



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111098321 B

(45) 授权公告日 2021.10.12

(21) 申请号 202010009770.8

B25J 15/06 (2006.01)

(22) 申请日 2020.01.06

B25J 15/10 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111098321 A

(56) 对比文件

CN 109968383 A, 2019.07.05

CN 101421081 A, 2009.04.29

(43) 申请公布日 2020.05.05

CN 107234627 A, 2017.10.10

(73) 专利权人 吉林大学

CN 110405804 A, 2019.11.05

地址 130000 吉林省长春市前进大街2699号

CN 107554634 A, 2018.01.09

CN 106041973 A, 2016.10.26

(72) 发明人 任丽丽 周亮 宋伟 佟金 周江
马云海 陈东辉 常志勇

DE 102016218298 A1, 2018.03.29

审查员 徐河杭

(74) 专利代理机构 北京远大卓悦知识产权代理有限公司 11369

代理人 许小东

(51) Int. Cl.

B25J 15/00 (2006.01)

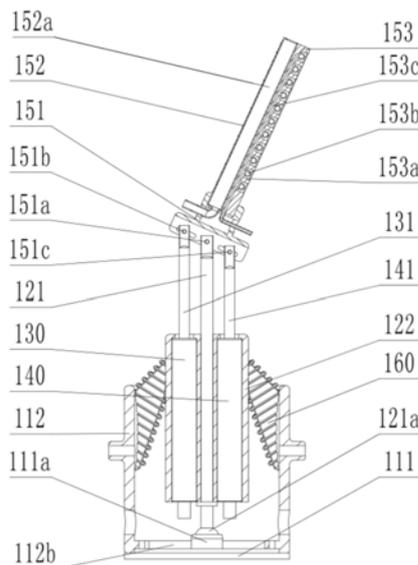
权利要求书2页 说明书6页 附图8页

(54) 发明名称

一种气动变刚度软体机械手

(57) 摘要

本发明公开了一种气动变刚度软体机械手,包括:基座;多个机械手指总成,其分别固定安装在基座上;其中,机械手指总成包括:掌指关节安装座,其固定安装在基座上,掌指关节安装座的内部具有容置空腔;支架,其一端设置在容置空腔内,并且与掌指关节安装座的底板球铰连接;两个伸缩机构,其分别固定安装在支架上,两个伸缩机构的伸缩端分别靠近支架的另一端设置,并且分别位于支架的两侧;机械手指,其一端与支架的另一端及两个伸缩端分别铰接,另一端为自由端;多个驱动气囊,其围绕支架布置;驱动气囊的一端固定连接在掌指关节安装座的内壁上,另一端固定连接在支架上;其中,驱动气囊通过气管连接气源。



1. 一种气动变刚度软体机械手,其特征在于,包括:
 - 基座;
 - 多个机械手指总成,其分别固定安装在所述基座上;
 - 其中,所述机械手指总成包括:
 - 掌指关节安装座,其固定安装在所述基座上,所述掌指关节安装座的内部具有容置空腔;
 - 支架,其一端设置在所述容置空腔内,并且与所述掌指关节安装座的底板球铰连接;
 - 两个伸缩机构,其分别固定安装在所述支架上,所述两个伸缩机构的伸缩端分别靠近所述支架的另一端设置,并且分别位于所述支架的两侧;
 - 机械手指,其一端与所述支架的另一端及两个所述伸缩端分别铰接,另一端为自由端;
 - 多个驱动气囊,其围绕所述支架布置;所述驱动气囊的一端固定连接在所述掌指关节安装座的内壁上,另一端固定连接在所述支架上;
 - 其中,所述驱动气囊通过气管连接气源;
 - 所述机械手指包括:
 - 手指基座,其与所述支架及两个所述伸缩端分别通过转轴转动连接;
 - 变刚度层,其内部具有气体容纳腔,所述变刚度层的一端固定连接在所述手指基座上;
 - 其中,所述气体容纳腔通过气管与气源连通;
 - 吸附层,其沿所述变刚度层的轴向固定设置在所述变刚度层的一侧,并且与所述变刚度层为一体式结构;
 - 其中,所述变刚度层的刚度能够随气体容纳腔内的充气量变化,所述吸附层能够对抓取的物体产生吸附力;
 - 所述吸附层包括:
 - 多个柱状凹槽,其开设在所述吸附层的一侧,并且沿所述吸附层的轴向阵列;
 - 多个空心凸包,其与所述多个柱状凹槽一一对应设置,所述空心凸包固定连接在所述柱状凹槽的底部;
 - 其中,所述吸附层内开设有进气通道;所述进气通道的进气端通过气管连接气源,所述多个空心凸包分别与所述进气通道的出气端连通;并且所述空心凸包的体积能够随充气量改变。
2. 根据权利要求1所述的气动变刚度软体机械手,其特征在于,所述空心凸包与所述柱状凹槽同轴设置。
3. 根据权利要求1或2所述的气动变刚度软体机械手,其特征在于,所述支架包括:
 - 支撑杆,其一端固定连接球销,另一端与所述手指基座转动连接;
 - 伸缩机构安装架,其固定连接在所述支撑杆上;
 - 其中,所述伸缩机构固定安装在所述伸缩机构安装架上;所述掌指关节安装座的底板上固定连接有与所述球销相匹配的球座。
4. 根据权利要求3所述的气动变刚度软体机械手,其特征在于,所述伸缩机构采用气缸,所述气缸的缸筒固定连接在所述伸缩机构安装架上。
5. 根据权利要求4所述的气动变刚度软体机械手,其特征在于,所述伸缩机构安装架为圆柱状结构,其内部开设有两个气缸容纳腔;所述支撑杆同轴穿过所述伸缩机构安装架,并

且与所述伸缩机构安装架固定连接。

6. 根据权利要求5所述的气动变刚度软体机械手,其特征在于,所述多个驱动气囊沿所述伸缩机构安装架的周向阵列;其中,驱动气囊的另一端固定连接在所述伸缩机构安装架上。

7. 根据权利要求6所述的气动变刚度软体机械手,其特征在于,所述变刚度层的外壁上设置有多条防扩张纤维,用于限制所述变刚度层体积膨胀。

一种气动变刚度软体机械手

技术领域

[0001] 本发明属于软体机械手技术领域,特别涉及一种气动变刚度软体机械手。

背景技术

[0002] 抓持是机器人与外界物体交互的基本形式,传统机器人大多通过刚性机械手实现抓持运动。刚性机械手是通过轨迹规划,作用力反馈等方式保证抓持运动的准确性,在高温、高压、低温、低压、有放射性和毒性的恶劣环境中,可以全部或部分替代人手安全地完成较复杂作业,广泛应用于现代工业生产各个领域。但是,刚性机械手为了获得良好的定位精度,通常通过增加构件的刚度来减少振动,导致其柔顺性和灵活性较差,不易抓取外形多变,表面易碎物体,在应用中容易发生危险。

[0003] 近年来,随着软体机器人技术的迅猛发展,软体抓持机械手在医疗健康、食品果蔬、人机交互等应用场景中大力推广。由于其不需要复杂的机构和控制算法,能够利用柔顺性更好地适应不同的操作环境,与抓取对象柔性接触,不易发生危险等优势,软体抓持机械手发展迅速。目前普遍使用的软体机械手多采用柔性高分子材料制作,内部存在多个腔体,可以利用结构或者驱动的不对称性实现不同方向的运动。理论上,这种软体机械手存在无限多个自由度,能够实现多种运动形式。但是,这些自由度一般不能独立控制,使柔性机械手的操作准确性大打折扣;同时,近几年广泛应用的软体机械手变刚度的功能还不够完善,适应不同抓取物体的能力较差。人类拥有灵活的双手,其具有24个可以准确控制的自由度,且具有很强的柔顺性和适应能力,是软体机械手理想的仿生原型。

[0004] 此外,在湿环境中的抓取一直是个难题,因为在湿环境中,抓取目标通常会因为表面的其它介质而较小摩擦力,这会导致抓取失败。而章鱼作为在水中生活的生物,有着极高的抓取成功率,这是因为它的触角上有很多吸盘,可以帮助它牢牢抓取目标物。

发明内容

[0005] 本发明设计开发了一种气动变刚度软体机械手,本发明的目的之一是利用驱动气囊驱动能够实现机械手指在空间内的三个旋转自由度,由柔性驱动配合刚性传动控制,以提高控制精度。

[0006] 本发明设计开发了一种气动变刚度软体机械手,其在机械手指上设置有变刚度层和吸附层,本发明的目的之二是通过变刚度能够改变手指的刚度从而适应更多的抓取对象;通过吸附层在机械手指完全贴合抓取物体后,能够实现增加柱状凹槽(吸盘)内外压力差,提高抓取质量。

[0007] 本发明提供的技术方案为:

[0008] 一种气动变刚度软体机械手,包括:

[0009] 基座;

[0010] 多个机械手指总成,其分别固定安装在所述基座上;

[0011] 其中,所述机械手指总成包括:

- [0012] 掌指关节安装座,其固定安装在所述基座上,所述掌指关节安装座的内部具有容置空腔;
- [0013] 支架,其一端设置在所述容置空腔内,并且与所述掌指关节安装座的底板球铰连接;
- [0014] 两个伸缩机构,其分别固定安装在所述支架上,所述两个伸缩机构的伸缩端分别靠近所述支架的另一端设置,并且分别位于所述支架的两侧;
- [0015] 机械手指,其一端与所述支架的另一端及两个所述伸缩端分别铰接,另一端为自由端;
- [0016] 多个驱动气囊,其围绕所述支架布置;所述驱动气囊的一端固定连接在所述掌指关节安装座的内壁上,另一端固定连接在所述支架上;
- [0017] 其中,所述驱动气囊通过气管连接气源。
- [0018] 优选的是,所述机械手指包括:
- [0019] 手指基座,其与所述支架及两个所述伸缩端分别通过转轴转动连接;
- [0020] 变刚度层,其内部具有气体容纳腔,所述变刚度层的一端固定连接在所述手指基座上;
- [0021] 其中,所述气体容纳腔通过气管与气源连通;
- [0022] 吸附层,其沿所述变刚度侧层的轴向固定设置在所述变刚度层的一侧,并且与所述变刚度层为一体式结构;
- [0023] 其中,所述变刚度层的刚度能够随气体容纳腔内的充气量变化,所述吸附层能够对抓取的物体产生吸附力。
- [0024] 优选的是,所述吸附层包括:
- [0025] 多个柱状凹槽,其开设在所述吸附层的一侧,并且沿所述吸附层的轴向阵列;
- [0026] 多个空心凸包,其与所述多个柱状凹槽一一对应设置,所述空心凸包固定连接在所述柱状凹槽的底部;
- [0027] 其中,所述吸附层内开设有进气通道;所述进气通道的进气端通过气管连接气源,所述多个空心凸包分别与所述进气通道的出气端连通;并且所述空心凸包的体积能够随充气量改变。
- [0028] 优选的是,所述空心凸包与所述柱状凹槽同轴设置。
- [0029] 优选的是,所述支架包括:
- [0030] 支撑杆,其一端固定连接有球销,另一端与所述手指基座转动连接;
- [0031] 伸缩机构安装架,其固定连接在所述支撑杆上;
- [0032] 其中,所述伸缩机构固定安装在所述伸缩机构安装架上;所述掌指关节安装座的底板上固定连接有与所述球销相匹配的球座。
- [0033] 优选的是,所述伸缩机构采用气缸,所述气缸的缸筒固定连接在所述伸缩机构安装架上。
- [0034] 优选的是,所述伸缩机构安装架为圆柱状结构,其内部开设有两个气缸容纳腔;所述支撑杆同轴穿过所述伸缩机构安装架,并且与所述伸缩机构安装架固定连接。
- [0035] 优选的是,所述多个驱动气囊沿所述伸缩机构安装架的周向阵列;其中,驱动气囊的另一端固定连接在所述伸缩机构安装架上。

[0036] 优选的是,所述变刚度层的外壁上设置有多条防扩张纤维,用于限制所述变刚度层体积膨胀。

[0037] 本发明的有益效果是:

[0038] 1、本发明引入了仿生掌指关节,其可以实现空间内的三个旋转自由度,利用气囊驱动,结构简单,控制方便;仿生掌指关节和仿生指间关节由柔性驱动配合刚性传动控制,控制精度较高;仿生软体机械手所有的驱动都由气体驱动实现,整体柔顺性、适应性较强,且节省驱动资源。同时,气动和电机等其他驱动形式相比,更加适应于湿环境作业。

[0039] 2、本发明通过调节仿生软体机械手手指的内部压强来调整手指的刚度,进而使仿生软体机械手能够适应更多不同物理性质的抓取对象,应用更加广泛。

[0040] 3、本发明引入仿生章鱼吸盘结构,其内部有仿生球状凸包,该凸包可以防止圆柱状吸盘内部气穴的产生,进而提高吸盘的吸附能力。此外,在仿生软体机械手手指完全贴合抓取物体后,利用真空驱动仿生球状凸包使其体积变小,可以进一步增加柱状吸盘内外压力差,提高抓取质量。

附图说明

[0041] 图1为本发明所述的气动变刚度软体机械手的总体结构示意图。

[0042] 图2为本发明所述的气动变刚度软体机械手的主视图。

[0043] 图3为本发明所述的基座的结构示意图。

[0044] 图4为本发明所述的手指总成的主要组成部分示意图。

[0045] 图5为本发明所述的手指总成剖面示意图。

[0046] 图6为本发明所述的手指总成的总体结构示意图。

[0047] 图7为本发明所述的安装座主体、伸缩机构安装架及驱动气囊连接结构的外形示意图。

[0048] 图8为本发明所述的安装座主体、伸缩机构安装架及驱动气囊连接结构的底部示意图。

[0049] 图9为本发明所述的安装座主体、伸缩机构安装架及驱动气囊连接结构的剖面示意图。

[0050] 图10为本发明所述的球座及球销连接结构示意图。

具体实施方式

[0051] 下面结合附图对本发明做进一步的详细说明,以令本领域技术人员参照说明书文字能够据以实施。

[0052] 如图1-3所示,本发明提供了一种气动变刚度软体机械手,其包括:多个手指总成100和基座200。其中,手指总成100固定安装在基座200上。在本实施例中,手指总成100为三个,基座200为一个三等分结构,3个手指总成100通过多个螺栓300等间距安装在基座200上(相当于3个手指总成分别位于等边三角形的三个顶点上)。

[0053] 如图4-10所示,手指总成100包括:掌指关节安装座110,支架120、两个伸缩机构130和140、机械手指150及多个驱动气囊160。

[0054] 掌指关节安装座110包括:球座111和安装座主体112;其中,球座111的主体为圆盘

状,在球座111主体的中心处同轴固定设置有球铰支座111a;安装座主体112为两端开口的中空的圆柱状结构,安装座主体112的内部具有容置空腔112a,安装座主体112的下端向内延伸形成环状的连接底板112b;球座111同轴设置在连接底板112b的下侧,并且球座111通过多个螺栓300固定在连接底板112b上。

[0055] 支架120下端设置在容置空腔112a内,并且与球销121a同轴固定连接,其中,球销121a匹配连接在球铰支座111a上,使支架120的下端与掌指关节安装座110之间形成球铰连接。两个伸缩机构130、140分别固定安装在支架120上,伸缩机构130伸缩端131和伸缩机构140的伸缩端141分别靠近支架120的上端设置,并且分别位于支架120的两侧。

[0056] 机械手指150的下端与支架120的上端及两个伸缩端131和141分别铰接,机械手指150的上端为自由端。

[0057] 多个驱动气囊160围绕支架120布置;驱动气囊160的一端固定连接在安装座主体112的内壁上,另一端固定连接在支架120上。驱动气囊160为软质材料,驱动气囊160通过气管160a连接气源(图中未示出)。

[0058] 在本实施例中,支架120包括:支撑杆121,其下端同轴固定连接球销121a,上端延伸至安装座主体112上方;以及伸缩机构安装架122,其固定连接支撑杆121上;其中,伸缩机构130和140固定安装在伸缩机构安装架122上。

[0059] 作为优选,伸缩机构130和140均采用气缸,所述气缸的缸筒固定连接在伸缩机构安装架122上。两个伸缩端131和141分别为气缸的活塞杆,并且两个气缸平行并且对称设置,使两个伸缩端131和141分别与支撑杆121平行,且对称设置在支撑杆121的两侧。

[0060] 如图7-9所示,在另一个实施例中,伸缩机构安装架122为圆柱状结构,其内部开设有两个气缸容纳腔122a和122b;支撑杆121同轴穿过伸缩机构安装架122,并且与伸缩机构安装架122固定连接;驱动气囊160为四个,并且沿伸缩机构安装架122的周向阵列;其中,驱动气囊160的一端固定连接在伸缩机构安装架122的外壁上,另一端固定连接在安装座主体112的内壁上。

[0061] 作为进一步的优选,安装座主体112与伸缩机构安装架122及驱动气囊160为一体式结构,整体由3D打印制作而成,以保证驱动气囊160的气密性。

[0062] 在本实施例中,机械手指150包括:手指基座151、变刚度层152及吸附层153。手指基座151与支撑杆121的上端以及两个伸缩端131和141之间分别通过销轴151a、151b和151c转动连接。手指基座151通过销轴151a与支撑杆121构成转动副,同时分别通过销轴151b、销轴151c与两个伸缩端131和141构成移动副。即伸缩端131和伸缩端141伸长或缩短(上下移动)能够带动手指基座151绕销轴151a转动。变刚度层152内部具有气体容纳腔152a,变刚度层152的下端固定连接在手指基座151上;其中,气体容纳腔152a通过气管152b与气源(图中未示出)连通;吸附层153沿变刚度层152的轴向固定设置在变刚度层152的一侧。其中,变刚度层152的刚度能够随气体容纳腔内的充气量变化,吸附层153能够对抓取的物体产生吸附力。

[0063] 其中,吸附层153包括:多个柱状凹槽153a,其开设在吸附层153上,并且位于远离变刚度层152的一侧,多个柱状凹槽153a沿吸附层153的轴向阵列;多个空心凸包153b,其与多个柱状凹槽153a一一对应设置,空心凸包153b固定连接在柱状凹槽153a的底部;其中,吸附层153内吸附层的轴向开设有进气通道153c;进气通道153c的进气端通过气管153d连接

气源(图中未示出),进气通道153c具有多个出气端,多个空心凸包153b分别与进气通道153c的多个出气端一一对应连通;并且空心凸包153b的体积能够随充气量改变。其中,柱状凹槽153a相当于吸盘,能够对抓取的物体产生吸附力。作为进一步的优选,空心凸包153b与柱状凹槽153a同轴设置,以保证空心凸包153b的周缘与凹槽153a的外壁之间的距离相等。柱状凹槽153a的存在可以使仿生吸附层153在湿环境下利用负压提供吸附力,更好地实现抓取。仿生球状空心凸包153b可以防止柱状凹槽(吸盘)153a内部气穴的产生,从而提高柱状凹槽(吸盘)153a内外的压力差。

[0064] 在本实施例中,变刚度层152和吸附层153均采用硅橡胶材质。

[0065] 作为进一步的优选,变刚度层152的外壁上设置有多条防扩张纤维152c,用于限制变刚度层152的体积膨胀。每条防扩张纤维152c所在平面均垂直于所述变刚度层152的轴线方向,多条防扩张纤维152c沿变刚度层152的轴向阵列。

[0066] 在具体的实施过程中,需要利用真空及压力驱动,具体过程如下:每个机械手指150有四个自由度,包括球铰的三个旋转自由度和手指基座151绕销轴151a的一个旋转自由度。利用四个均匀分布的驱动气囊160驱动支架120(绕球铰支座111a)转动,来模仿人类手中的掌指关节的三自由度旋转运动。这种仿掌指关节的多自由度设计,能够提高仿生软体机械手的可操作性,同时,利用抽真空来实现驱动,也使该关节的柔顺性和适应性进一步增加。变刚度层152与仿生吸附层153的结合体绕销轴151a的旋转运动是实现抓取动作的另一个关键运动,该旋转运动是由两个伸缩机构(在本实施例中为气缸)130、140驱动的。在驱动气囊160及两个伸缩机构130、140的共同作用下,仿生软体机械手可以实现共十二个自由度的抓持动作。由于变刚度层152的体积趋于不变,在通入不同的压力气体后,变刚度层152会表现出不同的刚度,在抓取质量较轻、易碎的物体时,可适当降低变刚度层152中的气压,从而使变刚度层152的刚度降低,防止破坏抓取物体。在抓取质量较重、不易碎的物体时,可适当提高变刚度层152中的气压,从而使变刚度层152的刚度升高,有利于对抓取物体的夹持力的施加。而仿生吸附层153的作用是在湿环境下提高与抓取物体直接的吸附力,有利于提高抓取的成功率和稳定性。其中,仿生球状空心凸包153b可以防止柱状凹槽(吸盘)153a内部气穴的产生,从而提高柱状凹槽(吸盘)153a的吸附效果。在柱状凹槽(吸盘)153a与抓取目标完全贴合后,可以利用真空驱动进一步减小仿生球状空心凸包153b的体积,从而使柱状凹槽(吸盘)153a内部真空度更高,进一步提高吸附效果。

[0067] 本发明从人类手指和章鱼触手仿生学角度出发,设置开发了一种驱动灵活、具有变刚度能力且可以适应湿环境抓取的气动变刚度仿生软体机械手。其中,手指基座151在伸缩机构130和140的驱动下绕销轴151a转动,构成仿生指间关节;支架120(球销121a)在四个均匀分布的驱动气囊160的驱动下可以绕球铰支座111a产生三自由度的旋转运动,构成仿生掌指关节。仿生掌指关节和仿生指间关节由柔性驱动配合刚性传动控制,控制精度较高;仿生软体机械手所有的驱动都由气体驱动实现,整体柔顺性、适应性较强,且节省驱动资源。同时,气动和电机等其他驱动形式相比,更加适应于湿环境作业。

[0068] 本发明通过调节仿生软体机械手手指的内部压强来调整手指的刚度,进而使仿生软体机械手能够适应更多不同物理性质的抓取对象,应用更加广泛。

[0069] 本发明引入仿生章鱼吸盘结构,其内部有仿生球状凸包,该凸包可以防止圆柱状吸盘内部气穴的产生,进而提高吸盘的吸附能力。此外,在仿生软体机械手手指完全贴合抓

取物体后,利用真空驱动仿生球状凸包使其体积变小,可以进一步增加柱状吸盘内外压力差,提高抓取质量。

[0070] 尽管本发明的实施方案已公开如上,但其并不仅仅限于说明书和实施方式中所列运用,它完全可以被适用于各种适合本发明的领域,对于熟悉本领域的人员而言,可容易地实现另外的修改,因此在不背离权利要求及等同范围所限定的一般概念下,本发明并不限于特定的细节和这里示出与描述的图例。

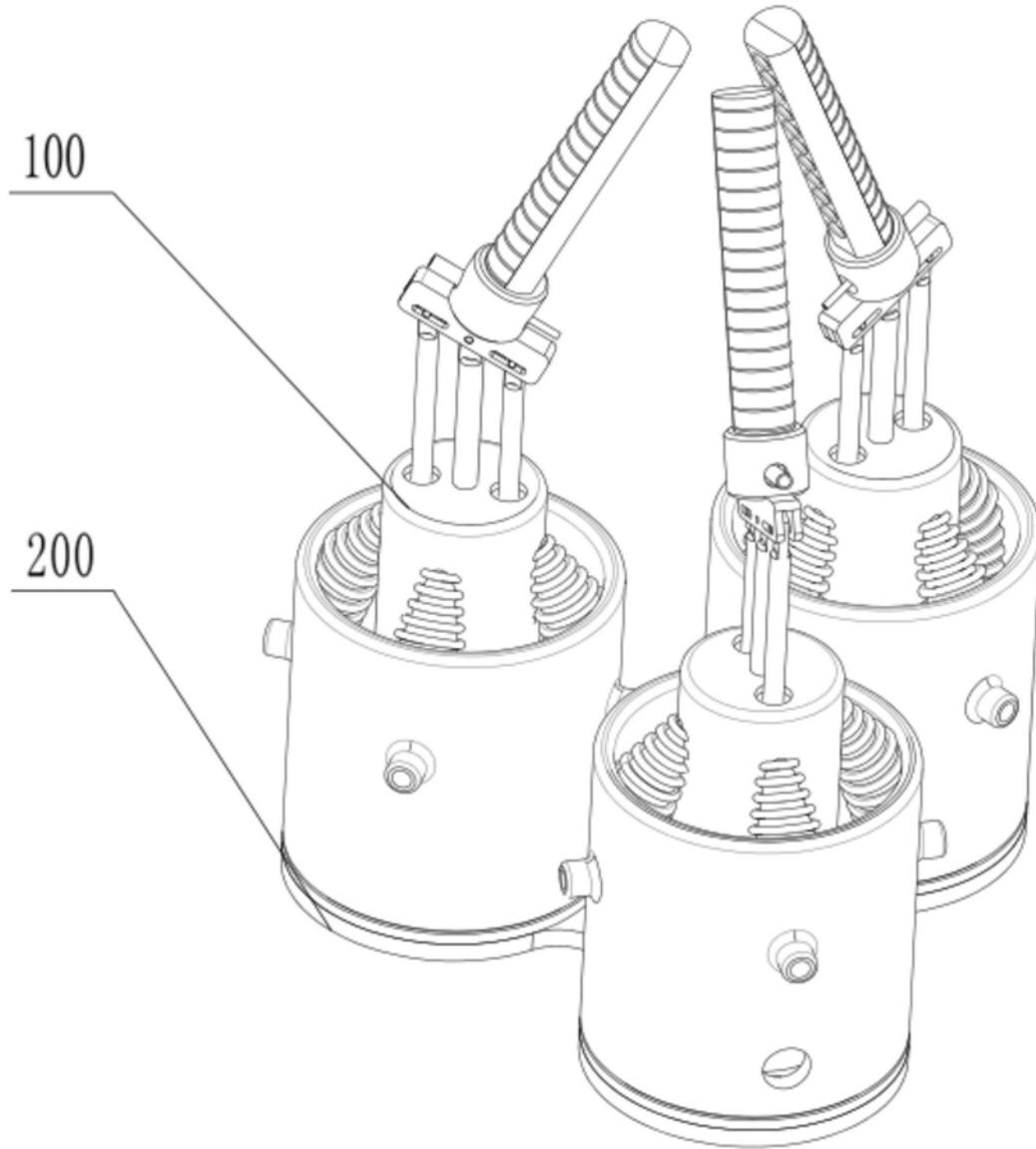


图1

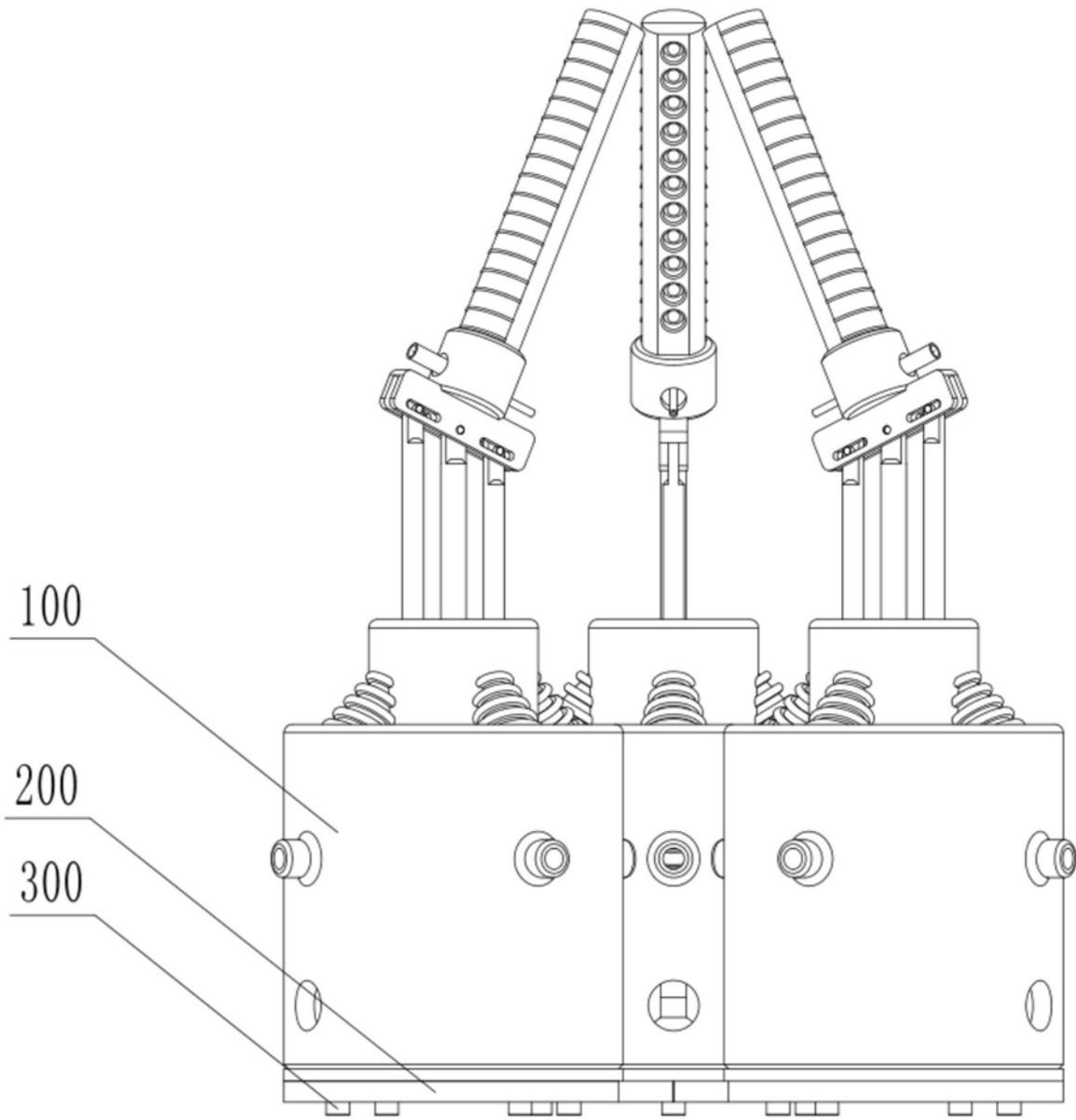


图2

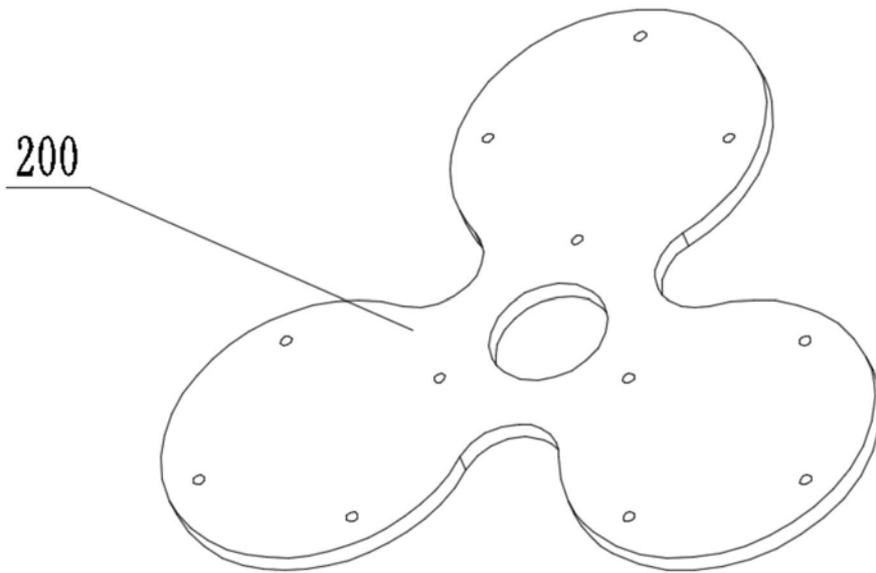


图3

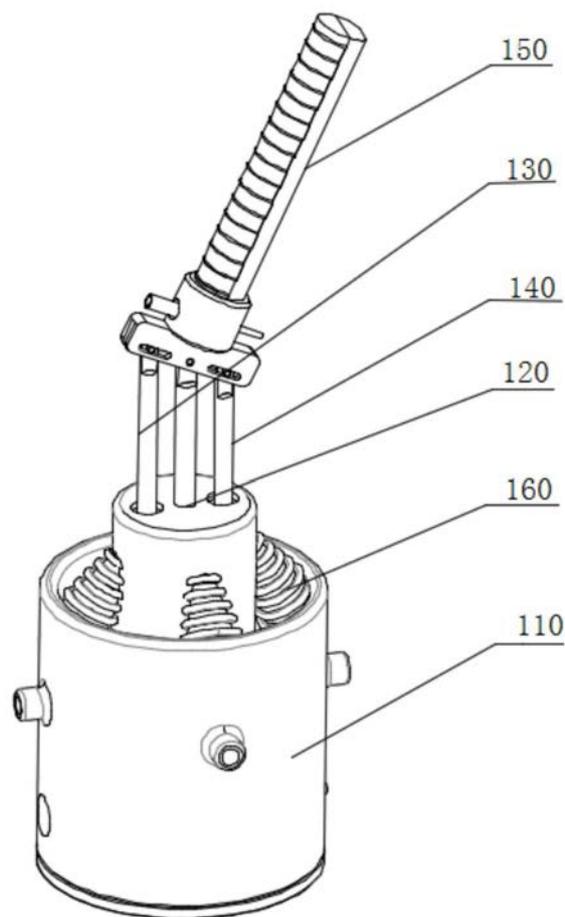


图4

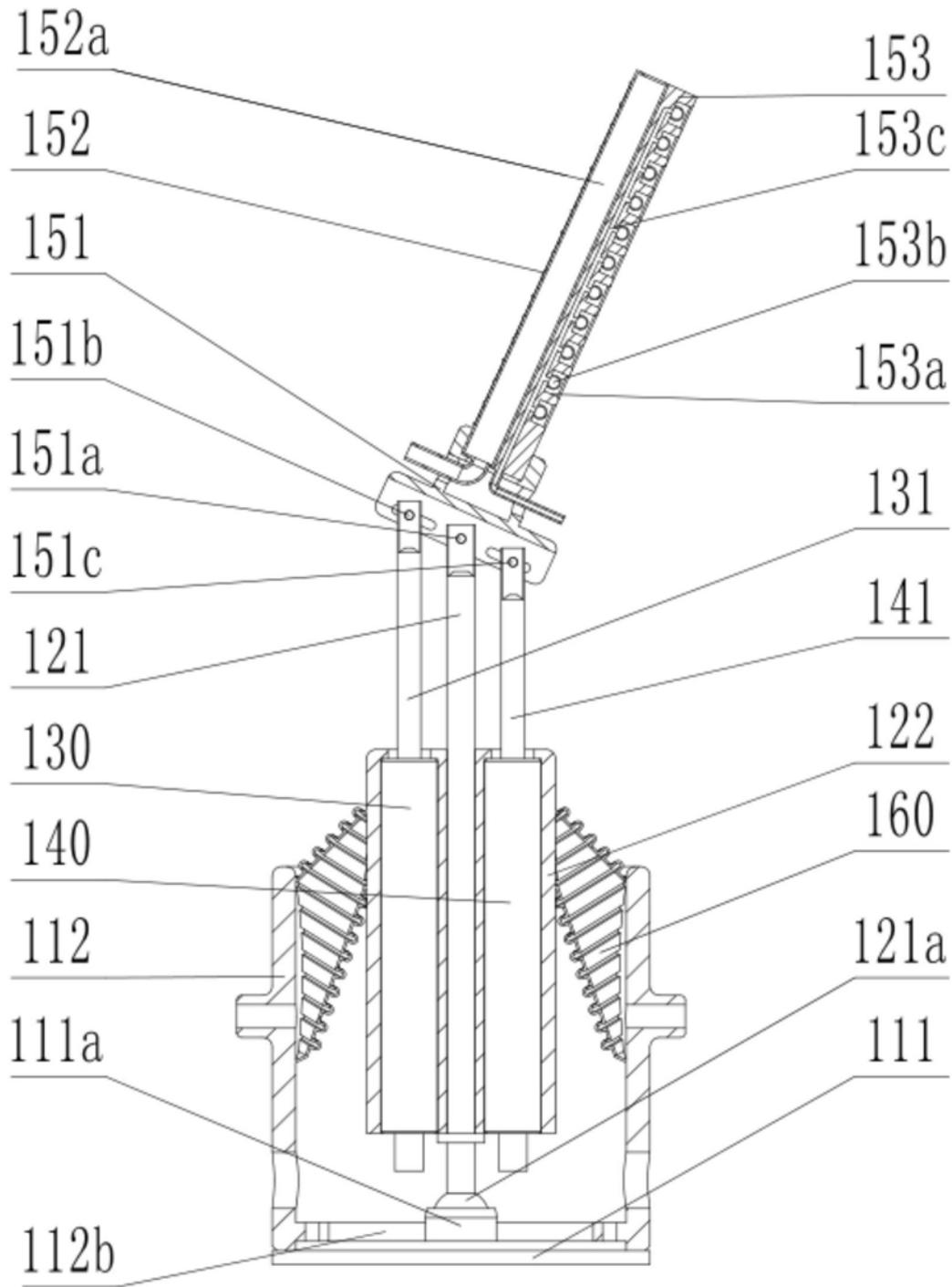


图5

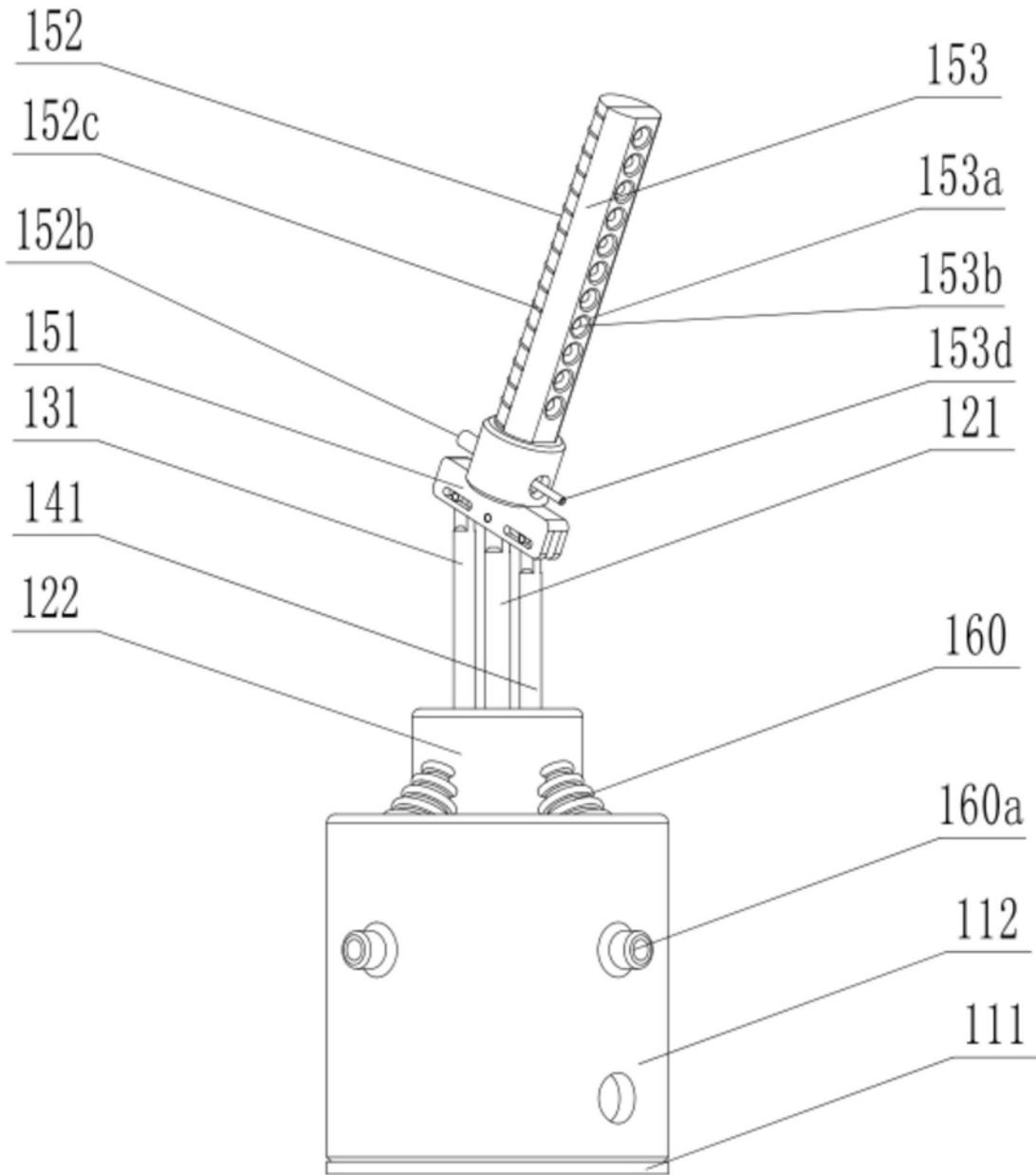


图6

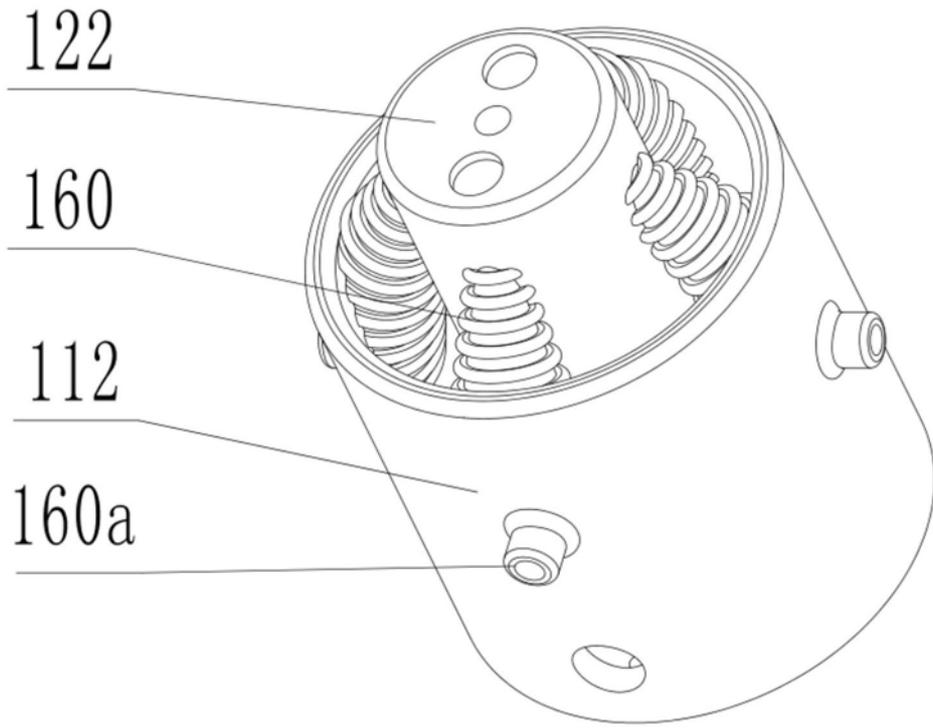


图7

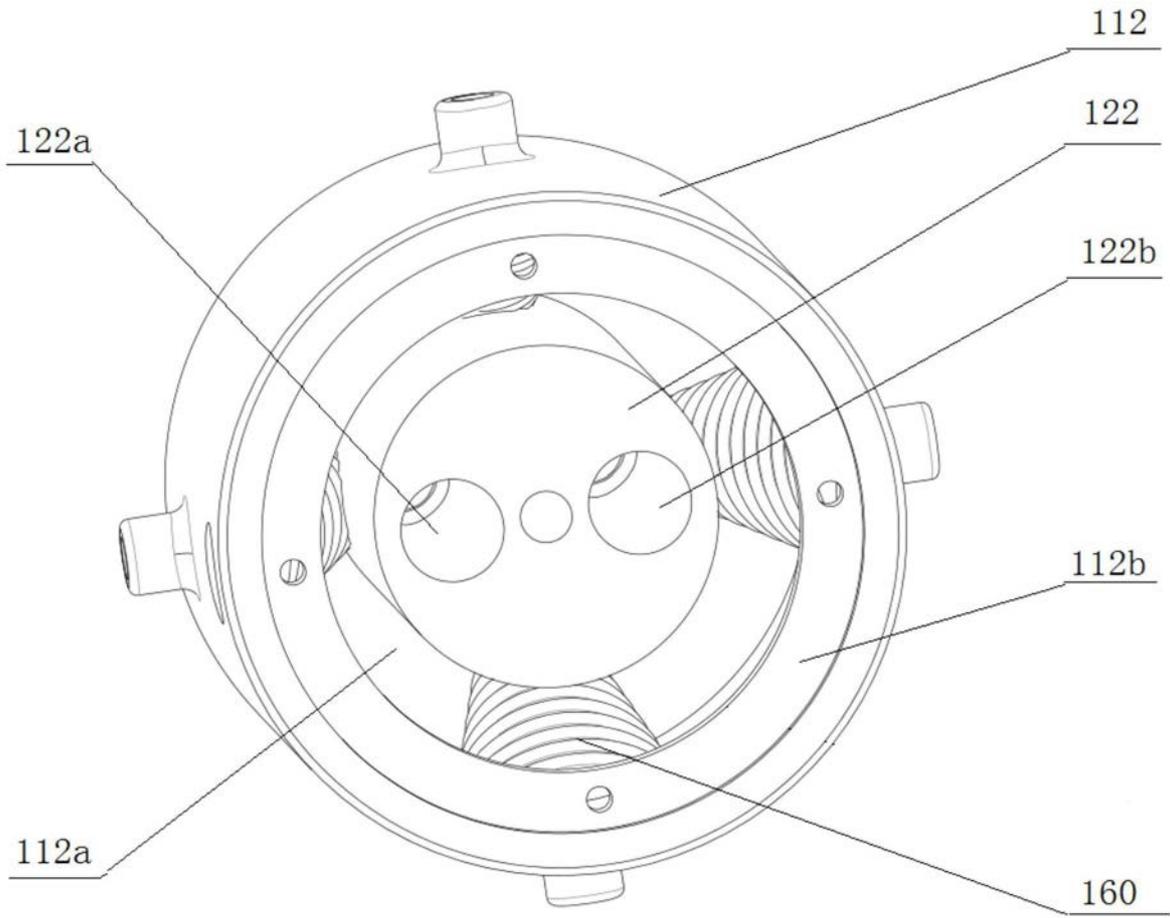


图8

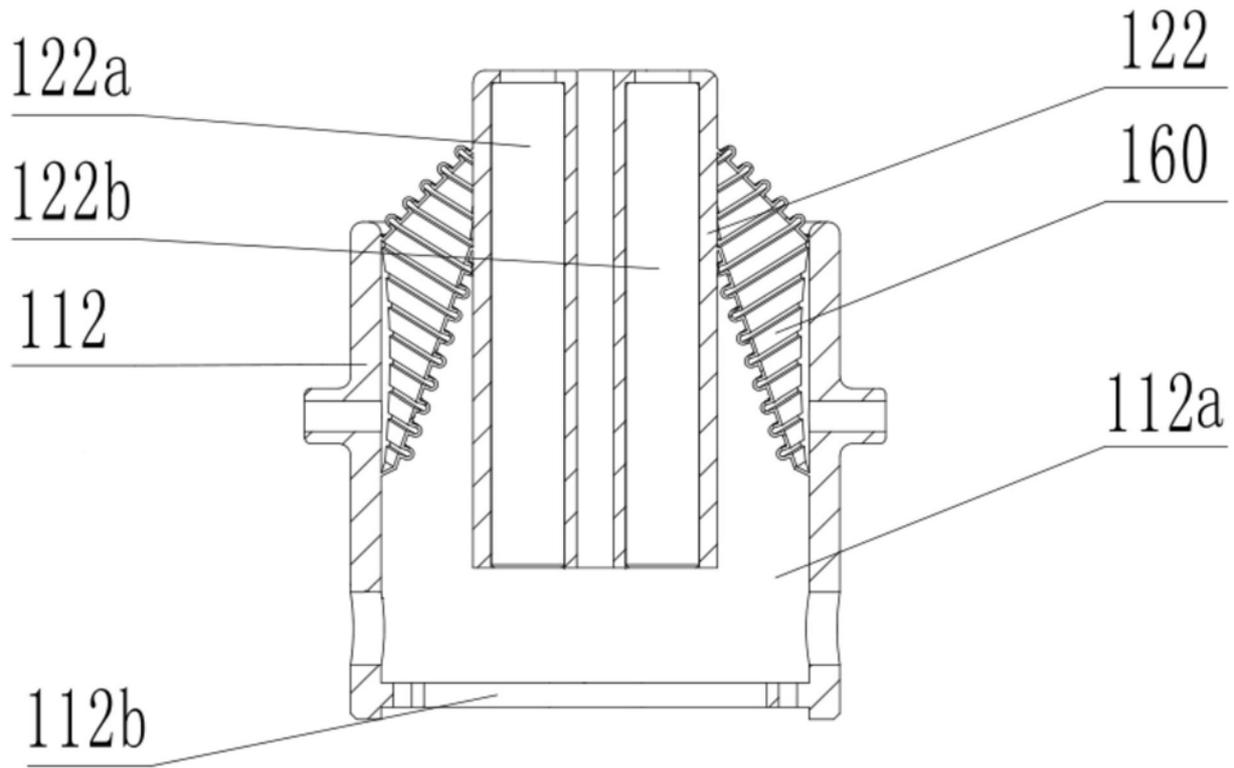


图9

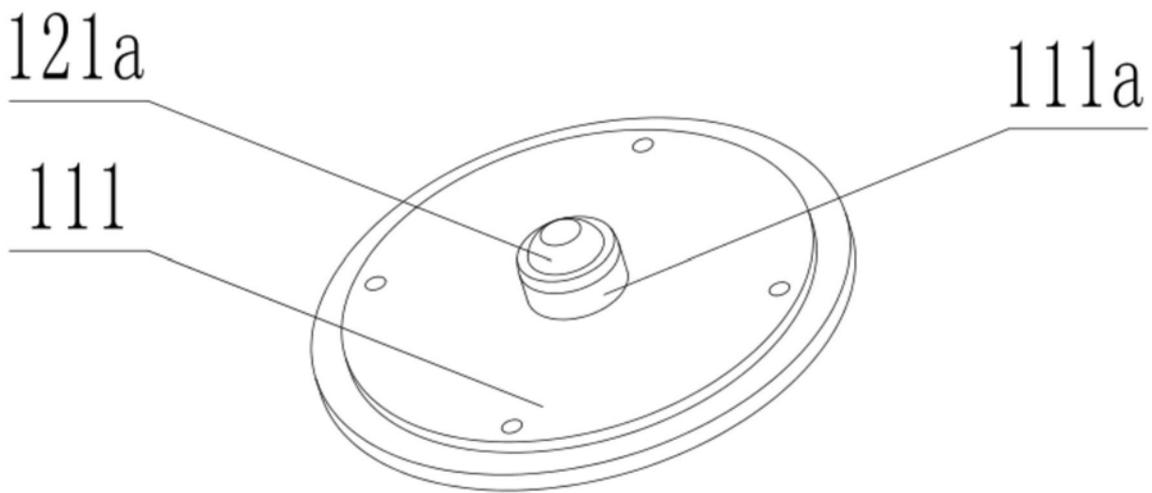


图10