



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109533329 A

(43)申请公布日 2019. 03. 29

(21)申请号 201811202648.1

(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.

B64C 39/02(2006.01)

B60L 53/12(2019.01)

B60L 53/38(2019.01)

B60L 53/35(2019.01)

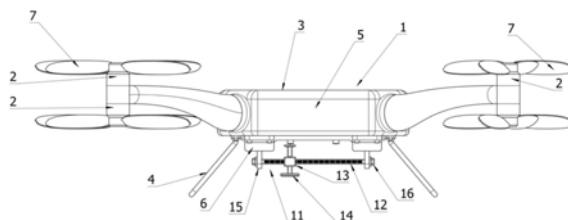
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

### (54)发明名称

用于无人机充电的磁悬浮定位装置及无人机和充电方法

### (57)摘要

本发明涉及一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置及无人机和充电方法,磁悬浮定位装置包括无人机底板、立柱、两根梁滑块,竖直穿过滑块活动设置末端执行机构,无人机底板、立柱、梁、滑块以及末端执行机构内均设有线圈组,组合形成三自由度磁悬浮定位机构,末端执行机构的上、下端分别设有末端基座和无线充电接头,末端基座中心设置上双目摄像头,无线充电接头中心设置下双目摄像头,上双目摄像头与下双目摄像头处于同一竖直线上,无线充电接头与充电基座对接,实现无线充电。本发明实现了无人机自主高效无线充电,并具有高稳定性、快速性、高精度、耐腐蚀、耐恶劣环境、寿命长等优点。



1. 一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置,其特征在于,包括固定安装在多旋翼无人机底部的无人机底板(17)、活动设于无人机底板(17)两侧的立柱(15)、固定安装在两侧立柱(15)之间的两根梁(12)以及活动设于两根梁(12)上的滑块(13),竖直穿过所述滑块(13)设有末端执行机构(14),所述无人机底板(17)、立柱(15)、梁(12)、滑块(13)以及末端执行机构(14)内均设有线圈组,组合形成三自由度磁悬浮定位机构,所述末端执行机构(14)的上、下端分别设有末端基座(32)和无线充电接头(31),所述末端基座(32)中心设置上双目视觉系统(62),所述无线充电接头(31)中心设置下双目视觉系统(61),所述上双目视觉系统(62)与下双目视觉系统(61)处于同一竖直线上,所述无线充电接头(31)与充电基座对接,实现无线充电。

2. 根据权利要求1所述的一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置,其特征在于,所述无人机底板(17)两侧的下部设有T型导轨槽,所述立柱为T型立柱,所述立柱活动插入T型导轨槽内。

3. 根据权利要求2所述的一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置,其特征在于,所述无人机底板(17)的T型导轨槽内竖直侧边设有立柱主导向线圈组(211),水平底面设有立柱主磁浮线圈组(221),所述立柱(15)设有对应的立柱次导向线圈组(212)和立柱次磁浮线圈组(222)。

4. 根据权利要求1所述的一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置,其特征在于,所述梁(12)的截面为矩形,所述滑块与梁(12)的安装孔为矩形槽,所述梁(12)的侧表面和下表面分别装有滑块主导向线圈组(231)、滑块主磁浮线圈组(241),所述滑块(13)的矩形槽内侧表面和下表面分别装有滑块次导向线圈组(232)、滑块次磁浮线圈组(242)。

5. 根据权利要求1所述的一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置,其特征在于,所述末端执行机构(14)设有末端执行机构次动力线圈组(252),所述末端执行机构(14)穿过滑块(13),滑块(13)的内表面设有末端执行机构主动力线圈组(251)。

6. 根据权利要求1所述的一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置,其特征在于,所述末端执行机构(14)在末端基座(32)下部设有防断电限位圈(52),末端执行机构的两端底板上与滑块的上下表面同时装有同性排斥的磁铁。

7. 根据权利要求1所述的一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置,其特征在于,所述滑块(13)设有导向辅助防断电保护轮(43)和防断电限位装置(51)。

8. 根据权利要求1所述的一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置,其特征在于,所述立柱(15)设有竖直防断电保护轮(42)和水平导向辅助轮(41)。

9. 一种无人机,其特征在于,包含如权利要求1-8任一项所述无人机无线充电装置,所述无人机为八马达四旋翼无人机,包括无人机本体(1)、设于无人机本体(1)内的机载控制系统(5),所述机载控制系统(5)包括飞行控制单元和磁悬浮定位控制单元。

10. 如权利要求9所述无人机的充电方法,其特征在于,具体为:

(1) 无人机的自动充电控制系统自主判断无人机电量信息,在低电压警报时自动匹配距离最近的无线充电基站的GPS位置信息,并控制无人机飞往基站附近数米级范围内;

(2) 由双目视觉系统自动识别充电基站的位置,控制无人机进一步靠近基站,降落并停靠在基站附近数十厘米范围内;

(3) 断开对无人机本体的控制,磁悬浮定位装置工作,使各部件悬浮,减少摩擦,快速到

达指定位置附近厘米级范围内；

(4) 磁悬浮定位装置停止悬浮,使各部件下降并接触导轮,对末端执行机构进行毫米级精准位置控制,使无线充电线圈与充电基站上的线圈精准对心,实现最高效率自动无线充电。

## 用于无人机充电的磁悬浮定位装置及无人机和充电方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无人机技术领域,具体涉及一种用于无人机无线充电的三自由度磁悬浮定位装置及无人机和充电方法。

### 背景技术

[0002] 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。但是,为了实现更加精准地搬运或者对接任务,目前的多旋翼无人机均无法实现超高精度,虽然基于GPS,无人机可以行驶到远距离以外的指定地点,但是精度只能达到数米级,最后几米以内的精准定位却无法很好的实现,尤其在多旋翼无人机贴近地面的时候,由于本身结构的不对称加上空气的扰动,机身很难保持绝对平稳,于是无法单靠GPS实现最后几十厘米以内的精准定位,因此,在多旋翼无人机上,需要一种精度补偿装置来实现最后几十厘米内的精准定位。

[0003] 目前广泛研制的多旋翼无人机,其存在一个仍未解决的重大难题,就是其续航问题。较为前沿的使用燃油的无人机满速续航一般不超过2小时,较为前沿的电驱动的无人机满速续航一般不超过1小时,所以在反复的巡航任务中,需要反复的充电操作,因此,为了更高效得实现无人机的作业任务,需要一种可靠的充电模式。

[0004] 无线充电技术正在得到广泛的应用,如用于手机充电,只需将手机放置在无线充电平台中即可充电。部分专利也公开了无线充电技术应用于无人机中,如中国专利CN105471032A公开了一种无人机的无线充电系统,包括无人机和充电平台,所述充电平台上设置有无线充电传输装置,所述无人机包括电源、控制处理模块和无线充电接受装置,所述控制处理模块分别与电源和无线充电接受装置相连接,所述无线充电接受装置与电源电性连接,所述无线充电接受装置接受无线充电传输装置并给电源进行充电,能够当无人机电量不足时自动降落并进行无线充电。中国专利CN105226836B公开了一种能够自动充电的无人机、无人机充电系统和充电方法,包括数据收发模块、控制模块和电源;其中,所述控制模块在解析所接收的控制指令为待机指令后,控制所述无人机进入待机模式并自动选定合适的充电站点以进行降落和充电;且所述控制模块在解析所接收的控制指令为唤醒指令后,控制所述无人机从所述待机模式转换为任务执行模式。

[0005] 但基于电磁感应的无线充电技术,其充电效率受接收线圈与发射线圈之间的耦合系数的影响,耦合系数又取决于两线圈之间的距离以及偏移量。拿两个直径为100mm的线圈举例,当距离从0mm到5mm的时候,耦合系数从0.9变化到了0.5,当距离为10mm的时候,耦合系数下降到了0.2;当两线圈偏移量从0mm到10mm时,耦合系数下降到了0.4,当偏移量到达20mm的时候,耦合系数已将下降到0;当偏移量和距离同时作用的时候,耦合系数下降的更为明显。由此看出,无线充电效率受到线圈之间距离以及偏移量很大的影响,看似不起眼的偏离,最后可能导致充电时间是精准放置时充电时间的几十倍甚至几百倍,因此,为了高效充电,需要两线圈之间的精准对接,然而其在日常无人机无线充电中难以实现。

## 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用于无人机充电的磁悬浮定位装置及无人机和充电方法,实现无人机在飞行过程中自动靠近无线充电基座并停靠于其上,随后精准对接,实现全自动高效无线充电。

[0007] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0008] 一种用于无人机充电的磁悬浮定位装置,包括固定安装在多旋翼无人机底部的无人机底板、活动设于无人机底板两侧的立柱、固定安装在两侧立柱之间的两根梁以及活动设于两根梁上的滑块,竖直穿过所述滑块设有末端执行机构,所述无人机底板、立柱、梁、滑块以及末端执行机构内均设有线圈组,组合形成三自由度磁悬浮定位机构磁悬浮定位机构,所述末端执行机构的上、下端分别设有末端基座和无线充电接头,所述末端基座中心设置上双目视觉系统,所述无线充电接头中心设置下双目视觉系统,所述上双目视觉系统与下双目视觉系统处于同一竖直线上,所述无线充电接头与充电基座对接,实现无线充电。

[0009] 进一步地,所述无人机底板两侧的下部设有T型导轨槽,所述立柱为T型立柱,所述立柱活动插入T型导轨槽内。

[0010] 进一步地,所述无人机底板的T型导轨槽内竖直侧边设有立柱主导向线圈组,水平底面设有立柱主磁浮线圈组,所述立柱设有对应的立柱次导向线圈组和立柱次磁浮线圈组。

[0011] 进一步地,所述梁的截面为矩形,所述滑块与梁的安装孔为矩形槽,所述梁的侧表面和下表面分别装有滑块主导向线圈组、滑块主磁浮线圈组,所述滑块的矩形槽内侧表面和下表面分别装有滑块次导向线圈组、滑块次磁浮线圈组。

[0012] 进一步地,所述末端执行机构设有末端执行机构次动力线圈组,所述末端执行机构穿过滑块,滑块的内部表面设有末端执行机构主动力线圈组。

[0013] 进一步地,所述末端执行机构在末端基座下部设有防断电限位圈。

[0014] 进一步地,所述滑块设有导向辅助防断电保护轮和防断电限位装置,用于突然停电时的应急保护以及关机静置时的位置锁定,同样在不需要悬浮的时候接触,需要悬浮快速移动的时候脱离。

[0015] 进一步地,所述立柱设有竖直防断电保护轮和水平导向辅助轮,在没有悬浮任务的时候,其与无人机底板的T型导轨槽的上下部和左右部相接触,当无人机磁悬浮定位装置在工作的时候突然断电,磁悬浮导轨失去悬浮力的时候,也可以防止立柱与无人机底板导轨槽发生硬性碰撞,起到保护作用;当无人机关机静置的时候,此浮动轮也作为静置锁定作用,防止磁悬浮定位装置其余部分的随意移动;在有需要部件快速移动的时候,需要将立柱悬浮,此时导向辅助轮脱离T型导轨,不互相接触,减少摩擦,提高移动速度。

[0016] 进一步地,末端执行机构的两端底板上与滑块的上下表面同时装有同性排斥的磁铁,作为突然断电时的应急保护,防止因突然断电导致末端执行机构的自由落体,以免发生硬性碰撞损坏部件,也起到对末端执行机构上下的限位作用。

[0017] 进一步地,在末端执行机构上安装有双目识别装置,除了识别无人机下部的目标,同时可以识别无人机底板上的若干个定位信标,可以通过图像识别得出双目视觉系统在无人机底板参考系内的空间位置,与磁悬浮定位装置控制系统联立,对末端执行机构的位置做精度最高的闭环控制,免去了立柱与无人机底板的相对位置、滑块与梁的相对位置、末端

执行机构与滑块的相对位置繁琐的测量与计算,拥有稳准快的优点。末端执行机构可以根据不同作业要求实现不同的功能,本发明提供装有无无线充电线圈的末端执行机构,在无人机自动停止在无线充电基座上后,利用磁悬浮定位装置可以在数十厘米范围内微调,与充电基座对接,实现无线充电。

[0018] 一种无人机,包含所述无人机无线充电装置。进一步地,所述无人机为八马达四旋翼无人机,包括无人机本体、设于无人机本体内的机载控制系统,所述机载控制系统包括飞行控制单元和磁悬浮定位控制单元。机载控制系统包括飞行控制系统和磁悬浮定位装置控制系统,其中飞行控制系统利用综合性6轴运动处理模块采集无人机的飞行姿态如速度、加速度、俯仰角度,且利用GPS定位模块对八个旋翼电机进行闭环控制;磁悬浮定位装置控制系统利用各运动部件的位置与目标位置的差值,对直线电机进行闭环控制,使磁悬浮定位装置末端执行机构达到预期位置。

[0019] 本发明的具体工作原理为:

[0020] 无人机无线充电装置,包含空间两两正交的三条直线磁悬浮轨道,x方向上是立柱与无人机底板构成的轨道,y方向上是梁与滑块构成的轨道,梁固定安装于立柱上,z方向上是末端执行机构与滑块构成的轨道,相当于每条轨道在上一条轨道上运行,末端可拥有三平移自由度,可在高灰尘、高腐蚀等恶劣环境下工作,并且移动速度快、精度高。磁悬浮定位装置末端装有双目视觉系统,可用来定位无线充电线圈的空间位置,无人机自动充电系统包括无人机飞行控制系统与磁悬浮定位装置控制系统,实现无人机自动充电的路径规划与定位控制。

[0021] 无人机自动充电控制从粗到精未四级控制,具体方法为:首先由无人机自动充电控制系统自主判断无人机电量信息,在低电压警报时自动匹配距离最近的无线充电基站的GPS位置信息,并控制无人机飞往基站附近数米级范围内;其次由双目视觉系统自动识别充电基站的位置,控制无人机进一步靠近基站,降落并停靠在基站附近数十厘米范围内;然后断开对无人机本体的控制,磁悬浮定位装置控制系统开始控制磁悬浮定位装置,使各部件悬浮,减少摩擦,快速到达指定位置附近厘米级范围内,但是由于悬浮,各部件来回摆动不稳定;最后取消悬浮,使各部件下降并接触导轮,对末端执行机构进行毫米级精准位置控制。末端执行机构装有无无线充电线圈,无线充电基站上也装有充电线圈,通过对末端位置的控制,使无线充电线圈与充电基站上的线圈精准对心,实现最高效率的自动无线充电。

[0022] 本发明解决了普通三自由度定位装置在恶劣环境下无法可靠工作、运行速度慢、无人机在临近地面无法自主高效无线充电的问题,实现了无人机自主高效无线充电,并具有高稳定性、快速性、高精度、耐腐蚀、耐恶劣环境、寿命长等优点。

[0023] 相较于现有无人机,由于GPS的定位误差,以及在临近地面的情况下不对称的结构或临近地面的空气的扰动,不能保证几十厘米内的精准控制的问题,本发明利用GPS定位到指定充电基座位置,自动飞行到指定位置数米范围内,并利用双目视觉系统识别,通过无人机位置控制,停靠在无线充电基座附近数十厘米以内的范围内,再次依靠双目视觉系统识别,通过磁悬浮定位装置三自由度的微调,使无线充电头精准的落在无线充电基座的中心位置并紧贴,实现最高效率的无线充电,节约充电时间,以及省去人工充电的精力,同时可在高灰尘、高湿度、高腐蚀等恶劣环境下工作。

## 附图说明

- [0024] 图1为本发明一种无人机的正视图；
- [0025] 图2为本发明一种无人机的仰视图；
- [0026] 图3为本发明一种无人机的等轴测图；
- [0027] 图4为磁悬浮定位机构安装正视图；
- [0028] 图5为磁悬浮定位机构安装俯视等轴测图；
- [0029] 图6为磁悬浮定位机构安装仰视等轴测图；
- [0030] 图7为磁悬浮定位机构上的立柱的等轴测图；
- [0031] 图8为磁悬浮定位机构上的滑块的等轴测图；
- [0032] 图9为磁悬浮定位机构上的滑块的正视图；
- [0033] 图10为末端执行机构的仰视等轴测图；
- [0034] 图11为末端执行机构的正视图；
- [0035] 图12为末端执行机构的俯视等轴测图；
- [0036] 图13本发明无人机控制的原理示意图。

## 具体实施方式

[0037] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。

### [0038] 实施例

[0039] 一种装有三自由度磁悬浮定位装置的无人机,如图1-3所示,包括八马达四旋翼无人机1、机载控制系统5、磁悬浮定位装置11、末端执行机构14,机载控制系统5安装于八马达四旋翼无人机1内部、磁悬浮定位装置11安装于八马达四旋翼无人机1下部、末端执行机构14安装于磁悬浮定位装置11下部。八马达四旋翼无人机包括8个螺旋桨1、8个旋翼电机2、一个机体3、两个撑脚4,四个T型挡板6;其中8个旋翼电机呈四对共轴布置,四对电机两两反向旋转,每对电机中两个电机旋转方向相同,上下布置,与螺旋桨一起构成无人机的动力系统;由T型挡板6将磁悬浮定位装置11固定于无人机下方。

[0040] 参照图4-12,安装于八马达四旋翼无人机下方的磁悬浮定位装置11,其结构包括无人机底板17、可沿水平x轴方向直线移动的立柱15、可沿水平y轴方向移动的滑块13、可沿竖直z轴方向上下运动的末端执行机构14,梁12、盖板16;其中立柱15、滑块12、末端执行机构14的位置移动是在无人机底板17参考系内xyz轴方向的移动,也可以说是在八马达四旋翼无人机参考系内的xyz轴方向的移动,所以末端执行机构14相当于拥有三平移自由度,并且无人机底板17固定安装于八马达四旋翼无人机1的下部,有两个立柱15悬浮于无人底板11上的两根T型导轨槽,两根平行放置的梁12固定安装于立柱15上,滑块13悬浮安装于两根梁12上,梁12穿过滑块13上水平布置的矩形的导轨槽;末端执行机构14的竖直部分穿过滑块13上的竖直布置的矩形导轨槽,并与其有一定浮动间距。立柱15、梁12、末端执行机构14呈两两正交放置并安装。

[0041] 由图5可以看到,无人机底板17的T型导轨槽内竖直侧边设有立柱主导向线圈组211,水平底面设有立柱主磁浮线圈组221,所述立柱15设有对应的立柱次导向线圈组212和立柱次磁浮线圈组222,安装于无人机底板17和立柱15上的立柱主导向线圈组211、立柱次导向线圈组212通交变电流,产生相互作用力,控制了立柱15在无人机底板17导轨槽内的位

置,立柱主磁浮线圈组221、立柱次磁浮线圈组222通交变电流,产生互相作用力,提供给立柱15一个与重力相反方向的浮力使立柱15与导轨脱离并悬浮,同时立柱磁浮线圈组又通过交变电流产生交变电磁场,产生互相作用力,给立柱15提供x轴方向的驱动力,控制其在x轴的位置。

[0042] 由图6可以看到,梁12的侧表面和下表面分别装有滑块主导向线圈组231、滑块主磁浮线圈组241。由图8可以看到,滑块13的矩形槽内侧表面和下表面分别装有滑块次导向线圈组232、滑块次磁浮线圈组242。安装于梁12和滑块13上的滑块主导向线圈组231、滑块次导向线圈组232通交变电流,产生相互作用力,控制了滑块13在梁12上的左右位置,滑块主磁浮线圈组241、滑块次磁浮线圈组242通交变电流,产生互相作用力,提供给滑块13一个与重力方向相反的浮力使滑块13与梁12脱离并悬浮,同时滑块磁浮线圈组又通过交变电流产生交变电磁场,产生互相作用力,给滑块13提供了y轴方向的驱动力,控制其在y轴的位置。

[0043] 由图8可以看到,滑块13上装有末端执行机构主动力线圈组251,由图10可以看到,末端执行机构14上装有末端执行机构次动力线圈组252,通交变电流后,产生相互作用力,提供给末端执行机构14排斥力使其脱离滑块13,同时提供竖直方向驱动力,控制其在z轴上的位置。

[0044] 由图7可以看到,立柱15上安装有立柱竖直导向辅助轮42、水平导向辅助轮41。当立柱15悬浮时,立柱竖直导向辅助轮42与无人机底板17脱离,不互相接触,当不需要悬浮任务的时候,无人机底板17与立柱竖直导向辅助轮42接触。

[0045] 由图8、9可以看到,滑块13上安装有滑块导向辅助轮43、防断电限位装置51,当滑块13悬浮时,滑块导向辅助轮43与梁12脱离,互相不接触,当不需要悬浮任务的时候,梁12与滑块导向辅助轮42接触。

[0046] 由图10-12可以看到,末端执行机构14由末端基座32、上双目视觉系统62、下双目视觉系统61、末端执行机构动力线圈组252、无线充电线圈31、防断电限位圈52组成。

[0047] 图13为本发明无人机控制的原理示意图,机载控制系统包括飞行控制系统、磁悬浮定位装置控制系统、上双目视觉系统、下双目视觉系统。其中,飞行控制系统是用于控制八马达四旋翼无人机1八个电机2的运行和机身的姿态,磁悬浮定位装置控制系统用来控制末端执行机构14的位置。

[0048] 磁悬浮定位装置控制系统,是基于ARM微处理器的控制系统,由电源模块供电,通信模块接收末端执行机构14的位置信息,ARM微处理器控制立柱磁浮线圈组221、222、立柱导向线圈组211、212、滑块导向线圈组231、232、滑块磁浮线圈组241、242、末端执行机构动力线圈组251、252的电流,使其产生交变电磁场,从而产生排斥力和推进力,使末端执行机构14到达目标位置。

[0049] 飞行控制系统,是基于ARM微处理器的控制系统,该系统由电源模块供电,由惯性测量模块获取无人机姿态信息,由通讯模块接收无人机精准位置信息,通过控制八个旋翼电机的转速与转向控制无人机的姿态。当无人机下降并停靠在充电基座上后,电源模块则切断对电机供电,开始为磁悬浮定位装置供电。

[0050] 上双目视觉系统,是基于ARM微处理器的机器视觉系统,包括ARM微处理器、双目摄像头、通信模块。该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,



微处理器换算并得出末端执行机构14相对于无人机机体的空间位置信息,通过通信模块传递至ARM主控制器,为磁悬浮定位装置控制系统及飞行控制系统提供信息。下双目视觉系统,也是基于ARM微处理器的机器视觉系统。包括ARM微处理器、双目摄像头、通信模块。该系统利用双目摄像头将被摄取目标转换成图像信号,发送给微处理器,微处理器换算并得出无人机机体相对于无线充电基站的空间位置信息,通过通信模块传递至ARM主控制器,为磁悬浮定位装置控制系统及飞行控制系统提供信息。

[0051] 本无人机具体充电方法为:机载控制系统每时每刻计算无人机GPS位置与最近无线充电基站GPS位置的距离,并获取当前无人机电量,实时计算当前无人机能否拥有飞往最近无线充电基站的电量储备,并且需要保证留有一部分的电量用于磁悬浮定位装置的工作,当接近临界电量储备时,自动发出低电量警报;当机载控制系统5自动检测到无人机低电压警报时,匹配当前搜索到的最近无线充电基站的GPS位置信息,控制无人机8个旋翼电机2协调工作飞往指定坐标;当达到指定GPS位置时,此时误差为数米左右,下双目视觉系统61介入工作,自动识别无线充电基站上的信标,将位置信息传回机载控制系统5,再一次控制电机2,使无人机靠近无线充电基站线圈,由于临近地面空气的扰动较大,无人机相对于无线充电线圈精准坐标的误差最小能控制在数十厘米左右。

[0052] 这时使无人机降落在无线充电基站上,断开飞行控制系统的供电,磁悬浮定位装置控制系统介入工作,由上双目视觉系统62识别无人机底板17上刻有的多个二维码,来确定上双目视觉系统62相对于无人机底板17的空间位置,也就确定了末端执行机构14相对于磁悬浮定位装置11的空间位置,下双目视觉系统61继续识别其与无线充电基座的相对空间位置,利用这两个空间位置信息,加上两双目视觉系统已知的相对空间位置,以当前末端执行机构14位置为初始位置,充电基座的中心为目标位置,自动生成末端执行机构14的移动路径;此时各线圈通电,使立柱15和梁12悬浮,并控制立柱15和梁12的快速移动,由于悬浮的原因,会导致部件摆动,精度较低,只能使末端执行机构14达到与无线充电基座中心的厘米级范围内;这时将悬浮线圈断电,使梁12和立柱15落在各自导向辅助轮上,进一步控制立柱15、梁12、末端执行机构14的移动,使末端执行机构14上的无线充电线圈31与基座上的充电线圈精准接触,精度可达毫米级,即可实现最高效的无线充电任务;完成充电任务后自动继续之前未完成的作业任务。

[0053] 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。



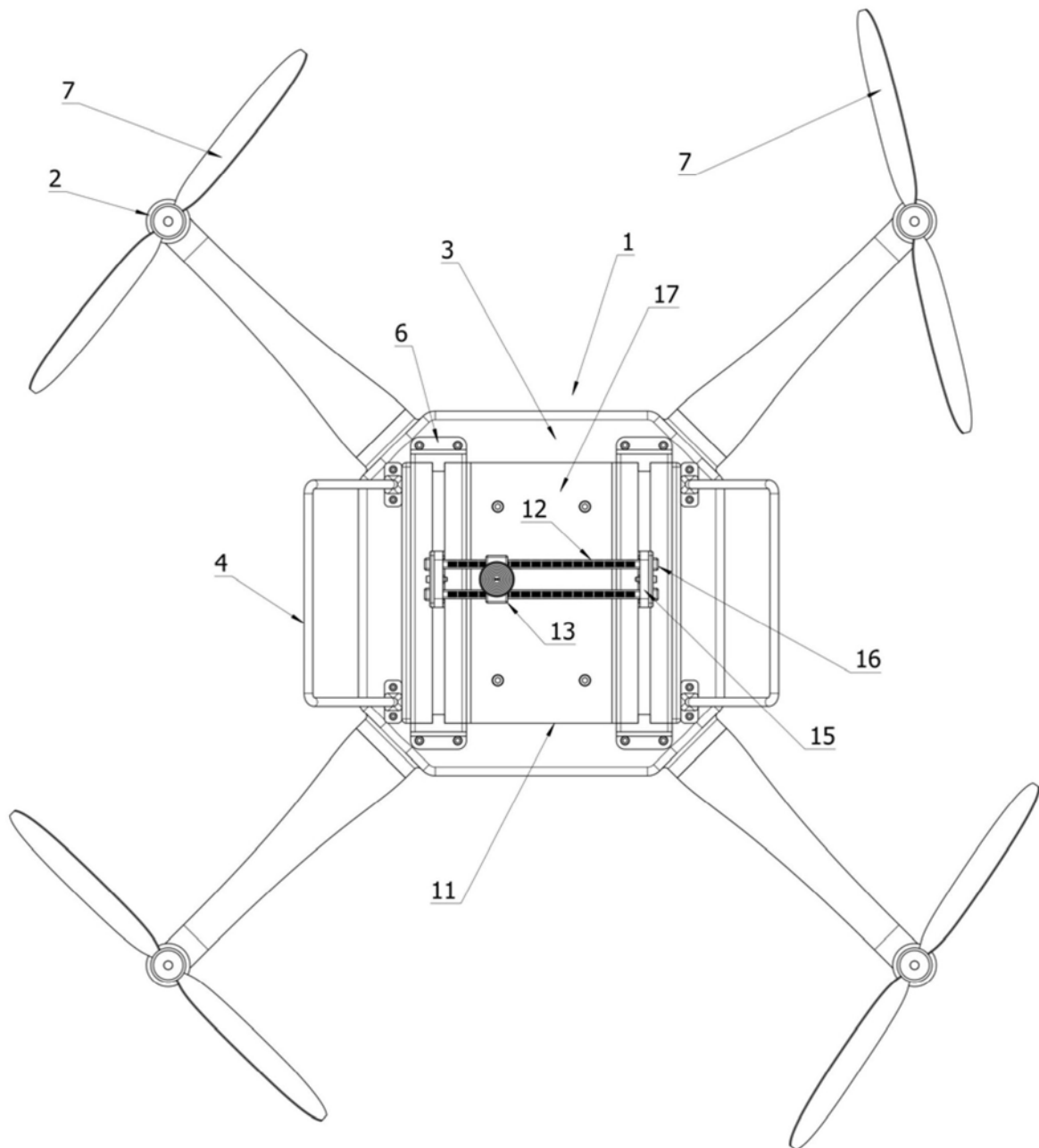


图2

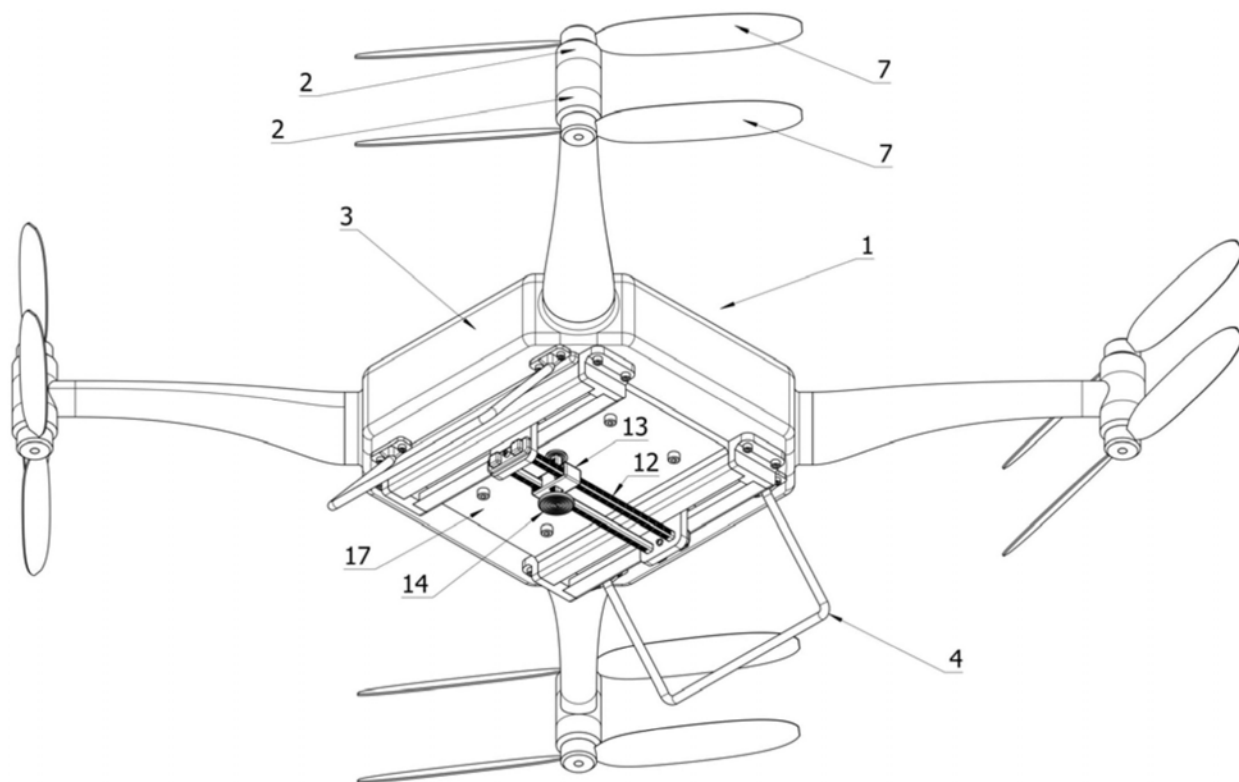


图3

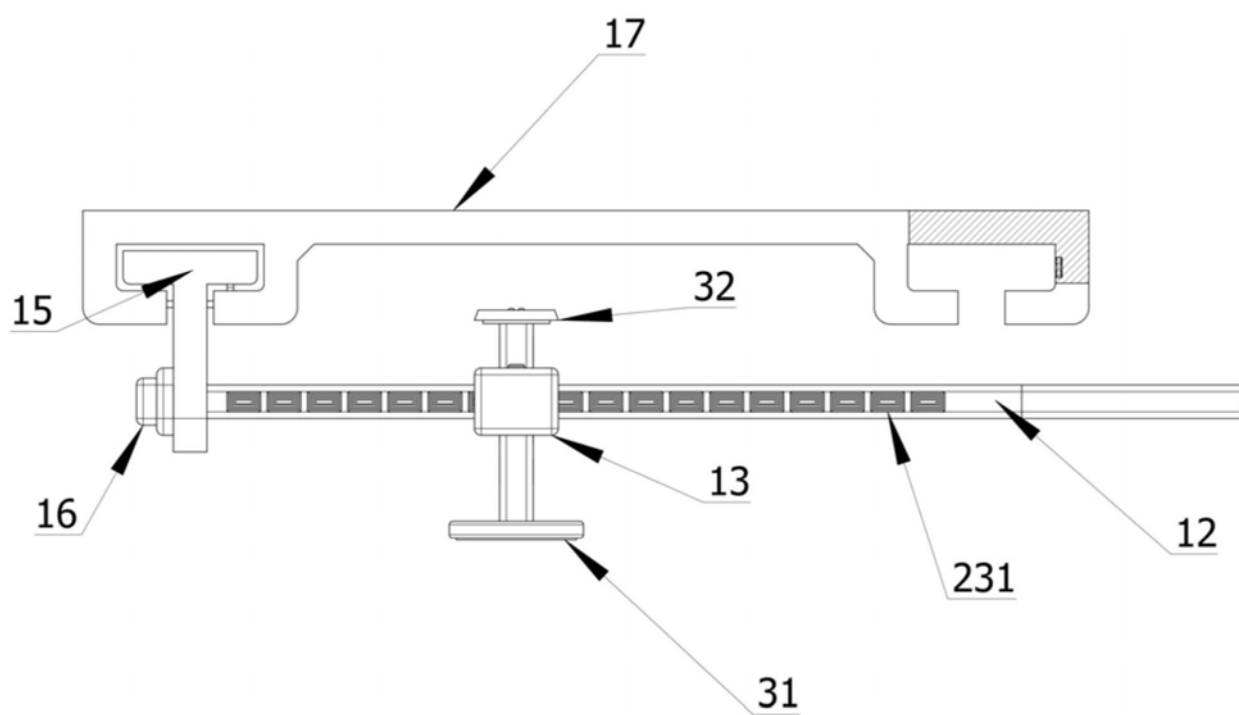


图4

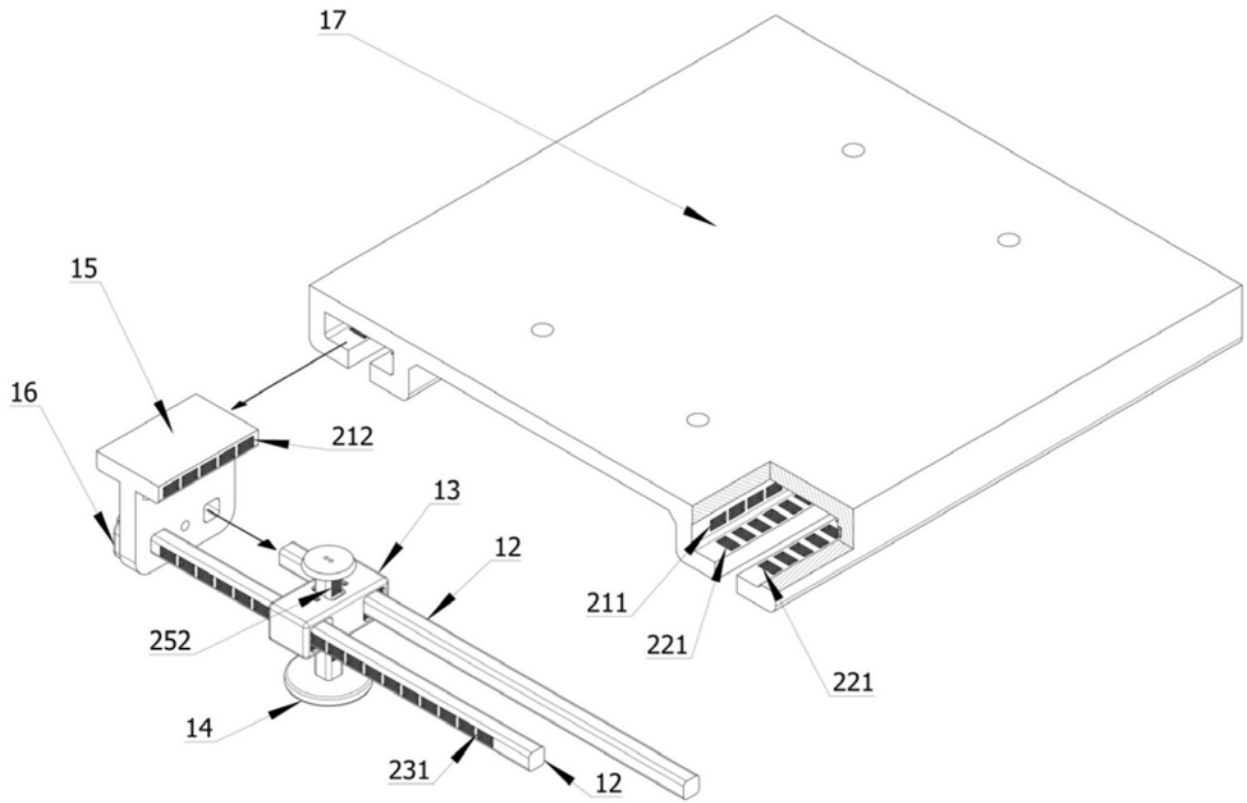


图5

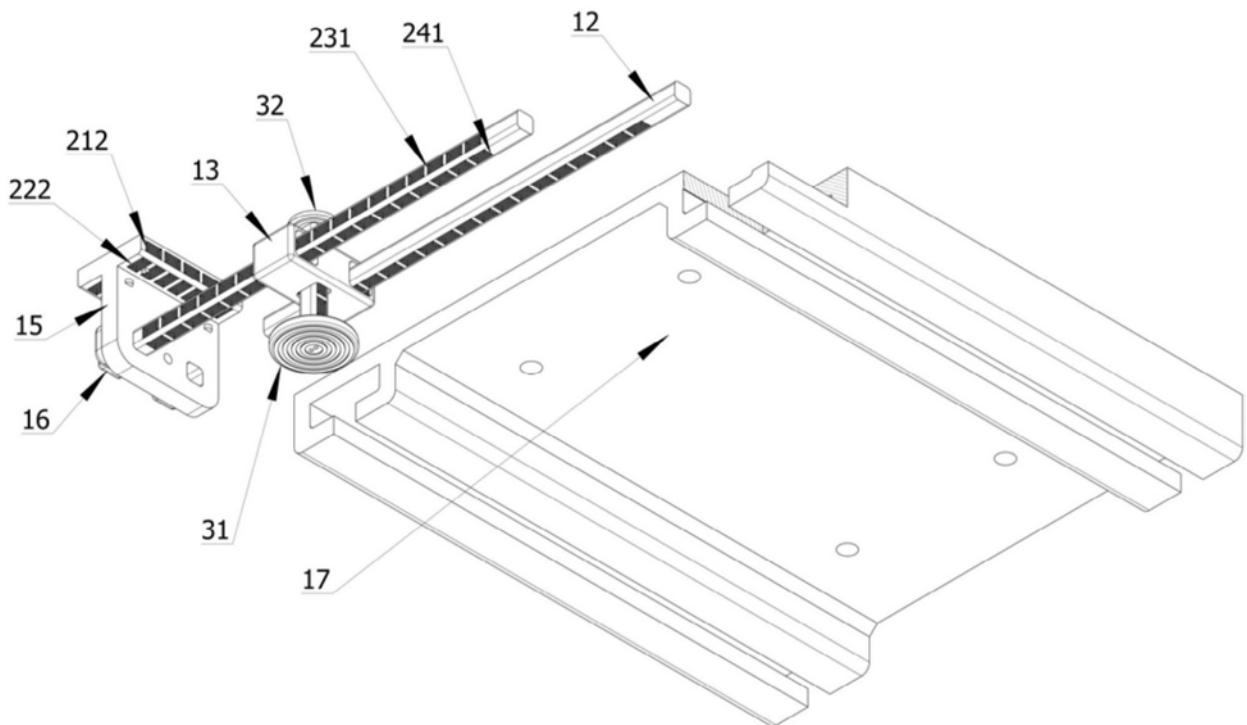


图6

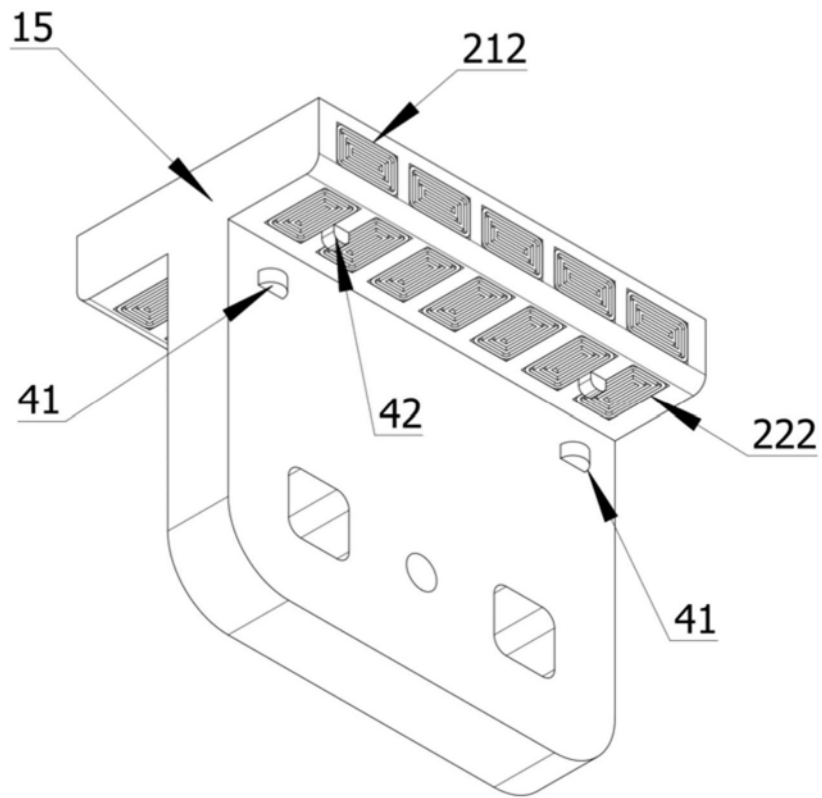


图7

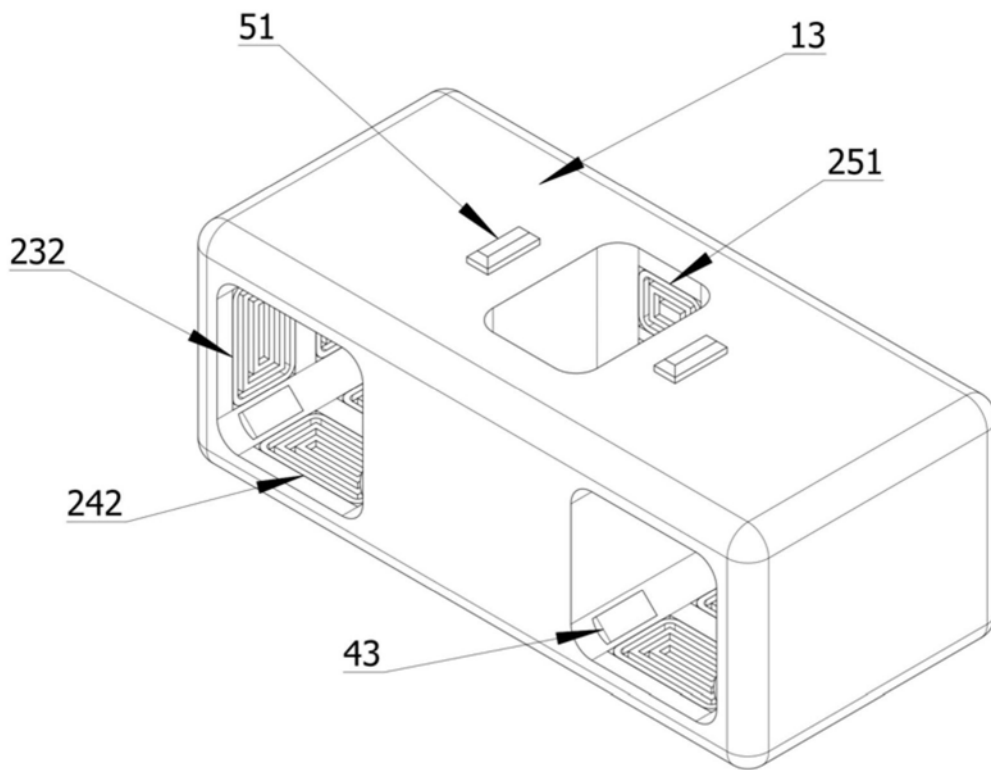


图8

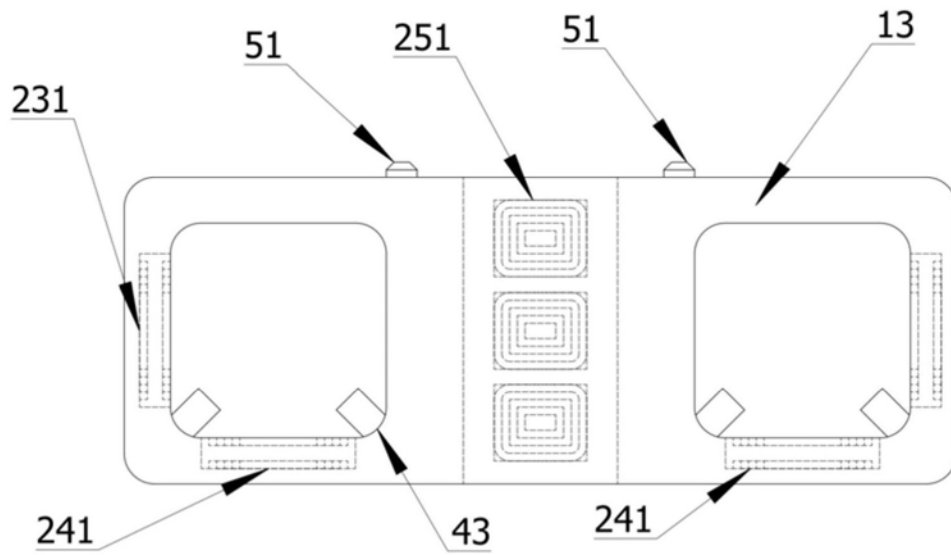


图9

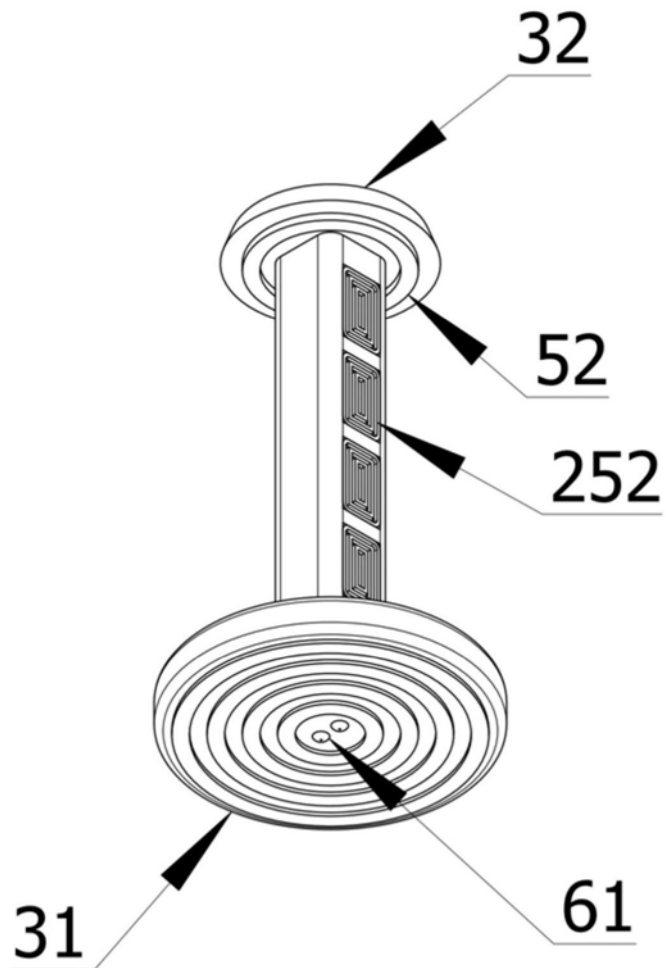


图10

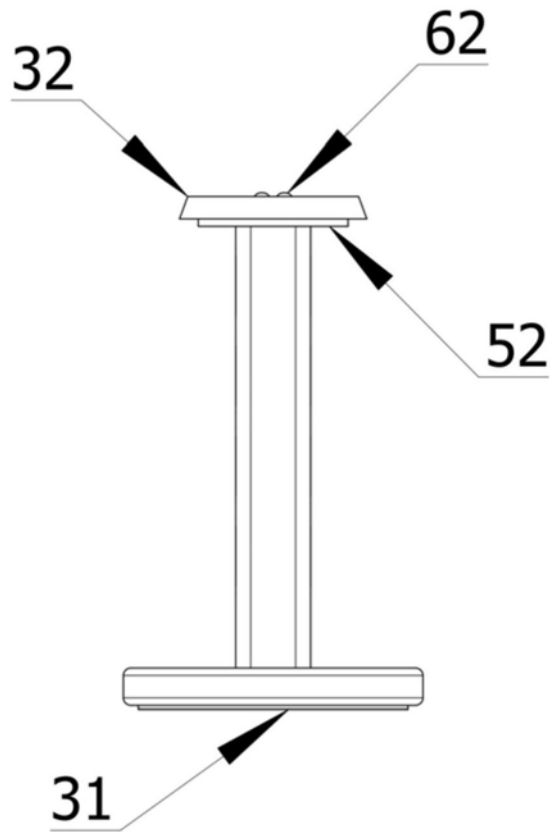


图11

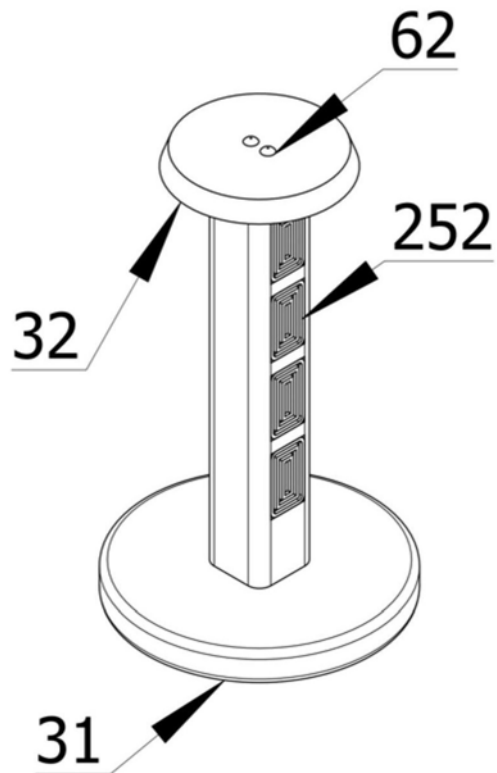


图12



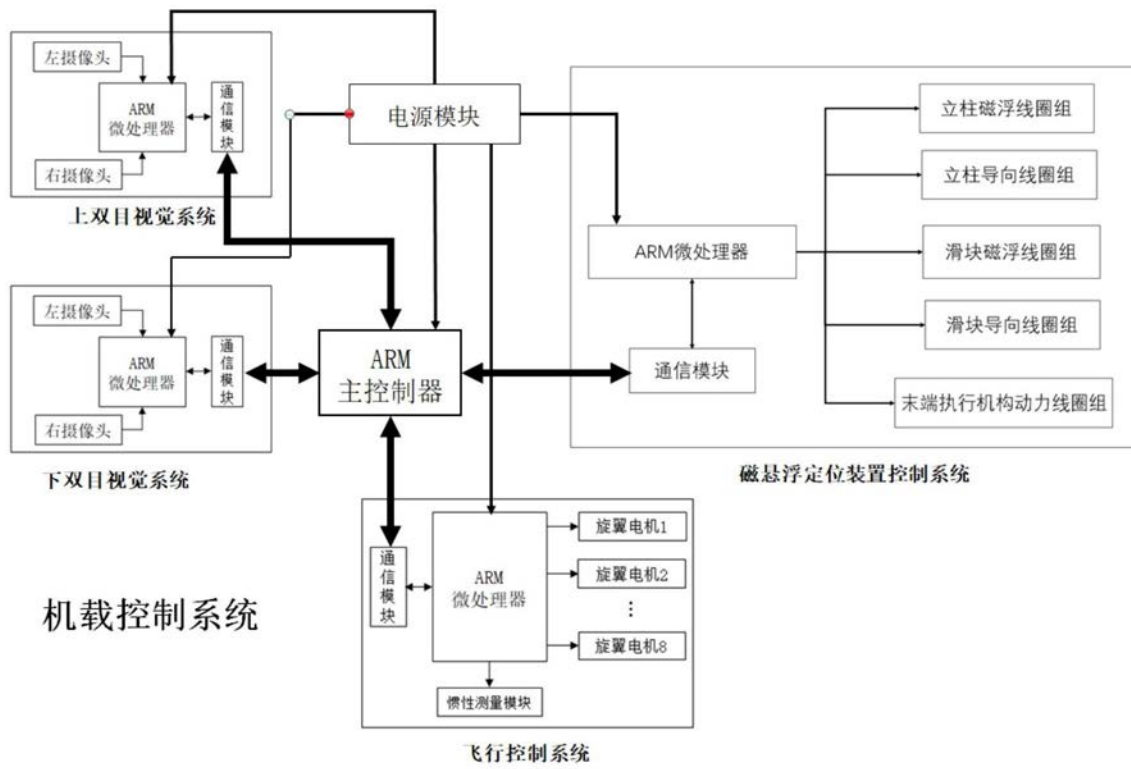


图13