

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

B63B 1/24

B63B 1/28 B63H 1/26



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 99806453. X

[45] 授权公告日 2003 年 9 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1121331C

[22] 申请日 1999.5.6 [21] 申请号 99806453. X

[30] 优先权

[32] 1998. 5. 6 [33] AU [31] PP3416

[86] 国际申请 PCT/AU99/00333 1999.5.6

[87] 国际公布 WO99/57007 英 1999.11.11

[85] 进入国家阶段日期 2000.11.21

[71] 专利权人 埃尔姆斯澳大利亚有限公司

地址 澳大利亚维多利亚

[72] 发明人 安东尼·R·埃尔姆斯

审查员 张 军

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

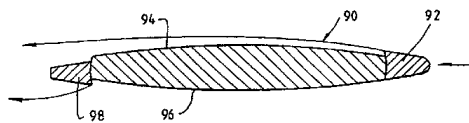
代理人 马高平

权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 7 页

[54] 发明名称 改进的水动部件

[57] 摘要

一种水动部件可用作水动翼、螺旋桨桨叶等。在水流中,与该部件第一表面(96)相比,在第二表面(94)上产生较小的压力。在第一表面的后沿附近设置一作成可调阻流板(98)的凸起。这个凸起的面和上游方向构成一小于等于90°的夹角。在该位置处水流能够自行折回,从而增加了第一表面的局部压力。可以在第二表面(94)的前沿设置一个第二凸起,促进该位置的流动分离。在每个凸起处提供有空气,当水流压力低于大气压时,形成自然通气。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种改进的水动部件，该水动部件包括：
一个第一表面和位于所述部件上与所述第一表面相对的一侧上的第二
5 表面，其中，水从所述部件的前沿到后沿流过所述第一表面和第二表面；和
一个凸起，设置在所述部件后沿附近，在所述第一表面上产生表面不连
续，所述凸起设置成与水动部件的上游方向有一个小于等于 90° 的夹角，因
而在使用时，所述表面上的水流会自己折回，所述第一表面上在所述凸起前
面导致的局部压力增加，对所述部件产生的升力有显著的贡献。
- 10 2. 如权利要求 1 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述凸起由一个
可调的阻流板形成，所述阻流板具有一个可动表面，形成所述的夹角，因而
在使用时，可以改变所述可动表面伸出所述第一表面的大小，以控制水动部
件产生的升力的大小。
- 15 3. 如权利要求 2 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述可动表面能
够制成从所述第一表面和所述第二表面二者任何一个伸出，以改变水动部件
所产生的升力的方向。
4. 如权利要求 3 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述水动部件还
包括一个分离气穴通气装置，所述分离气穴形成于所述部件后沿附近，由流
过所述第一、二表面的水流包围。
- 20 5. 如权利要求 4 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述通气装置包
括一个供空气从大气中流入的流路，因而在使用时，空气通过自然通气被吸
入所述分离气穴中。
6. 如权利要求 2 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述可调阻流板
由水动部件的后沿部分形成，所述后沿部分通过一个或多个转动板可转动地
25 安装在所述部件的主体上。
7. 如权利要求 6 所述的改进的水动部件，其特征在于，每个所述转动板
向外伸出所述凸起的最大深度，而沿上游伸出至少两倍这个距离。
8. 如权利要求 7 所述的改进的水动部件，其特征在于，每个所述转动板
由一个铰销转动连接到所述主体内部。
- 30 9. 如权利要求 8 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述转动板中的
一个放置在所述水动部件翼展的一端，防止在所述部件的翼尖处产生压损。

10. 如权利要求 2 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述可调阻流板由可滑动地安装在导向件上的可动部分形成，能够沿着基本垂直于所述水动部件周围的水流方向的方向移动。

5 11. 如权利要求 10 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述导向件由安装在所述部件主体上的导板形成，能够使所述第一表面上的局部高压区的扩散最小。

12. 如权利要求 1 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述水动部件还包括：设在所述部件前沿附近的第二凸起，从而在所述第二表面上产生表面的不连续，因而在使用时，在所述第二表面上形成的流动分离减少了摩擦力，并对所述第二表面上流动状态的稳定有显著的贡献。

13. 如权利要求 12 所述的改进的水动部件，其特征在于，提供了一种对所述第二凸起后面的第二表面进行通气的通气装置，防止所述的分离流动再附着于所述第二表面，并减少在所述第二表面发生气穴的可能。

15 14. 如权利要求 13 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述第二凸起能够在第一位置和第二位置之间调节，在第一位置时，在所述第二表面上形成前沿表面的不连续；在第二位置时，在所述第一表面上形成前沿表面的不连续。

20 15. 如权利要求 14 所述的改进的水动部件，其特征在于，所述第二凸起由所述水动部件的前沿部分形成，所述的前沿部分能够在所述第一、二位置间移动。

16. 一种用于船只推进装置的螺旋桨，该螺旋桨有多个水叶，至少一个水叶包括：

第一表面和位于该水叶上与所述第一表面相对的一侧上的第二表面，其中，水流从该水叶的前沿到后沿流过第一表面和第二表面；

25 一个凸起，设置在该水叶后沿附近，在所述第一表面上形成表面的不连续，所述凸起设置成与水动部件的上游方向有一个小于等于 90° 的夹角，因而在使用时，所述表面上的水流会自己折回，在所述第一表面上所述凸起前面导致的局部压力增加，并对螺旋桨产生的推力有显著的贡献。

30 17. 如权利要求 16 所述的改进的螺旋桨，其特征在于，所述凸起由一个可调的阻流板形成，所述阻流板具有一个可动表面，与所述水叶的上游方向形成一个夹角，因而在使用时，可以改变所述可动表面伸出所述第一表面的

大小，以控制所述螺旋桨产生的推力。

18. 如权利要求 17 所述的改进的螺旋桨，其特征在于，所述可动表面形成于一个滑板上，该滑板支承在沿着所述水叶主体的斜向导槽中，使所述滑板相对所述螺旋桨叶毂的动作垂直于水叶的运动方向。

- 5 19. 如权利要求 16 所述的改进的螺旋桨，其特征在于，还包括设在所述部件前沿附近的第二凸起，从而在所述第二表面上产生表面的不连续，因而在使用时，在所述第二表面上形成的流动分离减少了摩擦力，并对所述第二表面上流动状态的稳定有显著的贡献。

- 10 20. 如权利要求 19 所述的改进的螺旋桨，其特征在于，提供了一种对所述第二凸起后面的第二表面进行通气的通气装置，防止所述的分离流动再附着于所述第二表面，并减少发生气穴的可能。

改进的水动部件

5 技术领域

本发明涉及一种改进的水动部件(hydrofoil device),使得升力主要由大于局部自由流的压力或环境压力的局部压力增加来产生。本发明尤其但不排他地涉及一种改进的用于船只的水动部件,例如水翼、桨叶、舵等控制表面,以及水上飞机。

10

背景技术

在本说明书中使用的术语“水动部件”表述的是用来在水中通过时产生升力的一种物理结构;类似地,术语“气动部件”表述的是在空气中的类似结构。水动部件可以用作动力支承,例如机翼、舵等控制表面、螺旋桨、泵和水轮机等的推进器。不过,水动部件在各种应用中的原理都是相似的。

与气动部件类似,水动部件通过改变其表面上的流速来产生升力。水动部件上速度分布的改变与水动部件表面上的压力有关。正是这种压力分布,当在水动部件的表面上进行积分时,就形成了力。对水动部件表面上沿着垂直于流动方向分解的压力进行积分,就得到了升力;对沿着流动方向分解的压力进行积分,就得到了阻力。升力和阻力的比值是水动部件效率的一个量度。根据应用情况,升力矢量可以指向任何方向,可以向上、向下、水平或者某些其他的方向。为方便下面的描述,一般假设升力矢量向上。

对于用作大多数轮船螺旋桨的传统水力装置,水动部件周围流体的加速意味着相关的压力降低。因此,水动部件上压力的降低产生大部分升力。

这种部件应用于高流入速度场合的限制取决于由于速度增加造成的可能的压力降低的幅度。当局部压力低于水的汽化压力时,水汽化并产生了气穴。这种气穴的形成通常称为气穴现象(cavitation)。因为一旦水汽化,压力就不会再继续显著地降低,所以,这个条件代表压力的下限,也因此代表了水动部件产生力的能力。

按照传统的设计,升力主要由减少压力或者负压来产生。本发明的目的是避免由于产生气穴而对力产生限制,因此能用于高流入速度的场合,否则,

这种场合会导致气穴或受限制于气穴。当然，还有其他的益处。该水动部件对低流入速度同样也是有效的。

公知的是，流体速度降低会伴随着压力的增加。这种现象被广泛地利用在航空器中，用作阻流板以截断机翼上的流动，降低速度，从而产生局部的压力增加。然而，使用这样的部件时，在部件后会伴随有流动的分离，而形成了低压区。正是与这种低压区相关的压力阻力分量造成了这种部件效率差。

类似部件在用于水中的情况下，由于存在多相流，即液体和气体，而变得更加复杂。虽然在部件的前面可以产生压力增加，但是，部件后面形成的分离区域压力非常低，而产生气穴。

澳大利亚专利申请 AU 43617/96，即 PCT/SE95/01582 的澳大利亚国家阶段申请，描述了一种机构，对飞航 (planing) 或半飞航的船壳进行动平衡，减少航行中的俯仰和摇摆运动。该机构有一个板，安装在水下垂直于相对的水流流动，并伸出船壳尾部的下端，以在板的前面产生一个具有向上和向下速度分量的涡旋。这个涡旋在船壳尾部下面生成了一个水体 (water volume)，该水体产生一个指向船壳下表面的增大的压力，因此，能直接影响以预定速度航行的船只的平衡位置。但是，这种机构限于用在横尾部舰只，这时，横板后面的区域与大气相通，减小压力阻力分量。日本专利申请公开号平 3-292286 中公开了一种回转翼，在叶片的正常旋转时，为了改变流体运动方向使得其与叶片向前旋转时的旋转轴的方向平行，面对水的一侧的叶片端部带有校正突起部，该突起部形成为至少该端部的一部分沿叶片轮廓延伸弯曲，并朝向推动流体的侧面或相对于推动流体的侧面。突起部突起的程度沿从旋转轴中心到叶片边缘的方向增加。

25 发明内容

本发明旨在提供一种方法，能够利用水动部件表面上局部的压力增加，同时减少压力阻力分量的不利影响。

在本说明书中，术语“包括”是一种非遍举的使用，其意义是可能还包括在本发明中的其他特征/步骤没有明确地定义或包含在具体定义或描述在特征和/或步骤中。这些其他的特征和/或步骤包含的内容通过完整地阅读本发明是显而易见的。

根据本发明的一个方面,提供了一种改进的水动部件,该水动部件包括:

第一表面和位于该部件上与所述第一表面相对的一侧上的第二表面,其中,水流从该部件的前沿到后沿流过第一表面和第二表面;

5 一个凸起,设置在該部件后沿附近,在所述第一表面上形成表面的不连续,所述凸起设置成与水动部件的上游方向有一个小于等于 90° 的夹角,因而在使用时,所述表面上的水流会自己折回。在所述凸起前面所述第一表面上导致的局部压力增加,对水动部件产生的升力有显著的贡献。

优选地,所述凸起由一个可调的阻流板形成,所述阻流板具有一个可动表面,形成所述的夹角,因而在使用时,可以改变所述可动表面伸出所述第一表面的大小,以控制水动部件产生的升力的大小。优选地,所述可动表面能够制成从所述第一表面和所述第二表面二者之一伸出,以改变水动部件所产生的升力的方向。

一般地,所述水动部件还包括一个分离气穴通气装置,所述分离气穴形成于所述部件后沿附近,由流过所述第一、二表面的水流包围。优选地,所述通气装置包括一个供空气从大气中流入的流路,因而在使用时,空气通过自然通气被吸入所述分离气穴中。

在一个实施例中,所述可调阻流板由水动部件的后沿部分形成,所述后沿部分通过一个或多个转动板可转动地安装在所述部件的主体上。优选地,每个所述转动板向外伸出所述凸起的最大深度,而沿上游伸出至少两倍这个距离。一般地,每个所述转动板由一个铰销转动连接到所述主体内部。有利的是,所述转动板中的一个放置在所述水动部件翼展的一端,防止在所述部件的末端处产生压损。

在另一个实施例中,所述可调阻流板由可滑动地安装在导向件上的可动部分形成,因而能够沿着基本垂直于所述水动部件周围的水流方向的方向移动。有利的是,所述导向件由安装在所述部件主体上的导板形成,能够使所述第一表面上的局部高压区的扩散最小。

根据本发明的另一个方面,提供了沿着用于船只推进装置的螺旋桨,该螺旋桨有多个水叶(hydrofoil blade),至少一个水叶包括:

30 第一表面和位于该水叶上与所述第一表面相对的一侧上的第二表面,其中,水流从该水叶的前沿到后沿流过第一表面和第二表面;

一个凸起,设置在該水叶后沿附近,在所述第一表面上形成表面的不连

续, 所述凸起设置成与水动部件的上游方向有一个小于等于 90° 的夹角, 因而在使用时, 所述表面上的水流会自己折回, 在凸起前面所述推进装置的所述第一表面上导致的局部压力增加, 对螺旋桨产生的推力有显著的贡献。

优选地, 所述凸起由一个可调的阻流板形成, 所述阻流板具有一个可动
5 表面, 与所述水叶的上游方向形成一个夹角, 因而在使用时, 可以改变所述可动表面伸出所述第一表面的大小, 以控制所述螺旋桨产生的推力。

优选地, 所述可动表面形成于一个滑板上, 该滑板支承在沿着所述水叶主体的斜向导槽中, 使所述滑板相对所述螺旋桨叶毂的动作垂直于水叶的运动方向。

10 有利的是, 所述水动部件还包括:

设在所述部件前沿附近的第二凸起, 从而在所述第二表面上产生表面的不连续, 因而在使用时, 限制在所述第二表面上的最终的流动分离减少了摩擦力, 能够显著地促进所述第二表面上流动状态的稳定。

15 优选地, 提供了一种对所述第二凸起后面的第二表面进行通气的通气装置, 防止所述的分离流动再附着于所述第二表面, 并减少发生气穴的可能。

优选地, 所述第二凸起能够在一个第一位置和一个第二位置之间调节, 在第一位置时, 在所述第二表面上形成前沿表面的不连续; 在第二位置时, 在所述第一表面上形成前沿表面的不连续。

20 一般地, 所述第二凸起由所述水动部件的前沿部分形成, 所述的前沿部分能够在所述第一、二位置间移动。

附图说明

为了便于更详细地理解本发明的本质, 下面, 参照附图仅以举例的方式, 详细地描述本发明改进水动部件的几个实施例。附图中,

25 图 1a 和图 1b 示出了根据本发明的水动部件的第一实施例;

图 2a、图 2b 和图 2c 示出了根据本发明的水动部件的第二实施例;

图 3a 和图 3b 示出了图 2 的水动部件的变例;

图 4a 和图 4b 示出了在图 2 和 3 的水动部件中设置可调阻流板的一种可能的机械结构;

30 图 5a 和图 5b 示出了在图 2 和 3 的水动部件中设置可调阻流板的另一种可能的机械结构;

图 6a 和图 6b 示出了在一个螺旋桨的水叶上设置可调阻流板的一种可能的机械结构，图 6b 是沿图 6a 中 A-A 线的剖视图；

图 7a 和图 7b 示出了在图 1 的水动部件表面上分离流体的形成；

图 8a 和图 8b 示出了根据本发明的水动部件第三实施例；

5 图 9a、图 9b 和图 9c 示出了根据本发明的水动部件第四实施例；

图 10a、图 10b 和图 10c 示出了根据本发明的水动部件第五实施例；

图 11a、图 11b 和图 11c 示出了图 10 的水动部件的变例；以及

图 12 示出了根据本发明的水动部件第六实施例。

10 具体实施方式

如图 1 所示，根据本发明的改进水动部件 10 的第一实施例包括受到比周围局部压力大的压力作用的第一表面 12。第二表面 14 位于水动部件的另一侧，当水沿箭头 A 所示方向从部件 10 的前沿 16 到后沿 18 流过第一表面和第二表面时，第二表面 14 受到的压力一般比第一表面 12 受到的压力低。

15 在邻近后沿 18 处设有一个凸起 20，因此，在第一表面 12 上形成了表面不连续。如从图 1b 能更清楚地看到的那样，凸起 20 和水动部件上游方向形成了一个大约 90° 的夹角 θ ，使第一表面 12 上的水流能够自行折回。为此，夹角 θ 优选地稍小于 90° ，以在凸起 20 前面形成一个回流 22。回流 22 用来使流动减速，以增加第一表面 12 上的局部压力。正是这种局部压力的增加有助于

20 产生升力。

在第一表面 12 附近会存在一条分离的流线 24，在该流线上，流动是循环的；在该流线的下方，流动会被回流 22 偏折。分离流线 24 下方的流动一旦被偏折，就会分离出一个不连续部分。在水动部件 10 的后面，流动保持分离状态，形成了分离气穴 26。分离气穴 26 可得到的气源会使压力阻力分量最小。因为当没有空气时，分离气穴 26 的压力一般低于大气压，所以，

25 无需动力辅助设施就能将空气吸进气穴。这就是已知的自然通气，它依赖于空气从大气到达水动部件 10 的可能的适合流路。为帮助自然通气，采用了一个底部通气的水力零件。底部通气描述了后沿 18 的钝头端面 28，它在任何时候都有利于通气，从而维持一个易于得到的空气路径。

30 由于在下表面上设置了凸起 20，第一表面上凸起 20 前面的局部压力增加并超过局部流体静压。对凸起 20 前面的压力影响的大小是凸起 20 高度的

函数，当然还有其他因素。通过改变凸起 20 高出第一表面 12 的高度，就可以改变这种影响的大小。图 2 示出了根据本发明的水动部件第二实施例，它包括一个可调的阻流板来改变凸起的高度。

在图 2 的水动部件 30 中，部件 30 的后沿部分 32 形成了一个可调的阻
5 流板，该阻流板有一个可动表面 34。后沿部分 32 可转动地安装在部件 30 的主体 36 上，能够改变可动表面 34 伸出第一表面 12 的大小，如图 2a 所示。可动表面 34 和翼的上游方向形成了一个稍小于 90° 的夹角，以产生一个回流，并导致可动表面 34 前面的第一表面 38 上局部压力增加。在该零件的整个表面上对压力进行积分，就会得到一个作用在该水力零件上的净力。该力可以
10 沿流动方向分解为第一分量，称为阻力；在垂直于流动方向上分解为第二分量，称为升力。根据所描述的实施例，下表面 38 上的压力（大于流体静压）对升力的贡献明显大于上表面，尽管二者对升力都有贡献。由可调阻流板 32 在下表面 38 上提供的扰动越大，产生的升力越大。

有利的是，可调阻流板 32 能够绕着水动部件的任何一侧转动，使凸起
15 从水动部件的任何一个表面伸出。图 2b 表示形成可调阻流板的后沿部分 32 位于中间位置的情况，而图 2c 表示可调阻流板 32 伸出水动部件上表面的情况。如图 2c 所示，水动部件 30 上表面的局部压力增加会产生一个作用在该零件上方向向下的净升力。这种原理可用在对称和不对称的机翼截面上。

对于只在有限时间段内需要高升力的应用场合，或者水动部件在持续时
20 间段内工作在低流入速度的应用场合，本发明的效果可以由传统的水动部件合成，可以使用非底部通气的机翼 39，如图 3a 所示。与图 3b 所示的底部通气机翼 41 相似，优选地，能使一个得到的气源效率最高。

可以采用任何一种能够实现可调阻流板的运动的机构。重要的是，在不
25 连续处的夹角不允许在该机构中形成压损。水动部件产生的升力会随着该位置处压损的增加而减小。部件后沿部分 32 的运动可以由液压驱动器、机械连接或伺服控制表面来实现。任何一种这样的驱动部件都能与适当类型的电子控制器工作联接，以对于特定的应用场合来调节产生的升力。正是在这样的主动控制应用中，该部件证实了升力会由于对不连续的调节而快速改变。低驱动力和快速响应时间使该部件比传统水动部件的迎角控制效率更高。

30 图 4 和图 5 示出了实现可调阻流板运动的两种可能的机械结构。在图 4a 中，可调阻流板由后沿部分 42 形成。后沿部分 42 通过一个转动板 46 可转

动地安装在水动部件的主体 44。转动板 46 通过一个铰销 48 能从主体 44 内部转出。一般地，设置两个或更多的这种转动板 46 来支承可调阻流板 42。设置转动板 46 不仅能够支承水动部件的后沿部分 42，还提供一种把局部高压区封闭起来，防止高压区在水动部件的表面扩散的方法。有利的是，转动板 46 的尺寸是，它们至少要延伸凸起深度的长度，而向上游要延伸这个长度的至少两倍。

还要至少在水动部件翼展的端部设置一个板，来防止末端处的压损。

图 5 示出了一种滑动结构。其中，可调阻流板由可动部分 50 形成。可动部分 50 滑动安装在类似轧刀的导向件中。在本实施例中，这些导向件由安装在 10 水动部件主体 54 上的导板 52 形成。在这种结构中，导板 52 也有助于使局部高压区的水动部件的表面的扩散最小。导板 52 的尺寸和位置可以参考图 4 的转动板 46 类似地进行确定。

本发明应用于桨叶时，可调阻流板的动作一般可由螺旋桨的叶毂得到。图 6 示出了适于螺旋桨动作的一种结构。图 6a 表示从后沿看的螺旋桨桨叶 15 56 的端视图，可调阻流板 58 从其第一表面 60 伸出。象前面的实施例那样，由可调阻流板形成的凸起设在螺旋桨桨叶 56 的后沿附近，因而在第一表面上形成表面不连续。使用中，在桨叶第一表面 60 上导致的局部压力增加对螺旋桨产生的推力有显著的贡献。这与传统的螺旋桨设计中推力的大部分由螺旋桨桨叶低压侧的负压产生，形成了对比。如从图 6b 中能够更清楚地看到的那样，可调阻流板由滑板形成。该滑板沿着桨叶 56 主体被支承在斜向导槽 20 62 中。这样，滑板 58 沿箭头 B 的方向相对螺旋桨叶毂的动作垂直于桨叶的运动方向。阻流板 58 沿着箭头 C 的方向滑动。

图 1 到 6 的水动部件的每个实施例最适合稳定流入的条件。当由于流动中的不稳定性而在流入速度存在脉动时，就会产生图 7 所示的未控制的通风 25 的风险。由于流入速度的变化，在水动部件的上表面（与凸起相反的一侧表面）上就会存在一个低压区。在这种情况下，底部通气的气穴就可能会如图 7b 所示向前延伸以平衡压力。因为在气穴前沿不再有一个清楚的分离位置，所以，会产生不稳定的流动状态，而且升力也会随着分离位置 66 沿水动部件上表面的振荡而发生脉动。下表面在凸起前的局部高压区会抑制水动部件 30 下表面上形成通气。虽然图 7 只在一个方向表示了水动升力设计中的这种不稳定性，但是，在设计产生升力的水动部件的两侧上会沿两个方向可能发生

类似的现象，如图2所示。在波浪中工作的水动部件会受到这种振荡。为了将本发明延伸到能够成功地工作在振荡流入的情况，可以在水动部件的上表面再设置一个不连续。

图8示出了根据本发明的水动部件70的第三实施例。图8的水动部件70与图1所示的类似，不同之处是，前者还包括一个设置在部件前沿附近的第二凸起72。该部件70在后沿78附近也设有一个第一凸起76，从而在第一表面80上产生一个表面不连续，这与图1的水动部件10相似。第二表面82上不连续的功能是确定一个分离位置84，该位置84在一个很宽的流入角度范围内都会保持不变。当液流在水动部件第二表面82上通过时，前沿上或前沿附近的不连续会使液流分离。液流分离的角度 θ 可以通过选择在不连续处凸起表面的切线来控制。通过适当地选择在该位置的切线，能够限定气穴的形状来盖住水动部件70的后沿，如图8b所示。

在第二凸起72形成的不连续后面的区域，优选地，形成一个气源来防止分离液流再附着于第二表面82上。优选地，采用用在底部通气的后沿的相同气源。通过分离液流，能减小第二表面82上的摩擦力，并利用加入的空气来防止产生气穴的可能性。第二表面82上的不连续的目的是有利于形成利落的分离和稳定的流动状态，因此避免了颤振。

在第二表面82上加入不连续之前，上表面的局部压力可能会低于大气压。但是，加入了上表面不连续后，由于上表面通气到与大气压几乎相等而减小了产生的升力。不过，升力的损失由上表面减小的摩擦力和升力的稳定性进行补偿。在非常高的流入速度下，上表面不连续性对防止气穴和不稳定是必要的。

这种结构与传统水动部件相比的优点是，在该部件上流动的速度不再受限于气穴的发生。应该保持通过该部件的流速足够高以保证分离的发生。超过这个速度，空气的存在会阻止气穴的产生，从而形成稳定的流动状态。

以前，为高速应用设计了全气穴水动部件(fully cavitating hydrofoil section)。总的说来，在机翼的整个表面上维持稳定的气穴要求有较大的流入角度和高流入速度。这种高流入角度严重地损害了水动部件的效率，并要求用于最低速度限高的场合。

通过由不连续产生分离区并引入空气，本发明允许使用较薄的部件，其中液流的流入角度最小。这就使本发明与以前设计的气穴化水动部件相比，

阻力显著减小，而效率增加。

然而，本发明也可以用在全气穴状态的水动部件设计中。

前沿不连续的好处也可在两个方向用在设计产生升力的水动部件中，如图9所示。图9示出了根据本发明水动部件90的第四实施例。其中，第二凸起92能够在一个第一位置和一个第二位置间进行调节。在第一位置时，在该部件的第二表面94形成前沿表面不连续；在第二位置，在该部件的第一表面96形成前沿表面不连续。第二凸起92的第一位置和第二位置分别表示在图9a和图9b中。在本实施例中，第二凸起92由能够在第一、二位置间运动的水动部件90的前沿部分形成。水动部件在上表面不连续前面的前沿部分92能够设置成沿着与部件后沿部分98相反的方向运动，如图9a和图9c所示。用来移动水动部件前沿部分92的机构类似于用来移动后沿部分98的机构。水动部件90的两个可动部分可以机械联接在一起。

这种结构的一个优点是，在图9b所示的中间行程位置时，两个表面94和96都会得益于由于气穴而减小的摩擦力。如上面参照图8时提到的，应该限定在分离位置处的切点，以产生一个能够包围住该部件整个后部的气穴。可以增加或减小不连续相对于水动部件主体的高度，以提供额外的气穴体来克服由于流入振荡产生的任何气穴振荡。前沿不连续的这种结构保证了空气供应在任何时候都能维持在前沿附近。这种结构尤其适用于舵等受控表面。

在采用这样的一种结构时，应该小心不要在沿一个方向产生升力和沿另一个方向产生升力之间的中间阶段中，在部件前沿附近诱发气穴。在高速应用中会有—种情况，底部通气的气穴中的气源由于附着流区域而无法到达前沿，并在附着流区域前存在一个气穴。通过在机翼两侧接近前沿处持续地维持不连续而在机翼的两个表面上维持通气的气穴，就可以克服这种情况，虽然效率低些。如果在机翼下面形成显著的后扰动深度，则形成的高压区会抑制通气，并产生了升力。

将本发明用在螺旋桨中时，与传统的螺旋桨相比会产生明显的优点。对于传统的船只螺旋桨，要限制桨叶局部速度而不使流体产生气穴。考虑到保证桨叶强度要由限定的厚度限制，对于非气穴桨叶的实际限制一般在25到35米每秒的区间内。

桨叶局部速度包括由于流入螺旋桨桨盘产生的一个分量和由于螺旋桨

旋转产生的一个速度分量。当流入螺旋桨桨盘的流入速度增加时，必须减小由于螺旋桨转动产生的速度分量以使气穴在桨叶上自由流动。因此为防止气穴，必须增加桨叶距以有效地降低流入角度。为此，机翼的升力逐渐地减少了对舰船推力的贡献，增大对螺旋桨扭矩的贡献，导致了效率降低。因为受到气穴发生的限制，本发明允许螺旋桨转速维持更高，因此增加了升力作用在所需要的推力方向上的分量。较薄的部件以及这些部件更接近螺旋桨转动方向排列减小了扭矩，并且/或者提供了更大的效率。而且高转速降低了设计机械零件和轴系来传递预定量动力所需要的扭矩。还避免了由于脉动气穴产生的冲击载荷。螺旋桨更高的转速还用来减小诱发的阻力。诱发阻力是在形成升力时产生的阻力分量。通过有效地降低螺旋桨桨叶的展弦比(aspect ratio)或者通过使用端板或翼尖，能够进一步地减小诱发阻力。

更高的转速允许通过的流体产生更大的力矩，因此产生更大的桨盘负载；或者，对于同样的功率可以使用更小的螺旋桨。当要传递高功率或者螺旋桨桨盘空间有限时，这尤其有利。

通过使扰动的高度可调，能够达到受控桨距螺旋桨的益处，而且与全桨叶流入控制相比，结构上的限制更少。为使本发明有效地工作，叶毂需要进行通气以提供必要的气源。另外的一个优点是，这种结构允许使用比用于传统的全湿桨叶(fully wetted blade)更坚固的桨叶剖面形状。这是由于下面扰动的内部和后面的非临界形状。另外，使用这种结构时，所要求的表面精加工对性能的影响同接近气穴限工作的传统螺旋桨相比，不再那么关键。

改进的水动装置的另一个优点是，上表面上的扰动和稳定气穴产生的过压区向后的位置，减小了部件升力对流入角度变化的敏感性以及自由表面的影响。对于在自由表面工作的升力水动装置或者螺旋桨桨叶的压力面工作在紧靠着前一个桨叶的通气气穴位置的螺旋桨来说，这种现象尤其有用。

对于传统的水动部件来说，升力主要通过减小机翼上表面的压力来产生，这就使水动部件存在着将自由表面的空气吸进低压区而导致升力损失的风险。因为改进的水动部件的上表面已经通气，所以，不存在产生不期望的升力损失的危险。实际上，该部件能够有效地工作，产生向上的升力，使整个上表面超出水面（飞航状态）。

对于传统的水动部件，在部件前沿附近上表面压力减小最显著。航道的波浪速度产生的流入角度的小变化能够导致流向机翼的流入角度的变化，并

产生了很大的不期望的力的变化。改进的水动部件通过使升力中心从前沿向后偏移而使这种影响最小。

图 10 是改进的水动部件的第五实施例。在该实施例中，水动剖面的形状在前、后沿相似，从而根据流入的方向使同一个机翼就能产生向上和向下的升力。如图 10 所示的水动部件 100，如果第一表面 104 上的第一凸起 102 做成与第二表面 108 上的第二凸起 106 形状相同，则该水动部件在流动方向反向时就能够产生向下的升力，如图 10b 和图 10c 所示。目前，在螺旋桨的应用中，所使用的水动剖面还仅仅设计成用于一个方向的流动，因此上述结构用在螺旋桨上具有特殊的意义。当使螺旋桨旋转方向相反而使流动方向相反时，传统螺旋桨的性能就会被严重地损害。而将改进的水动剖面用于螺旋桨桨叶时，螺旋桨沿哪一个方向旋转都会产生相似的性能。当用于螺旋桨桨叶时，能够利用凸起 102,106 的高度来精调螺旋桨负载与推进系统的负荷比。如果制造螺旋桨时凸起高出桨叶下面的高度很大，则要逐步地去掉材料，直到螺旋桨与推进系统相匹配。

也可以安排图 10 的改进的水动部件，利用两个可能的流入方向来产生两个方向的升力。在图 11 的实施例中，两个边沿部分可转动地安装在水动部件主体 114 的两端。每个边沿部分 110 或 112 被偏置而凸出于上表面或者下表面。通过改变凸出的高度，能够控制在两个方向上产生的升力。对于图 9 所示的双向升举水动部件，要注意保证两个前沿不连续都能得到气源。还应该确定前沿不连续处的表面的切线位置，以保证气穴包围住现在是机翼后部的水动部件的可动部分。

本发明的相关应用涉及到使用底部通气零件 116，如图 12 所示，在该零件的底部有可调的凸起 118。在该实施例中，省去了前沿附近的不连续，采用了一个发散的截面来维持在截面两侧正的压力梯度，从而既防止了气穴也防止了通气。气源设置在该零件的后部，用后部的凸起 118 来改变该零件产生升力的侧面和升力的大小。

可以想像到，这样的一种零件可以很典型地用于撑杆连接件，采用本发明的基本形式，在水面下工作，而结构体位于水面上或接近水面。这种撑杆零件会得益于支承升力发生面所需的增大了的截面强度特性。另外，大的底部通气气穴会用来给副表面元件提供充分的气源。这种应用的一个例子是一种用于水下通气的水动部件的表面贯穿式撑杆，该撑杆结合了舵、气源路径

和结构支承的功能。在Z驱动推进装置的场合中，可以材用相似的结构，这时，本发明用作螺旋桨桨叶。

现在已经详细地描述了根据本发明的改进水动部件的几个实施例，很显然，本发明与传统的水动部件相比具有显著的优点。尤其是通过将产生升力的主要位置从水动部件的低压侧转移到高压侧，本发明克服了传统非气穴和全气穴水动部件所许多限制。本发明的改进水动部件如果用在动态支承就可以用来产生动态力，还用在推进装置、方向控制或者是可以使用传统气穴水动部件的任何场合。本发明的应用包括能够在流体介质中工作的泵、水轮机、舵、控制翼和推进器。本部件尤其适用于气穴会限制性能并且能够预知流入速度范围的那些应用场合中。

除了已经描述的那些实施例以外，在船舶设计领域中的技术人员还会想到各种变例和修改，而不会超出具有创造性的基本的概念。例如，在上述的各个实施例中，水动截面具有相似的形状。但是，根据本发明的改进水动部件根据特定的应用可以具有任何适合的形状。所有这些变例和修改都应该被认为是落在本发明的范围内，本发明的实质由前面的说明和后附的权利要求书来确定。

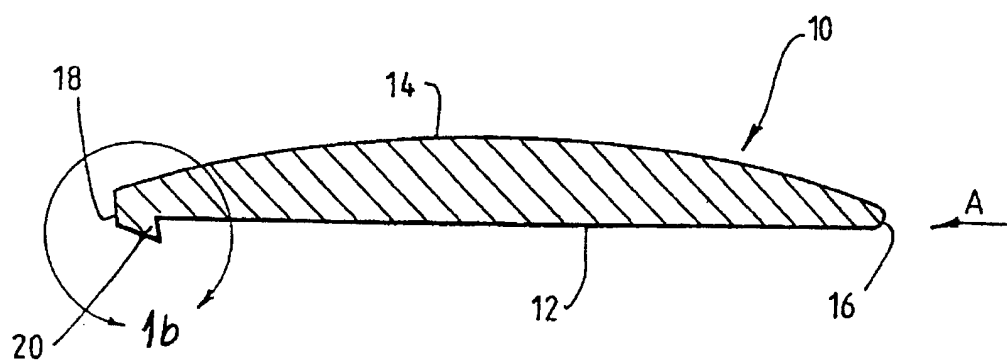


图 1a

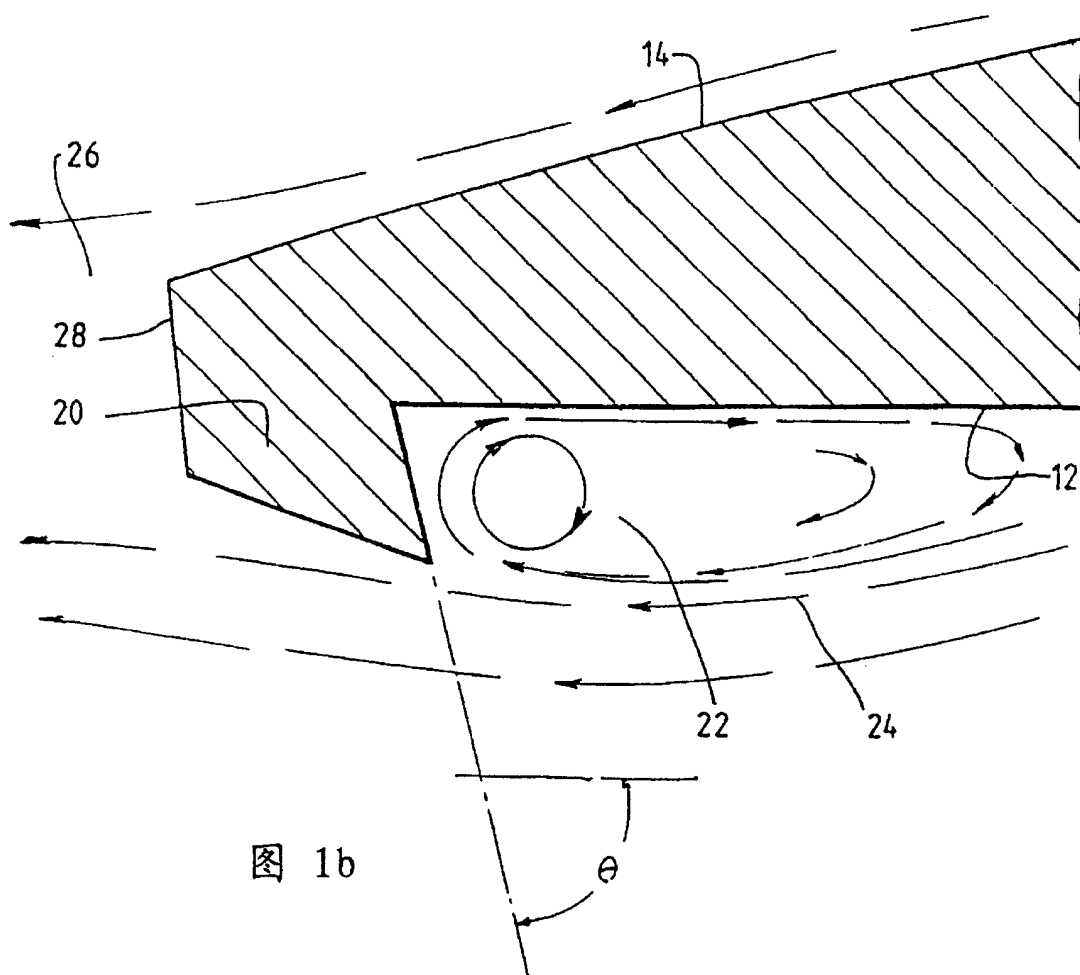
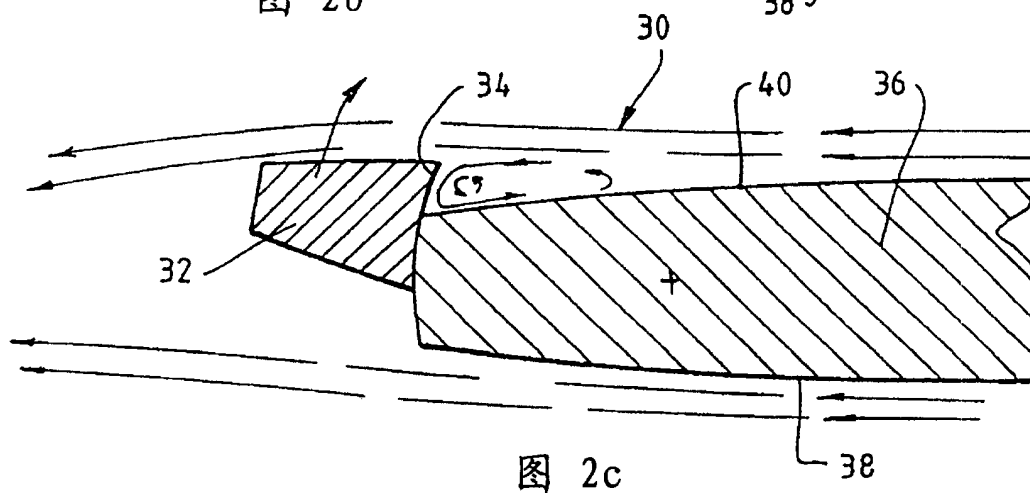
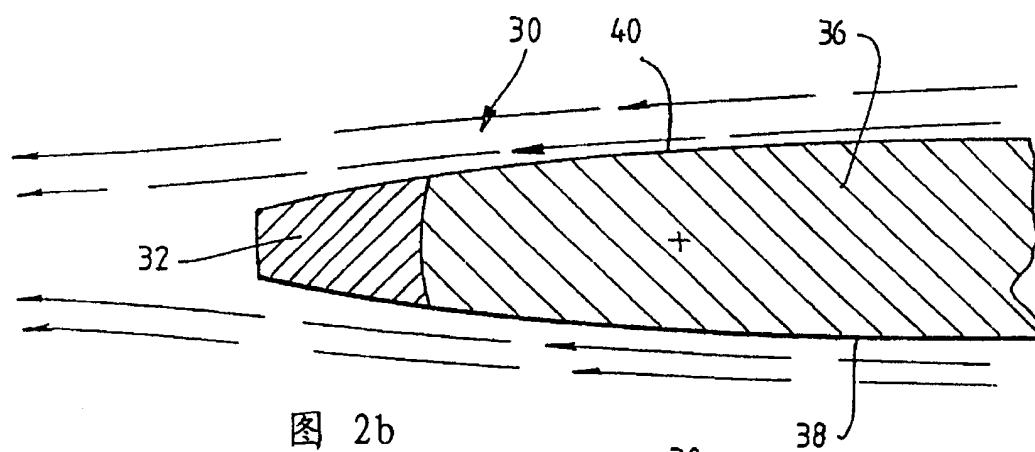
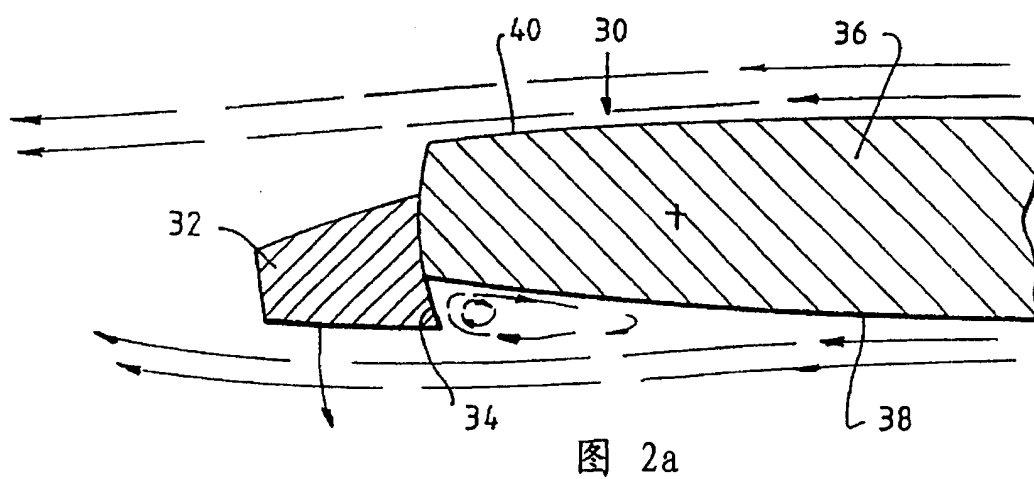


图 1b



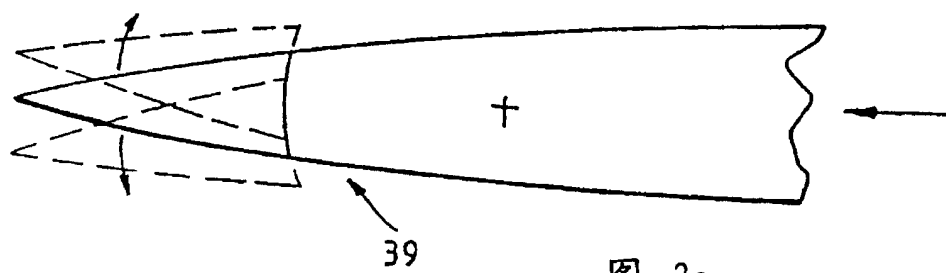


图 3a

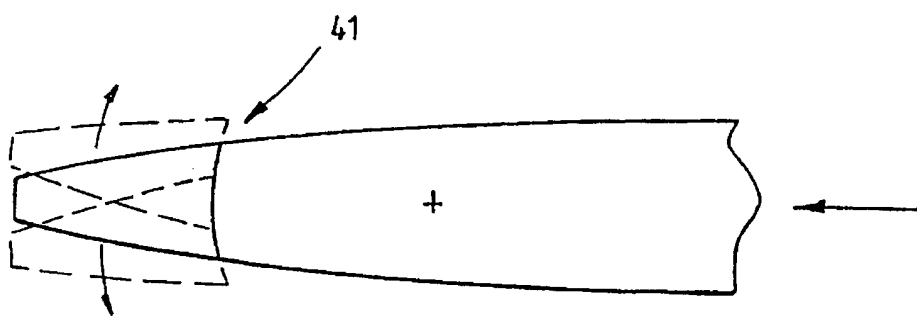


图 3b

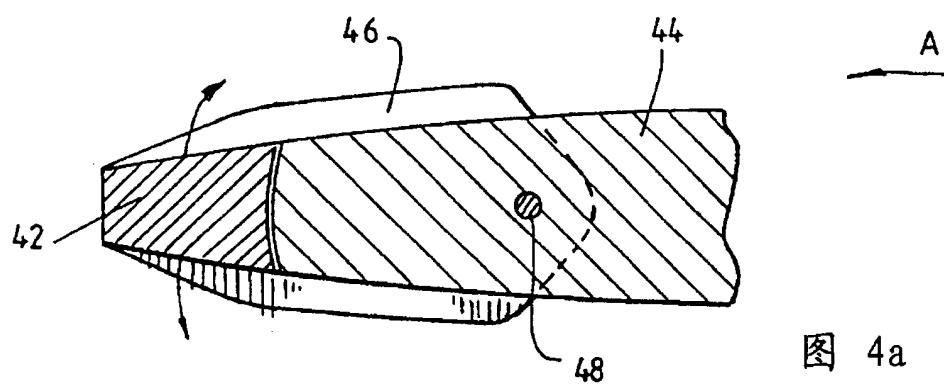


图 4a

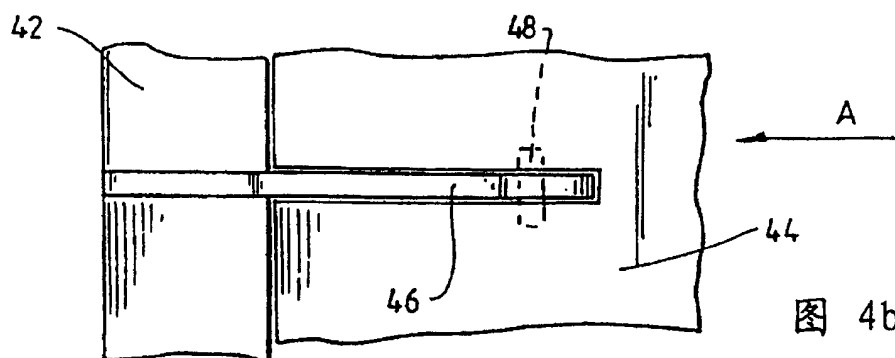
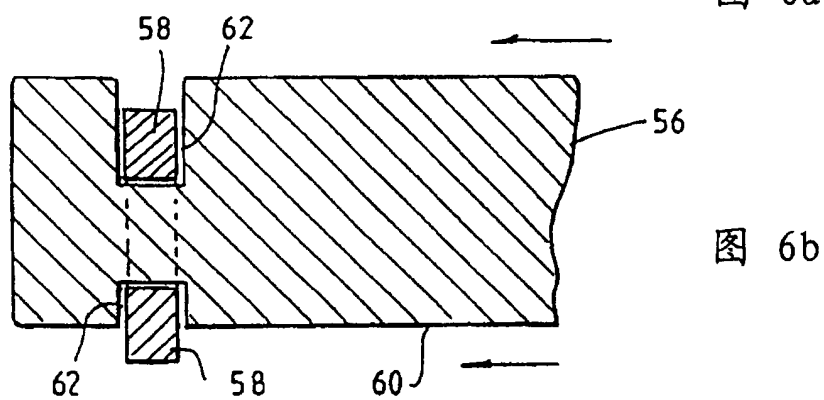
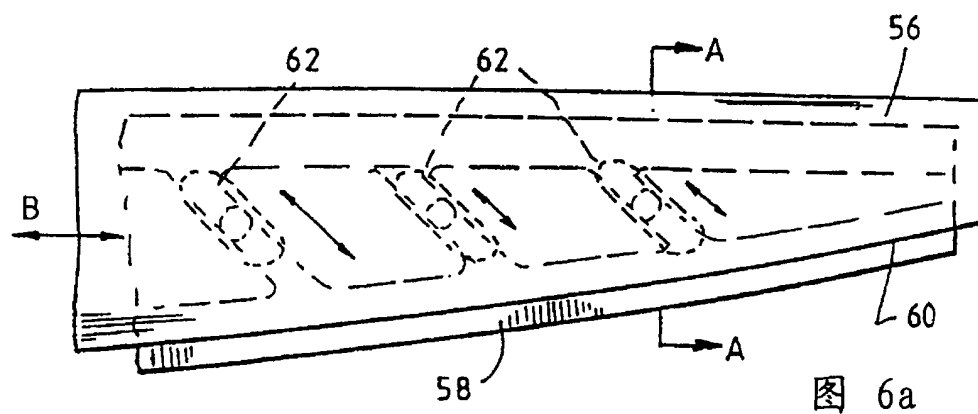
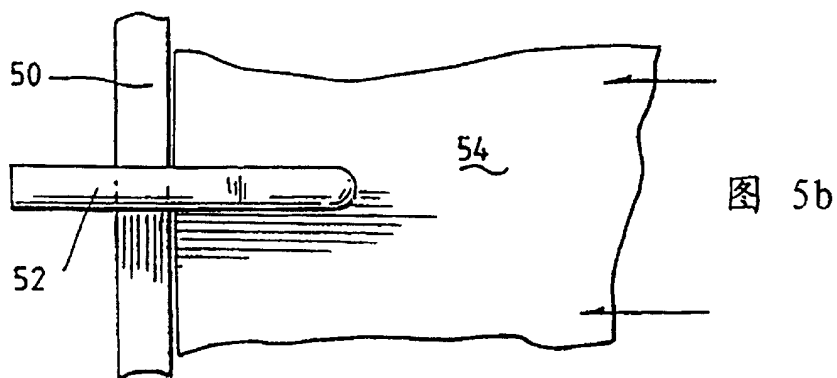
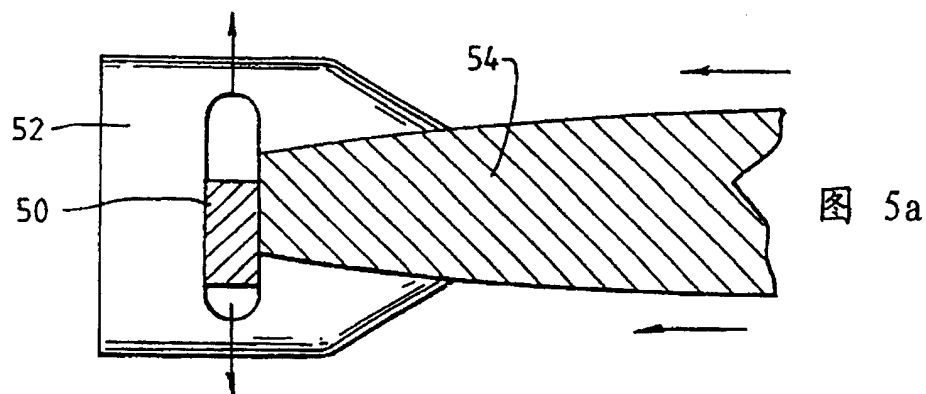


图 4b



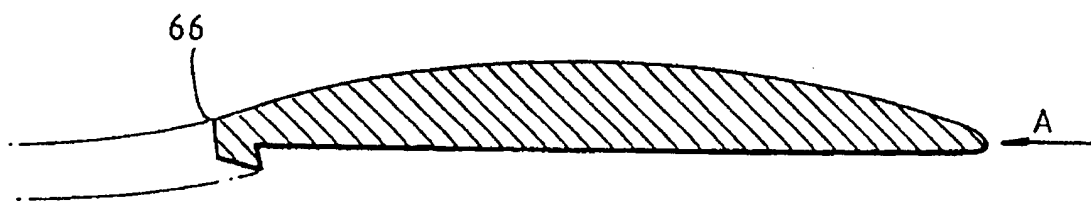


图 7a

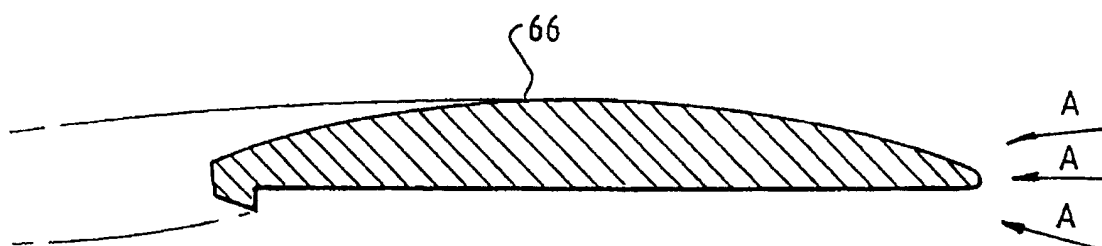


图 7b

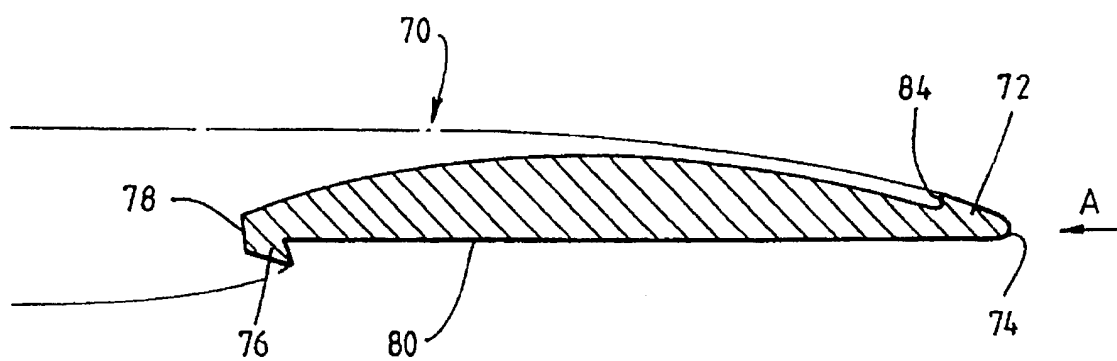


图 8a

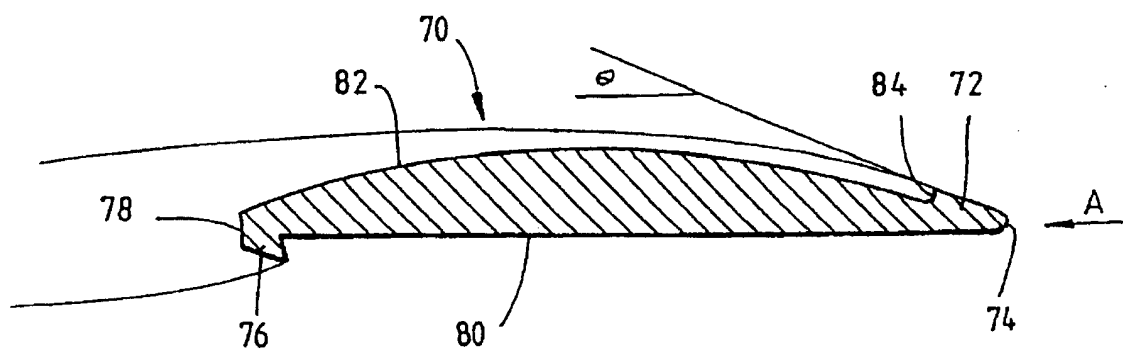
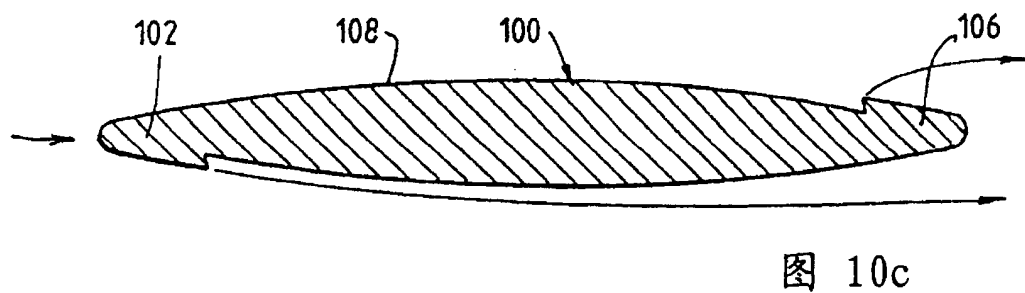
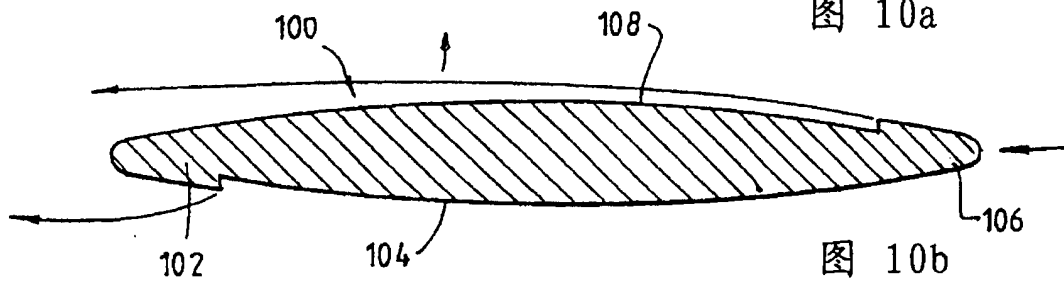
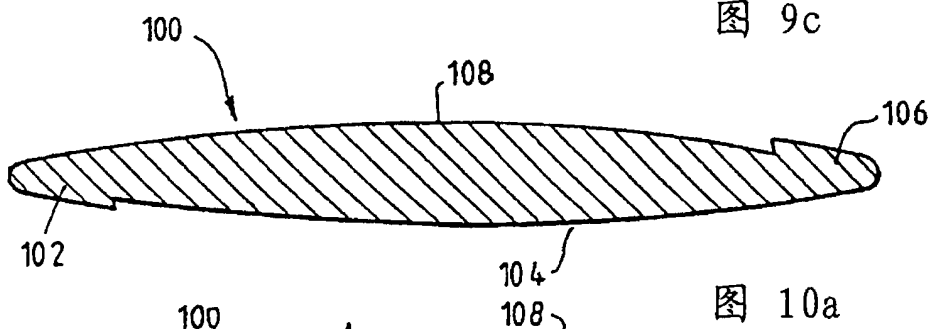
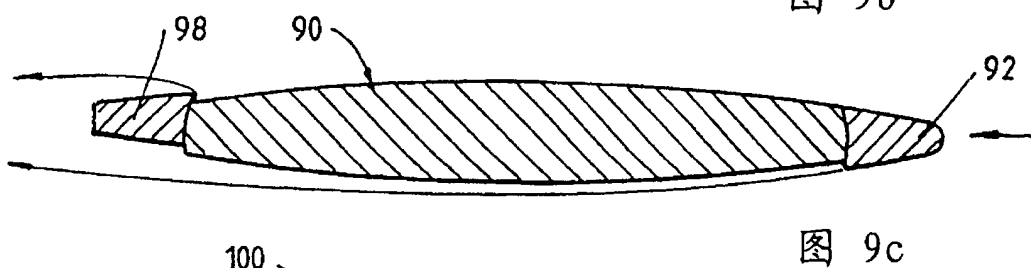
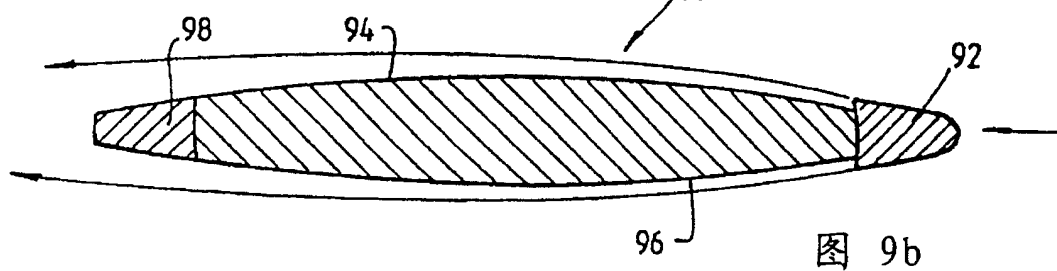
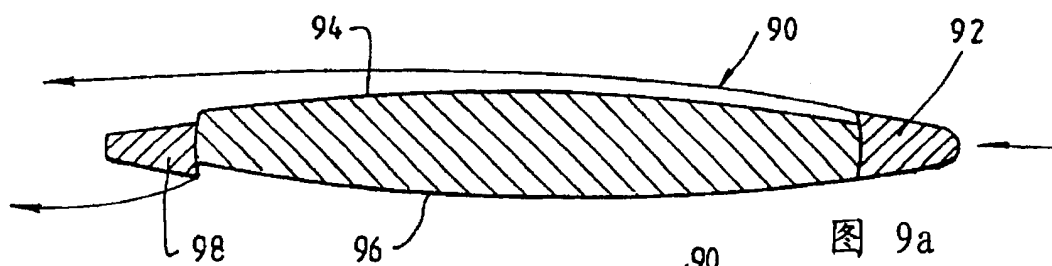


图 8b



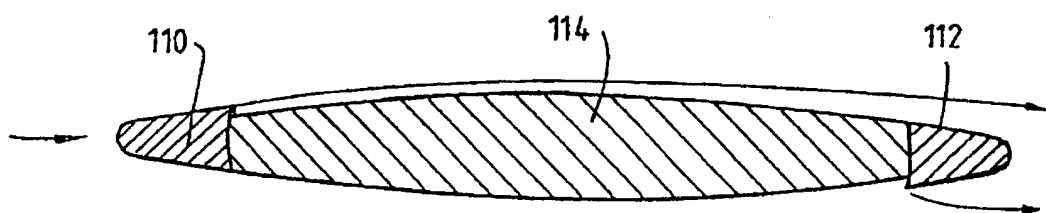


图 11a

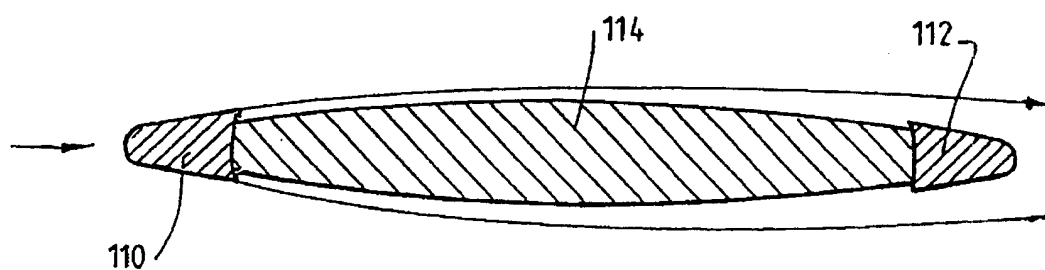


图 11b

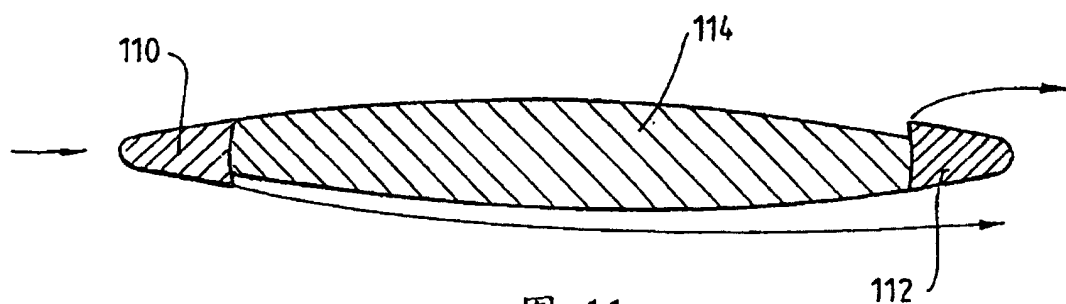


图 11c

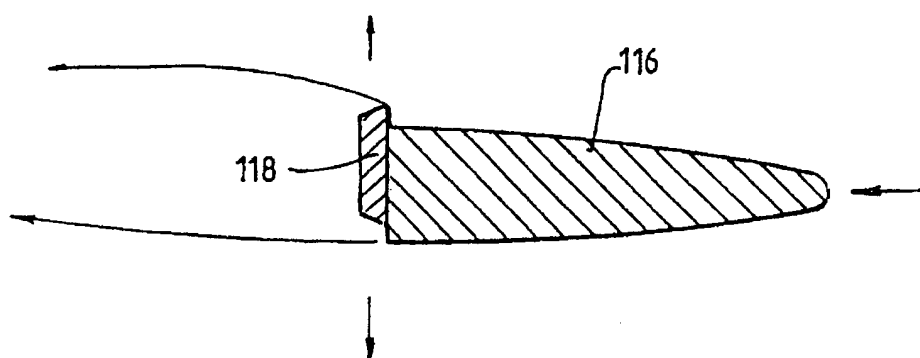


图 12