



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

(21) BR 112020017504-8 A2



(22) Data do Depósito: 20/02/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 22/12/2020

(54) Título: ESTRUTURA DE VEDAÇÃO EM CILINDRO HIDRÁULICO E REFERIDO CILINDRO HIDRÁULICO

(51) Int. Cl.: F15B 15/14; F16J 15/18; F16J 15/3232.

(30) Prioridade Unionista: 28/02/2018 JP 2018-035914.

(71) Depositante(es): SMC CORPORATION.

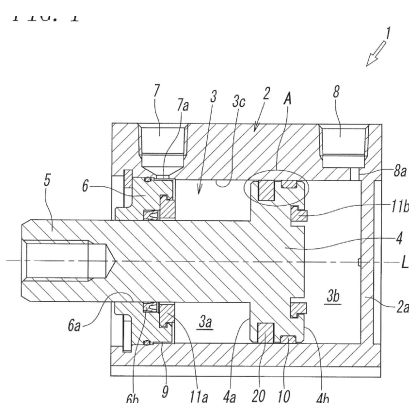
(72) Inventor(es): MASAYUKI KUDO; KENICHI TAKEDA; MASAHIKO KAWAKAMI; KEN TAMURA; TSUKASA ODAKA.

(86) Pedido PCT: PCT JP2019006246 de 20/02/2019

(87) Publicação PCT: WO 2019/167738 de 06/09/2019

(85) Data da Fase Nacional: 27/08/2020

(57) Resumo: O objetivo do documento é proporcionar uma estrutura de vedação que está entre um pistão e um orifício de cilindro em um cilindro hidráulico e que proporciona uma operação mais suave do pistão e permite uma vida útil mais longa de uma gaxeta e fornece o cilindro hidráulico. A solução apresentada é uma gaxeta 20 que tem uma superfície circunferencial externa e inclui um par de peças de vedação 23(23a) e 24(24a) localizadas em extremidades opostas da gaxeta, em uma direção ao longo de um eixo L. Um pistão 4 tem uma face de deslizamento 4c tendo uma primeira ranhura de recesso 12. Quando montada na primeira ranhura de recesso 12, a gaxeta 20 tem um diâmetro externo menor que o diâmetro de uma face receptora de deslizamento 3c de um orifício do cilindro 3. O pistão divide o orifício do cilindro em um par de câmaras 3a e 3b. Enquanto um fluido comprimido é fornecido a qualquer uma das câmaras 3a e 3b, uma borda lateral da gaxeta adjacente à câmara a alta pressão é esticada na direção radial Y, por deformação elástica devido à pressão do fluido comprimido, assim causando com que uma peça de vedação adjacente à câmara, a alta pressão, reduza uma (...).



ESTRUTURA DE VEDAÇÃO EM CILINDRO HIDRÁULICO E REFERIDO**CILINDRO HIDRÁULICO****CAMPO TÉCNICO**

[0001] A presente invenção refere-se a uma estrutura de vedação dentro de um cilindro hidráulico que tem um orifício de cilindro, em que um pistão é disposto de forma deslizante de tal modo que a estrutura de vedação está entre uma face de deslizamento definida por uma superfície circunferencial externa do pistão e uma face receptora de deslizamento definida por uma superfície circunferencial interna do orifício do cilindro e se refere ao cilindro hidráulico.

ANTECEDENTES

[0002] Os cilindros hidráulicos, cada um com um orifício no qual um pistão é deslizado usando a pressão de um fluido comprimido, como o ar comprimido, são amplamente conhecidos como revelado, por exemplo, na PTL 1. Em tal cilindro hidráulico, o pistão divide o orifício do cilindro em um par de câmaras. O pistão tem uma superfície circunferencial externa, servindo como uma face de deslizamento, ao redor do seu eixo. A face de deslizamento possui um elemento de vedação feito de um material elástico de borracha, a saber, uma gaxeta anular. Tal arranjo evita que o fluido comprimido vaze do par de câmaras através de uma folga formada entre a face de deslizamento e uma face receptora de deslizamento definida por uma superfície circunferencial interna do orifício do cilindro em torno do seu eixo.

[0003] Em um cilindro hidráulico típico revelado, por exemplo, em PTL 1, o diâmetro externo da gaxeta montada na

face de deslizamento do pistão é maior que o diâmetro interno da face receptora de deslizamento do orifício do cilindro para garantir que a folga entre a face de deslizamento do pistão e a face receptora de deslizamento do orifício de cilindro seja vedada. Em outras palavras, a gaxeta é mantida em contato de pressão com a face receptora do deslizamento enquanto é elasticamente deformada, independentemente do pistão ser operado.

[0004] No entanto, se a gaxeta mantida em contato de pressão com a face receptora de deslizamento do orifício do cilindro for deixada por um longo tempo sem ser movida, a gaxeta pode ficar permanentemente deformada ou aderir à face receptora do deslizamento. Além disso, enquanto o pistão está sendo operado, a gaxeta é diretamente afetada pelas condições da face receptora do deslizamento (por exemplo, a aspereza da face receptora de deslizamento e o estado de uma película lubrificante). Por exemplo, o atrito de deslizamento com a face receptora de deslizamento ou a irregularidade da película lubrificante pode causar atrito de deslizamento ou torção da gaxeta e, assim, causar danos ou deterioração da gaxeta ou causar um efeito adverso em uma operação do pistão (por exemplo, uma redução na eficiência operacional ou engrenamento).

LISTA DE CITAÇÕES

[0005] PTL 1: Pedido de Patente Não Examinado Japonês
Publicação número 2011-027127

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Problema Técnico

[0006] Um problema técnico da presente invenção é fornecer uma estrutura de vedação que esteja entre um

pistão e um orifício do cilindro em um cilindro hidráulico, que atinge uma operação mais suave do pistão, e que permite uma vida útil mais longa de uma gaxeta, e fornece um cilindro hidráulico incluindo a estrutura de vedação.

Solução do Problema

[0007] Para resolver o problema descrito acima, a presente invenção fornece uma estrutura de vedação entre um pistão e um orifício do cilindro, na qual o pistão é axialmente deslizável em um cilindro hidráulico, o orifício do cilindro tendo uma primeira câmara e uma segunda câmara localizadas em lados opostos do pistão em uma direção axial, o pistão tendo uma superfície circunferencial externa em torno de seu eixo para definir uma face de deslizamento, o orifício do cilindro tendo uma superfície circunferencial interna em torno de seu eixo para definir uma face receptora de deslizamento para a qual a face de deslizamento do pistão está voltada e sobre a qual o pistão desliza, a face de deslizamento do pistão tendo uma ranhura de recesso que se estende em torno do eixo do pistão e abre em uma direção radial do pistão, a ranhura de recesso segurando um peça proximal, servindo como uma parte circunferencial interna, de uma gaxeta feita de um material elástico de borracha, a gaxeta incluindo uma peça distal, servindo como uma parte circunferencial externa, salientando-se a partir da face de deslizamento, a peça distal da gaxeta incluindo uma primeira peça de vedação em uma borda lateral da gaxeta que é adjacente à primeira câmara na direção axial e uma segunda peça de vedação, em uma borda lateral da gaxeta, que é adjacente à segunda câmara na direção axial, a primeira peça de vedação e a

segunda peça de vedação se estendendo ao redor do eixo da gaxeta, a primeira peça de vedação e a segunda peça de vedação da gaxeta mantidas na ranhura do recesso, cada uma com um diâmetro externo menor que o diâmetro da face receptora de deslizamento do orifício do cilindro, em que, enquanto um fluido comprimido é fornecido a qualquer uma dentre a primeira câmara e a segunda câmara, a borda lateral da gaxeta adjacente à câmara à qual o fluido é fornecido é radialmente esticada por deformação elástica devido à pressão do fluido, fazendo assim com que a peça de vedação que é uma dentre a primeira peça de vedação e a segunda peça de vedação e que é adjacente à câmara, à qual o fluido é fornecido reduza uma folga formada com a face receptora de deslizamento do orifício do cilindro ou entre em contato com a face receptora de deslizamento.

[0008] Na estrutura de vedação, de preferência, a gaxeta e a ranhura de recesso têm, cada uma, uma seção transversal ao longo do eixo que é simétrica na direção radial, a ranhura de recesso tem uma profundidade que se estende na direção radial da face de deslizamento para um superfície inferior, com a qual uma extremidade proximal da gaxeta está em contato, da ranhura do recesso, e a profundidade é maior ou igual a $1/2$ da altura da gaxeta da extremidade proximal a uma extremidade distal da mesma. Mais preferencialmente, a ranhura de recesso tem um par de superfícies laterais que se estendem radialmente a partir das extremidades opostas da superfície inferior na direção axial e voltadas uma para a outra, e a superfície inferior forma um ângulo de 90 graus ou menos com cada par de superfícies. Ainda mais preferencialmente, a peça proximal

da gaxeta mantida na ranhura do recesso tem uma largura máxima na direção axial menor que uma largura mínima da ranhura do recesso entre o par de superfícies laterais. A extremidade proximal da gaxeta pode ser fixada à superfície inferior da ranhura do recesso com adesivo.

[0009] Na estrutura de vedação, de preferência, a gaxeta tem um par de faces laterais localizadas em extremidades opostas da mesma na direção axial, o par de faces laterais são paralelas e opostas uma à outra, a gaxeta tem uma seção transversal ao longo do eixo simétrico na direção axial, a peça distal da gaxeta tem uma face distal voltada para a face receptora de deslizamento, a primeira peça de vedação está localizada na borda lateral da face distal adjacente à primeira câmara na direção axial, e a segunda peça de vedação está localizada na borda lateral da face distal adjacente à segunda câmara na direção axial. Mais preferencialmente, a primeira parte da vedação é formada por uma primeira projeção que se salienta da face distal em direção à face receptora de deslizamento e a segunda peça de vedação é formada por uma segunda projeção que se projeta da face distal em direção à face receptora de deslizamento. Ainda mais preferencialmente, a primeira projeção e a segunda projeção têm, cada uma, uma ponta formada por uma porção angular que forma um ângulo agudo com a correspondente do par de faces laterais da gaxeta. Ainda mais preferencialmente, a distância da face receptora do deslizamento até a ponta da primeira projeção é igual à distância da face receptora de deslizamento até a ponta da segunda projeção, a face distal da gaxeta é paralela à face receptora de deslizamento, cada uma da

primeira projeção e segunda projeções tem uma altura da face distal até a ponta, a altura da primeira projeção sendo igual à da segunda projeção e a primeira projeção e a segunda projeção estão espaçadas uma da outra na direção axial.

[0010] Cada uma da primeira projeção e da segunda projeção pode estar na forma de cunha, de modo que a largura da projeção na direção axial diminua gradualmente na direção da face distal para a ponta. A face distal da gaxeta pode ter uma projeção em labirinto, servindo como vedação em labirinto, localizada entre a primeira projeção e a segunda projeção.

[0011] Cada um do par de faces laterais da gaxeta pode ter uma ranhura de constrição circular em comunicação com uma abertura da ranhura de recesso. Mais preferencialmente, a ranhura de constrição tem uma superfície curva.

[0012] Na estrutura de vedação, preferencialmente, o cilindro hidráulico tem uma porta de suprimento conectada ao orifício do cilindro, C1 indica a condutividade sônica da porta de suprimento, C2 indica a condutância sônica de uma passagem de vazamento formada entre a face de deslizamento e a face receptora de deslizamento pela folga entre a gaxeta e a face receptora de deslizamento, e a razão da condutância sônica C1 para a condutância sônica C2 é de 2,0 ou mais em todos os momentos.

[0013] De preferência, o pistão tem um anel de desgaste que se estende circunferencialmente na face de deslizamento, de modo que o anel de desgaste esteja localizado próximo à gaxeta, na direção axial e o anel de desgaste tenha um diâmetro externo maior que o da gaxeta

enquanto o fluido comprimido não é fornecido nem para a primeira nem para a segunda câmara. A presente invenção fornece ainda um cilindro hidráulico incluindo a estrutura de vedação descrita acima.

Efeitos Vantajosos da Invenção

[0014] Conforme descrito acima, de acordo com a presente invenção, a gaxeta, que inclui a primeira peça de vedação e a segunda peça de vedação, mantidas na ranhura do recesso tem um diâmetro externo menor do que o diâmetro interno do orifício do cilindro. No entanto, enquanto o fluido comprimido é fornecido para qualquer uma da primeira câmara e da segunda câmara, a borda lateral da gaxeta que é adjacente à câmara para a qual o fluido comprimido é fornecido, ou uma câmara de alta pressão, é radialmente esticada por deformação elástica, devido à pressão do fluido comprimido, fazendo com que a peça de vedação que é uma dentre a primeira peça de vedação e a segunda peça de vedação e que é adjacente à câmara de alta pressão reduza a folga formada com a face receptora de deslizamento do orifício do cilindro ou entre em contato com a face receptora de deslizamento.

[0015] Portanto, mesmo enquanto o pistão é mantido em um estado parado no orifício do cilindro por um longo tempo, por exemplo, enquanto o fluido comprimido não é fornecido nem para a primeira câmara nem para a segunda câmara, as peças de vedação da gaxeta não estão em contato com a face receptora do deslizamento do orifício do cilindro. Assim, a gaxeta fabricada do material elástico de borracha pode ser impedida de se deteriorar, como deformar permanentemente ou aderir à face receptora de deslizamento

do orifício do cilindro. Além disso, enquanto o fluido comprimido é fornecido a qualquer uma dentre a primeira câmara e a segunda câmara, o atrito de deslizamento entre a gaxeta e a face receptora de deslizamento pode ser reduzido tanto quanto possível. Isso pode reduzir tanto quanto possível a probabilidade de que as condições da face receptora do deslizamento (por exemplo, a aspereza da face receptora do deslizamento e o estado de uma película lubrificante) possam causar um efeito adverso na operação do pistão (por exemplo, redução da eficiência operacional ou engrenamento) e causar um efeito adverso na gaxeta (por exemplo, dano ou deterioração da gaxeta resultante de atrito ou torção deslizante). Isso permite uma operação mais suave do pistão e permite uma vida útil mais longa da gaxeta.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0016] A Figura 1 é uma vista esquemática em corte de uma modalidade de um cilindro hidráulico de acordo com a presente invenção, tomada ao longo do eixo do cilindro hidráulico.

[0017] A Figura 2 inclui vistas em corte ampliadas esquemáticas da parte A na Figura 1 para ilustrar uma primeira modalidade de uma estrutura de vedação de acordo com a presente invenção, (a) ilustrando um estado inoperante de um pistão livre da pressão de um fluido comprimido, (b) ilustrando um estado operativo do pistão sujeito à pressão do fluido comprimido.

[0018] A Figura 3 inclui vistas esquemáticas em seção semelhantes que ilustram uma segunda modalidade da estrutura de vedação de acordo com a presente invenção, (a)

ilustrando o estado inoperante do pistão livre da pressão do fluido comprimido,(b) ilustrando o estado operativo do pistão submetido à pressão do fluido comprimido.

[0019] A Figura 4 inclui vistas em corte esquemáticas semelhantes que ilustram uma terceira modalidade da estrutura de vedação de acordo com a presente invenção,(a) ilustrando o estado inoperante do pistão livre da pressão do fluido comprimido,(b) ilustrando o estado operativo do pistão submetido à pressão do fluido comprimido.

[0020] A Figura 5 é uma vista esquemática em corte que ilustra uma modificação da estrutura de vedação de acordo com a segunda modalidade da Figura 3.

[0021] A Figura 6 é um diagrama que ilustra um modelo de um cilindro hidráulico usado para análise na Figura 7.

[0022] A Figura 7 é um gráfico que mostra as relações entre uma pressão de alimentação P_s do fluido comprimido, quedas de pressão ΔP_2 e a razão de uma condutância C_1 para uma condutância C_2 .

DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES

[0023] Como ilustrado na Figura 1, um cilindro hidráulico 1 incluindo uma estrutura de vedação de acordo com a presente invenção inclui um corpo 2 tendo nele um orifício de cilindro 3 se estendendo em uma direção ao longo de um eixo L e um pistão 4 disposto no orifício do cilindro 3, de modo que o pistão 4 seja deslizável na direção ao longo do eixo L. O orifício do cilindro 3 é definido por uma superfície circunferencial interna 3c e é dividido em uma primeira câmara 3a adjacente a uma haste e uma segunda câmara 3b adjacente a uma cabeça pelo pistão 4.

[0024] A haste 5, estendendo-se através da primeira

câmara 3a ao longo do eixo L, é presa ao pistão 4. O orifício do cilindro 3 tem uma abertura localizada em uma extremidade adjacente à primeira câmara 3a. Uma cobertura de haste 6 é hermeticamente ajustada e fixada na abertura. A tampa da haste 6 tem um orifício de rolamento 6a que se estende através da mesma ao longo do eixo L, de modo que a haste 5 se estende e é suportada pelo orifício de rolamento 6a. A haste 5 se estende hermeticamente através do orifício do mancal 6a, de modo que a haste 5 seja deslizável na direção ao longo do eixo L. O orifício do cilindro 3 tem ainda uma extremidade adjacente à segunda câmara 3b. Esta extremidade é hermeticamente fechada por uma placa de extremidade 2a, que é moldada em uma peça com o corpo 2.

[0025] O corpo 2 possui orifícios de suprimento e descarga, que são seletivamente conectados a uma fonte de pressão externa ou à atmosfera, através de uma válvula de comutação, para fornecer um fluido comprimido, como ar comprimido, no orifício do cilindro 3 ou descarregar o fluido comprimido para fora do orifício do cilindro 3, a fim de operar o pistão 4. Nesta modalidade, as portas de suprimento e descarga incluem uma primeira porta 7 e uma segunda porta 8. A primeira porta 7 tem uma primeira passagem 7a com uma área de secção transversal reduzida e a primeira passagem 7a está conectada à primeira câmara 3a. A segunda porta 8 tem uma segunda passagem 8a com uma área de secção transversal reduzida e a segunda passagem 8a está conectada à segunda câmara 3b.

[0026] Nesse arranjo, uma superfície circunferencial externa da tampa da haste 6 e uma superfície circunferencial interna do orifício do cilindro 3 definem

uma folga, que serve como uma passagem circular 9 em uma porção da tampa da haste 6 que está localizada adjacente à primeira câmara 3a na direção ao longo do eixo L. A passagem circular 9 está em comunicação com a primeira câmara 3a. A primeira passagem 7a da primeira porta 7 é conectada à passagem circular 9. Além disso, a segunda passagem 8a da segunda porta 8 está conectada em proximidade à placa de extremidade 2a no orifício do cilindro 3.

[0027] O orifício de cilindro 3 e o pistão 4 tem a mesma forma de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo L. A forma de seção transversal é uma forma circular, elíptica ou do tipo pista de corrida. Como ilustrado nas Figuras 2 a 5, o orifício do cilindro 3 é definido por uma face receptora de deslizamento 3c, que é a superfície circunferencial interna tendo um raio R_c em torno do eixo L. Além disso, o pistão 4 tem uma primeira face 4a que define a primeira câmara 3a e na qual a haste 5 está localizada, uma segunda face 4b que define a segunda câmara 3b e uma face de deslizamento 4c que serve como uma superfície circunferencial externa com um raio R_s em torno do eixo L. Nesse arranjo, o raio R_s da face de deslizamento 4c é um pouco menor que o raio (ou um raio interno do orifício do cilindro 3) R_c da face receptora de deslizamento 3c, do orifício do cilindro 3. Assim, a face receptora de deslizamento 3c e a face de deslizamento 4c se enfrentam com uma folga entre os mesmos (por uma questão de conveniência, como empregado no presente documento, o termo "raio" de um componente localizado circunferencialmente em torno do eixo L se refere a uma distância do eixo L).

[0028] A face de deslizamento 4c do pistão 4 possui uma gaxeta 20, que é um elemento de vedação anular para selar a folga entre a face de deslizamento 4c e a face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3. Além disso, um anel de desgaste 10 para evitar a gripagem e atrito do pistão 4 causados pelo contato entre a face de deslizamento 4c e a face receptora de deslizamento 3c e proteger a gaxeta 20 é montado na face de deslizamento 4c, de modo que o anel de desgaste 10 esteja localizado próximo à gaxeta 20 na direção ao longo do eixo L.

[0029] Qualquer material elástico de borracha que exiba uma função de vedação pode ser usado como um material para a gaxeta 20. Por exemplo, borracha nitrílica ou borracha fluorada podem ser usadas. Qualquer material que exiba uma função de rolamento pode ser usado como material para o anel de desgaste 10. Por exemplo, resina de fluorocarbono (PTFE) ou resina fenólica reforçada com tecido pode ser usada.

[0030] A segunda face 4b do pistão 4 tem um elemento de amortecimento 11b e uma face interna da tampa da haste 6 que define a primeira câmara 3a tem um elemento de amortecimento 11a. Os membros de amortecimento 11a e 11b destinam-se a reduzir o impacto da colisão do pistão 4 em uma posição terminal adjacente à primeira câmara 3a ou em uma posição terminal adjacente à segunda câmara 3b na direção ao longo do eixo L. O orifício do rolamento 6a da tampa da haste 6 tem uma superfície circunferencial interna tendo uma ranhura, na qual um elemento de vedação em forma de lábio 6b é encaixado. O elemento de vedação em forma de lábio 6b se abre para a primeira câmara 3a e está em

contato deslizante com uma superfície circunferencial externa da haste 5.

[0031] A estrutura de vedação entre a face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3 e o a face de deslizamento 4c do pistão 4 será descrita agora mais concretamente com referência às Figuras 2 a 5.

[0032] Na estrutura de vedação de acordo com cada modalidade da presente invenção, a face de deslizamento 4c do pistão 4 tem uma primeira ranhura de recesso circular 12, que se abre em uma direção radial Y, se estendendo em torno do eixo L. A gaxeta 20 é encaixada na primeira ranhura do recesso 12. A face de deslizamento 4c tem ainda uma segunda ranhura circular do recesso 13, que abre similarmente na direção radial Y, estendendo-se ao redor do eixo L, de modo que a segunda ranhura do recesso 13 esteja localizada mais próxima da segunda câmara 3b do que a primeira ranhura de recesso 12 na direção ao longo do eixo L. O anel de desgaste 10 é encaixado na segunda ranhura de recesso 13.

[0033] A primeira ranhura de recesso 12 é definida por uma superfície inferior 12a se estendendo circularmente em torno do eixo L e também se estendendo plano ao longo do eixo L, uma primeira superfície lateral 12b adjacente à primeira câmara 3a e uma segunda superfície lateral 12c adjacente à segunda câmara 3b. A primeira superfície lateral 12b e a segunda superfície lateral 12c se estendem perpendicularmente, ou na direção radial Y (perpendicular ao eixo L), a partir de extremidades opostas da superfície inferior 12a, na direção ao longo do eixo L e estão voltadas uma para outra. Em outras palavras, a face de

deslizamento 4c cruza em ângulo reto as duas superfícies laterais 12b e 12c que se estendem em planos paralelos entre si, formando assim uma abertura da primeira ranhura de recesso 12. A primeira ranhura de recesso 12 é retangular em seção transversal ao longo o eixo L, e essa forma é simétrica em relação à sua linha central na direção radial Y.

[0034] Nesse arranjo, a superfície inferior 12a da primeira ranhura de recesso 12 tem um raio R_g em torno do eixo L. Portanto, a distância, $R_s - R_g$, da face de deslizamento 4c até a superfície inferior 12a corresponde à profundidade, D_g , da primeira ranhura de recesso 12. A profundidade D_g da primeira ranhura de recesso 12 é inteiramente uniforme na direção circunferencial do pistão 4. A primeira ranhura 12 de recesso tem uma largura W_g ao longo do eixo L. A largura W_g também é uniforme ao longo de toda a profundidade da primeira ranhura 12 de recesso desde a abertura da ranhura até à superfície 12a inferior. A forma da primeira ranhura de recesso 12 não está limitada à descrita acima. Por exemplo, as duas superfícies laterais 12b e 12c podem encontrar em ângulos agudos a superfície inferior 12a e a face de deslizamento 4c, de modo que a largura W_g diminua gradualmente em uma direção da superfície inferior 12a para a abertura.

[0035] Além disso, quando não está em uso ou não é encaixada na primeira ranhura do recesso 12, a gaxeta 20 tem um raio interno menor que o raio R_g da superfície inferior 12a da primeira ranhura do recesso 12. Em outras palavras, o comprimento circunferencial da superfície interna(ou face proximal), 20a, da gaxeta 20 é mais curto

do que aquele da superfície inferior 12a da primeira ranhura de recesso 12. Portanto, quando encaixada na primeira ranhura de recesso 12, como ilustrado nas Figuras 2 a 5, a gaxeta 20 feita de um material elástico de borracha é esticada na direção circunferencial e a superfície circunferencial interna 20a está em contato de pressão elástica com a superfície inferior 12a. Isso fornece contato de vedação entre a superfície circunferencial interior 20a da gaxeta 20 e a superfície inferior 12a da primeira ranhura de recesso 12.

[0036] A gaxeta 20 montada na primeira ranhura de recesso 12 será descrita agora.

[0037] Na estrutura de vedação de acordo com a primeira modalidade ilustrada na Figura 2, a gaxeta 20 é sólida e retangular em seção transversal ao longo do eixo L e esta forma retangular é substancialmente simétrica em relação à linha central na direção radial Y. Especificamente, a forma externa da gaxeta 20 é definida por quatro faces, ou seja, a face proximal 20a que é a superfície circunferencial interna da gaxeta 20 e é circular em torno do eixo L e se estende plana ao longo do eixo L, uma face distal 20d que é uma superfície circunferencial externa da gaxeta 20 e é circular em torno do eixo L e se estende plana ao longo do eixo L, uma primeira face lateral 20b que conecta as primeiras extremidades da face proximal 20a e a face distal 20d na direção ao longo do eixo L, voltada para a primeira câmara 3a e se estende horizontalmente na direção radial Y, e uma segunda face lateral 20c que conecta as segundas extremidades da face proximal 20a e a face distal 20d na direção ao longo do eixo L, voltada para a direção da

segunda câmara 3b e se estende plana na direção radial Y.

[0038] Como descrito acima, toda a face proximal 20a está em contato de pressão com a superfície inferior 12a e é paralela à face distal 20d. As duas faces laterais 20b e 20c são paralelas e opostas uma à outra e formam ângulos retos com a face proximal 20a e a face distal 20d. Destas faces laterais, a primeira face lateral 20b está voltada para a primeira superfície lateral 12b da primeira ranhura 12. A segunda face lateral 20c está voltada para a segunda superfície lateral 12c da mesma.

[0039] R_p indica o raio do lado externo da gaxeta 20 montada na primeira ranhura de recesso 12 (ou o raio do lado de fora da face distal 20d na primeira modalidade). A distância da face proximal 20a da gaxeta 20 em contato de pressão com a superfície inferior 12a em relação à face distal 20d, ou a altura, $H_p (= R_p - R_g)$, da gaxeta 20 na direção radial Y, é maior que a profundidade $D_g (= R_s - R_g)$ da primeira ranhura 12. A gaxeta 20 inclui uma peça distal 21 incluindo a face distal 20d e tendo uma altura $H_p - D_g$ e uma peça proximal 22 incluindo a face proximal 20a e tendo uma altura D_g . A peça distal 21 se projeta da face de deslizamento 4c na direção radial Y. A peça proximal 22 é mantida na primeira ranhura de recesso 12. Nesse arranjo, a profundidade D_g da primeira ranhura de recesso 12 é preferencialmente $1/2$ ou mais de a altura total H_p da gaxeta 20 porque a gaxeta 20 pode ser impedida de se afastar da primeira ranhura de recesso 12.

[0040] Na estrutura de vedação de acordo com a primeira modalidade, a gaxeta 20 tem uma largura W_p na direção ao longo da eixo L e a largura W_p é uniforme na direção radial

Y da face proximal 20a para a face distal 20d. A largura W_p é menor do que a largura W_g da primeira ranhura de recesso 12. Em outras palavras, uma largura máxima W_{pmax} da gaxeta 20 na direção radial Y é menor do que uma largura mínima W_{gmin} da primeira ranhura de recesso 12 na direção radial Y. Portanto, uma pressão de fluido na primeira câmara 3a e uma pressão de fluido na segunda câmara 3b no orifício do cilindro 3 permitem que a gaxeta 20 alterne na direção ao longo do eixo L entre a primeira superfície lateral 12b e a segunda superfície lateral 12c da primeira ranhura do recesso 12.

[0041] O raio R_p da face distal 20d da gaxeta 20 é ligeiramente menor que o raio R_c da face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3. A face distal 20d está voltada para a deslizamento - que recebe a face 3c do orifício 3 do cilindro com uma folga circular $\delta (= R_c - R_p)$ entre as mesmas, de modo que essas faces sejam substancialmente paralelas entre si. Nesta disposição, uma extremidade da peça distal 21 da gaxeta 20 que é adjacente à primeira face lateral 20b(ou adjacente à primeira câmara 3a) serve como uma primeira peça de vedação circular 23 localizada em torno do eixo L. De modo semelhante, uma extremidade da peça distal 21 que é adjacente à segunda face lateral 20c(ou adjacente à segunda câmara 3b) serve como uma segunda peça de vedação circular 24 localizada em torno do eixo L. A primeira peça de vedação 23 inclui uma parte angular em ângulo reto, na qual a face distal 20d encontra a primeira face lateral 20b. A segunda peça de vedação 24 inclui uma porção angular em ângulo reto, na qual a face distal 20d encontra a segunda face lateral 20c.

[0042] Como será descrito posteriormente, quando o fluido comprimido é fornecido seletivamente para qualquer uma das câmaras 3a e 3b, que são respectivamente adjacentes à primeira e segunda peças de vedação 23 e 24, no orifício do cilindro 3, uma pressão de fluido na câmara causa deformação elástica da gaxeta 20, fazendo assim com que a primeira peça de vedação 23 ou a segunda peça de vedação 24 reduza a folga $\delta (= R_c - R_p)$ formada com a face receptora de deslizamento 3c ou entre em contato com a face receptora de deslizamento 3c. Isso garante que a folga entre a face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3 e a face de deslizamento 4c do pistão 4 sejam vedadas conforme necessário.

[0043] A segunda ranhura de recesso circular 13 para segurar e fixar o anel de desgaste 10 à face de deslizamento 4c é fornecida na face de deslizamento 4c do pistão 4, de modo que a segunda ranhura de recesso 13 esteja localizada mais próxima da segunda face lateral 20c do que a primeira ranhura de recesso 12. Do ponto de vista da proteção da gaxeta 20 descrita acima, o anel de desgaste 10 montado na segunda ranhura de recesso 13 tem um raio externo R_w que é preferencialmente maior que o raio externo R_p da gaxeta 20 livre de deformação elástica devido a uma pressão do fluido na câmara 3a ou 3b. Observe aqui que o anel de desgaste 10 não tem vedação.

[0044] No cilindro hidráulico da Figura 1, incluindo uma estrutura de vedação ilustrada na Figura 2(a), quando o fluido comprimido é fornecido à primeira câmara 3a do orifício do cilindro 3 através do primeiro orifício 7 para aumentar a pressão P_1 na primeira câmara 3a, a pressão de

fluido P1 na primeira câmara 3a atua na primeira face lateral 20b da gaxeta 20 para pressionar a gaxeta 20 na direção ao longo do eixo L. Assim, a gaxeta 20 é movida na primeira ranhura de recesso 12 em direção à segunda superfície lateral 12c e a segunda face lateral 20c da gaxeta é colocada em contato com a segunda superfície lateral 12c, de modo que a gaxeta 20 é pressionada contra a segunda superfície lateral 12c.

[0045] Enquanto isso, a pressão do fluido P1 causa uma força momentânea, que está no sentido horário na Figura 2(b), sobre uma borda de abertura da segunda superfície lateral 12c para atuar na gaxeta 20, de modo que uma borda lateral da gaxeta 20 que é adjacente à primeira câmara 3a e que inclui a primeira face lateral 20b e a primeira peça de vedação 23 se estende elasticamente na direção radial Y (ou em direção à face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3). Como resultado, a primeira peça de vedação 23 (particularmente, a porção angular descrita acima) reduz a folga $\delta (= R_c - R_p)$ formada com a face receptora de deslizamento 3c ou entra em contato com a face receptora de deslizamento 3c.

[0046] A folga entre a face de deslizamento 4c do pistão 4 e a face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3 é vedada da maneira descrita acima. Assim, a pressão de fluido P1 na primeira câmara 3a permite que o pistão 4 se mova para a segunda câmara 3b. Neste momento, a segunda câmara 3b do orifício do cilindro 3 está em comunicação com a atmosfera através da segunda porta 8.

[0047] Por outro lado, quando o fluido comprimido é fornecido à segunda câmara 3b do orifício do cilindro 3

através da segunda porta 8, uma pressão de fluido P2 na segunda câmara 3b atua na segunda face lateral 20c da gaxeta 20, de modo que a gaxeta 20 é movida na primeira ranhura de recesso 12 em direção à primeira superfície lateral 12b e é pressionada contra o primeiro lado da superfície 12b. Enquanto isso, a pressão do fluido P2 causa uma força momentânea, que é no sentido anti-horário na Figura 2(b), sobre uma borda de abertura da primeira superfície lateral 12b para atuar na gaxeta 20, de modo que uma borda lateral da gaxeta 20 que é adjacente à segunda câmara 3b e que inclui a segunda face lateral 20c e a segunda peça de vedação 24 se estende elasticamente na direção radial Y(ou em direção à face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3). Como resultado, a segunda peça de vedação 24(particularmente, a porção angular descrita acima) reduz a folga $\delta (= R_c - R_p)$ formada com a face receptora de deslizamento 3c ou entra em contato com a face receptora de deslizamento 3c. Assim, a pressão do fluido P2 na segunda câmara 3b permite que o pistão 4 se mova para a primeira câmara 3a. Neste momento, a primeira câmara 3a do orifício do cilindro 3 está em comunicação com a atmosfera através da primeira porta 7.

[0048] Na estrutura de vedação descrita acima no cilindro hidráulico 1, mesmo enquanto o pistão 4 é mantido em um estado parado no orifício do cilindro 3 por um longo tempo, por exemplo, enquanto o fluido comprimido não é fornecido para a primeira câmara 3a, nem para a segunda câmara 3b, as partes de vedação 23 e 24 da gaxeta 20 não estão em contato com a face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3.

[0049] Portanto, a gaxeta 20 feita de material elástico de borracha pode ser impedida de deteriorar-se, como deformar permanentemente ou aderir à face 3c receptora de deslizamento do orifício do cilindro 3.

[0050] Além disso, enquanto o fluido comprimido é fornecido a qualquer uma dentre a primeira câmara 3a e segunda câmara 3b, o atrito de deslizamento entre a gaxeta 20 e a face receptora de deslizamento 3c pode ser reduzido o máximo possível. Isso pode reduzir ao máximo a probabilidade de que as condições da face receptora de deslizamento 3c (por exemplo, a rugosidade da face receptora de deslizamento 3c e o estado de uma película lubrificante) possam causar um efeito adverso na operação do pistão 4 (por exemplo, uma redução na eficiência operacional ou engrenamento) e causar um efeito adverso na gaxeta 20 (por exemplo, danos ou deterioração da gaxeta resultantes de atrito ou torção deslizante). Isso garante uma operação mais suave do pistão 4 no cilindro hidráulico 1 e permite uma vida útil mais longa da gaxeta 20.

[0051] Uma segunda modalidade da estrutura de vedação de acordo com a presente invenção será descrita agora com referência à Figura 3. Para evitar uma descrição redundante, os mesmos componentes que os da primeira modalidade descrita acima são designados pelos mesmos sinais de referência na Figura 3 e uma explicação desses componentes e as vantagens dos mesmos são omitidas.

[0052] A estrutura de vedação de acordo com a segunda modalidade difere da estrutura de vedação de acordo com a primeira modalidade anterior, principalmente nas formas das primeira e segunda partes de vedação dispostas

circunferencialmente na peça distal 21 da gaxeta. Como ilustrado na Figura 3(a), na segunda modalidade, a primeira peça de vedação é formada por uma primeira projeção circular 23a que se projeta integralmente a partir de uma extremidade da face distal 20d de uma gaxeta 20A na direção radial Y (ou na direção da face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3) e a extremidade da face distal 20d é adjacente à primeira face lateral 20b. Além disso, a segunda peça de vedação é formada por uma segunda projeção circular 24a que se projeta integralmente a partir de uma extremidade da face distal 20d na direção radial Y e a extremidade da face distal 20d é adjacente à segunda face lateral 20c. Em outras palavras, essas projeções 23a e 24a são espaçadas nas extremidades opostas da face distal 20d na direção ao longo do eixo L, de modo que a face distal 20d, que é plana ao longo do eixo, seja interposta entre as projeções.

[0053] A seção transversal da gaxeta 20A, que inclui a primeira projeção 23a e a segunda projeção 24a, ao longo do eixo L também é simétrica em relação à linha central da gaxeta na direção radial Y. Portanto, a distância a partir da face distal 20d até a ponta da projeção 23a é igual à da ponta da projeção 24a, e a distância da face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3 até a ponta da projeção 23a também é igual a isso até a ponta da projeção 24a. A distância do eixo L até a ponta de cada uma das projeções 23a e 24a é o raio externo R_p da gaxeta 20A na segunda modalidade.

[0054] Além disso, nesta gaxeta 20A, cada uma das duas projeções 23a e 24a está em forma de cunha, de modo que a

largura da projeção na direção ao longo do eixo L diminui gradualmente na direção de sua extremidade proximal na face distal 20d em relação à sua extremidade distal adjacente à face receptora de deslizamento 3c. Especificamente, a primeira projeção 23a é definida por uma parede externa, servindo como a primeira face lateral 20b, perpendicular à face distal 20d e uma parede interna inclinada da face distal 20d em direção à primeira face lateral 20b. A segunda projeção 24a é definida por uma parede externa, servindo como a segunda face lateral 20c, perpendicular à face distal 20d e uma parede interna inclinada da face distal 20d em direção à segunda face lateral 20c. Em outras palavras, a gaxeta 20A na segunda modalidade é obtida através da formação de uma ranhura com uma forma trapezoidal invertida isósceles em seção ao longo do eixo L na gaxeta 20 na primeira modalidade, de modo que a ranhura esteja localizada na parte central da superfície circunferencial externa da gaxeta 20, na direção ao longo do eixo L e a ranhura tem uma parte inferior na face distal 20d. A ponta da primeira projeção 23a é formada por uma porção angular que forma um ângulo agudo com a primeira face lateral 20b. A ponta da segunda projeção 24a é formada por uma porção angular que forma um ângulo agudo com a segunda face lateral 20c.

[0055] A primeira e a segunda projeções 23a e 24a, servindo como a primeira e a segunda partes de vedação, formadas como descrito acima, fornecem um mecanismo semelhante ao da primeira modalidade, ou reduzem a folga $\delta (= R_c - R_p)$ formada com o face receptora de deslizamento 3c ou entrar em contato com a face receptora de

deslizamento 3c, como ilustrado na Figura 3(b), quando o fluido comprimido é fornecido seletivamente a qualquer uma das câmaras 3a e 3b, que são respectivamente adjacentes às projeções 23a e 24a, no orifício do cilindro 3. Isso garante que a folga entre a face receptora de deslizamento 3c do orifício de cilindro 3 e a face de deslizamento 4c do pistão 4 seja vedado conforme necessário.

[0056] Uma terceira modalidade da estrutura de vedação de acordo com a presente invenção será descrita agora com referência à Figura 4. A fim de evitar uma descrição redundante, os mesmos componentes que os da primeira e segunda modalidades descritas acima são designados pelos mesmos sinais de referência na Figura 4 e uma explicação desses componentes e as vantagens dos componentes são omitidas.

[0057] Como ilustrado na Figura 4(a), a estrutura de vedação de acordo com a terceira modalidade inclui uma gaxeta 20B, que tem uma primeira ranhura de constrição circular 14a na primeira face lateral 20b e uma segunda ranhura de constrição circular 14b na segunda face lateral 20c, de modo que essas ranhuras de constrição tenham o mesmo raio do eixo L. A primeira e segunda ranhuras de constrição 14a e 14b visam promover o alongamento da gaxeta 20B descrita acima, na direção radial Y, quando uma pressão de fluido na câmara 3a ou 3b atua na face lateral 20b ou 20c. Em uma seção transversal da gaxeta 20B, as primeira e segunda ranhuras de constrição 14a e 14b são opostas uma à outra no mesmo nível da face proximal 20a para formar uma constrição 15 na qual a largura W_p da gaxeta é reduzida. Em tal disposição, a seção transversal da gaxeta 20B,

incluindo as duas ranhuras de constrição 14a e 14b descritas acima, também é simétrica em relação à sua linha central, como nas outras modalidades.

[0058] Mais especificamente, as duas ranhuras de constrição 14a e 14b têm uma superfície curva suave, de preferência, em forma de arco. A constrição 15 tem uma largura maior que metade da largura total W_p da gaxeta 20B. A ranhura de constrição 14a tem uma largura de abertura na face lateral 20b, a ranhura de constrição 14b tem uma largura de abertura na face lateral 20c, e a largura de abertura de cada ranhura é menor que $1/2$ da altura total H_p da gaxeta 20B. Na terceira modalidade, todas as duas ranhuras de constrição 14a e 14b e a constrição 15 são incluídas na peça proximal 22 da gaxeta 20B. Especificamente, as duas ranhuras de constrição 14a e 14b e a constrição 15 estão localizadas mais próximas à superfície circunferencial externa da gaxeta 20B do que do centro da mesma em uma direção ao longo da altura da gaxeta 20B e localizadas na proximidade da abertura do primeira ranhura de recesso 12.

[0059] Na terceira modalidade, a face proximal 20a da gaxeta 20B é fixada à superfície inferior 12a da primeira ranhura de recesso 12 com adesivo, de modo que a linha central da seção transversal da gaxeta 20B coincide com a da primeira ranhura de recesso 12. Em outras palavras, a gaxeta 20B é fixada na parte central da primeira ranhura de recesso 12 em uma direção de largura da mesma, a primeira face lateral 20b e a primeira superfície lateral 12b formam um espaço entre elas, a segunda face lateral 20c e a segunda superfície lateral 12c formam um espaço entre elas,

e essas folgas têm a mesma largura $(=(W_g - W_p)/2)$. Portanto, as duas ranhuras de constrição 14a e 14b estão em comunicação com a abertura da primeira ranhura de recesso 12.

[0060] Na estrutura de vedação de acordo com a terceira modalidade, incluindo a gaxeta 20B descrita acima, quando o fluido comprimido é fornecido seletivamente para qualquer uma das câmaras 3a e 3b do orifício do cilindro 3, como ilustrado na Figura 4(b), a pressão do fluido P1 ou P2 causa uma força momentânea, que é no sentido horário ou anti-horário na Figura 4(b), que atua na gaxeta 20B. Assim, uma borda lateral da gaxeta 20B na qual a pressão do fluido P1 ou P2 está atuando se estende como na primeira modalidade. Neste momento, a ranhura de constrição 14a ou 14b na qual a pressão do fluido P1 ou P2 está atuando é aumentada em tamanho pela pressão do fluido, enquanto a ranhura de constrição no lado oposto é reduzida em tamanho. Isso promove ainda mais o alongamento da borda lateral descrita acima. Além disso, uma vez que uma borda lateral no lado oposto, ou na qual a pressão do fluido não está agindo, da gaxeta 20B forma a folga com a primeira ranhura de recesso 12, a borda lateral na qual a pressão do fluido está agindo não é impedida de alongamento. Além disso, uma vez que a gaxeta 20B é fixada com adesivo à parte central da primeira ranhura do recesso 12 na direção da largura da mesma, a face proximal (superfície circunferencial interna) 20a da gaxeta 20B pode ser impedida de se afastar da superfície inferior 12a, da primeira ranhura de recesso 12 pela força de momento descrita acima e pela pressão do fluido.

[0061] Assim, a peça de vedação 23 ou 24 adjacente à câmara 3a ou 3b na qual a pressão do fluido está atuando reduz a folga $\delta (= R_c - R_p)$ formada com a face receptora de deslizamento 3c ou entra em contato com a face receptora de vazamento 3c, garantindo assim que a folga entre a face receptora de deslizamento 3c do orifício do cilindro 3 e a face de deslizamento 4c do pistão 4 seja vedada conforme necessário.

[0062] Para a estrutura de vedação de acordo com a segunda modalidade descrita acima, formar uma vedação de labirinto para reduzir ou eliminar vazamentos do fluido comprimido, como ilustrado na Figura 5, a face distal 20d da gaxeta 20A pode ter uma projeção de labirinto 25 projetada na direção radial Y a partir da face distal 20d, de modo que a projeção esteja localizada entre a primeira projeção 23a e a segunda projeção 24a. De preferência, a projeção do labirinto 25 está localizada no meio da face distal 20d na direção ao longo do eixo L (ou na linha central da seção transversal da gaxeta 20A) e se estende circularmente em torno do eixo L, em paralelo às projeções 23a e 24a. A projeção do labirinto 25 tem uma seção transversal simétrica em forma de cunha, cuja largura diminui gradualmente em direção à sua ponta, por exemplo, uma seção transversal em forma de triângulo isósceles com um ângulo agudo de vértice. A projeção do labirinto 25 tem uma altura da face distal 20d até a ponta, e a altura é preferencialmente maior ou igual à altura das projeções 23a e 24a.

[0063] A Figura 7 ilustra as relações entre uma pressão de alimentação P_s do fluido comprimido, quedas de pressão

$\Delta P_2 (= P_s - P_2)$ e a razão de uma condutância C_1 para uma condutância C_2 obtida sob uma razão de pressão crítica b de 0,5 por emprego de um cilindro hidráulico da Figura 6 como modelo de análise. Na Figura 6, C_1 indica a condutância sônica de uma porta conectada a uma câmara de pressão do lado da cabeça, C_2 indica a condutância sônica de uma passagem de vazamento formada entre a face de deslizamento do pistão e a face receptora de deslizamento do orifício do cilindro por a folga δ entre a gaxeta e a face receptora do deslizamento, C_3 indica a condutividade sônica de uma porta conectada a uma câmara de pressão do lado da haste, P_s indica a pressão de alimentação, P_1 indica uma pressão na câmara de pressão do lado da haste, P_2 indica uma pressão na câmara de pressão do lado da cabeça e P_e indica uma pressão de descarga. A Figura 7 ilustra o resultado da análise nas condições em que o ar foi fornecido à câmara de pressão do lado da cabeça, através da porta do lado da cabeça e foi descarregado através da porta conectada à câmara de pressão do lado da haste.

[0064] Embora este resultado da análise tenha sido obtido usando o cilindro com um diâmetro de 32 mm, foi demonstrado que, desde que a queda de pressão ΔP_2 seja constante, a taxa de condutância C_1/C_2 não depende substancialmente do diâmetro do cilindro. Em outras palavras, se a pressão cai, o ΔP_2 em um gráfico obtido usando um diâmetro de cilindro diferente for o mesmo do gráfico da Figura 7, o gráfico obtido usando o diâmetro de cilindro diferente coincidirá substancialmente com o gráfico da Figura 7. Por esse motivo, um gráfico obtido utilizando outro diâmetro do cilindro é omitido no presente

documento. Um resultado semelhante ao da Figura 7 é obtido nas condições em que o ar é fornecido à câmara de pressão do lado da haste através da porta do lado da haste e é descarregado através da porta conectada à câmara de pressão do lado da cabeça ou de uma maneira inversa àquela do modelo de análise da Figura 6.

[0065] Como é evidente na Figura 7, enquanto a pressão de alimentação P_s for constante, quanto menor a queda de pressão ΔP_s , maior a taxa de condutância C_1/C_2 . Enquanto a queda de pressão ΔP_2 for constante, a taxa de condutância C_1/C_2 aumenta gradualmente com o aumento da pressão de alimentação P_s e depois se torna substancialmente constante.

[0066] Além disso, para pressões nas câmaras de pressão do cilindro, sabe-se que uma queda de pressão, ΔP_2 , até aproximadamente 20 kPa, não afeta o uso prático do cilindro. Como é visto na Figura 7, a taxa de condutância C_1/C_2 na qual a queda de pressão ΔP_2 é mantida em aproximadamente 20 kPa ou menos é de 2,0 ou mais, independentemente da pressão de alimentação P_s .

[0067] Portanto, em cada uma das modalidades descritas acima, o tamanho da folga δ formada entre cada peça de vedação da gaxeta e a face receptora de deslizamento do orifício do cilindro é preferencialmente definida, de modo que a taxa de condutância C_1/C_2 seja de 2,0 ou mais em todos os momentos.

[0068] Embora a estrutura de vedação no cilindro hidráulico de acordo com a presente invenção tenha sido descrita acima, a presente invenção não se limita às modalidades descritas acima. É desnecessário dizer que

várias alterações no projeto podem ser feitas sem se afastar do espírito e do escopo das reivindicações.

[0069] Por exemplo, na primeira e segunda modalidades ilustradas nas Figuras 2 e 3, a face proximal da gaxeta pode ser fixada à superfície inferior da primeira ranhura do recesso com, por exemplo, adesivo, como na terceira modalidade da Figura 4. Além disso, embora a haste esteja localizada em um lado do pistão na modalidade do cilindro hidráulico, as hastes podem ser dispostas em lados opostos do pistão. Além disso, embora cada uma das partes de vedação 23(23a) e 24(24a) inclua preferencialmente a porção angular que forma um ângulo reto ou um ângulo agudo com a correspondente das faces laterais 20b e 20c da gaxeta 20A, a forma de cada peça de vedação não está necessariamente limitada à descrita acima.

[0070] Lista de números de referência:

- 1 - cilindro hidráulico
- 3 - orifício do cilindro
- 3a - primeira câmara
- 3b - segunda câmara
- 3c - face receptora de deslizamento (superfície circunferencial interna)
- 4 - pistão
- 4c - face de deslizamento
- 7 - primeira porta de alimentação/descarga
- 8 - segunda porta de alimentação/descarga
- 10 - anel de desgaste
- 12 - primeira ranhura de recesso
- 12a - superfície inferior
- 12b - primeira superfície lateral

12c - segunda superfície lateral

13 - segunda ranhura de recesso

14a - primeira ranhura de constrição

14b - segunda ranhura de constrição

20, 20A, 20B - elemento de vedação (gaxeta) para o pistão

20a - face proximal (superfície circunferencial interna)

20b - primeira face lateral

20c - segunda face lateral

20d - face distal

21 - peça distal

22 - peça proximal

23 - primeira peça de vedação

23a - primeira projeção (primeira peça de vedação)

24 - segunda peça de vedação

24a - segunda projeção(segunda peça de vedação)

25 - projeção de labirinto

δ lacuna (= $R_c - R_p$) entre a gaxeta e a face receptora de deslizamento

R_c - raio interno do orifício do cilindro (raio da face receptora de deslizamento)

R_p - raio externo da gaxeta

W_p - largura da seção transversal da gaxeta

W_g - largura da seção transversal da primeira ranhura do recesso

R_g - raio da superfície inferior da primeira ranhura do recesso

D_g - profundidade(= $R_s - R_g$) da primeira ranhura do recesso

Rs - raio externo do pistão (raio da face de deslizamento)

Hp - Altura da seção transversal (= Rp - Rg) da gaxeta

Rw - raio externo do anel de desgaste

REIVINDICAÇÕES

1. Estrutura de vedação entre um pistão e um orifício do cilindro, **caracterizada** pelo fato de que o pistão desliza axialmente, em um cilindro hidráulico,

o orifício do cilindro tem uma primeira câmara e uma segunda câmara localizadas em lados opostos do pistão em uma direção axial,

o pistão tem uma superfície circunferencial externa ao redor do eixo do mesmo para definir uma face de deslizamento, o orifício do cilindro tendo uma superfície circunferencial interna ao redor do eixo do mesmo para definir uma face receptora de deslizamento para qual a face de deslizamento do pistão está voltada e sobre a qual o pistão desliza,

a face de deslizamento do pistão possui uma ranhura de recesso que se estende ao redor do eixo do pistão e se abre na direção radial do pistão, a ranhura de recesso segurando uma peça proximal, que serve como parte circunferencial interna, de uma gaxeta feita de material elástico de borracha, a gaxeta incluindo uma peça distal, servindo como parte circunferencial externa, sobressaindo da face de deslizamento,

a peça distal da gaxeta incluindo uma primeira peça de vedação em uma borda lateral da gaxeta que é adjacente à primeira câmara na direção axial e uma segunda peça de vedação em uma borda lateral da gaxeta que é adjacente à segunda câmara na direção axial, a primeira peça de vedação e a segunda peça de vedação se estendendo ao redor do eixo da gaxeta,

a primeira peça de vedação e a segunda peça de vedação

da gaxeta mantidas na ranhura do recesso, cada uma com um diâmetro externo menor que o diâmetro da face receptora de deslizamento do orifício do cilindro,

em que, enquanto um fluido comprimido é fornecido a qualquer uma das primeira e segunda câmaras, a borda lateral da gaxeta adjacente à câmara à qual o fluido é fornecido é radialmente esticada por deformação elástica devido à pressão do fluido, fazendo com que a peça de vedação que é uma dentre a primeira peça de vedação e a segunda peça de vedação e que é adjacente à câmara à qual o fluido é fornecido, reduza uma folga formada com a face receptora de deslizamento do orifício do cilindro ou entre em contato com a face receptora de deslizamento.

2. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a gaxeta e a ranhura do recesso têm uma seção transversal ao longo do eixo simétrico na direção radial e

em que a ranhura de recesso tem uma profundidade que se estende na direção radial a partir da face de deslizamento a uma superfície inferior, com a qual uma extremidade proximal da gaxeta está em contato, da ranhura do recesso e a profundidade é maior ou igual à 1/2 da altura da gaxeta da extremidade proximal a uma extremidade distal da mesma.

3. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada** pelo fato de que a ranhura do recesso tem um par de superfícies laterais que se estendem radialmente a partir de extremidades opostas da superfície inferior na direção axial e se enfrentam, e a superfície inferior forma um ângulo de 90 graus ou menos com cada par de superfícies

laterais.

4. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 3, **caracterizada** pelo fato de que a peça proximal da gaxeta mantida na ranhura do recesso tem uma largura máxima na direção axial menor, que uma largura mínima da ranhura do recesso entre o par de superfícies laterais.

5. Estrutura de vedação, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizada** pelo fato de que a extremidade proximal da gaxeta é fixada na superfície inferior da ranhura do recesso com adesivo.

6. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a gaxeta tem um par de faces laterais localizadas em extremidades opostas na direção axial, o par de faces laterais é paralelo e oposto um ao outro, e a gaxeta tem uma seção transversal ao longo do eixo que é simétrica na direção axial,

em que a peça distal da gaxeta tem uma face distal voltada para a face receptora de deslizamento e

em que a primeira peça de vedação está localizada na borda lateral da face distal adjacente à primeira câmara na direção axial e a segunda peça de vedação está localizada na borda lateral da face distal adjacente à segunda câmara na direção axial.

7. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que a primeira peça de vedação é formada por uma primeira projeção projetada da face distal em direção à face receptora de deslizamento, e a segunda peça de vedação é formada por uma segunda projeção projetando da face distal em direção à face receptora de deslizamento.

8. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada** pelo fato de que a primeira projeção e a segunda projeção têm uma ponta formada por uma porção angular que forma um ângulo agudo com o correspondente do par de faces laterais da gaxeta.

9. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada** pelo fato de que a distância da face receptora de deslizamento até a ponta da primeira projeção é igual à distância da face receptora de deslizamento até a ponta da segunda projeção.

10. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 9, **caracterizada** pelo fato de que a face distal da gaxeta é paralela à face receptora de deslizamento,

em que cada uma das primeira e segunda projeções tem uma altura da face distal até a ponta e a altura da primeira projeção é igual à da segunda projeção e

em que a primeira e a segunda projeções são espaçadas uma da outra na direção axial.

11. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada** pelo fato de que cada uma da primeira e segunda projeções é em forma de cunha, de modo que a largura da projeção na direção axial diminua gradualmente na direção da face distal para a ponta.

12. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 10, **caracterizada** pelo fato de que a face distal da gaxeta tem uma projeção de labirinto, servindo como uma vedação de labirinto, localizada entre a primeira projeção e a segunda projeção.

13. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que cada par de faces

laterais da gaxeta possui uma ranhura de constrição circular, em comunicação com uma abertura da ranhura de recesso.

14. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 13, **caracterizada** pelo fato de que a ranhura de constrição tem uma superfície curva.

15. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o cilindro hidráulico tem uma porta de suprimento conectada ao orifício do cilindro e

em que C1 indica a condutividade sônica da porta de suprimento, C2 indica a condutância sônica de uma passagem de vazamento formada entre as face de deslizamento e face receptora de deslizamento pela folga entre a gaxeta e a face receptora de deslizamento, e a razão entre a condutância sônica C1 e a condutância sônica C2 é de 2,0 ou mais o tempo todo.

16. Estrutura de vedação de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o pistão tem um anel de desgaste que se estende circunferencialmente na face de deslizamento, de modo que o anel de desgaste está localizado próximo à gaxeta na direção axial e o anel de desgaste tem um diâmetro externo maior que o da gaxeta enquanto o fluido comprimido não é fornecido nem à primeira câmara nem à segunda câmara.

17. Cilindro hidráulico, **caracterizado** pelo fato de que compreende:

a estrutura de vedação conforme definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 16.

FIG. 1

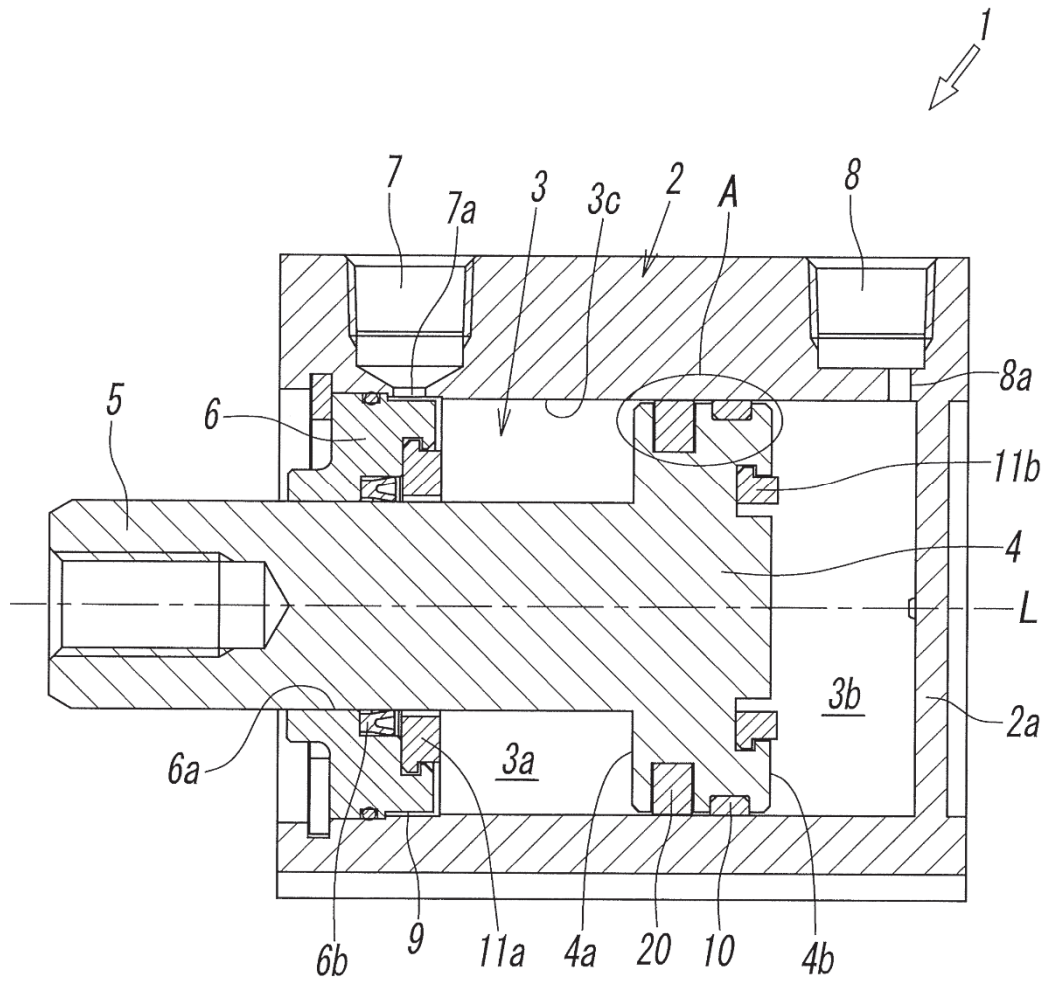


FIG. 4

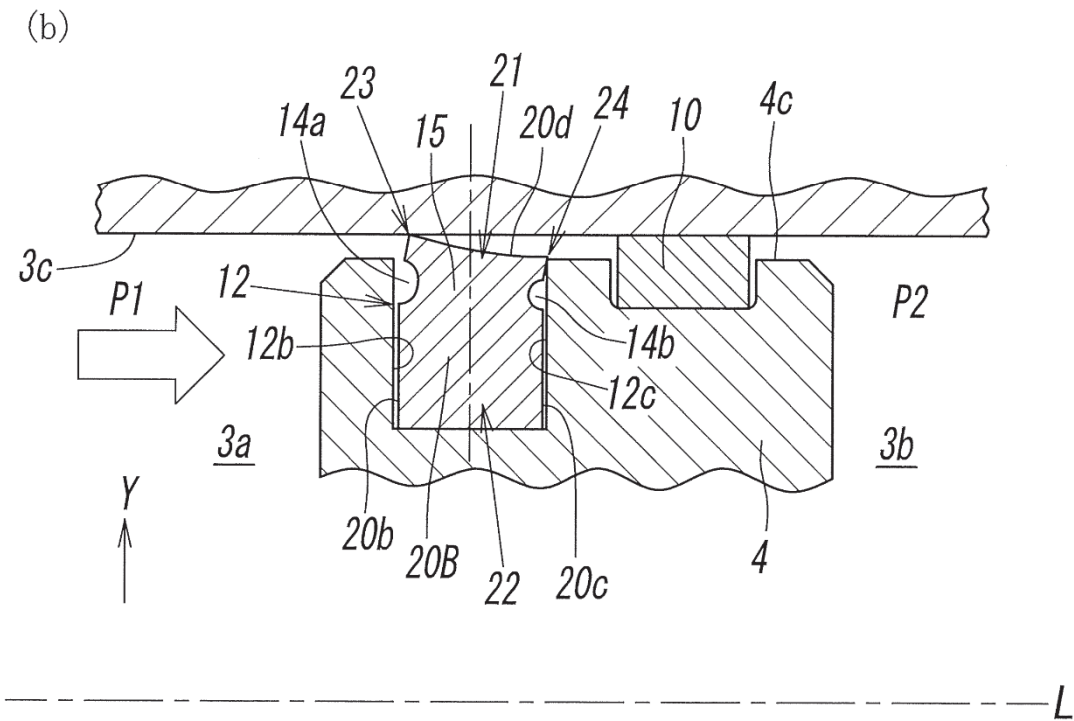
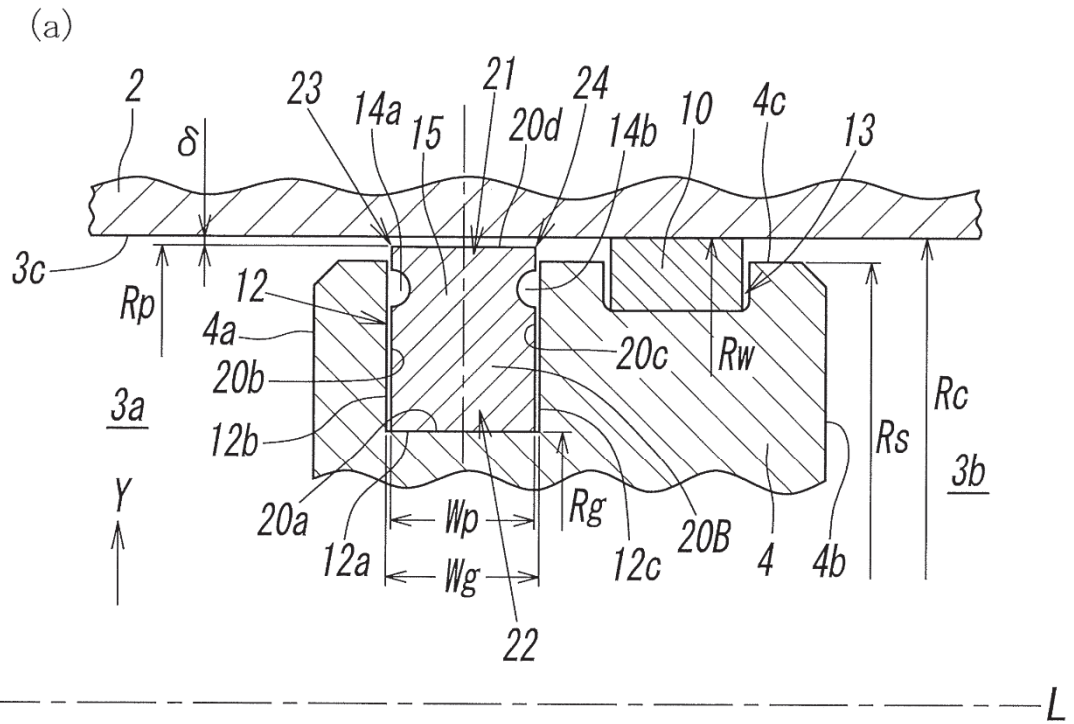


FIG. 6

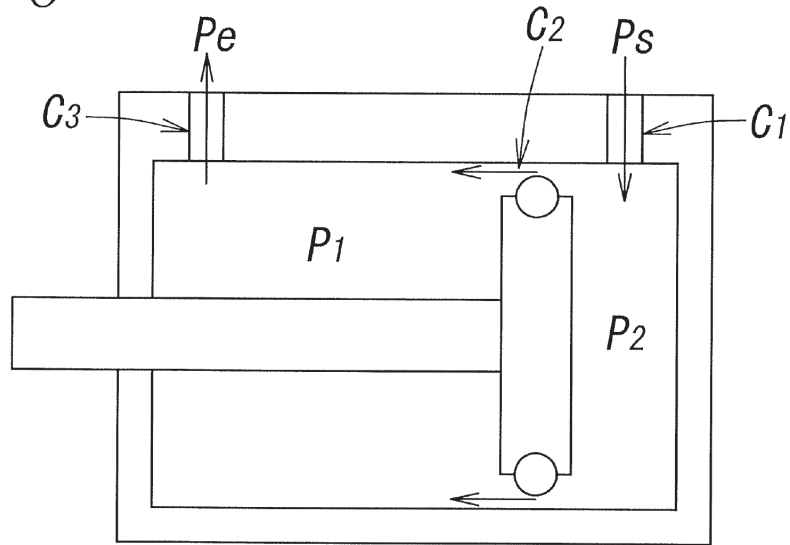
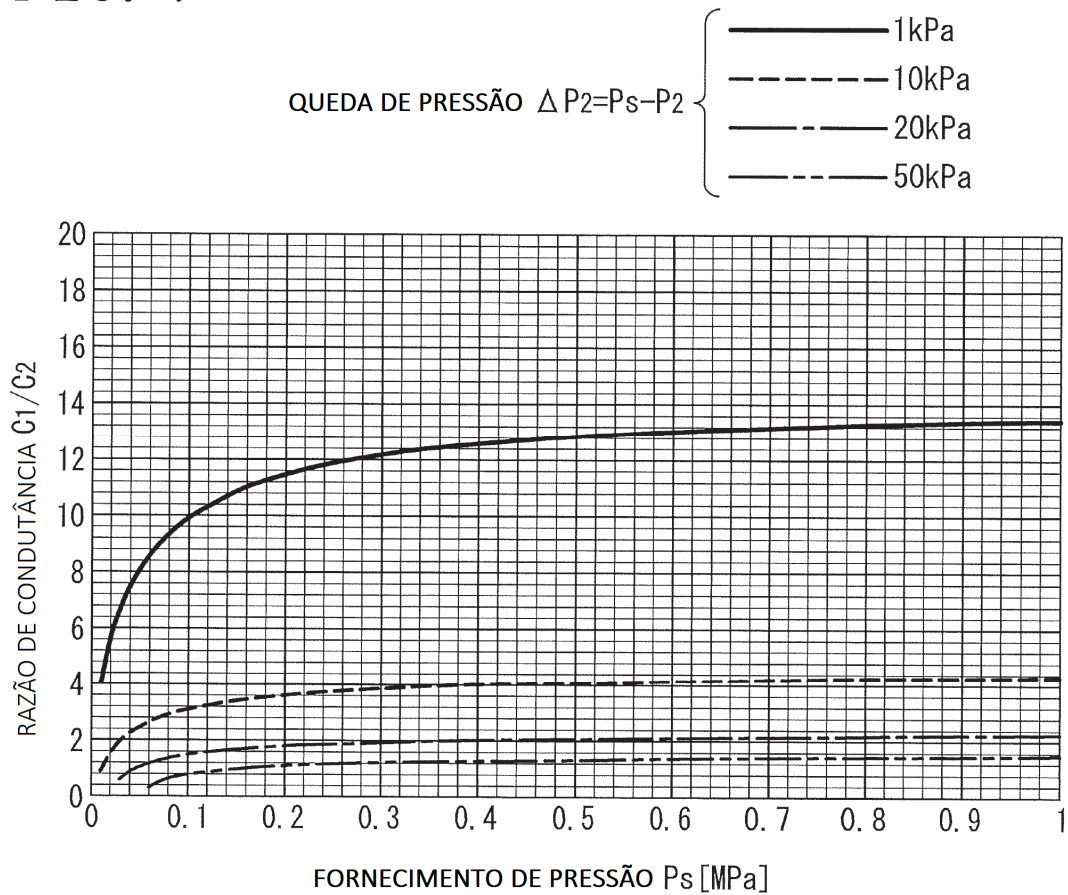


FIG. 7



RESUMO

ESTRUTURA DE VEDAÇÃO EM CILINDRO HIDRÁULICO E REFERIDO**CILINDRO HIDRÁULICO**

O objetivo do documento é proporcionar uma estrutura de vedação que está entre um pistão e um orifício de cilindro em um cilindro hidráulico e que proporciona uma operação mais suave do pistão e permite uma vida útil mais longa de uma gaxeta e fornece o cilindro hidráulico.

A solução apresentada é uma gaxeta 20 que tem uma superfície circunferencial externa e inclui um par de peças de vedação 23(23a) e 24(24a) localizadas em extremidades opostas da gaxeta, em uma direção ao longo de um eixo L. Um pistão 4 tem uma face de deslizamento 4c tendo uma primeira ranhura de recesso 12. Quando montada na primeira ranhura de recesso 12, a gaxeta 20 tem um diâmetro externo menor que o diâmetro de uma face receptora de deslizamento 3c de um orifício do cilindro 3. O pistão divide o orifício do cilindro em um par de câmaras 3a e 3b. Enquanto um fluido comprimido é fornecido a qualquer uma das câmaras 3a e 3b, uma borda lateral da gaxeta adjacente à câmara a alta pressão é esticada na direção radial Y, por deformação elástica devido à pressão do fluido comprimido, assim causando com que uma peça de vedação adjacente à câmara, a alta pressão, reduza uma folga δ formada com a face receptora de deslizamento do orifício do cilindro ou entre em contato com a face receptora de deslizamento.