



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103582758 A

(43) 申请公布日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201280027058. 4

托马斯·瓦勒纽斯 莱莫·胡赫塔宁

(22) 申请日 2012. 05. 30

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

(30) 优先权数据

责任公司 11240

20115536 2011. 05. 31 FI

代理人 余刚 李静

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2013. 12. 02

F03D 11/00 (2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2012/050531 2012. 05. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02012/164167 EN 2012. 12. 06

(71) 申请人 VTT 技术研究中心

地址 芬兰乌奥里米亨蒂

(72) 发明人 埃萨·皮尔托拉 保利·沃马约基

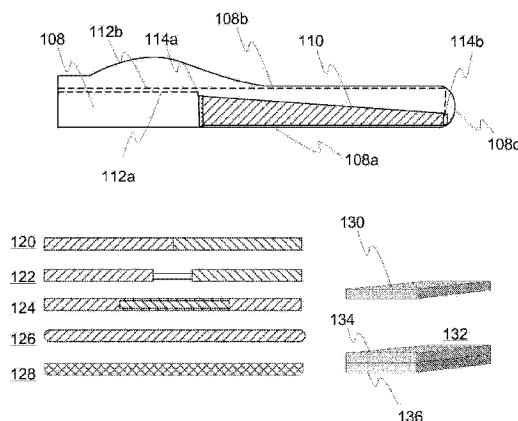
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

风力涡轮机叶片和相关的制造方法

(57) 摘要

用于风力涡轮机(101)的转子的叶片(104a、104b、104c、108、201),所述叶片包括:设有用以容纳加热元件的载体表面的叶片本体元件(218);电传导性的、细长的和基本上为平面的加热元件(110、120、122、124、126、128、130、132、208、208a、208b),该加热元件设置在载体表面上以基本上沿着叶片的至少前缘(108a)分别纵向地延伸叶片长度的优选地至少大约50%、更优选地至少大约60%以及最优选地至少大约70%;电力供应导体元件(112a、112b、212、212a、212b),位于加热元件的一个端部处,导体元件基本上在加热元件的两侧上延伸超过加热元件的宽度并且电连接到其上;及接头结构,包括至少一个电传导接头元件(114a、114b、214)并且基本上在加热元件的两侧上覆盖电导体元件的延伸超过加热元件的宽度的部分,其中所述叶片优选地基本上在加热元件的两个端部处包含有所述电导体元件和接头结构的情况。提供一种对应的制造方法。



1. 一种用于风力涡轮机(101)的转子的叶片(104a、104b、104c、108、201),所述叶片包括

- 叶片本体元件(218),所述叶片本体元件可选地包括比如玻璃纤维增强复合材料的玻璃纤维,所述叶片本体元件包括用以容纳加热元件的载体表面;

- 电传导性的、细长的和基本上为平面的加热元件(110、120、122、124、126、128、130、132、208、208a、208b),所述加热元件被设置在所述载体表面上以基本上沿着所述叶片的至少前缘(108a)分别纵向地延伸所述叶片的长度的优选地至少大约 50%、更优选地至少大约 60% 以及最优选地至少大约 70%;

- 电力供应导体元件(112a、112b、212、212a、212b),所述导体元件位于所述加热元件的一个端部处,所述导体元件基本上在所述加热元件的两侧上延伸超过所述加热元件的宽度并且电连接至所述加热元件;和

- 接头结构,所述接头结构包括至少一个电传导接头元件(114a、114b、214)并且在所述加热元件的两侧上基本覆盖所述电导体元件的延伸超过所述加热元件的所述宽度的部分,其中所述叶片优选地包含在所述加热元件的两个端部处具有所述电导体元件和接头结构的情况。

2. 根据权利要求 1 所述的叶片,包括被设置在所述加热元件上并且优选地也设置在所述接头结构上的至少一个保护性的且可选地空气动力学优化层(216),所述至少一个层优选地包括玻璃纤维。

3. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述加热元件(110)设置成更靠近所述叶片的尖端(108c)处而不是根部。

4. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,加热元件(110、126、128)具有锥形端部,优选地是位于更靠近所述叶片的尖端(108c)的端部。

5. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述加热元件包括多轴碳纤维,可选地包括双轴碳纤维。

6. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述加热元件包括碳纤维或者石墨纤维。

7. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述加热元件包括多个堆叠层。

8. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述导体元件(212)被配置成弯曲的以便在所述加热元件的两侧上方延伸。

9. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述导体元件(212a、212b)包括将所述导体元件分成指向所述加热元件的不同侧的至少两个分支的节点。

10. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,比如电缆的所述导体元件包括比如指向所述加热元件的不同侧的导体线的至少两个分离的子元件。

11. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述导体元件(212b)被配置成弯曲的以便在所述加热元件的预定侧上方重复地延伸。

12. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述加热元件(208)包括两个层(208a),所述导体元件(212a)的至少一部分在所述两个层之间延伸。

13. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述接头结构包括连接元件(214),所述连接元件(214)被弯曲以便在所述加热元件(208)的两侧上方延伸。

14. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述接头结构限定有至少两个层,在所

述加热元件(208a)的每侧上有一个层,所述导体元件(212a)的所述部分位于它们之间。

15. 根据任一前述权利要求所述的叶片,其中,所述接头结构包括限定有至少四个层的多个接头元件,在所述加热元件(208b)的每侧上有两个层,使得所述导体元件(212b)的部分在它们之间延伸。

16. 一种用于构建用于风力涡轮机的转子的叶片的方法,包括

- 获得叶片本体元件,所述叶片本体元件包括用以容纳加热元件的载体表面(304),和
- 优选地通过层压来提供电传导性的、细长的和优选为平面的加热元件,所述加热元件被提供在所述载体表面上以基本上沿着所述叶片的至少前缘分别纵向地延伸所述叶片的长度的优选地至少大约 50%、更优选地至少大约 60% 以及最优选地至少大约 70 (306),

其中通过位于所述细长的加热元件的端部处的导体元件提供与所述加热元件的电力供应连接,所述导体元件基本上在所述加热元件的两侧上延伸超过所述加热元件的宽度并且电连接至所述加热元件,并且电传导接头结构包括至少一个电传导接头元件并且在所述加热元件的所述两侧上基本覆盖所述电导体元件的延伸超过所述加热元件的所述宽度的所述部分(308)。

风力涡轮机叶片和相关的制造方法

技术领域

[0001] 一般地本发明涉及风力涡轮机。特别地,本发明涉及通过加热防止并减少风力涡轮机叶片的结冰。

背景技术

[0002] 当大气中的水滴在接触的物体上凝固时,发生大气结冰。例如,在航空器方面,冰可以增大机翼失速的风险。因此,冰积聚应当被尽可能早地和可靠地检测。例如,具有振荡(振动)传感元件的机电探针可以被设置在航空器的鼻部,于是在其上累积的冰导致取决于冰层的厚度的振荡频率的变化。监测振荡频率用于估计冰的数量。

[0003] 作为另一个使用场景,风电场的风力涡轮机可以被转子叶片上的冰严重地影响。叶片可能破裂并且生产效率可能大大地降低。由于质量和空气动力学失衡和由冰引起的摩擦,涡轮机的总的磨损也可以增大,已经提议将前述的振荡探针引入到风力涡轮机的吊舱中,因此可以使用要求在转子叶片上增加特别的传感器的各种基于电容、电阻和电感的探测器。此外,已经提出了不同的光学传感器,这些光学传感器基于例如来自于表面的光反射的变化而监测在传感器表面上积聚的冰。

[0004] 为了防止或者减小结冰,已经提出了一些防结冰或者除冰过程(比如加热或者微波激励过程),以防止、减小或者减慢冰积聚在预定表面上。可以通过向目标区域吹热空气或者其他气体、集中加热的导线、其他元件或者例如液体、液体循环系统、而实现加热。对于防结冰应用,目标区域可以包括防冰涂层,例如,比如硅涂料。

[0005] 用以防止结冰的许多已知的设备至少在某些类型的工作条件下仍然经受可靠性、效率和/或安全性问题。

[0006] 例如,在航空和风电场的情况下,需要的加热能力在数量上可以是大约 $10\text{kW}/\text{m}^2$ 。如果待被加热的目标表面和应用的加热元件之间的连接是不适当的并且出故障,则该表面和该元件两者都可能由于过热而被损坏。

[0007] 在一些场景中,诸如导线或者例如金属化纤维的极其薄的金属导体已经被层压在环氧树脂中并且被设置到目标表面上。但是,由于由各种潜在因素(比如重复的弯曲或者层压层之间的水分,其容易导致加热故障,比如不能忽略的加热减小或者加热完全停止,另一方面,导致过热的风险)导致的疲劳,使得这些设备及易产生机械破损。此外,在不牺牲关于其厚度、重量、翼型等等的一些设计要求的情况下,目前的解决方案是极其复杂的,用以设置在目标表面(比如转子叶片)上。

发明内容

[0008] 因此,目的是减轻还没有令人满意地被当前加热设置解决的上文中描述的一个或者多个问题,以及提供用于加热目标表面(比如转子叶片的表面、飞机机翼或者仍可能暴露于结冰条件下的一些其他易损坏的、冰敏感表面)的可行替换。

[0009] 该目的通过根据本发明的适于用于风力涡轮机的转子的叶片的实施例和相关的

制造方法实现。

[0010] 因此,本发明的一个方面中,一种用于风力涡轮机的转子的叶片包括:

[0011] - 叶片本体元件,叶片本体元件可选地包括比如玻璃纤维增强复合材料的玻璃纤维,叶片本体元件包括用以容纳加热元件的载体表面;

[0012] - 电传导性的、细长的和优选为平面的加热元件,优选地是包括比如碳纤维板或者类似物的元件的碳纤维,加热元件被设置在载体表面上以基本上沿着叶片的至少前缘分别纵向地延伸叶片的长度的优选地至少大约 50%、更优选地至少大约 60% 以及最优选地至少大约 70%;

[0013] - 电力供应导体元件,导体元件位于细长的加热元件的一个端部处,导体元件基本上在加热元件的两侧上延伸超过加热元件的宽度并且电连接到加热元件上;以及

[0014] - 接头结构,接头结构包括至少一个电传导接头元件并且在加热元件的两侧上基本覆盖电导体元件的延伸超过加热元件的宽度的部分。

[0015] 优选地存在至少两个前述的导体元件和可选地也存在至少两个接头结构,在加热元件的每个端部处存在两者中的一个以使电流能流过该元件并进行相关的加热。可替换地,除了优选的导体元件和/或接头结构之外,具有不同配置的导体和/或接头结构可以被分别应用(例如)在每个端部处。

[0016] 形成接头结构或者被至少包含在接头结构中的接头元件可以是限定了例如两个层(加热元件的每侧上一个)的多部分元件。该部分中的至少两个可以被连接到一起。接头元件(或连接元件)因此可以是单个(或整体)元件,比如具有两个或者多个像半“u”一样的整体部分的“u”形元件,或者比如被中间材料分隔开的层的多个接头元件可以被用在接头结构中。接头元件或者它们中的多个可以进一步限定至少四个层,加热元件的每侧上两层,优选地导体元件部分在它们之间。接头元件可以被弯曲以便沿着导体元件和/或加热元件的两侧延伸。

[0017] 一个实施例中,加热元件实际上可以基本上是平面的并且带有例如基本上为矩形的或者椭圆形的形状。它可以是薄板或者薄板状。此外或者可替换地,它可以是包括沿着叶片长度和/或宽度连续定位的多个部分的复合或者“聚集”元件。该部分可以通过之间的导体电接合到一起。

[0018] 此外,在垂直方向上,加热元件可以包括多个部分,比如具有可能不同的特性(比如材料和/或材料成分方向)的层。该层可以已经被层压到一起。优选地,导体元件的一部分可以在该层之间延伸。加热元件包括电传导性材料,比如适合的碳纤维或者石墨纤维。

[0019] 在另一个(或者附加的或者可替换的)实施例中,与叶片的根部相比,加热元件可以位于更靠近尖端之处。一些实施例中,加热元件可以被沿着尖端弯曲并且基本上沿着其形状。例如,弯曲的加热元件可以从叶片的前缘延伸到后缘和/或从叶片的抽吸侧延伸到压力侧。

[0020] 在另外的(或者附加的或者可替换的)实施例中,加热元件可以具有至少一个锥形端部。例如,加热元件可以朝向尖端变窄。

[0021] 在另外的(或者附加的或者可替换的)实施例中,导体元件可以是细长的或者至少包括细长的部分。它可以包括带或者线(例如,圆柱形线)结构。

[0022] 一些实施例中,导体元件可以包括具有节点和至少两个分支的分开部分,以使得

能够将该元件设置在加热元件的两侧(顶部 / 底部)上。一个分支可以位于一侧上并且至少另外的分支位于相对侧上。此外或者可替换地,元件可以包括多个分离的子元件,比如可以独立地指向加热元件的任一侧的导体线。例如,元件也可以包括电缆或者用公用的护套在连接区域之外共同地接收(比如集中)并且隔离一些比如绞线的子元件的其他聚集结构。

[0023] 在一些其他的(补充的或者可替换的)实施例中,导体元件(比如单根导线)可以被弯曲以便在加热元件两侧上在加热元件的上方延伸。例如,弯曲可以包括基本上半圆形的弯曲或者尖锐的折叠(acute fold)。

[0024] 在另外补充的或者可替换的实施例中,导体元件可以既被分开也被弯曲。例如,元件可以包括分成两个分支部分的节点,该两个分支部分然后被弯曲以在加热元件的任一侧或者两侧上往复(reciprocate)。

[0025] 仍然在另外补充的或者可替换的实施例中,叶片的两个或者更多元件可以通过层压构建、连接、固定和 / 或成层。可选地,可以应用粘合剂。

[0026] 仍然在另外补充的或者可替换的实施例中,加热元件可以包括或者至少包括一些可选地编织碳基材料(比如进一步可选地设有填充材料的碳纤维织物)层。可选地,可以使用多层的多轴(比如双轴)碳纤维织物。

[0027] 本发明的另一个方面中,一种用于构建用于风力涡轮机的转子的叶片的方法包括:

[0028] - 获得叶片本体元件,叶片本体元件包括用以容纳加热元件的载体表面,和

[0029] - 在载体表面上提供电传导性的、细长的和优选为平面的加热元件以基本上沿着叶片的至少前缘分别纵向地延伸叶片的长度的优选地至少大约 50%、更优选地至少大约 60% 以及最优选地至少大约 70,

[0030] 其中通过位于细长的加热元件的端部处的导体元件提供与加热元件的电力供应连接,导体元件基本上在加热元件的至少两侧上延伸超过加热元件的宽度并且电连接到加热元件上,并且电传导接头结构包括至少一个电传导接头元件并且在加热元件的所述两侧上基本覆盖电导体元件的延伸超过加热元件的宽度的部分。

[0031] 例如,上文中列出的各种元件可以通过层压连接到一起。

[0032] 在该方法的一个实施例中,另外的材料层被设置在元件的顶部上,所述另外的材料层可选地包括玻璃纤维。除了可能的美学效果之外,另外的层可以对下面的元件提供隔离和 / 或保护。叶片的翼型也可以被优化并且因此叶片的效率随其被提升。

[0033] 如被技术人员认识到,关于装置的各种实施例的先前呈现的考量可以被灵活地应用到作了适当修正的方法的实施例中并且反之亦然。

[0034] 本发明的实用性由取决于每个特定实施例的多个问题引起。首先,沿着加热元件的整个宽度,导体和加热元件之间的电连接可以通过导体本身的和前面提到的接头结构的应用的构造保证,其提高了加热效率、提供了均匀的加热并且使得短时间的中断(short cut)或者触点断开的风险最小化。因此,可以防止冰沉积在叶片上或者已经累积的冰可以被融化和去除。可以实现并维持叶片的期望温度。此外,提出的解决方案使得能够保持叶片薄和轻。此外,其制造保持相对简单和快速。

[0035] 措辞“一些”在这里指从一(1)开始的任何正整数,例如,指一、二或者三。

[0036] 措辞“多个”在这里指从二(2)开始的任何正整数,例如,指二、三或者四。

[0037] 本发明的不同的实施例被披露在附属权利要求中。

附图说明

[0038] 下一步参考附图更详细地描述本发明,其中

[0039] 图 1a 图示了在风力涡轮机背景中的本发明的实施例的使用场景。

[0040] 图 1b 图示了根据本发明的叶片结构和相关元件的不同的实施例。

[0041] 图 2a 图示了叶片结构的实施例,其中,特别强调了电导体元件和在电导体元件的一个端部上的加热元件之间的接合。

[0042] 图 2b 图示了叶片的另一个实施例的横截面。

[0043] 图 2c 图示了叶片的再一个实施例的横截面。

[0044] 图 3 是根据本发明的方法的实施例的流程图。

具体实施方式

[0045] 图 1a 描述了可以应用本发明的实施例的场景。风电场可以包括一些风力涡轮机 101,每个风力涡轮机 101 包括塔部 106、吊舱 102 和具有一些叶片 104a、104b 和 104c 的转子毂(rotor hub)。叶片 104a、104b、104c 实质上可以包括具有例如圆柱地成形的横截面用以将叶片连接到毂的根部、和具有空气动力学地成形的横截面的翼部。翼部可以包括在其前缘和后缘处连接的抽吸侧和压力侧。

[0046] 图 1b 图示了叶片和关联元件的不同的实施例。叶片 108(在图中仅显示其示例性的横截面示意图)设有细长的加热元件 110,该加热元件通常可以带有例如平面的、矩形的形状。优选地,加热元件 110 基本上至少沿着叶片 108 的前缘 108a 延伸超过为叶片 108 的长度的至少 60% 的距离以提供到其的均匀的加热。图中可见的是在图示的实施例中如何使得只有叶片的最小尖端部分没有加热元件。优选地,尖端因此也通过提出的解决方案进行加热。

[0047] 优选地,加热元件 110 位于更靠近尖端部 108c 之处而不是更靠近根端部,因为尖端 108c 可能更易于结冰。但是,取决于实施例,也可以应用对称的定位或者其他替换方案。

[0048] 在一些实施例中,比如在被描述的那个中,加热元件 110 具有逐渐变细的(或锥形)端部。特别地,它可以朝向尖端 108c 变窄。因此,可以增强靠近尖端 108c 的散热,这是优选的,因为由于由更高的局部速度引起的增强了的对流冷却,那里的热需求可以更大。在根端部处可以需要较少的加热。

[0049] 因此,加热元件有益地可以覆盖负责产生大部分电力的叶片的区域。即,朝向根部,电力产生的贡献降低并且由于几何效应(翼型典型地更厚)和空气动力学效应(对流冷却典型地更低)叶片也可以变得较不易于结冰。因此,叶片 108 的根端部可以(在许多场景中)保持未受保护或者被较少有效地保护不结冰。

[0050] 相对于叶片 108 的厚度,加热元件 110 可以位于更靠近叶片 108 表面(例如“吸入”表面或者“压力”表面)的期望的预先确定侧。例如,表面可以是平的、弯曲的或者分段的。可替换地,加热元件 110 可以相对于叶片 108 的两个或者更多表面对称地定位,例如,位于其中心。作为另外可选的,专用的加热元件可以设置用于多个(比如抽吸和压力)表面。优选地,加热元件 110 更靠近前缘 108a 处而不是更靠近叶片 108 的后缘 108b。可替换地,加

热元件可以相对于前缘和后缘对称地定位,例如,在中间。

[0051] 加热元件 110 可以包括比如碳纤维的纤维。它可以包括纤维加强聚合物,例如,选择能获得期望的热导系数图和电导系数图的纤维加强聚合物。

[0052] 加热元件 110 可以通过至少部分地设置在叶片 108 内的一些电导体元件 112a、112b 和优选地定位在细长加热元件 108 的端部处并且更优选地也定位在加热元件的两侧(例如,面向图的观察者的一侧和相反侧)上的接头 114a、114b 电连接到图中没有显示的电源。

[0053] 加热元件的端部一般地指优选地覆盖小于其总长度的大约 20%、更优选地小于其总长度的大约 10% 以及最优选地小于其总长度的大约 5% 的部分。

[0054] 在 120, 显示加热元件的实施例,其中该元件包括(在纵向方向上)被连接到一起的至少两个不同的部分。可替换地或者此外,在横向方向(宽度)上该元件可以包括多个连接部分。该部分可以包括不同的材料、材料方向和 / 或不同的尺寸。因此,该部分的性质(比如导热性和 / 或导电性)可以相互不同。在 122, 加热元件的一个实施例包括优选地被电导体连接到一起的两个部分。可替换地,例如,该部分可以被独立地连接到电源或者一些中间元件。在 124, 加热元件的实施例包括被嵌入周围材料中的材料(中心)部分。例如,被嵌入的材料可以具有与周围材料不同的导热性和 / 或导电性。在 126, 加热元件的实施例包括弯曲的、或者通常逐渐变细的端部。在 128, 加热元件的实施例包括具有由分段线性曲线定义的轮廓形状的逐渐变细的端部。

[0055] 在 130, 加热元件的实施例包括基本上平面的材料层。在 132, 加热元件的实施例包括相对于元件厚度的多个重叠(比如堆叠)的材料层 134、136。

[0056] 图 2a 图示了(没有按比例)叶片结构 201 和相关的到电源的电连接的实施例。在图中,仅仅显示了加热元件 208 的一个端部。它位于叶片本体元件 218 上并且虚线描述了延伸到关联的纵向轴线的方向的其不可见的部分。一些电导体元件 212 可以沿着位于形成有叶片本体 218 的至少一部分的载体材料的预定位置中的加热元件 208 的两个表面设置。在描述的场景中,两个导体已经绕元件 208 弯曲以基本上在横向(宽度)方向上形成到其端部的至少一个弯折部。例如,折叠可以是陡(sharp)的。由导体元件 212 形成的环可以是闭合的,包括结点,或者它可以是开放的(钩状)。连接元件 214 (比如带)已经被弯曲以便沿着导体元件和加热元件的两侧延伸。为了说明这个事实在图中连接元件 214 具有 u 形形式。在真实场景中,该弯曲也可以是相对尖锐的转角(sharp-cornered)。

[0057] 可替换地,一个或者多个连接元件 214 可以包括多个(可能地至少起初是分离的)部分,比如可以被独立地定位在加热元件 208 的每个表面上以便覆盖被夹在之间的导体 212 的顶部和底部。这些部分的至少两个端部可以被配置成在设置之后相互接触,可选地重叠。

[0058] 功能层(比如保护性的且可选地翼型优化层 216)已经被设置在已构建的夹层结构的顶部上。层 216 可以覆盖整个叶片 201 或者仅仅是选择的部分,比如连接部分。另外的功能和 / 或美学层可以被设置于其上。

[0059] 图 2b 图示了叶片的另一个实施例的横截面。加热元件 208a 包括多个部分,比如层。它可以包括例如双轴碳纤维织物。位于叶片的一个端部(比如尖端部或者根端部)处的示出的导体元件 212a 包括将它分成多个(基本上三个)分支的节点。中间分支在加热元件

208a 的两个部分(比如层)之间或者之内延伸。一个分支通常可以在加热元件 208a 的一侧上延伸并且另一个分支在加热元件的相反侧或者其一部分(比如其的层)上延伸。在被描述的情况中,连接元件 214 延伸超过导体元件 212a 的最外面的分支。这些可能可替换地支承连接的端部(图中没有显示)以形成具有例如环或者 u 形横截面的单个连接元件。

[0060] 图 2c 图示了叶片的另外的实施例的横截面。加热元件 208b 可以基本上设置在形成在叶片本体元件 218 上的堆叠的整体结构的中间。导体元件 212b 包括将它分成两个分支的节点。每个节点指向加热元件 208b 的专用侧。此外,每个分支被设置(比如被弯曲)以便延伸超过加热元件 208b 的宽度多倍(在图的实施例中实质上两倍)。导体元件 212b 的至少一个分支可以被连接回节点(图中没有显示出)或者元件的其他部分以形成环。已经在加热元件 208b 的两侧上设置多个连接元件层 214(实质上两层)。部分导体元件 212b 被配置成位于每个侧上的两层 214 之间。至少两个连接元件层 214 可以在端部处相互连接(图中没有显示出)以形成例如 u 形形状。

[0061] 图 3 仅仅以实例的方式披露了根据本发明的实施例的方法流程图。在 302 处,可以制造、获得和制备不同的启动(start-up)材料和元件。例如,可以获得和配置叶片材料、电力电缆、信号电缆、加热元件材料、连接元件材料等等。

[0062] 在 304 处,获得至少一个叶片本体元件。叶片本体元件可以包括玻璃纤维,例如,特别是例如玻璃纤维增强的塑料,比如聚酯或者环氧树脂。它可以包含多个件,比如将被连接到一起的两半。叶片本体元件可以在尺寸和 / 或形状上与最终的叶片或者例如半叶片(blade half)类似。同样地,多个(比如两个)本体元件可以被连接到一起以构建叶片的基本形状。不同的额外的元件(比如信号电缆、传感器和被用于加热的电力电缆)可以被设置并且可选地被固定(比如胶粘)到作为其载体的叶片本体元件上。额外的元件可以被嵌入在本体材料中。

[0063] 在 306 处,至少一个加热元件被获得并且可选地在已经这个阶段被定位到叶片本体元件上。例如,适合的材料带(比如碳纤维薄板)可以被切割并且提供到叶片本体元件上。加热元件可以被定位以便覆盖对应于(例如)成品叶片的抽吸侧或者压力侧的叶片本体元件的选择侧的预定部分。可选地,加热元件可以至少部分地覆盖叶片本体元件的至少一个边缘,比如基本上形成有或者至少平行于叶片的前缘的边缘。优选地,与后缘相比,加热元件设置成更靠近前缘,除非例如应用更居中的定位。例如,可以相对于翼型的鼻部和 / 或在前和后缘之间应用对中。

[0064] 在一些实施例中,加热元件可以基本上沿着叶片的至少前缘纵向地延伸叶片的长度的优选地至少大约 60%、更优选地至少大约 70% 以及最优选地分别至少大约 80% 或者 90%,以有益地提供尖端偏向的(tip-biased)加热或者到其的均匀的加热。可替换地,在一些具有不同的使用场景和 / 或叶片翼型的另外的实施例中,例如,加热元件的范围(extent)可以更小。

[0065] 接收加热元件的本体元件表面可以首先使用(例如)丙酮清洗。适合的树脂可以被设置在本体元件,诸如碳纤维的加热元件(包括薄板)然后可以被滚卷或者以其他方式设置在它的顶部上。优选地在加热元件的端部处的接头的位置在这个阶段可以保持松开,以促进随后的连接结构,其中导体和连接元件材料优选地被配置成也在本体元件和加热元件之间延伸。

[0066] 在 308 处,一些电力供应导体元件(比如铜线)被优选地设置在细长加热元件的端部处,导体元件基本上延伸超过加热元件的至少两侧上的加热元件的宽度并且电连接于加热元件上。导体元件可以通过适合的树脂固定。导体元件至少电连接到电源并且可以形成安装在叶片处的电力电缆的内部构件,或者至少被连接到其上。也设置了导电接头结构,该导电接头结构接合有一些连接元件并且基本上覆盖了电导体元件的延伸超过细长加热元件两侧上的细长加热元件的宽度的部分。取决于上文中考虑的接头结构的实施例,多个连接元件可以被初始地设置并且它们中的至少一些可选地在接头的形成期间连接到一起。

[0067] 一个实施例中,在如上文中提到的步骤 306 期间,已经相对于本体元件使加热元件的端部初始地保持松开,使得接头和导体元件现在可以定位在它们之间。在接头和导体元件的必要的层已经定位在本体元件与加热元件或者至少多层加热元件的底层之间之后,加热元件的松开端或者至少其最下层也可以被固定到在下面的本体、导体和连接元件的聚集(aggregate,集中)结构上,并且导体、接头和可选地加热元件(其端部可选地可以被折转)的剩余层可以被设置在顶部上。在该过程中应当应用适合的树脂。

[0068] 在可替换的实施例中,可以在将加热元件定位到在本体元件上的最终位置之前,在加热元件中形成电接头,即,一些导体元件和连接元件可以被首先定位到加热元件上,在其之后,聚集的主体被定位到本体元件并且被固定于其上。

[0069] 层压的区域可以通过采用例如引起压力的真空袋和引起到其的热加热毯而被硬化。适合的硬化时间和温度确定地取决于实施例和使用的材料和它们的数量,但是,在一些场景中,例如几个小时和大约 70 摄氏度的升高的温度可能是必要的。

[0070] 在 310 处,包含例如玻璃纤维的另外的层可以被设置以至少部分地覆盖本体元件/加热元件/接头聚集。优选地,在处理(curing)加热元件之前,保护性的玻璃纤维或者可替换的层被设置(比如层压)在加热元件上。可以用必要的线路将一些传感器(比如热传感器)连接到结构上(如果有的话,可以应用无线传感器)。例如,假如加热元件在完成接头之前已经被定位在本体元件上的话,这些动作可以连同步骤 306 一起被较早地至少部分地执行。

[0071] 在 312 处,方法执行结束。

[0072] 技术人员可以基于由每个特别的使用场景设定的要求改变上文中披露的方法框图的方法步骤的相互排序和总的存在。例如,叶片可以包括多个加热元件以加热多侧(例如,抽吸侧和压力侧)和/或边缘(比如其前和后缘)。可选地,不同侧的加热元件甚至可以在前缘处重叠。

[0073] 因此,基于这个披露内容和一般的知识,技术人员可以应用已提供的教导以通过必要的修改、删除和增加(如果有的话)而在每个特别使用情况中实现如由后附的权利要求定义的本发明的范围。例如,代替用于风力涡轮机的转子叶片,待被加热的目标表面可以涉及风车、风力泵、飞机机翼、导弹翼等等。在许多应用中,有益的是为待被加热的目标物体提供在这里披露的至少一个加热元件,其中通过基本上在加热元件的两个端部上的提出的电导体元件和接头结构的实例增补该至少一个加热元件。但是,导体和/或接头设置也可以在端部之间不同。在一些实施例中,导体/接头设置可以甚至位于远离加热元件的端部的中部。

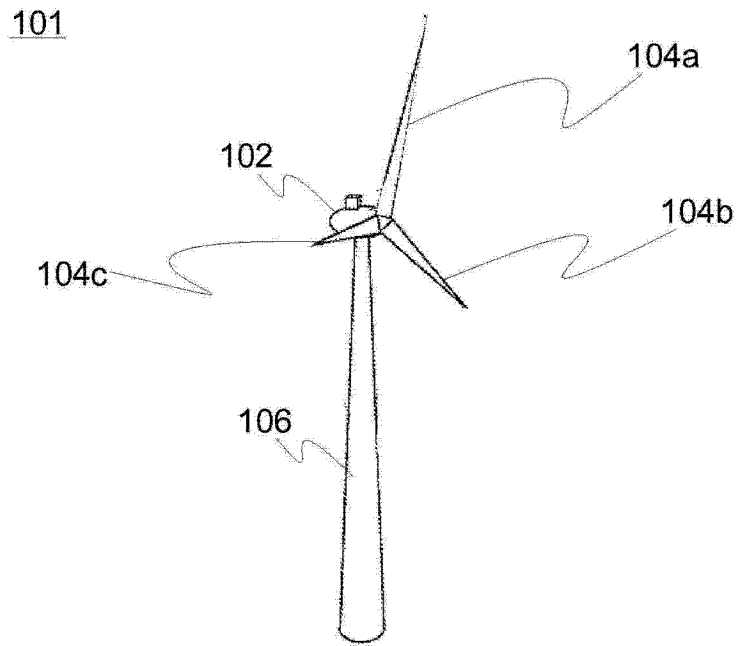


图 1a

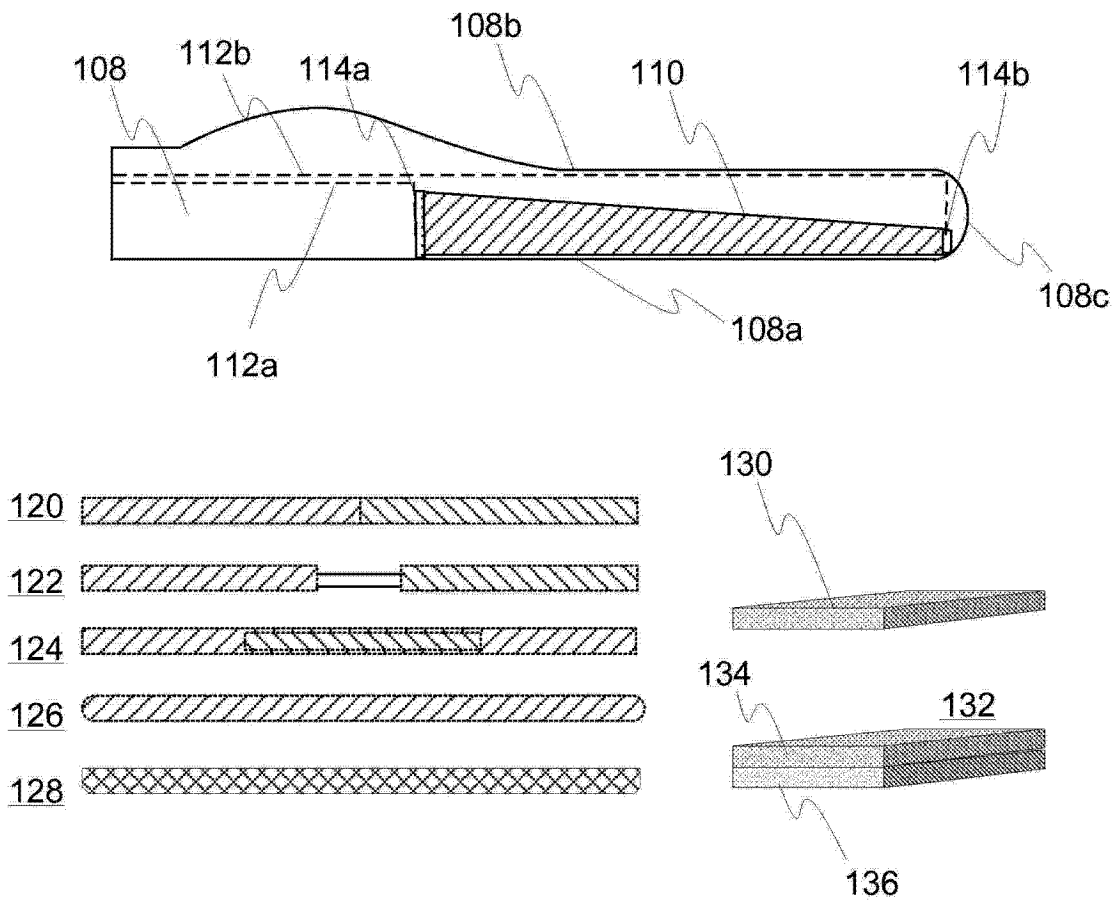


图 1b

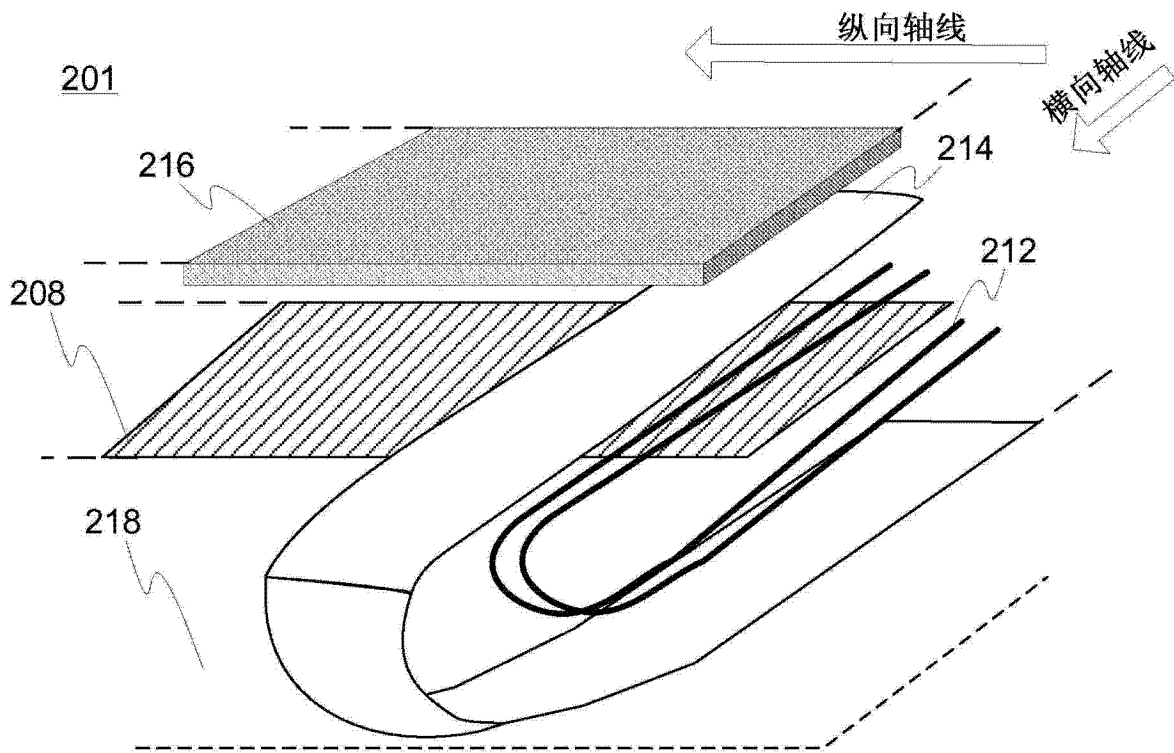


图 2a

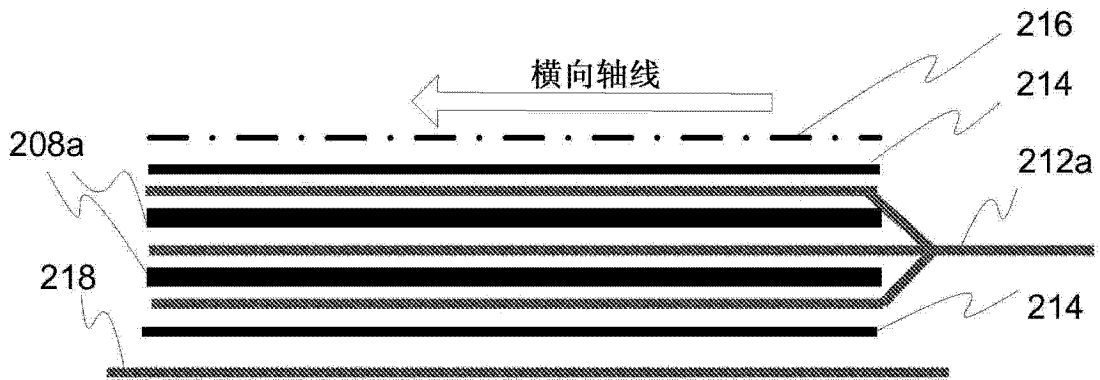


图 2b

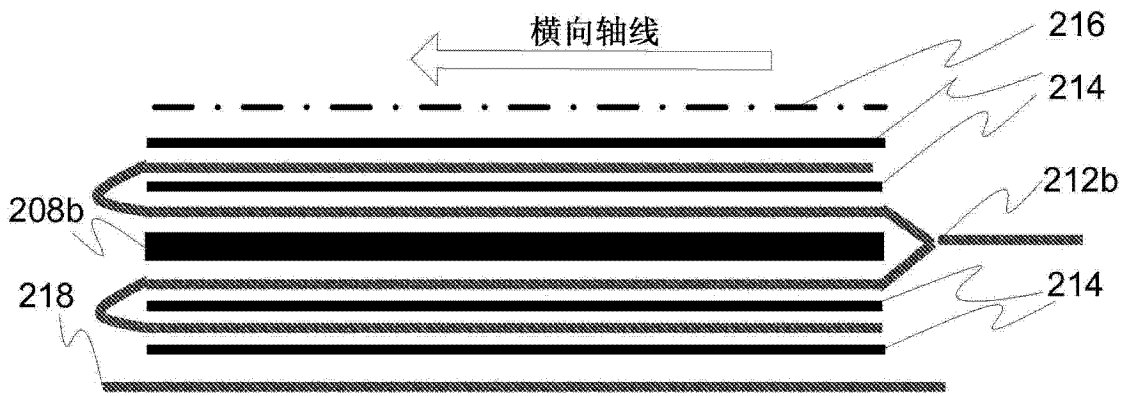


图 2c

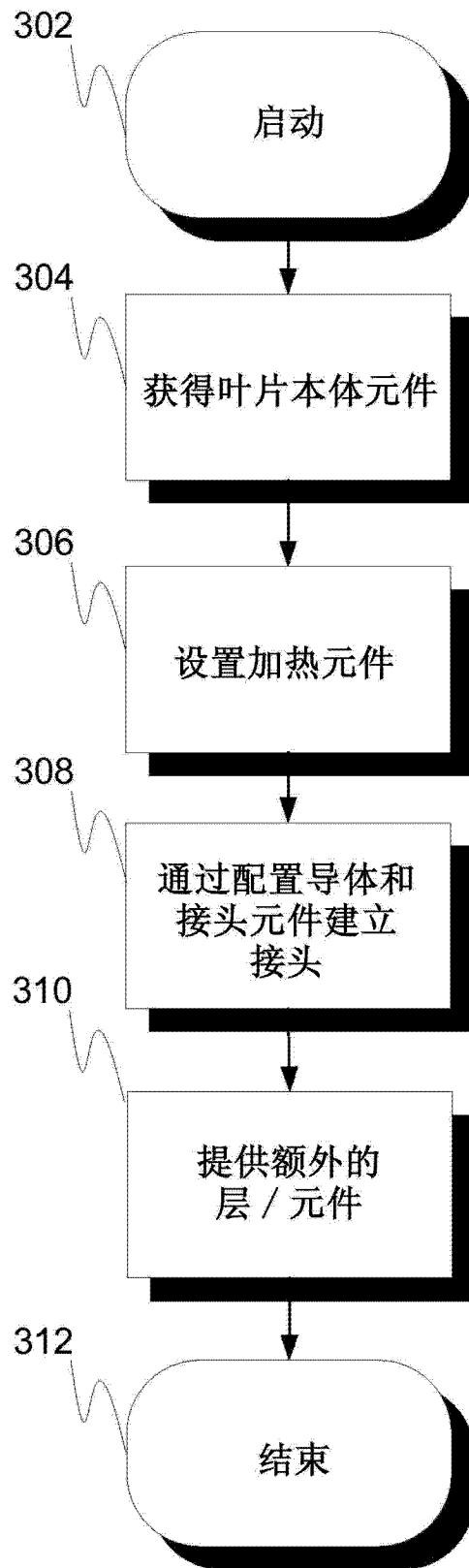


图 3