



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102869880 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 09

(21) 申请号 201180019906. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 03. 17

F03D 11/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

F03D 1/06 (2006. 01)

61/315, 792 2010. 03. 19 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 10. 19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/028882 2011. 03. 17

(87) PCT申请的公布数据

W02011/116231 EN 2011. 09. 22

(71) 申请人 SP 技术公司

地址 美国俄勒冈州

(72) 发明人 S · R · 托帕斯 P · A · 托帕斯

W · L · 鲍尔斯

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 刘兴鹏

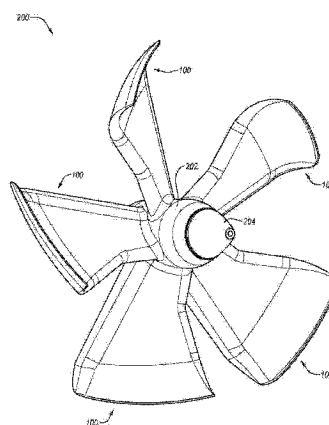
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 16 页

(54) 发明名称

推进器叶片

(57) 摘要

一种推进器叶片,包括被构造为从推进器的轮毂径向延伸的主体。所述主体可包括正面、背面、前缘和尾缘。所述主体的顶部可形成将大致径向向外延伸的平的正面过渡至大致轴向延伸的方向的下垂部分。该下垂部分可减少径向流和力的损失,将径向流重新定向为轴向,减少推进器的出流面积,并且增加推进器的入流面积。所述叶片的正面可具有平的构造,防止或减少穿过叶片正面的低压或负压的形成和相关的空穴现象。



1. 一种推进器叶片,包括:
正面;
相反的背面;
前端;
尾端;以及
从正面朝背面弯曲的上端;
其中所述上端的曲率半径沿所述上端的长度变化。
2. 如权利要求 1 所述的叶片,其中所述上端在所述前端处的曲率半径小于所述上端在所述尾端处的曲率半径。
3. 如权利要求 1 所述的叶片,其中所述叶片在所述前端处的高度大于所述叶片在所述尾端处的高度。
4. 如权利要求 1 所述的叶片,其中所述正面大致是平的。
5. 如权利要求 1 所述的叶片,其中所述前端包括边缘。
6. 如权利要求 5 所述的叶片,其中所述尾端包括表面。
7. 如权利要求 1 所述的叶片,其中所述上端的厚度随着所述上端延伸离开正面而减小。
8. 如权利要求 1 所述的叶片,其中所述叶片在所述尾端处的厚度大于所述叶片在所述前端处的厚度。
9. 如权利要求 1 所述的叶片,其中所述叶片在所述前端处的高度小于所述叶片在所述尾端处的高度。
10. 一种推进器叶片,包括:
具有正面、相反的背面、前端和尾端的主体;以及
从所述主体沿大致离开所述正面的方向朝所述背面弯曲的下垂部分;
其中所述下垂部分在所述前端附近的曲率半径小于所述下垂部分在所述尾端附近的曲率半径。
11. 如权利要求 10 所述的叶片,其中所述正面大致是平的。
12. 如权利要求 11 所述的叶片,其中所述叶片在尾端处的厚度大于所述叶片在前端处的厚度。
13. 如权利要求 12 所述的叶片,其中在所述前端附近所述下垂部分延伸离开所述正面的距离小于在所述尾端附近所述下垂部分延伸离开所述正面的距离。
14. 如权利要求 10 所述的叶片,其中所述叶片在所述前端处的高度大于所述叶片在所述尾端处的高度。
15. 如权利要求 10 所述的叶片,其中所述叶片在所述前端处的高度小于所述叶片在所述尾端处的高度。
16. 一种推进器,包括:
轮毂;以及
从轮毂向外延伸的多个叶片,所述多个叶片的每个叶片包括:
正面,
相反的背面,

前端，

尾端，以及

沿大致离开所述正面的方向朝所述背面弯曲的上端；

其中所述前端处所述上端的曲率半径小于所述尾端处所述上端的曲率半径。

17. 如权利要求 16 所述的推进器，其中所述推进器的入流面积大于所述推进器的出流面积。

18. 如权利要求 17 所述的推进器，其中当所述推进器在流体中旋转时，所述多个叶片就从所述多个叶片的径向最外侧的径向之外朝着轮毂径向向内抽吸流体。

19. 如权利要求 16 所述的推进器，其中每个叶片在所述前端处的高度小于每个叶片在所述尾端处的高度。

20. 如权利要求 16 所述的推进器，其中每个叶片的每个上端相对于与所述推进器的旋转轴线同心的圆柱体成角度地延伸。

推进器叶片

技术领域

[0001] 本发明的实例涉及推进器叶片和系统以及使用推进器叶片的部件。

背景技术

[0002] 推进器是移动流体的带叶片旋转装置。典型地,当推进器旋转时该装置穿过流体移动。泵是管道内的推进器,移动经过它自身的流体。常规的推进器和推进器叶片是使用阿基米德螺旋之后的原理和伯努利流体动力原理的组合典型地设计出。特别地,推进器用多个叶片典型地取代了阿基米德螺旋的螺旋形从而改进了进入装置形状的流体输入。此外,每个叶片又典型地具有扭曲的机翼形状。

[0003] 流体在常规机翼形叶片上的运动导致机翼顶部上或换句话说——推进器叶片的正面上的低压甚至负压。作用于叶片背面上的正压和叶片正面上的低压或负压促使叶片移动流体。当叶片经过流体的速度足够大时,流体可蒸发为气体(即空穴现象)。常规叶片的机翼形状形成的低压区域特别容易产生空穴现象。如果沿低压表面的任何点处的液体压力降至低于液体的蒸汽压,液体将转变为气泡。沿叶片任何表面的空穴现象的存在对于推进器的整体性能是非常有害的。例如,空穴现象可导致推进器停机、产生噪音、造成腐蚀和其它部件的损坏、造成振动或导致损失效率。

[0004] 除了空穴现象(cavitation)外,常规的推进器叶片可导致流体径向向外流动和越过叶片的顶部边缘。越过常规叶片顶部边缘的流体流可形成漩涡。这些流体漩涡降低了推进器的效率并且导致极大的噪音。此外,在泵的情形下,常规叶片传递给流体的径向力可将流体喷射入管道壁内,从而导致噪音和损失效率。

[0005] 因此,常规推进器叶片存在多种有待解决的缺点。

发明内容

[0006] 本发明的实例提供了带有改进推进器叶片的系统、方法和设备,解决现有技术中的一个或多个问题,减少了损失且提高了效率。更特别地,本发明的一个或多个实例包括具有沿叶片顶部弯曲的下垂部分(tippet)的推进器叶片。该弯曲的下垂部分可减少力损失、将径向流重新定向为轴向并且还提高了效率。

[0007] 例如,推进器叶片的实例可包括正面、相反的背面、前端、尾端和上端。上端可从正面朝背面弯曲。上端的曲率半径可沿上端的长度变化。

[0008] 推进器叶片的另一实例可包括具有正面、相反的背面、前端和尾端的主体。该推进器叶片还可包括沿大致离开所述正面的方向从所述主体朝所述背面弯曲的下垂部分。在所述前端附近的下垂部分的曲率半径小于在所述尾端附近的下垂部分的曲率半径。

[0009] 除了前述内容外,推进器的实例可包括:轮毂以及从轮毂向外延伸的多个叶片。所述多个叶片的每个叶片包括正面、相反的背面、前端、尾端,和上端。该上端沿大致离开所述正面的方向朝所述背面弯曲。所述前端处所述上端的曲率半径小于所述尾端处所述上端的曲率半径。

[0010] 本发明的示例实例的其它特征和优点将在下面的描述中阐述,并且部分将从说明书中更为清楚,或通过实践这种示例实例而认识到。通过在所附权利要求特别指出的仪器和组合可认识到和得到这种实例的特征和优点。这些或其它特征将根据下面的描述和所附权利要求更为清楚,或通过实践后面阐述的这种示例实例而认识到。

附图说明

[0011] 为了描述实现本发明的上述和其它优点和特征的方式,将参照附图示出的其特定实施例进行更详细的描述。要注意,附图不是按比例绘制的,并且为描述的目的全文中类似结构或功能的元件通常用相同的附图标记表示。要了解这些附图仅示出了本发明的典型实施例并且因此不是对本发明范围的限定,通过附图的使用描述和解释额外的特性和细节,其中:

- [0012] 图 1 示出根据本发明的一个或多个实例的推进器叶片的透视图;
- [0013] 图 2 示出图 1 的推进器叶片的前视图;
- [0014] 图 3 示出图 1 的推进器叶片的后视图;
- [0015] 图 4 示出图 1 的推进器叶片的底视图;
- [0016] 图 5 示出图 1 的推进器叶片沿图 2 的直线 5-5 的截面图;
- [0017] 图 6 示出图 1 的推进器叶片的前端的示意图;
- [0018] 图 7 示出图 1 的推进器叶片的尾端的示意图;
- [0019] 图 8 示出图 1 的推进器叶片沿图 2 的直线 8-8 的截面图;
- [0020] 图 9 示出图 1 的推进器叶片沿图 2 的直线 9-9 的截面图;
- [0021] 图 10 示出图 1 的推进器叶片的顶视图;
- [0022] 图 11 示出根据本发明的一个或多个实例包括图 1 的推进器叶片的推进器的透视图;
- [0023] 图 12 示出图 11 的推进器的前视图;
- [0024] 图 13 示出图 11 的推进器的侧视图;
- [0025] 图 14 示出根据本发明的一个或多个实例的另一推进器叶片的前视图;
- [0026] 图 15 示出图 14 的推进器叶片的后视图;
- [0027] 图 16 示出图 14 的推进器叶片沿图 14 的直线 16-16 的截面图;
- [0028] 图 17 示出图 14 的推进器叶片沿图 14 的直线 17-17 的截面图;
- [0029] 图 18 示出图 14 的推进器叶片沿图 14 的直线 18-18 的截面图;
- [0030] 图 19 示出根据本发明的一个或多个实例包括图 14 的推进器叶片的推进器的侧视图;
- [0031] 图 20 示出根据本发明的一个或多个实例的另一推进器叶片的前视图;
- [0032] 图 21 示出图 20 的推进器叶片的后视图;
- [0033] 图 22 示出图 20 的推进器叶片沿图 20 的直线 22-22 的截面图;
- [0034] 图 23 示出图 20 的推进器叶片沿图 20 的直线 23-23 的截面图;
- [0035] 图 24 示出图 20 的推进器叶片沿图 20 的直线 24-24 的截面图;以及
- [0036] 图 25 示出根据本发明的一个或多个实例包括图 14 的推进器叶片的推进器的侧视图。

具体实施方式

[0037] 本发明的一个或多个实例旨在减少损失和提高效率的改进的推进器叶片。更特别地,本发明的一个或多个实例包括沿叶片顶部具有弯曲下垂部分的推进器叶片。该弯曲下垂部分能减少力的损失、将径向流动重新定向为轴向且提高效率。

[0038] 此外,在一个或多个实例中,如下面将详述,该弯曲下垂部分可具有沿其长度改变的曲率半径。特别地,在一个或多个实例中,弯曲下垂部分在叶片前端处的曲率半径可小于该弯曲下垂部分在叶片尾端处的曲率半径。可变的弯曲下垂部分可径向地朝叶片基部抽吸流体。该径向向内抽吸流体的能力可防止离开叶片顶端形成漩涡,减少推进器的出流面积(exitflow area),并且增加推进器的入流面积(inlet flow area)。

[0039] 除此之外,在一个或多个实例中,推进器叶片可具有大致平的正面。根据此处的公开内容,可以理解大致平的正面与具有机翼形状的许多常规推进器叶片不同。正面的平形状可防止或减少穿过正面的低压或负压区域的形成。穿过叶片正面的低压或负压的防止或减少可有助于减少甚至消除空穴现象。此外,通过主要使用推进器叶片的背面来向前推动推进器叶片,推进器叶片的形状可减少或消除涡流阻抗(bow wave impedance)。

[0040] 现在参照附图,图 1-10 示出根据本发明实例的推进器叶片 100 的不同视图。如图 1 所示,推进器叶片 100 可包括主体 102。该主体 102 可包括正面 104、相反的背面 106、前端 108 和尾端 110。推进器叶片 100 的主体 102 大致从推进器的轮毂或旋转轴径向向外延伸(图 11-13)。

[0041] 图 1 还示出主体 102 的上端可形成大致从正面 104 朝背面 106 弯曲的下垂部分 112。此处使用的术语“弯曲”指的是偏离直线或平面而无急剧转折或突然中断。换句话说,下垂部分 112 可从大致径向向外延伸的平的正面逐渐过渡至大致轴向延伸的方向。要了解,此处使用的以急剧角度(即 90 度)转折的表面不是“弯曲的”。

[0042] 图 2 和 3 分别示出叶片 100 的正面 104 和背面 106。如图 2 和 3 所示,叶片 100 的高度(即主体 102 的基部或底部与下垂部分 112 之间的距离)可沿叶片 100 的长度(即前端 108 与尾端 110 之间的距离)变化。特别地,图 3 示出在一个或多个实例中,在前端 108 处或附近叶片 100 可具有第一高度 114。在尾端 110 处或附近叶片 100 的相反侧可具有第二高度 116。如图 2 和 3 所示,在一个或多个实例中,第一高度 114 可大于第二高度 116。在一个或多个实例中,第一高度 114 可是第二高度 116 的约 1.1-3 倍。在进一步的实例中,第一高度 114 可是第二高度 116 约 1.25-1.75 倍。

[0043] 在可选实例中,第一高度 114 可小于第二高度 116,如关于叶片 500 详述的。下面将进一步详述,叶片 100 的高度沿其长度的变化有助于确保推进器合成叶片 100 的入口面积大于推进器的出口面积。此外,如下所述,在一个或多个实例中,下垂部分 112 的可变曲率可至少部分形成叶片 100 高度的变化。

[0044] 如图 4 和 5 所示,叶片 100 的主体 102 的厚度可沿叶片 100 的长度在前端 108 与尾端 110 之间变化。特别地,在一个或多个实例中,当叶片 100 从前端 108 延伸至尾端 110 时叶片 100 的厚度可增加。例如,图 4 和 5 示出尾端 110 的厚度可大于前端 108 的厚度。

[0045] 在一个或多个实例中,叶片 100 的厚度就在前端 108 之后急剧增加,并且沿主体 102 的长度至尾端 110 逐渐增加。在可选实例中,主体 102 的厚度在前端 108 附近可增加并

且随后沿主体 102 的长度至尾端 110 基本保持不变。在其它实例中,背面 106 的斜面可恒定以使前端 108 与尾端 110 之间厚度均匀地增加。在其它实例中,叶片 100 的厚度可基本一致。可选地,叶片 100 的厚度在叶片 100 的中心附近可最大并且当主体 102 延伸至前端 108 和尾端 110 时减小。

[0046] 此外,在一个或多个实例中,叶片 100 的前端 108 可包括边缘。当叶片 100 穿过流体旋转时,作为边缘,前端 108 可使得叶片 100 切入流体。另外,在一个或多个实例中,如图 4 和 5 所示,尾端 110 可包括表面。在一个或多个实例中,尾端 110 可沿大致垂直于正面 104 的方向延伸。但是在可选实例中,尾端 110 可包括边缘。

[0047] 图 4 和 5 还示出了在一个或多个实例中正面 104 可具有基本平的构造。换句话说,叶片 100 可不具有机翼形状。正面 104 的平的形状可防止或减少穿过正面 104 的低压或负压的形成,例如通过常规机翼形叶片产生的那些。因此,叶片 100 正面 104 的平的构造可有助于减少甚至消除空穴现象。此外,通过仅使用推进器叶片 100 的背面 106 来向前推动推进器叶片,推进器叶片的形状可减少或消除涡流阻抗。由于正面 104 的平的构造,在一个或多个实例中,正面 104 不是许多传统推进器叶片中常用的“抽吸”表面。实际上,在一个或多个实例中,向前移动叶片 100 的主力是叶片 100 的背面 106 上的正压力。

[0048] 如图 5 所示,叶片 100 的截面形状基本上是颠倒的翼。因此,用于推动带有叶片 100 的推进器穿过流体的力主要是冲击力而非伯努里力。应该理解这与很多传统的推进器叶片是相反的,传统的叶片被作用于叶片后侧上的正压力和作用于叶片前侧的负压力的组合向前推。

[0049] 如前所述,叶片 100 可包括下垂部分 112。图 6 和 7 示出叶片 100 的端视图,同时图 8 和 9 示出叶片 100 的截面图。图 6-9 每个均示出叶片 100 的上端或下垂部分 112 大致以向后方向延伸离开主体 102 和离开背面 106。或换句话说,下垂部分 112 大致以离开正面 104 且朝向背面 106 的方向延伸。因此,下垂部分 112 可从正面 104 朝背面 106 弯曲且超过背面 106。

[0050] 在本发明的一个或多个实例中,下垂部分 112 的曲率半径可沿下垂部分 112 的长度变化。例如,图 8 和 9 示出在前端 108 处或附近的曲率半径 122 可小于在尾端 110 处或附近的曲率半径 118。因此,如图 6 和 7 最佳示出,当沿主体 102 延伸至尾端 110 时下垂部分 112 的曲率半径可自前端 108 减少。例如在某些实例中,在前端 108 处下垂部分 112 的曲率半径 122 可小于在尾端 110 处下垂部分 112 的曲率半径 118 约 1.1-6 倍。适宜地,在尾端 110 处下垂部分 112 的曲率半径 118 能大于在前端 108 处下垂部分 112 的曲率半径 122 约 1.25 倍。

[0051] 图 8 和 9 还示出当下垂部分 112 延伸离开主体 102 时下垂部分 112 的厚度可变化。例如,当下垂部分 112 延伸离开叶片 100 的主体 102 的正面 104 时下垂部分 112 的厚度可减少。根据公开的内容可以理解,下垂部分 112 的可变厚度可导致在前端 108 附近下垂部分 112 前侧的曲率半径 124 大于在前端 108 附近下垂部分 112 后侧的曲率半径 122。类似地,在尾端 110 附近下垂部分 112 前侧的曲率半径 120 可大于在尾端 110 附近下垂部分 112 后侧的曲率半径 118。

[0052] 如图 10 所示,下垂部分 112 可延伸离开正面 104 一段距离。在本发明的一个或多个实例中,下垂部分 112 延伸离开正面 104 的距离沿下垂部分 112 的长度可变化。下垂部

分 112 自正面 104 延伸的距离的变化是部分由于下垂部分 112 的可变曲率。例如,图 10 示出在前端 108 附近下垂部分 112 延伸离开正面 104 的距离 128 小于在尾端 110 附近下垂部分 112 延伸离开正面 104 的距离 126。在任何情形下,下垂部分 112 延伸离开正面 104 的平均距离可为在前端 108 处叶片 100 的高度 114 (图 3) 的约 $1/16$ –约 $1/2$ 。适宜地,下垂部分 112 可延伸前端 108 处叶片 100 的高度 114 的约 $1/4$ –约 $1/3$ 或更少。

[0053] 根据此处公开的内容,可以理解下垂部分 112 的形状和不同曲率可提供各种意想不到的结果。例如,下垂部分 112 可捕捉径向流(即流体移动穿过正面或背面 104、106)和沿轴向(即沿大致平行于叶片 100 旋转轴的方向)对其重新定向。下垂部分 112 捕捉径向流和沿轴向对其重新定向的能力可防止漩涡形成离开叶片 100 的上端。因此在一个或多个实例中,下垂部分 112 可防止叶片 100 促使流体径向向叶片 100 的上端外流动。减少或防止漩涡形成离开叶片 100 上端可导致效率提高和叶片 100 形成的噪音减少。此外,当叶片 100 被用作泵的一部分时,防止流体向叶片 100 的外径流动的能力可防止推动流体撞击管道。当叶片 100 被用作血泵的一部分时这可防止对血液的损伤。

[0054] 在一个或多个实例中,下垂部分 112 被构造为相对叶片 100 的旋转轴成角度或不平行。换句话说,下垂部分 112 可沿与叶片 100 的旋转轴同心的圆柱体成角度或不平行的方向延伸。要了解,设计者可能确保下垂部分 112 与叶片 100 的旋转轴不平行,因为指向叶片中心的力可能不能向后移动流体。因为优选流体被向后推以使反作用力向前移动叶片,通过确保下垂部分 112 与旋转轴不平行,设计者可有助于确保叶片 100 将移动流体。

[0055] 因此,叶片 100 可使得来自旋转驱动轴的能量利用率更高。下垂部分 112 可重新定向径向流体流至更轴向流动的方向。径向流的该重新定向就增加了向前移动叶片 100 的力,藉此提高了推进器叶片 100 的效率。此外,下垂部分 112 可将流体集中到叶片 100 的旋转轴,并且从而当流体流经叶片 100 时加速流体。

[0056] 现在看图 11–13,示出推进器 200 具有 5 个固定于轮毂 202 的叶片 100。要了解,推进器 200 可被构造为绕轮毂 202 的轴旋转。推进器 200 被构造为用于轮船的船内推进器。如图所示,推进器 200 的每个叶片 100 可具有相对较高的螺距以使速度增加从而增加流经推进器 200 的流体。要了解,为了特定的使用 / 应用,设计者 / 工程师可改变叶片 100 的数目、尺寸和螺距。

[0057] 如前所述,每个叶片 100 可具有为推进器 200 提供比出流大的入流面积的构造。例如,图 13 示出推进器 200 可具有小于入流直径 210 (和相应的入口面积)的出流直径 212 (和相应的出口面积)。入口直径与出口直径的比值的改变能是部分地由于叶片 100 的螺距和每个叶片 100 的可变高度。

[0058] 要了解,根据此处的公开内容,当流体加速时,遏制该流动的流动面积由于流体速度的反方向变化而减少。推进器 200 减少的出流直径 212 (和相应的出口面积)可进一步增加推进器 200 上的力,并且从而增加推进器 200 的效率。因此,叶片 100 外端上下垂部分 112 的功能类似于泵中的管道面积减少。特别地,当流体流经过推进器 200 时下垂部分 112 可遏制流体流向外膨胀,增加总轴向力,并且藉此增加推进器 200 的功率和效率。

[0059] 此外,如前所述,下垂部分 112 可将从推进器 200 的入口直径 210 径向向外的流体径向向内朝推进器 200 的旋转轴抽吸。下垂部分 112 从上面向内抽吸叶片 100 径向最外部分的流体 230 的能力可增加推进器 200 的有效入口直径。例如,图 13 示出推进器 200 可具

有大于实际入口直径 210 (和相关的入口面积) 的有效入口直径 214 (和相关的有效入口面积)。在一个或多个实例中, 有效入口直径 214 约为入口直径 210 的 1.10-2 倍。在另一实例中, 有效入口直径 214 约为入口直径 210 的 1.25-1.50 倍。

[0060] 有效入口直径 214 (和相关的有效入口面积) 可在推进器 200 的入口面积与出口面积之间形成甚至更大的差值。与流入推进器 200 的流体速度相比, 推进器 200 的入口与出口面积之间的差值进一步增加了流出推进器的流体速度。因此, 叶片 100 进一步增加了推进器 200 的推力和效率。

[0061] 图 11 和 13 进一步示出推进器 200 可包括向后延伸离开轮毂 202 后部的锥体 204。锥体 204 可作用为进一步减小出流直径 212。特别地, 锥体 204 可径向向外推动最内层的流体。出流直径 212 的额外减小可进一步增加出流速度从而增加推进器 200 的效率。

[0062] 根据此处的公开内容, 可以理解包括上述各种特征的叶片可采取多种形式。因此, 本发明的实例不局限于附图示出的特定叶片或推进器。例如, 图 1-13 示出的叶片 100 具有的高度 (即主体 102 的基部与下垂部分 112 之间的距离) 大于长度 (即前端 108 与尾端 110 之间的距离)。但本发明不被如此限定。例如, 图 14-18 示出长度大于高度的另一推进器叶片 300 的不同视图。

[0063] 类似于叶片 100, 图 14 和 15 示出叶片 300 可包括主体 302。主体 302 可包括正面 304、相反的背面 306、前端 308 和尾端 310。此外, 叶片 300 可包括大致从正面 304 朝背面 306 弯曲的上端或下垂部分 312。

[0064] 如图 14 和 15 所示, 叶片 300 的高度可沿叶片 300 的长度变化。特别地, 图 15 示出在一个或多个实例中叶片 300 在前端 308 处或附近可具有大于在尾端 310 处或附近的第二高度 316 的第一高度 314。该叶片高度的差值有助于流体入流面积与流体出流面积的差值。

[0065] 图 16 示出叶片 300 的主体 302 的厚度可沿叶片 300 的长度在前端 308 与尾端 310 之间变化。特别地, 在一个或多个实例中, 当叶片 300 从前端 308 延伸至尾端 310 时, 叶片 300 的厚度可增加。例如, 图 16 示出尾端 310 可具有比前端 308 更大的厚度。在一个或多个实例中, 叶片 300 的前端 308 可具有边缘。作为边缘, 当叶片 300 穿过流体旋转时前端 308 可使得叶片 300 切入流体。另外, 在一个或多个实例中, 如图 16 所示, 尾端 310 可包括表面。叶片 300 还可包括基本平的正面 304, 如图 16 所示。

[0066] 类似于叶片 100, 叶片 300 的下垂部分 312 可沿其长度变化。例如, 图 17 和 18 示出前端 308 处或附近的曲率半径 322 可小于在尾端 310 处或附近的下垂部分 312 的曲率半径 318。因此, 当沿主体 302 延伸时, 下垂部分 312 的曲率半径从前端 308 至尾端 310 逐渐减小。

[0067] 图 17 和 18 还示出当下垂部分 312 延伸离开主体 302 时下垂部分 312 的厚度可变化。例如, 当下垂部分 312 延伸离开叶片 300 的主体 302 的正面 304 时, 下垂部分 312 的厚度可减小。根据此处公开的内容, 可以理解下垂部分 312 的可变厚度可导致前端 308 附近的下垂部分 312 前侧的曲率半径 324 大于前端 308 附近的下垂部分 312 后侧的曲率半径 322。类似地, 尾端 310 附近的下垂部分 312 前侧的曲率半径 320 可大于尾端 310 附近的下垂部分 312 后侧的曲率半径 318。

[0068] 现在看图 19, 示出推进器 400 具有固定于轮毂 402 的五个叶片 300。可以理解, 推

进器 400 可被构造为绕轮毂 402 的轴旋转。推进器 400 被构造为用于轮船的船外推进器。如前所述,每个叶片 300 可具有为推进器 400 提供入流面积大于出流面积的构造。例如,图 19 示出推进器 400 具有的出流直径 412 (和相应的出口面积)小于入射流直径 410 (和相应的入口面积)。入口直径与出口直径比值的改变至少部分由叶片 300 的螺距和每个叶片 300 的可变高度 314、316 而造成。

[0069] 类似于下垂部分 112,下垂部分 312 可将从推进器 400 的入口直径 410 径向向外的流体径向向内朝推进器 400 的旋转轴抽吸。下垂部分 312 从上面向内抽吸叶片 300 径向最外部分的流体 430 的能力可增加推进器 400 的有效入口直径。例如,图 19 示出推进器 400 可具有大于实际入口直径 410 (和相关的入口面积)的有效入口直径 414 (和相关的有效入口面积)。因此,叶片 300 的下垂部分 312 可进一步增加推进器 400 的效率。

[0070] 除了改变叶片的高度与长度比,本发明的实例包括其它改变和设计改进。例如,图 20-24 示出另一推进器叶片 500 的不同视图,示出相对于前示和前述推进器叶片 100、300 的其它额外变化。类似于叶片 100、300,图 20 和 21 示出叶片 500 可包括主体 502。主体 502 可包括正面 504、相反的背面 506、前端 508 和尾端 510。此外,叶片 500 可包括大致从正面 504 朝背面 506 弯曲的下垂部分 512。

[0071] 如图 20 和 21 所示,叶片 500 的高度可沿叶片 500 的长度变化。特别地,图 21 示出在一个或多个实例中,叶片 500 在前端 508 处或附近可具有小于在尾端 510 处或附近的第二高度 516 的第一高度 514。要了解,这与上述叶片 100、300 的高度大不相同。叶片高度的差值有助于流体入流面积和流体出流面积的差值,如下所述。

[0072] 图 22 示出叶片 500 的总体 502 的厚度可沿叶片 500 的长度在前端 508 与尾端 510 之间变化。特别地,在一个或多个实例中,当叶片 500 从前端 508 延伸至尾端 510 时,叶片 500 的厚度可增加。例如,图 22 示出尾端 510 的厚度可比前端 508 的厚度更大。如图 22 所示,前端 508 可包括从正面 504 弯曲至背面 506 的表面。类似地,尾端 510 可包括从正面 504 弯曲至背面 506 的表面。

[0073] 图 22 还示出叶片 500 还可包括基本平的正面 504。更特别地,图 22 示出正面 504 可包括少量的曲率。这与包括基本无曲率的上述正面 104、304 大不相同。

[0074] 类似于叶片 100,叶片 500 的下垂部分可沿其长度变化。例如,图 23 和 24 示出前端 508 处或附近的曲率半径 522 可小于尾端 510 处或附近的下垂部分 512 的曲率半径 518。因此,当沿主体 502 延伸时,下垂部分 512 的曲率半径可从前端 508 至尾端 510 逐渐减小。

[0075] 图 23 和 24 还示出当下垂部分 512 延伸离开主体 502 时下垂部分 512 的厚度可变化。例如,当下垂部分 512 延伸离开叶片 500 的主体 502 的正面 504 时,下垂部分 512 的厚度可减小。根据此处的公开内容,可以理解下垂部分 512 的可变厚度可导致前端 508 附近的下垂部分 512 前侧的曲率半径 524 大于前端 508 附近的下垂部分 512 后侧的曲率半径 522。类似地,尾端 510 附近的下垂部分 512 前侧的曲率半径 520 可大于尾端 510 附近的下垂部分 512 后侧的曲率半径 518。

[0076] 现在看图 25,示出的推进器 600 具有固定于轮毂 502 的五个叶片 500。可以理解推进器 500 可被构造为绕轮毂 602 的轴旋转。推进器 600 被构造为用于轮船的船外推进器。

[0077] 如图 25 所示,每个叶片 500 可具有为推进器 600 提供比出流小的入流面积的构造。例如,图 25 示出推进器 600 可具有大于入射流直径 610 (和相应的入口面积)的出射

流直径 612 (和相应的出口面积)。入口直径与出口直径的比值的改变至少部分由于每个叶片 500 的高度 514、516 的改变。

[0078] 类似于下垂部分 112, 下垂部分 512 可将从推进器 600 的入口直径 610 径向向外的流体径向向内朝推进器 600 的旋转轴抽吸。下垂部分 512 从上面向内抽吸叶片 500 径向最外部分的流体 630 的能力可提供有效入口直径 614。例如, 图 25 示出推进器 600 可具有大于实际入口直径 610 (和相关的入口面积) 的有效入口直径 614 (和相关的有效入口面积)。因此, 虽然存在实际入口面积小于出流面积这个事实, 叶片 500 的下垂部分 512 可提供大于出流面积的有效入流面积。因此, 推进器 600 可导致从推进器 600 后面离开的流体以比进入推进器 600 前面的流体更快的速度移动, 甚至在实际入口面积小于出口面积时如此。

[0079] 如前所述, 一个或多个实例的有效入流面积大于出流面积。特别地, 在一个或多个实例中, 推进器的有效入流面积约为出流面积大小的 1.25-3 倍。适宜地, 推进器的有效入流面积约为出流面积大小的 1.5-2 倍。

[0080] 叶片 100、300、500 的独特特征和形状的组合可产生意想不到的结果。例如, 对具有 120 马力的发动机和入射流直径为 14 英寸的常规推进器的轮船进行测试。在每分钟 2000 转时, 常规的 14 英寸推进器大约以每小时 11.2 英里的速度驱动轮船。当从静止状态向前推进轮船时, 轮船的后部入水更深。此外, 常规推进器在水面上产生了明显的羽状水柱。轮船的计划是每分钟 2500 转和每小时 17 英里的速度。

[0081] 常规推进器被类似于带有 14 英寸入射流直径的推进器 200 的推进器所取代, 并且再次测试轮船。在每分钟 2000 转时, 推进器 400 大约以每小时 19 英里的速度驱动轮船。换句话说, 使用的发动机功率相同时, 带有叶片 100 的推进器 200 提供了 1.70 倍的速度。当轮船从静止状态开始时, 轮船的后部不会明显地入水更深。此外, 在水面上几乎不产生羽状水柱。相反, 通过推进器 200 笔直地向后而非向后和径向向外移动水, 就产生了水下的加速水柱。

[0082] 使用类似于推进器 400 的带有 14 英寸入射流直径的推进器进行另一测试。当轮船从静止状态开始时, 轮船的后部不会明显地入水更深。此外, 在水面上几乎不产生羽状水柱。相反, 通过推进器 400 笔直地向后而非向后和径向向外移动水, 就产生了水下的加速水柱。此外, 轮船的计划是快得多的每分钟 1900 转和每小时 11 英里的速度。

[0083] 推进器 200、400、600 的意想不到的功率和效率部分是由于叶片 100、300、500 围绕推进器移动流体的方式。当流体穿过带有标准或常规叶片的推进器时, 作用于流体上的两个力是旋转流体的离心力和流体的速度压力, 并且这两个力彼此垂直。当这两个力的矢量和远离旋转中心时, 流体必须采取移离旋转的推进器中心的路径。

[0084] 相反, 当流体穿过带有叶片 100、300、500 的推进器时, 流体朝推进器的中心被定向, 并且随后穿过推进器。如上所述, 这部分是由于下垂部分重新定向径向流体流为更轴向流动的方向这个事实。该径向流的重新定向就增加了向前移动推进器的力, 藉此增加了推进器的效率。

[0085] 此外, 通过沿轴向定向径向流体流并且通过朝推进器中心抽吸流体, 叶片 100、300、500 还减少了被径向推动超过叶片 100、300、500 末端的流体。在试验中缺少在轮船后面的羽状水柱是因为径向流体流的重新定向。要了解, 通过减少径向向外的流体流动, 通过防止或减少流体喷射在泵管道壁上导致的损失可增加本发明的叶片 100、300、500 的效率。

此外,通过令作用于叶片 100、300、500 背面上的力向前推动推进器,叶片 100、300、500 的形状减少了空穴现象和涡流阻抗。

[0086] 要了解,工程师/设计师可将本发明的推进器叶片使用于各种不同的应用以增加效率和减少损失。例如,根据应用,工程师/设计师可调节叶片尺寸和螺距。例如,本发明的叶片可与血泵一同使用。这种血泵与常规的血泵转子相比具有各种优点。例如,因为通过增加血泵内需要更换任何电源之前的时间,由于叶片提供的效率增加导致的所需功率减少可增加转子和相关血泵的使用寿命。此外,通过防止血细胞压在血管壁上,围绕叶片 100、300、500 的径向流体流的重新定向可减少常规血泵中常见的对血细胞的损伤。

[0087] 此外,叶片 100、300、500 的效率提高可使转子和相关血泵更酷似人类心脏。例如,在每分钟 30000 转下运行时,常规的血液在约 90 毫米汞柱的压力下泵送约 4 升。在每分钟 9000 转下运行时,结合本发明原理的血泵在约 135 毫米汞柱的压力下可泵送约 5.5 升。

[0088] 根据此处的公开内容,可以理解工程师/设计师可将本发明的叶片 100、300、500 使用于各种不同应用。例如但非限定,这种应用可包括用于轮船、飞机、直升机、鱼雷、潜水艇或其它穿过流体移动的物体的螺旋桨。类似地,额外的应用包括泵和推进器移动经过它的流体的其它应用。

[0089] 除了推进器将能量传递给流体(即移动流体)的应用外,工程师/设计师可将本发明的推进器叶片 100、300、500 使用于从流体吸能的应用中。例如,工程师/设计师可将叶片 100、300、500 与涡轮一同使用。此外,工程师/设计师可使用本发明的叶片 100、300、500 作为任何推进器应用的一部分。例如,工程师/设计师可使用本发明叶片 100 的某些额外应用是无轮毂推进器、多级泵和抗旋转内外推进器系统。

[0090] 该推进器叶片 100 和相关推进器的扩展是可被置于推进器之后的定子的形状。通常在导管推进器中找到定子。它们的目的是当径向流体流离开推进器叶片时将其转换为轴向。因为本发明考虑到没有径向流体流离开带有本发明叶片的推进器,与本发明的推进器一同使用的定子可包括平行于径向流的表面。因此所述定子表面在两个轴内凹入。定子可朝旋转轴凹入并且朝径向流方向凹入。该表面可被视为空心圆顶,其变为平行于从旋转中心径向延伸的旋转轴的平的表面。

[0091] 本推进器设计的另一扩展包括在抗旋转推进器系统中的随后推进器的设计。在抗旋转系统中,第二推进器将来自第一推进器的旋转流重新定向为非旋转和平行于推进器轴的流路。这就消除了转矩矢量。因为离开推进器的流体移动的比进入推进器的流体更快,第二推进器可小于第一推进器并且具有更大的螺旋角。

[0092] 不论怎么应用,要了解本发明的推进器叶片 100、300、500 可提高效率 and 减少损失。特别地,每个叶片的下垂部分可将径向流重新定向为轴向,这可增加推进器的推力。额外地,每个叶片的下垂部分可减少推进器的出流面积。此外,叶片的形状(即平坦正面)可减少或消除空穴现象和涡流阻抗。

[0093] 本发明可因此以其它特定形式体现而不脱离其精神和实质特点。所述实施例无论从哪方面看仅被认为是示例性而非限定性的。因此本发明的范围由所附权利要求而非前面描述来表示。所有在权利要求的等价含义和范围内的改变都包括在其范围内。

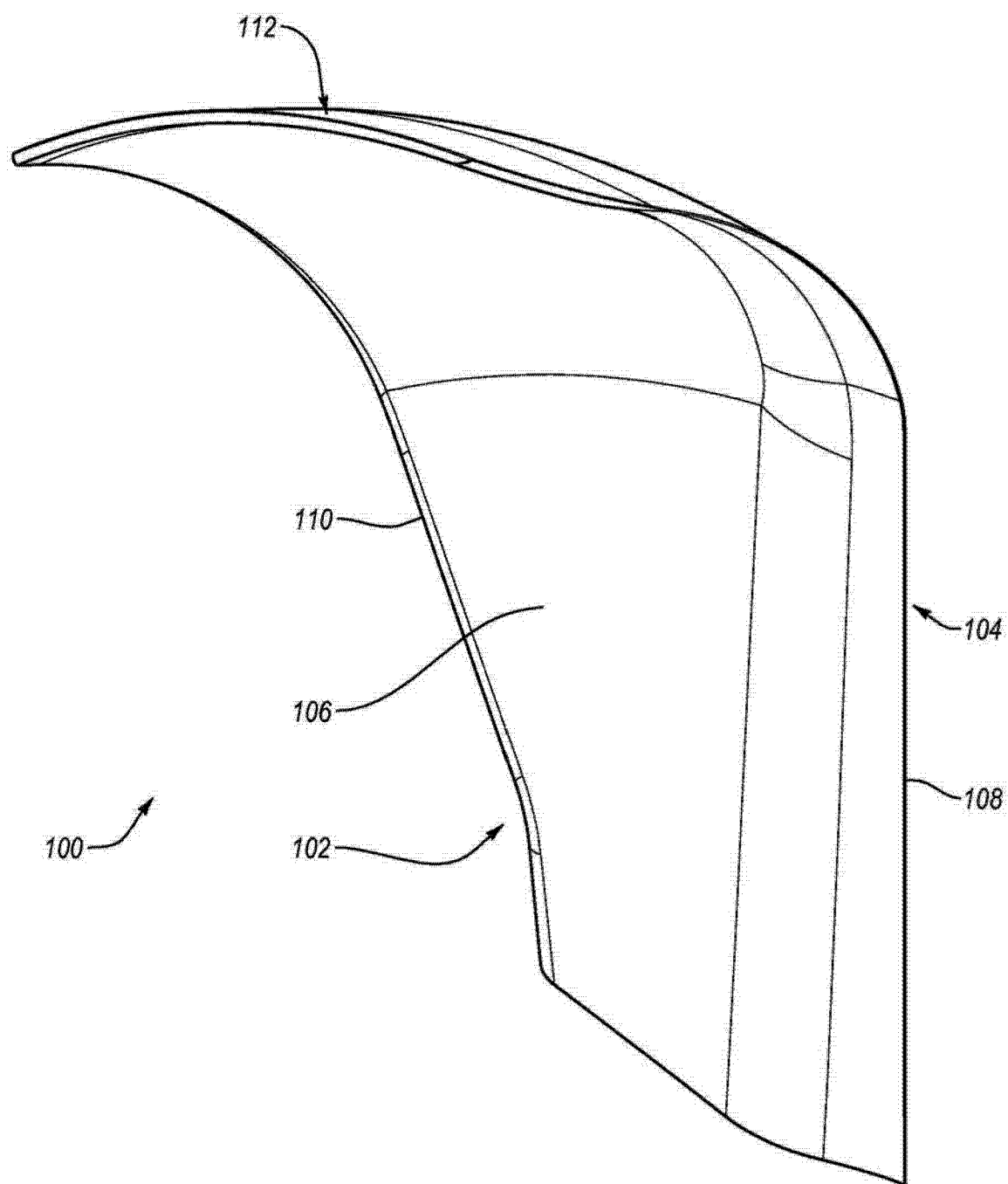


图 1

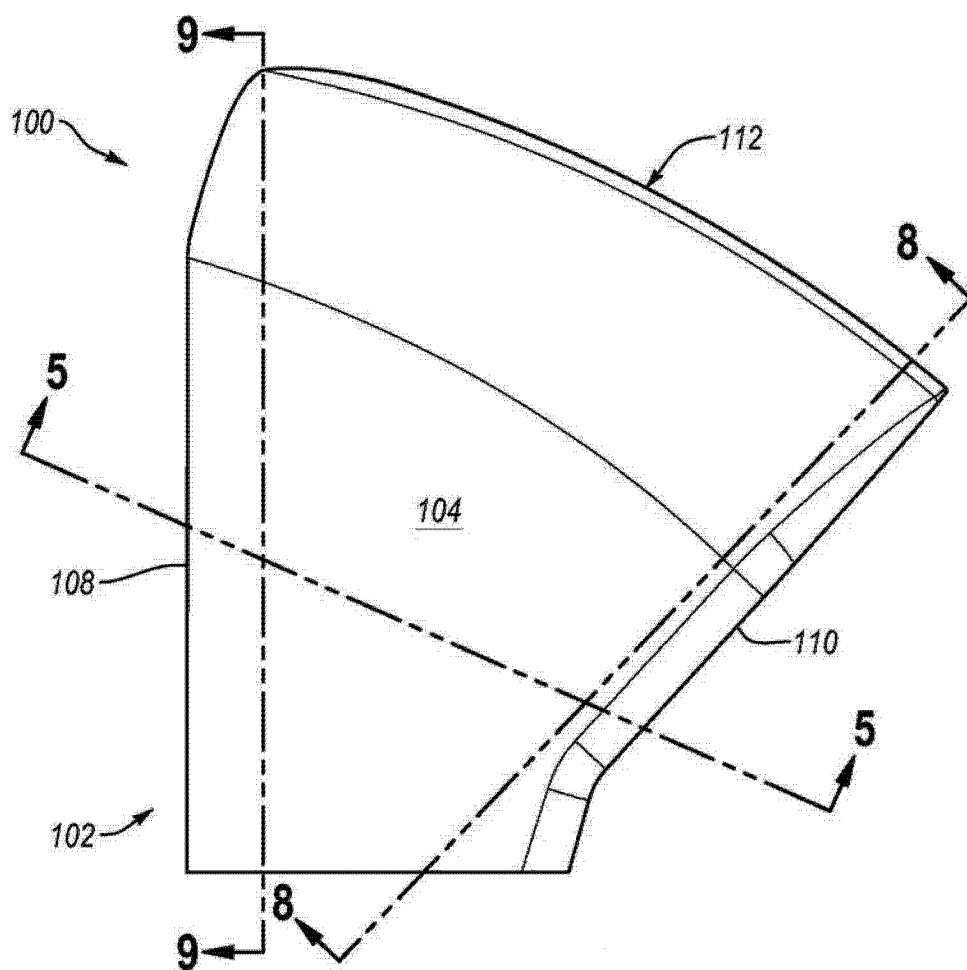


图 2

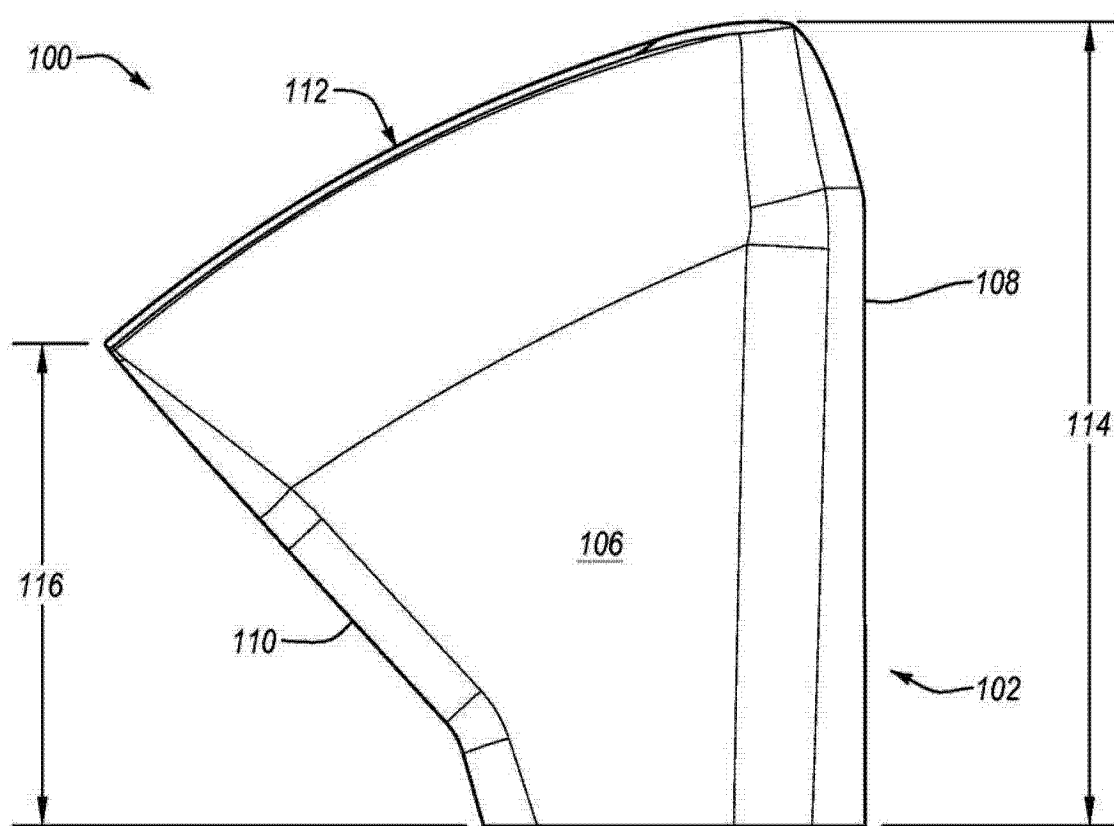


图 3

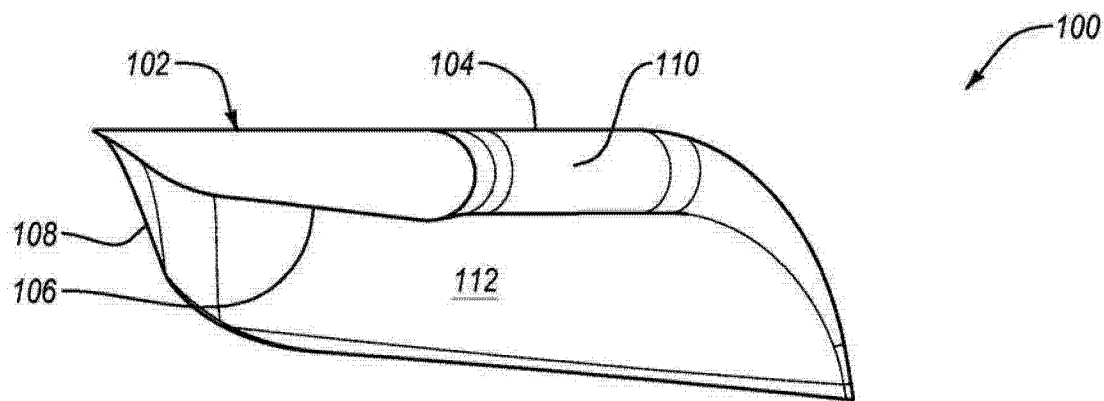


图 4

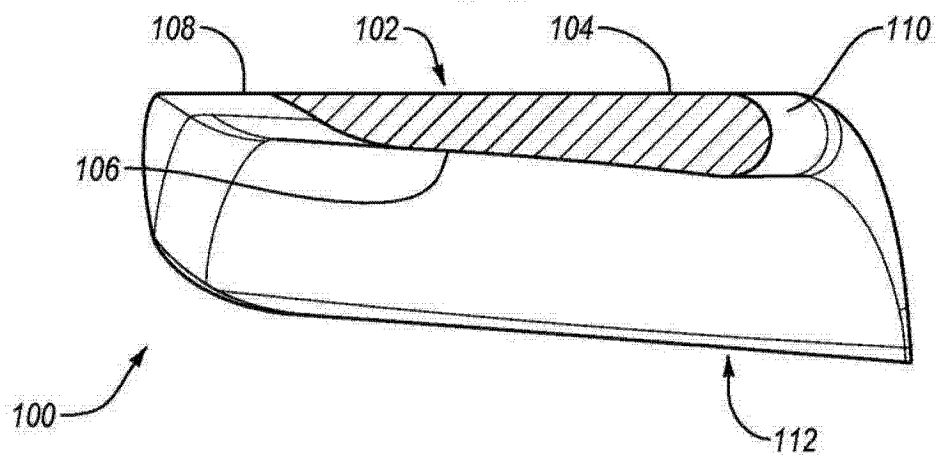


图 5

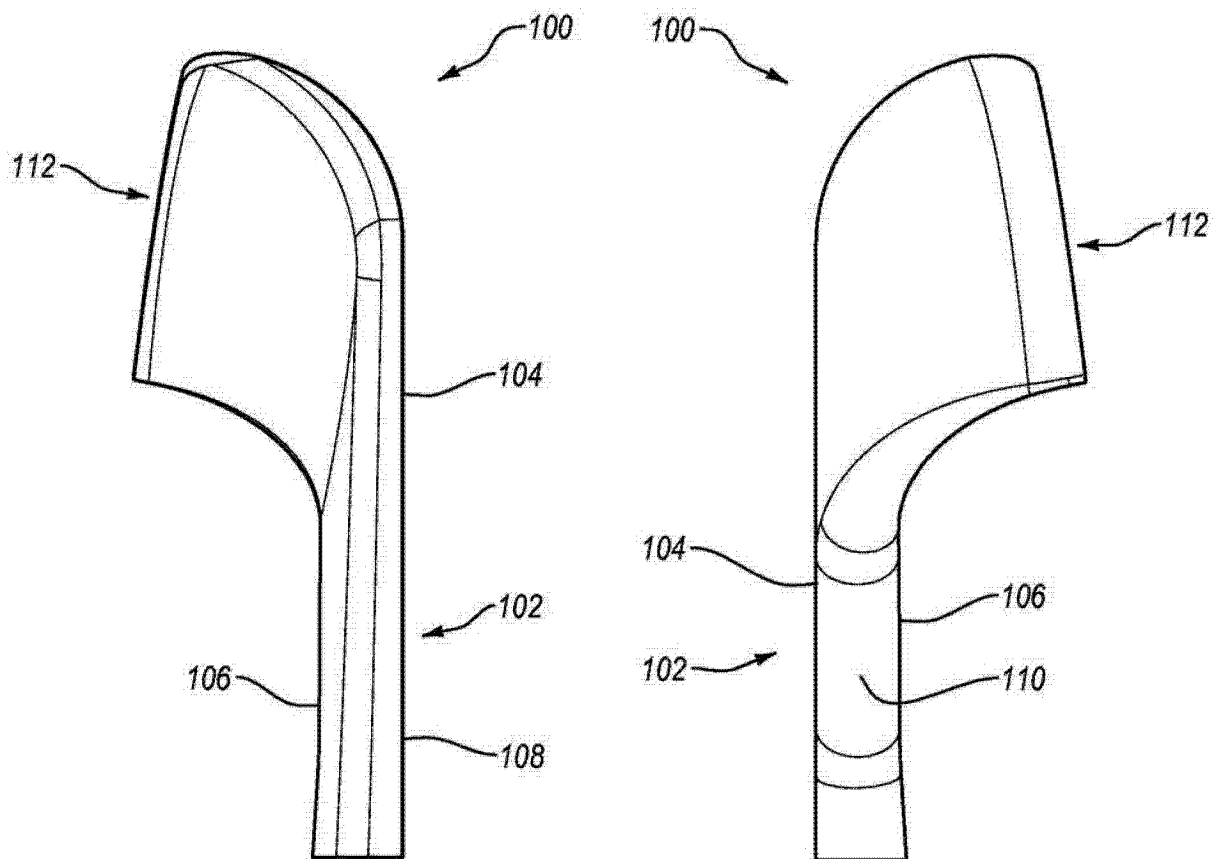


图 6

图 7

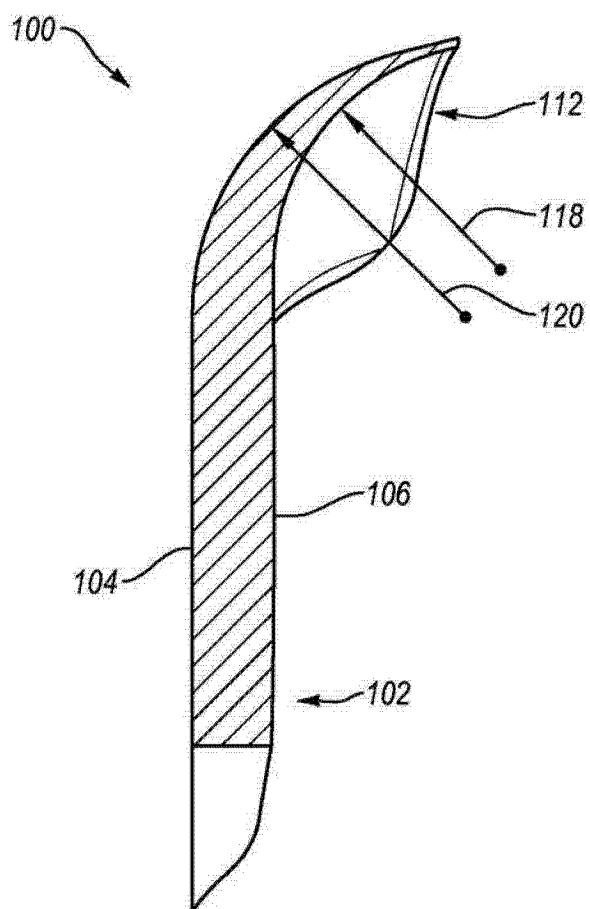


图 8

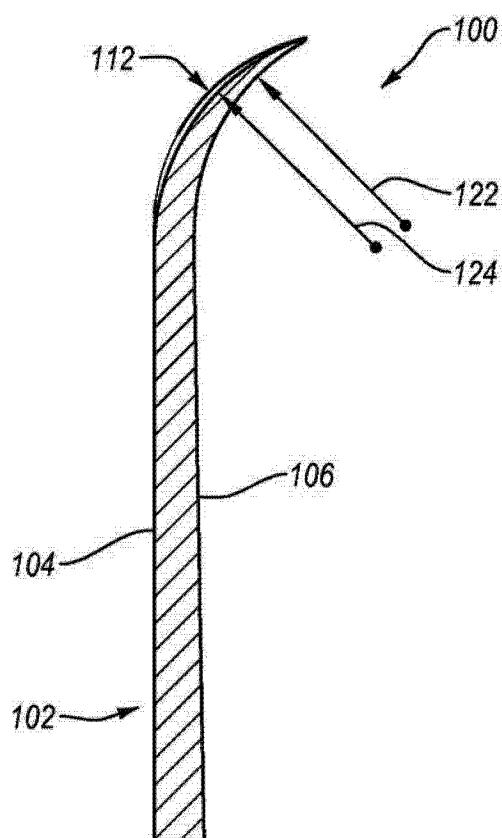


图 9

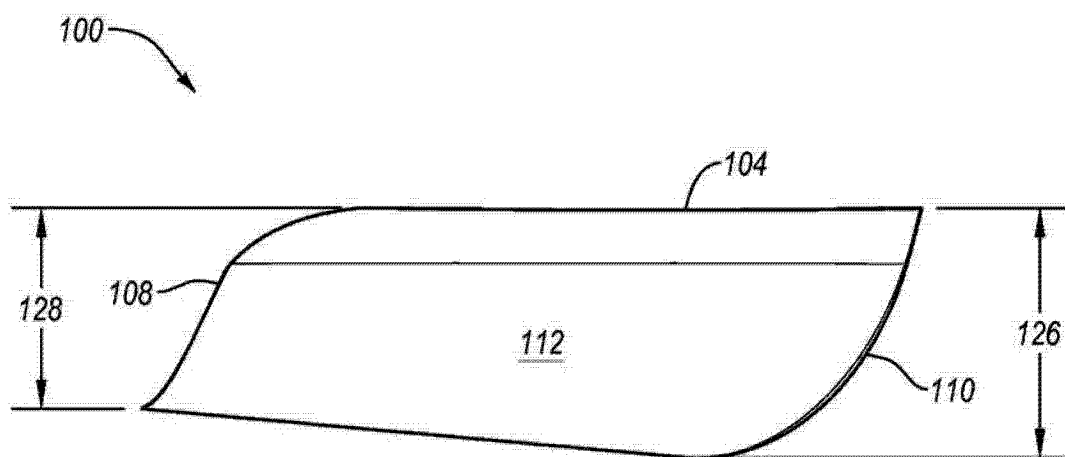


图 10

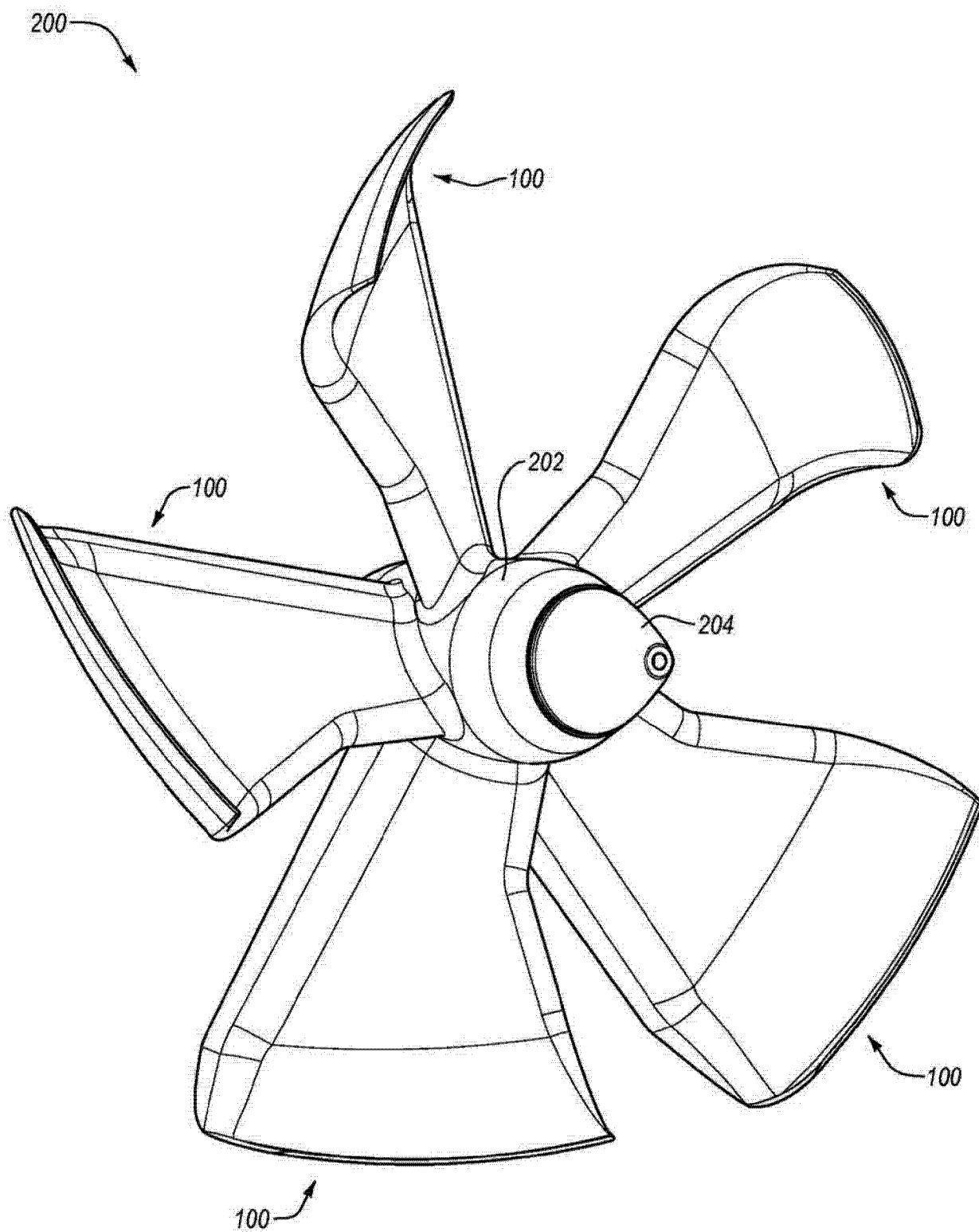


图 11

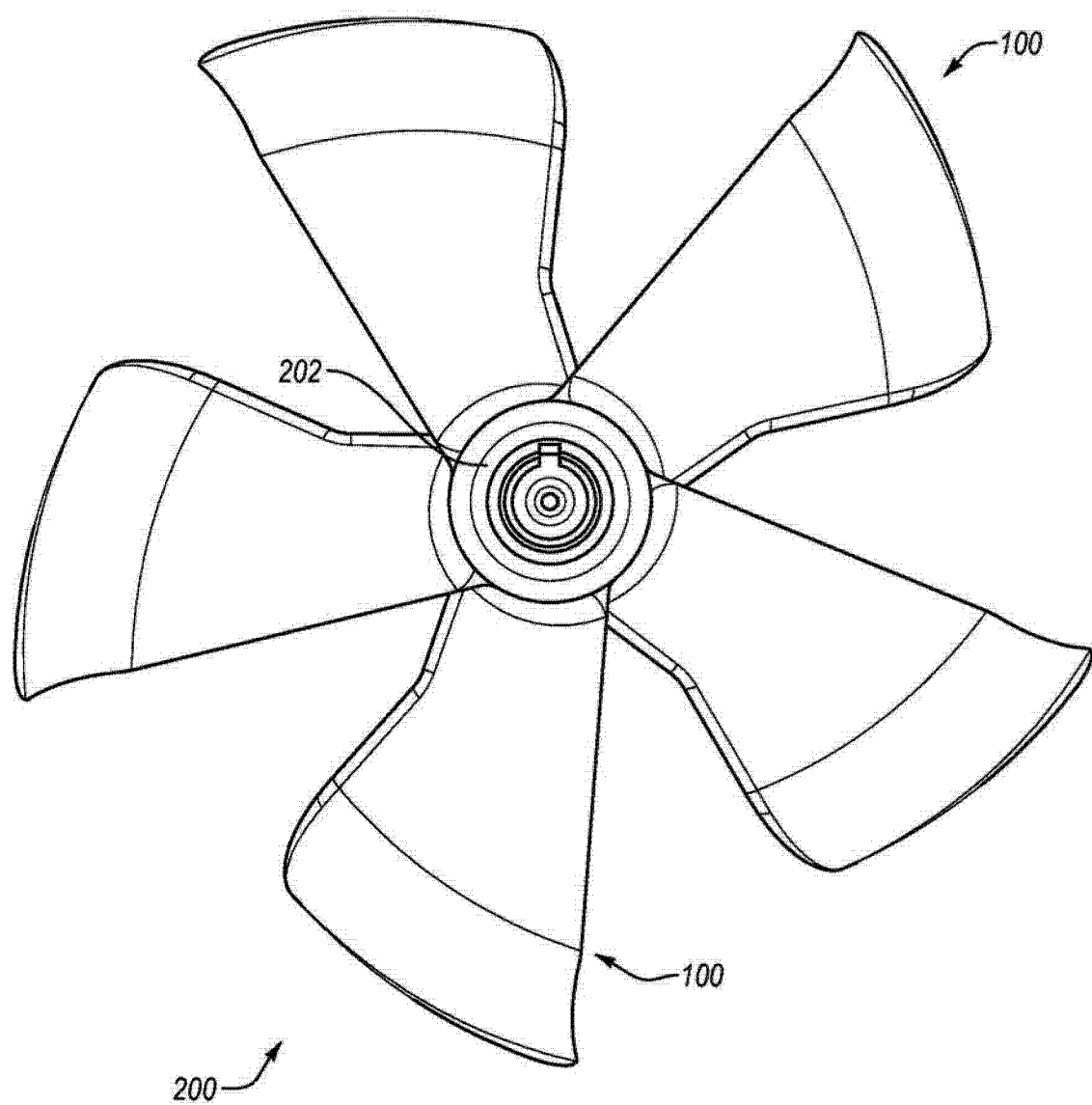


图 12

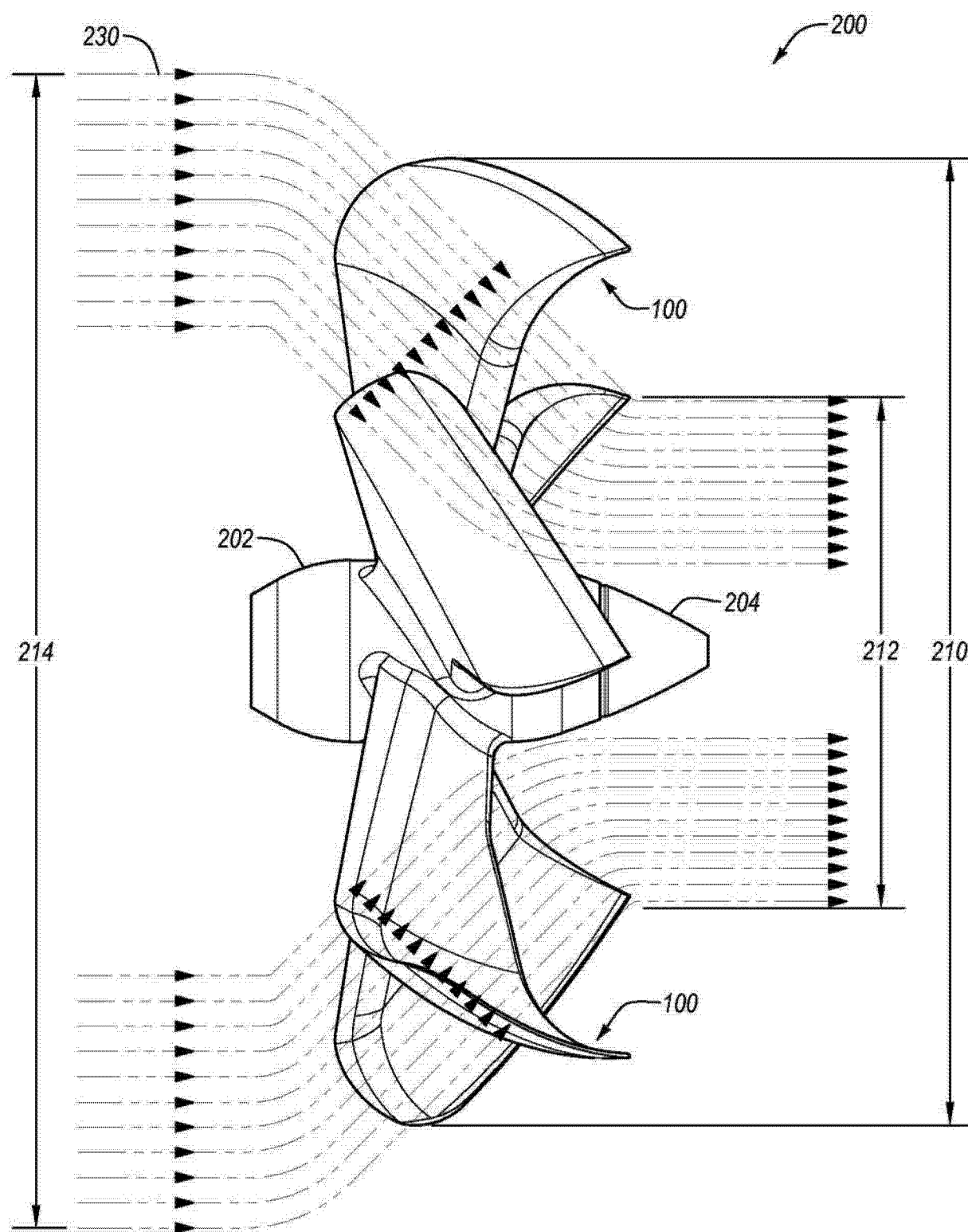


图 13

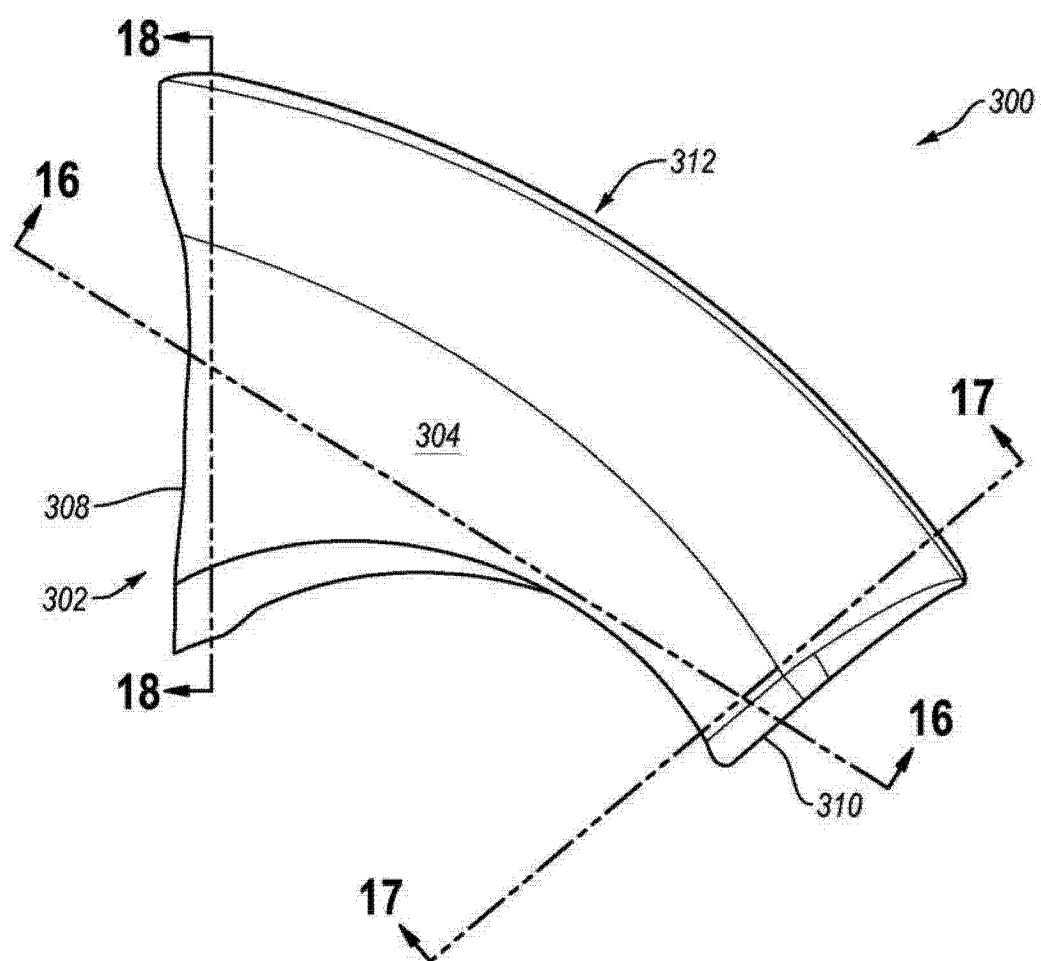


图 14

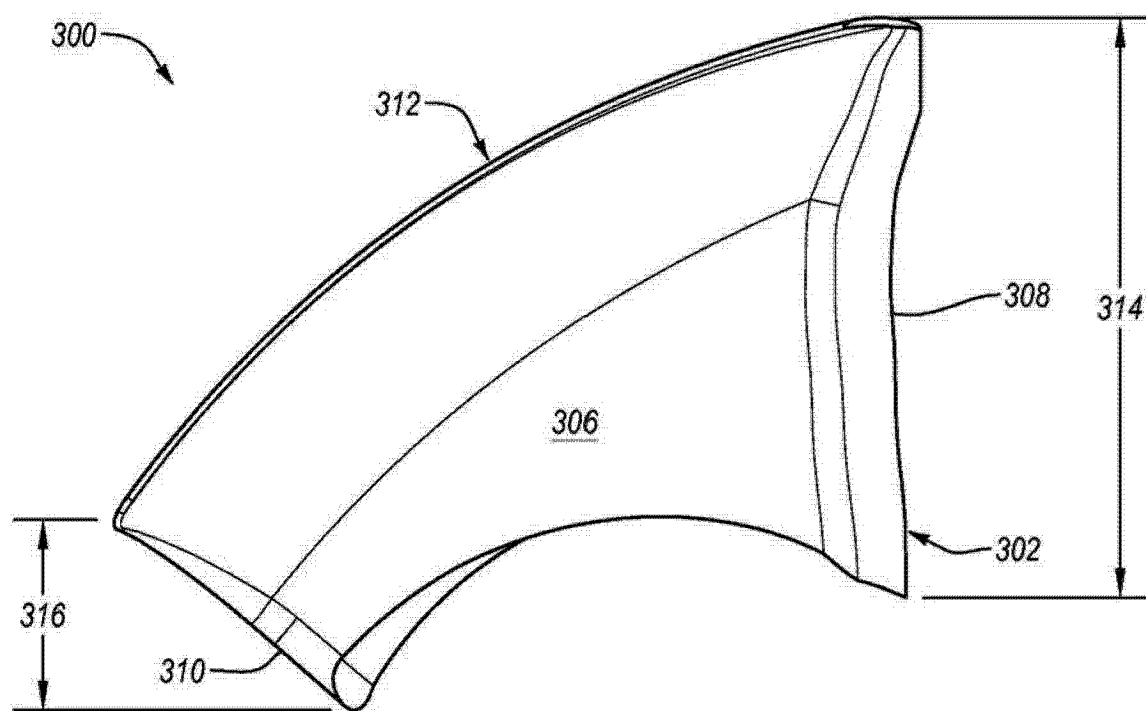


图 15

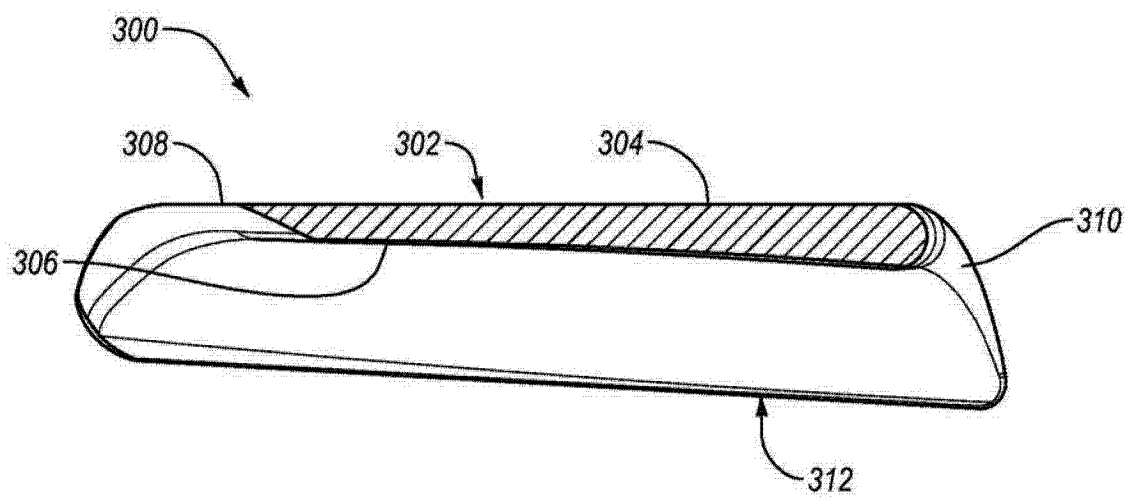


图 16

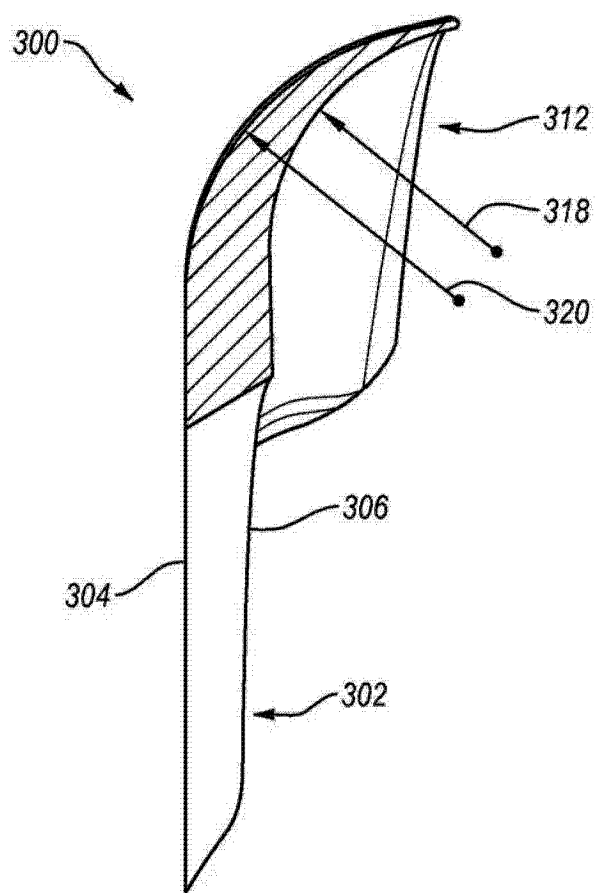


图 17

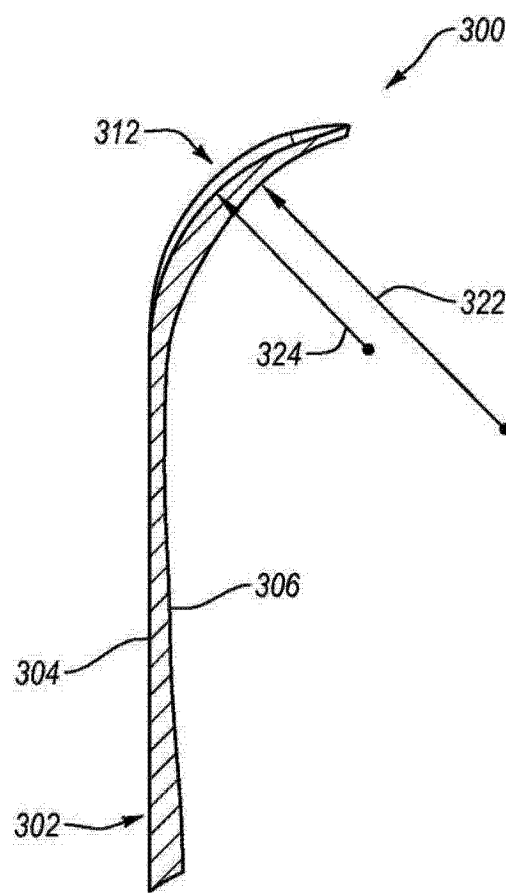


图 18

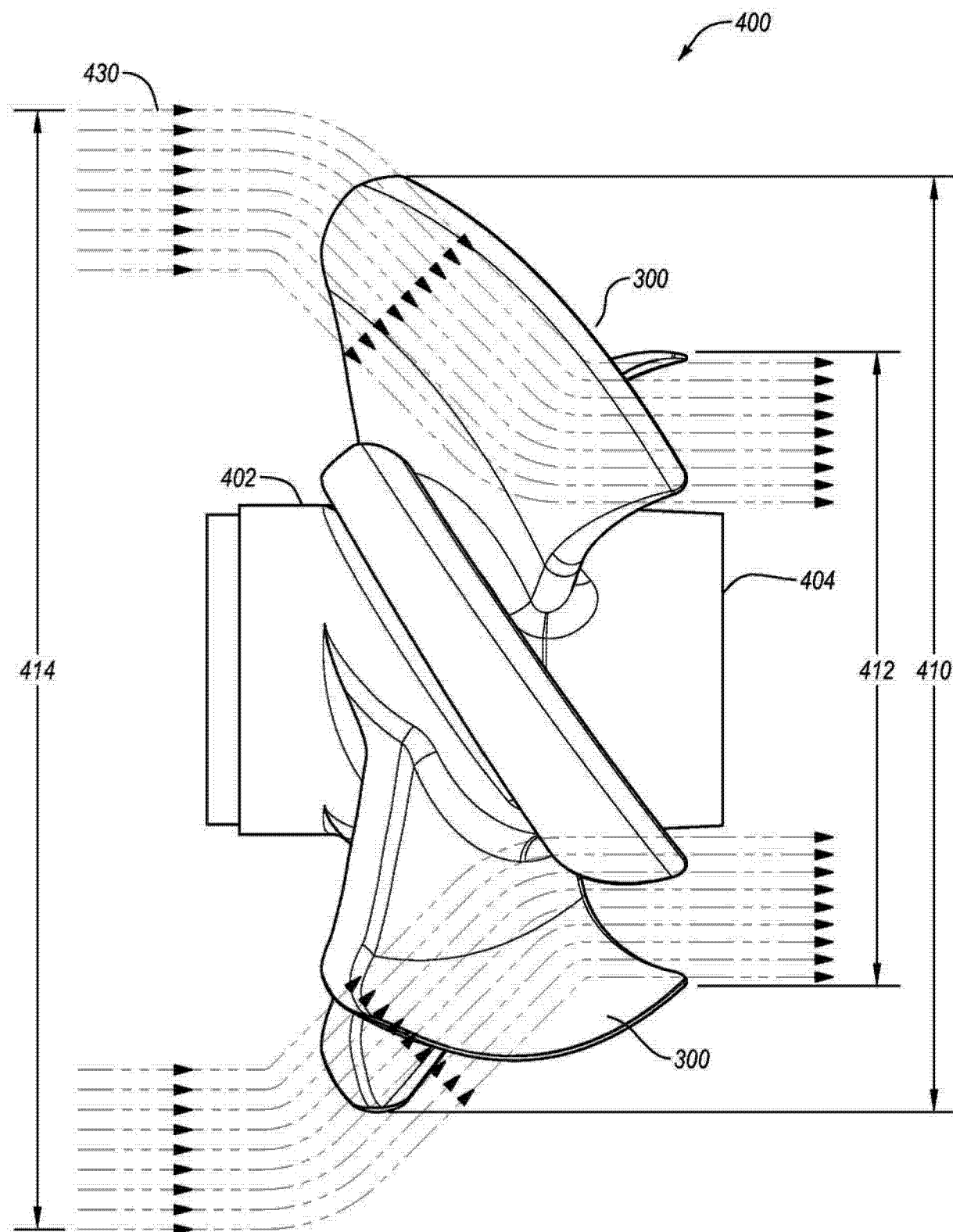


图 19

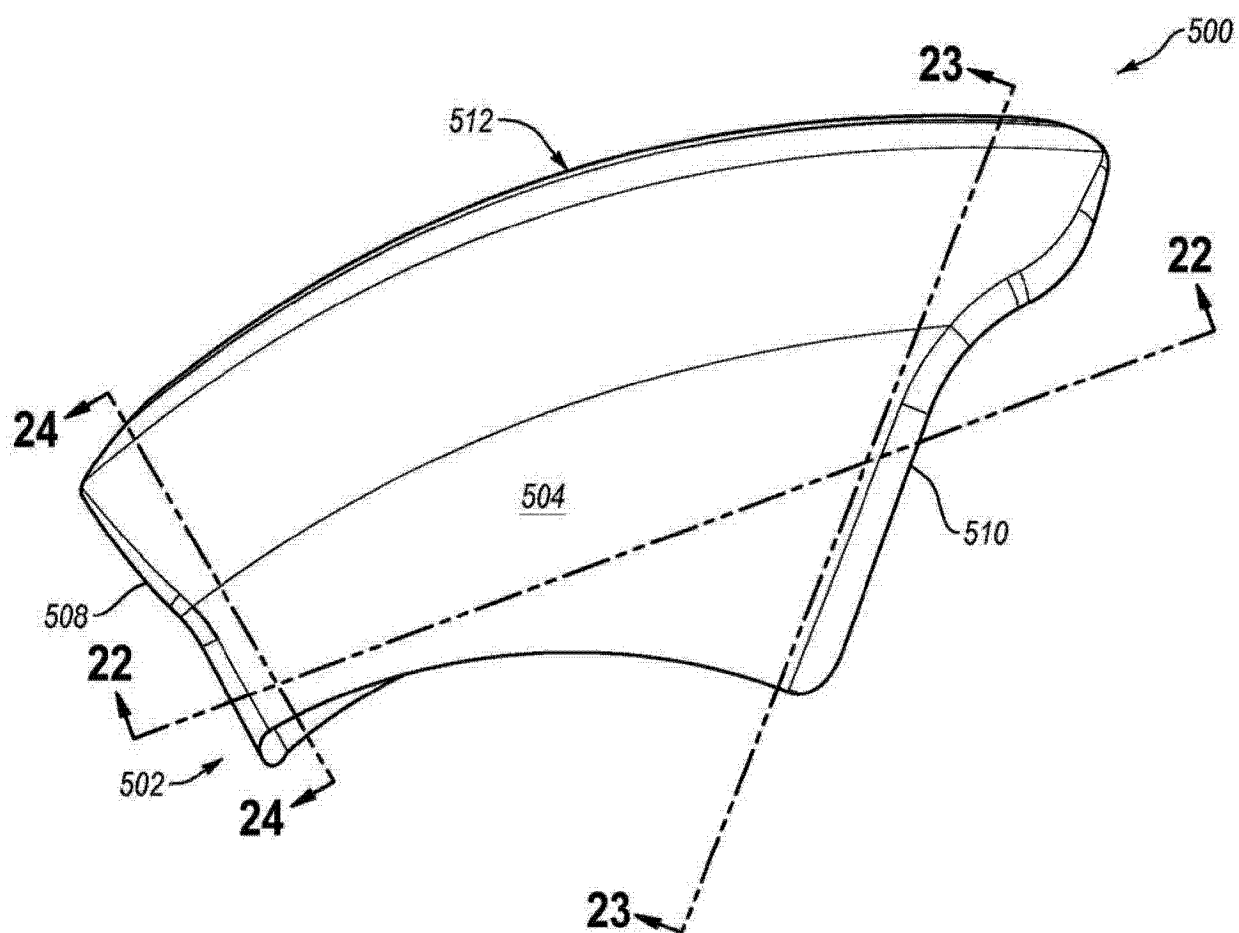


图 20

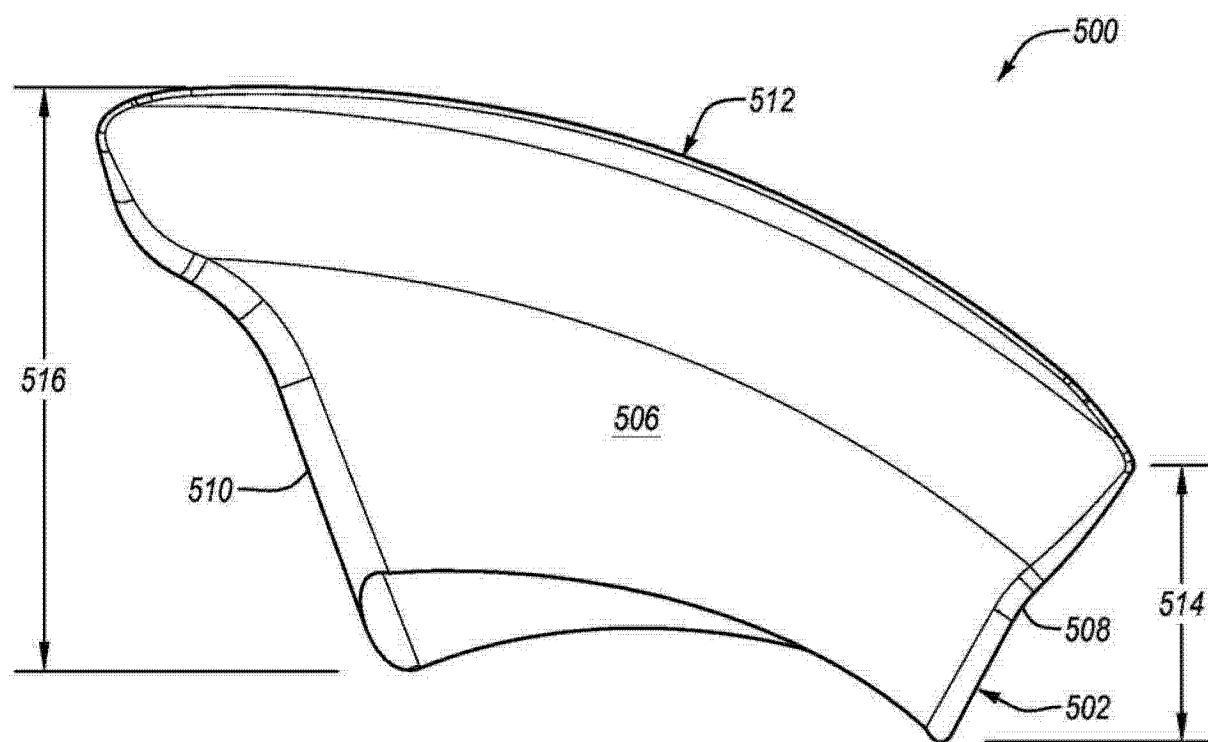


图 21

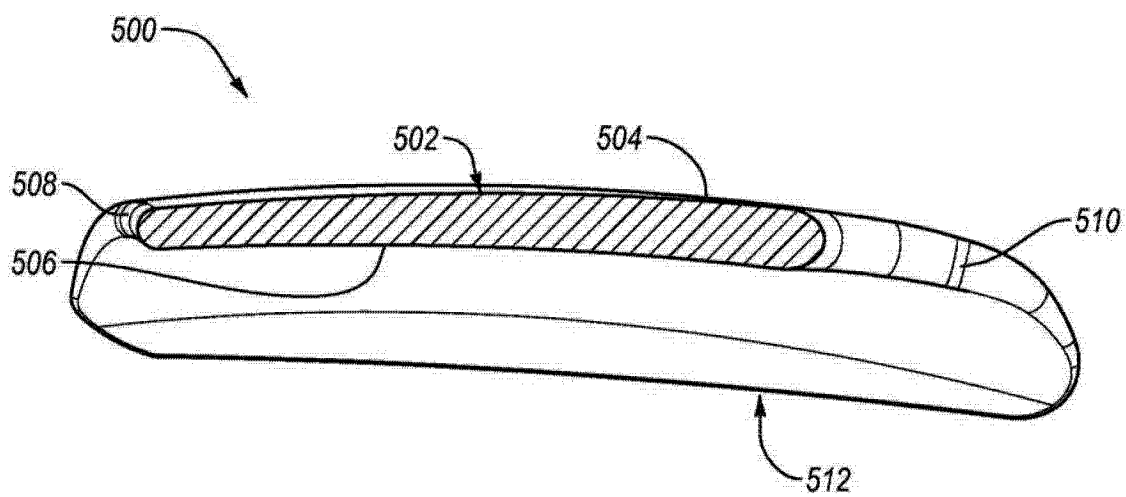


图 22

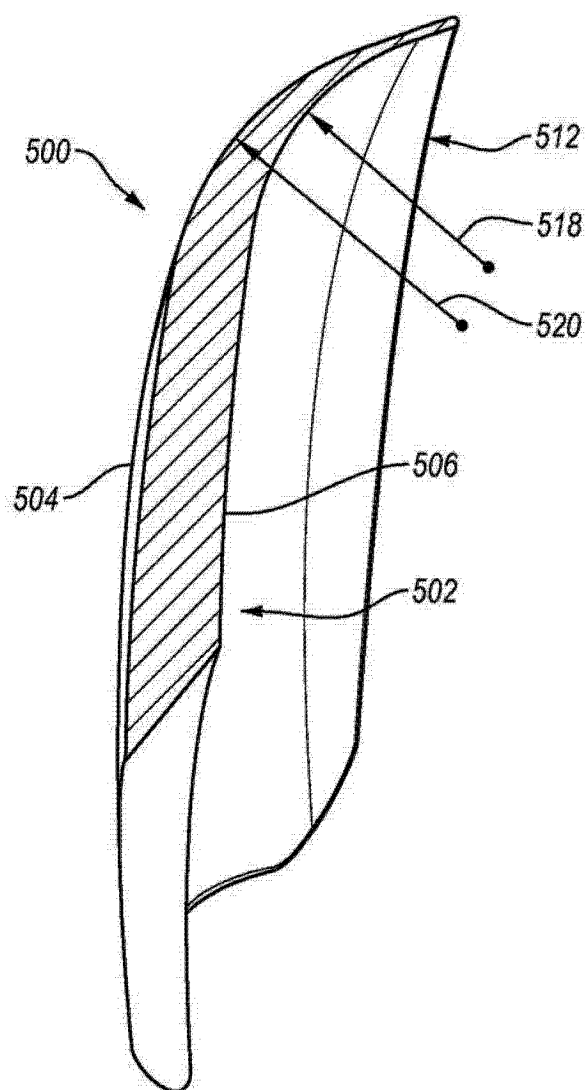


图 23

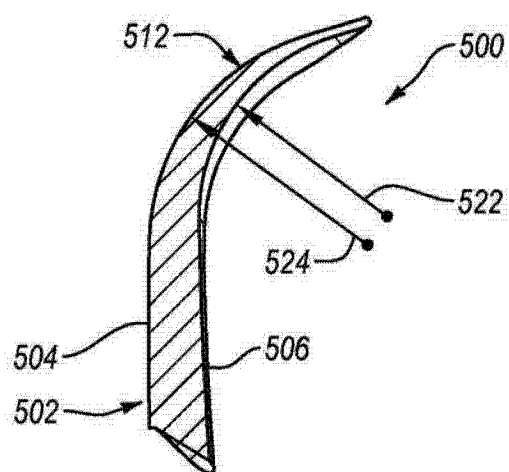


图 24

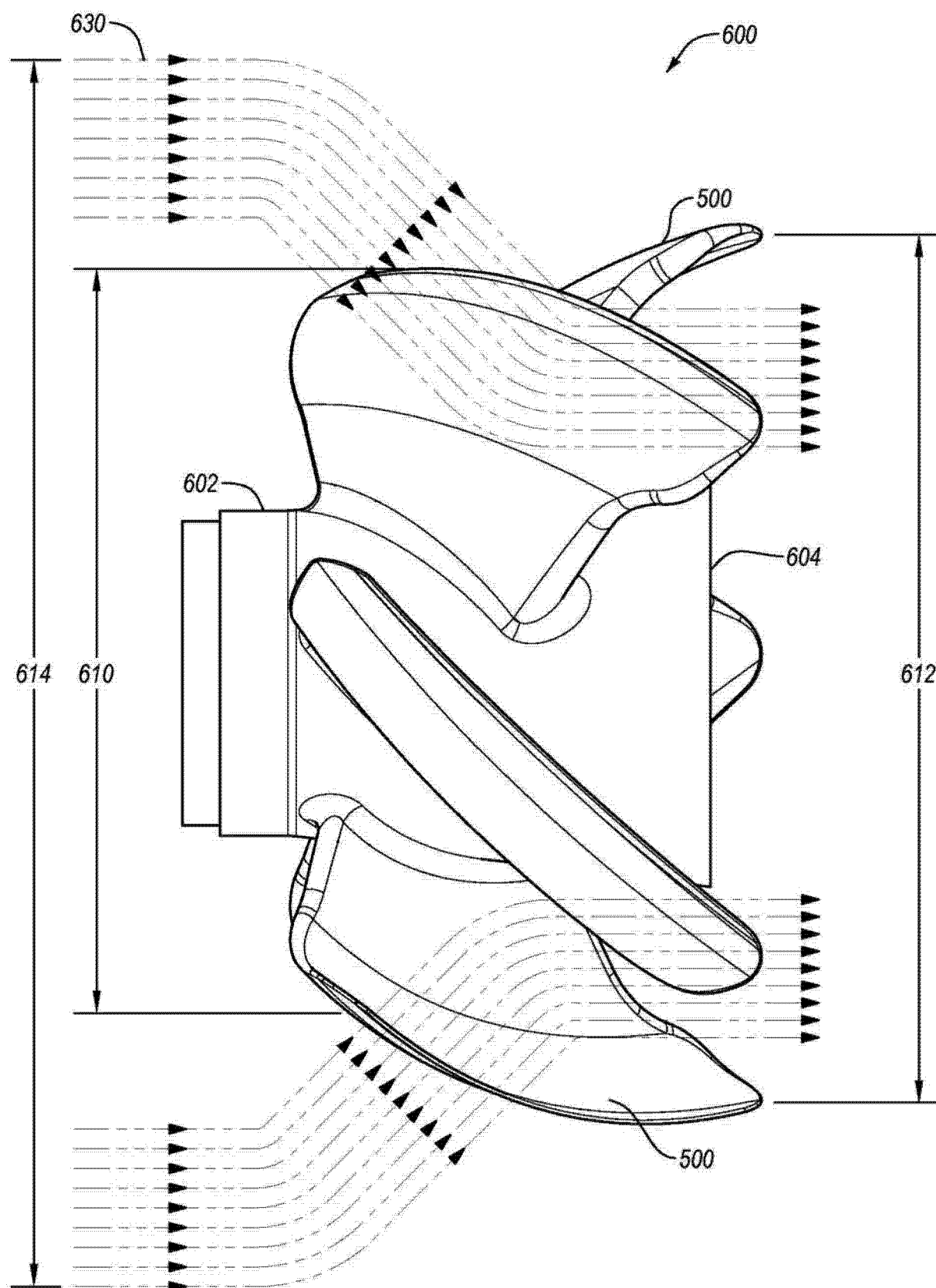


图 25