



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

(11) BR 112016018465-3 B1



(22) Data do Depósito: 27/01/2015

(45) Data de Concessão: 10/05/2022

(54) Título: JUNTA DE FLUIDO VEDADA

(51) Int.Cl.: F16L 39/06.

(30) Prioridade Unionista: 11/02/2014 US 14/178,106.

(73) Titular(es): SOFEC, INC..

(72) Inventor(es): L. TERRY BOATMAN; STEPHANE ROY.

(86) Pedido PCT: PCT US2015013033 de 27/01/2015

(87) Publicação PCT: WO 2015/123011 de 20/08/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/08/2016

(57) Resumo: JUNTA DE FLUIDO VEDADA E ARTICULAÇÃO GIRATÓRIA DE FLUIDO. Trata-se de uma articulação giratória de fluido (10A) que inclui uma estrutura anular estacionária (16A, 17A) que define fendas de vedação anulares superiores e inferiores (61, 62) e um alojamento externo giratório (20A) operacionalmente conectado à estrutura anular estacionária (16A, 17A), em que o alojamento externo define um sulco radial (30) que tem superfícies superiores e inferiores. As vedações superiores e inferiores (40, 41) são posicionadas entre a estrutura anular estacionária (16a, 17a) e o alojamento externo giratório (20a) e dispostas nas fendas de vedação superiores e inferiores (61, 62).

“JUNTA DE FLUIDO VEDADA”

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] Esta invenção refere-se, em geral, a equipamento de articulação giratória para transferir fluidos. Em particular, a invenção se refere a uma junta de articulação giratória de fluido para um conjunto de pilha de articulação giratória adaptado para transferir fluidos entre petroleiros, embarcações de armazenamento e semelhantes e um ou mais condutos abaixo da superfície do oceano. O fluido da articulação giratória pode ser um produto, tal como hidrocarbonetos, a ser transferido a partir do leito marinho para uma embarcação, ou pode ser água ou gás a ser transferido a partir da embarcação para o leito marinho para estimulação de poço.

[002] Ainda mais particularmente, a invenção se refere a uma disposição de vedação para uma junta de articulação giratória de fluido que usa o projeto mecânico da junta com a pressão do fluido que flui através da junta para impedir substancialmente que as glândulas de vedação e os vãos de extrusão, nos quais as vedações dinâmicas são colocadas, ampliem como uma função de alta pressão do fluido comumente encontrada em terminais de carregamento offshore para petroleiros de óleo e gás.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[003] A procura offshore por óleo e gás expandiu muito recentemente e progrediu para águas agitadas profundas, tais como o Mar do Norte. Para facilitar a produção de óleo e gás a partir de campos offshore remotamente localizados, sistemas de amarração complexos para terminais de carregamento offshore, os quais servem como locais de produção centralizados para todo o campo, foram desenvolvidos. As linhas de fluido flexíveis, chamadas risers, se estendem a partir de um local submarinho até o local de amarração para permitir a transferência de fluidos entre uma embarcação amarrada e um local submarinho. Por exemplo, determinadas linhas de fluido podem ser usadas

para transmitir óleo e gás para a embarcação flutuante enquanto outras linhas de fluido podem ser usadas para injetar líquidos ou gases de volta a partir da embarcação para poços submarinhos com o propósito de controle, estimulação de poço ou armazenamento.

[004] As embarcações flutuantes podem ser amarradas em um sistema de amarração de ponto único, o qual permite que a embarcação se movimente acompanhando o vento e gire 360° ao redor de um único ponto de amarração. Para permitir que a embarcação gire e se mova livremente sem causar torção ou emaranhamento dos diversos risers aos quais a embarcação é fixada, é necessário fornecer um mecanismo de articulação giratória para conectar as linhas de fluido ao local de amarração. Além disso, uma vez que uma pluralidade de risers está envolvida, é necessário que as articulações giratórias sejam empilhadas a fim de ter a capacidade para acomodar múltiplas linhas de fluido ou risers.

[005] Conjuntos de articulação giratória separados são empilhados um em cima do outro com uma base de pilha de articulação giratória fixa a um quadro estacionário ancorado ao solo do mar.

[006] Articulações giratórias de produto de alta pressão anteriores forneceram um alojamento interno e um alojamento externo que são sustentados de modo giratório no alojamento interno por um mancal de forma que o alojamento externo seja livre para girar ao redor do alojamento interno. Uma câmara de conduto em formato toroidal é formada entre os dois alojamentos quando os dois alojamentos são colocados em registro um com o outro. Uma entrada a partir do alojamento interno se comunica com a câmara e uma saída no alojamento externo se comunica com a câmara. As vedações superiores e inferiores dinâmicas na forma de vedações de face ou de vedações radiais são colocadas em sulcos ou vãos entre superfícies axialmente opostas ou radialmente opostas dos alojamentos internos e externos para impedir que o

fluido vaze pelas duas superfícies voltadas uma para a outra enquanto o fluido de alta pressão estiver presente na câmara.

[007] Quando a alta pressão está presente na entrada e passa através da câmara toroidal e sai pela saída, a pressão na câmara atua para separar o alojamento interno e o alojamento externo um do outro. Em outras palavras, o alojamento interno é forçado a contrair radialmente para dentro como uma consequência de a força gerada pela pressão do fluido atuar em uma área eficaz entre as duas vedações dinâmicas; o alojamento externo é forçado a expandir radialmente para fora pela força da pressão do fluido que atua em uma área eficaz entre as vedações superiores e inferiores dinâmicas. A separação ocorre entre as superfícies voltadas uma para outra como um resultado da alta pressão do fluido na câmara. A alta pressão, conforme usado no presente documento, é direcionada a estar no nível de 13,79 MPa (2.000 psi) e acima.

[008] Conforme a pressão do produto que flui aumenta, a separação entre as superfícies que estão voltadas uma para a outra, nas quais as vedações são colocadas, aumenta. Tal separação pode ser grande o suficiente, devido às altas pressões do produto, a fim de impedir uma operação livre de vazamento da articulação giratória do produto nas altas pressões por meio de falha de extrusão de vedação.

[009] A deformação de componente de articulação giratória foi a matéria de muito esforço por desenvolvedores anteriores. A técnica anterior considerou a ideia de adicionar mais material aos componentes de articulação giratória de forma que a deformação, como uma função de pressão, especialmente de alta pressão na faixa de 34,37 a 68,54 MPa (5.000 a 10.000 psi), resista à deflexão. Com altas pressões, entretanto, os componentes de articulação giratória, isto é, os alojamentos internos e externos, se tornam tão grandes e pesados que os mesmos são desvantajosos dos pontos de vista de peso, custo, manuseio e tamanho, e sem necessariamente atingir o controle de

vão desejado.

[010] A técnica anterior revela articulações giratórias que usam fontes de pressão exteriores para aplicar pressão de fluido de equilíbrio ou de "tampão" na interface de vedação dinâmica. Exemplos de tal compensação de pressão "ativa" para controle de vão de vedação dinâmica são mostrados na Patente nº U.S. 4.602.806 para Saliger; na Patente nº U.S. 4.669.758 para Feller et al., na Patente nº U.S. 5.411.298 para Pollack; na Patente nº U.S. 6.053.787 para Erstad et al. e na Patente nº U.S. 4.662.657 para Harvey et al. Todas essas patentes revelam anéis antiextrusão separados acima e abaixo do coletor de fluido anular em combinação com compensação de pressão ativa.

[011] A Patente nº U.S. 4.555.118 para Salinger revela, na Figura 4, um anel antiextrusão flutuante livre colocado acima e abaixo de uma passagem toroidal entre anéis internos e externos. O anel antiextrusão flutuante livre é inicialmente deslocado (isto é, em pressão zero) do anel de junta interno por um vão de extrusão de vedação pequeno. Em operação, a pressão interna do fluido pressurizado na passagem toroidal é transmitida para o lado externo do anel antiextrusão de forma que o diferencial de pressão por toda vedação pressione o anel antiextrusão contra a superfície externa do anel interno. Em outras palavras, a largura do vão de extrusão de vedação varia como uma função de pressão interna. O contato de metal com metal do anel antiextrusão com a superfície anular do anel interno pode causar problemas de atrito e estriamento durante a operação.

[012] A Patente nº U.S. 4.819.966 para Gibb, nas Figuras 2, 3 e 4, mostra um anel anular que tem um sulco anular que se registra com a entrada de um alojamento interno. Uma câmara anular é formada para fora no anel anular de forma que lábios superiores e inferiores sejam criados no anel anular que estão voltados para a superfície exterior do alojamento interno. Os lábios transportam vedações dinâmicas e são forçados para engate de vedação ao

redor da superfície cilíndrica do alojamento interno acima e abaixo da entrada quando a pressão está na câmara. Um vão de vedação constante é mantido como uma função de pressão conformando-se apropriadamente a câmara e o anel e o lábio. Um sistema lubrificante também pode ser fornecido para injetar um fluido controlado.

[013] A Patente nº U.S. 6.450.546 para Montgomery e Roy mostra uma junta de fluido vedada para uma articulação giratória de fluido em que um anel de alojamento intermediário equilibrado por pressão é montado entre um alojamento interno e um anel de alojamento externo. O equilíbrio por pressão é alcançado fornecendo-se uma câmara ou uma cavidade em anel interna entre o alojamento interno e o anel de alojamento intermediário e uma câmara ou uma cavidade em anel externa entre o anel de alojamento intermediário e externo. Orifícios ou passagens através do anel de alojamento intermediário conectam de modo fluido as câmaras interna e externa. As vedações dinâmicas são colocadas em glândulas de vedação entre o anel de alojamento interno e de alojamento intermediário. As vedações estáticas são colocadas em glândulas de vedação entre os anéis de alojamento intermediário e externo. A disposição transfere a deformação de componente devido à pressão do fluido de pressão a partir da interface de vedação dinâmica para a interface de vedação estática expondo-se a pressão de produto de fluido a uma área eficaz menor nas vedações dinâmicas no lado interno do anel de alojamento intermediário que uma área eficaz nas vedações estáticas no lado externo do anel de alojamento intermediário. As forças contrárias geradas pela pressão do fluido de produto sobre duas áreas eficazes diferentes no anel de alojamento intermediário deformam o anel de alojamento intermediário radialmente em uma direção e quantidade predeterminadas como uma função da pressão crescente. O controle de deformação radial do anel de alojamento intermediário é passivo, devido ao fato de que o mesmo depende de uma disposição geométrica e vedações dinâmicas

e estáticas em ambos os lados do anel de alojamento intermediário e é proporcional à pressão do fluido de produto.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[014] Um objetivo primário da invenção é fornecer uma disposição de articulação giratória de fluido que tem capacidade para fluir um produto de alta pressão através da mesma enquanto minimiza o vazamento de produto pelos sulcos de vedação dinâmica formados entre alojamentos internos e externos.

[015] Outro objetivo da invenção é fornecer uma disposição de articulação giratória de fluido para uma classificação de alta pressão, um diâmetro de trajetória e uma disposição e um formato dos componentes predeterminados que minimizam o diâmetro externo, a altura e o peso da articulação giratória.

[016] Outro objetivo da invenção é fornecer formatos e disposições de alojamentos internos e externos com vedações entre os mesmos que minimizam deflexões internas relativas a fim de assumir uma função apropriada e uma vida longa das vedações.

[017] Outro objetivo da invenção é fornecer uma disposição de articulação giratória de fluido com alojamentos internos e externos dispostos de forma que áreas internas submetidas à alta pressão do fluido sejam minimizadas, permitindo, desse modo, que as peças sejam reduzidas em tamanho e peso.

[018] Outro objetivo da invenção é fornecer sulcos de vedação superior e inferior dinâmica no alojamento externo com vedações de face colocadas nos mesmos, em que os sulcos de vedação são orientados radialmente para fora a partir da linha central da articulação giratória de fluido, em que o formato de uma cavidade de sulco radial no alojamento externo compensa a tendência de os espaços livre atrás das vedações abrirem mais amplamente conforme a pressão atua dentro da articulação giratória.

[019] Outro objetivo da invenção é corresponder a rigidez de flexão do alojamento interno à rigidez de flexão do alojamento externo, de forma que a correspondência elástica ocorra com os alojamentos internos e externos expandindo-se cerca da mesma quantidade na mesma direção quando o fluido de alta pressão é transportado pela articulação giratória, de forma que os alojamentos internos e externos se movam de modo eficaz em conjunto com a pressão crescente e o espaço livre entre as peças permaneça quase o mesmo.

[020] Outro objetivo da invenção é fornecer vedações superiores e inferiores dinâmicas em que as vedações dinâmicas superiores são distinguidas pelo fato de que têm um diâmetro levemente maior do que as vedações dinâmicas inferiores opostas, fornecendo, desse modo, uma força descendente positiva para impedir que o alojamento externo flutue para cima, impedindo, desse modo, uma força vertical excessiva das vedações contra as superfícies do alojamento externo.

[021] Os objetivos identificados acima, assim como outras vantagens e funções da invenção, são incorporados em uma junta de fluido vedada para uma articulação giratória de fluido que tem alojamentos internos e externos com uma cavidade de sulco anular radial que transporta pressão do fluido no alojamento externo anular que está voltado para sulcos de vedação anulares radiais superiores e inferiores, com vedações de face dispostas no mesmo, as quais vedam contra superfícies do alojamento interno. As áreas na cavidade de sulco anular radial são projetadas e dispostas em relação às áreas dos sulcos de vedação anulares radiais superiores e inferiores de forma que o alojamento externo deflita para fora com a pressão crescente para compensar deflexões internas das vedações de face para dentro.

[022] A articulação giratória de fluido é distinguida adicionalmente pelo fato de que tem um coletor de fluido interno no alojamento interno que se comunica com a cavidade de sulco anular radial no alojamento externo anular.

O coletor de fluido interno tem um diâmetro D_{in} , enquanto a cavidade de sulco anular é distinguida pelo fato de que tem uma altura e uma largura internas.

[023] A altura interna da cavidade de sulco anular é dimensionada para ser de 50% a 60% do diâmetro interno do coletor de fluido interno. A largura da cavidade de sulco anular é dimensionada para ser cerca de duas vezes a altura interna da cavidade de sulco anular. Dessa forma dimensionado e disposto, a altura da área de pressão que atua na vedação primária no sulco de vedação anular lateral é de forma que o diâmetro e o peso do alojamento externo sejam minimizados, enquanto também reduz a carga compressiva e as tensões no alojamento interno.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[024] Os objetivos, as vantagens e as funções da invenção se tornarão mais evidentes com referência aos desenhos que são anexos à mesma, em que números de referência semelhantes indicam peças semelhantes e em que uma realização ilustrativa da invenção é mostrada, da qual:

A Figura 1 é um corte transversal de um conjunto de pilha de articulação giratória ilustrativo com duas articulações giratórias, em que cada uma, de acordo com a invenção, é empilhada em uma base de pilha de articulação giratória com uma entrada da base acoplada de modo fluido a uma saída de uma articulação giratória e uma segunda entrada da base acoplada de modo fluido a uma saída de uma segunda articulação giratória;

A Figura 2 é uma vista superior do conjunto de pilha de articulação giratória da Figura 1 em que a linha de corte 1-1 indica a vista em corte transversal da articulação giratória de topo do conjunto da Figura 1;

A Figura 3 é uma vista em corte ampliada de uma articulação giratória de acordo com a invenção;

A Figura 4 é uma vista em corte ampliada que mostra vedações de face dinâmicas escalonadas entre alojamentos internos e externos com um sulco

radial no alojamento externo, em que setas mostram as forças nas peças da articulação giratória causadas por meio de pressão na articulação giratória; e

A Figura 5 é outra ilustração diagramática da Figura 4 que mostra uma área de altura de pressão eficaz na articulação giratória de acordo com a invenção.

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[025] Os aspectos, as funções e as vantagens da invenção mencionados acima são descritos em mais detalhes com referência aos desenhos, em que numerais de referência semelhantes representam elementos semelhantes. A Tabela a seguir fornece uma lista de numerais de referência usados por todo o relatório descritivo e as funções que os mesmos representam:

Numeral de Referência	Função	Figuras em que o Numeral de Referência Aparece
5	Eixo geométrico longitudinal	1
10A	Articulação giratória superior	1, 3, 4, 5
10B	Articulação giratória inferior	1
16A	Alojamento interno da articulação giratória superior	1, 3, 4, 5
16B	Alojamento interno da articulação giratória inferior	1
17A	Placa de vedação da articulação giratória superior	1, 3, 4, 5
17B	Placa de vedação da articulação giratória inferior	1
18	Porção de anel superior	4
18A	Parafusos rosqueados	1
19	Porção de anel inferior	4
20A	Alojamento externo da articulação giratória superior	1, 3, 4, 5
20B	Alojamento externo da articulação	1

Numeral de Referência	Função	Figuras em que o Numeral de Referência Aparece
	giratória inferior	
21A	Mancal superior da articulação giratória superior	1, 3, 4
21B	Mancal superior da articulação giratória inferior	1
22A	Mancal inferior da articulação giratória superior	1, 3, 4
22B	Mancal inferior da articulação giratória inferior	1
23A	Articulação giratória superior mancal radial	1, 3, 4
23B	Mancal radial da articulação giratória inferior	1
26A	Entrada do alojamento interno superior	1
26B	Entrada do alojamento interno inferior	1
30	Sulco radial	1, 3, 4
30A	Saída de fluxo radial	2
40	Vedação dinâmica superior	3, 4, 5
41	Vedação dinâmica inferior	3, 4, 5
42	Vedação dinâmica superior de reserva	3, 4, 5
43	Vedação dinâmica inferior de reserva	3, 4, 5
44	Vedação dinâmica secundária superior	3, 4, 5
45	Vedação dinâmica secundária inferior	3, 4, 5
46	Vedação dinâmica superior secundária de reserva	3, 4, 5
47	Vedação dinâmica inferior secundária de reserva	3, 4, 5
52	Conectores da articulação giratória	1
52A	Ombro superior	4, 5
52B	Ombro inferior	4, 5

Numeral de Referência	Função	Figuras em que o Numeral de Referência Aparece
54	Alojamento de base	1
56	Bobinas fixas	1
58A	Entrada de base da articulação giratória superior	1
58B	Entrada de base da articulação giratória inferior	1
60A	Bobina superior	1, 2
60B	Bobina inferior	1, 2
61	Primeira fenda anular superior	4
62	Primeira fenda anular inferior	4
63	Segunda fenda anular superior	4
64	Segunda fenda anular inferior	4
70	Parafusos	1
98	Vedação estática primária	4
99	Vedação estática secundária	4
100	Base da articulação giratória	1
105	Espaço	4
120	Braços de pega	2
200	Pilha da articulação giratória	1
A ₁	Componente lateral da área vedada circunferencial do alojamento externo	4
D _P	Diâmetro interno da bobina superior	1
F _H	Força horizontal	4
F _{v1}	Força vertical para dentro	4
F _{v2}	Força vertical para fora	4
H _{eff}	Altura eficaz	5
P	Pressão no sulco radial	4, 5

[026] A invenção é para uma articulação giratória de alta pressão

inovadora em que duas das articulações giratórias inovadoras são ilustradas na Figura 1 empilhadas uma em cima da outra. Duas articulações giratórias, que incluem a articulação giratória superior 10A e a articulação giratória inferior 10B da pilha de articulação giratória 200, são mostradas empilhadas no topo de uma base de articulação giratória fixa 100. Duas articulações giratórias são mostradas para propósitos ilustrativos na Figura 1, mas uma única articulação giratória pode ser fornecida ou mais bases de alojamento interno podem ser fornecidas para acomodar diversas articulações giratórias. Conforme mostrado na Figura 1, um alojamento interno da articulação giratória superior 16A e um alojamento interno da articulação giratória inferior 16B são presos por parafusos 70 que se estendem a partir do topo da articulação giratória superior 10A, através da articulação giratória inferior 10B, através do conector da articulação giratória 52 e até o alojamento de base 54.

[027] A articulação giratória base 100 é fixa a um ponto substancialmente estacionário de modo geográfico (não mostrado) de um terminal de amarração offshore. As bobinas fixas 56, dispostas e projetadas para transportar fluidos de alta pressão, entram nas entradas de base da articulação giratória superior e inferior 58A, 58B do alojamento de base 54. Obviamente, outras bobinas podem ser fornecidas ao redor da circunferência do alojamento de base 54 para fornecer uma comunicação fluida a outras articulações giratórias em uma pilha. Uma bobina superior 60A fornece comunicação fluida entre a entrada de base 58A e a entrada do alojamento interno superior 26A da articulação giratória superior 10A. Uma bobina inferior 60B fornece comunicação fluida entre a entrada de base 58B e a entrada do alojamento interno inferior 26B da articulação giratória inferior 10B. As bobinas 60A, 60B são espaçadas ao redor de um eixo geométrico longitudinal 5 da pilha de articulações giratórias.

[028] A articulação giratória superior 10A é construída com um alojamento interno da articulação giratória superior 16A que tem uma placa de

vedação da articulação giratória superior 17A fixada a seu topo por meio de parafusos rosqueados 18A. O alojamento externo da articulação giratória superior 20A é transportado de modo giratório nos componentes do alojamento interno 16A, 17A por meio de mancais superiores e inferiores da articulação giratória superior 21A, 22A e do mancal radial da articulação giratória superior 23A.

[029] Conforme ilustrado na Figura 1, a articulação giratória inferior 10B pode ser construída de modo semelhante à articulação giratória superior 10A, com os dois conjuntos de articulação giratória aparafusados um ao outro. A articulação giratória inferior 10B pode ser construída de modo muito semelhante à articulação giratória superior 10A, com mancais superiores e inferiores de articulação giratória inferior 21B e 22B e um mancal radial de articulação giratória inferior 23B, o que fornece sustentação giratória do alojamento externo da articulação giratória inferior 20B ao alojamento interno da articulação giratória inferior 16B e a uma placa de vedação da articulação giratória inferior 17B. Conforme mencionado acima, a articulação giratória superior 10A e a articulação giratória inferior 10B são acopladas em conjunto, e ao alojamento de base 54, por meio de parafusos rosqueados 70. Embora muito da revelação a seguir se refira à articulação giratória superior 10A e a suas peças, deve ser compreendido que as funções e os princípios discutidos se aplicam igualmente à articulação giratória inferior 10B. Além disso, a pilha de articulação giratória, de acordo com a presente invenção, pode ter articulações giratórias adicionais, em que cada uma compartilha as funções e as características em comum com aquelas discutidas no presente documento.

[030] Na articulação giratória superior 10A, uma saída de fluxo radial 30A no alojamento externo da articulação giratória superior 20A é radialmente alinhada a um sulco radial 30, o qual se estende circunferencialmente ao redor do alojamento externo da articulação giratória

superior 20A. Quando o alojamento externo da articulação giratória superior 20A gira ao redor dos membros do alojamento interno da articulação giratória superior 16A/17A, o sulco radial 30 está sempre em comunicação fluida com a entrada do alojamento interno superior 26A, a qual se conecta de modo fluido à bobina 60A e à entrada de base 58A.

[031] A Figura 2 é uma vista superior da pilha de articulação giratória de uma realização da presente invenção. As bobinas 60A, 60B são posicionadas a 180° graus uma da outra. Uma única saída de fluxo radial 30A é ilustrada para comunicação fluida com a bobina 60A, mas múltiplas passagens de saída radiais podem ser fornecidas ao redor do alojamento externo. Os braços de pega 120 podem ser montados no topo do conjunto de pilha de articulação giratória.

[032] A Figura 3 é uma vista em perspectiva da articulação giratória superior 10A que ilustra o alojamento interno da articulação giratória superior 16A e a placa de vedação da articulação giratória superior 17A em registro com o alojamento externo da articulação giratória superior 20A e sustentado de modo giratório no mesmo por meio de mancais 21A e 22A, assim como por um mancal radial inferior 23A. Um mancal radial superior (não mostrado) pode ser fornecido, o qual corresponde ao mancal 23A. Os pares de vedação dinâmica 40, 42; 41, 43; 44, 46; 45, 47 fornecem a vedação do alojamento interno e externo em resposta ao fluido de alta pressão no coletor de fluido interno 26A e no sulco radial 30.

[033] A Figura 4 mostra um corte transversal parcial ampliado da articulação giratória superior 10A, que inclui os componentes do alojamento interno da articulação giratória superior 16A e 17A e o alojamento externo da articulação giratória superior 20A sustentados de modo giratório por meio de mancais superiores e inferiores da articulação giratória superior 21A, 22A e do mancal radial da articulação giratória superior 23A. As vedações estáticas 98, 99

são posicionadas entre o alojamento interno 16A e a placa de vedação 17A para impedir que o fluido de alta pressão no sulco radial 30 passe entre os mesmos. Os componentes 16A e 17A são estáticos; os mesmos são aparafusados em conjunto e se movem em conjunto como uma unidade. Um primeiro conjunto de vedações de face dinâmicas anulares superiores e inferiores 40, 41 é colocado nas primeiras fendas anulares superiores e inferiores 61, 62. Um conjunto secundário de reserva de vedações de face dinâmicas anulares superiores e inferiores 42, 43 é colocado nas segundas fendas anulares superiores e inferiores 63, 64, as quais têm um diâmetro maior que as primeiras fendas anulares superiores e inferiores 61, 62.

[034] A Figura 4 ilustra adicionalmente as forças no alojamento externo da articulação giratória superior 20A causadas pela alta pressão do fluido no sulco radial 30, assim como o espaço 105 entre os componentes internos da articulação giratória superior 16A, 17A e o alojamento externo da articulação giratória superior 20A. A Figura 4 exagera o espaço 105 para ilustrar que a alta pressão atua atrás das vedações dinâmicas 40 e 41, incluindo sobre os ombros superiores e inferiores 52A e 52B, para forçar a vedação dinâmica 40 para a fenda de vedação de face 61 e para forçar a vedação dinâmica 41 para a fenda de vedação de face 62. Em outras palavras, uma força vertical para dentro F_{v1} é aplicada atrás das vedações dinâmicas 40 e 41 em direção ao alojamento externo da articulação giratória superior 20A por meio da pressão do fluido. A força para dentro total F_{v1} é igual à pressão do fluido P vezes a área vedada circunferencial do alojamento externo, cujo componente lateral é identificado como A_1 na Figura 4.

[035] O sulco radial 30 é conformado a fim de fazer com que as porções de anel superiores e inferiores 18, 19, as quais estão voltadas de modo oposto às vedações dinâmicas 40, 41, deflitam para fora e se separem sob a força da pressão P no sulco radial 30. Consultar as setas denominadas

“DIREÇÃO DE DEFLEXÃO” da Figura 4. Essas deflexões compensam parcialmente quaisquer deflexões prejudiciais da placa de vedação da articulação giratória superior 17A acima e do alojamento interno da articulação giratória superior 16A abaixo.

[036] As deflexões para fora de porções de anel superiores e inferiores 18, 19 são causadas pela pressão P que atua nas superfícies do sulco radial 30. A área circunferencial das superfícies do sulco em que a pressão P atua, ou a área de sulco circunferencial, é projetada para ser maior que a área de vedação circunferencial discutida acima. A força vertical para fora F_{v2} , a qual é gerada pela pressão P , atua para defletir as porções de anel superiores e inferiores 18, 19 em oposição à força para dentro F_{v1} . A força F_{v2} é maior que a F_{v1} . A força líquida F_{v2} a F_{v1} deflete a porção de anel superior 18 para fora e para cima e a porção de anel inferior 19 para fora e para baixo. Como um resultado, os espaços livres das fendas de vedação 61, 63 e 62, 64 permanecem substancialmente constantes com a pressão que aumenta para níveis muito altos.

[037] Uma força horizontal F_H faz com que o alojamento externo da articulação giratória superior 20A deflita para fora, mas tem pouco efeito nos espaços livres das fendas de vedação 61, 63 e 62, 64.

[038] A Figura 5 é o mesmo corte transversal de uma porção de uma articulação giratória, mas ilustra a altura interna de pressão radial encurtada, ou a altura eficaz H_{eff} , em que a pressão do fluido na articulação giratória está atuando. Isso tende a forçar o alojamento externo da articulação giratória superior 20A para fora a partir dos membros de alojamento interno da articulação giratória superior 16A, 17A. A altura eficaz H_{eff} da área de pressão em que a pressão P está atuando é a altura que atua ao redor do sulco do alojamento externo e dos ombros superiores e inferiores 52A e 52B. A área pode ser reduzida por meio da colocação de vedações 40, 41 em uma disposição

escalonada, o que coloca as mesmas o mais próximo possível em prática. Uma redução na área de pressão resulta em uma redução da carga compressiva e das tensões no alojamento interno. Além disso, a altura eficaz H_{eff} reduzida reduz a força radial aplicada ao alojamento externo da articulação giratória superior 20A de forma que seu diâmetro e seu peso possam ser reduzidos, o que resulta em uma articulação giratória mais leve e menor.

FUNÇÕES ADICIONAIS

[039] A invenção incorporada na articulação giratória ilustrada nas Figuras 1 a 5 é distinguida pelo fato de que tem funções adicionais, que incluem:

(1) As vedações dinâmicas discutidas acima podem incluir, como vedações primárias, uma vedação superior 40, uma vedação inferior 41, uma vedação superior de reserva 42 e uma vedação inferior de reserva 43 para vedação entre os componentes do alojamento interno da articulação giratória superior 16A, 17A e o alojamento externo 20A. Consultar as Figuras 4 e 5. Um sistema de vedação secundária, que inclui uma vedação secundária superior 44, uma vedação secundária inferior 45, uma vedação superior secundária de reserva 46 e uma vedação inferior secundária de reserva 47, também pode ser fornecido.

(2) As vedações estáticas das Figuras 4 e 5 podem incluir uma vedação estática primária 98 e uma vedação estática secundária 99.

Sistemas de barreira de óleo separados podem ser fornecidos nas vedações dinâmicas primárias 40, 42 e 41, 43 e nas vedações secundárias dinâmicas 44, 46, e 45, 47.

(3) As vedações dinâmicas superiores 40, 42 e 44, 46, que cercam radialmente os componentes do alojamento interno 16A, 17A, podem ter um diâmetro levemente maior que as vedações dinâmicas inferiores opostas correspondentes 41, 43 e 45, 46. Tal diâmetro maior das vedações dinâmicas superiores, em comparação com as vedações dinâmicas inferiores, produz uma

força descendente positiva que minimiza o alojamento externo da articulação giratória superior 20A de “flutuar” para cima e forçar excessivamente as vedações verticalmente.

(4) O sulco radial 30 no alojamento externo da articulação giratória superior 20A é amplo e tem uma altura curta, conforme ilustrado na Figura 4, em que a altura é cerca de 50% a 60% do diâmetro interno D_P da entrada do alojamento interno (26A). Conforme descrito acima, as vedações dinâmicas 40, 42; 41, 43; 44, 46; 45, 47 são colocadas, preferencialmente, o mais próximo possível em prática em uma disposição escalonada. Tais geometrias contribuem para a redução da altura de pressão na área que atua no alojamento externo da articulação giratória superior 20A. (Consultar, por exemplo, a altura eficaz H_{eff} na Figura 5). Com uma classificação de pressão interna predeterminada, aquela pressão atua em uma área de pressão menor, o que resulta em uma força radial menor. Como uma consequência, o diâmetro e o peso do alojamento externo são reduzidos, em comparação com articulações giratórias anteriores da mesma classificação de pressão. A área de altura de pressão eficaz mais curta H_{eff} também reduz a carga compressiva e as tensões nos componentes do alojamento interno da articulação giratória superior 16A e 17A.

REIVINDICAÇÕES

1. JUNTA DE FLUIDO VEDADA (10A), compreendendo:

um componente de alojamento interno (16A, 17A) anular posicionado coaxialmente ao redor de um eixo geométrico longitudinal central (5);

um alojamento externo (20A) posicionado coaxialmente ao redor do componente de alojamento interno (16A, 17A) anular, o alojamento externo (20A) disposto e projetado para girar em relação ao componente de alojamento interno (16A, 17A) anular ao redor do eixo geométrico longitudinal central (5); o alojamento externo (20A) definindo uma cavidade de sulco anular (30) tendo superfície superior e inferior;

vedações anulares superiores e inferiores (40, 41) para vedação entre o componente de alojamento interno (16A, 17A) anular e o alojamento externo (20A), em que as vedações anulares superiores e inferiores são dispostas nas fendas superiores e inferiores (61, 62) formados nos componentes de alojamento interno (16A, 17A) anular ou alojamento externo (20A);

caracterizada por compreender ainda:

uma entrada do alojamento interno (26A) disposto em pelo menos um dos componentes de alojamento interno (16A, 17A) anulares e disposto para transportar fluido de pressão (P) para a cavidade de sulco anular (30), o fluido permitido para preencher um espaço (105) entre o componente de alojamento interno (16A, 17A) anular e o alojamento externo (20A) em que o fluido exerce uma primeira força (F_{v1}) longitudinalmente para dentro na superfície externa do alojamento externo (20A) e uma segunda força (F_{v2}) longitudinalmente para fora nas superfícies superiores e inferiores da cavidade de sulco anular (30), em que a segunda força (F_{v2}) tem uma magnitude maior que a primeira força (F_{v1}) de forma que o alojamento externo (20A) deflita para fora.

2. JUNTA, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada

pelos componentes de alojamento interno (16A, 17A) anulares serem estacionários.

3. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, caracterizada por compreender adicionalmente:

pelo menos dois mancais de propulsão (21A, 22A) entre as superfícies anulares que se estendem lateralmente do alojamento externo (20A) e o componente de alojamento interno (16A, 17A) anular; e

pelo menos um mancal radial (23A) entre as superfícies longitudinalmente voltadas do componente de alojamento interno (16A, 17A) anular e do alojamento externo (20A).

4. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pelas vedações anulares superiores e inferiores (40, 41) serem vedações dinâmicas.

5. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada pelas vedações anulares superiores e inferiores (40, 41) serem vedações de face.

6. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizada pelo alojamento externo (20A) incluir fendas anulares superiores e inferiores (61, 62) e vedações anulares superiores e inferiores (40, 41) serem dispostas nas fendas anulares superiores e inferiores (61, 62).

7. JUNTA, de acordo com a reivindicação 6, caracterizada pela fenda de vedação anular superior (61) estar acima da cavidade de sulco anular (30) e a fenda de vedação anular inferior (62) estar abaixo da cavidade de sulco anular (30), as fendas anulares tendo um diâmetro de fenda que é menor do que um diâmetro externo da cavidade de sulco anular (30).

8. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizada por compreender adicionalmente

segundas fendas anulares superiores e inferiores (63, 64) que são

concêntricas às fendas anulares superiores e inferiores (61, 62), mas são formadas em um diâmetro aumentado no alojamento externo (20A), e

vedações dinâmicas superiores e inferiores de reserva (42, 43) dispostas respectivamente nas segundas fendas anulares superiores e inferiores (63, 64).

9. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, caracterizada pela entrada do alojamento interno (26A) ter um diâmetro interno;

em que a cavidade de sulco anular (30) no alojamento externo (20A) tem uma altura interna e uma largura,

em que a altura interna da cavidade de sulco anular (30) é de 50% a 60% do diâmetro interno da entrada do alojamento interno (26A);

em que a largura da cavidade de sulco anular (30) é duas vezes a altura interna; e

em que as fendas anulares superiores e inferiores (61, 62) no alojamento externo (20A) são posicionadas de perto um ao outro em uma direção axial, reduzindo, desse modo, um diâmetro da área de pressão (H_{ef}) que atua para fora no alojamento externo (20A).

10. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizada por compreender adicionalmente vedações de reserva (42, 43), vedações secundárias (44, 45) e vedações secundárias de reserva (46, 47) posicionadas entre o alojamento externo (20A) e o componente de alojamento interno (16A, 17A).

11. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizada pela cavidade de sulco anular (30) ter uma largura radial definindo porções de anel superior e inferior (18, 19) do alojamento exterior, e a primeira força axial (F_{v1}) é exercido na superfície superior externa da porção de anel superior (18), e a segunda força axial (F_{v2}), com uma maior magnitude do

que a primeira força axial, faz com que a porção do anel superior se desvie axialmente para cima.

12. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizada por:

a vedação anular superior (40) definir uma área circumferencial e axialmente selada do alojamento exterior a partir de um diâmetro mais interno da vedação anular superior (40);

a magnitude da primeira força axial (Fv_1) ser o produto da área circumferencial e axialmente selada vezes a pressão do fluido (P); e

a cavidade de sulco anular (30) ter uma área de sulco circumferencial superior definida por uma largura de sulco radial, e a magnitude da segunda força axial (Fv_2) é o produto da área de sulco circumferencial superior vezes a pressão de fluido (P).

13. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizada pelo fluido exercer uma terceira força axial (Fv_1) sobre uma superfície inferior exterior do alojamento externo (20A) e uma quarta força axial (Fv_2) na superfície inferior da cavidade de sulco anular (30), a quarta força axial (Fv_2) com uma maior magnitude do que a terceira força axial (Fv_1), de modo que o alojamento externo (20A) se desvie axialmente para baixo.

14. JUNTA, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pela terceira força axial (Fv_1) ser igual à primeira força axial (Fv_1), mas na direção oposta e a quarta força axial (Fv_2) é igual à segunda força axial (Fv_2), mas na direção oposta.

15. JUNTA, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizada por:

o alojamento externo (20A) incluir as fendas anulares superiores e inferiores (61, 62) que têm um primeiro diâmetro de fenda;

cada uma das vedações anulares superiores e inferiores (40, 41)

definirem uma área circunferencial e axialmente selada do alojamento externo (20A) do diâmetro mais interno para a fenda anular (61, 62) e a cavidade de sulco anular (30) tendo áreas de sulco circunferenciais superiores e inferiores definido por uma largura de sulco radial, sendo as áreas de sulco circunferenciais maiores do que as áreas circunferenciais e axialmente seladas do alojamento externo (20A); e

a pressão de fluido que atua nas áreas de sulco circunferencial superior e inferior e as áreas circunferenciais e axialmente seladas do alojamento externo (20A) resultarem em forças de rede que atuam axialmente para fora causando uma pequena deflexão axial do alojamento externo (20A).

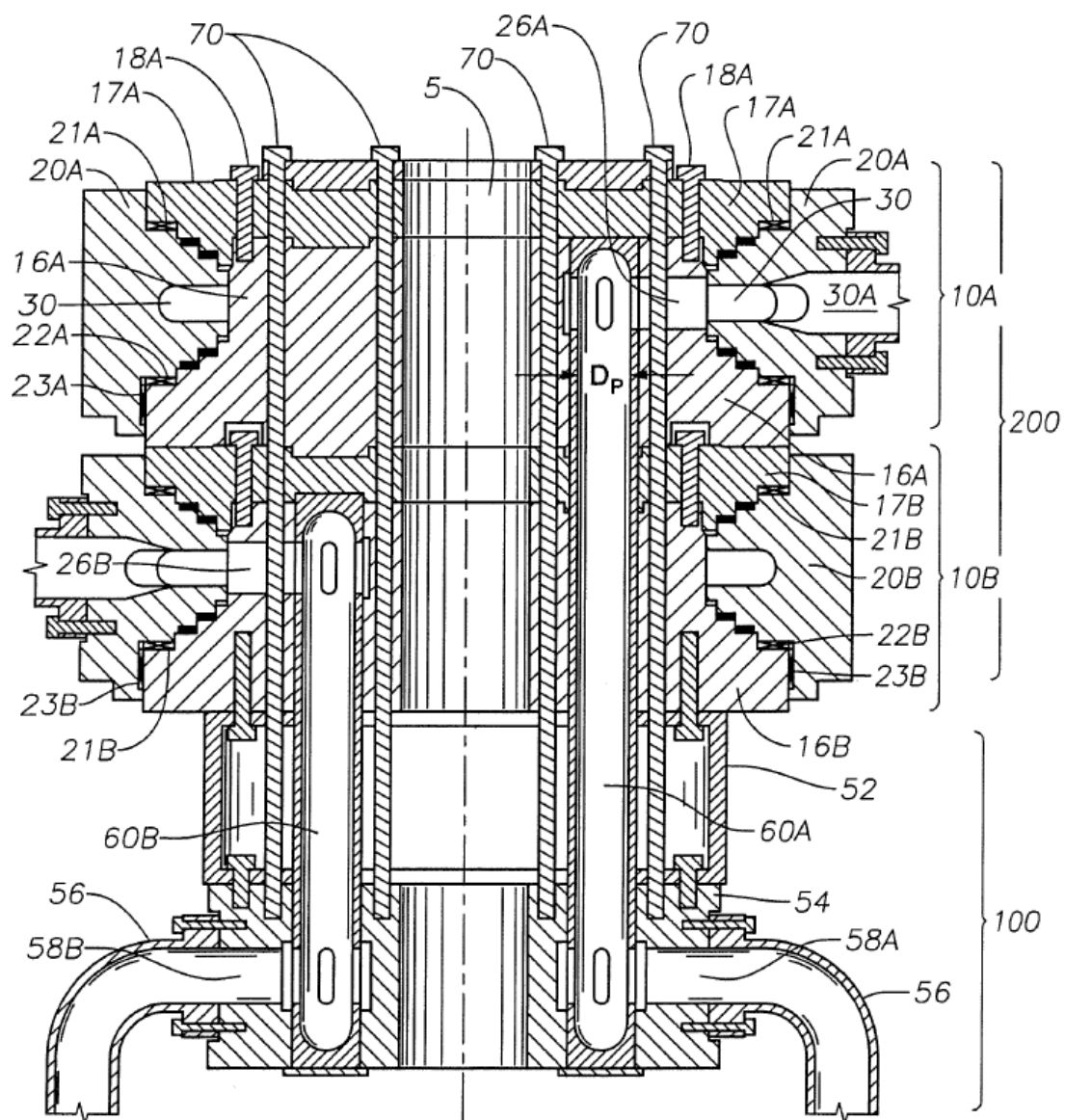


FIG. 1

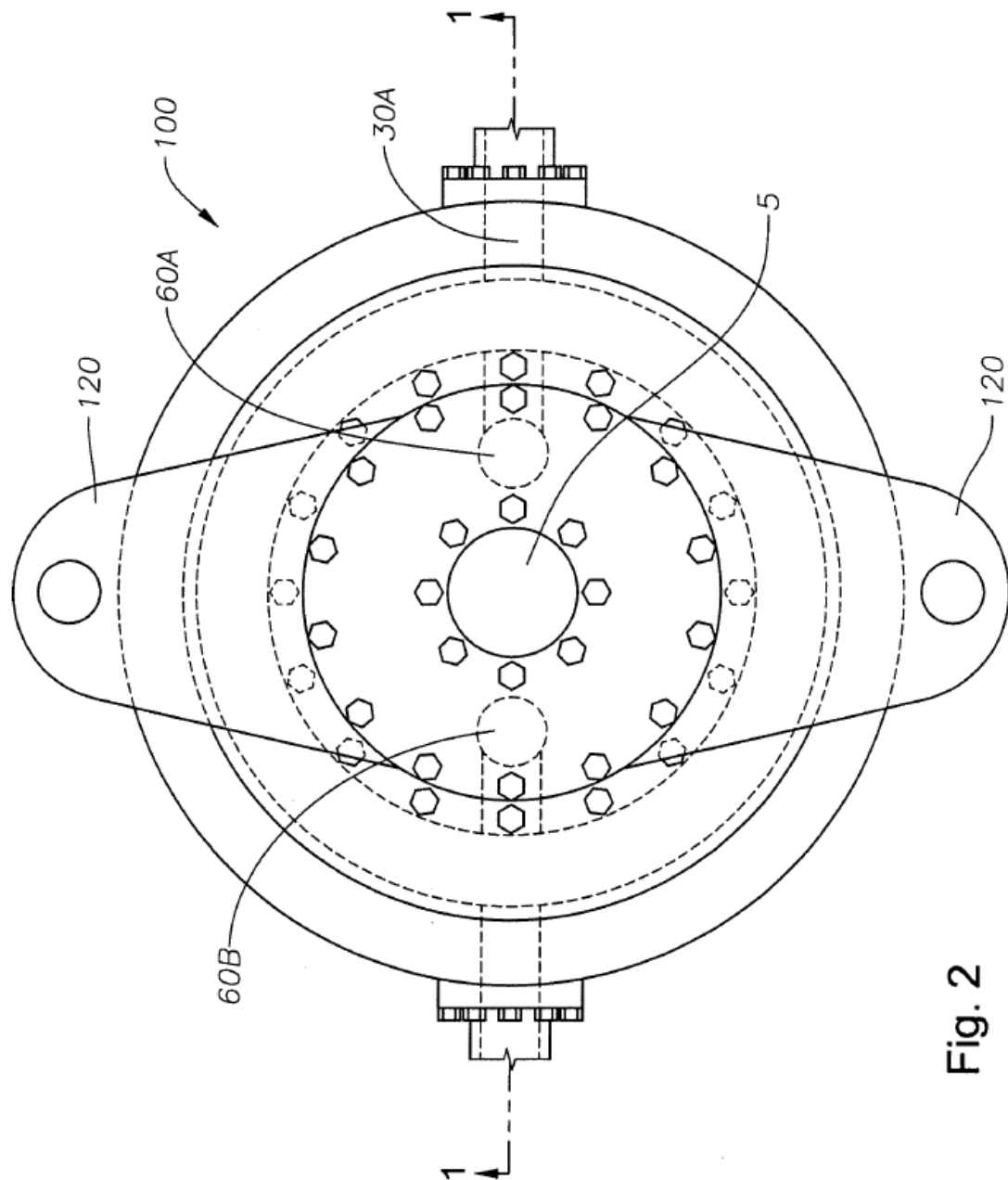


Fig. 2

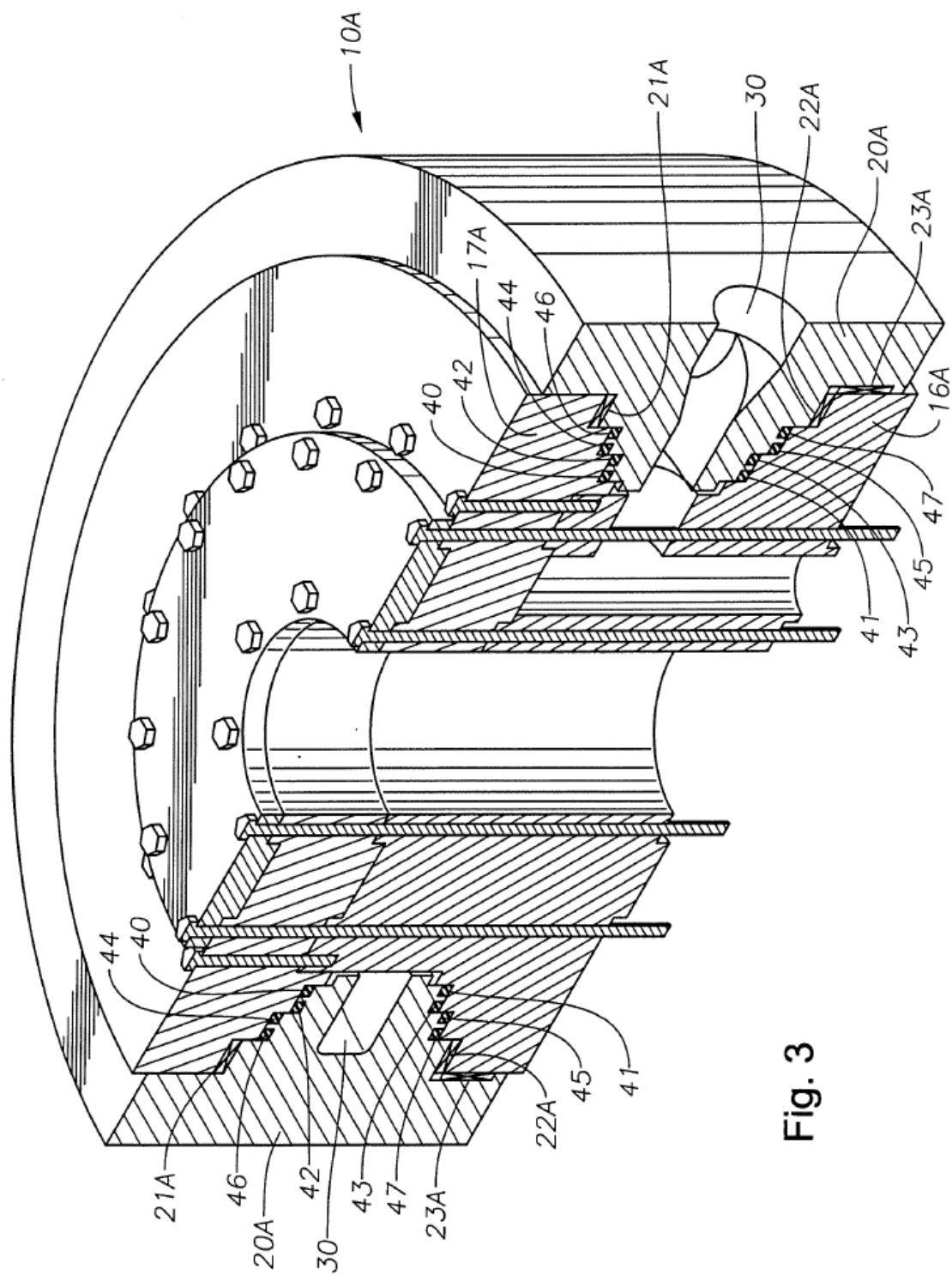


Fig. 3

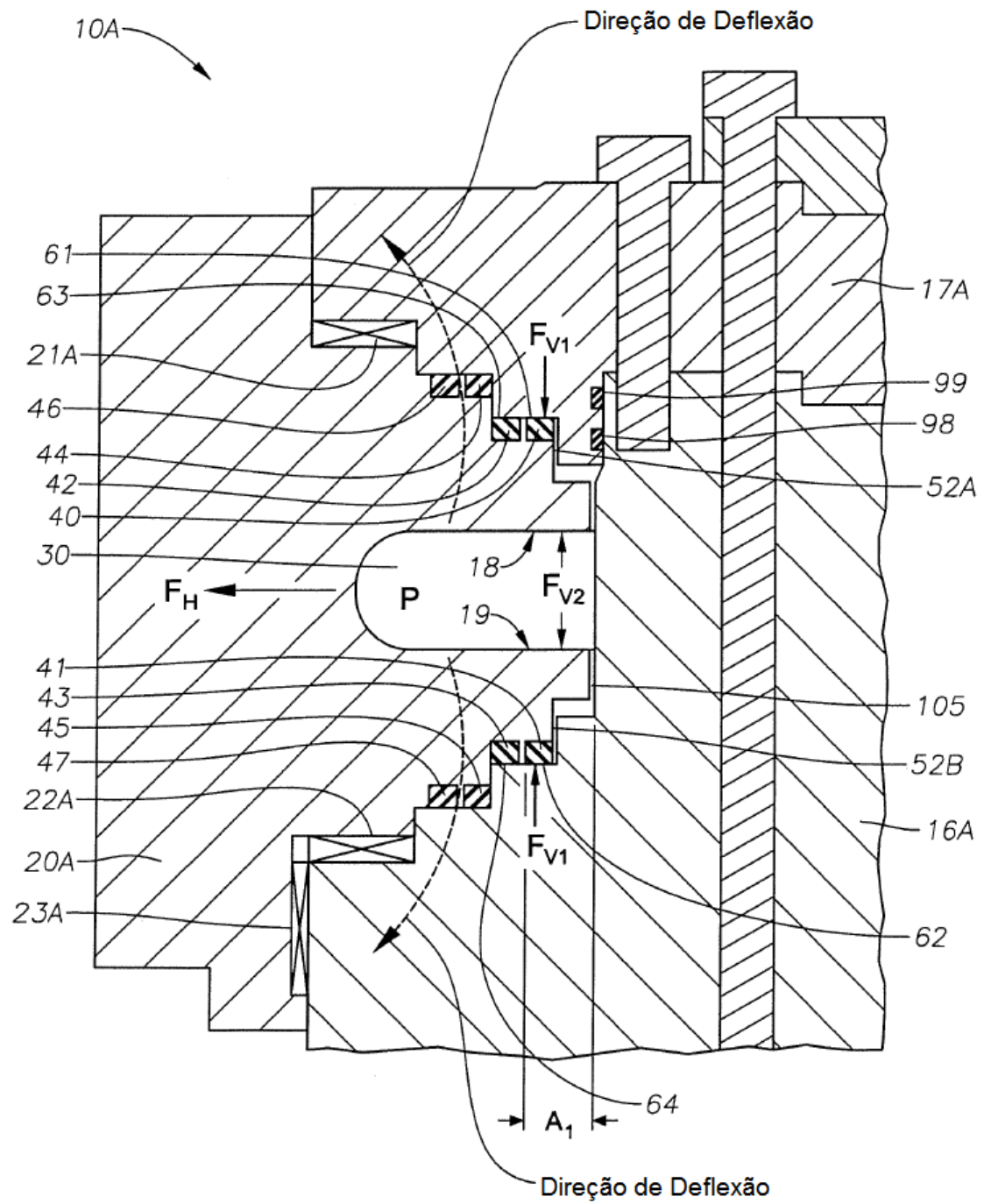


Fig. 4

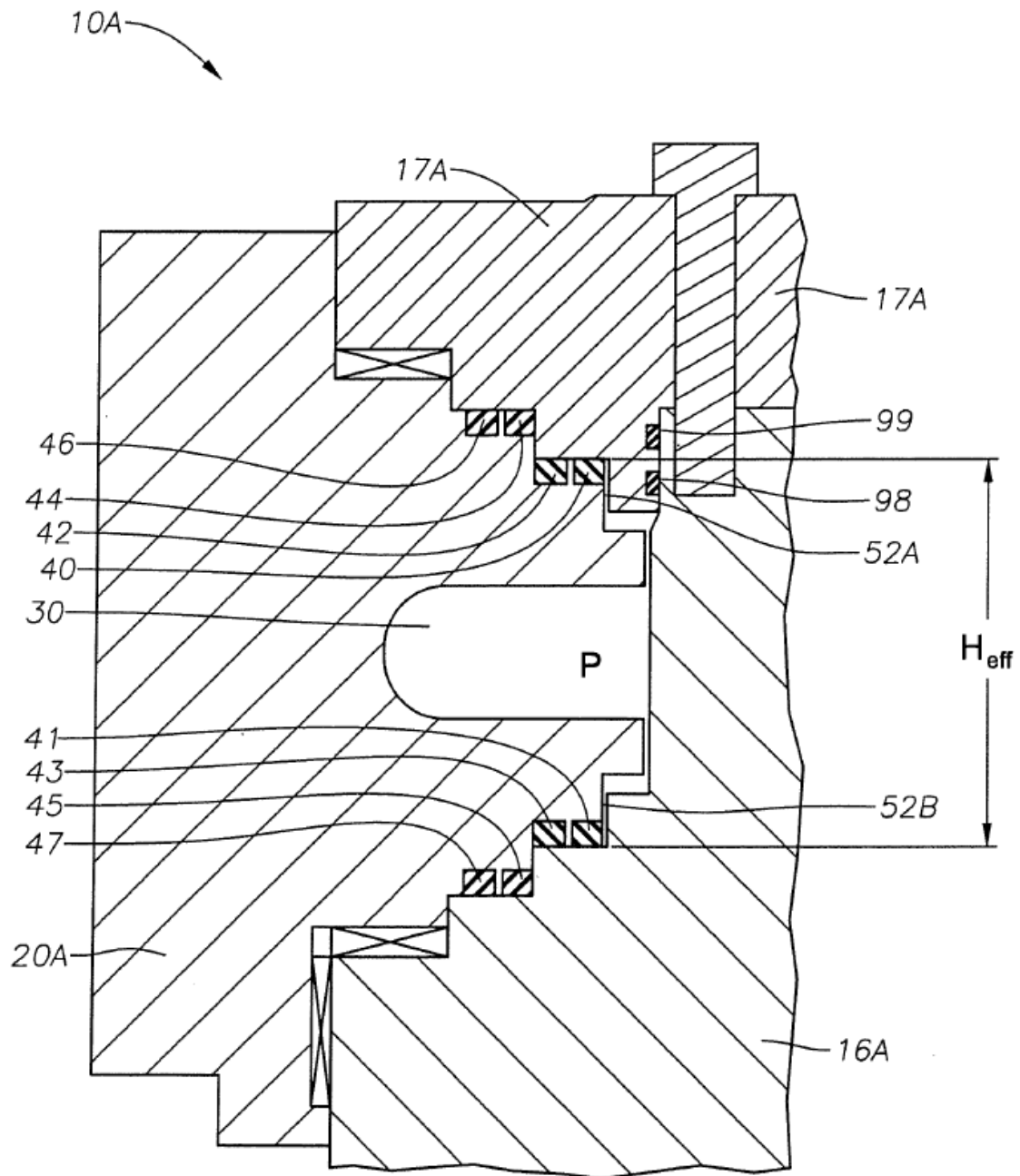


Fig. 5