

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103032261 A

(43) 申请公布日 2013. 04. 10

(21) 申请号 201210377897. 0

(22) 申请日 2012. 10. 08

(30) 优先权数据

13/267205 2011. 10. 06 US

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 M. M. 威尔逊

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

72001

代理人 李强 谭祐祥

(51) Int. Cl.

F03D 1/06(2006. 01)

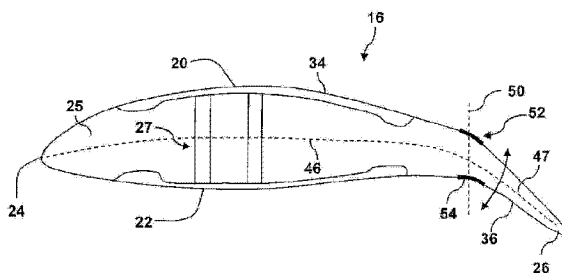
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54) 发明名称

具有被动修改的后缘部件的风力涡轮机转子叶片

(57) 摘要

本发明涉及并公开一种风力涡轮机转子叶片,该风力涡轮机转子叶片包括根部和翼型部分,翼型部分从根部延伸并且由前缘和后缘限定翼型部分进一步包括主翼型部段和后缘部段,后缘部段沿展向延伸的枢轴区域相对于所述主翼型部段枢转。被动扭转元件联接在主翼型部段与后缘部段之间。后缘部段向中间位置偏置,其中后缘部段相对于主翼型部段弦向枢转至低风速位置。



1. 一种风力涡轮机转子叶片,所述风力涡轮机转子叶片包括:
根部;
翼型部分,所述翼型部分从所述根部延伸并且由前缘和后缘限定;
所述翼型部分进一步包括主翼型部段和后缘部段,所述后缘部段沿展向延伸的枢轴区域相对于所述主翼型部段枢转;
所述后缘部段向中间位置偏置,其中所述后缘部段相对于所述主翼型部段弦向枢转至低风速位置;并且
根据作用在所述后缘部段上的偏置力和所述翼型部段上方的风速,所述后缘部段相对于所述主翼型部段从所述低风速位置自致动至风速增加位置。
2. 根据权利要求1所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述风力涡轮机叶片包括沿所述后缘展向对齐的多个所述枢转连接的后缘部段,所述后缘部段中的每一个都独立地从所述低风速位置自致动至风速增加位置。
3. 根据权利要求1所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述翼型部分包括上壳体构件和下壳体构件,所述枢轴区域进一步包括弹性材料,所述弹性材料通过所述上壳体构件和所述下壳体构件中的每一个构造,所述弹性材料提供了作用在所述后缘部段上的偏置力并且使得所述后缘部段能够枢转移动至风速增加位置。
4. 根据权利要求3所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述上壳体构件和所述下壳体构件从所述弹性材料至所述后缘是大体刚性和非柔性的。
5. 根据权利要求4所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述弹性材料包括插入构件,所述插入构件在所述主翼型部段与所述后缘部段之间位于所述上壳体构件和所述下壳体构件中。
6. 根据权利要求1所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述翼型部分包括上壳体构件和下壳体构件,所述枢轴区域进一步包括所述上壳体构件和所述下壳体构件的弹性部段,所述弹性部段提供了作用在所述后缘部段上的偏置力并且使得所述后缘部段能够枢转移动至风速增加位置。
7. 根据权利要求6所述的风力涡轮机,其特征在于,所述弹性部段包括所述上壳体构件和所述下壳体构件的厚度降低的部段。
8. 根据权利要求6所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述上壳体构件和所述下壳体构件沿所述后缘部段由柔性弹性材料形成。
9. 根据权利要求1所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述后缘部段包括从所述主翼型部段至所述后缘的硬度降低的外形,使得所述枢轴区域随着所述叶片上方的风速增加而朝向所述主翼型部段逐渐移动。
10. 根据权利要求9所述的风力涡轮机,其特征在于,所述翼型部分包括上壳体构件和下壳体构件,所述上壳体构件和所述下壳体构件具有阶梯形厚度外形,从而沿所述后缘部段限定多个所述枢轴区域。
11. 根据权利要求9所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述翼型部分包括上壳体构件和下壳体构件,所述上壳体构件和所述下壳体构件包括沿所述后缘部段逐渐变细的厚度降低的外形,所述枢轴区域根据所述叶片上方的风速的增加而沿所述后缘部段可变。
12. 根据权利要求1所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述后缘部段相对于处于设

计最佳风速的所述叶片的弦向轴线枢转至最大的风速增加位置,所述最大的风速增加位置对应于与所述主翼型部段成直线的位置。

13. 根据权利要求 1 所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述主翼型部段延伸沿所述叶片的翼展从所述前缘截取的所述叶片翼弦的至少 50%。

14. 一种风力涡轮机,所述风力涡轮机包括:

多个转子叶片,每个所述转子叶片都进一步包括:

连接至转子毂的根部和翼型部分,所述翼型部分从所述根部径向向外延伸并且由前缘和后缘限定;

所述翼型部分进一步包括主翼型部段和后缘部段,所述后缘部段沿展向延伸的枢轴区域相对于所述主翼型部段枢转;

所述后缘部段向中间位置偏置,其中所述后缘部段相对于所述主翼型部段弦向枢转至低风速位置;并且

根据作用在所述后缘部段上的偏置力和所述翼型部段上方的风速,所述后缘部段相对于所述主翼型部段从所述低风速位置自致动至风速增加位置。

15. 根据权利要求 14 所述的风力涡轮机,其特征在于,所述风力涡轮机包括沿所述后缘展向对齐的多个所述枢转连接的后缘部段,所述后缘部段中的每一个都独立地从所述低风速位置自致动至风速增加位置。

16. 根据权利要求 14 所述的风力涡轮机,其特征在于,所述翼型部分包括上壳体部件和下壳体部件,所述枢轴区域进一步包括柔性弹性材料,所述柔性弹性材料通过所述上壳体构件和所述下壳体构件中的每一个构造,所述弹性材料提供了作用在所述后缘部段上的偏置力并且使得所述后缘部段能够枢转移动至风速增加位置。

17. 根据权利要求 16 所述的风力涡轮机,其特征在于,所述弹性材料包括所述上壳体构件和所述下壳体构件内的插入构件。

18. 根据权利要求 14 所述的风力涡轮机,其特征在于,所述后缘部段包括从所述主翼型部段至所述后缘硬度降低的外形,使得所述枢轴区域随着所述叶片上方的风速增加而朝向所述主翼型部段逐渐移动。

19. 根据权利要求 18 所述的风力涡轮机叶片,其特征在于,所述翼型部分包括上壳体构件和下壳体构件,所述上壳体构件和所述下壳体构件具有沿所述后缘部段的阶梯形或逐渐变细的厚度降低的外形。

具有被动修改的后缘部件的风力涡轮机转子叶片

技术领域

[0001] 本发明涉及风力涡轮机,并且具体而言涉及风力涡轮机转子叶片,所述风力涡轮机转子叶片具有根据变化的风况作出反应并且改变位置的被动后缘部件。

背景技术

[0002] 风能被认为是目前可获得的最清洁、最具环境友善性的能源之一,并且风力涡轮机在这方面已不断获得关注。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捕获来自风的动能并且通过旋转能量传递动能以使轴转动,该轴将转子叶片联接至齿轮箱,或者如果未使用齿轮箱,则将转子叶片直接联接至发电机。发电机接着将机械能转化为可以配置于公用电网的电能。

[0003] 风力涡轮机叶片大体设计成用于最佳风速,并且因此在处于其它风速时效率较低。先前对增大用于涡轮机叶片的风速的有效范围的尝试涉及主动系统,所述主动系统能够通过移动或调整附属物、襟翼、或者在主动反馈控制回路中连接至叶片的其它控制表面来修改或改变叶片的空气动力学外形。机电系统典型地结合在叶片内以用于移动控制表面。例如参考美国专利 No. 7, 922, 450, 该专利对这样的叶片进行描述:该叶片具有响应于叶片上的空气动力学负载通过内部压电致动器移动的后缘部段。

[0004] 还为了负载控制目的引入了这些系统,其中高风况中的叶片上的负载通过由主动控制表面来改变叶片的空气动力学外形而减小。已经在通过增加转子叶片的长度和表面积来增加风力涡轮机的能量输出方面做出了努力。然而,偏转力的大小和转子叶片的负载大体取决于叶片长度、以及风速、涡轮机操作状态、叶片刚度、以及其它的变量。该增大的负载不仅在转子叶片和其它的风力涡轮机部件上产生疲劳,而且还增加了转子叶片突然的灾难性故障的风险,例如当过度负载造成叶片偏转从而导致塔架撞击时。

[0005] 因此,负载控制是现代风力涡轮机的操作中的关键考虑因素。除了主动桨距控制系统,将改变单独的转子叶片的空气动力学特性作为负载控制的方法也是已知的,例如通过构造在叶片表面上的可控的涡元、襟翼、调整片(tab)等。例如,美国专利 No. 6, 972, 498 描述了各种风力涡轮机叶片构造,其中可收缩的延伸部设置在叶片基段上以减小叶片在高负载状况下的有效长度。在特定实施例中,叶片延伸部铰接至叶片基段和处于完全延伸位置与完全收缩位置之间的折叠刀(jackknives),在完全收缩位置中,叶片延伸部折叠到叶片基段中。

[0006] 因此,业界将通过这样的改进的风力涡轮机叶片设计而受益:该风力涡轮机叶片设计具有增大的有效风速范围,同时还避免了与主动增强系统相关的费用和相对较复杂的部件。

发明内容

[0007] 本发明的各个方面以及优点将会在下文的描述中进行阐述,或者是通过描述可以显而易见的,或者是可以通过实施本发明而学到。

[0008] 根据本发明的各个方面,一种风力涡轮机转子叶片包括根部和翼型部分,翼型部分从根部延伸并且由叶片的前缘和后缘限定。翼型部分进一步包括主翼型部段和后缘部段,后缘部段沿展向延伸的枢轴区域相对于所述主翼型部段枢转。后缘部段向中间位置偏置,其中根据作用在后缘部段上的偏置力和翼型部段上方的风速,后缘部段相对于主翼型部段弦向枢转至低风速位置并且从低风速位置自致动至风速增加位置。

[0009] 在特定实施例中,叶片包括沿后缘展向对齐的多个枢转后缘部段,这些后缘部段中的每一个都独立地自致动。在备选实施例中,单个的后缘部段可以沿叶片延伸。

[0010] 在某些实施例中,翼型部分包括上壳体构件和下壳体构件,枢轴区域包括柔性弹性材料,该柔性弹性材料通过上壳体构件和下壳体构件中的每一个构造。柔性材料提供了作用在后缘部段上的偏置力并且使得后缘部段能够枢转移动至风速增加位置。在特定实施例中,弹性材料可以是预形成的插入构件,该预形成的插入构件在主翼型部段与后缘部段之间结合在上壳体构件和下壳体构件中。通过该实施例,上壳体构件和下壳体构件可以从弹性材料至后缘是大体刚性和非柔性的,弹性插入件起到每个相应的壳体构件内的铰链的作用。

[0011] 在进一步其它的实施例中,枢轴区域可以进一步包括上壳体构件和下壳体构件的柔性弹性部段,该弹性部段提供了作用在后缘部段上的偏置力并且使得后缘部段能够枢转移动至风速增加位置。该弹性部段可以例如由将主翼型部段与后缘部段分开的上壳体构件与下壳体构件的厚度降低的部段限定。弹性可以仅由壳体构件的材料提供,或者可以将额外的弹性材料增加至厚度降低的部段。

[0012] 在进一步的实施例中,上壳体构件和下壳体构件可以由大体沿后缘部段长度的柔性弹性材料形成。例如,后缘部段壳体构件可以分别由材料不同(柔性和弹性)的主翼型部段形成并且联接至主翼型部段,以限定叶片的后缘部段。根据材料特性,后缘部段可以具有从叶片的主翼型部段至后缘硬度降低的外形,使得枢轴区域不是固定的,而是随着叶片上方的风速增加而朝向主翼型部段逐渐移动。

[0013] 硬度逐渐降低的外形可以通过其它方式实现。例如,上壳体构件和下壳体构件沿后缘部段的弦向长度具有阶梯形或逐渐变细的厚度降低的外形,该外形沿后缘部段提供多个固定或可变的枢轴区域。

[0014] 枢轴区域中的材料可以构造成当使得处于叶片的设计最佳风速时,后缘部段相对于叶片的弦向轴线处于与主翼型部段成直线的位置。因此,后缘部段能够可变地定位在低风速位置与成直线的位置之间的任意位置处。

[0015] 应当理解,本发明并不限于后缘部段的任何特定尺寸或翼弦大小,并且这种大小可以从叶片的根部至尖端发生变化,或者在不同的后缘部段之间发生变化。在某些实施例中,主翼型部段沿叶片的翼展延伸叶片翼弦的至少 50%(朝向后缘从前缘截取)。因此,在该实施例中,叶片的后缘部段小于叶片翼弦的 50%。

[0016] 本发明还包括任何形式的具有一个或多个转子叶片的风力涡轮机构造,所述转子叶片构造成具有如本文所述的后缘延伸部。

[0017] 参照下文的描述以及所附权利要求,本发明的这些和其它的特征、方面以及优点将变得更好理解。结合在本说明书中并且构成本说明书一部分的附图显示了本发明的实施例并且与描述一起用于对本发明的原理进行解释。

附图说明

[0018] 参照附图,说明书中阐述了面向本领域普通技术人员的本发明的完整公开,这种公开使得本领域普通技术人员能够实现本发明,包括本发明的最佳模式,在附图中:

[0019] 图 1 是传统的风力涡轮机的透视图;

[0020] 图 2 是根据本发明的各个方面的风力涡轮机转子叶片的实施例的横截面图;

[0021] 图 3 是根据本发明的各个方面的风力涡轮机转子叶片的实施例的透视图;

[0022] 图 4 是结合了被动致动的后缘部段的风力涡轮机转子叶片的实施例的横截面图;

[0023] 图 5 是结合了被动致动的后缘部段的风力涡轮机转子叶片的备选实施例的横截面图;以及

[0024] 图 6 是根据本发明的各个方面的后缘部段的实施例的横截面图;

[0025] 图 7 是后缘部段的不同实施例的横截面图;

[0026] 图 8 是后缘部段的又一个实施例的横截面图;以及

[0027] 图 9 是后缘部段的再一个实施例的横截面图。

具体实施方式

[0028] 现在将详细地参照本发明的实施例,其中的一个或多个示例示于附图中。每个示例都以对发明进行解释的方式给出,并不对本发明构成限制。实际上,对于本领域技术人员而言显而易见的是,能够在不偏离本发明的范围或者精神的前提下对本发明进行多种改型和变型。例如,作为一个实施例的一部分示出或者进行描述的特征能够用于另一个实施例,从而产生又一个实施例。因此,期望的是,本发明覆盖落入所附权利要求及其等同形式的范围内的这些改型以及变型。

[0029] 参照附图,图 1 示出了水平轴线风力涡轮机 10 的透视图。应当理解,风力涡轮机 10 可以是垂直轴线风力涡轮机。在所示实施例中,风力涡轮机 10 包括支承在基底上的塔架 12、安装在塔架 12 上的机舱 14、以及转子毂 18,转子毂 18 联接至容纳在机舱 14 内的发电设备。转子 18 包括联接至毂 20 并且从毂 20 径向向外延伸的转子叶片 16,例如附图中所示的三个转子叶片 16。然而,在备选实施例中,转子 18 可以包括多于或少于三个的转子叶片 16。

[0030] 参照图 2,风力涡轮机叶片 16 中的每一个都包括上壳体构件 20 和下壳体构件 22,内部腔 25 被限定在壳体构件之间。上壳体构件 20 可以构造成叶片 16 的吸力侧表面,而下壳体构件 20 可以构造成叶片的压力侧表面。叶片 16 包括前缘 24 和后缘 26,以及根部 28、和尖端部 30。如本领域内众所周知的,上壳体构件 20、以及下壳体构件 22 沿前缘 24 和后缘 26 在的相应的粘结线处结合在一起。也可以提供任何形式的内部结构构件 27,例如抗剪腹板、翼梁缘条等。

[0031] 转子叶片 16 可以大体具有使得风力涡轮机 10 能够根据设计准则起作用的任何合适的长度。例如,转子叶片 16 可以具有处于从大约 9 米(m)至大约 100m 的范围内的长度。转子叶片 16 围绕毂 18 隔开,以便于将来自风的动能转化成可用的机械能,并且接着转化成电能。具体而言,毂 18 可以联接至布置在机舱 14 内的发电机(未示出),以用于产生电能。此外,转子叶片 16 通过将叶片根部 28 在多个负载传递区域处联接至毂 18 而配合至毂 18。

因此,在转子叶片 16 上产生的任何负载都通过负载传递区域传递至毂 18。

[0032] 参照图 2 和图 3,风力涡轮机转子叶片 16 的一个实施例包括翼型部分 32,翼型部分 32 从根部 28 延伸至叶片尖端 30。翼型部分 32 在前缘 24 与后缘 26 之间由上壳体构件 20 和下壳体构件 22 限定。翼型部段 32 分为主翼型部段 34 和后缘部段 36。枢轴区域 50 划定主翼型部段 34 与后缘部段 36 的轮廓。因此,后缘部段 36 可以被限定为翼型 32 的从后缘 26 延伸至枢轴区域 50 的部分。后缘部段 36 沿展向延伸的枢轴区域 50 相对于主翼型部段 34 枢转(由图 3 中的箭头 48 表示展向方向)。

[0033] 参照图 2,后缘部段 36 向由虚线(图 4 中的实线)表示的中间位置偏置,其中后缘部段 36 相对于主翼型部段 34 弦向枢转至低风速位置(由图 3 中的箭头 49 表示弦向方向)。参照图 4,叶片 16 具有翼弦轴线 46。在后缘部段 36 的中间位置中,后缘部段 36 的轴线 47 朝向下壳体构件 22(可以被看作是叶片 16 的压力侧)成角度或枢转。因此,后缘部段 36 相对于主翼型部段 34 沿弦向方向枢转。

[0034] 图 4 中后缘部段 36 的中间位置对应于后缘部段 36 的低风速位置,其中叶片 16 的空气动力学外形相对于叶片设计成用于最佳风速(图 2)的外形被修改,以便在处于风速较低时更好地捕获风能。从该中间低风速位置开始,后缘部段 36 与根据风速作用在部段 36 上的偏置力相反地相对于主翼型部段 34 自致动至风速增加位置。随着叶片 16 上的风速(和负载)增加,后缘部段 36 相对于主翼型部段 34 的枢转位置提高。

[0035] 图 5 示出了风力涡轮机叶片 16 的一个实施例,其中后缘部段 36 相对于主翼型部段 34 枢转至风速增加位置(以实线示出)。在该位置中,后缘部段 36 的轴线 47 与主翼型部段 34 的轴线 46 对齐。后缘部段 36 的该位置可以对应于风力涡轮机叶片 16 的为最佳风速设计的总体空气动力学外形。应当理解,后缘部段 36 的风速增加位置能够根据风速对应于图 4 中所示的中间位置与图 5 中所示的最佳风速位置之间的部段 36 的任何位置。

[0036] 在图 4 和图 5 所示的某些实施例中,翼型部分包括上壳体构件 20 和下壳体构件 22,枢轴区域 50 包括通过上壳体构件和下壳体构件中的每一个壳体构件构造的柔性弹性材料 52。弹性材料 52 提供了作用在后缘部段 36 上的偏置力并且使得后缘部段 36 能够枢转移动至风速增加位置(increased wind position)。在特定实施例中,弹性材料 52 可以是预形成的插入构件 54,插入构件 54 在主翼型部段 34 与后缘部段 36 之间结合在上壳体构件 20 和下壳体构件 22 中。通过该实施例,上壳体构件 20 和下壳体构件 22 可以从弹性材料 52 至后缘 26 是大体刚性和非柔性的,弹性插入件 54 起到每个相应的壳体构件内的铰链的作用。

[0037] 在图 6 和图 7 中所示的进一步其它的实施例中,枢轴区域 50 可以进一步包括上壳体构件 20 和下壳体构件 22 的柔性弹性部段 56,该弹性部段 56 能够提供作用在后缘部段 36 上的偏置力并且使得后缘部段 36 能够枢转移动至风速增加位置(increased wind position)。该弹性部段 56 可以例如由上壳体构件 20 和下壳体构件 22 的厚度减小部段 58 限定,厚度减小部段 58 将主翼型部段 34 与后缘部段 36 分开。可以仅通过壳体构件的材料提供弹性,或者可以向厚度减小部段提供额外的弹性材料。

[0038] 在图 8 和图 9 中所示的进一步的实施例中,上壳体构件 20 和下壳体构件 22 可以由大体沿后缘部段 36 的长度的柔性弹性材料形成。例如,后缘部段壳体构件 36 可以由与主翼型部段 34 不同的材料(柔性和弹性)形成并且联接至主翼型部段 34,以限定叶片的后

缘部段 36 (图 9)。作为材料特性的功能,后缘部段 36 可以具有从叶片的主翼型部段 34 至后缘 26 的刚性减小轮廓(图 8),使得枢轴区域 50 不是静止位置,而是随着叶片上的风速增加而朝向主翼型部段 34 逐渐移动。

[0039] 刚性逐渐减小的轮廓可以通过其它方式实现。例如,上壳体构件 20 和下壳体构件 22 可以沿后缘部段 36 的弦向长度具有阶梯形或逐渐变细的厚度减小轮廓 62 (图 7),该阶梯形或逐渐变细的厚度减小轮廓 62 沿后缘部段 36 提供了多个固定或可变的枢轴区域 50。

[0040] 枢轴区域 50 中的材料可以构造成使得在叶片的设计最优风速下,后缘部段 36 相对于叶片的弦向轴线 46 (图 5)处于与主翼型部段 34 成直线的位置。因此,后缘部段 36 能够可变地定位在下风速位置与成直线位置之间的任何位置处。

[0041] 应当理解,本发明并不限于后缘部段 36 的任何特定尺寸或翼弦尺寸,并且这种尺寸可以从叶片的根部向尖端发生变化,或者位于不同的后缘部段之间。在某些实施例中,主翼弦部段 34 沿叶片的翼展延伸叶片翼弦的至少 50% (从前缘朝向后缘截取)。因此,在该实施例中,叶片的后缘部段 36 小于叶片翼弦的 50%。

[0042] 还应当理解,本发明包括任何方式或构造的结合了一个或多个转子叶片的风力涡轮机,所述转子叶片具有如上文所讨论的被动致动的后缘部段。

[0043] 本书面描述使用示例对本发明进行了公开(其中包括最佳模式),并且还使本领域技术人员能够实施本发明(其中包括制造和使用任何装置或系统并且执行所包含的任何方法)。本发明的可专利范围通过权利要求进行限定,并且可以包括本领域技术人员能够想到的其它的示例。如果这种其它的示例包括与权利要求的字面语言没有区别的结构元件,或者如果这种其它的示例包括与权利要求的字面语言没有实质区别的等同结构元件,则期望这种其它的示例落入权利要求的范围中。

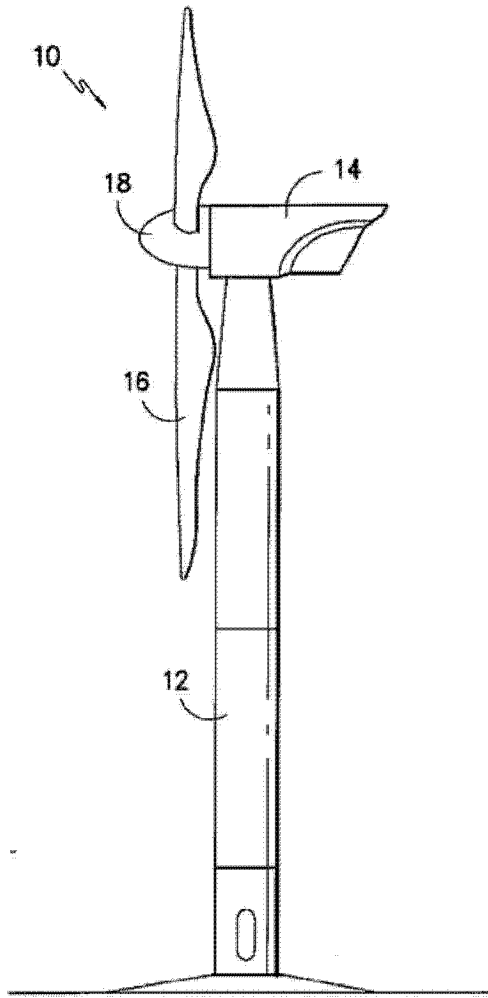


图 1 现有技术

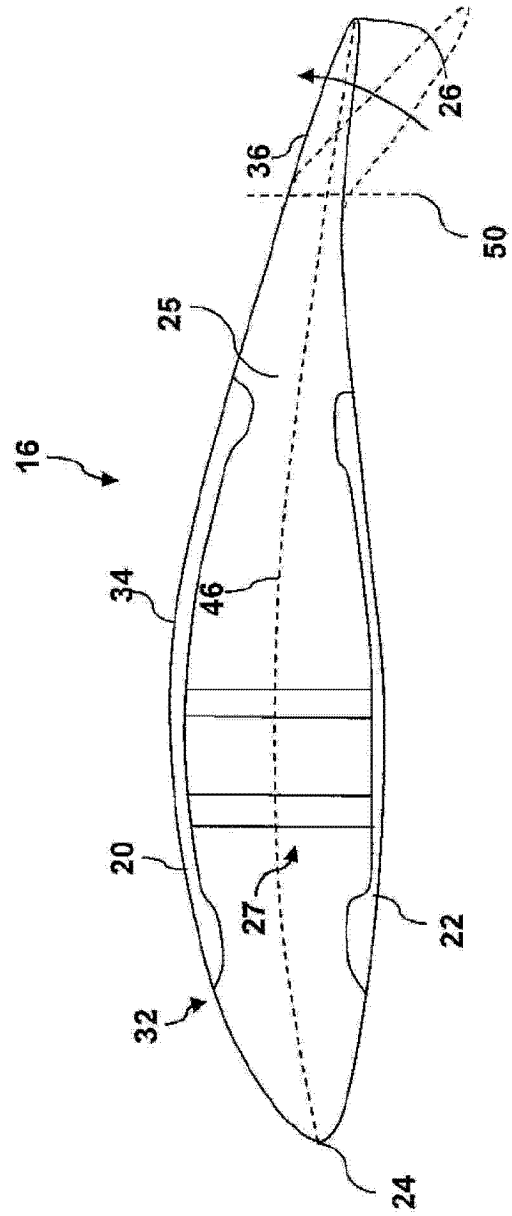


图 2

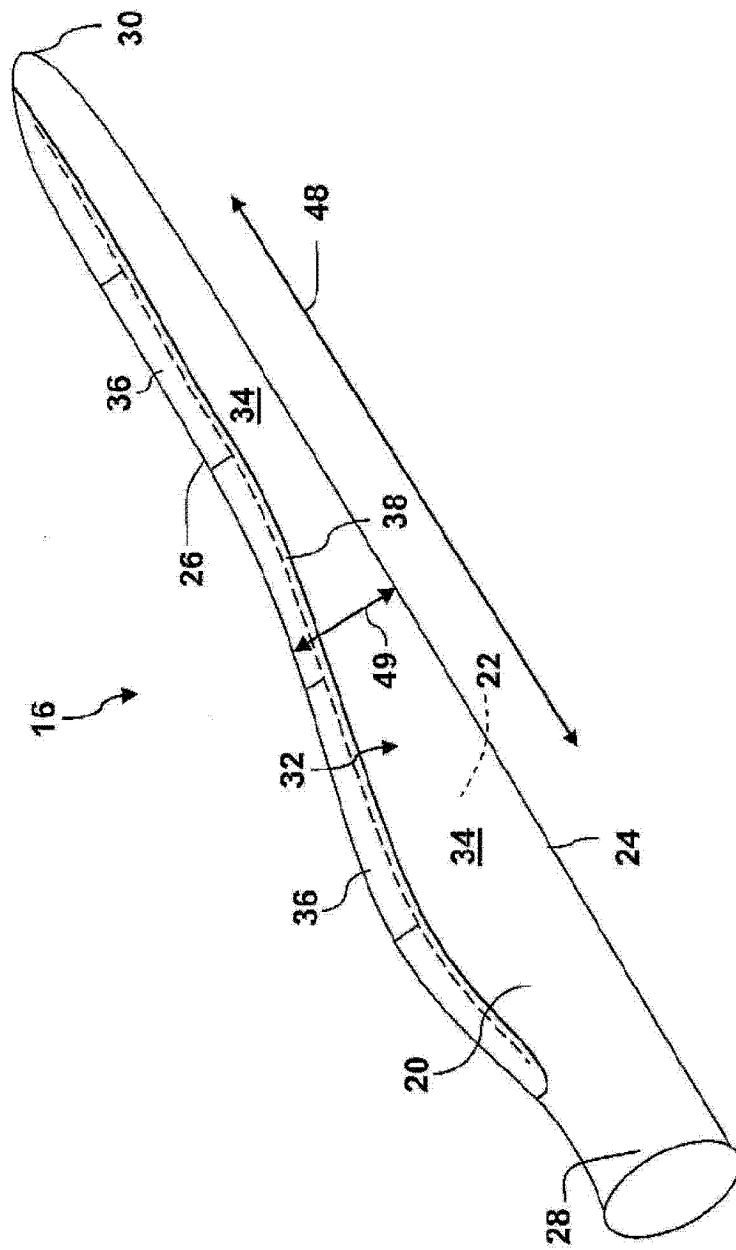


图 3

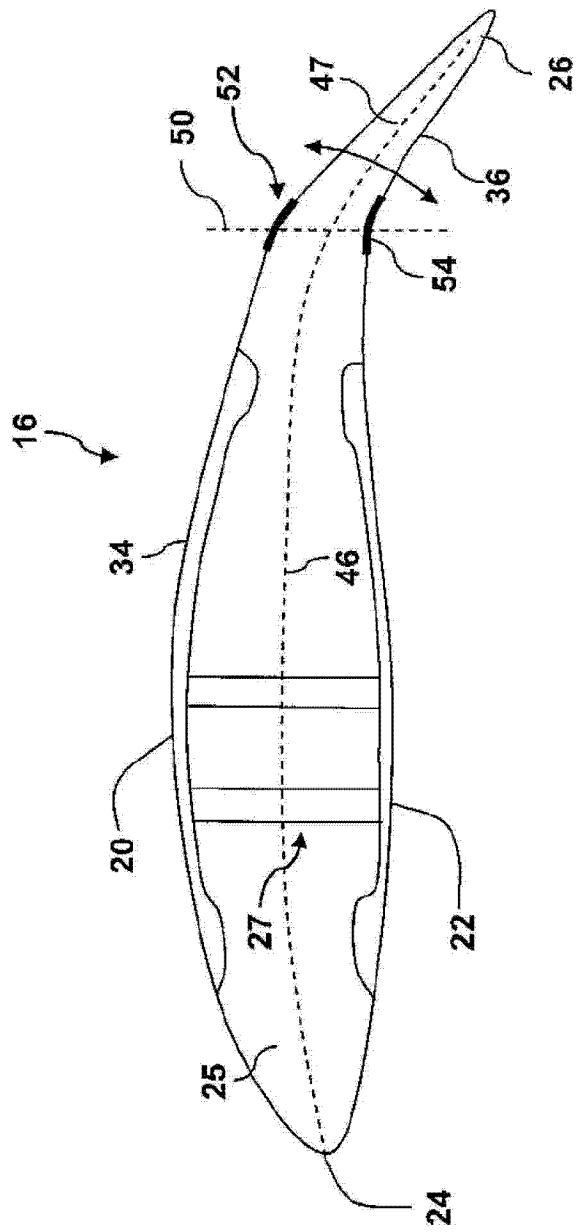


图 4

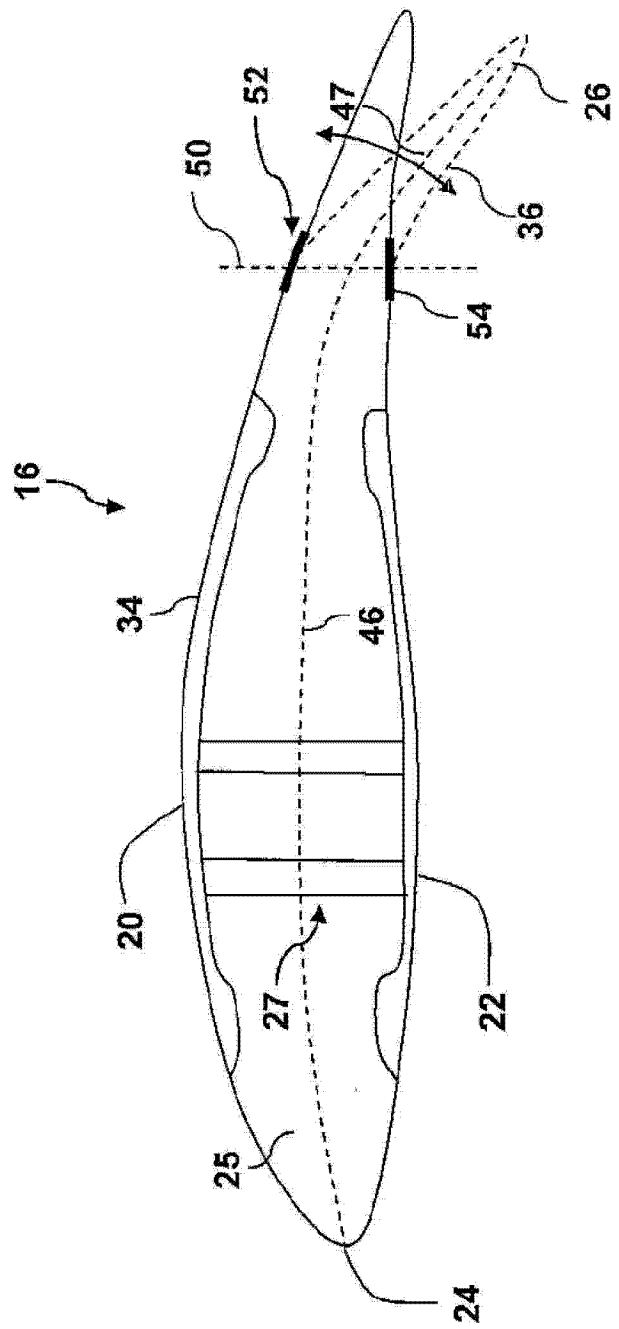


图 5

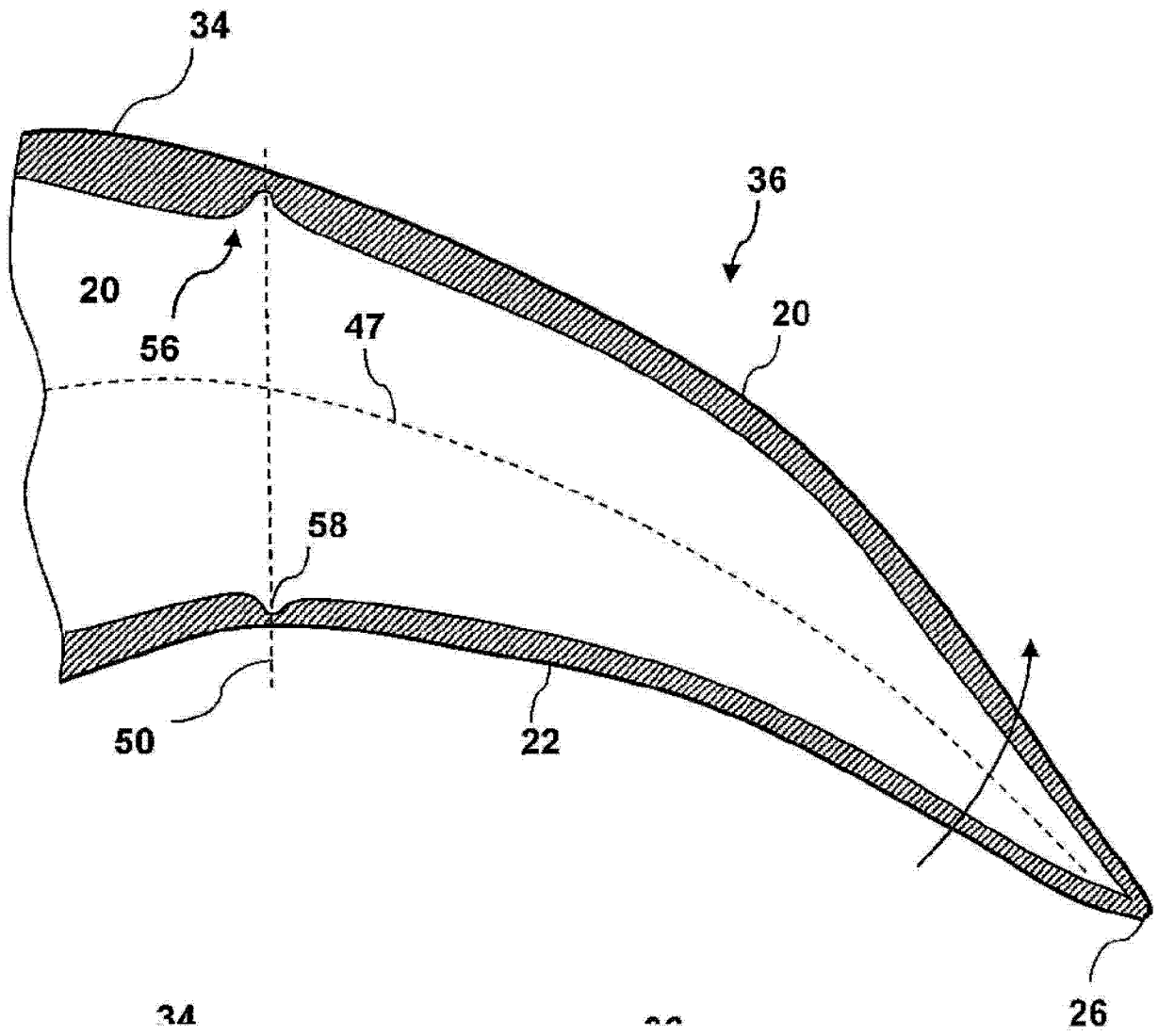


图 6

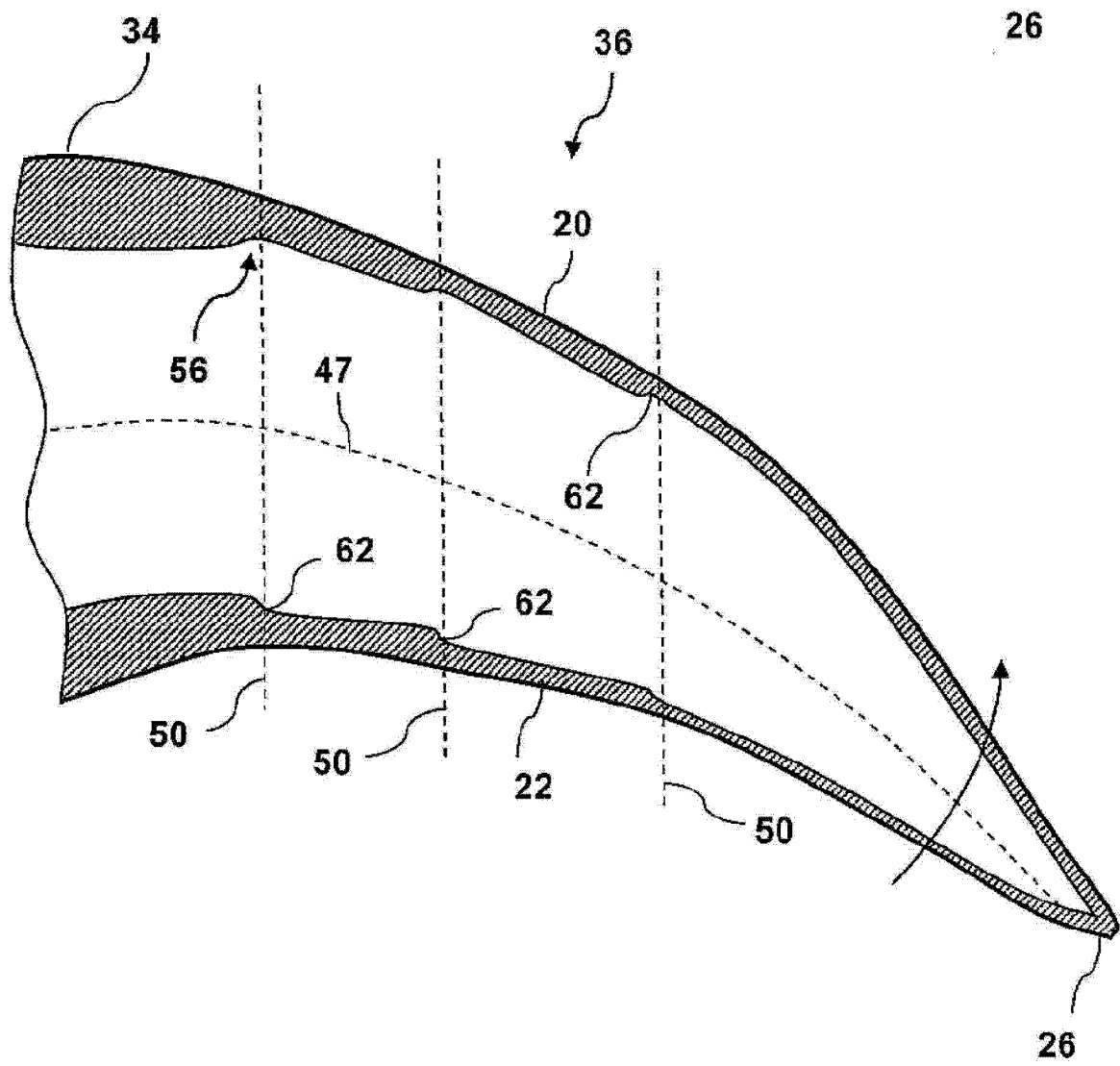


图 7

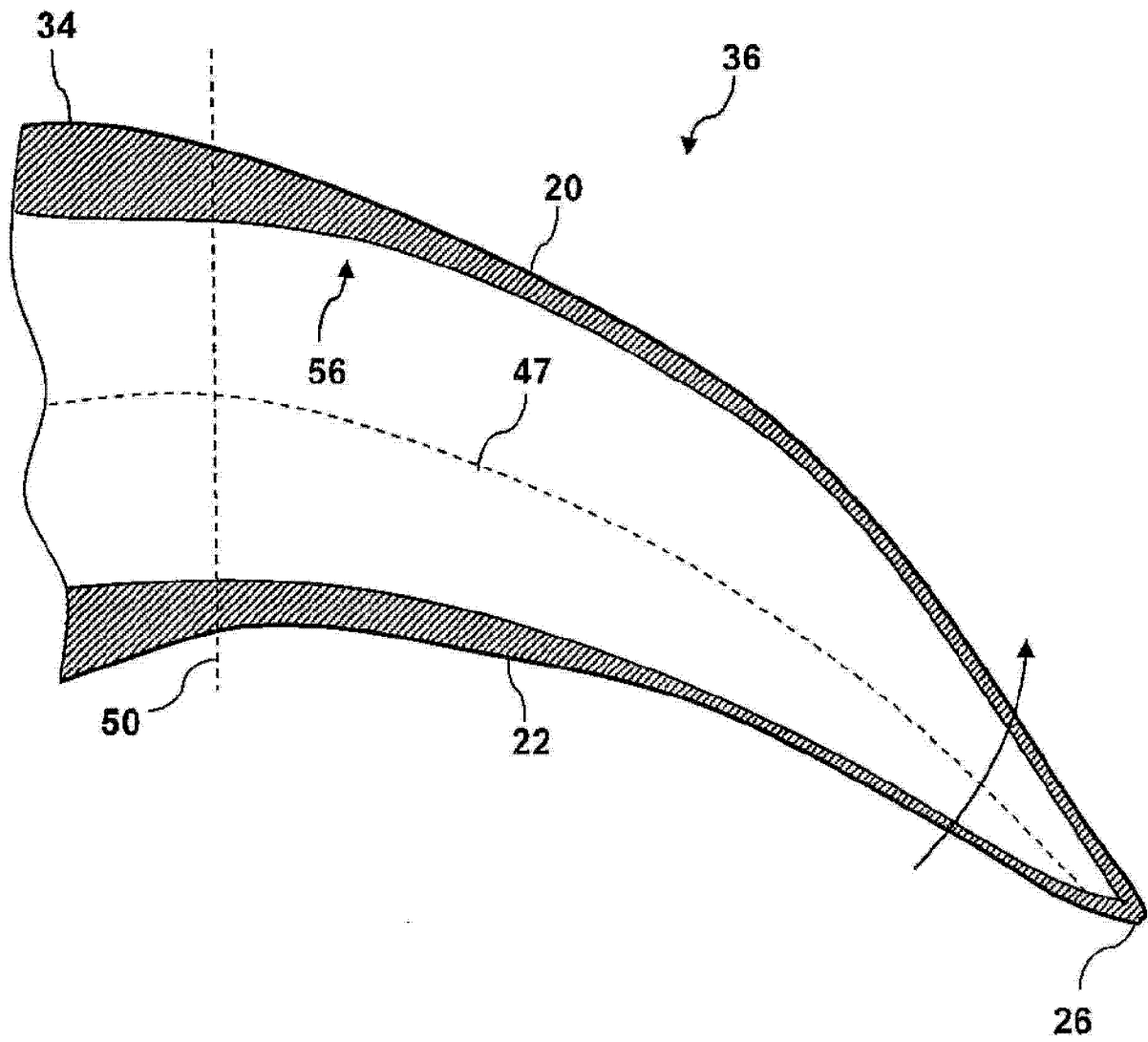


图 8

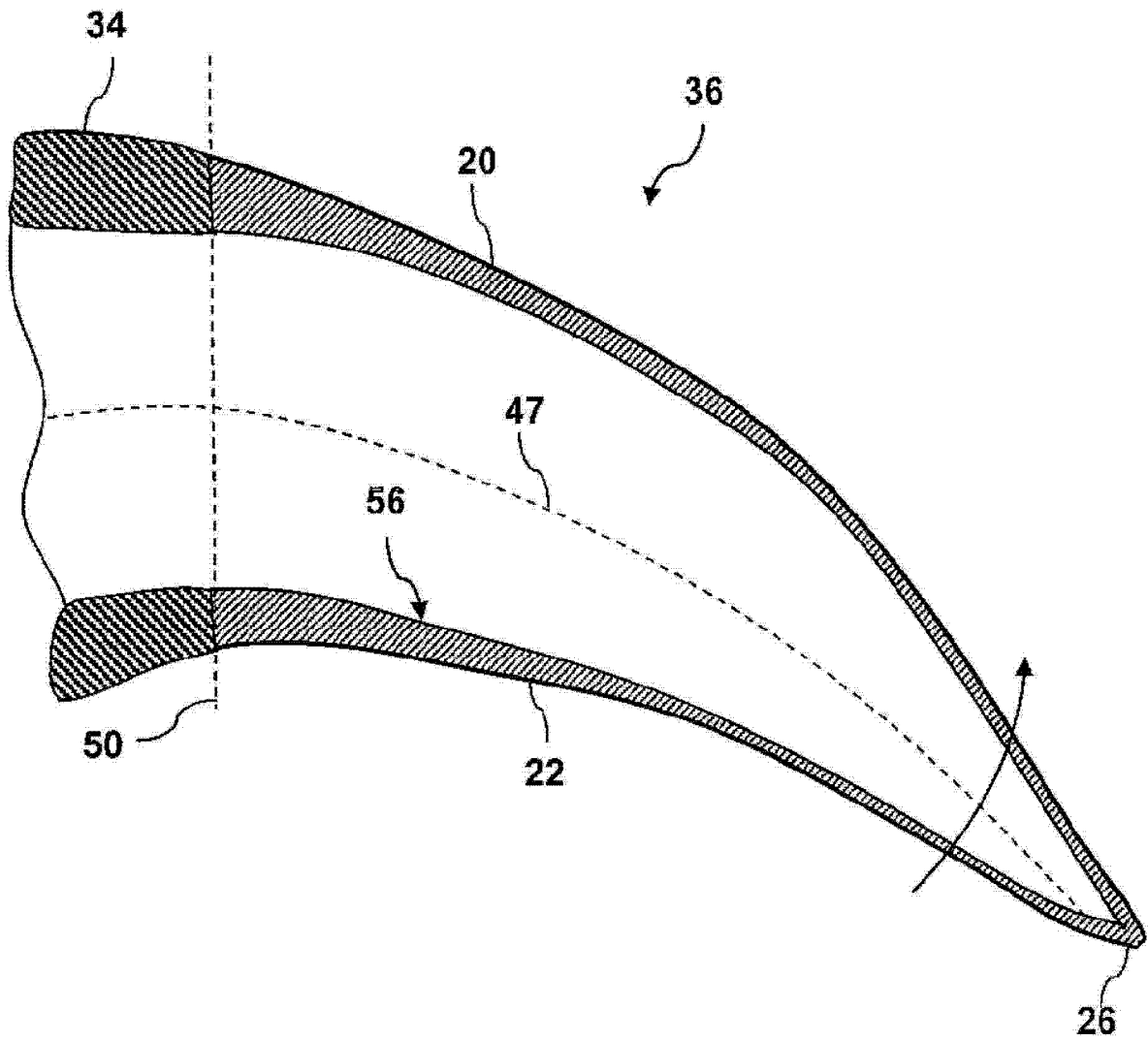


图 9