



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112278210 A

(43) 申请公布日 2021.01.29

(21) 申请号 202011356092.9

(22) 申请日 2020.11.27

(71) 申请人 河北工业大学

地址 300130 天津市红桥区丁字沽光荣道8号河北工业大学东院330#

(72) 发明人 刘家雨 丁祥熙 张昕 张佳鑫  
陈卓阳 阮晓山 荆锴 胡帅杰  
李瑞敏 陈高琦

(74) 专利代理机构 天津翰林知识产权代理事务所(普通合伙) 12210

代理人 付长杰

(51) Int. Cl.

B63C 11/52 (2006.01)

B63H 25/26 (2006.01)

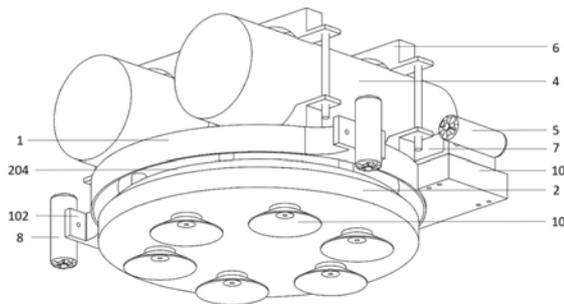
权利要求书3页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种兼具游动与吸附功能的水下机器人

(57) 摘要

本发明为一种兼具游动与吸附功能的水下机器人,该机器人包括上板、下壳体、离心叶盘、吸盘、推进器、防水无刷电机、防水干仓及安装在防水干仓中的电控装置;下壳体和上板之间具有一定间距,形成排水通道;在下壳体与上板之间的排水通道空间中心安装离心叶盘;在上板前部的左右两侧垂直对称安装有两个垂直推进器,两个可旋推进器通过防水舵机对称固定于上板尾端侧面;防水无刷电机的输出轴穿过上板中心与离心叶盘过盈连接;下壳体内部为空腔,在下壳体的下表面布置有多个吸盘,吸盘的吸盘中孔与空腔贯通;吸盘的吸盘中孔、空腔、离心叶盘的内部通道、上板与下壳体之间的空间构成整个水流进出的路径。该机器人结构紧凑、普适性强、能耗小,尤其适用于较狭小的操作空间中。



1. 一种兼具游动与吸附功能的水下机器人,其特征在於,该机器人包括上板、下壳体、离心叶盘、吸盘、推进器、防水无刷电机、防水干仓及安装在防水干仓中的电控装置;

下壳体和上板之间具有一定间距,形成排水通道;在下壳体与上板之间的排水通道空间中心安装离心叶盘;

所述上板前部的左右两侧垂直对称安装有两个垂直推进器,两个防水舵机通过相应的舵机支架对称固定于上板尾端侧面,每个防水舵机的输出轴上安装有一个可旋推进器,且可旋推进器的转动与防水干仓不发生干涉;

所述防水无刷电机固定于上板顶部中心,所述防水无刷电机的输出轴穿过上板中心与离心叶盘中心孔过盈连接;

所述下壳体内部为空腔,在下壳体的下表面均匀布置有多个吸盘,吸盘的吸盘中孔与空腔贯通;所述离心叶盘底部安装高度不小于下壳体中心孔安装高度,离心叶盘与下壳体之间不接触,吸盘的吸盘中孔、空腔、离心叶盘的内部通道、上板与下壳体之间的空间构成整个水流进出的路径。

2. 根据权利要求1所述的水下机器人,其特征在於,所述上板整体呈圆盖型,下表面具有圆形凹槽,在圆形凹槽上沿圆周均匀设置有多个支撑孔,在上板的中心上设置有电机安装孔,在支撑孔外围的上板内壁上设置有向上板下边缘过渡的倾斜面;上板尾端设有延伸平台,该延伸平台用于安装防水舵机;

在上板前部的圆周侧面上对称设置有上板外延,两个上板外延上分别固定有一个垂直推进器,在延伸平台的左右端面上分别固定有一个防水舵机,防水舵机的输出连接有一个可旋推进器;

所述下壳体整体呈空心圆盒,在下壳体的上表面对应上板的多个支撑孔的位置设置对应数量的支撑柱,上板与下壳体之间通过支撑柱支撑固定;在下壳体上表面的中心设置有下壳体中心孔,下壳体中心孔的尺寸与离心叶盘下端直径相当;由下壳体中心孔壁到支撑柱所在的圆周面之间通过凹陷面连接过渡,下壳体中心孔较支撑柱所在圆周面低,凹陷面呈向中心倾斜状态;在支撑柱外围的下壳体边缘设置倒角面;

下壳体内部中空,通过顶部的多个支撑柱和上板相连并架起上板,此时上板和下壳体之间形成排水通道;

防水无刷电机的输出轴穿出上板的电机安装孔连接离心叶盘,此时离心叶盘下端不低于下壳体中心孔的高度,且离心叶盘的侧面与下壳体的凹陷面之间具有一定距离,离心叶盘在上板与下壳体之间的排水通道中心,凹陷面的位置能够配合离心叶盘的形状及尺寸,使离心叶盘与凹陷面不接触。

3. 根据权利要求1所述的水下机器人,其特征在於,上板的顶部通过两组卡槽以电机安装孔为中心对称固定有两个防水干仓,两个防水干仓由两组卡槽上下包裹固定,一组卡槽包括上下配合的两部分,两部分的相对面设有两个对称的圆形凹陷,上下两个圆形凹陷能与防水干仓的外表面贴合,并通过螺栓将每组卡槽和两个防水干仓固定在一起。

4. 根据权利要求3所述的水下机器人,其特征在於,所述上板与两组卡槽的下部分一体成型,安装防水干仓时由三组螺栓将卡槽的上下部分固定在一起。

5. 根据权利要求1所述的水下机器人,其特征在於,所述离心叶盘的上端中心开有离心叶盘中孔,离心叶盘的底部开放,在离心叶盘底部设置有底部凸台,底部凸台的直径小于下

壳体中心孔的直径,底部凸台与下壳体中心孔相平;离心叶盘的斜侧面封闭,垂直侧面开放,垂直侧面设有离心叶盘侧孔,内部含有多个叶片,叶片上下与离心叶盘斜侧面固定连接。

6. 根据权利要求1所述的水下机器人,其特征在于,所述电控装置包括STM32F407主控板、MPU9250陀螺仪、航模电源、LM2596稳压模块、四个20A航模无刷电调,60A航模无刷电调,主控板控制整个机器人的相关动作,航模电源为整个机器人供电,主控板与外部遥控设备电连接,通过遥控给机器人下达完成各种航态工作的命令,主控板通过四个20A航模无刷电调控制四个推进器,通过60A航模无刷电调控制防水无刷电机,MPU9250陀螺仪用于检测倾翻角度,设置一个即可。

7. 根据权利要求2所述的水下机器人,其特征在于,所述倒角面的倒角为 $30-50^{\circ}$ ,倒角面与倾斜面平行,凹陷面向下壳体中心孔倾斜的角度为 $25-45^{\circ}$ 。

8. 根据权利要求2所述的水下机器人,其特征在于,所述支撑孔为通孔,所述支撑柱顶端内部设有螺纹,螺钉通过支撑孔与支撑柱顶部螺纹链接固定。

9. 根据权利要求1-8任一所述的水下机器人,其特征在于,该水下机器人能够实现在水下的自由游动、吸附游动与定点吸附三种模式,具体过程是:

第一种模式,自由游动:

a. 悬停:

调节垂直推进器的转速,补偿水下机器人自重与浮力的差值,以实现悬停,在此基础上进行此后的复杂运动;

b. 上浮下潜:

调节可旋推进器的转向与转速,实现机器人的上浮下潜,具体来说,可旋推进器产生的推力的垂直分量一部分用于补偿自重与浮力的差值,一部分用于提供垂直方向运动的动力;

c. 水平运动:

在补偿自重与浮力的差值的前提下,将可旋推进器调节至相对于机身水平,通过调制可旋推进器的叶片旋转的方向能够实现前进或后退,通过调制可旋推进器的叶片旋转速度能控制运动速度;

当需要实现定向转向时,防水干仓内的陀螺仪检测到机身转过的绝对角度并将绝对角度发送给主控板,调整可旋推进器的速度差异,使旋转后角度接近理想角度;

d. 三维运动:

在补偿自重与浮力的差值的前提下,调节可旋推进器的转向与转速,调节垂直推进器的转速,实现机器人的三维运动;具体来说,将可旋推进器调至相对于机身水平,其产生的水平推力用于提供水平方向的动力,垂直推进器产生的推力一部分用于抵消自重与浮力的差值,一部分用于提供垂直方向的动力;

第二种模式,吸附游动:

a. 自由游动向吸附游动转换:

当自由游动向吸附游动转换时,离心叶盘正转,水从吸盘中孔进入空腔,防水无刷电机带动离心叶盘高速旋转,抽取空腔中的水,并将水从离心叶盘侧孔甩出,水由排水通道流向外环境;可旋推进器摆至与机身垂直,四个推进器辅助吸附,直至机身与壁面平行;

b. 吸附游动:

在机身与壁面平行时,将可旋推进器摆至与壁面水平;改变防水无刷电机的转速从而调节离心叶盘转速,控制吸附力的大小,使机器人不与壁面接触,通过可旋控制推力大小改变吸附游动的速度;

c. 从吸附游动向自由游动切换:

调节防水无刷电机反转,从而使离心叶盘中的叶片反转,水反向流动,经排水通道、离心叶盘、空腔、吸盘中孔从吸盘排出,机器人脱离接触面;可旋推进器摆至与机体垂直,四个推进器辅助离开壁面;

第三种模式,定点吸附:

a. 自由游动向定点吸附转换:

当自由游动向吸附游动转换时,离心叶盘正转,水从吸盘中孔进入空腔,防水无刷电机带动离心叶盘高速旋转,抽取空腔中的水,并将水从离心叶盘侧孔甩出,水由排水通道流向外部环境;可旋推进器摆至与机身垂直,四个推进器辅助吸附,直至机身与壁面平行;

b. 定点吸附:

加大防水无刷电机转速使机器人接触壁面,直至吸盘内部的水被排尽并保持无水环境,此时做定点吸附;

c. 从定点吸附向自由游动切换:

调节防水无刷电机反转,从而使离心叶盘中的叶片反转,水反向流动,经排水通道、离心叶盘、空腔、吸盘中孔进入吸盘,吸盘失去吸附力,机器人脱离接触面;可旋推进器摆至与机体垂直,四个推进器辅助离开壁面。

## 一种兼具游动与吸附功能的水下机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及水下机器人领域,特别是一种兼具游动与吸附功能的水下机器人

### 背景技术

[0002] 大多数水下机器人采用游动的方式在水中工作,例如201820008809.9公开的“水下机器人”,采用六个不同方位的推进器实现六个自由度的游动运动,通过框架布置干仓与多个推进器的位置,体积较大,且难以实现壁面工作;201920214773.8公开的“曲面自适应水下爬壁机器人”利用驱动机构底部的磁吸附单元实现壁面吸附,能够实现船舶壁面清洁,却难以实现吸附目标之间的转移,限制了适用范围,且磁吸附只适用于磁铁材料的壁面,对壁面材料要求高,有很大的局限性。

[0003] 综上所述,现有的水下机器人存在航态单一、机身臃肿、控制困难及对壁面要求高的缺点。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明所要解决的技术问题是,提出了一种结构紧凑、普适性强、能耗小的兼具游动与吸附功能的水下机器人,尤其适用于较狭小的操作空间中。

[0005] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种兼具游动与吸附结构的水下机器人,该机器人包括上板、下壳体、离心叶盘、吸盘、推进器、防水无刷电机、防水干仓及安装在防水干仓中的电控装置;

[0006] 下壳体和上板之间具有一定间距,形成排水通道;在下壳体与上板之间的排水通道空间中心安装离心叶盘;

[0007] 所述上板顶部通过卡槽固定两个防水干仓,上板前部的左右两侧垂直对称安装有两个垂直推进器,两个防水舵机通过相应的舵机支架对称固定于上板尾端侧面,每个防水舵机的输出轴上安装有一个可旋推进器,且可旋推进器的转动与防水干仓不发生干涉;

[0008] 所述防水无刷电机固定于上板顶部中心,所述防水无刷电机的输出轴穿过上板中心与离心叶盘中心孔过盈连接;

[0009] 所述下壳体内部为空腔,在下壳体的下表面均匀布置有多个吸盘,吸盘的吸盘中孔与空腔贯通;所述离心叶盘底部安装高度不小于下壳体中心孔安装高度,离心叶盘与下壳体之间不接触,吸盘的吸盘中孔、空腔、离心叶盘内部通道(离心叶盘的底部凸台与离心叶盘侧孔之间)、上板与下壳体之间的空间构成整个水流进出的路径。

[0010] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:

[0011] (1) 本发明提供了一种兼具游动与吸附功能的水下机器人,它具有自由游动、吸附游动与定点吸附三种模式,且能够根据任务要求进行自由转换;

[0012] (2) 本发明结构紧凑,上板设计合理,综合考虑了吸附结构中的排水通道,推进器与防水干仓的安装;

[0013] (3) 本发明的吸附力的可控区间大。通过改变离心叶盘转速能够调整机器人爬壁

时的吸附力大小,吸盘结构能够聚集离心叶盘产生的强吸附力,从而实现定点吸附,该结构相比于水泵而言,能耗小,相比于磁吸附,能够普遍适用于各种材质的壁面且可控度高;

[0014] (4) 本发明的运动结构较为精简,控制算法较为简单。在游动结构中,两个推进器垂直安装,另两个推进器能够通过舵机调整角度,该结构有利于实现水下转向与姿势调整,且从自由游动状态到吸附游动或定点吸附的模式转化时,能够充分发挥可旋推进器的优势,调整其为垂直方向以辅助吸附;

[0015] (5) 实用性强,使用范围广,在合理搭接功能模块后,既能够进行水质监测、水下勘察等水下工作,又能进行壁面的清理与检测裂缝工作。

[0016] 该机器人能够实现自由游动、吸附游动与定点吸附三种模式,并能够根据任务要求进行自由转换。该机器人能够通过较为简单的机械结构与控制方法实现各个方向的游动。该机器人能够广泛地适用于各种材质的壁面。该发明不但扩大了水下机器人的应用范围,而且提高了其智能化程度。

### 附图说明

[0017] 图1为本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人一种角度的总体结构示意图;

[0018] 图2为本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人上板与下壳体分开的等轴测结构示意图;

[0019] 图3为本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人的爆炸图;

[0020] 图4为本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人的上板的仰视角度的结构示意图;

[0021] 图5为本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人的上板的俯视角度的结构示意图;

[0022] 图6为本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人的下壳体的俯视角度的结构示意图;

[0023] 图7为本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人的下壳体的仰视角度的结构示意图;

[0024] 图8为本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人的过电机安装孔位置沿防水干仓长度方向的全剖结构示意图;

[0025] 图9为本发明使用的离心叶盘的立体结构示意图。

[0026] 图中,上板1、下壳体2、防水无刷电机3、防水干仓4、可旋推进器5、卡槽6、防水舵机7、垂直推进器8、离心叶盘9、吸盘10、排水通道11、

[0027] 支撑孔101、上板外延102、延伸平台103、倾斜面104、电机安装孔105,

[0028] 支撑柱201、下壳体中心孔202、凹陷面203、倒角面204、吸盘安装孔205、空腔206;吸盘中孔1001、

[0029] 离心叶盘中孔901、底部凸台902、离心叶盘侧孔903。

### 具体实施方式

[0030] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明,但并不以此作为对本申请保护范围

的限定。

[0031] 请参考图1至图3,本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人包括上板1、下壳体2、卡槽6、离心叶盘9、吸盘10、推进器、防水无刷电机3、防水干仓4及安装在防水干仓中的电控装置(图中未标出)。

[0032] 所述上板1整体呈圆盖型,下表面具有圆形凹槽,在圆形凹槽上沿圆周均匀设置有多个支撑孔101,支撑孔可以为通孔也可以为沉孔(通孔时选择设置螺钉通过的小孔,由螺钉和支撑柱固定;沉孔时,支撑柱高度较高,上端设置外螺纹,通过外螺纹与沉孔内螺纹配合固定在一起),在上板的中心上设置有电机安装孔105,在支撑孔外围的上板内壁上设置有向上板下边缘过渡的倾斜面104;上板尾端设有延伸平台103,该延伸平台103用于安装防水舵机,为其提供安装面;

[0033] 在上板前部的圆周侧面上对称设置有上板外延102,两个上板外延上分别固定有一个垂直推进器8,在延伸平台的左右端面上分别固定有一个防水舵机7,防水舵机7的输出连接有一个可旋推进器5;

[0034] 所述下壳体2整体呈空心圆盒,具有空腔206,在下壳体的上表面对应上板的多个支撑孔101的位置设置对应数量的支撑柱11,所述支撑柱11顶端内部设有螺纹,上板1与下壳体2之间通过支撑柱11用螺丝穿过支撑孔螺纹连接固定,此时支撑孔为通孔;在下壳体上表面的中心设置有下壳体中心孔202,下壳体中心孔的尺寸与离心叶盘下端直径相当,且略大于离心叶盘9的下端直径;由下壳体中心孔壁到支撑柱所在的圆周面之间通过凹陷面203连接过渡,下壳体中心孔较支撑柱所在圆周面低,凹陷面呈向中心倾斜状态;在支撑柱外围的下壳体边缘设置倒角面204;

[0035] 在下壳体的下表面均匀分布有吸盘安装孔205,吸盘安装孔与下壳体的空腔206联通;

[0036] 下壳体内部中空,通过顶部的多个支撑柱201和上板相连并架起上板,此时上板和下壳体之间形成排水通道11,即上板和下壳体之间具有空间,不紧贴;

[0037] 防水无刷电机3的输出轴穿出上板的电机安装孔105连接离心叶盘9,此时离心叶盘下端不低于下壳体中心孔的高度,且离心叶盘9的侧面与下壳体的凹陷面203之间具有一定距离,离心叶盘在上板与下壳体之间的排水通道中心,离心叶盘是可以围绕防水无刷电机输出轴旋转,凹陷面的位置能够配合离心叶盘的形状及尺寸,使离心叶盘与凹陷面203不接触;

[0038] 下壳体的下表面的吸盘安装孔内安装有吸盘10,吸盘10的中心有吸盘中孔1001,吸盘中孔和下壳体空腔贯通。

[0039] 上板1的顶部通过两个卡槽6以电机安装孔为中心对称固定有两个防水干仓4,上板与卡槽的下部分为一体,两个防水干仓由两组卡槽6上下包裹固定,一组卡槽包括上下配合的两部分,两部分的相对面设有两个对称的圆形凹陷,上下两个圆形凹陷能与防水干仓的外表面贴合,并通过螺栓分别将每组卡槽与两个防水干仓固定在一起。

[0040] 所述离心叶盘9的上端中心开有离心叶盘中孔901,离心叶盘的底部开放,在离心叶盘底部设置有底部凸台902,底部凸台的直径小于下壳体中心孔的直径,底部凸台902与下壳体中心孔相平;离心叶盘的斜侧面封闭,垂直侧面开放,垂直侧面设有离心叶盘侧孔903,内部含有7个叶片,叶片上下与叶盘斜侧面固定连接。

[0041] 相关电控装置放置于防水干仓中;所述电控装置包括STM32F407主控板、MPU9250陀螺仪、航模电源、LM2596稳压模块、四个20A航模无刷电调,60A航模无刷电调等。主控板控制整个机器人的相关动作,航模电源为整个机器人供电,主控板与外部遥控设备电连接,通过遥控给机器人下达完成各种航态工作的命令,主控板通过四个20A航模无刷电调控制四个推进器,通过60A航模无刷电调控制无刷电机,MPU9250陀螺仪用于检测倾翻角度,设置一个即可。

[0042] 所述倒角面的倒角为30-50°,倒角面与倾斜面平行,凹陷面向下壳体中心孔倾斜的角度为25-45°。吸盘中心孔、空腔、下壳体中心孔、离心叶盘、排水流道整体构成水进出的路径。

[0043] 本发明一种兼具游动与吸附功能的水下机器人的工作过程是:该水下机器人能够实现在水下的自由游动、吸附游动与定点吸附三种模式,具体过程是:

[0044] 第一种模式,自由游动:

[0045] a. 悬停:

[0046] 调节垂直推进器8的转速,补偿水下机器人自重与浮力的差值,以实现悬停,在此基础上进行此后的复杂运动。

[0047] b. 上浮下潜:

[0048] 调节可旋推进器5的转向与转速,可实现机器人的上浮下潜,具体来说,可旋推进器产生的推力的垂直分量一部分用于补偿自重与浮力的差值,一部分用于提供垂直方向运动的动力。

[0049] c. 水平运动:

[0050] 在补偿自重与浮力的差值的前提下,将可旋推进器调节至相对于机身(上板和下壳体构成的整体)水平,通过调制可旋推进器的叶片旋转的方向能够实现前进或后退,通过调制可旋推进器的叶片旋转速度可控制运动速度。

[0051] 当需要实现定向转向时,防水干仓内的MPU9250陀螺仪检测到机身转过的绝对角度并将其转送给主控板,通过PID算法调整可旋推进器的速度差异,使旋转后角度接近理想角度。具体算法为本领域公知技术。

[0052] d. 三维运动:

[0053] 在补偿自重与浮力的差值的前提下,调节可旋推进器5的转向与转速,调节垂直推进器8的转速,可实现机器人的三维运动。具体来说,将可旋推进器调至相对于机身水平,其产生的水平推力用于提供水平方向的动力,垂直推进器产生的推力一部分用于抵消自重与浮力的差值,一部分用于提供垂直方向的动力。

[0054] 第二种模式,吸附游动:

[0055] a. 自由游动向吸附游动转换:

[0056] 当自由游动向吸附游动转换时,离心叶盘9正转,水从吸盘中孔1001进入空腔206,防水无刷电机3带动离心叶盘9高速旋转,抽取空腔12中的水,并将水从离心叶盘侧孔903甩出,水由排水通道11流向环境。可旋推进器摆至与机身垂直,四个推进器辅助吸附,直至机身与壁面平行。

[0057] b. 吸附游动:

[0058] 在机身与壁面平行时,将可旋推进器摆至与壁面水平。改变防水无刷电机3的转速

从而调节离心叶盘9转速,控制吸附力的大小,使机器人不与壁面接触,通过可旋控制推力大小可改变吸附游动的速度。

[0059] c.从吸附游动向自由游动切换:

[0060] 主控板调节防水无刷电机反转,从而使离心叶盘中的叶片反转,水反向流动,经排水通道、离心叶盘、空腔、吸盘中孔从吸盘排出,机器人脱离接触面;可旋推进器摆至与机体垂直,四个推进器辅助离开壁面。

[0061] 第三种模式,定点吸附:

[0062] a.自由游动向定点吸附转换:

[0063] 将可旋推进器摆至与机身垂直,四个推进器辅助吸附,与第二种模式的a相同。

[0064] b.定点吸附:

[0065] 加大防水无刷电机3转速使机器人接触壁面,直至吸盘内部的水被排尽并保持无水环境,此时可做定点吸附,吸附力集中,吸附力较大。

[0066] c.从定点吸附向自由游动切换:

[0067] 与第二种模式的c相同。

[0068] 实施例1

[0069] 本实施例提供一种兼具游动与吸附功能的水下机器人,包括机器人主体、游动装置与负压发生装置。

[0070] 机器人本体包括上板1、下壳体2、卡槽6、防水干仓4及安装在防水干仓中的电控装置;下壳体和上板之间具有一定间距,由支撑柱支撑上板使下壳体与上板之间具有能够容纳离心叶盘的排水通道空间;

[0071] 游动装置包括两个垂直推进器、两个可旋转推进器与两个防水舵机7。两个垂直推进器通过螺丝分别垂直对称安装于上板1前部的左右两侧,两个防水舵机7通过相应的舵机支架对称固定于上板尾端侧面,两个可旋推进器分别安装在对应的防水舵机7轴上,且可旋推进器的转动与防水干仓不发生干涉。

[0072] 所述负压发生装置包括防水无刷电机、离心叶盘、空腔与吸盘,所述防水无刷电机3通过螺丝固定于上板顶部中心,所述防水无刷电机的输出轴穿过上板中心与离心叶盘中心孔过盈连接;所述离心叶盘底部与下壳体中心孔相平;所述空腔由下壳体2中空形成;所述吸盘为橡胶材质,安装于下壳体六个吸盘安装孔处,所述吸盘中心设有吸盘中孔,吸盘中孔与空腔贯通。

[0073] 所述离心叶盘上部开小孔22,底部开放,斜侧面封闭,垂直侧面开放,内部含有7个叶片,叶片上下与叶盘斜侧面连接。

[0074] 在支撑孔外围的上板内壁上设置有向上板下边缘过渡的倾斜面104,所述上板1的底部外沿以45°等宽凹陷,形成倾斜面104,所述上板1设有六个支撑孔101,所述上板1与下壳体2通过六个支撑柱11连接。所述上板顶部设有两对卡槽6,所述卡槽6用于防水干仓4的固定,所述防水干仓4位于卡槽内,卡槽通过螺丝使防水干仓4紧固,所述防水干仓4为圆柱体,侧壁为塑料材质,盖子为塑胶材质且可拆卸,所述盖子嵌有空心螺丝,所述空心螺丝用于穿过电线且内部充满环氧树脂罐封胶,所述防水干仓4内部含有STM32F407主控板、MPU9250陀螺仪、航模电源、LM2596稳压模块、四个20A航模无刷电调,60A航模无刷电调等。所述上板两侧对称设有两个上板外沿102,所述上板外沿102设有螺孔,用于安装垂直推进

器7,所述上板后侧对称设有两个延伸平台103,所述延伸平台103呈长方体,设有螺孔,用于安装防水舵机。

[0075] 所述下壳体2内部中空,下壳体与离心叶盘之间的空间、上板与下壳体之间的空间,这两个空间构成排水通道,在支撑柱外围的下壳体边缘设置倒角面204,倒角面为向下壳体边缘倾斜的 $45^{\circ}$ 倒角外沿,由下壳体中心孔壁到支撑柱所在的圆周面之间通过凹陷面203连接过渡,凹陷面向下壳体中心孔倾斜的角度为 $30^{\circ}$ ,所述下壳体中心孔202与离心叶盘9下孔尺寸相符,支撑柱顶部设有螺孔,所述螺孔内设有螺纹;通过螺钉穿过上板的支撑孔与支撑柱固定。

[0076] 吸附过程:水由吸盘中孔1001进入空腔206,防水无刷电机3带动离心叶盘9高速旋转,抽取空腔206中的水,并将水从离心叶盘侧孔903甩出,水由排水通道11流向外环境。直至吸盘内部的水被排尽,机器人吸附于壁面。

[0077] 在机器人尚未与壁面接触时,通过改变防水无刷电机3的转速,调节离心叶盘9转速,从而控制吸附力的大小,此时可做吸附游动;当机器人接触壁面时,维持防水无刷电机3转速,以保持吸盘10内部处于无水环境,此时可做定点吸附;防水无刷电机反转可使水反向流动,经排水通道、空腔、吸盘中孔进入吸盘,失去吸附力,机器人脱离接触面。

[0078] 上板顶部设置了上板外延102以放置两个垂直推进器8,设置了延伸平台103以放置防水舵机7,同时上板顶部与卡槽6的下部分为一体,用于放置防水干仓4。

[0079] 所述防水干仓的干仓盖子上嵌有空心螺丝,用于处理电线进干仓时的防水问题,具体操作为:干仓盖子设置小孔,将空心螺丝从两侧穿过小孔并拧合在一起,电线通过空心螺丝中部空心孔穿入干仓内部,环氧树脂罐密封胶将螺丝空心孔密封。

[0080] 本发明中机器人主体能将游动结构和吸附结构给结合起来,合理地设置了排水通道(上板与下壳体之间通过六个支撑柱架空形成排水通道),本发明中设置四个推进器,前部的两个推进器垂直固定安装,后部两个推进器通过防水舵机安装,防水舵机能够控制可旋推进器自旋转,方便后两个推进器改变施力方向;

[0081] 本发明中机器人的离心叶盘底部从空腔内抽水,间接抽走吸盘中的水,将吸附力集中在吸盘部位,由吸盘吸附在特定壁面上;反向作用时释放吸附,水从排水通道流入离心叶盘,经空腔进入吸盘,使吸盘失去吸附力。这种设置方式克服了现有技术仅使用离心叶盘进行吸附的方式而导致吸附力发散的问题,且相比于水泵抽水的方式能耗更小;

[0082] 本发明中,机器人航态多样,可搭接功能模块实现广泛应用,自由游动时能够完成水下勘察等任务,吸附游动时未接触壁面,便于移动,可应用于壁面检测与清洁,机器人定点吸附时固定于壁面,吸力强,可贴于壁面进行定点观测,贴于船底观测行驶时水下环境的变化等。

[0083] 本发明未述及之处适用于现有技术。

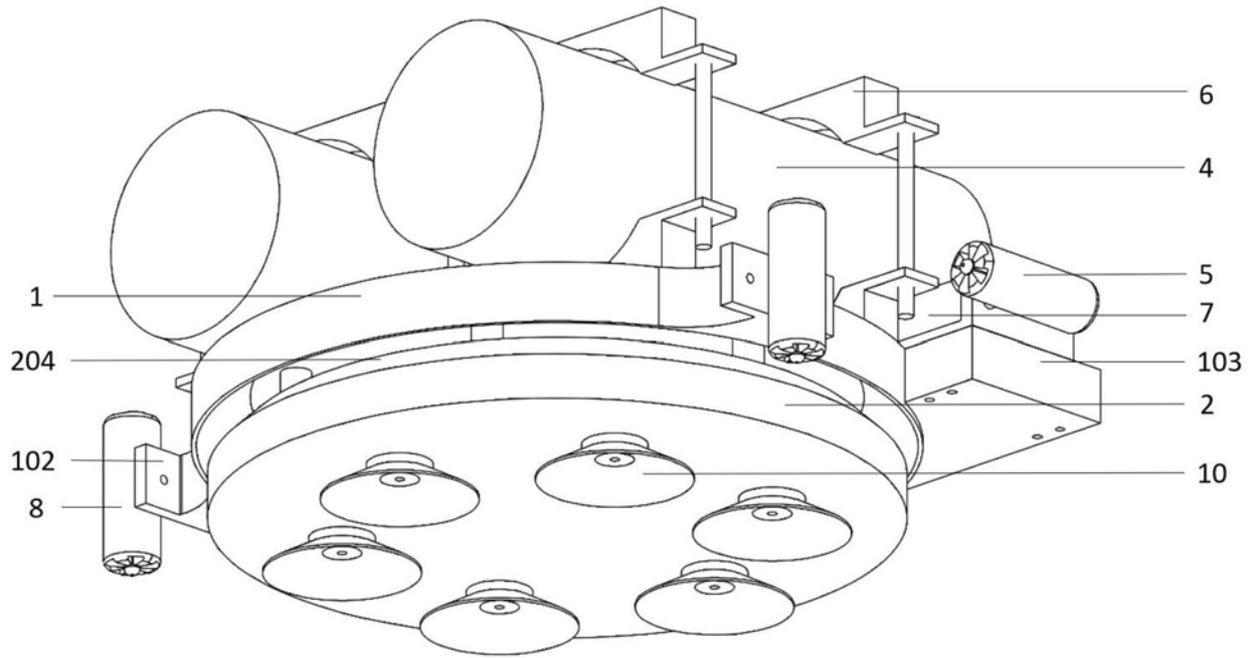


图1

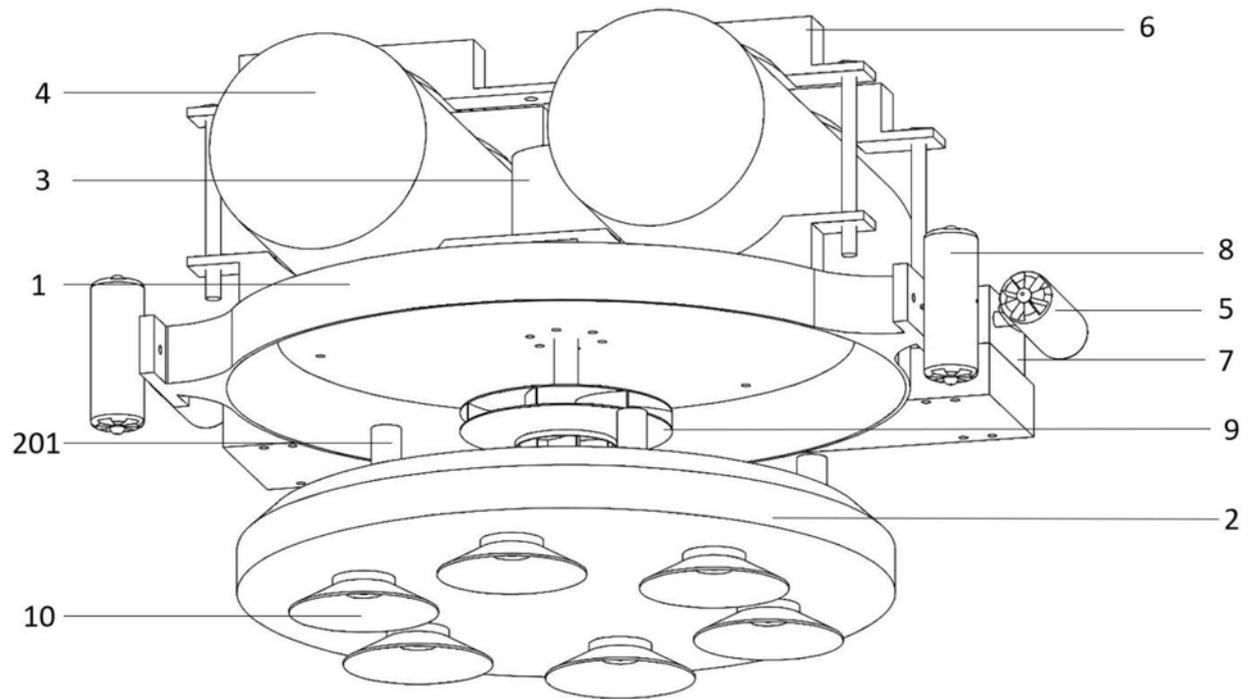


图2

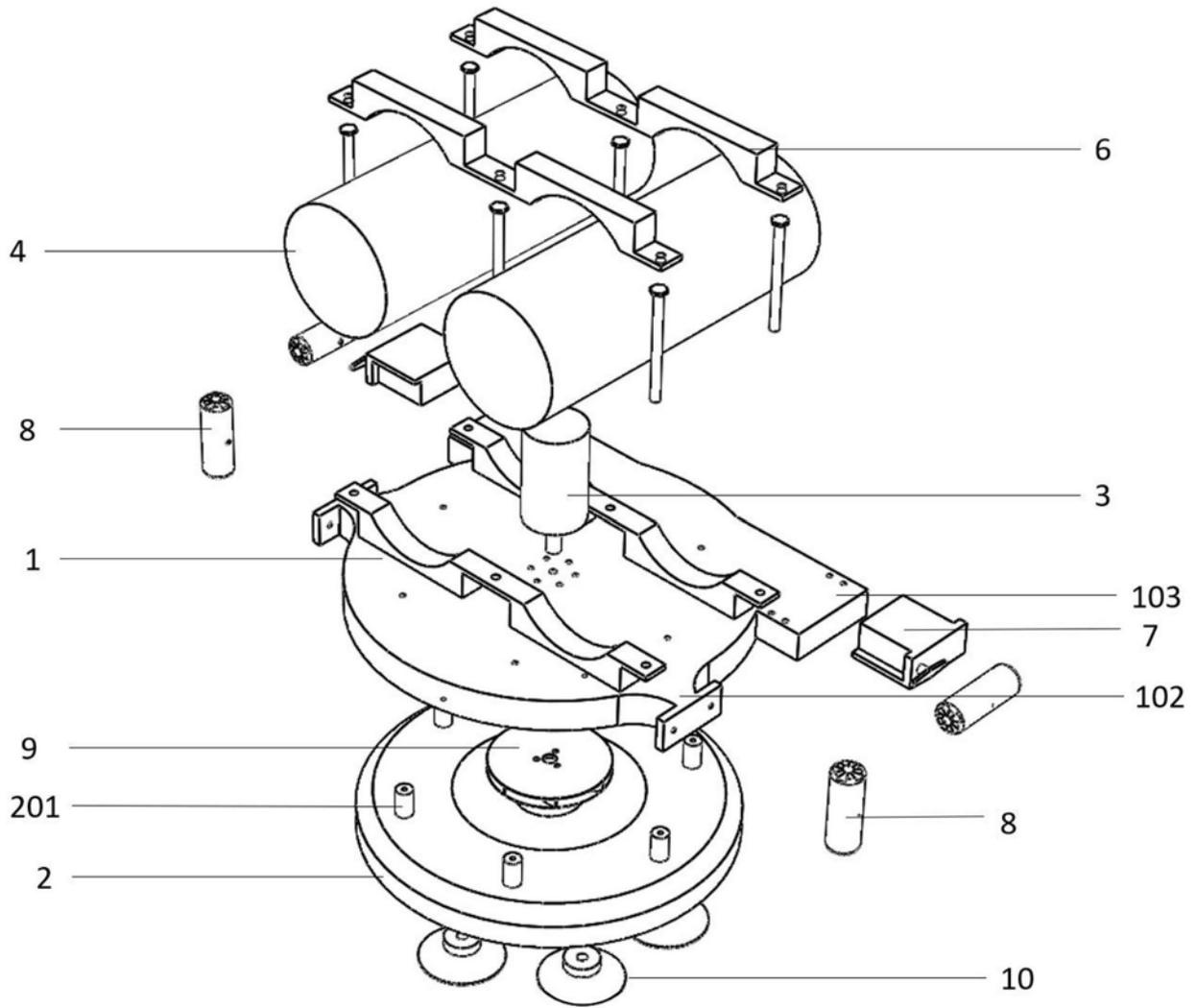


图3

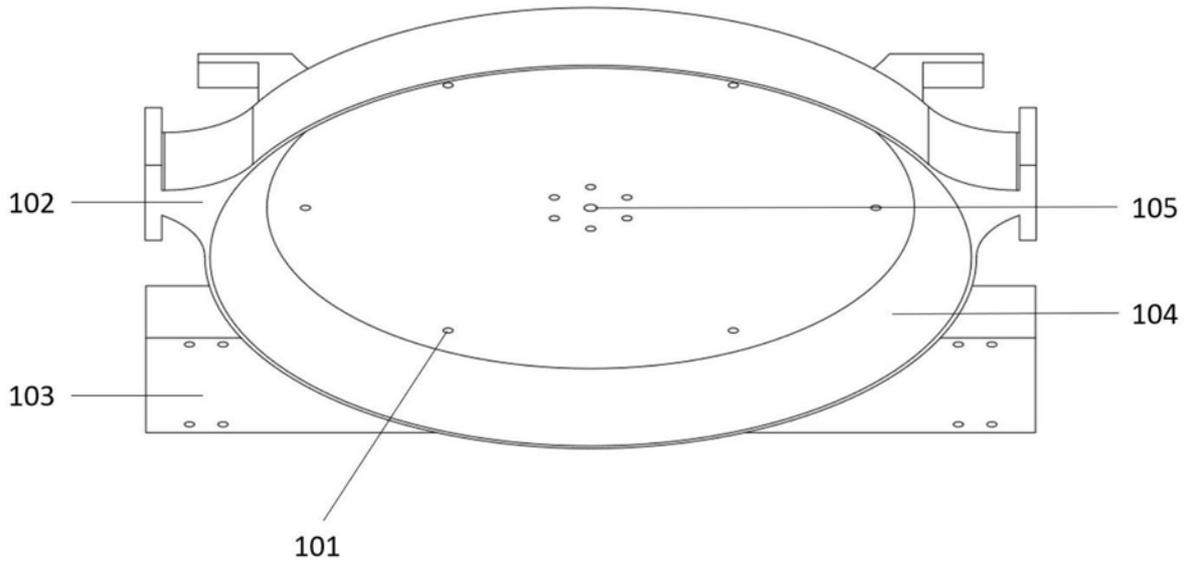


图4

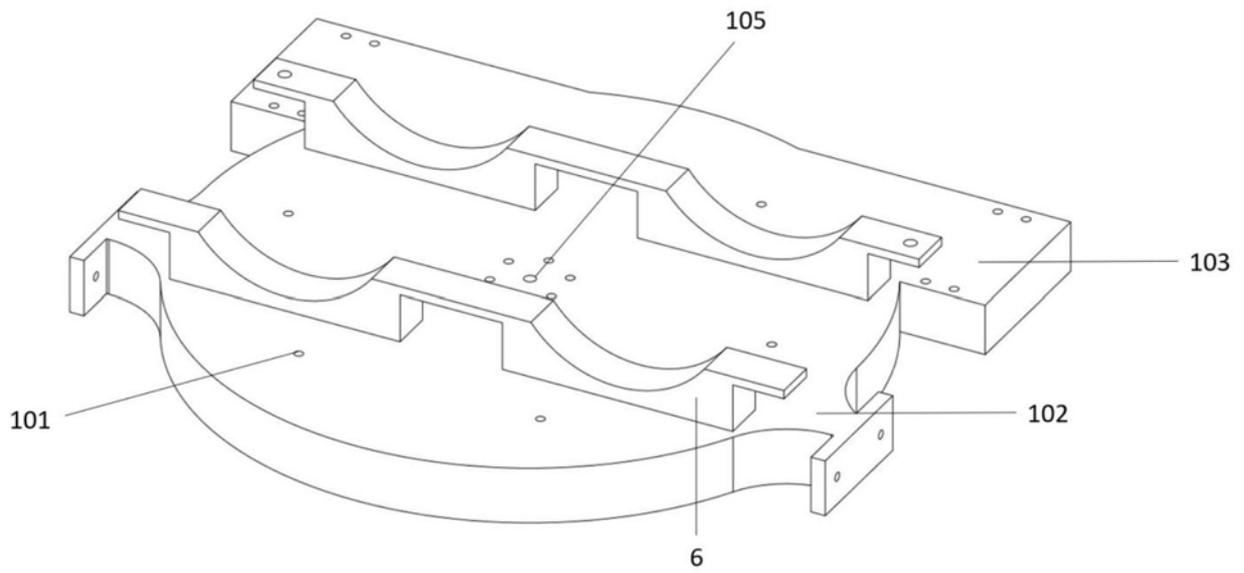


图5

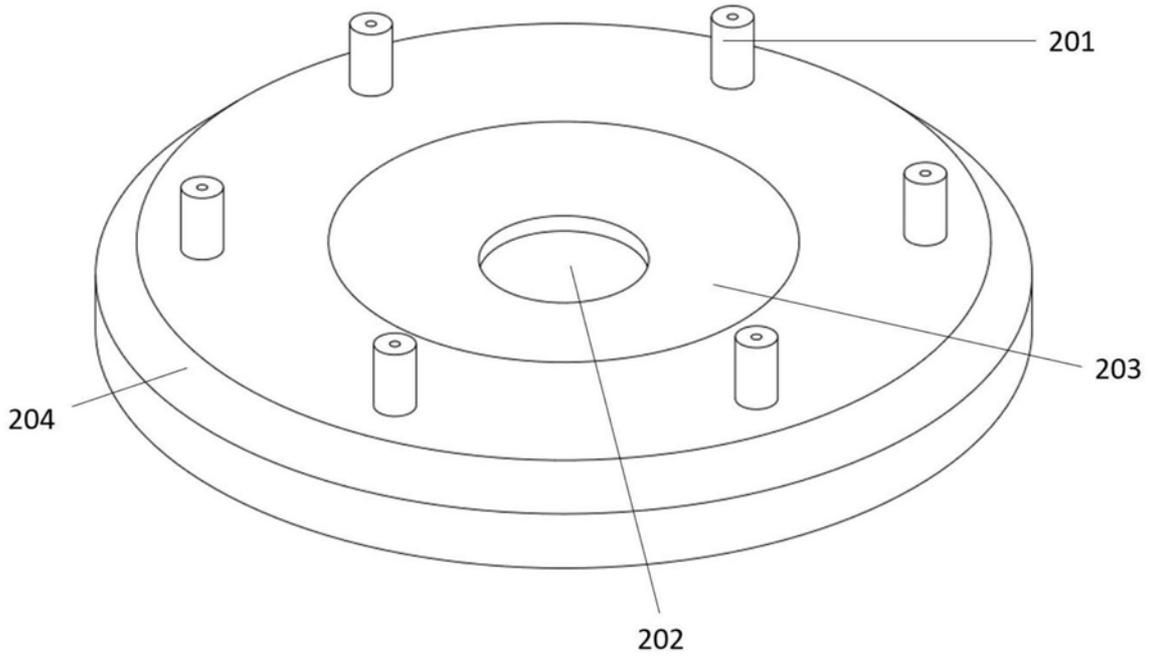


图6

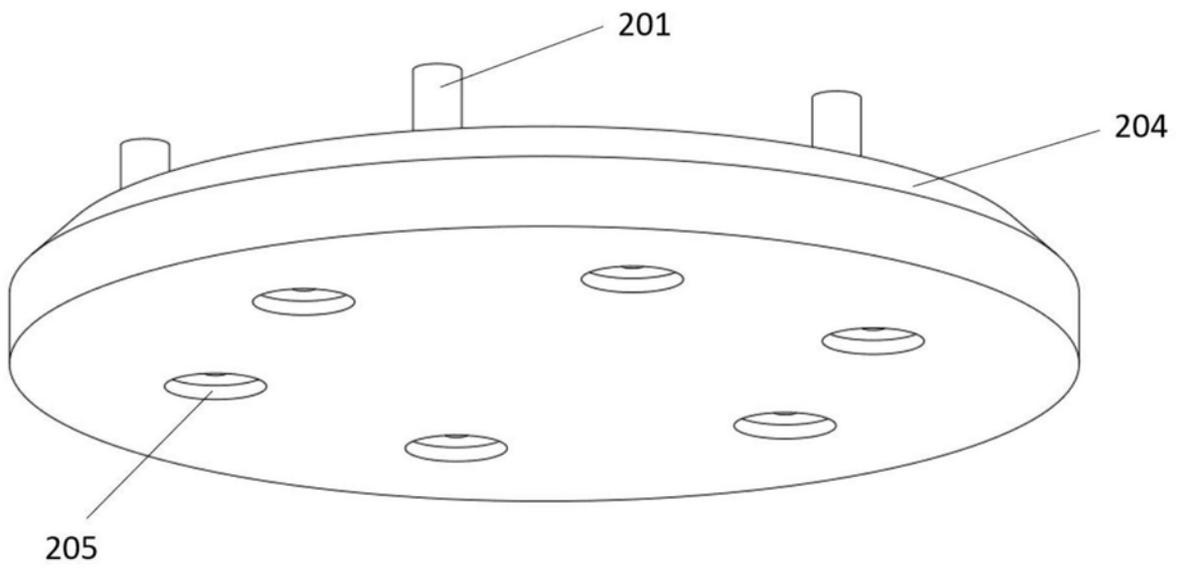


图7

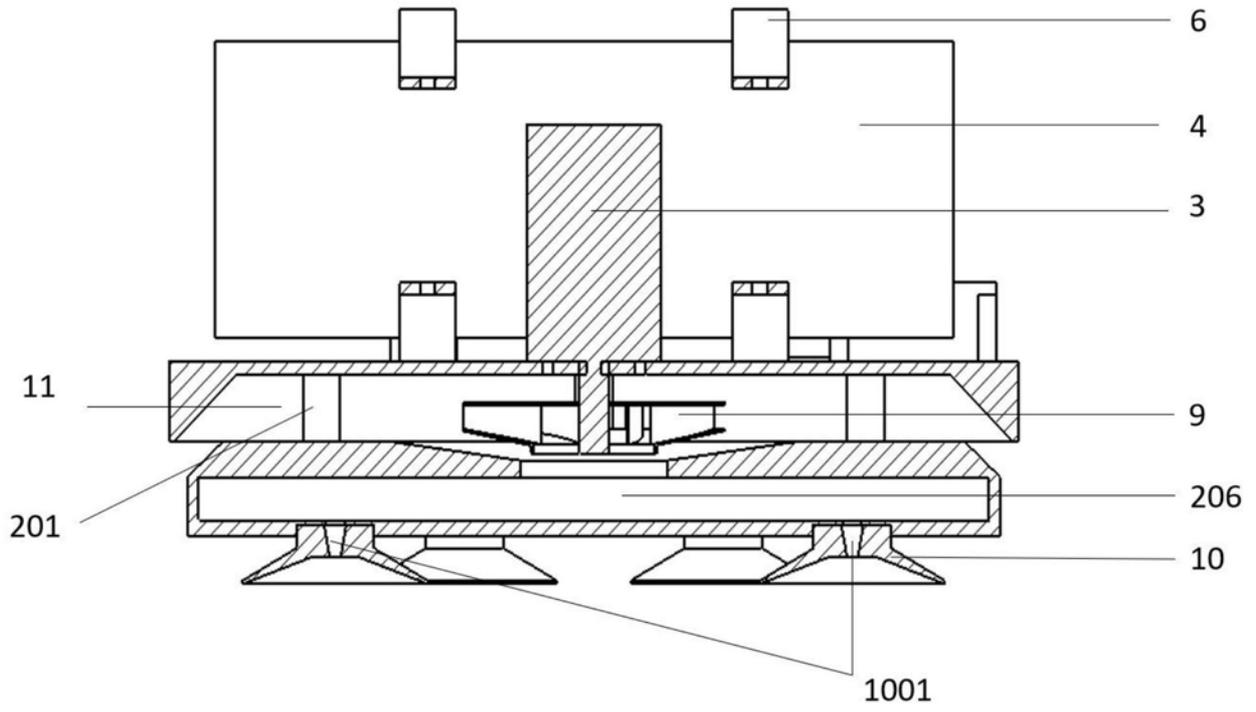


图8

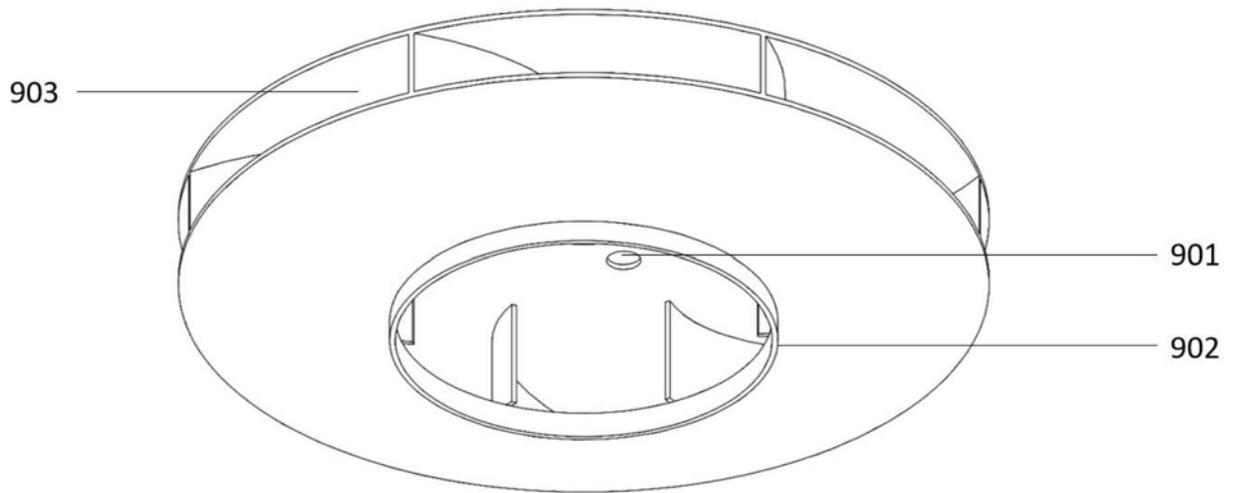


图9