



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

**(11) BR 112017002386-5 B1**



**(22) Data do Depósito:** 06/08/2015

**(45) Data de Concessão:** 23/08/2022

**(54) Título:** BOMBA DE VÁCUO, SISTEMA DE TURBO-ALIMENTAÇÃO ACIONADO PELO ESCAPE E SISTEMA INCLUINDO UM MOTOR NORMALMENTE ASPIRADO

**(51) Int.Cl.:** B01F 5/04; B60T 13/62; F16K 3/32; F16K 3/24; F16K 15/18; (...).

**(30) Prioridade Unionista:** 06/08/2014 US 14/452,651.

**(73) Titular(es):** DAYCO IP HOLDINGS, LLC.

**(72) Inventor(es):** DAVID E. FLETCHER; BRIAN M. GRAICHEN; KEITH HAMPTON.

**(86) Pedido PCT:** PCT US2015043911 de 06/08/2015

**(87) Publicação PCT:** WO 2016/022745 de 11/02/2016

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 06/02/2017

**(57) Resumo:** BOMBA DE VÁCUO PNEUMATICAMENTE ACIONADA, SISTEMA DE TURBO-ALIMENTAÇÃO ACIONADO PELO ESCAPE E SISTEMA INCLUINDO UM MOTOR NORMALMENTE ASPIRADO. É descrita uma bomba de vácuo acionada pneumaticamente, incluindo um corpo que define uma seção motriz convergente, uma seção de descarga divergente, pelo menos uma porta de aspiração, e uma abertura de Venturi. A abertura de Venturi está localizada entre uma extremidade de saída da seção motriz convergente e uma extremidade de entrada da seção divergente de descarga. A bomba de vácuo acionada pneumaticamente também inclui uma primeira válvula de retenção conectada à abertura de Venturi e à porta de aspiração. A bomba de vácuo acionada pneumaticamente inclui ainda pelo menos uma segunda abertura localizada na seção de descarga divergente do corpo, a jusante da abertura de Venturi. Uma segunda válvula de retenção está conectada à segunda abertura.

**Bomba de vácuo, Sistema de turbo-alimentação acionado pelo escape e  
Sistema incluindo um motor normalmente aspirado**

**ÁREA TÉCNICA**

[001] Este pedido refere-se à criação de vácuo por meio de uma bomba de vácuo acionada pneumaticamente, e mais particularmente a uma bomba de vácuo acionada pneumaticamente e que inclui múltiplas aberturas de Venturi e válvulas de retenção.

**FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO**

[002] Em alguns veículos, o vácuo é utilizado para operar ou auxiliar na operação de vários dispositivos. Por exemplo, o vácuo pode ser usado para auxiliar um motorista a aplicar os freios do veículo, auxiliar a operação do turbo-alimentador, a purga de vapor de combustível, a atuação do sistema de aquecimento e de ventilação, e a atuação dos componentes da transmissão. Se o veículo não produzir vácuo naturalmente, tal como a partir do coletor de admissão, então uma fonte de vácuo separada é necessária para operar tais dispositivos. Como um ejetor pode produzir vácuo quando provido com vácuo reforçado, a profundidade do vácuo produzido será uma função da pressão motriz.

[003] Em motores de impulsão reforçado onde as pressões do coletor de admissão frequentemente são pressões superiores à pressão atmosférica, o vácuo do coletor de admissão pode ser substituído por, ou aumentado com, vácuo proveniente de um ejetor. Um ejetor, conforme aqui utilizado, é um conjunto de bocal divergente e convergente com três conexões, uma porta motriz conectada a uma fonte de pressão acima da pressão atmosférica, uma porta de descarga conectada à pressão atmosférica, e uma porta de aspiração conectada a um dispositivo que requer vácuo. Quando ar pressurizado passa através do ejetor, pode ser criada uma região de baixa pressão dentro do ejetor de modo a que o ar possa ser extraído de um reservatório de vácuo, ou possa atuar diretamente em um dispositivo que requer vácuo, reduzindo assim a pressão dentro do reservatório de vácuo ou do dispositivo que requer vácuo.

[004] Conforme aqui utilizado, um aspirador é um conjunto de bocal divergente e convergente com três conexões, uma porta motriz conectada à entrada de ar de um motor sem impulsão reforçado, ou normalmente aspirado à pressão atmosférica, uma porta de descarga conectada ao vácuo do coletor localizado a jusante do acelerador,

e uma porta de aspiração conectada a um dispositivo que requer vácuo. De modo semelhante ao ejetor, pode ser criada uma região de baixa pressão dentro do aspirador, de modo a que o ar possa ser extraído de um reservatório de vácuo, ou possa atuar diretamente em um dispositivo que requer vácuo, reduzindo assim a pressão dentro do reservatório ou do dispositivo que requer vácuo. Existe, na arte, uma necessidade contínua por ejetores e aspiradores melhorados que gerem uma maior pressão de vácuo e uma taxa de fluxo de massa de aspiração aumentada, e que diminuam o consumo de ar do motor.

[005] Exemplos de aspiradores e ejetores são descritos nos documentos de patente US 20110186151, US 20060016477, US 7353812, US 5005550, JP 2006036188, JP 2009522485, e JPS 62700.

## SUMÁRIO

[006] Em um aspecto, é descrita uma bomba de vácuo acionada pneumaticamente, que pode ser utilizada tanto como um ejetor ou como um aspirador. A bomba de vácuo acionada pneumaticamente inclui um corpo que define uma seção motriz convergente, uma seção de descarga divergente, pelo menos uma porta de aspiração, e uma abertura de Venturi. A abertura de Venturi está localizada entre uma extremidade de saída da seção motriz convergente e uma extremidade de entrada da seção divergente de descarga. A bomba de vácuo acionada pneumaticamente também inclui uma primeira válvula de retenção, conectada à abertura de Venturi e à porta de aspiração. A bomba de vácuo acionada pneumaticamente inclui ainda pelo menos uma segunda abertura localizada na seção de descarga divergente do corpo, a jusante da abertura de Venturi. Uma segunda válvula de retenção está conectada à segunda abertura.

[007] Em uma forma de incorporação, a válvula de retenção acionada pneumaticamente é um ejetor utilizado em um sistema de turbo-alimentação acionado pelo escape, incluindo um motor de impulsão reforçado. O sistema de turbo-alimentação acionado pelo escape inclui um dispositivo que requer vácuo, um turbo-alimentador tendo um compressor conectado a um coletor de admissão de um motor, e o ejetor. O ejetor pode incluir um corpo que define uma seção motriz convergente, uma seção de descarga divergente, pelo menos uma porta de aspiração, e uma abertura de Venturi localizada

entre uma extremidade de saída da seção motriz convergente e uma extremidade de entrada da seção de descarga divergente. A seção motriz convergente do ejedor está conectada ao compressor, e a porta de aspiração está conectada ao dispositivo que requer vácuo. O ejedor também inclui uma primeira válvula de retenção conectada à abertura de Venturi e à porta de aspiração. O ejedor inclui ainda pelo menos uma segunda abertura localizada na seção de descarga divergente do corpo, a jusante da abertura de Venturi. Uma segunda válvula de retenção está conectada à segunda abertura.

[008] Em outra forma de incorporação, a válvula de retenção acionada pneumaticamente é um aspirador utilizado em um sistema que inclui um motor normalmente acionado. O sistema inclui um dispositivo que requer vácuo, um coletor de admissão do motor, e o aspirador. O aspirador inclui um corpo que define uma seção motriz convergente, uma seção de descarga divergente, pelo menos uma porta de aspiração, e uma abertura de Venturi localizada entre uma extremidade de saída da seção motriz convergente e uma extremidade de entrada da seção de descarga divergente. A seção de descarga divergente do aspirador está conectada ao coletor de admissão do motor e a porta de aspiração está conectada ao dispositivo que requer vácuo. O aspirador inclui uma primeira válvula de retenção, conectada à abertura de Venturi e à porta de aspiração. O aspirador inclui ainda pelo menos uma segunda abertura localizada na seção de descarga divergente do corpo, a jusante da abertura de Venturi. Uma segunda válvula de retenção está conectada à segunda abertura.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

- A fig. 1 é um diagrama que inclui caminhos de fluxo e direções de fluxo de uma forma de incorporação de um sistema turbo de um motor de combustão interna, incluindo um ejedor;
- A fig. 2 é uma vista em perspectiva do ejedor mostrado na fig. 1;
- A fig. 3 é uma vista frontal explodida do ejedor mostrado na fig. 1;
- A fig. 4 é uma vista em perspectiva explodida do ejedor mostrado na fig. 1;
- A fig. 5A é uma vista frontal do ejedor mostrado na fig. 1;
- A fig. 5B é uma vista do ejedor mostrado na fig. 1, tomada ao longo das linhas de corte B-B, onde uma válvula de retenção de uma abertura de Venturi do ejedor está fechada;

- A fig. 5C é uma vista do ejedor mostrado na fig. 1, tomada ao longo das linhas de corte B-B, onde uma válvula de retenção de uma abertura de Venturi do ejedor está aberta;
- A fig. 6 é uma ilustração do ejedor mostrado na fig. 1 durante um primeiro conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de pressão variável;
- A fig. 7 é uma ilustração do ejedor mostrado na fig. 5 durante o primeiro conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de velocidade variável de fluido;
- A fig. 8 é uma tabela que resume as condições de operação ilustradas nas figs. 6 e 7;
- A fig. 9 é uma ilustração do ejedor mostrado na fig. 1 durante um segundo conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de pressão variável;
- A fig. 10 é uma ilustração do ejedor mostrado na fig. 2 durante o segundo conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de velocidade variável de fluido;
- A fig. 11 é uma tabela que resume as condições de operação ilustradas nas figs. 9 e 10;
- A fig. 12 é um diagrama que inclui caminhos de fluxo e direções de fluxo de outra forma de incorporação de um sistema de motor de combustão interna, incluindo um aspirador;
- A fig. 13 é uma ilustração do aspirador mostrado na fig. 12 durante um primeiro conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de pressão variável;
- A fig. 14 é uma ilustração do aspirador ilustrado na fig. 12 durante o primeiro conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de velocidade variável de fluido;
- A fig. 15 é uma tabela que resume as condições de operação ilustradas nas figs. 13 e 14;
- A fig. 16 é uma ilustração do aspirador mostrado na fig. 12 durante um segundo conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de pressão variável;
- A fig. 17 é uma ilustração do aspirador mostrado na fig. 12 durante o segundo conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de velocidade variável de fluido;

- A fig. 18 é uma tabela que resume as condições de operação ilustradas nas figs. 16 e 17;
- A fig. 19 é uma ilustração do aspirador mostrado na fig. 12 durante um terceiro conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de pressão variável;
- A fig. 20 é uma ilustração do aspirador mostrado na fig. 12 durante o terceiro conjunto de condições de operação, onde o sombreado ilustra áreas de velocidade variável de fluido;
- A fig. 21 é uma tabela que resume as condições de operação ilustradas nas figs. 19 e 20.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA

[009] A descrição detalhada a seguir ilustrará os princípios gerais da invenção, cujos exemplos estão adicionalmente ilustrados nos desenhos anexos. Nos desenhos, números de referência iguais indicam elementos idênticos ou funcionalmente semelhantes. Conforme aqui utilizado, o termo fluido pode incluir qualquer líquido, suspensão, colóide, gás, plasma ou suas combinações.

[010] Fazendo agora referência à fig. 1, é descrito um sistema exemplificativo 10 para prover vácuo a um sistema de vácuo de um veículo. O sistema 10 pode incluir um motor de combustão interna 12, uma bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20, um compressor 24, uma turbina 26, um reservatório ou recipiente de vácuo 30, e um dispositivo de consumo de vácuo 32. O motor de combustão interna 12 pode ser, por exemplo, um motor de ignição por faísca (SI - *Spark Ignited*), um motor de ignição por compressão (CI - *Compression Ignited*), ou um motor a gás natural. Em uma forma de incorporação, o motor de combustão interna 12 pode estar incluído em um sistema de motor elétrico com bateria, que faz parte de um veículo híbrido. O compressor 24 e a turbina 26 podem ser parte de um turbo-alimentador para melhorar a potência de saída e a eficiência global do motor de combustão interna 12. A turbina 26 pode incluir uma roda de turbina (não ilustrada), que arrasta e converte energia do escape de exaustão em trabalho mecânico através de um eixo comum 40, para fazer girar uma roda do compressor (não ilustrada) do compressor 24. A roda do compressor ingere, comprime e alimenta ar a elevadas pressões de operação para dentro de um coletor de admissão 42 do motor de combustão interna 12.

[011] O recipiente de vácuo 30 pode ser provido com vácuo a partir do coletor de admissão 42 do motor de combustão interna 12, através da bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20. Um regulador de pressão 44 é controlável para ser aberto seletivamente, para permitir que ar comprimido, a pressões superiores à pressão atmosférica (pressão de reforço), proveniente do compressor 24, passe através da bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20. O ar comprimido passa através da bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20 para criar uma região de baixa pressão dentro da bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20, provendo assim uma fonte de vácuo para o recipiente de vácuo 30. Em uma forma de incorporação alternativa, a bomba de vácuo acionada pneumaticamente 20 pode fornecer vácuo diretamente ao dispositivo de consumo de vácuo 32. O dispositivo de consumo de vácuo 32 pode ser um dispositivo que requer vácuo, tal como um impulsor de freio. Em uma forma de incorporação, o dispositivo de consumo de vácuo 32 também pode incluir consumidores de vácuo adicionais, tais como, por exemplo, atuadores de porta de descarga do turbo-alimentador, atuadores de aquecimento e de ventilação, atuadores de linha de transmissão (por exemplo, atuadores de tração nas quatro rodas), sistemas de purga de vapor de combustível, ventilação do cárter do motor, e sistemas de teste de vazamento do sistema de combustível.

[012] O ar comprimido que flui através da bomba de vácuo acionada pneumaticamente 20 pode ser descarregado para qualquer porção do sistema 10 que esteja em condições idênticas ou geralmente semelhantes à pressão atmosférica, ou a uma pressão inferior à pressão de reforço. Na forma de incorporação não limitativa mostrada na fig. 1, a bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20 pode descarregar o ar comprimido para a atmosfera. Em uma forma de incorporação alternativa, o ar comprimido que flui através da bomba de vácuo acionada pneumaticamente 20 pode ser retornado para o coletor de admissão 42 em um local a jusante do compressor 24. Em uma outra forma de incorporação, um acelerador 46 opcional pode ser incluído a jusante do compressor 24. O ar comprimido que flui através da bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20 pode ser retornado para o coletor de admissão 42 em um local a jusante do compressor 24 e do acelerador 46.

[013] Nas formas de incorporação mostradas nas figs. 1 a 11, a bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20 é um ejedor 52. Ou seja, a bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20 está conectada a uma fonte de pressão acima da pressão atmosférica (por exemplo, a pressão de reforço do compressor 42), e descarrega ar para qualquer porção do sistema 10 tendo pressão inferior à pressão de reforço. No entanto, deve ser entendido que, em uma forma de incorporação alternativa, a bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20 pode ser utilizada como um aspirador em um sistema que pode não incluir um motor de impulsionamento reforçado (isto é, sem turbo-alimentador). Em outras palavras, o aspirador pode ser utilizado em um sistema que emprega um motor de combustão interna normalmente aspirado, em que a entrada de ar depende unicamente da pressão atmosférica. Esta configuração está ilustrada na fig. 12, e é descrita abaixo em maiores detalhes.

[014] Com referência às figs. 2 e 3, um corpo 22 do ejedor 52 pode definir uma passagem 50 (mostrada na fig. 3) que se estende ao longo de um eixo A-A. Na forma de incorporação ilustrada, o corpo 22 do ejedor 52 inclui quatro portas que podem ser conectadas a subsistemas do motor de combustão interna 12 (figura 1). Especificamente, fazendo referência às figs. 1 a 3, o ejedor 52 pode incluir uma porta motriz 58 que está conectada e fornece ar comprimido ao compressor 42, duas portas de aspiração 60 conectadas ao recipiente de vácuo 30, e uma porta de descarga 62 que está conectada com a atmosfera, descarregando ar na pressão atmosférica ou a uma pressão menor do que a pressão de reforço. Na forma de incorporação não limitativa mostrada, o ejedor 52 inclui duas portas de aspiração 60, em que uma das portas de aspiração 60 está localizada ao longo de uma porção superior 66 do ejedor 52, e a porta de aspiração 60 restante está localizada ao longo de uma porção inferior 68 do ejedor 52. Contudo, deve ser entendido que, em outra forma de incorporação, apenas uma porta de aspiração 60 localizada ao longo da parte superior 66 ou da porção inferior 68 do ejedor 52 pode também ser utilizada.

[015] Com referência à fig. 3, a passagem 50 do ejedor 52 pode incluir uma primeira porção afunilada 72 (também referida como um cone motriz) em uma seção motriz 70 da passagem 50. A passagem 50 também pode incluir uma segunda porção afunilada 73



(também referida como um cone de descarga) em uma seção de descarga 71 da passagem 50. A primeira porção afunilada 72 da passagem 50 pode incluir uma extremidade de entrada 84 e uma extremidade de saída 86. De modo semelhante, a segunda porção afunilada 73 da passagem 50 também pode incluir uma extremidade de entrada 88 e uma extremidade de saída 90.

[016] Como visto na fig. 3, a primeira porção afunilada 72 do ejedor 52 pode ser acoplada à segunda porção afunilada 73 por meio de uma abertura de Venturi 82A. A abertura de Venturi 82A pode ser uma junção fluída que coloca as portas de aspiração 60 em comunicação fluída com a seção motriz 70 e com a seção de descarga 71 do ejedor 52. Em particular, a abertura de Venturi 82A pode ser a distância linear L medida entre a extremidade de saída 86 da primeira porção afunilada 72 e a extremidade de entrada 88 da segunda porção afunilada 73.

[017] As extremidades de entrada 84, 88 e as extremidades de saída 86, 90 da passagem 50 do ejedor 52 podem incluir qualquer tipo de perfil, tal como, mas não se limitando a, um formato circular, um formato de elipse, ou outro formato poligonal. Além disso, o diâmetro interno progressiva e continuamente afunilado que se estende a partir das extremidades de entrada 84, 88 e das extremidades de saída 86, 90 da passagem 50 pode definir um hiperbolóide ou um cone. Algumas configurações exemplificativas para a extremidade de saída 86 da primeira porção afunilada 72 e para a extremidade de entrada 88 da segunda porção afunilada 73 são apresentadas nas figs. 4 a 6 do pedido de patente co-pendente N° U.S. 14 / 294.727, depositado em 3 de junho de 2014, que é aqui incorporado como referência na sua totalidade.

[018] Uma pluralidade de aberturas adicionais 82B, 82C, 82D podem estar localizadas a jusante da abertura de Venturi 82A, ao longo da segunda porção afunilada 73 do ejedor 52. Na forma de incorporação ilustrada nas figuras, o ejedor 52 inclui um total de quatro aberturas, com três aberturas 82B, 82C, 82D estando localizadas a jusante da abertura de Venturi 82A. Deve ser entendido que esta ilustração é meramente uma forma de incorporação exemplificativa do ejedor 52. Os especialistas na matéria compreenderão facilmente que qualquer número de aberturas podem estar localizadas a jusante da abertura de Venturi 82A. O corpo 22 do ejedor 52 pode definir um invólucro 80. O

invólucro 80 pode circundar uma parte da segunda porção afunilada 73 do ejetor 52, e conter as aberturas 82A, 82B, 82C, 82D. Na forma de incorporação ilustrada, o invólucro 80 pode incluir um perfil geralmente retangular, contudo o invólucro 80 não está limitado a um perfil retangular.

[019] Cada abertura 82A, 82B, 82C, 82D pode ser um vazio localizado dentro do invólucro 80. Especificamente, cada uma das aberturas 82A, 82B, 82C, 82D pode ser semelhante a uma seção transversal interna do invólucro 80. Por exemplo, como visto nas figs. 5B e 5C, a abertura 82A pode incluir um perfil geralmente retangular que corresponde substancialmente à seção transversal interna do invólucro 80. Voltando à fig. 3, o fluxo de ar motriz através da primeira porção afunilada 72 do ejetor 52 pode aumentar de velocidade, porém cria baixa pressão estática. Esta baixa pressão estática aspira o ar das portas de aspiração 60 para dentro da abertura de Venturi 82A. As aberturas restantes 82B, 82C, 82D localizadas a jusante da abertura de Venturi 82A também podem ser utilizadas para extrair ar das portas de aspiração 60, conforme descrito abaixo em maiores detalhes.

[020] Com referência às figs. 3 e 4, o invólucro 80 pode incluir uma superfície superior 90 e uma superfície inferior 92. Um elemento de válvula de retenção superior 94 e uma tampa de aspiração superior 96 podem ficar posicionados contra a superfície superior 90, e um elemento de válvula de retenção inferior 100 e uma tampa de aspiração inferior 102 podem ficar posicionados contra a superfície inferior 92, quando o ejetor 52 está montado (como ilustrado na figura 2). Embora o elemento de válvula de retenção superior 94 e o elemento de válvula de retenção inferior 100 sejam ilustrados, deve ser entendido que em outra forma de incorporação o invólucro 80 pode incluir apenas o elemento de válvula de retenção superior 94 ou o elemento de válvula de retenção inferior 100. Especificamente, o elemento de válvula de retenção superior 94 pode ficar posicionado entre a tampa de aspiração superior 96 e a superfície superior 90 do invólucro 80, e o elemento de válvula de retenção inferior 100 pode ficar posicionado entre a tampa de aspiração inferior 102 e a superfície inferior 92 do invólucro 80. Em uma forma de incorporação, a tampa de aspiração superior 96 e a tampa de aspiração inferior 102 podem incluir, cada uma, uma barbatana (não ilustrada), para acoplamento com uma mangueira (não ilustrada) que

conecta as portas de aspiração 60 com o recipiente de vácuo 30 (figura 1).

[021] O elemento de válvula de retenção superior 94 e o elemento de válvula de retenção inferior 100 podem ser construídos com um material relativamente flexível, tal como, por exemplo, um elastômero. O material flexível permite que o elemento de válvula de retenção superior 94 e o elemento de válvula de retenção inferior 100 se dobrem ou deformem durante a operação do ejedor 52, conforme ilustrado nas figs. 5B e 5C e descrito abaixo em maiores detalhes. Voltando agora à fig. 4, o elemento de válvula de retenção superior 94 pode incluir uma primeira seção 110, e o elemento de válvula de retenção inferior 100 pode incluir uma primeira seção 112. As primeiras seções 110, 112 do elemento de válvula de retenção superior 94 e do elemento de válvula de retenção inferior 100 são, cada uma, substancialmente paralelas ao eixo A-A do ejedor 52. Uma pluralidade de linguetas ou abas 116A, 116B, 116C, 116D que se projetam para fora podem estender-se em uma direção geralmente transversal em relação à primeira seção 110 do elemento de válvula de retenção superior 94. Do mesmo modo, uma pluralidade de linguetas ou abas 120A, 120B, 120C, 120D que se projetam para fora estendem-se em uma direção geralmente transversal em relação à primeira seção 112 do elemento de válvula de retenção inferior 100.

[022] Cada uma das abas 116A, 116B, 116C, 116D do elemento de válvula de retenção superior 94 pode corresponder a, e está conectada a, uma das aberturas 82A, 82B, 82C, 82D. De modo semelhante, cada uma das abas 120A, 120B, 120C, 120D do elemento de válvula de retenção inferior 100 também pode corresponder a, e está conectada a, uma das aberturas 82A, 82B, 82C, 82D. Conforme observado na fig. 4, um recesso 124 pode estar localizado ao longo de uma superfície superior 126 da tampa de aspiração inferior 102. O recesso 124 pode incluir um perfil que corresponde geralmente ao elemento de válvula de retenção inferior 100. Assim, o elemento de válvula de retenção inferior 100 pode ficar assentado dentro do recesso 124 da tampa de aspiração inferior 102. Deve ser entendido que um recesso semelhante 128 (visível nas figs. 5B e 5C) também pode estar localizado ao longo de uma superfície inferior 130 da tampa de aspiração superior 96, incluindo um perfil que corresponde geralmente ao elemento de retenção superior 94.

[023] A tampa de aspiração superior 96 pode incluir uma pluralidade de aberturas 132A,

132B, 132C, 132D que correspondem a uma das abas 116A, 116B, 116C, 116D do elemento de válvula de retenção superior 94. Cada abertura 132A, 132B, 132C 132D pode ser utilizada para conectar uma respectiva abertura 82A, 82B, 82C, 82D com a porta de aspiração superior 60 do ejetor 52, bem como com o recipiente de vácuo 30 (figura 1). De modo semelhante, a tampa de aspiração inferior 102 pode incluir uma pluralidade de aberturas 134A, 134B, 134C, 134D que correspondem a uma das abas 120A, 120B, 120C, 120D do elemento de válvula de retenção inferior 100. Cada abertura 134A, 134B, 134C, 134D pode ser utilizada para conectar uma respectiva abertura 82A, 82B, 82C, 82D com a porta de aspiração inferior 60 do ejetor 52, bem como com o recipiente de vácuo 30 (figura 1).

[024] A fig. 5A é uma vista frontal do ejetor 52, e as figs. 5B e 5C são vistas em perspectiva do ejetor 52 ao longo da linha de corte B-B na fig. 5A. Especificamente, a linha de corte B-B é tomada na abertura 82A. Assim, as figs. 5B e 5C ilustram ambas a aba 116A do elemento de válvula de retenção superior 94, bem como a aba 120A do elemento de válvula de retenção inferior 100. A fig. 5B é uma ilustração das abas 116A e 120A em uma posição fechada, e a fig. 5C é uma ilustração das abas 116A e 120A em uma posição aberta.

[025] Fazendo referência especificamente à fig. 5B, quando a pressão localizada na porta de aspiração superior 60 do ejetor 52 é igual ou inferior à pressão na abertura de Venturi 82A, o elemento de válvula de retenção superior 94 pode ficar assentado nivelado dentro da tampa de aspiração superior 96, e as abas 116A não ficam dobradas. De modo semelhante, quando a pressão localizada na porta de aspiração inferior 60 (figura 1) do ejetor 52 é igual ou inferior à pressão na abertura de Venturi 82A, o elemento de válvula de retenção inferior 100 pode ficar assentado nivelado dentro da tampa de aspiração inferior 102, e as abas 120A não ficam dobradas. Quando as válvulas de retenção 94, 100 estão na posição fechada, o ar proveniente das aberturas de aspiração superior e inferior 60 (figura 1) do ejetor 52 não pode ser aspirado para dentro da abertura de Venturi 82A.

[026] Voltando agora à fig. 5C, quando a pressão localizada na porta de aspiração superior 60 do ejetor 52 é maior do que a pressão na abertura de Venturi 82A, o elemento de válvula de retenção superior 94 pode se abrir. Especificamente, a válvula de retenção

superior 94 é suficientemente flexível para que as abas 116A possam dobrar-se para dentro ao longo da primeira porção 110 e em direção à abertura de Venturi 82A, permitindo assim que o ar proveniente da porta de aspiração superior 60 seja aspirado para dentro da abertura de Venturi 82A. De maneira semelhante, quando a pressão localizada na porta de aspiração inferior 60 do ejetor 52 é maior do que a pressão na abertura de Venturi 82A, o elemento de válvula de retenção inferior 100 pode se abrir. Especificamente, a válvula de retenção inferior 100 é flexível o suficiente para que as abas 120A possam dobrar-se para dentro ao longo da primeira porção 112 e em direção à abertura de Venturi 82A, permitindo assim que o ar proveniente da porta de aspiração inferior 60 seja aspirado para dentro da abertura de Venturi 82A.

[027] Os especialistas na técnica apreciarão facilmente que enquanto as figs. 5B e 5C ilustram apenas as válvulas de retenção correspondentes à abertura de Venturi 82A, as aberturas restantes 82B, 82C e 82D operam de um modo semelhante. Também deve ser entendido que cada uma das abas 116A, 116B, 116C, 116D do elemento de válvula de retenção superior 94 pode dobrar-se independentemente das outras abas. De modo semelhante, cada uma das abas 120A, 120B, 120C, 120D do elemento de válvula de retenção inferior 100 pode dobrar-se independentemente das outras abas. Assim, durante a operação do ejetor 52, apenas uma porção das aberturas 82A, 82B, 82C, 82D pode ter suas respectivas válvulas de retenção abertas, para permitirem que o ar seja aspirado para fora do recipiente de vácuo 30 (figura 1), enquanto que as aberturas restantes 82A, 82B, 82C, 82D podem ter suas respectivas válvulas de retenção fechadas.

[028] As figs. 6 e 7 são uma ilustração do ejetor 52 durante um primeiro conjunto de condições de operação exemplificativas. Especificamente, a fig. 6 ilustra o perfil de pressão e a fig. 7 ilustra um perfil de velocidade correspondente durante as condições de operação exemplificativas. Na forma de incorporação mostrada nas figs. 6 e 7, a pressão máxima localizada dentro do ejetor 52 está localizada na primeira porção afunilada 72, enquanto que a pressão mínima dentro do ejetor 52 está localizada na segunda porção afunilada 73. Em particular, a pressão mínima dentro do ejetor 52 está na segunda porção afunilada 73, entre a terceira abertura 82C e a quarta abertura 82D.

[029] Continuando a fazer referência às figs. 6 e 7, o ejetor 52 pode incluir um local de

velocidade máxima. O local de velocidade máxima é o mesmo local da pressão mínima dentro do ejedor 52. Assim, com referência à fig. 7, o local de velocidade máxima dentro do ejedor 52 encontra-se na segunda porção afunilada 73, entre a terceira abertura 82C e a quarta abertura 82D.

[030] A fig. 8 resume as condições de operação do ejedor 52 ilustrado nas figs. 6 e 7. Na forma de incorporação ilustrada, a pressão motriz do ejedor 52 é de aproximadamente 201.325 Pascal (20.529,1 kgf/m<sup>2</sup>), e a pressão de descarga do ejedor 52 é de aproximadamente 101.325 Pascal (10.332,1 kgf/m<sup>2</sup>). A pressão no recipiente de vácuo 30 (figura 1) pode variar desde aproximadamente 100.000 Pascal (10.197,0 kgf/m<sup>2</sup>) até aproximadamente 65.420 Pascal (6.670,9 kgf/m<sup>2</sup>). Especificamente, o ejedor 52 pode ser utilizado para aspirar o ar para fora do recipiente de vácuo 30 a 100.000 Pascal (10.197,0 kgf/m<sup>2</sup>), até que o recipiente de vácuo 30 atinja uma pressão interna de cerca de 65.420 Pascal (6.670,9 kgf/m<sup>2</sup>). As figs. 6 e 7 ilustram os perfis de pressão e de velocidade do ejedor 52 quando o recipiente de vácuo 30 está a uma pressão mínima de aproximadamente 65.420 Pascal (6.670,9 kgf/m<sup>2</sup>).

[031] A fig. 8 também ilustra a pressão na qual as aberturas 82A a 82D podem se fechar (isto é, os elementos de válvula de retenção 94, 100 correspondentes estão na posição fechada, conforme observado na fig. 5B, e já não permitem que o ar seja aspirado para fora do recipiente de vácuo 30). Por exemplo, fazendo referência às figs. 2 e 6 a 8, a abertura 82B continua a aspirar ar do recipiente de vácuo 30 até a pressão dentro da abertura 82B atingir 80.155 Pascal (8.173,4 kgf/m<sup>2</sup>). Em seguida, a aba da válvula de retenção 116B se fecha. A abertura de Venturi 82A continua a aspirar ar do recipiente de vácuo 30 até a abertura de Venturi 82A atingir 77.935 Pascal (7.947,0 kgf/m<sup>2</sup>). Então, a aba da válvula de retenção 116A se fecha. A abertura 82C continua a aspirar ar para fora do recipiente de vácuo 30 até a abertura 82C atingir 67.841 Pascal (6.917,7 kgf/m<sup>2</sup>). Em seguida, a aba da válvula de retenção 116C se fecha. Eventualmente, a aba de válvula de retenção 116D se fecha quando o recipiente de vácuo 30 atinge 65.420 Pascal (6.670,9 kgf/m<sup>2</sup>).

[032] As figs. 9 e 10 são uma ilustração do ejedor 52 durante um conjunto diferente de condições de operação exemplificativas. Especificamente, a fig. 9 ilustra o perfil de

pressão e a fig. 10 ilustra um perfil de velocidade correspondente durante as condições de operação exemplificativas. A fig. 11 resume as condições de operação do ejedor 52 ilustrado nas figs. 9 e 10. Na forma de incorporação ilustrada, a pressão motriz do ejedor 52 é de aproximadamente 241.325 Pascal (24.607,9 kgf/m<sup>2</sup>), e a pressão de descarga do ejedor 52 é de aproximadamente 101.325 Pascal (10.332,1 kgf/m<sup>2</sup>). A pressão no recipiente de vácuo 30 (figura 1) pode variar desde aproximadamente 100.000 Pascal (10.197,0 kgf/m<sup>2</sup>) até aproximadamente 57.440 Pascal (5.857,2 kgf/m<sup>2</sup>).

[033] Na forma de incorporação ilustrada nas figs. 9 a 11, a pressão mínima dentro do ejedor 52 moveu-se para jusante dentro da segunda porção afunilada 73, em comparação com o ejedor 52 ilustrado nas figs. 6 e 7. Especificamente, a pressão mínima dentro do ejedor 52 está agora localizada a jusante da quarta abertura 82D. Os especialistas na técnica compreenderão facilmente que à medida que a pressão motriz do ejedor 52 aumenta, a localização da pressão mínima dentro do ejedor 52 pode mudar de lugar, ou mover-se para jusante dentro da segunda porção afunilada 73. Por exemplo, referindo-se geralmente às figs. 6, 7 e 9 a 10, a pressão motriz aumentou de aproximadamente 201.325 Pascal (20.529,1 kgf/m<sup>2</sup>, conforme observado nas figuras 6 e 7) para cerca de 241.325 Pascal (24.607,9 kgf/m<sup>2</sup>, conforme observado nas figuras 9 e 10). Consequentemente, a pressão mínima localizada no interior do ejedor 52 também se moveu para jusante dentro da segunda porção afunilada 73 do ejedor 52.

[034] Deve ser entendido que o posicionamento de uma ou mais aberturas (por exemplo, as aberturas 82B, 82C, 82D) a jusante da abertura de Venturi 82A aproveita o movimento da pressão mínima para jusante dentro da segunda porção afunilada 73 do ejedor 52. Especificamente, à medida que a pressão motriz no ejedor 52 aumenta, as aberturas 82B, 82C, 82D e as respectivas válvulas de retenção (ilustradas nas figuras 3 e 5B a 5C) podem continuar a aspirar o ar para fora do recipiente de vácuo 30, mesmo quando a pressão mínima dentro do ejedor 52 se move para jusante dentro da segunda porção afunilada 73 do ejedor 52. Em outras palavras, à medida que a localização da pressão mínima dentro do ejedor 52 se desloca para jusante, as aberturas 82B, 82C, 82D podem ser usadas para aspirar ar para fora do recipiente de vácuo 30. Assim, o ejedor 52 pode ser utilizado para aspirar ar, mesmo quando a pressão motriz na porta motriz 58 aumenta. Em

contrapartida, os ejetores atuais não podem produzir uma aspiração abaixo da pressão atmosférica quando a pressão motriz excede aproximadamente 192.000 Pascal (19.578,2 kgf/m<sup>2</sup>) e o vácuo máximo é produzido com uma pressão motriz inferior a cerca de 135.000 Pascal (13.766,0 kgf/m<sup>2</sup>).

[035] A fig. 12 é uma forma de incorporação alternativa que ilustra um sistema 110 para prover vácuo a um sistema de vácuo de um veículo. O sistema 110 pode incluir um motor de combustão interna 112, uma bomba de vácuo pneumaticamente acionada 120, um acelerador 124, um filtro de ar 126, um recipiente de vácuo 130, e um dispositivo de consumo de vácuo 132. O acelerador 124 pode estar localizado a jusante do filtro de ar 126 e a montante de um coletor de admissão 142 do motor de combustão interna 112. Ao contrário da forma de incorporação ilustrada na fig. 1, o motor de combustão interna 112 é normalmente aspirado e sem impulsionamento reforçado (isto é, nenhum turbo-alimentador está incluído).

[036] O recipiente de vácuo 130 pode ser provido com vácuo a partir do coletor de admissão 142 do motor de combustão interna 112. Adicionalmente, o recipiente de vácuo 130 também pode ser provido com vácuo a partir da atmosfera, através do filtro de ar 126 e da bomba de vácuo acionada pneumaticamente 120. A bomba de vácuo acionada pneumaticamente 120 é provida com ar limpo proveniente do filtro de ar 126, a montante do acelerador 124. O ar limpo passa através da bomba de vácuo acionada pneumaticamente 120 e cria uma região de baixa pressão, proporcionando assim uma fonte de vácuo para o recipiente de vácuo 130. Em uma forma de incorporação alternativa, a bomba de vácuo acionada pneumaticamente 120 pode fornecer vácuo diretamente para o dispositivo de consumo de vácuo 132. O ar que flui através da bomba de vácuo acionada pneumaticamente 120 pode ser descarregado para o coletor de admissão 42 em um local a jusante de um acelerador 146.

[037] A bomba de vácuo acionada pneumaticamente 120 ilustrada na fig. 12 inclui a mesma estrutura interna que a bomba de vácuo pneumaticamente acionada 20, descrita acima e ilustrada nas figs. 2 a 11. No entanto, a bomba de vácuo acionada pneumaticamente 120 funciona como um aspirador 152 dentro do sistema 110. Isto significa que a bomba de vácuo acionada pneumaticamente 120 inclui uma porta motriz



158 que é provida com ar limpo a partir da atmosfera, uma ou mais portas de aspiração 160 que se conectam ao recipiente de vácuo 130, e uma porta de descarga 162 que está conectada ao coletor de admissão 142 do motor, a jusante do acelerador 146. Além disso, ao contrário do ejeter 52 ilustrado nas figs. 1 a 11, a pressão motriz do aspirador 152 é tipicamente a da atmosfera (cerca de 101.325 Pascal - 10.332,1 kgf/m<sup>2</sup>). Em outras palavras, a pressão motriz do aspirador 152 não varia substancialmente e é tipicamente igual à da atmosfera. Em vez disso, a pressão de descarga pode variar em função da pressão dentro do coletor de admissão 142.

[038] As figs. 13 e 14 são ilustrações do injetor 152 durante condições de operação exemplificativas. Especificamente, a fig. 13 ilustra o perfil de pressão e a fig. 14 ilustra um perfil de velocidade correspondente durante as condições de operação exemplificativas. Na forma de incorporação mostrada nas figs. 13 e 14, a pressão do aspirador 152 na porta motriz 158 é aproximadamente igual à da atmosfera (101325 Pascal - 10.332,1 kgf/m<sup>2</sup>), e a pressão do aspirador 152 na porta de descarga 162 é de cerca de 41.325 Pascal (4.213,9 kgf/m<sup>2</sup>). A pressão mínima localizada no interior do aspirador 152 está localizada em uma segunda porção afunilada 173. Em particular, a pressão mínima no interior do aspirador 152 está na segunda porção afunilada 173, em uma abertura de Venturi 182A.

[039] Continuando a fazer referência às figs. 13 e 14, o aspirador 152 pode incluir um local de velocidade máxima. O local de velocidade máxima é igual ao local de pressão mínima dentro do aspirador 152. Assim, fazendo referência à fig. 14, o local de velocidade máxima dentro do aspirador 152 está na segunda porção afunilada 173 na abertura de Venturi 182A. A fig. 15 resume as condições de operação do aspirador 152 ilustrado nas figs. 13 e 14. A pressão no recipiente de vácuo 30 (figura 1) pode variar entre aproximadamente 100.000 Pascal (10.197,0 kgf/m<sup>2</sup>) e cerca de 58.900 Pascal (6.006,0 kgf/m<sup>2</sup>). Especificamente, o aspirador 152 pode ser utilizado para aspirar o ar para fora do recipiente de vácuo 30 a 100.000 Pascal (10.197,0 kgf/m<sup>2</sup>), até que o recipiente de vácuo 30 atinja uma pressão interna de cerca de 58.900 Pascal (6.006,0 kgf/m<sup>2</sup>). As figs. 13 e 14 ilustram os perfis de pressão e de velocidade do aspirador 152, quando o recipiente de vácuo 30 está a uma pressão mínima de aproximadamente 58.900 Pascal (6.006,0

kgf/m<sup>2</sup>).

[040] As figs. 16 e 17 são uma ilustração do aspirador 152 durante um segundo conjunto de condições de operação exemplificativas. Especificamente, a pressão do aspirador 152 na porta de descarga 162 diminuiu para cerca de 61.325 Pascal (6.253,3 kgf/m<sup>2</sup>). A fig. 18 resume as condições de operação do aspirador 152 ilustrado nas figs. 16 e 17. A pressão no recipiente de vácuo 30 (figura 1) pode variar entre aproximadamente 100.000 Pascal (10.197,0 kgf/m<sup>2</sup>) até cerca de 39.900 Pascal (4.068,6 kgf/m<sup>2</sup>). Na forma de incorporação mostrada nas figs. 16 a 18, a pressão mínima no interior do aspirador 152 moveu-se para jusante dentro da segunda porção afunilada 173, em comparação com o aspirador 152 ilustrado nas figs. 13 a 15. Especificamente, a pressão mínima no interior do aspirador 152 está agora localizada entre a abertura de Venturi 182A e a abertura 182B. Além disso, à medida que a pressão do aspirador 152 na porta de descarga 162 diminui, a quantidade de vácuo que o aspirador 152 produz pode aumentar. Em outras palavras, a quantidade de ar que o aspirador 152 pode aspirar para fora do recipiente de vácuo 30 (figura 1) aumenta.

[041] As figs. 19 e 20 são ilustrações do aspirador 152 durante um terceiro conjunto de condições de operação exemplificativas. Especificamente, a pressão do aspirador 152 na porta de descarga 162 diminuiu para cerca de 41.325 Pascal (4.213,9 kgf/m<sup>2</sup>). A fig. 21 resume as condições de operação do aspirador 152 ilustrado nas figs. 19 e 20. A pressão no recipiente de vácuo 30 (figura 1) pode variar desde aproximadamente 100.000 Pascal (10.197,0 kgf/m<sup>2</sup>) até cerca de 28.400 Pascal (2.895,9 kgf/m<sup>2</sup>). Na forma de incorporação mostrada nas figs. 19 a 21, a pressão mínima no interior do aspirador 152 moveu-se para jusante dentro da segunda porção afunilada 173, em comparação com os dois conjuntos de condições operacionais ilustradas nas figs. 13 a 15 e nas figs. 16 a 18. Além disso, também deve ser notado que a quantidade de vácuo que o aspirador 152 produz aumenta mais ainda, de 39.900 Pascal (4.068,6 kgf/m<sup>2</sup>, conforme as figuras 16 a 18) para 28.400 Pascal (2.895,9 kgf/m<sup>2</sup>).

[042] Fazendo referência geral às figs. 13 a 21, como a pressão do aspirador 152 na porta de descarga 162 diminui de 81.325 Pascal (8.292,7 kgf/m<sup>2</sup>) para 41.325 Pascal (4.213,9 kgf/m<sup>2</sup>), a quantidade de vácuo que o aspirador 152 produz pode aumentar. Os

especialistas na técnica compreenderão facilmente as vantagens e benefícios do aspirador 152, porque o aspirador 152 revelado continua a prover uma pressão de aspiração ao recipiente de vácuo 130 que é inferior à pressão de descarga, em uma variedade de condições de operação. Além disso, para qualquer pressão de descarga, se a pressão no recipiente de vácuo 130 estiver acima da pressão gerada pelo aspirador 152, existe então a possibilidade de que o fluxo de aspiração possa prosseguir através de múltiplas aberturas 182A, 182B, 182C, 182D dentro do aspirador 152 (ou seja, através de duas, três, ou até mesmo todas as quatro aberturas).

[043] Isto por sua vez pode aumentar a taxa de fluxo de aspiração do aspirador 152 em comparação com os aspiradores convencionais atualmente disponíveis. Uma taxa de fluxo de aspiração aumentada gerada pelo aspirador 152 pode ser utilizada para reduzir o tempo necessário para evacuar o recipiente 130, e/ou reduzir o fluxo motriz que é utilizado para gerar o fluxo de aspiração.

[044] As formas de incorporação desta invenção ilustradas nos desenhos e descritas acima são exemplos de numerosas formas de incorporação que podem ser realizadas dentro do escopo das reivindicações anexas. É contemplado que podem ser criadas numerosas outras configurações da invenção, aproveitando a abordagem divulgada. Em suma, a intenção do Requerente é que o escopo da patente da presente invenção seja limitado apenas pelo âmbito das reivindicações anexas.

### Reivindicações

1. Bomba de vácuo acionada pneumaticamente (20; 120), **caracterizada** por compreender:

um corpo (22) definindo uma passagem interna (50) que inclui uma seção motriz convergente (70) que apresenta uma primeira porção afunilada (72), uma seção de descarga divergente (71) apresentando uma segunda porção afunilada (73), ao menos uma porta de aspiração (60; 160), um invólucro (80) definindo uma superfície superior (90) e uma superfície inferior (92), e uma abertura de Venturi (82A), sendo que o invólucro (80) circunda uma porção da seção de descarga divergente (71) e contém a abertura de Venturi (82A), a abertura de Venturi (82A) sendo a distância linear localizada entre uma extremidade de saída (86) da primeira porção afunilada (72) da seção de motriz convergente (70) e uma extremidade de entrada (88) da segunda porção afunilada (73) da seção de descarga divergente (71);

uma primeira válvula de retenção (116A ou 120A) conectada fluidicamente à abertura de Venturi (82A) e à porta de aspiração (60; 160); e

uma pluralidade de aberturas de Venturi secundárias (82B; 82C; 82D) definindo espaços dentro da segunda porção afunilada (73) da passagem interna (50) da seção de descarga divergente (72) do corpo (22) a jusante da abertura de Venturi (82A), sendo que cada uma das aberturas de Venturi secundárias (82B; 82C; 82D) apresenta uma válvula de retenção (116B; 116C; 116D ou 120B) conectada fluidicamente à mesma;

ao menos um elemento de válvula de retenção (94 ou 100) e ao menos uma tampa de aspiração (96 ou 102), em que o elemento de válvula de retenção (94 ou 100) está localizado entre a tampa de aspiração (96 ou 102) e a superfície (90 ou 92) do invólucro;

sendo que cada uma das aberturas de Venturi secundárias (82B; 82C; 82D) aspira ar da porta de sucção (60; 160).

2. Bomba de vácuo, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo um elemento de válvula de retenção (94) e uma tampa de aspiração (96), **caracterizada** por o elemento de válvula de retenção (94) estar localizado entre a tampa de aspiração (96) e a superfície superior (94) do invólucro e incluir uma primeira porção (110), e uma pluralidade de abas (116A, 116B, 116C, 116D) que se estendem em uma direção transversal à primeira porção

(110).

3. Bomba de vácuo, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada** por cada uma das abas da pluralidade de abas (116A, 116B, 116C, 116D) corresponder à cada uma das aberturas de Venturi (82A) e das aberturas de Venturi secundárias (82B; 82C; 82D).

4. Bomba de vácuo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por o elemento de válvula de retenção ser constituído por um elastômero.

5. Bomba de vácuo, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo um elemento de válvula de retenção superior (94), uma tampa de aspiração superior (96), um elemento de válvula de retenção inferior (100), e uma tampa de aspiração inferior (102), **caracterizada** por o elemento de válvula de retenção superior (94) ser localizado entre a tampa de aspiração superior (96) e uma superfície superior (90) do invólucro (80), e o elemento de válvula de retenção inferior (100) ser localizado entre a tampa de aspiração inferior (102) e uma superfície inferior (92) do invólucro (80).

6. Bomba de vácuo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por a pluralidade de aberturas (82C e 82D) ser localizada a jusante da abertura de Venturi (82A).

7. Sistema (10) incluindo um motor normalmente aspirado (12), **caracterizado** por compreender:

um dispositivo que requer vácuo (30; 32);

um coletor de admissão (42) do motor (12); e

uma bomba de vácuo acionada pneumaticamente (20; 120), conforme definido na reivindicação 1;

sendo que a bomba de vácuo acionada pneumaticamente (20; 120) é conectada fluidicamente ao coletor de admissão (42) do motor (12) como um ejedor ou como um aspirador e a porta de sucção (60) é conectada fluidicamente ao dispositivo que requer vácuo (32).

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, compreendendo um filtro de ar (126) e uma borboleta (124), **caracterizado** por a borboleta (124) ser localizada a jusante do filtro de ar (126) e a montante do coletor de admissão (42) do motor (12).

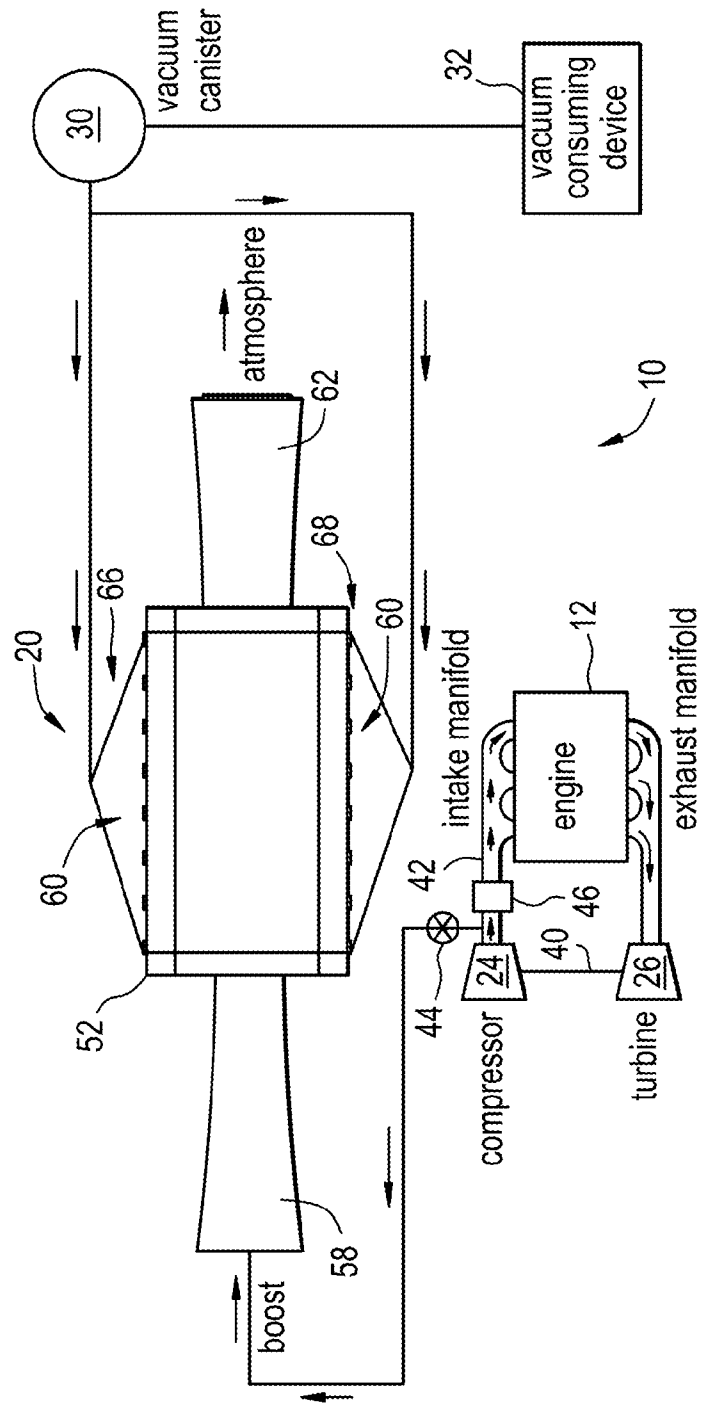
9. Sistema, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado** por a seção motriz convergente (70) ser conectada fluidicamente ao filtro de ar (126), a montante da borboleta

(124).

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** por o dispositivo que requer vácuo (32) ser um recipiente de vácuo (30).

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** por o dispositivo que requer vácuo (32) ser um dispositivo que consome de vácuo.

FIG. 1



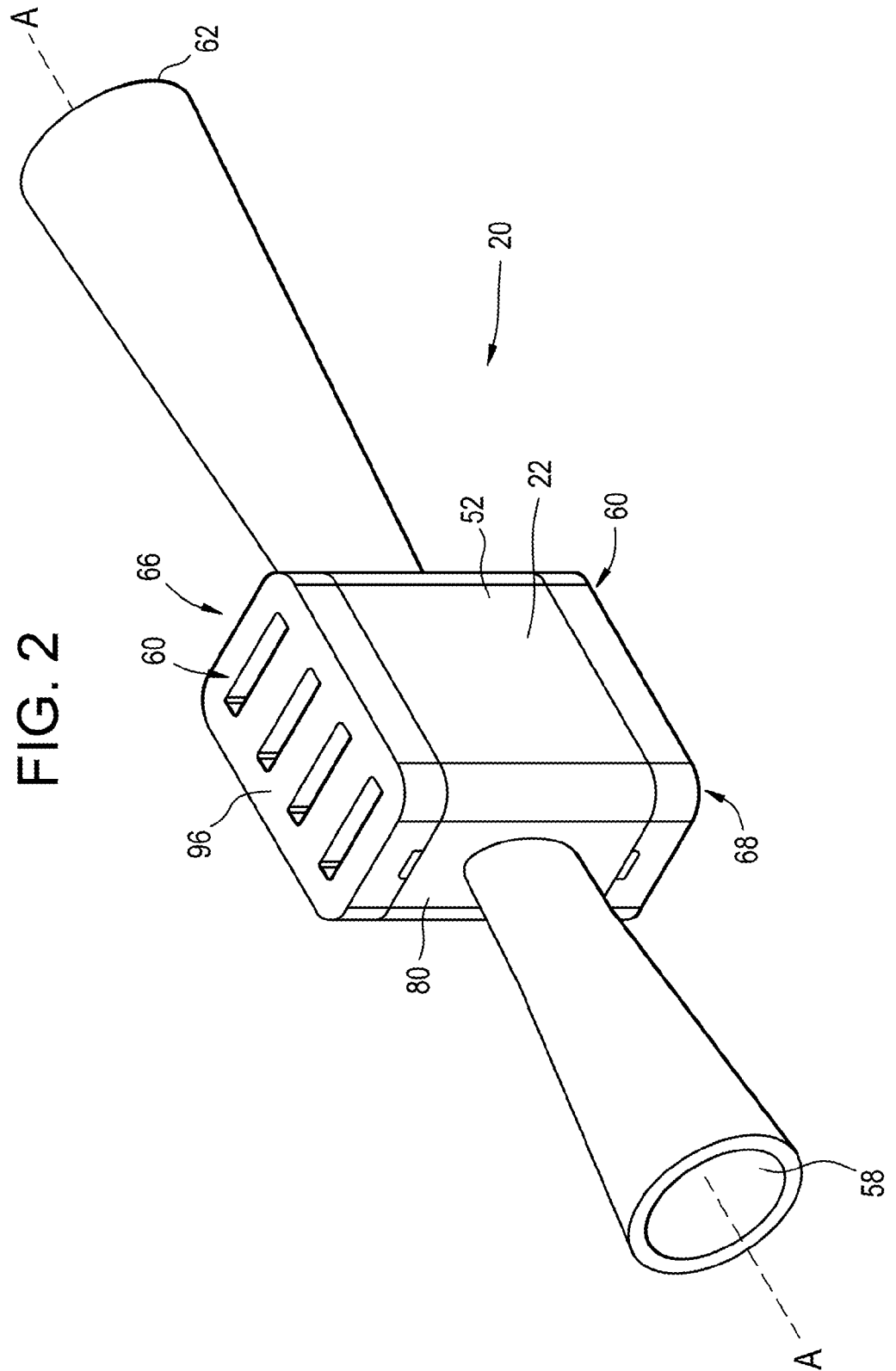








FIG. 5A

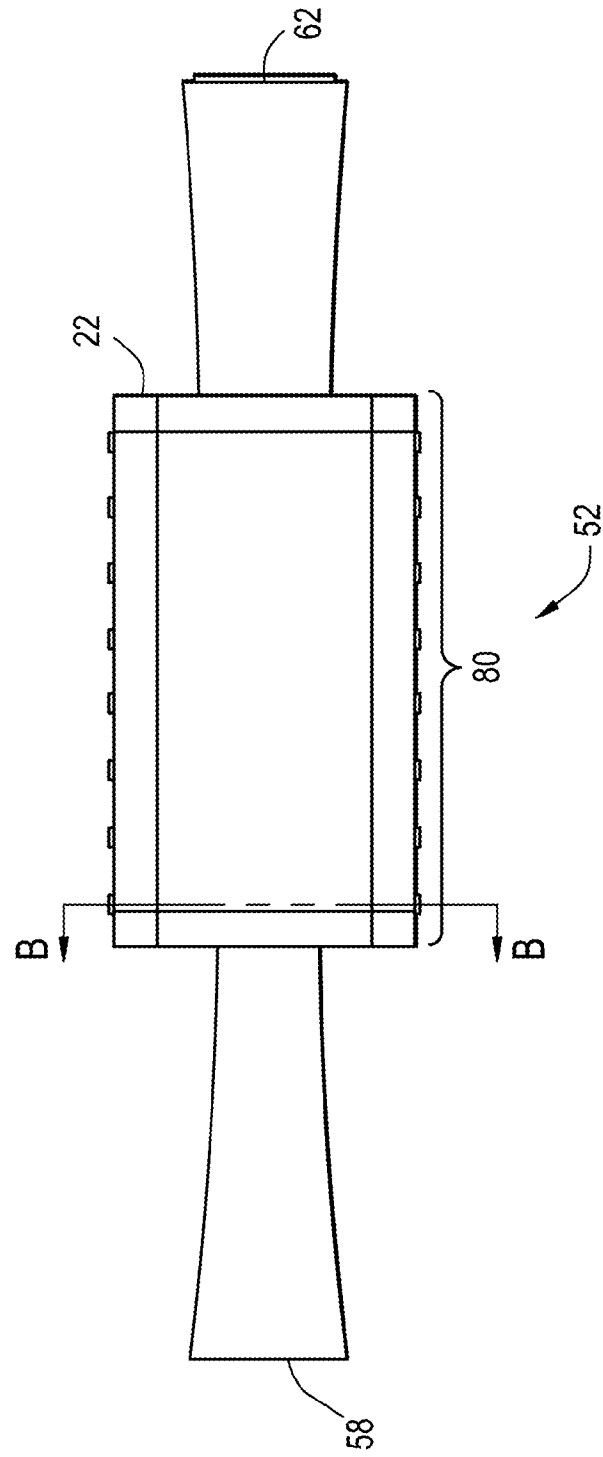


FIG. 5B

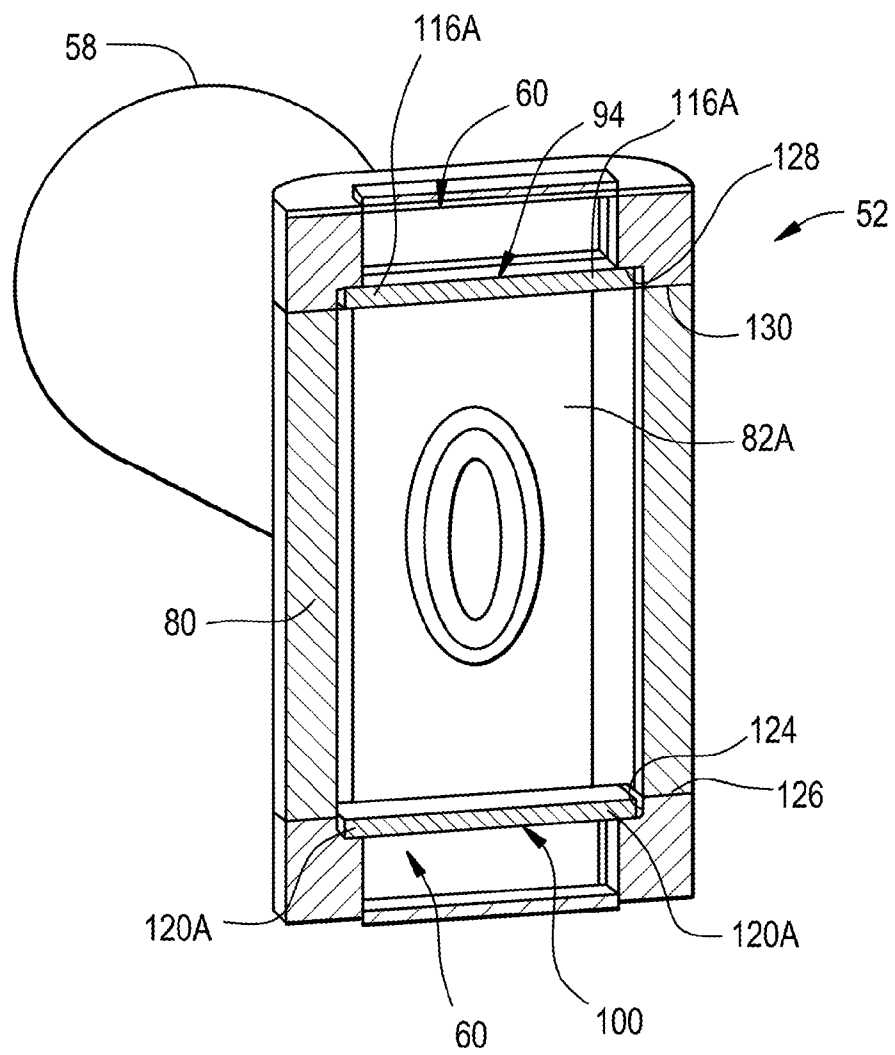


FIG. 5C

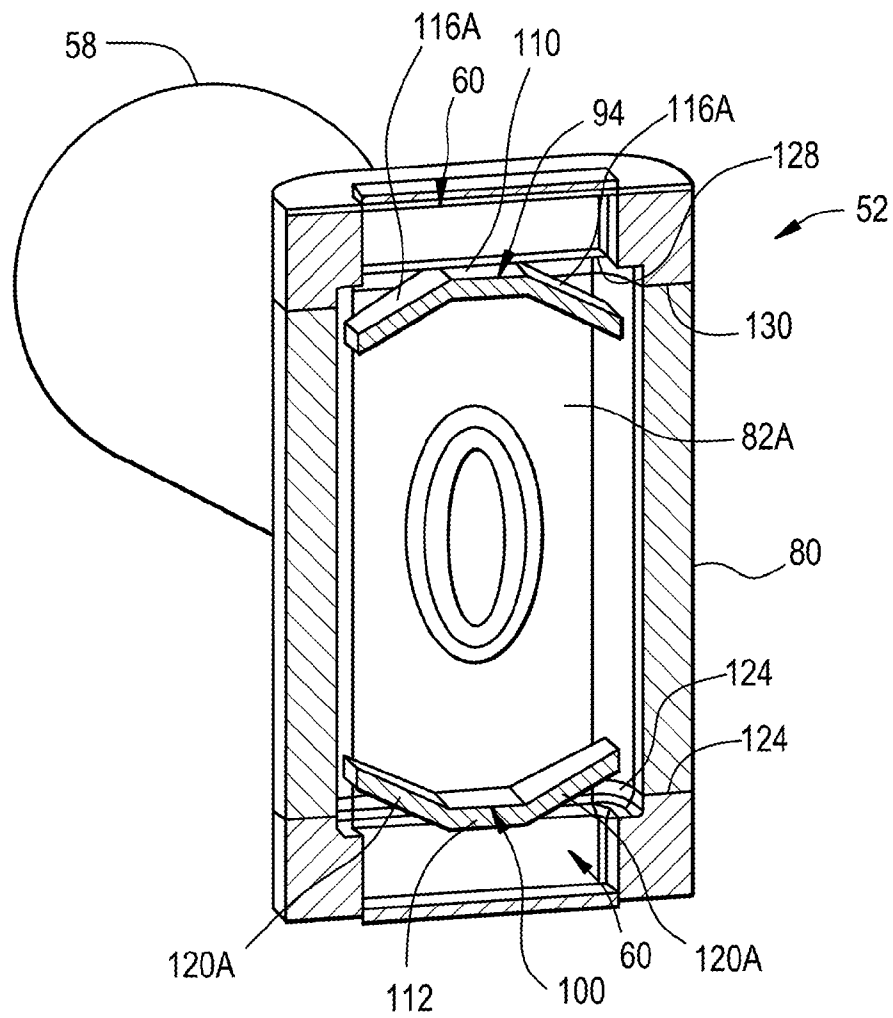


FIG. 6

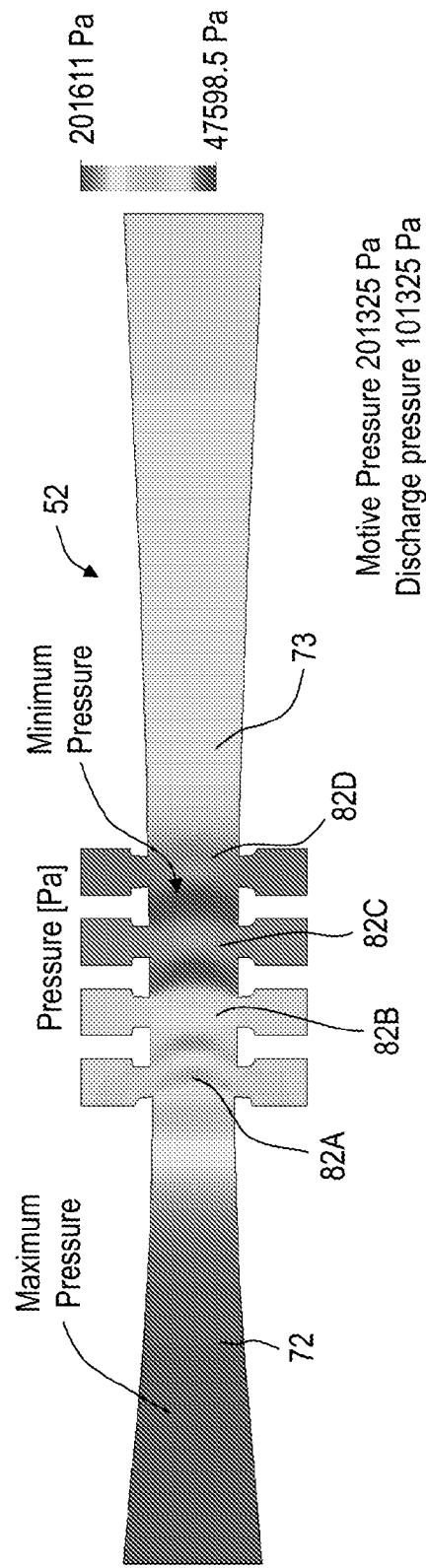


FIG. 7

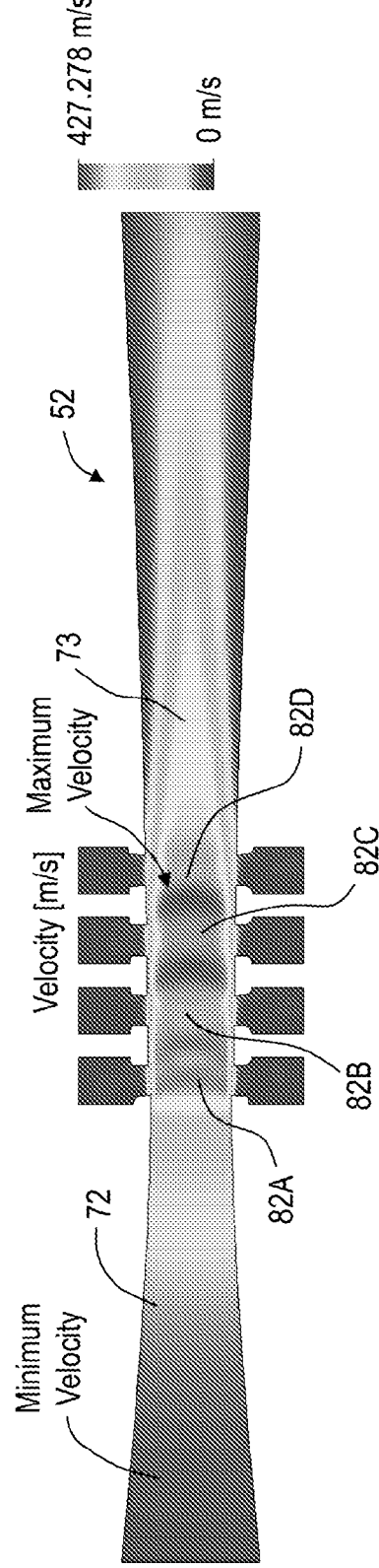


FIG. 8

motive pressure	201325 Pa	vacuum canister pressure						
	101325 Pa	100000 Pa	90000 Pa	80000 Pa	70000 Pa	66000 Pa	65420 Pa	
venturi gap 82A	closing pressure	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	
	77935	open	open	open	closed	closed	closed	
	80155	open	open	closed	closed	closed	closed	
	67841	open	open	open	open	closed	closed	
venturi gap 82D	65416	open	open	open	open	open	closed	

FIG. 9

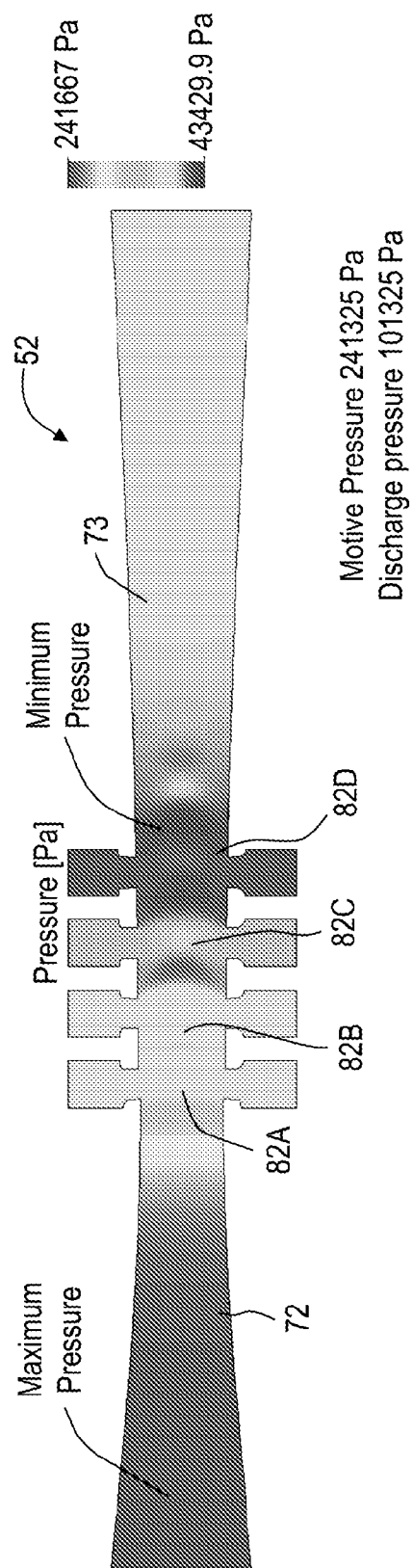


FIG. 10

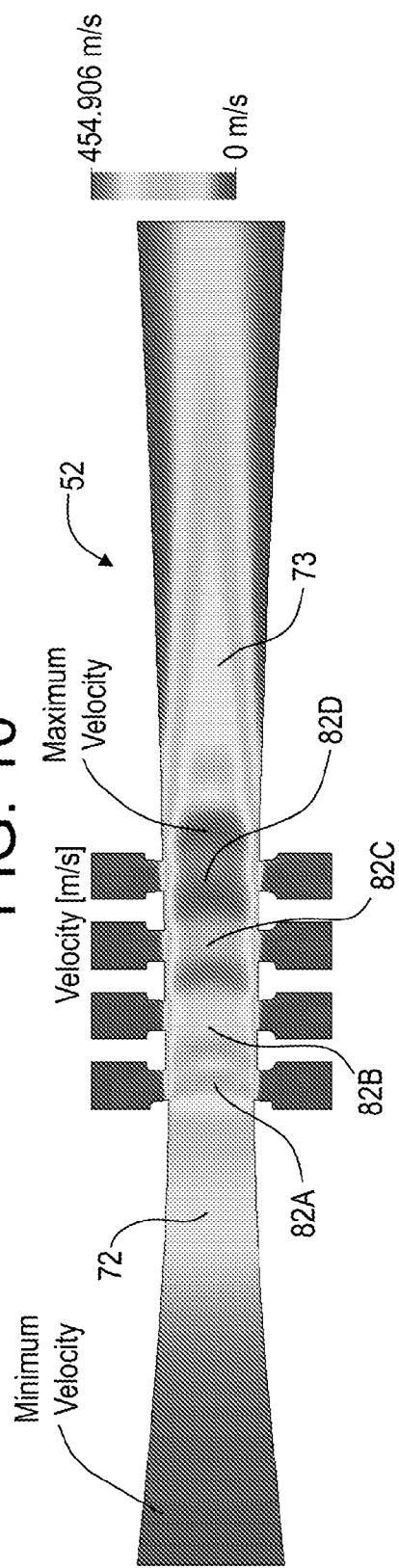




FIG. 11

motive pressure	241325 Pa	vacuum canister pressure						
discharge pressure	101325 Pa	closing pressure	100000 Pa	90000 Pa	80000 Pa	70000 Pa	66000 Pa	57440 Pa
			check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status
venturi gap 82A		93723	open	closed	closed	closed	closed	closed
venturi gap 82B		96458	open	closed	closed	closed	closed	closed
venturi gap 82C		78020	open	open	open	closed	closed	closed
venturi gap 82D		57434	open	open	open	open	open	closed

FIG. 12

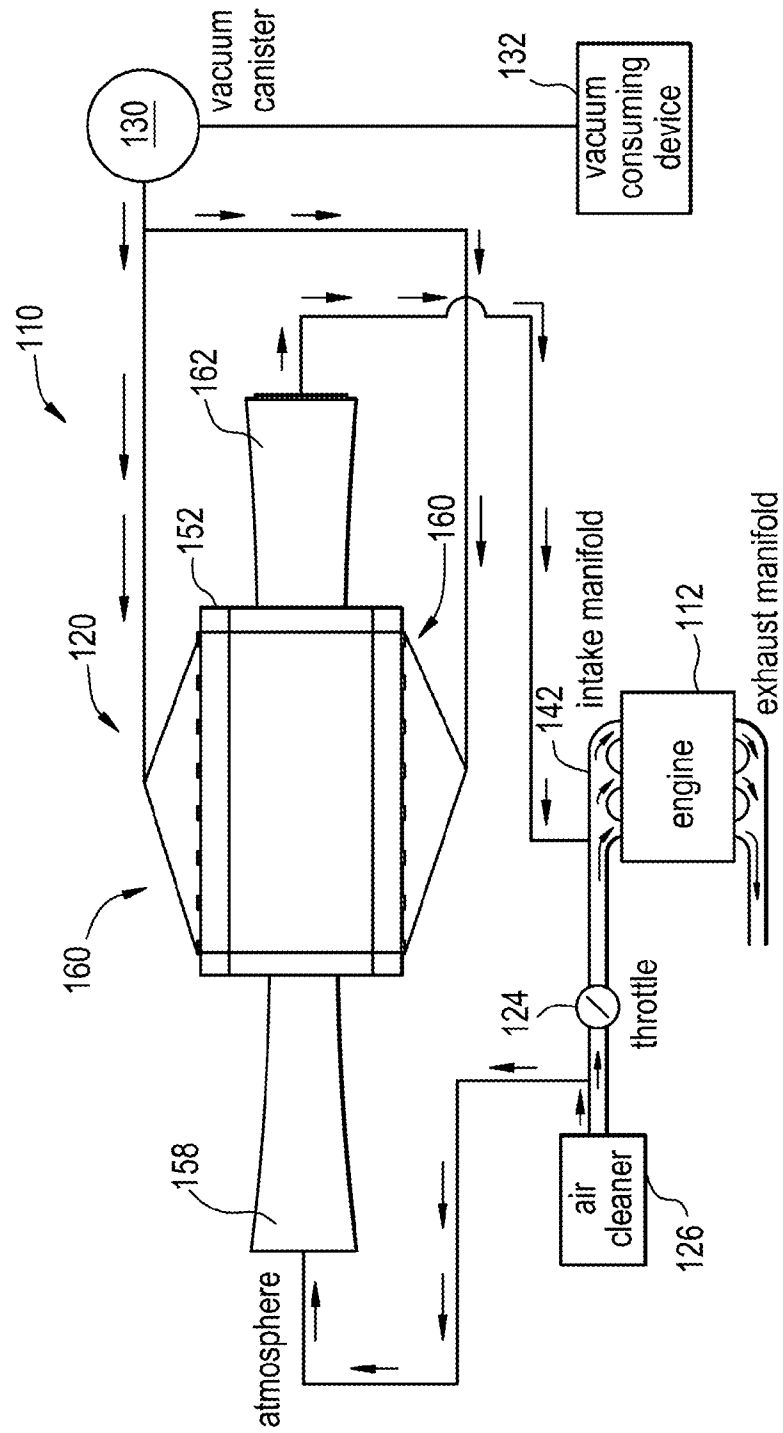


FIG. 13

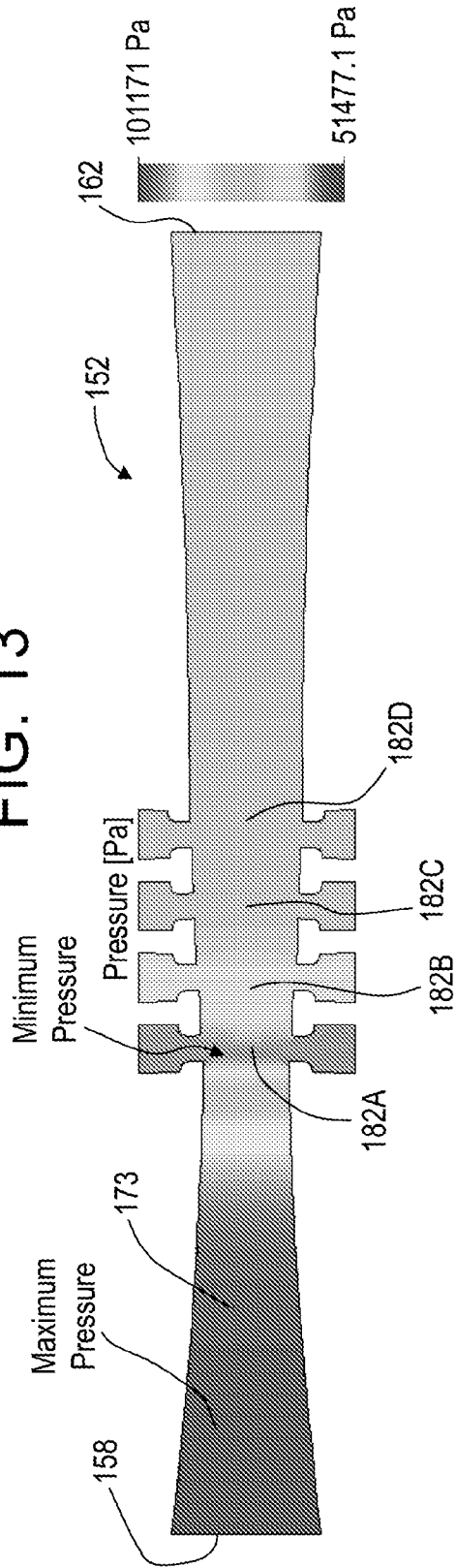


FIG. 14

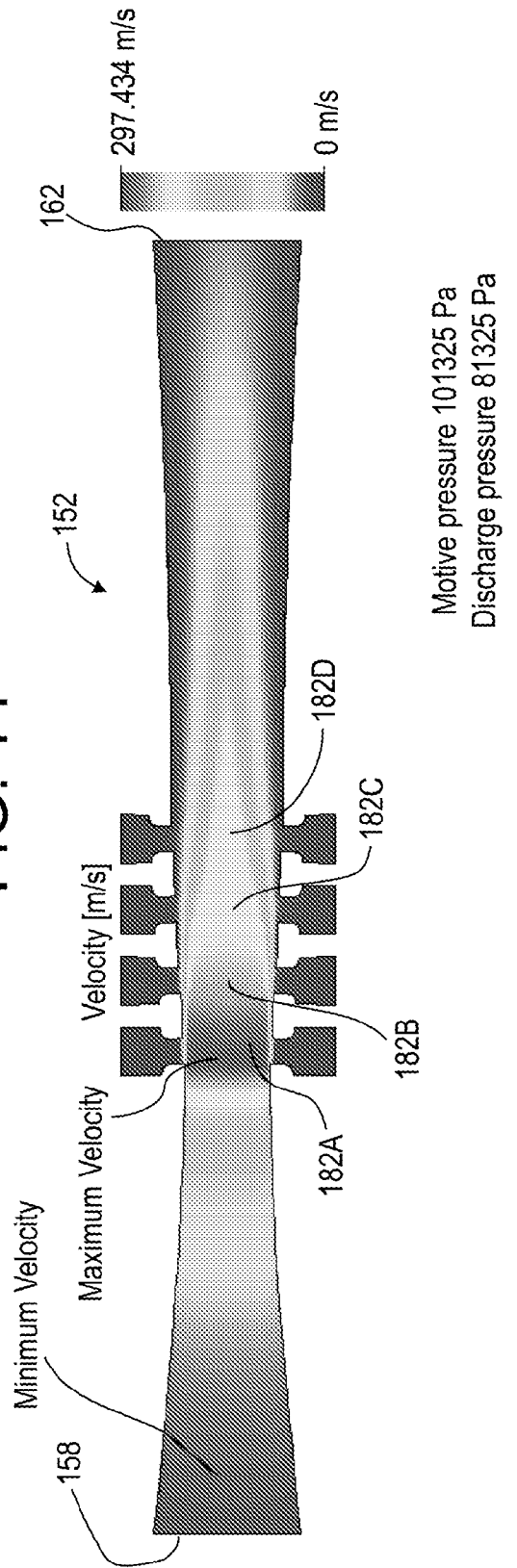


FIG. 15

		vacuum canister pressure						
		100000 Pa	90000 Pa	80000 Pa	70000 Pa	66000 Pa	58900 Pa	
		check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	
venturi gap 182A	58906	open	open	open	open	open	closed	
venturi gap 182B	66732	open	open	open	open	closed	closed	
venturi gap 182C	72603	open	open	open	closed	closed	closed	
venturi gap 182D	75558	open	open	open	closed	open	closed	

FIG. 16

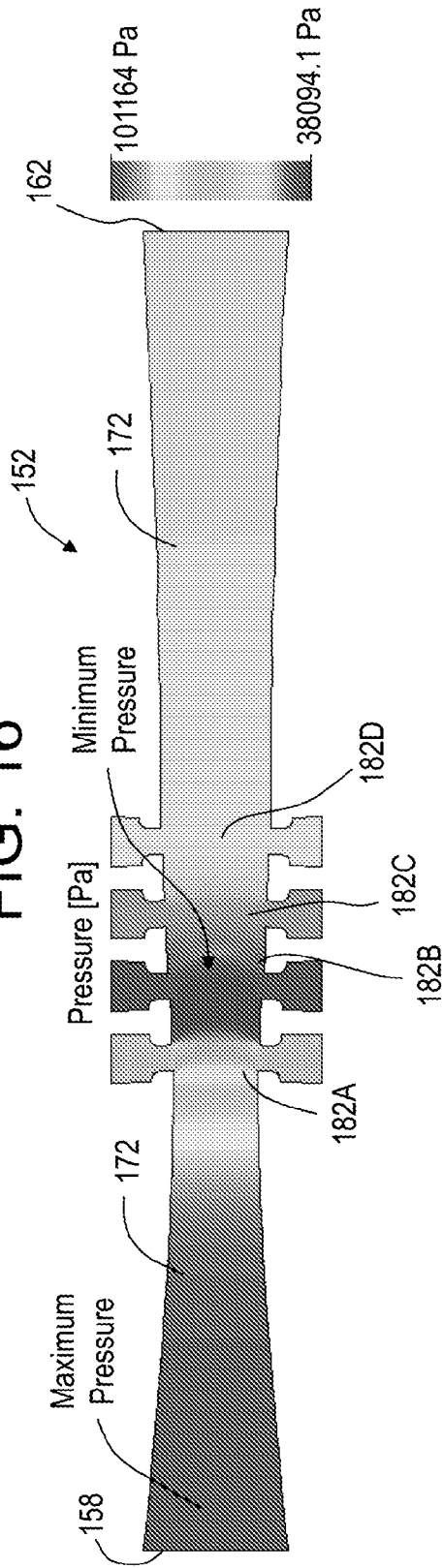


FIG. 17

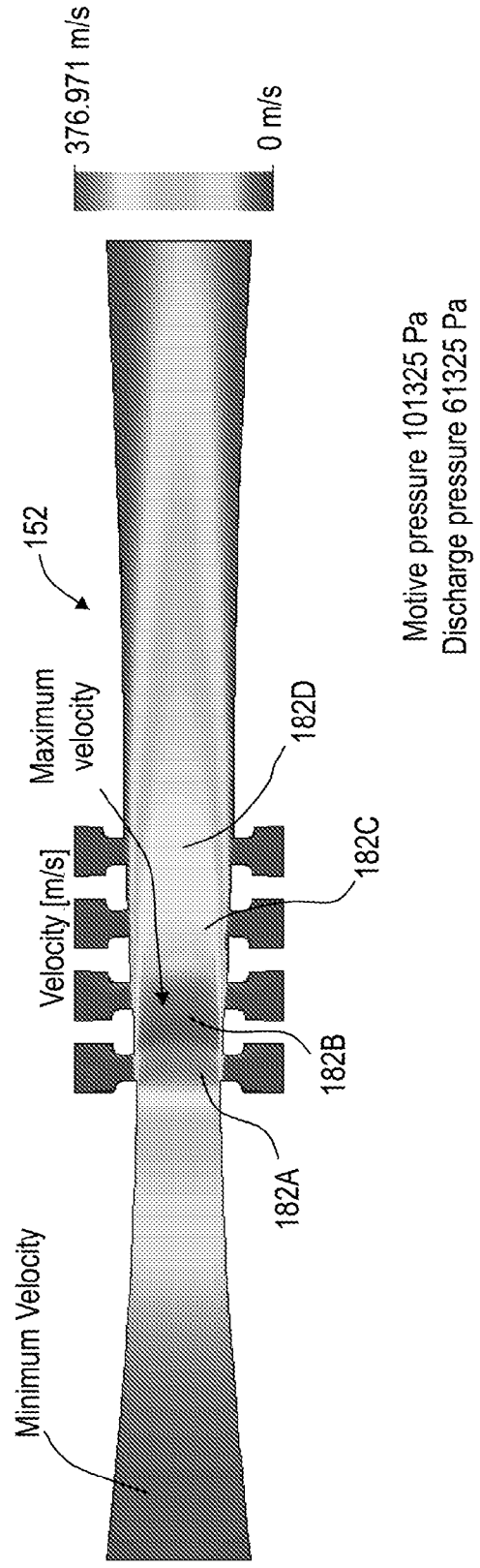


FIG. 18

motive pressure	101325 Pa	vacuum canister pressure						
	discharge pressure	61325 Pa	100000 Pa	90000 Pa	80000 Pa	50000 Pa	40000 Pa	39900 Pa
venturi gap 182A	closing pressure	49496	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status
			open	open	open	open	open	closed
			open	open	open	open	open	closed
			open	open	open	open	closed	closed
venturi gap 182B	39990	51753	open	open	open	open	open	closed
venturi gap 182C	47115		open	open	open	open	closed	closed
venturi gap 182D	51753		open	open	open	closed	closed	closed

FIG. 19

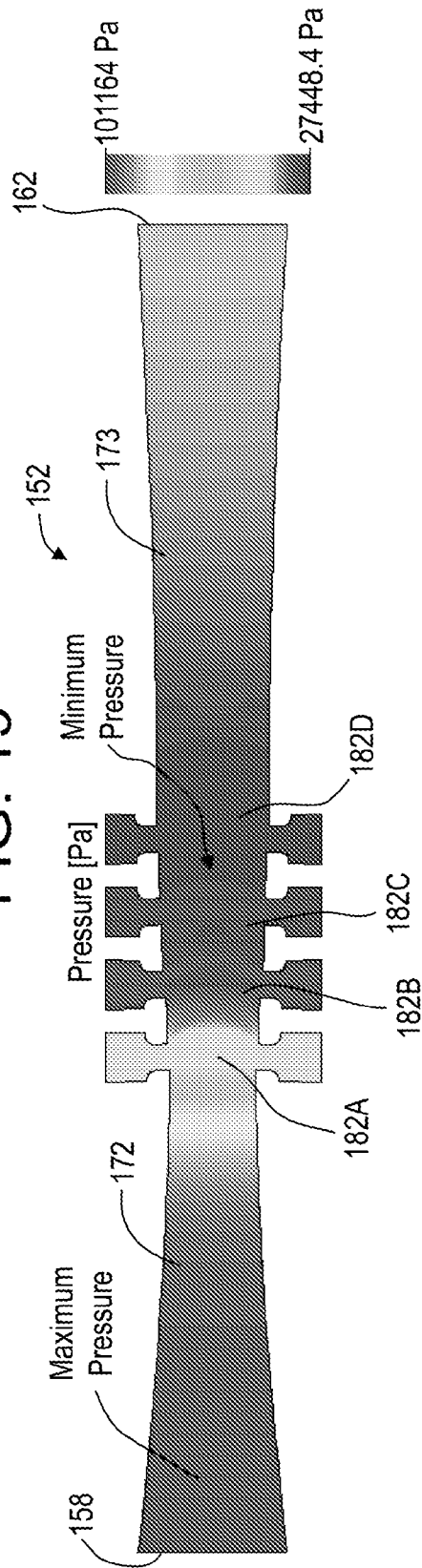
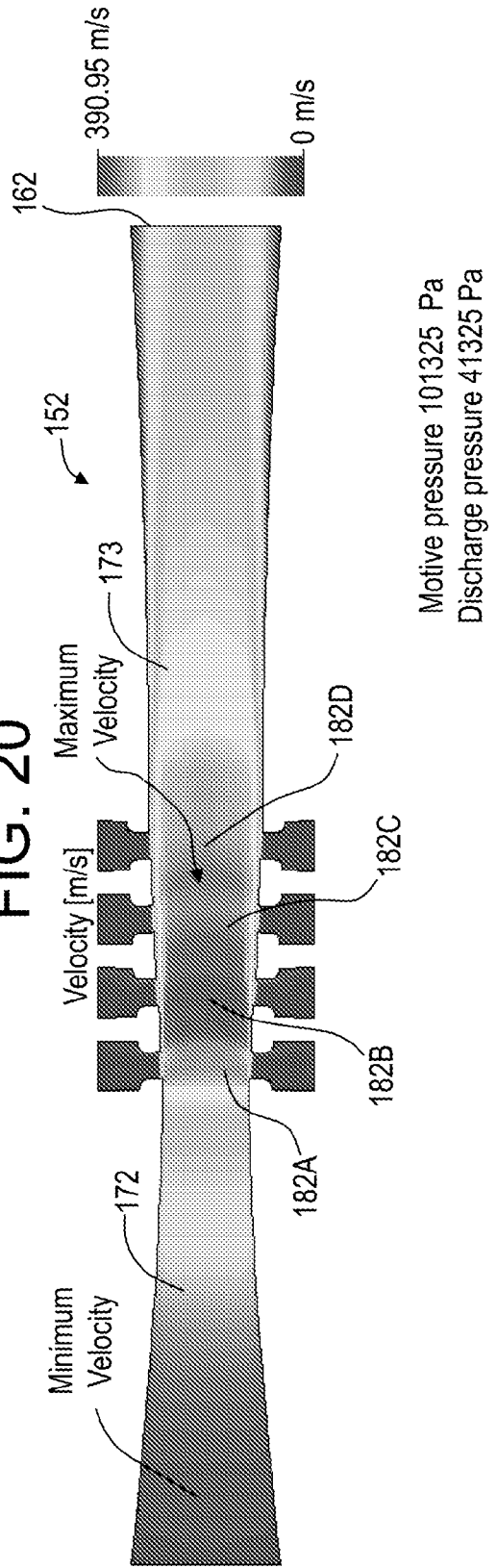


FIG. 20



# FIG. 21

motive pressure	101325 Pa	vacuum canister pressure						
	41325 Pa	100000 Pa	80000 Pa	60000 Pa	40000 Pa	30000 Pa	28400 Pa	
venturi gap 182A	closing pressure	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	check valve status	
	49374	open	open	open	closed	closed	closed	
	32237	open	open	open	open	closed	closed	
	31059	open	open	open	open	closed	closed	
	28404	open	open	open	open	open	closed	