



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102606388 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 22

(21) 申请号 201210075794. 9

(56) 对比文件

(22) 申请日 2006. 10. 17

US 5161952 A, 1992. 11. 10,

(30) 优先权数据

EP 0295353 A1, 1988. 12. 21,

PA200501451 2005. 10. 17 DK

EP 0009767 A2, 1980. 04. 16,

(62) 分案原申请数据

审查员 应一鸣

200680038594. 9 2006. 10. 17

(73) 专利权人 LM 玻璃纤维制品有限公司

地址 丹麦伦纳斯考

(72) 发明人 P·格拉鲍

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 原绍辉 杨国治

(51) Int. Cl.

F03D 1/06 (2006. 01)

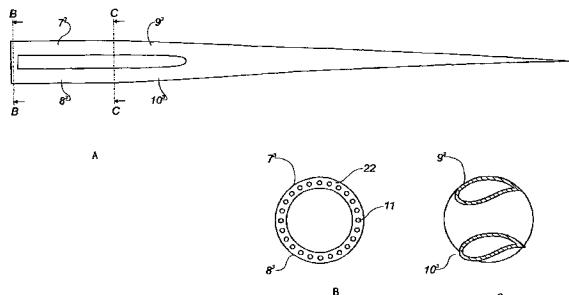
权利要求书1页 说明书5页 附图9页

(54) 发明名称

用于风力涡轮机转子的叶片

(57) 摘要

一种用于风力涡轮机转子的叶片(1)，所述转子具有基本水平的转子轴，所述转子包括毂，安装时叶片从所述毂基本上自所述转子径向伸出。叶片(1)具有在叶片(1)的前缘(5)和后缘(S)之间延伸的翼弦面(K)。叶片(1)包括最靠近毂的根部区域(2)、距毂最远的翼面区域(4)和在根部区域(2)和翼面区域(4)之间的过渡区域(3)，并且包括基本上沿着整个翼面区域(4)的单一翼面。叶片(1)包括基本上沿着整个根部区域(2)的至少第一根部部分(7)和第二根部部分(8)，在横向于翼弦面(K)看去时，所述部分布置成具有一定相互距离。根部部分(7,8)中的至少一个具有翼型。



1. 一种用于具有水平转子轴的风力涡轮机转子的叶片 (1), 所述转子包括毂, 安装时叶片 (1) 从所述毂径向伸出, 所述叶片 (1) 具有在所述叶片的前缘 (5) 和后缘 (6) 之间延伸的翼弦面 (K), 并且所述叶片 (1) 包括最靠近毂的根部区域 (2)、距毂最远的翼面区域 (4) 和在根部区域 (2) 和翼面区域 (4) 之间的过渡区域 (3), 并且所述叶片 (1) 包括沿着整个翼面区域 (4) 的单一翼面, 其中叶片 (1) 包括沿着整个根部区域 (2) 的至少第一根部部分 (7) 和第二根部部分 (8), 所述部分布置成横向于翼弦面 (K) 具有一定的相互距离, 而且根部部分 (7, 8) 中的至少一个具有翼型, 其特征在于, 根部区域和过渡区域的总长度在叶片总长度的 5% 至 35% 之间。

2. 根据权利要求 1 所述的叶片 (1), 其特征在于, 叶片的翼弦面 (K) 沿叶片的纵向 (L) 是扭曲的, 其中所述扭曲在叶片的纵向 (L) 上达 80 度。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的叶片 (1), 其特征在于, 至少一个带有翼型的根部部分 (7, 8) 的翼弦面 (K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>) 平行于最靠近毂的区域内的叶片本身的翼弦面 (K)。

4. 根据权利要求 1 的叶片 (1), 其特征在于, 第一和第二根部部分 (7, 8) 都具有翼型。

5. 根据权利要求 1 的叶片 (1), 其特征在于, 至少一个带有翼型的根部部分 (7, 8) 的翼弦面 (K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>) 具有恒定的宽度, 过渡区域 (3) 的翼弦面 (K<sub>3</sub>, K<sub>4</sub>) 随着与毂的距离的增加而变宽, 并且翼面区域 (4) 的翼弦面 (K) 随着与毂的距离的增加而变窄。

6. 根据权利要求 1 所述的叶片 (1), 其特征在于, 过渡区域 (3) 包括至少第一过渡部分 (9) 和第二过渡部分 (10), 在横向于翼弦面 (K) 看去时, 所述部分布置成具有一定的相互距离, 其中过渡部分 (9, 10) 中的至少一个具有翼型。

7. 根据权利要求 6 所述的叶片 (1), 其特征在于, 至少一个带有翼型的过渡部分 (9, 10) 的翼弦面 (K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>) 平行于过渡区域 (3) 和翼面区域 (4) 之间的过渡处的叶片本身的翼弦面 (K)。

8. 根据权利要求 1 所述的叶片 (1), 其特征在于, 第一和第二根部部分 (7, 8) 在过渡区域 (3) 最靠近毂的部分处相连。

9. 根据权利要求 6 或 7 所述的叶片 (1), 其特征在于, 第一和第二根部部分 (7, 8) 合并成为第一和第二过渡部分 (9, 10), 其中第一和第二过渡部分 (9, 10) 与过渡区域 (3) 距毂最远的部分相连。

10. 根据权利要求 1 所述的叶片 (1), 其特征在于, 第一和第二根部部分 (7, 8) 在根部区域 (2) 的部分处相连形成公共的安装区域, 所述区域具有圆形的截面。

## 用于风力涡轮机转子的叶片

[0001] 本申请是原案申请日为 2006 年 10 月 17 日、申请号为 200680038594.9 (PCT/DK2006/000582)、发明名称为《用于风力涡轮机转子的叶片》的发明专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于具有基本水平转子轴的风力涡轮机转子的叶片，所述转子包括毂，安装时叶片从所述毂基本上径向伸出，所述叶片具有在所述叶片的前缘和后缘之间延伸的翼弦面，所述叶片包括最靠近毂的根部区域、距毂最近的翼面区域和在根部区域和翼面区域之间的过渡区域，并且所述叶片包括基本上沿着整个翼面区域的单一翼面。

### 背景技术

[0003] 理想地，翼面式叶片成形为类似于一般的飞机机翼的形状，随着与毂的距离的减少，这种叶片的翼弦面宽度以及它的一阶导数不断增加。这就导致所述叶片理想地在毂附近变得相当宽。这又导致在将叶片安装到毂上时会出现问题，此外，由于叶片表面积较大，这会导致安装叶片时的显著载荷，例如风暴载荷。

[0004] 因此，在过去数年里，叶片的结构已经朝着一种形状改进，在这种形状中，叶片包含最靠近毂的根部区域，距毂最近的翼面区域，和在根部区域和翼面区域之间的过渡区域。所述翼面区域具有理想的或者近乎理想的叶片形状，而根部区域具有基本上圆形的截面，其能够减少风暴载荷并使得更容易和更安全地把叶片安装到毂上。优选所述根部区域直径是沿着所述整个根部区域恒定的。由于所述圆形截面，所述根部区域并没有提高风力涡轮机的发电量，而事实上，由于风阻降低了一些发电量。顾名思义，所述过渡区域具有从根部区域的圆形形状逐渐变化到翼面区域的翼型的形状。一般地，过渡区域的宽度随着与毂的距离的增加而基本上线性增加。

[0005] 众所周知，在飞机行业，带有两个机翼的飞机即通常所说的双翼飞机，通常比只有一个机翼的飞机更容易升空。这允许在不增加机翼宽度的情况下增大飞机机翼的总升力。

[0006] 结合风力涡轮机的叶片，也就是通过制造带有两个或更多转子的风力涡轮机也可获知这个原理。CA 2395612 描述了带有两个同轴转子的风力涡轮机，其中一个转子比另一个转子旋转更快。GB 758628 描述了带有两个在相反方向上旋转的同轴转子的风力涡轮机。

[0007] WO98/31934 揭示了类似于双翼机设计的叶片。所述叶片由通过横拉条相互连接的两个平行的翼梁构造而成。在每个翼梁上安装两个流线型的元件，所述元件分别包括共同构成翼面的前缘和后缘。

[0008] US5161952 揭示了一种用于风力涡轮机转子的双平面结构。所述风力涡轮机设计成使得两个直叶片彼此以一定距离与所述转子的毂连接。所述两个叶片的末端互相联接。

### 发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种新的改进的叶片结构。

[0010] 根据本发明，通过所述叶片和具有翼型的根部部分中的至少一个根部部分实现这

个目的，所述叶片包括基本上沿整个根部区域的至少第一根部部分和第二根部部分，所述部分布置成具有横向于翼弦面的相互间距。以这样的方式，所述带有翼型的根部部分有助于提高风力涡轮机的发电量。

[0011] 根据本发明叶片的优选实施例，叶片的所述翼弦面在叶片的纵向上是扭曲的，其中所述扭曲可能在叶片的纵向上达到 80 度。一般地，所述扭曲在 60 和 70 度之间。通常情况下，所述扭曲的一阶导数随着与毂的距离的递减而增大，这就意味着，翼弦面 K1 在根部区域 2 的扭曲优选相对较高。

[0012] 根据本发明的优选实施例，至少一个带有翼型的根部部分的翼弦面基本上平行于最靠近轮毂的区域内的叶片本身的翼弦面。更适宜地，叶片的翼弦面在叶片的纵向上是扭曲的，以补偿叶片随着与毂的距离的增加而增加的局部速度，这表明叶片根据距离毂的半径不同地“看到”风向。这表明在该实施例中，翼弦面在根部区域的纵向上的路径是翼弦面在翼面区域和 / 或过渡区域的纵向上的路径的延续。

[0013] 根据本发明的具体实施例，第一和第二根部部分都具有翼型。这样，两个根部部分都有助于提高风力涡轮机的发电量，也可以这样设计使两部分的总贡献量与理想叶片的宽阔部分的贡献量相当。

[0014] 根据优选实施例，至少一个带有翼型的根部部分的翼弦面具有基本上恒定的宽度，过渡区域的翼弦面随着与毂的距离的增加而变宽，翼面区域的翼弦面随着与毂的距离的增加而变窄。这样，本发明的叶片就具有与常规叶片相当的形状，这样现有的叶片的模具可以被相对简易地修改以便能够制造新型叶片。

[0015] 根据具体实施例，过渡区域包括至少第一过渡部分和第二过渡部分，在横向于翼弦面看去时，所述部分布置成具有一定的相互距离，其中过渡部分中的至少一个过渡部分具有翼型。更适宜地，在过渡区域和翼面区域之间的过渡处，至少一个带有翼型的过渡部分的翼弦面平行于叶片本身的翼弦面，并且优选两个过渡部分都具有翼型。

[0016] 通常情况下，根部区域和过渡区域的总长度在叶片总长度的 5% 和 35% 之间，并且经常是在叶片总长度 5% 和 25% 之间，甚至是叶片总长度的 5% 和 15% 之间。

[0017] 根据本发明的优选实施例，第一和第二根部部分在过渡区域最靠近毂的部分处连接。这样，过渡区域可以具有与常规叶片相当的形状，而只有根部区域具有双叶型。

[0018] 根据叶片的另一个实施例，第一和第二根部部分合并成为第一和第二过渡部分，而第一和第二过渡部分与距毂最远的过渡区域的部分相连。这样，过渡区域也具有双重结构并且具有潜在的更大升力。

[0019] 根据优选实施例，在最靠近毂的根部区域的部分，第一和第二根部部分相连形成共同的安装区域。更适宜地，这个安装区域具有基本圆形的横截面。这样，根据本发明的叶片可以具有与常规叶片相应的安装法兰，以便这些新式叶片装入到现有的毂中。

[0020] 根据优选实施例，叶片由用壳体构成，所述壳体由玻璃纤维或者碳纤维加强的聚合物材料制成。更适宜地，叶片设计成为单一的整体壳体。

[0021] 可供选择的，至少一个带有翼型的根部部分可以有被分开安装的部分。这个实施例的优越性在于，所述部分可以无需更换叶片而被用于现有的风力涡轮机，例如通过将这些部分安装到已安装叶片的根部部分。也很显然，不是所有根部部分都需要固定到毂上。

## 附图说明

- [0022] 下面参考附图详细地说明本发明，其中
- [0023] 图 1 显示了理想翼面式叶片的俯视图；
- [0024] 图 2 显示了常规翼面式叶片的透视图；和
- [0025] 图 3-9 显示根据本发明的叶片的不同实施例。

## 具体实施方式

[0026] 图 1 显示了理想翼面式叶片 20 的实施例。所述叶片具有适合固定到风力涡轮机的毂上的根部部件 21。所述理想的叶片 20 设计成叶片 20 的宽度随着与毂之间距离 L 的增加而减少。此外，叶片 20 的宽度的一阶导数也随着与毂 20 的距离的增加而减少，这意味着，理想状态下，叶片 20 在根部区域 21 是很宽的。这就引起如何将叶片 20 固定到毂上的问题。此外，安装时，由于所述叶片 20 的表面面积很大，叶片 20 以很大的风暴载荷冲击所述毂。

[0027] 因此，在过去数年里，叶片的结构已经朝着一种形状改进，其中，叶片的外部部分对应理想的叶片 20，而根部区域的表面面积与理想的叶片相比被显著缩小。这个实施例在图 1 中以虚线示出，其透视图显示在图 2 中。

[0028] 从图 2 可以看出，所述常规叶片 1 包括最靠近所述毂的根部区域 2、距所述毂最远的翼面区域 4 和在根部区域 2 和翼面区域 4 之间的过渡区域 3。叶片 1 包括当叶片安装到毂上时朝向叶片 1 的旋转方向的前缘 5，和面向前缘 5 的相反方向的后缘 6。所述翼面区域 4 具有理想的或者近乎理想的叶片形状，而根部区域 2 具有基本上圆形的截面，其能够减少风暴载荷并且使得更容易和更安全地将叶片 1 安装到毂上。更适宜地，根部区域 2 的直径沿着整个根部区域 2 是恒定的。所述过渡区域 3 具有一个逐渐从根部区域 2 的圆形形状转换到翼面区域 4 的翼型的形状。过渡区域 3 的宽度随着与所述毂的距离 L 的增加基本上线性增加。

[0029] 所述翼面区域 4 具有翼型，该翼型带有在叶片 1 的前缘 5 和后缘 6 之间延伸的翼弦面 K。所述翼弦面的宽度随着与所述毂的距离 L 的增加而减少。应该注意，所述翼弦面没有必要在其整个区域上直线延伸，因为叶片可能扭曲和 / 或弯曲，由此为翼弦面提供对应扭曲和 / 或弯曲的路线，这是最常出现的情形，以便补偿取决于距离毂的半径的所述叶片的局部速度。

[0030] 由于圆形截面，根部区域 2 并没有促进风力涡轮机的发电量，事实上却由于风阻而降低少许发电量。因此，本发明的想法是把所述根部区域 2 和可选的过渡区域 3 分成为两个或更多部分，这样这些部分中的至少一个部分具有为叶片 1 的这一部分提供升力的叶型，从而有助于提高风力涡轮机的发电量。

[0031] 图 3A 显示了根据本发明的第一个实施例，其中朝向前缘 5 观察所述叶片，而图 3B 显示沿着线 BB 的截面，图 3C 显示沿着图 3A 的线 CC 的截面，其中截面 CC 位于根部区域 2 和过渡区域 3 之间的过渡部分。根据该实施例，根部区域 2 被分成第一根部分 7 和第二根部分 8，而过渡区域 3 被分成第一过渡部分 9 和第二的过渡部分 10。所述两个过渡部分 9 和 10 在过渡区域 3 和翼面区域 4 之间的过渡部分连接起来。结果，在所述各个部分之间就形成了缝隙 17。另外，这些部分可以通过安装在所述部分之间的缝隙 17 内的加强

装置相互连接。这些加强装置可以例如被设置成如钢制的格子结构,还可以提供有例如所谓的降阻叶型,其中该叶型的横截面具有对称的下降形状。这样,减小了加强装置的风阻,并且可以降低噪音的进入。

[0032] 图 3B 显示该叶片的安装区域。在这个区域的叶片部分的叶型形成使得所述叶型位于带有圆形根部部分(用虚线 12 示出)的相应的常规叶片之内。第一根部部分 7 在包括翼弦面 K1 的安装区域内具有翼型,而第二个根部部分 8 具有能够减少该部分风阻的叶型,其对风力涡轮机的发电量不必起到促进作用。第一根部部分 7 合并成也具有包括翼弦面 K3 的翼型的第一过渡部分 9。第二根部部分 8 合并成为第二过渡部分 10,并且从安装区域的已降低风阻的叶型逐渐转变成为在第二过渡部分 10 包括翼弦面 K4 的实际翼型。该叶片的翼弦面 K 通常沿着叶片的纵向扭曲以补偿叶片的局部速度。因此,翼弦面 K1、K3 和 K4 的路线是叶片在翼面区域 4 的翼弦面 K 的路线的延续。

[0033] 叶片的翼弦面 K 可以沿叶片纵向扭曲到 75-80 度,但是通常情况下是在 60 和 70 度之间。通常,该扭曲的一阶导数会随着与毂的距离的递减而增加,这表明在根部区域 2 的翼弦面 K1 的扭曲更适宜相对较高。

[0034] 第一根部部分 7 和第二根部部分 8 在安装区域具有许多安装孔 11。这些孔 11 的位置与带有圆形根部部分 12 的常规叶片上的位置相同。这样根据本发明的新叶片可以安装在常规的毂上,并以简易的方式在更换期间替换现有的叶片。

[0035] 图 4 和 5 分别显示了本发明的第二和第三实施例,它们是图 3 所示实施例的变型。因此,这里只论述差异之处。如图 4 显示的第二实施例,第二根部部分 8<sup>1</sup> 在安装区域内同样具有包括翼弦面 K2 的翼型。此外,如图 4B 清楚示出的,所述根部部分 8<sup>1</sup> 的叶型延伸到根部部件 12 的常规圆形叶型以外。该附图也显示了两个部分的翼弦面可以相互呈一定角度。

[0036] 根据附图 5 显示的第三个实施例,第一和第二根部部分 7<sup>2</sup>,8<sup>2</sup> 以及第一和第二过渡部分 9<sup>2</sup>,10<sup>2</sup> 都有对称的叶型。示出所述叶型具有与叶片旋转方向平行的翼弦面,然而所述叶型可更适宜与旋转方向成一定的角度,该角度的选取决定于使升力增大到最大值。

[0037] 如附图 5B 所示,第一根部部分 7<sup>2</sup> 和第二根部部分 8<sup>2</sup> 都延伸到常规根部部分 12 的圆形叶型以外。最后,应当指出附图 4 和 5 以及附图 3 显示的实施例的根部部分的每一个都并入相应的过渡部分 (9<sup>2</sup>,9<sup>3</sup>,10<sup>2</sup>,10<sup>3</sup>), 所述部分在过渡区域 3 和翼面区域 4 之间的过渡处连接形成公共的叶型。

[0038] 附图 6 显示了叶片的第四实施例,其中第一根部部分 7<sup>3</sup> 和第二根部部分 8<sup>3</sup> 在安装区域 22 连接在一起。如附图 6B 所示,安装区域 22 是圆形的并包含安装孔 11, 该叶片通过所述孔被螺栓固定到毂上。该叶片适用于常规的毂,这样也可以在更新期间替换已安装在风力涡轮机上的现有叶片。

[0039] 附图 7 显示了叶片的第五实施例,其中第一根部部分 7<sup>4</sup> 和第二根部部分 8<sup>4</sup> 在安装区域 22 相连,但是这两个部分并没有在距毂的一定距离处连接,而是作为具有不同长度的两个分离叶片部件出现。显然如附图 7 所示,不同的根部部分不必具有同样的厚度。

[0040] 附图 8 显示了叶片的第六实施例,其中第一、第二、和第三根部部分 7<sup>5</sup>,8<sup>5</sup>,13 分别合并成为第一、第二和第三过渡部分 9<sup>5</sup>,10<sup>5</sup>,14。在这里显示出第一和第二根部部分 7<sup>5</sup>,8<sup>5</sup> 以及第一和第二过渡部分 9<sup>5</sup>,10<sup>5</sup> 具有减少这些部分的风阻的形状,同时第三根部部分 13 和第三过渡部分 14 具有现有的翼型。然而,这些叶型可都具有增加相应区域的升力的叶型,从

而也增加风力涡轮机的发电量。当然，所述三个根部部分 7<sup>5</sup>, 8<sup>5</sup>, 13 可如附图 6 和 7 所示那样在安装区域连接。

[0041] 附图 9 显示了与附图 6 的实施例相对应的实施例，但是其中叶片额外具有第一分开安装的叶片部件 15 和第二分开安装的叶片部件 16。所述分开安装的叶片部件 15, 16 通过许多保持装置 18 被分别地安装在第一和第二根部部分 7<sup>3</sup>, 8<sup>3</sup> 上。所述叶片部件 15 和 16 沿着根部区域 2 延伸，也可以选择沿着叶片的过渡区域 3 延伸。叶片本身不一定要有两个根部部分和 / 或过渡部分，但是可以有这样的形状，即其中没有缝隙 17，没有根部部分和 / 或过渡部分，在这种情况下，叶片的根部区域和过渡区域相当于常规的叶片。这个实施例的优越性在于分开安装的叶片部件 15, 16 能够被安装，而不需更换在已安装的风力涡轮机上的叶片。所述保持装置可形成具有例如用于降低风阻和噪声进入的降阻叶型。

[0042] 本发明已经对优选方案进行了描述。由此也可以想到没有偏离本发明的范围的许多改进。对本领域的技术人员显而易见的改进和变化被认为落入本发明的范围之内。例如，附图 9 显示的实施例可只有单个分开安装的叶片部件。也可以想到这样的实施例：其中各个部分具有单独的叶片角调节。

[0043] 附图标记列表

- [0044] 1 叶片
- [0045] 2 根部区域
- [0046] 3 过渡区域
- [0047] 4 翼面区域
- [0048] 5 前缘
- [0049] 6 后缘
- [0050] 7 第一根部部分
- [0051] 8 第二根部部分
- [0052] 9 第一过渡部分
- [0053] 10 第二过渡部分
- [0054] 11 安装孔
- [0055] 12 圆形根部部分
- [0056] 13 第三根部部分
- [0057] 14 第四根部部分
- [0058] 15 第一分开安装的叶片部件
- [0059] 16 第二分开安装的叶片部件
- [0060] 17 缝隙
- [0061] 18 保持装置
- [0062] 20 叶片
- [0063] 21 根部部分
- [0064] 22 安装区域
- [0065] Kx 翼弦面
- [0066] L 纵向

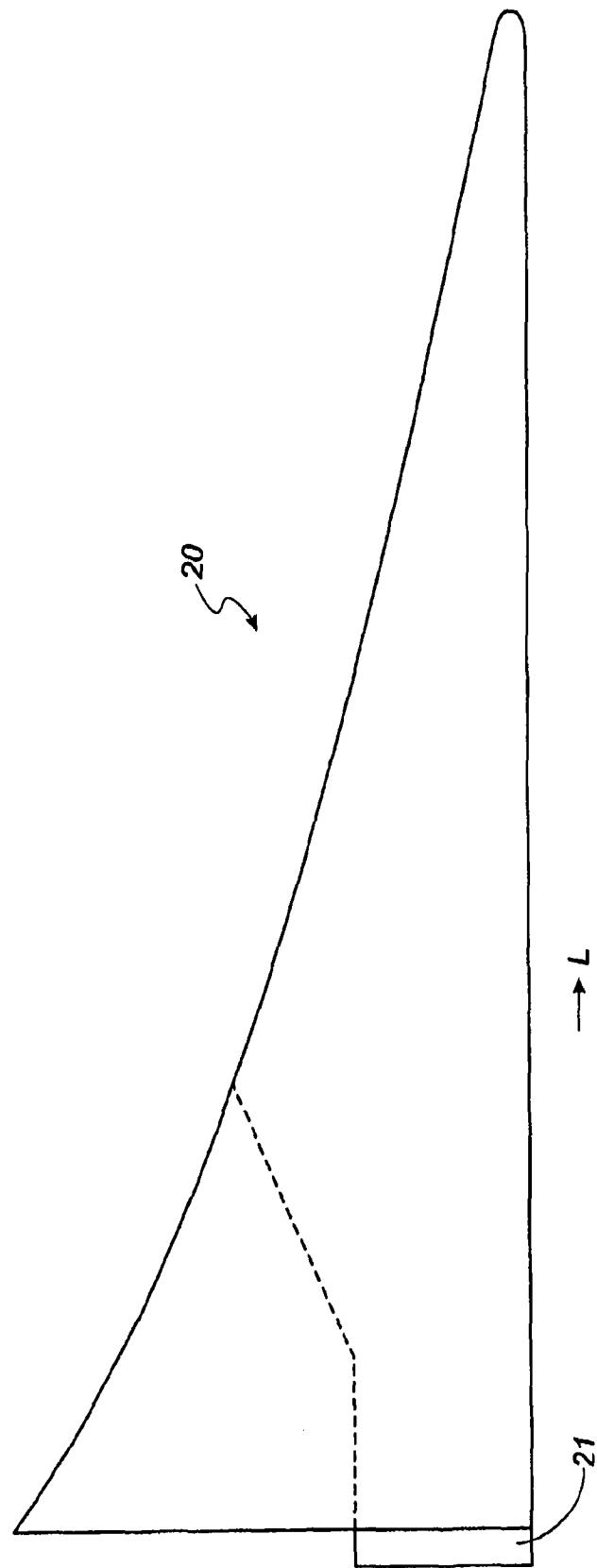


图 1

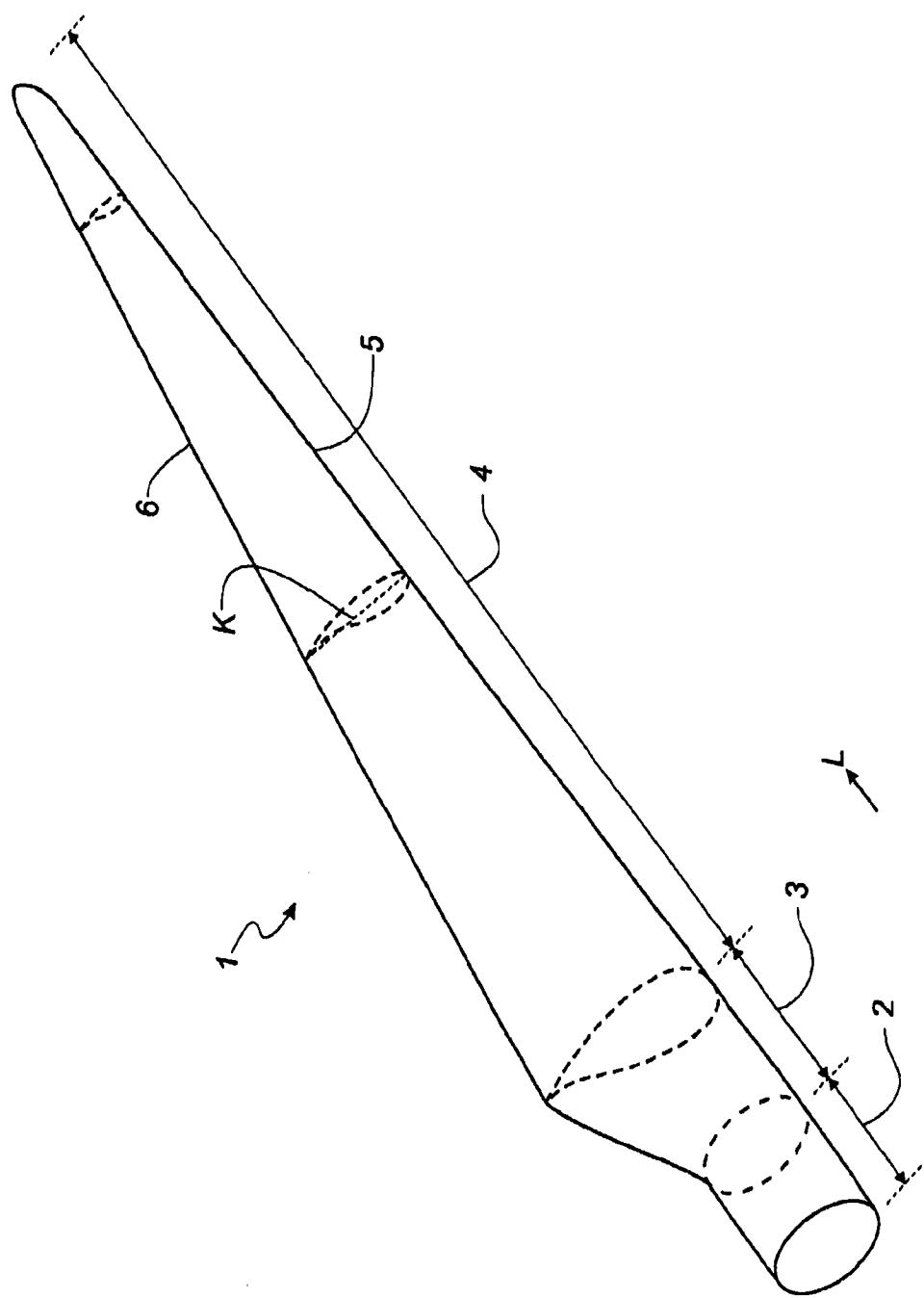


图 2

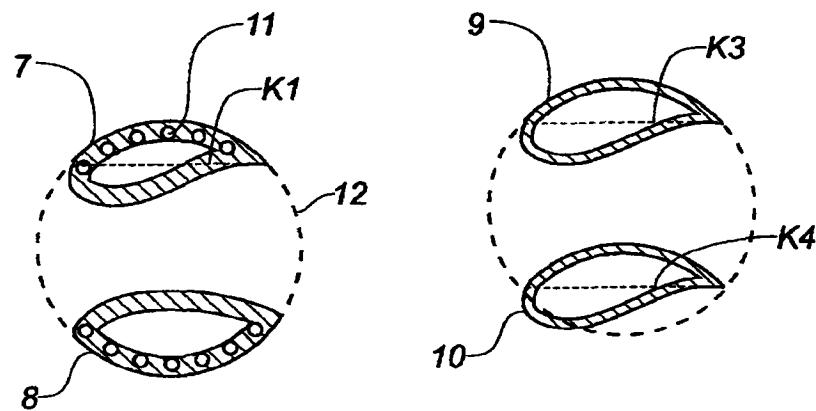


图 3C

图 3B

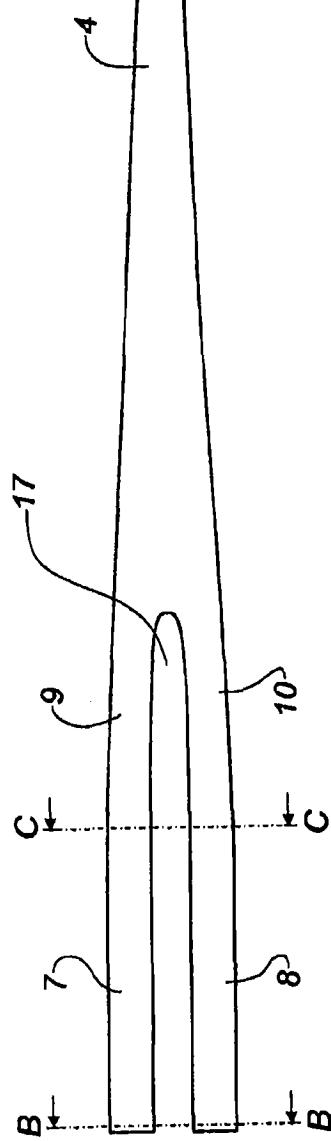


图 3A

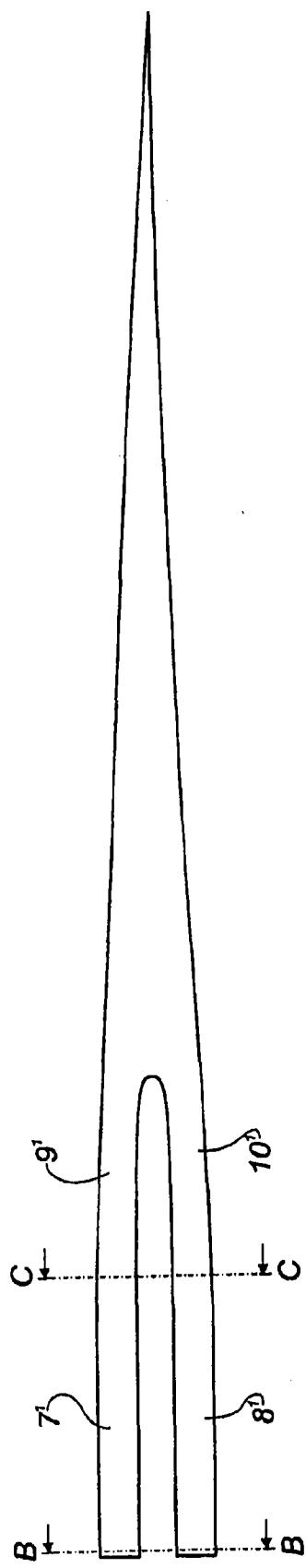


图 4A

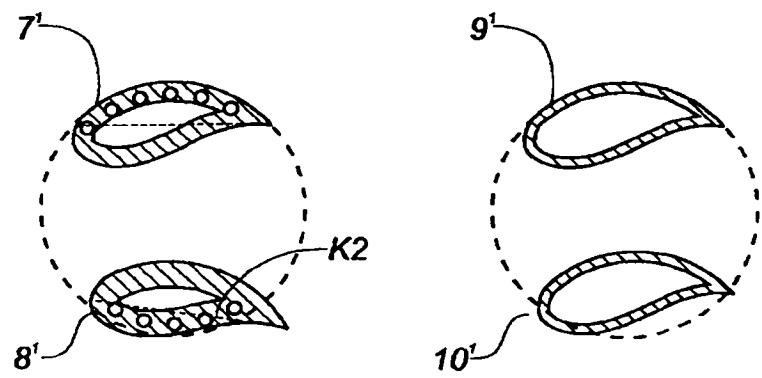


图 4B

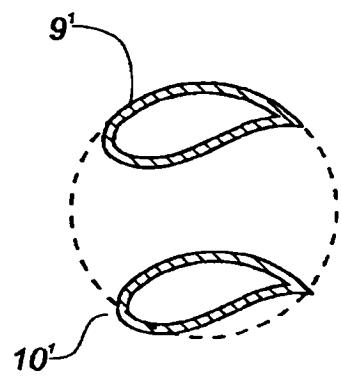


图 4C

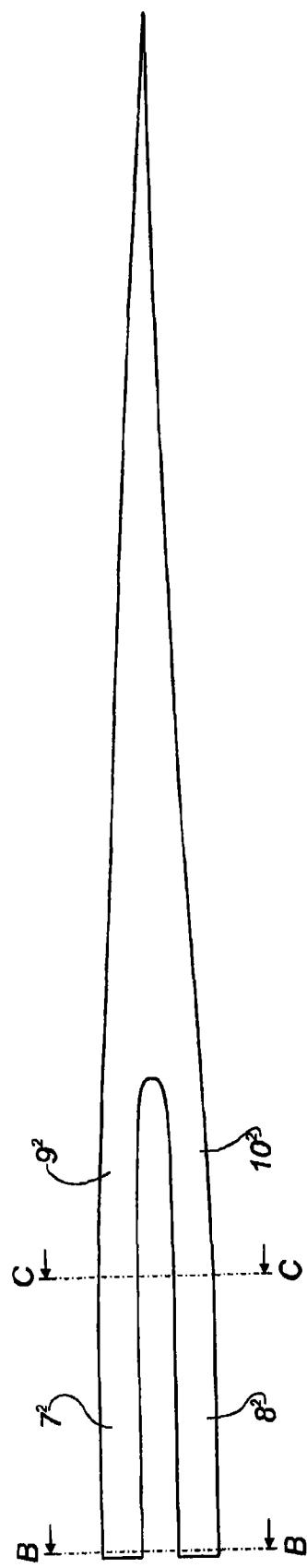


图 5A

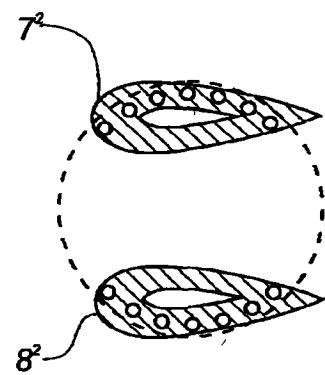


图 5B

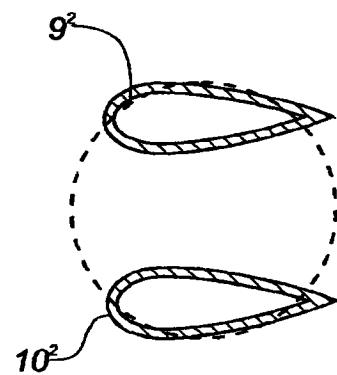


图 5C

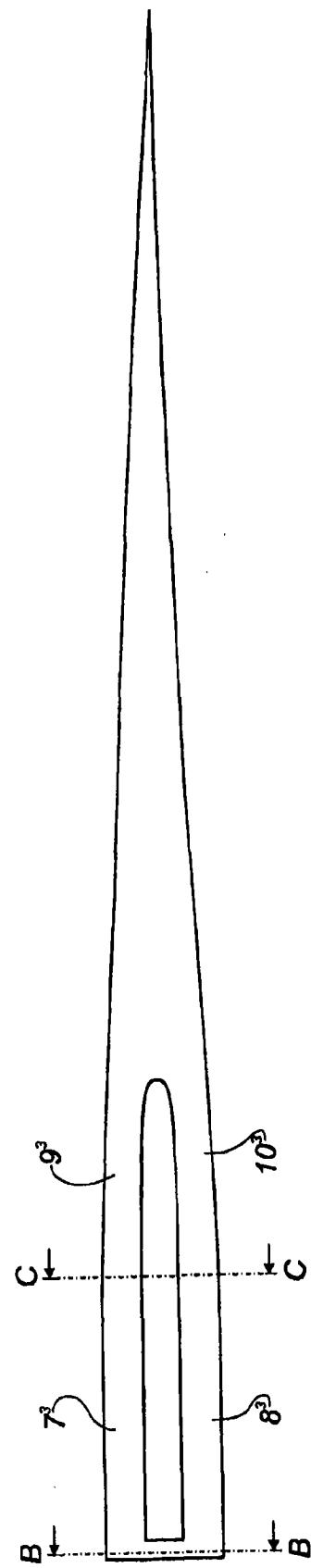


图 6A

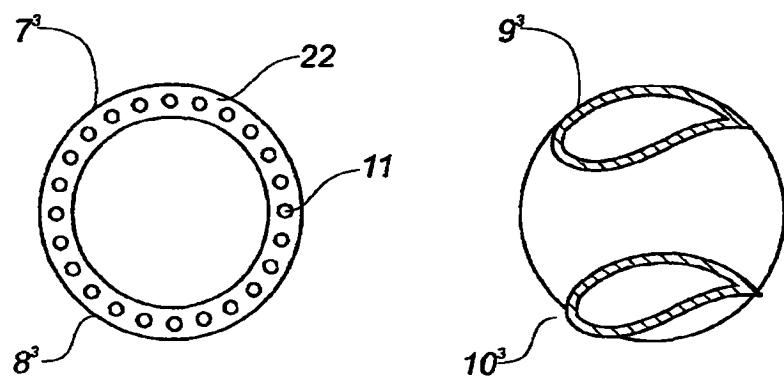


图 6B

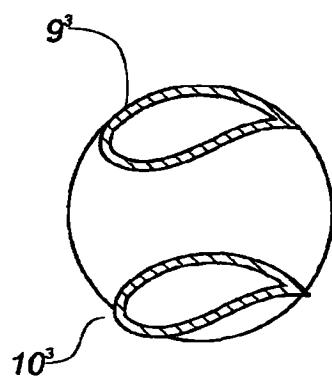


图 6C

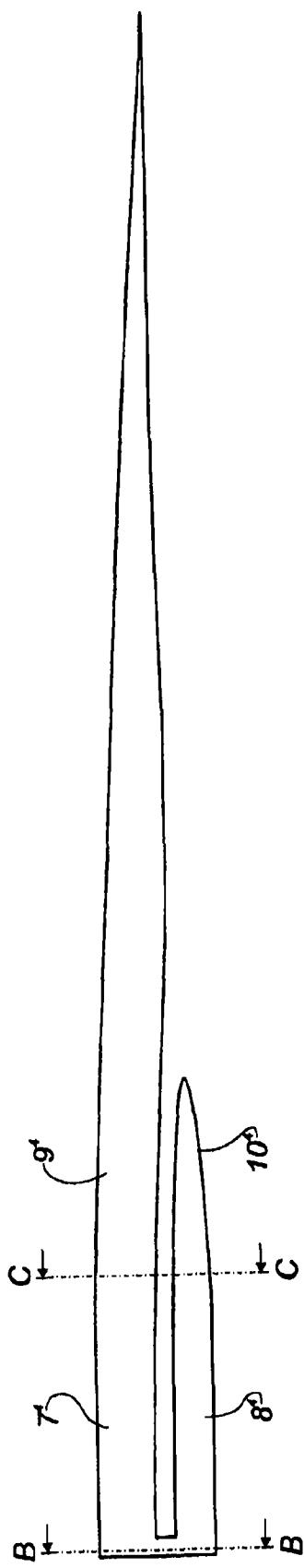


图 7A

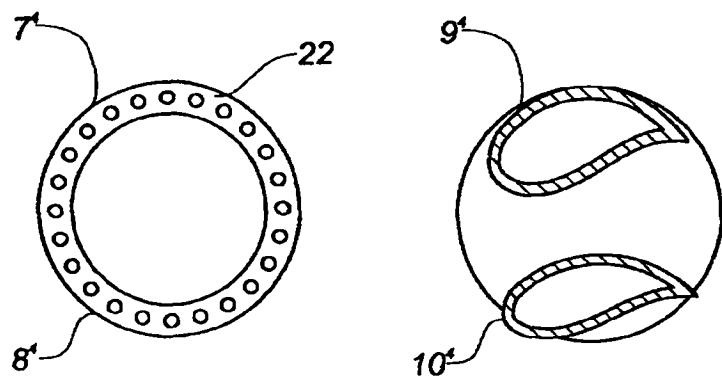


图 7B

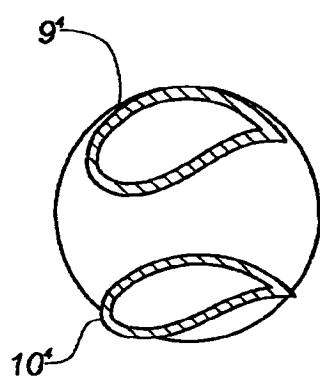


图 7C

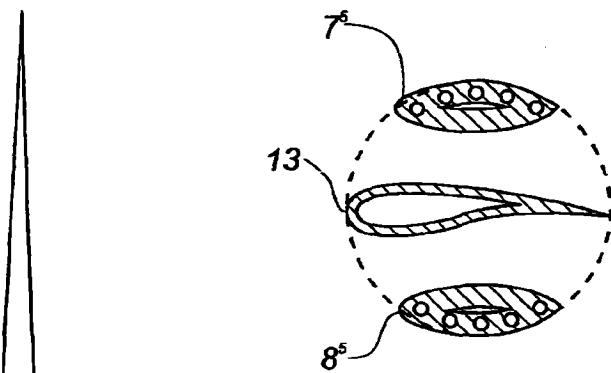


图 8B

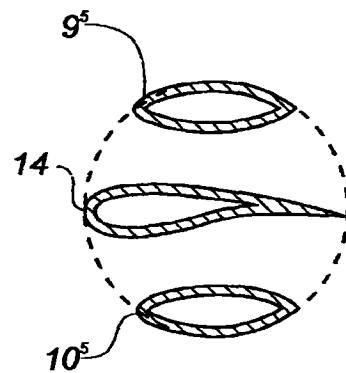


图 8C

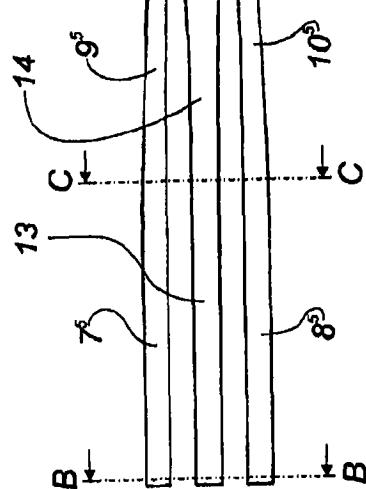


图 8A

