



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101861488 B

(45) 授权公告日 2012. 12. 05

(21) 申请号 200880116137. 6

(22) 申请日 2008. 09. 15

(30) 优先权数据

0718018. 5 2007. 09. 14 GB

0718020. 1 2007. 09. 14 GB

0718019. 3 2007. 09. 14 GB

(56) 对比文件

CN 1944698 A, 2007. 04. 11,

GB 2289107 A, 1995. 08. 11,

US 4200126 , 1980. 04. 29,

US 3905398 , 1975. 09. 16,

审查员 陈君

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 05. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/GB2008/003098 2008. 09. 15

(87) PCT申请的公布数据

W02009/034340 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 9/12 (2006. 01)

F16L 11/14 (2006. 01)

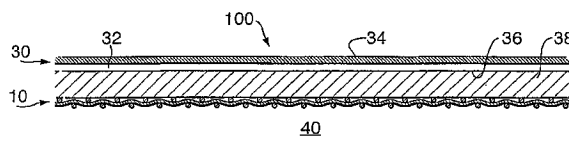
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 2 页

(54) 发明名称

改进型软管

(57) 摘要

一种管路 (100), 包括由复合材料形成的外刚性管道 (30), 复合材料设置成使得纵向上的热膨胀是有效热膨胀系数 (CTE), 从 0 到大约 $-/+10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{K}^{-1}$ 。



1. 一种管路,包括适于传输低温流体的复合管子,其由复合材料形成,所述复合材料设置成使得其在纵向上的热膨胀是从 0 到 $-/+10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$ 的有效纵向热膨胀系数。

2. 根据权利要求 1 所述的管路,其中优选的纵向热膨胀系数范围是从 0 到 $-/+4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的管路,其中优选的纵向热膨胀系数范围是从 0 到 $-/+2 \times 10^{-6}$ 或从 0 到 $-/+2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$ 。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的管路,其中所述复合材料展现出负的纵向 CTE 和正的横向 CTE。

5. 根据权利要求 4 所述的管路,进一步包括外部管子和 / 或内部管子,它们可以由复合材料制成,也可以不由复合材料制成。

6. 根据权利要求 5 所述的管路,其中外部管子和内部管子的至少其中之一由隔热材料制成。

7. 根据权利要求 1 所述的管路,进一步包括内部管状结构,所述内部管状结构包括柔性软管,其中所述柔性软管包括布置在内部和外部夹紧构件之间的管状主体,所述管状主体包括密封层并且由能承受低温的材料形成,其中,内部管状结构具有足够保护外部刚性管道不受在内部管状结构中流动的低温流体的低温影响的隔热性能。

8. 根据权利要求 1 所述的管路,其能够承受高于 10barg 的内部压力。

9. 根据权利要求 1 所述的管路,其适于连接到油或气体的源。

10. 根据权利要求 1 所述的管路,其是海底管路。

11. 一种在第一离岸水面结构和第二离岸水面结构之间运输低温流体的系统,包含:第一立管,所述第一立管可工作地连接到第一离岸水面结构以及连接到沿着海床布置的、根据前述任一权利要求所述的管路的第一端;第二立管,可工作地连接到第二离岸水面结构以及连接到所述管路的第二端,从而流体能从第一离岸水面结构流动到第二离岸水面结构或反之亦然。

12. 一种在水下输送低温流体的方法,其包括将低温流体流过根据权利要求 1 至 10 中任一权利要求所述的管路。

13. 根据权利要求 12 的方法,其中,所述管路布置在水下的位置。

14. 根据权利要求 12 或 13 的方法,其中,所述管路的至少一部分布置在海床上。

改进型软管

技术领域

[0001] 本发明涉及一种管子,特别是涉及一种适用于低温用途的管子。本发明尤其涉及适用于海床上或海床附近的海洋管路。

背景技术

[0002] 有许多系统从离岸结构,如轮船或其它平台,向海底管路运输流体。所述系统的示例包括:

[0003] (1) 传统的多浮筒系泊 (multi-buoy mooring, CMBM) 系统。在该系统中,一立管 (riser) 直接从离岸接头向下伸入管路,在软管的长度上间或布置支撑浮筒。

[0004] (2) 单塔式单系泊 (single tower mono-mooring, STM) 系统。

[0005] 在该系统中,一系泊塔被固定到海床上并延伸到海平面。系泊塔支撑了从海平面延伸到离岸结构的管路。软管或其它管子可从离岸结构延伸并在系泊塔顶被连接到软管的端部。

[0006] (3) 单锚腿系泊 (single anchor-leg mooring, SALM) 系统。在该系统中,一浮筒定位于离岸结构附近,浮筒附加于并支撑着位于海床上或海床附近的连接器单元。立管从离岸结构延伸到连接单元,然后从连接单元到管路。管子另外的部分从连接器单元伸入管路。

[0007] (4) 悬链锚腿系泊 (catenary anchor-leg mooring, CALM) 系统。在该系统中,一浮筒定位于离岸结构附近。立管从浮筒伸向通常位于海床上或海床附近的水下连接器单元。管子另外的部分从连接器单元伸入管路。软管或另外的管子可从离岸结构延伸并在浮筒上连接到软管的末端。CALM 系统有各种不同的设置,包括“陡 S (Steep S)”系统,“缓 S (Lazy S)”系统和“灯笼 (ChineseLantern)”系统。

[0008] 上述的所有系统是在本领域中已知的,并且还可能存在其它没有在上面介绍过的其它有可能的系统,如使用中间离岸结构。所有这些系统中必要的特征是将流体从离岸结构(如轮船)运送到水下结构(如管路)的立管。立管以及立管支撑结构的详细设置,可随着特定离岸位置处占优的情况改变。根据系统的特定细节,立管包括水中的,漂浮的和空中的部分。

[0009] 管路通常通过两种方法中的一种来构造。用于岸上和离岸管路的第一种和通常最常用的方法是通过将长度短的金属管焊接起来。金属管可被涂覆以防被腐蚀,并且经常在海洋应用中具有混凝土涂层用于重量和机械保护。在一些应用中,厚涂层例如合成聚氨酯 (syntacticpolyurethane) 被施加用于隔热。涂层通常在接合点形成之后施加。在离岸结构中,接合点可从铺管船 (lay barge) 在大致水平位置形成(被称为“S lay”方法)或在接近竖直位置形成(被称为“J lay”方法)。在深水管路结构中,“J lay”方法通常是优选方法。

[0010] 短管段在离岸铺管船上的接合的可选方案是卷绕方法 (reelingmethod),其中连续管路利用一定程度的塑性变形存储在大卷轴上。当管路从卷轴上铺开时,其通过校直机

以便将存储状态的塑性变形消除。

[0011] 在一些应用中,对于热性能和水深能力(最大深度)的隔热要求使得开发出了管套管系统。将较短的管置于另一管内部并将它们接合形成连续的管路。在这些同心管子之间的环隙可以被填充上隔热材料或保持真空。

[0012] 用于低温用途的相对短的岸上管路是常用的,并且典型地由奥氏体不锈钢构造,它们适于在与液氮相关的温度大约 -196°C 和与液态天然气相关的温度大约 -163°C 处工作。岸上低温管路应用的公知问题是当管路从环境温度冷却到传输的液态天然气的温度时发生热收缩。对于奥氏体不锈钢来说,这等于大约 2.8mm/m 的收缩。为了控制所产生的热应力,在管路中有规律地放置膨胀环(expansion loop)。由 OsakaGas 和其它人更近时期的研究是利用由 36% 的铝镍和 64% 的铁制成的管路。这种合金的商标名公知为 INVAR(注册商标)。这种在 1896 年由 Charles-Edouard Guillaume 发明的合金在温度变化时具有最小的尺寸变化。当从环境温度冷却到液态天然气温度时收缩量为 0.3mm/m ,数量级小于奥氏体不锈钢。这非常有利,因为它明显减少了对膨胀环的大量应用。

[0013] 作为金属,奥氏体不锈钢和 INVAR(注册商标)没有有效的隔热性能,因此或者应用传统隔热,或者允许管路利用积累的冰层自隔热。

[0014] 因此,海底低温管的共同的问题是:

[0015] 1) 与低温流体接触的材料在 LN2 温度处必须不能是脆的。

[0016] 2) 在低温流体和外部海水温度之间必须有非常有效的隔热以便将由大约 200 摄氏度温差(液态天然气的 -163 相对于大约 10 摄氏度的海水温度 = 173 摄氏度的温差)引起的热补给量(heat influx)所导致的沸腾(boil off)最小化。

[0017] 3) 管路的轴向/纵向(即沿着管路)的收缩必须受到控制,因为管路在两端被有效地约束,当冷却时显现出巨大的力,因为管路要冷缩但其又不能收缩。

[0018] 如上所述,解决 1) 的传统方案是内部管子使用奥氏体不锈钢(例如 316L),9% 的镍和 36% 的镍(Invar)。所有这些是符合低温条件的,但是从奥氏体到 invar 热收缩系数减小。316 收缩非常严重,因此需要狗腿(dogleg)膨胀环来处理第三个问题。Invar 消除了这个问题,因为其名义上的零收缩系数以及 9% 的镍,见背景文献。

[0019] 第二个问题通过将内部管子放置在外管子内并使环隙具有隔热性能来解决。这是所谓的管套管方案,这是很多专利的焦点区域。一种选择是在环隙中形成真空,这是一种非常有效的解决手段。可选手段是使用非常高效的隔热体,已经有几种(见专利文献),最近的焦点在一种相对新的隔热材料上,其称为气凝胶(aerogel)或纳米凝胶(nanogel)。这些隔热材料也已经与部分真空相结合以提供所述隔热材料。

[0020] 实质上,已知技术是带有环隙隔热的管套管方案。

[0021] 至今还没有海洋管路被建造用于低温应用。用于传输低温流体的海洋管路必须解决热膨胀和隔热这两个问题。这已经导致了基于传统管套管设计的同心管设计的发展。这些设计使用 INVAR(注册商标)解决热膨胀问题,而在所形成的环隙中使用高性能隔热材料(例如气凝胶)来解决隔热问题。这些设计在材料和结构方面是非常昂贵的。

[0022] 本发明尤其涉及通常位于海床上或海床附近的管路。这种管路典型地包括外部管子、内部管子和布置在外管子 and 内部管子之间的隔热层。如上所述,在现有技术中,外部管子可以是不锈钢的,内部管子可以是铁镍合金,例如以 INVAR 商标销售的材料。为此目的

选择材料 INVAR(注册商标)是因为其具有低的热膨胀系数,使得尽管内部管子和外部管子之间存在温度差,但是内部管子和外部管子以相似的量膨胀和收缩,这主要是由于存在隔热层所致。尽管具有 INVAR(注册商标)内部管子的管路对于传输低温流体非常有效,但它们由于含有镍成分因此非常昂贵。

[0023] W02006/044053 公开了一种将低温流体从船舶运送到水下位置的系统。但是该专利没有包含关于如何设计这种输送低温流体的管路的任何信息。

发明内容

[0024] 本发明的一个目的是提供一种管路,其具有耐用性/鲁棒性(robustness)以及具有适于通过管路有效传输流体的耐温特性。

[0025] 本发明的目标是基于复合技术的单管方案。其可能希望将管子放置在另一管道内用于机械保护或提供环隙来测试泄露,但这不是如上所述的管套管方案。

[0026] 因此,根据本发明的一个方面,提供一种管路,尤其是海底管路,其包括由复合材料形成的管子。复合材料是有利的,其使得管子在轴向/纵向上以及径向/环向上具有足够的机械强度以承受由内部压力(通常 20-30barg)产生的载荷以及控制在纵向和环向上的相等的热收缩系数。铺设使得纵向收缩接近零,即略微负的或正的都是希望的使得温度产生的任何轴向力只是略微拉长或压缩。较少关注径向上的收缩,因为其将被内部压力部分抵消。这种复合管的壁厚将被构造为提供对于热和压力载荷的期望机械响应,以及还提供最终的显著的隔热性能。这减少了对任何附加隔热的需求,这些需求对于传统聚合物隔热体(例如聚氨酯或聚乙烯)是需要的,它们可能具有隔热填料,例如结合在其中的玻璃珠(glass beads)。结果是基于复合材料的“传统的”隔热管子通过控制轴向上的热收缩性以及使用复合材料相对于金属的超隔热性能来解决低温工作的固有问题。

[0027] 本质上,本发明的这个方面涉及由复合材料制成的管子,优选海底管子,最优选地,复合材料布置成使得纵向上的热膨胀是从 0 到大约 $-/+10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$ 的有效纵向热膨胀系数(CTE)。优选的纵向热膨胀系数的范围是从低于 0(例如低于或等于大约 $-0.01 \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$ 或大约 $-0.1 \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$) 到 $-/+4 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$,最优选从 0 到 $-/+2 \times 10^{-6}$ 或从 0 到 $-/+2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ \text{ K}^{-1}$ 。管子可具有外部管子或内部管子,外部管子或内部管子可以由复合材料制成,也可以不由复合材料制成。

[0028] 本发明的另一方面涉及复合材料在低温工作中的使用,其中我们可消除在一个方向上的热收缩。这是管路,尤其是海底管路,的一个发展。

[0029] “复合材料”是由两种或更多种材料结合制成以提供独特的和特定的一组性能的材料。复合材料的最通常形式是树脂内的纤维基(matrix of fibres)。纤维可以在纵向上连续为一个定向,或者纤维可以短长度的混合定向。这些纤维通常是高强度纤维,例如无碱玻璃纤维(E-glass)、高强度玻璃纤维(S-glass)、芳纶纤维(例如商标 Kevlar)或碳纤维。树脂封装纤维,并且其可以热塑性树脂,例如聚乙烯、聚酰亚胺(polyimide)、聚酰胺、含氟聚合物、聚氯乙烯(poly(vinylchloride),PVC)、聚氨酯(PU)、聚醚醚酮(PEEK)或热固性树脂,例如环氧树脂或聚酯树脂或乙烯基酯树脂。复合材料可以是分层结构,其具有多层在树脂基中定向在不同方向的纵向纤维以实现期望的机械性能。使用复合材料内的高强度纤维通常会使结构具有相当大的强度重量比,为此,发现复合材料在航空和汽车工业领域具有

广泛的应用,包括压力容器应用。

[0030] 复合材料,例如环氧树脂的很多组成部分不适合以大块同质 (bulk homogeneous) 形式在低温工作,主要是因为它们在低温时的脆性。但是,当组合材料很小心地结合在纤维中并与基质中的其它组合材料分层,那么结构的相互作用使得可以克服对大块同质组成材料的限制。

[0031] 我们发现选择纤维是非常重要的,我们优选使用高强度碳、芳纶、玻璃或超高分子量聚乙烯纤维或它们的组合。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。我们已经发现热固性树脂和热塑性树脂都可以被使用。环氧树脂和聚醚醚酮(PEEK)的密度都是大约1.3g/cc。我们已经发现通过使用包含一些这种高强度纤维的复合材料,尤其是在第一构件中,在保持高耐压性能的同时明显减少了端部配件的重量。

[0032] 使用复合材料的另一优点是其与钢相比具有较低的热导率。典型地,热导率是大约0.1到1W/m.°K,其比奥氏体不锈钢低至少一个数量级。这在低温应用中是尤其有利的,因为它减少了端部配件所需要的热绝缘的量,从而减小了产生低温流体沸腾的热补给。在低温流体传输中沸腾是低效率的,因此非常期望减小沸腾率。这在轮船到轮船的传输中尤其重要,在这种传输中漂浮低温柔性软管的端部配件与水接触。

[0033] 因为复合材料的固有低热导率,有可能利用固有热梯度在内部复合层的外部构造隔热材料或复合材料的连续层。隔热层可以是例如热塑性树脂中的中空隔热纤维,或充气聚氨酯。聚氨酯的使用提供了可能的鲁棒(耐用)的外部机械保护层。因此,端部配件的端部第一和/或第二构件可以由多层材料构成,其中一些层或所有层是复合材料,优选具有2W/m.°K或更小的热导率,更优选地热导率为1W/m.°K或更小。第一和/或第二层中的一些层可以是非复合材料层,例如是优选具有低于2W/m.°K,更优选地低于1W/m.°K的热导率的非复合聚合物材料。非复合材料可以是热塑性树脂或聚氨酯。因此,根据本发明有可能由设计成为端部配件提供期望整体性能(bulk properties)的材料层构建端部配件的零件。

[0034] 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,特别是聚对苯二甲酰对苯二胺(poly-(p-phenyleneterephthalamide)),已知为Kevlar(商标)或Twaron(商标),原因是它们展现出负的纵向CTE和正的横向CTE。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。我们能够构造出复合尾部,以便控制住密封环下径向尺寸改变的量级,进而实现在温度减小时增加密封接触压力。优选的纵向CTE范围从零以下(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 $-2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{K}^{-1}$ 。

[0035] 根据本发明的管路在一些情况下可以进一步包括内部管状结构,内部管状结构包括柔性软管,其中柔性软管包含置于内部和外部夹紧构件之间的管状主体,所述管状主体包括密封层并且由能承受低温的材料形成,其中,内部管状结构具有足够保护外部刚性管

道不受在内部管状结构中流动的低温流体的低温影响的隔热性能。

[0036] 在一个特别有利的实施例中,刚性管道和柔性软管的端部被密封以防止流体进入刚性管道和软管之间。

[0037] 在进一步特别有利的实施例中,管子的至少一端适于被连接至水下立管。

[0038] 根据本发明的管子适于在水下的位置处使用。但是,应该理解,在使用中不是所有的管子都必须布置在水下。

[0039] 管状主体优选地至少包含至少两个加固层,在它们之间夹着密封层。

[0040] 优选地,在外部夹紧构件和轴向加强装置之间布置另外的加固层。

[0041] 优选地,对于 8”(200mm) 直径的软管,加固层的极限强度在 100 到 700kN 之间。优选地,加固层失效处的弯曲应变在 2% 到 15% 的范围内。

[0042] 优选地,软管进一步包括轴向加强装置。优选地,轴向加强装置包含大致管状的护套,所述护套是由管状形状的薄片材料形成,从而护套可在遭到轴向张力时保持它管状形状的完整性。软管可配有两个或多个管状护套,以便进一步改进软管在轴向张力下的表现。特别优选地,轴向加强装置是大体管状织带形式的。在本说明书中,术语“织带”是指由两个或多个编结形成细长结构的纤维或纱线形成的材料。织带的特征是它可以在受到轴向张力时伸长。织带另外的特征是当形成管状形式时,在织带受到轴向张力时它的直径会减小。因此,通过在管状主体周围或管状主体结构内部提供管状织带,织带可在受到轴向张力时对至少部分的管状主体施加径向向内的作用力。优选地,整个管状护套是织带形式的。然而,可能仅有管状护套长度的一个或多个部分是织带形式的。还优选地,织带始终围绕管状护套的周边延伸。然而,可能仅有管状护套周边的一部分是织带形式的。织带可以是二轴形式的(也就是,该形式中织带是仅由两根编结的纤维或纱线形成)或三轴形式的(也就是,该形式中还存在纵向延伸的纤维或纱线,以增加轴向强度)。

[0043] 尽管优选提供织带形式的轴向加强装置,它还可以成为满足上面所指定的功能要求的其它形式。因此,轴向加强装置可以是围绕管状主体螺旋地包缠的绳索或带的合适结构。

[0044] 因此,可选地,或另外地,轴向加强装置包含多个轴向加强条带,所述条带沿着软管的长度上延伸。优选地,轴向加强条带围绕软管的周边平均间隔分布。可能存在两根,三根,四根,五根,六根,七根,八根或更多的条带。更优选的是存在三根,四根,五根或六根条带,且其中四根或六根条带是最优选的。优选地,每根轴向加强条带是由具有经线和纬线的织物制成。更优选地,每根轴向加强条带的经线方向相对于软管纵轴的角度为 0° 到 10° 。还更优选地,每根轴向加强条带的经线方向相对于软管纵轴的角度为 0° 到 5° 。最优选地,每根轴向加强条带的经线方向相对于软管纵轴的角度为 0° 到 2° 。

[0045] 轴向加强装置可被置于外部夹紧构件或管状主体之间。可选地,轴向加强装置可结合在管状主体内部,也就是,在加固层和密封层之间。

[0046] 软管构造的材料应当选择成能够在它所要工作的环境下进行工作。因此,就需要软管能够在其中运输加压流体而不让流体穿过其壁发生泄漏。还需要软管能承受反复的挠曲和承受由软管和流体重量的组合所引起轴向应力。而且,如果软管打算用于传输低温流体,那么材料应该能够在极冷的温度下工作而性能不会有明显的降低。所述或每一加固层的主要目的是承受软管在其中运输流体过程中所受到的环向应力(hoop stress)。因此,具

有所要求的柔度并可承受必要应力的任何加固层都是适合的。并且,如果软管要用于运输低温流体,那么所述或每一加固层必须能够承受低温。

[0047] 优选地,所述或每一加固层是由薄片材料形成,所述材料通过将薄片材料以螺旋形式缠绕而被缠绕成管状形式。这意味着所述或每一加固层没有很多对轴向张力的抗力,施加轴向作用力会将绕组拉分。所述或每一加固层可包含薄片材料的单连续层,或可包含两个或多个薄片材料的单连续层。然而,更通常地(取决于软管的长度),所述或每一薄片材料层可以由沿软管的长度设置的多个独立长度的薄片材料形成。

[0048] 在优选实施例中,所述或每一加固层包含织物,最优选为机织物。所述或每一加固层可以是天然或合成材料。传统地,所述或每一加固层是由合成聚合物,如聚酯,聚酰胺或聚烯烃形成。合成聚合物可以是纤维,或纱线形式的,织物是由它们生成的。

[0049] 当所述或每一加固层包含聚酯时,它优选为聚对苯二甲酸乙二醇酯(polyethylene terephthalate)。当所述或每一加固层包含聚酰胺时,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,所述或每一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)。

[0050] 当所述或每一加固层包含聚烯烃时,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。在优选实施例中,轴向加强装置也是 UHMWPE。

[0051] 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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 特别有利地是,所述或每一加固层包括高定向 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。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。

[0055] 在优选实施方式中,所述或每一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,所述或每一加固层设置为使织物经线方向相对于软管轴向的角度小于 20°;此角度最好大于 5°。在优选实施方式中,所述或每一加固层设置为使织物经线方向相对于软管轴向的角度为 10° 到 20°,最优选地为大约 15°。

[0056] 密封层的目的是防止运输的流体穿过管状主体泄漏。因此任何具有要求的柔

度和能够提供所需的密封功能的密封层都是适合的。并且,如果软管要用于运输低温流体的话,那么密封层必须能承受低温。

[0057] 密封层可由与所述或每一加固层相同的基础材料制成,特别是 UHMWPE。可选地,密封层可以是含氟聚合物,比如:聚四氟乙烯 (PFTE);氟化乙烯丙烯共聚物 (fluorinated ethylene propylenecopolymer),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-perfluoralkoxy)-从杜邦氟制品的商品特富龙 PFA 得到。这些薄膜可以通过挤压或者吹制制成。

[0058] 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将缠绕部分拉开时,所述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),所述或每一薄片材料层可以由沿软管的长度设置的多个独立长度的薄片材料形成。如果需要的话,可以在内部加固层设置包括一个或多个热收缩密封套筒(即管状)的密封层。

[0059] 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整体尺寸,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。

[0060] 当然,设置多于一个密封层是希望的。

[0061] 隔热层可贴附于复合管的内侧,也就是置于复合管的内侧。可选地,隔热层可被置于软管和复合管之间,作为与软管和刚性管道分开的层。

[0062] 然而,优选地,隔热层是被结合在软管中的。隔热层可被贴附于软管的外面,也就是置于外部夹紧构件的外面,或者它可在外部夹紧构件内被置于外部夹紧构件和管状主体的密封层之间。隔热层可包含任何传统的用于在低温仪器中隔热的材料,比如合成泡沫材料。

[0063] 在一个优选实施例中,隔热层包含细长构件,所述细长构件由隔热材料制成且具有相反纵边缘,细长构件螺旋地缠绕在管状主体周围,使得所述层的相反纵边缘处于相邻或搭接的形式,其中每个纵边缘包括能够与相反的纵边缘上的配合结构相咬合的结构。优选地,细长构件被置于外部夹紧构件的外面,并且从而形成外部层的覆盖层。适合的细长构件在 2004/044472 中有更详细的介绍。

[0064] 在另一优选实施例中,隔热层包括玄武岩纤维 (basalt fibres) 形成的织物。适合的玄武岩纤维织物可从 Sudaglass 纤维公司得到,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。

[0065] 应当理解到可以提供出多于一层的隔热层,并且软管可包括两种或多种不同类型的隔热层。

[0066] 优选地,在软管的每一端配有端部配件。优选地,端部配件是在 W001/96772 或 W02004/079248 中介绍的类型。

[0067] 软管的内部和外部夹紧构件优选为螺旋夹紧构件,更优选为螺旋线。因此,优选

地,每个夹紧构件形成夹紧和保持管状主体的线圈,以及任何其它的居间层。优选地,内部和外部线圈以具有相同节距的螺旋形态施加,并且外部线圈的线圈位置被安置成与内部线圈线圈位置偏离半个节距的长度。

[0068] 在另一实施例中,内部管状结构配有隔热材料形成的隔热层。隔热层可以是管状主体的特有层,或者可以是形成在外部夹紧构件周围的层。

[0069] 在另一实施例中,隔热材料形成的隔热层位于内部管状结构和外部管之间。

[0070] 在另一实施例中,隔热体可通过置于内部管状结构和外部管之间的空隙中的颗粒状隔热材料(如小球)实现。隔热颗粒可典型地包含玻璃微球,珍珠岩,聚苯乙烯颗粒。颗粒可以简单地通过将它们泵抽到内部管状结构和外部管道之间而置于空隙中。

[0071] 要求的隔热效果可通过上述特定技术的任意组合实现。

[0072] 可以选择软管和复合管的尺寸使得它们相接触,或者优选地使得在软管和复合管之间存在间隙。优选地,在内部管状结构和复合管之间存在一个或多个间隔器,以便维持管道与内部管状结构之间的间隔位置关系。所述或每一间隔器优选包含围绕软管的外侧延伸的环。沿软管的长度上可存在多个所述环。所述或每一间隔器环可以是例如聚氨酯(polyurethane)、聚四氟乙烯(PTFE)、或木材例如巴尔沙木(balsa)或科克木(cork)。所述或每一间隔器环可以是橡胶的,如果存在保护橡胶间隔器不受内部管状结构中流动的低温流体的温度影响的充分底层隔热体的话。

[0073] 在另一实施例中,间隔器可以是螺旋地包缠在内部管状结构和外部管之间的绳或条的形式。所述包缠物可以是长节距的和/或短节距的。绳或条可以是,例如,聚酯绳,横截面为长方形的聚氨酯条带或横截面为圆形的橡胶。

[0074] 依照本发明的管子在非常多样的应用中都是有用的,但是它在对低温流体的运输中特别有用,特别是温度低于 -100°C 的流体,更优选是温度为或低于约 -104°C 的流体(乙烯的沸点),以及最优选是温度为或低于约 -150°C 的流体。管子可以有效地运输温度约 -162°C 的LNG,并且可以有效地运输温度分别约为 -183°C 或 -196°C 的液氧或液氮。实际上,管子可以使用的最低实际温度是从约 -200°C 到 -220°C 。

[0075] 刚性管道的内径优选为至少150mm。更优选地,软管的内径优选为至少150mm。软管的内径可大到400mm乃至大到600mm或800mm。

[0076] 典型地,管子所给出的长度从5m到20m,但是有可能给出更长或更短的管子长度。管段可以接合在一起从而提供期望长度的管路,其可以是几十米或几百米或长达几千米。

[0077] 根据本发明的管子可以通过将软管或将包括端对端连接起来的多节软管的一系列软管放置在刚性管道内来制造,例如通过将其拉动穿过管道。

[0078] 大体上,管子的工作压力范围在大约500kPa表压(gauge)到大约2000kPa表压,或者可能达到大约2500kPa表压。这些压力涉及软管的工作压力,而不是爆裂压力(其必须大几倍)。体积流速取决于流体介质,压力和内径。典型地流速为从 $1000\text{m}^3/\text{h}$ 到 $12000\text{m}^3/\text{h}$ 。

[0079] 根据本发明的另一方面,提供一种包括多个如上所述的管子的管路,所述管子端对端连接。管路可以是几米长,但优选是至少100米长,更优选是至少200米长,最优选是至少500米长。管路优选不超过5000米长,更优选不超过2000米长,并且可以小于1000米长。典型地,长度是从100米到2000米。

[0080] 依照本发明的管子在涉及将流体,尤其是低温流体沿着海床运输的应用中特别有用。可能需要用管子将流体在两个离岸水面结构之间运输或者在离岸水下结构和基于陆地结构之间运输。

[0081] 离岸水面结构可以是永久性的结构或临时结构,并且它被设置在水面上;应当理解到在一般的环境中一些结构会延伸到水面上而一些结构会被水浸没。永久性结构是一种安装后就永远保持固定在海床的位置上的结构。永久性结构的例子包括钢套(steel jacket)支撑结构和重力底座(gravity base)支撑结构。临时结构是一种可以从一个位置移动到另一个位置的结构。临时结构的例子是漂浮艇,通常具有钢或混凝土外壳,比如轮船或驳船或潜式或张力腿平台(tension legplatform)另一个临时结构的例子是浮式采油存储和卸货单元。离岸水面结构可具有从海床下采油或采气的装置。另外,或不然的话,离岸水面结构可具有储油或储气的装置,并且所述气体可以是液态形式的。

[0082] 因此,依照本发明的另一方面,提供了一种在第一离岸水面结构和第二离岸水面结构之间运输流体的系统,包含:第一立管,所述第一立管可工作地连接到第一离岸水面结构以及连接到沿着海床布置的管路的第一端;第二立管,可工作地连接到第二离岸水面结构以及连接到所述管路的第二端,从而流体能从第一离岸水面结构流动到第二离岸水面结构或反之亦然,其中,管路的至少一部分是由依照本发明如上所述的管子形成的。

[0083] 依照本发明的另一方面,提供了一种在第一离岸水面结构和基于陆地结构之间运输流体的系统,包含:第一立管,所述第一立管可工作地连接到第一离岸水面结构以及连接到沿着海床布置的管路的第一端;管子,所述管子可工作地连接到所述基于陆地结构和连接到所述管路的第二端,从而流体能从第一离岸水面结构流动到所述基于陆地结构或反之亦然,其中管路的至少一部分是由依照本发明如上所述的管子形成的。所述基于陆地结构可以是例如基于陆地存储设备。

[0084] 在一个实施例中,所述系统包括位于水面上的浮筒,第一和/或第二立管从所述浮筒延伸到离岸水下结构,并且软管由浮筒支撑。前面介绍过的 CALM 系统就是所述系统的一个例子。

[0085] 然而,依照本发明的系统可以是 CMBM 系统,其中依照本发明的软管直接从离岸水面结构延伸离岸水下结构。

[0086] 或者,依照本发明的系统可以是 SALM 系统,其中水面浮筒被附加在位于海床上的水下连接器上,并且软管直接从离岸水面结构延伸离岸水下结构。

[0087] 在上述的系统中,优选地进一步具有由浮筒支撑的流体连接器。流体连接器适于与从离岸水下结构延伸的立管上端部流体连通,并且与离岸水下结构延伸的管子流体连通。通过这种方式,流体可以通过连接器从管子流动到立管中。连接器优选为可旋转的,从而离岸水面结构可以绕浮筒旋转。这种形式的连接器通常被称作“回转连接器”(“swivel connector”)。适于运输低温流体的回转连接器的例子在 EP0833769 中公开。

[0088] 依照本发明的系统还可用于在 W02006/044053 中介绍过的那种类型的系统,其中提供了潜式浮筒。因此,依照本发明的另一方面,提供了一种在离岸水面结构和管路之间运输流体的系统,包含:a) 具有第一端部和第二端部的第一低温立管,其中第一立管的竖直位置是可调节的,所述第一立管的所述第二端部位于水体中并与所述管路流体连通;以及 b) 第一潜式转台连接器,其联结到所述第一立管的所述第一端部,所述第一连接器适于可

释放地联结到离岸水面结构上从而低温流体可在所述离岸水面结构和所述第一立管的所述第一端部之间相通,所述第一连接器泊于所述水体的底部以使得所述第一连接器的竖直位置可改变,其中第一连接器适于让所述离岸水面结构绕所述水体表面上的所述第一连接器旋转,此时所述第一艇被连接到所述第一连接器上,其中管路的至少一部分是依照本发明的管子形成的,如上所述。

[0089] 应当理解到水面及水下离岸结构都是离岸设置的,也就是,位于海,洋,湖泊,海港或其它水体中。然而,对结构与海岸的距离没有特别的限制,那就是说,例如,几米,几百米,几千米或几百千米。

[0090] 依照本发明的另一方面,提供了一种在水下运输流体(优选是低温流体)的方法,所述方法包含将流体流过依照本发明如上所述的管子。优选地,管子被置于水下的位置。优选地,管子位于海床上。

附图说明

[0091] 现在要参见的是附图,其中:

[0092] 图 1 是依照本发明管子的一部分的横截面视图;

[0093] 图 2 是图 1 中所示管子的软管的横截面视图;

[0094] 图 3 是画出了依照本发明的将低温流体从轮船上输送到管子的系统的示意图。

具体实施方式

[0095] 首先参见图 1 和 2,依照本发明的管路一般用 100 表示。管路包含软管 10 和复合管 30。请注意,软管 10 是可选的,在根据本发明的管路中不是必须的。

[0096] 软管 10 包含管状主体 12,所述管状主体包含内部加固层 14、外部加固层 16、以及夹在层 14 和 16 之间的密封层 18。环绕着外部加固层 16 外表面布置用于提供轴向加强的织带形式的大致管状护套 20。

[0097] 管状主体 12 和管状护套 20 位于形式为内部螺旋线圈线 22 和外部螺旋线圈线 24 之间。内部和外部线 22 和 24 被布置为它们彼此偏移对应于线圈半个螺旋节距长度的距离。

[0098] 隔热层 26 围绕外部线 24 布置。隔热层 26 可以是,例如,传统的隔热材料的,如泡沫塑料的。

[0099] 加固层 14 和 16 包含合成材料如 UHMWPE 或芳香族酰胺纤维制成的机织物。

[0100] 密封层 18 包括多个环绕内部加强层 14 的外表面包缠的塑料薄膜层,以在内部和外部加强层 14 和 16 之间提供流体密封。

[0101] 端部配件 28 被配备在内部管 10 的每一端部上,并起到端接(terminate)管子 10 的作用。端部配件 28 可以是,例如,在 W001/96772 或 W0 2004/079248 中介绍过的那种类型的端部配件。

[0102] 软管 10 可通过下述步骤形成:将内部线 22 围绕芯轴包缠;将内部加强层 14 围绕内部线 22 包缠;将密封层 18 围绕内部加强层 14 包缠;将外部加强层 16 围绕密封层 18 包缠;将管状护套 20 拉至外部加强层 16 上,将外部线 24 围绕护套 20 包缠,并将隔热层 26 加在外部线 24 和护套 20 上。

[0103] 复合管 30 包含金属管 32,金属管 32 携有外部防水涂层 34。

[0104] 在金属管 30 和软管 10 之间形成有环形空间 36。环形空间可被留作空隙,或可以被部分地或全部地填充上隔热材料 38(见图 1)。当环形空间留作空隙时,可设置间隔器(未示出)以保持软管 10 相对于刚性管道 30 就位。间隔器可以是盘状的,它带有用于容纳软管 10 的内圆孔。

[0105] 要运输的流体可流过软管 10 内的基本为筒形的空间 40。

[0106] 图 3 画出了使用依照本发明的管路 100 的示例性系统的示意图。在图 3 中所示的系统是 CALM 系统,但管路 100 可以同样适用于其它系统,比如 SALM 系统, CMBM 系统和 STM 系统。

[0107] 在图 3 中,装有 LNG 存储单元(未画出)的轮船 300 漂浮在海面 302 上。海下管路 304 沿着海床 306 延伸。水面系泊浮筒 308 漂浮在水面上,与轮船 300 有一段距离。浮筒 308 包括位于其顶部的可转动部分 310,所述可转动部分可相对于浮筒 308 的下面部分回转。系泊绳索 312 从轮船 300 上延伸到转盘 310 上,并且锚链 314 从浮筒 308 的基部延伸到海床 306。

[0108] 软管 318 从轮船 300 上延伸到浮筒 308 上。软管 318 具有高浮力,因此它可以浮在水面上。

[0109] 软管 316 从浮筒 308 上延伸到管路 304 上。软管 318 连接至软管 316,由此,流体可以从轮船 302 上的存储单元流动到管路 304 中(或反之亦然)。管路 304 由图 1 所示的管子 10 的多节长度构造。

[0110] 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。

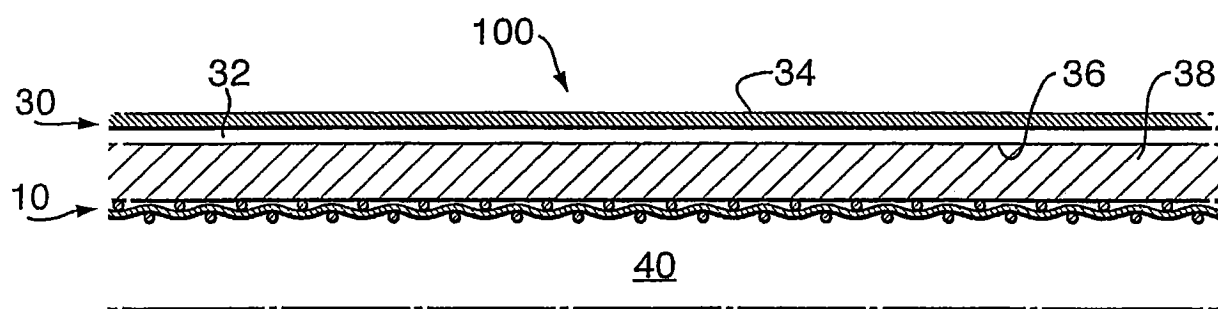


图 1

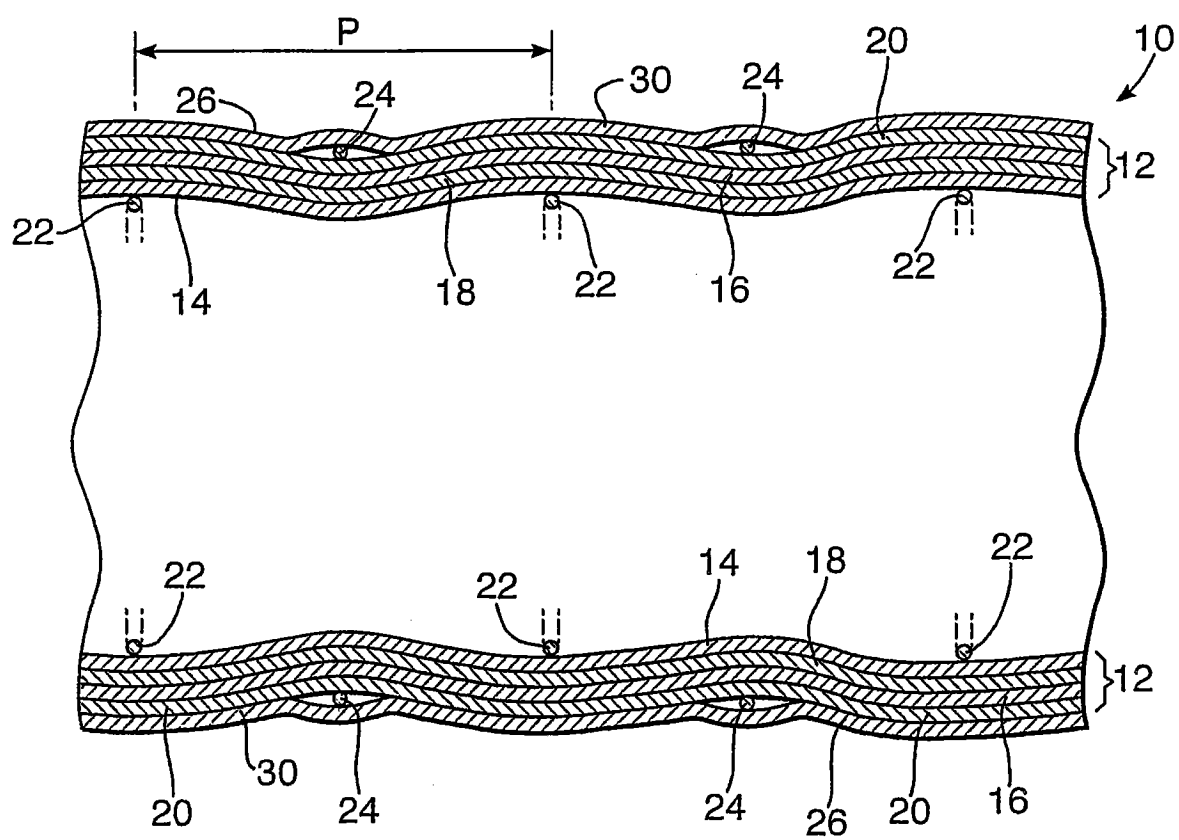


图 2

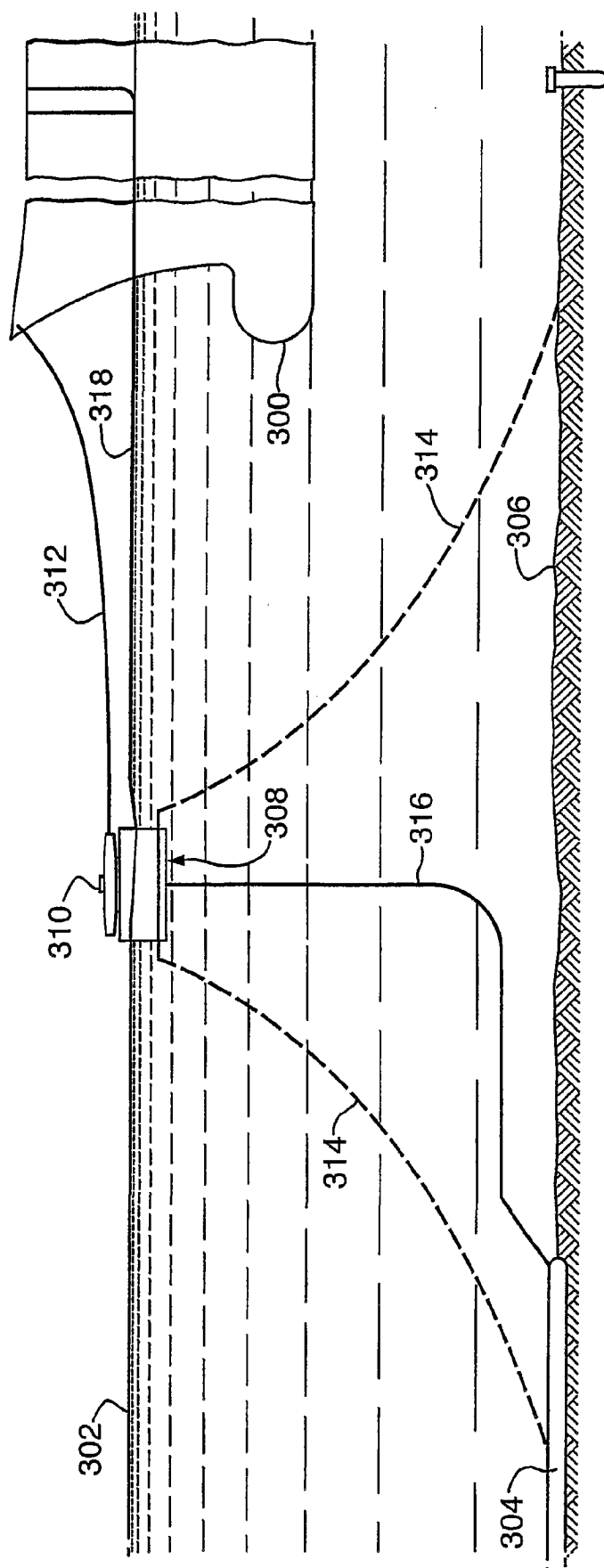


图 3