



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

(11) PI 0708230-4 B1

(22) Data do Depósito: 16/02/2007

(45) Data de Concessão: 22/05/2018



(54) Título: TUBO FLEXÍVEL DE MÚLTIPLAS CAMADAS E MÉTODO PARA CONDUZIR UM FLUIDO ALVO TAL COMO ÓLEO OU GÁS OU OUTRO FLUIDO DESSE TIPO SOB O MAR

(51) Int.Cl.: B32B 1/08; F16L 11/04; B29C 47/00

(30) Prioridade Unionista: 24/02/2006 GB 0603743.6

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

(72) Inventor(es): DIRK RAUDIES; GRAEME BULMER

“TUBO FLEXÍVEL DE MÚLTIPLAS CAMADAS E MÉTODO PARA CONDUZIR UM FLUIDO ALVO TAL COMO ÓLEO OU GÁS OU OUTRO FLUIDO DESSE TIPO SOB O MAR”

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um tubo flexível de múltiplas camadas do tipo para
5 conduzir óleo ou gás ou outro tal fluido. Em particular, mas não exclusivamente, a presente invenção fornece tal tubo flexível e descreve materiais e um método para fabricar tal tubo flexível que tem uma resistência à temperatura desejável e que tem uma flexibilidade dese-
jável.

Fundamentos da Invenção

Há diferentes tipos de tubos submarinos. Esses são tubos que podem ser mergu-
lhado sob grandes profundidades do mar e que podem ser usados para conduzir óleo bruto
ou gás ou algum outro fluido a partir de um ponto de coleta até um ponto de fornecimento.
Entende-se que tais tubos são também aplicáveis a aplicações terrestres e de água rasa.
Sabe-se que na técnica esses tipos de tubos são divididos em duas amplas classes, ou se-
15 ja, tubos rígidos e tubos flexíveis. Os primeiros são normalmente feitos de aço e podem às vezes ser revestidos de concreto. Eles são capazes de serem colocados em água muito profunda. Os tubos flexíveis são normalmente feitos de um número de camadas de compó-
sitos e materiais de reforço, tal como tiras de aço. Desde que as paredes de tais tubos flexí-
veis são feitos de um número de camadas de interação, aquelas paredes tendem a serem
20 grossas.

Em tal “tubo flexível” típico e bem conhecido, o fluido a ser conduzido flui para baixo
em um furo central que é formado por uma camada central que é frequentemente referida
como uma carcaça. Uma superfície interna dessa camada central determina o furo enquanto
uma superfície externa deve ser feita impermeável para penetração pelo fluido fluindo no
25 furo. Uma camada de retenção de fluido no furo é assim formada na superfície externa da carcaça. Essa forma uma camada de polímero barreira que ajuda a impedir que óleo ou gás
escape do furo central. A camada também impede o ingresso de fluido que pode, de outra
forma, contaminar o fluido no furo. Outras camadas são formadas externamente no tubo
flexível de múltiplas camadas. Por exemplo, um conjunto de camadas de fios de reforço e
30 um revestimento externo de proteção.

Um problema associado com os tubos flexíveis desse tipo é que eles são exigidos a
flexionar. Isso permite que o tubo seja assentado usando um processo de rolagem e tam-
bém permite que o tubo seja flexionado sob condições no sítio sem falha. Um problema par-
ticular proposto por esse é que os materiais que formam cada uma das camadas em tal tubo
35 flexível devem ser selecionados tal como para produzir um nível desejado de flexibilidade e
também longevidade. Os tubos flexíveis assim necessitam de uma resistência à temperatura
tal que eles podem trabalhar por períodos de tempo superiores a vinte anos e em alguns

casos, mais de vinte e cinco anos. Também, os tubos flexíveis devem ter uma alta resistência química tal que eles podem continuar a funcionar sem quimicamente degradar com o passar dos anos.

O grau de flexibilidade de tubos flexíveis é determinado pela flexibilidade dos vários materiais que formam as várias camadas na estrutura de múltiplas camadas. Para camadas tal como a camada de polímero barreira que forma uma barreira de fluido e que são frequentemente formadas de materiais termoplásticos, uma estatística que determina a flexibilidade dessa camada e assim do tubo é o alongamento na deformação. Se o alongamento na deformação de uma camada termoplástica é muito baixo, então quando o tubo flexível é flexionado, os polímeros na camada podem ser estendidos além de seu limite elástico que causará deformação permanente e assim falha de um tubo. Sabe-se que houve um equilíbrio entre resistência de temperatura e alongamento desejável em estatística de deformação.

Sumário da Invenção

É um objetivo de modalidades da presente invenção pelo menos parcialmente suavizar os problemas mencionados acima.

É um objetivo de modalidades da presente invenção fornecer um tubo flexível que pode operar continuamente por vinte anos ou mais em temperaturas superiores a 150° C.

É um objetivo de modalidades da presente invenção fornecer um tubo flexível que tem um alongamento na deformação de mais de 5% em 23° C.

É um objetivo de modalidades da presente invenção fornecer um tubo flexível que tem ambos um alongamento favorável em característica de deformação bem como uma alta resistência à temperatura.

É um objetivo de modalidades da presente invenção fornecer um método para produzir tal tubo flexível.

De acordo com um primeiro aspecto da presente invenção, é fornecido um tubo flexível de múltiplas camadas para conduzir um fluido alvo, que compreende:

Uma camada central arranjada para fornecer um furo interno ao longo do qual um fluido pode fluir; e

Pelo menos uma camada de polímero barreira tendo um alongamento por tensão na deformação de mais de 5% em uma temperatura de 23° C.

De acordo com um segundo aspecto da presente invenção, é fornecido um tubo flexível de múltiplas camadas para conduzir um fluido alvo, que compreende:

Uma camada central arranjada para fornecer um furo interno ao longo do qual um fluido pode fluir; e

Pelo menos uma camada de polímero barreira para suportar temperaturas maiores do que 150° C continuamente para mais do que vinte anos.

De acordo com um terceiro aspecto da presente invenção, é fornecido um método

para fornecer um tubo flexível de múltiplas camadas para conduzir um fluido alvo, que compreende as etapas de:

Fornecer uma camada central tendo um furo interno ao longo do qual um fluido alvo pode fluir; e

5 Fornecer pelo menos uma camada de polímero barreira tendo um alongamento por tensão na deformação de mais de 5% em uma temperatura de 23° C.

De acordo com um quarto aspecto da presente invenção, é fornecido um método para fornecer um tubo flexível de múltiplas camadas para conduzir um fluido alvo, que compreende:

10 Fornecer uma camada central tendo um furo interno ao longo do qual um fluido alvo pode fluir; e

Fornecer pelo menos uma camada de polímero barreira para suportar temperaturas maiores do que 150° C continuamente por mais de vinte anos.

15 As modalidades da presente invenção fornecem um tubo flexível de múltiplas camadas que inclui como uma camada de barreira, ou como parte de uma camada de barreira de fluido, uma camada de polímero tendo um alongamento por tensão na deformação de mais de 5% em uma temperatura de 23° C. Isso assegura que o tubo flexível será flexível o suficiente para ser localizado em uma localização desejada e para funcionar adequadamente nessa localização por períodos estendidos de tempo.

20 As modalidades da presente invenção fornecem um tubo flexível que inclui uma camada de barreira de fluido ou parte de uma camada de barreira de fluido que é capaz de suportar temperaturas superiores a 150° C continuamente por períodos estendidos de tempo.

Breve Descrição dos Desenhos

25 As modalidades da presente invenção serão agora descritas a seguir, a título de exemplo somente, com relação aos desenhos em anexo, nos quais:

A Figura 1 ilustra uma seção transversal através de um tubo flexível de múltiplas camadas;

A Figura 2 ilustra uma estação de extrusão com banhos de resfriamento; e

30 A Figura 3 ilustra uma outra vista de uma estação de extrusão.

Nos desenhos, os números de referência similares se referem às partes similares.

Descrição Detalhada da Invenção

35 A Figura 1 ilustra uma imagem em corte de um tubo flexível 10 de acordo com uma modalidade da presente invenção. O tubo flexível 10 é um tubo de múltiplas camadas que pode ser usado, entre outros propósitos, para conduzir um fluido tal como óleo bruto, óleo de exportação ou um gás. Tais fluidos podem ser referidos como fluidos de campo de óleo e gás típicos. Cada camada do tubo flexível de múltiplas camadas é capaz de se mover com

relação à próxima camada. Entende-se, entretanto, que modalidades da presente invenção não são restritas a qualquer número específico de múltiplas camadas nem ao fato de que uma ou mais das camadas podem ser ligadas a uma outra camada.

O fluido flui através de um furo interno 11 que é formado pela superfície interna de
5 uma camada de furo central usualmente conhecida como uma carcaça 12. Essa forma uma camada resistente à contração. A camada central é formada de fio dobrado como é conhecido na técnica que pode ser permeável a fluido ou, de outra forma, a partir do furo ou internamente a partir do exterior do tubo ao interior. Tal fluxo pode ou contaminar o fluido do furo ou causar outros problemas tal como a perda de fluido do furo. Uma camada de barreira de
10 fluido 13 é formada no exterior da camada resistente à contração. Essa é formada de um material termoplástico e assim forma uma camada de polímero barreira. A camada de polímero barreira pode ser formada de uma de muitas variedades de camadas de polifenileno-sulfeto (PPS). Esse pode ou ser um polímero PPS puro, e/ou um PPS modificado com aditivos convencionais tal como estabilizantes, lubrificantes, agentes de liberação de molde, co-
15 lorantes, pigmentos, agentes de nucleação, agentes de reforço, e carreadores, tal como carreadores fibrosos incluindo fibras de vidro, e/ou uma mistura de PPS com um outro polímero, incluindo, mas não limitado a uma mistura de PPS com um componente de flexibilização, tal como um elastômero e/ou um copolímero de PPS.

Uma camada de resistência circular 14 é formada fora da camada de barreira de
20 fluido e então uma camada anti-desgaste 15 é formada. Fora da camada anti-desgaste está uma primeira camada de resistência à tensão 16 formada de fios enrolados em uma direção particular. Uma camada anti-desgaste adicional 17 é então fornecida seguida ou uma segunda camada de resistência à tensão. Uma camada de barreira de fluido externa 19 é formada, a qual impede o ingresso de fluido a partir das vizinhanças externas do tubo em qual-
25 quer das camadas internas.

A Figura 2 ilustra uma estação de extrusão 20 que forma parte de um processo de fabricação para formar o tubo flexível como mostrado na Figura 1. Entende-se que o processo de fabricação inclui muitas estações diferentes, cada uma das quais pode ser usada para aplicar uma ou mais das camadas mostradas na Figura 1 como selecionado. Uma ca-
30 mada central inicial 12 é enrolada em uma câmara de extrusão 21 que é aquecida via um ou mais aquecedores a uma temperatura apropriada na faixa de 300° C a 330° C. Preferencialmente, em 305° C. A camada central é uma camada de metal formada de fios interligados como é conhecido na técnica. O material termoplástico fundido é direcionado na câmara de extrusão 21 ao longo de um caminho (Z1 até Z4) indicado pela seta A na Figura 2. Esse
35 movimento é alcançado acionando um parafuso giratório central dentro de um alojamento externo. Isso é ilustrado mais claramente na Figura 3 na qual o parafuso giratório 30, que tem um diâmetro variável, é acionado em uma velocidade variável (AVV) e selecionável por

um motor de velocidade variável (não mostrado). Pó ou grânulos 31 do material de polímero que formará a camada de polímero barreira são carregados em uma tremonha de abastecimento 32. Esses grânulos caem em uma região de furo central 33 e são direcionados em direção à câmara de extrusão 34 pelo movimento giratório do parafuso 30. Uma ou mais

5 faixas de aquecimento 35 (ou zonas) são localizadas em torno da estação de extrusão. Aquecedores são colocados em torno do caminho de extrusão e câmara para gerar um gradiente de temperatura desejado da extremidade relativamente fria próxima à tremonha à extremidade aquecida pela câmara de extrusão. Aquecedores na primeira faixa de aquecedores podem gerar temperaturas na faixa de 285° C a 325° C. Preferencialmente, em 300°

10 C. Os aquecedores na segunda faixa de aquecedores podem gerar temperaturas na região de 300° C a 330° C. Preferencialmente, 310° C. Os aquecedores na terceira faixa de aquecedores mais próxima à câmara de extrusão geram temperaturas na faixa de 310° C a 335° C. Preferencialmente, 315° C. Dessa forma, o pó ou grânulos abastecidos na tremonha derreterão e em uma viscosidade desejada na câmara de extrusão 34 dentro da estação de

15 extrusão 20. À medida que o tubo 12 é passado através dessa câmara em uma direção fora da região de gargalo na Figura 3, material termoplástico derretido forma uma camada no exterior da tubulação. Para auxiliar o processo, a camada central pode ser aquecida por aquecedores antes de sua entrada na câmara de extrusão. Preferencialmente, a temperatura da camada central pode ser ajustada entre 30° C a 40° C. Seleccionando as dimensões de

20 uma região estreita 22, a espessura da camada de polímero barreira formada durante o processo de extrusão pode ser selecionada. Outros métodos para selecionar a espessura podem ser usados, por exemplo, variando a velocidade de fornecimento e extração da camada central. Seleccionando o perfil do gargalo estreito, tal como muito estreito para uma abertura somente entrando no tubo, uma fina camada de camada de polímero barreira pode ser ge-

25 rada. Se o gargalo não for tão estreito, então uma camada mais grossa de camada de polímero barreira é desenvolvida.

Um PPS puro, um PPS modificado, ou uma mistura de PPS com um outro polímero são materiais termoplásticos adequados para formar um tubo flexível tendo características desejadas de acordo com modalidades da presente invenção. O PPS é um material termo-

30 plástico de alta temperatura que oferece uma excelente combinação de resistência mecânica, térmica e química. Introduzindo-se um componente de flexibilização ao PPS, um tubo flexível de múltiplas camadas pode ser fornecido, o qual tem resistência à alta temperatura e que satisfaz flexibilidades desejáveis. O PPS usado preferencialmente é uma mistura de

35 PPS com um componente de flexibilização, tal como um elastômero. Em particular, uma camada de polímero barreira projetada para suportar temperaturas maiores do que 150° C continuamente para mais do que vinte anos pode ser fornecida. As modalidades da presente invenção podem fornecer uma camada de polímero barreira projetada para suportar tempe-

raturas maiores do que 200° C continuamente por mais do que vinte e cinco anos. Em adição, a camada de polímero barreira assim formada tem um alongamento por tensão na de-
formação de mais de 5% em uma temperatura de 23° C. As modalidades da presente inven-
ção fornecem uma camada de polímero barreira que tem um alongamento por tensão na
5 deformação de mais de 7% em uma temperatura de 23° C.

Preferencialmente, uma modalidade da presente invenção usa um exemplo de um PPS misturado com um componente de flexibilização. Um tal material é o Fortron® SKX-479 comercialmente disponível a partir da Ticona GmbH, Kelsterbach, Alemanha. Alternativa-
mente, o Fortron FX 4372T6 pode ser usado. Entende-se que a presente invenção não está
10 limitada ao uso de somente esses dois produtos citados. De preferência, a invenção   am-
plamente aplicável ao uso de materiais que têm uma ou mais características compartilhadas
com esses materiais.

Como ilustrado na Figura 2, um número de banhos de resfriamento pode ser usado para resfriar a camada de polímero barreira tal como para alcanç ar um produto final agrad -
vel. Um n  de resfriamento inicial 23 mant m uma temperatura entre 70° C e 80° C. O tubo
15 passa através dessa zona por um número de segundos   medida que   rolado em um mo-
vimento indicado pela seta B na Figura 2. Um banho de resfriamento adicional 24 que   ar-
ranjado para também manter uma temperatura entre 70° C e 80° C, pode também ser usado
como podem ainda outros banhos 25 e 26 que são ajustados em torno de 15° C.

Elevando a temperatura do PPS flexibilizado em sua forma granular para acima de seu ponto de fusão e então re-formando e resfriando o PPS com componentes de flexibiliza-
ção na forma de um perfil oco contínuo, uma camada barreira em torno da carcaça pode ser
formada. Aprecia-se que as configurações de temperatura podem ser ajustadas e controla-
das de acordo com faixas selecionadas pré-determinadas tal como para controlar tempera-
25 turas em ambas as zonas de aquecimento e de resfriamento da estação de extrusão.

As modalidades da presente invenção foram descritas acima a título de exemplo somente. Entende-se que a presente invenção não é restrita aos detalhes específicos das modalidades descritas. Por exemplo, o tubo flexível pode incluir somente uma camada cen-
tral e camada de polímero barreira. Pelo menos uma camada de resistência   tensão e pelo
30 menos uma camada de barreira de fluido externa podem ser também fornecidas. As modali-
dades da presente invenção fornecem um tubo flexível não ligado de múltiplas camadas
para conduzir fluidos de campo de óleo e gás.

Enquanto a camada de barreira de fluido foi descrita como uma única camada, a camada de barreira de fluido 13 pode, de fato, ser formada como uma estrutura de múltiplas
35 camadas com somente uma ou mais dessas camadas sendo formadas do PPS modificado
como acima descrito. Outras camadas em tal camada de barreira de múltiplas camadas po-
dem ser selecionadas a partir da lista de HDPE, MDPE, PP, PA-11, PA-12, TPE e/ou PVDF.

Também será entendido que modalidades da presente invenção não estão restritas a tipos de tubos subaquáticos. De preferência, a presente invenção pode ser aplicada em qualquer aplicação de tubo onde resistência à temperatura, resistência química e flexibilidade são características desejáveis.

REIVINDICAÇÕES

1. Tubo flexível (10) de múltiplas camadas para conduzir um fluido alvo tal como óleo ou gás ou outro fluido desse tipo sob o mar, compreendendo:

5 uma camada de carcaça de metal (12) arranjada para fornecer um furo interno (11) ao longo do qual um fluido pode fluir;

 pelo menos uma camada de barreira; uma camada de resistência circular (14), uma camada de resistência à tensão (16) e pelo menos uma camada de barreira de fluido externa (19) proporcionada radialmente para fora da camada de barreira;

CARACTERIZADO pelo fato de que:

10 a pelo menos uma camada barreira que tem um alongamento por tensão em deformação de mais de 5% em uma temperatura de 23º C

 em que dita camada de barreira compreende polifenilenosulfeto (PPS).

 2. Tubo flexível (10), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira fornece um tubo flexível para suportar temperaturas de mais
15 de 150º C continuamente por mais de vinte anos.

 3. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira tem um alongamento em deformação de pelo menos 7% em uma temperatura de 23º C.

 4. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3,
20 **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira é uma camada extrusada.

 5. Tubo flexível (10), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira compreende uma mistura de PPS com um componente flexibilizante.

 6. Tubo flexível (10), de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato
25 de que o dito componente flexibilizante é um elastômero.

 7. Tubo flexível, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira compreende um copolímero de PPS.

 8. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6,
30 **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira compreende um PPS e/ou copolímero de PPS que é modificado com aditivos convencionais.

 9. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira compreende uma camada de polímero barreira.

35 10. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito fluido alvo compreende petróleo.

 11. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9,

CARACTERIZADO pelo fato de que o dito fluido alvo compreende um gás.

12. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito fluido alvo compreende óleo de exportação.

13. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira compreende uma camada de retenção de fluido de furo.

14. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira diretamente circunda a camada central.

15. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito tubo flexível (10) de múltiplas camadas tem três ou mais camadas.

16. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira está disposta em uma relação separada da dita camada central.

17. Tubo flexível (10), de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma ou mais camadas intermediárias estão localizadas entre a dita camada central e a dita camada barreira.

18. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira tem uma alta resistência a deslocamento.

19. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira fornece uma camada com uma alta resistência química.

20. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito tubo flexível (10) compreende um Tubo flexível (10) não ligado.

21. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada central compreende uma camada resistente a contração.

22. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira compreende uma camada barreira de fluido (13).

23. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende:

pelo menos uma camada resistente à tensão; e

pelo menos uma camada barreira de fluido externa (19).

24. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **CARACTERIZADO** pelo fato de que pelo menos uma camada barreira é uma camada extrusada de polímero mais interna localizada abaixo da camada de resistência circular (14).

25. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **5 CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira compreende uma camada de barreira de múltiplas camadas.

26. Tubo flexível (10), de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a camada barreira de múltiplas camadas compreende uma ou mais camadas de um material barreira adicional.

10 27. Tubo flexível (10), de acordo com a reivindicação 26, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o material barreira adicional é selecionado a partir da lista de HDPE, MDPE, PP, PA-11, PA-12, TPE, e PVDF.

28. Tubo flexível (10), de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **15 CARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira tem um ponto de fusão de mais de 150° C.

29. Método para fornecer um tubo flexível (10) de múltiplas camadas, conforme definido na reivindicação 1, para conduzir um fluido alvo, compreende as etapas de:

fornecer uma camada carcaça de metal (12) com um furo interno (11) ao longo do qual um fluido alvo pode fluir;

20 fornecer uma camada de resistência circular (14), uma camada de resistência à tensão (16) e pelo menos uma camada de barreira de fluido externa (19) proporcionada radialmente para fora da camada de barreira;

CARACTERIZADO pelo fato de que

25 fornecer pelo menos uma camada barreira com um alongamento por tensão em deformação de mais de 5% em uma temperatura de 23° C

em que dita camada de barreira compreende polifenilenosulfeto (PPS).

30 30. Método, de acordo com a reivindicação 32, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende:

fornecer um tubo flexível (10) de múltiplas camadas para suportar temperaturas de mais de 150° C continuamente por mais de vinte anos.

31. Método, de acordo com a reivindicação 32, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a camada barreira compreende uma mistura de polifenilenosulfeto (PPS).

32. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 29 a 31, **35 CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende as etapas de:

derreter PPS modificado em uma tremonha;

fornecer o polímero derretido em uma câmara de extrusão; e

formar uma camada barreira em torno de uma camada central interna em uma es-

tação de extrusão (20).

33. Método, de acordo com a reivindicação 32, **CHARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende estabelecer duas ou mais zonas de temperatura em um nó de fusão para, desse modo, fornecer material barreira derretido na câmara de extrusão.

5 34. Método, de acordo com a reivindicação 33, **CHARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de que compreende:

Fornecer uma pluralidade de banhos de resfriamento para resfriar a camada barreira na dita camada central subsequente à camada central passada através da câmara de extrusão.

10 35. Método, de acordo com a reivindicação 31, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita mistura de PPS compreende uma mistura de PPS com um agente flexibilizante.

36. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 29 a 35, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que a dita camada barreira compreende uma camada de polímero barreira.

15

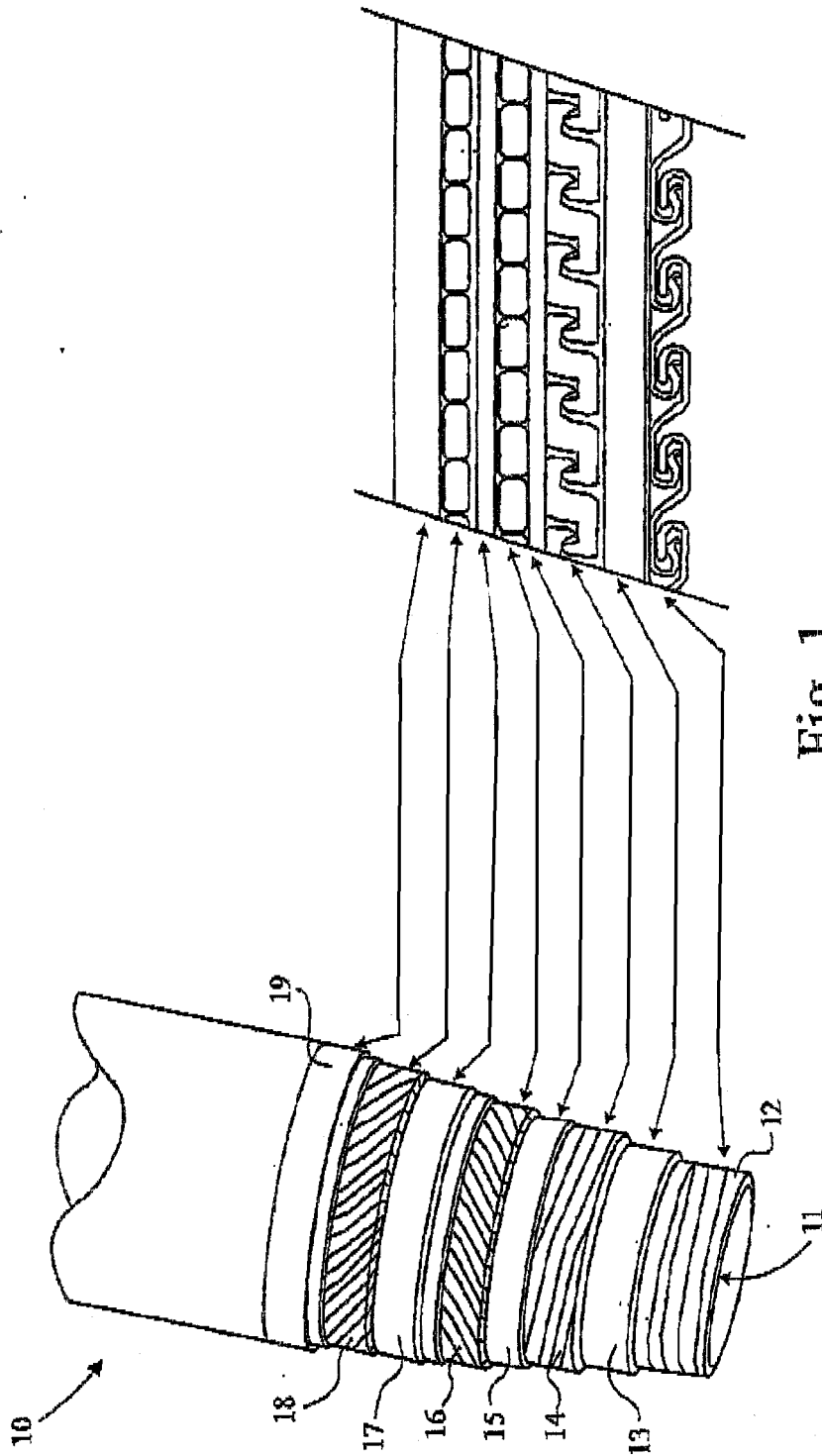


Fig. 1

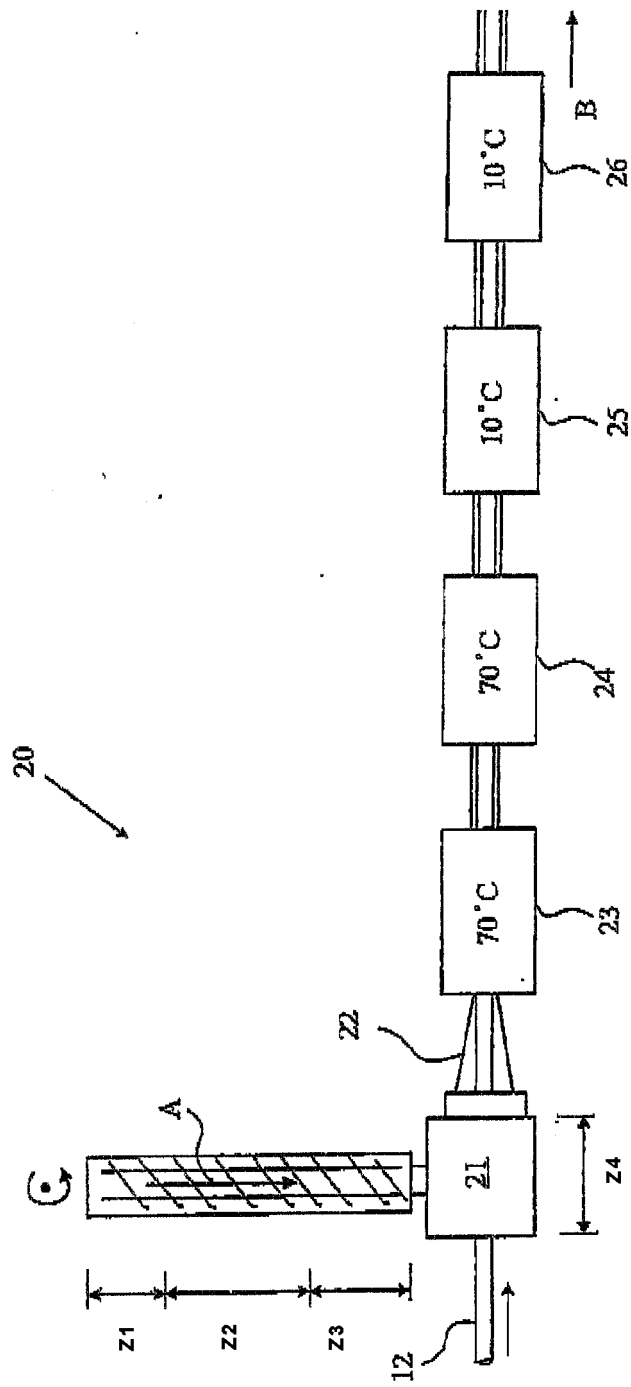


Fig. 2

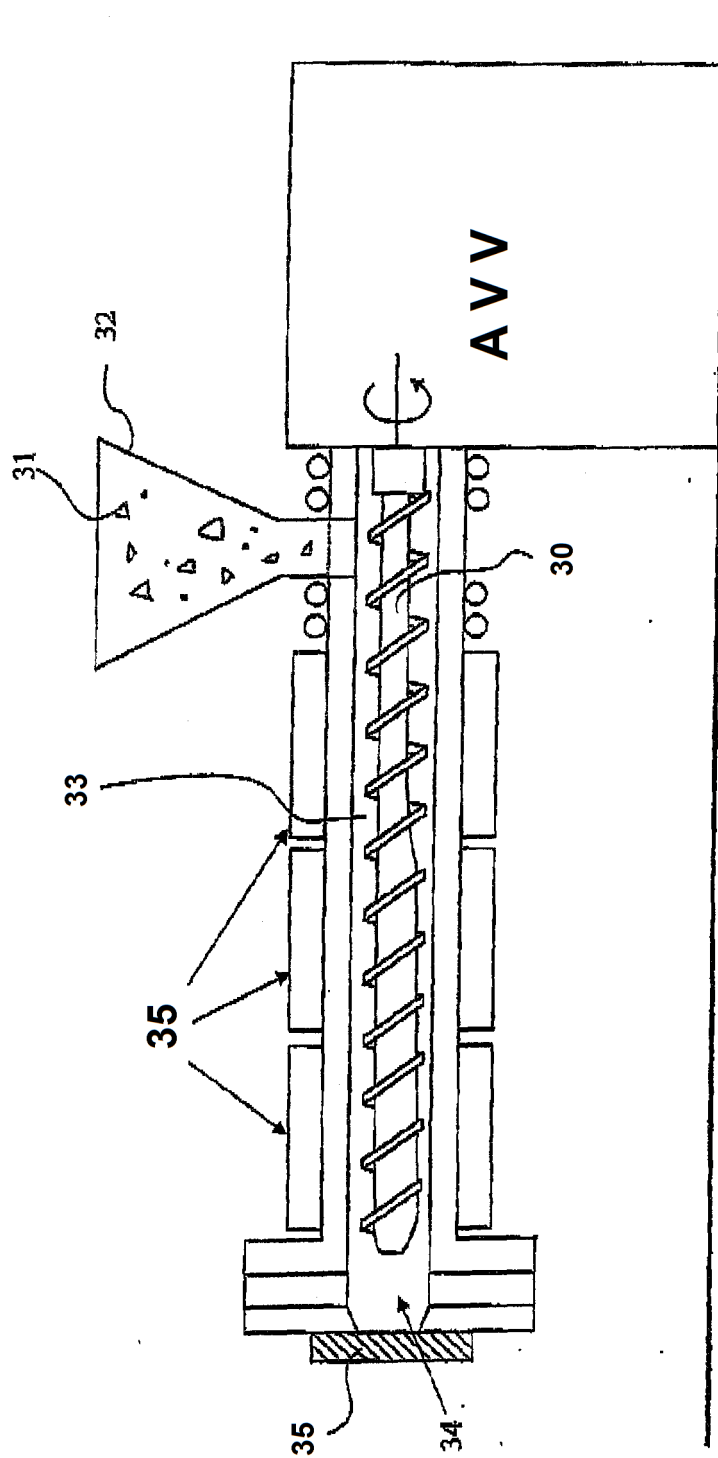


Fig. 3