



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 93119650.7

[51]Int.Cl<sup>5</sup>

H01B 7/28

[43]公开日 1994年6月22日

[22]申请日 93.10.26

[30]优先权

[32]92.10.27[33]US[31]966,789

[71]申请人 美国电话电报公司

地址 美国纽约州

[72]发明人 W·B·瓦哥茨

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 董巍 曹济洪

H01H 7/02 H01B 7/18

H01B 7/14 H01B 11/22

G02B 6/44 H01B 13/06

H01B 13/32

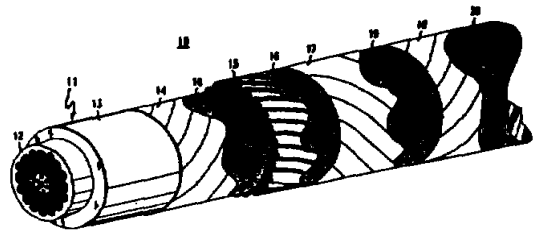
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 海底铠装电缆

[57]摘要

本发明公开了防水的被绝缘导体或电缆以及采用新抗蚀剂制造被绝缘导体或电缆的方法。防水的被绝缘导体或电缆包括一个带至少一个导体元件的芯体, 一个聚合物绝缘护套, 铺设在聚合物护套上的至少一个纺织包覆层, 以及覆盖所述的至少一个纺织包覆层的至少一个防水涂层, 此防水涂层包括 15—40wt% 最好为 20wt% 的松焦油, 而剩余组分主要为天然 (特里尼达) 沥青的混合物。



# 权利要求书

---

1. 一种防水的被绝缘导体, 它包括一个带至少一个导体元件的芯体; 一个围绕此芯体的聚合物护套; 覆盖此聚合物护套的至少一个纺织包覆层; 以及涂敷于所述的至少一个纺织包覆层上的至少一个防水涂层, 其特征在于, 所述的至少一个防水涂层包含 15 - 40wt% 的松焦油而剩余组分主要为天然(特里尼达)沥青的混合物。

2. 根据权利要求 1 的被绝缘导体, 其特征在于, 所述的混合物包含 20wt% 的松焦油。

3. 根据权利要求 1 的被绝缘导体, 其特征在于, 所述的至少一个纺织包覆层从聚合物护套向外依次包括一个纺织纱衬层和至少一个纺织粗纱护层, 所述的至少一个防水涂层依次涂敷于各包覆层。

4. 根据权利要求 3 的被绝缘导体, 其特征在于, 一排螺旋缠绕的铠装线位于所述的纺织纱衬层上, 此线埋置于所述防水涂层并由该涂层覆盖, 所述的至少一个纺织粗纱护层位于被覆盖的线上。

5. 根据权利要求 1 的被绝缘导体, 其特征在于, 所述的至少一个导体元件是光纤。

6. 一种深海铠装电缆, 包括一个基本深海电缆, 此铠装电缆包括: 一个带至少一根导体的芯体; 一个围绕此芯体的聚合物绝缘护套; 一个覆盖此护套的纺织纱衬层; 多根螺旋状缠绕于此纺织纱衬层上的铠装线; 一个覆盖纺织纱衬层的防水涂层, 铠装线埋置于此涂层中; 围绕被覆盖的线的至少一个纺织粗纱护层; 以及覆盖所述的至少一个纺织粗纱护层的每一个的至少一个防水涂层, 其特征在于, 所述

的至少一个防水涂层包括 15 - 40wt% 的松焦油而剩余组分主要为天然(特里尼达)沥青的混合物。

7. 根据权利要求 6 的深海铠装电缆, 其特征在于, 所述的混合物包含 20wt% 的松焦油。

8. 根据权利要求 6 的深海铠装电缆, 其特征在于, 所述的至少一根导体为光纤。

9. 一种制造防水的被绝缘导体的方法, 所述导体包括一个带至少一个导体元件的芯体和一个围绕此芯体的聚合物护套, 所述方法包括在聚合物护套上铺设至少一个纺织纱包覆层, 并在所述的至少一个纺织纱包覆层上设至少一个防水涂层, 其特征在于, 所述的至少一个防水涂层包括 15 - 40wt% 的松焦油而剩余组分主要为天然(特里尼达)沥青的混合物。

10. 根据权利要求 9 的方法, 其特征在于, 所述的防水涂层包含 20wt% 的松焦油。

11. 根据权利要求 9 的方法, 其特征在于, 所述防水涂层在涂敷前保持在  $230 \pm 10^{\circ}\text{F}$  的温度下。

12. 根据权利要求 9 的方法, 其特征在于所述的至少一个纺织包覆层从聚合物护套向外依次包括一个纺织纱衬层和至少一个纺织粗纱护层, 所述的至少一个防水涂层依次涂敷于各包覆层。

13. 根据权利要求 9 的方法, 其特征在于, 一排螺旋缠绕的铠装线位于所述的纺织纱衬层上, 此线埋置于所述防水涂层并为其覆盖, 所述的至少一个纺织粗纱护层位于被覆盖的线上。

14. 根据权利要求 9 的方法, 其特征在于, 所述的至少一个导体元件为光纤。

15. 一种制造深海铠装电缆的方法，此电缆包括一个基本深海电缆和一排绕于此基本电缆上的铠装线，该方法包括：
- 在基本电缆上铺设一个纺织纱衬层，
  - 在纺织纱衬层上螺旋缠绕一排铠装线，
  - 在纺织纱衬层和线上涂敷包含天然(特里尼达)沥青的热的抗蚀剂，以使用抗蚀剂覆盖线，
  - 在被覆盖的铠装线上覆盖至少一个纺织粗纱护层，
  - 用所述抗蚀剂涂敷每一所述的至少一个纺织粗纱护层，其特征在于，
- 所述抗蚀剂包括 15 - 40wt% 的松焦油，剩余组分主要是所说的天然沥青。
16. 根据权利要求 15 的方法，其特征在于，所述的抗蚀剂包括 20wt% 的松焦油。
17. 根据权利要求 15 的方法，其特征在于，所述的抗蚀剂在涂敷前保持在  $230 \pm 10^{\circ}\text{F}$  的温度下。
18. 根据权利要求 15 的方法，其特征在于，所述抗蚀剂的涂敷和所述铠装线的缠绕是这样的，所述抗蚀剂覆盖纺织纱衬层的表面，线与衬层上的抗蚀剂接触缠绕，而且抗蚀剂覆盖铠装线。
19. 根据权利要求 18 的方法，其特征在于，所述的至少一个纺织粗纱护层中的一个覆盖所述的抗蚀剂覆盖的铠装线上，并在下一纺织粗纱护层铺设之前用所述抗蚀剂覆盖。
20. 根据权利要求 15 的方法，其特征在于，在依次对铠装线和所述纺织粗纱护层进行的每次涂敷之后，除去抗蚀剂，留下的抗蚀剂的厚度足以有效地为电缆防水。

21. 根据权利要求 15 的方法, 其特征在于, 所述的基本深海电缆包括一个带有至少一个导体元件的芯体和一个围绕所述芯体的聚合物护套。

22. 根据权利要求 21 的方法, 其特征在于, 所述的至少一个导体元件为光纤。

# 说明书

---

## 海底铠装电缆

本发明涉及具有防潮或防水隔层的被绝缘导体或电缆，例如海底铠装电缆。

通常包括一个带有至少一根导体芯体和一个围绕此芯体的聚合物护套的被绝缘导体或电缆已用于各种环境中，这些环境包括穿过各种地域的通道，所述地域包括各种饱水区域，例如沼泽、江河、湖泊和深海。聚合物护套材料往往使得湿气渗透到芯体，并最终渗透到导体，这又会导致与导体间的有害的相互作用。为防止这种有害的相互作用，要求聚合物护套通过各种手段而成为防潮的，这样即使在电缆处理之后它仍保持其防护性能，例如，在将电缆装载至支撑筒或船舱和从其上卸载时的卷绕或解卷处理之后。

由 AT & T 公司使用的现有海底铠装电缆是这种电缆的一个实例，它包括一个具有中央芯体和聚合物绝缘护套的基本深水电缆。此基本深水电缆包括至少一个包覆在护套上的纺织纱衬层、多根铺设在纺织纱衬层上的由煤焦油—煤焦油沥青混合物涂敷的镀锌钢铠装线、覆盖在铠装线上的煤焦油—天然沥青混合物涂层、以及至少两个覆盖在被涂敷的铠装线上的纺织粗纱护层，每一粗纱被覆有煤焦油—天然沥青混合物涂层。“天然沥青”是在特里尼达 (Trinidad) 的沥青矿中天然形成的一种沥青。以下，“天然沥青”表示这种天然形成的特里尼达沥青。

在制备铠装电缆的过程中，基本深水电缆的护套至少覆盖一个

纺织纱衬层。此后，多根镀锌钢铠装线围绕护套上的纺织纱衬层螺旋状缠绕。每根铠装线用线涂敷“漆”预涂敷。漆涂层是 70 - 80wt% (重量百分数) 的煤焦油和 20 - 30wt% 的煤焦油沥青的混合物。漆涂层是通过让线穿过熔态混合物的通风的储桶而涂敷至镀锌线上的。螺旋缠绕的预涂 (涂漆) 的线随后由熔态电缆抗蚀剂涂敷。专用于 AT& T 公司的海底通信电缆的电缆抗蚀剂包括 35 - 50wt% 最好为 40wt% 的煤焦油，剩余组分主要是天然沥青。所涂敷的线尔后依次由一纺织粗纱护层覆盖、由抗蚀剂浸渍、由另一纺织粗纱护层覆盖、并再次由抗蚀剂浸渍。纺织粗纱上的多抗蚀剂被除去，以降低电缆的各圈间发生任何粘连 (粘着) 的可能性。

电缆抗蚀剂用于海底铠装电缆系统，为铺设的镀锌钢铠装线提供了防腐蚀性，并在电缆上提供了不透湿气的涂层。几十年来，抗蚀剂已被普遍用于水下电力电缆和通信电缆，包括光纤通信电缆。

在无安全防护设备的情况下，操作人员长期暴露于煤焦油—煤焦油沥青混合物和煤焦油—天然沥青混合物，尤其是在使用熔态下的这些混合物时，会导致对健康的轻微的不良影响，诸如皮炎和光过敏。为降低由这些混合物造成的危险，希望能减少或消除煤焦油和煤焦油沥青在海底电缆制造过程中的使用，同时继续对电缆的主要部件提供抗海底暴露保护。

本发明包括防水的被绝缘导体或电缆及其制造方法。这种防水的被绝缘导体或电缆包括：一个带至少一个导体元件的芯体；一个聚合物绝缘护套；覆盖在聚合物护套上的至少一个纺织层；以及在所述的至少一个纺织层上的至少一个防水涂层，防水涂层包括 15 - 40wt% 最好为 20wt% 的松焦油而剩余组分主要为天然 (特里尼

达) 沥青的混合物。本发明尤其适于制造铠装电缆, 在此电缆中, 设在纺织纱衬层上的铠装线埋置于所述混合物涂层中, 并进一步由至少一个纺织粗纱护层和在所述的至少一个纺织粗纱护层上的一个防水涂层覆盖。以松焦油为基础的混合物显示出可与现有的以煤焦油为基础的混合物来防水的电缆相比的机械、物理和加工特性。另外, 与现有混合物中的煤焦油用量相比, 这种新的混合物采用较少量的松焦油, 从而使在热的混合物使用前和使用过程中油的损耗较少。

图 1 是一种铠装光纤通信电缆的透视图。

本发明是参照具有一基本深水电缆的一种海底铠装电缆进行描述的。不过, 本发明可用于任何其它类型的防潮电缆或导体, 这些电缆或导体包括具有一个或多个导体元件的中央芯体和聚合物绝缘护套。中央芯体可具有各种导体元件和增强金属部件的排列结构, 如果存在的话。至少一个增强部件可居中设置, 其它一些增强部件沿周边设置。这种排列结构是现有技术中公知的, 在此不需做详细描述。

一个示范性的海底铠装电缆, 如光导通信电缆 10, 示于图 1 中, 它包括一个带中央芯体 12 和聚合物绝缘护套 13 的基本深水电缆 11, 中央芯体 12 包括一根或多根光纤。电缆 10 还包括覆盖护套 13 的纺织纱衬层 14、镀锌钢铠装线 15、覆盖纺织纱衬层和铠装线的松焦油—天然沥青混合物涂层 16、以及覆盖铠装线的至少两个纺织粗纱护层 17 和 18, 各粗纱分别由松焦油—天然沥青混合物涂层 19 和 20 所覆盖。术语“纺织纱”包括用于导体或电缆工业中并与防水成份、不透水隔层组合供给的材料。这种纺织纱可包括黄麻纤维或带、粗麻和棉带、以及诸如聚丙烯、尼龙、聚酯、聚酰亚胺和其它物质之类的合成材料的带。

电缆 10 与现有电缆的不同主要在于其新的涂层混合物,此混合物用于涂敷铠装线、纺织纱衬层和纺织粗纱护层。本发明在采用新的涂层混合物涂敷电缆的方法方面也不同于现有技术。

根据本发明,“漆”成份与抗蚀剂成分两者由包含松焦油而非煤焦油的单一抗蚀剂成分替代。这就允许通过在芯体和铠装线上涂敷单一抗蚀剂来替代现有的工艺规程,后者包括在分立的操作室中首先用“漆”成分涂敷铠装线和随后用抗蚀剂涂敷铠装线。这里,在将纺织纱衬层 14 铺设于基本深水电缆 11 的聚合物护套 13 上之后,裸线 15 以螺旋缠绕方式缠绕于纺织纱衬层 14 上,并且随着线的缠绕涂敷抗蚀剂。按此方式,纺织纱衬层由抗蚀剂覆盖,而线则埋置于纺织纱衬层上的抗蚀剂中,并由抗蚀剂覆盖。抗蚀剂涂层的厚度应这样选择,即,应使线完全由抗蚀剂覆盖。此后,依次将纺织粗纱护层 17 和 18 铺设在抗蚀剂覆盖的线上,这些护层依次由相同抗蚀剂浸渍。每次浸渍后,将所涂敷的相应表面上的多余抗蚀剂除去,以在被涂敷表面上留下一个薄的连续的抗蚀剂层。这对于外面的涂层尤其重要,以便降低外面的涂层在储存时相互粘连的可能性,在储存时电缆可以卷绕方式储存于存储箱中或船舱中。

这种新的铠装电缆抗蚀剂是松焦油和剩余组分主要为天然沥青的混合物。松焦油是由松树根和皮干馏得到的,其比重大约为 0.975,并包含 0-25wt% 最好为  $12 \pm 10\text{wt}\%$  的松香酸、0-25wt% 最好为  $14 \pm 10\text{wt}\%$  的脂肪酸、以及 40-85wt% 最好为  $74 \pm 10\text{wt}\%$  的低聚物。细菌测定试验表明,松焦油是比煤焦油更好的环境。另外,松焦油比在天然沥青组份中的煤焦油造成的职业过敏性要轻。本发明的抗蚀剂含有 15-40wt% 最好为 20wt% 的松焦油,剩余组分主要是天

然沥青。这种抗蚀剂是以  $230 \pm 10^\circ \text{F}$  的温度下的熔化状态使用的。在天然沥青中，煤焦油和松焦油均起增塑剂作用。在优选应用中，由于抗蚀剂含有的松焦油大致为现有的以煤焦油为基础的抗蚀剂中煤焦油含量的一半，因此在将抗蚀剂涂敷至电缆的过程中加热以松焦油为基础的抗蚀剂时，重量损耗降低了。不过，与现有的以煤焦油为基础的成分相比，这不会显著地改变电缆抗蚀剂的软化点或渗透性。

所附的表 I 示出了 20wt% 的松焦油和天然沥青的混合物与 40wt% 的煤焦油和天然沥青的混合物相比较的物理和化学特性。表 I 中所列数据表明，与以煤焦油为基础的混合物相比，松焦油—天然沥青混合物在加热时产生的重量损耗较少，而且硬化后的电缆抗蚀剂的软化点或渗透性无明显变化。相近的软化点温度时的热稳定性数据和渗透性表明，以松焦油为基础的混合物在储存期间、非加工期间和伸展的电缆铠装制造过程中能很好地储存。热稳定性实验是通过首先将抗蚀剂加热到  $325^\circ \text{F}$  尔后再将此抗蚀剂冷却至室温来进行的。软化温度是通过加热冷却的固化的抗蚀剂来确定的，渗透性实验是在固化的抗蚀剂上进行的。

对由以松焦油为基础的抗蚀剂制造的电缆进行的电缆质量测试表明，其机械、物理和加工性能与现有电缆大致相同。松焦油—天然沥青混合物的低温特性与现有的以煤焦油为基础的电缆抗蚀材料相比有所改善。电缆质量测试结果与以相似工艺涂敷至铠装电缆的煤焦油—天然沥青混合物呈现出的结果大致相同。外涂松焦油—天然沥青的铠装电缆的船运处理与涂煤焦油—天然沥青的铠装电缆大致相同。

测试包括下列内容：

抗蚀涂层:

检查在纺织纱护层、线和纺织纱衬层上的涂层, 和聚乙烯绝缘(护套)的吸附性(通过萃取确定)。

电缆损坏性:

检查存储后由粘附的抗蚀剂引起的绝缘污染。与模制要求的一致性。检查热/压力效应。

机械特性:

测试涂敷松焦油—天然沥青的电缆并对照涂敷煤焦油—天然沥青的电缆的应变—旋转—延伸特性, 并接着通过分解和检查测试温度/曲率( $5^{\circ}\text{C}$ )。

加工特性:

电缆储存箱卸载处理和装船处理。

为了便于电缆质量测试, 以松焦油—天然沥青混合物作为电缆抗蚀剂制备了一段长10公里的海底电缆, 所有混合物含有20wt%的松焦油, 剩余组分主要是天然沥青。用于制备现有电缆的煤焦油—天然沥青混合物含有40wt%的煤焦油。相对于煤焦油—天然沥青混合物而言, 在此抗蚀剂中的较低含量的松焦油和相应地较高含量的天然沥青, 导致混合物的熔态粘度提高。为消除这种影响, 可通过朝着前面指出的用于以松焦油为基础的混合物的温度范围 ( $230 \pm 10^{\circ}\text{F}$ ) 的高端稍微提高使用温度来调节熔态粘度。

所附的表II是对分解的电缆的组成部分上的抗蚀剂涂层进行目测的结果, 其中对由松焦油混合物制备的电缆和由煤焦油混合物制备的电缆进行了比较。主观检查方法表明, 在采用相同涂敷方法的两种电缆的涂层中存在小的差异。

在试验用基本深水电缆的聚合物(聚乙烯)护套 13 中发现存在一些以松焦油为基础的抗蚀性。这种存在归因于容易校正的纺织纱衬层的偶然的无规律分离,这种分离允许电缆抗蚀剂渗透,从而导致聚合物护套的轻微污染。不过,除了这种污染外,试验用电缆的聚合物护套表面与没有表面污染的铠装电缆的聚合物护套表面之间无明显差异。这说明表面污染的发生并未伴随向聚合物护套的吸附。

进一步,业已确认,对诸如聚乙烯之类的聚合物护套材料而言,松焦油或松焦油—天然沥青混合物不是环境致裂剂。此外,业已发现,在聚合物护套材料浸渍于热(125°F)松焦油的实验中,松焦油对聚乙烯的亲合力比煤焦油更弱。

通过保持电缆温度为 50°C 达 100 小时并接着使电缆经历 3°C 和 50°C 之间的 100 小时间隔的热循环来进行老化研究。此后将经老化的电缆样品进行分解并将基本深水电缆与电缆分离。结果发现,与未老化的电缆相比,纺织粗纱线的外层更难以从老化后的电缆上除去。松焦油混合物在老化后是挠性的并未脆化。与此相反,煤焦油混合物在老化后趋于变脆。

聚乙烯绝缘的基本深水电缆的断面通过在电缆联接盒中进行对接而连在一起,并经受试验。试验包括:对包含物的 X 射线分析;对包含过模(over-molding)界面区的切片样品和复原样品进行拉伸试验;以及热收缩试验。所有试验是令人满意的并合乎要求。

对铠装电缆进行低温挠曲。这个试验的目的是确认粘结至纺织衬层和铠装线的松焦油—天然沥青混合物与煤焦油—天然沥青混合物的低温特性是否有差异。在将电缆样品保持在 40°F ± 8°F 达 24 小时之后,将涂敷有松焦油—天然沥青混合物与煤焦油—天然沥青

混合物的电缆按 36 英寸的半径各自挠曲 50 次。每次挠曲包括四英尺电缆段一端的运动,同时此电缆段的另一端保持固定。挠曲是以电缆的自由端从低位起始位置经  $90^\circ$  弧至  $90^\circ$  一再运动位置的运动开始,尔后返回起始位置,再使电缆在相反方向运动至另一  $90^\circ$  一再运动位置,最后返回起始位置。在挠曲试验后,将样品分解并得到下列表观检查结果。(A) 粘至纺织纱衬层的松焦油—天然沥青电缆抗蚀剂不是脆性的,并且脱离铠装线而只留下裸线。在分离铠装线时,在镀锌钢铠装线的间隙中出现粘结涂层的粘结失效。(B) 在铠装线的纺织粗纱护层上的煤焦油—天然沥青电缆抗蚀剂是脆性的,当使纺织纱脱离铠装线时,煤焦油—天然沥青涂层粘结失效,带有粘至纺织纱和铠装线的电缆抗蚀剂的暴露出的裸铠装线可容易地与铠装线间隙中的脆性电缆抗蚀性分离。低温挠曲试验的结果表明,松焦油混合物比煤焦油混合物具有更好的低温特性,并在低温下保持其作为涂层的挠性,而且不易脆化。如果铠装电缆在使用期间或在海底发生扭转,这是很重要的。

对涂敷松焦油—天然沥青抗蚀剂和煤焦油—天然沥青抗蚀剂的铠装电缆样品段进行应变—旋转—拉伸实验。进行这些实验的用途是用于确定,用作电缆抗蚀剂的材料和在单一操作室中涂敷电缆抗蚀剂的方法的变化是否会影响船运时的电缆的转动(扭转)。该实验是通过对电缆段的一端进行扭转同时保持另一端固定来进行的。扭转是通过施加 400 至 50000 磅力范围的扭转动力来实现的。拉伸是按居样品总长度中央的一定长度测量的。实验结果列于表 III 中。数据表明样品间无明显差异。

在经历 3 个月的存储(缠绕于支撑筒上)后,将此 10 公里长的电

缆装到船上。装船是无事故(无“粘连”)的,并几乎没有沾污,如果有的话,可在装船过程中在传输至滑板和卷筒上时发现。观察结果表明,大约3个月的存储未导致外涂松焦油—天然沥青混合物的叠置电缆的各圈间产生蠕变和“粘连”。术语“粘连”是指在支撑筒中或船舱中以连续的卷绕层方式叠置后,两圈或多圈电缆粘结在一起。

在加工这根10公里长的铠装电缆的过程中,在涂敷抗蚀剂时,取出多个松焦油—天然沥青混合物抗蚀剂的样品。对这些样品进行实验以确定工艺稳定性。结果(附表IV表明),随着时间延续松焦油—天然沥青混合物趋向增加刚性和粘性。在制造铠装电缆时,这些效应不会损害处理涂层的能力。

本发明已参照海底铠装光导电缆进行了说明。不过,本发明也可用于任何其它电缆或导体,所述电缆或导体具有带至少一根导体并由护套包围的芯体,在有害的潮湿条件下护套可能是透湿的,从而对导体的工作特性造成有害影响。与纺织纱组合的防水成份还可用于电缆上的铝或其它金属层的防水。

对于本领域的技术人员来说,另外的优点和改进将是容易形成的。因此,从其较宽的范围来说,本发明不限于所示出和说明的特定细节、代表性装置和图示例。因此,在不脱离由所附权利要求书及其等同技术所限定的总的发明概念的精神或范围的前提下,可做出各种改进。

## 附录

表 I

松焦油—天然沥青与煤焦油—天然沥青电缆抗蚀剂  
相比较的物理特性数据

特性	实验条件	结果	
		松焦油	煤焦油
粘度	375 °F	188	125
热固性, 厘泊	302 °F	438	250
325°F 软化点的 热稳定性	开始时	122	115
	4 小时	120	117
	24 小时	130	132
渗透性 (0.1mm)	开始时	86	90
	4 小时	75	76
	24 小时	27-68	40
加热时的重量损耗 (%)	325°F 5 小时	0.7	1.4
铜的腐蚀	铜线	NCT*	NCT*

\*NCT = 无明显腐蚀或锈蚀

附录

表 II

电缆抗蚀剂涂层

	天然沥青 与松焦油 的混合物	天然沥青 与煤焦油 的混合物
第 2 纺织粗纱护层(外)	B	B
第 1 纺织粗纱护层	A	B
铠装线, 内表面	B	B
铠装线, 外表面	A	B
纺织纱, 衬层 外表面	A	A

- A - 厚焦油
- B - 中等厚度焦油
- C - 薄焦油
- D - 无焦油

附录

表 III

实验结果

负载 (次)	应力 (磅)	电缆旋转 (度/英尺)	
		松焦油 天然沥青	煤焦油 - 天然沥青
1	32,000	29.3	28.8
	400	4.1	3.6
10	32,000	30.8	29.7
	400	5.1	4.3
11	50,000	63.0	59.8
	400	19.1	15.6
20	50,000	72.4	64.4
	400	30.4	20.4

附录

表 IV

松焦油—沥青混合物的工艺稳定性

暴露的小时数	开始时	24	48	120	150	175
软化点°F	122	132	133	130	134	135
渗透性 (0.1 mm)	80	47	42	44	39	38
325°F 下 5 小时后的 重量损耗(%)	0.7	.671	.443	.341	.370	.449

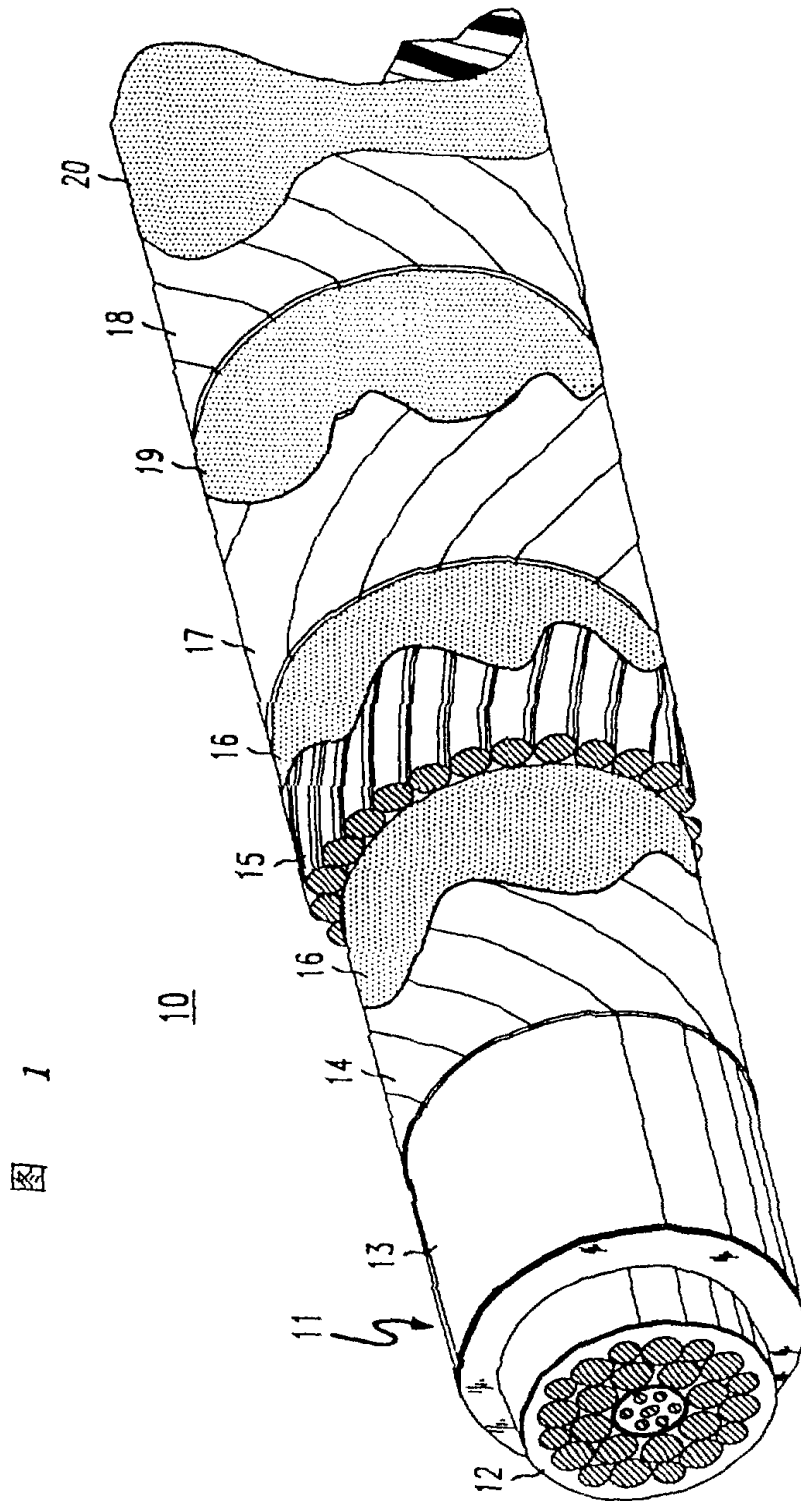


图 1