

# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102395780 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 28

(21) 申请号 201080016748. 0

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 03. 29

F03D 1/04 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/425358 2009. 04. 16 US

12/629714 2009. 12. 02 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 10. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2010/029079 2010. 03. 29

(87) PCT申请的公布数据

W02010/120487 EN 2010. 10. 21

(71) 申请人 弗洛风力涡轮机设计公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 W. M. 普雷什 M. J. 沃勒

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 崔幼平 傅永霄

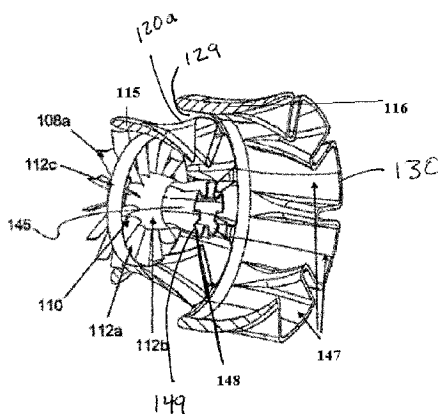
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 35 页

(54) 发明名称

风力涡轮机

(57) 摘要

风力涡轮机包括叶轮和围绕叶轮设置的涡轮护罩。叶轮围绕具有中心通路的中心主体，空气可通过该中心通路流过中心主体从而绕过叶轮。叶轮包括中心环和从其延伸的多个叶轮叶片。当空气穿过叶轮叶片时，其一部分能量用于转动叶片。之后，能量减少的空气与流过中心通路的空气混合。这种混合允许涡轮机的运转效率惯常地超过贝兹极限。



1. 一种风力涡轮机,包括:  
包括中心通路的中心主体;  
围绕所述中心主体设置并且包括多个叶轮叶片的叶轮;以及  
围绕所述叶轮设置的涡轮护罩。
2. 根据权利要求1所述的风力涡轮机,其中所述涡轮护罩是环形翼型的形状。
3. 根据权利要求1的风力涡轮机,其中所述涡轮护罩具有围绕排气端设置的多个混合器波瓣。
4. 根据权利要求3所述的风力涡轮机,其中在所述涡轮护罩上的每个混合器波瓣均具有内部后缘角和外部后缘角,并且内部角和外部角独立地处于5至65度范围内。
5. 根据权利要求1所述的风力涡轮机,其中所述中心主体还包括围绕出口端设置的多个混合器波瓣。
6. 根据权利要求5所述的风力涡轮机,其中在所述中心主体上的每个混合器波瓣均具有内部后缘角和外部后缘角,并且内部角和外部角独立地处于5至65度范围内。
7. 根据权利要求1所述的风力涡轮机,还包括在混合器护罩下游且与混合器护罩同轴的喷射器护罩,其中混合器护罩出口延伸到喷射器护罩入口内。
8. 根据权利要求7所述的风力涡轮机,其中所述喷射器护罩是环形翼型的形状。
9. 根据权利要求7所述的涡轮机,其中所述喷射器护罩具有围绕喷射器护罩出口的混合器波瓣构成的环。
10. 根据权利要求9所述的风力涡轮机,其中在所述喷射器护罩上的每个混合器波瓣均具有内部后缘角和外部后缘角,并且内部角和外部角独立地处于5至65度范围内。
11. 根据权利要求1所述的风力涡轮机,其中所述叶轮是转子/定子组件,所述转子/定子组件包括转子和定子,  
其中所述定子具有至少一相绕组;并且  
其中所述转子具有中心环、外部环、在所述中心环和所述外部环之间延伸的多个转子叶片、以及在所述外部环上的多个永磁体。
12. 根据权利要求11所述的风力涡轮机,其中所述多个永磁体沿所述外部环的后端定位。
13. 根据权利要求1所述的风力涡轮机,还包括用于使得风力涡轮机与气流方向对准的翼片。
14. 根据权利要求1所述的风力涡轮机,其中所述涡轮护罩具有非圆形前部横截面。
15. 根据权利要求1所述的风力涡轮机,其中所述涡轮护罩的入口面积大于所述涡轮护罩的出口面积。
16. 根据权利要求1所述的风力涡轮机,还包括位于所述中心主体内且连接到所述叶轮的发电机。
17. 一种风力涡轮机,包括:  
包括中心通路的中心主体;  
围绕所述中心主体旋转的转子组件;  
围绕所述转子组件的涡轮护罩;以及  
在所述转子组件上游并且将所述涡轮护罩连接到所述中心主体的定子组件;

其中所述中心通路包括围绕其出口端设置的多个混合器波瓣。

18. 根据权利要求 17 所述的风力涡轮机,其中所述涡轮护罩具有围绕排气端设置的多个混合器波瓣,其中在所述涡轮护罩上的每个混合器波瓣均具有内部后缘角和外部后缘角,并且内部角和外部角独立地处于 5 至 65 度范围内。

19. 根据权利要求 17 所述的风力涡轮机,还包括在混合器护罩下游且与混合器护罩同轴的喷射器护罩,其中混合器护罩出口延伸到喷射器护罩入口内。

20. 根据权利要求 19 所述的风力涡轮机,其中所述喷射器护罩具有围绕喷射器护罩出口的混合器波瓣构成的环,其中在所述喷射器护罩上的每个混合器波瓣均具有内部后缘角和外部后缘角,并且内部角和外部角独立地处于 5 至 65 度范围内。

21. 根据权利要求 17 所述的风力涡轮机,其中所述定子具有至少一相绕组;并且

其中所述转子具有中心环、外部环、在所述中心环和所述外部环之间延伸的多个转子叶片、以及在所述外部环上的多个永磁体。

## 风力涡轮机

[0001] 本申请是 2008 年 3 月 24 日提交的美国专利申请序列号 12/054,050 的部分继续申请,该美国专利申请要求 2007 年 3 月 23 日提交的美国临时专利申请序列号 60/919,588 的优先权。本申请还是 2009 年 4 月 16 日提交的美国专利申请序列号 12/425,358 的部分继续申请,该美国专利申请是 2008 年 3 月 24 日提交的美国专利申请序列号 12/053,695 的部分继续申请,其要求 2007 年 3 月 23 日提交的美国临时专利申请序列号 60/919,588 的优先权。美国专利申请序列号 12/425,358 也要求 2008 年 4 月 16 日提交的美国临时专利申请序列号 61/124,397 的优先权。本申请还是 2009 年 12 月 2 日提交的美国专利申请序列号 12/629,714 的部分继续申请,该美国专利申请要求 2008 年 12 月 2 日提交的美国临时专利申请序列号 61/119,078 的优先权。这些申请的公开内容全部并入本文以供参考。

### 技术领域

[0002] 本公开内容涉及风力涡轮机,例如轴流风力涡轮机。具体而言,风力涡轮机包括转子或叶轮,其围绕具有开放中心通路(即,中心孔口)的中心主体。中心通路允许空气流过中心主体并绕过转子或叶轮。之后,该空气与其他空气流混合从而提高风力涡轮机/发电机的效率。

### 背景技术

[0003] 在此方面,风力涡轮机通常包含螺旋桨式装置,其被称为“转子”或“叶轮”,其面向运动空气流。当空气撞击叶轮时,空气以导致叶轮绕其中心旋转的方式在叶轮上产生力。叶轮通过联接件连接到发电机或机械装置,该联接件例如齿轮、带、链或其他器件。这样的涡轮机被用于产生电力并且给电池供电。它们还被用于驱动旋转泵和/或运动机械部件。通常会在大型发电“风场”中发现风力涡轮机,该风场包含处于一定几何形态的多个这样的涡轮机,该几何形态被设计成允许在每个这样的涡轮机对彼此和/或周围环境产生最小影响的情况下汲取最大动力。

[0004] 当与其直径相比被置于具有非常大宽度的流动中时,叶轮将流体动力转换为旋转动力的能力由来流动力的 59.3% 这个被文献充分证明的理论值所限制,该值被称为“贝兹”极限,在 1926 年由 A. 贝兹所论证。这种生产率限制特别适用于被标为现有技术的图 1A 中呈现的传统多叶片轴向风力/水力涡轮机。

[0005] 现有风力涡轮机具有许多棘手的限制。这些限制包括低风速时的较差性能,因为当许多“优异风力”场地已经被占据并且工业上必须开始关注于“小风力”场地的技术时这是相关的。而且,因为针对损坏螺旋桨的不良包罩以及对于旋转部件的遮罩原因,存在安全性问题。此外,涡轮机所导致的恼人脉动噪音能够从来源传递很远,从而干扰位于较远距离的其他人。此外,会发生严重的飞鸟撞击和死亡事件,从而牵涉到野生生物问题。此外,由于强风和阵风所导致的昂贵的内部传动装置和昂贵的涡轮叶片更换问题,会存在高额的初次成本和续生成本。此外,现有涡轮机针对城市和郊区环境具有不良和/或不可接受的审美。最后,通过叶轮叶片的空气与不通过叶轮叶片的较高能量空气的不良混合会导致效率

低下。

[0006] 已经试图增加风力涡轮机性能潜能以超出“贝兹”极限。已经使用围绕叶轮的护罩或管道。例如参见 Hiel 等人的美国专利 No. 7, 218, 011 (见图 1B); de Geus 的美国专利 No. 4, 204, 799 (见图 1C); Oman 等人的美国专利 No. 4, 075, 500 (见图 1D); 以及 Tocher 的美国专利 No. 6, 887, 031。恰当设计的护罩会导致来流在其被集中到管道的中心时而加速。大体而言, 对于恰当设计的叶轮, 这种增加的流速会导致在叶轮上存在更大的力并且随之导致更高水平的动力汲取。不过通常, 由于较强风力所涉及的剪切力和张力的原因, 叶轮叶片会断裂。

[0007] 据传已经记录下两倍贝兹极限的值但其不能持续。参见 Igar, O. 的 Shrouds for Aerogenerators, 其发表于 1976 年 10 月的 AIAA Journal 上第 1481-83 页; Igar 和 Ozer 的 Research and Development for Shrouded Wind Turbines, 其发表于 Energy Cons. & Management 1981 年第 21 卷第 13-48 页; 以及参见由本申请人撰写的名称为“Ducted Wind/Water Turbines and Propellers Revisited”的 AIAA 技术笔记(“申请人”的 AIAA 技术笔记), 且其被许可公开。在申请人的信息公开声明中可以看到副本。不过, 实际中没有支持这样的主张, 并且现有测试结果没有确认在实际风力涡轮机应用中可实现这样的增益。

[0008] 为了实现这种动力和效率的增加, 必须使得护罩和叶轮的空气动力学设计与经常高度变化的流体入流速度水平紧密地协调。这种空气动力学设计考虑也在流式涡轮机对于其环境的后续影响以及风场设计的生产率水平中起到显著作用。

[0009] 当试图改进现有技术时, 早已提出了管道式(也被称为是护罩式)构思。其始终提供了诱人的证据, 即它们可以提供显著优于传统无管道设计的益处。不过至今还没有足够成功地大量投入市场。这明显是由于当前设计包括如下的几个主要缺点: (a) 它们通常采用基于螺旋桨的空气动力学原理与涡轮机空气动力学原理间的关系, (b) 它们不采用针对噪音和流动改善的原理, 以及 (c) 它们缺少等价于“贝兹 / 施密茨理论”的基于基本原理的管道式风力 / 水力涡轮机设计理论, 所述“贝兹 / 施密茨理论”已经被广泛用于无管道构造。

[0010] 喷射器是公知的且被文献记载的流体喷射泵, 其将流动汲取到系统中且因而增加通过该系统的流动速率。混合器 / 喷射器是对于入流条件相对较不敏感的这种喷射泵的简略紧凑形式并且已经广泛地用于涉及音速附近或高于音速的流速的高速射流推进应用。例如参见 Walter M. Presz, Jr 博士的美国专利 No. 5, 761, 900, 其同样使用下游的混合器来增加推力且同时减少因排放产生的噪音。Presz 博士是本申请的共同发明人。

[0011] 气体涡轮机技术还没有被成功地应用于轴流风力涡轮机。该缺陷具有多个原因。现有风力涡轮机使用无护罩涡轮叶片来汲取风能。因此, 接近风力涡轮机叶片的大量流动围绕叶片流动且不穿过叶片。而且, 在空气接近现有风力涡轮机时, 空气速度显著减小。这些效果均导致通过涡轮机的低流动速度。这种低速度最小化了气体涡轮机技术(例如定子 / 叶轮原理)的潜在益处。已有的护罩式风力涡轮机方法已经关注于出口扩散器来增加涡轮叶片速度。扩散器通常需要较长长度来实现良好性能, 其通常包括沿轴向长度带有开口的管状结构从而允许管内的水与管外的水缓慢的扩散式混合。扩散器还趋向于对于来流变化非常敏感。这种长的对流动敏感的扩散器在风力涡轮机设施中是不实际的。短的扩散器会停滞 / 失速(stall), 因而减小了系统的能量转换。而且, 在速度被加速情况下进行理想

的涡轮机能量汲取时可能不能实现所需的下游扩散。这些效果已经妨碍了使用气体涡轮机技术来实现更有效的风力涡轮机的已有尝试。

[0012] 因此,本公开内容的目标在于提供一种轴流风力涡轮机,其应用先进的流体动力学混合器/喷射器泵原理来始终地传送充分高于贝兹极限的动力水平。

[0013] 另一个目标在于提供一种改进的轴流风力涡轮机,其应用低能空气与高能空气的独特流动混合(针对风力涡轮机)和控制装置来增加其生产率并且最小化其伴生流场对于其邻近范围内(例如风场中)周围环境的影响。

[0014] 另一个目标在于提供一种改进的轴流风力涡轮机,其泵送更多流动通过叶轮并且之后使得低能涡轮机离开流体与高能旁路风流动在离开系统之前快速地混合。

[0015] 与上述目标相称的一个更具体目标在于提供一种轴流风力涡轮机,其相对安静且更安全地用于居民区。

## 发明内容

[0016] 公开了一种用于产生动力的混合器/喷射器风力涡轮机系统(这里被称为“MEWT”),其结合了流体动力学喷射器原理、先进的流动混合和控制装置以及可调动力涡轮机。

[0017] 在一些实施例中公开的是包括中心主体、叶轮和涡轮护罩的风力涡轮机。中心主体包括中心通路。叶轮围绕中心主体设置并且包括多个叶轮叶片。涡轮护罩围绕叶轮设置。中心通路允许空气从涡轮护罩的一端流向另一端且不经叶轮。

[0018] 涡轮护罩可以是环形翼型的形状。可替代地,涡轮护罩具有围绕排气端设置的多个混合器波瓣。在涡轮护罩上的每个混合器波瓣均具有内部后缘角和外部后缘角,并且内部角和外部角独立地处于5至65度的范围内。

[0019] 中心主体还可以包括围绕出口端设置的多个混合器波瓣。在中心主体上的每个混合器波瓣均具有内部后缘角和外部后缘角,并且内部角和外部角独立地处于5至65度的范围内。

[0020] 风力涡轮机还可以包括在混合器护罩下游且与混合器护罩同轴的喷射器护罩。混合器护罩出口延伸到喷射器护罩入口内。

[0021] 喷射器护罩可以是环形翼型的形状。可替代地,喷射器护罩具有围绕喷射器护罩出口的混合器波瓣构成的环。在喷射器护罩上的每个混合器波瓣均具有内部后缘角和外部后缘角,并且内部角和外部角独立地处于5至65度的范围内。

[0022] 叶轮能够是转子/定子组件,转子/定子组件包括转子和定子。定子具有至少一相绕组。转子具有中心环、外部环、在中心环和外部环之间延伸的多个转子叶片以及在外部环上的多个永磁体。在一些实施例中,多个永磁体沿外部环的后端设置。可替代地,风力涡轮机还可以包括位于中心主体内且连接到叶轮的发电机。

[0023] 风力涡轮机还可以包括翼片或定向叶瓣以便使得风力涡轮机对准于气流方向。涡轮护罩可以具有非圆形前部横截面。涡轮护罩的入口面积能够大于涡轮护罩的出口面积。

[0024] 其他实施例中公开的是包括中心主体、转子组件和定子组件的风力涡轮机。中心主体包括中心通路。转子组件围绕中心主体旋转。涡轮护罩围绕转子组件。定子组件处于转子组件上游并且将涡轮护罩连接于中心主体。中心通路包括围绕其出口端设置的多个混

合器波瓣。

[0025] 对于优选 MEWT 的基于基本原理 (first-principles-based) 的理论分析指出 MEWT 在相同前部面积的情况下与其无护罩对应示例相比能够产生三倍或更多倍的动力, 并且使得风场的生产率增加为两倍或更多倍。

[0026] 当结合附图阅读下述文字描述时将更加显而易见到本公开内容的其他目标和优点。

#### 附图说明

[0027] 下面是对于附图的简要描述, 其被呈现用于图释这里描述的公开内容而不是对其进行限制。

[0028] 被标为“现有技术”的图 1A、图 1B、图 1C 和图 1D 示出了常规和现有涡轮机的示例。

[0029] 图 2 是本公开内容的示例性风力涡轮机的部件的分解图。

[0030] 图 3 是附连到支撑塔的示例性风力涡轮机的前透视图。

[0031] 图 4 是本公开内容的风力涡轮机的另一示例性实施例的前透视图。

[0032] 图 5 是本公开内容的风力涡轮机的附加示例性实施例的后横截面透视图。

[0033] 图 6 是具有用于风力对准的翼片或定向叶瓣的示例性风力涡轮机的主视图。

[0034] 图 7A 是具有涡轮护罩和喷射器护罩的风力涡轮机的另一示例性实施例的前透视图。涡轮护罩包括混合器波瓣, 而喷射器护罩具有环形翼型形状。

[0035] 图 7B 是喷射器护罩被去除的图 7A 的涡轮机的部分前横截面图, 其示出了在涡轮护罩上的混合器波瓣。

[0036] 图 7C 是喷射器护罩被去除的图 7A 的涡轮机的部分后横截面图, 其示出了在涡轮护罩上的混合器波瓣。中心通路不包括混合器波瓣。

[0037] 图 7D 是图 7A 的涡轮机的完整横截面图。

[0038] 图 8A 是具有涡轮护罩和喷射器护罩的风力涡轮机的另一示例性实施例的完整后横截面图。涡轮护罩包括混合器波瓣, 而喷射器护罩具有环形翼型形状。中心通路还包括混合器波瓣。

[0039] 图 8B 是图 8A 的涡轮机的完整前横截面图。

[0040] 图 9A 是具有涡轮护罩和喷射器护罩的风力涡轮机的附加示例性实施例的完整后横截面图。涡轮护罩、喷射器护罩和中心通路各自包括混合器波瓣。

[0041] 图 9B 是图 9A 的涡轮机的完整前横截面图。

[0042] 图 10 是具有中心通路的 MEWT 的又一示例性实施例的前透视图。

[0043] 图 11 是图 10 的 MEWT 的侧横截面图。

[0044] 图 12A 和图 12B 是图 11 的 MEWT 的混合波瓣的放大图。

[0045] 图 13A 和图 13B 是风力涡轮机的放大侧视图并且示出了用于控制通过涡轮机的流体流动的阻流门和可旋转定子叶瓣的使用。

[0046] 图 14 是具有中心通路的 MEWT 的另一示例性实施例的剖切图, 其示出了环形发电机的定子部分。

[0047] 图 15 是具有中心通路的 MEWT 的另一示例性实施例的剖切图, 其示出了环形发电机的转子部分。

- [0048] 图 16 是示出了环形发电机的相对于彼此的转子和定子的特写图。
- [0049] 图 17 是示例性转子的主视图。
- [0050] 图 18 是示例性转子的侧视图。
- [0051] 图 19 是示例性定子的主视图。
- [0052] 图 20 是示例性定子的侧视图。
- [0053] 图 21 是示出了通过具有混合器波瓣的中心主体的中心通路的较快空气流动的图示。
- [0054] 图 22 是示出了围绕具有混合器波瓣的中心主体的较慢空气流动的图示。通过从通过叶轮的较快空气移除能量来形成较慢空气。
- [0055] 图 23 是示出了较快空气流和较慢空气流的汇合的图示。
- [0056] 图 24 是示出了通过较快空气流和较慢空气流的汇合所形成的漩涡的图示。
- [0057] 图 25 是示出了通过中心主体上的混合器波瓣所形成的一系列最终漩涡的图示。
- [0058] 图 26 是示出了具有混合器波瓣的中心主体的横截面图。

### 具体实施方式

[0059] 通过参考附图能够获得对于这里公开的部件、过程和设备的更加全面的理解。这些附图仅为了方便且易于展示本发明改进而是示意性示图，并且因此不试图表示其装置或部件的相对尺寸和大小以及 / 或者限定或限制示例性实施例的范围。

[0060] 虽然为了清楚表达在下文中使用了特定术语，不过这些术语不试图仅指代被选择以描述附图的实施例中的具体结构并且不试图限定或限制本公开内容的范围。在附图和下文描述中，应该理解同样的附图标记指代具有同样功能的部件。

[0061] 与某一量相关的修饰词“大约”包括所声明的值并且具有上下文指出的含义(例如，其至少包括与具体量的测量相关联的误差程度)。因此，当在范围情况下使用时，修饰词“大约”同样应该被理解为公开了两个端点的绝对值所限定的范围。例如范围“从大约 2 至大约 4”同样公开了范围“从 2 至 4”。

[0062] 风力涡轮机能够理论上捕获通过其的风力潜能的至多 59.3%，最大值被称为贝兹极限。风力涡轮机所捕获的能量的量也能够被称为涡轮机的效率。MEWT 可以超过贝兹极限。

[0063] 图 1A-1D 示出了现有技术的风力涡轮机。这种涡轮机被贝兹极限所限制。

[0064] 混合器 - 喷射器动力系统(MEPS)提供了从风流中产生动力的独特且改进的手段。MEPS 包括：

- 主管道，其包含从主流中汲取动力的涡轮叶片或螺旋桨叶片；以及
- 单级或多级混合器 - 喷射器，以便使用每个这样的混合器 / 喷射器级来摄取流动，其包括混合管道以便用于引入次级流动并且为喷射器级提供流动混合长度。混合管道入口轮廓被设计成最小化流动损失且同时提供良好喷射器性能所必须的压力。

[0065] 所得到的混合器 / 喷射器通过如下方式增强了动力系统的运转特征：(a) 增加通过系统的流量，(b) 减小涡轮叶片上的背压，以及(c) 减少从系统传播的噪音。

[0066] MEPS 可以包括：

- 管道外形的曲度(camber)，以便增加流入且通过系统的流量；



- 在主管道和混合管道中的声学处理以用于主管道中的噪音减弱导流叶瓣来控制涡流,和 / 或适于削弱涡流效果的混合器波瓣;

- 涡轮状叶瓣空气动力学设计,其基于最新理论动力限制以便研发各类短且结构稳健的构造,这些构造可以具有多行叶片和 / 或多行反向对转叶片;

- 在混合管道上的出口扩散器或喷嘴,其进一步改进整个系统的性能;

- 入口和出口区域,其在横截面上是非圆形的以便适应安装限制;

- 在其外部下表面上的转动接头,其用于安装在竖直台架 / 塔架上从而允许将系统转动到风流中;

- 竖直空气动力学稳定器叶瓣或定向叶瓣,其被安装在具有调整片的管道的外部以便将系统保持成指向风;或者

- 在多级喷射器系统的单级上的混合器波瓣。

[0067] 具体参考附图,图 2-9B 示出了申请人的具有混合器和喷射器的轴流风力涡轮机(“MEWT”)的替代性实施例。

[0068] 在实施例中,MEWT 100 是轴流涡轮机,其包括:

(a) 具有空气动力学轮廓的涡轮护罩 102;

(b) 在涡轮护罩 102 内且附连于涡轮护罩 102 的具有空气动力学轮廓的中心主体 103;

(c) 涡轮级 104,其围绕中心主体 103 且包括由定子叶瓣(例如 108a)构成的定子环 106 以及叶轮或转子 110,该叶轮或转子 110 具有在定子叶瓣下游且与定子叶瓣“共线”(即,叶轮叶片的前缘基本对准于定子叶瓣的后缘)的叶轮或转子叶片(例如 112a),其中:

(i) 定子叶瓣(例如 108a)被安装在中心主体 103 上;

(ii) 叶轮叶片(例如 112a)通过安装在中心主体 103 上的内部和外部环或箍被附连且保持在一起;

(d) 在涡轮护罩 102 的末端区域(即端部部分)上具有混合器波瓣(例如 120a)构成的环的混合器 118,其中混合器波瓣(例如 120a)向下游延伸超过叶轮叶片(例如 112a);以及

(e) 喷射器 122,其包括护罩 128,围绕涡轮护罩上的混合器波瓣(例如 120a)构成的环,其中混合器波瓣(例如 120a)向下游延伸且延伸到喷射器护罩 128 的入口 129 内。

[0069] 注意到,涡轮机 100 包括沿涡轮机 100 的中心轴线的开放中心通路 145。中心通路 145 延伸通过中心主体 103 和叶轮 110。

[0070] 如图 3 所示,MEWT 100 的中心主体 103 优选地通过定子环 106 (或其它手段)连接到涡轮护罩 102,从而消除当涡轮机的叶片尾流撞击支撑塔时传统风力涡轮机所产生的破坏性的、恼人且长距离传播的低频声音。涡轮护罩 102 和喷射器护罩 128 的空气动力学外形优选地具有空气动力学曲度从而增加通过涡轮机转子的流动。

[0071] 申请人针对优选实施例 100 的最佳效率计算了喷射器泵 122 的面积比,其由喷射器护罩 128 出口面积比涡轮护罩 102 出口面积所限定,在 1.5 至 3.0 之间。混合器波瓣(例如 120a)的数量将在 6 至 14 之间。各波瓣均具有在 5 至 65 度之间的内部和外部后缘角。这些角度是从在混合波瓣的出口处画出的切线直至与涡轮机的轴向中心平行的中心线来测量的。主波瓣出口位置将位于或靠近喷射器护罩 128 的进入位置或入口 129。波瓣通道的高-宽比将在 0.5 至 4.5 之间。混合器穿透度将在 50% 至 80% 之间。中心主体 103 栓塞后缘角(plug trailing edge angle)将是三十度或更小。整个 MEWT 100 的长度比直径(L/

D)将在 0.5 至 1.25 之间。

[0072] 图 4 是具有开放中心通路 145 的风力涡轮机的另一实施例。涡轮护罩 115 同心地围绕叶轮,可以看见叶轮的叶轮叶片 112a。涡轮护罩 115 包括在其下游边缘 150 上的混合元件 146,或者换言之混合元件被定位成围绕涡轮护罩的出口端或后端。定子组件 108 位于叶轮前方并且包括多个定子叶瓣 108a。涡轮护罩 115 是其吸力侧(即低压侧)处于护罩内部的翼型形状。喷射器护罩 116 与涡轮护罩 115 同轴。喷射器护罩还包括在其下游边缘 151 上的混合元件 147,或者换言之混合元件被定位成围绕喷射器护罩的出口端或后端。这里,混合元件被描绘为槽。

[0073] 图 5 示出了另一示例性风力涡轮机的后横截面透视图。定子叶瓣 108a 位于叶轮 112 的前方。叶轮 112 本身包括叶轮叶片 112a、中心环 112b 和外部叶轮环 112c。中心主体 103 包括开放通路 145。如这里所示,中心主体还包括在其下游边缘 149 上的多个混合元件,这里被示为混合器波瓣 148,或者换言之,混合元件被定位成围绕中心主体的出口端或后端。中心环 112b 允许叶轮 112 围绕中心主体 103 自由旋转。涡轮护罩 115 同心地围绕叶轮 112 并且包括涡轮护罩混合元件,这里被示为混合器波瓣 120a。喷射器护罩 116 同轴地围绕涡轮护罩 115。喷射器护罩 116 还包括多个混合器波瓣 130。涡轮护罩 115 的混合器波瓣 120a 延伸到喷射器护罩的入口 129 内。

[0074] 图 6 示出了风力涡轮机的一种实施例,其具有翼片或定向叶瓣 136 以便使得涡轮机对准于风流动的方向。这里的涡轮机被示为具有两个翼片;也可以想到具有不同数量的翼片。

[0075] 图 7A-7D 示出了风力涡轮机的另一实施例的各个视图。这里,风力涡轮机 100 具有涡轮护罩 115 和喷射器护罩 116。中心通路 145 存在于中心主体 103 内。这里,涡轮护罩 115 具有混合器波瓣 120a,而喷射器护罩 116 具有环形翼型形状。换言之,喷射器护罩 116 呈曲面型。

[0076] 图 8A-8B 示出了风力涡轮机的另一实施例的两个视图。这种涡轮机类似于图 7A-7D 所示的涡轮机。不过中心通路还包括混合器波瓣 148。

[0077] 图 9A-9B 示出了风力涡轮机的另一实施例的两个视图。这里,涡轮护罩 115、喷射器护罩 116 和中心通路 145 均在其出口端上具有混合器波瓣 120a、130、148。

[0078] 图 10-13 示出了 MEWT 的另一实施例。在图 10 中的 MEWT 900 具有用于动力汲取的定子 908a 和转子 910 构造。涡轮护罩 902 围绕转子 910 并且由定子 908a 的叶片支撑或连接到定子 908a 的叶片。涡轮护罩 902 是其吸力侧(即低压侧)处于护罩内部的翼型形状。喷射器护罩 928 与涡轮护罩 902 同轴并且由在两个护罩之间延伸的连接件 905 支撑。在两个护罩之间形成环形区域。涡轮护罩 902 的后端被成形为形成不同的两组混合波瓣 918、920。高能混合波瓣 918 朝向混合器护罩 902 的中心轴线向内延伸,而低能混合波瓣 920 背离中心轴线向外延伸。中心通路 945 延伸通过涡轮机 900。如图 11 所示,在机舱或中心主体 903 的下游端上不存在混合元件。

[0079] 穿过定子 908a 的自由流空气 906 使其能量被转子 910 汲取。相对高能的空气 929 (见图 10) 绕过定子 908a 并且由高能混合波瓣 918 引入到涡轮护罩 902 背后。类似地,相对高能的空气 931 流动通过中心通路 945。低能混合波瓣 920 导致来自转子 910 下游的相对低能的空气与所述高能空气 929、931 混合。这种混合效果将在下文更加详细地被描述。

[0080] 在图 11 中可以看到机舱 903 和低能混合波瓣 920 的后缘以及高能混合波瓣 918 的后缘。喷射器护罩 928 用于吸入高能空气 929。

[0081] 在图 12A 中,沿高能混合波瓣 918 的内部后缘 957 画切线 952。存在涡轮护罩 902 的后平面 951。中心线 950 被形成为与后平面 951 相切,其相交于低能混合波瓣 920 和高能混合波瓣 918 汇聚的点。通过切线 952 和中心线 950 的相交而形成了角  $\Phi_2$ 。这个角  $\Phi_2$  在 5 至 65 度之间。换言之,高能混合波瓣 918 相对于涡轮护罩 902 形成 5 至 65 度之间的角  $\Phi_2$ 。

[0082] 在图 12B 中,沿低能混合波瓣 920 的内部后缘 955 画切线 954。通过切线 954 和中心线 950 的相交而形成角  $\Phi$ 。这个角  $\Phi$  在 5 至 65 度之间。换言之,低能混合波瓣 920 相对于涡轮护罩 902 形成 5 至 65 度之间的角  $\Phi$ 。

[0083] 图 13A 和图 13B 示出了可以被任选地包括以控制进入风力涡轮机的空气流动的两种不同机构。图 13A 示出了阻流门 140a、140b。所述门能够打开(140b)或关闭(140a)从而当因为大风速而可能造成对发电机或其它部件的损坏时减少或停止通过涡轮机的流动。在图 13B 中,能够在现场机械地改变定子叶瓣 108 的出口角(即叶瓣能够枢转或是可旋转的)(如附图标记 142 所示)从而适应流体流速度的变化以便确保最小化离开转子的流动中的残存涡流。

[0084] 图 14 和图 15 示出了本公开内容的风力涡轮机 400 的另一示例性实施例。涡轮机 400 包括混合器护罩 402 和喷射器护罩 404。混合器护罩 402 封罩转子/定子组件 406。定子叶瓣 408 在混合器护罩 402 和机舱或中心主体 403 之间延伸。中心通路 445 穿过中心主体 403 和定子/转子组件 406。附连支柱 410 使得混合器护罩 402 连结或连接于喷射器护罩 404。

[0085] 转子/定子组件 406 作为永久环形发电机运转。参考图 15-20,永磁体 440 被安装在转子 420 上。一相或多相绕组 432 被安装在定子 430 内。当转子旋转时,由磁体 440 产生恒定旋转磁场。这个磁场在相绕组 432 中感生交流(AC)电压从而产生能够被捕获的电能。与感应发电机相比,永久环形发电机的一个优点在于,感应发电机需要来自电网本身的动力来形成磁场。相比之下,永磁体发电机不需要来自电网的动力来产生电能。

[0086] 各相绕组均由串联线圈构成。在具体实施例中,定子具有串联连接以产生三相电能的三相绕组。各绕组均包含间隔 9 度串联的 40 个缠绕线圈,使得三相绕组的组合覆盖了定子的 360 度圆周。图 19 和图 20 分别从前面和侧面示出了组装好的定子 430。

[0087] 图 15 被剖切以便示出永磁体 440。现在参考图 17 和图 18,转子 450 包含中心环 460 和外部环 470。转子叶片 480 在中心环 460 和外部环 470 之间延伸,从而将其连接在一起。返回参考图 14,中心主体 403 延伸通过中心环 460 以便支撑转子 450 并且相对于混合器护罩 402 固定转子 450 的位置。

[0088] 多个永磁体 440 位于外部环 470 上。磁体围绕转子的圆周且沿外部环 470 大致均匀地分布。如图 18 所示,在实施例中,磁体沿外部环的后端 472 被定位。在具体实施例中,存在每 4.5 度间隔的 80 个永磁体。磁极在外部环上被径向定向,即一个极比另一个极更靠近中心环。磁体被设置成使得其磁极交替,例如使得其北极向外定向的磁体被其南极向外定向的两个极围绕。磁体 440 由灌封材料 442 隔开,该材料 442 将磁体固定到转子 450。

[0089] 在实施例中,永磁体是稀土磁体,即由含稀土元素的合金形成。稀土磁体产生非常

强的磁场。在实施例中,永磁体是钕磁体,例如  $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ 。

[0090] 图 16 是示出转子 450 和定子 430 以及其相对彼此的关系的放大图。

[0091] 与传统的三叶片水平轴线风力涡轮机相比,这里描述的混合器-喷射器风力涡轮机的一个优点在于,典型涡轮机的叶片可能差不多 50 米长或更长。这导致叶片具有大的扫掠面积。不过,永磁体围住的面积更小。因为叶片面积与磁体面积的比非常大,所以环形发电机不能像其他情况下那么有效地转动。不过,MEWT 的面积比是大约 1:1,这允许更大的效率且产生更多动力。另一优点在于,MEWT 具有较低的“切入”速度(cut-in speed),即 MEWT 上的转子将在较低风速时开始转动并产生能量。通常,由于风力涡轮机的间歇发电原因,涡轮机不直接连接到电网,因为电能生成的波动会将电压和频率干扰带入到电网中。

[0092] 图 21-25 示出了产生能量或动力的方法,或者增加流体涡轮机的能量或动力的方法,或者从流体流中汲取额外量的能量的方法。

[0093] 如图 21 和图 22 所示,中心主体 800 具有出口或出口端 802。多个混合器波瓣 830 围绕这个出口 802 设置。仅示出中心主体的后部部分,并且没有示出中心主体上游的叶轮。第一流体流 810 穿过中心通路 845,而流过中心主体外侧的第二流体流 820 已经流动通过叶轮,从而导致从第二流体流汲取能量或动力,使得相比于第一流体流,第二流体流是相对较慢的流。附图标记 812 指代了当离开中心主体 800 的出口 802 时的第一流体流。

[0094] 参考图 26 的横截面图,每个混合器波瓣 830 均具有外部后缘角  $\alpha$  和内部后缘角  $\beta$ 。中心主体 800 具有中心轴线 804。相对于平面 840 测量角  $\alpha$  和  $\beta$ ,该平面 840 平行于中心轴线、垂直于中心主体的进入平面 806 且沿中心主体的表面 805。从顶点 842 测量该角,在顶点 842 处中心主体开始分叉从而形成混合器波瓣。在混合器波瓣的后缘上最外侧点 844 处测量外部后缘角  $\alpha$ ,而在混合器波瓣的后缘上的最内侧点 846 处测量内部后缘角  $\beta$ 。在一些实施例中,外部后缘角  $\alpha$  和内部后缘角  $\beta$  是不同的,而在另一些实施例中  $\alpha$  和  $\beta$  是相等的。在具体实施例中,内部后缘角  $\beta$  大于或小于外部后缘角  $\alpha$ 。如上所述,每个角能够独立地处于 5 至 65 度的范围内。

[0095] 如图 21 所示,混合器波瓣 830 导致第一流体流 812 在穿过涡轮机之后外扩。换言之,中心主体 800 背离中心轴线 804 引导相对高能的流体流 812。

[0096] 如图 22 所示,混合器波瓣 830 导致第二流体流 820 向内流动。换言之,中心主体 800 朝向中心轴线 804 引导相对低能的流体流 820。

[0097] 如图 23 所示,第一流体流 812 和第二流体流 820 因此以角  $\omega$  汇聚。角  $\omega$  通常处于 10 至 50 度之间。这种混合器护罩的设计采用了轴向涡旋的优点来混合两种流体流。

[0098] 如图 24 和图 25 所示,两种流体流 812、820 的汇聚导致两种流体流的“主动”混合。这不同于通常仅沿两种平行流体流的边界发生的“被动”混合。相比之下,这里的主动混合导致了两种流体流之间的实质性更大的能量传递。

[0099] 图 24 示出了通过相对高能的流体流 812 和相对低能的流体流 820 在一个混合器波瓣背后汇聚所形成的漩涡 850。图 25 示出了通过中心主体的出口 802 处的多个混合器波瓣 830 形成的一系列漩涡。漩涡被形成在中心主体 800 的背后。这种设计的另一优点在于,通过主动混合形成的一系列漩涡减少了在涡轮机下游发生湍流的距离。在常规涡轮机的情况下,最终的下游湍流通常意味着下游涡轮机必须被置于上游涡轮机的十倍直径距离远处,以便减少疲劳失效。相比之下,本发明的涡轮机能够被设置成更靠近在一起,从而允

许从流体捕获额外的能量。

[0100] 可替代地,中心主体 800 能够被看作将进入空气分离成快速第一流体流 810 和快速第二流体流 820。快速第一流体流穿过中心通路。快速第二流体流穿过叶轮并且从其汲取能量,从而导致沿中心主体的外部流动的慢速流体流 820,其相对慢于快速第一流体流。慢速流体流 820 之后与快速第一流体流 812 混合。

[0101] 包括中空中心主体的本公开内容的风力涡轮机提供了优于现有系统的独特益处。该风力涡轮机提供了更有效且高效的风力发电系统,并且显著增加了最大动力汲取潜能。该风力涡轮机是更安静、更便宜且更耐用的。该风力系统在低风速时更有效地运转并且在美学上更能被城市和郊区环境所接受。该风力涡轮机减少了飞鸟撞击、对于昂贵内部传动装置的需求以及由于强风和阵风导致的对于涡轮机更换的需求。该设计更加紧凑并且结构上更加稳健。该涡轮机对入口流动阻塞和 / 或涡轮机轴线与风向的对准较不敏感,并且使用先进的空气动力学来本身自动地对准于风向。高能空气和低能空气在涡轮机内的混合更有效率,这减少了湍流。

[0102] 已经参考优选实施例描述了示例性实施例。明显地,在阅读并理解上述具体描述的基础上将意识到各种变形和替代。示例性实施例旨在被理解成包括所有这样的变形和替代,只要它们落入所附权利要求或其等价物的范围内即可。

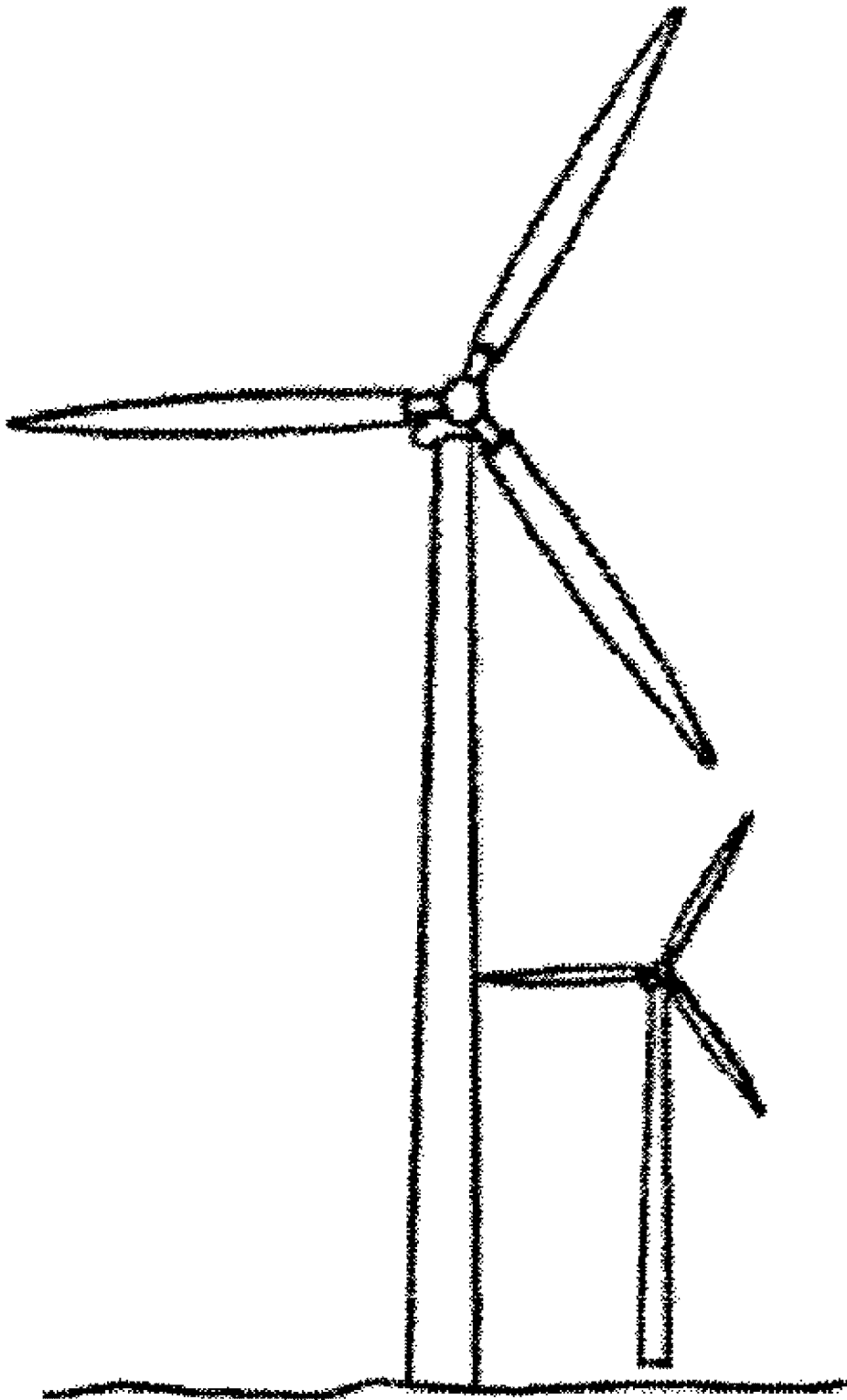


图 1A(现有技术)

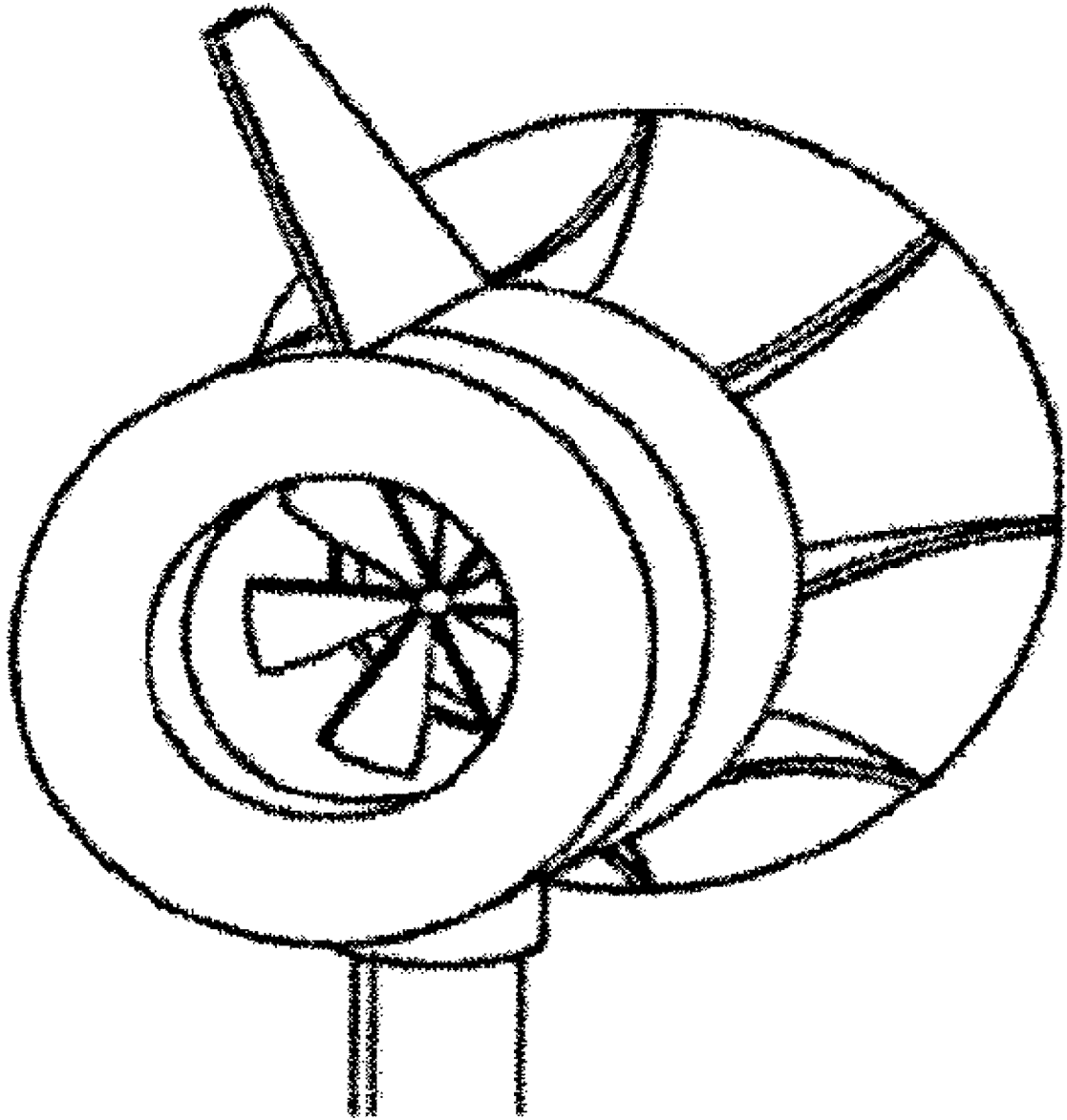


图 1B(现有技术)

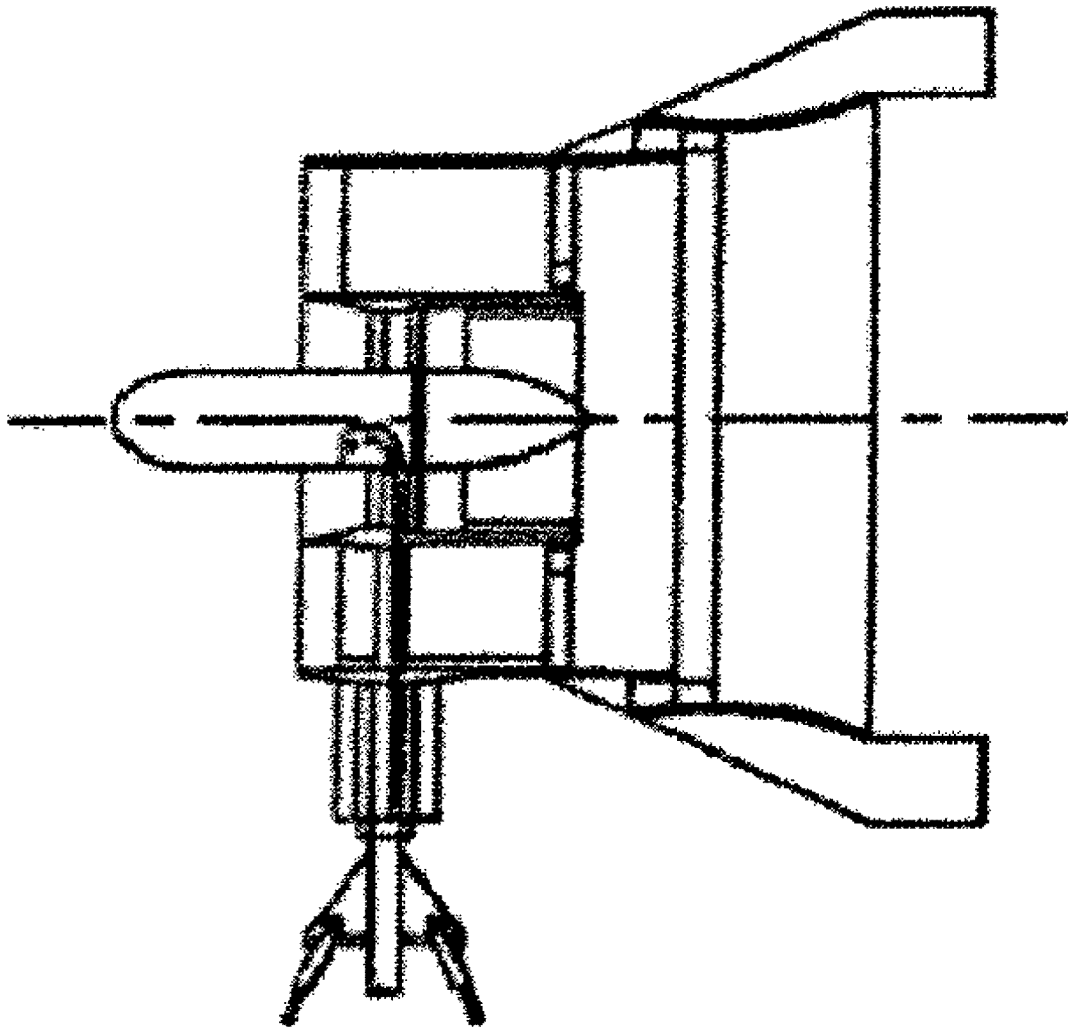


图 1C(现有技术)



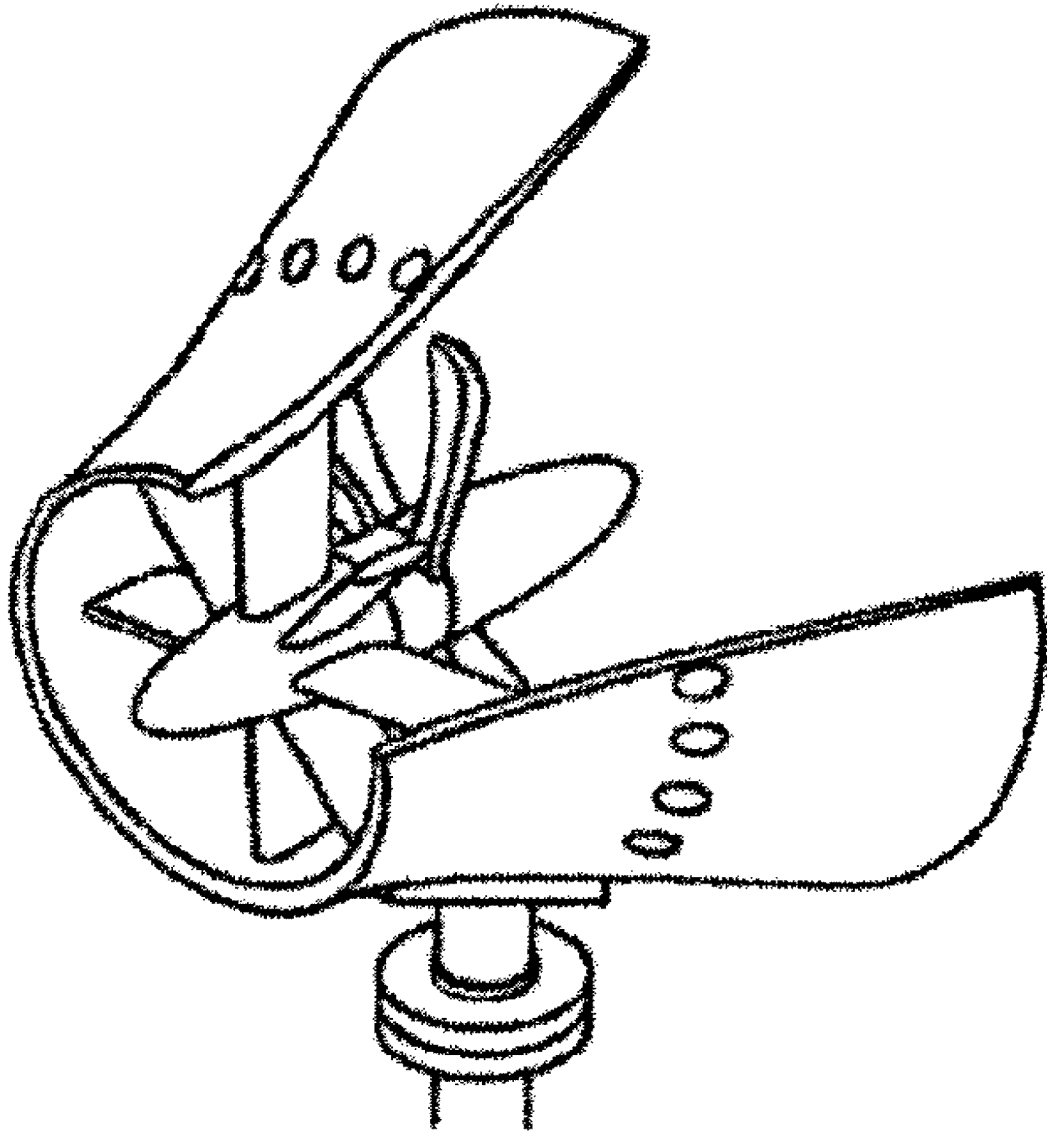


图 1D(现有技术)

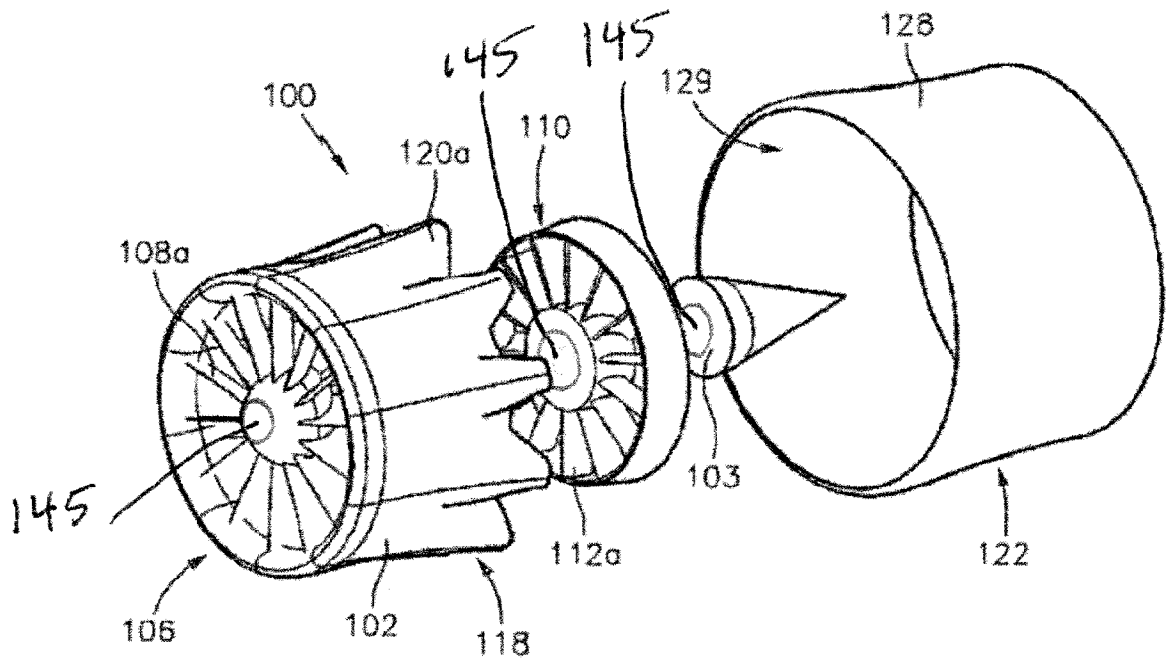


图 2

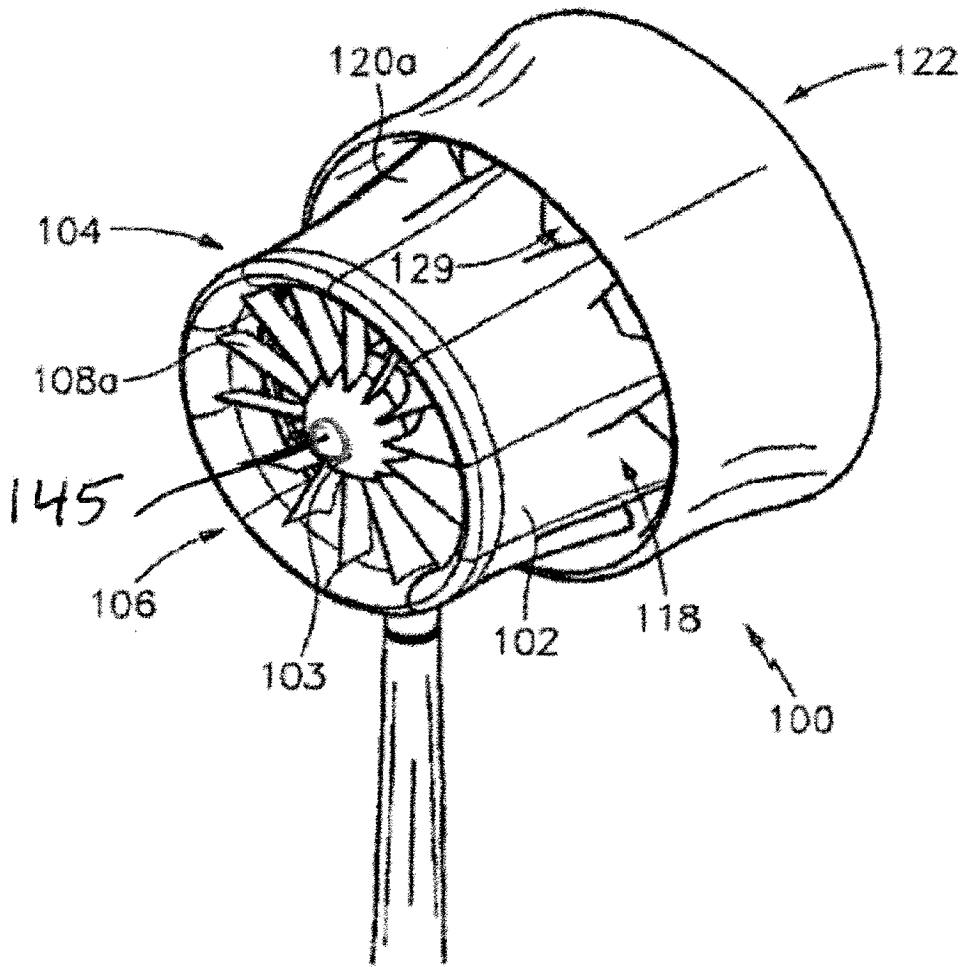


图 3

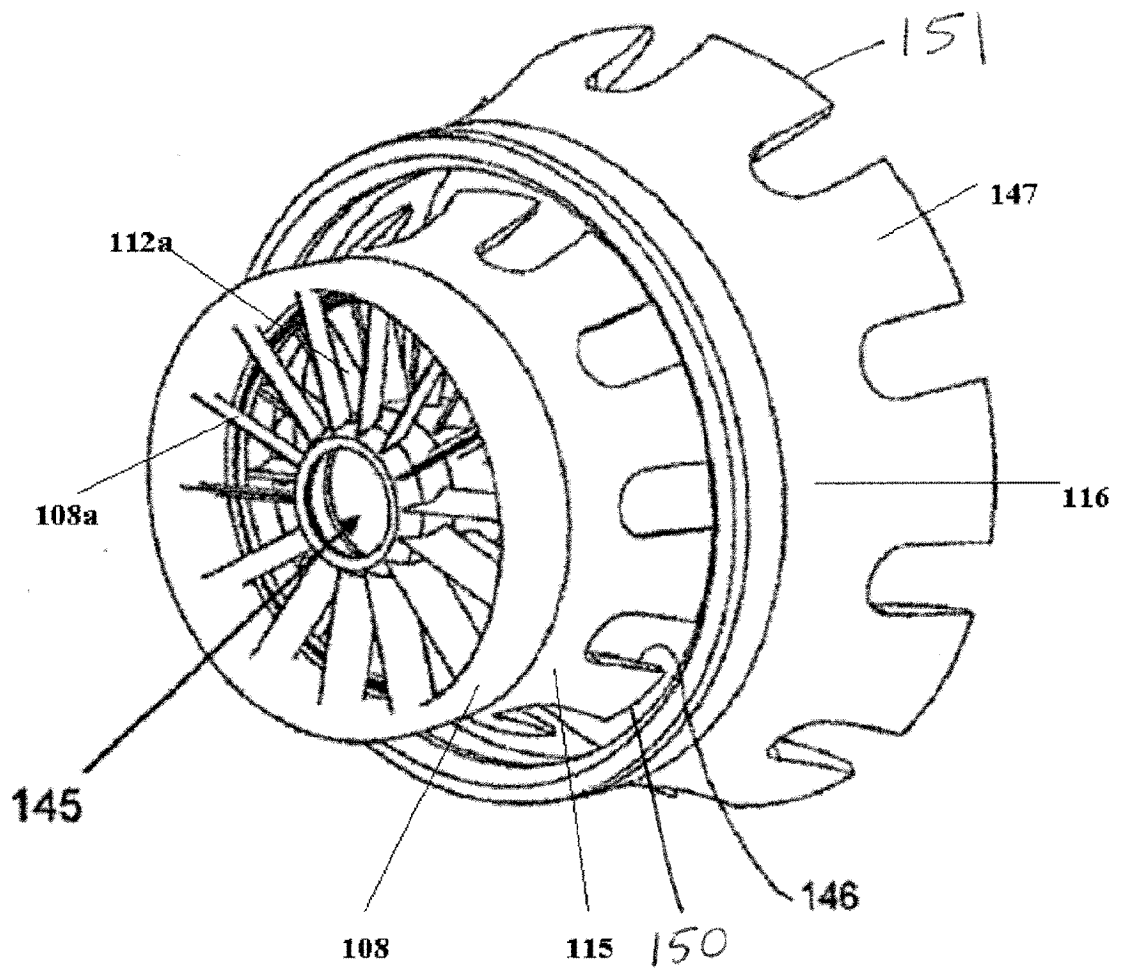


图 4

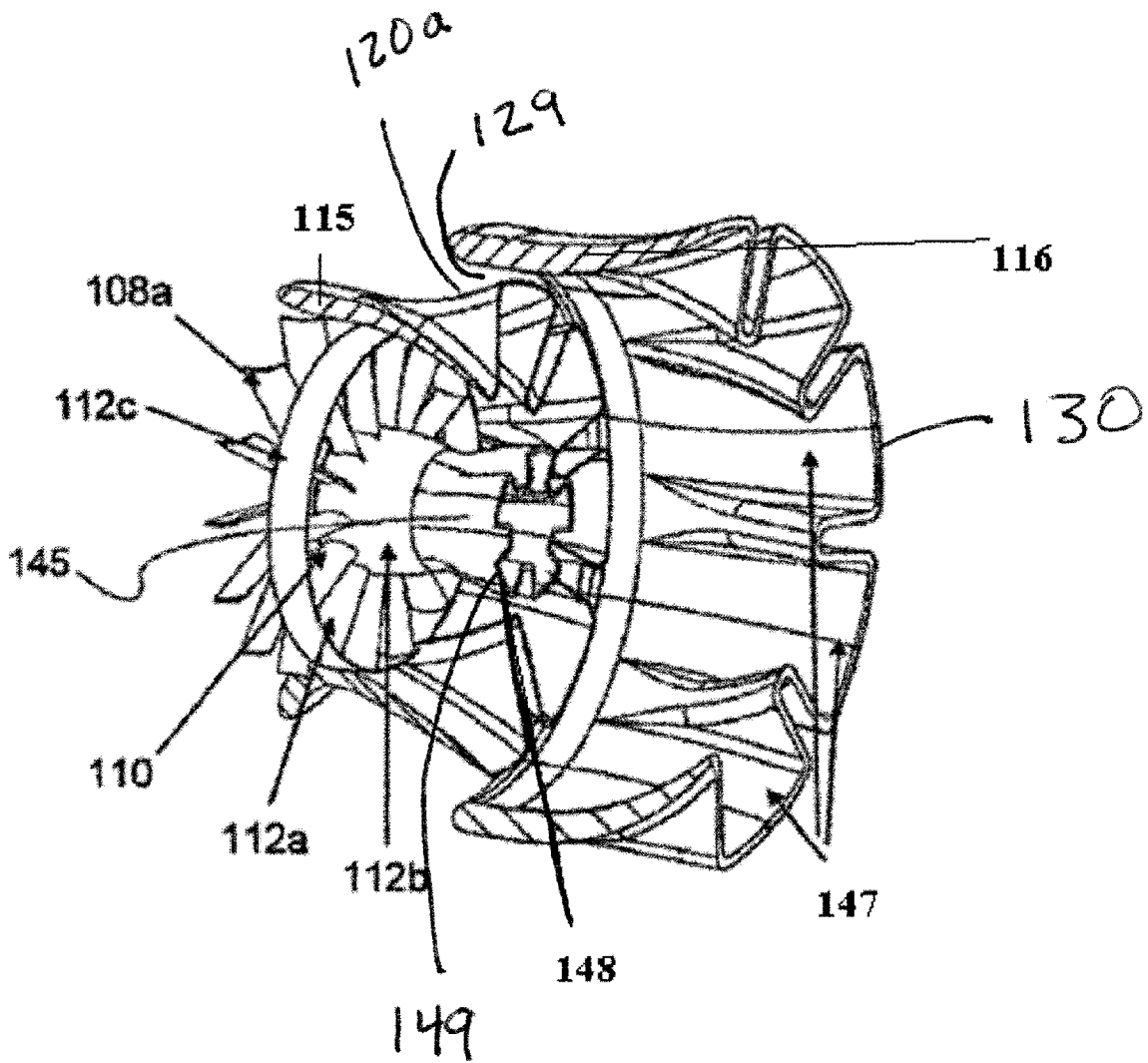


图 5

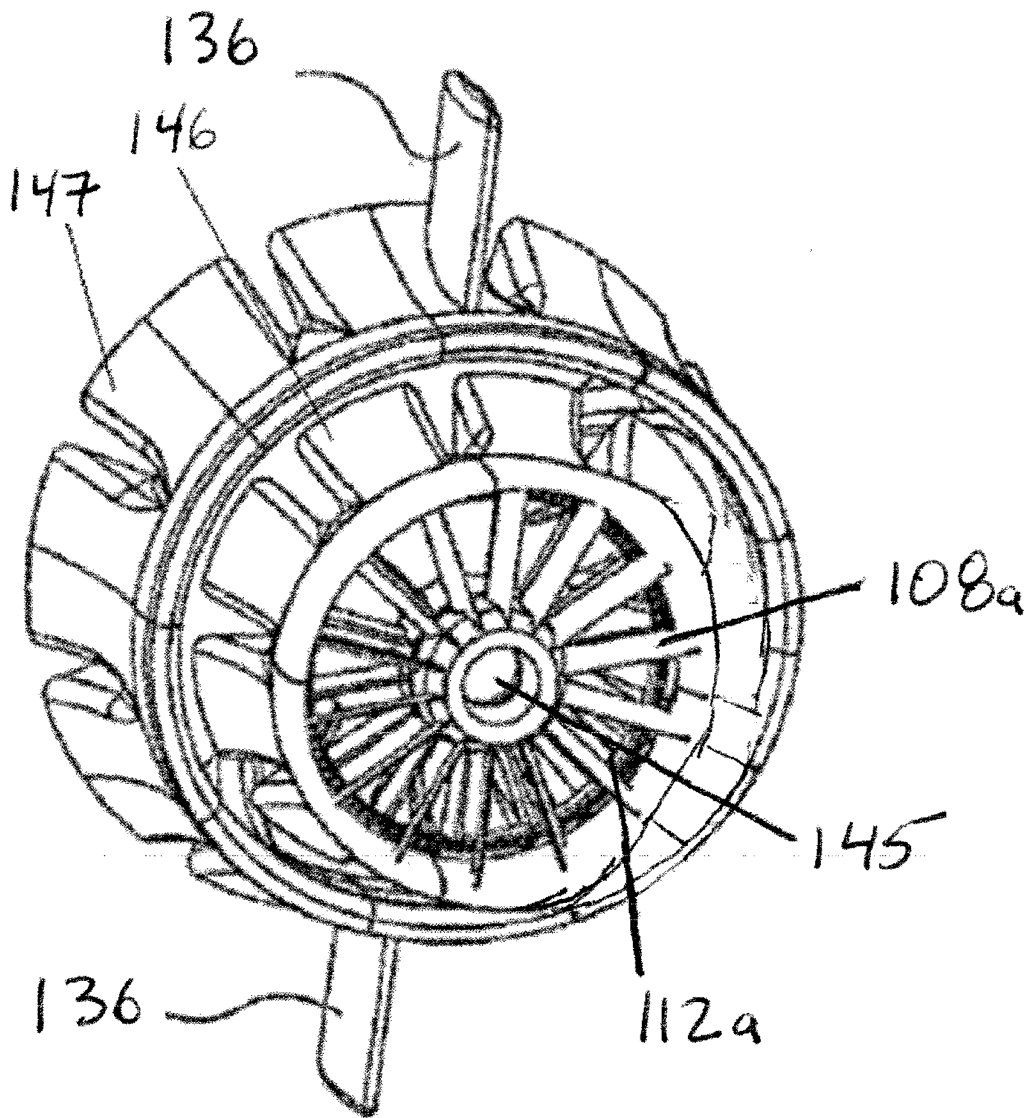


图 6

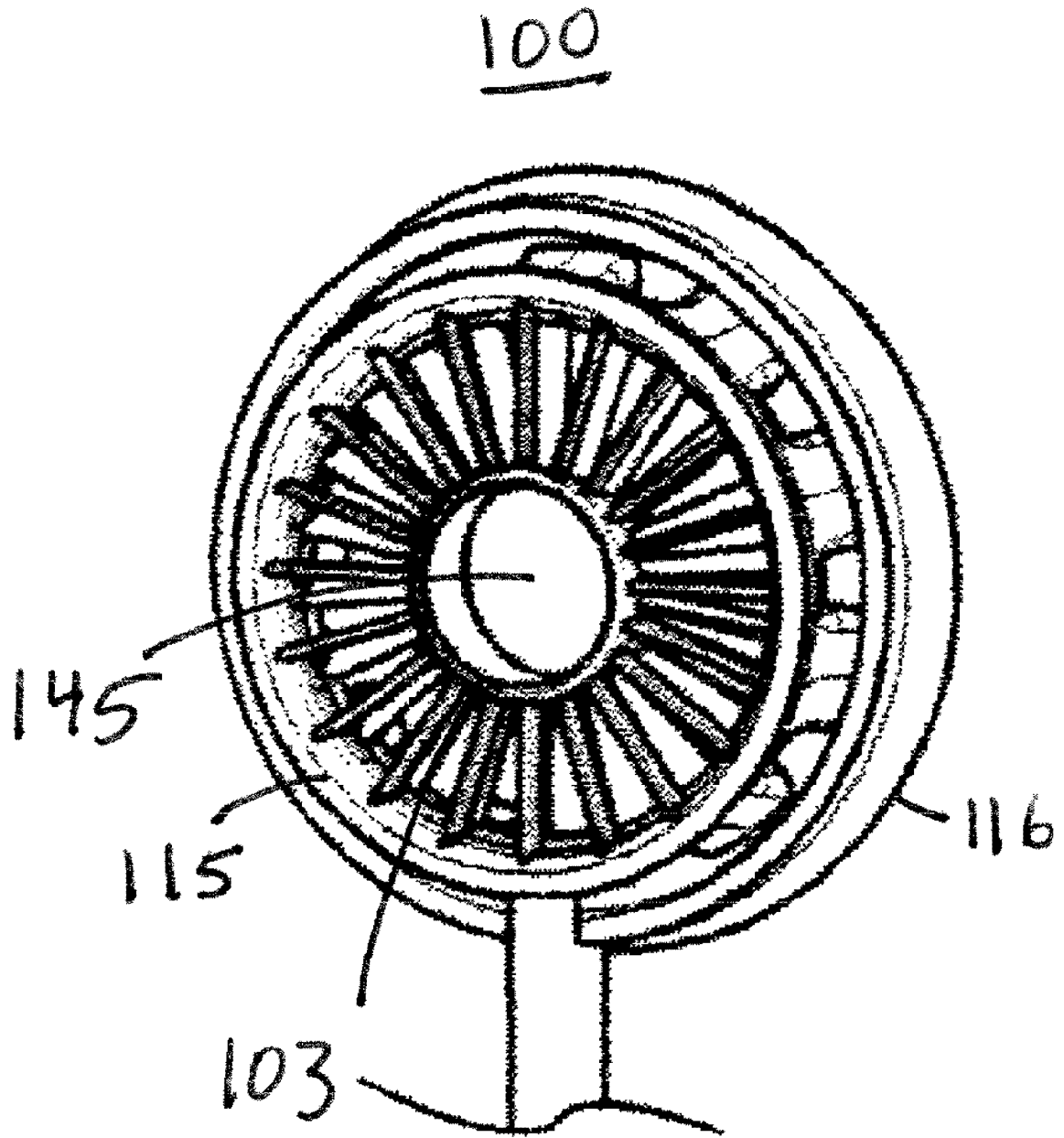


图 7A

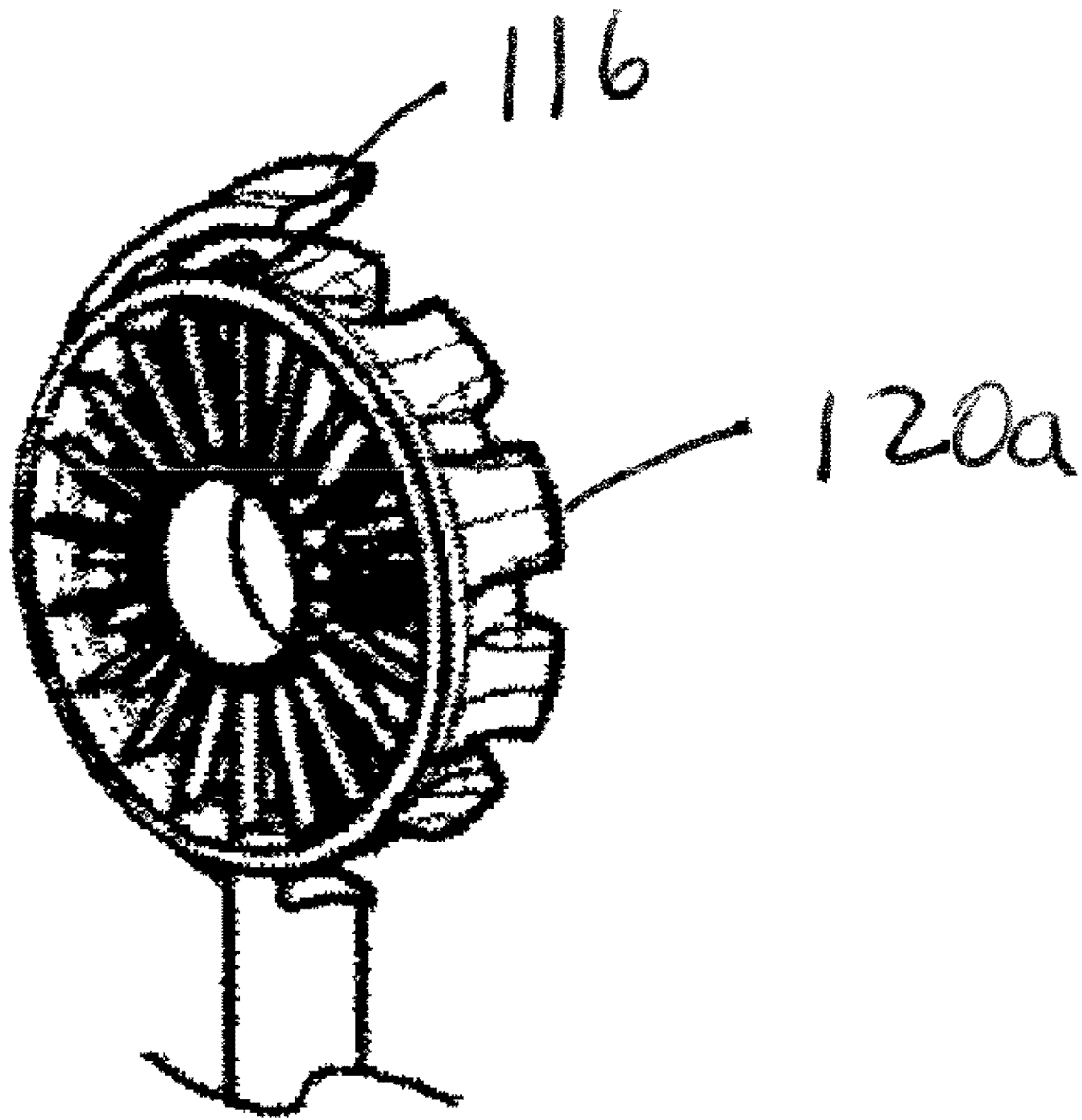


图 7B



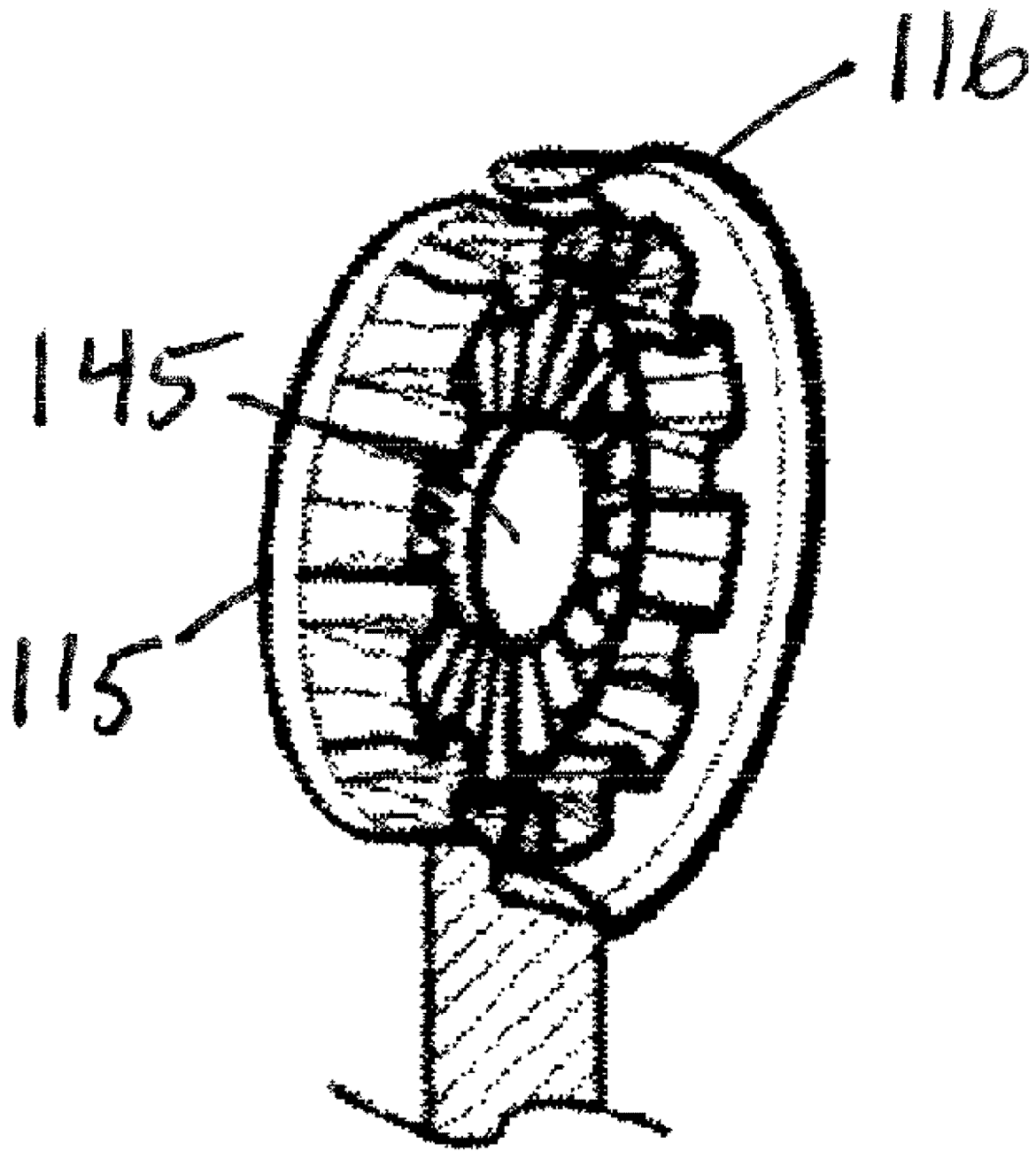


图 7C

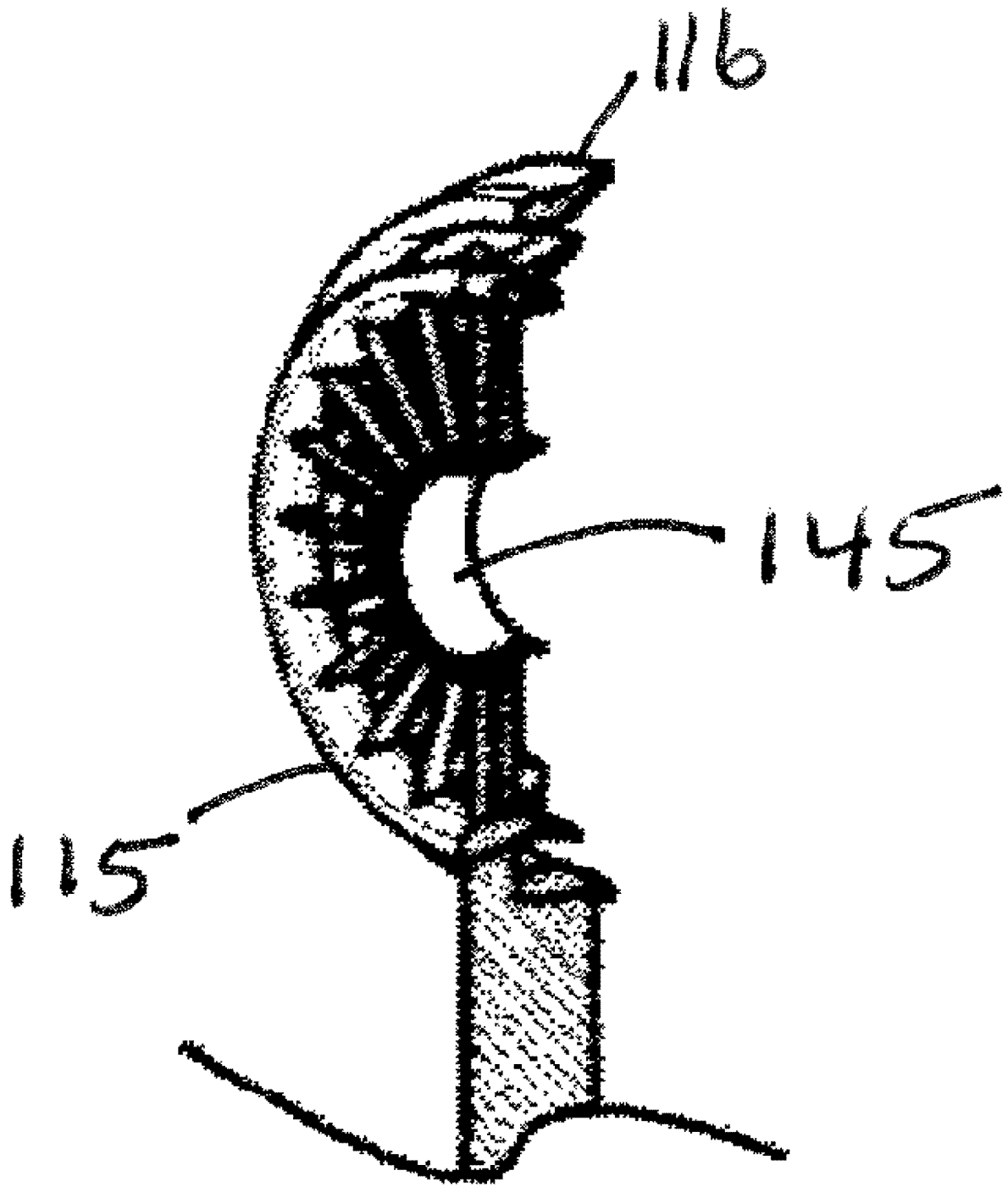


图 7D

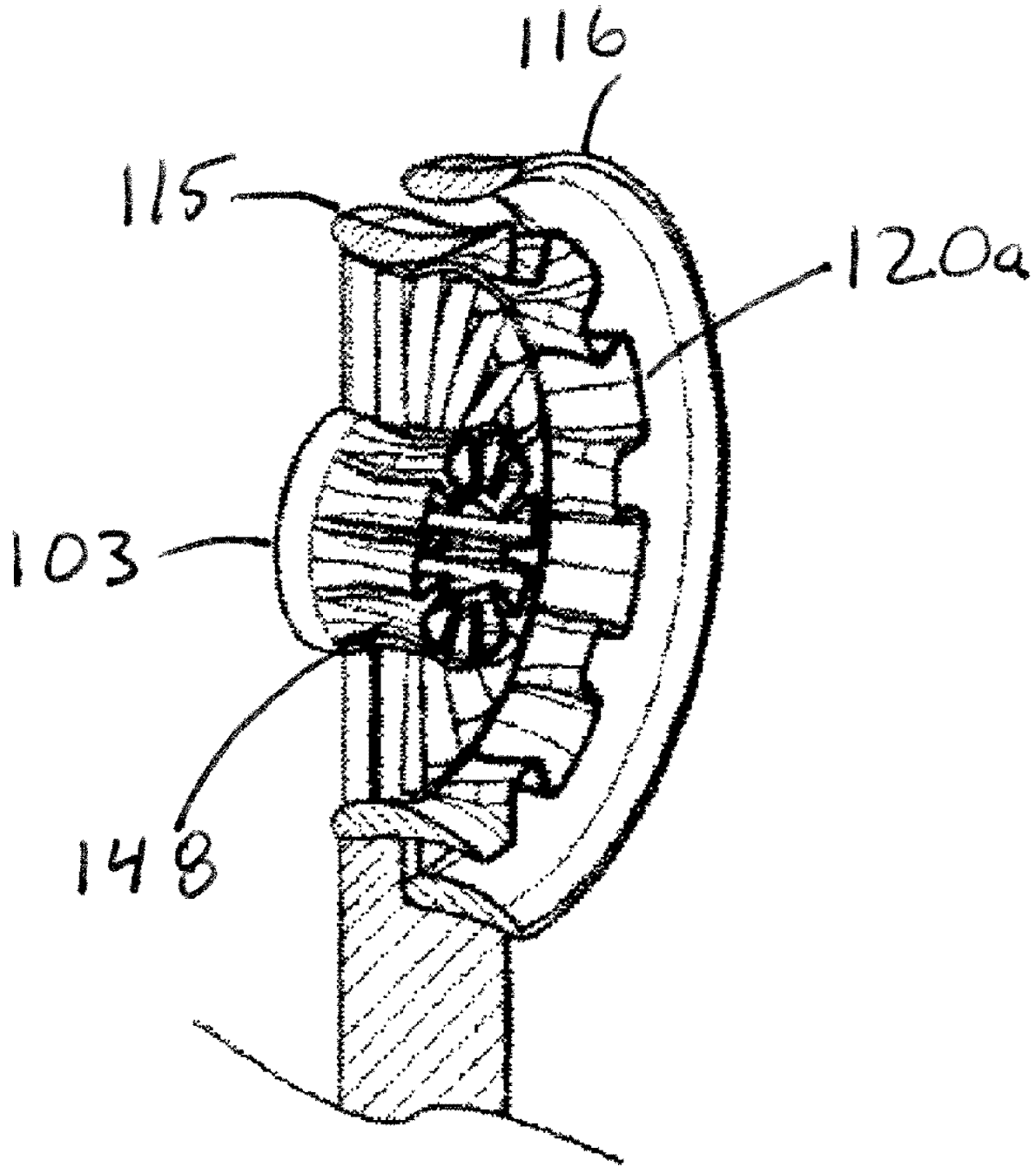


图 8A

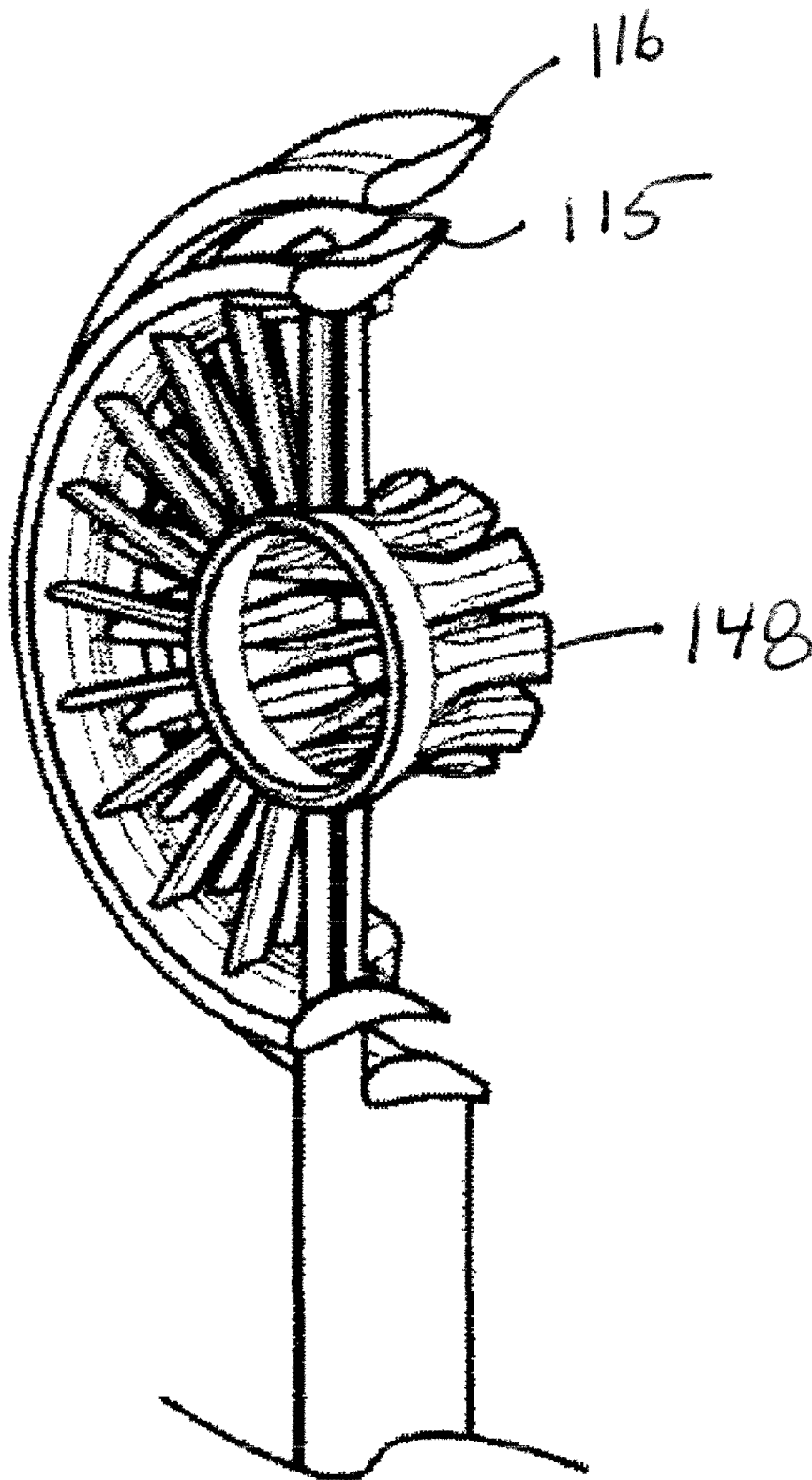


图 8B

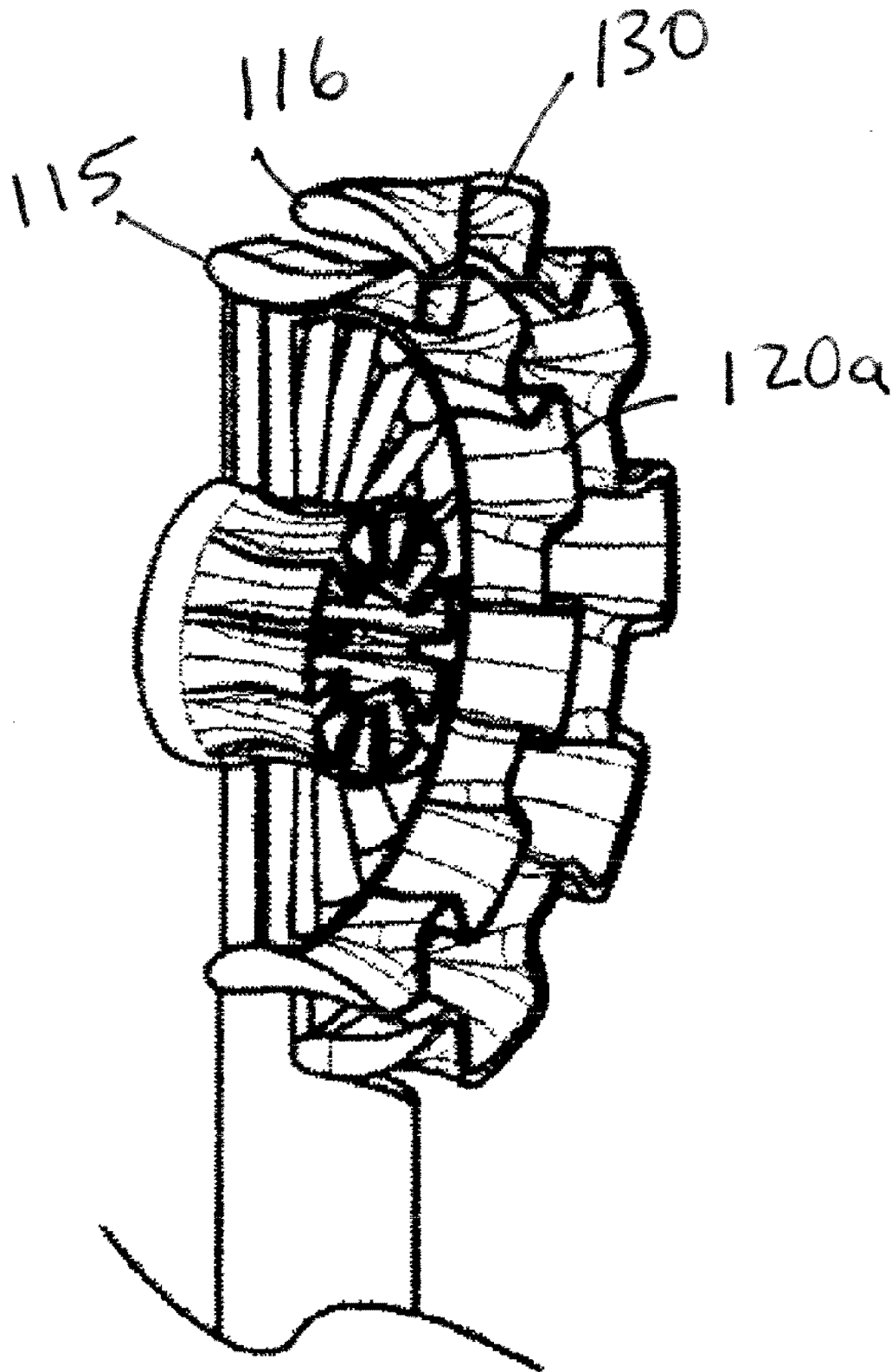


图 9A

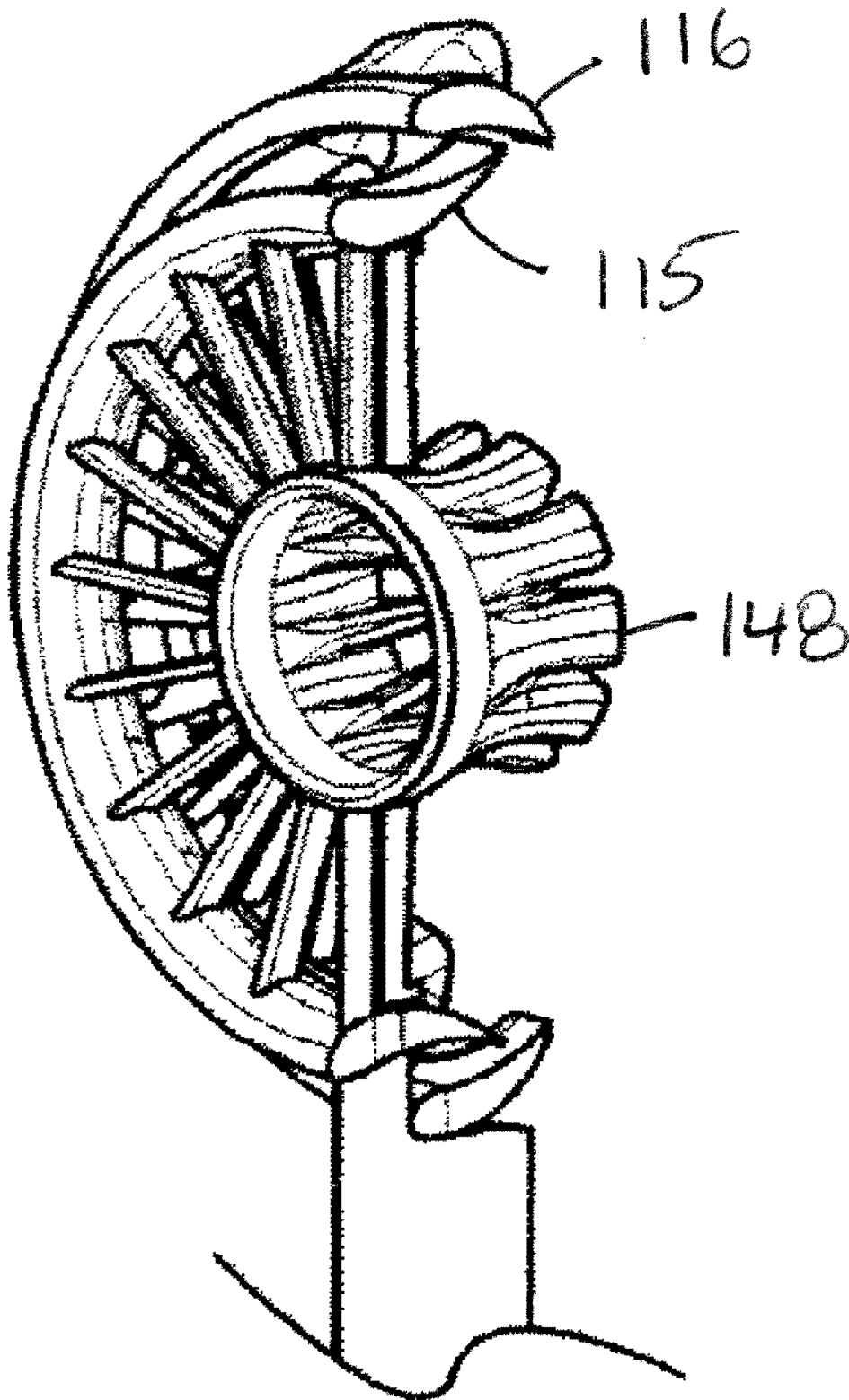


图 9B

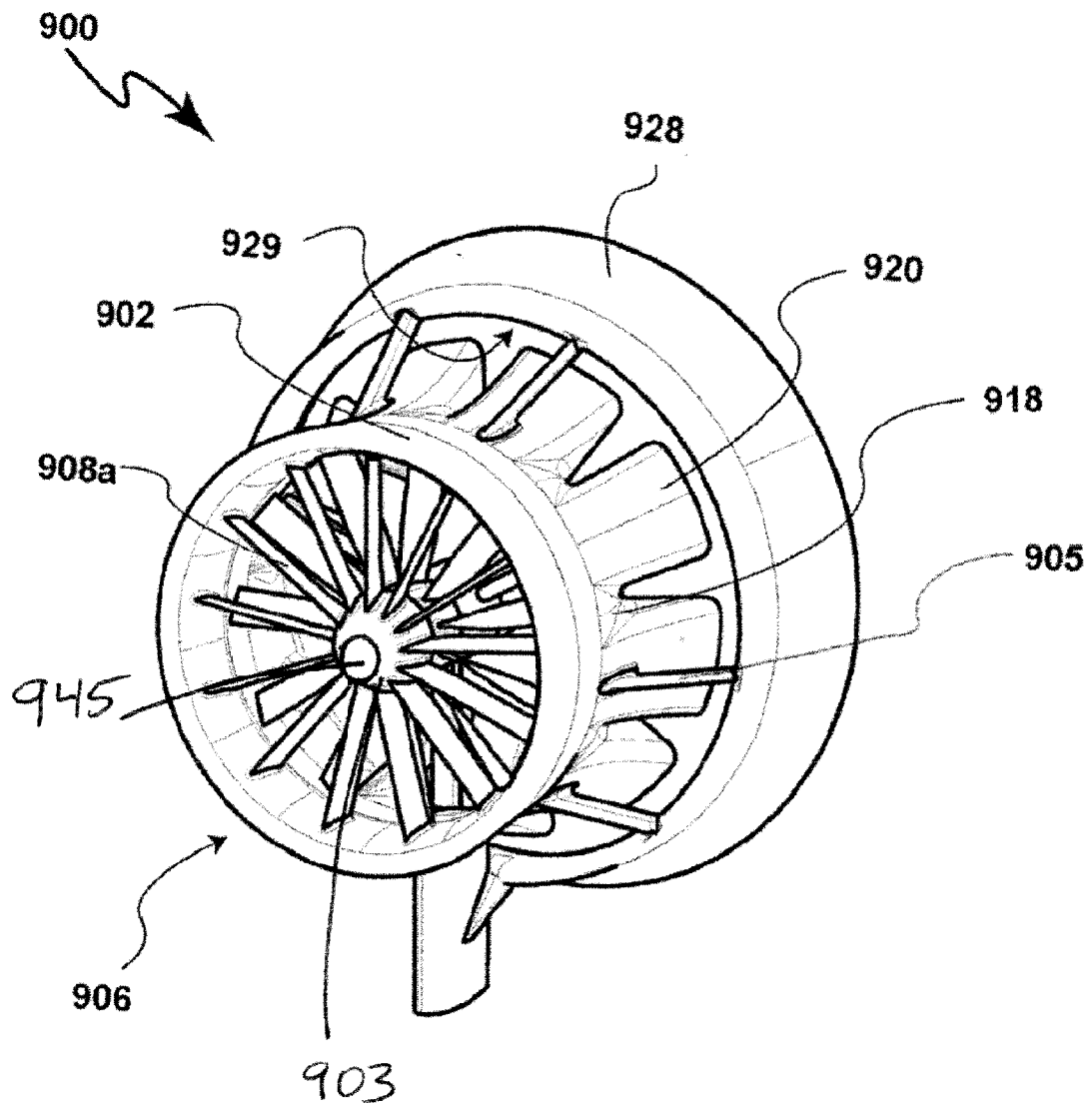


图 10

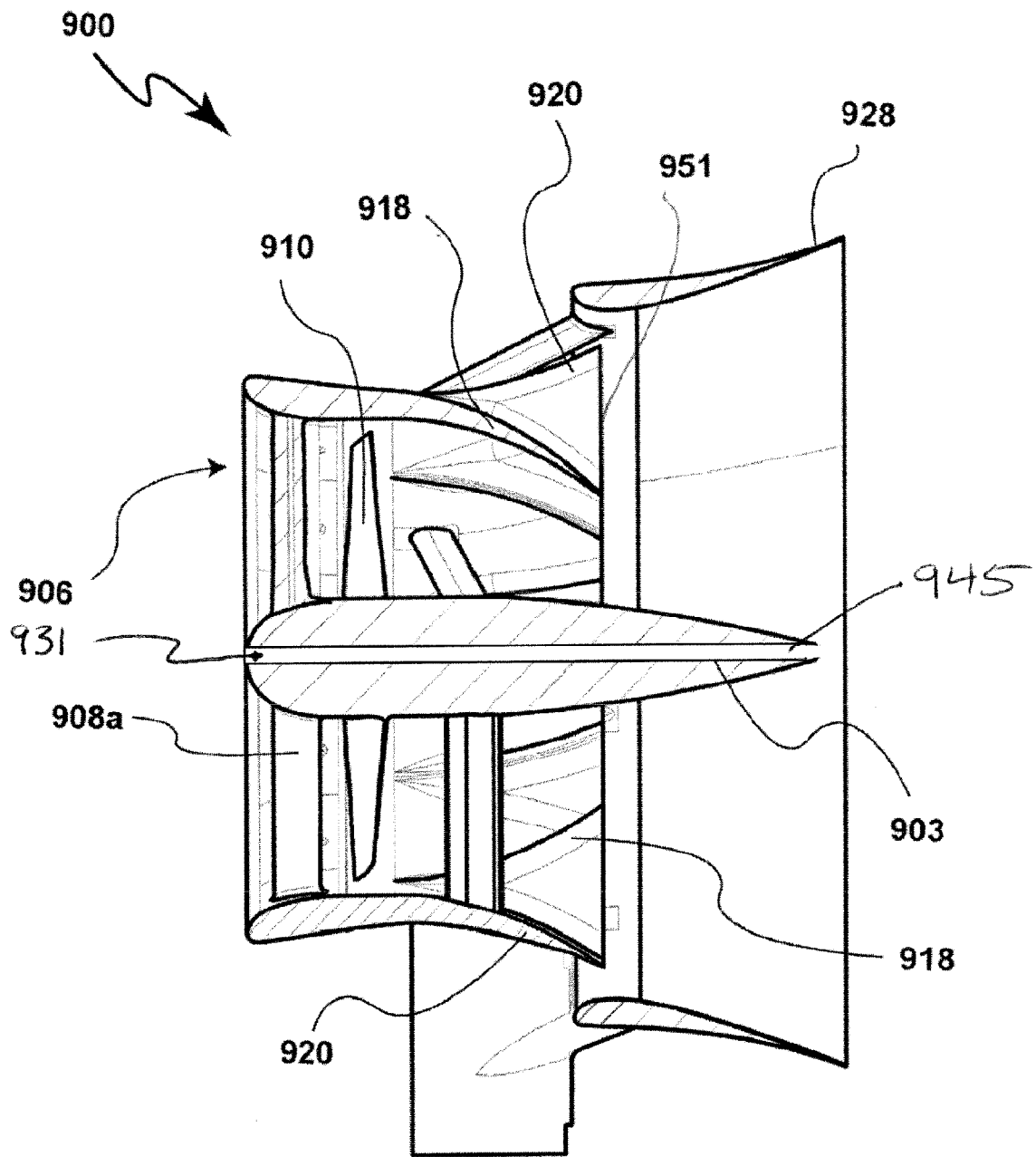


图 11



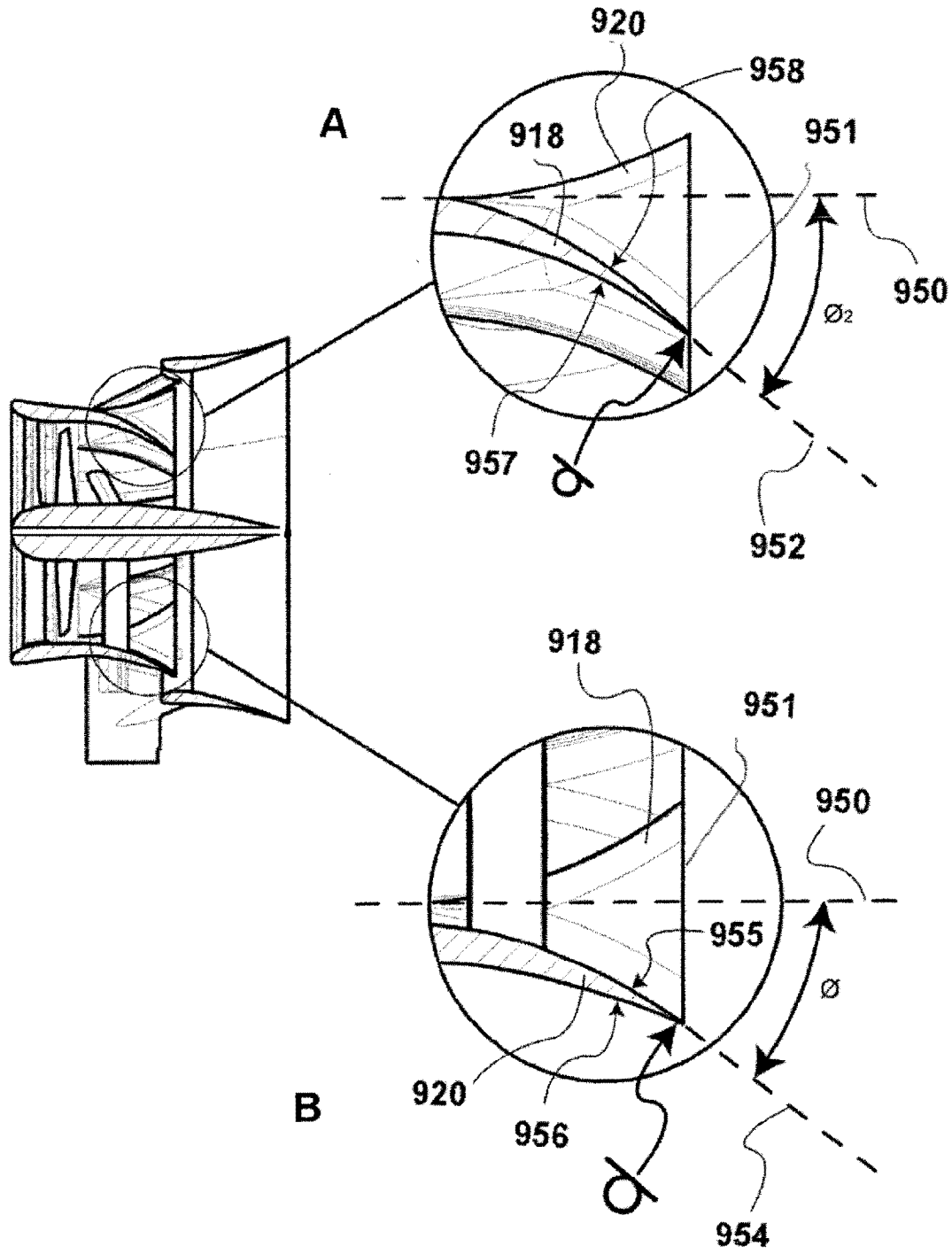


图 12A, 图 12B

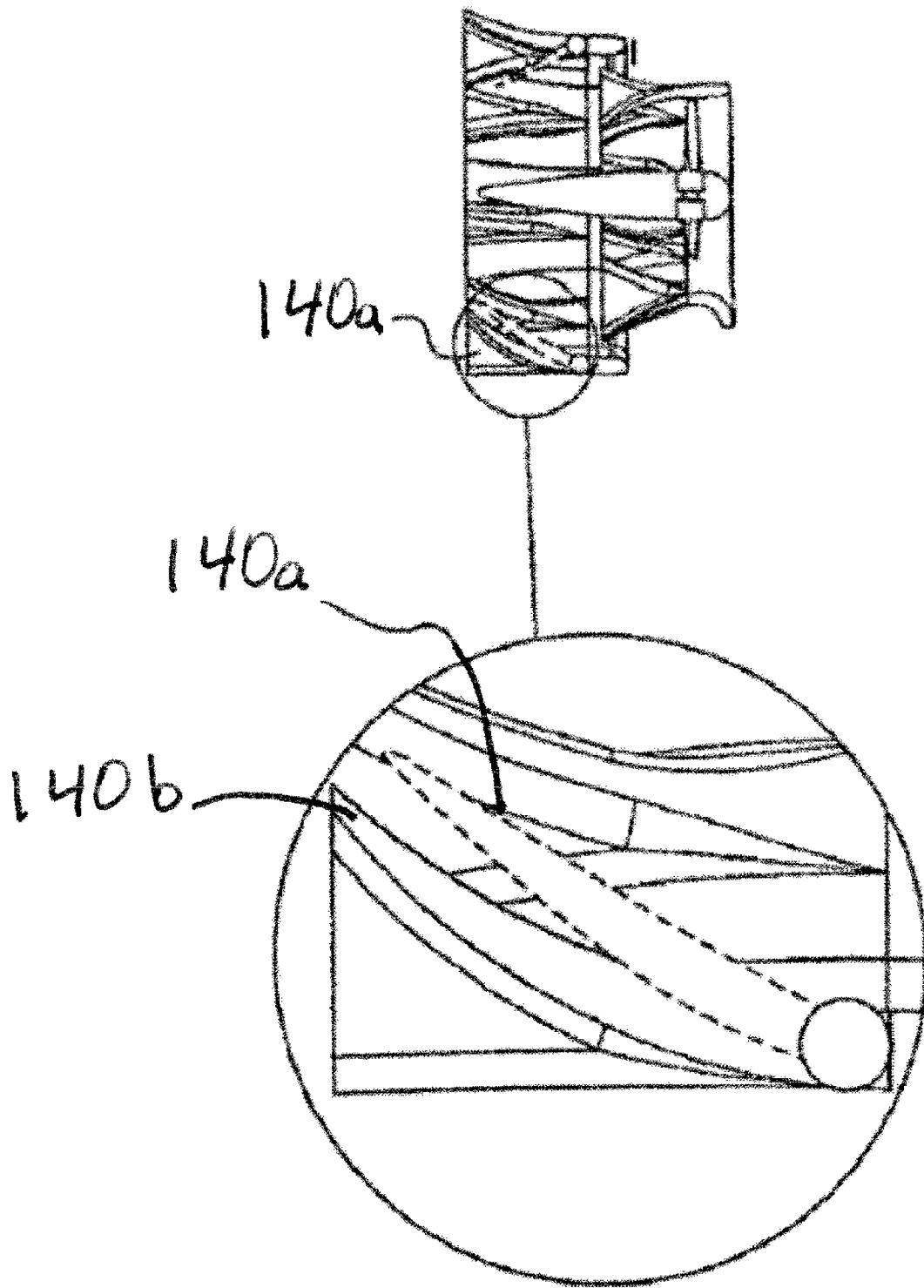


图 13A

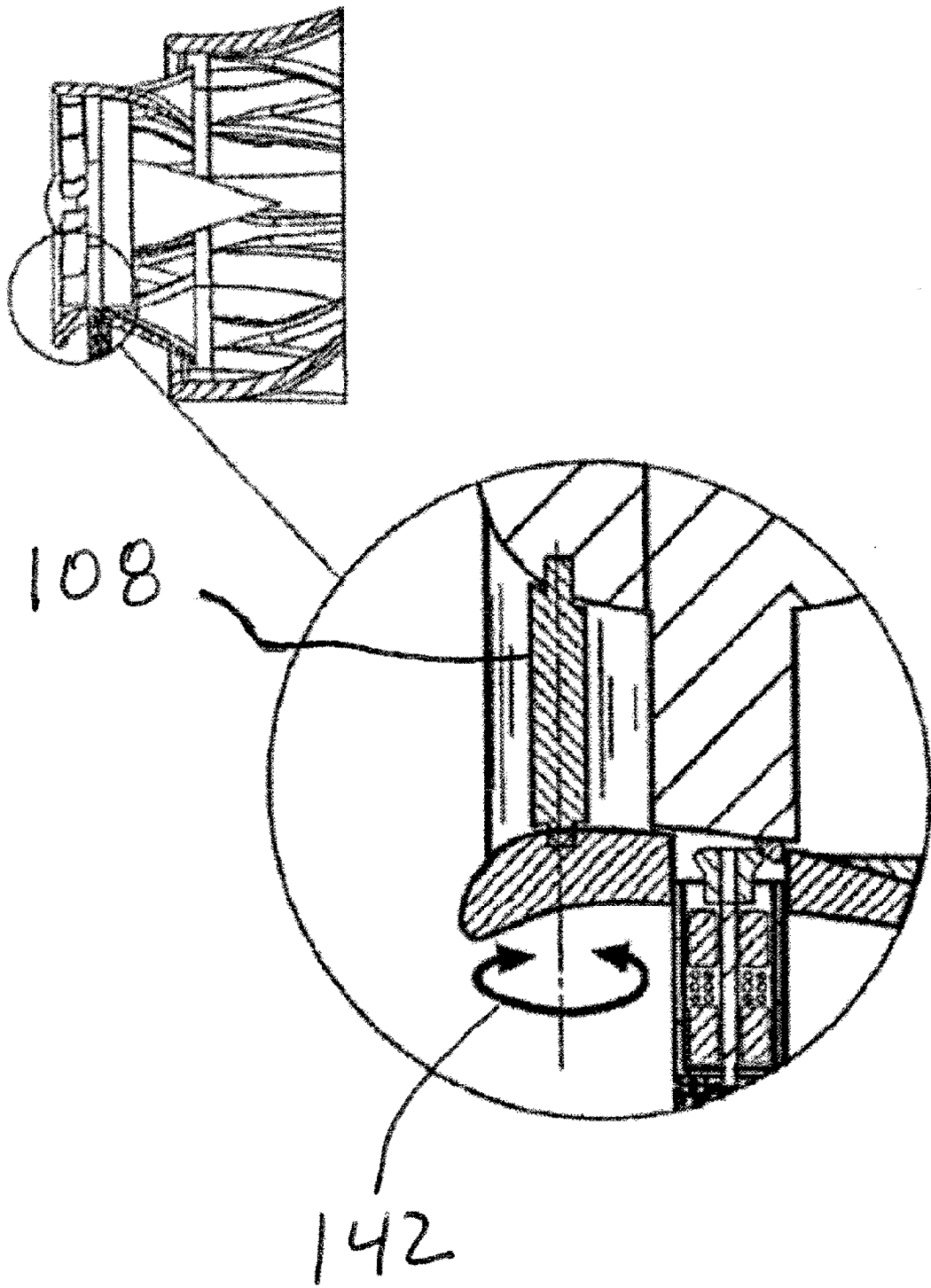


图 13B

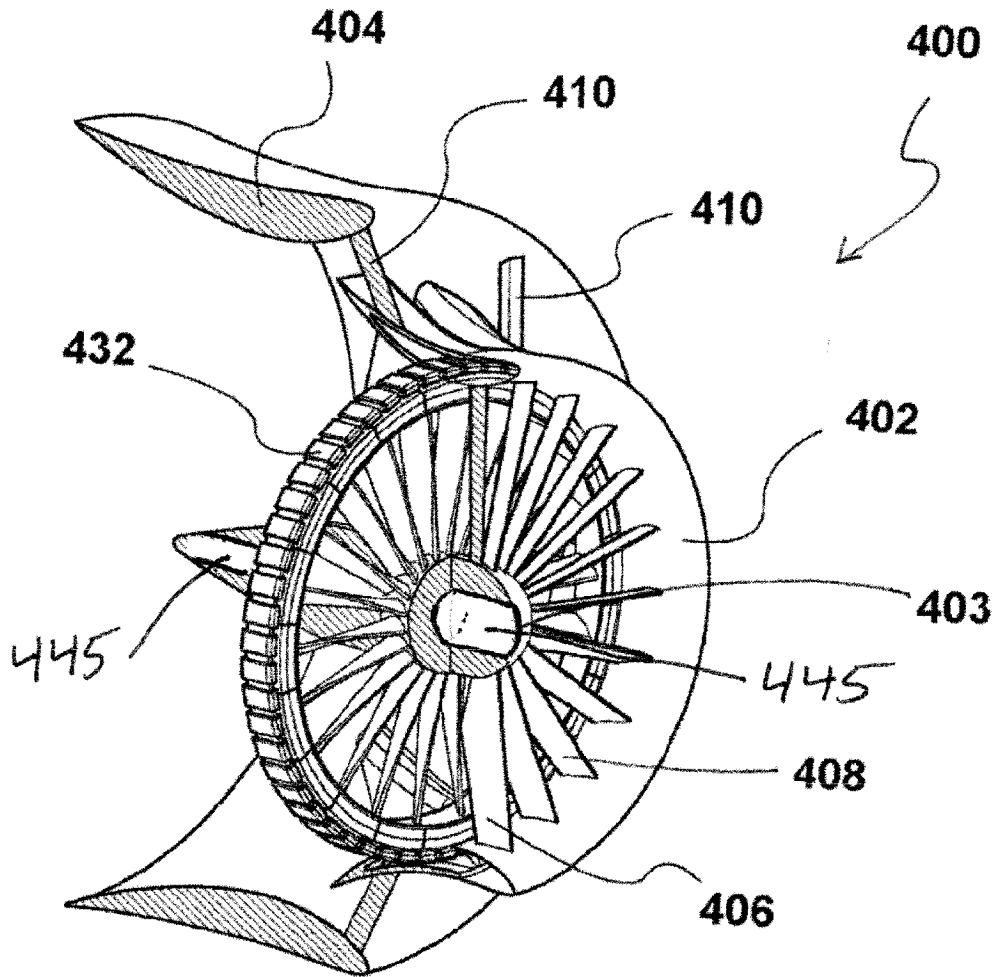


图 14

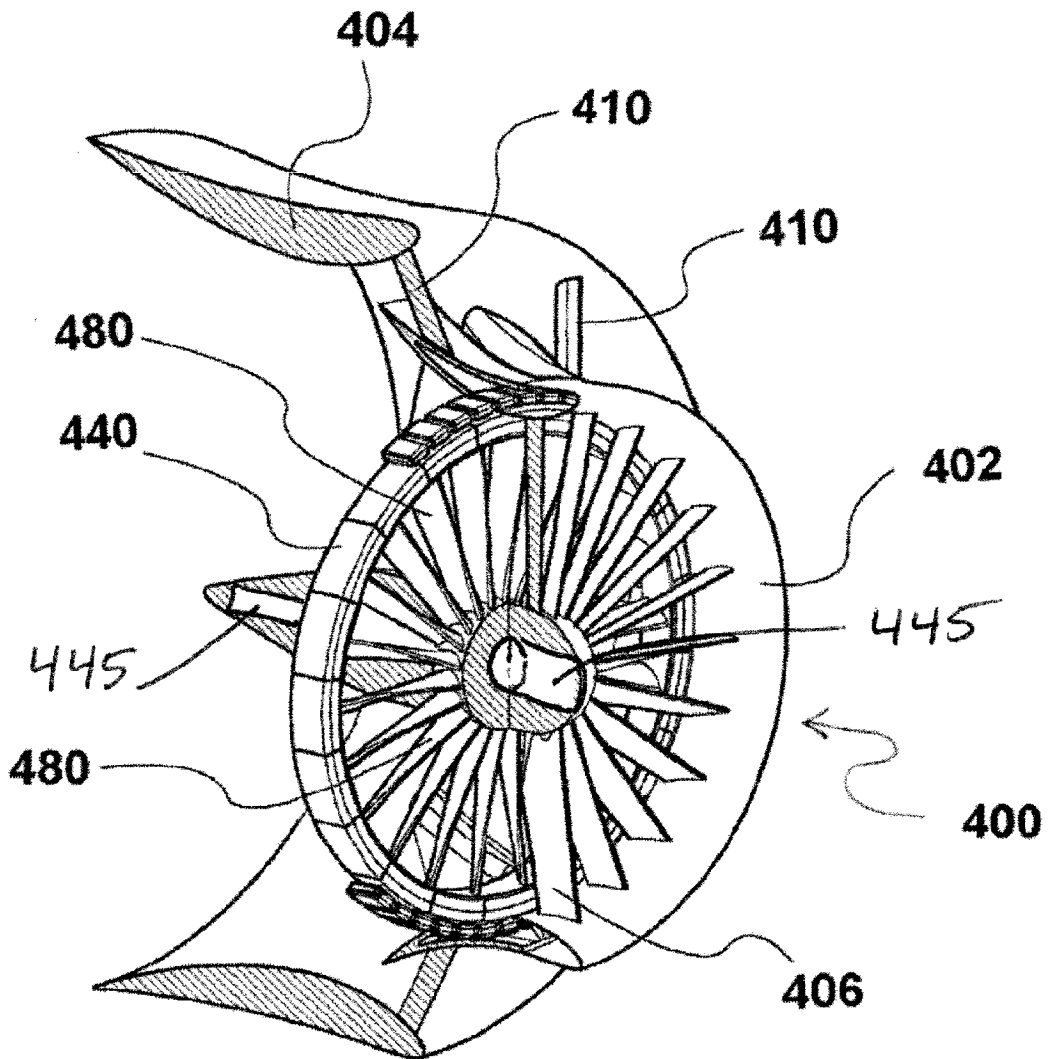


图 15

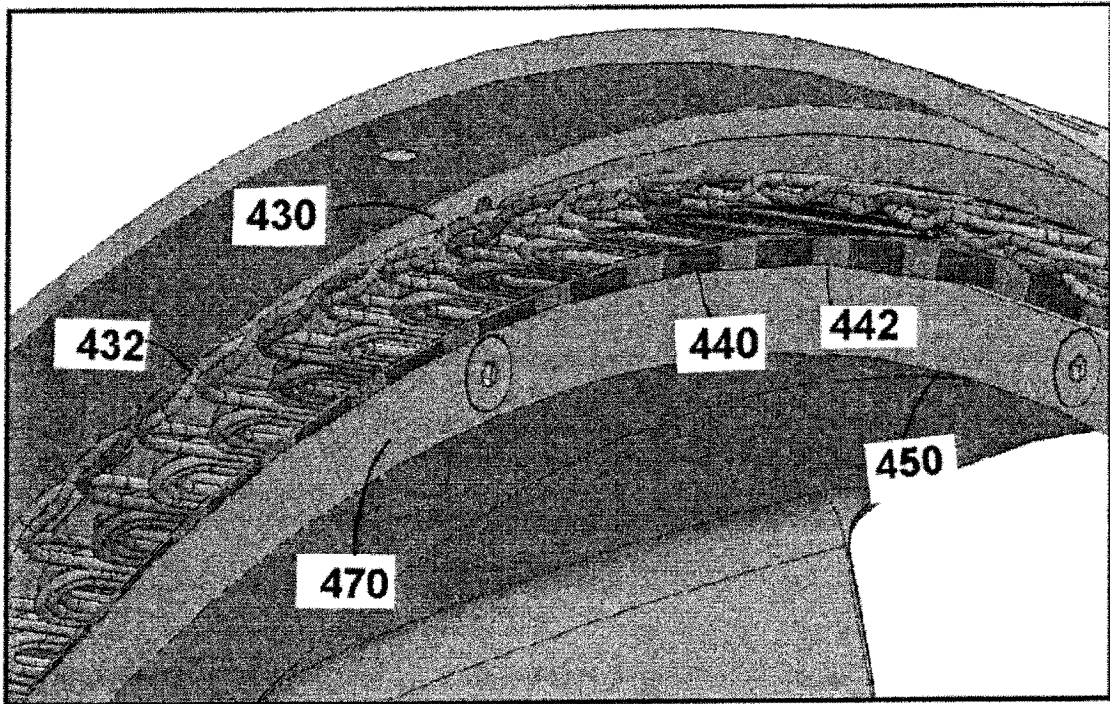


图 16

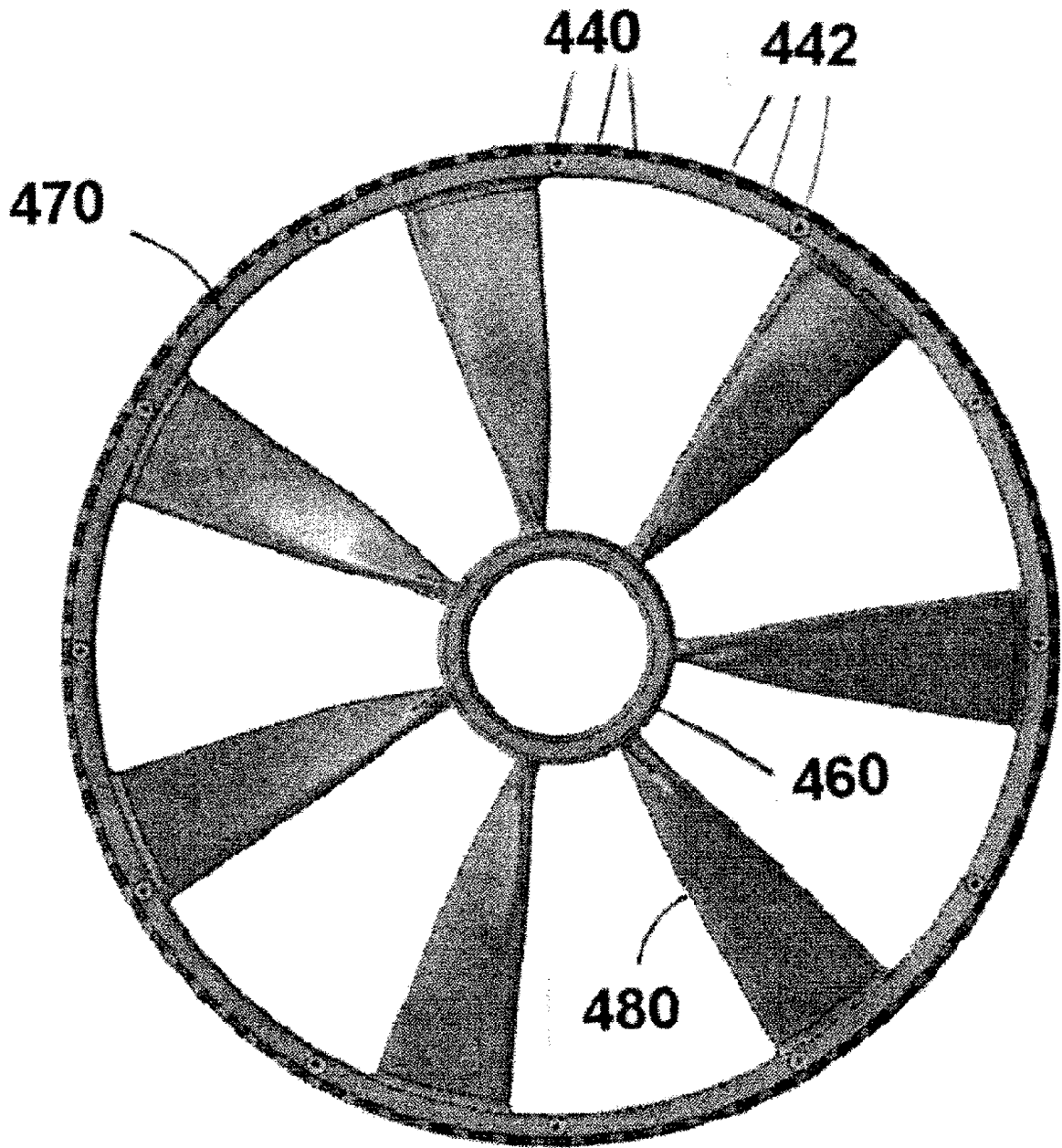


图 17

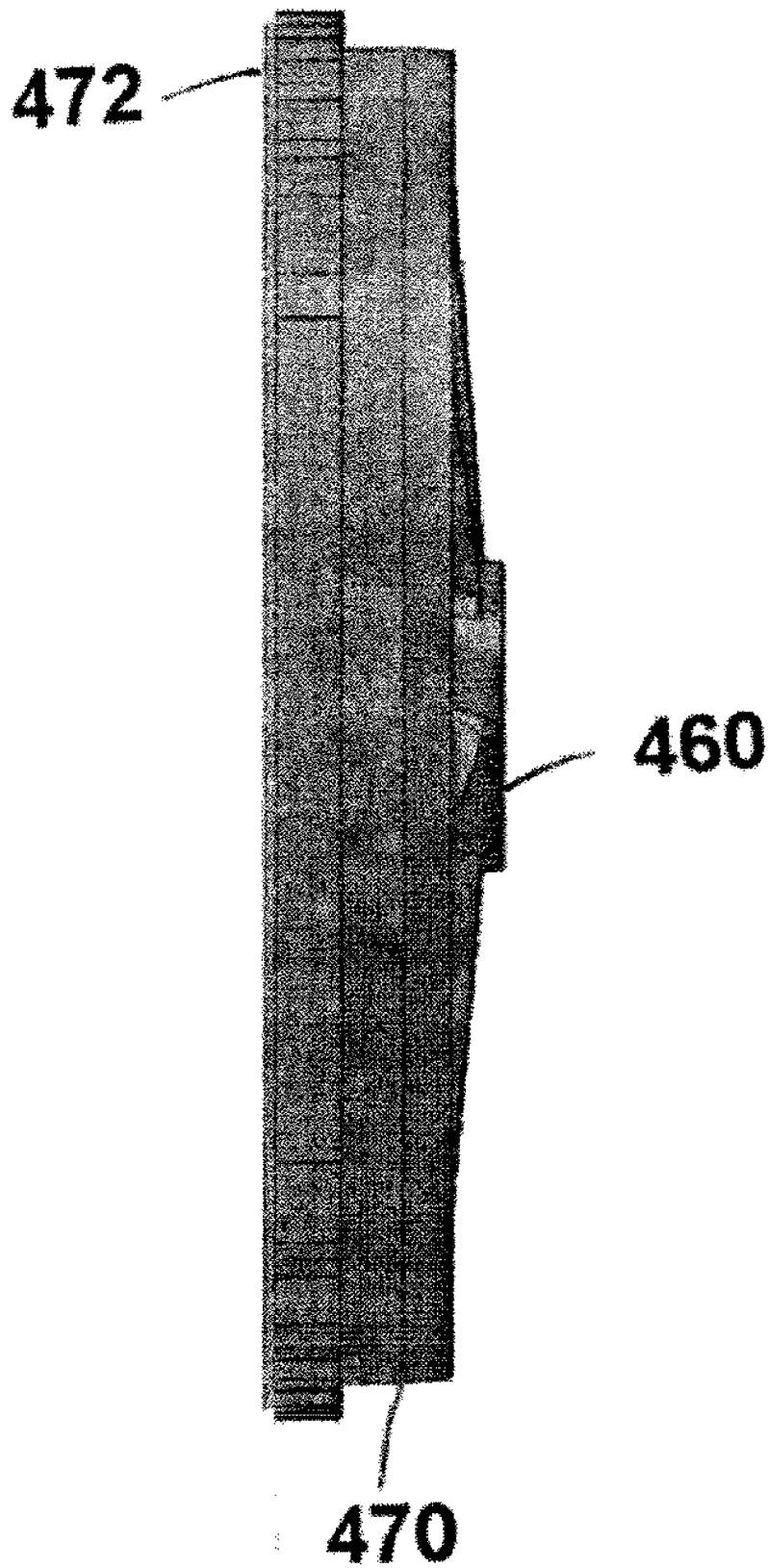


图 18



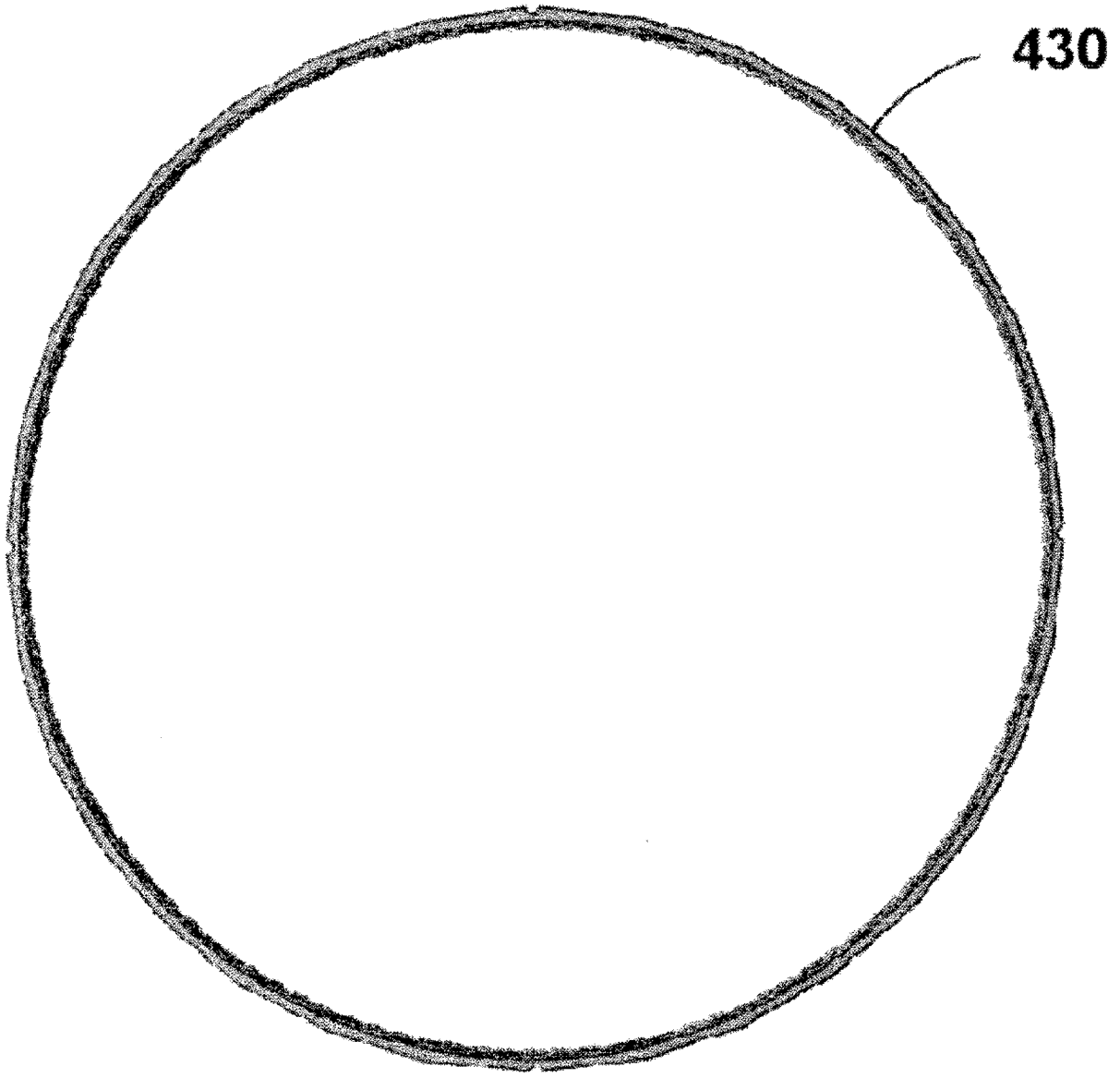


图 19

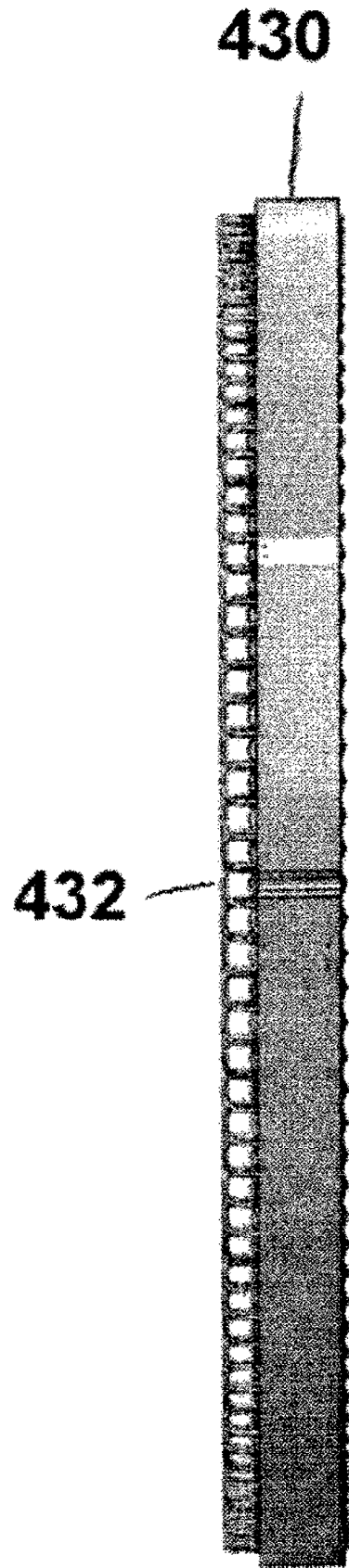


图 20

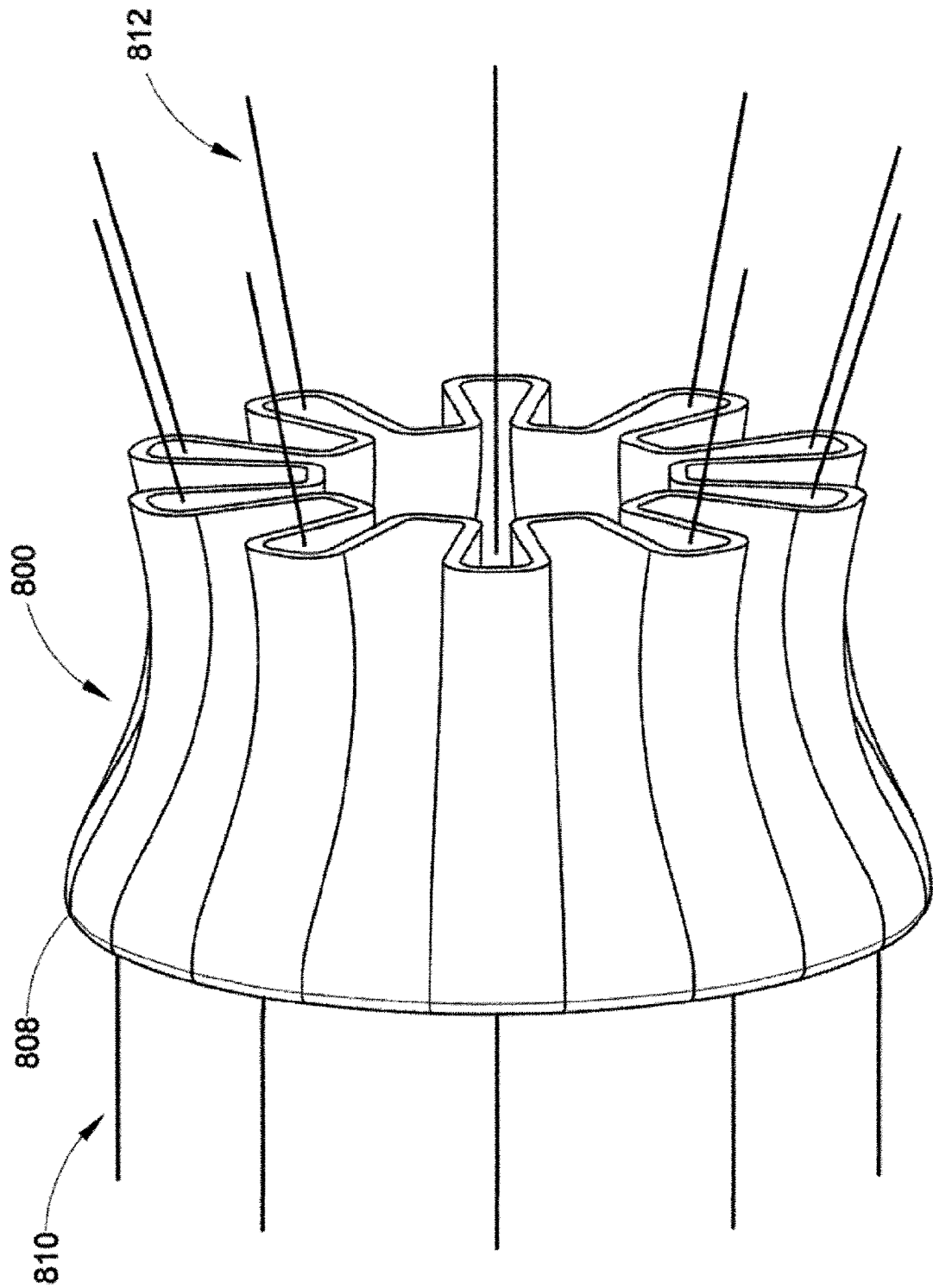


图 21

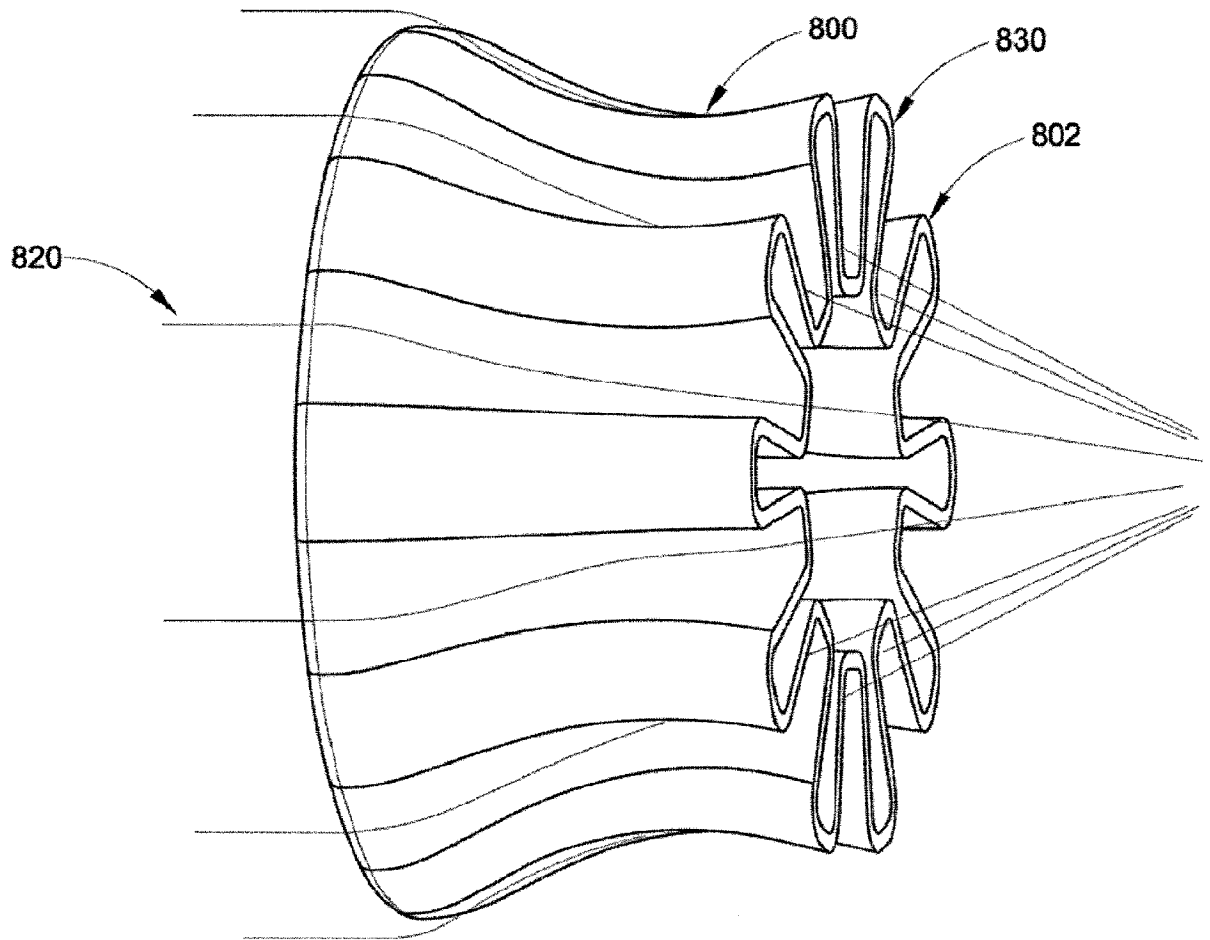


图 22

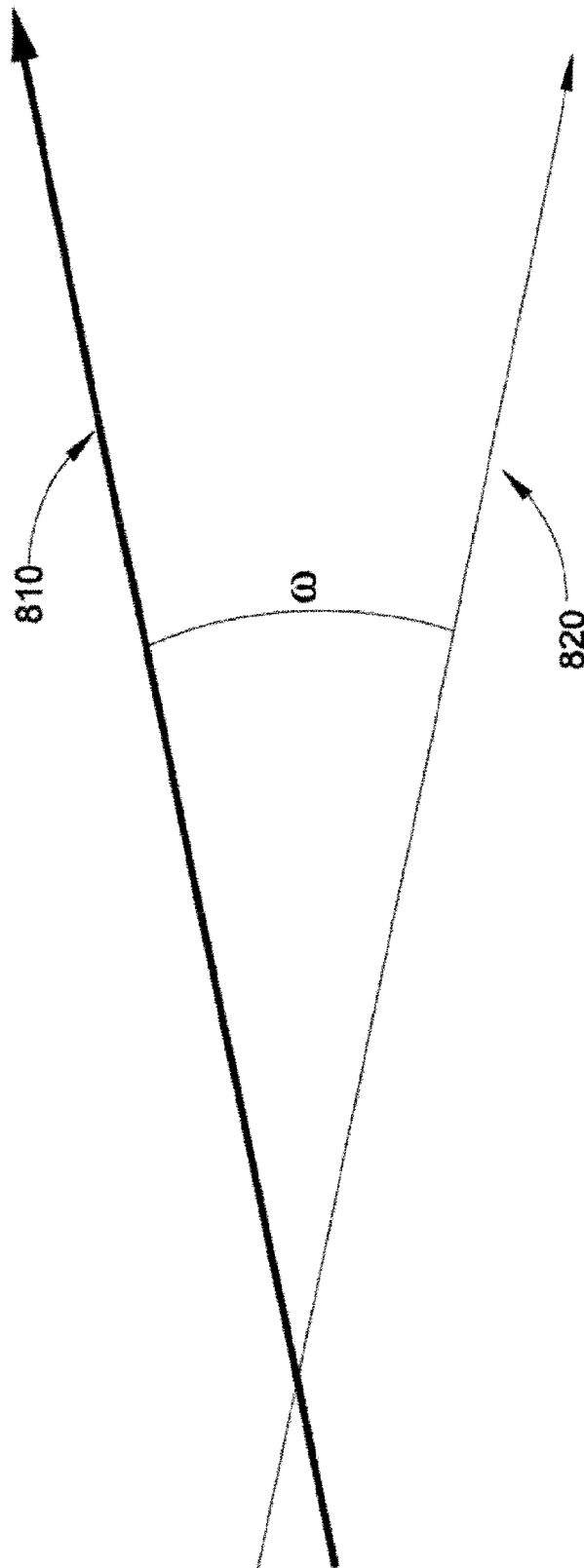


图 23

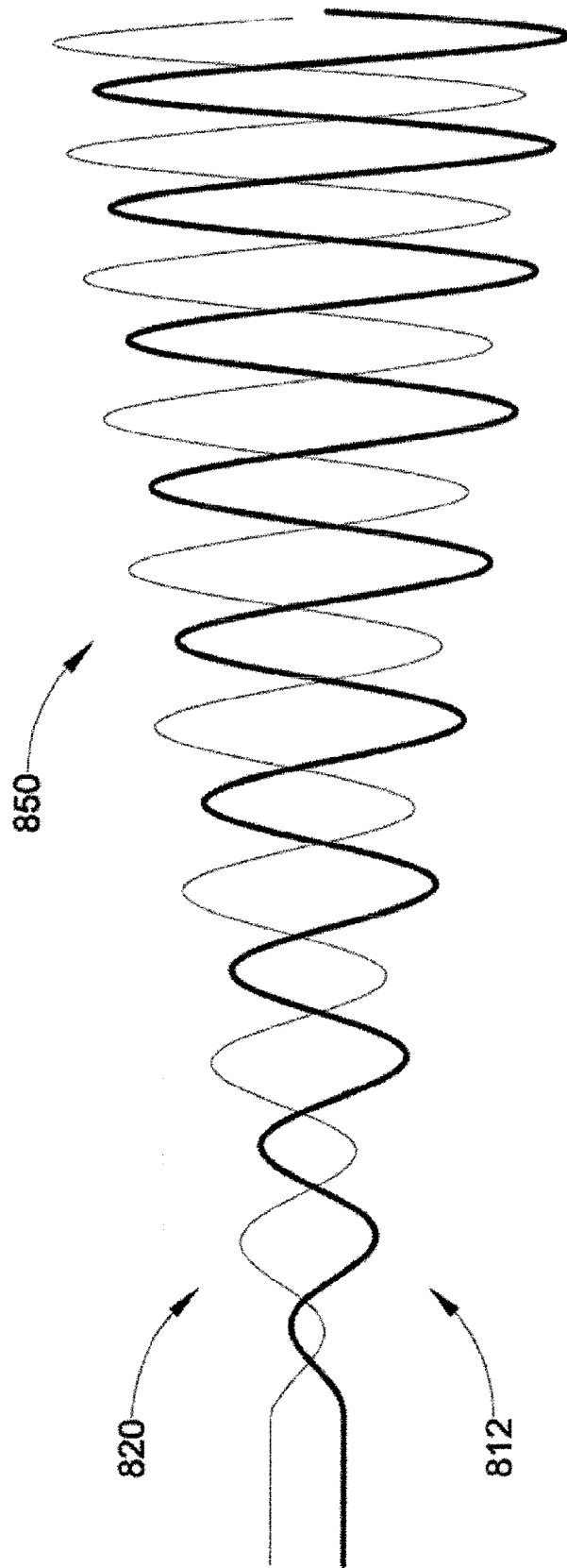


图 24

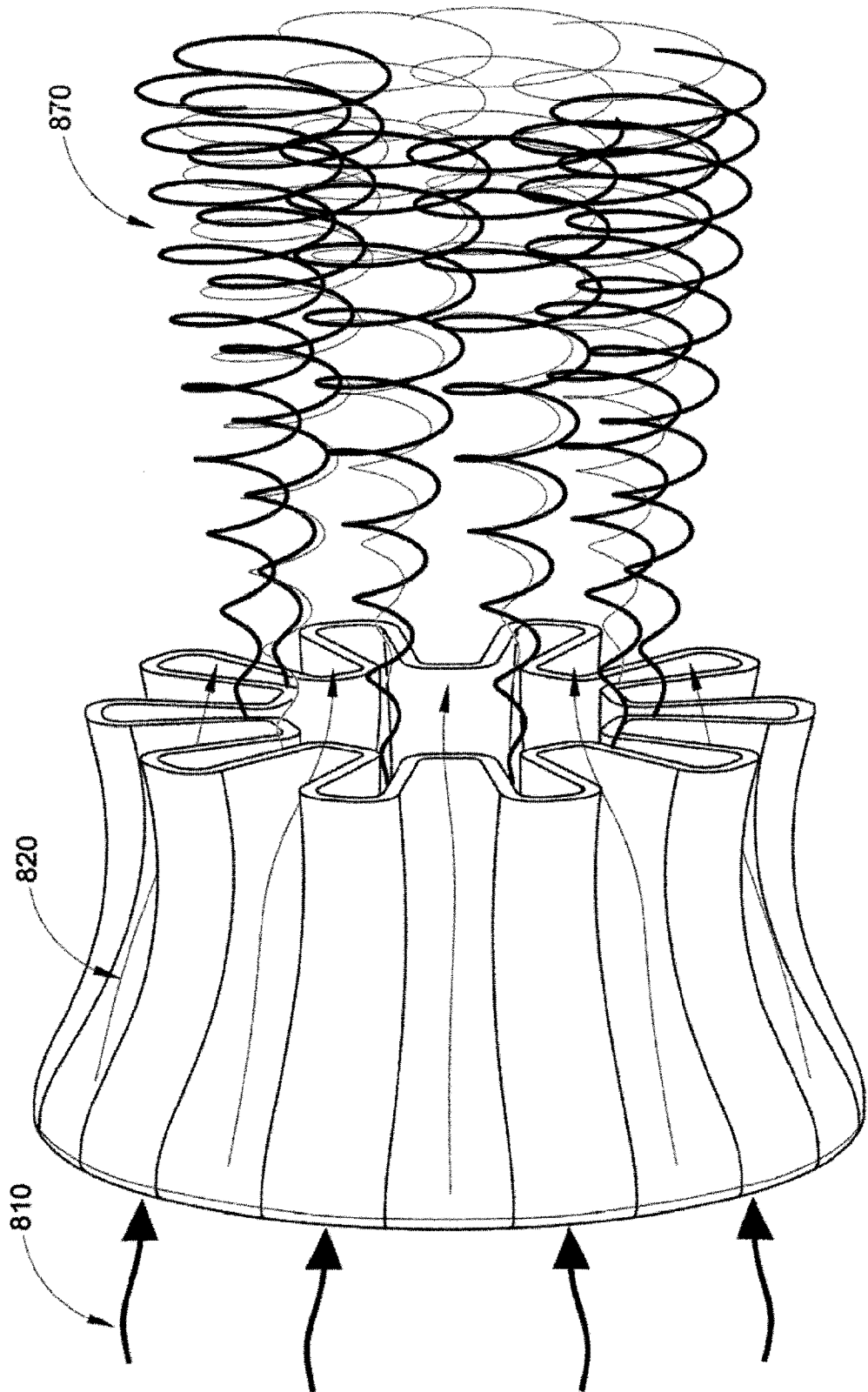


图 25

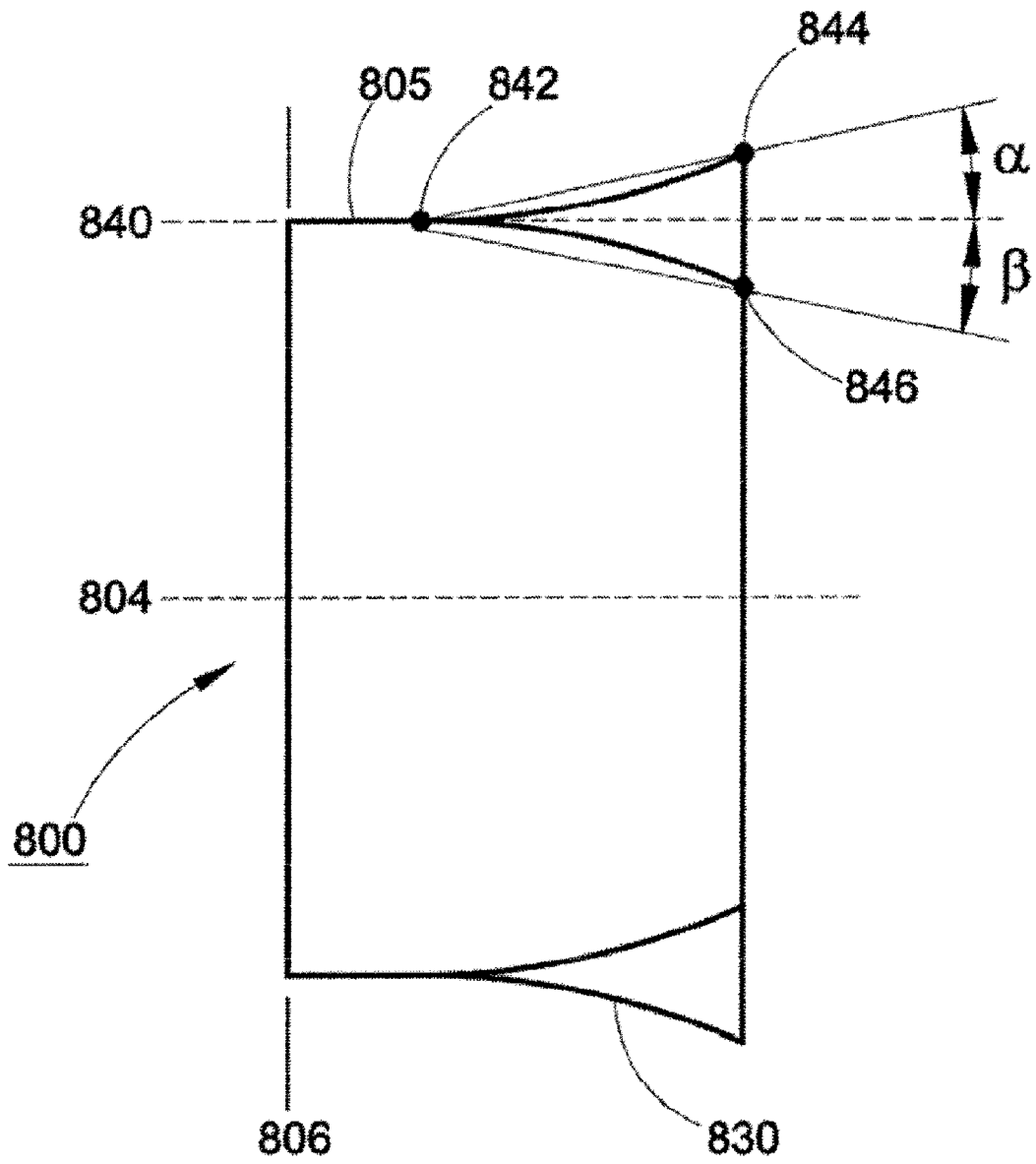


图 26