

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F03B 13/26

F03B 17/06



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03806425.1

[43] 公开日 2005 年 7 月 20 日

[11] 公开号 CN 1643247A

[22] 申请日 2003.3.19 [21] 申请号 03806425.1

[30] 优先权

[32] 2002.3.20 [33] GB [31] 0206623.1

[32] 2002.12.20 [33] GB [31] 0229783.6

[86] 国际申请 PCT/GB2003/001171 2003.3.19

[87] 国际公布 WO2003/081029 英 2003.10.2

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.20

[71] 申请人 水疗文氏管有限公司

地址 英国伦敦

[72] 发明人 杰弗里·K·罗切斯特 基思·普伦

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

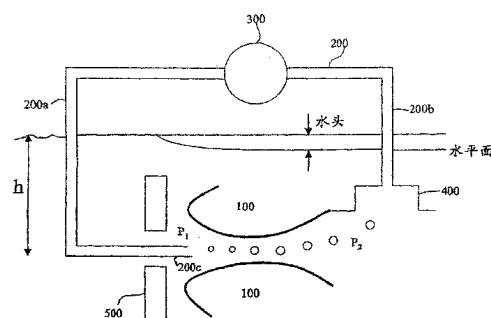
代理人 朱德强

权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 8 页

[54] 发明名称 从流体流中提取动力

[57] 摘要

一种用于从流体流中提取动力的设备，该设备包括：一流体驱动发动机(300)；一流体引导装置(100)，将其做成在主流体的流动中限定出一通道的形式，该通道具有一流体加速收缩部分，其形状使得当主流体经过流体加速收缩部分时被加速，将流体引导装置(100)做成对进入流体加速收缩部分内的主流体施加一旋流分力的形式，从而当主流体经过流体加速收缩部分时在主流体中产生一径向压力梯度；一管道(200)，用于引导驱动流体流动，驱动流体和主流体为不同的流体，该管道与流体驱动发动机(300)和一部分已对流体流进行加速的通道流体连通，并且其中驱动流体经流体加速收缩部分中的主流体的旋流通过管道的流动得以驱动流体驱动发动机(300)，并且管道(200)将驱动流体输送至流体引导装置(100)，从而驱动流体基本上沿旋流的中轴被吸入。



知识产权出版社出版

ISSN 1008-4274

1. 一种用于从一流体流中提取动力的设备，所述设备包括：

一流体驱动发动机；

一流体引导装置，将其形成在主流体的流动中限定出一通道的形式，所述通道具有一流体加速收缩部分，收缩部分的形状使得当主流体经过流体加速收缩部分时被加速，将流体引导装置做成对进入流体加速收缩部分内的主流体施加一旋流分量的形式，从而当主流体经过流体加速收缩部分时在主流体中产生一径向压力梯度；

一管道，用于引导驱动流体流动，驱动流体和主流体为不同的流体，所述管道与流体驱动发动机和一部分具有加速的流体流的通道流体连通；

其中通过所述管道的流动驱动流体经流体加速收缩部分中的主流体的旋流起作用以驱动流体驱动发动机，并且所述管道将驱动流体输送至所述流体引导装置，从而驱动流体基本上沿旋流的中心轴线被吸入。

2. 根据权利要求1所述的设备，其特征在于，所述流体引导装置包括至少一个位于所述流体加速收缩部分上游的流体变流装置，所述至少一个流体变流装置可操作地将角动量传给主流体。

3. 根据权利要求2所述的设备，其特征在于，所述至少一个变流装置可操作以将一基本恒定的旋流角速度赋予所有进入流体加速收缩部分的主流体。

4. 根据权利要求2或3的设备，其特征在于，所述至少一个流体变流装置为一静态结构。

5. 根据权利要求2至4之一的设备，其特征在于，所述至少一个变流装置为一定子，其具有叶片，叶片设置成用于将角动量赋予横穿叶片的流体。

6. 根据前述权利要求之一所述的设备，其特征在于，包括至少一个流体收集槽，用于收集所述流体加速收缩部分下游的驱动流体，所

述流体收集槽与所述流体驱动发动机流体连通。

7. 根据权利要求6所述的设备,其特征在于,所述至少一个流体收集槽经一贯穿所述流体引导装置的壁而进入所述通道的孔收集流体。

8. 根据权利要求6或权利要求7所述的设备,其特征在于,所述流体收集槽包括一防旋转构件,用于至少部分阻止流入流体旋转。

9. 根据权利要求6或权利要求7所述的设备,其特征在于,包括一位于所述流体加速收缩部分与所述流体收集槽之间的防旋转构件。

10. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,设有所述流体流的一单级压力放大系统,所述压力放大系统由所述流体加速收缩部分提供。

11. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述主流体由水组成。

12. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述驱动流体由空气组成。

13. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述流体引导装置位于所述主流体的表面之下,而所述流体驱动发动机位于所述主流体的表面之上。

14. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,所述流体驱动发动机包括一涡轮机。

15. 根据权利要求14所述的设备,其特征在于,包括一在所述涡轮机的一驱动流体排出端处、于所述驱动流体流动路径中的热交换器。

16. 根据权利要求15所述的设备,其特征在于,所述热交换器用于冷却所述驱动流体。

17. 根据权利要求15所述的设备,其特征在于,所述热交换器被设置成用于冷却与一外部设备连接的另一驱动流体。

18. 根据前述权利要求之一所述的设备,其特征在于,包括一用于在主流体水平面中形成一横跨所述流体引导装置的差异的障碍物。

19. 用于由一流体流中提取动力的设备,所述设备基本上如文中参

照附图所述。

从流体流中提取动力

技术领域

本发明涉及用于从例如潮汐流一类的流体流中提取动力的设备。

背景技术

全球对电力的需要日益增加。但是，人们也对由传统能源、例如燃烧矿物燃料所造成的环境污染状况的认识也日益增加。因此，人们希望利用可再生能源、例如可从海流或河流以及潮汐流中得到的能量，并且希望将这种提取的动力以一种对环境较为友好的方式应用到发电中。

传统的潮汐流能量提取装置包括水下螺旋桨驱动涡轮机。这些装置的不足之处在于，机械部件并且甚至是电力部件必须设置在水下这一有害环境中，在该环境中易于受损、并且难以接近，从而使得维修费用昂贵。此外，这种涡轮机往往必须与拦河坝结合成一体，以便提供必要的压位差（即能量提取机构的入流和出流之间的水平面的差值），并且拦河坝的造价较高且对环境不利。

WO 99/6620提出了针对这些不足之处的解决方案，它公开了一种装置，其中涡轮机一类的流体驱动发动机位于水上。一部分引入的潮汐流被引导通过一具有流体加速收缩部分的通道，并且流体流过一将流体驱动发动机与具有加速流体流的一部分通道相连的管道得以驱动流体驱动发动机。不过，流体流入流动加速收缩部分的速度较慢（约5m/s），从而该装置仅可驱动低速水轮机。该收缩部分的直径无法在不引入由于摩擦而导致的惩罚性动力损失的条件进一步减小以便增加流动加速。

尚未审批的专利申请GB0206623.1公开了一种装置，其中，涡轮机也是位于水上方，但是该涡轮机是由一种存在于通过流动加速收缩

部分的流体流中的非水流体进行驱动的。该系统的优点在于，流体驱动发动机可由压缩空气（驱动流体）进行驱动，而不是由水进行驱动。因为低水头水轮机直径小并且速度快，所以建造和维修由两或三个大气压下的压缩空气驱动的涡轮发电机比输出容量类似的低水头水轮机更为便宜。使用这种气驱动涡轮发电机免去了大体积水密轴承和齿轮箱的必要。除了使非水流体循环通过流体驱动发动机的电路外，该尚未审批的申请的系统使用了初级和二级两个驱动回路（二级压力放大系统）。

在公知能量提取系统中是不可能将气态驱动流体、例如空气直接导入初级驱动回路（即通过流动加速收缩部分的流体流回路）中的。原因在于，为了实现将空气直接传送至流体加速通道内并且产生足够的压差来用于良好的汽轮机运行，需要产生大吸力压力。为了将驱动流体（空气）从水面向下引入流体加速收缩部分的进入点就必须做功。具体而言，吸入压力必须大于流体加速通道所位于的深度 h 处的静水压力。利用标准流体加速收缩部分（其取决于伯努利效应）通过从其中提取动能的速度较慢的潮汐流难以获得所需要的较大的吸入压力。

发明内容

本发明提供了一种用于从一流体流中提取动力的设备，该设备包括：

一流体驱动发动机；

一流体引导装置，将其做成在主流体的流动中限定出一通道的形式，该通道具有一流体加速收缩部分，其形状使得当主流体经过流体加速收缩部分时被加速，将流体引导装置做成对进入流体加速收缩部分内的主流体施加一旋流分力的形式，从而当主流体经过流体加速收缩部分时在主流体中产生一径向压力梯度；

一管道，用于引导驱动流体流动，驱动流体和主流体为不同的流体，该管道与流体驱动发动机和一部分已对流体流进行加速的通道流

体连通；

其中驱动流体经流体加速收缩部分中的主流体的旋流通过管道的流动得以驱动流体驱动发动机，并且管道将驱动流体输送至流体引导装置，从而驱动流体基本上沿旋流的中轴被吸入。

本发明的设备通过提供如下一种装置缓解了现有技术的不足之处，该装置即使是在大的静水压力深度下也能将驱动流体直接引入流体加速收缩部分，该驱动流体为与主流体不同的流体。这是通过提供一种可操作地将角动量（即旋流）在主流体进入流体加速收缩部分时传给它的流体引导装置得以实现的。由流体引导装置所赋予的旋流与在流体加速收缩部分中产生的压降一起在主流体上产生一种正反馈效应，从而沿与收缩部分中的流体旋转轴相当的一低压路径产生基本上大于仅从伯努利效应获得的压降。驱动流体沿该低压路径被引入以传送通过流体加速收缩部分。已经通过该流动加速收缩部分的驱动流体用来驱动流体驱动发动机。

优选地，流体引导装置包括至少一个位于流体加速收缩部分上游的流体变流装置。其优点在于使得旋涡在预定位置处形成，并且增大流体加速通道中的旋流，从而提高所得到的吸力。有利地，该至少一个流体变流装置为一静态结构，从而避免了水下移动部件和较高维修费用的需要。

优选的实施方式包括一用于从流体加速收缩部分的出流收集驱动流体的空气收集槽。通过主流体经过流体加速收缩部分时的旋流而简化的该简单的空气收集机构使得能量提起利用复杂程度较小的电路便可完成。此外，还使得驱动流体经一简单的流动通道从流动加速收缩部分再次循环通过流体驱动发动机，并且直接回到流体加速收缩部分的输入端。

附图简要说明

下面将通过仅参照附图的实施例对本发明的实施方式进行描述，其中：

图1为本发明第一实施方式的一用于从流体流中提取动力的设备的示意图;

图2为一流体柱的示意图,其具有一沿z轴的潮汐流速度,对其已施加了一角速度分量;

图3为本发明第二实施方式的用于从流体流中提取动力的设备的示意图;

图4A为与适合于图1的设备的的第一变流装置相对应的一具有固定角形叶片的定子的示意图;

图4B示意性地示出了图4A的定子的单个叶片的形状;

图5示出了第二变流装置的平面示意图;

图6示出了图5的第二变流装置的侧面示意图;

图7A为本发明的第三实施方式的示意图,其中,垂直尾翼用来防止在流体引导装置的狭道之外发生旋转;

图7B示意性地示出了图7A的流体变流装置的正截面图;

图7C示意性地示出了图7A的实施方案的防旋转构件的横剖面视图;

图8为本发明的第四实施方式的示意图,其中,流体引导装置设有在进气口的两边上各设置的一变流装置的入流。

具体实施方式

图1为本发明第一实施方式的一用于从流体流中提取动力的设备的示意图。该设备包括一流体引导装置100、一管道200、一流体驱动发动机300、一流体收集槽400和一对流体变流装置500。

流体引导布置100为柱形构造。由图1中所示的柱形构造的剖视图可看出流体引导装置的壁面类似一机翼。该壁面形成一流体流经的通道。该通道逐渐变窄形成一流体加速收缩部分,流入的流体在靠近流体收集槽400的流体引导装置的尾部的下游排出之前流经该收缩部分。该具有一流动加速收缩部分的流体引导装置100通称为“文丘里管”,因为其操作的基本原理与用来测量流体流速率的文丘里速度计类似。

由于连续性的原因,单位时间通过流体引导装置100的较宽口的流体容量等于单位时间通过通道的窄部(即流动加速收缩部分)的流体容量。从而,通过收缩部分时的流体速度大于进入流体引导装置100的入口时的流体速度。根据伯努利定律, $P + 1/2\rho v^2 + \rho gh = \text{常数}$, 其中 P 为静水压力, v 为流体速度, ρ 为流体密度, g 为重力加速度, 而 h 为基准面(在这种情况下为水平面)下的高度。因此流体速度的增加导致流体速度增加的收缩部分处的有效压力 ρgh 减小。将通过流体引导装置100的流体流表示为主流体流。

伯努利定律通常被应用到其中存在流线型(层流)流动的系统。对于小直径的通道中的小流动速度而言出现层流,而在流速大的通道中紊流占主流。但是,即使穿过通道中的收缩部分的流动为紊流状,压力将随着整体速度的增加而下降,正如伯努利定律所述。这是因为为了流体体积守恒,流动随着通道收缩必须加速。通过计算并通过引导实验可以看出,伯努利定律可适用于紊流,正如其适用于线流一样。

管道200提供了用于引导驱动流体的另一种不同的流体流路径。驱动流体(在该具体实施方案中为空气)被向下压入管道的部分200a至流体引导装置的开口附近的一入口200c处。入口200c引导空气基本上沿轴向通过流动加速收缩部分。由管道形成的入口200c在水面之下高度 h 处。空气流过由流动引导装置100形成的通道,并且当空气通过流动加速收缩部分的减压区时膨胀。空气在收缩部分中膨胀使得周围水的压力增加。主流体抵抗膨胀空气的阻力增加而作的功将能量施加至空气上,并且在流体引导结构100的两边产生一压位差。从流体加速收缩部分浮起的空气将在从流体加速收缩部分浮起之后的一段时间沿涡流的轴线延伸通过,并且将就此朝流体收集槽400的方向移动,在收集槽处收集空气用于随后循环通过流体驱动发动机300。已经通过流体加速收缩部分的主流体的旋流将最终通过在流体引导装置中的紊流而消失。

压缩空气随着主流体(在该实施例中为水)通过流体加速收缩部分并由流体收集槽400收集。在该具体实施方式中,流体收集槽位于流

体引导装置100的出口尾部附近,并且对流体加速收缩部分下游的驱动流体进行收集。流体收集槽设有径向板,用于至少部分抵消引入驱动流体的旋流。

在备择具体实施方式中,流体引导装置的尾部十分长,驱动流体可通过流体引导装置尾部上部的狭槽得以收集,该流体引导装置将驱动流体通过一将狭槽连接至收集槽的排出尾管而供给上方的流体收集槽。在另一备择具体实施方式中,在不同的层(即与流体引导装置的中轴的距离不同)设置一叠收集盘,以便当驱动流体(例如空气)从流体加速收缩部分中浮出时截取上升的驱动流体。各收集盘将一从收集盘升起的窄孔立管供给一共同的流体收集槽。

回到图1的具体实施方式,来自流体收集槽400的压缩空气向上流动通过管道的部分200b,并且随后被供应给涡轮机300。涡轮机300由自空气收集槽400经流体加速收缩部分流动至入口200c的空气驱动。流体引导装置100的入口处的空气压力 $P_1 = P_0 + \rho gh - p$,其中 P_0 为大气压, p 为通过流体加速收缩部分形成的吸入压力。作为对比,流体引导装置出口处的压力为 $P_2 = P_0 + \rho gh$ 。因此,涡轮机两侧的气压为 $\rho gh - (\rho gh - p) = p$ 。空气在压力 P_1 的条件下被向下抽吸至入口200c,并且在压力 P_2 的条件下再从流体引导装置中浮出。如果 $P_2 > P_1$,流体驱动发动机300便可由压差驱动。不过,涡轮机的性能取决于压力比 P_2 / P_1 ,而非取决于压差。虽然更大的压力比使得效率提高,但是压力比 $P_2 / P_1 = 4$ 已经足够。

如图1所示,在文丘里管两边产生一压位差。这一压位差是通过在水中放置一障碍物而形成的。该障碍物可能由流体引导装置100本身形成(如下文所述的图8的具体实施方式一样)。不过,在图1的实施方式中,压位差由位于文丘里管上游的一水坝(未示出)形成。

入口200c处的压力 P_1 应足够高,以便空气不会从溶液中出来。由于吸入压力 p 的原因,入口200c处的压力可能小于大气压 P_0 (P_0 大约等于10米水压)。在大气压条件下,一定量的空气将溶解于水中。但是,如果压力降低至约0.25个大气压,至少一部分溶解空气会从溶液中出

来。如果压力进一步降低至约0.15个大气压，并且温度约为20摄氏度，则水会沸腾。为了减小气泡自发形成的可能性（一种公知为“成气穴(cavitation)”的过程），压力应至少为0.2个大气压（相当于2米水压）。这是指 P_1 应当为至少等于2米水深的压力，在这种情况下 $p = (P_0 + \rho gh - 2\rho g)$ ，其中， $P_0 = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ ； $\rho_{\text{水}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ； $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ；因此， $h_{1\text{大气}} = P_0 / \rho g = 10.34 \text{ 米水压}$ 。良好的汽轮机运行所需要的压力比至少为4。如果这种状况令人满意，则不管文丘里管系统的深度如何，都可提取出电力，虽然更高的压力比确实使得涡轮机效率提高。

应当注意，吸力为负压力，故-0.6巴的吸力将相当于1-0.6的压力，如果将该吸力施加到某一体积上，其将出人意料地处于大气压下。如果吸力为-0.75巴（其中，1巴约为一个大气压），且文丘里管位于 $h = 7.5 \text{ m}$ 处，则空气将被吸入文丘里管，但是吸力将正好抵消静水压力，因此在输入端进入的空气将不可能做功（假设空气在文丘里管100的尾部消失）。但是，如果将文丘里管就放在水面下方，则静水压力可忽略不计。在这种情况下，如果空气引导通过一涡轮机并随后反馈至作为输入端的文丘里管开口，则可获得1/0.25的压力比（ P_2/P_1 ）。

如果 $h=12\text{m}$ ，则吸力的数值必须小于19.5 m，否则空气将从溶液中出来（因为 P_1 会太低）。在这种情况下，输入端处的空气为0.25巴（或相当于0.25大气压或2.5m的水），而输出端处的空气， $P_2=10\text{m}$ （大气压）+12m（深度 h ）=22m。因此压力比将为22/2.5。

假设文丘里管在仅通过伯努利效应可得到的吸入压力下工作。作为典型的情况，假设通道最宽点处的文丘里管直径与通道最窄点（狭道）处的文丘里管直径之比等于4。然后如果水在5m/s的水流速度 v （对于潮汐流而言属于高速）下进入文丘里管的开口，则水通过狭道的速度将为20 m/s。吸力由下式得出， $0.05v^2=0.05 \times 400=20\text{m}$ ，该值约等于2个大气压。假设5m/s对于潮汐流而言是高速度，并且通过文丘里管将障碍物放置于潮汐流将势必减小流动速度。因此应当理解的是，2个大气压的吸入压力是仅通过利用伯努利效应本身所能达到的上限。为了获得良好的动力传送效率，需要高于2个大气压的吸入压力。显然，

这要比仅通过伯努利效应所能获得的更大的吸入压力。

在图1的装置中，通过使用变流装置500来将角动量就在潮汐流进入流体引导装置100之前施加至一部分进入的潮汐流上便可获得大的吸力压力。图2示意性地示出了一柱状流体，其具有一沿已施加了一角速度分量的z轴的潮汐流速度。在图2中，与图1一样，变流装置500用来将角动量赋予流体。但是，变流装置500为可任意，因为人们认为旋流可在文丘里管的通道中自然出现，原因在于其在流体流中的不稳定性较小。如下所述，图3为依靠自发形成旋涡的具体实施例。

在图1的实施例中，变流装置500相当于一具有如图4所示意的静态排列的固定角形叶片的定子。该定子结构上与喷气式发动机上的涡轮风扇类似，虽然该定子的叶片较少。各叶片的形状近似三角形，具有一非常小的顶角，并具有一上升边610和一下降边620。通风管220c经定子中的一中心孔630进入。图4B示意性地示出了从三角形的底部、顶点远离眼睛所视的单个叶片。从这个方向看上去，叶片呈现为一大圆的一短弧，该弧从一特定叶片的一上升边610至一下降边620形成。进入的主流体最初平行于叶片的表面，但随后相对于一边按弧的曲度偏斜。这样，变流装置将角动量传给沿其流过的主流体。该叶片将角动量 $r\omega$ （其中， r 为流体的圆形截面半径）赋予引入水，使其基本上像一固体一样地旋转（即以一致的方式旋转，从而对于所有进入系统的水而言，角速度为定值）。使用静态叶片而非与涡轮机连接的叶片的优点在于，固定叶片可简单地摘下并从水中取出用于清理。由于这种结构在能量提取设备所安装的典型水下环境中变脏，因此可能需要清理。在备择实施方式中，使用不设叶片的形状合适的变流装置。在一个这样的备择实施方式中，实心物体所处的位置使得当主流体进入流体引导装置100时，其对主流体起阻碍作用。如果这种实心物体阻碍了流体引导装置的一半开口，但是位于远离开口的一定距离处（即开口上游的一定距离处），流体势必仅仅从一侧平行于收缩部分的中轴流入流体加速收缩部分中去。当主流体进入流体加速收缩部分时，这将给主流体赋予一旋转分量。由于涡流在北半球自然沿顺时针方向旋

转（由于地球的自转方向），因此可这样确定被阻塞的开口侧。

在图2中，引入的潮汐流沿z轴具有一线速度 v 。假定没有摩擦损失，偏斜前后的水柱的动能（由此推知合速度 v ）是相同的，虽然速度的轴向分量 v_{rz} 减小而速度的切向分量 v_{rt} 被赋予水柱。由于能量被保存，从而 $v^2 = v_{rz}^2 + v_{rt}^2$ 。流体柱的角位移导致在流体的非惯性参考坐标系中产生一离心力。该离心力产生一压差，从而流体柱中心与周边之间的压力增加。

在半径 r 处，由于离心力而导致的压力增量可容易地表示为等于 $v_{rt}^2/2g = r^2\omega^2/2g$ 。变流装置500已使得所有进入流体引导装置100的水具有基本上恒定的角速度 ω ，至少开始在进入流体引导装置100的开口处是这样。因此，由于离心力而导致的压力增量在圆周处最大，亦即在由流体引导装置100的入口喇叭口所形成的通道的壁面附近最大。当流体在 v_{rz} 的作用下前进通过通道的流体加速部分时，由于离心力而导致的径向相关的压力增量至少局部补偿了该压降（与伯努利效应有关），该压降由于由流体加速收缩部分导致 v_{rz} 增加而出现。因此，赋予流体加速收缩部分中的水的加速度以径向相关的方式减小，与一相应半径条件下离心力的大小一致。

流体加速收缩部分中与离心力有关的压力梯度以及与伯努利效应有关的压降的对抗作用使得在收缩部分的区域内的通道人为地变窄。因此，在涡流中轴的区域内的 v_{rz} 显著地大于通道壁面附近的 v_{rz} 。

现在考虑图2中的旋转流体柱通过流体引导结构100的流体加速收缩部分时会出现的情况。假定流体柱基本上象一固体一样旋转、并且忽略任何可能形成的二级涡流的影响，当通道变窄时角动量必然得到保存。对于按角速度 ω 旋转的固体而言，角动量与 $r^2\omega$ 成比例，因此如果角动量被保存，则 $r_1^2\omega_1 = r_2^2\omega_2$ 。由于当流体朝流体加速收缩部分的最窄点流动时半径 r 减小（ $r_2 < r_1$ ），角速度必须增加（ $\omega_1 < \omega_2$ ）以便保存角动量。

但是，由于离心压力沿径向增加，从而对流体运动产生一阻力，因此当通道变窄时，来自通道外区域的流体被迫朝中心流动。由于整

个流体向内流动而导致的惯性矩减小也使得角速度增加（与溜冰者用她的手臂牵引以实现更快速的旋转类似）以保存角动量。假定 $r^2\omega$ 为定值，并且假定离心压力由 $r^2\omega^2/2g$ 确定，从而离心压力等于 $k\omega$ ，其中 k 为一常量。因此，由于对于较小的 r 比较大的 r 而言 ω 增加得更多，从而对于小 r 而言，离心压力也增加得更多。

因此，由于负反馈机构，所以将角速度在主流体进入流体引导装置处施加于其上导致在通道中形成旋涡，从而旋转的水在大半径处形成一封闭效应。接着，该封闭效应使得整个流体朝向流体的中心移动，从而使得惯性矩减小并且为了角动量守恒而驱使角速度增加。加速度的增加进一步使得流体加速收缩部分壁面附近（即在大半径处）的离心压力增加。

该正反馈机构运行直至沿轴线的压力基本上为零（至少在理论上），以致于不能获得进一步的压降。通过将一角速度传给进入流体传导装置100的开口的流入流体流而诱发的该正反馈机构导致沿流体加速收缩部分的轴线产生一大的吸入压力。无论主流体速度 v 和流体加速收缩部分所位于的深度 h 如何均可获得该大的吸入压力。在图1的第一具体实施例中，流体流变流装置500用于将角动量赋予进入文丘里管开口处的主流体。

相比通过仅利用伯努利效应（即未旋转主流体）而可获得的吸力，将角动量传给进入文丘里管100的开口的流体使得吸力明显增加。当该进入流体具有旋转运动时，入口200c处的静水压力可更容易被克服，从而文丘里管100可位于更大的深度 h 处，而无需依靠利用辅助泵将空气向下泵入入口200c。如果在文丘里管100的开口处将驱动流体（例如空气）直接引入一非转动流体的主流体（例如水）中，将不会驱使空气朝向文丘里管的轴线方向移动，所以它将扰动水流，使其变得更为紊乱并且使其在文丘里管100的狭道和尾部中的损失大大增加。

如上所述，虽然变流装置500通过利用流体加速收缩部分中的正反馈机构足以从容地引起旋涡形成，但是变流装置对于获得涡流来说并不是必不可少的，因为即使是主流体通过文丘里管100的流动中的小的

不平衡可能也足以诱发正反馈机构。因此，本发明的一备择实施方式包括图1中除了流体流变流装置500外的所有结构部件。在这一实施方式中，管道的进气口部分200c所处的位置使其基本上与在文丘里管100内形成的涡流的中轴一致。自然形成的涡流的中轴将不必与文丘里管的流动加速收缩部分的中轴一致。不过，文丘里管通道的对称性将主要决定涡流是如何自然形成的，从而如果通道的横截面积为旋转对称，涡流和通道本身的中轴可基本上重合。此外，管道入口200c的位置可在现场进行调整以基本上与涡流的中轴对齐，从而使得驱动流体流过文丘里管。但是，即使管道进气口200c不是正好与主流体的旋转轴重合，空气将始终朝中轴的方向被“挤压”，假定该挤压效应控制着空气的浮力。这是因为如果水体旋转，则中轴上始终具有最低压力。

图3为在该实施方式中本发明第二实施方式的用于从流体流中提取动力的设备的示意图。该第二实施方式是具体实施方式的另一个实施例，其中未用流体变流装置来形成旋流。此外，在该实施方式中，驱动流体(空气)不是通过由涡轮机300的流出口供应的一部分管道(图1中的200a、200c)而供给文丘里管的开口。相反地，驱动流体入口为一自然形成的涡流120，其从水面向下延伸至文丘里管100的开口处。空气从水面处的大气被吸入涡流的中心内，并且气泡在涡流的旋涡水中被输送，该涡流驱使它们向下至文丘里管100的开口，因此空气通过流体加速收缩部分而被吸入空气收集槽400。从图3中可看出，水面处涡流的半径 R_v 比文丘里管的开口处的涡流的半径大得多。压缩空气从文丘里管100排气处的空气收集槽向上通过一部分管道200并进入涡轮机300的流动用于驱动涡轮机。但是，图3中的实施方式与图1中的不同之处在于，膨胀空气从涡轮机300流出不再循环向下回到文丘里管100的开口处。

在本发明的实施方式中，例如图1和3中所示意的那些实施方式，文丘里管100的流体加速收缩部分中的轴向压力(即涡流中轴附近的压力)可能趋向于零，这是由于转动流体流动的结果，而与流体引导结构和吸入喷嘴200c在水面下的深度 h 无关。因此，该装置适于深水操作。

本发明的实施方式利用文丘里管中的水的旋转流动来获得大的吸入压力，这意味着涡轮机的排气压力将较低。能够获得较大的吸入压力意味着即使对于深水操作而言，压力比 (P_2/P_1) 为4也是可行的。

本发明的实施方式一般采用单级压力放大系统，该压力放大系统通过流体加速收缩部分提供。驱动流体（例如空气）直接被传送至文丘里管100。文丘里管100无需任何喷嘴或入口来有效操作，这意味着流动阻力得以减小。由于主流体快速流过文丘里管，在这些系统中污垢很少会成为一个问题。

由流体加速收缩部分和通过流体引导装置所赋予的旋流的综合作用所引起的正反馈机构使得确实可获得有效汽轮机运行所需的吸入压力。如果流体引导装置100所处的深度足够，则驱动流体（在该实施例中为空气）将充分被压缩，从而可用于驱动涡轮机300。相反，如果流体引导装置仅位于水下一小段距离处，空气涡轮机300通过所产生的吸力而非通过所产生的压缩空气被有效地驱动。由于通过吸入可得到的压差较小（因为水在 $0.75 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 左右的吸入压力下开始起泡），从而空气涡轮机将必须在1个大气压左右的压差条件下工作，这可能不会非常有效率。因此，当装置位于水平面下一足够深度 ($h \gg 12\text{m}$) 对其进行操作优于浅水操作。

一般而言，流体引导装置100的效率与其面积比有关。在由流体引导结构100所形成的通道的最宽处的横截面与流体加速收缩部分的最窄点（即狭道）的比率为面积比。典型的面积比将例如为3.5，其中狭道直径为0.75m。面积比将视工程、重量和费用因素而进行适当地选择。通常，流体引导装置的面积比越小，效率越高。但是，针对可能最大的效率而选择的面积比将取决于流体的入口气流的速度。由于由导流片500所引发的正反馈机构，流体加速收缩部分狭道处的横截面积相对于最宽点处的不必很大。狭道越宽，则主流体的流动阻力越小，从而其中使用正反馈机构的装置相对于公知装置效率得到改进。

鉴于沿由流体加速收缩部分形成的通道的轴线的低压区域理论上横截面的半径非常小。于是驱动流体进入流体引导结构的吸入导管

200c的半径也应较小(0.1m或更小)。为了便于流体经小直径出口排出,驱动流体的粘度应较低。空气之类的驱动流体适于由一小直径出口排出,而水的粘度则过高。由于由涡轮输送的动力与单位时间内通过其中的驱动流体的质量有关,因此空气密度对于确定输出能量是一个重要因素。由于水位越深,空气密度则越高,所以如果文丘里管100位于更大的深度处的话,文丘里管100的进气口200c可具有更小的直径。为了使得能量提取装置工作效率最大化,应将驱动流体排出,从而其可沿涡流的中心轴直接进入低压区域。但是如果驱动流体是远离轴线供应的,它应当通过由旋转形成的压差朝轴线驱动。

图5示意性地示出了图1的变流装置500的另一可能结构的平面图。在该实施例中,变流装置由静态壁面510、512形成,其阻碍水流进入(从图中的左侧进入)。其中一个壁面510为L形结构,而另一个为直立壁面512。来自进入流的水通过L形壁面510与直立壁面512之间的缝隙,并且由壁面对流体提供的阻碍使得涡流120在由壁面所限定的空间内形成。在该实施例中,涡流的旋转方向为由一箭头所示的顺时针方向。图6示出了图5的静态壁面变流装置结构的侧面图。在该实施例中,主流体的旋转方向由十字标记(最靠近壁面512)和点标记(最靠近壁面510)表示,十字标记表示主流体流入该页的平面内,而点标记表示主流体从该页的平面中流出。图5和6示出的静态壁面变流装置适用于较浅的水中。

图7A示意性地示出了能量提取设备的第三实施方式。在该实施方式中,流体收集槽400位于文丘里管的尾部。流体收集槽400包括一收集盘412,该收集盘延伸至文丘里管的通道内,并且经一狭窄通道414与收集槽410相连,该狭窄通道贯穿文丘里管尾段主体内的一狭缝而向下进入文丘里管通道内。该设备包括一位于文丘里管开口处的初级变流装置520,当流体进入流体加速收缩部分110时其将旋转赋予流体,并且包括一位于初级变流装置520与收集槽410之间的流体加速收缩部分110以外的防旋转构件120。防旋转构件120用于防止从流体加速收缩部分中出来的流体朝驱动流体收集盘412的方向旋转流动。图7B示意性

示出了初级变流装置520的正截面图。偏转叶片的结构与图4A和4B中所描述的相同。图7C示意性地示出了防旋转构件120的横截面，该构件包括一垂直尾翼，以至少部分阻止由流体加速收缩部分浮出的流体在其进一步沿文丘里管100的尾部流动至流体收集槽412之前旋转。来自水面中的空气经通向进气管210的管道供给文丘里管的开口。

文丘里管开口处的进气管210将通常在大气压 P_0 条件下，而位于深度 H 处的空气罐410则处于 $(P_0 + \rho g H_{\text{槽}})$ 的压力条件下。在入口210处可能需要施加一小正压 $P_{\text{入口}}$ ，其中 $P_{\text{入口}} \ll \rho g H_{\text{槽}}$ ，以驱使空气进入入口管内，并且通过文丘里管100。空气从收集槽410流至进气管210用于驱动涡轮300。

图8示意性地示出了本发明第四实施方式中的一种用于从流体流中提取动力的设备。在该具体实施方式中，流体引导装置100具有一延伸以在流体加速收缩部分上游形成一锥形孔112、114的中心通道116。文丘里管100沿轴向对称，并且进气口200c基本上位于锥形孔112、114的轴线上。同样的叶片522、524位于该锥形孔中，从而当引入水进入文丘里管100时穿过该叶片。桨叶522、524略微偏离通道的范围，其中它们的位置使得在水进入文丘里管主通道的流体加速收缩部分之前将角动量赋予水。由于在文丘里管的通道中所形成的吸力，所以进气口200c处的压力将小于大气压（比如 $0.25P_0$ ）。

在图8的具体实施方式中，文丘里管通道从收缩部分116至尾部118向上朝水面方向延伸，通道的直径朝尾部增大。由文丘里管对引入水所提供的阻碍使得在文丘里管的上游和下游产生一水平面差值。该水平面差值 ΔH 通称为压位差。大气压 P_0 下的空气进入涡轮300，并且流下管道220至进气口220c，在此它在水中被输送并被吸入文丘里管通道116内。当含气气泡向上升起穿过文丘里管通道时发生膨胀，并且使得空气和水流过流体加速收缩部分。该膨胀空气有助于将水牵引通过文丘里管通道。空气流过流体加速收缩部分驱动涡轮300。

在本发明的具体实施方式中，流体驱动发动机30可为一种例如转叶涡轮机的涡轮机，或一种例如汽缸中的活塞的往复式发动机。在一

种实施例中，热交换器位于流体驱动发动机的排出端处，并接收由通过流体驱动发动机的膨胀而产生的冷空气。热交换器用来至少部分冻干潜在的潮湿空气（已经在通过流体引导装置的水流中被输送），该潮湿空气在将其循环通过流体驱动发动机之前由流体收集槽接收。在将空气作为进料供给流体驱动发动机之前对其进行干燥这一过程在船用装置中尤其有用。考虑到涡轮机的例子，当空气膨胀通过涡轮机时，任何存在于进气量中的水蒸汽将膨胀并冷却，从而水蒸汽可冻结，使得来自海水蒸汽的盐从溶液提出。除非采取措施（例如预先干燥空气），则高速涡轮机桨叶可能被冰和盐的晶体攻击，从而可能导致快速侵蚀。

在另一实施例中，热交换器与空调装置一类的附近设备的热交换电路（例如冷水电路）相连。在该具体实施方式中，流体驱动发动机的膨胀可为附近设备提供冷却功能。其有利之处还在于从流体驱动发动机中发电。

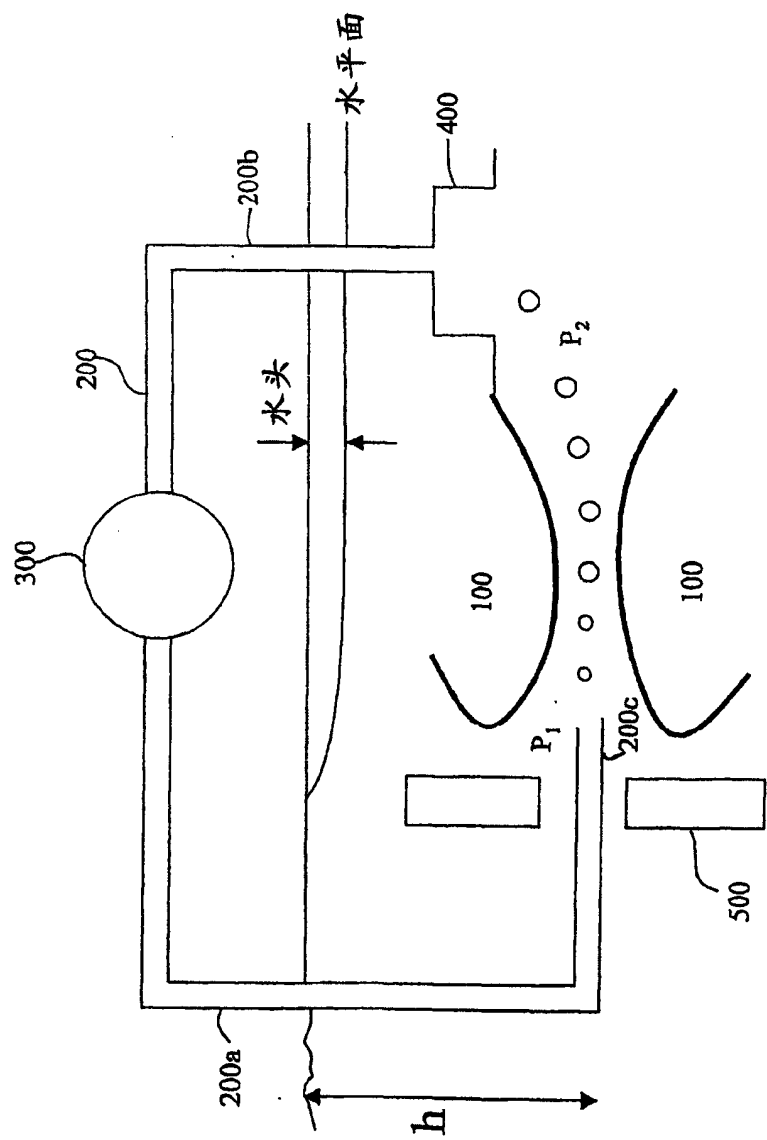
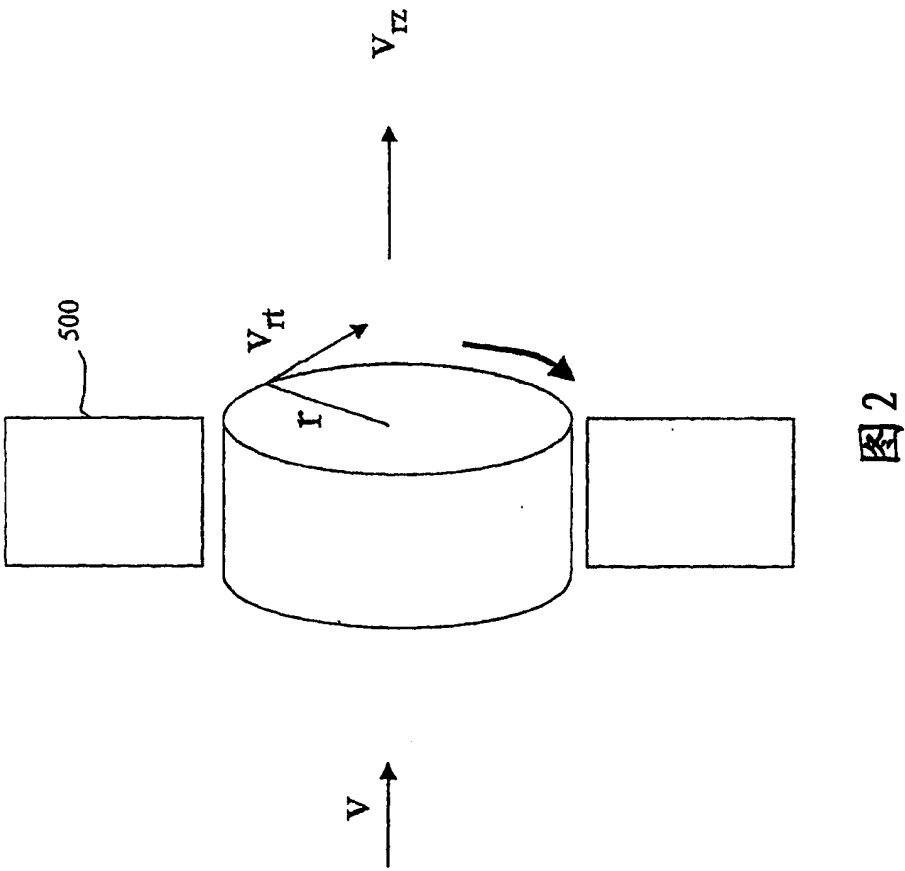


图1



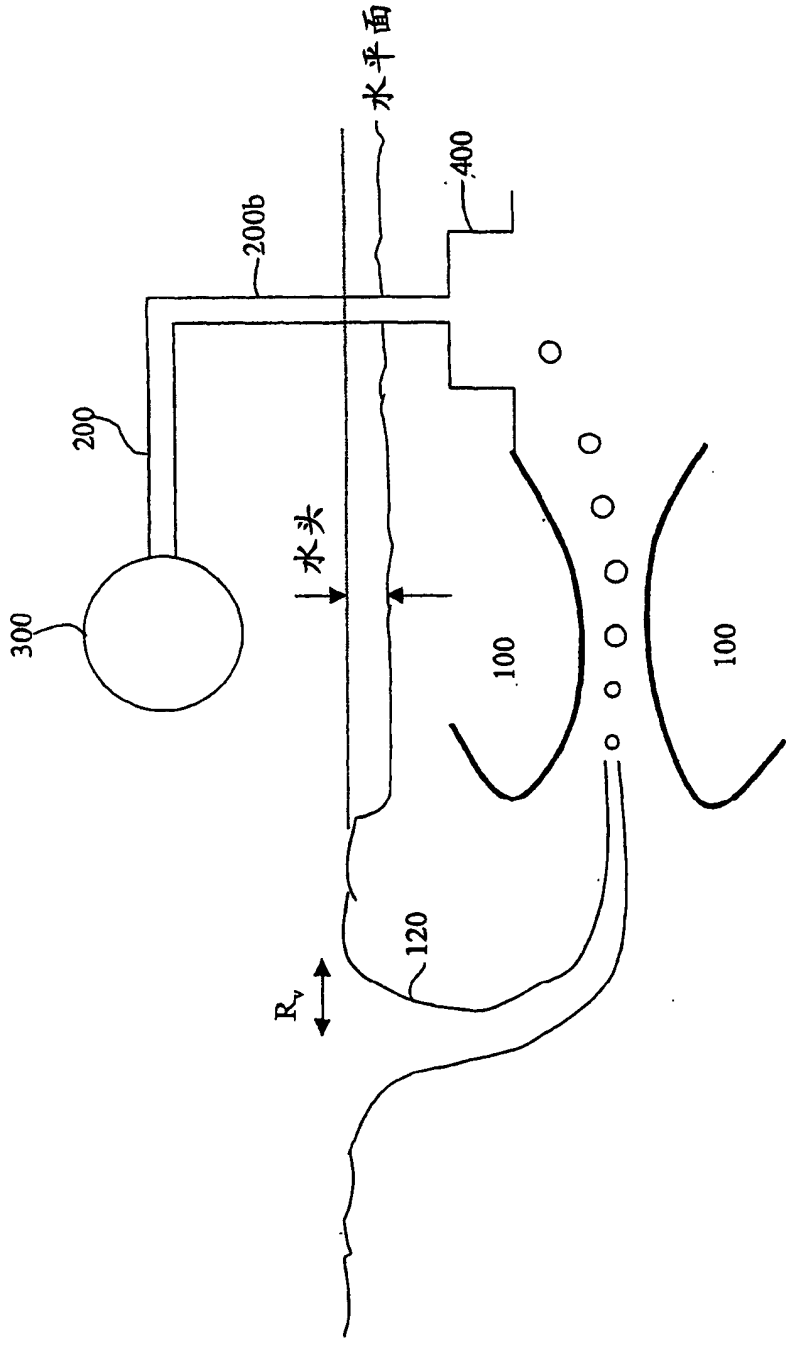


图3

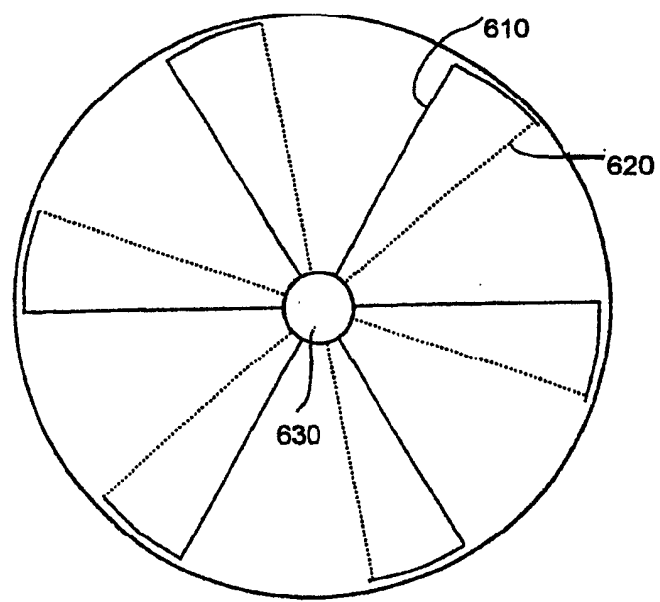


图 4A

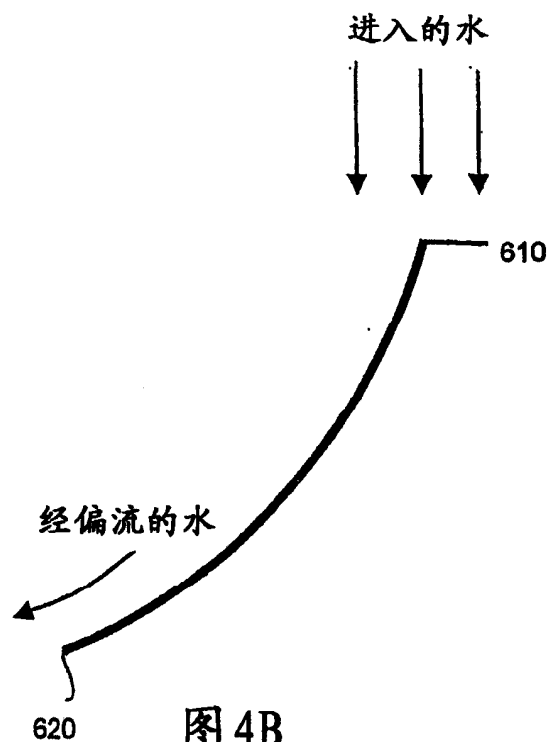


图 4B

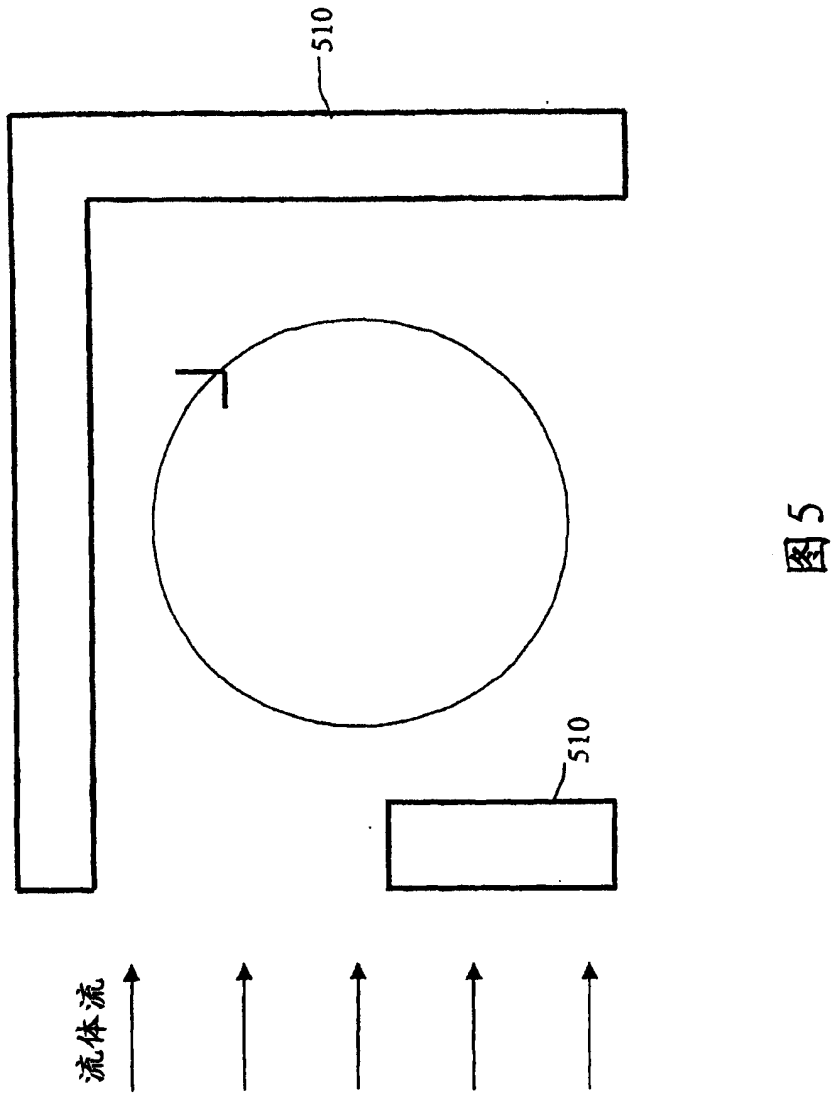


图5

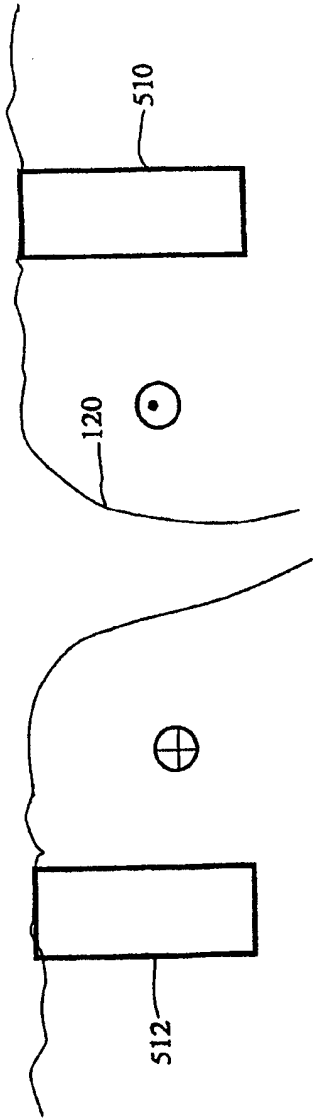


图6

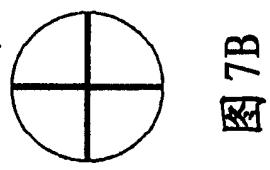
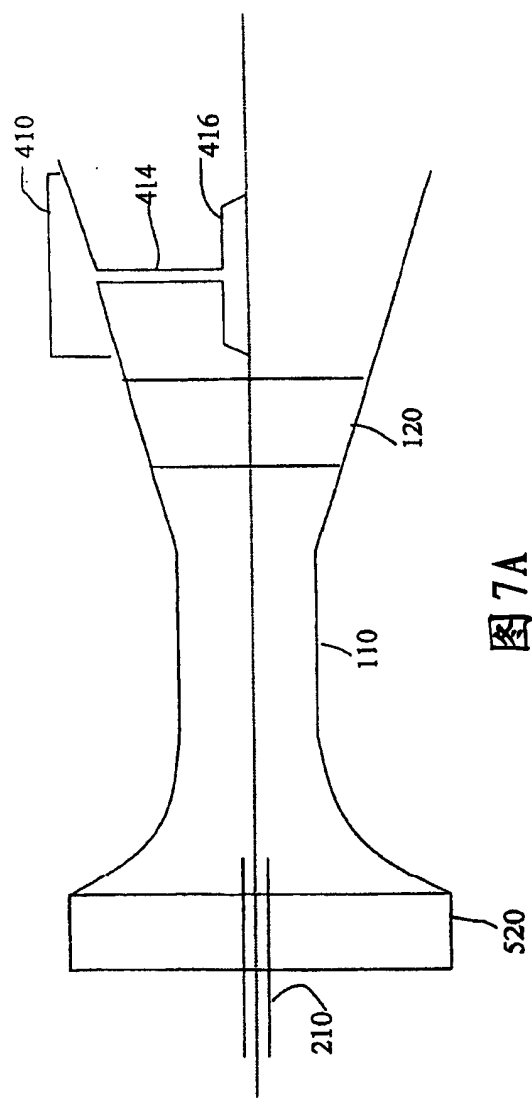


图 7B

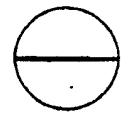


图 7C

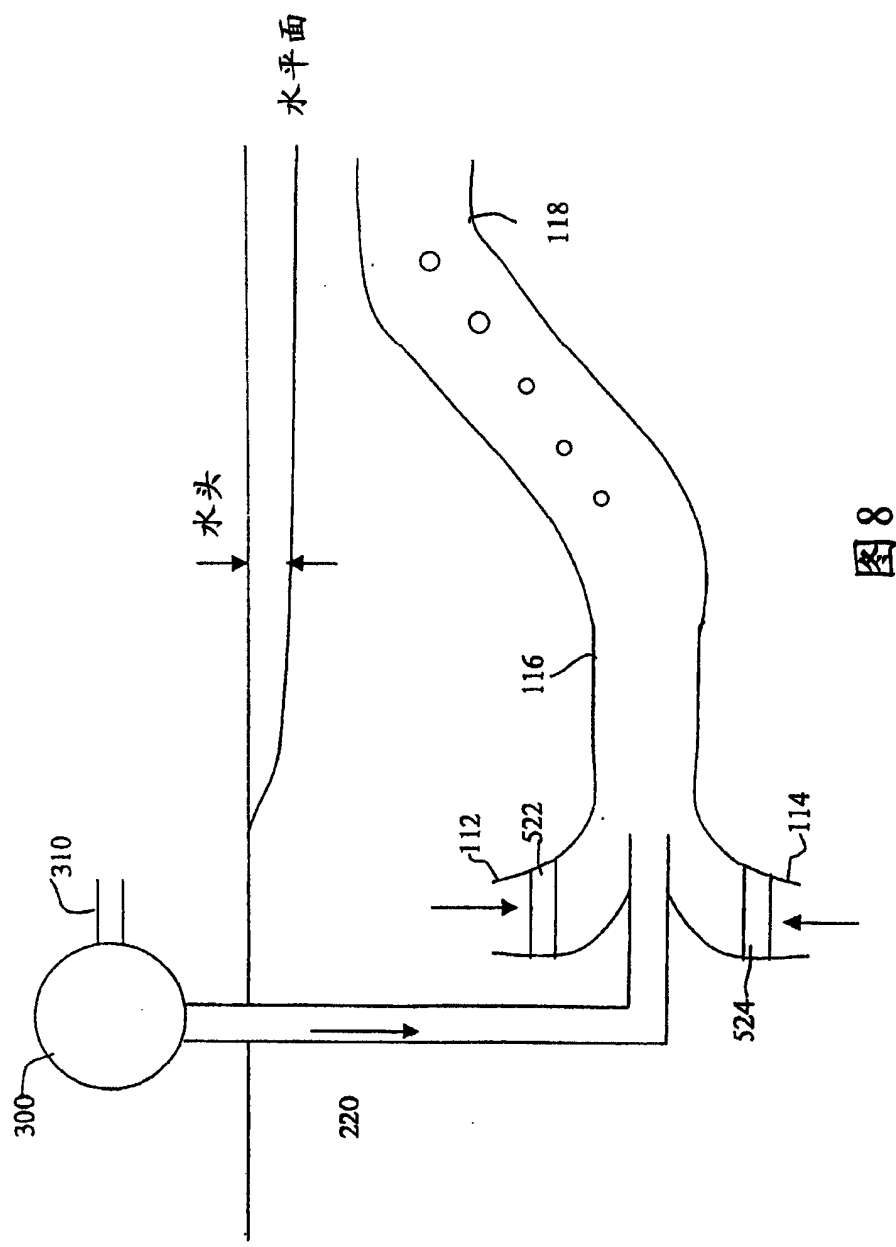


图8