



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

(11) PI 0710304-2 B1



(22) Data do Depósito: 05/04/2007

(45) Data de Concessão: 24/09/2019

(54) Título: PRIMEIRO ANEL DE VEDAÇÃO PARA UM EIXO ROTATIVO EM UMA TURBOMÁQUINA E SISTEMA DE VEDAÇÃO PARA UM EIXO ROTATIVO EM UMA TURBOMÁQUINA

(51) Int.Cl.: F16J 15/447; F16J 15/40.

(30) Prioridade Unionista: 06/04/2006 US 60/790,496.

(73) Titular(es): DRESSER-RAND COMPANY.

(72) Inventor(es): GOCHA CHOCHUA.

(86) Pedido PCT: PCT US2007066057 de 05/04/2007

(87) Publicação PCT: WO 2007/118142 de 18/10/2007

(85) Data do Início da Fase Nacional: 06/10/2008

(57) Resumo: VEDAÇÕES DE FILME DE FLUIDO FLUTUANTE A presente invenção refere-se a um anel de vedação para um eixo rotativo em uma turbomáquina incluindo um corpo de vedação configurado para colocação ao redor do eixo no qual um espaço radial é definido entre uma superfície interna do corpo de vedação e o eixo. Uma superfície a montante definida pelo corpo de vedação se estende a partir da superfície interna e uma obstrução anular se estende desde a superfície a montante do corpo de vedação, no qual a obstrução é espaçada afastada da superfície interna.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PRIMEIRO ANEL DE VEDAÇÃO PARA UM EIXO ROTATIVO EM UMA TURBOMÁQUINA E SISTEMA DE VEDAÇÃO PARA UM EIXO ROTATIVO EM UMA TURBOMÁQUINA"**.

Antecedente da Invenção

[001] A presente invenção refere-se a melhoramentos de vedação em turbomáquinas. Mais especificamente, a invenção refere-se a uma configuração de vedação de filme de fluido flutuante com uma obstrução.

[002] Vedações de filme fluido flutuante são projetadas para forçar um fluido de vedação, tal como um óleo, para o interior de uma máquina para impedir que fluido de processo escape de uma carcaça de pressão abaixo de um eixo. Fluido de vedação que deixa a vedação contata fluido de processo e se torna contaminado ou "azedo"(sour). O óleo azedo é drenado para longe da vedação para recuperação ou descarte. Vedações correntes resultam em um diferencial de pressão negativo na entrada para a vedação, o que cria escoamento negativo através da vedação resultando em contaminação do fluido de vedação ou óleo "doce". Além disto, vedações têm uma relação de turbilhão de escoamento de óleo que pode ser definida como uma relação de velocidade angular local para a velocidade angular do eixo. Vedações correntes resultam muitas vezes em uma relação de turbilhão mais elevada na entrada para a vedação, o que cria uma queda de pressão que excede o diferencial de pressão fornecido. Isto pode provocar contaminação do óleo doce com o gás de processo. Tais discrepâncias resultam em um escoamento secundário dentro do fluido de vedação que é direcionado no sentido da vedação interna, o que também resulta em uma maior queda de pressão adjacente à entrada da vedação.

Sumário

[003] Em uma modalidade a invenção fornece um anel de veda-

ção para um eixo rotativo em uma turbomáquina. O anel de vedação inclui um corpo de vedação configurado para colocação ao redor do eixo no qual um espaço radial é definido entre uma superfície interna do corpo de vedação e o eixo. Uma superfície a montante definida pelo corpo de vedação se estende a partir da superfície interna e uma obstrução anular se estende desde a superfície a montante do corpo de vedação, no qual a obstrução é espaçada separada da superfície interna.

[004] Em uma outra modalidade a invenção fornece um anel de vedação para um eixo rotativo em uma turbomáquina. O anel de vedação inclui um corpo de vedação configurado para colocação ao redor do eixo no qual um espaço radial é definido entre uma superfície interna do corpo de vedação e o eixo. Uma superfície a montante definida pelo corpo de vedação se estende desde a superfície interna, no qual a superfície a montante define no mínimo parcialmente uma passagem de fluido de vedação que comunica diretamente com o espaço radial. Uma obstrução anular se estende desde a superfície a montante do corpo de vedação, no qual a obstrução mantém um diferencial de pressão positivo na passagem do fluido de vedação próximo ao espaço radial.

[005] Em ainda uma outra modalidade a invenção fornece um sistema de vedação para um eixo rotativo em uma turbomáquina. O sistema de vedação inclui um primeiro anel de vedação configurado para colocação ao redor do eixo, no qual um espaço radial é definido entre uma superfície interna do primeiro anel de vedação e o eixo e um segundo anel de vedação configurado para colocação ao redor do eixo, no qual o espaço radial é ainda definido entre uma superfície interna do segundo anel de vedação e o eixo. O segundo anel de vedação é posicionado a montante do primeiro anel de vedação. Uma passagem de fluido de vedação definida entre o primeiro anel de vedação

e o segundo anel de vedação comunica diretamente com o espaço radial. O primeiro anel de vedação inclui uma superfície a montante que se estende desde a superfície interna do primeiro anel de vedação no qual a superfície a montante define no mínimo parcialmente a passagem direta de fluido de vedação, e uma obstrução anular que se estende desde a superfície a montante do corpo de vedação para a passagem de fluido de vedação no qual a obstrução é espaçada separada da superfície interna do primeiro anel de vedação.

[006] Outros aspectos da invenção se tornarão evidentes pela consideração da descrição detalhada e desenhos que acompanham.

Breve Descrição dos Desenhos

[007] A figura 1 é uma vista em seção transversal de turbomáquina que inclui uma configuração de vedação de acordo com uma modalidade da invenção.

[008] A figura 2 é uma vista em perspectiva de uma vedação de filme fluido utilizada na configuração de vedação mostrada na figura 1.

[009] A figura 3 é uma vista em seção transversal da vedação de filme fluido feita ao longo da linha 3-3 na figura 2.

[0010] A figura 4 é uma vista esquemática de uma distribuição de pressão de vedação de filme fluido de acordo com uma configuração da técnica precedente.

[0011] A figura 5 é uma vista esquemática de uma distribuição de pressão de vedação de filme fluido para uma vedação com um dispositivo de obstrução de acordo com uma modalidade da invenção.

[0012] A figura 6 é uma vista esquemática de uma distribuição de relação de turbilhão de vedação de filme fluido de acordo com a configuração da técnica precedente mostrada na figura 4.

[0013] A figura 7 é uma vista esquemática de uma distribuição de relação de turbilhão de vedação de filme fluido para a vedação com o dispositivo de obstrução mostrado na figura 5.

[0014] A figura 8 é uma vista em perspectiva de uma porção de uma vedação de filme fluido de acordo com uma outra modalidade da invenção.

[0015] A figura 9 é uma vista em perspectiva de uma porção de uma vedação de filme fluido de acordo com ainda uma outra modalidade da invenção.

[0016] Antes que quaisquer modalidades da invenção sejam explicadas em detalhe, deve ser entendido que a invenção não está limitada em sua aplicação aos detalhes da construção e ao arranjo de componentes descritos na descrição a seguir ou ilustrados nos desenhos a seguir. A invenção é capaz de outras modalidades e de ser tornada prática ou de ser realizada em diversas maneiras. Também deve ser entendido que a fraseologia e terminologia aqui utilizadas são para a finalidade de descrição e não deveriam ser olhadas como limitativas.

Descrição Detalhada

[0017] A figura 1 ilustra uma turbomáquina 10 que inclui uma configuração de vedação 14 de acordo com uma modalidade da invenção. Uma vedação de filme fluido flutuante 18 é utilizada em uma máquina tal como um compressor, uma turbina a gás, etc., para vedar um espaço radial 22 entre partes móveis, para inibir o vazamento de um fluido de processo (em alguns casos ar). A vedação de filme fluido flutuante 18 é configurada para forçar um fluido de vedação, tal como um óleo, para a máquina 10 para inibir que o fluido de processo escape de uma carcaça de pressão abaixo de um eixo de máquina 26. Fazendo referência à figura 1, a vedação de filme fluido flutuante 18 inclui um anel de vedação interno 30 (figuras 2 e 3) e um anel de vedação externo 34, ambos colocados radialmente ao redor do eixo da máquina 26. Os anéis de vedação 30, 34 têm uma folga apertada com o eixo 26, com o anel de vedação interno 30, tendo uma folga mais apertada do que o anel de vedação externo 34; contudo, o espaço radial 22 é

formado entre os anéis de vedação 30, 34 e o eixo 26 para facilitar escoamento de fluido através da configuração de vedação 14.

[0018] Fluido de vedação é fornecido para a máquina 10 através de uma porta de fornecimento de fluido de vedação 38, e o fluido de vedação passa através de uma carcaça de vedação interna 42 ao longo de uma passagem de fluido de vedação 46 até o espaço radial 22. Fluido de vedação que deixa o anel de vedação interno 30 entra em contato com um fluido de processo e se torna contaminado ou "azedo". O fluido azedo é direcionado entre o eixo e o anel de vedação interno 30 e é drenado para longe da vedação 18 até um dreno de fluido azedo (não mostrado) para recuperação ou descarte. Em uma modalidade o dreno de fluido azedo é definido pela carcaça de vedação interna 42 e uma vedação em labirinto interna 54. Fluido não contaminado 10u "doce", é direcionado entre o eixo 26 e o anel de vedação externo 34 para um dreno de fluido doce (não mostrado) que é no mínimo parcialmente definido por uma carcaça de vedação externa 62.

[0019] A área 50 da configuração de vedação 14 contém um gás de processo em alta pressão para a turbomáquina 10 e uma área 58 em comunicação com a atmosfera ambiente. A vedação 18 isola gás de processo da região de alta pressão 50 para alcançar a região atmosférica 58. Fluido de vedação é fornecido para a passagem de fluido de vedação a uma pressão de 37,47 KPa (5 psi) acima da pressão da região 50. Em algumas configurações da técnica precedente existe um diferencial de pressão elevado, e daí vazamento através do anel de vedação externo 34; portanto o fluido de vedação não se torna muito quente por atrito ou contaminado, e este fluido doce é bombeado de volta para a malha de fluido de vedação. Da mesma maneira, uma pequena quantidade de fluido de vedação vaza através do anel interno 30, pelo que, o fluido de vedação se torna muito quente e entra em contato com o gás de processo. O anel de vedação interno 30 da pre-

sente invenção ajuda a reduzir este vazamento.

[0020] Em uma modalidade, um diferencial de pressão relativamente baixo é mantido através do anel de vedação interno 30, por exemplo, cerca de 5 psi (34,47 KPa). O diferencial de pressão é normalmente mantido elevando um tanque de fluido de vedação (não mostrado) acima de uma linha de centro do eixo 26 e conectando a pressão de referência de fluido de processo a um topo do tanque.

[0021] As figuras 2 e 3 ilustram o anel de vedação interno 30 de acordo com uma modalidade da invenção. O anel de vedação interno 30 inclui uma superfície interna 66 que define um diâmetro interno do anel 30, que interfaceia com um diâmetro externo do eixo 26 (mostrado na figura 1) e uma superfície externa 70 oposta à superfície interna 66. A superfície interna 66 do anel de vedação 30 inclui uma ranhura 74 (por exemplo, uma ranhura anular ou axi-simétrica) que reduz vazamento de fluido de vedação criando uma queda de pressão em uma região de entrada 110. A ranhura 74 ainda define a superfície interna em uma área interna 66A e uma área externa 66B que contém no mínimo uma ranhura de reciclo (windback) 76 para bombear o fluido de vedação de volta para a passagem de fluido de vedação 46. Na modalidade ilustrada, a ranhura 76 tem uma configuração genericamente helicoidal.

[0022] A superfície externa 70 define um diâmetro externo do anel 30 e inclui uma primeira porção 70A que tem um primeiro diâmetro. Uma segunda porção 70B, posicionada a montante, (isto é, para a esquerda quando vista na figura 3) da primeira porção 70A, tem um segundo diâmetro que é menor do que o primeiro diâmetro. A primeira porção 70A inclui um recorte inclinado 78 próximo à segunda porção para definir uma ranhura anular. Além disto, a segunda porção 70B define uma série de ranhuras anulares 82 (por exemplo, duas ranhuras). As ranhuras 78, 82 facilitam o resfriamento do anel de vedação

interno 30.

[0023] O anel de vedação interno 30 também inclui uma superfície a jusante 86 e uma superfície a montante 90 que é posicionada o oposta ao anel de vedação externo 34 e adjacente à passagem de fornecimento de fluido de vedação 46. A superfície a jusante 86 inclui um recorte 94, ou entalhe, próximo da face interna 66. O entalhe 94 fornece uma região de saída a partir do anel de vedação interno 30 para o dreno de fluido azedo 50, no qual o entalhe 94 parcialmente define o dreno de fluido azedo 50. Uma porção da superfície a jusante 86 fornece uma interface 98 entre o anel de vedação interno 30 e a carcaça de vedação interna 42.

[0024] A superfície a montante 90 do anel de vedação interno 30 inclui uma obstrução anular 102, ou nervura, espaçada separada da superfície interna 66 do anel 30. A obstrução 102 e a superfície interna 66 definem um entalhe 106 entre elas, o qual parcialmente define uma região de entrada 110 (figuras 5 e 7) para o espaço radial 22 entre o anel de vedação interno 30 e o eixo 26 na passagem de fornecimento de fluido de vedação 46.

[0025] Para reduzir a quantidade de vazamento de fluido de vedação azedo a partir da vedação 18, o anel de vedação interno 30 tem uma folga apertada com o eixo 26. Para reduzir ainda mais vazamento de fluido de vedação azedo, a ranhura 74 formada na superfície interna 66 do anel de vedação interno 30 bombeia o fluido de vedação para longe do fluido de vedação doce. Contudo, em alguns casos, um escoamento reverso de fluido de vedação ocorre através do anel de vedação interno 30, resultando em contaminação do fluido de vedação doce. Um exemplo do escoamento reverso de fluido de vedação está mostrado na figura 4, pelo que, o escoamento é para a esquerda. Ao invés de fluido de vedação que escoar a partir da região de entrada 110 do anel de vedação interno 30 para o espaço radial 22, ocorre escoamento

mento oposto.

[0026] A figura 4 ilustra uma distribuição de pressão de vedação de filme fluido de acordo com uma configuração de técnica precedente de um anel de vedação interno 30 (numerais de referência iguais são utilizados para estruturas iguais para facilitar a discussão). Na figura 4 turbilhão de fluido de vedação ocorre na passagem de fluido de vedação 46 entre o anel de vedação interno 30 e o anel de vedação externo, devido à rotação do eixo, o que cria uma aceleração centrífuga entre o anel de vedação interno 30 e o anel de vedação externo. A análise computacional de dinâmica de fluidos (CFD) mostra que em alguns casos, por exemplo, velocidades de rotação elevadas, eixos de grandes diâmetros, a aceleração centrífuga é grande o suficiente para superar o diferencial de pressão de vedação. Em adição a este caso, oscilações de pressão do tipo parada, são algumas vezes observadas na região de entrada 110.

[0027] Fazendo referência às figuras 1, 3, 5 e 7, o anel de vedação interno 30 inclui a obstrução anular 102 que isola a região de entrada 110 do anel de vedação interno 30 de turbilhão originado no eixo 26. Na modalidade ilustrada, a obstrução 102 está posicionada próximo à região da entrada 110 do anel de vedação interno 30 e é espaçada separada da superfície interna 66 do anel de vedação 30. Além disto, a obstrução 102 é formada de maneira integrada com o anel de vedação interno 30 o que proporciona fabricação conveniente e resfriamento melhorado do anel de vedação 30 por incluir área superficial adicional à região de velocidade circunferencial elevada do fluido de vedação. Deveria ser facilmente evidente àqueles versados na técnica que em uma outra modalidade mais do que uma obstrução anular 102 podem ser formadas no anel de vedação interno 30 e a obstrução 102 pode ser acoplada à superfície a montante 90 do anel de vedação interno 30.

[0028] As figuras 4 e 5 ilustram distribuições de diferencial de pressão do fluido de vedação dentro da passagem de fluido de vedação 46 sem uma obstrução e com a obstrução 102, respectivamente, na superfície a montante 90 do anel de vedação interno 30. Achuramento mais denso indica pressão de fluido mais elevada dentro do caminho de passagem de fluido de vedação 46, por exemplo, a área a mais densa tem cerca de 31,03 KPa (4,5 psi) até cerca de 34,47 (5 psi) e a área a menos densa tem no máximo 3,45 KPa (0,5 psi). Fazendo referência à figura 4, sem uma obstrução o diferencial de pressão se torna negativo com uma baixa pressão na região de entrada 110 do anel de vedação interno 30. O diferencial de pressão negativo resulta em escoamento reverso de fluido de vedação através da passagem de fluido de vedação, e com isto contaminação do fluido de vedação doce. Fazendo referência à figura 5, a obstrução 102 cria um diferencial de pressão positivo dentro da passagem de fluido de vedação e fluido de vedação escoar da região de entrada 110 para o espaço radial 22 (isto é, da esquerda para a direita na figura 5). Isto é, a obstrução 102 provoca pressão de fluido de vedação aumentada na região de entrada 110, o que torna mais difícil escoamento reverso através da vedação.

[0029] As figuras 6 e 7 ilustram uma distribuição de relação de turbilhão de fluido para o anel de vedação interno 30 sem uma obstrução e com a obstrução 102, respectivamente, na superfície a montante 90 do anel de vedação interno 30. A relação de turbilhão é definida como uma relação de velocidade angular no local para a velocidade angular do eixo da máquina 26. Por exemplo, quando fluido de vedação está girando em uníssono com o eixo 26, a relação de turbilhão tem um valor de 1,0. Achuramento mais denso indica relação de turbilhão mais elevada dentro do caminho de passagem de fluido de vedação 46 do que áreas que têm achuramento menos denso.

[0030] Genericamente, a relação de turbilhão é maximizada junto à região de entrada 110 do anel de vedação interno 30 e diminui em pontos espaçados da região de entrada 110 com a relação de turbilhão sendo mais elevada em pontos radialmente mais próximos ao eixo 26. Existe um aumento drástico na relação de turbilhão logo radialmente para fora da região de entrada 110 adjacente ao anel de vedação interno 30 quando comparada à relação de turbilhão em pontos mais afastados do anel de vedação interno 30. O escoamento na região de entrada 110 está girando com o eixo 26 na direção circunferencial. Como resultado de uma interação com componentes estacionários adjacentes e escoamentos de vedação, um movimento secundário é apresentado em um plano meridional, de modo que o fluido de vedação escoar ao longo de trajeto em saca-rolha.

[0031] Fazendo referência à figura 6, quando o anel de vedação interno 30 não inclui uma obstrução, o anel de vedação interno 30 tem um escoamento secundário acionado por um vazamento de vedação externo elevado. O escoamento secundário é direcionado no sentido do anel de vedação interno 30 (isto é, o escoamento em saca-rolha tem uma direção anti-horária na figura 6). O escoamento secundário cria uma espessura de camada limite máxima e com isto uma relação de turbilhão máxima na região de entrada 110.

[0032] Fazendo referência à figura 7, o anel de vedação interno 30 inclui a obstrução 102 na superfície a montante 90. A obstrução 102 força o escoamento secundário a ter uma direção reversa (isto é, o escoamento em saca-rolha tem uma direção horária na figura 7). Como resultado, a relação de turbilhão é diminuída na região da entrada 110 e na passagem de fluido de vedação 46, o que minimiza a queda de pressão. A relação de turbilhão diminuída e a queda de pressão, reduzem a possibilidade que fluido de processo escape através da vedação 18.

[0033] A figura 8 é uma vista em perspectiva de uma porção de um anel de vedação interno 130 de acordo com uma outra modalidade da invenção. O anel de vedação interno 130 é similar ao anel de vedação interno 30 mostrado nas figuras 1-3, e estrutura similar será identificada pelos mesmos numerais de referência. O anel de vedação interno 130 inclui a obstrução anular 102 formada na superfície a montante 90 do anel 130. A obstrução 102 inclui as fendas radiais 134 formadas em uma superfície a montante 138 da obstrução 102, o que ajuda a reduzir ainda mais a relação de turbilhão. Cada fenda 134 se estende radialmente para fora em relação à superfície interna 66 do anel de vedação interno 130. Na modalidade ilustrada, as fendas 134 se estendem parcialmente através de uma espessura da obstrução 102, isto é, uma profundidade da fenda 134 é menor do que a espessura da obstrução 102.

[0034] A figura 9 é uma vista em perspectiva de uma porção de um anel de vedação interno 230 de acordo com uma outra modalidade da invenção. O anel de vedação interno 230 é similar ao anel de vedação interno 30 mostrado nas figuras 1-3, e estrutura similar será identificada pelos mesmos numerais de referência. O anel de vedação interno 230 inclui a obstrução anular 102 formada na superfície a montante 90 do anel 230. A obstrução 102 inclui as fendas inclinadas 234 formadas em uma superfície a montante 238 da obstrução 102, o que ajuda a reduzir ainda mais a relação de turbilhão. Cada fenda 234 é inclinada em relação à superfície interna 66 do anel de vedação interno 230. Na modalidade ilustrada as fendas 234 se estendem parcialmente através de uma espessura da obstrução 102, isto é, uma profundidade da fenda 234 é menor do que a espessura da obstrução 102.

[0035] Nas modalidades ilustradas, uma obstrução em uma superfície a montante do anel de vedação interno reduz a queda de pressão

na região de entrada do anel de vedação interno com isto impede a possibilidade de fluido de processo escapar através da vedação. Além disto, a obstrução reduz oscilações variáveis em tempo inconstante de pressão de fluido (isto é, o diferencial de pressão) na região de entrada do anel de vedação interno.

[0036] Será apreciado por aqueles versados na técnica que mudanças poderiam ser feitas nas modalidades descritas acima, sem se afastar de seu amplo conceito inovador. É entendido, portanto, que esta invenção não está limitada às modalidades particulares divulgadas, porém tem a intenção de cobrir modificações dentro do espírito e escopo da presente invenção como definida genericamente aqui.

REIVINDICAÇÕES

1. Primeiro anel de vedação (230) para um eixo rotativo (26) em uma turbomáquina, o primeiro anel de vedação (230) compreendendo,

um corpo de vedação configurado para colocação ao redor do eixo (26), no qual um espaço radial (22) é definido entre uma superfície interna (66) do corpo de vedação e o eixo (26);

uma superfície a montante (90) definida pelo corpo de vedação e que se estende desde a superfície interna;

uma obstrução anular (102) que se estende desde a superfície a montante (90) do corpo de vedação, no qual a obstrução (102) é espaçada afastada da superfície interna (66),

caracterizado pelo fato de que o anel de vedação (230) ainda compreende uma pluralidade de ranhuras (234) formadas em uma superfície a montante (238) da obstrução anular (102).

2. Primeiro anel de vedação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que ainda compreende uma ranhura (74, 76) formada na superfície interna (66) do corpo de vedação, a ranhura (74, 76) tendo uma configuração genericamente helicoidal.

3. Primeiro anel de vedação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a superfície a montante (90) define pelo menos parcialmente uma passagem de fluido de vedação (46) que comunica diretamente com o espaço radial (22); e uma obstrução anular (102) mantém um diferencial de pressão positivo na passagem de fluido de vedação próximo ao espaço radial (2).

4. Primeiro anel de vedação de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a obstrução anular é espaçada separada da superfície interna (66) do corpo de vedação.

5. Primeiro anel de vedação de acordo com a reivindicação 1 ou 3, caracterizado pelo fato de que a obstrução anular (102) é uma

nervura anular.

6. Primeiro anel de vedação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a pluralidade de fendas (234) se estende radialmente para fora em relação à superfície interna (66) do corpo de vedação.

7. Primeiro anel de vedação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma pluralidade de fendas (234) é inclinada em relação à superfície interna (66) do corpo de vedação.

8. Primeiro anel de vedação de acordo com a reivindicação 1 ou 3, caracterizado pelo fato de que ainda compreende uma ranhura anular (74) formada na superfície interna (66) do corpo de vedação.

9. Sistema de vedação para um eixo rotativo (26) em uma turbomáquina, o sistema de vedação caracterizado pelo fato de que compreende,

- um primeiro anel de vedação (230) de acordo com a reivindicação 1;

- um segundo anel de vedação (34) configurado para colocação ao redor do eixo, no qual o espaço radial (22) é ainda definido entre uma superfície interna do segundo anel de vedação (34) e o eixo, e ainda no qual o segundo anel de vedação (34) é posicionado a montante do primeiro anel de vedação (230);

- uma passagem de fluido de vedação (46) definida entre o primeiro anel de vedação (230) e o segundo anel de vedação (34), no qual a passagem de fluido de vedação (46) comunica diretamente com o espaço radial.

10. Sistema de vedação de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que uma área da passagem de fluido de vedação (46) adjacente ao primeiro anel de vedação (230) define uma região de entrada (110) para o espaço radial, e ainda no qual a obstrução anular (102) é posicionada próximo à região de entrada.

11. Sistema de vedação de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a obstrução anular (102) mantém um diferencial de pressão positivo na passagem de fluido de vedação (46) próximo ao espaço radial.

12. Sistema de vedação de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a obstrução anular (102) é uma nervura anular.

13. Sistema de vedação de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que ainda compreende uma ranhura anular (74) formada na superfície interna do primeiro anel de vedação.

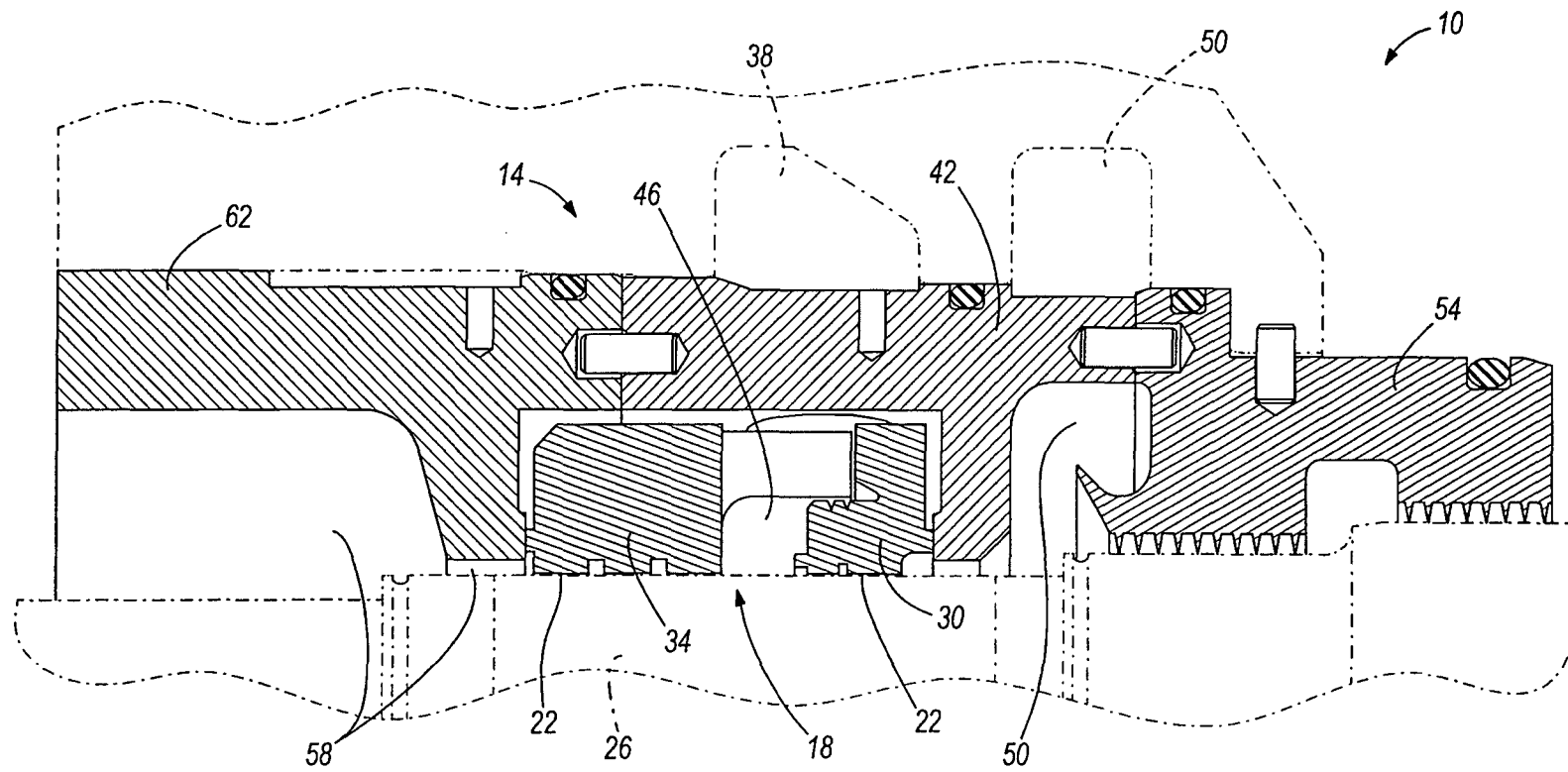


FIG. 1

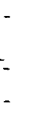


FIG. 2

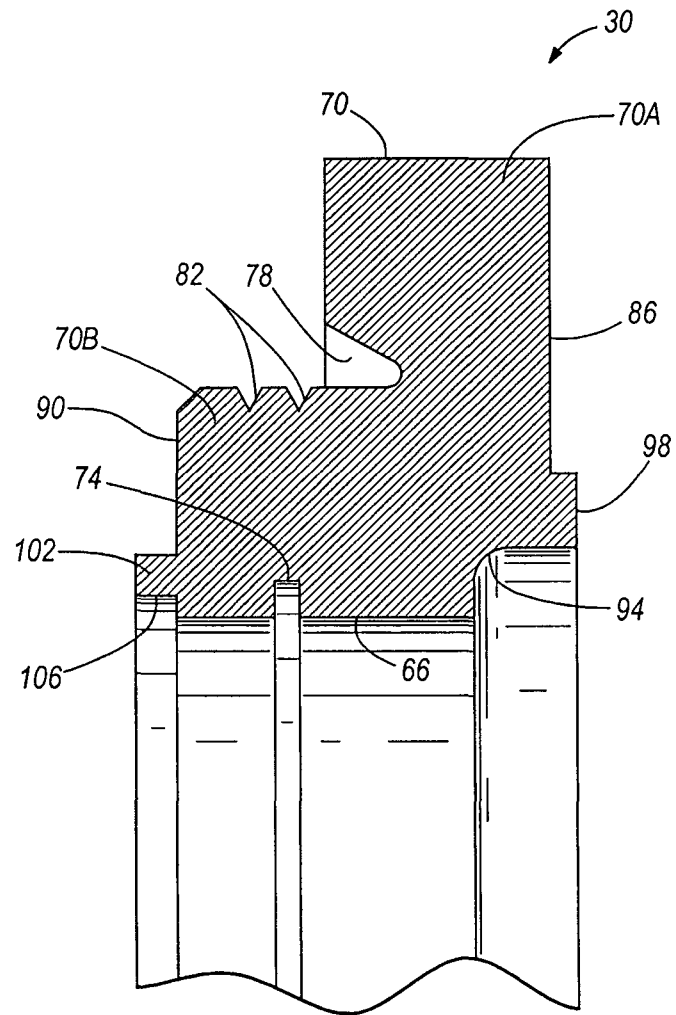


FIG. 3

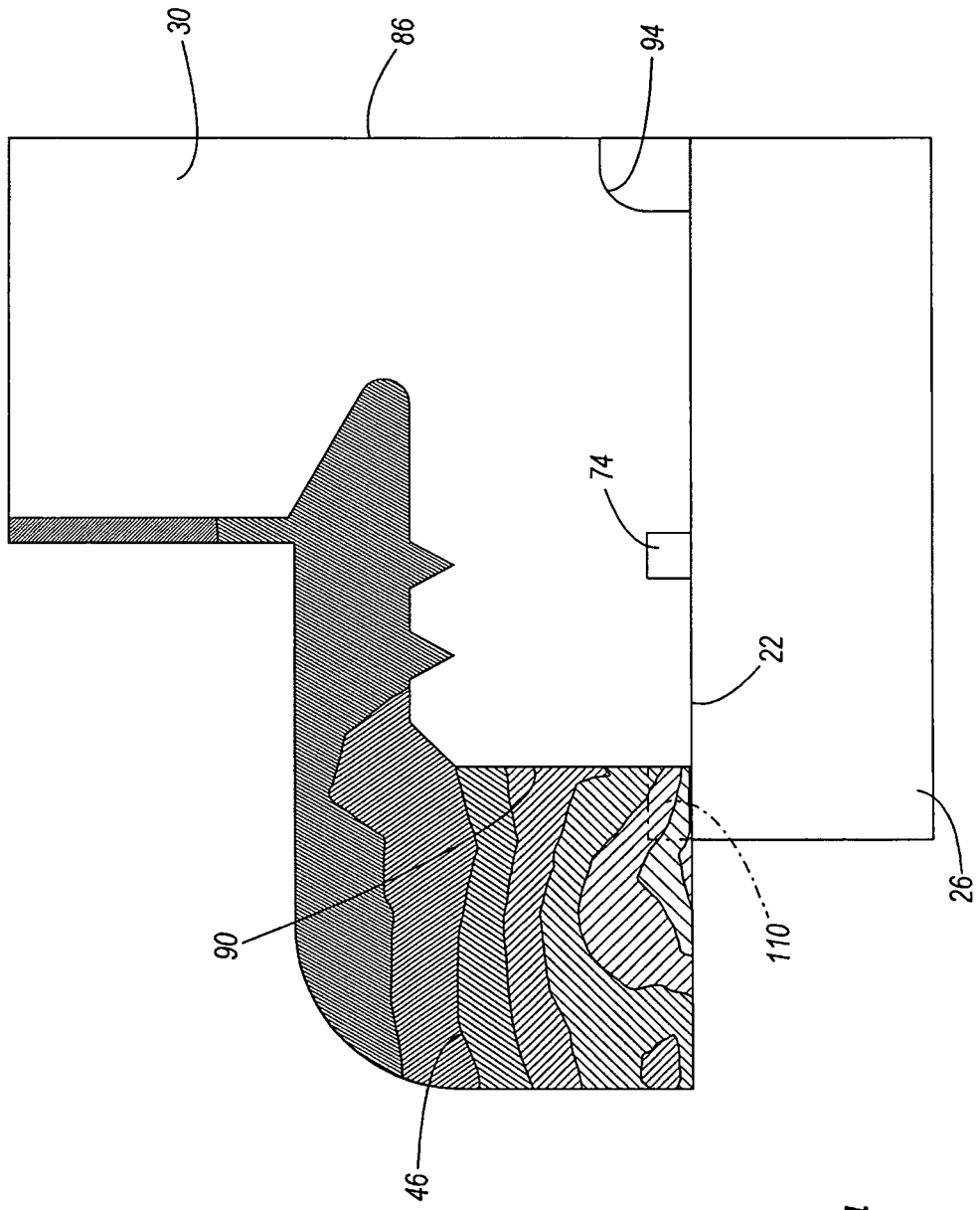


FIG. 4

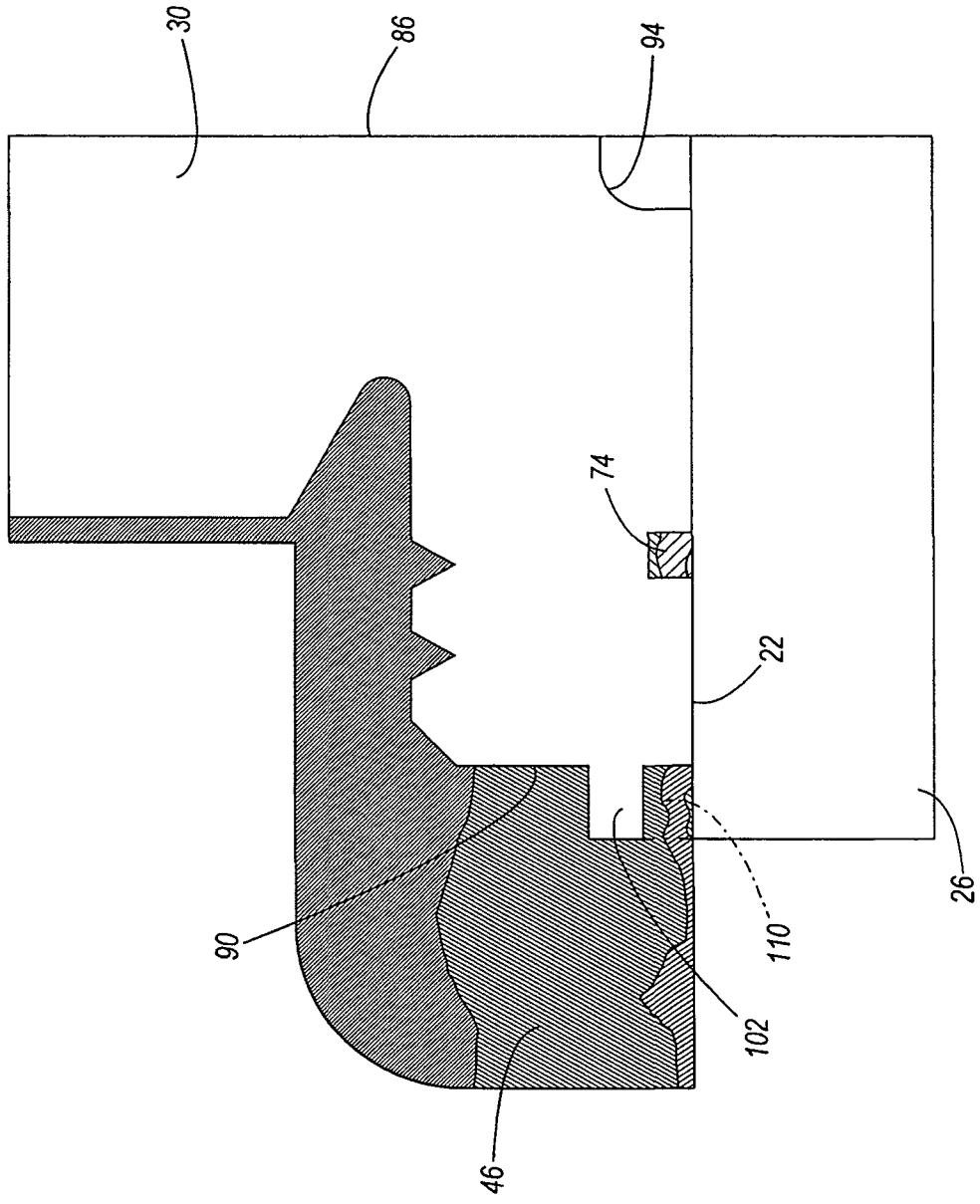


FIG. 5

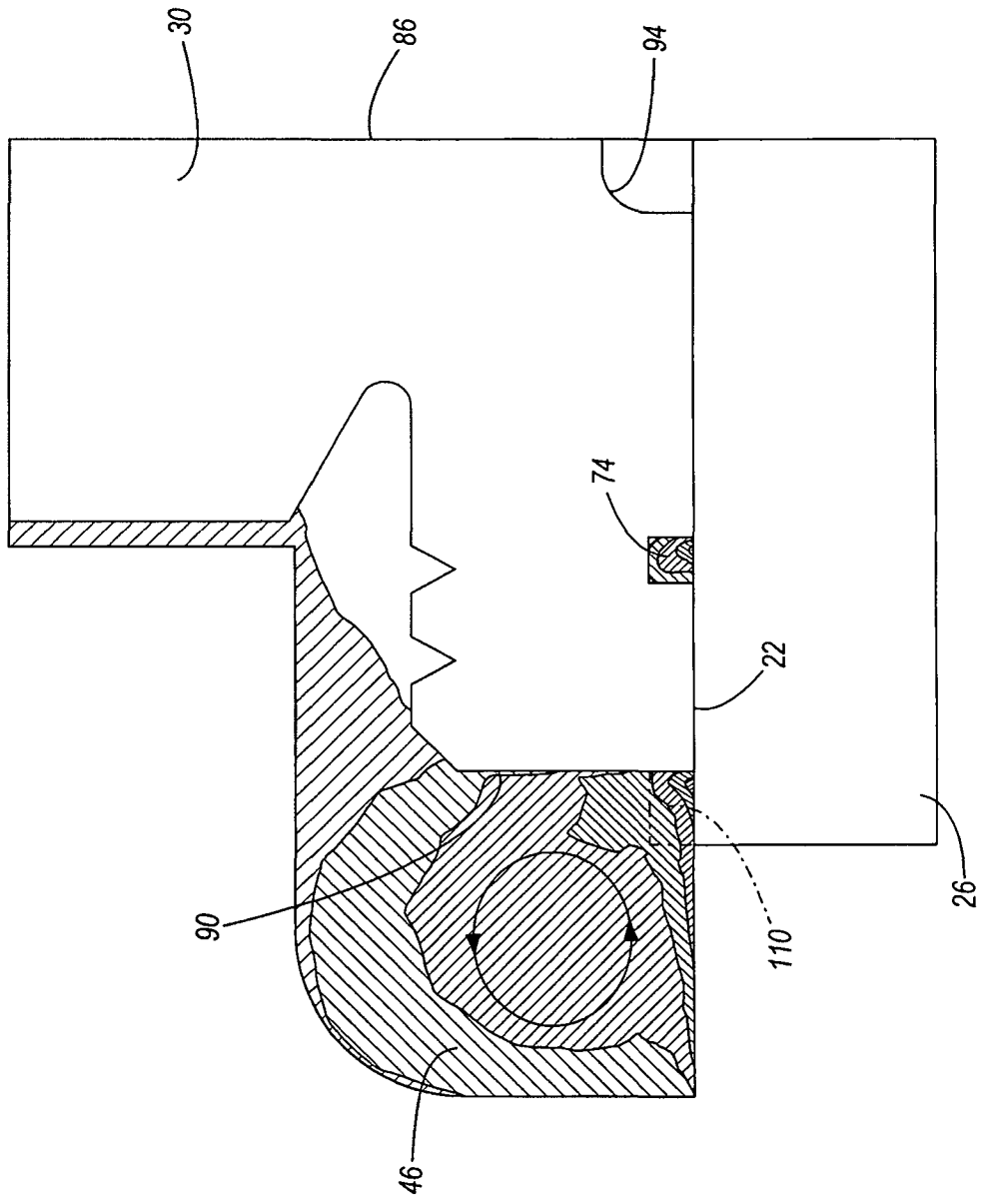


FIG. 6

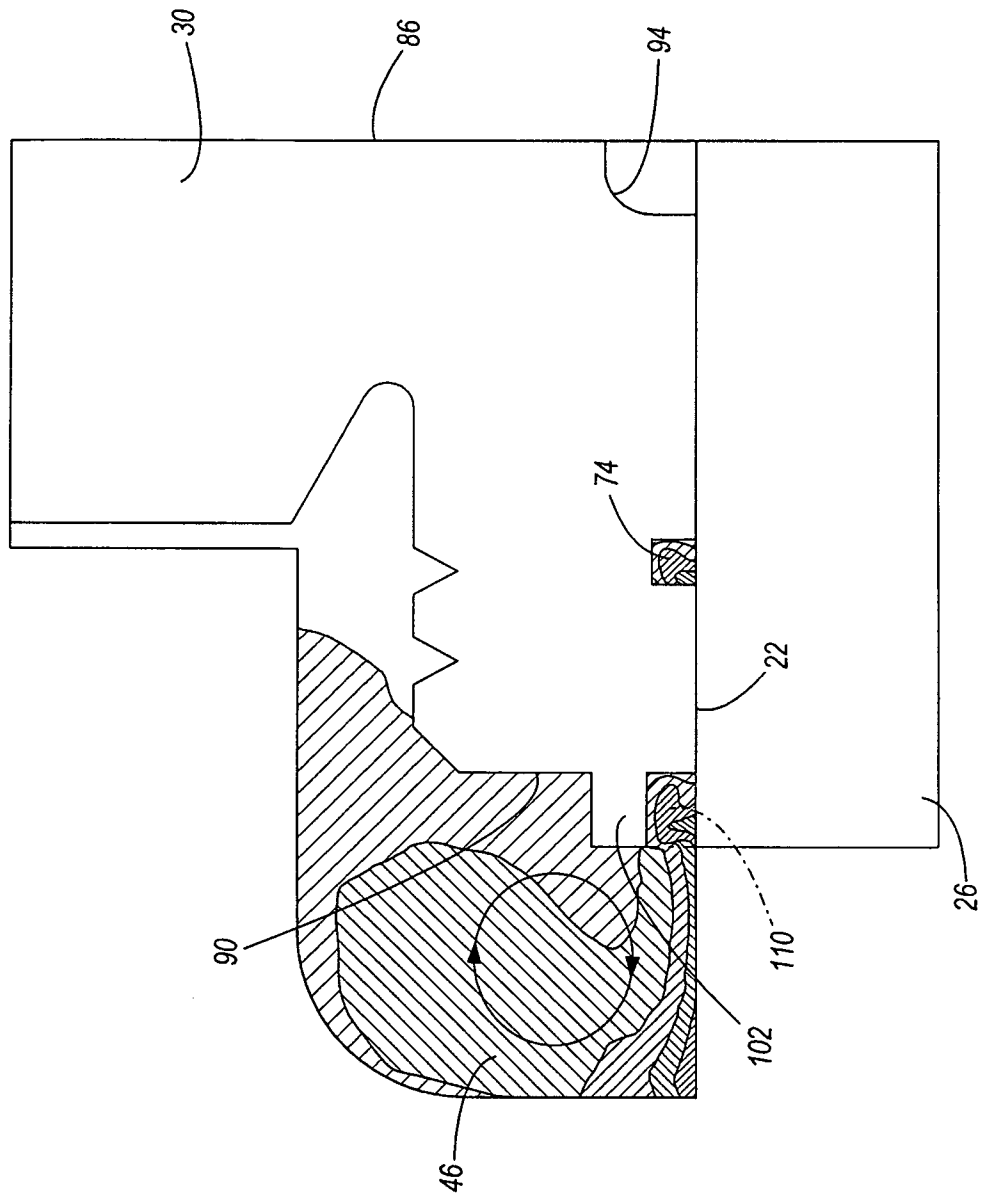


FIG. 7

