

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2025 年 1 月 30 日 (30.01.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/020161 A1

(51) 国际专利分类号:
B60F 5/02 (2006.01) **B62D 57/024** (2006.01)
B64C 39/02 (2023.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/109488

(22) 国际申请日: 2023 年 7 月 27 日 (27.07.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310916596.9 2023年7月24日 (24.07.2023) CN

(71) 申请人: 广东工业大学 (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省广州市越秀区东风东路 729 号, Guangdong 510090 (CN)。

(72) 发明人: 朱海飞 (ZHU, Haifei); 中国广东省广州市越秀区东风东路 729 号, Guangdong 510090 (CN)。黎浩然 (LI, Haoran); 中国广东省广州市越秀区东风东路 729 号, Guangdong 510090 (CN)。卜永健 (BU, Yongjian); 中国广东省广州市越秀区东风东路 729 号, Guangdong 510090 (CN)。卜永忠 (BU, Yongzhong); 中国广东省广州市越秀区东风东路 729 号, Guangdong 510090 (CN)。

(74) 代理人: 广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT AND TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY); 中国广东省广州市天河区体育西路中石化大厦 B 塔 4416 室, Guangdong 510620 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,

(54) Title: FLYING AND CRAWLING CROSS-DOMAIN MULTIMODE ROBOT

(54) 发明名称: 一种飞行和爬行跨域多模机器人

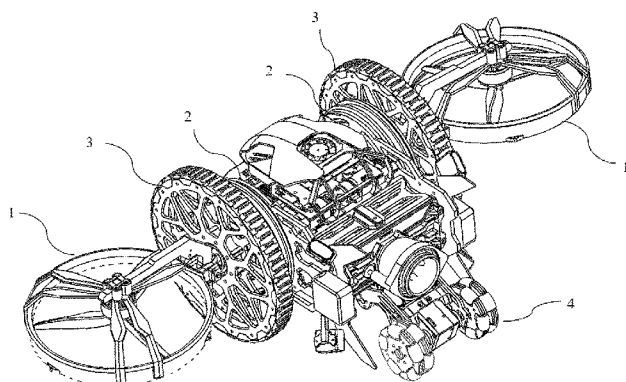


图 2

(57) Abstract: A flying and crawling cross-domain multimode robot, comprising vector rotor modules, vector magnetic force modules, wheel-track drive modules, a tailwheel module and the like, the robot having multiple modes such as flying, crawling, hybrid drive, takeoff and landing. The vector rotor modules have a function of folding rotors, and, in the crawling mode, can fold the rotors to reduce the robot size, thus preventing impact on crawling operations; the vector magnetic force modules and the tailwheel module can provide attraction force for robot crawling, and, in the flying mode, can act as momentum swing arms to maintain the balance stability of the robot; a plurality of robots are combined in series via mechanical-electrical integrated interface modules, and a single robot can achieve expansion of vector rotor modules via the mechanical-electrical integrated interface module; the robot can flexibly and quickly switch between the crawling mode and the flying mode.

(57) 摘要: 一种飞行和爬行跨域多模机器人包括矢量旋翼模块、矢量磁力模块、轮履式驱动模块、尾轮模块等, 机器人具备飞行、爬行、混合驱动、起飞降落等多种模式。矢量旋翼模块具备有折叠旋翼的功能, 在爬行模式将旋翼折叠减小机器人体积, 避免影响爬行作业; 矢量磁力模块、尾轮模块可以为机器人爬行提供吸附力, 并可在飞行模式下作为动量摆臂维持机器人的平衡稳定性; 多个机器人通过机械电器一体化接口模块串联组合, 单个机器人通过机械电器一体化接口模块扩展矢量旋翼模块; 机器人可以灵活迅速地进行爬行模式与飞行模式的切换。

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

一种飞行和爬行跨域多模机器人

技术领域

本发明涉及机器人技术领域，更具体地，涉及一种飞行和爬行跨域多模机器人。

背景技术

5 检测机器人常用的移动方式有飞行和爬行两种形式，在工业检测方面采用无人机检测的方式可以较好地满足非接触式检测的工作要求，但由于无人机能耗高、需要与检测对象保持安全飞行距离和受风力等环境因素影响大等，对于接触式检测、近距离检测、精准的检测、较多障碍物环境下的检测、长时间检测的工作，难以满足要求；爬行机器人可以较好地满足接触式检测、近距离检测的工作要求，但是由于爬行机器人受爬行方式的限制只能在特定的表面爬行，难以跨越不连续平面和复杂表面，且在不同平面之间的过渡的能力有限。

中国专利 CN113978761B 公开了一种飞机机身检测机器人，其结构包括多旋翼无人机、吸盘式爬壁机器人、柔性传动装置，解析垫，多旋翼无人机下安装有吸盘式爬壁机器人，吸盘式爬壁机器人上设有柔性传动装置，因无人机加装的摄像头为加载有红外、视频与三
15 维扫描摄像头，可在不同环境光条件下，进行整体快速机身扫描检测，确保视频信息采集的质量，起到的预定位的作用，达到近距离非接触无损检测的目的。上述方案虽能实现机器人在被测表面滑行，但是滑行的过程仍然需要旋翼为机器人提供附着力，机器人的能耗大。另一方面，上述方案机器人的旋翼朝向是固定的，机器人难以实现降落到竖直面以及结构底面等表面上。

20 发明内容

本发明为克服上述现有技术中的缺陷，提供一种飞行和爬行跨域多模机器人，可以灵活迅速进行机器人的爬行模式与飞行模式两种状态的切换，实现机器人能够在各种角度的工作平面进行运动。

为解决上述技术问题，本发明采用的技术方案是：

25 一种飞行和爬行跨域多模机器人，包括基座、矢量旋翼模块、矢量磁力模块、轮履式驱动模块、尾轮模块、电池模块、控制器模块、机械电器一体化接口模块、起落架模块；飞行和爬行跨域多模机器人以基座为中心，基座的左右两侧都同轴安装有矢量旋翼模块、矢量磁力模块、轮履式驱动模块三个模块；尾轮模块固定在基座的后侧；电池模块、控制器模块、机械电器一体化接口模块、起落架模块固定在基座上；更具体的，矢量旋翼模块
30 的倾转机构固定在基座上，折展机构穿过基座两侧的旋转轴与倾转机构连接；矢量磁力模块的磁吸模块旋转机构安装在基座上；轮履式驱动模块的传动机构、轮子驱动电机安装在

基座上；尾轮模块的尾轮摆动电机固定在基座上；电池模块、控制器模块、机械电器一体化接口模块、起落架模块固定在基座上；在本发明中，所述矢量旋翼模块为机器人飞行提供矢量可控的升力和各向飞行的动力；矢量磁力模块为机器人爬行提供方向和大小可控的吸附力，并可在飞行模式下的作为动量摆臂，辅助飞行稳定或在跌落执行救机动作时用以调整姿态；5 轮履式驱动模块为机器人爬行提供牵引力；尾轮模块可作为飞行模式的动量摆臂也作为爬行模式的吸附支撑；多个飞行和爬行跨域多模机器人通过所述机械电器一体化接口模块串联组合，单个飞行和爬行跨域多模机器人通过所述机械电器一体化接口模块扩展矢量旋翼模块，用以调整机器人的机动能力、负载能力；所述起落架模块在机器人降落地面时可打开作为支撑脚，机器人在壁面爬行时，起落架模块收回，避免影响爬行。

10 根据以上技术手段，本发明提供的机器人具备飞行、爬行、混合驱动、起飞降落过渡等多种模式，具有在一些不连续平面、法兰面、不同倾斜角的片面间过渡的能力；通过矢量旋翼模块可以为机器人提供飞行推力，还具备有折叠旋翼的功能，在爬行模式将旋翼折叠减小机器人体积，避免影响爬行作业；矢量磁力模块、尾轮模块可以为机器人爬行提供吸附力，并可在飞行模式下的作为动量摆臂维持机器人的平衡稳定性；通过控制矢量旋翼15 模块的旋翼的推力大小及方向、旋翼的折叠与展开、矢量磁力模块的吸附力大小及方向、尾轮模块的吸附力及摆动角度、起落架模块的展开及收回，可以灵活迅速进行机器人的爬行模式与飞行模式两种状态的切换，实现在机器人高效灵活具有在各种角度的工作平面起飞降落、飞越复杂障碍、抵达更广泛的检测地点、进行低能耗高精度检测等能力。

其中，机器人身上安装有多种传感器，包括碰撞传感器、视觉检测传感器。

20 在其中一个实施例中，所述矢量旋翼模块，包括旋翼总成、折展机构、倾转机构；旋翼总成通过折展机构与倾转机构连接，所述折展机构的一端从基座侧边旋转轴内孔穿过，并与基座转动配合，所述倾转机构安装在基座上；更具体的，旋翼总成由旋翼、旋翼电机、旋翼保护圈三部分同轴安装组合而成；折展机构包括第一连杆、第二连杆、弹簧、角度传感器机构；第一连杆和第二连杆、角度传感器机构同轴安装；弹簧两端分别固定在第一连25 杆和第二连杆上；第一连杆与第二连杆之间可以发生相对转动；在本发明中，设计一种矢量旋翼模块，具有改变旋翼的推力大小及方向的能力，倾转机构可以使得折展机构发生倾转而改变旋翼总成的倾转角；所述矢量旋翼模块具有折叠与展开旋翼的功能；旋翼工作开始时，旋翼电机正转，旋翼有一个正向的推力，旋翼由折叠状态转变为展开状态；旋翼工作结束时，旋翼电机反转，旋翼有一个反向的推力，旋翼由展开状态转变为折叠状态。弹30 簧起到辅助旋翼折叠与展开的作用，旋翼由折叠状态转为展开状态时，弹簧会经历变短再变长的两个过程，弹簧在初始状态以及终端状态时都处于被压缩状态，具有向外的推力，

利用了弹簧推力产生对旋翼模块的折展扭矩的两极性变化，在旋翼没有推力的情况下依然具有保持旋翼折叠状态以及展开状态的稳定性的能力。角度传感器机构可测量折展机构的第一连杆和第二连杆之间的角度，用于反馈控制旋翼的折叠以及展开。

在其中一个实施例中，通过将两个所述矢量旋翼模块对称安装在基座的左右两侧，使得机器人具有飞行能力；机器人进入飞行模式时，旋翼电机转动提供推力，旋翼由折叠状态转变为展开状态；通过控制两个矢量旋翼模块可以实现机器人自由起飞与降落、跨越复杂障碍、快速抵达检测地点。

在其中的一个实施例中，旋翼电机可以是无刷直流电机，具有质量轻，转速大的特点，用于驱动旋翼叶片的旋转，为机器人飞行提供推力；倾转机构是舵机，用于控制旋翼的倾转角度，具有扭矩大质量轻的特点；弹簧是阻尼推力弹簧；角度传感器是霍尔角度传感器。

在其中的一个实施例中，所述矢量磁力模块，包括磁力机构，磁吸模块旋转机构；磁力机构安装在磁力旋转机构的一端，磁吸模块旋转机构安装在基座上，磁吸模块旋转机构可以驱动基座旋转而改变磁力大小及方向；更具体的，磁力机构由磁体、磁体支架组成；磁吸模块旋转机构由挡板、轴承限位机构、驱动齿轮机构、内齿轮机构组成；磁体安装在磁体支架上；磁力机构为一个弧形结构，转动中心与轮子总成相同，磁力机构外圆弧半径比轮子总成半径略小，磁力机构与吸附平面之间留有间隙；挡板通过轴承限位机构与基座连接；驱动齿轮机构安装在基座上；内齿轮机构位于基座、挡板之间，并与轴承限位机构、驱动齿轮机构内切配合；基座与挡板限制内齿轮机构的轴向移动；轴承限位机构限制内齿轮机构的径向移动；内齿轮机构与磁体支架连接；在本发明中，设计一种矢量磁力模块，具有改变机器人吸附力的能力，驱动齿轮机构转动带动内齿轮机构旋转，进而带动磁力机构旋转，改变磁力的大小及方向；矢量磁力模块也可在飞行模式下的作为动量摆臂，维持机器人的平衡稳定性。

在本发明中，通过将所述的矢量磁力模块对称安装在机器人机体左右两侧，使得机器人具有吸附力，使得机器人可以在壁面上进行爬行作业。

在其中的一个实施例中，第一磁体可以是 Halbach 磁铁阵列、电永磁单元（EPM）；Halbach 磁铁阵列可以改变磁铁局部磁力分布，使得靠近吸附平面一侧的吸附力提高；EPM 可以实现快速改变磁力的大小和方向。

在其中的一个实施例中，所述轮履式驱动模块，包括轮子总成、传动机构、轮子驱动电机，轮子总成通过传动机构与轮子驱动电机连接，所述轮子驱动电机安装在基座上，传动机构与基座两侧的旋转轴外侧转动配合；在本发明中，轮子驱动电机通过传动机构传递动力，驱动轮子转动。

在本发明中，通过将两个所述轮履式驱动模块对称安装在机器人机体左右两侧，使得机器人具有爬行能力；机器人采用双轮差速的运动方式；通过控制两个轮履式驱动模块可以实现机器人的前进、变向、周转等动作。

在其中的一个实施例中，传动机构可以是带轮传动机构、齿轮机构或链条传动机构；
5 采用带轮传动时，传动机构包括第一带轮、第二带轮、皮带，第一带轮与轮子驱动电机输出轴固定，第一带轮通过皮带与第二带轮连接，第二带轮与轮子连接，驱动轮子的转动。

在其中的一个实施例中，所述尾轮模块包括尾轮总成、尾轮摆动电机、尾轮支架、尾轮磁吸模块旋转机构、尾轮磁力机构，尾轮总成通过尾轮支架与尾轮摆动电机连接，尾轮摆动电机安装在基座上；尾轮磁力机构安装在尾轮磁力旋转机构的一端，尾轮磁力旋转机
10 构的另外一端安装在尾轮支架上；更具体的，尾轮磁力机构由尾轮磁体、尾轮磁体支架组成；尾轮磁体安装在尾轮磁体支架上；尾轮磁力机构为一个弧形结构，转动中心与尾轮总成相同，尾轮磁力机构外圆弧半径比尾轮总成半径略小，尾轮磁力机构与吸附平面之间留有间隙；尾轮磁体支架与尾轮磁吸模块旋转机构连接；尾轮总成与尾轮磁力机构同轴安装；
在本发明中，设计一种尾轮模块，具有改变机器人尾轮吸附力的能力，尾轮磁吸模块旋
15 转机构旋转可带动尾轮磁力机构旋转，进而改变尾轮模块磁力的大小及方向；在机器人爬行模式移动时作为机器人进行双轮差速运动的支撑轮；机器人在飞行模式移动时将尾轮吸附力降低，使得机器人容易飞离爬行平面；尾轮模块的尾轮摆动电机可以使得整个尾轮模块摆动，在机器人降落到爬行平面时，机器人更容易贴合平面；通过尾轮摆动电机摆动尾轮模块，可以作为飞行模式下动量摆臂。

20 在其中的一个实施例中，尾轮磁体可以是 Halbach 磁铁阵列、电永磁铁 (EPM)；Halbach 磁铁阵列可以改变磁铁局部磁力分布，使得靠近吸附平面一侧的吸附力提高；EPM 可以实现快速改变磁力的大小和方向。

在其中一个实施例中，所述起落架模块包括收纳电机、第一脚架、和第二脚架；所述
25 收纳电机安装在所述基座上，所述收纳电机的输出端分别与第一脚架和第二脚架的一端铰接，所述收纳电机驱动所述第一脚架和第二脚架转动，改变第一脚架与第二脚架之间的夹角，从而实现第一脚架与第二脚架的收纳与展开。

在其中一个实施例中，所述机械电器一体化接口模块包括母接头、公接头两部分，母
30 接头由小球固定环、推杆组成；公母两个接头结合时，母接头中的小球受到径向力而向内收合，卡在公接头的球槽中，限制公母接口沿着轴向分离。当要让接口分离时，驱动推杆，
让小球固定环的外环沿着轴向移动，小球固定环的小球在径向的间隙变大从而可以脱离公接头的球槽，此时公母两个接头可以沿着轴向分离。

与现有技术相比，有益效果是：

1、本发明提供的机器人具备飞行、爬行、混合驱动、起飞降落过渡等多种模式；通过控制矢量旋翼模块的旋翼的推力大小及方向、旋翼的折叠与展开、矢量磁力模块的吸附力大小及方向、尾轮模块的吸附力及摆动角度、起落架模块的展开及收回，可以灵活迅速进行机器人的爬行模式与飞行模式两种状态的切换，使得机器人具有在各种角度的工作平面起飞降落、飞越复杂障碍、抵达更广泛的检测地点、进行低能耗高精度检测等能力。

2、本发明的矢量旋翼模块，采用折展机构连接旋翼，使得机器人具有折叠和展开旋翼的能力；旋翼工作开始时，旋翼由折叠状态转变为展开状态，旋翼工作结束时，旋翼由展开状态转变为折叠状态，使得机器人在爬行模式下体积更小、运动更灵活，更好地满足实际的检测需要。

3、本发明的矢量磁力模块，可以为爬行模式提供可靠的吸附力，在机器人由爬行模式转为飞行模型时，可以降低机器人的吸附力，而的机器人容易飞离工作平面；矢量磁力模块也可在飞行模式下的作为动量摆臂，辅助飞行稳定或在跌落执行救机动作时用以调整姿态。

4、本发明的尾轮模块，在机器人爬行模式移动时作为机器人进行双轮差速运动的支撑轮；机器人在飞行模式移动时将尾轮吸附力降低，使得机器人容易飞离爬行平面；尾轮模块的尾轮摆动电机可以使得整个尾轮模块摆动，可以作为飞行模式下动量摆臂辅助飞行稳定或在跌落执行救机动作时用以调整姿态，在机器人降落到爬行平面时使得机器人更容易贴合平面。

5、本发明的基座上装有一个机械电器一体化接口模块，多个飞行和爬行跨域多模机器人可以通过机械电器一体化接口模块串联组合，单个飞行和爬行跨域多模机器人可以通过机械电器一体化接口模块扩展矢量旋翼模块；基座上装有起落架模块，在机器人降落地面时可打开作为支撑脚，机器人在壁面爬行时，起落架模块收回，避免影响爬行。

附图说明

图 1 为实施例一中基座的结构示意图。

图 2 为实施例一中飞行和爬行跨域多模机器人装配示意图。

图 3 为实施例一中机器人在垂直壁面起降示意图。

图 4 为实施例一中机器人在倒置壁面壁起降示意图。

图 5 为实施例一中机器人翻越薄板的示意图。

图 6 为实施例二中矢量旋翼模块安装在基体上示意图。

图 7 为实施例二中矢量旋翼模块结构示意图。

图 8 为实施例二中矢量旋翼模块折叠示意图。

图 9 为实施例二中两个矢量旋翼模块对称安装在机器人示意图。

图 10 为实施例二中弹簧折展机构示意图。

图 11 为实施例二中弹簧三种工作状态示意图。

5 图 12 为实施例二中弹簧推力及旋翼所受转矩随着展开角度变化示意图。

图 13 为实施例二中滑块折展机构展开示意图。

图 14 为实施例二中滑块折展机构折叠示意图。

图 15 为实施例三中矢量磁力模块的结构示意图。

图 16 为实施例三中矢量磁力模块安装在基座上示意图。

10 图 17 为实施例三中两个矢量磁力模块安装在机器人上示意图。

图 18 为实施例三中 Halbach 磁铁阵列充磁方向示意图。

图 19 为实施例三中变充磁方向磁铁阵列充磁方向示意图。

图 20 为实施例三中电永磁铁对外无吸附力原理示意图。

图 21 为实施例三中电永磁铁对外有吸附力原理示意图。

15 图 22 为实施例四中轮履式驱动模块结构示意图。

图 23 为实施例四中两个轮履式驱动模块安装在机器人上示意图。

图 24 为实施例四中带轮传动机构示意图。

图 25 为实施例五中尾轮模块结构示意图。

图 26 为实施例五中尾轮模块磁力结构安装位置示意图。

20 图 27 为实施例五中平行四边形摆臂的结构示意图。

图 28 为实施例六中机械电器一体化接口模块结构示意图。

图 29 为实施例六中机器人拓展机器臂示意图。

图 30 为实施例六中多个机器人串联示意图。

图 31 为实施例六中机器人扩展矢量旋翼模块示意图。

25 具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。下面结合具体实施方式对本发明作在其中一个实施例中说明。其中，附图仅用于示例性说明，表示的仅是示意图，而非实物图，不能理解为对本专利的限制；为了更好地说明本发明的实施例，附图某些部件会有省略、放大或缩小，并不代表实际产品的尺寸；对本领域技术人员来说，附图中某些公知结构及其说明可能省略是可以理解的。

30

实施例 1:

如图 1 所示为本发明的基座 0 的实施例, 基座 0 是机器人的中心结构; 基座 0 的左右两侧是两个空心轴结构, 可用于安装矢量旋翼模块 1、矢量磁力模块 2、轮履式驱动模块 3。

如图 2-3 所示为本发明提供的一种飞行和爬行跨域多模机器人的实施例, 包括基座 0、
5 矢量旋翼模块 1、矢量磁力模块 2、轮履式驱动模块 3、尾轮模块 4、电池模块 5、控制器模块 6、机械电器一体化接口模块 7、起落架模块 8; 模块化可重构的飞行爬行多模一体机器人以基座 0 为中心, 基座 0 的左右两侧都同轴安装有矢量旋翼模块 1、矢量磁力模块 2、轮履式驱动模块 3 三个模块; 尾轮模块 4 固定在基座 0 的后侧; 电池模块 5、控制器模块 6、机械电器一体化接口模块 7、起落架模块 8 固定在基座上。

10 具体的, 矢量旋翼模块 1 的倾转机构 103 固定在基座 0 上, 折展机构 102 穿过基座 0 两侧的旋转轴与倾转机构 103 连接; 矢量磁力模块 2 的磁吸模块旋转机构 202 安装在基座 0 上; 轮履式驱动模块 3 的传动机构 302、轮子驱动电机 303 安装在基座 0 上; 尾轮模块 4 的尾轮摆动电机 402 固定在基座 0 上。

在本实施例中, 所述矢量旋翼模块 1 为机器人飞行提供矢量可控的升力和各向飞行的
15 动力; 矢量磁力模块 2 为机器人爬行提供方向和大小可控的吸附力, 并可在飞行模式下的作为动量摆臂, 辅助飞行稳定或在跌落执行救机动作时用以调整姿态; 轮履式驱动模块 3 为机器人爬行提供牵引力; 尾轮模块 4 可作为飞行模式的动量摆臂也作为爬行模式的吸附支撑; 所述起落架模块 8 在机器人降落地面时可打开作为支撑脚, 机器人在壁面爬行时, 起落架模块 8 收回, 避免影响爬行。

20 如图 3 所示, 当机器人在倾斜角度 $<135^\circ$ (如垂直壁面) 壁面降落时, 机器人朝着壁面靠近, 并控制磁力机构 201 以及尾轮磁力机构 405 靠近吸附平面, 增加磁力, 可以实现平稳降落; 当机器人在 $<135^\circ$ 壁面起飞时, 通过控制磁力机构 201 以及尾轮磁力机构 405 远离吸附平面, 减小磁力, 可实现起飞。

如图 4 所示, 当机器人在倾斜角度 $>135^\circ$ (如水平倒置壁面) 壁面降落时, 机器人朝
25 着壁面靠近, 通过控制尾轮摆动电机 402, 使得尾轮模块 4 贴合壁面, 并控制磁力机构 201 以及尾轮磁力机构 405 靠近吸附平面, 增加磁力, 可以实现平稳降落; 当机器人在 $>135^\circ$ 起飞时, 通过控制磁力机构 201 以及尾轮磁力机构 405 远离吸附平面, 减小磁力, 可实现起飞。

如图 5 所示, 当机器人翻越薄板时, 机器人朝着薄板边缘靠近, 轮履式驱动模块 3 提
30 供翻越薄板的驱动力, 尾轮模块 4 作为支撑轮, 并通过尾轮摆动电机 402 不断改变驱动轮与支撑轮的轮距, 满足翻越薄板过程再不同位置有不同轮间距的要求; 当机器人运动到薄

板边缘的时，由于吸附面变窄，机器人吸附力变小导致机器人容易出现脱落、打滑等问题，机器人可以利用矢量旋翼模块 1 协助翻越，矢量旋翼模块 1 可以提供推力克服吸附力不足的问题，并维持机器人翻越薄板过程的平衡稳定性。

本实施例的有益效果：通过控制矢量旋翼模块的旋翼的推力大小及方向、旋翼的折叠与展开、矢量磁力模块的吸附力大小及方向、尾轮模块的吸附力及摆动角度、起落架模块的展开及收回，可以灵活迅速进行机器人的爬行模式与飞行模式两种状态的切换，实现在机器人高效灵活具有在各种角度的工作平面起飞降落、飞越复杂障碍、抵达更广泛的检测地点、进行低能耗高精度检测等能力。

实施例 2：

如图 6 为本发明的矢量旋翼模块 1 的实施例，包括旋翼总成 101、折展机构 102、倾转机构 103；旋翼总成 101 通过折展机构 102 与倾转机构 103 连接，所述折展机构 102 的一端从基座 0 侧边旋转轴内孔穿过，并与基座 0 转动配合，所述倾转机构 103 安装在基座上。

如图 7-8 所示，旋翼总成 101 由旋翼 1011、旋翼电机 1012、旋翼保护圈 1013 三部分同轴安装组合而成；倾转机构 103 可以使得折展机构 102 发生倾转而改变旋翼总成 101 的倾转角；旋翼模块 1 具有折叠与展开旋翼总成 101 的功能；矢量旋翼模块 1 工作开始时，旋翼电机 1012 正转，旋翼模块 1 有一个正向的推力，旋翼模块 1 由折叠状态转变为展开状态；旋翼模块 1 工作结束时，旋翼电机 1012 反转，旋翼模块 1 有一个反向的推力，旋翼模块 1 由展开状态转变为折叠状态。

如图 9 所述，通过将两个所述量旋翼模块对称安装在机器人机体左右两侧，使得机器人具有飞行能力；机器人进入飞行模式时，旋翼电机转动提供推力，旋翼由折叠状态转变为展开状态；通过控制的两个矢量旋翼模块可以实现机器人自由起飞与降落、跨越复杂障碍、快速抵达检测地点。

如图 10 所示，折展机构 102 采用弹簧折展机构，包括第一连杆 1021、第二连杆 1022、弹簧 1023、角度传感器机构 1024；第一连杆 1021 和第二连杆 1022、角度传感器机构 1024 同轴安装；弹簧 1023 两端分别固定在第一连杆 1021 和第二连杆 1022 上；第一连杆 1021 与第二连杆 1022 之间可以发生相对转动，弹簧 1023 可以使得第一连杆 1021 和第二连杆 1022 在没有其他外力的作用下，稳定处于折叠或展开两种状态；角度传感器机构 1024 可测量第一连杆 1021 和第二连杆 1022 之间的角度。

如图 11-12 所示，弹簧 1023 起到辅助旋翼总成 101 折叠与展开的作用，旋翼总成 101 由折叠状态转为展开状态时，弹簧 1023 先变短再变长，弹簧 1023 会经历三个状态：即折叠压缩状态、中间压缩状态、展开状态；弹簧 1023 在初始状态以及终端状态时都处于被压

缩状态，利用了弹簧 1023 推力产生对旋翼模块的折展扭矩的两极性变化，在旋翼模块 1 没有推力的情况下依然具有保持旋翼模块 1 折叠状态以及展开状态的稳定性的能力。

另外，如图 13-14 所示，折展机构 102 还可以采用滑块折展机构，包括第三连杆 1025、第四连杆 1026、滑块 1027、T 形连杆 1028；当滑块 1027 沿着 T 形连杆 1028 向中间移动时，折展机构 102 展开，当滑块 1027 沿着 T 形连杆 1028 向末端移动移动时，折展机构 102 折叠。

实施例 3：

如图 15 为本发明的矢量磁力模块 2 的实施例，包括磁力机构 201，磁吸模块旋转机构 202；磁力机构 201 安装在磁吸模块旋转机构 202 的一端，磁力旋转机构 202 安装在基座 0 上。

如图 15-16 所示，磁力机构 201 由第一磁体 2011、第一磁体支架 2012 组成；磁吸模块旋转机构 202 由挡板 2021、轴承限位机构 2022、驱动齿轮机构 2023、内齿轮机构 2024 组成、霍尔传感器 2025；磁体 2011 安装在磁体支架 2012 上；磁力机构 201 为一个弧形结构，转动中心与轮子总成 301 相同，磁力机构 201 外圆弧半径比轮子总成 301 半径略小，磁力机构 201 与吸附平面之间留有间隙；挡板 2021 通过轴承限位机构 2023 与基座 0 连接；驱动齿轮机构 2023 安装在基座 0 上；内齿轮机构 2024 位于基座 0、挡板 2021 之间，并与轴承限位机构 2022、驱动齿轮机构 2023 内切配合；基座 0 与挡板 2021 限制内齿轮机构 2024 的轴向移动；轴承限位机构 2022 限制内齿轮机构 2024 的径向移动；内齿轮机构 2024 与磁体支架 2022 连接；霍尔传感器 2025 固定在挡板 2021 上。

驱动齿轮机构 2023 转动带动内齿轮机构旋转，进而带动磁力机构 201 旋转，进而改变第一磁体 2011 与吸附平面之间的距离，改变矢量磁力模块吸附力的大小及方向；霍尔传感器 2025 用于测量第一磁体 2011 的旋转角度，用于反馈控制。

如图 17 所示，通过将两个矢量磁力模块 2 对称安装在基座 0 左右两侧，为机器人的爬行提供吸附力。

在其中的一个实施例中，第一磁体 2011 采用 Halbach 磁铁阵列，磁力线的分布如图 18 所示，Halbach 磁铁阵列可以改变磁铁局部磁力分布，使得靠近吸附平面一侧的吸附力提高。

在其中的一个实施例中，第一磁体 2011 采用变充磁方向磁铁阵列，磁力线的分布如图 19 所示，属于一种优化的 Halbach 磁铁阵列，通过更加更加合理的充磁方向，使得磁铁局部磁力分布更加合理，吸附力进一步提高。

在其中的一个实施例中，第一磁体 2011 采用电永磁铁单元，电永磁单元包括磁轮由五部分组成，左右两边是两片轭铁，中间两片为磁铁，其中上面为钕铁硼永磁铁，下面为铝

镍钴磁铁，两片磁铁外面缠绕着线圈；如图 20，钕铁硼的充磁方向向右边，线圈通电，铝镍钴充磁方向向左，此时磁轮内部形成磁场回路，磁轮对外磁场很小，接近为 0；如图 21 所示，钕铁硼的充磁方向保持向右边，线圈通电电压反向改变，铝镍钴充磁方向变成向右，此时磁轮与外部的钢铁材料形成磁场回路，磁轮对外部钢铁材料产生大的吸附力；采用电
5 永磁铁单元可以实现快速改变磁力的大小和方向。

实施例 4：

如图 22 为本发明的轮履式驱动模块 3 的实施例，包括轮子总成 301、传动机构 302、轮子驱动电机 303，轮子总成 301 通过传动机构 302 与轮子驱动电机 303 连接，所述轮子驱动电机 303 安装在基座 0 上，轮子驱动电机 303 通过传动机构 302 传递动力，驱动轮子总
10 成 301 转动。

如图 23，通过将两个所述轮履式驱动模块对称安装在基座 0 左右两侧，使得机器人具有爬行能力；机器人采用双轮差速的运动方式；通过控制两个轮履式驱动模块可以实现机器人的前进、变向、周转等动作。

在其中的一个实施例中，如图 24 传动机构 302 采用带轮传动，传动机构 302 包括第一
15 带轮 3021、第二带轮 3022、皮带 3023，第一带轮 3021 与轮子驱动电机 303 的输出轴固定，第一带轮 3021 通过皮带 3023 与第二带轮 3022 连接，第二带轮 3022 与轮子总成 301 连接，驱动轮子总成 301 的转动。

实施例 5：

图 25 所示为本发明的尾轮模块 4 的实施例，包括尾轮总成 401、尾轮摆动电机 402、
20 尾轮支架 403、尾轮磁吸模块旋转机构 404、尾轮磁力机构 405，尾轮总成 401 通过尾轮支架 403 与尾轮摆动电机 402 连接，尾轮摆动电机 402 安装在基座 0 上；尾轮磁力机构 405 安装在尾轮磁力旋转机构 404 的一端，尾轮磁力旋转机构 404 的另外一端安装在尾轮支架 403 上。

如图 26，尾轮磁力机构 405 由尾轮磁体 4051、尾轮磁体支架 4052 组成；尾轮磁体 4051
25 安装在尾轮磁体支架 4052 上；尾轮磁力机构 405 为一个弧形结构，转动中心与尾轮总成 401 相同，尾轮磁力机构 401 外圆弧半径比尾轮总成 401 半径略小，尾轮磁力机构 405 与吸附平面之间留有间隙；尾轮磁体支架 4052 与尾轮磁吸模块旋转机构 404 连接；尾轮总成 401 与尾轮磁力机构 401 同轴安装。尾轮磁吸模块旋转机构 404 旋转可带动尾轮磁力机构 405 旋转，改变尾轮磁体 4051 与吸附平面之间的距离，改变尾轮模块吸附力的大小及方向；尾
30 轮模块 4 的尾轮摆动电机 402 可以使得整个尾轮模块 4 摆动。

在其中的一个实施例中，尾轮支架 403 可以采用刚性摆臂。如图 27 所示，尾轮支架 403

可以采用平行四边形连杆摆臂，可以控制摆臂的长度。

本实施例的有益效果：在机器人爬行模式移动时，尾轮磁吸模块 4 作为机器人进行双轮差速运动的支撑轮；机器人在飞行模式移动时将尾轮模块 4 吸附力降低，使得机器人容易飞离爬行平面；尾轮模块 4 的尾轮摆动电机 402 可以使得整个尾轮模块 4 摆动，可以作为飞行模式下动量摆臂辅助飞行稳定或在跌落执行救机动作时用以调整姿态，在机器人降落到爬行平面时使得机器人更容易贴合平面。

实施例 6：

如图 28 所示，是机械电器一体化接口模块 7 的结构示意图，包括母接头 701、公接头 702 两部分，母接头由小球固定环 7021、推杆 7022 组成；公母两个接头结合时，母接头 701 中的小球受到径向力而向内收合，卡在公接头 702 的球槽中，限制公母接口沿着轴向分离。当要让接口分离时，驱动推杆 7022，让小球固定环 7021 的外环沿着轴向移动，小球固定环的小球在径向的间隙变大从而可以脱离公接头 702 的球槽，此时公母两个接头可以沿着轴向分离。

在其中一个实施例中，如图 29 所示，飞行和爬行跨域多模机器人通过所述机械电气一体化接口模块 7 可扩展操作臂，增加整机得操作自由度可用于夹取、搬运等远程操作作业。

在其中一个实施例中，如图 30 所示，多个飞行和爬行跨域多模机器人通过所述机械电器一体化接口模块 7 串联组合；采用多机串联，整个系统两端都具备轮履式驱动模块 3、矢量磁力模块 2、矢量旋翼模块 1，使得机器人可以具备更灵活的运动性能、更多样的运动姿态、更高的安全稳定性、可以跨越更多的障碍适应更复杂的工作环境；在爬行模式下，多机串联使得整系统更容易实现内角、外角、薄板等结构的过渡，并具备跨越法兰边、工字钢等复杂结构的能力；在飞行模式下，多机串联使得整个系统具有更大的负载能力以及飞行稳定性，机器人具备有灵活多样的运动姿态，可以使得机器人可以在更加复杂的表面实现降落和起飞等。

其中一个实施例，如图 31 所示，单个飞行和爬行跨域多模机器人通过所述机械电器一体化接口模块 7 扩展矢量旋翼模块 1，用以调整机器人的机动能力增加机器人得俯仰角度姿态得可控性以及负载能力。

显然，本发明的上述实施例仅仅是为清楚地说明本发明所作的举例，而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说，在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明权利要求的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，包括基座（0）、矢量旋翼模块（1）、矢量磁力模块（2）、轮履式驱动模块（3）、尾轮模块（4）、电池模块（5）、控制器模块（6）、机械电器一体化接口模块（7）以及起落架模块（8）；以所述基座（0）为中心，在所述基座（0）的左右两侧均同轴安装有矢量旋翼模块（1）、矢量磁力模块（2）和轮履式驱动模块（3）；所述尾轮模块（4）安装在所述基座（0）的后侧；所述电池模块（5）、控制器模块（6）、机械电器一体化接口模块（7）以及起落架模块（8）均安装在所述基座（0）上；所述控制器模块（6）分别与矢量旋翼模块（1）、矢量磁力模块（2）、轮履式驱动模块（3）、尾轮模块（4）以及起落架模块（8）通信连接；所述电池模块（5）用于给各个模块供电。
2. 根据权利要求1所述的飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，所述矢量旋翼模块（1）包括旋翼总成（101）、用于驱动旋翼总成（101）呈现折叠或展开状态的折展机构（102）、用于驱动折展机构（102）倾转而改变旋翼总成（101）的倾转角度的倾转机构（103）；所述的倾转机构（103）安装在所述基座（0）上，所述折展机构（102）的一端从基座（0）的侧边旋转内孔穿过后与所述倾转机构（103）连接，并与所述基座（0）转动配合，所述折展机构（102）的另一端与所述旋翼总成（101）连接。
3. 根据权利要求2所述的飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，所述旋翼总成（101）包括旋翼（1011）、旋翼电机（1012）、旋翼保护圈（1013），所述旋翼（1011）、旋翼电机（1012）安装在所述旋翼保护圈（1013）内，且同轴安装，所述旋翼电机（1012）的输出端与旋翼（1011）连接，驱动所述旋翼（1011）旋转；所述折展机构（102）包括第一连杆（1021）、第二连杆（1022）、弹簧（1023）以及角度传感器（1024）；所述第一连杆（1021）的一端与倾转机构（103）连接，另一端分别与第二连杆（1022）一端、旋翼保护圈（1013）铰接，第二连杆（1022）的另一端与旋翼保护圈（1013）连接，所述角度传感器（1024）安装在所述第一连杆（1021）与第二连杆（1022）铰接处，且与第一连杆（1021）和第二连杆（1022）同轴安装；所述弹簧（1023）的一端与第一连杆（1021）连接，另一端与第二连杆（1022）连接；所述弹簧（1023）能够给使第一连杆（1021）和第二连杆（1022）在没有外力作用下，稳定处于折叠状态或者展开状态。
4. 根据权利要求1所述的飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，所述矢量磁力模块（2）包括磁力机构（201）、磁吸模块旋转机构（202）；所述磁力机构（201）安装在所述磁吸模块旋转机构（202）的一端，所述磁吸模块旋转机构（202）能够驱动所述磁力机构（201）周向旋转；所述磁吸模块旋转机构（202）安装在所述基座（0）上。
5. 根据权利要求4所述的飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，所述磁力机构（201）

包括第一磁体（2011）和第一磁体（2011）支架，所述第一磁体（2011）安装在第一磁体（2011）支架上；所述磁吸模块旋转机构（202）包括挡板（2021）、轴承限位机构（2022）、驱动齿轮机构（2023）、以及内齿轮机构（2024）；所述挡板（2021）通过轴承限位机构（2022）与所述基座（0）连接，所述驱动齿轮机构（2023）安装在所述基座（0）上，所述内齿轮机构（2024）位于基座（0）与挡板（2021）之间，并与所述轴承限位机构（2022）、驱动齿轮机构（2023）内切配合；所述基座（0）与挡板（2021）限制内齿轮机构（2024）轴向移动，所述轴承限位机构（2022）限制内齿轮机构（2024）径向移动；所述内齿轮机构（2024）与所述第一磁体（2011）支架连接，所述驱动齿轮机构（2023）转动带动所述内齿轮机构（2024）旋转，进而驱动所述磁力机构（201）旋转。

6. 根据权利要求1所述的飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，所述轮履式驱动模块（3）包括轮子总成（301）、传动机构（302）、轮子驱动电机（303）；所述轮子总成（301）通过传动机构（302）与轮子驱动电机（303）连接，所述轮子驱动电机（303）安装在所述基座（0）上。

7. 根据权利要求6所述的飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，所述磁力机构（201）为弧形结构，且磁力机构（201）的转动中心与轮子总成（301）相同，所述磁力机构（201）外圆弧半径比轮子总成（301）半径小，所述磁力机构（201）与吸附平面之间设有间隙。

8. 根据权利要求1所述的飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，所述尾轮模块（4）包括尾轮总成（401）、尾轮摆动电机（402）、尾轮支架（403）、尾轮磁吸模块旋转机构（404）、尾轮磁力机构（405）；所述尾轮总成（401）通过尾轮支架（403）与尾轮摆动电机（402）连接，所述尾轮摆动电机（402）安装在所述基座（0）上；所述尾轮磁力机构（405）安装在尾轮磁吸模块旋转机构（404）的一端，所述磁吸模块旋转机构（202）的另一端安装在尾轮支架（403）上。

9. 根据权利要求8所述的飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，所述尾轮磁力机构（405）包括尾轮磁体（4051）、尾轮磁体（4051）支架；所述尾轮磁体（4051）安装在所述尾轮磁体（4051）支架上，所述尾轮磁力机构（405）为弧形机构，所述尾轮磁力机构（405）的转动中心与所述尾轮总成（401）的转动中心相同，且所述磁力机构（201）外圆弧的半径比尾轮总成（401）的半径小，所述尾轮磁力机构（405）与吸附平面之间设有间隙；所述尾轮磁体（4051）支架与尾轮磁吸模块旋转机构（404）连接，所述尾轮总成（401）与尾轮磁力机构（405）同轴安装；所述尾轮摆动电机（402）转动驱动整个尾轮模块（4）摆动；所述尾轮磁吸模块旋转机构（404）旋转驱动所述尾轮磁力机构（405）旋转。

10. 根据权利要求 1 所述的飞行和爬行跨域多模机器人，其特征在于，所述起落架模块（8）包括收纳电机（801）、第一脚架（802）、和第二脚架（803）；所述收纳电机（801）安装在所述基座（0）上，所述收纳电机（801）的输出端分别与第一脚架（802）和第二脚架（803）的一端铰接，所述收纳电机（801）驱动所述第一脚架（802）和第二脚架（803）转动，改变第一脚架（802）与第二脚架（803）之间的夹角，从而实现第一脚架（802）与第二脚架（803）的收纳与展开。

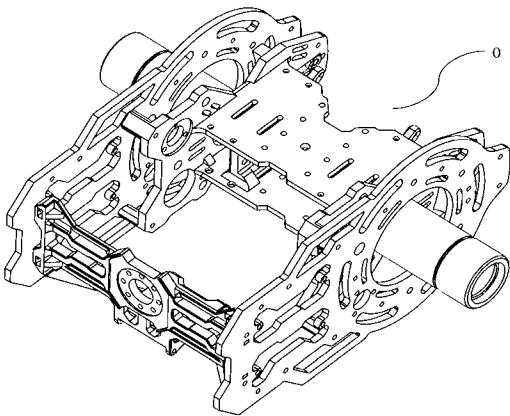


图 1

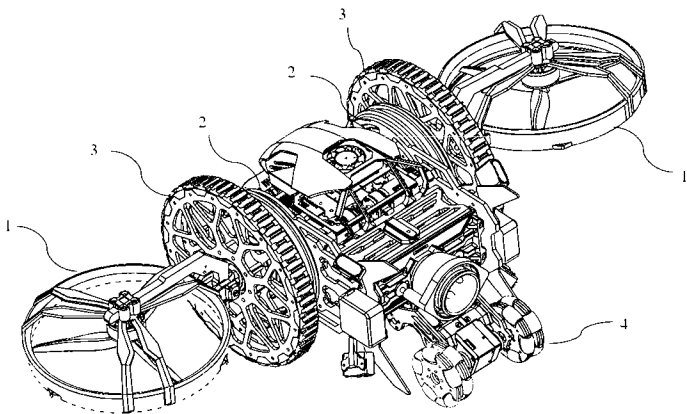


图 2

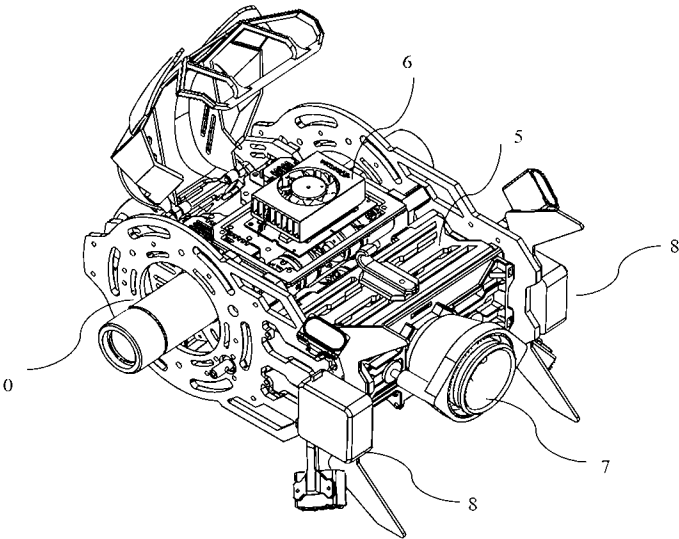


图 3

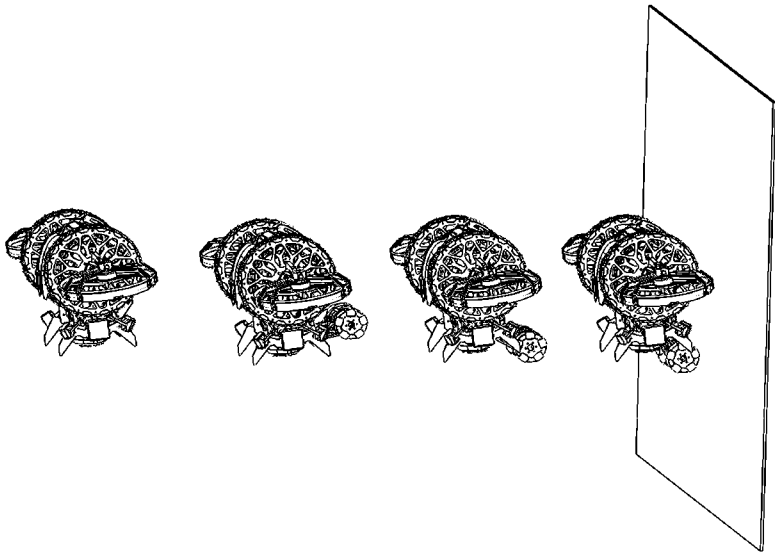


图 4

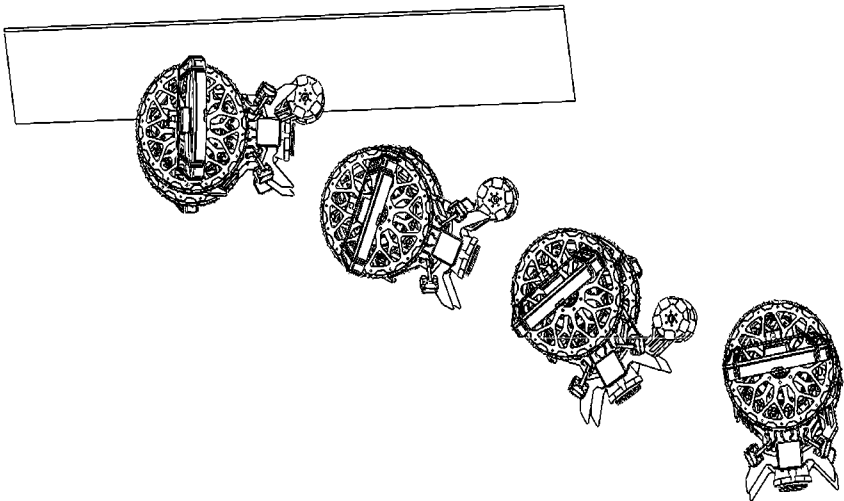


图 5

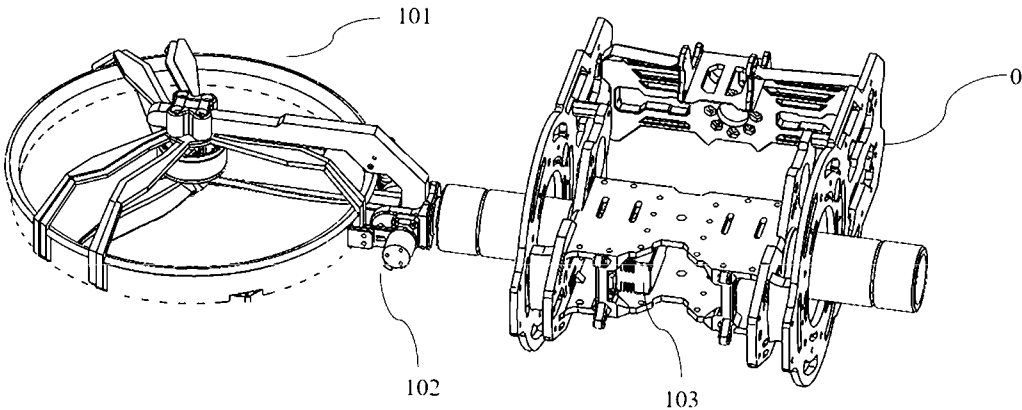


图 6

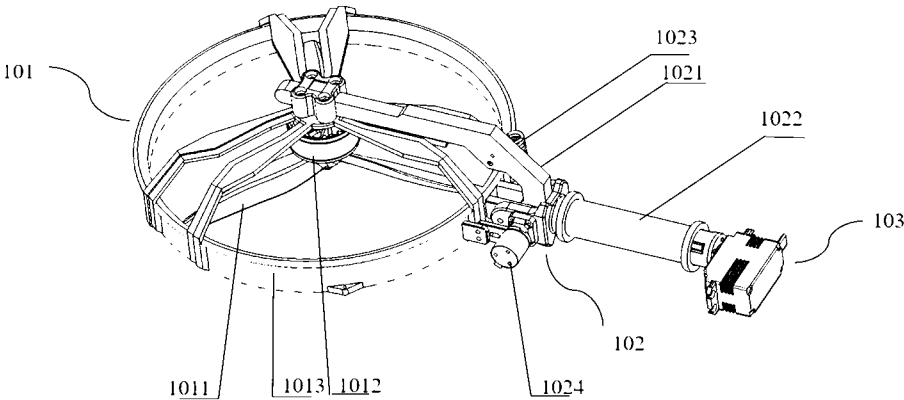


图 7

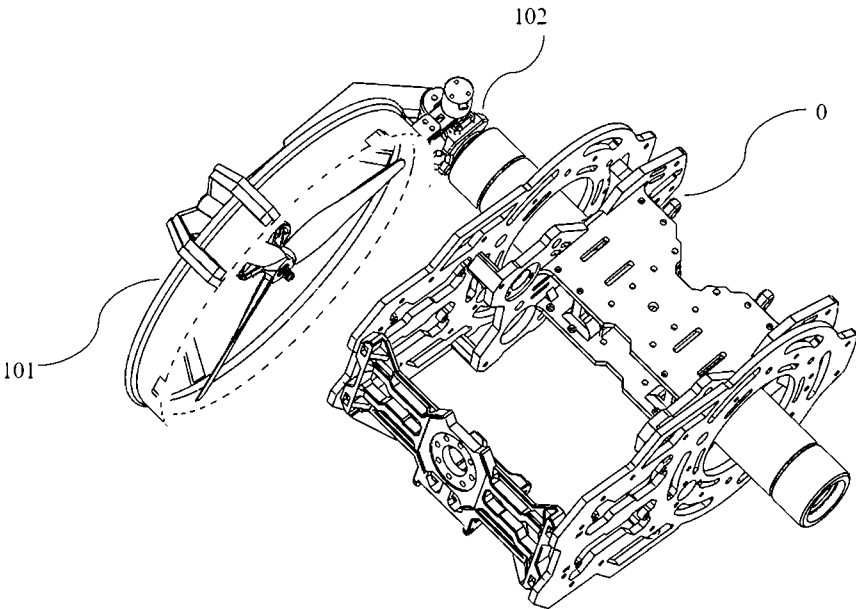


图 8

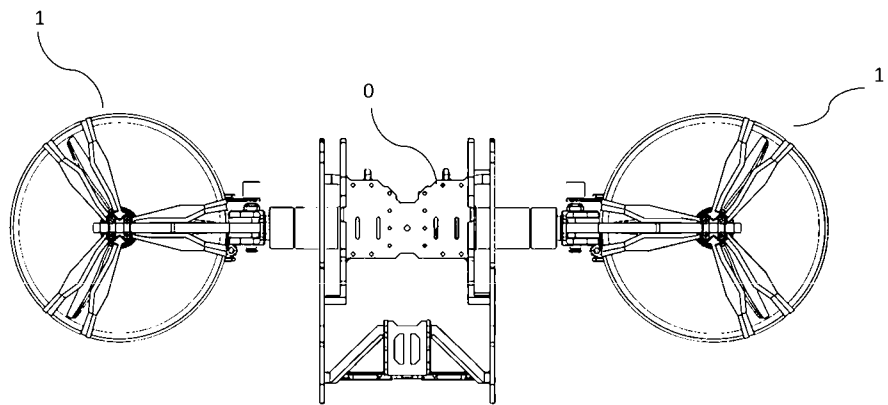


图 9

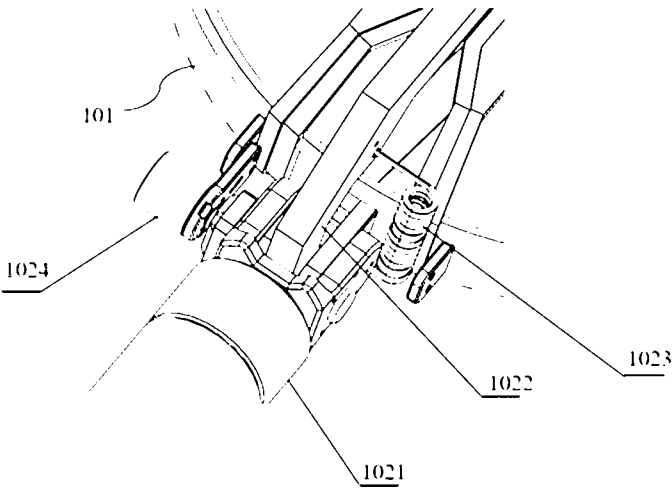


图 10

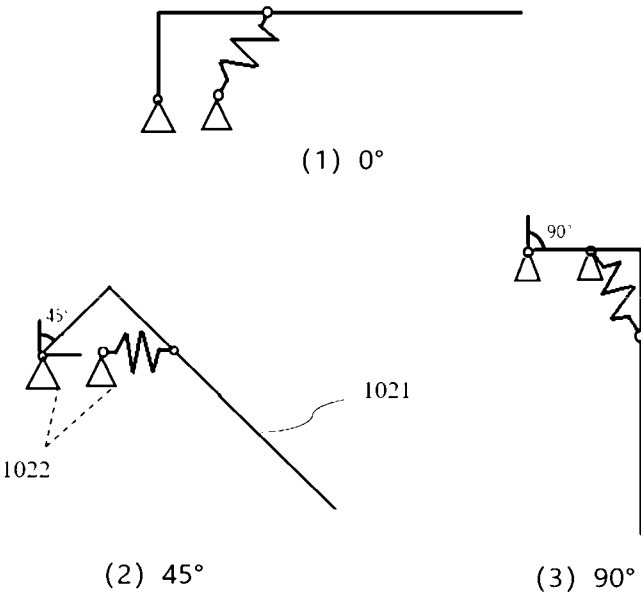


图 11

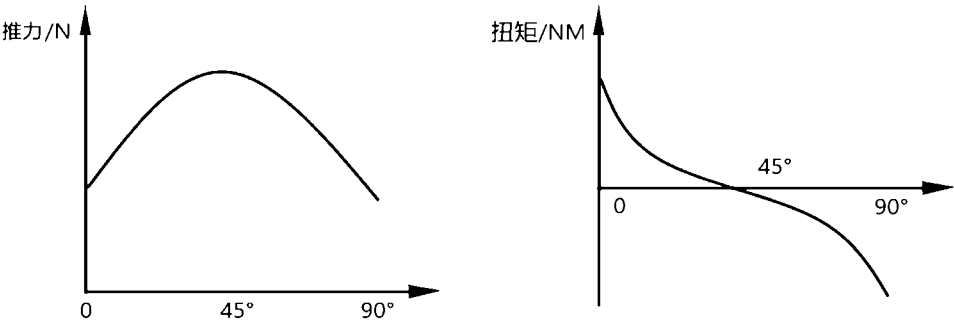


图 12

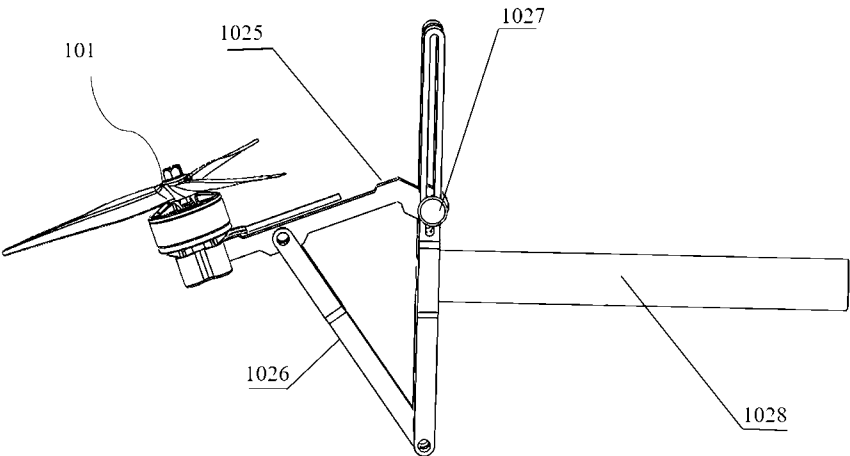


图 13

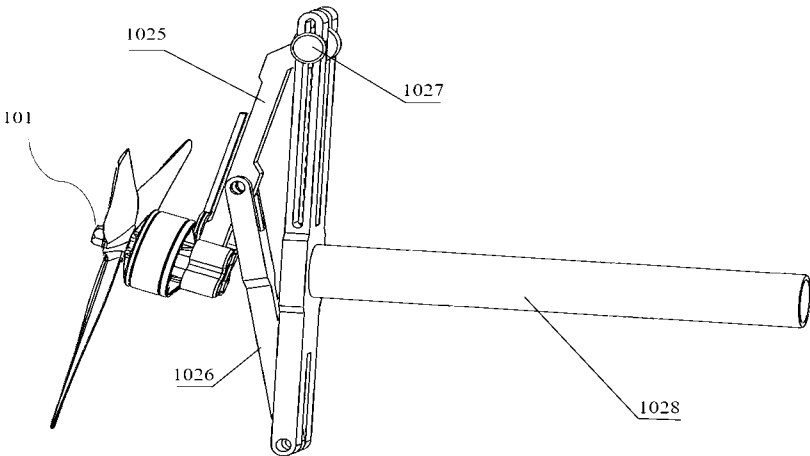


图 14

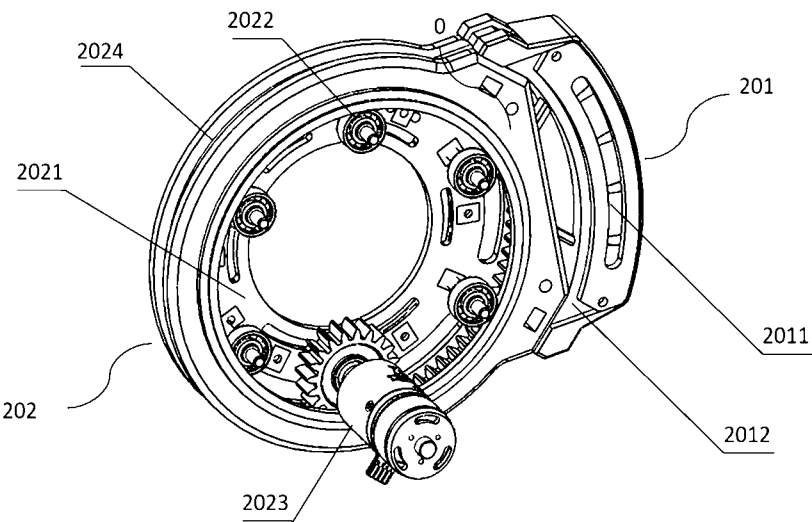


图 15

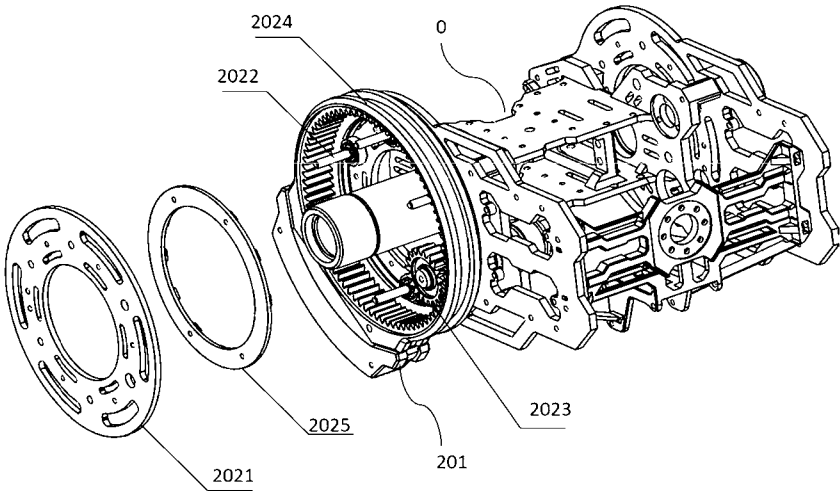


图 16

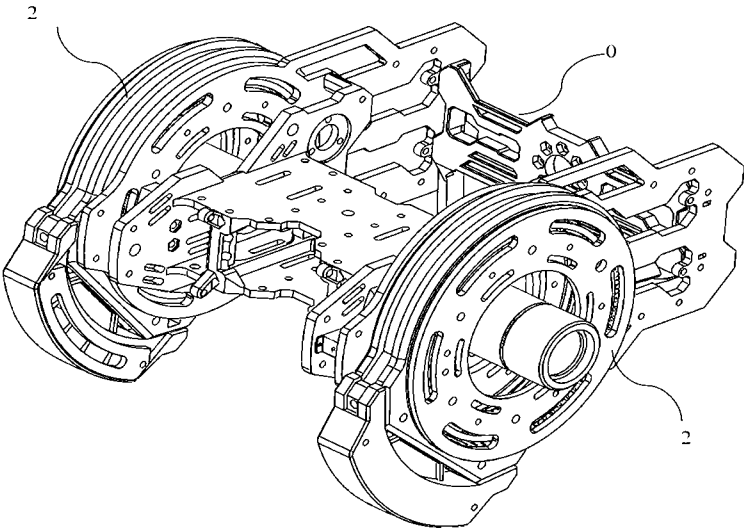


图 17

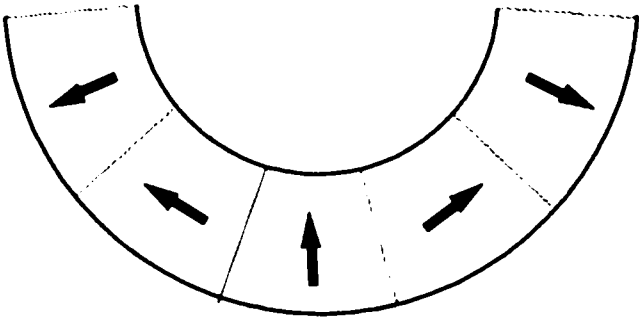


图 18

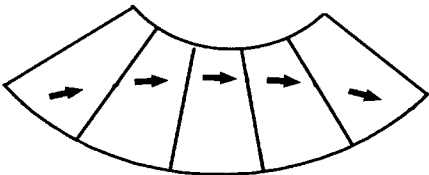


图 19

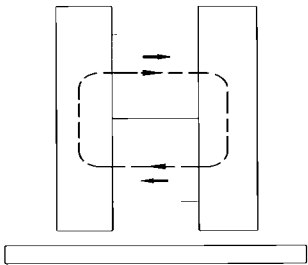


图 20

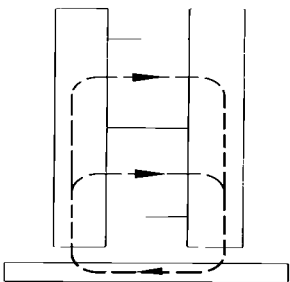


图 21

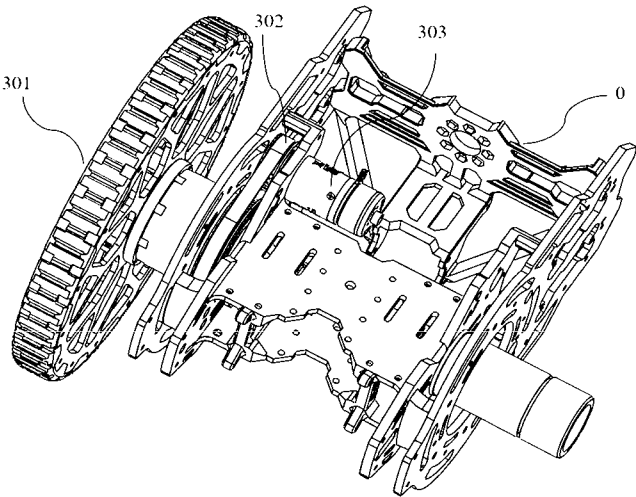


图 22

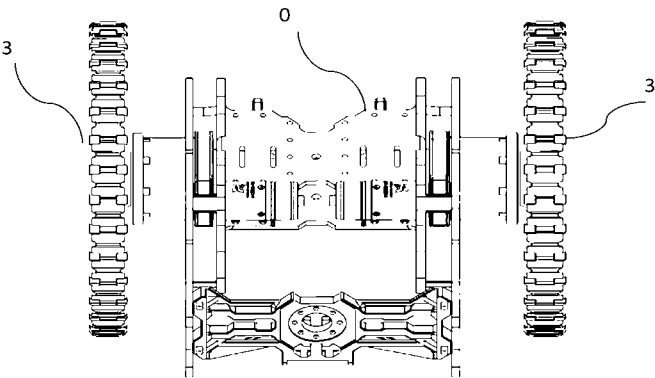


图 23

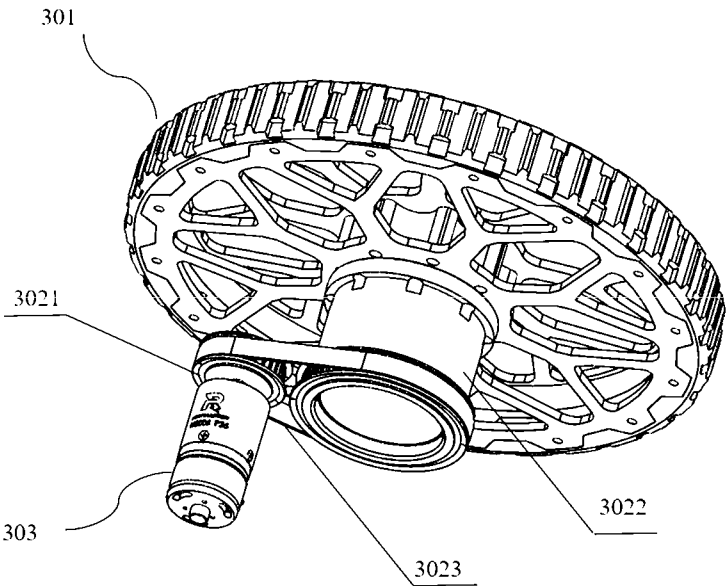


图 24

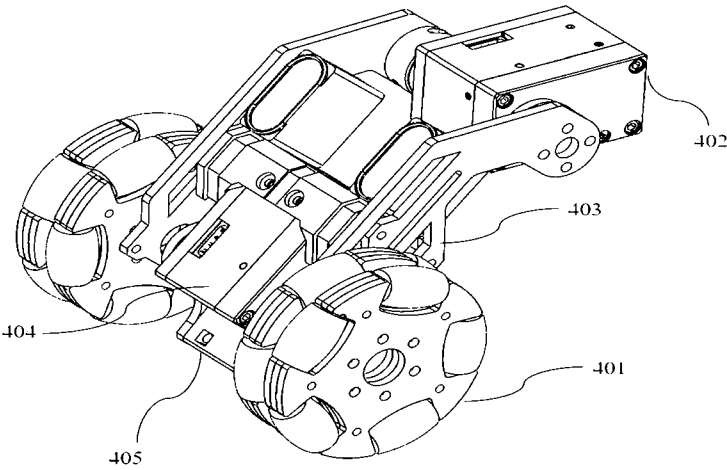


图 25

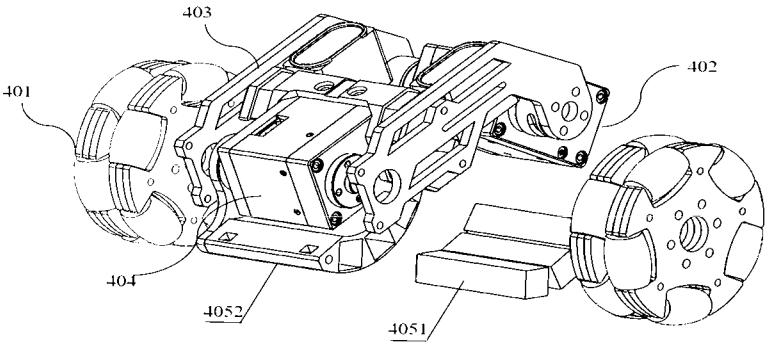


图 26

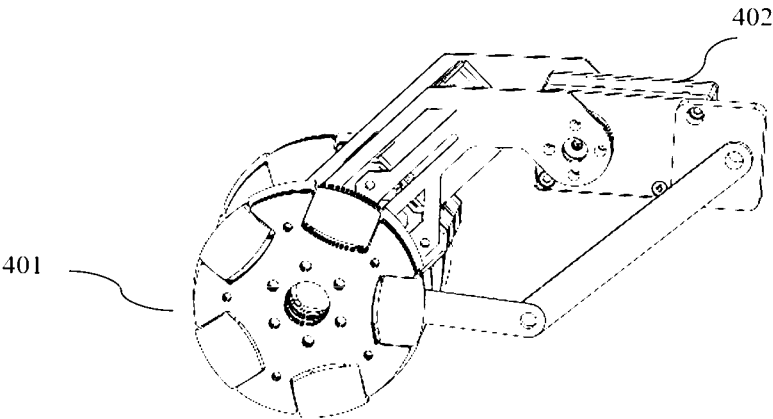


图 27

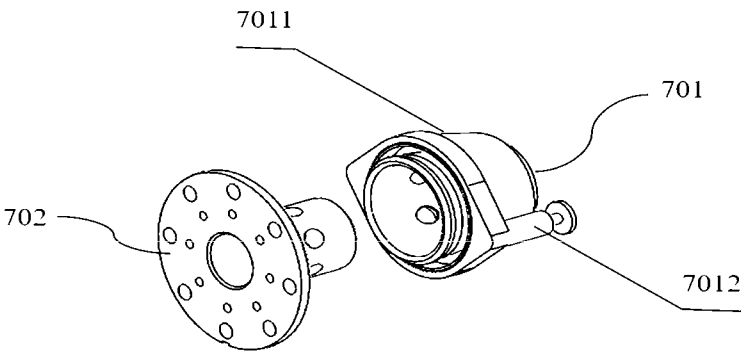


图 28

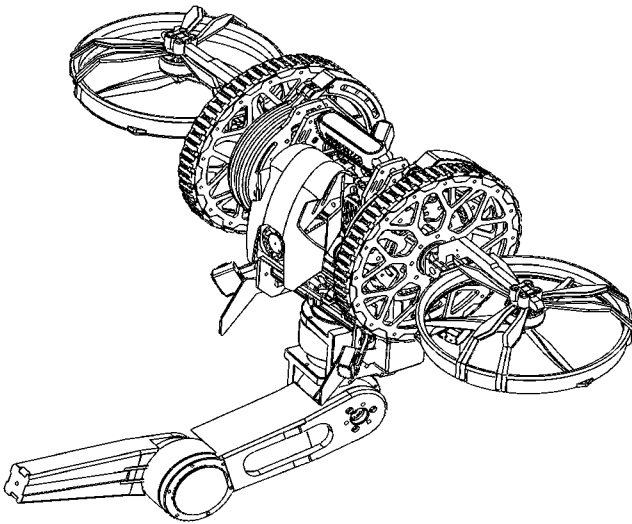


图 29

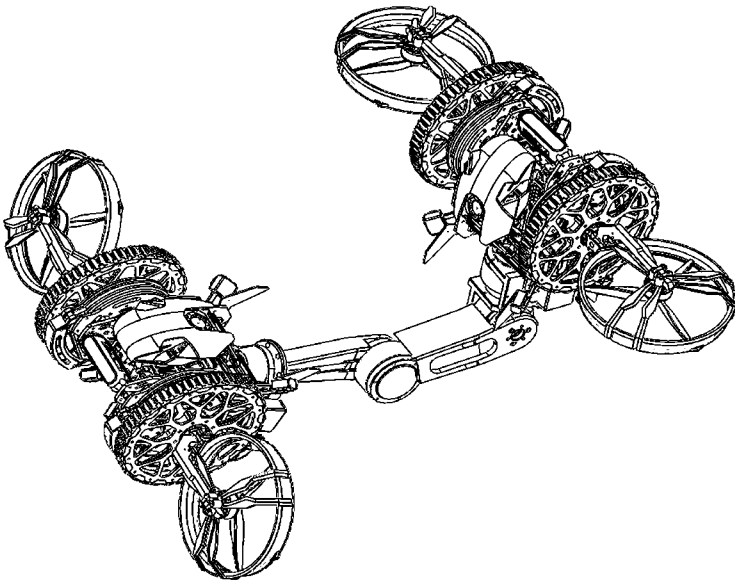


图 30

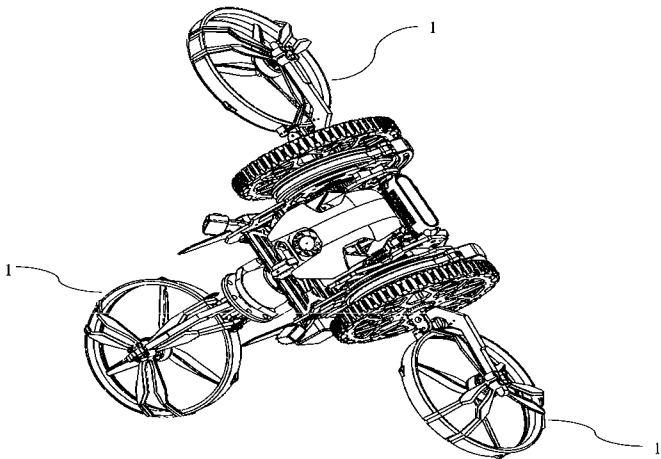


图 31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/109488

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B60F5/02(2006.01)i; B64C39/02(2023.01)i; B62D57/024(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC:B60F B64C B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNTXT, CNABS, CNKI: 机器人, 飞机, 无人机, 翼, 轮, 磁, 同轴, 折, 齿; DWPI, VEN, ENTXT, USTXT: robot, plane, UAV, rotor, wheel, magnetic, coaxial, fold, gear.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 112678169 A (BEIHANG UNIVERSITY et al.) 20 April 2021 (2021-04-20) description, paragraphs 61-122, and figures 1-21	1, 4-10
Y	CN 116279879 A (GUANGDONG UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 23 June 2023 (2023-06-23) description, paragraphs 36-48, and figures 1-10	1, 4-10
Y	CN 112550507 A (SHANGHAI KUKU ROBOT CO., LTD.) 26 March 2021 (2021-03-26) description, paragraphs 18-24, and figures 1-4	1, 4-10
Y	CN 112859894 A (BEIHANG UNIVERSITY et al.) 28 May 2021 (2021-05-28) description, paragraphs 61-122, and figures 1-23	1, 4-10
Y	CN 110614891 A (PAN JIAYI) 27 December 2019 (2019-12-27) description, paragraphs 71-105, and figures 1-20	1, 4-10
A	DE 102019001834 A1 (STRIEBEL CHRISTHARD) 17 September 2020 (2020-09-17) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 March 2024

Date of mailing of the international search report

09 April 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/109488

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	112678169	A	20 April 2021	CN 112678169 B	30 August 2022
CN	116279879	A	23 June 2023	None	
CN	112550507	A	26 March 2021	None	
CN	112859894	A	28 May 2021	CN 112859894 B	08 July 2022
CN	110614891	A	27 December 2019	CN 110614891 B	09 March 2021
DE	102019001834	A1	17 September 2020	None	

A. 主题的分类

B60F5/02(2006.01)i; B64C39/02(2023.01)i; B62D57/024(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC:B60F B64C B62D

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNTEXT, CNABS, CNKI: 机器人, 飞机, 无人机, 翼, 轮, 磁, 同轴, 折, 齿; DWPI, VEN, ENTXT, USTXT: robot, plane, UAV, rotor, wheel, magnetic, coaxial, fold, gear.

C. 相关文件

类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 112678169 A (北京航空航天大学 等) 2021年4月20日 (2021 - 04 - 20) 说明书第61-122段及图1-21	1, 4-10
Y	CN 116279879 A (广东工业大学) 2023年6月23日 (2023 - 06 - 23) 说明书第36-48段及图1-10	1, 4-10
Y	CN 112550507 A (上海酷酷机器人有限公司) 2021年3月26日 (2021 - 03 - 26) 说明书第18-24段及图1-4	1, 4-10
Y	CN 112859894 A (北京航空航天大学 等) 2021年5月28日 (2021 - 05 - 28) 说明书第61-122段及图1-23	1, 4-10
Y	CN 110614891 A (潘佳义) 2019年12月27日 (2019 - 12 - 27) 说明书第71-105段及图1-20	1, 4-10
A	DE 102019001834 A1 (STRIEBEL CHRISTHARD) 2020年9月17日 (2020 - 09 - 17) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2024年3月22日

国际检索报告邮寄日期

2024年4月9日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

段丽丽

电话号码 (+86) 020-28950344

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/109488

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	112678169	A	2021年4月20日	CN 112678169 B	2022年8月30日
CN	116279879	A	2023年6月23日	无	
CN	112550507	A	2021年3月26日	无	
CN	112859894	A	2021年5月28日	CN 112859894 B	2022年7月8日
CN	110614891	A	2019年12月27日	CN 110614891 B	2021年3月9日
DE	102019001834	A1	2020年9月17日	无	