



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97194943.3

[45] 授权公告日 2003 年 9 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 1120918C

[22] 申请日 1997.3.25 [21] 申请号 97194943.3

[30] 优先权

[32] 1996. 3. 25 [33] US [31] 60/014,145

[32] 1996. 8. 14 [33] US [31] 08/704,382

[32] 1996. 8. 19 [33] US [31] 08/699,600

[86] 国际申请 PCT/US97/05078 1997.3.25

[87] 国际公布 WO97/36063 英 1997.10.2

[85] 进入国家阶段日期 1998.11.24

[71] 专利权人 格伦·R·萨姆纳

地址 美国得克萨斯州

[72] 发明人 格伦·R·萨姆纳

审查员 何华冬

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

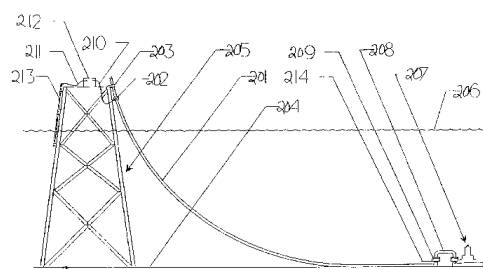
代理人 李晓舒

权利要求书 3 页 说明书 18 页 附图 12 页

[54] 发明名称 加热的海底管线和其制造方法

[57] 摘要

海洋水下管线(201)与海水电绝缘,由流经管线的交流电加热,交流电源(212)接地到周围海水(206)。于最终目的地就位前,绝缘材料在管线或管束组装长度段和模之间进行浇铸,模围绕组装长度段是连续的或是直接相接的。



1. 海底加热管线, 包括:
管子;
- 5 涂层, 涂层将所述管子与海水电绝缘;
一交流电源;
一回路导体, 接地到周围海水, 将所述交流电源的一第一腿和所述管子的一第一点电连接;
所述交流电源的一第二腿与所述管子的一第二点电连接, 从而交流电
- 10 流流过所述管子和所述回路导体;
其中, 流经所述管子的交流电流用于改善通过所述管线的流体流动。
2. 如权利要求 1 所述的管线, 其特征在于, 所述回路导体包括周围海水。
3. 根据权利要求 1 所述的管线, 其特征在于, 所述回路导体包括一绝
- 15 缘电缆。
4. 根据权利要求 1 所述的管线, 其特征在于, 所述回路导体包括另一管线。
5. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的管线, 其特征在于, 所述电绝缘涂层也对所述管子热绝缘。
- 20 6. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的管线, 其特征在于, 所述电绝缘涂层的厚度大于 12.7 毫米。
7. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的管线, 其特征在于, 所述电绝缘涂层用水下绝缘涂层覆盖, 水下绝缘涂层在管内物质和周围物质间的热阻大于贴附到管子表面上的厚度为 9.53 毫米, 导热率为 $0.173 \text{ W m}^{-1} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ 的
- 25 材料的涂层。
8. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的管线, 其特征在于, 所述绝缘涂层包括热塑料。
9. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的管线, 其特征在于, 所述绝缘涂层包括沥青。
- 30 10. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的管线, 其特征在于, 所述管线包括: 一系列管段和现场对接接头; 管段通过现场对接接头连接; 所述绝

缘涂层包括一系列主干部，其用于绝缘所述管段每一个的长度的主干；还有一系列现场对接接头封闭部分，用于绝缘每个现场对接接头，所述封闭部分与所述主干部封闭，从而形成一在所述管子上的连续的电绝缘涂层。

11. 根据权利要求 10 所述的管线，其特征在于，所述现场对接接头封闭部分在现场对接接头周围浇铸；并被热熔，以与所述主干部封闭。

12. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的管线，其特征在于，还包括一个附加装置，用于产生电热，其与所述管子和海水串联，并由所述交流电供电。

13. 根据权利要求 1-4 中任一项所述的管线，其特征在于，还包括与
10 所述管子和海水串联、由流经所述电路的交变电流供电的电设备。

14. 根据权利要求 11 所述的管线，其特征在于，用于浇铸所述封闭部分的模具保留在现场来保护所述绝缘涂层。

15. 根据权利要求 1-4 中任一项的管线，其中，电源为在 AC 电流上附加一直流。

15 16. 多个海底加热管线，其中每一个管线为根据权利要求 1 的管线，彼此平行设置，每个管线具有多个所述管子，所述交流电沿管线串联流动。

17. 一种制造绝缘的海上管线的方法，其特征在于，绝缘材料具有小于 0.2BTU/hr.ft.F° 热导率，所述绝缘材料被浇铸在至少一个管线的组装长度段和模之间，所述模沿着并围绕所述组装长度段彼此直接相邻，以致
20 在所述长度段被置于它的最终目的地前形成一连续的绝缘层。

18. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述模被设置得使所述绝缘材料在管线所述组装长度段和一电导体周围浇铸，所述电导体沿所述长度段的至少部分延伸，所述电导体具有连接一电源的装置，所述电源通过所述导体输送电流，以加热在所述管线的至少一个。

25 19. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，组装长度段从浇铸场地向最终位置移动时，所述模置于保护绝缘材料的位置。

20. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述绝缘材料包括沥青。

21. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述绝缘材料包括热
30 塑料。

22. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述绝缘材料包括水

硬水泥和闭泡抗压填料的混合物。

23. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述管线的至少一个是通过材料热连接到其他管线的至少一个上，所述材料接触所述管线，且具有大于 1BTU/hr. ft. F° 的热导率。

5 24. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述管的至少一个可浮在水中。

25. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，所述模被设置，浇铸所述绝缘材料，使得所述绝缘材料不完全包围所有的管子。

10 26. 根据权利要求 25 所述的方法，其特征在于，所述可浮起的管子可活动地连接其他管线。

27. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，在所述绝缘材料浇铸后，所述组装长度段被拖向海中。

28. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，在所述绝缘材料浇铸后，管线的所述组装长度段安装在卷盘上。

15 29. 根据权利要求 17 所述的方法，其特征在于，在管线布设时，在船上进行管线的所述组装长度的绝缘层浇铸。

加热的海底管线和其制造方法

5 技术领域

本发明涉及交变电流电加热的管线和绝缘海底管线的方法，交变电流流经用防水涂层与海水绝缘的导电管线，特别涉及，在管子焊接在一起后，施加隔热材料的方法，因此避免在深海中铺设管线时造成的各种麻烦。

10 背景技术

从海底油气层生产海洋油气时，越来越多地采用“水下”或“补偿”生产技术。该技术使用称为“输油管线”的海底管线，它在海底的井口和象附近平台的集油站间的较短路线上铺设。由于种种原因，采取措施保持在海底输油管中流动的流体的高温常常是有益的或必须的，一种作法是附加绝缘层，保持在生产出的流体中存在的热量。

因为这些输油管线一般是又细又短，并常在深海中，由卷筒式铺管船进行安装常比依靠在甲板上将管节串接在一起的铺管船安装快速节省。然而，进行卷盘，由于复合材料管的刚度，除了在小输油管上以外，不能使用与绝缘填料环同心的管。为了绝缘滚筒铺设的管，业已使用各种塑料，橡胶或泡沫塑料涂层，但是，这些材料单位体积的成本较高，同时比在同心管结构设计中用的常规的绝缘材料的导热性高。因为多个输油管线常沿相同的短路线铺设，在陆地上将输油管串联，将几个管线的一束拖到海上会较廉价，特别是在需要绝缘时。这些管束通常组装在一个起减少海底重量，以及在行程中保护输油管的作用的“输送”管中。管束可以被拖到控制深度的海底之上，其中管束的重量准确地控制，使得很接近浮力，或可保持在仅稍重于浮力，使得它处在没有太大的阻力的可移动的底部。在任何情况中，管束的水下重量必须在拖动时保持在窄的范围内。在控制深度的拖动方法中，在输送管和输油管束间的空的间隔一般填充压载，当管束到达目的地时，使管束下沉。液体或部分固定的泥浆起绝缘和压载的综合作用。沿着海床拖动的管束，通过填充输油管本身形成的附加压载会是足够的。在这时，廉价的，常规绝缘材料被装在输油管束和套管间的干燥

的空间中。这些绝缘材料比在盘卷管线上使用的海底绝缘材料有效，廉价。在需要绝缘的情况下，这被认为是安装输油管束方法的重要优点。在一些情况中，用拖动输油管线还是用盘卷管船分开地铺设它们，这是决定的因素。在套管内包括管束的一个缺点是，在很深的水中，为了使套管不致在静水压下压溃，需要的管壁厚度使得难于达到要求的浮力。将套管用氮加压，在一些情况中，这个缺点已被克服，但是由于氮本身的成本，以及填充套管所要的填充装置和时间，加压也附加了成本。在这个方法中的浮管也比为了附加要求的浮力要求的大，因为套管的体积的部分被输油管束占据。如果输油管在浮力管外，这一空间不影响浮力。这种方案的另一个缺点是，需要某种类型的拖动系统，使得输油管束被拉入到套管中。将这样预制长度的管束连接到已经在水中的另一个管束是相当困难的。确切地说，因为这一困难，大多数的被拖动的管束是在陆上的一个单独部分中制造。这要求前面是海滩的很长的陆地部分。

在过去，大部分海底管线绝缘层是在一个将管离串连在一起的地点远的工厂施加到管上，用一个单独的工艺过程对现场对接接头上的小间隙进行涂覆。近来，当管盘卷时一些绝缘涂层被挤压到管上。绝缘层也在现场装到被拖动的管束上。在至少一个情况中，在管束被拖到进入套管前，预铸造的泡沫塑料件安到管束周围，然后管束沿底部被拖动。用控制深度拖动法安装多于一个管线时，管束到达目的地后，液体或凝胶或固化的泥浆被泵压到管线管和套管间的空间中。防压溃外套对所有这些被拖动的管束是必需的。

增加绝缘材料的厚度的益处随着它的厚度的增加减少，但减小一定厚度的绝缘材料的传导率的益处相反地直线增加。因此，当将一种方法施加的低传导率的材料与不同方法施加的高传导率的材料的特点比较时，不可能笼统概括。对于长的管线，加以足够的绝缘层以达到希望的结果会是不实际的。在其他情况，用低传导性材料，而不是高传导性材料，充分的绝缘会是实际的。在此两种情况中，通过附加比在生产的流体中含有的热量更多的热量，可增加实际长度。加热也可能是有用的和经济有效的，即使操纵管线不是必须的。

和管线中流体冷却相关的诸多问题由于流动条件的改变是临时性质的。某些绝缘的管线输送的材料会在流动停止时凝固或转变成蜡，但在满

流量时它又会通过管线，足够快地被运送，从而避免冷却问题。这时，管线必须在关闭后用不同的流体快速地清扫。绝缘层可以用于足够地减慢热量损失，使得在非计划的关闭中，有时间冲洗管线，但加热管线的能力可以提供一个无限的“关闭窗口”，而不必冲刷管线。另一类型的临时流动状态是发生在输送海洋油井油气的输油管中的流速降低。因为温度降取决于流体在管线中的时间和长度，在流速减小时，温度损失加大。在这时，直到接近油气井寿命的终点，加热的峰值功率需要或许不发生，这意味着大的加热消耗延期。如果以较低的消耗安装效果差的绝缘系统，那么，加热和绝缘的综合效果会比一个较有效的绝缘系统的消耗低。与温度相关的问题不是全部可以预计的，所以用非加热的管线必须预先估计最坏的情况。可以操纵加热管线进行足够加热，以适应实际需要。

可以通过热连接到管线的分开的加热管泵压热水或蒸汽加热管线。ONE 石油公司计划将水下绝缘层加到套管外，使得热水可通过套管和管线束间的空间泵压。绝缘层将加到套管外。

- 15 在无可利用的废热时，通常电加热比流体伴热经济有效，但由于使用高功率水下加热的复杂性，电加热很少用于海上。电加热管线的最老方法之一是用管线本身作为阻抗加热元件。对于磁性材料的管线，由于在管壁中的自感涡流，交流电倾向于接近管的外表面流动。如果管壁厚，这能够有效地将电流与管内的流体隔开，因此即使在管线内流的流体有某种程度的导电性时，这个方法也可使用。这个方法虽然原理简单，但具有取决于情况的几个缺点。因为钢管的电阻低，需要高电流产生足够的热，来显著提高流体温度。除了电阻低外，在回路中损失相当大的电能。这要求大的电路电缆，基本上不可能与地成为回路。而且，一般用于绝缘陆地管线的材料没有设计用作电绝缘器，并不适于绝缘高电压。因此工业标准将所述电压限制到对人没有危险的水平。这样可有效地将这个加热方法限制在比一般使用在海底的管线要短的管线中。

- 25 用于克服这些问题的一个方法是，在一个或多个用作导管的小管中感应加热一个电导体，所述电导体输送高压交流电。导管和管线连接，并作为电流回路。在导管中感应产生热量，但使得电流在一个单独的导体外表面上流动的同样的集肤效应现象，使得电流在以相反方向输送电流的同轴导体的磁性外导体内面上流动。因此这个方法绝缘了管线内外面，允许高

电压加热导电的流体，没有电击的危险。这在美国专利 3,617,699; 3,777,117 和 3,975,617 中说明，并称为集肤效应伴热。它在陆上通常使用，并在至少一个海洋管线上使用。在该管线中，加热管预先安装在各接头上，在管接头上，较大尺寸的同心管从端部安装，包裹泡沫绝缘层。每个管接

5 头容纳一个接线盒，在两个管连接后，它可连接海洋加热管和电线。在接头上安装分开的套筒并焊接。因为在铺设管线时管在水下焊接，这个费时的工艺过程是很昂贵的。

美国专利 5,241,147 提出用一个磁场在管中感应加热，寻求解决这些安装问题，磁场是由交变电流通过在绝缘层外设置的导线建立的。然而，

10 这会使电线易于损坏。

美国专利 3,975,617 中导体设在管子附近，起在管子中感应加热和向生产设备输电的综合作用。

美国专利 5,241,147 中，用在海上用的柔性的管中的钢绕组作为直流电阻加热元件，地作为电流回路。这个方法依靠软管或柔性管中的塑料或

15 橡胶层，将钢绕组与海水和管线中的导电流体电绝缘。用直流电流的缺点是，海水会起电解质的作用，钢绕组或接地电极会被电解快速消耗。

发明内容

本发明提供一种海底加热管线，包括：管子；涂层，涂层将所述管子与海水电绝缘；一交流电源；一回路导体，接地到周围海水，将所述交流

20 电源的一第一腿和所述管子的一第一点电连接；所述交流电源的一第二腿与所述管子的一第二点电连接，从而交流电流流过所述管子 and 所述回路导体；其中，流经所述管子的交流电流用于改善通过所述管线的流体流动。

在本发明中，用防水涂层将管线与周围的海水电绝缘，管线传导在管

25 线中产生阻抗加热的交流电。电源连接海水接地。在最简单的实施例中，电流回路是直接通过海水，但电流也能通过一个绝缘的电缆，或另一个管线返回，在每个情况中，用海水接地。在优选实施例中，电绝缘也用作隔热绝缘涂层。这些与现有技术用在陆地管线上的交流阻抗加热所不同的是：

30 第一，电绝缘材料是连续的，防水的，能在持续静水压下将管线与海水绝缘。第二，通过将电源接地到海水，全部水下管线安全，没有电击和爆炸的危险，因为绝缘仅可能失效接地，在接地路线中没有游离氧，不可能有

电火花。这个结合使得可以使用高压，在使用一般长度的海底管线阻抗加热时需要高压。因为含盐的海水本身是比地好的多的导体，它可以用作主返回电路，与用地作为电流主返回电路相比，没有过多的能量损失。如果整个管线用一种类型和尺寸的管，那么，每单位长度的管线产生的热在管线上是均匀的。在本发明的另一个实施例中，通过改变管的材料或壁厚，或附加与被加热的管的整个长度或一些长度串联的不同的加热装置，热能不同地分布。本说明的后面公开了在保持整个管线的电的连续性的同时，在管线全长上将管线电绝缘的装置，用于将电源连接到管线的装置，和将管线连接到平台的装置。

10 本发明的另一方面是一制造方法，其中，在放置到最终目的地前，绝缘材料铸造到在模中管线的被组装长度段上，模是连续的，或沿所述组装长度彼此直接相邻。绝缘层可围绕几个平行或螺旋缠绕的管线铸造。一般管线通过将多个预制的管节焊接在一起“已组装”好，也可以将绝缘层铸造到移送至盘卷的铸造地点较长的连续管子上。一般，在管线正在从位于船上的盘卷，或接近海床或湖床的岸边的盘卷，或向另一个盘卷，经过一个工作台时传递时，进行这项工作。此时，所述的“组装长度”在此是用于说明在盘卷上缠绕的连续长度。在此更普遍用的“管线组装长度”用于说明一个管线的长度，或几个管线的管束长度，它过于长，以致不能长距离运输，除非绕成盘卷，或拖动。在串连地点，在管线周围，形成模，或弯曲或组装成模，并用绝缘材料填充，所述材料在固化后具有某种结构强度和抗冲击和变形性能，使得它保护管线。绝缘材料也将多个管结合成管束。模或多个模因此不需要抵抗外压，或能保护或结合管线。模不需要抵抗通过压模挤压所要求的那样的很大内压。

25 与将管放入到抗压套管中相比，所述方法减少用钢量，和焊接量，也消除了将输油管线拉入到套管的运送系统的需要。如果浮管不是连续的，在全部长度的部分被拖到海洋中后，较容易将分段的管线束连接。在管束达到它的目的地后，一连续的浮管可用于运送加热的流体。此方法的经济可行性取决于经济有效的绝缘材料的可用性，所述材料能够铸造，浇铸或模制，并充分保护管束。当为抗深海的静水压开发了较经济适用的绝缘材料时，并在海洋管线的深度增加时，本方案的优点可越发显现。

30 本方法可用于在盘卷上安装的单个管线或管束的绝缘，在布管时或从

盘卷上安装管，或管从盘卷退出。此法也可用于在甲板上串接的管线，特别适用于组装的并通过所谓 J 布管法垂直布管的管线。

附图说明

5 图 1 是组装绝缘的管线束的一部分的侧视图，它在圆形的套筒内，套筒起容纳绝缘材料的模的作用；

图 2 是在图 1 的线 A-A 处取的剖面图；

图 3 是在图 1 的线 B-B 处取的剖面图；

图 4 是围绕四个输送管线的管束和浮管设置矩形模的剖面图；

10 图 5 是在模就位时，图 4 所示的管束的剖面图；

图 6 是在绝缘材料进入模后，图 5 所示的输送管线束的剖面图；

图 7 是较小的管的管线束的侧视图，这些管正轴向移动通过一个台，在此，模被安装并填充绝缘材料，绝缘的管线通过台前进被盘在一个大盘卷上；

15 图 8 是取自图 7 中的线 A-A 的剖面图；

图 9 是金属板锁闭键的放大详图，它可用于连接图 7 和 9 所示的模的边；

图 10 示出在绝缘的管线入水前管炉形的模段 35 连续地被定位，被填充绝缘材料时，管线或从盘卷或从一个塔正在离开船；

20 图 11 示出较小尺寸管子的管束，它正沿轴向移动通过一个台，在此，一个薄金属板从带卷上给出，并由辊制成圆形模，在盘到盘卷前向模中泵压绝缘材料；

图 12 是从图 11 的 A-A 处取的剖面图；

25 图 13 是图 1，2 和 3 中管束的侧视图，管线正被制造，并同时被拉入海中；

图 14 是两个管线的管束剖面图，围绕管束绝缘材料浇铸在模内，浮管结合到绝缘的管线上，但不由绝缘材料包围；

图 15 和 16 是图 15 中的间隔体 77 的侧视和端视图；

30 图 17 是从平台到海床悬链中悬挂的管线，它从此伸到海底井口，管线与周围的海水绝缘，通过吃水线上的绝缘接头与平台绝缘，接头包括电端子，它将管线与交流电源的一个分支连接；交流电源 212 的另一分支和接

近海底井口的管线端连接在海水中的接地电极，海水接通两个海水电极间的电路；

图 18 示出一个海上管线，它在接近海床处连接管线立管，立管结合海洋平台，管线与海水电绝缘，并与立管通过水下绝缘接头绝缘，绝缘接头包括一个端子，它将一个柔性电源导体连接平台上的交流电源，电源的另一分支和接近海底井口的管线端部连接海水电极，海水接通了海水电极间的电路；

图 19 是从平台向海床悬链弧中悬挂的管线的图，管线从此沿海床伸向海底井口，通过绝缘涂层，管线与周围的海水绝缘，用海床绝缘接头与平台绝缘，绝缘接头包括一个电端子，它通过一个电缆将管线连接到交流电源的一个分支，电缆在导管内通过水线延伸，电源的另一分支和接近海底井口的管线端部连接海水电极，海水接通了交流电路；

图 20 是绝缘接头和如图 18 中端子 279 和图 19 中端子 299 侧视剖面图；

图 21 示出管线现场对接接头的侧视剖面图，通过“J”布管安装法安装时，所述接头是由在模内浇铸绝缘材料 236 绝缘的，绝缘材料封闭连接两个垂直管的焊缝；

图 22 是通过管线的现场对接接头取的端视剖面图，用“S”布管法在海洋安装绝缘管时，所述接头通过在模 244 中浇铸绝缘材料 248 绝缘，绝缘材料封闭连接两个水平管的焊缝；

图 23 示出由图 22 中的 B-B 处取的浇铸的现场对接接头的侧视剖面图。

根据本发明的制造方法，在安置到最后位置前，绝缘材料被置于沿组装的管线长度的一个连续的模，或多个直接彼此相邻的模中，一个或多个管线组装长度间。绝缘材料可以围绕平行的或缠绕成螺旋的几个管线浇铸。绝缘材料的作用是保护，结合和保存管线，以致所述模不必是抗外挤或抗冲击的。如图 11 和 12 所示，它可以根据应用从端部或侧面预制成段进行安装，它可由带螺旋缝的管段制成，或可围绕管线由带卷料连续形成，边缘被连接，带有与预制管相似的纵缝。

具体实施方式

图 1-3 示出在圆形模中的管线束。如果在一个平表面上制造这样的排列，如对于被拖的管束，如图 15 所示，可形成一些间隔体或所有间隔体跨

模截面伸展，使得模被分成短的段，一段一段地可将绝缘材料由顶部填充。这类间隔体如图 15 和 16 所示。如图 7，10，11 所示，例如可在管线倾斜时浇铸绝缘材料，但这不是必需的。

如图 1 所示，用连续或不连续的管减轻管线或管束的水下重量，所述管带有木料和其他轻质材料，这些木料或轻材料包括比绝缘合剂轻的分散在其中的颗粒。如果轻质材料含有孔隙，那么它应有足够的强度，抵抗通过绝缘材料传到它的任何海水的静压力。这取决于绝缘材料的性质。如果绝缘材料可长时间耐静压力，绝缘材料本身也可有孔隙，或充气的间隙。在一些情况中，可以确定管线的尺寸来取得正确的水下重量，不用只起减轻重量的材料。这个可行性取决于管线的工作压力和海洋深度。对于通过盘卷安装的管线或管束，低的水下重量未必是重要的。在大多数而不是所有情况中，模被设置的位置对绝缘材料提供附加的保护。在海床上被拖的管束上，它在海床上被拖拉时可起一个抵抗磨损的硬盖的作用。对于盘卷的管或管束，薄金属的模也可起外套的作用，有助于在绝缘的管线或管束受弯曲作用的点负荷处抵抗变形。绝缘材料保护管束不受冲击，支撑模，而模起保护绝缘材料不受刮削和磨损的外套作用。

如图 4，5 和 6 所示，模不必具有一个圆截面。圆模具有几个优点。例如，如果管束本身不是圆形的，在围绕管束的一些位置中，圆模比其他的模，产生较大的绝缘层厚度。在取得希望的隔热作用所需的材料整个体积上，不同的形状是较显著的。而且，对于在海床上拖动的管束，与海床的平接触会将接触压力在较大面积上分布，从而减少拖动的磨损。对于盘卷管，绝缘材料的较好的体积效率的效果是，允许较大量的绝缘管被装在滚筒上。而且，平的接触表面弯曲负荷分布较好，将在圆形截面上的点负荷变成线负荷。如果管或管束用套管保护，套管因为它的圆的形状抵抗海洋压力下的压溃，这些益处是无意义的。

如图 13 所示，拖动的管束可在用绳缆向海中拖动时制造。绳缆可由一个船拉动，绞盘锚固在海洋中的船或结构或锚上，或一个岸上的绞盘通过锚固在海洋里的滑轮拉绳缆。

本发明的绝缘层可以是任何可浇铸，模制或喷射的材料，它完全填满在模和管束间的空间，并固化成具有足够绝缘层柔性和强度的固体，或半固体。对于本公开的特定应用，绝缘体定义为在管线工作的条件下，具有

小于 0.2BTU/hr.ft.F° 热导率的材料。它是理想的防水材料，如果不是，模可以设计成防水的外套。该装置与现有技术的外包壳的管线束的不同之处是，绝缘层是浇铸在模中，它支撑模或外壳，抵抗冲击或静水压下的挤压。可以用蜡，泡沫塑料，热塑橡胶或热固塑料，但是，在过去绝缘管线所用的水下绝缘材料的多数是昂贵的，或者是不易模制的，或吸水的，或是结构上弱的。本发明的方法所施加的是具有相当大的压缩强度的低成本的，可模制的水下绝缘材料，制成被拖动的管束，因为在钢材，组装和焊接中的节约，使得拖动的管束比在干套管中安装的管束费用小。沥青和沥青合剂具有低的传导率，可以熔化生成能够浇铸的液体，因此，适于在本发明中绝缘管线。绝缘管线的目的是保持管线的温度，离海水最近的沥青层比离管近的层温度较低，较硬，起套筒的作用，它包含半固体的温暖层。这可以有效用地在本发明中应用。当接触金属模的沥青层固化时，它附加支撑模，使得薄金属片制的模不必足够厚，以抵抗在安装时发生的冲击和静水压力。因此，可认为套筒是一个薄金属和冷沥青层的复合层。在绝缘层设置时，如果邻近管束的沥青在管线工作温度不支撑管束，那么，保持管束和“复合套筒”间的空间的机械连接可以是将模保持就位的其他的同样的间隔体。本发明的其他实施例可用与颗粒的，纤维的或蜂窝填料，化学添加剂或聚合物合成的沥青，或含有沥青的任何其他合剂。

如图 7 中的 30 和图 11 中的 50 所示，加热器 - 冷却器代表一个或多个装置，它可冷却热塑绝缘材料，如沥青，或当流入到模内时加热模，保持绝缘层的黏度是低的。这使得能够浇铸薄层。在一些情况中，具有一个加热器和沿管束路线稍远设置的分开的冷却器是有用的。加热器最简单的形式可以是一个开放的火焰，冷却器可以是一个水喷头。在绝缘层施加时，将蒸汽，或热或冷水，或其他流体通过管线泵压也是有用的。如图 10 所示，管线从船上铺设时，熔化的绝缘层料，如沥青，流到模中时，海水本身可起冷却剂的作用。

加热器使得能对用低温脆性材料绝缘的管线进行盘卷。通过管线泵压蒸汽或热流体，或通过管线外加热模，可软化材料，当它从一个卷到另一个卷转移时，或铺设时从滚筒上展开时，足以进行弯曲和矫直，不会使绝缘层破裂。在显著不同于其工作温度的温度下安装的管线上，用沥青或变性沥青作绝缘材料会是有益的。

如果给管子增加浮力，它可被漂起形成压载，如果是连续的管线，它可输送热流体，向管束加热。如果这是要达到的目的，那么，浮动管应与海水隔热，并与管线“热连接”。这可以通过在管线和浮管周围加上模和绝缘层，并确保浮管接触需要加热的管束中所有的管线来达到。如图 2 和 3 所示，通过加导热材料 4，在浮管 2 和管线 1 间有大的接触面，在浮管和管线间的“热连接”能够进一步加强。为达到本申请的目的，导热材料定义为具有 1BTU/hr.ft.F° 以上的热导率的材料。这种装置的一个特别优点是，热水常常是平台上进行的处理过程的副产品。平台是在出口，是管线的低温端，但热水以相反的方向流动。因此，水温不必象井口那样高，只要比最低的理想温度高，有足够的量携带足够的热，就是有用的。这样的大型伴热线可运送所有可用的热水，很小的背压。如果浮管不用于伴热，它不必由绝缘材料层包围。图 14 示出这种管束的截面。相似地，如果仅一些管线不需要绝缘，它们可结合到绝缘的管上，但不包裹绝缘材料。这可以减少为了保持在其他的管中相同的热量需要的隔热材料量。这也使得一旦绝缘管到位，将浮动管脱开回收。

如果浮管是不连续的或不绝缘的，附加的伴热线可加到管束上。这些可以是输送热流体的管子，电缆和包含输送高频电流的电线的小钢管。

这样制造安装管束的程序如下：

1. 制造输送管管束；
2. 如果用在管束中的一个管或电缆向其他的管加热，通过焊接和钎焊或施加导热水泥将它结合成热容易在管间传输；
3. 如果需要一个分开的浮子，并且如果它不施加绝缘合剂，将其结合到管束上；
4. 在管束组装时或组装后，管束周围安装模；
5. 在模和管束间的空间进行填充，对于盘卷的管线或从铺管船铺设的串接的管线，在安装模时连续或递增地进行填充。

当加热元件和管线流体间的热阻比加热元件和环境间的热阻低时，加热管线才是经济有效的。如果管线在水下，取得这一点的可行方法受到电和热传导率以及海水静压力的约束。在海洋管线安装时，高的时间成本使之进一步复杂化。设计了很多加陆地加热管线的方法以克服电击的问题。在本发明中通过将海水用作本身的安全接地，构成电流回路，海水的导电

率被作为一个有益方面加以利用。导电的管线与周围的海水用防水涂层绝缘，管线传导交流电，它在管中产生阻抗加热效应。最好是，用涂层将管线隔热绝缘。

本发明的加热方法具有以下特征：

- 5 1) 管线是由导电材料制的，如果管壁足够的厚，管的材料是磁性的，在管线中可运送导电流体，在管线内不必施加绝缘涂层。
- 2) 交流电源的一个分支连接到管线，另一分支由海水接地。
- 3) 最接近交流电源的管线的端部与海水或地绝缘，一般是通过将它与支撑电源的海上平台绝缘。
- 10 4) 用防水涂层将管线的被加热部分与海水绝缘。

下面说明达到这些要求的方法。

多数海洋的管线是由钢制的，它既导电也有磁性。在多数实施例中，集肤效应有效地将管与管内的流体绝缘，管壁足够的厚，以致很小的电流到达流体，因为，海洋的管线的压力通常要求管壁有足够的厚度以满足使用。另外的情况中，增加频率减少电流流动的管壁的层的深度，再有是，
15 管线内径在相当的长度上是绝缘的。

通常用凸缘和接头将管线的阴极保护系统与使用它的设施绝缘。在Advance 产品和系统公司的产品手册中示出了“凸缘绝缘垫圈组件”和“绝缘接头(Iso joint)”。在优选结构中，在加热的段中管线不含有流体接头，
20 以避免能够输送高电流和高流体压力的水下接头的复杂性，费用和成疑问的可靠性。将电源端子和绝缘接头放在水吃水线上是较好的。为了满足这两个目标，安装管线的加热段不带接头。在浅水区域，用现有技术中已知的管线安装方法，如“竖管接头(stalking)”，“J管牵引(J-Tube pulls)”，“区域焊接(habitat welding)”或用“悬链式立管(catenary riser)”
25 可达到这个目标。在竖管方法中，当铺管船接近平台，一个弯头焊接在管线上。然后当垂直段焊接到一起时管线下降到底部。为了使用此法，弯头要进行电热绝缘。J管是J形管，它先安装在平台上，管线通过此管被拉出形成一个立管。“区域焊接”是在干的气泡内进行水下管线焊接，干气泡是在“焊接舱”下泵压空气或其他气体产生的。在一些应用中，在甲板上的
30 现场对接接头上浇铸绝缘材料所用的相同方法也在焊接区中应用。“悬链式立管”用于深水管线，它是使用垂直布管法(J式布管或盘卷布管)安装的。

在向平台布管后，通过直接将管线的垂直端从布管船转移连接到平台上的一个悬挂器，将立管连接，使它与海床成 J 形的悬链悬挂起来。管线的悬挂部分称为“悬链式立管”。图 17 示出一个管线，它连接带有悬链立管的平台。取决于应用场合，平台可支撑在海床上，船上，铺管船上或半水下船上，但在其它实施例中，管线由海岸伸出，此时地基或地面代替平台。

5 在用水下流体接头连接管线和立管的场合，通过使用水下绝缘接头并在它入水前将一柔性的电缆连接到管线的防水终端，可以避免水下连接。导体可以捆扎到管线上，然后浮到表面，在管线下降到海床时，可将其松开或接合在罩或圆盖挡住的气泡下。用此法构成的管线示于图 18。在缆 277 上的任选的浮子 278 可减少缆断裂的危险，而不增加它缠结的危险。浮子对于浮式平台是特别有用的。图 20 示出图 18 中的一个水下电绝缘体/电端子 279 的侧视剖面图。这个装置使用了与现有技术的绝缘接头，如“ISO 接头”相似的绝缘接头，但也包括一个端子连接。可以将此两个功能分开地设置，但是在输送流体的管线上用，将两个功能结合具有优点。集肤效应使电流

10 在接近管线的外表面处流动，但在绝缘接头和端子间的区域中，磁场是较复杂的。图 20 中的内绝缘套筒或涂层 224 将管线与这区域中的流体绝缘。附加电阻与内涂层的长度成比例。如果绝缘的区域足够的长，阻抗加热能够限制从薄壁管线流入到流体的电流。如果所有的参数是已知的，可以将此用于在流体本身中产生电阻加热。即使没有水下流体接头，有理由将电

15 端子和绝缘接头在吃水线下进行连接。如果端子隔离了电击的危险，潜在火花的会点燃逸出的气体。在这被认为是危险的区域，大多数标准要求，所有电线布线和组件应封闭在被分类的“防爆”的罩中或导管中。假如危险的气体到达电连接并引起内部爆炸，火焰必需运动到达罩外通过的路径的长度，部分地规定了在外罩中的通道和管连接。为此，这里提出的绝缘

20 管应作为一个绝缘线处理。假如绝缘接头和端子放在穿过吃水线的外罩内，那么很少的气体泄漏会积累。另一个方案是将端子和绝缘接头置于吃水线下，从几个原因考虑是稳定安全的。没有接地的放电火花路线，海水的静压力比大气压高，所以，没有使气体进入端子的周围空间的潜在压力。最后，端子可制成不含有爆炸气体会进入的孔隙或充气的空间。图 20 示出图

25 18 中的 279 和图 19 中的 299 所示的水下绝缘接头剖面图。

30

最好，但不是必须，用一个涂层将管线进行电热绝缘。这样做的一个

适当的方法是用沥青合剂，它可用于将管线和管线现场对接接头隔热。这些材料很好地适用于本发明的制造方法以及形成电热绝缘体的综合功能。现场接头是由液体热塑料浇铸成，它包括，但不限于沥青，沥青可形成与预先施加到管其余部分上的热塑料涂层形成无缝熔化结合，形成管线上的连续的防水涂层。除了沥青具有低的热导率外，它还具有高绝缘强度和高的电阻率。在此公开的浇铸的热塑料和包括沥青合剂的膨胀的热塑料，它们也可以被制成，能够可靠地溶化生成一个电绝缘管线涂层。除了沥青合剂外的热塑料，如可浇铸或模制的石蜡和聚烯烃也可用作热绝缘体，但是较为昂贵和效果差。如果热绝缘层被分开施加，电绝缘管的所需的厚度一般小于 0.25 英寸，一般总小于 0.5 英寸。这时厚度是决定于黏度和附加成本的合理性。虽然所有的涂层提供某种热隔热性，电能的消耗的经济合理性，使得要求作为绝缘涂层的厚度至少是 0.5 英寸厚。对于本发明的应用，隔热涂层被认为是以下二者之一：

- a) 电绝缘涂层，它大于 0.5 英寸厚，或
- b) 一个涂层，它使得在管内含的介质和周围物质间的热阻大于厚度为 0.375 英寸，热导率为 0.1BTU/hr.ft.F° 附在管子上的涂层。本发明的一些实施例也可包壳其他的隔热涂层。各种热固聚合物，如聚氨基甲酸酯，聚酯树脂也可用于此，但它们比沥青和沥青合剂较为昂贵。这些材料也可用玻璃泡膨胀，降低它们在某些深度的水中的密度和热导率。

绝缘涂层具有很高的电阻率并完全地将管与海水隔绝是理想的，但是，绝缘层保持完全不渗漏不是必须的。在一些实施例中，允许海水渗透或穿透到管。然而如果发生轻微的水入侵，电解腐蚀问题就成为很重要的。不可能产生纯正弦的高功率电能，以致在本发明的某些实施例中，在系统上加上小的直流偏压，以确保管保持为阴极。达到此目的的一个方法是附加牺牲阳极。如果回路是通过海水，可以由阳极性质的材料形成或构成一个或多个电极。这时，应将该系统尽可能地设计成使它位于能够检查和更换的位置。由于很高的电流，系统的详细设计受电源的影响。在一些实施例中，电源最好设计成在交变电流上保持叠加的直流偏压。

只要海水构成返回路，电极必须正确地设计，并具有足够大的表面积，以将电流密度减少到低的水平，并且是可更换的，或足够的大以使长期有效。多数的实施例中，形成一个或两个电极，电极是由耐腐蚀的材料制造，

如不锈钢, 或非金属导电材料, 如碳或石墨的合剂和材料。

虽然涉及到电解的问题, 所述电绝缘被认为是有效的, 即使在管线长度上的海水的电损失高达 10%。

在现场对接接头上绝缘的完整性是特别重要的。图 19 示出浇铸的现场
5 对接接头的剖面图, 在此, 管是由现有技术的“J 形布管法”从船上垂直布
设。图 22 和 23 示出浇铸的管的现场对接接头的剖面图, 它们是在铺管船
上水平组装, 用现有技术“S 布管法”安装的。在此方法中, 管子是在铺管
船的甲板上的水平辊上时被连接, 然后在它们向海床布设时, 铺管船本身
从连接的管下脱离。如果绝缘层很厚, 在管相对于铺管船移动到下一站前,
10 热塑料不会足够快地冷却而完全凝固。此时, 它在辊上移动时, 现场对接
接头的绝缘不支撑管重。一个解决法是增加模的刚度, 或简单地用足够厚
的模支撑辊上的管。图 22 和 23 示出一个预先浇铸的绝缘插件 247, 它可减
少模必须跨的长度, 减少冷却的时间。插入件 247 比绝缘层 246 间的空间
4a 短, 使得液体的现场对接接头材料 248 结合层绝缘 246 和插入件 247。
15 图 22 和 23 中的插入件 247 是由柔性的稍带弹性材料制成的, 允许通过扩
大插入件 247 的顶部上的开口, 在管 241 上滑动。然后在安装模时, 开口
弹性收回, 将插入件保持在位。如果这个“扣紧”特征是不需要的, 插入
件仅需盖住支撑辊的负荷的管段。这将小于管的圆周的一半, 因此也可用
非柔性的材料。插入件可接合到模上, 或制成为其一个部分。如果模的强
20 度足够跨过辊, 如果绝缘冷却足够快, 便不需要插入件。在本发明的范围
内, 现场对接接头的优选实施方式以及如何使用可进行广泛变化。上述的
现场对接接头涂层是浇铸的, 但也可喷射, 喷淋和包裹。可预见到其他实
施例中是在主要管线或所有管线中是没有现场对接接头, 例如管线是通过
盘卷安装时。

25 如果管线的长度上的管材料和尺寸没有变化, 在管线上产生的热的分
布是固定的, 并沿长度是渐增的。接近入口的温度的效果稍小, 因为那里
只产生一个小部分热。在一些应用中不是尽量用电达到均匀的热分布。一
个例子是石蜡控制。除去石蜡沉淀要求的温度高于石蜡在管壁上沉积起来
的温度。将管线的温度周期地提到石蜡沉淀的熔化温度以上比连续加热管
30 线到石蜡沉积起来的温度以上是经济有效的。如果管线入口温度在石蜡沉
淀的熔化温度下, 但在石蜡沉积起来的温度上, 石蜡会在井口聚集。此时,

如果将热加在入口附近,同样的热量会有效地多。达此目的的一个方法是在管线的不同长度段使用不同材料的管或不同壁厚的管。另一个方案是将管作为电流导体用,它起加热器的作用,在管线的端部进行热交换。一个方法是在管线和电流回路间串联一个电缆,构成回路的是另一个管线或海水地线。电缆被缠绕在管线端部的一段上,增加管线的安匝数,并感应加热,使管线端部附近被阻抗加热。

通过将接地电极直接较近地靠近电端子段,在端部附近可集中加热,即加热管线的较短的长度。见图19,通过将绝缘接头和端子99移动接近井口或将接地电极接近平台设置可做到这点。

10 在本发明的其他实施例中,电流流过的管线可与其他类型的电装置或设备串联,以致流过管线的交变电流也可向所述电装置供电。一个这样的实施例使用该电电源运行海底井的泵。在另一个实施例中,直接与管线串联的设备是在二次线圈中感生电能的变压器绕组的原线圈,二次线圈驱动其他设备。

15 图1是组装绝缘的管线束8的一部分的侧视图,它同圆的模段5内,模段沿长度重叠,由围绕圆边缘3的紧固件9固定在位,形成围绕管线1和浮管2的浇铸绝缘材料的模。

图2是在图1的线A-A处取的剖面图,示出圆模5,它由紧固件9固定,紧固件保持模的边缘围绕输送管线1和浮管2彼此隔开固定距离,留有一个开口10,通过它绝缘材料流入。通过导热水泥4浮管2热连接到管束1。

20 图3是在图1的线B-B处取的剖面图,示出圆模5,模围是通过围绕圆边缘3包裹薄金属片或其他薄材料在管束1和2周围形成,边缘3由间隔体6结合到输送管束上。套管由紧固件9固定在位。连续的相同段5重叠形成一个沿管束全长的连续的模。在模段5和管1和2间的空间填充绝缘材料7,它是通过模顶部的开口10浇铸的。通过导热水泥浮管热连接管束4。

图4是四个输送管线11的管束和浮管12的剖面图,矩形模的段5安装在它的周围。间隔体16的作用是在模安装后保持模11和管束18间的适当距离。

30 图5是在模15就位并由紧固件19固定后,图4所示的管束的剖面图,在绝缘材料就位前,端部留有开口18。

图 6 是在绝缘材料 17 通过开口 18 进入模并包围管 11 和 12 后, 图 5 所示的输送管线束的剖面图。

图 7 是较小尺寸的管子的管线束 21 的侧视图。这些管子的端部与其他管已串在一起, 正在辊 23 上从页面的左上部向右下部向下渐渐移动。每次
5 渐进移动间, 很象管炉段的套筒 25, 由间隔体 26 在管 21 和 22 周围就位并保持。绝缘材料通过管 29 被或喷入到套筒和管间的空间中, 达到高度 24。从加热/冷却器 30 来的喷淋水将绝缘材料合剂冷却。在模制绝缘的管束移动时, 被盘绕在滚筒上, 滚筒的最外层用 28 表示。

图 8 是取自图 7 中的线 A-A 的剖面图, 示出模段 25 从侧面围绕管 21
10 和 22 安装, 然后在缝 20 处连接, 由间隔体 26 相对于管 21 和 22 固定在位。然后通过管 29, 绝缘材料被泵压或喷射到管子和模 25 间的空间中。

图 9 是金属片锁闭缝的放大详图, 是图 8 示出的缝 20 是用于连接图 8 中 25 所示的模的边缘的, 是很多可能的缝类型中之一。

图 10 示出, 连续地设置金属片的管炉式的模段 35, 彼此重叠形成一个
15 连续的围绕管 31 和 32 的模时, 管 31 和 32 正在离开船 38 向下移动进入水 36 中。绝缘材料通过管 39 送入, 填充模段 35, 然后它与管子逐渐地下降到水 36 中。

图 11 示出小管 42 的管束 41。这些管已被在它们的端部彼此串接在一起, 在薄板材料从卷 43 供给, 并用辊 46 围绕管 41 和 42 成形为圆模 45 时,
20 正在从页面的左上部向右下部向下移。在模的边缘被卷边工具或焊接机 47 连接前, 通过管 50 泵压绝缘材料, 填充模 45 和管 41 和 42 间的空间。需要时从加热器/冷却器 50 出来的喷淋水冷却绝缘合剂。当模制的绝缘的管束移动时, 管束盘卷在滚筒上, 图中示出滚筒的一部分 48。

图 12 是从图 11 的 A-A 处取的剖面图。

25 图 13 是图 1, 2 和 3 中管束的侧视图。绝缘材料通过软管 64 泵压到模 5, 模 5 包在浮管 2 和输送管线 1 周围, 模 5 支撑在辊 61 上, 形成连续的浇铸管束。在连续的模被填充时, 绳缆 65 将整个的浇铸管束拉向海洋到吃水线下。

图 14 是两个管线 71 的管束剖面图, 管束 71 由绝缘材料 77 包围, 绝缘材料 77 是通过在每个模段 75 的端部的开口 79 流入的, 浇铸在模 75 内。
30 浮管 72 结合到绝缘的管线上, 但不封在绝缘材料内。

图 15 是由绝缘材料制的间隔体的端视图。在模就位前间隔体沿管线的
5 组装长度周期设置，并起一个框架的支撑作用，根据它，如图 14 中所示的
模 75 相对于管线就位，所述管线是如图 14 所示的管线 71。间隔体也用于
封闭所述模的端部，使得它们可用绝缘材料填充。绝缘材料如图 14 中 77
5 所示。

图 16 是图 14 所示的间隔体的侧视图。

图 17 是从平台到海床 204 悬链中悬挂的管线部分 201。它从此伸到海
底井口 207，用每端带快速连接流体接头 209 的跨接管 208，使井口 207 连
接管线部分 201。管线部分 201 与周围的海水绝缘，通过绝缘接头 202 与平
10 台绝缘。接头 202 包括一个电端子，它将管线部分 201 与电缆 210 电连接，
电缆 210 又连接交流电源 212 的一个分支。交流电源 212 的另一分支通过
电缆 211 连接在海水中的接地电极 213。接近海底井口 207 的管线部分 201
的端部与海水接地，从而通过海水形成完整电路。

图 18 示出一个海洋管线部分 261，它在接近海床 264 处连接管线立管
15 276。管线部分 261 从此沿海床 264 延伸到海底井口 267，通过跨接管 268
和接头 269 管线部分 261 连接井口 267。管线部分 261 也连接在井口 267 附
近的接地电极 74，并与周围海水绝缘，并与立管 276 通过水下绝缘接头 279
绝缘。绝缘接头 279 包括一个端子，它通过一个柔性电源导体 277 将管线
段 261 连接到平台 265 上的交流电源 272。电源 272 的另一分支通过电缆
20 271 连接海水电极 273。接近海底井口 267 的管线段 261 的端部也连接海水
电极 274。海水接通了电路。

图 19 示出了从平台 285 向海床 284 悬链弧中悬挂的管线部分 281。管
线部分 281 从此沿海床，通过接头 289 和跨接管 288 连接海底井口 287。通
过绝缘涂层管线部分 281 与周围的海水绝缘，用水下绝缘接头 299 与平台
25 285 绝缘。绝缘接头包括一个电端子，它将管线部分 281 连接到电缆 252，
电缆 252 穿过导管 250，连接到交流电源 292 的一个分支。电源 292 的另一
分支通过导管 251 连接海水电极。管线段 281 的端部也连接接近海底井口
287 的海水电极 294。海水接通了在海水电极间的电路。

图 20 是如图 18 中 279 和图 19 中 299 所示的绝缘接头的侧视剖面图。
30 它包括一个绝缘接头 220，接头 220 和现有技术的接头类似，用绝缘涂层
222 覆盖，涂层延伸在管线的段 215 上，管段 215 与图 18 中的管线部分 261

和图 19 中的管线部分 281 一致。

图 21, 22 和 23 示出本发明的管线细节, 包括现场焊接连接的管的长度段。

图 21 示出管线现场对接接头的侧视剖面图, 所述接头是由绝缘材料 236 绝缘的。绝缘材料是在薄金属模 238 内现场浇铸的, 绝缘材料 236 封闭连接两个垂直管 231 的焊缝 232, 垂直管 231 用绝缘涂层 237 沿它的长度大部分绝缘。绝缘涂层 236 结合预先施加的绝缘层 237 形成跨管线连续的防水绝缘涂层。这是本发明管线现场绝缘接头的一个实施例, 它通过“J”布管安装法垂直地在海中安装。

10 图 22 是通过管线现场对接接头取的端视剖面图, 所述接头通过在薄金属模 244 中浇铸绝缘材料 248 绝缘。模 244 由带 243 固定在位, 使得它封闭连接两个水平管 241 的现场焊缝。这是本发明管线的绝缘现场对接接头的一个实施例, 它用“S”布管法水平地在海中安装。当模 244 在铺管船上的支撑辊上滚动时, 柔性插入件 247 支撑在管 241 重力作用下的模 244。

15 图 23 示出由图 22 中的 B-B 处取的浇铸现场对接接头的侧视剖面图。绝缘材料 248 围绕现场焊接缝 242 和柔性插入件 247 浇铸, 并结合插入件 248 和预先施加的大部分的绝缘材料 246, 形成跨管线连续的防水的绝缘涂层。当材料 248 固化时, 插入件 247 缩短了模 244 跨过的轴向距离。距离从 4a 减少到 4b, 4a 是没有插入件 247 时的长度。在一些实施例中, 没有
20 插入件, 模能够支撑加上的负荷, 在这些实施例中不用插入件。

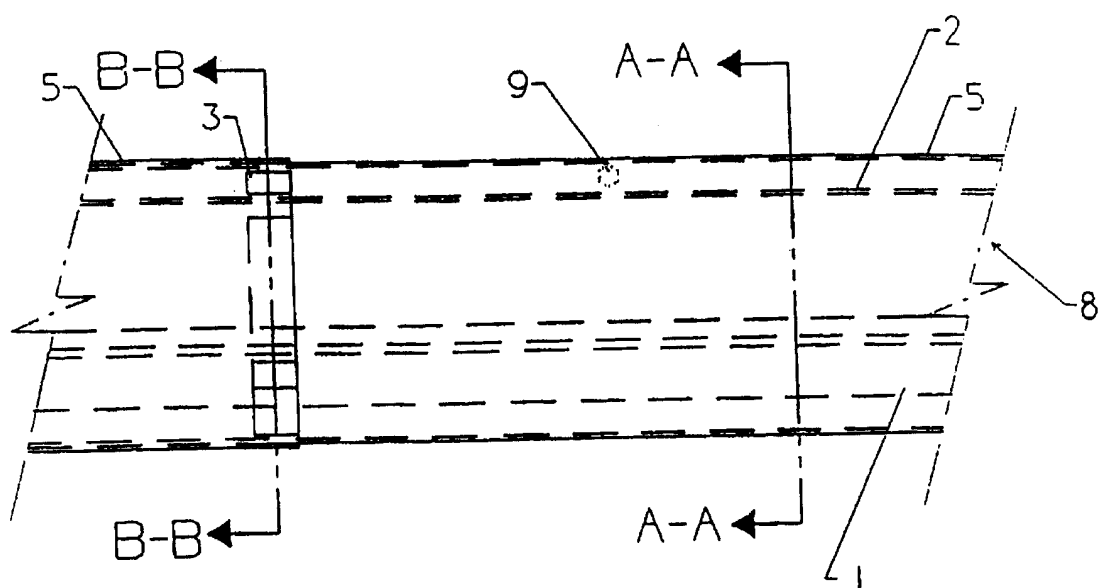


图 1

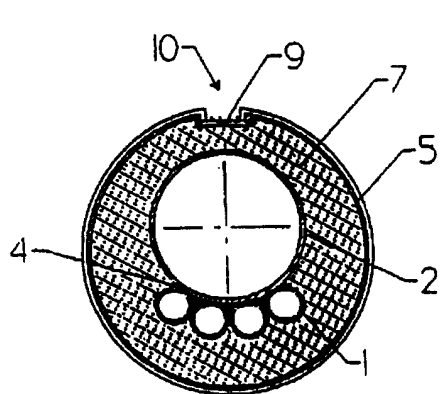


图 2

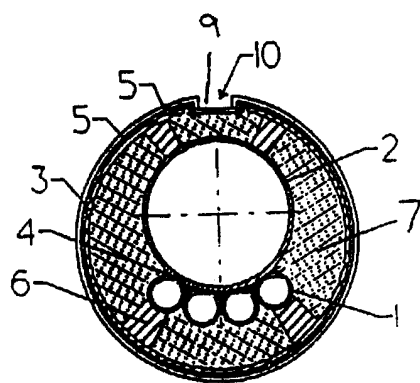


图 3

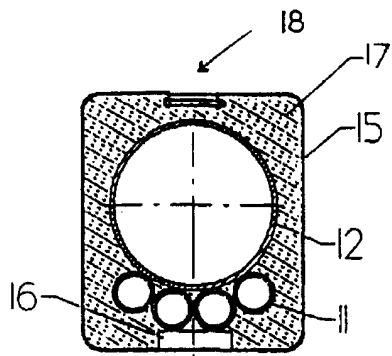


图 6

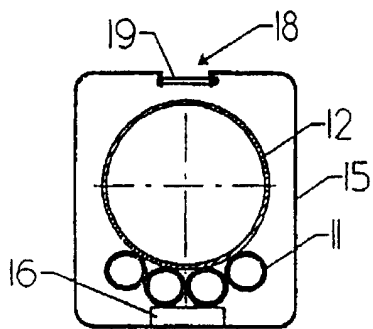


图 5

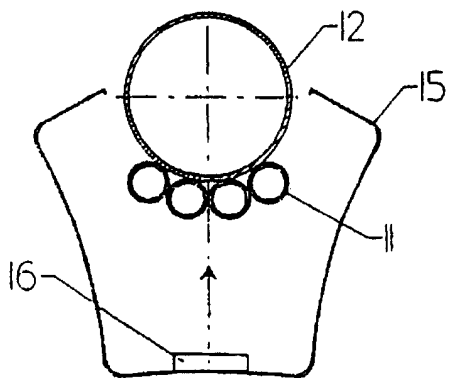


图 4

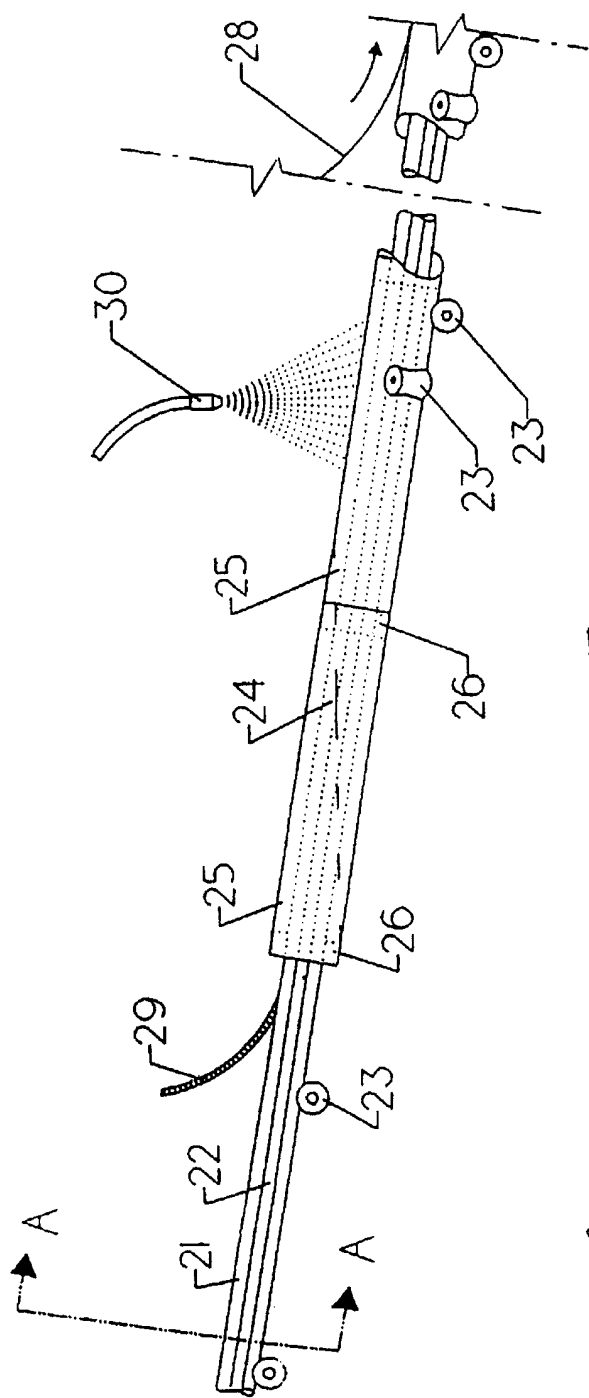


图 7

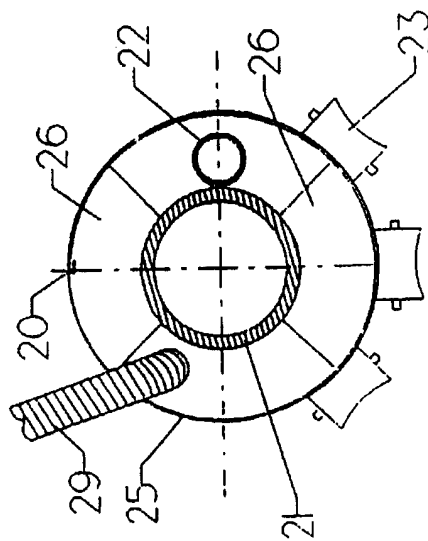


图 8



图 9

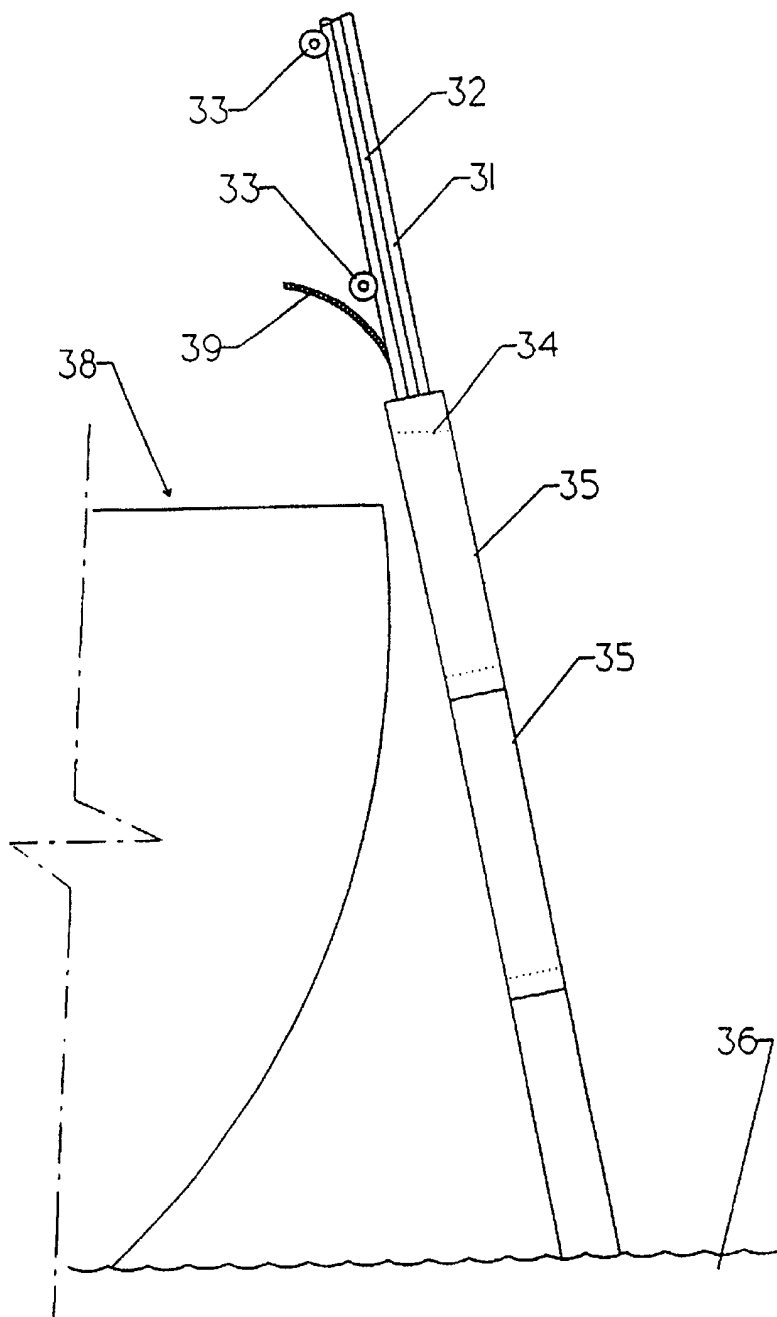


图 10

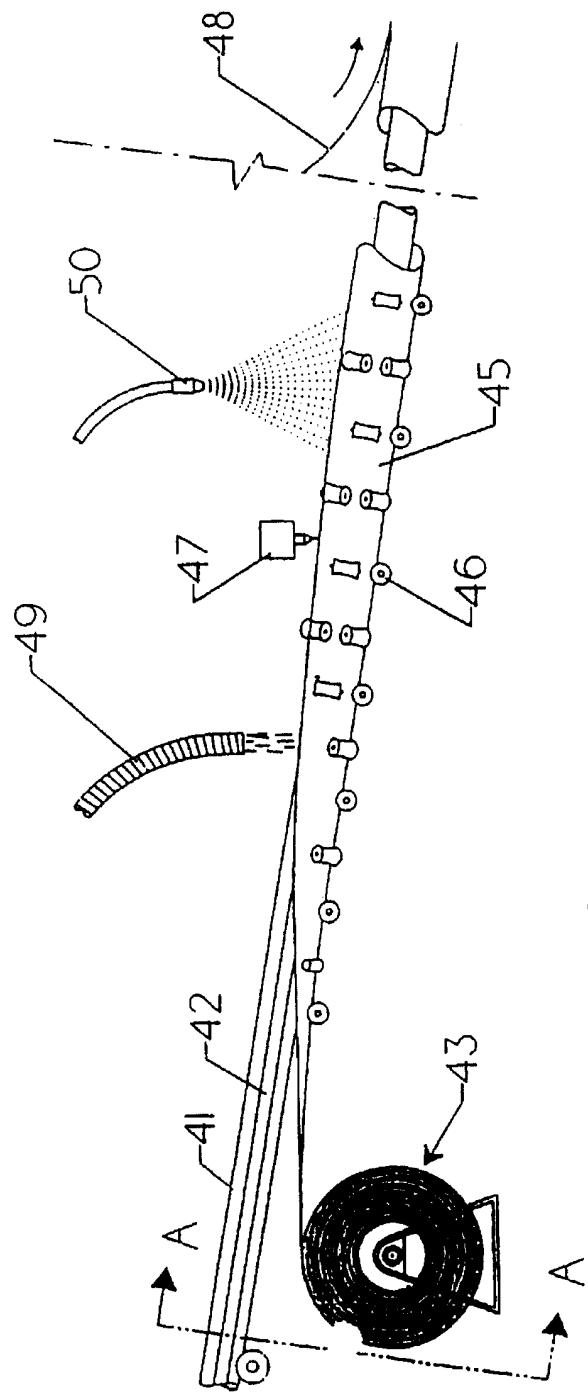


图 11

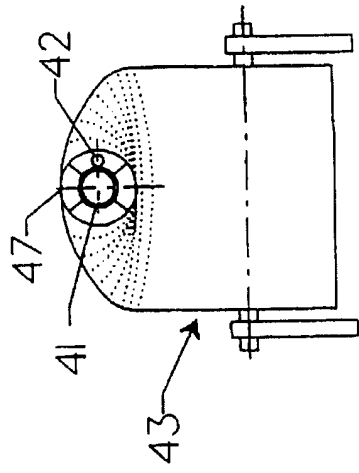


图 12

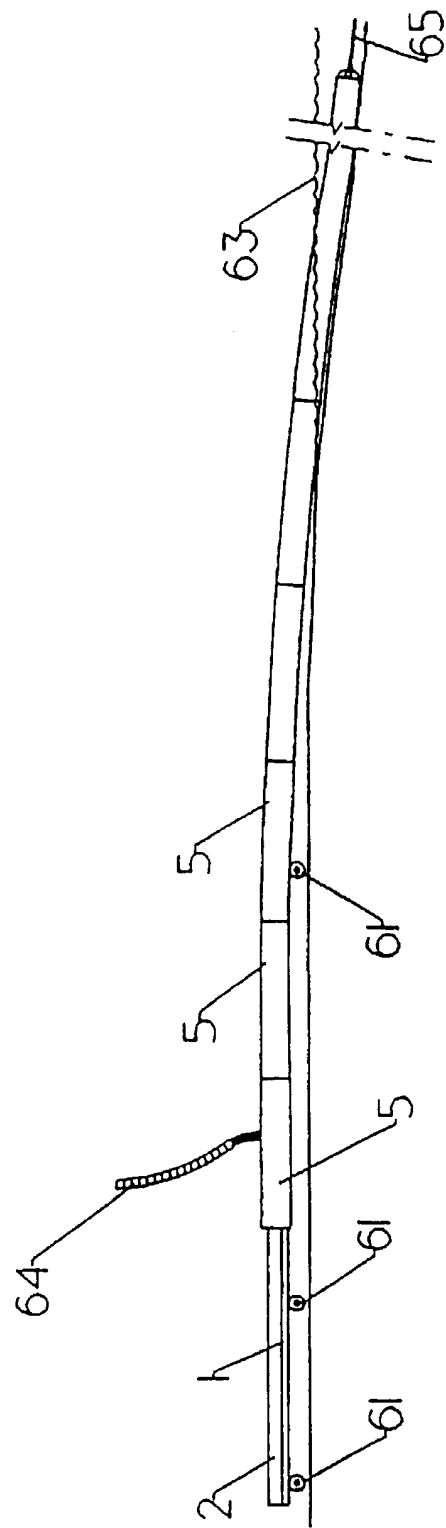


图 13

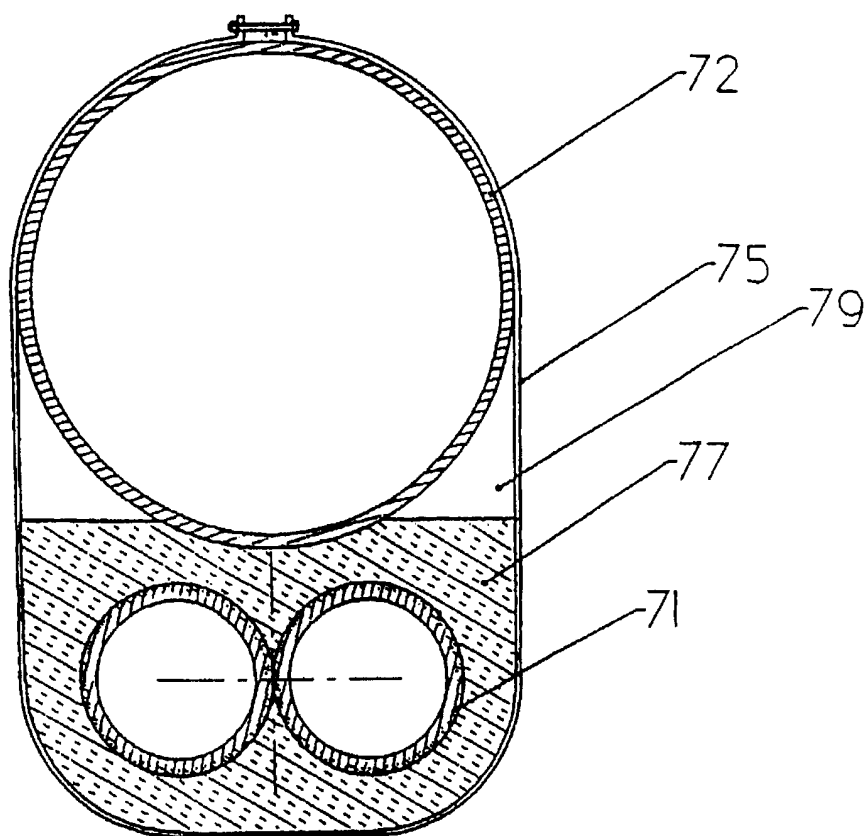


图 14

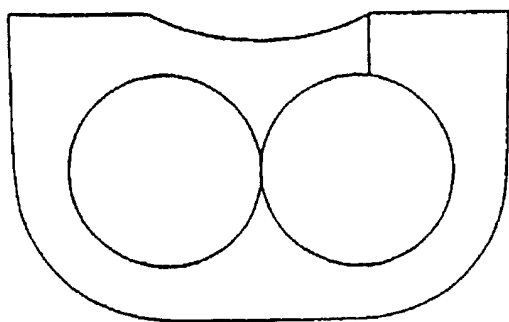


图 15

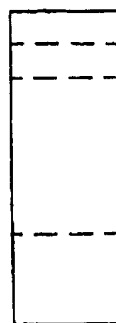


图 16

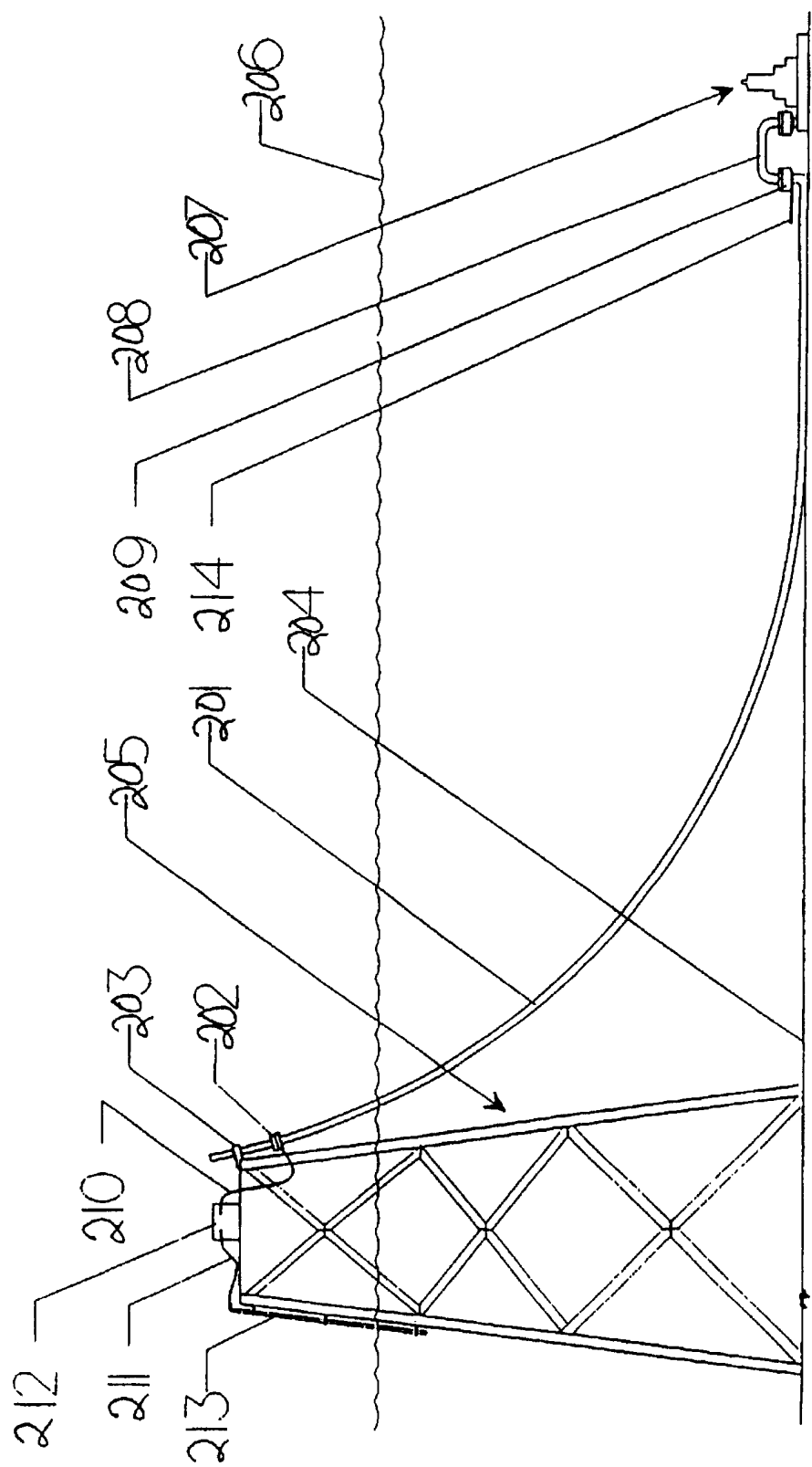


图 17

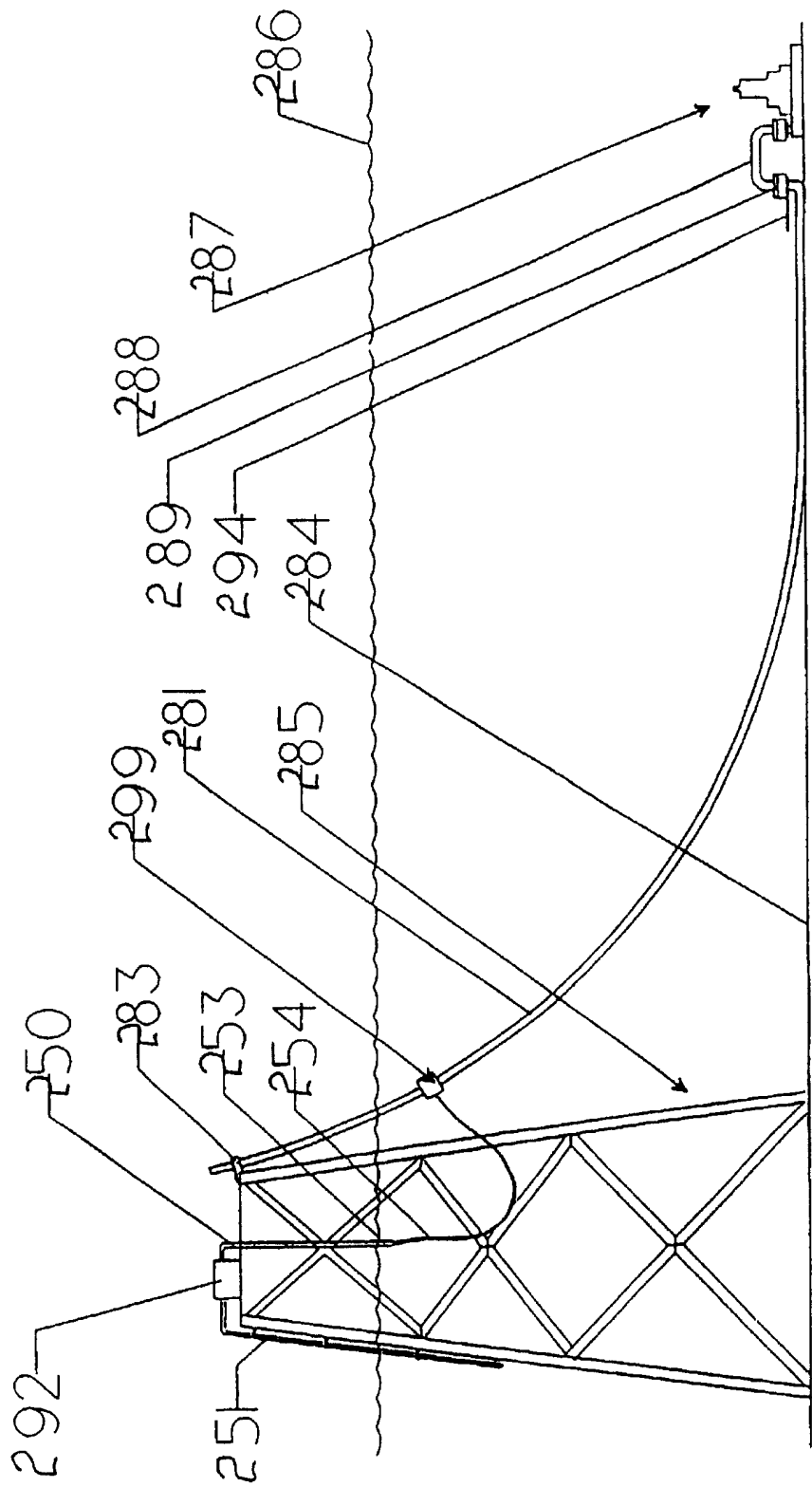


图 19

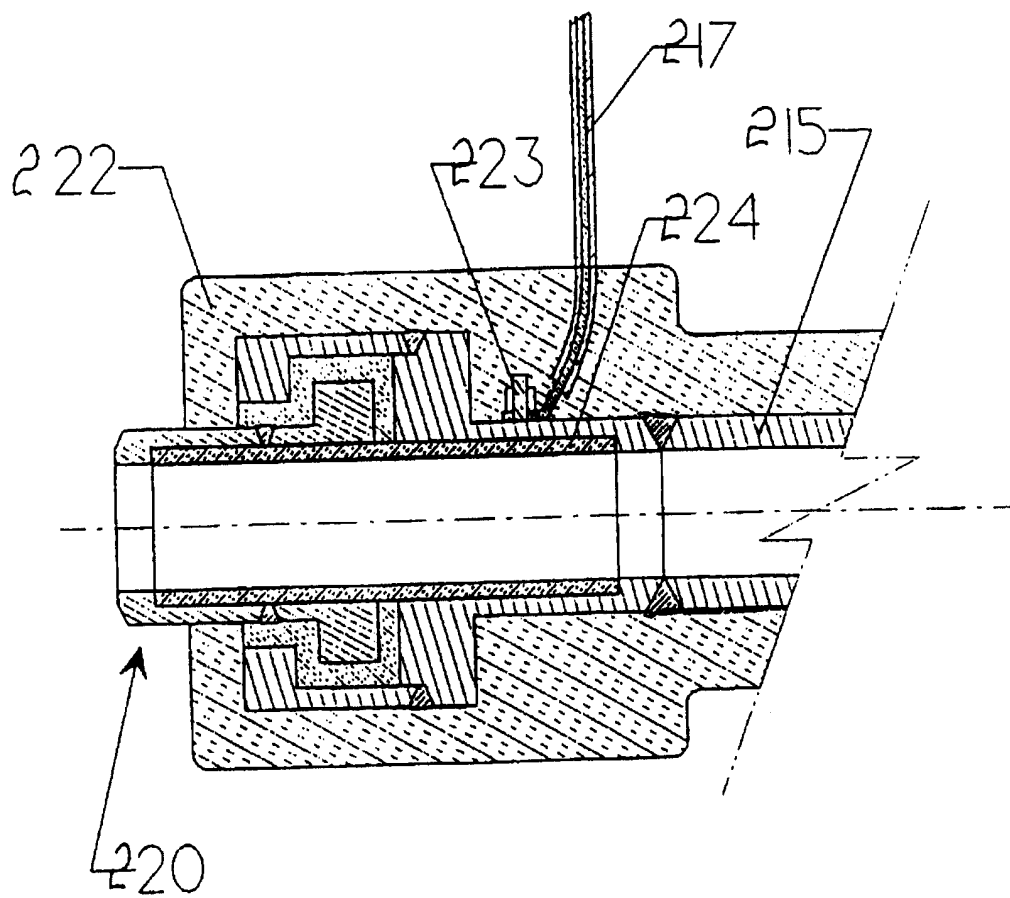


图 20

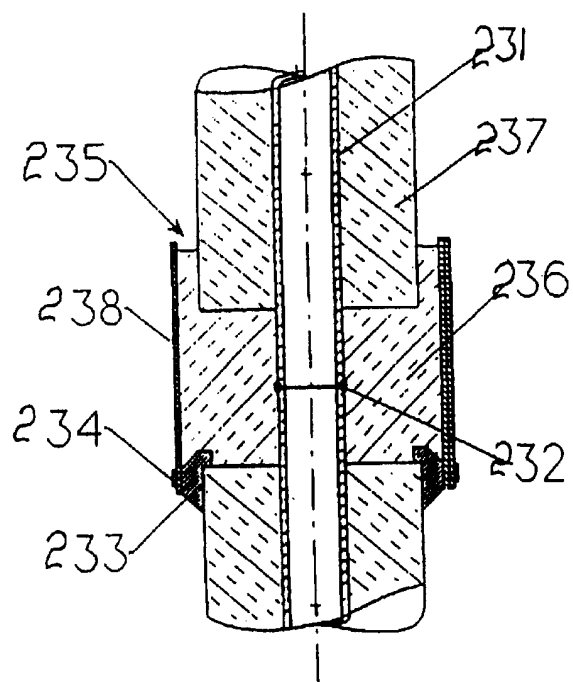


图 21

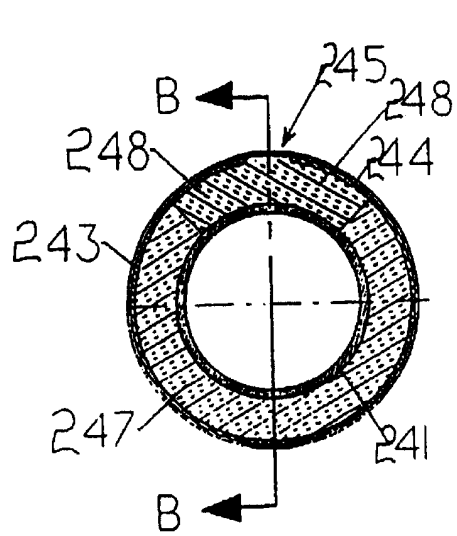


图 22

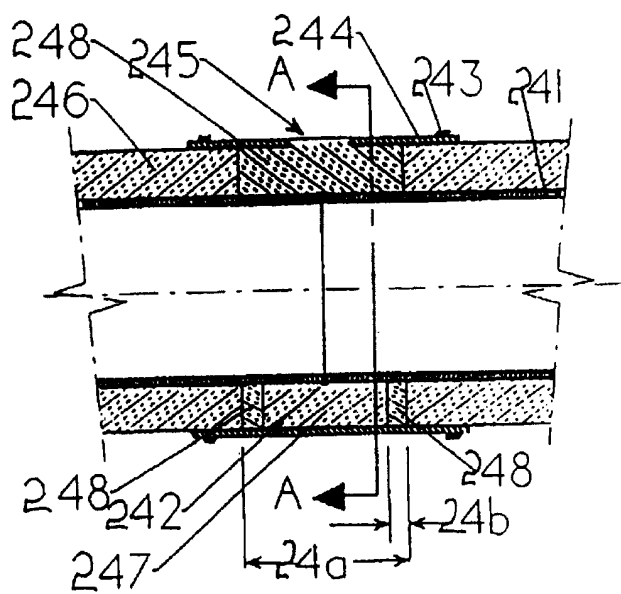


图 23