

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5242217号  
(P5242217)

(45) 発行日 平成25年7月24日 (2013. 7. 24)

(24) 登録日 平成25年4月12日 (2013. 4. 12)

(51) Int. Cl.	F 1
F 1 6 L 11/08 (2006. 01)	F 1 6 L 11/08 Z
F 1 6 L 11/11 (2006. 01)	F 1 6 L 11/11
F 1 6 L 59/06 (2006. 01)	F 1 6 L 59/06
F 1 6 L 59/153 (2006. 01)	F 1 6 L 59/153

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2008-87736 (P2008-87736)	(73) 特許権者	000005290 古河電気工業株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(22) 出願日	平成20年3月28日 (2008. 3. 28)	(73) 特許権者	504117958 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 東京都港区虎ノ門2-10-1
(65) 公開番号	特開2009-243496 (P2009-243496A)	(74) 代理人	100096091 弁理士 井上 誠一
(43) 公開日	平成21年10月22日 (2009. 10. 22)	(72) 発明者	石井 健一 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
審査請求日	平成23年3月25日 (2011. 3. 25)	(72) 発明者	佐藤 正之 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極低温流体輸送用可撓管

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも可撓性を有する波付き金属製内管と、  
前記波付き金属製内管の外周部に設けられた補強層と、  
前記補強層の外周部に設けられた断熱層と、  
前記断熱層の外周部に設けられた防水層と、  
を具備し、

前記断熱層は複数の真空断熱部材を有し、

隣接する前記真空断熱部材同士の間にはギャップが設けられ、

前記断熱層は、前記真空断熱部材が複数重ねられて形成され、

前記真空断熱部材間には、前記真空断熱部材同士をすべらせるための摺動層が設けられることを特徴とする極低温流体輸送用可撓管。

【請求項 2】

前記摺動層は、樹脂テープ、不織布テープ、油浸紙テープのいずれかが巻き付けられた層であることを特徴とする請求項 1 に記載の極低温流体輸送用可撓管。

【請求項 3】

前記ギャップの幅は前記真空断熱部材の幅の 8 % 以上であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の極低温流体輸送用可撓管。

【請求項 4】

前記真空断熱部材は、

金属層を有する外包材と、  
前記外包材内に充填された断熱材と、  
を具備し、  
前記外包材内が減圧されて密封されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のい  
ずれかに記載の極低温流体輸送用可撓管。

【請求項 5】

前記断熱材は、連通ウレタンフォームであることを特徴とする請求項 4 記載の極低温流  
体輸送用可撓管。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば極低温である液化天然ガス等の流体を、海上に設置された洋上浮体施  
設からタンカ等へ輸送する際に用いられる極低温流体輸送用可撓管に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、海底の油田等から算出した石油等を貯蔵する海上の浮体施設（基地）から、輸送  
用のタンカへ石油等を積み込むためには、浮体施設とタンカ等を浮遊式の可撓管を用いて  
接続し、石油等の輸送が行われている。石油等の常温の流体を輸送するための可撓管とし  
ては、通常樹脂製のものが使用される。このような流体輸送用の樹脂製の可撓管としては  
、樹脂製の内管の外周部に補強層、断熱層および防水層等を有する可撓性流体輸送管があ  
る（特許文献 1）。

20

【0003】

一方、地上または近海のガス田等から算出した天然ガス等は、基地で液化され貯蔵され  
る。液化天然ガス（以下「LNG」）を輸送用のタンカに積み込む際には、沿岸基地に設  
けられた多関節型のローディングアーム等が用いられる。LNG 受け入れ基地としては、  
例えばローディングアーム方式を採用した特許文献 1 記載の LNG 受け入れ基地および L  
NG 出荷基地システムがある（特許文献 2）。

【特許文献 1】特開平 5 - 180375 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 65718 号公報

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかし、特許文献 2 のようなローディングアーム方式は、地上基地からタンカへの積み  
込みは可能であるが、外海のガス田に設置された LNG を生産貯蔵するような浮体施設か  
ら、タンカへ LNG を積み込む際には、波、風等によって相互に大きく揺れる施設とタン  
カ間の動きにローディングアームが追従することができず、また、設備の大型化を招くと  
いう問題がある。

【0005】

また、従来の石油の輸送方法のように、特許文献 1 のような樹脂製の浮遊式の可撓管を  
用いて、流体をタンカへ積み込む方式では、LNG 等の極低温流体への対応が困難である  
という問題がある。これは、LNG は約 160 と極低温であるため、従来の樹脂製の  
浮遊式の可撓管は、このような極低温ではもろくなり、十分な可撓性が得られず、脆化に  
より LNG を圧送する圧力により可撓管が破壊するためである。したがって、極低温でも  
使用できる耐久性と断熱性を併せ持つ可撓管が要求されるが、従来、LNG 等の極低温流  
体を海上での輸送に使用可能な、浮遊式の可撓管は存在しないという問題がある。

40

【0006】

特に、柔軟性の少ない断熱材を使用した場合には、可撓管が撓んだ際に、断熱材同士が  
接触することで破損し、高い断熱効果を維持することができない恐れがあるという問題が  
ある。

50

## 【0007】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、海上の洋上浮体施設からタンカへ流体を積み込む際に使用する可撓管であって、LNG等の極低温流体の輸送を可能とし、断熱特性に優れるとともに、可撓管の可撓性に追従可能な断熱層を有する可撓管を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

前述した目的を達成するため、本発明は、少なくとも可撓性を有する波付き金属製内管と、前記波付き金属製内管の外周部に設けられた補強層と、前記補強層の外周部に設けられた断熱層と、前記断熱層の外周部に設けられた防水層と、を具備し、前記断熱層は複数の真空断熱部材を有し、隣接する前記真空断熱部材同士の間にはギャップが設けられ、前記断熱層は、前記真空断熱部材が複数重ねられて形成され、前記真空断熱部材間には、前記真空断熱部材同士をすべらせるための摺動層が設けられることを特徴とする極低温流体輸送用可撓管である。この場合、前記摺動層は、樹脂テープ、不織布テープ、油浸紙テープのいずれかが巻き付けられた層であることが望ましい。

10

## 【0009】

前記ギャップの幅は前記真空断熱部材の幅の8%以上であることが望ましい。

## 【0010】

前記真空断熱部材は、金属層を有する外包材と、前記外包材内に充填された断熱材と、を具備し、前記外包材内が減圧されて密封されていることが望ましく、この場合、前記断熱材は、連通ウレタンフォームであることが望ましい。

20

## 【0012】

ここで、極低温流体とは、例えばLNGのような-160 程度以下の流体をいう。

## 【0013】

本発明によれば、断熱層が真空断熱部材により形成されるため、波付き金属製内管内を流れる流体と外部との断熱効果が非常に高く、また、真空断熱部材同士の間にはギャップが設けられるため、可撓管が撓んだ際にも、隣接する真空断熱部材同士が接触することがなく、このため、可撓管の可撓性に追従することが可能な断熱層を有する極低温流体輸送用可撓管を得ることができる。また、真空断熱部材同士の間隔が真空断熱部材の幅の8%以上とすれば、可撓管の最小曲げ半径においても、真空断熱部材同士が接触することがない。

30

## 【0014】

また、真空断熱部材には、断熱材が充填され、特に連通ウレタンフォームが充填された場合には、特に断熱効果に優れる。また、真空断熱部材間に摺動層を設ければ、可撓管が撓んだ際に、真空断熱部材同士が容易にすべるため、確実に可撓管の可撓性に追従可能な断熱層を有する可撓管を得ることができる。

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明によれば、海上の洋上浮体施設からタンカへ流体を積み込む際に使用する極低温流体輸送用可撓管であって、LNG等の極低温流体の輸送に適し、断熱特性に優れるとともに、可撓管の可撓性に追従可能な断熱層を有する可撓管を提供することができる。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0016】

以下、本発明の実施の形態にかかる可撓管1について説明する。図1は、可撓管1の構成を示す斜視図であり、図2(a)は可撓管1の部分断面図、図2(b)は、図2(a)のA部拡大図である。可撓管1は、主に波付き管3、座床層5、補強層7、断熱層15、防水層13等から構成される。

## 【0017】

可撓管1の最内層には内管としての波付き管3が設けられる。可撓管1の使用時には、流体(以下、LNGが流れるものとして説明する)は波付き管3内を流される。波付き管

50

3は、可撓性を有する管体であり、ある程度の強度を有し、低温耐性が優れる。すなわち、内部にLNG等の極低温流体が流れても可撓性を維持でき、割れやクラック等の発生しにくい材質が好ましい。波付き管3は、例えば金属製の波付き管であり、望ましくはステンレス製のペロー管である。なお、波付き管3に代えて、同様の可撓性を有し、低温耐性に優れる管体であれば、他の態様の内管を使用することも可能である。

#### 【0018】

波付き管3の外周部には座床層5が設けられる。座床層5は、波付き管3の外周における凹凸（波付き形状による凹凸）を略平らにするための層であり、波付き管3の可撓性に追従して変形可能である。すなわち、座床層5は、ある程度の厚みを有し、波付き管3外周の波付き形状による凹凸のクッションとしての役割を有する。ただし、凹部を完全に埋める必要はない。波付き管3の外周部には、更に後述する補強層7等が設けられるが、波付き管3の外周面の凹凸によって、補強層7を構成する補強テープ等の巻き付けが困難となり、また、使用時等において、補強テープ等のずれが生じることを防ぐためである。

10

#### 【0019】

なお、座床層5としては、例えば不織布等が使用できる。また、内管の外周面に波付き等による大きな凹凸がない場合や、凹凸を有している場合であっても、外周部に設けられる補強層7等に悪影響を与えない場合には、座床層5は不要である。

#### 【0020】

座床層5の外周部には補強層7が設けられる。補強層7は、主に波付き管3が可撓管1の軸方向へ変形する（伸びる）ことを抑えるとともに、波付き管3の可撓性に追従して変形可能である。例えば、波付き管3内へLNGを流す際には、波付き管3内部には1MPa程度の内圧が生じる。波付き管3は、波付き管3の内周面への圧力には耐えうるが、可撓性を得るために設けられる波付き形状によって、波付き管3の軸方向へは内圧により容易に変形する（伸びる）。このため、波付き管3の軸方向の変形を抑制するために補強層7が設けられる。

20

#### 【0021】

補強層7は、繊維テープや金属テープ等の補強テープにより形成される。繊維テープとしては、たとえば、ポリエステル繊維織物テープ、アラミド繊維織物テープ、アリレート繊維織物テープ、超高分子ポリエチレン繊維織物テープ、炭素繊維織物テープなどが使用できる。また、金属テープとしては、例えばステンステープ等が使用できる。

30

#### 【0022】

補強層7を形成するためには、補強テープが座床層5の外周に、所定のピッチで巻き付けられる。補強テープを巻き付ける際には、補強テープの幅方向の端部同士が互いに重なる必要はなく、すなわち、補強テープの幅よりも補強テープの巻付けピッチを大きくしても良い。補強テープは少なくとも2重に重ねられ、1巻き目の補強テープの巻き付け方向と、2巻き目の補強テープの巻き付け方向が逆向きとなるように座床層5へ巻きつけられる。すなわち、2重に巻き付けられたそれぞれの補強テープは、互いにクロスするように座床層5の外周に巻き付けられる（このような巻き付け方法を「交互巻き」と称する）。

#### 【0023】

補強テープを1方向のみから巻き付けたのでは、可撓管1が軸方向に力を受けた際に、補強テープの巻き付け方向に応じて、可撓管1へねじれ方向の力が発生するためである。必要に応じて、巻き付けられた補強テープの外周に、図示を省略した補強テープの押さえ巻き層を更に設けても良い。押さえ巻き層としては、例えば不織布テープが使用でき、不織布テープを交互巻きされた補強テープの外面や各巻き層の外周面に巻きつけても良い。

40

#### 【0024】

補強層7の外周部には断熱層15が設けられる。断熱層15は、波付き管3内を流れるLNGと可撓管1の外部とを断熱するとともに、波付き管3の可撓性に追従して変形可能である。断熱層15は、複数の真空断熱部材9a、9b、・・・から構成される。例えば、図2(b)に示すように、補強層7の外周部には、断熱部材幅23を有する真空断熱部材9a、9bが巻き付けられる。真空断熱部材9a、9bの間には、ギャップ幅25のギ

50

ギャップ 1 1 a が形成され、互いに隙間をあけて巻き付けられる。すなわち、真空断熱部材 9 a、9 b は断熱層 1 5 の最下層（第 1 層）に位置する。なお、真空断熱部材 9 の構成は後述する。

【 0 0 2 5 】

最下層に巻き付けられた真空断熱部材 9 a、9 b の外周部には、真空断熱部材 9 c、9 d が巻き付けられる。真空断熱部材 9 c、9 d の間にはギャップ幅 2 5 のギャップ 1 1 b が形成され、互いに隙間をあけて巻き付けられる。すなわち、真空断熱部材 9 c、9 d は最下層の外層となる第 2 の層を形成する。なお、最下層において形成されたギャップ 1 1 a と第 2 層において形成されるギャップ 1 1 b とは、可撓管 1 の長さ方向に位置がずれており、ギャップ同士がつながることはない。

10

【 0 0 2 6 】

同様にして、真空断熱部材 9 c、9 d の外周部に真空断熱部材 9 e が図示を省略した隣接する真空断熱部材との間にギャップ 1 1 を形成して巻き付けられる（第 3 層）。更に、真空断熱部材 9 e の外周には真空断熱部材 9 f、9 g が重ねられて巻き付けられる（第 4 層、第 5 層）。

【 0 0 2 7 】

なお、各層において、真空断熱部材 9 同士の間にはギャップ 1 1 が設けられるが、隣接する層に設けられた各ギャップ 1 1 同士は、可撓管 1 の長さ方向に位置がずらされて設けられる。すなわち、ギャップ 1 1 同士が互いにつながることではない。このため、ギャップ 1 1 が連続せず、真空断熱部材 9 の断熱効果を効果的に得ることができる。また、可撓管 1 の断熱層 1 5 は、真空断熱部材 9 が 5 層重ねて設けられるが、真空断熱部材 9 の巻き付けは、5 層に限られない。すなわち、可撓管 1 に要求される仕様に応じて、適宜決定することができる。

20

【 0 0 2 8 】

断熱層 1 5 によって、波付き管 3 内を流れる L N G の熱は、可撓管 1 の外面へはほとんど伝達されない。このため、後述する最外層である防水層 1 3 が、L N G の温度の影響を受けることがない。同様に可撓管 1 の外温は L N G へは伝達されず、L N G が可撓管 1 内で気化することが防止される。

【 0 0 2 9 】

断熱層 1 5 の外周部には、防水層 1 3 が設けられる。防水層 1 3 は、外部からの水の浸入を防ぐとともに、波付き管 3 の可撓性に追従して変形可能である。すなわち、可撓管 1 が海上に浮かべられて、L N G の輸送を行う際にも、海水等が可撓管 1 内へ浸入することはない。なお、防水層 1 3 は、例えば樹脂製であり、ポリエチレン製が望ましい。前述したように、断熱層 1 5 により、極低温である L N G の温度の影響は防水層 1 3 へはほとんど及ばない。このため、防水層 1 3 が低温になることで脆化して、波付き管 3 の可撓性に追従できなくなることはない。

30

【 0 0 3 0 】

次に、真空断熱部材 9 の構造を図 3 に基づいて説明する。図 3 は、真空断熱部材 9 の断面図である。真空断熱部材 9 は、主に外包材 1 7、充填材 1 9、ゲッタ 2 1 等から構成される。真空断熱部材 9 は、厚さが 2 m m 程度のシート状またはテープ状の部材である。

40

【 0 0 3 1 】

充填材 1 9 は、樹脂部材等の断熱材が使用でき、例えば、多孔質体、繊維質、粉末等の形態で使用できる。特に効果の大きい材料としては、連通ウレタンフォームと称する多孔質の材料である。連通ウレタンフォームとしてはセル径が 1 0 0 μ m 以下であることが望ましい。例えば、セル径が 1 0 0 μ m である連通ウレタンフォームを使用する場合には、充填部の圧力は 0 . 5 T o r r 程度の真空度により極めて高い断熱効果を有する。この場合、一般のポリウレタン断熱材に比べて熱伝導率が 1 / 2 . 5 程度となり、極めて高い断熱特性を有する真空断熱部材 9 を得ることができる。また、連通ウレタンフォームを使用した真空断熱部材 9 は、発泡ウレタン断熱材と比較して 1 . 4 倍以上の圧縮強度を有するため、可撓管 1 に用いても、内部で肉厚が減少することがない。

50

## 【 0 0 3 2 】

外包材 17 は、充填材 19 を包み、外部と内部との通気を遮断する。外包材 17 としては、真空断熱部材の内部と外部との通気を遮断できれば良く、例えば金属箔を含むガスバリア性のラミネートフィルムであることが望ましい。

## 【 0 0 3 3 】

ゲッタ 21 は、微量に外部から浸入するガスを吸着するためのもので、必要に応じて設けられる。なお、ゲッタ 21 としては、合成ゼオライトや活性炭等が使用できる。

## 【 0 0 3 4 】

次に、真空断熱部材 9 が巻きつけられた可撓管 1 が変形した際の、真空断熱部材 9 の状態について説明する。図 4 は、可撓管 1 に巻きつけられた真空断熱部材 9 を示す模式図であり、図 4 ( a ) は可撓管 1 がまっすぐな状態、図 4 ( b ) は、可撓管 1 が変形した状態である。なお、図 4 においては、内管等の他の層の図示は省略する。

10

## 【 0 0 3 5 】

可撓管 1 の径を  $D$  とすると、真空断熱部材 9 は、可撓管 1 の中心 27 を中心として径が略  $D$  の管体に巻きつけられているとみなすことができる。隣接する真空断熱部材 9 同士の間には、前述の通りギャップ 11 が設けられる。

## 【 0 0 3 6 】

可撓管 1 の最小曲げ半径  $R$  は、通常、可撓管 1 の径  $D$  の 7 倍程度である。可撓管 1 が曲げられると、可撓管 1 の曲げ変形の内側は圧縮変形となり、外側は引張り変形となる。この際、可撓管 1 の曲げ変形の内側における真空断熱部材 9 同士のギャップ 11 は小さくなり、外側は大きくなる。真空断熱部材 9 の端部同士が接触すると、真空断熱部材 9 が損傷を受ける恐れがある。従って、最小曲げ半径  $R$  の曲率で可撓管 1 が変形した際にも、真空断熱部材 9 同士が接触しないだけのギャップ幅が必要である。

20

## 【 0 0 3 7 】

ここで、可撓管 1 が最小曲げ半径  $R$  で変形した場合の可撓管 1 の内側の変形量と、これによる断熱部材幅 23 とギャップ幅 25 の関係は、 $(R - 0.5D) / R = w / (w + g)$  で表される。

## 【 0 0 3 8 】

ここで、 $D$  は可撓管 1 の径、 $R$  は可撓管 1 の最小曲げ半径、 $w$  は断熱部材幅 23、 $g$  はギャップ幅 25 である。

30

## 【 0 0 3 9 】

通常、可撓管の最小曲げ半径  $R$  は可撓管の径  $D$  の 7 倍程度とされる。最小曲げ半径  $R$  が可撓管 1 の径  $D$  の 7 倍である場合には、式 1 から、 $g = 0.0775w$  となる。

## 【 0 0 4 0 】

従って、可撓管 1 がまっすぐな状態において、ギャップ幅 25 が、真空断熱部材 9 の幅である断熱部材幅 25 の約 8% 以上であれば、可撓管 1 を最小曲げ半径  $R$  で変形させた場合においても真空断熱部材 9 同士が重なり合うことはない。このため、真空断熱部材 9 同士のギャップ 11 は、真空断熱部材 9 の幅の 8% 以上の幅を有していることが望ましい。

## 【 0 0 4 1 】

なお、通常、流体の輸送効率を考慮して、海上での流体輸送に使用されるタンカとしては、10 万から 15 万トンクラスのタンカが利用される。また、海上は天候の変動も激しいため、タンカ等への流体の積み込み作業は、通常 24 時間以内に終了することが求められる。したがって、積み込み効率を考慮すると、流体の速度を  $5 \text{ m/s}$  とすると、可撓管 1 の径  $D$  は  $400 \text{ mm} \sim 500 \text{ mm}$  程度のものが数本同時に用いられるものである。但し、可撓管 1 の径  $D$  は、流体の輸送効率を高めるためには大きい方が望ましいが、可撓管 1 の許容曲げ半径  $R$  が大きくなり、可撓管 1 の敷設装置が大型化するため、可撓管 1 の径は使用条件等に応じて適宜決定される。

40

## 【 0 0 4 2 】

図 5 は、可撓管 1 の使用状況を示す図である。海上には洋上浮体施設 30 が設けられる。洋上浮体施設 30 は、特に外海上に設けられ、海底ガス田から算出した天然ガスを液化

50

し、貯蔵する貯蔵基地である。洋上浮体施設 30 に貯蔵された LNG は定期的にタンカ 37 へ輸送される。

【0043】

洋上浮体施設 30 上には供給部 31 が設けられる。供給部 31 は、洋上浮体施設 30 に貯蔵された LNG を送り出す部位である。一方、タンカ 37 には受給部 35 が設けられる。受給部 35 は、供給部 31 から送り出された LNG を受け取る部位である。

【0044】

可撓管 1 は、ドラム 39 等に巻きつけられて保管され、使用時にはドラム 39 より海上へ送り出される。海上では、可撓管 1 の端部が図示を省略した小型船等でタンカ 37 へ誘導される。可撓管 1 が海上へ十分に送り出された後、可撓管 1 の両端をそれぞれ供給部 31、受給部 35 へ接続する。可撓管 1 は海上に浮遊しながら、供給部 31 から送り出された LNG を受給部 35 へ輸送し、洋上浮体施設 30 からタンカ 37 への LNG の積み込みが行われる。この際、可撓管 1 は、可撓性を有するため、洋上浮体施設 30 とタンカ 37 との波等による相対的な位置変動等に対して追従でき、また、洋上浮体施設 30 上で保管時に、場所を取ることがない。

【0045】

以上説明したように、本実施の形態にかかる可撓管 1 によれば、波付き管 3 の外周部に座床層 5 を介して補強層 7 が設けられるため、内部を流れる流体の圧力によって、波付き管 3 が可撓管 1 の軸方向へ変形することを抑制することができる。また、断熱層 15 により、波付き管 3 内の流体と可撓管 1 の外部とを断熱するため、流体が外温の影響を受けることがなく、また、流体の温度により、防水層 13 が影響を受けることがない。

【0046】

また、断熱層 15 は真空断熱部材 9 により構成されるため、極めて高い断熱特性を有する可撓管 1 を得ることができ、特に真空断熱部材 9 を重ねることで、更に断熱特性の高い可撓管 1 を得ることができる。また、断熱層 15 の厚さを薄くすることができるため、外径の増加を抑えた可撓管 1 を得ることができる。

【0047】

また、隣接する真空断熱部材 9 同士の間にはギャップ幅 25 のギャップ 11 が設けられるため、可撓管 1 が最小曲げ半径 R で曲げ変形した場合にも、真空断熱部材 9 同士が接触することがない。従って、真空断熱部材 9 が損傷することがない。

【0048】

以上、添付図を参照しながら、本発明の実施の形態を説明したが、本発明の技術的範囲は、前述した実施の形態に左右されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0049】

例えば、真空断熱部材 9 の構成は図 2 に示すような構成に限られない。内部に減圧した空間と当該空間に充填材が充填されていれば、形状やゲッタ 21 等の存在は適宜設定することができる。

【0050】

また、重ねて巻きつけられる真空断熱部材 9 同士の間、更に摺動層を設けても良い。図 6 は、摺動層 41 (41a、41b、41c、41d) が設けられた可撓管 40 を示す図である。前述の通り、可撓管 1 が変形する際には、真空断熱部材 9 は可撓管 1 の長さ方向にすべりを生じる。従って真空断熱部材 9 同士のすべりが悪いと、可撓管 1 の変形の妨げとなり、また、可撓管 1 の変形の際に真空断熱部材 9 の損傷の恐れがある。摺動層 41 は、真空断熱部材 9 の片面または両面に設けられ、真空断熱部材 9 のすべりを向上するための層である。

【0051】

摺動層 41 としては、低温で可撓性を有し、表面が平滑ですべりの良い材質であれば良く、例えばポリエステル不織布などの不織布テープや、樹脂テープ、油浸紙テープ等が使

10

20

30

40

50

用できる。摺動層に使用するテープとしては、熱抵抗の大きな非金属材料を用いることが望ましく、この場合、真空断熱部材 9 間の伝熱を防止することができる。摺動層 4 1 によって、真空断熱部材 9 同士のすべりが向上し、可撓管 1 の変形が容易となり、可撓管 1 の変形時に真空断熱部材 9 が損傷することを防止することができる。

【 0 0 5 2 】

また、可撓管 1 は LNG 輸送用に限られない。この他種々の流体の輸送用に使用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 3 】

【 図 1 】 可撓管 1 の構成を示す斜視図。

10

【 図 2 】 ( a ) は可撓管 1 の構成を示す部分断面図、( b ) は ( a ) の A 部拡大図。

【 図 3 】 真空断熱部材 9 の構造を示す断面図。

【 図 4 】 可撓管 1 が変形した際の真空断熱部材 9 の状態を示す模式図で、( a ) は可撓管 1 がまっすぐな状態、( b ) は可撓管 1 が変形した状態を示す図。

【 図 5 】 可撓管 1 の使用状況を示す図。

【 図 6 】 摺動層 4 1 が設けられた可撓管 4 0 を示す図。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 4 】

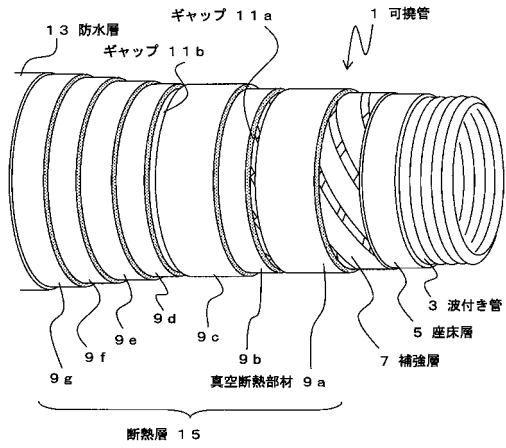
- 1、4 0 ..... 可撓管
- 3 ..... 波付き管
- 5 ..... 座床層
- 7 ..... 補強層
- 9 ..... 真空断熱部材
- 1 1 ..... ギャップ
- 1 3 ..... 防水層
- 1 7 ..... 外包材
- 1 9 ..... 充填材
- 2 1 ..... ゲッタ
- 2 3 ..... 断熱部材幅
- 2 5 ..... ギャップ幅
- 3 0 ..... 洋上浮体施設
- 3 1 ..... 供給部
- 3 5 ..... 受給部
- 3 7 ..... タンカ
- 3 9 ..... ドラム
- 4 1 ..... 摺動層

20

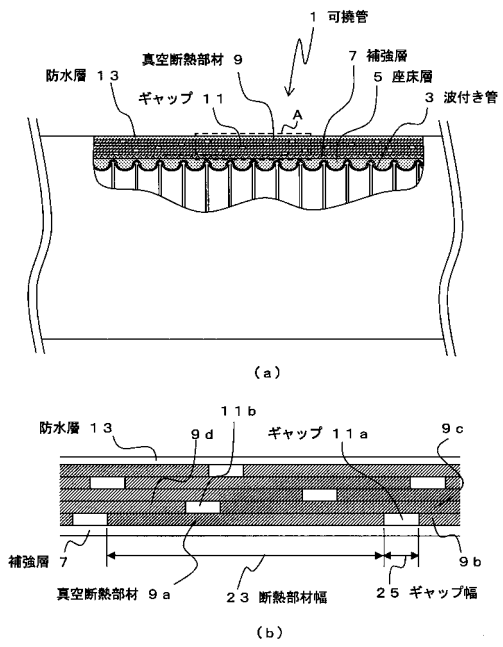
30



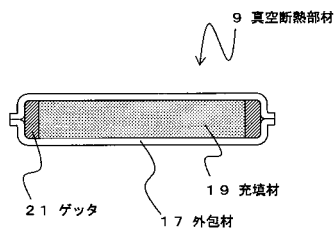
【図1】



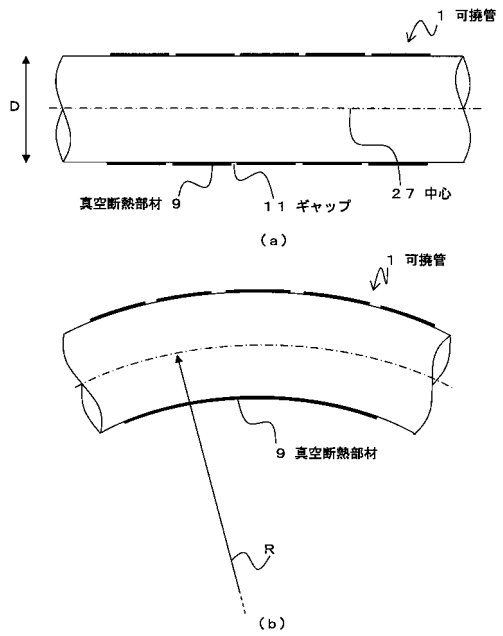
【図2】



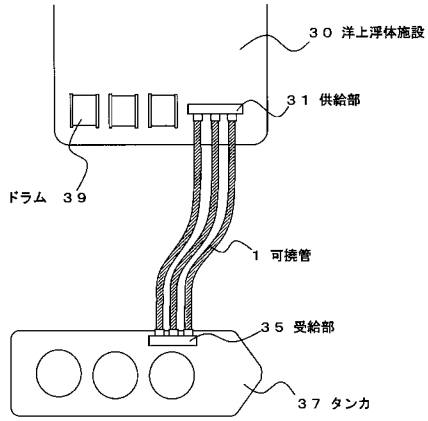
【図3】



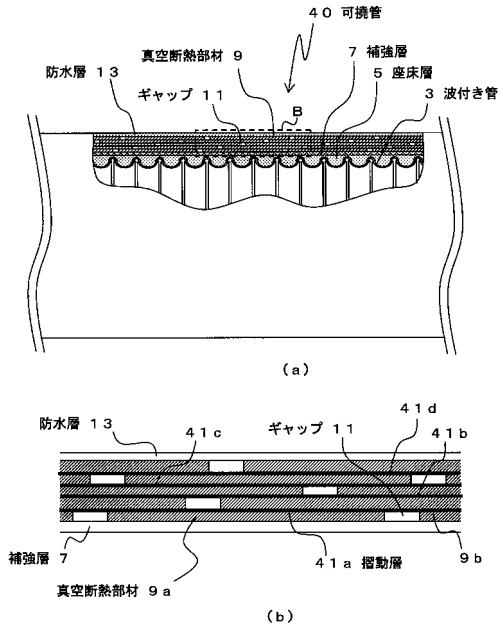
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

審査官 土屋 正志

- (56)参考文献 特開平09 - 184594 (JP, A)  
特開平05 - 180375 (JP, A)  
特開2007 - 205503 (JP, A)  
特開2005 - 214341 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16L 11/08  
F16L 11/11  
F16L 59/06  
F16L 59/153