



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117242532 A

(43) 申请公布日 2023. 12. 15

(21) 申请号 202180097837.0

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22) 申请日 2021.06.23

专利代理师 刘蔚然

(30) 优先权数据

63/157,603 2021.03.05 US

PCT/US2021/030016 2021.04.29 US

(51) Int.Cl.

H01B 11/22 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.11.03

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2021/038778 2021.06.23

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/186854 EN 2022.09.09

(71) 申请人 CTC环球公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 W·韦伯 I·M·皮林 C·王

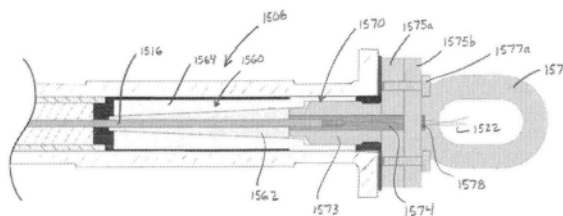
权利要求书3页 说明书14页 附图18页

(54) 发明名称

结合光纤的强度构件组件和架空电缆设施

(57) 摘要

一种输电和配电线以及安装和询问这种电线的方法。电线包括架空电缆,所述架空电缆包括强度构件和联接到强度构件的至少一根光纤。端接布置被配置为将电缆紧固到支撑塔,同时使光纤能够穿过端接布置而不损坏光纤。来自两个相邻电缆段的光纤也可以被熔接,以使得能够从单个询问装置询问这两个电缆段。



1. 一种用于安装架空电缆的方法,所述架空电缆包括支撑电导体的强度构件组件和沿着所述强度构件组件的长度可操作地设置的至少一根光纤,所述方法包括以下步骤:

将所述架空电缆支撑在多个支撑塔上;

从所述强度构件组件的端部段移除所述电导体的一部分;

将抓持组件紧固到所述强度构件组件的端部段,其中所述端部段的一部分延伸经过所述抓持组件;

将所述光纤的端部部分从所述强度构件的端部段的延伸经过所述抓持组件的部分分离;

将所述光纤的分离的端部部分穿过连接器的远端处的光纤孔放置,其中,所述连接器包括紧固件;

将所述连接器紧固到所述抓持组件;

将导电套管压接在所述连接器和所述电导体上;和

将询问装置可操作地连接到所述光纤。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述抓持组件包括具有筒夹孔洞的筒夹,所述筒夹设置在筒夹壳体内。

3. 根据权利要求1或2中任一项所述的方法,其中,将所述连接器紧固至所述抓持组件的步骤包括将所述连接器与所述筒夹壳体螺纹接合。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中,所述光纤设置在形成于所述强度构件的外表面中的凹槽中。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其中,所述光纤是涂层光纤,其包括包围所述光纤的塑料涂层,并且其中,所述涂层具有至少约500 μm 的直径。

6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述塑料涂层具有至少约700 μm 的直径。

7. 根据权利要求5或6中任一项所述的方法,其中,所述塑料涂层是高性能塑料涂层。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中,所述塑料涂层是热塑性涂层。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述热塑性涂层选自聚醚醚酮(PEEK)涂层和聚苯硫醚(PPS)涂层。

10. 根据权利要求5至9中任一项所述的方法,其中,所述涂层光纤嵌入所述强度构件中,靠近所述强度构件的外表面。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的方法,其中,所述询问装置被配置为沿着所述光纤的长度测量机械应变。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的方法,其中,所述询问装置被配置为沿着所述光纤的长度测量温度。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的方法,进一步包括以下步骤:

将所述询问装置从所述光纤拆下;和

通过在所述光纤孔上放置帽将所述光纤密封在所述连接器内。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述密封步骤包括以下步骤中的至少一个:(i) 切割所述光纤的分离的端部部分;或者(ii) 在将所述帽放置在所述光纤孔上之前,将所述光纤的分离的端部部分插入所述连接器。

15. 一种架空电线,包括:

架空电缆,所述架空电缆在机械张力下支撑在多个支撑塔上,所述架空电缆包括由强度构件支撑的电导体;

至少第一段接布置,所述至少第一段接布置将所述架空电缆的端部紧固到支撑塔,所述端接布置包括紧固到所述强度构件的端部段的抓持组件;

光纤,所述光纤沿着所述电缆的长度并穿过所述抓持组件延伸,并且包括经过所述抓持组件并与所述强度构件分离的端部部分;和

孔,所述孔设置在所述端接布置的端部处,所述孔被配置成允许出于询问所述光纤的目的而接取所述光纤。

16. 根据权利要求15所述的架空电线,其中,所述抓持组件包括具有筒夹孔洞的筒夹,所述筒夹设置在筒夹壳体内。

17. 根据权利要求15或16中任一项所述的架空电线,还包括紧固到所述抓持组件的连接器,其中,所述光纤的分离的端部部分延伸穿过所述连接器中的孔洞。

18. 根据权利要求15至17中任一项所述的架空电线,其中,所述光纤设置在形成于所述强度构件的外表面中的凹槽中。

19. 根据权利要求15至18中任一项所述的架空电线,其中,所述光纤是涂层光纤,包括包围所述光纤的塑料涂层,并且其中,所述涂层具有至少约500 μm 的直径。

20. 根据权利要求19所述的架空电线,其中,所述塑料涂层具有至少约700 μm 的直径。

21. 根据权利要求19或20中任一项所述的架空电线,其中,所述塑料涂层是高性能塑料涂层。

22. 根据权利要求21所述的架空电线,其中,所述塑料涂层是热塑性涂层。

23. 根据权利要求22所述的架空电线,其中,所述热塑性涂层选自聚醚醚酮(PEEK)涂层和聚苯硫醚(PPS)涂层。

24. 根据权利要求19至23中任一项所述的架空电线,其中,所述涂层光纤嵌入所述强度构件中,靠近所述强度构件的外表面。

25. 一种架空电线,包括:

第一段架空电缆,所述第一段使用第一终端端接设备紧固到终端塔,所述架空电缆包括由强度构件支撑的电导体;

第二段架空电缆,所述第二段使用第二终端端接设备在与所述第一段基本不同的方向上紧固到所述终端塔;

跳线电缆,将所述第一段电连接到所述第二段;

第一光纤段,从所述第一电缆延伸,穿过所述第一终端端接设备并穿过第一段保护性柔性导管,所述第一段保护性柔性导管终止于第一拼接盒;

第二光纤段,从所述第二电缆延伸,穿过所述第二终端端接设备并穿过第二段保护性柔性导管,所述第二段保护性柔性导管终止于第二拼接盒;和

第三段柔性导管,连结所述第一拼接盒和所述第二拼接盒,并且第三光纤段从所述第一拼接盒延伸,穿过所述第三段柔性导管,并进入所述第二拼接盒,

其中,所述第一光纤段和所述第三光纤段在所述第一拼接盒中可操作地拼接,并且所述第二光纤段和所述第三光纤段在所述第二拼接盒中可操作地拼接。

26. 根据权利要求25所述的架空电线,其中,所述光纤段中的至少一个是通过机械拼接

部而拼接的。

27. 根据权利要求25和26中任一项所述的架空电线,其中,所述光纤段中的至少一个是通过机械拼接部而拼接的。

结合光纤的强度构件组件和架空电缆设施

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2021年4月29日提交的国际PCT申请号No. PCT/US2021/030016的优先权,其通过引用整体并入本文。本申请还要求2021年3月5日提交的美国临时专利申请No. 63/157,603的优先权,其通过引用整体并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及架空电缆领域,特别是用于将光纤结合到架空电缆中的配置和方法。

发明内容

[0004] 本公开涉及输电和配电线、用于安装和询问这种电线的方法以及用于电线的部件,例如电缆和端接布置。电线包括架空电缆,该架空电缆包括强度构件和联接到强度构件的至少一根光纤。端接布置被配置为将电缆紧固到支撑塔,同时使光纤能够穿过端接布置而不损坏光纤。来自两个相邻电缆段的光纤也可以被熔接,以使得能够从单个询问装置询问这两个电缆段。

[0005] 一方面,公开了安装架空电缆的方法。在一个实施例中,电缆包括支撑导体的强度构件组件和沿强度构件组件的长度可操作地设置的至少一根光纤。该方法包括以下步骤:将架空电缆支撑在多个支撑塔上;从强度构件组件的端部段移除电导体的一部分;以及将抓持组件紧固到强度构件组件的端部段,其中端部段的一部分延伸经过抓持组件。该方法还包括将光纤的端部部分与延伸经过抓持组件的强度构件的端部部分分离;将光纤的分离的端部部分穿过连接器的远端处的光纤孔放置,其中连接器包括紧固件;将连接器紧固到抓持组件;将导电套管压接在连接器和电导体上;以及将询问装置可操作地连接到光纤。

[0006] 另一方面,公开了架空电线。在一个实施例中,架空电线包括在机械张力下支撑在多个支撑塔上的架空电缆,其中架空电缆包括由强度构件支撑的电导体。电线包括将架空电缆的端部紧固到支撑塔的至少第一端接布置,该端接布置具有紧固到强度构件的端部段的抓持组件。光纤沿着电缆的长度并穿过抓持组件延伸,并且包括经过抓持组件的端部部分,该端部部分与强度构件分离。孔被设置在端接布置的端部,该端接布置被配置成允许出于询问光纤的目的而接取光纤。

[0007] 在另一个实施例中,架空电线包括第一段架空电缆,该第一段使用第一终端端接设备紧固到终端塔,该架空电缆包括由强度构件支撑的电导体。使用第二终端端接设备将第二段架空电缆以与第一段基本不同的方向紧固到终端塔。跳线电缆将第一段电连接到第二段。第一光纤段从第一电缆延伸,穿过第一终端端接设备并穿过保护性第一段柔性导管,该第一段保护性柔性导管终止于第一拼接盒。第二光纤段从第二电缆延伸,穿过第二终端端接设备并穿过保护性第二段柔性导管,该保护性第二段柔性导管终止于第二拼接盒。第三段柔性导管连结第一和第二拼接盒,并且第三光纤段从第一拼接盒延伸,穿过第三段柔性导管,并进入第二拼接盒。第一光纤段和第三光纤段在第一拼接盒中可操作地拼接,第二

光纤段和第三光纤段在第二拼接盒中可操作地拼接。

[0008] 基于以下描述和附图,这些和其他实施例对于本领域技术人员来说将是显而易见的。

附图说明

[0009] 图1示出了架空电线。

[0010] 图2A和2B示出了根据现有技术的具有复合材料强度构件的架空电缆的两个示例。

[0011] 图3示出了根据本公开实施例的包括用于容纳光纤的线性槽的强度构件。

[0012] 图4示出了根据本公开实施例的包括用于容纳光纤的螺旋槽的强度构件。

[0013] 图5示出了根据本公开的具有联接到强度构件的光纤的强度构件组件。

[0014] 图6示出了根据本公开的具有联接到强度构件的光纤的强度构件组件。

[0015] 图7示出了根据本公开的具有联接到强度构件的光纤的强度构件组件。

[0016] 图8示出了根据本公开的具有联接到强度构件的光纤的强度构件组件。

[0017] 图9示出了根据本公开的具有联接到强度构件的光纤的强度构件组件。

[0018] 图10A-10C示出了根据本公开实施例的强度构件组件的横截面图。

[0019] 图11A-11C示出了根据本公开实施例的强度构件组件的横截面图。

[0020] 图12示意性示出了根据本公开实施例的强度构件组件的制造方法。

[0021] 图13示出了根据现有技术的端接布置的横截面图。

[0022] 图14示出了根据现有技术的端接布置的透视图。

[0023] 图15示出了根据本公开实施例的端接布置的横截面图。

[0024] 图16A-16B示出了根据本公开实施例的端接布置的横截面图。

[0025] 图17示意性地示出了电线的一部分,该电线使得能够通过跨两个电缆段的光纤进行询问。

具体实施方式

[0026] 传统上,架空电缆(例如,用于电力传输和/或分配的电缆)使用由多根导电铝绞线围绕的钢强度构件来构造,所述多根导电铝绞线螺旋缠绕在钢强度构件周围,这种构造被称为“钢增强铝导体”(ACSR)。最近,已经制造了具有纤维增强复合材料强度构件的架空电缆,并在许多电线中使用。与钢相比,用于强度构件的纤维增强复合材料具有更轻的重量和更低的热膨胀。

[0027] 图1示出了用于输电的架空输电线100的一部分。通过使用诸如支撑塔102a/102b/102c的支撑塔(例如,塔架)将裸露的或覆盖的电缆(例如,电缆104a)提升到地面之上,来构建架空输电和配电线。输电和配电线可能跨越数英里,需要非常长的电缆和许多支撑塔。支撑塔中的一些被称为终端塔或锚塔,例如塔102a。这种塔位于端接点,例如变电站或电线在地下布线的位置。在电线改变方向(例如,转弯)、穿过道路或其他结构的情况下(在这些情况中,如果电缆出现故障,则存在损坏或伤害的高风险),或者在长的直线路径中在规则的间隔处,也可能需要诸如塔102a的终端塔。在这种情况下,架空电缆必须被端接(例如切断),在高张力下紧固到终端塔,并与相邻的架空电缆电连接。如图1所示,使用终端端接设备106a(例如张力夹)将电缆段104a紧固(例如锚定)到塔102a,并且电缆段104a通过跳线

105电连接到相邻电缆104b,例如,其中相邻电缆104b在与第一电缆段104a基本不同的方向上延伸。

[0028] 另一种端接结构被称为电缆拼接部。虽然单段架空电缆的长度可能长达数千英尺,但电网可能需要数百英里的电缆。为了跨越这些距离,线路工人必须经常将两个较短的电缆部段拼接(例如联接)在一起。因此,一个或多个电缆拼接部可以放置在架空电缆安装的两个终端之间。电缆拼接部既作为将电缆的两个端部保持在一起的机械接头,又作为允许电流流过电缆拼接部的电接头。如图1所示,电缆拼接部108可操作地将电缆段104c连接到电缆段104d,以形成机械拼接部和连续的电通路。

[0029] 图2A示出了电缆的透视图,其中电导体的一部分被移除以示出下面的部件,例如包括强度构件的强度构件组件。在图2A所示的构造中,纤维增强复合材料强度构件包括单个纤维增强复合材料强度元件(例如,单个杆)。Hiel等人的美国专利No.7,368,162公开了这种构造的一个示例,该专利通过引用整体并入本文。替代地,复合材料强度构件可由多个单独的纤维增强复合材料强度元件(例如,单独的杆)组成,这些纤维增强复合材料强度元件可操作地组合(例如,扭转或绞合在一起)以形成强度构件,如图2B所示。这种多元件复合材料强度构件的示例包括但不限于:McCullough等人的美国专利No.6,245,425中示出的多元件铝基复合材料强度构件;Tosaka等人的美国专利No.6,015,953中示出的多元件碳纤维强度构件;和Daniel等人的美国专利No.9,685,257中所示的多元件强度构件。这些美国专利中的每一个都通过引用整体并入本文。如本领域技术人员所知,可以实施纤维增强复合材料强度构件的其他配置。

[0030] 参考图2A所示的架空电缆,电缆204A包括电导体212A,电导体212A包括第一导电层213a和第二导电层213b,每个导电层都包括多个单独的导电绞线(例如,绞线214a和214b),这些导电绞线螺旋缠绕在纤维增强复合材料强度构件216A周围。应当理解,根据架空电缆的预期用途,这种架空电缆可以包括单个导电层,或者多于两个导电层。导电绞线可以由导电金属制成,例如铜或铝,并且对于裸架空电缆,通常由铝制成,例如硬化铝、退火铝或铝合金。图2A所示的导电绞线具有基本上为梯形的横截面,尽管也可以采用其它构造,例如圆形横截面。例如,与具有圆形横截面的绞线相比,对于相同的有效电缆直径,使用多边形横截面(例如梯形横截面)有利地增加了导电金属的横截面积。

[0031] 导电材料(例如铝)不具有足够的机械性能(例如足够的拉伸强度)以在架设在支撑塔之间形成用于输电和/或配电的架空电线时自支撑。在这点上,当架空电缆204A在高机械张力下被架设在支撑塔之间时,强度构件216A支撑导电层213a/213b。在图2A所示的实施例中,强度构件216A包括单个(例如,仅一个)强度元件217A。强度元件217A包括在粘合基体中的高强度碳增强纤维的纤维增强复合芯218A,以及设置在纤维增强复合芯218A周围的电镀层219A,以防止碳纤维和第一导电层213a之间的接触,例如防止导电层213a中的铝的电镀腐蚀。

[0032] 图2B示出了类似于图2A所示电缆的架空电缆204B的实施例,其中支撑电导体212B的强度构件216B包括多个单独的强度元件(例如,强度元件217B),这些强度元件绞合或扭转在一起以形成强度构件216B。尽管在图2B中示出为包括七个单独的强度元件,但是应当理解,多元件强度构件可以包括适合于特定应用的任何数量的强度元件。

[0033] 如上所述,构成强度元件(例如高拉伸强度芯)的纤维增强复合材料可以包括可操

作地设置在粘合基体中的增强纤维。增强纤维可以是沿着纤维增强复合材料的长度延伸的基本连续的增强纤维,和/或可以是分散在粘合基体中的短增强纤维(例如,纤维晶须或短切纤维)。增强纤维可以选自多种材料,包括但不限于碳,玻璃,硼,金属氧化物,金属碳化物,诸如芳族聚酰胺纤维或含氟聚合物纤维的高强度聚合物,玄武岩纤维等。碳纤维由于其非常高的拉伸强度和/或由于其相对低的热膨胀系数(CTE),在许多应用中特别有利。

[0034] 粘合基体可以包括例如塑料(例如聚合物),例如热塑性聚合物或热固性聚合物。例如,粘合基体可以包括热塑性聚合物,包括半结晶热塑性塑料。有用的热塑性塑料的具体示例包括但不限于聚醚醚酮(PEEK)、聚丙烯(PP)、聚苯硫醚(PPS)、聚醚酰亚胺(PEI)、液晶聚合物(LCP)、聚甲醛(POM或乙缩醛)、聚酰胺(PA或尼龙)、聚乙烯(PE)、含氟聚合物和热塑性聚酯。

[0035] 粘合基体也可以包括热固性聚合物。有用的热固性聚合物的示例包括但不限于环氧树脂、双马来酰亚胺、聚醚酰胺、苯并噁嗪、热固性聚酰亚胺(PI)、聚醚酰胺树脂(PEAR)、酚醛树脂、环氧基乙烯基酯树脂、聚氰酸酯树脂和氰酸酯树脂。在一个示例性实施例中,乙烯基酯树脂用于粘合基体中。另一个实施例包括使用环氧树脂,例如作为表氯醇和双酚A,双酚A二缩水甘油醚(DGEBA)的反应产物的环氧树脂。用于环氧树脂的固化剂(例如硬化剂)可以根据纤维增强复合材料强度构件的期望特性和加工方法来选择。例如,固化剂可以选自脂肪族多胺、聚酰胺和这些化合物的改性形式。酸酐和异氰酸酯也可以用作固化剂。可用于粘合基体的热固性聚合材料的其它示例可以包括加成固化的酚醛树脂、聚醚酰胺和各种酸酐或酰亚胺。

[0036] 粘合基体也可以是金属基体,例如铝基体。铝基纤维增强复合材料的一个示例在上面提到的McCullough等人的美国专利No.6,245,425中示出。

[0037] 当强度构件包括电镀层时,电镀层也可以由粘合基体中的增强纤维例如玻璃纤维形成。替代地,电镀层可以由塑料形成,例如具有耐高温和良好介电性能的热塑性塑料,以将下面的碳纤维相对于铝层隔离。

[0038] 特别有利的用于架空电缆的复合材料强度构件的一种构造是ACCC[®]复合材料构造,其可从加利福尼亚州欧文市的CTC全球公司获得并在前述Hiel等人的美国专利No.7,368,162中示出。在ACCC[®]电缆的商业实施例中,强度构件是基本圆形横截面的单元件强度构件,其包括设置在聚合物基体中的基本连续的增强碳纤维芯。碳纤维芯被坚固的玻璃纤维绝缘层包围,该玻璃纤维绝缘层也设置在聚合物基体中,并被选择为将碳纤维相对于周围的导电铝绞线隔离。见图2A。玻璃纤维还具有比碳纤维更高的弹性模量,并提供可弯曲性,使得强度构件和电缆可以缠绕在卷轴上用于储存和运输。

[0039] 已经表达了对结合光纤的架空电缆的期望,用于在安装期间和/或之后对电缆的询问(例如,检查),或者用于远程通信(例如,数据传输)。对于包括例如如上所述的纤维增强复合材料强度构件的架空电缆,希望在安装后询问电缆以确保电缆沿其长度的完整性。由于这些电缆的极端长度,还希望识别通过询问识别的任何异常(例如缺陷或断裂)的位置,例如通过使用光时域反射计(OTDR)、布里渊光时域反射计(BOTDR)或类似的分析技术。参见例如Wong等人的PCT公开文件No.WO2020/181248,其全部内容通过引用并入本文。

[0040] 本公开涉及包括在架空电缆的结构内放置一根或多根光纤(例如玻璃光纤)的构

造。更具体地,该构造包括强度构件组件,该强度构件组件包括至少一根光纤,该光纤可操作地联接到强度构件,例如在强度元件中的一个或多个的外表面上。一个目的是公开保持光纤完整性的强度构件组件和架空电缆的构造,例如,其防止或最小化在制造和使用过程中对光纤的损坏。另一个目的是公开强度构件组件和架空电缆的构造,其使得光纤能够容易地定位在架空电缆的一端或两端,并且在端部至少部分地与架空电缆分离,使得光传输装置(例如,相干光传输装置,如激光器)和/或检测装置可以可操作地附接到光纤。

[0041] 注意,在下面的附图中,为了说明的目的,光纤没有相对于电缆按比例示出。

[0042] 图3示出了根据本公开实施例的强度构件316的实施例。强度构件316包括高拉伸强度纤维增强复合芯318和电镀层319,纤维增强复合芯318包括粘合基体中的碳纤维,电镀层319包括粘合基体中的玻璃纤维。强度元件包括沿着强度构件316的长度延伸的凹槽320。凹槽320构造成(例如,尺寸和形状设计成)将一根或多根光纤固持在凹槽320内。以这种方式,所有或基本上所有的光纤可以设置在凹槽320中,而基本上不突出到强度构件316的表面上方。图4示出了强度构件416,其包括类似于图3所示的凹槽420,但是该凹槽围绕强度构件416螺旋设置。

[0043] 在任一实施例中,凹槽的宽度应足以能够将至少一根光纤放置在凹槽内,并且凹槽的深度应足以能够将光纤设置在强度构件表面的下方。在一个特征中,凹槽的宽度基本上类似于或略大于光纤的宽度,使得光纤可以摩擦配合在凹槽内。换句话说,光纤和凹槽可以具有这样的尺寸,使得当光纤放置在凹槽内时,光纤的外圆周可以轻轻地接触凹槽的侧壁。典型的玻璃光纤具有约150 μm 至约500 μm 的外直径,包括通常包围光纤的玻璃芯的塑料护套。因此,凹槽可以具有至少约100 μm 的宽度,例如至少约120 μm 。然而,凹槽不应大于容纳一根光纤或几根光纤(如果需要)所需的尺寸,在一种构造中,凹槽的宽度不大于约500 μm ,例如不大于约400 μm 。类似地,凹槽的深度通常具有与宽度相似的尺寸。凹槽的形状可以是圆形的(例如,具有圆化的底部和侧壁)或者可以是多边形的(例如,具有方形的侧壁和底部)。在某些构造中,如下所述,光纤可以具有更大的宽度,例如高达约1mm,并且在这种构造中,凹槽的宽度可以高达约1mm或高达约900 μm ,以容纳更大直径的光纤。

[0044] 诸如图3和图4所示的光纤凹槽可以与上述任何实施例一起实现,包括图2所示的实施例。举例来说,图5示出了电缆504和强度构件组件515的实施例,其利用了如图3所示的强度构件。电缆504包括强度构件516,强度构件516包括单个强度元件,该单个强度元件包括高拉伸强度纤维增强复合芯518和电镀层519,该纤维增强复合芯518包括粘合基体中的碳纤维,电镀层519为粘合基体中的玻璃纤维。电导体512围绕强度构件516,并且包括第一导电层513a和第二导电层513b。在图5所示的实施例中,光纤522线性设置在沿着强度构件516的外表面形成的凹槽520中,以形成强度构件组件515。以这种方式,尽管光纤522设置在强度构件516的表面上,在光纤522和导电层513a之间没有插入材料层,但是凹槽520基本上防止光纤在例如导电层513a绞合在强度构件516上时被显著损坏。类似于图5所示的强度构件组件配置可以用螺旋联接的光纤实现,例如使用图4所示的强度构件。在一个实施方式中,使用粘合剂或类似材料,特别是高温粘合剂,将光纤结合在凹槽内。例如,可以使用高温环氧树脂。类似地,热塑性塑料或聚酰胺可用于将光纤紧固在凹槽内。

[0045] 尽管如图5所示将光纤设置在凹槽中可以为光纤提供一些保护,但是仍然希望或有必要提供额外的材料层来进一步保护光纤。仅作为示例,图6示出了电缆604的透视图和

强度构件组件615的横截面图,强度构件组件615包括强度构件616和设置在凹槽620中的光纤622。强度构件616包括高拉伸强度纤维增强复合芯618,该纤维增强复合芯包括粘合基体中的碳纤维。电导体612围绕强度构件616,并且包括第一导电层613a和第二导电层613b。在图6所示的实施例中,光纤622线性设置在沿着强度元件617的外表面形成的凹槽620中。塑料层619设置在强度元件617和光纤622上并围绕它们,以形成强度构件组件615。塑料层619可以包括高性能塑料(例如,由高性能塑料形成),例如,其具有至少大约150°C的连续工作温度,例如至少大约180°C,至少大约200°C或者甚至至少大约220°C的连续工作温度。在一个特征中,高性能塑料层是热塑性塑料,例如,半结晶热塑性塑料。在另一个特征中,高性能塑料层由选自聚醚醚酮(PEEK)和聚苯硫醚(PPS)的热塑性塑料形成。也可以使用其他塑料材料,例如碳氟聚合物,例如聚四氟乙烯,以及高性能无定形塑料,例如无定形聚醚酰亚胺(PEI)。塑料层也可以由具有良好耐热性的弹性体制成,例如弹性硅树脂。塑料层可具有至少约1mm的厚度,例如至少约2毫米。通常,塑料层的厚度将不大于约10mm。

[0046] 作为另一个示例,图7示出了电缆704的透视图和强度构件组件715的横截面图,强度构件组件715包括强度构件716和设置在凹槽720中的光纤722。强度构件716包括高拉伸强度纤维增强复合芯718,该纤维增强复合芯包括粘合基体中的碳纤维。电导体712围绕强度构件716,并且包括第一导电层713a和第二导电层713b。在图7所示的实施例中,光纤722线性设置在沿着强度构件716的外表面形成的凹槽720中。金属共形层724设置在强度构件716和光纤722上并围绕它们,以形成强度构件组件715。

[0047] 图8示出了电缆804的透视图和强度构件组件815的横截面图,强度构件组件815包括强度构件816和设置在凹槽820中的光纤822。强度元件817包括高拉伸强度纤维增强复合芯818,其包括粘合基体中的碳纤维。电导体812围绕强度构件816,并且包括第一导电层813a和第二导电层813b。在图8所示的实施例中,光纤822线性设置在沿着强度元件817的外表面形成的凹槽820中。塑料层819设置在强度构件816和光纤822上并包围它们。金属共形层824设置在塑料层819上并围绕塑料层819,以形成强度构件组件815。

[0048] 图9示出了电缆904的另一实施例的透视图和强度构件组件915的横截面图,该强度构件组件915包括强度构件916和设置在凹槽920中的光纤922。强度元件包括高拉伸强度纤维增强复合芯918,该纤维增强复合芯918包括碳纤维和围绕复合芯918的电镀层919。电导体912围绕强度构件916,并且包括第一导电层913a和第二导电层913b。在图9所示的实施例中,光纤922线性设置在沿着强度构件916的外表面形成的凹槽920中。带层925螺旋缠绕并包围强度构件916和光纤922,以形成强度构件组件915。例如,带层925可以包括背衬材料上的压敏粘合剂(PSA)(例如,由背衬材料上的压敏粘合剂形成)。在一种配置中,带层由耐热间位芳族聚酰胺纤维形成,例如NOMEX带(DuPont de Nemours, Inc., Wilmington, DE, USA),例如芳族聚酰胺纤维的基底,在该基底的一个表面上具有粘合剂。带层可以具有足以保护光纤免受实质性损坏的厚度。例如,带层的厚度可以为至少约0.05mm,例如至少约0.1mm,并且不大于约3mm,例如不大于约2mm。

[0049] 在强度构件中结合有凹槽的任何前述实施例中,通过仔细选择相对于光纤直径的凹槽宽度,光纤可紧密配合(例如摩擦配合)在凹槽内。替代地或附加地,可以使用诸如粘合剂(例如,可流动的粘合剂或粘性带)的手段将光纤紧固在凹槽中。

[0050] 在另一实施例中,强度构件组件包括光纤,该光纤通过粘结到共形金属层,例如粘

结到共形金属层的外表面之上或之下,可操作地联接到强度构件。图10A至10C示出了这种实施例的横截面图。强度构件组件1015包括强度构件1016,强度构件1016具有高拉伸强度芯1018和围绕高拉伸强度芯1018的电镀层1019。例如由铝形成的金属共形层1024包围强度构件1016。凹槽1020形成在共形金属层1024中,例如,沿着共形层1024的表面形成。光纤1022沿着强度构件组件1015的长度可操作地设置在凹槽内。

[0051] 通过相对于光纤1022的直径仔细选择凹槽宽度,光纤1022可以紧密配合,例如摩擦配合在凹槽1020内。替代地或附加地,光纤1022可以使用诸如粘合剂(例如,可流动的粘合剂或粘性带)的手段紧固在凹槽中。如图10B所示,一段长度的塑料细丝1026(例如,线或线状物),例如热塑性或弹性细丝,可以紧密地放置在凹槽内和光纤1022上。在图10C所示的实施例中,金属共形层1024的一部分1024a塌陷在凹槽上,以将光纤1022紧固在凹槽中,并将光纤联接到共形层1024。在图10C所示实施例的替代方案中,金属共形层2134表面上的凹槽可在凹槽的一侧或两侧形成有结节,例如凸起部分,在光纤1022设置在凹槽1020中之后,这些结节折叠在凹槽上。

[0052] 本公开的另一个实施例涉及一种玻璃光纤的构造,其中玻璃光纤包括相对厚的塑料涂层(例如,层或护套)以保护光纤的玻璃芯和玻璃包层免受损坏。如图11A所示,大直径涂层光纤1128A包括玻璃光纤1122A,该玻璃光纤1122A被相对厚的高性能塑料涂层1129A涂覆(例如被其包围)。在一个特征中,高性能塑料涂层1129A是热塑性塑料,例如半结晶热塑性塑料。在一个改进中,高性能塑料涂层1129A是选自聚醚醚酮(PEEK)涂层和聚苯硫醚(PPS)涂层的热塑性塑料。也可以使用其他塑料涂层,例如碳氟聚合物,例如聚四氟乙烯,以及高性能无定形塑料,例如无定形聚醚酰亚胺(PEI)。与大多数市售光纤相比,高性能塑料涂层1129A可具有相对较大的外直径。例如,高性能塑料涂层1129A可以具有至少约500 μm 的外直径,例如至少约700 μm 或者甚至至少约900 μm 的外直径。典型地,外直径将不大于约2mm,例如不大于约1.5mm,以避免从强度构件中置换大量材料(例如,增强纤维)。应该注意的是,前述高性能塑料涂层区分于施加到玻璃光纤的典型缓冲涂层(例如,附加于典型缓冲涂层),如下所述。

[0053] 大直径涂层光纤1128A可以以上面公开的任何方式联接到强度构件。例如,大直径涂层光纤1128A可以直接联接到强度构件,例如,可以联接到电镀层。例如,如图11B所示,大直径涂层光纤1128Ba可以沿着强度构件1116B的长度延伸。具体地,强度构件1116B包括高强度复合芯1118B和玻璃纤维电镀层1119B,其中大直径涂层光纤1128Ba设置在电镀层内。虽然大直径涂层光纤1128Ba可以放置在预先形成的凹槽中,但是相对厚的塑料涂层可以使得大直径涂层光纤1128Ba能够与强度构件1116B整体形成,例如通过与形成强度构件1116B的增强纤维(例如,碳和/或玻璃纤维)一起拉挤。如图11B所示,强度构件组件1115B还包括第二大直径涂层光纤1128Bb,其在结构上类似于大直径涂层光纤1128a。

[0054] 图11C示出了替代构造,其中大直径涂层光纤1128C设置在共形金属层1124C内,例如,以类似于图10A所示实施例的方式。图11C所示的实施例还示出了大直径涂层光纤1128C可以在单个外部高性能塑料涂层内包括两根或更多根玻璃纤维,例如两个不同的玻璃芯和玻璃包层部分。

[0055] 关于图11A-11C公开的大直径涂层光纤的实施例,由于结构的相对较大的外直径,有利地便于光纤的识别。大直径光纤可以容易地被识别并从强度构件组件分离。一旦分离,

例如高性能塑料的外涂层可以从纤维上剥离。

[0056] 前述实施例在部件的构造和材料选择方面具有各种特征,其中一些特征在上文中已经提到。前述附图中公开的光纤可以以几种方式表征。本文使用的术语“光纤”是指细长且连续的光纤,其被配置成沿光纤的整个长度传输射光。典型地,光纤将包括玻璃传输芯和围绕该芯的玻璃包层,该包层由不同的材料(例如,具有不同的折射率)制成,以减少光从传输芯出去的损失,例如通过光纤外部出去的损失。这与例如结构纤维(例如结构玻璃纤维)形成对比,结构纤维具有均匀的组成,并且通常作为纤维束,即单根细丝的未扭转束放置在复合材料中。

[0057] 强度元件中使用的玻璃光纤可以是例如单模光纤或多模光纤。单模光纤具有被直径约为125 μm 的包层包围的小直径传输芯(例如,直径约为9 μm)。单模光纤被配置成仅允许一种模式的光传播。多模光纤具有更大的传输芯(例如,直径约50 μm 或更大),其允许多种模式的光传播。典型的玻璃光纤还被提供有包围玻璃包层的一个或多个涂层,例如塑料涂层,其作为缓冲层,例如增加对来自微弯曲的损伤的抵抗力。典型的涂层材料包括增塑聚氯乙烯(PVC)、低/高密度聚乙烯(LDPE/HDPE)、尼龙和聚砜。

[0058] 本文所示的带层可以是压敏粘合剂(PSA)带,其在带的一侧包括粘合剂层,例如,在放置到强度元件上的一侧。示例包括但不限于耐热芳族聚酰胺纤维带,例如Nomex[®]和玻璃纤维带。尽管上面描述为带,但是该层不一定包括粘合剂,特别是当带层紧紧地缠绕在强度元件的周向上时。例如,带层可以包括随机取向的纤维垫,纤维垫的纤维例如聚酯纤维。这种纤维垫可特别用于将光纤保持在强度构件上,直到后续材料层(例如塑料层和/或金属共形层)设置在强度元件和光纤上。在另一特征中,带层包括被粗糙化(例如,包括磨砂)的表面(例如,接触强度元件的表面),以例如通过增加带层和强度元件之间的摩擦来增强带层在强度元件上的抓持。在另一个特征中,带层可以包括热收缩到强度构件上的塑料带。在另一个特征中,带层可以包括圆柱形、螺旋缠绕的双轴编织物,当拉动编织物时,该编织物变长并变窄,例如,类似于“中国手指套”或Kellens夹。

[0059] 本文公开的塑料层可由多种塑料(即聚合物)形成,包括热固性或热塑性聚合物,包括但不限于聚醚醚酮(PEEK)和聚苯硫醚(PPS)。具有良好耐热性和高介电常数的塑料特别有用。塑料层通常具有至少约1.0mm且不大于约10mm的厚度。

[0060] 本文公开的金属共形层可以由多种金属形成,铝和铝合金尤其有用。典型地,金属共形层将具有至少约1.0mm且不大于约15mm的厚度。

[0061] 与使用玻璃光纤相关的困难在于,尽管玻璃光纤的理论失效应变通常约为6%至8%,但是沿玻璃光纤随机形成的缺陷(例如表面缺陷)显著降低了实际的失效应变,这是由于在这些缺陷处的应力集中,例如,在这些缺陷处,缺陷产生了在明显更低的应变下易于失效的弱点。在架空电缆的极端长度上,例如几百米到几千米,这成为一个重要的问题。尽管玻璃光纤可以进行最小拉伸应变的验证测试,但是已经发现这对于架空电缆的用途所要求的光纤长度是不够的。例如,当强度构件紧紧地缠绕在卷轴上以便储存和运输时,强度构件的整个长度处于恒定的应变下,如果足够尺寸的单个缺陷受到该应变,这可能导致光纤失效。

[0062] 在本公开的一个实施例中,当玻璃光纤联接(例如,可操作地连结)到强度构件时,玻璃光纤被置于(例如,有意地置于)应力状态。如本文所用,术语“联接”或“可操作地连结”

是指玻璃光纤以这样的方式放置在强度构件上或强度构件内,即施加到强度构件上的应力负载被转移到玻璃光纤。根据该实施例,联接到强度构件的玻璃光纤处于压缩应变状态,并且例如通过结合到强度构件而保持在压缩应变状态。例如,即使当强度构件本身处于基本中性应变状态时,光纤也可能处于压缩应变状态。

[0063] 结果,当拉伸应变施加到强度构件时,例如通过将强度构件缠绕在存储线轴上,在光纤经受拉伸应变之前,所施加的张力必须克服玻璃光纤中的压缩应变。仅作为示例,如果光纤处于约0.7%的压缩应变下,并且强度构件受到约1.2%的拉伸应变,则光纤将仅受到约0.5%的拉伸应变。

[0064] 因此,在一个实施例中,公开了一种被配置成用作架空电缆中的中心支撑件的细长强度构件组件。强度构件组件包括至少一个强度构件和至少一根联接到强度构件的光纤。具体地,强度构件组件包括具有高拉伸强度芯的细长强度构件和可操作地联接到强度构件的光纤,其中联接到强度构件的至少一段长度的光纤处于压缩应变状态。应当理解,该实施例,即光纤处于压缩应变下的实施例,可以用上面公开的任何强度构件组件来实现。

[0065] 在一个特征中,该段长度的光纤处于至少约0.2%,例如至少约0.5%,或者甚至至少约0.75%的压缩应变下。典型地,压缩应变将不大于约2%。在一个特定的特征中,压缩应变为至少约0.75%且不大于约1.5%。处于压缩应变下的一端长度的光纤可以基本上沿着强度构件的整个长度延伸。例如,在压缩应变下的该段长度的光纤可以是至少约100米、至少约250米、至少约500米、至少约1000米或甚至至少约2500米。

[0066] 如上所述,光纤以基本上将光纤保持在压缩应变状态的方式结合到强度构件,并且使得强度构件经受的施加应变(例如施加的拉伸应变)传递到光纤。光纤可以结合到高拉伸强度芯的表面,例如结合到强度元件,或者可以结合到共形金属层,例如铝共形层。仅作为示例,可以使用粘合剂将光纤粘合到高拉伸强度芯上,例如通过设置在光纤上的粘性带,例如压敏粘性带。该段长度的光纤也可以设置在沿着高拉伸强度芯的表面长度形成的凹槽内。光纤可以用粘合剂或用诸如弹性体的塑料材料设置在凹槽内,或者可以不用粘合剂或塑料材料设置在凹槽内。在一种配置中,共形金属层放置在高拉伸强度芯和光纤上。

[0067] 在替代构造中,该段长度的光纤可以结合到金属共形层,例如结合到共形金属层的表面。例如,金属共形层可以包括沿其表面形成的凹槽,其中该段长度的光纤设置在凹槽内。该段长度的光纤可以通过在凹槽上延伸的共形层的一部分机械结合在凹槽内,例如,如图10C所示。替代地或附加地,可以使用诸如粘性带之类的粘合物,或者使用与光纤一起放置在凹槽中的诸如热塑性塑料之类的塑料件,将该段长度的光纤结合到共形金属层。

[0068] 在一个实施方式中,光纤包括围绕光纤的高性能塑料涂层。例如,高性能塑料涂层可具有至少约150°C的连续使用温度,例如至少约180°C,至少约200°C,或甚至至少约220°C。在一个特征中,高性能塑料涂层是热塑性塑料,例如半结晶热塑性塑料。在另一个特征中,高性能塑料涂层是选自聚醚醚酮(PEEK)涂层和聚苯硫醚(PPS)涂层的热塑性塑料。

[0069] 在另一个实施例中,公开了一种架空电缆,其中该架空电缆包括如上所公开的强度构件组件,即包括具有处于压缩应变下的玻璃光纤的强度构件组件,并且具有缠绕在支撑组件周围的至少第一层导电绞线。

[0070] 在另一实施例中,公开了一种制造强度构件组件的方法,该强度构件组件包括压缩应变下的玻璃光纤。该方法包括以下步骤:将细长强度构件的一部分置于拉伸应变下,将

光纤可操作地联接到强度构件的处于拉伸应变下的部分,以及释放强度构件的该部分上的拉伸应变,其中当强度构件的该部分上的拉伸应变被释放时,光纤处于压缩应变状态。

[0071] 在一个实施方式中,该方法包括当光纤联接到强度构件时,使用弯曲轮将强度构件置于张力下。如图12所示,例如当线轴旋转时,玻璃光纤1222从线轴1250被分配。替代地,如本领域技术人员所知,光纤1222可以从不需要旋转卷轴的包装分配。当光纤1222被分配时,并且在光纤与强度构件1216接触之前,光纤1222a优选地处于基本无应变状态。也就是说,当光纤被分配时,光纤被置于很小的反张力下,仅施加足够的张力来确保控制从卷轴的放出。当弯曲轮旋转时,强度构件1216与弯曲轮1251接触,并且强度构件1216抵靠弯曲轮1251张紧,这将强度构件1216(例如,强度构件的顶表面)置于张紧状态。施加到强度构件1216的张力的量可以通过选择弯曲轮1251的直径来控制。

[0072] 当光纤1222接触强度构件1216时,通过从分配器1252施加粘合剂,光纤被结合到强度构件。例如,粘合剂可以是紫外线(UV)固化粘合剂,在这种情况下,紫外线源1253可以用于快速固化粘合剂。替代方法可用于将光纤1222结合(例如,联接)到强度构件1216。例如,可以使用热固化粘合剂。在另一实施方式中,光纤1222包括热塑性涂层,以使得光纤能够熔融结合到强度构件1216。如上所述,光纤1222可以放置在强度构件1216中形成的凹槽中。当强度构件1216和现在联接到强度构件的光纤1222从弯曲轮1251释放时,强度构件伸直并使结合的光纤进入压缩应变状态,例如光纤1222c的部分。

[0073] 尽管以上示出的强度构件组件包括联接光纤的单个强度元件,但是应当理解,强度构件可以包括多个强度元件,例如,如图2B所示。在这种配置中,一根或多根光纤可以联接到单个强度元件,或者光纤可以联接到一个以上的强度元件,这可能是增加精度和/或测量冗余所需要的。

[0074] 将光纤放置在强度构件(例如,强度元件)的外表面上的一个优点是,这种构造有助于在电缆端部识别和隔离光纤,例如,如上图所示。也就是说,为了将光纤连接到传输和/或检测装置,光纤的端部必须被拼接,例如机械拼接或熔接拼接,以进行必要的连接。因为光纤很小(例如,大约125 μm 到大约250 μm),它们可能很难定位,特别是在现场安装期间。

[0075] 典型地,当需要连接到光纤时,外部导电层(例如,导体束)首先从强度构件组件上切除,以暴露强度构件组件的端部部分。此后,光纤必须被定位和隔离,例如,在保持光纤完整性的同时一段长度的光纤从强度构件组件分离的位置。根据某些实施例,保护层(例如,带层、塑料层和/或金属共形层)可以被轻轻地剥离(例如,撕裂)以定位光纤。此后,光纤可以通过拼接,例如通过熔接拼接,可操作地连接到询问装置(例如,OTDR装置)或电信装置。

[0076] 图13示出了与裸架空电缆(例如,诸如图1中的终端106)一起使用的组装好的端接设备(例如,终端)的横截面。图2中示出的端接设备1306类似于Bryant的PCT公开号No. W0 2005/041358和Bryant等人的美国专利No. 8,022,301中示出和描述的端接设备,这两个文件的全部内容通过引用并入本文。

[0077] 概括地说,图13中所示的端接设备1306包括抓持组件1360和连接器1370,连接器1370用于将端接设备1306锚固到终端结构,例如锚固到图1中所示的塔,其中紧固件1376(例如有眼螺栓)设置在端接设备1306的近端。在端接设备1306的端部,与紧固件1376相对,端接设备可操作地连接到架空电缆1304,架空电缆1304包括电导体1312(例如,包括导电绞

线),电导体1312围绕强度构件1316并由强度构件1316支撑,强度构件1316例如是纤维增强复合材料强度构件。

[0078] 抓持组件1360紧紧地抓持强度构件1316,以将架空电缆1304紧固到端接设备1306。如图13所示,抓持组件1360包括压缩型配件(例如,楔形配件),特别是具有内腔1363(例如,孔洞)的筒夹1362,内腔1363围绕并抓持在强度构件1316上。筒夹1362设置在筒夹壳体1364中,并且随着电缆1304被张紧(例如,被拉到支撑塔上),随着筒夹被进一步拉入筒夹壳体中,在强度构件1316和筒夹1362之间产生摩擦。筒夹1362的锥形(外部)形状和筒夹壳体1364的配合内部漏斗形状在强度构件1316上产生增加的压缩,从而确保强度构件不会滑出筒夹1362,并因此确保架空电缆1304紧固到端接设备1306。

[0079] 如图13所示,外套管1380设置在抓持组件1360上,并包括导电套管主体1361,以便于电导体1312和跳线板1384之间的导电。内套管1382(例如,导电内套管)可以放置在导体1312和导电体1381之间,以便于导体和导电体之间的电连接。例如,导电体1381可以由铝制成,并且跳线板1384可以焊接到导电体1381上。跳线板1384被配置为附接到连接器板1386,以便于电导体1312和另一个导体之间的导电,另一个导体例如与连接器板1386电连通的另一个电缆(未示出)。

[0080] 连接器1370包括紧固件1376和设置在连接器主体1373的抓持元件端1372的抓持元件配合螺纹1371。抓持元件配合螺纹1371被配置为,当螺纹1365和1371接合并且连接器1370相对于筒夹壳体1364旋转时,抓持元件配合螺纹1371可操作地与筒夹壳体1364的连接器配合螺纹1365配合,以便于连接器1370朝向筒夹1362移动,从而将筒夹1362推入筒夹壳体1364中。这增强了筒夹1362在强度构件1316上的抓持,从而进一步将架空电缆1304紧固到端接设备1306。紧固件1376被配置为附接到终端结构,例如终端塔,以将端接设备1306和电缆1304紧固到终端结构。参见图1。

[0081] 图14示出了类似于图13的端接设备的端接设备的透视图,该端接设备已经被压接(例如,压缩)到架空电缆上。端接设备1406包括具有紧固件1476的连接器,紧固件1476从外部套管1480的近端向外延伸。跳线板1484与外部导电套管主体1481一体形成,用于电连接到连接板(例如,参见图13)。如图14所示,外部套管主体1481被压接在下面结构的两个区域的上方(例如,压接到两个区域上面),即压接的套管主体区域1481b和压接的套管主体区域1481a。压接的套管主体区域1481b大致位于下面的连接器的中间部分上方(例如,见图13),并且压接的套管区域1481a大致位于架空电缆1404的一部分的上方。在压接操作期间施加在外部套管主体1481上的压缩力被传递到下面的部件,即,传递到压接区域1481b下面的连接器和压接区域1481a下面的架空电缆1404,以将端接设备1406永久紧固到电缆1404。

[0082] 参照图13和14广泛描述的端接设备可以与各种裸架空电缆配置一起使用。图13和14中所示的端接设备对于具有纤维增强复合材料强度构件的架空电缆特别有用。例如,压缩楔形抓持元件,例如具有设置在筒夹壳体中的筒夹(例如,图13)的压缩楔形抓持元件,使得纤维增强复合材料强度构件能够在高压缩力下被抓持,而没有复合材料断裂的显著风险。

[0083] 无论光纤的功能如何,都有必须接取到光纤,例如,以可靠地将光引入光纤的端部,和检测和/或分析从光纤发出的光。然而,从图13和14中可以看出,当架空电缆端接在终端时(即,使用上述端接布置),强度构件的端部以及因此光纤的端部不再能够被接取以将

信号传递到光纤中和/或检测从光纤发出的光信号。

[0084] 本公开的一个目的是提供与架空电缆一起使用的硬件,例如端接布置(例如终端或拼接部),其使得即使在架空电缆已经安装之后,例如在架空电缆的一段已经被架设并端接之后,也能够接取到强度构件的端部和设置在其中的光纤。

[0085] 图15示出了根据本公开的端接设备的实施例的横截面图。端接设备1506包括抓持组件1560,该抓持组件1560为抓持到强度构件1516上的筒夹1562和筒夹壳体1564的形式。在该实施例中,光纤1522延伸穿过具有强度构件1516的筒夹1562。在这点上,连接器主体1573包括纵向延伸穿过连接器主体1573的连接器主体端口1574(例如,孔洞)。如图15所示,连接器1570包括第一凸缘1575a,其可以与连接器主体1573一体形成。紧固件1576包括第二凸缘1575b,其通过诸如凸缘螺栓1577a的多个凸缘螺栓紧固到第一凸缘1575a。光纤延伸穿过连接器主体端口1574并穿过穿过第二凸缘1575b设置的光纤孔1578,使得光纤1522的一端可以穿过孔1578伸出以被接取。在该实施例中,在凸缘1575b和紧固件1576紧固到凸缘1575a之前,光纤1522可以通过孔1578插入。当光纤1522离开孔1578时,可以使用索环(例如橡胶索环)来减小光纤1522上的应变。

[0086] 图16A和16B示出了根据本公开的端接布置的另一实施例。端接布置1606通常包括抓持组件1660,抓持组件1660可操作地附接到具有连接器主体端口1674的连接器1670,强度构件1616的端部段穿过连接器主体端口1674设置。紧固件1676是u形夹型紧固件,具有u形夹基部1676a和从基部1676a延伸的两个间隔开的u形夹叉头1676b/1676c。u形夹孔1676d延伸穿过两个叉头,以使螺栓能够固定到叉头上,用于连接到终端结构。光纤1622的端部部分与强度构件1616的端部部分分离,并延伸越过强度构件1622,并穿过位于端接布置1606的连接器端的光纤孔1678。以这种方式,即使在端接布置1606已经可操作地固定到电缆1604之后,例如在电缆1604在支撑塔上完全张紧之后,光纤也可以可操作地连接到询问装置。

[0087] 例如,在光纤1622完全放置在端口1674内之后,例如,为了以后接取光纤1622以及密封(例如,气密密封)端口1674和设置在其中的光纤1622的端部,帽1679(例如,可移除的帽)可以附接在孔1678上以密封孔1678。例如,帽1679可以是螺纹的、摩擦配合的和/或通过一个或多个紧固件保持在位。在图16A和16B所示的实施例中,u形夹孔1676d偏离强度构件1616的纵向轴线,例如偏离端口1674的纵向轴线。更具体地,u形夹孔1676d居中设置在叉头1676b/1676c中,并且叉头相对于连接器1670成一定角度设置。以这种方式,可以接取光纤1622(例如,在移除帽1679之后),而无需将端接布置1606从支撑塔上拆下或延伸u形夹叉头。

[0088] 本文公开的实施例还使得可以使用沿着电缆的大部分长度的一根或多根光纤来实现电缆的询问。更具体地,本文公开的实施例使得能够询问在支撑塔处连结的两个或更多个电缆段。例如,参见图1所示的电缆段104a和104b,它们通过跳线电缆105电连结。图17示意性地示出了电线(例如,电传输线)的一部分,其包括能够进行这种询问的接头。电线包括在终端支撑塔(未示出)处连结的电缆段1704a和1704b。具体地,第一电缆段1704a紧固到第一端接布置1706a,第二电缆段1704b紧固到第二端接布置1706b。每个端接布置被紧固到相同的终端塔,并且每个端接布置使得光纤能够穿过端接布置,例如,如图15和16所示。在这点上,离开端接布置1706a的光纤(例如,第一光纤段)穿过第一段保护性柔性导管1792a

(例如,被其包围)布线,该第一段保护性柔性导管1792a在第一拼接盒1790a处端接。类似地,离开端接布置1706b的光纤(例如,第二光纤段)穿过第二段保护性柔性导管1792b,该第二段保护性柔性导管1792b在第二拼接盒1790b处端接。第三段柔性导管1792c连结第一拼接盒1790a和第二拼接盒1790b,并且第三光纤段穿过柔性导管1792c以光学连接第一和第二拼接盒。第一光纤段和第三光纤段在第一拼接盒中可操作地拼接,第二光纤段和第三光纤段在第二拼接盒中可操作地拼接,从而在第一和第二光纤段之间形成连续的光学连接,并因此在第一电缆段1704a和第二电缆段1704b之间形成连续的光学连接。拼接盒1790a和1790b可以包括熔接拼接部、机械拼接部或其任意组合。

[0089] 本发明还涉及用于架空电缆的电缆拼接布置,例如图1所示的电缆拼接部108b。例如,在Bryant的美国专利No.7,019,217中公开了一种用于纤维增强复合材料强度构件的电缆拼接布置,该专利通过引用整体并入本文。尽管电缆拼接部保持了两个电缆段之间的导电性,但是这两个电缆段的强度构件在拼接部内是分开的。也就是说,电缆拼接部内的位于两个死端之间的强度构件存在不连续性。由于这种不连续性,不能通过使用仅附接在端接布置处的询问装置来询问(例如,使用光纤)两个终端之间的整个长度的电缆。因此,本公开包括电缆拼接部布置的实施例,其允许询问强度构件(例如从电缆拼接部到每个终端),从而可以询问电缆的整个长度。

[0090] 前述实施例被呈现以示出端接布置和接合布置,其有助于在安装电线(例如,配电线或传输线)期间和/或之后询问架空电缆。这样,前述实施例可以进行上面没有具体示出的各种修改。例如,抓持元件被示出为包括具有筒夹和筒夹壳体的筒夹型抓持部。然而,也可以使用其他类型的抓持元件。例如,抓持元件可以包括直接压缩装置,例如Quesnel等人的美国专利No.6,805,596中所示的直接压缩装置,该专利被转让给Alcoa Fujikura Limited,其全部内容通过引用并入本文。

[0091] 在端接布置的实施例中,跳线板被示为设置在导电体的最近端。然而,其他布置也是可能的,例如“鲨鱼鳍”式布置,其中跳线板被设置得更靠近导电体的中部。

[0092] 前述端接布置和电缆拼接布置可用于具有强度构件、特别是纤维增强复合材料强度构件的各种电缆。询问技术可以包括基于激光的技术,例如光时域反射计(OTDR),或者非相干光技术,例如Dong等人的国际专利公开No.WO 2019/168998中公开的那些技术,该文件通过引用整体并入本文。

[0093] 应当理解,前述公开还涉及用于将架空电缆紧固到端接布置(例如紧固到终端)的方法,以及用于通过硬件询问强度构件的方法。询问可以发生在架空电缆已经被硬件完全张紧和紧固之后,例如紧固到如图1所示的支撑塔。在一个实施例中,公开了一种用于端接架空电缆的方法,该架空电缆包括中央强度构件和缠绕在该强度构件周围的多根导电绞线,其中该电缆使用端接布置可操作地紧固到支撑塔。为了说明的目的,参考图15,该方法可以包括从强度构件1516移除导体(例如,导电绞线)的一部分以暴露强度构件1516的端部段的步骤。端接布置1506被紧固到架空电缆,其中端接布置包括被配置为抓持强度构件1516(例如,强度构件的端部段)的抓持组件1560和可操作地附接到抓持组件1560的连接器1570,连接器包括连接器主体1573和连接器主体孔洞1574,连接器主体孔洞1574从连接器主体的近端中的第一孔朝向连接器主体的远端纵向延伸。通过将强度构件1516的端部段的第一部分紧固在抓持元件1560内,将一根或多根光纤1522与强度构件端部段的第二部分分

离,切除强度构件1516的第二部分的多余长度,并将强度构件1516的端部段的第二部分和一根或多根光纤1522放置在连接器主体孔洞1574中,端接布置1506可操作地紧固到架空电缆。

[0094] 虽然已经详细描述了用于在强度构件组件中和架空电缆内实现光纤的配置和方法的各种实施例,但是显然本领域技术人员将会想到这些实施例的修改和适应。然而,应当明确地理解,这些修改和变更在本发明的范围和精神内。

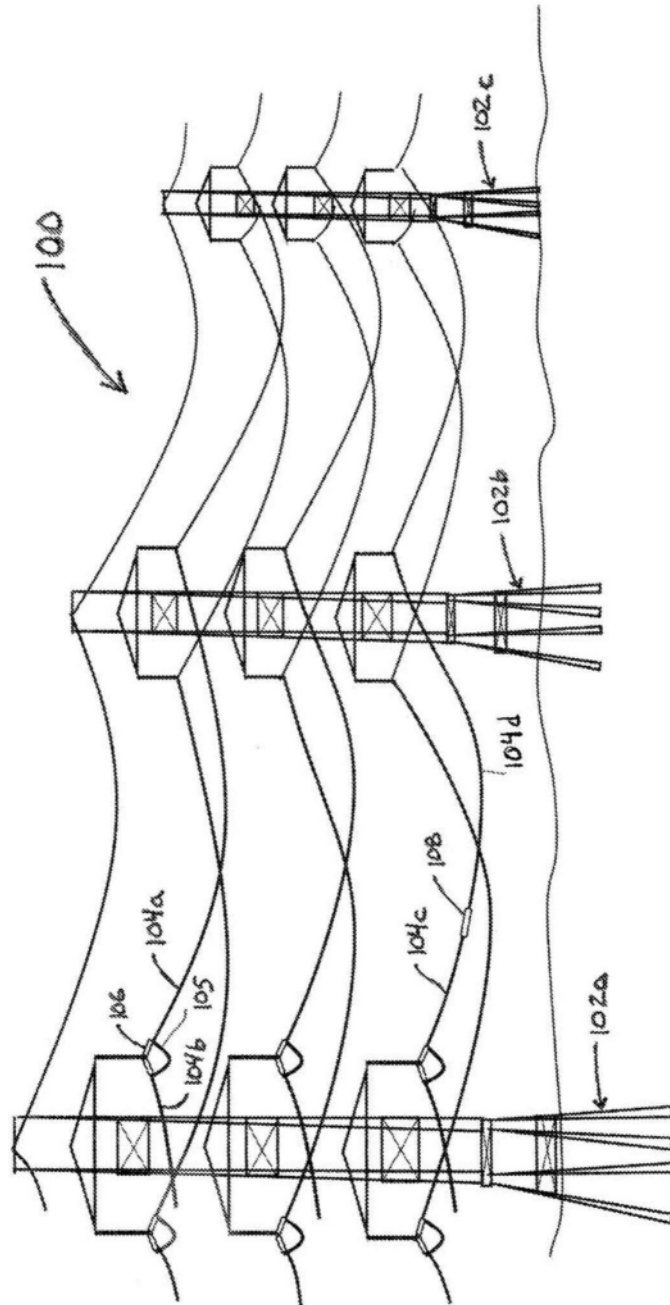


图1

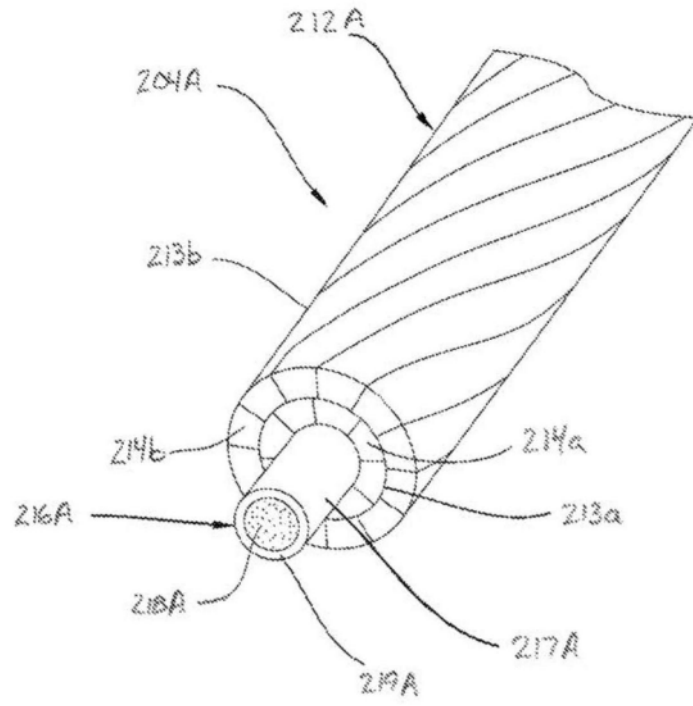


图2A

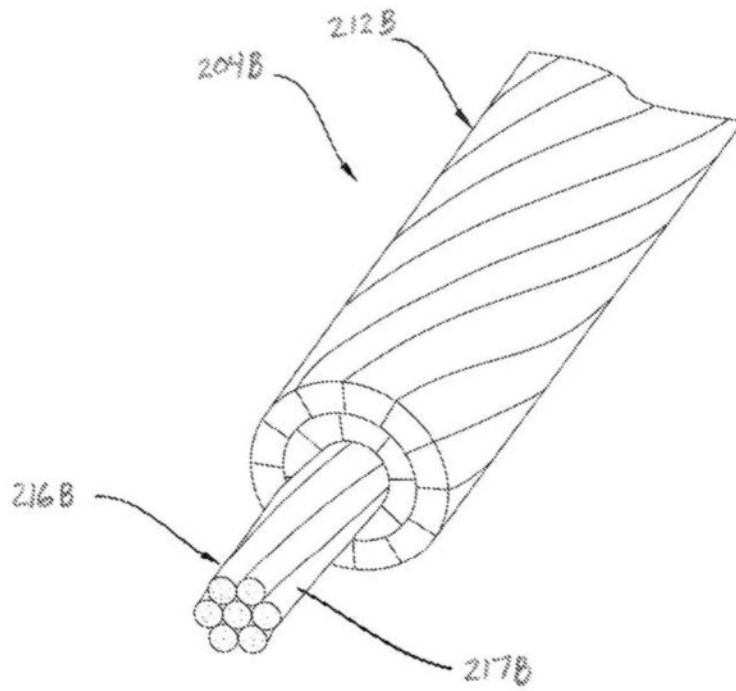


图2B

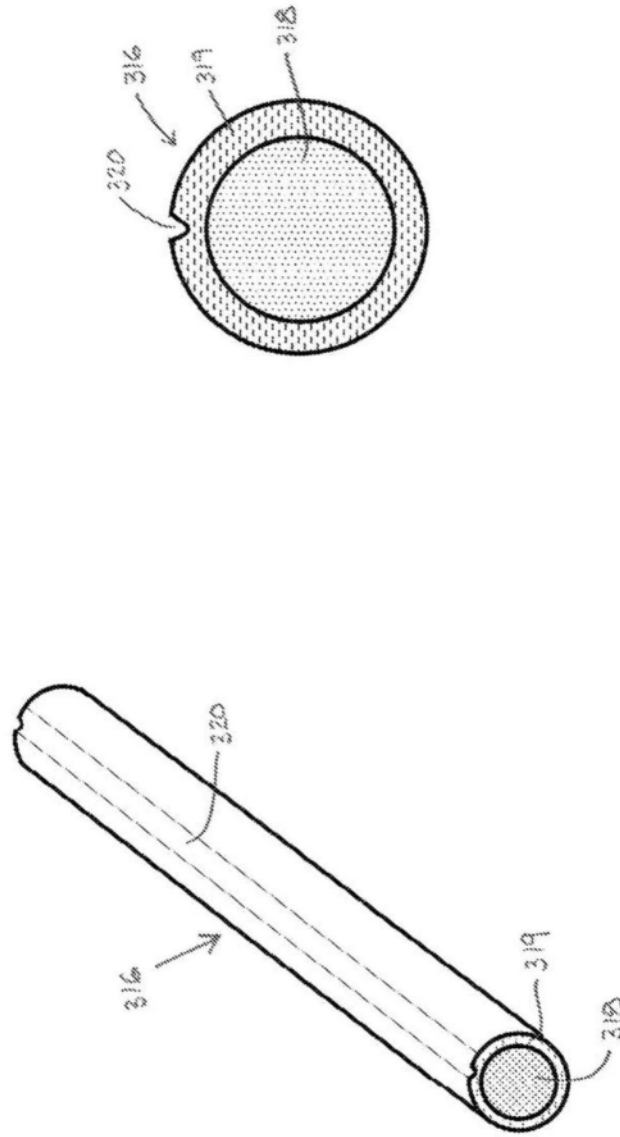


图3

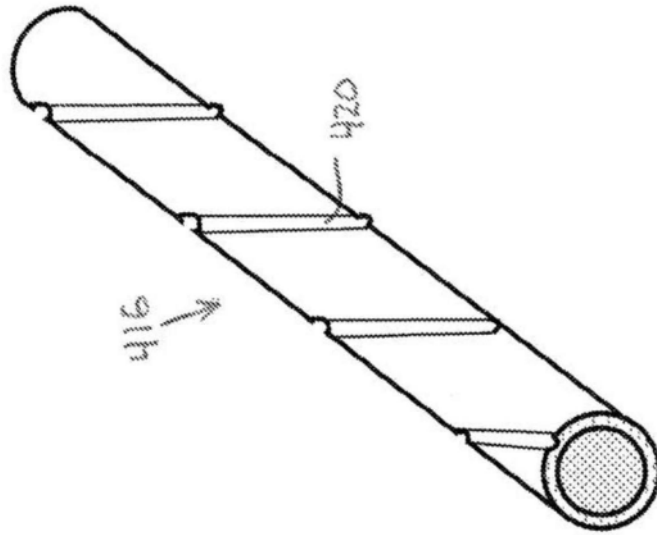


图4

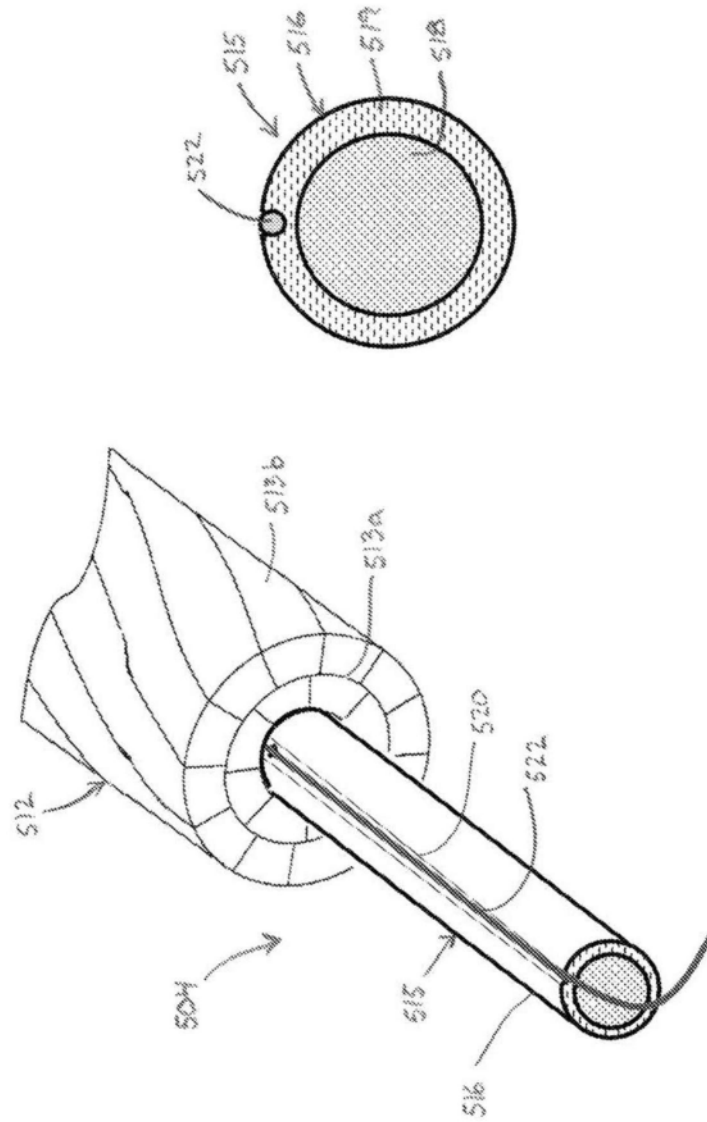


图5

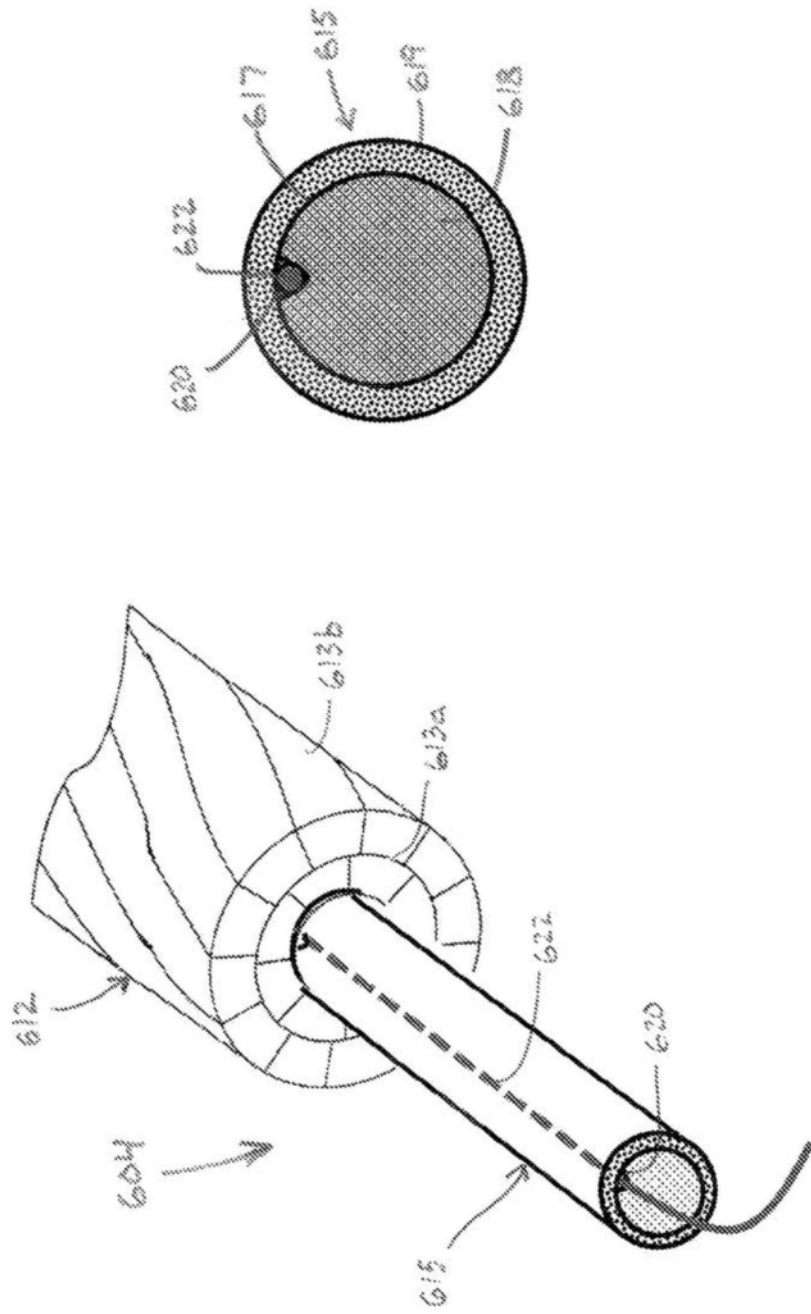


图6

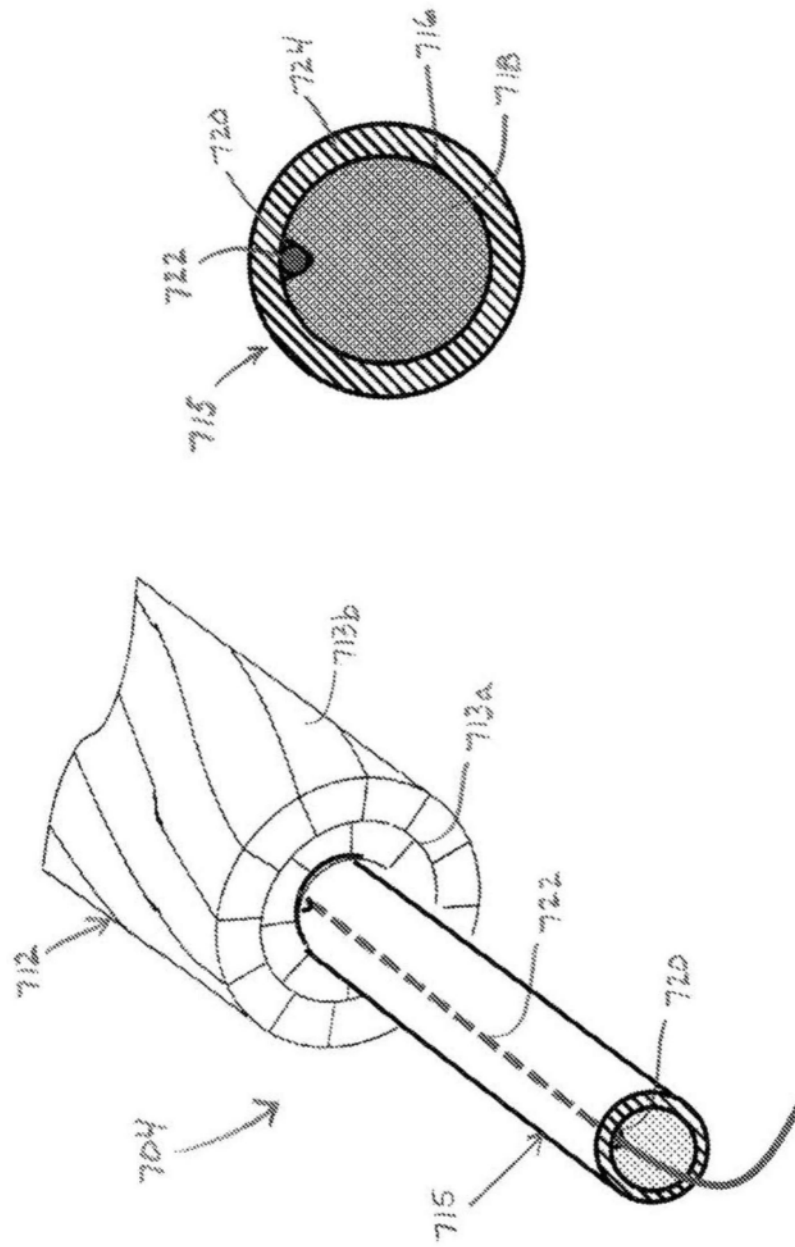


图7

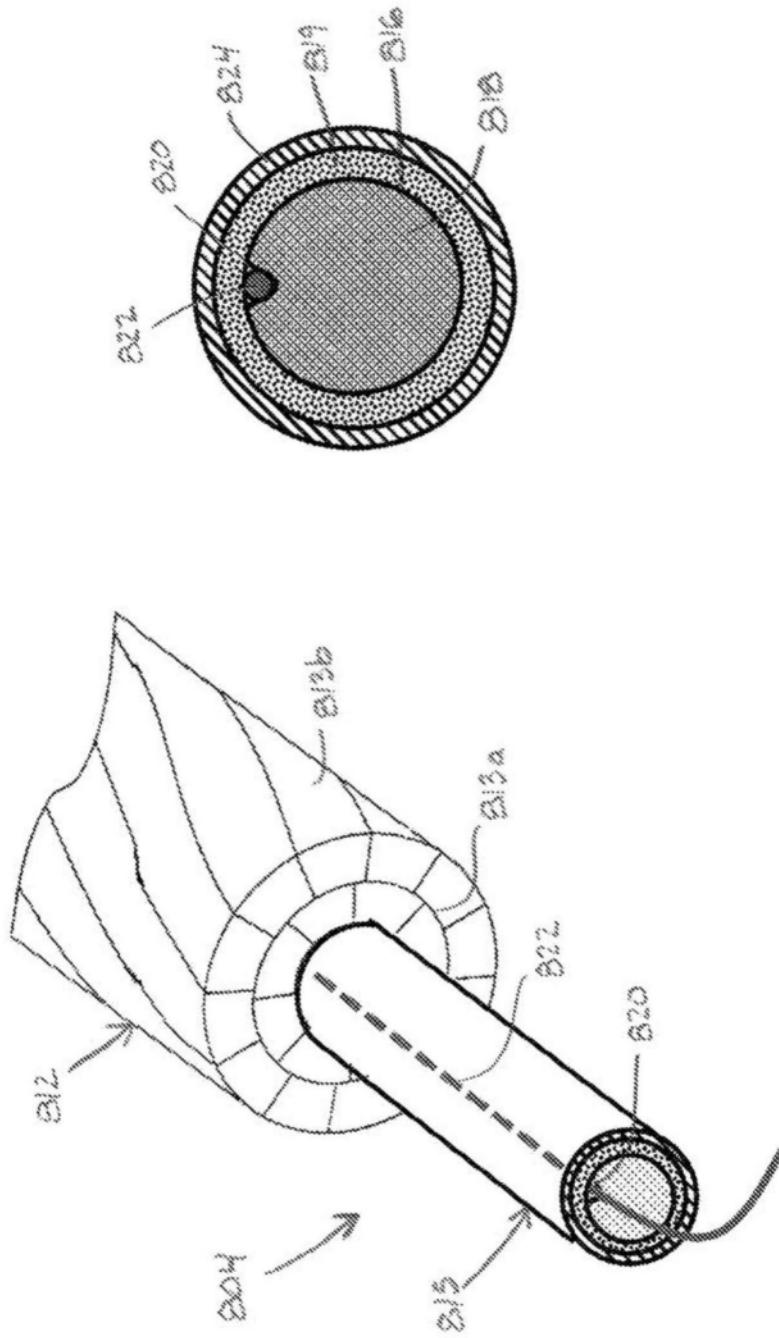


图8

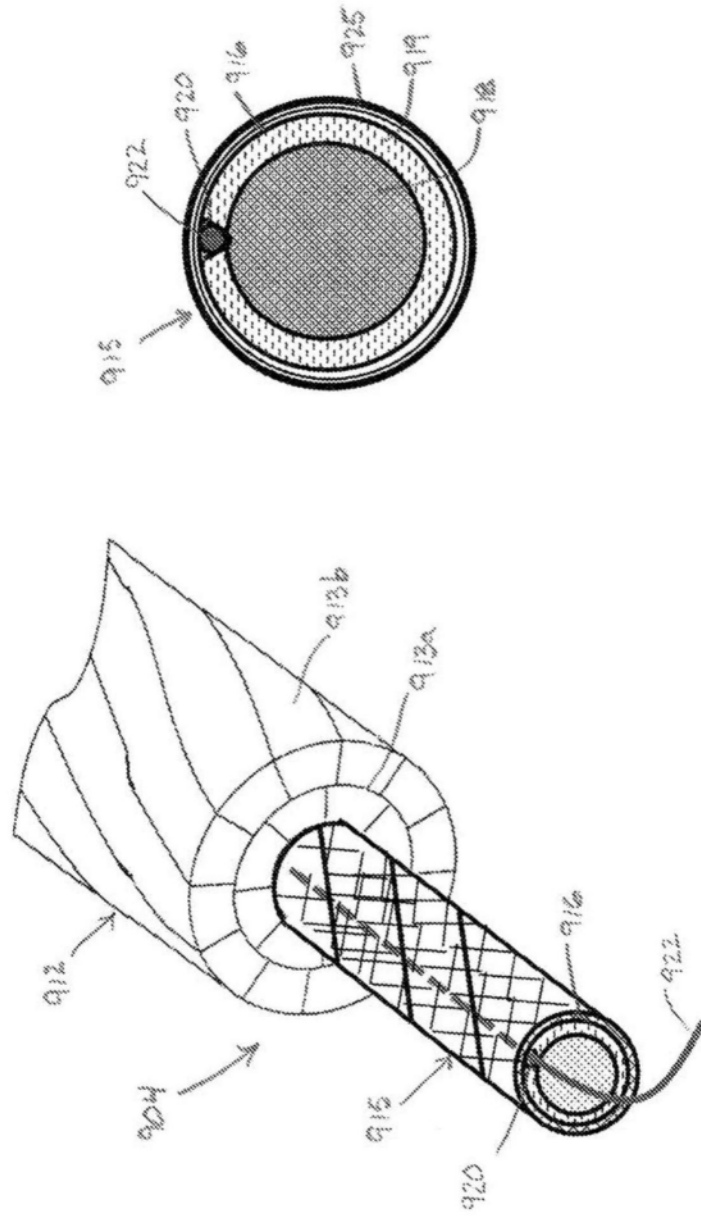


图9

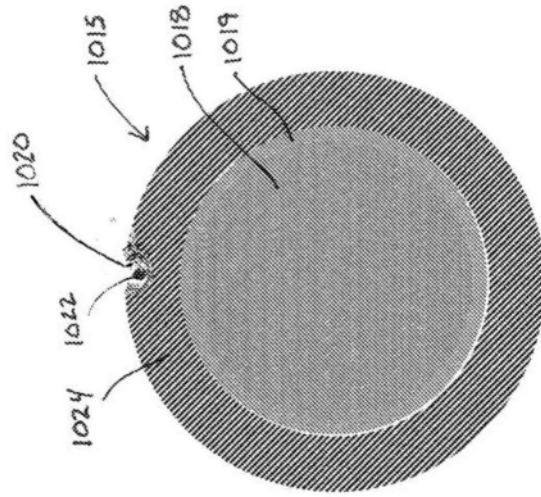


图10A

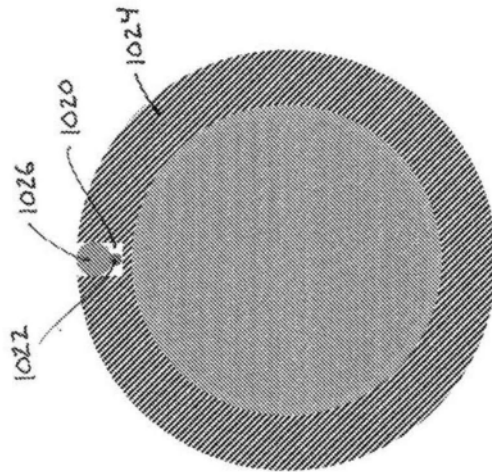


图10B

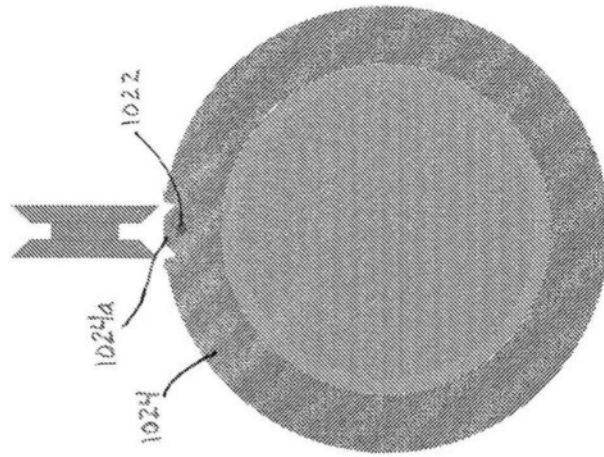


图10C

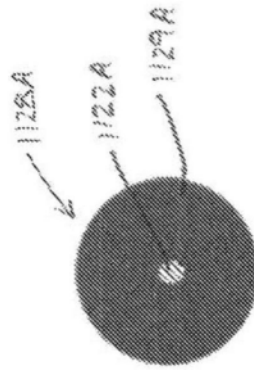


图11A

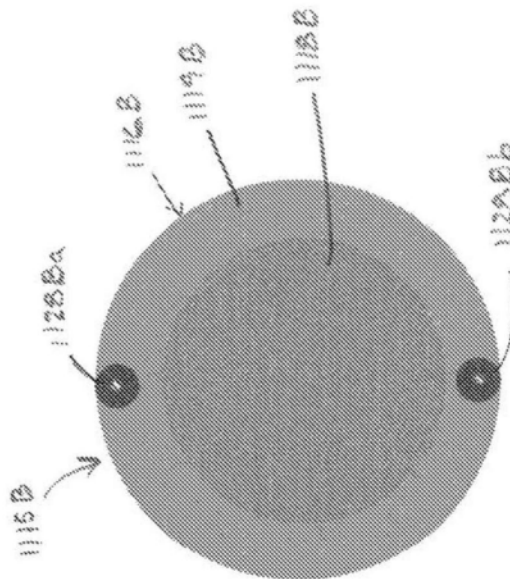


图11B

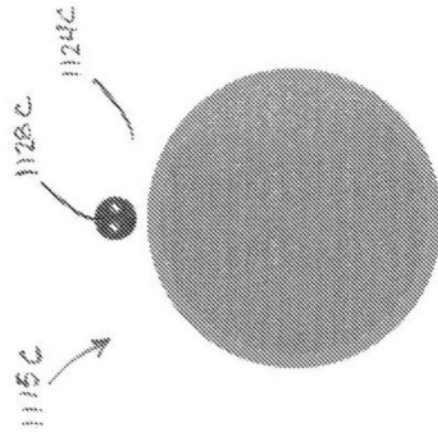


图11C

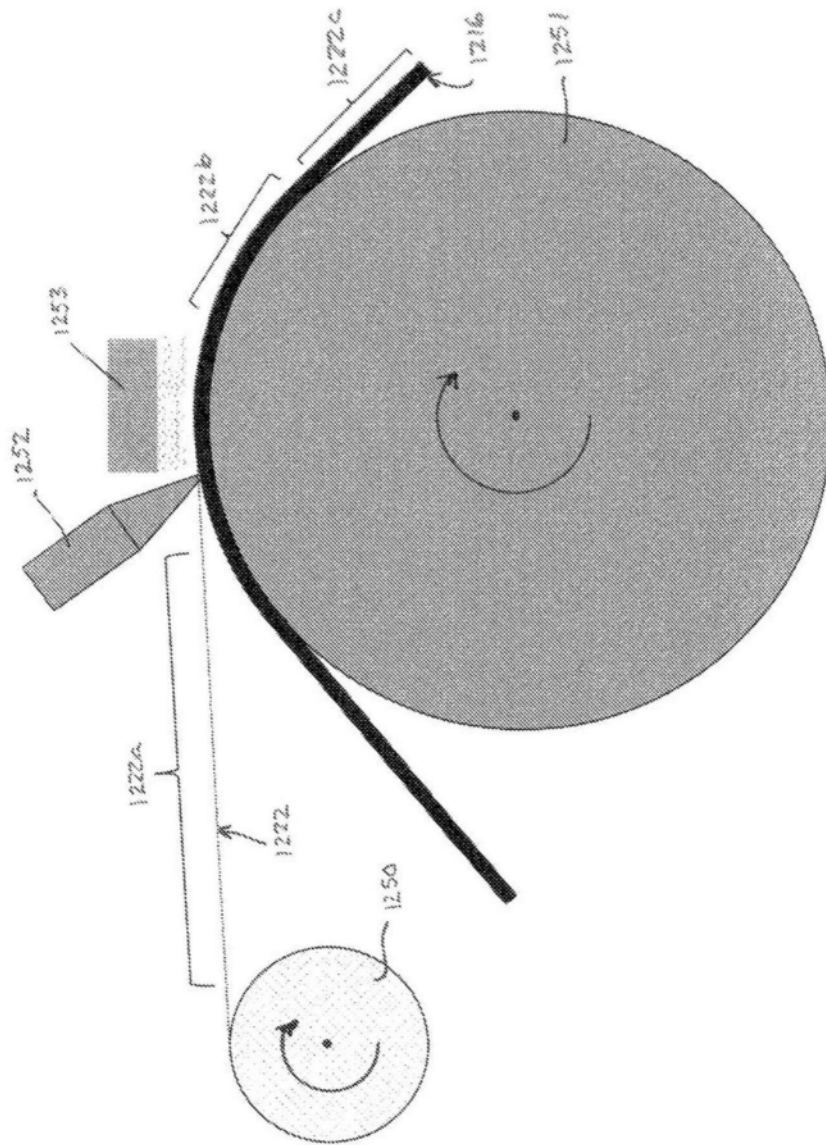


图12

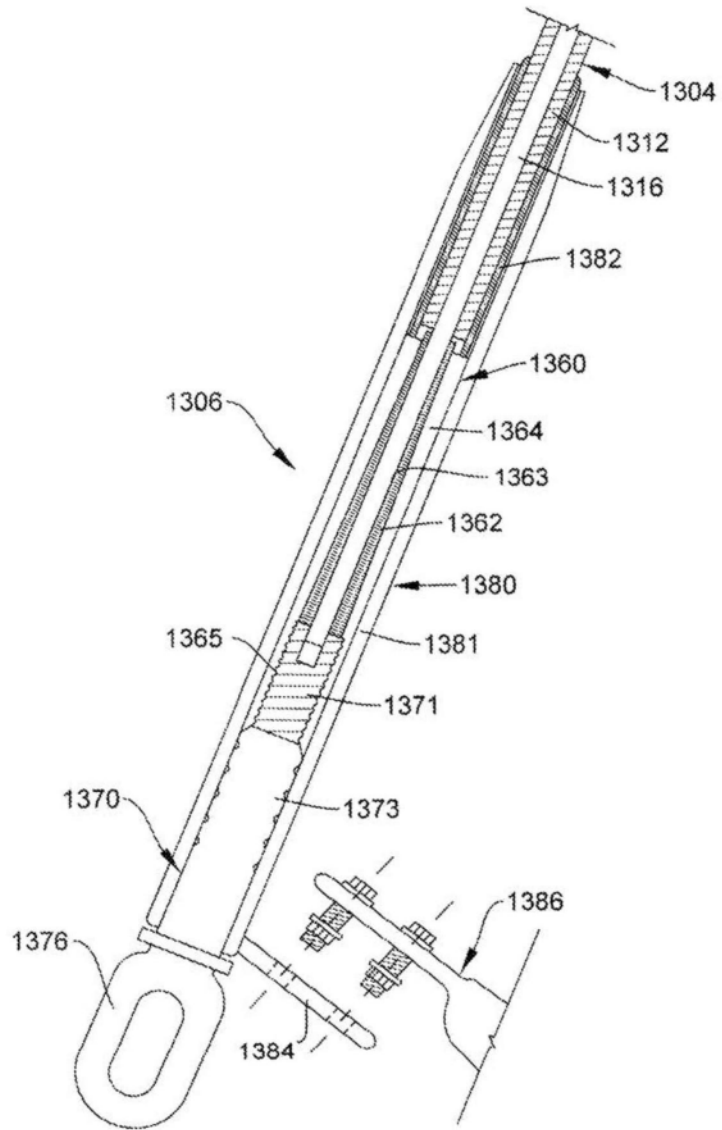


图13

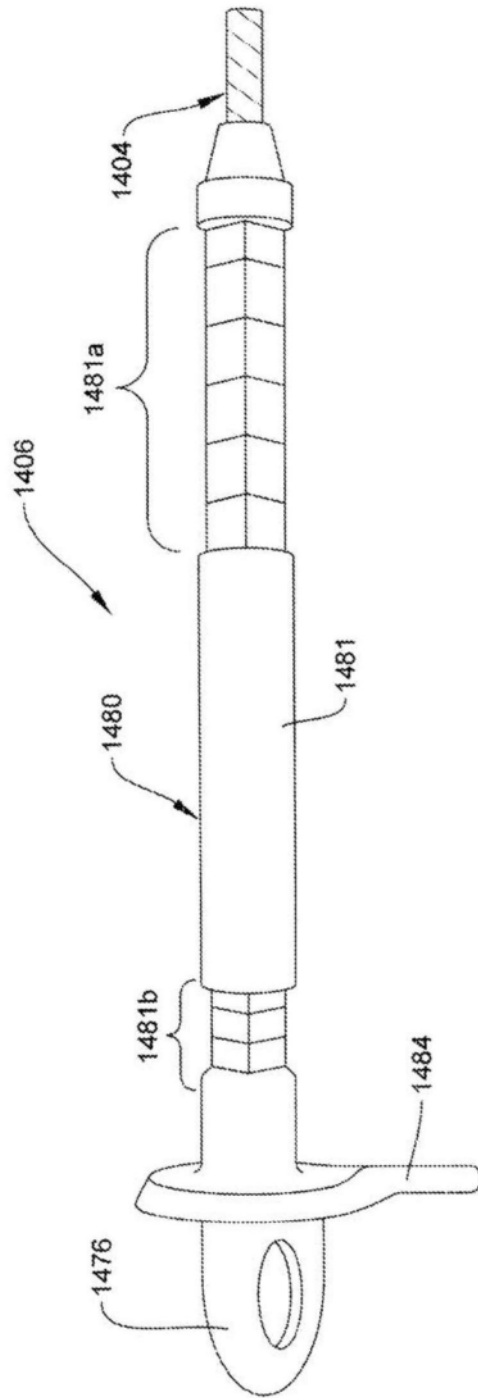


图14

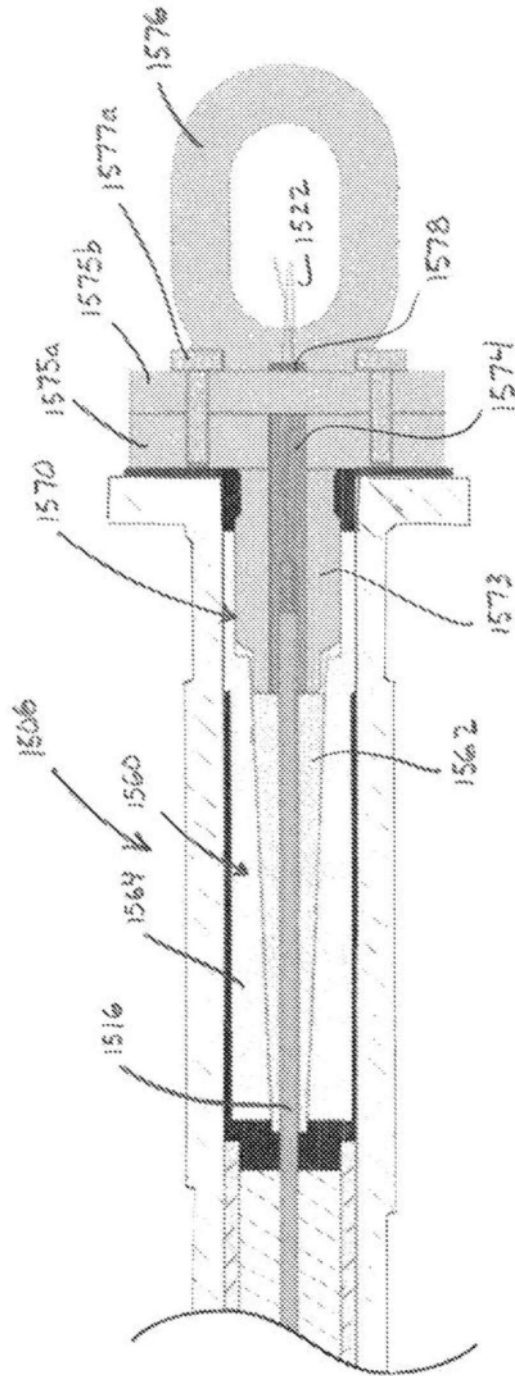


图15

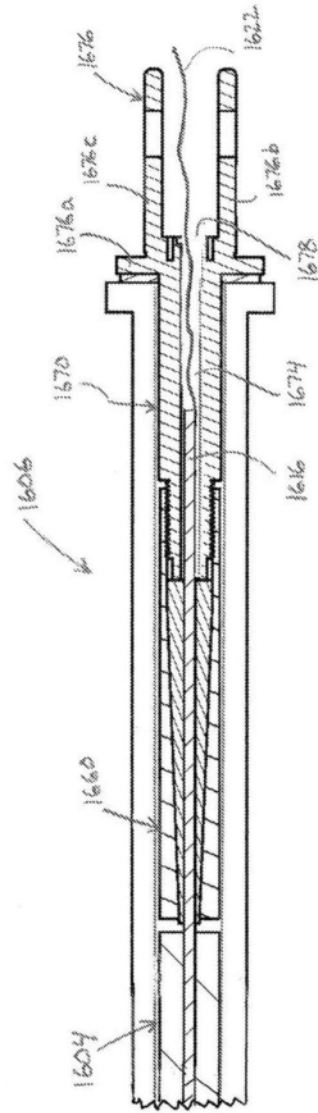


图16A

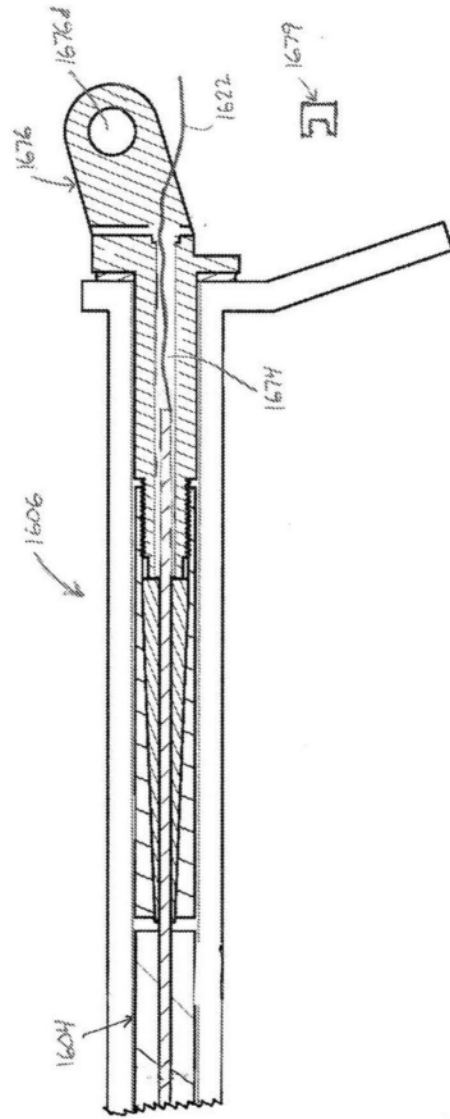


图16B

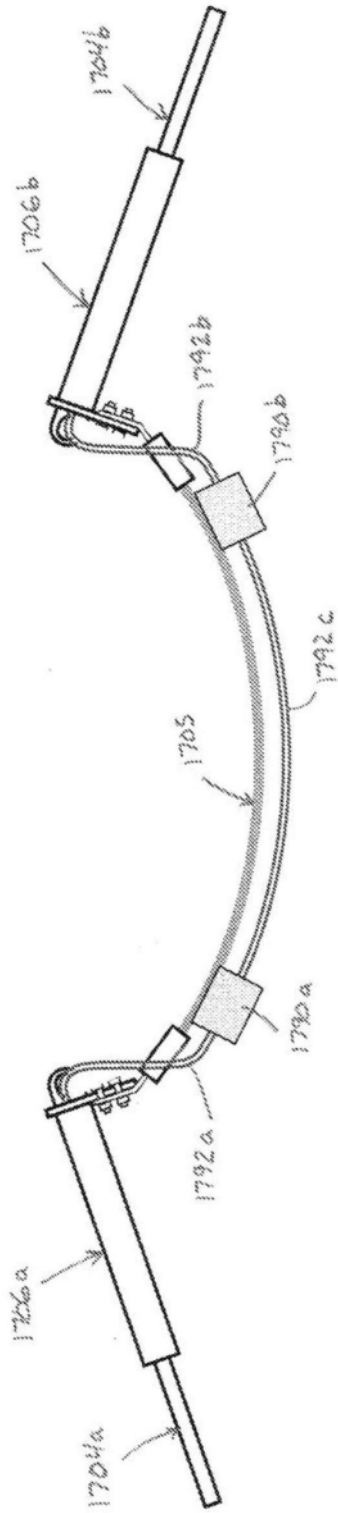


图17