



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

(11) PI 0705052-6 B1



(22) Data do Depósito: 22/05/2007

(45) Data de Concessão: 16/04/2019

(54) Título: MÉTODO DE MONTAGEM

(51) Int.Cl.: F16L 1/26; F16L 33/00.

(30) Prioridade Unionista: 16/06/2006 GB 0611978.8.

(73) Titular(es): GE OIL & GAS UK LIMITED.

(72) Inventor(es): GEORGE KARABELAS; ZHIMIN TAN; TONY ECCLESTON.

(57) Resumo: MÉTODO DE MONTAGEM. Trata-se de um método e aparelho para prender um encaixe de extremidade em um corpo de tubo flexível. O método inclui as etapas de prender uma extremidade aberta de uma parte de corpo de tubo flexível a um membro de colar interno, impulsionando uma boca aberta de uma parte de corpo de um encaixe de extremidade em direção ao corpo de tubo flexível e o membro de colar interno e prender a parte de corpo de encaixe de extremidade ao membro de colar interno.

"MÉTODO DE MONTAGEM"

A presente invenção refere-se a um aparelho e método para proporcionar um encaixe de extremidade para um tubo flexível. Em particular, mas não de forma exclusiva, a presente invenção se refere a um método de montagem e aparelho usado durante a montagem para prender um encaixe de extremidade em um corpo de tubo flexível, no qual o corpo de encaixe de extremidade é impulsionado em direção ao corpo de tubo flexível sobre o qual um membro de colar interno fica preso.

O tubo tradicionalmente flexível é utilizado para transportar fluidos de produção, tal como um óleo e/ou gás e/ou água, de uma localização para outra. O tubo flexível é particularmente útil na conexão de uma localização submarina até uma localização no nível do mar. O tubo flexível, em geral, é formado como uma montagem de uma parte do corpo de tubo flexível e um ou mais encaixes de extremidade. O corpo do tubo é formado tipicamente como um composto de materiais em camadas que forma um conduto que contém pressão. A estrutura do tubo permite amplas flexões sem causar tensões de flexão que prejudiquem a funcionalidade do tubo através de seu tempo de vida. O corpo do tubo, em geral, é construído como uma estrutura de composto que inclui camadas metálicas e de polímero.

Os encaixes de extremidade de um tubo flexível podem ser usados para conectar os segmentos do tubo flexível uns nos outros ou para conectá-los ao equipamento de terminal, tais como estruturas submarinas rígidas ou facilidades

de flutuação. Como tal, entre outros usos variados, o tubo flexível pode ser usado para proporcionar uma montagem de tubo ascendente para transportar fluidos provenientes de uma linha de fluxo submarina até uma estrutura de flutuação. Em uma montagem de tubo ascendente, um primeiro segmento do tubo flexível pode ser conectado a um ou mais segmentos adicionais de tubos flexíveis. Cada segmento de tubo flexível inclui pelo menos um encaixe de extremidade.

É bem conhecido que existem muitos problemas associados com a provisão de encaixes de extremidade para as extremidades de corpo de tubo flexível. Os encaixes de extremidade devem assegurar tanto uma boa fixação, como uma boa vedação. Os problemas particulares ocorrem quando as diversas camadas específicas do corpo de tubo flexível com múltiplas camadas são finalizadas. O corpo de tubo flexível pode incluir camadas que possuem características de materiais muito diferentes, tais como camadas com um polímero e/ou camadas metálicas entrelaçadas. A finalização de cada uma destas camadas em um encaixe de extremidade resulta em diversos problemas característicos. Por exemplo, o corpo de tubo flexível inclui tipicamente uma camada de barreira formada geralmente como uma bainha de polímero ou bainha de pressão. Tal camada opera como uma camada de retenção de líquido primária. Para impedir a ruptura de tal camada, ou na verdade, qualquer camada de subjacente sob alta pressão causada pela pressão do fluido transportado, uma camada de fios entrelaçados fica freqüentemente situada fora da camada de barreira. As camadas armadas formadas pelas camadas de fio também

são proporcionadas para sustentar cargas de tensão e pressão interna. Se a camada de armação por pressão não for sustentada ao longo de seu comprimento, é possível que as partes das camadas de barreira ou outras, como a camada subjacente, irrompam sob pressão e causem a falha da estrutura de finalização.

De forma tradicional, quando o corpo de tubo flexível é finalizado em um encaixe de extremidade, o encaixe de extremidade fica preso em uma localização fixa e então o corpo de tubo flexível é movido em direção ao encaixe de extremidade. Este processo possui inúmeros problemas consequentes associados a este. Notavelmente, existe uma chance de que uma abertura se forme entre certas partes do encaixe de extremidade e do corpo de tubo flexível. Tais aberturas, por exemplo, entre um colar interno e uma região que sustenta os fios em uma camada de fio de armação podem causar a ruptura de uma camada de barreira ou camada subjacente ou outros problemas.

Um dos objetivos da presente invenção é atenuar pelo menos, de forma parcial, os problemas mencionados acima.

Um dos objetivos das modalidades da presente invenção é proporcionar um aparelho e método para proporcionar um encaixe de extremidade para um tubo flexível.

Um dos objetivos das modalidades da presente invenção é proporcionar um aparelho para prender um encaixe de extremidade em um corpo de tubo flexível, onde o próprio encaixe de extremidade é movido em direção ao corpo de tubo

flexível e então preso a este, a fim de evitar os riscos resultantes dos processos de montagem tradicionais.

De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, proporcionou-se um método para prender um encaixe de extremidade em um corpo de tubo flexível, que compreende as etapas de:

prender uma extremidade aberta de uma parte do corpo de tubo flexível a um membro de colar interno;

impulsionar uma boca aberta de uma parte de corpo de um encaixe de extremidade em direção ao corpo de tubo flexível e ao membro de colar; e

prender a parte de corpo de encaixe de extremidade ao membro de colar interno.

As modalidades da presente invenção proporcionam um membro de colar interno ao qual um encaixe de extremidade pode ficar preso e que inclui uma parte de gargalo que se estende em uma direção axial afastada de um corpo de encaixe de extremidade até uma região onde as camadas de fio de armação do corpo de tubo flexível ficam situadas. De forma vantajosa, uma superfície interna do membro de colar interno fica disposta para sustentar a camada de barreira ao longo de todo o seu comprimento entre um corpo de encaixe de extremidade e uma região do corpo de tubo flexível onde as camadas de armação são dobradas fora da camada de barreira, a fim de serem finalizadas no encaixe de extremidade.

As modalidades da presente invenção serão descritas daqui por diante, somente por meio de exemplo, com referência aos desenhos em anexo onde:

A Figura 1 ilustra um corpo de tubo flexível;

A Figura 2 ilustra uma montagem de tubo ascendente;

A Figura 3 ilustra um encaixe de extremidade de um tubo flexível;

A Figura 4 ilustra um corpo de encaixe de extremidade;

A Figura 5 ilustra um membro de colar interno;

A Figura 6 ilustra um anel de retenção;

A Figura 7 ilustra um membro de colar externo;

A Figura 8 ilustra um encaixe de extremidade cortado; e

A Figura 9 ilustra entalhes de guia para fios armados.

Nos desenhos as referencias numéricas similares se referem às partes similares.

No decorrer desta especificação a referência será feita a um tubo flexível. Será entendido que um tubo flexível é uma montagem de um corpo de tubo e um ou mais encaixes de extremidade em cada um dos quais uma extremidade do corpo de tubo é finalizada. A Figura 1 ilustra como um corpo de tubo 100 é formado a partir de um composto de materiais em camadas que formam um conduto que contém pressão. Embora inúmeras camadas particulares sejam ilustradas na Figura 1, deve ser entendido que a presente invenção é amplamente aplicável a estruturas de corpo de tubo compostas que incluem duas ou mais camadas.

Conforme ilustrado na Figura 1, um corpo de tubo inclui, de forma típica, uma camada de carcaça mais interna 101. A carcaça proporciona uma construção metálica entrelaçada que pode ser usada como a camada mais interna para impedir, total ou parcialmente, o colapso de uma bainha de pressão interna 102 devido à descompressão do tubo, pressão externa, pressão de armação por tração e cargas de esmagamento mecânico.

A bainha de pressão interna 102 compreende, de forma típica, uma camada de polímero que assegura a integridade de fluido interno. Deve ser entendido que a própria camada de barreira compreende inúmeras subcamadas.

Uma camada de armação de pressão 103 é uma camada estrutural com um ângulo de assentamento próximo a 90° que aumenta a resistência do tubo flexível à pressão interna e externa e cargas de esmagamento mecânico. A camada também sustenta, de forma estrutural, a bainha de pressão interna e consiste tipicamente em uma construção metálica entrelaçada.

O corpo de tubo flexível também pode incluir uma ou mais camadas de fita 104 e uma primeira camada de armação por tração 105 e uma segunda camada de armação por tração 106. Cada camada de armação por tração é uma camada estrutural com um ângulo de assentamento entre 20° e 55° . Camada é usada para sustentar as cargas de tração e pressão interna. As camadas de armação por tração são tipicamente enroladas em pares à esquerda.

O corpo de tubo flexível também inclui, de forma típica, as camadas de isolamento 107 e uma bainha externa

108 que compreende uma camada de polímero usada para proteger o tubo contra a penetração de água do mar e outros ambientes externos, corrosão, abrasão e dano mecânico.

Cada tubo flexível compreende um segmento ou corpo de tubo 100 junto com um encaixe de extremidade situado em pelo menos uma extremidade do tubo flexível. Um encaixe de extremidade proporciona um dispositivo mecânico que forma a transição entre o corpo de tubo flexível e um conector. As camadas de tubo diferentes, como mostradas, por exemplo, na Figura 1 são finalizadas no encaixe de extremidade, de tal modo que transfiram a carga entre o tubo flexível e o conector.

A Figura 2 ilustra uma montagem de tubo ascendente 200 adequada para transportar o fluido de produção, tal como um óleo e/ou gás e/ou água, de uma localização submarina 201 até uma facilidade de flutuação 202. Por exemplo, na Figura 2 a localização submarina 201 é uma linha de fluxo submarina. A linha de fluxo submarina 203 compreende um tubo flexível que se situa, por completo ou em parte, sobre o solo oceânico 204 ou enterrado abaixo do solo oceânico e usado em uma aplicação estática. A facilidade de flutuação pode ser proporcionada por uma plataforma e/ou bóia ou, como ilustrado na Figura 2, um navio. Um tubo ascendente 200 é proporcionado como um tubo ascendente flexível, ou seja, um tubo flexível que conecta o navio à instalação do solo oceânico. O tubo flexível inclui dois segmentos de corpo de tubo flexível 205₁ a 205₂ e uma junção 206 entre os segmentos adjacentes do corpo de tubo.

Será avaliado que existem tipos diferentes de tubos ascendentes, como é bem conhecido por aqueles versados na técnica. As modalidades da presente invenção podem ser usadas com qualquer tipo de tubo ascendente, tal como um livremente suspenso (tubo ascendente catenário, livre), um tubo ascendente restrito a algumas extensões (bóias, cadeias), um tubo ascendente totalmente restrito ou fechado em um tubo (tubos I ou J). Também será avaliado que as modalidades da presente invenção podem ser usadas em tubos ascendentes com um segmento que possuem, por exemplo, um único comprimento longo de corpo de tubo finalizado em uma ou ambas extremidades com um encaixe de extremidade ou em tubos ascendentes com múltiplos segmentos que possuem mais do que um segmento.

Também deve ser avaliado que enquanto as modalidades da presente invenção podem ser aplicadas nas provisões de tubos ascendentes, as modalidades são, em geral, aplicáveis em qualquer exemplo, quando um encaixe de extremidade deve ser usado para finalizar uma extremidade de uma parte do corpo de tubo flexível.

A Figura 3 ilustra um encaixe de extremidade 300 para um tubo flexível. O encaixe de extremidade 300 inclui um corpo de encaixe de extremidade 301 que inclui um furo interno 302 que atravessa ao longo de seu comprimento. O corpo de encaixe de extremidade é feito de aço ou algum outro material, tal como um material rígido. Em uma primeira extremidade do corpo de encaixe de extremidade 301, o corpo define uma região de boca aberta 303 dentro da qual uma extremidade de um segmento do corpo de tubo flexível 100 fica

situada e então finalizada. Um conector 304 se encontra em uma extremidade adicional do corpo de encaixe de extremidade 301. Este é formado como uma região projetada do tipo disco do corpo de encaixe de extremidade. O conector pode ser conectado diretamente a um conector de um corpo de encaixe de extremidade de um segmento adjacente de tubo flexível. Isto pode ser feito usando parafusos ou alguma outra forma de mecanismo de fixação. Em tal configuração os encaixes de extremidade devem ficar situados em uma disposição costa a costa. De forma alternativa, o conector 304 pode ser conectado a uma estrutura de flutuação ou estacionária, tal como parte de um navio, plataforma ou outra estrutura a qual o tubo flexível ficará preso.

A Figura 4 ilustra o corpo de encaixe de extremidade 301 em mais detalhes. A região de boca aberta 303 é formada pela aba aberta 400 do corpo de encaixe de extremidade. A aba define uma boca aberta circular através da qual um corpo de tubo flexível pode ser introduzido. A superfície interna 401 inclui uma primeira região escalonada 402 proporcionada para receber um anel de retenção de camada de barreira quando um corpo de tubo flexível fica situado no encaixe de extremidade e uma região escalonada adicional 403 disposta para receber um anel de retenção adicional para vedar as extremidades de camadas do corpo de tubo flexível. O restante da superfície interna 401 define um furo interno substancialmente liso ao longo do qual o transporte do fluido irá fluir em uso.

O corpo de encaixe de extremidade 301 inclui uma região de fixação 404 que se estende para fora a partir da parte central do corpo ao qual as partes adicionais do encaixe de extremidade podem ficar presas durante o processo de finalização do corpo de tubo flexível no encaixe de extremidade.

A Figura 4B ilustra uma elevação de extremidade do corpo de encaixe de extremidade no terceiro ângulo de projeção.

10 Voltando à Figura 3, a carcaça interna 101 e a camada de barreira 102 são finalizadas ao serem cortadas em uma localização particular para proporcionar uma extremidade 305 para o corpo de tubo flexível. O anel de retenção 306 fica situado na extremidade da região escalonada 403 do corpo de encaixe de extremidade, de modo que ajude a vedar as extremidades da camada de carcaça e a camada de barreira.

Um colar interno 500 é ilustrado de forma mais clara na Figura 5. O colar interno 500 é formado a partir de um corpo de colar 501, a partir do qual se estende um gargalo 502. O colar interno 500 é possui um furc central 503 que possui uma seção definida por uma superfície interna 504 do colar interno. O corpo de colar 501 e o gargalo 502 são formados integralmente, embora estas partes possam ser feitas separadamente. Em uma extremidade do gargalo 502 uma superfície externa 505 é formada em uma superfície curvada 506. Esta superfície curvada possui um raio de curvatura selecionado para definir um raio de curvatura mínimo de uma camada de armação por tração interna sustentada pela superfície.

Isto será descrito daqui por diante em mais detalhes. A Figura 5B ilustra uma vista de extremidade do colar interno a partir da lateral direita na Figura 5 (terceiro ângulo de projeção). A superfície de colar interno do corpo de encaixe de extremidade. A parte 605 da superfície de colar interno da parte tipo cunha do anel de retenção inclui pequenas projeções. Estas projeções ajudam a fornecer uma boa vedação ao penetrarem na superfície externa da camada de barreira. Entretanto, as projeções são tão pequenas que a microfissuração do material da camada de barreira é evitada quando o anel de retenção é conduzido ao engate de vedação com a camada de barreira. À medida que o corpo de encaixe de extremidade 301 é puxado em direção ao membro de colar interno 500, como será descrito em mais detalhes daqui por diante, uma superfície de engate do corpo de encaixe de extremidade se engata com a superfície 604 do anel de retenção. Isto tende a impulsionar o anel de retenção em uma direção a partir da esquerda para a direita na Figura 3 até que a superfície de encontro 602 se encontra com a superfície do corpo de colar interno. O movimento adicional para a direita é então impedido. O movimento adicional do corpo de encaixe de extremidade 301 partir da esquerda para a direita deforma a parte tipo cunha do anel de retenção a fim de impulsionar as projeções 605 em uma configuração de vedação próxima com a camada de barreira 102 do corpo de tubo flexível finalizado.

A Figura 7 ilustra um colar externo 700. O colar externo 700 inclui uma região de gargalo substancialmente cilíndrica 701 que é afilada em uma primeira região de ex-

tremidade 702 desta. A extremidade afilada 703 ajuda quando o colar externo é recortado entre as camadas selecionadas do corpo de tubo flexível. Possuir uma forma afilada, desta maneira, ajuda quando o colar externo é conduzido entre as camadas selecionadas. Na Figura 3, o colar externo é mostrado recortado entre uma bainha externa e uma camada de armação por tração externa 106. deve ser entendido que o corpo de tubo flexível 100 ilustrado na Figura 3 não mostra todas as camadas ilustradas na Figura 1 devido à concisão. O colar externo 700 é uma parte integral que ajuda a aperfeiçoar a eficiência durante um processo de instalação/montagem. Deve ser entendido que o membro de colar externo pode ser formada como diversas partes, de acordo com as modalidades da presente invenção.

15 O colar externo 700 também inclui uma parte de corpo 704 a partir da qual o gargalo se estende. O corpo é virado para fora com relação ao gargalo. Uma superfície interna 705 do gargalo 701, em geral, é cilíndrica, mas em direção a uma boca aberta 706 uma superfície interna se projeta para fora. A região de superfície interna 707 pode ser suavemente curvada e de forma vantajosa irá possuir um raio de curvatura comum ao raio de curvatura da superfície externa curvada 506 do membro de colar interno. Deste modo, quando as camadas de armação por tração 106 do corpo de tubo flexível são dobradas em direção oposta à camada de barreira em uma localização selecionada 708, a camada de armação por tração mais externa pode ser dobrada contra a superfície curvada 707. A superfície curvada 707, deste modo, determina

um raio de curvatura mínimo da camada de armação por tração. Um comprimento restante das camadas de armação por tração fica situado em uma cavidade no encaixe de extremidade, no qual o fio será finalizado. Esta cavidade é preenchida com epóxi como descrito daqui por diante, a fim de manter os fios em posição.

Novamente com referência à Figura 3, o encaixe de extremidade 300 inclui adicionalmente um invólucro 307 que fica preso através de um ou mais parafusos 308 ou outro mecanismo de fixação, ao corpo de encaixe de extremidade. O invólucro atua como um alojamento e é vedado à bainha externa 108 do corpo de tubo flexível através de um anel de retenção externo 309 do tipo ilustrado na Figura 6. O invólucro externo 307 primeiro é conectado ao encaixe de extremidade e então uma placa de extremidade 310 é presa ao invólucro. À medida que a placa de extremidade 310 é conduzida em direção ao alojamento para prender a placa ao alojamento, a placa conduz a vedação 309 em uma direção da direita para a esquerda, como mostrado na Figura 3. A superfície externa da parte tipo cunha da vedação, deste modo, se engata com a superfície 311 do invólucro que produz uma força para dentro que impulsiona a parte tipo cunha do anel de retenção em uma disposição de vedação com uma superfície externa da bainha externa 108.

As extremidades 312 das camadas de armação por tração 106 são finalizadas dentro de uma cavidade 313 formada entre a superfície interna do alojamento 307 e o corpo de encaixe de extremidade 301 e o colar interno 500. Esta cavi-

dade 313 pode ser preenchida com epóxi ou algum outro selante passível de flutuação, de modo que a estrutura de extremidade seja substancialmente sólida. Isto também ajuda a manter as partes de componente do encaixe de extremidade no lugar para impedir o movimento do componente.

A Figura 8 ilustra o encaixe de extremidade 300 mostrado na Figura 3 em forma cortada. Conforme ilustrado na Figura 8, uma parte de extremidade de um segmento de corpo de tubo flexível 100 é lançada para dentro de uma extremidade do encaixe de extremidade 300. Em uma extremidade restante do encaixe de extremidade 300, o conector 304 proporciona uma estrutura rígida que pode ser aparafusada ou de outra forma presa em um conector correspondente de um encaixe de extremidade adjacente ou alguma outra estrutura a qual a linha de fluxo formada pelo tubo flexível será presa. A extremidade do tubo flexível 100 é finalizada dentro do encaixe de extremidade com as diversas camadas do tubo flexível com múltiplas camadas que é finalizado em pontos específicos ao longo do comprimento do encaixe de extremidade. Inúmeras vedações são proporcionadas a fim de impedir vazamento de fluxo de transporte que flui ao longo do tubo e do furo de encaixe de extremidade.

Um método para finalizar um segmento de corpo de tubo flexível de acordo com uma modalidade da presente invenção será descrito agora. O corpo de tubo flexível 100 será finalizado em um encaixe de extremidade 300. Por esta razão a extremidade do corpo de tubo flexível é cortada em um comprimento desejado. A seguir, diversas partes do encaixe

de extremidade são rosqueadas, neste estágio, através da extremidade aberta do tubo. Estas partes incluem, a Camisa 307, a placa de extremidade (colar externo) 310, e anel de retenção externo 311.

5

A seguir, as diversas camadas que constituem o tubo flexível de múltiplas camadas são cortadas em comprimentos selecionados. Por exemplo, a bainha externa 108 tem um corte mais curto do que a carcaça 101 e camada de barreira 102 muito embora as camadas de armação tensoras apresentem um corte muito mais longo. A seguir, o colar externo 700 é recortado na posição devida na extremidade aberta do corpo de tubo flexível. Por exemplo, o gargalo do colar externo pode ser recortado entre a bainha externa e a camada de armação por tração mais externa. Uma vez recortado na posição devida o colar externo é mantido no lugar por pressão entre as camadas do corpo de tubo flexível. Estas comprimem o gargalo do colar externo efetivamente mantendo o mesmo no lugar. Os fios de armação 312 são então inclinados para fora de sua parte de suporte próximo à camada de barreira do corpo de tubo flexível. A inclinação ocorre em uma região selecionada 708. Como mostrado na Figura 3, esta região corresponde ao local da superfície curvada formada sobre a superfície interna da parte de corpo do colar externo. Ao inclinar as camadas de armação contra esta superfície curvada, um raio mínimo de curvatura dos fios é controlado de modo que a inclinação extra não ocorra.

Alguns preparações das diversas faces de vedação tal como medida das superfícies e lixamento podem então ocorrer seguidos por um processo de fixação do colar interno 500 em uma posição relativa ao colar externo 700. Isto pode ser realizado utilizando parafusos longos 314 ou algum outro tal meio de fixação. A parte 500 pode ser fabricada a partir de um anel simples ou um anel fendido (e aparafusado simultaneamente) e pode ser presa no lugar utilizando fricção ou outro mecanismo de fixação tal como ligação com adesivo à base de resina epóxi ou é aparafusado no colar externo, tipicamente utilizando parafusos longos 314. Uma vez que as camadas de armação foram inclinadas para fora e são paralelas à camada de barreira e o colar interno está preso no lugar, um anel de retenção 600 está localizado em torno da extremidade aberta do tubo. O corpo de encaixe de extremidade 301 é então movido em direção à extremidade do corpo do colar interno 500. A ação de estirar o corpo de encaixe de extremidade sobre o tubo embute o anel de retenção interno 600 descendentemente na barreira contra fluido.

Nesta modalidade o colar interno é preso no lugar com força suficiente para diminuir o movimento quando o processo de embutimento for empreendido. Isto possui a vantagem de controlar o local onde o anel de retenção está preso e desse modo a posição relativa de todos os outros componentes. O posicionamento do corpo 301 no lugar e o estiramento do anel de retenção sobre o corpo, através da ação de um colar interno não preso que se move na direção B à medida que os parafusos 313 são apertados não são tão vantajosos. Isto

se deve ao ponto em que o anel de retenção está é preso está fixado com relação aos outros componentes: o local do colar interno, com relação aos outros componentes, não é fixado antes do processo de embutimento. Além disso, muito embora o anel de retenção interno fique embutido, inicialmente na direção B, uma vez que agarre as camadas poliméricas subjacentes, o anel de retenção interno permanece preso e o corpo 301 se move na direção A esmagando potencialmente o anel isolante 305.

10 O corpo de encaixe de extremidade 301 é então movido em direção à extremidade do corpo do colar interno 500. À medida que o encaixe de extremidade é movido em direção ao tubo flexível, o tubo flexível pode ser mantido em uma posição rígida através do colar interno e externo. À medida que 15 o corpo de encaixe de extremidade é movido em uma direção ilustrada pela seta A na Figura 3, uma superfície de engate formada como parte do ombro 402 impulsiona o anel de retenção formando uma relação confinada com o colar interno. O movimento adicional da esquerda para a direita, como mostrado na Figura 3, faz com que o ombro do encaixe de extremidade 20 impulsione a parte cuneiforme do anel de retenção formando uma estrita relação de vedação com uma camada externa da camada de barreira do corpo de tubo flexível. Este ativa a vedação. O corpo de encaixe de extremidade 301 pode ser então 25 aparafusado no colar interno utilizando parafusos ou algum outro mecanismo de fixação. As extremidades livres 312 dos fios de armação são então inclinados em uma posição dentro da cavidade 313 que é parcialmente definida nesta etapa.

Tal posição está ilustrada geralmente na Figura 3. Os fios de armação podem ser sustentados sobre uma superfície de aba externa do corpo do colar interno e uma superfície externa do corpo de encaixe de extremidade. Os fios podem ser presos no lugar utilizando tiras. A camisa externa 307 fica então presa, utilizando parafusos 308, na parte central do corpo de encaixe de extremidade 301. Isto faz com que a cavidade seja formada.

O anel de retenção externo 309 anteriormente engatado sobre o corpo de tubo flexível é colocado neste momento na posição ao deslizar o mesmo em uma direção ilustrada pela seta B na Figura 3, o espaço formado entre uma superfície interna da camisa 307 e a bainha externa 108 do corpo de tubo flexível. O anel de extremidade 310 é então aparafusado na camisa. À medida que o anel fica preso este é impelido em uma direção ilustrada como direção B na Figura 3 em direção à camisa. Este impulsiona o anel de retenção 309 em direção às superfícies de engate sobre a camisa que ativa a vedação.

Nesta etapa o encaixe de extremidade é suspenso em uma direção vertical. O epóxi ou algum outro selante passível de fluxo é então injetado através de portas de injeção (não mostradas) para preencher a cavidade 313 no encaixe de extremidade. Este retém os fios adicionalmente no lugar e ajuda a aperfeiçoar a integridade mecânica total.

Em encaixes de extremidade convencionais de tubo flexível o peso completo do encaixe de extremidade, antes do preenchimento da cavidade 313 com um material que prende os fios de armação no lugar, que é sustentado através da anco-

ragem do anel de retenção 600 na barreira de fluido subjacente. Este carregamento direto do anel de retenção possui o efeito de aumentar a probabilidade que o processo de encaixe de extremidade poderia induzir o movimento no anel de retenção e desse modo prejudica sua funcionalidade. Se o colar interno for preso sobre o tubo a carga poderia ser partilhada entre a ação do colar interno e o anel de retenção desse modo reduzindo o risco associado com a manipulação do encaixe de extremidade antes do preenchimento da cavidade.

10 Em uma modalidade da invenção o colar interno 500 é preso através de algum mecanismo (tipicamente através do uso de parafusos longos 314) com força suficiente e proximidade com o colar externo 700 de modo que as camadas de fio de armação sejam presas entre a superfície curvada do colar externo e a superfície curvada do colar interno. Este retém os fios no lugar. Será avaliado que em vez de tanto o colar externo como colar interno ser proporcionado com uma superfície curvada, apenas um dos colares pode necessitar de tal superfície de suporte. Ademais, será avaliado que a curva da superfície pode ser linear.

20 De acordo com as modalidades da presente invenção, uma ou mais superfícies de suporte do colar interno e/ou colar externo pode incluir entalhes. A Figura 9 ilustra em mais detalhes a superfície curvada 506 e gargalo 502 do colar interno 500 de acordo com uma modalidade da presente invenção. Será entendido que apenas uma seção do colar interno 500 é mostrado na Figura 9 levando em consideração a conveniência. O colar pode ser uma estrutura cilíndrica integral

ou pode ser feito em seções. Os fios que formam parte da camada de armação por tração interna 106 são enrolados em um ângulo de assentamento elevado com relação ao corpo de tubo 100. À medida que estes são inclinados para fora da camada de barreira subjacente em torno da região de inclinação 708, sendo que cada fio está localizado em uma respectiva ranhura de guia 900. A ranhura de guia é de preferência profunda o suficiente para rodear todo o diâmetro do fio embora será avaliado que as ranhuras de guia podem ser proporcionadas com menor profundidade. De forma vantajosa as ranhuras de guia 900 podem possuir uma profundidade de meio diâmetro de fio com uma ranhura correspondente adicional que é proporcionada sobre a superfície curvada 707 do colar externo.

Será avaliado que enquanto a primeira camada de armação está assentada em um primeiro ângulo com relação ao corpo de tubo flexível, sendo que uma camada de armação adicional é enrolada em uma direção diferente. Em tais circunstâncias as ranhuras de guia adicionais (não mostradas) podem ser formadas na superfície curvada 506 do colar interno em um ângulo para se encaixarem no ângulo de afluxo daqueles fios adicionais. Ao proporcionar ranhuras entalhadas em pelo menos uma das superfícies curvadas do colar interno e/ou colar externo as superfícies curvadas do colar interno e externo podem ser colocadas em estrita relação justaposta. Isto ajuda a garantir que o gargalo 502 do colar interno se estenda a uma distância máxima possível para sustentar ao máximo a camada de barreira do tubo flexível. Efetivamente o gargalo 502 e gargalo de colar externo e corpo de colar ex-

terno irão sustentar a camada de barreira entre o corpo de encaixe de extremidade e uma região do corpo de tubo flexível que mantém sua integridade. Isto ajuda a reter os fios na posição para impedir o movimento que pode de alguma forma danificar o epóxi ou outras características do encaixe de extremidade.

As modalidades da presente invenção proporcionam desta maneira um encaixe de extremidade de um tubo flexível. O encaixe de extremidade possui um corpo de encaixe de extremidade que possui uma boca aberta que recebe uma extremidade de um segmento de corpo de tubo flexível que deve ser finalizada no encaixe de extremidade. Um colar interno fica preso no tubo flexível e este colar interno inclui um gargalo alongado que possui uma superfície interna que define um furo substancialmente cilíndrico. O diâmetro deste furo é selecionado para estrito encaixe do diâmetro de uma superfície externa de uma camada de barreira do corpo de tubo flexível. Quando o corpo de tubo flexível for rosqueado através deste furo central, a superfície interna do gargalo (e na verdade uma parte do corpo) do colar interno sustenta a camada de barreira do corpo de tubo flexível. Isto ajuda a evitar o rompimento do material da camada de barreira ocasionado por pressão do fluido transportado empurrado através do material de camada de barreira em locais não-sustentados.

As modalidades da presente invenção proporcionam um colar interno que inclui uma região de extremidade que possui uma superfície externa curvada. A curva da superfície externa é selecionada para determinar um raio de curvatura

de fios de uma camada de armação do tubo flexível quando estes fios forem inclinados para fora de um eixo geométrico do tubo flexível durante a finalização em um encaixe de extremidade. As modalidades da presente invenção também proporcionam um elemento de colar externo que possui uma superfície curvada similar localizada sobre uma região de superfície interna.

As modalidades da presente invenção proporcionam um método para prender os fios de uma ou mais camadas de armação de um tubo flexível quando uma extremidade de corpo de tubo for finalizada em um encaixe de extremidade. O método inclui inclinar os fios para fora de um eixo geométrico de um tubo flexível e posicionar cada fio individualmente (embora mais de um fio possa ser devidamente localizado) em um entalhe comum. As superfícies de contato de um colar interno e colar externo podem ser impelidas simultaneamente para dessa forma reter os fios da camada de armação na posição em locais pré-determinados. Isto ajuda a impedir o desmoronamento do epóxi usado para preencher a cavidade o que pode ocorrer de alguma forma quando os fios não estiverem tão retidos no lugar devido a uma ação do tipo tesoura dos fios de armação.

As modalidades da presente invenção proporcionam um método para prender um encaixe de extremidade em um corpo de tubo flexível. O método envolve prender alguma estrutura rígida, por exemplo, na forma de um colar interno e externo a uma extremidade de corpo de tubo flexível. O encaixe de extremidade é então preso àquela estrutura, tal como a um

colar interno. Ao estirar o corpo de encaixe de extremidade em direção ao tubo flexível em vez de estirar o corpo de tubo flexível em direção a um encaixe de extremidade, um método mais vantajoso de montagem pode ser proporcionado.

5 No decorrer da descrição e reivindicações deste relatório descritivo, as palavras "compreender" e "conter" e variações das palavras, por exemplo "compreendendo" e "compreende", significam "inclusive porém sem caráter limitativo" e não se pretende excluir (e assim não o faz) outras
10 partes, aditivos, componentes, inteiros ou etapas.

 No decorrer da descrição e reivindicações deste relatório descritivo, o singular abrange o plural a menos que de o contexto requeira alguma outra maneira. Em particular, se o artigo definido for usado, o relatório descritivo
15 deve ser entendido considerando uma pluralidade bem como singularidade, a menos que o contexto requeira alguma outra maneira.

 As características, inteiros, recursos, porções químicas ou grupos descritos em conjunto com um aspecto, modalidade ou exemplo particular da invenção devem ser consi-
20 derados como aplicáveis a qualquer outro aspecto, modalidade ou exemplo descrito no presente documento a menos que sejam incompatíveis com o mesmo.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para prender um encaixe de extremidade (300) a um corpo de tubo flexível (100), **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas de:

5 prender um membro de colar externo (700) ao dito corpo de tubo flexível (100) em uma posição recortada entre as camadas (106, 108) do corpo de tubo flexível (100), sendo que a dita posição fica situada entre uma bainha externa (108) do corpo de tubo flexível (100) e pelo menos uma camada de
10 armação (106) do corpo de tubo flexível (100);

 prender uma extremidade aberta de uma parte de corpo de tubo flexível (100) em um membro de colar interno (500);

 impulsionar uma boca aberta (303) de uma parte de corpo (301) do encaixe de extremidade (300) em direção ao
15 corpo de tubo flexível (100) e o membro de colar interno (500); e

 prender a parte de corpo de encaixe de extremidade (301) ao membro de colar interno (500)

 em que uma etapa de prender o membro de colar in-
20 terno (500) ao membro de colar externo (700) antecede a etapa de impulsionar a dita boca aberta (303) de uma parte de corpo (301) do encaixe de extremidade (300) em direção ao corpo de tubo flexível (100).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1,
25 **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

 prender o dito membro de colar interno (500) ao dito membro de colar externo (700) através das etapas de travamento

com parafusos o dito membro de colar interno (500) ao membro de colar externo (700).

3.Método, de acordo com a reivindicação 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

subseqüente à etapa de prender o membro de colar externo (700) ao corpo de tubo flexível (100), dobrar os fios (312) de pelo menos uma camada de fio de armação (106) do corpo de tubo flexível (100) para fora distante de um eixo geométrico central do corpo de tubo flexível (100).

4.Método, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de preparar uma zona de face (305) de vedação ao redor de uma extremidade aberta do corpo de tubo flexível (100).

5.Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

fixar os fios (312) de pelo menos uma camada de armação (106) do corpo de tubo flexível (100) entre o dito membro de colar externo (700) e o dito membro de colar interno (500) ao prender o membro de colar externo (700) ao membro de colar interno (500).

6.Método, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

fixar por meio de garras os ditos fios (312) entre as superfícies opostas (506, 707) do membro de colar interno (500) e do membro de colar externo (700) à medida que o dito

membro de colar interno (500) e os ditos membros de colar externo (700) são presos uns nos outros.

7.Método, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a superfície oposta (506) do
5 dito membro de colar interno (500) compreende uma superfície externa de uma extremidade de uma parte de gargalo de colar interna (502) do membro de colar interno (500), a dita parte de gargalo (502) se estendendo para longe de uma parte de corpo (501) do membro de colar interno (500).

10 8.Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

prender o membro de colar interno (500) ao corpo de tubo flexível (100) através de uma das etapas de, proporcionar
15 um encaixe de fricção elevado entre o membro de colar (500) e o corpo de tubo flexível (100) ou unir o membro de colar interno (500) ao corpo de tubo flexível (100) ou aparafusar o membro de colar interno (500) ao corpo de tubo flexível (100).

20 9.Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

prender, de forma rígida, o membro de colar interno (500) ao corpo de tubo flexível (100); e
25 embutir um anel de retenção (600) em uma camada de barreira (102) do corpo de tubo flexível (100) quando o corpo de encaixe de extremidade (301) é preso ao membro de colar interno (500).

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

5 embutir o anel de retenção (600) sem induzir o movimento substancial do membro de colar interno (500).

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

10 antes da etapa de prender a extremidade aberta de um corpo de tubo flexível (100) ao membro de colar interno (500), cortar uma extremidade do corpo de tubo flexível (100) em um comprimento desejado para proporcionar, deste modo, a extremidade aberta, e

15 rosquear os componentes de um encaixe de extremidade (300) para um corpo de tubo flexível (100) através da extremidade aberta do corpo de tubo flexível (100).

12. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

20 proporcionar um anel de retenção (600) ao redor da extremidade aberta do corpo de tubo flexível (100); e

deslizar o anel de retenção (600) ao longo do corpo de tubo flexível (100) até uma localização onde o dito membro de colar interno (500) fica situado.

25 13. Método, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

deformar o anel de retenção (600) durante a etapa de prender o corpo de encaixe de extremidade (301) ao membro de colar interno (500) para formar, deste modo, uma vedação integral entre uma superfície externa de uma camada de barreira do corpo de tubo flexível (100) e uma superfície interna do corpo de encaixe de extremidade (301).

14.Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

10 localizar os fios de pelo menos uma camada de armação (106) do corpo de tubo flexível (100) em uma localização de cavidade do encaixe de extremidade (300); e
prender os fios localizados em posição.

15 15.Método, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

20 prender uma camisa externa de encaixe de extremidade (307) ao corpo de encaixe de extremidade (301), deste modo, uma superfície interna da camisa externa (307) fecha uma localização de cavidade formada pelo corpo de encaixe de extremidade (301), um membro de colar interno (500) e um membro de colar externo (700).

25 16.Método, de acordo com a reivindicação 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente a etapa de vedar a camisa externa (307) em uma bainha externa (108) do corpo de tubo flexível (100).

17.Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende adicionalmente as etapas de:

5 suspender o encaixe de extremidade (300) em uma orientação vertical; e

injetar epóxi dentro de uma localização de cavidade do encaixe de extremidade (300) para prender, deste modo, os fios de pelo menos uma camada de armação (106) do corpo de tubo flexível (100) dentro de uma cavidade do encaixe de
10 extremidade (300).

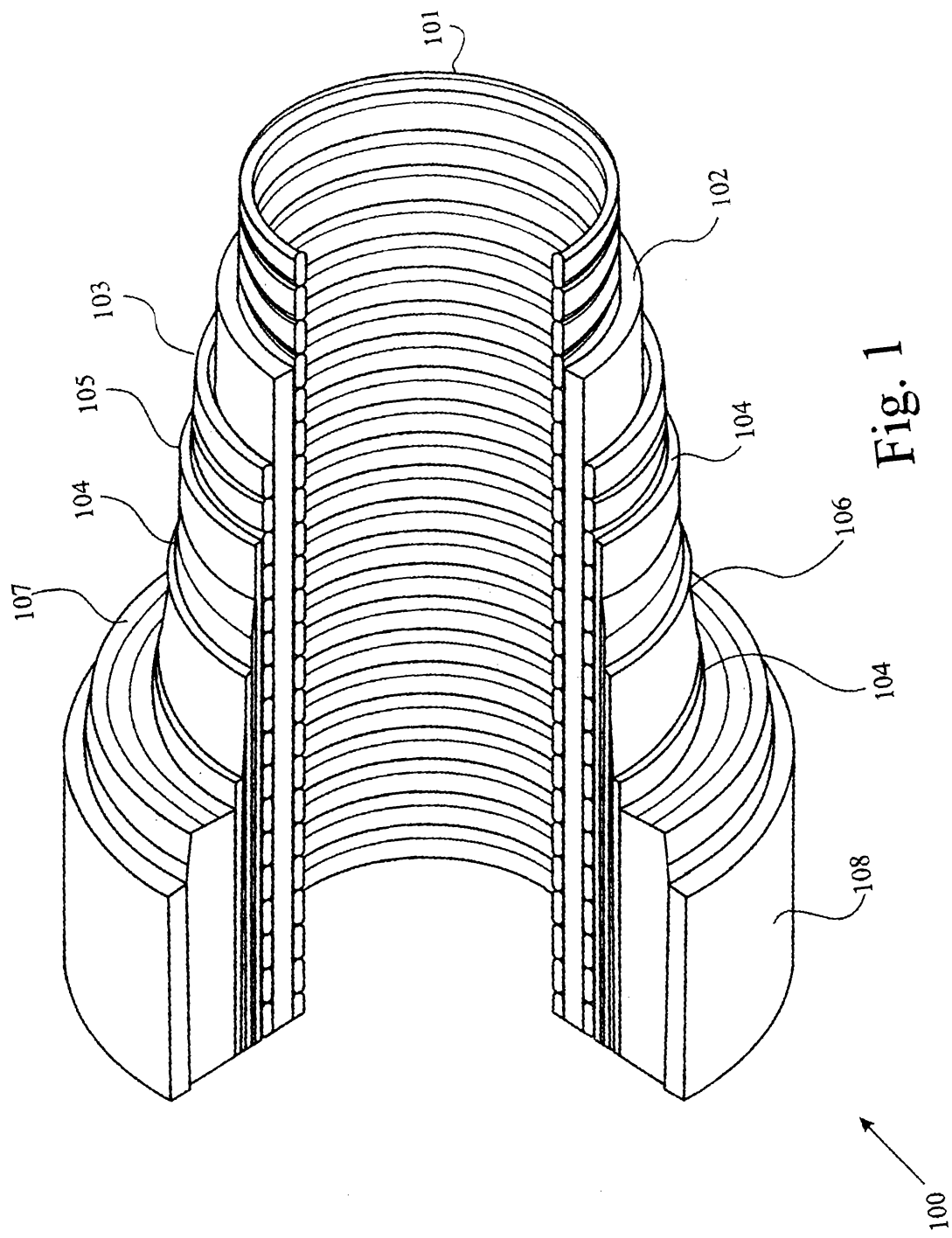


Fig. 1

100

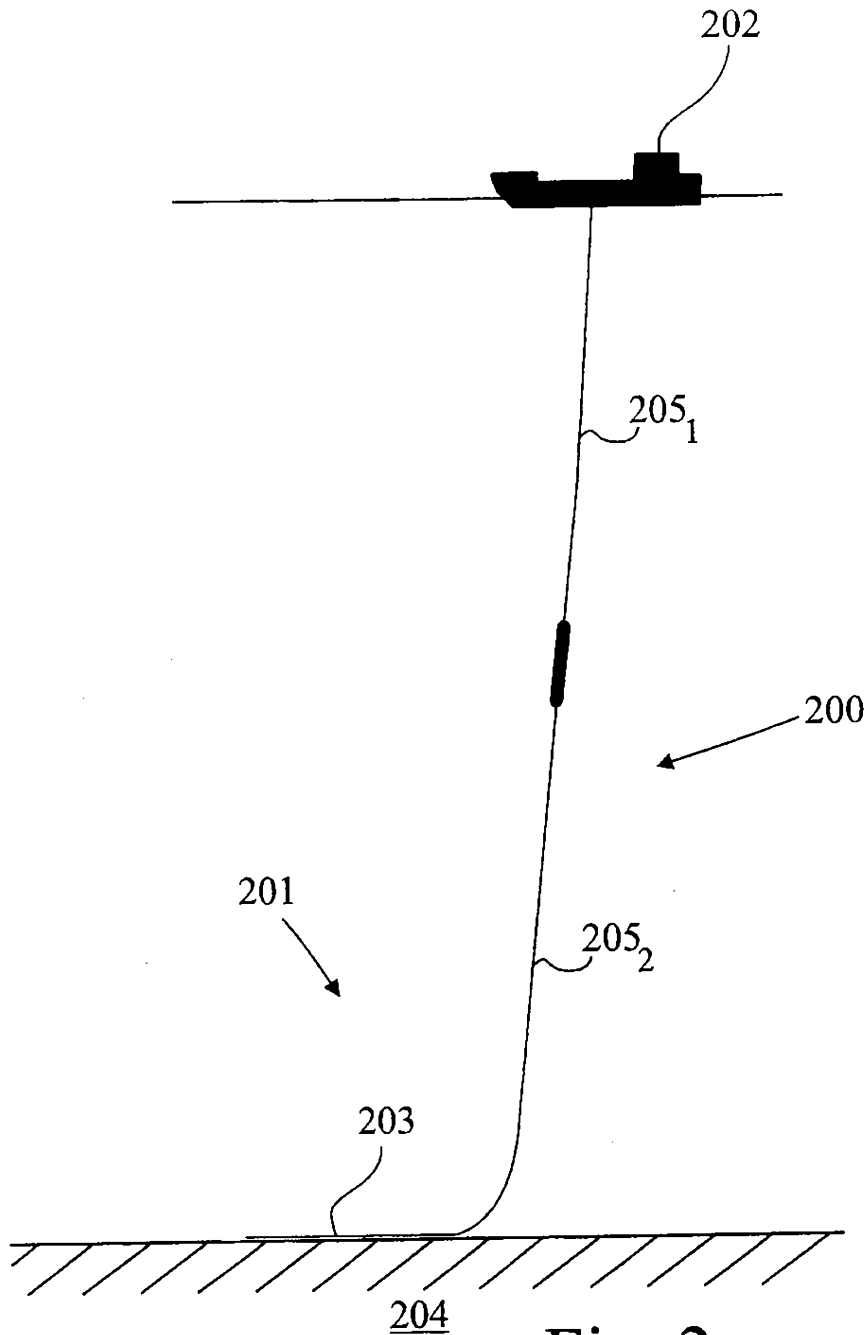


Fig. 2

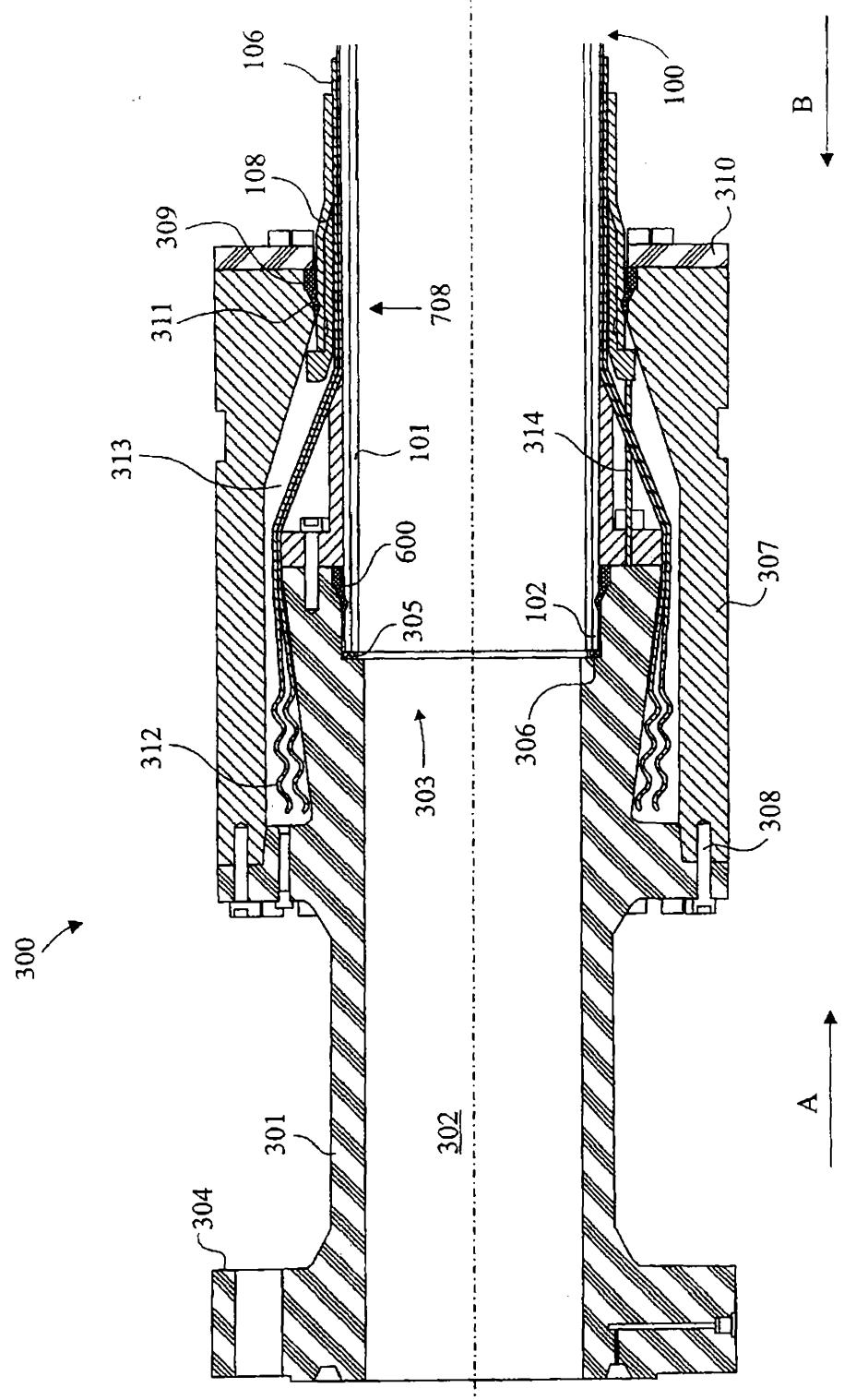


Fig. 3

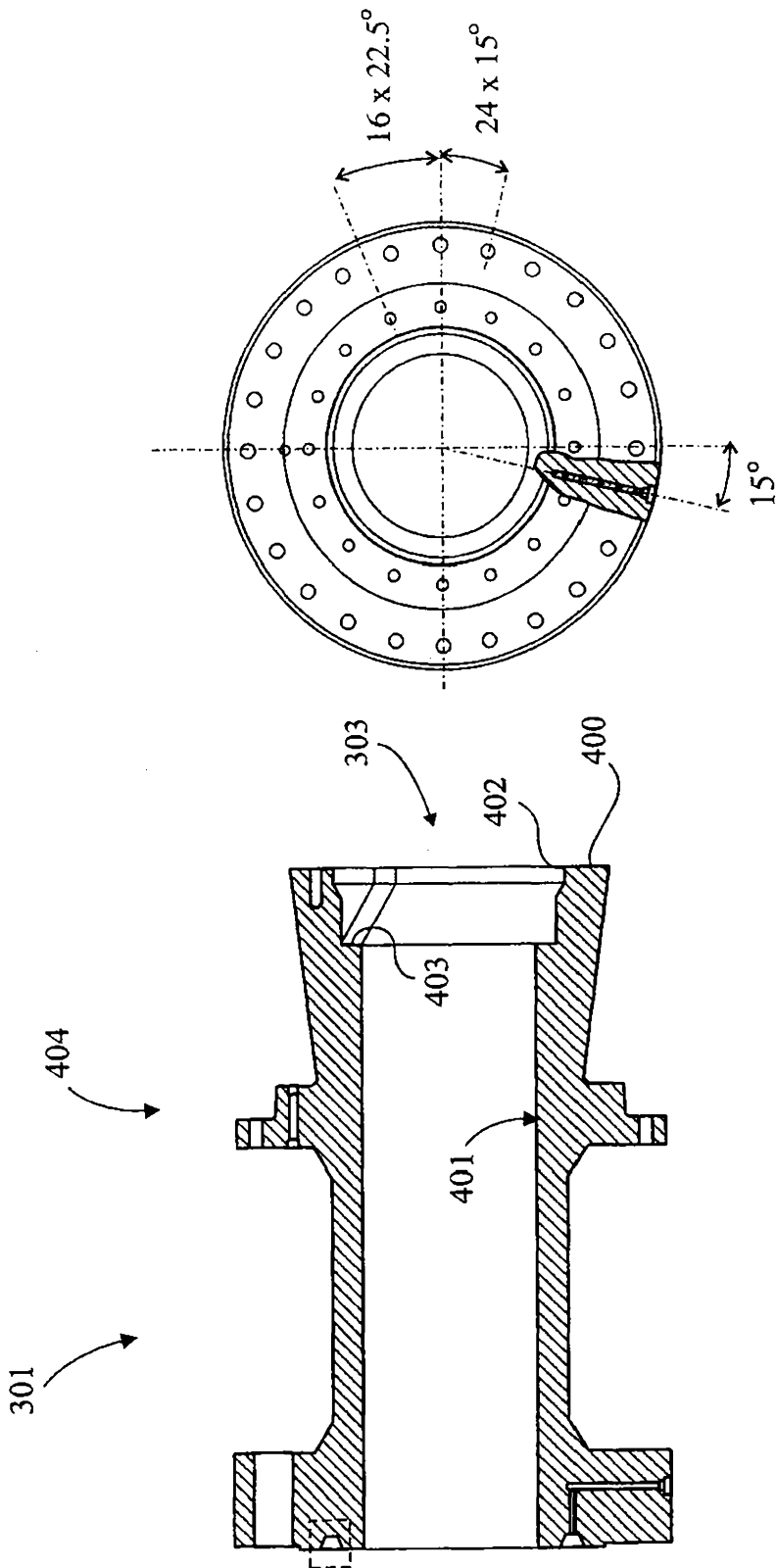


Fig. 4B

Fig. 4A

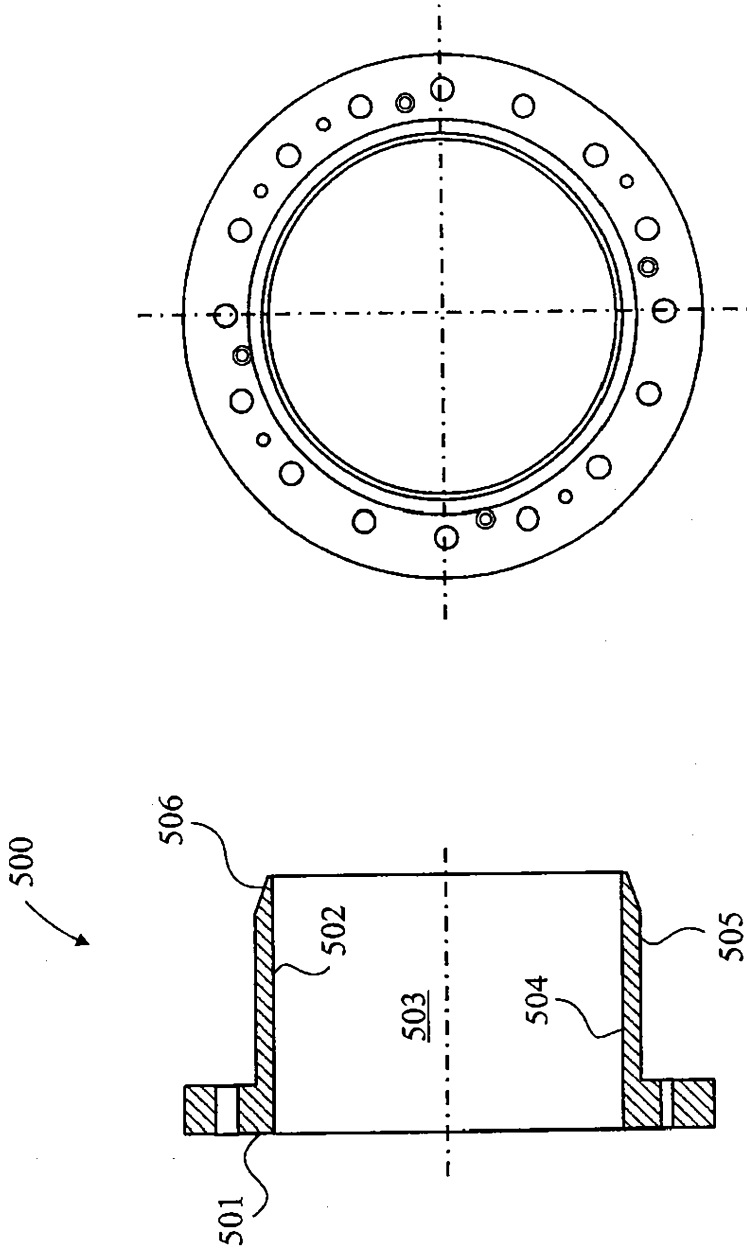


Fig. 5B

Fig. 5A

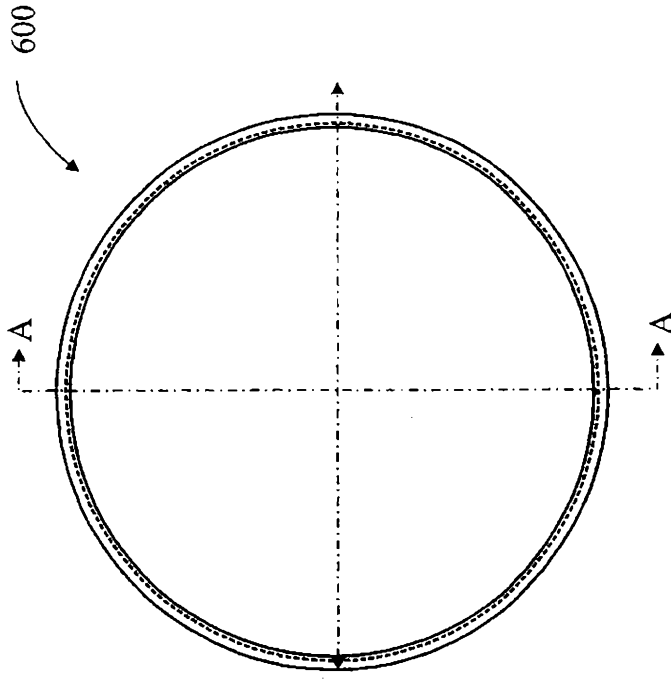


Fig. 6A

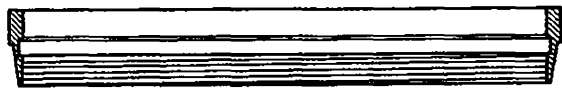


Fig. 6B

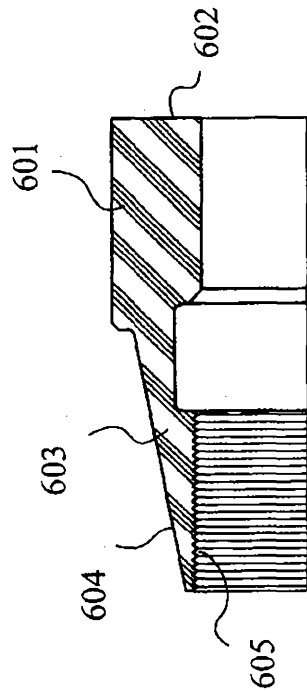


Fig. 6C

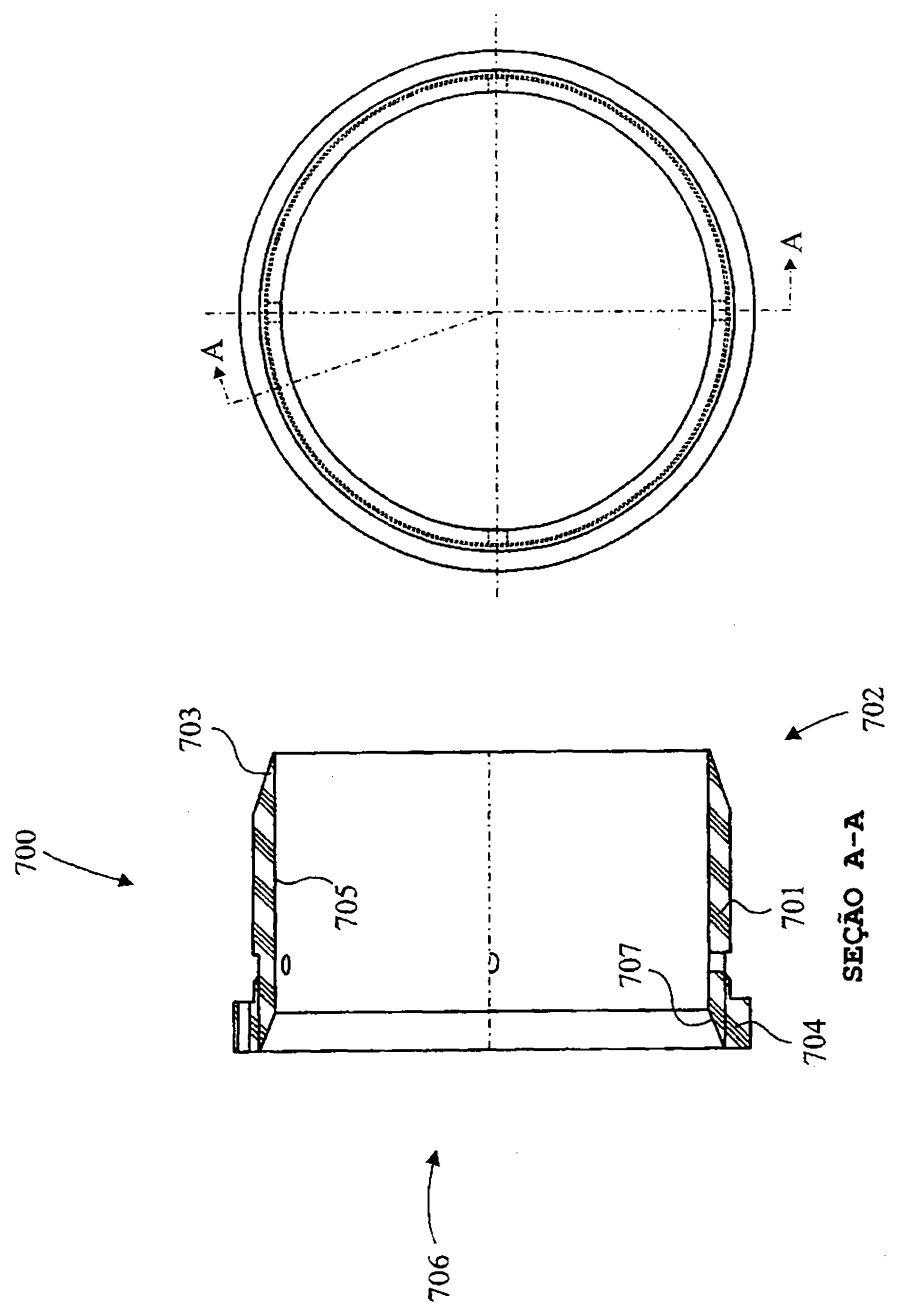


Fig. 7

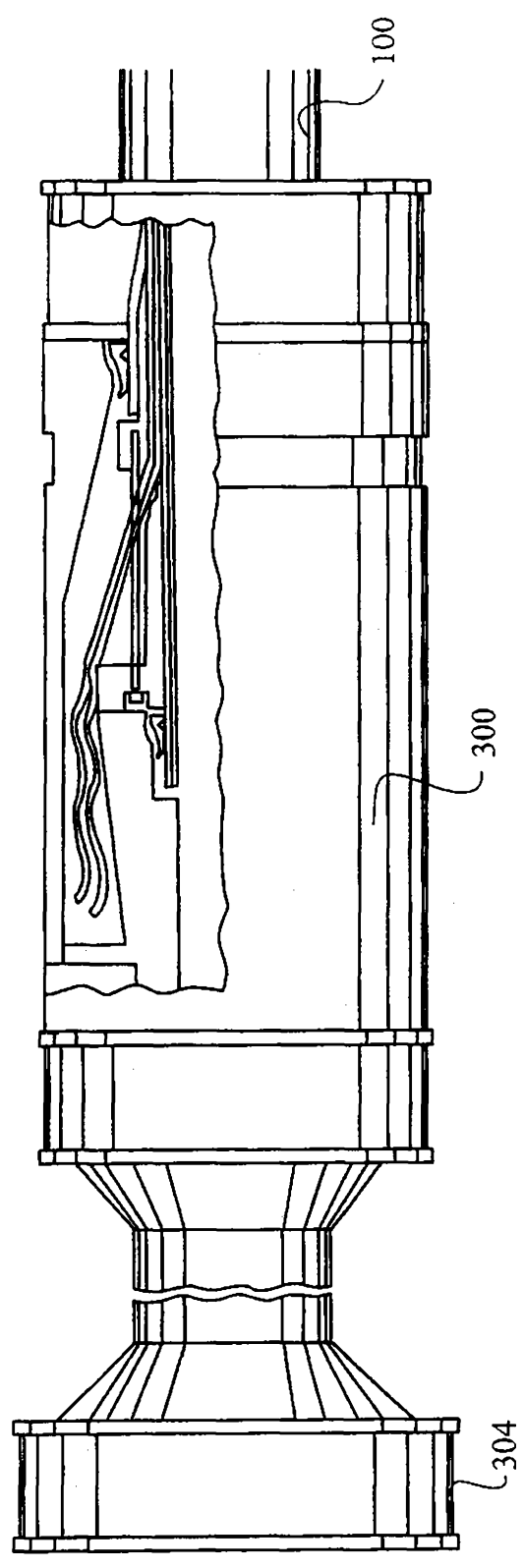


Fig. 8

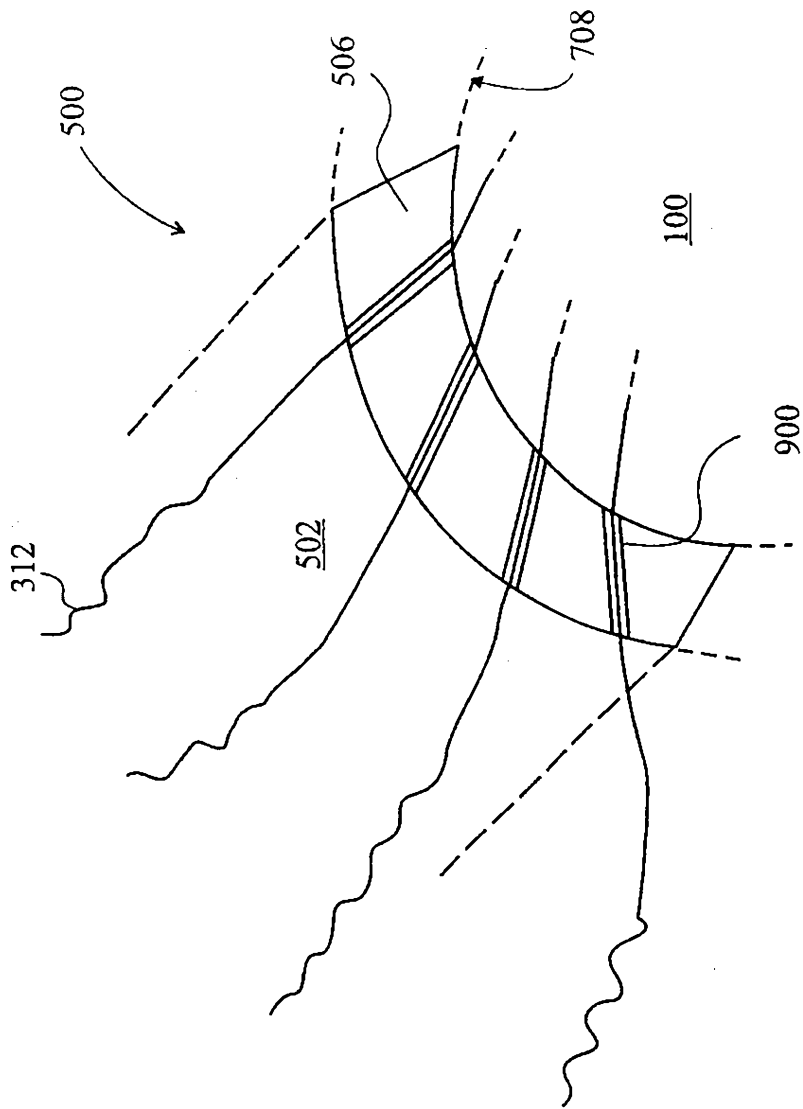


Fig. 9

RESUMO

"MÉTODO DE MONTAGEM"

Trata-se de um método e aparelho para prender um encaixe de extremidade em um corpo de tubo flexível. O método inclui as etapas de prender uma extremidade aberta de uma parte de corpo de tubo flexível a um membro de colar interno, impulsionando uma boca aberta de uma parte de corpo de um encaixe de extremidade em direção ao corpo de tubo flexível e o membro de colar interno e prender a parte de corpo de encaixe de extremidade ao membro de colar interno.