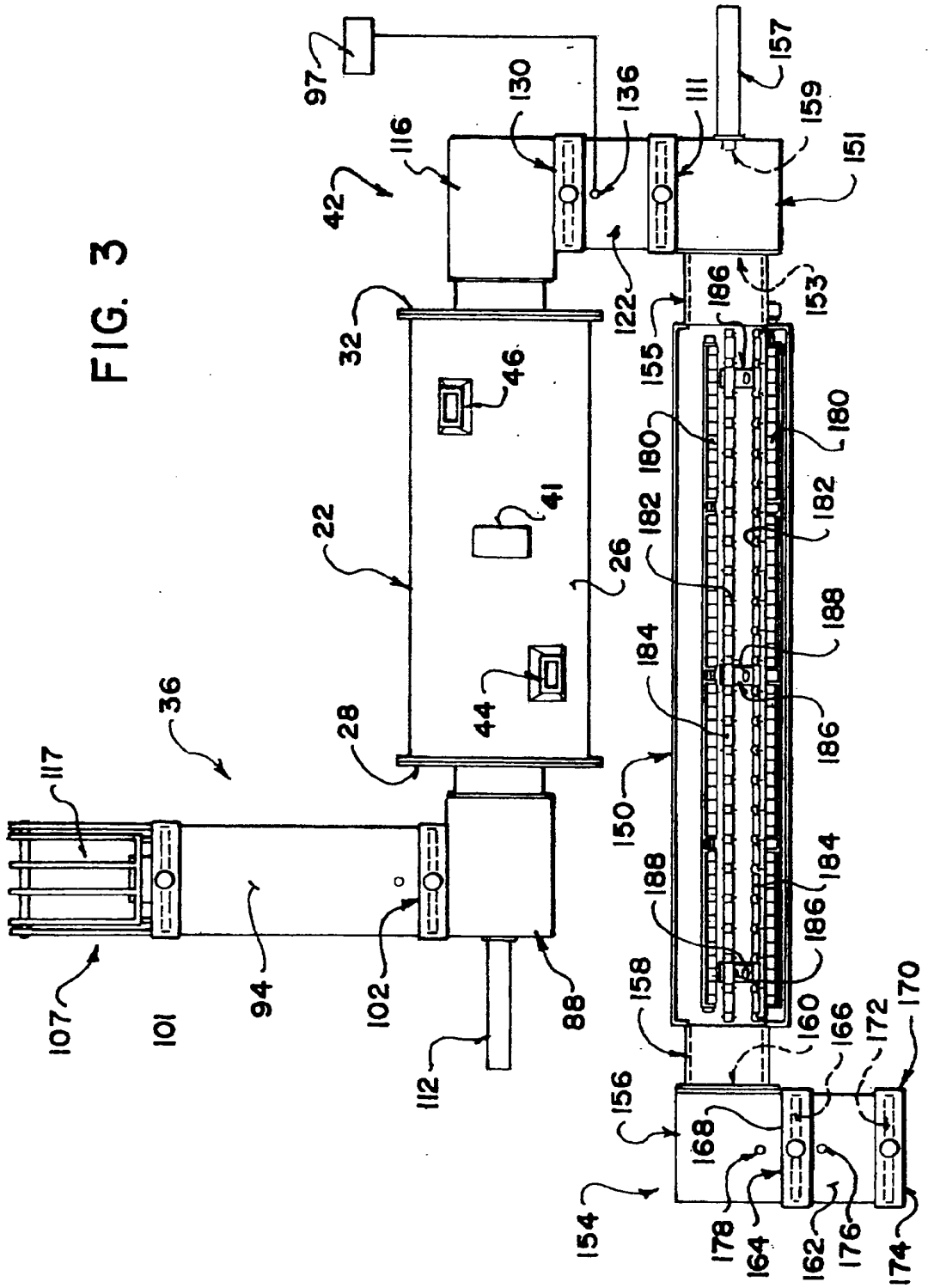


FIG. 2

FIG. 3



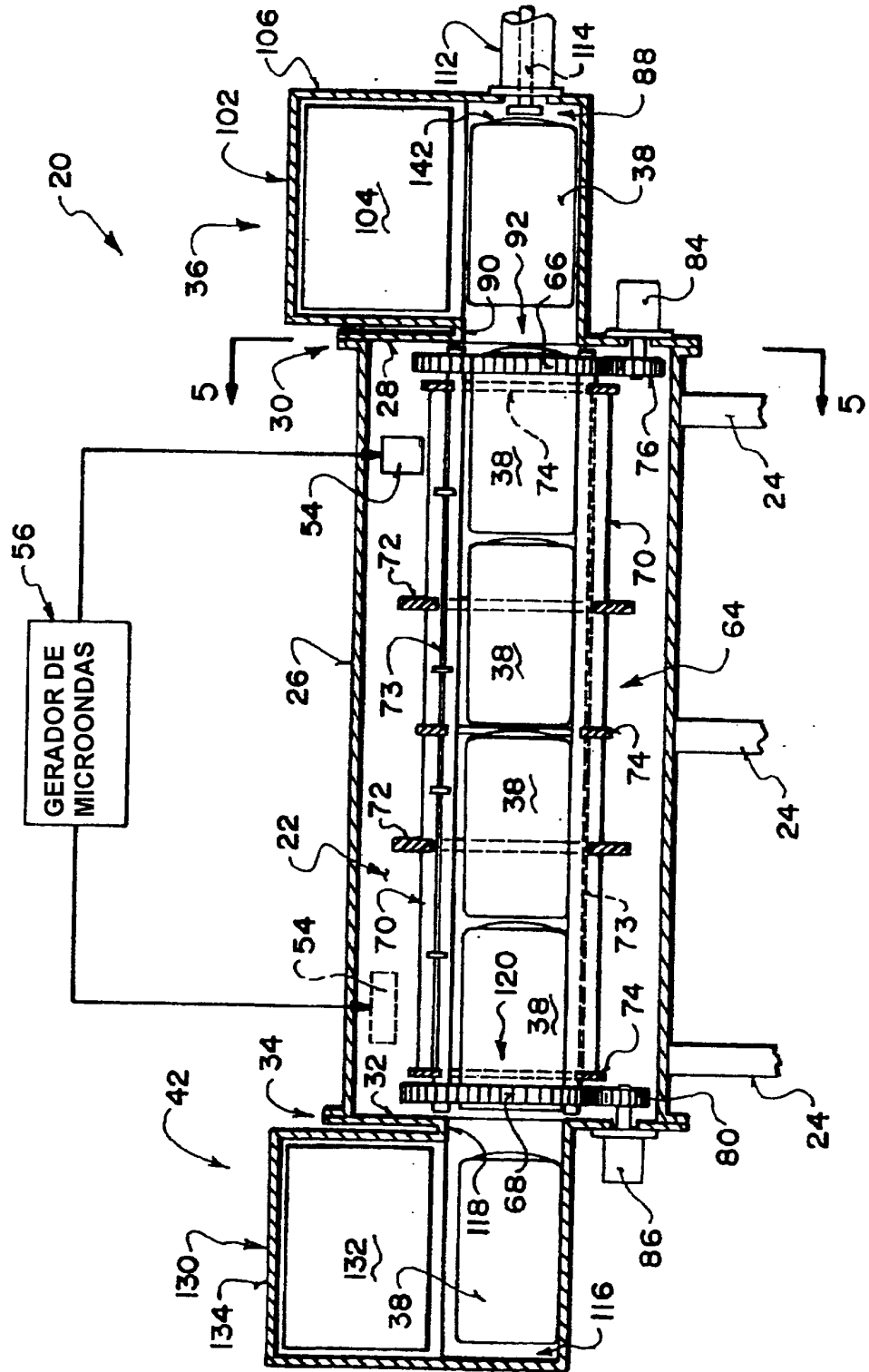


FIG. 4

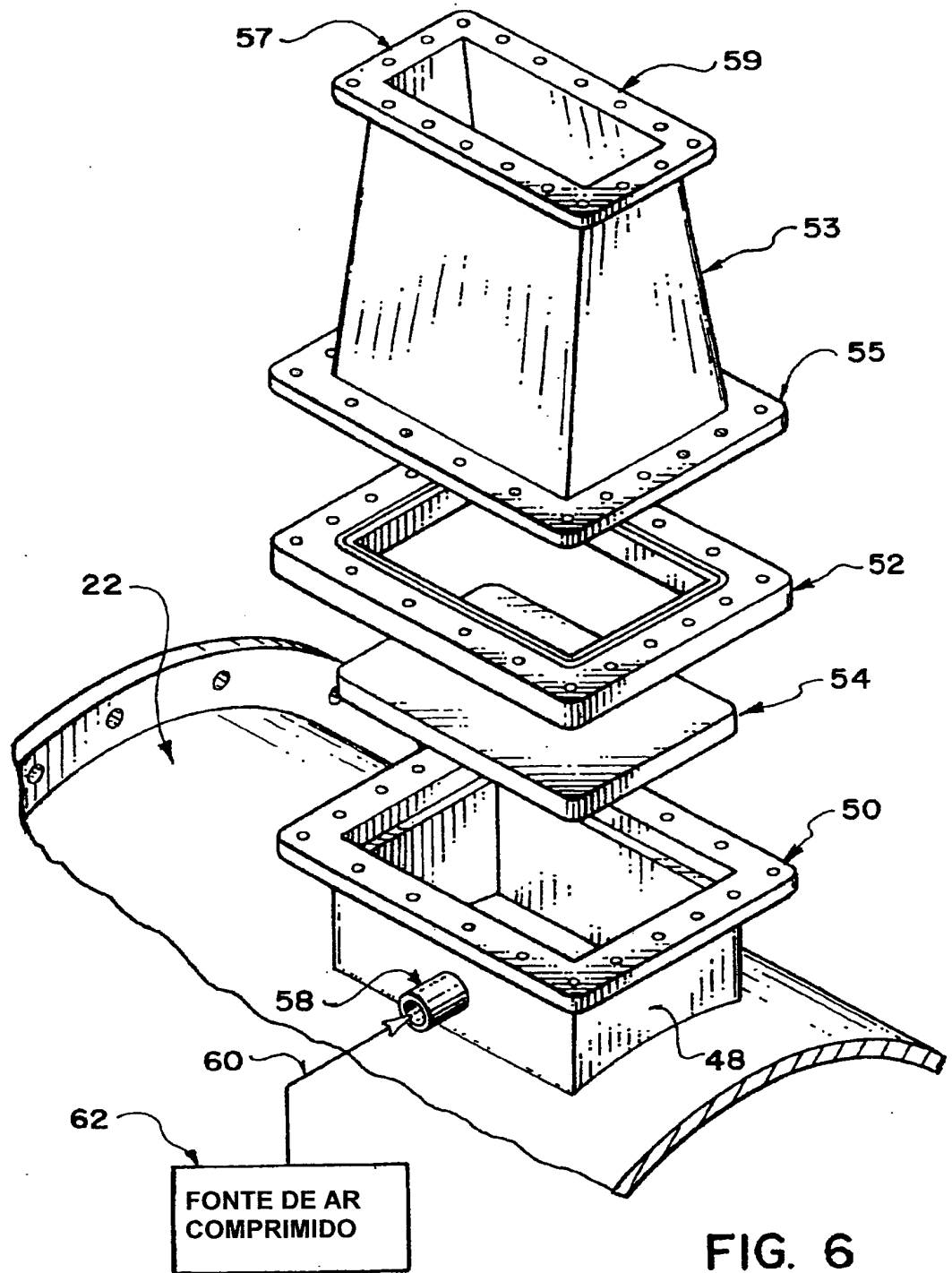


FIG. 6

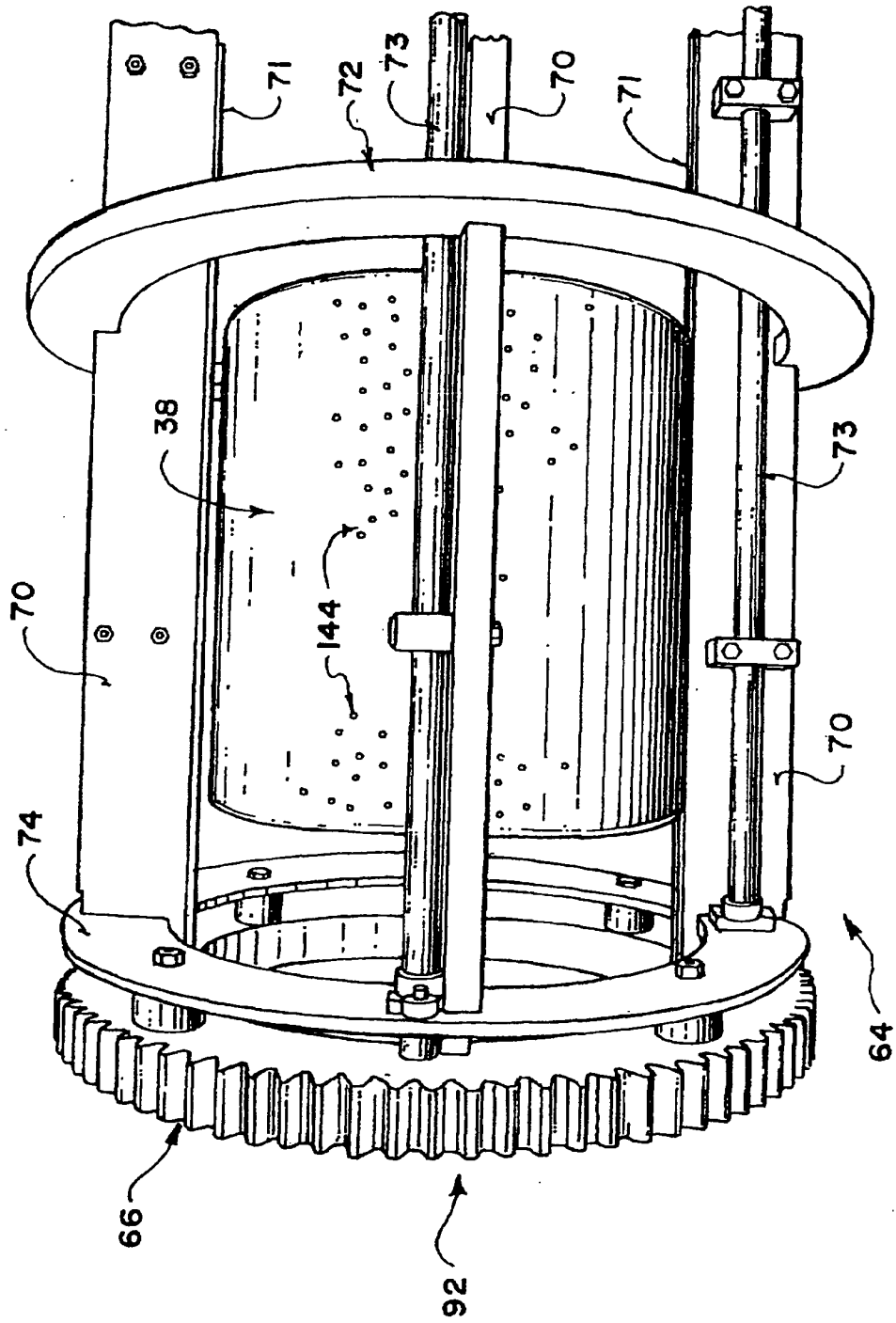


FIG. 8

