



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105980901 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201480074883.9

(22)申请日 2014.12.09

(30)优先权数据

61/921,755 2013.12.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.08.04

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/069239 2014.12.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/102818 EN 2015.07.09

(71)申请人 康宁光电通信有限责任公司

地址 美国北卡罗来纳州

(72)发明人 大卫·韦斯利·基亚松

沃伦·韦尔伯恩·麦卡尔平

约耳·莱恩·帕克

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006

代理人 徐金国 吴启超

(51)Int.Cl.

G02B 6/44(2006.01)

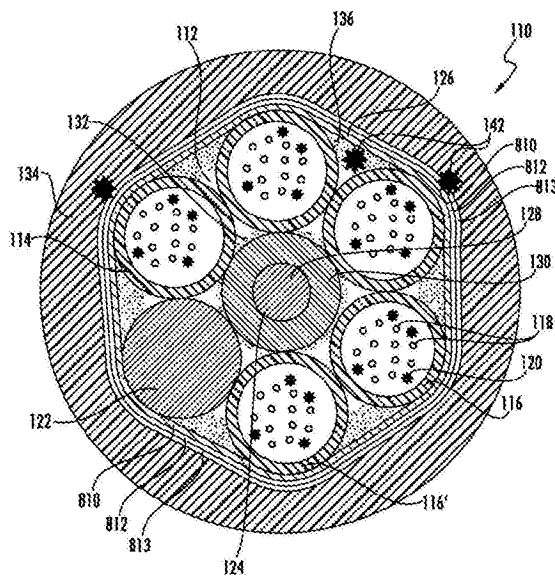
权利要求书3页 说明书16页 附图5页

(54)发明名称

具有薄复合膜的光纤电缆

(57)摘要

一种光纤电缆(110)包括芯部元件(114)、包围所述芯部元件(114)的复合膜(126)和包围所述复合膜(126)的护套(134)。所述芯部元件(114)包括一或多个光纤(118)和包围所述一或多个光纤(118)的至少一个管(116、116')。所述复合膜(126)包括邻接第二层(810、812、813)的第一层(810、812、813),其中所述第二层的组成不同于所述第一层的组成。所述复合膜(126)相对较薄,在10米长度的所述电缆上具有小于所述护套(134)在所述10米长度上的平均厚度一半的平均厚度。



1. 一种光纤电缆,所述光纤电缆包括:
 - (A)芯部元件,所述芯部元件包括:
 - (i)光纤;以及
 - (ii)管,所述管包围所述光纤;
 - (B)复合膜,所述复合膜包围所述芯部元件,其中所述复合膜包括:
 - (i)第一层,所述第一层包含第一可挤出聚合物,其中所述第一层在10米长度的所述电缆上具有小于500微米的平均厚度,以及
 - (ii)第二层,所述第二层包含第二可挤出聚合物,其中所述第二层的组成不同于所述第一层的组成,并且其中所述第一层在所述10米长度的所述电缆上具有小于500微米的平均厚度,并且其中所述第一层邻接所述第二层;以及
 - (C)护套,所述护套包围所述复合膜,其中所述复合膜相对较薄,在所述10米长度的所述电缆上具有小于所述护套在所述10米长度上的平均厚度一半的平均厚度。
2. 根据权利要求1所述的光纤电缆,其特征在于,以重量计,所述第一层的多于一半是由所述第一可挤出聚合物形成,并且以重量计,所述第二层的多于一半是由所述第二可挤出聚合物形成。
3. 根据权利要求2所述的光纤电缆,其特征在于,所述复合膜直接接触所述管,并且其中所述复合膜直接接触所述护套。
4. 根据权利要求3所述的光纤电缆,其特征在于,所述复合膜的所述第一层接触所述管,并且其中所述复合膜的所述第二层接触所述护套,由此所述护套由所述第二层与所述第一层分离。
5. 根据权利要求4所述的光纤电缆,其特征在于,以重量计,所述护套的至少20%是由所述第一可挤出聚合物形成,并且其中所述复合膜的所述第二层完全包封所述第一层,使得至少所述第二层阻挡所述护套的所述第一可挤出聚合物与所述第一层的所述第一可挤出聚合物之间的内聚粘结。
6. 根据权利要求5所述的光纤电缆,其特征在于,所述第一可挤出聚合物是聚乙烯。
7. 根据权利要求6所述的光纤电缆,其特征在于,所述第二可挤出聚合物是聚丙烯。
8. 根据权利要求7所述的光纤电缆,其特征在于,以重量计,所述管的至少20%是由所述第二可挤出聚合物形成。
9. 根据权利要求4所述的光纤电缆,其特征在于,所述复合膜在所述电缆的所述10米长度上的所述平均厚度平均厚度小于所述护套在所述10米长度上的所述平均厚度的五分之一。
10. 根据权利要求4所述的光纤电缆,其特征在于,所述复合膜的每层在所述10米长度上具有小于500微米的平均厚度。
11. 根据权利要求10所述的光纤电缆,其特征在于,所述第一层和所述第二层的组合在所述10米长度上具有小于500微米的平均厚度。
12. 根据权利要求11所述的光纤电缆,其特征在于,所述复合膜在所述10米长度上具有小于500微米的平均厚度。
13. 根据权利要求4所述的光纤电缆,其特征在于,围绕所述复合膜的横截面的周边,所

述复合膜采用邻接所述复合膜的芯部元件的形状,并且在所述芯部元件之间空隙上以大体凹弧的形式延伸。

14. 根据权利要求1所述的光纤电缆,其特征在于,所述复合膜的所述第一层和所述第二层彼此粘结。

15. 一种光纤电缆,所述光纤电缆包括:

(A) 芯部元件,所述芯部元件包括:

(i) 光纤,

(ii) 第一管,所述第一管包围所述光纤中的至少一个,

(iii) 第二管,所述第二管包围所述光纤中的至少另一光纤,

(B) 复合膜,所述复合膜包围所述芯部元件,其中所述复合膜是用于所述芯部元件的捆缚物,与所述芯部元件中的一或多个的向外横向偏转相反,并且其中所述复合膜包括:

(i) 第一层,所述第一层包括第一可挤出聚合物,以及

(ii) 第二层,所述第二层包括第二可挤出聚合物,其中所述第二层的组成不同于所述第一层的组成,并且其中所述第一可挤出聚合物和所述第二可挤出聚合物可彼此共挤出,其中所述第一层邻接所述第二层,并且

其中所述第一层和所述第二层中的每个在10米长度的所述电缆上具有小于500微米的平均厚度。

16. 根据权利要求15所述的光纤电缆,其进一步包括中心强度构件,其中所述芯部元件围绕所述中心强度构件以在所述芯部元件的铺设方向上以包括反向部的绞合图案来绞合,其中所述复合膜将所述芯部元件垂直地装载至所述中心强度构件,使得所述芯部元件与所述中心强度构件之间的接触提供所述芯部元件与所述中心强度构件之间的耦合,从而限制所述芯部元件相对于所述中心强度构件的轴向迁移。

17. 一种光纤电缆,所述光纤电缆包括:

(A) 芯部元件,所述芯部元件包括光纤;

(B) 复合膜,所述复合膜包围所述芯部元件,其中所述复合膜包括:

(i) 第一层,所述第一层包括第一聚合物,以及

(ii) 第二层,所述第二层包括第二聚合物,其中所述第二层的组成不同于所述第一层的组成,

(iii) 粉末颗粒,所述粉末颗粒部分地嵌入到所述复合膜中,使得所述粉末颗粒使其一部分浸没在所述复合膜中,以便部分地穿过所述复合膜的表面平面,并使其另一部分部分地突出远离所述复合膜的所述表面平面而暴露,以及

其中所述第一层邻接所述第二层,并且

其中所述粉末颗粒中的至少一些被定位在所述复合膜的内表面上处于所述复合膜与所述芯部元件之间;以及

(C) 护套,所述护套包围所述复合膜,其中所述复合膜是较薄的,在10米长度的所述电缆上具有小于所述护套在所述10米长度上的平均厚度一半的平均厚度。

18. 根据权利要求17所述的光纤电缆,其特征在于,部分地嵌入到所述复合膜中的所述粉末颗粒包括超吸收性聚合物颗粒。

19. 根据权利要求18所述的光纤电缆,其特征在于,所述超吸收性聚合物颗粒在干燥时

具有500微米或更小的平均最大横截面尺寸。

20. 根据权利要求18所述的光纤电缆,其特征在于,附着于所述复合膜的超吸收性聚合物颗粒的量是每平方米所述复合膜的所述内表面的表面积小于100克。

具有薄复合膜的光纤电缆

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求2013年12月30日提交的美国临时申请号61/921,755的权益,所述申请全文以引用的方式并入本文。

[0003] 背景

[0004] 本公开的各个方面总体涉及电缆,如可支撑并承载光纤以及其他电缆部件的光纤电缆。更明确地,本公开的各个方面涉及用于捆绑电缆的元件(如围绕光纤电缆芯部中的中心强度构件卷绕的缓冲管)的膜。

[0005] 松管光纤电缆通常使用绕电缆的芯部反螺旋裹绕的十字形捆绑纱来约束容纳光纤的绞合缓冲管,这尤其利用了包括缓冲管的反向振荡卷绕图案的缓冲管的布置,其中缓冲管的铺设方向是沿芯部长度、围绕(笔直)中心强度构件周期性地反向。中心强度构件通常为刚性材料的棒材。缓冲管通常为容纳光纤的圆柱形管(外径大体为2mm至3mm)。缓冲管内部的开放空间可利用油脂来阻水。其他类型的常规电缆和电缆部件可使用捆绑纱,如成束微模块和紧套光纤(tight-buffered fiber)。

[0006] 申请人已发现:绞合缓冲管和其他此类电缆部件、尤其是以反向振荡图案绞合的那些电缆部件起到已装载的双重扭转弹簧作用,其利用偏置来沿电缆的长度退绕并且对应地伸展开。捆绑纱会约束呈反向形式的绞合部件。另外,捆绑纱可在绞合部件中施加扭转或应力集中,在这种情况下,捆绑纱会穿过相应部件,从而可能造成部件中的光纤衰减。衰减水平随捆绑纱的张力而变化,所述张力本身可随部件数量、布置、结构和材料以及其他变量变化。需要一种捆绑系统,所述捆绑系统允许电缆更快制造、减少电缆中的光纤衰减的可能性(如通过避免绞合部件的点荷载)和/或允许长的、连续长度此类电缆得以有效制造。

[0007] 概述

[0008] 一些实施方式涉及一种光纤电缆,所述光纤电缆包括芯部元件、包围所述芯部元件的复合膜和包围所述复合膜的护套。所述芯部元件包括一或多个光纤和包围所述一或多个光纤的至少一个管。所述复合膜包括邻接第二层的第一层,其中所述第二层的组成不同于所述第一层的组成。所述复合膜是相对较薄的,在10米长度的所述电缆上具有小于所述护套在所述10米长度上的平均厚度一半的平均厚度。在一些实施方式中,所述复合膜是用于所述芯部元件的捆绑物。在一些实施方式中,粉末颗粒(如超吸收性聚合物颗粒)附着于所述复合膜。

[0009] 另外的特征和优点在以下详述中阐述,并且在部分程度上,本领域的技术人员将从说明书清楚这些特征和优点,或通过实践如所撰写的说明书和其权利要求书以及附图中所描述的实施方式来认识。应当理解,前述概述和以下详述仅是示例性的,并且意图提供用以理解权利要求书的性质和特征的概述或框架。

[0010] 附图简述

[0011] 附图被包括来提供进一步的理解,并且并入本说明书中并构成本说明书的一部分。附图例示一或多个实施方式,并与详述一起用于解释各种实施方式的原理和操作。因而,本公开将从以下结合附图进行的详述而得到更全面地理解,在附图中:

[0012] 图1是根据示例性实施方式的光纤电缆的横截面图。

[0013] 图2是根据示例性实施方式的光纤电缆的示意图。

[0014] 图3是根据示例性实施方式的围绕芯部挤出的复合膜的侧视横截面图。

[0015] 图4是根据示例性实施方式的附着至复合膜的粉末颗粒的侧视横截面图。

[0016] 图5是根据示例性实施方式的捆绑在中心强度构件周围的绞合元件的样品的数字图像,其中所述中心强度构件从绞合元件末端突出以使得样品配置用于拉穿测试(pull-through test)以便测量联接力。

[0017] 图6是根据示例性实施方式的图5的样品在拉穿测试台中的数字图像,其中中心强度构件固定在夹具中,并且拉伸测试设备被配置来将绞合元件相对于中心强度构件轴向向上拉动,以测定耦合力。

[0018] 图7是根据另一示例性实施方式的由膜捆绑的绞合元件芯部的数字图像。

[0019] 图8是图7的芯部的数字图像,其中膜从芯部末端剥除以将绞合元件以及中心强度构件释放。

[0020] 详述

[0021] 在转向详细例示示例性实施方式的以下详述以及附图之前,应当理解,本发明的技术并不限于详述中阐述或附图中例示的细节或方法。例如,如本领域的普通技术人员将理解,与附图中的一者所示出的实施方式关联的或在与实施方式中的一者相关的文字中描述的特征和属性可应用于附图中的另一附图所示出的和/或在文字中的其他地方描述的其他实施方式。

[0022] 参考图1,呈光纤电缆110形式的电缆可为外置松管电缆、具有防火/阻燃性质的室内电缆、室内/室外电缆,或另一类型的电缆,如具有微模块的数据中心互连电缆或包括导电元件的混合光纤电缆。根据示例性实施方式,电缆110包括芯部112(例如,子组件、微模块),所述芯部可位于电缆110的中心或其他处,并且可为电缆110的唯一芯部或数个芯部之一。根据示例性实施方式,电缆110的芯部112包括芯部元件114。

[0023] 在一些实施方式中,芯部元件114包括管116,如包围至少一个光纤118的缓冲管、包围光纤的紧套件或其他管。根据示例性实施方式,管116可容纳两个、四个、六个、十二个、二十四个或其他数量的光纤118。在预期实施方式中,芯部元件114另外或替代地包括呈包围导线或电线的介电绝缘体形式的管116,如混合电缆的情况。

[0024] 在一些实施方式中,管116进一步包括阻水元件,如凝胶(例如,油脂、石油基凝胶)或吸收性聚合物(例如,超吸收性聚合物颗粒或粉末)。在一些此类实施方式中,管116包括承载(例如,浸涂有)超吸收性聚合物的纱线120,如每个管116至少一个阻水纱120、至少两个此类纱线,或至少四个此类纱线。在其他预期实施方式中,管116包括不具有单独载体的超吸收性聚合物,如其中超吸收性聚合物是松散的或附着到管的内壁的情况。在一些此类实施方式中,超吸收性聚合物的颗粒部分地嵌入管116的壁中(管的内壁和/或外壁)或利用粘着剂与管粘结。例如,超吸收性聚合物的颗粒可在管116的挤出期间气动地喷涂在管116的壁上并且嵌入到管116中,同时管116是发粘的,如来自挤出工艺的管。

[0025] 根据示例性实施方式,管116的光纤118是玻璃光纤,其具有由包层包围的光纤芯部(在图1中示为包围点的圆圈)。一些此类玻璃光纤也可包括一或多个聚合物涂层。在一些实施方式中,管116的光纤118是单模光纤,在其他实施方式中是多模光纤,在其他实施方式

中是多芯光纤。光纤118可防弯(例如,弯曲不敏感光纤,如由纽约州康宁市康宁公司(Coming Incorporated)制造的CLEARCURVE™光纤)。光纤118可为涂色光纤和/或紧套光纤。光纤118可为以光纤带形式对准并捆绑在一起的数个光纤之一。

[0026] 根据示例性实施方式,除管116之外,电缆110的芯部112包括多个另外芯部元件(例如,纵向延伸穿过电缆110的伸长元件),如至少三个另外芯部元件、至少五个另外芯部元件。根据示例性实施方式,多个另外芯部元件包括填料棒122和/或另一管116'中的至少一个。在其他预期实施方式中,芯部元件114也可包括或替代地包括笔直或绞合导电线(例如,铜或铝线)或其他元件。在一些实施方式中,芯部元件全部为大致相同的大小和横截面形状(参见图1),如全部是圆形并且具有在芯部元件114中的最大芯部元件直径的10%内的直径。在其他实施方式中,芯部元件114的大小和/或形状可变化。

[0027] 现参考图1-2,电缆110包括膜(例如,膜片、套筒),其示出为包围芯部112的复合膜126(例如,多层膜),所述复合膜处于芯部元件114的一些或全部的外部。复合膜126由两个或更多个层形成,所述两个或更多个层可在组成上彼此不同,如下文进一步所讨论。管116和多个另外芯部元件116'、122至少部分地被约束(即,保持在适当位置处)并且直接或间接地通过复合膜126彼此捆绑。在一些实施方式中,复合膜126直接接触芯部元件114。例如,复合膜126中的张力T(也参见图2A)可将芯部元件114抵靠中心强度构件124和/或抵靠彼此来保持。复合膜126的负载可进一步增加芯部元件114之间相对于彼此的和相对于电缆110的其他部件的界面负载(例如,摩擦),从而约束芯部元件114。在预期实施方式中,膜为单层。

[0028] 根据示例性实施方式,复合膜126包括(例如,由以下各项形成、主要由以下各项形成、具有一定量的)聚合物材料,如以下各项的一或多个层:聚乙烯(例如,低密度聚乙烯、中密度聚乙烯、高密度聚乙烯)、聚丙烯、聚氨酯,或其他聚烯烃材料,或其他聚合物,如聚酰胺(例如,尼龙)。在一些实施方式中,复合膜126的单层包括至少70重量%的聚乙烯或另一此类上述聚合物,并且可进一步包括稳定剂、成核引发剂、填料、阻燃添加剂、加强元件(例如,短纤维玻璃纤维),和/或一些或所有此类另外组分或其他组分的组合。

[0029] 根据示例性实施方式,复合膜126的一或多个层由具有3吉帕(GPa)或更小的杨氏模量的材料形成,从而为复合膜126提供相对高的弹性或弹力,以便复合膜126可与芯部元件114的形状适形,而不会使芯部元件114过度扭曲,从而减少对应于芯部元件114的光纤118的衰减的可能性。在其他实施方式中,复合膜126包括一或多个层,所述层由具有5GPa或更小、2GPa或更小的杨氏模量或不同弹性的材料形成,所述不同弹性可能相对不高。

[0030] 根据示例性实施方式,复合膜126是较薄的,如其单层和/或其两个或更多个层和/或整个复合膜126的厚度为0.5mm或更小(例如,厚度为约20密耳或更小,其中“密耳”是1/1000英寸)。在一些此类实施方式中,复合膜126是0.2mm或更小(例如,约8密耳或更小),如大于0.05mm和/或小于0.15mm。在一些实施方式中,复合膜126的厚度在0.4密耳至6密耳范围内或为另一厚度。在预期实施方式中,复合膜126的厚度可大于0.5mm和/或小于1.0mm。在一些情况下,例如,复合膜126大致具有典型垃圾袋的厚度。复合膜126的厚度可小于电缆的最大横截面尺寸的十分之一,如小于二十分之一、小于五十分之一、小于一百分之一,而其他实施方式中,复合膜126的大小可另外相对于电缆的横截面设定。在一些实施方式中,当比较平均横截面厚度时,护套134比复合膜126更厚,如为复合膜126厚度的至少两倍、为复合膜126厚度的至少十倍、为复合膜126厚度的至少二十倍。在其他预期实施方式中,具有复

合膜126的电缆可能不需要和/或护套,所述护套具有挤出到0.5mm或更小聚乙烯内部膜层之上的0.4mm或更小的尼龙外皮层。

[0031] 复合膜126的厚度可能不是绕捆缚绞合元件114均匀的。申请人已发现,复合膜126的材料在制造期间的一些迁移。例如,当复合膜126凝固并收缩以将绞合元件114保持到中心强度构件124时,图4中示出的牵拉机(caterpuller)320的皮带322(例如,胎面、轨道)对复合膜126施加压缩力,从而可在复合膜126的相对侧上将复合膜126稍微压平。因而,如本文所使用,复合膜126的“厚度”是围绕横截面周边的平均厚度。例如,复合膜126的稍微压平部分可比复合膜126的邻接部分和/或复合膜126的平均厚度薄至少20%。

[0032] 相对薄的复合膜126和其相应薄层的使用允许复合膜126在制造期间的快速冷却(例如,大约几毫秒,如关于图4所示的工艺310的进一步讨论),由此允许复合膜126快速地将芯部元件114保持在适当位置处,如保持成特定绞合配置,从而促进制造。相反,冷却可能过慢以在以下情况中防止绞合芯部元件的移动:当不利用捆缚纱(或膜)而在芯部之上挤出完全护套或传统护套时;或甚至当不使用牵拉机(例如,如图4所示的牵拉机320;有时称为“牵拉器”)或其他辅助装置来挤出相对较薄的膜时。然而,在一些实施方式中,预期的是此类电缆包括本文所公开的技术(例如,共挤出的接近特征、已嵌入的水可溶胀粉末等等)。在复合膜126的施加之后,制造工艺可进一步包括将较厚护套134施加于复合膜126的外部,从而改进电缆110的稳健性和/或耐候能力。在其他预期实施方式中,由膜114包围的芯部112可用作成品和/或作为成品出售(大体参见图2)。

[0033] 仍参考图1,电缆110进一步包括中心强度构件124,其可为介电强度构件,如围套玻璃加强复合棒。在其他实施方式中,中心强度构件124可为或包括钢条、绞合钢、拉伸纱线或纤维(例如,捆束芳族聚酰胺),或其他加强材料。如图1所示,中心强度构件124包括中心棒128,并由聚合物材料130(例如,聚乙烯、低烟无卤聚合物)围套。

[0034] 根据示例性实施方式,如超吸收性聚合物和/或另一粉末(例如滑石)的粉末颗粒132,或另一吸水部件(例如,阻水胶带、阻水纱)附着到中心强度构件124的外表面。粉末颗粒132中的至少一些可部分地嵌入围套130中,并且通过对围套130气动地喷涂颗粒132来与所述围套附着,同时围套130处于粘性和/或软化状态。粉末颗粒132可增加或以其他方式影响中心强度构件124与围绕中心强度构件124的芯部元件114之间的耦合。

[0035] 替代地或对其补充地,颗粒132可利用粘着剂附着到围套130。在一些实施方式中,中心强度构件124包括不具有围套的棒128,并且颗粒132可附着到棒128。在预期实施方式中,如玻璃加强棒或围套钢条的强度构件包括附着到其外表面的超吸收性聚合物或其他颗粒132,如上文所公开,而强度构件无需为中心强度构件。

[0036] 在一些实施方式中,芯部元件114绕中心强度构件124绞合(即,卷绕)。芯部元件114可以重复反向振荡图案,如所谓的S-Z绞合(总体上参见图4-6),或以其他绞合图案(例如,螺旋)进行绞合。复合膜126可将芯部元件114约束成绞合配置,从而促进光纤118的中跨(参见图14-15)或电缆端(参见图13)接近以及电缆弯曲,而无通过从接近位置或电缆120的芯部112中的弯曲部向外膨胀而引起的芯部元件114释放张力。

[0037] 在其他预期实施方式中,芯部元件114是非绞合的。在一些此类实施方式中,芯部元件114包括在复合膜126内部彼此大体平行定向的微模块或紧套光纤。例如,线束电缆和/或互连电缆可包括多个微模块,每一个微模块包括光纤和拉伸纱线(例如,芳族聚酰胺),其

中微模块由复合膜126捆绑在一起(大体参见图2A和2B)。一些此类电缆可不包括中心强度构件。一些实施方式包括多个芯部或子组件,每一个芯部或子组件通过复合膜126捆绑,并且被一起套入相同载体/分配电缆中,可能是利用另一膜捆绑在一起。对一些此类实施方式来说,本文所公开的用于在挤出期间快速冷却/凝固并在复合膜126中引发径向张力以耦合至中心强度构件124的技术对制造来说可为不必要的。电缆110的特征可以不同组合来混合并匹配,以便形成根据本文的公开内容的其他电缆。

[0038] 参考图1,在一些实施方式中,电缆110的复合膜126包括粉末颗粒136,其可用于提供阻水和/或用于控制电缆110中的邻接表面的耦合(例如,脱离)。在一些实施方式中,粉末颗粒132、136具有500微米(μm)或更小,如250 μm 或更小、100 μm 或更小的平均最大横截面尺寸。因此,颗粒132、136可以大于阻水颗粒,所述阻水颗粒可用于管116内、如上文所公开那样浸入纱线中或嵌入管116的内壁中,以便缓和光纤微弯曲衰减,所述阻水颗粒可具有小于75 μm 的平均最大横截面尺寸。

[0039] 在一些实施方式中,粉末颗粒136中的至少一些直接或间接地耦合至复合膜126(例如,直接与其附着捆绑,与其粘附、与其接触),如耦合至复合膜126的表面、耦合至复合膜126的外表面、耦合至复合膜126的外表面和/或复合膜126的内表面。根据示例性实施方式,粉末颗粒136中的至少一些被部分地嵌入到复合膜126中,如部分地穿过复合膜126的周围表面平面,同时部分地突出远离复合膜126的表面;或换句话说,使其一部分浸入复合膜126中,而其另一部分暴露。

[0040] 粉末颗粒136可通过将粉末颗粒气动喷涂到复合膜126上、相关联地挤出圆锥中和外部(也参见图4)来附着到复合膜126,如下文进一步讨论。气动喷涂也可促进复合膜126的快速冷却。在其他实施方式中,静电或其他手段可用来促使粉末颗粒136嵌入到复合膜126中或以其他方式与其联合。在其他实施方式中,胶合剂或其他附着手段用来将粉末颗粒136附着到复合膜126。将复合膜126作为用于超吸收性聚合物颗粒的载体的使用可消除对芯部与芯部外部的电缆部件之间的阻水胶带的需要,以及消除对将阻水胶带保持在适当位置的捆绑纱的需要。在其他实施方式中,可存在有粉末颗粒,是这些粉末颗粒为松散的和/或不附着到复合膜126。在预期实施方式中,复合膜126可涂布有连续阻水材料/层,或可包括其他类型的阻水元件或不包括阻水元件。

[0041] 根据示例性实施方式,粉末颗粒132、136包括超吸收性聚合物颗粒(例如,聚丙烯酸钠、乙烯马来酸酐共聚物、聚丙烯酰胺共聚物、聚乙烯醇共聚物、交联聚氧化乙烯、交联羧甲基纤维素和聚丙烯腈的淀粉接枝共聚物),并且超吸收性聚合物颗粒的量为每平方米粉末颗粒所耦合相应部件(中心强度构件124或复合膜126)的表面积小于100克/(g/m^2)。在一些此类实施方式中,超吸收性聚合物颗粒的量介于20 g/m^2 与60 g/m^2 之间,如介于25 g/m^2 与40 g/m^2 之间。根据示例性实施方式,根据行业标准渗水测试,超吸收性聚合物或用于电缆中的其他阻水元件的量至少足以在一米长度的电缆110中阻挡一米压头的自来水,所述量可对应于上述数量,这取决于相应电缆110的其他特性,如芯部元件114之间的空隙间隔。

[0042] 根据示例性实施方式,粉末颗粒136中的至少一些定位于复合膜126的介于复合膜126与芯部元件114之间的内表面上(参见图1)。除了阻水之外,这种放置可在电缆110的制造期间,如在来自挤出或其他制造方法(如激光焊接或热软化)的复合膜126发粘的情况下,缓和复合膜126与芯部元件114之间的粘着。替代地或与之组合,在一些实施方式中,粉末颗

粒136中的至少一些定位于复合膜126的外表面上(大体参见图4)。

[0043] 定位于复合膜126的外表面上的粉末颗粒136可在复合膜126与电缆中在所述复合膜外部的部件之间提供阻水,所述部件如芯部112外部的金属或介电护甲、另一圈绞合元件、微模块,或其他部件。此类铠甲可为波纹钢或另一金属,并且也可用作接地导体,例如具有本文公开的特征的混合光纤电缆的情况。使用复合膜126来代替较厚层允许较窄“轻质铠甲”设计,其中铠甲与芯部112之间不存在内部护套。替代地,此类铠甲可为电介质,如由坚韧聚合物(例如,一些形式的聚氯乙烯)形成。

[0044] 根据示例性实施方式,护套中的嵌入材料不连续性(大体参见图1中用于放置此类特征的特征142)可提供撕裂路径以便促进打开护套134,所述所嵌入材料不连续性如嵌入聚乙烯护套134中的共挤出聚丙烯的窄条带。替代地,在护套134中或邻接护套134的剥离索142(图1)可促进打开护套134。粉末颗粒136可进一步促进通过使与粉末颗粒136相邻的表面脱离而将护套134从芯部112剥离。因而,取决于粉末颗粒136的放置,颗粒136可促进护套134与复合膜126的脱离,如图1所示的电缆110的情况,其中护套134和复合膜126是邻接的(即,颗粒136放置在护套134与复合膜126之间),和/或可促进复合膜126与芯部元件114的脱离(即,颗粒136放置在复合膜126与芯部元件114之间)。

[0045] 在一些实施方式中,复合膜126和护套134彼此不同地着色。例如,它们可以视觉上可区分的颜色来着色,所述颜色在Munsell量表中具有至少3的“色值”差。例如,护套134可为黑色,而复合膜126可为白色或黄色,但两者都包括聚乙烯(例如,主要由聚乙烯组成、由至少70重量%聚乙烯组成)。在一些预期实施方式中,护套134是不透明的,如以黑色着色和/或包括紫外线封阻添加剂,如碳黑;但是复合膜126是半透明的和/或“天然”颜色聚合物而无添加的颜色,使得小于95%的可见光被复合膜126反射或吸收。

[0046] 因此,在至少一些此类实施例中,在从复合膜126和芯部112打开或剥离掉护套134时,管116和多个另外芯部元件114中的至少一些可至少部分地通过复合膜126看见,同时由此受到未打开并保持原样的复合膜126约束,如在未以其他方式照亮的房间中,将来自25瓦特白光灯泡的光以20度射束从一米或更小的距离直接引导到复合膜126上时可看见的情况。在预期实施方式中,芯部包括在复合膜126之下并且通过复合膜126可看见的胶带或线绳(例如,聚合物剥离索),所述胶带或线绳可包括关于芯部112的内含物或沿电缆120的长度的特定位置的标志。

[0047] 根据示例性实施方式,复合膜126在外周上连续围绕芯部,从而在从横截面上观察时,其形成连续闭环(例如,闭合管),如图1-3所示;并且也在纵向上沿电缆110的长度连续,其中电缆110的长度是至少10米(m),如至少100m、至少1000m;并且可存放在大型卷轴上。在其他预期实施方式中,电缆110是小于10m长。

[0048] 在一些实施方式中,围绕复合膜126的横截面周边来说,复合膜126呈现邻接芯部元件114的形状,并且大体在芯部元件114之间的空隙144(图2)上以笔直或凸面路径延伸,在一些实施方式中,这可产生复合膜126的带有圆形顶点的大体多边形形状,其中多角形的侧面数量对应于邻接芯部元件114的数量。

[0049] 在一些实施方式中,复合膜126弧弯至空隙144中(图2),以便复合膜126在邻接芯部元件114之间不以切线方式延伸,而是取而代之围绕绞合元件114的周边和中间空隙144、在凹弧146与凸弧148之间起伏。凹弧148可能不是完全的圆弧,而取而代之可具有大于绞合

元件114和/或中心强度构件124中的一个或全部的半径的平均曲率半径。换句话说,凹弧146的凹度小于凸弧148的凸度。申请人作如下推理:凹弧146与凸弧148之间的起伏约束绞合元件114,从而抵抗绞合元件114绕中心强度构件124的退绕。向挤出圆锥(参见图4中的空间316)的内部施加真空可增加挤出物的拉出速率,并且可促进凹弧146的形成。申请人进一步确信:起伏和凹弧146增加复合膜126的扭转刚度。

[0050] 连续复合膜126的使用可阻挡水使其不能够达到芯部112。在其他实施方式中,复合膜126包括针孔或其他开口。在一些预期实施方式中,膜可以膜条带的十字交叉网格图案挤出,或作为螺旋或反螺旋膜条带挤出,如通过旋转十字头或喷丝头来挤出。芯部或十字头可旋转,并且芯部可以与十字头不同的速率旋转,或反之亦然。在其他预期实施方式中,预形成卷曲或C形管可用作复合膜126,其中芯部112由所述复合膜126来捆绑。

[0051] 再次参考图2,在一些实施方式中,复合膜126围绕芯部112受张力T,其中环向应力相对均匀地围绕复合膜126的横向(即,横截面)周边扩展,其中复合膜126上覆于(例如,直接或间接地接触)芯部112的元件。因而,复合膜126抵抗芯部元件114相对于电缆110的其余部分的向外横向偏转,如S-Z绞合芯部元件114的向外扭转弹簧力、非绞合芯部元件114(如平坦纤维玻璃纱线)的屈曲偏转,或其他负载。因而,复合膜126中的张力T可改进电缆稳定性和完整性,如在电缆110的压缩时实现改进。

[0052] 在一些实施方式中,复合膜126的张力T具有每米(m)长度的电缆110为至少5牛顿(N)的分布负载,这可通过以下方式测量:测量包围芯部元件114的完整复合膜126的平均直径,然后打开复合膜126,除去芯部元件114,使复合膜126有时间在恒温下收缩到非应力状态(例如,至少一天,这取决于材料),然后测量复合膜126横宽尺寸的减小(即,与平均周边相比的减小)。张力T是将复合膜126伸展到原始宽度所需的负载。

[0053] 参考图3,挤出机210(例如,十字头)包括用于第一可挤出聚合物214(例如,聚丙烯)的流动路径212,和用于第二可挤出聚合物218的流动路径216。第一可挤出聚合物214和第二可挤出聚合物218可彼此共同挤出,这意味着第一可挤出聚合物214和第二可挤出聚合物218具有足够接近的熔点(例如,相差80°C内、相差50°C内)和对应粘度,以及对共挤出来讲第一可挤出聚合物214和第二可挤出聚合物218是相容的其他参数。在一些实施方式中,挤出路径212、216会聚以使得第一可挤出聚合物214和第二可挤出聚合物218在挤出机210中共挤出。在其他实施方式中,第一可挤出聚合物214和第二可挤出聚合物216可离散地挤出,如通过制造线上的单独挤出机串接地挤出或通过由同一挤出机多道挤出。根据示例性实施方式,第一可挤出聚合物214和第二可挤出聚合物218被拉出到电缆中的穿过挤出机210并进入第一可挤出聚合物214和第二可挤出聚合物218的挤出圆锥222中的芯部元件220上。芯部元件220可包括光纤和/或包围光纤的一或多个管,以及其他元件。在一些实施方式中,复合膜126随后快速冷却,如在水槽中快速冷却。在一些实施方式中,复合膜可随后在挤出之后受约束,如图4所示以及下文所解释。

[0054] 现参考图4,复合膜126被示出为绕芯部112沿制造线方向L收缩的挤出圆锥222,其中芯部112明确来说是绞合元件的芯部,所述芯部与图3的更通用芯部元件220相对。因此,挤出圆锥222可与可包括绞合的制造工艺或方法310结合应用。在一些此类实施方式中,芯部元件114(也参见图1-2)(例如,缓冲管)通过使振荡鼻状件416延伸穿过十字头并且进入由复合膜126的挤出圆锥222包围的空间316中而绞合。

[0055] 在一些此类实施方式中,紧接在芯部元件114围绕中心强度构件124绞合之后,如在绞合线中的相距芯部元件114的闭合点至少十个绞距(layer length)的距离内(例如,六个绞距内),绕芯部元件114将复合膜126挤出,其中芯部元件114在绞线机的尾端处以芯部112的绞合图案来集合在一起。绞线机和挤出机的紧靠基本允许绞线机来补偿绞合元件114与中心强度构件124之间的滑动,如由于挤出圆锥的牵拉(在绞合元件114与中心强度构件124通过复合膜126和/或牵拉机320耦合之前)造成的滑动。

[0056] 对螺旋形绞合元件的绞距(例如,螺旋绞距)的行业标准定义是:沿电缆(并且沿中心强度构件,如果存在的话)绕电缆的纵轴的绞合元件的一个整圈的纵向距离(例如,通过单一螺旋(helical spiral)的中心的长度)。对反向振荡绞合元件(如SZ绞合元件)的绞距的行业标准定义是:绞合线的反向点之间的纵向距离除以绞合元件在所述反向点之间的圈数(如,绕中心强度构件的圈数)总数,所述圈数可包括一圈的一小部分;类似于“平均”螺旋绞距。

[0057] 在空间316中和复合膜126的挤出物圆锥外部,如超吸收性聚合物颗粒(例如,Cabloc®GR-111)的粉末颗粒136(参见图6)可通过气动运送来嵌入到复合膜126中,如通过由腔室314(图4)中、复合膜126的挤出物圆锥外部的湍流气流的自旋涡流来承载和沉积实现嵌入,和/或通过文丘里喷嘴(venturi nozzle)吸入高压气流中并且由所述高压气流承载直到加速,然后通过常规喷嘴从所述气流释放到复合膜126的挤出物圆锥内部中或引导到所述内部而嵌入。根据这种实施方式,粉末颗粒136的动量使其冲击复合膜126的熔融挤出物圆锥的壁。冲击力和挤出物(例如,聚乙烯)的状态使颗粒机械地粘附于复合膜126,但可不阻止挤出物的伸长,从而允许挤出物继续拉出/收缩成相对薄的膜,所述相对薄的膜可紧紧围绕芯部元件114形成。

[0058] 承载粉末颗粒136的空气流可协同地用于加快复合膜126冷却,并且可进一步用于使复合膜126成型或薄化。另外的冷却液318(例如,如果相关联的复合膜126表面具有超吸收性聚合物颗粒,那么冷却液是干燥空气;如果表面不具有超吸收性聚合物颗粒,那么冷却液是细水雾或水浴)的流动可用来进一步加快复合膜126冷却,以便复合膜126将充分被冷却和凝固,以便在芯部元件114的绞合之后在几分之一秒内约束芯部元件114。此外,承载粉末颗粒136的气流可调整到膜的相对侧上,以控制复合膜126的形状和/或防止复合膜126的变形。颗粒136对复合膜126的粘附可辅助在接近电缆末端和接近中跨部分期间容纳颗粒136。

[0059] 在一些实施方式中,复合膜126是连续的和防水的,这可防止复合膜126内部中的粉末颗粒136(例如,超吸收性聚合物颗粒)吸收复合膜126的外部上的水分或水。为了防止水沿复合膜126外部、在复合膜126与另外电缆布线层(如金属铠甲、非金属铠甲、另外强度元件和/或电缆芯部之上的另一外部护套)之间的轴向迁移;粉末颗粒136可涂覆于复合膜126外部,而复合膜126仍熔融并正好在电缆110不被抗扭力牵拉机320接收之前熔融。牵拉机320可尤其适用于反向振荡绞合图案,如所谓的“SZ”绞合线,这是因为牵拉机320牵制并约束反向部。因而,牵拉机优选定位于绞合线的相距芯部元件114的闭合点的至少一个绞距的距离内,其中芯部元件114在绞线机的尾端处以芯部112的绞合图案来集合在一起。挤出头414和挤出物圆锥(参见图7)位于绞线机与牵拉机320之间。

[0060] 尤其在包括反向振荡卷绕图案(例如,S-Z绞合)的芯部元件114的绞合布置中,抗

扭力牵拉机320可用来将相反扭矩施加至通过芯部元件114的张力和旋转诱导的扭矩。抗扭力牵拉机320的皮带322可耦合在一起以便皮带322对准电缆110的中心线,从而允许针对不同电缆直径自动调整皮带的间隔。根据示例性实施方式,牵拉机320位于振荡鼻状件312的释放点或芯部元件114的闭合点的100mm内,其中芯部元件114集合在一起,如以便彼此接触和/或接触中心强度构件(参见,例如,如图1所示的中心强度构件124)。牵拉机320和芯部元件114的闭合点的紧靠防止芯部元件114在绞合方向反向时退绕。牵拉机320还隔离单独芯部元件114的引入侧面上的张力,从而减小在形成芯部112(也参见图1-2)时使膜的所需形状变形的可能性。另外,牵拉机320允许复合膜126快速冷却,同时不承受来自绞合元件114(其取而代之通过牵拉机320的皮带来约束)的释放弹簧力的负载。因而,复合膜126能够冷却和收缩至将负载施加至绞合元件114的程度,从而将元件114压靠在中心强度构件124,从而在它们之间提供耦合。在没有牵拉机320和/或冷却气动气流318的情况下,复合膜126可在冷却时受绞合元件114中的弹簧力的释放的向外负载(即,膜凝固同时向外伸展),以使得所得冷却复合膜126在绞合元件114与中心强度构件124之间可不提供充分耦合力来防止“鸟笼”的形成,从而在成品电缆中、在绞合元件114的反向点处产生凸起。当芯部退出牵拉机320时,芯部元件114由凝固复合膜126约束以免于退绕。在预期实施方式中,牵拉机320可进一步用于冷却(例如,包括冷却皮带)和/或可包括一系列成型辊,如具有凹槽的成型辊,芯部112沿所述凹槽受约束。

[0061] 根据示例性实施方式,复合膜126在后续处理步骤期间维持芯部112的完整性,所述后续处理步骤可包括电缆110的紧急弯曲,和/或另外电缆部件的应用。在一些实施方式中,复合膜126具有以下另外有利特征:通过引发撕裂而除去,如利用定位在复合膜126之下的剥离索142(参见如图1所示的复合膜126上方和下方的开伞索142)来除去。复合膜126将来自这种剥离索142的负载分布到芯部元件114的较大区域上(当与捆绑纱之下的剥离索相比时),从而减小在撕裂期间对芯部元件114的压力。

[0062] 仍参考图4,制造光纤电缆110的方法310包括以下步骤:绕中心强度构件124绞合芯部元件114,形成包围芯部元件114和至少部分地约束芯部元件114的复合膜126,约束芯部112同时复合膜126凝固并收缩,和/或挤出电缆110的护套134以包围复合膜126。护套134可比复合膜126更厚。或者,护套134可由复合膜126的另外层形成,所述另外层如除了基层(例如,捆绑层)之外的一个层,如至少两个另外层、至少三另外层,其中所有层为约相同厚度和/或全部是相对薄的,如在10米长度的电缆110上每个层的平均厚度各自小于500微米、各自小于300微米和/或各自甚至小于250微米。芯部元件114包括包围至少一个光纤118的管116,和多个另外芯部元件114,如填料棒112和另一管116'的至少一个。在一些此类实施方式中,复合膜126包括一或多个具有3吉帕(GPa)或更小的杨氏模量的材料层(例如,包含所述一或多个材料层、基本上由所述一或多个材料层组成、由所述一或多个材料层组成)。在一些此类实施方式中,方法310进一步包括以下步骤:形成复合膜126以便复合膜126的厚度是0.5mm或更小,并且主动地冷却复合膜126。当复合膜126冷却,如通过空气的冷却流冷却,并且芯部112由牵拉机320支撑时,复合膜126围绕芯部元件114收缩以约束芯部元件114,以使得芯部元件114在复合膜126的张力T下被捆绑到中心强度构件124,并且以使得芯部元件114与中心强度构件124之间的耦合力(例如,静摩擦力)限制芯部元件114从中心强度构件124的轴向和/或向外迁移。在一些此类实施方式中,方法310进一步包括移动粉末

颗粒132、136,并且将粉末颗粒132、136朝向复合膜126和/或中心强度构件124引导,同时复合膜126和/或围套130是至少部分地流体(例如,粘性的)。在冷却时,粉末颗粒132、136中的至少一些被部分地嵌入复合膜126和/或围套130中。

[0063] 此类制造工艺310可除去对一些或所有捆绑纱和阻水胶带(背景中所述)的需要,并且用连续挤出复合膜126替换此类部件,所述连续挤出复合膜126可具有嵌入复合膜126的内表面中和/或复合膜126的外表面上的超吸收性聚合物颗粒136。另外,复合膜126可约束绞合芯部元件114在径向方向上的反向。剥离索142、材料间断部分140或其他接近特征可与电缆110整合,如对铠装型电缆或管道型电缆(大体参见图1)来说,位于复合膜126外部、中或下方。

[0064] 再次参考图4,呈容纳光纤118的管116形式的芯部元件114由绞合(振荡)鼻状件312引导穿过挤出十字头和尖端。挤出的复合膜126是在通过鼻状件312的振荡形成芯部112之后立即施加于芯部112。绞合芯部112和中心强度构件124的旋转通过抗扭力牵拉机320来限制。另外,抗扭力牵拉机320可用来防止在振荡方向的反向期间的退绕,从而允许复合膜126快速冷却并且束紧以将绞合元件114抵靠中心强度构件124进行装载,以使它们之间存在粘附接触(例如,静摩擦),从而限制绞合元件114的轴向迁移。

[0065] 可施加不具有吸水性粉末颗粒的复合膜126。在一些实施方式中,电缆110可利用吸水性粉末颗粒136的内部涂覆但无外部涂覆而产生。残余粉末颗粒可穿过芯部元件114之间的间隙到达中心强度构件124,其中粉末颗粒可通过管116和芯部112的其他内表面截留。在图6中,吸水性粉末颗粒136被涂覆于复合膜126的挤出物圆锥的内部和外部。在一些实施方式中,吸水性粉末颗粒136仅被涂覆于复合膜126的挤出物圆锥的外部。

[0066] 使用如本文公开的复合膜126可能允许连续或几乎连续的电缆110生产,可消除芯部元件114上之捆绑纱压痕,可除去作为生产速度约束的电缆捆绑,可允许绞合以与加护套匹配的速度进行,可有助于护套134的强度,可替换阻水胶带、可消除相关联的胶带库存和胶带-宽度库存子集,可允许通过剥离索142接近芯部元件114(其中捆绑纱大体无法通过剥离索切断,如所讨论的),可使材料上的成本显著节省,和/或可在一些常规电缆中允许绕中心强度构件裹绕的阻水纱的除去。

[0067] 在上文公开的电缆110和制造方法310和设备的替代预期实施方式中,绞盘可用于牵拉机320的适当位置中。在一些实施方式中,吸水性粉末136可不涂覆于复合膜126的外部,并且可使用水浴来增加冷却速率。另外,牵拉机320或其至少一部分可没入水浴中。在一些实施方式中,吸水性粉末136可不涂覆于复合膜126的内表面,或复合膜126的内表面或外表面。热塑性塑料和/或不同于聚乙烯的材料可用来形成复合膜126。复合膜126可具有各种颜色,并且可具有紫外线稳定剂,所述紫外线稳定剂允许复合膜126作为成品室外产品的外部。可印刷复合膜126。复合膜126可包括撕裂特征140,如本文关于护套134所公开的那些撕裂特征。在一些实施方式中,复合膜126可包围广泛范围的不同类型的绞合电缆部件,如S-Z绞合紧套光纤、填料棒、纤维玻璃纱线、芳族聚酰胺纱线和其他部件。

[0068] 用于复合膜126的两种可能的材料包括高密度聚乙烯和聚丙烯。聚丙烯“熔点”更接近(例如,相差50°C内;相差30°C内)本文公开的挤出工艺的处理/挤出温度(例如,约200-230°C±20°C),所述熔点适用于快速凝固复合膜126(即,用于在挤出之后实现凝固所需的温度的较小变化),以使得复合膜126收缩同时绞合元件114由牵拉机320约束,以便复合膜

126将绞合元件114装载成受压缩的,同时中心强度构件124在它们之间提供耦合力。

[0069] 根据示例性实施方式,复合膜126的各层的材料可被选择来使得材料的熔融温度小于(例如,小至少30℃、小至少50℃)护套134(参见图1)的挤出温度(例如,约200-230℃±20℃),所述护套134随后在复合膜126之上挤出。在一些此类实施方式中,复合膜126的外层熔融或共混到护套134中。在其他实施方式中,复合膜126通过中间材料(如超吸收性聚合物颗粒或非相容材料)维持与护套134分离。申请人对绞合元件114在护套126的挤出期间、在复合膜126的熔融或软化时不会轴向或向外迁移的原因作如下推理:在护套126的后续挤出时(例如,绞合并施加复合膜126之后至少2秒、至少5秒、至少10分钟),绞合元件114由于绞合元件114的材料的应力松弛已足够与绞合图案的几何形状适形,从而减少在绞合时最初由绞合元件114承载的弹簧力;并且申请人作如下推理:护套134积极地贡献于由复合膜126施加的径向张力,以将芯部元件114约束并正常装载到中心强度构件124。

[0070] 另外,申请人已发现:在超过绞合元件114的熔融温度(例如,超过至少30℃、超过至少50℃)的挤出温度下,施加复合膜126不使绞合元件114熔融或大致上形变。因而,复合膜126可包括与在芯部112中绞合的缓冲管116、116'相同或类似的熔融聚合物,如聚丙烯。另外,申请人已发现:复合膜126与芯部112中绞合的缓冲管116、116'之间几乎没有或没有粘附,这可能是由于本文所公开的快速冷却技术(如主动引导冷却气流、使牵拉机320处于水浴中、薄膜层、选择用于使复合膜126的凝固/结晶温度接近挤出温度的膜材料和/或其他技术)。在一些实施方式中,一或多个层包括和/或主要(多于50重量%)由较高强度(EA)材料(如聚酯)组成。

[0071] 申请人作如下推理:用于复合膜126的材料的有效性可与结晶温度相关,在所述结晶温度下,结晶开始生长,并因此开始形成机械性质开始。申请人理解到:结晶温度对成核的聚丙烯来说约为140℃,而对高密度聚乙烯来说,结晶温度处于更低温度,如小于125℃。申请人作如下推理:在较高温度下结晶的材料对如本文公开的复合膜126施加来说将更快地定型(即,此类材料在早期将更大的径向力施加至芯部112)。

[0072] 在预期实施方式中,一层复合膜126(例如,聚丙烯)比另一层更快地拉出,并且绕其他芯部元件拉动或挤压。在一些实施方式中,另一层可为较廉价的材料(例如,聚乙烯),但是一旦凝固就会具有足够的强度来约束下层元件。其他层(如尼龙)可以其他速率拉出并结晶,并且可向复合膜126提供其他益处,如阻挡啮齿动物或白蚁穿透复合膜126的层。

[0073] 另外,申请人理解到:在某种程度上,材料拉出持续进行,直到达到玻璃化转变温度为止。在聚丙烯的情况下,可达到约-10℃的玻璃化转变温度,而对聚乙烯来说,可达到-70℃的玻璃化转变温度(但可高达约-30℃)。因此,由于在处理/制造中将可能无法达到此类低温,因此复合膜126的各层可主动地在处理后持续收缩(直到达到玻璃化转变温度),从而可进一步改进绞合元件114与中心强度构件124之间的耦合。对复合膜126中如聚对苯二甲酸丁二醇酯(具有约50℃的玻璃化转变温度)的其他可能的层材料来说,施加于绞合元件的法向力可较小,因为复合膜126可以停止主动收缩或具有对收缩的偏置。因而,较高玻璃化转变温度材料层与具有较低玻璃化转变温度层的组合可向较高玻璃态转化温度材料提供处理后收缩益处。

[0074] 另外,申请人已发现:聚丙烯相对于聚乙烯的更大强度允许对用于在绞合元件114与纯聚乙烯膜的中心强度构件124之间提供相同量的耦合力的聚丙烯复合膜126来说,复合

膜126更薄。例如,发现0.15mm聚乙烯层具有约70N的径向力,而0.15mm聚丙烯层具有约85N的径向力。因此,聚丙烯层的强度可补充聚乙烯层,但聚乙烯层可提供由聚丙烯未提供的益处,如聚乙烯与聚乙烯护套的内聚粘结。

[0075] 在一些实施方式中,复合膜126由第一材料形成,并且护套134由第二材料形成。护套134的第二材料是聚合物的共混复合物,如与离散层的复合物相对,其中第二材料共混复合物可包括(如主要包括(>50重量%))第一聚合物,如聚乙烯或聚氯乙烯;并且复合膜126的第一材料也可为聚合物的共混复合物,并且包括(如主要包括)第二聚合物,如聚丙烯。在一些实施方式中,第一材料进一步包括第一聚合物(例如至少2重量%、至少5重量%、至少10重量%和/或小于50重量%(如小于30重量%)的第一材料)。除了在共混复合第一材料中主要包括第二聚合物之外,在复合膜126的第一材料中包含第一聚合物可以促进第一材料与第二材料之间的粘结,以使复合膜126可耦合至护套134,并且当从芯部112除去护套134时,如在中跨接近位置处除去护套134时,复合膜126可自动从芯部112除去。类似地,在其他实施方式中,复合膜126的一或多个层(如图1-2所示的最外层)可为设计来通过包括护套和/或下层部件(如缓冲管)的共同聚合物而内聚地粘附于护套和/或下层部件的共混复合物。

[0076] 图5-6示出在复合膜126内的具有绞合元件114的芯部512的样品510,所述复合膜126被配置用于拉穿测试,以测定绞合元件114与中心强度构件124之间的耦合力。如图5所示,中心强度构件124从绞合元件114延伸约50mm的距离。如图6所示,中心强度元件124的延伸部分利用夹具514保持固定。具有对中心强度构件来说恰好足够宽的开口的板516被附接到拉伸测试设备518,以便在设备518提起板516时,并且板516沿中心强度构件124推动绞合元件114。申请人已发现:如本文公开的复合膜126在绞合元件114与中心强度构件124之间产生对100mm长度的绞合元件来说至少10N的(净)静摩擦力,如至少15N的(净)静摩擦力。

[0077] 通过拉穿测试,申请人已发现:静摩擦力的量值与复合膜126的厚度和组成有关。对具有平均壁厚为至少0.02mm但小于0.04mm的聚丙烯层的膜126来说,绞合元件114的100mm段(不具有护套)的静摩擦力是至少10N,如约12.4N,和/或绞合元件114的200mm段的平均静摩擦力是至少20N,如约23.1N。因此,对此类膜126来说,反向振荡绞合图案必须使得绞合元件114的弹簧力对100mm段来说是约10N或更小,以防止在制造期间绞合元件114的轴向迁移和“鸟笼”的形成。申请人也发现:对平均壁厚为至少0.08mm但小于0.15mm的复合膜126来说,绞合元件114的100mm段的平均静摩擦力是至少20N,如约30N,和/或对绞合元件的200mm段的平均静摩擦力是至少40N,如约50N。一些测试包括由复合膜126和捆绑纱两者捆绑的绞合元件,以测定复合膜126的贡献。

[0078] 参考图7-8,电缆710的绞合芯部712包括约束具有反向部714的绞合元件718的膜716。在一些实施方式中,芯部712可封闭在护套内(参见图8)。如图8所示,膜716是薄聚合物材料(例如,聚丙烯、聚乙烯),其可由手撕裂和剥离,以提供对绞合元件718和中心强度构件720的接近。一旦从膜716释放,绞合元件718就可与中心强度构件720脱离,如图8所示。光纤722从绞合元件718中的一个的末端延伸,这个绞合元件为包括聚丙烯的缓冲管724。图13中的其他绞合元件718是填充绞合线中的各位置的“虚设(dummy)”管或实心聚合物棒。

[0079] 如上所述,膜716的材料可选择来使膜716是至少部分半透明的,如图7-8所示。对于一些实施方式来说,护套可向后拉或以其他方式除去,而膜716原封不动。绞合线中的反

向点可易于穿过这种膜716来定位,随后可接近这种膜,如图7所示。

[0080] 再次参考图1,本文所公开的缓冲管116可包括聚丙烯、聚氯乙烯、聚碳酸酯、聚对苯二甲酸丁二酯和/或其他聚合物。填料、添加剂和其他组分可被添加到聚合物。在一些实施方式中,除了光纤118之外,缓冲管116用填充化合物填充,所述填充化合物如油脂或石油基凝胶。填充化合物为缓冲管116阻水并且提供光纤与缓冲管116之间的耦合。在其他实施方式中,缓冲管116是“干燥”的并且不含填充化合物,如上文所讨论。在此类实施方式中,缓冲管116可由水可溶胀粉末(如超吸收性聚合物)来阻水,所述水可溶胀粉末可浸涂于延伸穿过缓冲管116的空腔的纱线中,和/或粉末可机械地附着于缓冲管116的内部,如上文所讨论。

[0081] 根据示例性实施方式,缓冲管116具有3毫米或更小的外径,如2.5毫米或更小或甚至2毫米或更小。缓冲管116可具有至少100微米(如至少200微米和/或小于1毫米)的平均壁厚。随着对于相同大小的缓冲管116来说光纤118数量增加,所述缓冲管中的光纤弯曲并具有过量光纤长度的自由度减小。每一个缓冲管116可包括至少一个光纤118,如至少四个光纤,如至少十二个光纤。空棒可以替代缓冲管116中的一或多个,如上文所讨论。

[0082] 根据示例性实施方式,光纤118包括直接由玻璃包层包围的玻璃芯部,所述玻璃包层直接由聚合物涂料的一或多个层包围,如直接由丙烯酸酯的较硬外壳包围的丙烯酸酯的较软、应力隔离层。根据示例性实施方式,光纤是单个、离散光纤,与光纤带的光纤相反。在其他实施方式中,包括带和/或带堆叠。光纤可为单模光纤、多模光纤、多芯光纤、塑料光纤、具有均匀包层的光纤和/或其他类型的光纤。

[0083] 光纤118可为具有包层的防弯光纤,所述包层包括不同的折射率或其他类型防弯光纤的环形层。弯曲不敏感或防弯光纤实例是可商购自纽约州康宁市康宁公司的ClearCurve®多模光纤。在一些此类实施方式中,当弯曲成直径为约200毫米的具有单圈线圈时,光纤具有每圈约0.1dB或更小的1310纳米光衰减变化(Δ 衰减)和更佳地每圈约0.03dB或更小的光衰减变化,其中优选在大于或等于1500nm、在一些实施方式中也大于约1310nm、在其他实施方式中也大于1260nm的一或多个波长下观察到上文 Δ 衰减。使用防弯光纤可以促进相关联的电缆的改进光学性能,如当电缆受拉伸时。

[0084] 绞合缓冲管116的绞距在上文中讨论。在一些实施方式中,绞距尤其较短,如在反转振荡绞合图案中的反向部之间沿相应电缆长度为小于1米,如小于750mm,如小于500mm,如小于250mm,如在一些实施方式中,甚至小于100mm。在至少一些此类绞合布置中的反向部之间,缓冲管116包括围绕绞合线的中心轴的至少2个整圈(即,完全螺旋),如至少3个整圈和/或甚至至少4个整圈。绞合图案的紧密度是与相应复合膜126所需负载有关。一般来说,铺设图案越为紧密,缓冲管116在反向部处远离绞合线的中心轴(例如,中心强度构件)的扭转负载越大。例如,本文所公开的实施方式可实现上述与中心强度构件的耦合,同时形成此类紧密铺设图案。

[0085] 在一些实施方式中,护套134和复合膜126可在护套134挤出在复合膜126之上期间共混在一起,尤其在护套134和复合膜126由相同材料形成,而它们之间不具有粉末颗粒136的情况。在其他实施方式中,护套134和复合膜126可保持彼此分离或至少部分地分离,以使得以横截面查看电缆110时,所述护套和所述复合膜各自在视觉上是可区分的。

[0086] 如本文公开的,一些实施方式包括复合捆缚膜126,包括膜126的多个层810、812、

813;而膜126的其他实施方式仅包括单层材料。将复合捆缚膜126与多个层810、812、813一起使用可以若干方式使用。首先,多层膜126可用来控制相应电缆中的部件的耦合。在一些此类实施方式中,复合膜126被定位于电缆110中的两个部件之间,一个部件处于复合膜126的任一侧,如图1所示。第一部件(如一或多个芯部元件,如缓冲管116)具有第一材料外部;并且第二部件(如包围复合膜126的外部管,如护套134)具有第二材料内部。在一些实施方式中,第一材料不同于第二材料,具有如本文公开的各种材料组合。

[0087] 在一些实施方式中,复合膜126被布置来减小或防止复合膜126与邻接部件之间的耦合。例如,在一些实施方式中,膜126的最内层810(例如,最接近电缆中心)不粘结至邻接部件(如缓冲管116)或减小对邻接部件(如缓冲管116)的粘结。在一些此类实施方式中,膜126的最内层810包括和/或主要包括极性材料,并且邻接部件(例如,缓冲管116)包括和/或主要包括非极性材料,或反之亦然。在一些此类实施方式中,复合膜126的内层810主要包括聚乙烯(如线型低密度聚乙烯)(例如,由多于50重量%的聚乙烯组成),并且缓冲管116的邻接复合膜126的外部主要由另一聚合物组成,所述另一聚合物如聚碳酸酯、聚丙烯、聚对苯二甲酸丁二酯或另一材料。在其他实施方式中,除了缓冲管之外的部件邻接复合膜126的内部,并且复合膜126的材料是基于对应部件来选择。在一些实施方式中,复合膜126的最内层810和邻接芯部部件使用不可相容或非粘结材料可允许在接近芯部时所述最内层和所述邻接芯部部件的容易分离,和/或允许它们之间的相对移动,以便促进相应电缆110容易弯曲。利用选择来最小化或减小粘结的复合膜126,复合膜126可简单地从邻接芯部部件上撕掉或剥离,如图8所示。

[0088] 类似地,在一些实施方式中,复合膜126的最外层813(例如,最远离电缆中心)不粘结至邻接部件或减小对邻接部件的粘结。在一些此类实施方式中,膜126的最外层813包括和/或主要包括极性材料,并且邻接部件(例如,护套134、铠甲、外套、包围其他元件的另一复合膜)包括和/或主要包括非极性材料,或反之亦然。在一些此类实施方式中,复合膜126的最外层813包括聚丙烯和/或主要由聚丙烯组成(例如,由多于50重量%的聚丙烯组成),并且护套134的邻接复合膜126的内部主要由另一聚合物组成,所述另一聚合物如聚乙烯、聚氯乙烯或另一材料。在一些实施方式中,复合膜126的最外层813和邻接部件的内部都是热塑性材料,如可挤出热塑性材料。对复合膜126的最外层813和邻接芯部部件(例如,护套)使用不可相容或非粘结材料可允许在接近电缆芯部时所述最外层和所述邻接芯部部件的容易分离。护套134可被简单地撕掉脱离复合膜16和芯部部件,如无需破坏由复合膜126提供的防水屏障(例如,不可渗透屏障)。利用如本文公开的半透明的膜126,可定位并接近绞合芯部部件的可反向点而使芯部部件的暴露最小和/或减少。

[0089] 仍参考图1,复合膜126进一步包括内层812,所述内层在复合膜126的最内层810和最外层813两者的内部。内层812可粘结至复合膜126的最内层810和最外层813两者,并且可将复合膜126捆缚在一起。在一些实施方式中,内层812包括和/或主要包括混合组合物,所述混合组合物包括来自复合膜126的最内层810和最外层813的聚合物。例如,在复合膜126的最内层810和最外层813分别包括聚乙烯和聚丙烯和/或分别主要由聚乙烯和聚丙烯组成的实施方式中,内层812包括聚乙烯和聚丙烯两者的混合物和/或主要地由聚乙烯和聚丙烯两者的混合物组成(如每种至少3重量%),以便促进复合膜126的最内层810和最外层813两

者对内层812的内聚粘结。

[0090] 在其他实施方式中,内层812是或包括粘结剂或添加剂,如马来酸酐和/或其共聚物、乙烯丙烯酸和/或其共聚物,或另一增强粘结材料。内层812可包括粘结剂和/或主要由粘结剂组成。在一些实施方式中,复合膜126的最内层810、内层812和最外层813中的任两个和/或全部可彼此共挤出(大体参见图3)。在其他实施方式中,层810、812、813的一些或所有彼此接续挤出。在其他实施方式中,仅在第一制造线上挤出最内层810,并且最内层810充当芯部元件的捆缚物,而内层812和/或最外层813则随后挤出并且可以用于其他目的。在其他实施方式中,复合膜126的层810、812、813都不用作为捆缚物,如对其中下层相邻部件未绞合的电缆来说如此。

[0091] 在预期实施方式中,内层812和/或最外层813会向芯部提供白蚁和/或啮齿动物防护,如通过形成对芯部的屏障来提供。在一些此类实施方式中,内层812和/或最外层813中的一或多个包括聚酰胺和/或主要由聚酰胺组成,所述聚酰胺如尼龙,如尼龙-6,6、尼龙-6、尼龙-6,9、尼龙-6,10、尼龙-6,12、尼龙-11、尼龙-12和尼龙-4,6。内层812可将聚酰胺粘结至复合膜126的最内层810,如其中最内层810包括聚乙烯和/或主要由聚乙烯组成并且内层812包括马来酸酐的情况。在其他实施方式中,复合膜126仅包括两个层(例如,由两个层组成),所述两个层如邻接电缆的一或多个芯部元件的内层810和外层812或813。内层810可包括粘结剂,以便改进对相应的复合膜的外层812或813的粘结,如具有马来酸酐添加剂的聚乙烯的内层810,其中内层810被粘结至尼龙的外层812或813。层810和812或813中的每个可为特别薄的,如本文所公开。

[0092] 在其他实施方式中,材料布置用于诱导电缆部件与复合膜126的粘结,如其中复合膜126的材料被选择来诱导与邻接电缆部件的粘结的情况。在一些实施方式中,相应电缆110预期用于动态或极端环境,并且电缆110的稳健性通过将芯部部件粘结至复合膜126和/或护套134增强。这种布置可限制或缓和在芯部部件之间的相对移动和/或向电缆110提供较大的耐久性,如在扭转、极端弯曲、压碎等情况中的耐久性。因此,在一些此类实施方式中,复合膜126的最内层810可粘结至电缆110的邻接芯部部件,如聚丙烯最内层810,所述聚丙烯最内层内聚地粘结至芯部的包括聚丙烯的邻接缓冲管116。这种复合膜126的最外层813可包括聚合物材料,所述聚合物材料也处于相应电缆110的护套134或其他邻接结构中,如复合膜126的聚乙烯最外层813,所述聚乙烯最外层内聚地粘结至护套134中的聚乙烯。

[0093] 在预期实施方式中,包括两个或更多个层的复合膜126可充当用于相应电缆芯部的护套,并且可能不需要另外i的护套或外套,如用于大型分配电缆的子单元电缆,用于预期用在需求较少环境中的电缆,如具有室内电缆和/或微型电缆或具有其他电缆的环境,所述室内电缆将光纤排线穿过建筑物的壁,所述微型电缆延伸穿过管道(大体参见图2)。在这种实施方式中,仅复合膜126的第一层810可充当如本文公开的捆缚物,而复合膜126的一或多个另外层可提供另外的功能,如环境稳健性。另外层812、813等等中的一些或全部可为与最内层810相同的材料(例如,包括以下各项和/或主要由以下各项组成:聚乙烯、聚氯乙烯、可挤出聚合物、可挤出热塑性塑料)或可为或包括不同材料。例如,在预期实施方式中,这种电缆的护套134包括多个薄膜层810、812、813,所述多个薄膜层共同形成护套,其中每一层如上文所公开为特别薄的(例如,小于500微米、小于250微米),并且其中整个复合膜126具有足够厚度以用作相应电缆的护套(例如,至少800微米、至少1000微米)。这种护套可界定

电缆外部,或简单地界定整个电缆的子部件外部(例如,电缆子单元;铠装电缆内的内部电缆;室内/室外电缆的室内部分)。在一些此类实施方式中,复合膜126包括至少3个层、至少4个层、至少5个层。层810、812、813可通过串接的挤出机施加,在一或多个挤出机上在单独道次(pass)中施加,或以其他方式施加。

[0094] 如各种示例性实施方式中所示的电缆的构造和布置仅是说明性的。虽然本公开中仅详细描述了几个实施方式,但是在不实质背离本文中描述的主题的新颖教义和优点的情况下,许多修改是可能的(例如,各种元件的大小、尺寸、结构、形状和比例、参数值、安装布置、材料使用、颜色、定向的变化)。例如,在一些实施方式中,电缆包括具有围绕中心强度构件124绞合的芯部元件的多个层或级,其中每一个层包括约束相应层的膜126,并且其中外层的膜126间接包围内层的膜126。在预期实施方式中,复合膜126不被挤出,而由例如激光熔接胶带和/或热收缩材料形成。示出为整体形成的一些元件可由多个部件或元件构造,元件位置可反转或以其他方式改变,并且可变更或改变分立元件或位置的性质和数目。在一些预期实施方式中,如本文公开的具有阻水粉末的膜126可起到挤出阻水元件的作用,从而允许连续的电缆制造,而无需更换阻水胶带的卷轴;例如,其可在铠甲(或电缆中的其他外层)与芯部112(如堆叠光纤带的芯部或单管芯部)之间阻挡水,或在电缆中的其他部件之间阻挡水。任何工艺、逻辑算法或方法步骤的顺序或序列都可根据替代实施方式来改变或重新排序。在不脱离本发明技术的范围的情况下,也可以在各种示例性实施方式的设计、操作条件和布置方面进行其他取代、修改、变化和省略。

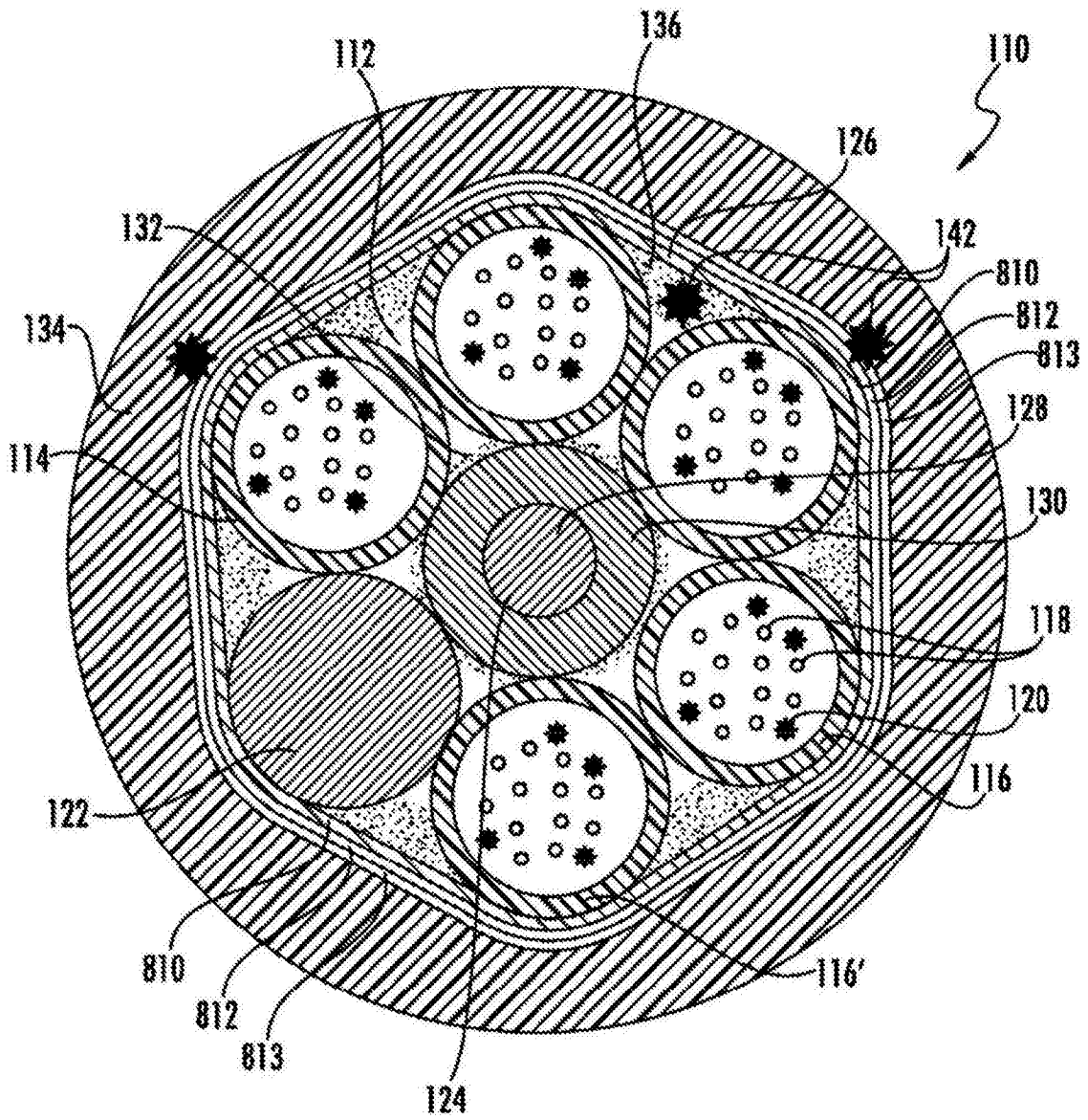


图1

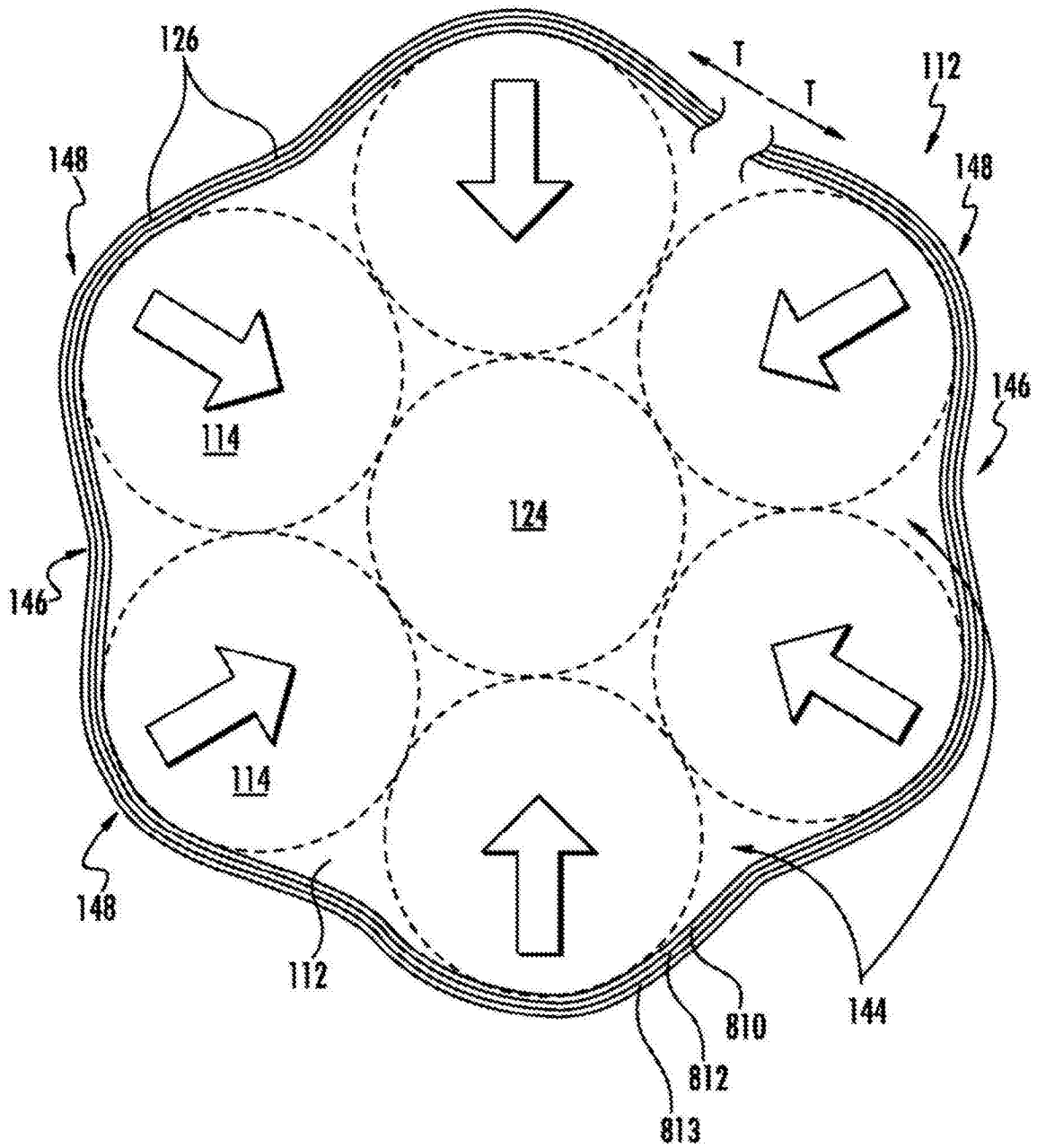


图2

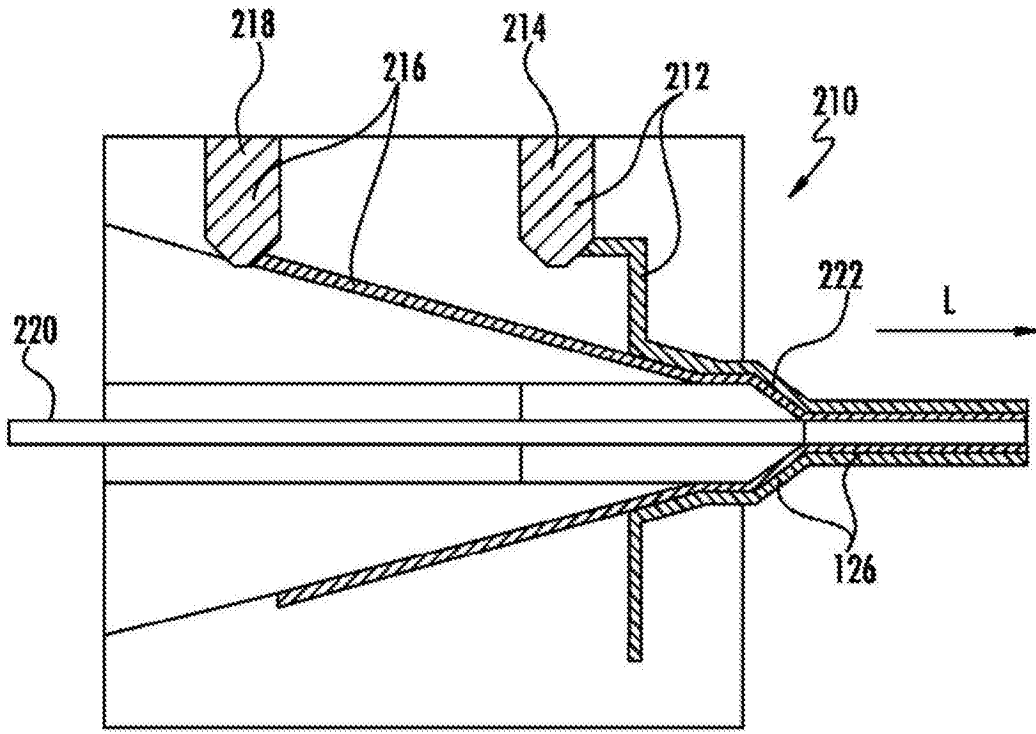


图3

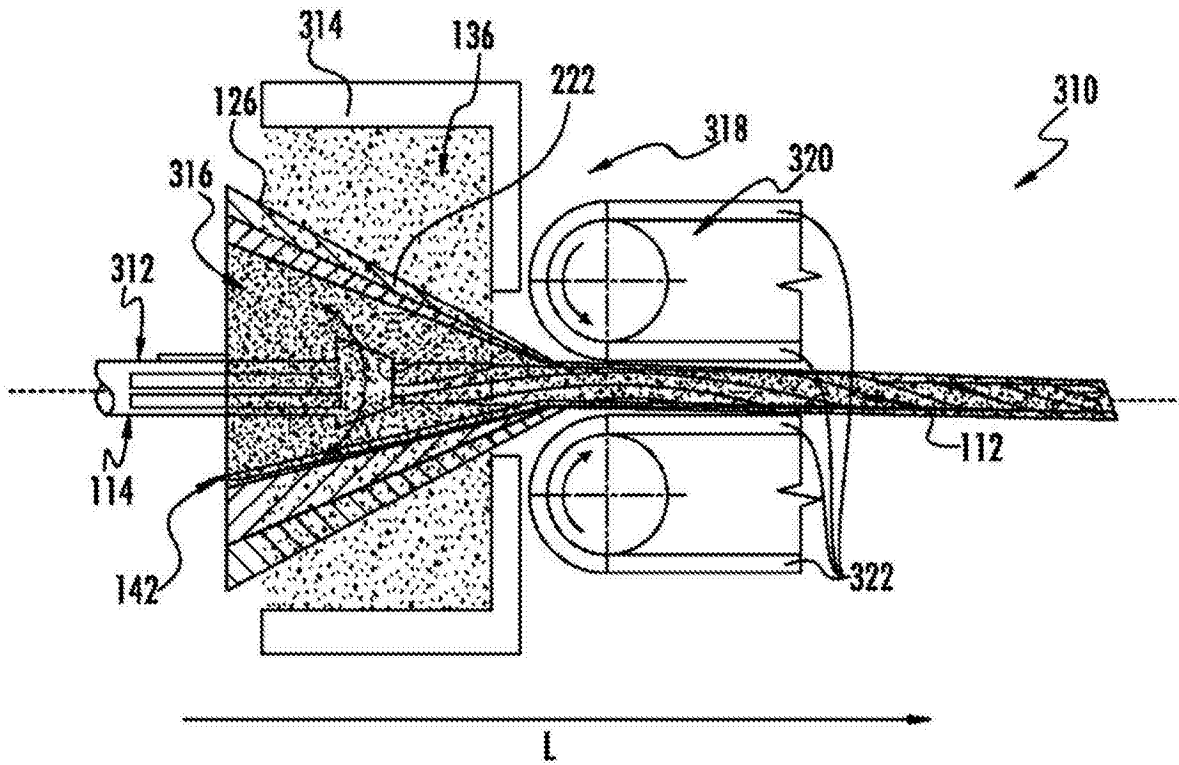


图4

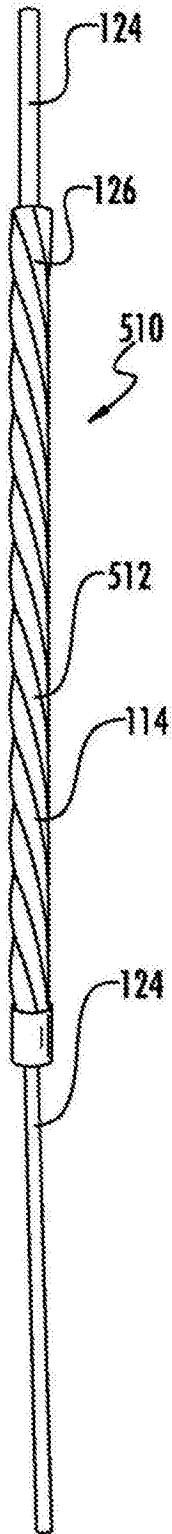


图5

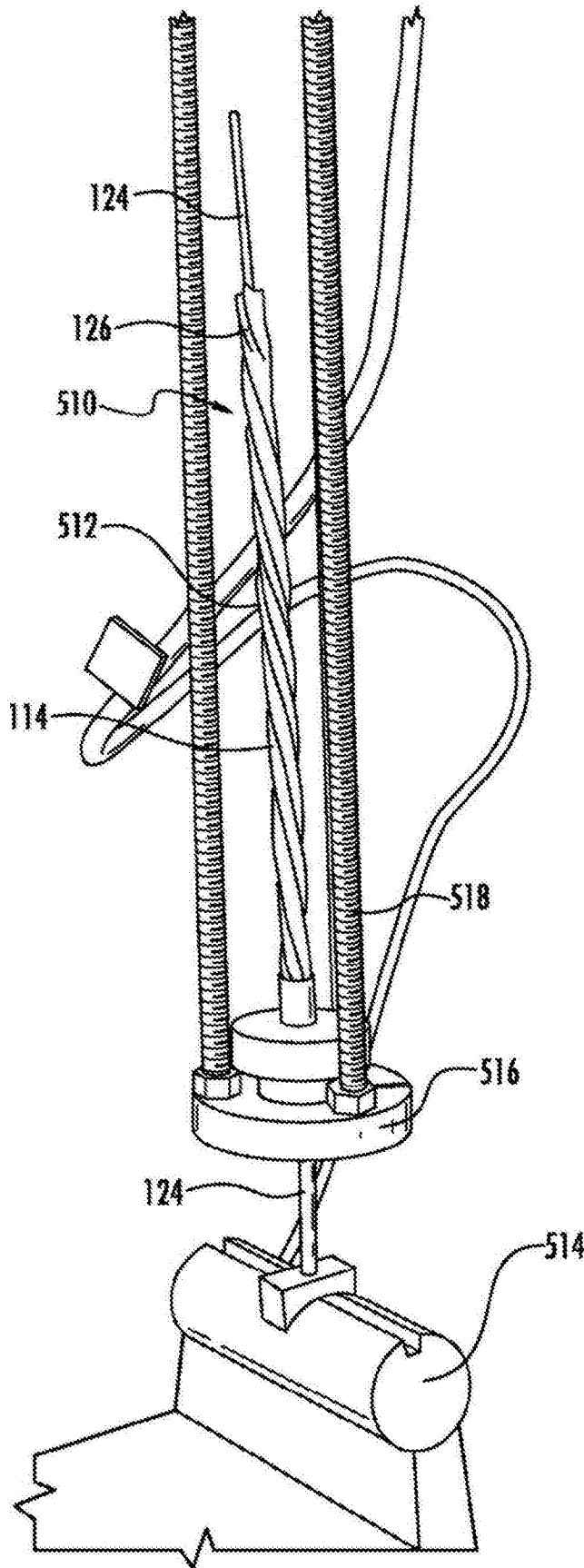


图6

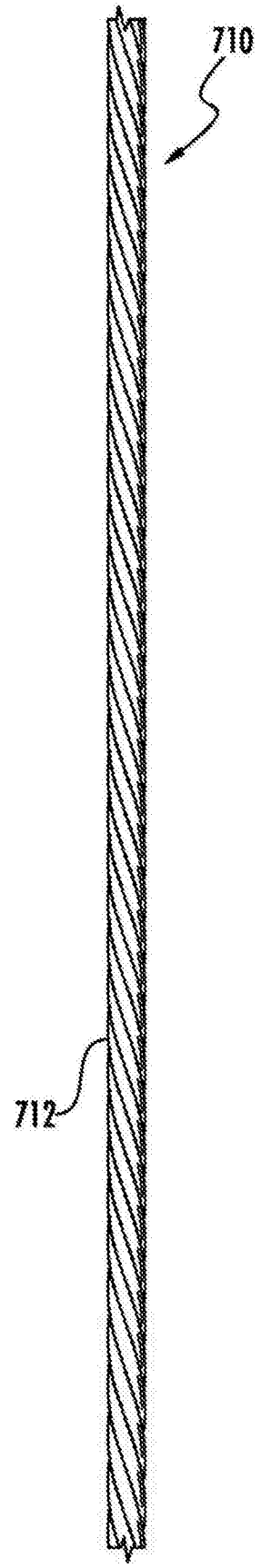


图7

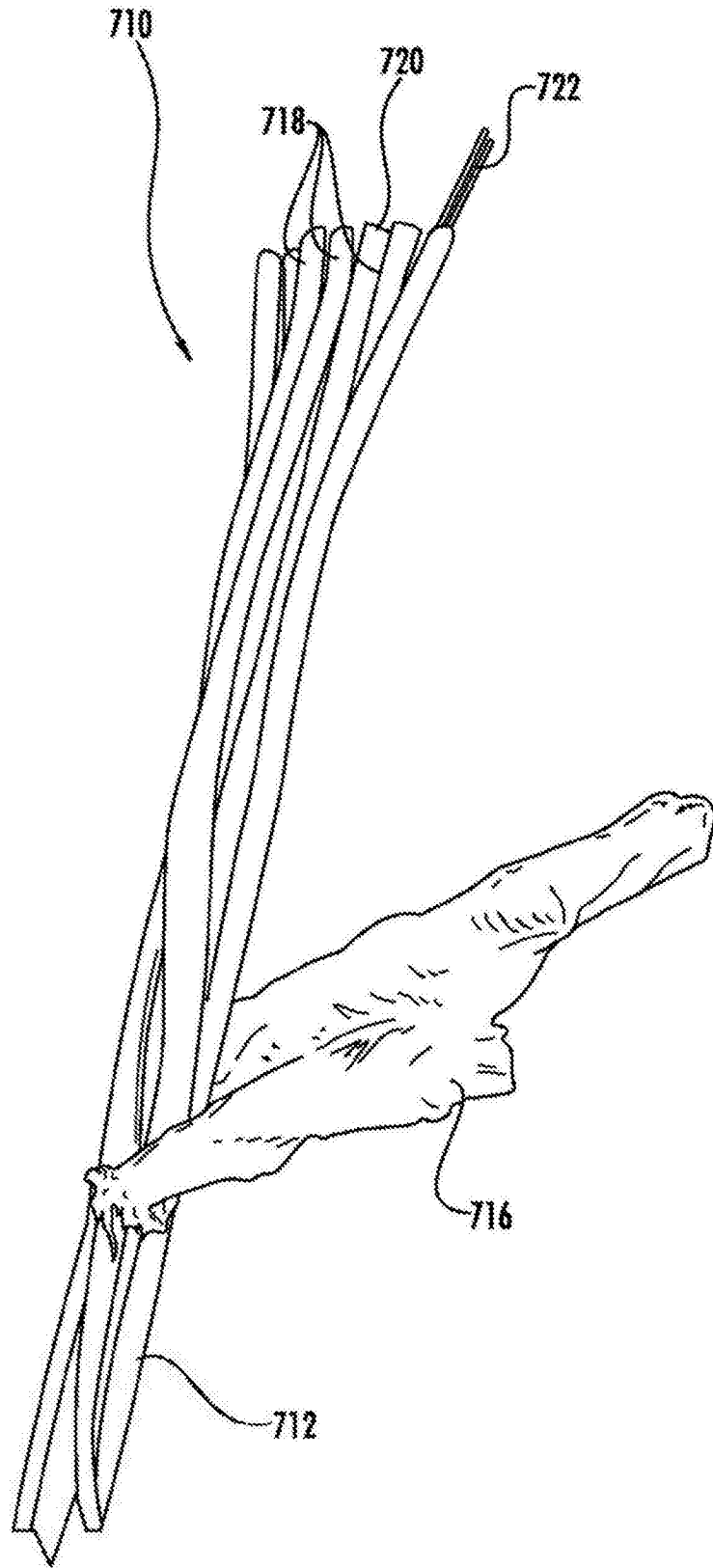


图8