



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0609213-6 B1

(22) Data do Depósito: 10/03/2006

(45) Data de Concessão: 25/09/2018



(54) Título: BOMBA CENTRÍFUGA

(51) Int.Cl.: F04D 29/04; F04D 29/44

(30) Prioridade Unionista: 10/03/2006 US 11/372.616, 11/03/2005 US 60/660.737

(73) Titular(es): BAKER HUGHES INCORPORATED

(72) Inventor(es): RYAN P. SEMPLE; ROBERT C. DELONG; CHRISTOPHER BRUNNER; ARTURO L. PORETTI

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/09/2007

BOMBA CENTRÍFUGA**Referência Cruzada a Pedido Relacionado**

[01] Esse pedido reivindica prioridade para o pedido provisório 60/660.737, depositado em 11 de março de 2005.

Campo da Invenção

[02] Esta invenção se refere em geral às bombas de poço submergíveis elétricas e especificamente aos mancais de empuxo para uma bomba centrífuga.

Antecedentes da Invenção

[03] As bombas de poço centrífugas são comumente usadas para bombear óleo e água a partir de poços de petróleo. As bombas têm um grande número de estágios, cada estágio tendo um difusor estacionário e um impulsor giratório. Os impulsores giratórios exercem um empuxo no sentido para baixo à medida que o fluido se desloca para cima. Além disso, particularmente na partida e quando o fluxo de fluido não é uniforme, os impulsores podem exercer empuxo no sentido para cima. No modelo de bomba mais comum, os impulsores flutuam livremente no eixo de modo que cada impulsor transfere empuxo no sentido para baixo para um dos difusores. Uma arruela de empuxo ou mancal está localizada entre uma porção de cada impulsor e o difusor a montante para acomodar o empuxo no sentido para baixo. Outra arruela de empuxo transfere o empuxo no sentido para baixo.

[04] Alguns poços produzem materiais abrasivos, tal como areia, junto com o óleo. O material abrasivo causa desgaste dos componentes da bomba, particularmente nas áreas onde o empuxo no sentido para baixo e o empuxo no sentido para cima são transferidos. Mancais de empuxo de carboneto de tungstênio e luvas de mancal podem ser empregados nessas

bombas para reduzir o desgaste. Existem alguns modelos para esses componentes, mas aperfeiçoamentos são desejáveis.

Sumário da Invenção

[05] O estágio de bomba centrífuga desta invenção tem um difusor estacionário tendo um furo. O mancal de empuxo tem uma porção tubular que é inserida no furo. Um ressalto externo se estende radialmente no sentido para fora a partir da porção tubular e se apóia contra a superfície de suporte formada no furo do difusor para transmitir empuxo no sentido para baixo a partir de um impulsor a montante para o difusor. Um ressalto externo se estende no sentido para dentro a partir da porção tubular para transmitir empuxo no sentido para cima a partir de um impulsor a jusante para o difusor.

[06] Um deslizador de empuxo engata giratoriamente uma extremidade a jusante do mancal de empuxo para transmitir o empuxo no sentido para baixo a partir do impulsor a montante para o difusor. O deslizador de empuxo tem uma extremidade a montante com uma área de superfície maior do que uma extremidade a jusante. O mancal de empuxo tem uma extremidade a jusante que tem uma largura radial substancialmente igual a uma diferença entre um diâmetro externo do ressalto externo menos um diâmetro interno do ressalto interno. O mancal de empuxo e a arruela de empuxo são construídos preferivelmente de materiais duros resistentes ao desgaste, tal como carboneto de tungstênio.

Descrição Resumida dos Desenhos

[07] A Figura 1 é uma vista seccional de um estágio de uma bomba construída de acordo com esta invenção.

[08] A Figura 2 é uma vista em elevação esquemática da

bomba de acordo com esta invenção e mostrada dentro de um poço.

[09] A Figura 3 é uma vista seccional de um mancal de empuxo do estágio de bomba da Figura 1, mostrado removido da bomba.

[010] A Figura 4 é uma vista plana superior do mancal de empuxo da Figura 3.

[011] A Figura 5 é uma vista seccional de um deslizador de empuxo do estágio de bomba da Figura 1, mostrado removido da bomba.

[012] A Figura 6 é uma vista inferior do deslizador de empuxo da Figura 5.

[013] A Figura 7 é uma vista em elevação lateral de uma luva do estágio de bomba da Figura 1, mostrado removido da bomba.

Descrição Detalhada da Invenção

[014] Com referência à Figura 2, um conjunto de bomba é mostrado em um poço tendo um revestimento 11. Perfurações 13 dentro do revestimento 11 permitem que o fluido do poço flua para dentro do revestimento 11. Uma bomba elétrica submersível 15 é mostrada suspensa no poço em uma coluna de tubulação de produção 17. A bomba 15 tem uma admissão 19 para puxar o fluido do poço e bombear o mesmo através da tubulação 17 para a superfície. Alternativamente, em alguns casos a bomba 15 descarregará para dentro do revestimento 11 acima de um obturador (não mostrado).

[015] A bomba 15 tem uma seção de vedação 21 conectada à sua extremidade inferior. Um motor elétrico 23 é conectado à extremidade inferior da seção de vedação 21. A seção de vedação 21 reduz o diferencial de pressão entre o

lubrificante dentro do motor 23 e a pressão hidrostática no poço. Um cabo de energia elétrica 24 se estende no sentido para baixo a partir da superfície até o motor 23 para fornecer energia.

[016] Com referência à Figura 1, a bomba 15 é uma bomba centrífuga composta de uma pluralidade de estágios. Cada estágio tem um difusor 27 (uma mostra) e um impulsor 29 (duas mostras). Cada impulsor gira e tem passagens 30 orientadas no sentido para cima e no sentido para fora a partir de uma entrada inferior. Os difusores 27 são empilhados uns em cima dos outros dentro de um alojamento cilíndrico 25. Os difusores 27 são não-giratórios em relação ao alojamento 25. Cada difusor 27 tem uma pluralidade de passagens 31 que se estendem a partir de uma entrada inferior, ou a montante, para uma extremidade superior ou a jusante. A entrada está radialmente mais distante a partir de um eixo longitudinal da bomba 15 do que a saída. Nessa modalidade, o difusor 27 é de um tipo de fluxo misto, em que as passagens 31 se estendem radialmente no sentido para dentro e no sentido para cima. Esta invenção é aplicável também aos tipos de fluxo radial, em que as passagens do difusor são principalmente radiais.

[017] O difusor 27 tem um furo axial com uma porção inferior 33a, uma porção central 33b, e uma porção superior 33c. Os termos: "superior" e "inferior" são usados aqui apenas por conveniência e não de uma maneira limitadora. A porção inferior 33a tem o menor diâmetro, enquanto que a porção central 33b é intermediária em diâmetro interno, e a porção superior 33c é um alargador com o diâmetro maior. Nessa modalidade, a porção central 33b tem um comprimento

maior do que qualquer uma das porções superior ou inferior 33a ou 33b.

[018] Um eixo 35 se estende giratoriamente através das porções de furo de difusor 33a, 33b e 33c para girar os impulsores 29. Um mancal de empuxo 37 é montado de modo não giratório nas porções 33b e 33c, tal como por intermédio de um ajuste por interferência ou outro meio. O mancal de empuxo 37 é um elemento tubular tendo uma base cilíndrica 43 e um aro externo 39 em uma extremidade superior da base 43. O aro externo 39 tem uma parede lateral que está em contato com a porção de furo superior 33c. Preferivelmente, o mancal de empuxo 37 tem um aro interno 41 que se estende radialmente no sentido para dentro para proximidade estreita, mas não tocando o eixo 35. O aro interno 41 tem um diâmetro interno que é menor do que um diâmetro interno da base 43, definindo um ressalto interno voltado para cima 42 na interseção do aro interno 41 e base 43. O ressalto interno 42 está localizado em um plano perpendicular ao eixo geométrico do eixo 35, desse modo se estende radialmente no sentido para dentro a partir da base 43.

[019] A base 43 tem uma superfície cilíndrica externa que contata a porção de furo central 33b. O diâmetro externo da base 43 é menor do que o diâmetro do aro externo 39, definindo um ressalto externo voltado no sentido para cima 45. O ressalto externo 45 está em um plano paralelo ao ressalto interno 42, mas axialmente deslocado em relação a ele. Os ressaltos, interno e externo, 42, 45 definem uma configuração geralmente no formato de I para a porção a jusante do mancal de empuxo 37. O ressalto externo 45 está em contato com um ressalto de suporte voltado no sentido

para baixo 47 formado na junção entre a porção de furo central 33b e a porção de furo superior 33c. A superfície cilíndrica interna da base 43 tem um diâmetro interno aproximadamente idêntico ao diâmetro interno da porção de furo inferior 33a. A extremidade inferior da base 43 termina a uma curta distância acima da intersecção da porção de furo inferior 33a com a porção de furo central 33b nessa modalidade. Um ressalto está localizado na intersecção da porção de furo inferior 33a e porção de furo central 33b, e a extremidade inferior da base 43 é espaçada a partir desse ressalto por um espaço livre. Os ressalto, interno e externo, 42 e 45, estão localizados muito mais próximos da extremidade a jusante do mancal de empuxo 37 do que a extremidade a montante.

[020] A extremidade superior do mancal de empuxo 37 termina substancialmente em nível com a saída das passagens 31. Uma face de empuxo plana 48 é formada na extremidade superior do mancal de empuxo 37, estendendo-se a partir do aro interno 41 até o aro externo 39. Como mostrado na Figura 4, a face 48 pode conter opcionalmente uma pluralidade de ranhuras radiais rasas 47 para auxiliar na lubrificação. A face 48 tem uma área em seção transversal maior do que a base 43, medida a partir do aro interno 41 até o aro externo 39. A área em seção transversal da face 48 é equivalente à diferença entre o diâmetro externo do ressalto externo 45 menos o diâmetro interno do ressalto interno 42. Nessa modalidade, o ressalto interno 42 está mais próximo do que o ressalto externo 45 em relação à face de empuxo 48.

[021] Preferivelmente, uma luva cilíndrica 51 está

localizada entre o diâmetro interno da base de mancal de empuxo 43 e o eixo 35. A luva 51 tem uma fenda de chaveta axial 53 para receber uma chaveta (não mostrada) para fazer com que a luva 51 gire com o eixo 35. A luva 51 é livre para se deslocar axialmente no eixo 35 por uma distância limitada. O diâmetro externo da luva 51 está em contato deslizante com o diâmetro interno da base de mancal de empuxo 43. Nessa modalidade, o comprimento axial da luva 51 é menor do que o comprimento axial da base de mancal de empuxo 43. Como ilustrado na Figura 7, uma ranhura em espiral 55 pode estar localizada no exterior da luva 51 para facilitar na lubrificação. Alternativamente, a ranhura 55 poderia ser formada no diâmetro interno da base 43.

[022] Um deslizador de empuxo 57 tem uma face de empuxo plana lisa 59 que engata a face de empuxo 48 do mancal de empuxo 37. O deslizador de empuxo 57 tem uma parede lateral exterior 61 que se estende no sentido para cima e no sentido para dentro a partir da face 59. O exterior da parede lateral 61 é uma superfície afilada curva nessa modalidade, com um diâmetro externo maior na face 59 do que na extremidade superior do deslizador de empuxo 57. A largura radial e a área em seção transversal da face de deslizador de empuxo 59 são substancialmente idênticas à largura radial e à área em seção transversal da face de mancal e empuxo 48. A área de superfície da face de deslizador de empuxo 59 é idêntica à área de superfície da face de mancal de empuxo 48 acrescida da área das ranhuras 49. Uma fenda de chaveta interna 63 (Figura 5) no deslizador de empuxo 57 recebe uma chaveta para causar a rotação do deslizador de empuxo 57.

[023] Um cubo de impulsor se estendendo no sentido para baixo 65 do impulsor a jusante adjacente 29 ou um espaçador (não mostrado) se usado, contata a extremidade superior do deslizador de empuxo 61. O impulsor adjacente a montante 29 tem um cubo estendido no sentido para cima 67 que se encaixa dentro da porção de furo inferior 33a e uma pequena porção de base de mancal de empuxo 43. O cubo 67 do impulsor a montante 29 contata a extremidade inferior da luva 51. Durante operação normal, uma folga está localizada entre a extremidade superior da luva 51 e o ressalto interno 42 do mancal de empuxo 37.

[024] Mancal de empuxo 37, luva 51 e deslizador de empuxo 57 são construídos de um material mais duro do que o material dos difusores 27 e impulsores 29. Preferivelmente, o material compreende um carboneto, tal como carboneto de tungstênio.

[025] Em operação, o motor 23 (Figura 2) gira o eixo 35 (Figura 1), o qual por sua vez faz com que girem os impulsores 29, deslizador de empuxo 57 e luva 51. A rotação dos impulsores 29 faz com que o fluido flua através das passagens de impulsor 30 e passagens de difusor 31. A pressão do fluido que flui aumenta com cada estágio da bomba. Os impulsores 29 são chavetados no eixo 35 para rotação, mas não são fixados axialmente ao eixo 35. Empuxo no sentido para baixo, exercido pela ação de bombeamento, é aplicado a cada impulsor 29. A extremidade inferior do cubo 65 do impulsor 29 transmite o empuxo através do deslizador de empuxo 57 para o mancal de empuxo estacionário 37. O empuxo é transferido através do difusor 27 para o difusor (não mostrado) localizado abaixo dele, e eventualmente para

a extremidade inferior do alojamento de bomba 25.

[026] Sob certas circunstâncias, ocorre empuxo para cima, fazendo com que o cubo 67 do impulsor a montante 29 aplique empuxo no sentido para cima à luva 51. A luva 51 se desloca no sentido para cima para contato com o ressalto interno 42. A força no sentido para cima é transferida a partir do ressalto interno 42 através do mancal de empuxo 37, difusor 27 e para o alojamento 25.

[027] Se desejado, cada estágio poderia ter um dos mancais de empuxo 37, deslizadores de empuxo 57, e luva 51. Alternativamente, alguns dos estágios poderiam ser de tipo convencional, não tendo um deslizador de empuxo, mancal de empuxo, ou luva, conforme descrito. Luvas espaçadores entre os cubos de impulsor desses estágios convencionais poderiam transmitir o empuxo no sentido para baixo para o próximo estágio tendo um deslizador de empuxo e mancal de empuxo conforme descrito.

[028] A invenção tem vantagens significativas. O mancal de empuxo proporciona transferência, tanto para o empuxo no sentido para baixo como para o empuxo no sentido para cima, para o difusor. As faces de empuxo são consideravelmente maiores em área em seção transversal do que as porções tubulares do mancal de empuxo e deslizador de empuxo.

[029] Embora a invenção tenha sido mostrada apenas em uma de suas formas, deve ser evidente para aqueles versados na técnica que ela não é desse modo limitada, mas é suscetível de diversas alterações sem se afastar do escopo da invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Bomba centrífuga (15) compreendendo:

um difusor estacionário (27) tendo um furo (33a, 33b, 33c) com um ressalto de suporte (47) formado no mesmo;

um mancal de empuxo estacionário (37) tendo uma porção tubular (43) inserida no furo do difusor;

um ressalto externo voltado a montante (45) na porção tubular que contata o ressalto de suporte no difusor para transferir empuxo no sentido para baixo a partir de um impulsor a jusante (29) para o difusor; e

a bomba centrífuga (15) sendo **caracterizada** por compreender adicionalmente:

um ressalto interno voltado a montante (42) na porção tubular para transferir empuxo no sentido para cima a partir de um impulsor a montante para o difusor.

2. Bomba centrífuga, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que os ressaltos, interno e externo, estão localizados mais próximos de uma extremidade a jusante do mancal de empuxo do que de uma extremidade a montante do mancal de empuxo.

3. Bomba centrífuga, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o ressalto interno do mancal de empuxo está mais próximo do que o ressalto externo em relação a uma extremidade a jusante do mancal de empuxo.

4. Bomba centrífuga, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender ainda:

um deslizador de empuxo tendo uma extremidade a jusante para engate com o impulsor a jusante e uma extremidade a montante que engata giratoriamente uma extremidade a jusante do mancal de empuxo, a extremidade a

montante do deslizador de empuxo tendo uma largura radial substancialmente igual a uma diferença entre um diâmetro externo do ressalto externo menos um diâmetro interno do ressalto interno.

5. Bomba centrífuga, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender ainda:

um deslizador de empuxo tendo uma extremidade a jusante para engate com o impulsor a jusante e uma extremidade a montante que se engata giratoriamente com uma extremidade a jusante do mancal de empuxo, a extremidade a montante do deslizador de empuxo tendo uma área em seção transversal maior do que a extremidade a jusante do deslizador de empuxo.

6. Bomba centrífuga, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o mancal de empuxo tem uma face de empuxo que se estende a partir de um diâmetro externo do ressalto externo até um diâmetro interno do ressalto interno.

7. Bomba centrífuga, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender adicionalmente:

uma luva (53) se estendendo dentro da parte tubular do mancal de empuxo entre um cubo (67) do impulsor a montante e o ressalto interno no mancal de empuxo para transmitir empuxo no sentido para cima a partir do impulsor a montante para o mancal de empuxo e o difusor.

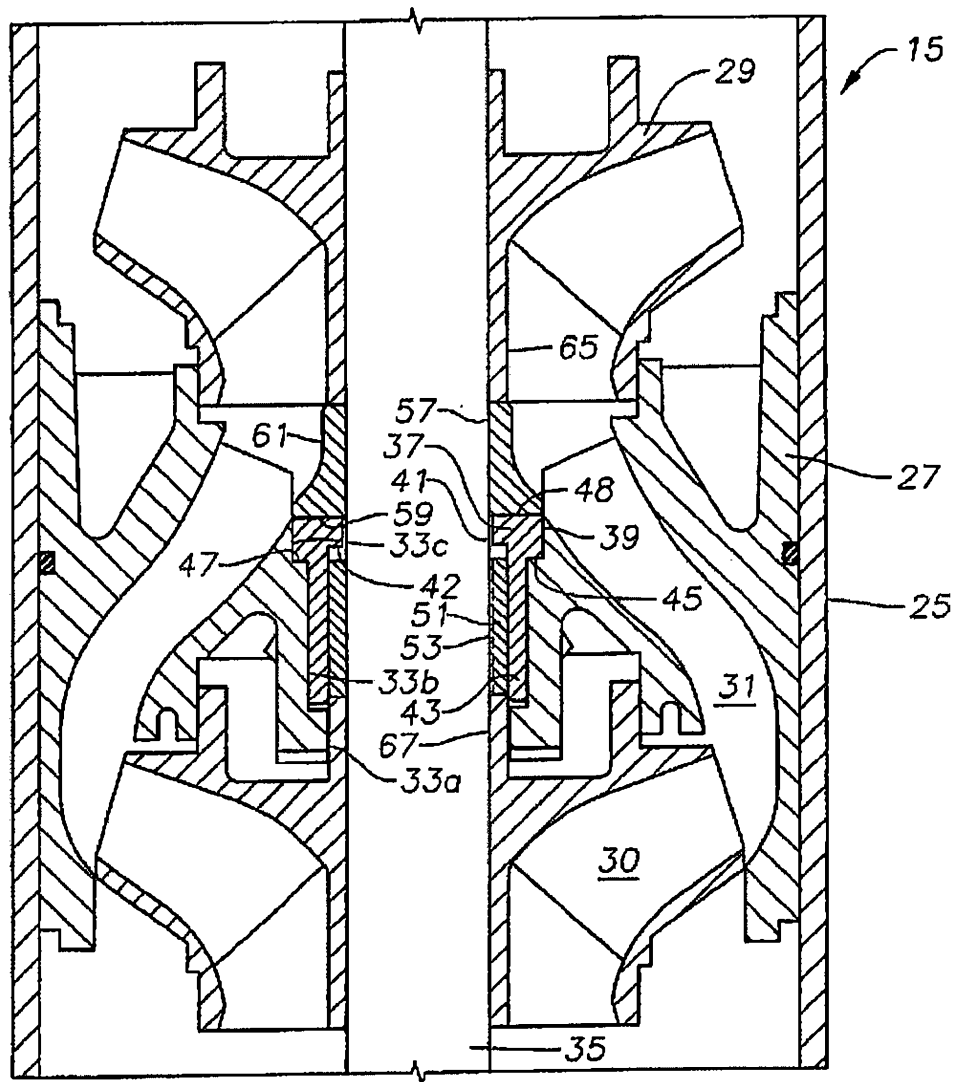
8. Bomba centrífuga, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** por compreender ainda um ressalto voltado no sentido a jusante no furo do difusor, o ressalto voltado no sentido a jusante estando a montante do ressalto de suporte (47) no difusor, e a parte tubular do mancal de empuxo

tendo uma extremidade a montante espaçada do ressalto voltado no sentido a jusante no furo do difusor por um espaço livre.

9. Bomba centrífuga, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada** por compreender ainda uma ranhura em espiral (55) entre a luva e a parte tubular do mancal de empuxo para auxiliar na lubrificação.

10. Bomba centrífuga, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada** por compreender ainda uma ranhura em espiral em um diâmetro externo da luva para auxiliar na lubrificação.

Fig. 1



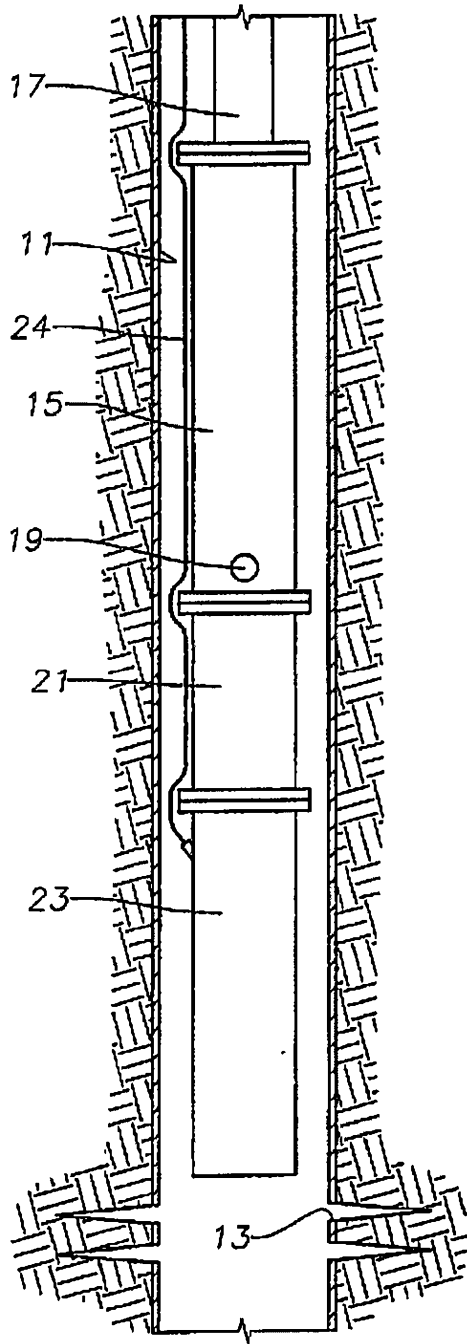


Fig. 2

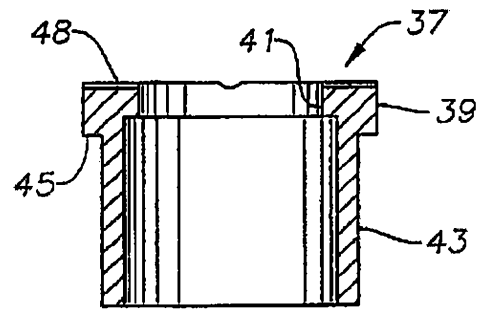


Fig. 3

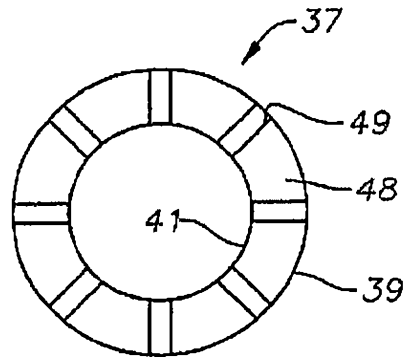


Fig. 4

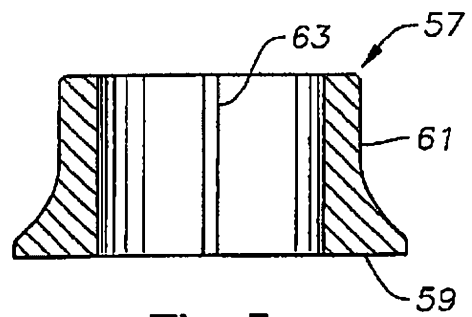


Fig. 5

Fig. 6

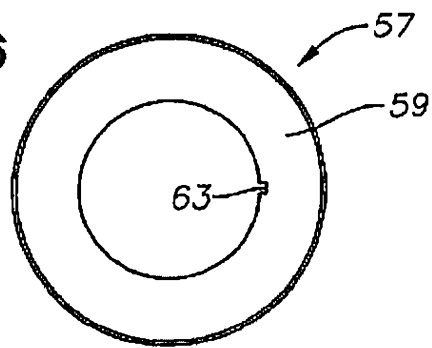


Fig. 7

