



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101767337 B

(45) 授权公告日 2011.09.14

(21) 申请号 201010034481.X

CN 101508115 A, 2009.08.19,

(22) 申请日 2010.01.21

审查员 孙红花

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市 100084 信箱 82 分箱清华大学专利办公室

(72) 发明人 张文增 李国轩

(74) 专利代理机构 北京鸿元知识产权代理有限公司 11327

代理人 邸更岩

(51) Int. Cl.

B25J 15/08 (2006.01)

B25J 17/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101288954 A, 2008.10.22,

US 5762390 A, 1998.06.09,

CN 101190528 A, 2008.06.04,

CN 101234489 A, 2008.08.06, 全文.

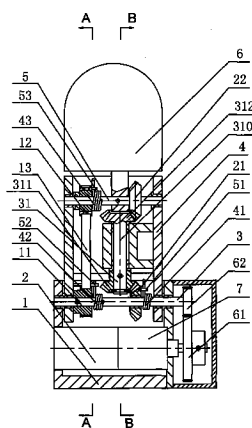
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置

(57) 摘要

锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,属于拟人机器人手设计技术领域。包括基座、电机、减速器、近关节轴、中部指段、远关节轴、末端指段、耦合传动机构、欠驱动传动机构和多个簧件。该装置采用电机、锥齿轮轴耦合传动机构、带轮欠驱动传动机构和多个簧件综合实现了耦合与欠驱动两种抓取方式简单有效地结合。该装置无过渡轴,结构简单;手指的外形与抓取物体的动作与手指很相似,适合作为拟人机器人手的手指。



1. 一种锥齿轮 - 带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,包括基座 (1)、电机 (2)、减速器 (7)、近关节轴 (3)、中部指段 (4)、远关节轴 (5) 和末端指段 (6);所述的电机 (2) 和减速器 (7) 与基座 (1) 固接,减速器 (7) 的输出轴与近关节轴 (3) 相连,所述的近关节轴 (3) 套设在基座 (1) 中,所述的中部指段 (4) 套接在近关节轴 (3) 上,所述的远关节轴 (5) 套设在中部指段 (4) 中,所述的末端指段 (6) 套固在远关节轴 (5) 上,远关节轴 (5) 和近关节轴 (3) 平行;

其特征在于:

该锥齿轮 - 带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置还包括第一主动轮 (11)、第一从动轮 (12)、第一传动件 (13)、第一锥齿轮 (21)、第二锥齿轮 (22)、双锥齿轮 (31)、第一簧件 (41)、第二簧件 (42) 和第三簧件 (43);所述的双锥齿轮 (31) 由双锥齿轮轴 (310)、下锥齿轮 (311) 和上锥齿轮 (312) 组成;

所述的第一主动轮 (11) 固接在近关节轴 (3) 上,所述的第一从动轮 (12) 套接在远关节轴 (5) 上,所述的第一传动件 (13) 连接第一主动轮 (11) 和第一从动轮 (12);所述的第一传动件 (13) 采用平带、齿形带、腱绳或链条,所述的第一主动轮 (11) 采用传动轮,所述的第一从动轮 (12) 采用传动轮,所述的第一传动件 (13)、第一主动轮 (11) 和第一从动轮 (12) 三者之间能够配合形成传动关系;

所述的第一锥齿轮 (21) 套接在近关节轴 (3) 上;所述的第二锥齿轮 (22) 套固在远关节轴 (5) 上;所述的双锥齿轮 (31) 的下锥齿轮 (311) 与第一锥齿轮 (21) 啮合,所述的双锥齿轮 (31) 的上锥齿轮 (312) 与第二锥齿轮 (22) 啮合;所述的双锥齿轮轴 (310) 套设在中部指段 (4) 中,所述的双锥齿轮轴 (310) 的中心线与近关节轴 (3) 的中心线相互垂直;

所述的第一簧件 (41) 的两端分别连接基座 (1) 和第一锥齿轮 (21);所述的第二簧件 (42) 的两端分别连接近关节轴 (3) 和中部指段 (4);所述的第三簧件 (43) 的两端分别连接远关节轴 (5) 和第一从动轮 (12)。

2. 如权利要求 1 所述的锥齿轮 - 带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,其特征在于:所述的减速器的输出轴通过传动机构与近关节轴 (3) 相连。

3. 如权利要求 2 所述的锥齿轮 - 带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,其特征在于:所述的传动机构包括第一齿轮 (61) 和第二齿轮 (62);减速器 (7) 的输出轴与第一齿轮 (61) 固接,第一齿轮 (61) 与第二齿轮 (62) 相啮合,第二齿轮 (62) 套固在近关节轴 (3) 上。

4. 如权利要求 1 所述的锥齿轮 - 带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,其特征在于:所述的第一簧件 (41)、第二簧件 (42) 和第三簧件 (43) 采用扭簧、拉簧、压簧、片簧或弹性绳。

锥齿轮 - 带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置

技术领域

[0001] 本发明属于拟人机器人手技术领域,特别涉及一种锥齿轮 - 带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置的结构设计。

背景技术

[0002] 在我们的日常生活和工作学习中,手部对我们来说是极其重要的。和我们类似,机器人手部在其日常工作和生产中也是极重要的。随着社会的进步和科学技术的大力发展,随着人民生活水平的逐渐提高,形态各异功能各异的机器人进入了人类的生产、学习和工作,逐渐地成为了我们生活的一部分,为我们的日常生活带来了极大的便利,同时也大大提高了人类生产工作的效率。在很多地方我们都可以看到,多数的机器人是通过其手部来抓取工件,开展工作,可以说没有设计优良功能完备的机器人手,机器人几乎不可能很好地完成多种形式的工作。所以说,机器人手部对于机器人来说是必不可少的。由于以上的原因,目前机器人手的设计制造得到了科学和工业生产各个部门的广泛关注。而又由于手部的关节自由度多,体积小和出力要求大等特点,给机器人手设计制造领域带来了许多技术难题,目前机器人手的设计已经逐步成为机器人相关技术研究的重点、热点和难点。

[0003] 首先,来简单地介绍一下机械手“耦合”抓取物体的模式。日常生活中,手部在抓取物体时一般是同时弯曲多个手指关节实现抓取的。比方说,当人手从侧面横向抓取一个比较小的竖放的圆柱形物体时候,食指、中指和无名指都呈现出上面所说的弯曲特点,每个手指的第一、二、三关节均有一定程度的弯曲转动,并且三个关节同时同向弯曲转动。这种同时弯曲各关节的动作模式称为“耦合”抓取模式。耦合抓取效果在人手多数抓取过程是很常见的,现在有很多的机械手所实现的就是这种耦合抓取效果。

[0004] 已有的一种耦合式两关节机器人手指装置(中国发明专利 CN101100064A),主要包括基座、电机、第一指段、第二指段和“8”字形钢丝绳和滑轮式传动机构。该装置采用一个电机、“8”字形钢丝绳和滑轮式传动机构实现了手指上两个关节的同向 1 : 1 角度的耦合运动。

[0005] 该类耦合抓取式机械手指装置的不足之处为:各关节均以固定比例角度的转动,没有任意比例角度的转动,在抓取物体时一般以捏持方式抓持物体,很难以恰好适应物体表面大小尺寸的方式实现握持抓取方式抓取,完全不具备抓取物体时对不同尺寸物体的自适应性,所以这类手指的抓取效果不好。

[0006] 其次,来介绍一下“解耦”欠驱动抓取的模式。为了克服前面所说的耦合抓取模式存在的不能自动适应物体大小和形状的缺点,一种具有“解耦”效果的欠驱动抓取模式应运而生。一般我们简单地将“解耦”欠驱动手指称为欠驱动手指。所谓欠驱动机构是指驱动器个数比被驱动的关节自由度数目少的机构。在欠驱动机构中,多个关节的转动角度无固定比例,开始时电机会驱动整个手指(包括第一指段、第二指段)呈伸直状态绕近关节轴转动,当第一指段(最靠近手指根部的指段)碰触物体而被阻挡不能再转动时,电机的驱动力会自动转向驱动下一个关节转动,从而使第二指段再绕远关节轴转动,实现了两个关节顺

序转动的方式。该机构最大的优点就是能够自动适应物体大小,非常有利于稳定抓取。

[0007] 已有一种欠驱动两关节机器人手指装置(中国发明专利 CN101288954A),包括括基座、电机、中部指段、远关节轴、末端指段、主动锥齿轮、从动锥齿轮和双联锥齿轮等。

[0008] 该类欠驱动机械手指装置的不足之处为:手指在未碰触物体前始终呈现伸直状态,动作和外观与人手有较大差别,拟人化程度不够;抓取方式主要为握持方式,难以实现末端捏持抓取物体;不能做到没有物体抓取时,类似人手的握拳动作;也难以做到末端指段捏持物体时各关节呈自然弯曲状态。

[0009] 综合可知,现有的耦合型机械手指和欠驱动机械手指均存在较大的不足。

发明内容

[0010] 本发明的目的是针对已有技术的不足之处,提供一种锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,实现了耦合抓取效果与自适应欠驱动抓取效果两者简单有效地融合。该装置无过渡轴,结构简单;手指的外形与抓取物体的动作与人手指很相似,适合作为拟人机器人手的手指。

[0011] 本发明的技术方案如下:

[0012] 本发明所述的一种锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,包括基座、电机、减速器、近关节轴、中部指段、远关节轴和末端指段;所述的电机和减速器与基座固接,减速器的输出轴与近关节轴相连,所述的近关节轴套设在基座中,所述的中部指段套接在近关节轴上,所述的远关节轴套设在中部指段中,所述的末端指段套固在远关节轴上,远关节轴和近关节轴平行;

[0013] 其特征在于:

[0014] 该锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置还包括第一主动轮、第一从动轮、第一传动件、第一锥齿轮、第二锥齿轮、双锥齿轮、第一簧件、第二簧件和第三簧件;所述的双锥齿轮由双锥齿轮轴、下锥齿轮和上锥齿轮组成;

[0015] 所述的第一主动轮固接在近关节轴上,所述的第一从动轮套接在远关节轴上,所述的第一传动件连接第一主动轮和第一从动轮;所述的第一传动件采用平带、齿形带、腱绳或链条,所述的第一主动轮采用传动轮、绳轮或链轮,所述的第一从动轮采用传动轮、绳轮或链轮,所述的第一传动件、第一主动轮和第一从动轮三者之间能够配合形成传动关系;

[0016] 所述的第一锥齿轮套接在近关节轴上;所述的第二锥齿轮套固在远关节轴上;所述的双锥齿轮的下锥齿轮与第一锥齿轮啮合,所述的双锥齿轮的上锥齿轮与第二锥齿轮啮合;所述的双锥齿轮轴套设在中部指段中,所述的双锥齿轮轴的中心线与近关节轴的中心线相互垂直;

[0017] 所述的第一簧件的两端分别连接基座和第一锥齿轮;所述的第二簧件的两端分别连接近关节轴和中部指段;所述的第三簧件的两端分连接远关节轴和第一从动轮。

[0018] 本发明所述的锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,其特征在于:减速器的输出轴通过传动机构与近关节轴相连。

[0019] 本发明所述的锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,其特征在于:所述的传动机构包括第一齿轮和第二齿轮;减速器的输出轴与第一齿轮固接,第一齿轮与第二齿轮相啮合,第二齿轮套固在近关节轴上。

[0020] 本发明所述的锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置,其特征在于:所述的第一簧件、第二簧件和第三簧件采用扭簧、拉簧、压簧、片簧或弹性绳。

[0021] 本发明与现有技术相比,具有以下优点和突出性效果:

[0022] 该装置采用电机、双锥齿轮耦合传动机构、双锥齿轮欠驱动传动机构和多个簧件综合实现了耦合与自适应欠驱动两种抓取方式简单有效地结合。该装置无过渡轴,结构简单;手指的外形与抓取物体的动作与人手指很相似,适合作为拟人机器人手的手指。

附图说明

[0023] 图1是本发明提供的锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置的实施例的正面外观图。

[0024] 图2是本实施例的侧视图,也是图1的右视图。

[0025] 图3是本实施例的正面剖视图也是图1的剖视图。

[0026] 图4是本实施例的A-A剖视图。

[0027] 图5是本实施例的B-B剖视图。

[0028] 图6是本实施例的外观立体图。

[0029] 图7是本实施例所有传动机构立体图。

[0030] 图8是本实施例的三维爆炸视图。

[0031] 图9、图10、图11、图12、图13、图14和图15是本实施例抓握物体过程的几个关键位置侧面外观示意图。

[0032] 在图1至图18中:

[0033] 1-基座, 2-电机, 3-近关节轴,

[0034] 4-中部指段, 5-远关节轴, 6-末端指段,

[0035] 7-减速器, 8-齿轮罩, 9-物体,

[0036] 11-第一主动轮, 12-第一从动轮, 13-第一传动件

[0037] 21-第一锥齿轮, 22-第二锥齿轮,

[0038] 31-双锥齿轮, 310-双锥齿轮轴, 311-下锥齿轮 312-上锥齿轮

[0039] 41-第一簧件, 42-第二簧件, 43-第三簧件,

[0040] 51-第一凸台, 52-第二凸台, 53-第三凸台, 54-第四凸台,

[0041] 61-第一齿轮 62-第二齿轮

具体实施方式

[0042] 下面结合附图及实施例进一步详细介绍本发明的具体结构、工作原理的内容。

[0043] 本发明设计的锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置的一种实施例,如图1、图2、图3、图4、图5和图6所示,包括基座1、电机2、减速器7、近关节轴3、中部指段4、远关节轴5和末端指段6;所述的电机2和减速器7与基座1固接,减速器7的输出轴与近关节轴3相连,所述的近关节轴3套设在基座1中,所述的中部指段4套接在近关节轴3上,所述的远关节轴5套设在中部指段4中,所述的末端指段6套固在远关节轴5上,远关节轴5和近关节轴3平行;

[0044] 该锥齿轮-带轮耦合欠驱动两关节机器人手指装置还包括第一主动轮11、第一从

动轮 12、第一传动件 13、第一锥齿轮 21、第二锥齿轮 22、双锥齿轮 31、第一簧件 41、第二簧件 42 和第三簧件 43；所述的双锥齿轮 31 由双锥齿轮轴 310、下锥齿轮 311 和上锥齿轮 312 组成；

[0045] 所述的第一主动轮 11 固接在近关节轴 3 上，所述的第一从动轮 12 套接在远关节轴 5 上，所述的第一传动件 13 连接第一主动轮 11 和第一从动轮 12；所述的第一传动件 13 采用平带、齿形带、腱绳或链条，所述的第一主动轮 11 采用传动轮、绳轮或链轮，所述的第一从动轮 12 采用传动轮、绳轮或链轮，所述的第一传动件 13、第一主动轮 11 和第一从动轮 12 三者之间能够配合形成传动关系，本实施例中第一主动轮 11 和第一从动轮 12 均采用传动轮，第一传动件 13 采用平带；

[0046] 所述的第一锥齿轮 21 套接在近关节轴 3 上；所述的第二锥齿轮 22 套固在远关节轴 5 上；所述的双锥齿轮 31 的下锥齿轮 311 与第一锥齿轮 21，所述的双锥齿轮 31 的上锥齿轮 312 与第二锥齿轮 22 啮合；所述的双锥齿轮 31 的轴 310 套设在中部指段 4 中，所述的双锥齿轮 31 的双锥齿轮轴 310 的中心线与近关节轴 3 的中心线相互垂直；

[0047] 所述的第一簧件 41 的两端分别连接基座 1 和第一锥齿轮 21；所述的第二簧件 42 的两端分别连接近关节轴 3 和中部指段 4；所述的第三簧件 43 的两端分连接远关节轴 5 和第一从动轮 12。

[0048] 本实施例还包括传动机构，所述的减速器的输出轴通过传动机构与近关节轴 3 相连。

[0049] 本实施例中，所述的传动机构包括第一齿轮 61 和第二齿轮 62；减速器 7 的输出轴与第一齿轮 61 固接，第一齿轮 61 与第二齿轮 62 相啮合，第二齿轮 62 套固在近关节轴 3 上。

[0050] 本实施例中，所述的第一簧件 41、第二簧件 42 和第三簧件 43 采用扭簧、拉簧、压簧、片簧或弹性绳。本实施例中，所述的第一簧件 41、第二簧件 42 和第三簧件 43 采用扭簧。

[0051] 本实施例中，第一凸台 51 连接第一簧件 41 一端并镶嵌固定在第一锥齿轮 21 上；第二凸台 52 连接第二簧件 42 一端并镶嵌固定在中部指段 4 上；第三凸台 53 连接第三簧件 43 一端并镶嵌固定在第一从动轮 12 上；

[0052] 本实施例的工作原理，如图 9、图 10、图 11、图 12、图 13、图 14 和图 15 所示，叙述如下：

[0053] 该装置一种情形下的初始位置如图 19 所示，在这种情况下，初始时中部指段 4 和末端指段 6 都没有接触物体，并且物体 9 与中部指段 4 相距较近，手指在转动过程中会由中部指段 4 首先碰触物体 9。电机 2 刚开始转动时，中部指段 4 和末端指段 6 与基座 1 呈手指伸直的状态。当使用本实施例的机器人手指抓取物体 9 时，电机 2 的输出轴转动，通过第一齿轮 11 带动固接有第二齿轮 12 的近关节轴 3 转动，由于第二簧件 42 的约束作用，中部指段 4 和近关节轴 3 仿佛固接在一起，中部指段 4 将绕着近关节轴 3 转动角度 α 。

[0054] 由于第一锥齿轮 21 通过第一簧件 41 与基座 1 连接，在中部指段 4 转动过程中，远关节轴 5 相对于近关节轴 3 的位置将改变，由于双锥齿轮 31 的下锥齿轮 311 与第一锥齿轮 21 啮合，故而中部指段 4 的转动会使得双锥齿轮 31 的上锥齿轮 312 推动与其啮合的第二锥齿轮 22 绕远关节轴 5 的中心线转动同样一个角度 α ，当第一锥齿轮 21 和第二锥齿轮 22 大小一致时，两关节的耦合转动角度为 1 : 1，当然第一锥齿轮 21 和第二锥齿轮 22 也可以设计为不同大小，则将获得不同的耦合效果，又由于第二锥齿轮 22 与远关节轴固接，将使

得远关节轴 5 绕自身轴线转动角度 α 。

[0055] 电机 2 的输出轴转动,通过第一齿轮 11 和第二齿轮 12 带动固接有第一主动轮 11 的近关节轴 3 转动,第一主动轮 11 拉动第一传动件 13,使得第一从动轮 12 绕远关节轴 5 转动角度 α 。由于此时中部指段 4 也绕着近关节轴 3 转动了角度 α ,故第一从动轮 12 相对于中部指段 4 的位置没有改变,因此连接远关节轴 5 和第一从动轮 12 的第三簧件 43 产生一定的变形量。

[0056] 此时,由于末端指段套固在远关节轴上,末端指段也随之绕远关节轴的中心线转动角度 α ,如图 10 所示。此过程直到中部指段 4 碰到物体 9,中部指段绕近关节轴转动了角度 β ,末端指段也绕远关节轴的中心线转动了角度 β ,如图 11 所示。上述过程均为两关节采用耦合方式转动。

[0057] 此时,如果末端指段 6 接触物体 9,则完成抓持,采用的是捏持方式抓取物体。如图 16 所示。

[0058] 此时,如果末端指段 6 还未接触物体 9,如图 11 所示。电机 2 的输出轴继续转动,通过第一齿轮 11 和第二齿轮 12 带动通过簧件 43 与近关节轴 3 套接的第一锥齿轮 21 转动。

[0059] 由于这时中部指段 4 已经接触物体 9,中部指段 4 不能继续绕近关节轴 3 转动,第二簧件 42 的继续变形将使中部指段 4 以越来越大的抓取力紧靠物体 9。同时由于第三簧件 43 的变形量较之其余两个簧件的变形量大,所以随着电机 2 的继续转动,第三簧件 43 会带动第一锥齿轮 21 绕着近关节轴 3 的轴线继续转动,从而带动双锥齿轮 31 的下锥齿轮 311 继续转动,使得与双锥齿轮 31 的上锥齿轮 312 啮合的第二锥齿轮 22 转动,又由于第二锥齿轮 22 与远关节轴 5 固接,将使得远关节轴 5 绕自身轴线继续转动,从而末端指段 6 能够继续绕远关节轴 5 的轴线转动。这一过程直到末端指段 6 接触到物体 9,完成抓持动作,如图 12 所示。此过程使得该装置能够自动适应抓取不同形状和尺寸大小的物体。

[0060] 该装置在另一种情形下的初始位置如图 14 所示,这种情况下,物体 9 与末端指段 6 相距较近,在这种情况下会由末端指段首先碰触物体。在这种情形下手指一直会以上面所述的那种耦合抓取模式转动,直到末端指段 6 碰触到物体为止,完成抓持,在这种情形下手指的运动过程中没有进行欠驱动自适应模式,手指直接通过耦合抓取模式完成抓持,如图 15 所示。

[0061] 该装置采用电机、双锥齿轮耦合传动机构、双锥齿轮欠驱动传动机构和多个簧件综合实现了耦合与自适应欠驱动两种抓取方式简单有效地结合。该装置无过渡轴,结构简单;手指的外形与抓取物体的动作与人手指很相似,适合作为拟人机器人手的手指。

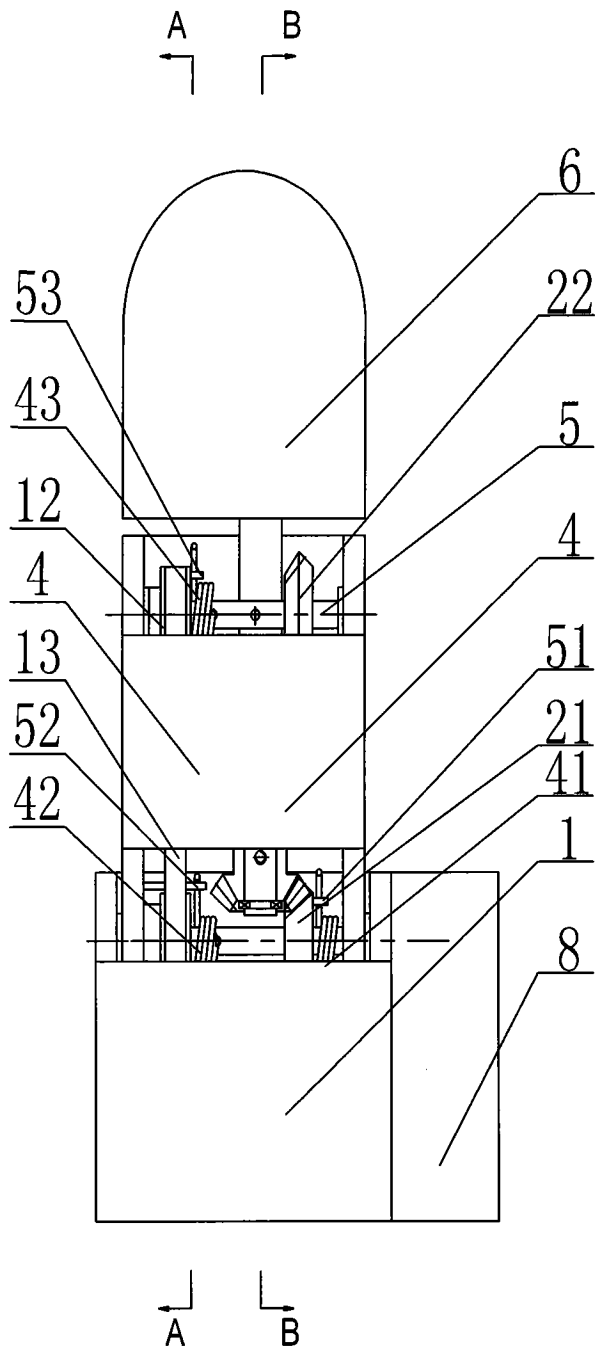


图 1

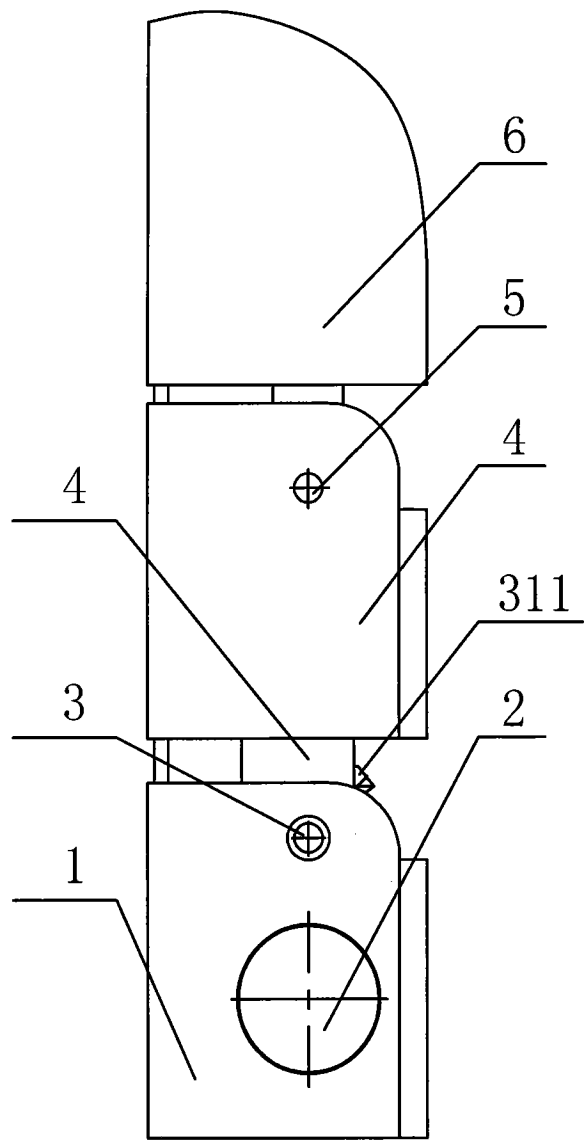


图 2

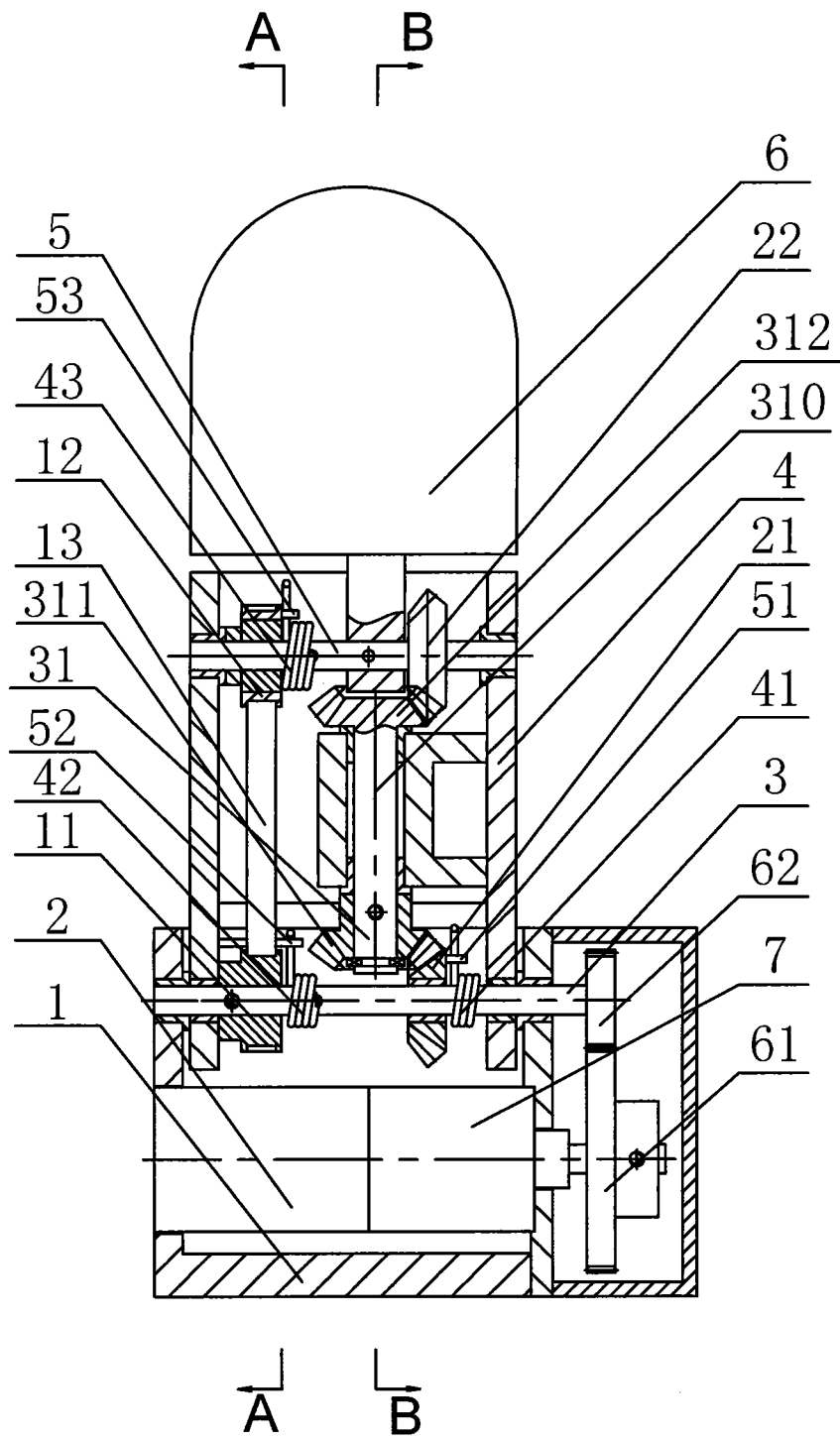
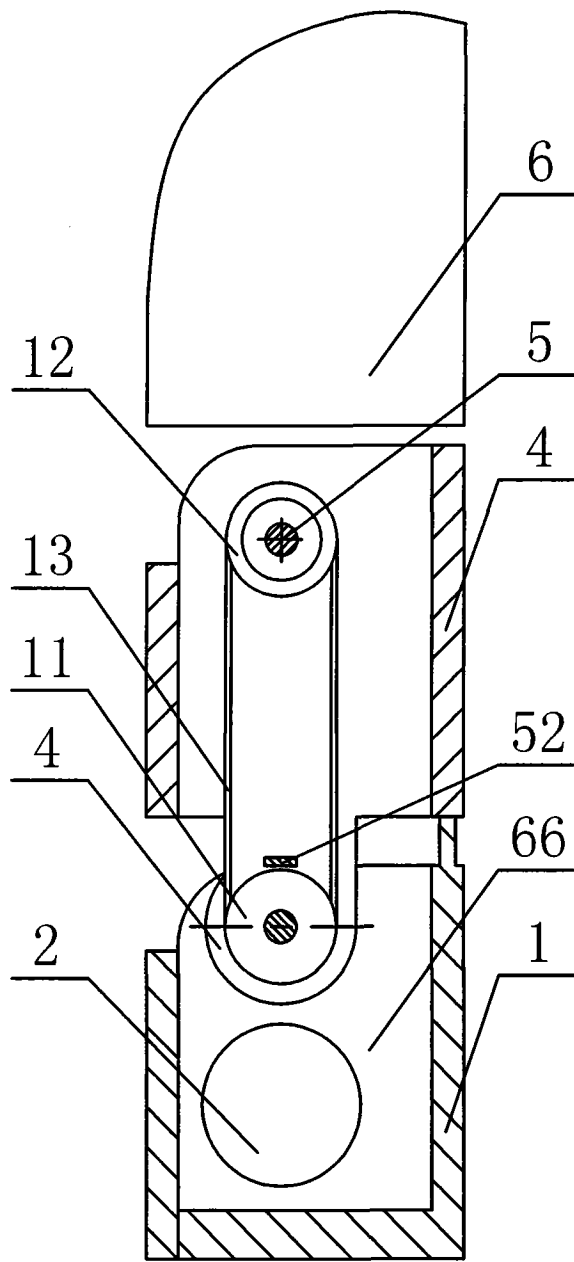
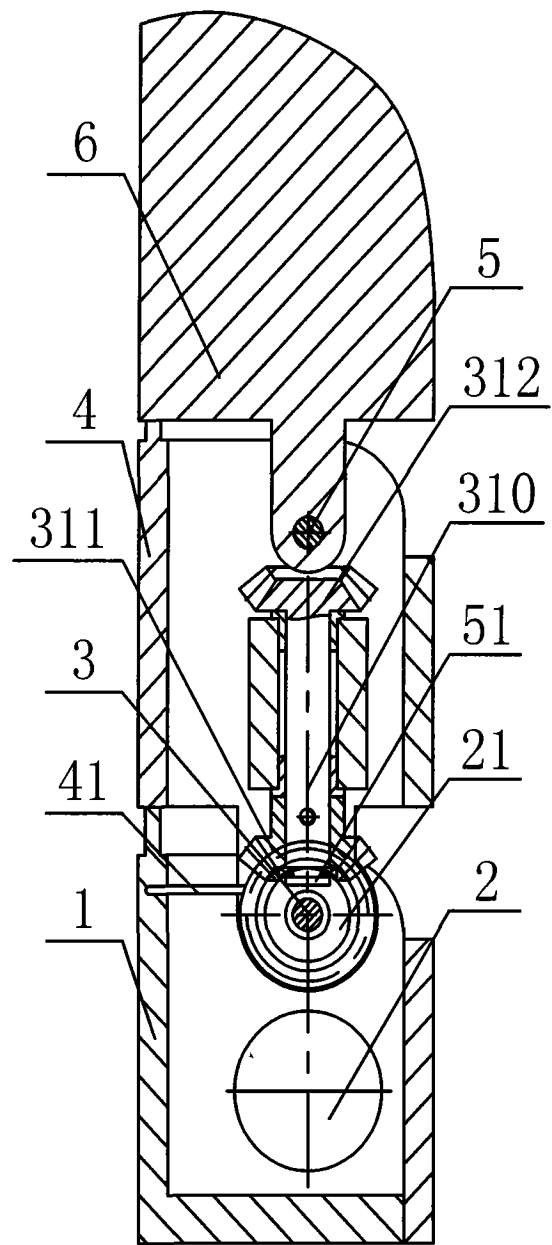


图 3



A-A

图 4



B-B

图 5

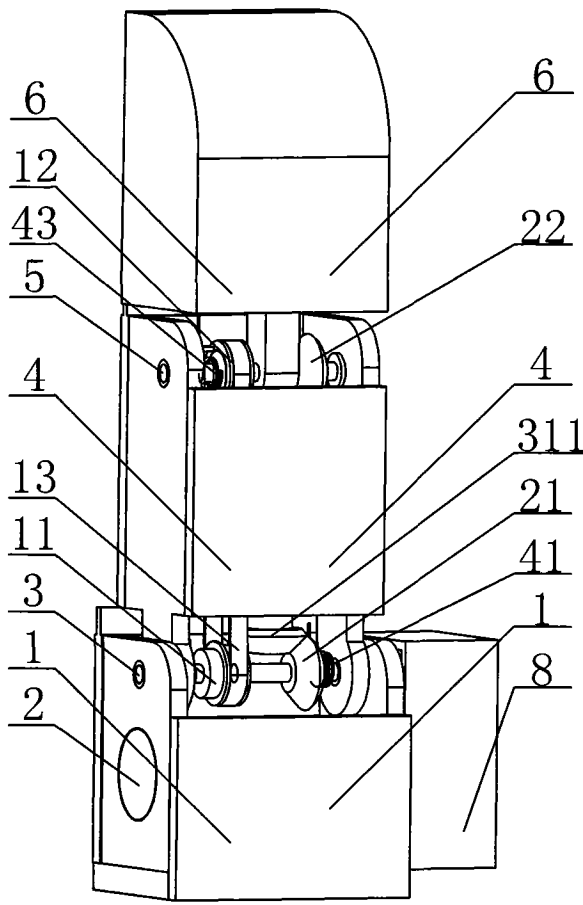


图 6

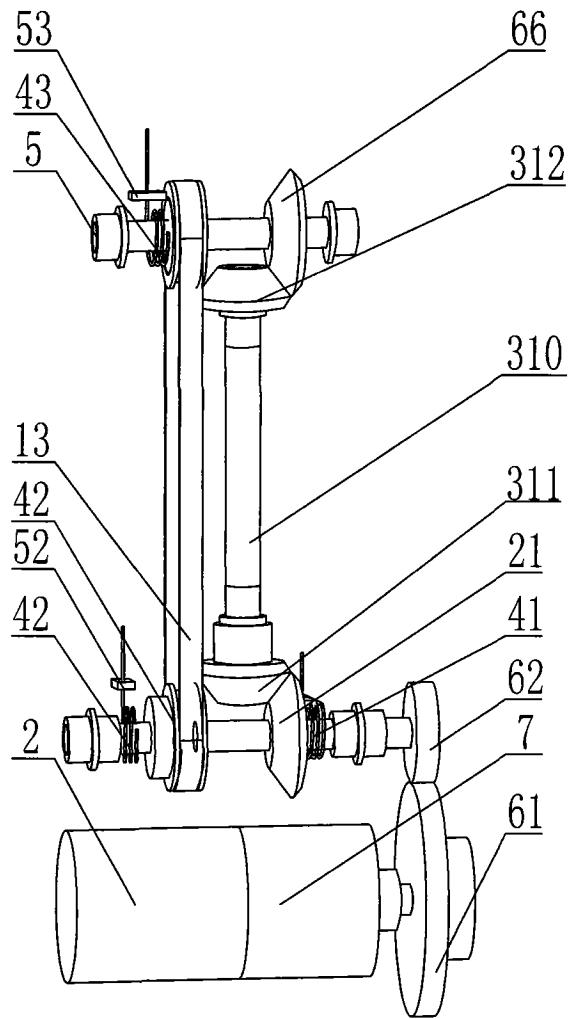


图 7

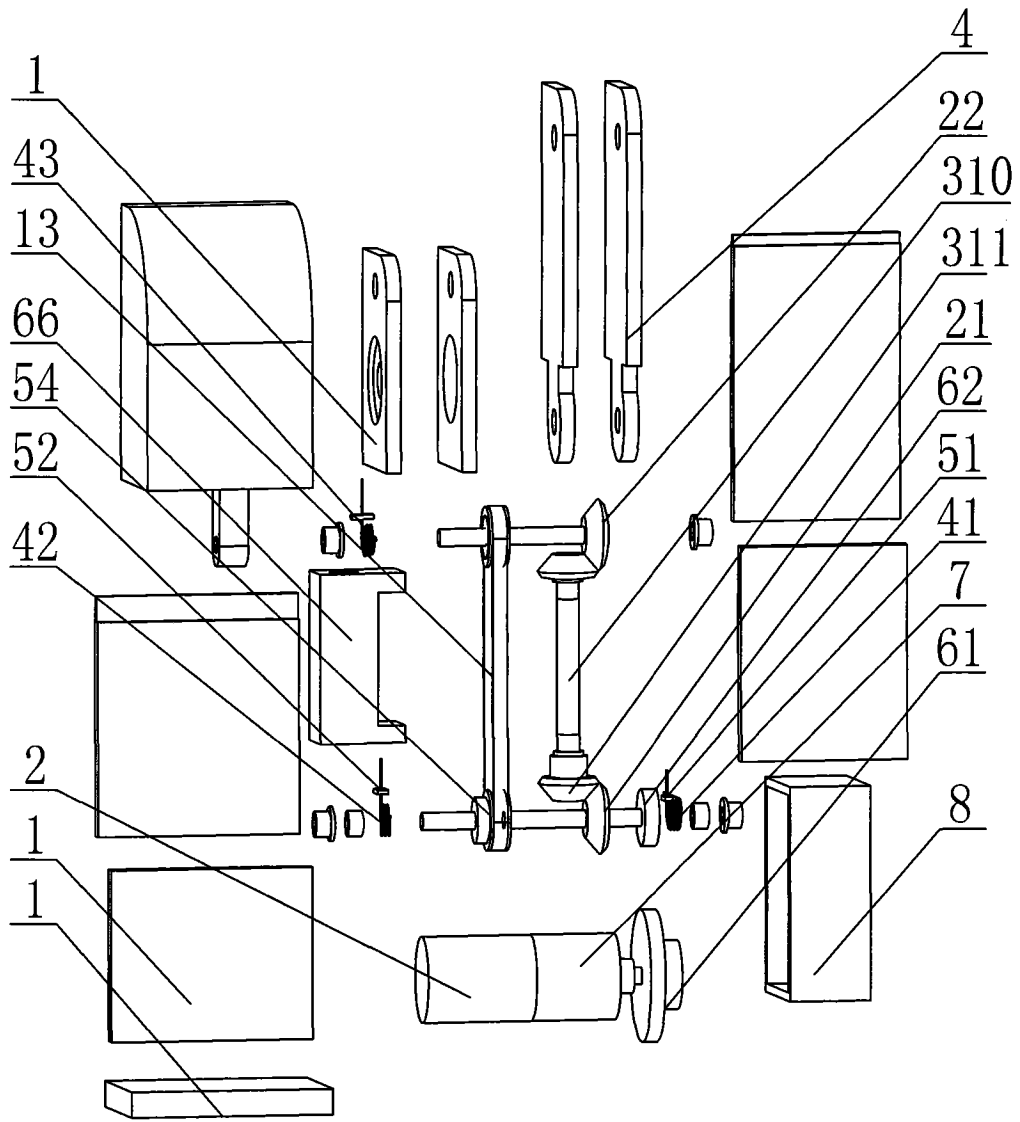


图 8

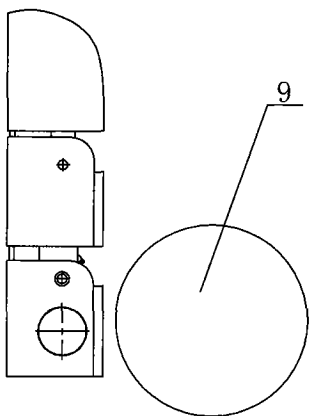


图 9

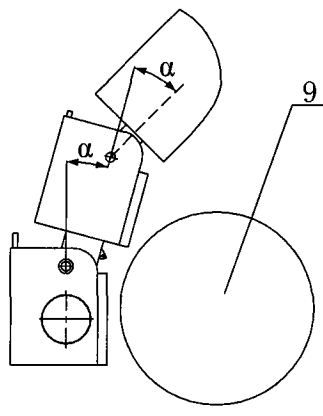


图 10

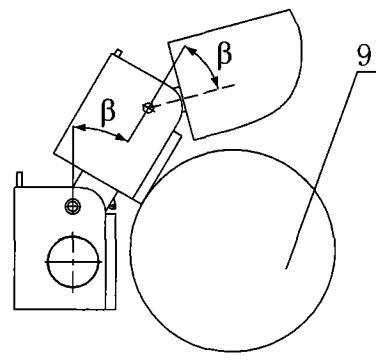


图 11

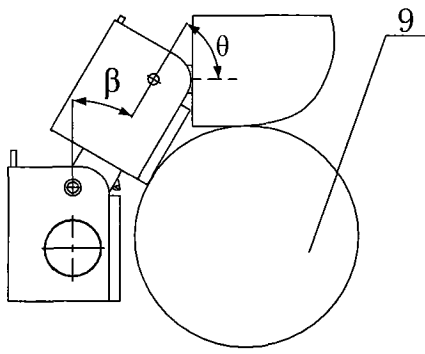


图 12

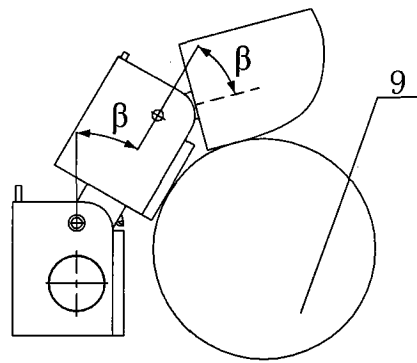


图 13

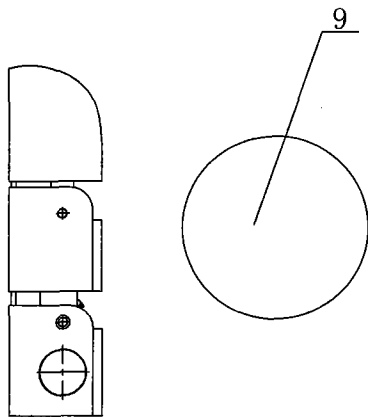


图 14

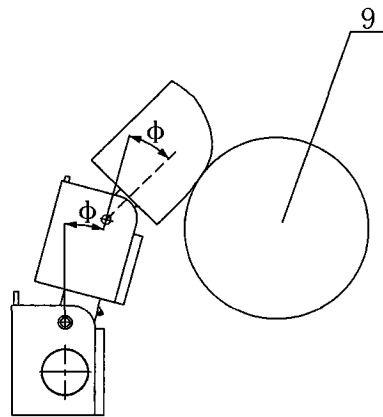


图 15