



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01812737.1

[43] 公开日 2003 年 9 月 10 日

[11] 公开号 CN 1441884A

[22] 申请日 2001.6.12 [21] 申请号 01812737.1

[30] 优先权

[32] 2000. 6. 12 [33] GB [31] 0014354. 5

[32] 2000. 6. 12 [33] GB [31] 0014355. 2

[32] 2000. 6. 12 [33] GB [31] 0014352. 9

[32] 2000. 6. 12 [33] GB [31] 0014350. 3

[32] 2000. 6. 12 [33] GB [31] 0014353. 7

[32] 2001. 4. 10 [33] GB [31] 0109011. 7

[32] 2001. 4. 10 [33] GB [31] 0109012. 5

[32] 2001. 4. 10 [33] GB [31] 0109013. 3

[32] 2001. 5. 4 [33] GB [31] 0111022. 0

[86] 国际申请 PCT/GB01/02562 2001.6.12

[87] 国际公布 WO01/96772 英 2001.12.20

[85] 进入国家阶段日期 2003.1.13

[71] 申请人 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 雷蒙德·尼克拉斯·伯克

埃里克·约瑟夫·戴维斯

格拉尔德·安东尼·霍尔

马修·弗农·里多尔菲

西蒙·彼德·亚历山大·索普

乔尔·阿伦·维茨

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

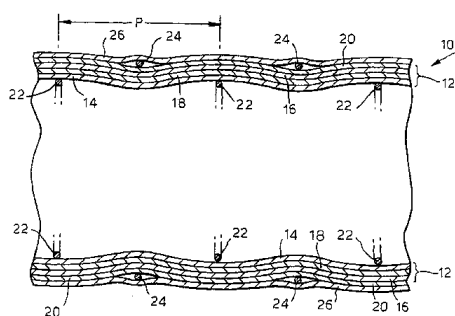
代理人 刘兴鹏

权利要求书 15 页 说明书 33 页 附图 5 页

[54] 发明名称 有关软管的改进

[57] 摘要

本发明涉及一种软管(10), 所述软管包括一布置在内部及外部螺旋缠绕线(22, 24)之间的、由柔性材料制成的管状体(12)。所述软管(10)还包括一个轴向加强装置(20), 当所述管状体(12)受到轴向拉伸时, 所述轴向加强装置(20)能够减少所述管状体(12)的变形, 当所述轴向加强装置(20)受到轴向拉伸时, 其能够在所述管状体(12)的至少一部分上施加一个沿径向向内的力。



1、一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部螺旋缠绕线之间的、由柔性材料制成的管状体，所述管状体用于输送流体并防止流体渗漏，其包括两个中间夹有一密封层的加强层，其特征在于：所述软管还包括一个轴向加强装置，当所述管状体受到轴向拉伸时，所述轴向加强装置能够减小所述管状体的变形，并且当所述轴向加强装置受到轴向拉伸时，其能够在所述管状体的至少一部分上产生一沿径向向内的力，所述管状体和所述轴向加强装置的失效应变在1%—10%的范围内。

10

2、一种如权利要求1所述的软管，其特征在于所述轴向加强装置包括一由片材形成的管状套，当受到轴向拉伸时，所述管状套能够保持其管状结构的完整性。

3、一种如权利要求2所述的软管，其特征在于所述轴向加强装置包括两个或多个所述管状套。

4、一种如权利要求1、2或3所述的软管，其特征在于所述轴向加强装置通常为管状编织结构。

20

5、一种如权利要求2所述的软管，其特征在于所述编织品为三维结构。

6、一种如上述任一权利要求所述的软管，其特征在于还包括一个位于所述轴向加强装置和所述外部固定件之间的加强层。

25

7、一种如权利要求6所述的软管，其特征在于所述管状体、所述轴向加强装置以及所述加强层均由相同的聚合物材料制成。

8、一种如上述任一权利要求所述的软管，其特征在于所述每个加强层包括一由沿经向和纬向定向的纤维构成的纺织制品，所述每个加强层的布置使得所述经向与所述软管的纵轴的夹角小于 20°C 。

9、一种如权利要求8所述的软管，其特征在于所述每个加强层的放置使得所述经向与所述软管的纵轴的夹角小于 10°C 。

10

10、一种如权利要求6、7、8或9所述的软管，其特征在于所述每个加强层由一种超高分子量聚乙烯构成。

11、一种如上述任一权利要求所述的软管，其特征在于所述轴向加强装置由一种超高分子量聚乙烯、芳香尼龙纤维或聚酯纤维构成。

15

12、一种如上述任一权利要求所述的软管，其特征在于所述密封层由一种超高分子量聚乙烯或六氟乙烯及四氟乙烯的共聚物构成。

13、一种如上述任一权利要求所述的软管，其特征在于所述密封层还包括至少一个部分或全部含有一种金属或金属氧化物的层。

20

14、一种如权利要求1—11中任一权利要求所述的软管，其特征在于所述密封层包括至少两种聚合薄膜，所述其中一种薄膜由第一聚合物制成，所述其中另一种薄膜由不同于所述第一聚合物的第二聚合物制成，所述其中一种聚合薄膜比所述另一种聚合薄膜的刚性大，从而由所述材料特性带来的屈服应变的差异在操作温度以及压力下得以体现。

25

15、一种如权利要求14所述的软管，其特征在于所述外部薄膜比所述内部薄膜的刚性大。

16、一种如权利要求14或15所述的软管，其特征在于所述密封层的
5 所述聚合薄膜由聚酯、聚酰胺、聚烯烃或含氟聚合物构成。

17、一种如权利要求14、15或16所述的软管，其特征在于所述密封层的其中一聚合薄膜由聚烯烃构成，另一聚合薄膜由含氟聚合物构成。

10 18、一种如权利要求16或17所述的软管，其特征在于所述密封层的其中一聚合薄膜由一高度定向的超高密度聚乙烯构成。

19、一种如权利要求16、17或18所述的软管，其特征在于所述密封层的其中一聚合薄膜由六氟乙烯及四氟乙烯的共聚物构成。

15

20、一种如权利要求14—19中任一权利要求所述的软管，其特征在于所述密封层包括多个含有聚合物薄膜的层，并且所述第一聚合物和第二聚合物沿所述密封层的厚度方向交替设置。

20 21、一种如权利要求14—20中任一权利要求所述的软管，其特征在于所述金属或金属氧化物层是金属薄膜层或金属氧化物薄膜层，或者是覆有聚合物的金属或金属氧化物薄膜，或者是镀有金属或金属氧化物的聚合物薄膜。

25 22、一种如上述任一权利要求所述的软管，其特征在于还包括一绝热层。

23、一种如权利要求1—20中任一权利要求所述的软管，其特征在于还包括一围绕所述外部线设置的固化的树脂基体，所述外部线至少部分嵌入所述树脂基体，以限制所述外部线和所述软管其它部分之间的相对运动。

5

24、一种如权利要求23所述的软管，其特征在于形成所述树脂基体的未固化的树脂可以以液态形式涂敷在所述管状部件上。

25、一种如权利要求23或24所述的软管，其特征在于所述树脂基体
10 是聚氨基甲酸酯。

26、一种如权利要求23、24或25所述的软管，其特征在于还包括一绝热层，所述绝热层由一种由玄武玻璃纤维形成的纤维制品构成。

15 27、一种如权利要求26所述的软管，其特征在于还包括一环绕所述玄武玻璃纤维制品的压缩层，所述压缩层用于压缩所述玄武玻璃纤维制品。

28、一种如权利要求27所述的软管，其特征在于所述压缩层由一种
20 超高分子重量聚乙烯构成。

29、一种如上述任一权利要求所述的软管，其特征在于还包括一围绕所述管状部件的塑性材料层，所述塑性材料层中具有气泡。

25 30、一种如权利要求29所述的软管，其特征在于所述塑性材料是聚氨基甲酸酯。

31、一种如权利要求29或30所述的软管，其特征在于通过将液态形式的塑性材料喷射在所述管状体的表面，并使其固化，所述塑性材料即可涂敷在所述管状体上。

5 32、一种如权利要求29、30或31所述的软管，其特征在于在所述塑性材料被喷射前，并仍处于液态的情况下，将气体注入所述塑性材料中，从而包含有气泡。

10 33、一种如权利要求29—32中任一权利要求所述的软管，其特征在于还包括另外一个塑性材料层，所述塑性材料层不包含气泡，并且环绕所述含有气泡的塑性材料层放置。

15 34、一种如权利要求33所述的软管，其特征在于所述另外一个塑性材料层是一种聚氨基甲酸酯。

20 35、一种如权利要求29—35中任一权利要求所述的软管，其特征在于所述软管的平均比重小于0.8。

25 36、一种如前任一权利要求所述的软管，其特征在于还包括一个端部装置，所述端部装置包括：一个适于至少部分位于所述软管中的内部件；一个适于至少部分密封所述管状体的密封件，所述管状体周向位于所述密封件和所述内部件之间；以及一个独立的载荷传递装置，所述装置适于沿所述密封件传递作用于所述软管上的轴向载荷，从而减少或消除位于所述密封件和所述内部件之间的所述软管上的轴向载荷。

37、一种如权利要求36所述的软管，其特征在于所述内部件基本成圆柱状，同时所述密封件为一适于接纳所述内部件的环状结构，从而使
得所述管状体能够卡在所述内部件的外表面和所述环的内表面之间。

5 38、一种如权利要求36或37所述的软管，其特征在于所述密封件包括一个内部密封环以及一个外部开环，所述外部开环能够被紧固，以增强所述密封环与所述管状体及所述内部件的结合。

39、一种如权利要求38所述的软管，其特征在于所述开环是不锈钢，
10 所述密封环是聚四氟乙烯。

40、一种如权利要求36—39中任一权利要求所述的软管，其特征在于所述载荷传递装置包括一个软管结合部件、一个载荷传递部件以及一个固定于所述内部件上的端部部件，所述密封件位于所述载荷传递部件
15 和所述端部部件之间，并且所述软管结合部件和所述端部部件通过所述载荷传递部件相连。

41、一种如权利要求40所述的软管，其特征在于所述软管结合部件和所述软管的结合方式使得所述软管中的至少部分轴向力由所述软管传
20 递至所述软管结合部件。

42、一种如权利要求40或41所述的软管，其特征在于所述内部件及所述软管结合部件各自包括一个用于接纳所述软管的内部和外部线的结构。
25

43、一种如权利要求40、41或42所述的软管，其特征在于所述载荷传递部件包括一个载荷传递板，其具有一个使所述软管穿过其中的孔，

所述载荷传递板具有一个可与所述软管结合部件结合的面，从而使得载荷能够由所述软管结合部件传递至该板。

44、一种如权利要求43所述的软管，其特征在于所述载荷传递部件还包括一个固定于所述板和所述端部部件之间的载荷传递杆，以便于将载荷由所述板传递至所述端部部件。

45、一种如权利要求36—44中任一权利要求所述的软管，其特征在于所述内部件具有一个适于在所述软管的一端部中延伸的软管端，以及一个远离所述软管端的末端，所述端部部件位于所述密封件的一侧，并紧邻该末端，同时所述软管结合部件位于所述密封件的另一侧，并紧邻所述软管端。

46、一种软管，所述软管包括一布置在内部以及外部螺旋缠绕线之间的、由柔性材料制成的管状体，所述管状体包括一个夹在所述内部及外部加强层之间的密封层，其特征在于所述密封层包括至少两种聚合薄膜，一种薄膜由一第一聚合物制成，另一种薄膜由不同于所述第一聚合物的一第二聚合物制成，所述其中一种薄膜比所述另一种薄膜的刚性大，藉此材料特性所带来的屈服应变的差异在操作温度以及压力下得以体现。

47、一种如权利要求46所述的软管，其特征在于所述密封层还包括至少一个部分地或全部地由一种金属或一种金属氧化物构成的层。

48、一种如权利要求46或47所述的软管，其特征在于所述外部薄膜的刚性大于所述内部薄膜。

49、一种如权利要求46、47或48所述的软管，其特征在于所述聚合物薄膜由聚酯、聚酰胺、聚烯烃或含氟聚合物构成。

50、一种如权利要求46、47、48或49所述的软管，其特征在于所述
5 其中一种聚合物薄膜由一种聚烯烃构成，所述另一聚合物薄膜由含氟聚合物构成。

51、一种如权利要求49或50所述的软管，其特征在于所述聚烯烃由一高度定向的超高密度聚乙烯构成。

10

52、一种如权利要求49、50或51所述的软管，其特征在于所述含氟聚合物由六氟乙烯及四氟乙烯的共聚物构成。

53、一种如权利要求46—52中任一权利要求所述的软管，其特征在
15 于所述密封层包括多个含有聚合物薄膜的层，并且所述第一聚合物和第二聚合物沿所述密封层的厚度方向交替设置。

54、一种如权利要求46—53中任一权利要求所述的软管，其特征在
20 于所述金属层是金属薄膜层或金属氧化物薄膜层，或者是敷有聚合物的金属或金属氧化物薄膜，或者是镀有金属或金属氧化物的聚合物薄膜。

55、一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部螺旋缠绕线之间的、由柔性材料制成的管状体，其特征在于一围绕所述管状体设置的固化的树脂基体，所述外部线至少部分嵌入所述树脂基体中，以便限制所
25 述外部线和所述软管其它部分之间的相对运动。

56、一种如权利要求55所述的软管，其特征在于形成所述树脂基体的未固化的树脂可以以液态形式涂敷在所述管状部件上。

57、一种如权利要求55或56所述的软管，其特征在于所述树脂基体
5 是聚氨酯甲酸酯。

58、一种如权利要求55、56或57所述的软管，其特征在于还包括一绝热层，所述绝热层由一种由玄武玻璃纤维形成的纤维制品构成。

10 59、一种如权利要求58所述的软管，其特征在于还包括一环绕所述玄武玻璃纤维制品的压缩层，所述压缩层用于压缩所述玄武玻璃纤维制品。

60、一种如权利要求59所述的软管，其特征在于所述压缩层由一种
15 超高分子量聚乙烯构成。

61、一种如权利要求55—60中任一权利要求所述的软管，其特征在于所述管状体包括至少一个加强层以及至少一个密封层。

20 62、一种如权利要求61所述的软管，其特征在于所述管状体包括两个中间夹有所述密封层的所述加强层。

63、一种如权利要求61或62所述的软管，其特征在于所述每个加强层由一种超高分子量聚乙烯构成。

25

64、一种如权利要求61、62或63所述的软管，其特征在于所述密封层由一种超高分子量聚乙烯或含氟聚合物构成。

65、一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体，其特征在于一围绕所述管状部件的塑性材料层，所述塑性材料层中具有气泡。

5 66、一种如权利要求65所述的软管，其特征在于所述塑性材料是聚氨基甲酸酯。

67、一种如权利要求65或66所述的软管，其特征在于通过将液态形式的所述塑性材料喷射在所述管状体的表面上，并使其固化，所述塑性材料即可涂敷在所述管状体上。

68、一种如权利要求65、66或67所述的软管，其特征在于在所述塑性材料被喷射之前，并仍处于液态的情况下，将气体注入所述塑性材料中，从而包含气泡。

15 69、一种如权利要求65—68中任一权利要求所述的软管，其特征在于还包括另外一个塑性材料层，所述塑性材料层不包含气泡，并且环绕所述含有气泡的塑性材料层放置。

20 70、一种如权利要求69所述的软管，其特征在于所述另外一个塑性材料层是一种聚氨基甲酸酯。

71、一种如权利要求65—70中任一权利要求所述的软管，其特征在于所述软管的平均比重小于0.8。

25 72、一种用于一软管端部收尾的端部装置，所述软管包括一布置在内部及外部螺旋缠绕线之间的、由柔性材料制成的管状体，其特征在于

所述端部装置包括：一个适于至少部分位于所述软管中的内部件；一个适于至少部分密封所述管状体的密封件，所述管状体周向位于所述密封件和所述内部件之间；以及一个独立的载荷传递装置，所述装置适于沿所述密封件传递作用于所述软管上的轴向载荷，从而减少或消除位于所述密封件和所述内部件之间的所述软管上的轴向载荷。

73、一种如权利要求72所述的端部装置，其特征在于所述内部件基本成圆柱状，同时所述密封件为一适于接纳所述内部件的环状结构，从而使得所述管状体能够卡在所述内部件的外表面和所述环的内表面之间。

74、一种如权利要求72或73所述的端部装置，其特征在于所述密封件包括一个内部密封环以及一个外部开环，所述外部开环能够被紧固，以便增强所述密封环与所述管状体及所述内部件的结合。

75、一种如权利要求74所述的端部装置，其特征在于所述开环是不锈钢，所述密封环是聚四氟乙烯。

76、一种如权利要求72—75中任一权利要求所述的端部装置，其特征在于所述载荷传递装置包括一个软管结合部件、一个载荷传递部件以及一个固定于所述内部件上的端部部件，所述密封件位于所述载荷传递部件和所述端部部件之间，并且所述软管结合部件和所述端部部件通过所述载荷传递部件相连。

77、一种如权利要求76所述的端部装置，其特征在于所述软管结合部件和所述软管的结合方式使得所述软管中的至少部分轴向力由所述软管传递至所述软管结合部件。

78、一种如权利要求76或77所述的端部装置，其特征在于所述内部件和所述载荷传递装置各自包括一个用于接纳所述软管的所述内部以及外部线的结构。

5 79、一种如权利要求76、77或78所述的端部装置，其特征在于所述载荷传递部件包括一个载荷传递板，其具有一个使所述软管穿过其中的孔，所述载荷传递板具有一个可与所述软管结合部件结合的表面，从而使得载荷能够由所述软管结合部件传递至该板。

10 80、一种如权利要求79所述的端部装置，其特征在于所述载荷传递部件还包括一个固定于所述板和所述端部部件之间的载荷传递杆，以便于将载荷由所述板传递至所述端部部件。

15 81、一种如权利要求72—80中任一权利要求所述的端部装置，其特征在于所述内部件具有一个适于在所述软管的一端部内延伸的软管端，以及一个远离软管端的末端，所述端部部件位于所述密封件的一侧，并紧邻该末端，同时所述软管结合部件位于所述密封件的另一侧，并紧邻所述软管端。

20 82、一种软管，所述软管包括一布置在内部和外部螺旋缠绕线之间的、由柔性材料制成的管状体，所述管状体用于输送流体并防止流体渗漏，其特征在于所述软管还包括一个如权利要求82—91中任一权利要求所述的、安置于所述软管一端部的端部装置。

25 83、一种如权利要求82所述的软管，当从属于权利要求76时，其特征在于所述软管结合部件适于固定翻卷至其外部的部分所述软管。

84、一种如权利要求83所述的软管，其特征在于还包括一个环绕所述管状体并呈一编织物结构的轴向加强装置，所述编织物是翻卷至所述管状部件外部的软管的一部分。

5 85、一种如权利要求82、83或84所述的软管，其特征在于所述管状体在所述内部件和所述密封件之间延伸。

86、一种如权利要求82、83、84或85所述的软管，其特征在于所述管状体包括至少一个加强层以及至少一个密封层。

10

87、按照上述任一权利要求所述的软管在低温情况下用于输送流体的用途。

88、一种制造软管的方法，包括：

15

(a) 在一管状芯轴上绕线以形成一个内部线圈；

(b) 在所述管状芯轴和所述内部线圈上缠绕一片材，以形成一个管状体；

20

(c) 将一个管状轴向加强套套在所述芯轴的一个自由端，从而使得所述芯轴在所述轴向加强套内延伸，然后沿所述芯轴拉动所述轴向加强套，以使其部分覆盖管状体，所述轴向加强套在所述管状体受到轴向拉伸时可以减少所述管状体的变形，同时在所述轴向加强套受到轴向拉伸时在所述管状体的至少一部分上施加一个沿径向向内的力；

(d) 在所述轴向加强套上绕线以形成一个外部线圈；

(e) 固定经由步骤(d)而制造的所述软管的所述端部；以及

25

(f) 从所述芯轴上将所述软管移开。

89、一种如权利要求88所述的方法，其特征在于所述线圈以及所述片材在拉伸情况下起作用。

90、一种如权利要求88或89所述的方法，其特征在于步骤（b）中的
5 所述片材包括两个加强层以及一个夹在所述两个加强层中间的密封层。

91、一种如权利要求90所述的方法，其特征在于一个呈片状结构的内部加强层螺旋缠绕于所述内部线圈以及所述芯轴上，随后呈片状结构的所述密封层螺旋缠绕于所述内部加强层上，然后一个呈片状结构的外部加强层缠绕于所述密封层上。
10

92、一种如权利要求88—91中任一权利要求所述的方法，其特征在于所述内部及外部线圈具有基本相同的螺距，同时所述外部线圈的位置偏离所述内部线圈半个螺距长度。

15

93、一种如权利要求88—92中任一权利要求所述的方法，其特征在于还包括以下步骤：

（g）在所述外部线上施加一可固化的注气的液态树脂；

（h）使得所述树脂固化而形成一个其中含有气泡的固态塑性覆盖
20 层。

94、一种制造软管的方法，包括：

（a）在一管状芯轴上绕线以形成一个内部线圈；

（b）在所述管状芯轴和所述内部线圈上缠绕一片材，以形成一个管
25 状体；

（c）在所述管状体上绕线以形成一个外部线圈；以及

（d）从所述芯轴上将所述软管移开，其特征在于还包括以下步骤：

- (e) 在所述软管的一开口端放置一内部件；
- (f) 将一载荷传递部件固定在所述软管的一外表面上；以及
- (g) 将一密封件固定在所述管状体的一外表面上。

5 95、一种如权利要求94所述的方法，其特征在于在步骤（b）和步骤（c）之间还包括以下步骤：

 (h) 将一个管状轴向加强部件套在所述芯轴的一自由端，从而使得所述芯轴在所述轴向加强部件内延伸，然后沿所述芯轴拉动所述轴向加强部件，以使其部分覆盖所述管状体。

10

 96、一种如权利要求95所述的方法，其特征在于所述轴向加强装置被所述载荷传递装置固定，并且在步骤（f）之后还包括以下步骤：

 (i) 将所述管状轴向加强部件翻卷至所述轴向加强装置的一部分上。

有关软管的改进

5 本发明涉及软管，特别是涉及具有增强的轴向强度的软管。本发明尤其与能够在低温条件下使用的软管有关。本发明同时也涉及软管的端装置以及制造软管的方法。

有关软管的典型应用包括在一定压力下从一液压罐中泵取液体。例如向一锅炉提供民用加热油或液化石油气；将开采的油田液体和/或
10 油田气由一个固定或浮置的开采平台运输至轮船的油舱、或者由轮船的油舱运输至地面的存储装置；向赛车尤其是在对1级方程式赛车加油时提供燃料；以及输送腐蚀性液体，如硫酸。

利用软管在低温情况下运输诸如液化气一类的流体是公知的。这种软管通常用于运输诸如液化天然气（LNG）以及液化石油气(LPG)一
15 类的液化气。

为了使得软管具有足够的柔性，任何给定长度的软管必须至少部分由柔性材料制成，例如非刚性材料。

这种软管的构造通常包括一个由柔性材料制成的管状体，该管状体位于内侧及外侧螺旋缠绕固定线之间。两层固定线一般以相同的螺
20 距缠绕，但是彼此相错半个螺距宽度。管状体通常包括具有一中间密封层的内层以及外层。内层以及外层使得软管具有一定的强度以输送其中的流体。通常，管状体的内层以及外层包括由诸如聚酰胺酯一类的聚酯形成的纤维层。中间密封层用于防止流体由软管渗出，通常是一聚合层。

25 固定线一般通过拉伸而缠绕于管状体的内表面以及外表面的周围。固定线主要用于维持管状体的几何形状。此外，外部固定线可防

止软管在高压下的过度变形。内部以及外部固定线也用于防止软管被挤压。

公开号为0076540A1的欧洲专利披露了这种普通类型的软管。在说明书中所描述的软管包括一个双轴向定向的聚丙烯中间层，该中间层据称可以改善软管由于重复弯曲而引起的疲劳。

英国专利GB-2223817A描述了另外一种软管。其中所描述的软管是一个复合软管，该复合软管包括一个内部螺旋金属芯，缠绕于金属芯上的多层塑性材料纤维以及薄膜，彼此相邻放置并缠绕于塑料材料上的至少一层玻璃布以及至少一层铝箔，以及一外部螺旋金属薄膜。这类软管适用于运输易燃燃料以及油。

英国专利GB-1034956A描述了另外一种软管。其中所描述的软管是一个电气软管或导管，即所述软管用于承载电线而不是用于输送流体。因此，这种软管设计中所包括的方案完全不同于欧洲专利EP0076540A1以及英国专利GB-2223817A所述软管的方案。英国专利GB-1034956A所述的软管包括：

- (1) 一布置在内部的螺旋缠绕线；
- (2) 一环绕内部螺旋缠绕线的模压的氯丁橡胶软管；
- (3) 一环绕氯丁橡胶软管的网状金属套；
- (4) 一螺旋缠绕于金属套上的尼龙线；
- (5) 一缠绕于尼龙线以及金属套上的帆布；
- (6) 一环绕帆布包裹层的外部螺旋缠绕线。

在软管的制造过程中，通过在金属套上临时再缠绕一层线而使得网状金属套与内部线的旋绕相符。

许多有关软管的申请需要软管在其长度方向上受到支承。这尤其适用于上述用于输送所开采的液体和/气体。如果没有附加支承，传统的软管通常不能支承其自身的重量，或者软管中流体的重量。

目前我们已发现了一种改进软管承载能力的方法，尤其是针对欧洲专利EP0076540A1所述类型的软管，这种方法根本无需任何支承，或者只需较少的支承（对支承的需求大量减少）即可载送流体。这种软管适用于低温以及非低温领域。

5 我们还发现了一种改进上述类型软管之密封层的方法。

在欧洲专利EP0076540A1所述的软管中，缠绕线保持正确的位置是重要的。通常，内部以及外部螺旋缠绕线彼此轴向错开大致等于半个螺距长度的距离。这种布置可以提供最佳的结构完整性。但是，这种类型软管的一个问题是重复弯曲会导致缠绕线圈偏离正确的方向。

10 本发明还涉及对上述类型软管外部的改进，即对管状体外部之软管部分的改进。

欧洲专利EP0076540A1所述类型软管通常通过以下方式形成：内部线缠绕于一管状芯轴上而形成一内部线圈；一内部加强层缠绕于管状芯轴以及内部线圈上；一密封层缠绕于内部加强层；一外部加强层
15 缠绕于密封层；一外部线缠绕于外部加强层而形成一外部线圈；软管的端部通过卷边而固定；同时软管由芯轴上移走。

本发明还涉及对软管端部收尾的改进。

概括的说，我们为软管提供了一种轴向加强装置，因此软管能够较先前承受更大的轴向拉伸，而不会削弱软管的其它性能。

20 本发明一方面提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部以及外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体，其中所述软管还进一步包括一个轴向加强装置，当管状体承受轴向拉伸时，所述轴向加强装置能够减小管状体的变形，并且当轴向加强装置承受轴向拉伸时，它能进一步地在所述管状体的至少一部分上产生一沿径向向内的力。

25 在一最佳实施例中，管状体以及轴向加强装置的失效应变在1%—10%的范围内。在室温以及低温时，失效应变最好超过5%。

通过这种布置，所述轴向加强装置提高了软管克服轴向应力的能力，同时能够在轴向拉伸过程中，通过紧压管状体的至少一部分而保证软管的结构性完整性。此外，管状体以及轴向加强装置的材料最好是可兼容的，从而当操作时，它们以相似的方式工作，这样一来，没有
5 一个部件会承受过量的应力和应变。这意味着管状体以及轴向加强装置的材料以相似的方式响应应变。本发明的软管通常需至少3%的弯曲应变（对于圆柱形部件）。同时，内层的偏移以及对被螺旋定位的部件的拉直构成一部分变形，还有作用于软管壁的结构部件上的1%量级的合成应变。这与金属0.2%的典型的屈服应变不同。

10 所述轴向加强装置最好由非金属材料制成，特别是塑性材料，适合的材料将在下面予以讨论。这是因为金属材料不可能具有所期望的应变特性。

管状体以及轴向加强装置最好由相同的材料构成，尤其最好是下面将予以详述的超高分子重量的聚乙烯（UHMWPE）。

15 管状体最好包括至少一个加强层以及至少一个密封层。更可取的是具有至少两个加强层，在它们中间夹有密封层。

最好在外部固定件和轴向加强装置之间具有另外一个加强层。

20 对一个200毫米直径的软管而言，加强层的最大强度最好在100千牛至700千牛（KN）之间。加强层损坏时的弯曲应变最好在2%—15%的范围内。同时期望上述另外的加强层与轴向加强装置采用相同的材料，最好是超高分子重量的聚乙烯（UHMWPE）。

轴向加强装置最好包括一由片材形成的大致管形的套，当受到轴向拉伸时，所述管套能够保持其形状的完整性。所述软管可以具有两个或多个管套以进一步在受到轴向拉伸时改善软管的性能。

25 在一个最佳实施例中，轴向加强装置为一管状的编织结构。在此，术语“编织结构”是指由两种或多种纤维或纱线相互卷绕而形成的细

长结构。编织结构的一个特征是在受到轴向拉伸时能够伸长。另外一个特征是当形成管状外形并且受到轴向拉伸时，其直径将减小。因而在管状编织结构环绕管状体或者位于管状体中且受到轴向拉伸时，该编织结构将在管状体的至少部分上产生一个沿径向向内的力。

- 5 整个管套最好是编织结构。然而只是管套长度的一部分或多个部分为编织结构也是可能的。

所述编织结构最好一直沿管套的圆周方向延伸。然而只是管套圆周方向的一部分采用编织结构也是可能的。

- 10 所述编织结构可以是双轴的（即编织层只由两种相互卷绕的纤维或纱线形成），或者是三轴的（即编织层还包括纵向延伸的纤维或纱线以增强轴向强度）。

尽管轴向加强装置最好采用编织物结构，但是也可采用符合上面提及的功能性需求的其它形式。这样一来，轴向加强装置以一适当布置的、螺旋缠绕于管状体上的绳或索而被提供。

- 15 软管材质的选择应当使得软管能够在其预期的环境中工作。因此，需要软管能够输送压力流体，并且流体不会从软管壁渗漏出来。还需要软管承受重复弯曲，以及由软管和流体重量共同导致的轴向应力。同时，如果软管需用于输送低温流体，软管的材质应当使得软管能够在相当低的温度工作，而不会对其性能造成任何显著的影响。

- 20 每一个加强层的主要作用是在输送流体期间承受软管受到的周向应力。因此，任一加强层应具有所需程度的柔韧性，并且能够承受必要的应力。同时，如果软管用于输送低温流体，则每个加强层必须能够承受低温。

- 25 每一加强层最好采用片材，而且所述片材通过螺旋方式卷绕成一管状外形。这意味着当一轴向力意图将加强层的卷绕部拉开时，加强层对于轴向拉伸不具有太大的抗力。上述或每一加强层可以包括一个

一体的片材连续层，或者可以包括两个或多个一体的片材连续层。但是，上述或每个片材加强层（取决于软管的长度）较为通常地由沿软管长度方向设置的多个独立的片材形成。

在最佳实施例中，每一加强层由一种纤维织物构成，最好是一种
5 纺织（编织）纤维。每一加强层可以是一种天然的或合成的材料。所述每一加强层适宜采用一种合成聚合物，如聚酯、聚酰胺或者聚烯烃。所述合成聚合物可以采用能够形成纤维制品的纤维或者纱线。

当每一加强层由一种聚酯构成时，那么它最好采用聚乙烯对苯甲酸酯。

10 当每一加强层由一种聚酰胺构成时，那么它可以采用脂肪族聚酰亚胺，如尼龙；或者可以采用芳族聚酰胺，如芳族聚酰胺组合物。例如，每一加强层可以是诸如KEVLAR（注册商标）的一种亚苯基对二苯基化合物（p-phenyleneterephthalamide）。

当每一加强层由一种聚烯烃构成时，可以采用聚乙烯、聚丙烯或
15 者聚丁烯均聚物，或其共聚物、三聚物，并且最好是单轴或双轴定向。更可取的是，聚烯烃是一种聚乙烯，并且最好是一种高分子重量聚乙烯，特别是UHMWPE。

本发明所用的UHMWPE一般具有400,000以上的平均分子重量，标准的是在800,000以上，通常是在1,000,000以上。平均分子重量一般不
20 会超出15,000,000。UHMWPE的分子重量最好在1,000,000—6,000,000之间。在本发明中最适用的UHMWPE被高度定向，并且通常在一个方向已被拉伸至少2—5倍，而在其它方向被拉伸至少10—15倍。

在本发明中最实用的UHMWPE通常具有大于80%的同向，更一般地具有大于90%的同向，最好具有大于95%的同向。结晶度一般大于50
25 %，更一般地大于70%。结晶度上升至85%—90%也是可以的。

UHMWPE在以下专利文献中均被描述，如美国专利USA4344908、US-A-4411845、US-A-4422993、US-A-4430383、US-A-4436689，欧洲专利EP-A-183285、EP-A-0438831以及EP-A-0215507。

5 每一加强层由一高度定向的UHMWPE构成是特别有益的，例如可以从DSM High Performance Fibres BV（一家荷兰公司）获得，其商标名为DYNEEMA，或者从 Alliedsignal Inc.（一家美国公司）获得，其商标名为SPECTRA。

有关DYNEEMA的其它详细描述在一题为“DYNEEMA，最高的纤维性能、特性及其应用”的商标手册中公开，由DSM High Performance
10 Fibres BV发行，1998年2月出版。有关SPECTRA的其它详细描述在一题为“SPECTRA性能材料”的商标手册中公开，由Alliedsignal Inc.发行，1996年5月出版。这些材料自80年代即可获得。

在最佳实施例中，每一加强层由沿经向和纬向排列的纤维形成的纤维制品构成。如果每一加强层被布置成其经向纤维与软管轴向所成
15 角度小于 20° 将是特别有用的；我们还建议这一角度大于 5° 。在最佳实施例中，每一加强层被布置成其经向纤维与软管轴向所成角度为 10° — 20° ，最好大约是 15° 。

密封层的作用主要用于防止管状体所输送流体的渗漏。因此，密封层应具有一定程度的柔韧性，并且应具有所期望的密封特性。同时，
20 如果软管用于输送低温流体，则每个加强层必须能够承受低温。

密封层可以采用与每个加强层相同的原材料制成。作为替换，密封层可以采用含氟聚合物，如聚四氟乙烯（PFTE）；氟化乙丙烯共聚物，如六氟丙烷以及四氟丙烷的共聚物，该共聚物可以从杜邦的氟产品（DuPont Fluoroproducts）中获得，商标名为Teflon FEP；或者氟化
25 烃—烷氧基全氟化合物（perfluoralkoxy），其可以从DuPont

Fluoroproducts获得，商标名为Teflon PFA。这些薄膜可以通过挤压或吹制而成形。

我们建议密封层由片材制成，所述片材通过螺旋方式卷绕成一管状外形。如同加强层，这意味着当一轴向力意图将密封层的卷绕部拉开时，密封层对于轴向拉伸不具有太大的抗力。所述密封层可以包括一单独的片材连续层，或者可以包括两个或多个单独的片材连续层。但是，每个密封层（取决于软管的长度）较为通常地由沿软管长度方向设置的多个独立的片材形成。如果需要，密封层可以包括一个或多个位于加强层内侧的热收缩密封套（即呈管状外形）。

我们建议密封层包括多层叠置的薄膜。最好有至少2层，更好地是至少5层，再好就是至少10层。在实际中，密封层可以包括20、30、40、50或者更多层薄膜。薄膜层数量的上限取决于软管的整体尺寸，但是薄膜层超过100层也不大可能需要。通常最高50层就足够了。每一薄膜层的厚度通常在50—100毫米之间。

当然，密封层的数量超过一个也是可取的。

下面将对密封层的一个最佳实施例进行描述。

轴向加强装置可以采用和加强层相同的材料形成。因此，很显然轴向加强装置、加强层以及密封层均可由同样的基本化合物制成。但是，为了提供所需的功能，即轴向加强装置提供一个轴向加强功能，加强层提供抵抗周向应力的加强作用，密封层提供一个密封功能，化合物的结构必须有所不同。我们已经发现UHMWPE材料是最适合的，尤其是DYNEEMA以及SPECTRA产品。这些材料在低温情况下具有良好的工作性能。上面所讨论的与加强层有关的UHMWPE的最佳参数对轴向加强装置也是适合的。但是，关于这一点需要注意的是，轴向加强装置所用UHMWPE的参数无需和加强层所用UHMWPE的参数相同。

轴向加强装置位于管状体的夹层中也是可能的。但是我们认为轴向加强装置位于管状体和外部固定件之间更好。在另外一个最佳实施例中，轴向加强装置位于管状体的夹层中，同时另一个轴向加强装置位于管状体和外部固定件之间。

5 当软管在低温情况下应用时，期望为管状体提供一个绝热层。绝热层位于外部线和管套之间和/或外部线的外侧。绝热层可以采用通常在低温设备中提供绝热的材料。轴向加强装置最好围绕绝热层设置，以便于压紧绝热层并保持结构的完整性。除了轴向加强装置以外，围绕绝热层的轴向加强装置最好位于外部固定件以及管状体之间。绝热
10 层的一个特定适合的结构将在下面进行详细的描述。

本发明另一方面提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部和外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体，其中管状体包括至少一个由纤维沿经向和纬向排列而成的纤维制品加强层，其特征在于每一加强层被布置成纤维的经向与软管的轴向之间的夹角小于 20° ，较好地是小于 15° ，最好是小于 10° 。按照本发明这一方面的软管可以与按照
15 本发明第一方面所述软管的附加特征进行任意组合。

本发明另一方面提供了一种制造软管的方法，该方法包括以下步骤：

- (a) 在一管状芯轴上绕线以形成一个内部线圈；
- 20 (b) 在管状芯轴和内部线圈上缠绕一片材，以形成一个管状体；
- (c) 将一个管状轴向加强套套在芯轴的自由端，从而使得芯轴在轴向加强套内延伸，然后沿芯轴拉动轴向加强套，以使其部分覆盖管状体；
- (d) 在轴向加强套上绕线以形成一个外部线圈；
- 25 (e) 固定经由步骤(d)而生产的软管的端部；以及
- (f) 从芯轴上将软管移开。

线圈以及片材最好经过拉伸起作用，从而为软管提供良好的结构完整性。

如上所述，步骤（b）的片材最好包括夹有一个密封层的两个加强层。在最佳实施例中，呈片状结构的内部加强层螺旋缠绕于内部线圈以及芯轴上；随后片状结构的密封层螺旋缠绕于内部加强层上；然后呈片状结构的外部加强层缠绕于密封层上。一般而言，多个密封层也可采用。

管状轴向加强层可以和上述的轴向加强套相同，并且最好采用编织结构。

10 内部及外部线圈最好采用具有相同螺距的螺旋结构，同时外部线圈的位置偏离内部线圈半个螺距长度。

本发明另一方面提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体；管状体用于输送流体，并且防止流体自管状体渗漏，其特征在于：所述软管还包括一个沿管状体设置的通常为管状的编织结构。

20 本发明另一方面提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体；所述管状体包括一个夹在内部及外部加强层之间的密封层，其特征在于所述密封层包括至少两层聚合薄膜，一薄膜层由第一聚合物制成，另一薄膜层由不同于第一聚合物的第二聚合物制成。

25 在一最佳的实施例中，一聚合薄膜比另一聚合薄膜的刚性大，因此材料特性所带来的屈服应变的差异在操作温度以及压力下得以体现。外薄膜的刚性最好比内薄膜的刚性大。其作用在于当软管凑巧发生破裂时，密封层具有一个失效控制，从而使得刚性较大的外部聚合物损坏的同时，韧性较大的聚合物能够在一定时间内支承内部压力，直至压力逐渐消失。

在最佳实施例中，韧性较大的密封层在常温下的最大失效力超过100%，对于其它密封层最大失效力要至少少20%。

构成密封层的每一种聚合薄膜最好采用聚酰胺、聚烯烃或含氟聚合物。

5 当密封层的聚合薄膜由聚酰胺构成时，它可以是脂肪族聚酰亚胺，如尼龙，或者可以是芳族聚酰胺，如芳族化合物。

我们建议构成密封层的一种聚合薄膜采用聚烯烃，另一聚合薄膜采用含氟聚合物。

适用的聚烯烃包括聚乙烯、聚丙烯或者聚丁烯均聚物，或其共聚物、三聚物。并且聚烯烃薄膜层最好是单轴或双轴定位。更可取的是，
10 聚烯烃是一种聚乙烯，并且最好是一种高分子重量聚乙烯，特别是上面已予以详述的UHMWPE。上面已讨论的与加强层相关的UHMWPE的最佳参数（如分子重量范围等）同样适用于密封层。但是，就这一方面而言需注意的是，密封层所用UHMWPE的参数无需和加强层所用
15 UHMWPE的参数相同。

由于密封层提供密封作用，所以密封层应当采用不会造成被输送流体渗漏的薄膜层。因此被高度定向的UHMWPE在结构上应具有令人满意的密封特性。这些产品通常为一整块，其可通过进一步的加工而获得所需的形状。密封层的薄膜层可通过在所述整块原料上切割一薄
20 层而形成。另外密封层的薄膜层也可以是UHMWPE吹塑薄膜。

适用的含氟聚合物包括聚四氟乙烯（PTFE）；氟化乙丙烯共聚物，如六氟丙烷以及四氟丙烷的共聚物，该共聚物可以从DuPont Fluoroproducts获得，商标名为Teflon FEP；或者氟化烃一烷氧基全氟化合物（perfluoroalkoxy），其可以从DuPont Fluoroproducts获得，商标名
25 为Teflon PFA。这些材料可以通过挤压或吹塑成形。

所述密封层最好由多层聚合薄膜构成。在一实施例中，第一和第二聚合物在密封层的厚度方向上交替排列。但是这并不是唯一的布置方案。在另一种布置方案中，所有第二聚合物层被所有第一聚合物层环绕，或者反之。

5 我们建议密封层的聚合薄膜采用片材，所述片材以螺旋方式卷绕成一管状结构。每一聚合薄膜可以包括一个单独的连续层，所述连续层由软管的一端至另一端卷绕在内部加强层上。但是，更为普遍的是（取决于软管的长度）多个独立长度的聚合薄膜缠绕在内部加强层上，每一薄膜层覆盖一部分软管。如果需要，密封层可以包括至少两个位
10 于内部加强层上的热收缩密封套（即呈管状外形）。至少两个密封套应由不同材料制成。

所述密封层至少包括两层最好叠置的不同薄膜。所述密封层最好包括至少5层叠置薄膜，更可取的是至少10层。实际上，密封层可以包括20、30、40、50或者更多层叠置薄膜。层数的上限取决于软管的整体尺寸，但是薄膜层超过100层也不大可能需要。通常最高50层就足够了。每一薄膜层的厚度通常在50—100毫米之间。薄膜层包括至少两种
15 不同类型的聚合薄膜。

当然，密封层的数量超过一个也是可取的。

所述密封层最好还包括至少一个部分地或全部地由一种金属、一种金属氧化物或其混合物构成的层。除非另作说明，本文中所指的金属层是指金属氧化物层。因此，金属层可以是一金属薄膜层（即一单独的整体为金属、金属氧化物或其混合物的层），或一覆盖聚合物的金属薄膜、或镀有金属的聚合物薄膜层。我们建议金属层是一覆盖聚合物的金属薄膜。金属可以例如是铝氧化物。聚合物可以例如是聚酯。
20

适用的涂有聚合物的金属薄膜包括可从英国Stevenage HiFi 的 Industrial Film获得的，商标名为MEX505，MET800，MET800B及MET852的产品；其中MET800B是最佳的。

5 密封层的外部还可设置另一金属层。另一金属层最好位于管状体和外部固定件之间。在此也可提供一石棉层以改善绝热性，石棉层最好位于密封层和外部金属层之间，其目的是在两个金属层之间建立一个环形热通道。

本发明另一方面提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体；所述管状体包括一个
10 夹在内部及外部加强层之间的密封层，其特征在于：所述密封层由一种UHMWPE构成。上面已讨论的与加强层相关的UHMWPE的最佳参数（如分子重量范围等）同样适用于密封层。但是，就这一方面而言需注意的是，密封层所用UHMWPE的参数无需和加强层所用UHMWPE的参数相同。

15 就本发明的这一方面而言，如果密封层采取热收缩套形式，则无需采用不同材料制成，但是必须采用UHMWPE。

在本发明的最佳实施例中，密封层包含由不同材料构成的至少两层聚合薄膜，并且至少其中一层薄膜采用超高分子量聚乙烯。

20 密封层最好还包括至少一覆盖聚合物的金属薄膜、或镀有金属的聚合物薄膜。

本发明另一方面提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体，所述管状体包括一个夹在内部以及外部加强层之间的密封层，其特征在于：所述密封层包括至少一金属薄膜层（即一单独的整体为金属、金属氧化物或其混合
25 物的层），或一覆盖聚合物的金属薄膜、或一镀有金属的聚合物薄膜。

金属薄膜具有反射性，因而可以减少热量损失或热量获取，这在低温情况下是非常有用的。此外金属薄膜可提供良好的屏障特性，因而可减少蒸汽传递—这可有效地防止在输送气体时材料的损失。

当软管应用于低温领域时，希望在管状体周围提供绝热。绝热层可位于外部线和管状部件之间以及/或外部线的外侧。所述绝热层由在低温设备中通常起到绝缘作用的材料构成，如合成泡沫材料。下面将就一特别适合的绝热结构予以描述。

本发明一方面涉及对软管弯曲能力的改进。具体地说，本发明提供了一种装置，该装置可在无需损害软管弯曲能力的情况下将外部线定位。

本发明另一方面提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体，其特征在于具有一个围绕管状体设置的固化的树脂基体，为了限制外部固定件和软管其余部分之间的相对运动，外部固定件至少部分嵌入树脂基体中。

固化的树脂基体必须具有足够的柔性，其可以根据软管的特定应用场合而进行一定程度的弯曲。很显然，在某些情况下需要软管更具弹性。

树脂基体最好由一合成聚合物构成，如聚氨基甲酸酯。树脂基体最好由在固化之前能够以液体形式敷着在软管上的材料制成。未固化的树脂通常以喷射、浇注以及上色的方式附着于软管上。这就使得未固化的树脂可位于管状体以及外部固定件的外表面，并且以适当的方式固化成一柔性外罩。固化机构可以是光、湿气等等。

树脂基体可以位于外部固定件下方的层面上，也可位于在其外表面的任何层面上。紧邻固化树脂基体的至少一个层面最好能够承受低温，这样一来，如果树脂基体由于低温而破裂，相邻的层面可以借助

于树脂基体和相邻层面之间的附着力而共同支承树脂基体。当树脂基体的两侧均与相邻层相连时，可以得到最稳定的结构。

5 我们已发现特定的材料尤其能够在低温情况下使软管具有良好的绝缘特性。尤其是玄武玻璃纤维构成的纤维制品能够提供特别良好的绝缘特性。

因此，本发明另一方面提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体，以及围绕管状体布置的绝缘层，其特征在于绝缘层包括由玄武玻璃纤维构成的纤维制品。

10 适用的玄武玻璃纤维可以从Sudaglass Fiber 公司获得，其产品名称为BT-5，BT-8，BT-10，BT-11以及BT-13。所述纤维的最佳厚度为0.1毫米至0.3毫米。如果需要，可以采用多层玄武玻璃纤维。

我们还发现玄武玻璃纤维的绝缘特性在受压时增强，因此建议设置一围绕玄武玻璃纤维并用于压缩玄武玻璃纤维层的压缩层。

15 除了玄武玻璃纤维层外，绝缘层还可以包括由其它绝缘材料制成的层，如聚合体泡沫材料。

我们建议绝缘层还包括至少一个加强层。加强层可由合成聚合物构成，如聚酯、聚酰胺或聚烯烃。加强层也可采用和上述管状体之内部及外部加强层相同的材料制成。所述绝缘层的加强层最好采用超高分子重量聚乙烯（UHMWPE），如上所述的DYNEEMA 或SPECTRA。

20 管状体最好包括至少一加强层和至少一密封层。尤其最好具有至少两个加强层，其中间夹有一密封层。所述管状体最好与上述管状体具有相同的特征。

管状体还可以包括一层或多层由传统的绝缘材料和/或上述玄武玻
25 璃纤维制成的绝缘层。

所述软管最好同时具有上述的轴向加强装置。

本发明另一方面提供了一种制造软管的方法，其包括以下步骤：

- (a) 在一管状芯轴上绕线以形成一个内部线圈；
- (b) 在管状芯轴和内部线圈上缠绕一片材，以形成一个管状体；
- (c) 在所述管状体上绕线以形成一外部线圈；
- 5 (d) 将一种可固化的液体树脂敷着在管状体以及外部线圈的外表面上；
- (e) 使得树脂固化；
- (f) 固定经由步骤(e)而形成的软管的端部；以及
- (g) 从芯轴上将软管移开。

10 所述方法最好还包括在固化树脂上施加一绝缘层的步骤。所述绝缘层最好由如上所述的一种由玄武玻璃纤维形成的纤维制品构成。

在步骤(c)中，所述管状体可以是一如上所述的管状体。所述管状体还可以包括一层或多层由传统的绝缘材料以及/或上述玄武玻璃纤维制成的绝缘层。

15 将覆盖有涂层的软管暴露于空气中就可方便地实现固化，也可通过诸如加热装置一类的活性装置实现或加速固化。

可固化的树脂基体可以包括气泡，这一点将在下面予以描述。

本发明另一方面涉及对软管热阻以及/或浮力的改善。具体地说，本发明涉及注有气泡的塑性材料层的应用。

20 按照本发明的另一方面，其提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部固定件之间的、由柔性材料制成的管状体，其特征在于围绕所述管状部件的一塑性材料层，所述塑性材料中具有气泡。

所述塑性材料最好是聚氨酯甲酸酯。所述塑性材料最好以液体形式喷射于所述管状体的表面，然后使其固化。再次，将覆盖有涂层的
25 软管暴露于空气中就可方便地实现固化，也可通过诸如加热装置一类的活性装置实现或加速固化。

气泡可以通过向喷射前仍处于液体状态的塑性材料中注入气体而结合形成。

5 包含有气体的塑性材料合成层具有一些塑性材料自身有利的结构特性，如良好的耐磨和耐挤压性，同时还具有得以很大改善的绝缘特性。由于气体的存在其还具有增大的浮力，这可用于制造能够漂浮于水中、并且能够沿其长度具有相同浮力的软管。

10 包含有气体的塑性材料最好被又一层不包括气泡的塑性材料所覆盖。该层塑性材料最好被可靠地连接在包含有气体的塑性材料层上。并且所述不包括气泡的又一塑性材料层可以采用和包含有气体的塑性材料层相同的材料制成。所述不包括气泡的又一塑性材料层最好采用聚氨基甲酸酯。

两个塑性材料层可以采用除喷射以外的其它技术形成，如浇注、上色或挤压。

15 任何适合的气体均可用于形成气泡，这些气体包括空气、氮气或惰性气体。

在注气之前，聚氨基甲酸酯的比重最好大约是1.2。

20 不包括具有气泡的塑性材料层的软管的比重通常为大约1.8。在涂敷包含气体的层之后，所述软管最好具有小于1的平均比重，最好小于0.8。PU覆盖层的厚度可以例如是4-8毫米，最好是6毫米。气泡的直径最好小于约2毫米。

25 具有气泡的塑性材料层也可用于上述的软管实施例中。特别地，除了具有气泡的塑性材料层之外，本发明可包括一具有如上所述的固化树脂基体的层。在这种结构中，具有气泡的塑性材料层通常位于固化的树脂基体的外部。该具有气泡的塑性材料层取代固化的树脂基体也是可能的，这样一来，固定件就嵌入所述具有气体的塑性材料层中以限制外部固定件的相对运动。

本发明另一方面提供了一种制造软管的方法，该方法包括以下步骤：

- (a) 在一管状芯轴上绕线以形成一个内部线圈；
- (b) 在管状芯轴和内部线圈上缠绕一片材，以形成一个管状体；
- 5 (c) 在所述管状体上绕线以形成一外部线圈；
- (d) 将一种可固化的且被注入气体的液体树脂施加在管状体以及外部线圈的外表面；
- (e) 使得树脂固化而形成一具有气泡的固态塑性材料覆盖层；
- (f) 固定经由步骤(e)而形成的软管的端部；以及
- 10 (g) 从芯轴上将软管移开。

术语“注入气体”是指树脂中充满一种气体。因此，当固化时，树脂形成了一种其中包含有气泡的固状材料。如上所述，气体可以是，但不必须是空气。

本发明另一方面提供了一种用于软管端部收尾的端部装置，所述
15 软管包括一布置在内部及外部螺旋线之间的、由柔性材料制成的管状体，其特征在于所述端部装置包括：一个适于至少部分位于软管中的内部件；一个适于至少部分密封所述管状体的密封件，所述管状体位于所述密封件和所述内部件之间；以及一个独立的载荷传递装置，所述装置适于沿所述密封件传递作用于软管上的轴向载荷，从而减少或
20 消除位于所述密封件和所述内部件之间的软管上的轴向载荷。

所述密封件最好用于沿圆周方向至少部分密封在所述密封件和所述内部件之间的管状体。

所述内部件最好是大致圆柱状的，同时所述密封件最好呈适于接纳所述内部件的环状，从而使得所述管状体能够卡在所述内部件的外
25 表面和所述环的内表面之间。

所述密封件和所述内部件之间的密封可以通过多种方式获得。例如，在一实施例中，所述密封件可以是能够被紧固的开环，以便于提供一充分的密封。在另外一个实施例中，所述密封件可简单地包括一个密封环，所述密封环与所述内部件过盈配合。

5 但是，在最佳实施例中，所述密封件包括一个内部密封环以及一个能够被紧固的外部密封环，以便于促使所述密封环与所述管状体及所述内部件结合。在此实施例中，所述密封环最好与所述内部件过盈配合，以进一步提高密封性能。

所述内部件、密封环以及所述开环可以采用任何适合的材料。通常，所述内部件以及所述开环可以采用不锈钢制成。所述密封环可以
10 采用不锈钢制成，但是最好采用聚四氟乙烯(PTFE)。

所述密封件最好具有下述密封件的特征。

所述载荷传递装置最好包括一个软管结合部件、一个载荷传递部件以及一个固定于所述内部件上的端部部件。所述密封件位于所述载
15 荷传递部件和所述端部部件之间，并且所述软管结合部件及端部部件通过所述载荷传递部件相连。

所述软管结合部件和所述软管的结合方式使得软管中的至少部分轴向力由软管传递至软管结合部件。所述软管结合部件将这些力传递至所述载荷传递部件，所述载荷传递部件将这些力传递至端部部件。
20 通过这种方式，软管中的至少部分轴向力绕过所述密封件而被传递，从而提高了所述密封件的密封可靠性。

所述内部件及所述载荷传递装置最好包括一个用于接纳软管线的部分。所述内部件可以具有用于接纳内部线的螺旋凹槽，所述载荷传递装置可以具有用于接纳外部线的螺旋凹槽。最好的是，所述载荷传
25 递装置的软管结合部件具有螺旋凹槽。

所述载荷传递部件最好包括一个通常呈盘状的载荷传递板，其具有一个使软管穿过的孔，所述载荷传递板具有一个可与所述软管结合部件结合的面，从而使得载荷能够由所述软管结合部件传递至该板。所述载荷传递部件最好还包括一个固定于所述板和所述端部部件之间的载荷传递杆，以便于将载荷由所述板传递至所述端部部件。所述载荷传递杆可以具有一个紧固件，如一螺母。

所述内部件最好具有一个适于在所述软管的一个端部内延伸的软管端，以及一个远离所述软管端的末端。所述端部部件位于所述密封件的一侧，紧邻该末端，同时所述软管结合部件位于所述密封件的另一侧，并紧邻所述软管端。

所述内部件的外表面上最好具有至少一个位于所述密封件下方并和所述管状部件的所述部分相结合的结构。所述结构用于提高所述管状部件的密封性，并且使得所述管状部件更难于由所述内部件及所述密封环之间拉动。所述每一结构最好包括一个绕所述内部件的外表面周向延伸的伸出部。最理想的是，所述结构为两个或三个。

本发明另一方面提供了一种制造软管的方法，其包括以下步骤：

- (a) 在一管状芯轴上绕线以形成一个内部线圈；
- (b) 在管状芯轴和内部线圈上缠绕一片材，以形成一个管状体；
- (c) 在所述管状体上绕线以形成一外部线圈；
- (d) 将软管由芯轴上移开；其特征在于还包括以下步骤：
- (e) 在所述软管的开口端设置一内部部件；
- (f) 将一载荷传递装置固定在所述软管的外表面；以及
- (g) 将一密封件固定在所述管状体的外表面。

该方法最好在步骤 (b) 和步骤 (c) 之间还包括下列步骤：

(h) 将一个管状轴向加强部件套在芯轴的自由端，从而使得芯轴在轴向加强部件内延伸，然后沿芯轴拉动轴向加强套，以使其部分覆盖管状体。

所述轴向加强部件最好被所述载荷传递装置固定，并且该方法在步骤 (f) 之后还包括以下步骤：

(i) 将所述管状轴向加强部件翻卷，使其与所述载荷传递装置的一部分重叠。

为了使得软管具有良好的结构完整性，所述线圈以及所述片材最好在受拉情况下应用。

10 如上所述，步骤 (b) 中的片材最好包括夹有一密封层的两个加强层。在最佳实施例中，一呈片状的内部加强层螺旋缠绕于所述内部线圈以及芯轴上，然后呈片状的所述密封层螺旋缠绕于所述内部加强层上；随后呈片状的所述外部加强层缠绕于所述密封层周围。通常可以采用多个密封层。

15 所述内部及外部线圈最好采用具有相同螺距的螺旋结构，并且外部线圈的位置和内部线圈的位置相错半个螺距长度。

在所述端部装置放置在所述软管中之前，可以将所述软管由所述芯轴上移开。或者，使内部芯轴向上滑动至所述软管的一端，从而使得所述端部装置能够处于所述软管的其它部分，因此在所述端部装置以及所述软管的其它部分仍位于芯轴上的同时，可将所述软管的其它部分与所述端部装置固定。

当然，所述软管的每一端可采用一独立的端部装置。

本发明涉及对软管端部密封的一种改进。

按照本发明的另一方面，其提供了一种用于密封软管一端部的端部装置，所述软管包括一布置在内部及外部螺旋卷绕线之间的、由柔性材料制成的管状体，其特征在于所述端部装置包括：一个至少部分

位于所述软管内的内部件；以及一个用于至少部分密封所述管状体的密封环，所述管状体位于所述密封环和所述内部件之间；其中所述密封件包括一个密封环以及一个压缩件，所述压缩件用于压缩所述密封环，使其与所述管状体的所述部分密封配合，同时所述压缩件可紧
5 固地抵靠于所述密封件上，以便于有选择地增大或减小压缩件对密封件的压缩力。

在一最佳实施例中，所述压缩件可紧固地抵靠于所述密封件上，以便于有选择地增大或减小压缩件对密封件的压缩力。

在另一最佳实施例中，所述压缩件以及所述密封环以可移动的方式
10 安装在所述软管上。

因此，按照本发明，端部装置中不存在不可回复的塑性变形。

所述压缩件最好在所有方向均等地压缩所述密封环。

所述压缩件最好具有可调节的直径，并且还包括一个紧固装置，所述紧固装置可施加一个使得所述压缩件的直径减小的力，从而压缩
15 位于所述压缩件内的密封环。我们建议所述压缩件包括一个开环或一个小型卡箍。

在一最佳实施例中，所述压缩件由受冷时收缩量小于所述密封环的一种材料制成。这为下面将要描述的软管的制造提供了一种有利的方式。所述密封环和所述压缩件可以采用任意适合的材料。有许多在
20 受冷时具有所期望的不同收缩量的材料。我们建议所述压缩件采用不锈钢，所述密封环采用聚四氟乙烯（PTFE）。所述密封环最好包括加强的PTFE，如添加玻璃的PTFE，以防塑性变形。所述密封环最好包括10%—20%重量的玻璃填充物。

所述内部件最好由受冷时收缩量小于所述密封环的一种材料制成。
25 这一特征的作用在于：当端部装置受冷时，所述密封环的收缩量大于所述内部件的收缩量，从而将所述密封环紧固在所述内部件上，

提高了密封性。所述内部件可由任何适合的材料制成。不锈钢就是一种特别适合的材料。

所述内部件的外表面上最好具有至少一个位于所述密封环下方并和所述管状体的所述部分结合的结构。所述每个结构拉伸薄膜，用于
5 提高所述管状部件的密封性，并且使得所述管状部件更难于由所述内部件及所述密封环之间拉动；拉伸操作可以使得薄膜表面在密封情形下更均衡且更平滑。所述每一结构最好包括一个绕所述内部件的外表面周向延伸的伸出部。适宜的是，所述结构具有两个或三个。

所述密封环最好与所述内部件过盈配合。

10 在一最佳实施例中，所述端部装置还包括一个如上所述的载荷传递装置。

按照本发明的另一方面，其提供了一种软管，所述软管包括一布置在内部及外部螺旋卷绕线之间的、由柔性材料制成的管状体，所述管状体用于输送流体，并防止流体由管状体渗漏，其特征在于所述软
15 管进一步还包括一如上所述的端部装置。

所述软管结合部件可借助其和所述软管之间的摩擦力而方便地自软管传递载荷。但是，所述软管结合部件最好用于固定部分翻卷至其外部的软管。这种布置使得载荷由所述软管的翻卷部传递至所述软管结合部件成为可能。所述软管翻卷部可以是所述管状体的一部分，但
20 是其最好是一呈编织结构的轴向加强装置，下面将对所述轴向加强装置予以描述。

所述管状体最好包括至少一加强层以及至少一密封层。较为理想的是包括至少两个夹有密封层的加强层。所述管状体最好与上面已讨论过的管状体具有相同的特征。

25 所述管状体还可包括一个或多个绝热层，所述绝热层由传统的绝热材料以及/或上述的玄武玻璃纤维制品制成。

所述软管最好还具有如上所述的轴向加强装置。

本发明另一方面提供了一种制造软管的方法，其包括如下步骤：

- (a) 在一管状芯轴上绕线以形成一个内部线圈；
- (b) 在管状芯轴和内部线圈上缠绕一片材，以形成一个管状体；
- 5 (c) 在所述管状体上绕线以形成一外部线圈；
- (d) 将软管由芯轴上移开；其特征在于还包括以下步骤：
- (e) 在所述软管的开口端设置一内部部件；
- (f) 在所述管状体的外表面上设置一密封环；以及
- (g) 在所述密封环上设置一压缩件，所述压缩件压缩所述密封部
- 10 件，使其与所述管状体以及所述内部部件密封配合。

所述压缩件最好由受冷时收缩量小于所述密封环的一种材料制成。所述压缩件最好还包括一个用于调节作用于所述密封环上压缩力的装置；一开环特别适于用作压缩件。这种构造使得一最佳的生产工序成为可能。

- 15 在这种生产工序中，所述压缩件作用于所述密封件，并且被紧固，然后所述压缩件以及密封环承受至少一个冷却周期。这就使得所述密封部件相对于所述压缩件收缩，藉此压缩件施加的压缩力减小。在冷却继续的同时，所述压缩件施加的压缩力被校正到和冷却前大致相同的级别，然后温度升高。这种周期可以根据需要多次实施。该冷却周
- 20 期最好实施至少两或三次，并且每次所述端部装置被冷却到至少比所述软管指定的工作温度低5° C。这一技术具有三个重要的作用。

首先，如果软管的工作温度高于冷却温度，则所述密封件在冷却排除之后产生热膨胀，因此所述压缩件将向所述密封环施加额外的压缩力。

- 25 其次，所述软管在至少和冷却温度一样低的温度下具有显著的密封性能。当软管在低温领域应用时，这是非常重要的。这样一来，所

述软管被冷却的温度最好与其被使用时的温度一样低。通常，我们建议冷却温度为 -50°C 或更低，较为理想的是一 100°C 或更低，更为理想的是一 150°C 或更低。冷却最好通过液氮来实现，因此冷却温度能够低至 -196°C 。

5 第三，所述压缩件产生的流体静应力使得软管变形损坏的可能性大大减小，甚至消除。

我们建议所述内部件最好由受冷时收缩量小于所述密封环的一种材料制成。这样一来，当端部装置受冷时，所述密封环能够更牢固地卡紧所述内部件，从而使得当软管在低温工作时，端部装置的密封性
10 得以提高。

线圈以及片材最好经过拉伸起作用，从而为软管提供良好的结构完整性。

如上所述，步骤(b)中的片材最好包括夹有一密封层的两个加强层。在最佳实施例中，一呈片状的内部加强层螺旋缠绕于所述内部线圈以及芯轴上，然后呈片状的所述密封层螺旋缠绕于所述内部加强层；
15 随后呈片状的所述外部加强层螺旋缠绕于所述密封层。通常可以采用多个密封层。

所述内部及外部线圈最好采用具有相同螺距的螺旋结构，并且外部线圈的位置和内部线圈的位置相错半个螺距长度。

20 在所述端部装置放置在所述软管中之前，可以将所述软管由所述芯轴上移开。或者，使内部芯轴向上滑动至所述软管的一端，从而使得所述端部装置能够处于所述软管的其它部分，然后在所述端部装置以及所述软管的其它部分仍位于芯轴上的同时，可将所述软管的其它部分与所述端部装置固定。

25 在上述的本发明中，每个固定件通常由一螺旋缠绕线构成。螺旋线通常被布置成彼此偏离半个螺距。螺旋线用于牢固地卡紧位于其间

的管状体，以使得管状体的各层保持相对稳定，同时使得软管保持结构的完整性。内部以及外部线可以例如是低碳钢、奥氏体不锈钢或铝。如果需要，也可以镀锌或镀一种聚合物。

应当理解尽管构成固定件的螺旋线可能具有一相当的抗拉强度，
5 但是线圈形式的螺旋线意味着当固定件受到小的轴向拉伸时也能够发生变形。线圈的任何显著变形会很快地破坏软管的结构完整性。

按照本发明的软管能够在广泛的温度范围下应用，例如100°C以上的温度，从0—100°C的温度以及0°C以下的温度。通过适当的选择材料，软管能够在-20°C以下、-50°C以下，甚至-100°C以下使用。例如，
10 在输送液化天然气（LNG）时，软管可在低至-170°C，或者更低的温度下工作。此外，软管也可用于输送液氧（沸点-183°C）或液氮（沸点-196°C），在这种情况下，软管需要在-200°C或更低的温度下工作。

按照本发明的软管可以具有不同的工况。软管的内径范围一般可以从大约2英寸（51毫米）至大约24英寸（610毫米），更一般的是从
15 大约8英寸（203毫米）至大约16英寸（406毫米）。软管的工作压力范围一般是从500千帕至2000千帕，或者可以超过2500千帕。这些与软管的工作压力有关的压力不是爆裂压力（爆裂压力应是工作压力的几倍）。体积流速取决于流体介质、压力以及内径。其范围通常是从1000立方米/小时至1200立方米/小时。

20 按照本发明的软管也可用于腐蚀性材料，如强酸。

下面将对附图进行说明，其中：

图1是按照本发明的软管在工作时理论上可能受到的应力的示意图；

图2是按照本发明的软管的示意性剖面图；

25 图3是按照本发明的软管的一加强层的剖视图；

图4A是按照本发明的软管的一管状轴向加强套的剖视图，其中轴向加强套处于松弛状态；

图4B是按照本发明的软管的一管状轴向加强套的剖视图，其中轴向加强套处于张紧状态；

5 图5A、5B、5C以及5D是按照本发明的软管的四种使用状况；

图6是按照本发明的软管密封层的剖面图；

图7是图2所示软管的绝热层的更为详尽的剖面图；以及

图8是按照本发明的软管的端部装置的剖面示意图。

图1示出了一软管H在使用时通常受到的应力。箭头HS表示周向应力，该应力沿软管H圆周的切线方向作用。箭头AS表示轴向应力，该应力沿软管H的长度方向轴向作用。箭头FS表示弯曲应力，当软管弯曲时，该应力横向作用于软管H的纵轴。箭头TS表示扭转应力，该扭转应力作用于所述软管的纵轴。箭头CS表示挤压应力，该应力源于径向作用于软管H外部的载荷。

15 周向应力HS由软管H中流体的压力造成。轴向应力AS由所述软管中的流体产生，同时也由所述软管中流体的重量以及所述软管H自身的重量共同产生。弯曲应力FS由使得软管H正确定位所需的弯曲程度以及所述软管H使用时的移动造成。扭转应力TS由所述软管的扭转造成。已有的软管通常能够承受周向应力HS、弯曲应力FS以及TS，但是很少能够承受轴向应力AS。基于这一原因，当已有的软管受到很大的轴向应力AS时，为了使所述轴向应力AS最小化，其必须被支承着。

本发明解决了承受轴向应力AS的问题。在图2中，软管通常用附图标记10表示。为了清楚起见，图2以及其它图中各层的绕线组未示出。

25 软管10包括一个管状体12，所述管状体12包括一个内部加强层14、一个外部加强层16、以及一个夹在加强层14、16之间的密封层18。一个起轴向加强作用的管状套20沿所述外部加强层16的外表面设置。

所述管状体12以及管状套20位于一个内部螺旋卷绕线22以及一个外部螺旋卷绕线24之间。所述内部及外部螺旋卷绕线22、24彼此偏离半个螺距长度。

5 一个绝热层26围绕所述外部螺旋线24设置。所述绝热层可以采用已有的绝热材料，如塑性泡沫材料，或者下面将要描述的与图7相关的材料。

所述加强层14及16包括由一种合成材料制成的纺织纤维制品，如UHMWPE或芳香尼龙纤维。图3示出了内部加强层14，从中可明显看出所述内部加强层14包括沿经向W设置的纤维14a以及沿纬向F设置的纤维14b。为了清楚起见，图3只是示出了内部加强层14。我们意外地发现，将所述加强层14的经向W与所述软管10的纵轴的夹角设置成一个小于 20° 且通常为 15° 的角度，软管10的轴向强度能够得以提高。这一角度在图3以符号 α 表示。所述外部加强层16的结构及方位和内部加强层14的结构及方位实质上一致。所述外部加强层16的角度 α 和所述内部加强层14的角度 α 可以相同或不同。

所述密封层18包括多层卷绕于所述内部加强层14的外表面上的塑性薄膜，其在所述内部及外部加强层14和16之间提供了液密性的密封。

所述软管10还包括一个位于所述管状套20和外部螺旋线24之间的加强层21。所述加强层21与所述管状套20和外部螺旋线24具有相似的特性。

所述管状套20是由两组纤维20a和20b构成的一管状编织物。所述管状套20示于图4A以及图4B，在这些图中，为了清楚起见，只是示出了管状套20。在两组纤维20a和20b之间具有空间28，因而当管状套20受到轴向拉伸时，纤维20a和20b能够收缩移动至空间28。这在某种程度上可以减少所述管状套20的直径，使其紧固在所述管状体12上，从

而增强了软管的结构完整性，并且使得软管10的破裂压力增大。图4B示出了处于张紧情形下的管状套20。

图6详细示出了密封层18。所述密封层18的设置增大了所述软管对弯曲应力FS及周向应力HS的抵抗力。

5 如图6所示，密封层18包括多层18a，其中每一层由第一种聚合物（如一高度定向的UHMWPE）制成，并且和每层由第二种聚合物（如PFTE或FEP）制成的多层18b交替布置，两种聚合物具有不同的硬度。所述多层18a以及18b卷绕于所述内部加强层14的外表面，从而在所述内部及外部加强层14和16之间提供了一种液密的密封。如上所述，所
10 述多层18a及18b无需以交替的方式设置。例如，所有多层18a可以放置在一起，所有多层18b可以放置在一起。

图7详细示出了绝热层26。所述绝热层26主要用于提高软管10对弯曲应力FS的抵抗力以及软管的隔热。

所述绝热层26包括一内层26a，所述内层26a由一种以喷射、浇注
15 或其它方式施加于所述管状体12以及外部螺旋线24上的聚氨基甲酸酯构成。硬化后，聚氨基甲酸酯层26a形成了一个所述外部线24嵌入其中的固态基体。这有助于所述外部线24的定位。在最佳实施例中，所述内层26a中具有气泡。

所述绝热层26包括位于内层26a之上的一个层26b。所述层26b由玄
20 武玻璃纤维形成的纤维制品构成。所述层26b为软管10提供了大部分的隔热性能。

所述绝热层26还包括位于层26b上的一层26c。所述层26c由UHMWPE构成，如DYNEEMA或SPECTRA。所述层26c主要用于抵抗周向应力以及弯曲应力。

25 所述绝热层26还包括一压缩层26d。压缩层26d起压缩所述层26b的作用，同时我们发现玄武玻璃纤维层26b的隔热特性在受到压缩后得以

大大地提高。所述压缩层26d可以包括例如紧紧地缠绕于所述层26c上的一绳或索。所述压缩层26d最好包括一和上述管状套20相似的轴向加强套。

另外一具有气泡的聚氨酯甲酸酯层（未示出）可以位于压缩层26d
5 上，以进一步改善软管10的绝热特性以及浮力。在包含气泡的聚氨酯甲酸酯层上可设置另一不包含气泡的聚氨酯甲酸酯层（未示出）。所述另外的聚氨酯甲酸酯层可附加地或作为替代设置于所述压缩层26d上。所述内部层26a自身包括气泡也是可能的。

所述软管10可通过以下技术形成。为了获得一具有理想螺距的螺旋构造，
10 第一步将内部线22缠绕于一支撑芯轴上（未示出）。支撑芯轴的直径和所期望的软管10的内径相一致。然后内部加强层14缠绕于所述内部线22以及支撑芯轴上，使得其径向W被设置成期望的角度 α 。

构成密封层18的多层塑性薄膜18a以及18b随后被缠绕于所述内部加强层14的外表面上。薄膜18a以及18b的长度通常小于软管10的长度，
15 因而，多个单独的薄膜18a以及18b必须缠绕于所述内部层14上。薄膜18a以及18b最好沿密封层18的厚度方向交替布置。一般地，在密封层厚度方向上具有五层单独的薄膜18a及18b。

然后所述外部加强层16缠绕于密封层18上，使得其径向W被设置成期望的角度 α （所述角度可以是 α ，或者接近 α 的其它角度）。所述管状轴向加强套20被拉动至所述外部加强层16的外侧。另一加强层21
20 进而缠绕于所述轴向加强套20上。

为了获得一具有理想螺距的螺旋结构，一外部线24缠绕于所述另一加强层20上。所述外部线24的螺距一般等于所述内部线22的螺距，并且所述外部线24位于偏离所述内部螺旋线22半个螺距长度的位置；
25 这在图2得以示出，其中p表示螺距。

然后一种聚氨酯甲酸酯树脂被喷在所述加强层21的外表面，从而在所述加强层21以及外部线24上形成一层树脂罩。所述树脂硬化后可形成所述内层26a。为了使得内层中具有气泡，可在所述树脂硬化前（通常在喷射或上色之前）向其中注入气体。随后，所述玄武玻璃纤维层26b
5 卷绕于所述聚氨酯甲酸酯层26a上，所述UHMWPE层26c卷绕于所述玄武玻璃纤维层26b上。最后，所述压缩层26d作用于所述层26c上。

通过将位于所述软管10内部的一插入件上的衬套翻卷，可以密封所述软管10的端部。这一收尾步骤通常在所述软管10已由所述芯轴上移开后实施。

10 如图8所示的端部装置200可以使得所述软管10的端部被密封。在图8中，为了清楚起见，软管10未示出。端部装置200包括一具有一软管端202a和一末端202b的筒状内部件202。所述端部装置202还包括一个密封件，所述密封件包括一个PTFE密封环204以及一个环绕PTFE密封环204的不锈钢开环206。

15 所述端部装置200还包括一个载荷传递装置，所述载荷传递装置包括一软管结合部件208、一载荷传递部件210以及一圆盘状端部件212。所述载荷传递部件包括一圆盘形板214以及至少一个载荷传递杆216。在图2中具有两个杆216，但是具有三个或更多数量的杆216也是可能的。所述每个杆216上具有一个紧固螺母218。所述板212以及214上分
20 别具有安装杆216的孔212a以及214a。

所述每个板212及214可以是一Simon板，所述软管结合部件202可以是一Ged环，所述开环206可以是一Eric环。

所述板212还包括孔212b，同时所述内部件202的末端202b具有孔202c。固定螺栓220位于孔202b以及212b中，以便将所述板212固定在
25 所述内部件202的末端202a。图2中具有两个固定螺栓220以及相关孔的孔，但是应当明白固定螺栓220以及相关孔的数量可多可少。

所述软管结合部件208具有一个内部螺旋凹槽208a，所述软管10的外部线24穿过所述内部凹槽。所述内部件202具有一外部螺旋凹槽202d，所述内部线22穿过所述外部凹槽。由图2可看出，类似于所述内部线以及外部线22和24，所述凹槽208a以及202d间隔半个螺距长度 p 。

5 内部件202具有两个沿圆周方向的伸出部202e，所述伸出部位于所述密封环204的下方。伸出部202e用于增强位于所述内部件202以及所述密封环204之间的所述管状部件20的密封性，并且可以防止所述管状件被意外地拉至不正确的位置。

所述软管10如下所述被固定在端部装置200上。所述内部件202被
10 拧到所述软管10的端部，从而使得所述软管10接近所述板212。所述内部线22被放置在凹槽202d中，所述外部线24被放置在所述凹槽208a中。所述内部线22以及外部线24被截断，以防其沿所述内部件202延伸而超出凹槽202d以及208a。所述绝热层26在该处也被截断。所述内部加强层14在该处也被截断，或者在其到达所述密封环204之前的某处被截
15 断。这就意味着所述密封层18直接与所述内部件202的外表面结合。然而，所述管状体12的其它部分可以在位于所述内部件202以及所述密封环204之间的所述内部件202上延伸。

然后所述软管结合部件208受到紧固而卡紧在软管10上，从而与所
述软管10形成牢固的结合。紧固所述螺母218，使得软管10产生一些轴
20 向拉伸，从而造成系统的运动。这些力由所述软管结合部件208传递至所述板214、所述杆216、所述板212以及所述内部件202的末端202b。所述管状部件20被拉至所述软管结合部件208的上表面，并且被固定在沿所述软管结合部件208之上表面延伸的伸出部208b上。

所述管状体12在所述密封环204下方延伸。在所述软管结合部件208
25 以及所述螺母218被紧固后，紧固所述开环206，以使得所述密封环204作用于所述管状体12上的力增大。

然后液氮将所述端部装置200冷却至一低温。此时，所述密封环204的收缩量较所述开环206的收缩量大，因而所述开环206作用于所述密封环204上的压缩力减小。在所述开环206以及所述密封环204处于一相对低的温度的同时，所述开环206被再次紧固。随后温度升至环境温度，
5 此时，所述密封环204相对于所述开环206更大的膨胀使得作用于所述密封环上的压缩力增大。

这就实现了所述软管10的端部装配。所述软管结合部件208为所述软管10的端部提供了一些密封，并且有助于沿所述密封环204在所述软管10上产生轴向力。所述软管10的其它密封由所述密封环204提供。

10 图5A至图5D示出了所述软管10的三种应用。在图5A至图5C中，一个漂浮的储存及卸载箱（FPSO）102通过一个按照本发明的软管10而与一个LNG运载装置104相连。所述软管10将LNG由一个FPSO储存箱102输送至一个LNG运载装置104的储存罐。在图5A中，所述软管10位于海平面106之上。在图5B中，所述软管10位于海平面106之下。在
15 图5C中，所述软管10邻近海平面。在每种情况下，软管10无需任何中间支撑即可输送LNG。在图5D中，所述LNG运载装置通过软管10与一陆地存储设备108相连。

除了图5A至图5C所示的应用外，所述软管10可在多种其它场合下应用。所述软管可在低温或非低温情况下应用。

20 很显然，可以对上面所述的本发明进行改进。例如，所述管状套20可以位于所述外部线24的外侧。同时，所述软管10可以包括辅助加强层14、18，密封层16以及/或管状套20。所述密封层18a中的一层、或多层、或者所有层可以是敷有聚合物的金属薄膜，或者是镀有金属的聚合物薄膜。类似地，所述密封层18b中的一层、或多层、或者所有层可
25 以是敷有聚合物的金属薄膜，或者是镀有金属的聚合物薄膜。

图1

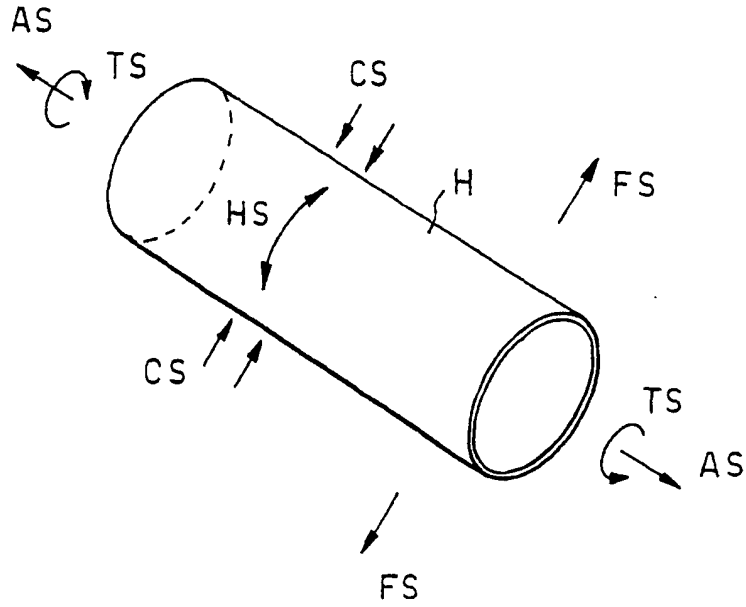


图2

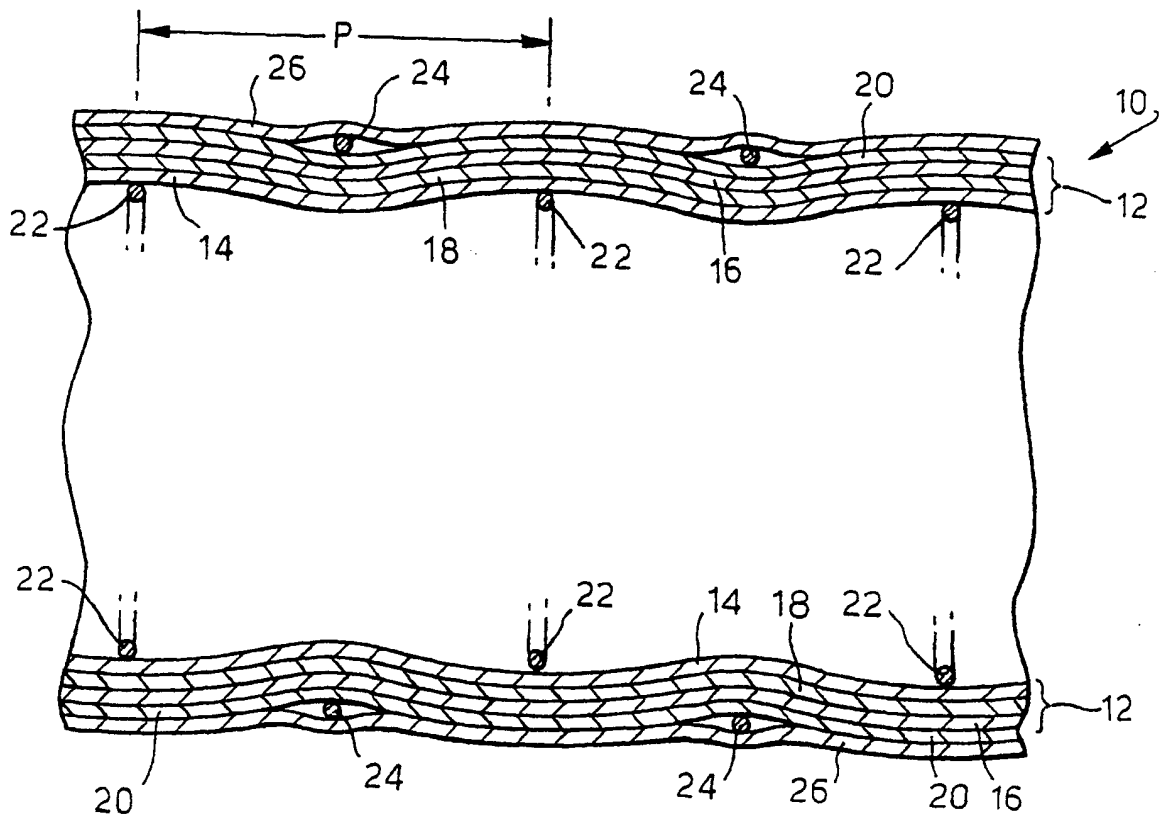


图3

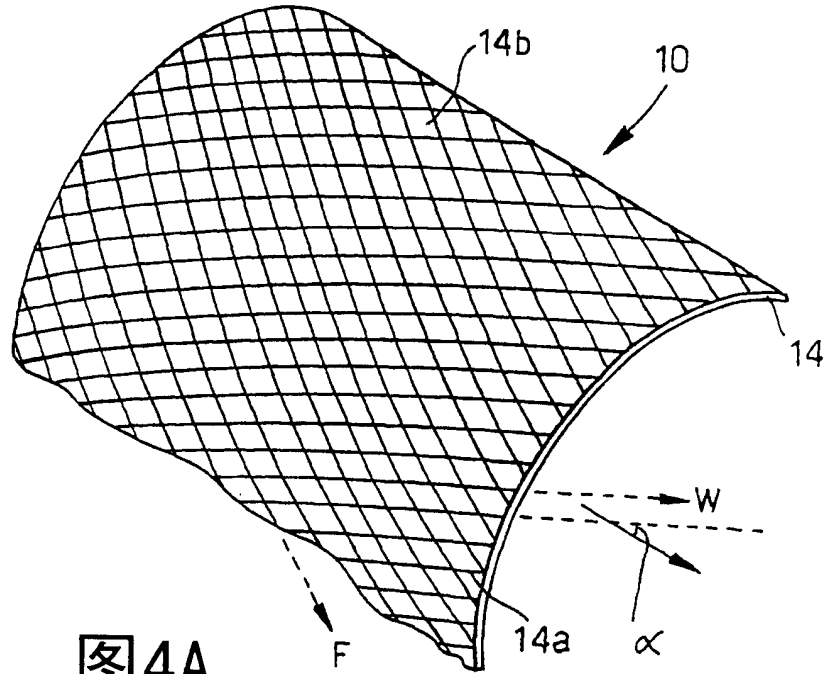


图4A

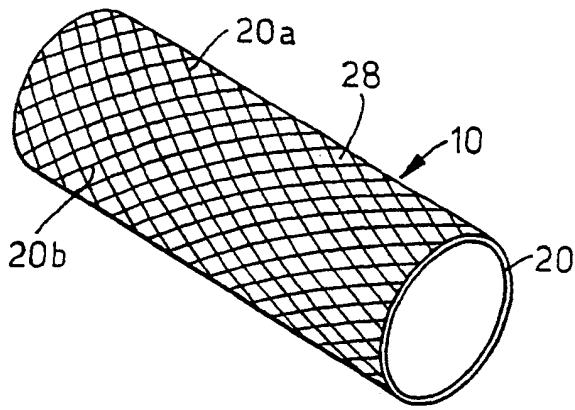


图4B

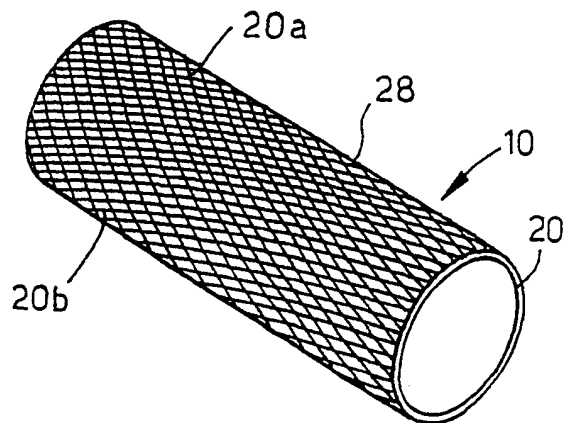


图5A

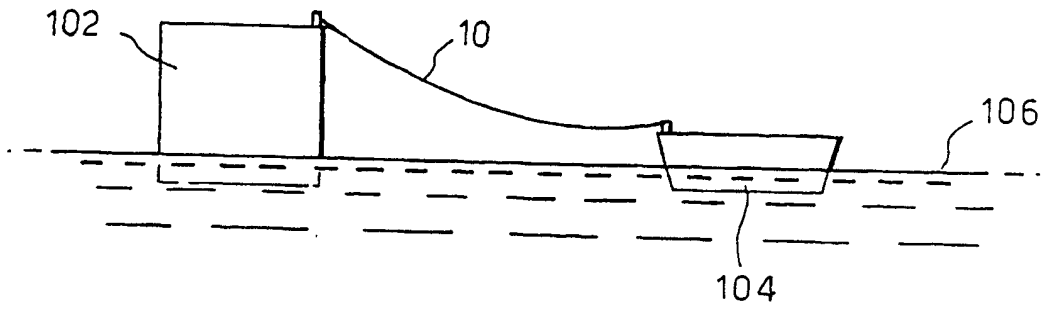


图5B

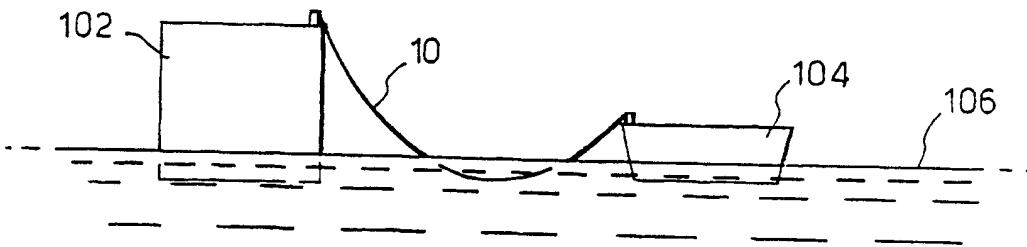


图5C

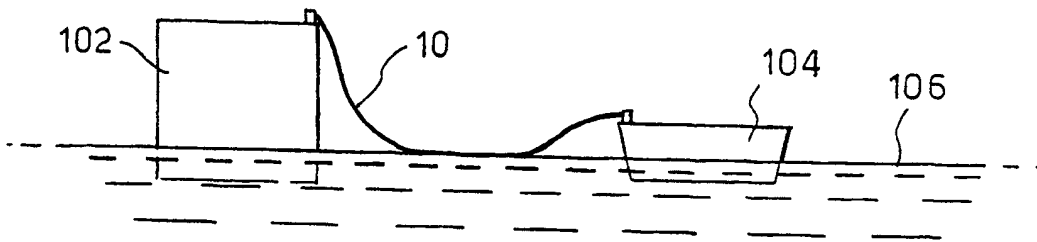


图5D

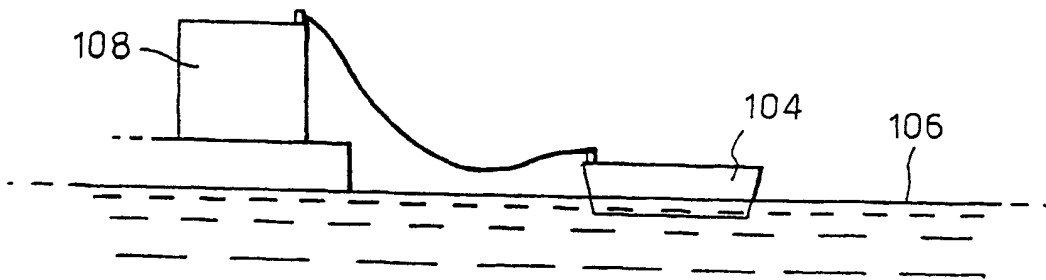


图6

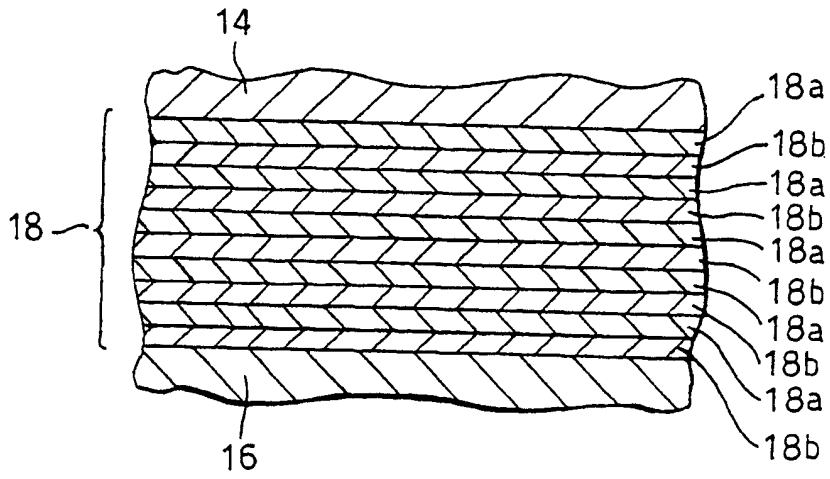


图7

