



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

(11) PI 1010225-6 B1



(22) Data do Depósito: 22/06/2010

(45) Data de Concessão: 24/09/2019

(54) Título: APARELHO PARA VEDAÇÃO ENTRE DOIS MEMBROS TUBULARES, APARELHO PARA A FORMAÇÃO DE UMA VEDAÇÃO ENTRE MEMBROS TUBULARES INTERNO E EXTERNO E APARELHO PARA VEDAÇÃO ENTRE MEMBROS TUBULARES INTERNO E EXTERNO

(51) Int.Cl.: E21B 17/08; E21B 33/038; F16L 17/035; F16L 17/02; E21B 17/07.

(30) Prioridade Unionista: 08/06/2010 US 12/796,444; 30/06/2009 US 61/221,915.

(73) Titular(es): VETCO GRAY, INC..

(72) Inventor(es): KENNETH D. THOMSON.

(86) Pedido PCT: PCT US2010039468 de 22/06/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/008431 de 20/01/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/12/2011

(57) Resumo: APARELHO PARA VEDAÇÃO ENTRE DOIS MEMBROS TUBULARES, APARELHO PARA A FORMAÇÃO DE UMA VEDAÇÃO ENTRE MEMBROS TUBULARES INTERNO E EXTERNO E APARELHO PARA VEDAÇÃO ENTRE MEMBROS TUBULARES INTERNO E EXTERNO A presente invenção refere, em geral, a um método e aparelho para vedar entre os membros de furo de poço, e, em particular, a uma vedação de metal usada entre dois membros de um revestimento de furo de poço (116) ajustável. O aparelho para vedação entre dois membros tubulares, compreende anéis de vedação superior e inferior (138, 142) unidos como um conjunto, em que cada um tem uma superfície de vedação (152, 154, 163) sobre um diâmetro interno e um diâmetro externo; um anel de energização (146, 260) que se espalha nas superfícies de vedação do diâmetro interno (152) do anel de vedação inferior (138, 142) e do diâmetro externo (154) do anel de vedação inferior (138, 142) à parte formando um engate de vedação com os dois membros tubulares em resposta ao movimento descendente; e em que as superfícies de vedação (152, 154, 163) do anel de vedação superior (138, 142) são radialmente deformadas formando engate com os membros tubulares.

**“APARELHO PARA VEDAÇÃO ENTRE DOIS MEMBROS TUBULARES,
APARELHO PARA A FORMAÇÃO DE UMA VEDAÇÃO ENTRE MEMBROS
TUBULARES INTERNO E EXTERNO E APARELHO PARA VEDAÇÃO
ENTRE MEMBROS TUBULARES INTERNO E EXTERNO”**

CAMPO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere, em geral, a um método e aparelho para vedar entre os membros de furo de poço, e, em particular, a uma vedação de metal usada entre dois membros de um revestimento de furo de poço ajustável.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

[002] Um *sub* de revestimento ajustável ("ACS") pode ser usado ao conectar uma plataforma de perfuração a uma cabeça de poço existente. Por exemplo, uma plataforma de petróleo e gás fixa ou autoelevável (jack-up) pode ser reconectada a uma previamente instalada cabeça de poço submarina ou sistema de linha de condução de lama. O ACS é parte de um conjunto de *riser* que fornece um comprimento ajustável. O ACS pode incluir dois membros tubulares concêntricamente situados. Os membros tubulares podem se mover axialmente um em relação ao outro, e, então, serem juntamente vedados quando os mesmos estiverem no comprimento desejado.

[003] Os membros tubulares podem ter um anulo de alojamento, ou bolsa de vedação, no qual um vão anular está situado entre o diâmetro externo do membro tubular interno e o diâmetro interno do membro tubular externo. Uma vedação pode ser colocada no anulo de alojamento. Os modelos existentes de ACS utilizam uma disposição de vedação anular elastomérica, que pode ter limitações inerentes quando usada em uma aplicação de pressão elevada ou temperatura elevada.

[004] Há inúmeros sistemas de ACS no estoque, e, deste modo, não é prático remodelar o próprio anulo de alojamento para usar uma vedação

que seja mais compatível com ambientes de pressão elevada e temperatura elevada. Portanto, é desejável ter uma vedação de metal que possa trabalhar no modelo existente de anulo de alojamento e que forme uma vedação entre os membros tubulares metálicos.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[005] Em uma realização, o conjunto de vedação pode incluir dois pares de elementos de vedação montados em direções opostas a fim de fornecer uma vedação contra pressão em um anulo de alojamento, de ambas as direções. Os elementos de vedação podem ter perfis internos esféricos que correspondem a uma superfície esférica idêntica no anel de vedação de energização, em que o perfil externo é usinado para formar uma superfície angular que tem uma série de sulcos radiais que contém uma blindagem de lubrificação ou incrustação de material mais macio para assegurar confiabilidade de vedação após movimento axial da vedação que ocorre quando a vedação é fixada. Os elementos de vedação podem ser dimensionados de tal modo que, durante operações de assentamento e fixação, os mesmos não estejam em contato com suas superfícies de vedação associadas.

[006] Uma ferramenta de assentamento pode mover axialmente move uma luva flutuante que é parte do conjunto de vedação do ACS. Em uma realização, a ferramenta de assentamento pode girar e o movimento radial pode ser transferida para movimento axial ou longitudinal da luva flutuante. As vedações podem ser energizadas através da carga vertical imposta pelo ajuste da luva flutuante. A carga vertical pode acionar os elementos de vedação individuais sobre a superfície esférica no anel de energização e fixar o elemento de vedação de tal modo que o perfil externo angular entre em contato com as superfícies correspondentes no ACS. Esse contato pode gerar energia armazenada que pode resultar em estresse de contato elevado nas faces

internas e externas dos elementos de vedação suficiente para criar uma vedação de metal em metal. A pré-carga pode ser gerada, e mantida, por meio de ajuste da luva flutuante posicionada acima do conjunto de vedação.

[007] Em outra realização, o conjunto de vedação inclui dois pares de lábios de vedação montados em direções opostas. Cada par de lábios de vedação pode formar uma disposição de vedação em formato de U para fornecer vedação da pressão, dentro do ânulo, de ambas as direções. O perfil externo do lábio de vedação pode ser usinado para formar uma superfície angular que tem uma série de sulcos radiais que contém blindagem de lubrificação ou incrustação de material mais macio para assegurar confiabilidade de vedação após movimento axial da vedação que ocorre durante fixação. Os elementos de vedação podem ser dimensionados de tal modo que haja uma interferência radial angular com a superfície de vedação correspondente. Os anéis de energização podem ter um perfil afunilado que é acionado entre os membros de vedação em formato de U durante fixação. O deslocamento longitudinal do elemento de vedação, em relação aos anéis de energização, pode ocasionar deflexão angular dos lábios de vedação, fazendo com que, deste modo, os lábios de vedação engatassem nos membros tubulares interno e externo do ACS. A deflexão angular pode comprimir radialmente os lábios de vedação e gerar energia armazenada que resulta em estresse de contato elevado suficiente para criar uma vedação de metal em metal.

[008] Após o ACS ser assentado e fixado no lugar, pré-carga adicional pode ser gerada e mantida por meio de ajuste de uma luva flutuante posicionada acima do conjunto de vedação. O deslocamento longitudinal da luva pode gerar carga por meio de torque aplicado através de ferramenta de assentamento e fixação de ACS. A carga vertical pode comprimir os anéis de energização de vedação superior e inferior até que seja feito o contato entre as

superfícies afuniladas no perfil interno de cada lábio de vedação e um afunilamento correspondente nos anéis de energização. O contato pode gerar energia armazenada adicional que pode resultar em estresse de contato adicional nas faces interna e externa dos elementos de vedação suficiente para manter uma vedação de metal em metal durante operações de produção.

[009] Em uma realização, o conjunto de vedação pode incluir um par de lábios de vedação que forma uma disposição de vedação em U para fornecer vedação de pressão, dentro do ânulo, de ambas as direções. O perfil externo do lábio de vedação pode ser usinado para formar uma superfície paralela que pode ter uma série de sulcos radiais que contém uma blindagem de lubrificação ou incrustação macia de material mais macio para assegurar confiabilidade de vedação após movimento axial da vedação, em relação aos membros tubulares, durante fixação da vedação. O perfil interno dos lábios de vedação pode ter um perfil de afunilamento de "auto-retenção" que corresponde a um perfil similar no anel de energização. Como nas outras realizações, os elementos de vedação podem ser dimensionados de tal modo que, durante operações de assentamento e fixação do ACS, os mesmos não estejam em contato com as superfícies de vedação associadas dos membros tubulares. Uma ferramenta de assentamento pode gerar força rotacional ou longitudinal, que pode ser transferida para força longitudinal associada a uma luva flutuante conectada ao conjunto de vedação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0010] De modo que a maneira na qual as características, vantagens e objetivos da invenção, bem como outros que se tornarão evidentes, são alcançados e podem ser compreendidos em maiores detalhes, a descrição mais particular da invenção brevemente resumida acima pode ter sido feita em referência à realização da mesma que está ilustrada nos desenhos em anexo, os quais formam uma parte deste relatório descritivo.

Deve-se notar, no entanto, que os desenhos apenas ilustram uma realização preferencial da invenção e não devem ser, portanto, considerados limitadores do escopo já que a invenção pode admitir outras realizações igualmente eficazes.

[0011] A Figura 1 é uma vista lateral de uma sonda marítima com uma coluna de revestimento estendendo-se até o fundo do mar, em que a coluna de revestimento tem um *sub* de revestimento ajustável.

[0012] A Figura 2 é uma vista lateral de um sistema de suspensão de linha de lama com uma coluna de revestimento estendendo-se até uma cabeça de poço submarina, em que a coluna de revestimento tem um *sub* de revestimento ajustável.

[0013] A Figura 3 é uma vista em corte lateral de uma realização de um *sub* de revestimento ajustável.

[0014] A Figura 4 é uma vista em corte de uma realização exemplificadora de uma vedação de metal em metal no *sub* de revestimento ajustável da Figura 3, mostrado antes da fixação.

[0015] A Figura 5 é uma vista em corte detalhada ampliada da vedação de metal em metal da Figura 4, mostrada antes da fixação.

[0016] A Figura 6 é uma vista detalhada da superfície de vedação da vedação de metal em metal da Figura 5.

[0017] A Figura 7 é uma vista em corte da vedação de metal em metal da Figura 4, mostrada em uma posição energizada.

[0018] A Figura 8 é uma vista em corte de outra realização exemplificadora de uma vedação de metal em metal no *sub* de revestimento ajustável da Figura 3.

[0019] A Figura 9 é uma vista detalhada da superfície de vedação da vedação de metal em metal da Figura 8.

[0020] A Figura 10 é uma vista em corte ainda de outra realização

exemplificadora de uma vedação de metal em metal no *sub* de revestimento ajustável da Figura 3.

[0021] A Figura 11 é uma vista detalhada da superfície de vedação da vedação de metal em metal da Figura 10.

DESCRIÇÃO DE REALIZAÇÕES DA INVENÇÃO

[0022] A presente invenção será descrita de modo mais completo doravante com referência aos desenhos em anexo que ilustram as realizações da invenção. No entanto, essa invenção pode ser incorporada em muitas formas diferentes e não devem ser interpretada como limitada às realizações ilustradas apresentadas no presente documento. Ao invés disso, estas realizações são fornecidas de modo que essa revelação seja criteriosa e completa, e transmitirá o escopo completo da invenção para os técnicos no assunto. Referências numéricas iguais se referem a elementos iguais ao longo, e a primeira notação, se usada, indica elementos similares em realizações alternativas.

[0023] Referindo-se à Figura 1, a sonda marítima 102 é mostrada em uma vista lateral. A sonda marítima 102 compreende uma plataforma 104 situada acima do nível do mar 106 com uma estrutura de torre de perfuração 108 fixada ao topo da plataforma 104. As pernas de suporte 110 se estendem do fundo da plataforma e se fixam ao fundo do mar 112. Uma cabeça de poço submarina 114 é formada sobre um furo de poço 116. Uma coluna de revestimento de ligação 118 se estende a jusante da cabeça de poço submarina e está acoplada a uma superfície cabeça de poço 120 que está no interior da plataforma 104 da sonda marítima 102. Alinhado à coluna de revestimento 118 está um *sub* de revestimento ajustável 122. Como é conhecido, a inserção do *sub* de revestimento ajustável 122 pode ajustar o comprimento da coluna de revestimento 118 em um comprimento predeterminado e também pode tensionar a coluna de revestimento 118.

[0024] Referindo-se à Figura 2, o furo de poço 123 tem uma cabeça de poço 125 e um ou mais suspensores de revestimento 126, em que cada um suporta uma coluna de revestimento 127, de preferência, cimentada no furo de poço 123. O sistema de conversão de linha de lama 124 pode ser usado para converter um furo de poço submarino previamente tampado 123. O sistema de conversão de linha de lama 124 pode incluir o *sub* de revestimento ajustável 122 e a coluna de revestimento 118. A coluna de revestimento 118 pode ser uma ligação 119 situada em uma extremidade, que pode ser usada para se ligar ao suspensor de revestimento 126. A coluna de revestimento 118 é baixada para a cabeça de poço 125 e engatada ou ligada através de um sistema de suspensão de linha de lama à coluna de revestimento mais interna 127. Alinhado à coluna de revestimento 118, está o *sub* de revestimento ajustável 122. Como é sabido por um técnico no assunto, o *sub* de revestimento ajustável 122 pode ser usado para ajustar o comprimento da coluna de revestimento 118 a um comprimento predeterminado e também para tensionar a coluna de revestimento 118.

[0025] Referindo-se à Figura 3, o *sub* de revestimento ajustável 122 compreende um corpo de alojamento interno geralmente anular 128 que se estende, de forma parcial, coaxialmente para uma luva externa 129. A luva externa 129 tem um diâmetro interno aproximadamente igual ao diâmetro externo do corpo de alojamento interno 128. Essas dimensões respectivas permitem a inserção e o movimento coaxial telescópico do corpo de alojamento interno 128 na luva externa 129. O comprimento axial da coluna de revestimento 118 pode precisar ser ajustado devido a requisitos de tensionamento ou variações durante instalação da coluna de revestimento 118. O corpo do alojamento interno 128 é capaz de deslizar na luva externa 129. Deste modo, o comprimento final da coluna de revestimento 118 é variável em uma faixa predeterminada. Uma ferramenta de assentamento (não mostrado)

pode ser usada para aplicar tensão e fixar o comprimento final da coluna de revestimento 118 ao fazer os ajustes na posição do corpo de alojamento interno 128 em relação à posição da luva externa 129.

[0026] Os diâmetros interno e externo respectivos do corpo de alojamento interno 128 na luva externa 129 formam um anulo de alojamento 130 entre esses dois membros. O anulo 130 é um vazio anular com um conjunto de vedação 132 disposto nisto. O conjunto de vedação 132 forma uma vedação contra o corpo de alojamento interno 128 e a luva externa 129.

[0027] Referindo-se à Figura 4, um conjunto de vedação quádruplo 136 está situado no anulo de alojamento 130. O conjunto de vedação quádruplo 136 compreende o anel de vedação interno 138, o anel de vedação externo 142, o anel de energização bidirecional ("BER") 146, o anel superior 148 e o anel inferior 150. O anel de vedação interno 138 e o anel de vedação externo 142 são vedações anulares concêntricas ao redor de um eixo geométrico. Há dois anéis de vedação internos 138 e dois anéis de vedação externos 142. Os anéis de vedação 138, 142 são feitos de metal, como, por exemplo, aço de baixo teor de carbono. Outros tipos de metal podem ser usados.

[0028] Referindo-se à Figura 5, cada anel de vedação externo 142 é um membro anular que tem uma superfície interna 152 e uma superfície de vedação externa 154, em que a superfície de vedação externa 154 está separada para fora do diâmetro interno. Antes da fixação, a superfície externa 154 do anel de vedação externo 142 pode ser paralela ao eixo geométrico do furo do anel de vedação externo 142, ou a superfície externa 154 pode estar em uma inclinação em relação ao furo (conforme mostrado). Em algumas realizações, em seu estado relaxado, uma primeira extremidade 156 da superfície externa tem o menor diâmetro, e o diâmetro aumenta gradualmente ao longo do comprimento axial da superfície externa para a segunda

extremidade 158. O maior diâmetro externo do anel de vedação externo 142 é, inicialmente, menor que o diâmetro interno da luva externa 129. Deste modo, antes de ser energizado, o anel de vedação externo 142 é capaz de atravessar a luva externa 129 sem engatar na luva externa 129.

[0029] Referindo-se às Figuras 5 e 6, cada anel de vedação externo 142 pode ter uma pluralidade de arestas 160 na superfície externa 154. As arestas 160 são nervuras circunferenciais paralelas formadas com o corpo da superfície externa. As arestas 160 são separadas pelos sulcos 162, em que cada sulco 162 forma um vale entre as arestas. Em algumas realizações, os sulcos 162 são carregados, ou parcialmente carregados, por uma blindagem de lubrificação ou incrustação de metal macio 164. A incrustação 164 tem uma dureza inferior ao anel de vedação externo 142 e, deste modo, é provável que deforme e flua quando o anel de vedação externo 142 é pressionado contra uma superfície adjacente. A incrustação 164 poderia ser feita de um material macio como, por exemplo, chumbo e estanho.

[0030] A superfície interna 152 do anel de vedação externo 142 é, em geral, lisa. A superfície interna 152 pode ter um formato côncavo ou levemente arredondado ou pode ser plana. Mais adicionalmente, a superfície interna 152 pode ser paralela ao eixo geométrico do anel de vedação externo 142 ou pode ter uma inclinação geral de um ponto mais amplo em uma extremidade até um ponto mais estreito na outra extremidade. Um revestimento de metal macio pode cobrir a superfície interna 152 para atuar como um lubrificante quando BER 146 pressiona contra e desliza ao longo da superfície interna 152.

[0031] O anel de vedação interno 138 pode ser um anel anular com uma superfície de vedação interna 163, e pode ser a imagem de espelho dimensional do anel de vedação externo 142. O anel de vedação interno 138 pode ter arestas 160 em seu diâmetro interno e uma superfície lisa 152 em seu

diâmetro externo. Como o anel de vedação externo 142, o anel de vedação interno 138 pode ter uma incrustação de metal macio 164 nos sulcos 162 entre as arestas 160, ou um revestimento de metal macio em qualquer uma de suas superfícies.

[0032] O anel de energização bidirecional ("BER") 146 é um anel anular concêntrico ao eixo geométrico da luva externa 129. A seção transversal do BER 146 é simétrica ao longo de uma linha horizontal, puxada perpendicular ao eixo geométrico de rotação, que divide o BER 146. Algumas realizações também são simétricas ao longo de uma linha vertical que divide a seção transversal de uma primeira extremidade até uma segunda extremidade. Um cone de forçamento 170 se estende de cada extremidade do corpo do anel de energização 171. Os cones de forçamento 170 pode ser acionados entre o anel de vedação interno 138 e o anel de vedação externo 142. O cone de forçamento 170 é uma ranhura girada ao redor do eixo geométrico do BER 146. O cone de forçamento 170 compreende a superfície interna inclinada 172 e a superfície externa inclinada 174, sendo que as superfícies inclinadas interna e externa têm, cada uma, um perfil afunilado que converge gradualmente em um ponto mais longe do corpo 171 do BER 146. Em algumas realizações, o cone de forçamento 170 tem um formato esférico ou bulboso, sendo que, ao mover do ponto médio axial do BER na direção da extremidade, o diâmetro interno e externo do cone de forçamento diverge gradualmente na direção de um ponto bulboso 176 que tem um diâmetro externo máximo e um diâmetro interno mínimo, e, então, converge de volta na direção da extremidade do cone de forçamento 170.

[0033] O ponto médio axial do BER 146 pode ter um formato cilíndrico que tem um diâmetro externo maior que o ponto mais amplo do cone de forçamento 170, e pode ter um diâmetro interno menor que o menor ponto do cone de forçamento 170. Deste modo, o formato cilíndrico pode servir para

centralizar o BER 146 no ânulo de alojamento 130 antes de engatar o anel de vedação interno 138 e o anel de vedação externo 142.

[0034] O anel superior 148 é um anel anular concêntrico ao eixo geométrico da luva externa 129. A extremidade inferior do anel superior é uma cavidade em formato de U definida pela perna interna 180 e perna externa 182. O diâmetro externo da perna externa 182 é levemente menor que o diâmetro interno da luva externa 129. De modo similar, o diâmetro interno da perna interna 180 é levemente maior que o diâmetro externo do alojamento interno 126. O vão entre a perna interna 180 e a perna externa 182 é levemente maior que a largura do cone de forçamento 170 em sua extremidade de largura mínima. A profundidade do vão em formato de U é pelo menos igual ao comprimento axial do cone de forçamento 170 menos o comprimento axial do anel de vedação interno 138 e do anel de vedação externo 142. Em outras palavras, o comprimento da perna interna 180 mais o comprimento do anel de vedação interno 138 é pelo menos tão grande quanto o comprimento axial do cone de forçamento 170. Na posição de inserção da Figura 5, as extremidades, ou superfícies de extremidade, das pernas 180, 182 entram em contato com as extremidades dos anéis de vedação externo e interno 138, 142.

[0035] Novamente, referindo-se à Figura 4, o anel superior 148 pode ter um ou mais ressalto horizontais 184. O anel superior 148 pode ter uma porção rosqueada superior 186 estendendo-se para cima do ressalto 184, que tem um diâmetro externo que é levemente menor que o diâmetro interno da luva externa 129 e um diâmetro interno que é maior que a porção inferior do anel superior 148. O diâmetro interno da porção rosqueada superior 186 pode ter roscas para engatar, de forma rosqueada, uma luva no *sub* de revestimento ajustável 172 (Figura 3).

[0036] O anel inferior 150, que pode ser um anel estacionário em relação ao corpo de alojamento interno 128, é um anel anular girado ao redor

do eixo geométrico do furo. O anel inferior tem um vão em formato de U definido pela perna interna 188 e perna externa 190, similar em dimensões à perna interna 180 e à perna externa 182 do anel superior 148. Na posição de inserção da Figura 5, as extremidades das pernas 188, 190 entram em contato com os anéis de vedação inferiores 138, 142. A extremidade de fundo do anel inferior 150 pode ser uma superfície plana para engate de um ressalto 194 no alojamento interno. O BER 146, o anel superior 148 e o anel inferior 150 podem ser feitos de metal.

[0037] O anel superior 148 e o anel inferior 150 podem ter furos para parafuso 196 para receber parafusos 198. Os furos para parafuso 196 podem estar paralelos ao eixo geométrico do furo e radialmente espaçados ao redor dos anéis 148, 150. Os furos para parafuso 196 podem ter um furo rebaixado para receber as cabeças dos parafusos 198. A profundidade do furo rebaixado é pelo menos tão grande quanto o comprimento axial do cone de forçamento menos o comprimento axial das vedações. O BER 146 pode ter furos rosqueados 202 para engatar de forma rosqueada os parafusos 198, os furos rosqueados 202 no BER 146 que corresponde aos furos para parafuso 196 nos anéis superior e inferior 148, 150.

[0038] O conjunto de vedação quádruplo 136 é criado ao colocar dois pares de anéis de vedação internos 138 e os anéis de vedação externos 142 nos cones de forçamento superior e inferior 170 do BER 146. O anel inferior 150 é aparafusado ao BER 146 através dos parafusos 198 de tal modo que as pernas interna e externa 188, 190 do anel inferior 150 retenham os anéis de vedação externo e interno 138, 142, respectivamente, no lugar. De modo similar, o anel superior 148 é aparafusado ao BER 146 através dos parafusos 198 de tal modo que as pernas interna e externa 180, 182 do anel superior 148 retenham as vedações interna e externa 138, 142, respectivamente, no lugar.

[0039] Em operação, o conjunto de vedação quádruplo 136 é colocado no anulo 130 (Figura 3) do *sub* de revestimento ajustável 122, que está preso a uma ferramenta de assentamento (não mostrado). Conforme será constatado por um técnico no assunto, a fixação pode ser por linguetas, roscas, anel de pressão, grampos, ou qualquer outro meio. A ferramenta de assentamento irá estabelecer o comprimento desejado do *sub* de revestimento ajustável 122.

[0040] Referindo-se às Figuras 3 e 5, com o corpo de alojamento interno 128 situado apropriadamente na luva externa 129 e o conjunto de vedação quádruplo 136 situado no anulo de alojamento 130, é exercida uma força compressiva sobre o conjunto de vedação quádruplo 136 para energizar os anéis de vedação 138, 142. Em uma realização exemplificadora, a ferramenta de assentamento (não mostrado) faz com que uma força descendente seja exercida sobre o anel superior 148. A pressão descendente pode ser criada, por exemplo, ao girar uma coluna de perfuração (não mostrado) e com o uso de roscas (não mostrado) para converter a força rotacional em força linear na direção axial. As chaves de torque 204 (Figura 3) podem engatar partes da ferramenta de assentamento a fim de evitar que o conjunto de vedação quádruplo 136 gire durante energização. Outros métodos podem ser usados para energizar o conjunto de vedação quádruplo. Os pistões hidráulicos em uma ferramenta de assentamento (não mostrado), por exemplo, podem exercer pressão descendente sobre o conjunto de vedação 136 ou a simples força descendente do peso da coluna de revestimento ou tubulação pode ser transferida para o conjunto de vedação quádruplo 136. Outros tipos de fixação podem ser usados para engatar o anel superior 148. Um técnico no assunto constatará que o anel superior 148 pode ser engatado de modo compressivo através de outros membros de furo de poço sem o uso de uma ferramenta de assentamento.

[0041] Referindo-se à Figura 7, a força descendente sobre o anel superior 148 faz com que as pernas interna e externa 180, 182 exerçam força sobre os anéis de vedação externo e interno 138, 142. Os anéis de vedação 138, 142 são empurrados para baixo em relação ao cone de forçamento superior 170 do BER 146. Enquanto o anel de vedação interno 138 é empurrado para baixo, o perfil afunilado do cone de forçamento 170 empurra o anel de vedação interno 138 para dentro para engatar, de modo forçado, o corpo de alojamento interno 128. De modo similar, o perfil afunilado do cone de forçamento 170 empurra o anel de vedação externo 142 para fora para engatar, de modo forçado, a luva externa 129. Deste modo, a deflexão angular dos anéis de vedação 138, 142 faz com que as superfícies de vedação como a superfície interna 152 e a superfície externa 154 engatem nas superfícies do corpo de alojamento interno 128 e da luva externa 129 com uma força de pré-carga. Referindo-se à Figura 4, o ponto bulboso 176 pode fazer com que as vedações interna e externa 138, 142 pressionem para dentro e para fora contra o alojamento interno e externo.

[0042] Referindo-se à Figura 5, a força descendente é transferida através dos anéis de vedação externo e interno superiores 138, 142 para o BER 146. O BER 146 se move para baixo em relação ao alojamento interno 126. O anel inferior 150 é pressionado contra o ressalto 194, evitando assim que o anel inferior 150 se mova. Os anéis de vedação externo e interno inferiores 138, 142 engatam na perna interna do anel inferior 180 e na perna externa 182, evitando assim que os anéis de vedação inferiores externo e interno 138, 142 se movam em relação ao anel inferior 150 e ao corpo de alojamento interno 128. Deste modo, o BER 146 é forçado para baixo em relação aos anéis de vedação inferiores externo e interno 138, 142. O cone de forçamento inferior 170 exerce pressão para dentro e para fora contra os anéis de vedação 138, 142 enquanto o BER 146 se move para baixo, fazendo com

que os anéis de vedação externo e interno 138, 142 engatem no corpo de alojamento interno 128 e na luva externa 129.

[0043] Enquanto o BER 146 se move para baixo em relação ao alojamento interno 126, os anéis de vedação externo e interno superiores 138, 142 também se movem para baixo. Os anéis de vedação externo e interno 138, 142 já podem ser engatados de forma compressiva ao corpo de alojamento interno 128 e à luva externa 129 à medida que os mesmos começam a se mover. As incrustações de metal macio 164 e coberturas nos anéis de vedação externo e interno 138, 142 podem fornecer lubrificação para que os anéis de vedação externo e interno 138, 142 deslizem durante o movimento. Em uma realização, as incrustações de metal macio 164 e a cobertura nos anéis de vedação externo e interno 138, 142 podem impedir que os anéis de vedação externo e interno superiores 138, 142 se fixem antes que os anéis de vedação inferiores externo e interno 138, 142 sejam fixados. Os anéis de vedação superiores 138, 142 e os anéis de vedação inferiores 148, 142 são fixados aproximadamente ao mesmo tempo, mas, em algumas realizações, os anéis de vedação inferiores 148, 142 são completamente fixados antes que os anéis de vedação superiores 138, 142 sejam completamente fixados. Devido à natureza de ter uma fixação superior e uma inferior das vedações 138, 142, o conjunto de vedação quádruplo 136 veda contra pressão em ambas as direções.

[0044] Os parafusos 198 usados para unir o conjunto de vedação quádruplo 136 durante a ligação permanecem fixos no BER 146 quando o conjunto de vedação quádruplo 136 está energizado. Os furos rebaixados permitem o movimento do BER 146 em relação às cabeças dos parafusos 198. Deste modo, a cabeça do parafuso 198 já não engata no anel superior e inferior 148, 150 quando os anéis de vedação 138, 142 estão energizados. As forças compressivas sobre o conjunto de vedação quádruplo 136 evitam que os

anéis se separem e, deste modo, os parafusos 198 já não são mais necessários para unir o conjunto.

[0045] Referindo-se à realização alternativa da Figura 8, a vedação de três dentes 210 é um anel de vedação anular, girado ao redor de um eixo geométrico. A vedação de três dentes 210 compreende dois pares de lábios de vedação 212, em que cada par tem um lábio de vedação interno e um lábio de vedação externo e cada par de lábios forma um formato em U geral, de tal modo que haja um vão anular que os separe. Em algumas realizações, o formato em U é dividido por um anel guia 214 que se projeta da base do "U." O comprimento axial do anel guia 214 é maior que o comprimento axial dos lábios de vedação 212. A vedação de três dentes 210 é feita de metal.

[0046] Referindo-se à Figura 9, cada lábio 212 tem uma superfície de vedação 216. As superfícies de vedação do lábio interno e externo 216 estão situadas sobre o diâmetro interno e externo, respectivamente, da vedação de três dentes 210 (Figura 8). Em uma realização, as superfícies de vedação 216 são, inicialmente, usinadas para que fiquem paralelas ao eixo geométrico de rotação. Em algumas realizações, as superfícies de vedação 216 podem ser afuniladas. As superfícies de vedação podem ter sulcos 218, que são paralelos, sulcos circunferenciais formados na superfície de vedação 216. Os sulcos 218 podem ser separados por arestas 220, em que cada sulco 218 forma um vale entre as arestas 220. Em algumas realizações, os sulcos 218 são carregados, ou parcialmente carregados, por uma incrustação de metal macio 222. A incrustação 222 tem uma dureza inferior que os lábios de vedação 212 e, deste modo, provavelmente se deformará e fluirá quando a superfície de vedação externa 216 for pressionada contra uma superfície adjacente. A incrustação 222 poderia ser feita de um metal macio como, por exemplo, chumbo e estanho.

[0047] Novamente, referindo-se à Figura 8, a superfície interna de

cada lábio de vedação 212, em que a superfície interna é a superfície interna do lábio de vedação externo e a superfície externa do lábio de vedação interno, podem ser afuniladas. Cada lábio de vedação 212 é mais estreito na ponta e se torna, gradualmente, mais grosso na direção da base do formato em U. O anel guia 214 pode ter uma ou mais proeminências 224. A proeminência 224 é uma aresta ou superfície elevada.

[0048] O anel superior 226, um anel axialmente móvel, compreende dois anéis de energização radiais que apontam para baixo 228, 230. Os anéis de energização 228, 230 formam, geralmente, um formato em U. O anel de energização interno móvel 228 tem uma superfície afunilada no diâmetro interno, sendo que a ponta do anel interno 228 tem um diâmetro interno mais largo que a base do anel interno 228. De modo similar, a superfície externa do anel de energização externo móvel 230 é afunilada da ponta, que tem um menor diâmetro externo, até a base, que tem o maior diâmetro externo. O anel de energização interno 228 ou o anel de energização externo 230 pode ter uma farpa interna 232, que é uma superfície que se projeta da face interna de um dos anéis.

[0049] O anel superior 226 pode ter uma ou mais superfícies horizontais 234 na extremidade oposta dos anéis de energização. O anel superior 226 pode ter uma porção rosqueada superior 236 que tem um diâmetro externo que é levemente menor que o diâmetro interno da luva externa 129 e um diâmetro interno que é maior que o corpo do anel superior 226. O diâmetro interno da porção rosqueada superior 236 pode ter roscas para engatar, de forma rosqueada, as roscas de uma luva do *sub* de revestimento ajustável 122 (Figura 3). Outros tipos de fixação podem ser usados para engatar no anel superior 226. Um técnico no assunto constatará que o anel superior 226 pode ser engatado de modo compressivo através de

outros membros de furo de poço sem o uso de uma ferramenta de assentamento.

[0050] O anel inferior 237, que pode ser um anel estacionário, é um anel anular girado ao redor do eixo geométrico do furo. O anel inferior 237 tem um par de anéis de energização estacionários 238, 239 similares aos anéis de energização 228, 230 do anel superior. O anel inferior base 240 é, em geral, plano, mas pode ter bordas chanfradas. O anel superior 226 e o anel inferior 237 podem ser feitos completamente de metal.

[0051] Na operação da realização das Figuras 8 e 9, o conjunto de vedação de três dentes 210 pé colocado no ânulo de alojamento 130. O corpo do alojamento interno 128 é baixado para a posição na luva externa 129. A farpa 232 pode engatar na proeminência 224 para evitar a separação da vedação de três dentes 210 e dos anéis 226, 237 antes da fixação da vedação.

[0052] A força compressiva é usada para energizar a vedação de três dentes 210. Os dispositivos para fornecer força compressiva para energizar a vedação de três dentes 210 são similares aos dispositivos para fornecer força compressiva ao conjunto de vedação quádruplo 136. Quando é aplicada força compressiva ao anel superior 226, o anel superior 226 se move para baixo em relação à vedação de três dentes 210. As superfícies afuniladas nos anéis de energização 228, 230 do anel superior 226 engatam nas superfícies afuniladas nos lábios de vedação de três dentes 212. Os lábios de vedação 212 são forçados, à parte, para engatar nas superfícies do corpo de alojamento interno 128 e na luva externa 129.

[0053] A força compressiva aumenta, a vedação de três dentes 210 é pressionada, em relação ao corpo de alojamento interno 128 e ao anel inferior 237. O anel inferior 237 permanece fixo no lugar em relação ao corpo de alojamento interno 128 devido ao fato de que o anel inferior 237 é assentado sobre a superfície horizontal 240. As superfícies afuniladas dos

anéis de energização estacionários 238, 239 do anel inferior 237 se engatam nas superfícies afuniladas do segundo par de lábios de vedação 212, forçando os lábios de vedação 212 à parte para engatar, de modo compressivo ao corpo de alojamento interno 128 e à luva externa 129.

[0054] Ambos os pares de lábios de vedação 212 podem deslizar ao longo do corpo de alojamento interno 128 e da luva externa 129 após, inicialmente, entrarem em contato, com as superfícies. As incrustações de metal macio 218 servem como lubrificação para permitir que as vedações de três dentes 210 se movam ao longo das superfícies de vedação do corpo de alojamento interno 128 e da luva externa 129. Quando fixada, a vedação de três dentes 210 forma uma vedação em ambas as direções.

[0055] Referindo-se a uma segunda realização alternativa na Figura 10, a vedação em formato de U 240 está situada no anulo de alojamento 130 entre o corpo de alojamento interno 128 e a luva externa 129. A vedação em formato de 240 é feita completamente de componentes de metal e, deste modo, pode suportar temperaturas elevadas e pressões elevadas. Estes componentes compreendem uma perna ou parede externa 242 e uma perna ou parede interna paralela 244, em que as pernas 242, 244 estão conectadas no fundo por uma base 246 e abertas no topo 248. O diâmetro interno da perna externa 242 está radialmente espaçado para fora do diâmetro externo da perna interna 244. Isso resulta em uma folga anular entre as pernas 242, 244. O diâmetro externo superfície da perna interna 244 pode ser geralmente liso e tem um afunilamento sendo que o diâmetro externo aumenta do topo 248 para a base 246. De modo similar, o diâmetro interno da perna externa 242 pode ser geralmente liso e ser afunilado, sendo que o diâmetro interno é maior no topo 248 e menor na base 246. Deste modo, o vão anular entre as pernas 242, 244 é menor na base 246. O afunilamento é geralmente consistente com um Afunilamento Padrão Morse, sendo que o afunilamento poderia ser, por

exemplo, aproximadamente menor que ou igual a 1,59 cm (5/8 pol) por pé. Deste modo, o ângulo formado entre a superfície interna de cada perna 242, 244 e uma linha paralela à vedação em formato de U do eixo geométrico 240 é de aproximadamente 1 grau, 29 minutos. O ângulo pode ser maior ou menor, desde que estabeleça um afunilamento de auto-retenção.

[0056] Referindo-se à Figura 11, as superfícies de vedação 250 na parte externa das pernas 242, 244 podem ter sulcos 252 separados por arestas 254. Os sulcos 252 são sulcos circunferenciais paralelos na superfície de vedação 250. Os sulcos podem ser carregados com a incrustação 256. A incrustação 256 é um metal geralmente macio que poderia compreender, por exemplo, chumbo e estanho.

[0057] Referindo-se à Figura 10, o corpo do anel de energização 258 está situado no anulo de alojamento 130. O anel de energização 260 é um anel anular que se projeta do corpo do anel de energização 258. O anel de energização 260 pode ser empregado para forçar as pernas 242, 244 radialmente à parte uma da outra formando engate de vedação com o corpo de alojamento interno 128 e a luva externa 129. O anel de energização 260 tem um diâmetro externo que irá engatar, através de atrito, ao diâmetro interno da perna externa 242 e um diâmetro interno que irá engatar, através de atrito, ao diâmetro externo da perna interna 244. A espessura radial do anel de energização 260 diminui do ponto situado no topo 248 da vedação em formato de U 240 na direção da base 246 da vedação em formato de U. As laterais do anel de energização 260 são, em geral, retas e lisas. O afunilamento das laterais do anel de energização 260 corresponde ao afunilamento das superfícies internas das pernas 242, 244 – um Afunilamento Morse que poderia ser, por exemplo, menor que 1,59 cm (5/8 pol) por pé linear ou aproximadamente 1 grau, 29 minutos de ângulo.

[0058] A folga entre as superfícies internas das pernas 242 e 244 e as superfícies do anel de energização 260 pode ser muito apertada devido ao Afunilamento Morse. Para evitar a formação de uma bolsa de fluido comprimido entre a vedação em formato de U 240 e o anel de energização 260, uma ou mais passagens de ventilação 262 podem ser colocadas no anel de energização 260. A passagem de ventilação 262 é uma passagem que tem uma abertura próxima à ponta do anel de energização 260 e uma segunda abertura em um local além das pontas das pernas 242, 244.

[0059] Em algumas realizações, a vedação elastomérica 264 pode estar situada no sulco de vedação 266 no exterior do corpo do anel de energização 258. De modo similar, a vedação elastomérica 268 pode estar situada no sulco de vedação 270 no interior do corpo do anel de energização 258. As vedações elastoméricas 264 e 268 são vedações anulares feitas de um material elastomérico. As superfícies expostas da vedação elastomérica 264, 268 se projetam além da superfície do corpo do anel de energização 258 de tal modo que as vedações elastoméricas 264, 268 pressionem contra as superfícies do corpo de alojamento interno 128 e da luva externa 129. Na Figura 10, as vedações elastoméricas 264, 268 são mostradas em um estado descomprimido para clareza. No uso real, as vedações elastoméricas 264, 268 irão pressionar contra o corpo de alojamento interno 128 e a luva externa 129, mas não irão se estender ao longo de tais superfícies. Deste modo, as vedações elastoméricas 264, 268, combinadas com o corpo do anel de energização 258, formam uma vedação entre o corpo de alojamento interno 128 e a luva externa 129. A vedação existe antes para fixar a vedação em formato de U 240 e, deste modo, pode evitar que o fluido ou gás passe entre o corpo de alojamento interno 128 e a luva externa 129 antes da energização da vedação em formato de U 240. Mais adicionalmente, a vedação criada pelas vedações elastoméricas 264, 268 cria uma vedação redundante após a

vedação em formato de U 240 ser fixada. A energização e fixação da vedação em formato de U 240 fornecem uma vedação em ambas as direções.

[0060] O anel de energização corpo 258 pode ter uma ou mais superfícies horizontais 272 na extremidade oposta do anel de energização 260. O corpo do anel de energização 258 pode ter uma porção de anel rosqueada 274 que tem um diâmetro externo que é levemente menor que o diâmetro interno da luva externa 129 e um diâmetro interno que é maior que o corpo do corpo do anel de energização 258. O diâmetro interno da porção de anel 274 pode ter roscas para engatar, de forma rosqueada, as roscas à ferramenta de assentamento (não mostrado).

[0061] A força descendente sobre o corpo do anel de energização 258 é usada para fixar a vedação em formato de U 240. A força descendente pode ser criada de qualquer maneira descrita acima considerando a criação da força descendente no anel superior 148. Quando é exercida a força descendente sobre a porção de anel rosqueada 274 ou sobre a superfície horizontal 272, o corpo do anel de energização 258 se move para baixo, em relação ao corpo de alojamento interno 128, acionando assim o anel de energização 260 para baixo. A vedação em formato de U 240 é incapaz de se mover para baixo, em relação ao corpo de alojamento interno 128, devido ao ressalto 194. Deste modo, o anel de energização 260 é forçado para baixo, entre a perna externa 242 e a perna interna 244. As pernas 242 e 244 são espalhadas à parte e pressionadas contra as superfícies externas do corpo de alojamento interno 128 e da luva externa 129. Em algumas realizações, a incrustação 256 se deforma e flui dentro e entre os sulcos 252.

[0062] Embora a invenção tenha mostrado ou tenha sido descrita em apenas algumas de suas formas, deveria ser evidente para os técnicos no assunto que a mesma não é limitada, mas é susceptível a várias mudanças sem se distanciar do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. APARELHO PARA VEDAÇÃO ENTRE DOIS MEMBROS TUBULARES, caracterizado pelo fato de que o aparelho compreende:

um primeiro e segundo anéis de vedação anulares internos (138), em que cada anel de vedação anular interno (138) tem uma superfície de vedação interna (163);

um primeiro e segundo anéis de vedação externos (142), em que os anéis de vedação externos (142) são situados em oposição aos anéis de vedação internos (138), sendo que cada anel de vedação externo (142) anular tem uma superfície de vedação externa (154);

um anel de energização (146, 260) que tem um primeiro cone de forçamento (170) e um segundo cone de forçamento (170), em que cada cone de forçamento (170) é um anel anular que tem uma superfície inclinada interna (172) e uma externa (174), sendo que as superfícies inclinadas interna (172) e externa (174) divergem uma da outra a partir de uma ponta de cada cone de forçamento (170) para um ponto amplo de cada cone de forçamento (170), em que os cones de forçamento (170) se projetam em direções opostas a partir de um corpo do anel de energização (258), em que o primeiro cone de forçamento (170) é situado radialmente entre os primeiros anéis de vedação interno e externo (138, 142) e o segundo cone de forçamento (170) é situado radialmente entre os segundos anéis de vedação interno e externo (138, 142);

um anel axialmente móvel (226) que tem superfícies de extremidade para transferir a força axial para o primeiro anel de (138) interno e primeiro anel de vedação externo (142);

um anel estacionário (237) que tem superfícies para transferir a força axial para o segundo anel de vedação interno (138) e segundo anel de vedação externo (142); e

sendo que mover o anel axialmente móvel (226) de uma primeira posição axial para uma segunda posição axial faz com que

(a) os primeiros anéis de vedação interno e externo (138, 142) se movam de uma primeira posição de anel de vedação para uma segunda posição de anel de vedação em relação ao primeiro cone de forçamento (170), as superfícies inclinadas (172, 174) do primeiro cone de forçamento (170) se espalham nos primeiros anéis de vedação interno e externo (138, 142) radialmente à parte enquanto os primeiros anéis de vedação interno e externo (138, 142) se movem para a segunda posição axial;

(b) o anel de energização (146, 260) se move de uma primeira posição de anel de energização para uma segunda posição de anel de energização, movendo assim o segundo cone de forçamento (170) axialmente de uma primeira posição para uma segunda posição em relação aos segundos anéis de vedação interno e externo (138, 142), sendo que as superfícies inclinadas (172, 174) do segundo cone de forçamento (170) se espalham nos segundos anéis de vedação interno e externo (138, 142) radialmente à parte enquanto o segundo cone de forçamento (170) se move da primeira posição para a segunda posição.

2. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o primeiro e segundo cones de forçamento (170) têm, cada um, um ponto bulboso (176), em que o ponto bulboso (176) tem uma seção transversal mais ampla que a ponta ou uma base dos cones de forçamento (170).

3. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os anéis de vedação anulares interno e externo (138, 142) são metálicos.

4. APARELHO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que as superfícies de vedação (152, 154, 163)

compreendem uma pluralidade de arestas (160), cada uma separada por um dentre uma pluralidade de sulcos (162).

5. APARELHO, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma incrustação (164) situada em pelo menos um dentre a pluralidade de sulcos (162), em que a incrustação (164) é um metal mais macio que os anéis de vedação (138, 142).

6. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o segundo anel de vedação anular interno (138) e o segundo anel de vedação anular externo (142) não se movem em uma direção axial quando energizados pelo anel de energização (146, 260).

7. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os membros de furo de poço compreendem um membro tubular externo e um membro tubular interno concentricamente situados dentro do membro tubular externo para definir um ânulo de alojamento (130) situado entre os mesmos, sendo que o primeiro e segundo anéis de vedação anulares internos (138) formam uma vedação contra um diâmetro externo do membro tubular interno quando o anel de energização (146, 260) está na segunda posição de anel de energização e sendo que o primeiro e segundo anéis de vedação anulares externos (142) formam uma vedação contra um diâmetro interno do membro tubular externo quando o anel de energização (146, 260) está na segunda posição de anel de energização.

8. APARELHO, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o anel estacionário (237) é assentado contra um ressalto (194) sobre o membro tubular interno.

9. APARELHO, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os primeiros anéis de vedação interno e externo (138, 142) se movem uma distância axial que é maior que uma distância axial

entre a primeira posição axial e a segunda posição axial do anel de energização (146, 260).

10. APARELHO PARA A FORMAÇÃO DE UMA VEDAÇÃO ENTRE MEMBROS TUBULARES INTERNO E EXTERNO, caracterizado pelo fato de que o aparelho compreende:

um anel de vedação anular (138, 142) de metal que compreende um corpo que tem:

um lábio de vedação (212) interno superior e um lábio de vedação (212) externo superior estendendo-se a partir desse ponto e separados por um vão anular, sendo que o lábio de vedação (212) interno superior é posicionado para formar uma vedação contra um diâmetro externo do membro tubular interno e o lábio de vedação (212) externo superior é posicionado para formar uma vedação contra um diâmetro interno do membro tubular externo, e um anel guia (214) anular superior que se projeta do vão;

um lábio de vedação (212) interno inferior e um lábio de vedação (212) externo inferior estendendo-se a partir desse ponto e separados por um vão anular, sendo que o (212) interno inferior é posicionado para formar uma vedação contra um diâmetro externo do membro tubular interno e o lábio de vedação (212) externo inferior é posicionado para formar uma vedação contra um diâmetro interno do membro tubular externo, e um anel guia (214) anular inferior que se projeta do vão;

um anel axialmente móvel (226) que tem um anel de energização interno móvel (228) e um externo móvel (230);

um anel estacionário (237) que tem um anel de energização interno estacionário (238) e um anel de energização externo estacionário (239);

sendo que o movimento axial do anel axialmente móvel (226), de uma primeira posição para uma segunda posição, move axialmente o anel de vedação anular uma distância menor que a distância axial percorrida pelo anel

axialmente móvel (226) entre a primeira posição até a segunda posição, e sendo que os anéis de energização móveis se afastam dos lábios de vedação (212) externo e interno superior um do outro e os anéis de energização estacionários (238, 239) se afastam dos lábios de vedação (212) interno e externo inferior um do outro.

11. APARELHO, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que os anéis de energização interno e externo móveis definem um canal em formato de U e pelo menos uma porção do anel guia (214) anular superior é posicionada no canal em formato de U.

12. APARELHO, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma farpa situada no anel guia axialmente móvel (226) e uma proeminência situada no anel guia (214) anular, sendo que a proeminência engata a farpa na primeira posição.

13. APARELHO, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que os lábios de vedação (212) compreendem uma pluralidade de arestas (220), cada uma separada por um dentre uma pluralidade de sulcos (218).

14. APARELHO, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma incrustação (164) situada em pelo menos um dentre a pluralidade de sulcos (162), sendo que a incrustação (164) é um metal mais macio que os lábios de vedação (212).

15. APARELHO, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o anel estacionário (237) é assentado contra um ressalto (194) situado sobre o membro tubular interno.

16. APARELHO, de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que o membro tubular externo e o membro tubular interno são concêntricamente situados e definem um anulo de alojamento (130)

situado entre isto, sendo que o anel de vedação anular (138, 142) de metal é situado dentro do ânulo de alojamento (130).

17. APARELHO PARA VEDAÇÃO ENTRE MEMBROS TUBULARES INTERNO E EXTERNO, caracterizado pelo fato de que o aparelho compreende:

um anel de vedação anular (138, 142) de metal que compreende um corpo que tem um lábio de vedação (212) interno e um lábio de vedação (212) externo estendendo-se a partir desse ponto e separados por um vão anular, em que o lábio de vedação (212) interno é posicionado para formar uma vedação contra um diâmetro externo do membro tubular interno e o lábio de vedação (212) externo é posicionado para formar uma vedação contra um diâmetro interno do membro tubular externo;

um anel de energização (146, 260) que tem um cone de forçamento (170) anular que se projeta a partir desse ponto, em que o cone de forçamento (170) é um anel anular que tem uma superfície inclinada interna (172) e uma externa (174), as superfícies inclinadas interna (172) e externa (174) divergem uma da outra a partir de uma ponta até um ponto amplo do cone de forçamento (170), o cone de forçamento (170) é situado radialmente entre os lábios de vedação (212);

uma vedação elastomérica situada em um sulco anular (162) no anel de energização (146, 260), em que a vedação elastomérica é posicionada para formar uma vedação contra um dos membros tubulares; e

uma passagem de ventilação através do cone de forçamento (170), em que a passagem de ventilação tem uma primeira abertura situada entre os lábios de vedação (212) interno e externo e uma segunda abertura situada em uma superfície externa do anel de energização (146, 260) e separada do cone de forçamento (170).

18. APARELHO, de acordo com a reivindicação 17,

caracterizado pelo fato de que os lábios de vedação (212) compreendem uma pluralidade de arestas (220), cada uma separada por um dentre a uma pluralidade de sulcos (218).

19. APARELHO, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que compreende adicionalmente uma incrustação (164) situada em pelo menos um dentre a pluralidade de sulcos (162), sendo que a incrustação (164) é um metal mais macio que os lábios de vedação (212).

20. APARELHO, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que uma superfície do corpo é assentada contra um ressalto (194) situado em um dos membros tubulares internos.

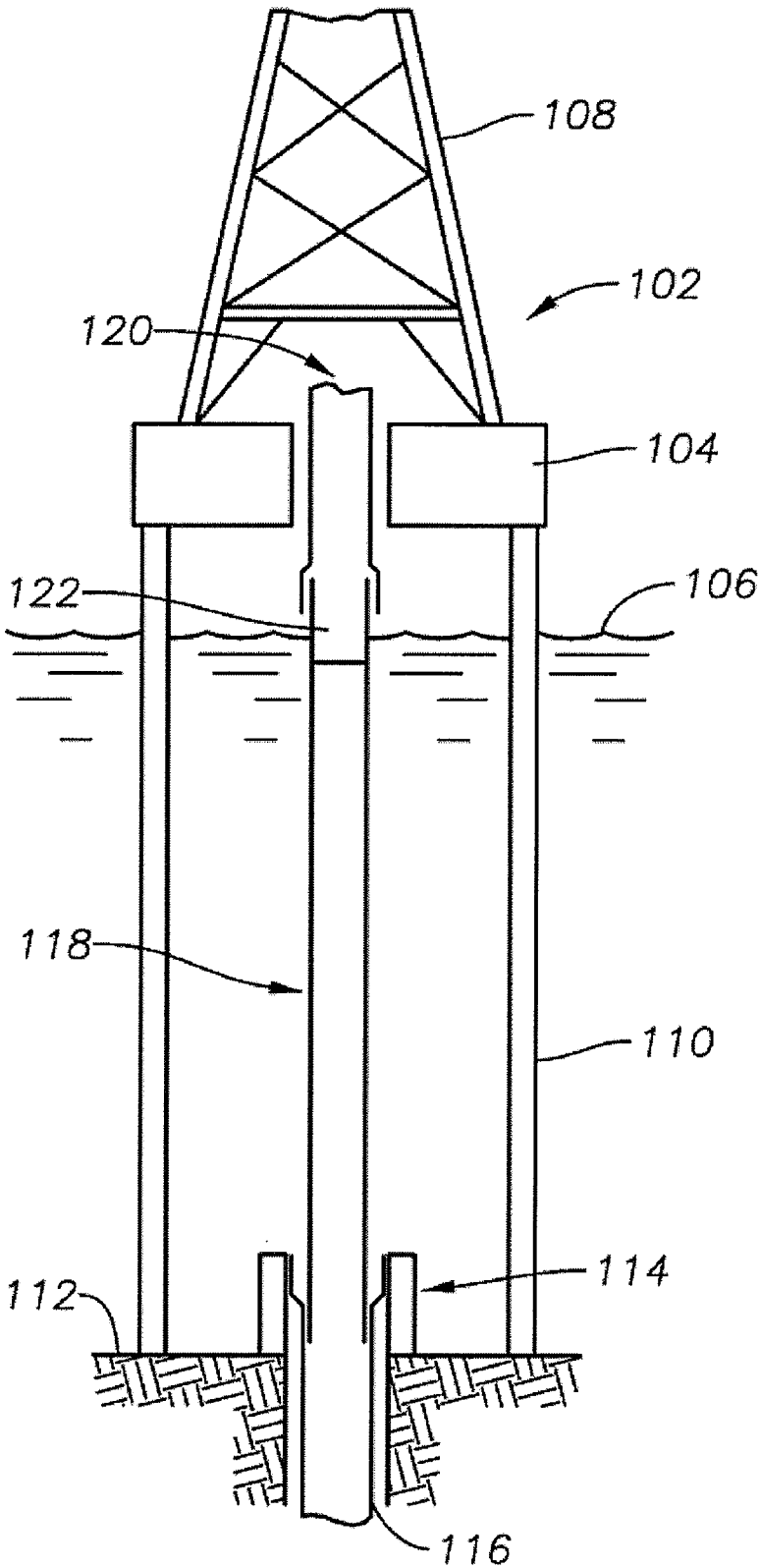


Fig.1

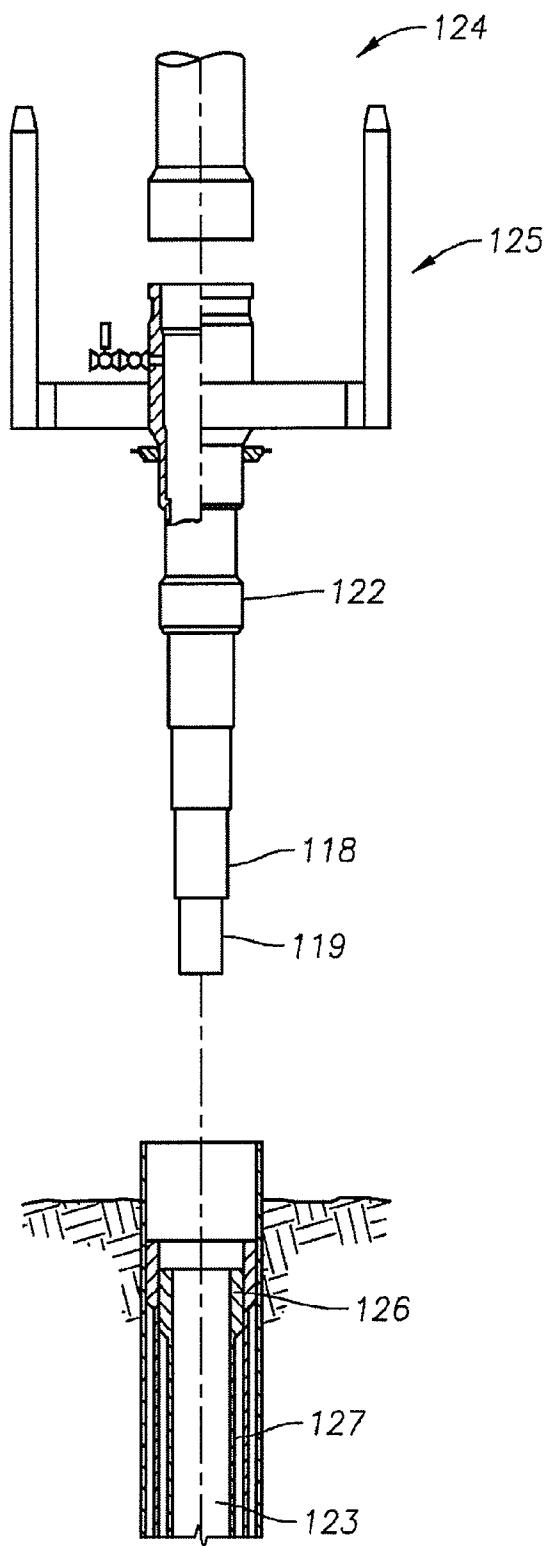


Fig.2

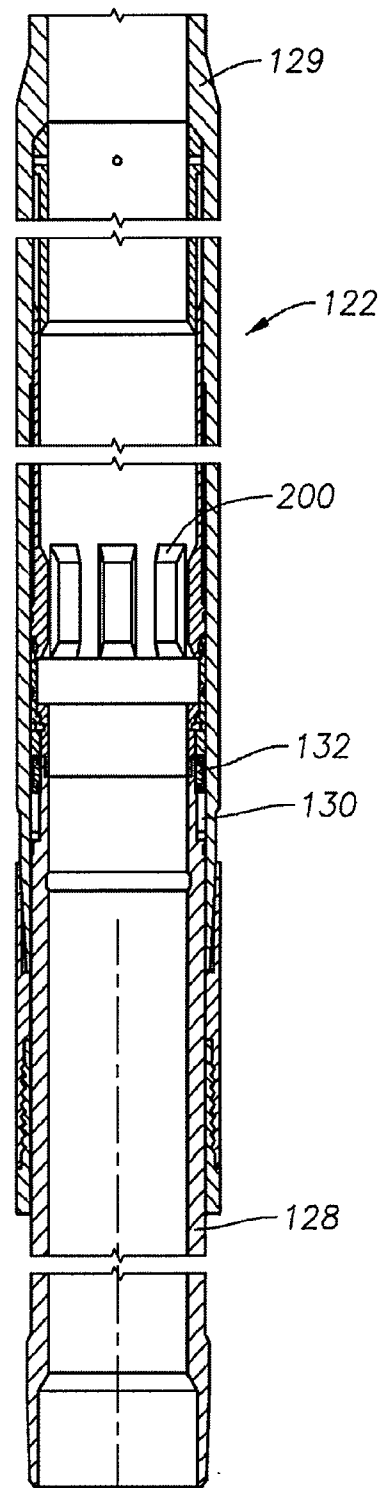


Fig.3

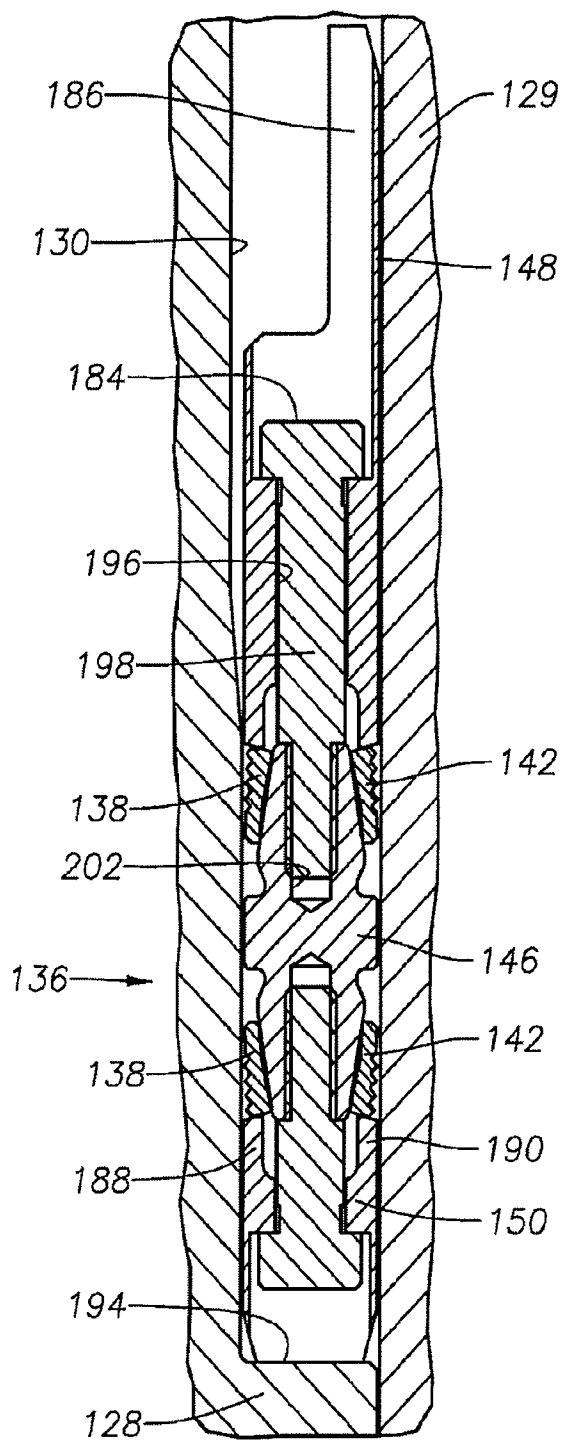


Fig.4

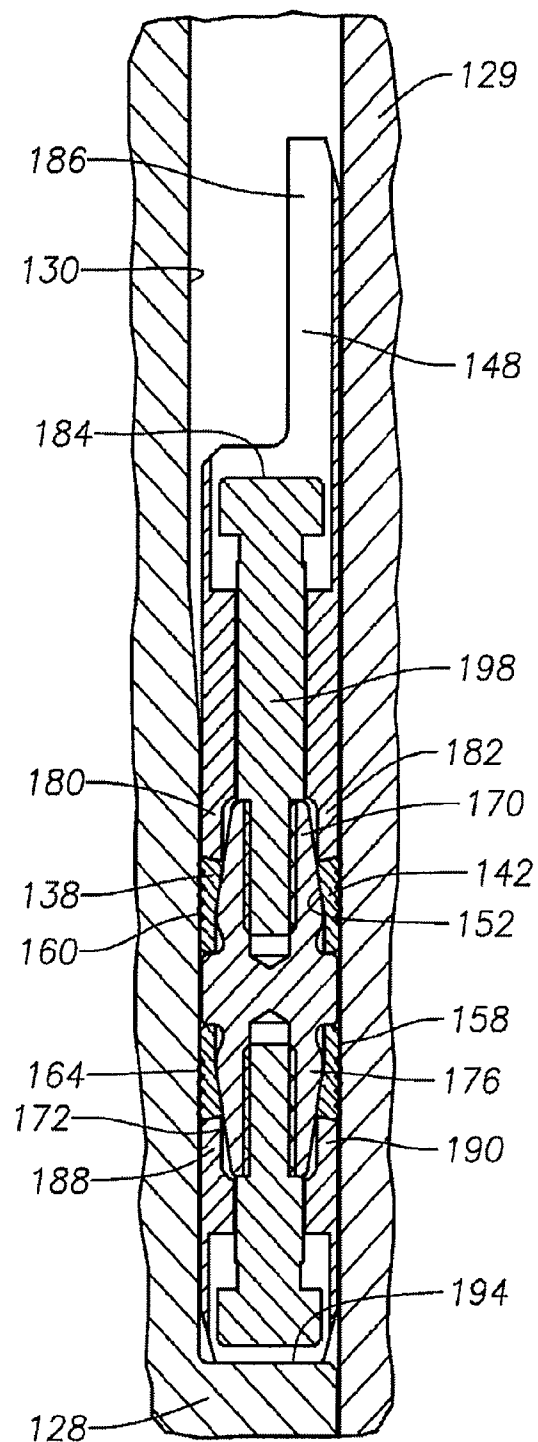


Fig.7

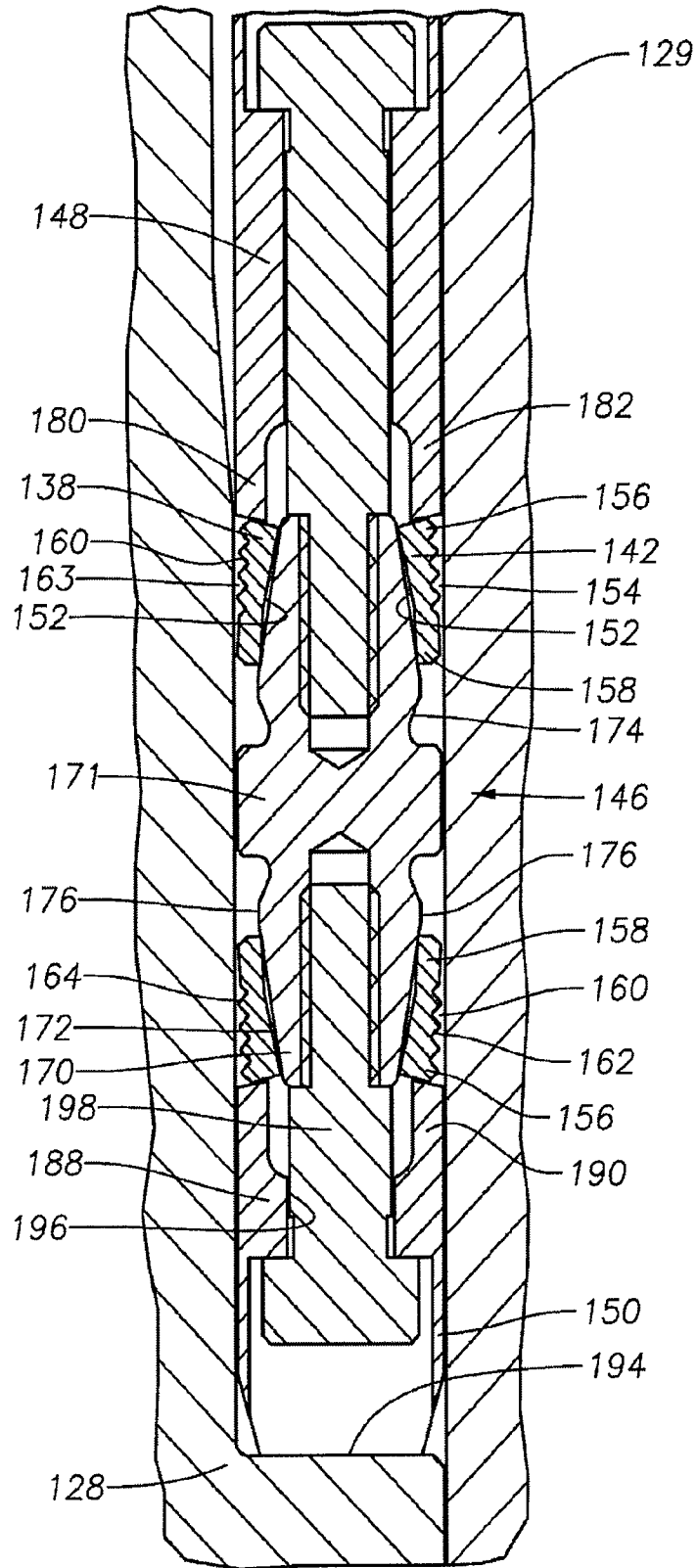


Fig.5

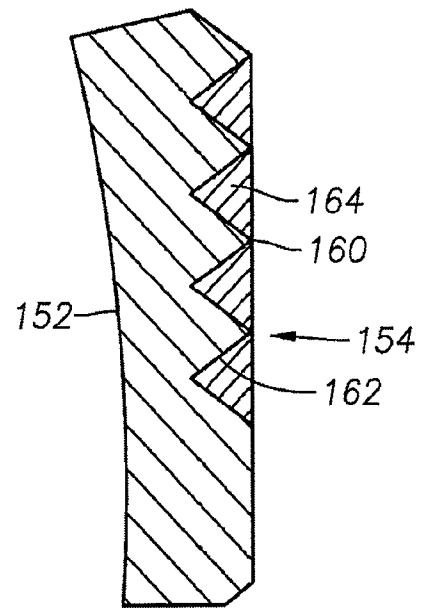


Fig.6

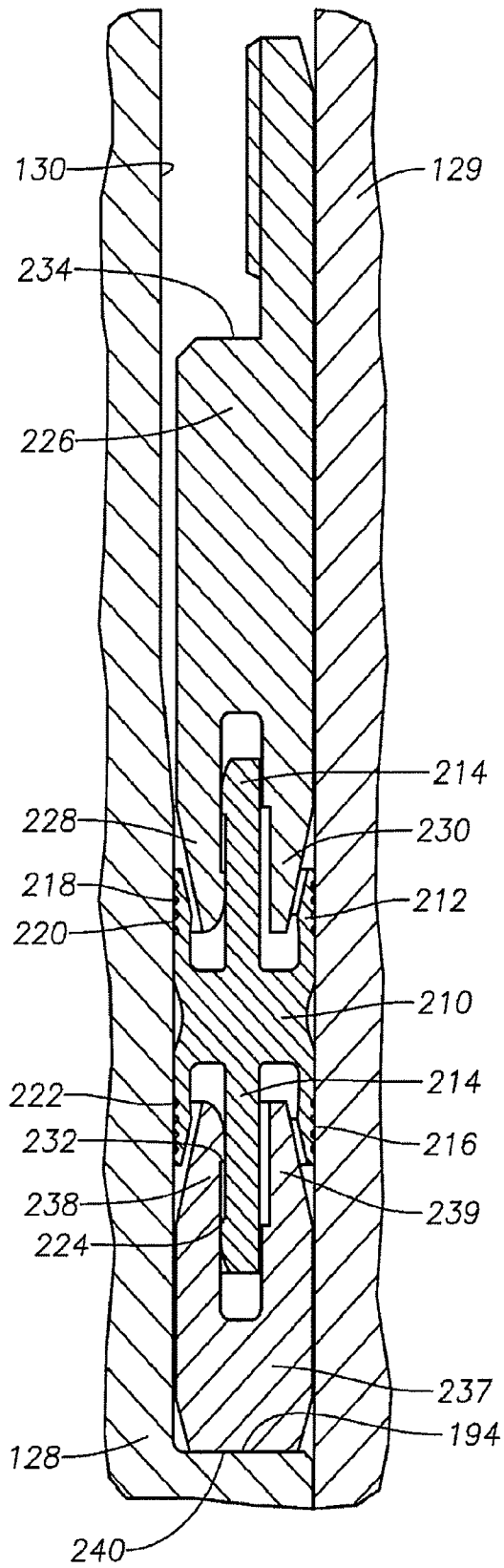


Fig. 8

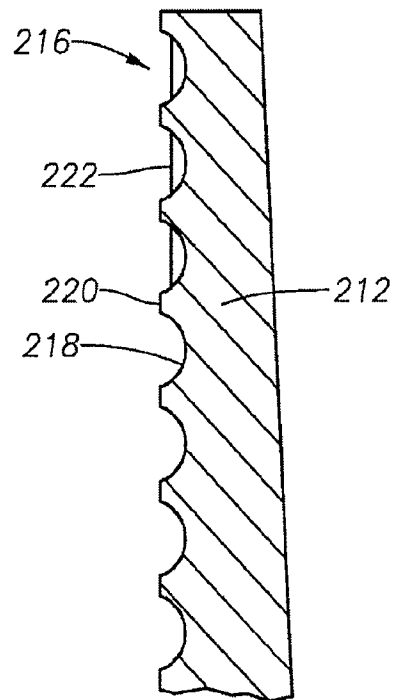
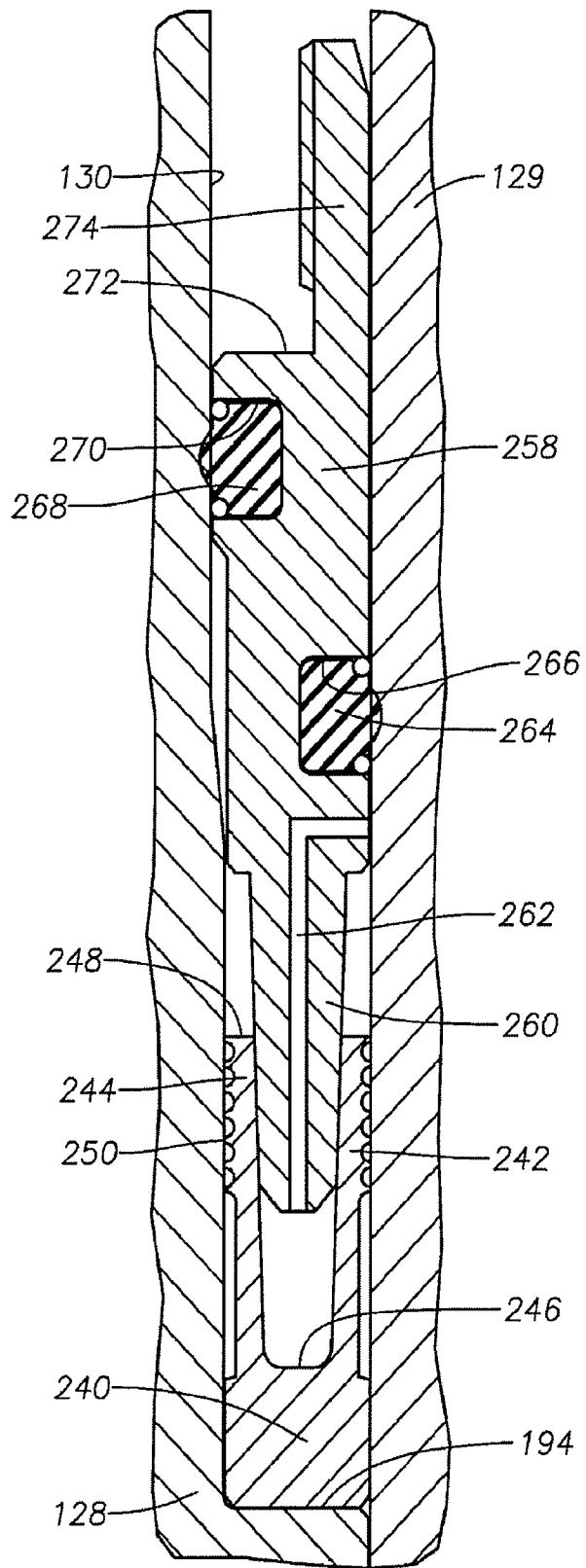
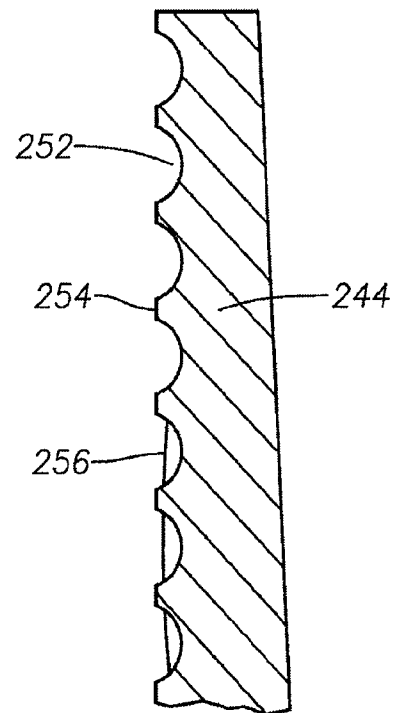


Fig. 9

**Fig.10****Fig.11**