



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

(11) BR 112016008778-0 B1



(22) Data do Depósito: 21/10/2014

(45) Data de Concessão: 22/02/2022

(54) Título: SISTEMAS E MÉTODOS PARA CASCADEAR DISCOS DE RUPTURA

(51) Int.Cl.: F16K 17/16; F16K 17/40.

(30) Prioridade Unionista: 21/10/2013 US 61/893,478.

(73) Titular(es): AVOX SYSTEMS INC..

(72) Inventor(es): FRANK J. FORKL; FRANK DOROGI; DUARD CHARLES BENNETT; ADAM FETZER; GREG GUTEKUNST.

(86) Pedido PCT: PCT US2014061585 de 21/10/2014

(87) Publicação PCT: WO 2015/061324 de 30/04/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 19/04/2016

(57) Resumo: SISTEMAS E MÉTODOS PARA CASCADEAR DISCOS DE RUPTURA. A presente invenção fornece sistemas e métodos para armazenamento de gás e liberação segura de gás usando discos de ruptura em cascata. Um recipiente para armazenar gás em comunicação pneumática com uma primeira trajetória de fluxo. Um primeiro disco de ruptura está disposto na primeira trajetória de fluxo de modo que o fluxo de gás é impedido quando o disco está intacto. Uma segunda trajetória de fluxo está em comunicação pneumática com a primeira trajetória de fluxo e é configurada para receber fluxo de gás quando o primeiro disco de ruptura é rompido. Um segundo disco de ruptura está disposto na segunda trajetória de fluxo e é configurado para impedir o fluxo de gás enquanto o segundo disco de ruptura estiver intacto. A uma pressão operacional, o primeiro disco de ruptura pode ser perfurado por um operador, permitindo o uso normal do sistema. No caso de sobrepressurização do gás, o primeiro e o segundo discos de ruptura romperão permitindo a liberação segura do gás.

"SISTEMAS E MÉTODOS PARA CASCATEAR DISCOS DE RUPTURA"

REFERÊNCIA REMISSIVA A PEDIDOS DE DEPÓSITO CORRELATOS

[0001] Este pedido reivindica a prioridade do pedido provisório de patente US nº 61/893.478, depositado em 21 de outubro de 2013, cuja descrição está aqui incorporada a título de referência.

CAMPO DA INVENÇÃO

[0002] A invenção refere-se de modo geral a sistemas e métodos para armazenar gás de alta pressão e, mais particularmente, a discos de ruptura para sistemas de armazenamento de gás de alta pressão.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[0003] O armazenamento de gás a alta pressão pode exigir um mecanismo não passível de nova vedação para liberar o gás e evitar ruptura da unidade de armazenamento de gás no caso de sobrepressurização. A sobrepressurização pode ser causada por alterações da temperatura ambiente ou pelo enchimento excessivo da unidade de armazenamento de gás. Por exemplo, um incêndio nas proximidades pode mudar a temperatura ambiente adjacente à unidade de armazenamento de gás. Sem um mecanismo de liberação de gás nessa situação, a unidade de armazenamento de gás pode romper e causar dano significativo nos arredores ou ferir pessoas nas proximidades.

[0004] Vedações e válvulas móveis têm sido usadas para direcionar o fluxo de gás liberado no caso de sobrepressurização e para guiar o fluxo para trajetórias de fluxo de tamanho adequado para descarga da pressão no momento adequado. Contudo, essas vedações e válvulas móveis contêm partes móveis que aumentam o risco de falha ou defeito do sistema. O que é necessário é um novo sistema para permitir que o gás liberado saia por uma trajetória de fluxo.

BREVE SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0005] Em uma modalidade da presente revelação, é apresentado um sistema de armazenamento de gás. O sistema de armazenamento de gás compreende um recipiente que é configurado para armazenar gás sob pressão e é dotado de uma porta; uma primeira trajetória de fluxo em comunicação pneumática com a porta; um

primeiro disco de ruptura disposto na primeira trajetória de fluxo de modo que o fluxo de gás na primeira trajetória de fluxo seja impedido pelo primeiro disco de ruptura, e sendo que o primeiro disco de ruptura é configurado para permitir o fluxo de gás a uma primeira pressão de ruptura; uma segunda trajetória de fluxo em comunicação pneumática com a primeira trajetória de fluxo a jusante do primeiro disco de ruptura; e um segundo disco de ruptura disposto na segunda trajetória de fluxo de modo que o fluxo de gás na segunda trajetória de fluxo seja impedido pelo segundo disco de ruptura, sendo que o segundo disco de ruptura é configurado para permitir o fluxo de gás a uma segunda pressão de ruptura, que é menor que a primeira pressão de ruptura.

[0006] Em uma outra modalidade da presente revelação, é apresentado um regulador para um sistema de armazenamento de gás. O regulador compreende: uma primeira trajetória de fluxo configurada para estar em comunicação pneumática com uma porta de um recipiente; um primeiro disco de ruptura disposto na primeira trajetória de fluxo de modo que o fluxo de gás na primeira trajetória de fluxo seja impedido pelo primeiro disco de ruptura, e sendo que o primeiro disco de ruptura é configurado para permitir o fluxo de gás a uma primeira pressão de ruptura; uma segunda trajetória de fluxo em comunicação pneumática com a primeira trajetória de fluxo a jusante do primeiro disco de ruptura; e um segundo disco de ruptura disposto na segunda trajetória de fluxo de modo que o fluxo de gás na segunda trajetória de fluxo seja impedido pelo segundo disco de ruptura, sendo que o segundo disco de ruptura é configurado para permitir o fluxo de gás a uma segunda pressão de ruptura.

[0007] Em uma outra modalidade da presente revelação, é descrito um método para fornecer um gás. O método compreende as etapas de fornecer um fluxo de gás através de um primeiro disco de ruptura ao longo de uma primeira trajetória de fluxo, sendo que uma pressão para o fluxo de gás está em um primeiro valor e um segundo disco de ruptura ao longo de uma segunda trajetória de fluxo conectada à primeira trajetória de fluxo permanece intacto; aumentar a pressão para um

segundo valor maior que o primeiro valor; e romper o segundo disco de ruptura quando a pressão estiver no segundo valor.

[0008] Em uma outra modalidade da presente revelação, é apresentado um método para liberação de gás sobrepessurizado. O método compreende armazenar um gás em uma unidade de armazenamento de gás conectada a um primeiro disco de ruptura e a um segundo disco de ruptura a jusante do primeiro disco de ruptura, sendo que uma pressão para o gás está em um primeiro valor e o primeiro disco de ruptura e o segundo disco de ruptura permanecem intactos; fazer com que a pressão aumente para um segundo valor maior que o primeiro valor; romper o primeiro disco de ruptura quando a pressão estiver no segundo valor; e romper o segundo disco de ruptura depois do primeiro disco de ruptura quando a pressão estiver no segundo valor.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0009] Para uma compreensão mais completa da natureza e dos objetivos da revelação, deve-se fazer referência à seguinte descrição detalhada tomada em conjunto com os desenhos anexos, nos quais:

[0010] A Figura 1 é uma vista em seção transversal de um sistema de armazenamento de gás de acordo com uma modalidade da presente revelação;

[0011] A Figura 2 é uma vista em perspectiva do sistema de armazenamento de gás da Figura 1;

[0012] A Figura 3 representa um regulador de gás de acordo com uma outra modalidade da presente revelação;

[0013] A Figura 4 é um fluxograma de um método de acordo com uma outra modalidade da presente revelação; e

[0014] A Figura 5 é um fluxograma de um método de acordo com uma outra modalidade da presente revelação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0015] Um disco de ruptura, também conhecido como disco de rompimento ou diafragma de ruptura, é um dispositivo de alívio de pressão não passível de nova vedação, configurado para impedir o fluxo de gás através de uma canaleta, quando

intacto, e para permitir o fluxo de gás, quando rompido (por exemplo, através da ação do operador ou devido à sobrepressurização). Discos de ruptura fornecem resposta rápida às mudanças de temperatura ou pressão. Em um exemplo, a resposta pode ser em milissegundos. Discos de ruptura são confiáveis, resistentes a vazamentos e de baixo custo. Discos de ruptura podem ser usados, por exemplo, em aplicações em que gás de alta pressão é armazenado e o sistema é não recarregável ou não reutilizável.

[0016] A Figura 1 é um diagrama em seção transversal de uma modalidade usando discos de ruptura em cascata. O sistema de armazenamento de gás **10** inclui uma unidade de armazenamento de gás **12** (ou seja, um recipiente) tendo uma porta **14**. O recipiente **12** pode ser, por exemplo, um tanque, cartucho, cilindro, garrafa ou outro recipiente passível de vedação que armazena gás. O recipiente **12** pode conter oxigênio, argônio, outros gases nobres, nitrogênio, ar, outros gases inertes ou outros gases conhecidos pelos versados na técnica.

[0017] O sistema **10** compreende um regulador **20** tendo uma primeira trajetória de fluxo **22** em comunicação pneumática com a porta **14** do recipiente **12**. A primeira trajetória de fluxo **22** pode ser configurada para direcionar a liberação de gás do recipiente **12** para uma máscara ou sistema de respiração. Um primeiro disco de ruptura **24** está disposto na primeira trajetória de fluxo **22** e configurado para vedar a trajetória de fluxo de gás **22** de modo que não seja possível nenhum fluxo de gás quando o primeiro disco de ruptura **24** está intacto. O primeiro disco de ruptura **24** tem uma primeira pressão de ruptura na qual o disco **24** se rompe. A primeira pressão de ruptura pode ser configurada para ser uma pressão maior que uma pressão máxima do recipiente **12**. Por exemplo, a primeira pressão de ruptura pode ser 1,5 vez, 1,75 vez ou 2 vezes a pressão nominal máxima do recipiente **12**. Em outras modalidades, a primeira pressão de ruptura é maior que a pressão operacional do sistema **10**. Por exemplo, se o sistema **10** se destina a operar fornecendo gás para respiração de um passageiro de avião em pressão operacional, o primeiro disco de ruptura **24** pode ser configurado para romper a uma primeira pressão de ruptura que é maior que a pressão operacional.

[0018] O sistema **10** pode compreender uma ponta (dispositivo de liberação de gás deliberada **16**) configurada para perfurar o primeiro disco de ruptura **24** por ação de um operador ou atuador. Na modalidade representada nas Figuras 1 e 2, a ponta **16** é configurada com uma mola de inclinação pré-carregada **17** e um pino **18** é usado para manter a carga da mola. Dessa maneira, assim que o pino **18** é removido, a mola **17** faz com que a ponta **16** perfure o primeiro disco de ruptura **24** de modo que o gás possa fluir através da primeira trajetória de fluxo **22**. O gás pode fluir através da primeira trajetória de fluxo **22** para uma terceira trajetória de fluxo **40** (ou seja, a saída **41** para uma máscara ou outro sistema/dispositivo), que pode ser parte da primeira trajetória de fluxo **22**. Esse uso pode ser considerado "uso normal" ou "liberação deliberada".

[0019] O regulador **20** compreende uma segunda trajetória de fluxo **26** em comunicação pneumática com a primeira trajetória de fluxo **22** e a jusante do primeiro disco de ruptura **24** (ou seja, no lado oposto do primeiro disco de ruptura **24** a partir do recipiente **12**). Um segundo disco de ruptura **28** está disposto na segunda trajetória de fluxo **26** de modo que o fluxo de gás seja impedido através da segunda trajetória de fluxo **26** quando o disco **28** está intacto.

[0020] O fluxo através da terceira trajetória de fluxo **40** pode ser restringido porque a terceira trajetória de fluxo **40** pode ter dimensões que são configuradas para fornecer uma taxa de fluxo menor do que a da segunda trajetória de fluxo **26**. Em outras modalidades, a terceira trajetória de fluxo **40** tem um regulador de pressão adicional ou outro dispositivo para limitar a pressão operacional do sistema **10**. Essa restrição da pressão operacional pode ser destinada à aplicação específica para a qual o sistema **10** é usado. Contudo, em caso de emergência, como, por exemplo, ruptura do primeiro disco de ruptura **24** devido à sobrepressurização do recipiente **12**, a terceira trajetória de fluxo **40** pode ter capacidade de fluxo inadequada para possibilitar a liberação do gás ou pode ter volume insuficiente para garantir a liberação segura do gás. A terceira trajetória de fluxo **40** pode ter um local de descarga ou outras desvantagens que a tornam indesejável para liberação de gás em uma situação de emergência.

[0021] Nesse caso, quando o gás é liberado como resultado do rompimento do primeiro disco de ruptura **24** devido a uma sobrepressurização no recipiente **12**, a alta pressão do gás rompe o segundo disco de ruptura **28** e o gás é ventilado através da segunda trajetória de fluxo **26**. O diâmetro ou outras dimensões da segunda trajetória de fluxo **26** pode ser configurado para possibilitar ventilação em um período de tempo determinado ou para atender outras especificações. Por exemplo, a uma dada pressão de teste, como 0,7 MPa (100 psia), a segunda trajetória de fluxo **26** pode precisar permitir o fluxo a uma taxa mínima que uma é função do tamanho do recipiente **12**. Os requisitos de ventilação através da segunda trajetória de fluxo **26** podem ser definidos, por exemplo, por grupos comerciais ou organizações governamentais.

[0022] A primeira trajetória de fluxo **22** e a segunda trajetória de fluxo **26** podem ser canos, condutos, canaletas formadas no regulador **20**, etc. A primeira trajetória de fluxo **22** e a segunda trajetória de fluxo **26** podem ser posicionadas em ângulo ou podem conter outras partes ou componentes. Dessa forma, a geometria do fluxo real pode variar como ficará evidente para os versados na técnica à luz da presente descrição. Uma conexão entre a primeira trajetória de fluxo **22** e a segunda trajetória de fluxo **26** pode ser perpendicular ou em outros ângulos.

[0023] Um primeiro disco de ruptura **24** é posicionado na primeira trajetória de fluxo **22**. Esse primeiro disco de ruptura **24** é exposto ao gás armazenado na unidade de armazenamento de gás **12**. O primeiro disco de ruptura **24** tem uma primeira pressão de ruptura na qual ele será perfurado, rompido, ou de outro modo, quebrado. Em algumas modalidades, o primeiro disco de ruptura **24** pode ser parte de um conjunto. Esse conjunto pode ser integrado à vedação ou tampa da unidade de armazenamento de gás **12** ou pode ser integrado à própria unidade de armazenamento de gás **12**.

[0024] Um segundo disco de ruptura **28** é posicionado na segunda trajetória de fluxo **26**. Esse segundo disco de ruptura **28** está a jusante do primeiro disco de ruptura **24** em relação ao fluxo de gás a partir do recipiente **12**. O segundo disco de ruptura **28** tem uma segunda pressão de ruptura na qual ele será perfurado, rompido, ou de outro

modo, quebrado, que é menor do que a primeira pressão de ruptura. Dessa forma, o segundo disco de ruptura **28** rompe a uma pressão mais baixa do que o primeiro disco de ruptura **24**. O segundo disco de ruptura **28** pode ser despressurizado até que o gás na unidade de armazenamento de gás **12** seja liberado através ou para a primeira trajetória de fluxo **22** (e, quando presente, para a terceira trajetória de fluxo **40**). O segundo disco de ruptura **28** é projetado para manter sua integridade quando exposto a pressões operacionais normais, como ocorre quando o gás flui através da primeira trajetória de fluxo **22** depois de liberado pela unidade de armazenamento de gás **12**. Em algumas modalidades, o segundo disco de ruptura **28** pode ser parte de um conjunto. Esse conjunto pode ser parte da segunda trajetória de fluxo **26**.

[0025] Embora ilustrados como aproximadamente planos, o primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** podem ter formato de domo, ser curvos ou ter outros formatos. Um formato de domo pode ajudar a garantir o rompimento a uma pressão específica e o pico do domo pode ser apontado em qualquer direção em relação ao fluxo de gás. O primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** podem romper para dentro ou para fora em relação ao fluxo de gás. O primeiro disco de ruptura **24** ou segundo disco de ruptura **28** pode ser danificado deliberadamente de maneira a ser enfraquecido quando a pressão de ruptura cair abaixo da pressão na unidade de armazenamento de gás **12**. O primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** podem fragmentar-se após a ruptura ou podem permanecer fixados após a ruptura.

[0026] No caso de sobrepressurização na unidade de armazenamento de gás **12**, o primeiro disco de ruptura **24** rompe e, então, o segundo disco de ruptura **28** rompe. Dessa forma, diz-se que o primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** sofrem um efeito em "cascata". O fluxo através da terceira trajetória de fluxo **40** pode ser insuficiente para possibilitar a ventilação da unidade de armazenamento de gás **12** durante a sobrepressurização ou para impedir o rompimento do segundo disco de ruptura **28**. Dessa forma, o gás pode ser ventilado também através da segunda trajetória de fluxo **26**, além do segundo

disco de ruptura **28** após o rompimento do primeiro disco de ruptura **24** e do segundo disco de ruptura **28**.

[0027] O sistema de armazenamento de gás **10** é configurado para ter uma pressão de enchimento máxima (tipicamente medida a uma temperatura específica) e uma pressão de ruptura nominal. Como exemplo, a pressão de ruptura nominal pode ser definida pelas diretrizes de segurança como 1,5 vez maior que a pressão de enchimento máxima. A pressão na qual o segundo disco de ruptura **28** rompe pode estar entre a pressão de enchimento máxima e a pressão de rompimento ou a extremidade inferior da faixa na qual o primeiro disco de ruptura **24** romperá. O segundo disco de ruptura **28** pode romper abaixo da pressão de ruptura nominal. Essa relação garante que se o primeiro disco de ruptura **24** romper, o segundo disco de ruptura **28** também romperá em situação de sobrepressurização ou outra emergência. O primeiro disco de ruptura **24** pode romper abaixo ou acima da pressão de ruptura nominal.

[0028] As faixas de pressões de ruptura para o primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** são selecionadas com base na aplicação potencial da unidade de armazenamento de gás **12**. Um grupo ou lote dos primeiros discos de ruptura **24** e segundos discos de ruptura **28** pode ser projetado para romper em uma faixa específica, ao invés de em um valor específico, devido às tolerâncias de fabricação.

[0029] Embora descrito em relação à pressão, a pressão de ruptura para o primeiro disco de ruptura **24** e segundo disco de ruptura **28** pode se basear na temperatura porque alguns materiais usados para a fabricação do primeiro disco de ruptura **24** ou do segundo disco de ruptura **28** podem enfraquecer em temperaturas mais altas. A pressão ou temperatura exata na qual o primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** rompem pode variar com base na aplicação na qual a unidade de armazenamento de gás **12** está sendo usada ou nas especificações de projeto.

[0030] Em um exemplo específico usando oxigênio, a temperatura máxima de enchimento para a unidade de armazenamento de gás **12** é de aproximadamente 21

MPa a 21°C (3000 psig a 70°F). A pressão de ruptura nominal para a unidade de armazenamento de gás **12** é 1,5 vez a pressão máxima de enchimento, que é 31 MPa (4500 psi). O primeiro disco de ruptura **24** pode ter um limite inferior de ruptura a 28,6 MPa (4150 psig) e um limite superior de ruptura a 32,58 MPa (4725 psig), para os quais ambas as pressões estão a 21°C (70°F). A pressão de ruptura nominal para o primeiro disco de ruptura **24** é de 31 MPa (4500 psig). O segundo disco de ruptura **28** pode ter um limite inferior de ruptura a 27 MPa (3900 psig) e um limite superior de ruptura a 28 MPa (4100 psig), para os quais ambas as pressões estão a 21°C (70°F).

[0031] O limite superior de ruptura para o primeiro disco de ruptura **24** pode exceder a pressão máxima de enchimento para a unidade de armazenamento de gás **12**. Pode haver uma tolerância aceitável para esse limite superior de ruptura além da pressão máxima de enchimento. A relação entre o primeiro disco de ruptura **24** e a pressão de ruptura nominal pode variar com a aplicação na qual a unidade de armazenamento de gás **12** está sendo usada. Como exemplo, uma pressão de ruptura nominal para o primeiro disco de ruptura **24** pode ser a pressão máxima de enchimento para a unidade de armazenamento de gás **12**. Pode haver alguma tolerância de fabricação acima ou abaixo dessa pressão de ruptura nominal para o primeiro disco de ruptura **24**. Por exemplo, aproximadamente 105% da pressão máxima de enchimento podem ser permitidos na extremidade superior e aproximadamente 90% da pressão de ruptura podem ser permitidos na extremidade inferior. As tolerâncias exatas podem variar.

[0032] O primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** podem ser descartáveis ou podem ser configurados para uso único. Cada um pode ser fabricado a partir de metal, embora possam ser usados outros materiais. O primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** podem ter dimensões variadas com base no material, aplicação, pressão máxima de enchimento da unidade de armazenamento de gás **12** ou do gás contido na unidade de armazenamento de gás **12**. Em um exemplo, o primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** têm espessura menor que 0,318 cm (0,125 pol.), embora sejam possíveis outras dimensões. O metal usado para o primeiro disco de ruptura **24** e para o segundo disco de ruptura **28** pode ser selecionado

para cumprir regulamentos de segurança ou pode ser selecionado dependendo do gás que está sendo armazenado na unidade de armazenamento de gás **12**. Por exemplo, se for armazenado oxigênio na unidade de armazenamento de gás **12**, então podem ser usados metais seguros para oxigênio, como latão ou liga de níquel como Monel ou Inconel. Naturalmente, outros metais conhecidos pelos versados na técnica podem também ser usados dependendo da aplicação ou do gás que está sendo armazenado na unidade de armazenamento de gás **12**.

[0033] O primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** podem enfraquecer quando expostos ao calor. Contudo, a relação da faixa de pressões de ruptura para o primeiro disco de ruptura **24** estando acima da do segundo disco de ruptura **28** pode não mudar com qualquer enfraquecimento. Isso pode ser causado pelo uso de materiais semelhantes ou dimensões semelhantes no primeiro disco de ruptura **24** e no segundo disco de ruptura **28**. Outros designs podem evitar mudanças nessa relação após exposição ao calor. Por exemplo, um dentre o primeiro disco de ruptura **24** e o segundo disco de ruptura **28** pode ser entalhado. Em um exemplo, o primeiro disco de ruptura **24** é entalhado em formato de X. Outros designs são possíveis.

[0034] Algumas modalidades do sistema de armazenamento de gás **10** incluem também um dispositivo de liberação deliberada **16**. O dispositivo de liberação deliberada **16** é configurado para perfurar deliberadamente, ou formar, de outro modo, um orifício no primeiro disco de ruptura **24**. Em um exemplo, o dispositivo de liberação deliberada **16** pode ser conhecido como uma ponta, embora sejam possíveis outros dispositivos que não perfuram o primeiro disco de ruptura **24**. Embora ilustrado em forma de seta na Figura **1**, o dispositivo de liberação deliberada **24** pode ser uma pirâmide trilateral ou ter outros designs conhecidos pelos versados na técnica. O dispositivo de liberação deliberada **16** pode ser posicionado de qualquer lado ou, de outro modo, adjacente ao primeiro disco de ruptura **24**. Dessa forma, o dispositivo de liberação deliberada **16** não se limita simplesmente ao design ilustrado na Figura **1**. Por exemplo, o dispositivo de liberação deliberada **16** pode perfurar deliberadamente uma modalidade do

primeiro disco de ruptura **24** que tem formato de domo em um ângulo que não é paralelo ao fluxo de gás.

[0035] A perfuração ou formação de um orifício no primeiro disco de ruptura **24** libera o gás armazenado na unidade de armazenamento de gás **12**. Isso pode ser feito sob demanda. No caso de uma perfuração ou formação de orifício durante a operação normal, o segundo disco de ruptura **28** manterá a integridade. Contudo, no caso de sobrepressurização depois da perfuração ou formação de orifício, o segundo disco de ruptura **28** romperá.

[0036] O orifício formado no primeiro disco de ruptura **24** pelo dispositivo de liberação deliberada **16** pode ser circular ou ter outros formatos. O primeiro disco de ruptura **24** pode ser entalhado ou pode conter perfurações para possibilitar um fluxo de gás desejado através do primeiro disco de ruptura **24** no caso de uma perfuração ou outra formação de orifício. Esse entalhe pode possibilitar que o primeiro disco de ruptura **24** forme "pétalas". Naturalmente, o segundo disco de ruptura **28** também pode ser entalhado ou conter perfurações. O primeiro disco de ruptura **24** pode ser configurado para possibilitar uma taxa de fluxo de gás desejada através de um orifício ou perfuração, se o dispositivo de liberação deliberada **16** estiver disposto através ou adjacente ao primeiro disco de ruptura **24**.

[0037] O sistema de armazenamento de gás **10** pode ser usado para várias aplicações que podem exigir uma trajetória de fluxo de emergência ou respiro. Por exemplo, o sistema de armazenamento de gás **10** pode ser usado com um tanque de oxigênio em um sistema aeroespacial, um tanque de argônio usado em um sistema de soldagem, um tanque de ar para aplicações de mergulho, um tanque de oxigênio em um sistema médico ou com latas de gás de uso único utilizadas em manufaturas. Dessa forma, a unidade de armazenamento de gás **12** pode conter uma espécie incomum ou mesmo tóxica usada, por exemplo, na fabricação de semicondutores. Para espécies tóxicas ou outras espécies, a segunda trajetória de fluxo **26** pode ser conectada a vários sistemas de higiene industrial para evitar danos a pessoas, instalações ou ao meio-ambiente após a ventilação.

[0038] O uso de discos de ruptura simplifica o design da vedação para o sistema de armazenamento de gás **10**, ao mesmo tempo em que atende as normas de gás correspondentes. Os discos de ruptura evitam o uso de vedações dinâmicas ou de válvulas unidirecionais 3/2 (3 vias, 2 posições). Isso reduz a complexidade e o número de partes, aumentando a confiabilidade.

[0039] Com referência à Figura 3, a presente revelação pode ser realizada como um regulador **20** para uso com um sistema de armazenamento de gás (ou seja, um regulador configurado para ser fixado a um recipiente). O regulador **20** pode ser semelhante a qualquer das modalidades de regulador **20** descritas acima. Em particular, o regulador **20** tem uma primeira trajetória de fluxo **22** configurada para estar em comunicação pneumática com uma porta de um recipiente. Um primeiro disco de ruptura **24** está disposto na primeira trajetória de fluxo **22** de modo que o fluxo de gás na primeira trajetória de fluxo **22** seja impedido pelo primeiro disco de ruptura **24** quando o disco **24** está intacto. O primeiro disco de ruptura **24** é configurado para permitir um fluxo a uma primeira pressão de ruptura.

[0040] O regulador **20** tem uma segunda trajetória de fluxo **26** em comunicação pneumática com a primeira trajetória de fluxo **22**. A segunda trajetória de fluxo **26** está a jusante do primeiro disco de ruptura **24** em relação ao fluxo de gás quando o regulador está conectado a um recipiente. Um segundo disco de ruptura **28** está disposto na segunda trajetória de fluxo **26**. Desse modo, o fluxo de gás através da segunda trajetória de fluxo **26** é impedido pelo segundo disco de ruptura **28** quando o disco **28** está intacto. O segundo disco de ruptura **28** é configurado para permitir fluxo de gás a uma segunda pressão de ruptura. A segunda pressão de ruptura pode ser menor que a primeira pressão de ruptura.

[0041] A presente revelação pode incluir um método **100** para fornecer gás (vide, por exemplo, Figura 4). O método **100** compreende a etapa de fornecer **103** um fluxo de gás através de um primeiro disco de ruptura ao longo de uma primeira trajetória de fluxo. A pressão do fluxo de gás está em um primeiro valor que é menor que uma pressão de ruptura do primeiro disco de ruptura ou um segundo disco de ruptura. Desse modo, o segundo disco de ruptura permanece intacto. Por

exemplo, o fluxo de gás pode ser fornecido **103** perfurando **106** o primeiro disco de ruptura com uma ponta. A pressão é aumentada **109** para um segundo valor que é maior que o primeiro valor e maior ou igual a uma pressão de ruptura do segundo disco de ruptura, e o segundo disco de ruptura rompe (quebra) **112** devido ao aumento de pressão.

[0042] Em outras modalidades, é fornecido um método **200** para liberação de gás de sobrepressurização (vide, por exemplo, Figura 5). O método **200** compreende armazenar **203** um gás em uma unidade de armazenamento de gás conectada a um primeiro disco de ruptura. Um segundo disco de ruptura é fornecido a jusante do primeiro disco de ruptura de forma que o segundo disco de ruptura não seja exposto ao gás enquanto o primeiro disco de ruptura estiver intacto. A pressão de gás está em um primeiro valor que é menor que uma pressão de ruptura do primeiro e do segundo discos de ruptura. Desse modo, o primeiro e o segundo discos de ruptura permanecem intactos. Aumenta-se a pressão **206** para um segundo valor que é maior que o primeiro valor. O segundo valor é também maior ou igual à pressão de ruptura do primeiro e do segundo discos de ruptura. O primeiro disco de ruptura rompe **209** devido à pressão do gás, permitindo que o gás atinja o segundo disco de ruptura. O segundo disco de ruptura rompe **212** devido à pressão do gás.

[0043] Embora a presente revelação tenha sido descrita com relação a uma ou mais modalidades específicas, deve-se compreender que outras modalidades da presente invenção podem ser feitas sem que se afaste do espírito e escopo da presente revelação. Por conseguinte, a presente revelação é considerada limitada apenas pelas reivindicações anexas e pela interpretação razoável das mesmas.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de armazenamento de gás **caracterizado pelo fato de que** compreende:

um recipiente (12) configurado para armazenamento de gás sob uma pressão e tendo uma porta (14);

uma primeira trajetória de fluxo (22) em comunicação pneumática com a porta (14);

um primeiro disco de ruptura (24) disposto na primeira trajetória de fluxo (22) de modo que fluxo de gás na primeira trajetória de fluxo (22) seja impedido pelo primeiro disco de ruptura (24), e o primeiro disco de ruptura (24) configurado para permitir fluxo de gás a uma primeira pressão de ruptura;

uma segunda trajetória de fluxo (26) em comunicação pneumática com a primeira trajetória de fluxo (22), a jusante do primeiro disco de ruptura (24); e

um segundo disco de ruptura (28) disposto na segunda trajetória de fluxo (26) de modo que fluxo de gás na segunda trajetória de fluxo (26) seja impedido pelo segundo disco de ruptura (28), o segundo disco de ruptura (28) configurado para permitir fluxo de gás a uma segunda pressão de ruptura, que é menor do que a primeira pressão de ruptura.

2. Sistema de armazenamento de gás, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um dispositivo de liberação (16) configurado para formar um orifício no primeiro disco de ruptura (24).

3. Sistema de armazenamento de gás, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o recipiente (12) é uma garrafa.

4. Sistema de armazenamento de gás, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a segunda trajetória de fluxo (26) é um respiro.

5. Sistema de armazenamento de gás, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro disco de ruptura (24)

e o segundo disco de ruptura (28) são fabricados de um metal.

6. Sistema de armazenamento de gás, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado pelo fato de que** o metal é selecionado do grupo consistindo de latão e uma liga de níquel.

7. Sistema de armazenamento de gás, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a primeira trajetória de fluxo (22) tem dimensões que são configuradas para fornecer uma menor taxa de fluxo do que aquela da segunda trajetória de fluxo (26).

8. Sistema de armazenamento de gás, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a primeira pressão de ruptura compreende uma primeira faixa de pressões de ruptura e a segunda pressão de ruptura compreende uma segunda faixa de pressões de ruptura, e em que a segunda faixa de pressões de ruptura é menor do que a primeira faixa de pressões de ruptura.

9. Sistema de armazenamento de gás, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** a segunda pressão de ruptura está entre a primeira pressão de ruptura e uma pressão máxima de enchimento para o recipiente (12).

10. Regulador para um sistema de armazenamento de gás, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

uma primeira trajetória de fluxo (22) configurada para estar em comunicação pneumática com uma porta (14) de um recipiente (12);

um primeiro disco de ruptura (24) disposto na primeira trajetória de fluxo (22) de modo que fluxo de gás na primeira trajetória de fluxo (22) seja impedido pelo primeiro disco de ruptura (24), e o primeiro disco de ruptura (24) configurado para permitir fluxo de gás a uma primeira pressão de ruptura;

uma segunda trajetória de fluxo (26) em comunicação pneumática com a primeira trajetória de fluxo (22), a jusante do primeiro disco de ruptura (24); e

um segundo disco de ruptura (28) disposto na segunda trajetória de

fluxo (26) de modo que fluxo de gás na segunda trajetória de fluxo (26) seja impedido pelo segundo disco de ruptura (28), o segundo disco de ruptura (28) configurado para permitir fluxo de gás a uma segunda pressão de ruptura.

11. Regulador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** a segunda pressão de ruptura é menor do que a primeira pressão de ruptura.

12. Regulador, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que** ainda compreende um dispositivo de liberação (16) configurado para formar um orifício no primeiro disco de ruptura (24).

13. Método **caracterizado pelo fato de que** compreende:

fornecer um fluxo de gás através de um primeiro disco de ruptura (24) ao longo de uma primeira trajetória de fluxo (22), em que uma pressão para o fluxo de gás está em um primeiro valor e um segundo disco de ruptura (28) ao longo de uma segunda trajetória de fluxo (26) conectada à primeira trajetória de fluxo (22) permanece intacto;

aumentar a pressão para um segundo valor maior do que o primeiro valor; e

romper o segundo disco de ruptura (28) quando a pressão estiver no segundo valor.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de fornecer um fluxo de gás compreende a subetapa de perfurar o primeiro disco de ruptura (24).

15. Método **caracterizado pelo fato de que** compreende:

armazenar um gás em uma unidade de armazenamento de gás conectada a um primeiro disco de ruptura (24) e a um segundo disco de ruptura (28) a jusante do primeiro disco de ruptura (24), em que uma pressão para o gás está em um primeiro valor e o primeiro disco de ruptura (24) e o segundo disco de ruptura (28) permanecem intactos;

fazer a pressão aumentar para um segundo valor maior do que o primeiro valor;

romper o primeiro disco de ruptura (24) quando a pressão estiver no segundo valor; e

romper o segundo disco de ruptura (28) após o primeiro disco de ruptura (24) quando a pressão estiver no segundo valor.

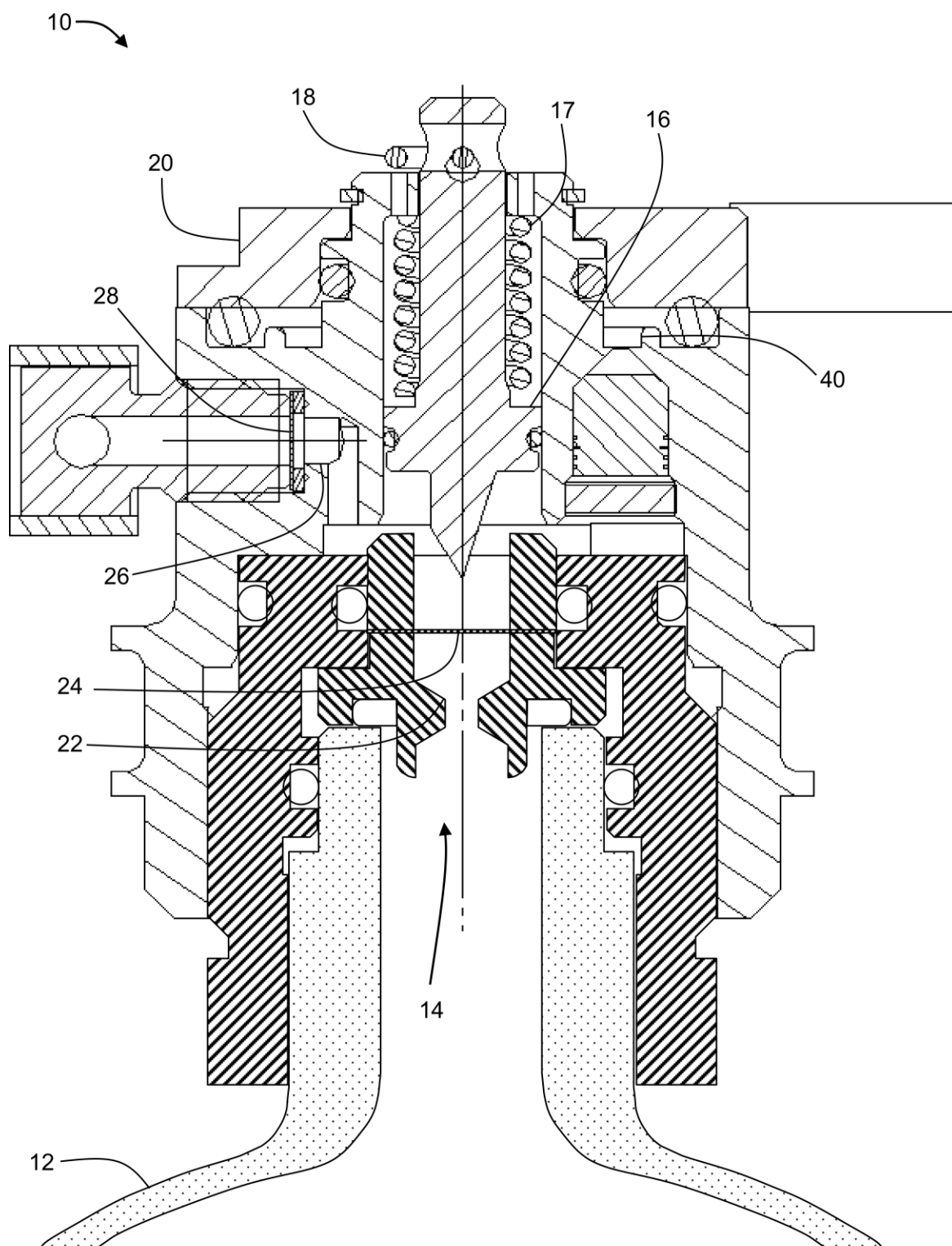


Fig. 1

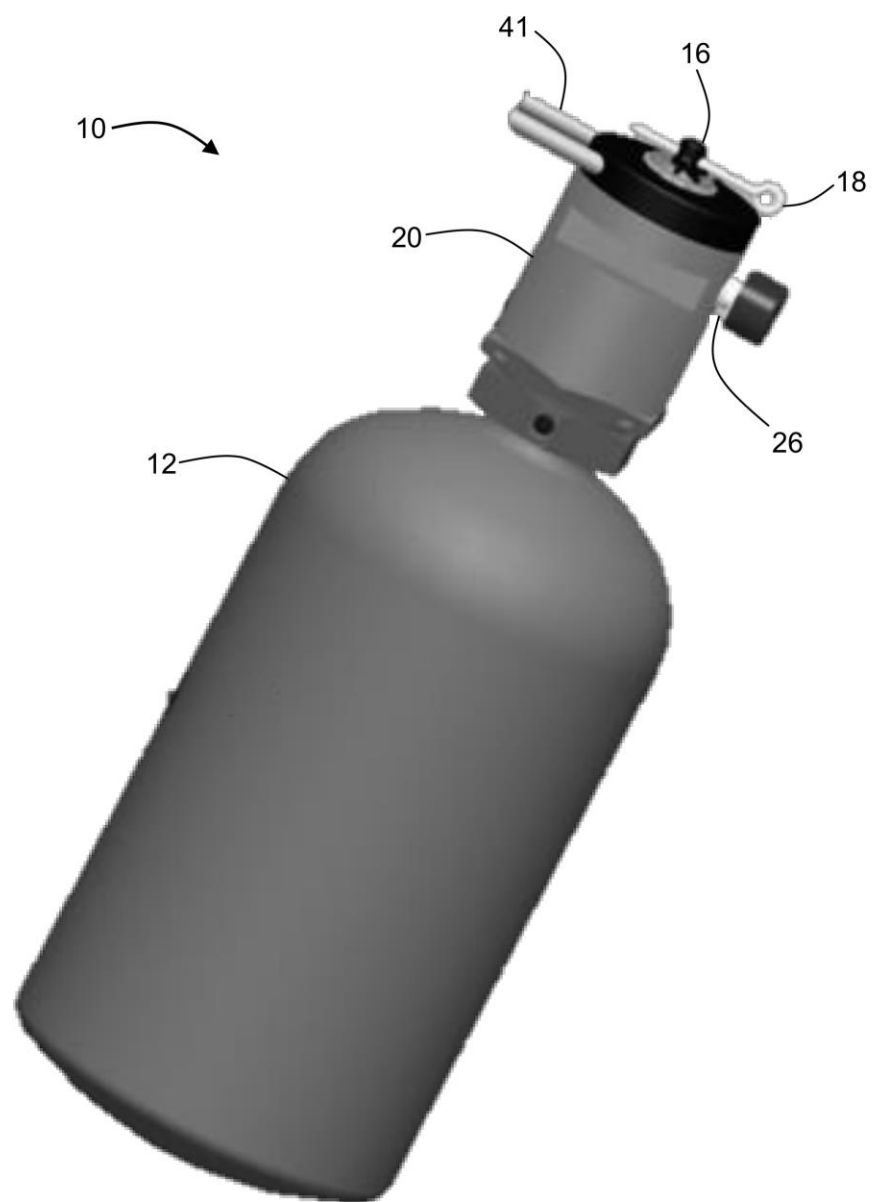


Fig. 2

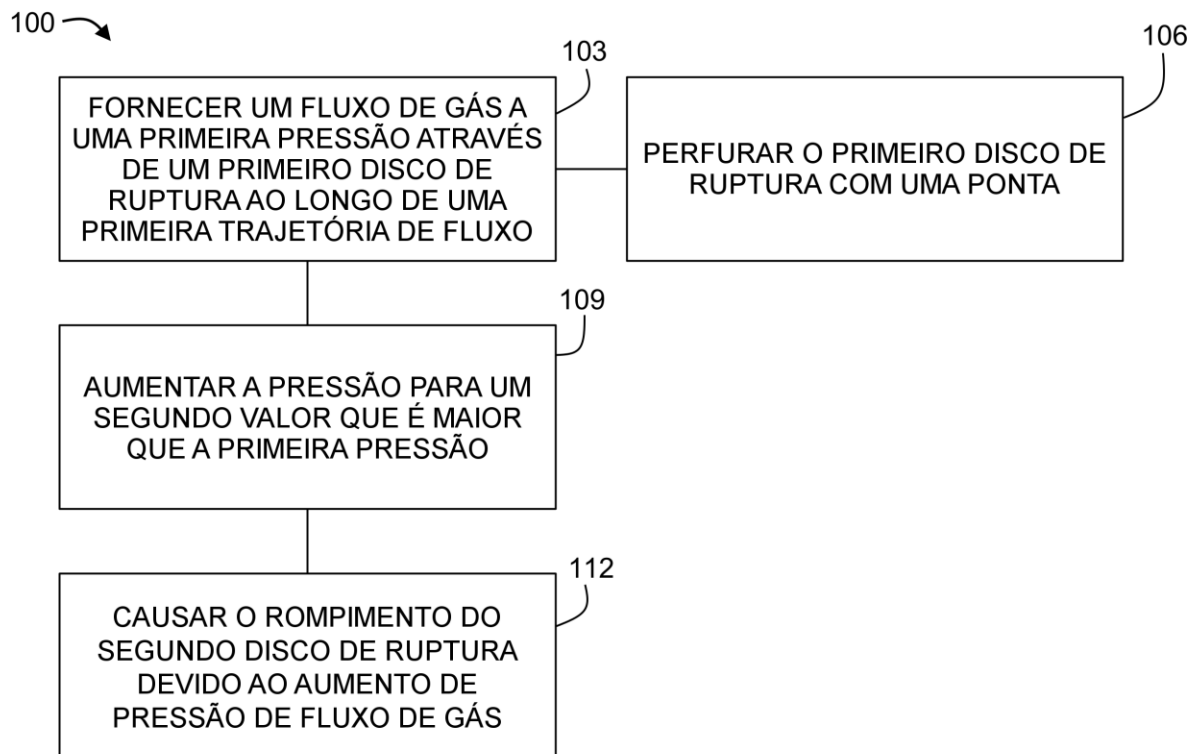


Fig. 4

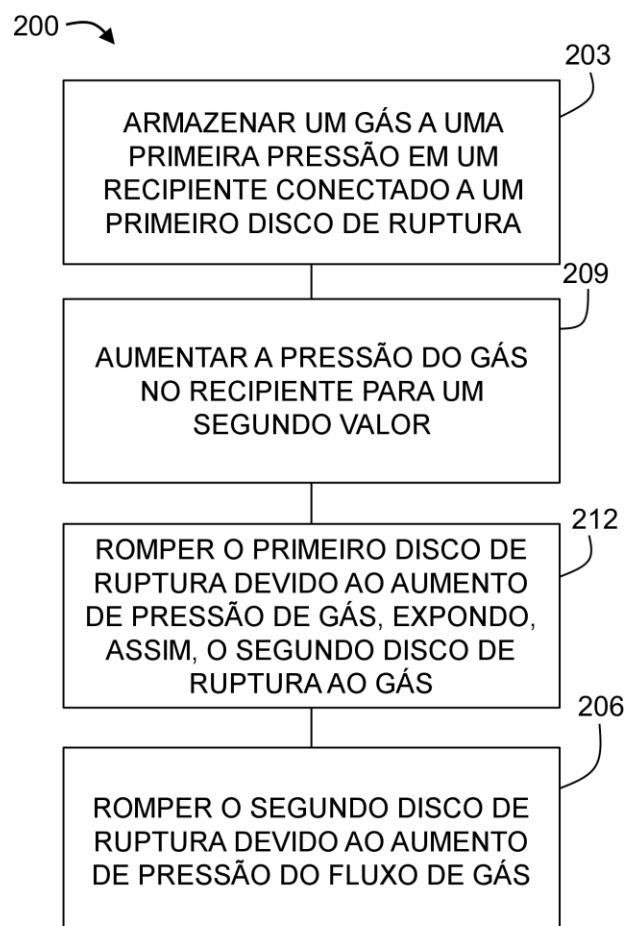


Fig. 5