



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105799184 A

(43)申请公布日 2016.07.27

(21)申请号 201511036238.0

(22)申请日 2015.11.25

(30)优先权数据

14/552517 2014.11.25 US

(71)申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72)发明人 C·D·卡鲁索 A·A·亚布劳

S·B·盖格

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 刘林华 谭祐祥

(51)Int.Cl.

B29C 70/34(2006.01)

F03D 1/06(2006.01)

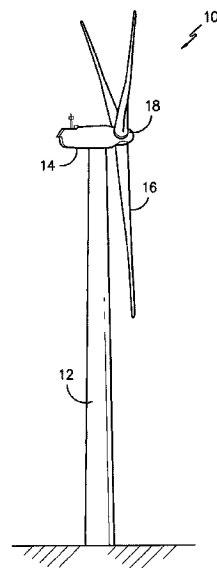
权利要求书1页 说明书7页 附图5页

(54)发明名称

制造用于风力涡轮机的转子叶片部件的方法

(57)摘要

制造用于风力涡轮机(10)的转子叶片部件的采用被构造为多个纤维材料的预固化,预制的板材的方法被公开。在本公开内容的一个方面中,该方法包括提供多个拉挤构件(40)。每个拉挤构件(40)包括至少,第一和第二纤维材料(46,48),其中第一和第二纤维材料(46,48)包括不同的尺寸或不同类型的纤维材料中至少一个。另一个步骤包括设置多个拉挤构件(40)进入一个或更多个层(38)。进一步的步骤包括接合拉挤构件的层(40)一起来形成转子叶片部件。



1. 一种制造风力涡轮机(10)的转子叶片部件的方法,所述方法包括:
提供多个拉挤构件(40),所述拉挤构件(40)中的每一个包括至少第一和第二纤维材料(46、48),其中,所述第一和第二纤维材料(46、48)包括不同尺寸或不同类型的纤维材料(42)中的至少一者;
将所述多个拉挤构件(40)布置入一个或多个层(38);以及
将所述拉挤构件(40)的层(38)接合在一起来形成所述转子叶片部件。
2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述转子叶片部件至少包括圆柱盖、抗剪腹板、接合盖、或根部环中的至少一者。
3. 根据权利要求1所述的方法,其中,将所述多个拉挤构件(40)布置入一个或多个层(38)还包括,将所述多个拉挤构件(40)布置在处于预定图案的用于转子叶片部件的模具。
4. 根据权利要求3所述的方法,还包括基于所述转子叶片部件的期望的强度、刚度、质量或成本中的至少一者来定制预先确定的式样。
5. 根据权利要求1所述的方法,其中,将所述拉挤构件(40)的层(38)接合在一起还包括:真空浸渍所述层(38)在一起或将所述层(38)接合在一起中的至少一者。
6. 根据权利要求5所述的方法,其中,所述层(38)经由粘合剂、预浸润材料、或半浸润材料中的至少一者结合在一起。
7. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述第一和第二纤维材料(46、48)包括玻璃纤维或碳纤维中的至少一者。
8. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述至少一个树脂材料(44)还包括聚酯、聚氨酯、聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、乙烯基酯、或环氧树脂中的至少一者。
9. 一种制造风力涡轮机(10)的转子叶片部件的方法,所述方法包括:
提供多个拉挤构件(40),所述拉挤构件(40)中的至少一者包括至少两个不同类型的纤维(42);
将所述多个拉挤构件(40)布置入转子叶片部件的模具;以及
将所述拉挤构件(40)接合在一起来形成所述转子叶片部件。
10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述转子叶片部件包括圆柱盖、抗剪腹板、接合盖、或根部环中的至少一者。

制造用于风力涡轮机的转子叶片部件的方法

技术领域

[0001] 本主题大体涉及风力涡轮机的转子叶片,并且更特定的,涉及制造用于风力涡轮机的转子叶片部件的方法。

背景技术

[0002] 风能被认为是目前可获得的最清洁、最环境友好的能源之一,并且风力涡轮机在这点上已经获得了越来越多的关注。现代的风力涡轮机典型地包括塔架、发电机、齿轮箱、机舱、以及一个或多个转子叶片。转子叶片利用已知的翼型原理从风俘获动能并通过旋转能传递动能来转动将转子叶片耦合到齿轮箱,或者如果没有使用齿轮箱时,那么直接耦合到发电机的轴。然后发电机将机械能转换为配置到公用电网的电能。

[0003] 风力涡轮机转子叶片通常包括由两个复合层压材料的壳半部构成的主体壳。壳半部通常利用模制工艺制造且然后沿着转子叶片的相对应的边缘耦合在一起。通常,壳体相对轻质且其结构特性(例如,刚性,抗弯性和强度)未被配置成经受在运行期间施加到转子叶片上的弯矩和其它负载。此外,风力涡轮机叶片变得越来越长以便产生更多的功率。结果,叶片必须更刚性并因而更重以便减轻在转子上的负载。

[0004] 为了增加转子的刚性、抗弯性和强度,主体壳典型地利用接合壳半部的内表面的一个或多个结构部件(例如,带有在它们之间配置的抗剪腹板的反向圆柱盖)增强。圆柱盖可由各种材料构成,包括但不限于玻璃纤维复合层压板和/或碳纤维复合层压板。然而,这样的材料,难于控制,易于缺陷,和/或在干燥纤维处理的时候劳动强度高且在浸渍层压结构时具有挑战。

[0005] 因此,附加的圆柱盖也可用预制的,预固化的(即,拉挤)复合物制造,其可在更厚的区段中制造,并且典型地较不易于出现缺陷。如在本文中所使用的,术语“拉挤复合物”、“挤压拉伸法”、“拉挤部件”或相似的常规围绕加强材料(例如纤维或机织物或编织绳)被充满树脂且被通过热固定冲模拉伸这样树脂固化或经历聚合作用。这样,制造拉挤复合材料的过程典型地以生产具有固定横截面的复合部分的复合材料的持续过程为特征。于是,拉挤复合材料可消除有关仅使用干织物的多种关切和挑战。

[0006] 因此,本领域一直在寻找制造转子叶片组件的新的和改进的方法,例如利用挤压拉伸法、采用圆柱盖。更具体地,利用由不同纤维材料(例如玻璃和碳纤维)构造的拉挤构件制造转子叶片组件的方式是有优势的。

发明内容

[0007] 本发明的方面和优势将在随后的说明书中部分阐明,或可由说明书显而易见地得出,或由本发明的实施习得。

[0008] 在本公开内容的一个方面中,一种制造风力涡轮机转子叶片部件的方法被公开。该方法包括提供多个的拉挤构件。每个拉挤构件包括,至少,第一和第二纤维材料,其中第一和第二纤维材料包括不同的尺寸或不同类型的纤维材料中的至少一个。这样,纤维类型

和/或尺寸可以是关于所需的强度、刚度、质量,和/或转子叶片部件的成本而不同的。另一个步骤包括设置所述多个的拉挤构件进入一个或更多个层中。进一步的步骤包括接合拉挤构件的层到一起形成转子叶片部件。

[0009] 在特定的实施例中,转子叶片部件包括圆柱盖,抗剪腹板,接合盖,根部环,或任何其它合适的转子叶片部件。

[0010] 在另一个实施例中,设置多个拉挤构件进入一个或更多个层的步骤中进一步包括设置多个拉挤构件进入用于转子叶片部件预先确定式样的模具中。该方法也可包括基于至少一个所需的强度,刚度,质量或转子叶片部件的成本来定制预先确定的式样。

[0011] 在进一步的实施例中,接合拉挤构件的层到一起的步骤可包括真空浸渍这些层在一起或接合这些层在一起中的至少一个。更具体地,在特定的实施例中,这些层可能通过至少粘合剂,预浸润材料,半浸润材料或类似物中的一个接合在一起。

[0012] 在附加的实施例中,第一和第二纤维材料可包括具有任何合适模数或强度的玻璃纤维,具有任何合适模数或强度的碳纤维,或其它任何合适的现有技术中已知的纤维材料。另外,第一和第二纤维材料可具有任何合适尺寸和/或形状。例如,在特定的实施例中,第一和第二纤维材料可以是相同的纤维材料,但具有不同的直径。在进一步的实施例中,树脂材料可包括任何合适的树脂,包括但不限于聚酯,聚氨酯,聚对苯二甲酸丁二酯(PBT),聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET),乙烯基酯,环氧基树脂,或类似物,或它们的组合。

[0013] 在另一个方面中,本公开内容涉及一种制造风力涡轮机转子叶片部件的方法。该方法包括提供多个拉挤构件,其中至少一个拉挤构件包括至少两个不同类型的纤维。该方法还包括设置多个拉挤构件进入转子叶片部件的模具。另一个步骤包括接合拉挤构件到一起形成转子叶片部件。应被理解为该方法可包括任何描述于此的附加特征和/或步骤。

[0014] 在还有另一个方面,本公开内容涉及一种风力涡轮机的转子叶片。该转子叶片包括叶根和叶顶,前缘和后缘,吸入侧和压力侧,以及至少一个结构部件。该结构部件包括多个拉挤构件设置在一个或更多个层中。进一步地,每个拉挤部件被构造为至少第一和第二纤维材料。例如,在一个实施例中,第一和第二纤维材料包括不同类型的材料。可替换地,第一和第二纤维可以是相同的材料,但具有不同的尺寸或直径。

[0015] 在不同的实施例中,结构部件可以包括圆柱盖,抗剪腹板,接合盖,根部环,或任何其它合适的转子叶片部件。另外,应被理解为该转子叶片可包括任何描述于此的附加特征。

[0016] 本发明的这些和其它特征,方面和优势将被参考随后的描述和随附的权利要求更好的理解。并入且构成本说明书一部分的附图,显示了本发明的实施例,且与说明书一起,用于解释本发明的原则。

[0017] 本发明的第一技术方案提供了一种制造风力涡轮机的转子叶片部件的方法,方法包括:提供多个拉挤构件,拉挤构件中的每一个包括至少第一和第二纤维材料,其中,第一和第二纤维材料包括不同尺寸或不同类型的纤维材料中的至少一者;将多个拉挤部件布置入一个或更多个层;以及将拉挤构件的层接合在一起形成转子叶片部件。

[0018] 本发明的第二技术方案为在第一技术方案中,转子叶片部件至少包括圆柱盖、抗剪腹板、接合盖、或根部环中的至少一者。

[0019] 本发明的第三技术方案为在第一技术方案中,将多个拉挤构件布置入一个或更多个层还包括,将多个拉挤构件布置在处于预定图案的用于转子叶片部件的模具。

[0020] 本发明的第四技术方案为在第三技术方案中,还包括基于转子叶片部件的期望的强度、刚度、质量或成本中的至少一者来定制预先确定的式样。

[0021] 本发明的第五技术方案为在第一技术方案中,将拉挤构件的层接合在一起还包括:真空浸渍层在一起或将层接合在一起中的至少一者。

[0022] 本发明的第六技术方案为在第五技术方案中,层经由粘合剂、预浸润材料、或半浸润材料中的至少一者结合在一起。

[0023] 本发明的第七技术方案为在第一技术方案中,第一和第二纤维材料包括玻璃纤维或碳纤维中的至少一者。

[0024] 本发明的第八技术方案为在第一技术方案中,至少一个树脂材料(44)还包括聚酯、聚氨酯、聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、乙烯基酯、或环氧树脂中的至少一者。

[0025] 本发明的第九技术方案提供了一种制造风力涡轮机(10)的转子叶片部件的方法,方法包括:提供多个拉挤构件,拉挤构件中的至少一者包括至少两个不同类型的纤维;将多个拉挤构件布置入转子叶片部件的模具;以及将拉挤构件接合在一起来形成转子叶片部件。

[0026] 本发明的第十技术方案为在第九技术方案中,转子叶片部件包括圆柱盖、抗剪腹板、接合盖、或根部环中的至少一者。

[0027] 本发明的第十一技术方案为在第九技术方案中,将多个拉挤构件布置入模具还包括将多个拉挤构件布置成预先确定的图案。

[0028] 本发明的第十二技术方案为在第九技术方案中,将拉挤构件接合到一起还包括将层真空浸渍在一起或将层结合在一起中的至少一者。

[0029] 本发明的第十三技术方案为在第十二技术方案中,拉挤构件经由粘合剂、预浸润材料、或半浸润材料中的至少一者结合在一起。

[0030] 本发明的第十四技术方案为在第九技术方案中,不同类型的纤维材料包括玻璃纤维或碳纤维中的至少一者。

[0031] 本发明的第十五技术方案提供了一种风力涡轮机的转子叶片,该转子叶片包括:叶根和叶顶;前缘和后缘;吸入侧和压力侧;以及,至少一个结构部件,其包括布置在一个或更多个层中的多个拉挤构件,拉挤构件中的每一个由多个纤维材料构成,该多个纤维材料经由固化的树脂材料接合在一起,该多个纤维材料包括至少第一和第二纤维材料,其中,第一和第二纤维材料包括不同尺寸或不同类型的纤维材料中的至少一者。

附图说明

[0032] 针对本领域技术人员的包括其最佳方式的本发明的完整且可用的公开内容,在参考附图的说明书中阐述,其中:

[0033] 图1显示了根据本公开的风力涡轮机的一个实施例的透视图;

[0034] 图2显示了图1的转子叶片中的一个的透视图;

[0035] 图3显示了沿着线3-3的图2的转子叶片的剖视图;

[0036] 图4显示了根据本公开的拉挤圆柱盖的一个实施例的剖视图;

[0037] 图5显示了图4的圆柱盖的拉挤构件中的一个的剖视图;

- [0038] 图6显示了根据本公开的拉挤构件的一个实施例的剖视图；
- [0039] 图7显示了根据本公开的拉挤构件的另一实施例的剖视图；
- [0040] 图8显示了根据本公开的拉挤构件的又一实施例的剖视图；
- [0041] 图9显示了根据本公开的拉挤圆柱盖的一个实施例的剖视图；以及
- [0042] 图10显示了根据本公开的一种制造转子叶片部件的方法的流程图。
- [0043] 附图标记
- [0044] 10 风力涡轮机
- [0045] 12 塔
- [0046] 14 机舱
- [0047] 16 叶片
- [0048] 18 转子毂
- [0049] 20 圆柱盖
- [0050] 21 主体壳
- [0051] 22 圆柱盖
- [0052] 23 跨距
- [0053] 24 抗剪腹板
- [0054] 25 弦
- [0055] 26 前缘
- [0056] 27 纵向轴线
- [0057] 28 后缘
- [0058] 30 叶根
- [0059] 32 叶顶
- [0060] 34 压力侧
- [0061] 35 压力侧的内表面
- [0062] 36 吸入侧
- [0063] 37 吸入侧内表面
- [0064] 38 层
- [0065] 40 拉挤构件
- [0066] 42 纤维/纤维材料
- [0067] 44 基质/固化树脂材料
- [0068] 46 第一纤维材料
- [0069] 48 第二纤维材料
- [0070] 100 方法
- [0071] 102 方法步骤
- [0072] 104 方法步骤
- [0073] 106 方法步骤
- [0074] 108 方法步骤。

具体实施方式

[0075] 现在将详细地参照在附图中示出一个或多个实例的本发明的实施例。借助于本发明的说明,而不是本发明的限制提供各个实例。事实上,在本发明中可进行各种更改和变化而不脱离本发明的精神和范畴这点对于本领域专业人员是显而易见的。例如,示出或描述作为一个实施例的部分的特征可用于在其他的实施例内以仍产生进一步的实施例。因此,本发明意图覆盖落入所附权利要求的范围内的这种修改和变化,以及它们的等同物。

[0076] 通常,本主题针对使用由多种纤维材料构成的拉挤构件制造用于风力涡轮机的转子叶片部件。更具体地,在一个实施例中,转子叶片部件由多个拉挤构件或板材构造,其中,板材包括不同材料(例如玻璃和碳纤维)的混合物或混杂物和树脂。因而,预固化,预制的(例如,拉挤)构件可被布置和接合在一起以形成不同尺寸和形状的具有可定制的机械和/或物理特性的各种转子叶片部件。更具体地,如在本文中描述的转子叶片部件由于各板材或构件的不同材料而可被特制有具体的机械特性。

[0077] 本公开提供了很多未在现有技术中未公开的优势。例如,如所提到的,本公开的转子叶片部件的特性可以通过板材或部件的不同的材料定制。而且,转子叶片部件相比于现有技术方法可被更灵活地制造。另外,转子叶片部件更不倾向于有缺陷且具有已知的材料特性。而且,由于转子叶片部件是预固化的,因而减少和/或消除层的起皱现象和不结合。

[0078] 现参照附图,图1显示了水平轴线风力涡轮机10的透视图。应被认识到风力涡轮机10也可是竖直轴线风力涡轮机。如在显示的实施例中所示的,风力涡轮机10包括塔12,安装在塔12上的机舱14,和耦合到机舱14上的转子毂18。塔12可以被由管状钢材或其它合适的材料制造。转子毂18包括一个或多个转子叶片16,其耦合到毂18上且从毂18上径向向外延伸。如所示,转子毂18包括三个转子叶片16。然而,在备选实施例中,转子毂18可包括多于或少于三个的转子叶片16。转子叶片16转动转子毂18来允许动能从风转化为可用的机械能,且在随后,转化为电能。具体地,毂18可以可旋转地耦合到定位在机舱14内的发电机(未示出)以用于产生电能。

[0079] 参照图2和3,根据本主题示出图1的转子叶片16中的一个。尤其是,图2显示了转子叶片16的透视图,而图3显示了沿着图2中的剖面线3-3的转子叶片16的剖视图。如所示,转子叶片16通常包括:叶根30,其被配置为安装或以其它方式固定至风力涡轮机10的毂18(图1);和叶顶32,其布置为与叶根30相对。转子叶片的主体壳21大体在转子根部30和转子顶端32之间沿着纵向轴线27延伸。主体壳21可通常用作转子叶片16的外壳/罩并且可例如通过限定对称的或弧形的翼型件形横截面限定大致上空气动力轮廓。主体壳21也可限定压力侧34和吸入侧36,其在转子叶片16的前端和后端26、28之间延伸。而且,转子叶片16也可具有:跨距23,其限定在叶根30和叶顶32之间的整个长度;和弦25,其限定在前缘26和后缘28之间的整个长度。如被通常理解的,弦25可通常关于跨距23随着转子叶片16从叶根30向叶顶32延伸而在长度上变化。

[0080] 在一些实施例中,转子叶片16的主体壳21可被形成单一、整体的部件。备选地,主体壳21可由多个壳部件形成。例如,主体壳21可由大体限定转子叶片16的压力侧34第一壳半部和大体限定转子叶片16的吸引侧36第二壳半部制成,其中,这些壳半部在叶片16的前端和后端26、28处固定至彼此。另外,主体壳21可通常由任何适当的材料形成。例如,在一个实施例中,主体壳21可完全由层压复合材料形成,例如碳纤维增强层压复合物或玻璃纤维增强层压复合物。备选地,主体壳21的一个或多个部分可被配置为分层结构且包括芯

部材料,其由布置在层压复合材料的层之间的轻质材料例如木头(例如,轻木(balsa))、泡沫(例如挤压聚苯乙烯泡沫)或这些材料的组合形成。

[0081] 尤其参照图3,转子叶片16也可包括一个或更多个纵向延伸的结构部件,其被配置为提供增加的转子叶片16的刚度、抗弯性和/或强度。例如,转子叶片16可包括一对纵向延伸的圆柱盖20、22,其被配置为分别与转子叶片16的压力侧和吸入侧34、36的相对内表面35、37相接合。另外,一个或更多个抗剪腹板24可被布置在圆柱盖20、22之间,以便形成梁状结构。圆柱盖20、22可大体设计为控制在风力涡轮机运行期间在大体翼展方向(与转子叶片16的跨距23平行的方向)上作用在转子叶片16上的弯曲应力和/或其它负载。类似地,圆柱盖20、22也可被设计为经受在风力涡轮机10的运行期间发生的翼展方向上的压缩。

[0082] 现参照图4,示出了根据本公开的由布置在层38中的多个拉挤构件40或板材所构造的圆柱盖20的剖视图。另外,图5显示了图4的拉挤构件40中的一个的详细、剖视图。在制造过程中,一个或更多个纤维材料42被固化以形成单独的拉挤构件40。例如,在特定的实施例中,纤维42可使用任何合适的手段充满至少一种树脂材料44。在特定的实施例中,树脂材料44可包括任何合适的树脂,包括但不限于聚酯,聚氨酯,聚对苯二甲酸丁二酯(PBT),聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET),乙烯基酯,环氧基树脂等。浸润的纤维42可随后固化以形成拉挤构件40。各包括不同的材料的多个拉挤构件40可然后接合在一起以形成圆柱盖20。

[0083] 例如,如在图4的示出实施例中所示的,每个拉挤构件40可形成单个层38。层38可然后被堆叠在彼此顶部且使用任何合适的手段接合在一起,例如,通过真空浸渍构件在一起或通过经由粘合剂,预浸润材料,半浸润或预浸润材料将构件接合在一起。应当理解的是,图4所示的拉挤构件40的布置被给出以仅用于示例目的而并非限制。例如,在其它实施例中,圆柱盖20可由单个拉挤构件40构成。备选地,圆柱盖20可由多个层38构成,其中,每个层包括多个拉挤构件40。

[0084] 参照图5,拉挤构件40的纤维42可包括与树脂材料44固化在一起的不同或改变的材料。更具体地,如所示的,拉挤构件40可包括,布置成特定图案的至少第一纤维材料46和不同的、第二纤维材料48。在各种实施例中,第一和第二纤维材料46、48可包括玻璃纤维、碳纤维、或任何其它合适的纤维材料。

[0085] 现参照图6-8,示出了根据本公开的用于构造转子叶片部件(例如圆柱盖)的拉挤构件40的其它实施例。例如,图6示出了根据本公开的由不同或改变的纤维材料46、48构造的拉挤构件40或板材的一个实施例。而且,图7和8显示了根据本公开的由不同纤维材料46、48构成的拉挤构件40的另外的实施例。更具体地,如图6-8大体所示,拉挤构件40包括与树脂材料44固化在一起的第一纤维材料46和第二纤维材料48。例如,在一个实施例中,拉挤构件40可使用多个纤维线卷制成,其被输入通过树脂材料44且随后通过加热的冲模以形成进入拉挤构件40。因而,多于一个类型的纤维材料可被同时拉挤通过同一个冲模。同样地,在特定的实施例中,不同的纤维材料类型可被布置为,使得不同的纤维被分离入冲模,随意地混合,或布置成任何具体图案,使得完成的部分具有期望的机械和物理特性。备选地,在其它实施例中,第一和第二纤维材料可以是相同的材料,但具有不同的尺寸或直径,以便在不改变挤压拉伸件的机械性质的情况下改善制造工艺。

[0086] 例如,如图6所示,每两个纤维42纤维材料类型变化。备选地,如图7所示,内纤维42相对于外纤维42变化。这样的实施例可以对提供需要在经济成本下的某些强度特性的转子

叶片部件是有益的,因为内纤维42可提供期望的强度,并且可以较低的成本提供外纤维。在其它实施例中,如在图8中所示,拉挤构件40可被构造为带有第一和第二纤维材料46、48的随意的图案。还应当理解的是,尽管显示的实施例示出了两种不同的复合材料46、48,但是拉挤构件40的其它实施例可被定制以包括除了图中示出的那些之外的任何适当的图案中的任意数量的不同种类的材料。因此,如在本文中所描述的转子叶片部件可使用任何合适的拉挤构件40的布置和/或组合定制,使得部件具有部分所需的期望的机械和/或物理特性。

[0087] 现参照图9,本公开的多个拉挤构件40可接合在一起以形成转子叶片部件。例如,如所示的,拉挤部件40可被布置入一个或多个层38且通过真空浸渍接合在一起或经由粘合剂、半浸润、或预浸润材料结合。更具体地,如在示出的实施例中所示,每个拉挤构件40可组成圆柱盖20的每个层38的整个厚度。备选地,层38中的每一个可包括多个拉挤构件40。

[0088] 应被理解的是,描述于此的拉挤构件40可被用于构造除圆柱盖20之外的不同的其它转子叶片部件。例如,在特定的实施例中,拉挤构件40可用来构造抗剪腹板24、根部环、接合盖、或受益于由描述于此的拉挤部分所构造的任何其它转子叶片部件。

[0089] 本公开还针对用于制造如在本文中所描述的转子叶片部件的方法。例如,如在图10中所显示,公开了一种制造风力涡轮机的转子叶片部件的方法100的流程图。在102处,方法100包括提供多个拉挤构件,其中,拉挤构件中的至少一者包括至少两种不同的纤维类型。另一个步骤104包括将多个拉挤构件布置入转子叶片部件的模具。方法100也包括将拉挤构件接合在一起以形成转子叶片部件(步骤106)。

[0090] 本书面说明使用实例以公开包括最佳实施方式的本发明,并且还使任何本领域技术人员能够实践本发明,包括制造并且使用任何设备或系统并且实行任何合并的方法。本发明的可申请专利的范围由权利要求限定,并且可包括由本领域技术人员想到的其他示例。如果这些其它实例包括不与权利要求的字面语言不同的结构元件,或者如果这些其它实例包括与权利要求的字面语言无显著差别的等同结构元件,那么这些其它实例意图在权利要求的范围内。

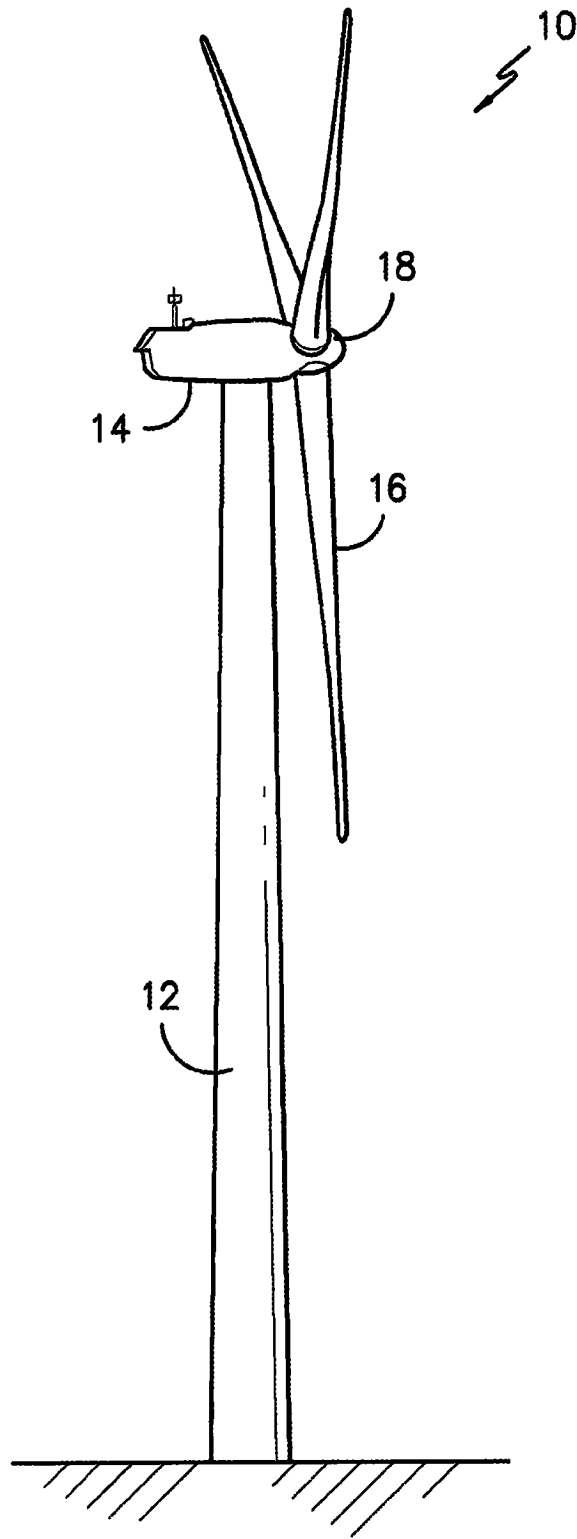


图1

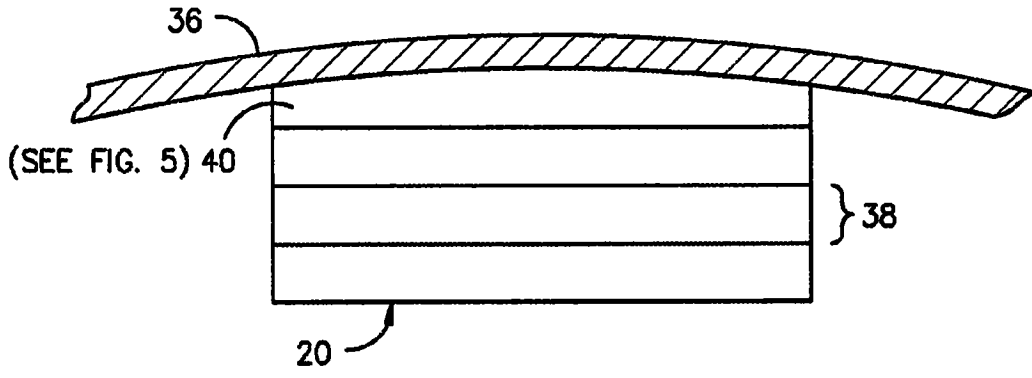


图4

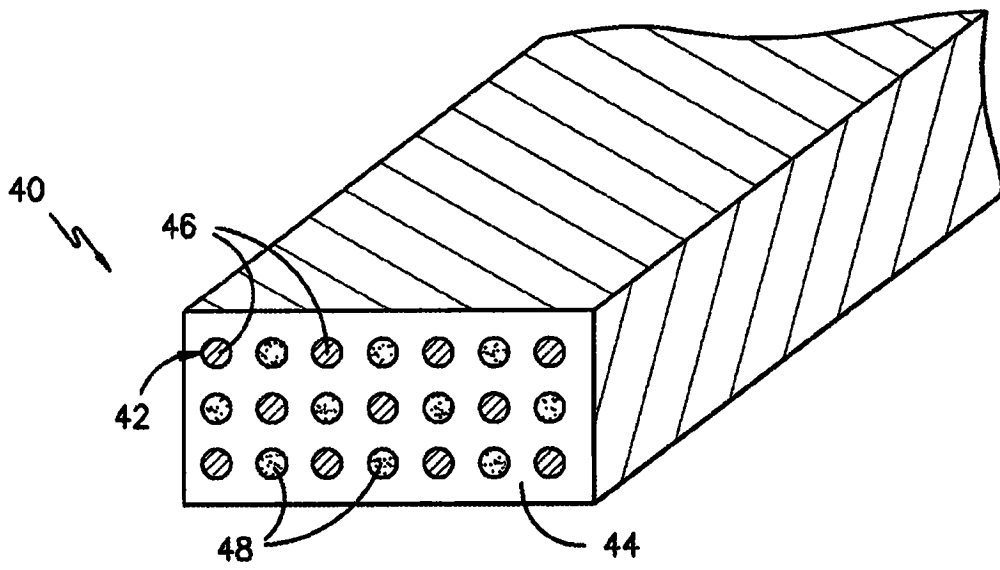


图5

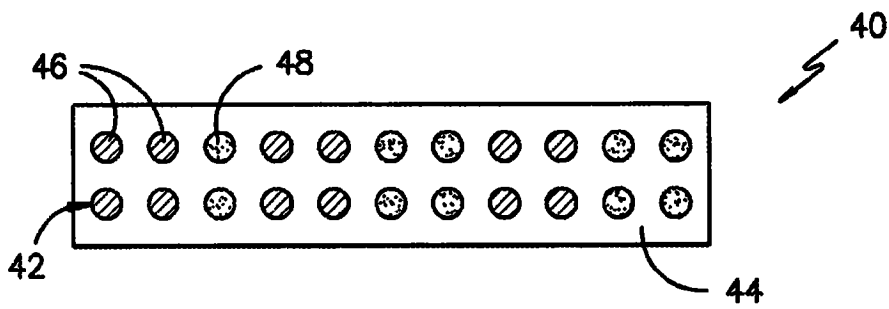


图6

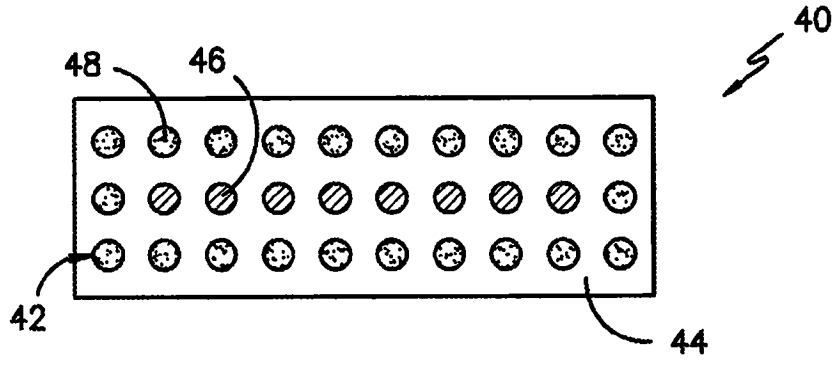


图7

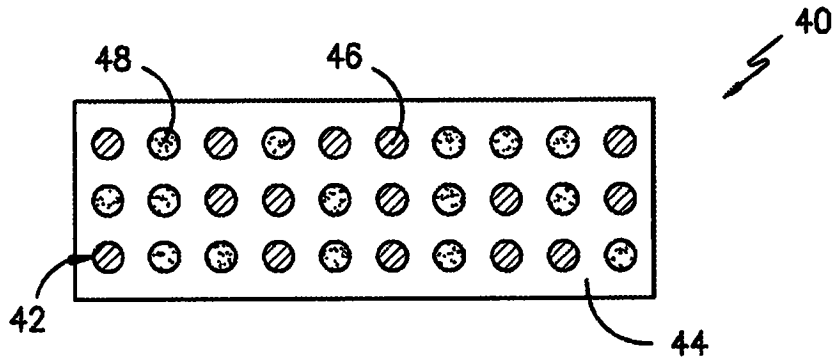


图8

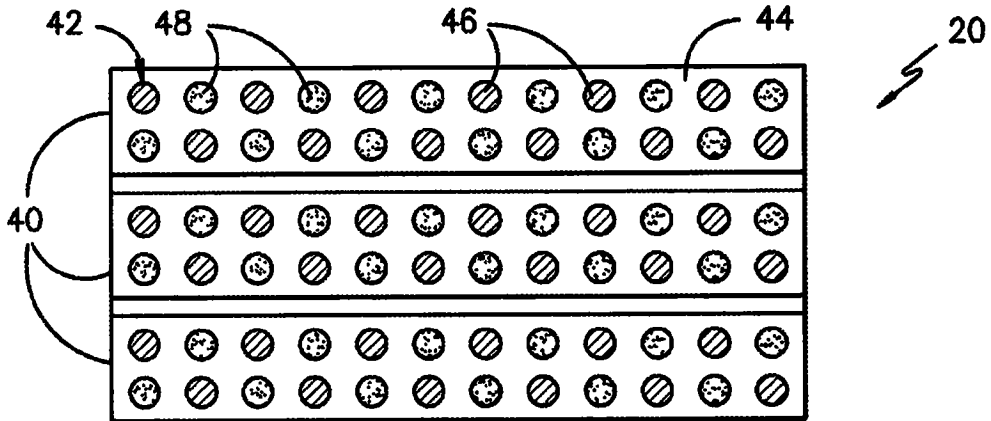


图9

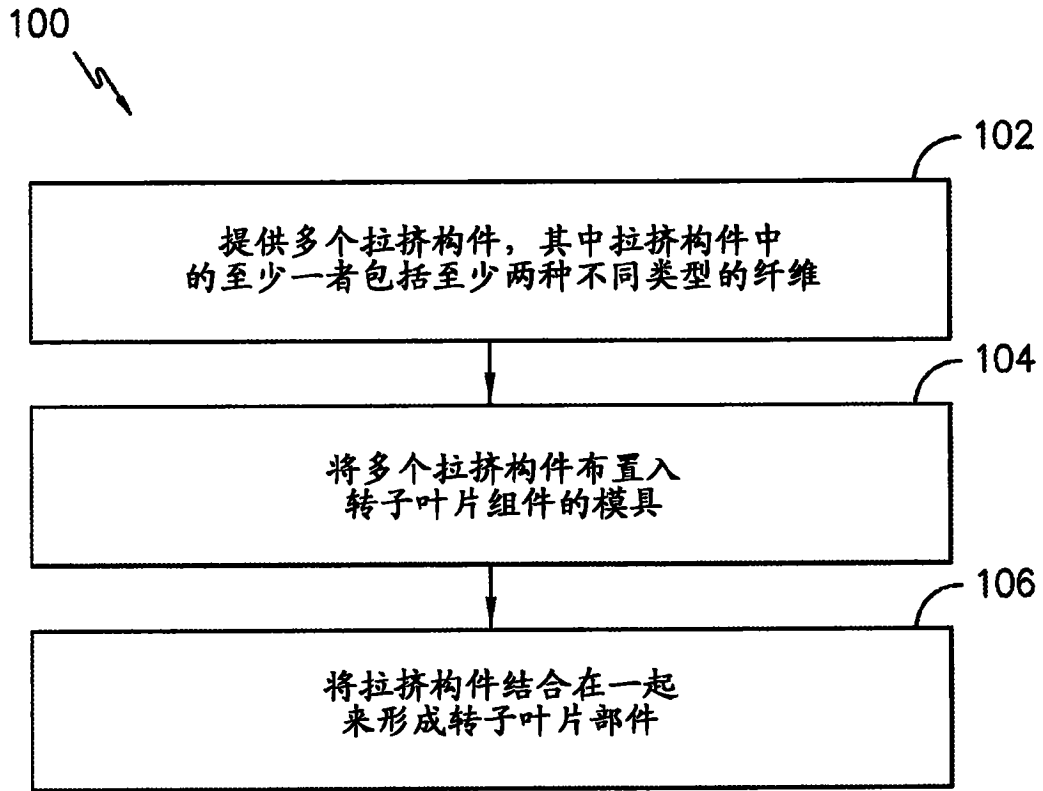


图10