



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 113770199 B

(45) 授权公告日 2024. 05. 28

(21) 申请号 202110896847.2

(22) 申请日 2017.08.31

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113770199 A

(43) 申请公布日 2021.12.10

(30) 优先权数据
62/381749 2016.08.31 US

(62) 分案原申请数据
201780053473.X 2017.08.31

(73) 专利权人 吉斯通塔系统公司
地址 美国科罗拉多州

(72) 发明人 R.K.塔卡塔 L.D.布里杰斯
E.D.史密斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

专利代理师 张婧晨 张一舟

(51) Int.Cl.
B21C 37/18 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 102176986 A, 2011.09.07
CN 104114319 A, 2014.10.22
GB 308419 A, 1929.03.28
JP H0647433 A, 1994.02.22
US 2002139160 A1, 2002.10.03
US 2005013954 A1, 2005.01.20
US 3775835 A, 1973.12.04

审查员 李颖

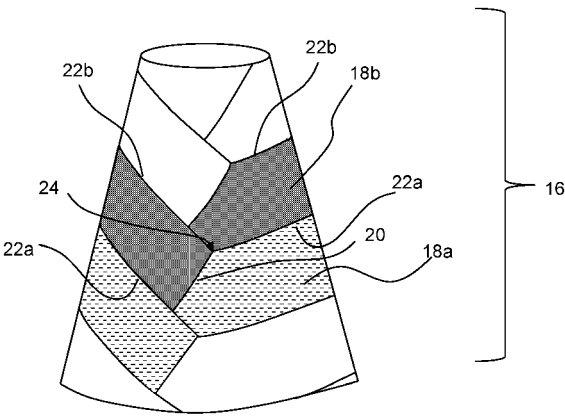
权利要求书1页 说明书16页 附图11页

(54) 发明名称

螺旋成形结构中的板过渡

(57) 摘要

螺旋成形装置、系统和方法能够用于以弯曲构造沿一个或多个联结部联结原材料的边缘以形成管状结构,诸如,锥形和/或筒形结构(例如,截头锥形结构)。平面状形式的原材料能够由以邻接关系联接到彼此的多个平面状板形成。通过控制形成原材料的多个平面状板的相对取向和形状和/或通过控制用于将平面状形式的原材料弯曲成弯曲构造的辊弯弯曲机的位置,能够通过板之间的过渡控制原材料的弯曲构造,以有助于在凹坑或其他误差的可能性降低的情况下将板辊弯至期望的直径,且以有助于在呈弯曲构造的邻近的板之间的配合。



1. 一种使多个平面状板弯曲以形成管状结构的方法,所述方法包括:

使第一平面状板和第二平面状板沿馈送方向移动通过辊弯弯曲机的辊排,所述第一平面状板和所述第二平面状板以邻接关系联接到彼此,在所述第一平面状板和所述第二平面状板之间的邻接关系沿所述馈送方向的长度限定过渡长度;

在所述过渡长度内,利用被设置在第一位置处的所述辊弯弯曲机的辊排使所述第一平面状板和所述第二平面状板弯曲,所述第一平面状板和所述第二平面状板对被设置在所述第一位置处的辊弯弯曲机的辊排具有不同弯曲响应;以及

在所述过渡长度内,利用被设置在不同于所述第一位置的第二位置处的辊弯弯曲机的辊排使所述第一平面状板和所述第二平面状板弯曲,所述第一平面状板和所述第二平面状板对被设置在所述第二位置处的辊弯弯曲机的辊排具有不同弯曲响应,其中,所述第一平面状板具有第一厚度,且所述第二平面状板具有与所述第一平面状板的所述第一厚度不同的第二厚度,且当所述过渡长度的一部分已经被移动经过所述辊弯弯曲机的中心辊时,所述第一平面状板和所述第二平面状板通过被设置至所述第二位置的辊弯弯曲机的辊排被弯曲。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一平面状板的所述第一厚度大于所述第二平面状板的所述第二厚度,且当所述过渡长度的多于一半已经被移动经过所述辊弯弯曲机的中心辊时,所述第一平面状板和所述第二平面状板通过被设置到所述第二位置的所述辊弯弯曲机的辊排被弯曲。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一平面状板的所述第一厚度小于所述第二平面状板的所述第二厚度,且当所述过渡长度的小于一半已经被移动经过所述辊弯弯曲机的中心辊时,所述第一平面状板和所述第二平面状板通过被设置至所述第二位置的辊弯弯曲机的辊排被弯曲。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,利用被设置在所述第二位置处的辊弯弯曲机的辊排使所述第一平面状板和所述第二平面状板弯曲包括:使所述辊弯弯曲机的辊排中的一个或多个相对于彼此从所述第一位置移动至所述第二位置。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一平面状板的至少一部分和所述第二平面状板的一部分以大致相同的直径被辊弯。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述辊弯弯曲机的辊排被布置为三辊。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,在所述第一平面状板和所述第二平面状板之间的邻接关系包括,在所述第一平面状板和所述第二平面状板沿所述过渡长度移动通过所述辊弯弯曲机时,沿相对于所述馈送方向倾斜的一个或多个边缘邻接。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一平面状板和所述第二平面状板沿所述过渡长度的馈入角度相对于由所述辊弯弯曲机的辊排中的一个限定的轴线倾斜。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一平面状板和所述第二平面状板沿垂直于所述第一平面状板和所述第二平面状板的相应纵向边缘的方向具有相同最大宽度。

螺旋成形结构中的板过渡

[0001] 本申请是申请号为201780053473.X、申请日为2017年8月31日、题为“螺旋成形结构中的板过渡”的中国发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2016年8月31日提交的美国临时专利申请62/381,749号的优先权,该文献的全部内容通过引用合并在本文中。

[0004] 政府许可权

[0005] 本发明是在由国家科学基金会授予的NSF Phase II SBIR拨款NSF IIP-1353507下利用政府支持做出的。美国政府在本发明中有一定权利。

背景技术

[0006] 在螺旋成形制造过程中,钢板被馈送到轧机(mill)内,且连续辊弯成形(roll-formed)为期望的形状。例如,使用该技术,能够通过将适当地成形的材料板馈送到轧机中且在材料离开轧机时沿螺旋边缘连续联结弯曲的、辊弯成形的材料而形成筒形或锥形形状。虽然能够使用该技术来制作用于风力涡轮机的诸如钢塔的各种有用的结构,但是在用于形成这些结构的板之间的过渡呈现关于在最终结构中满足制造公差和材料的高效使用的某些挑战。

发明内容

[0007] 螺旋成形装置、系统和方法能够被用于以弯曲构造沿一个或多个联结部联结原材料的边缘以形成管状结构,诸如,锥形和/或筒形结构(例如,截头锥形结构)。平面状形式的原材料能够由以邻接关系联接到彼此的多个平面状板形成。通过控制形成原材料的多个平面状板的相对取向和形状和/或通过控制用于将平面状形式的原材料弯曲成弯曲构造的辊弯弯曲机(roll bender)的位置,能够通过板之间的过渡控制原材料的弯曲构造,以有助于在凹坑或其他误差的可能性降低的情况下将板辊弯至期望的直径,且以有助于在呈弯曲构造的邻近的板之间的配合,以增加满足在最终结构中的制造公差的可能性。

[0008] 根据一个方面,多个平面状板的集合能够被共同地定尺寸从而以弯曲构造形成管状结构,且多个平面状板能够包括:第一平面状板,其具有匹配边缘、对准边缘和成对的第一纵向边缘,匹配边缘和对准边缘在一起限定在第一纵向边缘之间延伸的非线性路径;以及第二平面状板,其具有横向边缘和成对的第二纵向边缘,横向边缘在第二纵向边缘之间延伸,其中,第一平面状板和第二平面状板被定尺寸成可相对于彼此以邻接关系定位,其中,第一平面状板的匹配边缘与在第二平面状板的第二纵向边缘之间的横向边缘互补,并且第一平面状板的对准边缘与第二平面状板的第二纵向边缘中的一者共线。

[0009] 在某些实施方式中,在第一平面状板和第二平面状板之间的邻接关系中,第一平面状板和第二平面状板能够形成连续表面。

[0010] 在一些实施方式中,在第一平面状板和第二平面状板之间的邻接关系中,第一平面状板的第一纵向边缘中的一者能够相对于第二平面状板的第二纵向边缘中的一者倾斜。

[0011] 在某些实施方式中,在第一平面状板和第二平面状板之间的邻接关系中,第一平面状板的第一纵向边缘中的一者能够接触第二平面状板的第二纵向边缘中的一者以限定大致连续边缘。

[0012] 在一些实施方式中,第一平面状板能够具有第一厚度,且第二平面状板具有等于第一厚度的第二厚度。

[0013] 在某些实施方式中,第一平面状板和第二平面状板能够各自具有细长形状,且第一平面状板和第二平面状板能够具有不同长度。

[0014] 在一些实施方式中,成对的第一纵向边缘能够彼此平行。额外地或替代地,成对的第二纵向边缘能够彼此平行。在某些情形中,第一平面状板的成对的第一纵向边缘能够限定第一宽度,且第二平面状板的成对的第二纵向边缘能够限定等于第一宽度的第二宽度。

[0015] 在某些实施方式中,第一平面状板的匹配边缘能够包括至少一个线性部段。

[0016] 在一些实施方式中,第二平面状板的横向边缘能够在第二平面状板的成对的第二纵向边缘之间限定线性路径。

[0017] 在某些实施方式中,第二平面状板的横向边缘能够在第二平面状板的成对的第二纵向边缘之间限定非线性路径。例如,由横向边缘限定的非线性路径能够具有相对于彼此成角度的一个或多个直的部段。额外地或替代地,第二平面状板的横向边缘沿着其延伸的非线性路径能够限定V形(chevron)。进一步,或作为替代,第二平面状板的横向边缘沿着其延伸的非线性路径包括曲线形状。

[0018] 在一些实施方式中,第一平面状板和第二平面状板能够各自由金属形成。

[0019] 在某些实施方式中,多个平面状板能够被共同地定尺寸从而以弯曲构造形成没有平面状板的平面内(in-plane)变形的截头锥形结构。

[0020] 根据另一方面,截头锥形结构能够包括:第一弯曲板,所述第一弯曲板具有匹配边缘、对准边缘和成对的第一纵向边缘,匹配边缘和对准边缘在一起限定在第一纵向边缘之间延伸的非线性路径;以及,第二弯曲板,所述第二弯曲板具有成对的第二纵向边缘和横向边缘,横向边缘在第二纵向边缘之间延伸,第二弯曲板的横向边缘和第一弯曲板的匹配边缘联接到彼此以形成从第二纵向边缘中的一者延伸至第二纵向边缘中的另一者的横向接缝,第一弯曲板的对准边缘与第二弯曲板的第二纵向边缘中的一者形成第一螺旋接缝的至少一部分。

[0021] 在一些实施方式中,第一弯曲板的第一纵向边缘中的一者和第二弯曲板的第二纵向边缘中的一者能够沿第一螺旋接缝联结。额外地或替代地,第一弯曲板和第二弯曲板能够在横向接缝、第一螺旋接缝和第二螺旋接缝的相交部处联接到彼此,且横向接缝、第一螺旋接缝和第二螺旋接缝能够在相交部处相对于彼此倾斜。

[0022] 在某些实施方式中,第一弯曲板和第二弯曲板能够各自由金属形成,且横向接缝能够包括将第一弯曲板和第二弯曲板联接至彼此的焊接部。

[0023] 在一些实施方式中,第一弯曲板和第二弯曲板能够在没有平面内变形的情况下联接到彼此。

[0024] 根据又另一方面,方法能够包括:获得多个平面状板,所述多个平面状板包括:第一平面状板,所述第一平面状板具有匹配边缘、对准边缘和成对的第一纵向边缘,匹配边缘和对准边缘限定在第一纵向边缘之间延伸的非线性路径;以及第二平面状板,所述第二平

面状板具有横向边缘和成对的第二纵向边缘,横向边缘在第二纵向边缘之间延伸;将第一平面状板和第二平面状板相对于彼此以邻接关系定位,其中,第一平面状板的匹配边缘与第二平面状板在第二纵向边缘之间的横向边缘互补,且第一平面状板的对准边缘与第二平面状板的第二纵向边缘中的一者共线;将第一平面状板的匹配边缘沿横向接缝联接至第二平面状板的横向边缘,从而形成呈平面状形式的原材料;将原材料弯曲成弯曲构造;以及,螺旋焊接所述原材料以形成截头锥形结构。

[0025] 在某些实施方式中,横向接缝包括至少一个非线性部段。

[0026] 在一些实施方式中,横向接缝能够包括至少一个线性部段。

[0027] 在某些实施方式中,第一平面状板和第二平面状板能够各自是细长的,且第一平面状板和第二平面状板能够各自具有不同长度。

[0028] 在一些实施方式中,螺旋焊接原材料以形成截头锥形结构包括:将呈弯曲构造的第一平面状板的第一纵向边缘中的一者联接至呈弯曲构造的第二平面状板的第二纵向边缘中的一者。

[0029] 根据又另一方面,方法能够包括:使第一平面状板和第二平面状板沿馈送方向移动通过辊弯弯曲机的辊排(roll bank),第一平面状板和第二平面状板以邻接关系联接到彼此,在第一平面状板和第二平面状板之间的邻接关系沿馈送方向的长度限定过渡长度;在过渡长度内,利用被设置在第一位置处的辊弯弯曲机的辊排使第一平面状板和第二平面状板弯曲,第一平面状板和第二平面状板对被设置在第一位置处的辊弯弯曲机的辊排具有不同弯曲响应;以及,在过渡长度内,利用被设置在不同于第一位置的第二位置处的辊弯弯曲机的辊排使第一平面状板和第二平面状板弯曲,第一平面状板和第二平面状板对被设置在第二位置处的辊弯弯曲机的辊排的具有不同弯曲响应。

[0030] 在某些实施方式中,第一平面状板具有大于第二平面状板的厚度的厚度,且当过渡长度的多于一半已经被移动经过辊弯弯曲机的中心辊时,第一平面状板和第二平面状板能够通过被设置至第二位置的辊弯弯曲机的辊排被弯曲。

[0031] 在一些实施方式中,第一平面状板能够具有小于第二平面状板的厚度的厚度,且当过渡长度的小于一半已经被移动经过辊弯弯曲机的中心辊时,第一平面状板和第二平面状板能够通过被设置至第二位置的辊弯弯曲机的辊排被弯曲。

[0032] 在某些实施方式中,利用被设置在第二位置处的辊弯弯曲机的辊排使第一平面状板和第二平面状板弯曲包括:使辊弯弯曲机的辊排中的一个或多个相对于彼此从第一设置位置移动至第二设置位置。

[0033] 在一些实施方式中,方法还能够包括,在过渡长度内,沿在馈送方向上的长度,利用被设置在不同于第二设置位置的第三设置位置处的辊弯弯曲机的辊排使第二平面状板弯曲。例如,第二平面状板对被设置至第三位置的辊弯弯曲机的辊排的相应弯曲响应大致等于第一平面状板对被设置至第一位置的辊弯弯曲机的辊排的相应弯曲响应,使得第一平面状板的至少一部分和第二平面状板的一部分以大致相同直径被辊弯。

[0034] 在某些实施方式中,辊弯弯曲机的辊排能够布置为三辊。

[0035] 在一些实施方式中,第一平面状板的厚度能够不同于第二平面状板的厚度。

[0036] 在某些实施方式中,第一平面状板的厚度能够大于第二平面状板的厚度。

[0037] 在一些实施方式中,第一平面状板的厚度能够小于第二平面状板的厚度。

[0038] 在某些实施方式中,在第一平面状板和第二平面状板之间的邻接关系包括,在第一平面状板和第二平面状板沿过渡长度移动通过辊弯弯曲机时,沿相对于馈送方向倾斜的一个或多个边缘邻接。

[0039] 在一些实施方式中,在第一平面状板和第二平面状板之间的邻接关系能够包括曲线形状。

[0040] 在某些实施方式中,第一平面状板和第二平面状板沿过渡长度的馈入角度能够相对于由辊弯弯曲机的辊排中的一个限定的轴线倾斜。

[0041] 在一些实施方式中,第一平面状板和第二平面状板沿垂直于第一平面状板和第二平面状板的相应纵向边缘的方向能够具有相同最大宽度。

[0042] 其他方面、特征和优势将从说明书和附图以及从权利要求中显而易见。

附图说明

[0043] 图1是包括渐缩的塔的风力涡轮机组件的示意图。

[0044] 图2是包括锥形部段的图1的渐缩的塔的透视分解视图。

[0045] 图3是图1的渐缩的塔的锥形部段中的一个的透视侧视图。

[0046] 图4是用于形成图3的锥形部段的一部分的多个平面状板的集合的顶视图。

[0047] 图5是由图4的多个平面状板的集合形成的平面状形式的原材料的顶视图。

[0048] 图6是制作系统的框图。

[0049] 图7是由图6的制作系统执行的螺旋成形过程的示意性表示。

[0050] 图8是形成管状结构的示例性方法的流程图。

[0051] 图9是多个平面状板的集合的顶视图。

[0052] 图10是在图7中示出的螺旋成形过程的弯曲操作的示意性表示。

[0053] 图11是施加弯曲至平面状板的过渡的示例性方法的流程图。

[0054] 在各种附图中,类似附图标记指示类似元件。

具体实施方式

[0055] 现在将在下文中参考附图更全面地描述实施例,在附图中,示出优选实施例。然而,前述内容可以以许多不同的形式实现,且不应被解释为限制于在本文中所陈述的所示出的实施例。

[0056] 在本文中提及的所有文献在此通过引用以其整体合并在本文中。以单数引用物件应当理解为包括复数个的物件,且反之亦然,除非另外明确地陈述或者从背景清楚可见。除非另外陈述或者从背景清楚可见,否则语法连词意图表达所结合的从句、句子、单词等的任何和所有分开和结合的组合。因此,术语“或”应当大体被理解为意思是“和/或”等等。

[0057] 除非在本文中另外指示,否则在本文中所记载的值的范围不意图是限制性的,作为替代,单独地指的是落入该范围内的任何和所有值,且在这种范围内的每个单独的值被合并到说明书中,如同在本文中单独地记载了该值那样。单词“大约”、“近似”、“大致”等,当伴随数字值时,将被解释为包括如将由本领域普通技术人员理解的任何偏差,以满意地操作于意图的目的。在本文中,值的范围和/或数值仅作为示例提供,且不构成对所描述的实施例的范围的限制。在本文中提供的任何和所有示例或示例性语言(“例如”、“诸如”等)

的使用意图仅仅为了更好地说明实施例,且不对实施例或权利要求的范围施加限制。在说明书中的语言都不应当被解释为指示任何未要求保护的元件为对于所公开的实施例的实践来说是必要的。

[0058] 在下文的描述中,应当理解的是,诸如“第一”、“第二”、“顶部”、“底部”、“在上方”、“在下方”、“向上”、“向下”等的术语都是出于方便的词语,且除非特别地陈述,否则不将被解释为限制性术语。

[0059] 关于形成用于支撑风力涡轮机的塔的部分来描述本公开的螺旋成形装置、系统和方法。然而,这是通过举例的方式,且不应被理解为以任何方式限制目前公开的装置、系统和方法。也就是说,一般而言,本公开的螺旋成形装置、系统和方法能够被用于产生各种有用的管状结构,诸如例如,塔、桩(piling)、供土木工程师(civil engineer)使用的其他结构件(例如,柱)、管道、螺旋导管等。

[0060] 参考图1,风力涡轮机组件10包括通过塔14支撑的风力涡轮机12。塔14能够具有沿塔14的长度降低的直径,以便在风力涡轮机12被附接所在的顶部比基部具有更小的直径,其中,塔14被固定地紧固到地面或其他刚性表面。塔14的轴向渐缩的直径能够是有用的,例如,以用于解决在高效使用材料同时提供结构强度以支撑在现场通过风力涡轮机12或在风力涡轮机12上施加的负载的相互矛盾的考虑因素(competing consideration)。也就是说,一般而言,负载沿塔14的轴向方向改变,其中,朝向塔14的基部通常经受更大的负载,且朝向塔14的顶部通常经受更低的负载。因此,对于给定材料厚度,与仅具有所选择的单个直径以承受在基部处的最大应力负载的塔相比较,塔14的轴向渐缩能够导致使用更少的材料。虽然能够通过改变塔14的直径来实现更少的材料的使用,但是应当理解的是,可进一步或作为替代通过沿远离塔14的基部延伸的方向使用改变的材料厚度来实现更少的材料。更一般而言,直径、材料类型、材料厚度及其组合中的改变能够沿塔14改变,以实现用于承受负载同时实现材料的高效使用的合适的设计特征。

[0061] 塔14能够由使用连续螺旋成形过程而形成的部分来制作,其中,如在下文中更详细描述地,平面状形式的原材料能够被辊弯成形,且沿一个或多个螺旋接缝联结以形成管状结构,诸如,具有截头锥形形状的结构。当以该方式制作时,在塔14的结构特征中沿塔14的轴线从基部至顶部的改变,不管其是通过直径、材料类型、材料厚度、还是其组合中的改变来实现的,都会需要管理在形成平面状形式的原材料的平面状板中的过渡。如本文中所描述地,通过控制形成原材料的多个平面状板的形状和相对取向和/或通过控制用于使平面状形式的原材料弯曲成弯曲构造的辊弯弯曲机的位置,能够管理这些过渡。通过这些过渡的对板的这种控制能够有利地有助于将板辊弯成期望的直径,且所具有的凹坑或其他误差的可能性降低,且进一步或作为替代,能够有助于在邻近的呈弯曲构造的板之间的配合,以增加满足在最终结构中的制造公差的可能性。

[0062] 现在参考图2,塔14可包括联结(例如,被焊接)至彼此的多个锥形部分16。例如,锥形部分16能够在轧机处根据本文中所描述的方法制作,并且然后被运送至现场,在现场处,截头锥形部分16能够被焊接或以其他方式机械地联接到彼此以形成塔14。虽然这提供了有用的、模块化的结构,但是塔14可以作为替代在不脱离本公开的范围的情况下由一体的锥形部分形成。塔14能够进一步或作为替代包括一个或多个筒形部分,且因此,更一般地,能够被理解为包括任何种类和形式的管状部分。

[0063] 每个锥形部段16能够具有实际峰顶或虚拟峰顶。例如,锥形部段16中的一者能够被成形为锥形,且因此在其顶点处具有实际峰顶。额外地或替代地,锥形部段16中的一者或多者能够成形为截头结构,诸如截头锥形结构,且因此能够具有“虚拟峰顶”,该“虚拟峰顶”在这样的点处:如果该结构不被截头的话,则在该点处渐缩件将最终减小至零。除非以其他方式规定或被使得从背景清楚可见,否则本文中所描述的装置、系统和方法应当被理解为适用于具有实际峰顶抑或虚拟峰顶的锥形部段16。更一般而言,除非以其他方式规定或被使得从背景清楚可见,否则本文中所描述的装置、系统和方法应当被理解为适用于各种不同类型的管状结构中的任何。

[0064] 现在参考图3,每个锥形部段16能够包括第一弯曲板18a和第二弯曲板18b。一般而言,应当理解的是,每个锥形部段16在必要时能够包括更大数目的弯曲板,以满足与锥形部段16相关联的各种不同设计要求。形成每个锥形部段16的其他弯曲板能够以类似于第一弯曲板18a与18b的联接的方式联接到彼此,且因此,出于高效解释的目的,第一弯曲板18a至第二弯曲板18b的联接在本文中被描述作为说明性示例,除非以其他方式规定或被使得从背景清楚可见,否则应理解其适用于在每个锥形部段16中的其他弯曲板的联接。

[0065] 在辊弯第一弯曲板18a和第二弯曲板18b之前,第一弯曲板18a和第二弯曲板18b能够沿横向接缝20端对端联结,如在下文中更详细描述地。第一弯曲板18a和第二弯曲板18b能够例如是金属,使得第一弯曲板18a和第二弯曲板18b能够使用本文中所描述的各种不同装置、系统和方法中的任何一者或多者被弯曲和联结至彼此。在其中第一弯曲板18a和第二弯曲板18b是金属的情形中,横向接缝20能够是使用本文中所描述的各种不同装置、系统和方法中的任何一者或多者所形成的焊接部。

[0066] 横向接缝20能够使弯曲的第一板18a和弯曲的第二板18b相对于彼此取向以有助于第一弯曲板18a、第二弯曲板18b和一个或多个其他邻近的弯曲板的纵向边缘的对准、或配合,以形成与在第二弯曲板18b与另一弯曲板之间的第二螺旋接缝22b适当地对准的第一螺旋接缝22a。也就是说,第一弯曲板18a和第二弯曲板18b的纵向边缘能够相对于彼此取向成使得横向接缝20、第一螺旋接缝22a和第二螺旋接缝22b在相交部24处沿特定取向会和。更特别地,横向接缝20、第一螺旋接缝22a和第二螺旋接缝22b能够在相交部24处以“T”形会和。如在本文中使用地,“T”形将被理解为包括三个接缝的任何种类和形式的相交部。例如,在相交部24处,横向接缝20、第一螺旋接缝22a和第二螺旋接缝22b能够相对于彼此倾斜。与通过四个接缝的相交部形成的“X”形相交部相比较,形成呈“T”形的相交部24的能够降低在相交部处的焊接缺陷的可能性、接缝的对准中的不精确度和/或辊弯直径中的不精确度,且因此,能够有助于制造具有改善的尺寸公差的管状结构。

[0067] 第一螺旋联结部22a和第二螺旋联结部22b可以在螺旋中延伸,如在本文中使用地,该螺旋包括围绕结构的外周缠绕的联结部,同时还沿结构的长度延伸。例如,术语螺旋能够是大致围绕结构的外周延伸同时还沿结构的长度延伸的任何曲线形状。如在本文中使用地,曲线形状应当被理解为指的是沿形状处处可微的数学函数。相应地,如在本文中使用地,术语螺旋的使用应当被理解为包括在锥形或筒形表面上的一个或多个曲线,且应当进一步被理解为排除尖角,诸如,由直线段的相交形成的类型的角。

[0068] 第一螺旋联结部22a和第二螺旋联结部22b可以各自绕由锥形部段16限定的纵向轴线周向地延伸。从第一螺旋联结部22a至锥形部段16的纵向轴线的径向距离在沿着纵向

轴线的方向上单调改变。类似地,从第二螺旋联结部22b至纵向轴线的径向距离在沿着纵向轴线的方向上单调改变。弯曲的第一板18a、弯曲的第二板18b和锥形部段16的其他弯曲板共同形成从一端缩窄至另一端的结构。这能够例如是线性渐缩,其形成锥形部段16的大致锥形形状。

[0069] 现在参考图4和图5,多个平面状板的集合40能够被共同地定尺寸从而以螺旋构造形成管状结构。例如,多个平面状板的集合40能够被共同地定尺寸从而以弯曲构造形成没有平面状板的平面内变形的截头锥形结构,诸如,锥形部段16(图3)。多个平面状板能够包括第一平面状板18a' 和第二平面状板18b'。应当理解的是,由在图4中的带上撇号的数字表示的板表示在图3中的相应弯曲板的平面状形式。相应地,第一平面状板18a' 应当被理解为是弯曲板18a在辊弯之前的平面状或平坦形式,且第二平面状板18b' 应当被理解为是弯曲板18b在辊弯之前的平面状或平坦形式。如在下文中更详细描述地,第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 能够被定位成彼此邻接关系,且被如此定位时,能够联接(例如,被焊接)在一起以形成呈平面状形式的原材料50,该原材料能够被馈送到本文中所描述的弯曲装置中的任何一者或多者中以形成管状结构,诸如,锥形部段16(图3)。

[0070] 第一平面状板18a' 能够具有成对的第一纵向边缘42、匹配边缘44和对准边缘46。一般而言,匹配边缘44和对准边缘46在一起限定在第一纵向边缘42(例如,从第一纵向边缘42中的一者延伸至第一纵向边缘42中的另一者)之间延伸的非线性路径。也就是说,匹配边缘44和对准边缘46都不与第一纵向边缘42中的任一者共线。匹配边缘44能够例如包括具有横向尺寸的线性部段,且对准边缘46能够包括具有横向尺寸的线性部段,其与匹配边缘44的至少一个线性部段相交,使得由匹配边缘44和对准边缘46限定的路径的总体形状从第一纵向边缘42中的一者至第一纵向边缘42的另一者是而非线性的。进一步,或作为替代,匹配边缘44和对准边缘46一起能够跨越第一平面状板18a' 的整个宽度,从第一纵向边缘42中的一者至第一纵向边缘42中的另一者。

[0071] 第二平面状板18b' 能够具有成对的第二纵向边缘43和横向边缘45。横向边缘45能够在第二纵向边缘43之间延伸。例如,横向边缘45能够延伸第二平面状板18b' 的整个宽度,从第二纵向边缘43中的一者至第二纵向边缘43中的另一者。在某些实施方式中,横向边缘45能够限定在第二纵向边缘43之间的线性路径。更一般而言,将第一平面状板18a' 的匹配边缘44和第二平面状板18b' 的横向边缘45形成为简单几何结构能够有助于使第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 对准以建立邻接关系,其中,第一平面状板18a' 的匹配边缘44与第二平面状板18b' 的横向边缘45互补。

[0072] 第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 能够被定尺寸成可相对于彼此以邻接关系定位,其中,第一平面状板18a' 的匹配边缘44与在第二平面状板18b' 的第二纵向边缘43之间的横向边缘45互补,并且第一平面状板18a' 的对准边缘46与第二平面状板18b' 的第二纵向边缘43中的一者共线。通过将第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 沿该取向联接在一起而形成的原材料50具有多个特征,它们在管状结构的形成中协作以使弯曲板(例如,在图3的锥形部段16中的第一弯曲板18a和第二弯曲板18b)对准。例如,与通过在相交部处对准四个接缝来联结板(例如,以“X”形)相比较,分别由第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 形成的第一弯曲板18a和第二弯曲板18b(图3)能够通过至少在相交部处对准三个接缝(例如,以“T”形)而联结至彼此。每个接缝都潜在地增加对准和几何结构中的不精确度。因此,

因为与“X”形相交部相比,“T”形相交部所具有的接缝少一个,所以应当理解的是,与在“X”形相交部处相比,弯曲板能够在“T”形相交部处被更精确地对准。

[0073] 如在本文中使用时,在两个边缘之间的互补关系应当理解为包括其中边缘沿每个边缘的整体彼此匹配的关系。例如,在两个直边缘之间、在两个曲线边缘之间、在具有多个部段的两个边缘之间及其组合能够存在互补关系,条件是两个边缘能够被放置成沿每个边缘的整体抵靠彼此。因此,作为特定示例,在第一平面状板18a'与第二平面状板18b'之间的邻接关系中,第一平面状板18a'与第二平面状板18b'能够形成连续的表面(例如,以限定接缝,沿着该接缝,第一平面状板18a'与第二平面状板18b'能够通过常规焊接技术联结至彼此)。

[0074] 一般而言,应当理解的是,第一平面状板18a'的第一纵向边缘42相对于第二平面状板18b'的第二纵向边缘43的取向是这样的:使得在管状结构(例如,图3中的锥形部段16)的三维形式中,第一纵向边缘42中的一者能够邻近于第二纵向边缘43中的一者以形成沿管状结构的螺旋接缝的至少一部分。在第一平面状板18a'和第二平面状板18b'之间的邻接关系中,第一平面状板18a'的第一纵向边缘42中的一者能够相对于第二平面状板18b'的第二纵向边缘43中的一者倾斜。也就是说,第一平面状板18a'的第一纵向边缘42中的一者能够既不平行于也不垂直于第二纵向边缘43中的一者。倾斜取向的程度能够是管状结构的尺寸的函数,并且可选地,管状结构的部分将由第一平面状板18a'和第二平面状板18b'形成。

[0075] 在某些实施方式中,在第一平面状板18a'和第二平面状板18b'之间的邻接关系中,第一平面状板18a'的第一纵向边缘42中的一者能够接触第二平面状板18b'的第二纵向边缘43中的一者,以限定从第一平面状板18a'延伸至第二平面状板18b'的大致连续边缘(例如,除了在第一平面状板18a'和第二平面状板18b'之间的接缝以外未中断的边缘)。例如,第一平面状板18a'的第一纵向边缘42中的一者能够与第二平面状板18b'的第二纵向边缘43中的一者仅沿接触线接触(例如,沿由第一平面状板18a'和第二平面状板18b'中的一者或两者的厚度尺寸限定的接触线)。进一步或作为替代,第一纵向边缘42中的另一者和第二纵向边缘43中的另一者能够通过对准边缘46彼此间隔开。

[0076] 一般而言,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'能够例如由金属形成,金属诸如为钢或适合于螺旋成形的任何其他材料。第一平面状板18a'和第二平面状板18b'能够具有适合于实现第一平面状板18a'和第二平面状板18b'将被合并到其中的锥形部段(图3)的期望结构性能的各种不同厚度中的任何厚度。例如,对于公用事业规模风力塔应用,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'能够具有大于大约10mm和小于大约50mm的厚度。额外地或替代地,第一平面状板18a'能够具有例如第一厚度,且第二平面状板18b'能够具有等于第一厚度的第二厚度。使用具有相同厚度的相同材料能够有助于例如控制在第一平面状板18a'和第二平面状板18b'之间的弯曲过渡。在某些实施方式中,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'能够具有不同厚度,且如在下文中更详细描述地,能够管理在厚度中的这种过渡以实现适当的弯曲。如在本文中使用时,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'的相应厚度将被理解成指的是沿垂直于由每个相应板限定的平面的方向的相应板的尺寸。

[0077] 一般而言,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'能够各自具有细长形状。也就是说,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'中的每者能够各自具有相比由相应的第一纵向边缘42和第二纵向边缘43限定的最大宽度大致更长的形状。细长形状能够有助于例如在

不要求由弯曲装置提供过大力量的情况下使相应的板弯曲。进一步,或作为替代,细长形状能够对于以下是有用的:由以标准大小普遍可用的材料(例如,钢)形成第一平面状板18a'和第二平面状板18b'。也就是说,能够基于所形成的结构的直径来选择材料沿纵向方向的长度,同时材料的宽度能够是标准的、可商购的大小。

[0078] 在某些实施方式中,诸如,在锥形结构的形成中,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'能够具有不同长度。例如,随着锥形结构的直径沿由锥形结构限定的轴向方向减小,更短长度的平面状板能够用于形成锥形结构。也就是说,随着锥形结构的直径沿由锥形结构限定的轴向方向减小,能够在锥形结构中使用更少的材料。使用更少的材料能够关于成本节约具有显著优势,且进一步或作为替代,能够有助于沿锥形结构实现所允许的应力响应。

[0079] 第一平面状板18a'的成对的第一纵向边缘42能够彼此平行,以限定沿第一平面状板18a'的第一宽度。类似地,成对的第二纵向边缘43能够彼此平行,以限定沿第二平面状板18b'的第二宽度。在某些实施方式中,由第一纵向边缘42限定的第一宽度能够等于由第二纵向边缘43限定的第二宽度。这样的相等宽度尺寸能够例如控制原材料50的平面状形式的尺寸。额外地或替代地,这样的相等宽度尺寸能够有助于精确地控制沿原材料50的弯曲构造形成的螺旋接缝(例如,第一螺旋接缝22a)。在某些情形中,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'的相等宽度能够具有某些商业优势,诸如,有助于由可商购的标准大小的板来形成结构。也就是说,与将板切削成定制的宽度且在该过程中产生废料相比,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'能够由以标准块形式(例如,成卷)购买的标准材料被形成成为具有相同宽度,且导致更少的废料。

[0080] 现在参考图3-图5,能够使用例如本文中所描述的装置、系统和方法中的任何来弯曲平面状形式的原材料50,使得第一平面状板18a'被形成为第一弯曲板18a,且类似地,第二平面状板18b'被形成为第二弯曲板18b。一般而言,除非以其他方式规定或者被使得从背景清楚可见,应当理解的是,第一弯曲板18a与第一平面状板18a'具有相同的边缘,并且第二弯曲板18b与第二平面状板18b'具有相同的边缘。通过弯曲第一平面状板18a'和第二平面状板18b'的边缘,第一弯曲板18a和第二弯曲板18b能够彼此对准,使得第一弯曲板的对准边缘46与第二弯曲板18b的第二纵向边缘43中的一者形成第一螺旋接缝22a的至少一部分。进一步,或作为替代,第一弯曲板18a和第二弯曲板18b能够彼此对准,使得第一弯曲板18a的第一纵向边缘42中的一者和第二弯曲板18b的第二纵向边缘43中的一者沿第一螺旋接缝22a联结。

[0081] 现在参考图6和图7,制作系统60能够包括原料源61、馈送系统62、弯曲装置63、联结系统64和控制系统65。如在下文中更详细描述地,根据本文中公开的螺旋成形方法中的任何一者或多者,制作系统60能够可操作以制作锥形部段16(图3)。控制系统65可以控制原料源61、馈送系统62、弯曲装置63和联结系统64中的至少一者。在一些实施方式中,控制系统65可以控制制作系统60的更多或更少的部件以及其任何组合。例如,控制系统65能够额外地控制跑出(runout)系统,以使所形成的锥形部段16的部分沿远离弯曲装置63和/或联结系统64的方向移动。为了解释的清楚性,关于上文描述的锥形部段16描述了本文中公开的螺旋成形方法和制作系统60的操作。然而,应当理解的是,其他类型的管状结构(例如,大致筒形结构)也可以或作为替代使用这些技术来制作。

[0082] 控制系统65能够包括处理单元66和与处理单元66通信的存储介质67。处理单元66能够包括一个或多个处理器,且存储介质67能够是非瞬态、计算机可读存储介质。存储介质67能够存储计算机可执行指令,且当由处理单元66执行时,使得制作系统60执行本文中所描述的螺旋成形方法中的一者或多者。可选地,控制系统65能够包括与处理单元66和存储介质67通信的输入装置(例如,键盘、鼠标和/或图形用户界面),使得在处理单元66执行本文中所描述的螺旋成形方法中的一者或多者时,处理单元66额外地或替代地响应于通过输入装置接收的输入。

[0083] 更一般而言,控制系统65可包括任何处理电路,该处理电路被构造成接收传感器信号且响应性地控制制作系统60的操作。其能够例如包括被构造成根据期望或要求来执行处理逻辑的专用电路,或者其能够包括微控制器、比例积分微分控制器、或任何其他可编程的过程控制器。其还能够或作为替代包括通用微处理器、存储器和相关的处理电路,其通过计算机可执行代码被构造成执行本文中所描述的各种控制步骤和操作。

[0084] 原料源61能够包括源材料的多个平面状板,其能够被存储在库(magazine)中或者其他合适的分配器中,以有助于在制造期间选择和加载多个板。出于高效和清楚解释的目的,多个平面状板被描述为包括第一平面状板18a'和第二平面状板18b',且关于第一平面状板18a'和第二平面状板18b'来描述制作系统60。然而,应当理解的是,多个平面状板能够包括如锥形部段16的形成所要求的任何数目的额外板。

[0085] 在原料源61和馈送系统62之间,第一平面状板18a'和第二平面状板18b'能够在横向接缝20处联结(例如,被焊接)至彼此以形成平面状形式的原材料50。一般而言,横向接缝20能够被倾斜至馈送方向“F”,在其处,平面状形式的原材料50进入弯曲装置63。

[0086] 馈送系统62可以可操作以将平面状形式的原材料50从原料源61输送至和/或通过弯曲装置63。馈送系统62能够包括例如一对或多对驱动辊72。在使用中,驱动辊72能够夹捏平面状形式的原材料50,使得驱动辊72的旋转能够使平面状形式的原材料50沿馈送方向“F”移动。在某些实施方式中,馈送方向“F”能够是大致恒定的(例如,其中,当一对或多对驱动辊72的旋转使平面状形式的原材料50移动至和/或移动通过弯曲装置63时,一对或多对驱动辊72处于大致固定位置)。额外地或替代地,能够改变馈送方向“F”,使得当平面状形式的原材料50被移动至和被移动通过弯曲装置63时,平面状形式的原材料50经历旋转运动和/或大致旋转运动。馈送方向“F”的这种改变能够对于如下是有用的:使原材料50的边缘对准,以形成本文中所描述的结构中的任何一者或多者。在2016年4月5日公布的美国专利9,302,303号和2014年3月28日提交的美国专利申请公开2015/0273550号中描述了作为管状结构的制作过程的部分的用于产生旋转和/或大致旋转运动的馈送方向“F”的这种改变的示例,所述文献中的每者的全部内容通过引用被合并在本文中。更一般而言,根据在本领域中已知的各种不同技术中的任何的适合于使平面材料移动的任何装备能够被用于使平面状形式的原材料50从原料源61移动至以及在一些情形中移动通过弯曲装置63。这种装备能够包括例如机器人臂、活塞、伺服马达、丝杠、促动器、辊、驱动器、电磁体、或其组合。

[0087] 弯曲装置63能够向被馈送到其中的平面状形式的原材料50赋予可控制的弯曲程度,优选地不向原材料50赋予平面内变形。弯曲装置63能够例如包括辊弯弯曲机72,该辊弯弯曲机包括相对于彼此以及相对于平面状形式的原材料50定位的辊排75a、75b、75c,以向被馈送通过辊排75a、75b、75c的平面状形式的原材料50赋予弯曲。在某些情形中,辊排75a、

75b、75c能够布置为三辊(triple-roll),且进一步或作为替代,辊排75a、75b、75c能够可相对于彼此移动,以使被施加到移动通过辊弯弯曲机72的原材料50的弯曲力矩改变。每个辊排75a、75b、75c能够包括例如多个单独的辊,其可相对于彼此独立旋转,且沿由相应的辊排75a、75b、75c限定的相应轴线布置。进一步,或作为替代,相应的辊排75a、75b、75c中的单独的辊能够可相对于由相应辊排75a、75b、75c限定的相应轴线被定位(例如,通过由控制系统65接收的促动信号)。

[0088] 一般而言,弯曲装置63能够赋予弯曲力矩至平面状形式的原材料50,以使第一平面状板18a'和第二平面状板18b'分别形成为第一弯曲板18a和第二弯曲板18b。第一平面状板18a'和第二平面状板18b'能够相对于彼此取向,使得通过施加弯曲力矩以形成第一弯曲板18a和第二弯曲板18b,第一弯曲板18a的对准边缘46和第二弯曲板18b的第二纵向边缘43中的一者能够邻近于第一弯曲板18a的第一纵向边缘42中的一者。更特别地,这些边缘能够沿螺旋路径邻近于彼此。

[0089] 联结系统64能够将第一弯曲板18a的对准边缘46和第二弯曲板18b的第二纵向边缘43中的一者机械地联接至第一弯曲板18a的第一纵向边缘42中的一者,以形成第一螺旋接缝22a的至少一部分。类似地,联结系统64能够机械地联接形成第二螺旋接缝22b的边缘。联结系统64能够包括例如焊机,其使用任何合适的焊接技术将第一弯曲板18a的对准边缘46和第二弯曲板18b的第二纵向边缘42中的一者焊接至第一弯曲板18a的第一纵向边缘42中的一者。用于焊接的各种技术在本领域中已知,且可以适于如在本文中考虑地将一个或多个边缘联结在一起。这能够例如包括使基体金属或其他材料(可选地连同被添加至联结部以改善结合强度的填充材料一起)沿第一螺旋接缝22a、第二螺旋接缝22b、或两者熔化的任何焊接技术。适合于结构性地联结金属的常规焊接技术包括(通过举例且并非限制的方式):气体保护金属电弧焊(GMAW)、包括金属惰性气体(MIG)和/或金属活性气体(MAG);埋弧焊(SAW);激光焊;和气体保护钨极电弧焊(也被称为钨、惰性气体或“TIG”焊接);以及许多其他。适合于在第一弯曲板18a和第二弯曲板18b之间形成结构结合的这些和任何其他技术能够适于在如在本文中考虑的联结系统64中使用。通过联结系统64赋予的机械联接能够例如沿第一螺旋接缝22a、第二螺旋接缝22b、或两者是连续的,以提供锥形部段16的增强的结构强度。机械联接还可以包括或作为替代包括沿第一螺旋接缝22a、第二螺旋接缝22b、或两者的间断联接(例如,在固定的距离处),以有助于例如针对其中锥形部段16的结构强度不是关键设计考虑因素的应用的更快的吞吐量。

[0090] 现在参考图8,示出螺旋成形结构的示例性方法80的流程图。应当理解的是,能够例如通过本文中所描述的制作系统中的任何一者或多者来执行示例性方法80,以形成本文中所描述的管状结构中的任何,包括但不限于筒形或锥形(例如,截头锥形结构或部段)。例如,能够通过控制系统的处理单元(例如,在图6中的控制系统65的处理单元66)执行示例性方法80中的一个或多个步骤。额外地或替代地,能够通过操作员提供输入(例如,通过键盘、鼠标和/或图形用户界面)至控制系统(诸如,图6中的控制系统65)来执行示例性方法80中的一个或多个步骤。

[0091] 如在步骤81中所示出,示例性方法80能够包括获得多个平面状板。例如,能够从原料源(诸如,在图6中的原料源61)获得多个平面状板。一般而言,多个平面状板能够包括任何数目和形式的平面状板,其被共同地定尺寸以用于形成管状结构,诸如,筒形或锥形(例

如,在图3中的截头锥形部段16)。更特别地,多个平面状板能够包括第一平面状板和第二平面状板,诸如例如,在图4中的第一平面状板18a'和第二平面状板18b'。因此,如上文关于第一平面状板18a所描述地,第一平面状板能够具有成对的第一纵向边缘、匹配边缘和对准边缘。类似地,诸如上文关于第二平面状板18b'所描述地,第二平面状板能够具有横向边缘和成对的第二纵向边缘。进一步,或作为替代,第一平面状板和第二平面状板能够各自具有细长形状,且在其中这些板将被形成成为锥形部段(诸如,在图3中的锥形部段16)的情形中,第一平面状板和第二平面状板能够具有不同长度(例如,第一平面状板能够比第二平面状板更长)。

[0092] 如在步骤82中所示出,示例性方法80能够包括使第一平面状板和第二平面状板相对于彼此以邻接关系定位。例如,在邻接关系中,第一平面状板的匹配边缘能够与第二平面状板的在第二纵向边缘之间的横向边缘互补。进一步,在第一平面状板的匹配边缘与第二平面状板的横向边缘互补的情况下,第一平面状板的对准边缘能够与第二平面状板的第二纵向边缘中的一者共线。

[0093] 如在步骤83中所示出,示例性方法80能够包括沿横向接缝将第一平面状板的匹配边缘联接(例如,焊接)至第二平面状板的横向边缘,以形成具有平面状形式的原材料。应当理解的是,横向接缝的形状能够遵循在第一平面状板和第二平面状板之间的邻接关系的形状。因此,更一般地,横向接缝能够包括至少一个线性部段、至少一个非线性部段、或两者。

[0094] 如在步骤84中所示出,示例性方法80能够包括将原材料弯曲成弯曲构造。例如,当平面状形式的原材料被移动通过弯曲装置(诸如在图6和图7中的弯曲装置63)时,弯曲力矩能够被施加到原材料以形成原材料的弯曲构造(例如,不向原材料赋予平面内变形)。

[0095] 如在步骤85中所示出,示例性方法能够包括螺旋焊接原材料以形成管状结构,诸如截头锥形结构。作为示例,螺旋焊接能够包括将第一弯曲板的纵向边缘中的一者(例如,呈通过诸如步骤84的弯曲步骤赋予的弯曲构造的第一平面状板)联接至第二弯曲板的第二纵向边缘中的一者(例如,呈通过诸如步骤84的弯曲步骤赋予的弯曲构造的第二平面状板)。

[0096] 虽然已经描述了某些实施例,但是其他实施例额外地或替代地是可能的。

[0097] 例如,虽然将第一边缘区域联结至第二边缘区域已经被描述为包括焊接,但是将边缘区域联结至彼此的其他方法额外地或替代地是可能的。这样的其他方法的示例包括粘合结合、点焊、接缝锁定和/或利用螺栓、铆钉等的机械紧固,以及前述内容的组合。

[0098] 作为另一示例,虽然平面状板已经被描述为具有某些边缘形状,但是其他边缘形状额外地或替代地是可能的。例如,现在参考图9,平面状板的集合90能够包括第一平面状板92a和第二平面状板92b。一般而言,除非以其他方式规定或被使得从背景清楚可见,否则平面状板的集合90能够使用本文中所描述的装置、系统和方法中的任何一者或多者被形成成为管状结构。

[0099] 第一平面状板92a能够包括匹配边缘94和对准边缘96。匹配边缘94能够包括例如多个线性部段97a、97b。多个线性部段97a、97b能够相对于彼此成角度。第二平面状板92b能够包括横向边缘98,该横向边缘被成形为与由第一平面状板92a的线性部段97a、97b限定的形状互补。因此,例如,横向边缘98能够限定非线性路径,使得横向边缘98与第一平面状板92a的线性部段97a、97b互补。横向边缘98的非线性路径能够例如限定V形或者由相对于彼

此成角度的线性或直的部位限定的另一形状。

[0100] 作为另一示例,虽然平面状板已经被描述为具有带有一个或多个线性部段的边缘,以有助于沿适合于形成管状结构的给定取向对准,但是其他边缘形状额外地或替代地是可能的。例如,平面状板的一个或多个边缘能够包括曲线形状。作为具体示例,在第一平面状板92a的线性部段97a、97b之间的过渡能够是倒圆的。额外地或替代地,第二平面状板92b的横向边缘98能够包括对应形状,其包括匹配在线性部段97a、97b之间的倒圆过渡的倒圆部段。更一般而言,除非以其他方式规定或被使得从背景清楚可见,否则本文中所描述的边缘的一个或多个部分的曲线形状应当被理解为可替代线性形状,条件是其他板包括对应边缘以匹配这种曲线形状。

[0101] 作为又另一示例,虽然平面状板已经被描述为具有相等的厚度,但是厚度的其他布置额外地或替代地是可能的。例如,多个平面状板中的相继的板能够具有不同厚度、材料特性或两者。在厚度和/或材料特性中的这种差异例如对于以下来说是有用的:沿管状结构的轴线的实现结构性能中的期望改变,以及,在某些情形中,能够有助于使用更少的材料和/或更便宜的材料来实现结构性能目标。

[0102] 虽然在相继的板的厚度和材料特性中的一者或多者中的差异对于实现材料的高效使用能够是有用的,但是这种差异可能会与板对由弯曲装置施加的给定弯曲力矩的相应弯曲响应中的差异相关联。因此,一般而言,通过在具有不同厚度和/或材料特性的板之间的过渡施加单个弯曲力矩(例如,通过弯曲装置的固定取向)可能会在这样的过渡期间导致错误的辊弯。例如,施加适合于使更厚的板弯曲的弯曲力矩可能会导致对邻近的更薄的板的过度辊弯,使得更薄的板将具有比所期望的更高的弯曲。作为另一示例,施加适合于使更薄的板弯曲的弯曲力矩可能会导致对邻近的更厚的板的辊弯不足,使得更厚的板将具有比所期望更低的弯曲。在辊弯中的这些误差中的每者可能会导致被形成的管状结构的区段中的不对准、以及辊弯的区段具有不同于所期望的弯曲,其可能会产生对于根据给定制造公差形成管状结构的挑战。

[0103] 作为又另一示例,虽然相继的板的横向部分已经在被联结至彼此以形成管状结构的一部分的背景中被描述,但是应当理解的是,根据与在序列中的另一板匹配所要求的,每个板的相对的横向部分能够具有相同或不同的形状。因此,例如,给定板能够包括沿板的每个横向部分的相应的对准边缘和匹配边缘。进一步或作为替代,给定板能够包括沿板的每个横向部分的相应的横向边缘。

[0104] 现在参考图7和图10,包括第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 的原材料50能够沿馈送方向F被移动。出于清楚地图示移动通过辊弯弯曲机74的横向接缝20的目的,在图10中仅示出辊弯弯曲机74的辊排75a。对应于第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 的邻接关系的横向接缝20能够具有沿馈送方向“F”的长度,且第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 沿馈送方向“F”的邻接关系的该长度能够限定过渡长度100。因为馈送方向“F”相对于横向接缝20倾斜,所以应当理解的是,过渡长度100是有限的。更特别地,第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 能够相对于彼此被定尺寸成使得横向接缝20、且因此过渡长度100能够具有这样的长度:该长度足以适应在原材料50沿馈送方向“F”移动通过辊弯弯曲机74时施加多个不同的弯曲力矩。在某些实施方式中,当原材料50被移动到和/或被移动通过弯曲装置63时,馈送方向“F”能够被改变,且特别地,当原材料移动至和/或移动通过弯曲

装置63时,原材料50能够经历旋转和/或大致旋转运动。

[0105] 一般而言,由辊弯弯曲机74沿过渡长度100施加至第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 的弯曲力矩能够被改变,以考虑在第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 的弯曲响应中的差异。例如,当过渡长度100移动通过辊弯弯曲机74时,辊排74a、74b和74c的相对间隔能够被调整以改变被施加到材料的弯曲力矩。更特别地,如在下文中更详细描述地,能够控制辊排74a、74b和74c的设置位置,以考虑在第一平面状板18a' 和第二平面状板18b' 的弯曲响应中的差异(例如,由于在厚度、材料特性、或两者中的差异所导致)。

[0106] 现在参考图11,示出在螺旋成形过程中板过渡的示例性方法110的流程图。应当理解的是,能够例如通过本文中所描述的制作系统中的任何一者或多者来执行示例性方法110,以减小对应于管状结构的厚度和/或材料特性中的过渡的邻接的平面状板的过度辊弯或辊弯不足的可能性,所述管状结构诸如是筒形或锥形(例如,截头锥形结构或部段)。例如,能够由控制系统的处理单元(例如,在图6中的控制系统65的处理单元66)来执行示例性方法110中的一个或多个步骤。额外地或替代地,能够通过由操作员提供输入(例如,通过键盘、鼠标和/或图形用户界面)至控制系统(诸如,图6的控制系统65)来执行示例性方法110中的一个或多个步骤。

[0107] 如在步骤112中所示出,示例性方法110能够包括使第一平面状板和第二平面状板沿馈送方向移动通过辊弯弯曲机的辊排(例如,在图7中的辊弯弯曲机74的辊排75a、75b、75c)。馈送方向能够例如相对于由辊弯弯曲机的辊排中的一者或多者限定的轴线倾斜。第一平面状板和第二平面状板能够是本文中所描述的各种不同平面状板中的任何一者或多者。因此,例如,沿垂直于第一平面状板和第二平面状板的相应纵向边缘的方向,第一平面状板和第二平面状板可以具有相同最大宽度。第一平面状板和第二平面状板的均匀宽度能够具有某些优势,诸如,有助于第一平面状板和第二平面状板的均匀和精确的制作以及减少废料。

[0108] 第一平面状板和第二平面状板能够以邻接关系联接(例如,被焊接)至彼此,所述邻接关系诸如是在本文中关于横向接缝20(图3、图5和图10)所描述的各种不同的邻接关系中的任何。在第一平面状板与第二平面状板之间沿馈送方向的邻接关系的长度限定过渡长度。在其中第一平面状板和第二平面状板具有不同厚度和/或材料特性的情形中,过渡长度能够表示这样的区域:在该区域中,第一平面状板和第二平面状板对给定的所施加的弯曲力矩能够具有不同响应。相应地,如在下文中更详细描述地,能够沿过渡长度调整被施加到第一平面状板和第二平面状板的弯曲力矩,以减小第一平面状板和第二平面状板的过度辊弯和/或辊弯不足的可能性。因此,应当理解的是,在多个不同弯曲力矩沿过渡长度至第一平面状板和第二平面状板的施加中,过渡长度的大小是重要的因素。

[0109] 在某些实施方式中,在第一平面状板和第二平面状板之间的邻接关系能够包括沿如下的一个或多个边缘的邻接:当第一平面状板和第二平面状板沿过渡长度移动通过辊弯弯曲机时,该边缘相对于馈送方向倾斜,以及,进一步或作为替代,相对于由辊弯弯曲机中的一个或多个辊排限定的轴线倾斜。作为更一般的原理,在第一平面状板和第二平面状板之间的邻接关系能够相对于辊弯弯曲机的一个或多个辊排被取向成实现合适的过渡长度和几何结构。

[0110] 如在步骤114中所示出,示例性方法110能够包括,在过渡长度内,利用被设置在第

一位置处的辊弯弯曲机的辊排使第一平面状板和第二平面状板弯曲。如在本文中使用地,“在过渡长度内”应当被理解为指的是,作用沿过渡长度被施加到第一平面状板和第二平面状板。因此,在使第一平面状板和第二平面状板弯曲的背景中,术语“在过渡长度内”应当被理解为指的是,当过渡长度沿馈送方向移动通过辊弯弯曲机时将一个或多个弯曲力矩施加至第一平面状板和第二平面状板。

[0111] 第一平面状板能够具有不同于第二平面状板的厚度的厚度。也就是说,第一平面状板的厚度能够大于或小于第二平面状板的厚度。额外地或替代地,第一平面状板和第二平面状板能够由不同材料形成,且特别地,能够由具有不同屈服强度的材料形成。更一般而言,第一平面状板和第二平面状板能够对被设置在第一位置处的辊弯弯曲机的辊排具有不同弯曲响应。也就是说,由被设置在第一位置处的辊弯弯曲机的辊排施加在第一平面状板和第二平面状板上的弯曲力矩能够沿过渡长度(辊弯弯曲机的辊排沿着其被设置在第一位置处)的部分产生板的不同量的弯曲。

[0112] 如在步骤116中所示出,示例性方法110能够包括,在过渡长度内,利用被设置在第二位置处的辊弯弯曲机的辊排,使第一平面状板和第二平面状板弯曲。辊弯弯曲机的辊排的第二位置能够与辊弯弯曲机的辊排的第一位置不同,使得从第一设置位置至第二设置位置的改变改变了沿过渡长度被施加到第一平面状板和第二平面状板的弯曲力矩。因为在厚度和/或材料特性中的差异,第一平面状板和第二平面状板能够对在第二位置处的辊弯弯曲机的辊排具有不同的弯曲响应。相应地,被设置在第二位置处的辊弯弯曲机的辊排能够在两个板中沿过渡长度(辊弯弯曲机的辊排沿着其被设置在第二位置处)的部分产生不同量的弯曲。

[0113] 一般而言,应当理解的是,辊弯弯曲机的辊排的第一设置位置和辊弯弯曲机的辊排的第二设置位置能够被选择成沿过渡长度施加期望的弯曲力矩分布至第一平面状板和第二平面状板。期望的弯曲力矩分布能够例如减小由第一平面状板和第二平面状板沿过渡长度所经受的辊弯不足和/或过度辊弯的量。作为示例,在其中第一平面状板比第二平面状板更厚的情形中,当超过一半的过渡长度已经被移动经过辊弯弯曲机的中心辊(例如,辊弯弯曲机74的辊排75a)时,第一平面状板和第二平面状板能够由被设置至第二位置的辊弯弯曲机的辊排弯曲。类似的示例存在于其中第二平面状板比第一平面状板更厚的情形中,也就是说,在这种情形中,当过渡长度的不到一半已经被移动经过辊弯弯曲机的中心辊(例如,辊弯弯曲机74的辊排75a)时,第一平面状板和第二平面状板能够由被设置至第二位置的辊弯弯曲机的辊排弯曲。因此,更一般地,从第一位置至第二位置的过渡能够是基于第一平面状板相对于第二平面状板的相对厚度的,其中,例如,在其中给定板(例如,第一平面状板或第二平面状板)比形成过渡长度的其他板(例如,第一平面状板和第二平面状板中的另一者)更厚的情形中,给定板的设置位置被施加在过渡长度的多于一半处上。额外地或替代地,利用被设置在第二位置处的辊弯弯曲机的辊排使第一平面状板和第二平面状板弯曲能够包括:使辊弯弯曲机的辊排中的一者或多者相对于彼此从第一设置位置移动至第二设置位置(例如,当过渡长度移动通过辊弯弯曲机的辊排时)。

[0114] 如在步骤118中所示出,示例性方法110能够可选地包括,在过渡长度内沿着在辊弯方向上的长度,利用被设置在不同于第二设置位置的第三设置位置处的辊弯弯曲机的辊排,使第二平面状板弯曲。例如,第二平面状板对被设置至第三位置的辊弯弯曲机的辊排的

相应弯曲响应能够大致等于第一平面状板对被设置至第一位置的辊弯弯曲机的辊排的相应弯曲响应,使得第一平面状板和第二平面状板的至少一部分以大致相同直径被辊弯。

[0115] 上文的系统、装置、方法、过程等可以在适合于本文中所描述的控制、数据采集和数据处理硬件、软件或这些的任何组合中实现。这包括在一个或多个微处理器、微控制器、嵌入微控制器、可编程数字信号处理器、或其他可编程装置、或处理电路连同内部和/或外部存储器中实现。这还可以包括或者作为替代包括一个或多个专用集成电路、可编程门阵列、可编程阵列逻辑部件、或可以被构造为处理电子信号的任何其他一个或多个装置。还将理解的是,上文描述的过程或装置的实现可包括使用诸如C的结构化编程语言、诸如C++的面向对象编程语言或任何其他高级或低级编程语言(包括汇编语言、硬件描述语言和数据库编程语言和技术)产生的计算机可执行代码,其可以被存储、编译或解释以在上文的装置以及处理器、处理器架构的多样组合、或不同硬件和软件的组合中的一者上运行。同时,处理可以被跨装置(诸如,上文描述的各种系统)分配,或者所有功能可以被集成到专用、独立装置中。所有这样的排列和组合意图落入本公开的范围。

[0116] 本文中公开的实施例可包括计算机程序产品,该计算机程序产品包括计算机可执行代码或计算机可用代码,当在一个或多个计算装置上被执行时,该代码执行上文描述的控制系统的任何和/或所有步骤。代码可以以非瞬态样式被存储在计算机存储器中,该计算机存储器可以是程序从其执行的存储器(诸如,与处理器相关联的随机存取存储器)、或者诸如如下的存储装置:盘驱动器、闪存或任何其他光学、电磁、磁性、红外或其他装置或装置的组合。在另一方面中,上文描述的控制系统中的任何可以在承载计算机可执行代码和/或来自计算机可执行代码的任何输入或输出的任何合适的传输或传播介质中实现。

[0117] 本文中所描述的实施方式的方法步骤意图包括引起这种方法步骤被执行的任何合适的方法,与下文的权利要求的专利性一致,除非明确地提供了不同含义或以其他方式从背景清楚可见。因此,例如,执行X步骤包括用于引起诸如远程用户、远程处理资源(例如,服务器或云计算)或者机器的另一主体执行X的步骤的任何合适的方法。类似地,执行步骤X、Y和Z可包括引导或控制这种其他个人或资源的任何组合执行步骤X、Y和Z以获得这种步骤的益处的任何方法。因此,本文中所描述的实施方式的方法步骤意图包括引起一个或多个其他主体或实体执行步骤的任何合适的方法,与下文的权利要求的专利性一致,除非明确地提供不同含义或以其他方式从背景清楚可见。这样的主体或实体不需要在任何其他主体或实体的指导或控制下,且不需要位于特定管辖权内。

[0118] 将理解的是,通过示例的方式而非限制的方式陈述了上文描述的方法和系统。对于本领域普通技术人员而言,许多改变、添加、省略和其他修改将是显而易见的。此外,在上文中的描述和附图中的方法步骤的次序或呈现并不意图要求执行所记载的步骤的该次序,除非明确地要求特定次序或者以其他方式从背景清楚可见。因此,虽然已经示出和描述了特定实施例,但是对于本领域技术人员将显而易见的是,在不脱离本公开的精神和范围的情况下,可以在其中做出在形式和细节上的各种改变和修改,且意图形成如通过下文的权利要求限定的本发明的一部分,下文的权利要求将以由法律所允许的最宽泛的意义来解释。

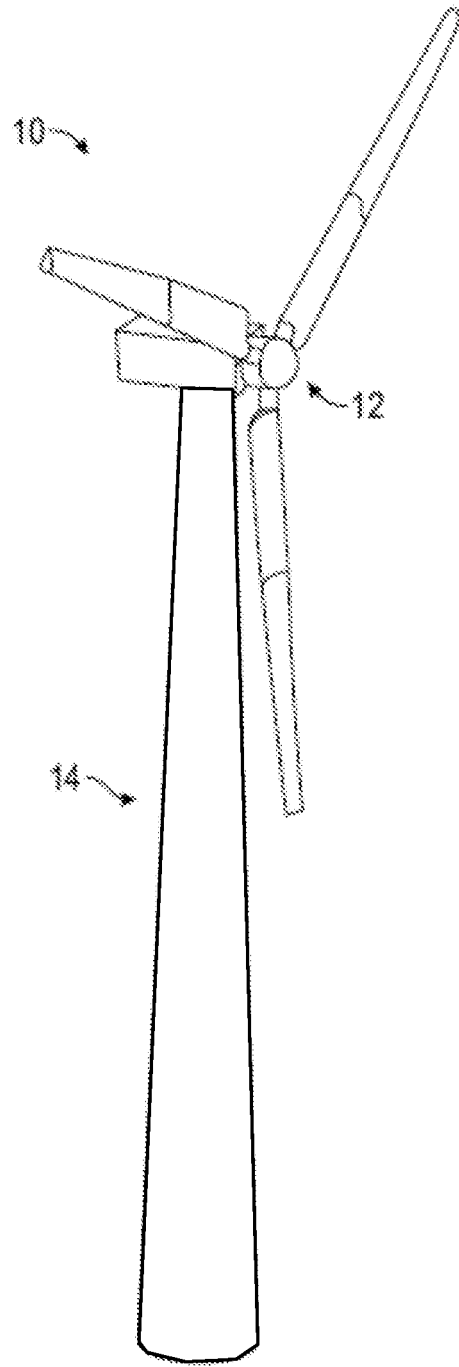


图 1

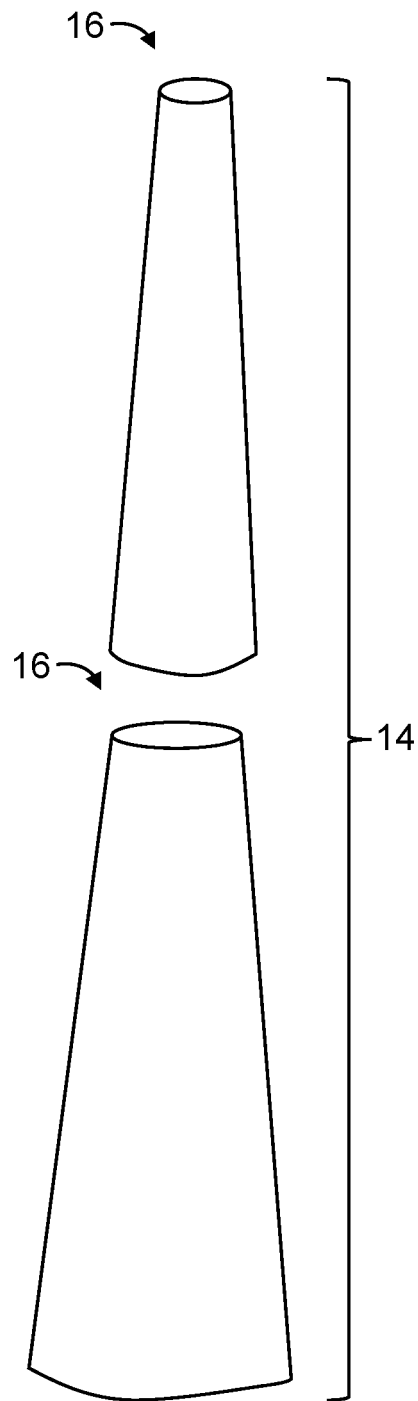


图 2

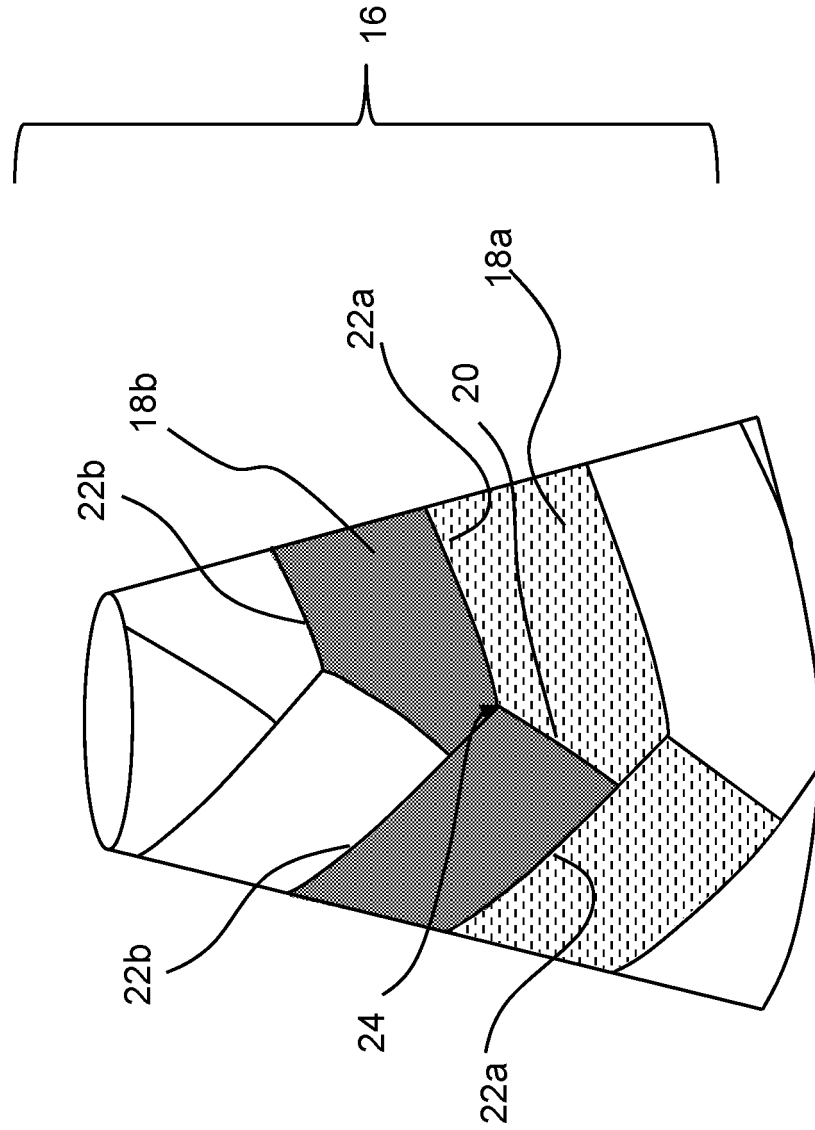


图 3

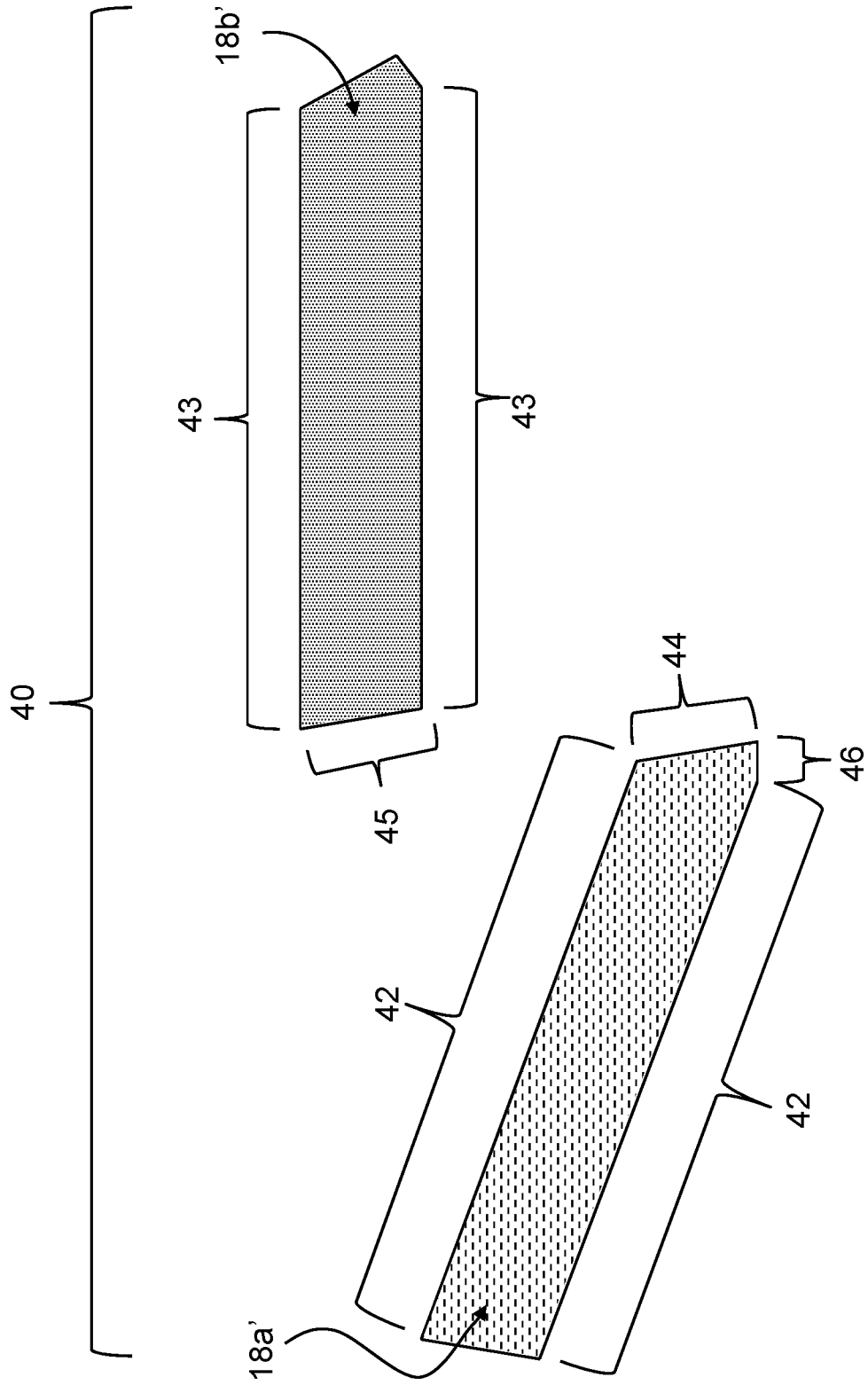


图 4

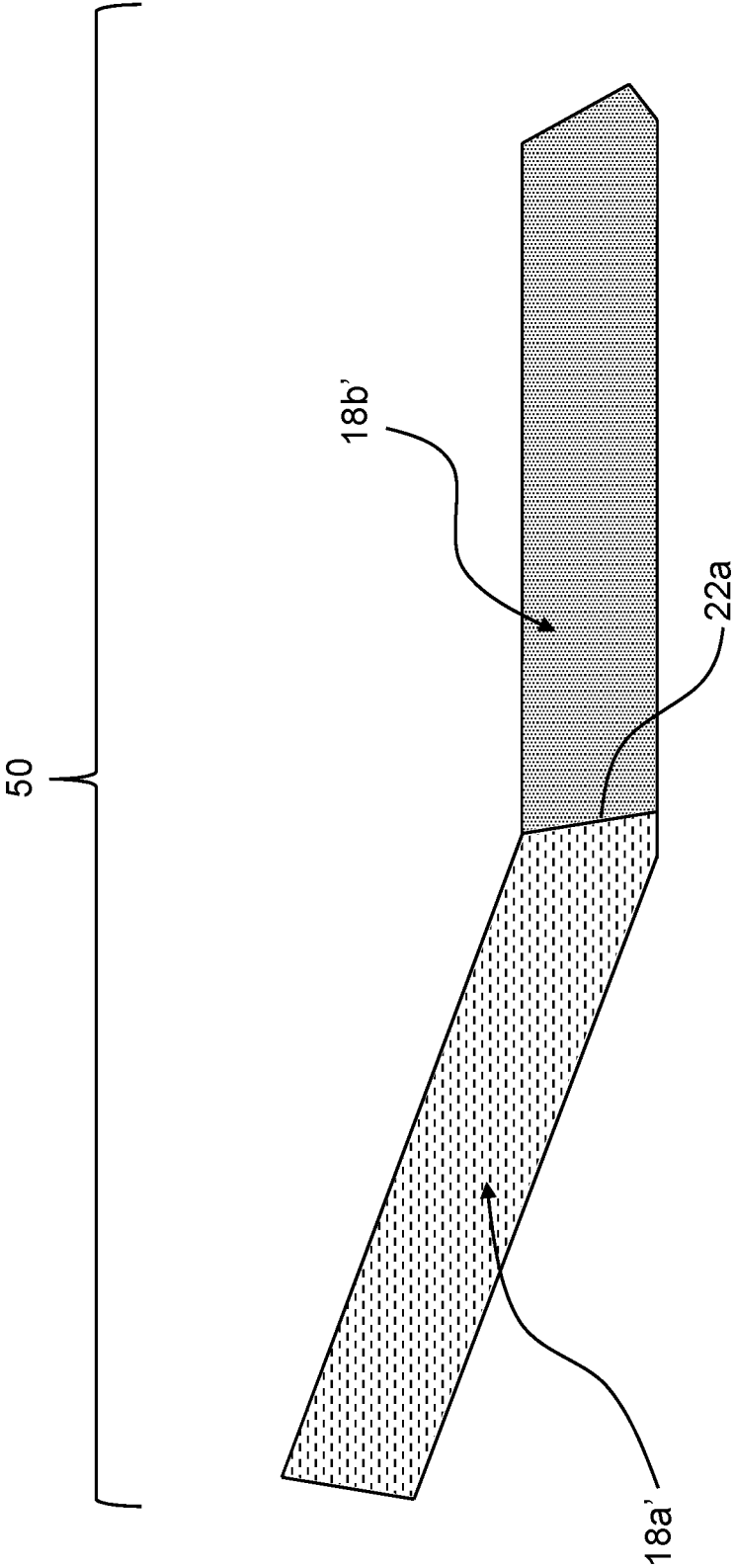


图 5

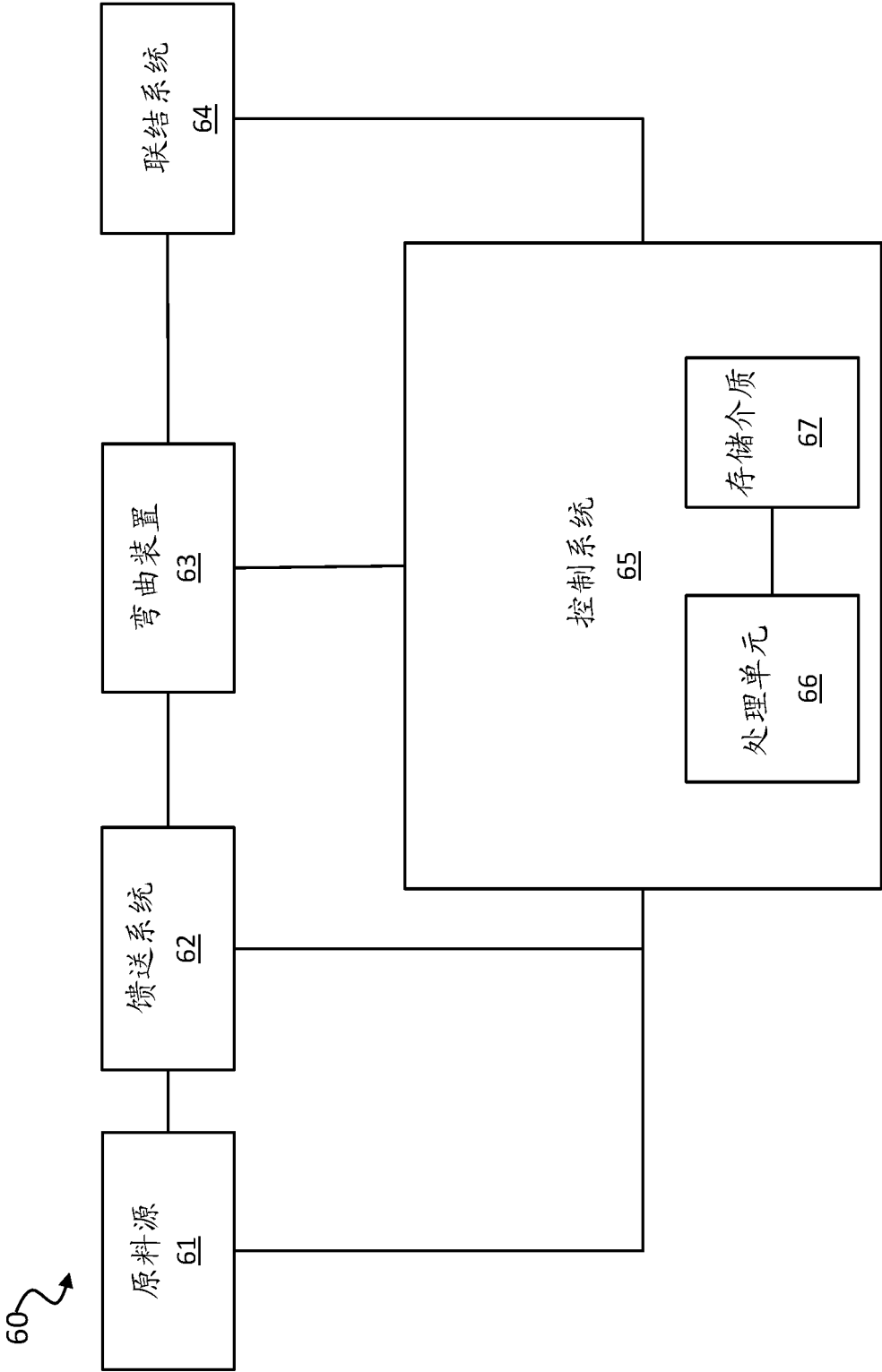


图 6

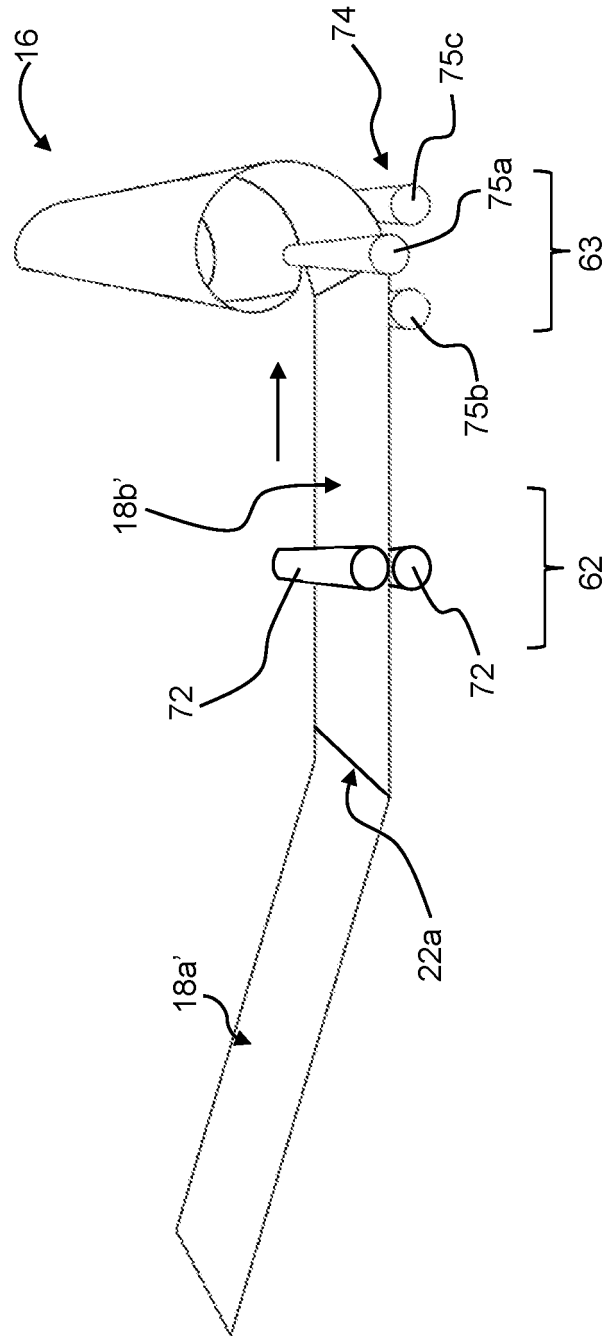


图 7

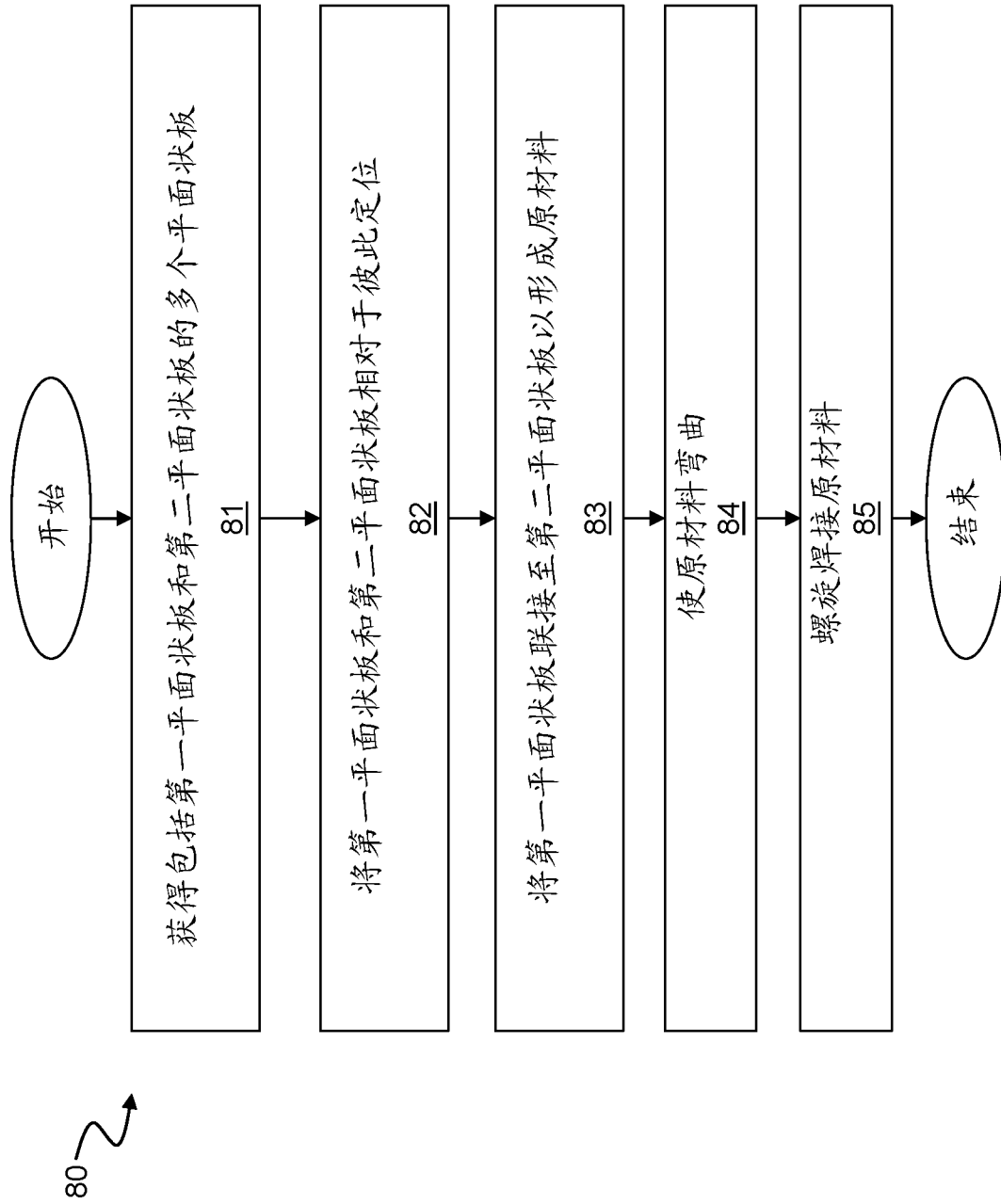


图 8

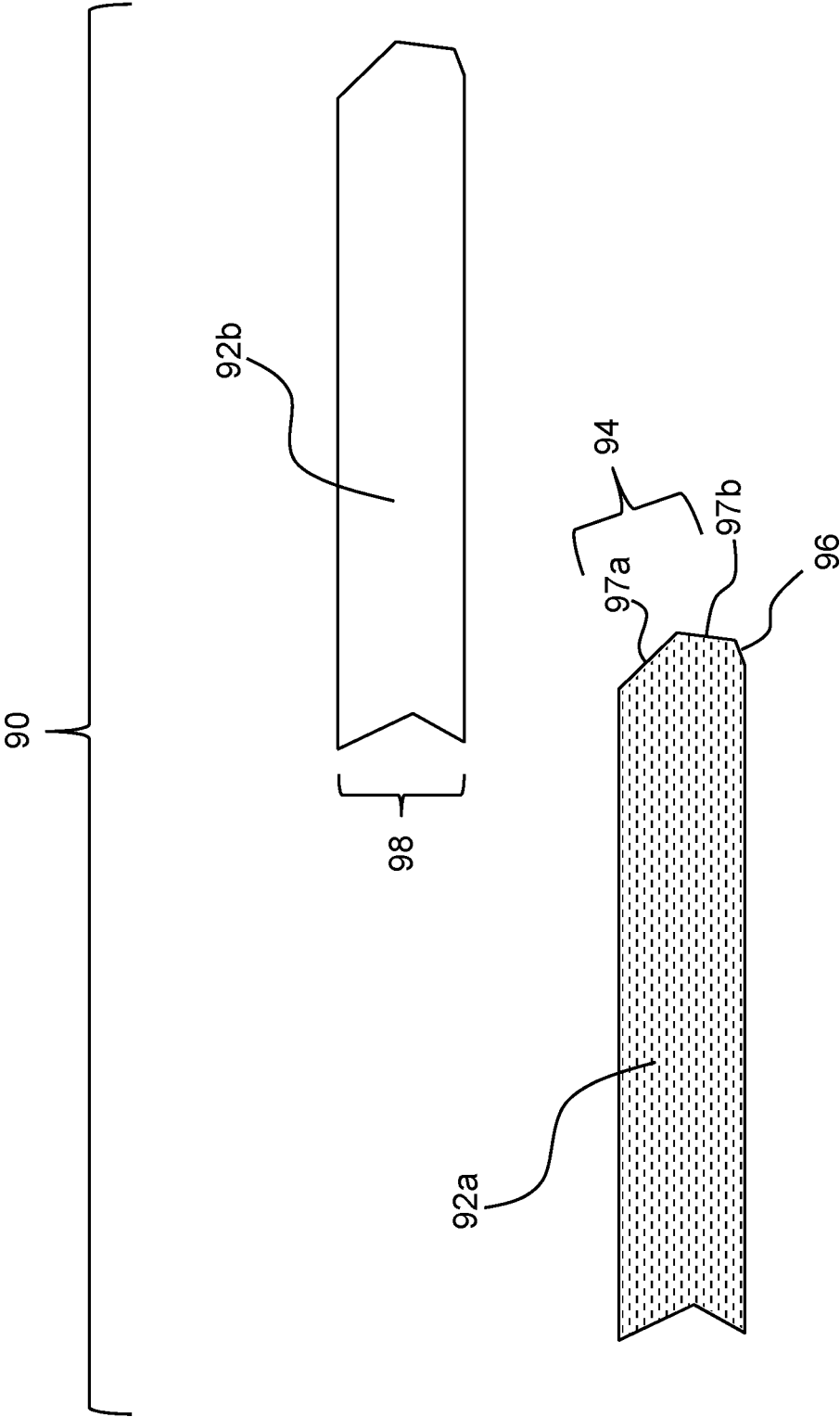


图 9

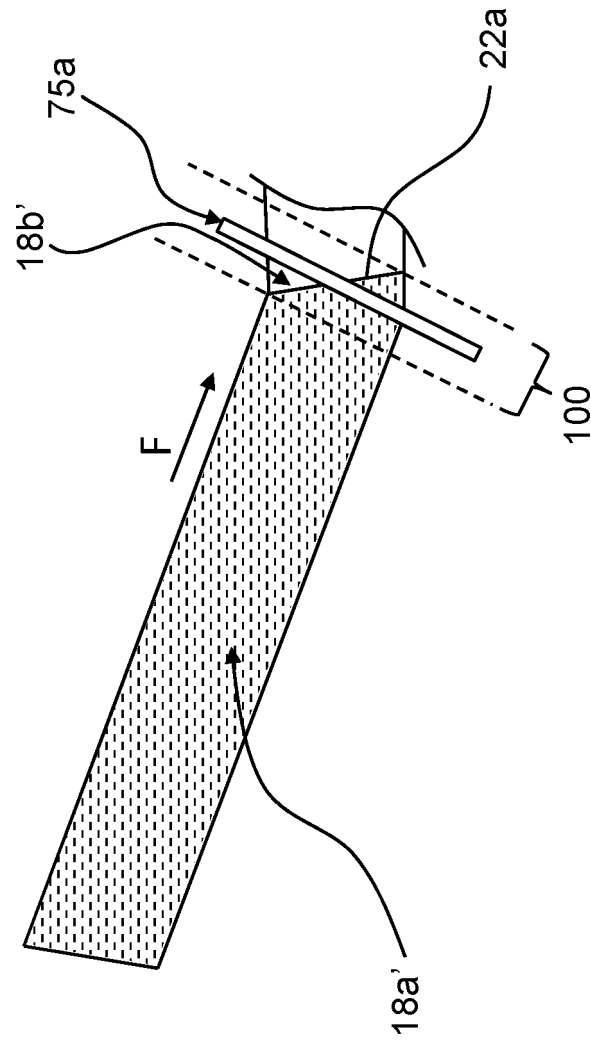


图 10

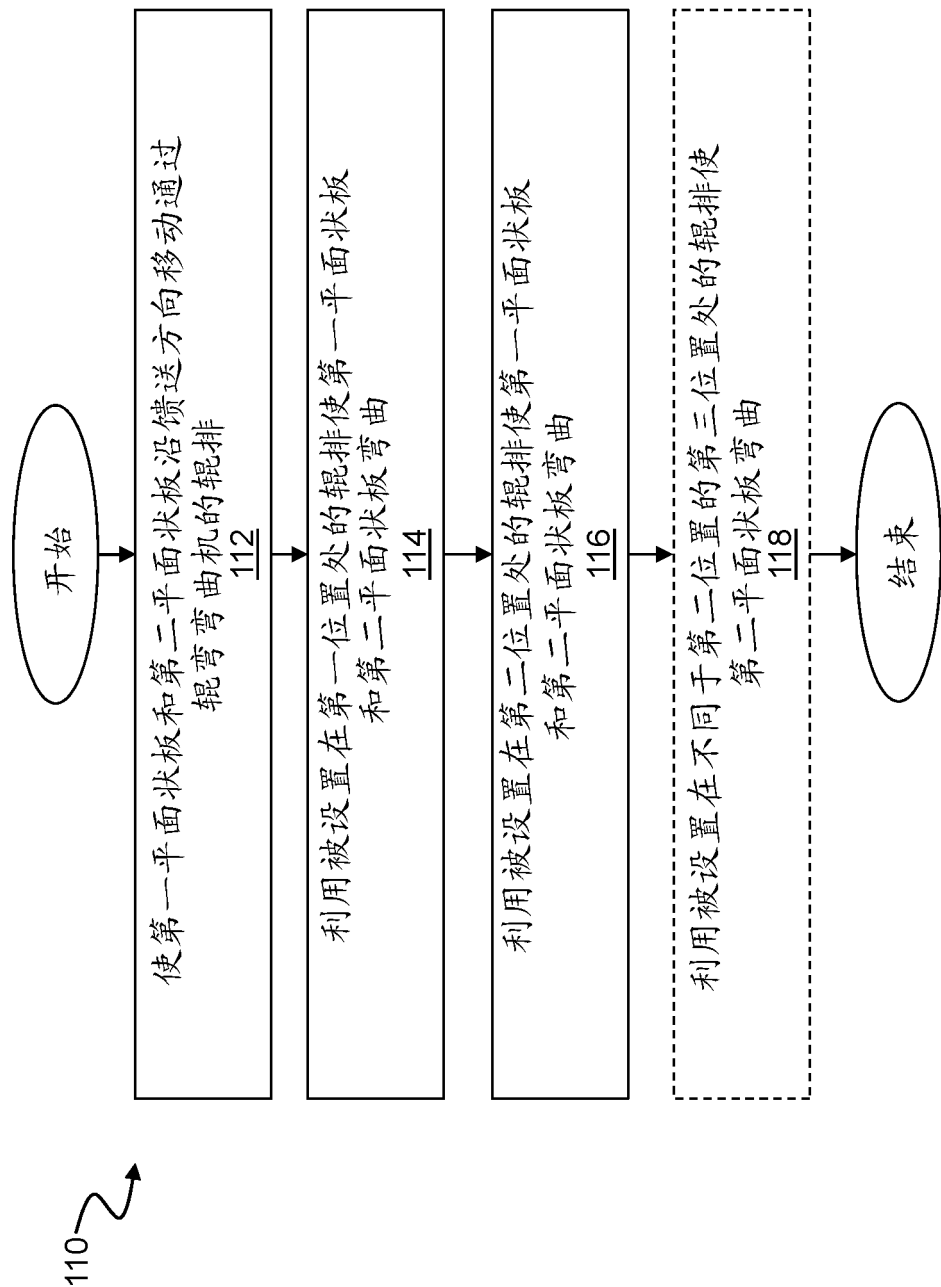


图 11