

## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102116253 A

(43) 申请公布日 2011. 07. 06

(21) 申请号 201010624676. X

(22) 申请日 2010. 12. 30

(30) 优先权数据

12/650213 2009. 12. 30 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 王京

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F03D 1/06(2006. 01)

B29C 70/52(2006. 01)

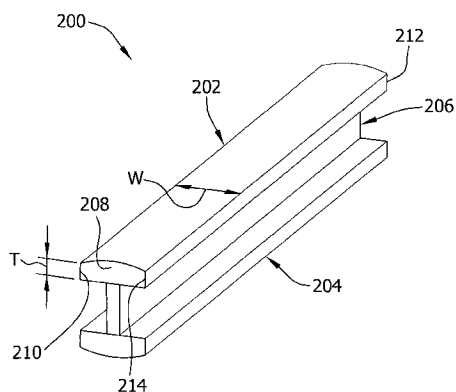
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 9 页

### (54) 发明名称

用于风力涡轮机转子叶片的梁和用于制造这种梁的方法

### (57) 摘要

本发明涉及用于风力涡轮机转子叶片的梁和用于制造这种梁的方法,具体而言,提供了一种用于风力涡轮机转子叶片(112)的梁(200)。梁包括支承部件(206)和联接到支承部件上的梁帽(202,204),梁帽包括多个拉挤成型的异型节段(600)。



1. 一种用于风力涡轮机转子叶片(112)的梁(200),所述梁包括:  
支承部件(206);以及  
联接到所述支承部件上的梁帽(202,204),所述梁帽包括多个拉挤成型的异型节段(600)。
2. 根据权利要求1所述的梁(200),其特征在于,所述梁帽(202,204)具有第一侧(210)和与所述第一侧相对的第二侧(214),所述梁帽的厚度在所述第一侧和所述第二侧之间变化。
3. 根据权利要求1所述的梁(200),其特征在于,所述梁帽(202,204)与所述支承部件(206)分开形成,所述梁帽结合到所述支承部件上。
4. 根据权利要求1所述的梁(200),其特征在于,所述支承部件(206)包括抗剪腹板材料。
5. 根据权利要求1所述的梁(200),其特征在于,所述多个拉挤成型的异型节段(600)包括具有第一长度的第一拉挤成型的异型节段(702)和具有不同于所述第一长度的第二长度的第二拉挤成型的异型节段(704)。
6. 根据权利要求1所述的梁(200),其特征在于,所述多个拉挤成型的异型节段(600)的各个拉挤成型的异型节段包括多个增强纤维(312),所述多个增强纤维包括碳增强纤维和玻璃增强纤维中的至少一种。
7. 根据权利要求6所述的梁(200),其特征在于,所述多个增强纤维(312)具有单向纤维取向。
8. 根据权利要求6所述的梁(200),其特征在于,利用热固性树脂浸渍所述多个增强纤维(312)。
9. 根据权利要求8所述的梁(200),其特征在于,所述梁(200)还包括将所述多个拉挤成型的异型节段(600)的相邻的拉挤成型的异型节段结合在一起的粘合剂。
10. 根据权利要求6所述的梁(200),其特征在于,利用热塑性树脂浸渍所述多个增强纤维(312)。

## 用于风力涡轮机转子叶片的梁和用于制造这种梁的方法

### 技术领域

[0001] 本文描述的主题一般而言涉及梁 (spar), 并且更具体而言, 涉及用于风力涡轮机转子叶片的梁和用于制造这种梁的方法。

### 背景技术

[0002] 许多已知的风力涡轮机包括塔架 (tower) 和通过外罩 (nacelle) 安装在塔架上的转子。转子包括有利于将风能转换成旋转能的多个叶片。转子经由转子轴通过齿轮箱驱动发电机, 并且齿轮箱提高转子轴的本来的转速, 从而使得发电机可将机械能转换成电能。

[0003] 因为许多已知的风力涡轮机叶片在操作期间经受较大的载荷, 所以至少一些已知的风力涡轮机叶片制造有在内部穿过其中的纤维增强的梁, 以有利于传递在包围梁的以空气空气动力学的方式成形的壳体上施加的载荷。虽然至少一些已知的梁具有提高的承载特性, 但是这些已知的梁也是使用增加数量的纤维来制造的, 这导致梁的重量增大。就此而言, 以增大梁的重量为代价来提高梁的承载特性可降低风力涡轮机的整体操作效率。因而, 有用的将是提供带有具有改进的纤维定向 (alignment) 的梁的风力涡轮机叶片, 改进的纤维定向有利于获得梁的承载特性, 同时降低用于制造梁的纤维的数量, 从而降低风力涡轮机叶片的重量, 以及提高风力涡轮机的整体操作效率。

### 发明内容

[0004] 在一方面, 提供了一种用于风力涡轮机转子叶片的梁。梁包括支承部件和联接到制成部件上的梁帽 (spar cap)。梁帽包括多个拉挤成型 (pultruded) 的异型节段 (profile segment)。

[0005] 在另一方面, 提供了一种用于制造用于风力涡轮机转子叶片的梁的方法。方法包括提供支承部件、用多个拉挤成型的异型节段制造梁帽, 以及将梁帽联接到支承部件上。

[0006] 在又一方面, 提供了一种制造用于与风力涡轮机转子叶片一起使用的梁的拉挤成型的异型件 (profile) 的方法。方法包括提供多个增强纤维、提供多个热塑性纤维, 以及拉挤成型多个增强纤维和多个热塑性纤维以形成异型件。

### 附图说明

[0007] 图 1 是示例性风力涡轮机的一部分的透视图;

[0008] 图 2 沿线 2-2 截取的、图 1 中所示的风力涡轮机的叶片的示意性截面图;

[0009] 图 3 是图 2 中所示的叶片的梁的透视图;

[0010] 图 4 是用于制造适于制造图 2 和 3 中所示的梁的第一梁帽和 / 或第二梁帽的拉挤成型的异型节段的第一拉挤成型系统的示意图;

[0011] 图 5 是用于制造适于制造图 2 和 3 中所示的梁的第一梁帽和 / 或第二梁帽的拉挤成型的异型节段的第二拉挤成型系统的示意图;

[0012] 图 6 是用于制造适于制造图 2 和 3 中所示的梁的第一梁帽和 / 或第二梁帽的拉挤

成型的异型节段的第三拉挤成型系统的示意图；

[0013] 图 7 是使用图 4 中所示的第一拉挤成型系统、图 5 中所示的第二拉挤成型系统或图 6 中所示的第三拉挤成型系统制成的拉挤成型的异型节段的平面图；

[0014] 图 8 是用于在制造图 2 和 3 中所示的第一梁帽和 / 或第二梁帽时使用的拉挤成型的异型节段的堆叠的侧视图；

[0015] 图 9 是用于在制造图 2 和 3 中所示的第一梁帽和 / 或第二梁帽时使用的真空组件的示意性截面图；

[0016] 图 10 是用于制造图 2 和 3 中所示的梁的方法的流程图。

[0017] 部件列表

[0018] 100 风力涡轮机

[0019] 102 塔架

[0020] 104 外罩

[0021] 108 转子

[0022] 110 轮毂

[0023] 112 多个叶片

[0024] 114 第一叶片

[0025] 116 第二叶片

[0026] 118 第三叶片

[0027] 120 蒙皮 (skin)

[0028] 122 压力侧

[0029] 124 吸力侧

[0030] 126 前缘

[0031] 128 后缘

[0032] 200 梁

[0033] 202 第一梁帽

[0034] 204 第二梁帽

[0035] 206 支承部件

[0036] 208 第一端

[0037] 210 第一侧

[0038] 212 第二端

[0039] 214 第二侧

[0040] 300 第一拉挤成型系统

[0041] 302 第一工位

[0042] 304 第二工位

[0043] 306 第三工位

[0044] 308 第四工位

[0045] 310 第五工位

[0046] 312 增强纤维

[0047] 314 多个经轴架 (creel)

- [0048] 316 第一组织板 (organizing panel)
- [0049] 318 树脂浴槽
- [0050] 320 滚动杆 (rolling bar)
- [0051] 322 树脂浸渍增强纤维
- [0052] 324 第二组织板
- [0053] 326 模具
- [0054] 328 拉挤成型的异型件
- [0055] 330 拉拔机构
- [0056] 332 切割机构
- [0057] 400 第二拉挤成型系统
- [0058] 402 第二工位
- [0059] 404 第三工位
- [0060] 406 树脂泵
- [0061] 500 第三拉挤成型系统
- [0062] 502 第二工位
- [0063] 504 第三工位
- [0064] 506 第一工位
- [0065] 508 热塑性纤维
- [0066] 600 拉挤成型的异型节段
- [0067] 700 堆叠
- [0068] 702 第一拉挤成型的异型节段
- [0069] 704 第二拉挤成型的异型节段
- [0070] 706 中间拉挤成型的异型节段
- [0071] 708 片层 (sheet)
- [0072] 800 真空组件 (vacuum assembly)
- [0073] 802 模子
- [0074] 804 袋 (bag)
- [0075] 806 离型膜 (release film)
- [0076] 808 真空腔室
- [0077] 810 通气腔室 (breathing chamber)
- [0078] 812 通气孔口 (breathing aperture)
- [0079] 814 凹口
- [0080] 900 方法
- [0081] 902 提供支承部件
- [0082] 904 用多个拉挤成型的异型节段制造梁帽
- [0083] 906 将梁帽联接到支承部件上

#### 具体实施方式

[0084] 以下详细描述以实例而非限制的方式对梁和用于制造梁的方法进行了描述。该描

述使得本领域普通技术人员能够实现和使用本公开,并且该描述对本公开的多个实施例进行了描述,包括目前认为是执行本公开的最佳模式的实施例。在本文中,将本公开描述成应用于示例性实施例,即用于风力涡轮机叶片的梁。但是,构想到本公开可一般地应用于宽范围的系统中的梁,而且除了风力涡轮机之外具有各种各样的应用。

[0085] 图 1 是示例性风力涡轮机 100 的一部分的透视图。在示例性实施例中,风力涡轮机 100 是水平轴线式风力涡轮机。备选地,风力涡轮机 100 可为垂直轴线式风力涡轮机。风力涡轮机 100 包括从基座(未显示)直立起来的塔架 102、安装在塔架 102 上的外罩 104,以及可旋转地联接到外罩 104 上的转子 108。转子 108 包括可旋转的轮毂 110,以及联接到轮毂 110 上且从轮毂 110 向外延伸的多个叶片 112。在示例性实施例中,叶片 112 包括第一叶片 114、第二叶片 116 及第三叶片 118。在其它实施例中,转子 108 可包括任何适当数量的叶片 112。在示例性实施例中,叶片 112 绕着轮毂 110 等距隔开,以有利于使得风的动能能够转换成旋转能,并随后转换成电能。备选地,叶片 112 可绕着轮毂 110 彼此隔开任何适当的距离。

[0086] 图 2 是沿着线 2-2 截取的、叶片 112 的示意性截面图。在示例性实施例中,叶片 112 包括梁 200 和蒙皮 120,蒙皮 120 包围梁 200,以限定叶片 112 的压力侧 122、吸力侧 124、前缘 126 及后缘 128。在示例性实施例中,梁 200 包括第一梁帽 202、第二梁帽 204,以及在第一梁帽 202 和第二梁帽 204 之间延伸的支承部件 206(例如抗剪腹板材料)。梁 200 具有类似 I 形梁的截面形状(即支承部件 206 在第一梁帽 202 和第二梁帽 204 之间且基本垂直于它们延伸)。在其它实施例中,梁 200 可具有基本正方形或长方形的截面形状。例如,梁 200 可包括两个基本平行的支承部件 206,这两个支承部件 206 彼此隔开,并且在第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 之间且基本垂直于它们延伸,从而使得梁 200 形成空心的中央部分。备选地,梁 200 可具有有利于使得梁 200 能够如本文所述的那样起作用的任何适当的截面形状。在示例性实施例中,使用拉挤成型过程(pultrusion process)来制造第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204,如下面所描述的那样。在另外的实施例中,可使用任何适当的过程(包括但不限于拉挤成型过程)来制造支承部件 206。在特定的实施例中,使用拉挤成型过程来制造第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204,并且使用不包括拉挤成型的过程来制造支承部件 206。在示例性实施例中,第一梁帽 202 和第二梁帽 204 是基本相同的,并且使用任何适当的粘合材料来结合到支承部件 206 上。在此实施例中,第一梁帽 202 和第二梁帽 204 与支承部件 206 分开地形成,并且结合到支承部件 206 上。备选地,第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 可为基本不相同,并且可以以任何适当的方式制造和 / 或联接到支承部件 206 上。

[0087] 图 3 是梁 200 的透视图。在示例性实施例中,第一梁帽 202 具有第一端 208、第一侧 210、与第一端 208 相对的第二端 212,以及与第一侧 210 相对的第二侧 214,并且第一梁帽 202 由拉挤成型的异型节段的堆叠制成,如在下面所描述的那样。在一个实施例中,第一梁帽 202 具有从第一侧 210 至第二侧 214 的宽度 W,该宽度 W 从第一端 208 至第二端 212 基本一致。在另一个实施例中,第一梁帽 202 具有从第一端 208 至第二端 212 变化的厚度 T。在一些实施例中,厚度 T 可从第一侧 210 到第二侧 214 变化。在另一个实施例中,宽度 W 和 / 或厚度 T 可或不可以任何适当的方式变化。如本文所用,术语“拉挤成型的异型节段”指的是使用拉挤成型过程制造的单独的异型件。

[0088] 图 4 是用于制造适于制造第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 的拉挤成型的异型节段的第一拉挤成型系统 300 的示意图。在示例性实施例中, 第一拉挤成型系统 300 包括第一工位 302、第二工位 304、第三工位 306、第四工位 308 及第五工位 310。在第一工位 302 处, 从多个经轴架 314 拉出多个增强纤维 312, 以有利于将增强纤维 312 连续地供给到第二工位 304。在示例性实施例中, 增强纤维 312 是碳纤维。在另一个实施例中, 增强纤维 312 可为玻璃纤维。在其它实施例中, 增强纤维 312 可为用于制造第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 的任何适当的纤维。在第二工位 304 处, 增强纤维 312 被引导通过第一组织板 316, 以有利于诸如例如以预先限定的型式排列增强纤维 312。在排列好之后, 增强纤维 312 前进通过树脂浴槽 318, 以有利于利用树脂浸渍增强纤维 312。在树脂浴槽 318 附近, 增强纤维 312 在滚动杆 320 之上和 / 或之下经过, 以有利于提高树脂与增强纤维 312 的结合。在示例性实施例中, 树脂浴槽 318 包含热固树脂 (下文称为“热固性”树脂)。备选地, 树脂浴槽 318 可包含有利于结合或联接增强纤维 312 的任何适当的树脂。

[0089] 在示例性实施例中, 增强纤维 312 作为树脂浸渍增强纤维 322 离开树脂浴槽 318, 并且被引导通过第二组织板 324。在穿过第二组织板 324 之后, 树脂浸渍增强纤维 322 前进到第三工位 306 且进入模具 326 中, 在该模具 326 中, 放热反应有利于使树脂浸渍增强纤维 322 固化成具有基本恒定的截面的固态的拉挤成型的异型件 328, 如下面所描述的那样。在离开模具 326 之后, 使用任何适当的冷却过程 (诸如例如环境空气冷却、强制空气冷却或液体流冷却) 来冷却拉挤成型的异型件 328, 从而强化拉挤成型的异型件 328。一旦拉挤成型的异型件 328 得到了充分的冷却, 拉挤成型的异型件 328 就前进通过第四工位 308, 在该第四工位 308 处, 拉拔机构 330 夹持且拉拔拉挤成型的异型件 328, 从而将树脂浸渍增强纤维 322 拉拔通过模具 326。在示例性实施例中, 拉拔机构 330 可为任何适当的装置, 诸如例如间歇性拉拔往复夹具、连续性拉拔往复夹具、传动皮带 (continuous belt) 或盖板链 (cleated chain)。拉挤成型的异型件 328 从第四工位 308 进入第五工位 310, 在该第五工位 310 处, 切割机构 332 将拉挤成型的异型件 328 切割成期望长度的拉挤成型的异型节段。在示例性实施例中, 切割机构 332 可为任何适当的切割装置, 诸如例如干锯 (dry saw) 或湿锯 (wet draw)。在备选实施例中, 第一拉挤成型系统 300 可包括可以有利于制造如本文所述的拉挤成型的异型节段的任何适当的方式操作的任何适当的构件。

[0090] 图 5 是用于制造适于制造第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 的拉挤成型的异型节段的第二拉挤成型系统 400 的示意图。在示例性实施例中, 第二拉挤成型系统 400 类似于第一拉挤成型系统 300, 并且使用图 4 中使用的相同参考标号来指示类似的构件。在示例性实施例中, 第二拉挤成型系统 400 具有不包括树脂浴槽 318 或第二组织板 324 的第二工位 402 和包括以流连通的方式与模具 326 联接的树脂泵 406 的第三工位 404。树脂泵 406 有利于将树脂 (例如成低聚物形式的热塑性树脂或其它液体树脂, 包括热固性树脂) 输送到模具 326, 从而使得在增强纤维 312 从第一组织板 316 前进到模具 326 中之后, 利用树脂浸渍增强纤维 312, 而且如果使用了热塑性树脂, 则使增强纤维 312 在模具 326 内冷却成拉挤成型的异型件 328。在其它实施例中, 第三工位 404 可包括用于热塑性树脂的注射成型机, 而非树脂泵 406。在备选实施例中, 第二拉挤成型系统 400 可包括可以有利于制造如本文所述的拉挤成型的异型节段的任何适当的方式来操作的任何适当的构件。

[0091] 图 6 是用于制造适于制造第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 的拉挤成型的异型节

段的第三拉挤成型系统 500 的示意图。在示例性实施例中,第三拉挤成型系统 500 类似于第一拉挤成型系统 300 和第二拉挤成型系统 400,并且使用图 4 和 5 中使用的相同参考标号来指示类似的构件。在示例性实施例中,第三拉挤成型系统 500 具有不包括树脂浴槽 318 或第二组织板 324 的第二工位 502 和不包括树脂泵 406 的第三工位 504。相反,第三拉挤成型系统 500 具有这样的第一工位 506,即,除增强纤维 312 之外,该第一工位 506 还包括热塑性纤维 508(例如聚丙烯纤维或尼龙纤维),从而使得从经轴架 314 上拉拔热塑性纤维 508 和增强纤维 312,以有利于连续地将热塑性纤维 508 和增强纤维 312 供给通过第二工位 502 的第一组织板 316。因此,当热塑性纤维 508 和增强纤维 312 被引导到第三工位 504 的模具 326 中时,热塑性纤维 508 在模具 326 内被加热,以有利于利用热塑树脂浸渍增强纤维 312,以及形成得到随后冷却的拉挤成型的异型件 328。在备选实施例中,第三拉挤成型系统 500 可包括可以有利于制造如本文所述的拉挤成型的异型节段的任何适当的方式来操作的任何适当的构件。

[0092] 图 7 是使用第一拉挤成型系统 300、第二拉挤成型系统 400 或第三拉挤成型系统 500 制造的拉挤成型的异型节段 600 的平面图。图 8 是用于制造第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 的拉挤成型的异型节段 600 的堆叠 700 的侧视图。在示例性实施例中,堆叠 700 包括层叠在彼此的顶上的多个拉挤成型的异型节段 600。在一些实施例中,堆叠 700 的拉挤成型的异型节段 600 可并排布置,或者以任何其它适当的形态布置。在其它实施例中,堆叠 700 可包括具有有利于制造第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 的任何适当厚度的任何适当数量的拉挤成型的异型节段 600。

[0093] 在示例性实施例中,堆叠 700 的各个拉挤成型的异型节段 600 具有大体长方形的平面形状。在其它实施例中,各个拉挤成型的异型节段 600 可具有有利于使得第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 能够如本文所述的那样起作用任何适当的平面形状。如之前所阐述的那样,使用利用热固性树脂或热塑性树脂浸渍过的增强纤维 312(例如碳纤维、玻璃纤维等)来制造各个拉挤成型的异型节段 600。在一个实施例中,各个拉挤成型的异型节段 600 包括沿相对于拉挤成型的异型节段 600 的轴线 Y 基本相同的方向取向(oriented)的增强纤维 312(下文称为拉挤成型的异型节段 600 的“单向纤维取向”)。在示例性实施例中,单向纤维取向基本平行于轴线 Y。在一些实施例中,单向纤维取向可具有相对轴线 Y 的任何适当的取向。在其它实施例中,增强纤维 312 可不沿相对于轴线 Y 基本相同的方向取向(例如增强纤维 312 可编织在一起)。备选地,增强纤维 312 可沿相对于轴线 Y 的任何适当的方向取向。

[0094] 在示例性实施例中,堆叠 700 的拉挤成型的异型节段 600 包括第一拉挤成型的异型节段 702、第二拉挤成型的异型节段 704,以及在第一拉挤成型的异型节段 702 和第二拉挤成型的异型节段 704 之间的多个中间的拉挤成型的异型节段 706。在一个实施例中,第一拉挤成型的异型节段 702 具有第一长度  $L_1$ ,第二拉挤成型的异型节段 704 具有小于第一长度  $L_1$  的第二长度  $L_2$ ,并且各个中间的拉挤成型的异型节段 706 具有小于第一长度  $L_1$  且大于第二长度  $L_2$  的中间长度  $L_3$ ,从而使得堆叠 700 具有第一高度  $H_1$  和不同于第一高度  $H_1$  的第二高度  $H_2$ 。在一些实施例中,当中间的拉挤成型的异型节段 706 从第一拉挤成型的异型节段 702 依次继续到第二拉挤成型的异型节段 704 时,从一个中间的拉挤成型的异型节段 706 到下一个中间的拉挤成型的异型节段 706 中间长度  $L_3$  按顺序减小。在其它实施例中,



中间的拉挤成型的异型节段 706 可具有以有利于使得第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 能够如本文所述的那样起作用的方式布置的任何适当的中间长度。在一个实施例中,单向纤维取向在第一拉挤成型的异型节段 702、第二拉挤成型的异型节段 704 以及中间的拉挤成型的异型节段 706 中的至少一个之中变化(例如第一拉挤成型的异型节段 702 可具有相对于轴线 Y 以约 45° 取向的增强纤维 312,而至少一个中间拉挤成型的异型节段 706 可具有相对于轴线 Y 以约 -45° 取向的增强纤维 312)。在另一个实施例中,单向纤维取向在整个堆叠 700 中可不改变。在备选实施例中,堆叠 700 可包括不具有单向纤维取向的至少一个拉挤成型的异型节段 600,如上文所述。在一些实施例中,可使用焊接工具使堆叠 700 的拉挤成型的异型节段 600 在特定点处熔合在一起,以有利于在随后的制造阶段期间保持堆叠 700 的定向。

[0095] 在示例性实施例中,如果使用第一拉挤成型系统 300 来制造堆叠 700 的拉挤成型的异型节段 600(例如,如果拉挤成型的异型节段 600 由热固性树脂制成),则各个拉挤成型的异型节段 600 通过粘合材料片层 708 结合到相邻的拉挤成型的异型节段 600 上,粘合材料片层 708 置于它们之间。在一个实施例中,各个片层 708 具有基本为长方形的形状(例如,基本类似于由片层 708 结合在一起的拉挤成型的异型节段 600 中的至少一个的的形状的形状)。在另一个实施例中,任何片层 708 可具有有利于结合相邻的拉挤成型的异型节段 600 的任何适当的形状。在其它实施例中,可使用任何适当的粘合剂(例如,成液体形式的粘合剂、成浆糊形式的粘合剂、成带状形式的粘合剂等)来将拉挤成型的异型节段 600 结合在一起。在示例性实施例中,如果使用第二拉挤成型系统 400 或第三拉挤成型系统 500 来制造堆叠 700 的拉挤成型的异型节段 600(例如,如果拉挤成型的异型节段 600 由热塑性树脂制成),则拉挤成型的异型节段 600 未必需要通过粘合剂来结合在一起。相反,使用第二拉挤成型系统 400 或第三拉挤成型系统 500 制成的拉挤成型的异型节段 600 可通过真空组件 800 内的热成形操作结合在一起,如下面所描述的那样。在备选实施例中,可以任何适当的方式使用任何适当的粘合材料和 / 或适当的紧固机构来将使用第一拉挤成型系统 300、第二拉挤成型系统 400 和 / 或第三拉挤成型系统 500 制造的拉挤成型的异型节段 600 联接在一起。

[0096] 图 9 是真空组件 800 的示意性截面图。在示例性实施例中,真空组件 800 包括模子 802、联接到模子 802 上的袋 804,以及离型膜 806,该离型膜 806 设置在袋 804 和模子 802 之间,从而使得在离型膜 806 和模子 802 之间限定真空腔室 808,并且使得在袋 804 和离型膜 806 之间限定通气腔室 810。在示例性实施例中,袋 804 包括有利于流体(例如空气)进入通气腔室 810 中的多个通气孔口 812,并且模子 802 具有大小设置成容纳堆叠 700 的凹口 814,如下面所描述的那样。在一个实施例中,凹口 814 具有与第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 的轮廓基本匹配的轮廓。在一些实施例中,真空组件 800 可不包括袋 804、离型膜 806 和 / 或通气孔口 812。在其它实施例中,真空组件 800 可包括有利于制造第一梁帽 202 和 / 或第二梁帽 204 的任何适当的构件。

[0097] 在示例性实施例中,堆叠 700 插入到真空腔室 808 中,从而使得第二拉挤成型的异型节段 704 在凹口 814 内邻近模子 802。在堆叠 700 至少部分地在模子 802 的凹口 814 内的情况下,堆叠 700 经受热成形操作,在热成形操作中,对堆叠 700 施加热量,从而使得热塑性树脂在拉挤成型的异型节段 600 之间流动,以将拉挤成型的异型节段 600 结合在一起。但

是,在加热期间,对堆叠 700 施加压力(例如大气压或更高的压力),以有利于在热塑性树脂在相邻的拉挤成型的异型节段 600 之间流动时保持增强纤维 312 的张力(例如以有利于保持增强纤维 312 的单向纤维取向)。在加热之后,使用任何适当的冷却过程来使堆叠 700 冷却成基本固态的结构,并且从模子 802 中移除该基本固态的结构且随后将其用于第一梁帽 202 和第二梁帽 204 中。在一些实施例中,在冷却之后,该基本固态的机构可精加工成用作第一梁帽 202 或第二梁帽 204 的期望的形状。在其它实施例中,真空组件 800 还可用来将使用第一拉挤成型系统 300 制成的拉挤成型的异型节段 600 结合在一起(例如,真空组件 800 可用来加热由热固性树脂制成的相邻的拉挤成型的异型节段 600 之间的粘合剂,以有利于将相邻的拉挤成型的异型节段 600 结合在一起)。

[0098] 图 10 是用于制造如本文所述的梁的方法 900 的流程图。在示例性实施例中,方法 900 包括提供 902 支承部件、用多个拉挤成型的异型节段制造 904 梁帽,以及将梁帽联接 906 到支承部件上。

[0099] 本文所述的方法和系统有利于获得梁帽的异型节段的均匀的厚度,以及限制/防止沿着异型节段的增强纤维的长度的波状起伏(undulation),从而提高梁帽中的增强纤维的定向。本文所述的方法和系统还有利于提高梁帽中的单独的增强纤维的承载特性,从而使得使用更少的增强纤维以及降低梁帽的质量来实现对于整个梁帽的给定的承载特性。另外,本文所述的方法和系统有利于在制造梁帽时使用较不昂贵的增强纤维,例如碳纤维,从而降低与制造梁帽相关联的材料成本和劳动成本。因而,本文所述的方法和系统有利于降低与制造风力涡轮机相关联的成本,同时增加了风力涡轮机的使用寿命。

[0100] 上面详细描述了梁和用于制造梁的方法的示例性实施例。本文所述的方法和系统不限于本文所述的具体实施例,而是相反,可独立地且与本文所述的其它构件和/或步骤分开来使用系统的构件和/或方法的步骤。例如,本文所述的方法和系统可具有不限于如本文所述与风力涡轮机一起实践的其它应用。相反,本文所述的方法和系统可结合各种其它工业来实现和使用。

[0101] 本书面描述使用实例来公开本发明,包括最佳模式,并且还使本领域技术人员能够实践本发明,包括实现和使用任何装置或系统,以及执行任何结合的方法。本发明的可授予专利的范围由权利要求书限定,并且可包括本领域技术人员想到的其它实例。如果这种其它实例具有不异于权利要求书的字面语言的结构元素,或者如果这种其它实例包括与权利要求书的字面语言无实质性差异的等同结构元素,则这种其它实例意图处于权利要求书的范围之内。

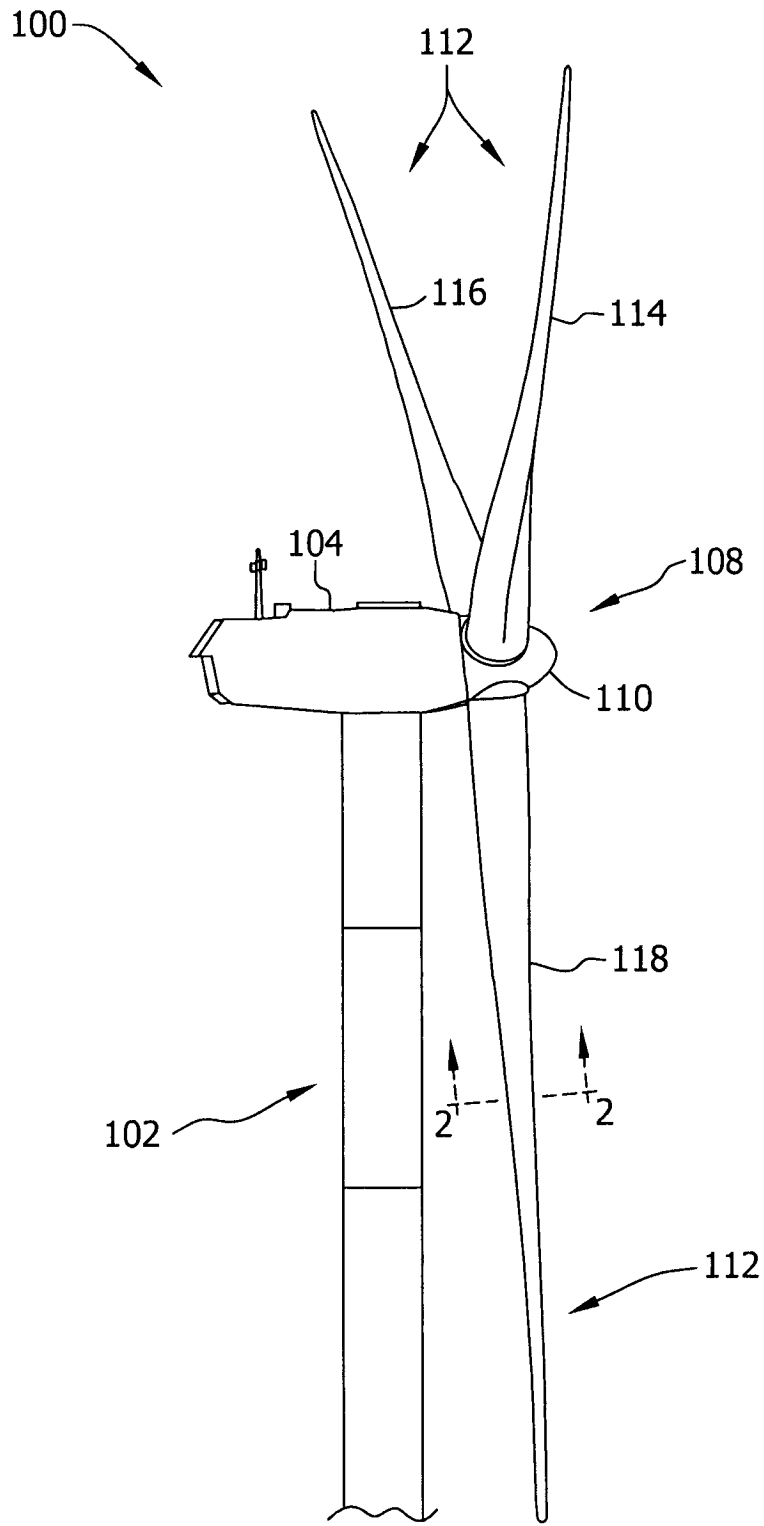


图 1

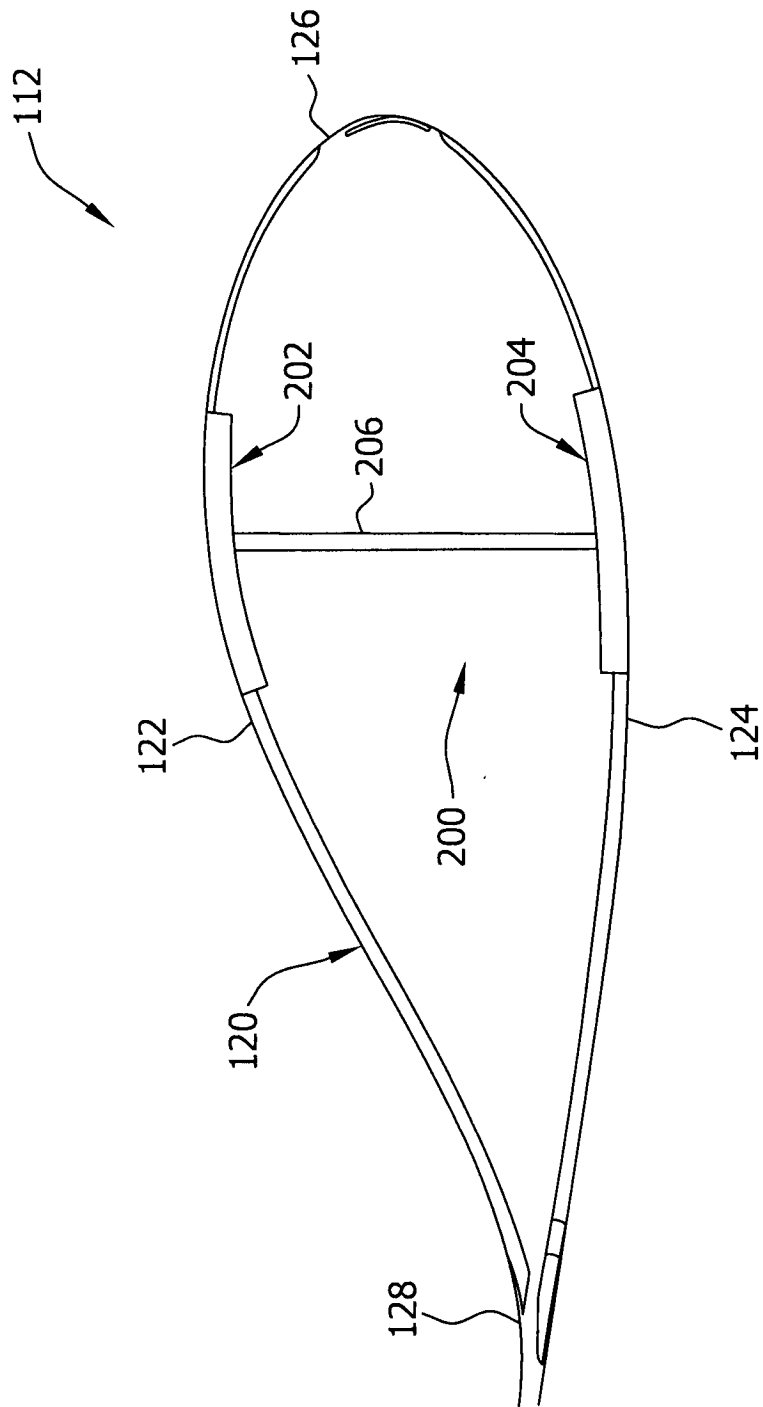


图 2

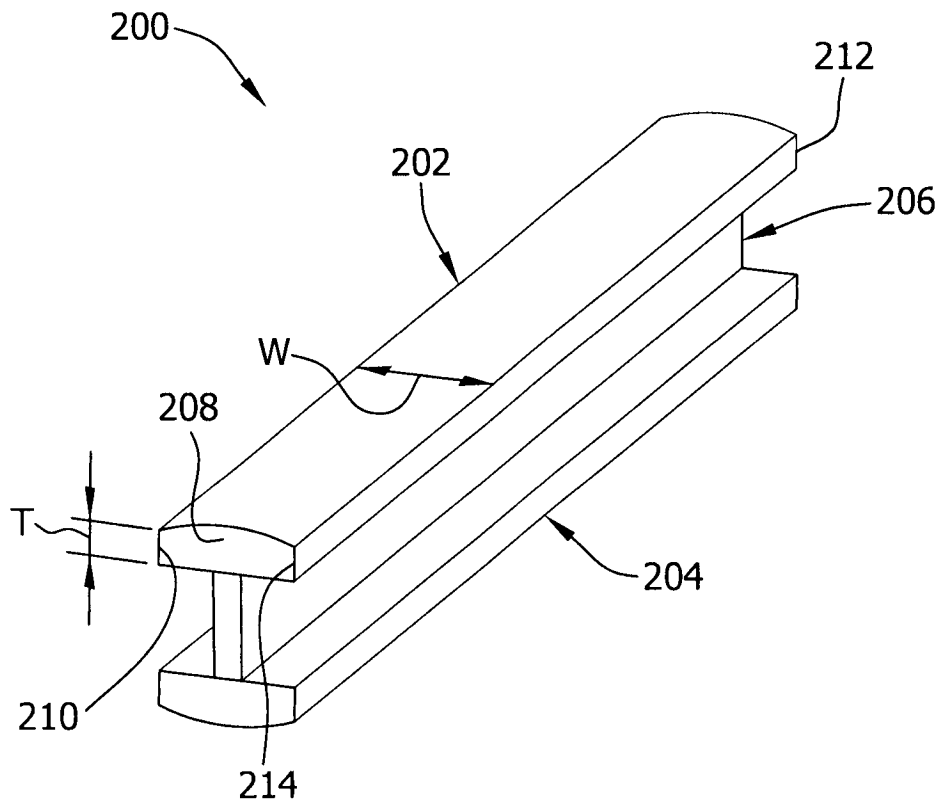


图 3

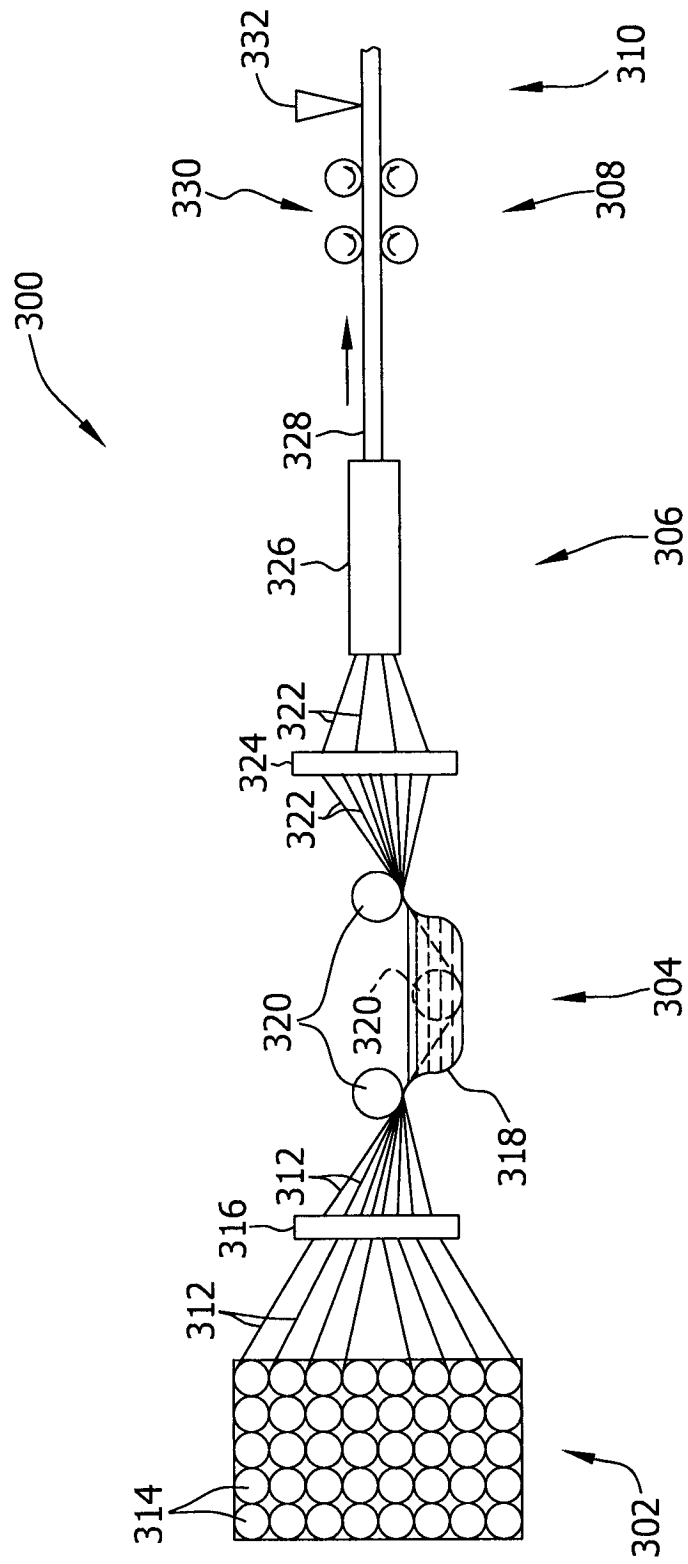


图 4

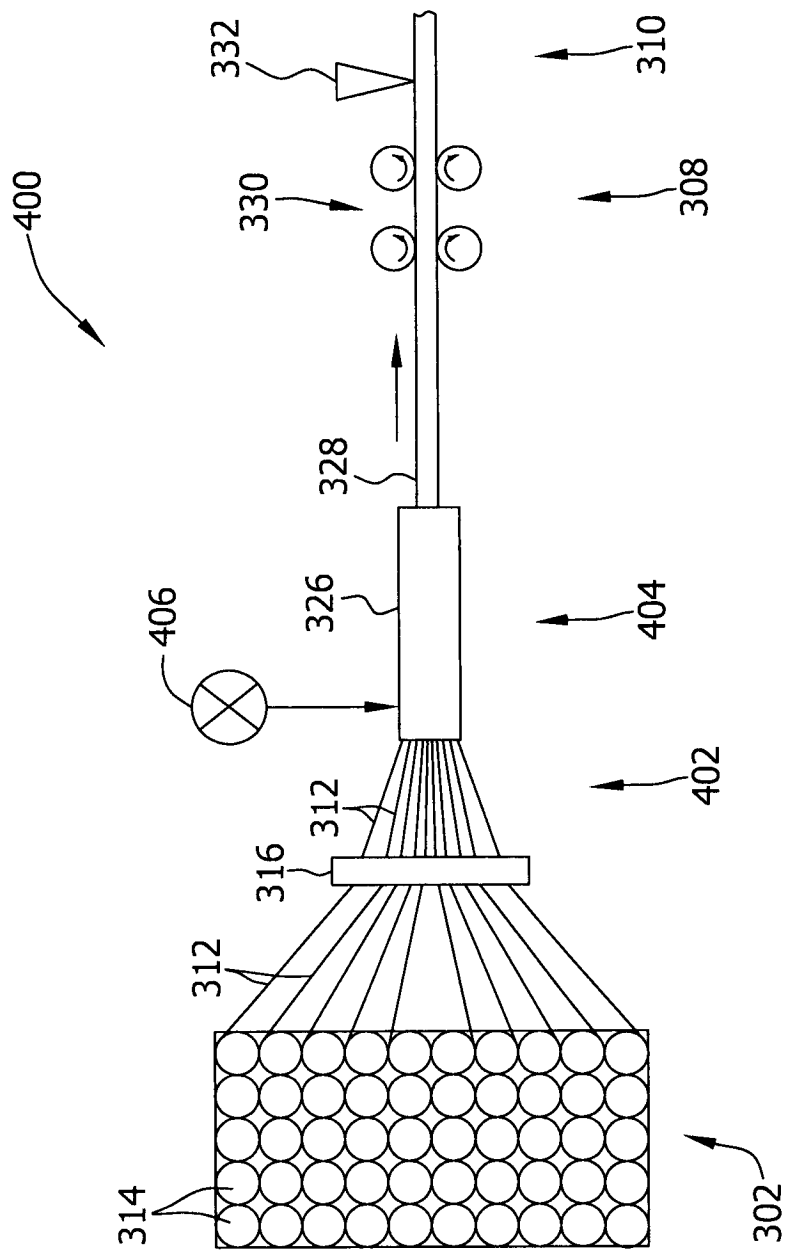


图 5

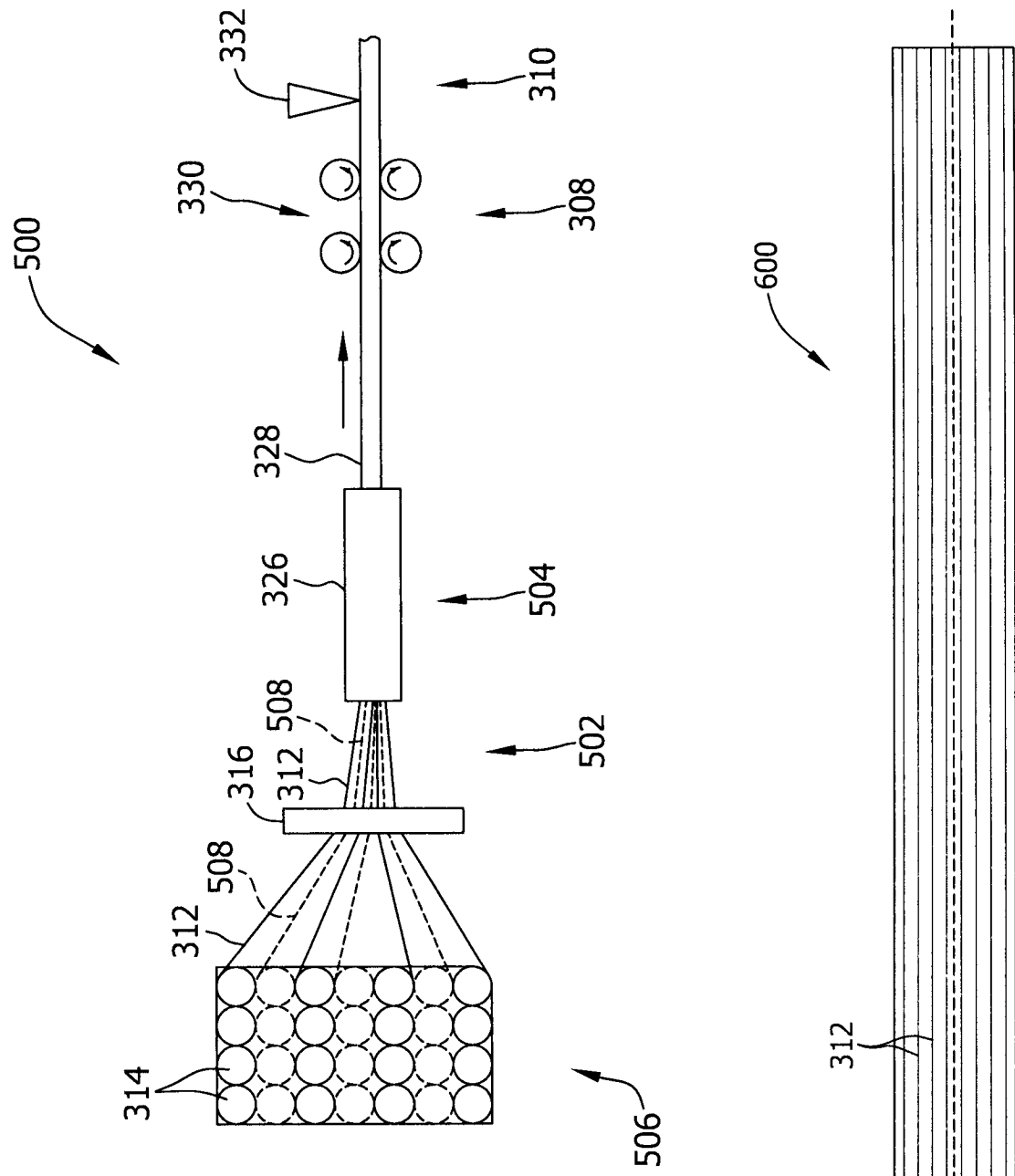


图 6

图 7



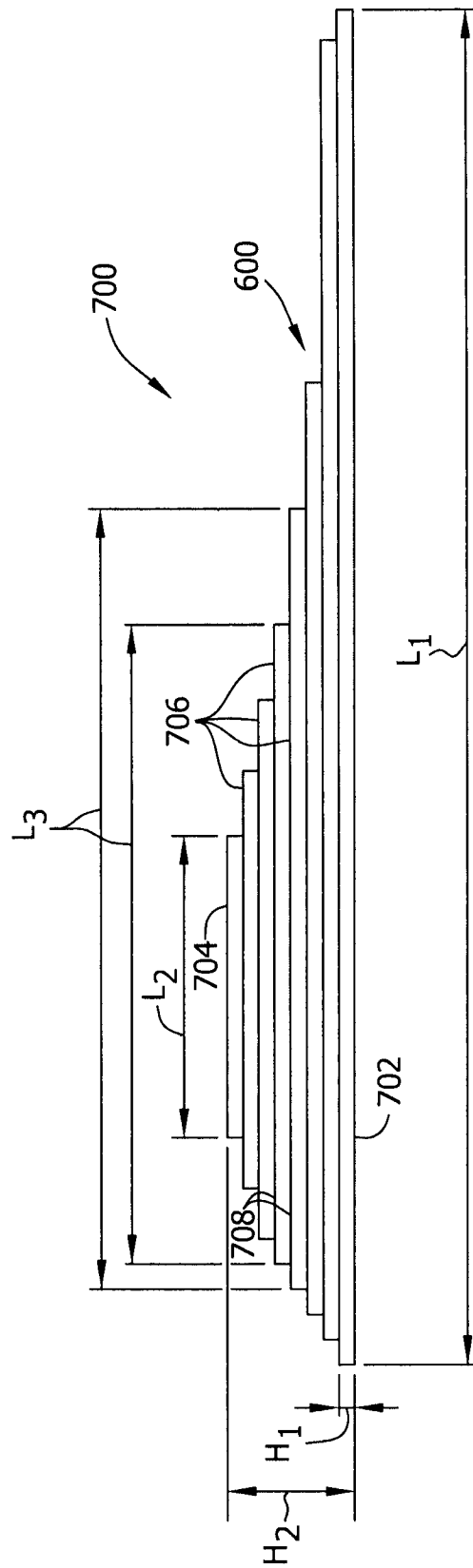


图 8

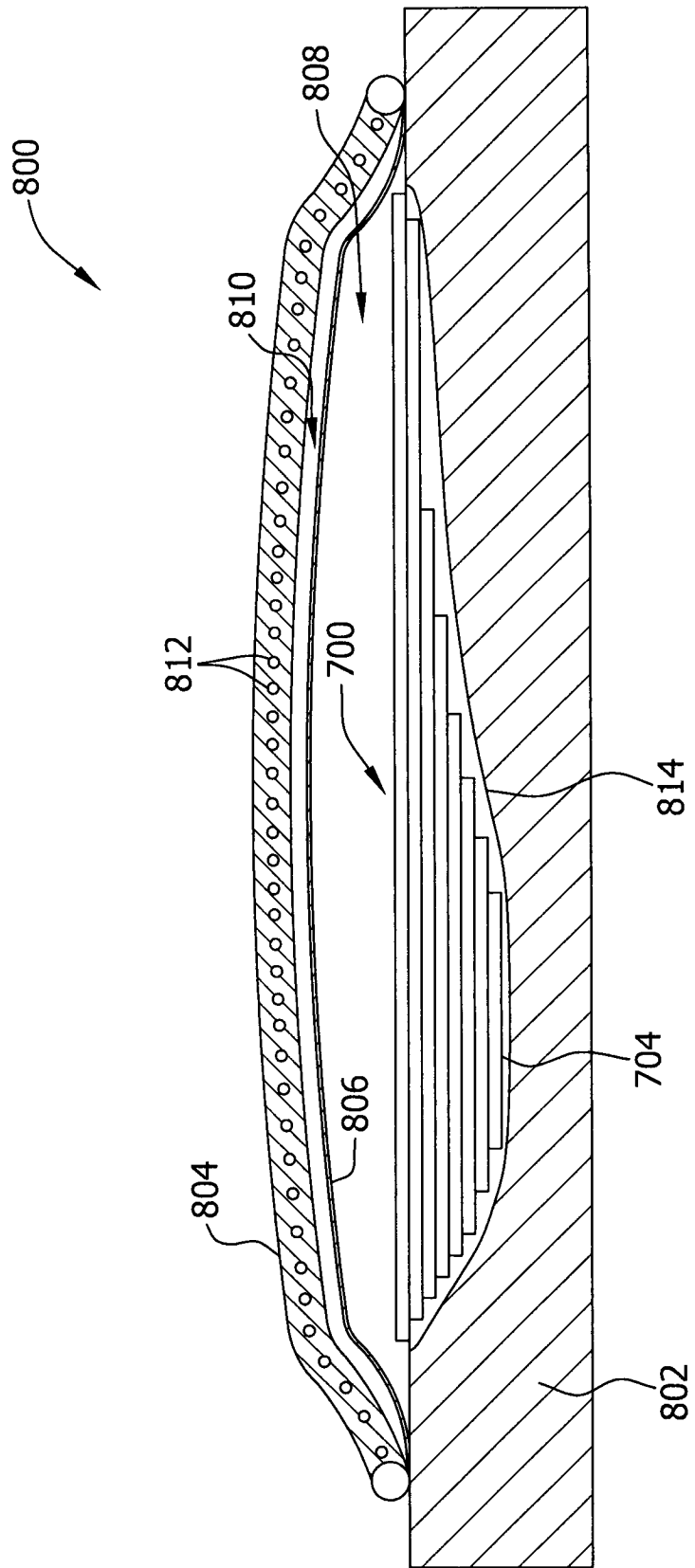


图 9

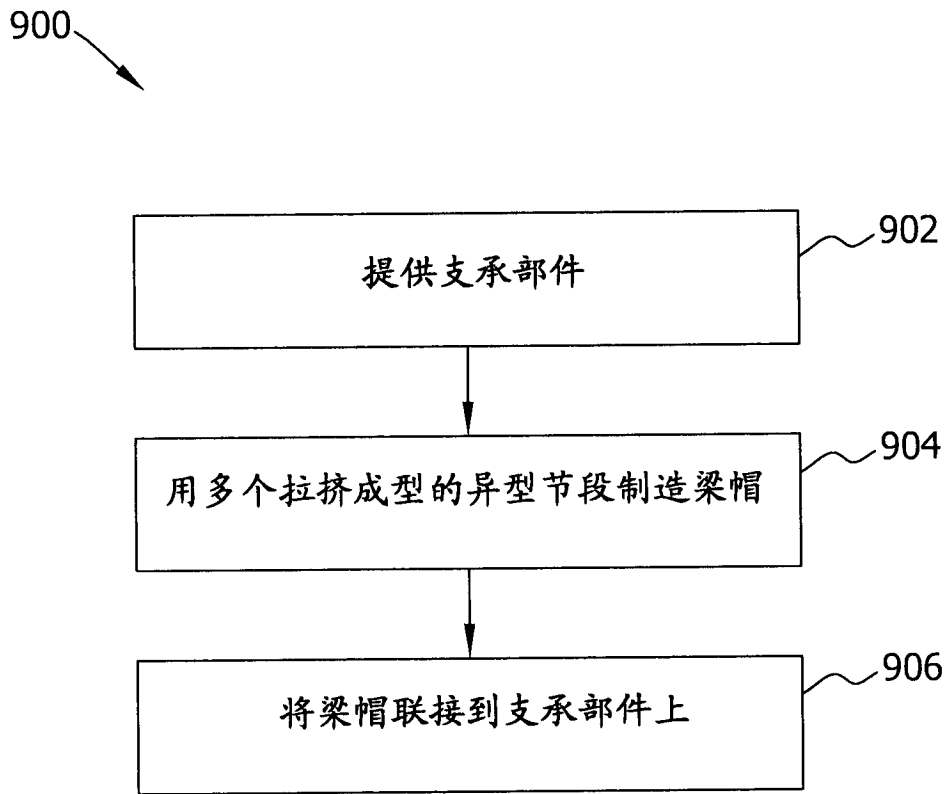


图 10