



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103889692 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201280050049.7

B29C 70/86(2006.01)

(22)申请日 2012.10.05

B29C 53/58(2006.01)

F16C 7/02(2006.01)

(30)优先权数据

13/288,491 2011.11.03 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.04.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2012/058994 2012.10.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/066565 EN 2013.05.10

(73)专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺斯州

(72)发明人 S·R·斯图尔特

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 王小东

(51)Int.Cl.

B29C 70/38(2006.01)

(56)对比文件

FR 2957843 A1,2011.09.30,权利要求1,3,说明书第5页14行至第11页最后一行,图2,4-7,9幅.

FR 2957843 A1,2011.09.30,权利要求1,3,说明书第5页14行至第11页最后一行,图2,4-7,9幅.

WO 2008/066606 A1,2008.06.05,权利要求1-2项,图10-17幅;说明书第4页26行至第6页10行,图4,4A,4B,5.

CN 101287587 A,2008.10.15,说明书第4页倒数第2段至第7页第5段,图1-6幅.

审查员 冯淑莹

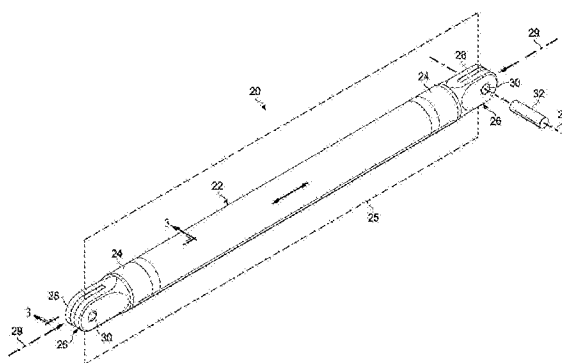
权利要求书2页 说明书8页 附图12页

(54)发明名称

内部加强的管状复合支杆及其制造方法

(57)摘要

一种支杆(20),其包括基本上中空的复合管(22)。在该管各个端部上的附件(24)使该支杆适于附接到结构件。该管由至少一对对置的加强件加强。还公开了一种制造该支杆的方法。



1. 一种支杆, 该支杆包括:
层压复合管, 所述层压复合管具有基本上中空的内部;
附接至所述层压复合管的径向相对两侧的至少一对纵向加强件, 其中各所述纵向加强件的横截面形状为梯形; 以及
在所述层压复合管的各端部上的配件, 所述配件适于被附接到结构件。
2. 根据权利要求1所述的支杆, 其中, 所述纵向加强件被定位在所述层压复合管的所述中空的中部中。
3. 根据权利要求1或2所述的支杆, 其中, 所述配件包括具有中心轴线的开口, 该开口适于接纳将所述配件连接到所述结构件的细长的销; 并且
各个所述纵向加强件关于与所述开口的所述中心轴线垂直的平面基本对称。
4. 根据权利要求3所述的支杆, 其中, 各个所述纵向加强件关于与所述开口的所述轴线垂直的平面基本对称。
5. 根据权利要求1所述的支杆, 其中:
各个所述配件均包括多个外部阶梯; 并且
所述层压复合管包括分别叠盖这些外部阶梯的叠层组, 其中这些外部阶梯和叠盖的这些叠层组形成单个剪切接头。
6. 根据权利要求1所述的支杆, 所述支杆还包括:
位于所述层压复合管的所述中空的中部中并且附接到所述层压复合管的第二对加强件。
7. 根据权利要求3所述的支杆, 所述支杆还包括:
位于所述层压复合管的所述中空的中部中并且附接到所述层压复合管的第二对加强件, 其中, 所述第二对加强件关于与所述开口的所述中心轴线基本平行的平面基本对称。
8. 一种制造支杆的方法, 该方法包括:
制造细长的型芯;
在所述型芯的各个端部上放置配件;
将复合加强件层合体定位在所述型芯上;
通过将复合叠层铺叠在所述型芯上而形成复合管;
使所述管和所述加强件共固化; 以及
去除所述型芯,
其中:
制造型芯的步骤包括: 在所述型芯的各个端部上形成轴部并且沿着所述型芯的长度在所述型芯中形成腔部; 并且
在所述型芯上放置配件的步骤通过将所述配件放置在所述轴部上来执行。
9. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 将加强件层合体定位在所述型芯上的步骤包括:
铺叠并形成所述加强件; 以及
将所形成的加强件层合体放置在所述型芯的腔部中。
10. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 形成复合管的步骤通过使用自动铺丝机在所述型芯的表面上铺放复合带形成的条并将其压实来执行。
11. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 形成复合管的步骤包括: 在所述管与各个所述配

件之间形成单个剪切接头。

12. 根据权利要求8所述的方法, 其中, 去除所述型芯的步骤包括用液体溶解所述型芯。

13. 根据权利要求8所述的方法, 该方法还包括:

将加强件型芯插入所述加强件层合体中; 并且

在所述管和所述加强件已共固化之后去除所述加强件型芯。

内部加强的管状复合支杆及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明总体涉及一种复合杆状结构,更具体地说涉及一种内部被加强以最大化其强度重量比的复合管状支杆。

背景技术

[0002] 由复合材料制成的柱状结构因其良好的强度重量比而被用于各种应用中。例如:复合管状支杆可以作为支撑件或支架用在航空航天工业中,用于在沿支杆纵轴线的两个方向上传递载荷,因此会将支杆置于压缩或拉伸状态。支杆端部上的配件在该支杆附接至结构件的附接点处提供附加强度。

[0003] 在公知的复合支杆中,常常由金属制成的端部配件通过结合而不是通过紧固件被附接到管状复合主体。该管状主体具有基本上恒定的横截面以及相对厚的壁以满足设计载荷的标准。可以通过双阶式接头将配件连接到管状主体的端部,该双阶式接头会导致向管壁的内层和外层所施加的剥离力大于所期望的剥离力。由于需要精确手动铺放叠层并且需要用于分别固化接头的内层和外层的两个压热器固化周期,制造这些类型的复合支杆是劳动密集型并且费时的。

[0004] 因此,存在对于可以快速制造并且使用不太熟练的手工劳动者的管状复合支杆的需求。也存在对于具有改进的强度重量比的上述复合支杆的需求。

发明内容

[0005] 所公开的实施方式提供了一种管状复合支杆以及相关的制造方法,其通过使用定制的横截面管结构来优化支杆的结构强度重量比,该管结构采用与管体共固化的内部加强件,其也优化了定制表皮厚度的能力。利用内部型芯来制造支杆,内部型芯允许内部加强件的层合体被设计为导致理想的惯性矩值并最大化支杆性能。该内部型芯允许使用自动铺丝机来铺叠管体和加强件的叠层,这可以降低为实现所需压实而对压热器固化周期的需求。利用阶梯式接头以单侧结合将管体结合到端部配件。该内部加强件可以被定位并设计为抵抗取决于附接载荷平面的弯曲力,从而允许减小管体的壁厚。

[0006] 根据一个公开的实施方式,支杆被设置为包括具有基本中空的内部的层压复合管状主体。至少一对加强件穿过管状主体的内部纵向延伸并且被附接到该管状主体的相对两侧。该管体包括适于将支杆附接到结构件的端部配件。该配件包括具有中心轴线的开口,该开口适于接纳将该配件连接到该结构件的细长的销。每个加强件关于基本垂直于该销的轴线延伸的平面基本对称。每个配件包括一对多个外部阶梯,并且管状主体包括分别叠盖并结合到这些阶梯的多个叠层组。该支杆还包括位于各个配件与管状主体的相应端部之间的单个剪切接头。每个加强件为与该管状主体共固化的层压复合件。

[0007] 根据另一实施方式,支杆被设置为用于传递压缩或拉伸载荷。该支杆包括:细长的管状主体,其具有由多重层压复合叠层形成的壁;以及适于用销将该管状主体附接到结构件的端部配件。该支杆还包括位于各个配件与管状主体之间的单个剪切结合的接头以及在

该管状主体内附接到所述壁上以加强该主体的复合加强件。各个端部配件围绕相应销的纵轴线将载荷传递到管状主体。该复合加强件至少包括沿着与销的轴线基本垂直的轴线排布的第一对对置的加强件。

[0008] 根据再一实施方式,提供了一种制造支杆的方法,该方法包括制造细长的型芯,这包括沿着型芯的长度在型芯中形成腔部。该方法还包括:将配件置于型芯的各端部上;将复合加强件层合体定位在型芯的腔部中;并且通过叠盖加强件层合体和所述配件地将复合叠层铺叠在型芯上而形成复合的管状主体。该方法还包括:共固化管状主体和加强件并去除该型芯。形成型芯的步骤包括:在所述型芯的各个端部上形成轴部,并且将配件置于型芯上的步骤通过将所述配件放置在所述轴部上来执行。可离线形成所述加强件并将其作为完整的部件层合体置于所述型芯中。将加强件层合体定位在型芯的腔部中的步骤包括:铺叠并形成加强件,以及将所形成的加强件层合体放置在腔部中。形成管状主体的步骤可通过使用自动铺丝机在所述型芯的表面上铺放复合带形成的条并将其压实来执行。将加强件层合体定位在型芯的腔部中的步骤可以包括:使用自动铺丝机将复合带形成的条铺放在腔部内并将其压实。形成复合的管状主体的步骤可以包括:在管状主体与各个配件之间形成单个剪切接头。去除型芯的步骤可以包括用液体溶解型芯。该方法还可以包括:将加强件型芯插入加强件层合体内,以及在管状主体和加强件已共固化之后去除加强件型芯。

[0009] 综上所述,根据本发明的一个方面提供了一种支杆,该支杆包括:层压复合管,所述管具有基本中空的内部;附接至所述管的相对两侧的至少一对纵向加强件;以及在所述管的各端部上的配件,所述配件适于被附接到结构件。

[0010] 所述支杆有利的是,其中所述加强件被定位于所述管的所述中空的内部中。

[0011] 所述支杆有利的是,其中所述配件包括具有中心轴线的开口,该开口适于接纳将所述配件连接到所述结构件的细长的销;并且各个所述加强件均关于与所述开口的所述轴线垂直的平面基本对称。

[0012] 所述支杆有利的是,其中各个所述加强件关于与所述开口的所述轴线垂直的平面基本对称。

[0013] 所述支杆有利的是,其中各个所述配件均包括多个外部阶梯;并且所述管包括分别叠盖这些外部阶梯的叠层组,其中这些外部阶梯和叠盖的这些叠层组形成单个剪切接头。

[0014] 有利的是,所述支杆还包括位于所述管的所述中空的内部中并且附接到所述管的第二对加强件。

[0015] 所述支杆有利的是,其中所述第二对加强件关于与所述开口的所述轴线基本平行的平面基本对称;并且各个所述加强件的横截面形状为梯形。

[0016] 所述支杆有利的是,其中各个所述加强件是层压复合件并且与所述管一起固化。

[0017] 所述支杆有利的是,其中各个所述配件都是金属的并且通过单个剪切接头被附接到所述管。根据本发明的另一方面,提供了一种用于传递压缩或拉伸载荷的支杆,所述支杆包括:细长的管,其具有由多重层压复合叠层形成的壁;在管状主体的各个端部上适于用销将所述管附接到结构件的配件;位于各个所述配件与所述管之间的单个剪切结合的接头;以及附接到所述管的壁上以加强所述主体的复合加强件。

[0018] 所述支杆有利的是,其中各个所述配件围绕相应的销的纵轴线将载荷传递到所述

管;并且所述复合加强件被定位于所述管的内侧并且至少包括沿着与所述销的轴线基本垂直的轴线排布的第一对对置的加强件。

[0019] 所述支杆有利的是,其中所述复合加强件包括沿着基本上平行于所述销的轴线延伸的轴线排布的第二对对置的加强件。

[0020] 所述支杆有利的是,其中各个所述配件包括具有多个外部阶梯的外壁;并且所述管体包括分别叠盖所述外部阶梯并且形成单个剪切接头的多个叠层组。

[0021] 所述支杆有利的是,其中各个所述加强件是层压复合件并且与所述管一起固化。

[0022] 所述支杆有利的是,其中各个所述加强件基本上延伸所述配件之间的整个长度。

[0023] 根据本发明的又一方面,提供了一种制造支杆的方法,所述方法包括制造细长的型芯;在所述型芯的各个端部上放置配件;将复合加强件层合体定位在所述型芯上;通过将复合叠层铺叠在所述型芯上而形成复合管;将所述管和所述加强件共固化;以及去除所述型芯。

[0024] 所述方法有利的是,其中制造型芯的步骤包括:在所述型芯的各个端部上形成轴部并且沿着所述型芯的长度在所述型芯中形成腔部;并且在所述型芯上放置配件的步骤通过将所述配件放置在所述轴部上来执行。

[0025] 所述方法有利的是,其中将加强件层合体定位在所述型芯上的步骤包括:铺叠并形成所述加强件;以及将所形成的加强件层合体放置在所述型芯的腔部中。

[0026] 所述方法有利的是,其中形成复合管的步骤通过使用自动铺丝机在所述型芯的表面上铺放复合带形成的条并将其压实来执行。

[0027] 所述方法有利的是,其中将加强件层合体定位在所述型芯的腔部中的步骤包括利用自动铺丝机将复合带形成的条铺放在所述腔部内并将其压实。

[0028] 所述方法有利的是,其中形成复合管的步骤包括在所述管与各个所述配件之间形成单个剪切接头。

[0029] 所述方法有利的是,其中去除所述型芯的步骤包括用液体溶解所述型芯。

[0030] 所述方法有利的是还包括将加强件型芯插入所述加强件层合体中;并且在所述管和所述加强件已共固化之后去除所述加强件型芯。

[0031] 根据本发明的又一方面提供了一种用于飞行器应用的支杆的制造方法,所述方法包括:制造细长的型芯,这包括沿着该型芯的长度在该型芯中形成腔部以及在所述型芯的各个端部上形成轴部;制造金属端部配件;将所述金属端部配件分别套在所述型芯的所述轴部上;铺叠并形成均具有与所述型芯的腔部的横截面形状相对应的横截面形状的多个加强件;将复合加强件层合体定位在所述型芯的腔部中;将加强件型芯放置在所述加强件层合体中;通过叠盖所述加强件层合体、所述配件以及所述加强件型芯地将复合叠层铺叠在所述型芯上来形成复合管;以及共固化所述管和所述加强件层合体;并且通过溶解这些型芯来去除这些型芯。

[0032] 根据本发明的又一方面,提供了一种用于传递压缩或拉伸载荷的飞行器支杆,所述飞行器支杆包括:细长的管,其具有由多重层压复合叠层形成的壁;适于在所述管的各个端部上利用销将管状主体附接到结构件上的配件;位于各个所述配件与管体之间的单个剪切结合的接头;以及在所述管体内附接到所述壁以加强所述管体的复合加强件,并且其中,各个所述配件围绕相应的销的纵轴线将载荷传递到所述管体,并且所述复合加强件至少包

括沿着与所述销的轴线基本垂直的轴线排布的第一对对置的加强件,各个所述加强件都具有基本上为梯形的横截面形状,所述复合加强件还包括沿着基本平行于所述销的轴线延伸的轴线排布的第二对对置的加强件,各个所述配件包括具有多个外部阶梯的外壁和基本上光滑的内壁,并且所述管体包括分别叠盖所述外部阶梯的多个叠层组。

[0033] 这些特征、功能以及优点可以在本公开的各种不同实施方式中独立实现,或者可以与参照下列说明及附图可清楚其进一步细节的其它实施方式相结合。

附图说明

[0034] 认为代表有利的实施方式的新颖特征将在所附权利要求中加以阐述。然而,在结合附图阅读时,有利的实施方式以及优选的使用模式、其进一步的目的是和优点将通过参考对本公开的一个有利实施方式的详细描述而最好地理解,在附图中:

[0035] 图1是根据所公开的实施方式的复合支杆的立体图;

[0036] 图2是图1中所示的支杆的其中一个端部配件的俯视图;

[0037] 图2A是沿着图2中所示的2A-2A的方向的侧视图;

[0038] 图3是沿着图1中的线3-3的剖视图;

[0039] 图4是沿着图3中的线4-4的截面图;

[0040] 图4A至图4C是与图4A相似但分别示出该复合支杆的另选实施方式的图示;

[0041] 图5是用于制造图1中所示支杆的型芯的立体图;

[0042] 图6是在支杆端部配件已被附接至型芯轴部的情况下图5中所示的型芯的俯视图;

[0043] 图7是沿图6中的线7-7的截面图;

[0044] 图8是沿图7中的线8-8的截面图;

[0045] 图9是加强件层叠体的立体图;

[0046] 图10是示出图9中所示的加强件被置于其中一个型芯腔部中的端视截面图;

[0047] 图11是与图10相似的图示,但示出了已被完全装入腔部中的加强件和已被完全装入加强件内的型芯;

[0048] 图12是与图10相似的图示,但示出了被置于其中一个型芯腔部的改进形式中的加强件的一个另选实施方式;

[0049] 图13是与图12相似的图示,但示出了已被完全装入腔部中的加强件以及与已装入的圆角填料一起的型芯;

[0050] 图14是与图13相似的图示,但示出了被铺叠在型芯上、覆盖加强件和加强件型芯的复合带形成的条;

[0051] 图15是将复合带施加到图6中所示的型芯组件的自动铺丝机的立体图;

[0052] 图16是根据所公开的实施方式的制造复合支杆的方法的流程图;

[0053] 图17是飞行器制造和维护方法的流程图;以及

[0054] 图18是飞行器框图的图示。

具体实施方式

[0055] 首先参照图1,细长支杆20形式的柱状结构件包括基本圆柱形的管22以及结合在该管22的相对两端部的一对端部配件24。管22可以包括但不限于复合材料,诸如纤维增强

聚合树脂制成的多重层叠的叠层,所述纤维增强聚合树脂包括但不限于碳纤维增强环氧树脂。在所示示例中,管体22的横截面形状基本上为圆形,然而其它横截面形状也是可行的,例如而非限制方形、三角形、六边形以及五角形。

[0056] 各个端部配件24可以但不限于为金属或复合材料,所述金属例如铝或钛。可以通过铸造、切削或者其它通常的加工技术来制造端部配件24。在端部配件24由复合材料形成的情况下,这些端部配件可以包括金属嵌件和/或金属衬套(未示出)。各个端部配件皆包括叉头26,该叉头包括一对各自具有开口30的间隔开的突片28,这两个开口30沿轴线27对准以接纳连接销32,该连接销非限制性地示出为圆柱形并且其将配件24连接到结构件上(未示出)。虽然被示出为具有双突片28,但根据应用叉头26可以采用多于或少于两个突片28。销32与端部配件24一起在支杆20与该支杆所附接的结构件(未示出)之间形成枢转连接。支杆20可被用作(例如而非限制)飞行器的发动机(未示出)与机身(未示出)之间的撑杆。基于不同的应用,支杆20可以起到双向传递轴向载荷的作用,使得支杆20可以沿着其中心轴线29处于拉伸或压缩状态,或者交替处于拉伸和压缩状态二者。支杆20也可以经受有限的扭转载荷。

[0057] 此时参照图2、图3和图4,各个配件24皆包括圆柱形分段35,其外径 D_1 (图2)与管体22的外径 D_2 (图4)大致相同。端部配件24还包括由一系列直径逐渐变小的圆柱形阶梯42所形成的长度为 L 的裙状花边式分段40。为不同的应用适当增加长度 L 有助于分散与金属配件24的横断相关并与复合管22相关的“刚性”。换句话说,增加裙状花边式分段40的长度 L 会在较大面积上分散端部配件24与管22之间传递的载荷。各个配件24的内部大体上可以为中空的,这由延伸过配件24的长度的具有直径 D_3 的纵向延伸的平滑孔膛44限定。在所示实施方式中,孔膛44的直径 D_3 与管22的内径 D_4 大致相等,以使配件24与管22之间的接触面积最大,因此使载荷传递能力最大。然而,在其它实施方式中,孔膛44的直径 D_3 可以不同于管22的内径 D_4 。如图2所示,突片28在38处间隔开以接纳支杆所要附接的结构件(未示出)上的突片33。尽管没有在图2中示出,但是连接销32(图1)穿过各个突片28、33。

[0058] 管体22包括复合叠层48形成的多个阶梯式叠层组45,这些复合叠层48可以由利用(例如而非限制)自动铺丝(AFP)机(未示出)施加的预浸渍纤维增强带形成。然而,也可使用其它类型的复合材料,例如而非限制金属和陶瓷,还可使用其它类型的制造技术。阶梯式叠层组45被相继铺放在端部配件24的阶梯42上,以铺放在最内侧阶梯42a上的叠层为起始,以铺放在最外侧阶梯42b上的叠层为结束。该阶梯式叠层组45分别叠盖阶梯42而形成沿着配件24的裙状花边式分段40的长度 L 延伸的单个阶梯式剪切接头40。在其它实施方式中,在管22与配件24之间采用包括具有同一斜度或变化坡度的多重嵌接部的嵌接接头(未示出)也会是可行的。管体22的壁50具有厚度 T (图4)。在所示实施方式中,阶梯式叠层组45形成其中接纳阳配件24的阴管端部,然而在其它实施方式中阶梯式叠层组45可以形成管22的阳端部而配件24的阶梯42可以形成在接纳管22的阳端部的孔膛44的内径 D_3 上。

[0059] 现在特别参照图3和图4,在一个实施方式中,可以分别通过两对细长的复合加强件52、54在内部加强管22。第一对加强件52彼此径向相对地(图4)位于管壁22的内表面47上,并且沿着与销30的轴线27基本正交地延伸的轴线25大致对称地排列。第二对加强件54同样彼此径向相对地定位,并且沿着销30的轴线27大致对称地排列。在所示示例中,各个加强件52、54的横截面形状为大致梯形,然而其它横截面形状也是可行的。各个加强件52的横

截面积大于各个加强件54的横截面积,以使管22具有更大的弯曲阻力抵抗关于销轴线27弯曲。在一个实施方式中,加强件52、54之一或二者具有沿着加强件52、54的长度基本恒定的横截面形状。然而,在其它实施方式中,任何加强件52、54的任何横截面都可以在形状或面积方面沿着加强件52、54的长度线性地或者非线性地变化。在一些实施方式中,加强件52、54可以在管22固化之后结合到管22上。

[0060] 尽管图3和图4所示的实施方式采用了位于管22的表面47内侧的加强件52、54,但是其它强化布置也是可行的。例如,图4A示出了位于管22的外表面53上的复合加强件52、54,而图4B示出了分别位于管22的外表面53和内表面47上的加强件52、54。图4C示出了又一实施方式,其中加强件54分别位于管22的内表面47和外表面53二者上。

[0061] 现在将注意力转到图5,其示出了可用于制造前述支杆20的内部型芯56。该型芯56包括大致为圆柱形的型芯主体57,该型芯主体57具有大致圆柱形的外型芯面58。型芯主体57中还包括四个周向间隔开的纵向腔部62,每一个腔部具有基本上与加强件52、54之一的横截面形状相对应的横截面形状。型芯56还包括在相对两端部上的一对大致圆柱形的轴部64,轴部64可以与型芯主体57一体地形成。各个轴部64都具有与配件24中的孔腔44的内径 D_3 (图3)基本对应的直径66。位于中心的通孔68穿过主体57轴向地延伸,其用意稍后详述。

[0062] 型芯56可以由在生产过程的后期阶段经受适合的液体(例如水)而可溶解的市售材料形成。在一个实施方式中,将适合的粉末材料与水混合并且浇注或注射到模具(未示出)中,以便形成型芯56的特征。模制之后,使型芯固化、使用合适的热源(例如,对流烘箱)干燥,并且根据需要密封。另选的,可以采用附加的制造工艺来制造水溶性型芯56。在另一实施方式中,型芯56可以利用适合的材料去除过程由材料块制成。在又一实施方式中,型芯56可以由在升温至预定温度时焚化的材料制成,或者可以包括在制造过程结束之后被放气并从管体22移除的可充胀气囊。在又一实施方式中,型芯56可在管22固化之后拆解成零件移除。

[0063] 现在参照图6和图7,在已经制造出型芯56之后,将端部配件24套在轴部64上。如可以从图7所示的实施方式中看到的,各个轴部64都基本上充满相应端部配件24的孔腔44的直径 D_3 (图3)。在其它实施方式中,轴部64可以仅延伸过孔腔44的长度 L (图3)的一部分。

[0064] 现在参照图8和图9,在一个实施方式中,加强件52、54可以利用传统的铺叠和固结工艺铺放并利用单独的刀具作业(未示出)而成形。此后,如图10所示,可将所形成的加强件层合体52、54插入相应的型芯腔部60、62中。然而,另选地,可采用AFP机之类的自动设备,通过将纤维增强预浸带形成的条(未示出)铺放在腔部60、62内并且将这些条压实在型芯56上,直接将加强件52铺叠在腔部62内。参照图11,在将加强件层合体52、54定位在腔部62内之后,可以将包括可溶性固体材料或者可充胀气囊的适合加强件型芯84放置到加强件52内,以保持该加强件52的形状,防止其在随后的制造步骤中塌陷。

[0065] 加强件52、54中的一者或二者可以包括能够改进加强件52、54与管22之间的结构连接的特征。例如参照图12,加强件52、54可以包括一体式侧向凸缘61,所述凸缘被分别容纳于在型芯56的表面58中邻近腔部60、62所形成的凹槽63中。如图13所示,当加强件52、54被置于型芯腔部60、62中时,凸缘61与型芯表面58基本上平齐。可以将圆角填料65装入加强件型芯84与凸缘61之间,以便有助于在随后的压实和固化阶段防止凸缘61向内塌陷。接着,如图14所示,将用于形成叠层组45(图3)的复合叠层48铺叠在型芯56上,覆盖凸缘61和端部

配件24的裙状花边式分段40(图3)。在这个铺叠过程中,加强件型芯84支撑叠层48并且反作用于使用AFP机执行铺叠过程的应用中所施加的压实力。

[0066] 图15示出了使用AFP机74铺叠加强件52、54和/或形成管22的壁50的叠层48。AFP机74可以为包括由机器人76控制的复合带施加头78的若干不同适合类型中的任意一种。将型芯56以及端部配件24支撑在适合的旋转架70上,该旋转架70使型芯56围绕中心轴线80转动(附图标记82)。叠层48可以包括纤维取向根据预定叠层机制变化的单向纤维增强件,所述纤维取向包括但不限于0度、+30度、+45度、90度、-60度、-45度和-30度,或者其它纤维取向。如前面所提到的,可以采用其它类型的自动铺叠过程来铺叠加强件52、54和/或管壁50的叠层,包括但不限于绕丝以及织物铺叠。

[0067] 图16概括了前述用于制造支杆20的方法的全部步骤。以步骤86起始,利用适合的铸造、以及模制和/或机加工技术制造端部配件24。在步骤88,形成型芯56,包括形成或组装型芯主体57、腔部60、62以及轴部64。在步骤90,将端部配件24安装在型芯56的轴部64上。在步骤92,铺叠并使用单独的刀具作业来成形加强件52、54。另选的,可以使用AFP机将加强件52、54直接铺叠在腔部60、62内。在加强件52、54独立铺叠并使用单独的刀具作业而成形的实施方式中,随后在步骤94将它们定位在型芯腔部60、62内。在步骤96,根据需要,将加强件型芯84安装在加强件52、54的层合体内,必要时与面糊条或其它填料之类的附加元件一起安装。在步骤98,管壁50的叠层48被铺叠在型芯主体57上,覆盖加强件52、54的层合体以及端部配件24的裙状花边式分段40。在步骤100,绕支杆叠层体安装真空袋组件(未示出)。在步骤102,使用压热器或者其它向层合体加热加压的工艺来压实和固化支杆层合体。最后,在步骤104,去除型芯56、84。在型芯56、84由水溶性材料制成的实施方式中,可以将水注入到通孔68的一端或者两端中,以导致型芯56、84溶解而穿过通孔68冲刷出来。

[0068] 以非限制性方式,在如图17中所示的飞行器制造和维护方法106以及图18中所示的飞行器108的情况下,可采用本公开的实施方式。在预生产期间,飞行器制造和维护方法106可以包括图18中的飞行器108的规格和设计110以及材料获取112。

[0069] 在生产期间,发生图18中的飞行器108的部件和组件制造114以及系统集成116。此后,图18中的飞行器108可以通过检定和交付118以便被置于服务120中。在由用户使用的服务120时,安排图18中的飞行器108进行日常维护122,该日常维护可以包括变型、重新配置、重新磨光以及其它的维护或维修。

[0070] 飞行器制造和维护方法106的各个过程可以通过系统集成商、第三方和/或操作者来执行或实施。在这些示例中,操作者可以为用户。为了本描述的目的,系统集成商可包括但不限于飞行器制造商和主系统分包商中的任一者,第三方可包括但不限于卖家、分包商以及供应商中的任一者,操作者可以为航空公司、租赁公司、军事机构、服务机构等等。

[0071] 此时参照图18,示出了可在其中实施一个有利实施方式的飞行器108的图解。在该示例中,飞行器108通过图17中的飞行器制造和维护方法106来制造并且可以包括具有多个系统126的机身124和内部128。所公开的型芯可以被用于制造机身124的各种不同的结构部件,例如桁条。系统126的示例包括一个或多个推进系统130、电气系统132、液压系统134以及环境系统136。可以包括任何数量的其它系统。虽然示出了飞行器的示例,各种不同的有利实施方式仍可以被应用到其它工业,例如汽车工业和海运业。

[0072] 这里所实施的设备和方法可以在图17中的飞行器制造和维护方法106的至少一个

阶段中使用。用在本文中时,术语“至少一个”在与列数项目一起使用时意味着可使用所列项目中一个或多个的不同组合并且可能只需要所列各项中的其中一项。例如,“项目A、项目B以及项目C中的至少一个”例如可包括但不限于项目A或者项目A和项目B。该示例也可以包括项目A、项目B和项目C或者项目B和项目C。

[0073] 在一个例示性示例中,能以与在飞行器108处于图17中的服务120阶段时所生产的组件或子组件相同的方式,制造或加工在图17中的部件和子组件制造114阶段生产的部件或子组件。作为另一个示例,可以在生产阶段,例如图17中的部件和子组件制造114以及系统集成116,使用若干设备实施方式、方法实施方式或者其组合。“若干”在指项目时是指一个或多个项目。例如若干设备实施方式为一个或多个设备实施方式。飞行器108处于图17中的服务120阶段和/或在维护122期间,可以使用若干设备实施方式、方法实施方式或者其组合。若干个不同的有利实施方式的使用,可以大幅加速飞行器108的组装和/或降低飞行器108的成本。

[0074] 为了例示和说明的目的,提供了对不同的有利实施方式的描述,并且该描述不旨在穷举或者限制所公开的形式的方式。多种变型和变更对于本领域普通技术人员来说会是显而易见的。此外,不同的有利实施方式相对于其它的有利实施方式可以提供不同的优点。所选实施方式或多个实施方式是为了最好地解释该实施方式的原理、实际应用从而使得本领域普通技术人员能够理解具有适于所构想的实际用途的各种变型的各种实施方式而被选出和描述的。

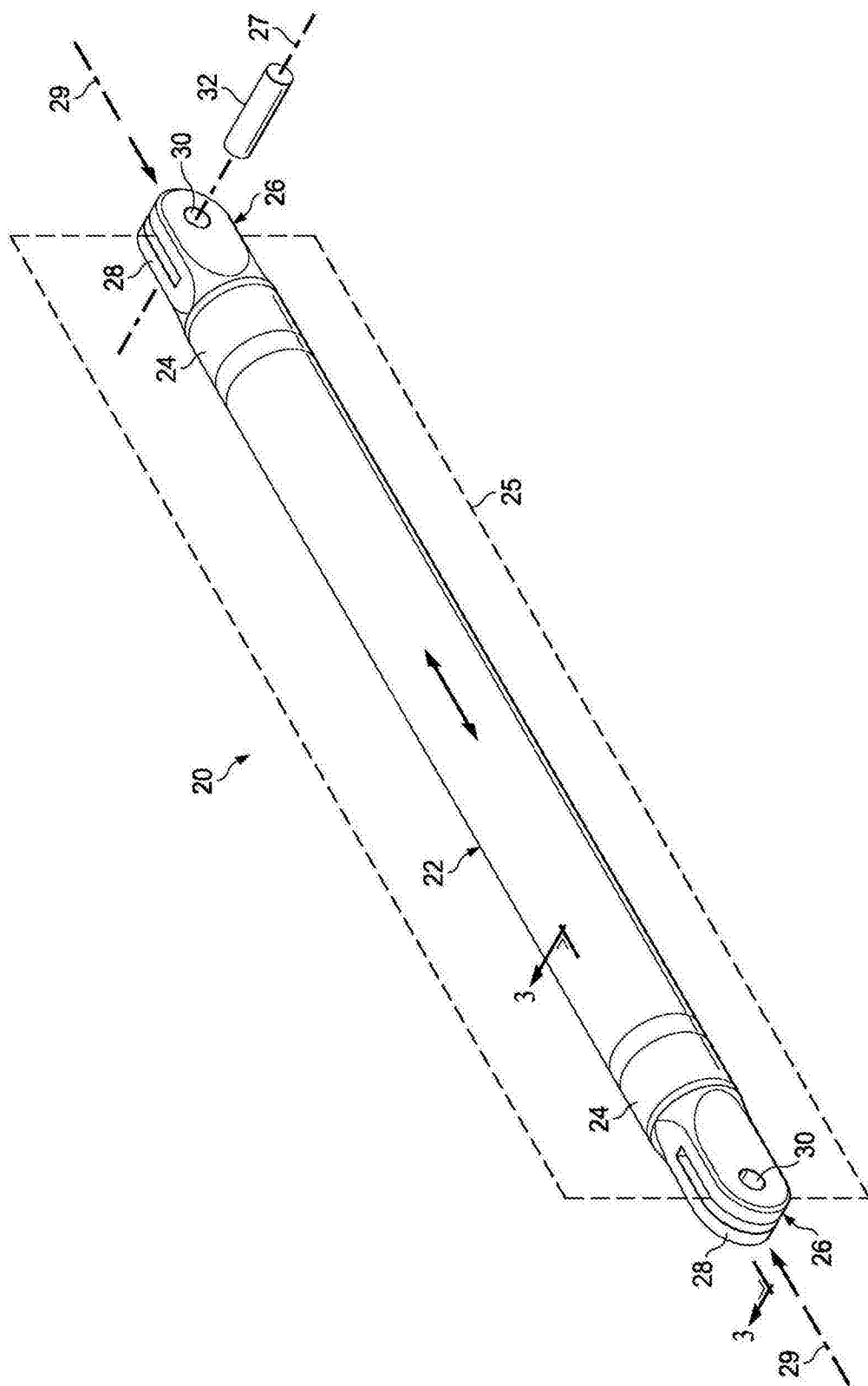


图1

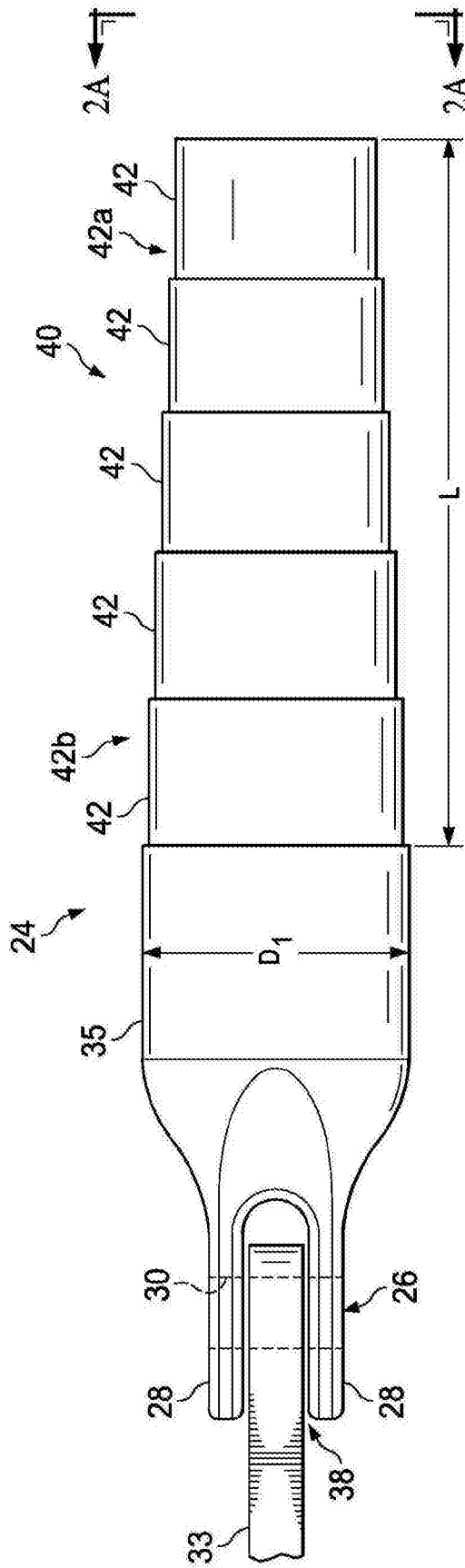


图2

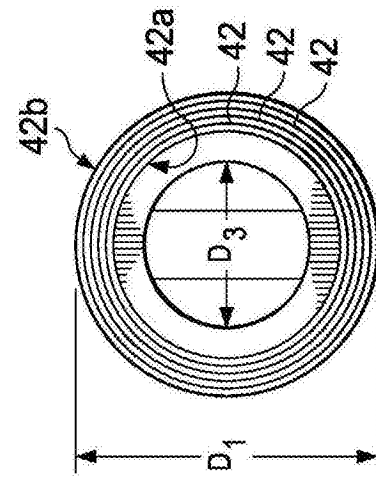


图2A

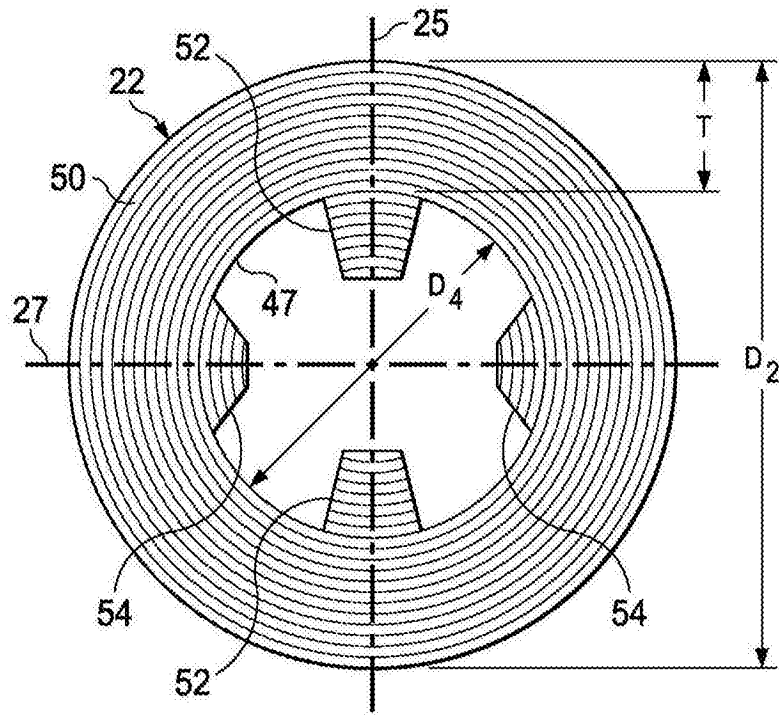


图4

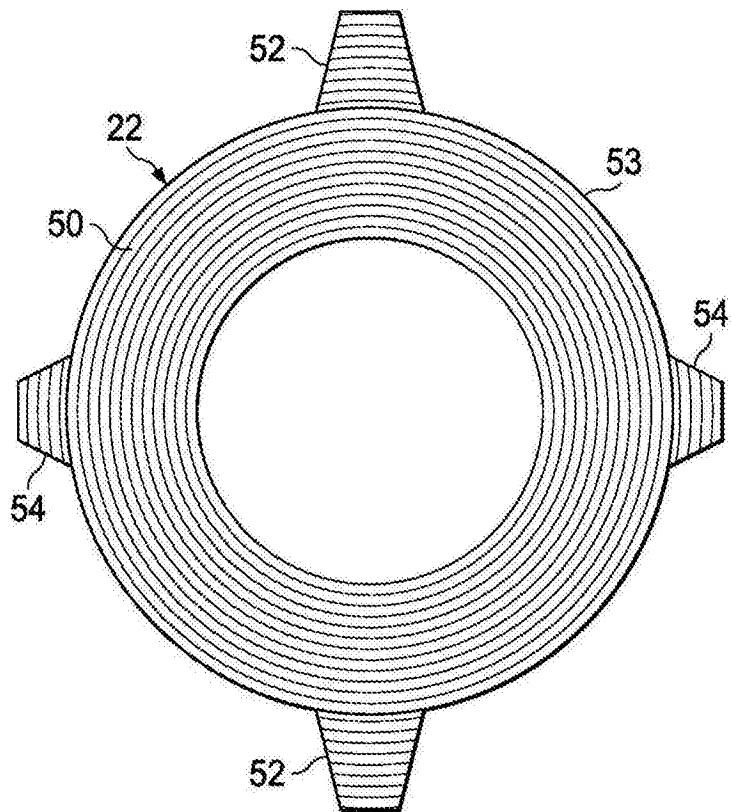


图4A

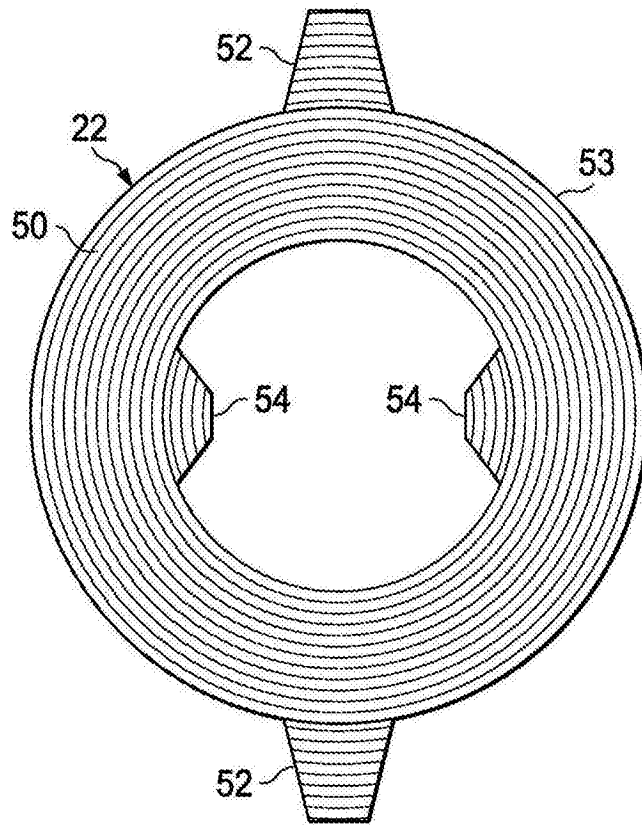


图4B

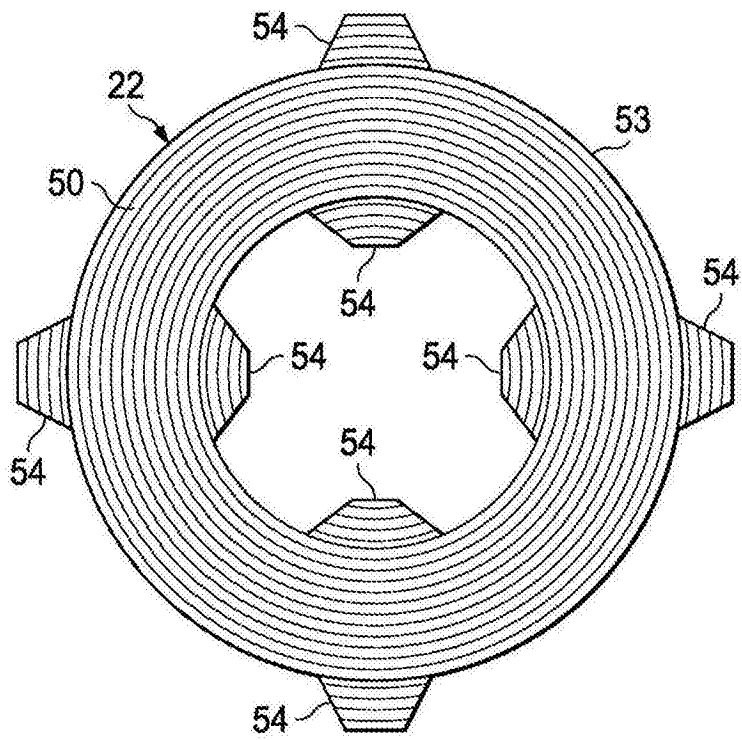


图4C

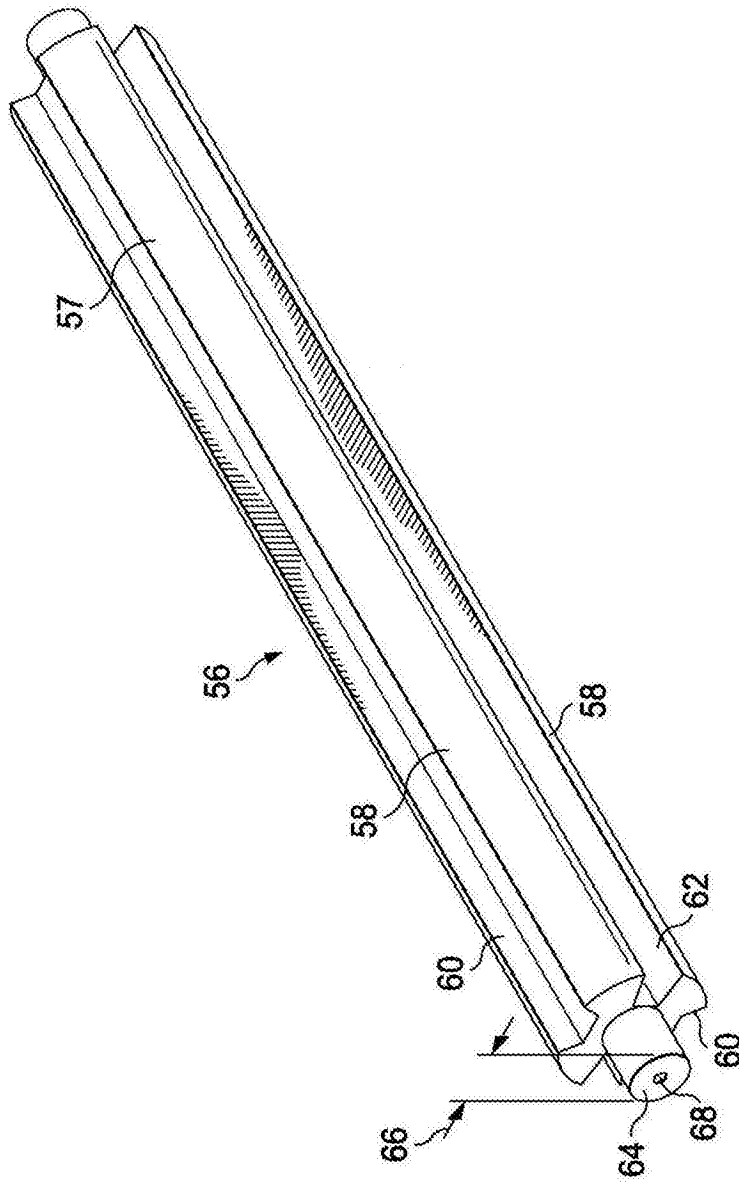


图5

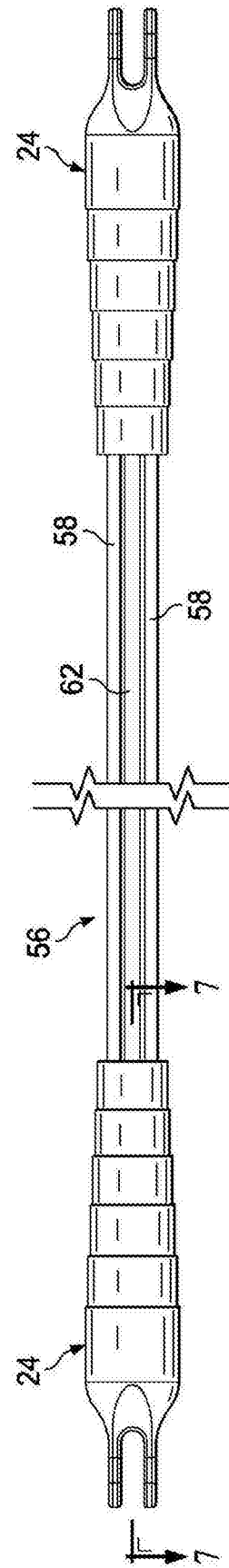


图6

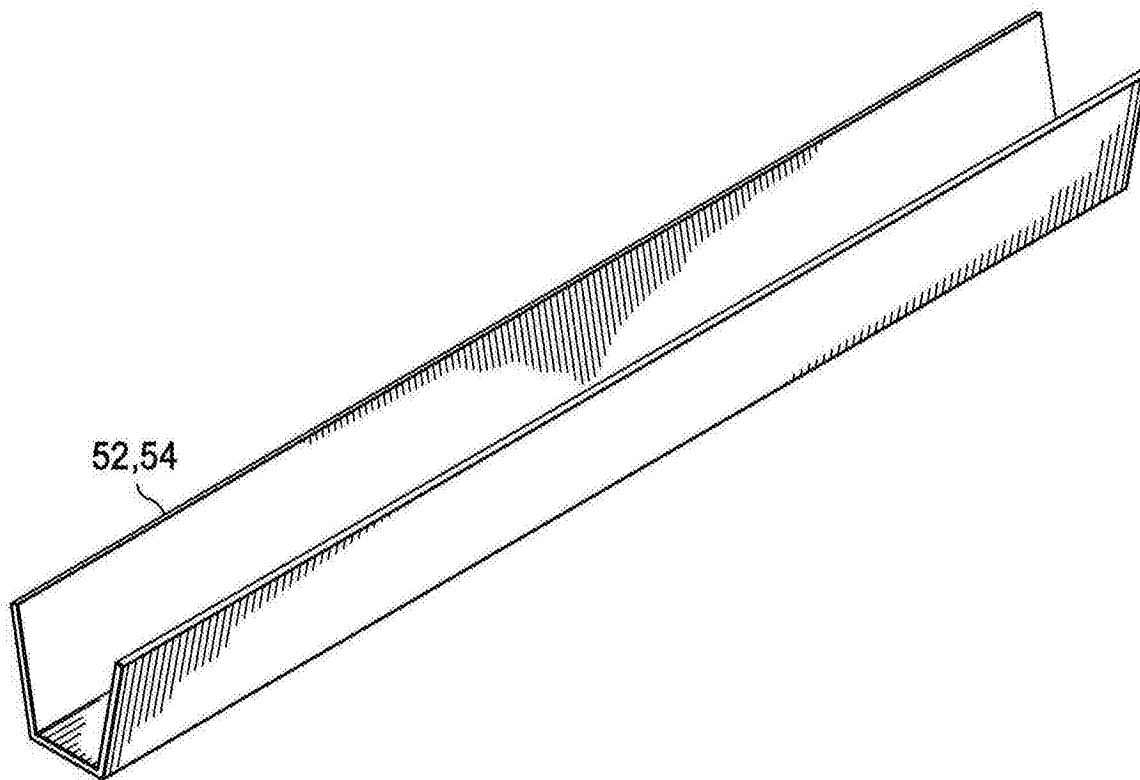


图9

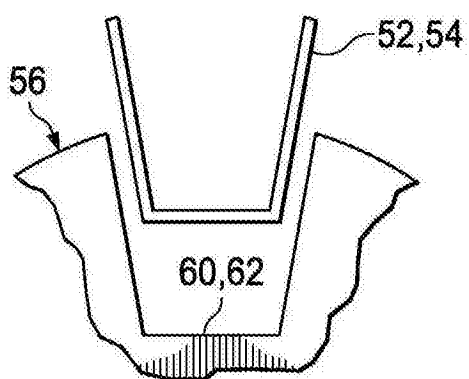


图10

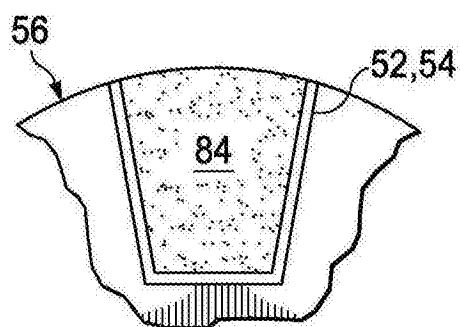


图11

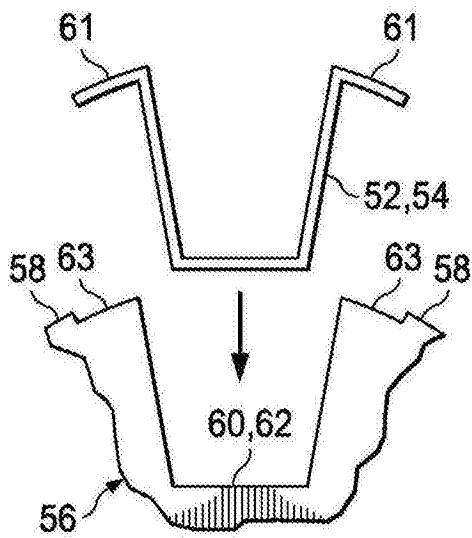


图12

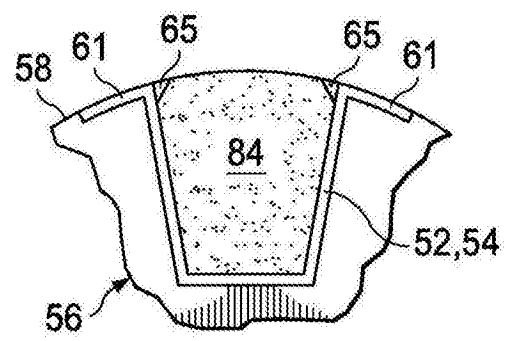


图13

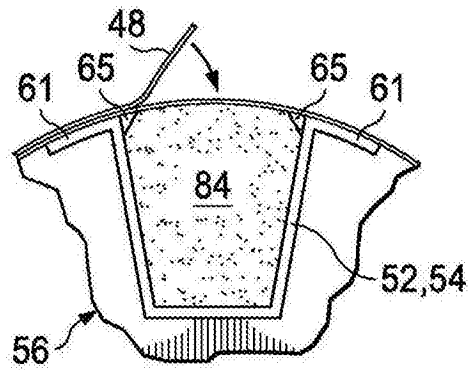


图14

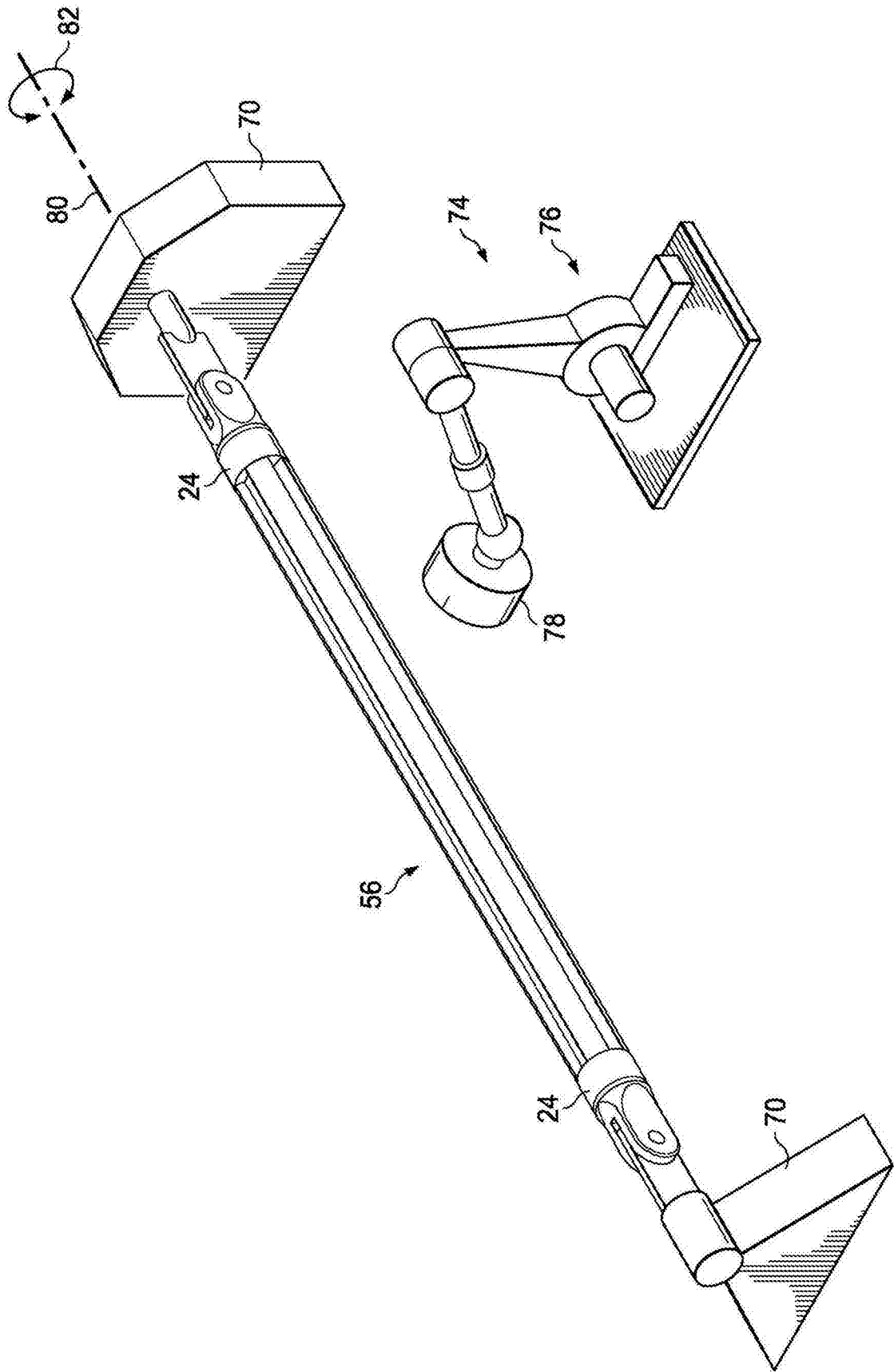


图15

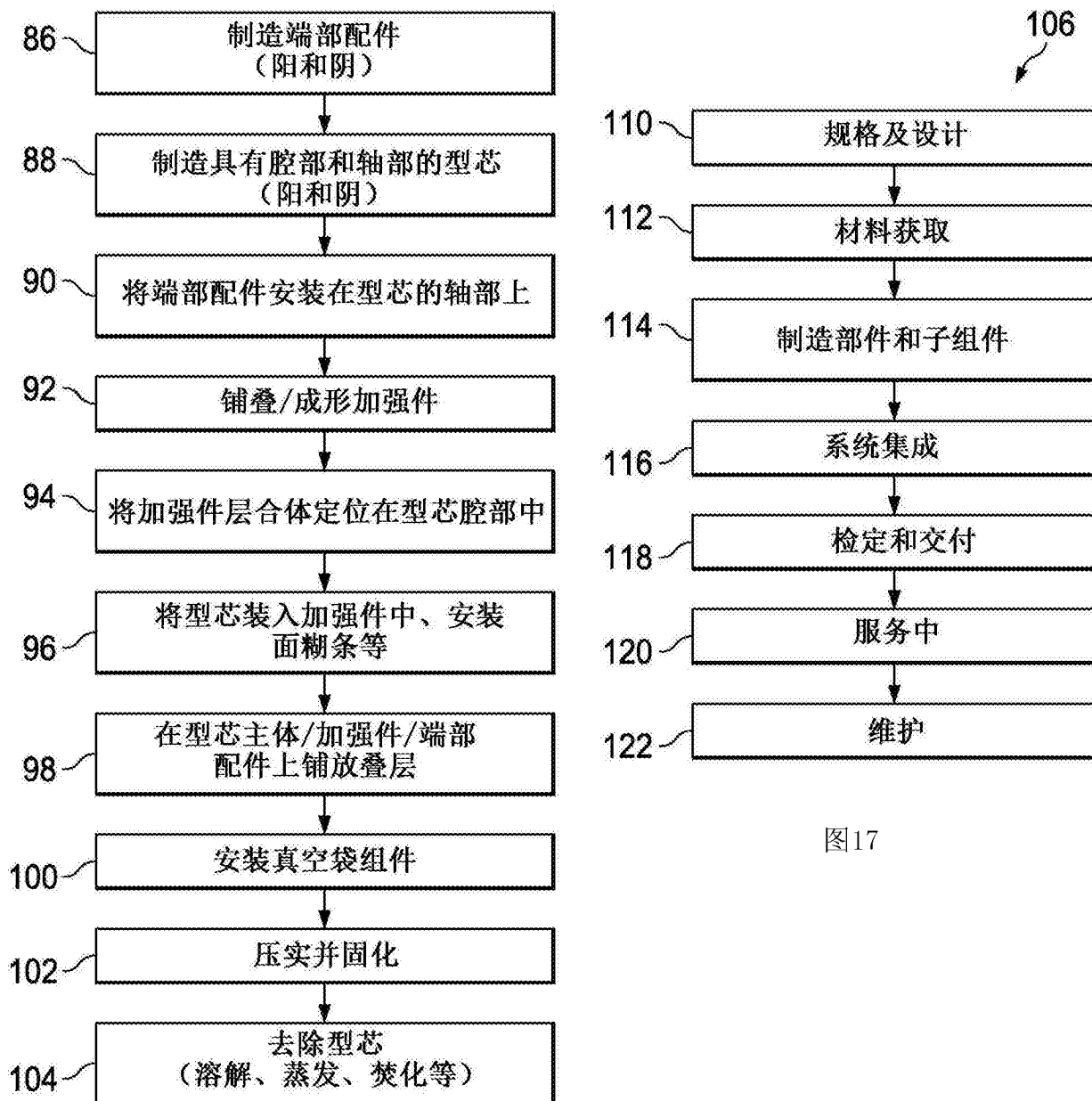


图16

图17

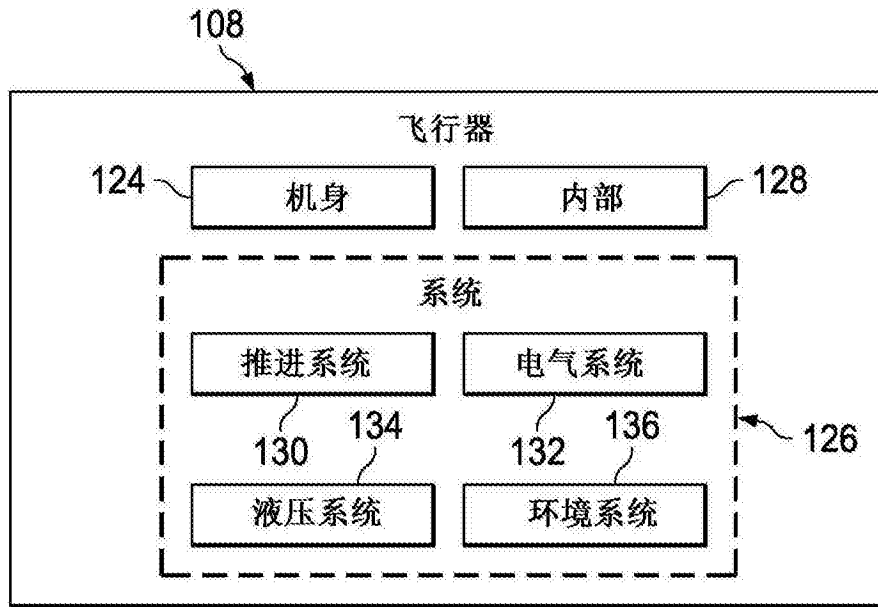


图18