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

(11) BR 112017027036-6 B1

(22) Data do Depósito: 02/06/2016

(45) Data de Concessão: 16/11/2022

(54) Título: VÁLVULA DE SEGURANÇA ATUADA ELETRICAMENTE, SISTEMA DE ATUAÇÃO E MÉTODO

(51) Int.Cl.: E21B 34/06; F16K 1/18; E21B 17/00.

(30) Prioridade Unionista: 02/07/2015 US US 14/790,122.

(73) Titular(es): BAKER HUGHES, A GE COMPANY, LLC.

(72) Inventor(es): NICHOLAS BRANDON PHELPS.

(86) Pedido PCT: PCT US2016035459 de 02/06/2016

(87) Publicação PCT: WO 2017/003632 de 05/01/2017

(85) Data do Início da Fase Nacional: 14/12/2017

(57) Resumo: VÁLVULA DE SEGURANÇA ATUADA ELETRICAMENTE E MÉTODO. Uma válvula de segurança acionada eletricamente inclui uma aba. Um tubo de fluxo em comunicação operável com a aba; um sistema de atuação elétrica que inclui uma configuração de retenção elétrica conectando um motor primário ao tubo de fluxo. Um método para operar uma válvula de segurança.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para: **“VÁLVULA DE SEGURANÇA ATUADA ELETRICAMENTE, SISTEMA DE ATUAÇÃO E MÉTODO”.**

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[0001] Este pedido reivindica o benefício do Pedido US 14/790122, depositado em 2 de julho de 2015 que é aqui incorporado por referência na sua totalidade.

FUNDAMENTOS

[0002] Na indústria de perfuração e completação, as válvulas de segurança são comumente usadas. Uma das preocupações invioláveis com as válvulas de segurança é que elas falhem fechadas. Mais especificamente, qualquer falha no sistema de válvula de segurança deve resultar no fechamento da válvula ou na permanência da válvula fechada. Outro resultado seria indesejável e o fluxo não seria tão facilmente controlado e poderia resultar em aumento excessivo nos custos da operação.

[0003] As válvulas de segurança que são mais onipresentes empregam sistemas de atuação hidráulica. Estes funcionam bem para os fins pretendidos, mas sofrem com a pegada necessária em uma sonda para suportar o fluido hidráulico e as bombas necessárias para empregar de forma efetiva e legal dispositivos atuados hidraulicamente relacionados ao poço. Pressurizar o fluido requer equipamentos que devem ser alojados, mas ainda mais impactantes no espaço é o fluido hidráulico que deve ser armazenado devido a regulamentos locais em muitos lugares. Mais particularmente, muitas regulamentações locais exigem três vezes o volume de fluido hidráulico que se espera que seja usado para permanecer em conformidade com a lei.

[0004] A técnica seria receptiva a qualquer sistema que evita a necessidade de atuação hidráulica.

BREVE DESCRIÇÃO

[0005] Uma válvula de segurança atuada eletricamente inclui uma aba; um tubo de fluxo em comunicação operável com a aba; um sistema de atuação elétrica que inclui uma configuração de retenção elétrica conectando um motor primário ao tubo de fluxo.

[0006] Um método para operar uma válvula de segurança inclui alimentar uma configuração de retenção elétrica; girar um motor elétrico e um atuador linear operativamente fixado à configuração de retenção elétrica; transladar a configuração de retenção elétrica; transladar um anel de pistão com a configuração de retenção elétrica; para abrir ou fechar uma aba da válvula de segurança.

[0007] Um sistema de atuação elétrica inclui um motor elétrico; um atuador linear fixado ao motor; uma configuração de retenção elétrica transladável com o atuador; um membro de interface engatado de forma liberável com a configuração de retenção elétrica.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0008] As descrições a seguir não devem ser consideradas como limitantes de modo algum. Com referência aos desenhos anexos, elementos similares são igualmente numerados:

[0009] A Figura 1 é uma ilustração em perspectiva esquemática de uma válvula de segurança tendo um sistema de atuação elétrica mostrado em uma posição fechada de válvula desengatada da configuração de retenção;

[0010] A Figura 2 é uma vista semelhante à Figura 1, mas focada no sistema de atuação;

[0011] A Figura 3 é o sistema mostrado na Figura 1 em uma configuração de retenção engatada, posição de válvula fechada; e

[0012] A Figura 4 é o sistema mostrado na Figura 1 em uma configuração de retenção engatada, posição de válvula aberta.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0013] Uma descrição detalhada de uma ou mais modalidades do

aparelho e do método divulgados é apresentada neste documento a título de exemplificação e não de limitação com referência às Figuras.

[0014] Com referência às Figuras 1 e 2, uma válvula de segurança 10 atuada eletricamente é ilustrada numa posição em que todos os componentes podem ser vistos. Familiar ao leitor será a aba 12, o alojamento de aba 14, o tubo de fluxo 16, a placa de cilindro 18 e o alojamento de mola 20. Nomeadamente, a mola de potência não é mostrada, mas é bem conhecida pelos versados na técnica em relação à posição, constituição e função e, portanto, é omitida para reduzir a complexidade dos desenhos. Os componentes observados são comuns às válvulas de segurança da técnica anterior e, portanto, não requerem discussão específica.

[0015] Também ilustrado nas Figuras 1 e 2 está um sistema de atuação elétrica 22. O sistema 22 inclui um mandril 24. O mandril 24 fornece um ou mais suportes 26. Interativo com os um ou mais suportes 26 está um motor principal 28 que compreende uma série de componentes. Fornecendo força motriz para o motor principal 28 está um motor 30 que é acionado eletricamente. O motor 30 está fixado numa modalidade a uma caixa de engrenagens 32. A caixa de engrenagens 32 proporciona uma multiplicação de torque para o motor 30 de modo que o motor possa ser de tamanho pequeno e ainda ter a potência necessária para acionar outros componentes do motor principal 28. Fixado à caixa de engrenagens 32 está um seguidor de atuador linear mecânico 34, tal como uma porca de parafuso de avanço uma porca de esfera, por exemplo. O seguidor 34 é fixado de forma transmissiva de torque à caixa de engrenagem 32, de modo que quando uma saída (não mostrada) da caixa de engrenagem 32 gira, o seguidor 34 também irá girar. O seguidor 34 é suportado por um ou mais suportes 26 que podem ou não incluir mancais de encosto 36, buchas, etc. (ou outro equivalente mecânico). Não visível, mas como

será entendido por um versado na técnica pela descrição de um atuador linear, o seguidor 34 incluirá um parafuso ou uma esfera enroscada em um diâmetro interno do mesmo para interagir com um parafuso de diâmetro externo ou uma rosca de esfera em um eixo de atuador linear 38. Estas superfícies interativas cooperam para fazer com que o eixo 38 estenda ou retraia com base na direção de rotação do seguidor 34. O eixo 38 deve ser roscado pelo comprimento do eixo que precisa ser interativo com o seguidor 34. Além desse comprimento, algumas modalidades serão configuradas para resistir à rotação do eixo 38, tal como incorporando planos.

[0016] O eixo se estende através de um membro de interface, tal como um anel de pistão 40 e em engate com uma configuração de retenção elétrica 44. A configuração de retenção emprega uma corrente elétrica para gerar uma retenção entre o eixo e outros componentes do sistema 22. Em uma modalidade, a configuração de retenção 44 é um conjunto de solenoide. O conjunto de solenoide 44 permanece com o eixo 38 e translada junto com o eixo com base no movimento de rotação do seguidor 34. Na modalidade ilustrada, o anel de pistão 40 inclui ainda um elemento de ligação de solenoide 46 discutida abaixo e está configurado para impulsionar uma haste de tubo de fluxo 48 e, daí, o tubo de fluxo 16 em direção a uma aba 12 durante uma operação de abertura.

[0017] O suporte 26 e/ou o anel de pistão 40 podem ser provisionados para permitir que o eixo 38 deslize sobre o mesmo, mas não gire em relação ao mesmo. Isto pode ser obtido configurando o eixo com um ou mais planos (complementares aos planos no suporte ou no anel do pistão) ao longo do comprimento do eixo que serão interativos com o suporte ou o anel de pistão 40 durante o funcionamento da válvula de segurança 10.

[0018] O elemento 46 é ilustrado como uma protrusão de tipo de

bico do anel de pistão 40. Deve ser entendido, no entanto, que outras configurações podem ser usadas no lugar da ilustrada, incluindo características que penetram no anel de pistão 40 em vez de se projetarem a partir dele. Em todos os casos, o elemento 46 tem o objetivo de permitir a fixação liberável ao conjunto de solenoide 44. Conforme observado acima, o conjunto de solenoide translada com o eixo 38 e, portanto, se o conjunto de solenoide estiver ligado ao anel de pistão 40 (através do elemento 46), o anel de pistão 40 também irá transladar, fazendo com que a haste de tubo de fluxo 48 acione a aba 12 da maneira convencional.

[0019] Concentrando-se no conjunto de solenoide 44, é apresentado um solenoide 50 fixado a uma luva de pinça 52 luva 52 aloja uma mola 54 e uma pinça 56. A pinça 56 é axialmente transladável pelo solenoide 50. A mola 54 é posicionada para manter a pinça 56 numa posição em que é estendida a partir da luva de pinça 52, de modo que, no caso de falha elétrica, a bucha irá sobressair da luva de pinça e liberar o elemento 46, permitindo assim que o anel de pistão 40, a haste de tubo de fluxo 48 e o tubo de fluxo conectado e a aba se movam para uma condição fechada de acordo com o funcionamento normal de uma mola de alimentação (não mostrada). Esta é uma ferramenta à prova de falhas que é de grande benefício para a técnica e um avanço para uma válvula de segurança acionada eletricamente.

[0020] Com referência às Figuras 1 e 2, é bom notar que o sistema 22 é mantido em uma câmara equilibrada hidraulicamente. A câmara é estanque a pressão e, numa modalidade, é delimitada numa extremidade pela parede 60 e uma vedação tal como, sem limitação, um O-ring (não mostrado) na ranhura de vedação 62, que veda contra o alojamento de mola 20. Outras modalidades contempladas incluem quaisquer configurações que permitam que a pressão seja contida na

câmara. Na outra extremidade, a câmara é delimitada pelo sub de cilindro 66. Vedações, tais como O-rings (não mostrados) vedam entre o sub de cilindro 66 e o alojamento de mola 20. Atenção adicional é dirigida para o tubo de pressão 64 que distribui fluido na câmara deslocado pelo movimento da haste do tubo de fluxo 48 de volta para a câmara para ter uma mudança 0 líquida no volume de fluido hidráulico. Isto também assegura que a pressão através da haste de tubo de fluxo 48 seja sempre equilibrada, o que é fundamental para evitar complicações de válvula devido a vazamentos na câmara. Isto também resulta na câmara na qual o sistema de atuação elétrica está alojado sendo equilibrada em volume.

[0021] Com os componentes descritos acima e mostrados nas Figuras 1 e 2, é feita referência às Figuras 3 e 4 para contexto de operação. As figuras 3 e 4 mostram o conjunto de solenoide fixado ao anel do pistão. A Figura 3 está em uma posição de válvula fechada e a Figura 4 está em uma posição de válvula aberta. A Figura 1, além de fornecer visualização para todos os componentes da válvula e do sistema de atuação, é também ilustrativa de uma condição de falha de energia, resultando no conjunto de solenoide 44 liberar o anel de pistão 40 e, portanto, permite que a válvula feche conforme os componentes convencionais (ou seja, a mola de potência).

[0022] A corrente elétrica é fornecida tanto ao motor 30 quanto ao solenoide 50 durante a operação normal da válvula de segurança. A corrente para o solenoide 50 é necessária para manter a conexão da pinça 56 com a característica 46 permitindo a abertura da válvula de segurança e sem o que não haveria nenhuma finalidade na rotação do motor 30.

[0023] Durante a operação normal da válvula de segurança 10, a corrente já está sendo fornecida ao conjunto de solenoide 44 (uma vez que isso é necessário para o equilíbrio da válvula ser operável em

qualquer outra posição menos fechada), um comando para abrir a válvula 10 resulta em corrente sendo fornecida ao motor 30 fazendo girar o motor 30. O torque produzido pelo motor é multiplicado dentro da caixa de engrenagem 32 e transmitido por conexão direta ao seguidor 34. Com o seguidor girando, o eixo de atuador linear 38 é transladado para uma posição em direção à aba 12. Isto move o conjunto de solenoide em direção à aba 12 em função do eixo 38 se movendo nessa direção. Uma vez que o solenoide foi energizado, a pinça 56 é engatada com a característica 46 e retirada para a luva de pinça 52 em virtude de o solenoide 50 puxar a pinça 56 para a luva 52 contra a força da mola 54. Devido ao engate do conjunto de solenoide 44 com o anel de pistão 40, quando o conjunto de solenoide se move, o anel de pistão também. Isto faz com que, consequentemente, o movimento da haste de tubo de fluxo 48 impulsione o tubo de fluxo 16 contra a sua mola de potência (não mostrada mas bem conhecida) para abrir a aba 12.

[0024] A aba 12 pode ser mantida nesta posição ou ser fechada seletivamente por manutenção do motor na posição ou por rotação do motor na outra direção, respectivamente. Alternativamente, se a corrente for perdida por qualquer razão, o solenoide 50 irá liberar a pinça 56 que será, então, estendida da luva de pinça 52 pela mola 54, fazendo com que a pinça desengate da característica 46 e a mola de potência (não mostrada) fechará a válvula de segurança de acordo com a operação normal de uma válvula de segurança.

[0025] O uso dos termos "um(a)" e "o(a)(s)" e referentes similares no contexto de descrever a invenção (especialmente no contexto das reivindicações abaixo) deve ser interpretado no sentido de abranger tanto o singular quanto o plural, salvo indicação em contrário neste documento ou em caso de contradição clara pelo contexto. Além disso, deve-se ainda notar que os termos "primeiro", "segundo" e

semelhantes neste documento não denotam qualquer ordem, quantidade ou importância, mas, em vez disso, são usados para distinguir um elemento de outro. O modificador "aproximadamente" usado em conexão com uma quantidade é inclusive o valor declarado e ditado o significado pelo contexto, (por exemplo, inclui o grau do erro associado a medida da quantidade particular).

[0026] Os ensinamentos da presente divulgação podem ser usados em uma variedade de operações de poço. Essas operações podem envolver o uso de um ou mais agentes de tratamento para tratar uma formação, os fluidos residentes em uma formação, um poço de exploração e/ou equipamentos no furo de poço, como o tubo de produção. Os agentes de tratamento podem estar na forma de líquidos, gases, sólidos, semissólidos e misturas dos mesmos. Os agentes de tratamento ilustrativos incluem, mas não estão limitados a, fluidos de fraturamento, ácidos, vapor, água, salmoura, agentes anticorrosivos, cimento, modificadores de permeabilidade, lamas de perfuração, emulsionantes, desemulsificantes, traçadores, melhoradores de fluxo, etc. As operações ilustrativas de poço incluem, mas não estão limitadas a, fraturamento hidráulico, estimulação, injeção de traçadores, limpeza, acidificação, injeção de vapor, inundações de água, cimentação, etc.

[0027] Embora a invenção tenha sido descrita com referência a uma modalidade ou modalidades exemplificativas, será compreendido por aqueles versados na técnica que várias mudanças podem ser feitas e equivalentes podem ser usados no lugar de elementos das mesmas sem afastamento do escopo da invenção. Além disso, muitas modificações podem ser feitas para adaptar uma situação ou material particular aos ensinamentos da invenção sem afastamento do escopo essencial da mesma. Portanto, pretende-se que a invenção não seja limitada a modalidade particular divulgada como o melhor modo previsto para a realização desta invenção, mas que a invenção inclua

todas as modalidades que se encaixam dentro do escopo das reivindicações. Além disso, nos desenhos e na descrição, foram divulgadas modalidades exemplificativas da invenção e, embora termos específicos possam ter sido empregados, eles são, a menos que indicado de outra forma, utilizados num sentido genérico e descritivo apenas e não para fins de limitação, o escopo da invenção, portanto, não sendo assim limitado.

REIVINDICAÇÕES

1. Válvula de segurança (10) atuada eletricamente, **caracterizada** pelo fato de que compreende:

uma aba (12);

um tubo de fluxo (16) em comunicação operável com a aba (12);

um sistema de atuação elétrica incluindo um eixo rotacionalmente fixo e axialmente transladável e uma configuração de retenção elétrica montada e transladável com o eixo, a configuração de retenção elétrica conectando seletivamente um motor principal (28) ao tubo de fluxo (16).

2. Válvula de segurança (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que a configuração de retenção elétrica é um conjunto de solenoide (44).

3. Válvula de segurança (10), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada** pelo fato de que o conjunto de solenoide (44) compreende uma pinça (56) e uma luva de pinça (52).

4. Válvula de segurança, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada** pelo fato de que o conjunto de solenóide inclui uma mola.

5. Válvula de segurança (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que inclui ainda uma haste de tubo de fluxo (48) que é equilibrada em pressão.

6. Válvula de segurança (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que o sistema de atuação elétrica compreende:

um motor (30);

um seguidor (34) fixado de forma operativa ao motor (30);

um eixo (38) transladável no seguidor (34).

7. Válvula de segurança (10), de acordo com a reivindicação 6, **caracterizada** pelo fato de que inclui ainda um anel de pistão (40), o

anel incluindo um elemento (46) configurado para interagir com a configuração de retenção elétrica.

8. Válvula de segurança (10), de acordo com a reivindicação 7, **caracterizada** pelo fato de que o elemento (46) é um bico.

9. Válvula de segurança (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada** pelo fato de que uma câmara na qual o sistema de atuação elétrica está alojado é equilibrada em volume.

10. Método para operar uma válvula de segurança (10), **caracterizado** pelo fato de que compreende:

alimentar uma configuração de retenção elétrica;

girar um motor elétrico e um atuador linear operativamente fixado à configuração de retenção elétrica;

transladar a configuração de retenção elétrica que é rotacionalmente fixa e axialmente transladável;

transladar um anel de pistão (40) com a configuração de retenção elétrica; e

abrir ou fechar uma aba (12) da válvula de segurança.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que inclui ainda a liberação automática do anel de pistão (40) da configuração de retenção elétrica após a interrupção de energia para a configuração de retenção elétrica, resultando no fechamento automático da válvula de segurança.

12. Sistema de atuação elétrica (22), **caracterizado** pelo fato de que compreende:

um motor elétrico;

um atuador linear rotacionalmente fixo e axialmente transladável fixado ao motor;

uma configuração de retenção elétrica transladável com o atuador;

um membro de interface engatado de forma liberável com a

configuração de retenção elétrica.

13. Sistema de atuação elétrica (22), de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que a configuração de retenção elétrica compreende um conjunto de solenoide (44).

14. Sistema de atuação elétrica (22), de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que o conjunto de solenoide (44) compreende:

um solenoide (50);

uma luva de pinça (52) fixada ao solenoide (50);

uma pinça (56) transladável para uma posição dentro da luva de pinça (52) e uma posição na qual a pinça (56) é estendida da luva de pinça (52); e

uma mola (54) configurada para impulsionar a pinça (56) para a posição na qual a pinça (56) é estendida da luva de pinça (52).

15. Sistema de atuação elétrica (22), de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que a posição na qual a pinça (56) é estendida a partir da luva de pinça (52) torna a pinça (56) incapaz de segurar outro membro do sistema de modo que o membro é liberado mediante a pinça (56) obter essa posição.

16. Sistema de atuação elétrica, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que o atuador linear é um parafuso guia e porca.

17. Sistema de atuação elétrica, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que o atuador linear é um parafuso de esfera e uma porca de esfera.

18. Sistema de atuação elétrica (22), de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que o atuador linear se estende através do membro da interface, sendo o membro de interface um anel de pistão (40) configurado para transferir o movimento para outros componentes de uma válvula de segurança para abrir o mesmo.

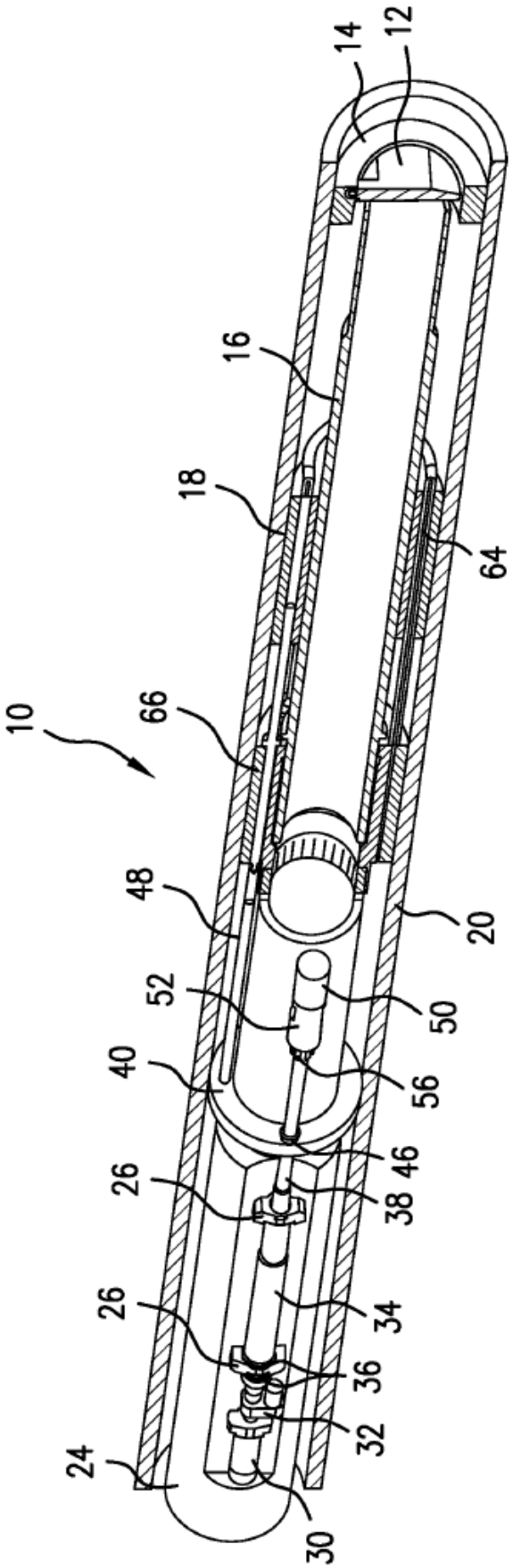

FIG. 1

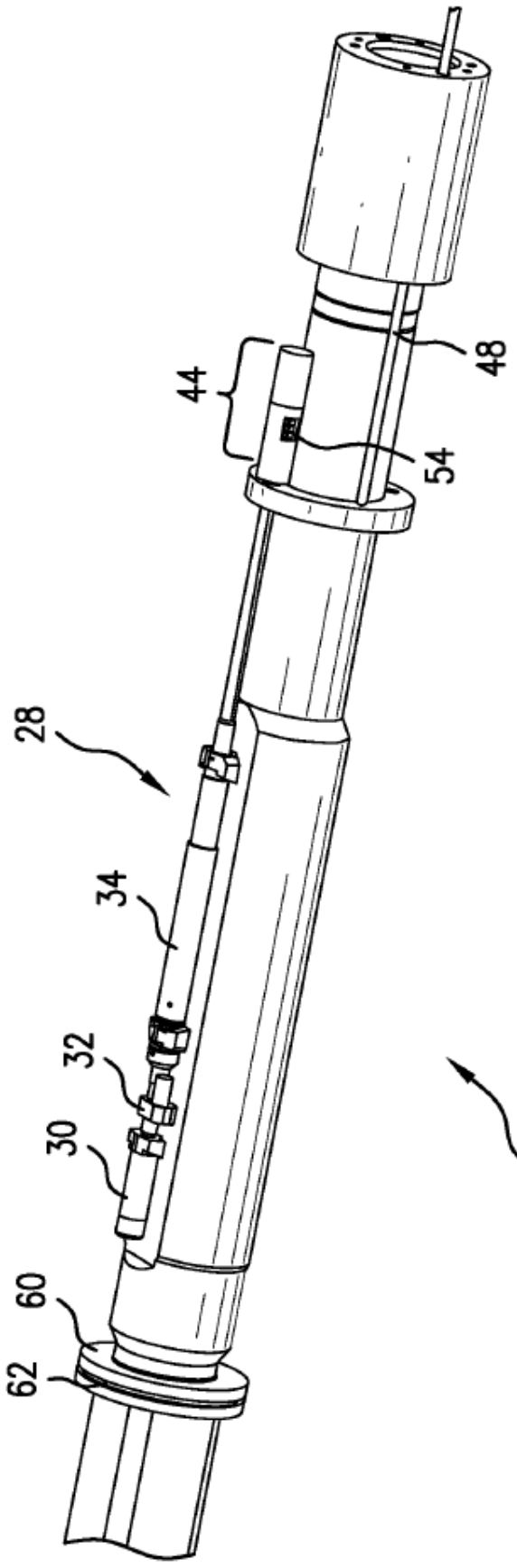

FIG.2

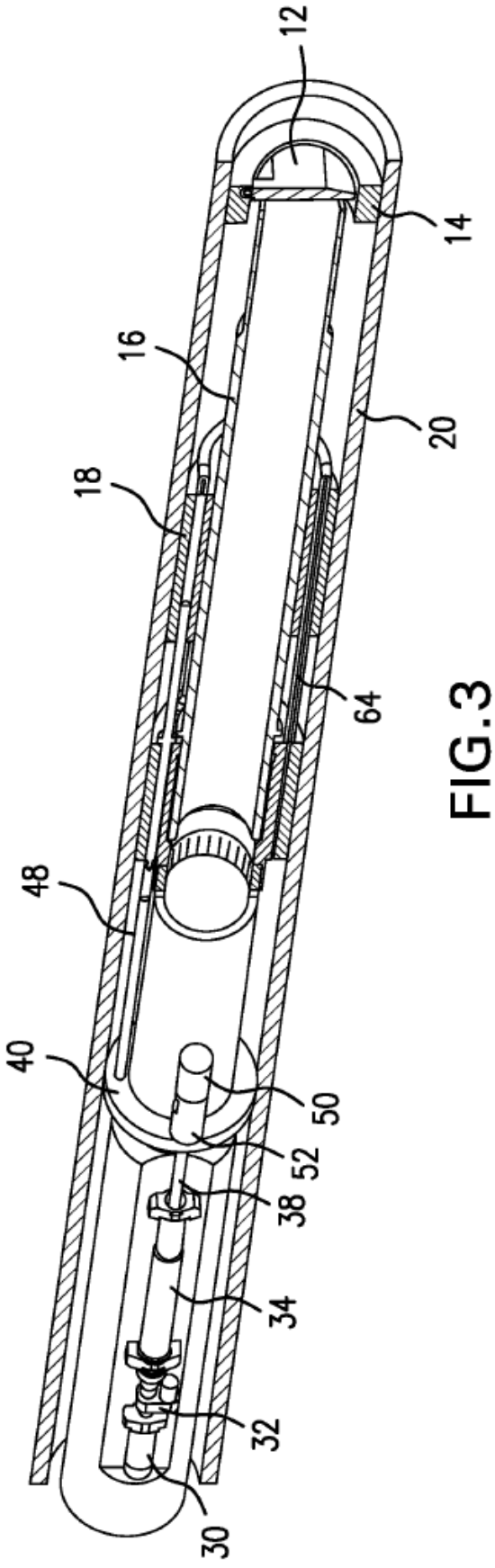

FIG.3

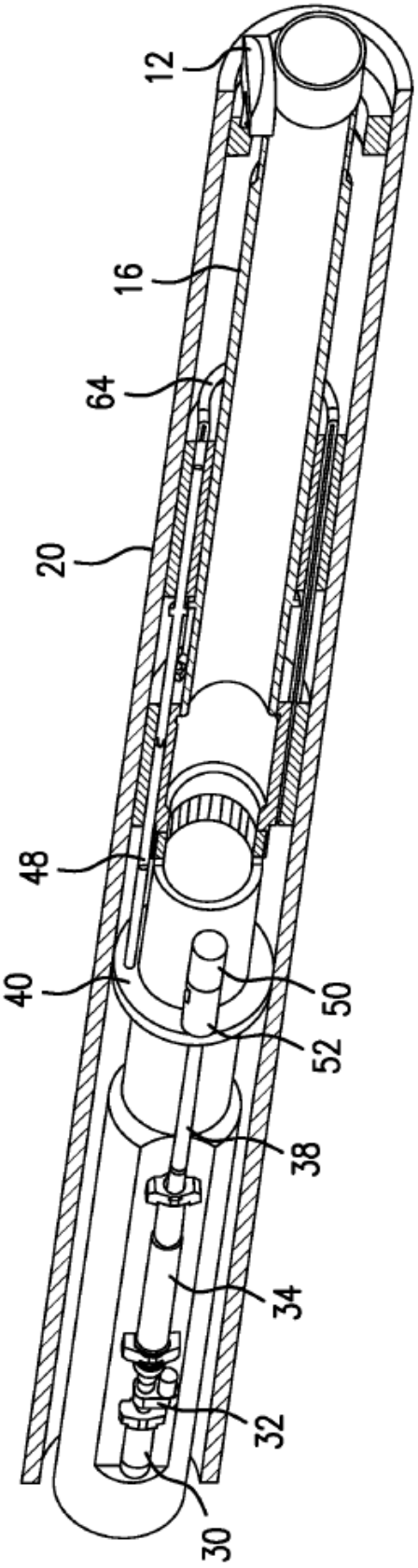

FIG.4