



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105659016 B

(45)授权公告日 2017.06.23

(21)申请号 201480056124.X

(22)申请日 2014.08.06

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105659016 A

(43)申请公布日 2016.06.08

(30)优先权数据

1358126 2013.08.22 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.04.12

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2014/052043 2014.08.06

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/025095 FR 2015.02.26

(73)专利权人 泰克尼普法国公司

地址 法国库伯瓦

(72)发明人 T.埃普兹坦 F.德曼泽

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 葛青

(51)Int.Cl.

F16L 11/08(2006.01)

(56)对比文件

FR 2590646 A1,1987.05.29,全文.

US 6354333 B1,2002.03.12,全文.

CN 101679724 A,2010.03.24,全文.

US 2014/0076451 A1,2014.03.20,全文.

US 2011/0036441 A1,2011.02.17,全文.

CN 202452000 U,2012.09.26,全文.

审查员 王麒

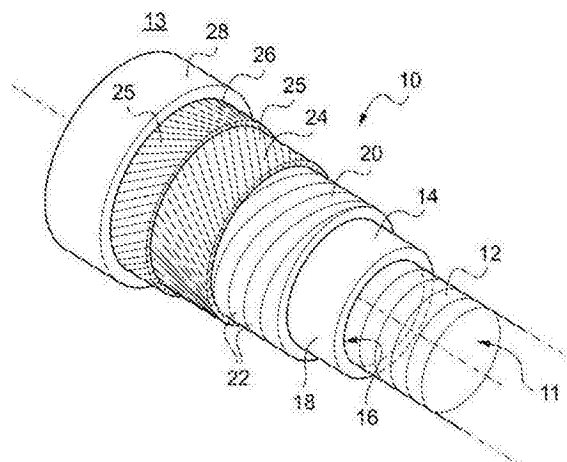
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

用于制造柔性管状管道的方法

(57)摘要

本发明涉及一种制造管状管道的方法,所述管道用于传输碳氢化合物,其中,所述方法包括:
a)形成聚合物材料压力护套(14),所述护套具有外表面(18)和限定内部流动空间(11)的内表面(16);
b)将金属线以短节距绕所述管状压力护套(14)缠绕,以便形成在之间限定相继的间隔(30)的线圈(22);
c)将多个铠装牵引线(25)以长节距螺旋地绕所述线圈(22)缠绕;和
d)将所述内部流动空间(11)变为比给定压力 P_d 大的压力 P ,同时将所述管状压力护套(14)变为比给定温度 T_d 大的温度 T ,以便能够在所述间隔(30)处获得径向变形部的小幅度。



1. 一种制造柔性管状管道的方法, 所述管道用于传输碳氢化合物, 所述方法包括以下步骤:

a) 形成热塑性聚合物材料的可变形管状压力护套 (14), 所述管状压力护套 (14) 具有外表面 (18) 和相对的内表面 (16), 所述内表面限定用于碳氢化合物的内部流动空间 (11);

b) 将金属线以短节距绕所述管状压力护套 (14) 螺旋地缠绕, 以便形成置于所述外表面 (18) 上的线圈 (22), 所述线圈在其之间限定相继的间隔 (30);

c) 将多个铠装牵引线 (25) 以长节距螺旋地绕所述线圈 (22) 缠绕; 和

d) 将所述内部流动空间 (11) 变为比给定压力 P_d 大的压力 P , 从而所述压力护套的所述外表面 (18) 在所述间隔 (30) 的位置处径向地变形;

其特征在于, 在步骤d) 中, 所述管状压力护套 (14) 同时变为比给定温度 T_d 大的温度 T , 以便能够释放在所述间隔 (30) 位置处变形的所述外表面 (18) 的所述聚合物材料的内应力。

2. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述热塑性聚合物材料具有玻璃转变温度 T_g 、和比所述玻璃转变温度 T_g 大的副转变温度 T_g' , 所述给定温度 T_d 在 T_g 和 T_g' 之间。

3. 如权利要求2所述的方法, 其特征在于, 所述给定温度 T_d 接近所述副转变温度 T_g' 。

4. 如权利要求1至3中的任一项所述的方法, 其特征在于, 所述给定温度 T_d 大于环境温度 T_0 。

5. 如权利要求1至3中的任一项所述的方法, 其特征在于, 在步骤d) 中, 所述给定压力 P_d 大于大气压力 P_0 。

6. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 在步骤d) 中, 所述内部流动空间 (11) 在第一时间段 t_1 期间变为第一压力 P_1 , 并且在第二时间段 t_2 期间变为第二压力 P_2 。

7. 如权利要求6所述的方法, 其特征在于, 在所述第一时间段 t_1 和所述第二时间段 t_2 之间, 所述内部流动空间 (11) 被变为小于所述给定压力 P_d 的压力 P 。

8. 如权利要求7所述的方法, 其特征在于, 在所述第一时间段 t_1 和所述第二时间段 t_2 之间, 所述内部流动空间 (11) 被变为接近大气压力 P_0 的压力 P 。

9. 如权利要求6至8中的任一项所述的方法, 其特征在于, 所述第二时间段 t_2 大于或等于所述第一时间段 t_1 。

10. 如权利要求9所述的方法, 其特征在于, 所述第一时间段 t_1 具有大于或等于12小时的时长。

11. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述热塑性聚合物材料从氟化聚合物族的材料中选择。

12. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述热塑性聚合物材料从酸性硫酸基聚合物族或芳醚酮聚合物族的材料中选择。

13. 如权利要求1所述的方法, 其特征在于, 在步骤c) 和步骤d) 之间, 管状保护板 (28) 围绕所述多个铠装牵引线 (25) 形成。

14. 一种柔性管状管道, 用于传输碳氢化合物, 所述管道通过如权利要求1至13中的任一项所述的制造方法制成。

用于制造柔性管状管道的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于制造柔性管状管道的方法,该管道用于传送碳氢化合物,还涉及一种由这样的方法制成的柔性管状管道。

背景技术

[0002] 这样的管道特别地用于在海底装备和表面装备之间的碳氢化合物的离岸传输。

[0003] 它们由多个叠置金属和塑料层构成,这在它们上赋予机械属性,并将它们对它们所传输的碳氢化合物和周围环境密封的属性。并且,柔性管状管道从内部朝向外部通常包括:由切割螺旋带制成的金属骨架、聚合物材料压力护套、金属线制成、具有短节距且形成压力顶的螺旋缠绕件、以长节距绕所述压力顶缠绕的至少一层牵引铠装线和外保护套。

[0004] 如果管道被减压,金属骨架使得可以防止覆盖的压力护套向内坍塌。在柔性管状管道制造期间,压力护套绕金属骨架同轴地直接挤出,该金属骨架通过挤出头平移驱动。压力护套通常由热塑性聚合物制成,且特别是基于聚偏氟乙烯的聚合物。在压力护套已经被冷却之后,至少一个金属线以短节距绕其螺旋地缠绕,形成非毗连线圈。以此方式形成的压力顶将使得可以针对径向应力保护压力护套,所述径向应力通过海床的外部静水压力(hydrostatic pressure)施加且通过金属骨架内循环的碳氢化合物流体施加。此外,通过其构造,其允许管道弯曲。

[0005] 线圈在它们之间限定间隔或空间,通常称为“绕包间隙(butt gaps)”。这些绕包间隙的宽度和深度是金属线形状、其厚度以及螺旋节距的函数。然后则绕压力顶以长节距螺旋地缠绕至少一层,其包括多个铠装牵引线,特别地使得可以吸收施加在管道上的牵引力。最后,铠装牵引线覆盖有外保护护套,其经由挤压头直接挤出。

[0006] 柔性管状管道则是通过将内部带到特定压力一特定时间段而被证明和测试。施加在管道上的压力则被按照内部压力的函数预先得限定,该内部压力是其开始服役时容易受到的压力。根据分别涉及由美国石油学会起草的未胶结柔性管道和Kill&Choke系统的文件API 17J和API 16C以及其参照的应用标准,在适当时,该压力是服役压力的1.3或1.5倍。后者高达大约一千巴,或甚至几千巴。

[0007] 当管道被加压时,例如通过将水注入到内部,压力护套将不仅压靠压力顶的内部面,且还在绕包间隙的位置处局部地变形。压力护套的外表面因此倾向于在绕包间隙内蠕变(creep),同时在压力护套厚度内,收缩发生在蠕变区域的每侧。此外,在相反侧,朝向与骨架接触的压力护套的内表面,观察到空穴现象的结果。

[0008] 管道的加压,特别是在测试阶段期间,因此通过使压力护套在外在压力顶的绕包间隙的位置处和在内在骨架的位置处局部地变形而弱化该压力护套。在绕包间隙的位置处,聚合物材料径向地变形,且出现可导致材料脱层的内部应力。并且,服役中管道的老化加速,特别是对于在巨大深度的应用,那里温度和压力都高。

[0009] 为了缓解压力护套蠕变到顶的绕包间隙中的问题,已经设想在压力护套和压力顶之间施加抗蠕变层。例如在缠绕压力顶的金属线之前,该抗蠕变层通过将聚合物的带绕着

压力护套螺旋缠绕而被制造。

[0010] 但是,利用该蠕变层需要补充的操作,即使其通过防止压力护套蠕变到绕包间隙而解决与空穴相关的问题,其表示附加的成本。此外,如果要求压力护套没有蠕变,这还涉及确保该层的整体性被保持至少二十年。

发明内容

[0011] 并且,产生的且本发明目的要解决的问题是能够制造一种柔性管状管道,不仅使得当管道加压时其压力护套保持其完整性,且使得其可以有利成本制造。

[0012] 为此,根据第一方面,本发明提出一种制造柔性管状管道的方法,所述管道用于传输碳氢化合物(hydrocarbons),所述方法包括以下步骤:a)形成热塑性聚合物材料的可变形管状压力护套,所述护套具有外表面和相对的内表面,所述内表面限定用于碳氢化合物的内部流动空间;b)将金属线以短节距绕所述压力护套螺旋地缠绕,以便形成置于所述外表面上的线圈(turns),所述线圈在其之间限定相继的(successive)间隔;c)将多个铠装(armoring)牵引线以长节距螺旋地绕所述线圈缠绕;和最终d)将所述内部流动空间变为比给定压力 P_d 大的压力 P ,从而所述压力护套的所述外表面在所述间隔的位置处径向地变形。根据本发明,在步骤d)中,所述压力护套同时变为比给定温度 T_d 大的温度 T ,以便能够释放所述变形的外表面的所述聚合物材料的内应力,以在所述间隔的位置处获得径向变形部的小幅度。

[0013] 本发明的一个特征因此在于,利用热能,用于将压力护套在受到内压力时带到给定温度 T_d 。因此,聚合物材料的内应力不仅被释放且被最小化。因而,可以看出,在蠕变期间发生的压力护套的外表面进入绕包间隙的偏移明显减小蠕变区域任一侧的收缩的幅度。并且,与压力护套的外表面的变形相关联的应力位置,产生聚力损失区域,在蠕变区域的位置处更低。则可以省去在压力护套和压力顶之间使用相对昂贵的屏蔽膜,其随时间容易劣化。另外,在压力护套内表面那侧更多的空穴现象的后果以及压力护套外表面中的偏移部中一开始存在的聚力损失区域不再发生。

[0014] 将可以看到,所述热塑性聚合物材料具有玻璃转变温度 T_g 和比所述第一玻璃转变温度 T_g 大的副转变温度 T_g' 。用于制造压力护套的热塑性聚合物是半晶质聚合物。并且,它们具有两个主要相,晶质相和无定形相。晶质相对应于组织成晶化薄片的聚合物区域,它们一起成组为球粒。

[0015] 玻璃转变温度,聚合物的特征,源于该无定形相在玻璃态和橡胶态之间转变,其中,在玻璃态中,聚合物相对较硬。但是在材料中存在两种类型的无定形相,第一类型中,与球粒相对地,无定形相是总体自由的,在第二类型中,无定形相以球粒捕获在晶质薄片之间。因此,自由的无定形相类型和被约束的无定形相类型之间形成差别。并且,该第二类型无定形相从玻璃态向橡胶态的转变所必须的热能的量本身大于允许第一类型无定形相的转变的热能的量。因此,对于该类型的材料可以看到两个不同的转变温度:由差示扫描量热计(DSC)或动态机械分析(DMA)确定的玻璃转变温度 T_g ,和由动态机械分析确定的副转变温度 T_g' 。相应地,根据本发明的特别有利的实施例,所述给定温度 T_d 在 T_g 和 T_g' 之间。 T_d 可等于或大于 T_g' ,但出于成本原因,优选的是设定温度 T_d 在 T_g 和 T_g' 之间。

[0016] 所述给定温度 T_d 优选地接近所述副转变温度 T_g' 。所述给定温度 T_d 有利地大于环境

温度 T_0 ,其平均值为 18°C 。显然,环境温度作为地理位置的函数变化。取决于围绕金属骨架挤出的热塑性聚合物材料的本质,该给定温度 T_d 例如在 40°C 至 80°C 之间,或甚至大于 80°C 。

[0017] 根据本发明的有利实施例,在步骤d)中,所述给定压力 P_d 大于大气压力 P_0 。实际上,给定压力 P_d 必须大于柔性管状管道的服役压力,以便预期可导致劣化的任何缺陷。因此考虑的是,如果管道的压力护套抵抗大于服役压力的内部压力,其可在足够长的时间段抵抗服役压力。

[0018] 在步骤d)中,所述内部流动空间优选地在第一时间段 t_1 期间变为第一压力 P_1 ,在第二时间段 t_2 期间变为第二压力 P_2 。因此,在挤出和冷却压力护套步骤之后由于温度和压力变化导致的材料中引入的残余应力将由于应力释放机构而减弱,在步骤d)期间由所述内部流动空间加压产生的压力护套中的应力位置被限制。并且,还减弱空穴现象。此外,压力护套的聚合物材料的机械特征由于压力的作用而影响减小。

[0019] 在所述第一和第二时间段 t_1 和 t_2 期间,所述内部流动空间有利地被变为小于所述给定压力 P_d 的压力 P 。例如,在所述第一和第二时间段 t_1 和 t_2 期间,所述内部流动空间被变为接近大气压力 P_0 的压力 P 。

[0020] 此外,所述第一时间段 t_1 优选地大于由美国石油学会的标准文件推荐的时间段。此外,所述第二时间段 t_2 大于或等于所述第一时间段 t_1 。例如,所述第二时间段 t_2 在所述第一时间段 t_1 和三倍的所述第一时间段 t_1 之间。根据特别有利的实施例,第一时间段 t_1 具有大于或等于12小时的时长,第二时间段 t_2 具有接近24小时的时长。

[0021] 根据本发明的特别有利的特征,所述热塑性聚合物材料从氟化聚合物族的材料选择。例如,聚合物材料是聚偏氟乙烯,或从偏二氟乙烯的共聚物选择的材料,也就是说,从主链由不同化学类型的两个或三个单体构成的聚合物选择,其中,主单体的一个是偏二氟乙烯,另一个单体从以下单体选择:六氟丙烯、全氟甲基乙烯基醚、全氟乙基乙烯基醚、2-全氟丙氧基全氟丙基三氟乙烯基醚、四氟乙烯、全氟丁基乙烯、氟丙烯(fluoropropylene)、三氟氯乙烯、一氯二氟乙烯、氯氟乙烯、三氟乙烯、乙烯与四氟乙烯的聚合物、聚(全氟烷氧基乙烯)、聚(全氟己基乙烯)、聚(聚全氟乙丙烯)、聚三氟氯乙烯、聚(乙烯三氟氯乙烯)或这些聚合物组合的混合物。

[0022] 并且,以非限制性的方式,聚合物材料从聚砜族选择,诸如苯硫,或从聚芳基甲酮族选择,诸如聚醚醚酮(PEEK)。

[0023] 此外,根据另一特别有利的特征,在步骤c)和步骤d)之间,管状保护护套围绕所述多个铠装牵引线形成。该护套使得可以针对海洋环境的水保护柔性管状管道的内部,特别是金属线。

[0024] 根据另一目的,本发明涉及一种通过上述制造方法制造的柔性管状管道,其用于传输碳氢化合物。

附图说明

[0025] 本发明的其它特定特征和优势将在阅读借助非限制性示例并参考附图给出的本发明一个特定实施例的以下描述中而更清楚,在附图中:

[0026] 图1是通过根据本发明的制造方法制造的柔性管状管道的示意剖切局部透视图;

[0027] 图2是根据第一构造的图1所示的柔性管状管道的示意轴向截面局部视图;

[0028] 图3是表示根据本发明的制造方法施加于图1所示的柔性管状管道的压力轮廓;和
[0029] 图4是根据第二构造的图1所示的柔性管状管道的示意轴向截面局部视图。

具体实施方式

[0030] 根据第一方面,本发明的目的是一种用于制造柔性管状管道的方法,该管道用于在海洋环境中传输碳氢化合物。将首先参考图1描述管道制造的第一相继步骤,该图1以剖切视图示出柔性管状管道10。其示出各个叠置层,它们形成管道且相继地形成在彼此上,从管道的内部11向外部13。内部11形成用于碳氢化合物的内部流动空间。

[0031] 图1示出骨架12,其是柔性管状管道10的第一层。其是可选的,在一些情况下,柔性管状管道10不包括它。其通过将金属条带或带成形而制造,所述成形通过将两个相对边缘沿两个相对方向弯曲成U形,且将其缠绕为螺旋形,以将边缘彼此接合。该操作构成卡持连接件。

[0032] 在已经制造给定长度的该骨架12且然后缠绕到适当鼓形件上之后,其通过圆形挤出头接合且连续放出,以便将聚合物材料压力护套14同轴地挤出到骨架12上。为此,聚合物材料被热挤出。压力护套14具有的厚度在内表面16和相对的外表面18之间延伸。压力护套14的内表面16然后与骨架12接触。

[0033] 所使用的聚合物材料是半晶质的热塑性材料,且在所述例子中,是基于聚偏氟乙烯的材料。其他半晶质氟化聚合物可用于该应用,特别地聚(四氟乙烯)(PFA),其将在以下详细描述。该材料基于聚偏氟乙烯,考虑到其主要包括具有额外通常的添加剂的物质,特别地用于辅助挤出或抵抗劣化。其还包括塑化剂,例如以质量小于15%的比例,优选地小于5%。

[0034] 该聚合物材料具有两个不同的转变温度,它的表示两种无定形相类型的玻璃转变温度 T_g 和其副转变温度 T_g' ,在其中一个类型中,该无定形相在球粒之间自由,在另一个类型中,其捕获在准确构成球粒的晶化薄片。为了具体,对于该聚合物材料,第一或主玻璃转变温度 T_g 大约在30°C至40°C之间,其在大气压力下测量。就其而言,副转变温度 T_g' 在40°C至80°C之间,其在大气压力下测量。聚合物材料在制造管道过程期间关于这两个参数 T_g 和 T_g' 的行为将在以下更详细解释。

[0035] 在将压力护套14形成在骨架12上之后,后者冷却到环境温度附近,即,大约18°C。

[0036] 压力护套14然后被覆盖有压力顶20,其由大体矩形截面的金属线制成,该金属线按螺旋形以短节距缠绕,以形成非毗连线圈22。邻近线圈22彼此间隔,形成间隔或绕包间隙,且被径向地施加到压力护套14的外表面18。压力顶20使得可以吸收在海洋环境中由静水压力施加在柔性管状管道上的径向外力,和碳氢化合物在内部流动空间内循环施加的径向内力。这保护压力护套14。

[0037] 还将看到,压力顶20不是必须通过缠绕单个线而被制造,且此外,该线不是必须为矩形截面。其可具有特定截面,例如Z形、T形、U形或K形几何,允许线圈彼此卡持。但是,绕包间隙仍存在。

[0038] 压力顶20然后覆盖有至少两层24、26,其由多个铠装线25构成,所述铠装线以长节距沿彼此相反的两个方向缠绕。这些层24、26的铠装线称为铠装牵引线,因为它们使得可以吸收施加在服役管道上的牵引力。

[0039] 最后,铠装牵引线的两层24、26覆盖有由塑料材料制成的外密封护套28,例如与压力护套14相同的材料。该外密封护套28使得可以针对海洋环境保护柔性管道10的内部结构,且特别是铠装线的层24、26的金属线以及压力顶20。

[0040] 以此方式制造的柔性管状管道10则经历其他制造步骤。柔性管状管道10的内部通常被加压,以便能够测试特别是其密封和其完整性。图2以半轴向截面局部地示出该压力测试已经实施之后的柔性管状管道10。

[0041] 在图2中看到外密封护套28,其覆盖铠装线的两层24、26,所述两层则覆盖压力顶20。后者在截面中具有非毗连线圈22,它们彼此间隔以形成绕包间隙30。还从该图2可见压力护套14,其压在骨架12上且具有其内表面16和其相对的外表面18。

[0042] 将看到,外表面18在绕包间隙30的位置处具有变形部,且特别是径向变形部。由此,表面18与绕包间隙30对齐地具有进入绕包间隙30中的聚合物材料的块状偏移部32,且该表面在块状偏移部32每侧,大体与线圈22的内边缘31、33对齐,具有聚合物材料的收缩部34。实际上,通过压力的作用,压力护套被压靠压力顶20的线圈22,且聚合物材料蠕变到绕包间隙30中。但是,当压力施加停止时,材料在内边缘31、33的位置处收缩。进入绕包间隙30的这种蠕变可导致聚合物材料在块状偏移部32内的聚力损失,以及在压力护套14的外表面18位置处的材料收缩和损坏。这种现象在对于柔性管状管道的测试和类型确认的压力测试期间,或随后这碳氢化合物制造场地中使用出现。此外,与压力护套14的内表面16相对地,可以看到有空穴现象导致的缺陷36。这些现象与柔性管状管道10的内部的加压有关。实际上,该加压可以是1500巴量级,或在一个实施例为2172巴量级。

[0043] 与所有设想相反,发现柔性管状管道10的内部的加压伴随有向压力护套14输入热能,使得可以不仅减少在绕包间隙30的位置处损坏外表面18的现象,且还减小空穴现象的后果。实际上,如在此之后参考图4解释的,在增加压力护套14的温度时,其粘度减小,且相应地,在绕包间隙30的内边缘31、33位置处的收缩以及在偏移部32中存在且在护套14的内部面16的位置处的缺陷36的扩散最小化。

[0044] 现将参考图3描述施加到柔性管状管道10的压力轮廓P,其是时间的函数。相应地,图3示出图表40,其在横轴32上绘制时间因子,在纵轴44上绘制压力。柔性管状管道10的内部则通过在压力下注入流体而加压,所述流体例如水。在第一加压阶段46中,压力P在4小时中被带到压力值 P_1 ,例如1500巴。该压力 P_1 则被保持时间段 t_1 ,例如为12小时。然后,在减压阶段48期间,压力快速减小到接近大气压力 P_0 的值 P_i ,然后在第二加压阶段50期间升高到低于 P_1 的第二压力值 P_2 。管道则在压力 P_2 保持第二时间段 t_2 ,例如是24小时。

[0045] 根据本发明的另一方面,为了将热能输入到压力护套14,热流体被注入到柔性管状管道10的内部中。热流体是加热到明显高于例如80°C的温度的水。结果是,压力护套14的温度逐渐达到接近80°C的温度。该温度在加压/减压/加压循环的时间段中被保持,该时间段可持续大约40小时。

[0046] 纵向地围绕柔性管状管道10的结构布置的箱体有利地用于限制馈入的热能耗散以加热后者。

[0047] 根据变体,柔性管状管道10布置在温度调节的不透气密封封壳内。热流体在封壳中的循环使得可以将热能输入到压力护套14。

[0048] 根据另一变体,包括金属管道或元件的温度调节的箱体围绕且沿柔性管状管道10

的结构设置,以将热能输入到压力护套14。相应地,诸如水或油的热流体被导致在金属管内循环,以加热所述护套,同时电流被导致在元件中流动以加热所述护套。

[0049] 热流体注入到柔性管道10的内部有利地与温度调节箱体的设备组合。

[0050] 现将参考图4,其示出在柔性管状管道10的内部加压测试期间加热压力护套14的结果。

[0051] 柔性管状管道10在图4中可见为半轴向截面,如图2一样。特别可见压力护套14位于骨架12和压力顶20之间。将看见,在绕包间隙30的每侧,与线圈22的内边缘31、33相切的压力护套14的外表面18和收缩区域,如图2所示,已经消失。此外,在偏移部32内且在压力护套14的内表面16的侧部,不再能看见之前看到的空穴现象和距离损失区域的任何迹象。

[0052] 材料的粘性的减小使得可以以最小内应力用材料填充绕包间隙30的内部。应力的该最小化使得可以不产生空穴。

[0053] 由此可见,在接近聚合物材料的副转变温度 T_g' 的温度,对柔性管状管道10的加压伴随有热输入到压力护套14使得可以获得该压力护套14的改善的完整性,而无需依赖屏蔽膜。通过以此方式进行,肯定的是,压力护套的完整性在柔性管状管道的服役寿命期间被保留,柔性管状管道经历多个压力增/减循环和温度循环且因此经历老化。

[0054] 当聚合物材料被带到接近或大于副转变温度 T_g' 的温度时,所有无定形相区域,无论自由或约束,通过橡胶状态,且因而,在通过聚合物材料蠕变到绕包间隙30产生的变形部位位置处的聚合物材料中引入的应力在聚合物材料的大范围中通过应力释放机构耗散。

[0055] 此外,证明在副转变温度 T_g' 的附近,聚合物材料受到大的变形,而没有空穴现象发生。

[0056] 根据本发明的变体实施,用于制造压力护套14的聚合物材料是聚(四氟乙烯)或PFA。该热塑性材料的玻璃转变温度 T_g 大体为 80°C ,副转变温度 T_g' 大体为 90°C 。通过应用如上所述的相同过程,可以制造PFA护套,其完整性能保持至少20年。

[0057] 在至少等于1500巴的压力 P_d 对管道10内部加压与在接近PFA的副转变温度 T_g' (即,大约为 80°C)的温度的热能输入组合,使得可以防止由空穴现象产生的缺陷36在压力护套14的内表面16上产生。

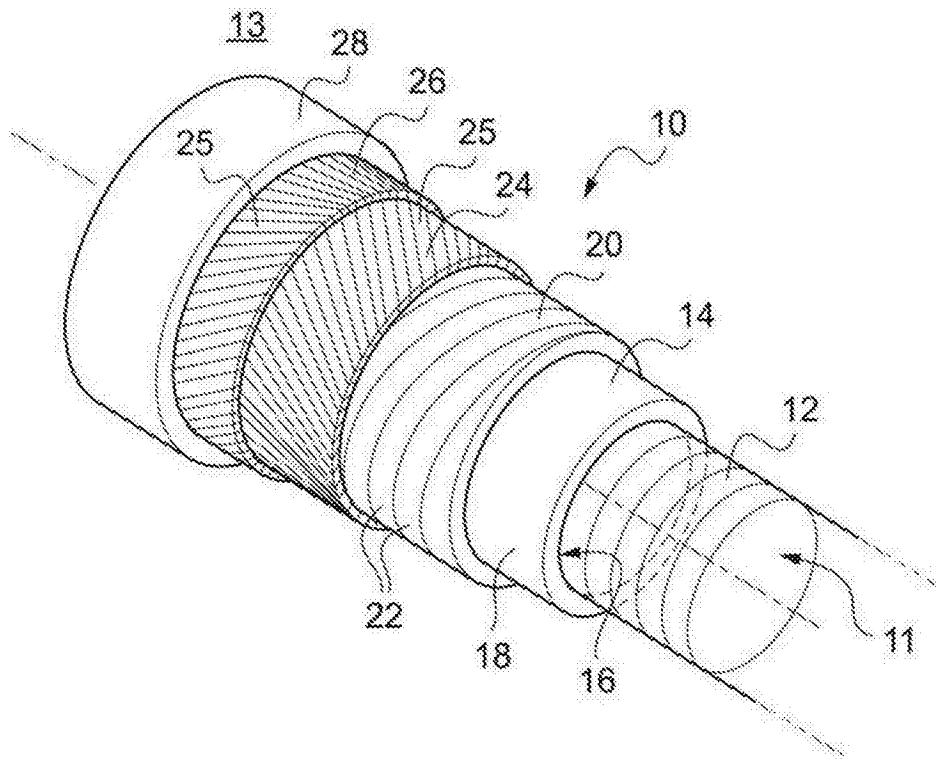


图1

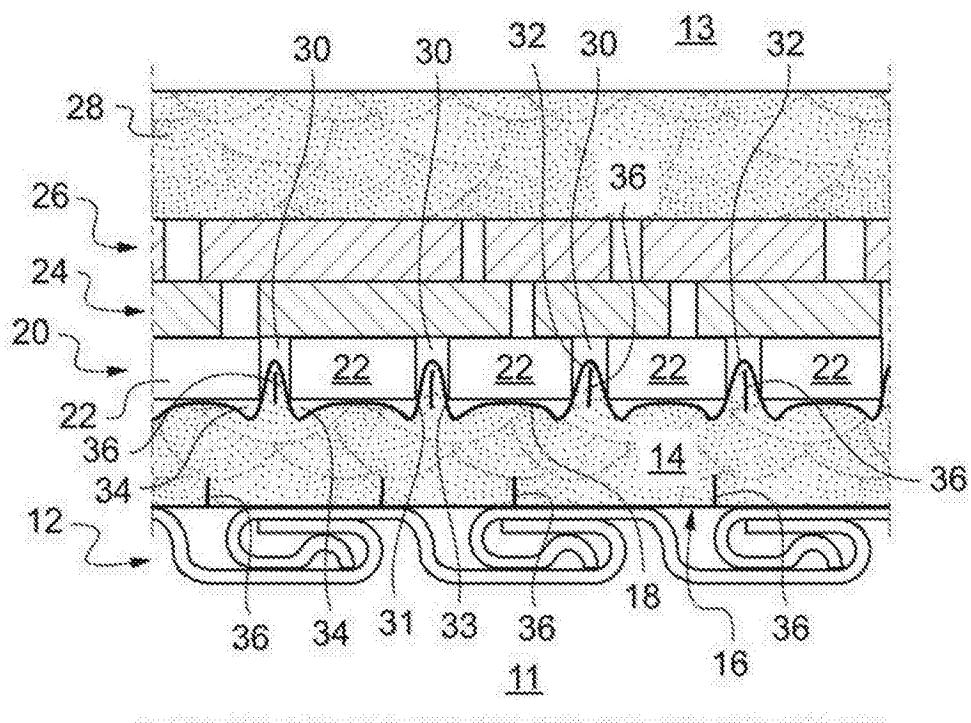


图2

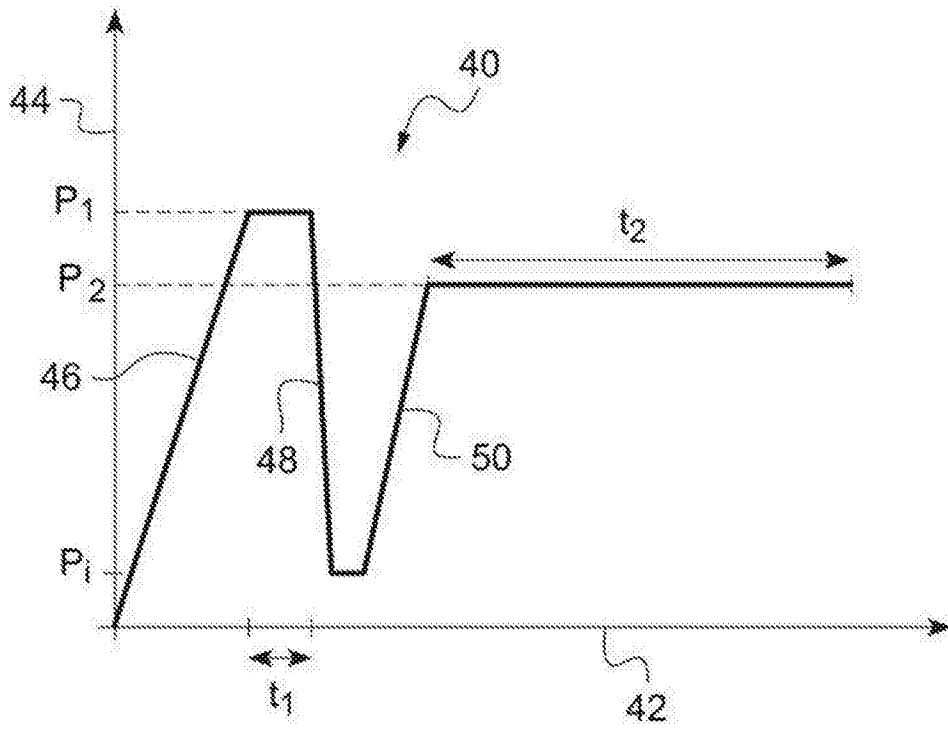


图3

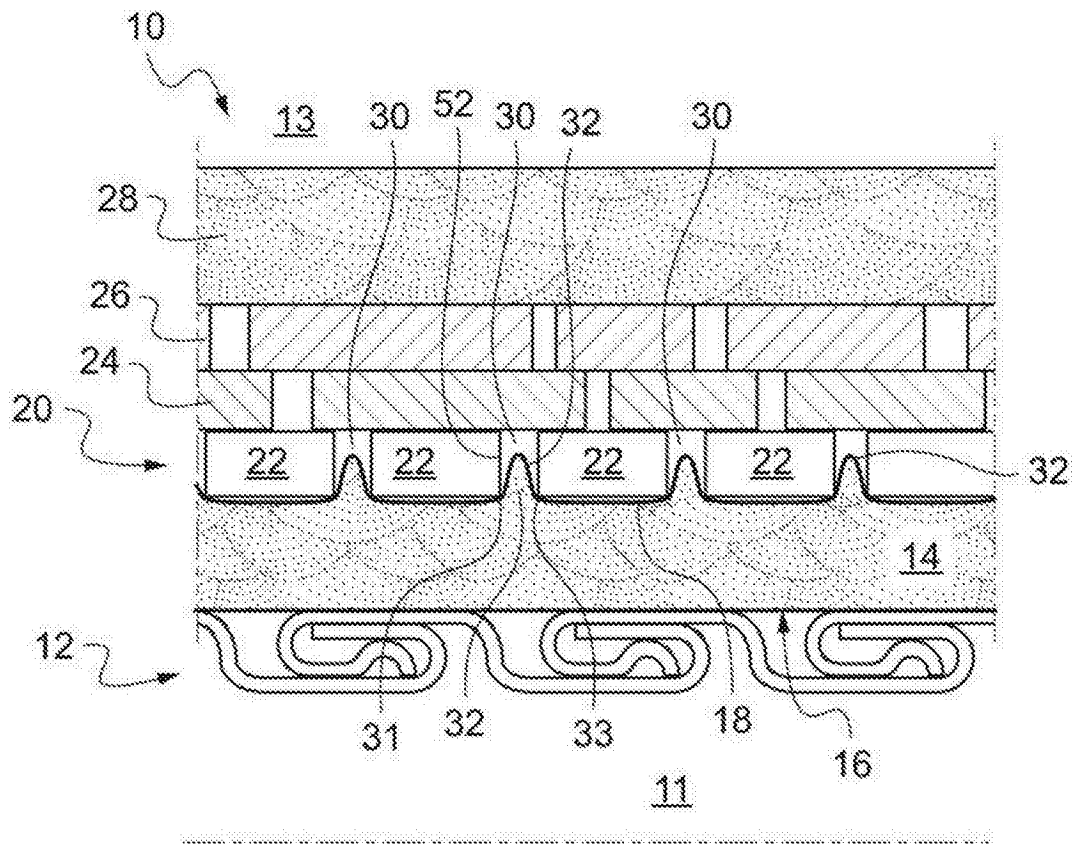


图4