



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

(11) PI 0713027-9 B1

(22) Data do Depósito: 15/06/2007

(45) Data de Concessão: 23/01/2018



(54) Título: ELEMENTO ENRIJECEDOR PARA UMA ESTRUTURA ALONGADA E MÉTODO DE PRODUÇÃO DO MESMO

(51) Int.Cl.: E21B 17/01; B29C 70/86; B29C 70/34; B29C 70/08; B29K 19/00; B29K 67/00; B29K 105/10

(30) Prioridade Unionista: 16/06/2006 US 60/804,940

(73) Titular(es): SEAPROOF SOLUTIONS AS

(72) Inventor(es): STANDAL, ROAR; BANG-ANDREASEN, HENRIK

**"ELEMENTO ENRIJECEDOR PARA UMA ESTRUTURA ALONGADA E MÉTODO
DE PRODUÇÃO DO MESMO"**

Campo Técnico da Invenção

[0001] A presente invenção se refere a elementos de proteção reforçados de matriz elastomérica, ditos elementos sendo resistentes ao arqueamento e tolerantes a condições ambientais severas.

Antecedentes da Invenção

[0002] A Patente U.S. No. 5.526.846 divulga um elemento enrijecedor de arqueamento, compreendendo um elemento elástico feito de elastômero, o qual envolve um corpo alongado a ser enrijecido, o elemento elástico sendo integralmente fixado a uma extremidade de um suporte de carcaça. No interior do material elástico, se situa um elemento de reforço, o qual se estende sobre uma porção do comprimento do elemento elástico, a partir de uma extremidade, o elemento de reforço sendo integralmente fixado por meios de fixação ao dito suporte de carcaça.

[0003] Os específicos elementos de reforço divulgados na Patente U.S. No. 5.526.846, incluem:

- um anel de formato toróide, mantido axialmente por uma pluralidade de hastes de amarração, paralelo ao eixo do tubo e uniformemente distribuído sobre o perímetro;
- duas lâminas concêntricas de filamentos ou fitas interlaçadas;
- uma luva cilíndrica fina;
- uma grade solta, formando um anel cilíndrico no formato de coroa (disposto na forma de hélice).

[0004] Assim, existe a necessidade de um aperfeiçoado elemento enrijecedor de arqueamento, apresentando superiores propriedades.

Breve Descrição das Figuras

A figura 1 é uma vista em perspectiva da estrutura interna, de acordo com um aspecto da invenção.

A figura 2 é uma vista em perspectiva de uma modalidade da invenção.

A figura 3 é uma vista em perspectiva mostrando uma primeira camada interna de fibras de reforço, de acordo com um aspecto da invenção.

A figura 4 é uma vista em detalhe, mostrando as fibras passando através do anel de retenção do elemento de posicionamento terminal.

A figura 5 é uma vista similar à figura 4, mostrando os parafusos do anel de retenção previamente tensionados.

A figura 6 é uma vista em perspectiva, mostrando uma camada de blindagem arqueada sobre uma primeira camada de reforço.

A figura 7 é uma vista em perspectiva, mostrando uma camada de blindagem arqueada sobre uma segunda camada de reforço.

A figura 8 é uma vista em detalhe do elemento terminal.

A figura 9 é uma vista em perspectiva de uma modalidade alternativa.

Descrição Detalhada da Invenção

[0005] A invenção será descrita em detalhes fazendo-se referência à série de figuras anexas e ao presente texto descritivo.

[0006] De acordo com um aspecto da invenção, é proporcionado um elemento enrijecedor de arqueamento, na forma de um cilindro alongado de material polimérico. As figuras 1, 3, 4, 5, 6 e 7 mostram estruturas internas e a disposição dos componentes do elemento enrijecedor de arqueamento, de acordo com um aspecto da presente invenção. As figuras 2 e 9 mostram vistas em perspectiva de modalidades alternativas da invenção, entretanto, não mostram as estruturas internas que se encontram localizadas dentro do material polimérico. Nas figuras 1, 3, 6 e 7, os componentes internos são dispostos em relação a uma haste central, cilíndrica, alongada (1), que não forma um componente do elemento enrijecedor de arqueamento em si, mas, serve como um gabarito no processo de moldagem por injeção, formando um furo central cilíndrico do elemento enrijecedor de arqueamento.

[0007] Conforme mostrado, os componentes internos do elemento enrijecedor de arqueamento compreendem uma palmilha trançada (2) de fibras poliméricas. A palmilha trançada compreende uma pluralidade de feixes tecidos juntos, ditos feixes sendo compreendidos de uma pluralidade de filamentos. Conforme mostrado na figura 1, a palmilha trançada (2) é disposta de modo coaxial com e tracionada sobre a haste central, antes da injeção do elastômero.

[0008] Em alguns casos, a palmilha ficará em contato direto com a haste central. Em outros casos, a fim de construir, por exemplo, uma camada matriz mais espessa entre a palmilha de reforço e a haste central, podem ser adicionados anéis ou calços para manter a palmilha afastada da haste central.

[0009] Deve ser observado que a palmilha facilita a instalação das fibras de reforço. Entretanto, todo o material e operações de fabricação que resultam em um elemento de reforço de formato cilíndrico, teriam, por exemplo, um modelo em que uma folha de fibras trançadas é enrolada em torno da haste central, obtendo-se, dessa forma, um formato cilíndrico. Embora a palmilha seja comumente tracionada sobre toda a extensão da haste central, isto não é obrigatório, pelo que as características exigidas do elemento enrijecedor serão determinantes desse aspecto.

[00010] Na extremidade terminal do elemento enrijecedor de arqueamento é montado, temporariamente, um elemento de posicionamento terminal (3) sobre a haste central (1). O elemento de posicionamento terminal compreende uma interface de disposição terminal (4), que coopera com e se prende ao correspondente elemento de fixação da estrutura, na qual deve ser preso o cabo ou tubulação a ser enrijecido. O elemento de posicionamento terminal compreende ainda um anel de retenção (5), preso à interface de disposição terminal (4) por meio de parafusos (6). Um ou mais espaçadores (7), conforme mostrado nas

figuras 4, 5 e 8, são dispostos entre as cabeças dos parafusos (6) e a superfície interior da interface de disposição terminal (4), de modo que ocorre uma pluralidade de aberturas (8) entre os parafusos adjacentes. Na extremidade terminal do elemento enrijecedor de arqueamento, a palmilha trançada é desentrelaçada ao nível de feixes, e os feixes são passados entre as aberturas (8), conforme mostrado nas figuras 3, 4, 5 e 6. O uso de espaçadores (7) permite aos parafusos prender o anel de retenção na interface de disposição terminal para ser pré-tensionado, sem colidir com os feixes que passam através das aberturas (8), que, de outro modo, poderiam danificar os filamentos dos feixes. Esses danos seriam prejudiciais à integridade mecânica do elemento de reforço do enrijecedor de arqueamento, afetando de forma negativa a rigidez e expectativa de vida do dispositivo. Embora não ilustrado, é possível se dispor um elemento de posicionamento terminal em ambas as extremidades do elemento enrijecedor para diversas aplicações.

[00011] Após a passagem dos feixes através das aberturas 8, um material flexível, chamado por conveniência de "blindagem arqueada", é enrolado em forma de espiral em volta da palmilha trançada, ainda entrelaçada, que envolve a haste central (1). O material da blindagem arqueada pode compreender as mesmas fibras ou fibras similares àquelas da primeira camada de reforço ou pode ser uma faixa flexível. A blindagem arqueada (9) é enrolada em forma de espiral, começando a partir de ou próximo do elemento de

posicionamento terminal, numa distância especificada descendente, em relação ao comprimento do corpo enrijecedor de arqueamento. A distância é determinada pelas características de rigidez desejadas do elemento enrijecedor de arqueamento. A blindagem arqueada proporciona rigidez ao enrijecedor de arqueamento, pelo fato de ambos serem considerados como um adicional material de reforço, mas, também, pelo fato de que a blindagem arqueada mantém a seção transversal circular do furo central do corpo enrijecedor de arqueamento, quando o elemento enrijecedor é arqueado, dessa forma, aumentando a rigidez. Essa blindagem arqueada pode ser também substituída por faixas no formato de anel, dispostas em volta da palmilha em determinados intervalos ou por qualquer outra solução que obtenha a mesma função.

[00012] Depois da blindagem arqueada (9) ter sido presa, os feixes da palmilha trançada (2) são posteriormente desentrelaçados ao nível de filamento individual, conforme mostrado nas figuras 1 e 7. Os filamentos individuais são permitidos se encortinarem ao longo da haste central, dessa forma, se sobrepondo à blindagem arqueada. Os filamentos, preferivelmente, podem ser pregados em diversos intervalos, de modo a se obter zonas de densidade de fibra decrescente. Por exemplo, conforme mostrado na figura 1, uma primeira zona (10) de máxima densidade compreende todas as fibras de retorno.

[00013] Adjacente à primeira zona (10) se encontra uma segunda zona (11), compreendendo,

aproximadamente, 2/3 de fibras de retorno, seguida de uma terceira zona (12), compreendendo, aproximadamente, 1/3 de fibras, etc. Deve ser observado que, para fins de ilustração, a figura 1 apenas mostra uma porção das fibras de cada zona, mas, deverá ser entendido que as fibras de cada zona são dispostas em volta de todo o perímetro. A densidade oscilante das fibras de reforço, dessa forma, proporciona no dispositivo acabado uma rigidez gradualmente decrescente. O comprimento das diversas zonas e a densidade das fibras em cada zona são determinadas com base nas propriedades desejadas do produto acabado. De acordo com um aspecto da invenção, conforme mostrado na figura 1, as fibras são dispostas, essencialmente, em paralelo ao eixo da haste central (1). De acordo com outro aspecto da invenção, os filamentos de retorno podem ser dispostos com um predeterminado grau de espiralação. O grau de espiralação é determinado com base na proporção esperada de arqueamento do elemento enrijecedor de arqueamento, em relação aos limites de alongamento dos filamentos. Se o grau esperado de arqueamento se aproximar ou exceder o limite de alongamento dos filamentos, os filamentos podem ser espiralados para diminuir os esforços de alongamento sobre os filamentos. De acordo com outros aspectos da invenção, as fibras podem ser dispostas de acordo numa forma combinada, tanto longitudinalmente como em espiral, sendo também possível em outros aspectos.

[00014] Após os filamentos de retorno serem dispostos no padrão desejado, os mesmos são presos por uma

camada de blindagem arqueada externa (13). Do mesmo modo que a blindagem arqueada (9), a camada de blindagem arqueada externa (13) é disposta em espiral ao longo do comprimento do corpo enrijecedor de arqueamento. Entretanto, em caso contrário, a camada de blindagem arqueada externa (13) começa em uma predeterminada distância do anel de retenção (5). Isso garante que a camada arqueada externa não comprime de forma sobreposta as fibras de retorno contra o anel de retenção. A distância é também escolhida com base na rigidez desejada do elemento enrijecedor de arqueamento na extremidade de posicionamento terminal. Uma maior rigidez é obtida quando as fibras de retorno se inclinam gradualmente do anel de retenção para a palmilha trançada (2).

[00015] Após a camada de blindagem arqueada externa ser presa, um molde de injeção cilíndrico é fixado em volta da haste central e uma mistura elastomérica é injetada de acordo com os métodos conhecidos na técnica. Após o elastômero ser endurecido, o molde é desmontado e a haste central é extraída.

[00016] Conforme mostrado na figura 2, o dispositivo acabado compreende um corpo elastomérico de reforço (15), tendo um furo central cilíndrico (16). O elemento de posicionamento terminal (3) é firmemente preso ao corpo elastomérico pelas fibras que passam através do anel de retorno. Numa modalidade da invenção, a superfície externa do corpo elastomérico é no formato de cone, com uma zona de transição cilíndrica relativamente mais curta (17),

imediatamente adjacente ao elemento de posicionamento terminal (3). A zona de transição auxilia a prevenir o arqueamento excessivo próximo do elemento de posicionamento terminal. Mediante essa construção inclinada, a zona de transição cilíndrica (17) auxilia a garantir que as fibras de reforço sejam inteiramente imersas na matriz elastomérica. Deve ser observado que a invenção aqui descrita apresenta uma seção de transição cilíndrica rígida bastante curta, por exemplo, tipicamente, de 5 cm, dessa forma, reduzindo geralmente o diâmetro e o volume de tal elemento enrijecedor.

[00017] O elemento enrijecedor de arqueamento de acordo com a modalidade mostrada na figura 2 é utilizado, primeiro, mediante passagem do mesmo sobre o cabo ou conduto a ser enrijecido. O cabo ou conduto, após isso, é concluído com relação a sua estrutura receptora idealizada. O elemento enrijecedor de arqueamento, após isso, é preso através da fixação da interface de disposição terminal (4) ao seu elemento de cooperação, sobre a estrutura na qual o cabo ou conduto se dispõem em posicionamento terminal.

[00018] A figura 9 mostra uma modalidade alternativa da invenção, a qual pode ser utilizada com cabos ou condutos que já estejam concluídos. De acordo com essa modalidade, uma fenda longitudinal (18) é cortada dentro de um lado do corpo (15). Nessa modalidade, a interface de disposição terminal (4) e o anel de retenção (5) são também divididos, sendo formados como duas metades.

Nessa modalidade, o corpo elastomérico de reforço (15) é fisicamente aberto na fenda (18) e se dispõe sobre o cabo ou conduto. Após isso, o corpo (15) é preso por meio de faixas metálicas, as quais são dispostas em ranhuras concêntricas (19) na superfície externa do dito corpo (15). As metades dos componentes metálicos são presas entre si por meio de parafusos ou através de um anel de travamento (20), conforme mostrado nas figuras. Procedimentos de testes têm demonstrado que um seccionamento do elemento enrijecedor sobre um único lado e conforme o modelo de fixação descrito acima, mantém, praticamente, todas as características de rigidez de um elemento enrijecedor não seccionado.

[00019] Enquanto que de acordo com um aspecto, um elemento enrijecedor é dotado de uma extremidade terminal, um processo de produção e estrutura conforme descrito acima, podem também ser aplicados a um produto com duas extremidades terminais, isto é, um anel de retenção em cada extremidade. Assim, a flexibilidade pode ser simétrica ou assimétrica, dependendo da finalidade. Um produto desse tipo pode, além de funcionar como enrijecedor de arqueamento, funcionar como um elemento de reboque, por exemplo, na forma de um elemento de reboque principal, como um elemento de prevenção de falhas, como no caso do elemento de reboque principal se romper (por exemplo, um cabo) ou como proteção geral para cabos, por exemplo, cabos sísmicos, durante a instalação ou içamento a bordo. Na forma de um elemento de reboque principal, acessórios de

gancho são adicionados em volta do mesmo para possibilitar o reboque. Na forma de um elemento de prevenção de falhas, anéis de auto-travamento são montados sobre ambos os lados para bloquear a ruptura do cabo em ambas as extremidades.

As extremidades do elemento enrijecido podem apresentar qualquer conexão ou podem ser do tipo de extremidade livre ou de uma extremidade com diversas funções.

Escolha da Fibra e do Elastômero

[00020] De acordo com outro aspecto da invenção, uma combinação de fibra e elastômero resulta em um efetivo material compósito. Isso significa um material compósito no qual todos ou praticamente todos os filamentos individuais da fibra de reforço são saturados com o elastômero. De acordo com esse aspecto da invenção, é utilizado uma densidade e padrão de tecelagem das fibras, que permite uma completa ou quase completa saturação dos monofilamentos individuais da fibra de reforço. As fibras, de acordo com uma modalidade, são livres de qualquer tratamento de superfície, tal como, um tratamento anti-engomagem, o qual poderia interferir com a ligação entre o elastômero e os filamentos. De acordo com essa modalidade, os filamentos suportam o esperado ambiente submerso e temperaturas de até aproximadamente 90°C e a elasticidade das fibras suportam um alongamento sem determinada ruptura pela esperada quantidade de arqueamento do elemento enrijecedor, tipicamente, maior que 7% de alongamento, mas,

ao mesmo tempo, não se apresentam tão elásticas, desse modo, não proporcionam nenhum benefício de reforço.

[00021] O material de Aramide™ foi avaliado como um potencial candidato, porém, foi considerado insatisfatório. As fibras de aramide mostraram um ponto de ruptura em um alongamento de aproximadamente 3%. O material de aramide poderia ser usado na blindagem arqueada, entretanto, o grau de alongamento é significativamente mais baixo. Numa modalidade, a fibra preferida é uma fibra de poliéster, embora qualquer fibra que atenda aos critérios básicos pode ser empregada. A fibra mais preferida, de acordo com a presente modalidade, é Diolen® 164S, produzida pela Diolen Industrial Fibers, GmbH, Wuppertal, Alemanha. O padrão de tecelagem preferido é aquele de uma palmilha cilíndrica de fibra de poliéster trançada, cujas fibras suportam um alongamento de cerca de 15%.

[00022] Nessa modalidade, é escolhido um elastômero que exibe determinadas características, a fim de proporcionar um material compósito ótimo. As propriedades do elastômero de acordo com a presente modalidade incluem, entre outras propriedades, que:

- o composto deva ser conveniente ao ambiente;
- o material deva possuir a necessária dureza, preferivelmente, tendo um valor de dureza Shore A entre 80-95, mais preferivelmente, próximo de 95;
- o material deva ter um tempo de gelificação suficiente para permitir a saturação dos filamentos

individuais antes da cura, preferivelmente, pelo menos, de 3 minutos, mais preferivelmente, acima de 9 minutos;

- o elastômero deva também suportar condições submersas e esperadas temperaturas;

- o material deva cooperar com as fibras escolhidas para formar um material compósito funcional.

[00023] Com base nos critérios acima, o elastômero preferido para a presente modalidade é a poliuretana, embora qualquer elastômero que atenda aos critérios básicos possa ser empregado, mais especificamente, PU-isocianato do tipo MDI. A poliuretana mais preferida é Hyperlast® 200/95, produzida pela Hyperlast Ltd., Birchvale, Reino Unido.

REIVINDICAÇÕES

1. Elemento enrijecedor para uma estrutura alongada, **caracterizado** pelo fato de compreender:

a) um corpo elastomérico alongado (15) tendo um furo central longitudinal (16);

b) uma interface de disposição terminal (4) fixada, a uma extremidade do corpo elastomérico alongado;

c) uma primeira camada de reforço (2) de um material de fibra entrelaçado, dito material entrelaçado compreendendo uma pluralidade de filamentos trançados dentro de feixes que são entrelaçados juntos, dito material entrelaçado sendo circunferencialmente disposto dentro do material elastomérico do corpo alongado e disposto ao longo do comprimento longitudinal do corpo alongado (15); e

d) uma segunda camada de reforço (10, 11, 12) disposta dentro do material elastomérico do corpo alongado, dita segunda camada compreendendo uma pluralidade de filamentos não-entrelaçados e não-trançados, em extensão contínua ao material da primeira camada de reforço, ditos filamentos se prendendo a um elemento de retenção (5) da interface de disposição terminal (4) e passando novamente ao longo do corpo alongado (15) se sobrepondo à primeira camada de reforço.

2. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que uma pluralidade de filamentos da segunda camada de reforço (10, 11, 12) é cortada em uma pluralidade de comprimentos determinados e de tal modo dispostos, que são criadas

regiões de densidade decrescente de fibra ao longo do comprimento da segunda camada de reforço, a partir da extremidade de posicionamento final.

3. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o material da primeira camada de reforço (2) é uma palmilha entrelaçada tubular.

4. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de compreender adicionalmente uma terceira camada de reforço (9), enrolada em forma de espiral em torno de uma porção da primeira camada de reforço (2).

5. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de compreender adicionalmente uma quarta camada de reforço (13), enrolada em forma de espiral em torno de uma porção da segunda camada de reforço (2).

6. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de compreender adicionalmente meios adaptados para manter a seção transversal circular do elemento enrijecedor quando o dito elemento enrijecedor for arqueado.

7. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o elemento de retenção (5) é um anel de retenção fixado ao elemento de posicionamento terminal e que os filamentos se prendem ao elemento de retenção ao passarem sobre o anel de retenção.

8. Elemento enrijecedor, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-7, **caracterizado** pelo fato de que o corpo alongado (15) é dividido longitudinalmente ao longo de um lado (18).

9. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as fibras das primeira e segunda camadas de reforço são isentas de tratamento de superfície anti-engomagem e a densidade e padrão de entrelaçamento do material da primeira camada de reforço permitem a completa saturação de monofilamentos individuais com o material elastomérico do corpo alongado.

10. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as fibras das primeira e segunda camadas de reforço apresentam uma tolerância ao alongamento superior a 7%.

11. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que as fibras são do tipo Diolen® 164S.

12. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 4 ou 5, **caracterizado** pelo fato de que o material das terceira e quarta camadas de reforço compreende fibras do mesmo material que das primeira e segunda camadas de reforço.

13. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 4 ou 5, **caracterizado** pelo fato de que o material das terceira e quarta camadas de reforço é feito de *aramide*.

14. Elemento enrijecedor, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o corpo elastomérico (15) compreende um material tendo um valor de dureza Shore A entre 80-95.

15. Método de fabricação de um elemento enrijecedor para uma estrutura alongada conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1-14, **caracterizado** pelo fato de compreender as etapas de:

a) prover uma haste cilíndrica alongada (1) como um gabarito;

b) prover um material de fibra polimérica entrelaçado (2);

c) envolver circunferencialmente a haste cilíndrica com o material de fibra polimérica entrelaçado;

d) fixar, de modo removível, uma interface de disposição terminal (4) à haste cilíndrica, dita interface de disposição terminal compreendendo um anel de retenção (5);

e) desentrelaçar o material de fibra polimérica entrelaçado na extremidade de disposição terminal, passando as fibras não-entrelaçadas sobre o anel de retenção e, novamente, ao longo de parte do comprimento de material de fibra polimérica entrelaçado;

f) dispor um molde de injeção cilíndrico em torno da haste central;

g) injetar uma mistura de elastômero polimerizável dentro do molde;

h) permitir ao elastômero curar; e

i) remover a haste central.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que o material de fibra polimérica entrelaçada é uma palmilha tubular entrelaçada.

17. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que uma pluralidade de fibras de retorno é cortada numa predeterminada extensão e disposta em regiões de densidade de fibra variável (10, 11, 12).

18. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que um material flexível (9) é enrolado em forma de espiral em volta do material de fibra polimérica entrelaçada, antes da passagem das fibras não-entrelaçadas novamente ao longo da extensão do material de fibra polimérica entrelaçada.

19. Método, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que um material flexível (13) é enrolado em forma de espiral em volta das fibras de retorno.

Fig. 1.

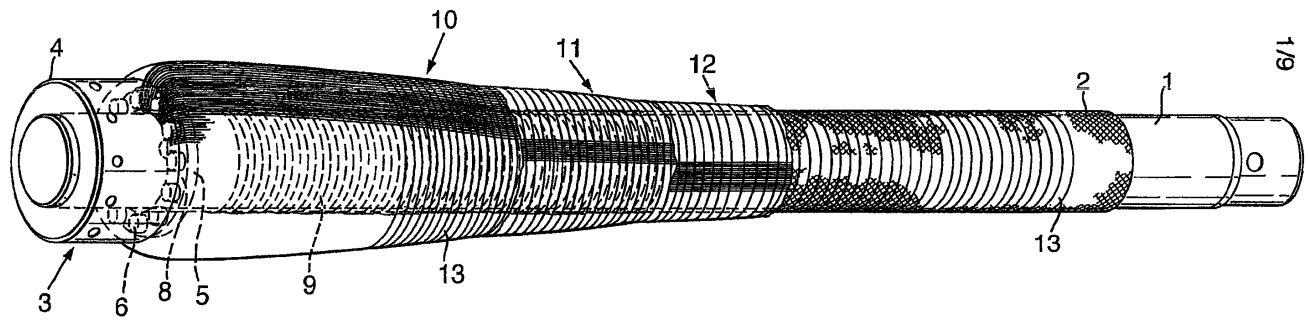


Fig.2.

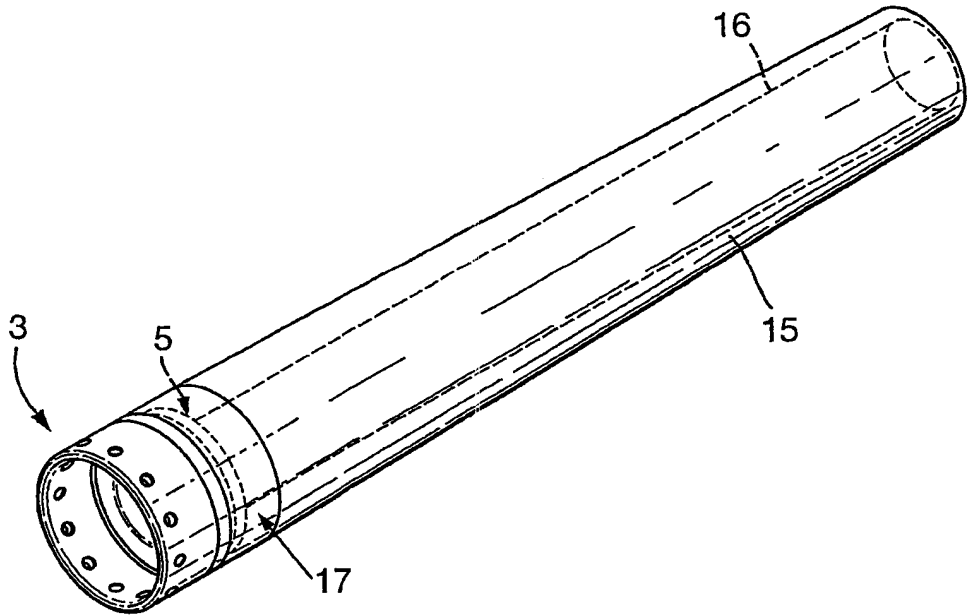


Fig.3.

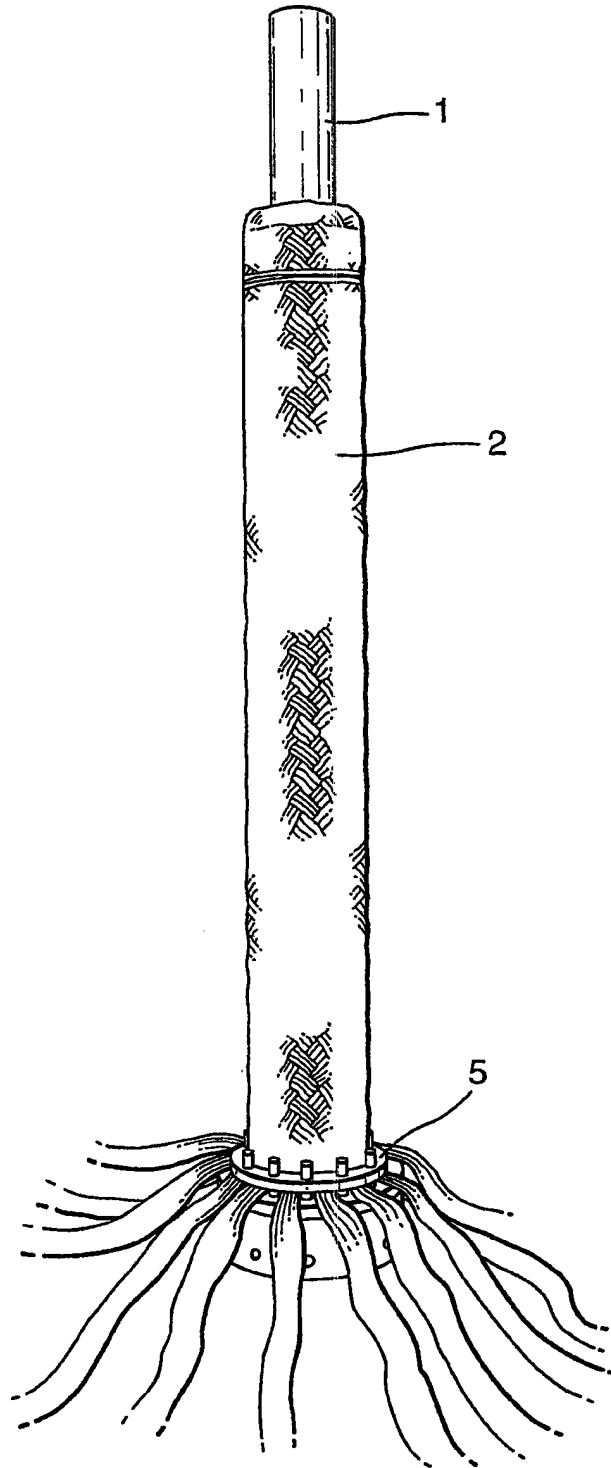


Fig.4.

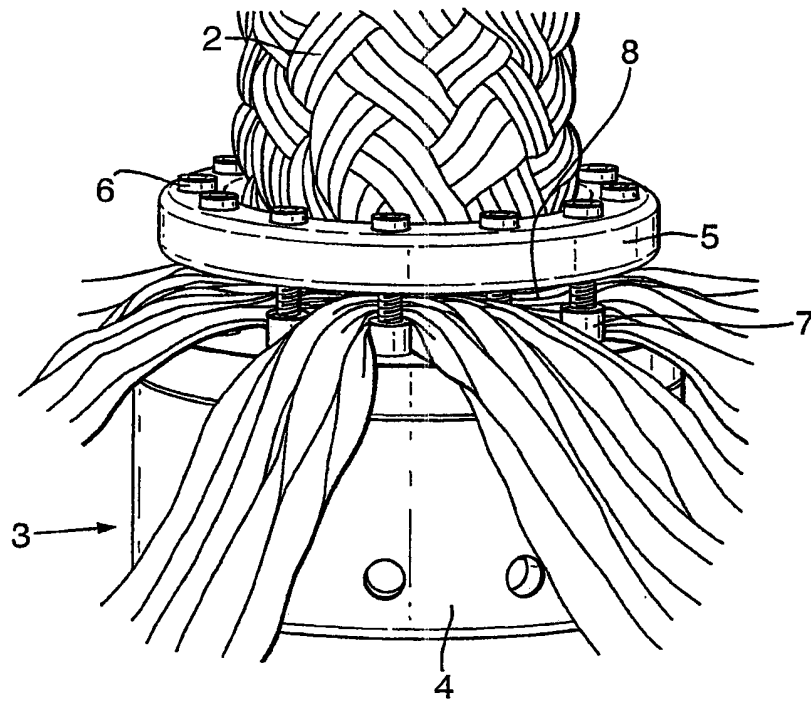


Fig.5.

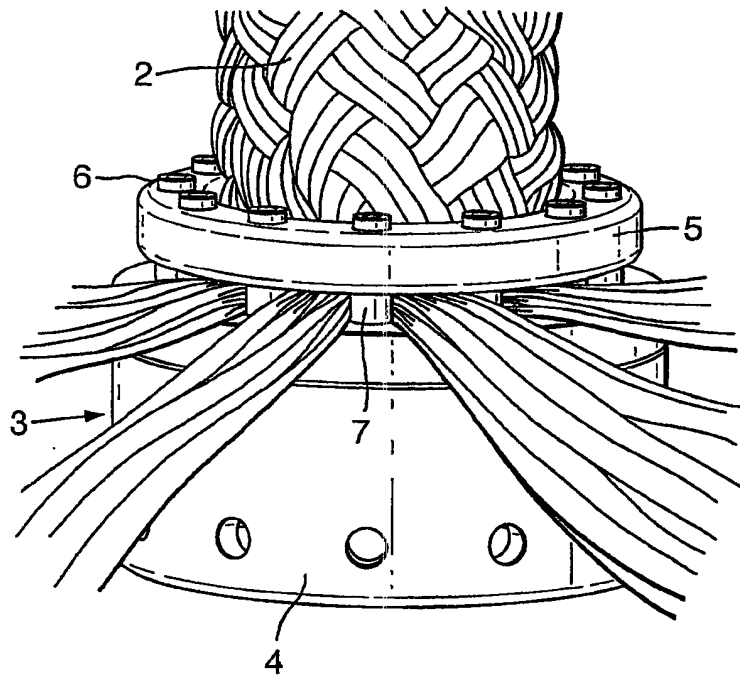


Fig. 6.

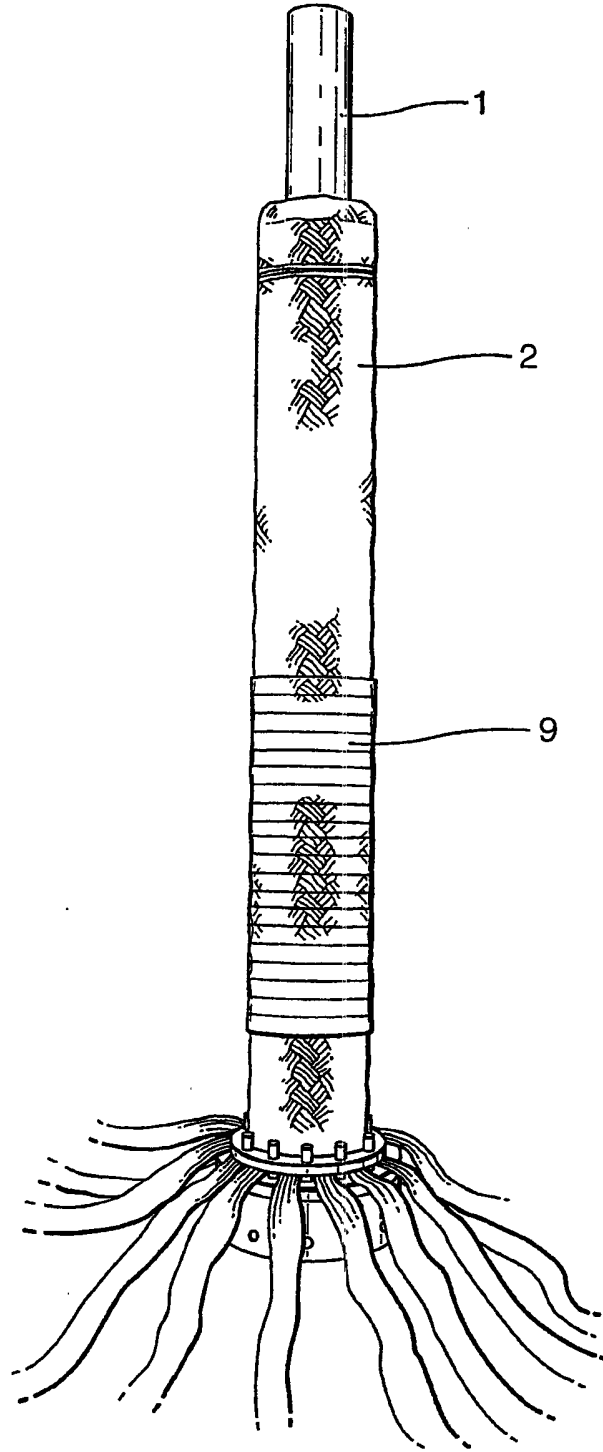


Fig.7.

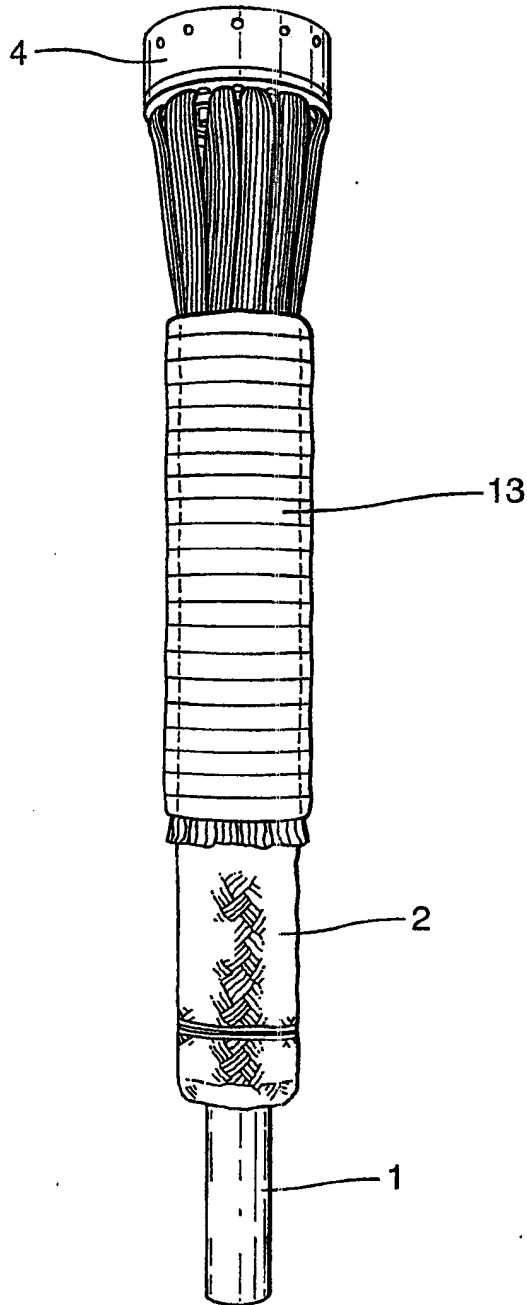


Fig.8.

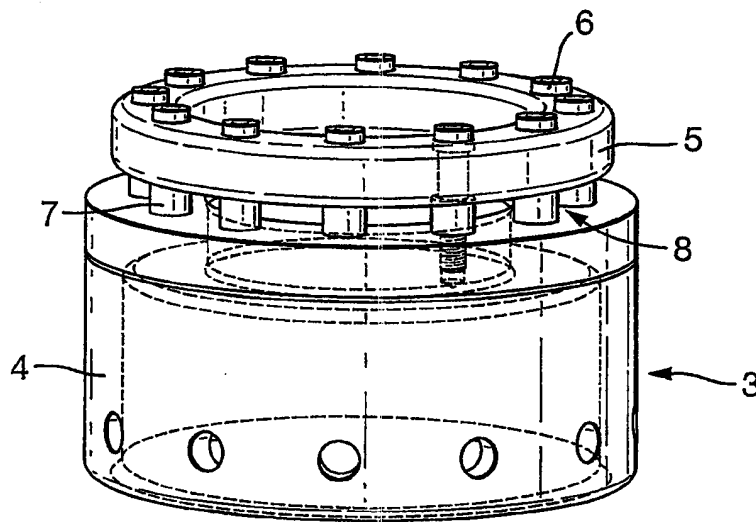


Fig.9.

