



\*PI 02066351\*  
\*PI 02066351\*

**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL**  
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR  
**INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL**

## CARTA PATENTE Nº PI 0206635-1

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: PI 0206635-1

(22) Data do Depósito: 08/01/2002

(43) Data da Publicação do Pedido: 08/08/2002

(51) Classificação Internacional: F16L 11/08

(30) Prioridade Unionista: 30/01/2001 US 60/264.990

(54) Título: PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA MANGUEIRA FLEXÍVEL E MANGUEIRA FLEXÍVEL

(73) Titular: PARKER-HANNIFIN CORPORATION, Sociedade Norte Americana. Endereço: 6035 Parkland Boulevard, Cleveland, OH 44124-4141, Estados Unidos da América (US).

(72) Inventor: STEVEN M. POWELL; MICHAEL R. SWAILS; WILLIAM C. FISHER; DANIEL S. BLASKO

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 30/06/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 30 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:

**Júlio César Castelo Branco Reis Moreira**  
Diretor de Patentes



“PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA MANGUEIRA FLEXÍVEL  
E MANGUEIRA FLEXÍVEL”

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere, de um modo geral, a  
5 mangueiras reforçadas termoplásticas para aplicações de bai-  
xa, média ou alta pressão e, mais particularmente, a uma  
construção para ela que resulta em uma mangueira tendo uma  
flexibilidade aperfeiçoada.

Mangueira reforçada termoplástica é usada em vá-  
10 rias aplicações de transferência de fluido. Na estrutura bá-  
sica, as mangueiras do tipo aqui apresentadas podem ser  
construídas convencionalmente, como tendo um núcleo tubular  
circundado por uma ou mais camadas de fibra natural ou sin-  
tética e/ou arame de aço. As camadas de reforço são, por sua  
15 vez, protegidas por uma proteção ou cobertura externa cir-  
cundante, que pode ser do mesmo material ou de um material  
diferente que o tubo do núcleo. A cobertura também proporci-  
ona à mangueira uma maior resistência à abrasão.

O tubo do núcleo, que pode ser um material termo-  
20 plástico, tal como poliamida, poliolefina, cloreto de poli-  
vinila, polímero fluorado ou material de borracha sintética,  
tal como Buna-N ou neoprene, é extrudado e resfriado ou vul-  
canizado convencionalmente. Como é detalhado nas patentes  
U.S. 3.116.760, 3.159.183, 3.966.238 e 4.952.262, se neces-  
25 sário, o tubo pode ser extrudado em cruzeta em um mandril  
para suporte, ou, de outro modo, suportado em operações de  
formação posteriores usando pressão de ar e/ou temperaturas  
de processamento reduzidas.

Da extrusora, o tubo pode ser recolhido em um carretel ou outro dispositivo de compensação, para processamento posterior. Como dispensado do carretel, o tubo pode ser depois passado, opcionalmente, por um aplicador, para o seu revestimento com uma camada externa de um material adesivo, que, no caso de mangueira termoplástica, pode ser um poliuretano ou outro adesivo à base de isocianato. O tubo do núcleo pode ser transferido por meio de um enrolador e/ou bobinadeira espiral, para seu reforço com uma ou mais camadas circundantes de um material de arame e/ou fibroso, ou uma mistura, tal como monofilamento, fio, cordão, compósito fio - arame ou uma maçaroca. Como é descrito na publicação de patente japonesa de N° 10-169854 A2, na patente canadense N° 973.074 e nas patentes U.S. 3.654.967, 3.682.201, 3.790.419, 3.861.973, 3.905.398, 4.007.070, 4.064.913, 4.343.333 e 4.898.212, essas camadas de reforço, que são aplicadas sob tensão e que podem ser ligadas ao núcleo e às camadas de reforço adjacentes, compreendem, tipicamente, um trançado entretecido ou um enrolamento espiral de um fio de náilon, poliéster, polifenileno, bezobisoxazol, poli (acetato de vinila) ou aramida, ou um arame de aço ou de outro metal de alta tensão.

Seguinte à aplicação das camadas de reforço, a cobertura ou proteção externa pode ser aplicada opcionalmente. Essa cobertura, que pode ser formada como um revestimento imerso à base de solvente ou curado por umidade, extrudado em cruzeta, ou um enrolamento espiral, compreende, tipicamente, um material polimérico resistente à abrasão, tal como

poliamida, poliolefina, poli (cloreto de vinila) ou um poliuretano. Como antes, uma camada adesiva pode ser usada para ligar a cobertura externa às camadas de reforço. As construções de mangueira representativas, bem como os seus processos de manufatura e materiais, são mostrados nas patentes U.S. 1.281.557, 3.566.924, 3.654.967, 3.682.202, 3.707.178, 3.773.089, 3.779.308, 3.790.419, 3.791.415, 3.805.848, 3.881.975, 3.889.716, 3.890.181, 3.905.398, 3.914.146, 3.932.559, 3.966.238, 3.982.982, 3.988.188, 10 4.000.759, 4.098.298, 4.111.237, 4.142.554, 4.175.992, 4.182.019, 4.148.963, 4.241.763, 4.259.991, 4.273.160, 4.294.636, 4.304.266, 4.317.000, 4.342.612, 4.343.333, 4.380.252, 4.384.595, 4.444.707, 4.456.034, 4.459.168, 4.463.779, 4.522.235, 4.537.222, 4.553.568, 4.585.035, 15 4.652.475, 4.668.318, 4.699.178, 4.850.395, 4.898.212, 4.952.262, 5.024.252, 5.062.456, 5.361.806, 5.609.962, 5.698.278, 5.778.940 e 5.862.623.

Em uso normal, tal como em aplicações hidráulicas móveis ou industriais, as mangueiras do tipo aqui apresentado podem ser expostas a vários fatores ambientais e tensões mecânicas, que não podem ser sempre previstos. Da maior importância para a integridade e o desempenho da mangueira é que uma ligação forte seja obtida entre as suas partes constituintes. No entanto, ainda que seja importante ligar essas partes entre si, é também importante que a mangueira não seja feita excessivamente rígida, para torná-la propensa a enroscamento ou fadiga, ou, sob outras circunstâncias, torná-la útil para determinadas aplicações.

Em vista do que foi mencionado acima, vai-se considerar que as construções de mangueira devem apresentar um equilíbrio exigente das propriedades químicas e físicas. De fato, como as aplicações comerciais para mangueiras continuam a crescer, acredita-se que aperfeiçoamentos nas construções de mangueiras sejam bem recebidos por várias indústrias. Deseja-se especialmente que se tenha uma construção que seja flexível e leve, ainda resistente às tensões externas em várias aplicações industriais e móveis.

10                    DESCRIÇÃO GENÉRICA DA INVENÇÃO

A presente invenção é dirigida a mangueiras reforçadas termoplásticas e, particularmente, a uma construção para ela que resulta em uma mangueira que seja resistente a condições ambientais e tensões mecânicas, mas que seja flexível. Conseqüentemente, a construção da mangueira da invenção é adaptada para uso em várias aplicações, tais como em instalações hidráulicas móveis ou industriais, especificamente em pressões operacionais entre cerca de 1,0 e 82,7 MPa (150 - 12.000 psi).

20                    Vantajosamente, a mangueira da presente invenção inclui um agente de ligação, tal como uma camada adesiva, que pode ser interposta entre cada par sucessivo de camadas de reforço, para atingir uma ligação química ou outro tipo de ligação forte entre elas. Significativamente, no entanto, a viscosidade e outras propriedades físicas ou químicas do agente de ligação e/ou do reforço são controladas de modo a não saturar as camadas de reforço, que aumentariam a rigidez e o peso da mangueira resultante.

Em uma modalidade ilustrada, a construção de mangueira da presente invenção inclui um tubo do núcleo, sobre o qual se trança ou enrola pelo menos um par de camadas de reforço, para proporcionar resistência à pressão interna.

5 Uma cobertura protetora é proporcionada nas camadas de reforço. A camada de reforço mais interna pode ser ligada ao núcleo, e a camada de reforço mais externa pode ser ligada à cobertura, usando técnicas de solvatação convencionais. Cada camada de reforço é ligada à camada mais externa seguinte,

10 com uma camada adesiva interposta entre elas. A camada adesiva, que pode ser uma resina ou um adesivo à base de solvente, tal como um fundido termoplástico, é aplicada, de modo a não saturar as camadas de reforço.

A presente invenção compreende, conseqüentemente,

15 o artigo e o método de manufatura do mesmo compreendendo a construção, a combinação dos elementos e a disposição das partes e etapas que são exemplificadas na descrição detalhada a seguir. As vantagens da presente invenção incluem uma construção de mangueira que é leve, resistente à abrasão e

20 flexível, mas que é também altamente resistente às condições e tensões internas e externas. As vantagens adicionais incluem uma construção de mangueira para alta pressão, resistente à deformação, que seja manufaturável em comprimentos relativamente longos e que seja adaptável para uso em várias

25 aplicações de transferência de fluido, e que, se desejado, pode ser produzido eletricamente não condutora ou dissipativa estática. Essas e outras vantagens vão ser facilmente

evidentes para aqueles versados na técnica, com base na descrição aqui apresentada.

#### DESCRIÇÃO SUCINTA DOS DESENHOS

Para um entendimento mais completo da natureza e dos objetos da invenção, deve-se fazer referência à seguinte descrição detalhada, feita em conjunto com os desenhos em anexo, em que:

a Figura 1 é uma vista em corte lateral de uma modalidade representativa de uma mangueira reforçada termoplástica flexível, construída de acordo com a presente invenção;

a Figura 2 é uma vista em corte transversal radial da construção de mangueira da Figura 1, tomada pela linha 2 - 2 da Figura 1;

a Figura 3A é uma ilustração esquemática da vista em corte transversal radial da Figura 2, que é aumentada para revelar os seus detalhes; e

a Figura 3B é uma ilustração esquemática comparativa de uma construção de mangueira representativa da técnica anterior.

Os desenhos vão ser descritos adicionalmente na seguinte DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO.

#### DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Uma determinada terminologia pode ser empregada na descrição que se segue, por conveniência em vez de qualquer finalidade limitante. Por exemplo, os termos "dianteiro", "traseiro", "direito", "esquerdo", "superior" e "inferior" designam direções nos desenhos para os quais se faz referên-

cia, com os termos "para dentro", "interior", "interno", ou "a bordo" e "para fora", "externo", "exterior" ou "fora de bordo" se referindo, respectivamente, às direções no sentido e do centro do elemento referido, e os termos "radial" e "axial" se referindo, respectivamente, às direções perpendiculares e paralelas ao eixo longitudinal central do elemento referido. A terminologia de significação similar diferente das palavras mencionadas especificamente acima vai ser igualmente considerada como sendo usada com a finalidade de conveniência, em vez de qualquer sentido limitante.

Nas figuras, os elementos tendo designação alfanumérica podem ser aqui referidos coletivamente ou, alternativamente, como vai ser evidente do contexto, apenas pela parte numérica da designação. Além disso, as partes constituintes dos vários elementos nas figuras podem ser designadas com números de referência separados, que devem ser entendidos como se referindo à parte constituinte do elemento e não ao elemento como um todo. As referências gerais, juntamente com as referências a espaços, superfícies, dimensões e extensões, podem ser designadas com setas.

Para a finalidade da descrição a seguir, os preceitos da camada de reforço composta da invenção aqui envolvida são descritos em conjunto com a sua utilização dentro de uma construção de mangueira representativa, adaptada particularmente para uso em aplicações hidráulicas móveis ou industriais de média a alta pressão, isto é, cerca de 1,0 a 82,7 MPa (150 - 12.000 psi). Deve-se considerar, no entanto, que os aspectos da presente invenção podem encontrar uso em

outras construções de mangueira para várias ou aplicações  
gerais de transferência de fluido hidráulicas ou outras. O  
uso dentro dessas outras aplicações deve ser considerado,  
portanto, como estando expressamente dentro do âmbito da  
5 presente invenção.

Com referência então às figuras, nas quais os nú-  
meros de referência correspondentes são usados para designar  
os elementos pelas várias vistas, uma construção de manguei-  
ra representativa de acordo com a presente invenção é mos-  
10 trada genericamente em 10 na vista em corte da Figura 1 e na  
vista em corte transversal radial da Figura 2. Nas dimensões  
básicas, a mangueira 10 se estende axialmente a uma extensão  
indefinida ao longo de um eixo longitudinal central 12, e  
tem diâmetros interno e externo selecionados referidos, res-  
15 pectivamente, em " $D_1$ " e " $D_0$ " na vista em corte transversal  
radial da Figura 2. As dimensões dos diâmetros interno e ex-  
terno podem variar, dependendo da aplicação de transporte de  
fluido particular envolvida, mas vai ser, geralmente, entre  
cerca de 0,24 - 5 cm (3/32 - 2 pol) para o diâmetro interno,  
20 e cerca de 0,76 - 7,1 cm (0,3 - 2,8 pol) para o diâmetro ex-  
terno  $D_0$ , com uma espessura de parede global " $w$ " entre eles  
entre de cerca de 0,66 a 1,0 cm (0,26 - 0,40 pol).

Como pode-se notar nas diferentes vistas das Figu-  
ras 1 e 2, a mangueira 10 é construída como sendo formada em  
25 torno de um núcleo tubular, referido em 14. Convencionalmen-  
te, o tubo do núcleo 14 pode ser proporcionado como extruda-  
do de um material termoplástico, tal como poliolefina, poli-  
éster, polímero fluorado, poli (cloreto de vinila), álcool

etileno vinílico (EVA), poliacetal, polioximetileno (POM), silicone, borracha termoplástica ou poliuretano, ou, de preferência, uma poliamida, tal como náilon 6, 6/66, 11, 12 ou 6/12, que pode ser selecionada para compatibilidade química com o fluido sendo manuseado. Alternativamente, o tubo do núcleo 14 pode ser extrudado de uma borracha natural ou sintética vulcanizável, isto é, termorrígida ou processável em fusão, isto é, termoplástica, tal como SBR, polibutadieno, EPDM, borracha butílica, neopreno, borracha nitrílica, poliisopreno, buna-N, borracha copolimérica, ou uma mistura, tal como borracha de etileno - propileno. O tubo do núcleo 14 tem uma superfície de tubo do núcleo interna circunferencial 16, que define o diâmetro interno  $D_i$  da mangueira 10, e uma superfície de tubo do núcleo externa circunferencial 18.

Da mesma forma que com as dimensões globais da mangueira 10, a espessura da parede do tubo do núcleo 14 pode variar para a aplicação particular prevista, mas vai ser, tipicamente, entre cerca de 0,51 - 3,1 mm (0,02 - 0,12 in).

Embora o tubo do núcleo 14 possa ser formado de uma construção de camada única, unitária, prefere-se para muitas aplicações que o tubo do núcleo 14 seja proporcionado, como mostrado, como tendo uma construção de camadas múltiplas, composta. Nessa construção multicamada, o tubo do núcleo 14 inclui uma camada ou revestimento mais interno 20, que define a superfície do tubo do núcleo interna 16, e uma camada mais externa 22, que define a superfície do tubo do núcleo externa 18. Para resistência química, a camada mais interna 20 pode ser proporcionada como extrudada ou formada

de outro modo de um material termoplástico processável em fusão, que pode ser um polímero fluorado, uma poliamida ou um co-poliéster. Como aqui usado, "resistência química" deve ser entendida como significando a capacidade de resistir à expansão, rachadura, fendilhamento por tensão, corrosão ou sob outras circunstâncias, para suportar o ataque de soluções ácidas ou alcalinas brandas, soluções de ésteres de fosfato, e álcoois e outros solventes orgânicos e hidrocarboneto, bem como solventes inorgânicos, tais como água ou salmoura. Os polímeros fluorados preferidos incluem politetrafluoroetileno (PTFE), copolímero de polipropileno - etileno fluorado (FEP), resina de perfluoroalcóxi (PFA), copolímero de policlorotrifluoroetileno (PCTFE), copolímero de etileno - clorotrifluoroetileno (ECTFE), terpolímero de etileno - tetrafluoroetileno (ETFE), poli (fluoreto de vinilideno (PVDF), poli (fluoreto de vinila) (PVF), e os seus copolímeros e misturas. Por considerações de custo, a espessura da parede da camada mais interna 20 pode ser mantida na mínima necessária, para proporcionar a resistência desejada à permeação de solvente, gás ou líquido, e para a maior parte das aplicações pode ser entre cerca de 0,05 - 0,76 mm (2 - 30 mils).

A camada mais externa 22 é, por sua vez, proporcionada como sendo formada de um material polimérico relativamente flexível, que pode ser termoplástico ou, de outro modo, processável em fusão ou, alternativamente, vulcanizável ou, de outro modo, reticulável ou termorrígido. Esse material especificamente pode ser selecionado para flexibili-

dade, isto é, como tendo um módulo de flexão menor do que aquele do material que forma a camada mais interna 20, ou, de outro modo, para desempenho em temperatura e/ou compatibilidade com o tubo do núcleo 14. Os materiais adequados incluem plásticos, tais como poliamidas, poliésteres, poliuretanos, poliolefinas, poli (cloretos de vinila), poliacetais, álcool etileno vinílico, polioximetilenos, borrachas naturais, tais como Hevea e borrachas sintéticas termoplásticas, isto é, processáveis em fusão, ou termorrígidas, isto é, vulcanizáveis, tais como polímero fluorado, clorosulfonato, polibutadieno, butílica, neoprene, nitrílica, poliisopreno e buna-N, borrachas copoliméricas, tais como etileno - propileno (EPR), de monômeros de etileno - propileno - dieno (EPDM), nitrila - butadieno (NBR) e estireno - butadieno (SBR), ou misturas tais como etileno ou propileno - EPDM, EPR ou NBR, e copolímeros e misturas de quaisquer dos precedentes. O termo "borrachas sintéticas" também deve ser entendido como abrangendo materiais que podem ser classificados, alternativamente, de uma forma geral, como elastômeros termoplásticos ou termorrígidos, tais como poliuretanos, silícones, silícones fluorados, estireno - isopreno - estireno (SIS) e estireno - butadieno - estireno (SBS), bem como outros polímeros que apresentam propriedades similares à borracha, tais como náilons plastificados, poliésteres, acetato de etileno vinila e poli (cloretos de vinila). Como aqui usado, o termo "elastomérico" é atribuído ao seu significado convencional de apresentar propriedades similares à borracha de deformação, resiliência ou deflexão por compressão, cura

por baixa compressão, flexibilidade e uma capacidade para recuperação após deformação, isto é, relaxação de tensão.

De preferência, a camada mais externa 22 é formada de um material que é compatível com, ou de outro modo, ligável diretamente à camada mais interna 20. Alternativamente, as duas camadas podem ser ligadas, se incompatíveis, por meio de uma camada de amarração de uma maneira a ser descrita a seguir. Para as considerações de resistência mecânica e flexibilidade, a espessura da parede da camada mais externa 22 pode ser mais espessa do que a da camada mais interna 20, e vai variar, tipicamente, de cerca de 0,38 mm (15 mils) a cerca de 2,8 mm (110 mils).

As camadas de núcleo 20 e 22 podem ser fabricadas por extrusão, co-extrusão ou extrusão seqüencial e, se formadas de materiais incompatíveis, são assim reticuladas ou, de outro modo, ligadas quimicamente ou por fusão nas suas interfaces em uma estrutura composta tubular, integral. Se formadas de materiais quimicamente dissimilares ou, de outro modo, incompatíveis, no entanto, um tratamento superficial de promoção de adesão pode ser aplicado ou uma camada de amarração ou ligação intermediária, mostrada em linha pontilhada em 24 na Figura 1, pode ser co-extrudada, isto é, "triextrudada", com as camadas 20 e 22, ou extrudadas seqüencialmente ou sobrerrevestida nelas, como sendo formada de um material que é de uma ligação por adesão compatível com ambos os materiais das camadas 20 e 22. De preferência, a camada intermediária 24 é formada de um material que é também resistente à permeação por solvente e que é, geral-

mente, mais elástico do que a camada formadora do material  
20. Os materiais adequados incluem PVDF, PVF, poli (acetato  
de vinila) (PVA), acrílicos de metila, uretanos, poli (clo-  
retos de vinila), poliolefinas e copolímeros, ligas e mistu-  
5 ras deles, bem como borrachas termoplásticas ou termorrígi-  
das. A espessura da parede da camada intermediária vai ser  
inferior ou aproximadamente igual à espessura da parede da  
camada interna 20. Os tubos compostos do tipo aqui envolvido  
são descritos ainda nas patentes U.S. 3.561.493, 5.076.329,  
10 5.167.259, 5.284.184, 5.383.087, 5.419.374, 5.460.771,  
5.469.892, 5.500.257, 5.554.425, 5.566.720, 5.622.210,  
5.678.611 e 5.743.304, e são comercializados pela ITT Auto-  
motive, Inc. (Auburn Hills, MI) e pela Pilot Industries,  
Inc. (Dexter, MI).

15 Com relação à construção enrolada em espiral mos-  
trada nas Figuras 1 e 2, pelo menos duas, como é mostrado, e  
até oito ou mais camadas de reforço 30a-b, são proporciona-  
das no tubo do núcleo 14. Cada uma das camadas de reforço 30  
pode ser formada convencionalmente como trançada, tricotada,  
20 enrolada, ou como é mostrado, em espiral, isto é, enrolada  
helicoidalmente de, por exemplo, 1 a cerca de 60 extremida-  
des de monofilamento ou de múltiplos filamentos contínuos,  
isto é, um fio, filamento, cordão, maçaroca, linha, fita ou  
lona, ou fio de "fibras curtas" de um material de fibra. O  
25 material de fibra, que pode ser igual ou diferente nas cama-  
das 30a-b, pode ser um material polimérico natural ou sinté-  
tico, tal como náilon, algodão, poliéster, poliamida, arami-  
da, poliolefina, poli (álcool vinílico) (PVA), poli (acetato

de vinila) ou poli (fenileno bezobisoxazol) (PBO), ou uma mistura, um aço, que pode ser inoxidável ou galvanizado, latão, zinco ou revestido com zinco, ou outro arame metálico, ou uma mistura deles. Em uma construção trançada (não mostrada), que também pode conter camadas adicionais enroladas em espiral, revestidas e/ou tricotadas, cada uma das camadas de reforço pode ser trançada sob tensão a um ângulo de passo de entre 45 - 63°, usando de entre 12 - 96 portadoras, tendo cada um de 1 a cerca de 32 extremidades de um fio de aramida, poliéster, náilon, PVA ou PBO multifilamento, de 420 - 6.600 denier (470 - 7.400 decitex).

Na construção enrolada em espiral ilustrada 10 das Figuras 1 e 2, que também pode conter camadas adicionais trançadas e/ou tricotadas (não mostradas), as camadas de reforço 30 são enroladas de forma oposta em pares, de modo a contrabalançar os efeitos da torção. Para cada uma das camadas enroladas em espiral 30a-b, de 1 a cerca de 60 extremidades paralelas de, de preferência, um fio de aramida, poliéster, náilon, PVA ou PBO multifilamento, de 420 - 6.600 denier (470 - 7.400 decitex) podem ser enroladas helicoidalmente sob tensão em uma direção, isto é, à esquerda ou à direita, com a camada imediatamente sucessiva 30 sendo enrolada na direção oposta. As camadas 30a-b podem ser enroladas como é mostrado na Figura 1, diretamente na superfície externa 18 do núcleo 14, ou, alternativamente, em uma ou mais camadas de reforço intermediárias, como tendo um ângulo de passo determinado, referido como  $\theta$  na Figura 1, para a camada 30a, e como  $-\theta$  para a camada 30b, medido em relação

ao eixo longitudinal 12 da mangueira 10. As camadas podem ser ainda enroladas com o fio ou outra extremidade tendo uma torção na direção horária ou anti-horária de entre 0 e cerca de 2 voltas por centímetro, que pode ser conferida pelo fabricante, isto é, a torção do fabricante, ou é conferida à medida que as extremidades são enroladas. Como é conhecido na técnica, a torção pode ser variada para otimizar, por exemplo, a fadiga por flexão e/ou a resistência à pressão da mangueira, ou para minimizar o diâmetro ou o custo da mangueira.

Para aplicações típicas, o ângulo de passo  $\theta$  vai ser selecionado para ser entre cerca de  $40 - 65^\circ$ , mas pode ser, particularmente, selecionado dependendo da convergência desejada das características de resistência mecânica, alongamento, peso e expansão volumétrica da mangueira 10. Em geral, os ângulos de passo maiores superiores a cerca de  $54,7^\circ$  apresentam uma menor expansão radial da mangueira sob pressão, mas um maior alongamento axial. Para aplicações de alta pressão, um ângulo de passo "neutro" de cerca de  $54,7^\circ$  é geralmente preferido, pois minimiza o alongamento a cerca de  $\pm 3\%$  do comprimento da mangueira original. Cada uma das camadas 30 pode ser enrolada no mesmo ou a um ângulo de passo absoluto diferente, e conhece-se que os ângulos de passo das respectivas camadas de reforço podem ser variados para afetar as propriedades físicas da mangueira. Em uma construção preferida, no entanto, os ângulos de passo das camadas de reforço 30a-b são proporcionados para serem aproximadamente os mesmos, mas opostos nas camadas sucessivas.

Significativamente, a tensão e a cobertura de área, nas quais as camadas de reforço 30 são trançadas, enroladas ou tricotadas, podem ser variadas para atingir a flexibilidade desejada, que pode ser medida pelo raio de curvatura, forças de flexão ou assemelhados, da mangueira 10. Para as camadas enroladas em espiral 30a-b, ilustradas nas Figuras 1 e 2, os fios constituintes ou outras extremidades vão ser geralmente aplicados a uma área igual ou aproximadamente de 100%, de modo que substancialmente nenhum espaço ou área intersticial exista entre cada volta sucessiva, e sob uma tensão de cerca de 0,53 - 44,3 N (0,12 - 10,0 ft-lb). Desse modo, e como é detalhada adicionalmente abaixo, o grau de umedecimento dos filamentos de fibra individuais, compreendendo as camadas de reforço 30 por um agente de ligação aplicado, tal como um adesivo, solvente, agente de pega, resina ou plastificante, pode ser controlado. No caso de um fio, cordão, maçaroca ou outra fibra padrão, esse umedecimento pode ser controlado pela sua torção, que é, de preferência, uma torção em "Z" ou "S" de comprimento entre cerca de 0,6 - 1,38 volta por centímetro (0,15 - 3,5 voltas por polegada).

Para melhor controlar o alongamento e a contração da mangueira 10, e para uma vida útil sob fadiga por impulso aperfeiçoada, a camada de reforço mais interna 30a pode ser ligada, por meio de ligação por fusão, mecânica, química ou adesiva, ou uma combinação delas, ou de outro modo, na superfície externa da circunferência externa 18 do tubo do núcleo 14. De preferência, essa ligação vai apresentar uma re-

sistência mecânica de pelo menos cerca de 0,72 kg/cm linear (4 pli - libras por polegada linear), e pode ser feita por solvatação, pega ou plastificação da superfície externa do tubo do núcleo 18 com um solvente adequado, tal como um ácido carboxílico ou outro ácido orgânico, agente de pega ou plastificante, tal como uma solução aquosa ou outra de uma amina, tal como N-metilpirrolidona, ou um fenol, tal como metacresol ou resorcinol, ou com o uso de um uretano, epóxi, cloreto de vinila, acetato de vinila, acrílico metílico, ou outro adesivo tendo uma afinidade para os materiais que formam o tubo 14 e a camada 30a, ou de outro modo da maneira descrita, por exemplo, nas patentes U.S. 3.654.967, 3.682.201, 3.773.089, 3.790.419, 3.861.973, 3.881.975, 3.905.398, 3.914.146, 3.982.982, 3.988.188, 4.007.070, 4.064.913, 4.343.333, 4.898.212 e na publicação japonesa de N° 20-169854 e na patente canadense N° 973.074.

A camada de reforço mais externa 30b pode ser, por sua vez, protegida dentro de uma ou mais camadas de uma cobertura ou camisa protetora circundando coaxialmente, referida em 40, tendo uma superfície interna circunferencial 42 e uma superfície externa circunferencial oposta 44. Dependendo da sua construção, a cobertura 40 pode ser aplicada por aspersão, revestida por imersão, extrudada em cruzeta ou co-extrudada, ou extrudada de outro modo, espiral ou longitudinalmente, isto é, enrolada em "forma de cigarro", ou trançada na camada de reforço 30b, como, por exemplo, uma camada de espessura de 0,5 a 3,8 mm (0,02 - 0,15 polegada) de um material termoplástico resistente à abrasão, de prefe-

rência processável em fusão, copolímero, liga, ou uma mistura de uma fibra, vidro, cerâmica ou poliamida, poliolefina, poliéster, poli (cloreto de vinila), polímero fluorado, borracha termoplástica (TPR), elastômero termoplástico (TPE),  
5 olefina termoplástica (TPO) ou, particularmente, um elastômero de polímero termoplástico (TPU), com enchimento ou não de metal. Por "resistente à abrasão", quer-se mencionar que esse material termoplástico para a formação da cobertura 30  
10 pode ter uma dureza entre cerca de 60 - 98 em durômetro Shore A. Da mesma forma que com o núcleo, 14, a cobertura 40 pode ser formada alternativamente de uma borracha natural ou sintética vulcanizável, tal como SBR, polibutadieno, EPDM, butílica, neoprene, nitrílica, poliisopreno, silicone, silicone fluorado, buna-N, borrachas copoliméricas, ou misturas,  
15 tal como uma borracha de etileno - propileno. Quaisquer desses materiais formando a cobertura 60 podem ser carregados com partículas metálicas, negro de fumo, ou outro particulado, floco ou carga de fibra eletricamente condutor, de modo a tornar a mangueira 10 eletricamente condutora para dissipação  
20 estática ou outras aplicações. As camadas de fibra ou de resina eletricamente condutoras separadas (não mostradas), que podem ser na forma de espiral ou enrolada com fitas "em forma de cigarro", ou proporcionadas de outro modo, podem ser incluídas na construção de mangueira 10, entre o  
25 núcleo 14 e a camada de reforço mais interna 30a, entre as camadas de reforço 30, ou entre a camada de reforço mais externa 30b e a cobertura 40.

Similar à ligação do núcleo 14 na camada de reforço mais interna 30a, a superfície interna 42 da cobertura 40 pode ser ligada à camada de reforço mais externa 30B. Essa ligação, de novo, pode ser por meio de fusão, químico, mecânico ou adesivo, ou uma combinação deles ou por um outro dispositivo, e vai, de preferência, apresentar uma resistência de pelo menos cerca de 1,43 kg/cm linear (8 pli). Como antes, a ligação pode ser feita por solvatação, pega ou plastificação da superfície da camada de reforço mais externa 10 na 30b com um solvente adequado, tal como um ácido carboxílico ou outro ácido orgânico, um agente de pega ou um plastificante, tal como uma solução aquosa ou de outro tipo de uma amina, tal como N-metilpirrolidona, ou um fenol, tal como metacresol ou resorcinol, ou com o uso de um uretano ou 15 outro adesivo, tendo uma afinidade com os materiais que formam a camada de reforço 30b e a cobertura 40, ou de outro modo, na maneira descrita nas referências citadas acima, ou na maneira a ser descrita em conjunto com a ligação entre as camadas 30a-b.

20 Na construção multicamada ilustrativa da cobertura 40, mostrada nas Figuras 1 e 2, a cobertura 40 é proporcionada como tendo uma camada de cobertura mais interna 46, que é formada de um primeiro material preferivelmente termoplástico e que define a superfície da cobertura interna 42, e 25 uma camada da cobertura mais externa circundante 48, que é formada de um segundo material preferivelmente termoplástico e que define a superfície da cobertura externa 44. Dependendo da aplicação, as espessuras relativas das camadas 46 e 48

podem ser diferentes ou aproximadamente iguais. No entanto, para otimizar mais ainda a flexibilidade da mangueira 10, o primeiro material termoplástico, que forma a camada da cobertura mais interna 46, pode ser selecionado como tendo um

5 módulo de flexão, que é mais baixo do que o módulo de flexão da camada da cobertura mais externa 48. Desse modo, a espessura da camada da cobertura mais externa 48 menos flexível pode ser diminuída, comparada com uma construção de camada única da cobertura 40. Embora muitas combinações de materi-

10 ais possam ser usadas, o primeiro material termoplástico, que forma a camada mais interna 46 mais flexível, pode ser uma poliamida, poliolefina, poliéster, EVA, TPO, TPE, TPU, TPR, elastômero fluorado ou outro polímero fluorado, poli

(cloreto de vinila), silicone, poliuretano, uma borracha na-

15 tural ou sintética, ou um copolímero ou mistura deles, com o segundo material sendo, independentemente, um menos flexível mas mais duro, isto é, com uma dureza pelo menos de 60 em durômetro Shore A, de poliamida, poliuretano, poliéster, poliolefina, polímero fluorado, TPE, uma resina de ionômero,

20 tal como "Surlyn<sup>®</sup>" (DuPont, Wilmington, DE), com carga ou sem carga, ou um copolímero ou mistura deles. Se formadas de materiais termoplásticos quimicamente compatíveis, as respectivas camadas 44 e 46 podem ser ligadas entre si por fusão na interface delas. Alternativamente, se formadas de ma-

25 teriais quimicamente incompatíveis, as respectivas camadas 44 e 46 podem ser ligadas entre si com um adesivo, ou por meio de um tratamento superficial ou camada de amarração (não mostrada) interposta entre elas.

Voltando para as Figuras 1 e 2, cada uma das camadas de reforço, tal como a camada 30a, dentro da mangueira 10 é ligada, tipicamente quimicamente, e também, na maior parte dos casos, mecanicamente, na sua camada imediatamente seguinte, tal como a camada 30b, de modo a proporcionar uma transferência mais eficiente de tensões internas ou externas induzidas. Por "ligado quimicamente", quer-se mencionar que as camadas são ligadas entre si, tal como por fusão ou reticulação, direta ou indiretamente, por meio de um adesivo ou resina intermediário, ou outra camada intermediária, como referido em 60 nas Figuras 1 e 2, de modo que os átomos dos materiais que formam as camadas de reforço 30a - b são ligados aos átomos da outra camada 30a ou 30b, ou aos átomos do material formador da camada intermediária 60. A ligação química pode ser covalente, iônica ou hidrídica, isto é, ligação por ponte de hidrogênio, e resulta, juntamente com qualquer ligação mecânica, na formação de uma estrutura de reforço integral apresentando, por exemplo, uma ligação entre as camadas, isto é, uma resistência ao desprendimento de 270° de acordo com a norma ASTM D413-98, "Standard Test Methods for Rubber Property-Adhesion to Flexible Substrates", de pelo menos cerca de 1,07 kg / cm linear (6,0 pli). No entanto, de acordo com os preceitos da presente invenção, a penetração radial ou outro umedecimento dos filamentos individuais das fibras que formam as camadas de reforço 30, pela forma líquida aplicada de um agente de ligação, que pode ser um adesivo, resina, plastificante, solvente ou semelhantes, é minimizado ou, sob outras circunstâncias, con-

trolado, de modo que substancialmente apenas os filamentos superficiais ou outra parte dos filamentos dessas fibras são postos em contato com o agente de ligação. Desse modo, o restante dos filamentos não é ligado e se mantem, desse modo, livre para alongar ou de outro modo flexionar, produzindo uma distribuição de tensões ótima e consistente. Tipicamente, a parte umedecida dos filamentos vai ser uma pequena parte das fibras de reforço, isto é, entre cerca de 0,5 - 20% em peso total, número de filamentos ou volume médio, com a grande parte sendo o restante não umedecido.

Em uma modalidade ilustrativa, o agente de ligação é proporcionado como um adesivo na forma de um material processável em fusão ou vulcanizável, que é extrudado ou aplicado de outro modo em uma fase fluida em fusão, abrandada ou de outro modo na camada de reforço 30a, para formar a camada intermediária referida em 60 nas Figuras 1 e 2, que podem ter uma espessura entre cerca de 0,025 - 0,64 mm (1 - 25 mils). A camada de reforço 30b pode ser depois enrolada na camada intermediária 60, enquanto está ainda na sua fase abrandada. Alternativamente, no caso de uma camada intermediária termoplástica 60, a camada pode ser reaquescida para fazer o seu reabrandamento, antes do enrolamento da camada de reforço 30b. "Abrandar" é aqui usado, no seu sentido mais amplo, para indicar uma transição de uma fase cristalina estável ou sólida vítrea em uma fase líquida, semilíquida ou de outro modo viscoso fluida, que pode ser gerada, caracterizada como apresentando uma rotação de cadeia intermolecular. Para qualquer número de camadas de reforço 30 proporci-

onadas na construção da mangueira 10, uma camada intermediária 60 separada pode ser interposta entre cada camada 30 e cada camada sucessiva 30, para fazer uma ligação de acordo com a presente invenção entre elas.

5 O material formador da camada intermediária 60 pode ser selecionado, especificamente, para desempenho, flexibilidade ou sob outras circunstâncias em altas temperaturas, para compatibilidade com as camadas de reforço 30. Os materiais adequados incluem borrachas naturais, tais como  
10 Hevea e resinas processáveis em fusão ou termorrígidas, isto é, vulcanizáveis, que devem ser entendidas como incluindo também, de uma forma genérica, materiais que podem ser classificados como elastômeros ou adesivos fundidos. As resinas representativas incluem poliamidas plastificadas ou não,  
15 tais como náilon 6, 66, 11 e 12, poliésteres, copoliésteres, acetato de etileno vinila, poli (tereftalatos de butileno ou etileno), poli (cloretos de vinila), poliolefinas, polímeros fluorados, elastômeros termoplásticos, adesivos fundidos termoplásticos, borrachas copoliméricas, misturas tais como  
20 etileno ou propileno - EPDM, EPR ou NBR, poliuretanos e silicões. No caso de resinas termoplásticas, essas resinas vão apresentar, tipicamente, pontos de amolecimento ou fusão, isto é, temperaturas Vicat, entre cerca de 77 e 250°C. Para resinas termoplásticas amorfas ou outras, que não têm  
25 um pico de fusão definido, o termo ponto de fusão é usado intercambiavelmente com a temperatura de transição vítrea.

Dependendo da composição das camadas 30a - b, em frente da camada intermediária 60, o material formador da

camada intermediária 60 pode ser modificado com entre cerca de 0,1 - 15,0% em peso total de um promotor de adesão, tal como anidrido maléico, metacrilato de metila, poliidroxiestireno, ou uma combinação, liga ou mistura deles. Esse promotor auxilia na formação de ligações químicas entre as camadas e, no caso de materiais de resinas termoplásticas, aumenta a resistência térmica sem um aumento correspondente no módulo de flexão. Tratamentos similares também podem ser aplicados aos materiais de fibra que formam as camadas de reforço 30. Esses tratamentos, e como é descrito na publicação do pedido de patente internacional WO 95/22576, pode envolver um sistema adesivo, que compreende um isocianato e um ou mais polímeros de heteroátomos poliinsaturados. Alternativamente, um tratamento com resorcinol - formaldeído - látex (RFL) pode ser empregado.

O material formador da camada intermediária 60, ou em um ou mais das camadas intermediárias 60, que podem estar próximo ou espaçados do tubo do núcleo 14 em uma construção tendo mais de duas camadas de reforço 30, também podem ser carregados com partículas metálicas, negro de fumo, ou outra carga eletricamente condutora, de modo a tornar a mangueira eletricamente condutora para dissipação estática ou outras aplicações. Contrariamente, por seleção de uma fibra hidrofóbica para as camadas de reforço 30a - b e do uso de uma resina como o agente de ligação para elas, uma construção de mangueira enrolada em espiral eletricamente não condutora ou outra pode ser produzida.

A camada intermediária 60 pode ser proporcionada alternativamente como um sistema composto de co-extrusão, laminado ou outro, formado de duas ou mais camadas sucessivas, com cada uma das camadas formada de uma diferente resina selecionada, como sendo compatível com ou tendo, de outro modo, uma afinidade para uma camada de reforço adjacente 30. Desse modo, as camadas de reforço 30a - b, que são formadas de materiais tendo diferentes composições químicas, podem ser unidas efetivamente por meio de uma camada intermediária composta 60. Se diferentes resinas dentro das respectivas camadas da camada intermediária composta 60 são incompatíveis por elas mesmas, uma ou mais camadas de amarração intermediárias, formadas de uma ou mais resinas de compatibilização, podem ser proporcionadas entre as camadas de resinas incompatíveis, para fazer uma ligação por toda a camada intermediária 60. Os exemplos representativos de um sistema de resina de duas camadas para a camada intermediária 60 incluem poli (cloreto de vinila) - poliéster, poliamida - poliuretano, poliéster e copoli (éster - uretano), poli (fluoreto de vinilideno) - poliuretano e combinações de poliolefinas - poliésteres. Cada uma das resinas dentro das respectivas camadas da camada intermediária composta 60 pode ser combinada com um promotor de adesão, ou carregado de outro modo, ou modificado da maneira descrita acima.

Em uma modalidade alternativa, um uretano, epóxi, silicone ou outro adesivo de núcleo de umidade convencional pode ser substituído pela resina formadora da camada intermediária 60. Em outra modalidade alternativa, as camadas de

reforço 30 podem ser ligadas diretamente entre si por solva-  
tação, plastificação ou pega dos filamentos das fibras for-  
mando as camadas de reforço 30. Nessa modalidade alternati-  
va, o agente de ligação pode ser proporcionado como um sol-  
5 vente, tal como um ácido orgânico, ou como uma solução aquo-  
sa ou outra de um agente de pega ou plastificante, que pode  
ser amina, tal como N-metilpirrolidona, ou um fenol, tal  
como metacresol ou resorcinol. A solução pode ser revestida  
sobre a camada de reforço 30a, tal como por passagem da car-  
10 çaça da mangueira por um banho dela. Com uma camada de re-  
forço 30a assim amolecida, a camada de reforço 30b pode ser  
enrolada nela, para ligar as duas camadas, tal como por fu-  
são, em uma estrutura integral, com a camada 30b sendo  
igualmente amolecida por um filme do plastificante, solvente  
15 ou agente de pega, que pode ser aderente na camada de refor-  
ço 30a.

Significativamente, a viscosidade do adesivo, re-  
sina, solvente, plastificante, agente de pega ou outro agen-  
te de ligação, que é extrudado, revestido, aspergido ou  
20 aplicado de outro modo na camada de reforço 30a é controla-  
da, intrinsecamente ou por meio da adição, seleção ou modi-  
ficação dos transportadores, espessantes ou outros auxilia-  
res para ser pelo menos, por exemplo, cerca de 20.000 centi-  
poise, de modo a limitar a sua saturação dos filamentos das  
25 fibras formando as camadas de reforço 30. Nesse sentido,  
tem-se que fazer referência à Figura 3A, na qual uma vista  
em corte transversal radial aumentada da mangueira 10 das  
Figuras 1 e 2 é ilustrada esquematicamente em 70. Como pode-

se notar na Figura 3A, a penetração da camada intermediária adesiva 60 nos filamentos individuais, um dos quais é referido em 72, dos fios 74, formando as camadas de reforço 30a - b é limitada, de modo que a grande parte dos filamentos 72 não é posta em contato e, conseqüentemente, ligada pela camada adesiva 60. Em vez disso, é substancialmente apenas as superfícies externa e interna circunferenciais, referidas, respectivamente, em 76 e 78, definidas por camadas interna e externa correspondentes de filamentos das fibras que formam as camadas de reforço 30a e 30b, que são umedecidas e ligadas pela camada adesiva 60. Ao contrário, e como pode-se notar com referência à vista comparativa da técnica anterior referida em 80 na Figura 3B, a camada adesiva 82, que se acredita como sendo a conhecida até agora na técnica, satura completamente substancialmente os filamentos individuais 84 dos fios 86 formando as camadas de reforço 88a - b, com o resultado de uma mangueira mais pesada e menos flexível.

Como pode-se notar em 90 com referência novamente à Figura 3A, uma segunda camada adesiva 60 pode ser também usada para ligar a camada de reforço mais interna 30a na superfície do tubo do núcleo externa 18. Como antes, a viscosidade do adesivo, resina, solvente, plastificante, agente de pega ou outro agente de ligação, que é extrudado, revestido, aspergido ou aplicado de outro modo no tubo do núcleo 14, é controlada de modo a limitar a sua saturação dos filamentos das fibras formando a camada de reforço 30a. Nesse sentido, é apenas substancialmente a superfície interna circunferencial, referida em 92, definida por uma camada inter-

na de filamentos das fibras formando a camada de reforço 30a, que é umedecida e ligada pela camada adesiva 92. Em contraste, e como pode ser visto com referência de novo à vista comparativa da técnica anterior referida em 80 na Figura 3B, a camada adesiva 82 que se acredita ser até agora a conhecida na técnica satura completamente substancialmente os filamentos individuais 84 dos fios 86 formando a camada de reforço 88a na ligação daquela camada à superfície externa do tubo do núcleo 18.

10 Além do, ou como uma alternativa ao, controle da viscosidade do agente de ligação, a penetração dele no reforço pode ser controlada pela tensão ou cobertura do fio ou das outras fibras formando o reforço e/ou, no caso de um fio, cordão, maçaroca ou outra fibra trançada, via torção 15 dele. Desse modo, a porosidade evidente ou efetiva do reforço em relação ao agente de ligação pode ser diminuída com uma diminuição resultante na saturação ou outro umedecimento do reforço pelo agente de ligação. Em geral, coberturas, tensões e torções maiores vão ser observadas como tendo o 20 efeito de tornar as fibras e, conseqüentemente, as camadas de reforço assim formadas, menos porosas.

Alternativamente, as camadas de reforço 30a - b podem ser tricotadas, trançadas ou enroladas a partir de uma ou mais extremidades de um fio, compreendido de uma mistura 25 ou cordão ou outra dobra de filamentos de uma primeira fibra e de uma segunda fibra diferente da primeira fibra. Como antes, os fios formando as primeira e segunda camadas de reforço 30a - b podem ser iguais ou diferentes. No entanto, a

primeira fibra é agora selecionada, por meio de polaridade, energia superficial ou outra propriedade química ou física, tal como tensão ou torção, para ser de preferência umedecida pelo agente de ligação, com a segunda fibra selecionada para que substancialmente não seja umedecida pelo agente de ligação. Desse modo, o grau de saturação das camadas de reforço pelo agente de ligação pode ser novamente controlado. De modo similar, em vez de usar um fio que é uma dobra ou mistura de diferentes fibras, dois ou mais diferentes filamentos, tendo fibras iguais ou diferentes, podem ser usados no enrolamento, trançamento ou tricotação de cada uma das camadas de reforço 30, com os fios sendo novamente selecionados, com base na contagem ou denier, polaridade, energia superficial ou outra propriedade química ou física dos filamentos, para obter o grau desejado de saturação pelo agente de ligação. De fato, os fios podem ser formados da mesma fibra, com um dos fios sendo revestido com uma resina ou tratado de outro modo ou tensionado ou torcido, de modo a aumentar ou diminuir, como pode ser o caso, o seu grau de saturação pelo agente de ligação. Nas mangueiras 10 dessa construção, um dos tipos de fibra pode ser selecionado como sendo "de sacrifício", por ter uma afinidade para se ligar de preferência com o agente de ligação, enquanto que um ou mais dos outros tipos de fibras empregados podem ser selecionados, pois têm uma menor ou substancialmente nenhuma afinidade para se ligarem com o agente de ligação, e para desse modo permanecerem mais flexíveis na construção para uma maior capacidade de reforço.

Embora a mangueira ilustrativa 10 tenha sido descrita, em que duas camadas de reforço enroladas em espiral 30 são empregadas, outras construções podem ser consideradas, com base na descrição aqui feita. Por exemplo, e como  
5 foi mencionado, as camadas enroladas em espiral 30 podem ser usadas em combinação com uma ou mais camadas trançadas e/ou tricotadas, que podem ser formadas de fibra natural, sintética ou metálica, dependendo dos requisitos específicos da aplicação particular envolvida.

10 Desse modo, uma construção de mangueira ilustrativa é descrita, que resulta em uma transferência de carga eficiente entre as suas respectivas camadas componentes. Essa construção, que pode ser inteiramente borracha termoplástica, ou uma combinação dela, é adaptada particularmente  
15 para várias aplicações de energia hidráulica e outras de energia de fluidos e, em consequência de uma construção de reforço ligada única, acredita-se que apresente propriedades úteis de flexibilidade e desempenho aperfeiçoados, com peso reduzido em comparação com as mangueiras até agora conhecidas na técnica.  
20

Como foi previsto que determinadas variações podem ser feitas na presente invenção sem que se afaste dos preceitos aqui envolvidos, intenciona-se que toda a matéria contida na descrição acima seja interpretada como ilustrativa e não em um sentido limitante. Todas as referências aqui  
25 citadas são expressamente incorporadas por referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de construção de uma mangueira flexível (10), adaptada para transporte de fluidos sob pressão, a mangueira se estendendo em uma direção axial, ao longo de um eixo longitudinal central (12) a um comprimento infinito, e em uma direção circunferencialmente radial, ao longo do eixo longitudinal, o método compreendendo as etapas de:

(a) fornecer um tubo do núcleo (14) tendo uma superfície do tubo do núcleo interna circunferencial (16) e uma superfície do tubo do núcleo externa circunferencial oposta (18);

(b) fornecer uma primeira camada de reforço (30a) em torno da superfície do tubo do núcleo externa, a primeira camada de reforço (30a) sendo formada de um ou mais filamentos de pelo menos uma primeira fibra (72);

(c) fornecer pelo menos uma segunda camada de reforço de fibra (30b) em torno da primeira camada de reforço (30a), a segunda camada de reforço (30b) sendo formada de um ou mais filamentos (72) de pelo menos uma segunda fibra; e

(d) ligar a segunda camada de reforço (30b) na primeira camada de reforço (30a) por um agente de ligação (60), que é aplicado em uma fase fluida que molha apenas uma parte (76, 78) dos filamentos (72) da primeira camada de reforço (30a) e da segunda camada de reforço (30b), o método **CARACTERIZADO** pelo fato da viscosidade do agente de ligação (60), aplicado na etapa (d), ser controlada de forma a limitar a saturação do mesmo nos filamentos das primeiras e segundas camadas de reforço (30a, 30b).

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da ligação entre a primeira e a segunda camada de reforço (30a, 30b) ser pelo menos 1,07 kg/cm linear (6 pli).

5 3. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da parte (76) dos filamentos (72) da primeira camada de reforço (30a) e da segunda camada de reforço (30b), que é molhada pelo agente de ligação (60) na etapa (d), compreender entre 0,5 - 20% em peso total, número  
10 ou volume médio dos filamentos (72).

4. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do agente de ligação (60), aplicado na etapa (d), ser um adesivo, uma resina, um plastificante, um agente de pega ou um solvente.

15 5. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da viscosidade da fase fluida do agente de ligação (60), aplicado na etapa (d), ser pelo menos 20.000 centipoise.

20 6. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do agente de ligação (60), aplicado na etapa (d), compreender uma resina termoplástica.

25 7. Processo, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato da resina termoplástica ser selecionada do grupo que consiste em poliamidas, poliésteres, poliolefinas, polímeros fluorados, silicones, poli (cloretos de vinila), elastômeros termoplásticos e adesivos fundidos termoplásticos.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato do agente de ligação (60) compreender adicionalmente um promotor de adesão misturado com a resina termoplástica.

5 9. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do agente de ligação (60), aplicado na etapa (d), compreender uma primeira camada de resina, disposta adjacente à primeira camada de reforço, e uma segunda camada de resina, diferente da primeira camada de resina, disposta adjacente à segunda camada de reforço.

10 10. Processo, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato da resina termoplástica ser carregada com uma carga eletricamente condutora, para tornar a resina eletricamente condutora.

15 11. Processo, de acordo com a reivindicação 6, **CARACTERIZADO** pelo fato da resina termoplástica e dos filamentos (72) formando cada uma da primeira e da segunda camadas de reforço (30a, 30b) serem selecionados para serem genericamente hidrofóbicos, a mangueira (10) sendo desse modo eletricamente não condutora.

20 12. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do agente de ligação (60), aplicado na etapa (d), ser um plastificante, um agente de pega, ou um solvente que compreende um ácido orgânico, um fenol ou uma amina.

25 13. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de:

a primeira camada de reforço (30a) ser fornecida na etapa (b), como enrolada em espiral em uma primeira direção de enrolamento ( $\theta$ ) em torno da superfície do tubo do núcleo externa; e

5 a segunda camada de reforço (30 b) ser fornecida na etapa (c), como enrolada em espiral em uma segunda direção de enrolamento ( $-\theta$ ), oposta à primeira direção de enrolamento ( $\theta$ ), em torno da primeira camada de reforço (30a).

14. Processo, de acordo com a reivindicação 13,  
10 **CARACTERIZADO** pelo fato de:

a primeira camada de reforço (30a) ser enrolada em espiral na etapa (b), de uma ou mais extremidades de um primeiro fio (74), compreendido de filamentos (72) de pelo menos a primeira fibra; e

15 a segunda camada de reforço (30b) ser enrolada em espiral na etapa (c), de uma ou mais extremidades de um segundo fio (74), compreendido de filamentos (72) de pelo menos a segunda fibra.

15. Processo, de acordo com a reivindicação 14,  
20 **CARACTERIZADO** pelo fato de:

o primeiro fio (74), enrolado em espiral na etapa (b) no tubo do núcleo (14), ter um curso externo de filamentos (72) da primeira fibra, que define uma primeira superfície de reforço (76) externa circunferencial, disposta adjacente à segunda camada de reforço (30b), substancialmente apenas o curso externo de filamentos (72) da primeira camada de reforço (30a) sendo molhado pelo agente de ligação (60) na etapa (d); e

o segundo fio (74), enrolado em espiral na etapa (c) na primeira camada de reforço (30a), ter um curso interno de filamentos da segunda fibra, que define uma segunda superfície interna de reforço circunferencial (78), disposta  
5 adjacente à primeira camada de reforço (30a), substancialmente apenas o curso interno de filamentos da segunda camada de reforço (30b) sendo molhado pelo agente de ligação (60) na etapa (d).

16. Processo, de acordo com a reivindicação 1,  
10 **CARACTERIZADO** pelo fato do tubo do núcleo (14) fornecido na etapa (a) ser formado de uma ou mais camadas de um material polimérico, selecionado, independentemente, do grupo que consiste em poliamidas, poliésteres, poliacetais, álcool etileno vinílico, polioximetileno, poliolefinas, silicones,  
15 polímeros fluorados, cloreto de polivinila, poliuretanos, borrachas naturais e sintéticas, e copolímeros e misturas dos mesmos.

17. Processo, de acordo com a reivindicação 1,  
**CARACTERIZADO** pelo fato dos filamentos (72) formando a primeira  
20 meira camada de reforço (30a) e os filamentos (72) formando a segunda camada de reforço (30b) serem tratados com um promotor de adesão.

18. Processo, de acordo com a reivindicação 1,  
**CARACTERIZADO** pelo fato do tubo do núcleo (14) fornecido na  
25 etapa (a) compreender uma camada do tubo do núcleo mais interna (20) de um primeiro material termoplástico, que define a superfície interna (16) do tubo do núcleo, e uma camada do tubo do núcleo mais externa (22) de um segundo material ter-

moplástico, que define a superfície externa (18) do tubo do núcleo.

19. Processo, de acordo com a reivindicação 18, **CARACTERIZADO** pelo fato do primeiro material termoplástico ser resistente quimicamente, e do segundo material polimérico ter um módulo de flexão, que é mais baixo do que o módulo de flexão do primeiro material polimérico.

20. Processo, de acordo com a reivindicação 19, **CARACTERIZADO** pelo fato do primeiro material termoplástico compreender um polímero fluorado, e do segundo material termoplástico ser selecionado, independentemente, do grupo que consiste em poliamidas, poliolefinas, cloretos de polivinila, poliuretanos, poliésteres, poliacetais, álcool etileno vinílico, polioximetileno, silicones, borrachas termoplásticas, polímeros fluorados, poliolefinas e copolímeros e misturas dos mesmos.

21. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato da primeira fibra e da segunda fibra serem selecionadas, independentemente, do grupo que consiste em fibras de náilon, fibras de poliéster, fibras de aramida, fibras de álcool polivinílico, fibras de acetato de polivinila, fibras de poliolefina, fibras de poli (fenileno bezobisoxazol), arames metálicos e suas misturas.

22. Processo, de acordo com a reivindicação 21, **CARACTERIZADO** pelo fato da primeira fibra e da segunda fibra serem iguais.

23. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** por compreender adicionalmente a etapa de (e)

circundar a segunda camada de reforço de fibra com uma cobertura (40).

24. Processo, de acordo com a reivindicação 23, **CARACTERIZADO** pelo fato da cobertura (40) da etapa (e) ser formada de uma ou mais camadas (46, 48) de um material polimérico, selecionado, independentemente, do grupo que consiste em poliuretanos, poliamidas, poliolefinas, silicones, poliésteres, polímeros fluorados, elastômeros termoplásticos, cloretos de polivinila, poliuretanos, borrachas naturais e sintéticas, e copolímeros e misturas dos mesmos.

25. Processo, de acordo com a reivindicação 23, **CARACTERIZADO** pelo fato da cobertura da etapa (e) compreender uma camada da cobertura mais interna (46) de um primeiro material termoplástico, que define uma superfície da cobertura interna circunferencial (42), e uma camada da cobertura mais externa (48) de um segundo material termoplástico, que define uma superfície da cobertura externa circunferencial (44).

26. Processo, de acordo com a reivindicação 25, **CARACTERIZADO** pelo fato do primeiro material termoplástico ter um módulo de flexão, que é mais baixo do que o módulo de flexão do segundo material termoplástico, e da camada mais externa ser formada de um segundo material polimérico, que tem uma dureza de pelo menos 60 em durômetro Shore A.

27. Processo, de acordo com a reivindicação 26, **CARACTERIZADO** pelo fato do primeiro material termoplástico ser selecionado do grupo que consiste em poliamidas, poliolefinas, cloretos de polivinila, silicones, polímeros fluo-

rados, poliuretanos, borrachas naturais e sintéticas, e copolímeros e misturas dos mesmos, e do segundo material termoplástico ser selecionado, independentemente, do grupo que consiste em poliamidas, poliuretanos, poliésteres, poliolefinas, polímeros fluorados, e copolímeros e misturas dos mesmos.

28. Processo, de acordo com a reivindicação 23, **CARACTERIZADO** pelo fato da cobertura (40) da etapa (e) ter uma superfície da cobertura interna circunferencial (42) e uma superfície da cobertura externa circunferencial (44) oposta, a superfície da cobertura interna (42) sendo ligada à segunda camada de reforço (30b).

29. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de:

15 a primeira camada de reforço (30a) ser fornecida na etapa (b) quando formada de uma ou mais extremidades de um primeiro fio (74), compreendido de filamentos (72) da primeira fibra, o primeiro fio (74) tendo um curso externo de filamentos da primeira fibra, que define uma primeira superfície de reforço externa circunferencial disposta adjacente à segunda camada de reforço, substancialmente apenas o curso externo de filamentos da primeira camada de reforço sendo molhada pelo agente de ligação, na etapa (d); e

25 a segunda camada de reforço (30b) ser fornecida na etapa (c) quando formada de uma ou mais extremidades de um segundo fio, compreendido de filamentos da segunda fibra, o segundo fio quando trançado ou enrolado na primeira camada de reforço tendo um curso interno de filamentos da segunda

fibra, que define uma segunda superfície de reforço interna circunferencial disposta adjacente à primeira camada de reforço, substancialmente apenas a camada interna de filamentos da segunda camada de reforço sendo molhada pelo agente de ligação, na etapa (d).

30. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de:

a primeira camada de reforço (30a) ser fornecida na etapa (b) quando formada de uma ou mais extremidades de um primeiro fio (74), compreendido de uma mistura ou cordão de filamentos (72) da primeira fibra e uma terceira fibra diferente da primeira fibra; e

a segunda camada de reforço (30 b) ser fornecida na etapa (c) quando formada de uma ou mais extremidades de um segundo fio (74), compreendido de uma mistura ou cordão de filamentos (72) da segunda fibra e uma quarta fibra diferente da segunda fibra,

a primeira e a segunda fibras sendo selecionadas para serem molhadas, na etapa (d) pelo agente de ligação (60), e a terceira e quarta fibras sendo selecionadas para não serem molhadas, na etapa (d), pelo agente de ligação (60).

31. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de:

a primeira camada de reforço (30a) é fornecida na etapa (b) quando formada de uma ou mais extremidades de um primeiro fio (74), compreendido de filamentos (72) da primeira fibra, e uma ou mais extremidades de um terceiro fio

(74) diferente do primeiro fio (74), compreendido de filamentos (72) de uma terceira fibra diferente da primeira fibra; e

5 a segunda camada de reforço (30b) ser fornecida na etapa (c) quando formada de uma ou mais extremidades de um segundo fio (74), compreendido de filamentos (72) da segunda fibra, e uma ou mais extremidades de um quarto fio (74) diferente do segundo fio (74), compreendido de filamentos (72) de uma quarta fibra diferente da segunda fibra,

10 a primeira e a segunda fibras sendo selecionadas para serem molhadas, na etapa (d), pelo agente de ligação (60), e a terceira e quarta fibras sendo selecionadas para não serem molhadas, na etapa (d), pelo agente de ligação (60).

15 32. Processo, de acordo com a reivindicação 30 ou 31, **CARACTERIZADO** pelo fato de:

a primeira fibra e a segunda fibra serem iguais; e  
a terceira e a quarta fibras serem iguais.

20 33. Processo, de acordo com a 1, **CARACTERIZADO** pelo fato do agente de ligação (16) ser aplicado na etapa (d) pela extrusão da primeira camada de reforço (30a).

34. Mangueira flexível **CARACTERIZADA** por ser feita pelo processo conforme definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 33.

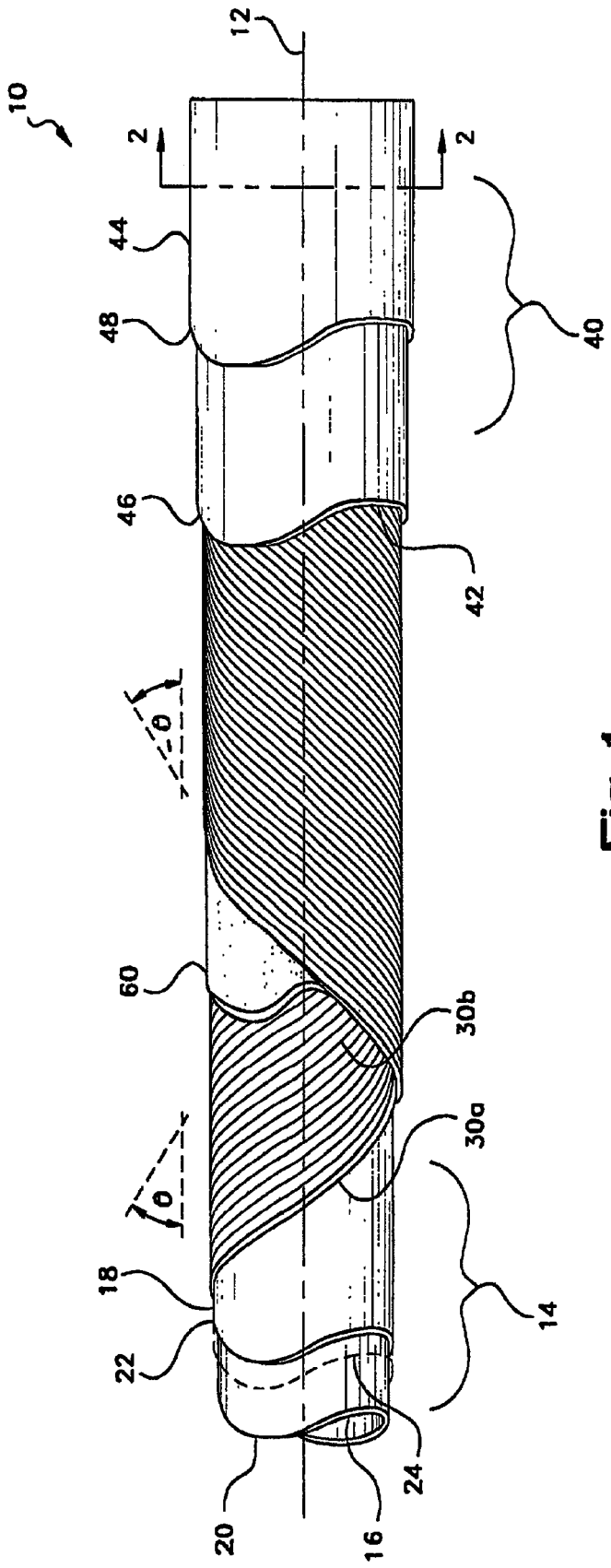


Fig. 1

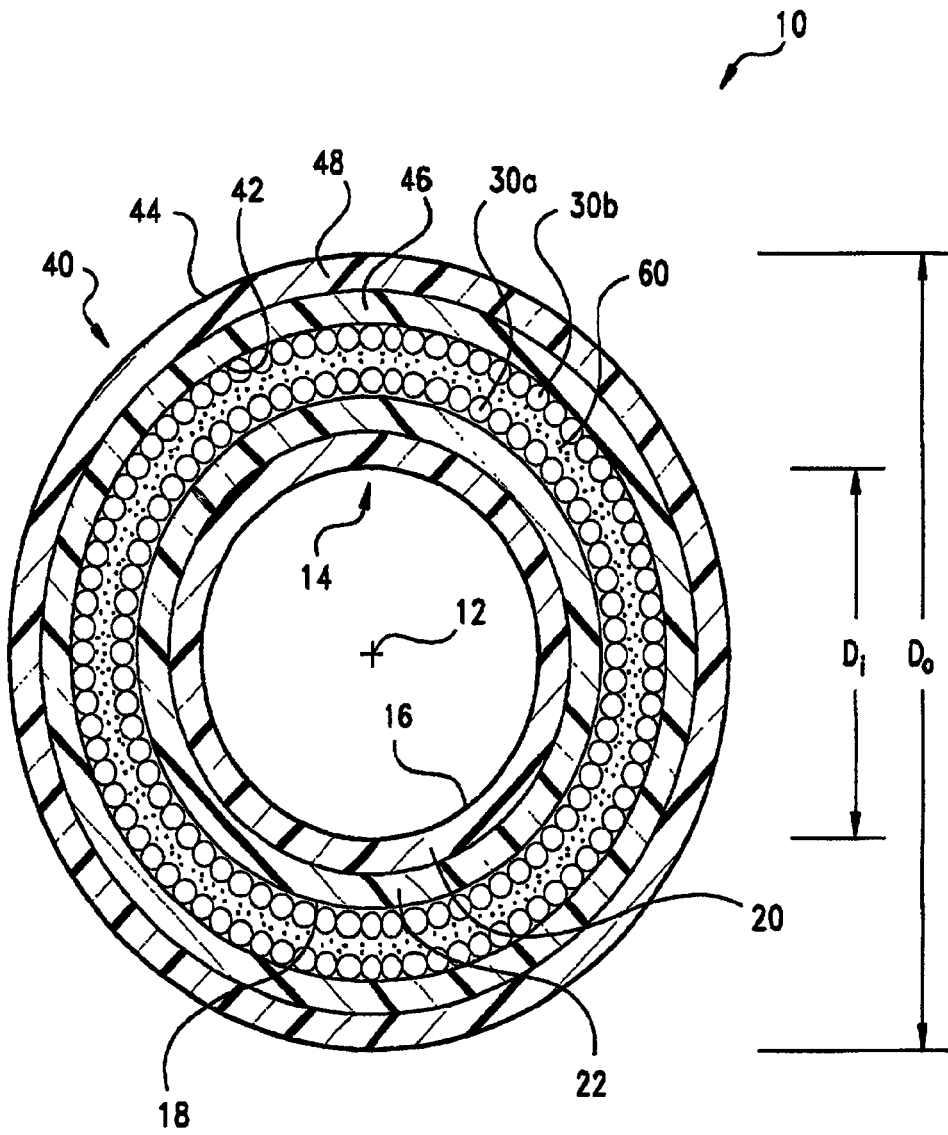
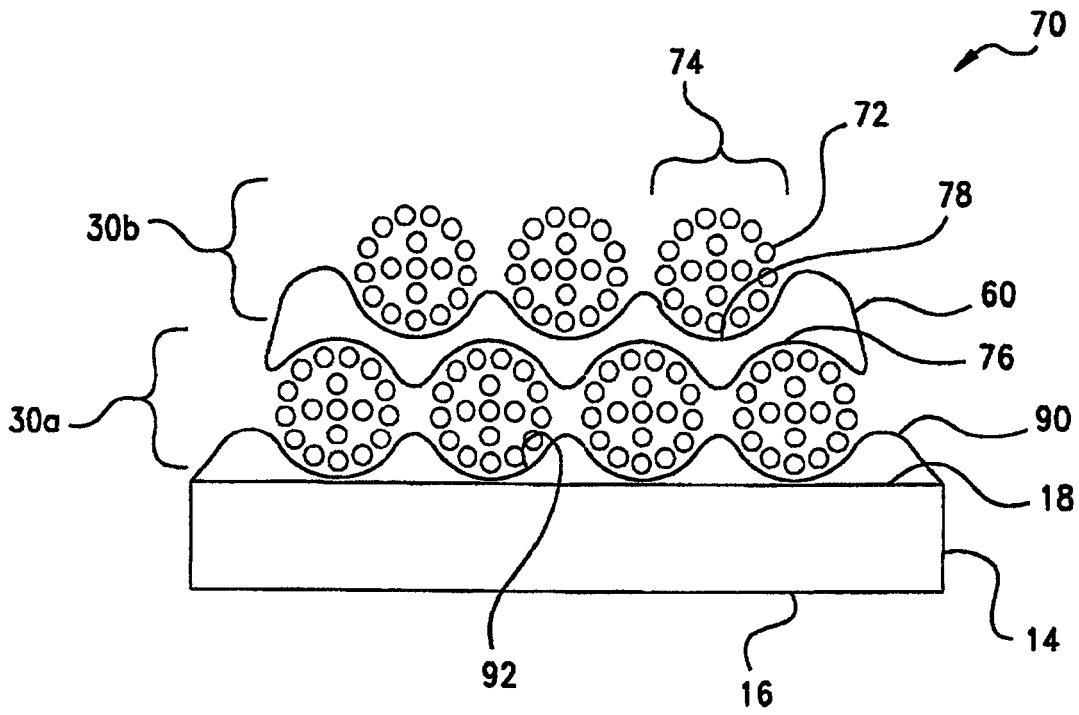
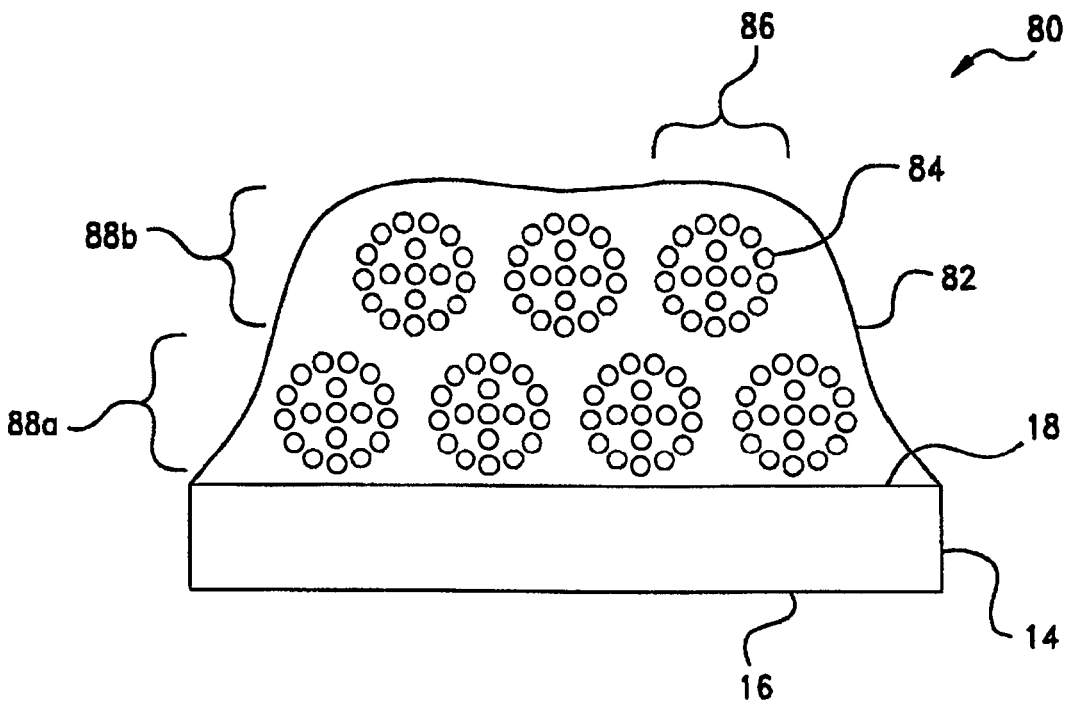


Fig. 2



**Fig. 3a**



**Fig. 3b**

RESUMO

“PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE UMA MANGUEIRA FLEXÍVEL  
E MANGUEIRA FLEXÍVEL”

Descreve-se uma construção de mangueira flexível  
5 adaptada para o transporte de fluidos sob pressão. A cons-  
trução inclui um tubo de núcleo tendo uma superfície do tubo  
do núcleo interna circunferencial e uma superfície do tubo  
do núcleo externa circunferencial oposta. Uma primeira cama-  
da de reforço de fibra circunda a superfície do tubo do nú-  
10 cleo externa e é formada por um ou mais filamentos de uma  
primeira fibra. Uma segunda camada de reforço de fibra cir-  
cunda a primeira camada de reforço e é formada por um ou  
mais filamentos de uma segunda fibra. A primeira e a segunda  
camadas de reforço são ligadas entre si, por meio de um  
15 agente de ligação, tal como um adesivo, uma resina, um plas-  
tificante, um agente de pega ou um solvente, cuja aplicação  
é controlada para umedecer apenas uma parte dos filamentos  
das camadas de reforço.