



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

(21) PI 0920784-8 A2



(22) Data do Depósito: 29/09/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 02/03/2021

(54) Título: MÉTODO E ATUADOR DE DISPOSITIVO DE FUNDO DE POÇO

(51) Int. Cl.: E21B 17/10; E21B 23/06; E21B 41/00; E21B 36/00.

(30) Prioridade Unionista: 02/09/2009 US 61/239,195; 29/09/2008 US 61/101,100.

(71) Depositante(es): FRANK'S INTERNATIONAL, INC..

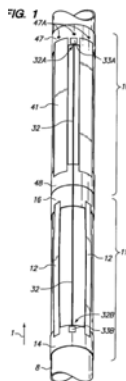
(72) Inventor(es): JEAN P. BUYTAERT; EUGENE MILLER.

(86) Pedido PCT: PCT US2009058886 de 29/09/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/037137 de 01/04/2010

(85) Data da Fase Nacional: 28/03/2011

(57) Resumo: ATUADOR ATIVADO POR TEMPERATURA E MÉTODO DE ISOLAR UMA PRIMEIRA PARTE DE ESPAÇO ANULAR A PARTIR DE UMA SEGUNDA PARTE DE ESPAÇO ANULAR. A presente invenção refere-se a um atuador ativado por temperatura que é instalado em um tubular para atuar um dispositivo adjacente, o qual pode incluir um ou mais elementos de liga de memória de forma. Os elementos podem ser acoplados entre uma primeira parte e uma segunda parte de um dispositivo, ou os elementos podem ser acoplados entre o tubular e uma parte do dispositivo. Os elementos são ativados aumentando-se a temperatura até uma temperatura de transição para causar a transformação metalúrgica de fase, fazendo com que os elementos se contraíam e desloquem pelo menos uma parte do dispositivo. O atuador pode ser usado, por exemplo, para atuar um centralizador a partir de um modo de inserção para um modo posicionado ou, alternadamente, para atuar um membro de gaxeta de uma modalidade do confronto a uma modalidade isolante. Uma liga de níquel-titânio, por exemplo, pode ser usada como o material da liga de memória de forma da qual o elemento de memória de forma é fabricado.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "ATUADOR ATIVADO POR TEMPERATURA E MÉTODO DE ISOLAR UMA PRIMEIRA PARTE DE ESPAÇO ANULAR A PARTIR DE UMA SEGUNDA PARTE DE ESPAÇO ANULAR".

5 **DECLARAÇÃO DE PEDIDOS RELACIONADOS**

Este pedido depende de e reivindica prioridade para o Pedido US não Provisório nº 12/569.811 depositado em 29 de setembro de 2009, que depende de e reivindica prioridade para dois pedidos provisórios, Pedido US Provisório nº 61/101.100 depositado em 29 de setembro de 2008 e Pedido 10 Provisório nº 61/239.195 depositado em 2 de setembro de 2009.

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a métodos e dispositivos para operações de fundo de poço em furos de poço terrestres. Mais especificamente, este pedido refere-se a um atuador para atuar um dispositivo após 15 ele ser acoplado a um tubo e correr dentro de um poço terrestre.

ANTECEDENTES

É prática convencional perfurar um furo de poço terrestre usando uma coluna tubular, tipicamente denominada uma coluna de perfuração, estendendo-se de uma sonda na superfície da terra, e para cimentar uma 20 coluna tubular, tipicamente denominada uma coluna de revestimento, no furo de poço para evitar desmoronamento e estabilizar o furo de poço. Alguns furos de poço podem ser estendidos em modo em etapas, por exemplo, com colunas adicionais de revestimento cimentadas no poço como parte de cada etapa. Outro tubo pode ser instalado dentro do furo da coluna de revestimen- 25 to cimentada para facilitar, por exemplo, a recuperação de óleo e/ou gás de formações geológicas penetradas.

Vários dispositivos acionáveis podem ser acoplados a um tubo e posteriormente atuados no fundo de poço para facilitar as operações. Por exemplo, mas não por meio de limitação, centralizadores de mola curva podem ser usados para posicionar uma coluna de revestimento dentro de um 30 furo de poço, por exemplo, em um local desejado no mesmo, para a etapa de cimentação subsequente. Os centralizadores de molas em arco podem

ser acoplados a, por exemplo, dispostos sobre, um revestimento em intervalos axialmente espaçados para prover um espaço anular entre o revestimento e o furo de poço. A lama de cimento pode ser deslocada através do furo do revestimento e dentro do espaço anular para formar um revestimento terminal protetor. Nos furos de poço que têm partes horizontais ou altamente desviadas, molas em arco mais robustas podem ser usadas para prover separação suficiente, mas as molas em arco mais robustas podem aumentar a resistência a atrito para movimento do revestimento através do furo de poço. Deve ser compreendido que molas em arco mais robustas engatarão mais forçadamente a parede do furo em que o centralizador é disposto, e que o atrito para movimento da coluna tubular é determinado, pelo menos em parte, pela força de engate das molas em arco com a parede do furo.

Uma solução é acoplar os centralizadores de molas em arco ao revestimento em um modo desmoronado, por exemplo, elemento(s) de separação retraído(s), para reduzir a resistência ao funcionamento de atrito. O revestimento pode ser posicionado no furo de poço e os centralizadores então podem ser implantados no intervalo objetivado para prover a separação desejada. Os centralizadores são geralmente inacessíveis porque eles são dispostos dentro de um espaço anular entre o revestimento e o furo de poço. Como um resultado, ativar os centralizadores de um modo desmoronado para o modo expandido, sem comprometer a integridade do revestimento, apresenta um desafio.

Uma solução tentada provê um método de reciclar um centralizador instalado sobre um revestimento em um modo desmoronado usando uma ou mais bandas de reciclagem dissolvíveis, e então dissolvendo as bandas no fundo do poço usando um ácido forte, tal como ácido fluórico, circulado dentro do espaço anular. Esta solução é desfavorecida por o ácido ser perigoso para manipular na superfície e pode danificar os componentes críticos no furo de poço.

Outro exemplo de um dispositivo que pode ser atuado após ser posicionado em um furo de poço é um obturador. Um obturador pode ser usado para vedar um espaço anular entre dois tubos tal como, por exemplo,

um espaço anular entre um revestimento instalado e um tubo de produção disposto dentro do furo do revestimento. A pressão no espaço anular pode ser monitorada de modo que um vazamento no revestimento e/ou no tubo de produção pode ser prontamente detectado, por exemplo, para diagnósticos e/ou reparo. Um obturador pode ser acoplado a uma coluna tubular e correr dentro de um furo de poço em um modo retraído e, então, expandido para um fundo de poço no modo de isolamento. Como acima, um desafio é apresentado no acionamento do obturador a partir do modo retraído para o modo de isolamento sem comprometer a integridade do tubo.

10 O que é necessário é um atuador que pode ser disposto em um tubo adjacente a um dispositivo acionável, correr dentro de um furo de poço e ativado de forma confiável para atuar o dispositivo para fundo de poço sem comprometer a integridade do tubo sobre o qual ele é instalado.

SUMÁRIO

15 As modalidades do atuador ativado por temperatura descritas no presente satisfazem as necessidades declaradas acima. As modalidades do atuador ativado por temperatura utilizam um ou mais elementos de ligas de memória de forma para prover um atuador que pode ser instalado sobre um tubo, por exemplo, adjacente a um dispositivo acionável, correr dentro de um furo de poço em um modo de descida e ali ativado para atuar o dispositivo acionável dentro de um intervalo disparado do furo de poço. A manipulação pode incluir implantação, expansão, abertura, fechamento e/ou energização do dispositivo. O dispositivo pode ser atuado por controle da temperatura à qual o um ou mais elementos de ligas de memória de forma do atuador é

20 exposto. Por exemplo, aumentar a temperatura de um ou mais elementos de ligas de memória de forma dentro de uma modalidade de atuador ativado por temperatura pode fazer com que elementos de memória de forma alongados contraiam-se para deslocar forçadamente um ou mais componentes de um dispositivo acionável adjacente e para desse modo atuar o dispositivo.

25 Deste modo, um atuador ativado por temperatura pode ser usado para, por exemplo, mas não por meio de limitação, implantar um centralizador de molas em arco, expandir um obturador, expandir uma cesta de cimento para

30

isolar uma parte de um espaço anular para cimentação, ou abrir ou fechar uma porta de fluido em uma válvula.

Uma liga de memória de forma do tipo que pode ser usada nas modalidades do atuador ativado por temperatura é um material que "lembra" sua forma, e pode ser retornado a essa forma após ser deformado aplicando calor à liga. Por exemplo, o efeito da forma de memória pode resultar de transformação de fase metalúrgica de martensita para austenita quando aquecidas, e de austenita para martensita quando resfriando. O elemento de memória de forma pode ter uma primeira configuração em uma primeira temperatura (por exemplo, dentro de uma primeira faixa de temperaturas) e pode ser trabalhado mecanicamente, para presumir uma segunda configuração enquanto na primeira temperatura (ou enquanto dentro de uma primeira faixa de temperaturas). O elemento de memória de forma pode ser acoplado, em sua segunda configuração, a um obturador, tal como um tendo um elemento de vedação expansível ou um elemento de vedação elastomérico, para formar um obturador ativado por temperatura, e então disposto dentro de furo, tal como um furo de um revestimento. O aquecimento do um ou mais elementos de memória de forma do atuador para uma temperatura de transição restaura, parcialmente ou completamente, o elemento de memória de forma para ou em direção à primeira configuração. Um dispositivo adjacente ao atuador pode ser atuado através de uma aplicação de força provida pelo elemento de memória de forma em restauração em direção à sua primeira configuração.

O elemento de memória de forma pode, em uma modalidade, ser substancialmente alongado de modo que a restauração a partir da segunda configuração em direção à primeira configuração faz com que o elemento de memória de forma encolha (por exemplo, contraia) no comprimento. Acoplando o elemento de memória de forma a pelo menos um componente ou parte do dispositivo acionável adjacente, a contração (por exemplo, encolhimento) pode prover uma quantidade de trabalho para atuar o dispositivo; isto é, a contração pode aplicar uma força ao dispositivo durante um deslocamento geralmente correspondendo à quantidade de contração (por

exemplo, encolhimento). O trabalho produzido pelo atuador pode ser usado para, por exemplo, comprimir axialmente, e assim expandir radialmente, um obturador tal como, por exemplo, um que tem um elemento de vedação elastomérico, na forma de manga, ou aduzir um primeiro colar de extremidade de um centralizador em direção a um segundo colar de extremidade para implantar forçadamente (por exemplo, estender ou curvar radialmente) as molas em arco entre o primeiro e segundo colares.

Em algumas modalidades, o atuador ativado por temperatura pode compreender um aparelho autônomo adjacente e acoplado a um ou mais componentes ou partes do dispositivo atuador. Este dispositivo pode ser disposto no tubo e correr dentro do poço para posteriormente ser atuado pelo atuador. Em outras modalidades, o atuador ativado por temperatura pode ser integrado com ou dentro do dispositivo a ser atuado no fundo do poço. Em algumas modalidades integradas, os elementos de memória de forma podem ser acoplados a componentes estruturais convencionais ou partes do dispositivo acionável. Por exemplo, em uma modalidade do atuador autônomo, o atuador ativado por temperatura pode ser instalado em um tubo adjacente e de apoio, por exemplo, a um centralizador de molas em arco. Os elementos de memória de forma do atuador podem, por exemplo, ser acoplados a um ou a ambos os colares de extremidade do centralizador. A contração dos elementos de memória de forma pode deslocar forçadamente um ou ambos os colares de extremidade do centralizador de molas em arco para expandir o centralizador implantando as molas em arco.

Deve ser entendido que modalidades de atuador ativado por temperatura podem ser usadas em conjunto com outros dispositivos de fundo de poço acionáveis. Estes dispositivos podem ser adaptados para responder ao deslocamento forçado de um componente ou parte do dispositivo, e deste modo movem, expandem, deslocam, etc. outro componente ou parte do dispositivo. Em uma modalidade, o dispositivo acionável pode ser um centralizador de molas em arco que responde à adução de colares de extremidade para expandir radialmente implantando as molas em arco acopladas entre os colares de extremidade. Em outra modalidade, o dispositivo

acionável pode ser um obturador que responde à adução dos colares de extremidade para expandir um elemento de vedação, ou que responde à contração de uma primeira parte para expandir uma segunda parte.

5 Deve ser entendido que um elemento de memória de forma pode ser feito em uma variedade de formas ou configurações, acoplado a um dispositivo acionável ou instalado em um tubo adjacente a um dispositivo acionável, disposto em um furo de poço em um tubo e aquecido para ativar o atuador e atuar o dispositivo dentro do furo de poço.

10 A ativação do atuador ativado por temperatura para uma configuração ativada pode ser, em uma modalidade, por exposição aos elementos de memória de forma do atuador para aquecimento geotérmico de formação (ões) geológica(s), por exemplo, a adjacente à qual o atuador é disposto. Por exemplo, para um gradiente térmico de 27,3°C por 1000 m (15°F por 1000 ft) de profundidade vertical, e em temperatura ambiente de 27°C
15 (80°F), uma profundidade vertical de cerca de 4.050 m (cerca de 13.300 ft) pode elevar a temperatura de uma modalidade de um elemento de memória de forma para uma temperatura de transição de cerca de 138°C (280°F) para ativar a liga, isto é, fazer com que o elemento de memória de forma troque sua configuração física. Deve ser entendido que os gradientes geotérmicos
20 podem variar, e que as temperaturas de transição de ligas de memória de forma, por exemplo, as ligas listadas abaixo, podem variar de acordo com a composição química da liga de memória de forma. Consequentemente, um modo de selecionar um elemento de liga de memória de forma que pode ser vantajosamente implantado em profundidades objetivadas correspondendo à
25 temperatura de transição prevista da liga selecionada.

Alternativamente ou adicionalmente, o atuador ativado por temperatura pode ser ativado por aplicação de aquecimento de resistência elétrica. Por exemplo, mas não por meio de limitação, uma bateria, célula de combustível ou outra fonte de corrente elétrica pode ser disposta dentro,
30 funcionalmente conectada a, ou próxima ao atuador para prover corrente elétrica a um ou mais resistores, por exemplo, disposta próximo a um ou mais elementos de memória de forma. Em uma modalidade, o um ou mais

elementos de memória de forma propriamente ditos podem servir com os resistores elétricos. O calor gerado como um resultado de corrente aplicada através dos resistores elétricos pode aquecer o elemento de memória de forma para a temperatura de transição, por exemplo, levando o mesmo a

5 contrair e atuar o dispositivo acionável.

Deve ser entendido que, durante a instalação do tubo, o atuador e o dispositivo adjacente ao intervalo objetivado do furo de poço, pode ser desejável manter o elemento de memória de forma a uma temperatura abaixo da temperatura de transição até o tubo, o atuador e o dispositivo adjacente serem posicionados dentro do intervalo objetivado. Em uma modalidade de um método para uso em um poço profundo verticalmente, um fluido de resfriamento pode ser bombeado para baixo de um tubo para o atuador manter a temperatura do elemento de memória de forma abaixo da temperatura de transição durante a descida do tubo para o intervalo objetivado. O

10 suprimento de fluido de resfriamento pode ser descontinuado quando o tubo está no intervalo objetivado para permitir o aquecimento dos elementos de memória de forma para ativar o atuador. Adicionalmente ou alternativamente, para retrain e remover um dispositivo, um fluido de resfriamento pode ser suprido, por exemplo, a partir de um tubo, para resfriar o elemento de memória

15 de forma do atuador para uma segunda temperatura de transição em que o elemento de memória de forma contraído descontrairá ou realongará e retrainrá o dispositivo de sua configuração implantada.

Os fatores a serem considerados no projeto de uma modalidade do atuador ativado por temperatura incluem a quantidade de força necessária para atuar o dispositivo de fundo de poço acionável. Por exemplo, onde

25 um dispositivo de fundo de poço é um centralizador de molas em arco, a rigidez das molas em arco, a quantidade de expansão radial, o peso do tubo (e conteúdos) e/ou a inclinação do furo de poço estão entre os fatores que podem determinar a força requerida para aduzir os colares de extremidade

30 do centralizador um para o outro para implantar as molas em arco. Similarmente, onde um dispositivo de fundo de poço é um obturador tendo um elemento de vedação a ser radialmente expandido através da aplicação de for-

ça axial por um ou mais elementos de memória de forma, o tamanho, espesura e/ou compressibilidade do elemento de vedação podem determinar a força requerida para expandir o elemento de vedação para engatar na parede de um furo. Em algumas modalidades do atuador ativado por temperatura, múltiplos elementos de memória de forma podem ser usados para multiplicar a força que pode ser conferida pelo atuador para, por exemplo, mas não por meio de limitação, implantar as molas em arco de um centralizador ou expandir o elemento de vedação de um obturador. Por exemplo, onde é necessária força aumentada para expandir adequadamente um centralizador ou um obturador ou outro dispositivo, múltiplos elementos de memória de forma alongados podem ser acoplados a um ou mais colares do dispositivo, o atuador disposto dentro de um furo, e os múltiplos elementos de memória de forma podem ser aquecidos juntos para uma temperatura de transição para contrair os múltiplos elementos de memória de forma para ou na direção de uma primeira configuração.

Em uma modalidade, múltiplos elementos de memória de forma podem ser distribuídos angularmente em torno de um eixo geométrico do atuador ativado por temperatura. Por exemplo, para um atuador adaptado para ser instalado em um tubo tendo um eixo geométrico, quatro elementos de memória de forma podem ser distribuídos angularmente em intervalos de cerca de 90 graus em torno do eixo geométrico para juntos gerarem uma força coletiva distribuída para deslocar um colar ao qual os quatro elementos de memória de forma são acoplados juntos. Em uma modalidade alternativa, os múltiplos elementos de memória de forma podem ser concentrados em agrupamentos. Por exemplo, um par de elementos de memória de forma imediatamente adjacentes pode ser disposto dentro do atuador ativado por temperatura em torno de 180 graus, ou geralmente oposto, a partir de um segundo par de elementos de memória de forma imediatamente adjacentes. Deve ser entendido que uma variedade de arranjos pode ser usada para posicionar os elementos de memória de forma em modalidades do atuador ativado por temperatura, e muitos destes arranjos podem incluir um equilíbrio geral de forças aplicadas por múltiplos elementos de memória de forma

para prover uma força de deslocamento distribuída uniformemente.

Adicionalmente ou alternativamente para usar uma pluralidade de elementos de memória de forma, o(s) elemento(s) de memória de forma de um atuador ativado por temperatura pode(m) ser disposto(s) estrategicamente para ampliar o deslocamento obtenível. Por exemplo, mas não por meio de limitação, em uma aplicação de elemento de memória de forma para atuar um dispositivo de fundo de poço, um ou mais elementos de memória de forma alongados pode ser acoplado entre colares alinhados axialmente com o dispositivo disposto geralmente intermediário aos colares alinhados.

5

10 O um ou mais elementos de memória de forma pode ser ativado aquecendo para uma temperatura de transição para aduzir os colares um em direção ao outro para atuar o dispositivo entre os mesmos.

Um arranjo que pode ser utilizado para ampliar o deslocamento obtenível a partir da contração do(s) elemento(s) de memória de forma de um determinado comprimento inclui o acoplamento de uma pluralidade de elementos de memória de forma em relações opostas uma(s) à(s) outra(s) de modo que um deslocamento por um primeiro conjunto de elementos de memória de forma pode ser agregado com um deslocamento por um segundo conjunto de elementos de memória de forma para prover um deslocamento coletivo ampliado conferido ao dispositivo acionável. Um "conjunto," como esse termo é usado no presente, refere-se a elementos de memória de forma que são similarmente situados ou similarmente acoplados, e podem incluir um elemento de memória de forma único.

15

20

Ligas de metal tendo uma variedade de composições químicas podem ser usadas para produzir os elementos de memória de forma a serem usados nas modalidades do atuador ativado por temperatura incluindo, por exemplo, mas não limitado a, ligas compreendendo: prata-cádmio, ouro-cádmio, cobre-alumínio-níquel, cobre-estanho, cobre-zinco, cobre-zinco-silício, cobre-zinco-alumínio, cobre-zinco-estanho, ferro-platina, manganês-cobre, ferro-manganês-silício, ligas de platina, cobalto-níquel-alumínio, cobalto-níquel-gálio, níquel-ferro-gálio, e ligas de titânio-paládio, ligas de níquel-titânio, também conhecidas como ligas Nitinol. Deve ser entendido que

25

30

várias liga(s) e várias composições de liga(s) podem possibilitar a personalização da temperatura de transição e outras características de desempenho do atuador ativado por temperatura.

Em outra modalidade de atuador ativado por temperatura, pelo menos algum do trabalho requerido para atuar o dispositivo acionável, por exemplo, a partir de uma primeira configuração para uma segunda configuração pode ser armazenado dentro de uma mola, cilindro fluidoico, ou outro dispositivo de armazenamento de energia. Em algumas modalidades, a mola, cilindro fluidoico, ou dispositivo de armazenamento de energia podem compreender componentes do dispositivo acionável. Por exemplo, um centralizador de molas em arco pode ser desmornado em uma primeira configuração por rotação de um primeiro colar de extremidade com relação ao segundo colar de extremidade para deformar as molas em arco lá para uma configuração geralmente de desabamento. O centralizador de molas em arco pode então ser restringido na configuração de desmornamento para facilitar o acionamento e liberação do centralizador para expandir, usando a energia armazenada dentro das molas em arco, para uma configuração implantada. Um atuador ativado por temperatura tendo um elemento de memória de forma pode ser usado para segurar um centralizador de molas em arco na configuração de desmornamento até a temperatura do elemento de memória de forma ser aumentada para uma temperatura de transição acionando o elemento de memória de forma e acionando o centralizador de molas em arco a partir da configuração de desmornamento para a configuração implantada. Nesta modalidade, o atuador ativado por temperatura é integral com o dispositivo acionável na medida em que a energia usada para expandir o dispositivo acionável pode ser armazenada, no todo ou em parte, em um ou mais componentes do dispositivo em oposição a ser gerado unicamente por um componente de elemento de memória de forma do atuador ativado por temperatura. Por exemplo, mas não por meio de limitação, pelo menos uma parte da energia necessária para implantar um centralizador a partir de um modo desmornado para um modo expandido pode ser, em algumas modalidades, armazenada dentro de molas em arco do centraliza-

dor, e o centralizador pode ser restringido em um modo desmoroado contra a tendência substancial de impelir as molas em arco para o modo implantado. Um atuador pode ser usado para liberar um centralizador a partir do modo restringido e desmoroado e, em algumas modalidades, o atuador também pode ser usado para deslocar um ou mais componentes do centralizador para ainda implantar as molas em arco.

Em uma modalidade, uma fonte de calor pode ser usada para aumentar a temperatura do elemento de memória de forma para uma temperatura de transição para ativar ou "disparar" o atuador. Em ativação pela fonte de calor, o atuador ativado por temperatura pode ativar um dispositivo acionável funcionalmente conectado ao atuador usando uma energia armazenada provida a partir da contração do elemento de memória de forma e/ou a partir de um dispositivo de armazenamento de energia, tal como uma mola. Em outra modalidade, um dissipador de calor, tal como um sistema de resfriamento, pode ser usado para evitar ou retardar a ativação do atuador ativado por temperatura, por exemplo, à medida que o dispositivo é posicionado dentro de um intervalo objetivado de um furo de poço em uma profundidade vertical tendo uma temperatura ocorrendo naturalmente que poderia, mas para o coletor de calor, aumentar a temperatura do(s) elemento(s) de memória de forma e ativar o dissipador para atuar o dispositivo acionável. Quando posicionando o dispositivo acionável no intervalo objetivado, o resfriamento do(s) elemento(s) de memória de forma pode ser transmitido e a temperatura do(s) elemento(s) de memória de forma é deixada aumentar, como aquecida pelo calor geotérmico, para uma temperatura de transição em o(s) elemento(s) de memória de forma encolhe(m) para atuar o dispositivo adjacente. Deve ser entendido que, em modalidades alternativas, um elemento de memória de forma pode ser expandido por resfriamento para uma temperatura de transição em que o elemento de memória de forma pode se estender devido à transformação de fase metalúrgica, e tal expansão pode similarmente ser usada para efetuar o acionamento de um dispositivo acionável.

Em uma modalidade, um atuador ativado por temperatura e/ou o

dispositivo acionável adjacente pode ser protegido de engate indesejado com o poço por um centralizador de estrias rígidas (ou centralizadores) acoplado ao tubo adjacente ao atuador e/ou ao dispositivo. Por exemplo, em uma modalidade, um atuador e um dispositivo acionável adjacente são protegidos de contato indesejado com o furo de poço abrangendo ambos com um par de centralizadores de estrias rígidas para prover suficiente separação entre o tubo e o furo de poço para reduzir ou evitar contato indesejado entre o atuador e o furo de poço. Deve ser entendido que o atuador pode ser mais exposto a engate com o furo de poço em seções curvadas ou irregulares do furo de poço.

Uma modalidade de um método de usar um atuador para atuar um dispositivo de fundo de poço acoplado a um tubo e correr dentro de um furo de poço inclui as etapas de receber um dispositivo acionável sobre um tubo; receber um atuador ativado por temperatura, compreendendo um ou mais elementos de memória de forma alongados acoplados a uma primeira extremidade a um primeiro colar e em uma segunda extremidade a pelo menos um do tubo e de um segundo colar, sobre o tubo adjacente ao dispositivo acionável; compor o tubo em uma coluna tubular; correr a coluna tubular dentro de um furo de poço; aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de forma para uma temperatura de transição; deslocar o pelo menos um do primeiro e segundo colares com relação a outro do primeiro e segundo colares; e atuar o dispositivo adjacente. Em uma modalidade do método, a etapa de aumentar a temperatura pode incluir passar uma corrente através de um resistor próximo a um ou mais elementos de memória de forma. Em outra modalidade deste método, a etapa de atuar o dispositivo adjacente pode compreender tanto implantar uma mola de curva ou comprimir axialmente um elemento de vedação.

Outra modalidade do método para atuar um dispositivo em um tubo para correr dentro de um furo de poço compreende as etapas de receber um dispositivo acionável em um tubo; receber um atuador ativado por temperatura, compreendendo um ou mais elementos de memória de forma alongados acoplados em uma primeira extremidade a um primeiro colar e

em uma segunda extremidade a pelo menos um do tubo e um segundo colar, sobre o tubo adjacente ao dispositivo acionável; compor o tubo dentro de uma coluna tubular; correr a coluna tubular dentro de um fundo de poço em uma profundidade vertical suficiente para aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de forma para uma temperatura de transição; deslocar pelo menos um do primeiro e segundo colares com relação a outro do primeiro e segundo colares; e atuar o dispositivo adjacente.

5 Em um aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, a um tubo, acoplando a segunda extremidade do um mais elemento de memória de forma a uma parte de um dispositivo acionável recebido sobre o tubo, compor o tubo dentro de uma coluna de tubo, correr a coluna de tubo dentro de um furo, aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para levar uma troca de fase metalúrgica dentro de uma liga de memória de forma a contrair e deste modo deslocar a parte do dispositivo acionável e alterar o dispositivo acionável a partir de uma primeira, configuração de descida, para uma segunda configuração implantada.

10 15 20 25 30 Em um segundo aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, a um tubo, acoplar a segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma a pelo menos um de um primeiro colar e um segundo colar de um centralizador de molas em arco recebido sobre o tubo, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr o tubo dentro de um furo, aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para levar uma troca de fase metalúrgica dentro da liga de memória de forma a contrair e deste modo deslocar pelo menos um do primeiro e segundo colares do centralizador de mola de curva com relação a outro do primeiro e segundo colares do centralizador de molas em arco, e implantar o centralizador de molas em arco a partir de uma primeira,

configuração de descida, para uma segunda, configuração implantada para prover separação entre o tubo e o furo, caracterizado pelo fato de que as molas em arco são implantadas a partir de uma configuração geralmente reta para uma configuração geralmente arqueada.

5 Em um terceiro aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, a um tubo, acoplar a segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma a pelo menos um de um primeiro colar e um segundo
10 colar de um obturador expansível, compreendendo um elemento de vedação na forma de manga entre o primeiro e segundo colares, recebidos sobre o tubo, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr o tubo dentro de um furo, aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de
15 forma para uma temperatura de transição para levar uma troca de fase metalúrgica dentro da liga de memória de forma a contrair e deste modo aduzir o primeiro colar e o segundo colar e deste modo comprimir axialmente e expandir radialmente o obturador a partir de uma primeira, configuração de
descida para uma segunda, configuração de isolamento provendo uma vedação entre uma primeira parte do espaço anular e uma segunda parte do
20 espaço anular de um espaço anular entre o tubo e o furo em que o tubo está correndo.

 Em uma quarta modalidade, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, a
25 outro colar recebido em um tubo e acoplar a segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma a pelo menos um de um primeiro colar e um segundo colar de um dispositivo acionável recebido sobre o tubo adjacente ao colar de âncora, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr o tubo dentro de um furo, aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de
30 forma para uma temperatura de transição, para levar uma troca de fase metalúrgica dentro da liga de memória de forma a contrair e deslocar pelo menos um do primeiro colar e do segundo colar do dispositi-

vo acionável e após o dispositivo acionável a partir de uma primeira, configuração de descida para uma segunda, configuração implantada.

Em um quinto aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, a um colar de âncora recebido em um tubo, acoplar a segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma a pelo menos um de um primeiro colar e de um segundo colar de um centralizador de molas em arco recebido no tubo adjacente do colar de âncora, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr o tubo dentro de um furo, aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para levar uma troca de fase metalúrgica dentro da liga de memória de rosto a contrair o primeiro colar e o segundo colar do centralizador de molas em arco, e para deste modo implantar o centralizador de molas em arco a partir de uma primeira, configuração de descida para uma segunda, configuração implantada para prover separação entre o tubo e um furo em que o tubo está correndo.

Em um sexto aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, a um colar de âncora recebido sobre um tubo, acoplar a segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma a pelo menos um de um primeiro colar e de um segundo colar de um obturador expansível, compreendendo um elemento de vedação na forma de manga intermediário aos primeiro e segundo colares, recebido sobre o tubo adjacente ao colar de âncora, compor o tubo dentro de uma coluna de tubo, correr a coluna tubular dentro de um furo, aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para levar uma troca de fase metalúrgica dentro da liga de memória de forma a contrair e aduzir o primeiro colar e o segundo colar, e para deste modo comprimir axialmente e expandir radialmente o obturador a partir de uma primeira, configuração de descida para uma segunda, configuração de isolamento para vedar uma

primeira parte do espaço anular a partir de uma segunda parte de um espaço anular, caracterizado pelo fato de que o elemento de vedação expansível engata de forma vedada o furo em que o tubo está correndo.

Em um sétimo aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, a um primeiro colar de um dispositivo acionável recebido sobre um tubo, acoplar a segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma a um segundo colar de um dispositivo acionável recebido sobre o tubo, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr o tubo dentro de um furo, aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para levar uma troca de fase metalúrgica dentro da liga de memória de forma a contrair e aduzir o primeiro colar e o segundo colar do dispositivo acionável para implantar o dispositivo acionável a partir de uma primeira, configuração de descida para uma segunda, configuração implantada.

Em um oitavo aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, a um primeiro colar de um centralizador de molas em arco sobre um tubo, acoplar a segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma a um segundo colar de um centralizador de molas em arco recebido sobre o tubo, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr a coluna tubular dentro de um poço, aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para levar uma troca de fase metalúrgica dentro da liga de memória de forma a contrair o primeiro colar e o segundo colar do centralizador de molas em arco para deste modo implantar as molas em arco do centralizador de molas em arco a partir de uma configuração de descida, geralmente reta, em uma configuração arqueada, implantada para prover separação entre o tubo e o furo em que o tubo está correndo.

Em um nono aspecto da invenção, um método inventivo com-

preende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, a um primeiro colar de um obturador expansível, compreendendo um elemento de vedação na forma de manga entre o primeiro e um segundo colar, recebido sobre um tubo, acoplar a segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma ao segundo colar do obturador recebido sobre o tubo, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr o tubo dentro de um furo, aumentar a temperatura do um ou mais elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para levar uma troca de fase metalúrgica dentro da liga de memória de forma a contrair e aduzir o primeiro colar e o segundo colar do obturador para deste modo comprimir axialmente e implantar radialmente o elemento de vedação a partir de uma configuração de descida retraída para uma configuração de isolamento expandida, caracterizado pelo fato de que o elemento de pacote é expandido para engatar de forma vedada o furo em que o tubo está correndo.

Em um décimo aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma a um primeiro colar de âncora recebido sobre um tubo e uma segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma a um primeiro colar de movimento recebido sobre o tubo, acoplar uma primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma a um segundo colar de âncora recebido sobre um tubo e uma segunda extremidade do um ou mais elementos de memória de forma a um segundo colar de movimento recebido sobre o tubo intermediário ao primeiro colar de âncora e ao primeiro colar de movimento, acoplar a primeira extremidade de uma pluralidade de molas em arco ao primeiro colar de movimento e uma segunda extremidade da pluralidade de molas em arco ao segundo colar de movimento, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr a coluna tubular dentro de um furo, aumentar a temperatura do primeiro e segundo elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para contrair o um ou mais primeiros elementos de memória de forma para aduzir o primeiro colar de movimento e o primeiro colar de âncora, e contrair

o um ou mais elementos de memória de forma e aduzir o segundo colar de movimento e o segundo colar de âncora, para deste modo implantar as molas em arco do centralizador de molas em arco a partir de uma configuração de descida, geralmente reta, em uma configuração arqueada, implantada para prover separação entre o tubo e o furo em que o tubo está correndo.

5 Em um décimo primeiro aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais primeiros elementos de memória de forma a um primeiro colar de âncora recebido sobre um tubo e uma segunda extremidade do um ou mais primeiros elementos de memória de forma a um primeiro colar de movimento recebido sobre o tubo, acoplar a primeira extremidade de um ou mais segundos elementos de memória de forma a um segundo colar de âncora recebido sobre o tubo e uma segunda extremidade do um ou mais segundos elementos de memória de forma a um segundo colar de movimento recebido sobre o tubo intermediário ao primeiro colar de âncora e ao primeiro colar de movimento, descartar um elemento de vedação na forma de manga entre o primeiro colar de movimento e o segundo colar de movimento, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr a coluna tubular dentro de um furo, aumentar a temperatura do primeiro e segundo elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para contrair o um ou mais primeiros elementos de memória de forma para deste modo aduzir o primeiro colar de movimento e o primeiro colar de âncora e para contrair o um ou mais segundos elementos de memória de forma e deste modo aduzir o segundo colar de movimento e o segundo colar de âncora, para deste modo comprimir axialmente o elemento de vedação entre o primeiro colar de movimento e o segundo colar de movimento e deste modo expandir radialmente o elemento de vedação a partir de uma configuração de descida retraída para uma configuração de isolamento expandida para engatar de forma vedada o furo em que o tubo está correndo.

30 Em um décimo aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar uma primeira extremidade de um ou mais primeiros elementos de memória de forma a um primeiro colar de âncora rece-

bido sobre um tubo e uma segunda extremidade do um ou mais primeiros elementos de memória de forma a uma primeiro colar de movimento recebido sobre tubo, acoplar uma primeira extremidade de um ou mais segundos elementos de memória de forma a um segundo colar de âncora recebido sobre um tubo e uma segunda extremidade do um ou mais segundos elementos de memória de forma a um segundo colar de movimento recebido sobre o tubo intermediário do primeiro colar de âncora e do primeiro colar de movimento, acoplar uma primeira extremidade de uma pluralidade de molas em arco ao primeiro colar de movimento e uma segunda extremidade da pluralidade de molas em arco ao segundo colar de movimento, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr a coluna tubular dentro de um furo, aumentar a temperatura do primeiro e segundo elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para contrair o um ou mais primeiros elementos de memória de forma para deste modo aduzir o primeiro colar de movimento e o primeiro colar de âncora e contrair o um ou mais segundos elementos de memória de forma e deste modo aduzir o segundo colar de movimento e o segundo colar de âncora, para deste modo implantar as molas em arco do centralizador de molas em arco a partir de uma configuração de descida, geralmente reta, para uma configuração arqueada implantada para prover separação entre o tubo e o furo em que a coluna tubular está correndo.

Em um décimo segundo aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar a primeira extremidade de uma pluralidade de estrias em espiral a um primeiro colar, acoplar uma segunda extremidade de uma pluralidade de estrias em espiral a um segundo colar para formar um centralizador de molas em arco de estrias em espiral, receber o centralizador de molas em arco de estrias em espiral sobre um tubo, girar o primeiro colar com relação ao segundo colar para desmoronar o centralizador de molas curvas de estrias em espiral para um modo de descida, reter pelo menos um do primeiro colar e do segundo colar em posição com relação ao outro do primeiro colar e do segundo colar usando um elemento acoplado a pelo menos um elemento de memória de forma acoplado de mo-

do móvel ao tubo, compor o tubo dentro de uma coluna de tubo, correr o tubo dentro de um furo, aumentar a temperatura do pelo menos um elemento de memória de forma para uma temperatura de transição para contrair o pelo menos um elemento de memória de forma para desengatar o elemento acoplado ao pelo menos um elemento de memória de forma a partir de pelo menos do primeiro colar e do segundo colar, liberar o centralizador de molas em arco de estrias em espiral a partir de seu modo de descida, implantar o centralizador de molas em arco de estrias em espiral em um modo implantado para prover separação entre o tubo e o furo em que a coluna tubular está correndo.

Em um décimo terceiro aspecto da invenção, um método inventivo compreende as etapas de acoplar a primeira extremidade de um ou mais elementos de memória de forma a um primeiro colar recebido sobre um tubo, acoplar a segunda extremidade de um ou mais elementos de memória de forma a um segundo colar recebido sobre o tubo, acoplar uma primeira extremidade de uma pluralidade de estrias em espiral ao primeiro colar, acoplar uma segunda extremidade da pluralidade de estrias em espiral ao segundo colar para formar um centralizador de molas em arco de estrias em espiral em um modo desmoronado, girar o primeiro colar com relação ao segundo colar para desmornar o centralizador de molas em arco de estrias em espiral para um modo de descida, reter pelo menos um do primeiro colar e o segundo colar na posição com relação a outro do primeiro colar e do segundo colar usando um elemento acoplado a pelo menos um elemento de memória de forma, compor o tubo dentro de uma coluna tubular, correr a coluna tubular dentro de um furo, aumentar a temperatura do pelo menos um elemento de memória de forma para uma temperatura de transição para contrair o pelo menos um elemento de memória de forma para desengatar o elemento acoplado ao pelo menos um elemento de memória de forma a partir de pelo menos um do primeiro colar e do segundo colar, liberar o centralizador de molas em arco de estrias em espiral de seu modo de descida, implantar em um modo implantado para prover separação entre o tubo e o furo em que a coluna tubular está correndo.

Em um décimo quarto aspecto da invenção, um aparelho inventivo compreende um centralizador de molas em arco acionável tendo uma pluralidade de molas em arco acopladas a uma primeira extremidade a um primeiro colar do centralizador e a uma segunda extremidade a um segundo, e geralmente alinhado, colar do centralizador, e um ou mais elemento de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, acoplados a uma primeira extremidade do primeiro colar do centralizador e a uma segunda extremidade ao segundo colar, o centralizador de molas em arco acionável recebível sobre um tubo recebido dentro de furos alinhados do primeiro e segundo colares.

Em um décimo quinto aspecto da invenção, um aparelho inventivo compreende um obturador acionável tendo um elemento de vedação na forma de manga disposto entre um primeiro colar do obturador e um segundo, e geralmente alinhado, colar do obturador, e um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, acoplado a uma primeira extremidade ao primeiro colar do obturador e a uma segunda extremidade ao segundo colar, o obturador acionável recebível sobre um tubo recebido dentro de furos alinhados do primeiro e segundo colares.

Em um décimo sexto aspecto da invenção, um aparelho inventivo compreende um centralizador de molas em arco acionável tendo uma pluralidade de molas em arco acopladas a uma primeira extremidade a um primeiro colar de movimento do centralizador e a uma segunda extremidade a um segundo, e geralmente alinhado, colar de movimento do centralizador, um ou mais primeiros elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, acoplados a uma primeira extremidade ao primeiro colar de movimento do centralizador e a uma segunda extremidade a um primeiro colar de âncora, um ou mais elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, acoplados a uma primeira extremidade ao segundo colar de movimento do centralizador e a uma segunda extremidade a um segundo colar de âncora, o centralizador de molas em arco acionável recebível sobre um tubo recebido dentro de furos alinhados do primeiro e segundo colares em movimento e o primeiro e segundo cola-

res de âncora.

Em um décimo sétimo aspecto da invenção, um aparelho inventivo compreende um obturador acionável tendo um elemento de vedação na forma de manga disposto entre um primeiro colar de movimento e um segundo, e geralmente alinhado, colar de movimento, um ou mais primeiros elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, acoplados a uma primeira extremidade ao primeiro colar de movimento e a uma segunda extremidade a um primeiro colar de âncora, um ou mais segundos elementos de memória de forma, compreendendo uma liga de memória de forma, acoplado a uma primeira extremidade ao segundo colar de movimento e a uma segunda extremidade a um segundo colar de âncora, o obturador acionável recebível sobre um tubo recebido dentro de furos alinhados do elemento de vedação, o primeiro e segundo colares em movimento e o primeiro e segundo colares de âncora.

15 **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

O descrito acima e outras características e outros aspectos serão mais bem-entendidos com referência à seguinte descrição detalhada de modalidades da invenção, quando lida em conjunto com os desenhos anexos, em que:

20 a figura 1 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um atuador ativado por temperatura acoplado a um tubo em um modo de descida e adjacente a um centralizador tendo estrias radialmente expansíveis.

A figura 2 é uma vista em perspectiva do atuador e centralizador a figura 1 em um modo ativado e expandido, respectivamente, para prover separação entre o tubo e um furo em que o tubo pode ser disposto.

25 A figura 3 é uma vista em perspectiva de uma modalidade alternativa de um atuador ativado por temperatura acoplado a um tubo em um modo de descida e adjacente a um centralizador tendo estrias radialmente expansíveis.

30 A figura 4 é o atuador e centralizador da figura 3 em um modo ativado e expandido, respectivamente, para prover separação entre o tubo e um furo em que o tubo pode ser disposto.

A figura 5 é uma vista em perspectiva de um atuador ativado por temperatura acoplado entre o primeiro e segundo colares de extremidade de um centralizador de molas em arco instalado sobre um tubo em um modo de descida.

5 A figura 6 é uma vista em perspectiva do atuador e centralizador da figura 6 em um modo ativado e expandido, respectivamente, para prover separação entre o tubo e um furo em que o tubo pode ser disposto.

10 A figura 7 é uma vista em perspectiva de um atuador ativado por temperatura acoplado entre o primeiro e segundo colares de extremidade de uma modalidade de um centralizador de molas em arco instalado sobre um tubo em um modo de descida.

A figura 8 é o atuador e centralizador da figura 7 em um modo ativado e expandido para prover separação entre o tubo e um furo em que o tubo pode ser disposto.

15 A figura 9 é uma vista de seção em elevação de um atuador ativado por temperatura acoplado a um elemento de vedação entre um colar de movimento e um colar de âncora e instalado sobre um tubo disposto dentro de um furo.

20 A figura 10 é o atuador e o elemento de vedação da figura 9 em um modo ativado e de isolamento, respectivamente.

A figura 11 é uma vista em elevação de uma modalidade de um atuador ativado por temperatura acoplado a um elemento de vedação instalado sobre o tubo.

25 A figura 12 é o atuador e o elemento de vedação da figura 11 em um modo ativado e de isolamento, respectivamente, para isolar uma primeira parte do espaço anular de uma segunda parte do espaço anular dentro de um furo em que o tubo pode ser instalado.

A figura 13 é uma vista em seção do atuador e elemento de vedação da figura 11.

30 A figura 14 é uma vista aumentada de uma modalidade de um acoplamento entre um elemento de memória de forma e um colar.

A figura 15 é uma vista em elevação da modalidade do atuador

ativado por temperatura da figura 11 acoplado a um centralizador e instalado sobre um tubo.

5 A figura 16 é o atuador e o centralizador da figura 15 em um modo ativado e expandido, respectivamente para prover separação entre o tubo e um furo em que o tubo pode ser instalado.

A figura 17 é uma vista em perspectiva de um acoplamento que pode ser usado para acoplar uma extremidade de um elemento de memória de forma a um colar.

10 A figura 18 é uma vista em perspectiva de um acoplamento alternativo que pode ser usado para acoplar uma extremidade de um elemento de memória de forma a um colar.

DESCRIÇÃO DETALHADA

15 A seguinte descrição refere-se aos desenhos listados acima em que os elementos representados não são necessariamente mostrados em escala e em que elementos iguais ou similares são designados pelo mesmo número de referência através das várias vistas.

20 A figura 1 é uma vista em perspectiva de uma modalidade de um atuador ativado por temperatura 10 recebido sobre um tubo 8 em um modo de descida e próximo, por exemplo, apoiando, um centralizador 11 tendo estrias 12 expansíveis radialmente. O atuador 10 ilustrado na figura 1 compreende um primeiro colar 47 tendo uma pluralidade de parafusos de pressão 47A recebidos roscavelmente no mesmo para acoplar um primeiro colar 47 ao tubo 8, um segundo colar 48 espaçado axialmente para além do primeiro colar 47 e uma pluralidade de espaçadores 41 estendendo-se entre os
25 mesmos para manter o primeiro e segundo colares 47 e 48 em sua relação espaçada à parte. O atuador 10 representado compreende ainda um elemento de memória de forma alongado 32, em uma primeira configuração, acoplado a uma primeira extremidade 32A ao primeiro colar 47 (o acoplamento está oculto pela cobertura opcional 33A) e a uma segunda extremidade
30 de 32B a um primeiro colar 14 (o acoplamento está oculto pela cobertura opcional 33B) do centralizador 11. O centralizador 11 compreende ainda um segundo colar 16 apoiando o segundo colar 48 do atuador 10 e espaçado à

parte axialmente do primeiro colar 14 do centralizador 11. O centralizador 11 compreende ainda uma pluralidade de molas em arco 12 estendendo-se no mesmo. As molas em arco 12 ilustradas na figura 1 são levemente arqueadas para assegurar um curvamento flexível, radialmente externamente, das molas em arco 12 na adução do primeiro colar 14 na direção da seta 1 em direção ao segundo colar 16 quando do acionamento do centralizador 11 pelo atuador 10. O atuador 10 pode ser atuado aumentando a temperatura do elemento de memória de forma 32 para uma temperatura de transição em que o elemento de memória de forma 32 contrai para uma segunda configuração e aciona o centralizador de apoio 11.

Deve ser entendido que o atuador ativado por temperatura e/ou o dispositivo acionável podem ser seguro no lugar sobre o tubo 8. Por exemplo, mas não por meio de limitação, o segundo colar 48 pode compreender uma pluralidade de parafusos de pressão para segurar o segundo colar em sua posição sobre o tubo 8 em vez de, ou além de, o primeiro colar 47 ser seguro em sua posição sobre o tubo 8. Alternativamente, tanto o primeiro colar 14 ou o segundo colar 16 pode ser seguro no lugar sobre o tubo 8. Por exemplo, mas não por meio de limitação, o primeiro colar 14 do centralizador 11 pode ser seguro ao tubo 8 usando parafusos de pressão (não mostrados na figura 1) e o atuador ativado por temperatura 10 pode ser movível, quando da ativação do atuador 10, contra o segundo colar 16 para deslocar o segundo colar 16 em direção ao primeiro colar 14 e deste modo atuar o centralizador 11. Alternativamente, o segundo colar 16 pode ser seguro no tubo 8 de modo que, quando da ativação do atuador 10, o primeiro colar 14 move-se em direção ao segundo colar 16. Deve ser entendido que, nesta última modalidade, o atuador ativado por temperatura 10 pode ser seguro usando parafusos de pressão em um ou ambos os colares, ou pode ser seguro adjacente ao centralizador pelo um ou mais elementos de memória de forma acoplados ao centralizador. Deve ser entendido que o segundo colar 48 do atuador 10 e o segundo colar 16 do centralizador não precisam estar em uma relação de apoio, como ilustrado na figura 1, desde que os parafusos de pressão, adesivos ou colares de parada, ou combinações dos mesmos,

possam ser usados para segurar pelo menos um componente de um ou ambos do centralizador 11 e do atuador 10 em uma posição sobre o tubo 8. Deve ser ainda entendido que tanto o primeiro colar como o segundo colar podem compreender uma parte de, ou podem ser acoplados a, outro dispositivo que é recebido sobre ao acoplado ao tubo incluindo, mas não limitado a, um colar de parada, um estabilizador, um colar de parada de estrias rígidas, um anel de calibre, etc.

A figura 2 é uma vista em perspectiva do atuador e do centralizador da figura 1 em um modo atuado e expandido, respectivamente. O elemento de memória de forma 32' é ilustrado na figura 2 após contrair em comprimento para deslocar forçadamente o primeiro colar 14' do centralizador 11 em direção ao primeiro colar 47 do atuador 10 para aduzir (por exemplo, para pelo menos parcialmente fechar a distância separando) o primeiro e segundo colares 14' e 16 para arquear e implantar radialmente as estrias 12'. O atuador 10 e o centralizador 11 são ilustrados nas figuras 1 e 2 em uma condição removida de um poço para melhor revelar os vários componentes.

A figura 3 é uma vista em perspectiva de uma modalidade alternativa de um atuador ativado por temperatura 7 instalado sobre um tubo 8 e acoplado a um centralizador 19 tendo uma pluralidade de estrias expansíveis radialmente 22 em um modo desmornado. As estrias 22 são acopladas a uma primeira extremidade 22A em um primeiro colar 24 recebendo roscaavelmente uma pluralidade de parafusos de pressão 24A e a uma segunda extremidade 22B em um segundo colar 26 tendo um entalhe 26A para receber uma presilha 55 acoplada à segunda extremidade 57 de um elemento de memória de forma 52. Os parafusos de pressão 24A do primeiro colar 24 são girados para engatar e "morder" dentro da superfície do tubo 8 para segurar o primeiro colar 24 no tubo 8. As estrias 22 do centralizador 19 podem ser pelo menos parcialmente elasticamente desmornadas para a configuração geralmente em espiral ilustrada na figura 3 por rotação forçada do segundo colar 26 em torno do tubo 8 em uma direção oposta à seta 26B para armazenar energia nas estrias 22. O atuador 7 compreende o elemento de

memória de forma 52, em uma primeira configuração, acoplado a uma primeira extremidade 52A em um colar 56 recebido sobre o tubo 8 e de modo móvel acoplado adjacente a uma segunda extremidade 57 a um colar guia 54 recebido sobre ou acoplado ao tubo 8 em uma relação espaçada à parte

5 ao primeiro colar 56. O colar guia 54 engata de modo deslizável uma parte do elemento de memória de forma 52 para permitir o posicionamento do elemento de memória de forma 52 e da presilha 55 acoplada à segunda extremidade 57 do elemento de memória de forma 52 sem prejudicar ou evitar contração do elemento de memória de forma 52 quando da ativação do atuador 7. A presilha 55 acoplada à segunda extremidade 57 do elemento de

10 liga de memória de forma 52 é recebida removivelmente dentro do entalhe 26A para reter um segundo colar 26 em sua posição girada com relação ao primeiro colar 24 e reter as estrias 22 na configuração de espiral. O atuador 7 da figura 3 ainda compreende as estrias 22 do centralizador 22 na medida

15 em que as estrias são retidas na configuração desmornada para armazenamento, e posteriormente liberadas da configuração desmornada (como discutido abaixo em conexão com a figura 4) para entrega, energia para deslocar o centralizador 22 de um modo desmornado ilustrado na figura 3 para um modo implantado ilustrado na figura 4. A temperatura do elemento de

20 memória de forma 52 pode ser aumentada para a temperatura de transição em que o elemento de memória de forma 52 contrai para retirar a presilha 55 do entalhe 26A e liberar o segundo colar 26 para girar em torno do tubo 8 na direção indicada pela seta 26B.

Deve ser entendido que estruturas alternativas podem ser usadas para restringir o centralizador 19 no modo desmornado e para liberar o

25 mesmo no modo implantado. Por exemplo, mas não por meio de limitação, uma presilha saliente do colar 26 pode ser recebida de modo liberável dentro de uma fenda formada sobre a segunda extremidade 57 do elemento de memória de forma 52. Como outro exemplo, um pino pode ser acoplado a

30 um elemento de memória de forma e retirado de um retentor de colar quando da contração de um elemento de memória de forma ou, como outro exemplo, um gancho pode ser retirado de um laço usando a contração de um

elemento de memória de forma. Como outro exemplo, uma ligação de sacrifício pode ser usada para acoplar o elemento de memória de forma ao centralizador para liberar o centralizador em caso de falha de sacrifício da ligação quando da contração do elemento de memória de forma. Uma variedade de ligações pode ser concebida e acoplada ao elemento de memória de forma para realizar o fim pretendido.

5 A figura 4 é o atuador 7' e centralizador 19' da figura 3 em um modo ativado após a temperatura do elemento de memória de forma 52' ser aumentada para a temperatura de transição e o elemento de memória de forma 52' contrai em comprimento para retirar a presilha 55' a partir do entalhe 26A' do segundo colar 26. No desengate da presilha 55', o primeiro colar 26' gira em torno do tubo 8 na direção da seta 26B como indicado pelo entalhe 26A' reposicionado e as estrias 22' estendem-se para o modo implanta-

10 do. A figura 5 é uma vista em perspectiva de uma modalidade alternativa de um atuador ativado por temperatura 9 acoplado entre um primeiro colar de extremidade 14, recebendo roscavelmente uma pluralidade de parafusos de pressão 14A girável e "mordida" dentro do tubo 8, e o segundo colar 16 de um centralizador 15. O atuador 9 compreende um ou mais elementos de memória de forma 32, em uma primeira configuração, tendo uma primeira extremidade 32A acoplada ao primeiro colar 14 e uma segunda extremidade 32B acoplada a um segundo colar 16 do centralizador 15 em uma relação espaçada ao primeiro colar 14. O centralizador 15 compreende ainda uma pluralidade de estrias 12 acopladas intermediárias ao primeiro colar 14 e ao segundo colar 16. A temperatura de um ou mais elementos de memória de forma 32 pode ser aumentada para uma temperatura de transição para encolher os elementos de memória de forma 32 e deslocar o segundo colar 16 na direção da seta 5 e em direção ao primeiro colar 14 para expandir rapidamente as estrias 12. Deve ser entendido que, em vez de parafusos de pressão, um colar pode ser seguro, por exemplo, axialmente e/ou giravelmente, em uma posição sobre um tubo, por exemplo, mas não limitado a, usando um adesivo e/ou engate de atrito.

A figura 6 é a vista em perspectiva do atuador 9' e do centralizador 15 da figura 6 em um modo ativado e expandido, respectivamente, para implantar as estrias 12' do centralizador 15'. O elemento de memória de forma 32' é ilustrado em um modo contraído ou encolhido tendo deslocado o segundo colar 16 em direção ao primeiro colar 14 que é seguro para o tubo 8 pela pluralidade de parafusos de pressão 14A. A adução resultante do primeiro colar 14 e do segundo colar 16 leva as molas em arco 12' a arquear radialmente externamente para o modo implantado ilustrado na figura 6.

A figura 7 é uma vista em perspectiva de uma modalidade alternativa de um atuador ativado por temperatura 27 acoplado entre o primeiro colar de extremidade 44 e o segundo colar de extremidade 46 de uma modalidade alternativa de um centralizador 17. O atuador representado 27 compreende uma pluralidade de elementos de memória de forma 34, em uma primeira configuração, (embora um ou mais elementos de memória de forma 34 possam ser usados) acoplados a uma primeira extremidade 34A em um primeiro colar 44 e a uma segunda extremidade 34B em um segundo colar 46 e tendo um caminho geralmente não linear (por exemplo, espiral ou helicoidal) em torno do tubo 8. O centralizador 17 ilustrado compreende uma pluralidade de estrias 42 geralmente flexíveis acopladas a uma primeira extremidade 42A em um primeiro colar 44 e a uma segunda extremidade 42B em um segundo colar 46 tendo um entalhe 46A incluído somente para fins de indicar rotação sobre o tubo 8, como será discutido abaixo. As estrias 42 da figura 7 podem estar em uma configuração geralmente descontraída em sua configuração enrolada em espiral, diferente das ilustradas na modalidade do centralizador das figuras 3 e 4 (que são forçadamente deslocadas para a configuração enrolada em espiral para armazenar energia ali). A temperatura dos elementos de memória de forma 34 pode ser aumentada para uma temperatura de transição para contrair os elementos de memória de forma 34 no comprimento para atuar o centralizador 17 para o modo expandido por rotação forçada do segundo colar 46 na direção da seta 46B.

A figura 8 é o atuador 27' e o centralizador 17' da figura 7 em um modo atuado e expandido, respectivamente, para expandir as estrias 42' do

centralizador 17'. Os elementos de memória de forma 34' são contraídos no comprimento para girar forçadamente o segundo colar 46' em torno do tubo 8 na direção indicada pela seta 46B. A rotação forçada do segundo colar 46' com relação ao primeiro colar 44 causa o implante das estrias 42' para o modo implantado ilustrado na figura 8.

Deve ser entendido que a expansão radial do centralizador 11 como mostrado na figura 2, centralizador 19 como mostrado na figura 4, centralizador 15 como mostrado na figura 6, e centralizador 27 como mostrado na figura 8 poderia, se o tubo 8, os respectivos atuadores e centralizadores instalados no mesmo fossem dispostos dentro de um furo de um revestimento instalado ou dentro de um poço, posicionar o tubo 8 geralmente em direção ao centro desse furo em acionamento pelo atuador. Estes atuadores e centralizadores são ilustrados nas figuras 1 a 8 em uma condição removida de um furo de poço para melhor revelar os vários componentes.

A figura 9 é uma vista em elevação de uma modalidade de um elemento de vedação 60 acoplado a um atuador ativado por temperatura 9 compreendendo uma pluralidade de elementos de memória de forma 34, o elemento de vedação 60 e atuador 9 instalados em um tubo 8 em sua configuração de descida e posicionados dentro de um furo 4A de um revestimento 4. O atuador 10 compreende um colar de movimento 20 recebido de modo deslizável sobre o tubo 8 e um colar de âncora 30 é acoplado ao tubo 8 de modo que a distância separando o colar de âncora 30 do colar de movimento 20 pode variar pelo movimento do colar de movimento 20 ao longo do tubo 8. Um elemento de vedação elastomérico de manga cilíndrico 60 tendo um furo através recebendo o tubo 8 é disposto intermediário ao colar de movimento 20 e o colar de âncora 30.

O atuador 9 ilustrado na figura 9 compreende elementos de memória de forma alongados 34 tendo uma primeira extremidade 36 acoplada ao colar de movimento 20 e uma segunda extremidade 38 acoplada ao colar de âncora 30. O colar de âncora 30 pode ser seguro na posição sobre o tubo 8 usando parafusos de pressão 30A. Alternativamente, o colar de âncora 30 pode ser seguro no lugar sobre o tubo 8 usando em outros modos,

por exemplo, ele pode ser encolhido por calor sobre o tubo ou pode ser seguro para o tubo 8 usando um adesivo tal como epóxi. Alternativamente, o colar de âncora 30 pode ser integral com o tubo 8. O elemento de vedação 60 na figura 9 é ilustrado na configuração de descida, e o diâmetro do maior do elemento de vedação 60, o colar de movimento 20 e o colar de âncora 30 é menor do que o diâmetro do furo 4A do revestimento 4 em que o atuador 10 e o elemento de vedação 60 são dispostos, e a primeira parte 2 do espaço anular está em comunicação fluida com a segunda parte 6 do espaço anular. As figuras 9 e 10 mostram somente dois elementos de memória de forma 34, mas uma modalidade do atuador 10 pode ter somente um ou mais do que dois elementos de memória de forma, como ilustrado na figura 13 discutida abaixo. O atuador 10 pode ser ativado aumentando a temperatura dos elementos de memória de forma 34 para uma temperatura de transição para contrair o comprimento dos elementos de memória de forma 34 para deslocar o colar de movimento 20 em direção ao colar de âncora 30 para expandir o elemento de vedação 60.

A figura 10 ilustra um atuador ativado por temperatura 10 e o elemento de vedação 60 após acionamento da configuração de descida da figura 9 para uma configuração expandida encolhendo (por exemplo, axialmente) os elementos de memória de forma 34' para deslocar o colar de movimento 20 em direção ao colar de âncora 30 para comprimir axialmente e expandir radialmente o elemento de vedação 60' ali para engatar a parede 4B do furo 4A do alojamento 4 e deste modo isolar a primeira parte 2 do espaço anular da segunda parte 6 do espaço anular.

A figura 11 é uma vista em elevação de uma modalidade alternativa do atuador ativado por temperatura 100 tendo uma pluralidade de elementos de memória de forma 124 e 134 dispostos em uma configuração oposta para atuar o elemento de vedação 160 acoplado ao atuador 100. "Oposto", como esse termo é usado no presente, refere-se aos elementos de memória de forma acoplados para separar os colares de âncora espaçados um do outro e puxar em direções separadas. Este arranjo pode ser usado para produzir um deslocamento ampliado como comparado ao arranjo em

"tandem" descrito nas figuras 9 e 10 em que os elementos de memória de forma são acoplados a um colar de âncora 30 comum e puxados em uma direção comum.

O obturador 100 da figura 11 compreende um primeiro elemento
5 de memória de forma 124 e segundo elemento de memória de forma 134
dispostos para aduzir um primeiro colar de movimento 122 e um segundo
colar de movimento 132 um na direção do outro para deformar o elemento
de vedação 160. Pelas razões declaradas acima, a modalidade do obturador
ativado por temperatura 100 da figura 11 pode duplicar o deslocamento dis-
10 ponível com relação a usar um arranjo em tandem dos elementos de memó-
ria de encolhimento ilustrados na figura 9. O elemento de memória de forma
124 da figura 11 é acoplado a uma primeira extremidade 125 em um primei-
ro colar de âncora 120 e a uma segunda extremidade 126 em um primeiro
colar de movimento 122. O primeiro colar de troca 120 pode ser seguro no
15 lugar sobre o tubo 8 por parafusos de pressão 130A. O primeiro elemento de
memória de forma 124 pode contrair a uma temperatura de transição para
mover o primeiro colar de movimento 122 em direção ao primeiro colar de
âncora 120. O segundo elemento de memória de forma 134 é acoplado a
uma primeira extremidade 135 em um segundo colar de âncora 130 e a uma
20 segunda extremidade 136 em um segundo colar de movimento 132. O se-
gundo colar de âncora 130 pode ser seguro no lugar sobre o tubo 8 por pa-
rafusos de pressão 130A. Como um resultado, o segundo elemento de me-
mória de forma 134 pode contrair na temperatura de transição para mover o
segundo colar de movimento 132 em direção ao segundo colar de âncora
25 130. O elemento de vedação deformável em forma de manga cilíndrico 160
é disposto entre o primeiro colar de movimento 122 e o segundo colar de
movimento 132. Em uma modalidade, o elemento de vedação 160 pode
compreender um material elastomérico tal como, por exemplo, borracha.

Como um resultado da configuração oposta do primeiro e se-
30 gundo elementos de memória de forma 124 e 134, o elemento de vedação
160 pode ser comprimido axialmente e expandido radialmente entre o pri-
meiro e segundo colares em movimento aduzidos 122 e 132 para aproxima-

damente duplicar a quantidade em que ele poderia ter sido comprimido e expandido o primeiro e segundo elementos de memória de forma 124 e 134 foram acoplados em um arranjo em tandem para puxar em uma direção comum. Isto é, em tal modalidade, o primeiro colar de movimento 122 pode ser movido em direção ao primeiro colar de âncora 120 por contração do primeiro elemento de memória de forma 124, e o segundo colar de movimento 132 pode ser movido em direção ao segundo colar de âncora 130 por contração do segundo elemento de memória de forma 134. Será entendido que tal adução resultante do primeiro colar de movimento 122 e do segundo colar de movimento 132, e a compressão axial resultante do elemento de vedação 160 ali, podem ser aproximadamente o dobro da adução obtida pelo arranjo em tandem ilustrado pelas figuras 9 e 10. Deve ser entendido que a quantidade de deslocamento obtível a partir de qualquer determinado elemento de memória de forma é geralmente uma função do comprimento do elemento de memória de forma, e a quantidade de força que pode ser gerada por um elemento de memória de forma para deslocar, por exemplo, um componente de um dispositivo acionável é uma função do diâmetro e/ou espessura da parte mais estreita do elemento de memória de forma.

Embora a figura 11 mostre dois elementos de memória de forma 124 e 134 dispostos em uma relação oposta, um atuador 100 desta modalidade pode compreender um número maior de elementos de memória de forma para gerar maior força em acionamento. Por exemplo, mas não por meio de limitação, o primeiro colar de movimento 122 pode ser acoplado a um primeiro colar de âncora 120 através de dois ou mais elementos de memória de forma 124 angularmente distribuídos em torno do eixo geométrico do tubo 8 para prover uma força de adução distribuída uniformemente para mover o primeiro colar de movimento 122 em direção ao primeiro colar de âncora 120. Similarmente, o segundo colar de movimento 132 pode ser acoplado a um segundo colar de âncora 130 através de dois ou mais elementos de memória de forma 134 angularmente distribuídos em torno do eixo geométrico do tubo 8 para prover uma força de adução distribuída uniformemente para mover o segundo colar de movimento 132 em direção ao segundo

colar de âncora 130. Deve ser notado que os elementos de memória de forma podem ou não podem ser alinhados longitudinalmente com o eixo geométrico do tubo. Similarmente, em algumas modalidades, um elemento de memória de forma pode ser acoplado ao obturador em uma configuração em espiral e/ou helicoidal em torno do eixo geométrico do tubo, por exemplo, similar às modalidades do centralizador descritas acima. Em razão de um elemento de memória de forma poder ser acoplado para contrair em um modo de tração, um elemento de memória de forma pode ser adaptado para funcionar em configurações não lineares ou não alinhadas. Por exemplo, mas não por meio de limitação, os elementos de memória de forma das figuras 7 e 8 são não lineares na medida em que eles seguem um caminho geralmente em espiral ou helicoidal em torno de uma parte do tubo 8.

A figura 12 é uma vista em perspectiva da modalidade do atuador ativado por temperatura 100 e obturador 160 da figura 11 após o elemento de vedação 160' ser atuado para um modo expandido. A contração dos elementos de memória de forma 124, 134 resulta na adução do primeiro colar de movimento 122' e do segundo colar de movimento 132' para comprimir axialmente e expandir radialmente o elemento de vedação 160' para o modo de isolamento para engatar a parede de um furo (não mostrada na figura 12).

A figura 13 é uma vista em seção transversal da modalidade do obturador ativado por temperatura da figura 11. A figura 13 ilustra o arranjo do atuador ativado por temperatura 100 representado tendo quatro elementos de memória de forma 124, 124A, 134 e 134A angularmente distribuídos e dispostos dentro de canais no elemento de vedação 160 em torno do tubo 8. Em uma modalidade, os elementos de memória de forma 124, 124A, 134 e 134A podem ser dispostos, por exemplo, dentro do furo interior do elemento de vedação 160 junto ao tubo 8, e que o número de posições dos elementos de memória de forma pode variar em outras modalidades.

A figura 14 é uma vista aumentada de um acoplamento entre uma primeira extremidade 135 de um elemento de memória de forma 134 e um colar 130. A primeira extremidade 135 ilustrada na figura 14 compreende

um cabeçote aumentado dentro de um recesso, por exemplo, um recesso geralmente na forma "L" 137, torneado dentro do colar fixo 130. Um acoplamento pode ser usado para pré-carregar o elemento de memória de forma 134 puxando o elemento de memória de forma 134 e o colar de movimento 132 acoplado à segunda extremidade 136 do mesmo para comprimir axialmente o obturador 160 (vide figura 12), por exemplo, suficiente para instalar a primeira extremidade 135 do elemento de memória de forma 134 na posição capturada ilustrada na figura 14. Em tal modalidade, a tensão residual resultante no elemento de memória de forma 134, causada pelo obturador resiliante 160 agindo para restaurar o colar de movimento 132 para sua primeira posição, mantém o acoplamento entre o elemento de memória de forma 134 e o colar de âncora 130. Deve ser entendido que calço(s) podem ser usados para ajustar o acoplamento e deste modo descartar os elementos de memória de forma em um estado de tensão residual. Por exemplo, o(s) calço(s) pode(m) ser inseridos entre um obturador e um colar de âncora, ou entre um obturador e um colar de movimento. Deve ser entendido que um acoplamento como o ilustrado na figura 14 pode ser usado para acoplar o elemento de memória de forma 134 tanto para um colar de âncora 130 ou um colar de movimento 132, ou ambos. Deve ser entendido que o acoplamento ilustrado na figura 14 é, mas um de muitos acoplamento que podem ser empregados para conectar a extremidade de um elemento de memória de forma a uma parte de pelo menos um do atuador ativado por temperatura, do dispositivo acionável e do tubo.

A figura 15 é uma vista em elevação de uma modalidade alternativa de um atuador ativado por temperatura 100 para produzir um deslocamento ampliado e acoplado a um tubo 8 com um centralizador 140 tendo uma pluralidade de estrias geralmente flexíveis 142. O atuador 100 pode ser da mesma construção geral como o atuador 100 das figuras 11 e 12, mas acoplado a um centralizador em vez de um elemento de vedação. O centralizador 140 da figura 15 é atuado pela adução do primeiro colar de movimento 122 e do segundo colar de movimento 132, um em direção ao outro, para expandir radialmente o centralizador 140 implantando uma pluralidade de

molhas em arco 142. A temperatura dos elementos de memória de forma 134 pode ser aumentada para contrair os elementos de memória de forma no comprimento para aduzir o primeiro e segundo colares de movimento 122 e 132 um em direção ao outro para arquear as estrias 142.

5 A figura 16 é o atuador 100 e centralizador 140' da figura 15 em um modo ativado e expandido, respectivamente, para expandir radialmente as estrias 142' do centralizador 140'.

10 Deve ser notado que a contração atual dos elementos de memória de forma representados nas figuras 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 16 não está em escala, e a contração no modo de comprimento atual dos elementos de memória de forma precisa ser, por exemplo, cerca de 5% de seu comprimento. Para um elemento de memória de forma de 91 cm (36 polegadas), por exemplo, uma contração de quase cerca de 5 cm (cerca de 2 polegadas) pode ser obtida, não contando a resistência à contração devido ao carregamento.

15 A contração de um elemento de memória de forma pode prover força considerável para deformar um centralizador, como ilustrado nas figuras 2, 6, 8 e 16 ou um elemento de vedação, como ilustrado nas figuras 10 e 12. Por exemplo, um elemento de memória de forma alongado compreendendo uma liga de níquel-titânio e tendo cerca de 0,318 cm (cerca de 0,125 polegada) de diâmetro pode, quando restringido de contração, produzir cerca de 2,8 kN (cerca de 625 libras) de tensão dentro do elemento, correspondendo a aproximadamente cerca de 0,38 kN/mm² (cerca de 55.000 psi) de capacidade de tensão interna resistente à tração.

25 O uso do termo "encolher", como esse termo é usado no presente, geralmente refere-se à contração de um elemento alongado em um comprimento no geral mais curto, e não significa necessariamente que o volume atual do elemento de memória de forma é reduzido. Por exemplo, um elemento de memória de forma pode ser submetido a uma temperatura de transição e desde modo levado a contrair (isto é, "encolher") a partir de um comprimento de cerca de 91 cm (cerca de 36 polegadas) para um comprimento de cerca de 87 cm (cerca de 34,2 polegadas), enquanto o diâmetro do ele-

mento de memória de encolhimento pode expandir radialmente a partir de um diâmetro de cerca de 0,64 cm (cerca de 0,25 polegadas) para um diâmetro de cerca de 0,65 cm (cerca de 0,257 polegada). Conseqüentemente, embora o elemento de memória de forma possa ser dito "encolher" de cerca de 5 91 cm (cerca de 36 polegadas) para cerca de 87 cm (cerca de 34,2 polegadas), na realidade o elemento de memória de forma é configurado a partir de uma segunda configuração para a primeira configuração, e o termo "encolher" não deveria ser tomado como significando que o volume do elemento de memória de forma trocou em proporção à troca no comprimento geral.

10 Um elemento de memória de forma pode ser acoplado a, por exemplo, um colar fixo, colar de movimento ou outra estrutura em uma variedade de modos incluindo, mas não limitados a, formar um cabeçote e/ou um reforço ou parte aumentada no elemento de memória de forma, e receber o cabeçote e/ou um reforço ou parte aumentada do elemento de memó-
15 ria de forma dentro de um recesso, cavidade, receptáculo, pegador ou outra estrutura adaptada para reter (por exemplo, liberável) o elemento de memória de forma acoplado à estrutura, ou vice-versa. Alternativamente, o elemento de memória de forma pode ser acoplado a, por exemplo, um colar de âncora, colar de movimento ou outra estrutura formando roscas sobre o e-
20 lemento de memória de forma e engatando roscavelmente as roscas com uma abertura rosqueada, furo, recesso ou ajuste sobre ou na estrutura. Alternativamente, um grampo, presilha, cunha ou outra estrutura mecânica podem ser usados para acoplar o elemento de memória de forma às estruturas do elemento de vedação para possibilitar a contração do elemento de
25 memória de forma, em exposição a uma temperatura de transição, para prover movimento de pelo menos um componente do elemento de vedação.

O termo "tubular" como usado no presente para se referir ao corpo ou elemento central em torno do qual as modalidades ilustradas são
30 construídas, pode ser, em uma modalidade, uma coluna tubular, um segmento tubular, um mandril, cano, tubo ou substituto. Em algumas modalidades, um furo do tubo pode ser adaptado para receber uma tampa para evitar fluxo, por exemplo, através de um elemento de vedação acoplado a um atu-

ador descrito no presente. O tubo pode compreender uma pluralidade de tubos e outras estruturas acopladas uma às outras para formar um furo contínuo através.

Uma modalidade do atuador pode ser adaptada para ser ativada (por exemplo, controlada) por manipulação do tubo e/ou pressão de fluido à qual o atuador é exposto. Por exemplo, mas não por meio de limitação, uma modalidade do atuador compreendendo uma bateria e resistor elétrico para aumentar a temperatura de um elemento de memória de forma para uma temperatura de transição pode compreender ainda um sensor, por exemplo, um sensor de pressão, e pode compreender um microprocessador acoplado à bateria para monitorar uma condição de fundo de poço, por exemplo, a pressão, à qual o atuador está exposto. O microprocessador pode ser programado para fechar o circuito incluindo o resistor elétrico na detecção de uma condição de ponto de ajuste, por exemplo, uma pressão ajustada, ou em uma segunda detecção de uma condição de ponto de ajuste, por exemplo, uma pressão de ponto de ajuste, ocorrendo dentro de um intervalo de tempo ajustado.

Por exemplo, mas não por meio de limitação, um microprocessador pode ser programado para monitorar a pressão detectada em um sensor de pressão e, quando a pressão excede um limiar pré-ajustado dentro de um período de tempo pré-ajustado, o microprocessador causa o fechamento do circuito para o resistor elétrico e aumenta a temperatura do elemento de memória de forma para ativar o atuador. Será entendido que uma variedade de métodos de ativação de uma modalidade de um atuador pode ser usada.

Em uma modalidade, um elemento de fixação ou mecanismo de retenção pode ser usado para prender (por exemplo, reter) o atuador no modo ativado, ou para prender ou reter o dispositivo acionável no modo atuado. Por exemplo, uma catraca linear compreendendo um elemento alongado com dentes dispostos no mesmo pode interagir com um dente de catraca que é enviesado na mola para engatar os dentes junto ao elemento alongado, e para indexar junto aos dentes, um de cada vez, em uma primeira direção, mas não travar e evitar o movimento do elemento alongado em uma

segunda direção oposta. Tal elemento de prensão ou mecanismo de retenção pode ser usado para permitir a adução de um primeiro colar e um segundo colar e par evitar a separação do primeiro colar e segundo colar aduzidos.

5 Uma modalidade do atuador usado em um furo de poço profundo verticalmente onde aumentar a temperatura geotérmica durante funcionamento do atuador pode causar a contração parcial dos elementos de memória de forma. Um atuador para esta aplicação pode compreender uma embreagem, um fecho ou um fusível mecânico para evitar o implante prematuro indesejado durante o funcionamento do atuador ao intervalo objetivado do furo de poço. Por exemplo, uma modalidade do atuador ativado por temperatura pode compreender um fusível mecânico, tal como um pino cisalhante, acoplado intermediário a um ou mais elementos de memória de forma tal como menor do que uma quantidade limiar de força provida pela tensão dentro do elemento de memória de forma poderia ser restringido de implantar o dispositivo acionável, por exemplo, o obturador ou centralizador, pelo cisa-
10 lhante. Em uma quantidade limiar de força, o pino cisalhante poderia falhar, e o elemento de memória de forma pode então contrair e deste modo atuar o dispositivo para, por exemplo, um elemento de vedação, para expandir e
15 vedar contra a parede do furo em que o elemento de vedação é disposto ou, para um centralizador, para expandir e posicionar o tubo dentro de um furo em que o centralizador é disposto. Por exemplo, mas não por meio de limitação, a figura 9 ilustra uma modalidade de um fusível mecânico que pode ser usado para este fim. O retentor 72, que pode ser formado como um colar ou
20 manga pode ser recebido e segurado no lugar sobre o tubo 8 usando parafusos de pressão 73. O retentor 72 pode compreender uma ou mais pernas 75 estendendo-se de lá para posicionar um ou mais pinos cisalhantes 76. Os pinos cisalhantes 76 podem ser recebidos dentro de um recesso 27 dentro do colar de movimento 20 para reter o colar de movimento 20 contra movimento fora do retentor 72.
25
30

À medida que a temperatura do elemento de memória de forma 34 é aumentada para a temperatura de transição, um fusível mecânico pode

evitar a ativação prematura do atuador ativado por temperatura 9 retendo o colar de movimento 20 em sua posição original com relação a um retentor 72 como ilustrado na figura 9, até a tensão nos elementos de memória de forma 34 alcançar uma quantidade limiar predeterminada correspondendo ao tamanho e as propriedades metalúrgicas do pino cisalhante, etc. Na quantidade limiar de tensão, o um ou mais pinos cisalhantes 76 falha e deste modo libera o colar de movimento 20 do retentor 72. Em liberação, o colar de movimento 20 é deslocado pela tensão nos elementos de memória de forma 34 para a posição ilustrada na figura 10 para, na modalidade do atuador 10 ilustrada nas figuras 9 e 10, deslocar o elemento de vedação 60 para sua configuração expandida e de isolamento na figura 10. Deve ser entendido que o dispositivo de fusível mecânico nas figuras 9 e 10 pode ser adaptado e usado em conexão com um centralizador, como os descritos em conexão com as figuras 1 a 8, 15 e 16, ou para uso em conexão com qualquer outro dispositivo de fundo de poço acionável.

Os elementos de memória de forma contraídos aquecendo para uma temperatura de transição, como discutido acima, podem descontraír (por exemplo, alongar-se) quando resfriados abaixo da temperatura de transição ou uma segunda temperatura de transição. Em algumas modalidades, pode ser necessário prover um fecho para segurar o atuador ativado por temperatura na configuração ativada para evitar retração inadvertida do dispositivo atuado. Por exemplo, um elemento de vedação ativado por temperatura pode, em uma modalidade, ser ativado pelo modo de isolamento por exposição a calor geotérmico, e o furo de poço pode ser aberto para uma linha de escoamento para a produção a partir do furo de poço. Os fluidos produzidos, por exemplo, gás de hidrocarboneto, podem resultar no resfriamento dos elementos de memória de forma abaixo de uma temperatura de transição em que os elementos de memória de forma podem se estender ou realongar a partir da configuração contraída que descartou o elemento de vedação para o modo de isolamento. Um elemento de vedação ativado por temperatura pode, em uma modalidade, ser ativado por calor a partir de uma bateria acoplada a um resistor elétrico. A corrente a partir da bateria pode

baixar, e o elemento de memória de forma pode ser resfriado como um resultado, e os elementos de memória de forma podem se estender ou alongar a partir da configuração contraída que descartou o elemento de vedação para o modo de isolamento.

5 Uma modalidade do atuador ativado por temperatura pode compreender um fecho para segurar o atuador no modo ativado e/ou o dispositivo atuado no modo implantado, expandido, de isolamento, aberto ou fechado. Por exemplo, mas não por meio de limitação, o atuador pode compreender um mecanismo de catraca que acomoda a adução de, isto é, fechamento ou redução da distância separando, um primeiro colar de movimento e
10 segundo colar de movimento, mas evita ou restringe abdução de, isto é, abrindo ou fechando a distância separando, o primeiro e segundo colares de movimento onde os elementos de memória de forma são descontraídos ou realongados como um resultado de resfriamento para abaixo de uma temperatura de transição. Uma modalidade de tal fecho pode compreender um
15 trilho alongado suportando uma pluralidade de dentes sobre o mesmo, e acoplado ao primeiro colar, e um dente pivotal acoplado ao segundo colar e disposto para engatar de modo móvel os dentes sobre o trilho para prover um mecanismo de catraca linear. O dente pode ser enviesado em direção a
20 uma posição engatada com os dentes do trilho, por exemplo, usando uma mola, e/ou o mecanismo de catraca pode ser usado para evitar a separação inadvertida dos colares se, por exemplo, os elementos de memória de forma pudessem realongar devido a um decréscimo na temperatura, ou falha. Será entendido que uma variedade de mecanismos de catraca, por exemplo, mecanismos de catraca de "uma direção" existe, e podem ser adaptados para
25 este fim sem sair do espírito da invenção. Deve ainda ser entendido que uma modalidade de um atuador ativado por temperatura pode compreender um mecanismo de fecho que é liberável por manipulação do tubo. Por exemplo, mas não por meio de limitação, um fecho pode compreender um
30 mecanismo de catraca para segurar o atuador ativado por temperatura em um modo de isolamento, e a catraca pode manter o atuador na condição de isolamento contanto que o tubo não seja submetido a uma força de libera-

ção, por exemplo, tensão dentro do tubo, no atuador. Por exemplo, para liberar o atuador de sua condição ativada, o tubo pode ser submetido a um nível de liberação de força limiar, por exemplo, colocado em tensão dentro do furo de poço para conferir uma força ascendente sobre o atuador ou dispositivo adjacente para não a e liberar a catraca, deste modo deixando o elemento de vedação resiliente separar o primeiro e segundo colares de movimento e retraindo o elemento de vedação a partir do modo de isolamento.

5 As modalidades do atuador ativado por temperatura podem ser combinadas com vários métodos e aparelhos na técnica de instalar, configurar, implantar, retraindo e/ou recuperar vedações sem sair do espírito das reivindicações a seguir.

15 Os termos "compreendendo", "incluindo" e "tendo", como usados nas reivindicações e no presente relatório, serão considerados como indicando um grupo de abertura que pode incluir outros elementos não especificados. Os termos "um", "uma" e as formas singulares de palavras serão tomados para incluir a forma plural das mesmas palavras, de tal modo que os termos signifiquem que um ou mais de alguma coisa é provido. O termo "um" ou "único" pode ser usado para indicar que um e somente um de alguma coisa é pretendido. Similarmente, outros valores específicos, tal como "dois", pode ser usado quando um número específico de coisas é pretendido. Os termos "preferivelmente", "preferido", "prefere", "opcionalmente", "pode", e termos similares, são usados para indicar que um item, condição ou etapa sendo referido é uma característica opcional (não requerida) da invenção.

25 A partir da descrição detalhada acima de modalidades específicas da invenção, deve ser evidente que um sistema para aprimorar a qualidade de operações de cimentação, que é novo, é descrito. Embora modalidades específicas do sistema sejam descritas no presente, isto é feito somente para o fim de descrever várias características e aspectos da invenção, e não é pretendido ser limitante com respeito ao escopo da invenção. É contemplado que várias substituições, alterações e/ou modificações, incluindo, mas não limitadas a estas variações de implementação que podem ter

sido sugeridas no presente, podem ser feitas para as modalidades descritas sem sair do espírito e escopo da invenção como definido pelas reivindicações anexas que seguem.

- 5 Embora a invenção tenha sido descrita com respeito a um número limitado de modalidades, os versados na técnica, tendo o benefício desta descrição, apreciarão que outras modalidades podem ser concebidas que não saem do escopo da invenção como descrito no presente. Consequentemente, o escopo da invenção deve ser limitado somente pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Atuador ativado por temperatura, que compreende:
um dispositivo atuável disposto em um tubular e tendo um primeiro colar movente e um segundo colar movente;
5 um primeiro elemento de memória de forma acoplado em uma primeira extremidade ao primeiro colar movente e acoplado em uma segunda extremidade ao segundo colar movente que é espaçado separado do primeiro colar movente;
caracterizado pelo fato de que os elementos de memória de forma se contraem em resposta à exposição a uma temperatura de transição de um primeiro comprimento para um segundo comprimento para aduzir o primeiro colar movente e o segundo colar movente para atuar o dispositivo a partir de um modo de inserção para um modo atuado.
10
2. Atuador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o elemento de memória de forma compreende uma liga de titânio-níquel.
15
3. Atuador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o segundo colar é integral com o tubular.
4. Atuador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos primeiros e segundos colares é fixado em posição sobre o tubular, e o outro dos primeiros e segundos colares é relativamente móvel no tubular pela contração do elemento de memória de forma.
20
5. Aparelho de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que adicionalmente compreende,
25 uma bateria acoplada eletricamente a um elemento de aquecimento de resistência elétrica próxima ao elemento de memória de forma.
6. Atuador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que adicionalmente compreende,
um fusível mecânico para reter pelo menos um do primeiro colar movente e do segundo colar movente em uma primeira posição, o fusível mecânico compreende pelo menos um membro de cisalhamento predisposto a falhar em uma quantidade limiar de força imposta ao membro de cisalha-
30

mento pela contração do elemento de memória de forma.

7. Atuador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo é um centralizador que tem uma pluralidade de estrias acopladas a pelo menos um do primeiro colar e do segundo colar.

5 8. Atuador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo é um membro de gaxeta que tem um furo recebido no tubular intermediário o primeiro colar e o segundo colar.

9. Atuador de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que as estrias do centralizador são móveis a partir de uma configuração de inserção enrolada em espiral para uma configuração expandida.

10 10. Atuador de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos primeiros e segundos colares pode ser girado um em relação ao outro para mover as estrias entre uma configuração de inserção enrolada em espiral para uma configuração expandida.

15 11. Atuador de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que as estrias do centralizador estão contidas na configuração de inserção fixando pelo menos um dos primeiros e segundos colares contra a rotação em torno do tubular.

20 12. Atuador de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que pelo menos um dos primeiros e segundos colares é girado forçosamente em torno do tubular pela contração do elemento de memória de forma.

25 13. Atuador de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que pelo menos um do primeiro colar e o segundo colar é acoplado a uma pluralidade de estrias do centralizador.

14. Método de isolar uma primeira parte de espaço anular a partir de uma segunda parte de espaço anular, caracterizado pelo fato de que compreende,

30 dispor de modo deslizante um primeiro colar movente e um segundo colar movente em um tubular intermediário um primeiro colar de âncora e um segundo colar de âncora com o primeiro colar movente intermediário o segundo colar movente e o segundo colar da âncora;

dispor um membro de gaxeta no tubular intermediário o primeiro colar movente e o segundo colar movente;

5 acoplar uma primeira extremidade de um ou mais primeiros elementos de memória de forma ao primeiro colar da âncora e uma segunda extremidade de um ou mais primeiros elementos de memória de forma ao primeiro colar movente;

10 acoplar uma primeira extremidade de um ou mais segundos elementos de memória de forma ao segundo colar da âncora e uma segunda extremidade de um ou mais segundos elementos de memória de forma ao segundo colar movente;

dispor o membro de gaxeta dentro de um furo; e

15 aumentar a temperatura de um ou mais primeiros elementos de memória de forma e de um ou mais segundos elementos de memória de forma para uma temperatura de transição para encolher um ou mais primeiros elementos de memória de forma para mover o primeiro colar movente para o primeiro colar da âncora e para encolher um ou mais segundos elementos de memória de forma para mover o segundo colar movente para o segundo colar da âncora para expandir radialmente o membro de gaxeta para acoplar uma parede do furo.

20 15. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o um ou mais primeiros elementos de memória de forma compreende uma liga de níquel-titânio.

25 16. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que o tubular compreende uma pluralidade de segmentos tubulares.

17. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que ainda compreende formar integralmente pelo menos um do primeiro colar de âncora e do segundo colar de âncora com o tubular.

30 18. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que aumentar a temperatura de um ou mais elementos de memória de forma compreende a disposição de um ou mais elementos de memória de forma em uma perfuração terrestre que tem um gradiente térmico ver-

tical em uma profundidade suficiente para expor um ou mais elementos de memória de forma à temperatura de transição.

19. Método de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que ainda compreende fixar o primeiro colar movente e o segundo colar de âncora em um relacionamento aduzido.

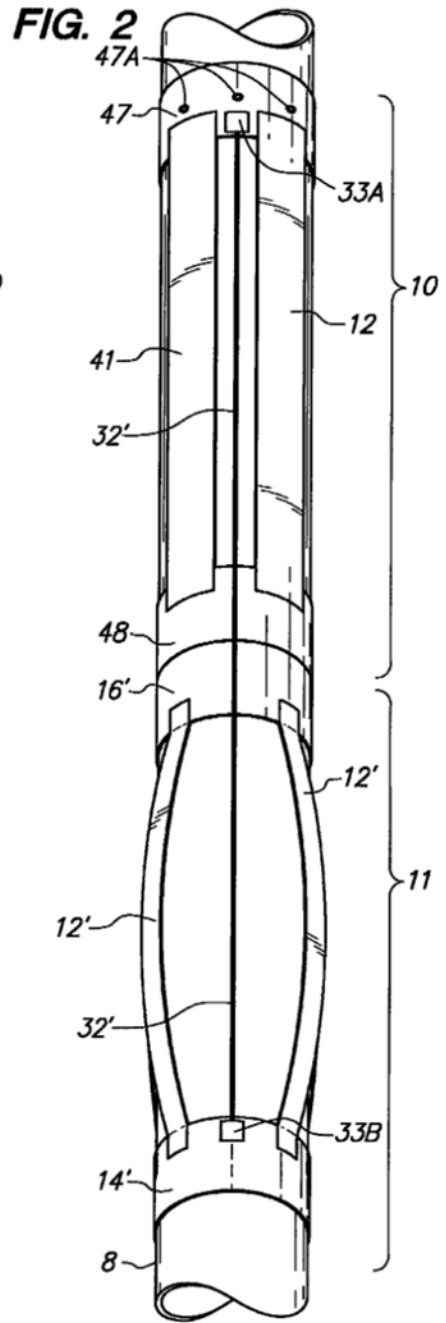
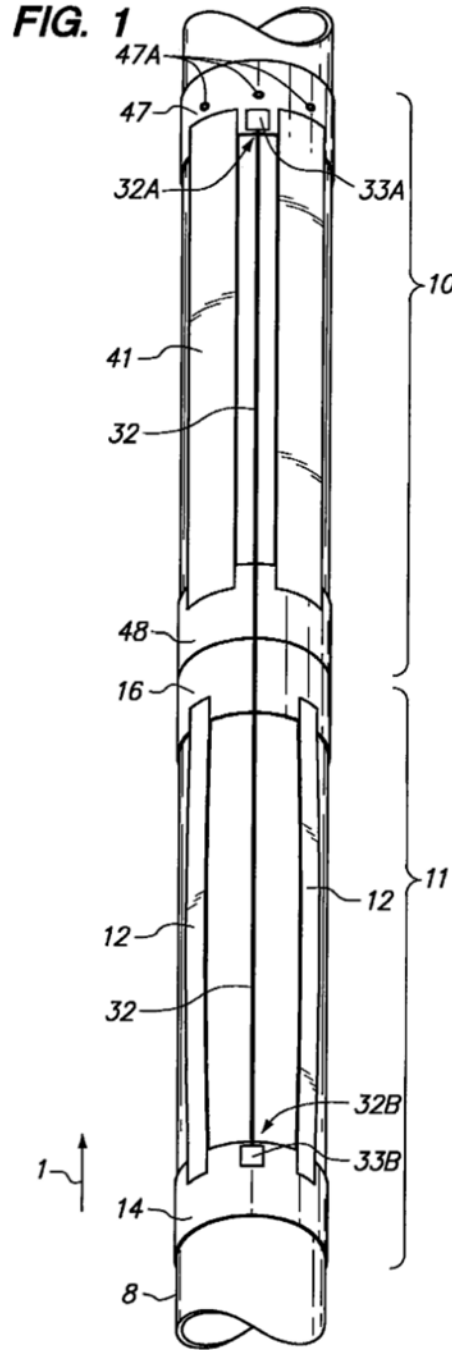


FIG. 3

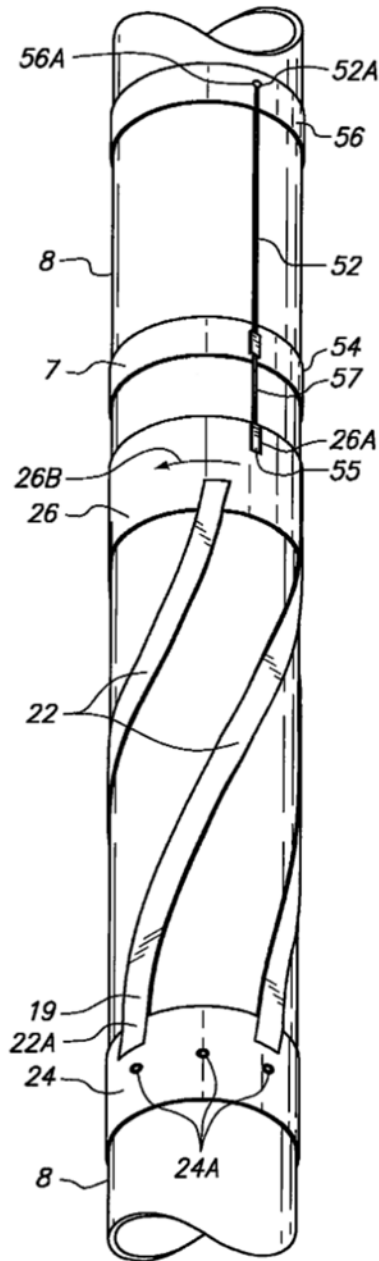


FIG. 4

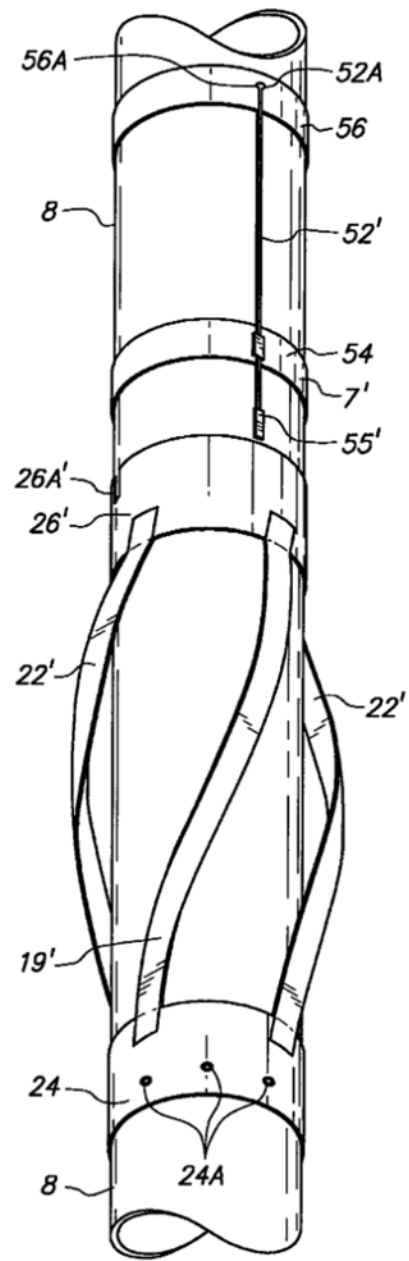


FIG. 5

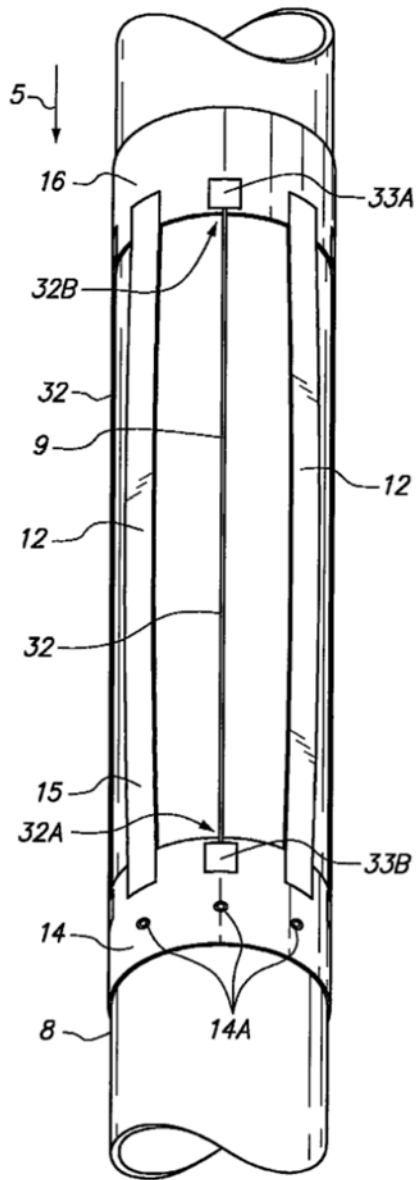


FIG. 6

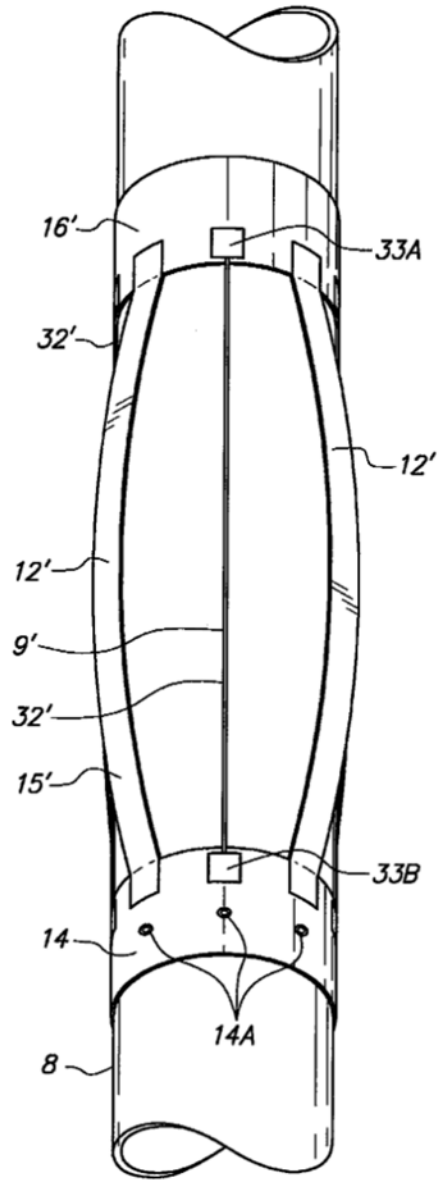


FIG. 9

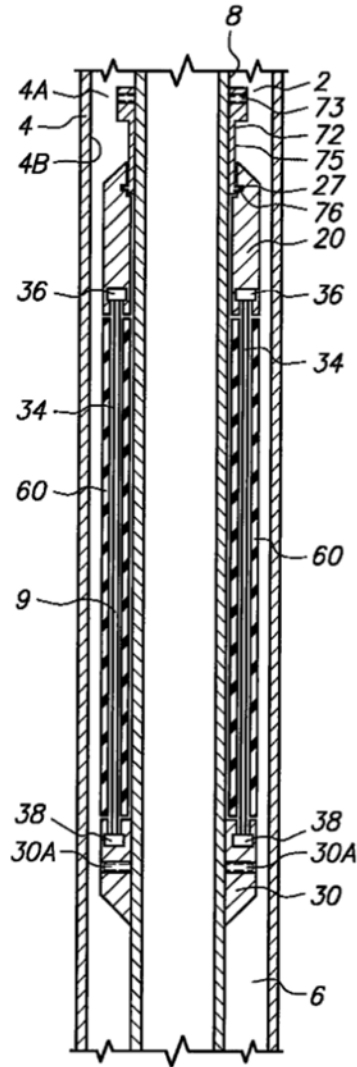


FIG. 10

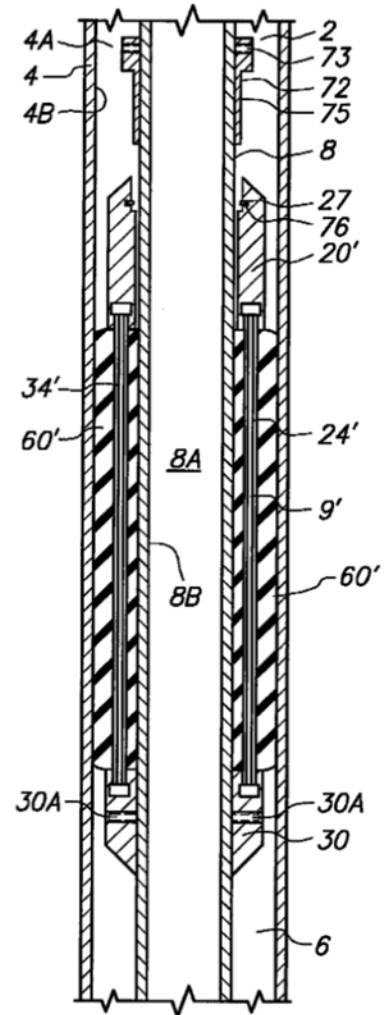
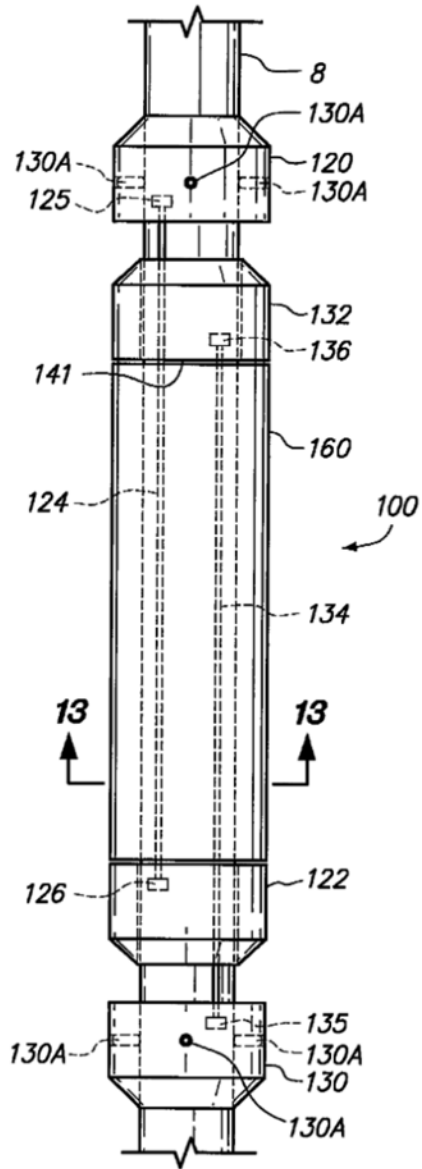


FIG. 11



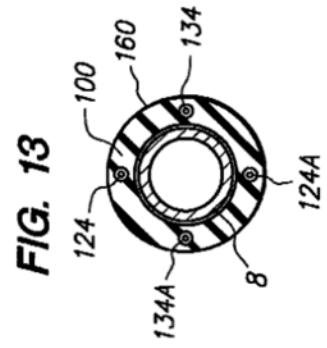
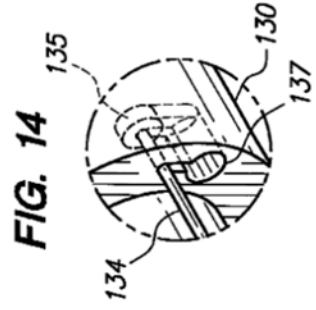
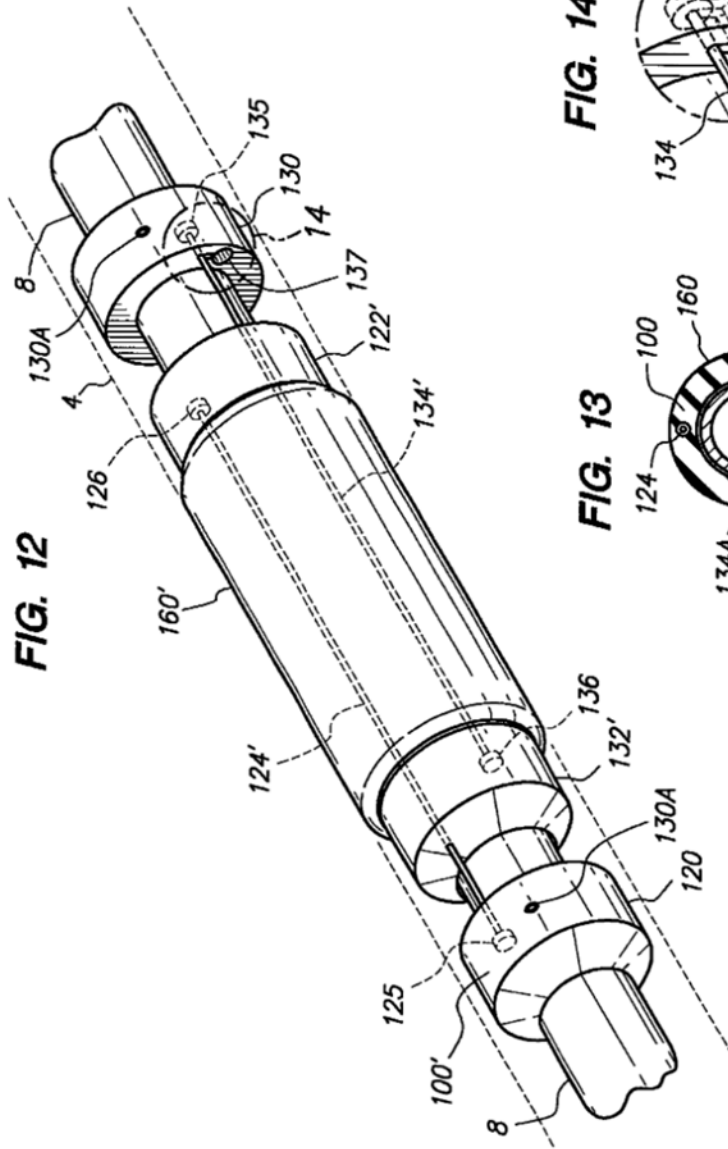


FIG. 12

FIG. 14

FIG. 13

FIG. 15

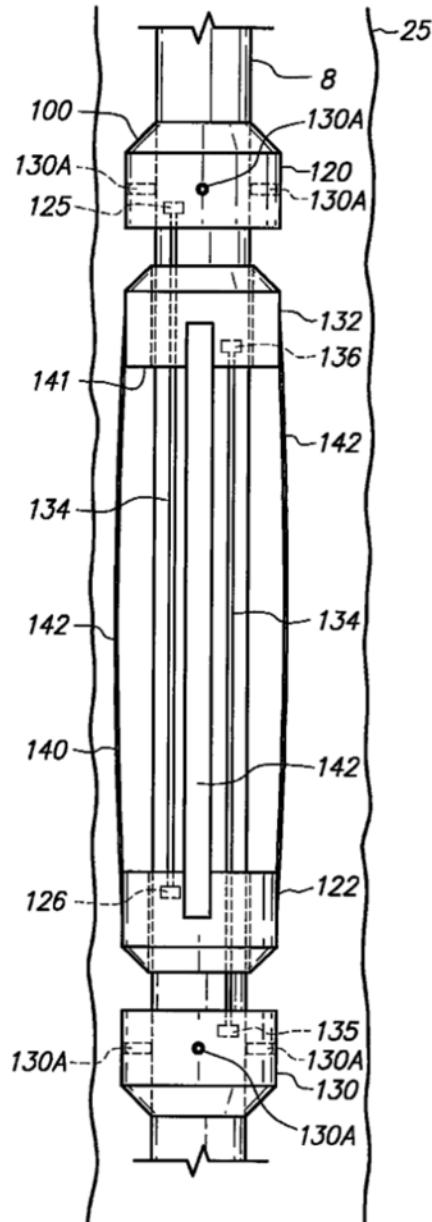


FIG. 16

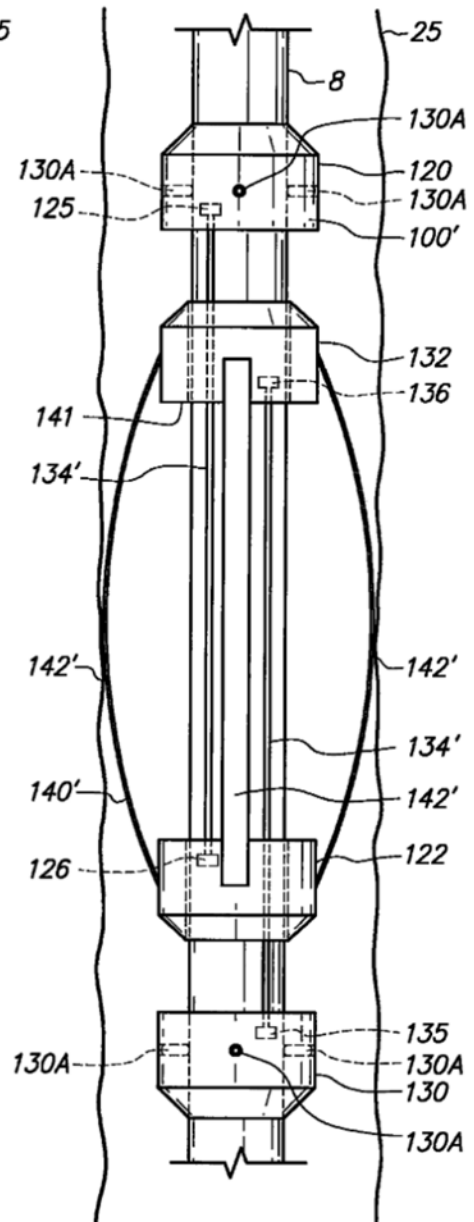


FIG. 17

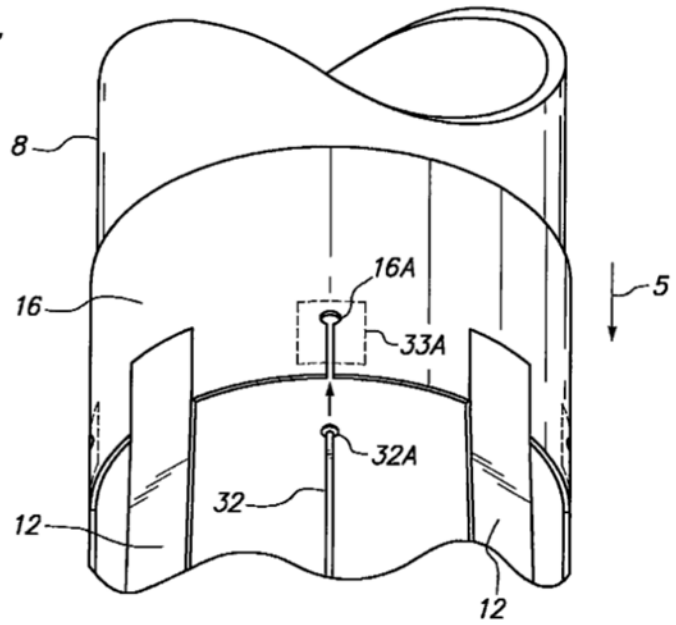
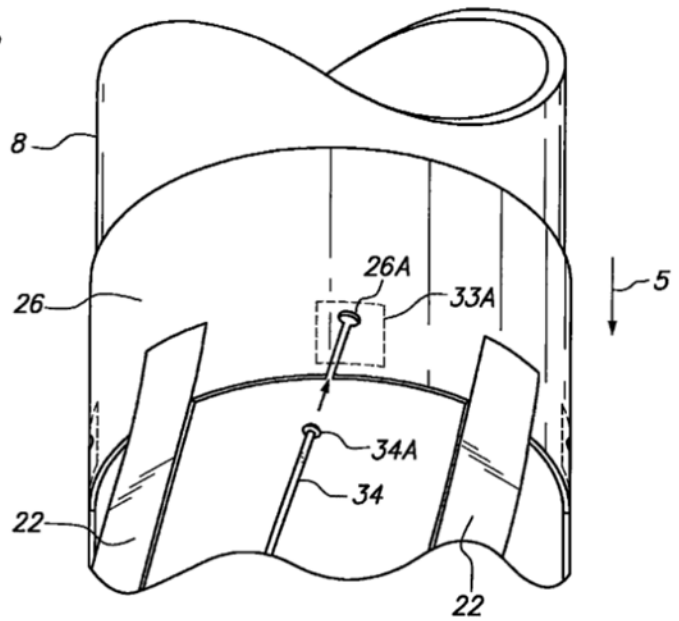


FIG. 18



RESUMO

Patente de Invenção "ATUADOR ATIVADO POR TEMPERATURA E MÉTODO DE ISOLAR UMA PRIMEIRA PARTE DE ESPAÇO ANULAR A PARTIR DE UMA SEGUNDA PARTE DE ESPAÇO ANULAR".

5 A presente invenção refere-se a um atuador ativado por temperatura que é instalado em um tubular para atuar um dispositivo adjacente, o qual pode incluir um ou mais elementos de liga de memória de forma. Os elementos podem ser acoplados entre uma primeira parte e uma segunda parte de um dispositivo, ou os elementos podem ser acoplados entre o tubular e uma parte do dispositivo. Os elementos são ativados aumentando-se a temperatura até uma temperatura de transição para causar a transformação metalúrgica de fase, fazendo com que os elementos se contraíam e desloquem pelo menos uma parte do dispositivo. O atuador pode ser usado, por exemplo, para atuar um centralizador a partir de um modo de inserção para um modo posicionado ou, alternadamente, para atuar um membro de gaxeta de uma modalidade do confronto a uma modalidade isolante. Uma liga de níquel-titânio, por exemplo, pode ser usada como o material da liga de memória de forma da qual o elemento de memória de forma é fabricado.

10

15