



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101861489 B

(45) 授权公告日 2013. 02. 20

(21) 申请号 200880116130. 4

(22) 申请日 2008. 09. 15

(30) 优先权数据

0718020. 1 2007. 09. 14 GB

0718019. 3 2007. 09. 14 GB

0718018. 5 2007. 09. 14 GB

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 05. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2008/003135 2008. 09. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02009/034364 EN 2009. 03. 19

(73) 专利权人 BHP 比尔利顿石油私人有限公司

地址 澳大利亚维多利亚州

(72) 发明人 J·A·维茨

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 刘兴鹏

(51) Int. Cl.

F16L 11/08 (2006. 01)

F16L 11/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101517297 A, 2009. 08. 26, 纤维.

GB 2289107 A, 1995. 11. 08, 全文.

JP 特开 2006-97716 A, 2006. 04. 13, 全文.

CN 1441884 A, 2003. 09. 10, 全文.

DE 3440459 A1, 1986. 05. 07, 全文.

CN 1784567 A, 2006. 06. 07, 全文.

GB 1312509, 1973. 04. 04,

审查员 纪海燕

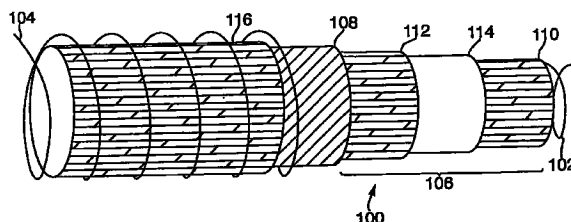
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 1 页

(54) 发明名称

软管

(57) 摘要

一种软管 (100), 包括设置于内部和外部细长夹紧构件 (102, 104) 之间的柔性材料管状主体 (106), 其中, 所述夹紧构件 (102, 104) 的至少其中之一由这样的材料制成, 即, 所述材料在冷却时在夹紧构件的纵向上膨胀。



1. 一种软管,包括设置于内部和外部细长夹紧构件之间的柔性材料管状主体,其中,所述夹紧构件的至少其中之一由这样的材料制成,即,所述材料在冷却时在夹紧构件的纵向上膨胀。

2. 如权利要求 1 所述的软管,其中,所述内部和外部夹紧构件都由在冷却时膨胀的材料制成。

3. 如权利要求 1 所述的软管,其中,只有所述内部夹紧构件由在冷却时膨胀的材料制成。

4. 如权利要求 1 所述的软管,其中,所述外部夹紧构件由在冷却时收缩或者在冷却时基本不改变长度的材料制成。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的软管,其中,所述内部夹紧构件由复合材料制成。

6. 如权利要求 5 所述的软管,其中,所述内部夹紧构件由包含碳纤维或芳纶纤维的复合材料制成。

7. 如权利要求 1 或 2 所述的软管,其中,外部夹紧构件由复合材料或非复合聚合物材料制成。

8. 一种软管,包括设置于内部和外部夹紧构件之间的柔性材料管状主体,其中,所述内部夹紧构件由在冷却时膨胀的复合材料制成,所述外部夹紧构件由复合材料或非复合聚合物材料制成。

9. 如权利要求 8 所述的软管,其中,所述外部夹紧构件由在冷却时收缩或者在冷却时基本不改变长度的材料制成。

10. 如权利要求 8 所述的软管,其中,所述内部和外部夹紧构件形成线圈。

11. 如权利要求 8 所述的软管,其中,所述内部和外部夹紧构件是螺旋形。

12. 如权利要求 8 所述的软管,其中,所述管状主体包括加固层和密封层。

13. 如权利要求 8 所述的软管,其中,所述管状主体包括布置在内部和外部加固层之间的密封层。

14. 如权利要求 12 或 13 所述的软管,其中,所述加固层包绕所述内部夹紧构件。

15. 如权利要求 12 或 13 所述的软管,其中,有多个密封层包绕所述内部夹紧构件。

16. 如权利要求 8 或 9 所述的软管,还包括轴向加强装置。

17. 如权利要求 16 所述的软管,其中,所述轴向加强装置包括沿着所述软管的至少部分长度延伸的管状织带。

18. 如权利要求 8 或 9 所述的软管,进一步包括固定到所述软管的每个端部的端部配件。

19. 如权利要求 8 或 9 所述的软管,其中,在冷却时膨胀的每个夹紧构件的纵向热膨胀系数的范围是小于 0 大于等于 $-4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ 。

软管

技术领域

[0001] 本发明涉及一种软管,特别是一种可以在低温条件下使用的软管。

[0002] 软管的典型应用包括在压力下从流体储存器中抽运流体。例如包括供给民用取暖油或者液化石油气 (LPG) 到锅炉中;从固定或浮式生产平台运送油田生产的液体和/或气体到船舶货舱,或者从船舶货舱到岸基存储单元;尤其是在一级方程式比赛的加油期间,传送燃料到跑车上;和运送腐蚀性流体,如硫酸。

背景技术

[0003] 使用软管在低温下运输流体,如液化气是众所周知的。这样的软管通常用于运输液化气如液化天然气 (LNG) 和液化石油气 (LPG)。

[0004] 为了使软管具有足够的柔性,在任何特定长度上必须至少部分地由柔性材料构造,即非刚性材料。

[0005] 本发明针对的是复合软管。传统的复合软管是由夹在内部和外部螺旋金属线之间的聚合薄膜和织物层构成。软管通过环绕芯轴顺次地包缠内部线、薄膜和纤维组合物、及外部线的方式构造而成。内部和外部线具有相同的螺旋节距,但它们偏离开半个节距长度以形成波纹形的软管壁轮廓。所得到的管状结构随后从芯轴上被提取出来并端接了端部配件。端部配件典型地由金属尾部和套箍构造而成。尾部具有在外部表面中机械加工成的两条平行的螺旋凹槽,所述表面与内部和外部线形成的双重螺旋线相匹配。尾部插入软管的内孔中,而套箍留在外面。根据用途,软管包的端部可以被绑缚,被盖上橡胶环箍 (cuff) 或充满两段式环氧树脂,而所述套箍之后被压紧或陷锻到所述尾部上以便保持软管的端部。这种一般类型的软管在欧洲专利公开号为 0076540A1 的专利文献中有描述。在上述专利说明书中描述的软管包括双轴定向聚丙烯的中间层,所述中间层用于提高软管抵抗由于反复弯曲引起的疲劳的能力。

[0006] 在我们更早期的专利申请 W001/96772 中,我们描述了一种新型的复合软管,其结合了具有夹在两条螺旋线之间的薄膜和织物层的织带。我们还描述了用于这种软管的一种新型的端部配件。对软管和端部配件的进一步改进在我们的专利申请 W004/044472 和 W004/079248 中有描述。这些复合软管可配有大口径,并典型地针对受国际海事组织 (IMO) 要求的控制的船舶到船舶的流体运输操作。IMO 对软管的要求 (大批量运载液化气体的船舶建造结构和附属器具的国际规范 - “IGC 规范”) (为了安全的原因) 需要软管的爆裂压力 (burst pressure) 是必须极端工作温度下最大工作压力的五倍。最大工作压力典型地范围从 IMO 要求的最小值 10barg (出口压力) 到 20 至 30barg。

[0007] 复合软管中的内部线和外部线传统上由钢制成。当软管用于低温工作时,将使用奥氏体钢。

[0008] 低温用的示例性奥氏体不锈钢等级是“300 系列”,它们在低温下不显示脆性。重要的材料性能是屈服应力 (YS)、屈服应变 (EY)、极限抗拉强度 (UTS)、破坏应变 (EF)、弹性模量 (E)、密度 (RHO)、导热率 (K) 和热膨胀系数 (CTE)。这些性能在从环境温度 (293° K)

到低温温度（液氮为 4° K 或液氮 [LN₂] 为 77° K）的范围内变化。通常，强度随温度降低而增加。这通过参考 AISI 等级 304 号（密度为 8g/cc）的实施例画出，所述实施例是低温用途中通用的奥氏体不锈钢。304 号在室温下的 YS 和 UTS 分别约为 250MPa 和 590MPa，而在 LN₂ 温度（77° K）下分别约为 400MPa 和 1525MPa。虽然延展性有一些降低，EF 从环境温度下的 60% 减少到 LN₂ 温度下的 40%，但是 304 号在该低温温度下的延展性也已经绰绰有余。尽管这种强度的增加量被认为是有益的，低温压力容器的设计者倾向于信任最小环境温度的规格。304 号的环境温度、LN₂ 温度弹性模量分别为 193GPa 和 205GPa。

[0009] 低温器材的重要设计点是与室内环境到低温使用条件的大致 215° K 的温度变化相关的尺寸改变和热梯度瞬变 (thermal gradient transients) 的效果。钢（比如 304 号钢）是导热的并且它们随温度降低而缩小。304 号在室温和 LN₂ 温度下的导热率分别为 8&15 W/m. ° K。这个温度范围的平均 CTE 是 13×10^{-6} ° K⁻¹，也就是对 216° K 这种温度差来说，长度缩短约 3mm/m。

[0010] 为了维护软管壁结构，重要的是维护外部线的张力。因为软管的壁组件 (wall pack) 由厚的膜和织物层形成，其本身具有良好的隔热性能，因此当处于低温工作时，内螺旋线 and 外螺旋线之间存在温度差。因此，内部线将比外部线收缩得多，这由在制造过程中在相应的线中引起的残余张力补偿。

[0011] 我们已经发现我们能够通过由在冷却时在至少一个方向上膨胀的材料制造软管的至少一些零件来改善在低温下的软管的性能。我们还发现我们能通过由复合材料制造软管的至少一些零件来改善软管的性能。应该注意：“复合材料”与“复合软管”中的“复合”是不一样的。

发明内容

[0012] 根据本发明的一个方面，提供一种软管，其包括设置于内部和外部夹紧构件之间的柔性材料管状主体，其中，所述夹紧构件的至少其中之一由这样的材料制成，即，所述材料在冷却时在其至少一个方向上膨胀。

[0013] 在一个实施例中，内部夹紧构件和外部夹紧构件都由在冷却时膨胀的材料制成。在另一实施例中，只有外部夹紧构件由在冷却时膨胀的材料制成。

[0014] 但是，在优选实施例中，只有内部夹紧构件由在冷却时膨胀的材料制成；在该优选实施例中，外部构件可由传统的软管夹紧构件材料（其在冷却时收缩）制成。这确保了当软管受到冷却时，外部构件收缩同时内部构件膨胀，从而使管状主体被压缩在内部构件和外部构件之间。

[0015] 在冷却时膨胀的材料优选使得由细长材料制成的夹紧构件在冷却时沿着细长材料的长度方向膨胀；这意味着当夹紧构件被设置成螺旋线圈时，当线圈的端部保持固定时线圈的直径将增大。

[0016] 纵向膨胀具有使夹紧构件的线圈的半径增大的作用。如果内部夹紧构件和外部夹紧构件都膨胀，则膨胀之间在软管半径上的净作用是不同的。如果一个收缩而另一个膨胀，则在软管的轴向或径向上的净作用可能是 0，如果它们被选择为彼此平衡（相互抵消），那是优选的。请注意，在低温应用中，横过软管具有温度梯度，因此如果在内部夹紧构件和外部夹紧构件中使用相同的材料，内部构件将比外部构件膨胀的大，这是因为内部构件更冷。

内部和外部夹紧构件优选形成为线圈：内部夹紧构件形成为内部线圈，外部夹紧构件形成为外部线圈，管状主体设置在内部线圈和外部线圈之间。线圈优选是螺旋形的。内部线圈和外部线圈的节距优选相同。内部线圈和外部线圈优选设置成使得它们彼此偏离半个节距长。夹紧构件优选形成为线、杆或管。夹紧构件可以具有任何合适的截面形状，例如圆形、椭圆形，正方形、矩形、三角形等。优选地，截面形状是圆形或椭圆形。

[0017] 在冷却时纵向膨胀沿着夹紧构件的长度发生，导致夹紧构件的长度增大。当夹紧构件是线圈形式时，当夹紧构件的端部固定时导致线圈直径的增大。

[0018] 在冷却时膨胀的材料优选是复合材料。“复合材料”是指由两种或更多种材料组合而成以赋予一系列独特而个性化 (tailor made) 性能的材料。复合材料最常见的形式是树脂内的纤维基体。所述纤维可以是连续的，具有纵轴方向上的定向，或者所述纤维可以长度短小，具有混合定向。所述纤维通常是高强度纤维，例如 E 玻璃、S 玻璃、芳纶（例如 Kevlar（商标））或碳。所述树脂将纤维封包，并且它可以是一种热塑性树脂，例如聚乙烯、聚酰亚胺、聚酰胺、含氟聚合物、聚（氯乙烯）(PVC)、聚氨酯 (PU)、聚醚醚酮 (PEEK) 或热固性树脂，比如环氧树脂或聚酯或乙烯基酯或交联 (cross linked) 柔性树脂，例如 PU 或硅橡胶。复合材料可以是叠层式构造，其中在定向于不同方向上的树脂基体中具有多层纵向纤维，以便达到期望的机械性能。选用复合材料中的高强度纤维通常会导致构造具有可观的强度重量比，因此已经发现复合材料在包括压力容器应用的太空和汽车工业中得到广泛使用。

[0019] 许多复合材料，如环氧树脂的组成零件不适合以大块同质 (bulk homogeneous form) 的形式在低温下使用，这主要是因为它们在低温下的脆性。但是，当组成材料以纤维和叠层的形式与基体中的其他组成材料仔细地组合起来，那么结构的相互作用这样的话就会可以克服 大块同质的组成材料的局限性。

[0020] 我们已经发现为了改善根据本发明的软管的低温性能，我们可以由复合材料构造夹紧构件，尤其是内部夹紧构件。

[0021] 我们已经发现选择纤维是非常重要的，我们优选使用碳、芳纶、玻璃或它们的组合。这些纤维可以与其它纤维组合，只要组合在冷却时在至少一个方向上具有净膨胀作用。例如，E-Glass、Kevlar-49、MS-LM（中强度 - 低模量，Medium Strength Low Modulus）碳纤维的代表性拉伸强度、拉伸模量和密度按顺序是：拉伸强度为 3450、3790、4138Mpa；拉伸模量是 72、124、228GPa；密度是 2.6、1.4、1.8g/cc。

[0022] 我们已经发现热固性树脂和热塑性树脂都可以被使用，包括环氧树脂和 PEEK 树脂。环氧树脂和聚醚醚酮 (PEEK) 的密度都是大约 1.3g/cc。我们已经发现通过在夹紧构件中使用包含一些上述高强度纤维的复合材料，能够减少软管的重量。

[0023] 我们进一步发现对于夹紧构件使用复合材料是有优势的，因为其与钢相比具有低的热导率。典型地，热导率是大约 0.1 到 1W/m²·°K，其比奥氏体不锈钢低至少一个数量级。这在低温应用中是很有用的。

[0024] 我们已经发现使用碳和某种芳纶纤维的稀有性能是特别有优势的，它们显示负的纵向热膨胀系数和正的横向热膨胀系数。芳纶纤维优选是聚对苯二甲酰对苯二胺 (poly-(p-phenyleneterephthalamide))，已知为 Kevlar（注册商标）或 Twaron（注册商标）。例如，Kevlar-49 的纵向 CTE 是 $-2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{K}^{-1}$ ，而在横向方向上为 $68 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{K}^{-1}$ 。在含有这些纤维

的叠层式复合构造中,温度减小时,层片 (ply) 在纤维方向上膨胀而在横向上收缩。我们注意到内部剪切力在层片的平衡对称设置内生成,结果是遇冷时的纵向净膨胀。通过调整纤维方向,有可能控制住如下点处发生膨胀的量级,该点处能够实现从零到约 $-10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$ 的有效纵向 CTE。优选的纵向 CTE 范围从低于零 (例如,低于或等于约 $-0.01 \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$ 或约 $-0.1 \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$) 到 $-4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$,最优选为 -1×10^{-6} 到 $-2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$ 。

[0025] 在优选实施例中,在冷却时膨胀的材料是由碳或芳纶纤维制成的复合材料,尤其是由聚对苯二甲酰对苯二胺 (poly-(p-phenyleneterephthalamide)),例如 Kevlar (注册商标) 或 Twaron (注册商标) 制成,它们在温度降低时膨胀。纤维优选基本上单向地布置。当用于软管的内部夹紧构件时,该材料保持与相邻织物的接触压力,并且因此增强软管壁组件的整体性。

[0026] 在一个特别有利的实施例中,内部夹紧构件由在冷却时膨胀的材料 (优选是复合材料) 制成;外部夹紧构件由非金属材料制成,该非金属材料具有能够承受软管将遭受的载荷和温度,例如是非复合聚合物,尤其是超高分子量聚乙烯,或者是复合材料。当外部夹紧构件由复合材料制成时,我们更希望其不是在冷却时膨胀的材料。

[0027] 在一个特别有利的实施例中,内部夹紧构件由在冷却时在纵向膨胀的材料 (优选是复合材料) 制成;外部夹紧构件由在冷却时收缩的材料制成,或者在冷却时长度基本不变,优选是复合材料或非复合聚合物材料。

[0028] 在内部和 / 或外部夹紧构件中使用复合材料的进一步优点是减小了每单位长度软管的重量,这有利于操作。例如,利用航空 16" (400mm) 孔复合软管,每个夹紧构件典型地由螺旋形不锈钢线制成,并且占每单位长度软管的总重量的三分之一。利用复合材料仅替换内部夹紧构件每单位长度减少大约四分之一的重量,利用复合材料替换内部和外部夹紧构件每单位长度减少大约一半的重量。

[0029] 根据本发明的第二方面,提供一种软管,其包括设置在内部和外部螺旋形夹紧构件之间的柔性材料管状主体,其中,内部夹紧构件由复合材料制成,外部夹紧构件由复合材料或非复合聚合物材料制成。

[0030] 在本发明的这个方面中,内部和外部夹紧构件优选形成为线圈:内部夹紧构件形成为内部线圈,外部夹紧构件形成为外部线圈,管状主体设置在内部线圈和外部线圈之间。线圈优选是螺旋形的。内部线圈和外部线圈的节距优选相同。内部线圈和外部线圈优选设置成使得它们彼此偏离半个节距长。夹紧构件优选形成为线,杆或管。夹紧构件可以具有任何合适的截面形状,例如圆形、椭圆形,正方形、矩形、三角形等。优选地,截面形状是圆形或椭圆形。

[0031] 内部夹紧构件优选地由在冷却时在纵向上膨胀的复合材料制成。优选地,内部构件由包括碳纤维或芳纶纤维 (尤其是由聚对苯二甲酰对苯二胺) 的复合材料制成。最优选地,这些纤维被基本上单向地布置。

[0032] 外部夹紧构件可以由在冷却时膨胀的复合材料制成,但是优选地,其由冷却时收缩的材料制成,或者在冷却时不改变长度,这为在低温工作过程中的管状主体提供了最佳压缩。

[0033] 上述根据本发明的上述方面的软管还可具有一个或多个已经在 W001/96772 中描述过的软管特征。这些将在下面进行更详细的描述。

[0034] 优选地,软管进一步包括当管状主体受到轴向拉力时适于减少管状主体变形的轴向加强装置,并且当轴向加强装置受到轴向拉力时,所述轴向加强装置进一步适于施加向内的径向作用力到管状主体的至少一部分上。优选地,管状主体和轴向加强装置的破坏应力在 1-10% 范围内。更优选地,在环境温度和低温下破坏应力超过 5%。此外,管状主体的材料和轴向加强装置是最好兼容的以便于在操作中它们以相似的方式完成,以便于没有单个元件受到过度的应力和应变。这意味着管状主体和轴向加强装置的材料以相似的方式应对应变。对于本发明主要设想的上述软管应用的类型来说,一般需要至少 3% 的弯曲应变(对于圆筒形元件)。然而,中间层滑动和螺旋型定位元件的矫直将会造成这种滑动,仍然存在 1% 量级的合成应变作用于软管壁的结构元件。这可与对金属而言 0.2% 的典型屈服应力相比。

[0035] 优选地,轴向加强装置由非金属材料制成,尤其是塑料材料-合适的材料以下将详细介绍。因为金属材料不大可能具有期望的应变特性。

[0036] 优选地,管状主体和轴向加强装置包括相同的材料,最优选地为超高分子量聚乙烯(UHMWPE),以下将进一步详细描述。

[0037] 优选地,管状主体包括至少一层加固层和至少一层密封层。更优选的是有至少两层加固层,在它们之间夹入密封层。在优选实施例中,加固层和密封层围绕内部夹紧构件包缠。

[0038] 优选地,在外部夹紧构件和轴向加强装置之间设置又一加固层。

[0039] 加固层的极限强度优选为对于 8"(200mm) 直径的软管为 100 到 700KN 之间。优选地加固层的失效弯曲应变范围为 2% 到 15%。理想地,另外的加固层与轴向加强装置的材料相同,最优选地为 UHMWPE。

[0040] 优选地,轴向加强装置包括管状的由薄片材料形成的大致管状护套,以便于所述护套可以在受到轴向拉力时保持其管状主体形状的完整性。软管可以具有两个或多个管状护套以进一步提高软管处于轴向拉力下的性能。

[0041] 优选地,轴向加强装置设置为大致管状织带(braid)的形式。在此说明书中术语“织带”涉及由两种或多种纤维或者纱线相互缠绕以形成细长结构的材料。织带的特征之一为当受到轴向拉力时可以伸长。织带的另一特征为当设置为管状形式并且受到轴向拉力时其直径会减小。因而通过设置环绕管状主体或者在管状主体内的管状织带,当受到轴向拉力时,所述织带将在管状主体的至少一部分上施加向内的径向力。

[0042] 优选地,整个管状护套设置为织带的形式。但是,只在管状护套的一个或多个部分长度上设置织带是可能的。

[0043] 同样优选地,织带以任意方式环绕管状护套的圆周延伸。但是,只在管状护套的部分圆周上设置织带是可能的。

[0044] 织带可以为双轴形式(即织带只由两相互缠绕的纤维或者纱线形成)或者三轴形式(即还存在纵向延伸的纤维或者纱线,以增加轴向强度)。

[0045] 尽管优选地是以织带的形式设置轴向加强装置,也可以以能够满足上述功能要求的其它形式设置。因而,轴向加强装置可以为环绕管状主体螺旋缠绕的线或者绳的合适布置。

[0046] 软管结构的材料应该选择为使软管能够在其预期的环境中使用。因而,需要软管

能够运送压力流体而不使流体透过软管壁泄露。还需要软管能够经受住重复弯曲,和经受住由软管和流体重量结合引起的轴向应力。此外,如果软管被期望用于运送低温流体,其材料应该能够在极冷的温度下工作而性能不会明显降低。

[0047] 加固层或者每一加固层主要用于经受在传送流体期间软管受到的环向应力。因而,任何符合柔性程度要求和能够经受住必要应力的加固层都是能满足要求的。此外,如果软管用于传送低温流体,那么所述或每个加固层必须能够经受住低温环境。

[0048] 优选地,所述或每个加固层由以螺旋方式缠绕成管状的薄片材料形成。也就是说当施加轴向力想拉开缠绕部分时,所述或每个加固层对于轴向拉力不具有很多阻力。所述或每个加固层可以包括薄片材料的一个单一连续层,或者可以包括薄片材料的两个或更多单一连续层。但是,更通常地(取决于软管的长度),薄片材料的所述或每层可由沿软管长度设置的多个独立长度的薄片材料形成。

[0049] 在优选实施方式中,每一加固层包括织物,更优选地为机织物(woven fabric)。所述或每个加固层可以是天然或合成材料。所述或每个加固层适于由合成聚合物如聚酯,聚酰胺或聚烯烃形成。合成聚合物可以是形成织物的纤维或者纱线。

[0050] 当所述或每个加固层包括聚酯时,优选地为聚对苯二甲酸乙二酯。

[0051] 当所述或每个加固层包括聚酰胺时,它可以是脂肪族聚酰胺(aliphatic polyamide),如尼龙,或者可以是芳香族聚酰胺,如芳纶化合物。例如,所述或每个加固层可以是聚对苯二甲酰对苯二胺(poly-(p-phenyleneterephthalamide)),如 KEVLAR(注册商标)。

[0052] 当所述或每个加固层包括聚烯烃时,它可以是聚乙烯,聚丙烯或聚丁烯均聚物,或共聚物或三聚物,优选地为单轴向或双向定位。更优选地,聚烯烃是聚乙烯,并且最优选地聚乙烯是高分子量聚乙烯,尤其是 UHMWPE。

[0053] 本发明中使用的 UHMWPE 一般具有的平均分子量是 400,000 以上,典型地为 800,000 以上,通常是 1,000,000 以上。平均分子量通常不超过大约 15,000,000。UHMWPE 优选地以分子量从大约 1,000,000 到 6,000,000 为特征。UHMWPE 在本发明中最有用的是高定向和可以通常在一个方向上拉伸至少 2-5 次和在另一方向上至少 10-15 次。

[0054] UHMWPE 在本发明中最有用的是具有大于 80% 的平行定位,更通常地为大于 90%,优选地为大于 95%。结晶度一般大于 50%,更通常地为大于 70%。85-90% 的结晶度是可能的。

[0055] UHMWPE 在例如下述专利文献中有描述,US-A-4344908, US-A-4411845, US-A-4422993, US-A-4430383, US-A-4436689, EP-A-183285, EP-A-0438831, 和 EP-A-0215507。

[0056] 特别有利地是,所述或每个加固层包括高定向 UHMWPE,如从 DSM 高性能纤维 BV(荷兰公司)可获得的商品 DYNEEMA,或者 US 公司联信公司(AlliedSignal Inc.)的商品 SPECTRA。

[0057] 关于 UHMWPE 的其它细节由 DSM 高性能纤维 BV 发行的,版本为 02/98,命名为“DYNEEMA;纤维的最高性能;特性和应用”的贸易手册公开。关于 SPECTRA 的其它细节由联信公司发行的,版本为 5/96,命名为“Spectra 性能材料”的贸易手册公开。这些材料自从 20 世纪 80 年代就可以得到。

[0058] 在优选实施方式中,所述或每个加固层包括由布置在纬线和经线方向上的纤维形成的机织物。我们发现特别有利地是,所述或每个加固层设置为使织物经线方向相对于软管轴向的角度向小于或等于 20° ;此角度最好大于或等于 5° 。在优选实施方式中,所述或每个加固层设置为使织物经线方向相对于软管轴向的角度为 5° 到 15° ,最优选地为大约 10° 。这些数字的容差为大约 $1-2^{\circ}$ 。

[0059] 轴向加强装置还可以由与所述或每个加固层相同的材料形成。因而很明确地,轴向加强装置,所述或每个加固层和密封层都可以由相同的基本化合物形成。但是,为提供需要的功能,化合物的形式必须是不同的,即轴向加强装置提供轴向加强功能,所述或每个加固层提供抵抗环向应力的强化作用,密封层提供密封功能。我们发现 UHMWPE 是最合适的,特别是产品 DYNEEMA 和 SPECTRA。这些材料在低温条件下效果也很好。在以上关于加固层中论述过的 UHMWPE 的优选参数(分子量范围等),对于轴向加强装置同样是适当的。在这方面应当指出,但是,用于轴向加强装置的 UHMWPE 的参数不需要与用于加固层的 UHMWPE 的参数相同。

[0060] 轴向加强装置可以设置于管状主体层的内部。但是,优选地轴向加强装置位于管状主体和外部夹紧构件之间。在另一优选实施方式中,所述轴向加强装置设置于管状主体层内,而还有另一轴向加强装置设置于管状主体和外部夹紧构件之间。

[0061] 密封层的目的是为了阻止通过管状主体的传输流体泄漏。因此,任何具有要求的柔度的密封层和能提供期望的密封作用的密封层都是合适的。还有,如果软管是为了传输低温流体,那么密封层必须能够经得起低温的温度。

[0062] 密封层可由与所述或每个加固层相同的基础材料制成。可选地,密封层可以是含氟聚合物,比如:聚四氟乙烯(PTFE);氟化乙烯丙烯共聚物(fluorinated ethylene propylene copolymer),如:从杜邦氟制品的商品特富龙 FEP 得到的六氟丙烯和四氟乙烯的共聚物(四氟乙烯-全氟丙烯(tetrafluoroethylene-perfluoropropylene));或者氟化烃-全氟烷氧基烷烃(fluorinated hydrocarbon-perfluoralkoxy)-从杜邦氟制品的商品特富龙 PFA 得到。另一个适合的材料是乙烯三氟氯乙烯共聚物薄膜(ECTFE),特别是 Halar ECTFE。这些薄膜可以通过挤出或者吹制制成。

[0063] 优选地,密封层由以螺旋方式缠绕成管状的薄片材料形成。与加固层一样,也就是说当施加轴向力以拉缠绕部分时,密封层或每一密封层对于轴向拉力不具有很多阻力。密封层可以包括薄片材料的一个单一连续层,或者可以包括薄片材料的两个或更多单一连续层。但是,更通常地(取决于软管的长度),薄片材料的层或每一层可以由沿软管长度设置的多个独立长度的薄片材料形成。如果需要的话,可以在内部加固层上设置包括一个或多个热收缩密封套筒(即管状)的密封层。

[0064] 我们希望密封层包括多个薄膜叠层。优选地为至少 2 层,更优选地为至少 5 层,更好为至少 10 层。实际上,密封层可以包括 20,30,40,50 或者更多薄膜层。层数的上限取决于软管的外形尺寸,但是不可能需要超过 100 层。通常,最多 50 层已经足够了。每一薄膜层的厚度范围典型地为 50-100 微米。

[0065] 当然,设置多于一个密封层是希望的。

[0066] 在一实施例中,密封层包括至少两层聚合物薄膜,一层薄膜由第一聚合物制成而另一薄膜由不同于第一聚合物的第二聚合物制成。

[0067] 在该实施例中,一层薄膜比另一层薄膜更硬,由此在工作温度和压力下,材料性能中出现了差别的屈服应变。优选地,外部薄膜比内部薄膜硬。这个的效果是在不幸地发生软管爆裂时,密封层的故障还是受控的,从而较坚硬的外部聚合物故障时韧性更强的聚合物能将内部压力保持一定时间,使得压力逐渐地消散。

[0068] 在该优选实施例中,发生故障时韧性更强的层在环境温度下的最大应变超过 100%,对其它层而言要小至少 20%。

[0069] 优选地,密封层的每个聚合物薄膜是聚酰胺,聚烯烃或含氟聚合物。

[0070] 当密封层的聚合物薄膜包括聚酰胺时,它可以是脂肪族聚酰胺 (aliphatic polyamide),如尼龙,或者可以是芳香族聚酰胺,如芳纶化合物。

[0071] 我们希望密封层的一层聚合物薄膜是聚烯烃而密封层的另一层聚合物薄膜是含氟聚合物。

[0072] 适合的聚烯烃包括聚乙烯,聚丙烯或聚丁烯均聚物,或共聚物或三聚物。优选地聚烯烃薄膜为单轴向或双向定位。更优选地,聚烯烃是聚乙烯,并且最优选地聚乙烯是高分子量聚乙烯,尤其是在上面详细介绍过的 UHMWPE。UHMWPE 的优选参数(分子量范围等)在上面涉及加固层讨论过,它也适合于密封层。但是,在这方面应当注意到的是用在密封层中的 UHMWPE 的参数不必与用在加固层中的 UHMWPE 的参数一样。

[0073] 由于密封层是为了提供密封作用,密封层应当是基本上不渗透传输流体的薄膜形式。因此,高度定位的 UHMWPE 需要提供具有令人满意的密封性能的形式。这些产品通常是以实心块的形式提供的,实心块可被进一步加工以便获得具有要求的形态的材料。薄膜可通过从实心块的表面上刮下一层薄膜制成。可选地,薄膜可以是 UHMWPE 的吹制薄膜。

[0074] 适合的含氟聚合物包括聚四氟乙烯 (PTFE):氟化乙烯丙烯共聚物 (fluorinated ethylene propylene copolymer),比如,从杜邦氟制品的商品特富龙 FEP 得到的六氟丙烯和四氟乙烯的共聚物(四氟乙烯-全氟丙烯);或者氟化烃-全氟烷氧基烷烃 (fluorinated hydrocarbon-perfluoroalkoxy)-从杜邦氟制品的商品特富龙 PFA 得到。另一个适合的材料是 ECTFE,特别是 Halar ECTFE。这些薄膜可以通过挤压或者吹制制成。

[0075] 优选地,密封层包括每个聚合物薄膜的多个层。在一实施例中,所述层可被设置成使得第一和第二聚合物在密封层的厚度内交替。但是,这不是唯一可能的设置方式。在另一种设置方式中第一聚合物的所有层被第二聚合物的所有层包围起来,或相反。

[0076] 当然,设置多于一个密封层是希望的。

[0077] 优选地,密封层进一步包括至少一层,所述层部分或整体地包括金属,金属氧化物或它们的混合。在本说明书中,含金属的薄膜涉及包括含金属氧化物的薄膜,除非另外说明。因此,金属层可以是金属薄膜层(也就是基本上整个由金属,金属氧化物或它们的混合所组成的独立层),或涂覆了金属薄膜的聚合物或金属化聚合物薄膜。我们希望金属层是涂覆了金属薄膜的聚合物,金属可以是,例如,氧化铝。聚合物可以是,例如,聚酯。

[0078] 涂覆了金属薄膜的适合的聚合物包括可从英格兰的 Stevenage 的 HiFi Industrial Film 得到的薄膜,商品名为 MEX505,MET800,MET800B 以及 MET852;MET800B 是优选的。

[0079] 另外的金属层可被放在密封层外面。优选地,另外的金属层被放在管状主体和外部夹紧构件之间。还可在此提供石棉层以改进隔热,优选地位于密封层和外部金属层之

间 - 这样做的目标是在两层金属层之间形成热环带。

[0080] 含金属的薄膜能够反射,从而降低了热流失或热获取 - 这对低温应用尤其有用。此外,含金属的薄膜具有良好的阻隔性能,从而降低了蒸发传播 - 这对防止传输气体的材料流失有用。

[0081] 密封层的另一特征是它包括 UHMWPE。如果 UHMWPE 密封层是由热收缩套筒形成,套筒不必由不同的材料制成,但它们优选是由 UHMWPE 制成。

[0082] 优选地,密封层包括至少两层材料不同的聚合物薄膜,并且至少一层所述薄膜包括超高分子量聚乙烯。

[0083] 本发明另一优选实施例涉及围绕管状主体布置的固化树脂基体,外部夹紧构件至少部分地嵌入树脂基体中以便限制外部夹紧构件和软管其余部分之间的相对运动。

[0084] 固化树脂基体必须具有足够让软管能弯曲到软管特定应用所要求的程度的柔性。无疑,一些应用可能需要的柔性比其它的应用更大。

[0085] 优选地,树脂基体包括合成聚合物,比如聚氨酯。特别优选地,树脂基体是由在固化前能以液态形式施加于软管上的材料制成。典型地,未固化树脂可通过喷涂,浇注或涂装施加到软管上。这使得施加的未固化树脂能够覆盖管状主体和外部夹紧构件的外表面,然后原地固化形成固体的柔性涂层。固化的机制可以是光、湿度等。

[0086] 树脂基体可结合到外部夹紧构件下的层,还可结合到树脂基体外表面上的任意层。优选地,至少一层固化树脂基体附近的所述层能够经得起低温的温度,因此,如果树脂基体由于低温温度断裂的话,附近层能依靠树脂基体和附近层之间的粘附力将树脂基体保持在一起。最稳定结构在树脂基体的两侧都结合了附近层时实现。

[0087] 我们还发现特定的材料可为软管提供尤其良好的隔热效果,特别是在低温温度下。特别地,我们发现由玄武岩纤维 (basalt fibres) 形成的织物能提供特别良好的隔热效果。

[0088] 适合的玄武岩纤维织物可从 Sudaglass 纤维公司 (Sudaglass Fiber Company) 得到,商品名为 BT-5, BT-8, BT-10, BT-11 和 BT-13。优选地,织物厚度从大约 0.1mm 到大约 0.3mm。如果需要的话,可使用多层玄武岩织物。

[0089] 我们还发现玄武岩织物的隔热性能在受压缩时会得到改进,因此,我们希望在玄武岩织物的周围提供压缩层,压缩层起到压缩玄武岩层的作用。

[0090] 隔热层可进一步包括由其它除了玄武岩织物层以外的隔热材料制成的层,比如聚合物泡沫材料。

[0091] 我们希望隔热层进一步包括至少一层加固层。加固层可包括合成聚合物,比如聚酯,聚酰胺或聚烯烃。加固层可由与管状主体内部和外部加固层相同的材料制成,如上所述。特别优选地,隔热层的加固层是超高分子量聚乙烯 (UHMWPE),比如迪尼玛 (DYNEEMA) 或者斯佩克特拉 (SPECTRA),如上所述。

[0092] 本发明另一优选实施例涉及包括其中具有气泡的塑料材料的层。

[0093] 优选地,塑料材料是聚氨酯。优选地,塑料材料通过将液态形式的塑料材料喷涂在管状主体表面上,然后使其固化而施加到管状主体上。再者,固化可以仅是将涂覆过的软管放在空气中而简单进行,或者可通过主动的手段如加热来进行影响或加速。

[0094] 气泡可通过在喷涂前塑料材料仍是液态时将气体注射进塑料材料而结合。

[0095] 得到的含气体的塑料材料层其本身不仅具有一些有利的结构性能,比如良好的磨损和耐压强度,而且具有基本上改良了的隔热性能。它还具有由于气体的存在而改进的浮力,并可用于制造能够在水中漂浮的软管,软管在其长度上具有平均分布的浮力。

[0096] 优选地,含气体的塑料材料由另外的塑料材料层覆盖,另外的塑料材料层不含有任何气泡。优选地,该另外的塑料材料层可稳定地结合到含气体的层上。另外的塑料材料层可与含气体的层的塑料材料相同。优选地,另外的塑料材料层包括聚氨酯。

[0097] 两层塑料材料层都可通过除了喷涂以外的技术施加,比如浇注,涂装或挤压。

[0098] 任何适合的气体可用于形成气泡,包括空气,氮气或惰性气体。

[0099] 优选地,聚氨酯在充气前的比重近似为 1.2。

[0100] 典型地,软管不含气体层时具有 1.8 左右的比重。优选地,软管在施加了含气体层之后具有小于 1 的总比重,优选小于 0.8。PU 涂层厚度可以是,例如,大约 4-8mm,优选大约 6mm。优选地,气泡直径小于大约 2mm。

[0101] 特别地,本发明除了含气体层之外,可包括包括了固化树脂基体的层,如上所述。典型地,含气体层在该结构中被置于固化树脂基体外。用含气体层替换固化树脂基体是有可能的,这样含气体层将夹紧构件嵌入其中,限制外部夹紧构件的相对运动。

[0102] 软管在其每个端部可配有端部配件。端部配件可以是在我们的以前专利申请 W001/96772 和 W004/079248 中描述的类型,这些内容在此结合作为参考。

[0103] 根据本发明的软管可以在多种条件下使用,如温度高于 100℃,温度从 0℃到 100℃和温度低于 0℃。若选择合适的材料,软管可以在温度低于 -20℃,低于 -50℃或者甚至低于 -100℃的条件下使用。例如,对于传送 LNG,软管可能在低至 -170℃,或者更低的温度下工作。此外,软管还可以被预期用于传送液态氧(沸点为 -183℃)或者液态氮(沸点为 -196℃),在这种情况下,软管需要在 -200℃或更低的温度下工作。

[0104] 根据本发明的软管还可以用于多种不同用途。典型地,软管内径的范围可以是大约 2 英寸(51mm)到大约 24 英寸(610mm),更典型地从大约 8 英寸(203mm)到大约 16 英寸(406mm)。软管直径通常至少为 4 英寸(102mm),更通常的是 6 英寸(152mm)。

[0105] 通常,软管的工作压力范围可以是大约 500kPa 表压(gauge)到大约 4000kPa 表压。这些压力涉及软管的工作压力,而不是爆裂压力(其必须大若干倍)。体积流速取决于流体介质,压力和内径。典型地流速为从 1000m³/h 到 12000m³/h。

[0106] 根据本发明的软管还可以用于腐蚀性材料,如强酸。

[0107] 附图说明

[0108] 图 1 示出根据本发明的软管的透视图;

[0109] 图 2 示出图 1 所示软管的横截面示意图;

[0110] 具体实施方式

[0111] 简要的说,软管 100 包括细长的内部和外部夹紧构件 102 和 104,它们优选设置为盘绕的螺旋形式,并且优选为线。管状主体 106 和轴向加固织带 108 设置在夹紧构件 102 和 104 之间,织带 108 围绕管状主体 106。管状主体包括内部加固层 110、外部加固层 112 和设置在内部和外部加固层 110 和 112 之间的密封层 114。外部保护/隔热层 116 包绕织带 108。软管的端部被端部配件密封。

[0112] 内部夹紧构件 102 优选由在冷却时纵向膨胀的复合材料制成,而外部夹紧构件优

选由在冷却时收缩的复合或非复合聚合物材料制成。

[0113] 应当理解到上面所述的本发明可以在权利要求的范围内进行修改。

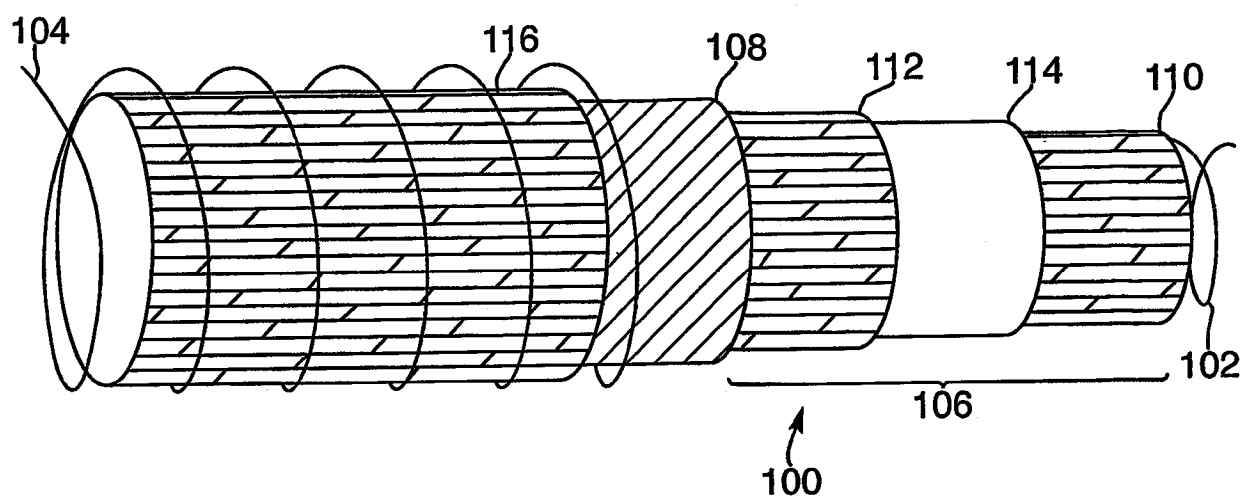


图 1

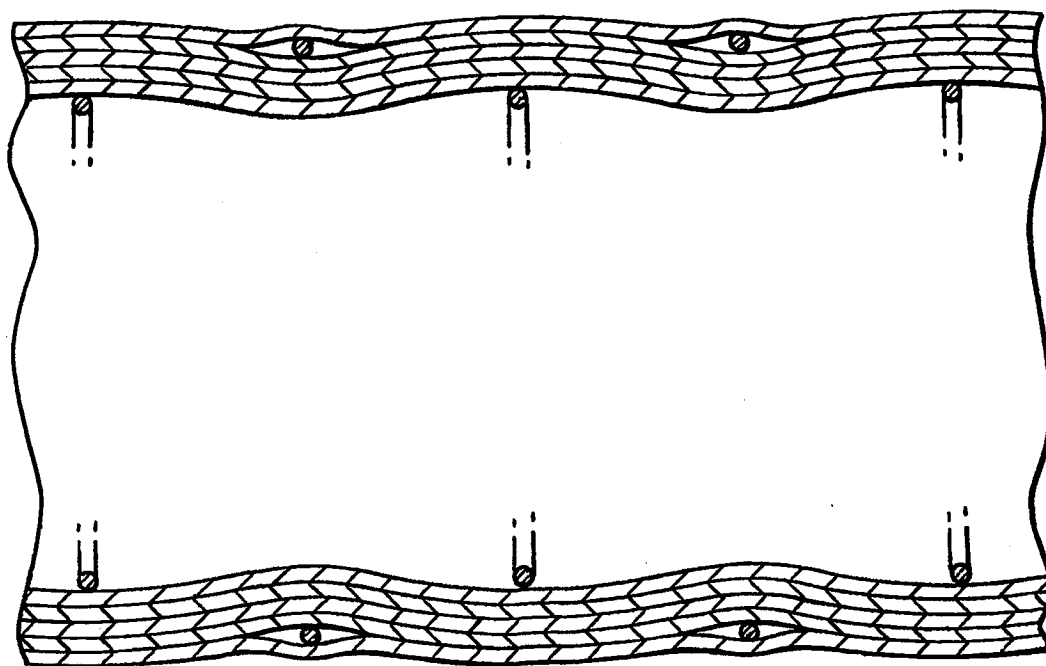


图 2