República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Industria e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) BR 10 2012 000700-2 A2

(22) Data de Depósito: 11/01/2012
(43) Data da Publicação: 03/12/2013
(RPI 2239)

(51) Int.Cl.:
F16K 1/22
F16K 27/02

(54) Título: INTERFACE DE DESGASTE PARA VÁLVULA DE BORBOLETA

(30) Prioridade Unionista: 17/01/2011 US 13/007.811

(73) Titular(es): Hamilton Sundstrand Corporation

(72) Inventor(es): Aaron T. Nardi, Blair A. Smith, John M. Dehais, Keith J. Brooky, Kewin M. Rankin, Peter J. Downd, Timothy R. Boysen

(57) Resumo: INTERFACE DE DESGASTE PARA VÁLVULA DE BORBOLETA. Uma válvula de borboleta compreende uma carcaça incluindo um furo, um eixo rotativo que passa pelo furo, um disco montado no eixo para o controle do fluxo de um fluido através do furo, uma seção de reação de carga de impulso e uma interface de desgaste. A seção de reação de carga de impulso inclui um tampão de impulso montado em uma extremidade de reação de impulso do eixo e da chapa de impulso presa na carcaça. A chapa de impulso tem um poço de modo a reter, no sentido axial, o tampão de impulso e a extremidade de reação de impulso do eixo. A interface de desgaste inclui uma primeira região de contato sobre o tampão de impulso com uma primeira superfície de contato e uma segunda região de contato na base do poço com uma segunda superfície de contato. Uma porção da primeira superfície de contato é esférica e fica em contato com uma porção da segunda superfície de contato.

"INTERFACE DE DESGASTE PARA VÁLVULA DE BORBOLETA"

FUNDAMENTOS

A presente invenção refere-se, de modo geral, a válvulas de fechamento e controle de fluxo, e, em termos mais específicos, a válvulas de borboleta.

As válvulas de borboleta controlam a proporção de escoamento de um fluido por meio da rotação de um disco ou chapa dentro da passagem ou furo de fluido. As mesmas são, com frequência, selecionadas, uma vez que são relativamente simples de projetar, personalizar, e operar, e oferecer uma ampla faixa de controle de fluxo. Diferentes indústrias têm desenvolvido acessórios especiais ou únicos, úteis para distintas necessidades.

Muitas indústrias utilizam válvulas de borboleta de vedação em muitos locais críticos. Em alguns casos, é necessário regular o fluxo para uma área, como também vedar o mesmo totalmente. Para esta finalidade, determinadas válvulas incluem um disco de borboleta com um elemento de vedação próximo à circunferência externa que se encaixa firmemente contra as paredes do furo de válvula quando a válvula se encontra fechada, impedindo o fluxo de fluido pelo disco. Algumas válvulas pode também incluir eixos inclinados a fim de aumentar a capacidade de vedação do disco. No entanto, esses elementos aumentam a força necessária para controlar a válvula ao se aproximar ou ao sair da posição fechada. A força aumentada poderá acelerar e a perda do material friccional ou de desgaste na válvula, resultando no não assentamento do disco de borboleta de sua posição no furo de válvula. O não assentamento do disco poderá comprometer o controle do fluxo e levar a uma ligação permanente do disco ou eixo no furo, ocasionando uma falha da válvula.

SUMÁRIO

Uma válvula de borboleta compreende uma carcaça incluindo um furo, um eixo rotativo que passa pelo furo, um disco montado no eixo para o controle do fluxo de um fluido através do furo, uma seção de reação de carga de impulso e uma interface de desgaste. A seção de reação de carga de impulso inclui um tampão de impulso preso em uma extremidade de reação de impulso do eixo e uma chapa de impulso presa na carcaça. A chapa de impulso tem um poço para a retenção do tampão de impulso e da extremidade de reação de impulso do eixo. A interface de desgaste inclui uma primeira região de contato sobre o tampão de impulso com uma primeira superfície de contato e uma segunda região de contato na base do poço com uma segunda superfície de contato. Uma porção da primeira superfície de contato é esférica e fica em contato com uma porção da segunda superfície de contato.

Uma interface de desgaste para um par de componentes compreende um primeiro componente e um segundo componente. O primeiro componente tem uma primeira região de contato, com pelo menos a primeira superfície de contato esférica sendo feita de carbeto de tungstênio em um aglutinante de cobalto. O segundo componente tem um poço com uma segunda região de contato disposta no mesmo, com pelo menos a segunda região de conta-

to tendo um revestimento resistente ao desgaste compreendendo uma matriz de liga de níquel. O primeiro componente e o segundo componente são configurados para um contato friccional substancialmente contínuo próximo à respectiva primeira e segunda regiões de superfície.

Uma nacele de motor compreende uma válvula de fechamento e regulagem de pressão. A válvula compreende uma carcaça de válvula incluindo um furo, um eixo rotativo que passa pelo furo, um disco incorporado ao eixo dentro do furo de modo a controlar um fluxo de fluido, e uma interface de desgaste. A interface de desgaste inclui um tampão de impulso disposto na extremidade de eixo de reação de impulso e na chapa de impulso presa na carcaça. A chapa de impulso tem um poço para a retenção do tampão de impulso e a extremidade de eixo de reação de impulso. O tampão de impulso inclui uma primeira região de contato de carbeto de tungstênio, e a base do poço inclui um segundo contato resistente ao desgaste compreendendo uma pluralidade de partículas de boreto e carbeto dispersas em uma matriz de liga de níquel.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1A ilustra esquematicamente uma vista lateral de um conjunto de válvula de borboleta que inclui um disco de borboleta e um eixo de válvula com um conjunto de seção de reação de carga de impulso.

A Figura 1B é uma vista em seção transversal ampliada do conjunto de seção de reação de carga de impulso mostrado na Figura 1A incluindo uma interface de desgaste tendo uma chapa de impulso e um tampão de impulso.

A Figura 2A mostra uma vista em perspectiva de uma chapa de impulso reforçada com um poço para a retenção de um tampão de impulso.

A Figura 2B é uma vista em seção transversal da seção de reação de impulso inferior do eixo incluindo um tampão de impulso.

A Figura 3A é uma vista em seção transversal de uma interface de desgaste mostrando as superfícies de contato após a montagem da válvula.

A Figura 3B é uma vista em seção transversal de uma interface de desgaste mostrando a superfícies de contato após um desgaste interno da válvula.

DESCRIÇÃO DETALHADA

A Figura 1A ilustra uma válvula de borboleta 10 com um furo de válvula 12, um disco de borboleta 14, um eixo de válvula 16, um elemento de vedação 18, uma abertura 20, uma ranhura de vedação 22, uma carga de impulso 24, e uma seção de reação de carga de impulso 26. A válvula de borboleta 10 pode ser instalada nos vários sistemas de uma aeronave (não mostrada), ou, de maneira alternativa, em uma série de outros transportes, bem como em equipamentos industriais ou nos sistemas HVAC baseados em terra. Em um exemplo, a válvula 10 é uma válvula de fechamento e regulagem de pressão em uma nacele

("NAPRSOV") para um motor de turbina a gás. Entre outros usos, a válvula NAPRSOV pode ser usada para regular ar de purga para um sistema de descongelamento de motor.

Durante uma operação normal da válvula 10, um fluido escoa através do furo de válvula 12 quando o disco de borboleta 14 se encontra em uma posição parcialmente ou totalmente aberta. Como é conhecido, o disco 14 é dimensionado de modo a ser um pouco menor que o diâmetro interno do furo 12. O eixo 16 é operacionalmente conectado através do diâmetro do disco de borboleta 14 e girado de modo a regular ou fechar o fluxo. O eixo 16 se mantém no lugar de modo a deixar uma pequena abertura substancialmente anular 20 entre o diâmetro interno do furo 12 e a circunferência externa do disco 14.

O disco 14 pode ser feito de diversas ligas de metal, incluindo, porém não limitado ao titânio, níquel, ou ferro. Os materiais para diferentes componentes, incluindo o furo 12, o disco 14, e o eixo 16, são selecionados de modo a serem compatíveis com o fluido que é controlado, bem como o peso de equilíbrio, a durabilidade, a resistência à temperatura, e o custo. Por exemplo, aeronaves são operadas em uma ampla variedade de condições, e seus materiais devem ser selecionados de modo a minimizar os efeitos das temperaturas extremas, dos meios operacionais, e dos riscos ambientais, e, ao mesmo tempo, ainda minimizar o peso. Deste modo, as ligas de níquel são adequadas para muitas aplicações de aeronave.

O eixo 16 pode ser girado manualmente ou com auxílio mecânico. Exemplos incluem uma manivela mecânica, uma manivela atuada pneumática ou hidraulicamente, e uma disposição de engrenagem motorizada (não mostrada) em uma extremidade de controle do eixo 16. A posição rotacional do eixo 16, e, por conseguinte, do disco 14, pode ser manual ou eletronicamente controlada com base no fluxo ou nos dados de realimentação de posição de válvula. O eixo 16 pode opcionalmente incluir um ou mais elementos resilientes, tais como molas (não mostradas) configuradas de modo a fazer com que a válvula 10 se omita ou falhe para uma posição aberta ou fechada.

A fim de restringir ainda mais o fluxo através do furo de válvula 12 e minimizar vazamento, o disco 14 pode incluir ainda um elemento de vedação anular 18. A vedação 18 pode ser metálica, semimetálica, ou não metálica. Os materiais particulares são selecionados por sua capacidade de formar uma vedação satisfatória e ser compatível com o(s) fluido(s) controlado(s) pela válvula 10. Exemplos de vedações não metálicas incluem o silicone, a borracha natural, ou o grafite. As vedações de grafite podem formar uma vedação relativamente apertada, são inertes à maior parte dos ambientes de aeronave, e são autolubrificantes.

O elemento de vedação 18 pode ser uma peça contínua, ou várias peças menores de modo a facilitar uma rápida instalação e substituição. Nesse exemplo, o elemento de vedação 18 é um anel partido com um acabamento cortado de tal modo que o diâmetro livre

do elemento de vedação 18 seja um pouco maior que o diâmetro do furo 12. A limitação do anel ao diâmetro do furo cria uma força elástica que ajuda ao anel vedar contra o furo 12. O elemento de vedação 18 exemplar normalmente se assenta livremente na ranhura 22, porém forma uma vedação entre o disco 14 e as paredes de furo 12 por meio de uma combinação de pressão mecânica e de fluido na e em torno da ranhura 22 quando a válvula é fechada a fim de minimizar o fluxo do meio operacional através do furo 12.

Observa-se que na Figura 1A, o eixo 16 é inclinado em um ângulo maior que 90° em relação à linha de centro do furo 12 de modo a garantir que o elemento de vedação 18 se assente totalmente em torno do disco 14. No entanto, em certas modalidades, o eixo 16 poderá, de maneira alternativa, ser perpendicular ao diâmetro interno do furo 12.

A vibração e outras forças vindas dos fluidos que se pressionam contra o disco e as forças rotacionais aplicadas na extremidade de controle do eixo contribuem para as cargas de impulso descendentes e podem causar o movimento axial excêntrico do disco e do eixo, caso não suficientemente reagidas. Neste exemplo, o componente descendente dessas forças é ilustrado como a carga de impulso 24. A carga de impulso 24 é transmitida ao longo do comprimento do eixo 16 na direção da seção de reação de impulso 26. A carga 24 é reagida na extremidade de reação de impulso oposta do eixo 16 a fim de absorver a força aplicada e limitar o movimento axial descendente do eixo 16. Deve-se notar que pode haver um movimento axial ascendente bem como um movimento descendente do eixo 16. O movimento ascendente do disco 14 para fora da seção 26 pode ser obtido por meio de outros acessórios fora do âmbito da presente invenção.

De modo geral, na válvula de borboletas, as cargas de impulso podem fazer com que o disco 14 se desloque excentricamente no furo devido ao desgaste dos componentes de impulso. Em vários casos, são necessárias forças de controle maiores a fim de superar o atrito significativamente mais forte provocado pelo contato direto disco com furo. Dependendo das circunstâncias, a força de atuação ou outra força de controle poderá não ser suficiente para superar esse atrito, ocasionando uma ligação temporária ou permanente no furo, e provocando uma perda do controle da válvula.

Além disso, o material se desgasta a partir dos componentes de reação de impulso durante a operação regular da válvula. Torques de controle maiores são, então, requeridos devido ao aumento da resistência friccional. Ao incluir uma nova seção de reação de carga de impulso 26 com componentes tendo superfícies de contato otimizadas e maior resiliência, o deslocamento excêntrico do disco 14 com relação ao furo 12 pode ser efetivamente controlado. O desgaste e os custos de manutenção são, portanto, substancialmente reduzidos, e a vida útil da válvula 10 é estendida.

A Figura 1B mostra uma vista em seção transversal ampliada da seção de reação de carga de impulso 26 da Figura 1A. A Figura 1B inclui um eixo de válvula 16, uma carga

de impulso 24, uma chapa de impulso 28, uma interface de desgaste 30, um tampão de impulso 32, uma cavidade de tampão de impulso 34, os calços 36, a superfície de contato de chapa 38A, a superfície de contato de tampão 38B, e o poço de chapa de impulso 40.

A válvula 10 (mostrada na Figura 1A) tem uma interface de desgaste 30, que inclui a chapa de impulso 28 e o tampão de impulso 32. A chapa de impulso 28 é presa na carcaça da válvula 10 (mostrada na Figura 1A). O tampão de impulso 32 é mantido dentro da cavidade de tampão de impulso 34 na extremidade de reação de impulso inferior do eixo 16, oposta à extremidade de controle superior do eixo 16. O tampão de impulso 32 se assenta dentro do poço de chapa de impulso 40. A chapa de impulso 28 e a tampão de impulso 32 têm, cada qual, respectivas superfícies de contato 38A, 38B como parte das regiões de contato apresentadas com relação às Figuras 2A e 2B.

Conforme mostrado na Figura 1A, quando a válvula 10 é comandada para uma posição de mudança, um torque é aplicado à extremidade de controle do eixo 16 de modo a girar o disco 14. Uma carga de impulso 24 resulta basicamente dos diferenciais de pressão no caminho de fluxo e pode ser direcionada no sentido descendente para a seção de reação de carga de impulso 26. Nesse exemplo, a carga de impulso 24 reage com o tampão de impulso 32 que é pressionado na direção da chapa 28 conforme o eixo 16 gira. Isso provoca uma resistência friccional ao torque de controle bem como o desgaste das superfícies de contato 38A, 38B.

Durante uma operação normal, os calços 36 e o tampão de impulso 32 ficam presos na cavidade 34 do eixo 16 por meio da chapa de impulso 28, limitando o movimento axial descendente do eixo 16. Em um exemplo, os calços 36 e o tampão de impulso 32 são colocados na cavidade de tampão de impulso 34 antes de a chapa de impulso 28 ser presa na carcaça de válvula. Os calços 36 e o tampão de impulso 32 têm diâmetros pouco menores que o diâmetro da cavidade 34. As suas espessuras totais são selecionadas de modo a posicionar o disco 14 concentricamente dentro do furo 12 durante a montagem e garantem uma abertura uniforme 20 entre o disco 14 e o furo 12 (mostrado na Figura 1A). A chapa de impulso 28 e o tampão de impulso 32 ficam em contato dentro do poço 40 nas respectivas superfícies 38A, 38B. Detalhes da chapa de impulso 24, do tampão de impulso 32, e dos calços 36 são explicados com referência às Figuras 2A - 2B.

Ao passar pela válvula de borboletas, as altas cargas de impulso e as tensões de contato dentro e em torno da seção de reação de carga de impulso aceleram o desgaste sobre as diferentes superfícies de contato e em torno do disco. Além disso, quando a válvula se encontra na ou próxima da posição fechada, a carga de impulso é tipicamente maior devido ao maior diferencial de pressão através do disco. O ângulo obtuso de um eixo inclinado também aumenta a carga de impulso ao longo do eixo devido ao vetor de força do eixo inclinado 16 que se desloca do diâmetro do disco 14, bem como da geometria do disco 14. Ca-

da um desses fatores poderá acelerar o desgaste em torno dos componentes da seção de reação de impulso. À medida que o material em torno da seção de reação de impulso se desgasta, o conjunto de eixo e disco tende também a se deslocar no sentido descendente, reduzindo a folga entre o disco e o fundo do furo. Nos casos de um forte desgaste de impulso, o disco poderá contatar o furo, provocando um aumento significativo do atrito. Isto faz aumentar o torque necessário para girar o eixo. Eventualmente, as forças de controle não podem superar o atrito da válvula, que resulta em uma ligação.

Os componentes de interface de desgaste 30 trabalham juntos no sentido de minimizar o desgaste, amenizando muitos dos problemas das válvulas anteriores no sentido de melhorar o desempenho e aumentar a vida útil da válvula 10. Em uma modalidade exemplar, esses componentes incluem geometrias, materiais, revestimentos, e acabamentos de superfície compatíveis que positivamente interagem no sentido de substancialmente aumentar a vida e melhorar o desempenho da válvula. Componentes exemplares são ilustrados e descritos a seguir.

A Figura 2A é uma vista em perspectiva da chapa de impulso 28. A chapa de impulso 28 inclui uma região de contato de chapa 31, uma superfície de contato de chapa 38A, um poço de tampão de impulso 40, e furos atravessantes 42. Neste exemplo, a chapa 28 tem um corpo substancialmente redondo com um poço de tampão de impulso 40 no centro. Conforme foi observado nas Figuras 1A e 1B, uma extremidade do eixo 16, incluindo o tampão de impulso 32, se encaixa na chapa de impulso 28. Neste exemplo, a chapa 28 recebe e retém o tampão no sentido axial 32 (não mostrado na Figura 2A) dentro do poço 40. Quando primeiramente fabricado, o poço 40 pode incluir a região de contato de chapa 31 com a superfície de contato 38A substancialmente plana na base do poço 40. Conforme notado acima, a chapa de impulso 28 é presa na carcaça de válvula 10. Neste exemplo, a chapa 28 é presa na carcaça de válvula (mostrado na Figura 1A) por meio de parafusos através dos furos atravessantes 42.

A superfície de contato de chapa 38A pode interagir com a base do tampão de impulso 32 (a superfície de contato de tampão 38B mostrada na Figura 2B) a fim de administrar e controlar o desgaste causado pela carga de impulso 24 e pelo movimento rotacional do tampão de impulso 32 com relação à chapa de impulso 28. A região de contato de chapa 31 pode ser fabricada de modo a incluir uma camada de revestimento de face rígida com uma superfície de contato de chapa plana 38A. Durante o desgaste interno da válvula 10, um recesso esférico poderá se formar na camada de revestimento para a vedação do tampão de impulso 32, aumentando a área de contato geral e espalhando as tensões de contato sobre maiores porções de superfície 38A, 38B. Isto é mostrado e discutido em detalhe com referência às Figuras 3A e 3B.

O poço 40 pode ser usinado, por exemplo, por meio de escareamento, fora de uma

peça em bruto de aço inoxidável austenítico. De maneira alternativa, peças em bruto, fundições, ou forjas de aço, alumínio, ou titânio podem ser usadas para a chapa de impulso 28. A seleção de um material em particular para a chapa de impulso 28 deve levar em consideração a compatibilidade com os processos para a aplicação e retenção de quaisquer revestimentos, conforme descrito com relação às Figuras 3A e 3B.

A Figura 2B mostra uma vista em seção transversal de um tampão de impulso 32 disposto na extremidade de reação de impulso do eixo 16. A Figura 2B inclui uma porção de eixo 16, um tampão de impulso 32, uma cavidade de tampão de impulso 34, uma superfície de contato de tampão 38B, um raio esférico 44, uma região de contato de tampão 46, uma corda esférica 48, e uma altura de corda 50.

O tampão 32, preso na extremidade de reação de impulso do eixo 16 inclui uma região de contato de tampão 46 com uma superfície de contato 38B. A superfície de contato de tampão 38B inclui substancialmente um raio esférico 44 a fim de minimizar o desgaste provocado pela interação com a superfície de contato 38A sobre a chapa de impulso 28 (mostrada na Figura 2A). Como é bem conhecido, o raio esférico é a dimensão radial de uma esfera hipotética que abrangeria uma superfície esférica. Por exemplo, uma válvula 10 tendo um tamanho nominal de cerca de 3 polegadas (cerca de 76 mm) é instalada em uma nacele de motor. Em certas modalidades, o raio esférico 44 tem entre cerca de 2,5 polegadas (cerca de 63 mm) e cerca de 5 polegadas (cerca de 127 mm). Em algumas dessas modalidades, o raio 44 tem entre cerca de 3 polegadas (cerca de 76 mm) e cerca de 4 polegadas (cerca de 102 mm). Em ainda outras modalidades, o raio 44 tem cerca de 3,5 polegadas (cerca de 88 mm).

A magnitude nominal do raio 44 deve, de modo geral, aumentar mais depressa que o diâmetro nominal da válvula. Isto é o resultado de uma relação exponencial entre o diâmetro de disco 14 (mostrado na Figura 1A) e a magnitude da carga de impulso descendente 24, que controla as tensões de contato resultantes sobre as superfícies de contato 38A, 38B. No entanto, outros fatores podem aumentar ou diminuir a magnitude da carga de impulso 24 e, assim, indicar o uso de um raio esférico correspondentemente maior ou menor 44. Uma consideração é a capacidade de o tampão de impulso 32 se auto-alinhar contra a superfície de contato plana 38A do poço 40 quando a válvula é colocada em serviço. Como será descrito e mostrado com relação às Figuras 3A e 3B, as válvulas com chapa de impulso 28 e tampão de impulso 32 podem ser auto-alinhadas, o que diminui os custos ao aumentar a facilidade de fabricação. Um raio maior 44 poderá potencialmente fazer com que o tampão 32 se assente sobre a borda devido à superposição de tolerância angular, resultando em uma alta tensão de contato e alto taxa de desgaste. De maneira similar, um raio menor 44 poderá concentrar forças sobre uma área insuficiente e se desgastar muito rapidamente através da camada de revestimento 52, provocando uma ligação prematura da válvu-

la 10 devido à trajetória muito descendente do eixo 16 e do disco 14 na direção do diâmetro interno do furo 12 (mostrado na Figura 1A).

O tampão de impulso 32 é feito de um material com uma rigidez maior do que o do eixo 16 a fim de diminuir o desgaste friccional na região de contato 46. Em determinadas modalidades, o tampão 32 pode ser feito por meio da sinterização de um pó de carbeto de tungstênio com níquel ou com um aglutinante de cobalto. Em algumas dessas modalidades, o aglutinante é cobalto e resulta em um total dentre cerca de 5 % em peso e cerca de 6,5 % em peso do tampão 32, enquanto que as concentrações de nióbio e titânio ficam limitadas a não mais do que cerca de 0,5 % em peso, e o teor de tântalo fica limitado a menos que cerca de 2,2 % em peso.

Nessas modalidades exemplares, o tampão 32, incluindo a região de contato de tampão 46, tem uma dureza Rockwell "A" mínima de pelo menos cerca de 91.8, ajudando o tampão 32 a suportar as tensões de contato com a superfície de contato de tampão 38A. Neste exemplo, o tampão 32 é feito inteiramente com o mesmo material da região de contato de tampão 46. De maneira alternativa, o material de contato mais rígido pode ficar limitado à região 46 com o restante do tampão 32 sendo opcionalmente feito de materiais menos caros ou mais leves.

Os calços 36 são também dispostos na cavidade de tampão de impulso 34 e têm várias finalidades, três exemplos sendo descritos no presente documento. Primeiramente, os calços garantem que o tampão 32 fique axialmente posicionado tanto na cavidade de tampão de impulso 34 como com relação a outros componentes de desgaste. Em segundo lugar, os calços 36 são selecionados de modo a apresentar superfícies e dimensões tais que os mesmos possam ficar restritos à rotação do tampão 32 com relação ao eixo 16. Em outras palavras, quando um torque é aplicado ao eixo 16, o tampão de impulso 32 e os calços 36 giram juntamente com o eixo 16 com relação à chapa de impulso 28 (mostrada na Figura 2A). Finalmente, os mesmos permitem o ajuste da posição do disco 14 durante a montagem de modo a garantir uma concentricidade dentro do furo 12 (por exemplo, a abertura 20) mostrada na Figura 1A. O desgaste interno é ainda apresentado com referência às Figuras 3A - 3B.

A Figura 3A é uma vista em seção transversal ampliada de uma porção da interface de desgaste mostrada após a montagem da válvula. A Figura 3A inclui uma chapa de impulso 28, uma região de contato de chapa 31, um tampão de impulso 32, as superfícies de contato 38A, 38B, um poço de tampão de impulso 40, uma região de contato de tampão 46, uma corda esférica 48, uma altura de corda esférica 50, uma camada de revestimento de face rígida 52, camada de ligação difusa 54, e um substrato 56.

Como se pode observar na Figura 3A, a área de contato inicial da interface de desgaste 30 compreende apenas uma fração relativamente pequena da superfície esférica 38B

que fica em contato com a superfície plana 38A quando a válvula é primeiramente montada. Os componentes da válvula são montados de tal modo que a interface de desgaste 30 não seja pré-carregada. A chapa de impulso 28 é instalada em proximidade suficiente de modo a prender o tampão de impulso 32 no lugar, conforme mostrado na Figura 1B.

Esta combinação de superfície de contato de tampão esférica de raio grande 38B e a superfície de contato de chapa inicialmente plana 38A minimiza o deslocamento do eixo axial 16 e a resultante excentricidade de disco durante o desgaste interno no diâmetro de contato total com o tampão, em cujo momento a tensão, e, por conseguinte, a taxa de desgaste, é minimizada. No entanto, quando o raio é feito muito grande, neste caso a superposição da tolerância angular poderá fazer com que o tampão de impulso se assente sobre a borda, resultando em uma alta tensão de contato e maior taxa de desgaste. A configuração também permite o auto-alinhamento por meio do desgaste controlada da camada de revestimento 52, conforme será descrito com referência à Figura 3B a seguir.

A região de contato de tampão 46 pode ser ligada por meio da corda esférica 48 e tem uma altura máxima efetiva de corda esférica 50. A altura 50 é a distância vertical entre o ponto central da superfície esférica de contato de tampão 38B e a corda 48 que se estende através do topo da região de contato de tampão 31. A altura de corda esférica 50 efetivamente determina o deslocamento axial do eixo durante o desgaste interno até o contato de diâmetro de tampão completo descrito com referência à Figura 3B.

Assim como o tampão de impulso 32, os materiais para a chapa de impulso 28 podem ser selecionados de modo a facilitar um desgaste controlado nas regiões de contato 31 e 46, e ao mesmo tempo ainda minimizar o desgaste durante uma operação normal. Conforme notado acima, a região de contato de chapa 31 pode incluir a camada de revestimento de face rígida 52. Uma classe adequada de revestimento para a camada 52 é à base de níquel, o que oferece um grau suficiente de dureza e resistência ao desgaste. Tais revestimentos também irão se desgastar de preferência, porém não muito rapidamente, sobre o carbeto de tungstênio mais rígido que pode ser usado na região de contato de tampão de impulso 46. Isto é útil para um auto-alinhamento das superfícies de contato 38A, 38B, conforme mostrado na Figura 3B.

Uma camada de revestimento 52 pode ser aplicada de modo a apresentar uma microestrutura fina resistente à abrasão. Por exemplo, em certas modalidades, os revestimentos tendo uma pluralidade de partículas de boreto e/ou de carbeto dispersas por toda uma matriz de liga que oferece boa resiliência e resistência à abrasão. Muitos desses materiais são adequados para a camada de revestimento 52 quando a válvula é usada em condições atmosféricas ambientais normais. A matriz de liga pode ser à base de níquel, à base de cobalto, ou à base de ferro. A fim de garantir uma resistência suficiente da camada de revestimento 52, a mesma terá uma dureza Rockwell "C" mínima de pelo menos cerca de 50.

Em certas dessas modalidades, a camada de revestimento 52 inclui ambas as partículas de boreto e de carbeto dispersas em uma matriz de liga à base de níquel. Em ainda uma determinada dentre essas modalidades, as partículas de boreto e de carbeto da matriz de liga de níquel são basicamente boretos de cromo e carbetos de cromo. Isto resulta em uma alta dureza e resistência à abrasão, mesmo em ambientes corrosivos, tais como os que contêm pulverizações de sal e produtos químicos anticongelantes. A fim de promover a formação dessas partículas de boreto de cromo e de carbeto, a composição do material para a camada de revestimento 52 pode incluir entre cerca de 0,3 % em peso a cerca de 1 % em peso de carbono, entre cerca de 3,5 % em peso e cerca de 5,5 % em peso de silício, entre cerca de 3,5 % em peso e cerca de 5,5 % em peso de ferro, entre cerca de 2,5 % em peso e cerca de 4,5 % em peso de boro, entre cerca de 12 % em peso e cerca de 18 % em peso de cromo, não mais do que cerca de 1 % em peso de cobalto, com o níquel restante. Essas modalidades de camada de revestimento 52 podem incluir uma dureza Rockwell "C" mínima de pelo menos cerca de 55. Um material exemplo que atende a essas faixas de composição é o Colmonoy ® 6.

Uma camada de revestimento de face rígida 52 pode ser aplicada à região de contato 31 no poço 40 (mostrado na Figura 2A) utilizando qualquer número de métodos que resultem nas propriedades acima descritas. Os métodos exemplares incluem soldagem de poça, soldagem por pulverização, ou solda forte. A camada de revestimento 52 pode ser formada de acordo com as técnicas tradicionais de solda forte assistidas por aglutinante ou de acordo com os processos mais recentemente desenvolvidos que não requerem um material aglutinante separado. Exemplos de um processo de solda forte que não requer um material aglutinante separado são apresentados no Pedido de Patente dos Estados Unidos N. de Série 12/940 558 cedido à presente entidade, cuja totalidade de seu conteúdo é incorporada ao presente documento a guisa de referência.

Neste exemplo, o material de revestimento é aplicado como um pó dentro do poço 40 (mostrado na Figura 2A). Uma chapa de impulso 28 e o pó são aquecidos em um forno por um tempo e temperatura suficientes para fundir o pó. Neste exemplo, ocorre uma interdifusão entre a liga de face rígida fundida e o substrato 56, formando a camada de ligação difusa 54. Conforme notado acima, a seleção do substrato 56, que vem a ser o material base para a chapa de impulso 28 (mostrada na Figura 2A), deve também levar em consideração as propriedades de difusão e de adesão da camada de revestimento 52. No presente caso, no qual a camada de revestimento 52 tem uma composição e microestrutura similares às do produto Colmonoy ® 6, conforme acima descrito, o substrato 56 pode ter mais graus de aço inoxidável austenítico, tal como o produto Nitronic ® 60.

Uma espessura inicial de camada de revestimento 52 aplicada pode se basear em diversas considerações. A camada de revestimento 52 deve ser mais espessa no caso de

válvulas submetidas a cargas de impulso maiores, tais como aquelas com maiores tamanhos nominais de furo e maiores diferenciais de pressão através do disco 14. A espessura da camada de revestimento 52 deve considerar um pequeno grau de desgaste acelerado até que a válvula seja "quebrada" ou desgastada. No entanto, revestimentos mais grossos podem ser mais difíceis de aplicar, ou aumentam o risco de quebrar e/ou lascar a camada de revestimento 52. A espessura de camada de revestimento 52 aplicada diz respeito à altura de corda esférica 50, uma vez que a altura 50 é uma aproximação da profundidade de "quebra" de desgaste. As espessuras aplicadas de camada de revestimento 52 devem, portanto, levar em consideração o período de desgaste interno de modo a garantir uma espessura adequada após o desgaste interno, com os exemplos mostrados e descritos com relação à Figura 3B.

Um desgaste excessivo pode ser também controlado por meio do acabamento das superfícies de contato 38A, 38B em uma aspereza máxima especificada. Em certas modalidades, ambas as superfícies de contato 38A, 38B são acabadas em uma aspereza máxima de RA 32. Em algumas dessas modalidades, as superfícies de contato 38A, 38B são acabadas em uma aspereza máxima de RA 16. Em algumas outras modalidades, a superfície de contato de chapa 38A é acabada em uma aspereza máxima de RA 8. A limitação da aspereza máxima das superfícies 38A e 38B reduz as alturas de aspereza, o que diminui o atrito e a tensão de contato, e torna mais lento o desgaste abrasivo. Isto é particularmente importante para a superfície de contato 38B do tampão de impulso, uma vez que o tampão de impulso é feito de um material mais duro e tenderá a, de preferência, desgastar a superfície 38A. As superfícies 38A, 38B podem ser acabadas em valores de aspereza ainda mais baixos que os listados acima, mas o tempo de processamento e o custo aumentam significativamente à medida que a aspereza é cada vez mais reduzida.

A Figura 3B é uma vista em seção transversal ampliada de uma porção de interface de desgaste 30 mostrada após o desgaste interno da válvula. A Figura 3B inclui uma chapa de impulso 28, uma região de contato de chapa 31, um tampão de impulso 32, as superfícies de contato 38A, 38B, um poço de tampão de impulso 40, uma região de contato de tampão 46, uma corda esférica 48, uma altura de corda esférica 50, uma camada de revestimento de face rígida 52, uma camada de ligação difusa 54, um substrato 56, e assento de tampão 60.

Quando a válvula é primeiramente montada (mostrado na Figura 3A), as regiões de contato em torno das superfícies 38A e 38B podem se desgastar de uma forma relativamente rápida. No entanto, no presente caso, o desgaste é controlado devido, em parte, às formas relativas, dureza, e texturas de superfície das superfícies de contato de modo a permitir que a válvula se desgaste durante a operação inicial, possibilitando que as tensões de contato se espalhem sobre uma área maior, especificamente pelo assento de tampão 60. Con-

forme notado acima, o carbeto de tungstênio é substancialmente mais rígido e resistente ao desgaste do que a camada de revestimento 52, que pode incluir Colmonoy ® 6 ou materiais similares, conforme acima descrito. Com tensões de contato iniciais da ordem de vários milhares de libras por polegada quadrada (psi) concentradas próximo ao centro da superfície de contato plana 38A, a camada de revestimento 52 começa a se desgastar, resultando na formação do assento de tampão 60.

À medida que o assento de tampão esférico 60 começa a tomar forma na camada de revestimento 52, a área de superfície aumenta, oferecendo, assim, mais área sobre a qual se pode distribuir a carga de impulso. Eventualmente, o assento de tampão 60 se torna um recesso substancialmente esférico que complementa uma porção substancial da superfície de contato esférica 38B, e aumenta muito a área de contato geral entre a chapa 28 e o tampão 32. Assim que o desgaste interno é substancialmente finalizado, a magnitude da tensão entre a superfície de contato 38B sobre o tampão 32 e o assento de tampão 60 na região de contato de chapa 31 poderá ser reduzida, em muitos casos no poço abaixo de 1000 psi ((6,9 MPa) (70 kgf/cm^2). A seleção de geometrias, materiais, e revestimentos compatíveis permite que a válvula suporte tensões de contato dessa magnitude com um mínino de perda de material, e um mínimo de profundidade de desgaste, após o período inicial de desgaste interno, ajudando a estender a vida da válvula e a aumentar os intervalos de manutenção. A aplicação e os materiais adequados para a camada de revestimento 52 são descritas acima com referência à Figura 3A.

Depois de a válvula ser desgastada, a camada de revestimento 52 ainda se desgasta através de uma operação normal de válvula, embora em uma taxa muito mais lenta. O tampão de impulso 32 também experimenta um grau menor de desgaste, porém a maior parte da perda de material ocorre na camada de revestimento 52, neste caso, devido ao fato de o carbeto de tungstênio ser mais rígido e mais resistente ao desgaste do que as ligas acima apresentadas para a camada de revestimento 52. Durante ambos o desgaste interno e a operação normal, uma perda de material faz com que o tampão 32 migre gradualmente no sentido descendente, conforme mostrado na Figura 3B. Conforme mostrado nas Figuras 1A e 1B, a migração descendente do tampão 32 pode resultar em um movimento descendente do eixo 16 e do disco 14 na direção da extremidade inferior do furo 12 após uma aplicação de carga de impulso 24. Sendo assim, é benéfico se minimizar a profundidade de desgaste na camada de revestimento 52 no sentido de diminuir a migração descendente do tampão de impulso 32.

Voltando momentaneamente à Figura 1A, a abertura 20 é uma folga entre o disco 14 e o diâmetro interno do furo 12. De modo geral, porém não uniformemente, é desejável se minimizar a abertura 20 a fim de melhor controlar o fluxo e reduzir o vazamento pelo disco 14. Ao se reduzir a taxa na qual a camada de revestimento 52 se desgasta durante uma

operação normal, a abertura 20 pode ser menor com relação à folga das demais válvulas de borboleta com menos interfaces de desgaste resilientes.

Uma vez que, após o período de desgaste interno, o assento de tampão 60 tem uma profundidade que se aproxima da altura de corda esférica 50, a camada de revestimento 52 deve ser aplicada à região de contato 31 com uma espessura mínima maior do que a altura de corda 50. No presente caso, a altura 50 tem cerca de 0,005 polegadas (cerca de 127 µm). Quando o tampão 32 se desgasta através da camada de revestimento 52 e atinge a camada de ligação difusa 54 ou o substrato 56, a taxa de desgaste e o potencial de dano rapidamente se aceleram. Deste modo, será conveniente, em certas modalidades, que a espessura aplicada de camada de revestimento 52 seja maior do que a altura de abertura 20 de modo que a chapa de impulso 28 mantenha a capacidade de reagir às cargas de impulso mesmo que a camada de revestimento 52 se desgaste. Em certas modalidades, a altura 50 é dentre cerca de 40 % e cerca de 55 % da altura de abertura 20 na Figura 1A. Em algumas dessas modalidades, a altura de corda 50 é dentre cerca de 45 % e cerca de 50 % da altura da abertura 20 na Figura 1A. Em determinadas modalidades, a altura 50 tem cerca de 47 % da altura da abertura 20 na Figura 1A.

A camada de revestimento 52 pode ser aplicada à chapa de impulso 28 com uma espessura uniforme mínima de modo a introduzir uma superfície de contato plana 38A antes do desgaste interno. Em algumas modalidades da válvula de borboleta exemplar de 3 polegadas (76 mm) de diâmetro nominal acima apresentada, a espessura inicial aplicada da camada de revestimento 52 é dentre cerca de 0,010 polegadas (cerca de 250 µm) e cerca de 0,030 polegadas (cerca de 760 µm). Em algumas dessas modalidades, esta espessura aplicada inicial é dentre cerca de 0,015 polegadas (cerca de 380 µm) e cerca de 0.025 polegadas (cerca de 630 µm). Ainda, em algumas dessas modalidades, esta espessura aplicada inicial é de cerca de 0,020 polegadas (cerca de 510 µm).

O desgaste interno pode fazer parte da operação normal de uma válvula de borboleta nova ou recondicionada. A válvula pode ser colocada em serviço imediatamente após a montagem e o desgaste interno irá ocorrer sem etapas de processamento adicionais com a formação de assento 60 ocorrendo gradualmente à medida que a taxa de desgaste diminui assintomaticamente em direção à taxa de desgaste "quebrado" realizada em um contato de diâmetro de tampão completo.

Embora a presente invenção tenha sido descrita com referência a uma modalidade exemplar ou a modalidades exemplares, deve ficar entendido por parte dos versados na técnica que várias mudanças podem ser feitas e que equivalentes podem ser substituídos por elementos do tipo sem se afastar do âmbito de aplicação da presente invenção. Além disso, muitas modificações podem ser feitas de modo a adaptar uma situação ou material em particular aos ensinamentos da presente invenção sem se afastar do âmbito de aplica-

ção essencial da mesma. Deste modo, pretende-se que a presente invenção não fique limitada à modalidade ou modalidades em questão, apresentada(s), mas sim inclua todas as modalidades que recaiam dentro do âmbito de aplicação das reivindicações em apenso.

REIVINDICAÇÕES

1. Válvula de borboleta, **CARACTERIZADA** pelo fato de compreender:

uma carcaça incluindo um furo para a passagem de um fluido;

um eixo rotativo que passa pelo furo, o eixo tendo uma extremidade de controle e uma extremidade de reação de impulso;

um disco montado no eixo dentro do furo para o controle do fluxo de um fluido que passa pelo furo;

uma seção de reação de carga de impulso incluindo um tampão de impulso fixado na extremidade de eixo de reação de impulso e uma chapa de impulso fixada na carcaça, a chapa de impulso tendo um poço para a retenção do tampão de impulso e da extremidade de eixo de reação de impulso; e

uma interface de desgaste com uma primeira região de contato sobre o tampão de impulso tendo uma primeira superfície de contato e uma segunda região de contato na base do poço tendo uma segunda superfície de contato, a primeira e a segunda regiões de contato em contato friccional em uma primeira porção da primeira superfície de contato e uma segunda porção de uma segunda superfície de contato;

sendo que a primeira superfície de contato é substancialmente esférica.

2. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a carga de impulso e o movimento relativo da primeira superfície de contato provocam o desgaste de um recesso esférico da segunda superfície de contato.

3. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que pelo menos a primeira região de contato do tampão de impulso inclui carbeto de tungstênio.

4. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a primeira região de contato inclui carbeto de tungstênio em um aglutinante de cobalto.

5. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o aglutinante de cobalto forma pelo menos cerca de 5 % em peso do peso total da primeira região de contato esférica.

6. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a primeira região de contato esférica do tampão de impulso tem um valor de dureza Rockwell "A" mínimo de pelo menos cerca de 91.8.

7. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a primeira região de contato tem uma altura de corda esférica, a altura de corda esférica medindo entre cerca de 40 % e cerca de 55 % de uma altura de uma abertura de folga entre o disco e uma superfície interna do furo.

8. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo

fato de que a segunda superfície de contato plana da chapa de impulso inclui uma camada de revestimento de face rígida.

9. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a camada de revestimento de face rígida inclui uma pluralidade de partículas em uma matriz de liga de níquel, as partículas compreendendo uma quantidade não incidental de boretos ou uma quantidade não incidental de carbetos.

10. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a pluralidade de partículas compreende tanto boretos de cromo como carbetos de cromo.

11. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o revestimento de face rígida tem um valor de dureza Rockwell "C" mínimo de pelo menos cerca de 50.

12. Válvula de borboleta, de acordo com a reivindicação 8, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o revestimento de face rígida é aplicado à chapa de impulso por meio de solda forte.

13. Interface de desgaste para um par de componentes, a interface de desgaste sendo **CARACTERIZADA** pelo fato de compreender:

um primeiro componente incluindo uma primeira região de contato, pelo menos a primeira região de contato sendo feita de carbeto de tungstênio em um aglutinante de cobalto; e

um segundo componente incluindo um poço com uma segunda região de contato disposta no mesmo, pelo menos a segunda região de contato tendo um revestimento resistente ao desgaste compreendendo uma matriz de liga de níquel;

sendo que o primeiro componente e o segundo componente são configurados para um contato friccional substancialmente contínuo próximo à respectiva primeira e segunda regiões de superfície.

14. Interface de desgaste, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o primeiro componente é um tampão de impulso para um eixo de uma válvula de borboleta.

15. Interface de desgaste, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o tampão de impulso é feito por meio da sinterização de um pó de carbeto de tungstênio com um aglutinante de cobalto.

16. Interface de desgaste, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o segundo componente é uma chapa de impulso incluindo um poço para a retenção do tampão de impulso.

17. Interface de desgaste, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a liga de níquel resistente ao desgaste inclui uma pluralidade de partículas

de boreto e carbeto dispersas na matriz de liga de níquel.

18. Interface de desgaste, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que as partículas de boreto e carbeto incluem, respectivamente, boreto de cromo e carbeto de cromo.

19. Nacele de motor, **CARACTERIZADA** pelo fato de compreender:

uma válvula de fechamento e regulagem de pressão compreendendo:

uma carcaça de válvula tendo um furo para a passagem de um fluido;

um eixo rotativo que passa pelo furo, o eixo tendo uma extremidade de controle e uma extremidade de reação de impulso fora do furo;

um disco incorporado com o eixo dentro do furo de modo a controlar o fluxo de fluido; e

uma interface de desgaste incluindo um tampão de impulso disposto na extremidade de eixo de reação de impulso e na chapa de impulso presa na carcaça, a chapa de impulso tendo um poço para a retenção do tampão de impulso e da extremidade de eixo de reação de impulso; e

sendo que o tampão de impulso inclui uma primeira região de contato de carbeto de tungstênio, e a base do poço inclui uma segunda região de contato resistente ao desgaste compreendendo uma pluralidade de partículas de boreto e carbeto dispersas em uma matriz de liga de níquel.

20. Nacele de motor, de acordo com a reivindicação 19, **CARACTERIZADA** pelo fato de que as partículas de boreto e carbeto incluem, respectivamente, boreto de cromo e carbeto de cromo.

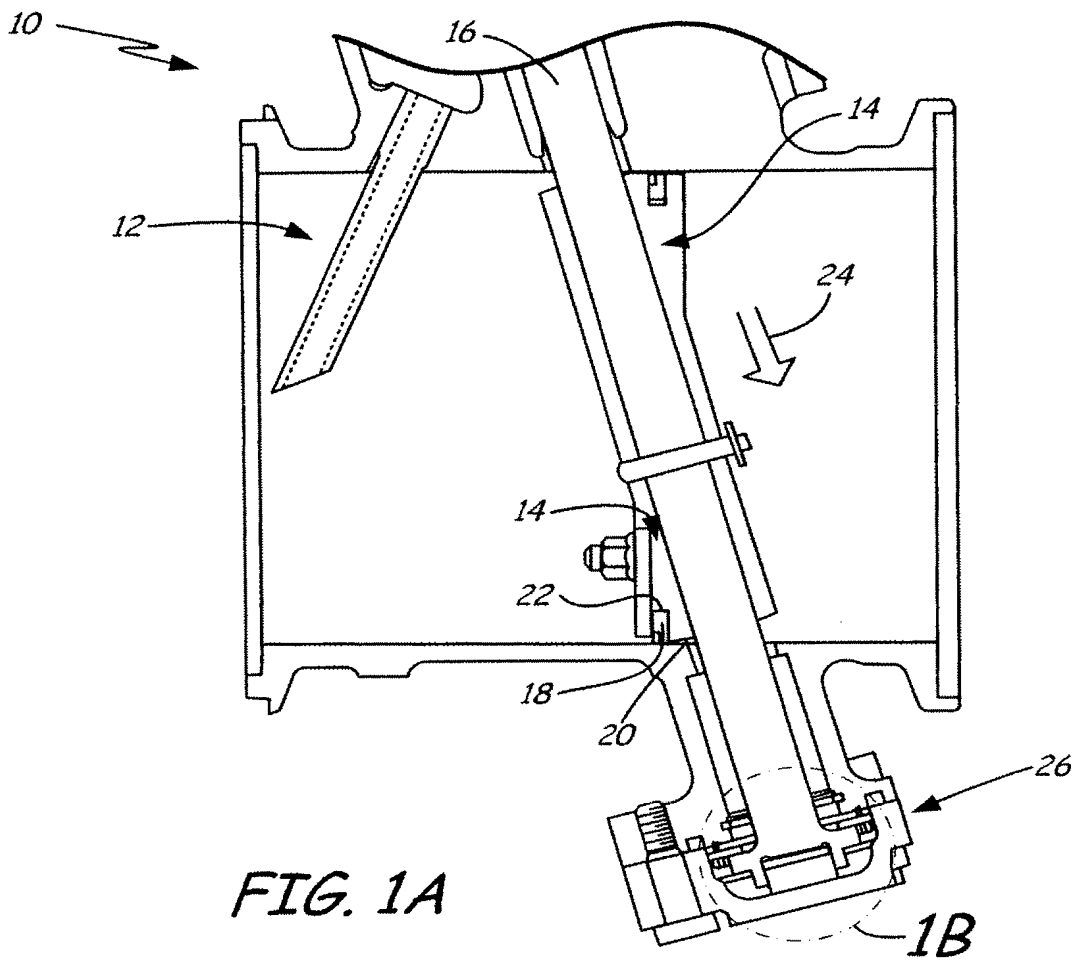


FIG. 1A

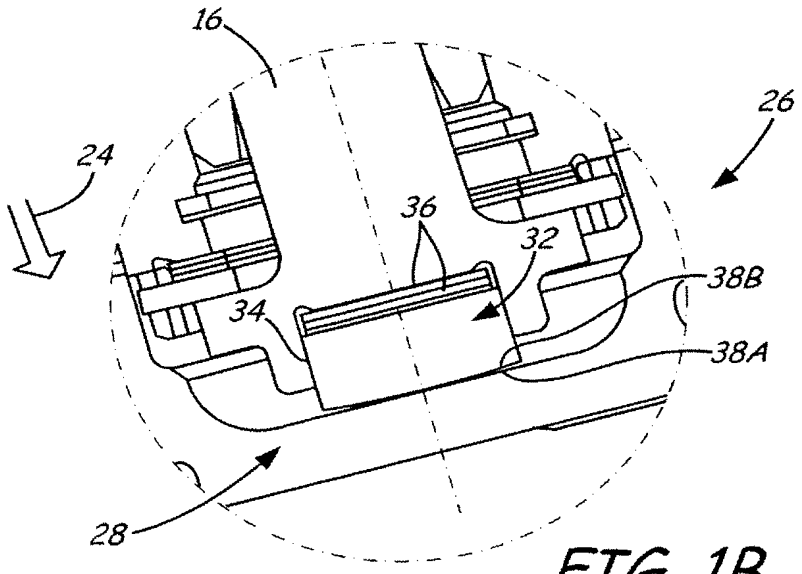


FIG. 1B

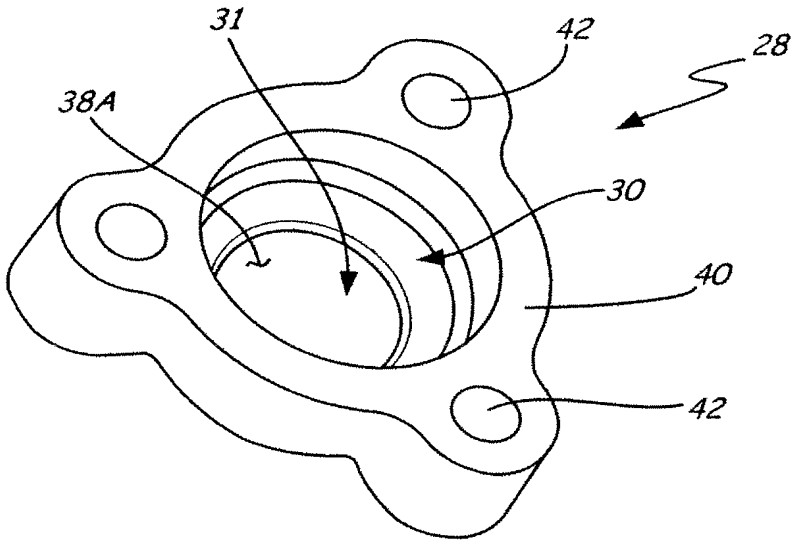


FIG. 2A

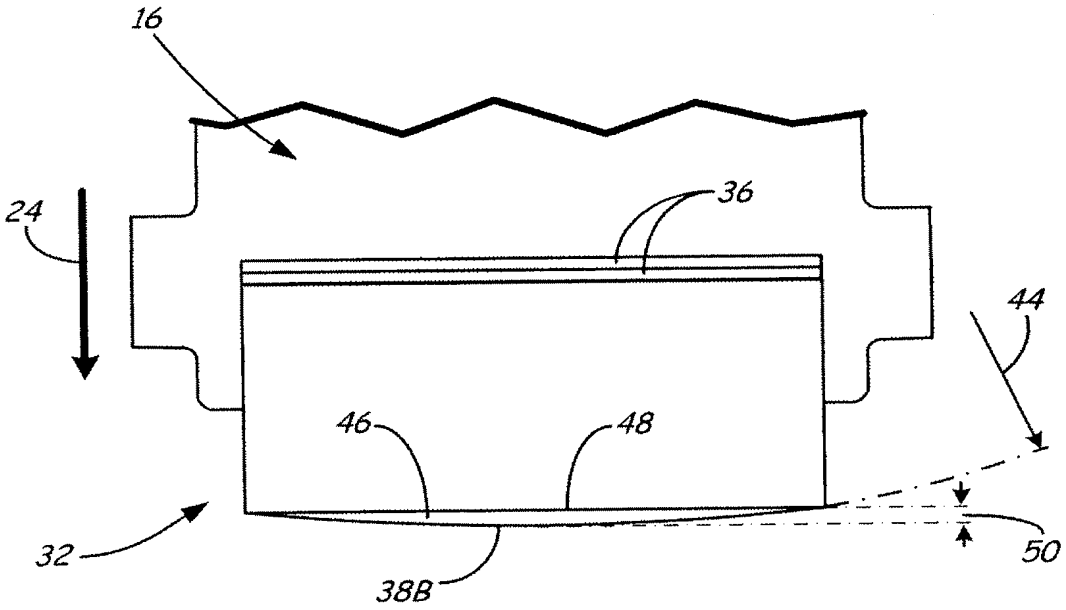


FIG. 2B

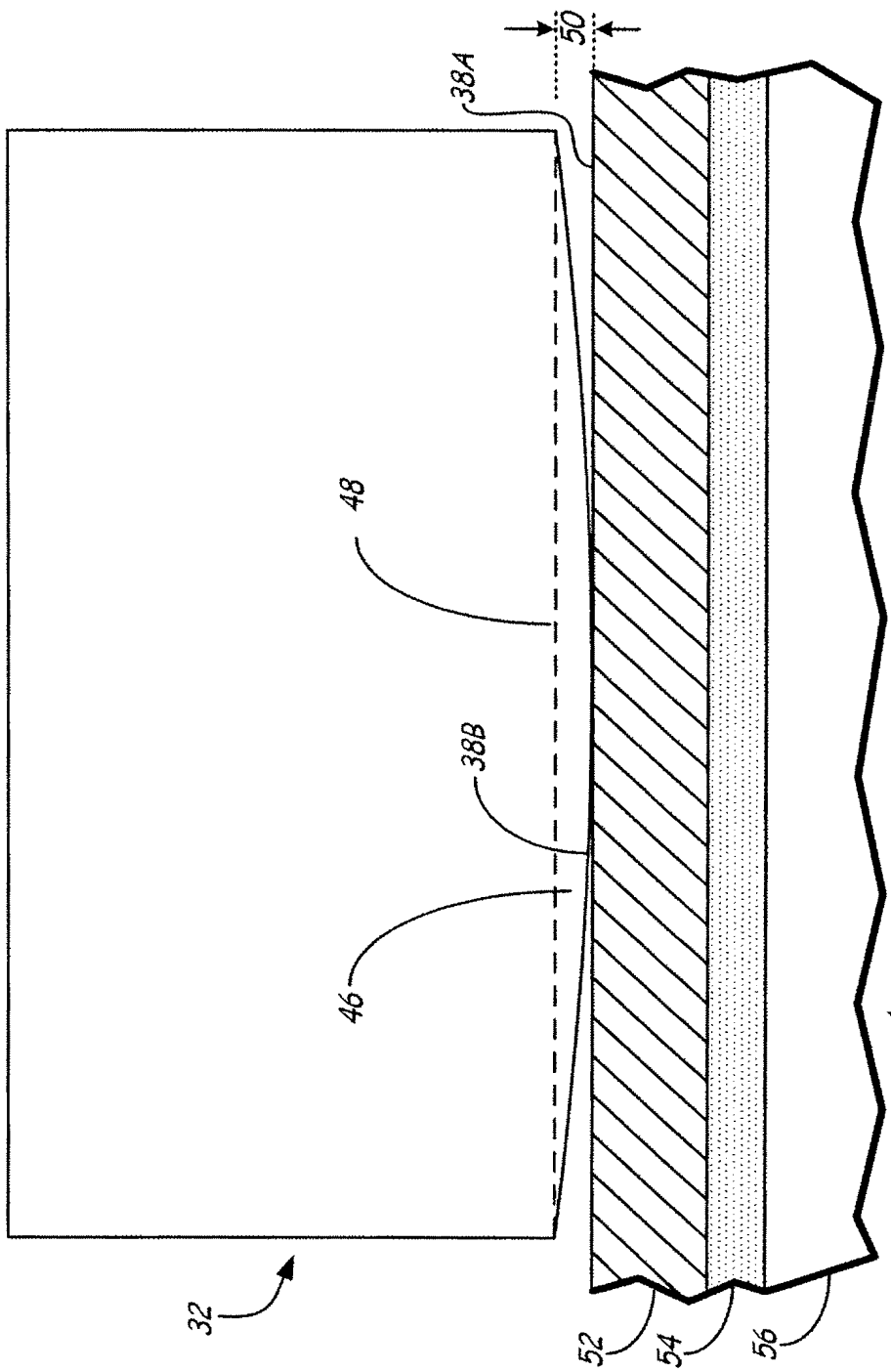


FIG. 3A

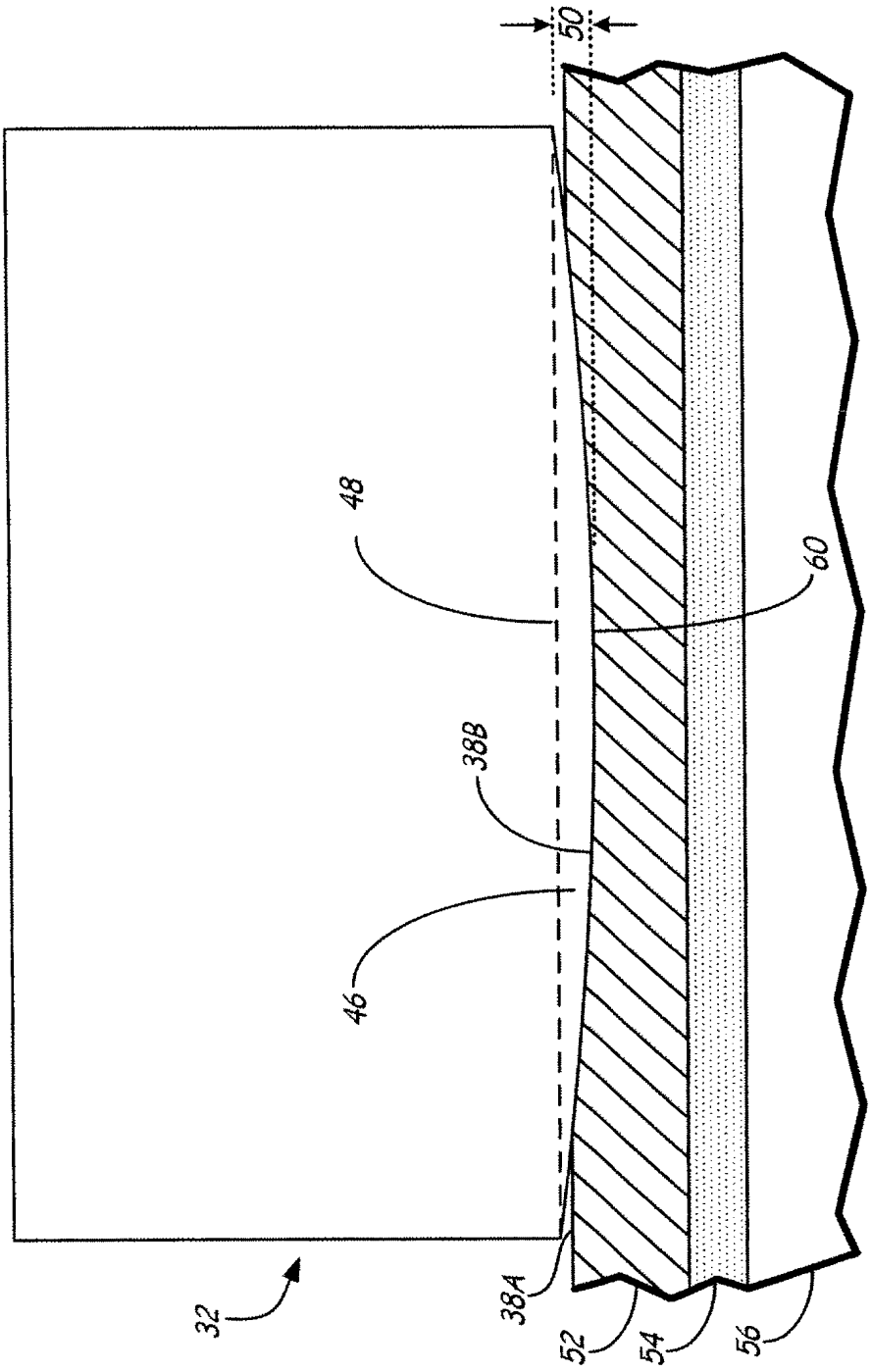


FIG. 3B

RESUMO

"INTERFACE DE DESGASTE PARA VÁLVULA DE BORBOLETA"

Uma válvula de borboleta compreende uma carcaça incluindo um furo, um eixo rotativo que passa pelo furo, um disco montado no eixo para o controle do fluxo de um fluido através do furo, uma seção de reação de carga de impulso e uma interface de desgaste. A seção de reação de carga de impulso inclui um tampão de impulso montado em uma extremidade de reação de impulso do eixo e da chapa de impulso presa na carcaça. A chapa de impulso tem um poço de modo a reter, no sentido axial, o tampão de impulso e a extremidade de reação de impulso do eixo. A interface de desgaste inclui uma primeira região de contato sobre o tampão de impulso com uma primeira superfície de contato e uma segunda região de contato na base do poço com uma segunda superfície de contato. Uma porção da primeira superfície de contato é esférica e fica em contato com uma porção da segunda superfície de contato.