



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109227527 A

(43)申请公布日 2019.01.18

(21)申请号 201811203153.0

(22)申请日 2018.10.16

(71)申请人 同济大学

地址 200092 上海市杨浦区四平路1239号

(72)发明人 符长虹 胡嘉文 李一鸣

(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 杨元焱

(51)Int.Cl.

B25J 9/06(2006.01)

B25J 11/00(2006.01)

B25J 17/02(2006.01)

B25J 19/02(2006.01)

B64C 39/02(2006.01)

B64D 47/00(2006.01)

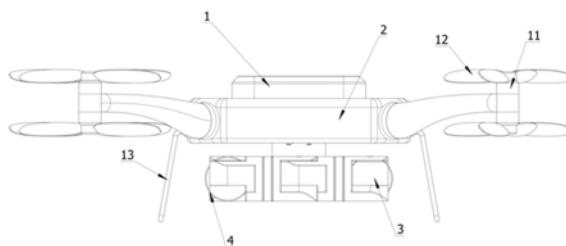
权利要求书2页 说明书5页 附图15页

(54)发明名称

一种基于首尾双头蛇形机械臂的无人机搜救装置及其应用

(57)摘要

本发明涉及一种基于首尾双头蛇形机械臂的无人机搜救装置及其应用,包括多旋翼无人机,所述多旋翼无人机内设有机载控制系统,还包括连接于多旋翼无人机底部的首尾双头蛇形机械臂,通过对接模块实现与多旋翼无人机的自动可拆卸连接,所述首尾双头蛇形机械臂包括可折叠蛇身段以及位于可折叠蛇身段上、下端的尾端和首端,所述尾端设有尾端双目视觉系统,所述多旋翼无人机的底部设有有机载双目视觉系统,所述首端设有蛇形机械臂控制系统与首端双目视觉系统。本发明解决了普通搜救机器人在复杂狭窄的环境中无法工作、难以发现深埋隐藏物体、搜救效率低的问题,并具有耐恶劣环境、高效率等优点。



1. 一种基于首尾双头蛇形机械臂的无人机搜救装置,包括多旋翼无人机(1),所述多旋翼无人机(1)内设有机载控制系统(2),

其特征在于,还包括连接于多旋翼无人机(1)底部的首尾双头蛇形机械臂(3),通过对接模块(35)实现与多旋翼无人机(1)的自动可拆卸连接,

所述首尾双头蛇形机械臂(3)包括可折叠蛇身段以及位于可折叠蛇身段上、下端的尾端(34)和首端(33),

所述尾端(34)设有尾端双目视觉系统(343),所述多旋翼无人机(1)的底部设有机载双目视觉系统(13),所述首端(33)设有蛇形机械臂控制系统(4)与首端双目视觉系统(333)。

2. 根据权利要求1所述的无人机搜救装置,其特征在于,所述对接模块(35)包括设于尾端(34)上的尾端卡爪(351)和设于多旋翼无人机(1)底部的机载卡爪(352),所述尾端双目视觉系统(343)搜索机载卡爪(352)的位置,所述机载卡爪(352)与尾端卡爪(351)实现抠合。

3. 根据权利要求2所述的无人机搜救装置,其特征在于,所述机载卡爪(352)与尾端卡爪(351)均由三个成 120° 角的卡接块组成,所述机载卡爪(352)上设有电磁铁(353),所述尾端卡爪(351)上设有磁铁(354),所述机载卡爪(352)与尾端卡爪(351)卡接后电磁铁(353)通电与磁铁(354)吸合。

4. 根据权利要求1所述的无人机搜救装置,其特征在于,所述可折叠蛇身段由多节转动连接单元(31)串联连接组成,所述转动连接单元(31)包括从动件(311)和主动件(312),所述从动件(311)和主动件(312)之间通过x轴传动轴(315)活动连接,所述从动件(311)和主动件(312)上下端设有z轴传动轴(313),其中,所述x轴传动轴(315)的轴向垂直于可折叠蛇身段长度方向,所述z轴传动轴(313)的轴向平行于可折叠蛇身段长度方向。

5. 根据权利要求4所述的无人机搜救装置,其特征在于,所述转动连接单元(31)之间通过紧箍圈(32)连接,所述主动件(312)内安装有关节电池(317)和关节控制器(318),所述x轴传动轴(315)连接x轴电机(316)并控制从动件(311)绕x轴旋转,所述z轴传动轴(313)连接z轴电机(314)并控制从动件(311)绕z轴转动。

6. 根据权利要求1所述的无人机搜救装置,其特征在于,所述首端(33)上安装有传感器模块(331)和照明模块(332),所述尾端(34)上安装有照明模块(342)。

7. 根据权利要求1所述的无人机搜救装置,其特征在于,所述多旋翼无人机(1)为八马达四旋翼无人机,包括8个旋翼电机(11)、8个螺旋桨(12)以及两个撑脚(13),所述旋翼电机呈四对共轴布置,两对相邻的电机两两反向旋转,每对电机中两个电机上下布置且旋转方向相同,与螺旋桨一起构成无人机的动力系统。

8. 根据权利要求1所述的无人机搜救装置,其特征在于,所述尾端双目视觉系统(343)、机载双目视觉系统(13)、蛇形机械臂控制系统(4)以及首端双目视觉系统(333)均是基于ARM微处理器的系统。

9. 如权利要求1-8任一项所述的无人机搜救装置的应用,其特征在于,该装置用于搜救工作,具体步骤为:

(a) 救援地点判断:机载控制系统(2)控制无人机到达救援地点区域上方;

(b) 首尾双头蛇形机械臂自主搜救:将首尾双头蛇形机械臂(3)释放至搜救区域进行搜救,并将信息传输回无人机;

(c) 首尾双头蛇形机械臂返回: 搜救工作完成后, 首尾双头蛇形机械臂 (3) 到达无人机静止地点并与无人机对接, 共同返回。

10. 根据权利要求9所述的无人机搜救装置的应用, 其特征在于,

步骤 (a) 具体为: 蛇形机械臂控制系统 (4) 控制首尾双头蛇形机械臂 (3) 的首部三关节进行360度旋转, 利用首端双目视觉系统 (311) 采集周围环境信息之后, 分析回传图像信息, 机载控制系统 (2) 根据图像信息自主判断搜救区域并控制无人机到达该区域上方。

步骤 (b) 具体为: 无人机抵达救援区域上空后, 蛇形机械臂控制系统 (4) 控制盘缩在无人机底部的蛇形机械臂伸展, 待到首尾双头蛇形机械臂 (3) 的首端接触到地面后, 首尾双头蛇形机械臂 (3) 的尾端与无人机分离。蛇形机械臂进入到底部复杂环境中作业, 通过首端双目视觉系统 (311) 实现避障, 通过传感器 (312) 感知生命信息并通过蛇形机械臂控制系统 (4) 将信息传输回无人机。

步骤 (c) 具体为: 搜救任务完成后, 蛇形机械臂控制系统将蛇形机械臂的GPS信息发送给无人机机载控制系统, 无人机机载控制系统控制飞机降落在蛇形机械臂位置附近, 等候对接。同时蛇形机械臂控制系统控制蛇形机械臂到达静止在地面上的无人机下部; 根据无人机底部的机载卡爪在图像中的位置, 控制尾端卡爪与无人机底部的搭接机构精准对接。

一种基于首尾双头蛇形机械臂的无人机搜救装置及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机技术领域,具体涉及一种基于首尾双头蛇形机械臂的无人机搜救装置及其应用。

背景技术

[0002] 目前,救灾机器人发展迅速,技术日益成熟,并进入实用化阶段,日本、美国、英国等已开始装备使用。在灾难现场中,救灾机器人应能迅速找到幸存者的位置。日本大阪大学研制出蛇形机器人,能在高低不平的模拟废墟上前进,其顶端带有一部小型监视器,身体部位安装传感器,可以在地震后的废墟里寻找幸存者。美国iRobot公司研制了PackBot系列机器人,能适应崎岖不平的地形环境和爬楼梯,主要执行侦察任务、寻找幸存者、勘探化学品泄漏等任务。InuKtun公司研制了机器人MicroVGTV,机身可变位,采用电缆控制,含有直视的彩色摄像头,并带有微型话筒和扬声器,可用于与压在废墟中的幸存者通话,适用于在小的孔洞和空间中执行任务。除了前面的中小型救灾机器人,微型救灾机器人也正在研究中,美国加州大学伯克利分校研制出世界第一个苍蝇机器人,通过装在它脑袋上的微型传感器与微型摄像机,可以到倒塌的建筑物废墟底下或其他灾难场所寻找幸存者。

[0003] 蛇形机器人是一种能够模仿生物蛇运动的新型仿生机器人,蛇体采用模块化设计思路,利用多关节来模拟蛇类生物的柔软身体;作为一种特种机器人,蛇形机械臂具有多自由度、灵活性与机动性强、环境适应性强等优点,能够躲避障碍和克服奇异点。因而能够用于各种复杂狭小封闭环境作业以及高柔性操作等领域。将蛇形臂安装于火星车上,可以用于钻孔、爬悬崖或者进入狭窄的裂隙去进行探测活动;将蛇形臂安装于移动平台(移动机器人)上,可以用于管道检测以及公共场合的安检、排爆;将蛇形臂安装于工业机器人末端可以用于飞机复杂箱体内的加工装配、发动机检测以及飞机壁板的涂胶等;蛇形臂还可以用于医疗,设计小型的移动机器人,进入人体器官(如肠道、血管)完成手术和定点给药是机器人研究的一个新的热门领域。

[0004] 目前,蛇形机器人整体构造更加小巧,灵活性更高。在地震救援中,蛇形机器人起到的作用更多的是搜索而非直接营救。由于其独特的构造以及灵活性,蛇形机器人能够更好地进入狭小的空间,通过自身携带的摄像头与传感器给搜救人员传输救援信息,如中国专利CN108326858A公开了一种蛇形机械臂的姿态获取系统及其使用方法,包括蛇形机械臂以及反射镜,反射镜设置在蛇形机械臂的一侧,蛇形机械臂设置有摄像组件,且摄像组件朝向反射镜设置,用以获取蛇形机械臂于反射镜上的影像。但由于灾后环境地域辽阔、地形复杂,受限于其自身的运动速度,蛇形机器人很难到达救援地点,且到达救援地点完成搜救任务后很难退出救援环境。

[0005] 目前,多旋翼无人机正在广泛研究并制造中,可以用于高危险环境完成指定任务比如森林灭火或者人员救援,也可代替人工更高效地实现运输或者监测任务。无人机将进一步设计成高性价比、高机动性的快速救灾机器人,各个研究机构正在开发能够快速响应城市救援的无人机,例如在地震后迅速找到倒塌建筑物中的遇难者。目前,无人机用于救援

已经超过了10年,但由于无人机的体积、灵活性的限制,其自身深入灾后环境(废墟、倒塌建筑物等)进行探测仍然是一个没有解决的问题。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了解决上述问题而提供一种基于首尾双头蛇形机械臂的无人机搜救装置及其应用,实现无人机机载蛇形机械臂的抛放与回收,实现在复杂恶劣的环境中的救援。

[0007] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0008] 一种基于首尾双头蛇形机械臂的无人机搜救装置,包括多旋翼无人机,所述多旋翼无人机内设有机载控制系统,还包括连接于多旋翼无人机底部的首尾双头蛇形机械臂,通过对接模块实现与多旋翼无人机的自动可拆卸连接,所述首尾双头蛇形机械臂包括可折叠蛇身段以及位于可折叠蛇身段上、下端的尾端和首端,所述尾端设有尾端双目视觉系统,所述多旋翼无人机的底部设有机载双目视觉系统,所述首端设有蛇形机械臂控制系统与首端双目视觉系统。

[0009] 进一步地,所述对接模块包括设于尾端上的尾端卡爪和设于多旋翼无人机底部的机载卡爪,所述尾端双目视觉系统搜索机载卡爪的位置,所述机载卡爪与尾端卡爪实现抠合。

[0010] 进一步地,所述机载卡爪与尾端卡爪均由三个成 120° 角的卡接块组成,所述机载卡爪上设有电磁铁,所述尾端卡爪上设有磁铁,所述机载卡爪与尾端卡爪卡接后电磁铁通电与磁铁吸合。

[0011] 进一步地,所述可折叠蛇身段由多节转动连接单元串联连接组成,所述转动连接单元包括从动件和主动件,所述从动件和主动件之间通过x轴传动轴活动连接,所述从动件和主动件上下端设有z轴传动轴,其中,所述x轴传动轴的轴向垂直于可折叠蛇身段长度方向,所述z轴传动轴的轴向平行于可折叠蛇身段长度方向。

[0012] 进一步地,所述转动连接单元之间通过紧箍圈连接,所述主动件内安装有关节电池和关节控制器,所述x轴传动轴连接x轴电机并控制从动件绕z轴旋转,所述z轴传动轴连接z轴电机并控制从动件绕x轴转动。

[0013] 进一步地,所述首端上安装有传感器模块和照明模块,所述尾端上安装有照明模块。

[0014] 进一步地,所述多旋翼无人机为八马达四旋翼无人机,包括8个螺旋桨、8个旋翼电机以及两个撑脚,所述旋翼电机呈四对共轴布置,两对相邻的电机两两反向旋转,每对电机中两个电机上下布置且旋转方向相同,与螺旋桨一起构成无人机的动力系统。

[0015] 进一步地,所述尾端双目视觉系统、机载双目视觉系统、蛇形机械臂控制系统以及首端双目视觉系统均是基于ARM微处理器的控制系统。

[0016] 该装置用于搜救工作,具体步骤为:

[0017] (a) 救援地点判断:机载控制系统控制无人机到达救援地点区域上方;

[0018] (b) 首尾双头蛇形机械臂自主搜救:将首尾双头蛇形机械臂释放至搜救区域进行搜救,并将信息传输回无人机;

[0019] (c) 首尾双头蛇形机械臂返回:搜救工作完成后,首尾双头蛇形机械臂自主返回无

人机抛放地点并与无人机连接,共同返回。

[0020] 步骤(a)具体为:蛇形机械臂控制系统控制首尾双头蛇形机械臂的首部三关节进行360度旋转,利用首端双目视觉系统采集周围环境信息之后,分析回传图像信息,机载控制系统根据图像信息自主判断搜救区域并控制无人机到达该区域上方。

[0021] 步骤(b)具体为:无人机抵达救援区域上空后,蛇形机械臂控制系统控制盘缩在无人机底部的蛇形机械臂伸展,待到首尾双头蛇形机械臂的首端接触到地面后,首尾双头蛇形机械臂的尾端与无人机分离。蛇形机械臂进入到底部复杂环境中作业,通过首端双目视觉系统实现避障,通过传感器感知生命信号并通过蛇形机械臂控制系统将信息传输回无人机。

[0022] 步骤(c)具体为:搜救任务完成后,蛇形机械臂控制系统将蛇形机械臂的GPS信息发送给无人机机载控制系统,无人机机载控制系统控制飞机降落在蛇形机械臂位置附近,等候对接。同时蛇形机械臂控制系统控制蛇形机械臂到达静止在地面上的无人机下部;根据无人机底部的机载卡爪在图像中的位置,控制尾端卡爪与无人机底部的搭接机构精准对接。

[0023] 本发明解决了目前普通搜救机器人在复杂狭窄的环境中无法工作、难以发现深埋隐藏物体、搜救效率低的问题,通过在无人机底部安装首尾双头蛇形机械臂,通过首尾双头蛇形机械臂与无人机的配合,可在恶劣环境中使用,顺利完成高效搜救工作。

附图说明

- [0024] 图1为本发明装置的正视图(蛇体盘附状态下);
- [0025] 图2为本发明装置的仰视图(蛇体盘附状态下);
- [0026] 图3为本发明装置的等轴测图(蛇体盘附状态下);
- [0027] 图4为本发明装置的正视图(蛇体伸展状态下);
- [0028] 图5为本发明装置的等轴测图(蛇体伸展状态下);
- [0029] 图6为本发明装置的正视图(蛇体与无人机对接状态下);
- [0030] 图7为本发明装置的等轴测图(蛇体与无人机对接状态下);
- [0031] 图8、9为本发明装置首尾双头蛇形机械臂的主视图;
- [0032] 图10-14为本发明装置首尾双头蛇形机械臂转动连接单元的结构图;
- [0033] 图15、16为本发明装置首尾双头蛇形机械臂尾端对接模块的结构图;
- [0034] 图17、18为本发明装置首尾双头蛇形机械臂首端的结构图;
- [0035] 图19为本发明装置控制过程的原理图。

具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

[0037] 实施例

[0038] 一种基于首尾双头蛇形机械臂的无人机搜救装置,参考图1-7,包括多旋翼无人机1,还包括连接于多旋翼无人机1底部的首尾双头蛇形机械臂3,其中,多旋翼无人机1为八马达四旋翼无人机,包括8个旋翼电机11、8个螺旋桨12以及两个撑脚13,旋翼电机呈四对共轴布置,两对相邻的电机两两反向旋转,每对电机中两个电机上下布置且旋转方向相同,与螺

旋桨一起构成无人机的动力系统,多旋翼无人机1内设有机载控制系统2。

[0039] 参考图8-14,首尾双头蛇形机械臂3包括可折叠蛇身段以及位于可折叠蛇身段上、下端的尾端34和首端33,尾端34设有尾端双目视觉系统343,多旋翼无人机1的底部设有机载双目视觉系统13,首端33设有蛇形机械臂控制系统4与首端双目视觉系统333。可折叠蛇身段由多节转动连接单元31串联连接组成,转动连接单元31包括从动件311和主动件312,从动件311和主动件312之间通过x轴传动轴活动连接,从动件311和主动件312上下端设有z轴传动轴313,其中,x轴传动轴的轴向垂直于可折叠蛇身段长度方向,z轴传动轴313的轴向平行于可折叠蛇身段长度方向。转动连接单元31之间通过紧箍圈32连接,主动件312内安装有关节电池317和关节控制器318,x轴传动轴连接x轴电机316并控制从动件311绕z轴旋转,z轴传动轴313连接z轴电机314并控制从动件311绕x轴转动。参考图17-18,首端33上安装有传感器模块331和照明模块332,尾端34上安装有照明模块342。

[0040] 首尾双头蛇形机械臂3通过对接模块35实现与多旋翼无人机1的自动可拆卸连接,如图15、16,对接模块35包括设于尾端34上的尾端卡爪351和设于多旋翼无人机1底部的机载卡爪352,尾端双目视觉系统343搜索机载卡爪352的位置,机载卡爪352与尾端卡爪351实现抠合。机载卡爪352与尾端卡爪351均由三个成 120° 角的卡接块组成,机载卡爪352上设有电磁铁353,尾端卡爪351上设有磁铁354,机载卡爪352与尾端卡爪351卡接后电磁铁354通电与磁铁354吸合。

[0041] 参考图19,尾端双目视觉系统343、机载双目视觉系统13、蛇形机械臂控制系统4以及首端双目视觉系统333均是基于ARM微处理器的控制系统。蛇形机械臂控制系统分为主控制器、关节控制器与两者之间的通讯总线。关节控制器安装于蛇形机械臂的每个机械关节内部,控制照明模块(首端、尾端配备)、传感器模块(首端配备)、电源模块、电机模块、惯性测量模块、通信模块、对接模块;照明模块负责探照黑暗环境中的物体,传感器模块负责探测生命信号,电源模块负责供电,电机模块负责驱动,惯性测量模块负责计算本关节的运动姿态,通信模块负责信息传输。该系统可以控制蛇形机械臂各个关节的x轴与z轴电机的转速与转向,通过不同的运动组合实现蛇形机械臂整体的翻滚、盘绕、前进等运动。搜救过程中,蛇形机械臂通过首端双目视觉系统寻找救援目标、通过首端传感器探测生命信号;搜救任务完成后,蛇形机械臂控制系统将蛇形机械臂的GPS信息发送给无人机机载控制系统,无人机机载控制系统控制飞机降落在蛇形机械臂位置附近,等候对接。

[0042] 无人机机载控制系统通过控制八个旋翼电机的转速与转向控制无人机的姿态。搜救完成后,该系统接收蛇形机械臂控制系统回传的GPS信息,控制无人机飞抵蛇形机械臂位置附近。同时,该系统还接收机载双目视觉系统回传的蛇形机械臂位置信息,控制无人机降落至蛇形机械臂附近,等候对接。

[0043] 双目视觉系统利用双目摄像头将被检测目标转换成图像信号,发送给微处理器。微处理器根据系统的种类(首端、尾端、机载)完成相应的任务。首端双目视觉系统包括ARM微处理器、双目摄像头、通信模块。微处理器根据回传的图像信号建立出周围环境,并将环境信息发送给蛇形机械臂控制系统。蛇形机械臂控制系统根据环境信息来控制蛇形机械臂各个机械关节的运动,实现蛇形机械臂整体的前进、盘绕、滚动等运动,避开障碍、深入复杂环境中完成救援任务。

[0044] 尾端双目视觉系统包括ARM微处理器、双目摄像头、通信模块。微处理器根据回传

的图像信号建立出周围环境,并将环境信息发送给蛇形机械臂控制系统。蛇形机械臂控制系统根据环境信息来控制蛇形机械各个机械关节的运动,控制蛇形机械臂到达静止在地面上的无人机下部;根据无人机底部的机载卡爪在图像中的位置,控制尾端卡爪与无人机底部的搭接机构精准对接。

[0045] 机载双目视觉系统包括ARM微处理器、双目摄像头、通信模块。微处理器根据回传的图像信号识别出蛇形机械臂,并将位置信息发送给无人机控制系统。无人机控制系统控制无人机飞抵蛇形机械臂附近并降落至地面,等待蛇形机械臂与无人机对接。对接的时候无人机是静止的,无人机根据蛇形机械臂发送的GPS信息飞抵蛇形机械臂附近位置,然后根据机载双目视觉系统识别出蛇形机械臂的精确位置,降落至附近。

[0046] 具体搜救时,蛇形机械臂控制系统4控制首尾双头蛇形机械臂3的首部三关节进行360度旋转,利用首端双目视觉系统31采集到周围环境信息之后,分析回传的图像信息,机载控制系统2根据图像信息自主判断搜救区域并控制无人机到达该区域上方。无人机抵达救援区域上空后,蛇形机械臂控制系统4控制盘缩在无人机底部的蛇形机械臂伸展,待到首尾双头蛇形机械臂3的首端接触到地面后,首尾双头蛇形机械臂3的尾端与无人机分离。蛇形机械臂进入到底部的复杂环境中作业,通过首端双目视觉系统31实现避障,通过传感器312感知生命信息并通过蛇形机械臂控制系统4将信息传输回无人机。搜救任务完成后,蛇形机械臂控制系统将蛇形机械臂的GPS信息发送给无人机机载控制系统,无人机机载控制系统控制飞机降落在蛇形机械臂位置附近,等候对接。同时蛇形机械臂控制系统控制蛇形机械臂到达静止在地面上的无人机下部;根据无人机底部的机载卡爪在图像中的位置,控制尾端卡爪与无人机底部的搭接机构精准对接。

[0047] 上述的对实施例的描述是为便于该技术领域的普通技术人员能理解和使用发明。熟悉本领域技术的人员显然可以容易地对这些实施例做出各种修改,并把在此说明的一般原理应用到其他实施例中而不必经过创造性的劳动。因此,本发明不限于上述实施例,本领域技术人员根据本发明的揭示,不脱离本发明范畴所做出的改进和修改都应该在本发明的保护范围之内。

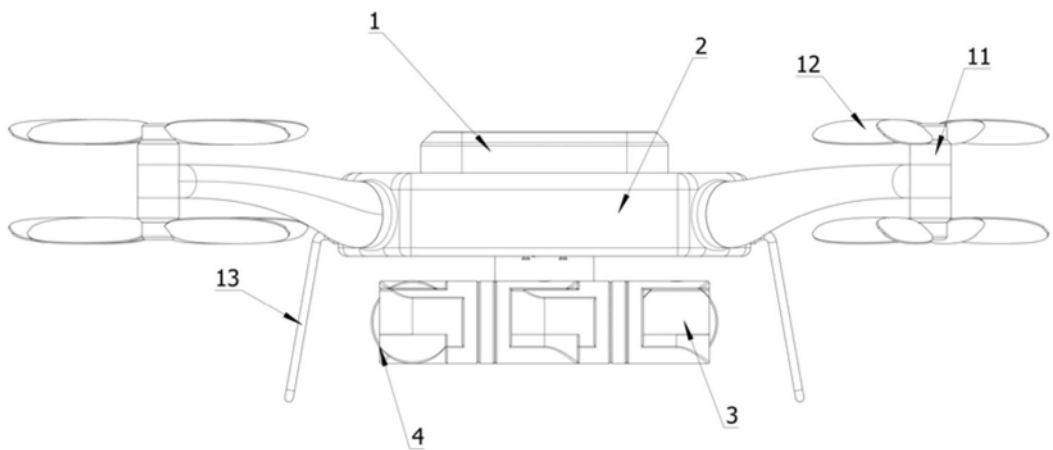


图1

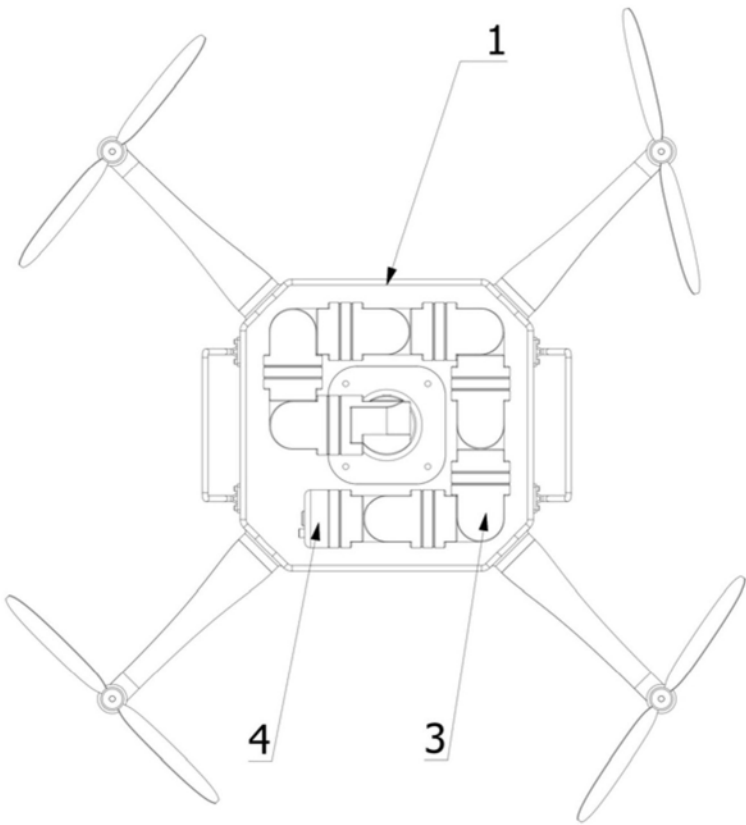


图2

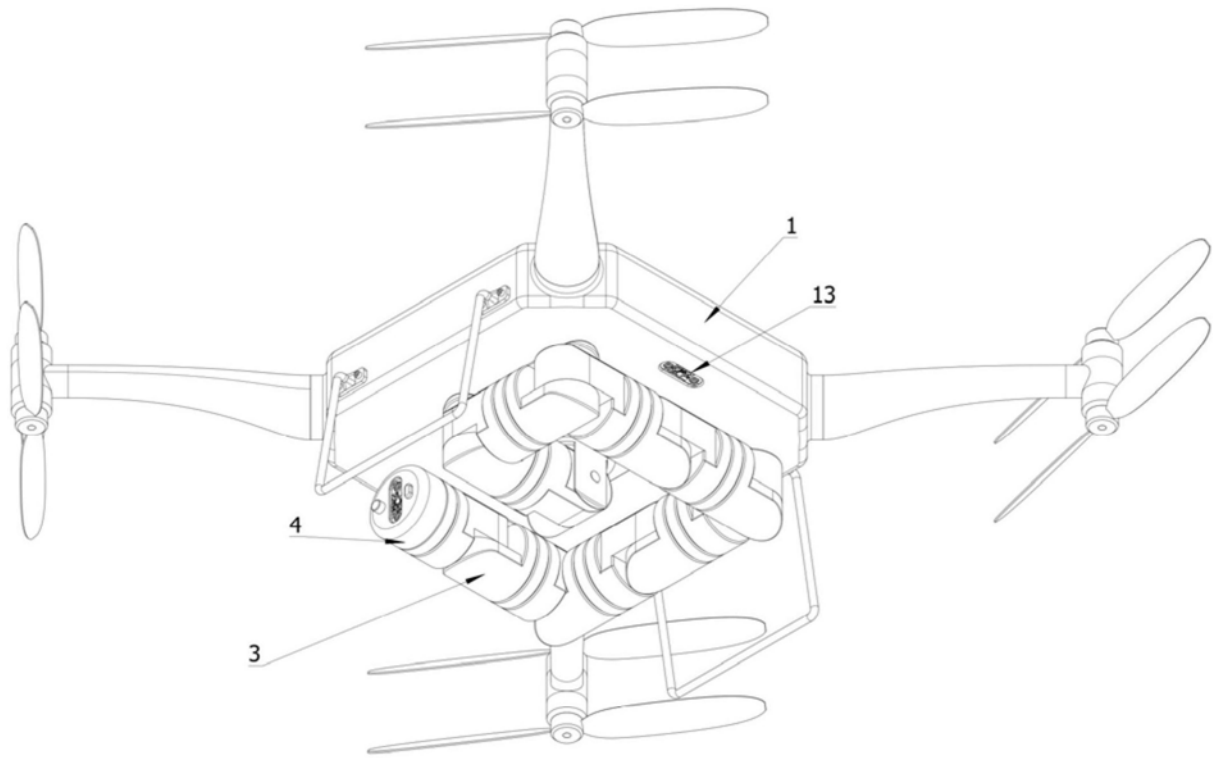


图3

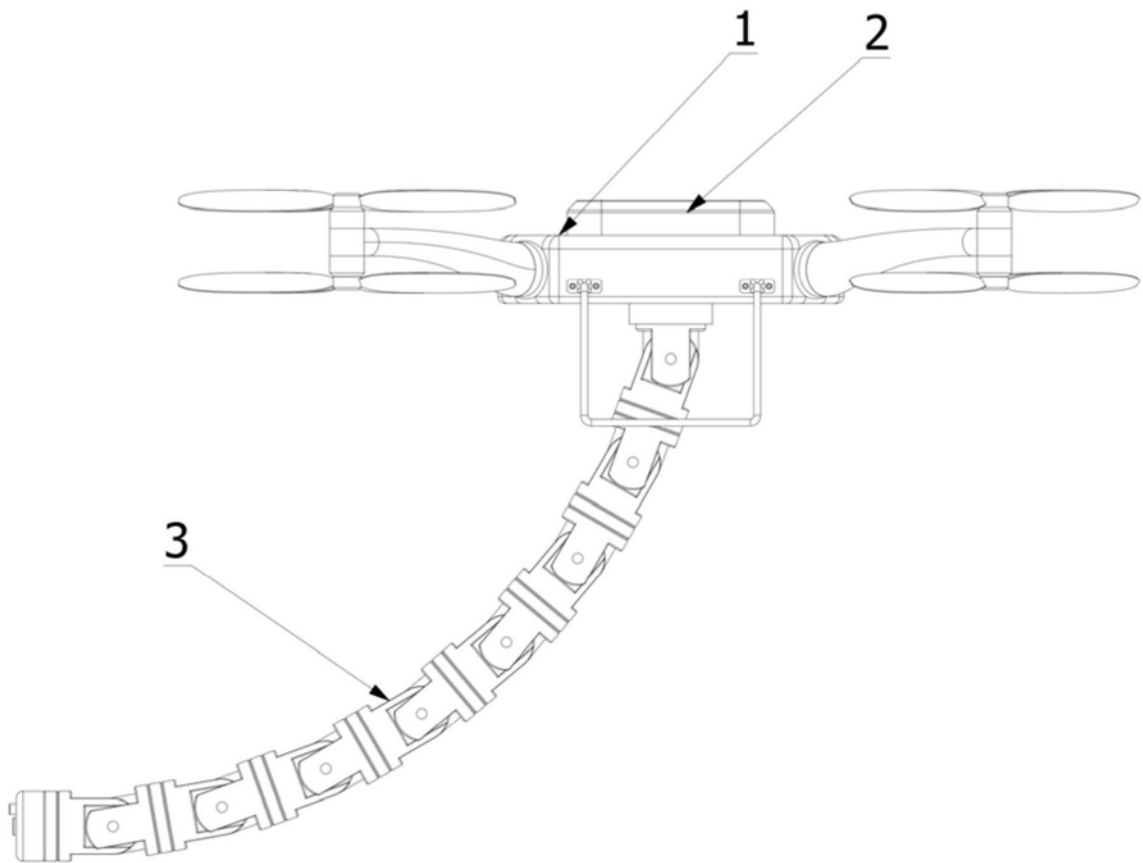


图4

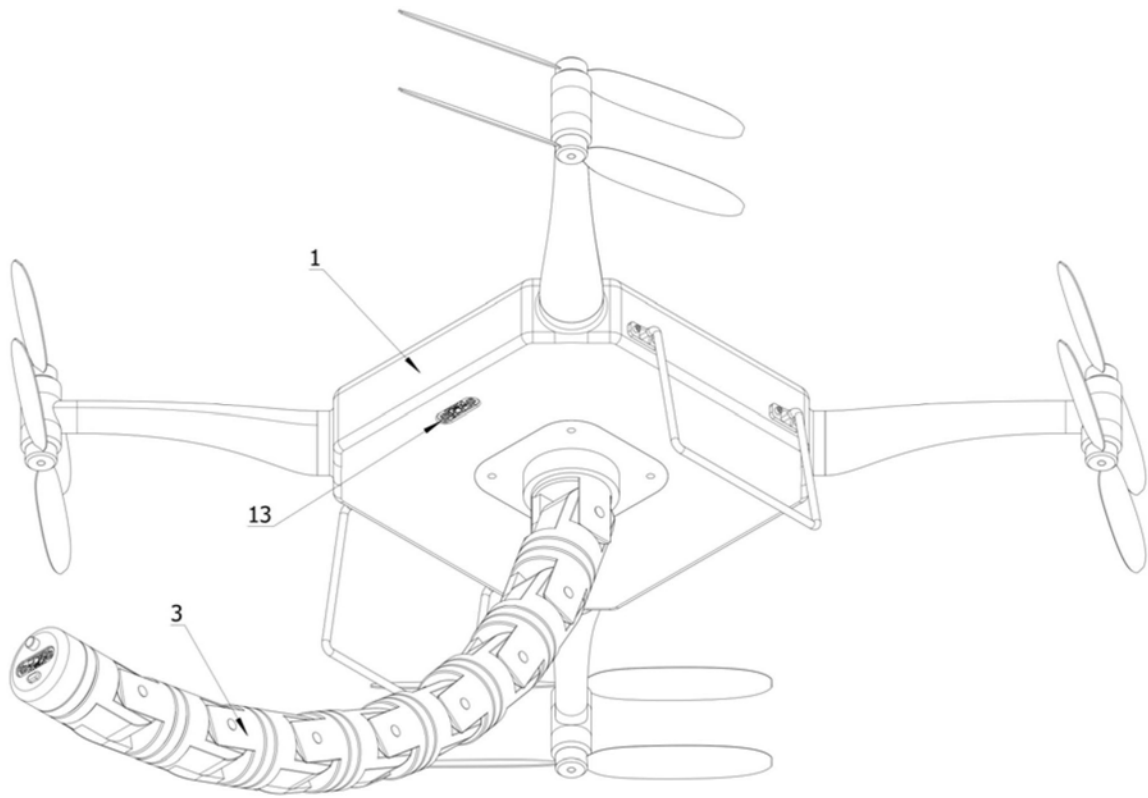


图5

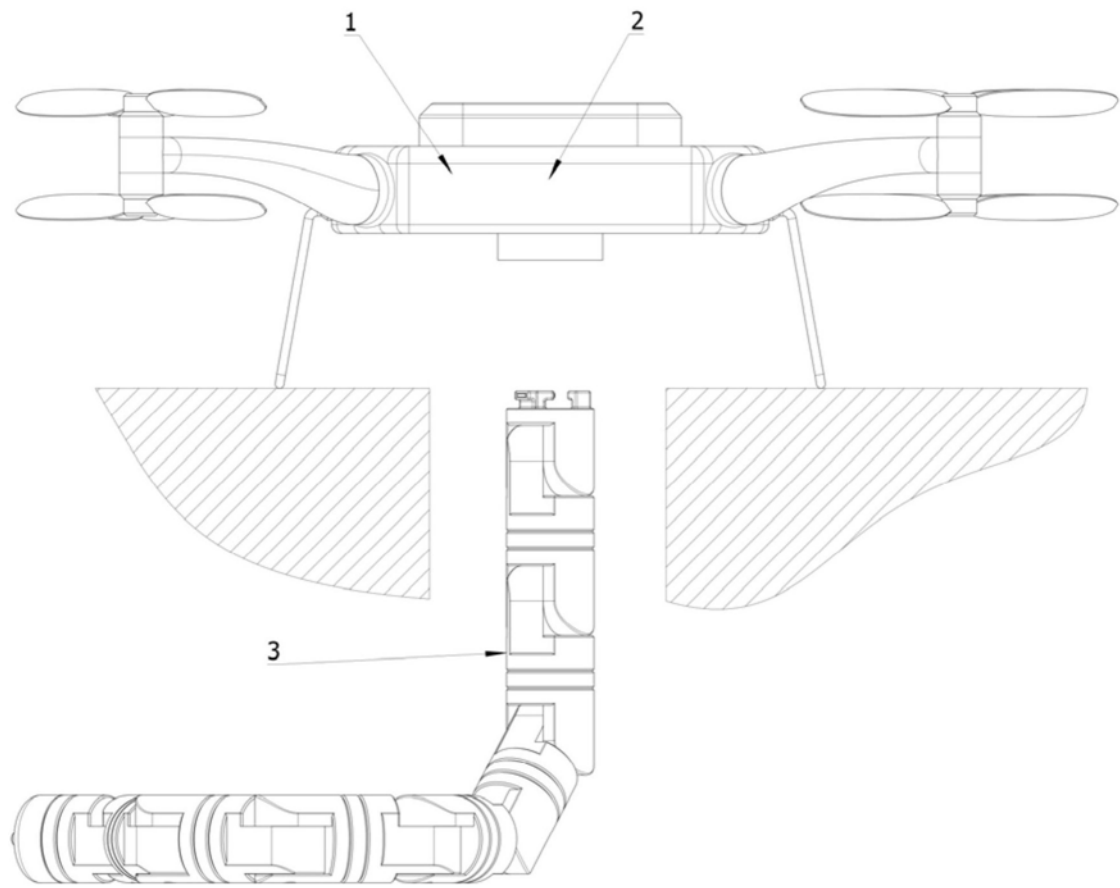


图6

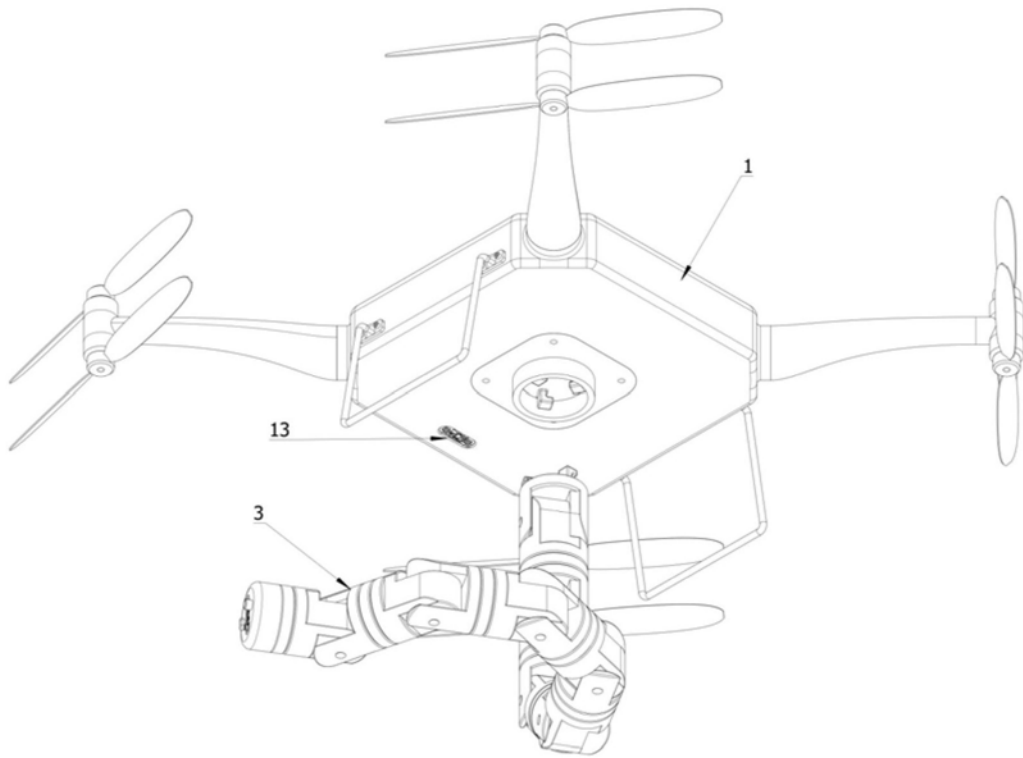


图7

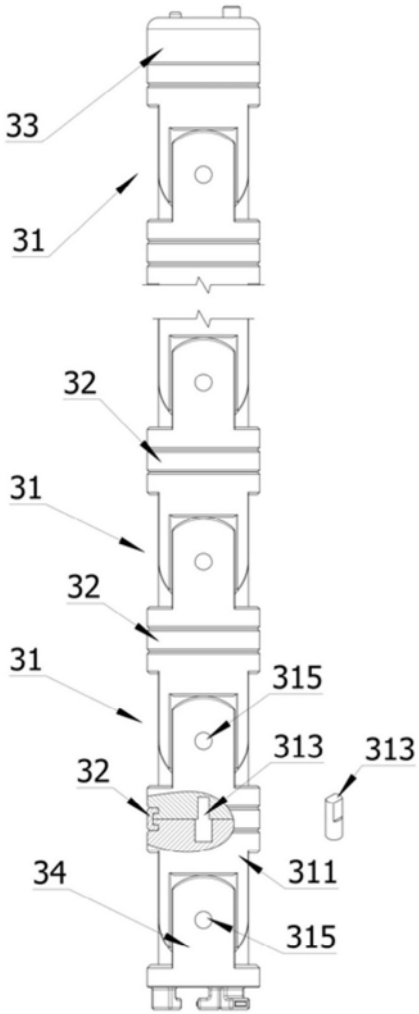


图8

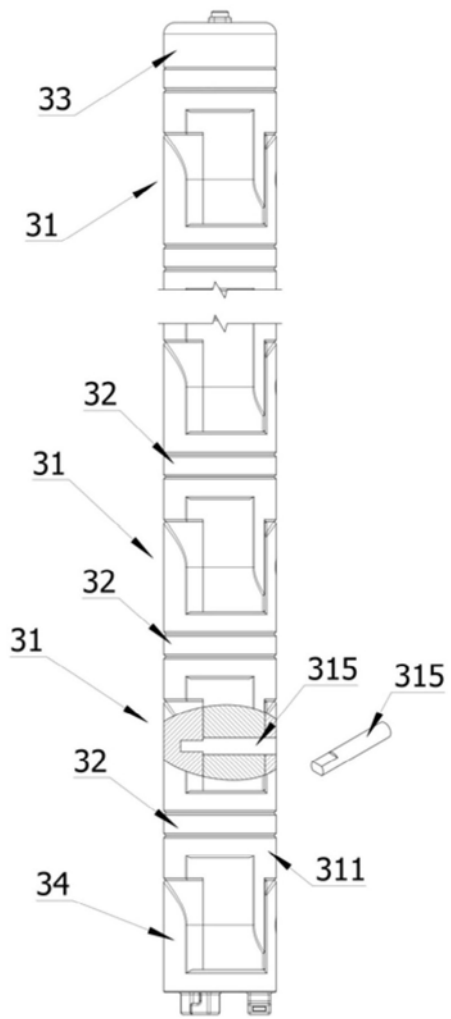


图9

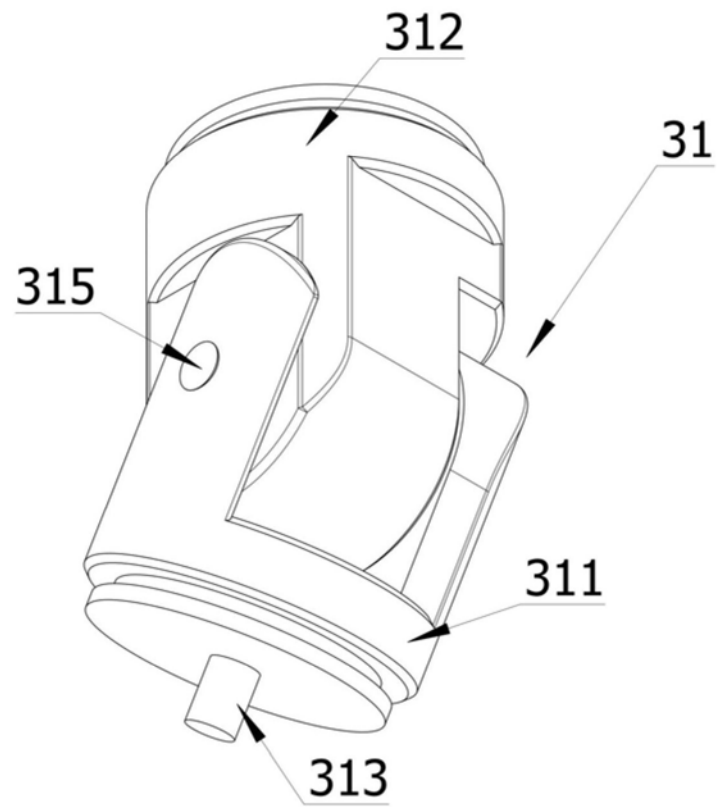


图10

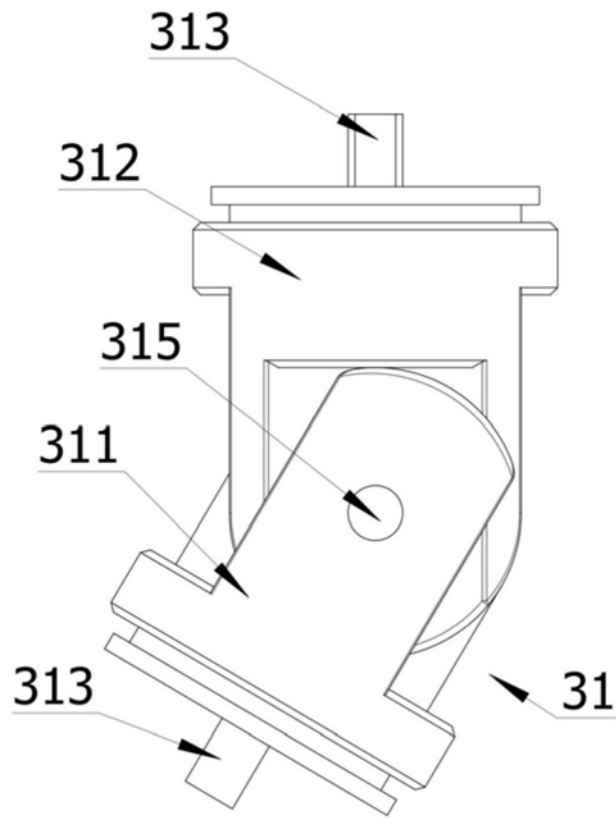


图11

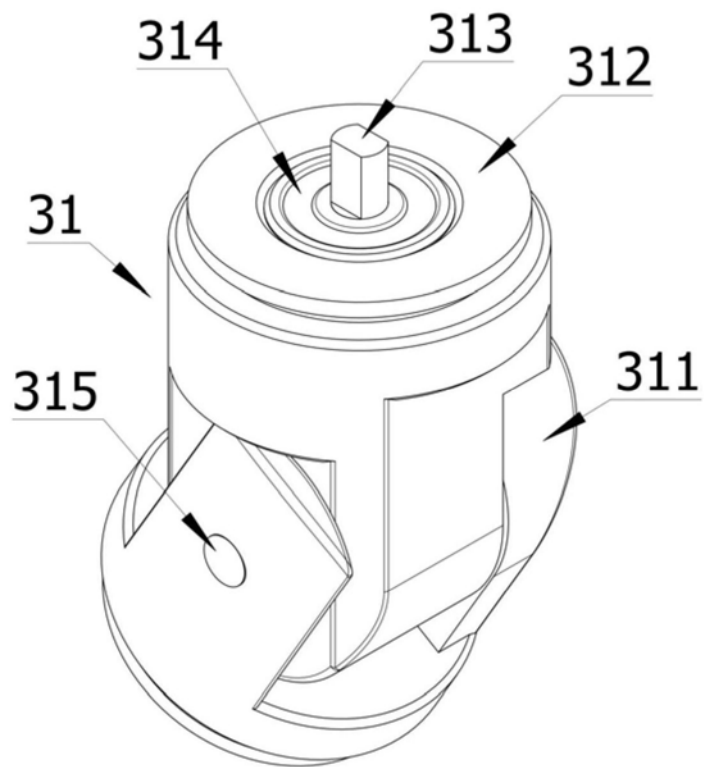


图12

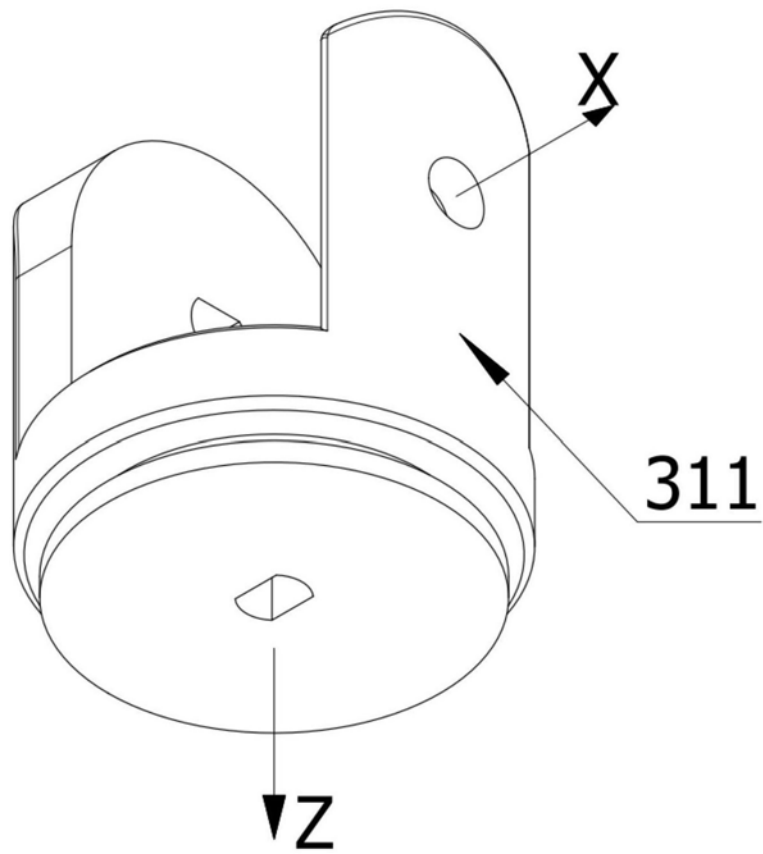


图13

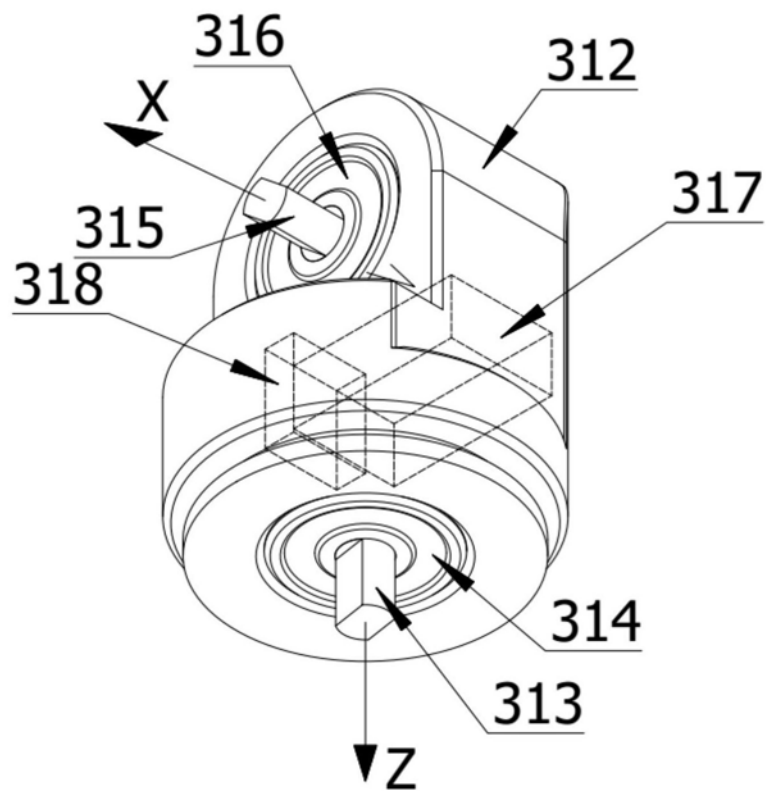


图14

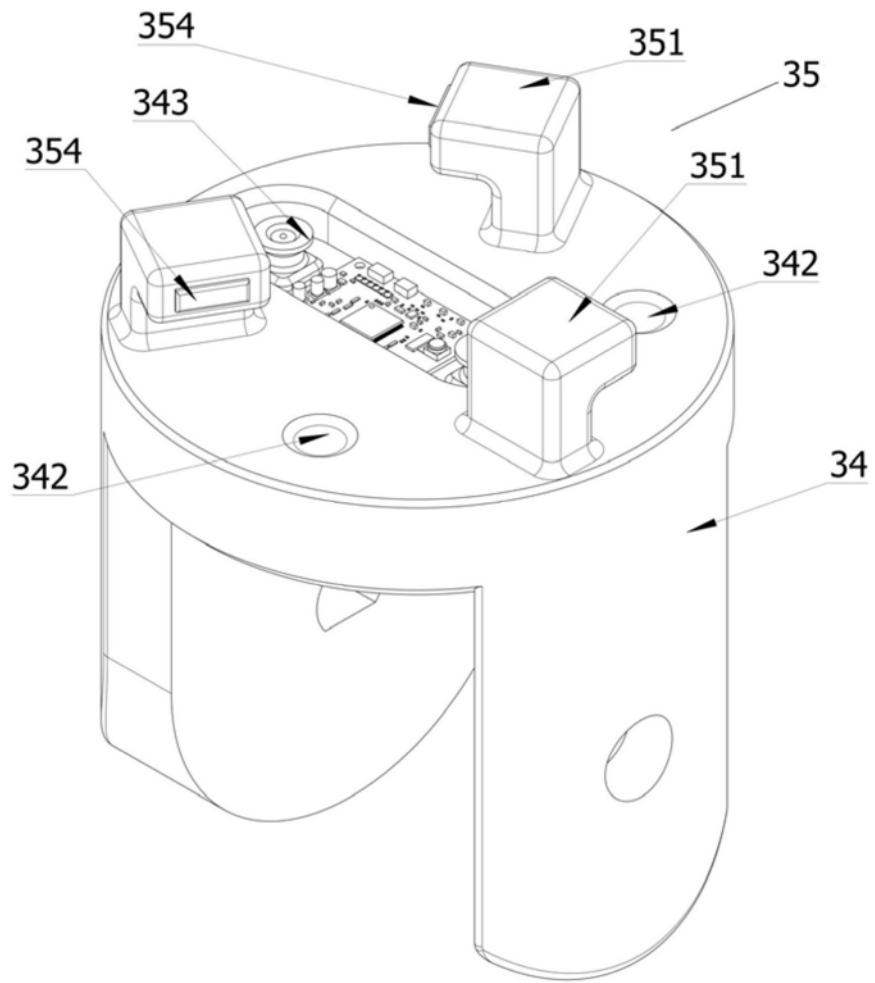


图15

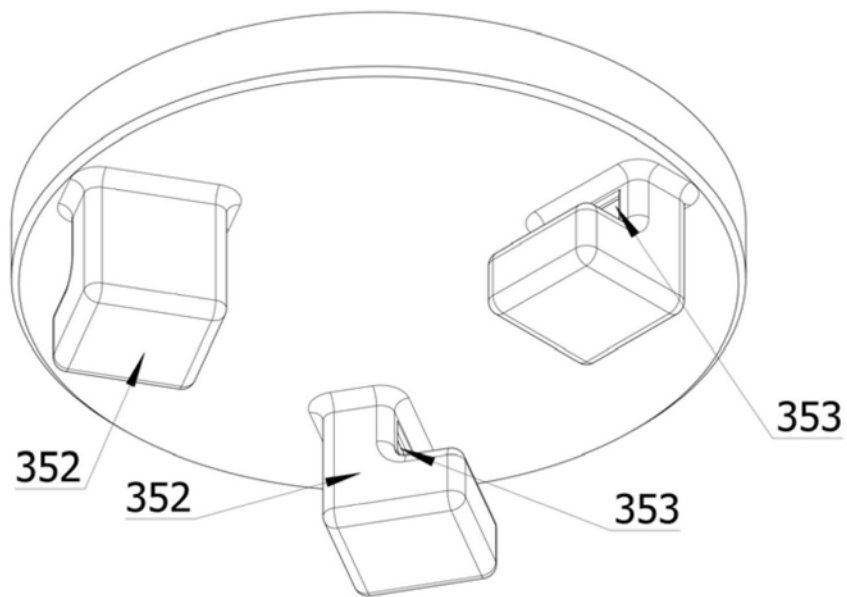


图16

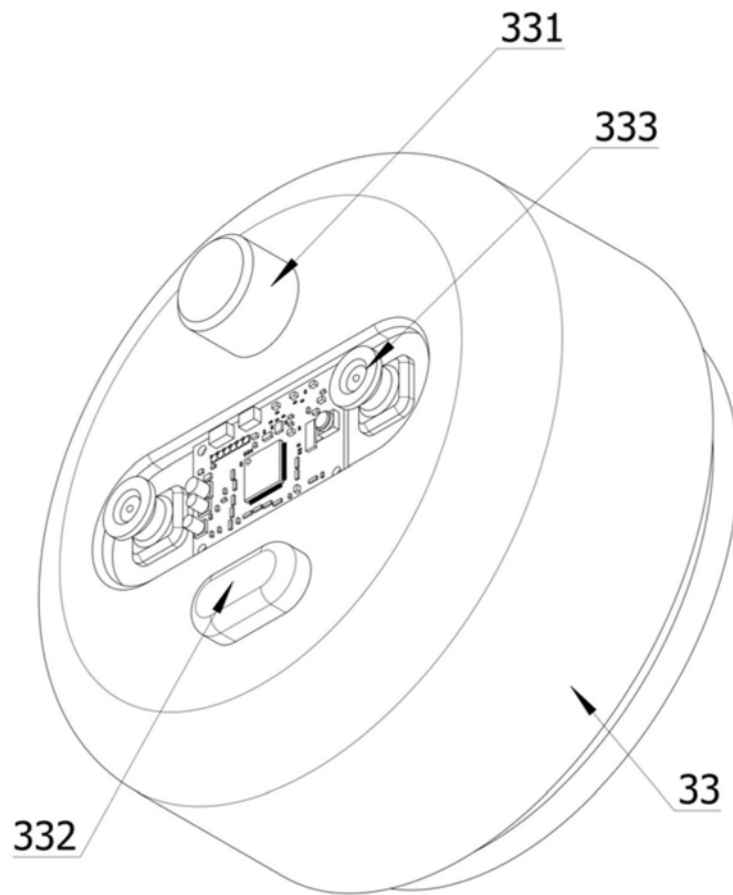


图17

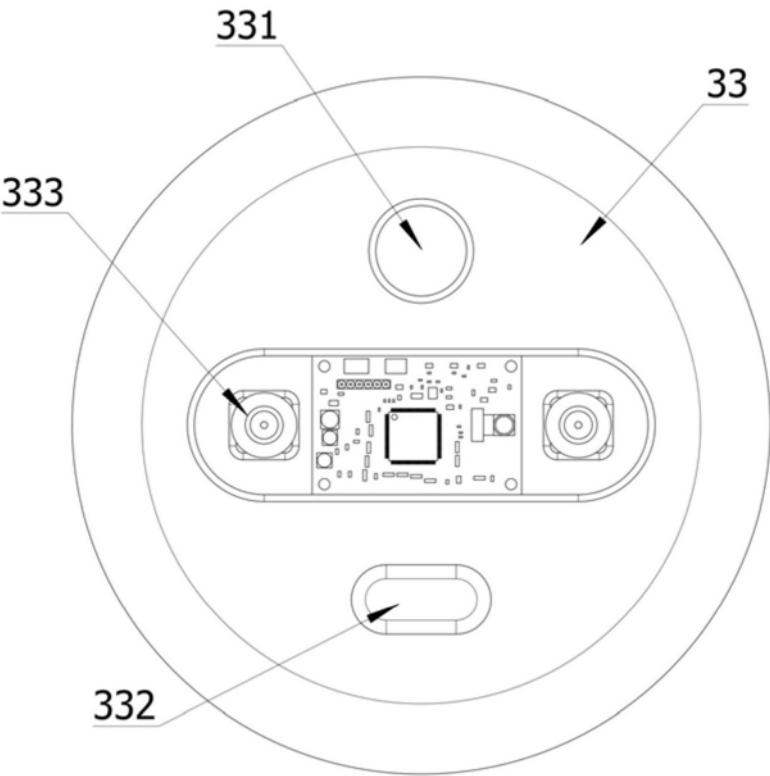


图18

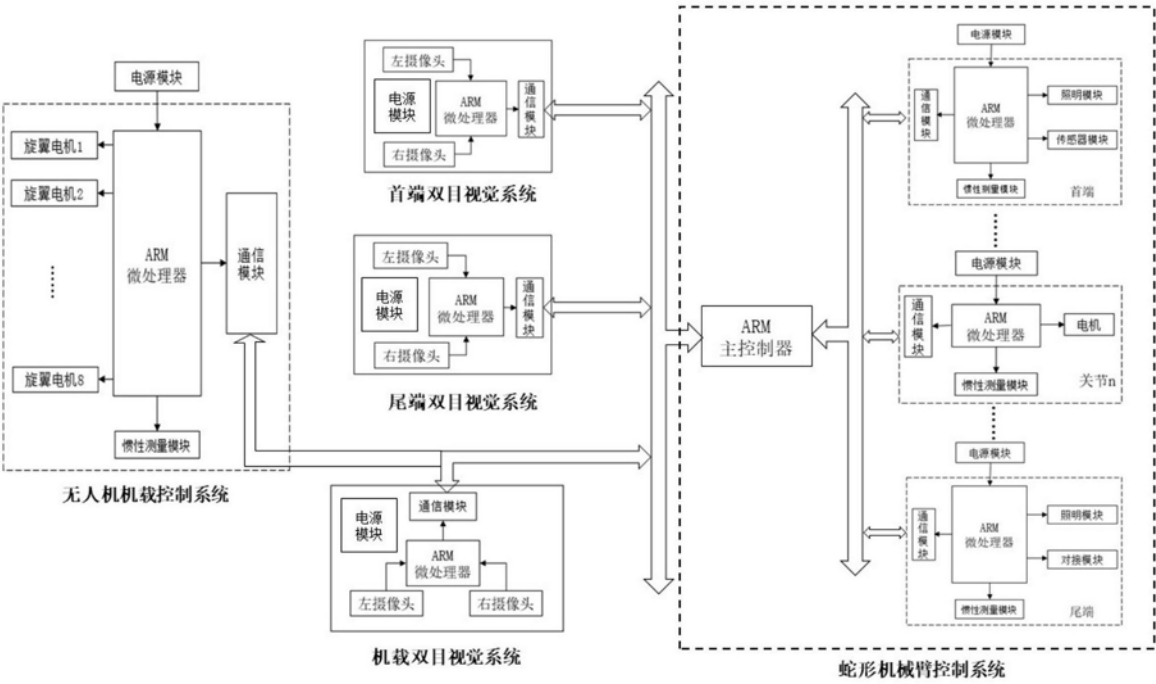


图19