



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112955646 B

(45) 授权公告日 2024.10.11

(21) 申请号 201880099243.1

(22) 申请日 2018.11.01

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 112955646 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2021.04.30

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2018/058658 2018.11.01

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02020/091783 EN 2020.05.07

(73) 专利权人 通用电气可再生能源西班牙有限公司  
地址 西班牙巴塞罗那

(72) 发明人 T·默茨霍伊泽

(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 周敏剑 万欣

(51) Int.Cl.  
F03D 1/06 (2006.01)  
B29C 65/00 (2006.01)

(56) 对比文件  
US 7521105 B2, 2009.04.21  
US 9394881 B2, 2016.07.19  
CN 105209750 A, 2015.12.30  
US 2015369211 A1, 2015.12.24

审查员 张月英

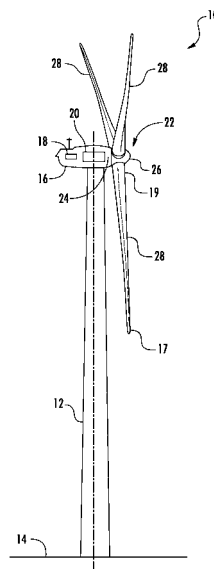
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

用于风力涡轮转子叶片的嵌接连接部

(57) 摘要

一种用于风力涡轮的转子叶片包括从弦向接头沿相反方向延伸的第一叶片节段和第二叶片节段。第一叶片节段和第二叶片节段中的各个包括限定翼型件表面和内部支承结构的至少一个壳部件。第一叶片节段包括在结构上与第二叶片节段连接的纵长地延伸的梁结构。而且,梁结构形成第一叶片节段的内部支承结构的部分。此外,梁结构至少部分地用由第一复合材料构成的第一部分和由不同的第二复合材料构成的第二部分形成。而且,第一部分和第二部分经由嵌接接头来连接在一起。另外,嵌接接头包括布置于第一复合材料与第二复合材料之间的不同的第三复合材料。



1. 一种用于风力涡轮的转子叶片,包括:

从弦向接头沿相反方向延伸的第一叶片节段和第二叶片节段,所述第一叶片节段和所述第二叶片节段中的各个包括限定翼型件表面的至少一个壳部件和内部支承结构,所述第一叶片节段包括在结构上与所述第二叶片节段连接的纵长地延伸的梁结构,所述梁结构形成所述第一叶片节段的所述内部支承结构的部分,

其中,所述梁结构至少部分地用由第一复合材料构成的第一部分和由不同的第二复合材料构成的第二部分形成,所述第一部分和所述第二部分经由嵌接接头来连接在一起,所述嵌接接头包括布置于所述第一复合材料与所述第二复合材料之间的不同的第三复合材料,

其中,所述梁结构的所述第二部分至少部分地由多个拉挤成型式构件构成,所述拉挤成型式构件中的各个由所述第二复合材料形成,

其中,所述第三复合材料包括多个层,其中,所述多个层中的一个或多个在所述拉挤成型式构件之间延伸,

其中,所述第三复合材料的单独的、额外的层布置于所述第一复合材料与所述第二复合材料之间。

2. 根据权利要求1所述的转子叶片,其中,所述多个层中的一个或多个的端部相对于所述多个拉挤成型式构件以某一角在所述第一复合材料与所述第二复合材料之间延伸。

3. 根据权利要求2所述的转子叶片,其中,所述角在从大约90度至大约180度的范围内变动。

4. 根据权利要求2所述的转子叶片,其中,所述多个层中的一个或多个限定布置于所述第一复合材料与所述第二复合材料之间的至少一个弯曲部。

5. 根据权利要求1所述的转子叶片,其中,所述第一复合材料、第二复合材料以及第三复合材料包括热固性树脂和热塑性树脂中的至少一种。

6. 根据权利要求5所述的转子叶片,其中,所述第一复合材料、所述第二复合材料和所述第三复合材料中的至少一个利用一种或多种纤维材料来增强。

7. 根据权利要求6所述的转子叶片,其中,所述一种或多种纤维材料包括玻璃纤维、碳纤维、聚合物纤维、木纤维、竹纤维、陶瓷纤维、纳米纤维和金属纤维中的至少一个。

8. 根据权利要求5所述的转子叶片,其中,所述第三复合材料包括复合面纱材料、双轴复合材料和短切原丝毡中的至少一个。

9. 一种使风力涡轮的转子叶片的拉挤成型式结构联结到所述转子叶片的复合结构的方法,所述方法包括:

将所述拉挤成型式结构与所述复合结构以一嵌接接头布置,所述复合结构由第一复合材料构成,所述拉挤成型式结构由不同的第二复合材料构成;

至少部分地由多个拉挤成型式构件形成所述拉挤成型式结构,所述拉挤成型式构件中的各个由所述第二复合材料形成;

将与所述第一复合材料和所述第二复合材料不同的第三复合材料布置于所述第一复合材料与所述第二复合材料之间所述嵌接接头处,其中,所述第三复合材料包括多个层;

将所述多个层中的一个或多个放置于所述拉挤成型式构件之间;

将所述第三复合材料的单独的、额外的层布置于所述第一复合材料与所述第二复合材

料之间;以及

灌注所述嵌接接头,以便使所述拉挤成型式结构与所述复合结构联结。

10. 根据权利要求9所述的方法,进一步包括使所述多个层中的一个或多个的端部在所述第一复合材料与所述第二复合材料之间相对于所述多个拉挤成型式构件以某一角弯曲。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述角在从大约90度至大约180度的范围内变动。

12. 一种用于风力涡轮的转子叶片,包括:

至少一个叶片节段,其限定翼型件表面并且包括内部支承结构,所述内部支承结构由在嵌接接头处连接在一起的至少一个拉挤成型式结构和至少一个复合结构形成,所述至少一个复合结构由第一复合材料构成,所述至少一个拉挤成型式结构由不同的第二复合材料构成,所述嵌接接头包括布置于所述第一复合材料与所述第二复合材料之间的不同的第三复合材料,

其中,所述至少一个拉挤成型式结构至少部分地由多个拉挤成型式板构成,所述拉挤成型式板中的各个由所述第二复合材料形成,

其中,所述第三复合材料包括多个层,其中,所述多个层中的一个或多个在所述拉挤成型式板之间延伸,

其中,所述第三复合材料的单独的、额外的层布置于所述第一复合材料与所述第二复合材料之间。

13. 根据权利要求12所述的转子叶片,其中,所述多个层中的一个或多个的端部在所述第一复合材料与所述第二复合材料之间相对于所述多个拉挤成型式板以某一角延伸。

14. 根据权利要求12所述的转子叶片,其中,所述第三复合材料包括复合面纱材料、双轴复合材料和短切原丝毡中的至少一个。

## 用于风力涡轮转子叶片的嵌接连接部

### 技术领域

[0001] 本公开大体上涉及风力涡轮,并且更特别地涉及用于风力涡轮的转子叶片的嵌接连接部。

### 背景技术

[0002] 风力被认为是目前可用的最清洁、对环境最友好的能源之一,并且,在这点上,风力涡轮已得到越来越多的关注。现代的风力涡轮典型地包括塔架、发电机、齿轮箱、机舱以及具有带有一个或多个转子叶片的可旋转毂的转子。转子叶片使用已知的翼型件原理来捕获风的动能。转子叶片将动能以旋转能的形式传送,以便使将转子叶片联接到齿轮箱或在未使用齿轮箱的情况下将转子叶片直接地联接到发电机的轴转动。然后,发电机使机械能转换成可以部署到公用电网的电能。

[0003] 转子叶片大体上包括典型地使用模制过程来形成的吸力侧壳和压力侧壳,吸力侧壳和压力侧壳在沿着叶片的前缘和后缘的结合线处结合在一起。而且,压力壳和吸力壳是相对轻质的,并且具有并非构造成承受在操作期间施加于转子叶片上的弯矩和其它载荷的结构性质(例如,刚度、抗屈曲性以及强度)。因而,为了提高转子叶片的刚度、抗屈曲性以及强度,典型地使用接合壳半部的内压力侧表面和内吸力侧表面的一个或多个结构构件(例如,相对的翼梁帽,在其间构造有抗剪腹板)来增强主体壳。翼梁帽和/或抗剪腹板可以由包括但不限于玻璃纤维层压复合物和/或碳纤维层压复合物的各种材料构成。

[0004] 当设计转子叶片的内部结构构件时,关于强度、重量、弹性模量以及成本等等的最佳材料往往与转子叶片中的构件的剩余部分不同。例如,在翼梁帽中,由于低成本和有限的机械要求的原因,对于构件中的大部分的优选材料可以是玻璃纤维增强复合物。形成对照的是,由于较高的刚度和较低的重量的原因,对于构件的其它部分的优选材料可以是碳纤维增强复合物。然而,这样的材料的物理性质(例如,刚度和热膨胀)截然不同。因此,可能难以有效地联结这样的部分。

[0005] 据此,本公开涉及一种改进的用于风力涡轮转子叶片的嵌接连接部。

### 发明内容

[0006] 本发明的方面和优点将在以下描述中得到部分阐述,或可以由描述而为明显的,或可以通过实践本发明而了解。

[0007] 在一个方面,本公开涉及一种用于风力涡轮的转子叶片。转子叶片包括从弦向接头沿相反方向延伸的第一叶片节段和第二叶片节段。第一叶片节段和第二叶片节段中的各个包括限定翼型件表面的至少一个壳部件和内部支承结构。第一叶片节段包括在结构上与第二叶片节段连接的纵长地延伸的梁结构。而且,梁结构形成第一叶片节段的内部支承结构的部分。此外,梁结构至少部分地用由第一复合材料构成的第一部分和由不同的第二复合材料构成的第二部分形成。而且,第一部分和第二部分经由嵌接接头来连接在一起。另外,嵌接接头包括布置于第一复合材料与第二复合材料之间的不同的第三复合材料。

[0008] 在一个实施例中,第一叶片节段可以至少部分地由多个拉挤成型式板构成,拉挤成型式板中的各个由第二复合材料形成。在另一实施例中,第三复合材料可以包括多个层。在这样的实施例中,多个层中的一个或多个可以在拉挤成型式板中的多个的一个之间延伸。

[0009] 在若干实施例中,多个层中的一个或多个的端部可以相对于多个拉挤成型式板以某一角在第一复合材料与第二复合材料之间延伸。在这样的实施例中,该角可以在从大约90度至大约180度的范围内变动。另外,多个层中的一个或多个可以限定布置于第一复合材料与第二复合材料之间的至少一个弯曲部。

[0010] 在另外的实施例中,第一复合材料、第二复合材料以及第三复合材料可以包括热固性树脂或热塑性树脂。另外,第一材料、第二材料和/或第三材料可以利用一种或多种纤维材料来增强。在这样的实施例中,(一种或多种)纤维材料可以包括玻璃纤维、碳纤维、聚合物纤维、木纤维、竹纤维、陶瓷纤维、纳米纤维、金属纤维或它们的组合。在额外的实施例中,第三复合材料可以包括例如复合面纱材料、双轴复合材料或短切原丝毡。

[0011] 在另一方面,本公开涉及一种使风力涡轮的转子叶片的拉挤成型式结构联结到转子叶片的复合结构的方法。该方法包括将拉挤成型式结构与复合结构一起布置于嵌接接头处。复合结构由第一复合材料构成,而拉挤成型式结构由不同的第二复合材料构成。该方法还包括将不同的第三复合材料布置于第一复合材料与第二复合材料之间嵌接接头处。而且,该方法包括灌注嵌接接头,以便使拉挤成型式结构与复合结构联结。

[0012] 在一个实施例中,该方法可以包括至少部分地由多个拉挤成型式板形成拉挤成型式结构,拉挤成型式板中的各个由第二复合材料形成。在这样的实施例中,第三复合材料可以包括多个层,因此,该方法可以包括将多个层中的一个或多个放置于拉挤成型式板中的多个的一个之间。

[0013] 在另一实施例中,该方法可以包括使多个层中的一个或多个的端部在第一复合材料与第二复合材料之间相对于多个拉挤成型式板以某一角弯曲。在这样的实施例中,如所提到的,该角可以在从大约90度至大约180度的范围内变动。应当理解,该方法可以进一步包括如本文中所描述的额外的步骤和/或特征中的任一个。

[0014] 在又另一方面,本公开涉及一种用于风力涡轮的转子叶片。转子叶片包括限定翼型件表面并且具有内部支承结构的至少一个叶片节段。而且,内部支承结构由在嵌接接头处连接在一起的至少一个拉挤成型式结构和至少一个复合结构形成。复合结构由第一复合材料构成,而拉挤成型式结构由不同的第二复合材料构成。嵌接接头包括布置于第一复合材料与第二复合材料之间的不同的第三复合材料。应当理解,转子叶片可以进一步包括如本文中所描述的额外的特征中的任一个。

[0015] 参考以下描述和所附权利要求书,本发明的这些和其它特征、方面和优点将变得更好理解。并入本说明书中并构成其部分的附图图示了本发明的实施例,并与描述一起用来解释本发明的原理。

## 附图说明

[0016] 在参考附图的说明书中阐述了本发明(包括其最佳模式)的针对本领域普通技术人员的完整且能够实现的公开,在附图中:

- [0017] 图1图示根据本公开的风力涡轮的一个实施例的透视图；
- [0018] 图2图示根据本公开的具有第一叶片节段和第二叶片节段的转子叶片的一个实施例的平面图,特别地,图2示嵌接接头的示例位置；
- [0019] 图3图示根据本公开的第一叶片节段的一个实施例的区段的透视图；
- [0020] 图4图示根据本公开的位于弦向接头处的第二叶片节段的区段的一个实施例的透视图；
- [0021] 图5图示根据本公开的具有与第二叶片节段联结的第一叶片节段的风力涡轮的转子叶片的一个实施例的组件；
- [0022] 图6图示根据本公开的风力涡轮的转子叶片的组件的多个支承结构的一个实施例的分解透视图；
- [0023] 图7图示根据本公开的位于转子叶片的一个或多个翼梁结构与转子叶片的叶片节段之间的嵌接接头的实施例的详细平面图；
- [0024] 图8图示根据本公开的位于转子叶片的一个或多个翼梁结构与转子叶片的叶片节段之间的嵌接接头的另一实施例的详细平面图；以及
- [0025] 图9图示根据本公开的使风力涡轮的转子叶片的拉挤成型式结构联结到转子叶片的复合结构的方法的一个实施例的流程图。

### 具体实施方式

[0026] 现在将详细地参考本发明的实施例,其一个或多个示例在附图中图示。每个示例以本发明的解释而非本发明的限制的方式来提供。实际上,对于本领域技术人员而将为明显的是,在不脱离本发明的范围或精神的情况下,能够在本发明中作出各种修改和变型。例如,作为一个实施例的部分而图示或描述的特征能够与另一实施例一起使用以产生再一另外的实施例。因而,意图的是,本发明涵盖如归入所附权利要求书及其等同内容的范围内的这样的修改和变型。

[0027] 现在参考附图,图1图示根据本发明的风力涡轮10的一个实施例的透视图。在所图示的实施例中,风力涡轮10是水平轴线风力涡轮。备选地,风力涡轮10可以是垂直轴线风力涡轮。另外,如所示出的,风力涡轮10可以包括:塔架12,其从支承表面14延伸;机舱16,其装配于塔架12上;发电机18,其定位于机舱16内;齿轮箱20,其联接到发电机18;以及转子22,其利用转子轴24来旋转地联接到齿轮箱20。而且,如所示出的,转子22包括可旋转毂26和至少一个转子叶片28,转子叶片28联接到可旋转毂26并且从可旋转毂26向外延伸。如所示出的,转子叶片28包括叶片末梢17和叶片根部19。

[0028] 现在参考图2,图2示图1的转子叶片28中的一个的平面图。如所示出的,转子叶片28可以包括第一叶片节段30和第二叶片节段32。而且,如所示出的,第一叶片节段30和第二叶片节段32可以各自从弦向接头34沿相反方向延伸。另外,如所示出的,叶片节段30、32中的各个可以包括限定翼型件表面的至少一个壳部件。第一叶片节段30和第二叶片节段32至少由延伸到叶片节段30、32两者中的内部支承结构36连接,以促进叶片节段30、32的联结。箭头38示出,所图示的示例中的分节段的转子叶片28包括两个叶片节段30、32,并且,这些叶片节段30、32通过将内部支承结构36插入到第二叶片节段32中而联结。另外,如所示出的,第二叶片节段包括多个翼梁结构66(在本文中也被称为翼梁帽),所述多个翼梁结构66纵长

地延伸,以便与转子叶片28的叶片根部区段35连接并且与第一叶片节段30连接。另外,如所示出的,第一叶片节段30还可以包括位于一个或多个拉挤成型件(例如,拉挤成型式构件或板)和复合结构的接口处的一个或多个嵌接接头90,如关于图7和图8而更详细地讨论的。

[0029] 现在参考图3,图示根据本公开的第一叶片节段30的区段的透视图。如所示出的,第一叶片节段30包括用于在结构上与第二叶片节段32连接的梁结构40,梁结构40形成内部支承结构36的部分,并且纵长地延伸。而且,如所示出的,梁结构40形成第一叶片节段30的具有从翼梁区段42突出的延伸部的部分,由此形成延伸的翼梁区段。梁结构40包括与吸力侧翼梁帽46和压力侧翼梁帽48连接的抗剪腹板44。照此,本文中所描述的嵌接接头90可以是梁结构40的部分。

[0030] 此外,如所示出的,第一叶片节段30可以包括朝向梁结构40的第一端54的一个或多个第一销接头。在一个实施例中,销接头可以包括与衬套处于紧密干涉配合的销。更具体地,如所示出的,(一个或多个)销接头可以包括位于梁结构40上的一个销接头管52。因而,如所示出的,销接头管52可以沿翼展方向取向。而且,第一叶片节段30还可以包括在梁结构40上定位成接近弦向接头34的销接头狭槽50。此外,如所示出的,销接头狭槽50可以沿弦向方向取向。在一个示例中,可以存在在销接头狭槽50内布置成与销接头管或销(在图6中示出为销53)处于紧密干涉配合的衬套。而且,第一叶片节段30可以包括位于弦向接头34处的多个第二销接头管56、58。因而,如所示出的,第二销接头管56、58可以包括前缘销接头管56和后缘销接头管58。而且,第二销接头管56、58中的各个可以沿翼展方向取向。另外,如所示出的,第二销接头管56、58中的各个分别可以包括构造成使压缩载荷分布于弦向接头34处的多个凸缘55、57。

[0031] 将注意到,位于梁结构40的第一端处的销接头管52可以与位于弦向接头34处的多个第二销接头管56、58以最佳距离D翼展地分离。该最佳距离D可以如此使得弦向接头34能够承受由于对弦向接头34起作用的剪切载荷而引起的相当大的弯矩。在另一实施例中,使第一叶片节段30和第二叶片节段32连接的销接头中的各个可以包括干涉配合钢衬套式接头。

[0032] 现在参考图4,图示根据本公开的位于弦向接头34处的第二叶片节段32的区段的透视图。如所示出的,第二叶片节段32包括用于接纳第一叶片节段30的梁结构40的在第二叶片节段32内纵长地延伸的接纳区段60。接纳区段60包括用于与第一叶片节段30的梁结构40连接的纵长地延伸的翼梁结构66。如所示出的,第二叶片节段32可以进一步包括用于接纳第一叶片节段30的销接头管56、58(在图3中示出)并且形成紧密干涉配合的销接头狭槽62、64。在一个示例中,多个销接头狭槽62、64中的各个分别可以包括构造成使压缩载荷分布于弦向接头34处的多个凸缘61、63。

[0033] 现在参考图5,图示根据本公开的具有与第二叶片节段32联结的第一叶片节段30的转子叶片28的组件70。如所示出的,组件70图示位于具有与第二叶片节段32联结的第一叶片节段30的转子叶片28的外壳部件底下的多个支承结构。而且,如所示出的,接纳区段60包括纵长地延伸并且支承梁结构40的多个翼梁结构66。接纳区段60还包括沿翼展方向与梁结构40的销接头管52连接的矩形紧固元件72。而且,第一叶片节段30和第二叶片节段32还可以分别包括位于弦向接头34处的弦向部件74、76。而且,如所示出的,弦向部件74、76可以包括前缘销开口78和后缘销开口80,前缘销开口78和后缘销开口80允许第一叶片节段30与

第二叶片节段32之间的销接头连接。例如,如所示出的,弦向部件74、76通过与位于前缘销开口78和后缘销开口80中的衬套处于紧密干涉配合的销接头管56和58而连接。在另一实施例中,翼梁结构66、矩形紧固元件72以及弦向部件74、76中的各个可以由玻璃增强纤维构成。在该示例中,组件70还可以包括嵌入于多个销接头管或销56、58与附接到弦向部件74、76的衬套连接部之间的多个闪电接受器缆线73。

[0034] 现在参考图6,图示朝向转子叶片28的接纳区段60的组件70的多个支承结构的分解透视图。如所示出的,成对的翼梁结构66构造成接纳梁结构40,并且包括与梁结构40的销接头狭槽50对准的销接头狭槽82、84,销接头管或销53可以通过销接头狭槽82、84插入。而且,销53构造成在对准的销接头狭槽82、50、84内依然处于紧密干涉配合,使得翼梁结构66和梁结构40在组装期间联结在一起。而且,图6还图示矩形紧固元件72,矩形紧固元件72包括构造成用于接纳梁结构40的销接头管52的销接头狭槽86。照此,销接头管52构造成形成紧密干涉配合闭式接头。而且,成对的翼梁结构66可以使用任何合适的粘附剂材料或弹性体密封件来在一端88处联结在一起。

[0035] 参考图7,图示一个或多个拉挤成型式部分95与图2的转子叶片28的第一叶片节段30的相邻的复合结构之间的连接部的一个实施例的详细平面图。如所示出的,该连接部是嵌接接头90。而且,如在图2中特别地示出的,第一叶片节段30可以包括至少两个嵌接接头90。另外,如所示出的,第一叶片节段30的第一部分89或端部(例如,梁结构40的与接纳端部54的销接头管52相邻的部分)可以由第一复合材料92构成,而第一叶片节段30的第二部分91可以由不同的第二复合材料94构成。因而,如所示出的,嵌接接头90可以进一步包括布置于第一复合材料92与第二复合材料94之间的不同的第三复合材料96。

[0036] 更具体地,如在所图示的实施例中示出的,第一叶片节段30的第二部分91可以至少部分地由多个拉挤成型式板95构成。因而,如所示出的,拉挤成型式板95中的各个可以由第二复合材料94形成。而且,在这样的实施例中,第三复合材料96可以包括多个层97。在这样的实施例中,如所示出的,层97中的一个或多个可以在一拉挤成型式板95之间并且越过其延伸,但比相邻的拉挤成型式板95更短。例如,如所示出的,最上层97越过上面的两个拉挤成型式板95延伸,但在第三拉挤成型式板95(以及位于第三板下方的剩余的板95)之前停止。另外,如所示出的,层97中的一个或多个的端部98可以相对于多个拉挤成型式板95以角99在第一复合材料92与第二复合材料94之间延伸。在这样的实施例中,角99可以在从大约90度至大约180度的范围内变动。另外,层97中的一个或多个可以限定布置于第一复合材料92与第二复合材料94之间的至少一个弯曲部93。

[0037] 在另一实施例中,如图8中所示出的,层97中的一个或多个可以在一拉挤成型式板95之间并且越过其延伸,但比相邻的拉挤成型式板95更短,但角可不存在。例如,如所示出的,最上层97越过最上拉挤成型式板95延伸,但在第二拉挤成型式板95(以及位于第二板下方的剩余的板95)之前停止。另外,如所示出的,第三复合材料96的单独的、额外的层97也可以布置于第一复合材料92与第二复合材料94之间。

[0038] 在另外的实施例中,第一复合材料92、第二复合材料94以及第三复合材料96可以包括热固性树脂或热塑性树脂。如本文中所描述的热塑性材料可以大体上包含在性质上可逆的塑性材料或聚合物。例如,热塑性材料典型地在被加热到某个温度时变得柔韧或可模制,并且在冷却时返回到刚性更大的状态。而且,热塑性材料可以包括无定形(或非晶,即



amorphous) 热塑性材料和/或半结晶热塑性材料。例如,一些无定形热塑性材料可以大体上包括但不限于苯乙烯、乙烯树脂、纤维素、聚酯、丙烯酸树脂、聚砜和/或酰亚胺。更具体地,示例性无定形热塑性材料可以包括聚苯乙烯、丙烯腈丁二烯苯乙烯(ABS)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、乙二醇化聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET-G)、聚碳酸酯、聚乙酸乙烯酯、无定形聚酰胺、聚氯乙烯(PVC)、聚偏二氯乙烯、聚氨酯或任何其它合适的无定形热塑性材料。另外,示例性半结晶热塑性材料可以大体上包括但不限于聚烯烃、聚酰胺、含氟聚合物、甲基丙烯酸乙酯、聚酯、聚碳酸酯和/或乙缩醛。更具体地,示例性半结晶热塑性材料可以包括聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚丙烯、聚苯硫醚、聚乙烯、聚酰胺(尼龙)、聚醚酮或任何其它合适的半结晶热塑性材料。

[0039] 而且,如本文中所描述的热固性材料可以大体上包含在性质上不可逆的塑性材料或聚合物。例如,热固性材料一旦固化,就不能容易地再模制或返回到液体状态。照此,在初始成型之后,热固性材料大体上耐热、耐腐蚀和/或耐蠕变。示例性热固性材料可以大体上包括但不限于一些聚酯、一些聚氨酯、酯、环氧树脂或任何其它合适的热固性材料。

[0040] 另外,第一材料92、第二材料94和/或第三材料96可以利用一种或多种纤维材料来增强。在这样的实施例中,(一种或多种)纤维材料可以包括玻璃纤维、碳纤维、聚合物纤维、木纤维、竹纤维、陶瓷纤维、纳米纤维、金属纤维或它们的组合。另外,纤维的方向或取向可以包括准各向同性方向、多轴方向、单向方向、双轴方向、三轴方向或任何其它的另一合适的方向和/或它们的组合。因而,在某些实施例中,第三复合材料96可以包括例如复合面纱材料、双轴复合材料或短切原丝毡。

[0041] 现在参考图9,图示根据本公开的使风力涡轮的转子叶片的拉挤成型式结构(诸如,梁结构40的部分)联结到转子叶片的复合结构(诸如,梁结构40的另一部分)的方法的流程图100。大体上,将在本文中参考图1-8中所示出的风力涡轮10和转子叶片28而描述方法100。然而,应当意识到,所公开的方法100可以利用具有任何其它合适的构造的转子叶片来实施。另外,尽管图9出于图示和讨论的目的而描绘按特定顺序实行的步骤,本文中所讨论的方法还是不限于任何特定顺序或布置。本领域技术人员将使用本文中所提供的公开内容而意识到,在不脱离本公开的范围的情况下,本文中所公开的方法的各种步骤能够以各种方式省略、重排、组合和/或修改。

[0042] 如在(102)示出的,方法100可以包括将拉挤成型式结构与复合结构一起布置于嵌接接头处,复合结构由第一复合材料构成,拉挤成型式结构由不同的第二复合材料构成。如在(104)示出的,方法100可以包括将不同的第三复合材料布置于第一复合材料与第二复合材料之间嵌接接头处。如在(106)示出的,方法100可以包括灌注嵌接接头,以便使拉挤成型式结构与复合结构联结。

[0043] 熟练技术人员将认识到来自不同实施例的各种特征的可互换性。类似地,能够由本领域普通技术人员对所描述的各种方法步骤和特征以及对于各个这样的方法和特征的其它已知的等同体进行混合和匹配,以根据本公开的原理而构建额外的系统和技术。当然,将理解的是,不一定可以根据任何特定实施例而实现上述的所有的这样的目标或优点。因而,例如,本领域技术人员将认识到,本文中所描述的系统和技术可以以如下的方式体现或实施:实现或优化如本文中所教导的一个优点或一组优点,但不一定实现如可以在本文中教导或建议的其它目标或优点。

[0044] 虽然在本文中仅已图示且描述本发明的某些特征,但本领域技术人员将想到许多修改和改变。因此,将理解,所附权利要求书旨在涵盖如落入本发明的真实精神内的所有的这样的修改和改变。

[0045] 本书面描述使用示例来公开本发明(包括最佳模式),并且还使本领域中的任何技术人员能够实践本发明(包括制作和使用任何装置或系统以及执行任何并入的方法)。本发明的可专利性范围由权利要求书定义,并且可以包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这样的其它示例包括不异于权利要求书的字面语言的结构元件,或如果它们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件,则这样的其它示例旨在处于权利要求书的范围内。

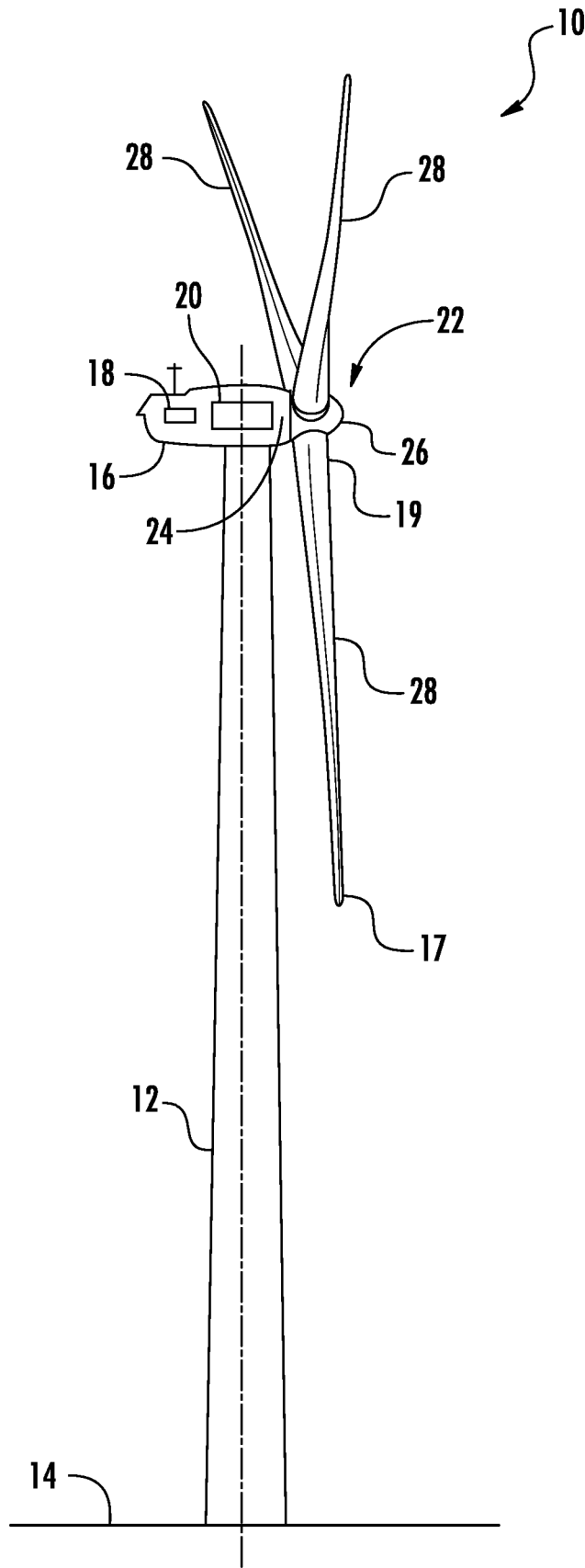


图 1

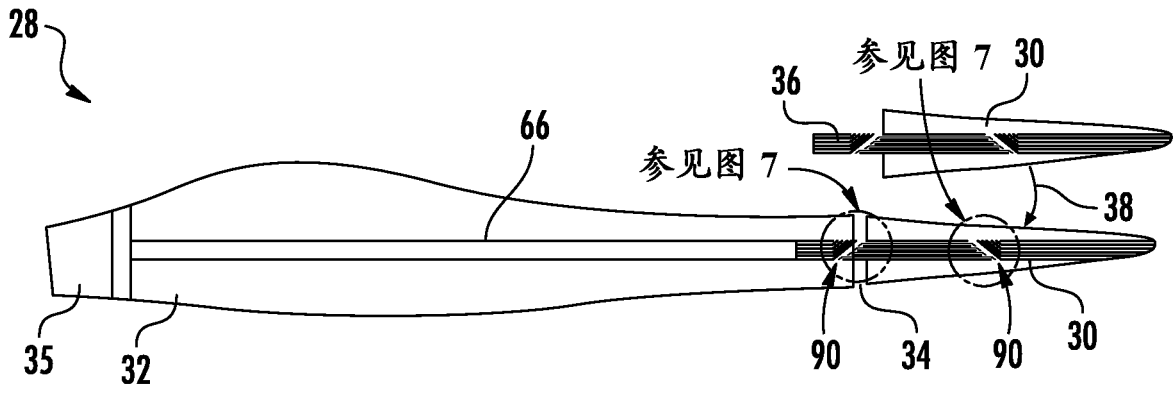


图 2

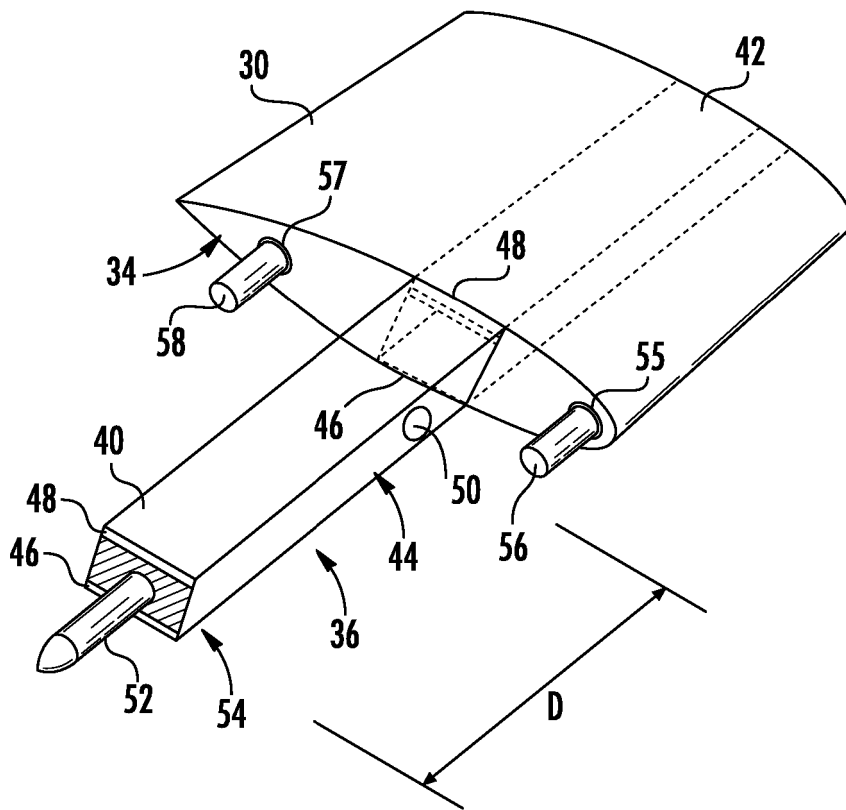


图 3

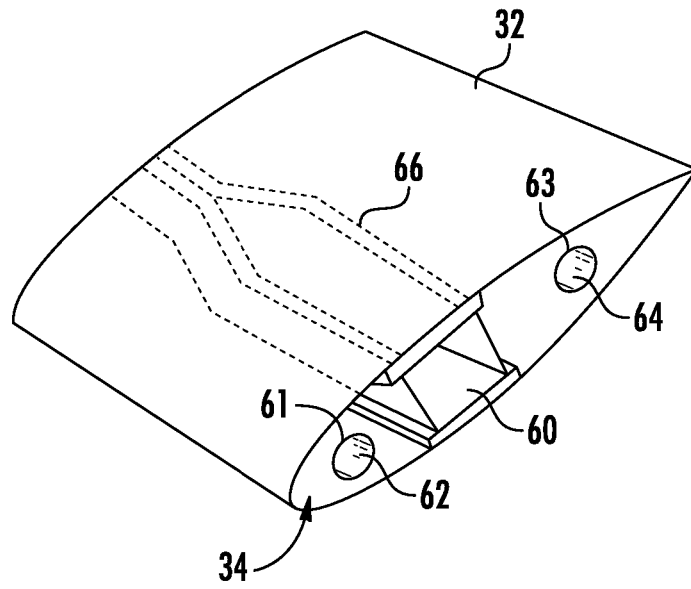


图 4

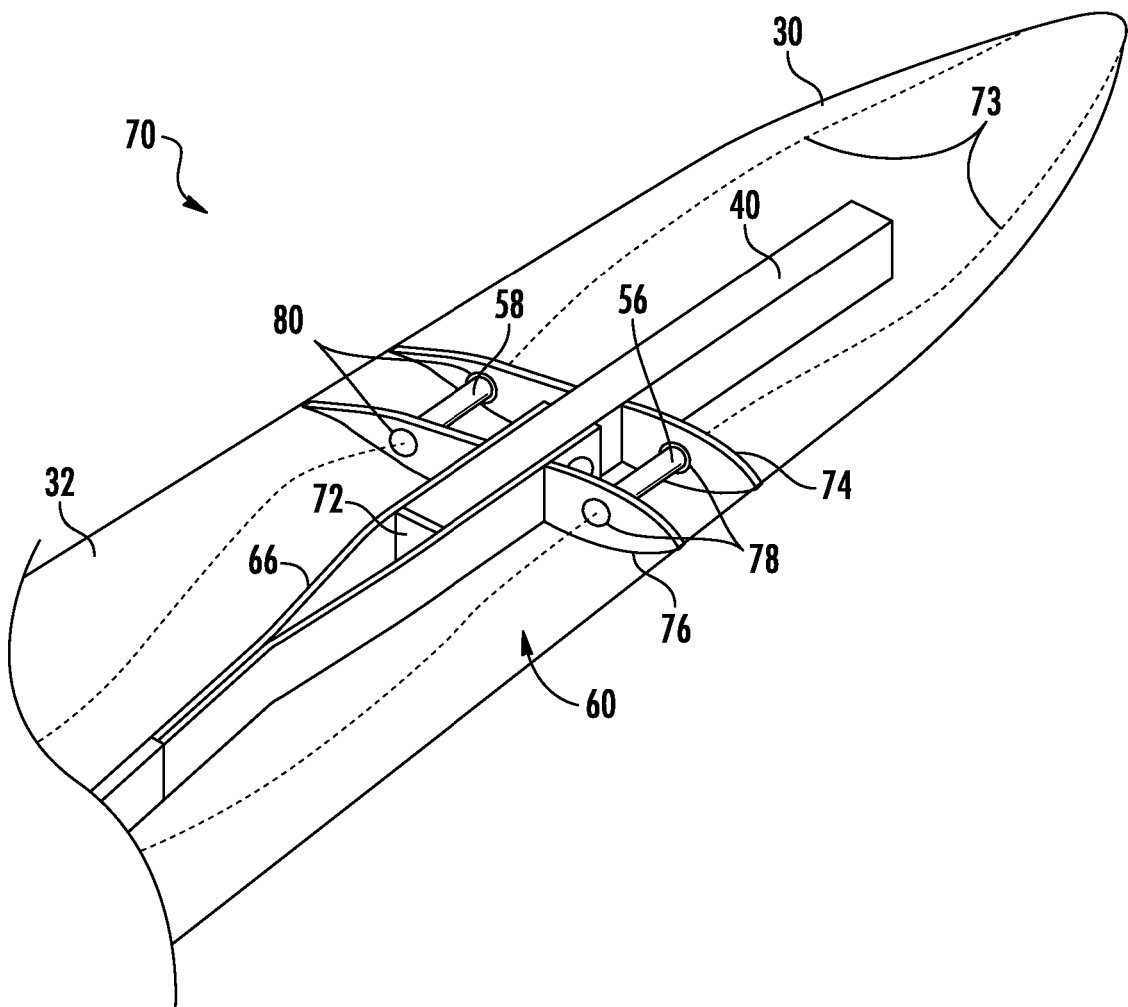


图 5

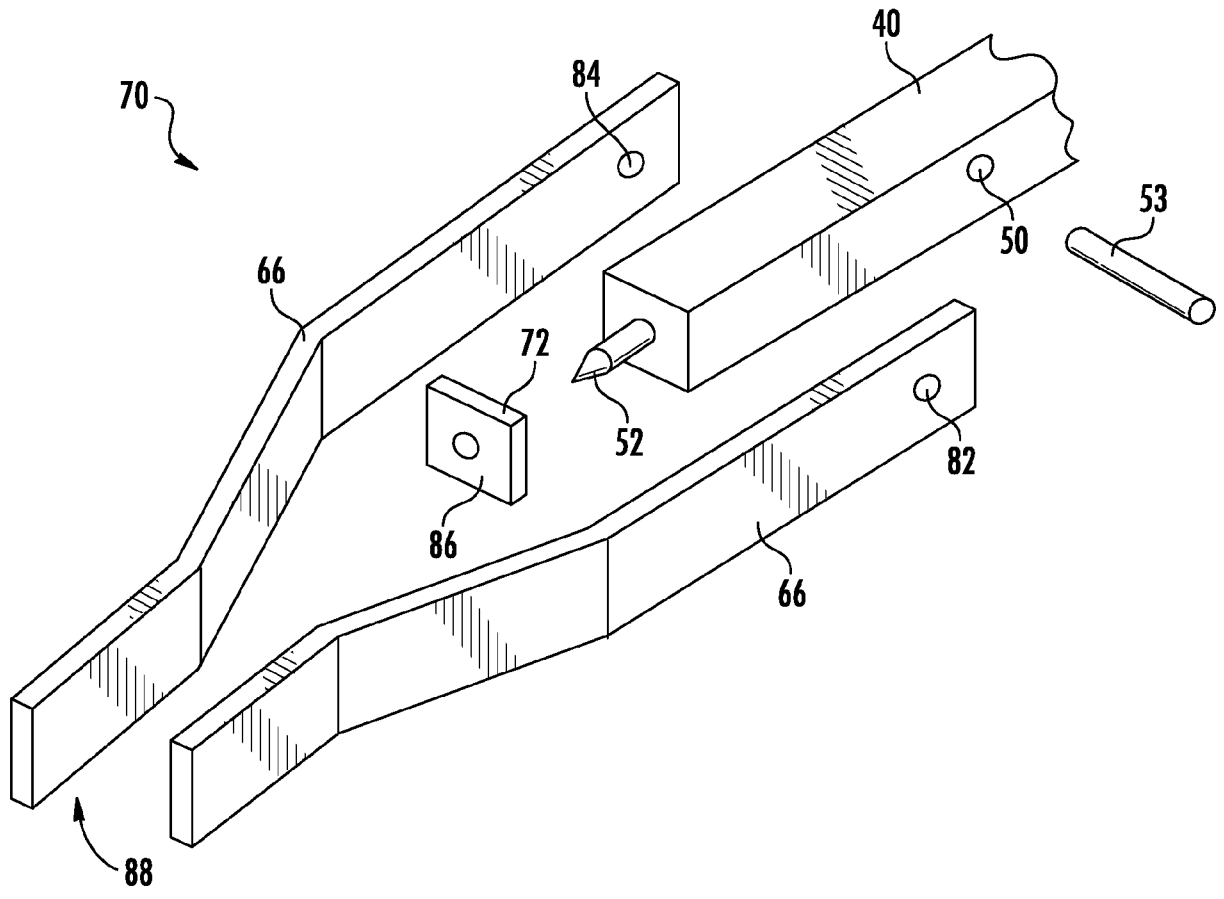


图 6

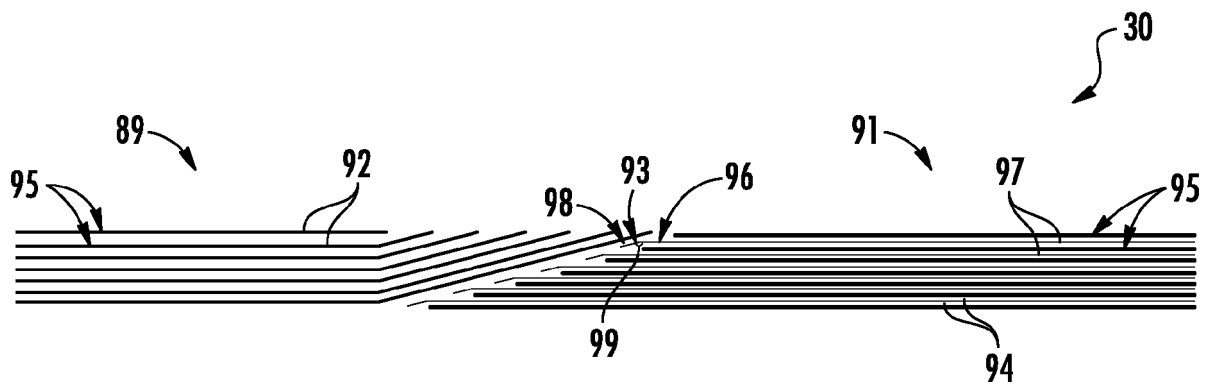


图 7

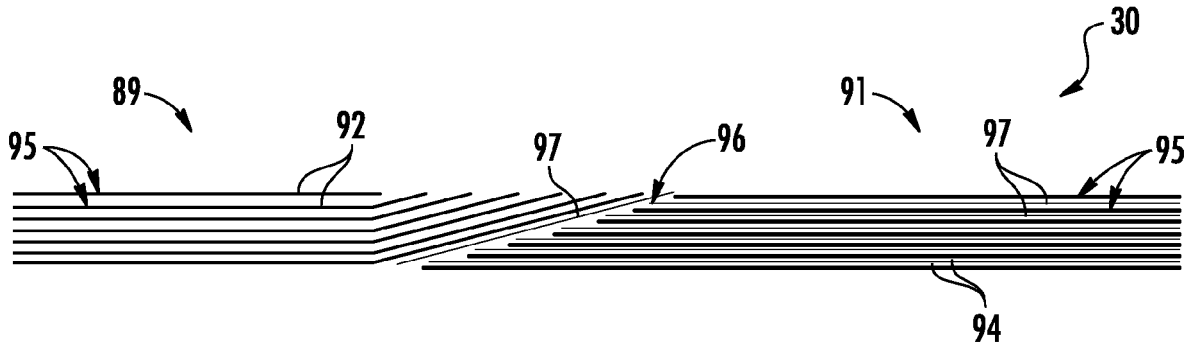


图 8

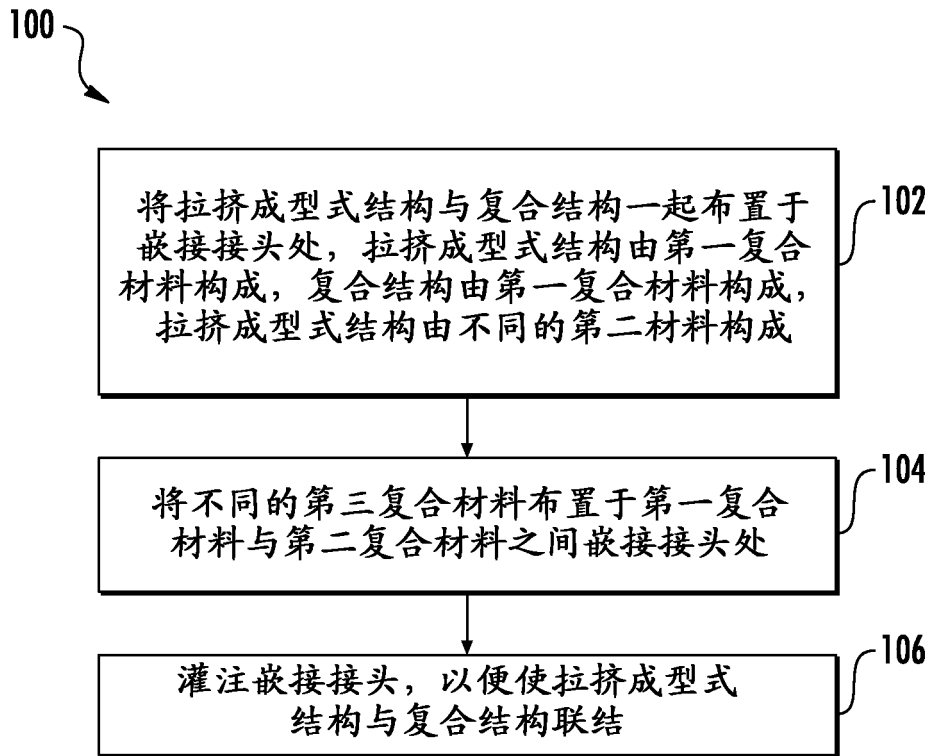


图 9