



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104546146 A

(43) 申请公布日 2015.04.29

(21) 申请号 201510039577.8

(22) 申请日 2015.01.26

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72) 发明人 谢叻 张政 邓泽 王依晴 张扬
沈浩 林开珍 王品之 陆梦迪
李明强

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 徐红银 郭国中

(51) Int. Cl.

A61B 19/00(2006.01)

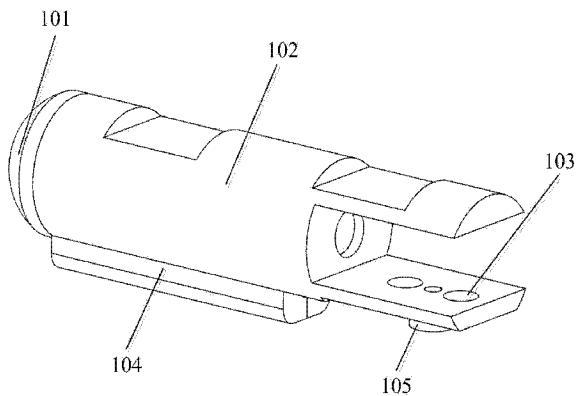
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

单电机驱动体内微创手术机器人

(57) 摘要

本发明提供一种单电机驱动体内微创手术机器人，包括圆筒主体模块、运动机构模块、注射模块、沉浮模块、定位模块和微型电机，其中：运动机构模块的主动锥齿轮固定于微型电机上；注射模块固定在圆筒主体模块下面的注射管道内；沉浮模块由两个柔性气囊固定在圆筒主体模块上方来控制机器人沉浮及平衡性；定位模块通过过盈配合固定在圆筒主体模块下方的突出圆柱上。本发明能在充满与人体内环境相容的液体中自由运动，准确的到达人体病患处并顺利完成注射操作；本发明是一能前进和转向运动的机器人，其转向运动通过控制电机转动方向来实现，克服了一般单电机驱动机器人难以实现转向运动的困难，进一步实现了机器人的微型化。



1. 一种单电机驱动体内微创手术机器人，其特征在于，包括：圆筒主体模块、运动机构模块、注射模块、沉浮模块、定位模块和微型电机，其中：微型电机设置在圆筒主体模块内，运动机构模块设有主动锥齿轮、从动锥齿轮和尾鳍，该模块通过主动锥齿轮固定在微型电机上，从动锥齿轮和尾鳍固定在圆筒主体模块后端；注射模块固定在圆筒主体模块下方的注射管道内，且注射模块中的针头的中心轴线与该注射管道的中心轴线共线；沉浮模块设有前后两个柔性气囊，柔性气囊固定在圆筒主体模块的上方；定位模块通过过盈配合固定在圆筒主体模块下方的突出圆柱上；

所述机器人能在三维空间内进行全方位运动，即微型电机顺时针转动时所述运动机构模块中的尾鳍实现在所述圆筒主体模块中心轴线的某一侧摆动，微型电机逆时针转动时该尾鳍在另一侧摆动，这种单侧摆动会使机器人转向，整个机器人前进过程中的轨迹就是一条波形的曲线轨迹；所述沉浮模块通过控制前后两个柔性气囊中的充气量来控制机器人在上下方向的沉浮运动并调节机器人的平衡性；所述运动机构模块和所述沉浮模块使机器人运动到目标位置，所述定位模块在目标位置进行固定，由所述注射模块完成注射操作。

2. 根据权利要求 1 所述的一种单电机驱动体内微创手术机器人，其特征在于，所述的运动机构模块包括：主动锥齿轮、从动锥齿轮、连杆、尾鳍，其中：主动锥齿轮通过过盈配合固定在微型电机的转动轴上，从动锥齿轮与主动锥齿轮啮合，从动锥齿轮与尾鳍之间通过连杆连接；微型电机输出的动力由主动锥齿轮传递到从动锥齿轮使从动锥齿轮随之转动，并通过连杆使尾鳍摆动，从而产生推进力使机器人运动。

3. 根据权利要求 2 所述的一种单电机驱动体内微创手术机器人，其特征在于，所述的运动机构模块还包括圆盘、弹簧和拨杆，其中：圆盘固定在从动锥齿轮上方且与从动锥齿轮同轴，并通过弹簧连接有拨杆，拨杆可进行伸缩运动；当微型电机转动使尾鳍接近圆筒主体模块的中心轴线时，拨杆可以碰到尾鳍并对其施加一定的力，使尾鳍能够在圆筒主体模块中心轴线的一侧摆动，当微型电机变换转动方向时，拨杆会从另一侧给尾鳍施加一定的力，从而使尾鳍在圆筒主体模块中心轴线的另一侧摆动，这种不对称的摆动使得机器人能够轻易地实现转向运动，该机器人先偏向一侧运动，然后变换微型电机的转动方向使机器人偏向另一侧运动，如此交替往复，使机器人完成前进的运动，机器人在水平面上的路径是一条波形的曲线路径。

4. 根据权利要求 1 所述的一种单电机驱动体内微创手术机器人，其特征在于，所述的圆筒主体模块包括：半球形头部、圆筒主体、轴承孔、注射管道和突出圆柱，其中：半球形头部设置于圆筒主体的前端，半球形头部能够减小机器人运动时的液体阻力作用且起到一定的密封作用；轴承孔设置于圆筒主体后端的开口内，用于安装运动机构模块；注射管道设置在圆柱主体的底部，其为一对半开合的管道，用于安装注射模块；突出圆柱设置于圆柱主体靠近后端的底部，用于安装定位模块。

5. 根据权利要求 1 所述的一种单电机驱动体内微创手术机器人，其特征在于，所述的注射模块包括：针头、绕行圆柱和针头末端，其中：针头末端用于连接针头与输液导管构成一个完整的注射系统，针头末端连接有细线并通过绕行圆柱绕到机器人尾部；注射模块通过圆筒主体模块中的注射管道进行固定，使注射模块能够沿着注射管道运动，初始时针头在注射管道内，当到达目标位置并稳定定位后，通过拉动细线使针头伸出进行注射操作，注射完成后又通过拉动细线使针头收回。

6. 根据权利要求 1 所述的一种单电机驱动体内微创手术机器人，其特征在于，所述的沉浮模块由前后两个柔性气囊组成，柔性气囊通过胶水粘贴在圆筒主体上方设置的凹槽内；柔性气囊与气体导管相连接，气体导管延伸到人体外并且连接充气装置；通过控制柔性气囊中的充气量来控制机器人的沉浮，从而使手术机器人能够进行上下方向的运动；前后两个柔性气囊单独进行控制，通过控制单个柔性气囊的气体量来调整机器人的前后平衡。

7. 根据权利要求 1 所述的一种单电机驱动体内微创手术机器人，其特征在于，所述的定位模块通过吸盘实现定位，吸盘通过过盈配合固定在圆筒主体模块中的突出圆柱上；吸盘与气体导管相连，气体导管延伸到人体外并且连接着真空发生器；真空发生器使吸盘内形成真空，吸盘紧密吸附在人体组织上从而起到定位作用。

8. 根据权利要求 1-3 所述的一种单电机驱动体内微创手术机器人，其特征在于，所述的运动机构模块通过高弹性塑料薄膜将四周进行密封。

9. 根据权利要求 1-8 任一项所述的一种单电机驱动体内微创手术机器人，其特征在于，所述机器人的加工材料采用与人体组织具有相容性的材料。

单电机驱动体内微创手术机器人

技术领域

[0001] 本发明涉及一种手术机器人技术领域的装置,具体地,涉及一种单电机驱动体内微创手术机器人。

背景技术

[0002] 在当今快节奏的生活中,人们容易滋生出多种多样的疾病,例如胆结石、肾结石、急性胰腺炎等,传统外科手术会带来较大的创伤和存在大量失血的风险,目前治疗这些疾病较先进的方法是采用腹腔镜手术。腹腔镜手术是通过腹腔表面的微创切口将手术器械伸入到体内病患部位,针对不同的疾病有选择性的进行切除、注射、缝扎等操作来治疗疾病,使手术具有创口小、失血量少的治疗效果。但传统腹腔镜手术是利用气体撑开腹腔,从而使手术具有足够的操作空间的,但这种气腹的手术方式具有以下几点不足:①气体充填容易造成组织器官干燥的问题;②外面空气进入腹腔内容易造成感染和发炎;③如果手术时有出血现象,会造成视野模糊,使手术无法进行。

[0003] 近年,在传统腹腔镜手术的基础上有医学专家提出了WAFLES(Water-Filled Laparo-endoscopic Surgery),即水腹内窥镜微创手术,是指进行腹腔镜手术前,将与人体内环境相融的液体注入腹腔,并不断进行液体的注入和排出,从而充填腹腔以获得足够的操作空间,这样可以使医生能够更好地监测腹腔镜手术和观察内部组织器官,为手术提供更清晰的视野。这种新提出的手术方法有以下优势:①避免了气体充填腹腔产生的组织器官干燥问题;②采用液体充填进一步减少了感染和发炎的可能性;③在手术发生出血现象时,流动液体会将血液冲走,恢复良好的视野;④超声波监测在液体环境中能够利用的更好;⑤液体中存在浮力,可以减少手术的操作力。

[0004] 新的手术方法将促使新的手术器械的发展。传统手术器械是在人体外进行操作的,而微型机器人是一种可以进入人体内的微型机械电子系统。体内微型手术机器人可以在外界视觉的引领下进行多个方位运动到达人体内狭窄的区域,能够携带监测装置或者手术器械,为手术提供更清晰的视野和更大的操作空间。因此,研发一种配合水腹内窥镜微创手术使用的腹腔内微型手术机器人具有十分重要的意义。

[0005] 基于上述原因,技术人员致力于研发一款配合水腹内窥镜微创手术使用的微型机器人。在此微型机器人的辅助下,可以完成对病患处精确的定位及注射操作,从而提高手术的成功率,减少对人体组织的损伤。

发明内容

[0006] 针对现有技术中的缺陷,本发明的目的是提供一种单电机驱动体内微创手术机器人,该机器人能够在充满与人体内环境相容的液体中自由运动,准确的到达人体病患处,并且能够顺利完成注射操作。

[0007] 为实现以上目的,本发明提供一种单电机驱动体内微创手术机器人,包括:圆筒主体模块、运动机构模块、注射模块、沉浮模块、定位模块和微型电机,其中:微型电机设置在

圆筒主体模块内，运动机构模块设有主动锥齿轮、从动锥齿轮和尾鳍，该模块通过主动锥齿轮固定在微型电机上，从动锥齿轮和尾鳍固定在圆筒主体模块后端；注射模块固定在圆筒主体模块下方的注射管道内，且注射模块中的针头的中心轴线与该注射管道的中心轴线共线；沉浮模块设有前后两个柔性气囊，柔性气囊固定在圆筒主体模块的上方；定位模块通过过盈配合固定在圆筒主体模块下方的突出圆柱上；

[0008] 所述机器人能够在三维空间内进行全方位运动，即微型电机顺时针转动时所述运动机构模块中的尾鳍实现在所述圆筒主体模块中心轴线的某一侧摆动，微型电机逆时针转动时该尾鳍在另一侧摆动，这种单侧摆动会使机器人转向，整个机器人前进过程中的轨迹就是一条波形的曲线轨迹；所述沉浮模块通过控制前后两个柔性气囊中的充气量来控制机器人在上下方向的沉浮运动并调节机器人的平衡性；所述运动机构模块和所述沉浮模块使机器人运动到目标位置，所述定位模块在目标位置进行固定，由所述注射模块完成注射操作。

[0009] 优选地，所述的运动机构模块包括：主动锥齿轮、从动锥齿轮、连杆、尾鳍，其中：主动锥齿轮通过过盈配合固定在微型电机的转动轴上，从动锥齿轮与主动锥齿轮啮合，从动锥齿轮与尾鳍之间通过连杆连接；微型电机输出的动力由主动锥齿轮传递到从动锥齿轮使从动锥齿轮随之转动，并通过连杆使尾鳍摆动，从而产生推进力使机器人运动。

[0010] 更优选地，所述的运动机构模块还包括圆盘、弹簧和拨杆，其中：圆盘固定在从动锥齿轮上方且与从动锥齿轮同轴，并通过弹簧连接有拨杆，拨杆可以进行伸缩运动；当微型电机转动使尾鳍接近圆筒主体模块的中心轴线时，拨杆可以碰到尾鳍并对其施加一定的力，使尾鳍能够在圆筒主体模块中心轴线的一侧摆动，当微型电机变换转动方向时，拨杆会从另一侧给尾鳍施加一定的力，从而使尾鳍在圆筒主体模块中心轴线的另一侧摆动，这种不对称的摆动使得机器人能够轻易地实现转向运动，该机器人先偏向一侧运动，然后变换微型电机的转动方向使机器人偏向另一侧运动，如此交替往复，可以使机器人完成前进的运动，机器人在水平面上的路径是一条波形的曲线路径。

[0011] 优选地，所述的圆筒主体模块包括：半球形头部、圆筒主体、轴承孔、注射管道和突出圆柱，其中：半球形头部设置于圆筒主体的前端，半球形头部能够减小机器人运动时的液体阻力作用且起到一定的密封作用；轴承孔设置于圆筒主体后端的开口内，用于安装运动机构模块；注射管道设置在圆筒主体的底部，其为一对半开合的管道，用于安装注射模块；突出圆柱设置于圆筒主体靠近后端的底部，用于安装定位模块。

[0012] 优选地，所述的注射模块包括：针头、绕行圆柱和针头末端，其中：针头末端用于连接针头与输液导管构成一个完整的注射系统，针头末端连接有细线并通过绕行圆柱绕到机器人尾部；注射模块通过圆筒主体模块中的注射管道进行固定，使注射模块能够沿着注射管道运动，初始时针头在注射管道内，当到达目标位置并稳定定位后，通过拉动细线使针头伸出进行注射操作，注射完成后又通过拉动细线使针头收回。

[0013] 优选地，所述的沉浮模块由前后两个柔性气囊组成，柔性气囊通过胶水粘贴在圆筒主体上方设置的凹槽内；柔性气囊与气体导管相连接，气体导管延伸到人体外并且连接充气装置；通过控制柔性气囊中的充气量来控制机器人的沉浮，从而使手术机器人能够进行上下方向的运动；前后两个柔性气囊可以单独进行控制，通过控制单个柔性气囊的气体量来调整机器人的前后平衡。

[0014] 优选地，所述的定位模块通过吸盘实现定位，吸盘通过过盈配合固定在圆筒主体模块中的突出圆柱上；吸盘与气体导管相连，气体导管延伸到人体外并且连接着真空发生器；真空发生器使吸盘内形成真空，吸盘紧密吸附在人体组织上从而起到定位作用。

[0015] 优选地，所述的运动机构模块是安装在所述圆筒主体模块中的圆筒主体后端开口处的，需要通过高弹性塑料薄膜将四周进行密封。

[0016] 优选地，所述机器人的加工材料采用与人体组织具有相容性的材料，以减少对人体的损伤。

[0017] 与现有技术相比，本发明具有如下的有益效果：

[0018] 本发明是一种配合水腹内窥镜微创手术使用的微型机器人，在手术过程中能够精确定位，并顺利完成定位手术操作。本发明克服了一般单电机驱动微型机器人难以实现转向运动的困难，切口小，对人体组织损伤小，手术操作空间大，对微型机器人在医学领域的应用具有十分重要的意义。

附图说明

[0019] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

[0020] 图1为本发明一较优实施例的机器人整体结构示意图；

[0021] 图2为本发明一较优实施例的圆筒主体模块结构示意图；

[0022] 图3为本发明一较优实施例的运动机构模块结构示意图；

[0023] 图4为本发明一较优实施例的注射模块结构示意图；

[0024] 图中：圆筒主体模块10，运动机构模块20，注射模块30，沉浮模块40，定位模块50，微型电机60；

[0025] 半球形头部101，圆筒主体102，轴承孔103，注射管道104，突出圆柱105；

[0026] 主动锥齿轮201，从动锥齿轮202，连杆203，尾鳍204，圆盘205，弹簧206，拨杆207；

[0027] 针头301，绕行圆柱302，针头末端303。

具体实施方式

[0028] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明，但不以任何形式限制本发明。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0029] 如图1所示，本实施例提供一种单电机驱动体内微创手术机器人，包括：圆筒主体模块10、运动机构模块20、注射模块30、沉浮模块40、定位模块50和微型电机60，其中：运动机构模块20中的主动锥齿轮201固定在置于圆筒主体模块10内的微型电机60上，从动锥齿轮202和尾鳍204通过小型轴承固定在圆筒主体模块10后端开口的轴承孔103上；注射模块30固定在圆筒主体模块10下方的注射管道104内，且注射模块30的针头301中心轴线与注射管道104中心轴线共线；沉浮模块40设置有前后两个柔性气囊并利用胶水固定在圆筒主体模块10的上方；定位模块50通过过盈配合固定在圆筒主体模块10下方的突出

圆柱 105 上；

[0030] 所述机器人能够在三维空间内进行全方位运动，即微型电机 60 顺时针转动时尾鳍 204 实现在圆筒主体 102 中心轴线的某一侧摆动，微型电机 60 逆时针转动时尾鳍 204 在另一侧摆动，这种单侧摆动会使机器人转向，整个机器人前进过程中的轨迹就是一条波形的曲线轨迹；沉浮模块 40 通过控制前后两个柔性气囊中的充气量来控制机器人在上下方向的沉浮运动并调节机器人的平衡性；先由运动机构模块 20 和沉浮模块 40 使机器人运动到目标位置，再由定位模块 50 在目标位置进行固定，最后由注射模块 30 完成注射操作。

[0031] 作为一个优选实施方式，如图 2 所示，所述的圆筒主体模块 10 包括：半球形头部 101、圆筒主体 102、轴承孔 103、注射管道 104 和突出圆柱 105，其中：半球形头部 101 能够减小机器人运动时的液体阻力作用且起到一定的密封作用；轴承孔 103 设置于圆筒主体 102 后端的开口内，用于安装运动机构模块 20；注射管道 104 设置于圆筒主体 102 的底部，用于安装注射模块 30；突出圆柱 105 设置于圆筒主体 102 靠近后端的底部，用于安装定位模块 50。

[0032] 作为一个优选实施方式，如图 3 所示，所述的运动机构模块 20 包括：主动锥齿轮 201、从动锥齿轮 202、连杆 203、尾鳍 204、圆盘 205、弹簧 206 和拨杆 207，其中：主动锥齿轮 201 通过过盈配合固定在微型电机 60 的转动轴上，微型电机 60 输出的动力由主动锥齿轮 201 传递到从动锥齿轮 202 使其转动，并通过连杆 203 使尾鳍 204 摆动从而产生推进力使机器人运动；为了使机器人能够实现转向运动，在从动锥齿轮 202 上方固定一个与其同轴的圆盘 205，并通过弹簧 206 连接拨杆 207，拨杆 207 可以进行伸缩运动；当微型电机 60 转动使尾鳍 204 接近圆筒主体 102 的中心轴线时，拨杆 207 可以碰到尾鳍 204 并对其施加一定的力，使尾鳍 204 能够在圆筒主体 102 中心轴线的一侧摆动，当微型电机 60 变换转动方向时，拨杆 207 会从另一侧给尾鳍 204 施加一定的力，从而使尾鳍 204 在圆筒主体 102 中心轴线的另一侧摆动。这种不对称的摆动使得机器人能够轻易地实现转向运动，该机器人先偏向一侧运动，然后变换微型电机 60 的转动方向使机器人偏向另一侧运动，如此交替往复，可以使机器人完成前进的运动，因此机器人在水平面上的路径是一条波形的曲线路径。

[0033] 作为一个优选实施方式，如图 4 所示，所述的注射模块 30 包括：针头 301、绕行圆柱 302 和针头末端 303，其中：针头末端 303 用于连接针头 301 与输液导管构成一个完整的注射系统，细线与针头末端 303 相连并通过绕行圆柱 302 绕到机器人尾部；注射模块 30 通过对半开合的注射管道 104 进行固定，使注射模块 30 能够沿着注射管道 104 运动；初始时针头 301 在注射管道 104 内，当到达目标位置并稳定定位下来后，通过拉动细线使针头 301 伸出进行注射操作，注射完成后又通过拉动细线使针头 301 收回以免运动时损伤人体组织。

[0034] 作为一个优选实施方式，所述的沉浮模块 40 由前后两个柔性气囊组成（柔性气囊形状如图 1 所示），柔性气囊通过胶水粘贴在圆筒主体 102 上方设置的凹槽内；柔性气囊与气体导管相连接，气体导管延伸到人体外并且连接充气装置，通过控制柔性气囊中的充气量来控制机器人的沉浮，从而使手术机器人能够进行上下方向的运动。前后两个柔性气囊可以单独进行控制，通过控制单个柔性气囊的气体量来调整机器人的前后平衡。

[0035] 作为一个优选实施方式，所述的定位模块 50 是通过吸盘来实现的，吸盘通过过盈配合固定在突出圆柱 105 上，吸盘形状及位置如图 1 所示。吸盘与气体导管相连，气体导管

延伸到人体外并且连接着真空发生器，通过真空发生器使吸盘内形成真空，吸盘紧密吸附在人体组织上从而起到定位作用。

[0036] 上述的机器人在具体使用时：

[0037] 进行手术前，首先通过内窥镜观察人体内的情况找到病患处，再将机器人通过微创切口放入人体内，通过控制微型电机 60 的转动和沉浮模块 40 的两个柔性气囊充气量来控制机器人的运动，使其精确的到达病患处并由定位模块 50 进行固定，最后进行拉动细线操作注射模块 30 完成定位注射手术。

[0038] 在一个实施例中，通过控制微型电机 60 的转动方向和转速来控制机器人在水平面上的运动，微型电机 60 顺时针转动和逆时针转动将会使机器人偏向两个不同的方向运动，整个运动过程是一条波形的曲线路径。柔性气囊可以控制机器人在上下方向的沉浮运动和保证机器人的平衡性，从而使机器人能够实现三维空间的运动，精确的到达病患处。

[0039] 在一个实施例中，所述运动机构模块 20 是安装在圆筒主体 102 后端开口处的，需要通过高弹性塑料薄膜将四周进行密封，防止运动机构模块 20 与液体接触影响其运动。

[0040] 在一个实施例中，所述运动机构模块 20 中的主动锥齿轮 201 和从动锥齿轮 202 是整个机器人传动的关键部分，加工的稍有误差，就会给运动带来偏差，甚至卡死。因此锥齿轮组必须要有相当高的加工精度。

[0041] 考虑手术的安全性，减少对人体组织的损伤，本实施例所述机器人的材料选用与人体组织相容性的材料，同时保证机器人在液体环境中的密封性，以免损坏微型电机 60。

[0042] 本发明是一种配合水腹内窥镜微创手术使用的微型机器人，在手术过程中能够精确定位，并顺利完成定位手术操作。本发明克服了一般单电机驱动微型机器人难以实现转向运动的困难，切口小，对人体组织损伤小，手术操作空间大，对微型机器人在医学领域的应用具有十分重要的意义。

[0043] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改，这并不影响本发明的实质内容。

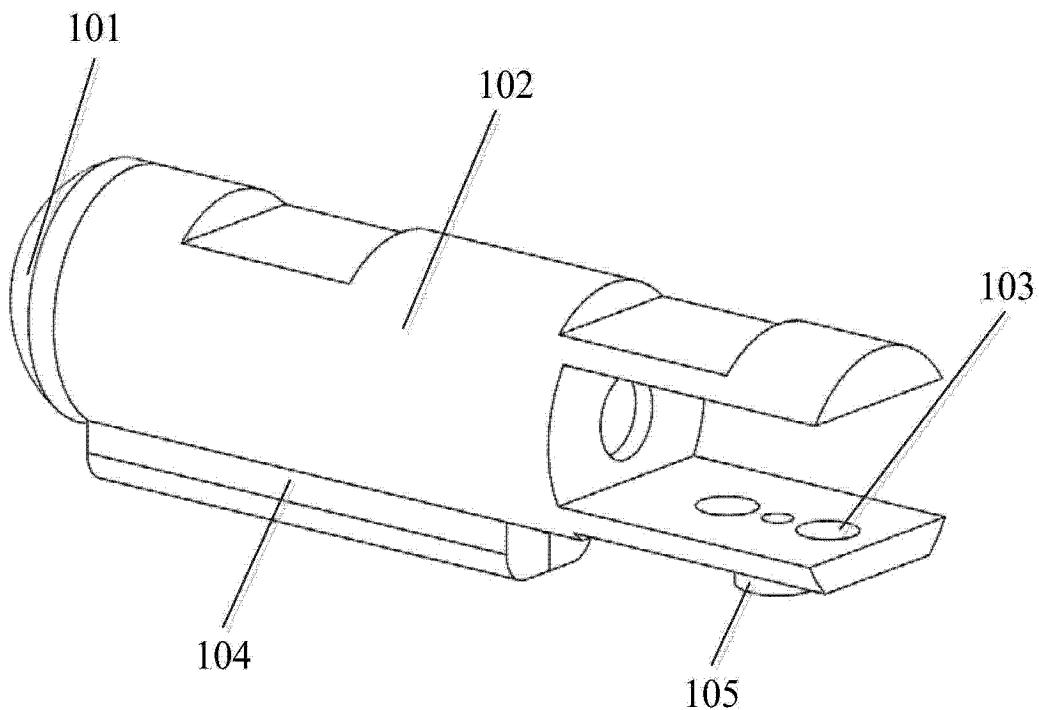


图 1

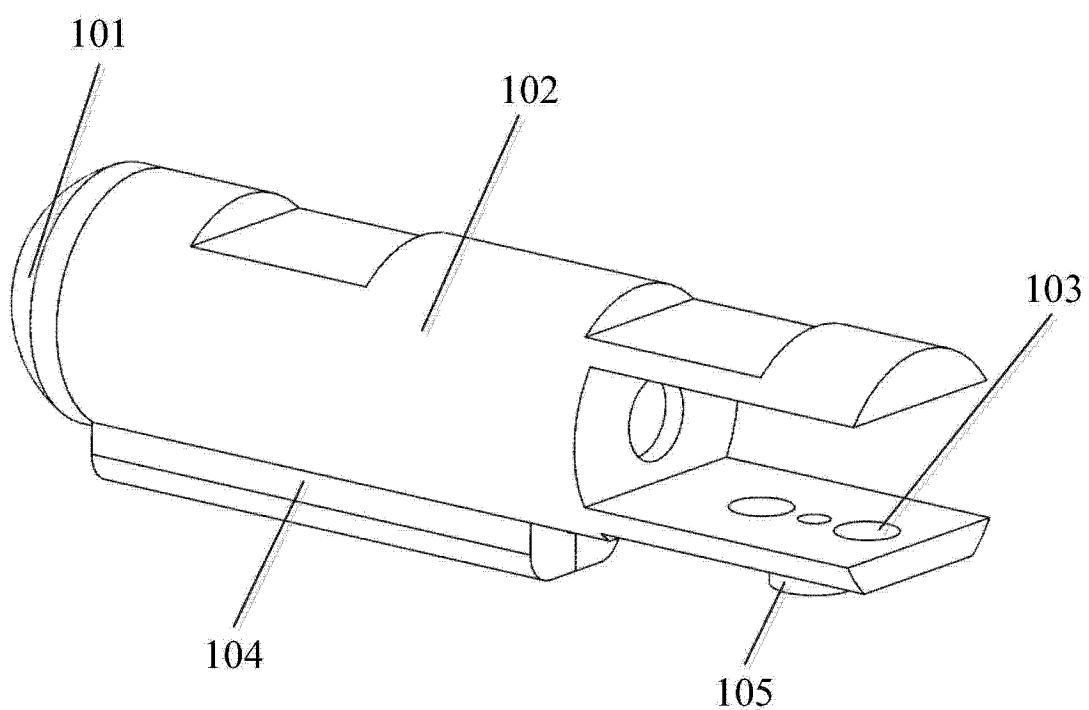


图 2

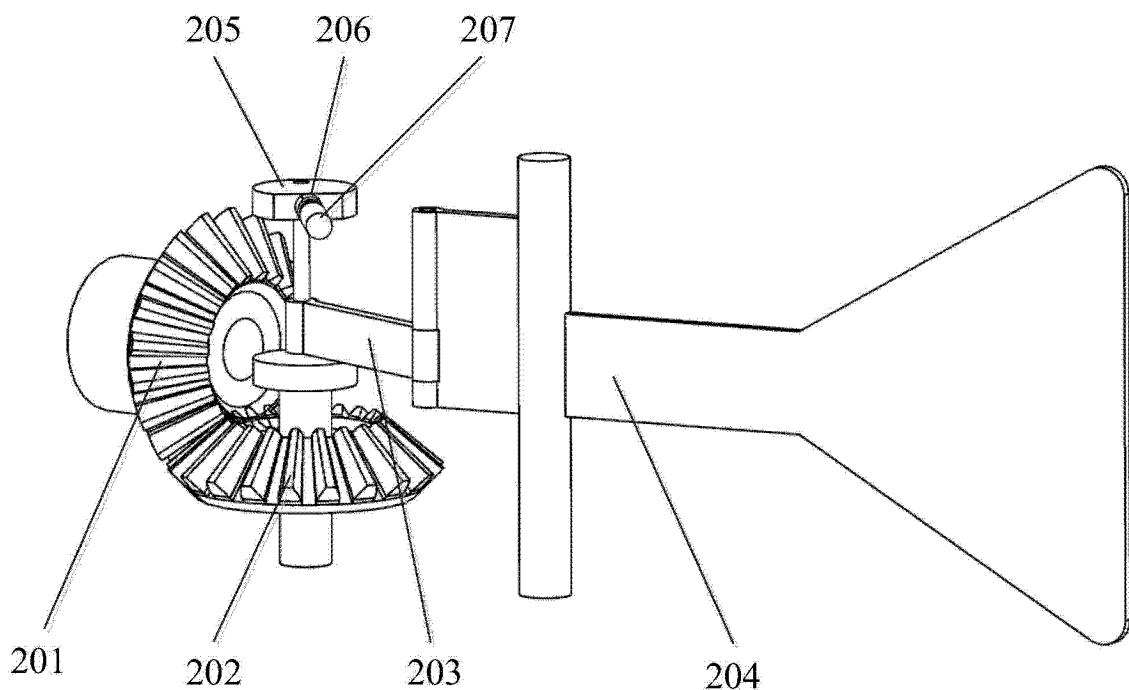


图 3

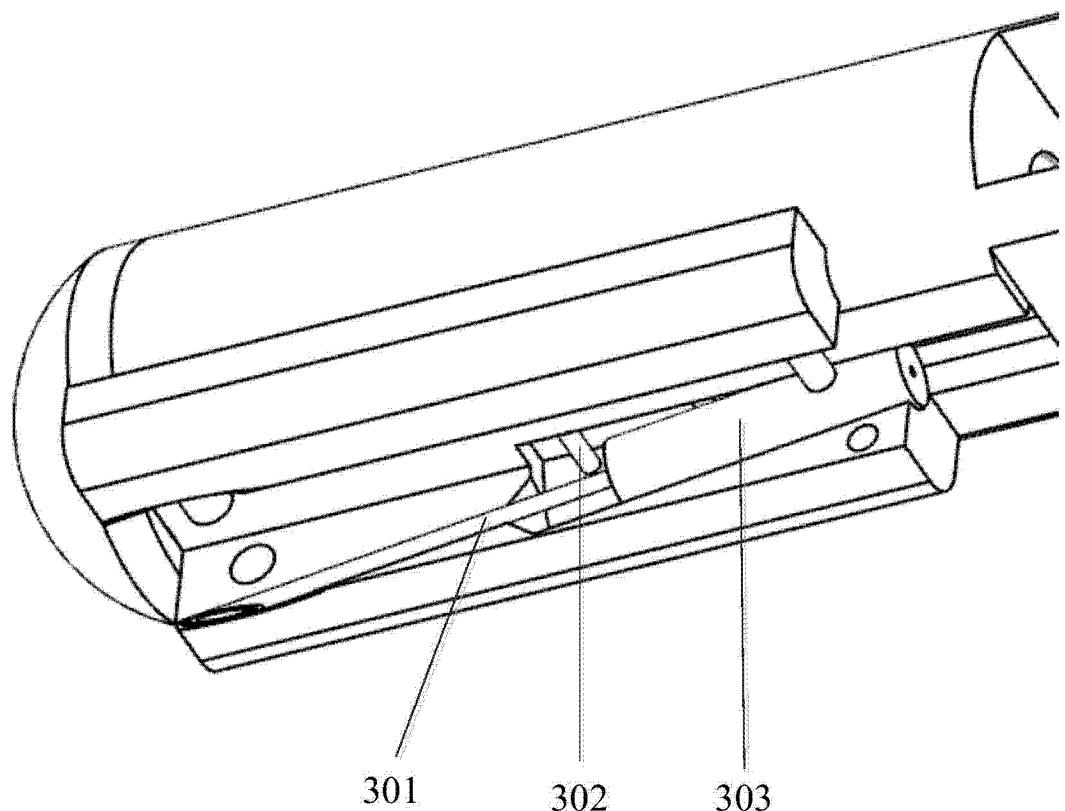


图 4