



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

(11) PI 0922071-2 B1



(22) Data do Depósito: 04/12/2009

(45) Data de Concessão: 02/07/2019

(54) Título: DISPOSITIVO DE CONTROLE DE FLUXO.

(51) Int.Cl.: E21B 34/14; E21B 34/10.

(30) Prioridade Unionista: 04/12/2008 GB 0822144.2.

(73) Titular(es): WEATHERFORD TECHNOLOGY HOLDINGS, LLC.

(72) Inventor(es): FRAZER GEDDES; ATUL B. SOOD; GILBERT ALEXANDER ANDERSON.

(86) Pedido PCT: PCT GB2009051654 de 04/12/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/064053 de 10/06/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/05/2011

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE CONTROLE DE FLUXO Trata-se de um dispositivo de controle de fluxo que serve tipicamente 5 para proteger uma vedação (20) presente em uma válvula, em que uma peça de corpo (5) possui um orifício (8), que permite que o fluxo corra através dele, e a válvula possui uma peça de controle (10), para permitir e restringir o fluxo do fluido através do orifício. O dispositivo de controle de fluxo possui um controlador de fluxo de fluido (30) entre a peça de corpo e a peça de controle na forma de ao menos um anel (35) disposto dentro de um recesso formado em um dente a peça de corpo e a peça de controle (10). O controlador de fluxo de fluido (30) define uma via de vazamento através do dispositivo que se abre e fecha por de acordo com um diferencial de pressão que atua ao longo do membro anelar. Por via de regra, a aplicação de um diferencial de pressão ao longo do controlador de fluxo de fluido move os anéis a uma das extremidades do recesso e diminui a área transversal da via de vazamento disponível para o fluido, difundindo assim o fluxo do fluido através do orifício (8).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção
para “**DISPOSITIVO DE CONTROLE DE FLUXO**”.

A presente invenção se refere a um dispositivo de controle de fluxo. Em uma concretização, a presente invenção
5 serve para restringir ou difundir o fluxo de um fluido através de um orifício de uma válvula. Em outras concretizações, o dispositivo de controle de fluxo da presente invenção consiste em um dispositivo de vedação.

No campo das ferramentas de fundo de poço, e
10 em muitos outros dispositivos mecânicos, é comum que um orifício formado no componente de uma válvula seja vedado pelo movimento de uma superfície contra o orifício, por exemplo, por uma manga corrediça ou pela rotação de uma esfera, cada um dos quais pode ter elementos de vedação que se movem através do
15 orifício durante a abertura e o fechamento.

Por exemplo, em válvulas de manga corrediça, um orifício no corpo da válvula pode ser fechado por uma manga corrediça que é vedada à superfície interna ou externa do corpo por um par de vedações anelares, como anéis em O.
20 Normalmente, os anéis em O são espaçados na manga e dispostos em recessos anelares de ambos os lados do orifício. Quando os anéis em O passam pelo orifício e são comprimidos entre a manga corrediça e o corpo, o orifício é efetivamente vedado. Na hora de abrir o orifício, a manga corrediça move-se axialmente de modo
25 que um dos anéis em O deslize pela superfície do orifício para

permitir o fluxo do fluido através dele. Esse método de cobrir e descobrir orifícios é extremamente comum e funciona muito bem em sistemas de baixa pressão e baixa taxa de fluxo.

Quando uma manga corrediça ou válvula de esfera equivalente é usada em condições de alta pressão fluida e/ou altas taxas de fluxo, as vedações básicas, como anéis em O de borracha, tendem a se danificar pelas altas taxas de fluxo e/ou grandes volumes de fluido que passam em alta velocidade por elas no primeiro momento em que descobrem o orifício durante a abertura da válvula (o que chamamos de “remoção da vedação”). Os danos podem ser mecânicos; por exemplo, o anel em O pode se deslocar fisicamente de seu recesso ou pode se quebrar ou rasgar ao passar pelo orifício. A vedação também pode permanecer no lugar, mas sofrer erosão por causa do fluxo do fluido. Os danos por erosão à vedação (e outras partes da válvula, como sua sede) durante a remoção podem ser reduzidos abrindo-se a válvula com bastante rapidez, mas são bastante comuns ao abrir lentamente as válvulas. Sendo assim, válvulas de pressão alta são muitas vezes vedadas com vedações mais exóticas, como vedações de borracha soldadas ou moldadas, vedações plásticas, vedações cerâmicas ou vedações metálicas, que são mais resistentes do que as vedações de borracha e bem mais capazes de resistir à alta investida da pressão do fluido que passa por elas durante a remoção. As vedações mais exóticas costumam ser mais caras, de encaixe mais difícil, mais difíceis de reposicionar e

podem exigir menores tolerâncias nos componentes circundantes, o que pode aumentar o custo de outras peças da válvula.

De acordo com a presente invenção, propomos um dispositivo de controle de fluxo caracterizado por
5 compreender:

- uma peça de corpo com um orifício adaptado para permitir o fluxo de um fluido através dele;

- uma peça de controle adaptada para alterar as configurações entre uma primeira configuração, que permite o
10 fluxo do fluido através do orifício, e uma segunda configuração, que impede o fluxo do fluido através do orifício; e

- um controlador de fluxo de fluido disposto entre a peça de corpo e a peça de controle;

- em que o controlador de fluxo de fluido
15 compreende ao menos um membro anelar disposto dentro de um recesso formado em um dentre a peça de corpo e a peça de controle;

- em que o controlador de fluxo possui uma via de vazamento que se abre e fecha pela ação de um diferencial de
20 pressão ao longo do membro anelar.

Em uma concretização, o controlador de fluxo de fluido é um difusor.

Em uma concretização, o controlador de fluxo de fluido pode ter vários anéis.

25 O número de anéis pode variar, por exemplo, é

possível dispor 2, 3, 4 ou 5 anéis em um controlador de fluxo de fluido satisfatório. Se desejado, é possível incluir mais anéis.

O recesso normalmente tem um eixo. Como opção, o eixo pode ser paralelo ao eixo dos membros anelares. A
5 peça de controle e, como opção, a peça de corpo pode ser tipicamente na forma de mangas com eixos, e, como opção, os eixos das mangas podem ser paralelos aos eixos do recesso e dos membros anelares.

Em uma concretização, o controlador de fluxo
10 de fluido é um dispositivo de vedação.

O controlador de fluxo de fluido normalmente pode ser ativado ou desativado por diferenciais de pressão que atuem sobre ele para alterar a configuração do membro anelar em resposta ao diferencial de pressão.

15 A mudança na configuração dos membros anelares normalmente ocorre pelo movimento axial e/ou radial dos membros anelares dentro do recesso (normalmente em relação ao eixo do recesso).

Em uma concretização, vários membros
20 anelares são dispostos dentro do mesmo recesso.

Em uma concretização, cada membro anelar é disposto dentro de um respectivo recesso.

Os membros anelares podem ter um eixo central. Normalmente, os membros anelares podem ser
25 empilhados em paralelo uns aos outros, tipicamente no sentido

axial dos membros anelares e/ou do recesso. Normalmente, os membros anelares são empilhados pressionando-se uns contra os outros dentro do recesso.

Como opção, o recesso pode ter paredes radiais inclinadas, em vez de ortogonais, em relação aos seus eixos centrais. As paredes radiais dos membros anelares podem ser inclinadas no mesmo ângulo que as paredes radiais do recesso dentro do qual são dispostos de modo que as paredes radiais dos membros anelares e do recesso coincidam umas com as outras.

Em uma concretização, as paredes radiais dos membros anelares são inclinadas de modo que a dimensão axial dos membros anelares na borda radialmente externa seja maior do que a dimensão axial dos membros anelares na borda radialmente interna. Sendo assim, os membros anelares dessa concretização são cuneiformes, com uma extremidade grossa estendendo-se radialmente para fora a partir de uma extremidade fina, disposta radialmente para dentro.

Como opção, é possível formar uma vedação pressionando-se uma região plana do membro anelar contra uma região plana do recesso.

Normalmente, as paredes radiais do recesso são paralelas às paredes radiais inclinadas dos membros anelares.

Como opção, o movimento axial dos membros anelares dentro do recesso causado por diferenciais de pressão que atuam ao longo do controlador de fluxo de fluido pode reunir

as paredes radiais do recesso e do membro anelar.

Como opção, o membro anelar pode ser forçado radialmente para fora do recesso pela ação conjunta das paredes inclinadas.

5 O dispositivo de controle de fluxo pode incorporar uma vedação, como um anel em O, uma vedação de borracha soldada ou moldada, um vedação cerâmica ou uma vedação metálica, além do controlador de fluxo, embora, como
10 vedações, por exemplo, com fluidos viscosos, quando uma vedação estanque não for necessária ou quando o controlador de fluxo estiver sendo usado para impedir ou diminuir danos por erosão às sedes da válvula ou a outros componentes.

Normalmente, os membros anelares são anéis
15 metálicos, como opção, feitos de um metal resiliente, como o titânio, ou de um metal ferroso, como o aço ou o ferro, por exemplo, o ferro fundido. O uso de metais para fabricar os membros anelares traz vantagens mecânicas durante a remoção. É particularmente vantajoso usar materiais com certo grau de
20 lubricidade, como o ferro fundido. O titânio também é proveitoso como material para os anéis, pois tem um módulo de Young igual a aproximadamente metade do módulo do aço e pode se deformar amplamente dentro de seu limite de deformação elástica. Além disso, é possível fabricar anéis mais grossos de titânio, permitindo
25 conferir uma resiliência sob medida aos anéis de acordo com os

requisitos da válvula. Anéis mais grossos e ranhuras mais profundas são vantajosos, pois é menos provável que anéis mais grossos e mais resistentes sejam forçados para fora da ranhura sob pressão, além de apresentarem maior resiliência. O material dos

5 membros anelares normalmente é mais resiliente do que o material do corpo ou peça de controle com o recesso onde se encontram os membros anelares. O recesso pode ser uma ranhura anelar formada na superfície do corpo ou da peça de controle.

Como opção, os membros anelares podem

10 compreender anéis fendidos.

Como opção, os membros anelares podem ser forçados radialmente dentro do recesso, seja para fora ou para dentro.

O controlador de fluxo normalmente consiste

15 em uma vedação de metal para metal.

Em algumas concretizações, os membros anelares podem ser feitos de materiais plásticos.

Os membros anelares podem ser anéis fendidos, que, como opção, podem ser dispostos resilientemente a um nível

20 suficiente para retê-los na ranhura de um dentre o corpo e a peça de controle, mas, como opção, também podem ser dispostos resilientemente a um nível suficiente para forçá-los contra a superfície do outro dentre o corpo e a peça de controle, geralmente durante a liberação da superfície interna da ranhura,

25 mas mantendo-se dentro da ranhura. Normalmente, os anéis

podem ser esticados dentro de seus limites elásticos para passar pelo maior diâmetro da ranhura e retornar elasticamente à sua condição de repouso dentro da ranhura sem ocupar o menor diâmetro da ranhura.

5 A ranhura pode ser formada no corpo ou na peça de controle. Por exemplo, quando o dispositivo de controle de fluxo é disposto em uma válvula de manga corrediça com um orifício no corpo e uma manga interna que corre pela superfície interna do corpo, então, a ranhura geralmente pode ser formada na
10 superfície externa da manga interna. Em outras concretizações, por exemplo, em que a manga corrediça é externa ao corpo, a ranhura pode ser formada na superfície interna da manga. Em ambos os casos, a ranhura pode ser disposta na peça de corpo em vez de na manga.

15 Normalmente, a dimensão axial da ranhura é suficiente para permitir certo movimento axial do membro anelar dentro dela. Por exemplo, normalmente, a dimensão axial total dos anéis pode ocupar até 70% a 98% da dimensão axial da ranhura para que eles possam se mover axialmente em relação à
20 ranhura, normalmente pela força do fluxo do fluido.

 Em uma concretização com só um anel em uma única ranhura, a diferença na distância axial entre o anel e a ranhura pode ser mínima, e o anel pode ser encaixado de maneira relativamente estanque dentro da ranhura, normalmente capaz de
25 se mover axialmente a fim de ativar e desativar o controlador de

fluxo de fluido, mas ocupando cerca de 98% da lacuna axial da ranhura.

Em uma concretização com mais de um anel na ranhura, a diferença na distância axial pode ser maior. Por exemplo, se a ranhura tiver uma dimensão axial de 10 mm e a dimensão axial total de cada anel for de 2 mm, por via de regra, a ranhura recebe 4 anéis, deixando um espaço (de cerca de 2 mm) para o movimento axial dos anéis dentro dela. Normalmente, usam-se dois ou mais anéis, embora o número possa ser escolhido de acordo com o nível de pressão da válvula e, em alguns casos, com válvulas de alta pressão, é possível usar 6, 10 ou mais anéis em ranhuras devidamente dimensionadas.

Por via de regra, o controlador de fluxo de fluido encontra-se a montante do orifício em relação ao sentido do fluxo do fluido e a montante de qualquer vedação da válvula. Normalmente, o controlador de fluxo de fluido define uma passagem labiríntica entre o fluido a montante e o orifício e, como opção, a vedação, para difundir o fluido que corre através do orifício. Em algumas concretizações, o controlador de fluxo de fluido pode ser disposto a jusante da vedação.

Quando o controlador de fluxo de fluido é exposto a um diferencial de pressão devido a uma mudança de configuração na peça de controle, por via de regra, os anéis são forçados a se mover rumo a uma das extremidades da ranhura. Dessa forma, o anel pressiona uma das extremidades da ranhura e,

nas concretizações em que há mais de um anel, os anéis também se pressionam uns contra os outros dentro da ranhura. Isso normalmente diminui a área transversal disponível da via de vazamento para que o fluido chegue ao orifício. O aumento da
5 pressão força os anéis uns contra os outros ou contra a parede da ranhura com mais força, diminuindo assim a área transversal das vias de vazamento para o orifício e difundindo a força do fluido que chega e atravessa o orifício e a vedação.

Normalmente, as extremidades fendidas dos
10 anéis podem formar a via de vazamento para que o fluido passe entre as extremidades dos anéis. Em concretizações específicas, as dimensões da via de vazamento (por exemplo, o comprimento ou a área transversal) podem ser ajustadas visando diferentes efeitos. As dimensões da via de vazamento são normalmente
15 alteradas pelo diferencial de pressão ao longo do controlador de fluxo de fluido.

Normalmente, as extremidades fendidas dos anéis são forçadas a se separar, o que vai contra a resiliência natural dos anéis, para encaixá-los inicialmente nas ranhuras e,
20 depois, os anéis relaxam dentro das ranhuras para que as extremidades fendidas se aproximem e a lacuna entre elas normalmente se aproxime de zero.

Em certas concretizações, os anéis podem ter extremidades sobrepostas, como opção, cortadas a ângulo
25 oblíquo. Normalmente, o comprimento da via de vazamento

através das extremidades de corte depende do comprimento da região sobreposta, sendo assim, o aumento do comprimento da região sobreposta aumenta o comprimento da via de vazamento. Além disso, o aumento do nível em que as extremidades são pressionadas uma contra a outra normalmente diminui a área transversal da via de vazamento. Com regiões sobrepostas mais longas e maiores forças pressionando as extremidades uma contra a outra, a taxa de fluxo através da via de vazamento diminui para zero e, por conseguinte, aumenta a eficácia do difusor.

Em algumas concretizações, os anéis relaxados podem se mover livremente em relação à ranhura. Em concretizações com mais de um anel, como opção, as lacunas entre as extremidades livres dos anéis podem ser circunferentemente escalonadas sem alinhamento uma com a outra. Isso aumenta o efeito labiríntico do controlador de fluxo de fluido. Em alguns casos, os anéis podem ser indexados para manter sua posição circunferente em relação uns aos outros e impedir que eles girem dentro da ranhura. A indexação ajuda a manter o escalonamento circunferente das extremidades dos anéis. A indexação pode ser atingida por meio de um pino de indexação que conecte os anéis ou por meio de uma haste, barra ou outra protuberância disposta dentro de um recesso radial dos anéis.

Em algumas concretizações, geralmente as com mais de um anel por ranhura, alguns dos anéis dentro da ranhura

podem ter diâmetros de repouso diferentes para que eles sejam radialmente deslocados em relação uns aos outros. Por exemplo, alguns anéis (como opção, anéis axialmente adjacentes) dentro da ranhura podem ser forçados para dentro, contra a superfície interna da ranhura, e alguns podem ser forçados para fora dentro da ranhura. Isso bloqueia a via fluida tanto fora quanto dentro dos anéis, forçando assim o fluido a tomar um caminho que mude seu sentido radial e melhore o efeito do difusor modificando a via labiríntica através do controlador de fluxo de fluido.

Normalmente, todos os anéis se mantêm dentro da ranhura, independentemente do sentido de propensão dos anéis. Geralmente, ao menos alguns dos anéis são forçados para fora da ranhura rumo à superfície da outra peça. Nesse sistema, os anéis forçados para fora da ranhura, mas mantidos dentro dela, substancialmente obstruirão o ânulo entre as duas peças e, portanto, diminuirão a área de superfície da via de vazamento do orifício.

Normalmente, a distância entre o controlador de fluxo de fluido e qualquer vedação é maior ou igual à distância ao longo do orifício para que a vedação e o difusor não ocupem o orifício ao mesmo tempo. Com proveito, a distância entre o controlador de fluxo de fluido e a vedação é maior do que a distância máxima ao longo do orifício e ao longo de qualquer recesso associado a ele de modo que a vedação passe pelo orifício por completo antes de o controlador de fluxo de fluido

chegar a ele. Nessas concretizações, a vedação nunca se expõe à pressão total do fluido sem a proteção do controlador de fluxo de fluido.

Em certas concretizações, as bordas radialmente
5 externas dos anéis podem ser biseladas ou chanfradas para interagir com mais facilidade com orifícios biselados ou chanfrados. Normalmente, o chanfro do anel é adaptado para coincidir com o chanfro do orifício quando o anel se aproximar do orifício durante o fechamento da válvula.

10 Em um aspecto, a presente invenção propõe um dispositivo de controle de fluxo caracterizado por compreender:

- uma peça de corpo com um orifício adaptado para permitir o fluxo de um fluido através dele;

- uma peça de controle adaptada para alterar as
15 configurações entre uma primeira configuração, que permite o fluxo do fluido através do orifício, e uma segunda configuração, que impede o fluxo do fluido através do orifício; e

- um difusor de fluxo de fluido disposto entre a peça de corpo e a peça de controle;

- em que o difusor de fluxo de fluido
20 compreende ao menos dois membros anelares dispostos dentro de um recesso formado em um dentre a peça de corpo e a peça de controle.

As concretizações da presente invenção
25 permitem a proteção de modelos de vedação básicos durante a

remoção em válvulas pressurizadas, em especial em válvulas de alta pressão, para se obter o alto desempenho de modelos de vedação mais avançados com menores custos e menos desvantagens relacionadas. As concretizações da presente
5 invenção também podem ser usadas com modelos de vedação mais avançados, como vedações de borracha soldadas, plásticas ou cerâmicas, a fim de melhorar seu desempenho ainda mais. Em algumas concretizações, é possível diminuir o percurso das peças de controle necessário para abrir e fechar a válvula, o que
10 facilitaria a fabricação de uma válvula mais compacta.

A partir de agora, descreveremos algumas concretizações da presente invenção a título exemplificativo e com referência aos desenhos anexos, dentre os quais:

a Fig. 1 é uma vista lateral de um primeiro
15 dispositivo de controle de fluxo disposto em uma válvula de manga corrediça em uma configuração fechada;

a Fig. 2 é uma vista lateral do primeiro dispositivo de controle de fluxo na válvula da Fig. 1 em uma configuração parcialmente aberta;

20 a Fig. 3 é uma vista lateral da válvula da Fig. 1 em uma configuração aberta;

a Fig. 4 é uma vista lateral de um segundo dispositivo de controle de fluxo disposto em uma segunda válvula de manga corrediça em uma configuração fechada;

25 a Fig. 5 é uma vista lateral do segundo

dispositivo de controle de fluxo na válvula da Fig. 4 em uma configuração parcialmente aberta;

a Fig. 6 é uma vista lateral do segundo dispositivo de controle de fluxo na válvula Fig. 4 em uma
5 configuração totalmente aberta;

a Fig. 7 é uma vista lateral de um terceiro dispositivo de controle de fluxo disposto em uma terceira válvula de manga corrediça em uma configuração fechada;

a Fig. 8 é uma vista lateral do terceiro
10 dispositivo de controle de fluxo na válvula da Fig. 7 em uma configuração parcialmente aberta;

Fig. 9 é uma vista lateral do terceiro dispositivo de controle de fluxo na válvula da Fig. 7 em uma configuração totalmente aberta;

15 as Figs. 10, 11 e 12 são uma vista em corte plana, lateral e expandida, respectivamente, de um anel do primeiro dispositivo de controle de fluxo ilustrado nas Figs. de 1 a 3;

as Figs. 13, 14 e 15 são uma vista em corte
20 plana, lateral e expandida, respectivamente, de um anel do segundo dispositivo de controle de fluxo ilustrado nas Figs. de 4 a 6;

as Figs. 16, 17 e 18 são uma vista em corte plana, lateral e expandida, respectivamente, de um anel do
25 terceiro dispositivo de controle de fluxo ilustrado nas Figs. de 7 a

9;

Figs. de 19 a 22 são vistas esquemáticas consecutivas da manga corrediça da primeira concretização passando da configuração totalmente fechada (Fig. 19) à
5 configuração totalmente aberta (Fig. 22);

a Fig. 23 é um vista esquemática aproximada de um primeiro difusor que pode ser usado em qualquer uma das concretizações descritas;

a Fig. 24 é um vista esquemática aproximada de
10 um segundo difusor;

a Fig. 25 é uma vista esquemática aproximada de um terceiro difusor;

a Fig. 26 é uma vista esquemática aproximada de um quarto difusor;

15 as Figs. de 27 a 29 são vistas laterais de outra concretização de um dispositivo de controle de fluxo ilustrando a transição entre as posições fechada, parcialmente aberta e aberta;
e

a Fig. 30 é uma vista lateral ampliada de um
20 anel na ranhura de outra concretização do dispositivo de controle de fluxo.

Com referência agora aos desenhos, a Fig. 1 ilustra uma válvula de manga corrediça 1 compreendendo um corpo 5, uma camisa 7 dentro da cavidade do corpo 5 e uma
25 manga de controle 10 dentro da cavidade da camisa 7. O corpo 5

possui um orifício 8b que proporciona uma via fluida da cavidade interna ao exterior do corpo 5. A camisa 7 possui um orifício radial 8l, que se comunica com o orifício 8b, e é temperada na área do orifício 8l. A camisa 7 é vedada dentro da cavidade do

5 corpo 5 em 2 e mantém a manga 10 dentro da cavidade do corpo 5, proporcionando uma cavidade interna 7b a qual a manga 10 pode se vedar. A camisa 7 foi projetada para ser substituída com facilidade quando os danos por erosão ao orifício 8l chegarem até certo ponto. O orifício endurecido 8l da camisa 7 impede ou

10 limita a erosão do orifício 8b do corpo 5. O orifício 8b possui bordas arredondadas para diminuir o desgaste ou outros danos à vedação quando ela passar por ele. A camisa 7 é opcional. A vista em corte da Fig. 1 ilustra apenas um orifício 8, mas, como podemos ver nas outras figuras, pode haver, por exemplo, cinco

15 orifícios distintos no corpo 5 e na camisa 7.

A manga 10 possui uma vedação 20 dentro de uma ranhura anelar 16 formada em sua superfície externa. Normalmente, a vedação 20 é uma vedação de borracha soldada, que é soldada ou moldada no lugar na ranhura 16 sem ser esticada

20 e, então, soldada ou moldada conforme o formato desejado. Se desejado, a vedação 20 pode ser de qualquer outro tipo desejado; pode, por exemplo, ser um simples anel em O, uma vedação plástica, uma vedação metálica ou uma vedação cerâmica. A ranhura 16 tem uma seção transversal quadrada ou retangular,

25 com os lados superior e inferior estendendo-se radialmente para

reter a vedação axialmente dentro dela de modo que a vedação possa suportar a pressão do fluido que passa pela ranhura durante sua remoção.

A manga também possui um controlador de
5 fluxo de fluido na forma de um difusor 30 disposto dentro de uma segunda ranhura 26 formada axialmente ao longo da manga 10 perto da extremidade livre inferior da manga 10. A distância entre as ranhuras 16 e 26 é geralmente maior do que o diâmetro do orifício 8.

10 O difusor 30 assume a forma de três anéis 35, que são empilhados em paralelo uns aos outros no sentido axial da manga 10. Tipicamente, os anéis 35 são idênticos uns aos outros (embora isso não seja essencial) e, por via de regra, têm uma dimensão axial fina de cerca de 0,76 mm com uma profundidade
15 radial de cerca de 2,7 mm.

Os anéis podem ser feitos de um material resiliente, como o titânio ou o aço. Em algumas concretizações, são feitos de ferro fundido. A primeira concretização descrita adota anéis de ferro fundido.

20 Os anéis são flexíveis e têm uma posição de repouso, conforme ilustra a Fig. 9, em que as extremidades livres opostas encontram-se afastadas por cerca de 0,76 mm e em que o diâmetro é um pouco maior do que o menor diâmetro da segunda ranhura 26, fazendo com que os anéis 35 em repouso se estiquem
25 para fora a partir do menor diâmetro de modo a liberar a

superfície interna da ranhura 26 e, em uso, serem forçados contra a superfície interna da cavidade 7b da camisa 7. O maior diâmetro da manga 10 é maior do que o diâmetro de repouso dos anéis, portanto, os anéis precisam ser afastados por um diâmetro maior para passar pela superfície externa da manga 10 antes de se encaixarem na ranhura para reassumir sua condição de repouso. Dessa forma, os anéis 35 são retidos dentro da ranhura 26 e ligeiramente comprimidos para dentro pela superfície interna da camisa 7 de modo que eles apliquem força para fora contra a superfície interna da camisa 7 e as lacunas entre as extremidades livres dos anéis 35 se aproxime de zero. Isso deixa os anéis 35 inclinados um pouco para fora da superfície interna da ranhura 26, mas ainda retidos axialmente dentro dela.

Durante a abertura da válvula, a manga corrediça 10 se move para cima dentro da cavidade da camisa 7 no sentido da seta A e a pressão permanece geralmente estática enquanto a vedação 20 se aproxima do orifício 8. Absolutamente nenhum fluxo de fluido passa pela vedação ou pelo difusor 30 já que a vedação 20 pressiona a cavidade 7b. Nesse momento, o difusor 30 não tem efeito sobre a pressão ou o fluxo de fluido. Depois que a vedação 20 passa pela borda inferior do orifício 8, conforme ilustram as Figs. 2 e 20, ela não se encontra mais vedada contra a cavidade interna 7b e é removida. Nesse momento, a pressão do fluido não é mais mantida pela vedação 20, e o fluido corre pela cavidade da manga 10 através da

extremidade inferior aberta da manga, pelo ânulo no sentido da seta A entre a manga 10 e a camisa 7, e para fora do orifício 8. Com isso, a vedação 20 é comprimida para cima dentro da ranhura contra a parede radial superior da ranhura 16. Em casos em que a pressão dentro da cavidade é alta e há um grande volume de fluido pressionando a vedação 20, ela pode sofrer erosão por causa da pressão alta e do grande volume de fluido e, às vezes, ser forçada para fora da ranhura 16. Na presente concretização, as forças exercidas à vedação 20 durante a remoção são reduzidas, pois o difusor 30 cria uma via de vazamento não-linear para o fluido seguir, o que difunde a força no fluxo dentro do ânulo diminuindo sua velocidade antes de chegar à vedação 20, diminuindo assim a taxa de fluxo que atinge a vedação e, por conseguinte, diminuindo os danos por erosão à vedação durante a remoção.

Durante a remoção, os anéis difusores 35 forçam o fluido a fluir em torno deles em vez de simplesmente permitir a passagem linear do fluxo pelo ânulo. A propensão dos anéis 35 para fora contra a superfície interna da cavidade 7b da camisa 7 limita o nível em que o fluido pode fluir em torno do exterior dos anéis 35, forçando assim o fluido a tomar uma via dentro dos anéis, entre os anéis 35 e a superfície externa da ranhura 26 ou entre os próprios anéis, através das lacunas entre suas extremidades livres. Ademais, os anéis 35 são pressionados contra a parede final superior da ranhura 26 e retidos ali dentro

pela profundidade da ranhura e pela posição de repouso natural dos anéis flexíveis 35. Sendo assim, o fluido não tem uma via reta dentro do ânulo e deve seguir uma via labiríntica criada pelos anéis 35 do difusor.

5 Normalmente, o comprimento axial da ranhura 26, que contém os anéis 35, é maior do que o comprimento axial combinado dos anéis 35 de modo que, como opção, eles possam se mover axialmente dentro dela. No presente exemplo, o comprimento axial da ranhura 26 é de cerca de 2,54 mm e a
10 dimensão axial de cada um dos anéis é de cerca de 0,76 mm, deixando cerca de 0,254 mm de espaço desocupado dentro da ranhura para permitir o movimento axial dos anéis. Essa característica proporciona ao difusor um efeito de choque, permitindo que fluidos relativamente desimpedidos fluam a
15 pressões baixas, em que os anéis 35 “flutuam” axialmente dentro da ranhura, e uma maior impedância ao fluido passa pelo difusor quando pressões altas ou taxas de fluxo altas comprimem um ou todos os anéis 35 contra a parede superior da ranhura 26. A pressão alta ou as taxas de fluxo altas reúnem os anéis e os forçam
20 contra a parede radial superior, o que diminui ainda mais a área de superfície disponível da via de vazamento e, por conseguinte, limita o fluxo do fluido que passa pelos anéis 35.

Conforme ilustra a Fig. 21, a distância axial entre a vedação 20 e o difusor 30 é superior ao diâmetro do orifício 8 para que a
25 vedação 20 seja protegida pelo difusor 30 por toda a extensão de seu

percurso ao longo do orifício 8. Normalmente, o difusor 30 também cruza o orifício 8 e se reconecta à superfície interna da camisa 7 na extremidade superior do orifício 8, repousando na posição aberta conforme ilustra a Fig. 22.

5 Com referência agora à segunda concretização, as Figs. de 4 a 6 ilustram um modelo alternativo que adota substancialmente o mesmo corpo 5, mas cujo difusor 31 compreende cinco anéis 36 mais grossos dispostos em uma ranhura 27 maior formada em uma manga 11 diferente. Além
10 disso, o orifício 60 da camisa 6 possui um recesso chanfrado na cavidade interna 6b. Conforme ilustram as Figs. 14 e 15, os anéis 36 são flexíveis como os anéis 35 da primeira concretização e ocupam apenas parte do espaço axial da ranhura 27, mas, ao passo que os anéis 35 têm superfícies externas planas, os anéis 36 são
15 tipicamente chanfrados em suas superfícies externas. As superfícies externas chanfradas dos anéis são assimétricas e inclinam-se rumo à extremidade inferior da manga 11. O chanfro na superfície externa dos anéis coincide com o chanfro no recesso 60. Os anéis da segunda concretização são tipicamente feitos de
20 titânio.

Quando a manga corrediça 11 sobe, a vedação
20 se move sob o recesso chanfrado e é removida visto que, efetivamente, não mais veda o recesso chanfrado. O difusor 31 protege a vedação 20 da mesma maneira descrita com relação à
25 primeira concretização, impedindo que o fluido corra por uma via

linear através do ânulo. Quando o difusor 31 chega à área chanfrada, os anéis 36 expandem-se para dentro do recesso chanfrado e, quando a manga 11 passa pelo orifício 6o, adotando a configuração totalmente aberta, os anéis são comprimidos pela
5 borda chanfrada superior do recesso 6o, reassumindo assim suas posições originais. O chanfro na superfície externa dos anéis 36 coopera com a borda chanfrada inferior dos recessos 6o quando a manga 11 desce novamente, o que diminui a tendência de os anéis obstruírem a manga em uma posição parcialmente aberta durante
10 o fechamento. Como opção, os anéis 36 podem ser chanfrados em cada uma de suas bordas superior e inferior, e, como opção, o chanfro pode ser simétrico. Vale frisar que, na primeira concretização, a região sem recessos entre os orifícios pressionam os anéis 35 durante a remoção e impedem sua expansão dentro
15 dos orifícios.

Com referência agora à terceira concretização, as Figs. de 7 a 9 ilustram um modelo alternativo que adota substancialmente o mesmo corpo 5, a mesma manga 11 diferente da segunda concretização, a mesma camisa 6 da segunda
20 concretização, que possui o orifício 6o com o recesso chanfrado na cavidade interna 6b, mas com um difusor 32 de configuração diferente.

Conforme ilustram as Figs. 17 e 18, os anéis 37 são feitos de ferro fundido, são flexíveis e chanfrados como os
25 anéis 36 e ocupam novamente apenas parte do espaço axial da

ranhura 27, mas são mais grossos do que os anéis 35 e 36 e há apenas três deles na ranhura 27. As superfícies externas chanfradas dos anéis 37 se comportam da maneira descrita com relação à segunda concretização acima.

5 Os anéis 37 também são conectados uns aos outros por um pino de indexação 37p opcional e escalonados circunferentemente de modo que as lacunas entre suas extremidades livres não ocupem a mesma posição angular na manga. O pino de indexação 37p mantém as posições angulares
10 dos anéis 37 e, assim, impede que eles girem em torno da manga, mas permite que se aproximem e se afastem axialmente uns dos outros. Isso impede que os anéis se movam de modo a alinhar as lacunas e propiciar uma via mais linear ao fluido que passa pelo difusor 32.

15 Quando os anéis 37 são comprimidos contra a extremidade superior da ranhura 27, a principal via de vazamento disponível para o fluido avança através das lacunas entre as extremidades livres e, como essas lacunas são escalonadas em uma relação angular fixa em relação umas às outras, a via fluida é
20 labiríntica e a força do fluxo do fluido é difundida. O pino 37p pode ser omitido e, se desejado, é possível adotar outro método de indexação; por exemplo, uma chaveta, haste ou ombros simples na superfície interna da ranhura poderiam manter os anéis 37 na relação angular desejada.

25 Uma vantagem dos anéis mais grossos 37 é que

sua força elástica pode ser aumentada e que eles podem ser pressionados com um pouco mais de força contra a superfície interna da camisa 6b, restringindo assim ainda mais a via de vazamento para o fluido que corre pela superfície externa dos anéis 37.

As Figs. de 23 a 26 ilustram outros modelos do controlador de fluxo de fluido sem a camisa e que podem ser usados em qualquer uma das concretizações. No primeiro modelo ilustrado na Fig. 23, o difusor 43 encontra-se dentro de uma ranhura 42 formada em uma manga 41.

Três anéis 45 são forçados para fora contra o corpo 46, definindo assim uma via de fluxo labiríntica de menor resistência indicada pela linha tracejada na Fig. 23. Na segunda modificação, ilustrada na Fig. 24, o sistema é parecido, mas os três anéis 45 não são impelidos no mesmo sentido, em vez disso, o anel 45 central tem uma posição de repouso que o impele contra a superfície interna da ranhura 42. Sendo assim, a via de fluxo labiríntica definida pela segunda modificação é mais convoluta do que a do sistema da Fig. 23. Na terceira modificação, ilustrada na Fig. 25, o sistema é parecido com o da Fig. 23, com os anéis 55 impelidos para fora contra o corpo 56, mas com o difusor 53 compreendendo cinco anéis 55 dispostos dentro de uma ranhura 52 maior formada em uma manga 51 alternativa. A quarta modificação, ilustrada na Fig. 26, é parecida com a segunda, ilustrada na Fig. 24, mas o difusor 54 possui cinco anéis 55 que

não são impelidos no mesmo sentido, pois os anéis 55 adjacentes alternam entre comprimir a superfície interna do corpo 56 e comprimir a superfície externa da ranhura 52. Dessa forma, a via de fluxo do fluido é mais convoluta do que antes, e também maior, propiciando mais espaço e um efeito de difusão ou propagação aprimorado. Também são possíveis outras modificações ao difusor. Os anéis das concretizações ilustradas nas Figs. de 23 a 26 podem ser de ferro fundido ou titânio.

Com referência agora às Figs. de 27 a 29, é ilustrada uma quarta concretização que adota substancialmente o mesmo corpo 5, a mesma camisa 6 que a segunda concretização, que possui o orifício 60 com o recesso chanfrado na cavidade interna 6b, mas com uma manga 12 diferente e uma configuração diferente do controlador de fluxo de fluido 60.

A manga 12 é composta por duas partes, uma peça de vedação 12s, que compreende a vedação 20, semelhante à descrita acima, e uma peça de controle de fluxo de fluido 12f, que compreende o controlador de fluxo de fluido 60. A peça de vedação 12s possui uma rosca externa em uma de suas extremidades, e a peça de controle de fluxo de fluido 12f possui uma rosca interna, que se engata à rosca externa da peça de vedação 12s para conectá-las uma à outra.

O controlador de fluxo de fluido 60 compreende quatro anéis resilientes de ferro fundido 65, cada um fendido e flexionado para permitir que se expanda radialmente ao passar

pela superfície externa da peça de controle de fluxo de fluido 12f da manga 12. A superfície externa possui quatro ranhuras axialmente afastadas 66, cada uma acomodando um único anel 65. Cada anel 65 se encaixa em uma ranhura 66 com a força de sua própria resiliência.

Cada anel 65 possui extremidades fendidas e, embora não seja necessário em todas as concretizações, nesse caso, as extremidades fendidas podem se sobrepor para criar uma via labiríntica para o fluxo do fluido. Como opção, os anéis 65 do difusor 60 são chanfrados como os anéis 36 e, mais uma vez, podem ocupar tipicamente apenas parte do espaço axial das ranhuras 66. Por via de regra, as ranhuras 66 e os anéis 65 são paralelos e axialmente afastados em distâncias iguais. Como opção, as superfícies externas chanfradas dos anéis 65 se comportam da maneira descrita com relação à segunda concretização acima.

Quando o controlador de fluxo de fluido 60 é submetido a um diferencial de pressão, decorrente da remoção da vedação conforme descrito acima, os anéis 65 são comprimidos contra a extremidade superior da ranhura 66 e a principal via de vazamento disponível para o fluido corre através da área sobreposta entre as extremidades livres de cada anel 65 e, como isso requer que o fluxo do fluido mude de sentido várias vezes no curso da transição através do controlador de fluxo de fluido, a via fluida é labiríntica e a força do fluxo do fluido difundida,

diminuindo a taxa de fluxo que atinge a vedação 20.

Em uma concretização, o controlador de fluxo de fluido pode ser modificado conforme ilustra a Fig. 30. Nela, é ilustrado um anel modificado 75 dentro de uma ranhura modificada 76.

O anel 75 e a ranhura 76 possuem paredes radiais 75r e 76r inclinadas no mesmo ângulo, por exemplo, de 5° a 10°, por exemplo, de 7°, em relação ao eixo radial do anel de modo que a parede radial do anel 75 e a parede radial da ranhura 76 não sejam ortogonais ao eixo longo do anel 75. Isso cria um ângulo oblíquo no sentido do fluxo do fluido e um efeito de acunhamento no anel. Sendo assim, na Fig. 30, o fluido que corre no sentido da seta A força o anel 75 contra a parede radial 75r a montante de modo que as regiões planas das paredes 75r e 76r se comprimam uma contra a outra. Graças às superfícies inclinadas das paredes 75r e 76r, o efeito de acunhamento força o anel radialmente para fora e axialmente contra a superfície 76r da ranhura 76. Isso impulsiona o anel 75 para fora, contra a superfície interna da camisa, no sentido da seta B e cria uma barreira à passagem do fluido que corre pelo anel 75.

O anel modificado pode ser incluído sozinho em uma única ranhura, conforme ilustra a Fig. 30, ou pode ser empilhado com outros anéis na mesma ranhura conforme as concretizações anteriores primeira, segunda e terceira. O anel modificado pode ser disposto com uma única superfície radial

inclinada em sua superfície a jusante para vedar apenas em um único sentido quando submetido a um diferencial de pressão que o force no sentido da seta A, ou pode ser disposto com superfícies radiais inclinadas de ambos os lados (por exemplo, opostos), caso
5 este em que cada superfície pode ser inclinada a um ângulo igual ou diferente.

É possível incorporar modificações e aprimoramentos sem divergir do âmbito da presente invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. – Dispositivo de controle de fluxo compreendendo:

uma peça de corpo (5, 6, 7) com um orifício (8I, 6o) adaptado para permitir o fluxo de um fluido através do orifício (8I, 6o);

uma peça de controle (10, 11, 12) adaptada para alterar as configurações entre uma primeira configuração, que permite o fluxo do fluido através do orifício (8I, 6o), e uma segunda configuração, que impede o fluxo do fluido através do orifício (8I, 6o); e

um controlador de fluxo de fluido (30, 31, 32, 60) disposto entre a peça de corpo (5, 6, 7) e a peça de controle (10, 11, 12);

em que o controlador de fluxo de fluido (30, 31, 32, 60) compreende ao menos dois membros anelares na forma de primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 65), em que um dentre a peça de corpo (5, 6, 7) e a peça de controle (10, 11, 12) compreende ao menos um recesso (26, 27, 66) para acomodar o primeiro e segundo anéis no ao menos um recesso (26, 27, 66);

em que o controlador de fluxo de fluido (30, 31, 32, 60) possui uma via de vazamento que se abre e fecha pela ação de um diferencial de pressão ao longo do primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 65);

o dispositivo de controle de fluxo **caracterizado** pelo fato de que o primeiro anel (35, 36, 37, 65)

possui uma primeira fenda entre duas extremidades do primeiro anel;

e em que o segundo anel (35, 36, 37, 65) possui uma segunda fenda entre duas extremidades do segundo anel;

5 em que a primeira fenda entre as extremidades do primeiro anel (35, 36, 37, 65) é circunferentemente escalonada sem alinhamento com a segunda fenda entre as extremidades do segundo anel (35, 36, 37, 65); e em que

a posição circunferente de cada um do primeiro
10 e segundo anéis (35, 36, 37, 65) em relação uns aos outros é mantida dentro do ou de cada recesso (26, 27, 66), através do qual o controlador de fluxo de fluido (30, 31, 32) define uma passagem labiríntica para difundir o fluido que corre através do orifício (8I, 60).

15 2. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o ou cada recesso (26, 27, 66) possui um eixo e pelo fato de que o primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 65) possuem um eixo que está
20 (26, 27, 66).

3. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que a via de vazamento através do controlador de fluxo de fluido (30, 31, 32, 60) varia pela ação de diferenciais de pressão que atuam sobre
25 o controlador de fluxo (30, 31, 32, 60) para mudar a configuração do primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 65) e pelo fato de que a

mudança da configuração do primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 65) compreende o movimento axial do primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 65) dentro do ou de cada recesso (26, 27, 66).

4. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo
5 com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que ao menos um dentre o primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 65) e o ou cada recesso (26, 27, 66) possui superfícies opostas que são paralelas umas às outras e pelo fato de que as superfícies opostas são pressionadas juntas pelo diferencial de
10 pressão que atua ao longo do ao menos um ou cada dentre o primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 65) dentro do recesso (26, 27, 66), fechando assim a via de vazamento.

5. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que a
15 superfície do ou de cada recesso (76) compreende uma parede final radial (76r) e tanto a parede final radial (76r) do ou de cada recesso (76) quanto a superfície do anel dentro do recesso (76) que é pressionada contra a parede final radial são inclinadas, em vez de ortogonais, em relação aos seus respectivos eixos centrais.

20 6. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que ao menos um dentre o primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 45, 55) é radialmente forçado dentro do ou de cada recesso (26, 27, 42, 52) a pressionar contra um dentre a peça de controle
25 (10, 11, 41, 51) e a peça de corpo (5, 46, 56) e é afastado

radialmente do outro dentre a peça de controle (10, 11, 41, 51) e a peça de corpo (5, 46, 56).

7. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que o controlador de fluxo (30, 31, 32) proporciona uma vedação de metal para metal.

8. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de que a dimensão axial do ou de cada recesso (26, 27, 42, 52) é maior do que a dimensão axial total do ou de cada um dentre o primeiro e segundo anéis (35, 36, 45, 55) no referido recesso, permitindo o movimento axial do ou de cada um dentre o primeiro e segundo anéis (35, 36, 45, 55) dentro do recesso (26, 27, 42, 52) quando o diferencial de pressão for exercido ao longo do primeiro e segundo anéis (35, 36, 45, 55).

9. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado** pelo fato de que as extremidades fendidas do primeiro e segundo anéis (65) proporcionam a via de vazamento para o fluido passar entre as extremidades do primeiro e segundo anéis (65).

10. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que as extremidades fendidas do primeiro e segundo anéis (65) se sobrepõem uma à outra e pelo fato de que a via de vazamento inclui a região sobreposta dos anéis (65).

11. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro e segundo anéis (45, 55) possuírem diâmetros de repouso diferentes de modo que eles
5 sejam radialmente deslocados em relação uns aos outros.

12. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, disposto em uma válvula de manga corrediça incluindo uma vedação (20), em que a peça de corpo (5, 7) e a peça de controle (10) compreendem
10 mangas, o dispositivo de controle de fluxo **caracterizado** pelo fato de que uma distância axial entre o controlador de fluxo de fluido (30) e a vedação (20) é maior ou igual à distância ao longo do orifício (8I) de modo que a vedação (20) e o controlador de fluxo de fluido (30) não encaixem o orifício (8I) ao mesmo
15 tempo, e em que o controlador de fluxo de fluido (30) é localizado acima do orifício (8I) em relação a direção do fluxo de fluido e acima da vedação (20).

13. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12,
20 **caracterizado** pelo fato de que uma borda radialmente externa de ao menos um dentre o primeiro e segundo anéis (36) é chanfrada.

14. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, **caracterizado** pelo fato de que o diferencial de pressão aplicado
25 ao controlador de fluxo (30, 31, 32, 43, 53) comprime ao menos um dentre o primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 45, 55) no

recesso (26, 27, 42, 52) contra uma superfície final que se estende radialmente do recesso (26, 27, 42, 52), diminuindo assim a área transversal da via de vazamento através do controlador de fluxo de fluido (30, 31, 32, 43, 53).

5 15. Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, **caracterizado** pelo fato de que um pino de indexação (37p) engata o primeiro e segundo anéis (37), e restringe rotação relativa do primeiro e segundo anéis (37) dentro do recesso (27).

10 16. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, **caracterizado** por cada um do primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 45, 55) estar disposto dentro de um respectivo recesso.

15 17. – Dispositivo de controle de fluxo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 16, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro e segundo anéis (35, 36, 37, 45, 55) estão dispostos no mesmo recesso.

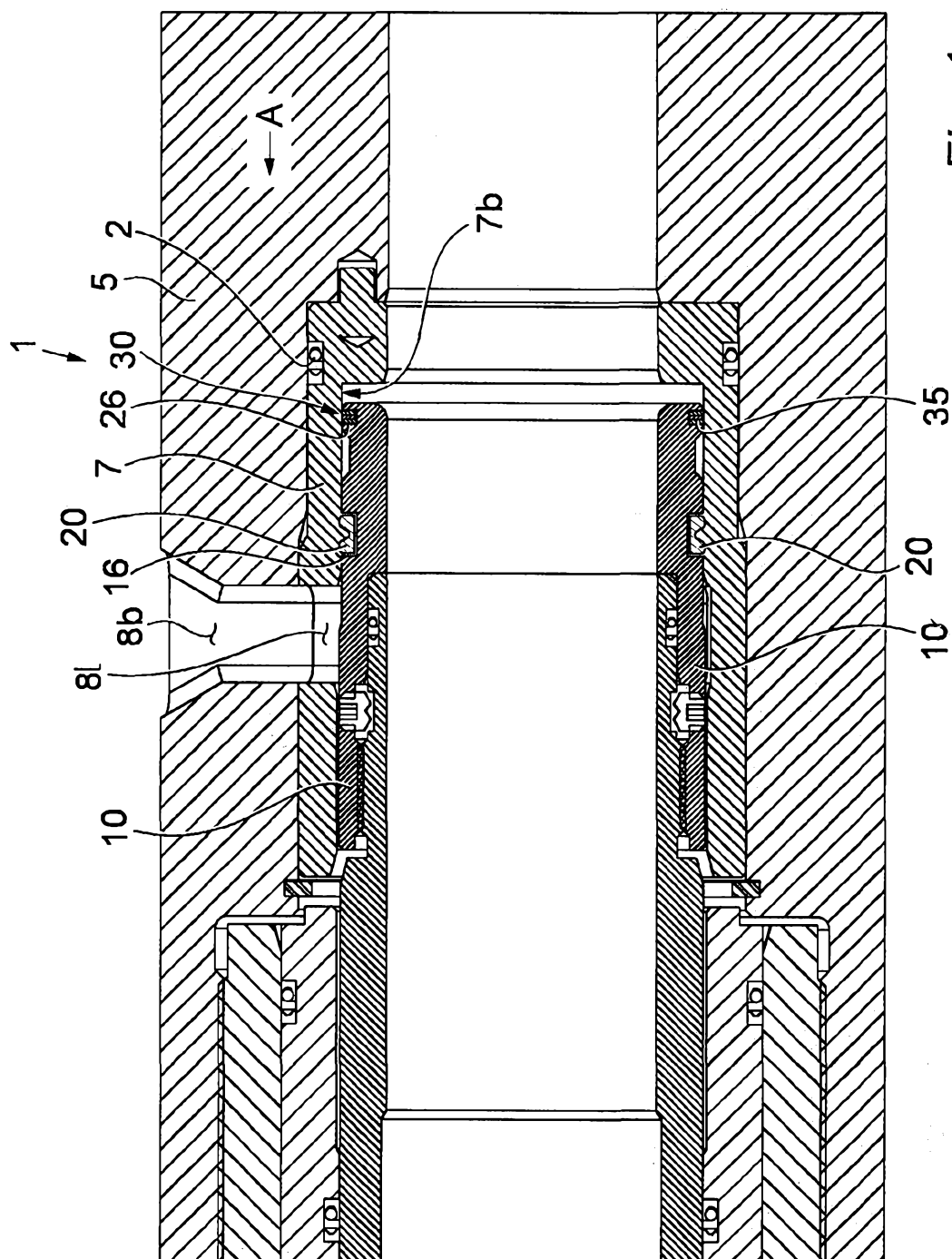


Fig. 1

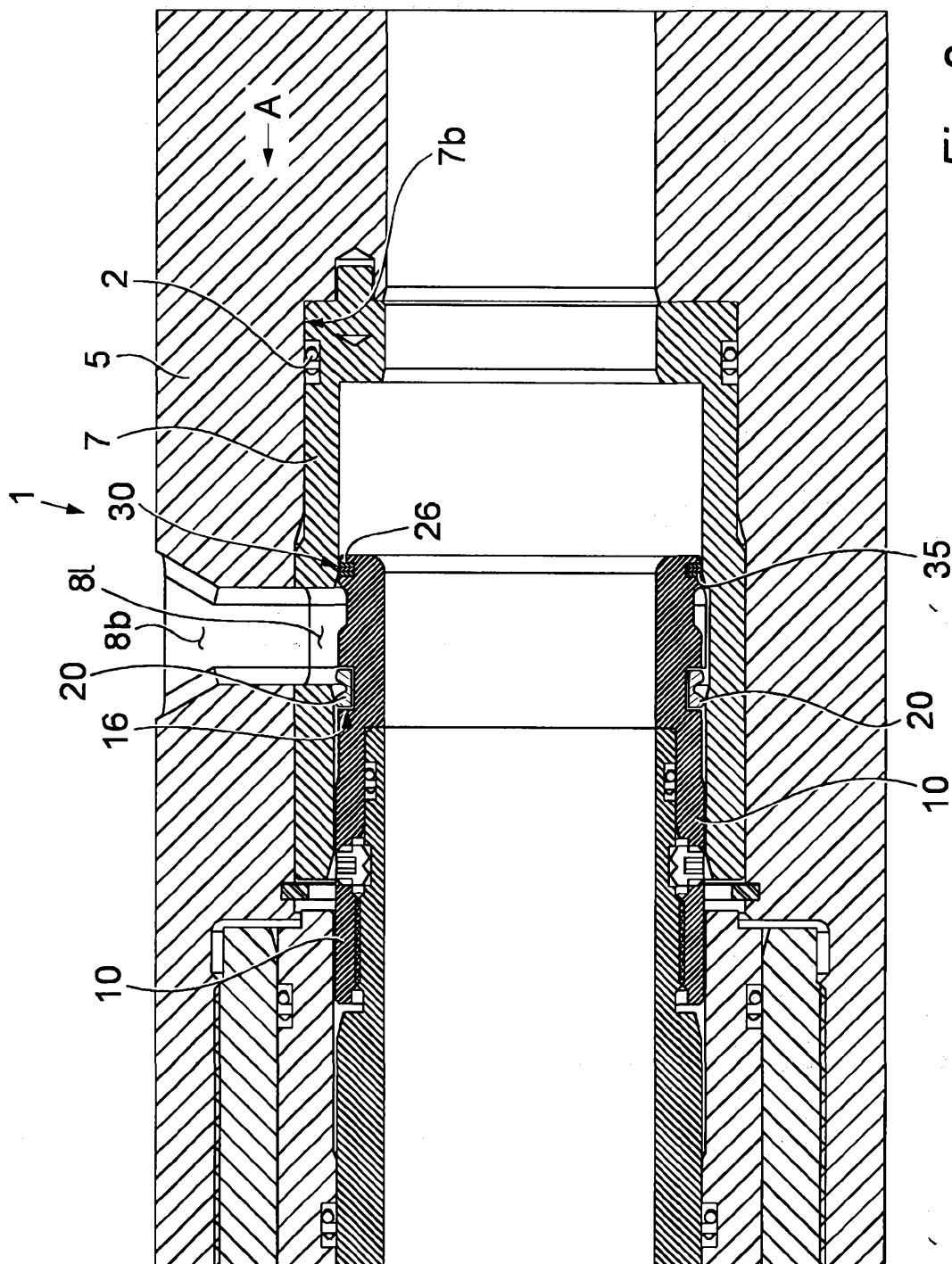


Fig. 2

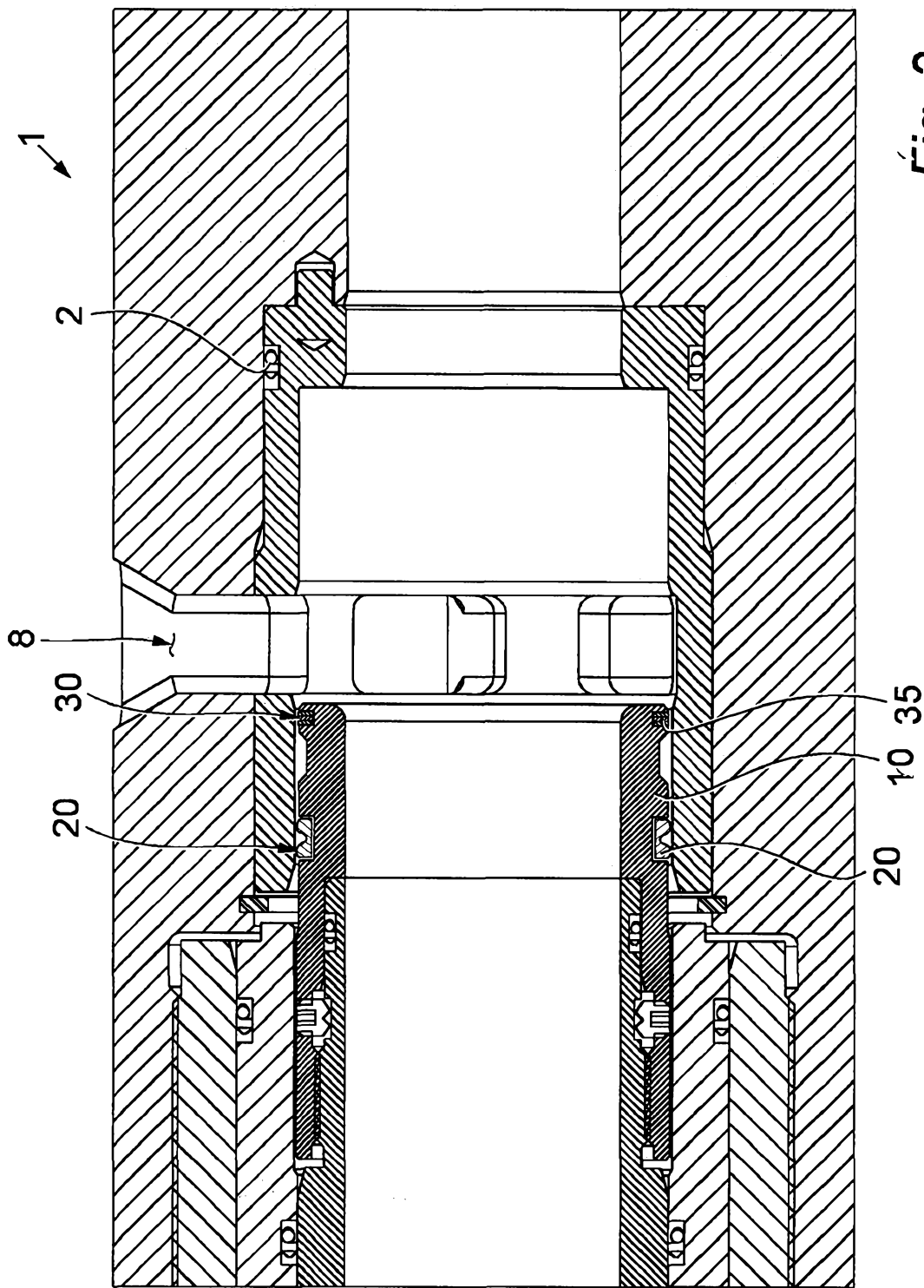


Fig. 3

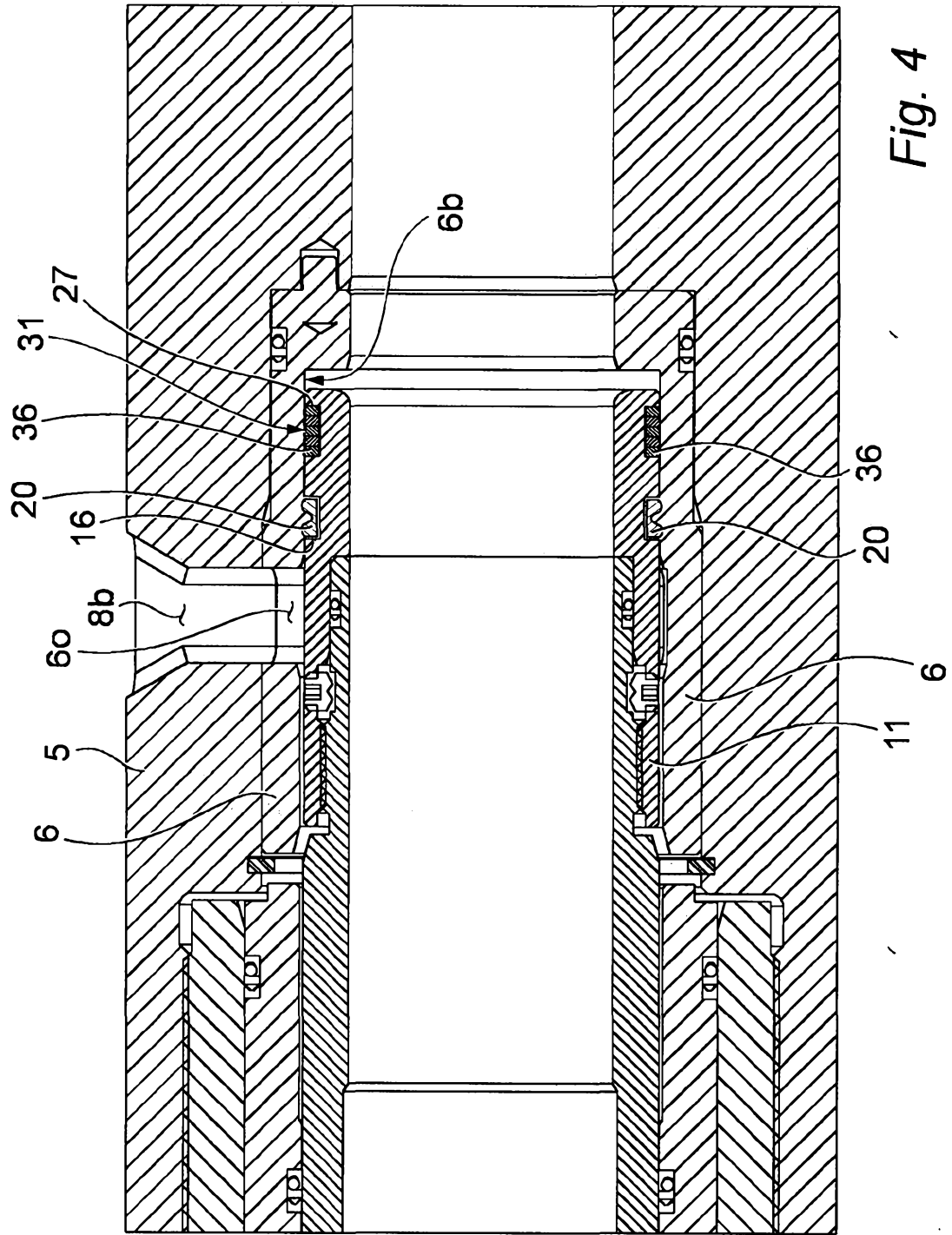


Fig. 4

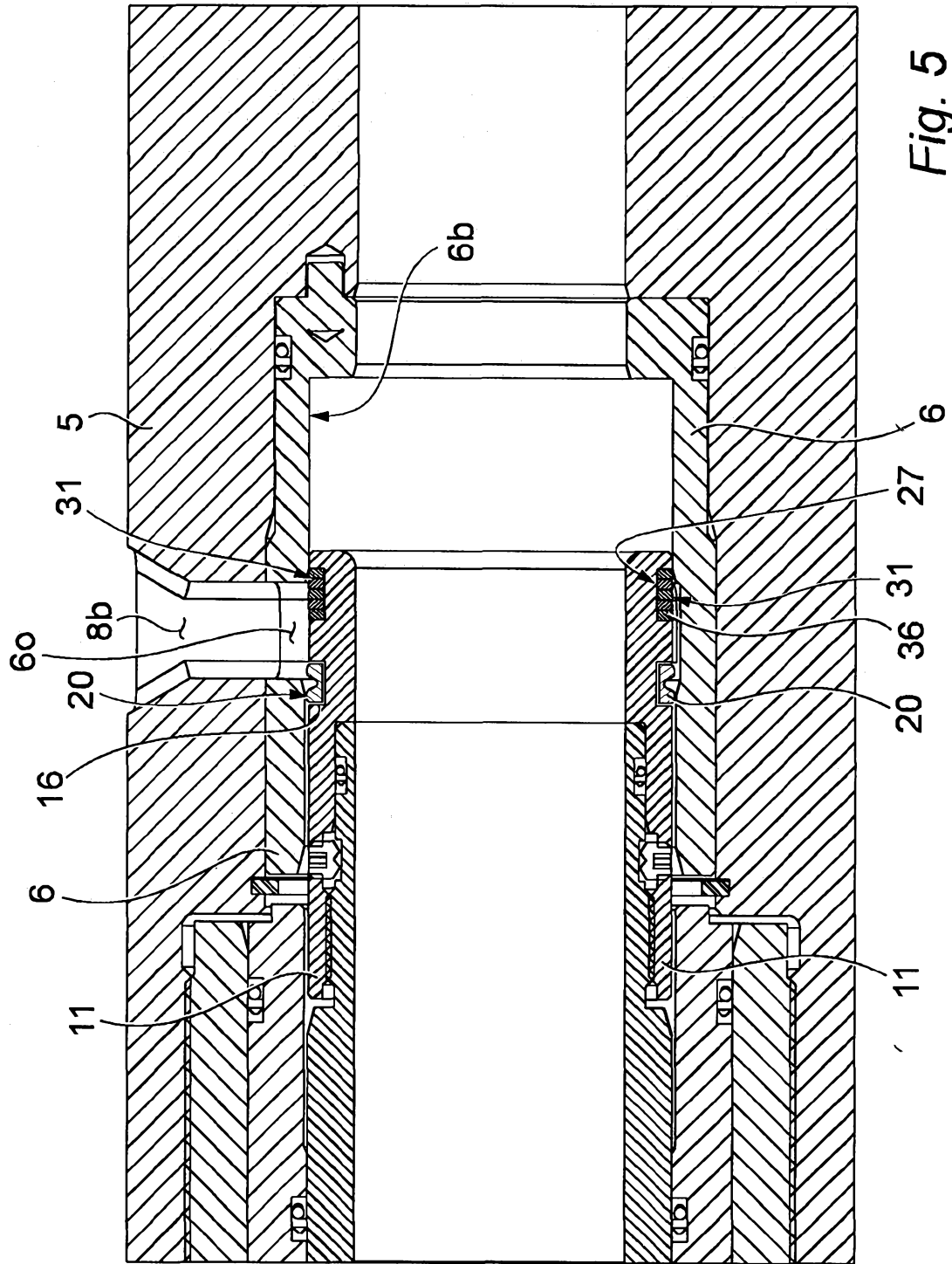


Fig. 5

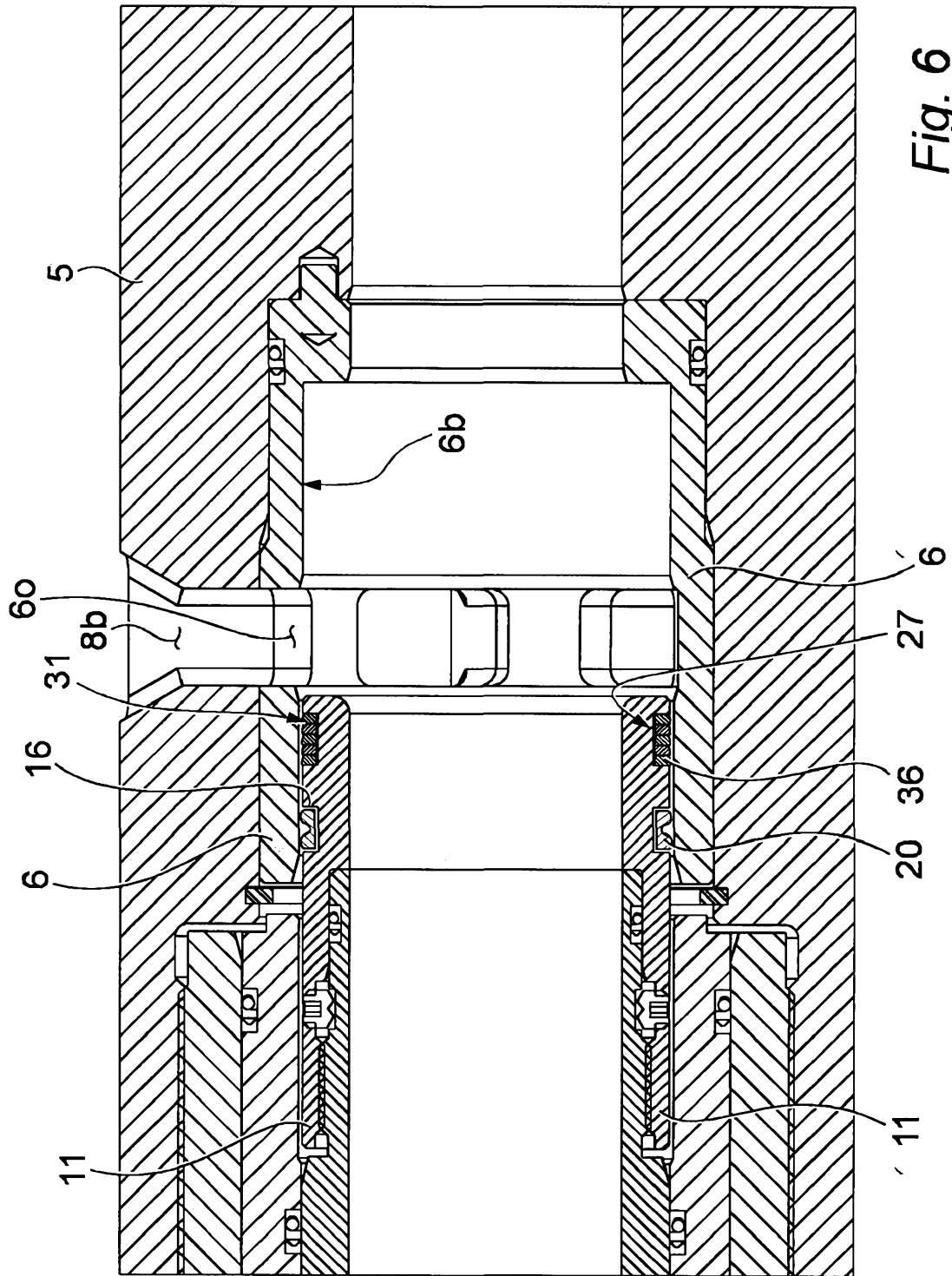
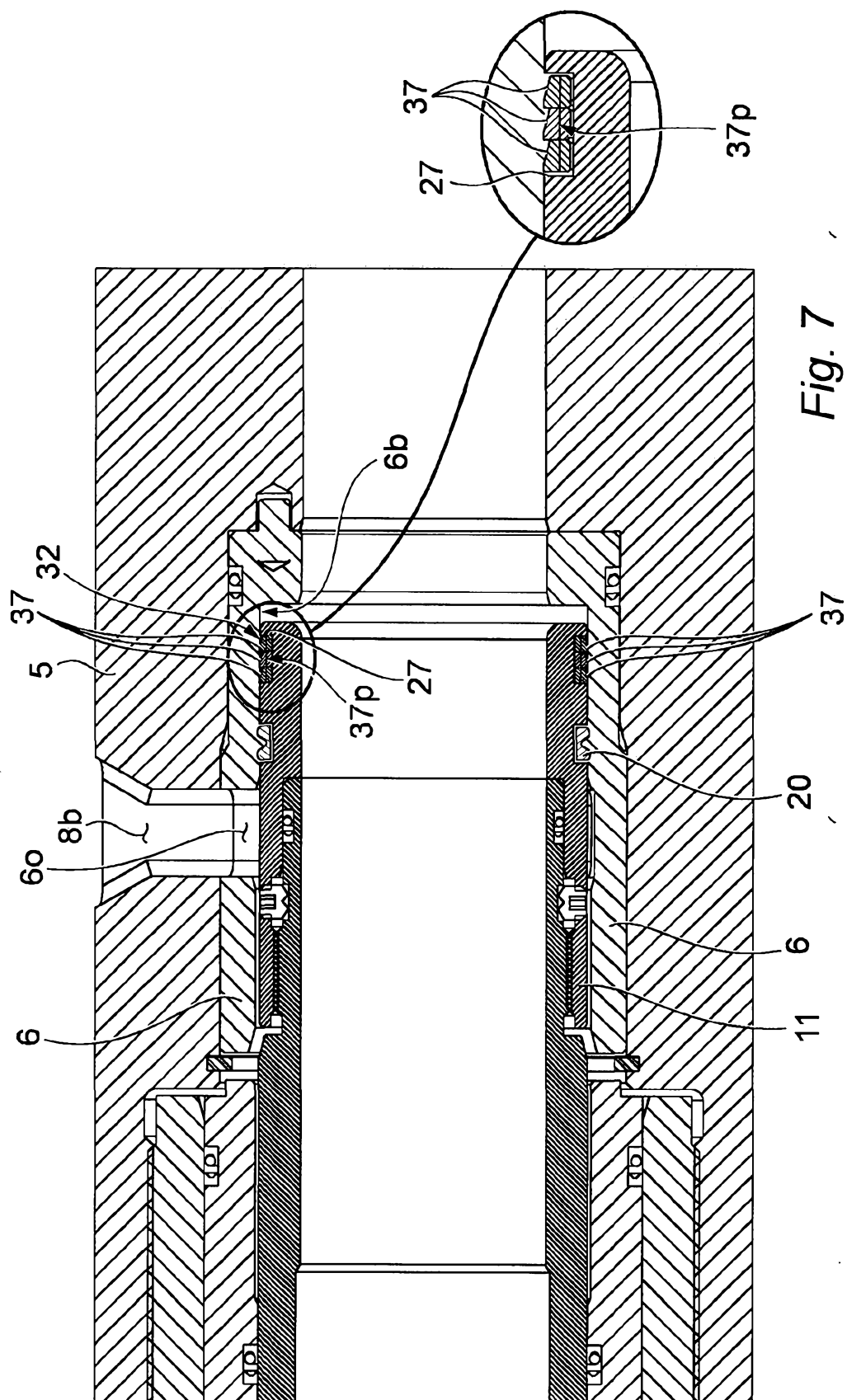


Fig. 6



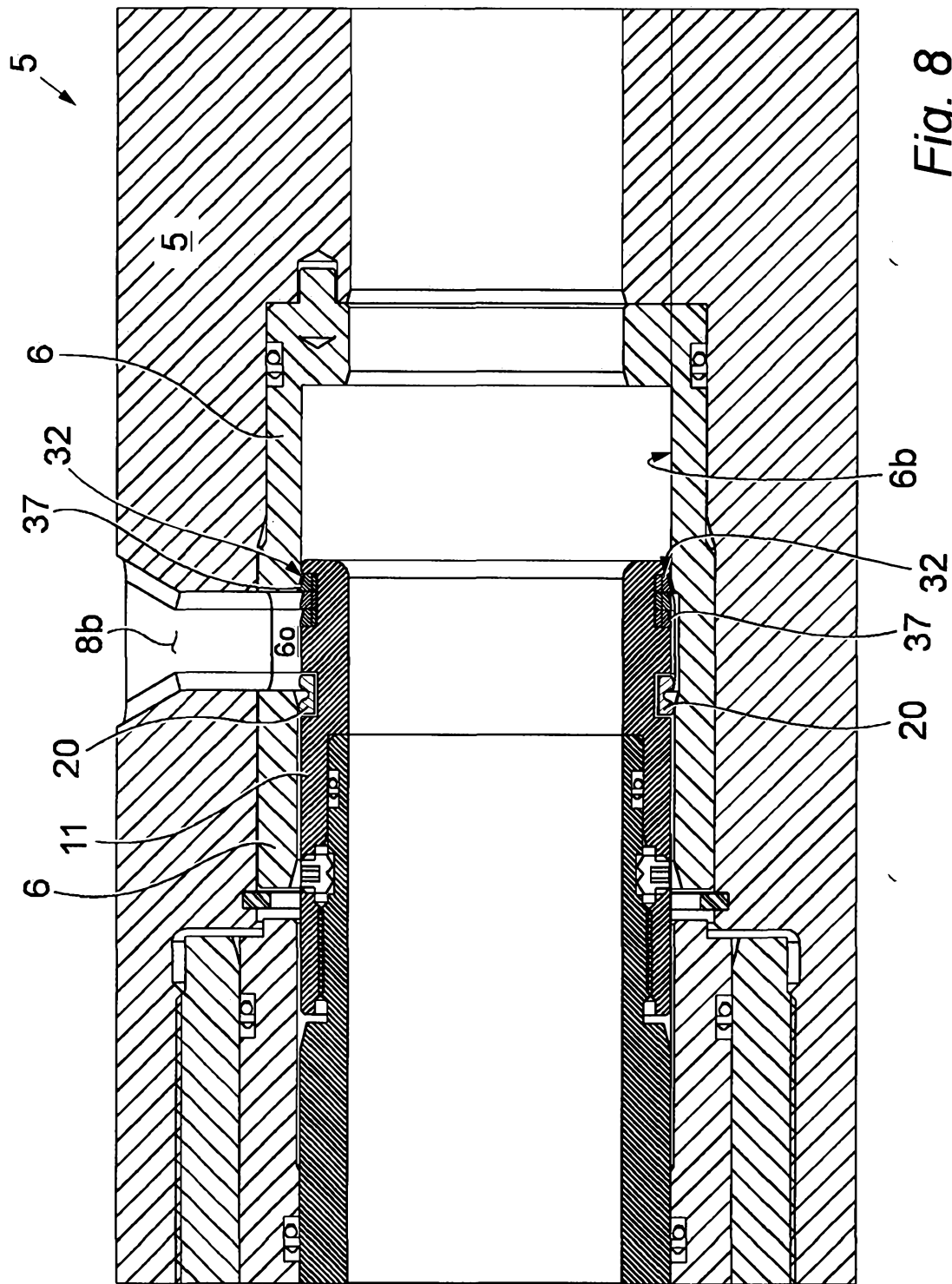


Fig. 8

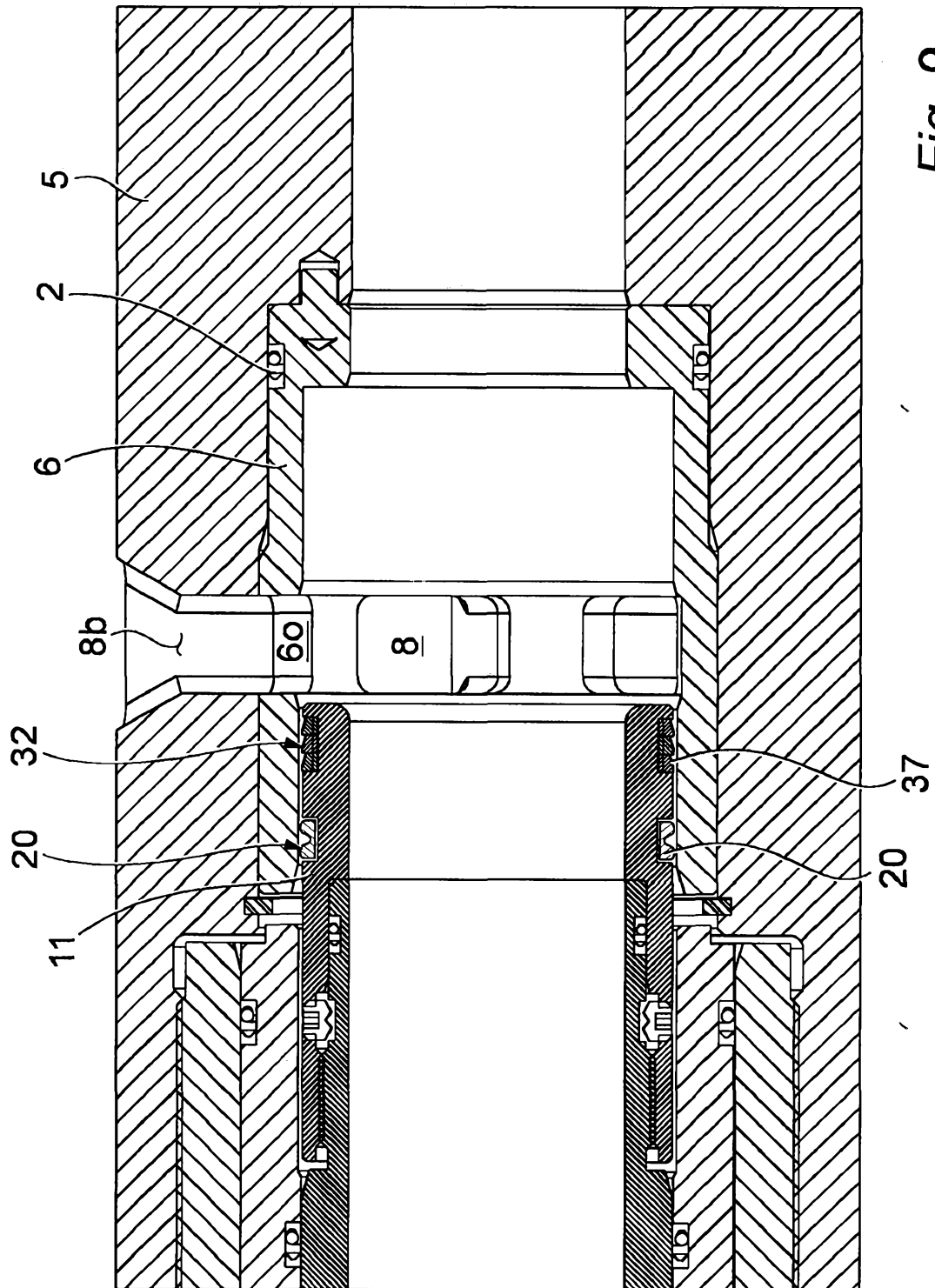
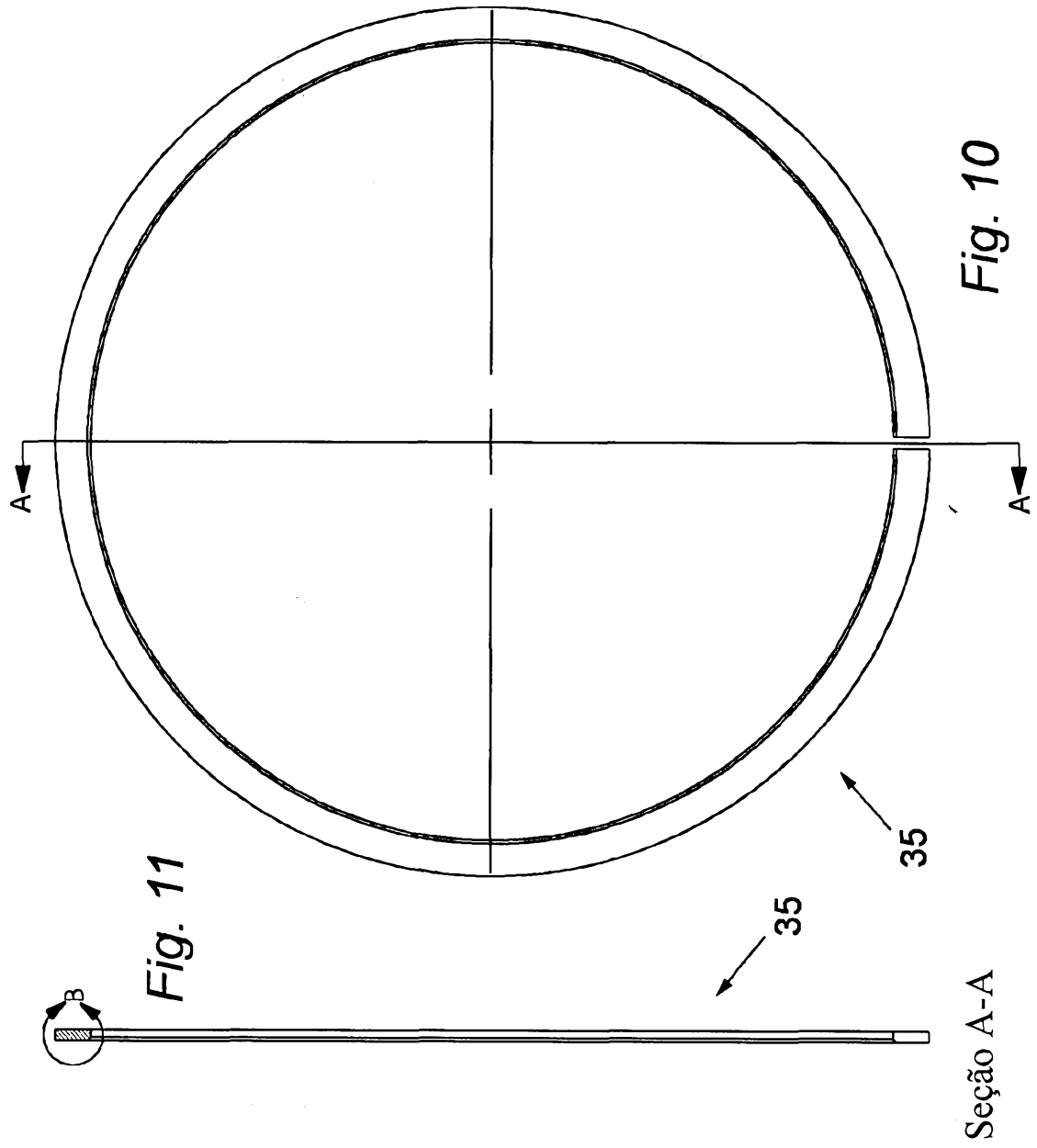
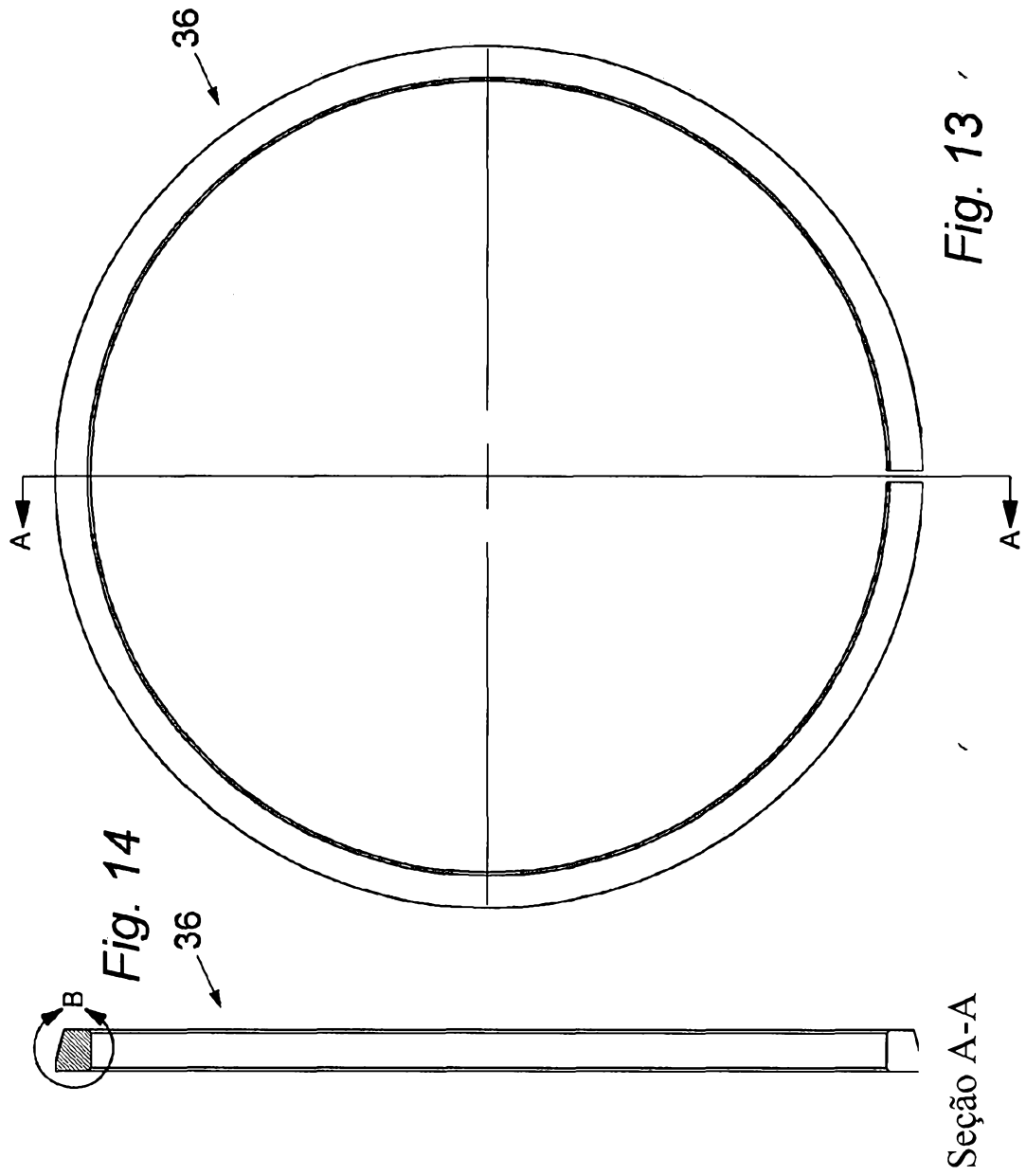
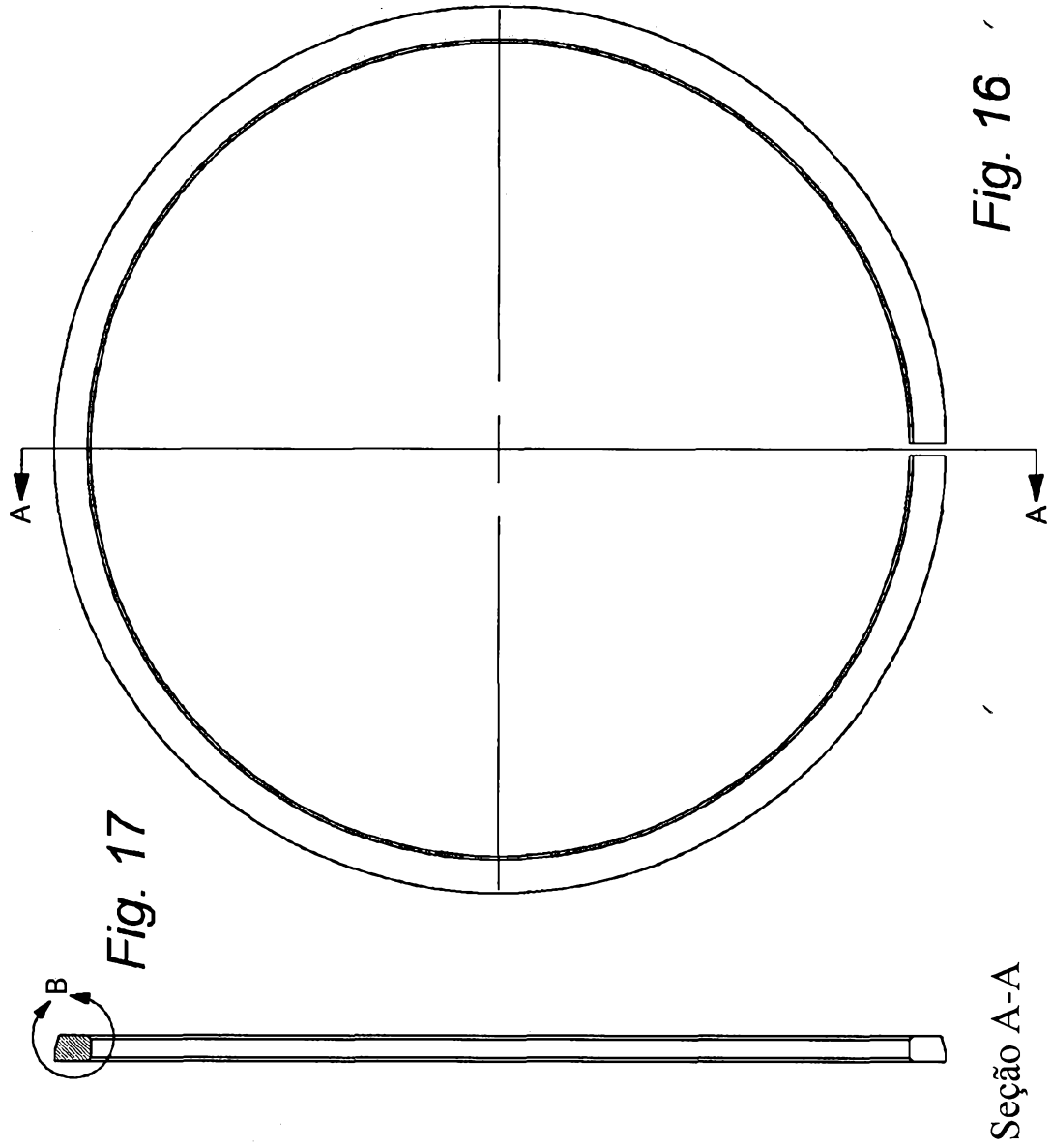


Fig. 9







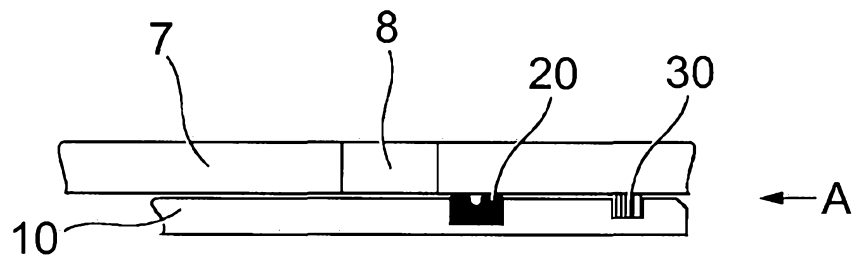


Fig. 19

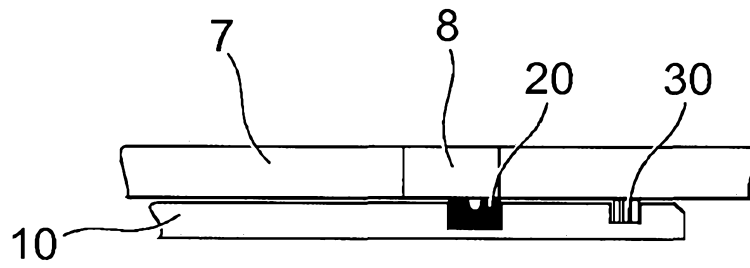


Fig. 20

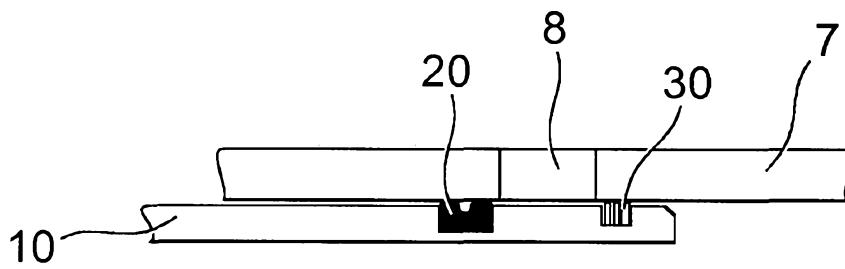


Fig. 21

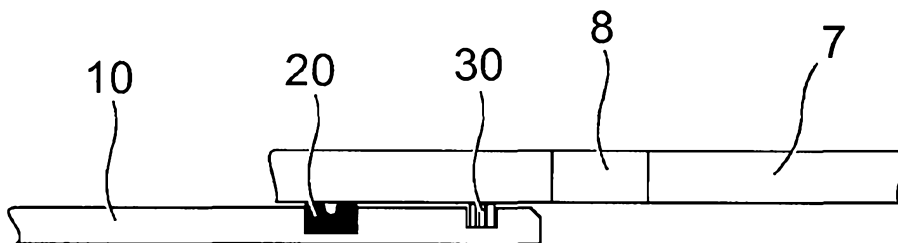


Fig. 22

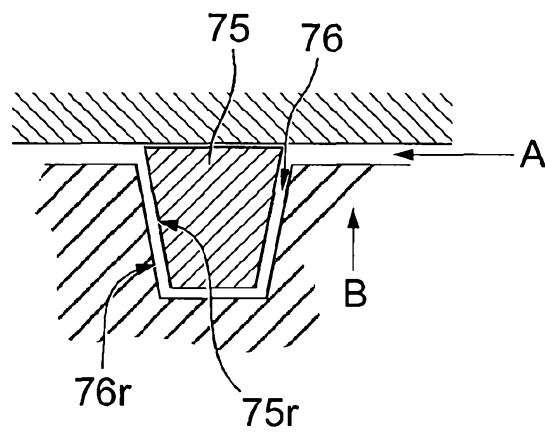
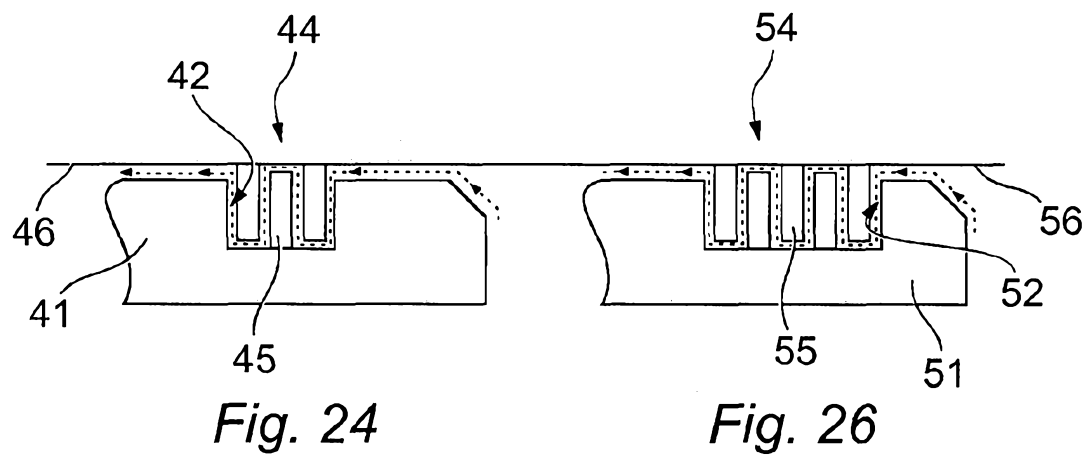
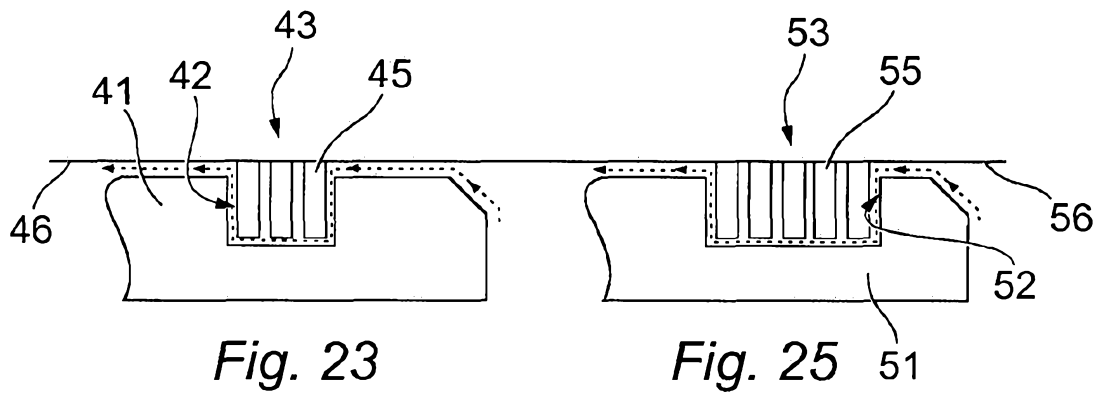


Fig. 30

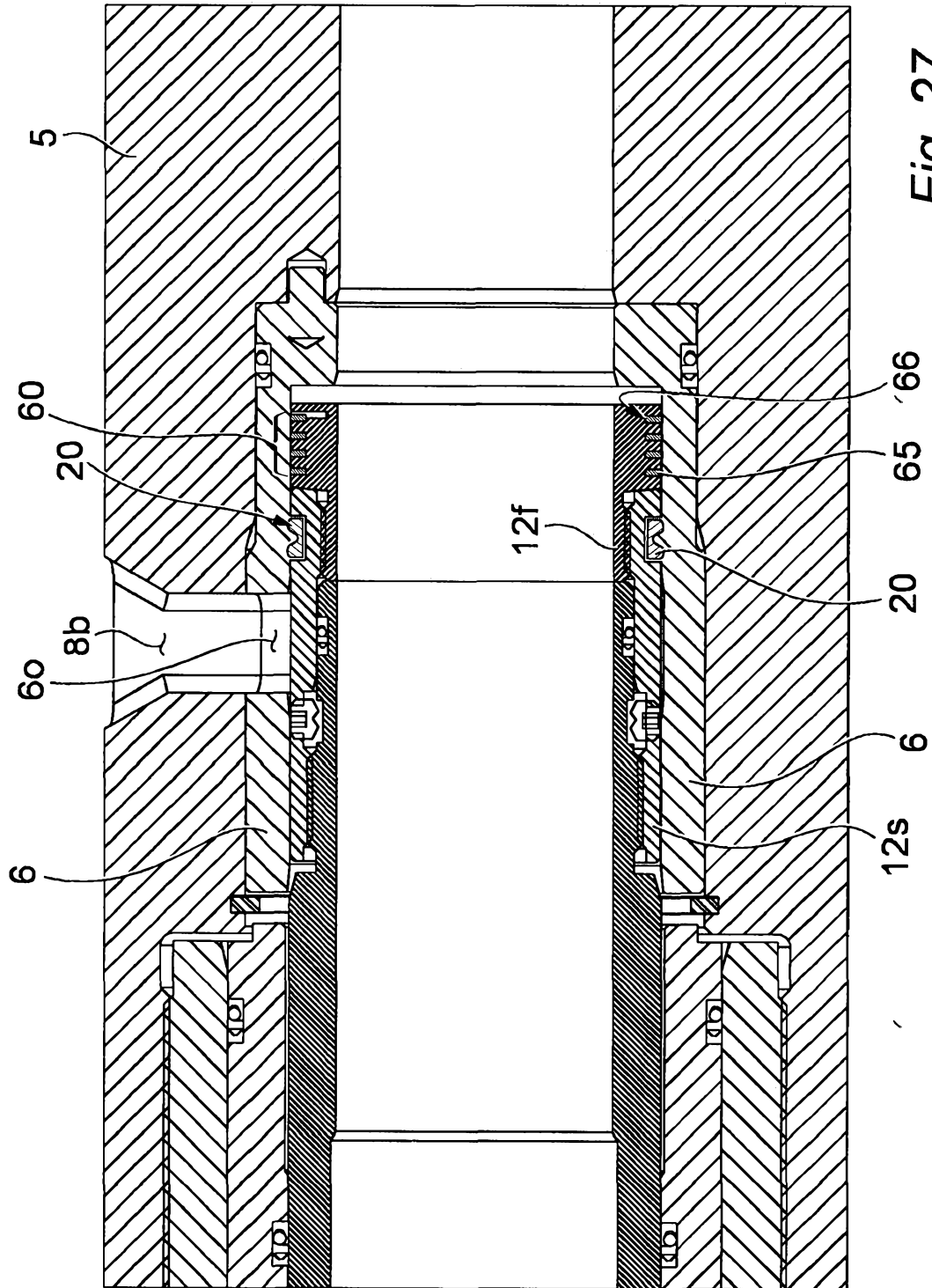


Fig. 27

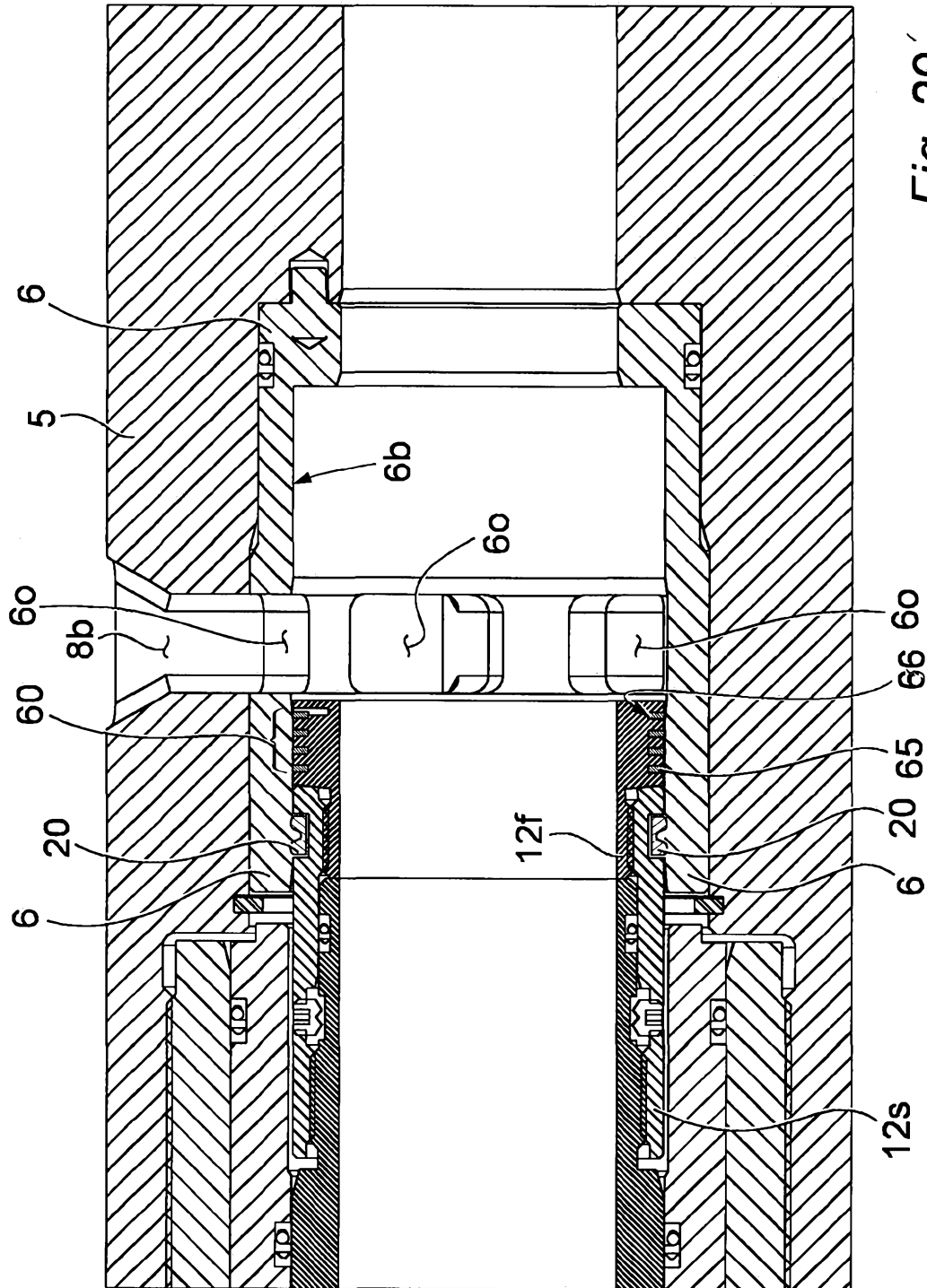


Fig. 29