



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101417348 B

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 200810227142.6

(22) 申请日 2008.11.24

(73) 专利权人 北京航空航天大学  
地址 100191 北京市海淀区学院路 37 号

(72) 发明人 毕树生 梁杰 宗光华 战强

(74) 专利代理机构 北京永创新实专利事务所  
11121

代理人 官汉增

(51) Int. Cl.

*B23B 47/00* (2006.01)

*B23B 47/26* (2006.01)

*B23B 47/20* (2006.01)

审查员 黄海鸣

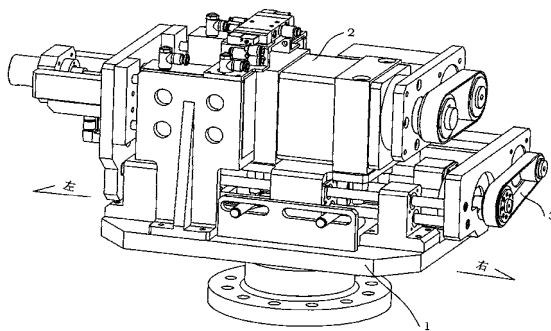
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 6 页

## (54) 发明名称

钻孔末端执行器

## (57) 摘要

本发明公开了一种工业机器人用的钻孔末端执行器,该末端执行器包括有主轴单元、进给单元、支承单元。主轴单元包括精密主轴头,主轴电机及驱动,ER 弹簧夹头刀柄及刀具,同步带及带轮;进给单元包括直线滚珠导套及专用轴,丝杠螺母副,进给电机及驱动,同步带及带轮;支承单元包括基座,轴座,精密主轴头支座,气缸支座,压头管壳,压脚,前板,后板,电磁阀连接板,主轴电机连接板,限位开关连接板。主轴单元实现钻头的切削速度可调,进给单元实现钻头的进给速度和进给行程可调,支承单元保证了末端执行器的整体刚度。本发明结合机器人使用就可以构成柔性钻削系统,可提高钻孔的效率和精度,改善钻孔的质量,减少工人的重复劳动。



1. 一种钻孔末端执行器,其特征在于:该钻孔末端执行器包括有支承单元(1)、主轴单元(2)和进给单元(3);进给单元(3)的后板(305)上连接有支承单元(1)的A光轴(121)、B光轴(122)、C光轴(123)、D光轴(124)的一端,主轴单元(2)安装在支承单元(1)的主轴头支座(102)上;

支承单元(1)包括有基座(101)、A轴座(111)、B轴座(112)、C轴座(113)、D轴座(114)、A光轴(121)、B光轴(122)、C光轴(123)、D光轴(124)、A气缸支座(103)、B气缸支座(104)、主轴头支座(102)、A连接板(107)、前板(108);A轴座(111)、B轴座(112)、C轴座(113)、D轴座(114)分别安装在基座(101)的安装面(101a)的四个角上,A光轴(121)与D光轴(124)平行安装在A轴座(111)与D轴座(114)之间,且A光轴(121)与D光轴(124)的一端安装在后板(305)上,A光轴(121)与D光轴(124)另一端安装在前板(108)上;B光轴(122)与C光轴(123)平行安装在B轴座(112)与C轴座(113)之间,且B光轴(122)与C光轴(123)的一端安装在后板(305)上,B光轴(122)与C光轴(123)另一端安装在前板(108)上;A气缸支座(103)与B气缸支座(104)相对放置,安装在基座(101)的安装面(101a)上,且位于C轴座(113)、D轴座(114)的内侧;A气缸支座(103)上安装有A气缸(13),B气缸支座(104)上安装有B气缸(14),A气缸支座(103)与B气缸支座(104)的顶端安装有A连接板(107),A连接板(107)上安装有电磁阀(16);侧板(109)设置在基座(101)的安装面(101a)一侧边上,侧板(109)上开有A腰孔(191)、B腰孔(192);

主轴单元(2)包括有A电机(201)、A主动同步带轮(202)、A从动同步带轮(203)、A同步带(204)、B连接板(205)、主轴头(21)、ER弹簧夹头刀柄(23);A电机(201)、主轴头(21)安装在B连接板(205)的一侧,A电机(201)的输出轴穿过B连接板(205)上的一通孔后与A主动同步带轮(202)连接,主轴头(21)的主轴一端穿过B连接板(205)上的另一通孔后与A从动同步带轮(203)连接,A主动同步带轮(202)与A从动同步带轮(203)之间套接有A同步带(204),主轴头(21)的主轴另一端连接有刀柄(23),刀柄(23)上连接有刀具(22);

进给单元(3)包括有B电机(301)、B主动同步带轮(302)、B从动同步带轮(303)、B同步带(304)、后板(305)、丝杠(306)、螺母(307);B电机(301)安装在后板(305)上,B电机(301)的输出轴穿过后板(305)上的一通孔后与B主动同步带轮(302)连接,丝杠(306)的右端穿过后板(305)上的另一通孔后与B从动同步带轮(303)连接,B主动同步带轮(302)与B从动同步带轮(303)之间套接有B同步带(304),丝杠(306)上套接有螺母(307),丝杠(306)的左端安装在前板(108)的丝杠孔(181)内。

2. 根据权利要求1所述的钻孔末端执行器,其特征在于:通过B同步带(304)、丝杠螺母副将B电机(301)的旋转运动变为主轴头(21)的进给运动。

3. 根据权利要求1所述的钻孔末端执行器,其特征在于:在A电机(201)的驱动下,使与主轴头(21)连接的刀具(22)完成切削运动,即刀具(22)的旋转运动。

## 钻孔末端执行器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机器人钻削领域,更特别地说,是指一种适用于工业机器人的钻孔末端执行器。

### 背景技术

[0002] 孔加工在航空制造中占有重要地位,有文献报道在一条机翼的装配线上每年约要钻削加工 4000 万个孔。传统的人工钻孔,工作量大,过程枯燥,钻孔的效率低,孔的精度和质量难以保证一致性,批量化生产人力和物力成本高。随着机器人的位置精度,负载能力的提高以及位置和刚度补偿技术的发展,使得机器人可作为高效的移动平台,再配合钻孔末端执行器,就可以构成柔性钻削系统,提高了生产率,并且体现出了精益系统的理念。末端执行器是钻削机器人系统中直接与工件接触,执行钻孔任务的关键部分。由于工件的形式不同,再加上钻头的不断磨损,这就需要末端执行器能实时改变切削速度和进给量,使得钻头处于最佳的工作状态。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种工业机器人用的钻孔末端执行器,该末端执行器包括有主轴单元、进给单元、支承单元。主轴单元包括精密主轴头,主轴电机及驱动,ER 弹簧夹头刀柄及刀具,同步带及带轮;进给单元包括直线滚珠导套及专用轴,丝杠螺母副,进给电机及驱动,同步带及带轮;支承单元包括基座,轴座,精密主轴头支座,气缸支座,压头管壳,压脚,前板,后板,电磁阀连接板,主轴电机连接板,限位开关连接板。主轴单元实现钻头的切削速度可调,进给单元实现钻头的进给速度和进给行程可调,支承单元保证了末端执行器的整体刚度。随着机器人的位置精度,负载能力的提高以及位置和刚度补偿等技术的发展,使得机器人可作为一种高效灵活的柔性平台,配以不同的末端执行器,就可以构成各种不同的柔性加工系统,本发明结合机器人使用就可以构成柔性钻削系统,可提高钻孔的效率和精度,改善钻孔的质量,减少工人的重复劳动。

[0004] 本发明的一种工业机器人用的钻孔末端执行器的优点:可一次以不同的切削参数加工层压材料或双金属材料等由不同材料组成的工件。可实时力反馈,用于监测刀具的磨损状况,并绘制力随时间的变化图,这有利于优化刀具结构和切削参数。只有在钻盲孔和铤孔时需输入深度值,钻通孔无需输入进给行程数据。整体结构紧凑,刚度好,能保证作用在机器人上的力恒定。

### 附图说明

[0005] 图 1 是本发明钻孔末端执行器的外部结构图。

[0006] 图 2 是本发明支承单元的正视图。

[0007] 图 2A 是本发明支承单元的后视图。

[0008] 图 2B 是本发明支承单元的分解图。

[0009] 图 3 是本发明主轴单元的结构图。

[0010] 图 4 是本发明进给单元的结构图。

[0011] 图中： 1. 支承单元 101. 基座 101a. 安装面 102. 主轴头支座

[0012] 102a. A 丝杠孔 102b. 轴承孔 103. A 气缸支座 104. B 气缸支座 105. 压头管壳

[0013] 106. 压脚 107. A 连接板 108. 前板 181. B 丝杠孔 182. B 通孔

[0014] 183. A 通孔 109. 侧板 191. A 腰形孔 192. B 腰形孔 111. A 轴座

[0015] 112. B 轴座 113. C 轴座 114. D 轴座 121. A 光轴 122. B 光轴

[0016] 123. C 光轴 124. D 光轴 2. 主轴单元 201. A 电机 202. 主动同步带轮

[0017] 203. 从动同步带轮 204. 同步带 205. B 连接板 3. 进给单元

[0018] 301. B 电机 302. 主动同步带轮 303. 从动同步带轮

[0019] 304. 同步带 305. 后板 306. 丝杠 307. 螺母

[0020] 11. A 行程开关 12. B 行程开关 13. A 气缸 14. B 气缸 15. 力传感器

[0021] 16. 电磁阀 17. A 节流阀 18. B 节流阀 19. C 节流阀 20. D 节流阀

[0022] 21. 主轴头 22. 刀具 23. 刀柄

### 具体实施方式

[0023] 下面将结合附图对本发明做进一步的详细说明。

[0024] 参见图 1 所示,本发明的一种工业机器人用的钻孔末端执行器,该钻孔末端执行器包括有支承单元 1、主轴单元 2 和进给单元 3;进给单元 3 的后板 305 上连接有支承单元 1 的四根光轴 (A 光轴 121、B 光轴 122、C 光轴 123、D 光轴 124),主轴单元 2 安装在支承单元 1 的主轴头支座 102 上。

[0025] 参见图 2、图 2A、图 2B 所示,支承单元 1 包括有基座 101、四个轴座 (A 轴座 111、B 轴座 112、C 轴座 113、D 轴座 114)、四根光轴 (A 光轴 121、B 光轴 122、C 光轴 123、D 光轴 124)、两个气缸支座 (A 气缸支座 103、B 气缸支座 104)、主轴头支座 102、A 连接板 107、前板 108。

[0026] 主轴头支座 102 的下方中心设有一个 A 丝杠孔 102a,A 丝杠孔 102a 的四周设有四个轴承孔 102b,A 丝杠孔 102a 用于丝杠 306 穿过,四个轴承孔 102b 分别用于 A 光轴 121、B 光轴 122、C 光轴 123、D 光轴 124 穿过,主轴头支座 102 上安装有主轴单元 2 的主轴头 21。

[0027] 前板 108 安装在基座 101 的安装面 101a 的左端,前板 108 上的压头管壳 105 用于

在加工中起到排屑的作用,前板 108 上的压脚 106 用于安装力传感器 15(该力传感器 15 用于检测两个气缸输出的压紧力,压紧力是作用到工具上的)。前板 108 上设有四个 A 通孔 183、一个 B 通孔 182、一个 B 丝杠孔 181,四个 A 通孔 183 设置在 B 丝杠孔 181 的四周;在前板 108 的外侧设有压头管壳 105、压脚 106,压头管壳 105 设在压脚 106 的端部;B 丝杠孔 181 内安装有丝杠轴承,该丝杠轴承套接在丝杠 306 的左端上;四个 A 通孔 183 供 A 光轴 121、B 光轴 122、C 光轴 123、D 光轴 124 通过。B 通孔 182 用于刀柄 23 的穿过。

[0028] A 轴座 111、B 轴座 112、C 轴座 113、D 轴座 114 分别安装在基座 101 的安装面 101a 的四个角上,且该四个轴座为两两平行布局;A 轴座 111 与 B 轴座 112 相对放置,C 轴座 113 与 D 轴座 114 相对放置;A 光轴 121 与 D 光轴 124 平行安装在 A 轴座 111 与 D 轴座 114 之间,且 A 光轴 121 与 D 光轴 124 的一端安装在后板 305 上,A 光轴 121 与 D 光轴 124 另一端安装在前板 108 上;B 光轴 122 与 C 光轴 123 平行安装在 B 轴座 112 与 C 轴座 113 之间,且 B 光轴 122 与 C 光轴 123 的一端安装在后板 305 上,B 光轴 122 与 C 光轴 123 另一端安装在前板 108 上。

[0029] A 气缸支座 103 与 B 气缸支座 104 相对放置,安装在基座 101 的安装面 101a 上,且位于 C 轴座 113、D 轴座 114 的内侧;A 气缸支座 103 上安装有 A 气缸 13,B 气缸支座 104 上安装有 B 气缸 14,A 气缸支座 103 与 B 气缸支座 104 的顶端安装有 A 连接板 107,A 连接板 107 上安装有电磁阀 16。在本发明中,A 气缸 13、B 气缸 14 提供压力给工件。

[0030] 侧板 109 设置在基座 101 的安装面 101a 一侧边上,侧板 109 上开有 A 腰孔 191、B 腰孔 192,A 腰孔 191 用于 A 行程开关 11 在孔内运动,B 腰孔 192 用于 B 行程开关 12 在孔内运动。A 行程开关 11 与 B 行程开关 12 用于限制主轴单元 2 向左或向右运动的最大间距。

[0031] 参见图 3 所示,主轴单元 2 包括有 A 电机 201、主动同步带轮 202、从动同步带轮 203、同步带 204、B 连接板 205、主轴头 21、ER 弹簧夹头刀柄 23、刀具 22;

[0032] A 电机 201、主轴头 21 安装在 B 连接板 205 的一侧,A 电机 201 的输出轴穿过 B 连接板 205 上的一通孔后与主动同步带轮 202 连接,主轴头 21 的主轴一端穿过 B 连接板 205 上的另一通孔后与从动同步带轮 203 连接,主动同步带轮 202 与从动同步带轮 203 之间套接有同步带 204,主轴头 21 的主轴另一端连接有刀柄 23,刀柄 23 上连接有刀具 22。

[0033] 在本发明中,在 A 电机 201 的驱动下,使与主轴头 21 连接的刀具 22 完成切削运动,即刀具 22 的旋转运动。刀具 22 的切削速度可调是通过 A 电机 201 的伺服驱动器中的速度控制实现的。

[0034] 参见图 4 所示,进给单元 3 包括有 B 电机 301、主动同步带轮 302、从动同步带轮 303、同步带 304、后板 305、丝杠 306、螺母 307;

[0035] B 电机 301 安装在后板 305 上,B 电机 301 的输出轴穿过后板 305 上的一通孔后与主动同步带轮 302 连接,丝杠 306 的右端穿过后板 305 上的另一通孔后与从动同步带轮 303 连接,主动同步带轮 302 与从动同步带轮 303 之间套接有同步带 304,丝杠 306 上套接有螺母 307,丝杠 306 的左端安装在前板 108 的丝杠孔 181 内。

[0036] 在本发明中,通过同步带 304、丝杠螺母副(丝杠 306 与螺母 307 的组合)将 B 电机 301 的旋转运动变为主轴头 21 的进给运动(向左运动)。刀具 22 的进给速度和进给行程可调是通过 B 电机 301 的伺服驱动器中的位置控制实现的。在孔加工完成后,进给单元 3 向右运动,使得主轴单元 2 复位至初始位置下。进给单元 3 向左、向右的行程间距可以通

过 A 行程开关 11 与 B 行程开关 12 在侧板 109 上的腰孔长度来调节。

[0037] 在本发明中,力传感器 15、A 行程开关 11、B 行程开关 12 可以形成传感单元,当工件被压紧在压头管壳 105 上时,反作用力经压脚 106 分流,力传感器 15 就可以检测到压紧力,当钻削开始的时候,切削力作用在前板 108 上,进而作用在压脚 106 上,此力和压紧力方向相反,引起压脚 106 上的力变化,进而被力传感器 15 捕获,就可以实时的得到压脚 106 上的力变化,这些数据可以用来判别刀具 22 是否磨钝,是否断裂,还可以用来优化刀具 22 设计及切削参数。A 行程开关 11、B 行程开关 12 主要用来限制主轴单元 2 的行程,当气缸活塞达到前限位时,使 A 气缸 13、B 气缸 14 即时缩回,用来防止压头管壳 105 离工件的距离在超过设定的行程时压向工件。B 行程开关 12 用来防止超程, A 行程开关 11 除用来防止超程,还作为原点开关使用。

[0038] 钻孔末端执行器工作流程描述:电磁阀 16 接通,A 气缸 13 和 B 气缸 14 活塞杆伸出推动前板 108,带动主轴单元和进给单元一起做直线运动,其速度调节是通过 A 气缸 13 上的 D 节流阀 20 和 B 气缸上的 C 节流阀 19 实现的。压头管壳 105 压紧在工件上,反作用力经压脚 106 分流,力传感器 15 就可以检测到压紧力,当压紧力达到某一设定值后,A 电机 201 驱动主轴头 21 中的主轴旋转,实现与其连接刀具 22 的切削运动,同时 B 电机 301 驱动丝杠螺母副,实现主轴头 21 的直线运动,即刀具 22 的进给运动。当工件被钻透后, A 电机 201 停止旋转,刀具 22 随即停止切削运动,然后 B 电机 301 反转,驱动丝杠螺母副,使刀具 22 退出工件,并完成刀具 22 的归零运动。当收到归零信号后,电磁阀 16 接通,气缸活塞杆缩回,带动前板后退,使压头管壳离开工件,其速度调节是通过 A 气缸 13 上的 A 节流阀 17 和 B 气缸上的 B 节流阀 18 实现的。当活塞缩回到起始位置后,发出信号告知控制系统本孔已加工完毕,可以对下一个孔进行加工。

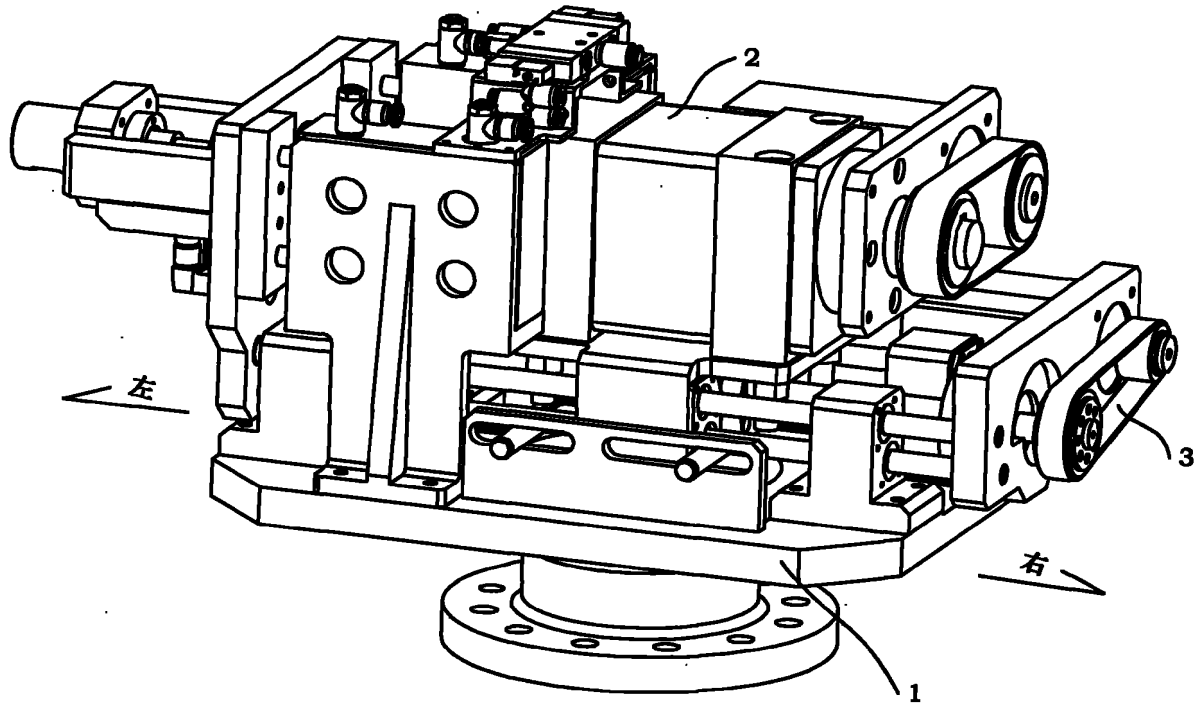
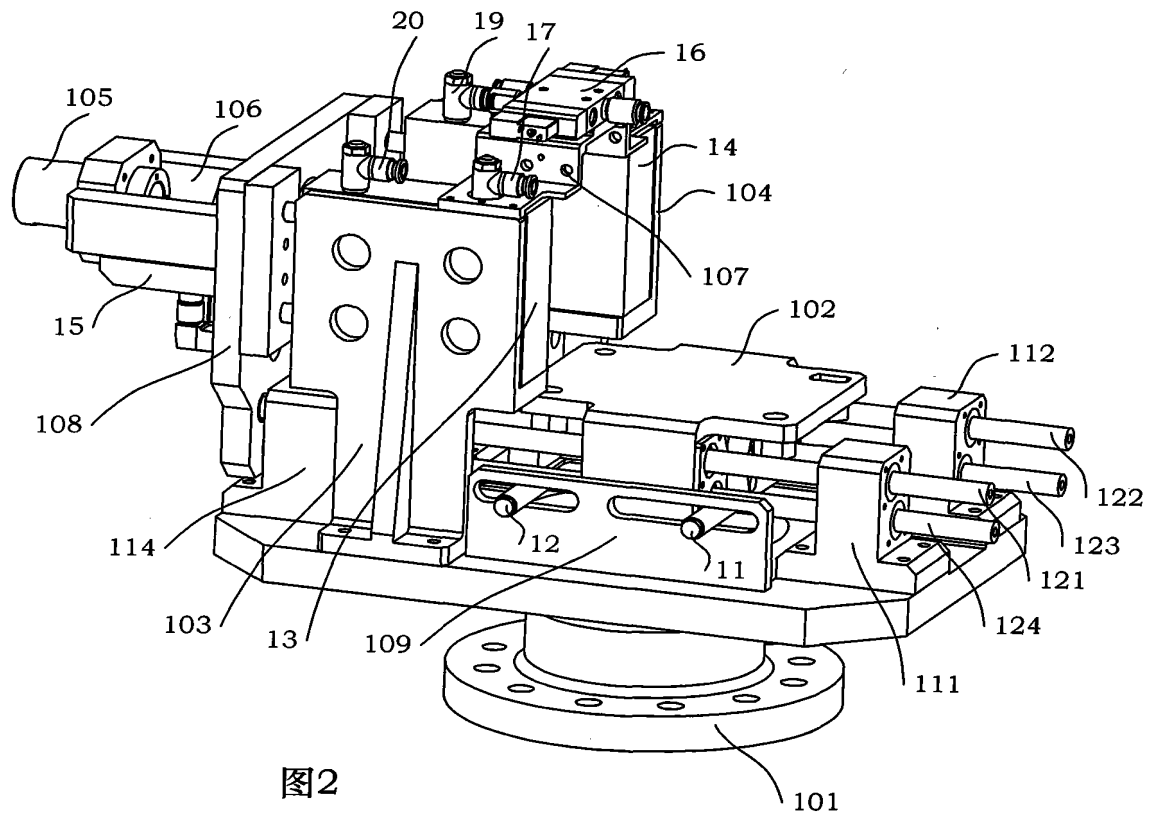


图 1





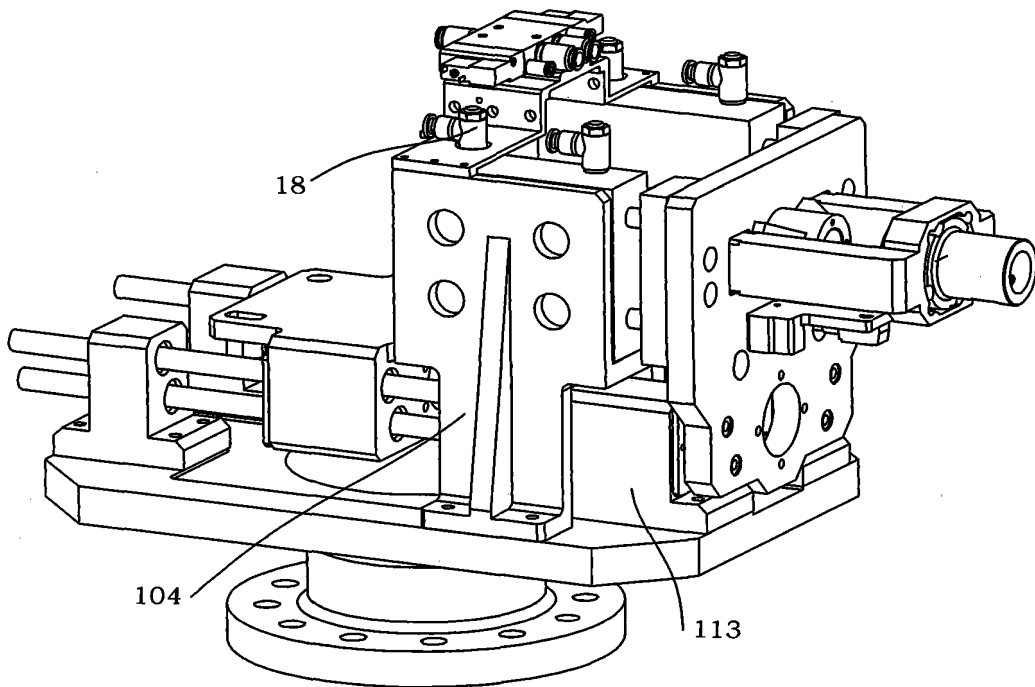


图 2A

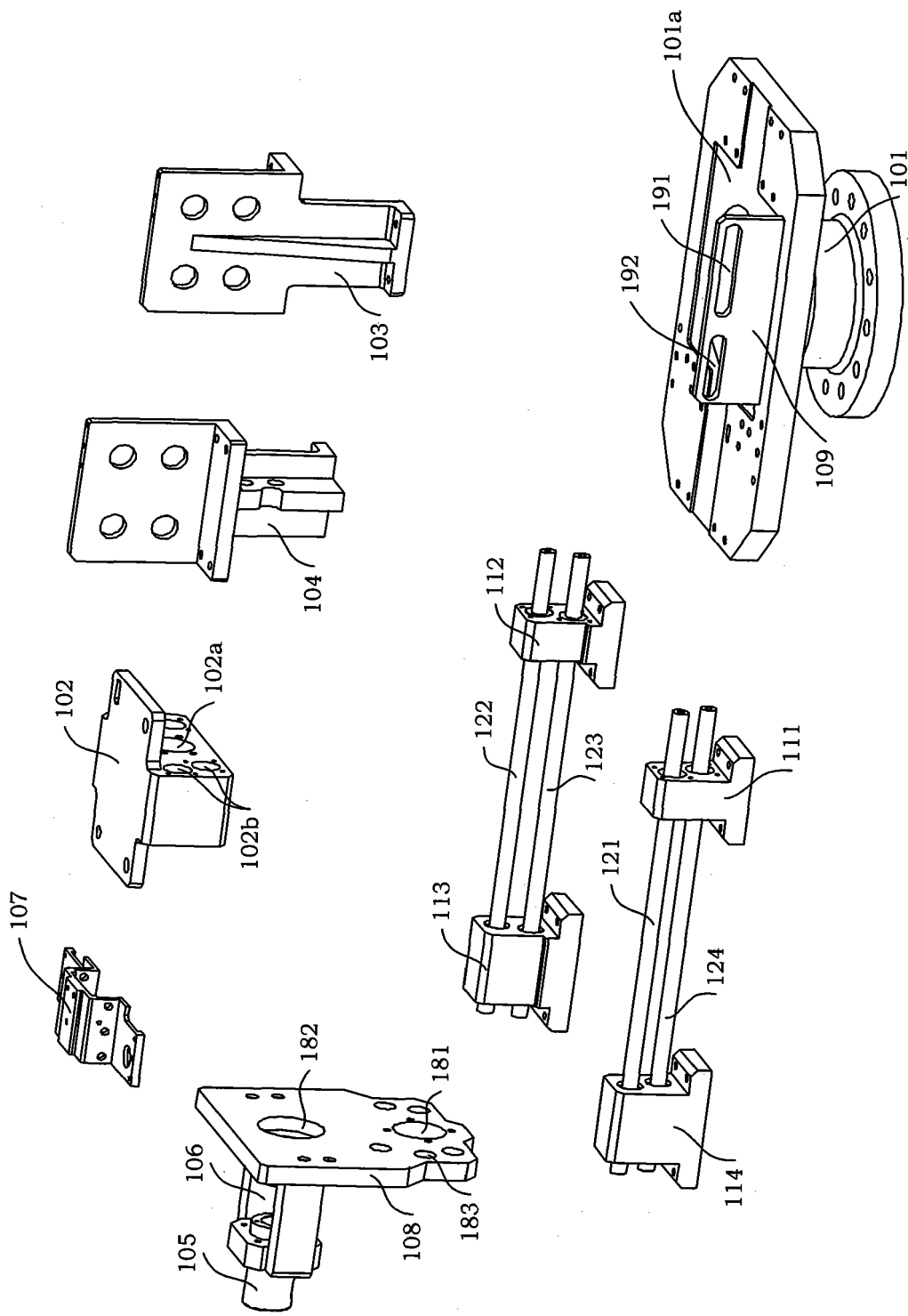


图2B

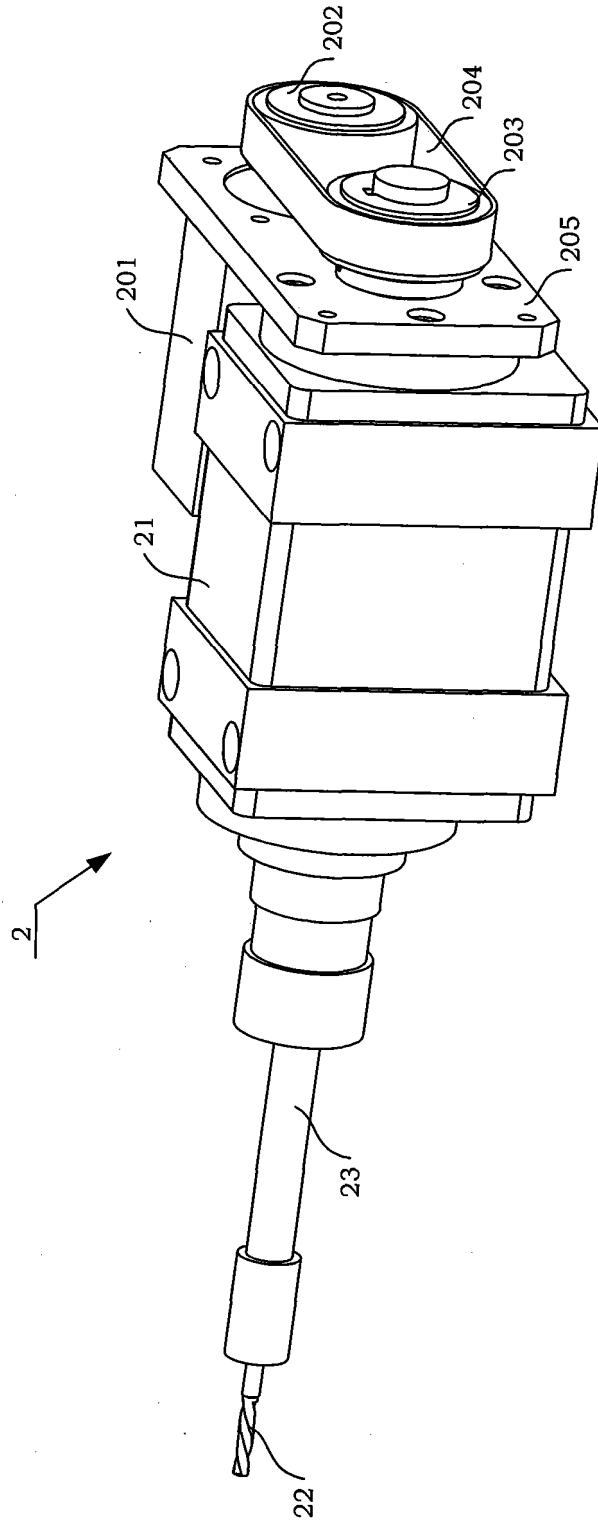


图3

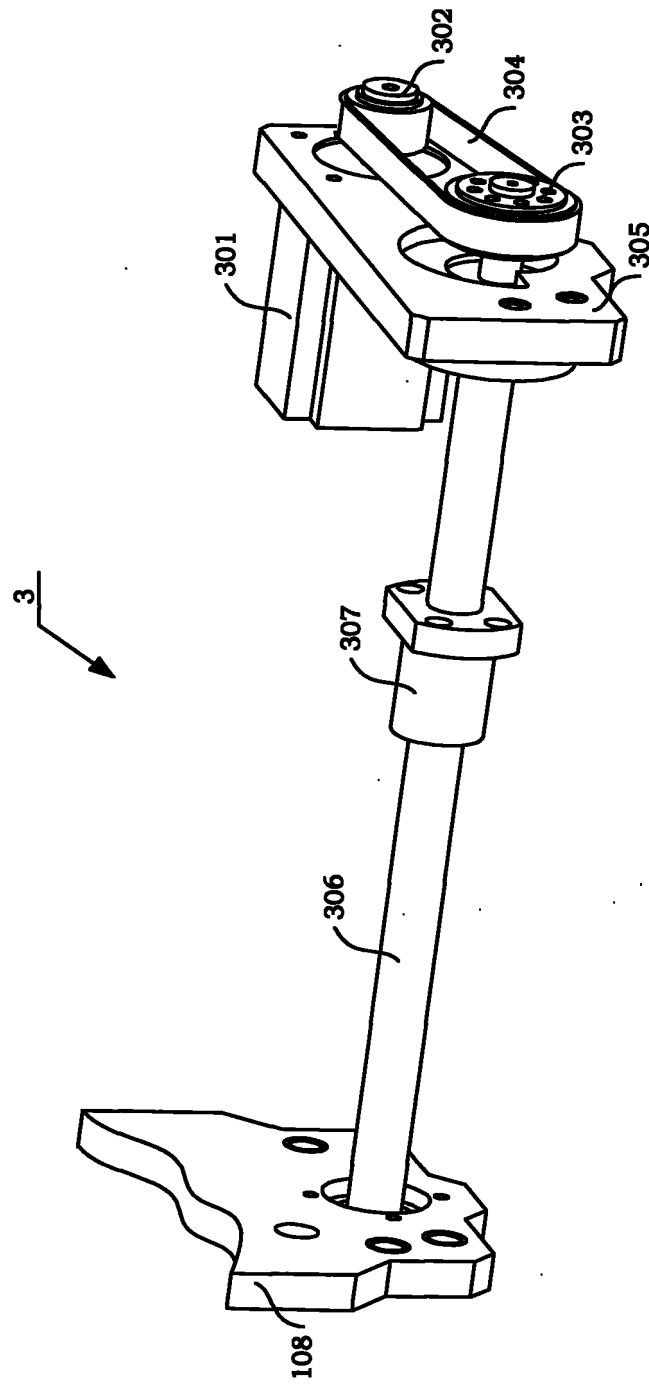


图4