

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5249333号
(P5249333)

(45) 発行日 平成25年7月31日(2013.7.31)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int.Cl.

F 1

F 16 L 11/10 (2006.01)
 F 16 L 11/08 (2006.01)
 F 16 L 33/22 (2006.01)
 B 32 B 1/08 (2006.01)

F 16 L 11/10
 F 16 L 11/08
 F 16 L 33/22
 B 32 B 1/08

B
B
B
B

請求項の数 19 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-524577 (P2010-524577)
 (86) (22) 出願日 平成20年9月15日 (2008.9.15)
 (65) 公表番号 特表2010-539407 (P2010-539407A)
 (43) 公表日 平成22年12月16日 (2010.12.16)
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2008/003135
 (87) 國際公開番号 WO2009/034364
 (87) 國際公開日 平成21年3月19日 (2009.3.19)
 審査請求日 平成23年9月13日 (2011.9.13)
 (31) 優先権主張番号 0718018.5
 (32) 優先日 平成19年9月14日 (2007.9.14)
 (33) 優先権主張国 英国(GB)
 (31) 優先権主張番号 0718019.3
 (32) 優先日 平成19年9月14日 (2007.9.14)
 (33) 優先権主張国 英国(GB)

(73) 特許権者 510071231
 ピーエイチピー ピルリトン ペトロレウム ピーティーワイ エルティーディーオーストラリア国 ピクトリア州 300 O メルボルン ボウルケ ストリート 600
 (74) 代理人 100097456
 弁理士 石川 徹
 (72) 発明者 ジョエル アロン ウィトズ
 英国 アールエイチ5 5ディーエス スルレイ ネウドイガテ ミレ オアク ネウ バルン レーン
 審査官 渡邊 洋

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ホース

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

細長い内部把持部材と外部把持部材との間に配置された可撓性材料の管状本体を含むホースであって、該把持部材の少なくとも1つが、冷却時に該把持部材の長手方向に膨張する材料で作られている、前記ホース。

【請求項2】

前記内部把持部材と前記外部把持部材との両方が、冷却時に膨張する材料で作られている、請求項1記載のホース。

【請求項3】

前記内部把持部材だけが、冷却時に膨張する材料で作られている、請求項1記載のホース。

【請求項4】

前記外部把持部材が、冷却時に収縮する、又は冷却時に実質的に長さが変化しない材料で作られている、請求項1記載のホース。

【請求項5】

前記内部把持部材が、複合材料で作られている、請求項1~4のいずれか1項記載のホース。

【請求項6】

前記内部把持部材が、炭素又はアラミド繊維を含めた、複合材料で作られている、請求項5記載のホース。

10

20

特にフォーミュラ1の燃料補給時に供給すること；及び、硫酸などの腐食性の流体を運搬することがある。

【0003】

液化ガスなどの流体を低温で運搬するためにホースを使用することは周知である。この種のホースは、液化ガス（例えば、液化天然ガス（LNG）及び液化石油ガス（LPG））を運搬するために一般に使用される。

【0004】

十分可撓性があるホースにするために、所与の長さはいずれも、少なくとも一部が可撓性材料、すなわち非硬質材料で構成されなければならない。

【0005】

本発明は、複合ホースに関する。従来の複合ホースは、内部螺旋状金属ワイヤと外部螺旋状金属ワイヤとの間に挟まれたポリマーフィルム及びファブリックの層で作られる。該ホースは、マンドレルの周囲に、内部ワイヤ、フィルムとファブリックとの組み合わせ、及び外部ワイヤを順に巻き付けることによって構成される。該内部ワイヤ及び外部ワイヤは、同じ螺旋ピッチを有するが、ピッチ長さの半分だけずらされて、波形のホース壁体断面を形成する。次いで、結果として得られた管状構造物をマンドレルから引き抜き、エンドフィッティングを用いて終端させる。一般に、エンドフィッティングは、金属製のテール及びフェルールで構成される。該テールは、外部表面に機械加工された2つの並行する螺旋形のグローブ（grove）を有し、該外部表面は、内部ワイヤ及び外部ワイヤによって形成された二重螺旋と適合している。該テールは、外側にフェルールを有するホースの内径に挿入される。用途に応じて、ホースの充填物の端を固定し、ゴム製のカフで蓋をするか又は二液型（two part）エポキシ樹脂に含浸し、次いで、ホースの端部を保持するため、フェルールは、テールに対して圧着するか又は型締める。この一般型のホースは、欧洲特許出願公開第007650A1号に記載されている。本明細書に記載されたホースは、ホースの反復屈曲による疲労に耐える性能を向上させると言われている二軸配向ポリプロピレンの中間層を含む。

【0006】

本発明者らの先の特許出願W001/96772において、2つの螺旋形ワイヤの間に挟まれたフィルム及びファブリック層を有するブレードを組み込んだ新規複合ホースを記載した。また、本発明者らは、このホースのための新規エンドフィッティングも記載した。更に、該ホース及びエンドフィッティングの改良を本発明者らの特許出願W004/044472及びW004/079248に記載した。これらの複合ホースは、大口径を設けることができ、かつ一般に国際海事機構（IMO）の要件によって規定されている、船舶間の流体移送作業を目的としている。ホースに関するIMO要件（液化ガスのばら積み運送のための船舶の構造及び設備に関する国際規則「IGC Code」）は、ホースの破裂圧力は、極端な使用温度での最大作動圧力の5倍でなければならないことを（安全性の理由から）要求している。一般に、該最大作動圧力とは、IMOで定められている最小値10barg～最大20～30bargの範囲である。

【0007】

従来、複合ホースの内部ワイヤ及び外部ワイヤは、鋼から作られる。ホースが極低温利用に使用される場合、オーステナイト系鋼が使用されるであろう。

【0008】

代表的な極低温使用のためのオーステナイト系ステンレス鋼の銘柄は、低温脆性を示さない「300シリーズ」である。重要な材料特性は、降伏応力（YS）、降伏歪み（EY）、極限引張強度（UTS）、破断歪み（EF）、弾性係数（E）、密度（RHO）、熱伝導率（K）、及び熱膨張係数（CTE）である。これらの特性は、周囲温度（293 °K）～極低温（液体ヘリウムの4 °K又は液体窒素[LN₂]の77 °K）に渡って変化する。一般に、強度は温度の低下に伴って増加する。このことを、極低温使用に一般に用いられるオーステナイト系ステンレス鋼であるAISI銘柄304（8g/cc密度）を例に見なして説明する。室温での304のYSとUTSは、それぞれ約250MPaと590MPaであり、かつLN₂温度（77 °K）では、それぞれ約400MPaと1525MPaである。EFが周囲温度での60%からLN₂温度での40%に低下すると、延性が幾分低下す

10

20

30

40

50

るが、この極低温での304の延性は十分である。この強度の増加は有益であると思われるが、極低温圧力容器の設計者は、最小周囲温度仕様に依存する傾向がある。304の周囲温度、LN₂温度の弾性係数は、それぞれ193GPaと205GPaである。

【0009】

極低温設備の重要な設計上の問題点は、室温から極低温使用条件までのおよそ215°Kの温度変化に関連している、寸法の変化及び熱勾配過渡の影響である。304などの鋼は、熱伝導性であり、かつこれらは温度低下とともに収縮する。室温及びLN₂温度での304の熱伝導率は、それぞれ8と15W/m.°Kである。この温度範囲での平均CTEは、 $13 \times 10^{-6} \text{ } \text{K}^{-1}$ であり、すなわち、この216°Kの温度差で、約3mm/mの長さの収縮が起こる。

【0010】

ホース壁体の配置を維持するために、外部ワイヤの張力を維持することが重要である。ホースの壁体の充填物は、フィルム及びファブリックの厚い層で構成されているので、特有の十分な断熱特性を有しており、そのために極低温使用時には内部螺旋状ワイヤと外部螺旋状ワイヤとの間に温度差がある。従って、内部ワイヤは、外部ワイヤよりもより収縮することになり、これは、製造中に導入される各ワイヤの残留張力によって補われる。

【0011】

本発明者らは、冷却時に少なくとも一方向に膨張する材料から、少なくとも一部のホースの構成要素を作ることによって、極低温ホースの特性を改良することができることを見出した。また、本発明者らは、複合材料から少なくとも一部のホースの構成要素を作ることによって、極低温ホースの特性を改良することができることを見出した。「複合材料」への言及が、用語「複合ホース」中の「複合」の使用とは異なることを留意されたい。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の第一の態様に従って、内部把持部材と外部把持部材との間に配置された可撓性材料の管状本体を備えるホースであって、該把持部材の少なくとも1つが、冷却時に少なくともその一方向に膨張する材料で作られている、前記ホースを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0013】

一実施態様において、内部把持部材と外部把持部材との両方が、冷却時に膨張する材料で作られている。別の実施態様において、外部把持部材だけが、冷却時に膨張する材料で作られている。

【0014】

しかし、好ましい実施態様において、内部把持部材だけが、冷却時に膨張する材料で作られている；この好ましい本実施態様において、外部部材は、冷却時に収縮する、従来のホース把持部材材料で作られてもよい。これによって、ホースが冷却されると外部部材は収縮するが内部部材が膨張するので、管状本体が内部部材と外部部材との間で圧縮されることになるのは確実である。

【0015】

好ましくは、冷却時に膨張する材料は、細長い材料で作られている把持部材が冷却時に細長い材料の長さに沿って膨張するようなものである；これは、把持部材が螺旋状コイルとして設けられている場合に、コイルの端部が固定されていると、コイルの直径が大きくなることを意味する。

【0016】

この長手方向の膨張は、把持部材のコイルの半径を大きくさせる効果を有する。内部把持部材と外部把持部材との両方が膨張すると、ホース半径に対する正味の影響は、膨張の間で異なるであろう。1つが収縮し、1つが膨張する場合、これらが好ましく互いに釣り合うように選択されていれば、ホースの軸方向又は半径方向における正味の影響はほとんどないであろう。極低温用途において、ホースの端から端に渡って温度勾配が生じ、その結果、同じ材料が内部把持部材及び外部把持部材に使用されている場合、内部部材は、外部

10

20

30

40

50

部材よりもより冷却されるのでより膨張することになることに留意されたい。内部把持部材及び外部把持部材は、好ましくはコイルとして形成される：内部把持部材は内部コイルを形成し、かつ外部把持部材は外部コイルを形成し、管状本体は、内部コイルと外部コイルとの間に配置されている。コイルは、好ましくは螺旋状である。内部コイル及び外部コイルのピッチは、好ましくは同じである。内部コイル及び外部コイルは、好ましくは、ピッチ長さの半分だけ互いにずれるように配置される。把持部材は、好ましくは、ワイヤ、ロッド、又は管として形成される。把持部材は、適当な断面、例えば円形、橢円形、正方形、長方形、三角形などを有してもよい。該断面は、円形又は橢円形であることが好ましい。

【0017】

10

把持部材の長さに沿って冷却時に長手方向の膨張が起り、結果として把持部材の長さが増す傾向になる。把持部材がコイルの形態である場合、これによって、把持部材の端部が固定されているとコイルの直径が大きくなる。

【0018】

冷却時に膨張する材料は好ましくは複合材料である。「複合材料」は、2つ以上の材料の組合せから作製され、特有かつ特別製造の一連の特性を付与する材料である。最も一般的な複合材料の形態は、樹脂中の纖維のマトリックスである。該纖維は長手方向の配向で連続しており、又は該纖維は混合配向の短い長さであってもよい。通常、該纖維は、Eガラス、S-ガラス、アラミド（例えばKevlar（商標））又は炭素などの高強化纖維である。該樹脂は纖維をカプセル化し、かつそれは、熱可塑性樹脂、例えば、ポリエチレン、ポリイミド、ポリアミド、フルオロポリマー、ポリ（塩化ビニル）（PVC）、ポリウレタン（PU）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、或いは熱硬化性樹脂、例えばエポキシ、又はポリエステル若しくはビニルエステル、或いは架橋可撓性樹脂、例えばPU、又はシリコングムであってもよい。該複合材料は、所望の機械的性質を達成するために、異なる方向に配向された樹脂マトリックスにおいて長手方向の纖維の層を有する積層構造であってもよい。一般に、該複合材料中の高強度纖維の使用は、荷重配分比に対して相当な強さを有する構造をもたらし、この理由から、複合材料は、高圧容器用途を含めた、航空宇宙及び自動車産業における広い用途が見出されている。

20

【0019】

30

エポキシ樹脂などの複合材料の構成成分の多くは、主に低温で脆性であるために、バルク均質形態での極低温使用には適していない。しかし、構成材料が、纖維及び積層形態で他の構成材料とマトリックスにおいて丁寧に組み合わせられると、その構造的相互作用は、バルク均質構成材料の制約を克服するようなものになる。

【0020】

本発明者らは、本発明によるホースの極低温特性を改良するために、複合材料から、把持部材、特に内部把持部材を構成することができることを見出した。

【0021】

本発明者らは、纖維の選択が重要であり、かつ炭素、アラミド、ガラス、又はそれらの組み合わせを使用するのが好ましいことを見出した。該纖維は、その組合せが、冷却時に少なくとも一方向に膨張する正味の影響を有するという条件であれば、他の纖維と組合せてもよい。例えば、E-ガラス、Kevlar-49、MS-LM（中強度低弾性（Medium Strength Low Modulus））炭素纖維の代表的な引張強度、引張弾性率、及び密度は下記の順である：引張強度、3450、3790、4138 MPa；引張弾性率、72、124、228 GPa；密度、2.6、1.4、1.8g/ccである。

40

【0022】

本発明者らは、エポキシ樹脂、及びPEEK樹脂を含めた、熱硬化性樹脂と熱可塑性樹脂との両方が使用できることを見出した。エポキシ及びPEEKの密度は、両方とも約1.3g/ccである。本発明者らは、先に特定した高強力纖維の数種を含有する複合材料を用いることによって、把持部材において、ホースの加重が減少することを見出した。

【0023】

50

本発明者らは、複合材料が鋼と比べてより低い熱伝導率を有するので、把持部材に複合材料を用いることが有利であることを更に見出した。典型的には、該熱伝導率は、約0.1~1W/m°Kであり、これはオーステナイトステンレス鋼より少なくとも1桁小さい。これは極低温用途において有利である。

(0 0 2 4)

本発明者らは、負の長手方向の熱膨張係数及び正の横の熱膨張係数を示す、炭素及び特定のアラミド繊維の比較的特異な性質を利用することが、特に有利であることを見出した。好ましくは、アラミド繊維は、Kevlar（登録商標）又はTwaron（登録商標）として公知である、ポリ-(p-フェニレンテレフタルアミド)である。例えば、Kevlar-49の長手方向の熱膨張係数は $-2 \times 10^{-6} \text{ } \text{K}^{-1}$ であり、横方向の熱膨張係数は $68 \times 10^{-6} \text{ } \text{K}^{-1}$ である。これらの繊維を含有する積層複合構造では、プライ(層)は、温度の低下に伴って繊維方向に膨張し、かつ横方向に収縮する。プライの平衡対称配置内で内部剪断力が生じ、結果として、冷却時に正味の長手方向の膨張があることに留意する。繊維の方向を調整することによって、効果的な長手方向の熱膨張係数 $0 \sim \text{約} -10 \times 10^{-6} \text{ } \text{K}^{-1}$ を達成することができる程度まで膨張の大きさを制御することが可能である。好ましい長手方向の熱膨張係数の範囲は、0未満(例えば、 $\text{約} -0.01 \text{ } \text{K}^{-1}$ 、又は $\text{約} -0.1 \text{ } \text{K}^{-1}$ 以下) $\sim -4 \times 10^{-6} \text{ } \text{K}^{-1}$ であり、最も好ましいのは、 $-1 \times 10^{-6} \sim -2 \times 10^{-6} \text{ } \text{K}^{-1}$ である。

10

[0 0 2 5]

好ましい実施態様において、冷却時に膨張する材料は、炭素又はアラミド繊維、特に温度の低下に伴って膨張するKevlar（商標）及びTwaron（商標）などの、ポリ-（p-フェニレンテレフタルアミド）から作られる複合材料である。好ましくは、該繊維は、実質的に一方向に配置されている。この材料がホースの内部把持部材に使用される場合、この材料は隣接する繊維との接触圧力を持続して、その結果、ホース壁体充填物の集結度を高める。

20

【 0 0 2 6 】

特に有利な実施態様において、内部把持部材は、冷却時に膨張する材料、好ましくは複合材料で作られ；かつ外部把持部材はホースが受けるであろう荷重及び温度に耐えることができる特性を有する非金属材料（例えば、非複合ポリマー、特に超高分子量のポリエチレン）、及び複合材料で作られる。外部把持部材が複合材料で作られる場合、該外部把持部材は、冷却時に膨張する材料ではないことが好ましい。

30

〔 0 0 2 7 1 〕

特に有利な実施態様において、内部把持部材は、冷却時に長手方向に膨張する材料、好ましくは複合材料で作られ；かつ外部把持部材は、冷却時に収縮する、又は冷却時に実質的に長さが変化しない材料、好ましくは複合材料又は非複合ポリマー材料で作られる。

[0 0 2 8]

内部把持部材及び / 又は外部把持部材における複合材料の使用には、ホースの単位長さ当たりの重量が減少するという更なる有利な点があり、これは取り扱いの助けになる。例えば、架空の16インチ (400mm) の内径の複合ホースでは、各把持部材は典型的に螺旋状ステンレス鋼ワイヤで作られ、ホースの単位長さ当たりの総重量の約3分の1になる。内部把持部材だけを複合材料に置き換えると、単位長さ当たりの重量が約4分の1減少し、内部把持部材と外部把持部材との両方を複合材料に取り替えると、単位長さ当たりの重量が約半分減少する。

40

(0 0 2 9)

本発明の第2の態様に従って、内部螺旋状把持部材と外部螺旋状把持部材との間に配置された可撓性材料の管状本体を含むホースであって、該内部把持部材が、複合材料で作られ、該外部把持部材が、複合材料又は非複合ポリマー材料で作られる、前記ホースを提供する。

[0 0 3 0]

本発明の本態様において、内部把持部材及び外部把持部材は、好ましくはコイルとして形成される；内部把持部材は内部コイルを形成し、かつ外部把持部材は外部コイルを形成

50

し、管状本体は、内部コイルと外部コイルとの間に配置されている。コイルは、好ましくは螺旋状である。内部コイル及び外部コイルのピッチは、好ましくは同じである。内部コイル及び外部コイルは、好ましくは、ピッチ長さの半分だけ互いにずれているように配置される。把持部材は、好ましくは、ワイヤ、ロッド、又は管として形成される。把持部材は、適当な断面、例えば円形、橢円形、正方形、長方形、三角形などを有してもよい。該断面は、円形又は橢円形であることが好ましい。

【0031】

内部把持部材は、好ましくは、冷却時に長手方向に膨張する複合材料で作られる。好ましくは、内部部材は、炭素繊維、又はアラミド繊維、特にポリ-(p-フェニレンテレフタルアミド)繊維を含む複合材料で作られる。最も好ましくは、該繊維は、実質的に一方向に配置されている。

10

【0032】

外部把持部材は、冷却時に膨張する複合材料で作られてもよいが、好ましくは、外部把持部材は、冷却時に収縮する、又は冷却時に長さの変化がない材料で作られる。なぜならこれが極低温時の作動中に管状本体の最適圧縮を提供するからである。

【0033】

また、先に述べた本発明の上記態様によるホースは、WO01/96772すでに記載されているホースの1つ以上の特徴を備えている。これらのことについて以下により詳細に記載する。

【0034】

好ましくは、本発明のホースは、管状本体が軸力を受けるとき、管状本体の変形を減らすように構成された軸強化手段を更に含み、かつ軸強化手段は、軸力を受けるときに、更に管状本体の少なくとも一部に半径方向内向きの力が与えられるように構成されている。好ましくは、管状本体及び軸強化手段の破断歪みは、1%~10%の範囲内である。より好ましくは、破断歪みは、周囲温度及び極低温において、5%を超える。加えて、管状本体及び軸強化手段の材料は、有利なことに共存させることができ、このため、各々が作業時に同様に機能し、結果、どの構成要素も過度の応力及び歪みを受けることはない。これは、管状本体及び軸強化手段の材料が歪みに対して同様に反応することを意味している。本発明で主に想定されるホース用途の種類について、一般に、少なくとも3%の(円筒形構成要素に対する)曲げ歪みが必要とされる。層間スリップ及び螺旋状に配向された構成要素の強化がこのスリップのいくつかの原因となるが、ホース壁体の構造的構成要素に作用する、結果として生じる1%程度の歪みが依然として存在する。これは、金属の標準的な0.2%の降伏歪みに匹敵する。

20

30

【0035】

軸強化手段は、非金属の材料、特に、プラスチック材料で作られることが好ましく、適した材料は、後に詳述する。これは、金属材料が、所望の歪み特性を有する可能性が低いためである。

【0036】

管状本体及び軸強化手段は、同じ材料で構成されることが好ましく、更に詳細に後述する超高分子量ポリエチレン(UHMWPE)で構成されることが最も好ましい。

40

【0037】

管状本体は、少なくとも1つの補強層及び少なくとも1つの密閉層を含むことが好ましい。より好ましくは、少なくとも2つの補強層を備え、密閉層がその間に挟まれている。好ましい実施態様において、補強層及び密閉層を、内部把持部材の周囲に巻き付ける。

【0038】

好ましくは、更なる補強層を、外部把持部材と軸強化手段との間に設ける。

【0039】

補強層の極限強度は、直径8インチ(200mm)のホースに対して100kN~700kNの間であることが好ましい。補強層の破断時の曲げ歪みは、2%~15%の範囲であることが好ましい。望ましくは、更なる補強層は、軸強化手段と同じ材料であり、最も好ましくはUHMWPEである。

50

【0040】

好ましくは、軸強化手段は、管状形状で提供される材料のシートで形成された略管状のシースを含み、これにより、シースは、軸力を受けるとき、その管状形状の完全性を維持することができる。軸力の下でホースの性能を更に向上させるために、ホースに2つ以上の管状シースを提供してもよい。

【0041】

軸強化手段は、略管状のブレードの形態で提供されることが好ましい。本明細書において、「ブレード」という用語は、細長い構造物を形成するように絡み合っている2本以上の纖維又は糸で形成されている材料をいう。ブレードの特徴は、軸力を受けるとき、伸張することができる。ブレードの更なる特徴は、管状の形態で提供される場合、ブレードが軸力を受けるときにその直径が小さくなることである。従って、管状本体の周囲に又は管状本体の構造内に管状ブレードを提供することにより、ブレードは、軸力を受けるとき、管状本体の少なくとも一部分に半径方向内向きの力を与えるであろう。

10

【0042】

管状シース全体は、ブレードの形態で提供されることが好ましい。しかし、管状シースの長さの1つ以上の部分のみをブレードの形態で提供することができる。

【0043】

また、ブレードは、管状シースの全外周囲にわたって延在することが好ましい。しかし、管状シースの外周の一部分のみをブレードの形態で提供することができる。

20

【0044】

ブレードは、二軸形態（すなわち、ブレードが、2本の絡み合った纖維又は糸のみで形成されている）、或いは三軸形態（すなわち、軸方向の強度を増加させるために、他に、長手方向に伸張する纖維又は糸も存在する）で提供されてもよい。

【0045】

軸強化手段をブレードの形態で提供することが好ましいが、上記の機能的要件を満たす他の形態で提供してもよい。従って、軸強化手段を、管状本体の周囲に螺旋状に巻き付けたコード又はロープの適切な配置として提供してもよい。

【0046】

ホースを構成する材料は、目的とする環境でホースが機能できるように選択されるべきである。従って、流体がホースの壁体を通って漏出することなく、ホースを通して加圧された流体を運搬することができるホースが必要である。また、繰り返される屈曲に耐え、かつホースと流体重量との組み合わせによって生じる軸方向応力に耐えるホースが必要である。また、ホースを極低温流体の運搬に用いることを目的とする場合、材料は、性能を著しく低下させることなく、極低温で作用できるものとすべきである。

30

【0047】

該補強層又は各補強層の主な目的は、ホースが、ホース中を通る流体の運搬中に受けるフープ応力に耐えることにある。従って、要求された程度の可撓性を有し、かつ必要な応力に耐えることができる補強層が適している。また、ホースが、極低温の流体を運搬することを目的とする場合、該補強層又は各補強層は、極低温に耐えることができなければならぬ。

40

【0048】

該補強層又は各補強層は、シート材を螺旋状に巻くことによって管状の形態に巻かれた材料のシートで形成されていることが好ましい。これは、軸方向力の印加が巻き付けを引き離す傾向があるために、該補強層又は各補強層が、軸力に対する抵抗力をあまり有しないことを意味する。該補強層又は各補強層は、シート材の1つの単一連続層を含んでもよく、又はシート材の2つ以上の単一連続層を含んでもよい。しかし、より一般的には（かつホースの長さに応じて）、シート材の該層又は各層は、ホースの長さに沿って配置された複数の異なる長さのシート材で形成されるであろう。

【0049】

好ましい実施態様において、各補強層はファブリックで構成され、最も好ましくは織布

50

で構成される。該補強層又は各補強層は、天然材料又は合成材料であってもよい。該補強層又は各補強層は、ポリエステル、ポリアミド又はポリオレフィンなどの合成ポリマーで形成されるのが都合がよい。合成ポリマーは、ファブリックを作製する纖維又は糸の形態で提供されてもよい。

【0050】

該補強層又は各補強層が、ポリエステルを含む場合、ポリエチレンテレフタートであることが好ましい。

【0051】

該補強層又は各補強層が、ポリアミドを含む場合、ナイロンなどの脂肪族ポリアミドであってもよく、又はアラミド化合物などの芳香族ポリアミドであってもよい。例えば、該補強層又は各補強層は、KEVLAR（登録商標）などのポリ-(p-フェニレンテレフタルアミド)であってもよい。

10

【0052】

該補強層又は各補強層が、ポリオレフィンを含む場合、ポリエチレン、ポリプロピレン若しくはポリブチレンホモポリマー、又はそれらの共重合体若しくはターポリマーであってもよく、好ましくは、一軸又は二軸に配向されている。より好ましくは、ポリオレフィンはポリエチレンであり、最も好ましくは、ポリエチレンは、高分子量ポリエチレン、特にUHMWPEである。

【0053】

本発明に使用されるUHMWPEは、一般に、重量平均分子量が400,000を超える、標準的には800,000を超える、通常は1,000,000を超えるであろう。重量平均分子量は、通常は約15,000,000を超えないであろう。UHMWPEは、約1,000,000～6,000,000の分子量を特徴とすることが好ましい。本発明に最も有用なUHMWPEは、高度に配向され、通常、一方向に少なくとも2～5倍伸張し、他方向に少なくとも10～15倍伸張したものであろう。

20

【0054】

本発明に最も有用なUHMWPEは、一般に80%を超える平行配向を有し、より一般的には90%を超える、好ましくは95%を超える。結晶化度は一般に50%を超える、より一般的には70%を超える。最高85～90%までの結晶化度が可能である。

【0055】

UHMWPEは、例えば、US-A-4344908、US-A-4411845、US-A-4422993、US-A-4430383、US-A-4436689、EP-A-183285、EP-A-0438831、及びEP-A-0215507に記載されている。

30

【0056】

該補強層又は各補強層が、高度に配向されたUHMWPEを含むことが特に有利であり、例えば、ダイニーマ (DYNEEMA) の商品名でDSMハイパフォーマンスファイバーズBV (DSM High Performance Fibres BV) (オランダの会社) から入手できるもの、又はスペクトラ (SPECTRA) の商品名で米国の会社であるアライドシグナル社 (AlliedSignal Inc.) から入手できるものなどである。

【0057】

ダイニーマに関する更なる詳細は、DSMハイパフォーマンスファイバーズBVが発行した「ダイニーマ、纖維の最高性能、特性及び用途 (DYNEEMA ; the top performance in fibres ; properties and application)」というタイトルの取引パンフレット、02/98版に開示されている。スペクトラに関する更なる詳細は、アライドシグナル社が発行した「スペクトラ性能材料 (Spectra Performance Materials)」というタイトルの取引パンフレット、5/96版に開示されている。これらの材料は、1980年代以降、入手可能である。

40

【0058】

好ましい実施態様において、該補強層又は各補強層は、横糸及び縦糸方向に配置された纖維で形成された織布を含む。本発明者らは、該補強層又は各補強層がホースの軸方向に對してファブリックの縦糸方向が20°以下角度になるように配置された場合、特に有利であることを見出した。また、この角度は5°以上であることが好ましい。好ましい実施態様において、該補強層又は各補強層は、ファブリックの縦糸の角度が、ホースの軸方向

50

に対して5°～15°、最も好ましくは約10°の角度になるように配置される。これらの数字の許容差は、約1～2°である。

【0059】

また、軸強化手段は該補強層又は各補強層と同じ材料で形成してもよい。従って、軸強化手段、該補強層又は各補強層、及び密閉層を、すべて同じ基本化合物から形成してもよいことは明らかであろう。しかし、その化合物の形態は、要求された機能を提供するために異なったものであるべきである。すなわち、軸強化手段は軸方向に補強する機能を提供し、該補強層又は各補強層はフープ応力に対する補強を提供し、かつ密閉層は密閉機能を提供する。本発明者らは、UHMWPE材料、特にダイニーマ及びスペクトラ製品が最も適していることを見出した。また、これらの材料が極低温条件において、有効に作用することも見出された。また、補強層に関する上記のUHMWPEの好ましいパラメータ（分子量の範囲など）は、軸強化手段に適切である。しかし、この点において注意しなければならないのは、軸強化手段に使用されるUHMWPEのパラメータが、補強層に使用されるUHMWPEのパラメータと同じである必要はないということである。

【0060】

軸強化手段を管状本体の層内に設けることは可能であろう。しかし、軸強化手段は、管状本体と外部把持部材との間に位置付けされることが好ましい。別の好ましい実施態様において、軸強化手段を管状本体の層内に設け、更なる軸強化手段を管状本体と外部把持部材との間に設ける。

【0061】

密閉層の目的は、主に、管状本体を通って運搬される流体の漏出を防ぐことにある。従って、必要とされる程度の可撓性を有し、かつ所望の密閉機能を提供できる密閉層が適切であろう。また、ホースが極低温流体を運搬することを目的としている場合、密閉層は、極低温に耐えることができなければならない。

【0062】

密閉層は、該補強層又は各補強層と同じ基本材料から作られてもよい。別的方法として、密閉層は、フルオロポリマー、例えば：ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）；フッ素化エチレンプロピレンコポリマー、例えば、テフロン（Teflon）FEPの商品名でデュポン・フルオロプロダクト（DuPont Fluoroproducts）から入手可能なヘキサフルオロプロピレンとテトラフルオロエチレンとの共重合体（テトラフルオロエチレン-ペルフルオロプロピレン）；又はテフロンPFAの商品名でデュポンフルオロプロダクトから入手可能なフッ素化炭化水素（ペルフルオルアルコキシ（perfluoralkoxy））などである。別の適切な材料は、エチレンクロロ-トリフルオロエチレンフィルム（ECTFE）、特にHalar ECTFEである。これらのフィルムは、押出し成形又はブローイング成形（blowing）によって作られてもよい。

【0063】

密閉層は、シート材を螺旋状に巻くことによって管状の形態に巻かれた材料のシートで形成されていることが好ましい。補強層と同様に、これは、軸方向力の印加が巻き付けを引き離す傾向があるために、該密閉層又は各密閉層が軸力に対する抵抗力をあまり有しないことを意味する。密閉層は、シート材の1つの単一連続層を含んでもよく、又はシート材の2つ以上の単一連続層を含んでもよい。しかし、より一般的には（かつホースの長さに応じて）、シート材の該層又は各層は、ホースの長さに沿って配置された複数の異なる長さのシート材で形成されるであろう。必要に応じて、密閉層は、内部補強層の上に配置された1つ以上の熱収縮可能な密閉スリーブ（すなわち、管状の形態）を含んでもよい。

【0064】

密閉層は、複数のフィルムが重なり合う層を含むことが好ましい。好ましくは、少なくとも2層、より好ましくは、少なくとも5層、更に好ましくは、少なくとも10層あるであろう。実際に、密閉層は、20、30、40、50以上のフィルムの層を含んでもよい。層の数の上限値は、ホースの全体の大きさに応じて決まるが、100層を超えて必要とされることはないようである。通常は、多くて50層あれば十分であろう。フィルムの各層の厚さは、標準

的には、50～100マイクロメータの範囲であろう。

【0065】

当然ながら、2つ以上の密閉層を設けてもよいことが理解されるであろう。

【0066】

ある実施態様において、密閉層は、少なくとも2つのポリマーフィルムを含み、該フィルムのうちの1つは第1のポリマーで作られ、該フィルムの別の1つは第1のポリマーとは異なる第2のポリマーで作られている。

【0067】

本実施態様において、ポリマーフィルムの一方は該フィルムの他方よりも剛性が高く、それによって、操作温度及び操作圧力において材料特性に差動降伏歪み (differential yield strain) が存在する。好ましくは、外部フィルムは内部フィルムよりも剛性が高い。この効果は、残念ながらホース破裂が発生した場合、より延性があるポリマーが有限期間中に内部圧力を保っている間に、剛性がより高い外部ポリマーが破損して、圧力が徐々に分散されるように、密閉層の破断を制御するということである。

【0068】

好ましい本実施態様において、破断時の最大歪みは、より延性がある層では周囲温度で100%を超える、他方の層では少なくとも20%未満である。

【0069】

密閉層の各ポリマーフィルムは、ポリアミド、ポリオレフィン、又はフルオロポリマーであることが好ましい。

【0070】

密閉層のポリマーフィルムが、ポリアミドを含む場合、ナイロンなどの脂肪族ポリアミド、又はアラミド化合物などの芳香族ポリアミドであってもよい。

【0071】

密閉層のポリマーフィルムのうちの1つがポリオレフィンであり、かつ密閉層のポリマーフィルムの別の1つがフルオロポリマーであることが好ましい。

【0072】

適切なポリオレフィンは、ポリエチレン、ポリプロピレン若しくはポリブチレンホモポリマー、又はそれらの共重合体若しくはターポリマーを含む。好ましくは、ポリオレフィンフィルムは、一軸又は二軸に配向されている。より好ましくは、ポリオレフィンはポリエチレンであり、最も好ましくは、ポリエチレンは、高分子量ポリエチレン、特に先により詳細に記載されているUHMWPEである。補強層に関する上記のUHMWPEの好ましいパラメータ（分子量の範囲など）は、密閉層にも適切である。しかし、この点において、注意しなければならないのは、密閉層に使用されるUHMWPEのパラメータが、補強層に使用されるUHMWPEのパラメータと同じである必要はないということである。

【0073】

密閉層は密閉機能を提供することを目的としているので、密閉層は輸送される流体を実質的に浸透させないフィルムの形態で提供されなくてはいけない。従って、高配向のUHMWPEは、十分な密閉性を有する形態で提供される必要がある。通常、これらの製品は、必要とされる形態で材料を得るために更に処理することができる固体ブロックの形態で提供される。該固体ブロックの表面から薄いフィルムを剥ぐこと (skiving) によってフィルムを製造してもよい。或いは、フィルムは、UHMWPEのブロンフィルムであってもよい。

【0074】

適切なフルオロポリマーは、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)；フッ素化エチレンプロピレンコポリマー、例えばテフロンFEPの商品名でデュポンフルオロプロダクトから入手可能なヘキサフルオロプロピレンとテトラフルオロエチレンとの共重合体（テトラフルオロエチレン - ペルフルオロプロピレン）；又はテフロンPFAの商品名でデュポンフルオロプロダクトから入手可能なフッ素化炭化水素（ペルフルオルアルコキシ）を含む。別の適切な材料はECTFE、特にHalar ECTFEである。これらのフィルムは、押出し成形又はブローアイシング成形によって作られてもよい。

10

20

30

40

50

【0075】

好ましくは、密閉層は、各ポリマーフィルムの複数の層を含む。ある実施態様において、密閉層の厚さにより第1及び第2のポリマーが交互になるように層を配置してもよい。しかし、これが唯一の可能な配置ではない。別の配置では、第1のポリマーの全ての層が第2のポリマーの全ての層に囲まれてもよく、又はその逆でもよい。

【0076】

当然ながら、2つ以上の密閉層を設けてもよいことが理解されるであろう。

【0077】

好ましくは、密閉層は、金属、金属酸化物、又はそれらの混合物を一部或いは全体に含む、少なくとも1つの層を更に含む。本明細書において、他に記載がない限り、金属含有フィルムの言及には金属酸化物含有フィルムが含まれる。従って、金属層は、金属フィルムの層（すなわち、実質的に全体が金属、金属酸化物若しくはそれらの混合物からなる独立した層）、或いはポリマー被覆金属フィルム又は金属蒸着ポリマーフィルムであってもよい。金属層はポリマー被覆金属フィルムであることが好ましい。該金属は、例えば、酸化アルミニウムであってもよい。該ポリマーは、例えば、ポリエステルであってもよい。

10

【0078】

適切なポリマー被覆金属フィルムには、商品名MEX505、MET800、MET800B及びMET852（好ましくは、MET800B）で、ハイファイインダストリアルフィルム（HiFi Industrial Film）（Stevenage, England）から入手可能なフィルムが含まれる。

【0079】

20

更なる金属層を密閉層の外側に配置してもよい。好ましくは、更なる金属層を管状本体と外部把持部材との間に配置する。また、ここでロックウール層を、好ましくは密閉層と外部金属層との間に、熱絶縁性を向上させるために設けてもよく、この目的は、これらの2つの金属層の間に熱環（thermal annulus）を作ることにある。

【0080】

金属含有フィルムは反射性であり、そのため、熱損失又は熱利得を減少させる。これは、極低温での用途に特に有用である。更に、金属含有フィルムは優れたバリア特性を提供し、それによって透湿が低減する。これは、材料損失輸送気体を防止するのに有用である。

【0081】

30

密閉層の別の特徴は、密閉層がUHMWPEを含むことである。UHMWPE密閉層が熱収縮可能なスリープから形成される場合には、異なる材料でスリープが作られることは必須ではないが、好ましくはUHMWPEで作られるべきである。

【0082】

好ましくは、密閉層は、異なる材料で形成された少なくとも2つのポリマーフィルムを含み、該フィルムの少なくとも一方は、超高分子量のポリエチレンを含む。

【0083】

本発明の別の好ましい実施態様は、管状本体の周囲に配置された硬化樹脂マトリックスに関するあり、外部把持部材は、外部把持部材とホースの残り部分との間の相対運動を抑制するために、少なくとも部分的に樹脂マトリックスに埋め込まれている。

40

【0084】

硬化樹脂マトリックスは、ホースの特定の用途に必要とされる程度までホースを曲げることができるように十分な可撓性を有さなければならない。明らかに、いくつかの用途は、他の用途よりも高い可撓性を必要とするであろう。

【0085】

樹脂マトリックスは、ポリウレタンなどの合成ポリマーを含むことが好ましい。樹脂マトリックスは、硬化前に、液体形状でホースに加えることができる材料で作られていることが特に好ましい。標準的に、硬化していない樹脂は、スプレー、注入又は塗装によってホースに加えられてもよい。このため、硬化していない樹脂を、管状本体の外部表面及び外部把持部材の上に加えることができ、次いで、その場で（in-situ）硬化して、固体で

50

あり可撓性のあるコーティングを形成することができる。硬化の機構は、光、湿気等であつてもよい。

【0086】

樹脂マトリックスは、外部把持部材の下の層に結合してもよく、また、樹脂マトリックスの外部表面に設けられたいずれの層に結合してもよい。硬化した樹脂マトリックスに隣接する層の少なくとも1つが極低温に耐えることができることが好ましく、このため、極低温のために樹脂マトリックスに亀裂が生じた場合にも、隣接する層は、樹脂マトリックスと隣接する層との間の接着効力により、樹脂マトリックスに結合している。最も安定した構造は、樹脂マトリックスの両側が隣接する層に結合している場合に得られる。

【0087】

また、本発明者らは、ある材料が、特に極低温で、特に優れた絶縁をホースに提供することができる見出した。特に、本発明者らは、玄武岩纖維で形成されたファブリックが特に優れた絶縁を提供することを見出した。

【0088】

適切な玄武岩纖維ファブリックは、BT-5、BT-8、BT-10、BT-11及びBT-13という商品名でスダガラスファイバー社 (Sudaglass Fiber Company) から入手可能である。ファブリックの好ましい厚さは、約0.1mm～約0.3mmまでである。必要に応じて、玄武岩ファブリックの複数の層を使用してもよい。

【0089】

本発明者らは、玄武岩ファブリックの絶縁特性が圧縮下で向上することを見出した。このため、玄武岩層を圧縮する圧縮層を玄武岩ファブリックの周囲に提供することが好ましい。

【0090】

絶縁層は、玄武岩ファブリックの層に加えて、ポリマーフォームなどの、他の絶縁材料で作られた層を更に含んでもよい。

【0091】

絶縁層は、少なくとも1つの補強層を更に含むことが好ましい。補強層は、ポリエステル、ポリアミド又はポリオレフィンなどの合成ポリマーを含んでもよい。補強層は、管状本体の内部補強層及び外部補強層と同じ材料で作られてもよく、これは先に記載されている。絶縁層の補強層は、上記のようなダイニーマ又はスペクトラなどの超高分子量のポリエチレン (UHMWPE) であることが特に好ましい。

【0092】

本発明の別の好ましい実施態様は、中に気泡を有するプラスチック材料を含む層を含む。

【0093】

プラスチック材料は、好ましくは、ポリウレタンである。プラスチック材料は、液体形態のプラスチック材料を管状本体の表面上にスプレーして、次いでそれを硬化させることによって、管状本体に加えることが好ましい。更にまた、硬化は、コーティングされたホースを空気中に放置するだけで生じるか、又は加熱などの積極的な手段によってもたらされるか若しくは加速されてもよい。

【0094】

気泡は、スプレーする前に、まだ液体形態である間に、プラスチック材料に気体を注入することによって、取り込まれてもよい。

【0095】

結果として得られた気体含有プラスチック材料層は、優れた摩耗及び圧壊耐性などのプラスチック材料自体の有利な構造特性のいくつかを有し、実質的に向上した絶縁特性も有している。該層はまた、気体が存在することによって向上した浮力も有し、該層を使用して、水中で浮くことが可能であり、かつその長さ方向に沿って均一に分布した浮力を備えたホースを作ることができる。

【0096】

10

20

30

40

50

好ましくは、気体含有プラスチック材料は、大量の気泡を含んでいないプラスチック材料で形成された更なる層によって覆われる。好ましくは、プラスチック材料で形成されたこの更なる層は、気体含有層に堅固に結合している。プラスチック材料で形成された更なる層は、気体含有層と同じプラスチック材料であってもよい。好ましくは、プラスチック材料で形成された更なる層は、ポリウレタンを含む。

【0097】

プラスチック材料で形成された双方の層は、注入、塗装又は押出などのスプレー以外の技術によって加えることができる。

【0098】

空気、窒素又は不活性ガスを含む、任意の適切な気体を使用して、気泡を形成することができます。 10

【0099】

ポリウレタンの比重は、曝気前に、およそ1.2であることが好ましい。

【0100】

ホースは標準的に、気体含有層なしで、約1.8の比重を有している。好ましくは、ホースは、気体含有層を加えた後に、1未満（好ましくは0.8未満）の全体的比重を有する。PUコーティング厚は、例えば、約4~8mmであってもよく、好ましくは約6mmであってもよい。気泡は、好ましくは、直径約2mm未満である。

【0101】

特に、本発明は、上記のように、気体含有層に加えて、硬化樹脂マトリックスを含む層を含んでもよい。標準的に、この構造において、気体含有層は硬化樹脂マトリックスの外側に配置されるであろう。気体含有層は、硬化樹脂マトリックスに取って代わることが可能であり、このために、気体含有層は外部把持部材の相対運動を抑制するように中に埋め込まれた把持部材を有する。 20

【0102】

本発明のホースは、その各端部にエンドフィッティング（end fitting）を設けてもよい。エンドフィッティングは、本発明者らの先の特許出願であるW001/96772及びW004/079248に記載されているタイプのものが好ましく、その内容は、参照により組み込まれている。

【0103】

本発明のホースは、幅広い条件、例えば、100 を超える温度、0 ~ 100 の温度、及び0 未満の温度での使用に提供され得る。材料を適切に選択すれば、ホースは、- 20 未満の温度、- 50 未満の温度、又は - 100 未満の温度でさえも使用され得る。例えば、LNGの運搬のために、ホースは、- 170 に至る温度で、又はそれよりも低い温度でも使用されなければならないことがあり得る。更に、ホースは、液体酸素（bp - 183 ）又は液体窒素（bp - 196 ）を運搬するために使用されることも予想され、この場合、ホースは、- 200 以下の温度で使用されなければならないこともあり得る。 30

【0104】

本発明のホースは、様々な異なる役割での使用にも提供され得る。標準的には、ホースの内径は、約2インチ（51mm）~ 約24インチ（610mm）の範囲であり、より標準的には、約8インチ（203mm）~ 約16インチ（406mm）の範囲であろう。一般的に、ホースの直径は、少なくとも4インチ（102mm）であり、より一般的には、少なくとも6インチ（152mm）である。 40

【0105】

一般に、ホースの作業圧力は、約500kPaゲージ圧 ~ 約4000kPaゲージ圧までの範囲であり得るであろう。これらの圧力は、ホースの作業圧力と関係があり、（数倍大きいはずの）破裂圧力との関係はない。体積流量は、液状媒体、圧力及び内径によって決まる。標準的には、1000m³/h ~ 12000m³/hまでの流速である。

【0106】

本発明のホースは、強酸などの腐蝕性物質との使用にも提供され得る。 50

【図面の簡単な説明】

【0107】

次に、添付の図面を参照する：

【図1】本発明によるホースの斜視図である。

【図2】図1に示すホースの概略的横断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0108】

要するに、ホース100は、細長い内部把持部材102及び外部把持部材104を含み、それらは、好ましくはコイル螺旋形態で配置され、かつ好ましくはワイヤである。管状本体106及び軸強化ブレード108が、把持部材102と104との間に配置され；ブレード108は管状本体106を取り囲む。管状本体は内部強化層110及び外部強化層112、並びに内部強化層110と外部強化層112との間に配置された密閉層114を含む。外部保護／断熱層116は、ブレード108を取り囲む。ホースの端部はエンドフィッティング200で密閉される。

10

【0109】

内部把持部材102は、好ましくは冷却時に長手方向に膨張する複合材料で作られるが、外部把持部材104は、好ましくは冷却時に収縮する複合材料又は非複合ポリマー材料で作られる。

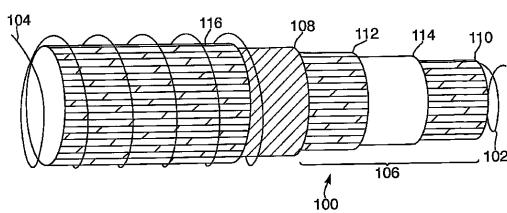
【0110】

先に述べた本発明は、特許請求の範囲内で改変されてもよいことが理解されるであろう。

20

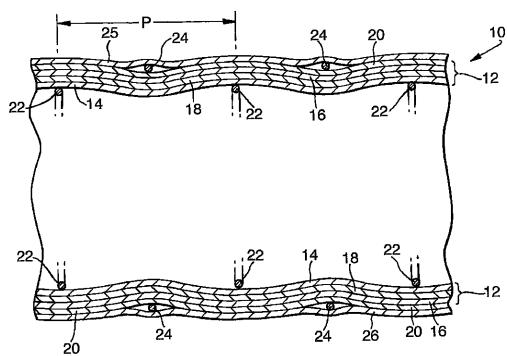
【図1】

Fig.1.



【図2】

Fig.2.



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 0718020.1

(32)優先日 平成19年9月14日(2007.9.14)

(33)優先権主張国 英国(GB)

(56)参考文献 特表2004-503732(JP, A)

特表平6-506047(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 16 L 9/00 - 9/22

F 16 L 11/00 - 11/26

F 16 L 59/00 - 59/22

F 16 L 33/22

B 32 B 1/08