



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105150226 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 16

(21) 申请号 201510511098. 1

(22) 申请日 2015. 08. 19

(71) 申请人 北京空间飞行器总体设计部

地址 100094 北京市海淀区友谊路 104 号

(72) 发明人 高升 王康 谭启蒙 李德伦

袁宝峰 林云成

(74) 专利代理机构 北京理工大学专利中心

11120

代理人 郭德忠 仇蕾安

(51) Int. Cl.

B25J 15/04(2006. 01)

B25J 15/08(2006. 01)

B25J 19/04(2006. 01)

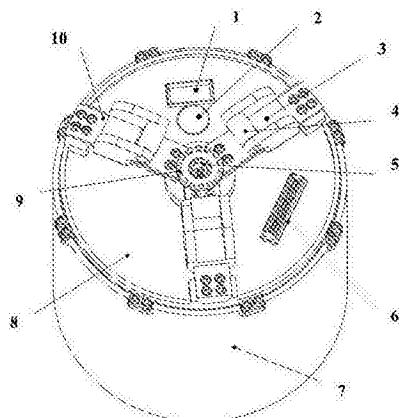
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54) 发明名称

一种空间小型机械臂末端执行装置

(57) 摘要

本发明公开了一种空间小型机械臂末端执行装置，属于空间技术领域；包括：目标适配器、捕获锁紧组件、电气连接组件及视觉测量组件；所述目标适配器上设有锁紧目标、电连接器座及相机靶标；所述捕获锁紧组件能够通过两个以上锁爪向捕获锁紧组件轴线方向的同时收拢，实现对目标适配器上的锁紧目标的捕获；所述电气连接组件安装在捕获锁紧组件内部，能够实现电连接器沿捕获锁紧组件轴线方向的移动，并与目标适配器上的电连接器座配合；所述视觉测量组件通过对目标适配器的相机靶标的监测，确定捕获锁紧组件与目标适配器的相对位置；该装置根据视觉相机实时、精确估计空间合作目标的三维位置姿态信息，实现对目标的捕获、锁紧、供电、通讯。



1. 一种空间小型机械臂末端执行装置,其特征在于,包括:目标适配器、捕获锁紧组件、电气连接组件及视觉测量组件;

所述目标适配器上设有锁紧目标(13)、电连接器座及相机靶标(11);

所述捕获锁紧组件能够通过两个以上锁爪(3)向捕获锁紧组件轴线方向的同时收拢,实现对目标适配器上的锁紧目标(13)的捕获;

所述电气连接组件安装在捕获锁紧组件内部,能够实现电连接器沿捕获锁紧组件轴线方向的移动,并与目标适配器上的电连接器座配合;

所述视觉测量组件包括视觉相机(1)和光源(2),视觉相机(1)和光源(2)均固定在捕获锁紧组件的端面上;通过对目标适配器的相机靶标(11)的监测,确定捕获锁紧组件与目标适配器的相对位置。

2. 如权利要求1所述的一种空间小型机械臂末端执行装置,其特征在于,所述捕获锁紧组件包括:壳体(7)、盖板(8)、锁爪(3)、锥齿(9)、滑轨(10)、内齿轮(15)及连杆(16);

所述壳体(7)为一端开放的圆柱形壳体;所述盖板(8)为圆板,在圆板的中心设有圆形凸台,在圆形凸台上设有与其同轴的通孔,在圆板的表面上设有两个以上条形通孔;所述锥齿(9)为圆环,在圆环的端面分布一圈周向齿;所述锁爪(3)为U型架,在U型架的两个竖直部分之间安装有锁爪滚轮(4),U型架的底面部分设有与滑轨(10)配合的通孔,且开孔方向与锁爪滚轮(4)的轴向互相垂直,U型架的底面设有连接轴;

盖板(8)固定在壳体(7)的开放端并将壳体(7)的开放端封闭;两个以上滑轨(10)的一端均固定在盖板(8)的边缘处,另一端均固定在盖板(8)的圆形凸台上,两个以上滑轨(10)呈中心对称分布并与盖板(8)的条形通孔一一对应;锥齿(9)远离周向齿的端面固定在盖板(8)圆形凸台上的滑轨(10)的表面,且锥齿(9)与盖板(8)同轴;两个以上锁爪(3)分别套装在滑轨(10)上,并与滑轨(10)滑动配合,锁爪(3)的连接轴穿过盖板(8)的条形通孔;内齿轮(15)通过轴承安装在壳体(7)开放端的内圆周面;两个以上连杆(16)的一端均活动连接在内齿轮(15)的端面上,另一端分别活动连接在锁爪(3)的底面的连接轴,且当连杆(16)与滑轨(10)位于同一条直线时,锁爪(3)移动到最靠近壳体(7)轴线的位置,即三个锁爪(3)同时收拢,处于捕获锁紧后的状态。

3. 如权利要求1所述的一种空间小型机械臂末端执行装置,其特征在于,所述电气连接组件包括:功率电连接器(5)、信号电连接器(6)、电机组件A(17)、主动齿轮(18)、电机组件B(19)、螺杆(20)、导向柱(21)及电连接器支架(22);

所述电连接器支架(22)上设有螺纹孔及定位孔;

电机组件A(17)通过支架固定在壳体(7)内部,主动齿轮(18)固定在电机组件A(17)的输出轴上,并与内齿轮(15)啮合;电机组件B(19)通过支架固定在壳体(7)内部,螺杆(20)沿壳体(7)的轴向固定在电机组件B(19)的输出轴上,电连接器支架(22)与螺杆(20)进行螺纹连接,使电连接器支架(22)沿螺杆方向进行移动;一个以上导向柱(21)均沿壳体(7)的轴线方向固定在支架上,并分别与电连接器支架(22)的定位孔进行孔轴配合,以防止电连接器支架(22)发生转动;功率电连接器(5)及信号电连接器(6)均固定在电连接器支架(22)上,且功率电连接器(5)穿过盖板(8)及锥齿(9)的通孔,信号电连接器(6)穿过盖板(8)。

4. 如权利要求1或2或3所述的一种空间小型机械臂末端执行装置,其特征在于,所

述目标适配器包括：相机靶标（11）、信号电连接器座（12）、锁紧目标（13）及适配器底板（14）；所述适配器底板（14）为圆板；所述锁紧目标（13）为正棱柱，正棱柱的每个侧面均设有与锁爪（3）相配合的楔形凹槽，正棱柱的端面设有与锥齿（9）相配合的周向齿及与周向齿同轴的圆孔；相机靶标（11）、信号电连接器座（12）、锁紧目标（13）均固定在适配器底板（14）上；

目标适配器的锁紧目标（13）的楔形凹槽与捕获锁紧机构的锁爪（3）、锁紧目标（13）的周向齿与捕获锁紧机构的锥齿（9）的周向齿、目标适配器的相机靶标（11）与捕获锁紧机构的视觉测量组件、目标适配器的信号电连接器座（12）与捕获锁紧机构的信号电连接器（6）均一一对应。

5. 如权利要求1或2或3所述的一种空间小型机械臂末端执行装置，其特征在于，所述锁爪（3）、滑轨（10）及连杆（16）的个数均相同，为三个；所述导向柱（21）的个数为两个；所述锁紧目标（13）为三棱柱。

一种空间小型机械臂末端执行装置

技术领域

[0001] 本发明属于空间技术领域，具体涉及一种空间小型机械臂末端执行装置。

背景技术

[0002] 末端执行器安装在空间机械臂的末端，跟随机械臂接近被捕获目标，在可捕获位置处捕获锁紧目标物，并对目标物实现可靠的电气连接。

[0003] 目前已成功发射应用在机械臂末端的执行器有国际空间站机械臂（SSRMS）末端执行器、以及 SPDM 末端等，其中 SSRMS 共采用三个驱动源实现捕获、拖动、锁紧、适用于大容差操作，捕获动作由绳索机构实现；SPDM 机构由两个滑块实现夹持动作，无定位锥齿，刚度较差。

发明内容

[0004] 有鉴于此，本发明提供了一种空间小型机械臂末端执行装置，该装置根据视觉相机实时、精确估计空间合作目标的三维位置姿态信息，实现对目标的捕获、锁紧、供电、通讯。

[0005] 本发明是通过下述技术方案实现的：

[0006] 一种空间小型机械臂末端执行装置，包括：目标适配器、捕获锁紧组件、电气连接组件及视觉测量组件；

[0007] 所述目标适配器上设有锁紧目标、电连接器座及相机靶标；

[0008] 所述捕获锁紧组件能够通过两个以上锁爪向捕获锁紧组件轴线方向的同时收拢，实现对目标适配器上的锁紧目标的捕获；

[0009] 所述电气连接组件安装在捕获锁紧组件内部，能够实现电连接器沿捕获锁紧组件轴线方向的移动，并与目标适配器上的电连接器座配合；

[0010] 所述视觉测量组件包括视觉相机和光源，视觉相机和光源均固定在捕获锁紧组件的端面上；通过对目标适配器的相机靶标的监测，确定捕获锁紧组件与目标适配器的相对位置。

[0011] 进一步的，所述捕获锁紧组件包括：壳体、盖板、锁爪、锥齿、滑轨、内齿轮及连杆；

[0012] 所述壳体为一端开放的圆柱形壳体；所述盖板为圆板，在圆板的中心设有圆形凸台，在圆形凸台上设有与其同轴的通孔，在圆板的表面上设有两个以上条形通孔；所述锥齿为圆环，在圆环的端面分布一圈周向齿；所述锁爪为 U 型架，在 U 型架的两个竖直部分之间安装有锁爪滚轮，U 型架的底面部分设有与滑轨配合的通孔，且开孔方向与锁爪滚轮的轴向互相垂直，U 型架的底面设有连接轴；

[0013] 盖板固定在壳体的开放端并将壳体的开放端封闭；两个以上滑轨的一端均固定在盖板的边缘处，另一端均固定在盖板的圆形凸台上，两个以上滑轨呈中心对称分布并与盖板的条形通孔一一对应；锥齿远离周向齿的端面固定在盖板圆形凸台上的滑轨的表面，且锥齿与盖板同轴；两个以上锁爪分别套装在滑轨上，并与滑轨滑动配合，锁爪的连接轴穿过

盖板的条形通孔；内齿轮通过轴承安装在壳体开放端的内圆周面；两个以上连杆的一端均活动连接在内齿轮的端面上，另一端分别活动连接在锁爪的底面的连接轴，且当连杆与滑轨位于同一条直线时，锁爪移动到最靠近壳体轴线的位置，即三个锁爪同时收拢，处于捕获锁紧后的状态。

[0014] 进一步的，所述电气连接组件包括：功率电连接器、信号电连接器、电机组件A、主动齿轮、电机组件B、螺杆、导向柱及电连接器支架；

[0015] 所述电连接器支架上设有螺纹孔及定位孔；

[0016] 电机组件A通过支架固定在壳体内部，主动齿轮固定在电机组件A的输出轴上，并与内齿轮啮合；电机组件B通过支架固定在壳体内部，螺杆沿壳体的轴向固定在电机组件B的输出轴上，电连接器支架与螺杆进行螺纹连接，使电连接器支架沿螺杆方向进行移动；一个以上导向柱均沿壳体的轴线方向固定在支架上，并分别与电连接器支架的定位孔进行孔轴配合，以防止电连接器支架发生转动；功率电连接器及信号电连接器均固定在电连接器支架上，且功率电连接器穿过盖板及锥齿的通孔，信号电连接器穿过盖板。

[0017] 进一步的，所述目标适配器包括：相机靶标、信号电连接器座、锁紧目标及适配器底板；所述适配器底板为圆板；所述锁紧目标为正棱柱，正棱柱的每个侧面均设有与锁爪相配合的楔形凹槽，正棱柱的端面设有与锥齿相配合的周向齿及与周向齿同轴的圆孔；相机靶标、信号电连接器座、锁紧目标均固定在适配器底板上；

[0018] 目标适配器的锁紧目标的楔形凹槽与捕获锁紧机构的锁爪、锁紧目标的周向齿与捕获锁紧机构的锥齿的周向齿、目标适配器的相机靶标与捕获锁紧机构的视觉测量组件、目标适配器的信号电连接器座与捕获锁紧机构的信号电连接器均一一对应。

[0019] 进一步的，所述锁爪、滑轨及连杆的个数均相同，为三个；所述导向柱的个数为两个；所述锁紧目标为三棱柱。

[0020] 工作原理：捕获锁紧机构安装在机械臂的末端，目标适配器安装在被捕获目标物上；在初始状态时，捕获锁紧组件的三个锁爪处于相对展开状态即远离壳体的轴线方向，同时，电气连接组件的功率电连接器和信号电连接器处于未伸出的状态；

[0021] 利用视觉相机、光源及相机靶标实时、精确估计空间目标相对于机械臂末端之间的相对位置姿态参数，引导空间机械臂将捕获锁紧机构移动到目标适配器的捕获容差范围内；驱动电机组件A带动主动齿轮转动，由于主动齿轮与内齿轮啮合，从而驱动内齿轮转动，内齿轮同时带动三个连杆运动，进而由连杆同时推动三个锁爪沿着滑轨向靠近壳体轴线的方向做直线运动，使安装锁爪滚轮的锁爪的一端与锁紧目标上的楔形凹槽配合，直到连杆与滑轨位于同一直线上时，此时该机构处于死点位置，实现对目标适配器的捕获锁紧，建立机械连接；当确认捕获锁紧可靠后，驱动电机组件B转动，带动螺杆转动，由螺杆驱动电连接器支架沿导向柱直线运动，从而驱动功率电连接器及信号电连接器向靠近目标适配器的方向伸出，与目标适配器的锁紧目标及信号电连接器座配合，建立电气连接，实现信号电连接器与信号电连接器座的信号导通，功率电连接器与锁紧目标的功率信号导通；从而实现捕获锁紧机构与目标适配器的机械连接和电气连接，进而实现了对空间目标的锁紧和通讯。

[0022] 有益效果：(1) 本发明利用视觉测量模块实时、准确估计空间目标的三维位置与姿态，引导机械臂将捕获锁紧机构控制在与目标适配器设定的容差范围内，由两个动力源

快速实现对安装有目标适配器的被捕获目标的捕获锁紧，并建立电气连接，实现机械臂和被捕获目标“机械和电气”的可靠连接；其中，一个动力源经连杆同时驱动多个锁爪对任意安装有适配器的空间目标进行快速捕获锁紧；锁紧可靠后，由另一个动力源对信号电连接器和功率电连接器进行驱动，从而接通功率电和信号电。

[0023] (2) 本发明的捕获锁紧机构同时驱动多个锁爪沿滑轨运动，实现捕获锁紧动作，锁紧到位后该机构处于“死点”位置，可保证驱动源不受反作用力，锁紧更加可靠。

[0024] (3) 本发明的目标适配器的侧面设置楔形凹槽，锁紧时由多个锁紧滚轮同时在楔形凹槽上滚动，使目标适配器沿其轴线运动，并将目标适配器的周向齿压入到捕获锁紧机构的锥齿上，从而提高连接刚度，实现可靠锁紧及限位作用。

[0025] (4) 本发明的光源的功能在于补偿在轨空间光照环境，以辅助视觉相机能够采集清晰的光学图像，用于位姿参数的精确估计；锁爪滚轮可相对于锁爪滚动，有利于减小捕获锁紧的摩擦力；相机靶标用于视觉相机的标定。

附图说明

[0026] 图 1 为本发明的组成示意图。

[0027] 图 2 为本发明捕获锁紧组件的外部结构示意图。

[0028] 图 3 为本发明捕获锁紧组件的内部结构示意图。

[0029] 图 4 为本发明电气连接组件的结构示意图。

[0030] 图 5 为本发明的捕获锁紧后状态示意图。

[0031] 图 6 为本发明目标适配器的结构示意图。

[0032] 图 7 为本发明的待捕获状态示意图。

[0033] 图 8 为本发明的机械和电气连接的状态示意图。

[0034] 其中，1- 视觉相机，2- 光源，3- 锁爪，4- 锁爪滚轮，5- 功率电连接器，6- 信号电连接器，7- 壳体，8- 盖板，9- 锥齿，10- 滑轨，11- 相机靶标，12- 信号电连接器座，13- 锁紧目标，14- 适配器底板，15- 内齿轮，16- 连杆，17- 电机组件 A，18- 主动齿轮，19- 电机组件 B，20- 螺杆，21- 导向柱，22- 电连接器支架。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图并举实施例，对本发明进行详细描述。

[0036] 本发明提供了一种空间小型机械臂末端执行装置，参见附图 1，包括：捕获锁紧机构和目标适配器；

[0037] 参见附图 2-5，所述捕获锁紧机构包括：捕获锁紧组件、电气连接组件及视觉测量组件；

[0038] 所述捕获锁紧组件包括：壳体 7、盖板 8、锁爪 3、锥齿 9、滑轨 10、内齿轮 15 及连杆 16；所述壳体 7 为一端开放的圆柱形壳体；所述盖板 8 为圆板，在圆板的中心设有圆形凸台，在圆形凸台上设有与其同轴的通孔，在圆板的表面上设有三个条形通孔；所述锥齿 9 为圆环，在圆环的端面分布一圈周向齿；所述锁爪 3 为 U 型架，在 U 型架的两个竖直部分之间安装有锁爪滚轮 4，U 型架的底面部分设有与滑轨 10 配合的通孔，且开孔方向与锁爪滚轮 4 的轴向互相垂直，U 型架的底面设有连接轴；

[0039] 盖板 8 固定在壳体 7 的开放端并将壳体 7 的开放端封闭；三个滑轨 10 的一端均固定在盖板 8 的边缘处，另一端均固定在盖板 8 的圆形凸台上，三个滑轨 10 呈中心对称分布并与盖板 8 的条形通孔一一对应；锥齿 9 远离周向齿的端面固定在盖板 8 圆形凸台上的滑轨 10 的表面，且锥齿 9 与盖板 8 同轴；三个锁爪 3 分别套装在滑轨 10 上，并与滑轨 10 滑动配合，锁爪 3 的连接轴穿过盖板 8 的条形通孔；内齿轮 15 通过轴承安装在壳体 7 开放端的内圆周面；三个连杆 16 的一端均活动连接在内齿轮 15 的端面上，另一端分别活动连接在锁爪 3 的底面的连接轴，且当连杆 16 与滑轨 10 位于同一条直线时，锁爪 3 移动到最靠近壳体 7 轴线的位置，即三个锁爪 3 同时收拢，处于捕获锁紧后的状态；

[0040] 所述电气连接组件包括：功率电连接器 5、信号电连接器 6、电机组件 A17、主动齿轮 18、电机组件 B19、螺杆 20、导向柱 21 及电连接器支架 22；所述电连接器支架 22 上设有螺纹孔及两个定位孔；电机组件 A17 通过支架固定在壳体 7 内部，主动齿轮 18 固定在电机组件 A17 的输出轴上，并与内齿轮 15 啮合；电机组件 B19 通过支架固定在壳体 7 内部，螺杆 20 沿壳体 7 的轴向固定在电机组件 B19 的输出轴上，电连接器支架 22 与螺杆 20 进行螺纹连接，使电连接器支架 22 沿螺杆方向进行移动；两个导向柱 21 均沿壳体 7 的轴线方向固定在支架上，并分别与电连接器支架 22 的两个定位孔进行孔轴配合，以防止电连接器支架 22 发生转动；功率电连接器 5 及信号电连接器 6 均固定在电连接器支架 22 上，且功率电连接器 5 穿过盖板 8 及锥齿 9 的通孔，信号电连接器 6 穿过盖板 8；

[0041] 所述视觉测量组件包括视觉相机 1 和光源 2；视觉相机 1 和光源 2 均固定在盖板 8 上；

[0042] 参见附图 6，所述目标适配器包括：相机靶标 11、信号电连接器座 12、锁紧目标 13 及适配器底板 14；所述适配器底板 14 为圆板；所述锁紧目标 13 为三棱柱，三棱柱的三个侧面均设有与锁爪滚轮 4 相配合的楔形凹槽，三棱柱的端面设有与锥齿 9 相配合的周向齿及与周向齿同轴的圆孔；相机靶标 11、信号电连接器座 12、锁紧目标 13 均固定在适配器底板 14 上；

[0043] 其连接关系如下：目标适配器的锁紧目标 13 的三个楔形凹槽与捕获锁紧机构的三个锁爪 3、锁紧目标 13 的周向齿与捕获锁紧机构的锥齿 9 的周向齿、目标适配器的相机靶标 11 与捕获锁紧机构的视觉测量组件、目标适配器的信号电连接器座 12 与捕获锁紧机构的信号电连接器 6 均一一对应。

[0044] 工作原理：参见附图 7、8，捕获锁紧机构安装在机械臂的末端，目标适配器安装在被捕获目标物上；在初始状态时，捕获锁紧组件的三个锁爪 3 处于相对展开状态即远离壳体 7 的轴线方向，同时，电气连接组件的功率电连接器 5 和信号电连接器 6 处于未伸出的状态；

[0045] 利用视觉相机 1、光源 2 及相机靶标 11 实时、精确估计空间目标相对于机械臂末端之间的相对位置姿态参数，引导空间机械臂将捕获锁紧机构移动到目标适配器的捕获容差范围内；驱动电机组件 A17 带动主动齿轮 18 转动，由于主动齿轮 18 与内齿轮 15 啮合，从而驱动内齿轮 15 转动，内齿轮 15 同时带动三个连杆 16 运动，进而由连杆 16 同时推动三个锁爪 3 沿着滑轨 10 向靠近壳体 7 轴线的方向做直线运动，使安装锁爪滚轮 4 的锁爪 3 的一端与锁紧目标 13 上的楔形凹槽配合，直到连杆 16 与滑轨 10 位于同一直线上时，此时该机构处于死点位置，实现对目标适配器的捕获锁紧，建立机械连接；当确认捕获锁紧可靠后，驱

动电机组件 B19 转动,带动螺杆 20 转动,由螺杆 20 驱动电连接器支架 22 沿导向柱 21 直线运动,从而驱动功率电连接器 5 及信号电连接器 6 向靠近目标适配器的方向伸出,与目标适配器的锁紧目标 13 及信号电连接器座 12 配合,建立电气连接,实现信号电连接器 6 与信号电连接器座 12 的信号导通,功率电连接器 5 与锁紧目标 13 的功率信号导通;从而实现捕获锁紧机构与目标适配器的机械连接和电气连接,进而实现了对空间目标的锁紧和通讯。

[0046] 综上所述,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

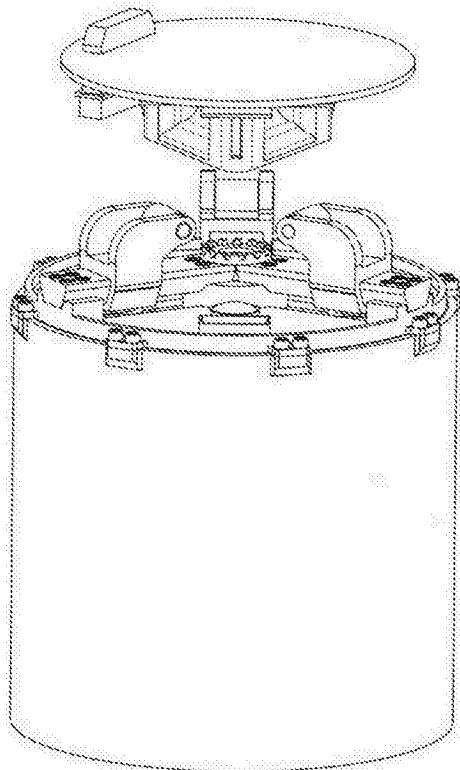


图 1

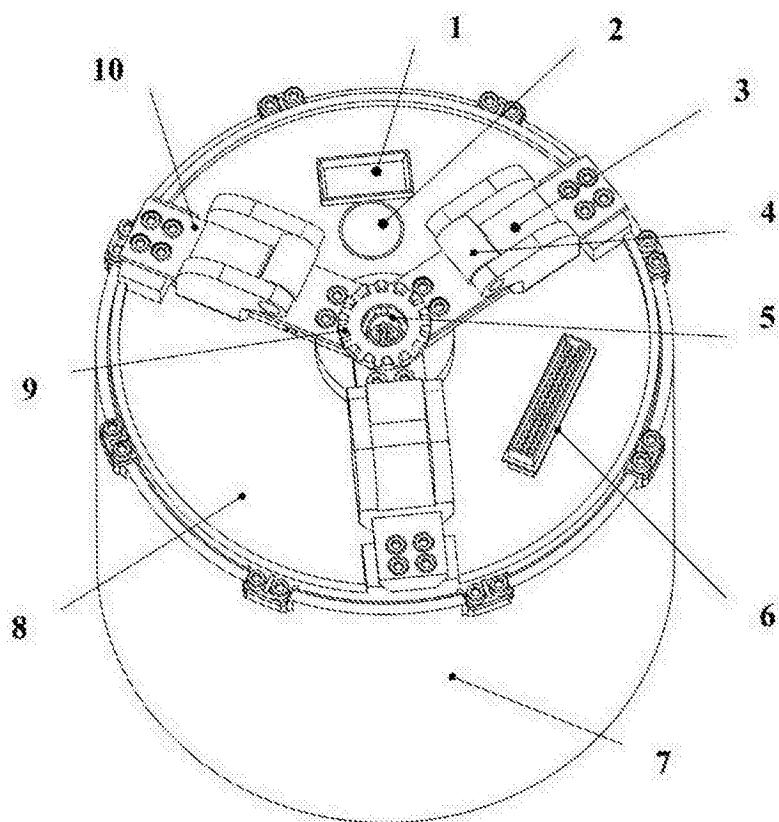


图 2

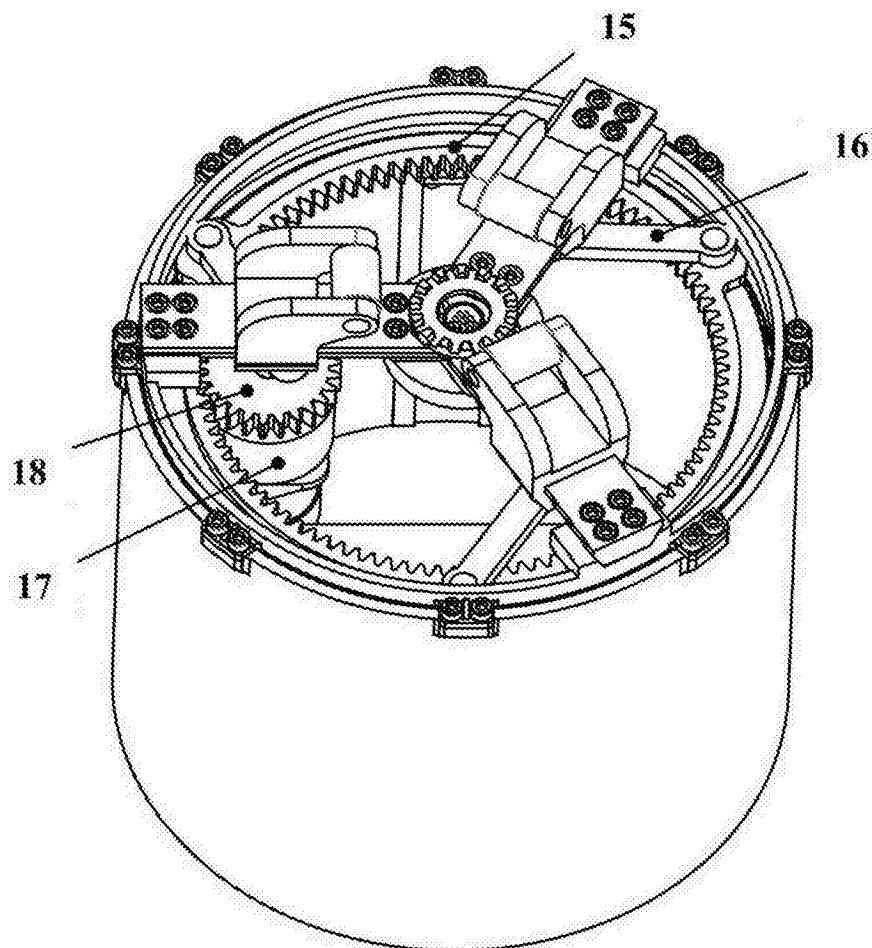


图 3

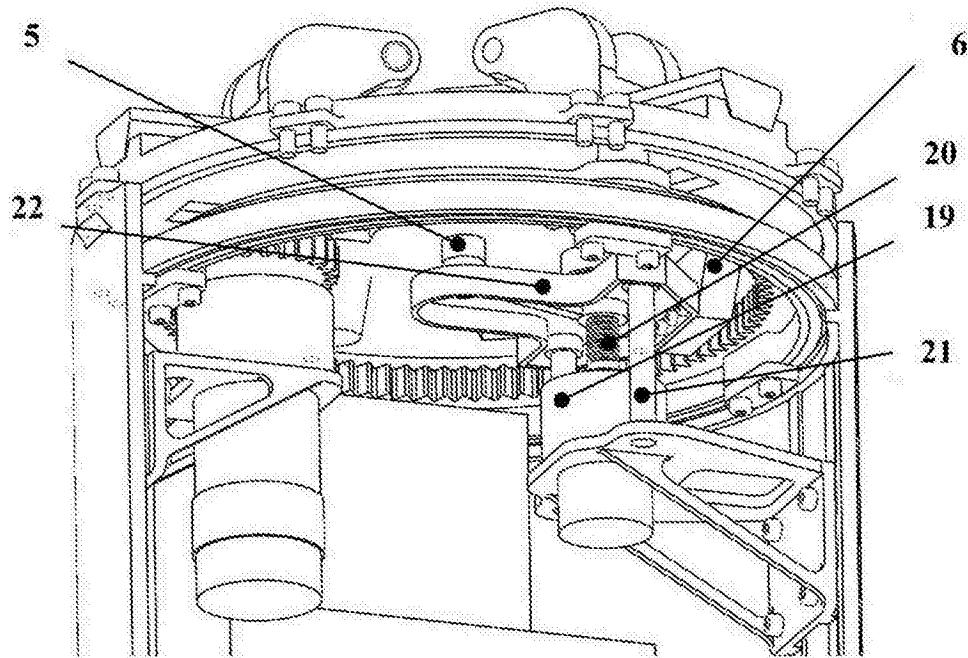


图 4

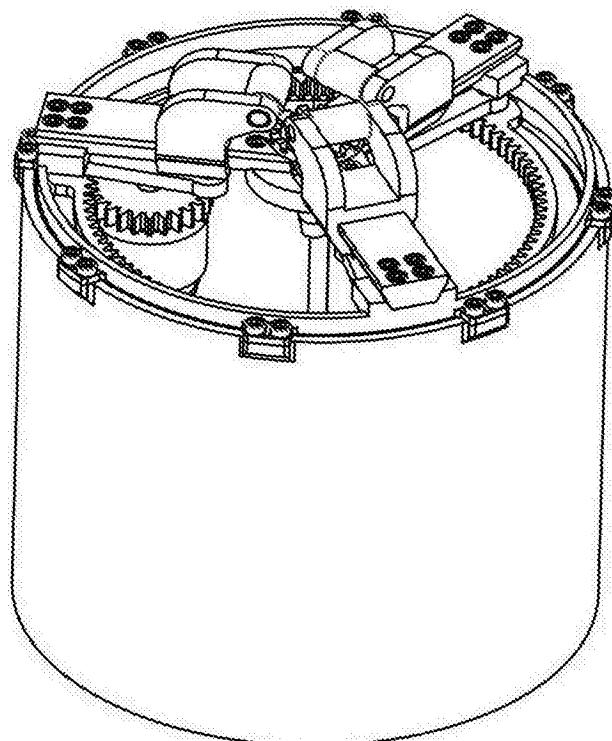


图 5

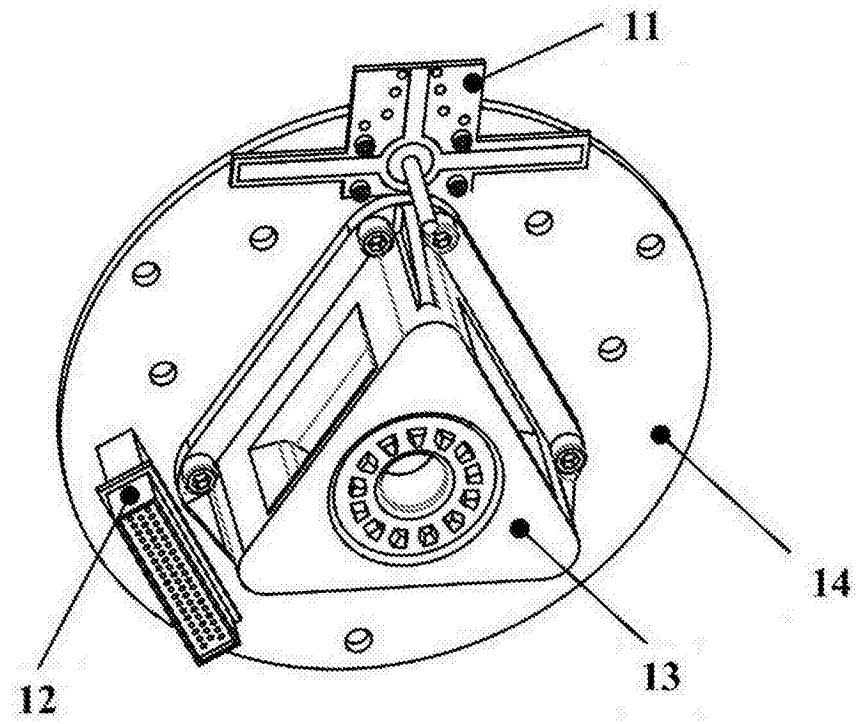


图 6

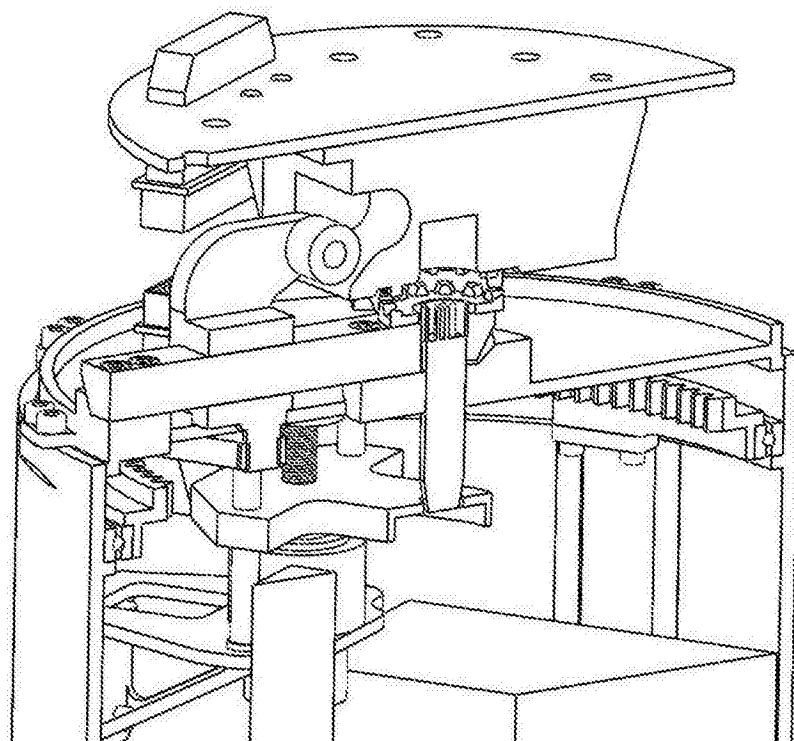


图 7

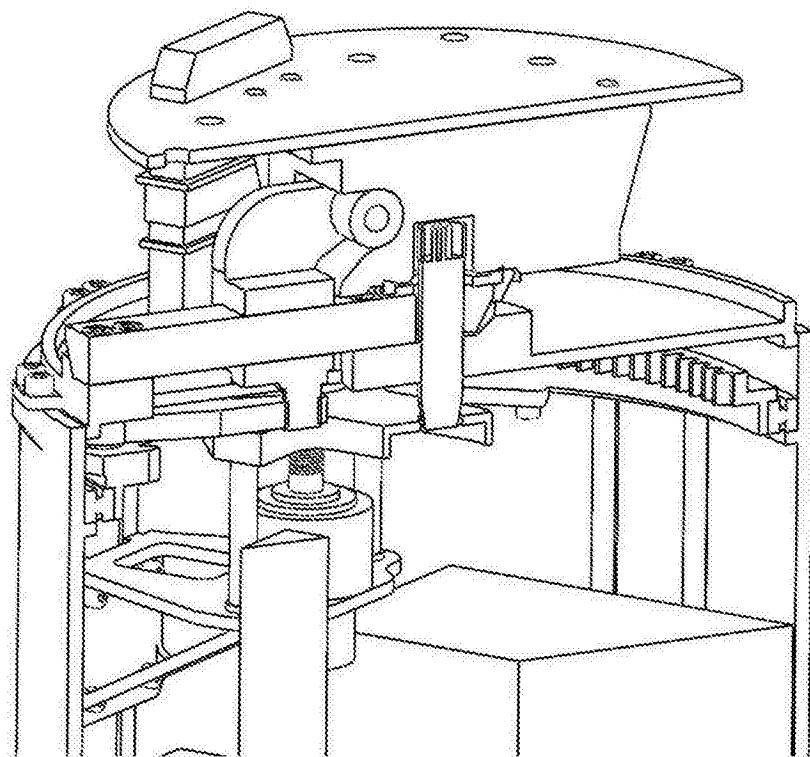


图 8