



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106460771 B

(45)授权公告日 2019.09.17

(21)申请号 201580028080.4

(22)申请日 2015.03.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106460771 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(30)优先权数据
1452798 2014.03.31 FR

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.11.28

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2015/050837 2015.03.31

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/150697 FR 2015.10.08

(73)专利权人 埃克斯-马赛大学
地址 法国马赛
专利权人 科学研究国家中心

(72)发明人 S·N·吉尼亚尔

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

代理人 雷明 吴鹏

(51)Int.Cl.
F03B 3/14(2006.01)
F03B 17/06(2006.01)
F03D 3/06(2006.01)

(56)对比文件
WO 2010131891 A3,2011.03.17,
CN 101341332 A,2009.01.07,
WO 2012117272 A3,2013.03.07,
FR 2968725 A1,2012.06.15,
US 2011064574 A1,2011.03.17,
DE 10021850 A1,2001.11.08,
CN 102062050 A,2011.05.18,
CN 102365453 A,2012.02.29,
JP 5150306 B2,2013.02.20,
CN 102933840 A,2013.02.13,

审查员 陈志春

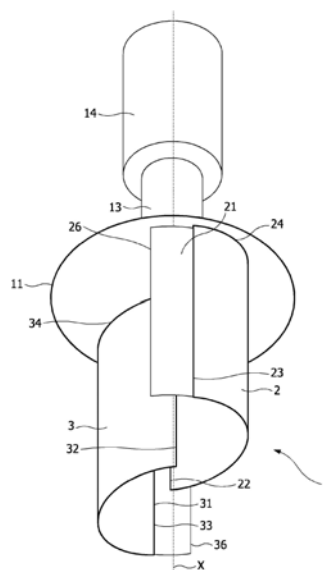
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54)发明名称

萨伏纽斯转子

(57)摘要

本发明涉及一种转子(1),它包括围绕旋转轴线(X)旋转的叶片(2,3),每一叶片配置成在转子围绕旋转轴线的旋转一圈期间在流体流的作用下交替地将驱动力矩和阻抗力矩传递到旋转轴线,所述驱动力矩使转子围绕旋转轴线转动,阻抗力矩用于阻碍转子围绕旋转轴线的转动,每一个叶片包括在叶片的外纵向边缘区域的柔性部分(21,31),所述柔性部分配置成当叶片传递阻抗力矩到转子的旋转轴线(X)时向转子的内侧收缩,并且在最大收缩位置之后的转子的半圈旋转期间,当叶片传递驱动力矩到转子的旋转轴线时,转换至朝向转子的外侧的伸展位置,柔性部分仅仅在流体流的作用下被驱动。



1. 一种转子,它包括围绕旋转轴线转动的两个叶片,每个叶片在垂直于旋转轴线的平面中具有弯曲轮廓,该弯曲轮廓具有凹面和凸面,每个叶片配置成在转子围绕旋转轴线转动一圈期间在流体流的作用下交替地将驱动力矩和阻抗力矩传递到该旋转轴线,所述驱动力矩当叶片的凹面抵抗流体流时被传递到该旋转轴线并且使转子围绕旋转轴线转动,所述阻抗力矩当叶片的凸面抵抗流体流时被传递到该旋转轴线并且倾向于抵抗转子围绕旋转轴线的转动,

其特征在于,这两个叶片中的每一个都包括处在叶片的外纵向边缘区域中的柔性部分,该柔性部分由柔性材料制成并且构造成当叶片向转子的旋转轴线传递阻抗力矩时在收缩位置朝向该转子的内侧收缩,并且在最大伸展位置在随后的转子的半圈转动期间,当叶片向转子的旋转轴线传递驱动力矩时,转换成朝向转子的外侧伸展的位置,每个叶片的所述柔性部分在其收缩位置和伸展位置之间仅在流体流的作用下被驱动。

2. 根据权利要求1所述转子,其中,每个叶片的所述柔性部分具有处于转子的半径的0.5倍到1.5倍之间的宽度,该转子的半径是在没有其柔性部分的情况下考虑的。

3. 根据权利要求1所述的转子,其中,每个叶片的所述柔性部分具有处在转子的半径的1倍到1.5倍之间的宽度,该转子的半径是在没有其柔性部分的情况下考虑的。

4. 根据权利要求1所述的转子,其中,至少一个叶片位于穿过该叶片的内纵向边缘的一个点和该旋转轴线的平面的一侧,而该叶片的柔性部分至少部分地位于该平面的另一侧。

5. 根据权利要求1所述的转子,其中,每个叶片都制成为一体件。

6. 根据权利要求1至5之一所述的转子,其中,这些叶片围绕该旋转轴线布置,以使得这些叶片的凹面部分地彼此相对。

7. 根据权利要求1至5之一所述的转子,其中,这些叶片沿该转子的旋转轴线对接。

8. 根据权利要求1至5之一所述的转子,其中,至少一个叶片包括处于该叶片的内纵向边缘和外纵向边缘之间的刚性的内部部分,该叶片的柔性部分包括沿该内部部分的外纵向边缘固定的外部部分,所述外部部分为柔性的。

9. 根据权利要求1至5之一所述的转子,其中,每个叶片均包括刚性的内部部分,所述刚性的内部部分在垂直于该旋转轴线的平面中具有弯曲的、平坦的或半圆形的轮廓。

10. 根据权利要求1至5之一所述的转子,其中,每个叶片均包括刚性的中央部分,至少一个叶片具有沿着该叶片的内纵向边缘的柔性侧向部分,并且至少一个叶片具有沿着该叶片的外纵向边缘的柔性侧向部分。

11. 一种风轮机,它包括根据权利要求1至5之一所述的转子。

12. 一种水下发电机,它包括根据权利要求1至5之一所述的转子,该转子被浸入到液体中,该转子的旋转轴线是基本竖直的。

13. 根据权利要求12所述的水下发电机,它包括与该转子联接并且布置在该转子和该液体的表面上方的电力发电机。

萨伏纽斯转子

技术领域

[0001] 本发明涉及一种在风力发电机或水下发电机中使用的转子,特别地,所述转子包括叶片,该叶片在围绕转子的旋转轴线转动一圈期间在流体流的作用下交替地将使转子旋转的驱动力矩和将阻碍转子旋转的阻力矩传递到所述旋转轴线上。因此本发明更具体地但非排除性地涉及具有不平行于流体流方向的轴线的转子,例如萨伏纽斯转子。

背景技术

[0002] 萨伏纽斯转子一般包括半圆柱形状的两个或更多个刚性叶片,所述叶片围绕转子的旋转轴线对称地布置。每个叶片的直径在转子的半径和直径之间。当叶片的直径大于转子的半径时,叶片的凹面成对地彼此部分相对。

[0003] 萨伏纽斯转子具有在启动时提供高力矩的优点,因此能以较低的流体流速启动。这种类型的转子还能够提供与在垂直于转子轴线的平面中的流体流动方向无关的性能,并且相对较小。它们的最优转速相对较低,在叶片外端部处的速度大约为流体流速。相比较地,同样具有竖直轴线的达里厄型风力发电机在叶片末端处具有大约为流体流速五倍的速度。对于具有水平轴线的风力发电机,所述速度大约为流体流速的十倍。因此,萨伏纽斯转子对于物体对叶片的可能影响较不敏感并且对于在流体中运动的物体具有更小的风险。这种类型的转子的主要缺点在于它们相对较低的性能。它们也可以具有在叶片旋转期间的可变的力矩和相对较高的重量。

[0004] 已经表明,当两个叶片的内纵向边缘之间的距离约为转子直径的六分之一时,两叶片萨伏纽斯转子具有最大性能,转子的直径由两个叶片的外纵向边缘之间的距离限定。即使当该条件满足时,这种转子的性能仍然较低。

[0005] 因而希望改进萨伏纽斯转子的性能。也希望限定坚固的并且对于在流体中的碎片出现较不敏感、而同时具有较低生产花费的萨伏纽斯转子。

发明内容

[0006] 一些实施例涉及一种转子,该转子包括围绕旋转轴线旋转的两个叶片,每个叶片配置为在转子围绕旋转轴线转动一圈期间在流体流的作用下,交替地将驱动力矩(转矩)和阻力矩传递向该旋转轴线,该驱动力矩使该转子围绕该旋转轴线转动,该阻力矩趋向于抵抗该转子围绕该旋转轴线的转动。根据一个实施例,这两个叶片中的每个叶片均包括处在叶片的外纵向边缘区域的柔性部分,该柔性部分配置为当叶片向转子的旋转轴线传递阻力矩时朝向转子的内侧收缩(缩回),并且在转子的在最大收缩位置之后的半圈转动期间,当叶片向转子的旋转轴线传递驱动力矩时,转换至朝向转子的外侧伸展(伸出)的位置,所述柔性部分仅在流体流的作用下被驱动。

[0007] 根据一个实施例,所述柔性部分具有处在转子的半径的0.5倍到1.5倍之间的宽度。

[0008] 根据一个实施例,所述柔性部分具有处在转子的半径的1倍到1.5倍之间的宽度。

[0009] 根据一个实施例,所述叶片中的至少一个叶片位于穿过该叶片的内纵向边缘的点和该旋转轴线的平面的一侧,而该叶片的柔性部分至少部分地位于该平面的另一侧。

[0010] 根据一个实施例,所述叶片中的至少一个叶片包括刚性部分和沿该叶片的外纵向边缘固定的柔性或刚性的可转动翼片。

[0011] 根据一个实施例,这些叶片围绕该旋转轴线设置成使得这些叶片的凹面部分地彼此面对。

[0012] 根据一个实施例,这些叶片沿着该转子的旋转轴线对接(接合)。

[0013] 根据一个实施例,所述叶片中的至少一个叶片包括处在该叶片的内纵向边缘和外纵向边缘之间的刚性的内部部分以及沿着所述内部部分的外纵向边缘固定的外部部分,所述外部部分是柔性的或刚性的并且通过柔性连接部固定到该内部部分。

[0014] 根据一个实施例,每个叶片均包括刚性的内部部分,该内部部分在垂直于旋转轴线的平面中具有弯曲的、平坦的(平面的)或半圆形的轮廓(剖面)。

[0015] 根据一个实施例,每个叶片均包括刚性的中心部分,至少一个叶片具有沿着该叶片的内纵向边缘的柔性侧向部分,至少一个叶片具有沿着该叶片的外纵向边缘的柔性侧向部分。

[0016] 一些实施例还涉及风轮机(风力发电机),它包括如上所述的转子。

[0017] 一些实施例还涉及水下发电机(水力发动机),它包括如上所述的转子,该转子浸入液体中,该转子的旋转轴线是基本上竖直的。

[0018] 根据一个实施例,该水下发电机包括与该转子联接并且布置在该转子和该液体的表面上方的电力发电机。

附图说明

[0019] 下面将参照附图描述本发明的实施例的一些示例,但本发明不限于附图,在图中:

[0020] 图1是根据一个实施例的转子的透视图,

[0021] 图2是转子的轴向剖视图,

[0022] 图3是根据一个实施例的转子的侧视图,

[0023] 图4A至4C示出了根据相对于转子所浸入流体流方向的转子的不同方向的剖视图,

[0024] 图5是转子的轴向剖视图并且示出了取决于转子所浸入的流体的流动方向的、在转子旋转中的叶片的不同动作阶段,

[0025] 图6是常规萨伏纽斯转子的轴向剖视图并且示出了取决于转子所浸入的流体的流动方向的、在转子旋转中的叶片的不同动作阶段,

[0026] 图7A至图7E是根据各种其它实施例的转子的轴向剖视图,

[0027] 图8和9是根据其它实施例的转子的轴向剖视图,

[0028] 图10和11示出了在叶片的外纵向边缘附近的叶片的部分剖视图。

具体实施方式

[0029] 图1,2和3示出了具有旋转轴线X且包括围绕该轴线X均匀地间隔开的叶片2、3。叶片2、3中的每个叶片在垂直于轴线X的平面中具有弯曲轮廓,该叶片具有凹面、凸面、靠近转

子轴线X的内纵向边缘22、32以及比内纵向边缘22、32离轴线X更远的外纵向边缘23、33。叶片2、3可以通过在板11-例如为盘形的-上的横向边缘24、34或者在垂直于轴线X的两个凸缘11、12-例如为盘形的-之间的相对横向边缘24、25、34、35固定(图3)。叶片2、3可以固定到板11上或凸缘11、12之间,使得轴线X处在每个叶片2、3的内纵向边缘22、32和外纵向边缘23、33之间。板11可以直接通过与轴线X共轴的轴13或者通过机械倍增器(增速器)连接到电力发电机14的转子(图1)。

[0030] 不论转子1所浸入的流体在垂直于旋转轴线X的平面中的运动方向如何,转子1以在图2中用箭头9所表示的相同方向旋转。

[0031] 转子1可以用于任何流体,例如空气和/或水,或者甚至复杂流体,例如顶部有气体的液体、或者混合有固体颗粒的液体,除了流体的流动方向,转子的旋转轴线X布置为在任何方向中,例如竖直地或水平地。在水(或其它液体)中,通过将发电机14保持在水上方,仅仅转子1可被浸入,转子的旋转轴线基本竖直。因此,通过阻止彼此相关的两个可移动部件的接触面被浸入,可以设置与发电机连接的转子1。需要注意的是,如果转子在海中浮起,特别地出现膨胀时,转子的轴线X可以围绕竖直方向显著变化,例如相对于竖直方向为 $[-30^\circ, +30^\circ]$ 之间,而转子的性能没有影响。因此不需要流体的流动方向固定并且垂直于转子的旋转轴线。

[0032] 根据一个实施例,柔性翼片21、31固定到每个叶片2、3的外纵向边缘23、33,以使得能在边缘23、33附近在流体流动的作用下自由地自我定向。每一翼片21、31可沿叶片2、3的整个外纵向边缘23、33延伸或者仅仅沿该边缘的一部分延伸、或者被分成固定到叶片2、3的边缘23、33上的若干个区段。事实上,如果转子可以局部地经受流体流的密度和/或方向的变化,则将翼片分成若干个区段是有利的。在这种情况下,取决于翼片区段所经受的流体流的方向和密度,每一翼片区段可在其整个伸展和收缩位置之间定向。也可以将转子浸入到不同的流体叠覆层中,例如水和空气中。在这种情况下,每一翼片区段的宽度和柔性或位移幅度也可与翼片区段将浸入其中的流体的密度和粘度相适应。

[0033] 各翼片21、31可以从各凸缘11、12延伸给定距离,使得它们的移动不被凸缘11、12阻碍。该布置也降低了物体被困在翼片和凸缘之间的危险。每一翼片21、31的宽度可取决于该翼片的柔性。每一翼片21、31的自由边缘26、36相对于该翼片所固定着的叶片的外纵向边缘23、33的切线的角度位移因而可达 $[120^\circ, +120^\circ]$ 。另外,每一翼片21、31必须不能由于在流体所施加的力的作用下保持压靠另一叶片而完全阻塞转子的入口。该条件能通过足够窄的或刚性的翼片实现,使得对于大于半圈的转子转动,不保持压靠另一叶片。因此,如果翼片不在该位置保持大于半圈的旋转,或者如果所述翼片倾斜并且在伸展位置保持至少半圈的旋转,则每一翼片21、31的宽度可以使得该翼片可以与在收缩位置的另一叶片进入接触。

[0034] 取决于翼片的刚度,每一翼片21、31的宽度因而可以是转子1的半径的0.5倍到2倍之间。根据一个实施例,取决于翼片的刚度,每一翼片21、31的宽度在转子1的半径的1到1.5倍之间。在该范围,可以使转子性能加倍。

[0035] 应当指出,每一翼片的宽度不必在叶片2、3的整个高度上是恒定的。类似地,翼片2、3的半径不必在叶片的整个高度上是恒定的。另外,每一叶片2、3的内纵向边缘22、32和外纵向边缘23、33不必为直线和平行于旋转轴线X,而是可以有任意其它形状,例如围绕轴线X的螺旋形。

[0036] 每一翼片21、31可以由柔性材料制成,例如树脂、编织或非编织织物,该织物可能地涂覆有树脂。每一翼片21、31可通过任何合适的方式被固定到叶片2、3之一的外纵向边缘23、33,所述方式适合叶片2、3和翼片21、31制成的材料。因此,每一翼片21、31可例如使用胶、胶带、螺栓、钉子或铆钉被固定到叶片2、3之一上。

[0037] 翼片21、31也可以为刚性的并且通过柔性连接件固定到叶片2、3的边缘23、33,所述柔性连接件形成具有有限位移的铰链,以防止翼片向后翻转和彼此压靠。因此,图10示出了叶片的外纵向边缘23、33附近的叶片2、3的剖视图。翼片21、31作为叶片的外纵向边缘23、33的延伸部通过条带或板片27、28固定到叶片上,所述条带或板片例如通过粘合分别固定到叶片和翼片的两个面上。板片27、28可以覆盖整个翼片和/或叶片。

[0038] 各个叶片2、3也可以与相应翼片21、31一起例如通过模制形成为一体件,与翼片对应的部分的柔性可以通过使用不同的材料或者通过处理叶片的厚度而获得。与翼片21、31对应的部分的柔性还可以部分或全部地由叶片2、3到凸缘11、12的附接点的位置产生,叶片的刚性部分地由于其被固定到凸缘11、12上并且与翼片对应的部分不被固定到凸缘上而形成。

[0039] 根据一个实施例,每个叶片2、3具有从翼片部分21、31的内纵向边缘22、32向外纵向边缘26、36减少的刚度。该减少可以是逐渐地或者以一个跳变或多个跳变完成,使得在外边缘26、36附近的部分是柔性的。因此,图11示出了在叶片的外纵向边缘23、33附近的叶片2、3的剖视图。翼片21、31由两个条带37、38形成,所述两个条带37、38例如通过粘合沿着叶片的外纵向边缘23、33分别固定到叶片的两个面上,以延伸该边缘并因而形成由所述两个条带37、38构成的翼片21、23,所述两个条带至少在翼片21、31的外纵向边缘26、36附近彼此靠接固定。

[0040] 在图1至3示出的例子中,转子1包括围绕轴线X对称地布置的两个叶片,每个叶片具有半圆筒形形状(图1和3)或在垂直于轴线X的平面中的半圆形形状(图1至3)。两个叶片2、3中的一个叶片的每个内纵向边缘22、32在另一个叶片的内和外纵向边缘22、23、32、33之间。内纵向边缘22、32间隔开距离 e ,所述距离 e 可选择为等于每个叶片2、3的半径 R 的四分之一到转子1的直径 D 的六分之一,所述直径 D 对应于两个叶片2、3的外纵向边缘23、33之间的距离。另外,在图1和3中的示例中,边缘22、32与23、33平行于X轴。

[0041] 在转子1的旋转期间,柔性翼片21、31趋于沿流体的表观速度的方向并且取决于其幅值定向。该表观速度由与速度矢量 V_1 、 V_1' 和速度矢量 V_2 、 V_2' 的矢量差对应的速度矢量 V_r 、 V_r' 限定,速度矢量 V_1 、 V_1' 的幅值和方向与在翼片21、31附近的流体的流速关联,速度矢量 V_2 、 V_2' 具有与纵向边缘23、33的线速度关联的幅值和与在纵向边缘23、33区域朝向叶片的内侧的与叶片2、3相切的方向。需要注意的是,速度矢量 V_1 、 V_1' 也与相对于流体流的方向的转子1的角度位置关联,该流体流的方向与矢量 V_1 、 V_1' 的方向对应。事实上,在转子1的相对于流体流的方向的下游区域,翼片21、31不经受或者经受很小的流体屈服力。在马达1启动时并且直到翼片21、31在围绕轴线X的转动中的线速度到达流体流速时,每一翼片21、31附近的表观速度矢量 V_r 、 V_r' 可以具有任何方向。当它们的线速度高于流体流速时,表观速度矢量 V_r 、 V_r' 在角度区段中定向,所述角度区段以与叶片2、3相切的、在纵向边缘23、33区域朝向外侧的方向为中心(图2中速度矢量 V_2 的方向)并且该角度区段限定到 $[-90^\circ, +90^\circ]$ 。但是,需要注意的是,萨伏纽斯转子的每一叶片的外边缘23、33的最优线速度在流体流速度

的0.5到0.7倍之间。

[0042] 图4A到4C以不同的构型示出了叶片2、3和流体的表观速度矢量 V_r 、 V_r' 的方向,这些构型可以在翼片21、31(或外边缘23、33)的线速度小于流体流速的情况下在转子1的旋转期间出现。在转子1的大致半圈的转动过程中,翼片21附近的表观速度矢量 V_r 的方向为朝向转子的外侧,然而在翼片31附近,该表观速度矢量 V_r' 的方向为朝向转子的内侧(图4B、4C)。在转子1的另外半圈的转动过程中,两个翼片21、31附近的表观速度矢量 V_r 、 V_r' 的方向反转(图4A)。另外,当翼片21、31的线速度 V_2 、 V_2' 小于流体的线速度 V_1 时,表观速度矢量可能指向容易引起翼片21折转的方向,即,具有在矢量 V_2 、 V_2' 的方向中的分量,所述分量具有与矢量 V_2 、 V_2' 相反的方向。因此,在图4A中,速度矢量 V_r 容易使翼片21朝向转子1的内侧折转。在图4B中,速度矢量 V_r 容易使翼片21朝向转子的外侧折转。从图4A的构型到图4B的构型的转换引起翼片21从内侧向外侧倾斜。

[0043] 当两个翼片21中的一个翼片经受朝向转子1的外侧定向的流体表观速度时(图4B),该翼片趋于伸展(朝向转子1的外侧)并且因而增大叶片2的抵抗流体流的前表面 S_1 (投影到垂直于流体流方向的平面上的表面)。还应指出,该伸展是当叶片的凹面抵抗流体流时发生的。结果是由叶片2传递到转子的旋转轴线X的驱动力矩增大,从而趋于使转子1旋转。相反地,当两个翼片31中的一个翼片经受朝向转子1内侧的力时,该翼片趋于收缩(朝向转子1的内侧)并且因而减少叶片3的抵抗流体流的前表面 S_2 (小于 S_1)。还应注意,该收缩是当叶片的凸面抵抗流体流时发生的。因此,在趋向于抵抗转子1旋转的阶段,由叶片3施加的阻力矩减少(与叶片当其翼片保持在伸展构型时的阻力矩相比)。

[0044] 图5示出了在与转子相关的参考系统中,视流体流的方向而定的转子1的不同操作阶段I到IV。不同阶段I到IV因此与转子1上流体流影响的角度区段对应。在阶段I期间,叶片2在其凹面上接收流体并且因而在转子1上施加驱动力矩。在该阶段期间,叶片3在其凸面上接收流体并且在转子上施加阻力矩。在阶段II期间,叶片2、3相应地作用反转。因而,叶片3在转子上施加驱动力矩,而叶片2施加阻力矩。对于叶片2、3中的每一叶片,阶段I和II因而为交替地驱动和阻抗阶段。处于阶段I和II之间的阶段III和IV限定“死”角度区段,其中流体不接合任何叶片2、3的凹面。事实上,在阶段III和IV期间,叶片继续施加较低的驱动力矩。

[0045] 对比地,图6示出了常规萨伏纽斯转子的不同操作阶段I到IV。可以看出,在图5中与阶段III和IV对应的“死”角度区段与在图6中相比延伸较少,这是由于柔性翼片21、31的存在。

[0046] 需要注意的是,刚刚已经描述的柔性部分和翼片在流体流的作用下相对于叶片被自动地定向,而不需要主动式装置来对柔性部分和翼片进行定向。还需注意,柔性部分或翼片距旋转轴线X的距离比叶片更远。因此,在伸展位置,它们从流体流接收的力产生成比例地(取决于力的施加点和旋转轴线X之间的距离)高于由驱动叶片所施加的驱动力矩的驱动力矩。本发明因而使用简单的装置并因而以较低的花费改进了转子的性能。

[0047] 本领域普通技术人员可以理解,本发明可以具有各种替代实施例和各种应用。特别地,本发明还涵盖仅其一个叶片装备有柔性部分的转子。当叶片在转子上施加阻力矩时,柔性部分不必收缩到转子中。仅仅重要的是,当叶片施加驱动力矩时,柔性部分可以伸展,并且当叶片施加阻力矩时,柔性部分可以沿着叶片的外纵向边缘的切线收缩。

[0048] 本发明不局限于包括半圆柱形叶片和沿叶片的外边缘延伸的翼片的转子。因此，图7A到7E具有根据各种其它实施例的转子轮廓。

[0049] 在图7A中，叶片2a、2b作为一体件与刚性内部分以及所述内部分的外边缘（相对于转子的轴线X）的柔性延伸部21a、31a一起形成，所述刚性内部分在垂直于轴线X的平面中具有半圆形截面。在图7B中，叶片2b、3b是平坦的并且彼此相对布置，每一叶片包括与柔性延伸部21b、31b成一体的边缘。在图7C中，叶片2c、3c不同于7B中的叶片：每一叶片的平坦部分以略弯曲部分替代，所述略弯曲部分在转子的轴线X侧具有凹面。叶片2c、3c的柔性部分21c、31c基本与柔性部分21b、31b相同。在图7D中，每一叶片2d、3d在垂直于转子的轴线X的平面中的轮廓或截面具有更复杂的形状，包括：（相对于转子的轴线X）基本外接四分之一圆的内部部分22d、32d、接下来是朝向轴线X略凸的部分23d、33d，接下来是部分地绕过另一叶片的内纵向边缘的柔性部分21d、31d。

[0050] 根据一个实施例，转子的每一叶片的全部或部分柔性部分在穿过叶片的内纵向边缘的一个点和转子的旋转轴线的平面中延伸，然而所述叶片在该平面的另一侧（图1, 2, 7A至7C）。换言之，每一叶片围绕转子的轴线延伸大于 180° 的角度区段。在图7D中的示例中，每一叶片围绕转子的轴线延伸接近 180° 的角度区段。

[0051] 另外，不需要使转子的叶片固定到支承件11上以使转子的轴线X位于每一叶片的内纵向边缘和外纵向边缘之间。事实上，转子的所有叶片的内纵向边缘可以在转子的轴线X的区域对接，如图7E所示出的。在该附图中，叶片2e、3e中的每一叶片具有与图7A中相同的轮廓并具有柔性外部分21e、31e，但内纵向边缘在转子的轴线X的区域对接。该布置特别地防止物体被截留在叶片之间。

[0052] 本发明不局限于两叶片式转子，还涵盖具有三个或更多个叶片的转子，每个叶片都具有柔性外部部分。因此，图8示出具有三个叶片4、5、6的转子10，这些叶片具有半圆形轮廓、围绕转子10的旋转轴线X均匀分布、并且包括从半圆形轮廓向转子的外侧延伸的柔性部分41、51、61。图9示出了一种转子20，它具有围绕转子20的轴线X对称地布置的四个叶片2、3、7、8，即，与转子1相比包括两个附加的叶片7、8。柔性部分21、31、71、81从每一叶片2、3、7、8的半圆形轮廓朝向转子的外侧延伸。

[0053] 在叶片为与刚性部分和柔性部分形成一体件的情况中，仅刚性部分的横向边缘固定到凸缘11、或仅每一叶片的刚性部分的横向边缘固定到凸缘11、12。柔性部分的横向边缘不固定到凸缘11、12。

[0054] 另外，在叶片具有不同刚度区域的情况中，一个叶片的刚性区域不必从其内纵向边缘延伸到该叶片的处于其外纵向边缘区域中的柔性部分。事实上，一个叶片的内纵向边缘的区域可以为柔性的。因此，取决于抵抗流体流的叶片的凹面或凸面，叶片的内纵向边缘的区域也可收缩或伸展。在这种情况下，叶片的内纵向边缘的区域的横向边缘也不固定到凸缘11、12上。因此，仅叶片的中心区域的横向边缘可固定到一个或两个凸缘上。

[0055] 本发明不局限于圆柱形叶片，也还可涵盖具有其它形状的叶片，例如螺旋形形状，特别地是为了在转子转动期间防止每一叶片施加的驱动力矩的变化。在这种情况下，翼片或柔性部分可被分成多个区段，根据与该区段所关联的叶片所施加的驱动力矩或阻力矩，所述区段能分别地伸展和收缩。还要注意，即使转子的旋转轴线布置在流体流的方向中，也可以使具有螺旋叶片的转子旋转。

[0056] 本发明还涵盖所描述的并且特别是在图1、2、7A-7E、8和9中示出的实施例的可能的组合。

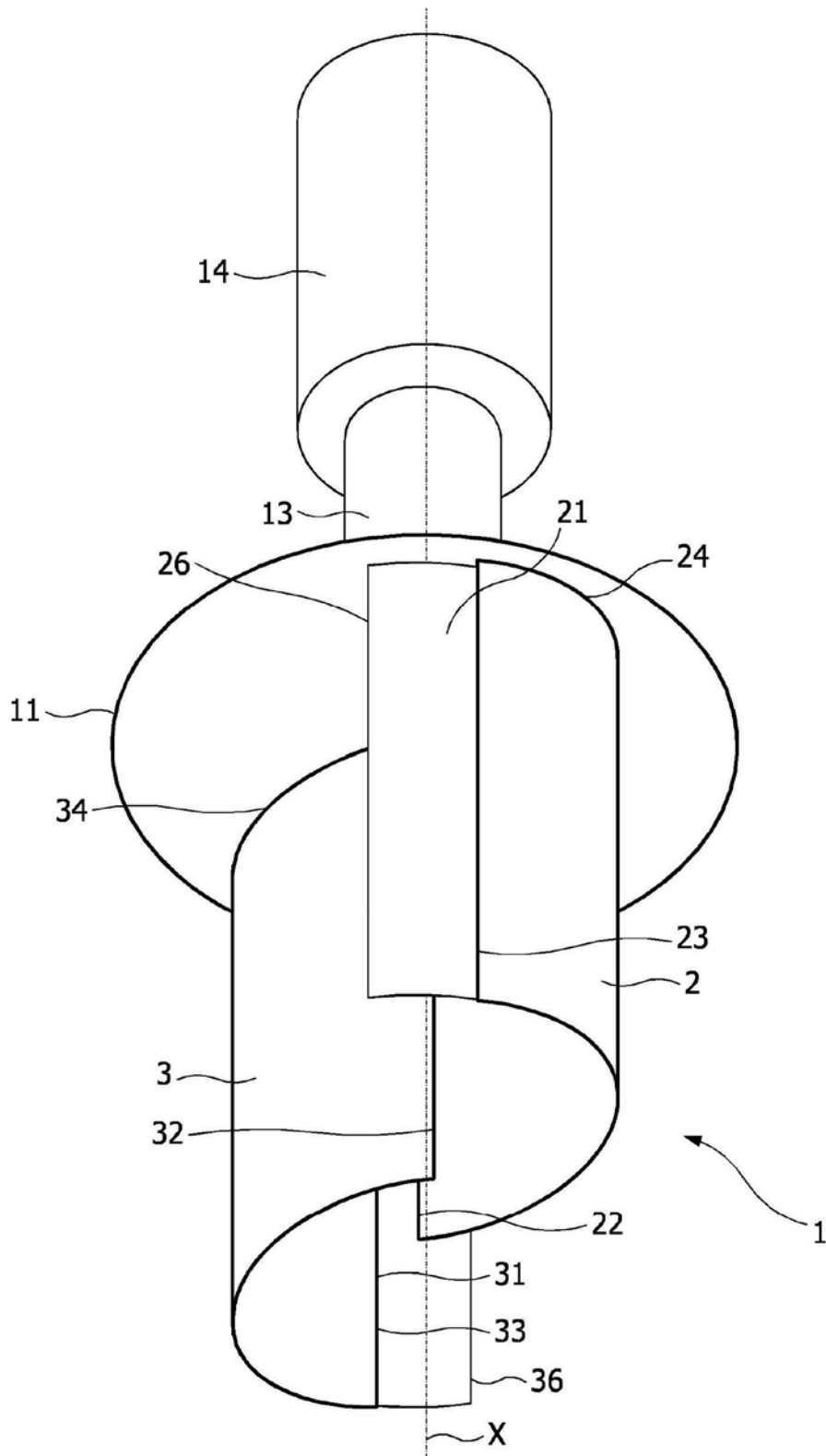


图1

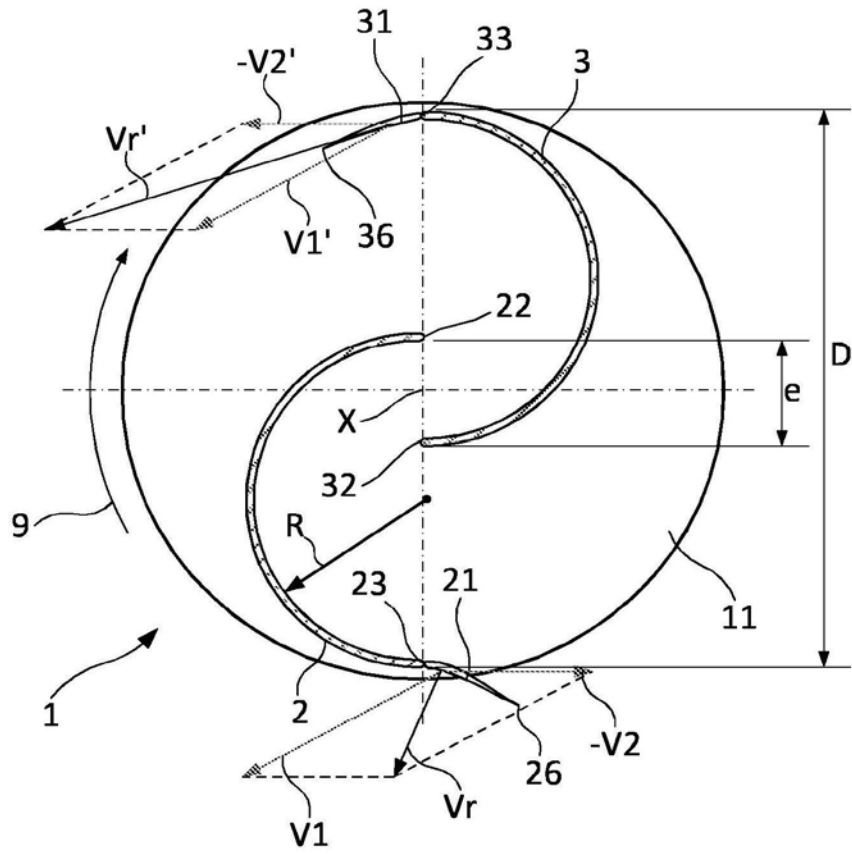


图2

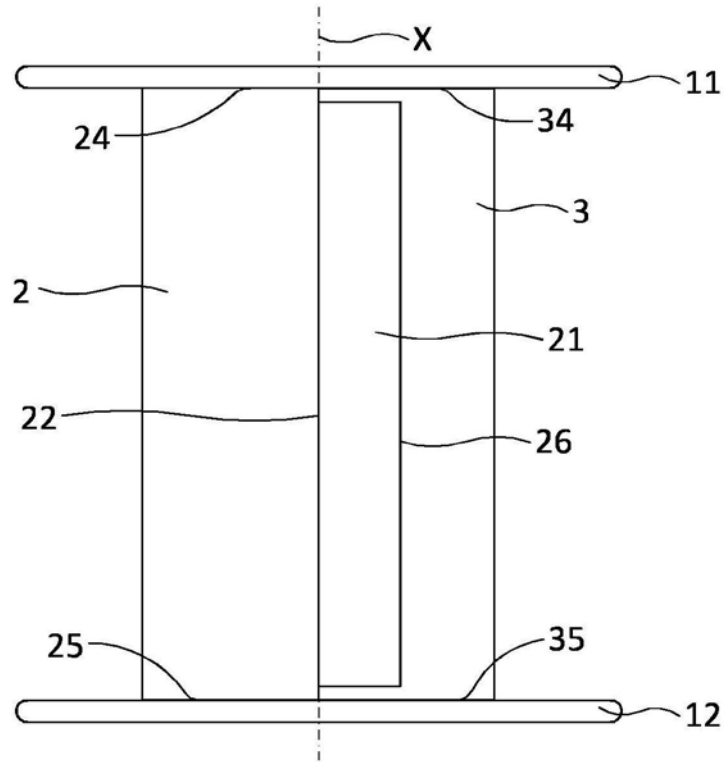


图3

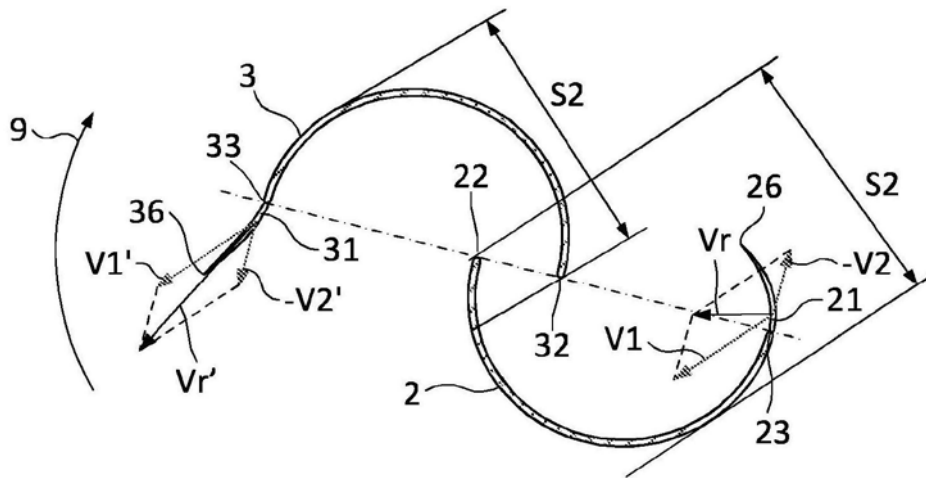


图4A

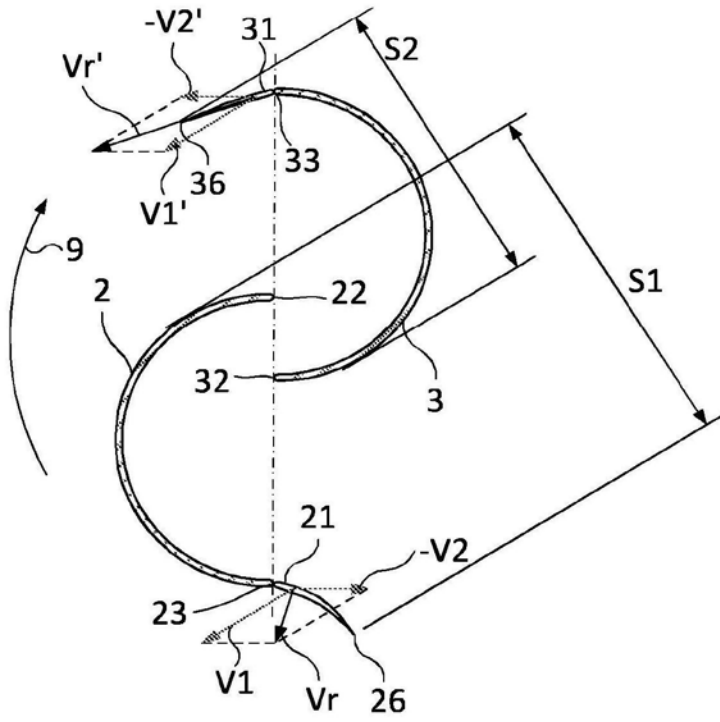


图4B

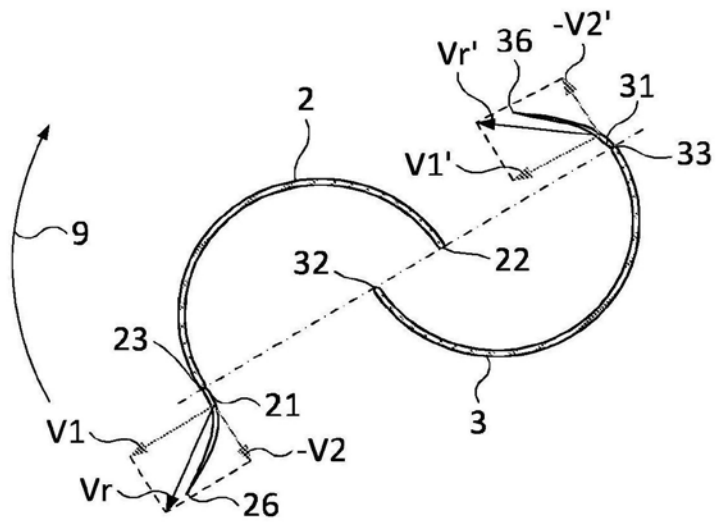


图4C

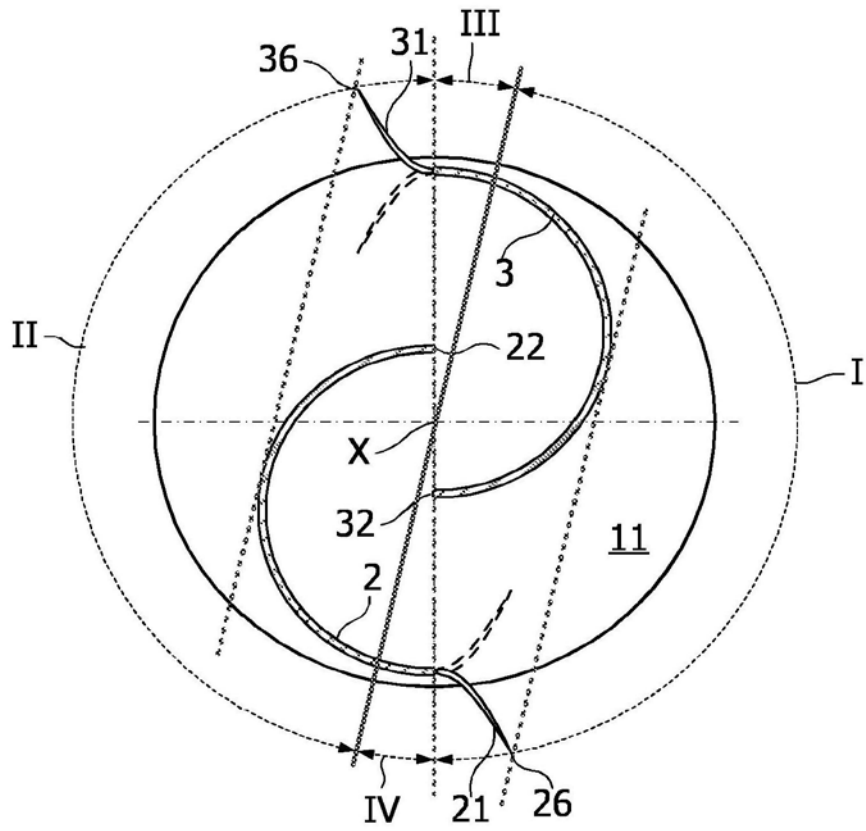


图5

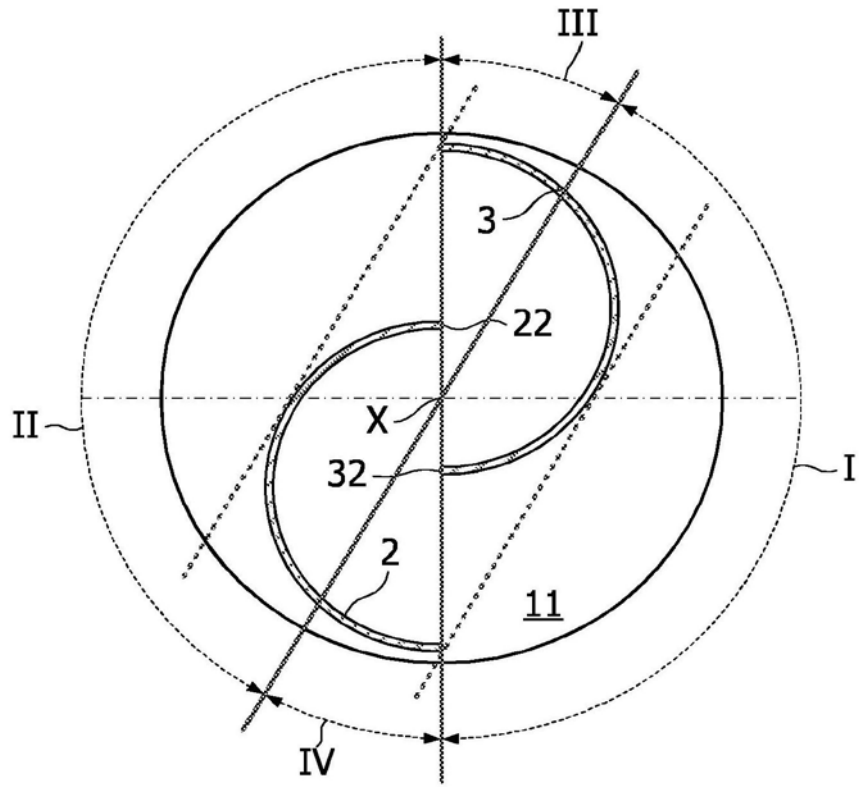


图6

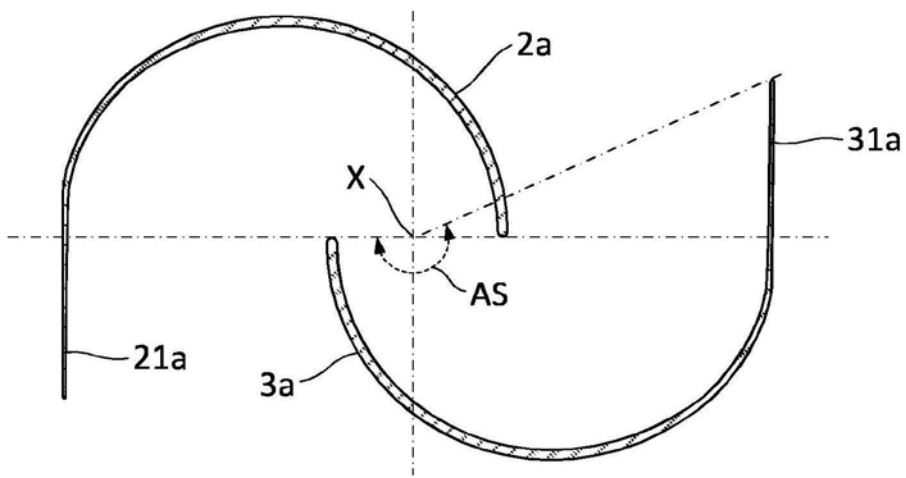


图7A

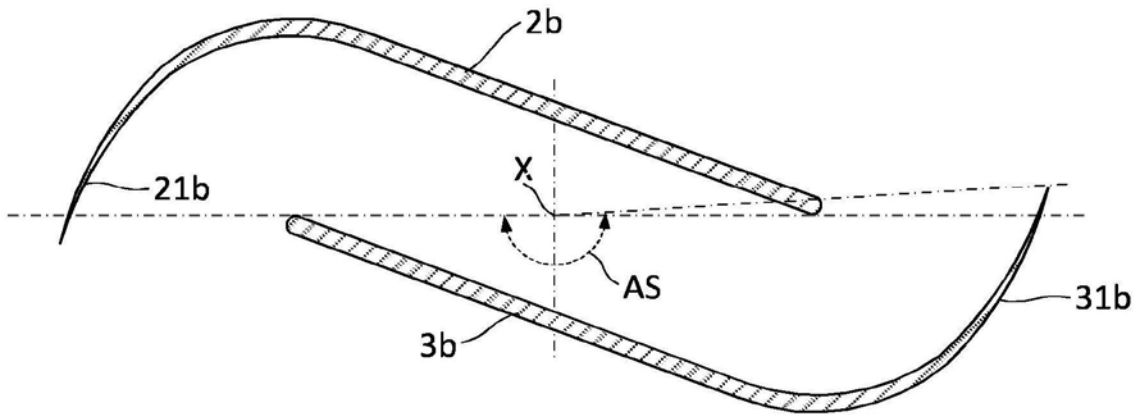


图7B

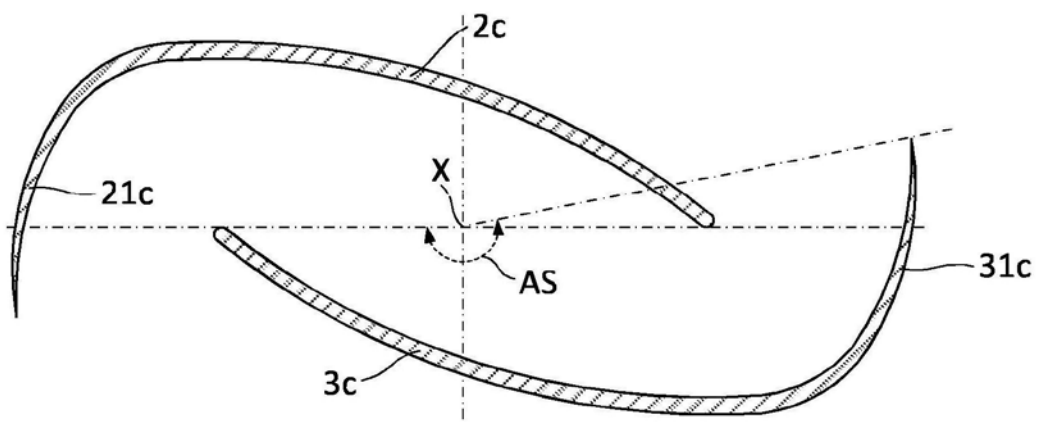


图7C

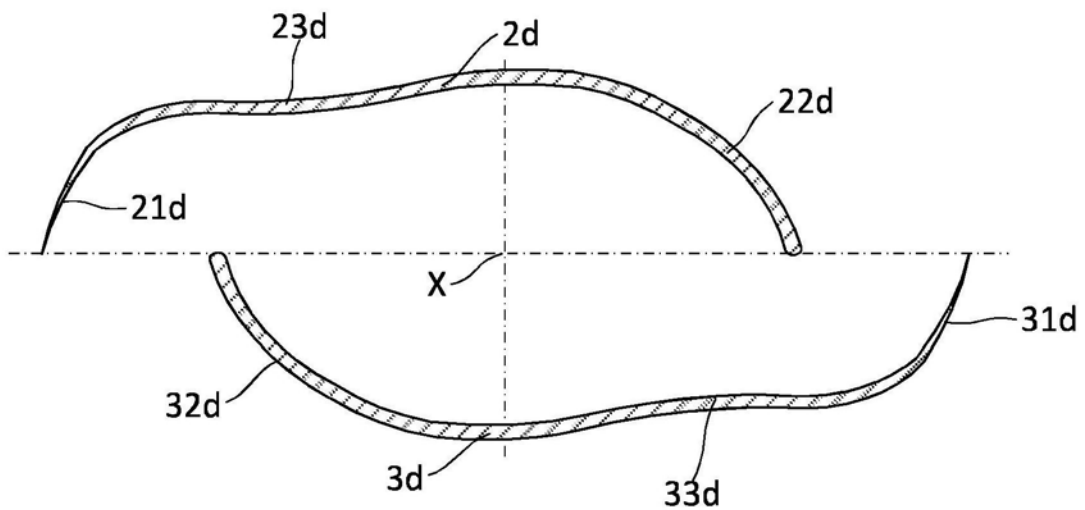


图7D

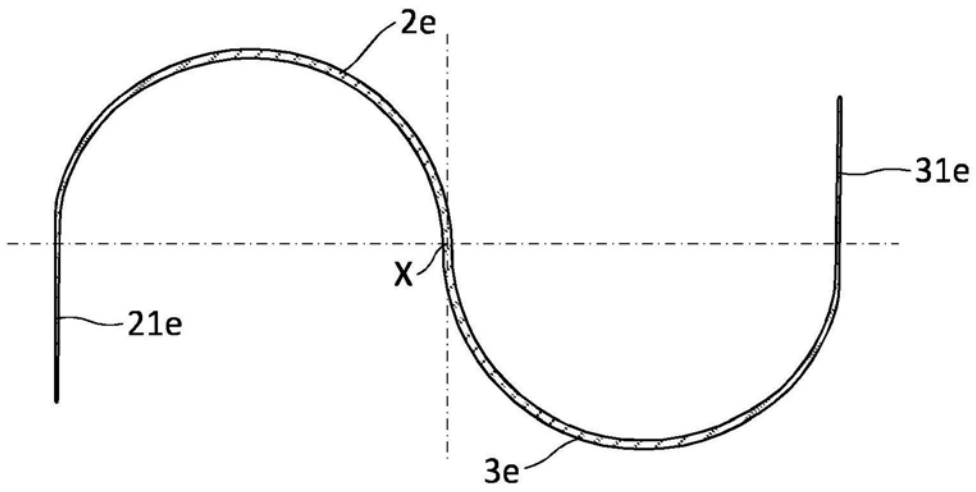


图7E

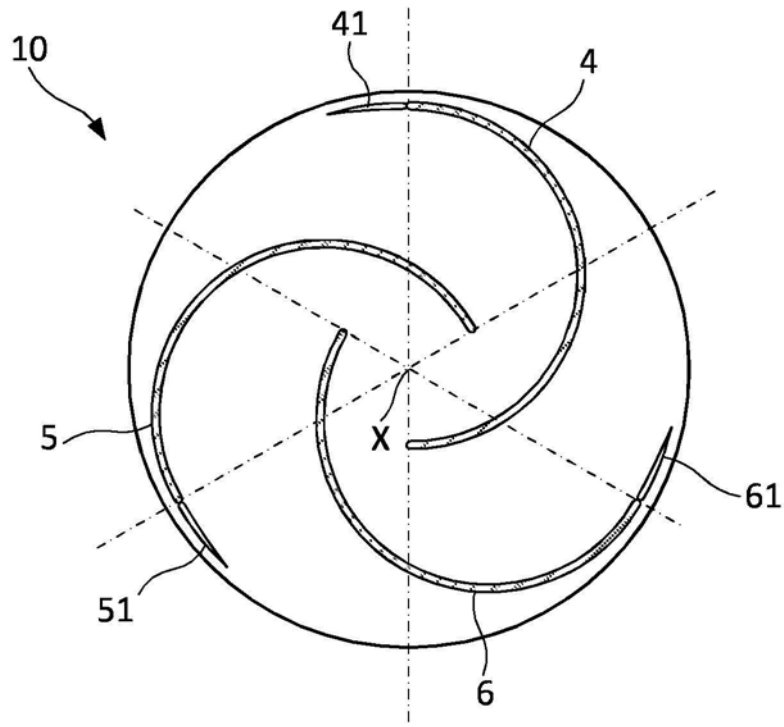


图8

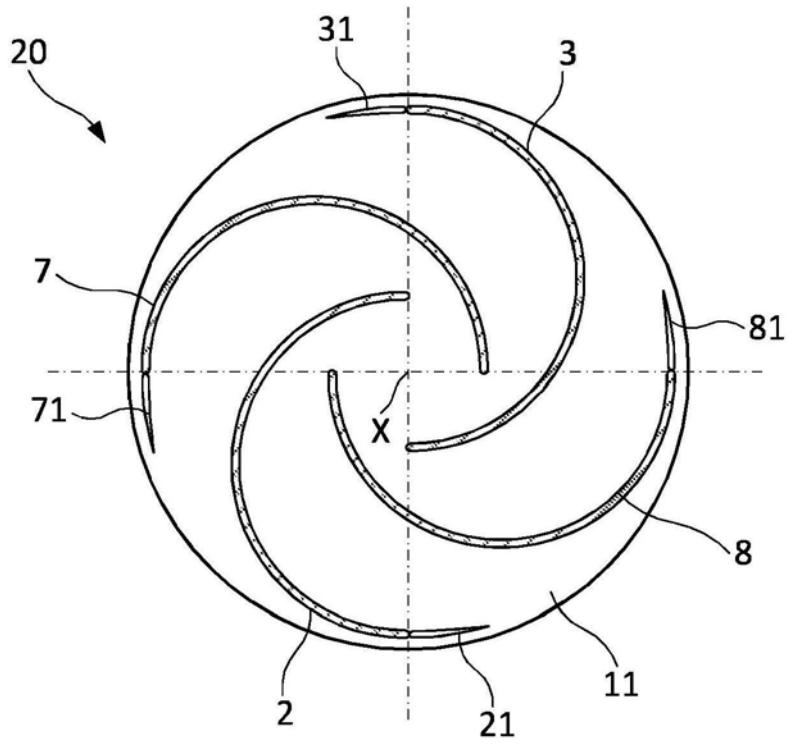


图9

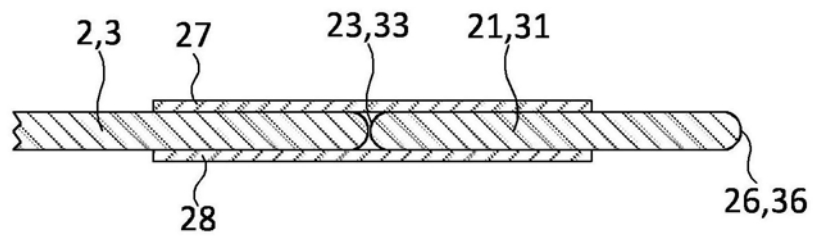


图10

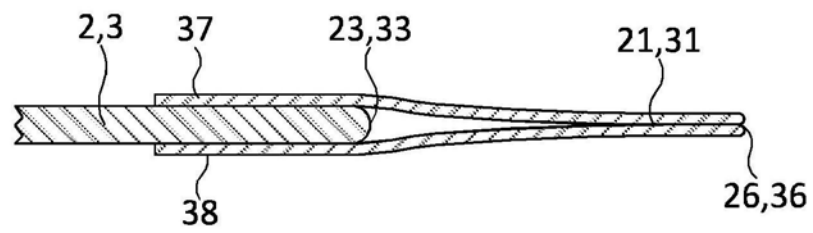


图11