



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102785240 B

(45) 授权公告日 2015. 06. 10

(21) 申请号 201210298820. 4

(22) 申请日 2012. 08. 21

(73) 专利权人 深圳先进技术研究院

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽大学
城学苑大道 1068 号

(72) 发明人 胡颖 李兵 张朋 林伟阳
张建伟 侯超

(74) 专利代理机构 深圳市科进知识产权代理事
务所(普通合伙) 44316

代理人 宋鹰武

(51) Int. Cl.

B25J 9/00(2006. 01)

B21D 22/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101288952 A, 2008. 10. 22, 说明书具体实
施方式部分以及图 1-3.

CN 101025247 A, 2007. 08. 29, 说明书第 2 页
最后 1 段, 图 2.

CN 1307951 A, 2001. 08. 15, 说明书第 2 页第

4 段, 图 2-3.

CN 102085660 A, 2011. 06. 08, 全文.

KR 10-0553695 B1, 2006. 02. 13, 全文.

CN 101913146 A, 1010. 12. 15, 说明书具体实
施方式部分以及图 1-5.

CN 1583372 A, 2005. 02. 23, 说明书第 2 页第
2-3 段, 图 1-4.

CN 102058433 A, 2011. 05. 18, 全文.

审查员 杨喜飞

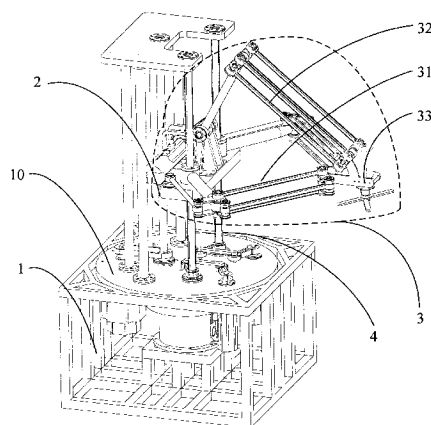
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54) 发明名称

混联冲压机器人

(57) 摘要

本发明涉及一种混联冲压机器人, 包括具有一转动组件的转台机构, 固定在所述转动组件上的升降机构, 设置在所述升降机构上的并联机构, 与所述并联机构连接的驱动机构, 所述驱动机构用于驱动所述并联机构。本发明的混联冲压机器人, 通过转台机构、升降机构使机器人旋转和升降, 扩大机器人的工作空间范围; 设置在升降机构上的并联机构采用 RRU、RUU 支链结构, 使机器人末端执行器运动灵活, RRU、RUU 支链结构为并联型结构, 使机器人的刚度增强, 分别控制上述支链结构可提高控制精度且可快速调整支链结构末端位置, 从而可快速完成取料、送料工作。



1. 一种混联冲压机器人,其特征在於,包括具有一转动组件的转台机构,固定在所述转动组件上的升降机构,设置在所述升降机构上的并联机构,与所述并联机构连接的驱动机构,所述驱动机构用于驱动所述并联机构;其中,所述并联机构包括在第一平面转动的两 RRU 支链、在垂直于所述第一平面的第二平面转动的一 RUU 支链、一可转动的末端执行器,所述两 RRU 支链的第一端、RUU 支链的第一端设置在所述升降机构上,所述两 RRU 支链的第二端、RUU 支链的第二端设置在所述末端执行器上;

所述 RRU 支链包括第一主动臂、第一从动臂、连接模块,第一主动臂的第一端设置在所述升降机构上,第一从动臂的第二端设置在所述末端执行器上,连接模块分别与所述第一主动臂的第二端和所述第一从动臂的第一端连接;所述 RUU 支链包括驱动模块、第二主动臂、第二从动臂,驱动模块固定在升降机构上,第二主动臂的第一端设置在驱动模块上,第二从动臂的第一端与第二主动臂的第二端连接,第二从动臂的第二端设置在末端执行器上;

所述连接模块为呈“L”型的二叉连接件,所述第一主动臂、第一从动臂分别转动连接在所述二叉连接件的两支叉上。

2. 根据权利要求 1 所述的混联冲压机器人,其特征在於,所述第一主动臂包括第一主动杆、与第一主动杆平行的至少一第一主随动杆,第一主动杆与第一主随动杆的一端转动连接在升降机构上,第一主动杆与第一主随动杆的另一端转动连接在连接模块上;所述第一从动臂包括第一从动杆、与第一从动杆平行的至少一从随动杆,第一从动杆与从随动杆的一端转动连接在连接模块上,第一从动杆与从随动杆另一端转动连接在所述末端执行器上。

3. 根据权利要求 1 所述的混联冲压机器人,其特征在於,所述 RUU 支链还包括第一平衡杆;所述第二主动臂包括第二主动杆,所述第二主动杆的一端转动连接在驱动模块上,另一端转动连接在第一平衡杆上;所述第二从动臂包括至少两相互平行的从动杆,所述从动杆一端转动连接在所述第一平衡杆上、另一端转动连接在所述末端执行器上。

4. 根据权利要求 3 所述的混联冲压机器人,其特征在於,所述 RUU 支链还包括第二平衡杆,所述第二平衡杆转动连接在末端执行器上,且所述从动杆的另一端转动连接在所述第二平衡杆上。

5. 根据权利要求 1 所述的混联冲压机器人,其特征在於,所述末端执行器包括与 RRU 支链、RUU 支链连接的动平台,设置在动平台的下端面、可转动的末端支架,固定在动平台上与末端支架连接的驱动电机,所述驱动电机用于驱动所述末端支架转动。

6. 根据权利要求 1 所述的混联冲压机器人,其特征在於,所述升降机构包括设置在转动组件上的立柱,套设在所述立柱上并沿所述立柱升降的升降台,与所述立柱连接、经所述立柱驱动所述升降台的驱动模块;所述升降台上设置所述并联机构。

7. 根据权利要求 6 所述的混联冲压机器人,其特征在於,所述驱动机构包括设置在转动组件上的两花键轴,及与所述花键轴连接驱动花键轴的驱动模块,所述花键轴与 RRU 支链连接。

8. 根据权利要求 7 所述的混联冲压机器人,其特征在於,所述驱动模块进一步还包括驱动电机,及连接花键轴和驱动电机的三杆机构,其中,所述三杆机构由三根首尾转动连接的连杆组成。

9. 根据权利要求 1 所述的混联冲压机器人,其特征在于,所述转台机构包括基座,固定在基座底部的支撑件,设置在支撑件上的转动组件,及设置在支撑件上与转动组件连接驱动所述转动组件的驱动模块;其中,所述转动组件包括设置在支撑件上的转台连接件,设置在转台连接件上并相对转台连接件转动的转台,所述转台与驱动模块连接。

混联冲压机器人

【技术领域】

【0001】 本发明涉及一种冲压机器人,尤其涉及一种具有五自由度的混联冲压机器人。

【背景技术】

【0002】 工业生产使用的机器人按照拓扑结构分为:串联型、并联型。串联型机器人具有适应性强、工作空间大、灵活性和可操作性好、技术成熟优点;比较典型和成功的包括 PUMA 机械手和德国的 KUKA 机械手;并联型机器人刚度大、精度高、易于快速操作,典型的包括 Stewart 机械手和 Delta 机械手。

【0003】 工业机器人可应用于冲压工艺,实现元料的提取、送料加工与取料,其能提高劳动生产率,稳定和提高产品质量,改善劳动条件,降低生产成本,缩短生产周期,保证生产均衡性,有显著的经济效益。

【0004】 但是,串联型机器人刚度比较低、积累误差大、精度低,不适于快速高精度操作;并联型机器人工作空间小,易于发生杆件的干涉和出现奇异位置。因此有必要并克服串联型、并联型机器人的缺点,使其满足冲压工艺对机器人刚度大、运动精度高、工作空间大、快速完成取料、送料。

【发明内容】

【0005】 本发明要解决的技术问题在于提供一种满足冲压工艺对机器人刚度大、运动精度高、工作空间大的混联冲压机器人。

【0006】 为达到本发明的目的,本发明提供一种混联冲压机器人,包括具有一转动组件的转台机构,固定在所述转动组件上的升降机构,设置在所述升降机构上的并联机构,与所述并联机构连接的驱动机构,所述驱动机构用于驱动所述并联机构;其中,所述并联机构包括在第一平面转动的两 RRU 支链、在垂直于所述第一平面的第二平面转动的一 RUU 支链、一可转动的末端执行器,所述两 RRU 支链的第一端、RUU 支链的第一端设置在所述升降机构上,所述两 RRU 支链的第二端、RUU 支链的第二端设置在所述末端执行器上。

【0007】 优选地,所述 RRU 支链包括第一主动臂、第一从动臂、连接模块,第一主动臂的第一端设置在所述升降机构上,第一从动臂的第二端设置在所述末端执行器上,连接模块分别与所述第一主动臂的第二端和所述第一从动臂的第一端连接;所述 RUU 支链包括驱动模块、第二主动臂、第二从动臂,驱动模块固定在升降机构上,第二主动臂的第一端设置在驱动模块上,第二从动臂的第一端与第二主动臂的第二端连接,第二从动臂的第二端设置在末端执行器上。

【0008】 优选地,所述第一主动臂包括第一主动杆、与第一主动杆平行的至少一第一主随动杆,第一主动杆与第一主随动杆的一端转动连接在升降机构上,第一主动杆与第一主随动杆的另一端转动连接在连接模块上;所述第一从动臂包括第一从动杆、与第一从动杆平行的至少一从随动杆,第一从动杆与从随动杆的一端转动连接在连接模块上,第一从动杆与从随动杆另一端转动连接在所述末端执行器上。

[0009] 优选地,所述 RUU 支链还包括第一平衡杆;所述第二主动臂包括第二主动杆,所述第二主动杆的一端转动连接在驱动模块上,另一端转动连接在第一平衡杆上;所述第二从动臂包括至少两相互平行的从动杆,所述从动杆一端转动连接在所述第一平衡杆上、另一端转动连接在所述末端执行器上。

[0010] 优选地,所述 RUU 支链还包括第二平衡杆,所述第二平衡杆转动连接在末端执行器上,且所述从动杆的另一端转动连接在所述第二平衡杆上。

[0011] 优选地,所述末端执行器包括与 RRU 支链、RUU 支链连接的动平台,设置在动平台的下端面、可转动的末端支架,固定在动平台上与末端支架连接的驱动电机,所述驱动电机用于驱动所述末端支架转动。

[0012] 优选地,所述升降机构包括设置在转动组件上的立柱,套设在所述立柱上并沿所述立柱升降的升降台,与所述立柱连接、经所述立柱驱动所述升降台的驱动模块;所述升降台上设置所述并联机构。

[0013] 优选地,所述驱动机构包括设置在转动组件上的两花键轴,及与所述花键轴连接驱动花键轴的驱动模块,所述花键轴与 RRU 支链连接。

[0014] 优选地,所述驱动模块进一步还包括驱动电机,及连接花键轴和驱动电机的四杆机构,其中,所述四杆机构由三根首尾转动连接的连杆组成。

[0015] 优选地,所述转台机构包括基座,固定在基座底部的支撑件,设置在支撑件上的转动组件,及设置在支撑件上与转动组件连接驱动所述转动组件的驱动模块;其中,所述转动组件包括设置在支撑件上的转台连接件,设置在转台连接件上并相对转台连接件转动的转台,所述转台与驱动模块连接。

[0016] 本发明的混联冲压机器人,通过转台机构、升降机构使机器人旋转和升降,扩大机器人的工作空间范围;设置在升降机构上的并联机构采用 RRU、RUU 支链结构,使机器人末端执行器运动灵活,RRU、RUU 支链结构为并联型结构,使机器人的刚度增强,分别控制上述支链结构可提高控制精度且可快速调整支链结构末端位置,从而可快速完成取料、送料工作。

【附图说明】

[0017] 图 1 示出本发明的混联冲压机器人的结构示意图。

[0018] 图 2 示出本发明的混联冲压机器人的并联机构的结构示意图。

[0019] 图 3 示出本发明的混联冲压机器人的升降机构的结构示意图。

[0020] 图 4 示出本发明的混联冲压机器人的转台机构的结构示意图。

[0021] 图 5 示出本发明的混联冲压机器人的 RRU 支链的剖面图。

[0022] 图 6 示出本发明的混联冲压机器人的 RUU 支链的剖面图。

[0023] 图 7 示出本发明的混联冲压机器人的升降机构的剖面图。

[0024] 图 8 示出本发明的混联冲压机器人的转台机构的剖面图。

【具体实施方式】

[0025] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细说明。

[0026] 如图 1 所示,本发明提供一种用于冲压工艺的混联冲压机器人,使其完成对工件

的取料、送料工作,包括:转台机构 1,上述转台机构 1 具有一可旋转的转动组件 10;升降机构 2,上述升降机构 2 固定在转动组件 10 上;并联机构 3,上述并联机构 3 设置在升降机构 2 上;驱动机构 4,上述驱动机构 4 与并联机构 3 连接,用于驱动并联机构 3。

[0027] 其中,上述并联机构 3 包括在第一平面转动的两 RRU 支链 31、在垂直于上述第一平面的第二平面转动的一 RUU 支链 32、一可转动的末端执行器 33,上述第一平面为大致与转台机构 1 所在的平面平行;上述两 RRU 支链 31 的第一端、RUU 支链 32 的第一端分别设置在升降机构 2 上,上述两 RRU 支链 31 的第二端、RUU 支链 32 的第二端分别设置在末端执行器 33 上;上述末端执行器 33 用于完成工件的取料、放料。

[0028] 本发明的混联冲压机器人,通过转台机构、升降机构使机器人旋转和升降,扩大机器人的工作空间范围;设置在升降机构上的并联机构采用 RRU、RUU 支链结构,使机器人末端执行器运动灵活,RRU、RUU 支链结构为并联型结构,使机器人的刚度增强,分别控制上述支链结构可提高控制精度且可快速调整支链结构末端位置,从而可快速完成取料、送料工作。

[0029] 参考图 2 所示,为本发明的并联机构的结构示意图。上述并联机构包括两 RRU 支链和一 RUU 支链,两 RRU 支链具有相同的结构,为简便描述仅以其中一 RRU 支链、RUU 支链进行详细说明。

[0030] 上述 RRU 支链 31 包括第一主动臂 311,第一从动臂 312,连接模块 313;第一主动臂 311 的第一端转动连接在升降机构 2 上、且与上述驱动机构 4 连接,第一主动臂 311 的第二端转动连接在连接模块 313 上;第一从动臂 312 的第一端转动连接在连接模块 313 上,第一从动臂 312 的第二端设置在末端执行器 33 上。其中,上述第一主动臂 311 的第二端与第一从动臂 312 的第一端连接在连接模块 313 的不同位置。上述两 RRU 支链 31 在驱动机构 4 的不同驱动作用下,可实现末端执行器 33 在平行于第一平面的水平运动平面上进行前、后、左、右运动。

[0031] 上述 RUU 支链 32 包括驱动模块 321,第二主动臂 322,第二从动臂 323;上述驱动模块 321 固定在升降机构 2 上,第二主动臂 322 的第一端与驱动模块 321 转动连接,第二从动臂 323 的第一端与第二主动臂 322 的第二端转动连接,第二从动臂 323 的第二端与末端执行器 33 转动连接。上述 RUU 支链 32 在驱动模块 321 的驱动作用下,可实现末端执行器 33 的微调节的俯仰,且俯仰的控制精度显著提高。

[0032] 上述水平运动平面非一固定高度的平面,其在升降机构 2 对并联机构 3 的驱动作用下,带动末端执行器 33 在一定高度范围内浮动的平面。

[0033] 进一步地,本发明的混联冲压机器人,如图 2 所示,RRU 支链的第一主动臂、第一从动臂采用如下改进结构。

[0034] 上述第一主动臂 311 包括第一主动杆 3111、与第一主动杆 3111 平行的至少一第一主随动杆 3112,本发明中采用一第一主随动杆 3112,上述第一主动杆 3111 与第一主随动杆 3112 的一端分别转动连接在升降机构 2 上,上述第一主动杆 3111 与第一主随动杆 3112 的另一端分别转动连接在连接模块 313 上。本发明的第一主动臂 311 采用平行机构可稳定的实现力的传递,为加强第一主动臂 311 的刚性,可采用两个或两个以上的第一主随动杆 3112。

[0035] 上述第一从动臂 312 包括第一从动杆 3121、与第一从动杆 3121 平行的至少一从随

动杆 3122, 上述第一从动杆 3121 与从随动杆 3122 的一端转动连接在连接模块 313 上, 上述第一从动杆 3121 与从随动杆 3122 的另一端转动连接在所述末端执行器 33 上。本发明中采用两个从随动杆 3122, 加强第一从动臂 312 的刚性, 亦可采用两个以上的从随动杆 3122。第一从动杆 3121 与从随动杆 3122 彼此间采用平行机构可稳定的实现力的传递。

[0036] 进一步, 第一从动臂 312 还包括平衡杆 3123, 上述第一从动杆 3121 与从随动杆 3122 的另一端转动连接在平衡杆 3123 上, 平衡杆 3123 转动连接在末端执行器 33 上。

[0037] 上述连接模块 313 为呈“L”型的二叉连接件, 上述第一主动臂 311、第一从动臂 312 分别转动连接在上述二叉连接件的两支叉上。本发明的两 RRU 支链 31 由大致呈平行结构的第一主动臂 311、第一从动臂 312 及设置在第一主动臂 311、第一从动臂 312 之间的二叉连接件依次转动连接, 在驱动机构 4 分别对两 RRU 支链 31 的第一主动臂 311 的一端驱动经二叉连接件、第一从动臂 312 传递最终驱动末端执行器 33 在平行于第一平面的水平运动平面上进行前、后、左、右运动。

[0038] 进一步地, 本发明的混联冲压机器人, 如图 2 所示, RUU 支链的第二主动臂、第二从动臂采用如下改进结构。

[0039] 上述 RUU 支链 32 还包括第一平衡杆 324, 上述第二主动臂 322 包括至少一第二主动杆, 本发明实施例采用一第二主动杆, 上述第二主动杆的一端转动连接在驱动模块 321 上, 第二主动杆的另一端转动连接在第一平衡杆 324 上; 第二从动臂 323 包括至少两相互平行的从动杆 3231, 上述从动杆 3231 的一端转动连接在第一平衡杆 324 上、从动杆 3231 的另一端转动连接在末端执行器 33 上。

[0040] 本发明的一实施例中采用 4 个相互平行的从动杆 3231, 上述从动杆 3231 的一端分别转动连接在第一平衡杆 324 上。上述 RUU 支链 32 由第二主动臂 322、大致呈平行结构的第二从动臂 323 及设置在第二主动臂 322、第二从动臂 323 之间的第一平衡杆 324 依次连接, 在驱动模块 321 分别对第二主动臂 322 的一端驱动经第一平衡杆 324、第二从动臂 323 传递最终驱动末端执行器 33 的微调节的俯仰。

[0041] 进一步地, 上述 RUU 支链 32 还包括第二平衡杆 325, 第二平衡杆 325 转动连接在末端执行器 33 上, 且上述从动杆 3231 的另一端转动连接 (根据这里的修改将权利要求 5 也进行了适应性修改) 在第二平衡杆 325 上。上述 RUU 支链 32 将 4 个相互平行的从动杆 3231 连接在第一平衡杆 324、第二平衡杆 325 之间, 可提高第二从动臂 323 的刚性, 最终体现为提高机器人的刚性。

[0042] 本发明另一实施例的混联冲压机器人, 末端执行器 33 包括与 RRU 支链 31、RUU 支链 32 连接的动平台 331; 设置在动平台 331 的下端面、可转动的末端支架 332, 末端支架 332 固定手抓或者吸盘用以夹持工件, 实现取料和放料; 固定在动平台 331 上与末端支架 332 连接的驱动电机 333。上述驱动电机 333 用于驱动末端支架 332 转动从而使末端支架 332 经手抓或者吸盘的工件在平行于第一平面的水平运动平面上转动, 用以精确调整工件的角度。

[0043] 进一步地, 如图 3 所示, 上述升降机构 2 包括设置在转动组件 10 上的立柱 21, 套设在立柱 21 上并沿立柱 21 升降的升降台 22, 与立柱 21 连接、经立柱 21 驱动上述升降台 22 的驱动模块 23; 上述并联机构 3 设置在升降台 22 上, 并随升降台 22 升降运动, 实现并联机构 3 在大行程范围内的升降调节。具体为, 上述两 RRU 支链 31 的第一主动臂 311 的第一端转动连接在升降台 22 上, RUU 支链 32 的驱动模块 321 固定在升降台 22 上。

[0044] 升降机构 2 还进一步包括固定在转动组件 10 上的至少一平台连接杆 24, 上述平台连接杆 24 与立柱 21 平行, 在平台连接杆 24 与立柱 21 的上端面还连接有上固定平台 25; 本发明优选 4 个平台连接杆 24, 实现均衡稳固的支撑上固定平台 25 进而使立柱 21 在驱使升降台 22 升降过程中不致倾斜和保持刚度。升降机构 2 的驱动模块 23 也可固定在上固定平台 25 上, 为平衡机器人的重量, 本发明优选设置在转动组件 10 上。

[0045] 上述立柱 21 可为液压方式驱动的立柱, 即在立柱外设置采用液压方式驱动的升降杆从而使升降台 22 升降; 上述立柱 21 可为滚珠丝杆, 滚珠丝杆转动连接在转动组件上, 上述滚珠丝杆与升降台 22 由螺母 (图中未示出) 连接, 在滚珠丝杆转动下驱使升降台 22 上下进行升降运动。上述驱动模块 23 经同步带、齿轮或直接与滚珠丝杆连接, 从而驱动滚珠丝杆, 本发明优选同步带 231 使驱动模块与滚珠丝杆连接。

[0046] 上述驱动机构 4 包括设置在转动组件 10 上的两花键轴 41, 及与花键轴 41 连接、用于驱动花键轴的驱动模块 42, 上述两花键轴 41 分别与两 RRU 支链 31 连接; 上述花键轴 41 通过花键套 43 与升降台 22 滑动连接, 且花键轴 41 转动连接在上述转动组件 10 和上固定平台 25 之间。通过驱使花键轴 41 转动进而带动与其连接的 RRU 支链 31 转动。

[0047] 上述驱动模块 42 进一步还包括驱动电机 421, 及连接花键轴 41 和驱动电机 421 的三杆机构 422, 其中, 上述三杆机构 422 由三根首尾转动连接的连杆组成。同样, 花键轴 41 和驱动电机 421 亦可采用同步带、齿轮或直接连接, 使驱动电机实现对花键轴的驱动作用。

[0048] 本发明的升降机构、驱动机构控制方式: 驱动模块 23 是升降台 22 上下移动的动力源, 输出力矩和转速, 经过同步带 231 带动滚珠丝杠转动, 滚珠丝杠的转动通过螺母带动升降台 22 沿花键轴 41 上下移动; 两花键轴 41 的驱动电机 421 分别上述两 RRU 支链 31 的动力源, 输出力矩和转速, 分别经过两三杆机构 422 传动给两花键轴 41, 两花键轴 41 的转动可分别带动两 RRU 支链 31 的转动。

[0049] 本发明另一实施例的混联冲压机器人, 如图 4 所示, 上述转台机构 1 包括基座 11, 固定在基座 11 底部的支撑件 12, 设置在支撑件 12 上的转动组件 10, 及设置在支撑件 12 上与转动组件 10 连接驱动上述转动组件 10 的驱动模块 13; 其中, 转动组件 10 包括设置在支撑件 12 上的转台连接件 101, 设置在转台连接件 101 上并相对转台连接件 101 转动的转台 102, 所述转台 102 与驱动模块 13 连接。上述立柱 21、花键轴 41 转动连接在转台 102 和上固定平台 25 之间, 平台连接杆 24 固定在转台 102 和上固定平台 25 之间。驱动模块 13 固定连接在支撑件 12 上, 驱动模块 13 输出轴经减速器 14 减速后与转台 102 固定连接, 转台连接件 101 外侧与转台 102 固定连接, 转台连接件 101 内侧通过轴承 15 和支撑件 12 转动连接。驱动模块 13 是转台 102 的动力源, 输出力矩和转速, 带动转台 102 转动。

[0050] 本发明的混联冲压机器人, 通过转台机构上转台可使设置在其上的并联机构经升降机构传动实现旋转、以及在升降机构使并联机构完成升降, 扩大机器人的工作空间范围; 设置在升降机构上的并联机构采用 RRU、RUU 支链结构, 在花键轴的驱使作用下实现支链结构的高控制精度且使机器人末端执行器运动灵活, RRU、RUU 支链结构为并联型结构, 从而使机器人的刚度增强, 且可快速调整支链结构末端位置, 从而可快速完成取料、送料工作。

[0051] 以上所述本发明的具体实施方式, 并不构成对本发明保护范围的限定。任何根据本发明的技术构思所作出的各种其他相应的改变与变形, 均应包含在本发明权利要求的保护范围内。

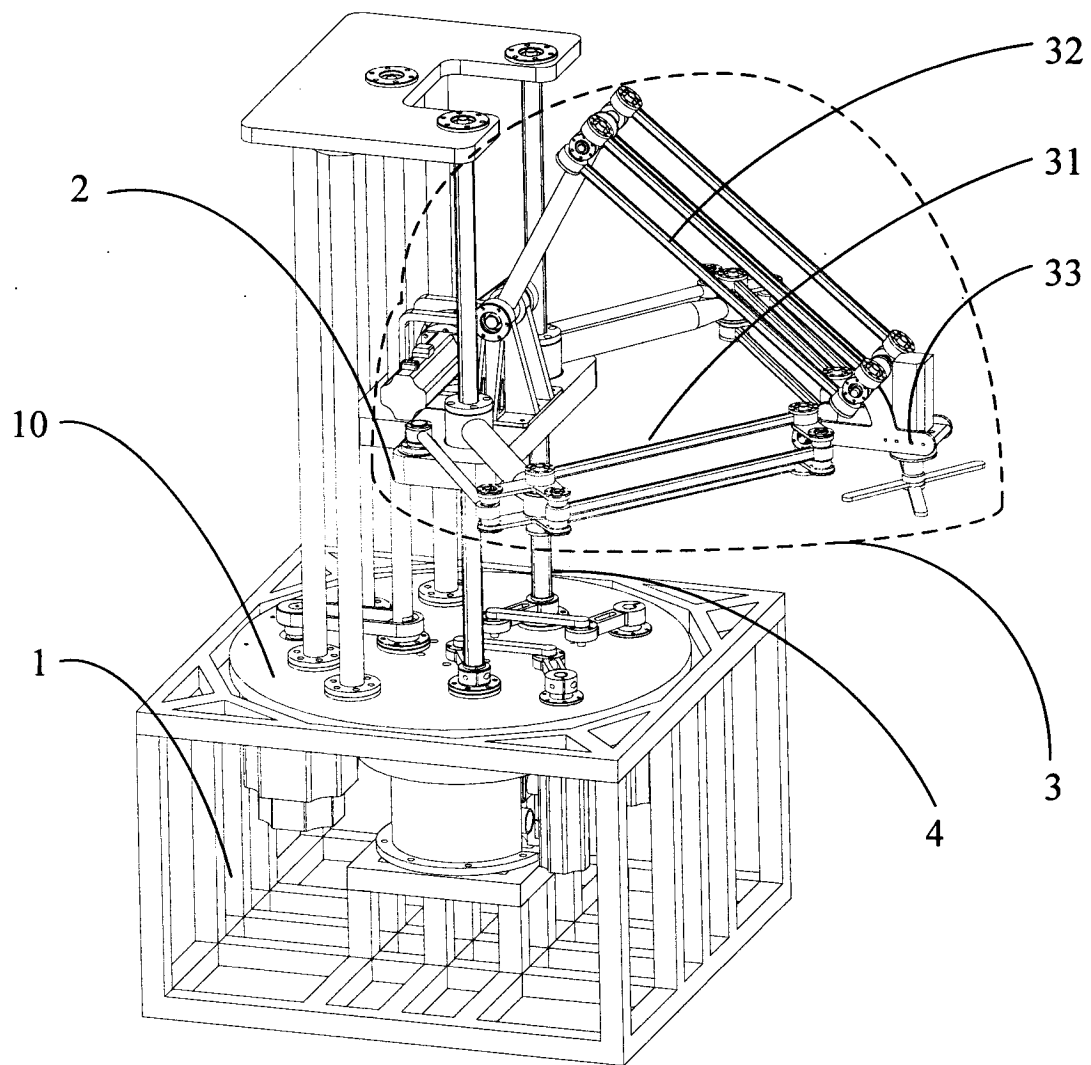


图 1

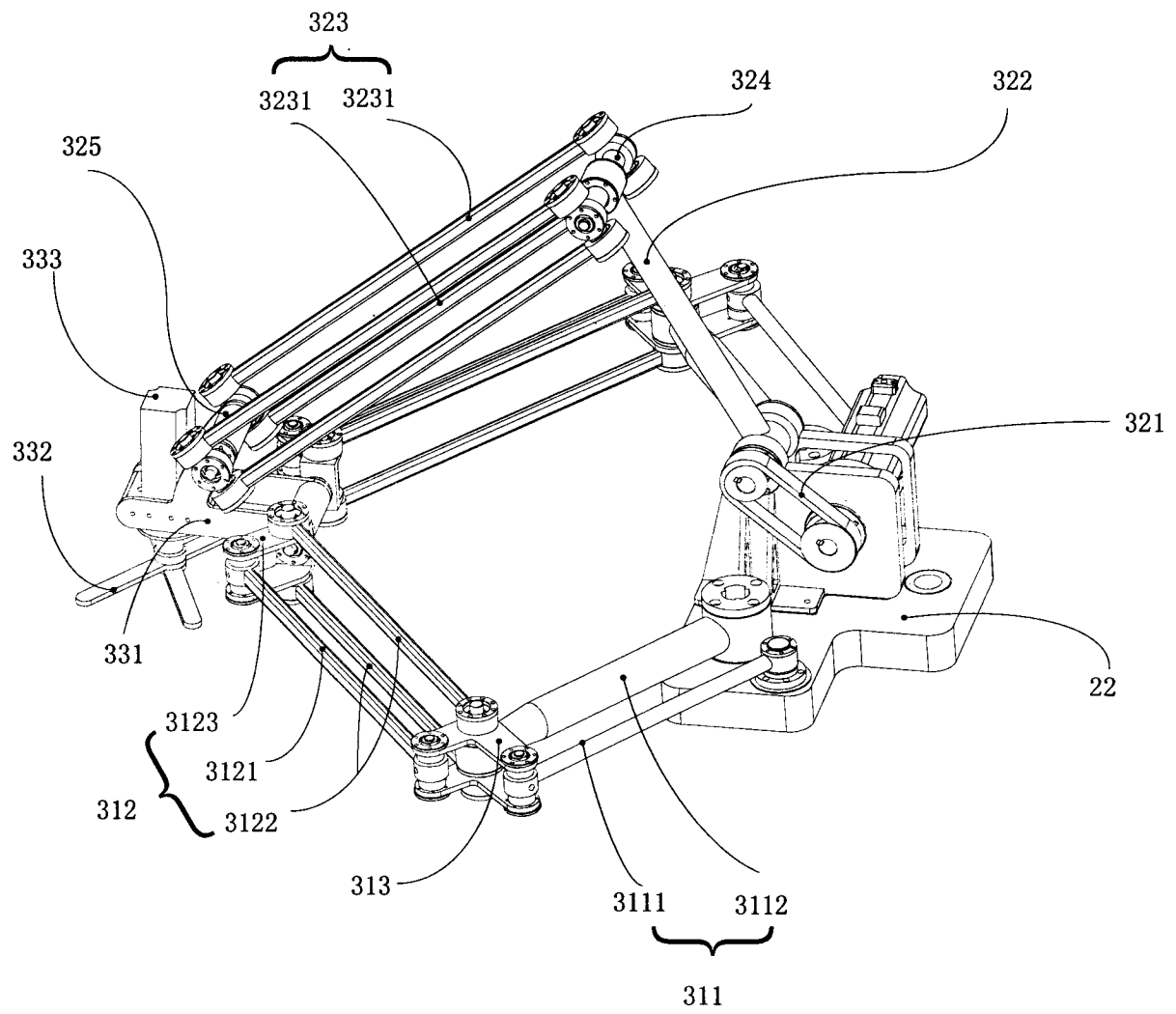


图 2

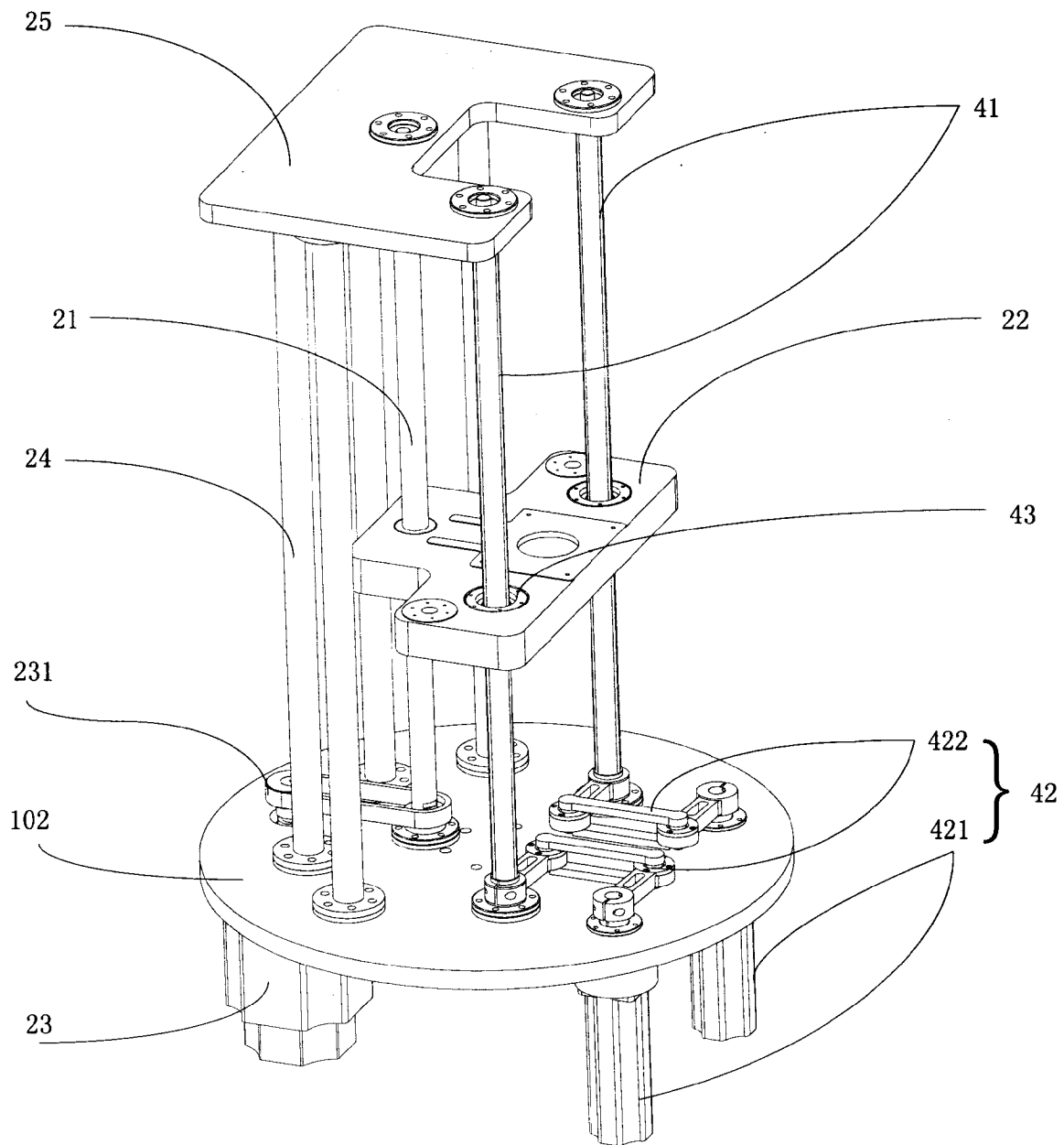


图 3

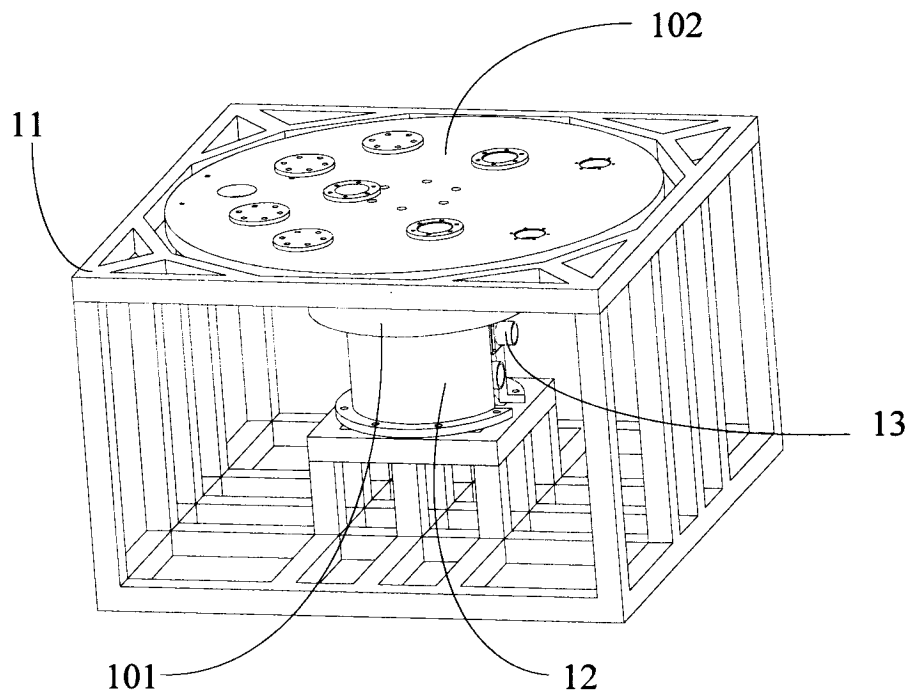


图 4

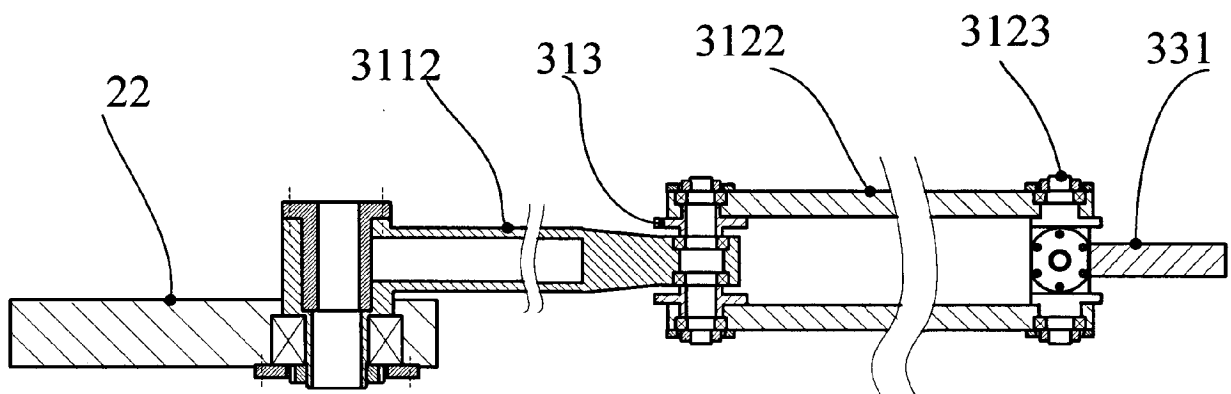


图 5

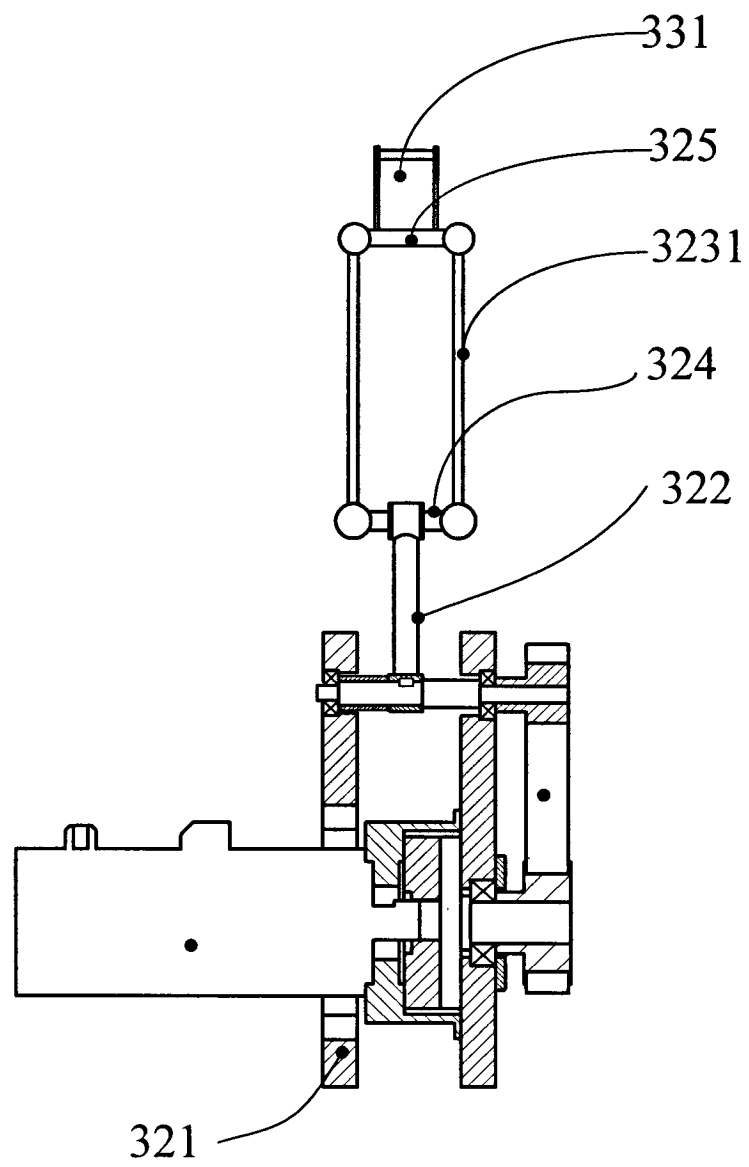


图 6

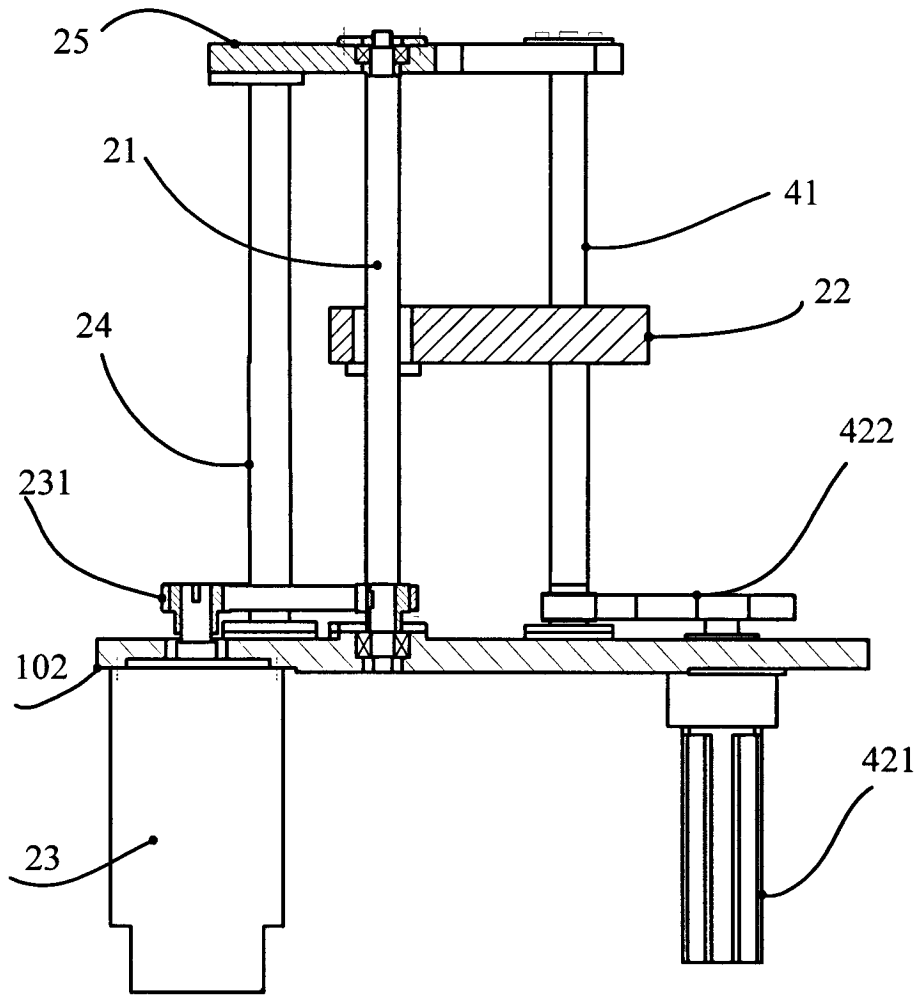


图 7

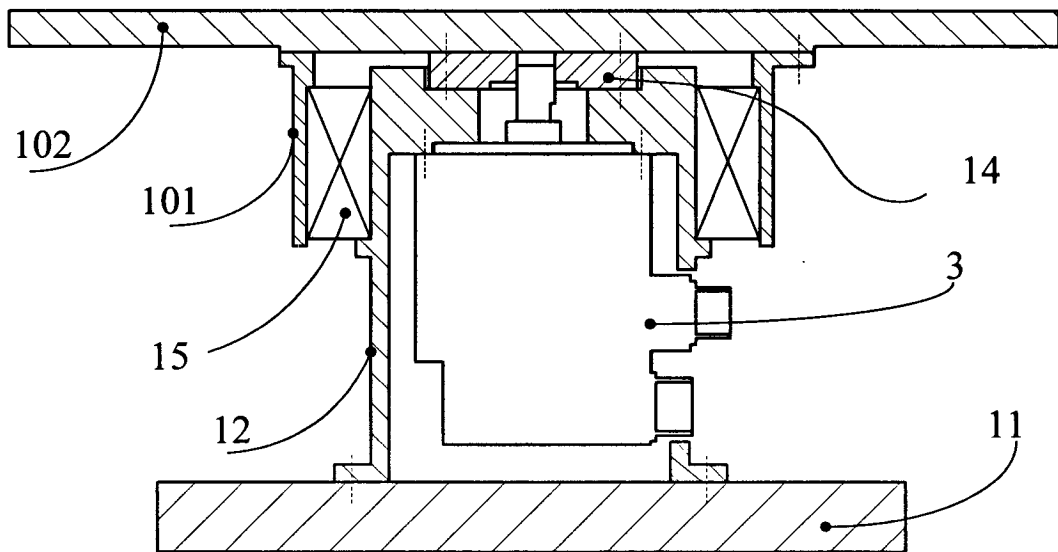


图 8