



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(21) PI 0718450-6 A2**



(22) Data de Depósito: 05/10/2007  
(43) Data da Publicação: 26/11/2013  
(RPI 2238)

(51) Int.Cl.:  
F16L 23/00

**(54) Título:** TESTE E VENTILAÇÃO DE UM ANEL TUBULAR

**(57) Resumo:**

**(30) Prioridade Unionista:** 30/10/2006 GB 0621543.8

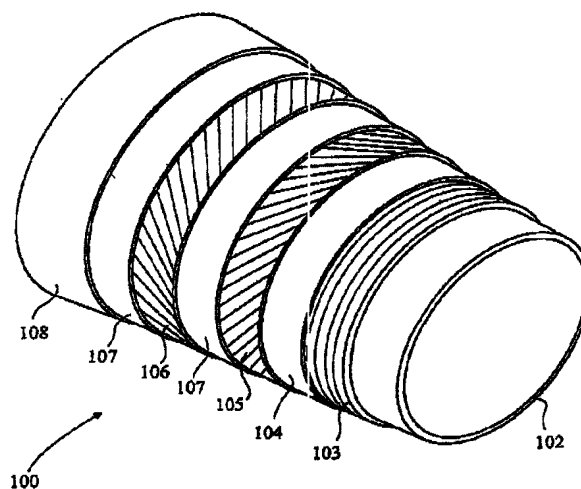
**(73) Titular(es):** Wellstream International Limited

**(72) Inventor(es):** Tony Eccleston

**(74) Procurador(es):** Isabella Cardozo

**(86) Pedido Internacional:** PCT GB2007003778 de 05/10/2007

**(87) Publicação Internacional:** WO 2008/053142de 08/05/2008



## “TESTE E VENTILAÇÃO DE UM ANEL TUBULAR”

A presente invenção se refere a um método e a um aparelho para se testar e ventilar tubulações flexíveis. Mais especificamente, mas não exclusivamente, a presente invenção se refere ao teste e à ventilação de um anel tubular interno de derivações verticais e linhas fluentes flexíveis. O teste permite que se verifique a integridade de camadas poliméricas internas, ao passo que a ventilação impede que se acumulem gases permeados, de modo a reduzir o risco de colapso.

Tradicionalmente, a tubulação flexível é utilizada para transportar fluidos de produção, tais como óleo e/ou gás e/ou água, de um local a outro. A tubulação flexível é especialmente útil para a conexão de um local submarino a um local no nível do mar. A tubulação flexível é geralmente formada em forma de um conjunto de corpo de tubulação e uma ou mais guarnições de extremidade. O corpo da tubulação é tipicamente constituído em forma de um compósito de materiais em camadas que formam um conduto contendo pressão. A estrutura de tubulação permite grandes deflexões sem produzir esforços de flexão que prejudiquem a funcionalidade da tubulação durante a sua vida útil. O corpo de tubulação é geralmente constituído por uma estrutura de compósito incluindo camadas metálicas e/ou poliméricas.

A tubulação flexível é geralmente constituída em forma de um único comprimento de corpo de tubulação flexível que termina em cada extremidade com uma guarnição de extremidade. Alternativamente, segmentos de corpo de tubulação flexível podem ser conectados entre si em uma configuração de extremidade com extremidade com uma guarnição de extremidade em uma extremidade de um segmento conectadas costas com costas com uma guarnição de extremidade de um segmento adjacente. Durante a operação, os fluidos de transporte são transportados ao longo de um furo interno. Estes fluidos de transporte podem conter, ou eles mesmos compreender gás. Se uma camada de barreira interna usada para conter os fluidos permitir que tais gases a permeiem ou que passem através dela, os gases podem se acumular no interior do corpo de tubulação flexível. Se estes gases não forem liberados, a sua acumulação pode causar a avaria da tubulação flexível. Técnicas conhecidas para se ventilar tais gases são incapazes de ventilar gases que se acumulam em determinadas regiões da tubulação flexível. Além disso, algumas metodologias conhecidas para a ventilação envolvem o uso de guarnições de extremidade dispendiosas e/ou intrincadas.

Durante a fabricação do corpo de tubulação flexível, são formadas camadas da tubulação flexível. Após a fabricação, mas antes do seu uso, seria desejável se ser capaz de testar a integridade de uma ou mais destas camadas principais fabricadas. Se um erro ocorrer durante a fabricação ou se uma camada for danificada durante a produção, seria desejável se identificar tal fato antes de se colocar o corpo de tubulação flexível em uso onde sua

avaria não seria observada, mas que seria de reposição demorada e dispendiosa. Existem técnicas conhecidas para se testar a integridade de algumas camadas de um corpo de tubulação flexível, no entanto essas técnicas não são capazes de testar com sucesso a integridade de regiões anulares internas. Tais regiões anulares são formadas, por exemplo, entre a camada de barreira interna usada para definir um furo da tubulação flexível e uma camada de vedação interna que pode ser incorporada no corpo de tubulação flexível de compósito de modo a proporcionar alguma proteção, caso a camada de barreira ou uma camada de blindagem externa falhar durante uso.

Um objetivo da presente invenção consiste em se mitigar pelo menos parcialmente os problemas citados acima.

Um objetivo das modalidades da presente invenção consiste em proporcionar um método de se testar a integridade de uma ou mais camadas do corpo de tubulação flexível fabricada.

Um objetivo das modalidades da presente invenção consiste em propor um método para se ventilar os gases que se acumulam no interior de uma porção do corpo de tubulação flexível.

Um objetivo das modalidades da presente invenção consiste em propor uma guarnição de extremidade que pode ser usada para terminar uma porção de corpo de tubulação flexível e que inclua passagens de ventilação e/ou de teste através das quais se possam conduzir os testes e/ou a ventilação.

De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção é proposto um método de se testar a integridade de uma porção do corpo de tubulação flexível, que compreende as etapas:

Por meio de pelo menos um orifício em um conjunto de guarnição de extremidade, em que uma extremidade de uma porção de corpo de tubulação flexível termina, a etapa de se monitorar pelo menos um parâmetro associado com uma região de anel tubular disposta entre camadas do corpo de tubulação flexível, sendo tal região de anel tubular conectada ao orifício por uma passagem de conexão.

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção é proposto um método de se ventilar uma região anular disposta entre uma camada de barreira e uma camada de vedação interna de uma porção de corpo de tubulação flexível, compreendendo:

A etapa de se abrir seletivamente um orifício de saída em um conjunto de guarnição de extremidade em que termina uma extremidade de uma porção de corpo de tubulação flexível, sendo o orifício de saída conectado à região anular por meio de uma passagem para através dela ventilar o fluido da região anular.

De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção é proposta uma tubulação flexível compreendendo:

Uma porção de corpo de tubulação flexível tendo uma extremidade que termina em um conjunto de guarnição de extremidade;

Pelo menos um orifício no conjunto de guarnição de extremidade; e

5 pelo menos uma passagem conectando o orifício a uma região de anel tubular disposta entre camadas do corpo de tubulação flexível; em que

pelo menos um parâmetro associado com o anel tubular pode ser monitorado por meio deste orifício.

10 Modalidades da presente invenção permitem que se teste o anel tubular interno das derivações verticais e de linhas fluentes flexíveis. Isto dá ao pessoal de produção a capacidade de testar tanto o arranjo de vedação como a integridade das camadas poliméricas do corpo de tubulação flexível como parte dos testes de aceitação da fábrica.

Modalidades da presente invenção podem ser usadas para provar a integridade das camadas poliméricas internas que são necessárias para se manter um ambiente seco caso uma blindagem externa de uma tubulação flexível seja ultrapassada.

15 Modalidades da presente invenção proporcionam a vantagem de que a tubulação flexível pode ser testada durante a montagem final e antes da sua instalação definitiva.

20 As modalidades da presente invenção proporcionam um modo pelo qual as válvulas de ventilação na parte externa de uma guarnição de extremidade podem ser usadas para ventilar gases e deste modo impedir a acumulação de gases permeados durante o uso. Isto reduz o risco de colapso do revestimento interno da tubulação flexível.

Modalidades da presente invenção serão agora descritas, a título de exemplo somente, fazendo-se referência aos desenhos apegados em que:

A Figura 1 ilustra camadas em um segmento de corpo de tubulação flexível;

a Figura 2 ilustra uma derivação vertical catenária;

25 a Figura 3 ilustra corpo de tubulação flexível que termina em uma guarnição de extremidade;

a Figura 4 ilustra o corpo de tubulação flexível que termina em uma guarnição de extremidade;

30 a Figura 5 ilustra o corpo de tubulação flexível que termina em uma guarnição de extremidade;

a Figura 6 ilustra o corpo de tubulação flexível que termina em uma guarnição de extremidade;

a Figura 7 ilustra o corpo de tubulação flexível que termina em uma guarnição de extremidade; e

35 a Figura 8 ilustra o corpo de tubulação flexível que termina em uma guarnição de extremidade com uma válvula de ventilação.

Nos desenhos numerais de referência iguais se referem a partes iguais.

Em todo o presente relatório se fará referência a uma tubulação flexível. Deve ficar subentendido que uma tubulação flexível é um conjunto de um corpo de tubulação e uma ou mais guarnições de extremidade em cada uma das quais termina uma extremidade do corpo de tubulação. A Figura 1 lustra o modo como se forma um corpo de tubulação 100 a partir de um compósito de materiais em camadas que formam um conduto contendo pressão. Embora uma série de camadas específicas seja ilustrada na Figura 1, deve ficar subentendido que a presente invenção se aplica em linhas amplas a estruturas de corpo de tubulação em compósito incluindo duas ou mais camadas.

Conforme ilustrado nas Figura 1, um corpo de tubulação inclui tipicamente uma bainha interna de pressão máxima. A bainha de pressão interna 102 tipicamente compreende uma camada polimérica que garante a integridade do fluido interno. Deve ficar subentendido que esta camada de barreira pode ela mesma compreender uma série de subcamadas. Deve também ser observado que modalidades da presente invenção são utilizadas, de preferência, no tocante a um corpo de tubulação “de furo liso” conforme mostrado na Figura 1. Deve, no entanto, ficar subentendido que as modalidades da presente invenção são aplicáveis a aplicações “de furo áspero” que incluem uma camada de carcaça interna 101 (não apresentada).

Uma camada de armadura de pressão 103 é uma camada estrutural com um ângulo de alinhamento próximo a  $90^\circ$  que aumenta a resistência da tubulação flexível à pressão interna e externa e a cargas de compressão mecânica. A camada também sustenta estruturalmente a bainha de pressão interna e consiste tipicamente em uma construção metálica intertravada.

A tubulação flexível 100 também inclui pelo menos uma camada de vedação interna 104. Tal camada é incluída para ajudar a contribuir para a resistência a colapso. Além disso, uma tal camada pode proporcionar contenção do fluido de transporte se a camada de barreira for atravessada. Além disso, tal camada 104 pode proporcionar a contenção se uma bainha externa (descrita com mais detalhes abaixo) falhar.

O corpo de tubulação flexível pode também incluir uma primeira camada de armadura de tração 105 e uma segunda camada de armadura de tração 106. Cada camada de armadura de tração é uma camada estrutural com um ângulo de alinhamento que se encontra tipicamente entre  $20^\circ$  e  $55^\circ$ . Cada camada é usada para sustentar cargas de tração e pressão interna. As camadas de armadura de tração são tipicamente enroladas duas a duas, uma em direção contrária à outra.

A tubulação flexível pode também incluir uma ou mais camadas de fita 107 que pode ser usada para conter camadas do corpo de tubulação flexível em uma configuração desejada.

O corpo de tubulação flexível pode também incluir uma bainha externa 108. A bai-

nha externa consiste em uma camada polimérica usada para proteger a tubulação contra a penetração de água do mar e de outros danos ambientais externos, corrosão, abrasão e dano mecânico.

5 Cada tubulação flexível compreende pelo menos um segmento de corpo de tubulação 100 juntamente com uma guarnição de extremidade localizada em pelo menos uma extremidade. Uma guarnição de extremidade proporciona um dispositivo mecânico que forma a transição entre o corpo de tubulação flexível e um conector ou uma outra guarnição de extremidade. As camadas de tubulação diferentes, conforme mostrado, por exemplo, na Figura 1 terminam na guarnição de extremidade de tal modo que elas transfiram a carga  
10 entre a tubulação flexível e o conector.

A Figura 2 ilustra um conjunto de derivação vertical 200 adequado para o transporte de fluido de produção tal como óleo e/ou gás e/ou água de um local submarino 201 para uma instalação flutuante 202. Na Figura 2, por exemplo, a localização submarina 201 é uma linha fluente submarina. A linha fluente flexível 203 compreende uma tubulação flexível, total  
15 ou parcialmente repousando no fundo do mar 204 ou enterrada abaixo do fundo do mar e usada em uma aplicação estática. A instalação flutuante pode ser provida por uma plataforma e/ou uma boia ou, conforme ilustrado na Figura 2, por um navio. A derivação vertical 200 é provida em forma de um derivação vertical flexível, isto é, uma tubulação flexível conectando o navio à instalação no fundo do mar.

20 Pode-se observar que existem diferentes tipos de derivação vertical, conforme é conhecido dos versados na técnica. As modalidades da presente invenção podem ser usadas com qualquer tipo de derivação vertical, tais como uma derivação vertical livremente suspensa (derivação vertical catenária, livre), uma derivação vertical contida até um certo ponto (boias, correntes), derivação vertical totalmente contida ou confinada em um tubo (tubos I ou J).  
25

A Figura 3 ilustra o modo como uma extremidade de um segmento de corpo de tubulação flexível 100 pode terminar em uma guarnição de extremidade de acordo com uma modalidade da presente invenção. A guarnição de extremidade 300 inclui um corpo tendo um formato geralmente de copo 301 que tem um furo interno que se estende axialmente 302  
30 com um diâmetro interno  $d$ . O diâmetro interno corresponde, de preferência, a um diâmetro interno correspondente definido por um diâmetro interno da camada de barreira 102 do segmento de corpo de tubulação flexível para terminar na guarnição de extremidade. O corpo da guarnição de extremidade 301 em uma primeira extremidade dele define uma região de boca aberta em que pode ser introduzida uma extremidade convenientemente cortada de  
35 corpo de tubulação flexível durante um processo de terminação. Uma região de flange 303 se estende para fora a partir do corpo de guarnição de extremidade e está localizada na proximidade de uma região de extremidade restante do corpo de guarnição de extremidade.

Uma jaqueta de guarnição de extremidade 304 é presa à região de flange 303 por um mecanismo de fixação adequado tal como uma ou mais cavilhas (não mostrados). A jaqueta contém diversos componentes da guarnição de extremidade e ajuda a protegê-los.

5 Diversas camadas do corpo de tubulação flexível compósito são cortadas em comprimentos desejados antes de terminar na guarnição de extremidade 300.

10 Uma luva de barreira 305 é introduzida em uma extremidade aberta de corpo de tubulação flexível e atua para alargar, pelo menos ligeiramente, a boca aberta do corpo de tubulação flexível na região de boca aberta da guarnição de extremidade 300. A luva pode incluir uma ou mais partes serrilhadas voltadas para trás para impedir o movimento da camada de barreira. Um anel de vedação interno 306 está localizado em um recesso geralmente afusado formado entre uma superfície interna da região de boca aberta da guarnição de extremidade e uma superfície externa da região extrema da camada de barreira. O anel de vedação interno é geralmente um elemento de vedação anular que engata, de preferência, em uma superfície externa da camada de barreira 102, quando o corpo de tubulação flexível termina na guarnição de extremidade.

15 Um colar interno 307 é preso a uma extremidade da região de boca aberta da guarnição de extremidade 300. Durante um processo de terminação, a fixação do colar interno sobre a guarnição de extremidade forçará a vedação interna 306 em uma direção indicada pela seta A na Figura 3 para dentro do recesso afusado para proporcionar uma boa vedação. O colar interno é uma estrutura rígida substancialmente semelhante a um anel, embora se possa observar que o anel pode ser formado em mais de uma parte. Uma vedação em anel O 308 do lado da guarnição de extremidade e uma vedação de anel em O 309 do lado da tubulação flexível pode ser incluídas para ajudar a proporcionar uma vedação para impedir um trajeto de vazamento entre o colar interno e a guarnição de extremidade e o colar interno e um colar externo 310 respectivamente. O colar externo 310 é utilizado pela Reque-  
20 rente/Cessionário e comercializado com o nome de colar Flexlok™ Collar. O colar externo 310 pode ser preso à guarnição de extremidade por meio de qualquer mecanismo de fixação adequado tal como por cavilhas. As cavilhas atravessam furos ou intervalos formados em locais adequados no colar interno.

30 Um anel de vedação médio 311 está localizado em um recesso afusado definido entre uma superfície interna do colar externo 310 e uma superfície externa de uma camada de vedação interna 104. O anel de vedação médio 311 é uma estrutura anular geralmente que é forçada para dentro do recesso por um anel espaçador associado que atua como um anel impulsor 312. O anel é utilizado pelo Requerente/Cessionário e comercializado com o  
35 nome Flexlok™ Ring. Como o colar externo 310 é ligado por cavilhas ao colar interno 307, uma superfície do anel impulsor 312 entrará em contato com uma superfície do lado da tubulação do colar interno 307. À medida que o colar externo 310 continua a ser fixado, um

anel de vedação que engata com a superfície do anel impulsor 312 entrará em contato com uma superfície de engate correspondente do anel de vedação que então forçará o anel de vedação médio 311 em uma direção ilustrada pela seta B na Figura 3, de modo a proporcionar uma vedação entre uma superfície externa da camada de vedação 104 e uma superfície interna do colar externo 310.

Outras camadas do corpo de tubulação flexível (não mostradas na Figura 3) que se estendem radialmente fora da camada de vedação 104 terminam em comprimentos desejados e estão localizadas no interior de uma cavidade 313 definida entre a superfície interna da jaqueta 304 e o corpo de tubulação flexível 100 e a guarnição de extremidade 300. A cavidade pode ser deixada vazia ou, o que é mais preferível, é preenchida por algum material resinoso durante um processo de terminação para prender partes do corpo de tubulação flexível na guarnição de extremidade.

Deve se observar que a camada de barreira interna 102 que é substancialmente cilíndrica e a camada de vedação 104 que é também substancialmente cilíndrica e coaxial com a camada de barreira interna 102 formam entre elas uma região anular alongada. Esta região anular contém a camada de armadura de pressão 103 e, se a camada de vedação 104 for também provida em uma localização diferente na tubulação de compósito diferente da mostrada na Figura 1, pode incluir outras camadas do corpo de tubulação flexível tais como camadas de armadura e camadas de fita.

Depois de se ter prendido o colar interno 310 e o anel de vedação médio 311 no seu lugar, é conveniente se ser capaz de testar a integridade da região anular. Um tal teste é desejável para se verificar se foi produzida uma boa vedação entre o colar interno 310 e a superfície externa da camada de vedação 104. Tal teste pode também testar a integridade da camada de vedação 104 e a camada de barreira 102, para se verificar se uma das camadas ou as duas têm um defeito ou furo que possa produzir a avaria da tubulação em uso. Até agora o teste desta região anular interna foi de difícil/impossível realização.

De acordo com as modalidades da presente invenção este problema é superado provendo-se uma passagem formada entre a região do anel tubular interno e uma superfície externa da guarnição de extremidade. A passagem permite que fluido, tal como o gás de teste, seja introduzido pro meio de um orifício de entrada preso à guarnição de extremidade ou no corpo de guarnição de extremidade ou na jaqueta ou em alguma outra localização conveniente. Uma rede de passagens proveniente do orifício de entrada liga o orifício ao anel tubular interno, de modo que o fluido possa ser introduzido na região do anel tubular. Depois da introdução do fluido, interrompe-se o bombeamento e monitora-se uma pressão do fluido. Uma queda na pressão ou uma alteração em algum outro parâmetro associado com o gás de teste pode ser monitorado e indicará uma ruptura em um dos seguintes, na camada de barreira interna 102, camada de vedação interna 104 ou no anel de vedação

interno 306 ou no anel de vedação médio 311. Deve-se observar que a passagem entre uma válvula de entrada e a região de anel tubular interno pode ser provida de uma variedade de modos, alguns dos quais serão agora descritos abaixo.

Conforme ilustrado na Figura 3, um orifício de entrada 314 é formado na jaqueta 304 da guarnição de extremidade 300. Deve ficar subentendido que embora o orifício 314 seja descrito como um orifício de entrada, é igualmente possível permitir que um fluido, tal como o gás de teste, saia do orifício 314 e por este motivo, o orifício pode agir tanto como um orifício de entrada somente ou como um orifício de saída somente ou como um orifício de entrada e saída. O orifício pode incluir uma válvula adequada de uma via ou de duas vias dependendo do seu uso. O orifício 314 está conectado a um tubo de acoplamento 315 que atravessa um furo formado através da espessura do jaqueta 304 e através da cavidade 313 onde ele está conectado a um furo atravessante 316 que se estende radialmente e que se estende em uma direção radial através do colar interno 307. Deve ficar subentendido que o furo atravessante 316 é pré-formado no colar interno e que um, dois ou mais destes furos que se estendem radialmente podem ser formados circunferencialmente ao redor do colar. É preferível que o colar interno inclua três tais furos afastados de mesma distância entre si ao redor do colar. Cada furo atravessante 316 proporciona um primeiro trajeto de fluxo que conecta o exterior da guarnição de extremidade por meio do orifício 314 à região de anel tubular interno formada entre a camada de vedação 104 e a camada de barreira 102. O trajeto de fluxo é formado através do orifício 314, tubo de acoplamento 315 e o furo atravessante 316 e para dentro do espaço entre uma superfície radialmente interna do colar interno 307 e uma superfície externa da camada de barreira 102. Deve ficar subentendido que haverá um espaço entre o colar interno e a superfície externa da camada de barreira. Este espaço pode ser substancialmente preenchido com epóxi como parte do processo de terminação, mas um trajeto de fluxo para o fluido será provido, uma vez que o epóxi, os materiais da camada de barreira e do colar interno, não estarão perfeitamente vedados um em relação ao outro.

Conforme mostrado na Figura 3, além do furo atravessante 316, podem também ser formadas passagens cruzadas perfuradas formadas em um local desejado partindo de cada um dos furos atravessantes 316. Alternativamente, deve ficar subentendido que furos cruzados podem ser formados somente em furos atravessantes selecionados ou ainda somente em uma das passagens de furo atravessante. Conforme ilustrado na Figura 3, o furo cruzado é praticado como uma passagem atravessante que se estende em uma direção axial através do colar interno e estará pelo menos parcialmente alinhada com o furo atravessante 316 de modo que se forme uma passagem por comunicação de fluidos. Uma parte do furo cruzado 317 se estende na direção da seta A na Figura 3 e este furo termina na interface entre o colar interno 307 e a superfície de extremidade da região de boca aberta do corpo da guarnição de extremidade 303. Isto coincide com a interface entre o colar interno

307 e uma extremidade acionadora da vedação interna 305. Deve se observar que esta interface não é vedada e, portanto, o gás de teste, ou outro tal fluido introduzido através do orifício 314, permeará a região de interface e penetrará na região interna do anel tubular.

5 Uma porção do furo cruzado 317 que se estende na direção B mostrada na Figura 3 conecta o orifício de teste 314 à interface entre o colar interno 307 e o colar externo 310 e o anel impulsor 312. Novamente esta interface não é vedada e, portanto, o gás de teste introduzido por meio do orifício 314 permeará a interface e penetrará na região interna do anel tubular.

10 Deve ficar subentendido que nas modalidades que utilizam anéis em O 308, 309 para vedar as superfícies do colar interno 307 contra a guarnição de extremidade 301 e o colar externo 310 respectivamente, os furos cruzados 317 devem ser formados radialmente para dentro das localizações dos anéis em O.

15 A modalidade ilustrada na Figura 3, portanto, ilustra, a título de exemplo somente, três localizações onde o gás de teste introduzido no orifício 314 pode entrar na região interna do anel tubular. Estas três regiões estão na interface entre o colar interno e o corpo da guarnição de extremidade, na interface entre o colar interno e a superfície externa da camada de barreira 102, e na interface entre o colar interno e o anel impulsor 312/colar externo 310. Os versados na técnica observarão que as modalidades da presente invenção podem utilizar somente um ou dois ou todos os três destes trajetos possíveis. Deve ser observado  
20 que se for necessário um número menor do que o de todos os trajetos, então a passagem 316, descrita como o furo atravessante, poderia de fato ser uma passagem cega ligando somente um dos dois furos cruzados a uma região de interface respectiva. Por este motivo a passagem poderia ter um formato substancialmente em L se somente uma interface fosse necessária ou em formato de T se fossem necessárias duas regiões de interface, ou, conforme mostrado na Figura 3, em formato de cruz quando fossem necessárias três áreas de  
25 interface. Os versados na técnica também observarão que se for desejado um maior grau de conexão entre o orifício 324 e o anel tubular interno, poderia ser provido mais de um furo cruzado fora de cada passagem que se estende radialmente 316. Poderia também ser usado um número maior de tais passagens que se estendem radialmente.

30 A Figura 4 ilustra uma outra modalidade da presente invenção. Deve se observar que a jaqueta 304 envolve a guarnição de extremidade não é mostrada na Figura 4 para fins de clareza. Conforme ilustrado na Figura 4, uma passagem de comunicação ligando a parte externa da guarnição de extremidade à região interna do anel tubular inclui um orifício 314 formado no flange 303 do corpo de guarnição de extremidade 301. O orifício 314 é conectado a uma passagem 400 que se estende em uma direção axial através do flange do corpo de guarnição de extremidade. A passagem 400 é conectada a um tubo de acoplamento 401  
35 que se estende em uma direção substancialmente axial a um conector reentrante em baixo-

neta 402 em um furo atravessante 316. Deste modo, o fluido, tal como um gás de teste, introduzido por meio do orifício 314 passa ao longo da passagem 400 e do tubo de conexão 401 e do conector 402 e para dentro da passagem 316 onde ele pode entrar no anel tubular interno entre a camada de barreira 102 e a camada de vedação interna 104. Conforme foi observado acima, após se bombear o gás de teste para dentro do anel tubular, pode ser monitorado um parâmetro tal como pressão no interior do anel tubular para se determinar se as vedações estão funcionando e/ou se uma ou mais das camadas contendo fluido foi permeada.

Deve se observar que o processo de teste pode ser conduzido de acordo com uma variedade de metodologias possíveis. Conforme foi descrito acima, por exemplo, é possível se bombear um gás de teste, tal como nitrogênio, ar seco ou outros na região do anel tubular por meio de um orifício de teste, interrompendo-se o bombeamento e monitorando-se então uma redução em um parâmetro tal como pressão associado com o anel tubular. Como uma alternativa, a taxa de bombeamento do gás de teste pode ser conhecida e os resultados podem ser comparados com resultados de testes pré-conhecidos. Se um parâmetro tal como tempo necessário exceder um limiar pré-determinado antes de ter sido atingido um parâmetro adicional tal como pressão associada com o anel tubular, isso indicará que uma vedação é ineficaz ou imperfeita ou que uma camada de barreira ou camada de vedação foi pelo menos parcialmente, ou totalmente, atravessada em pelo menos um local. Os versados na técnica observarão que tal teste pode ocorrer antes da tubulação flexível ter sido colocada em funcionamento em um local no campo. Erros/defeitos associados com a tubulação flexível e/ou com a guarnição de extremidade podem assim ser determinados e corrigidos antes de se colocar em utilização a tubulação flexível. Após se colocar a tubulação flexível em uso, uma observação de uma falha é cara para ser corrigida, uma vez que a tubulação flexível deve ser recuperada e em seguida o defeito/erro corrigido.

A Figura 5 ilustra uma outra modalidade da presente invenção em que uma passagem de comunicação por fluidos é formada entre um orifício de entrada 314 e uma região de anel tubular interno devido a uma ou mais passagens pré-formadas através do corpo de guarnição de extremidade 301. A passagem 500 conecta o orifício de entrada 314 a um furo cruzado formado no colar interno 307. Será observado que uma tampa 501 pode ser incluída para impedir a saída do fluido de teste na região de cavidade 313 entre o corpo de guarnição de extremidade e a jaqueta (não mostrada). Alternativamente, o furo no colar interno pode ser formado como um furo cego, de modo que um furo não é formado através da totalidade da espessura radial do colar interno. Uma vantagem da modalidade mostrada na Figura 5 consiste no fato de que é utilizado um número muito pequeno de conexões rosqueadas que podem proporcionar trajetos para vazamentos.

A Figura 6 ilustra uma modalidade alternativa da presente invenção que têm muitas

de características similares às da modalidade ilustrada com referência à Figura 4. No entanto, na modalidade da Figura 6, o tubo de acoplamento 401 é conectado a um conector reentrante em baioneta 402 que é ele mesmo conectado a um furo atravessante 600 formado no colar 310. Uma passagem de comunicação do orifício 314 para o anel tubular interno é completada provendo-se um furo 601 através do anel impulsor 312. Deste modo, um fluido tal como um gás de teste pode correr do orifício 314 através do flange 303 do corpo de guarnição de extremidade 301 por meio de um tubo acoplador 401 e conector 402 através da passagem 600 formada no colar 310 e uma passagem 601 formada no anel impulsor. Deve ficar subentendido que furos através do colar interno 307 são supérfluos nesta modalidade e podem ser evitados inteiramente se for desejado.

A Figura 7 ilustra uma outra modalidade da presente invenção em que uma passagem de comunicação por fluidos é formada entre um orifício 314 na guarnição de extremidade e uma região do anel tubular interno do corpo de tubulação flexível. O orifício 314 é conectado a um tubo de acoplamento 401 por um furo axial 400 formado através de um flange 303 do corpo de guarnição de extremidade. O tubo de acoplamento 401 é conectado ao furo em uma primeira extremidade deste. Em uma outra extremidade do tubo de acoplamento 401 existe um conector 402 que é preso à camada de vedação 104 do corpo de tubulação flexível. Um furo de passagem é formado na camada de vedação 104 para conectar a região de anel tubular entre a camada de vedação 104 e a camada de barreira 102 ao orifício 314 pela passagem de comunicação. Deve se observar nesta modalidade da presente invenção que as passagens de comunicação não precisam ser formadas no colar interno 307 ou no colar 310 ou no anel impulsor 312.

Embora as modalidades identificadas acima tenham sido descritas a título de exemplo fazendo-se referência ao teste da integridade de uma região anular de uma tubulação flexível, deve se observar que as modalidades são também aplicáveis e adicionalmente aplicáveis à ventilação da mesma região anular. Para se conduzir tal processo de ventilação, uma válvula pode ser presa ao orifício 314. A título de exemplo, a Figura 8 ilustra a modalidade já descrita com referência à Figura 6 que incorpora a válvula de ventilação 800. Deve ser observado que uma válvula de ventilação 800 pode ser aplicada a qualquer uma das modalidades descritas acima para permitir que estas modalidades sejam utilizadas para a ventilação de gases que se acumulam na região anular. Os versados na técnica observarão que de tempos em tempos gás que ou compreende o fluido de transporte ou que é suspenso em um tal fluido permeará através da camada de barreira interna 102 no copo de tubulação flexível e terá a tendência de se acumular em uma região de anel tubular interno formada entre esta camada de barreira interna e uma camada de vedação interna 104. O acúmulo de tais gases é conhecido como causando problemas de tempos em tempos e pode causar a avaria do corpo de tubulação flexível. Deve se observar que a correção de tais

avarias é um processo demorado e caro. Técnicas para a ventilação de regiões anulares em um corpo de tubulação flexível foram propostas, mas até agora nenhuma tal técnica de ventilação foi provida para a ventilação da região anular entre uma camada de barreira interna e uma camada de vedação interna. A maioria das técnicas de ventilação foi utilizada para a ventilação de uma região radialmente fora de uma camada de vedação interna ou eram aplicáveis somente ao corpo de tubulação flexível que não utiliza uma camada de vedação interna. Deve se observar que do mesmo modo como nas modalidades da presente invenção se propõe um modo em que uma integridade desta região de anel tubular interno pode ser verificada antes do uso, é também possível se usar as passagens providas para tal teste durante uso para ventilar individualmente segmentos de corpo de tubulação flexível.

Com referência à Figura 8, deve-se observar que uma região de extremidade de um segmento de corpo de tubulação flexível 100 é ilustrada como terminando em uma guarnição de extremidade 300. A guarnição de extremidade 300 na prática incluirá uma jaqueta de guarnição de extremidade 304, que não é mostrada na figura 8 para fins de clareza. Quando a integridade de tal tubulação flexível tiver sido verificada, a tubulação será colocada em operação e será utilizada para transportar fluidos de transporte de um local para outro. Durante o uso, podem se acumular gases na região anular interna entre a camada de barreira interna 102 e a camada de vedação interna 104, conforme já descrito acima. Portanto, de tempos em tempos, pessoal autorizado pode receber acesso às guarnições de extremidade na tubulação flexível. Abrindo-se uma válvula 800 em um momento desejado, os gases que tiverem se acumulado na região de anel tubular interno podem ser removidos. Os gases correrão ao longo da passagem de comunicação que, na modalidade da Figura 8, é formada por um furo formado através do anel impulsor 312 e do furo formado através do colar 310. O furo através do colar 310 é conectado a um conector 402 e a um tubo de acoplamento 401 conectando o conector 402 a um furo formado através do flange 303 do corpo de guarnição de extremidade 301. O gás que se acumulou pode ser ventilado devido ao fato da pressão interna ser superior à pressão a jusante da válvula de ventilação 800. Deve se observar que uma bomba pode ser utilizada para bombear fora os gases que se acumularam por meio da passagem de comunicação e da válvula 800 para acelerar o processo e reduzir uma quantidade de gás que se acumulou e que permaneceu na região de anel tubular após a ventilação. Quando todo o gás que se acumulou ou uma proporção de gás que tenha se acumulado tiver sido ventilado, a válvula 800 pode ser fechada, de modo a impedir o ingresso de gás ou de fluido, tal como água do mar, nas passagens de comunicação e através destas para dentro da região do anel tubular.

As modalidades da presente invenção permitem que se teste um anel tubular interno de derivações verticais flexíveis e de linhas fluentes. O pessoal de produção são dotados, portanto, com a capacidade de testar tanto o arranjo de vedação e as camadas polimé-

ricas das tubulações flexíveis como parte dos testes de aceitação fabril. As modalidades da presente invenção provam a integridade das camadas poliméricas internas que são necessárias para se manter um ambiente seco, se for atravessada a blindagem externa da tubulação flexível. Uma vantagem deste método consiste no fato de que a tubulação pode ser testada durante a montagem final e antes da instalação definitiva. O sistema de teste de anel tubular é conectado à tubulação flexível e ao exterior por meio de conexão de linha aérea e mangueiras aéreas que permitem ou que o anel tubular seja pressurizado ou evacuado dependendo do furo da tubulação estar preenchido com água ou se encontrar à pressão atmosférica.

A instalação de válvulas de ventilação na parte externa da guarnição de extremidade depois do teste também permite que o sistema seja ventilado durante a operação. Isto impede a acumulação de gases permeados e reduz o risco de colapso do revestimento interno da tubulação flexível.

Deve se observar que as modalidades da presente invenção podem proporcionar um método e aparelho adequados para a ventilação de uma região de anel tubular interno do corpo de tubulação flexível sem haver a necessidade de se testar o anel tubular antes do seu uso.

De acordo com determinadas modalidades da presente invenção, quando uma região de anel tubular entre a camada de barreira e a vedação interna do corpo de tubulação flexível tiver que ser testada, o furo interno do corpo de tubulação flexível pode ser preenchido substancialmente com fluido, tal como água, antes do teste. Isto ajudará a se opor ao efeito de pressão causado pela introdução do fluido de teste na região anular durante o teste de integridade.

As modalidades da presente invenção descritas acima podem ser modificadas para se ajudar a aumentar o trajeto de fluxo do fluido introduzido através do orifício 314 ou ventilado através do orifício 314 durante um processo de teste ou ventilação. Uma região de superfície interna do colar 307, por exemplo, que entra em contato com uma superfície externa da camada de barreira 102 pode incluir um ou mais canais. Alternativamente, o anel impulsor 312 pode incluir um ou mais canais em uma superfície que engata com o colar, de modo que a interface entre o anel impulsor e o colar 307 inclui intervalos através dos quais o gás/fluido de teste pode percolar. Canais similares podem ser formados em qualquer uma das características em que tal interface ocorre. Os canais podem ser pré-formados ou podem ser formados provendo-se uma ou mais superfícies de engate ásperas.

Em toda a descrição e nas reivindicações deste relatório, as palavras “compreender” e “conter” e suas variações, tais como, por exemplo, “compreendendo” e “compreende”, significam “incluindo, mas sem limitação”, e, não se destinam a excluir outras porções, aditivos, componentes, números inteiros ou etapas (e não os excluem).

Em toda a descrição e reivindicações deste relatório, o singular abrange o plural a não ser que o contexto exija em contrário. Mais especificamente, nos casos em que é usado o artigo indefinido, deve ficar subentendido que o relatório visa a multiplicidade assim como a singularidade, a não ser que o contexto exija em contrário.

- 5 Facetas, números inteiros, características, compostos, porções químicos ou grupos descritos em conjunto com um aspecto, modalidade ou exemplo da invenção específico devem ser subentendidos como aplicáveis a qualquer outro aspecto, modalidade ou exemplo descritos no presente documento a não ser que sejam incompatíveis com eles.

## REIVINDICAÇÕES

1. Método de teste da integridade de uma porção de corpo de tubulação flexível, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas:

5 por meio de pelo menos um orifício em um conjunto de guarnição de extremidade em que termina uma extremidade de uma porção de corpo de tubulação flexível, de se monitorar pelo menos um parâmetro associado com uma região de anel tubular disposta entre camadas do corpo de tubulação flexível, sendo a região de anel tubular conectada ao orifício por uma passagem de conexão.

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

se prover uma passagem do orifício de entrada/saída a uma região de anel tubular disposta entre uma camada de barreira e uma camada de vedação interna do corpo de tubulação flexível.

15 3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda as etapas de:

antes do teste, se preencher substancialmente um furo central do corpo de tubulação flexível com um fluido.

20 4. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende se testar a integridade estrutural de uma ou mais camadas do corpo de tubulação flexível.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende se testar a integridade de um ou mais elementos de vedação dispostos em uma região de extremidade do corpo de tubulação flexível.

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

de se introduzir fluido sob pressão no orifício; e

de se monitorar a pressão do fluido.

30 7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda as etapas:

de se evacuar pelo menos parcialmente o anel tubular por meio do orifício; e

de se monitorar a pressão no anel tubular.

35 8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de se prover uma passagem compreende as etapas:

de se prover um elemento de tubo de acoplamento conectando o orifício a um elemento de colar interno disposto na guarnição de extremidade;

de se prover uma seção de passagem através do colar interno do elemento de tubo de acoplamento a um elemento de anel impulsor interno disposto entre o elemento de colar interno e o anel tubular; e

5 de se prover uma seção de passagem através do elemento de anel impulsor interno ao anel tubular.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de se prover uma passagem compreende ainda as etapas:

10 de se prover um elemento de tubo de acoplamento conectando o orifício a um elemento de colar interno disposto na guarnição de extremidade; e

de se prover uma seção de passagem através do elemento de colar interno do elemento de tubo ao anel tubular.

15 10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de se prover uma passagem compreende ainda as etapas:

de se prover uma passagem de furo do orifício através da guarnição de extremidade a um elemento de colar interno disposto na guarnição de extremidade; e

de se prover uma seção de passagem através do elemento de colar interno da passagem de furo ao anel tubular.

20 11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de se prover uma passagem compreende ainda as etapas:

25 de se prover um elemento de tubo de acoplamento conectando o orifício a um elemento conector provido em um local pré-determinado de uma camada de vedação do corpo de tubulação flexível.

12. Método de se ventilar uma região anular disposta entre uma camada de barreira e uma camada de vedação interna de uma porção de corpo de tubulação flexível, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende as etapas:

30 de se abrir seletivamente um orifício de saída em um conjunto de guarnição de extremidade em que termina uma extremidade de uma porção de corpo de tubulação flexível, sendo o orifício de saída conectado à região anular por meio de uma passagem para assim ventilar o fluido da região anular.

13. Tubulação flexível, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende:

35 uma porção de corpo de tubulação flexível tendo uma extremidade que termina em um conjunto de guarnição de extremidade;

pelo menos um orifício no conjunto de guarnição de extremidade; e

pelo menos uma passagem que conecta o orifício a uma região de anel tubular dis-

posta entre camadas do corpo de tubulação flexível; em que

peelo menos um parâmetro associado com o anel tubular pode ser monitorado por meio do orifício.

5 14. Tubulação flexível, de acordo com a reivindicação 13, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende ainda:

uma camada de barreira tendo uma superfície interna que define um furo ao longo do qual os fluidos de transferência podem ser transferidos;

uma camada de armadura de pressão para impedir que forças radiais exercidas por um fluido de transferência forcem a camada de barreira para fora; e

10 uma camada de vedação ao redor da camada de armadura de pressão para impedir o movimento radial de fluidos.

15 15. Tubulação flexível, de acordo com a reivindicação 13 ou 14, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende ainda uma camada de bainha externa e pelo menos uma camada de armadura de tração; em que

uma região de anel tubular externa é definida entre a camada de bainha externa e a camada de vedação.

16. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 15, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende ainda:

20 a região de anel tubular compreende uma região de anel tubular disposta entre uma camada de barreira e uma camada de vedação interna do corpo de tubulação flexível.

17. Tubulação flexível, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 16, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o orifício compreende um orifício de entrada/saída.

18. Tubulação flexível, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 17, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende ainda:

25 o conjunto de guarnição de extremidade compreende uma porção de corpo em forma substancialmente de copo que compreende uma região de boca aberta em uma primeira extremidade dele na qual se localiza o corpo de tubulação flexível.

30 19. Tubulação flexível, de acordo com a reivindicação 18, **CARACTERIZADA** pelo fato de que compreende ainda uma porção de flange que se estende radialmente em uma segunda região extrema da porção de corpo em forma de copo.

20. Tubulação flexível, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 19, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a passagem compreende:

um elemento de tubo de acoplamento que conecta o orifício a um elemento de colar interno do conjunto de guarnição de extremidade;

35 uma seção de passagem através do elemento de colar interno do tubo de acoplamento a um elemento de anel impulsor interno disposto entre o elemento de colar interno e o anel tubular; e

uma seção de passagem através do elemento de anel impulsor interno ao anel tubular.

21. Tubulação flexível, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 19, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a passagem compreende:

5 um elemento de tubo de acoplamento conectando o orifício a um elemento de colar interno do conjunto de guarnição de extremidade; e

uma seção de passagem através do elemento de colar interno do elemento de tubo de acoplamento ao anel tubular.

22. Tubulação flexível, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 19, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a passagem compreende:

10 uma passagem de furo formada do orifício através do conjunto de guarnição de extremidade a um elemento de colar interno disposta no conjunto de guarnição de extremidade; e

15 uma seção de passagem formada através do elemento de colar interno da passagem de furo ao anel tubular.

23. Tubulação flexível, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 19, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a passagem compreende:

20 um elemento de tubo de acoplamento conectando o orifício ao elemento conector provido em um local pré-determinado de uma camada de vedação do corpo de tubulação flexível.

24. Método, **CARACTERIZADO** pelo fato de que é substancialmente conforme descrito acima, com referência aos desenhos apensos.

25. Aparelho, **CARACTERIZADO** pelo fato de que é construído e disposto substancialmente conforme descrito acima, com referência aos desenhos apensos.

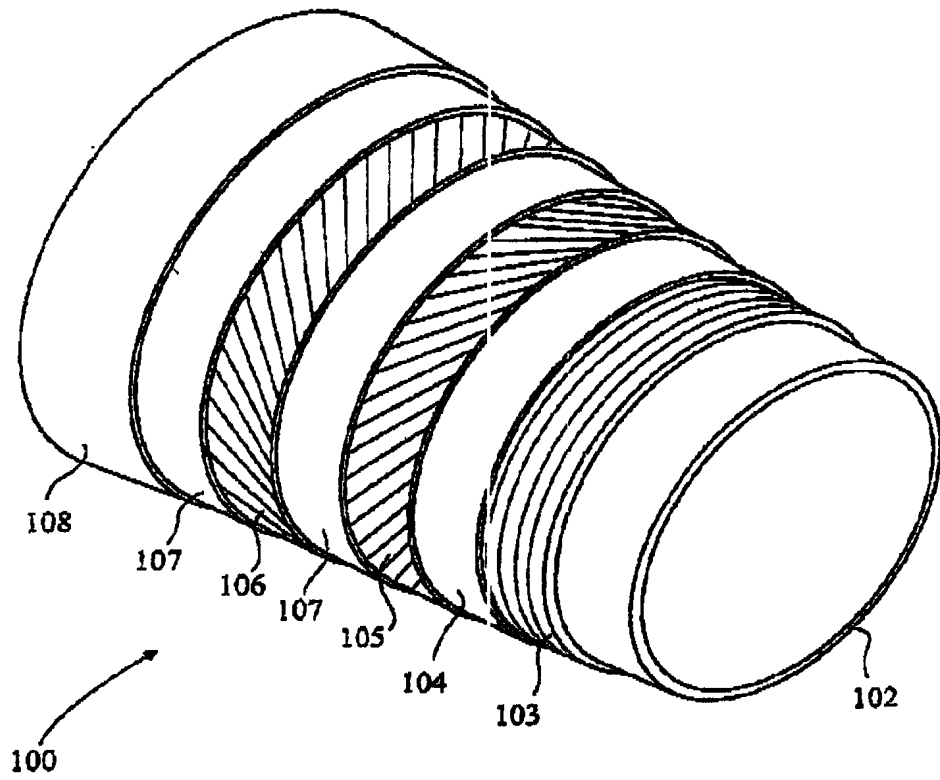


Fig. 1

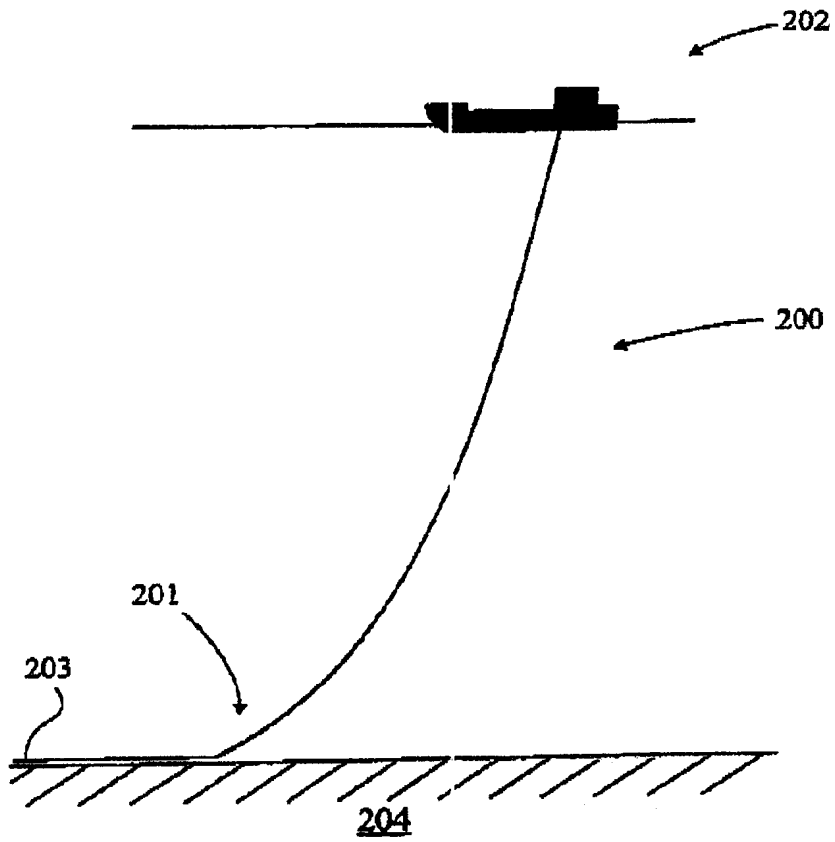


Fig. 2

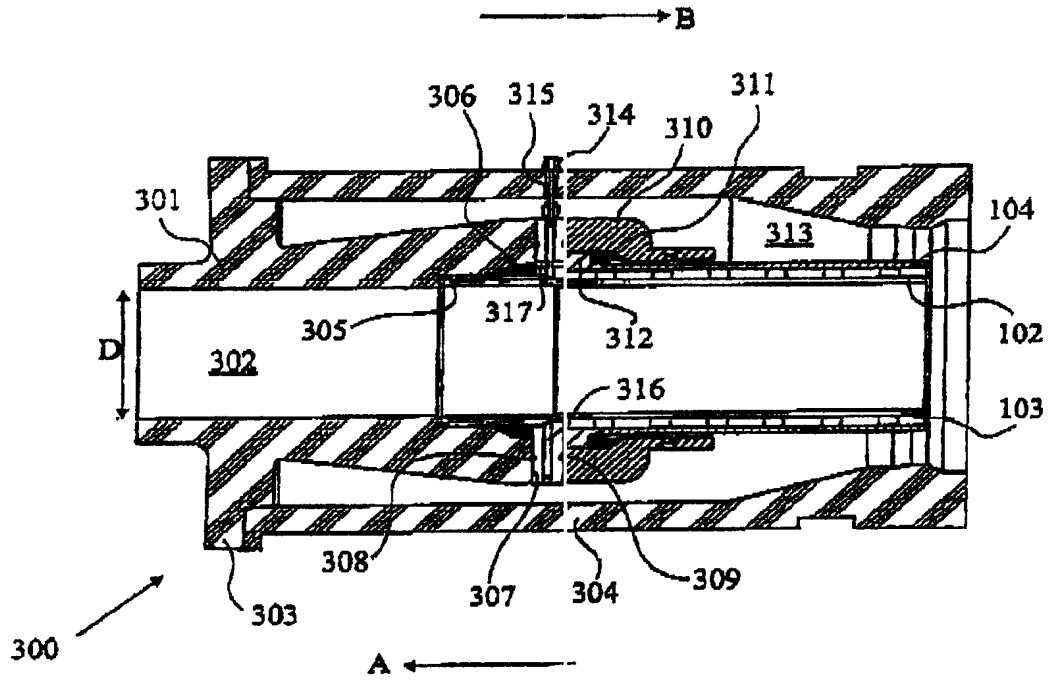


Fig. 3

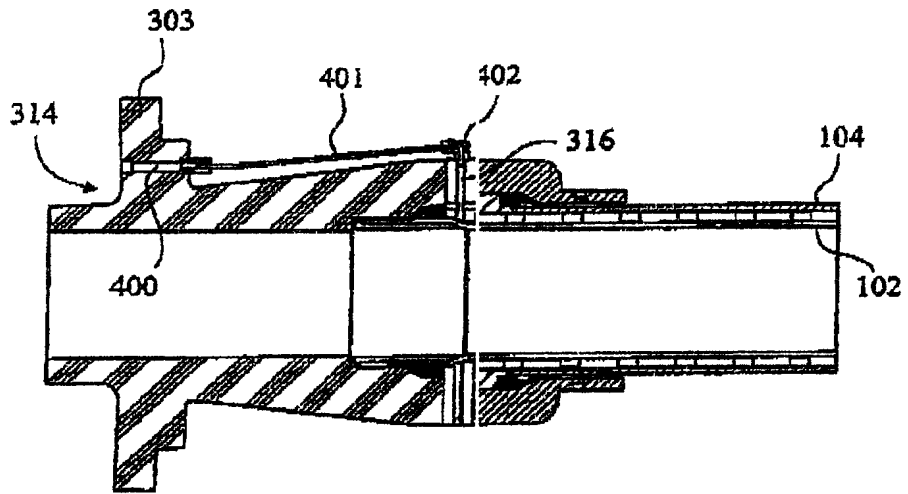


Fig. 4

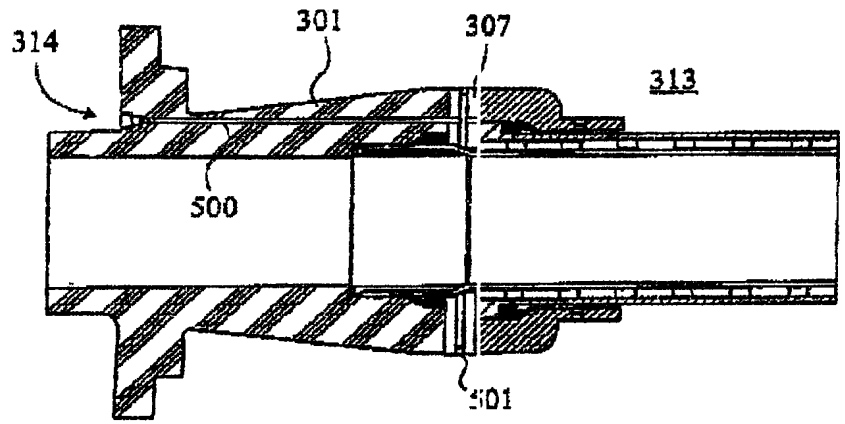


Fig. 5

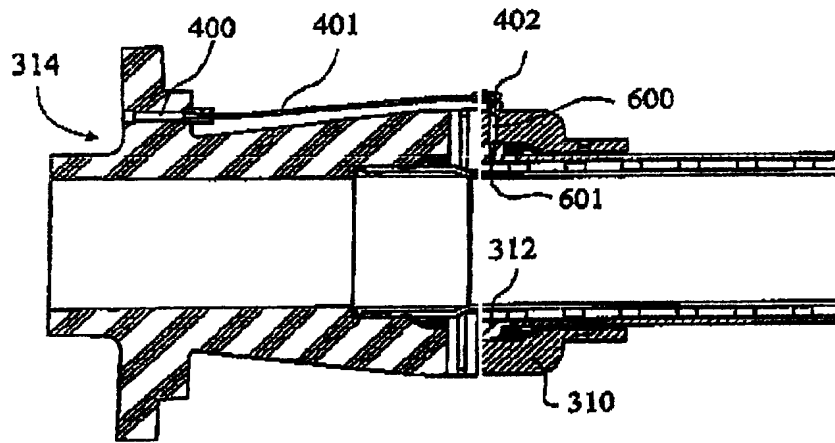


Fig. 6

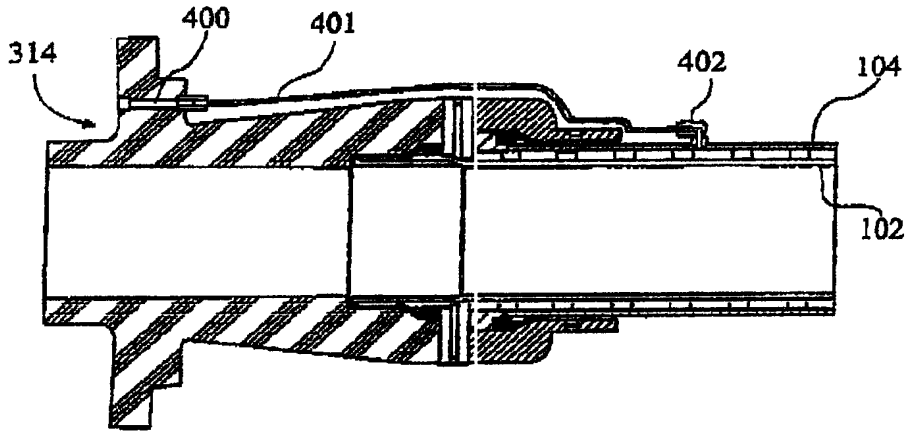


Fig. 7

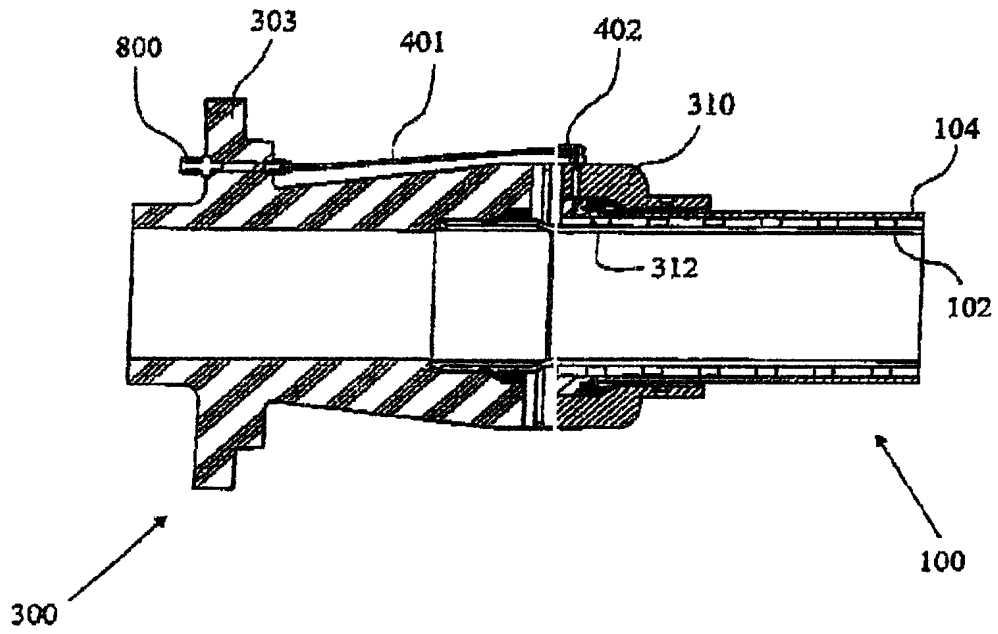


Fig. 8

## RESUMO

### “TESTE E VENTILAÇÃO DE UM ANEL TUBULAR”

São propostos um método e um aparelho para se testar a integridade de uma porção de um corpo de tubulação flexível. O método inclui, por meio de pelo menos um orifício no conjunto de guarnição de extremidade em que uma extremidade de uma porção do corpo de tubulação flexível termina, as etapas de se monitorar pelo menos um parâmetro associado com uma região de anel tubular disposta entre camadas do corpo de tubulação flexível, sendo a região do anel tubular conectada ao orifício por meio de uma passagem de conexão.