



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

(11) PI 1013375-5 B1



(22) Data do Depósito: 25/10/2010

(45) Data de Concessão: 24/12/2019

(54) Título: MÉTODO PARA ENROLAR UM OLEODUTO, MÉTODO PARA ENROLAR OU DESENROLAR UM OLEODUTO E MÉTODO DE LANÇAMENTO DE TUBO

(51) Int.Cl.: F16L 1/16; F16L 1/20.

(30) Prioridade Unionista: 07/04/2010 GB 10 05795.8; 26/10/2009 GB 09 18768.3.

(73) Titular(es): SUBSEA 7 LIMITED.

(72) Inventor(es): JOHN ARTHUR MAIR; THOMAS SCHÜLLER; GERNOLD HOLLER; FRIEDRICH HENNEICKE; JOACHIM BANSE.

(86) Pedido PCT: PCT EP2010066050 de 25/10/2010

(87) Publicação PCT: WO 2011/051218 de 05/05/2011

(85) Data do Início da Fase Nacional: 25/10/2011

(57) Resumo: MÉTODO PARA ENROLAR UM OLEODUTO, MÉTODO PARA ENROLAR OU DESENROLAR UM OLEODUTO E MÉTODO DE LANÇAMENTO DE TUBO A presente invenção refere-se a um método que é descrito para enrolamento e desenrolamento de um oleoduto (6) tendo uma um revestimento interno metálico resistente à corrosão que é firmemente ajustado dentro do oleoduto. Para minimizar ou evitar o enrugamento do revestimento durante o enrolamento ou desenrolamento, uma extensão do oleoduto é pressurizada internamente em um processo de pressurização de dois estágios, e depois a extensão do oleoduto é enrolada ou desenrolada, conforme for o caso. No primeiro estágio do processo de pressurização, a extensão do oleoduto é preenchida com o fluido em uma pressão elevada, e no segundo estágio, a pressão do fluido é aumentada para uma pressão maior, a qual pode ser de 2500 kPa (25 bar) ou mais, absoluto.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA ENROLAR UM OLEODUTO, MÉTODO PARA ENROLAR OU DESENROLAR UM OLEODUTO E MÉTODO DE LANÇAMENTO DE TUBO"**.

[001] A presente invenção refere-se a métodos de enrolamento de oleoduto em um carretel em preparação para lançamento de oleoduto, e também para o método de lançamento de oleoduto.

[002] A Patente US-A-3.934.647 descreve um sistema de lançamento de oleoduto incluindo uma técnica por testar hidrostaticamente o oleoduto conforme é carregado no carretel. Quando o tubo é iniciado em um carretel, uma extremidade de seção é passada através do eixo do carretel ou placa de flange. A extremidade da seção é afixada a uma válvula de portão de abertura total e uma válvula de sangramento é conectada a um bocal aberto. Para preencher a linha com água de teste, o denominado "pig" é utilizado, trata-se de dispositivo que é móvel ao longo do oleoduto e que pode ser temporariamente fixado em qualquer local desejado no interior do oleoduto. Um pig é geralmente utilizado para separar diferentes fluidos ou gases, mas também poderá servir para a limpeza e inspeção do interior do furo do oleoduto. O pig é inserido no interior do bocal aberto na extremidade do carretel do oleoduto. Um pig fornecendo uma vedação d'água nas superfícies internas do oleoduto, tal como um pig esférico, deve ser usado para minimizar o vazamento de água passando pelo pig. Um cabo de uma fonte de água de baixa pressão é então afixado ao bocal. O pig é empurrado na frente da água na medida em que a linha é preenchida. Na outra extremidade da linha, um conjunto de cabeça de teste foi soldado. Este conjunto de cabeça inclui válvulas de sangria para remover o ar coletado e para permitir que o pig seja acionado, uma abertura total da válvula de gaveta para permitir que o pig saia da seção a ser testada, e a válvula de conexão para pressurizar a linha e monitorar a linha

de pressão. O pig é bombeado através da linha com todas as válvulas abertas com exceção da válvula de sangria na extremidade do carretel. A extremidade da válvula é então fechada e todo o ar é expelido das outras válvulas. Quando todo o ar é expelido, as válvulas de gaveta são fechadas. A linha é então pressurizada através de uma das válvulas pequenas.

[003] Quando o teste é completado, o pig e a água são empurrados de volta em direção do carretel através de pressão de ar aplicada na extremidade da válvula de sangria com a válvula de gaveta no conjunto de teste totalmente aberto. A válvula de gaveta ou a válvula de sangria na extremidade do carretel é utilizada para controlar o fluxo do ar de teste do tubo e para vedar o tubo depois de o pig ter se movido para trás o suficiente para que o conjunto de teste possa ser removido.

[004] Um método de lançamento de oleoduto no leito do mar como descrito na patente WO 2008/072970 A1. Como descrito naquele documento, com uma crescente necessidade para transportar correntes de poços não processados de instalações submersas e uma ocorrência mais frequente de necessidade de transportar fluidos agressivos, existe uma crescente demanda para oleodutos à prova de corrosão. No entanto, o custo de fabricação de um oleoduto de material totalmente à prova de corrosão aumentou drasticamente e, portanto, são necessárias alternativas menos dispendiosas.

[005] Dentre estas alternativas menos dispendiosas, há o oleoduto de aço carbono com um capeamento ou revestimento interior resistente à corrosão. Estes oleodutos, referidos como oleodutos capeados ou revestidos, combinam a força do baixo custo do aço carbono com a resistência à corrosão do revestimento. O revestimento normalmente é produzido de um material resistente à corrosão, por exemplo, aço inoxidável, superligas de aço inoxidável a base de cromo-níquel austenítico, por exemplo, Inconel (RTM) ou outra liga, e normalmente possui

uma espessura de 1 – 7 mm, mais comumente cerca de 3 mm.

[006] Há disponíveis várias formas de fixar o revestimento na superfície interior de um oleoduto de aço carbono. O revestimento poderá ser instalado com contato mecânico, tal como expansão plástica de um revestimento interior solto do interior, de forma que deformar elasticamente exterior em aço-carbono do oleoduto, ajustando dessa forma, firmemente, o revestimento interno de dentro do oleoduto quando a pressão interna em expansão for removida, ou com uma ligação metalúrgica por meio de um através de laminação a quente, soldagem, brasagem ou solda por capeamento. A alternativa menos dispendiosa é ajustar o revestimento interno no oleoduto de aço carbono com o denominado contato metálico, geralmente sem qualquer espaço adequado no mesmo. No entanto, ao enrolar tal oleoduto em um tambor de lançamento de oleoduto ou durante a bobinagem de tal oleoduto em um tambor de lançamento de oleoduto, revestimento interior pode deformar por flambagem ou por enrugamento. Tal deformação por restringir localmente o diâmetro interno ou de outra forma, afetar o desempenho, o que não é desejado.

[007] Como descrito na Patente WO 2008/072970 A1, este efeito de enrugamento pode ser evitado se o oleoduto for pressurizado durante o enrolamento e/ou desenrolamento. A aplicação de pressão assegura que o revestimento interno retém contato metálico direto com o exterior do oleoduto conforme os dois são enrolados ou desenrolados do carretel de armazenamento de um navio de lançamento de oleoduto e desta forma ser submetido à flexão ou desempenho.

[008] Este oleoduto normalmente é montado a partir de comprimentos individuais, usualmente cerca de 12 metros de comprimento, que são soldados em seções que são normalmente de 750 metros a 2000 metros de comprimento e são conhecidos como “hastes”. Estas hastes são unidas em uma base carretel às margens de uma estação

de solda localizada antes do navio e o oleoduto resultante e depois enrolada em um carretel de armazenagem de um navio de lançamento em alto-mar. A extensão das hastes é limitada pela extensão da base de carretel, ao invés de outras considerações tecnológicas.

[009] Em síntese, o método descrito na Patente WO 2008/072970 A1, conforme é como a seguir:

a) hastes são unidas para formar um comprimento inicial do oleoduto para enrolar um carretel de armazenagem;

b) antes de enrolar o carretel no armazenagem, a extensão do oleoduto é pressurizado até uma pressão de 500 e 2500 kPa (5 e 25 bar) por meio de um fluido pressurizado dentro da extensão do oleoduto;

c) o tubo pressurizado é enrolado no carretel;

d) a extensão do oleoduto é despressurizado e a próxima haste é soldada no mesmo;

e) o oleoduto medido é então repressurizado e enrolado no carretel;

f) este processo é repetido até que a extensão necessário do oleoduto tiver sido armazenado no carretel;

g) o navio de lançamento de tubo então prossegue até o local de trabalho;

h) o tubo é então repressurizado e esta pressão mantida conforme o tubo é enrolado do carretel e lançado no leito do mar da maneira convencional; e

i) uma vez consequentemente lançado no leito do mar, o tubo é despressurizado.

[0010] De acordo com o WO 2008/072970 A1, durante o enrolamento e desenrolamento, a pressão deve ser mantida entre 500 e 2500 kPa (5 e 25 bar) de pressão absoluta,. Uma pressão inferior a 500 kPa (5 bar) deixa de remover o risco de deformação, tal como

flambagem ou enrugamento, enquanto uma pressão maior do que 2500 kPa (25 bar) seria impraticável e criaria problemas. O documento não trabalha o significado de “impraticável” ou quais “problemas” podem ser criados. Contudo, é considerado que isto é uma referência ao fato de que, se a água é usada como o meio de pressurizar, uma bomba de alta produção seria necessária para preencher o espaço dentro do tubo rápido o suficiente antes da pressurização, mas tal bomba podem somente ser capaz de alcançar uma pressão menor do que 2500 kPa (25 bar). Por outro lado, se ar fosse utilizado, um limite de pressão prática de 2500 kPa (25 bar) surgiria devido ao risco de rápida expansão e liberação de grandes quantidades de energia armazenada no caso de possível falha do tubo, o que pode comprometer a segurança. Além disso, qualquer tipo de meio pressurizado é utilizado, pressões maiores do que cerca de 2500 kPa (25 bar) dentro do tubo enrolado tenderia a alisar e pode causar salto para fora do tambor de armazenamento, ao não ser que medidas especiais fossem tomadas para evitar isso, tal como a aplicação de contratensão o suficiente.

[0011] A Patente WO 2008/072970 A1 também não descreve como o tubo deve ser pressurizado.

[0012] De acordo com um primeiro aspecto da invenção, é fornecido um método de enrolamento e desenrolamento de oleoduto tendo um revestimento metálico resistente à corrosão que é firmemente ajustado dentro do oleoduto, em que, para minimizar ou evitar o enrugamento do revestimento durante o enrolamento ou desenrolamento, as seguintes etapas são realizadas: pressurizar internamente um comprimento de oleoduto em um processo de pressurização, no primeiro estágio do qual a dita extensão do oleoduto é preenchido com um fluido em uma pressão elevada e na segunda etapa na qual a pressão do fluido é aumentada até uma pressão mais alta e o enrolamento e desenrolamento, conforme for o caso, da dita extensão do oleoduto en-

quanto é pressurizado.

[0013] As bombas que são capazes de preencher o oleoduto com o fluido em pressão elevada precisam de uma produção volumétrica alta, para preencher o tubo em um período curto aceitável (por exemplo, cerca de meia hora), mas eles não normalmente são capazes de isoladamente pressurizar internamente o oleoduto até uma pressão superior a 2500 kPa (25 bar absoluto). Contudo, a pressão pode prontamente ser aumentada acima de 2500 kPa (25 bar absoluto) se for utilizada uma bomba ou acumulador de produção volumétrica separada, inferior, mas com maior produção. Ao aumentar a pressão de fluido, a qual o fluido é pressurizado acima da pressão de produção da bomba de alta produção volumétrica, pode-ser aumentar a probabilidade de minimizar ou evitar o enrugamento do revestimento.

[0014] Um exemplo de uma bomba de alta produção adequada para preencher o oleoduto é uma bomba centrífuga containerizada acionada por um motor a diesel.

[0015] Um exemplo de uma bomba de pressão de maior produção adequada é uma bomba de pistão de alternativo acionado por ar comprimido. Como alternativa, pode ser utilizado um acumulador de maior pressão única ou um banco de acumuladores de alta pressão.

[0016] De acordo com uma implementação preferida, a maior pressão é mais do que 2500 kPa (25 bar absoluto) e uma bomba de múltiplos estágios é utilizada para pressurizar internamente a extensão do oleoduto à dita maior pressão.

[0017] As bombas de múltiplos estágios estão prontamente disponíveis as quais fornecem uma produção volumétrica adequada para preencher a extensão do tubo em uma duração aceitável de curto tempo, ao utilizar água como fluido de pressurização, enquanto que também aumenta a pressão de água acima de 2500 kPa (25 bar absoluto), ou mais, se necessário.

[0018] A bomba de múltiplos estágios, adequadamente, pode ser uma bomba centrífuga. Por exemplo, a bomba de múltiplos estágios a diesel acionada de modo único, a qual, normalmente alcançaria as pressões de produção desejadas, a cada 3500 kPa (35 bar absoluto), ou mais, se necessário.

[0019] Em uma implementação do método para enrolar o oleoduto em um carretel, o oleoduto metálico tendo um revestimento à prova de corrosão que é ajustado dentro de um tubo exterior que é menos resistente à corrosão, cujo método compreende das operações de:

- bombear um tampão móvel junto com um comprimento de oleoduto em direção a uma extremidade de arrasto de modo que a extensão do oleoduto é preenchida com fluido;

- travar o tampão móvel próximo à extremidade de arrasto da extensão do oleoduto;

- pressurizar o fluido em uma pressão absoluta de pelo menos 2500 kPa (25 bar) utilizando o processo de pressurização de dois estágios;

- enrolar o dito oleoduto em um carretel enquanto a pressão absoluta de pelo menos 2500 kPa (25 bar) é mantido dentro do oleoduto;

- despressurizar o dito oleoduto; e

- unir uma outra seção de oleoduto na extremidade de arrasto seguido pela repetição das operações de bombeamento, travamento, pressurização e enrolamento.

[0020] Ao pressurizar o oleoduto com água, ou qualquer outro fluido substancialmente não comprimido, o uso de um tampão móvel possui a vantagem significativa que não é necessária para preencher e drenar toda a extensão do oleoduto a cada vez que uma outra seção de oleoduto é afixa. Isto possui importantes benefícios em termos de poupar tempo, já que o processo de preencher, drenar e secar a ex-

tremidade do tubo para a solda necessitaria de muito tempo.

[0021] De acordo com um segundo aspecto da invenção, é fornecido um método de lançar tubo no qual o tubo é desenrolado do carretel de lançamento de tubos em uma barcaça de lançamento de tubo, o oleoduto tendo um revestimento metálico resistente à corrosão ajustado dentro de um tubo externo que menos resistente à corrosão, compreendendo das operações de pressurização do oleoduto ao aumentar a pressão de um fluido preenchendo o oleoduto em uma pressão absoluta de pelo menos 2500 kPa (25 bar); desenrolar o dito oleoduto do carretel enquanto a dita pressão absoluta de pelo menos 2500 kPa (25 bar) é mantida no oleoduto; lançar o oleoduto no leito do mar; e despressurizar o oleoduto.

[0022] Para melhor compreensão da invenção, e para e para demonstrar como a mesma deve ser conduzida, deve ser feita consulta, como exemplo, aos desenhos apensos, nos quais:

[0023] figura 1 ilustra um método de carregar um tubo de acordo com uma modalidade da invenção;

[0024] figura 2 é uma vista de extremidade de um carretel de enrolar um tubo;

[0025] figura 3 é uma vista lateral de um carretel de enrolamento de tubo;

[0026] figura 4 ilustra um extremidade de arrasto cap e pig;

[0027] figura 5 exhibe um comprimento de oleoduto inicial;

[0028] figura 6 exhibe um comprimento de oleoduto inicial junto com um a configuração de bombeamento de pig;

[0029] figura 7 exhibe um comprimento de oleoduto tendo um pig bombeado até a extremidade de arrasto e o tubo pressurizado;

[0030] figura 8 exhibe um comprimento de oleoduto pressurizado carregado em um ponto de conexão de carretel;

[0031] figura 9 exhibe um comprimento de oleoduto pressurizado

carregado no carretel;

[0032] figura 10 exibe uma extremidade de arrasto cap removido para unir e uma próxima haste;

[0033] figura 11 exibe uma nova haste unida á extremidade de arrasto do oleoduto;

[0034] figura 12 um comprimento de tubo pronto para bombeamento do pig e pressurização;

[0035] figura 13 exibe um comprimento adicional de oleoduto pressurizado sendo enrolado no carretel;

[0036] figura 14 exibe um comprimento de oleoduto pressurizado fechado por uma extremidade guia e enrolado no carretel;

[0037] figura 15 exibe a extensão do oleoduto pressurizado com a extremidade guia removida;

[0038] figura 16 exibe um receptor de pig instalado na extremidade de arrasto;

[0039] figura 17 exibe o pig bombeado no receptor da figura 16;

[0040] figura 18 exibe o receptor de pig removido e o tubo pressurizado; e

[0041] figura 19 exibe o carretel totalmente carregado;

[0042] figura 20 exibe uma variante do método de carregamento de tubo;

[0043] figura 21a exibe uma vista lateral da forma preferida do pig, ao ser movido dentro do oleoduto;

[0044] figura 21b é uma vista correspondente, exibindo o pig ao ser travado em posição na extremidade do oleoduto; e

[0045] figura 22 é uma vista lateral, parcial de um pig de fricção, o qual está na forma alternativa de pig para o pig inteligente exibido nas figuras 21a e 21b.

[0046] A figura 1 exibe uma disposição de oleoduto sendo carregado no qual as seções do tubo ou hastes de tubos alinhadas são

montadas numa instalação de fabricação de oleoduto numa margem 1 e passado sobre o molhe de carga 2 para um conjunto de carretel de armazenamento 300 em um navio de lançamento de tubo 4. As instalações de fabricação de tubo em base na praia 1 por vezes é conhecido na indústria como uma base de carretel. Conforme mostrado na figura 1, um comprimento do oleoduto 6 passa em uma série de rolos de suporte 7 através da primeira e segunda estação de soldagem e revestimento 8 e 9, a qual também são fornecidas com capacidade de teste e teste de qualidade de solda.

[0047] O oleoduto 6 passa ao longo da rampa 10, a qual fornece suporte a um grampo de bloqueio de disparo (HOC) 11, um tensionador 12 e um alisador 13, e depois sobre uma dala/guia 14 antes de chegar a um conjunto de carretel de armazenagem 300, tendo um carretel de armazenagem 3.

[0048] Na discussão a seguir, a extremidade do oleoduto o qual é inicialmente alimentado no carretel de armazenagem 3 é referido como uma extremidade guia do oleoduto e a outra extremidade é referida como a extremidade de arrasto.

[0049] Ao utilizar o equipamento ilustrado na figura 1, as hastes de tubo revestidas são unidas na base de carretel 1 para formar um comprimento de oleoduto 6 o qual pode ser enrolado no carretel de armazenagem 3 no navio 4.

[0050] Conforme descrito em mais detalhes a seguir, as etapas básicas no processo de enrolamento são como segue: um comprimento inicial de oleoduto 6 é montado por solda em uma sucessão de hastes de tubos. O tubo é então pressurizado com água em uma pressão absoluta requerida, sendo de preferência 3000 kPa (30 bar) antes de avançar até a rampa 10 sobre a dala 14 no carretel 3. Depois de enrolar no carretel de armazenamento 3, o tubo é despressurizado, outra extensão acrescentada, pressurizado com água, e ainda avança no

carretel 3. Este processo é repetido até que o carretel 3 esteja cheio e o navio 4 possa então ser transferido para o local de trabalho. Neste ponto, o tubo é repressurizado e depois lançado no leito do mar conforme a maneira convencional.

[0051] Em vista do nível relativamente alto de pressurização empregado no oleoduto, é importante assegurar que, quando pressurizado no carretel, o oleoduto está mantido fixo na extremidade livre e que suficiente tensão de bobinagem é mantida no carretel, para resistir à tendência de que o oleoduto se alise.

[0052] O nível de pressurização durante o processo de enrolamento é importante para que haja sucesso. O valor mais inferior da faixa de pressurização deve ser suficiente para evitar o enrugamento do revestimento. Na prática, um valor mínimo de 500 kPa (5 bar absoluto) é o adequado. Enquanto a pressão deve ser a maior possível para evitar ou minimizar o enrugamento do revestimento, na prática é fornecido um limite superior pela necessidade de manter a integridade estrutural do oleoduto. Para a maioria dos casos, um limite superior de 5000 kPa (50 bar absoluto) é prudente e um valor superior de abaixo de 5000 kPa (50 bar absoluto) será comumente adequado para manter a integridade estrutural do oleoduto, especialmente se estiver próximo de 5000 kPa (50 bar). Contudo, pressões maiores podem ser utilizadas, dependendo do valor de fratura para o tubo em observação, o qual pode variar significativamente de tubo a tubo e pode, em alguns casos, ser um número variado, por exemplo, 80000 kPa (800 bar) ou mais.

[0053] Consequentemente, uma faixa de pressurização preferida é definida por um valor absoluto inferior de 500 kPa (5 bar) e um valor absoluto superior que é menor do que 2500 kPa (25 bar). De preferência, o valor superior é menor do que 2445 kPa (24,45 bar), ainda mais de preferência de 2400 kPa (24 bar).

[0054] O valor inferior (absoluto) da faixa de pressurização é de

preferência de 550 kPa (5,5 bar), mais de preferência de 600 kPa (6 bar), ainda mais de preferência de 650 kPa (6,5 bar) e mais ainda de preferência de 1000 kPa (10 bar).

[0055] A faixa de pressurização pode ser definida por qualquer combinação de valores declarados inferiores e superiores, conforme aqui especificados.

[0056] A pressurização do oleoduto durante o processo de enrolamento é obtido ao acionar o pig em direção à extremidade de arrasto do oleoduto, de modo que o oleoduto se torna preenchido com água. O pig pode ser um pig inteligente e está, de qualquer maneira, dimensionado para ser passado através do tubo por pressão da água aplicado após o mesmo. Este pig é equipado com vedações e um mecanismo de trava operado remotamente de modo que pode ser utilizado para formar uma antepara resistente à água próxima à extremidade de arrasto do oleoduto. As disposições de travamento e a vedação permitem que a extremidade de arrasto cap seja removida, enquanto que o pig, e a água por trás do mesmo, sejam retidos no local para a operação de união de haste. Isto significa que a drenagem do oleoduto não é necessária. As disposições de vedação/trava são importantes, já que a extremidade do tubo deve ser mantida seca de modo a não comprometer a haste na operação de haste de união (isto é, soldagem).

[0057] É preferível pressurizar o oleoduto com água, já que é substancialmente incompressível e prontamente disponível no site. Contudo, seria possível empregar outros fluidos tais como ar ou nitrogênio.

[0058] As figuras 2 e 3 ilustram o conjunto de carretel 300 em mais detalhes.

[0059] O carretel rotativo 3 do conjunto de carretel 300 é montado em mancais 33 os quais são suportados por uma estrutura de suporte 25. O carretel 3 compreende de um eixo 22, no qual o oleoduto 6 é

enrolado, e duas extremidades de flanges 23 e 24. O flange 24 sustenta um manifold em anel 21 que, em uma modalidade, fornece uma série de seis conexões de válvulas de bomba 28 dispostos em forma anularmente em torno do manifold 21. Cada conexão de bomba possui uma respectiva válvula sem retorno. São fornecidos radialmente no interior do anel 21 quatro flanges abertos 26 através do qual passam conectores de tubo para o manifold 27 que são acoplados ao manifold 21 por respectivos conduítes e se estendendo radialmente 34. O abastecimento de múltiplas conexões de válvula de intercepção assegura que uma conexão esteja sempre disponível para conexão de uma bomba de pressurização seja qual for a posição do carretel. A extremidade traseira do oleoduto 6 é configurado para a conexão de um dos conectores de tubo para o manifold 27. Alternativamente (e menos preferencialmente) a conexão da extremidade do tubo pode ser feita através da abertura no eixo do carretel, e por dali para um manifold equipada da mesma forma dentro do eixo (não exibido). Uma bomba 32 é acoplada a qualquer conector 28 de bomba selecionada. Também conectado ao manifold 21 há um acumulador 30, e uma unidade de monitoração de pressão sem fio 29.

[0060] A bomba 32 representa um sistema de bombeamento que incorpora uma bomba de alta capacidade para entregar uma taxa de fluxo capaz de preencher o oleoduto dentro de uma escala de tempo razoável. Além disso, quando a pressão no tubo oleoduto for aumentada para um valor absoluto final de pelo menos 2500 kPa (25 bar), a bomba de alta capacidade pode como opção ser aumentada por uma bomba de alta pressão ou acumulador para perfazer a diferença entre a capacidade de pressão de uma bomba de alto volume a qual geralmente está na ordem de 1000 kPa (10 bar) e a pressão desejada oleoduto. Em cada caso, o acumulador 30 é pré-carregado na pressão do tubo requerida. Isto é para assegurar que a pressão possa ser mantida

no nível requerido quando a bomba é desconectada durante a operação de enrolamento/desenrolamento, que pode afetar o volume do tubo. (Conforme o oleoduto é totalmente preenchido com água, mudanças relativamente pequenas no volume podem levar a mudanças significativas na pressão). O acumulador 30 compensará tanto para o aumento quanto a diminuição de pressão e é ajustado com uma válvula de fechamento 31 de forma que possa ser isolada/conectado ao manifold 21, conforme necessário. Um monitor de pressão 29 é conectado ao conjunto de manifold 21 de modo que a pressão no tubo possa ser monitorada depois que a bomba 32 é desconectada ante da rotação do carretel para carregar/lançar o tubo. Para cuidar da rotação do carretel, o monitor de pressão pode ser um transmissor do tipo sem fio.

[0061] A figura 4 mostra a extremidade de uma seção do tubo contendo um pig 41. Na extremidade esquerda da seção do oleoduto é fornecida uma extremidade guia de arrasto 43 conectada ao tubo através de uma vedação 44. A extremidade de arrasto cap 43 é fornecida com uma válvula de isolamento 45 projetada para vedar a extremidade superior do oleoduto até a capacidade total de pressão. A Válvula 45 também fornece uma passagem de ar e um meio para verificar as condições no oleoduto 6 entre o pig 41 e a extremidade guia 43. Em seu lado interno, a extremidade guia 43 possui um apoio 46 tendo uma mola amortecedora 47, a qual impede o pig 41 fora da extremidade de arrasto. Uma passagem interna 48 permite que o ar seja ventilado através da extremidade guia 43 quando a válvula de isolamento 45 é aberta. A distância mínima de afastamento é tal que uma haste pode ser soldada a outra sem danificar o pig (isto é, distante o bastante da zona de aquecimento afetada de forma que a vedação do pig e capacidade de travamento não sejam comprometidas).

[0062] Tendo estabelecido um comprimento inicial do oleoduto 6 para a variedade de seções de tubo por soldagem e revestimento de

um número de hastes como exibido na figura 5, o pig 41 é inserido no interior do oleoduto 6 na sua extremidade condutora 61, conforme exibido na figura 6. A extremidade condutora de cap 61 também é fornecida com uma válvula de isolamento 64, que é projetada para vedar o tubo até a pressão máxima de trabalho. A bomba de alta capacidade de uma estação de bombeamento 62 é então operada para bombear água através da extremidade guia cap 61 para criar um fluxo de água 63 para avançar o pig 41 ao longo do oleoduto 6 na direção do movimento 66 até alcançar a mola 47 da distância mínima de afastamento 46 na extremidade de arrasto cap 43, como exibido na figura 7. Durante este processo, a válvula de isolamento 45 na extremidade de arrasto cap 43 é aberta para permitir que o ar na frente do pig 41 ventile através da passagem interna 48. Isto assegura um comprimento de oleoduto preenchido com água (isto é, quase sem ar) para o processo subsequente de pressurização. Se necessário, o progresso do pig 41 ao longo do oleoduto poderá ser determinado a partir do volume de água bombeado para dentro, e/ou através de um sinal acústico a bordo. Quando o pig 41 alcançar a distância mínima 46 na extremidade de arrasto cap 43, próximo da extremidade de arrasto do tubo (por exemplo, em torno ou substancialmente afastado a 2 metros), o pig 41 é travado na posição pela hidráulica acionado a bordo. Se necessário, a bomba de alta capacidade é então substituída pela bomba de alta pressão ou acumulador que pressuriza o oleoduto na pressão requerida, de preferência acima de 2500 kPa (25 bar) e, por exemplo, na faixa de 3000 kPa (30 bar) até 5000 kPa (50 bar). Como alternativa, para pressões elevadas na faixa definida por um valor abaixo de 500 kPa (5 bar absoluto) e um valor superior que é menor que 2500 kPa (25 bar absoluto), depois que o pig é travado em posição pela hidráulica a bordo acionado remotamente, a bomba de alta capacidade então aumenta a pressão de água para a pressão elevada requerida. Contudo,

se necessário, a bomba de alta capacidade pode ser substituída por uma bomba de alta pressão ou acumulador o qual pressuriza o oleoduto na pressão requerida, para evitar ou minimizar o enrugamento do revestimento quando o oleoduto é enrolado no carretel 3. Em cada caso, uma vez que a pressão absoluta elevada desejada é alcançada, a extremidade de arrasto válvulas guia de isolamento 45 estão então fechadas e a estação de bombeamento 62 desconectada, conforme ilustrado na figura 8, na preparação para o enrolamento.

[0063] Com o navio de lançamento de oleoduto 4 ancorado no molhe de carregamento do oleoduto 2, a extremidade guia do oleoduto 6 é então alimentada através do bloqueio da braçadeira de disparo conforme mostrado na figura 1. O tubo passa pela rampa 10 através do tensionador 12 e o alisado 13 e depois na dala 14 da rampa superior e para baixo no carretel 13. Aqui é conectado o manifold em anel de pressurização 21 do carretel 3.

[0064] Como alternativa, a extremidade guia do oleoduto 6 pode by-pass o bloqueio de disparo braçadeira 11, o tensionador 12 e alisador 13 na rampa 10, e pode ser alimentado diretamente para o carretel energizado 3. Desta forma, o número de ciclos de curvaturas aos quais o oleoduto é sujeito pode se reduzidos, o que aumenta a fadiga da vida de serviço do oleoduto como menor é consumido durante os processos de enrolamento instalação.

[0065] A pressão pré-carregada do carretel acumulador montado é então verificada, ajustada se necessário, e sua válvula de desligamento 31 aberta para conectá-lo com o manifold 21.

[0066] A extensão do oleoduto pressurizado 6 é então enrolado no navio do carretel 3 até que sua extremidade de arrasto alcança a extremidade a extremidade do molhe na estação de solda/revestimento em terra 9, como mostra na figura 9. O oleoduto 6 é então preso no bloqueio de disparo braçadeira do navio 11. Após isolar o acumulador,

o oleoduto 6 é despressurizado, a extremidade de arrasto cap 43 é removido como mostrado na figura 10, e a próxima haste é então soldada ao longo do oleoduto. É feito um teste de NDT na nova junta 121 e revestido como ilustrado esquematicamente na figura 11.

[0067] Com relação à figura 12, a extremidade de arrasto cap 43 é ajustada à nova haste final, e o pig 41 é liberado ao operar a hidráulica à bordo acionados remotamente. Após a conexão da bomba de alta capacidade 32 ao manifold 2, o pig 41 é bombeado contra a extremidade de arrasto cap saída 46, como ilustrado na figura 13.

[0068] Como anteriormente, o pig 41 é então travado na posição, e se necessário a bomba de alta capacidade 32 é substituída por uma bomba de alta pressão e o oleoduto 6 então é repressurizado ao nível correto elevado na faixa definida pelo valor inferior a 500 kPa (5 bar absoluto) e o valor superior que é menor que 2500 kPa (25 bar absoluto) ou na faixa tendo um limite inferior de pelo menos 2500 kPa (25 bar absoluto) ou na faixa tendo um limite inferior a pelo menos 2500 kPa (25 bar absoluto), por exemplo, 3000 a 5000 kPa (30-50 bar), conforme for o caso. A estação de bombeamento 32 é então isolada e desconectada do carretel 3 e o acumulador 30 reconectado para manter a pressão no oleoduto durante o processo de enrolamento. A extensão do oleoduto é igual em extensão a haste anexada e depois é enrolada no carretel 3 de forma que o oleoduto 6 se move na direção da seta 65 até que a extremidade de arrasto esteja novamente na estação de solda/revestimento 9 como exhibe a figura 14. O oleoduto 6 é novamente preso no bloqueio de disparo conector 11 e o processo é repetido até que a quantidade de oleoduto necessário – com exceção da haste final – tenham sido armazenadas no carretel 3. AA extremidade de arrasto cap 43 então é removida (figura15) e um apanhador de pig 181 ajustado à extremidade do oleoduto 90, como ilustrado na figura 16. O pig 41 é então liberado, bombeado no apanhador 181 (figura 17) e removido.

Na condição exibida na figura 18, o oleoduto 6 é então pressurizado, na correta pressão de enrolamento. A haste final é então enrolada no carretel 3 conforme mostra a figura 19, e o oleoduto está então despressurizado.

[0069] Uma variante do método ilustrado e descrito com referência às figuras 1 a 19, agora será descrita com referência à figura 20. Como anteriormente, uma quantidade de hastes é soldada junta e revestida para formar uma extensão de oleoduto, normalmente 750 a 1.500 metro de comprimento, para ser enrolado e armazenado no carretel de armazenamento 3. Um pig similar ao pig 41, porém incluindo uma passagem interna fechada por uma válvula de haste e prato, é inserida na extremidade guia do oleoduto, o tampão da extremidade guia 61 é ajustada e conectada à bomba de alta pressurização 62, substancialmente como ilustrado na figura 6. Na extremidade de arrasto do oleoduto 6, na no tampão da extremidade 43, com uma distância mínima 46, é instalado. No entanto, o separador 46 inclui uma sonda de operação para a abertura da válvula de haste e prato. A válvula de isolamento 45 na extremidade de arrasto é aberta para permitir que a entrada de ar na frente do pig seja ventilada. A bomba de baixa pressão 62 então é usada para empurrar o pig através do tubo 6 até resistir contra o separador 46, como indicado pelo aumento da pressão no tubo e a válvula de haste e prato é aberta. Como antes, isto assegura que a extensão do oleoduto seja preenchida com água e quase livre de ar para o subsequente processo de pressurização. Se necessário, o progresso do pig junto com o tubo 6 pode ser determinado pelo volume de água bombeada em e/ou por meio de um sinal acústico à bordo.

[0070] O pig então é travado na posição ao operar a hidráulica a bordo acionada remotamente. A válvula de desligamento no tampão da extremidade guia 61 é então fechada. A bomba de alta pressão ou

acumulador então é conectado ao tampão da extremidade guia 43 e empregado para pressurizar o oleoduto de acordo com a pressão elevada requerida, o que significa dentro da faixa definida pelo valor inferior de 500 kPa (5 bar absoluto) e um valor superior que está abaixo de 2500 kPa (25 bar absoluto), ou na faixa tendo um limite inferior de pelo menos 2500 kPa (25 bar absoluto), por exemplo, 3000 a 5000 kPa (30 a 50 bar), conforme for o caso. Neste processo a pressão aplicada através da extremidade guia 43 e a passagem através do pig 41, enquanto a válvula de haste e prato é mantida aberta pela sonda de operação na distância mínima 46.

[0071] Uma vez que o oleoduto alcançou a pressão desejada, a válvula 64 na extremidade de arrasto guia 43 é fechado e a bomba de alta pressão ou acumulador desconectado.

[0072] Extensões adicionais de tubos poderão ser adicionadas conforme necessitado, substancialmente como exibido nas figuras 10, 11, 12 e 13, exceto que a operação de pressurização seja apresentada como descrito acima com bomba de alta pressão ou acumulador aplicando a alta pressão através da passagem interna no pig 41.

[0073] Uma vez que o tubo tenha sido enrolado no carretel 3, o navio de lançamento de linha 4 irá então velejar para o local de trabalho.

[0074] Uma vez que o navio tenha chegado ao local de trabalho, a pressão interna do oleoduto poderá ser verificada e ajustada conforme necessário. Com o acumulador 30 conectado para manter o nível de pressão requerido, o tubo 6 é então desenrolado na rampa 10 e no leito do mar na forma convencional até que o oleoduto 6 tenha sido lançado com sucesso. Finalmente o oleoduto é despressurizado.

[0075] As figuras 21a, 21b exibem uma vista lateral de uma forma preferida para o pig 41 da modalidade anterior. O pig é de preferência um pig inteligente compreendendo de um corpo alongado central 41a,

em cada extremidade da qual é montado um conjunto de vedações de discos vedados 41b. Estas vedações podem ser na forma de discos de poliuretano. Estas vedações podem ser na forma de discos de poliuretano. Estes discos atuam para guiar o pig através do tubo e também serve para limitar a quantidade de água que vaza através do pig durante a operação de preenchimento de oleoduto, para assegurar que o pig seja eficientemente deslocado através do oleoduto.

[0076] Além disso, um par de dispositivos de engate é localizado na porção central do corpo alongado 41a. Cada vedação compreende de um disco de vedação esmagável 41c imprensado entre as lâminas fixas 41d e uma placa móvel 41e. Quando a placa móvel é deslocada na direção da placa fixa 41d, o disco de travamento 41c é achatado, o que causa uma saliência na superfície circunferencial externa e encaixa firmemente na superfície interna da parede do oleoduto, travando dessa forma o pig na posição e fornecendo uma vedação justa de fluido.

[0077] Em operação, o pig de isolamento é direcionado através do oleoduto usando pressão de água em uma extremidade (a extremidade do lado direito nas figuras 21a, 21b). Um colar transmissor receptor 100 é afixado ao redor do oleoduto em um local adjacente à extremidade guia onde o tubo deverá ser travado na posição. Uma vez que o pig alcance esta localização, a bateria energizada receptora 101 a bordo do pig detecta o sinal de pulso magnético do colar 100 ajustado em volta do tubo e provoca um selo na jusante (isto é, o do lado esquerdo da figura 21a, 21b) para acionar a vedação do pig com um pequeno cilindro hidráulico (também não exibido). Desta forma, o pig é efetivamente travado no local no interior do oleoduto e uma vedação é formada para isolar as seções internas do oleoduto, na montante e na jusante do pig.

[0078] O espaço entre a extremidade guia 43 e o pig pode agora ser

despressurizado. O sensor de pressão 102 à bordo do pig no espaço entre os dispositivos de engate fornece uma leitura de pressão que é recebida pelo colar receptor transmissor 100, afiado ao oleoduto 6, e retransmitido para um computador laptop externo (não exibido). A pressão é monitorada para estabelecer se a vedação foi realizada com êxito.

[0079] Se a pressão permanecer constante, então a vedação fornecida pelo engate dos dispositivos obteve êxito. Se a pressão diminuir, então poderá ser deduzido que vedação a jusante foi ineficaz. Se a pressão aumentar, pode ser estabelecido que a vedação à montante foi ineficaz. Se algum dos dispositivos de engate não tiverem sido assentados corretamente, então eles serão desativados, usando um circuito hidráulico a bordo do pig, e outras tentativas serão feitas para travar o pig na posição a fim de formar um vedante efetivo.

[0080] Uma vez que a vedação efetiva tiver sido estabelecida e o tubo à jusante do pig tiver sido ventilado através da extremidade guia, a extremidade guia é removida de forma que a solda de conexão para a próxima seção do oleoduto pode ser feita.

[0081] Após a solda ter sido completada com êxito, o pig é destravado ao enviar um sinal do colar do oleoduto para desativar os dispositivos de engate, e é bombeado através da localização da próxima solda de conexão, e o processo é repetido.

[0082] Uma vez em que a fabricação do oleoduto esteja completada, o pig é recuperado através do bombeamento no interior do pig receptor conectado à extremidade da base de carretel do oleoduto. Se o suprimento de bateria a bordo para o pig ou o sistema hidráulico falharem em qualquer ponto, o pig é disposto de forma que se entrará no modo de isolamento à prova de falhas. O pig poderá então ser removido do oleoduto pela pressurização na jusante da extremidade do oleoduto, provocando uma pressão diferencial adequada para desativar o mecanismo à prova de falha de vedação, permitindo que o pig seja

bombeado à jusante e removido da linha de uma forma controlada.

[0083] De acordo com uma modificação, um pig de fricção é utilizado no local do pig inteligente. Conforme mostrado na figura 22 de vista lateral em corte, o pig de fricção 41' compreende de um corpo central alongado 41', em cada extremidade na qual é montado um conjunto de discos vedantes próximos espaçados 41'b. Como no caso de pig inteligente, estes vedantes podem ser na forma de discos de poliuretano. Estes discos agem para guiar o pig de fricção através do oleoduto 6.

[0084] Quando uma pressão diferencial entre zero e uma pressão relativamente pequena, tal como 400 kPa (4 bar), age através do pig, o engate friccional entre os discos e a parede do oleoduto evita que o pig se mova; contudo, quando a pressão diferencial age excedendo esta quantidade de limiar (normalmente 400 kPa (4 bar)), a resistência friccional é superada e o pig é deslocado dentro do oleoduto 6. A pressão diferencial limiar é ajustada em um valor para resistir a pressão hidrostática devido à cabeça de água no oleoduto do ponto alto onde o oleoduto passa e sobre a dala/guia 14 (figura 1)

[0085] Essencialmente, o pig de fricção é utilizado da mesma maneira que o pig inteligente, descrito em detalhes com referência às figuras 1 a 19, em especial a sequência de etapas de operação descritas nas figuras 5 a 19, com a diferença de que o pig é travado na posição traseira da extremidade de arrasto do oleoduto, para suportar a pressão do fluido que é aplicada subsequentemente, por encosto contra o tampão da extremidade guia 43, especialmente o encosto contra sua mola amortecedora na distância mínima (ambos exibidos diagramaticamente na figura 22) da extremidade guia 43. Assim, a extremidade guia suporta a pressão interna aplicada, ou substancialmente toda a quantidade de pressão, ao invés de engate friccional firme com a parede do oleoduto no caso do pig inteligente.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para enrolar um oleoduto (6) enquanto estende o oleoduto (6) com uma seção de oleoduto adicional, o oleoduto (6) possuindo um revestimento interno metálico resistente à corrosão que é firmemente ajustado dentro do oleoduto (6), em que, para minimizar ou evitar enrugamento do revestimento durante o enrolamento, as seguintes etapas são realizadas:

proporcionar uma conexão de fluido entre o oleoduto (6) e bombear/pressurizar equipamento através de um manifold montado em um flange de um carretel de armazenamento de tubo; **caracterizado por:**

pressurizar internamente uma extensão do oleoduto (6) em um processo de pressurização de dois estágios compreendendo:

um primeiro estágio compreendendo preencher a extensão do oleoduto (6) com fluido, o fluido sendo entregue em uma primeira pressão na faixa de 500 a 2500 kPa (5 a 25 bar absoluto); e

compreende ainda pressurizar o fluido para elevar a pressão de fluido a uma segunda pressão maior do que 2500 kPa (25 bar absoluto);

enrolar a extensão do oleoduto (6) no carretel (3) enquanto pressurizada na segunda pressão;

despressurizar a extensão do oleoduto (6); e

juntar uma seção de oleoduto adicional a uma extremidade de arrasto da extensão do oleoduto (6).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** uma primeira bomba (32) é usada para preencher a dita extensão do oleoduto (6) com fluido na primeira pressão e uma segunda bomba (62), possuindo uma distribuição volumétrica menor do que a primeira bomba (32), mas com uma pressão de distribuição mais alta do que na primeira bomba (32) é usada para aumentar a

pressão de fluido para a segunda pressão.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** uma primeira bomba (32) é usada para preencher a dita extensão do oleoduto (6) com fluido na primeira pressão e um acumulador de pressão (30) é usado para aumentar a pressão de fluido para a segunda pressão, a primeira bomba (32) possuindo uma distribuição volumétrica maior do que o acumulador de pressão (30).

4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de que** a segunda pressão é de pelo menos 3000 kPa (30 bar absoluto).

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de que** é para enrolar o dito oleoduto (6), e em que após a dita extensão do oleoduto (6) ter sido enrolada no carretel (3), uma seção de oleoduto adicional é anexada a uma extremidade de arrasto do oleoduto (6), seguida por uma repetição do processo de pressurização de dois estágios e da etapa de enrolamento ou de desenrolamento para uma extensão da seção de oleoduto adicional.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro estágio do processo de pressurização de dois estágios compreende:

bombear um tampão móvel (41) ao longo da dita extensão do oleoduto (6) na direção de uma extremidade de arrasto do oleoduto (6); e

travar o tampão (41) próximo à extremidade de arrasto da extensão de oleoduto (6), de modo que a dita extensão seja preenchida com fluido; e

aumentar a pressão do fluido a partir da primeira pressão para a segunda pressão.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações

precedentes, **caracterizado pelo fato de que** a segunda pressão é maior do que 2500 kPa (25 bar absoluto) e uma bomba multiestágio é usada para pressurizar internamente a extensão do oleoduto à segunda pressão.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de pressurização compreende bombear um tampão móvel (41) ao longo da dita extensão do oleoduto (6) na direção de uma extremidade de arrasto do oleoduto (6) e travar o tampão (41) próximo à extremidade de arrasto da extensão do oleoduto (6), de modo que a dita extensão seja preenchida com fluido e a pressão de fluido aumente para mais de 2500 kPa (25 bar absoluto).

9. Método para enrolar ou desenrolar um oleoduto (6) possuindo um revestimento interno metálico resistente à corrosão que é firmemente ajustado dentro do oleoduto (6), em que, para minimizar ou evitar enrugamento do revestimento durante o enrolamento ou desenrolamento, o método compreende as seguintes etapas:

proporcionar uma conexão de fluido entre o oleoduto (6) e bombear/pressurizar equipamento através de um manifold montado em um flange de um carretel de armazenamento de tubo (3); o método **caracterizado por:**

pressurizar internamente uma extensão do oleoduto (6) em um processo de pressurização de dois estágios, no primeiro estágio no qual a extensão do oleoduto (6) é preenchida com fluido em uma primeira pressão elevada e no segundo estágio no qual a pressão de fluido do fluido que preenche a extensão do oleoduto (6) é elevada a partir da primeira pressão elevada para uma segunda pressão que é maior do que a primeira pressão; e

desenrolar a extensão do oleoduto (6) enquanto pressurizada na segunda pressão ou conectar uma extremidade guia do oleoduto (6) a um carretel (3) através do manifold e enrolar a extensão do

oleoduto (6) enquanto pressurizada na segunda pressão.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado pelo fato de que** uma primeira bomba (32) é usada para preencher a extensão do oleoduto (6) com fluido em uma pressão elevada e uma segunda bomba (62), possuindo uma distribuição volumétrica menor do que a primeira bomba (32), mas com uma pressão de distribuição relativamente mais alta, é usada para aumentar a pressão de fluido para a pressão mais alta.

11. Método, de acordo com a reivindicação 9 ou 10, **caracterizado pelo fato de que** uma bomba (32) de distribuição volumétrica alta é usada para preencher a extensão do oleoduto (6) com fluido em uma pressão elevada e um acumulador de pressão (30) é usado para aumentar a pressão de fluido para a pressão mais alta.

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 11, **caracterizado pelo fato de que** a pressão elevada possui um valor na faixa de 500 a 2500 kPa (5 a 25 bar absoluto) e a pressão mais alta é maior do que 2500 kPa (25 bar).

13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** a pressão mais alta é de pelo menos 3000 kPa (30 bar).

14. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 13, **caracterizado pelo fato de que** é para enrolar o oleoduto (6), e em que após a dita extensão do oleoduto (6) ter sido enrolada no carretel (3), uma seção de oleoduto adicional é anexada a uma extremidade de arrasto do oleoduto (6), seguida por uma repetição do processo de pressurização de dois estágios e da etapa de enrolamento ou de desenrolamento para uma extensão da seção de oleoduto adicional.

15. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 14, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro estágio do pro-

cesso de pressurização de dois estágios compreende:

bombear um tampão móvel (41) ao longo da extensão do oleoduto (6) na direção da extremidade de arrasto do oleoduto (6) e travar o tampão (41) próximo à extremidade de arrasto da extensão do oleoduto (6), de modo que a dita extensão seja preenchida com fluido, e

aumentar a pressão do fluido a partir da pressão elevada para a pressão mais alta.

16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 15, **caracterizado pelo fato de que** a pressão mais alta é maior do que 2500 kPa (25 bar absoluto) e uma bomba multiestágio é usada para pressurizar internamente a extensão do oleoduto para a pressão mais alta.

17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 16, **caracterizado pelo fato de que** é para enrolar o oleoduto (6), e em que após a extensão do oleoduto (6) ter sido enrolada no carretel (3), uma seção de oleoduto adicional é anexada a uma extremidade de arrasto do oleoduto (6), seguida por uma repetição da etapa de pressurização e da etapa de enrolamento ou de desenrolamento para uma extensão da seção de oleoduto adicional.

18. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 a 17, **caracterizado pelo fato de que** a etapa de pressurização compreende bombear um tampão móvel (41) ao longo da extensão do oleoduto (6) na direção da extremidade de arrasto do oleoduto (6) e travar o tampão (41) próximo à extremidade de arrasto da extensão do oleoduto (6), de modo que a extensão seja preenchida com fluido e a pressão de fluido aumente para mais do que 2500 kPa (25 bar absoluto).

19. Método de lançamento de tubo no qual um oleoduto (6) é desenrolado de um carretel de lançamento de oleoduto (3) em um

barco de lançamento de oleoduto (4), o oleoduto (6) possuindo um revestimento interno metálico resistente à corrosão rigorosamente ajustado dentro de um tubo exterior que é menos resistente à corrosão, e o oleoduto (6) sendo preenchido com um fluido interno pressurizado e uma primeira pressão absoluta de 500 a 2500 kPa (5 a 25 bar), o método compreendendo as operações de:

proporcionar uma conexão de fluido entre o oleoduto (6) e bombear/pressurizar equipamento através de um manifold montado em um flange do carretel de armazenamento de tubo (3); o método **caracterizado por:**

pressurizar o oleoduto (6) aumentando a pressão de um fluido interno preenchendo o oleoduto (6) a partir da primeira pressão absoluta para uma segunda pressão absoluta de pelo menos 2500 kPa (25 bar);

desenrolar o dito oleoduto (6) do carretel (3) enquanto a pressão absoluta de pelo menos 2500 kPa (25 bar) é mantida no oleoduto (6);

lançar o oleoduto (6) no leito do mar; e

despressurizar o oleoduto (6).

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado pelo fato de que** a operação de pressurização é realizada primeiramente operando um sistema de bombeamento para preencher a extensão do oleoduto (6) com fluido em uma primeira pressão absoluta abaixo de 2500 kPa (25 bar) e assim aumentando a pressão para uma segunda pressão absoluta de pelo menos 3000 kPa (30 bar).

21. Método, de acordo com reivindicação 19 ou 20, **caracterizado pelo fato de que** a pressão absoluta no oleoduto (6) é mantida a um nível de pelo menos 3000 kPa (30 bar) conectando um acumulador (30) ao oleoduto (6) durante a operação de desenrolamento.

22. Método, de acordo com a reivindicação 21, **caracteri-**

zado pelo fato de que o dito acumulador (30) é montado no carretel de lançamento de oleoduto (3).

23. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** o dito fluido é água.

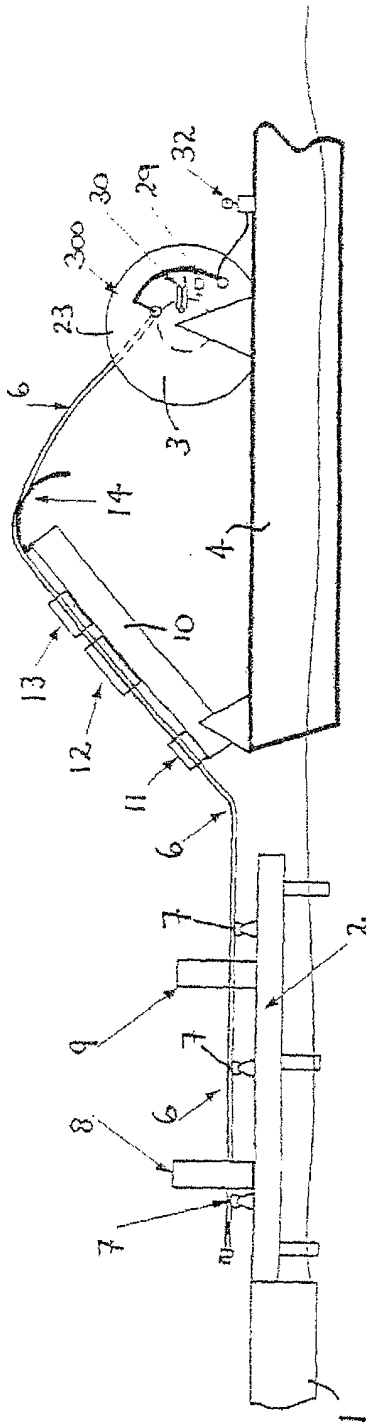


FIG. 1

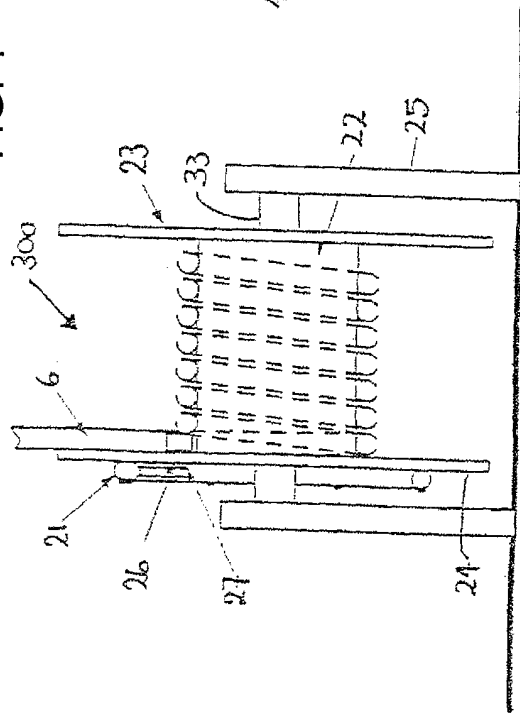


FIG. 2

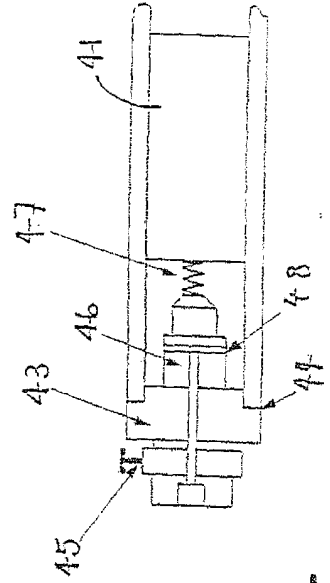


FIG. 4

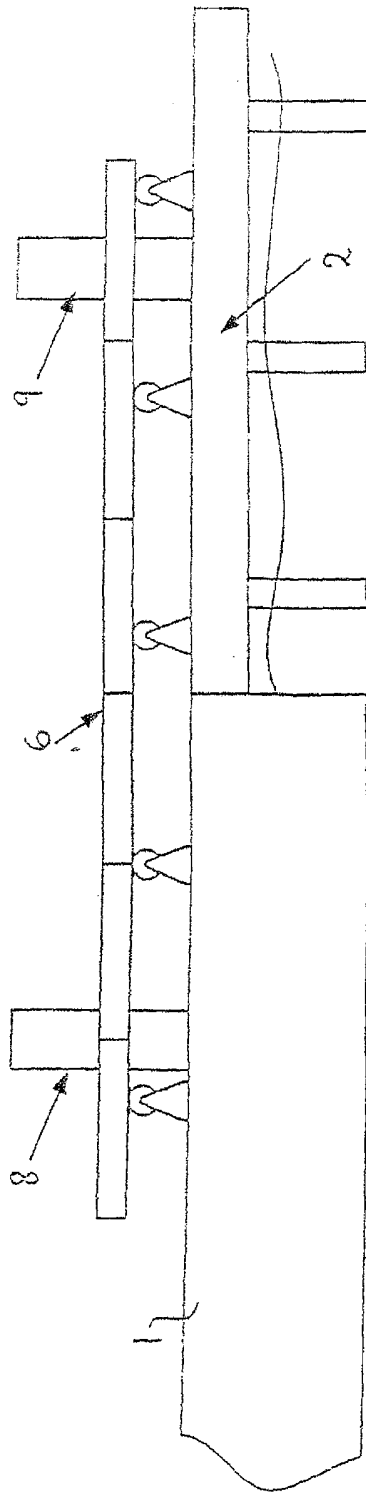


FIG. 5

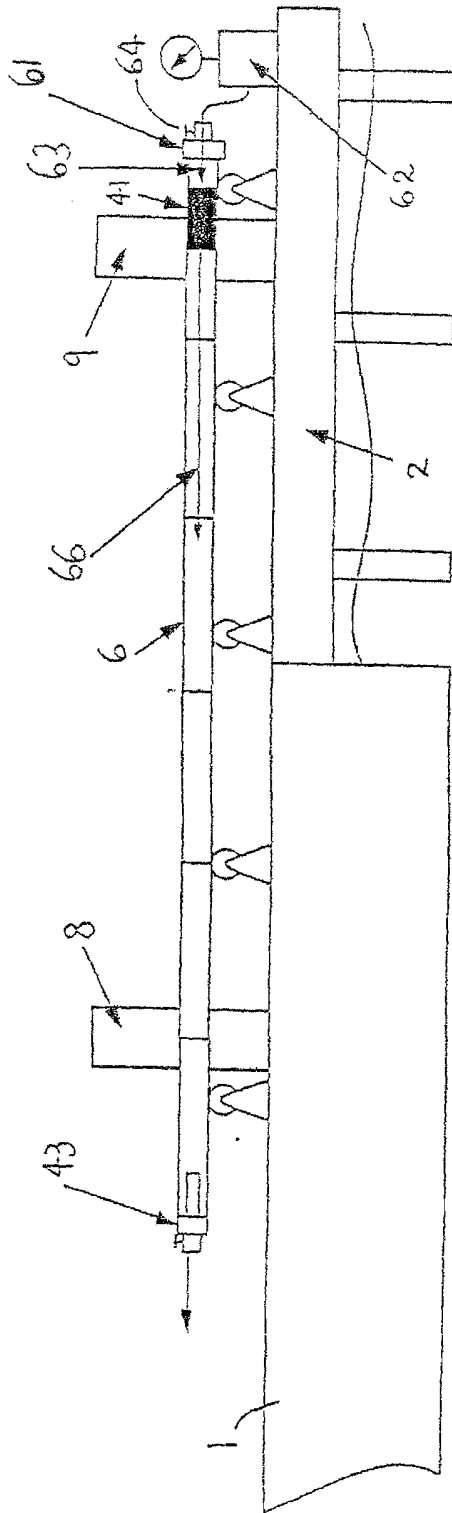


FIG. 6

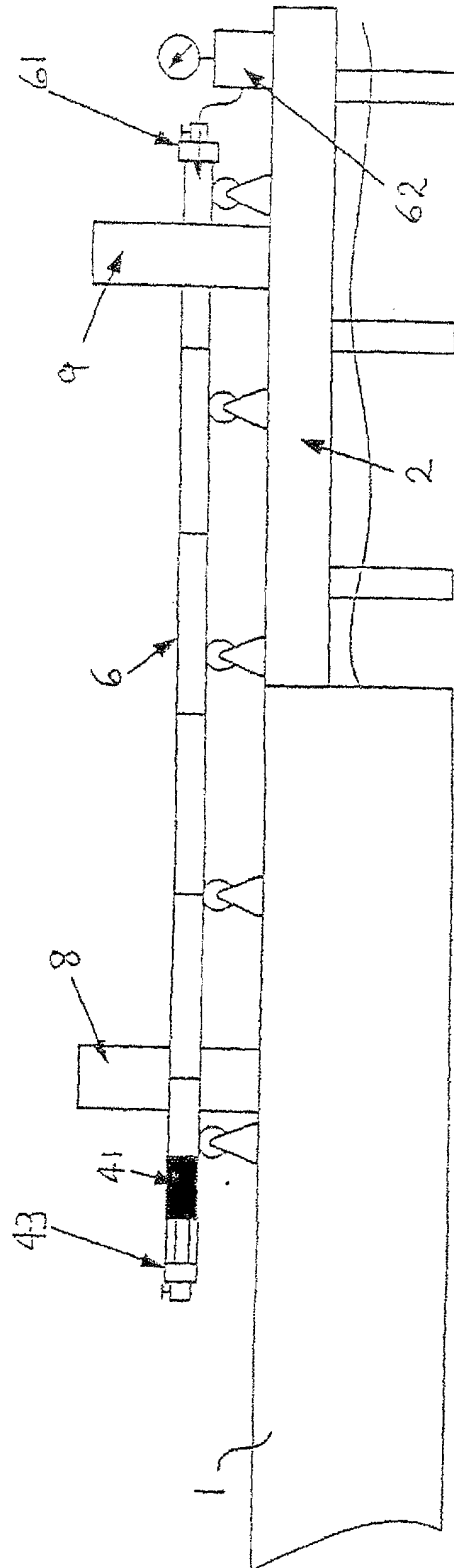


FIG. 7

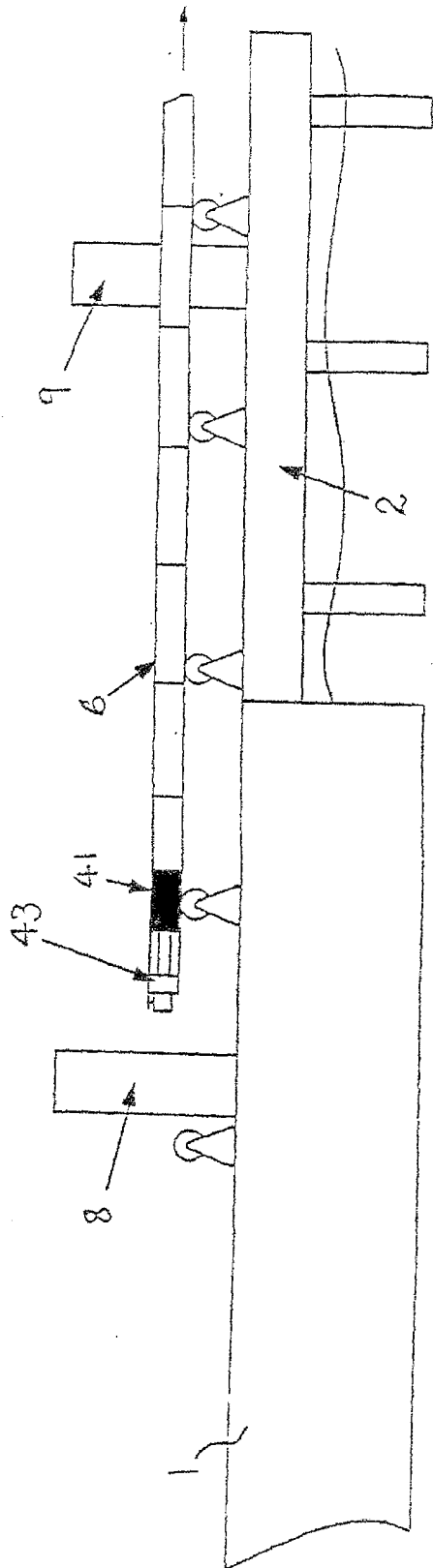


FIG. 8

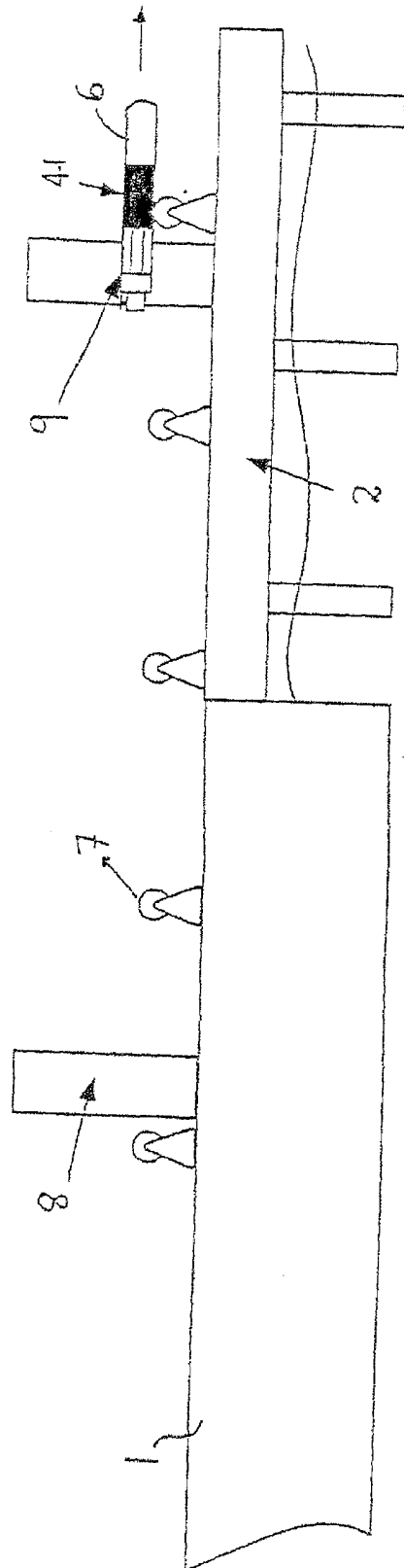


FIG. 9

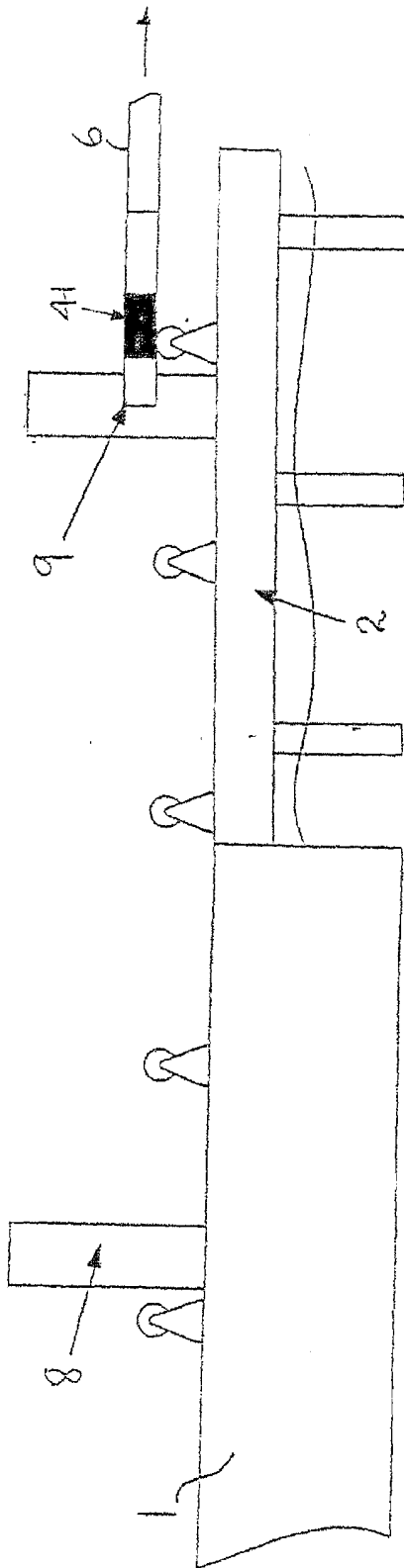


FIG. 10

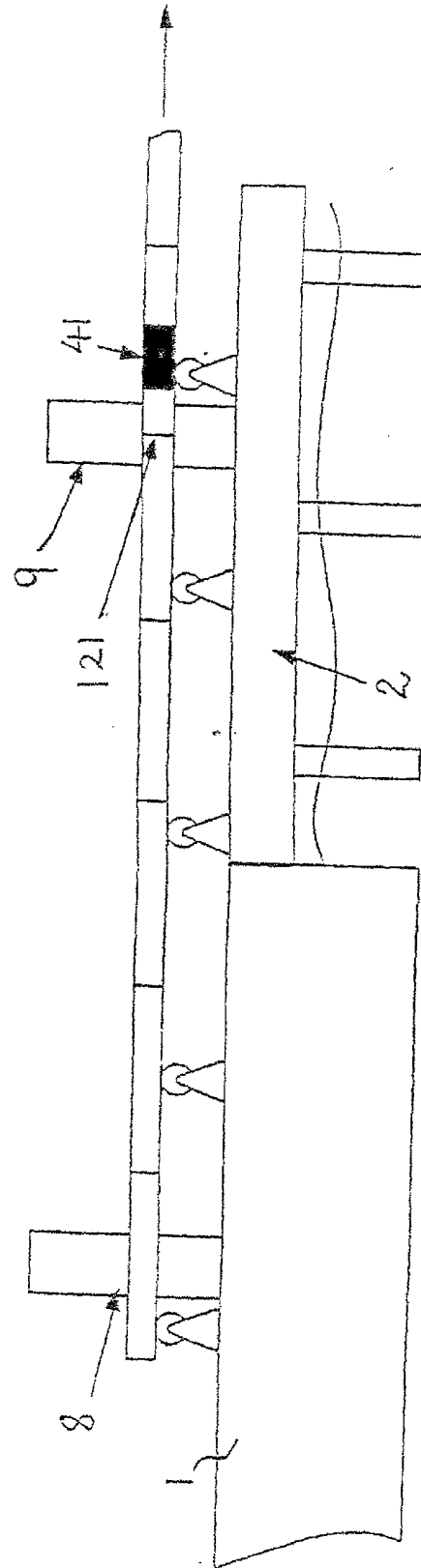


FIG. 11

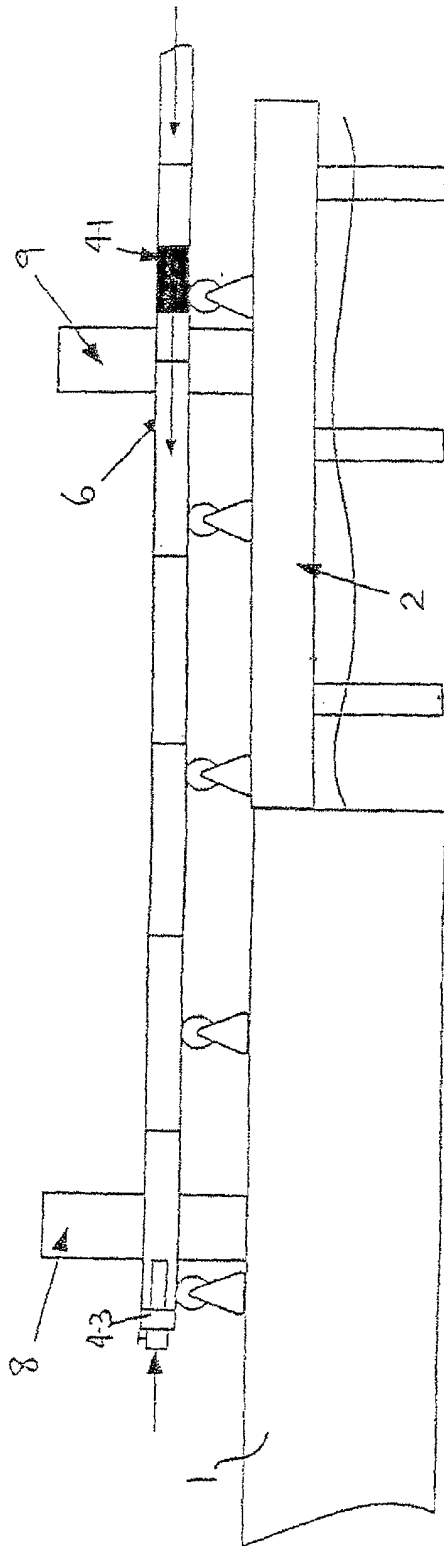


FIG. 12

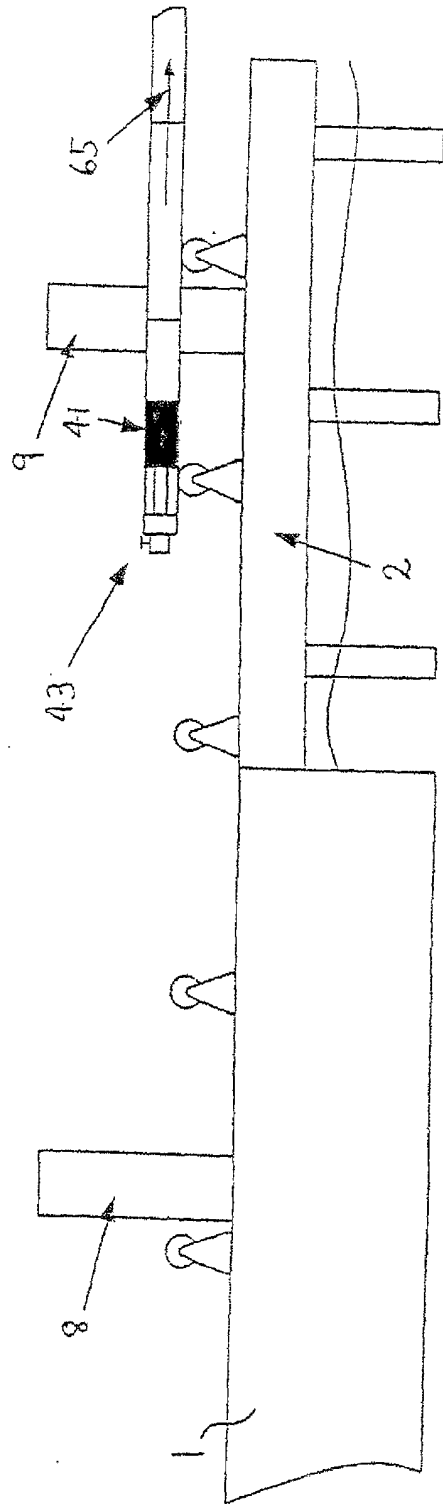


FIG. 13

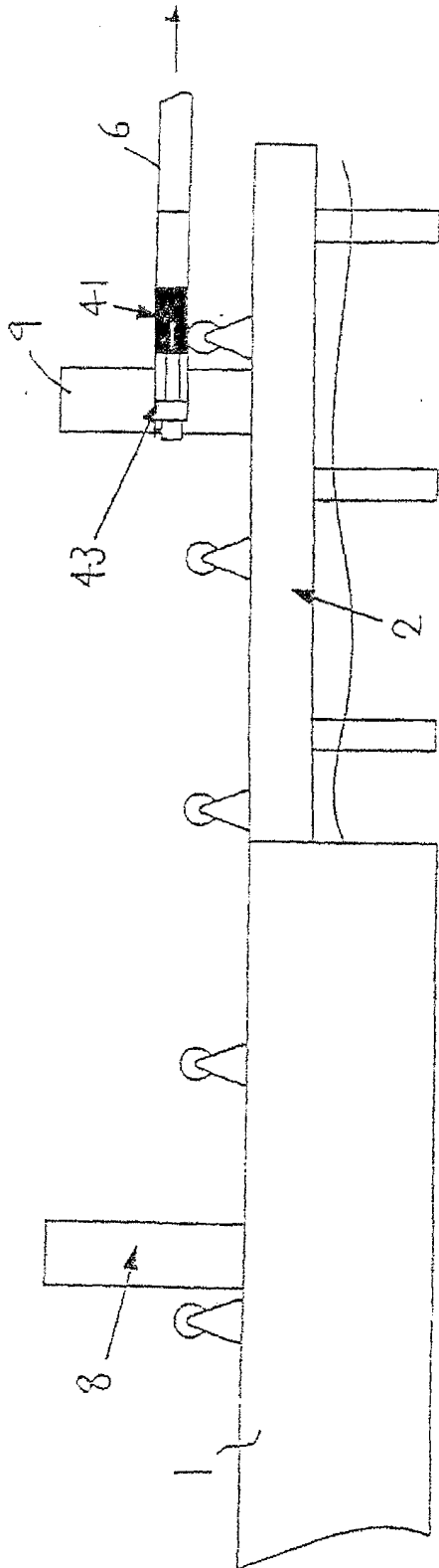


FIG. 14

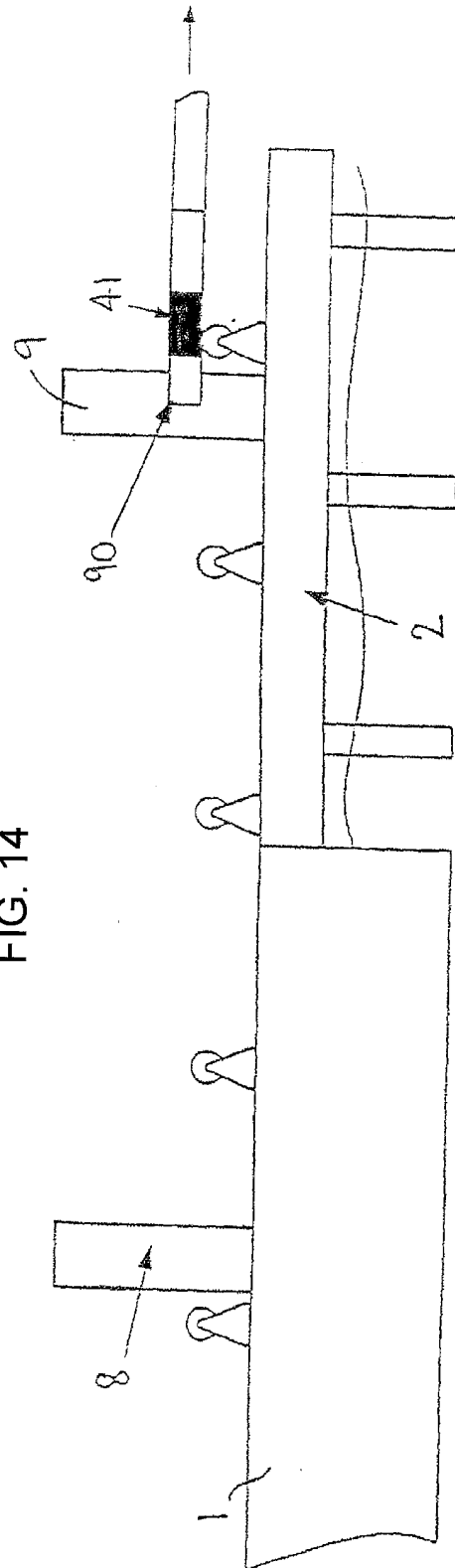


FIG. 15

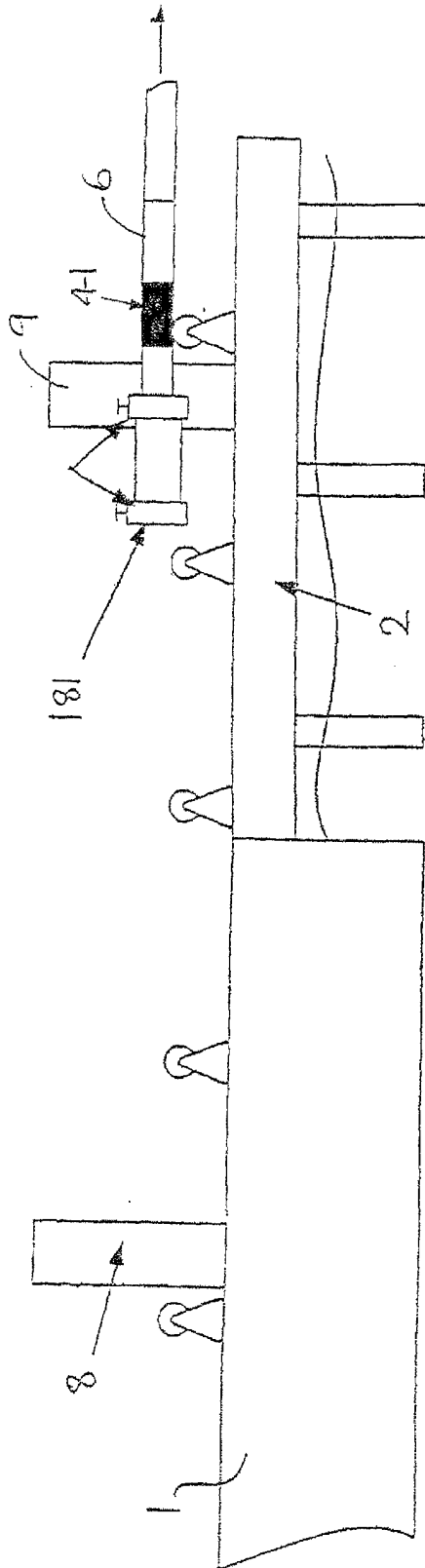


FIG. 16

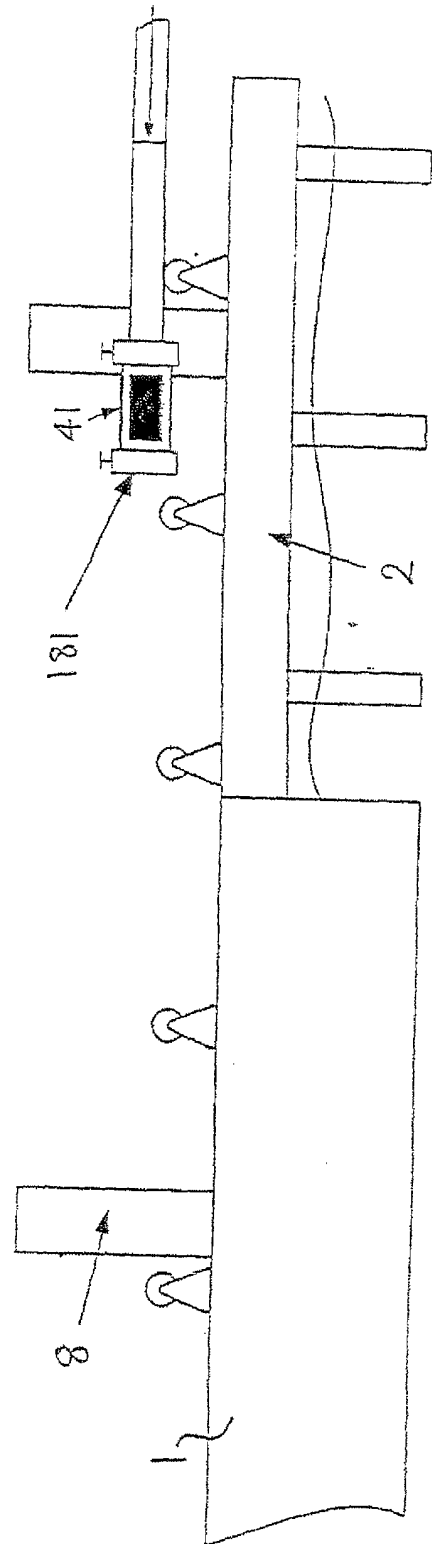


FIG. 17

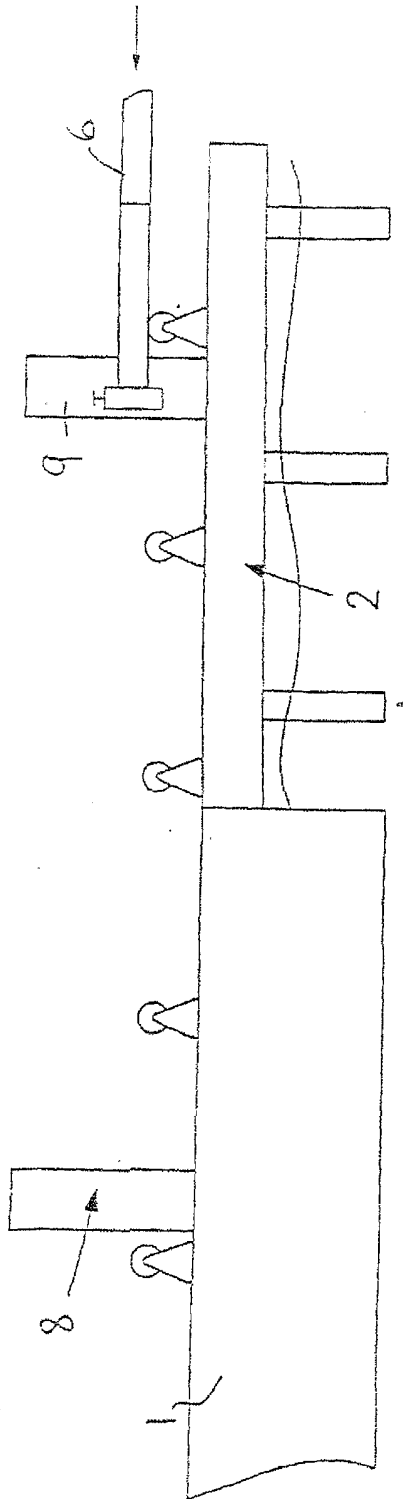


FIG. 18

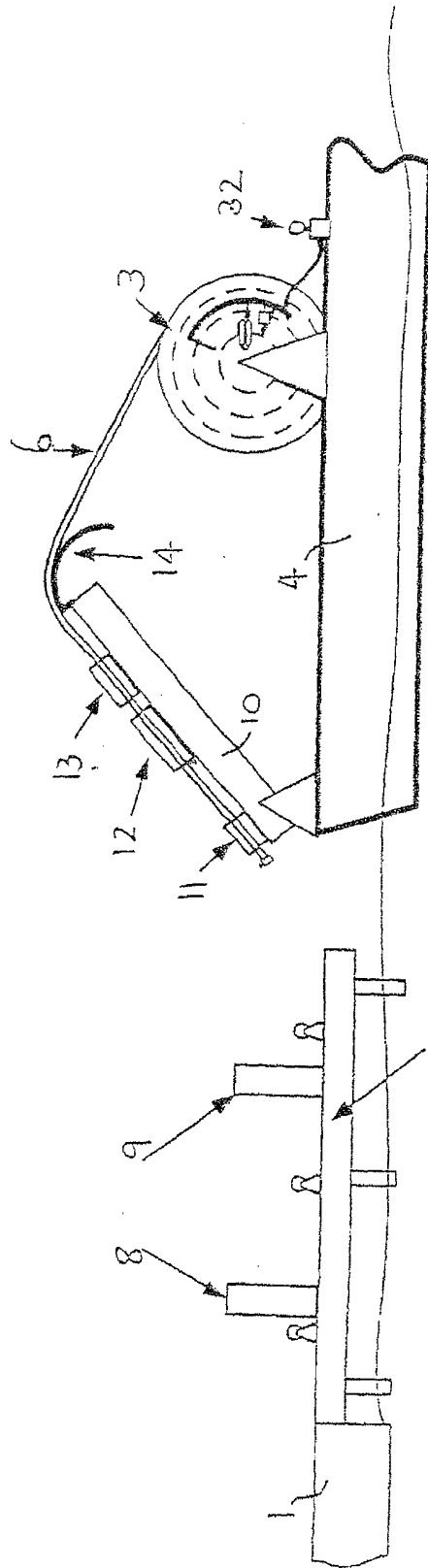


FIG. 19

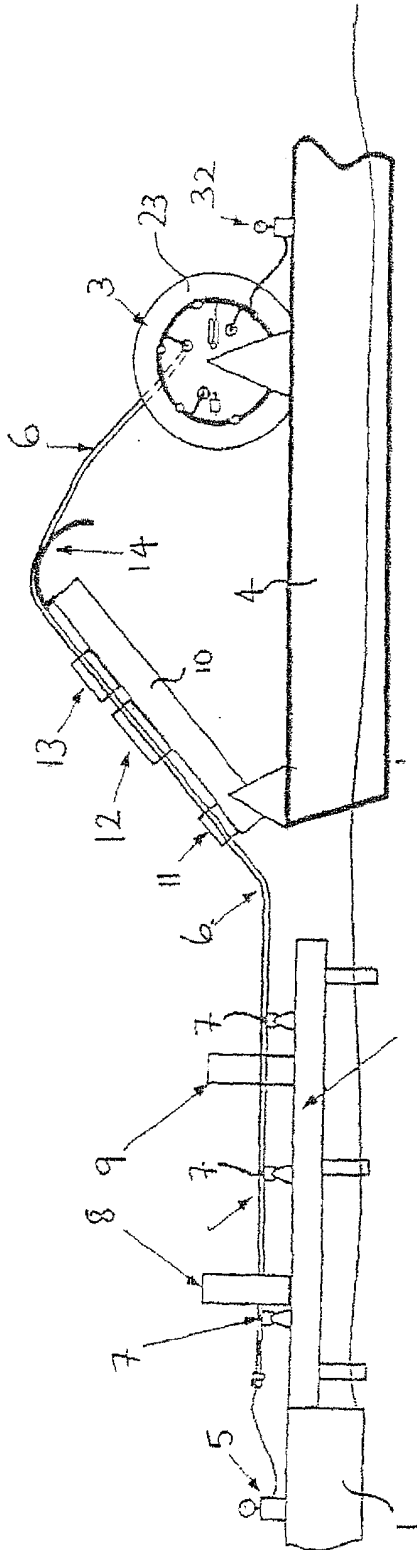


FIG. 20

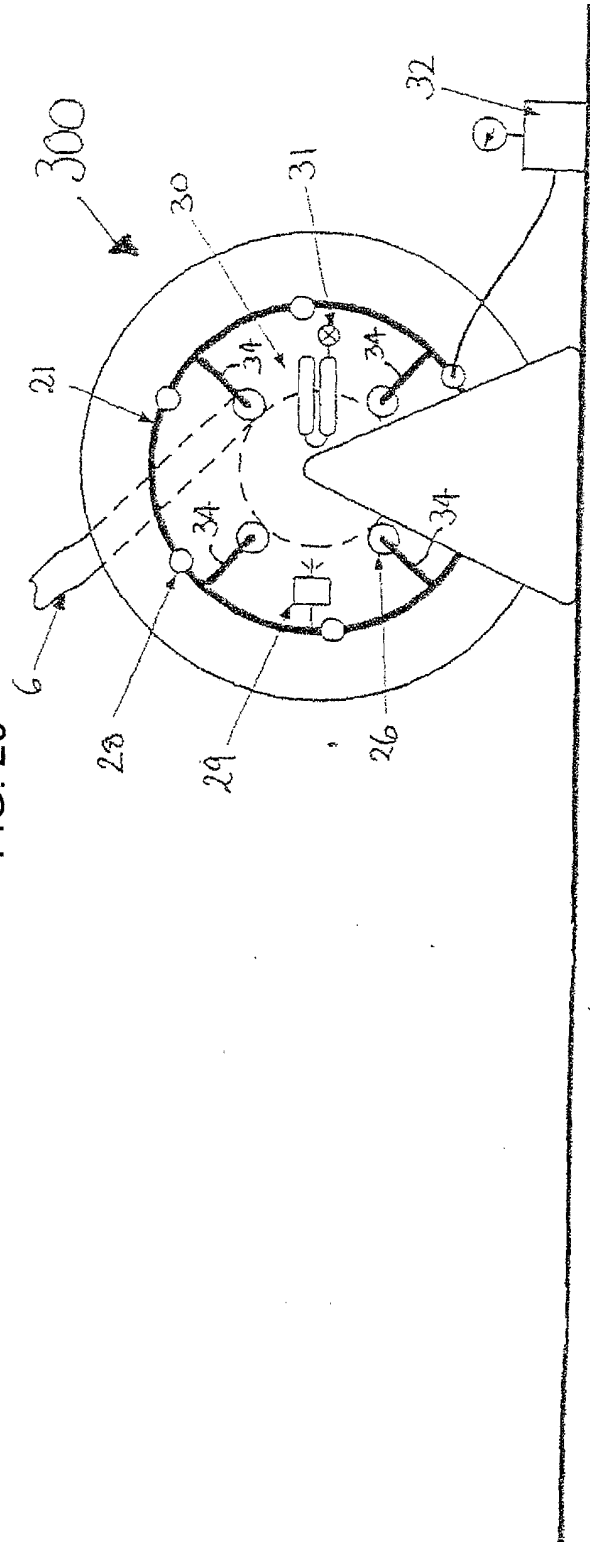


FIG. 3

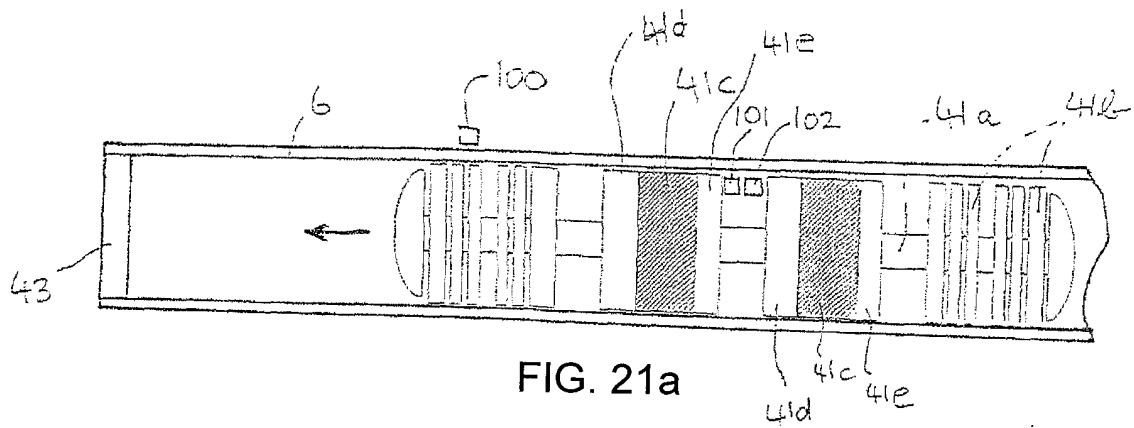


FIG. 21a

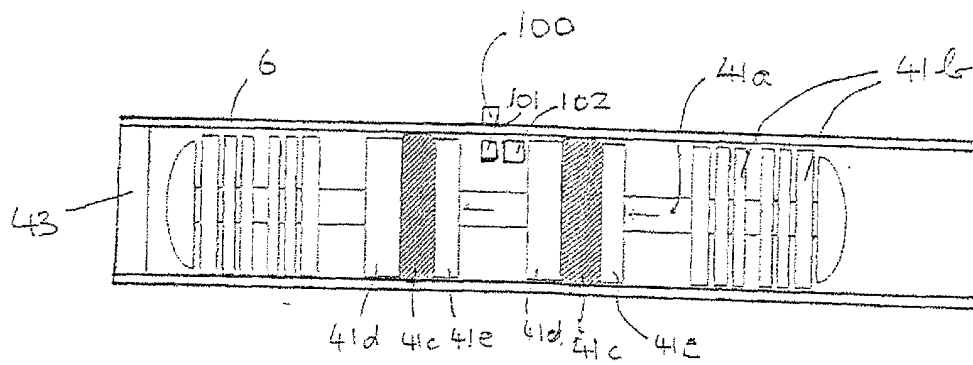


FIG. 21b

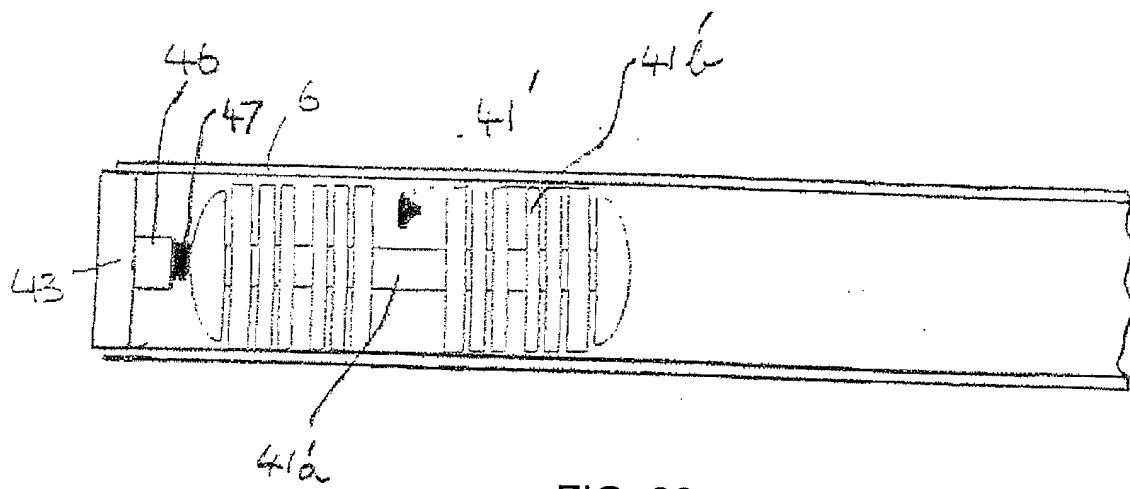


FIG. 22