



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

(11) PI 0919836-9 B1



(22) Data do Depósito: 02/10/2009

(45) Data de Concessão: 06/10/2020

(54) Título: SEPARADOR DE VÓRTICE MÚLTIPLO E MÉTODO DE RETIRAR UM FLUXO DE AR

(51) Int.Cl.: B01D 17/00.

(30) Prioridade Unionista: 03/10/2008 US 12/245,541.

(73) Titular(es): B/E AEROSPACE, INC..

(72) Inventor(es): MARK A. PONDELICK; CHRISTOPHER HARDWICK; DEREK VAUGHAN; THAO HOANG; MICHAEL FUNK.

(86) Pedido PCT: PCT US2009059358 de 02/10/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/040039 de 08/04/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 04/04/2011

(57) Resumo: EQUIPAMENTO DE VÓRTICE SEPARADOR DE REFUGO. Um separador de vórtice para puxar um fluxo de ar substancialmente sem umidade a partir de um fluxo de refugo tendo um canal anular definindo um primeiro percurso de fluxo de vórtice para separar refugo líquido e sólido a partir desse fluxo de refugo e preferivelmente uma unidade de filtro com uma cavidade cônica invertida entre cones invertidos encaixados definindo um segundo percurso de fluxo de vórtice que é isolado do primeiro percurso de fluxo de vórtice para separar refugo líquido e sólido adicional a partir do fluxo de refugo antes de ele sair do separador de vórtice. Em modalidades preferidas, o separador inclui um cartucho de unidade de filtro removível posicionado dentro do cone externo e um isolador em espiral para respectivamente fazer o uso do separador mais conveniente e mais eficiente.

**SEPARADOR DE VÓRTICE MÚLTIPLO E MÉTODO DE RETIRAR UM FLUXO
DE AR**

CAMPO DA INVENÇÃO

Esta invenção se refere aos sistemas para separar
5 refugo de avião e, mais especificamente, a um equipamento
de vórtice para remover refugo sólido e líquido a partir de
um fluxo de refugo a partir de privadas ou outros
receptáculos de avião enquanto retirando um fluxo de ar
substancialmente livre de umidade sob sucção.

10 **ANTECEDENTES DA INVENÇÃO**

Vários sistemas estão disponíveis na técnica os quais
empregam um vácuo para suportar material de refugo líquido
e sólido a partir de privadas de avião ou outros
receptáculos para um tanque de refugo para armazenamento. O
15 material de refugo que é transportado inclui excremento
humano sólido, urina, água, opcionalmente substâncias
químicas de limpeza e desinfetantes, ar, papel higiênico,
alimento e frequentemente artigos descartados inesperados,
todos os quais são retirados das privadas do avião ou
20 outros receptáculos para um ou mais tanques de refugo. Os
tanques de refugo, evidentemente, são esvaziados durante
manutenção do avião no solo.

A sucção que transporta o material de refugo para um
tanque de refugo normalmente é provida por um gerador de
25 vácuo quando o avião está no solo ou em baixas altitudes.
Em altitudes mais altas, o sistema tipicamente será
ventilado para a atmosfera externa de pressão inferior,
criando um diferencial de pressão entre a atmosfera
exterior e o interior do avião para retirar o material de
30 refugo a partir das privadas do avião ou outros

receptáculos para transporte para o tanque de refugo para armazenamento.

Quando o material de refugo é transportado para o tanque de refugo, o ar que é retirado junto com o material de refugo deve ser liberado para a atmosfera. Esse ar deve estar livre de umidade e sólidos particulados por razões sanitárias e por segurança. No que diz respeito às preocupações sanitárias, é obviamente indesejável liberar excremento humano em partículas na atmosfera, quer seja quando o avião está no ar ou quando ele está em terra. Adicionalmente, há o perigo de que se uma quantidade substancial de água escapar do avião a partir de tal sistema de coleta de refugo do avião acionado a vácuo, o mesmo pode se acumular na fuselagem do avião para formar gelo.

Os sistemas de separação de material de refugo de avião, convencionais, são grandes e assim exigem espaço excessivo no avião enquanto contribuindo desnecessariamente para o peso do avião, reduzindo a sua eficiência de combustível. Além disso, os sistemas convencionais de separação de material de refugo requerem manutenção frequente, o que frequentemente é difícil e demorado devido ao acesso inconveniente ao equipamento separador. Adicionalmente, os sistemas convencionais de separação de material de refugo tipicamente têm dois separadores, um na entrada e outro na saída dos sistemas. Finalmente, o equipamento convencional de separação, embora frequentemente eficaz na remoção de umidade a partir do material de refugo sob condições ótimas poderia, ainda assim, ser aperfeiçoado mediante garantia de que o

equipamento evitasse, de forma consistente, o escape de umidade.

Assim, existe a necessidade de um sistema de separação de material de refugo, aperfeiçoado, utilizando um único
5 separador compondo um sistema global que é compacto e leve sem comprometer o seu desempenho. Ele deve ser efetivo de forma consistente na minimização ou prevenção do escape de umidade para o fluxo de ar de saída. Adicionalmente, o equipamento deve ser capaz de substituição fácil e segura
10 com exposição mínima ao refugo coletado. Finalmente, o equipamento deve ser capaz de fácil instalação no espaço limitado disponível no avião. A presente invenção satisfaz todas essas exigências e também tem outras vantagens.

BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

15 A presente invenção compreende um separador de vórtice múltiplo para retirar um fluxo de ar substancialmente livre de umidade a partir de um fluxo de refugo contendo refugo líquido e sólido. O separador é particularmente bem adaptado para uso em avião. O separador da invenção inclui
20 um alojamento, o qual é de formato preferivelmente cilíndrico, e tem uma entrada de refugo para receber o fluxo de refugo. O tubo de entrada que leva à entrada de refugo preferivelmente será inclinado com relação ao plano horizontal para acrescentar um auxílio gravitacional ao
25 fluxo de refugo que entra no separador. O topo do alojamento cilíndrico é encerrado e tem uma abertura de descarga para retirar o fluxo de ar substancialmente livre de umidade a partir do alojamento por intermédio da força de sucção provida pela pressão delta produzida por um
30 gerador de vácuo ou, em elevadas altitudes, o diferencial

de pressão entre a atmosfera exterior e o interior do avião.

Um canal anular é posicionado ao longo da superfície interna da parede cilíndrica do alojamento. Esse canal
5 define um primeiro percurso de vórtice para separar refugo líquido e sólido a partir do fluxo de refugo. O canal anular está em comunicação com a entrada de refugo.

Uma unidade de filtro compreendendo um par de cones invertidos encaixados está localizada dentro do alojamento
10 cilíndrico. Esses cones definem uma cavidade cônica invertida que está em comunicação com a abertura de descarga. Um segundo percurso de fluxo de vórtice que se forma dentro da cavidade cônica assim é isolado do primeiro percurso de vórtice. Em uma modalidade da invenção, a
15 unidade de filtro pode ser configurada como um cartucho de unidade de filtro substituível.

Conseqüentemente, um fluxo de refugo contendo refugo líquido e sólido é puxado para dentro do alojamento através da entrada de refugo por uma força de sucção aplicada à
20 abertura de descarga. O fluxo de refugo que entra encontra o canal anular ao longo da superfície interna da parede de alojamento, se deslocando em um primeiro percurso de fluxo de vórtice no qual refugos líquidos e sólidos são separados do fluxo de refugo pela força centrífuga. Como resultado,
25 os materiais de refugo mais pesados se deslocam para o exterior do canal anular e caem descendentemente para coleta conforme apropriado. Em uma modalidade preferida, o fluxo de ar mais leve restante entra na cavidade cônica invertida entre os cones encaixados em um segundo percurso
30 de vórtice que é isolado do primeiro percurso de vórtice.

Refugo líquido e sólido adicional é removido do fluxo de ar em movimento através da cavidade cônica outra vez por intermédio da força centrífuga para produzir um fluxo de ar substancialmente livre de umidade que sai do separador de vórtice através da abertura de descarga. A fonte de sucção será ou o diferencial de cabine/atmosfera em elevadas altitudes ou um gerador de vácuo em baixas altitudes.

Finalmente, um isolador em espiral pode ser provido na área externa da unidade de filtro para ajudar a impedir contaminação cruzada do fluxo de refugo caindo para o tanque de refugo para coleta e posterior descarte e o fluxo de ar substancialmente livre de refugo mais leve avançando para a unidade de filtro. O separador helicoidal inclui um elemento central oco fixado fora da unidade de filtro com um par de pás helicoidais se estendendo para fora da superfície interna do separador e defletores nas pás e na entrada para o elemento central para capturar e direcionar o refugo líquido e sólido no sentido para baixo enquanto bloqueando seu movimento no sentido para cima.

Em uma modalidade preferida, pás radialmente dispostas são posicionadas adjacentes à entrada da cavidade cônica. Essas pás são inclinadas em torno de seus eixos radiais para formar fendas angulares para induzir e aperfeiçoar o movimento giratório no fluxo de ar passando através das fendas para dentro da cavidade cônica.

A superfície interna do cone interno define uma câmara cônica interna. Uma barreira se estende entre os cones formando um fecho superior da cavidade cônica. Finalmente, ao menos uma abertura de interconexão está localizada nesse fecho superior se comunicando entre a cavidade cônica e a

câmara cônica interna. Assim, o fluxo de ar se deslocando através do separador passa a partir da cavidade cônica para dentro da câmara cônica interna através da abertura de ligação.

5 A câmara cônica interna pode ter uma válvula de retenção em sua parte inferior adaptada para abrir quando o separador não estiver puxando o fluxo de refugo para dentro do alojamento cilíndrico. Quando isso acontece, refugo líquido e sólido que se juntou na câmara cônica interna
10 cairá a partir da câmara para ser coletado conforme apropriado. Além disso, um meio de filtro pode ser disposto na câmara para coalescer a umidade permanecendo no fluxo de ar que passa através da câmara.

 Finalmente, um elemento de descarga pode ser
15 geralmente centrado na câmara cônica. O elemento de descarga tem uma prateleira anular posicionada acima da câmara e do fecho superior dos cones. O mesmo também tem uma porção tubular central que se projeta no sentido para baixo para dentro da câmara definindo um conduto de saída
20 conduzindo a partir da câmara para o topo do alojamento cilíndrico do separador. Assim, o fluxo de ar saindo da câmara passará através da porção tubular antes de ser removido a partir do topo do alojamento por intermédio da abertura de descarga. Finalmente, um filtro desembaçador
25 pode ser disposto através da abertura superior da porção tubular para ajudar a remover qualquer umidade restante no fluxo de ar de saída.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

 Para auxiliar no entendimento da invenção, a mesma
30 será descrita agora em conexão com suas modalidades

exemplares com referência aos desenhos anexos nos quais designações numéricas semelhantes serão dadas aos aspectos semelhantes com referência aos desenhos anexos em que:

A Figura 1 é uma vista em perspectiva do exterior de um tanque de refugio adaptado com um separador de vórtice de acordo com a presente invenção;

A Figura 2 é uma vista destacada parcial do separador de vórtice e tanque de refugio da Figura 1;

A Figura 3 é uma vista ampliada do separador de vórtice da Figura 1;

A Figura 4 é uma vista em elevação destacada de um cartucho de unidade de filtro substituível que pode ser usado na prática da presente invenção;

A Figura 5 é uma vista explodida do cartucho de unidade de filtro da Figura 4;

A Figura 6 é uma vista em perspectiva destacada de um separador de vórtice e tanque de refugio de acordo com a invenção tendo um cartucho de unidade de filtro no lugar;

A Figura 7 é uma vista em elevação lateral do exterior de um separador de vórtice e tanque de refugio de acordo com a invenção mostrando o tubo de entrada inclinado;

A Figura 8 é uma vista em elevação destacada do separador de vórtice e tanque de refugio da Figura 7 incluindo um isolador em espiral;

A Figura 9 é uma vista em perspectiva inferior do separador de vórtice e tanque de refugio da Figura 7 mostrando o isolador em espiral incluindo seus defletores; e

A Figura 10 é uma vista em perspectiva do isolador em espiral das Figuras 8 e 9.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE UMA MODALIDADE PREFERIDA DA INVENÇÃO

A modalidade da invenção descrita abaixo não pretende ser exaustiva ou limitar a invenção à estrutura e operação, exatas, reveladas. Mais propriamente, a modalidade descrita em detalhe abaixo foi escolhida e descrita para explicar os princípios da invenção e sua aplicação, operação e uso para melhor possibilitar que outros versados na técnica sigam os seus ensinamentos.

Voltando-se agora para a Figura 1, é ilustrado o exterior de um tanque de refugo 10 tendo um separador de refugo de vórtice 12 de acordo com a invenção. O separador de vórtice 12 inclui um alojamento 14 que é preferivelmente cilíndrico conforme mostrado e uma tampa de descarga 16 com um tubo de descarga 18 em cima do alojamento. A tampa de descarga pode ser presa de forma removível no topo do alojamento cilíndrico para permitir acesso ao interior do separador quando desejado e para permitir remoção e substituição de um cartucho de unidade de filtro em uma modalidade preferida da invenção. O tubo de descarga 18 será conectado conforme mostrado de forma diagramática a uma fonte de sucção compreendendo um gerador de vácuo 22 em baixas altitudes ou com a atmosfera externa em elevadas altitudes 24 para retirar o refugo a partir das privadas do avião ou outros receptáculos por intermédio do separador de vórtice. A comutação é obtida com uma válvula de retenção de desvio sensível à altitude 20.

O separador de vórtice 12 tem um tubo de entrada 26 o qual em um avião funciona para transportar o fluxo de refugo a partir de uma privada de avião ou outro receptáculo para o separador. O tubo de entrada assim, por

exemplo, recebe um fluxo de refugo compreendendo ar, papel higiênico, sólidos de refugo e outros materiais da privada do avião quando ela é descarregada. Esse fluxo, que é representado de forma diagramática pela seta WS1, é puxado para dentro do separador de vórtice 12 pela sucção provida ou pelo diferencial de pressão em elevadas altitudes ou pela operação de um gerador de vácuo em baixas altitudes aplicadas no tubo de descarga 18. Em altitudes abaixo de aproximadamente 4,88 quilômetros (16.000 pés), o gerador de vácuo preferivelmente produzirá um vácuo de aproximadamente 3-9 polegadas de mercúrio. À medida que o avião sobe além de aproximadamente 4,88 quilômetros (16.000 pés), o sistema comutará a partir do gerador de vácuo para o diferencial de cabine/atmosfera por intermédio da operação da válvula de retenção 20 para puxar o fluxo de refugo para dentro do separador. Quando o avião desce aquém de aproximadamente 4,88 quilômetros (16.000 pés), o sistema comutará de volta para o gerador de vácuo. Finalmente, o tanque de refugo inclui um tubo de drenagem 28 em sua parte inferior que será conectado a uma abertura de remoção de refugo no exterior do avião (não mostrado) através do qual o refugo coletado no tanque 10 será drenado durante manutenção do avião.

Conforme pode ser visto na vista destacada da Figura 2 que ilustra a estrutura interna do separador de vórtice 12, o separador de vórtice 12 inclui um canal anular ótimo 30 em comunicação com o tubo de entrada 26 formado na superfície interna 31 da parede anular 32 do alojamento cilíndrico 14. Deve-se observar que a porção inferior 33 da parede 32 se estende para dentro do tanque de refugo 10 com

uma borda anular externa 35 circundando a superfície externa 32A da parede se apoiando em uma borda correspondente 29 do tanque de modo que os dois podem ser presos juntos de forma removível (Figura 1).

5 Assim, o vácuo aplicado ao tubo de descarga 18 é transmitido através do separador de vórtice para puxar o fluxo WS1 para dentro do tubo de entrada 26 sob elevada velocidade. Esse fluxo de elevada velocidade é dirigido pelo tubo de entrada 26 para dentro do canal anular 30 que
10 define um primeiro percurso de fluxo de vórtice V1. Quando o fluxo WS1 se desloca no percurso de fluxo V1 um fluxo de ar mais leve WS2 migra para o centro do alojamento cilíndrico do separador quando a maior parte dos sólidos e líquidos mais pesados se desloca para o lado externo e caem
15 do fluxo WS1 para o fundo do tanque de refugio 10. Em uma modalidade da invenção, o fluxo de ar WS2 pode ser retirado do separador através do tubo de descarga 18.

É preferido, contudo, que uma unidade de filtro 27 seja provida tendo uma cavidade cônica truncada invertida
20 34 entre um cone interno invertido 36, encaixado dentro de um cone invertido externo 38. Assim, a superfície interna 37 do cone externo invertido 38 e a superfície externa 39 do cone interno invertido 36 definem a cavidade cônica invertida 34 que é geralmente centrada dentro do alojamento
25 14. Os cones encaixados 36 e 38 são montados abaixo da tampa de descarga 16, e são interligados por uma estrutura de suporte 40 na entrada para a cavidade cônica tendo pás 41 se estendendo radialmente no sentido para fora a partir de um cubo 43. As pás inclinadas em torno de seus eixos
30 radiais para formar fendas angulares para induzir o

movimento rotativo do fluxo de ar passando através das fendas para dentro da cavidade cônica 34 para o segundo percurso de vórtice. A estrutura de suporte 40 mantém o espaçamento entre os cones sem obstruir a passagem de material a partir da cavidade cônica no espaço entre as pás. Um funil 47 está localizado abaixo dos cones encaixados. O funil 47 posicionado abaixo dos cones encaixados tem um raio máximo menor que o raio mínimo do cone externo invertido 38 para divergir do fluxo de ar WS2 dentro da cavidade cônica 34. A superfície externa 51 do funil ajuda a desviar o fluxo de ar mais leve WS2 para dentro da cavidade cônica invertida 34.

Os cones truncados encaixados também definem uma abertura anular 45 (Figura 3) ao longo de sua borda inferior para dentro da qual é puxado o fluxo de ar WS2, e a partir da qual o material mais pesado cairá a partir da cavidade cônica 34 passando pelas pás 41 como será explicado em mais detalhe abaixo. Finalmente, a borda superior dos cones encaixados é geralmente fechada por um fecho superior anular 44 que tem uma ou mais aberturas ou cavidades 46 através das quais o fluxo de ar é transportado a partir da cavidade cônica. Segunda e terceira cavidades semelhantes estão localizadas separadas em 120°, mas estão ocultas da visão na Figura 2.

O fluxo de ar WS2, portanto, é puxado através da cavidade cônica 34 pela força de sucção aplicada no tubo de descarga 18. Devido ao encaixe dos cones esse fluxo somente pode se deslocar entre as paredes dos cones. Como resultado da estrutura de esteio semelhante à ventoinha, opcional, o formato cônico da cavidade 34, e a elevada velocidade do

fluxo se deslocando circularmente WS2, esse fluxo se deslocará através da cavidade 34 em um segundo percurso de fluxo de vórtice V2 o qual, como se pode ver na Figura 2, é isolado do percurso de fluxo de vórtice V1. O percurso de
5 fluxo de vórtice V2 outra vez produz uma força centrífuga que faz com que os materiais mais pesados restantes (refugo particulado e líquido) se desloquem para o exterior onde ele cairá através da cavidade cônica 34 e da abertura anular 45 no fundo dos cones encaixados para dentro do
10 tanque 10. Entretanto, o fluxo de ar mais leve restante WS3 passará para cima através das aberturas 46 no fecho superior 44 para ser puxado para baixo, para dentro de uma câmara cônica truncada invertida interna 50, definida pela superfície interna 48 do cone 36.

15 Uma válvula de retenção de refugo 60 está localizada no fundo 54 da câmara 50. Essa válvula de retenção compreende uma membrana de borracha no formato de guarda-chuva invertido 52, sustentada abaixo da estrutura de esteio 56 por um elemento de travamento central projetado
20 no sentido para cima 58 que é montado em um furo no centro da estrutura de esteio. A válvula de retenção permite que os sólidos e os líquidos caiam a partir da câmara cônica truncada 50 para o funil 47 e para fora da abertura de funil inferior 49 para o tanque de refugo 10, mas não
25 permite que o ar contaminado a partir de baixo da válvula de retenção entre na câmara, conforme explicado abaixo. Conforme ilustrado diagramaticamente na Figura 3, a câmara 50 também contém um primeiro material de filtro 62 que ajuda a coalescer a umidade restante quando o fluxo se
30 desloca através da câmara cônica truncada 50 para sair de

uma porção adicional do fluxo de refugo WS3 com no máximo quantidades mínimas de umidade quando ele sai da câmara 50.

O fluxo WS3 a seguir entra em um elemento de descarga 63 que tem uma prateleira anular 64 que se apóia no topo do cone 36 e uma porção tubular 66, centrada acima da câmara 50, com a porção tubular 66 se estendendo parcialmente para dentro da câmara e o flange anular sustentando o elemento de descarga através do topo dos cones encaixados. A prateleira 64 se apóia abaixo da tampa de descarga 16 do separador de vórtice. Preferivelmente, um material de filtro desembaçador 72 é disposto através da abertura superior da porção tubular 66 para reter a umidade e ajudar a remover a umidade arrastada na névoa que se desloca além da malha através da tampa 16 e para fora do tubo de descarga 18. Os dois materiais de filtro 62 e 72 preferivelmente estão na forma de uma malha trançada densa de metal, náilon ou propileno. Assim, o material de filtro 72 é posicionado para remover a maior parte, senão toda a umidade restante no fluxo WS3, de modo que o fluxo de ar se deslocando através do tubo de descarga 18 para a atmosfera externa estará livre de umidade.

O dispositivo operará quando o ciclo de descarga da privada do avião é iniciado. Quando isso acontece, o fluxo de refugo WS1 será puxado a partir da privada através do tubo de entrada 26 para dentro do canal anular 30 e primeiro percurso de fluxo de vórtice V1 no qual a força centrífuga resultante faz com que os componentes mais pesados da mistura de refugo se desloque para o exterior e caia dentro do tanque de refugo 10, conforme discutido anteriormente.

Entretanto, um fluxo compreendendo o vórtice em movimento rápido restante WS2 entra na cavidade cônica truncada invertida 34 através das fendas angulares entre as pás 41, e os sólidos restantes e a água são adicionalmente
5 separados pela força centrífuga produzida em um segundo percurso de fluxo de vórtice V2 fazendo com que sólidos adicionais e água caiam dentro do tanque de refugio 10, deixando o fluxo de refugio restante WS3 como um fluxo de ar substancialmente livre de sólidos e com um nível de líquido
10 substancialmente reduzido. O WS3 é então puxado a partir do centro do alojamento cilíndrico do separador para dentro da cavidade cônica 34 através das aberturas 46 ao longo do canal anular 55 do fecho 44 e para dentro da câmara cônica invertida onde ele passa para cima através do primeiro
15 material de filtro 62 que ajuda a coalescer o líquido arrastado restante no fluxo WS3 de modo que ele se acumula e cai para o fundo da câmara cônica invertida. Como resultado, quando o vácuo no sistema não mais é aplicado, a válvula de retenção 60 abrirá sob o peso do material
20 acumulado no fundo da câmara 60 de modo que esse material de refugio pode se deslocar além da válvula de retenção para dentro do funil 47 a partir do qual ela cairá através da abertura inferior do funil 49 para o fundo do tanque 10 se juntando ao refugio anteriormente separado.

25 Deve-se observar que os vórtices V1 e V2 não se intersectam. Isso é uma característica importante da invenção uma vez que a mistura dos fluxos de refugio de alta velocidade que se cruzam movendo através dos vórtices faria com que umidade e sólidos particulados adicionais fossem
30 formados reduzindo significativamente a eficácia do

separador.

O fluxo restante WS3 passa a partir da porção tubular da câmara de descarga 66 do elemento de descarga 63 através do filtro desembaçador 72 onde ele passa através da tampa 5 de descarga 16 para dentro do tubo de descarga 18 ou para o gerador de vácuo ou para a atmosfera se o avião estiver operando em elevada altitude. Tipicamente, o processo acima, a partir da aplicação do vácuo através da conclusão do processo de separação levará aproximadamente de 1 a 4 10 segundos.

Em uma modalidade alternativa da invenção, a unidade de filtro 27 pode estar na forma de um cartucho de unidade de filtro removível 150, que é ilustrado nas Figuras 4 e 5. Esse cartucho é projetado para ser acessado mediante 15 remoção da tampa 16 (Figura 6). Assim, periodicamente e com a tampa removida, o cartucho pode ser deslizado para fora do separador 12 onde ele se apóia sobre uma borda 162 no topo do separador (Figura 8) e substituído por um novo cartucho de unidade de filtro.

O cartucho 150 inclui desse modo, um cone invertido 20 interno 36A encaixado dentro de um cone invertido externo 38A com a superfície interna do cone invertido externo e a superfície externa do cone invertido interno definindo uma cavidade cônica invertida 34A. Preferivelmente, um filtro 25 cônico 154 feito de material de filtro desembaçador se apóia dentro do cone 36A.

Uma prateleira anular 156 está localizada no topo do cone 36A. Abaixo da prateleira está uma série de aberturas 158 providas por intermédio de cavidades circulares 30 radialmente divergentes no sentido para fora 160 que

circundam o cone. Nessa modalidade, duas das tais cavidades são visíveis, mas três cavidades igualmente separadas em 120° estão presentes. As bordas inferiores das cavidades se projetam no sentido para fora para formar uma prateleira inferior 162. Um flange superior 170 é geralmente perpendicular ao eixo longitudinal do cone e define o topo do cone externo assim como a superfície superior das cavidades. O cone 36A também tem uma estrutura de suporte de esteio 56A em sua entrada inferior.

Uma válvula de retenção de refugo 60 está localizada abaixo da estrutura de suporte de esteio 56A do cone externo. Como nas modalidades anteriores, essa válvula de retenção compreende uma membrana de borracha no formato de guarda-chuva invertido sustentada abaixo da estrutura de esteio 56A por um membro de travamento projetado no sentido para cima, central 58 que é montado no centro da estrutura de suporte de esteio.

O cartucho 150 inclui também um elemento superior 168 tendo o flange superior 170 que se apóia na prateleira 156 do cartucho de filtro. O elemento superior 168 inclui uma porção tubular orientada no sentido para baixo 172 que ajuda a posicionar o elemento superior e manter o elemento de filtro tubular 176 (descrito abaixo) no lugar no cartucho completamente montado. O elemento superior inclui também uma depressão anular orientada no sentido para baixo 174 correspondendo geralmente em diâmetro ao diâmetro interno do cone 36A para ajudar a manter o elemento superior dentro do cone interno 36A.

O primeiro elemento de filtro tubular 176 feito de material de filtro desembaçador é encaixado por pressão na

porção tubular 162 do elemento superior 168.

O elemento superior 168 inclui também uma cavidade anular estendida no sentido para cima 180 estabelecida por uma parede vertical circular 184. Três filtros
5 desembaçadores circulares 186, 188, e 190 são posicionados na cavidade 180. Evidentemente, qualquer número desejado de tais filtros desembaçador pode ser usado. Os filtros circulares desembaçador são travados no lugar por intermédio de um anel de plástico 182 que pode ser colado
10 ou empilhado a calor no lugar contra a parede 184.

Voltando-se a seguir para a Figura 6, o separador de vórtice da invenção é mostrado com o cartucho 150 no lugar no cone externo 38A que sustenta um funil 47 como na modalidade das Figuras 1-3. Essa figura também mostra um
15 prendedor 192 para facilitar a remoção da tampa 16 para substituir o cartucho e um anel-O 194 para manter a vedação entre a tampa e o topo do separador de vórtice quando a tampa é travada no lugar. Esta figura também mostra um grampo 102 para facilitar a fixação removível junto com a
20 borda anular externa do separador de vórtice com uma borda anular externa correspondente do tanque de refugo.

A Figura 7 ilustra uma modalidade preferida da invenção na qual o tubo de entrada 26A está em um ângulo "A" com relação ao plano horizontal. O ângulo "A" deve ser
25 de pelo menos aproximadamente 10° e pode ser maior, desde que folga suficiente esteja disponível. A inclinação do tubo de entrada acrescenta um auxílio gravitacional para o refugo se deslocando para dentro do separador de vórtice para entregar o refugo num fluxo de ar em espiral no
30 sentido para baixo do separador de vórtice.

Preferivelmente, o separador de vórtice inclui também um isolador em espiral 120 o qual é mostrado isolado (e invertido para fins de ilustração) na Figura 10, e mostrado no lugar no separador de vórtice nas vistas em elevação e inferior das Figuras 8 e 10. O isolador em espiral 120 compreende assim um elemento central geralmente cilíndrico 122 que é ligado na superfície externa 110 do cone externo 38A.

O isolador em espiral inclui uma primeira pá helicoidal 126 que se projeta para longe da superfície externa 128 do elemento cilíndrico 122 até a superfície interna 31 do separador e um primeiro defletor lateral orientado geralmente no sentido para baixo 130 (se projetando no sentido para cima na Figura 10 para fins de ilustração) no ponto final inferior 132 da pá. O defletor 130 é preferivelmente inclinado com relação à vertical definida pelo eixo central do isolador em espiral. Por exemplo, a pá pode estar inclinada em aproximadamente 10° com relação ao eixo central.

O isolador em espiral inclui também uma segunda pá helicoidal 134 também se projetando para longe da superfície externa 128 até a superfície interna 31 do separador. A pá helicoidal 134 tem um segundo defletor lateral direcionado geralmente no sentido para baixo 136 no ponto final inferior 138 dessa pá. As bordas opostas 140 e 142 das pás que são diametralmente opostas em lados opostos do elemento cilíndrico 122 são abertas de modo a não impedir o material de chegada ou o fluxo de ar. Além disso, preferivelmente as pás 126 e 134 em conjunto se estendem em 360° em torno do elemento cilíndrico 122. A borda inferior

147 do defletor 130 preferivelmente será espaçada da borda inferior 149 da abertura de saída 148 para garantir folga do fluxo de ar na parte inferior do isolador em espiral. Esse espaçamento deve ser de pelo menos aproximadamente 5 meia polegada (1,27 cm).

Finalmente, um defletor inferior 144 está localizado na abertura de saída 146 do membro central 122 do separador helicoidal. Esse defletor é inclinado em pelo menos 10° com relação ao eixo longitudinal do membro central para ajudar 10 a impedir que o refugo entre na saída 148 da abertura de saída. Se o refugo não entrar na abertura durante a operação de descarga, ele será capaz de drenar para fora entre as descargas devido a essa estrutura.

O isolador em espiral 120 ajuda a garantir que o 15 refugo no fluxo de refugo WS2 e o percurso de fluxo de vórtice V2 continue seu movimento em espiral no sentido para baixo sem se tornar arrastado no fluxo de ar para dentro da cavidade cônica 34A entre os cones encaixados eliminando assim ou minimizando o acúmulo de refugo sobre 20 as superfícies cônicas 37 e 39. Desse modo, preferivelmente, a superfície superior 151 da pá de isolador 126 será posicionada exatamente abaixo do ponto de entrada através do tubo de entrada 26A que é rotulado "153" na Figura 8. Os defletores laterais 130 e 136 por sua vez 25 permitem que o refugo saia da espiral. O defletor inferior 144 limita a área para escapamento do ar do tanque do sistema. As espiras e os defletores laterais e inferiores desse modo isolam a descarga de ar a partir do tanque do refugo que está caindo dentro do tanque.

30 O objetivo da presente invenção é o de puxar o fluxo

de refugo contendo refugo líquido e sólido, remover o refugo líquido e sólido do fluxo de ar e produzir um fluxo de ar de descarga livre de líquido. A estrutura da presente invenção alcança esse objetivo de uma forma eficiente, segura e efetiva.

Todas as referências, incluindo publicações, pedidos de patente, e patentes, aqui citadas e aqui incorporadas mediante referência na mesma amplitude como se cada referência fosse individualmente especificamente indicada para ser incorporada, mediante referência, e onde apresentada aqui em sua totalidade.

O uso dos termos "um" e "uma" e "o" e referentes similares no contexto da descrição da invenção (especialmente no contexto das reivindicações a seguir) devem ser considerados como abrangendo o singular e o plural, a menos que aqui de outro modo indicado ou claramente contradito pelo contexto. A citação aqui de faixas de valores pretende apenas servir como um método abreviado de se referir individualmente a cada valor separado compreendido na faixa, a menos que de outro modo aqui indicado, e cada valor separado é incorporado no relatório descritivo como se fosse aqui individualmente citado. Todos os métodos aqui descritos podem ser realizados em qualquer ordem adequada a menos que de outro modo aqui indicado ou de outro modo claramente contradito pelo contexto. O uso de qualquer um ou de todos os exemplos, ou linguagem exemplar (por exemplo, "tal como") aqui provida, pretende apenas iluminar melhor a invenção e não apresenta uma limitação ao escopo da invenção a menos que de outro modo reivindicado. Nenhuma linguagem no

relatório descritivo deve ser considerada como indicando qualquer elemento não reivindicado como essencial para a prática da invenção.

5 Modalidades preferidas dessa invenção são descritas aqui, incluindo o melhor modo conhecido pelos inventores para a realização da invenção. Deve-se entender que as modalidades ilustradas são apenas exemplares, e não devem ser consideradas como limitando o escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Separador de vórtice múltiplo (12) para remover refugo sólido e líquido a partir de um fluxo de refugo (WS1, WS2, WS3) enquanto retirando uma corrente de ar
5 substancialmente sem umidade sob sucção, caracterizado por compreender:

um alojamento (14) tendo uma parede externa (32) com uma superfície interna (31), uma entrada de refugo (26) para receber o fluxo de refugo, e um topo encerrado (16)
10 com uma abertura de descarga (18) para retirada do fluxo de ar substancialmente sem umidade a partir do alojamento (14);

um canal anular (30) ao longo da superfície interna (31) da parede (32) definindo um primeiro percurso de fluxo
15 de vórtice (V1) para separar refugo líquido e sólido a partir do fluxo de refugo (WS1), o canal anular (30) estando em comunicação com a entrada (26); e

cones encaixados interno e externo (36, 38) dentro do alojamento (14) definindo uma cavidade cônica invertida
20 (34) entre os cones (36, 38), a cavidade cônica (34) estando em comunicação com a abertura de descarga (18) e formando um segundo percurso de fluxo de vórtice (V2) isolado do primeiro percurso de fluxo de vórtice (V1) para separar refugo líquido e sólido adicional a partir do fluxo
25 de refugo antes de ele ser retirado a partir da abertura de descarga (18).

2. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir uma tampa de
30 descarga (16) presa de forma removível no topo do alojamento (14), onde a abertura de descarga (18) está

localizada na tampa (16).

3. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os cones encaixados (36, 38) são montados diretamente abaixo da tampa de descarga (16).

4. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma fonte de sucção (22) é conectada à abertura de descarga (18) para retirar o fluxo de ar substancialmente sem umidade a partir do alojamento (14) e um fluxo de refugo (WS1) contendo refugo líquido e sólido é conectado à entrada (26).

5. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que o separador de vórtice múltiplo (12) é disposto em um avião e a fonte de sucção (22) ou é um gerador de vácuo ou a pressão diferencial entre o interior do avião e a atmosfera externa.

6. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por incluir um conduto (26) para transportar o fluxo de refugo (WS1) a partir de uma privada de avião para o separador (12).

7. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o separador de vórtice (12) é montado em um tanque de refugo (10) que tem um dreno (28) para remover o refugo coletado no tanque (10).

8. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o separador de vórtice (12) inclui uma porção inferior (33) que se estende para dentro do tanque de refugo (10), a porção

inferior (33) tendo uma borda anular externa (35) e o tanque (10) tendo uma borda anular externa (29) correspondente, e as duas bordas anulares (29, 35) sendo presas juntas de forma removível.

5 9. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as pás radialmente dispostas (41) são posicionadas adjacentes à entrada para a cavidade cônica (34), as pás (41) sendo inclinadas em torno de seus eixos radiais para formar
10 fendas angulares para induzir movimento rotativo no fluxo de ar (WS2) passando através das fendas para a cavidade cônica (34).

 10. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir uma barreira
15 que se estende entre os cones (36, 38) formando um fecho superior (44) da abertura anular, e uma câmara cônica invertida interna (50) definida pela superfície interna do cone interno (36), o fecho de topo (44) tendo uma abertura (46) se comunicando entre a cavidade cônica invertida (34)
20 e a câmara cônica invertida (50).

 11. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por incluir uma válvula de retenção (60) na parte inferior da câmara cônica invertida (34) adaptada para abrir quando o separador de
25 vórtice múltiplo (12) não está sujeito a uma força de sucção.

 12. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por incluir meios de filtro (62) dispostos na câmara (50) para coalescer a
30 umidade no fluxo de ar (WS3) passando através da câmara

(50).

13. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um elemento de descarga (63) geralmente centrado dentro da câmara cônica (50) tendo uma prateleira anular (64) posicionada acima da câmara (50) e uma porção tubular (66) que se projeta para dentro da câmara (50).

14. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por incluir um filtro desembaçador (72) disposto através da abertura superior da porção tubular (66).

15. Separador de vórtice múltiplo (12), de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por incluir um funil (47) posicionado abaixo dos cones encaixados (36, 38) tendo um raio máximo menor do que o raio mínimo do cone externo (38) para desviar o fluxo de ar para dentro da cavidade cônica (34).

16. Método de retirar um fluxo de ar substancialmente sem umidade a partir de um fluxo de refugo contendo refugo líquido e sólido usando o separador de vórtice múltiplo (12) conforme definido na reivindicação 1, o método caracterizado por compreender:

puxar o fluxo de refugo (WS1) contendo refugo líquido e sólido para dentro do canal anular (30) definindo o primeiro percurso de fluxo de vórtice (V1) em um alojamento (14) de modo que os sólidos mais pesados e os líquidos se deslocam para o exterior do alojamento (14) e caem descendentemente enquanto um fluxo de ar mais leve contendo partículas de umidade restantes migra para o centro do alojamento (14); e

puxar o fluxo de ar mais leve restante para dentro da cavidade cônica invertida (34) no segundo percurso de fluxo de vórtice (V2) isolado do primeiro percurso de fluxo de vórtice (V1) para produzir uma força centrífuga fazendo com
5 que os materiais mais pesados restantes caiam através da cavidade cônica (34) e o fluxo de ar mais leve restante seja puxado a partir da cavidade cônica (34).

17. Método, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o fluxo de ar mais leve
10 restante é puxado passando pelas pás inclinadas radialmente dispostas (41) quando ele entra na cavidade cônica invertida (34).

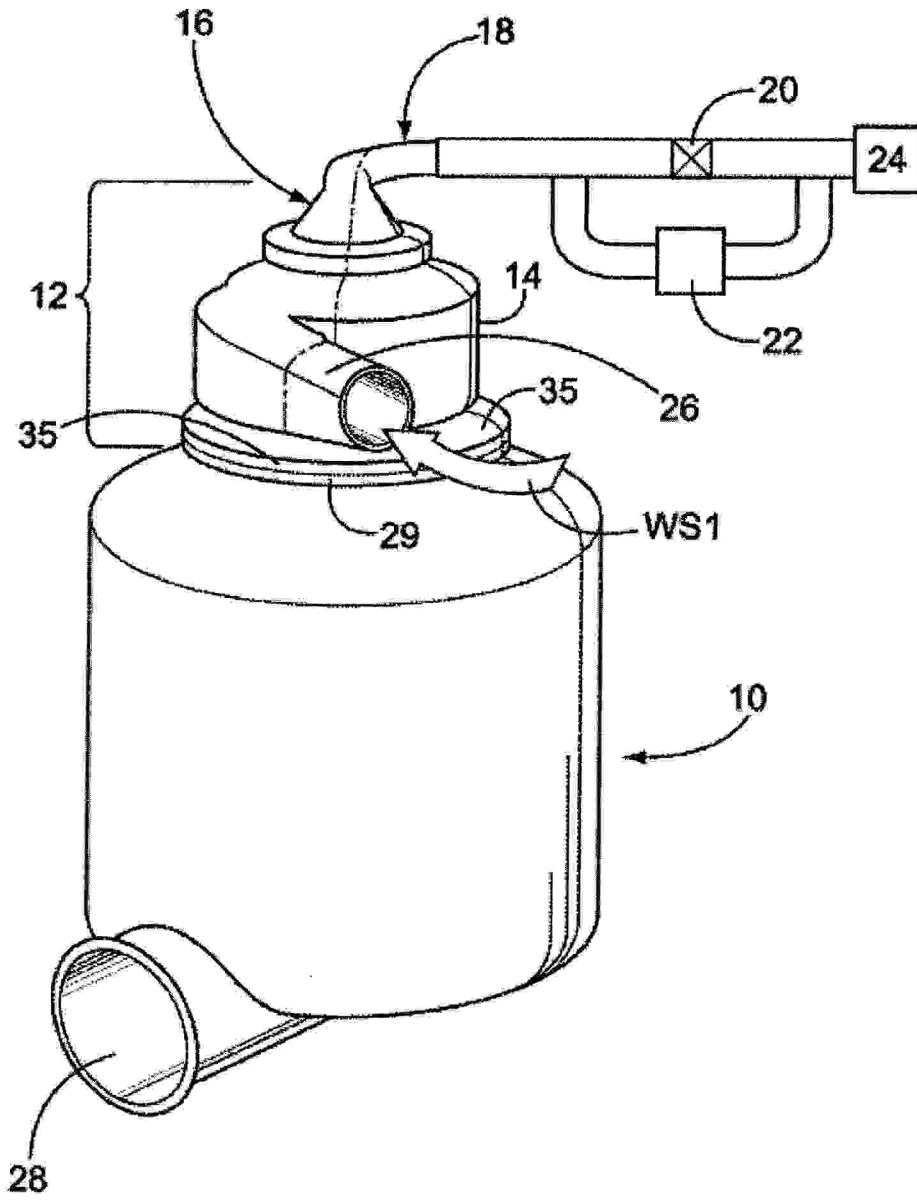


FIG. 1

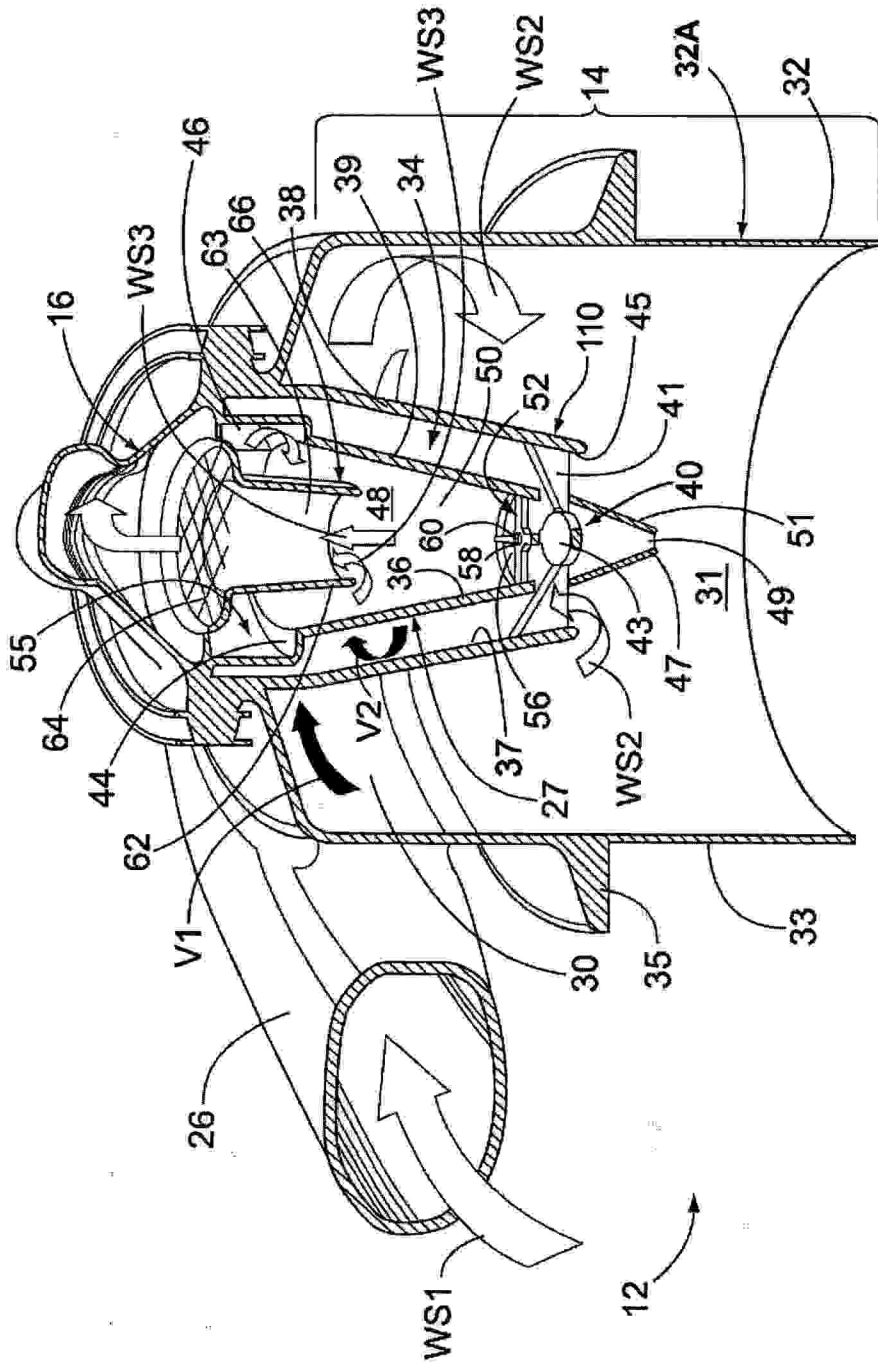


FIG. 2

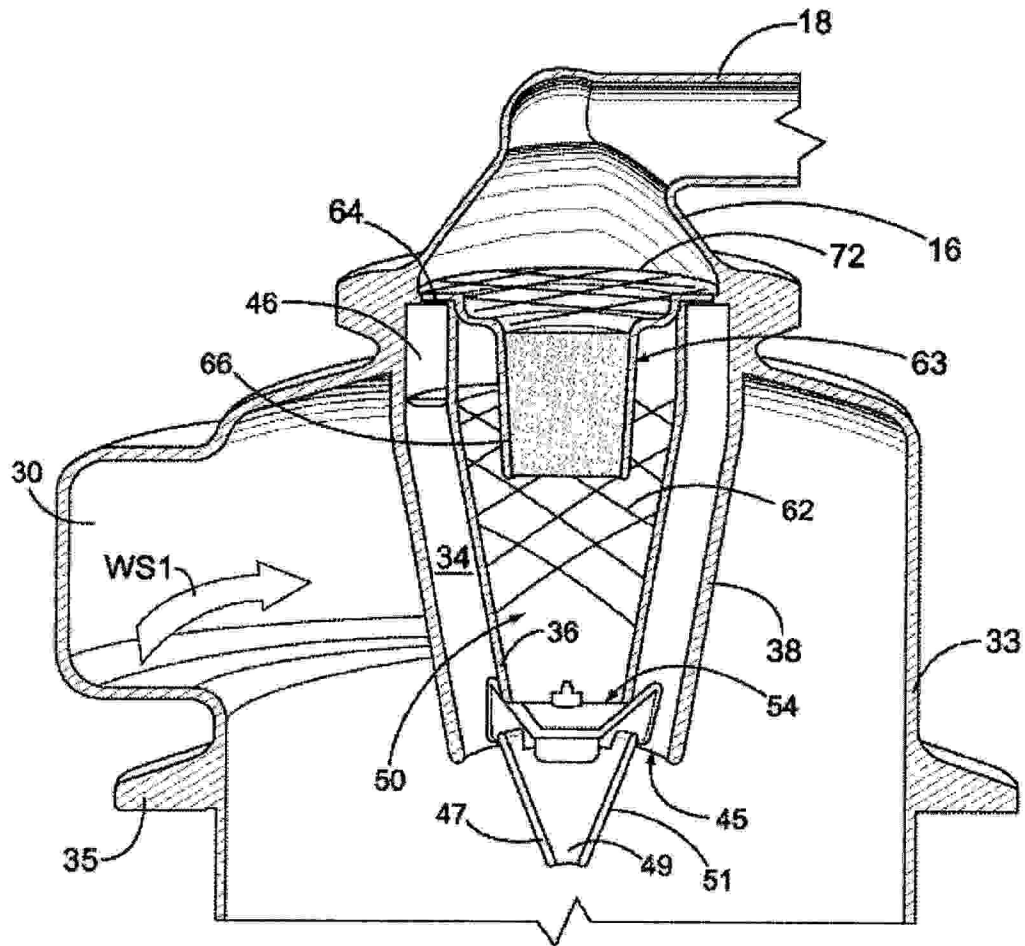


FIG. 3

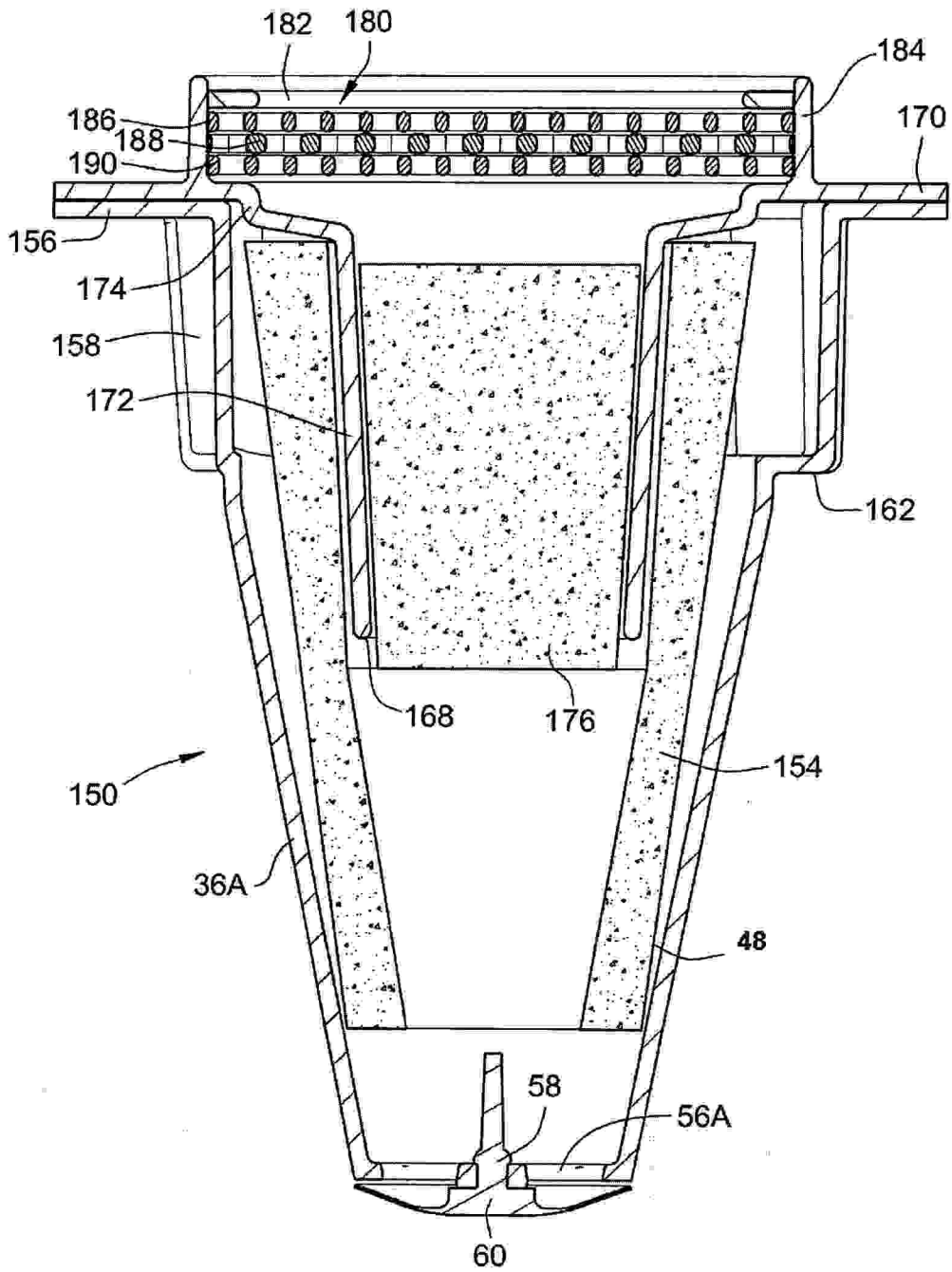


FIG. 4

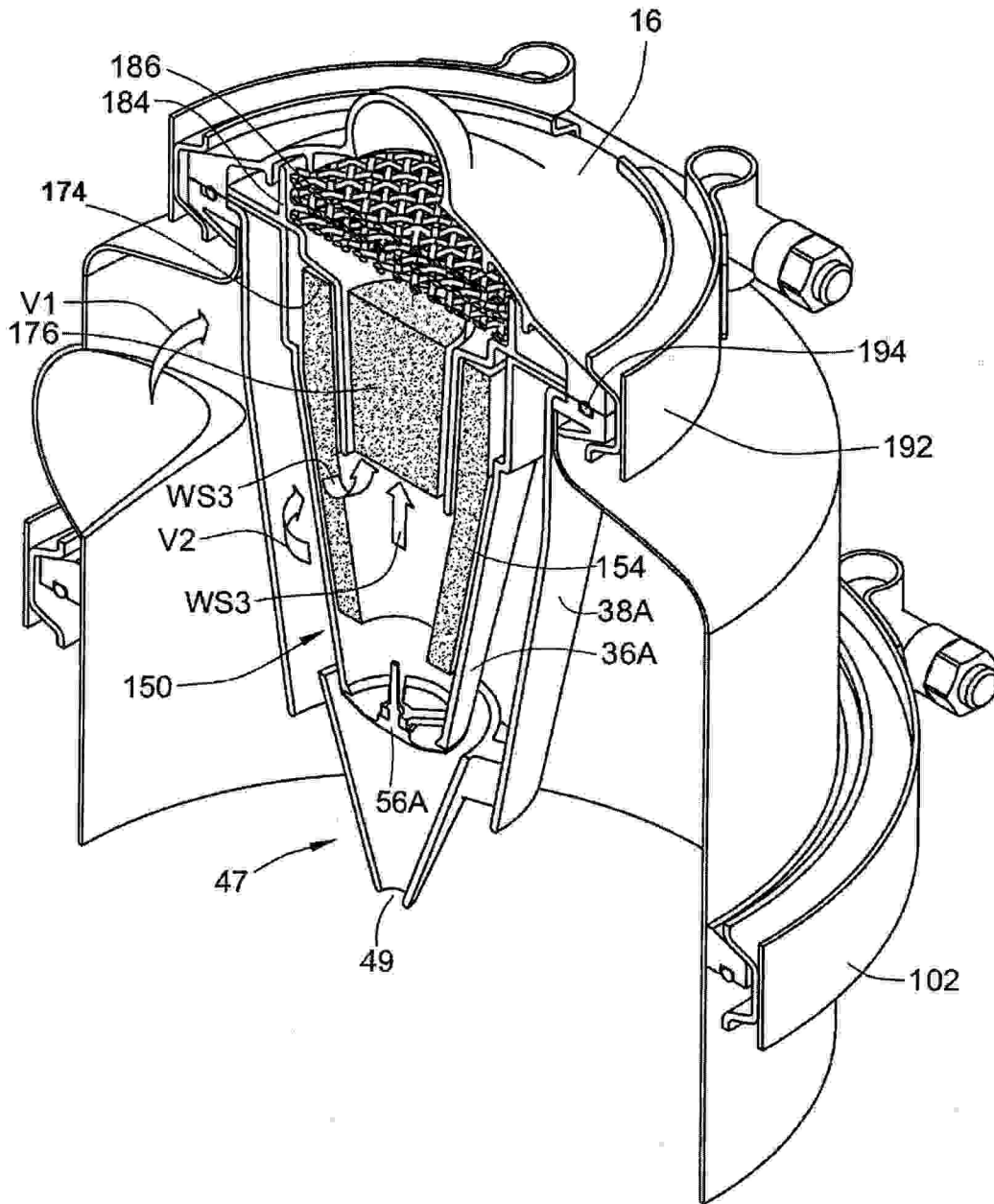


FIG. 6

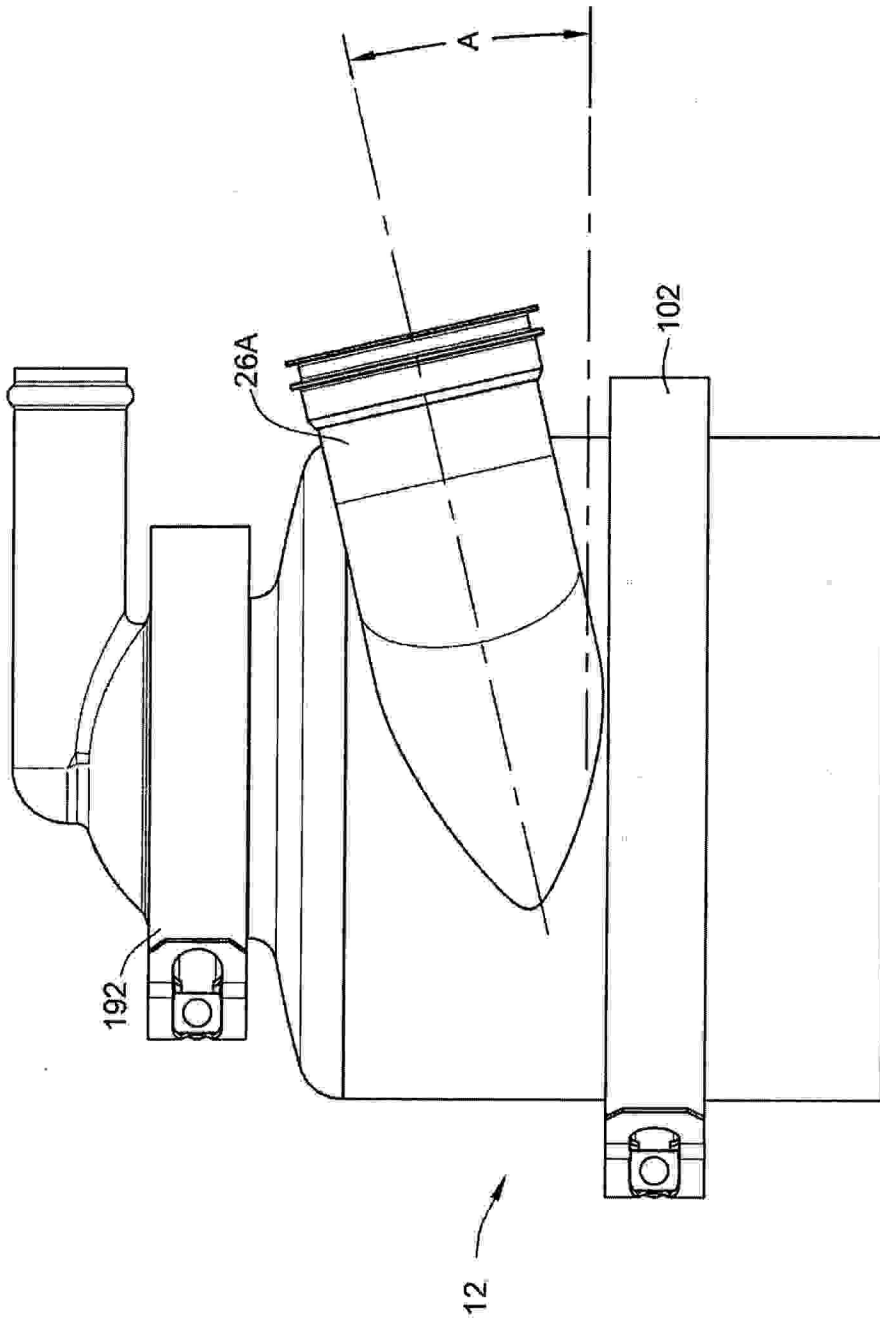


FIG. 7

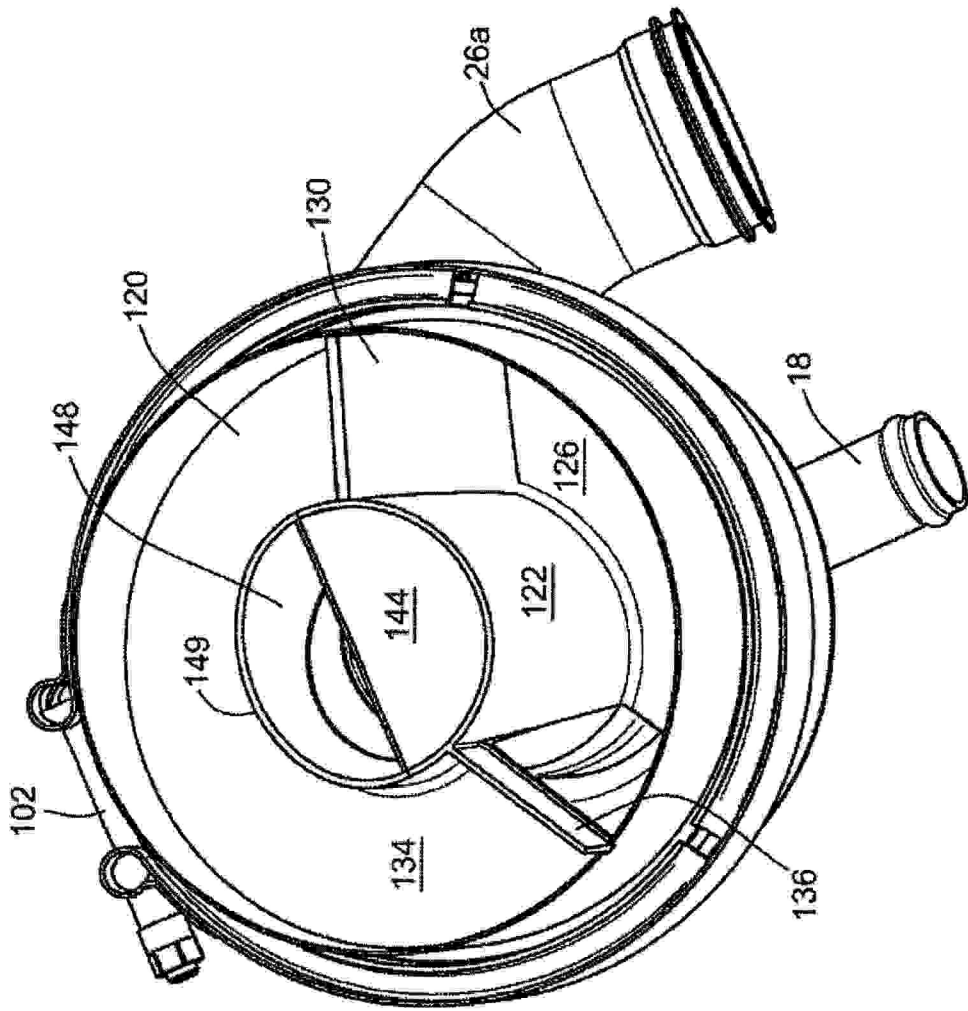


FIG. 9

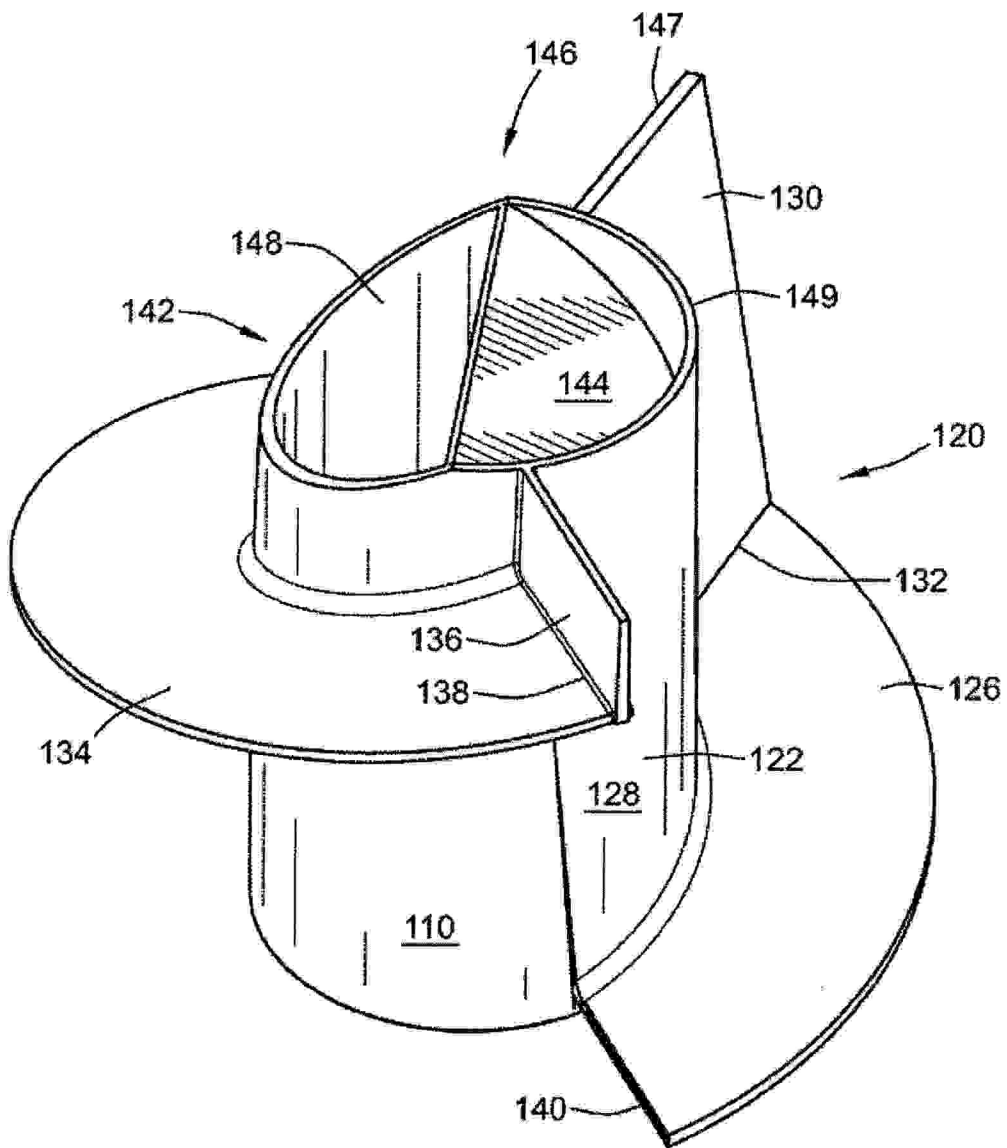


FIG. 10