



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

(11) BR 112015030979-8 B1



(22) Data do Depósito: 22/05/2014

(45) Data de Concessão: 04/01/2022

(54) Título: SISTEMA HIDRÁULICO E MÉTODO PARA ATUAR UMA PLURALIDADE DE FERRAMENTAS

(51) Int.Cl.: E21B 21/06; E21B 21/10.

(30) Prioridade Unionista: 27/06/2013 US 13/929,298.

(73) Titular(es): BAKER HUGHES INCORPORATED.

(72) Inventor(es): DAVID TEALE; ROBERT SCOTT REES.

(86) Pedido PCT: PCT US2014039071 de 22/05/2014

(87) Publicação PCT: WO 2014/209521 de 31/12/2014

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/12/2015

(57) Resumo: SISTEMA HIDRÁULICO E MÉTODO PARA ATUAR UMA PLURALIDADE DE FERRAMENTAS. A presente invenção refere-se a um sistema hidráulico. O sistema inclui uma linha de injeção química e uma pluralidade de ferramentas em uma linha de injeção operável, que é independentemente reativa a mudanças na pressão ou fluxo através da linha de injeção química, e que são configuradas para controlar o fluxo de fluidos de furo de poço.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**SISTEMA HIDRÁULICO E MÉTODO PARA ATUAR UMA PLURALIDADE DE FERRAMENTAS**".

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[0001] Este Pedido de Patente reivindica os benefícios do Pedido de Patente U.S. Nº 13/ 929298 depositado em 27 de junho de 2013, e incorporado nesta por referência em sua integralidade.

ANTECEDENTES

[0002] Sistemas hidráulicos empregam um fluido pressurizado para fazer um trabalho, usualmente movendo pistões em relação a cilindros. Circuitos de dutos, tais como tubos e mangueiras, por exemplo, são posicionados e configurados para transportar um fluido pressurizado para os locais desejados. Aplicações em indústrias, tal como sequestro de dióxido de carbono e recuperação de hidrocarbonetos, empregam sistemas hidráulicos para atuar ferramentas posicionadas em furos de poço, que penetram formações geológicas, milhares de pés abaixo da superfície. Embora sistemas hidráulicos correntemente disponíveis atendam suas funções, estas indústrias são receptivas a novos sistemas e métodos, que baixem os custos e reduzam o número requerido de dutos/ tubos.

BREVE DESCRIÇÃO

[0003] Na presente invenção é descrito um sistema hidráulico. O sistema inclui uma linha de injeção química e uma pluralidade de ferramentas em comunicação operável com uma linha de injeção química, onde cada ferramenta é independentemente sensível a alterações de pressão ou fluxo através da linha de injeção química e é configurada para controlar o fluxo de fluidos de furo de poço.

[0004] Adicionalmente descrito nesta é um sistema hidráulico que inclui uma linha de injeção química, e uma pluralidade de ferramentas em comunicação operável com a linha de injeção química da plurali-

dade de ferramentas, e configurada de modo a ser independentemente atuada pela pressão suprida pela linha de injeção química para controlar o fluxo de fluídos no furo de poço.

[0005] Como adicionalmente descrito nesta, é provido um método para atuar uma pluralidade de ferramentas. O método inclui alterar a pressão em uma linha de injeção química atuando pelo menos uma primeira ferramenta de uma pluralidade de ferramentas, em resposta à detecção de um primeiro perfil de mudança de pressão selecionado na linha de injeção química para alterar o fluxo de fluídos de furo de poço. Adicionalmente, alterar adicionalmente a pressão na linha de injeção química atuando pelo menos uma segunda ferramenta da pluralidade de ferramentas, em resposta à detecção de um segundo perfil de mudança de pressão selecionado na linha de injeção química, que, quer ou não um produto químico esteja sendo injetado via linha de injeção química, não é alterada pelas mudanças de pressão na linha de injeção química, e alterar o fluxo de fluídos de furo de poço adicionais.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0006] A descrição a seguir não deve ser tomada em sentido limitante de nenhuma maneira. Fazendo referência aos desenhos, elementos similares são numerados com os mesmos números:

[0007] Figura 1 representa um diagrama esquemático parcial de uma modalidade de um, sistema hidráulico descrito nesta;

[0008] Figura 2 representa um diagrama esquemático de uma porção de uma ferramenta empregada no sistema hidráulico da Figura 1; e

[0009] Figura 3 representa um diagrama esquemático de uma porção de uma ferramenta empregada em uma modalidade alternativa do sistema hidráulico da Figura 1.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0010] Uma descrição detalhada de uma ou mais modalidades do

aparelho e método descritos é apresentada nesta por meio de exemplo, e sem nenhuma limitação com referência às figuras.

[0011] Referindo-se à Figura 1, uma modalidade de um sistema hidráulico descrito nesta está ilustrado em 10. O sistema hidráulico 10 inclui uma linha de injeção química 14 fluidicamente conectada a uma pluralidade de ferramentas 18A, 18B, sendo que duas das ferramentas 18A, 18B estão ilustradas na figura, embora qualquer número prático de ferramentas 18A, 18B possa ser empregado no sistema hidráulico 10. As ferramentas 18A, 18B são configuradas para serem atuadas em resposta a mudanças na pressão ou fluxo através da linha de injeção química 14, e configuradas para c ilustrar o fluxo de fluídos de furo de poço por exemplo via atuação de uma válvula 20. A válvula 20 pode ser uma válvula de controle de intervalo, uma válvula de segurança, uma válvula de barreira, ou outra válvula para controlar o fluxo de fluídos de furo de poço, por exemplo. Fluídos de furo de poço incluem fluídos líquidos como água, hidrocarbonetos, e gases como gás natural, ou dióxido de carbono, por exemplo, que são recuperáveis ou bombeáveis em uma formação geológica.

[0012] Em uma modalidade, cada uma das ferramentas 18A, 18B é atuada com um diferente nível de pressão na linha de injeção química 14. Por exemplo, a ferramenta 18A atua em uma primeira pressão, enquanto a ferramenta 18B atua em uma segunda pressão. Assim, a ferramenta 18A pode ser atuada independentemente da ferramenta 18B e todas as outras ferramentas 18X, não mostradas. Isto inclui atuar cada uma das ferramentas 18A, 18B em qualquer ordem desejada, a despeito das posições relativas entre si. Adicionalmente, selecionando as primeira e segunda pressões menores que uma terceira pressão, qual terceira pressão é requerida para iniciar a injeção de produto químico através de uma válvula de injeção de produto químico 22 em comunicação fluída com a linha de injeção química 14, as ferramentas

18A, 18B podem ser atuadas sem alteração, quer ou não um produto químico esteja sendo injetado via linha de injeção química 14. Neste exemplo, as ferramentas 18A, 18B são atuadas, enquanto a válvula de injeção química 22 permanece fechada. Assim, a pressão na linha de injeção química 14 é empregada, para fazer o trabalho sem tratar o furo de poço ou os fluídos de furo de poço próximos das ferramentas 18A, 18B. Alternativamente, ajustando as primeira e segunda pressões acima da terceira pressão, as ferramentas 18A, 18B podem ser atuadas depois de a injeção de produto químico ter iniciado, aumentando o fluxo através da linha de injeção química 14, produzindo um aumento da pressão na linha 14, até atingir as primeira e segunda pressões, através do que atuando as ferramentas 18A, 18B.

[0013] Adicionalmente, em uma modalidade descrita nesta, uma ou mais ferramentas das ferramentas 18A, 18B são configuradas de modo a terem um controle atuacional contínuo mantido através da linha de injeção química 14. Em tal dispositivo, por exemplo, a atuação de uma ou mais ferramentas 18A, 18B é substancialmente reversível em resposta a uma diminuição na pressão na linha de injeção química 14. Em essência, a linha de injeção química 14 é utilizada como circuito de controle de laço fechado, próximo da ferramenta.

[0014] Uma modalidade de uma porção das ferramentas 18A, 18B está ilustrada em detalhes na Figura 2. As ferramentas 18A, 18B incluem uma primeira câmara 26, separada de uma segunda câmara 28 por um pistão 32, que é selavelmente engatado com as paredes 36 das câmaras 26, 28. A pressão da linha de injeção química 14 é suprida para a câmara 26 (assumindo que a válvula de controle opcional 82, discutida abaixo, não se encontra presente) enquanto a câmara 28 está cheia de um líquido compressível 40, tal como, ar por exemplo. Uma haste 44 é afixada aos pistões 42, que é atuavelmente conectada a uma porção das ferramentas 18A, 18B. Um operador, dimensionan-

do e pré-pressurizando a câmara 28 pode seletivamente ajustar o valor da primeira pressão, em que as ferramentas 18A, 18B atuam. Nesta modalidade, a força motriz para mover o pistão 32 é provida pelo fluido pressurizado na linha de injeção química 14.

[0015] Alternativamente, um pino 48, se estendendo de uma parede 52 da primeira câmara 26, pode ser funcionalmente engatado com uma ranhura J 56 do pistão 32 para impedir a atuação das ferramentas 18A, 18B até a pressão na linha de injeção química 14 aumentar acima de uma pressão selecionada pelo período de tempo selecionado, seguindo uma queda abaixo de uma pressão selecionada por um período de tempo selecionado, e repetido para avançar o pino 48 na ranhura J 56. Com isso, uma modalidade das ferramentas 18A, 18B é configurada para ser atuada somente depois de um perfil de pressão definido como uma série selecionada de pulsos de pressão na linha de injeção química 14 tiver sido executado. Salienta-se que, como discutido acima, as mudanças na pressão poderiam ser providas em resposta a mudanças no fluxo de fluido através de uma restrição (não mostrada) na linha de injeção química 14, em sistemas que permitem que os produtos químicos fluam antes da atuação das ferramentas 18A, 18B.

[0016] Uma modalidade alternativa de uma porção das ferramentas 18A, 18B está ilustrada em detalhes na Figura 3. A haste 44, mostrada na Figura 2, ao invés de conectar a válvula 20 diretamente, conecta a luva 58 deslizavelmente engatada com as paredes 62 da câmara 66. As paredes 62 têm janelas 70, que fluidicamente conectam a parte de dentro da câmara 66 com a parte de fora da câmara 66, se não obstruída pela luva 58. Uma abertura 74 na luva 58 permite que o fluido flua longitudinalmente através da luva 58. Assim, quando a luva 58 é movida, por exemplo, em resposta à pressão que move o pistão 32, para remover uma oclusão da abertura 70, a pressão fora da câ-

mara 66 é admitida na câmara 66, onde atua um segundo pistão 78, e exerce uma força motriz sobre o segundo pistão, movendo o segundo pistão, e portanto atuando as ferramentas 18A, 18B. Em uma aplicação, tal como um furo de poço em uma formação geológica, por exemplo, a pressão fora da câmara 66 pode ser uma pressão hidrostática, provida pela distância das ferramentas 18A, 18B à superfície. Isto permite mudar a pressão na linha de injeção química 14 para iniciar a atuação das ferramentas 18A, 18B, sem atuar diretamente nestas com a pressão na linha de injeção química 14. Nesta modalidade, uma articulação 79 a partir do pistão 78 conecta a válvula 20, como discutido acima, que é atuada pelo movimento do pistão 78.

[0017] Referindo-se novamente à Figura 2, ainda outra modalidade alternativa das ferramentas 18A, 18B está ilustrada. As ferramentas 18A, 18B, desta modalidade, incluem uma válvula de controle opcional 82 que seletivamente fluidicamente conecta a linha de injeção química 14 com a primeira câmara 26. A válvula de controle 82 é operada via meios diferentes de pressão e fluxo de fluido através da linha de injeção química 14. Nesta modalidade, uma linha de controle 86, conecta à válvula de controle 82, controla a operação da válvula de controle 82. A linha de controle 86 pode ser um fio elétrico, cabo de fibra ótica, ou uma outra linha configurada para comunicar um sinal para a válvula de controle 82 de um local remoto, tal como da superfície, em uma aplicação onde as ferramentas se encontram em um furo de poço, em uma formação geológica, por exemplo. Nesta modalidade, a pressão na linha de injeção química 14 é mantida acima da pressão necessária para mover o pistão 32, para atuar as ferramentas 18A, 18B. A atuação das ferramentas 18A, 18B é controlada via sinais supridos para a válvula de controle 82 através da linha de controle 86. A válvula de controle 82, por exemplo, pode incluir um dispositivo eletromecânico, tal como um solenoide (não mostrado), configurado para abrir a válvu-

la controle 82, quando um sinal selecionado é recebido na válvula de controle 82, via linha de controle 86.

[0018] Conquanto a invenção tenha sido descrita com referência a uma modalidade exemplar ou modalidades exemplares, deve ser entendido por aqueles habilitados na técnica que várias mudanças poderão ser introduzidas e equivalentes poderão ser substituídos por outros elementos, sem sair do escopo da invenção. Em adição, muitas modificações poderão ser introduzidas para adaptar uma situação ou material particular aos ensinamentos da invenção, sem sair do escopo essencial da mesma. Por conseguinte, pretende-se que a invenção não se limite à particular modalidade descrita nesta como o melhor modo contemplado para executá-la, ao invés, inclua todas modalidades que caiam dentro do escopo definido nas reivindicações. Ademais, nos desenhos e descrição foram apresentadas modalidades exemplares da invenção, e, embora termos específicos tenham sido empregados, eles foram usados apenas de maneira genérica e descritiva, sem caráter limitante, a menos que expressamente indicado de modo diferente, por conseguinte não limitando o escopo da invenção. Ademais, o uso de termos como "primeiro", "segundo", etc. não indica qualquer ordem ou importância a algum aspecto ou componente, outrossim, devem ser tomados simplesmente com intuito de distinguir um aspecto ou componente de outro. Ademais, o uso dos artigos "um", "uma", etc., não indica qualquer limitação de quantidade, outrossim, indica meramente a presença de pelo menos um do item referenciado.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema hidráulico (10), **caracterizado** pelo fato de compreender:

uma linha de injeção química (14); e

uma pluralidade de ferramentas (18A, 18B) em comunicação operável com a linha de injeção química (14) e em comunicação de fluido com fluidos de furo de poço de modo que uma mudança em uma condição de uma ou mais da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) afete um fluxo de fluidos de furo de poço, em que a pluralidade de ferramentas (18A, 18B) é independentemente reativa a mudanças distintas na pressão do fluxo através da linha de injeção química (14), e configurada para controlar o fluxo dos fluídos de furo de poço; e

uma válvula de injeção de produto químico (22) fluidamente conectada à linha de injeção química (14) e independentemente reativa a mudanças distintas na pressão ou fluxo através da linha de injeção química (14).

2. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de os fluídos de furo de poço controlados serem compreendidos de fluídos e gases produzidos a partir de uma formação geológica.

3. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de os produtos químicos serem utilizados para fazerem o trabalho na pluralidade de ferramentas (18A, 18B), e não sendo usados para tratamento de furo de poço e/ou de fluídos ou gases de furo de poço próximo da pluralidade de ferramentas (18A, 18B).

4. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a linha de injeção química (14) ser utilizada em um circuito de controle hidráulico de laço fechado, próximo da pluralidade de ferramentas (18A, 18B).

5. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de a pluralidade de ferramentas (18A, 18B) ser atuada sem alteração se um produto químico estiver sendo injetado via linha de injeção química (14) ou não.

6. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a pluralidade de ferramentas (18A, 18B) ser configurada para atuar enquanto os produtos químicos não estão sendo injetados através da válvula de injeção de produto químico (22).

7. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de as mudanças selecionadas na pressão incluírem pulsos de pressão.

8. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que compreende ainda uma fonte de pressão separada da linha de injeção química (14), em que o início da atuação inclui o uso de pressão da linha de injeção química (14) e a fonte de pressão é acessível pela pluralidade de ferramentas (18A, 18B) como uma força motriz para operar a pluralidade de ferramentas (18A, 18B) após o início da atuação.

9. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de a pluralidade de ferramentas (18A, 18B) ser atuada via força motriz provida pelo fluido pressurizado na linha de injeção química (14).

10. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) requerer um perfil único de mudanças selecionadas na pressão na linha de injeção química (14), antes da atuação da mesma poder ser completada.

11. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) sendo independentemente reativa incluir ter o controle de atuação da mesma mantida via pressão ou fluxo através da linha de injeção química (14).

12. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) ser selecionada do grupo consistindo de válvula de controle de intervalo, válvula de segurança, e válvula de barreira.

13. Sistema hidráulico (10) **caracterizado** pelo fato de compreender:

uma linha de injeção química (14); e

uma pluralidade de ferramentas (18A, 18B) em comunicação operável com a linha de injeção química (14), em que a pluralidade de ferramentas (18A, 18B) é independentemente reativa a mudanças na pressão ou fluxo através da linha de injeção química (14) e é configurada para controlar o fluxo de fluidos do poço, em que o início da atuação inclui a remoção da oclusão de um abertura (70) da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) para permitir o fluxo através da mesma e em que a abertura (70) permite que fluido hidrostático flua através da mesma, uma vez aberta.

14. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de uma força motriz, para atuar a pluralidade de ferramentas (18A, 18B), ser provida pelo fluido hidrostático.

15. Sistema hidráulico (10), **caracterizado** pelo fato de compreender:

uma linha de injeção química (14); e

uma pluralidade de ferramentas (18A, 18B) em comunicação operável com a linha de injeção química (14) e em comunicação de fluido com fluidos de furo de poço de modo que uma mudança em uma condição de uma ou mais da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) afete um fluxo de fluidos de furo de poço, em que a pluralidade de ferramentas (18A, 18B) é configurada para ser independentemente atuada pela pressão provida à mesma, através da linha de injeção química (14) e para controlar o fluxo de fluidos de furo de poço, pelo

menos uma da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) incluindo uma válvula (20) que permite que a pressão da linha de injeção química (14) atue sobre um atuador de pelo menos uma da pluralidade de ferramentas (18A, 18B), uma vez que a válvula (20) foi aberta;

em que a iniciação da atuação de pelo menos uma da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) é em resposta aos sinais recebidos pela válvula (20) da pelo menos uma da pluralidade de ferramentas (18A, 18B), os sinais não fornecidos através da linha de injeção química (14).

16. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de os fluídos de furo de poço controlados serem compreendidos de fluídos e gases produzidos pela formação geológica.

17. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de os produtos químicos serem utilizados para fazerem o trabalho na pluralidade de ferramentas (18A, 18B), e não serem utilizados para o tratamento do furo de poço e/ou fluídos de furo de poço e gases próximo da pluralidade de ferramentas (18A, 18B).

18. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de a linha de injeção química (14) ser utilizada como circuito de controle hidráulico de laço fechado próximo da pluralidade de ferramentas (18A, 18B).

19. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de os sinais serem pelo menos um dentre sinal elétrico ou ótico.

20. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de pelo menos uma ferramenta da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) incluir um solenoide.

21. Sistema hidráulico (10), de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de cada ferramenta da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) ser configurada para ter seu controle de atuação

mantido pela pressão provida à mesma através da linha de injeção química (14).

22. Método para atuar uma pluralidade de ferramentas (18A, 18B), **caracterizado** pelo fato de compreender:

alterar a pressão na linha de injeção química (14) operacionalmente conectada à pluralidade de ferramentas (18A, 18B);

atuar pelo menos uma primeira ferramenta da pluralidade de ferramentas (18A, 18B), em resposta a detecção de um primeiro perfil de mudança de pressão selecionada na linha de injeção química (14);

alterar o fluxo dos fluídos de furo de poço com pelo menos uma primeira da pluralidade de ferramentas (18A, 18B);

alterar adicionalmente a pressão na linha de injeção química (14);

atuar pelo menos uma segunda ferramenta da pluralidade de ferramentas (18A, 18B), em resposta à detecção de um segundo perfil de mudança de pressão selecionada na linha de injeção química (14), em que as alterações anteriores na pressão na linha de injeção química (14) ocorrem sem afetar se o produto químico está ou não sendo injetado através da injeção de produto químico; e

alterar o fluxo de fluídos de furo de poço adicionais com pelo menos uma segunda da pluralidade de ferramentas (18A, 18B).

23. Método para atuar uma pluralidade de ferramentas (18A, 18B), de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender atuar uma pluralidade da pluralidade de ferramentas (18A, 18B), independentemente uma da outra.

24. Método para atuar uma pluralidade de ferramentas (18A, 18B), de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender atuar pelo menos uma primeira ferramenta da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) e uma segunda ferramenta da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) com uma força mo-

triz provida pela pressão na linha de injeção química (14).

25. Método para atuar uma pluralidade de ferramentas, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de atuar pelo menos uma primeira ferramenta da pluralidade de ferramentas (18A, 18B) que inclui abrir uma válvula (20) para permitir que um fluido sob pressão hidrostática exerça uma força motriz para atuar sobre uma porção da pelo menos uma primeira ferramenta da pluralidade de ferramentas (18A, 18B).

26. Método para atuar uma pluralidade de ferramentas (18A, 18B), de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado** pelo fato de adicionalmente compreender inverter a atuação da pelo menos uma primeira ferramenta da pluralidade de ferramentas (18A, 18B), em resposta a detecção de um terceiro perfil de mudança de pressão na linha de injeção química (14).

1/2

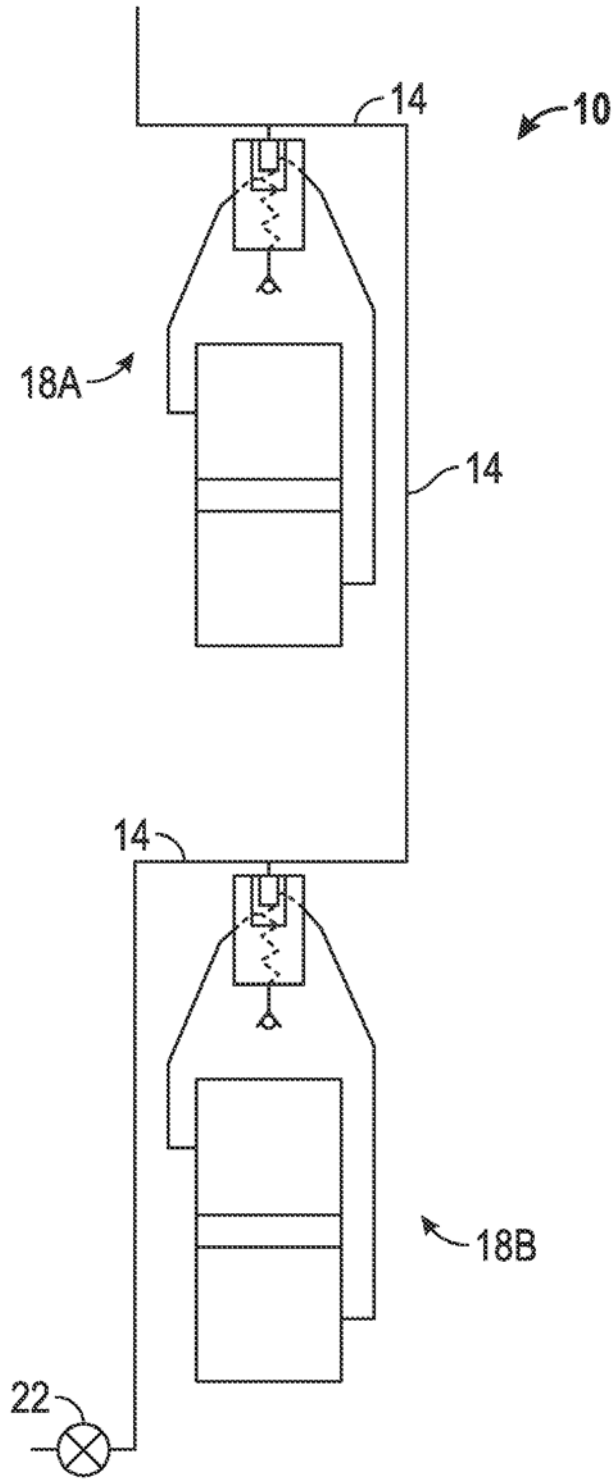


FIG. 1

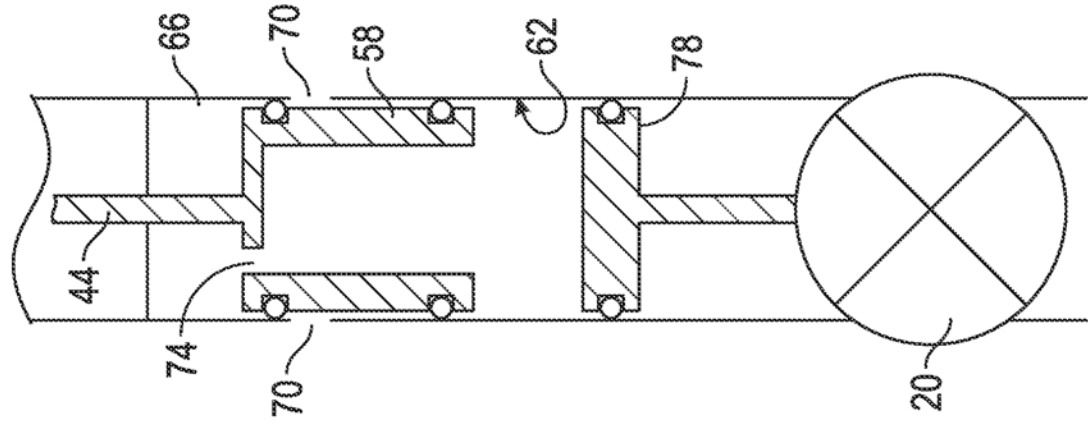


FIG. 3

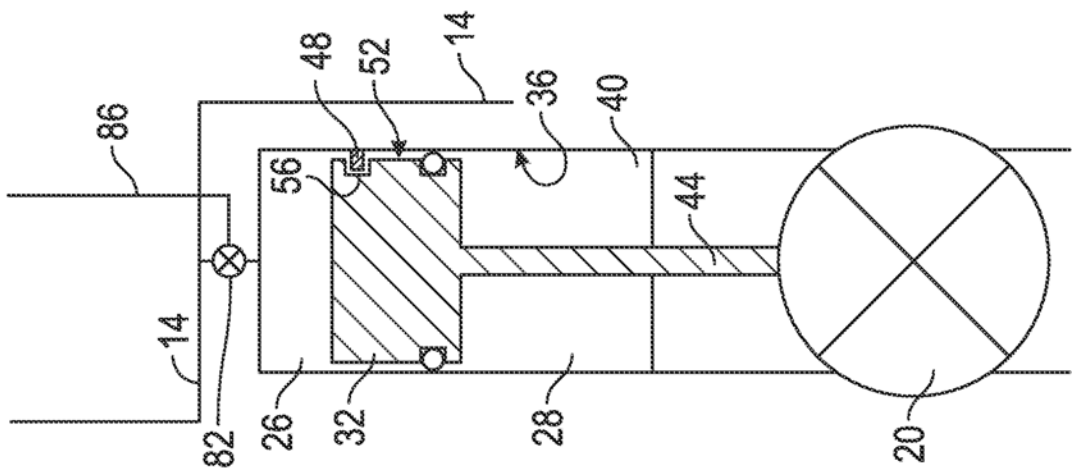


FIG. 2