



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111550358 B

(45) 授权公告日 2022.01.18

(21) 申请号 202010403786.7

F03B 15/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.05.13

F03B 15/02 (2006.01)

F03B 11/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111550358 A

(43) 申请公布日 2020.08.18

(73) 专利权人 杭州巨浪能源科技有限公司

地址 310000 浙江省杭州市余杭区仁和街
道仁河大道98号4幢7楼7806-39室

(72) 发明人 范景润

(74) 专利代理机构 杭州宇信知识产权代理事务

所(普通合伙) 33231

代理人 乔占雄

(56) 对比文件

CN 105197189 A, 2015.12.30

CN 105197189 A, 2015.12.30

CN 1997599 A, 2007.07.11

CN 204113524 U, 2015.01.21

CN 201190623 Y, 2009.02.04

CN 101568720 A, 2009.10.28

DE 19504356 A1, 1996.08.14

DE 102011100756 B3, 2012.08.02

审查员 姜哲伦

(51) Int. Cl.

F03B 13/24 (2006.01)

F03B 13/14 (2006.01)

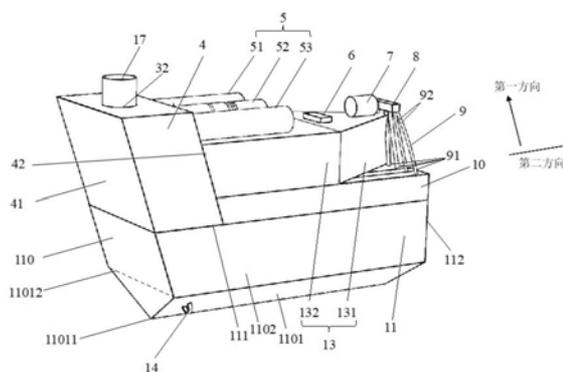
权利要求书3页 说明书16页 附图7页

(54) 发明名称

波浪能发电设备

(57) 摘要

一种波浪能发电设备,该发电设备包括:气室、空气透平发电装置、进液舱。气室内的气压可调节以使气室内的气压与大气压具有气压差;空气透平发电装置与气室连通且配置为在气压差的作用下发电;所述气室设置在所述进液舱上方并与进液舱相连通,所述进液舱内的液体能够流入气室;其中气室迎浪面与进液舱迎浪面在同一平面上且与水平面的夹角为钝角,这就使得装置整体的长度更长,转动惯量更大,能够吸收到波浪竖直向上的作用力,从而在波浪的作用下振荡的幅度更大,使得装置在同等海况下能够吸收到更多的波浪能,提升了波浪能发电设备整体的能量转换效率。



1. 一种波浪能发电设备,包括:

气室,其中,所述气室内的气压可调节以使所述气室内的气压与大气压具有气压差;

空气透平发电装置,与所述气室连通且配置为在所述气压差的作用下发电;

进液舱,具有第一开口和第二开口,其中,所述气室设置在所述进液舱上方且具有第一开口,所述进液舱的第一开口与所述气室的第一开口连通;所述进液舱配置为允许液体经由所述进液舱的第二开口进入所述进液舱进而进入所述气室,且所述液体的液面沿所述进液舱到所述气室的第一方向上的高度发生变化以调节所述气室内的气压;其中,

所述气室包括迎浪面和背浪面,第二方向与所述第一方向垂直,所述气室的背浪面在所述第二方向上与所述气室的迎浪面相对,所述迎浪面配置为面向所述波浪;

所述进液舱包括上表面,所述气室位于所述上表面上;所述气室的迎浪面与所述进液舱的上表面的夹角为钝角;

进液舱在所述第二方向上具有第一端和第二端,所述气室的迎浪面位于所述进液舱在所述第二方向上的第一端,所述进液舱的第二开口位于所述进液舱的第二端;

所述进液舱还包括:

迎浪面,与所述上表面相交且位于所述进液舱的第一端;

所述气室的迎浪面配置为迎接波浪且为所述气室的腔体壁的外表面,所述进液舱的迎浪面配置为迎接波浪且为所述进液舱的腔体壁的外表面,并且,所述气室的迎浪面与所述进液舱的上表面的夹角为钝角,所述气室的迎浪面与所述进液舱的迎浪面连接且位于同一平面。

2. 根据权利要求1所述的波浪能发电设备,包括:

控制系统,配置为获取所述气压差;

液量调节装置,与所述控制系统通过信号连接,且配置为在所述控制系统的控制下工作;以及

蓄液装置,与所述液量调节装置连接,其中,所述控制系统配置为根据其获取的所述气压差控制所述液量调节装置改变所述蓄液装置中的液量。

3. 根据权利要求2所述的波浪能发电设备,其中,所述控制系统还配置为实时获取波浪的波周期并计算出波频率,且根据所述波频率计算出使所述发电设备与所述波浪基本共振所需的蓄液装置中的液量;具体表现为:

随着所述气压差的增大,所述控制系统控制所述液量调节装置增加所述蓄液装置中的液量;随着所述气压差的减小,所述控制系统控制所述液量调节装置减少所述蓄液装置中的液量;

当所述气压差大于第一预警值时,所述液量调节装置在所述控制系统的控制下向所述蓄液装置中加满液体。

4. 根据权利要求3所述的波浪能发电设备,其中,

所述蓄液装置包括多个彼此不连通的蓄液腔;

所述液量调节装置包括:

多个输液管,与所述多个蓄液腔以一一对应的方式连通,其中,所述多个输液管的每个输液管的第一端与输液管对应的所述蓄液腔连通;以及

多个第一阀门,与所述多个输液管一一对应,其中,

所述控制系统根据所述气压差控制所述多个第一阀门中打开的第一阀门的个数;随着所述气压差的增大,打开的所述第一阀门的个数增多;随着所述气压差的减小,打开的所述第一阀门的个数减少。

5. 根据权利要求1所述的波浪能发电设备,所述波浪能发电设备还包括:

浮力舱,位于所述进液舱上且位于所述气室的靠近所述背浪面的一侧,填充有轻质材料,且包括在所述第二方向上远离所述背浪面的第一部分和靠近所述背浪面的第二部分,其中,所述浮力舱的第一部分包括远离所述浮力舱的第二部分的第一端和与所述浮力舱的第二部分连接的第二端,所述浮力舱的第一部分沿从所述浮力舱的第一部分的第一端到所述浮力舱的第一部分的第二端的方向渐缩。

6. 根据权利要求1所述的波浪能发电设备,包括:

浮力块,位于所述气室的迎浪面上,所述浮力块整体的平均密度小于等于浮力块外壳的材料密度;其中,所述浮力块包括远离所述进液舱的第一部分和靠近所述进液舱的第二部分;

所述第一部分沿第二方向突出于所述气室,所述第二部分沿所述第一方向延伸,所述第二部分在所述第一部分的远离所述进液舱的上表面所在平面上的正投影位于所述第一部分的上表面内;

其中,所述浮力块的第一部分与所述浮力块的第二部分彼此连接,所述浮力块的靠近所述进液舱的下表面为向所述迎浪面凹陷的曲面。

7. 根据权利要求6所述的波浪能发电设备,包括:

第一聚浪板,与所述气室连接且位于所述迎浪面的第一侧,其中,所述第一聚浪板的板面的至少远离所述迎浪面的部分与所述迎浪面的夹角为钝角;以及

第二聚浪板,与由所述气室连接且位于所述迎浪面的第二侧,其中,所述第二侧与所述第一侧相对,所述第二聚浪板的板面的至少远离所述迎浪面的部分与所述迎浪面的夹角为钝角;在与所述迎浪面平行的面内,从所述第一侧到所述第二侧的方向与所述第一方向垂直;

所述浮力块位于所述第一聚浪板与所述第二聚浪板之间。

8. 根据权利要求3所述的波浪能发电设备,其中,所述气室还包括第二开口;沿所述第一方向,所述第二开口位于所述气室的第一开口的远离所述进液舱的一侧;

所述空气透平发电装置还包括:

导气管,包括第一端和第二端,其中,所述导气管的第一端与大气相通,所述导气管的第二端通过所述第二开口连接到所述气室,所述气压差在所述气室与所述大气之间形成流经所述第二开口和所述导气管的气流;

空气透平和发电机,其中,所述空气透平和所述发电机位于所述导气管中且配置为在所述气流的作用下发电。

9. 根据权利要求8所述的波浪能发电设备,其中,所述空气透平发电装置包括多个所述导气管,其中,所述气室包括多个所述第二开口,所述多个导气管与所述多个第二开口以一一对应的方式连接,多个所述导气管中的每个中设置有所述空气透平发电装置;

所述空气透平发电装置还包括:

多个第二阀门,与所述多个导气管以一一对应的方式连接,其中,所述多个第二阀门中

的每个配置为在所述控制系统的控制下打开以使与该第二阀门对应的所述导气管中产生所述气流,以及配置为可在所述控制系统的控制下关闭以使所述与该第二阀门对应的所述导气管的第二端与大气隔绝;

所述控制系统根据所述气压差控制所述多个第二阀门中打开的第二阀门的个数;随着所述气压差的增大,打开的所述第二阀门的个数增多;随着所述气压差的减小,打开的所述第二阀门的个数减少;

在所述气压差大于设定阈值时,所述控制系统配置为控制所有的所述第二阀门打开。

10. 根据权利要求8所述的波浪能发电设备,其中,所述气室还包括第三开口,所述第三开口和所述第二开口均位于所述第一开口的远离所述进液舱的一侧;

所述空气透平发电装置还包括:

保护管道,包括第一端和第二端,其中,所述保护管道的第一端连接到大气,所述保护管道的第二端通过所述第三开口连接到所述气室;

第三阀门,位于所述保护管道中,且配置为在所述气压差大于第二预警值时在所述控制系统的控制下打开以使所述气室通过所述保护管道与大气相通,以及配置为在所述气压差小于第二预警值时关闭以使保护管道的第一端与大气隔绝;

所述第二预警值大于等于所述第一预警值。

波浪能发电设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种波浪能发电设备。

背景技术

[0002] 目前的波浪能开发技术(这里指将波浪能转换为电能)主要包括振荡浮子式、越浪式和振荡水柱式。通常,振荡浮子式依靠波浪能来推动浮子运动从而将波浪能传递到液压马达等能量转化装置而实现发电;越浪式是将波浪引到高处,然后让海水通过低处的水轮机来进行能量转换,最终将海水的动能转换为电能;振荡水柱式是将波浪能转换成气体的动能,再将气体的动能最终转化成电能而实现发电。利用海浪的波浪能进行发电的发电设备工作时位于海上,海水的波动受天气、潮汐的影响较大,需要保证发电设备的平稳有效工作;同时,获得较高的发电效率具有重要意义。

发明内容

[0003] 本发明提供一种波浪能发电设备,包括:气室、空气透平发电装置、控制系统和蓄液装置。气室内的气压可调节以使所述气室内的气压与大气压具有气压差;空气透平发电装置与所述气室连通且配置为在所述气压差的作用下发电;控制系统配置为获取所述气压差;液量调节装置与所述控制系统通过信号连接,且配置为在所述控制系统的控制下工作;蓄液装置与所述液量调节装置连接,所述控制系统配置为根据其获取的所述气压差控制所述液量调节装置改变所述蓄液装置中的液量。

[0004] 本发明提供一种波浪能发电设备,该发电设备包括:气室、空气透平发电装置以及浮力块。所述气室内的气压可调节以使所述气室内的气压与大气压具有气压差;所述气室包括迎浪面和背浪面,所述背浪面与所述迎浪面相对;所述空气透平发电装置与所述气室连通且配置为在所述气压差的作用下发电;所述浮力块位于所述气室的迎浪面上,且包括外壳,其中所述浮力块整体的平均密度小于等于所述外壳的材料密度。

[0005] 本发明提供一种波浪能发电设备,包括:气室、空气透平发电装置、控制系统和蓄液装置。气室内的气压可调节以使所述气室内的气压与大气压具有气压差;空气透平发电装置与所述气室连通且配置为在所述气压差的作用下发电;控制系统配置为获取所述气压差;液量调节装置与所述控制系统通过信号连接,且配置为在所述控制系统的控制下工作;蓄液装置与所述液量调节装置连接,所述控制系统配置为根据其获取的所述气压差控制所述液量调节装置改变所述蓄液装置中的液量。

[0006] 本发明提供一种波浪能发电设备,该发电设备包括:气室、空气透平发电装置以及进液舱。所述气室内的气压可调节以使所述气室内的气压与大气压具有气压差;所述空气透平发电装置与所述气室连通且配置为在所述气压差的作用下发电;进液舱具有第一开口和第二开口,所述气室设置在所述进液舱上方且具有第一开口,所述进液舱的第一开口与所述气室的第一开口连通;所述进液舱配置为允许液体经由所述进液舱的第二开口进入所述进液舱进而进入所述气室,且所述液体的液面沿所述进液舱到所述气室的第一方向上的

高度发生变化以调节所述气室内的气压；所述气室包括迎浪面和背浪面，第二方向与所述第一方向垂直，所述气室的背浪面在所述第二方向上与所述气室的迎浪面相对，所述迎浪面配置为面向所述波浪；所述进液舱包括上表面，所述气室位于所述上表面上；所述气室的迎浪面与所述进液舱的上表面的夹角为钝角。

[0007] 例如，在本发明提供一种波浪能发电设备中，所述进液舱在所述第二方向上具有第一端和第二端，所述气室的迎浪面位于所述进液舱在所述第二方向上的第一端，所述进液舱的第二开口位于所述进液舱的第二端；其中，所述进液舱还包括：迎浪面。所述迎浪面与所述上表面相交且位于所述进液舱的第一端；所述气室的迎浪面与所述进液舱的上表面的夹角和所述进液舱的迎浪面所在的平面与所述进液舱的上表面的夹角相等且为钝角，所述气室的迎浪面与所述进液舱的迎浪面连接且位于同一平面。

[0008] 例如，在本发明提供一种波浪能发电设备中，包括：控制系统、液量调节装置以及蓄液装置。其中控制系统配置为获取所述气压差；液量调节装置与所述控制系统通过信号连接，且配置为在所述控制系统的控制下工作；蓄液装置与所述液量调节装置连接，其中，所述控制系统配置为根据其获取的所述气压差控制所述液量调节装置改变所述蓄液装置中的液量。

[0009] 例如，在本发明提供一种波浪能发电设备中，所述控制系统还配置为实时获取波浪的波周期并计算出波频率，且根据所述波频率计算出使所述发电设备与所述波浪基本共振所需的蓄液装置中的液量；具体表现为：随着所述气压差的增大，所述控制系统控制所述液量调节装置增加所述蓄液装置中的液量；随着所述气压差的减小，所述控制系统控制所述液量调节装置减少所述蓄液装置中的液量；当所述气压差大于第一预警值时，所述液量调节装置在所述控制系统的控制下向所述蓄液装置中加满液体。

[0010] 例如，在本发明提供一种波浪能发电设备中，所述蓄液装置包括多个彼此不连通的蓄液腔；所述液量调节装置包括：多个输液管和多个第一阀门；所述多个输液管与所述多个蓄液腔以一一对应的方式连通，其中，所述多个输液管的每个输液管的第一端与输液管对应的所述蓄液腔连通，多个第一阀门与所述多个输液管一一对应。所述控制系统根据所述气压差控制所述多个第一阀门中打开的第一阀门的个数；随着所述气压差的增大，打开的所述第一阀门的个数增多；随着所述气压差的减小，打开的所述第一阀门的个数减少。

[0011] 例如，在本发明提供一种波浪能发电设备中，包括：浮力舱。所述浮力舱位于所述进液舱上且位于所述气室的靠近所述背浪面的一侧，填充有轻质材料，且包括在所述第二方向上远离所述背浪面的第一部分和靠近所述背浪面的第二部分，其中，所述浮力舱的第一部分包括远离所述浮力舱的第二部分的第一端和与所述浮力舱的第二部分连接的第二端，所述浮力舱的第一部分沿从所述浮力舱的第一部分的第一端到所述浮力舱的第一部分的第二端的方向渐缩。

[0012] 例如，在本发明提供一种波浪能发电设备中，包括：浮力块。所述浮力块位于所述气室的迎浪面上，所述浮力块整体的平均密度小于等于浮力块外壳的材料密度；其中，所述浮力块包括远离所述进液舱的第一部分和靠近所述进液舱的第二部分；所述第一部分沿第二方向突出于所述气室，所述第二部分沿所述第一方向延伸，所述第二部分在所述第一部分的远离所述进液舱的上表面所在平面上的正投影位于所述第一部分的上表面内；其中，所述浮力块的第一部分与所述浮力块的第二部分彼此连接，所述浮力块的靠近所述进液舱

的下表面为向所述迎浪面凹陷的曲面。

[0013] 例如,在本发明提供一种波浪能发电设备中,包括:第一聚浪板和第二聚浪板。所述第一聚浪板与所述气室连接且位于所述迎浪面的第一侧,其中,所述第一聚浪板的板面的至少远离所述迎浪面的部分与所述迎浪面的夹角为钝角;所述第二聚浪板与由所述气室连接且位于所述迎浪面的第二侧,其中,所述第二侧与所述第一侧相对,所述第二聚浪板的板面的至少远离所述迎浪面的部分与所述迎浪面的夹角为钝角;在与所述迎浪面平行的面内,从所述第一侧到所述第二侧的方向与所述第一方向垂直;所述浮力块位于所述第一聚浪板与所述第二聚浪板之间。

[0014] 例如,在本发明提供一种波浪能发电设备中,所述气室还包括第二开口;沿所述第一方向,所述第二开口位于所述气室的第一开口的远离所述进液舱的一侧;所述空气透平发电装置还包括:导气管、空气透平和发电机。其中导气管包括第一端和第二端,所述导气管的第一端与大气相通,所述导气管的第二端通过所述第二开口连接到所述气室,所述气压差在所述气室与所述大气之间形成流经所述第二开口和所述导气管的气流;所述空气透平和所述发电机位于所述导气管中且配置为在所述气流的作用下发电。

[0015] 例如,在本发明提供一种波浪能发电设备中,所述空气透平发电装置包括多个所述导气管,其中,所述气室包括多个所述第二开口,所述多个导气管与所述多个第二开口以一一对应的方式连接,多个所述导气管中的每个中设置有所述空气透平发电装置;所述空气透平发电装置还包括多个第二阀门,所述多个第二阀门与所述多个导气管以一一对应的方式连接,所述多个第二阀门中的每个配置为在所述控制系统的控制下打开以使与该第二阀门对应的所述导气管中产生所述气流,以及配置为可在所述控制系统的控制下关闭以使所述与该第二阀门对应的所述导气管的第二端与大气隔绝;所述控制系统根据所述气压差控制所述多个第二阀门中打开的第二阀门的个数;随着所述气压差的增大,打开的所述第二阀门的个数增多;随着所述气压差的减小,打开的所述第二阀门的个数减少;在所述气压差大于设定阈值时,所述控制系统配置为控制所有的所述第二阀门打开。

[0016] 例如,在本发明提供一种波浪能发电设备中,所述气室还包括第三开口,所述第三开口和所述第二开口均位于所述第一开口的远离所述进液舱的一侧;所述空气透平发电装置还包括:保护管道和第三阀门。其中所述保护管道包括第一端和第二端,所述保护管道的第一端连接到大气,所述保护管道的第二端通过所述第三开口连接到所述气室;所述第三阀门位于所述保护管道中,且配置为在所述气压差大于第二预警值时在所述控制系统的控制下打开以使所述气室通过所述保护管道与大气相通,以及配置为在所述气压差小于第二预警值时关闭以使保护管道的第一端与大气隔绝;所述第二预警值大于等于所述第一预警值。

附图说明

[0017] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅涉及本发明的一些实施例,而非对本发明的限制。

[0018] 图1为本公开一实施例提供的一种波浪能发电设备的结构示意图;

[0019] 图2A为本公开实施例中的一种液量控制装置示意图;

[0020] 图2B为本公开实施例中的另一种液量控制装置示意图;

- [0021] 图3A为图1所示的波浪能发电设备的剖面示意图；
- [0022] 图3B为本公开一实施例提供的另一种波浪能发电设备的结构示意图；
- [0023] 图3C为本公开一实施例提供的另一种波浪能发电设备的结构示意图；
- [0024] 图3D为本公开一实施例提供的另一种波浪能发电设备的结构示意图；
- [0025] 图4A为本公开一实施例提供的又一种波浪能发电设备的结构示意图；
- [0026] 图4B为本公开一实施例提供的再一种波浪能发电设备的结构示意图；
- [0027] 图4C为本公开一实施例提供的再一种波浪能发电设备的结构示意图；
- [0028] 图4D为气室的迎浪面与进液舱的上表面的第一夹角、气室的背浪面与进液舱的上表面的第二夹角均为钝角的情况的示意图；
- [0029] 图5A-5B为本公开实施例中的空气透平发电装置示意图。

具体实施方式

[0030] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

[0031] 除非另作定义，此处使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本发明专利申请说明书以及权利要求书中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“内”、“外”、“上”、“下”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。

[0032] 本公开中的附图并不是严格按实际比例绘制，蓄液腔的个数也不是限定为图中所示的数量，各个结构的具体尺寸和数量可根据实际需要进行确定。本公开中所描述的附图仅是结构示意图。

[0033] 目前利用波浪能（例如海洋的波浪）发电的波浪能发电设备中，例如振荡水柱式波浪能发电设备，空气透平的能量转化效率相对较低，或者空气透平的转子容易失速，噪声较大。转子失速是指在转子的转动叶片的迎气面和背气面压差过大时，转动叶片背气面表面边界层内的气流会转换成湍流，造成转子能量转换效率急剧下降的现象。并且，振荡水柱发电设备通常位于海面上进行工作，以利用波动的海面上的波浪的能量进行发电，但海面上的波浪的波动情况受天气和潮汐影响较大，当遇到台风天等恶劣的气候条件时，恶劣天气会破坏发电设备，且振幅不同的波浪的能量不同，不能充分利用不同波浪的能量。因此，设计一种能够在海面上稳定工作的波浪能发电设备以及在海上的波浪的波动情况不同的条件下均能实现较高的能量转化效率具有重要意义。

[0034] 本发明提供一种波浪能发电设备，包括：气室、空气透平发电装置、控制系统和蓄液装置。气室内的气压可调节以使所述气室内的气压与大气压具有气压差；空气透平发电装置与所述气室连通且配置为在所述气压差的作用下发电；控制系统配置为获取所述气压差；液量调节装置与所述控制系统通过信号连接，且配置为在所述控制系统的控制下工作；

蓄液装置与所述液量调节装置连接,所述控制系统配置为根据其获取的所述气压差控制所述液量调节装置改变所述蓄液装置中的液量。

[0035] 示例性地,图1为本公开一实施例提供的一种波浪能发电设备的结构示意图,图3A为图1所示的波浪能发电设备的剖面示意图。结合图1和图3A,该波浪能发电设备包括:气室4、空气透平发电装置5、控制系统6、液量调节装置和蓄液装置10。气室4内的气压可调节以使气室4内的气压与大气压具有气压差;空气透平发电装置5与气室4连通且配置为在气压差的作用下发电,例如,允许海浪进入气室4内,波动的海浪改变气室4中的气压,使气室4内的气压与外界大气压具有气压差,空气透平发电装置5可以将海浪的能量例如动能转化为空气的势能及动能再转化为转子的动能,再转化为电能而实现发电。控制系统6配置为获取该气压差;液量调节装置与控制系统6通过信号连接,该信号例如可以为无线信号或有线信号,且配置为在控制系统6的控制下工作;蓄液装置10与液量调节装置连接,控制系统6配置为根据其获取的气压差控制液量调节装置改变蓄液装置10中的液量。由此,本公开实施例提供的波浪能发电设备能够根据气压差的改变调节自身的重量,从而改变波浪能发电设备整体的振动频率,以使波浪能发电设备整体的振动频率与波浪的波频率基本相等,实现波浪能发电设备与波浪实时共振,此时波浪能发电设备的振幅达到最大,以提升发电设备整体的能量转换效率。并且,在风浪较大的恶劣天气中,所述气压差较大,例如随着气压差的增大,增加蓄液装置中的液量,从而在恶劣天气中,可增加波浪能发电设备的重量,以增大排水体积,增强设备的稳定性,减小恶劣天气对发电设备的破坏。

[0036] 例如,控制系统还配置为实时获取波浪的波周期并计算出波频率,且根据波频率计算出使发电设备与波浪基本共振所需的蓄液装置中的液量。

[0037] 波浪能发电设备的固有频率的计算公式为:

$$[0038] \quad f_0 = 2\pi \sqrt{\frac{k}{m}},$$

[0039] 该式中,k为波浪能发电设备的劲度系数,单位N/m;m为波浪能发电设备的质量,单位kg。 $m = m_0 + m_1$, m_0 为向蓄液装置中加入的液体质量为零时发电设备的质量, m_1 为向蓄液装置中加入的液体质量。该液体例如可以为水或海水。可以根据以上公式可以看出,波浪能发电装置的固有频率与其质量有关,所以可以通过在蓄液装置里加入液体和排除液体来改变 m_1 ,以改变波浪能发电设备的质量,从而改变波浪能发电设备的固有频率,使波浪能发电设备与该时刻波浪的频率基本一致,从而波浪能发电设备与该时刻波浪共振。此时,波浪能发电装置对于波浪能的吸收能力最强,可以最大程度地利用波浪的能量进行发电,提高能量利用率和发电效率。

[0040] 当波浪能吸收装置与波浪达到共振时:根据麦考密克等人发表的理论,当振荡浮体上下振动的频率与海浪振荡频率一致,即达到共振状态时,振荡浮体吸收的总能量为:

$$[0041] \quad E_z = \frac{1}{2} [(m + m_w) \omega^2 + \rho g A_{wp}] Z_0^2,$$

[0042] 该式中,m为浮体的质量, m_w 为附加质量, A_{wp} 为浮体接触水面的截面积, Z_0 为浮体上下振荡的运动振幅, ρ 为海水的密度。由该式可知,振荡浮体吸收的总能量 E_z 与为浮体上下振荡的运动振幅 Z_0 呈正相关,而当波浪能发电设备与该时刻波浪共振时,波浪能发电设备的振幅最大,因此此时波浪能发电设备吸收利用的能量最大。从而,随着海浪波动的变化,

本公开实施例提供的波浪能发电设备能够根据海浪的波动情况实时调控波浪能发电设备的质量,从而使波浪能发电设备保持较高的能量利用率。

[0043] 例如,在一个实施例中,当天气恶劣时,例如暴风暴雨引发海上波浪的剧烈波动,气室内的气压与外界大气压的气压差增大,此时,例如,控制系统6控制液量调节装置增加蓄液装置10中的液量,即随着所述气压差的增大,所述控制系统控制液量调节装置增加所述蓄液装置中的液量。当所述气压差大于第一预警值时,液量调节装置在控制系统6的控制下向蓄液装置10中加满液体。从而,在风浪较大的条件下,例如遇到台风等恶劣天气,增大发电装置的重量,以增大排水体积,增强稳定性,减小恶劣天气对波浪能发电设备的破坏。并且,例如,随着所述气压差的减小,控制系统6控制液量调节装置减少蓄液装置10中的液量。也可以在实现上述共振的同时,根据气压差调节液体中的液量。

[0044] 例如,图2A为本公开实施例中的一种液量控制装置示意图。如图1和图2A所示,液量调节装置包括:输液管9、泵7、第一阀门和第一阀门控制系统8。输液管9包括第一端91和第二端92,第一端91与蓄液装置10连通。泵7与输液管9的第二端92连接,且配置为在控制系统8的控制下通过输液管9向蓄液装置10输入液体或从蓄液装置10排出液体。例如,第一阀门配置为在控制系统6的控制下打开以使泵7和输液管9导通,以及配置为在控制系统6的控制下关闭以使泵7与输液管9关断。

[0045] 在本实施例中,例如蓄液装置10包括多个彼此不连通的蓄液腔1001/1002/1003/1004/1005/1006,液量调节装置包括多个输液管901/902/903/904/905/906,多个输液管901/902/903/904/905/906与多个蓄液腔1001/1002/1003/1004/1005/1006以一一对应的方式连通。多个输液管901/902/903/904/905/906的每个输液管的第一端91与该输液管对应的蓄液腔连通。例如液量调节装置包括多个第一阀门1011/1012/1013/1014/1015/1016,多个第一阀门1011/1012/1013/1014/1015/1016与多个输液管一一对应。控制系统6根据所述气压差控制多个第一阀门1011/1012/1013/1014/1015/1016中打开的第一阀门的个数。例如,随着所述气压差的增大,例如当海浪的波动幅度较大时,打开的第一阀门的个数增多,以增加被输入液体的蓄液腔的个数从而使蓄液装置10中的液量相应较大,以使波浪能发电设备在波动较大的海面上保持平稳,减小或避免恶劣天气对波浪能发电设备的破坏;例如,当所气压差大于第一预警值时,可将全部的第一阀门1011/1012/1013/1014/1015/1016打开,从而同时向每个蓄液腔输入液体,可迅速向蓄液装置加入所需的液量,例如必要时将全部的蓄液腔加满。从而,在风浪较大的条件下,例如遇到台风等恶劣天气,及时地增大到所需发电装置的重量,以增大排水体积,增强稳定性,减小恶劣天气对波浪能发电设备的破坏。随着所述气压差的减小,例如当海浪较平静时,打开的第一阀门的个数减少,以减少被输入液体的蓄液腔的个数从而使蓄液装置10中的液量较相应小,如此即可保持波浪能发电设备平稳,且无需过大的排水体积,使设备较轻便,易于在海上运输和移动。

[0046] 例如,泵7可以与引水管(图未示出)连接,当波浪能发电设备在海上运行时,引水管的一端插入海水中,另一端与泵7连接,在泵的作用下,通过引水管吸取海水输入至蓄液装置10中,以及从蓄液装置10中排出的海水经由引水管排入海中。需要说明的是,这只是一种示例性的方式,本公开实施例对具体引入液体的方式不做限定,本领域技术人员也可根据常规技术自行设计。

[0047] 例如,多个蓄液腔1001/1002/1003/1004/1005/1006的每个蓄液腔具有以下两个

工作状态之一:被液体完全填满和完全排空。即,通过控制被填满或被排空的蓄液腔的个数来梯度控制蓄液装置中的液量。

[0048] 例如,多个蓄液腔1001/1002/1003/1004/1005/1006的容积彼此相等,或者,多个蓄液腔的容积呈梯度变化。

[0049] 本实施例以液量控制装置包括6个蓄液腔、6个输液管和6个第一阀门为例,当然,本公开实施例对这些结构的数量不做限定,可根据具体需要决定。

[0050] 例如,图2B为本公开实施例中的另一种液量控制装置示意图,如图2B所示,为了简化结构,液量调节装置也可以只包括一个蓄液腔1001和一个输液管,相应地,在输液管中设置有第一阀门101,通过控制装置6控制泵与第一阀门向蓄液腔1001输入液体的量或从蓄液腔1001中排出液体的量,以实时控制波浪能发电设备重量,从而达到实时控制波浪能发电设备与波浪共振以及保持发电设备稳定性的技术效果。

[0051] 例如,如图1所示,波浪能发电设备还包括进液舱11,进液舱11具有第一开口111和第二开口112。气室4设置在进液舱11上方且具有第一开口,进液舱的第一开口111与气室4的第一开口连通。进液舱11配置为允许液体经由进液舱11的第二开口112进入进液舱11进而进入气室4。从进液舱11到气室4的方向为第一方向上,液体的液面的沿第一方向的高度变化以调节气室内的气压,例如波动的海水进入气室4内形成的液面在第一方向上波动。

[0052] 进液舱11在第一方向上包括远离气室4的第一部分1101和靠近气室的第二部分1102。第一部分1101包括远离第二部分1102的第一端11011和与第二部分1102连接的第二端11012。沿从第一部分1101的第二端11012到第一部分1101的第一端11011的方向,第一部分1101渐缩,以减小海水阻力。

[0053] 需要说明的是,特征“沿从第一部分1101的第二端11012到第一部分1101的第一端11011的方向,第一部分1101渐缩”是指:第一部分1101具有沿第一方向的截面,该截面具有沿该界面内与第一方向垂直的方向的尺寸,沿从第一部分1101的第二端11012到第一部分1101的第一端11011的方向,该尺寸逐渐减小。

[0054] 例如,第一部分1101为锥状,即上述截面的尺寸在第一部分1101的第二端11012处为减小至零以达到较好的减小海水阻力的效果。或者,第一部分1101为球体的一部分或椭球体的一部分,如图3B所示。该实施例也可达到相似的效果。图3B所示的实施例的其他特征均与图3A中的相同,不再重复。

[0055] 例如,如图1所示,进液舱11的沿第一方向的截面的形状为五边形,且进液舱11的第一部分1101的沿第一方向的截面的形状为三角形,三角形的一个顶角朝下,例如进液舱11的第二部分1102的沿第一方向的截面的形状为矩形。即,五边形的内角中最上面的一对角为九十度,中间一对角大于九十度,最下面的一个角小于九十度,相比于其他形状,这样可以最大呈度地减少发电设备在海面上垂荡过程中收到的阻力。并且,在达到上述技术效果的基础上,进液舱11的这种形状的进液舱容易制作,形状较为规整,利于波浪能发电设备的外形线条简约美观。

[0056] 第二方向与第一方向垂直,进液舱11在第二方向上具有彼此相对的第一端和第二端,即进液舱11沿第二方向延伸,例如进液舱11在各个方向上长度的最大值为其在第二方向上的长度的值。气室4位于进液舱11的第一端,进液舱11的第二开口112位于进液舱11的第二端。由于气室4位于进液舱11的第一端,从而第二开口112位于进液舱11的第二端可使

得当进液舱11的第一端上升时,增大第二开口112与气室4的高度差,加速液体例如海水从第二开口112排出。例如,进液舱11具有在第二方向上彼此相对的第一表面和第二表面,第一表面位于进液舱11的第一端,第二表面位于进液舱11的第二端,第二开口位于第二表面上。

[0057] 例如,如图1所示,气室4包括迎浪面41和背浪面42,背浪面42在第二方向上与迎浪面41相对。迎浪面是指迎接海浪的面,海浪朝向迎浪面运动,击打在迎浪面上。如图1所示,波浪能发电设备还包括浮力舱13,浮力舱13位于进液舱11上且位于气室4的靠近背浪面42的一侧。浮力舱13填充有轻质材料,且包括在第二方向上远离背浪面42的第一部分131和靠近背浪面42的第二部分132。例如第一部分131和第二部分132沿第二方向排列。浮力舱13的第一部分131包括远离浮力舱13的第二部分132的第一端和与浮力舱13的第二部分132连接的第二端,浮力舱11的第一部分131沿从浮力舱13的第一部分131的第一端到浮力舱13的第一部分131的第二端的方向渐缩,从而形成所述迎浪面41。例如,浮力舱13的第一部分131第一部分为锥状。填充于浮力舱13中的轻质材料例如为塑料泡沫,该形成迎浪面的原理类似于风向标。

[0058] 图3C为本公开一实施例提供的另一种波浪能发电设备的结构示意图,图3D为本公开一实施例提供的另一种波浪能发电设备的结构示意图。例如,如图3C所示,浮力舱13的第一部分131的平面形状为半圆形;或者,如图3D所示,浮力舱13的第一部分131的平面形状为椭圆形。本公开实施例对浮力舱13的第一部分131的平面形状不作具体限定。图3C与图3D所示的波浪能发电设备的其他结构及相应技术效果均与图1所示的相同,请参考对图1的描述。

[0059] 如图1所示,例如浮力舱13的靠近气室4的一端与气室4的背浪面42连接,以使结构紧凑,增强波浪能发电装置的稳固性,使其更好的适应多变的海水环境,在使用过程中,这对于提高波浪能发电设备的寿命具有重要意义。

[0060] 例如浮力舱13内部具有彼此分隔的多个密闭舱室,例如通过分隔板分隔形成所述多个密闭舱室。在一部分舱室里放有蓄电池,蓄电池配置为给控制装置6、泵7、第一阀门等提供电能,以驱动其工作。例如泵7和第一阀门控制系统8通过水管相连,例如泵7和第一阀门控制系统8都设置在浮力舱13上部。例如,泵7和第一阀门控制系统8设置于浮力舱13的远离气室4的一端,并且,输液管9和蓄液装置10均位于浮力舱13的远离气室4的一侧,同时,输液管9位于蓄液装置10的在第二方向上的端部,该端部靠近浮力舱13的远离气室4的一端。如此,合理利用了浮力舱13与蓄液装置10的位置配合关系,使得一方面,便于多个输液管9与蓄液装置10的多个蓄液腔对应连接,另一方面,使得泵7和第一阀门控制系统8,与输液管9和蓄液装置10位置靠近,易于彼此连接,与其他的设置方式相比,也使得整个发电设备的结构更加紧凑、合理、便于制作和便携。

[0061] 例如,在浮力舱13上部设置有密封盒,控制装置6安装在密封盒里,以保护控制装置。

[0062] 例如,蓄液装置10位于进液舱11上,浮力舱13位于蓄液装置10上,蓄液装置10位于进液舱11与浮力舱13之间,即进液舱11、蓄液装置10、浮力舱13沿第一方向依次堆叠设置。如此,当所述气压差大于第一预警值蓄液装置10被加满液体时,除了防治恶劣天气对发电设备的破坏之外,整个发电设备下沉也会减小浮力舱13外漏于海水之上的部分。

[0063] 下面对空气透平发电装置在所述气压差的作用下发电的原理进行简介。

[0064] 该空气透平发电装置是一种振荡水柱式发电装置。

[0065] 如图1所示,气室4还包括第二开口;沿第一方向,气室4的第二开口位于气室4的第一开口的远离进液舱11的一侧。空气透平发电装置5包括至少一个导气管51/52/53、空气透平和发电机。每个导气管包括第一端501和第二端502。导气管的第一端501与大气相通,导气管的第二端通过所述第二开口连接到所述气室,气压差在气室4与大气之间形成流经第二开口和导气管的气流。每个导气管中设置有空气透平和发电机且配置为在气流的作用下发电。

[0066] 例如,如图1所示,气室4的第二开口位于气室4的背浪面。

[0067] 图5A-5B为本公开实施例中的空气透平发电装置示意图;图5A为空气透平在气阀打开状态下的结构示意图,图5B为图5A所示的空气透平在气阀关闭状态下的结构示意图。需要说明的是,所有可应用于振荡水柱波浪能发电装置的空气透平都可应用在本公开实施例提供的发电设备中,例如Wells透平,径向流透平以及双向冲击式透平等,在此以图5A-5B所示的空气透平为例进行说明。在本公开实施例提供的发电设备中采用图5A-5B所示的空气透平可获得较高的波浪能利用率。如图5A-5B所示,空气透平包括气阀3、转子18、静子19和导流锥23。气阀3位于第二开口与外界大气之间,例如位于导气管5的第一端501,或者位于导气管5内。转子18位于气阀3的靠近气室4的一侧。气阀包括阀板31和整流片32。阀板31包括面向转子18的第一板面311和与第一板面311相对的第二板面312,第二板面312例如面向外界大气。例如,转子18位于每个导气管51/52/53内。阀板31固定连接在气室4和外界大气之间,阀板31上具有沿从第一板面311到第二板面312的方向贯通阀板31的通孔。整流片32设置在阀板31的第二板面312上,当气室4内波动的海水的液面向上运动时(液面升高),气室4内的气压大于大气压而产生第一气压差,整流片32配置为在第一气压差的作用下离开通孔以使气阀3打开,从而使气室4和外界大气相互连通,气室4中的气体依次流经静子19、转子18后通过通孔进入外界大气而形成气流,如图5A所示;当气室4内波动的海水的液面向下运动时(液面降低),气室4内的气压小于大气压而产生第二气压差,整流片32配置为在第二气压差的作用下贴合于第二板面312上而封住通孔以使气阀3关闭,从而使气室4和外界大气相互隔绝,如图5B所示。

[0068] 导流锥23位于静子19的远离转子18的一侧,导流锥23包括在彼此相对的第一端和第二端,导流锥23的第一端与静子19连接。上述气流依次经过导流锥23、静子19和转子18。从导流锥23的第二端到导流锥23的第一端的方向,导流锥23的形状渐缩(例如为锥状,例如圆锥状或棱锥状),以起到加速气流的作用,提高气体的动能。气体经过转子带动转子的叶片转动,从而带动转子的转轴转动,将气体的动能转化为转子的动能。空气透平发电装置还包括发电机,发电机的转轴与转子18的转轴连接,且配置为在转子的转轴的作用下转动而实现发电,将转子的动能转化为电能,实现最终将海浪的波浪能转化为电能。

[0069] 例如,如图1所示,空气透平发电装置5包括多个所述导气管51/52/53,气室4包括多个所述第二开口,多个导气管51/52/53与多个第二开口以一一对应的方式连接,多个导气管51/52/53中的每个中设置有空气透平发电装置。空气透平发电装置5还包括多个第二阀门,多个第二阀门与多个导气管51/52/53以一一对应的方式连接。多个第二阀门中的每个配置为在控制系统6的控制下打开以使与该第二阀门对应的导气管中产生所述气流,以

及配置为可在控制系统6的控制下关闭以使与该第二阀门对应的导气管的第二端与大气隔绝。控制系统6根据所述气压差控制多个第二阀门中打开的第二阀门的个数。随着所述气压差的增大,打开的第二阀门的个数增多;随着所述气压差的减小,打开的第二阀门的个数减少。

[0070] 控制装置6会根据监控到的气室4内大气压强等参数做出每一个导气管51/52/53内的第二阀门的开闭,从而实现对导气管内空气透平及发电机做功的控制。其目的在于,在浪小的时候进出气室4的气流小,此时关闭大多数第二阀门,让气流通过少数的空气透平而提升透平的能量转换效率;在浪大的时候打开大多数的第二阀门或者将全部第二阀门都打开,同时通过所有的导气管中的空气透平发电装置进行发电,将高压气体分散开,从而避免了空气透平失速的发生,提升了空气透平的能量转换效率。最终实现空气透平与气室4内大气压或者是波况的动态匹配,使空气透平最大限度地工作在高效区,防止出现空气透平失速或者处理能力过剩而导致能量利用率不高的问题。

[0071] 例如,在所述气压差大于阈值时,控制系统6配置为控制所有的第二阀门打开。该阈值小于等于第一预警值。第一预警值代表此时的外界环境可能会对波浪能发电设备产生毁灭性的破坏,而该阈值代表如果开启的第二阀门个数不足够多可能会使转子失速,波浪能的利用率降低,因此,此时外界环境的恶劣程度没有等达到使气压差达到第一预警值那么大时就会发生这种情况,因此,该阈值小于等于第一预警值更加有利于在各种波浪波动的剧烈程度下保护转子和提高波浪能的利用率。

[0072] 当然,在其他实施例中,波浪能发电装置也可以只包括一个导气管,对导气管的个数不作限定,上述实施例只是示例性的。

[0073] 例如,在一个实施例中,气压差包括第一气压差和第二气压差,当气室4内的气压大于大气压时形成第一气压差和第一气流,当气室4内的气压小于大气压时形成第二气压差和第二气流,第一气流和第二气流的流向相反。多个空气透平发电装置中的一部分空气透平发电装置在第一气流作用下发电,多个空气透平发电装置中的另一部分空气透平发电装置在第二气流作用下发电。这种情况下,在第一气流作用下发电的空气透平发电装置中,阀片设置于第一板面311,且静子19位于转子18的远离气室4的一侧,导流锥23位于静子的远离转子的一侧,且沿从转子18到静子19的方向,导流锥23的形状渐缩,例如为锥状。

[0074] 例如,如图3A所示,气室4还包括第三开口,第三开口和第二开口均位于第一开口的远离进液舱11的一侧。例如在图1所示的实施例,第三开口位于气室4的上方,即位于气室4的远离进液舱11的表面上。如此,利于沿第一方向的高压气流通过第三开口冲出气室4。当然,在其他实施例中,第三开口也可以位于气室4的其他表面。空气透平发电装置还包括保护管道17和第三阀门。保护管道17包括第一端171和于第一端171相对的第二端32。保护管道17的第一端171连接到大气,保护管道17的第二端32通过第三开口连接到气室4。第三阀门位于保护管道17中,且配置为在所述气压差大于第二预警值时在控制系统6的控制下打开以使气室4通过保护管道与大气相通,以及配置为在所述气压差小于第二预警值时关闭以使保护导气管的第一端与大气隔绝。该第三阀门在波浪能发电设备正常工作时是关闭的,当遇到台风天等产生波动较大的海浪的极端天气时打开,使气室4内的高压气体通过第三阀门排出气室,避免了大量的气流影响空气透平的能量转换效率或者对空气透平造成损坏。

[0075] 例如,第一阀门、第二阀门和第三阀门均为电磁阀。控制系统6包括电磁阀控制器,配置为控制第一阀门、第二阀门和第三阀门的工作。例如电磁阀控制器为逻辑电路。例如控制系统6还包括气压传感器和处理器等,以检测气室和外界大气压并计算出所述气压差,且根据所述气压差实现控制系统6的上述控制功能。本领域技术人员可根据现有技术设计控制系统6,本公开实施例对控制系统6的具体类型和结构不做限定。

[0076] 例如,波浪能发电设备包括浮力块2,浮力块2位于气室4的迎浪面41上,浮力块2包括外壳,浮力块2的整体的平均密度小于等于外壳的材料的密度。例如,浮力块2位于气室4的远离进液舱11的一端。例如,浮力块2整体的平均密度小于水的密度。如此,当波浪朝着气室4的迎浪面41运动过来时,波浪作用在浮力块2上,使得浮力块2带动气室4及整个发电设备的前端(设置有浮力块2的一端)向上运动;此时气室4内部的海水则相对于气室4向下运动,使得外部大气经空气透平及导气管5流向气室4;这些流入气室4的气体会带动空气透平旋转,从而使得与空气透平相连的发电机旋转发电。设置浮力块2能够增大气室4内部的海水则相对于气室4上下运动的幅度,增大气压差,从而增大气室4内气体的能量,提高对波浪能量的利用率和发电效率。

[0077] 例如,浮力块2的远离气室4的、且用于迎接波浪例如海浪的迎浪面20朝向气室4凹入,从而利于浮力块2更好地承接波浪的冲击力,提高对波浪的能量利用率。浮力块2的迎浪面20指迎接海浪的面,海浪朝向浮力块2的迎浪面20运动,击打在浮力块2的迎浪面20上,浮力块2的迎浪面20受波浪的冲击作用。

[0078] 例如,气室4位于进液舱11的在第二方向上靠近浮力块2的端部利于提高气室4在海浪的冲击下升高的幅度,也利于海水由进液舱11进入气室4以及利于海水从进液舱11排出。

[0079] 例如,如图1所示,进液舱11还包括迎浪面110和上表面,气室4位于进液舱11的上表面上。进液舱11的迎浪面110与液舱11的上表面相交且位于进液舱11在第二方向上的第一端。例如,气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面垂直,进液舱11的迎浪面110与进液舱11的上表面垂直。

[0080] 例如,气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面垂直,如此,容易制作气室4。例如,气室4与进液舱11构成的整体呈L形,即,气室4的迎浪面41与进液舱11的迎浪面110连接且位于同一平面,该平面与进液舱11的上表面垂直,这使得容易制作气室4与进液舱11。

[0081] 例如气室4的材料和进液舱11的材料均为金属,该金属例如为合金,例如铝合金、铜、合金、不锈钢等;例如,浮力块2的外壳内填充有填充材料,填充材料的密度小于外壳的密度。例如,浮力块2的外壳的材料为金属材料,例如与气室4的材料和进液舱11的材料相同。例如,上述填充材料为轻质泡沫,例如聚乙烯塑料泡沫等;例如,浮力块2的内部被隔板分隔成若干个舱室,每个舱室内部都填充有上述填充材料。浮力块2的舱室壁和隔板的材料例如为树脂、橡胶等。浮力块2也可以是中空的,即浮力块2包括外壳,浮力块2的外壳内部是空心的,不填充任何填充材料(空气等气体除外)。例如,浮力块2通过焊接与气室4连接,从而固定于气室4的迎浪面41上。但本公开实施例对气室4的材料、进液舱11的材料以及浮力块2的材料不作限定,上述种类仅为示例。

[0082] 浮力块整体的平均密度是指整个浮力块的质量与整个浮力块的体积的比值。

[0083] 例如,浮力块2包括远离进液舱11的第一部分21和靠近进液舱11的第二部分22。第

一部分21沿第二方向突出于气室4,第二部分22沿第一方向延伸;第二部分22在第一部分21的远离进液舱11的上表面所在平面上的正投影位于第一部分21的上表面内。如此,更加利于作用在浮力块2上的波浪使得浮力块2带动气室4及整个发电设备的前端向上运动,从而增大气压差,从而增大气室4内气体的能量,提高对波浪能量的利用率和发电效率。

[0084] 例如第一部分21与第二部分22一体成型,一体成型是指两者由同一种材料形成且没有接缝,一简化浮力块结构以及使浮力块稳定可靠。

[0085] 例如,浮力块2的第一部分21与浮力块2的第二部分22彼此连接,浮力块2的靠近进液舱11的下表面为向气室4的迎浪面凹陷的曲面,从而利于海浪顺着该凹陷的曲面向上运动而更有利于使得浮力块2带动气室4及整个发电设备的前端向上运动。从第一部分21到第二部分22,整个该曲面平滑过渡。

[0086] 浮力块2的远离进液舱11的上表面与气室4的远离进液舱11的上表面齐平,或者,浮力块2的远离进液舱11的上表面沿第一方向超出气室4的远离进液舱11的上表面,以增大气室的起伏高度。

[0087] 例如,如图1所示,波浪能发电设备还包括:第一聚浪板151和第二聚浪板152。第一聚浪板151和第二聚浪板152均与气室4连接。第一聚浪板151位于气室4的迎浪面的第一侧,第一聚浪板151的板面的至少远离气室4迎浪面的部分与迎浪面的夹角为钝角,例如整个第一聚浪板151的板面的至少远离迎浪面的部分与迎浪面的夹角为钝角;第二聚浪板152位于气室4迎浪面的第二侧,该第二侧与气室4的迎浪面的第一侧相对,在与迎浪面平行的面内,从该第一侧到该第二侧的方向与第一方向垂直。第二聚浪板152的板面的至少远离迎浪面的部分与迎浪面的夹角为钝角,例如整个第一聚浪板151的板面的至少远离迎浪面的部分与迎浪面的夹角为钝角。浮力块2位于第一聚浪板151与第二聚浪板152之间,即浮力块2被夹置于第一聚浪板151与第二聚浪板152之间。如此,相比于第一聚浪板151与第二聚浪板152与气室的迎浪面呈直角或不设置第一聚浪板151与第二聚浪板152的情形,呈喇叭口型张开的聚浪板151和聚浪板152更加利于使波浪朝着曲面聚集,最终作用在浮力块2上,提高浮力块2带动气室4及整个波浪能发电设备的前端向上运动的幅度,提高对海浪的波浪能的利用率。

[0088] 当然,在其他实施例中,也可以是第一聚浪板151的远离迎浪面的一部分和第二聚浪板152的远离迎浪面的一部分与迎浪面的夹角为钝角。

[0089] 例如,如图1所示,第一聚浪板151的板面为平面,第二聚浪板152的板面为平面,在图1中仅以第一聚浪板151的板面为平面进行示例。在另一个实施例中,第一聚浪板151的板面为曲面,第二聚浪板152的板面为曲面。

[0090] 例如,波浪能发电设备还包括配重16和锚泊固定环14。配重16安装在进液舱11远离气室4和浮力块2的部分的下方,位于进液舱11下壁面上,以使整个发电设备在无浪条件下维持平衡的同时也能使整个发电设备在有浪条件下更容易晃动,从而提升了波浪能利用率。锚泊固定环14安装在通水舱11前部的下壁面上,用于停泊发电设备时固定发电设备。

[0091] 采用如图1所示的具有上述浮力块2、第一聚浪板151和第二聚浪板152的发电设备,以及在图1所示的发电设备基础上去掉浮力块2以及第一聚浪板151和第二聚浪板152后的发电设备分别进行实验室试验,两种发电设备的其他结构相同。试验数据如表1和表2,其中,俘获宽度比(CWR) = 装置气室内气体某一瞬间的功率/该瞬间装置宽度上作用的波浪能

的能量。可用俘获宽度比衡量波浪能转化为电能的转化率，俘获宽度比越大，波浪能转化为电能的转化率越高。

[0092] 表1迎浪面竖直的发电设备数据表

周期 s	波高 mm	波周期 s	波功率 W	气动功率 W	CWR %	平均值%
2.45	150.3	2.445	105.74	137.15	129.70	130.07

[0094]		151.0	2.450	106.48	137.66	129.28	114.28	
		150.1	2.456	105.46	138.41	131.24		
	2.5	162.0	2.515	127.02	142.73	112.36		
		161.4	2.515	125.94	147.26	116.93		
		161.2	2.525	126.97	144.17	113.55		
	2.55	176.4	2.550	153.51	147.06	95.79		94.23
		173.5	2.555	148.26	135.22	91.20		
		173.0	2.555	148.00	141.61	95.68		
	2.6	168.6	2.595	142.87	119.01	83.30		86.42
		164.2	2.619	137.72	123.30	89.53		

[0095] 表2具有聚浪板和浮力块的发电设备数据表

周期 s	波高 mm	波周期 s	波功率 W	气动功率 W	CWR %	平均值%
2.45	150.6	2.466	109.84	187.31	170.52	170.83
	150.9	2.471	110.58	187.82	169.84	
	149.9	2.477	109.56	188.57	172.11	
2.5	161.8	2.536	131.12	192.89	147.10	149.06
	161.1	2.536	130.04	197.42	151.81	
	161.4	2.546	131.07	194.33	148.26	
2.55	176.2	2.571	157.61	197.22	125.13	124.29
	172.9	2.576	152.36	185.38	121.67	
	172.8	2.576	152.1	191.77	126.08	
2.6	167.9	2.616	146.97	169.17	115.10	118.71
	163.9	2.64	141.82	173.46	122.31	

[0097] 对比表1和表2的数据可知，发电设备具有上述浮力块2、第一聚浪板151和第二聚浪板152时，相同条件下的俘获宽度比 (CWR) 均高于去掉浮力块2以及第一聚浪板151和第二聚浪板152时的俘获宽度比，可高出超过30%或者超过40%。由此可见，浮力块2以及第一聚浪板151和第二聚浪板152相结合能取得非常显著地提高对波浪能的利用率，二者相组合达到比两者单独更加显著的效果。

[0098] 示例性地，图4A为本公开一实施例提供的一种波浪能发电设备的结构示意图。如图4A所示，该波浪能发电设备包括：气室4、空气透平发电装置5、控制系统6、液量调节装置和蓄液装置10。气室4内的气压可调节以使气室4内的气压与大气压具有气压差；空气透平发电装置5与气室4连通且配置为在气压差的作用下发电，例如，允许海浪进入气室4内，波动的海浪改变气室4中的气压，使气室4内的气压与外界大气压具有气压差，空气透平发电装置5可以将海浪的能量例如动能转化为空气的势能及动能再转化为转子的动能，再转化为电能而实现发电。气室4包括迎浪面41和背浪面42，背浪面42在第二方向上与气室4的迎浪面41相对，气室4的迎浪面41靠近进液舱11的在第二方向上的第一端。背浪面42在第二方

向上与迎浪面相对。迎浪面是指迎接海浪的面,海浪朝向迎浪面运动,击打在迎浪面上。波浪能发电设备还包括浮力舱13,浮力舱13位于进液舱11上且位于气室4的靠近背浪面42的一侧。浮力舱13填充有轻质材料,且包括在第二方向上远离背浪面42的第一部分131和靠近背浪面42的第二部分132。例如第一部分131和第二部分132沿第二方向排列。浮力舱13的第一部分131包括远离浮力舱13的第二部分132的第一端和与浮力舱13的第二部分132连接的第二端,浮力舱11的第一部分131沿从浮力舱13的第一部分131的第一端到浮力舱13的第一部分131的第二端的方向渐缩,从而形成所述迎浪面41。例如,浮力舱13的第一部分131第一部分为锥状。填充于浮力舱13中的轻质材料例如为塑料泡沫,该形成迎浪面的原理类似于风向标。进液舱11包括上表面,气室4位于进液舱11的上表面上。进液舱11的上表面具有位于进液舱11的在第二方向上的第一端的边缘,气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的边缘连接,且气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的夹角为钝角(气室4的迎浪面41向前倾斜)。这种情况下,一方面,当整个发电装置在波浪作用下沿竖直方向上的运动幅度相同时,气室4中的海水波动的幅度更大,进出气室4的气体比能比气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的夹角为非钝角例如为90度的情况多,从而提升波浪能的利用率,提高发电效率。另一方面,气室4的迎浪面41的远离进液舱11的一端朝向远离进液舱11的在第二方向上的第二端的倾斜,以增大海浪冲击到气室4的迎浪面41上的冲击力,相比于气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面垂直的情形,这种方案能够增加气室4及整个波浪能发电设备的前端向上运动的幅度,提高对海浪的波浪能的利用率。

[0099] 例如,气室4的与迎浪面41相对的背浪面42与进液舱11的上表面的夹角也为钝角。例如,气室4的迎浪面41与气室4的背浪面42平行。

[0100] 如图4D所示,下面以气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的第一夹角、气室4的背浪面42与进液舱11的上表面的第二夹角均为120度的情况(此时气室4为斜管)与上述第一夹角和第二夹角均为90度(此时气室4为直管)的情况对比,发电装置的其他条件相同。波浪的作用力是竖直向上的,而直管的整个迎浪面41是竖直的,所以当波浪作用在迎浪面41上时,直管的迎浪面41无法很好地受到波浪的向上的作用力,将波浪能的动能转化为气室4的动能的转化率较小,从而气室4及整个波浪能发电设备在竖直方向上的运动的幅度较小;然而,斜管的迎浪面41向前倾斜,当波浪竖直向上运动而作用在迎浪面41上时,斜管的迎浪面41收到来自海浪的向上的作用力较大,因此,将波浪能的动能转化为气室4的动能的转化率较大,从而进入气室4中的海浪的波动幅度较大,气室4中的海浪对气室4中的气体做功较多,从而将海浪的动能转化为气体的动能的转化率较高,利用该气体的动能发电时最终将气体的动能转化为电能,从而最终实现将波浪能转化为电能的转化率较高。同时,当整个发电装置在波浪作用下沿竖直方向上的运动幅度相同时,气室4中的海水波动的幅度更大,进出气室4的气体比能比气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的夹角为非钝角例如为90度的情况多,例如多15%的气体进出气室4,也就是多利用15%的波浪能,从而提升波浪能的利用率,提高发电效率。

[0101] 采用两种发电设备进行实验室试验。如图4D所示,第一种发电设备的气室4(图4D的左侧)的迎浪面41竖直,即在图1所示的发电设备基础上去掉浮力块2以及第一聚浪板151和第二聚浪板152后的发电设备;第二种发电设备的气室4(图4D的右侧)的迎浪面41倾斜(即气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的夹角为钝角),迎浪面41的倾斜角为120度(即

气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的夹角为120度)。例如这两种发电设备的在第二方向上的宽度为0.4米,在第一方向(即竖直方向)上的高度为1.6米,在与长度和高度方向均垂直的方向上的长度为2.5米。试验数据如表1和表3,其中,俘获宽度比(CWR) = 装置气室内气体某一瞬间的功率/该瞬间装置宽度上作用的波浪能的能量。可用俘获宽度比衡量波浪能转化为电能的转化率,俘获宽度比越大,波浪能转化为电能的转化率越高。

[0102] 表3迎浪面的倾斜角为120度的发电设备数据表

周期 s	波高 mm	波周期 s	波功率 W	气动功率 W	CWR %	平均值%
2.45	150.5	2.458	103.6	157.27	151.80	152.15
	150.8	2.463	104.34	157.78	151.21	
	149.8	2.469	103.32	158.53	153.43	
2.5	161.7	2.528	124.88	162.85	130.40	132.41
	161	2.528	123.8	167.38	135.20	
	161.3	2.538	124.83	164.29	131.61	
2.55	176.1	2.563	151.37	167.18	110.44	109.21
	172.8	2.568	146.12	155.34	106.30	
	172.7	2.568	145.86	161.73	110.88	
2.6	167.8	2.608	140.73	139.13	98.86	102.32
	163.8	2.632	135.58	143.42	105.78	

[0105] 对比表1和表3的数据可知,气室的迎浪面的倾斜角为120度(即气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的夹角为120度)时,相同条件下的俘获宽度比(CWR)均高于气室的迎浪面竖直时的俘获宽度比,可高出超过10%或者超过20%。

[0106] 例如,在图4A中,发电设备不包括浮力块2。

[0107] 图4A所示的实施例的其他特征可以与图1中的相同,可参考之前的描述,在此不再赘述。

[0108] 另外,例如在上述气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的夹角为钝角的情形下,发电设备可以包括上述液量控制装置,也可以不具有上述液量控制装置。

[0109] 如图4A所示,例如,气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的夹角与进液舱11的迎浪面110所在的平面与进液舱11的上表面的夹角相等,气室4的迎浪面41与进液舱11的迎浪面110连接且位于同一平面,以进一步增大海浪冲击到气室4的迎浪面41和进液舱11的迎浪面110上的冲击力,相比于气室4的迎浪面41和进液舱11的迎浪面110中至少之一与进液舱11的上表面垂直的情形,这种方案能够增加气室4及整个波浪能发电设备的前端向上运动的幅度,提高对海浪的波浪能的利用率。

[0110] 示例性地,图4B为本公开一实施例提供的一种波浪能发电设备的结构示意图。图4B所示的实施例与图4A所示的实施例的区别在于:发电设备包括上述浮力块2,以进一步增加气室4及整个波浪能发电设备的前端向上运动的幅度,提高对海浪的波浪能的利用率。图4B所示的实施例的其他特征及相应技术效果与图4A中的相同,可参考之前的描述。

[0111] 例如,在另一个实施例中,如图4C所示,气室4的迎浪面41与进液舱11的上表面的夹角为钝角,进液舱11的迎浪面110与进液舱11的上表面垂直。该实施例也可达到增加气室4及整个波浪能发电设备的前端向上运动的幅度,提高对海浪的波浪能的利用率的技术效果。该实施例的其他特征均可参考之前实施例中的描述。

[0112] 以上所述仅是本发明的示范性实施方式,而非用于限制本发明的保护范围,本发明的保护范围由所附的权利要求确定。

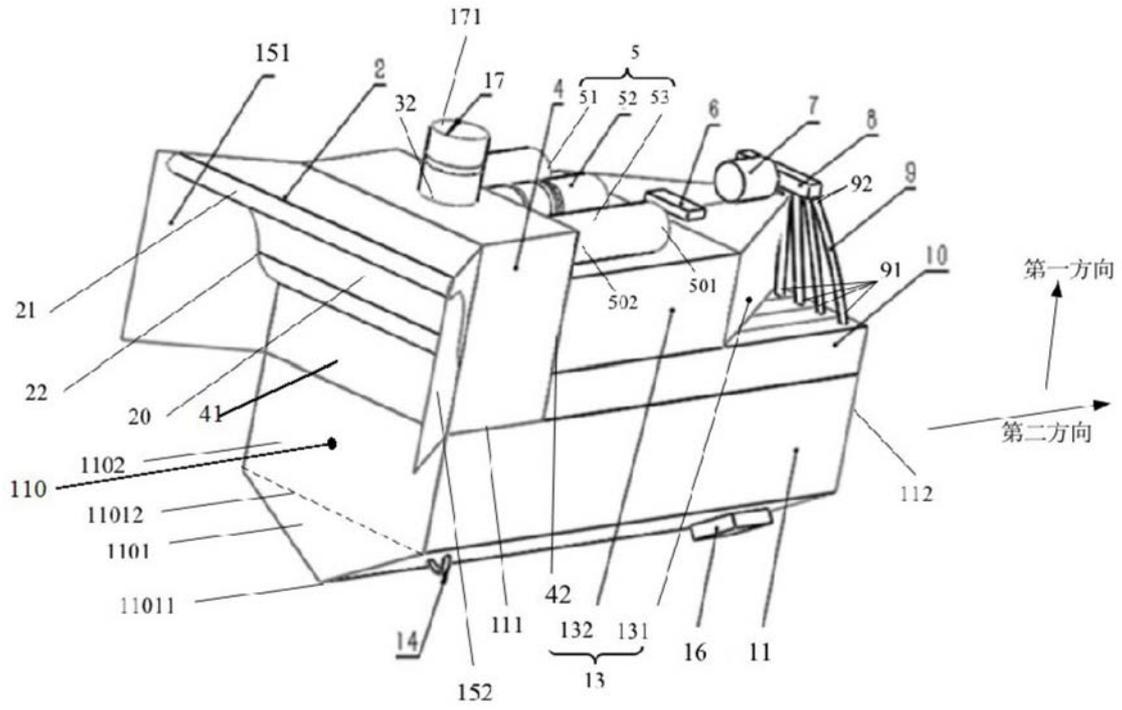


图1

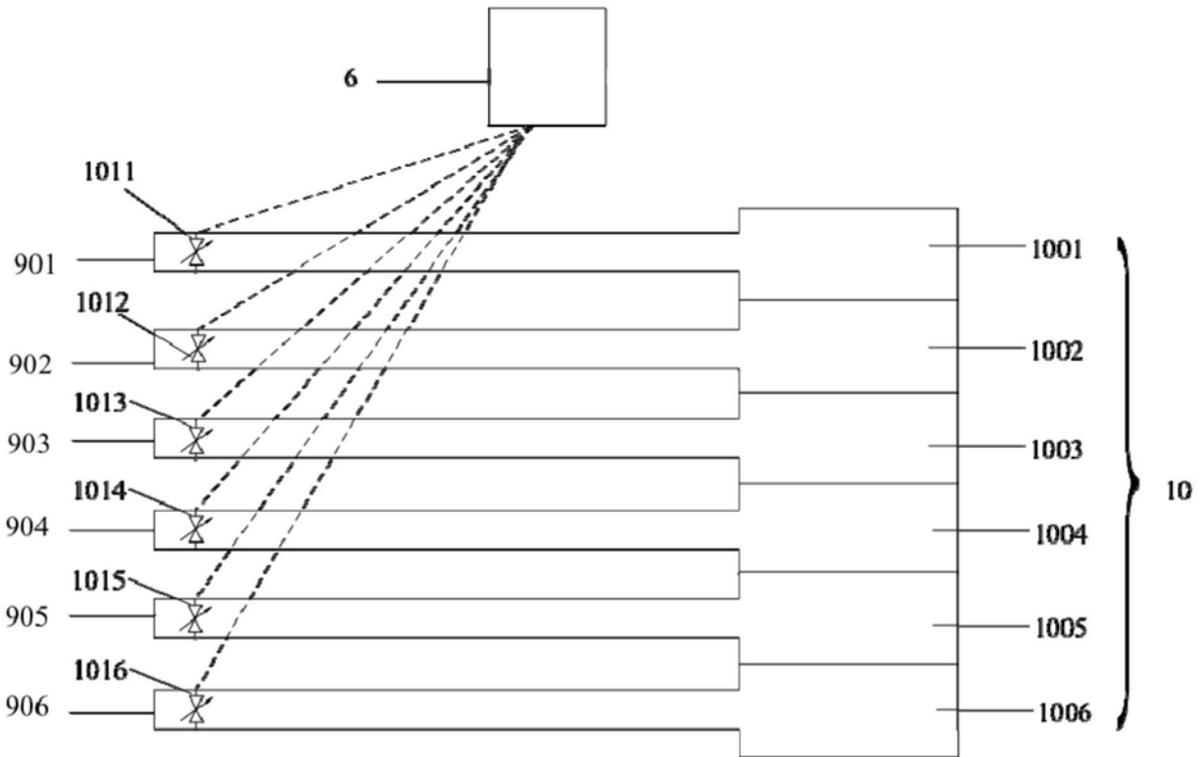


图2A

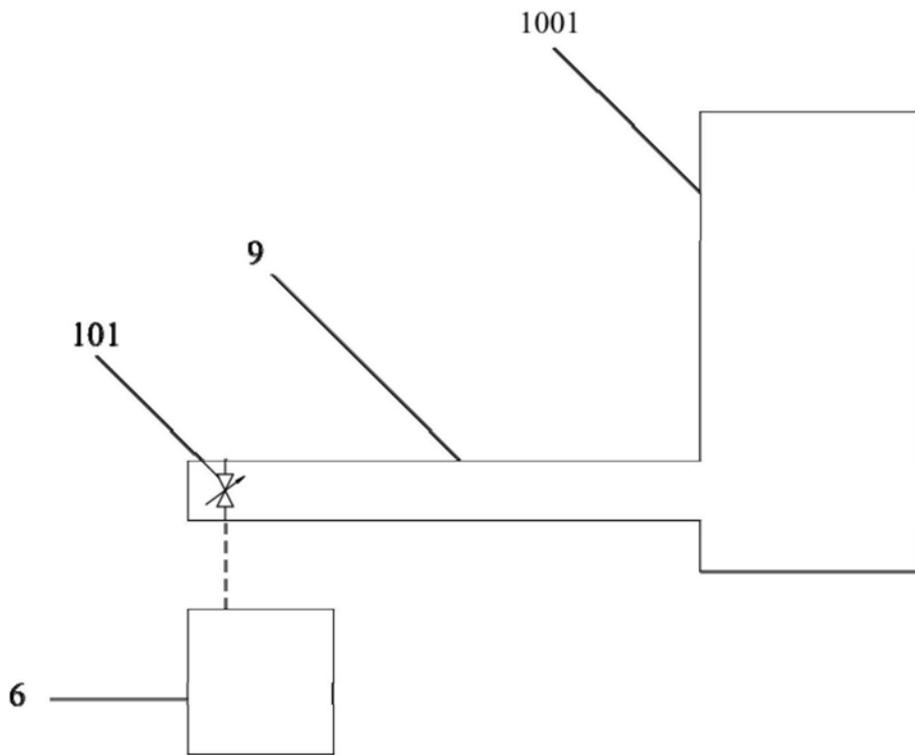


图2B

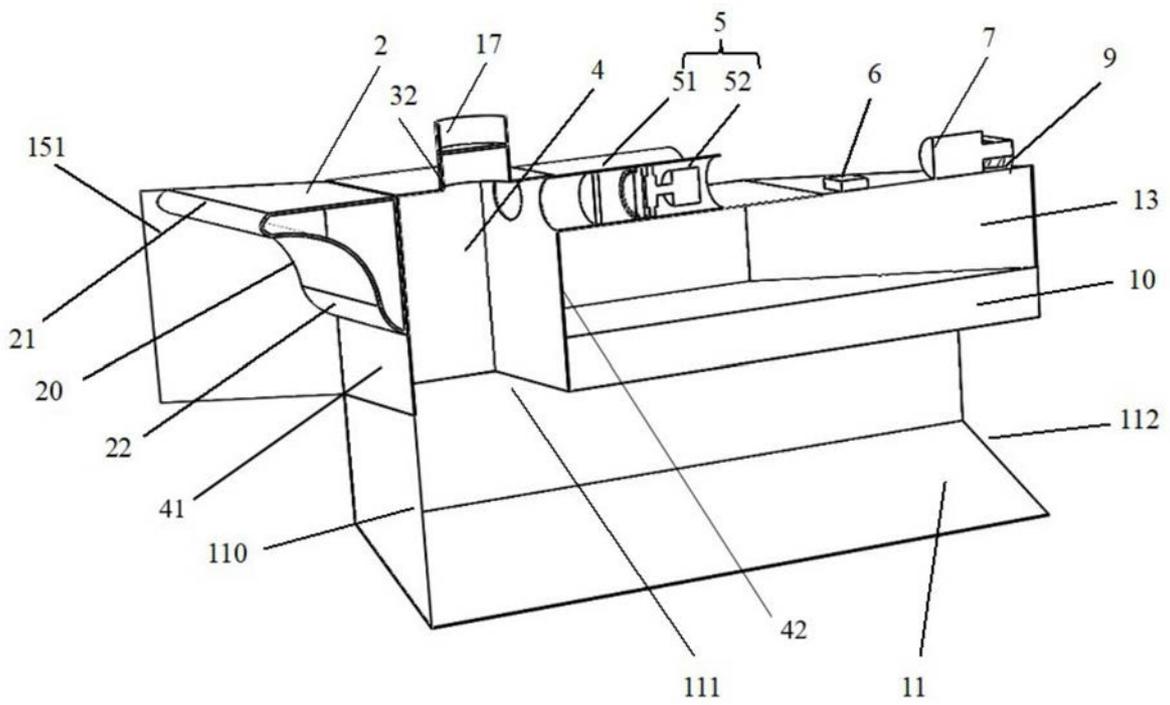


图3A

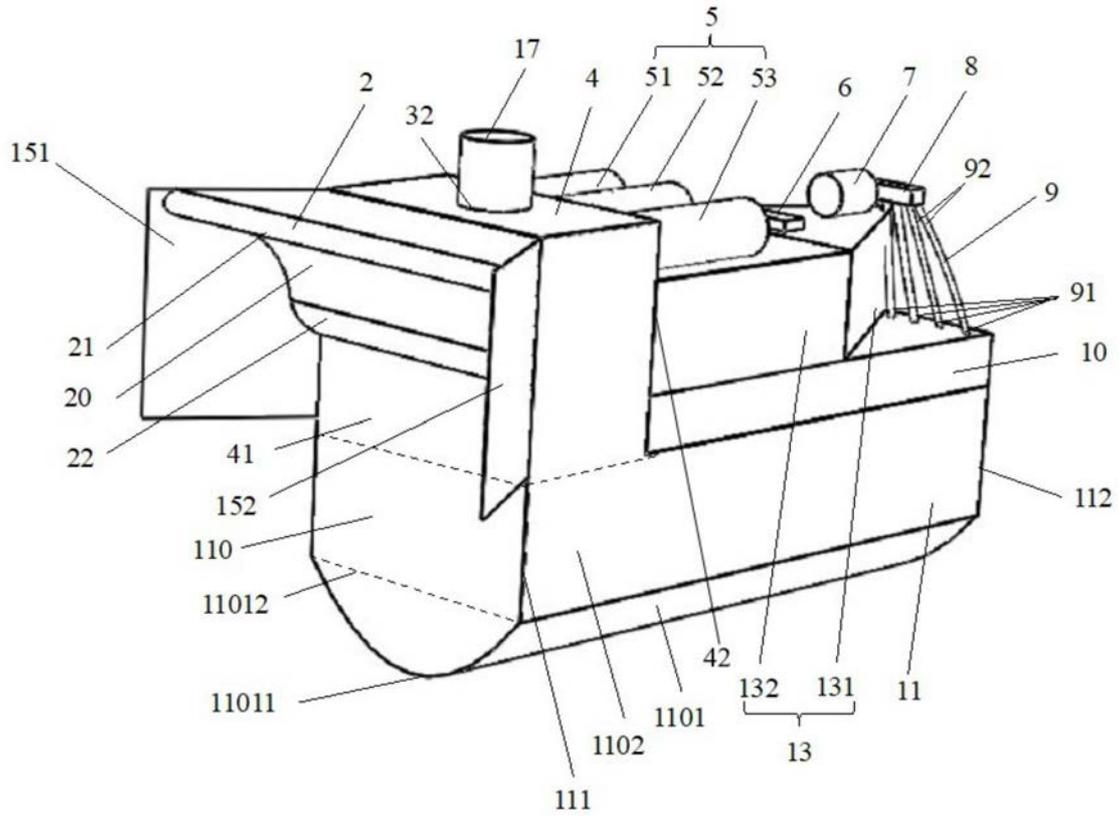


图3B

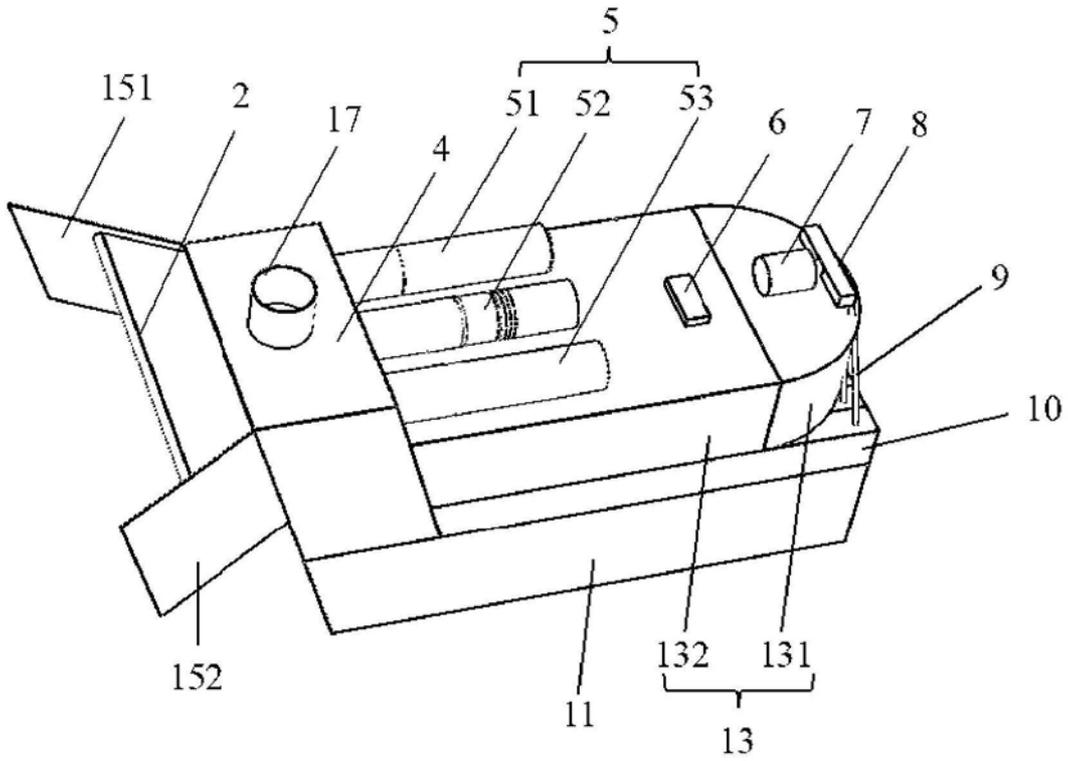


图3C

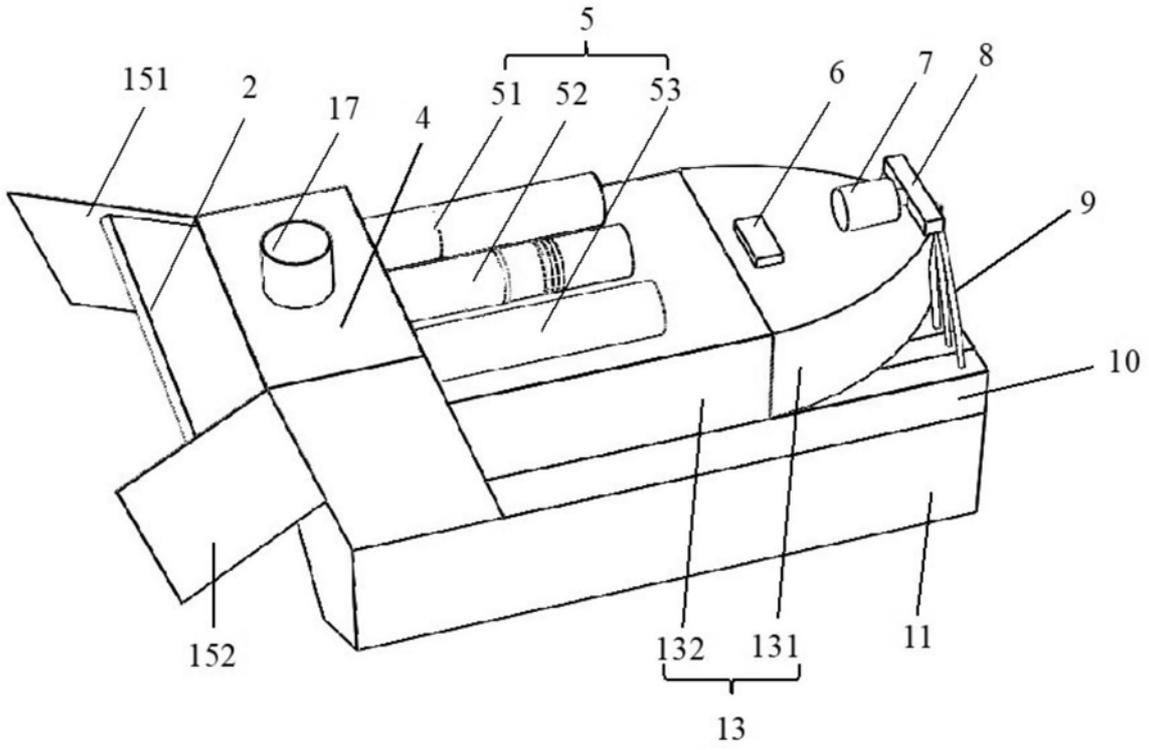


图3D

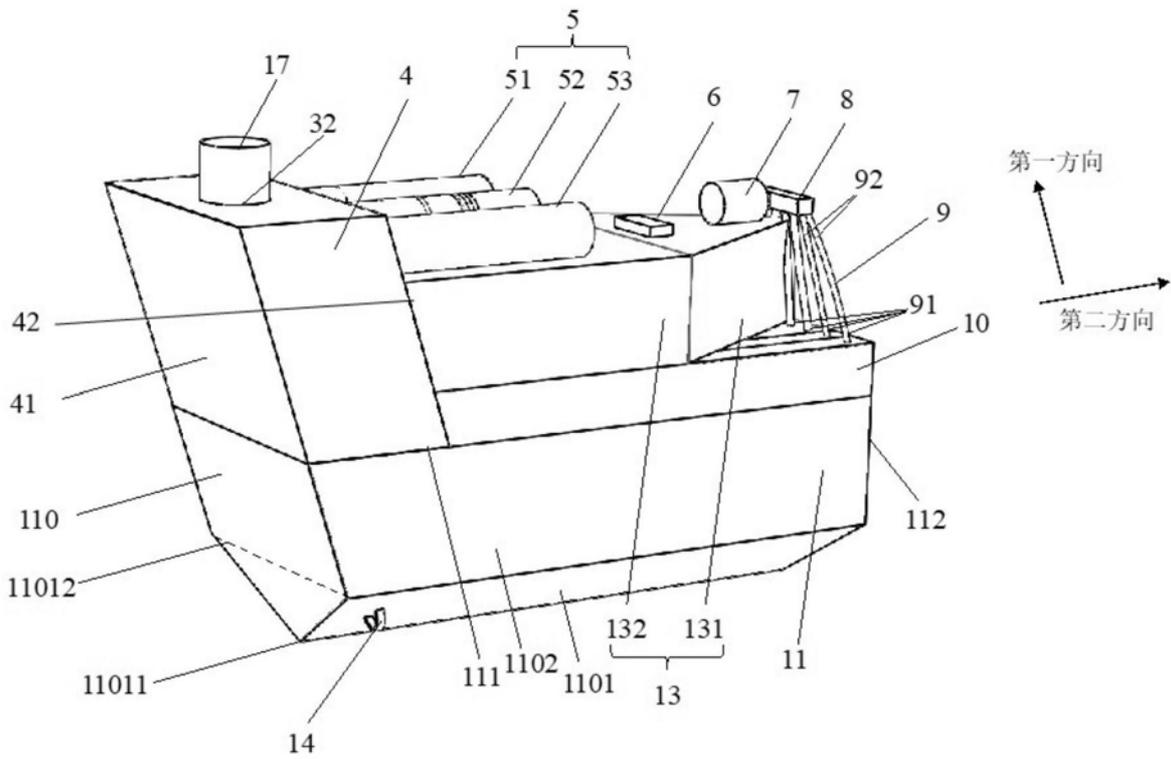


图4A

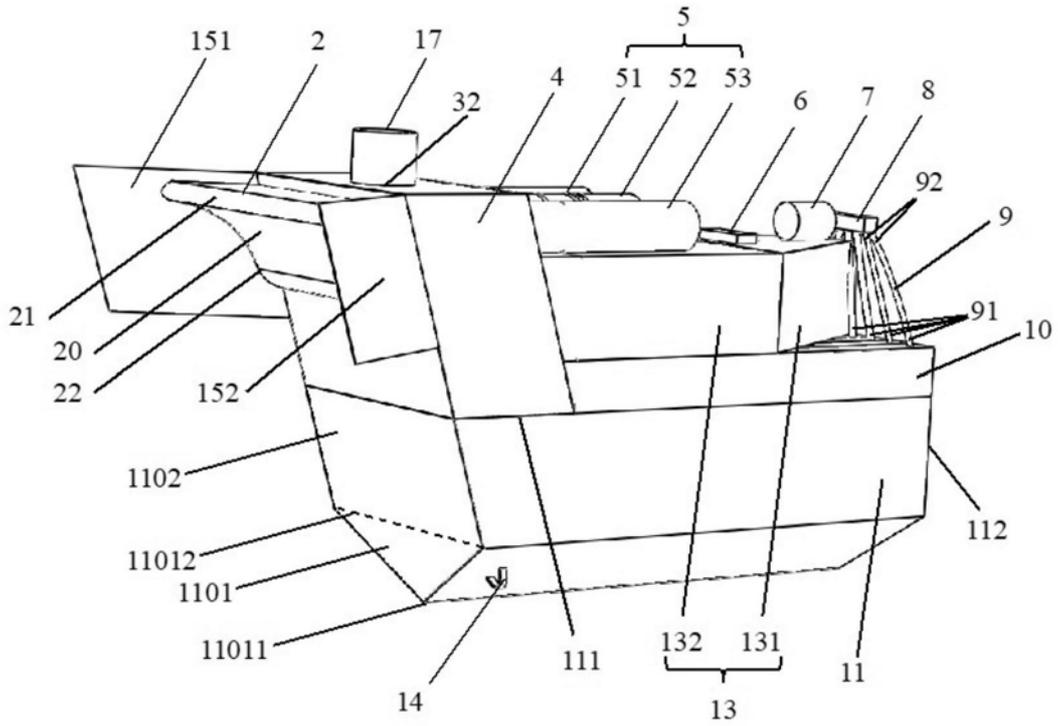


图4B

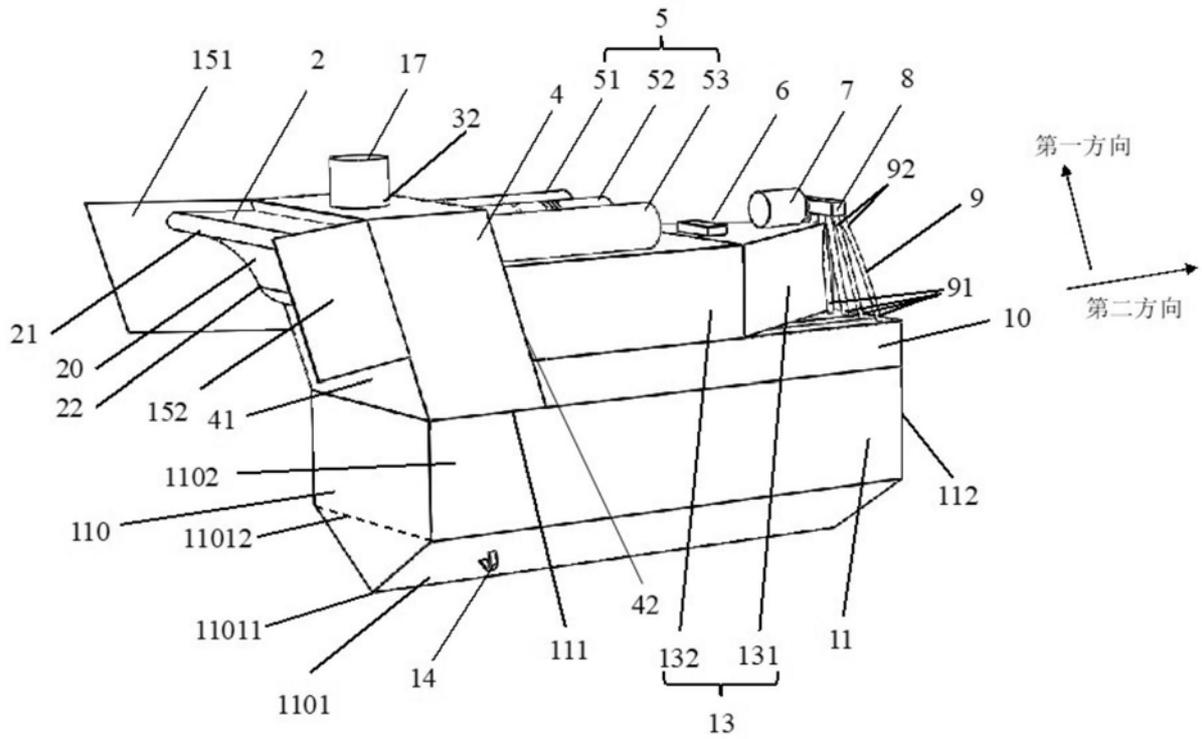


图4C

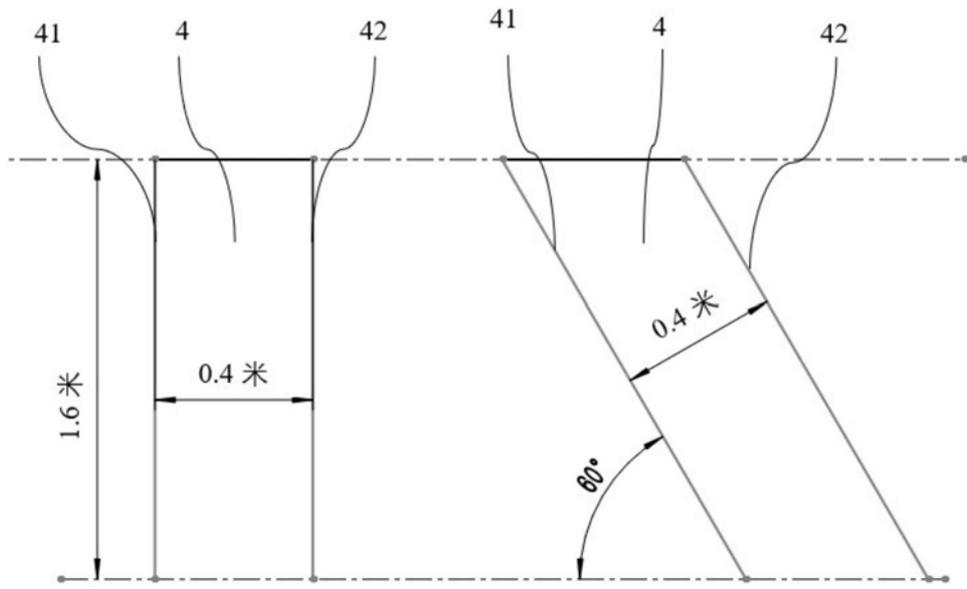


图4D

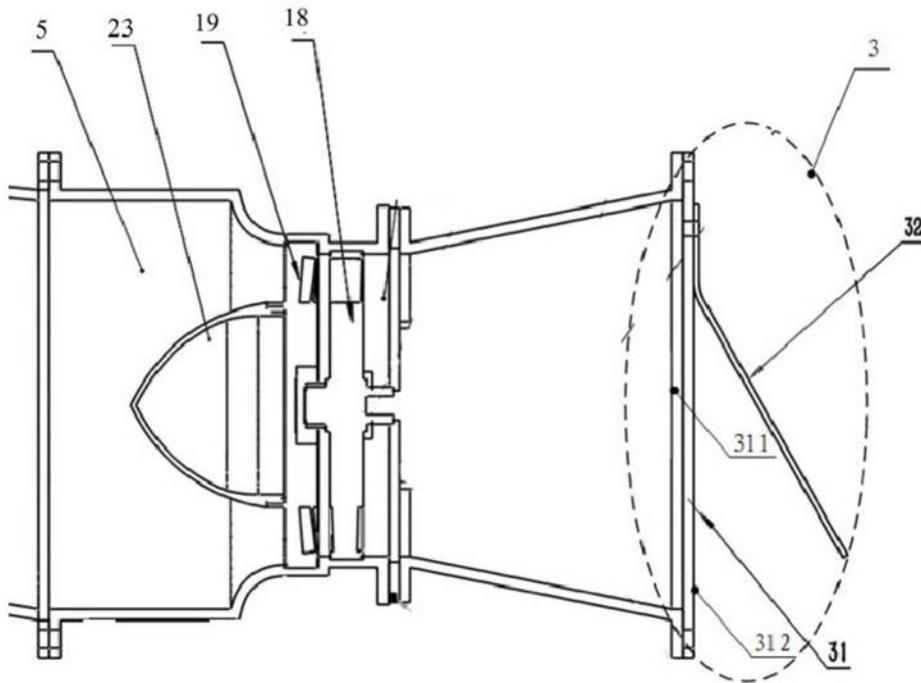


图5A

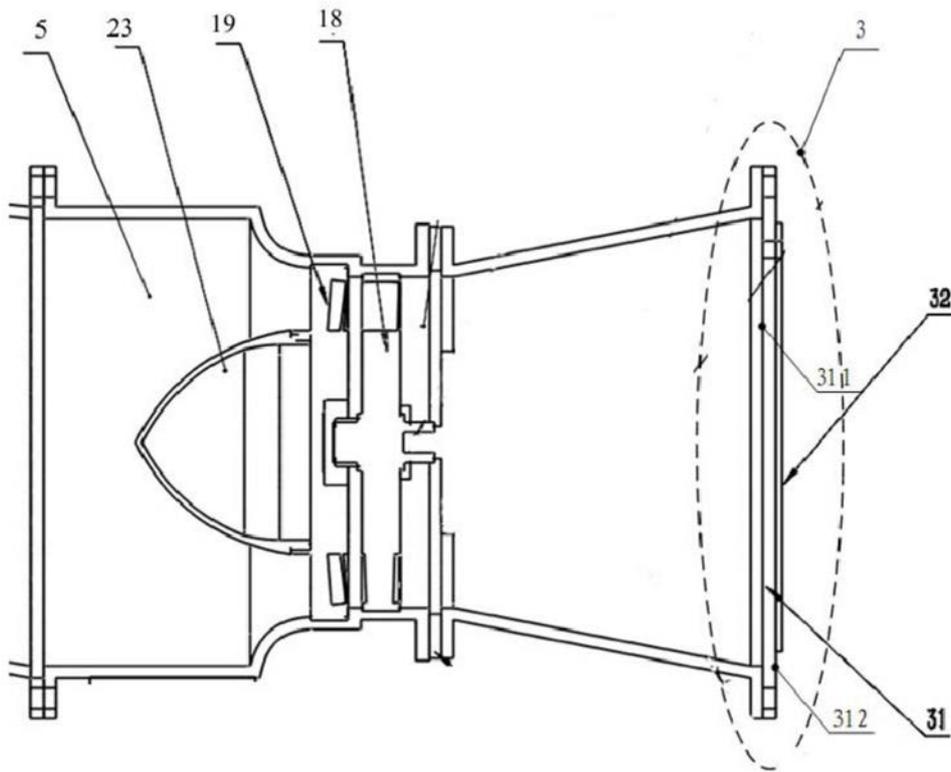


图5B