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

(11) BR 112018006023-2 B1

(22) Data do Depósito: 17/10/2016

(45) Data de Concessão: 21/09/2021

(54) Título: MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UM OLEODUTO REVESTIDO COM UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE INTEGRIDADE, MÉTODO PARA MONITORAR A INTEGRIDADE DE UM OLEODUTO REVESTIDO, ENCAIXE DE ELETROFUSÃO E OLEODUTO REVESTIDO

(51) Int.Cl.: F16L 58/10; F16L 58/18; F16L 59/14; F16L 59/20; F16L 1/18; (...).

(30) Prioridade Unionista: 13/10/2016 GB 1617400.5; 16/10/2015 GB 1518386.6.

(73) Titular(es): PIONEER LINING TECHNOLOGY LIMITED.

(72) Inventor(es): STEPHEN BARNES.

(86) Pedido PCT: PCT GB2016053213 de 17/10/2016

(87) Publicação PCT: WO 2017/064520 de 20/04/2017

(85) Data do Início da Fase Nacional: 26/03/2018

(57) Resumo: MONITORAMENTO DE OLEODUTO REVESTIDO. A presente invenção se refere a um sistema de monitoramento de integridade para um oleoduto revestido que é fornecido para monitorar a integridade de um revestimento de polímero (213) em uma tubulação hospedeira (211). Os métodos e o aparelho são descritos pelos quais o oleoduto revestido é fornecido com tal sistema de monitoramento de integridade. O cabo de sensor (253) é capaz de unir uma junta (241) entre as seções de tubulação revestida, por exemplo, ao rotear o cabo de sensor pela junta através de um canal em um encaixe de eletrofusão ou ao conectar comprimentos sucessivos de cabo de sensor através de passagens em um encaixe de eletrofusão. De maneira vantajosa, o cabo de sensor é disposto dentro de um anel contínuo entre revestimentos e tubulações hospedeiras, e o anel contínuo é mantido pelas juntas de tubulação com o uso de encaixes de eletrofusão.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA PRODUÇÃO DE UM OLEODUTO REVESTIDO COM UM SISTEMA DE MONITORAMENTO DE INTEGRIDADE, MÉTODO PARA MONITORAR A INTEGRIDADE DE UM OLEODUTO REVESTIDO, ENCAIXE DE ELETROFUSÃO E OLEODUTO REVESTIDO".**

[0001] A presente invenção refere-se ao monitoramento de oleoduto revestido e, em particular, ao monitoramento da integridade de um revestimento de polímero em uma tubulação hospedeira. Mais especificamente, a presente invenção se refere às melhorias aos métodos para fornecer um sistema de monitoramento em um oleoduto revestido formado por seções de tubulação revestida que resultam em detecção aprimorada de vazamentos e/ou outras características e parâmetros, e aumentam assim a segurança, a integridade e a confiabilidade do oleoduto revestido resultante em serviço.

Antecedentes da Técnica

[0002] A vida e o desempenho de oleodutos novos e existentes podem ser estendidos e otimizados pelo comprimento do revestimento de tubulações metálicas com revestimentos de polímero. Antes da sua inserção em uma tubulação hospedeira, as tubulações de revestimento de polímero têm um diâmetro externo maior do que o diâmetro interno da tubulação hospedeira na qual estão sendo inseridas. As tubulações de revestimento são temporariamente reduzidas em diâmetro imediatamente antes da inserção, por exemplo, puxando-as através da tubulação hospedeira através de uma matriz de redução. Depois que a inserção da tubulação de revestimento é finalizada, a tensão de tração é liberada e a tubulação do revestimento pode reverter em direção ao seu tamanho original, de modo a fornecer um revestimento de encaixe apertado dentro da tubulação hospedeira em um processo denominado reversão.

[0003] O revestimento de polímero pode, portanto, ser usado para fornecer proteção contra corrosão no interior de uma tubulação de aço de carbono, servindo como barreira entre um produto corrosivo transportado e a própria tubulação de aço de carbono. No caso em que a barreira de corrosão, isto é, o revestimento de polímero, é comprometida, a taxa de corrosão em uma tubulação de aço de carbono não protegida poderia ser rápida.

[0004] Sabe-se que os oleodutos falham devido às taxas excessivas de corrosão que permaneceram não detectadas até que a parede da tubulação não mais contenha as pressões de operação e ocorra o vazamento. A condição é bem conhecida e um risco comprovado em tubulações que funcionam por uma vida estendida em ambientes corrosivos, por exemplo, em linhas de fluxo de injeção de água que podem ser usadas para transportar água do mar ou água produzida para um poço de injeção.

[0005] Embora o revestimento de tais tubulações com revestimentos de polímero possa ser usado para fornecer proteção contra corrosão como observado acima, atualmente, não há métodos conhecidos de inspeção de uma tubulação revestida de polímero para monitorar as taxas de corrosão ou para alertar antecipadamente de vazamentos potenciais. Isso é particularmente desejável em aplicações submarinas. Embora as técnicas de Correntes Parasitas de *Baixa Frequência* Saturada (SLOFEC) forneçam um meio para "ver" através de aço e polímero, a tecnologia exigiria uma formação de tubulação ao longo comprimentos muito longos de tubulação revestida, e até o momento isso não provou ser possível. Os chamados pigs de inspeção inteligente ou ferramentas de inspeção em linha podem usar o vazamento de fluxo magnético para avaliar a integridade da tubulação de metal, mas seria ineficaz em relação ao revestimento de polímero.

[0006] Além disso, qualquer arranjo de limpeza de tubos exige que

o oleoduto seja desativado e a provisão de uma estação de lançamento em uma extremidade (para inserção do pig) e exige uma estação de recepção na outra extremidade (para receber o pig no final de sua viagem através do oleoduto). Portanto, é impossível utilizar técnicas de limpeza de tubos para monitorar uma tubulação em tempo real, ou mesmo ao longo de todo o comprimento (em locais descontínuos ou de outra forma) da tubulação simultaneamente.

[0007] O Pedido de Patente dos Estados Unidos Número de Publicação US20130284296 descreve uma tubulação com um revestimento de duas camadas, uma das quais é condutora de maneira elétrica e/ou opticamente contrastante, de modo que quando uma cobertura externa é danificada, um sinal elétrico e/ou uma mudança visual podem ser detectados. No entanto, isso só é aplicável a revestimentos externos e, portanto, não pode fornecer informações sobre revestimentos internos nem detalhes sobre os locais de qualquer dano que não seja por inspeção visual.

[0008] US20130061971 descreve um revestimento protetor com detecção de desgaste que é semelhante ao revestimento externo mostrado em US20130284296. Uma camada não condutora está localizada entre a tubulação e uma camada condutora interna, e um dispositivo de monitoração monitora uma conexão elétrica entre a tubulação e a camada condutora interna que pode ser indicativa de desgaste ou danos.

[0009] JP9170961A2 fornece um fio elétrico para detectar o vazamento de líquido em que a expansão de uma camada interna (por contato com um líquido ao qual reage) faz com que um condutor interno fique em contato com um condutor interno e estabeleça uma conexão elétrica. Embora seja sugerido, o fio pode ser utilizado para monitorar os sistemas de tubulação, é destinado a ser colocado ao lado de tais sistemas para detectar vazamentos e, portanto, não poderia fornecer

aviso prévio ou outras informações relativas às condições internas de uma tubulação, forrada ou não.

[00010] US5177468 descreve um monitor de revestimento de conduíte, no qual um fio está disposto dentro do revestimento e a continuidade do fio é monitorada, se o fio estiver rompido, isso indica um problema potencial com o revestimento. Esse arranjo não proporcionaria informações sobre o próprio oleoduto, as informações detalhadas sobre o problema que provocou a ruptura ou, de fato, continuam a funcionar após a ocorrência da falha inicial.

[00011] US6935376 e EP0580903 descrevem, cada uma, uma tubulação revestida com um sistema de monitoramento de integridade, e US5935376, US5778938 e US5971029 também descrevem métodos para produzir uma tubulação revestida com um sistema de monitoramento de integridade. No entanto, o Requerente identificou que nenhum desses documentos ensina ao versado na técnica a juntar as seções de tubulações revestidas, de forma a permitir o monitoramento de uma tubulação unida resultante.

[00012] Por conseguinte, à luz do fracasso da técnica anterior em resolver um ou mais problemas identificados pelo requerente, é um objetivo de pelo menos um aspecto da presente invenção permitir o controle da integridade de uma tubulação revestida formada por uma pluralidade de seções de tubulação de revestimento e, em particular, monitorar a integridade de um revestimento de polímero e/ou a tubulação hospedeira de tal tubulação revestida.

[00013] É também um objetivo de pelo menos um aspecto da presente invenção proporcionar um aparelho que facilite a prestação de um sistema de monitoramento em tal oleoduto revestido que resulte na detecção melhorada de vazamentos e/ou outras características e parâmetros e, assim, aumente a segurança, a integridade e confiabilidade do oleoduto revestido resultante em serviço.

[00014] As modalidades de aspectos da presente invenção destinam-se a aumentar a segurança, a integridade e a confiabilidade de tais tubulações revestidas em serviço e a evitar ou atenuar uma ou mais desvantagens adicionais dos métodos e aparelhos existentes.

[00015] Outros objetivos e objetos de aspectos e modalidades da invenção ficarão evidentes a partir da leitura da descrição a seguir.

Sumário da Invenção

[00016] De acordo com um primeiro aspecto da invenção, apresenta-se um método para produzir um oleoduto revestido com um sistema de monitoramento de integridade, o método que compreende puxar um revestimento de tubulação através de uma tubulação hospedeira para estar revestido através do aparelho que reduz temporariamente o diâmetro externo do revestimento de tubulação e localizar um cabo de sensor entre o revestimento de tubulação e a tubulação hospedeira antes de liberar a tensão de tração no revestimento de tubulação.

[00017] De preferência, o aparelho compreende um ou mais moldes. Em alternativa, ou adicionalmente, o aparelho pode compreender um ou mais roletes.

[00018] De preferência, puxar o revestimento de tubulação através da tubulação hospedeira e localizar o cabo de sensor entre o revestimento de tubulação e a tubulação hospedeira são realizados de maneira simultânea. Opcionalmente, o método compreende fixar uma primeira extremidade do cabo de sensor a uma extremidade distal do revestimento de tubulação antes de puxar o revestimento de tubulação através da tubulação hospedeira.

[00019] De preferência, o cabo de sensor compreende uma pluralidade de sensores, em que o cabo de sensor fornece um meio para comunicar os sinais ou dados a partir da pluralidade de sensores.

[00020] Em alternativa, ou adicionalmente, o cabo de sensor fornece um meio para comunicar os sinais ou dados a partir de um ou mais

sensores não compreendidos no cabo de sensor.

[00021] Opcionalmente, o método compreende localizar uma pluralidade de cabos de sensor entre o revestimento de tubulação e a tubulação hospedeira. Opcionalmente, um ou mais cabos de sensor podem ser distribuídos de modo circunferencial ao redor do revestimento de tubulação. Opcionalmente, um ou mais cabos de sensor podem ser dispostos ao longo do revestimento de tubulação de maneira helicoidal.

[00022] Opcionalmente, o método compreende fornecer uma manga isolante entre o revestimento de tubulação e a tubulação hospedeira. De preferência, a manga isolante é inserida entre o revestimento de tubulação e a tubulação hospedeira antes de liberar a tensão de tração no revestimento de tubulação. Opcionalmente, a manga isolante se estende além da extremidade do revestimento de tubulação.

[00023] Os sensores podem compreender os sensores de água do mar. O cabo de sensor pode compreender fiação elétrica. Em alternativa, ou adicionalmente, os sensores podem compreender os sensores selecionados a partir do grupo que compreende os sensores de temperatura, os sensores de gás, os sensores de líquido, os sensores de pressão e os sensores de luz. Em alternativa, ou adicionalmente, o cabo de sensor pode compreender uma ou mais fibras ópticas.

[00024] Opcionalmente, um ou mais sensores são fornecidos em um encaixe de eletrofusão ao qual uma extremidade do revestimento de tubulação é soldada.

[00025] De preferência, o método compreende ainda fornecer um aparelho de monitoramento para receber os sinais e/ou os dados através do cabo de sensor e processar os sinais e/ou dados. O aparelho de monitoramento pode ser externo ao oleoduto revestido. O aparelho de monitoramento pode ser adaptado ou configurado para gerar um ou

mais alarmes que correspondem a um ou mais sinais e/ou dados recebidos.

[00026] Opcionalmente, o método compreende ainda inundar de maneira progressiva o oleoduto revestido para deslocar as bolsas de ar no anel entre o revestimento de tubulação e a tubulação hospedeira.

[00027] As modalidades do primeiro aspecto da invenção podem compreender características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa.

[00028] De acordo com um segundo aspecto da invenção, apresenta-se um método para fornecer um oleoduto revestido com um sistema de monitoramento de integridade, o método que compreende localizar um cabo de sensor em um anel contínuo entre o revestimento de tubulação e a tubulação hospedeira.

[00029] De preferência, o cabo de sensor compreende uma pluralidade de sensores, em que o cabo de sensor fornece um meio para comunicar os sinais ou dados a partir da pluralidade de sensores.

[00030] Em alternativa, ou adicionalmente, o cabo de sensor fornece um meio para comunicar os sinais ou dados a partir de um ou mais sensores não compreendidos no cabo de sensor.

[00031] As modalidades do segundo aspecto da invenção podem compreender as características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa.

[00032] De acordo com um terceiro aspecto da invenção, apresenta-se um oleoduto revestido que compreende um sistema de monitoramento de integridade, em que o sistema de monitoramento de integridade compreende um cabo de sensor disposto entre uma tubulação hospedeira e um revestimento de tubulação do oleoduto revestido.

[00033] De preferência, o cabo de sensor é disposto em um anel contínuo entre a tubulação hospedeira e o revestimento de tubulação.

[00034] O cabo de sensor pode ser disposto entre a tubulação hospedeira e o revestimento de tubulação com o uso de um método de acordo com o primeiro aspecto ou segundo aspecto.

[00035] Opcionalmente, o sistema de monitoramento de integridade compreende ainda um aparelho de monitoramento configurado ou disposto para receber e processar os dados e/ou os sinais a partir de um ou mais sensores compreendidos no cabo de sensor e/ou comunicados pelo cabo de sensor.

[00036] As modalidades do terceiro aspecto da invenção podem compreender características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa.

[00037] De acordo com um quarto aspecto da invenção, é fornecido sistema de monitoramento de integridade de um oleoduto revestido que compreende um cabo de sensor adaptado e/ou configurado para a localização entre uma tubulação hospedeira e um revestimento de tubulação de um oleoduto revestido.

[00038] De preferência, o cabo de sensor compreende uma pluralidade de sensores, em que o cabo de sensor fornece um meio para comunicar os sinais ou dados a partir da pluralidade de sensores.

[00039] Em alternativa, ou adicionalmente, o cabo de sensor fornece um meio para comunicar os sinais ou dados a partir de um ou mais sensores não compreendidos no cabo de sensor.

[00040] De preferência, o sistema de monitoramento compreende um aparelho de monitoramento configurado ou disposto para receber e processar os dados e/ou os sinais a partir de um ou mais sensores compreendidos no cabo de sensor e/ou comunicados pelo cabo de sensor.

[00041] As modalidades do quarto aspecto da invenção podem compreender características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa.

[00042] De acordo com um quinto aspecto da invenção, apresenta-se um método para monitorar a integridade de um oleoduto revestido que compreende fornecer um oleoduto revestido com um sistema de monitoramento de integridade de acordo com o primeiro ou o segundo aspecto, e monitorar os dados e/ou os sinais a partir de um ou mais sensores compreendidos no cabo de sensor e/ou comunicados pelo cabo de sensor disposto entre a tubulação hospedeira e o revestimento de tubulação do oleoduto revestido.

[00043] Com mais preferência, o método compreende determinar a presença de uma ou mais falhas e gerar um ou mais alarmes correspondentes. Isso pode ser realizado por um aparelho de monitoramento do sistema de monitoramento que recebe e processa os sinais e/ou dados a partir de um ou mais sensores disposto entre a tubulação hospedeira e o revestimento de tubulação do oleoduto revestido.

[00044] De preferência, o método compreende ainda correlacionar os sinais e/ou dados que correspondem a uma ou mais falhas com as informações que se referem à localização de um ou mais sensores a partir dos quais os sinais e/ou dados se originam para determinar uma localização de uma ou mais falhas.

[00045] Opcionalmente, ou em alternativa, o método compreende monitorar uma ou mais temperaturas associadas ao oleoduto revestido. Uma ou mais temperaturas pode ser monitorada com o uso dos sensores compreendidos em um cabo de sensor e/ou sensores que comunica os dados e/ou os sinais através do cabo de sensor. Opcionalmente, ou em alternativa, o método compreende monitorar

para a presença de gás e/ou líquido dentro do anel. Opcionalmente, ou em alternativa, o método compreende monitorar a pressão dentro do anel. Opcionalmente, ou em alternativa, o método compreende detectar a luz dentro do anel.

[00046] As modalidades do quinto aspecto da invenção podem compreender características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa.

[00047] De acordo com um sexto aspecto da invenção apresenta-se um oleoduto revestido que compreende uma pluralidade de seções de tubulação revestida, cada seção de tubulação revestida que compreende uma tubulação hospedeira, um revestimento de tubulação disposto dentro da tubulação hospedeira, e um cabo de sensor disposto em um anel contínuo entre a tubulação hospedeira e o revestimento de tubulação.

[00048] De preferência, o cabo de sensor pode ser conectado a um aparelho de monitoramento para fornecer um sistema de monitoramento.

[00049] Opcionalmente, o oleoduto revestido compreende ainda uma pluralidade de encaixes de eletrofusão que une os revestimentos de tubulação das seções de tubulação revestida. De preferência, os encaixes de eletrofusão compreendem passagens que permitem a comunicação dos dados e/ou os sinais através do encaixe de eletrofusão.

[00050] De preferência, o cabo de sensor compreende uma pluralidade de sensores distribuída ao longo do cabo de sensor. Em alternativa, ou adicionalmente, o cabo de sensor fornece um meio para comunicar os dados e/ou os sinais a partir de um ou mais sensores disposto nos encaixes de eletrofusão do oleoduto revestido.

[00051] As modalidades do sexto aspecto da invenção podem

compreender características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa.

[00052] De acordo com um sétimo aspecto da invenção, apresenta-se um encaixe de eletrofusão para um oleoduto revestido que compreende uma pluralidade de seções de tubulação revestida e um sistema de monitoramento de integridade, o encaixe de eletrofusão que compreende um ou mais sensores e uma ou mais interfaces para comunicar os dados e/ou os sinais a um ou mais cabos de sensor conectados ao encaixe de eletrofusão.

[00053] De preferência, um ou mais sensores são incorporados no encaixe de eletrofusão. De preferência, um ou mais sensores são incorporados em uma parte de isolamento do encaixe de eletrofusão. De maneira vantajosa, um ou mais sensores, que podem ser sensores de água do mar, são localizados próximos a um local que corresponde a uma solda de perímetro.

[00054] Opcionalmente, um ou mais cabos de sensor compreendem uma pluralidade de sensores.

[00055] As modalidades do sétimo aspecto da invenção podem compreender características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa.

[00056] De acordo com um oitavo aspecto da invenção, apresenta-se um método para posicionar o oleoduto revestido, o método que compreende unir um revestimento de uma primeira seção de tubulação revestida ao revestimento de uma segunda seção de tubulação revestida para preservar a continuidade de um anel ao longo do comprimento das seções de tubulação unidas, e unir um cabo de sensor da primeira seção de tubulação revestida a um cabo de sensor da segunda seção de tubulação revestida.

[00057] Com mais preferência, os revestimentos podem ser unidos com o uso de um encaixe de eletrofusão. Além disso, os cabos de sensor podem ser unidos através do encaixe de eletrofusão. O encaixe de eletrofusão pode compreender uma passagem para facilitar a comunicação dos dados e/ou dos sinais através do cabo de sensor da primeira seção de tubulação revestida ao cabo de sensor da segunda seção de tubulação revestida.

[00058] Em alternativa, os revestimentos podem ser unidos ao realizar uma solda de fusão de extremidade.

[00059] As modalidades do oitavo aspecto da invenção podem compreender características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa.

[00060] De acordo com um nono aspecto da invenção, apresenta-se um método para produzir um oleoduto revestido com um sistema de monitoramento de integridade, que compreende:

fornecer uma primeira seção de tubulação revestida com um primeiro cabo de sensor disposto em um anel contínuo entre uma primeira tubulação hospedeira e um primeiro revestimento de tubulação;

fornecer uma segunda seção de seção de tubulação revestida com um segundo cabo de sensor disposto em um anel contínuo entre um segunda tubulação hospedeira e um segundo revestimento de tubulação; e

unir o primeiro revestimento de tubulação ao segundo revestimento de tubulação com o uso de um encaixe de eletrofusão configurado para permitir que o cabo de sensor se comunique com o segundo cabo de sensor.

[00061] De preferência, o encaixe de eletrofusão é ainda configurado para manter o anel contínuo entre as primeira e segunda seções de tubulação revestida.

[00062] O método pode compreender conectar o primeiro cabo de sensor a uma primeira extremidade de um cabo de sensor disposto em ou no encaixe de eletrofusão, e conectar o segundo cabo de sensor a uma segunda extremidade do cabo de sensor disposto em ou no encaixe de eletrofusão.

[00063] O encaixe de eletrofusão pode compreender um terminal em cada extremidade do cabo de sensor disposto em ou no encaixe de eletrofusão para a fixação aos primeiro e segundo cabos de sensor.

[00064] Em alternativa, o método pode compreender localizar o primeiro ou segundo cabo de sensor em pelo menos um canal que se estende a partir de uma posição em direção a uma primeira extremidade do encaixe de eletrofusão a uma posição em direção a uma segunda extremidade do encaixe de eletrofusão.

[00065] O canal pode ser fornecido em uma superfície do encaixe de eletrofusão. Em alternativa, o canal pode se estender pelo menos parcialmente através do corpo do encaixe de eletrofusão.

[00066] O método pode compreender rotear um cabo de sensor através de um ressalto fornecido no corpo do encaixe de eletrofusão. Em alternativa, o método pode compreender rotear um cabo de sensor através de um canal que se estende substancialmente através do corpo do encaixe de eletrofusão.

[00067] O método pode compreender roterar um cabo de sensor por, através de ou de outro modo unir o encaixe de eletrofusão, e assim permitir que os primeiro e segundo cabos de sensor sejam fornecidos por um único cabo de sensor contínuo. Em outras palavras, o cabo de sensor em ambas as seções é o mesmo cabo que é roteado por, através de ou de outro modo une o encaixe de eletrofusão.

[00068] De preferência, o método compreende rotear ou de outro modo localizar o cabo de sensor entre o isolamento e o corpo principal do encaixe de eletrofusão.

[00069] Opcionalmente, o encaixe de eletrofusão compreende pelo menos um sensor. Pelo menos um sensor é, de preferência, configurado para se comunicar com um ou ambos do cabo de sensor disposto na primeira seção de tubulação revestida e o cabo de sensor disposto na segunda seção de tubulação revestida. O cabo de sensor disposto na primeira seção de tubulação revestida e o cabo de sensor disposto na segunda seção de tubulação revestida (que, como acima, pode ser o mesmo cabo de sensor) pode, opcionalmente, compreender pelo menos um sensor.

[00070] As modalidades do nono aspecto da invenção podem compreender características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa. Em particular, fornece uma seção de tubulação revestida com um cabo de sensor disposto em um anel contínuo entre uma tubulação hospedeira e um revestimento de tubulação pode ser alcançado pelo método do primeiro aspecto.

[00071] De acordo com um décimo aspecto da invenção, apresenta-se um encaixe de eletrofusão para unir um primeiro revestimento de tubulação de uma primeira seção de tubulação revestida a um segundo revestimento de tubulação de uma segunda seção de tubulação revestida, o encaixe de eletrofusão sendo configurado para permitir que um cabo de sensor disposto entre o primeiro revestimento de tubulação e uma primeira tubulação hospedeira na primeira seção de tubulação revestida se comunique com um cabo de sensor disposto entre o segundo revestimento de tubulação e uma segunda tubulação hospedeira na segunda seção de tubulação revestida.

[00072] Opcionalmente, o encaixe de eletrofusão compreende pelo menos um cabo de sensor que se estende a partir de uma posição em direção a uma primeira extremidade do encaixe de eletrofusão a uma posição em direção a uma segunda extremidade do encaixe de

eletrofusão. Pelo menos um cabo de sensor pode ser que pode ser conectado à primeira extremidade ao cabo de sensor na primeira seção de tubulação revestida, e em uma segunda extremidade ao cabo de sensor na segunda seção de tubulação revestida. O encaixe de eletrofusão pode compreender um terminal no qual a extremidade do cabo de sensor para a fixação ao cabo de sensor nas primeira e segunda seções de tubulação revestida.

[00073] Em alternativa, ou adicionalmente, o encaixe de eletrofusão compreende pelo menos um canal que se estende a partir de uma posição em direção a uma primeira extremidade do encaixe de eletrofusão a uma posição em direção a uma segunda extremidade do encaixe de eletrofusão. O canal pode ser fornecido em uma superfície do encaixe de eletrofusão. Em alternativa, o canal pode se estender pelo menos parcialmente através do corpo do encaixe de eletrofusão. O canal pode compreender um orifício através de um ressalto fornecido no corpo do encaixe de eletrofusão. Em alternativa, o canal pode se estender substancialmente através do corpo do encaixe de eletrofusão.

[00074] O canal pode permitir que um cabo de sensor contínuo seja roteado pelo, através de ou de outro modo unido ao encaixe de eletrofusão, e assim forneça ambos do cabo de sensor da primeira seção de tubulação revestida e o cabo de sensor da segunda seção de tubulação revestida. Em outras palavras, o cabo de sensor em ambas as seções é o mesmo cabo que é roteado por, através de ou de outro modo une o encaixe de eletrofusão.

[00075] De preferência, o encaixe de eletrofusão compreende ainda isolamento para proteger o encaixe de eletrofusão do dano do calor. O isolamento pode também proteger o cabo de sensor do dano do calor. Por exemplo, o cabo de sensor pode ser roteado ou de outro modo localizado entre o isolamento e o corpo principal do encaixe de eletrofusão.

[00076] Opcionalmente, o encaixe de eletrofusão compreende pelo menos um sensor. Pelo menos um sensor é, de preferência, configurado para se comunicar com um ou ambos do cabo de sensor disposto na primeira seção de tubulação revestida e o cabo de sensor disposto na segunda seção de tubulação revestida. O cabo de sensor disposto na primeira seção de tubulação revestida e o cabo de sensor disposto na segunda seção de tubulação revestida (que, como acima, pode ser o mesmo cabo de sensor) pode, opcionalmente, compreender pelo menos um sensor.

[00077] As modalidades do décimo aspecto da invenção podem compreender características que correspondem a uma característica qualquer, preferencial ou opcional de qualquer outro aspecto da invenção ou vice-versa.

[00078] De acordo com outros aspectos da invenção, apresenta-se método para produzir um oleoduto revestido com um sistema de monitoramento de integridade, um método para fornecer um oleoduto revestido com um sistema de monitoramento de integridade, um oleoduto revestido que compreende um sistema de monitoramento de integridade, um oleoduto revestido sistema de monitoramento de integridade, um método para monitorar a integridade de um oleoduto revestido, um oleoduto revestido, um encaixe de eletrofusão, e/ou um método para posicionar o oleoduto revestido, substancialmente como aqui descrito com referência aos desenhos anexos.

Breve Descrição dos Desenhos

[00079] Os aspectos e vantagens da presente invenção ficarão evidentes a partir da leitura da descrição detalhada a seguir e mediante a referência aos desenhos a seguir (os números de referência iguais se referem às características iguais), nas quais:

[00080] a figura 1 é uma vista em seção transversal longitudinal que ilustra um estágio intermediário em um processo de revestimento de

tubulação, no qual a tubulação hospedeira está sendo revestido com uma tubulação de revestimento, a tubulação de revestimento tendo sido retirada através de um molde de estampagem para reduzir seu diâmetro externo, e a coinserção de um cabo de sensor (com os sensores associados) entre a tubulação de um revestimento e uma tubulação hospedeira, de acordo com o aspecto da invenção;

[00081] a figura 2 é uma vista em seção transversal lateral que ilustra um oleoduto revestido de polímero produzido com o uso de um método, como ilustrado na figura 1, que mostra um sensor disposto entre a tubulação de revestimento e a tubulação hospedeira, de acordo com um aspecto da invenção;

[00082] a figura 3 é uma vista em seção transversal longitudinal do oleoduto revestido de polímero mostrado na figura 2 que mostra o cabo de sensor (e os sensores associados) disposto entre a tubulação de revestimento e a tubulação hospedeira, de acordo com um aspecto da invenção;

[00083] a figura 4 é uma vista esquemática em corte transversal longitudinal de uma parte de um oleoduto revestido de polímero de acordo com um aspecto da invenção, formado ao unir várias seções de tubulação revestida com o uso de encaixes de eletrofusão de acordo com outro aspecto da invenção;

[00084] a figura 5 é uma vista esquemática em corte transversal longitudinal de uma parte de um oleoduto revestido de polímero, que mostra os detalhes de um encaixe de eletrofusão de acordo com um aspecto da invenção; e

[00085] a figura 6 é uma vista esquemática em corte transversal longitudinal de uma parte de um oleoduto revestido de polímero, que mostra os detalhes de um encaixe de eletrofusão alternativo de acordo com um aspecto da invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades Preferidas

[00086] Como discutido em Antecedentes da invenção acima, não é atualmente possível monitorar de forma consistente e eficaz a integridade de um oleoduto revestido no campo e, particularmente, nem mesmo quando em serviço. Uma modalidade de uma presente invenção é agora descrita, que fornece um oleoduto revestido e, particularmente, um oleoduto revestido formado a partir de seções de tubulação revestida que são unidas juntas, com um sistema de monitoramento que permite o monitoramento de integridade em tempo real que aumenta a confiança no oleoduto revestido resultante quando em serviço.

[00087] Como discutido em Antecedentes da invenção, a vida e o desempenho de tubulações novas e existentes podem ser estendidos e otimizados pelos comprimentos de revestimento de tubulação de metal com revestimento de polímeros. As técnicas, como o serviço de revestimento de tubulação do Requerente, Swagelining®, permitem que os oleodutos existentes sejam remediados e que novos oleodutos sejam dotados de resistência à corrosão ao instalar um revestimento de polímero que permanece em contato firme com o interior de uma tubulação hospedeira.

[00088] A figura 1 ilustra uma tubulação hospedeira 11 sendo revestida com o revestimento de tubulação que compreende uma tubulação de revestimento de polímero 13. A tubulação de revestimento 13 é puxada através de um molde de estampagem 21 para reduzir o diâmetro externo da tubulação de revestimento 13 antes de ser puxado através da tubulação 11. A tubulação de revestimento 13 é puxada por um guincho (não mostrado) e cabo 17; o cabo 17 fixo a um cone de tração 19 soltado à extremidade da tubulação de revestimento 13. A liberação subsequente da tubulação de revestimento 13, por exemplo, ao remover a tensão de tração fornecida pelo guincho, irá permitir que a tubulação de revestimento 13 se expanda em engate firme com a tubulação hospedeira 11 em virtude do processo de reversão discutido

nos antecedentes da invenção acima.

[00089] Simultaneamente, à medida que a tubulação de revestimento 13 é puxada através da tubulação 11, um cabo de sensor 31 também é puxado ou alimentado através da tubulação 11 no espaço anular 15 entre a tubulação de revestimento de diâmetro reduzido 13 e a tubulação 11. Em conformidade, quando a tensão de tração na tubulação de revestimento 13 é liberada e a tubulação de revestimento 13 é submetida à reversão, não apenas a tubulação de revestimento 13 reverte para fornecer a tubulação hospedeira 11 com a barreira de corrosão necessária, mas também serve para reter o cabo de sensor 31 no lugar dentro do espaço anular 15. O cabo de sensor 31 pode ser alimentado a partir de ou puxado fora de (ou de outro modo dispensado de) um liberador de cabo indicado pelo número de referência 30.

[00090] Obviamente, em vez de puxar ou alimentar (ou de outro modo localizar) o cabo de sensor 31 através da tubulação 11 simultaneamente com a tubulação de revestimento 13, o cabo de sensor 31 pode ser puxado ou alimentado (ou de outro modo localizado) através da tubulação 11 no espaço anular antes do revestimento, em seguida, o revestimento é realizado. Em alternativa, localizar o cabo de sensor através da tubulação poderia ser feito de forma subsequente; contanto que seja realizado antes que a tubulação de revestimento 13 seja submetida à reversão (embora seja possível fazer isso enquanto a tubulação de revestimento 13 está sendo submetido à reversão).

[00091] Nessa modalidade, o cabo de sensor 31 compreende inúmeros sensores 33 dispostos ao longo do seu comprimento; os sensores 33 capazes de medir uma ou mais parâmetros do oleoduto resultante, e o próprio cabo 31 fornece um meio para transmitir os parâmetros medidos a partir dos sensores 33. Por exemplo, a transmissão dos parâmetros medidos pode ser a um aparelho de monitoramento (não mostrado) que é externo à tubulação revestida.

[00092] É uma vantagem particular que o revestimento de oleodutos dessa maneira forneça um anel contínuo ao longo do comprimento do mesmo, dentro do qual o cabo de sensor 31 está localizado, como ficará evidente a partir da descrição a seguir.

[00093] Observa-se que o cabo de sensor 31 pode compreender uma disposição simples, como uma série de sensores de água do mar conectada pela fiação elétrica, que é o caso da presente modalidade. A detecção de água do mar resulta em um sinal correspondente sendo comunicado ao longo do cabo do sensor para um aparelho de monitoramento que pode alertar o operador da tubulação da existência de um problema; um problema que pode ser rastreado até o sensor e, portanto, para o local específico em que a água do mar foi detectada. Crucialmente, isso alerta o operador antes que as taxas de corrosão se tornem um problema e isso maximiza o tempo (que pode ser vários anos, pois esse arranjo permite a detecção precoce) para desenvolver um plano de ação para evitar emergências, como perda de produção ou danos ambientais causados por vazamento.

[00094] Em alternativa, ou adicionalmente, claro, o cabo de sensor pode ter uma disposição mais complexa, por exemplo, que compreende um cabo de fibra óptica que facilita a medição de vários parâmetros diferentes, tais como a temperatura ao longo do seu comprimento, a presença de gás (ou outro fluido) entre a tubulação de revestimento 13 e a tubulação hospedeiro 11 e outras informações de diagnóstico. O monitoramento da temperatura de operação ao longo do comprimento do oleoduto revestido pode ser particularmente benéfico no transporte de hidrocarbonetos, pois os desligamentos levam a quedas de temperatura que podem resultar na formação de hidratos que dificultarão o reinício da linha de fluxo. As medições em tempo real ao longo da linha de fluxo podem identificar onde isso é um risco e permitir que um operador tome as medidas apropriadas.

[00095] Estas vantagens também podem ser alcançadas, e/ou a utilidade da presente invenção, com o uso de uma variedade de sensores diferentes ao longo do cabo do sensor 31, tais como sensores de temperatura, sensores de gás, sensores de líquido, sensores de pressão e até sensores de luz, qualquer e cada um dos quais pode comunicar a informação de diagnóstico ao longo do cabo sensor 31 a um aparelho de monitoramento. Conforme observado acima, o aparelho de monitoramento pode correlacionar as informações de diagnóstico com a localização dos sensores correspondentes para fornecer o monitoramento em tempo real de vários parâmetros da tubulação ao longo de todo o comprimento do oleoduto revestido.

[00096] Está previsto que o isolamento possa ser fornecido entre o revestimento e a tubulação hospedeira, caso em que o cabo do sensor pode estar localizado entre o isolamento e o revestimento ou entre o isolamento e a tubulação hospedeira, ou mesmo o cabo do sensor pode ser disposto em cada localização. Novamente, a provisão de anel contínuo permite que o cabo ou os cabos do sensor ampliem todo o comprimento do oleoduto.

[00097] O isolamento pode ser fornecido por meio de uma manga descontínua disposta entre o revestimento e a tubulação hospedeira, inserida, por exemplo, durante o processo de revestimento. Isto pode ser particularmente eficaz perto das extremidades das seções de oleoduto revestido onde a extremidade do revestimento pode ser recuada a partir da extremidade da tubulação para acomodar um encaixe de eletrofusão (tal como os exemplos descritos em mais detalhes abaixo). A manga isoladora pode proteger o cabo do sensor na proximidade da interface entre o revestimento e o encaixe, por exemplo, antes de ser passada sob ou através do isolamento fornecido dentro ou sobre o próprio encaixe, ou antes de ser conectada aos terminais de uma passagem fornecida no encaixe ou devido ao calor devido ao

desgaste do cordão entre as tubulações.

[00098] Os terminais (não mostrados) podem ser fornecidos em qualquer extremidade do oleoduto revestido, no qual as extremidades correspondentes do cabo do sensor 31 podem terminar. Em uma extremidade, tal terminal (ou terminais) pode fornecer os meios para a conexão elétrica ou outra comunicação ao aparelho de monitoramento. Na outra extremidade, tal terminal pode fornecer um meio para conexão elétrica, por exemplo, um encaixe de eletrofusão, tal como descrito em detalhes adicionais abaixo. De fato, a conexão de um cabo do sensor à extremidade distal da tubulação de revestimento antes de ser puxada através da tubulação hospedeira permitirá que o cabo do sensor seja puxado pela tubulação hospedeira ao mesmo tempo.

[00099] Além disso, deve-se observar que, embora a modalidade descrita disponha um único cabo de sensor 3 1 e o conjunto único de sensores 33 correspondente no anel, entende-se que os cabos de sensor adicionais podem ser puxados ou alimentados através da tubulação 11 no espaço anular 15 ao mesmo tempo. Dessa forma, não só os sensores serão distribuídos ao longo do comprimento do oleoduto revestido, mas também distribuídos de modo circunferencial. Também está previsto que um ou mais cabos de sensor podem ser dispostos ao longo do comprimento do oleoduto revestido de forma helicoidal, uma maneira pela qual isso pode ser alcançado é conectar uma extremidade do cabo ou cabos do sensor à extremidade distal do antes de ser puxado através da tubulação hospedeira e girando um dispensador de cabo correspondente ou guiando em torno do revestimento simultaneamente, enquanto o revestimento é puxado através da tubulação.

[000100] A figura 2 é uma seção em corte transversal lateral esquemática através do oleoduto revestido 1, resultante do processo de revestimento de exemplo descrito com referência à figura 1 acima, que

mostra o anel 15 entre a tubulação hospedeira 11 e o revestimento 13 do oleoduto 1 uma primeira reversão da tubulação de revestimento 13. Na realidade, qualquer separação física entre a tubulação 11 e o revestimento 13 no anel 15 é microscópica, mas o anel 15 é exagerado figurativamente aqui para fins de ilustração. Durante o processo pelo qual o revestimento 13 está instalado na tubulação hospedeira 11 descrita acima, o cabo do sensor foi localizado simultaneamente no anel 15 e a figura 2 também mostra um sensor 33 do cabo do sensor que foi retido no anel 15 e mantido em posição pela expansão radial do revestimento 13 contra a tubulação hospedeira 11.

[000101] Isto é ilustrado, novamente de forma exagerada, em uma seção transversal longitudinal esquemática através de uma porção de oleoduto revestido 1 mostrado na figura 3. Dentro do anel 15 entre a tubulação hospedeira 11 e o revestimento 13 do oleoduto 1 são mostrados os sensores 33 e o cabo sensor 31 correspondente que foram retidos no anel 15 e mantidos em posição pela expansão radial do revestimento 13 contra a tubulação hospedeira 11. Será evidente que uma vantagem desta técnica de localização de sensores dentro de um oleoduto revestido é que a localização de um sensor específico não só pode ser bem controlada no processo de revestimento da própria tubulação, mas essa informação de posição permanece confiável quando o oleoduto revestido está em serviço, porque o revestimento segura o sensor no lugar. Esse arranjo também oferece proteção inerente aos sensores, bem como ao cabo do sensor (ou cabos).

[000102] Conforme mencionado acima, enquanto a invenção foi exemplificada pela implantação de sensores de água do mar dentro do anel contínuo, qualquer tipo de sensor que pode monitorar ou fornecer as informações relacionadas às condições, as características ou os parâmetros dentro ou perto do espaço anular podem ser utilizados.

[000103] Por exemplo, durante o processo de reversão, a geometria

variável do diâmetro interno da tubulação hospedeira e a influência de quaisquer protrusões de esfera de solda interna, irregularidades de superfície e similares, podem interferir no processo de reversão, o que o torna desigual. Nessas circunstâncias, é possível que as bolsas de ar possam ser presas no espaço anular entre a superfície externa da tubulação de revestimento e a superfície interna da tubulação hospedeira. Isso pode ser considerado apresentar um risco operacional potencial, em que a tubulação de revestimento pode entrar em colapso durante a operação, por exemplo, uma linha de fluxo que compreende um oleoduto revestido. Por conseguinte, podem ser providenciados sensores, de acordo com a invenção, para identificar a presença de bolsas de ar ou mesmo qualquer presença de gás ou fluido no espaço anular.

[000104] O uso de qualquer número, tipo e/ou combinação de sensores adequados ao monitoramento de condições, características ou parâmetros dentro ou perto do espaço anular deve, portanto, ser considerado dentro do escopo da invenção descrita e definida aqui.

[000105] Em uma instalação de oleoduto, como uma instalação de oleoduto "s-lay" ou uma instalação de oleoduto "j-lay", um oleoduto pode ser construído de comprimento a comprimento, em cujo caso as seções adjacentes da tubulação são soldadas de ponta a ponta a bordo e alimentadas a partir de uma embarcação lançadora de tubulação. De forma semelhante, o oleoduto revestido de comprimento indefinido pode ser construído ao unir as seções de oleoduto revestido.

[000106] Desde que as seções de tubulação revestida, que são unidas comprimento por comprimento, sejam unidas de modo a preservar a continuidade do anel entre a tubulação hospedeira e o revestimento da tubulação ao longo da união, o método da invenção continuará permitindo a eliminação de cabos de sensores e sensores ao longo de todo o comprimento do oleoduto revestido.

[000107] O número de Publicação de Pedido Internacional anterior do Requerente WO 2010/041016 descreve um encaixe de eletrofusão e um método para formar uma junta de tubulação entre dois comprimentos de tubulação de metal revestidos que incorporam tal encaixe. Esse método pode ser empregado para fabricar comprimentos significativos de oleoduto revestido juntando vários comprimentos de tubulação metálica revestida com o uso desses encaixes de eletrofusão, seja em uma maneira de comprimento por comprimento em uma barcaça "s-lay" ou "j-lay", ou em terra em que caso o oleoduto revestido pode ser colocado em bobina para ser instalado por uma embarcação de rolagem ou, em alternativa, rebocado para o local de instalação. Em qualquer caso, o encaixe de eletrofusão e os métodos correspondentes permitem que a continuidade do anel seja preservada através da união entre os comprimentos de tubulação revestida.

[000108] Está previsto que a invenção pode ser suportada ou reforçada por um encaixe de eletrofusão modificado, que corresponde ao encaixe de eletrofusão mencionado acima do Requerente, ou mesmo qualquer outro encaixe que permite a formação de uma junta de tubulação entre dois comprimentos de tubulação de metal revestida, o que permite a comunicação através da junta de tubulação. Embora esteja previsto que os sensores e quaisquer fibras, conduítes e/ou circuitos etc. podem estar dispostos dentro do anel através do encaixe, é vantajoso que o encaixe eletrofusão compreenda uma ou mais passagens para conectar fibras, conduítes e/ou circuitos etc. dispostos dentro de um comprimento de tubulação revestida para fibras, conduítes e/ou circuitos correspondentes, etc. dispostos dentro de outro comprimento de tubulação revestida à qual está unida (usando o encaixe de eletrofusão). Um ou mais terminais podem ser fornecidos em ou perto das extremidades da montagem de eletrofusão para permitir que tais conexões sejam feitas.

[000109] O próprio encaixe de eletrofusão também pode ser fornecido com um ou mais sensores, por exemplo, para detectar a entrada de água do mar atrás do encaixe propriamente dito, o que pode ser indicativo de uma falha nas soldas de eletrofusão do encaixe, comprometimento do revestimento na proximidade do encaixe (que, por exemplo, não seja detectado por outros sensores no anel), ou mesmo falha ou comprometimento da solda circunferencial entre as tubulações hospedeiras de metal. Os sensores podem ser fornecidos dentro de uma camada isoladora do encaixe de eletrofusão para reduzir o risco de danos causados pelo calor durante a criação da dita solda circunferencial. Os sensores podem estar em comunicação com os cabos do sensor e/ou outros sensores no anel das tubulações revestidos conectados, por exemplo, através de passagens no próprio encaixe (como descrito acima e abaixo) ou diretamente.

[000110] A figura 4 ilustra de forma esquemática uma porção de uma tubagem revestida de polímero que foi construída por união, comprimento por comprimento, várias seções de tubulação revestida 1A, 1B, 1C usando encaixes de eletrofusão 45A, 45B para unir os respectivos revestimentos 13A, 13B, 13C e soldas circunferenciais 5 1A, 51B para unir as respectivas tubulações de metal 11A, 11B, 11 C, de acordo com alguns dos conceitos descritos acima. É também fornecido um aparelho de monitoramento 35 que recebe os dados e/ou sinais etc. de sensores dispostos dentro do oleoduto revestido (como descrito acima e abaixo) e pode fornecer ao operador de oleoduto com exibições de tais informações, gerar alarmes e/ou identificar de outra forma comunicar a presença de defeitos ou falhas.

[000111] Dentro de cada seção de tubulação revestida 1A, 1B, 1C, está disposto um comprimento do cabo de sensor 31A, 31B, 31C e um conjunto correspondente de sensores 33A, 33B, 33C localizados dentro do anel 15 que é contínuo ao longo de toda a tubulação revestida. Cada

sensor pode ser um sensor de água do mar ou uma variedade de sensores diferentes pode ser utilizada. No final de cada seção de tubulação revestida 1A, 1B, 1C, o cabo de sensor 31A, 31B, 31C correspondente está comunicativamente conectado às passagens 45A, 45B localizadas nos encaixes de eletrofusão 41A, 41B . Essas passagens permitem a comunicação de dados e/ou sinais elétricos entre um cabo de sensor e um cabo de sensor subsequente para permitir a transferência dos dados e/ou sinais ao longo do comprimento do oleoduto revestido. Os terminais são fornecidos nos encaixes de eletrofusão 41A, 41B para conexão aos respectivos cabos do sensor.

[000112] Cada encaixe de eletrofusão 41A, 41B é fornecido com um sensor embutido 43A, 43B que, neste exemplo, são vantajosamente sensores de água do mar (embora, novamente, qualquer tipo ou combinação de sensores possam ser utilizados) na proximidade de uma solda de circunferência correspondente 51A, 51B. Se houver um vazamento (ou em torno) da solda circunferencial ou um vazamento em uma ou mais soldas de eletrofusão entre o encaixe 41A, 41B e os respectivos revestimentos 13A, 13B, 13C, os sensores podem detectar isso e comunicar ao aparelho de monitoramento 35. Os sensores 43A, 43B estão conectados de forma comunicativa aos cabos do sensor através das passagens 45A, 45B. Se os sensores 43A, 43B estiverem encaixados dentro de uma porção de isolamento do encaixe de eletrofusão, que serve para proteger o encaixe de eletrofusão contra danos causados pelo calor durante a formação das soldas de circunferência 51A, 51B - os sensores também serão protegidos de tal dano por calor.

[000113] Embora o oleoduto revestido descrito com referência à figura 4 acima utilize os encaixes de eletrofusão modificados, como observado acima, pode ser utilizado qualquer método de junção que preserve a continuidade do anel entre a tubulação hospedeira e o revestimento da

tubulação ao longo da união, por exemplo, soldagem por fusão de extremidade. O método da invenção continuará a beneficiar o fornecimento de um anel contínuo como descrito aqui.

[000114] A figura 5 ilustra um encaixe de eletrofusão 141 que, em vez de fornecer passagens e terminais, simplesmente acomoda um cabo de sensor 131 que se estende entre os comprimentos de tubulação adjacentes 111A, 111B. A inserção da figura 5 mostra o detalhe de um ressalto 147 que foi perfurado para permitir que o cabo do sensor 131 passe. O cabo de sensor 131 é, em seguida, roteado sob o isolamento 149 que protege o encaixe 141 de dano de calor quando a solda de circunferência 151 é formada. O isolamento 149 pode, portanto, também proteger o cabo do sensor 131 de danos causados pelo calor. O uso desse encaixe de eletrofusão 141 permite que um cabo de sensor 131 encaixe as soldas de circunferência sem ter que terminar o cabo de sensor 131.

[000115] Observe que o isolamento 149 é opcional e também o roteamento do cabo do sensor sob o isolamento também é opcional, pois o cabo do sensor pode ser fornecido com resistência ao calor, por exemplo, aplicando um revestimento ou bainha resistente ao calor ou escolhendo um cabo de sensor que seja inerentemente resistente ao calor. Além disso, será observado que, em vez de simplesmente passar por um canal através de um ressalto ou outra parte do encaixe 141, um canal pode se estender substancialmente através do comprimento do encaixe, o que protegeria ainda mais o cabo do sensor. Em alternativa, o encaixe pode ser dotado de um canal longitudinal que se estende ao longo de uma superfície do encaixe que é capaz de receber e localizar o cabo do sensor. Tal canal pode estender o isolamento (se fornecido).

[000116] Observa-se que, em uma modalidade alternativa, está previsto que o cabo do sensor disposto dentro das seções de tubulação revestidas (como descrito com referência às figuras 1 a 3 e figura 4

acima) pode simplesmente servir para permitir a transmissão de parâmetros medidos a partir de sensores dispostos dentro de encaixes de eletrofusão; em outras palavras, não é necessário que os sensores estejam dispostos dentro do anel das próprias seções de tubulação revestida se os sensores forem fornecidos nos encaixes de eletrofusão (embora seja previsto que os sensores podem ser fornecidos tanto no anel das seções de tubulação revestida quanto nos encaixes de eletrofusão). Em tal disposição, os cabos do sensor podem simplesmente incluir fios elétricos ou outros conduítes de comunicação, como uma fibra óptica.

[000117] A figura 6 ilustra um exemplo de tal encaixe de eletrofusão 241, no qual os sensores 243 estão dispostos sobre a superfície externa do encaixe de eletrofusão 241, e os terminais 255A, 255B são fornecidos em uma superfície do encaixe 241 para a conexão aos cabos de sensor 231A, 231B correspondentes. Nesse exemplo, um cabo de sensor ou de passagem 253 se estende entre os terminais 255A, 255B para permitir a comunicação entre os terminais 255A, 255B (e, portanto, os cabos de sensor 231A, 231B) ao longo do encaixe 241 e também com os sensores 243.

[000118] Semelhante ao encaixe ilustrado na figura 5, o cabo do sensor 253 é protegido do dano causado pelo calor na proximidade da solda circunferencial 251, uma parte do isolamento 249 fornecida no encaixe 241. Nesta modalidade, o cabo do sensor 253 é encaminhada ao longo de um canal que é formado em uma superfície do encaixe de eletrofusão 241; o canal também acomoda os sensores 243. Está previsto que o cabo 253 pode ser encaixado na superfície do encaixe 241 com apenas os sensores que sobressaem ou de outro modo são expostos no espaço anular entre o encaixe 241 e as tubulações hospedeiras 211A, 211B. Os sensores 243 são mostrados como sendo localizados sob o isolamento 249, pelo que também estão protegidos

contra danos causados pelo calor, embora possam estar localizados em qualquer lugar na superfície do encaixe 241.

[000119] Conforme mencionado acima, enquanto tal encaixe de eletrofusão pode permitir o monitoramento do anel sem necessitar de sensores no anel das próprias seções de tubulação revestida, prevê-se que os sensores podem ser fornecidos tanto no anel das seções de tubulação revestida quanto nos encaixes de eletrofusão. Como também observado acima, vários cabos de sensor podem ser implantados em um oleoduto e, como tal, um encaixe de eletrofusão, de acordo com a invenção, pode ser fornecido com dois ou mais canais, passagens e/ou outros meios para permitir a conexão ou ponte de distância entre seções adjacentes.

[000120] Em um método de unir seções de tubulação revestida, é utilizado um encaixe de eletrofusão tal como descrito com referência à figura 4, à figura 5, à figura 6, ou em qualquer outra parte do presente pedido, para unir os revestimentos de seções adjacentes ao mesmo tempo em que permite o fornecimento de um sistema de monitoramento de integridade que une essas juntas e, desse modo, permite que um oleoduto resultante seja monitorado ao longo de todo o seu comprimento.

[000121] O encaixe de eletrofusão é recebido nas respectivas extremidades das seções de tubulação revestida, de preferência, em recessos formados nos revestimentos e soldas criadas entre o encaixe e os revestimentos de uma maneira conhecida antes de uma solda circunferencial ser criada entre as próprias tubulações. O uso de um encaixe de eletrofusão modificado (ou medida), conforme descrito aqui, permite que um cabo de sensor implantado no anel (ou anular) das seções de tubulação revestida para estender a união (ou ponte) ou se comunicar através da junta para/com um subsequente cabo de sensor através de passagens ou cabos de sensor sobre ou no próprio encaixe.

[000122] A aplicação de tais métodos e aparelhos como aqui descritos resulta não apenas em um oleoduto revestido de comprimento significativo com sensores distribuídos por toda parte, mas um encaixe de eletrofusão pode ser moldado e dimensionado de modo a manter um diâmetro interno contínuo ao longo de todo o comprimento do oleoduto. O encaixe de eletrofusão também pode ser moldado e dimensionado de modo que haja uma continuidade correspondente proporcionada ao longo do diâmetro externo do revestimento ao longo de todo o comprimento da tubulação e, consequentemente, a continuidade do anel ao longo de todo o comprimento da tubulação. Isso permite que os benefícios da invenção aqui divulgada sejam realizados com relativa facilidade, independentemente do modo de seleção ou construção de tubulação selecionada.

[000123] Observa-se que a presente invenção, na qual os sensores estão dispostos dentro de um anel contínuo, também beneficia de outras vantagens da provisão de um anel contínuo. Ao inundar progressivamente o oleoduto revestido, as bolsas de ar dentro do anel podem ser forçadas ao longo de todo o comprimento do oleoduto pela expansão radial progressiva resultante do revestimento contra a tubulação hospedeira, deixando assim pouco ou nenhum ar preso no anel. A invenção, portanto, também prevê um método de colocação de oleoduto revestido que remove ativamente e com sucesso as bolsas de ar que podem ser presas no anel entre o revestimento e a tubulação hospedeira (reduzindo significativamente o risco de colapso potencial durante a vida útil operacional), ao mesmo tempo em que melhora a retenção de sensores e cabos de sensor e o contato entre os ditos sensores e a tubulação hospedeira e/ou revestimento, resultando em um desempenho de monitoramento ainda mais aprimorado.

[000124] A tubulação revestida que foi soldada em conjunto com encaixes convencionais, que contêm barreiras ao anel contínuo, como

anéis de compressão ou encaixes soldados, evita que os sensores sejam distribuídos e conectados ao longo de todo o comprimento de um oleoduto revestido. Tais barreiras também impedem a inundação progressiva que pode ser utilizada de acordo com a invenção para eliminar o risco de acúmulo e acúmulo de ar que, de outra forma, apresentaria um risco de colapso para o revestimento em cortes discretos da tubulação linear ligados a tais barreiras.

[000125] Ao longo do relatório descritivo, a menos que o contexto exija o contrário, os termos "compreender" ou "incluir", ou variações como "compreende" ou "que compreende", "inclui" ou "que inclui" serão entendidos como implicando a inclusão de um número inteiro declarado ou grupo de números inteiros, mas não a exclusão de nenhum número inteiro ou grupo de números inteiros.

[000126] A descrição anterior da invenção foi apresentada para fins de ilustração e descrição e não se destina a ser exaustiva ou a limitar a invenção à forma precisa divulgada. As modalidades descritas foram escolhidas e descritas de modo a melhor explicar os princípios da invenção e a sua aplicação prática para permitir que os versados na técnica utilizem melhor a invenção em várias modalidades e com várias modificações adequadas ao uso específico observado. Por conseguinte, podem ser incorporadas outras modificações ou melhorias sem se afastar do âmbito da invenção, tal como definido pelas reivindicações anexas. Por exemplo, onde os métodos de revestimento da tubulação foram exemplificados com referência ao serviço de revestimento de tubulação Swagelining® do Requerente, será entendido que os métodos se aplicam igualmente aos oleodutos revestidos com ouso de deslizamento, inserção de revestimento dobrado ou outras técnicas similares.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para a produção de um oleoduto revestido com um sistema de monitoramento de integridade, **caracterizado pelo fato de que** compreende:

fornecer uma primeira seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C) com um primeiro cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) disposto em um anel contínuo (15) entre uma primeira tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 211A, 211B) e um primeiro revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B);

fornecer uma segunda seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C) com um segundo cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) disposto em um anel contínuo (15) entre uma segunda tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) e um segundo revestimento de tubo (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B); e

unir o primeiro revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) ao segundo revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) com o uso de um encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) configurado para permitir que o primeiro cabo do sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) se comunique com o segundo cabo do sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B);

o método compreendendo ainda:

conectar o primeiro cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) a uma primeira extremidade de um cabo de sensor (45A, 45B, 253) disposto sobre ou no encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) e a conexão do segundo cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) a uma segunda extremidade do cabo de sensor (45A, 45B, 253) disposto sobre ou no encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241); ou

rotear o primeiro cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A,

231B) ao longo, através ou ligando o encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de que** o encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) é configurado para manter o anel contínuo (15) entre as primeira e segunda seções de tubulação revestida (1A, 1B, 1C).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de que** o encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) compreende um terminal (255A, 255B), em cada extremidade do cabo do sensor (45A, 45B, 253), disposto sobre ou no encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) para a fixação do primeiro e segundo cabos de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B).

4. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo fato de que** compreende localizar o primeiro ou o segundo cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) em pelo menos um canal que se estende a partir de uma posição em direção a uma primeira extremidade do encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) para uma posição em direção a uma segunda extremidade do encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** o canal é fornecido em uma superfície do encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

6. Método, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado pelo fato de que** o canal se estende pelo menos parcialmente através do corpo do encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** compreende rotear um cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 45A, 45B, 131, 231A, 231B, 253) através de um ressalto (147) fornecido no corpo do encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado pelo fato de que** compreende rotear um cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 45A, 45B, 131, 231A, 231B, 253) através de um canal que se estende substancialmente através do corpo do encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** o primeiro e segundo cabos de sensor são fornecidos por um único cabo de sensor contínuo (131).

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** compreende rotear ou, de outro modo, localizar o cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 45A, 45B, 131, 231A, 231B, 253) entre um isolamento (149, 249) e um corpo principal do encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

11. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** o encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) compreende pelo menos um sensor (43A, 43B, 243).

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um sensor (43A, 43B, 243) é configurado para se comunicar com um ou ambos dentre o cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) disposto na primeira seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C) e o cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) disposto na segunda seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C).

13. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de que** fornece uma seção de tubulação (1A, 1B, 1C) revestida com um cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B, 253) disposto em um anel contínuo (15) entre uma tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) e um revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A,

213B) compreende puxar o revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) através da tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) através do aparelho que reduz temporariamente o diâmetro externo do revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) e localiza o cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) entre o revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) e a tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) antes de liberar a tensão de tração no revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B).

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado pelo fato de que** puxar o revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) através da tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) e localizar o cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) entre o revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) e a tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) são realizados de maneira simultânea.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado pelo fato de que** o método compreende fixar a primeira extremidade do cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) a uma extremidade distal do revestimento de tubulação (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) antes de puxar o revestimento de tubulação (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) através da tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B).

16. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 15, **caracterizado pelo fato de que** o cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) compreende uma pluralidade de sensores (43A, 43B, 243) e em que o cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) fornece um meio para comunicar os sinais ou dados a partir da

pluralidade de sensores (43A, 43B, 243).

17. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 16, **caracterizado pelo fato de que** o método compreende localizar uma pluralidade de cabos de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) entre o revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) e a tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B).

18. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 a 17, **caracterizado pelo fato de que** o método compreende ainda inundar de maneira progressiva o oleoduto revestido para deslocar as bolsas de ar no anel (15) entre o revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) e a tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B).

19. Método para monitorar a integridade de um oleoduto revestido, **caracterizado pelo fato de que** compreende fornecer o oleoduto revestido com um sistema de monitoramento de integridade, como definido em qualquer uma das reivindicações precedentes, e monitorar os dados e/ou os sinais a partir de um ou mais sensores (43A, 43B, 243) compreendidos no cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) ou cabos de sensor e/ou comunicados pelo cabo de sensor ou cabos de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) disposto entre a tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) e o revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) do oleoduto revestido.

20. Método, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado pelo fato de que** compreende determinar a presença de uma ou mais falhas e gerar um ou mais alarmes correspondentes, em que determinar a presença de uma ou mais falhas é realizado por um aparelho de monitoramento (35) do sistema de monitoramento que recebe e processa os sinais e/ou dados a partir de um ou mais sensores

(43A, 43B, 243) disposto entre a tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) e o revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) do oleoduto revestido.

21. Encaixe de eletrofusão **caracterizado pelo fato de que** para unir um primeiro revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) de uma primeira seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C) a um segundo revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) de uma segunda seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C), o acessório de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) configurado para permitir que um cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) seja disposto entre o primeiro revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) e uma primeira tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) na primeira seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C) para se comunicar com um cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) disposto entre o segundo revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) e uma segunda tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) na segunda seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C), em que o encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) compreende pelo menos um cabo de sensor (45A, 45B, 131, 253) e/ou pelo menos um sensor de cabo (45A, 45B, 131, 253) e/ou pelo menos um canal que se estende desde uma posição em direção a uma primeira extremidade do encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) até uma posição em direção a uma segunda extremidade do encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

22. Encaixe de eletrofusão, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado pelo fato de que** pode ser conectado na primeira extremidade ao cabo do sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) na primeira seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C) e em uma segunda extremidade ao cabo do sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) na segunda seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C).

23. Encaixe de eletrofusão, de acordo com a reivindicação 22, **caracterizado pelo fato de que** compreende um terminal na posição em relação a cada extremidade do cabo do sensor (45A, 45B, 131, 253) para fixação ao cabo do sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) nas primeira e segunda seções de tubulação revestida (1A, 1B, 1C).

24. Encaixe de eletrofusão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 23, **caracterizado pelo fato de que** o canal é fornecido em uma superfície do acessório de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

25. Encaixe de eletrofusão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 23, **caracterizado pelo fato de que** o canal se estende pelo menos parcialmente através do corpo do acessório de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

26. Encaixe de eletrofusão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 25, **caracterizado pelo fato de que** o canal compreende um orifício através de um ressalto (147) fornecido no corpo do acessório de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

27. Encaixe de eletrofusão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 25, **caracterizado pelo fato de que** o canal se estende substancialmente através do corpo do acessório de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

28. Encaixe de eletrofusão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 27, **caracterizado pelo fato de que** o canal permite que um cabo de sensor contínuo (131) seja roteado pelo, através ou de outro modo una o acessório de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) e, desse modo, forneça o cabo do sensor da primeira seção da tubulação revestida (1A, 1B, 1C) e o cabo de sensor da segunda seção de tubulação revestida (1A, 1B, 1C).

29. Encaixe de eletrofusão, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 21 a 28, **caracterizado pelo fato de que** compreende ainda o isolamento (149, 249) para proteger o acessório de encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241) contra danos causados pelo calor.

30. Encaixe de eletrofusão, de acordo com a reivindicação 29, **caracterizado pelo fato de que** o isolamento (149, 249) protege o cabo do sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) do dano causado pelo calor.

31. Encaixe de eletrofusão, de acordo com a reivindicação 29 ou 30, **caracterizado pelo fato de que** o cabo do sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) pode ser roteado ou localizado de outra forma entre o isolamento (149, 249) e o corpo principal do acessório de encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241).

32. Encaixe de eletrofusão, de acordo com qualquer uma das reivindicações 21 a 31, **caracterizado pelo fato de que** compreende pelo menos um sensor (43A, 43B, 243).

33. Encaixe de eletrofusão, de acordo com a reivindicação 32, **caracterizado pelo fato de que** o pelo menos um sensor (43A, 43B, 243) é configurado para se comunicar com um ou ambos os cabos do sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) dispostos na primeira seção da tubulação revestida (1A, 1B, 1C) e o cabo do sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) disposto na segunda seção do tubulação revestida (1A, 1B, 1C).

34. Oleoduto revestido **caracterizado pelo fato de que** compreende um sistema de monitoramento de integridade, em que o sistema de monitoramento de integridade compreende um cabo de sensor (31A, 31B, 31C, 131, 231A, 231B) disposto em um anel contínuo (15) entre uma tubulação hospedeira (11A, 11B, 11C, 111A, 111B, 211A, 211B) e um revestimento de tubulação (13A, 13B, 13C, 113A, 113B, 213A, 213B) da tubulação revestida e pelo menos um acessório de encaixe de eletrofusão (41A, 41B, 141, 241), como definido em qualquer uma das reivindicações 21 a 33.

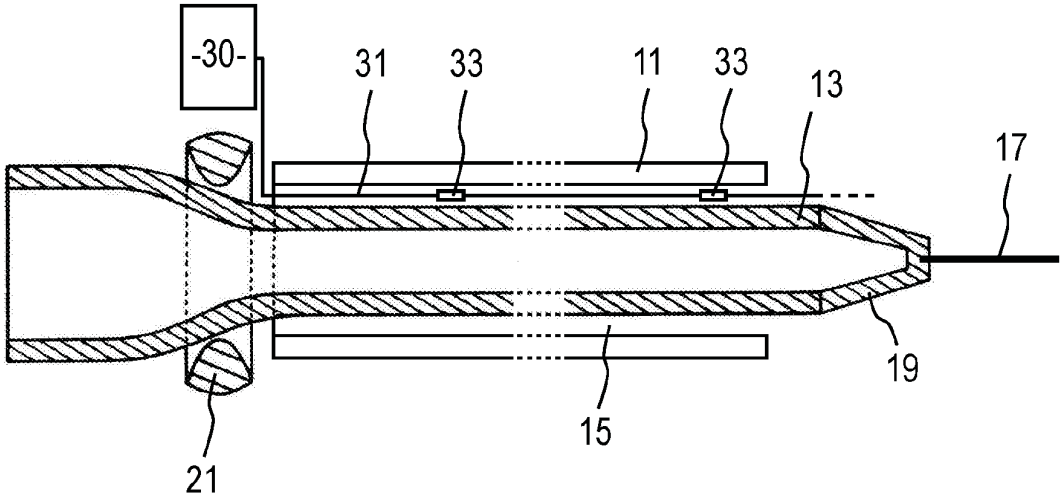


Fig. 1

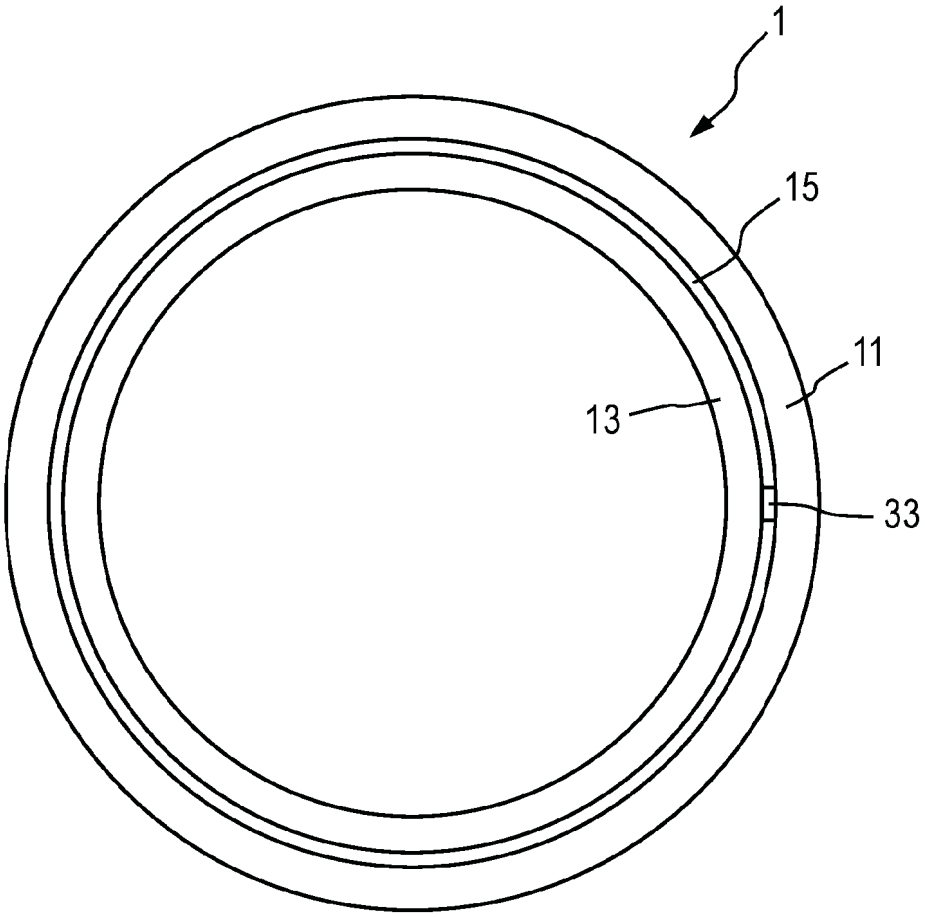


Fig. 2

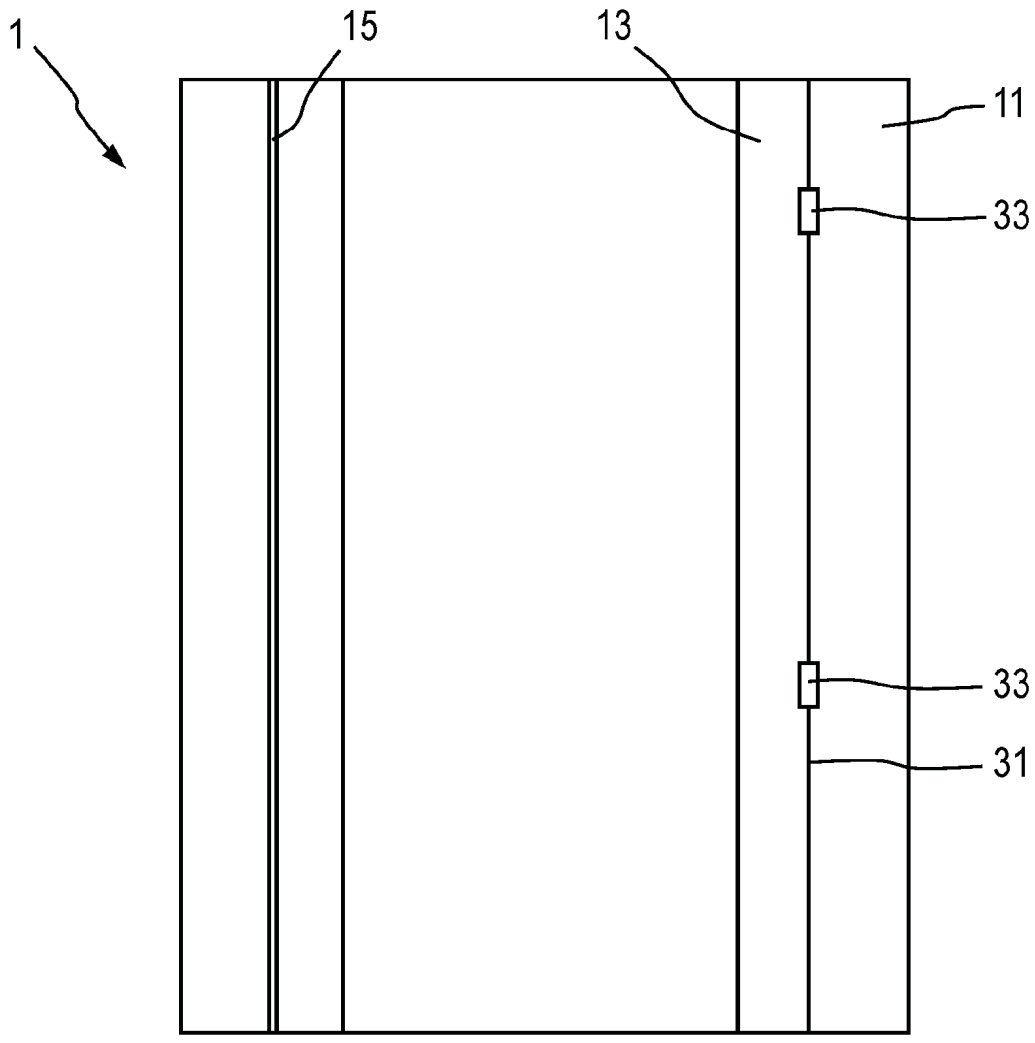


Fig. 3

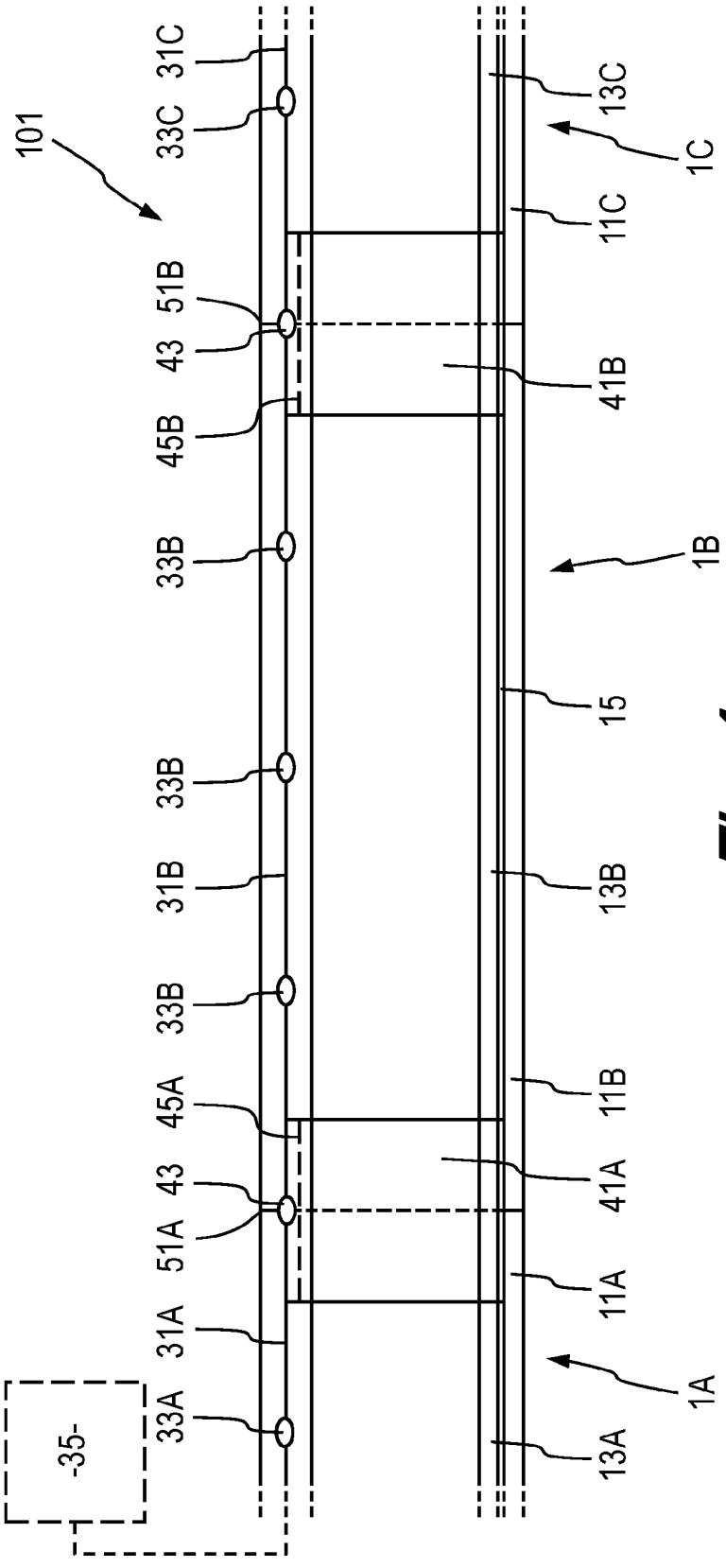

101
31C
33C
51B
43
45B
33B
33B
31B
33B
45A
43
51A
31A
33A
-35-
13C
1C
11C
41B
1B
15
13B
11B
41A
11A
1A
13A

Fig. 4

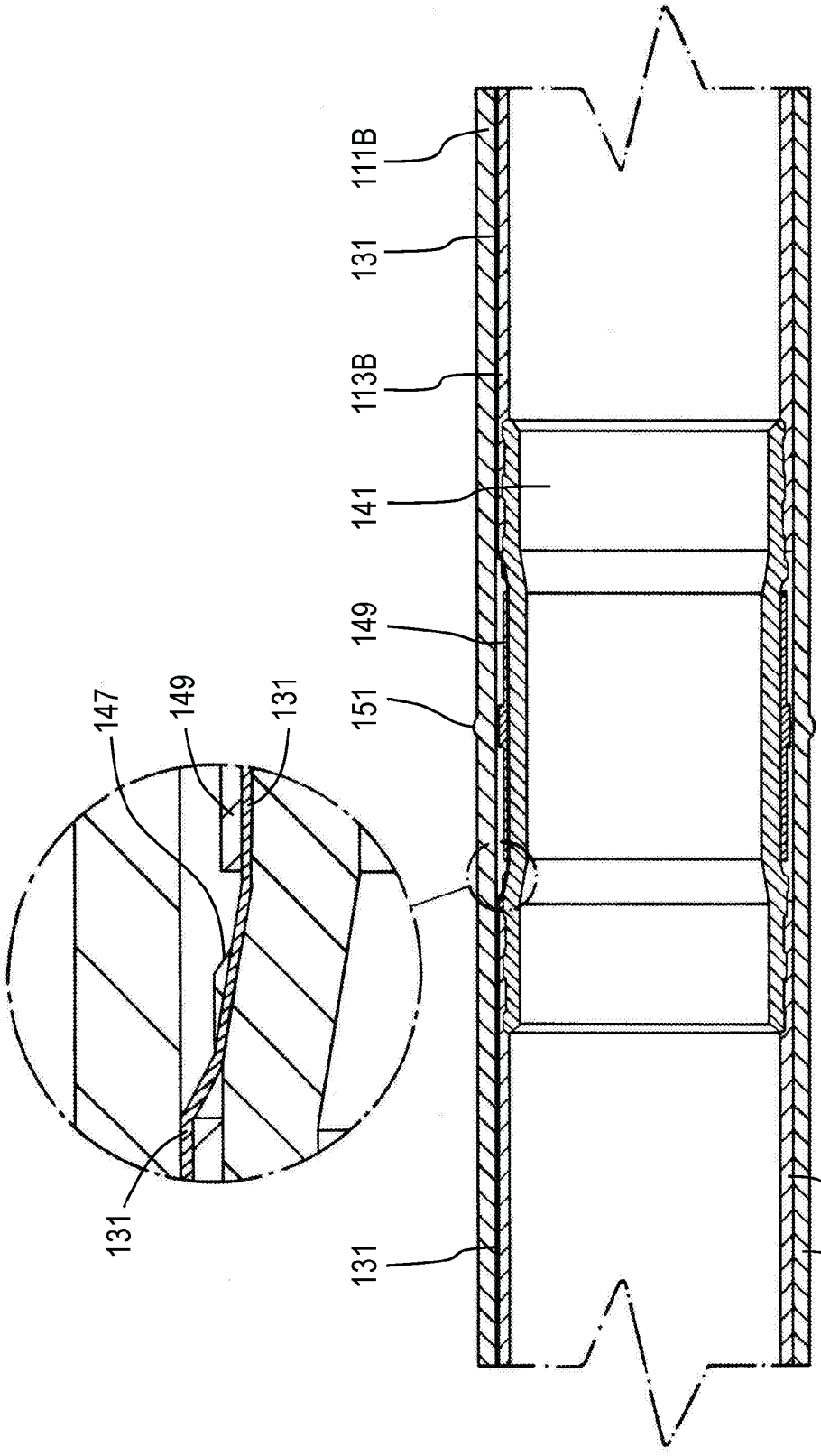


Fig. 5

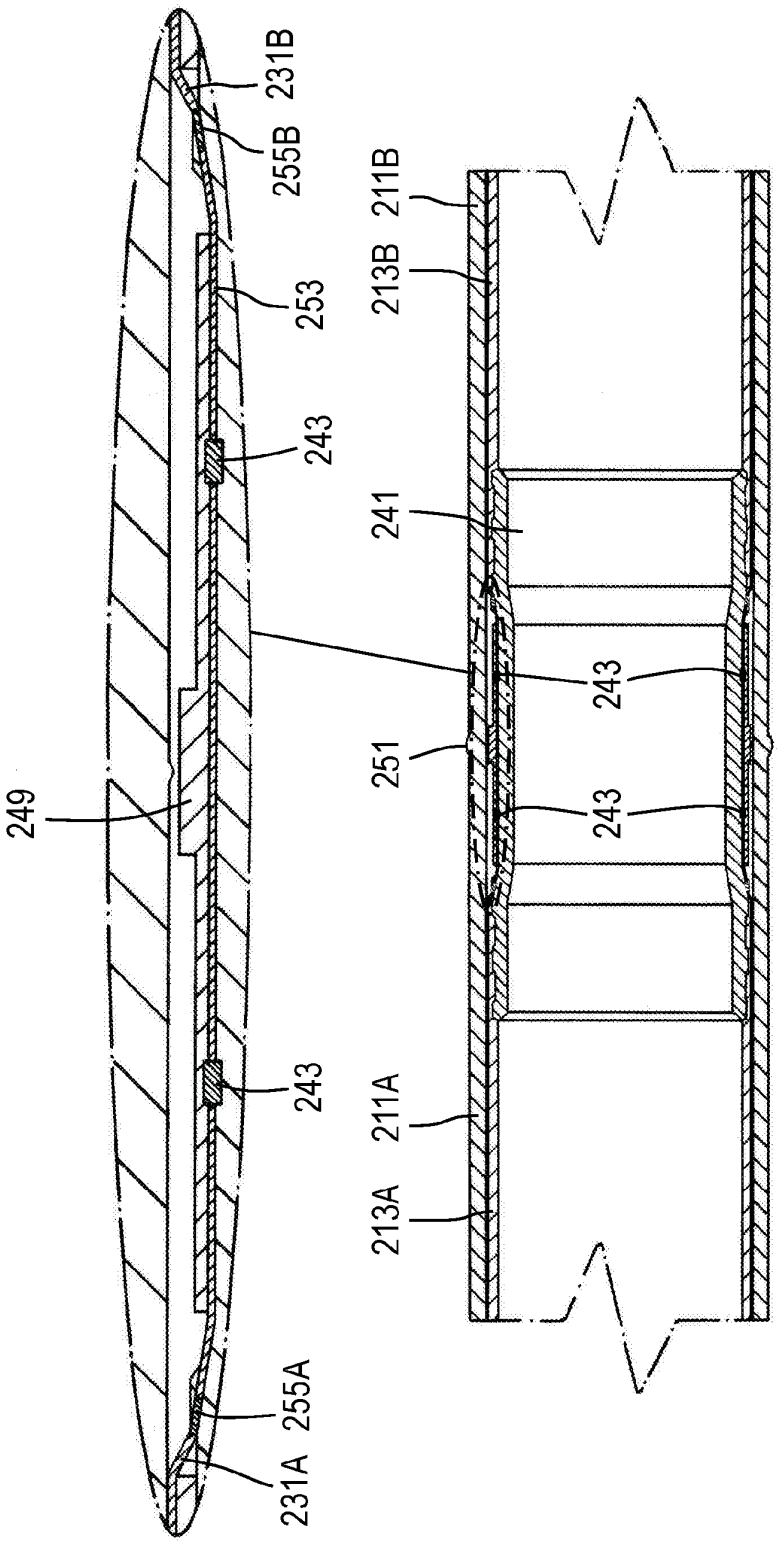

231B
255B
253
243
241
243
251
243
249
243
211B
213B
211A
213A
255A
231A

Fig. 6