



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 213970494 U

(45) 授权公告日 2021.08.17

(21) 申请号 202022080733.4

B24B 41/02 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.21

B24B 41/06 (2012.01)

(66) 本国优先权数据

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

202010911828.8 2020.09.02 CN

(73) 专利权人 天通日进精密技术有限公司

地址 314400 浙江省嘉兴市海宁经济开发区双联路129号6号楼

(72) 发明人 卢建伟 李鑫 钱春军 曹奇峰
张峰

(74) 专利代理机构 上海巛石知识产权代理事务
所(普通合伙) 31309

代理人 张明 王再朝

(51) Int.Cl.

B24B 27/00 (2006.01)

B24B 41/00 (2006.01)

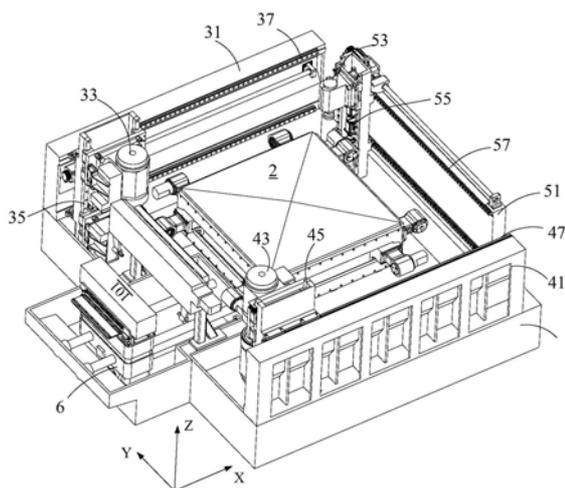
权利要求书6页 说明书38页 附图10页

(54) 实用新型名称

硅棒研磨机

(57) 摘要

本申请公开一种硅棒研磨机,包括机座、硅棒转运装置、粗磨装置、以及精磨装置,其中,所述机座具有硅棒加工平台,所述硅棒加工平台上设有第一加工区位和第二加工区位,硅棒转运装置包括转运主体及多个硅棒夹具和换位机构,利用换位机构驱动多个硅棒夹具及其所夹持的硅棒在第一加工区位和第二加工区位上转换位置以令粗磨装置能对硅棒进行粗磨作业及精磨装置能对硅棒进行精磨作业,使得在同一时刻所述硅棒研磨机中的粗磨装置和精磨装置均处于工作状态,可提升硅棒研磨效率及缩减研磨作业耗时,且可提升经济效益。



1. 一种硅棒研磨机,其特征在于,包括:

机座,具有硅棒加工平台;所述硅棒加工平台上设有第一加工区位和第二加工区位;

硅棒转运装置,设于机座上,包括转运主体以及设于转运主体上的多个硅棒夹具和换位机构,所述换位机构用于驱动多个硅棒夹具及其所夹持的硅棒在第一加工区位和第二加工区位上转换位置;其中,所述多个硅棒夹具分别对应的夹持中心线位于同一水平高度内;

粗磨装置,设于第一加工区位,用于对硅棒转运装置中位于第一加工区位处的硅棒夹具所夹持的硅棒进行粗磨作业;以及

精磨装置,设于第二加工区位,用于对硅棒转运装置中位于第二加工区位处的硅棒夹具所夹持的硅棒进行精磨作业。

2. 根据权利要求1所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述硅棒转运装置设于硅棒加工平台的居中区域,所述换位机构包括换位转轴,驱动所述换位转轴转动预设角度以带动多个硅棒夹具作转换动作。

3. 根据权利要求2所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述换位机构还包括用于驱动所述换位转轴转动的换位驱动单元,所述换位驱动单元包括:

主动齿轮,轴接于驱动源;以及

从动齿轮,啮合于所述主动齿轮且连接于所述换位转轴。

4. 根据权利要求1所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述硅棒夹具包括:

一对夹臂,设于所述转运主体上,用于夹持硅棒的两个端面;其中,由所述一对夹臂夹持的硅棒的轴心线与所述一对夹臂的夹持中心线一致;以及

夹臂驱动机构,用于驱动一对夹臂中的至少一个夹臂沿水平线移动以调节所述一对夹臂之间的夹持间距。

5. 根据权利要求4所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述一对夹臂中的任一个夹臂设有夹持部及夹持部转动机构,所述夹持部转动机构用于驱动所述夹持部及所夹持的硅棒转动。

6. 根据权利要求4所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述夹臂驱动机构包括:

开合导轨,沿水平线设于所述转运主体上,用于设置一对夹臂;以及

开合驱动单元,用于驱动所述一对夹臂中的至少一个夹臂沿所述开合导轨移动。

7. 根据权利要求1所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述粗磨装置包括:

粗磨安装结构,设于机座上且对应于第一加工区位;

至少一对粗磨磨具,设于所述粗磨安装结构上;其中,所述至少一对粗磨磨具的研磨面平行且相对设置;

粗磨磨具进退机构,用于驱动所述至少一对粗磨磨具中的至少一个粗磨磨具沿重垂线方向移动,其中,所述重垂线方向垂直于所述研磨面;以及

粗磨磨具行进机构,用于驱动所述至少一对粗磨磨具沿水平线移动。

8. 根据权利要求7所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述粗磨磨具进退机构包括:

进退导轨,沿重垂线方向设于所述粗磨安装结构,用于设置所述至少一对粗磨磨具;以及

进退驱动单元,用于驱动所述至少一对粗磨磨具中的至少一个粗磨磨具沿所述进退导轨移动。

9. 根据权利要求7所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述粗磨磨具行进机构包括:
行进导轨,沿水平线设于所述粗磨安装结构上,用于设置所述至少一对粗磨磨具;以及
行进驱动单元,用于驱动所述至少一对粗磨磨具沿所述行进导轨移动。
10. 根据权利要求7所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述粗磨安装结构借由一位移机构设于所述机座,其中,所述位移机构包括:
第一直线导轨,沿所述第一加工区位的宽度方向设于所述机座,其中,所述第一加工区位的宽度方向正交于所述粗磨磨具行进移动的水平线方向;
驱动源,驱动所述粗磨安装结构沿第一直线导轨移动。
11. 根据权利要求1所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述精磨装置包括:
精磨安装结构,设于机座上且对应于第二加工区位;
至少一对精磨磨具,设于所述精磨安装结构上;其中,所述至少一对精磨磨具的研磨面平行且相对设置;
精磨磨具进退机构,用于驱动所述至少一对精磨磨具中的至少一个精磨磨具沿重垂线方向移动,其中,所述重垂线方向垂直于所述研磨面;以及
精磨磨具行进机构,用于驱动所述至少一对精磨磨具沿水平线移动。
12. 根据权利要求11所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述精磨磨具进退机构包括:
进退导轨,沿重垂线方向设于所述精磨安装结构,用于设置所述至少一对精磨磨具;以及
进退驱动单元,用于驱动所述至少一对精磨磨具中的至少一个精磨磨具沿所述进退导轨移动。
13. 根据权利要求11所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述精磨磨具行进机构包括:
行进导轨,沿水平线设于所述精磨安装结构上,用于设置所述至少一对精磨磨具;以及
行进驱动单元,用于驱动所述至少一对精磨磨具沿所述行进导轨移动。
14. 根据权利要求11所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述精磨安装结构借由一位移机构设于所述机座,其中,所述位移机构包括:
第二直线导轨,沿所述第二加工区位的宽度方向设于所述机座,所述第二加工区位的宽度方向正交于所述精磨磨具行进移动的水平线方向;
驱动源,驱动所述精磨安装结构沿第二直线导轨移动。
15. 根据权利要求1所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述硅棒加工平台还设有第三加工区位;所述硅棒研磨机还包括倒角装置,设于第三区位,用于对硅棒转运装置中位于第三加工区位处的硅棒夹具所夹持的硅棒进行倒角作业。
16. 根据权利要求15所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述第三加工区位设于第一加工区位和第二加工区位之间,所述倒角装置用于对硅棒转运装置中位于第三加工区位处的硅棒夹具所夹持的粗磨后硅棒进行倒角作业;或者,所述第三加工区位设于第二加工区位之后,所述倒角装置用于对硅棒转运装置中位于第三加工区位处的硅棒夹具所夹持的精磨后硅棒进行倒角作业。
17. 根据权利要求15所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述倒角装置包括:
倒角安装结构,设于机座上且对应于第三加工区位;
至少一对倒角磨具,设于所述倒角安装结构上;其中,所述至少一对倒角磨具的研磨面

平行且相对设置；

倒角磨具进退机构，用于驱动所述至少一对倒角磨具中的至少一个倒角磨具沿重垂线方向移动，其中，所述重垂线方向垂直于所述研磨面；以及

倒角磨具行进机构，用于驱动所述至少一对倒角磨具沿水平线行进移动。

18. 根据权利要求17所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述倒角磨具进退机构包括：

进退导轨，沿重垂线方向设于所述倒角安装结构，用于设置所述至少一对倒角磨具；以及

进退驱动单元，用于驱动所述至少一对倒角磨具中的至少一个倒角磨具沿所述进退导轨移动。

19. 根据权利要求17所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述倒角磨具行进机构包括：

行进导轨，沿水平线设于所述倒角安装结构上，用于设置所述至少一对倒角磨具；以及行进驱动单元，用于驱动所述至少一对倒角磨具沿所述行进导轨移动。

20. 根据权利要求17所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述一对倒角磨具中的两个磨具分别为精倒角磨具与粗倒角磨具。

21. 根据权利要求20所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述精倒角磨具与粗倒角磨具在倒角磨具行进移动的水平线方向上交错设置。

22. 根据权利要求20所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述一对倒角磨具中的两个磨具在第三加工区位的宽度方向上交错设置，其中，所述第三加工区位的宽度方向为正交于所述倒角磨具行进移动的水平线方向。

23. 根据权利要求15所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述转运主体在水平面的轮廓呈矩形。

24. 根据权利要求23所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述转运主体轮廓的矩形的每一边的外侧分别设有一所述硅棒夹具，其中，任一所述硅棒夹具的夹持中心线与所对应的矩形边平行。

25. 根据权利要求23所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述硅棒加工平台还设有等待区位，所述第一加工区位的长边、第二加工区位的长边、第三加工区位的长边与等待区位的长边与所述矩形的四个边平行对应；其中，所述第一加工区位的长边为粗磨装置中粗磨磨具的行进方向，所述第二加工区位的长边为精磨装置中精磨磨具的行进方向，所述第三加工区位的长边为倒角装置中倒角磨具的行进方向，所述等待区位的长边为等待区位处承载的硅棒的轴线方向。

26. 根据权利要求25所述的硅棒研磨机，其特征在于，在等候状态下，所述转运主体轮廓的矩形的第一边对应所述等待区位，第二边对应所述第一加工区位，第三边对应所述第二加工区位，第四边对应所述第三加工区位。

27. 根据权利要求1所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述硅棒加工平台还设有等待区位；所述硅棒研磨机还包括硅棒移送装置，用于将待研磨的硅棒装载至等待区位或者将加工后的硅棒由等待区位卸载。

28. 根据权利要求27所述的硅棒研磨机，其特征在于，所述硅棒移送装置包括：

硅棒上料承载结构，用于承载待研磨的硅棒；

对中调节机构，用于调节所述硅棒的位置以使得所述硅棒的轴心线与预定中心线对

应;以及

进给驱动机构,用于驱动所述硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒沿上下料方向移动至等待区位。

29. 根据权利要求28所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述对中调节机构包括垂向升降机构,用于驱动所述硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒作垂向升降移动以使得所述硅棒的轴心线与预定中心线在重垂线方向上对齐,所述预定中心线与硅棒转运装置中各个第一硅棒夹具的夹持中心线对应。

30. 根据权利要求29所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述垂向升降机构包括:垂向升降导杆,用于设置所述硅棒上料承载结构;以及垂向升降驱动单元,用于驱动所述硅棒上料承载结构沿着所述垂向升降导杆作升降移动。

31. 根据权利要求30所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述垂向升降驱动单元还包括辅助升降组件,用于与所述垂向升降驱动单元配合。

32. 根据权利要求28所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述对中调节机构还包括高度检测仪,用于检测硅棒以得到所述硅棒的轴心线在重垂线方向上的位置信息。

33. 根据权利要求32所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述高度检测仪为接触式传感器或测距传感器。

34. 根据权利要求28所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述进给驱动机构包括:

进给导杆,沿上下料方向布设,用于设置所述硅棒上料承载结构;以及

进给驱动单元,用于驱动所述硅棒上料承载结构沿着所述进给导杆移动。

35. 根据权利要求28所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述硅棒上料承载结构包括承载底座以及沿上下料方向相对设置的第一装载部件和第二装载部件。

36. 根据权利要求35所述的硅棒研磨机,其特征在于,还包括第一居中调节机构,用于通过调节第一装载部件和第二装载部件来改变硅棒在上下料方向上的位置以使所述硅棒的轴心线与所述硅棒上料承载结构中沿上下料方向上的中心线对应。

37. 根据权利要求36所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述第一居中调节机构包括:

开合滑轨,沿上下料方向设于所述承载底座上,用于设置第一装载部件和第二装载部件;以及

开合驱动单元,用于驱动第一装载部件和第二装载部件沿着所述开合滑轨相向移动以执行合拢动作或沿着所述开合滑轨相背移动以执行张开动作。

38. 根据权利要求37所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述开合驱动单元包括:

转盘,通过转轴设于所述承载底座的中央区域;

第一传动组件和第二传动组件,所述第一传动组件关联于所述承载底座和所述转盘,所述第二传动组件关联于所述承载底座和所述转盘;

第一推拉部件和第二推拉部件,所述第一推拉部件关联于所述转盘和所述第一装载部件,所述第二推拉部件关联于所述转盘和所述第二装载部件;

其中,当所述第一传动组件和所述第二传动组件中至少一者受控驱动所述转盘正向转动时,由所述转盘带动所述第一推拉部件所关联的第一装载部件和所述第二推拉部件所关联的第二装载部件沿着所述开合滑轨相向移动;当所述第一传动组件和所述第二传动组件

中至少一者受控驱动所述转盘反向转动时,由所述转盘带动所述第一推拉部件所关联的第一装载部件和所述第二推拉部件所关联的第二装载部件沿着所述开合滑轨相背移动。

39.根据权利要求38所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述第一推拉部件为第一连杆,所述第一连杆的第一端部与所述转盘轴接,所述第一连杆的第二端部与所述第一装载部件轴接,所述第二推拉部件为第二连杆,所述第二连杆的第一端部与所述转盘轴接,所述第二连杆的第二端部与所述第二装载部件轴接。

40.根据权利要求38所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述第一传动组件包括第一气缸,所述第一气缸的缸体与所述承载底座连接,所述第一气缸的活塞杆轴接于所述转盘,所述第二传动组件包括第二气缸,所述第二气缸的缸体与所述承载底座连接,所述第二气缸的活塞杆轴接于所述转盘。

41.根据权利要求28所述的硅棒研磨机,其特征在于,还包括第二居中调节机构,用于通过调节硅棒上料承载结构所承载的硅棒在夹持方向上的位置以使所述硅棒位于所述硅棒上料承载结构在夹持方向上的居中区域,其中,所述夹持方向垂直于所述上下料方向。

42.根据权利要求41所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述第二居中调节机构包括:

支架,设于硅棒加工平台;

滑轨,沿夹持方向设于所述支架上;

两个推顶件,设于所述滑轨上且分别相对布置在所述支架的两侧;以及

推顶驱动单元,用于驱动两个推顶件沿着所述滑轨相向移动或相背移动。

43.根据权利要求35所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述硅棒移送装置还包括:硅棒下料承载结构,用于承载待下料的硅棒。

44.根据权利要求43所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述硅棒下料承载结构包括卸载部件,所述卸载部件设于所述承载底座或所述第一装载部件和所述第二装载部件中的其中之一者。

45.根据权利要求44所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述硅棒移送装置还包括:换向机构,用于驱动所述硅棒上料承载结构和所述硅棒下料承载结构互换位置。

46.根据权利要求45所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述换向机构包括设于重垂线方向的换向转轴,驱动所述换向转轴转动预设角度以使得所述硅棒上料承载结构和所述硅棒下料承载结构互换位置。

47.根据权利要求46所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述换向机构还包括用于驱动换向转轴转动的换向驱动单元。

48.根据权利要求1所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述转运主体在水平面的轮廓呈等边三角形。

49.根据权利要求48所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述转运主体轮廓的三角形的每一边的外侧设有一所述硅棒夹具,其中,任一所述硅棒夹具的夹持中心线与所对应的边平行。

50.根据权利要求48所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述第一加工区位的长边与第二加工区位的长边的延长线呈 60° 夹角,其中,所述第一加工区位的长边方向为粗磨装置中粗磨磨具的行进方向,所述第二加工区位的长边方向为精磨装置中精磨磨具的行进方向。

51.根据权利要求50所述的硅棒研磨机,其特征在于,所述硅棒加工平台还设有等待区

位,在等候状态下,所述转运主体轮廓的第一边对应所述等待区位,第二边对应所述第一加工区位,第三边对应所述第二加工区位。

硅棒研磨机

技术领域

[0001] 本申请涉及硅工件加工技术领域,特别是涉及一种硅棒研磨机。

背景技术

[0002] 目前,随着社会对绿色可再生能源利用的重视和开放,光伏太阳能发电领域越来越得到重视和发展。光伏发电领域中,通常的晶体硅太阳能电池是在高质量硅片上制成的,这种硅片从提拉或浇铸的硅锭后通过多线锯切割及后续加工而成。

[0003] 现有硅片的制作流程,以单晶硅产品为例,一般地,大致的作业工序可包括:先使用硅棒截断机对原初的长硅棒进行截断作业以形成多段短硅棒;截断完成后,使用硅棒开方机对截断后的短硅棒进行开方作业后形成单晶硅棒;再对各个硅棒进行磨面、倒角等加工作业,使得硅棒的表面整形达到相应的平整度及尺寸公差要求;后续再对硅棒进行切片作业以得到硅片。

[0004] 一般情况下,在对硅棒进行磨面、倒角的工序中必须经由粗磨和精磨两个过程,装载单根硅棒依次进行粗磨、精磨后将其移送卸载,再对另一硅棒进行装载、研磨(粗磨和精磨)及卸载,在通常的大批量加工中硅棒研磨机重复这一加工过程,硅棒研磨机的磨具有大量时间处于空闲状态,研磨效率低下,影响硅棒加工的经济效益。

发明内容

[0005] 鉴于以上所述相关技术的缺点,本申请的目的在于公开一种硅棒研磨机,用于解决现有技术中存在的研磨效率低下等问题。

[0006] 为实现上述目的及其他相关目的,本申请公开一种硅棒研磨机,包括:机座,具有硅棒加工平台;所述硅棒加工平台上设有第一加工区位和第二加工区位;硅棒转运装置,设于机座上,包括转运主体以及设于转运主体上的多个硅棒夹具和换位机构,所述换位机构用于驱动多个硅棒夹具及其所夹持的硅棒在第一加工区位和第二加工区位上转换位置;其中,所述多个硅棒夹具分别对应的夹持中心线位于同一水平高度内;粗磨装置,设于第一加工区位,用于对硅棒转运装置中位于第一加工区位处的硅棒夹具所夹持的硅棒进行粗磨作业;以及精磨装置,设于第二加工区位,用于对硅棒转运装置中位于第二加工区位处的硅棒夹具所夹持的硅棒进行精磨作业。

[0007] 本申请公开的硅棒研磨机,包括机座、硅棒转运装置、粗磨装置、以及精磨装置,其中,所述机座具有硅棒加工平台,所述硅棒加工平台上设有第一加工区位和第二加工区位,硅棒转运装置包括转运主体及多个硅棒夹具和换位机构,利用换位机构驱动多个硅棒夹具及其所夹持的硅棒在第一加工区位和第二加工区位上转换位置以令粗磨装置能对硅棒进行粗磨作业及精磨装置能对硅棒进行精磨作业,使得在同一时刻所述硅棒研磨机中的粗磨装置和精磨装置均处于工作状态,可提升硅棒研磨效率及缩减研磨作业耗时,且可提升经济效益。

附图说明

[0008] 本申请所涉及的实用新型的具体特征如所附权利要求书所显示。通过参考下文中详细描述的例子性实施方式和附图能够更好地理解本申请所涉及的实用新型的特点和优势。对附图简要说明如下：

- [0009] 图1a显示为本申请的硅棒研磨机在一实施例中的结构示意图。
- [0010] 图1b为图1a的俯视图。
- [0011] 图1c显示为图1a所示的硅棒研磨机的部分结构示意图。
- [0012] 图1d显示为本申请的硅棒研磨机的硅棒夹具在一实施例中部分结构示意图。
- [0013] 图2a显示为本申请的硅棒研磨机在一实施例中的结构示意图。
- [0014] 图2b为图2a的俯视图。
- [0015] 图2c显示为同2a所示硅棒研磨机的粗磨装置在一实施例中的结构示意图。
- [0016] 图3a显示为本申请的硅棒研磨机的倒角装置在一实施例中的侧视图。
- [0017] 图3b显示为本申请的硅棒研磨机的倒角装置在另一实施例中的侧视图。
- [0018] 图3c显示为本申请的硅棒研磨机的倒角装置在一实施例中的结构示意图。
- [0019] 图4显示为本申请的硅棒研磨机的研磨修复装置在一实施例中的结构示意图。
- [0020] 图5a显示为本申请的硅棒研磨机在另一实施例中的结构示意图。
- [0021] 图5b显示为图5a的俯视图。
- [0022] 图6显示为本申请硅棒移送装置在一实施例中的结构示意图。
- [0023] 图7显示为图6的俯视图。
- [0024] 图8显示为图7中去除第一装载部件和第二装载部件后的示意图。
- [0025] 图9显示为本申请硅棒移送装置装载硅棒后的示意图。
- [0026] 图10显示为本申请硅棒移送装置中对中调节机构的结构示意图。
- [0027] 图11显示为图5a的局部放大图。

具体实施方式

[0028] 以下由特定的具体实施例说明本申请的实施方式，熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本申请的其他优点及功效。

[0029] 在下述描述中，参考附图描述了本申请的若干实施例。应当理解，还可使用其他实施例，并且可以在不背离本公开的精神和范围的情况下进行机械组成、结构以及操作上的改变。下面的详细描述不应该被认为是限制性的，并且本申请的实施例的范围仅由公布的专利的权利要求书所限定。这里使用的术语仅是为了描述特定实施例，而并非旨在限制本申请。空间相关的术语，例如“上”、“下”、“左”、“右”、“下面”、“下方”、“下部”、“上方”、“上部”等，可在文中使用以便于说明图中所示的一个元件或特征与另一元件或特征的关系。

[0030] 虽然在一些实例中术语第一、第二等在本文中用来描述各种元件，但是这些元件不应当被这些术语限制。这些术语仅用来将一个元件与另一个元件进行区分。例如，第一硅棒夹具可以被称作第二硅棒夹具，并且类似地，第二硅棒夹具可以被称作第一硅棒夹具，而不脱离各种所描述的实施例的范围。第一硅棒夹具和第二硅棒夹具均是在描述某一个硅棒夹具，但是除非上下文以其他方式明确指出，否则它们不是同一个硅棒夹具。相似的情况还包括第一导向结构和第二导向结构、第一加工区位和第二加工区位、第一装载部件和第二

装载部件、第一传动组件和第二传动组件等。

[0031] 再者,如同在本文中所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”旨在也包括复数形式,除非上下文中有相反的指示。应当进一步理解,术语“包含”、“包括”表明存在所述的特征、步骤、操作、元件、组件、项目、种类、和/或组,但不排除一个或多个其他特征、步骤、操作、元件、组件、项目、种类、和/或组的存在、出现或添加。此处使用的术语“或”和“和/或”被解释为包括性的,或意味着任一个或任何组合。因此,“A、B或C”或者“A、B和/或C”意味着“以下任一个:A;B;C;A和B;A和C;B和C;A、B和C”。仅当元件、功能、步骤或操作的组合在某些方式下内在地互相排斥时,才会出现该定义的例外。

[0032] 在对硅材料的加工中,通常需经由多道工序处理才可得到投入工业生产的硅片,原始的硅材料通常为长硅棒并呈圆柱形结构,由硅棒截断机对长硅棒截断后得到多段短硅棒;再由硅棒开方机对截断后的硅棒截段进行开方形成单晶硅棒,所得单晶硅棒截面呈类矩形(包括类正方形);开方所得的单晶硅棒需要去除表面损伤,并在棱角上进行倒角以消除内应力,继而需要对单晶硅棒进行磨面、倒角,使得硅棒的表面整形达到相应的平整度及尺寸公差要求后续方可进行最终的切片。

[0033] 对单晶硅棒进行研磨的过程中,均需要先进行粗磨再进行精磨,分别由相应的粗磨磨具和精磨磨具来实现研磨,传统工作方式中是在粗磨工作区对单根单晶硅棒进行粗磨后将单晶硅棒转运至精磨工作区进行精磨,在精磨完成后将加工后的单晶硅棒运送出工作区,在大量的研磨工作中重复操作这一过程,精磨和粗磨的研磨顺序使得硅棒研磨机在作业中不可避免的具有处于等待状态的磨具,例如,在粗磨磨具进行粗磨时精磨磨具处于等待状态,在精磨磨具进行精磨时粗磨磨具处于等待状态,研磨加工过程耗时较长。

[0034] 本申请公开一种硅棒研磨机,包括机座、硅棒转运装置、粗磨装置、以及精磨装置,其中,所述机座具有硅棒加工平台,所述硅棒加工平台上至少设有第一加工区位和第二加工区位,在第一加工区位上设有粗磨装置,在第二加工区位上设有精磨装置,硅棒转运装置包括转运主体及设于转运主体上的多个硅棒夹具以及换位机构,所述换位机构用于驱动多个硅棒夹具及其所夹持的硅棒在第一加工区位和第二加工区位上转换位置;其中,所述多个硅棒夹具分别对应的夹持中心线位于同一水平高度内;利用换位机构驱动多个硅棒夹具及其所夹持的硅棒依序转运至第一加工区位和第二加工区位上以令粗磨装置能对硅棒进行粗磨作业及精磨装置能对硅棒进行精磨作业,使得在同一时刻所述硅棒研磨机中的粗磨装置和精磨装置均处于工作状态,提升了硅棒研磨效率。

[0035] 在本申请提供的实施例中,为明确方向的定义与不同结构之间运作的方式,定义一个由第一方向、第二方向、第三方向定义的三维空间,所述第一方向、第二方向、第三方向均为直线方向且相互两两垂直,其中,可将竖直方向也即重垂线方向、垂向、上下方向或升降方向定义为第三方向。在本申请提供的某些实施例中(例如下文中图5a所示实施例),所述第一方向也可称为X方向,所述第二方向也可称为Y方向,所述第三方向也可称为Z方向。

[0036] 请参阅图1a和图1b,其中,图1a显示为本申请的硅棒研磨机在一实施例中的结构示意图,图1b显示为图1a所示的硅棒研磨机的俯视图。如图1a及图1b所示,所述硅棒研磨机包括机座1、硅棒转运装置2、粗磨装置3、精磨装置4。

[0037] 所述机座1作为硅棒加工设备的主体部件,用于提供作业平台,在一种示例中,所述机座1的体积和重量均较大以提供更大的安装面以及更牢固的整机稳固度。应当理解,所

述机座1可作为硅棒加工设备中不同的执行加工作业的结构或部件的底座,机座1的具体结构、形状可基于不同的功能需求或结构需求变更;在一些示例中,所述机座1包括用于承接所述硅棒加工设备中不同部件的固定结构或限位结构如底座、杆体、柱体、架体等均为本申请所述的机座1。

[0038] 同时,在一些示例中,所述机座可以为一体的底座,在另一些示例中,所述机座可以包括多个相独立的底座。

[0039] 本申请的硅棒研磨机用于对截面呈类矩形(包括类正方形)的硅棒进行研磨作业,其中,多数硅棒可例如为单晶硅棒或多晶硅棒,以单晶硅棒为例,所述单晶硅棒是由原始硅棒经过硅棒截断并在之后经过硅棒开方装置进行开方所得,所述原始硅棒通常为通过用直拉法或悬浮区熔法从熔体中生长出棒状单晶硅。

[0040] 所述机座具有硅棒加工平台,硅棒加工平台设有多个加工区位。应当说明的是,在本申请提供的各示例中,所述加工区位是以加工区位处的加工装置的行程路径及范围定义的,例如,所述硅棒研磨机的粗磨装置设于第一加工区位处,所述第一加工区位的范围为所述粗磨装置在完成研磨作业的过程中所占据的范围;类似的,所述第二加工区位为所述精磨装置完成精磨作业的过程所占据的范围。同时,本申请所述的加工区位的方向以及等待区位的方向均为该区位的长边方向。

[0041] 在图1a及图1b所示实施例中,所述硅棒加工平台可顺应机座的形状设置,其上设有第一加工区位和第二加工区位。

[0042] 所述硅棒转运装置设于机座上,用于转运硅棒。在图1a所示的实施例中,硅棒转运装置 2更包括转运主体21以及设于转运主体21上的多个硅棒夹具23和换位机构(未在图式中显示)。

[0043] 其中,设于所述转运主体21上的多个硅棒夹具23所对应的夹持中心线位于同一水平高度内,应当理解,在此设置下,所述硅棒夹具所夹持的硅棒呈卧式状态,对应的,所述粗磨装置与精磨装置用于对呈卧式的硅棒的侧面进行研磨。

[0044] 在本申请的一实施例中,所述硅棒转运装置设于硅棒加工平台的居中区域,所述换位机构包括换位转轴,驱动所述换位转轴转动预设角度以带动多个硅棒夹具作转换动作。

[0045] 在本申请的一实施例中,转运主体21可设于硅棒加工平台的中央区域,转运主体21的各个侧面可作为安装面,用于安装多个硅棒夹具23,如图1a所示,在转运主体21的各个侧面上均安装有一硅棒夹具23。

[0046] 所述转运主体21借由换位机构驱动以令设于所述转运主体21上的硅棒夹具23在不同加工区位间切换,由此可实现硅棒夹具23所夹持的硅棒在不同加工区位间切换,即可对硅棒完成不同的加工工序如粗磨与精磨;同时,所述转运主体21上设置的多个硅棒夹具23可分别处于不同加工区位,则在同一时刻,不同硅棒夹具23所夹持的硅棒分别进行不同的加工工序,如此可令所述硅棒加工设备中粗磨装置与精磨装置同时处于工作状态,有利于提高加工效率。

[0047] 所述换位机构(图中未予以显示)即可作为所述转运主体21上硅棒夹具23转换所处的加工区位的驱动机构。在一实现方式中,所述换位机构包括换位转轴,如此,驱动换位转轴转动预设角度,可使得转运主体21及其上设置的各个硅棒夹具23在各个加工区位进行

切换。在某些实施例中,所述换位转轴位于转运主体21的几何中心,且,所述换位转轴设于重垂线方向。

[0048] 所述换位转轴设于重垂线方向,即,在换位过程中,设于所述转运主体21上的硅棒夹具 23的高度不变,对应的硅棒夹具23的夹持中心线高度不变。在此,所述硅棒研磨机的转运主体21上的多个硅棒夹具23设置为夹持中心线位于同一水平高度内,在转运主体21受控转动的过程中,所述多个硅棒夹具23的夹持中心线所处的水平面不变,如此,任一所述硅棒夹具23在装载硅棒时,将硅棒轴心线高度调节至同一预定高度,即可令硅棒轴心线与夹持中心线在第三方向(即重垂线方向)对齐,所述预定高度即所述多个硅棒夹具23的夹持中心线所处的同一水平高度。

[0049] 应理解的是,本申请所述的多个硅棒夹具的夹持中心线处于同一水平高度,并非以将多个硅棒夹具的夹持中心线限制为同一精确的高度范围,在一些实施例中,当设于转运主体上的多个硅棒夹具对应的夹持中心线的高度差在预设范围内,即可认为所述多个硅棒夹具的夹持中心线处于同一水平高度。

[0050] 在另一些实施方式中,所述硅棒夹具对应的夹持中心线的高度还可由所述硅棒研磨机的控制系统获取,对应的,任一硅棒夹具在装载待加工硅棒时,将硅棒轴心线高度调节至该硅棒夹具对应的水平高度。

[0051] 所述硅棒夹具用于夹持硅棒的两个端面,对应的,硅棒夹具当然具有用于接触硅棒的一对端面的相对的两个夹持部,所述夹持中心线为所述两个夹持部对应硅棒两端的两个接触面的中心的连线;此处的夹持部的中心不以接触面的几何中心为限,也可为人为设定的接触面上的某一点;在本申请提供的一些实施例中,所述硅棒夹具还可带动硅棒沿硅棒轴心线方向转动,在此示例中,所述夹持中心线即为夹持部的转动轴方向。通常的,在实际加工场景中,为令硅棒由硅棒夹具带动转动时硅棒轴心线的位置(或高度)不变,在将待加工硅棒装载至硅棒夹具时,通常需令硅棒夹具的夹持中心线与硅棒轴心线对齐(即重合)。

[0052] 所述换位机构包括换位转轴,驱动所述换位转轴转动预设角度以带动多个硅棒夹具作转换动作。如前所述,换位转轴受控后转动预设角度以使得转运主体21及其设置的各个硅棒夹具23在各个加工区位进行切换。因此,所述换位机构还包括用于驱动所述换位转轴转动的换位驱动单元。

[0053] 在某些实施例中,所述换位驱动单元可包括:主动齿轮、驱动源、以及从动齿轮,其中,所述主动齿轮轴接于所述驱动源,所述从动齿轮啮合于所述主动齿轮且连接于所述换位转轴。在某些实施例中,所述换位驱动单元可包括驱动源,所述驱动源直接与所述换位转轴关联。其中,所述动力源可例如为伺服电机。

[0054] 在实际应用中,以前述换位驱动单元包括主动齿轮、驱动源、以及从动轮为例,利用所述驱动源驱动所述主动齿轮正向转动,通过所述主动齿轮与所述从动齿轨的啮合,驱动所述从动齿轮及其关联的换位转轴以第一旋向转动预设角度,使得转运主体及其设置的各个硅棒夹具由当前加工区位切换至邻近后一个加工区位或之后的其他加工区位,或者,可利用所述驱动源驱动所述主动齿轮反向转动,通过主动齿轮与所述从动齿轨的啮合,驱动所述从动齿轮及其关联的换位转轴以第二旋向转动预设角度,使得转运主体及其设置的各个硅棒夹具由当前加工区位切换至邻近前一个加工区位或之前的其他加工区位。

[0055] 以上述各个加工区位中相邻两个加工区位(例如第一加工区位与第二加工区位)相差 120° 为例,假设,在一种情形下,在初始状态下,硅棒转运装置中的某一个硅棒夹具夹持有硅棒且该硅棒夹具及其夹持的硅棒对应于第一加工区位,利用所述驱动源驱动所述主动齿轮逆时针转动,通过主动齿轮与所述从动齿轨的啮合,驱动所述从动齿轮及其关联的换位转轴以顺时针转动预设角度 120° ,使得硅棒转运装置中的那一个硅棒夹具及其夹持的硅棒由第一加工区位换位至第二加工区位。或者,在另一种情形下,在初始状态下,硅棒转运装置中的某一个硅棒夹具夹持有硅棒且该硅棒夹具及其夹持的硅棒对应于第二加工区位,利用所述驱动源驱动所述主动齿轮顺时针转动,通过主动齿轮与所述从动齿轨的啮合,驱动所述从动齿轮及其关联的换位转轴以逆时针转动预设角度 120° ,使得硅棒转运装置中的那一个硅棒夹具及其夹持的硅棒由第二加工区位换位至第一加工区位。其中,所述预设角度并不作严格限定,例如前述的 120° 外,在实际加工场景中,所述预设角度可允许与 120° 存在一定偏差,例如所述预设角度可以为 $120^\circ \pm 10^\circ$,以及其他角度。

[0056] 在实际加工场景中,为避免在持续加工中所述转运主体在多次转运后累积误差,要令所述硅棒夹具的夹持中心线与加工区位的长边方向平行或近似平行,所述预设角度还可由硅棒在当前加工区位的夹持中心线方向与下一加工区位的长边方向确定,例如,所述预设角度用于令硅棒夹具转运至下一加工区位后其夹持中心线与所述的下一加工区位的长边平行或近似平行,所述的平行或近似平行例如为硅棒的夹持中心线与所处加工区位的长边方向间夹角为 $0^\circ \sim 10^\circ$ 。

[0057] 在本申请的一是实施例,所述硅棒夹具包括:一对夹臂,设于所述转运主体上,用于夹持硅棒的两个端面;其中,由所述一对夹臂夹持的硅棒的轴心线与所述一对夹臂的夹持中心线一致;以及夹臂驱动机构,用于驱动一对夹臂中的至少一个夹臂沿水平线移动以调节所述一对夹臂之间的夹持间距。

[0058] 本申请的硅棒磨机中所述硅棒夹具的夹持中心线均沿水平方向设置,在此,换位转轴设于重垂线方向,当所述转运主体在带动硅棒夹具沿换位转轴转动时,硅棒夹具的夹持中心线仍沿水平方向(即硅棒夹具的夹持中心线为一水平线),同时,硅棒夹具的夹持中心线与硅棒轴心线重合。通常的,硅棒磨机在工作状态下不同加工区位间所呈的角度为确定值,则将一硅棒夹具从一加工区位转移至另一加工区位时,可令换位转轴转动的预设角度与两个加工区位间所呈的角度相等。而本申请的硅棒磨机还具有以下有益效果,被夹持的硅棒呈卧式状态,设于转运主体外侧的加工区位中粗磨装置和精磨装置可设置为研磨面位于水平面内,以对卧式硅棒的上下两个侧面进行研磨;在硅棒夹具带动硅棒转换至任一加工区位时,令硅棒夹具驱动硅棒沿夹持中心线(硅棒轴心线)转动即可将硅棒的上下两个侧面调整为水平状态,在此状态下令研磨装置的研磨面可接触硅棒的上下两个侧面且沿研磨磨具行进方向移动以令研磨面覆盖硅棒上下两个侧面即可完成研磨;在此情景下,当所述预设角度与转换前后的两个加工区位之间相差的角度不同,也不会影响研磨精度。

[0059] 因此,相较于对立式硅棒进行研磨的硅棒多工位加工设备,本申请的硅棒磨机在驱动硅棒夹具于多个加工区位间切换时,无需对转运主体带动硅棒夹具转动的预设角度精确定位即可进行对硅棒侧面的研磨;换言之,所述转运主体带动硅棒夹具转动的预设角度用于实现硅棒被切换至另一加工区位以接触研磨磨具,但并不影响研磨精度,本申请的

硅棒研磨机由此可省去对转运主体转动的精确定位结构或操作流程,如此有益于简化设备与加工工艺。

[0060] 应当说明的是,在本申请提供的实施例中,不同区位之间相差某一角度,例如不同加工区位之间或加工区位与其他区位如等待区位之间相差某一角度,均是在说该不同区位分别对应的长边方向之间所呈的角度。

[0061] 如前所述,所述硅棒转运装置包括有多个硅棒夹具。例如图1a及图1b所示实施例中,在硅棒转运装置2中转运主体21的各个侧面均安装有硅棒夹具23,所述硅棒夹具23用于夹持住硅棒,其中,在利用硅棒夹具23夹持住硅棒时,被夹持的硅棒的轴心线为一水平线。在本实施例中,上述各个硅棒夹具23采用同一规格的,其结构及其工作原理均相同,但并不以此为限,在其他实施例中,上述各个硅棒夹具23也可采用不同规格的。

[0062] 关于硅棒夹具23,任一个硅棒夹具23包括一对夹臂和夹臂驱动机构。

[0063] 请参阅图1c,显示为图1a所示的硅棒研磨机的部分结构示意图。

[0064] 如图1c所示,所述一对夹臂231沿水平线对向设置,用于夹持硅棒的两个端面。所述硅棒为经过开方的细长型结构,且其长度方向沿水平线放置,所述端面即为长度方向两端的截面。在如图1c所示的实施例中,所述一对夹臂231中的两个夹臂231从转运主体21的一侧面朝外延伸出。其中,所述一对夹臂231中的任一个夹臂231设有夹持部232,即,每一个夹臂231都设有夹持部232。

[0065] 当然,所述硅棒夹具的具体结构与设置方位不以图1c所示视图为限,例如,所述硅棒夹具的一对夹臂沿水平线对象设置,而夹臂则可设于重垂线方向,也可如图1c所示设于一水平线方向,应理解的,令所述硅棒夹具的夹持中心线为一水平线以卧式夹持硅棒即可。

[0066] 请继续参阅图1c,所述夹臂驱动机构用于驱动一对夹臂231中的至少一个夹臂231沿水平线移动以调节所述一对夹臂231之间的夹持间距。在图1c的实施例中,所述一对夹臂231中的两个夹臂231沿水平线对向设置,夹臂驱动机构可驱动所述一对夹臂231中的至少一个夹臂231沿着水平线移动,以调节相对设置的所述一对夹臂231之间的夹持间距。

[0067] 在本申请提供的一实施例中,如图1c所示,所述夹臂驱动机构可包括:开合导轨2331和开合驱动单元(未予以显示),其中,所述开合导轨2331沿水平线设于所述转运主体21上,用于设置一对夹臂231,所述开合驱动单元用于驱动所述一对夹臂231中的至少一个夹臂231沿所述开合导轨移动。

[0068] 在某些实施例中,所述夹臂驱动机构可驱动所述一对夹臂中的第一个夹臂沿着水平线面向第二个夹臂靠近,减小两个夹臂之间的夹持间距,从而将位于所述两个夹臂之间的硅棒夹紧。相应地,所述夹臂驱动机构可驱动所述一对夹臂中的第一个夹臂沿着水平线背向第二个夹臂远离,增大两个夹臂之间的夹持间距,以释放夹持的硅棒。

[0069] 假定所述一对夹臂中的第一个夹臂可由夹臂驱动机构驱动沿着水平线移动,所述一对夹臂中的第二个夹臂则可通过例如夹臂安装座或类似结构固定设置于转运主体上,在一种实施方式中,所述夹臂驱动机构中的开合驱动单元更可包括:丝杆和驱动源,其中,所述丝杆沿水平线设置且与所述一对夹臂中的第一个夹臂关联,所述驱动源与所述丝杆关联,用于驱动所述丝杆转动以使所关联的第一个夹臂沿水平线移动。例如,所述驱动源驱动所述丝杆正向转动,则驱动所关联的第一个夹臂沿着水平线面向第二个夹臂靠近,减小两个夹臂之间的夹持间距,或者,所述驱动源驱动所述丝杆反向转动,则驱动所关联的第一个

夹臂沿着水平线背向第二个夹臂远离,增大两个夹臂之间的夹持间距。其中,所述驱动源可例如为伺服电机。

[0070] 当然,所述开合驱动单元仍可采用其他结构,例如,在其他某一实施方式中,所述开合驱动单元可包括:齿条、驱动齿轮、以及驱动电机,其中,所述齿条沿水平线设置且与所述一对夹臂中的第一个夹臂关联,所述驱动齿轮受控于所述驱动电机且与所述齿条啮合,如此,所述驱动电机带动驱动齿轮旋转,带动所述齿条及其关联的第一个夹臂沿水平线移动。例如,所述驱动源驱动所述驱动齿轮正向转动,则驱动所述齿条所关联的第一个夹臂沿着水平线面向第二个夹臂靠近,减小两个夹臂之间的夹持间距,或者,所述驱动源驱动所述驱动齿轮反向转动,则驱动所述齿条所关联的第一个夹臂沿着水平线背向第二个夹臂远离,增大两个夹臂之间的夹持间距。

[0071] 在某些实施例中,所述夹臂驱动机构可驱动所述一对夹臂中的两个夹臂相向移动,减小两个夹臂之间的夹持间距,从而将位于所述两个夹臂之间的硅棒夹紧。相应地,所述夹臂驱动机构可驱动所述一对夹臂中的两个夹臂相背移动,增大两个夹臂之间的夹持间距,以释放夹持的硅棒。

[0072] 假定所述一对夹臂中的两个夹臂均是由夹臂驱动机构驱动沿着水平线移动的,在一种实施方式中,所述夹臂驱动机构中的开合驱动单元更可包括:双向丝杆和驱动源,其中,双向丝杆沿水平线设置,双向丝杆即为左右旋丝杆,其在杆身上布设有两段螺纹,这两段螺纹的旋向相反,即,一段螺纹为左旋螺纹,另一段螺纹则为右旋螺纹,其中,左旋螺纹可与一对夹臂中的一个夹臂关联,右旋螺纹可与一对夹臂中的另一个夹臂关联,驱动源与双向丝杆关联,用于驱动双向丝杆转动以使所关联的第一个夹臂和第二个夹臂沿水平线作相向移动或相背移动。例如,驱动源驱动双向丝杆正向转动,则驱动所关联的第一个夹臂和第二个夹臂沿着水平线相向移动(即,相互靠近),减小两个夹臂之间的夹持间距,或者,所述驱动源驱动所述丝杆反向转动,则驱动所关联的第一个夹臂和第二个夹臂沿着水平线相背移动(即,相互远离),增大两个夹臂之间的夹持间距。其中,所述驱动源可例如为伺服电机,位于双向丝杆的中段。当然,所述夹臂驱动机构仍可采用其他结构,例如,在其他某一实施方式中,所述夹臂驱动机构可包括:一对齿条、驱动齿轮、以及驱动电机,其中,所述一对齿条相互平行且均沿水平线设置,所述一对齿条中的一个齿条与所述一对夹臂中的第一个夹臂关联,所述一对齿条中的另一个齿条与所述一对夹臂中的第二个夹臂关联,所述驱动齿轮位于所述一对齿条之间以与所述一对齿条啮合且受控于所述驱动电机,如此,所述驱动电机带动驱动齿轮旋转,带动所述一对齿条及其关联的第一个夹臂和第二个夹臂沿水平线作相向移动或相背移动。例如,所述驱动源驱动所述驱动齿轮正向转动,则驱动所述一对齿条所关联的第一个夹臂和第二个夹臂沿着水平线相向移动(即,相互靠近),减小两个夹臂之间的夹持间距,或者,所述驱动源驱动所述驱动齿轮反向转动,则驱动所述一对齿条所关联的第一个夹臂和第二个夹臂沿着水平线相背移动(即,相互远离),增大两个夹臂之间的夹持间距。

[0073] 在本申请的一实施例中,所述一对夹臂中的任一个夹臂设有夹持部及夹持部转动机构,所述夹持部转动机构用于驱动所述夹持部及所夹持的硅棒转动。

[0074] 在本申请的一实施例中,所述夹臂的夹持部呈转动式设计,如图1d所示,其中,图1d显示为本申请的硅棒夹具在一实施例中的部分结构示意图。如图1d所示实施例中,任一

个硅棒夹具23还包括夹持部转动机构234,用于驱动硅棒夹具23中夹臂231上的夹持部232转动。在本实施例的一实现方式中,在夹持部转动机构234的驱动下使得夹臂231的夹持部232以所述硅棒轴心线为轴线转动,被夹持硅棒发生相应的以硅棒轴心线为轴线的转动。在实际加工作业中,通过所述夹持部转动机构234驱动硅棒沿其轴线转动,可调整所夹持的硅棒相对于研磨装置或倒角装置的位置关系以确定相对于硅棒的研磨面或倒角面,硅棒需进行的磨面与倒角在长度方向的四个面及四个面之间交界的棱边上,由本申请所提供的夹臂,可实现对硅棒不同磨面及不同棱边的选择与控制。

[0075] 在某些实施方式中,所述夹持部为多点接触式夹持头,应当理解的是,所述多点接触式夹持头与硅棒端面间的接触方式并不限于点接触,例如如图1d所示实施例,所述夹持部232例如具有多个凸出部2321以接触硅棒端面,其中每一凸出部2321与硅棒端面可为面接触。在一实现方式中,所述夹持部的凸出部还可通过沿水平线的弹簧连接至夹持部主体,由此可形成多点浮动接触,以令所述硅棒夹具在夹持硅棒端面时可适应于硅棒端面的平整度以夹紧硅棒。在一些示例中,所述夹持部用于接触硅棒端面的夹持部还可通过万向机构例如万向球连接至夹臂,所述夹持部由此可适应于夹紧具有不同倾斜度的硅棒端面。

[0076] 在某些实施方式中,所述硅棒夹具的一对夹持部用于接触所述硅棒部分设置为刚性结构,以防止所夹持的硅棒在切割作业及研磨作业中被扰动而影响加工精度。

[0077] 在实际应用中,所述夹持部转动机构可包括设于一对夹臂中的两个夹持部上且可转动的结构以及用于驱动两个可转动的结构中的至少一个转动的驱动源。在某种实现方式中,所述研磨面设置在可旋转的平台上,所述平台的截面可设置为自定义的规则几何图形或不规则几何图形。如此,可利用所述夹持部转动机构可驱动平台及其上的研磨面转动。

[0078] 在本申请的一实施例中,所述可旋转的平台可设置为具有锁定功能的铰接装置铰接成的整体,可沿水平线的轴线旋转。旋转轴的轴线连接于所述夹持部转动机构。

[0079] 在本申请的一实施例中,所述夹臂的夹持部可设置为一可旋转的圆台,所述圆台的圆形平面与硅棒端面接触,在贴紧硅棒端面后保持与硅棒端面相对静止。所述硅棒夹持部还包括锁紧结构,在对某一选定的平面进行磨面时所述夹臂夹持部处于锁紧状态。在不同磨面的切换中,所述硅棒夹持部在夹持部转动机构的带动下沿圆台圆心旋转。

[0080] 在一实现方式中,所述夹臂的夹持部包括可旋转的圆台与设置在圆台上的一系列凸出触点,所述每一触点具有一接触平面。所述圆台在夹持部转动机构的带动下旋转,在本实施例的一实现方式中,所述触点的凸出长度即在水平线的位置可调节,使得在对夹持硅棒的过程中,对端面平整度较低的硅棒,可根据硅棒端面调整触点的凸出长度,使得每一研磨面与硅棒端面处于贴紧状态。所述凸出长度即从圆台的圆平面至触点的接触平面间水平线的长度。

[0081] 在本申请的一实施例中,所述硅棒夹具的夹持部设置有压力传感器,以基于所检测的压力状态调整触点的凸出长度。通常地,在夹持硅棒的过程中,所述第一硅棒夹具的一对夹臂在夹臂驱动机构的驱动下沿水平线相互靠近,至所述夹持部的研磨面与所需夹持的硅棒的端面相互接触,当所述夹持部设置有多个触点并探测到部分触点与所接触硅棒的端面接触的压力值小于一设定值或设定区域时,可通过调整触点的凸出长度(一般为面向硅棒端面靠近的方向)以改变夹紧度;又或者,所述第一硅棒夹具的一对夹臂的每一夹持部均设置为一个研磨面,在对硅棒进行夹持的过程中,通过所述夹臂驱动机构驱动一对夹臂面

向硅棒两端的端面相互靠近以实现,在所述夹持部与硅棒端面接触后,由压力传感器检测硅棒的夹紧程度,当达到设定的压力范围时即夹臂驱动机构控制停止所述一对夹臂的相向运动。

[0082] 所述夹持部转动机构可设置在一对夹臂中的一个夹臂上,以带动所述一对夹臂的夹持部与所夹持的硅棒旋转;或者所述夹持部转动机构设置在一对夹臂的每一夹臂上,并协同运动控制所述一对夹臂的两个夹持部发生相同角度与方向的转动。在某些实现方式中,所述夹持部转动机构中驱动源可设置为一驱动电机。

[0083] 如此,在本申请实施例中,利用硅棒转运装置配置的多个硅棒夹具可以水平方式夹持硅棒并可带动所夹持的硅棒以其轴心线为转轴作预定角度的转动,其中,所述硅棒的轴心线方向呈一水平线。

[0084] 借由所述硅棒夹具夹持硅棒的两个端面,由所述转运主体将硅棒夹具转运至加工区位,所述粗磨装置以及精磨装置即可对所在加工区位的被夹持硅棒进行研磨。所述粗磨装置设于第一加工区位,用于对所述硅棒加工平台的第一加工区位处的硅棒进行粗磨作业。所述精磨磨具设于第二加工区位,用于对所述硅棒加工平台的第二加工区位处的硅棒进行粗磨作业。

[0085] 在实际加工场景中,所述硅棒夹具将待研磨硅棒呈卧式夹持,由转运主体带动硅棒夹具依次转运至粗磨装置与精磨装置分别对应的第一加工区位与第二加工区位,即可在依次在第一加工区位与第二加工区位进行对硅棒的加工作业。

[0086] 应理解的,所述转运主体的形状与多个硅棒夹具设于转运主体上的位置确定了粗磨磨具(或精磨磨具)对硅棒完成粗磨作业(或精磨作业)后,将要对下一硅棒进行粗磨(或精磨)时转运主体需转换的角度。为简化本申请的硅棒研磨机的设备布局,以及为简化加工装置(即粗磨装置与精磨装置)执行研磨作业所需的转运流程,本申请还提供了以下实施例:

[0087] 在某些实施例中,所述转运主体在水平面的轮廓呈等边三角形。

[0088] 以所述换位机构包括换位转轴为例,所述转运主体的转动中心可设于等边三角形的形心(几何中心)处,对任一初始时刻,转运主体沿顺时针方向或逆时针方向每转动 120° 即可与初始时刻的位置重叠。

[0089] 在所述转运主体在水平面的轮廓呈等边三角形的一些实施方式中,所述转运主体轮廓的三角形的每一边外侧设有一所述硅棒夹具,其中,任一所述硅棒夹具的夹持中心线与所对应的边平行。

[0090] 在具体实现方式中,对一硅棒夹具,将其设于所述转运主体轮廓中一边外侧,例如可设于该三角形边外侧的水平导轨、导槽或导柱上,则所述硅棒夹具的夹持中心线与所对应的边平行。

[0091] 在此设置下,所述转运主体由换位机构驱动转动预设角度如 120° 时,则可令同一加工区位对应加工的硅棒从转运主体一条边外侧的硅棒更换为对应设于另一条边外侧的硅棒,例如,第一加工区位处的粗磨装置对一单晶硅棒进行粗磨研磨后,转运主体由换位机构驱动转动 120° 后,粗磨装置即可对另一单晶硅棒进行粗磨研磨。当然,应理解的,所述预设角度不以 120° 为限,例如,转运主体也可由换位机构驱动转动 $120^\circ \pm 10^\circ$ 等角度,同一加工区位即可对转运主体另一边对应的硅棒夹具所夹持的硅棒进行加工。

[0092] 在实际加工场景中,为避免在持续加工中所述转运主体在多次转运后累积误差,要令所述硅棒夹具的夹持中心线与加工区位的长边方向平行或近似平行,所述预设角度还可由硅棒在当前加工区位的夹持中心线方向与下一加工区位的长边方向确定,例如,所述预设角度用于令硅棒夹具转运至下一加工区位后其夹持中心线与所述的下一加工区位的长边平行或近似平行,所述的平行或近似平行例如为硅棒的夹持中心线与所处加工区位的长边方向间夹角为 $0^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 。

[0093] 应当理解,在本申请的硅棒研磨机中,所述转运主体设于硅棒加工平台的居中区域,所述粗磨装置及精磨装置设于相对转运主体的外侧。为实现对呈卧式夹持的硅棒的侧面研磨,所述研磨装置中粗磨磨具的磨面设于水平面内,以及,所述精磨装置中精磨磨具的磨面设于水平面内,所述转运主体在转动以切换硅棒夹具所处的加工区位后,被夹持的硅棒被夹持的硅棒的上下两个侧面的水平高度不变,又或,借由所述硅棒夹具的夹持部带动硅棒转动即可将硅棒的待研磨面调整为位于水平面内,因此无需对转运主体带动硅棒夹具转动的预设角度精确定位即可进行对硅棒侧面的研磨。

[0094] 在某些实施方式中,所述第一加工区位的长边与第二加工区位的长边的延长线呈 60° 夹角,其中,所述第一加工区位的长边方向为粗磨装置中粗磨磨具的行进方向,所述第二加工区位的长边方向为精磨装置中精磨磨具的行进方向。其中,所述粗磨磨具与精磨磨具分别对应的行进方向均为水平方向。

[0095] 在实际加工场景中,令研磨状态下硅棒夹具所夹持的硅棒轴心线与加工区位的长边方向平行(或近似平行),当研磨磨具沿行进方向移动时,磨具与硅棒的距离不变,则有利于进行研磨作业并有利于简化设备。为此,所述第一加工区位的长边与第二加工区位的长边之间相差的角度确定了将同一硅棒夹具从一加工区位转换至另一加工区位转运主体需转换的角度。

[0096] 在另一方面,设于所述转运主体上的多个硅棒夹具之间的角度确定了同一加工区位在对一硅棒夹具所夹持的第一硅棒进行完对应的工序例如第二加工区位对应的精磨作业的加工后,要对另一硅棒夹具所夹持的第二硅棒进行精磨时所述转运主体需转换的角度。令所述第一加工区位的长边与第二加工区位的长边间夹角与转运主体上设置的相邻硅棒夹具间夹角相同,即可实现转运主体被驱动进行转换预设角度后,任一硅棒夹具的夹持中心线与其所处加工区位的长边平行或近似平行。

[0097] 所述第一加工区位的长边与第二加工区位的长边的延长线呈 60° 夹角,所述转运主体在水平面的轮廓呈正三角形,则设于任意一边外侧的硅棒夹具的夹持中心线与其相邻的硅棒夹具的夹持中心线之间的呈 60° 夹角,当换位主体带动硅棒夹具转换预设角度(例如 120°) 后,任一硅棒夹具的夹持中心线与其所处加工区位的长边平行或近似平行。

[0098] 在某些实施方式中,所述硅棒加工平台还设有等待区位,在等候状态下,所述转运主体轮廓的第一边对应所述等待区位,第二边对应所述第一加工区位,第三边对应所述第二加工区位。

[0099] 在此,所述等候状态即转运主体上的一硅棒夹具对应的夹持中心线与等待区位处装载的硅棒平行或近似平行的状态,在此状态下,将设有该硅棒夹具的轮廓边视为第一边,所述转运主体的轮廓的第二边对应所述第一加工区位,第三边对应所述第二加工区位。如此,等待区位可进行对硅棒的装载或下料作业,第一加工区位处可进行粗磨作业,第二加工

区位处可进行精磨作业,同一时刻不同加工区位均处于工作状态;同时,借由转运主体带动硅棒夹具在不同区位切换,对同一硅棒可实现不同研磨工序的无缝衔接,硅棒研磨机的加工效率提高。

[0100] 同时,本申请的硅棒研磨机还可做其他变化,例如,所述硅棒加工平台上还可设置其他加工区位,为此本申请还提供了以下实施例。

[0101] 在一些实施例中,所述硅棒加工平台还设有第三加工区位;所述硅棒研磨机还包括倒角装置,设于所述第三加工区位,用于对硅棒转运装置中位于第三加工区位处的硅棒夹具所夹持的硅棒进行倒角作业。在某些实施方式中,在由所述硅棒加工设备对切割后硅棒的不同侧面进行磨面或对棱边进行倒角时,通过所述硅棒夹具的夹持部转动机构驱动所夹持的硅棒转动以实现。通常切割后硅棒截面呈矩形或类矩形,在对不同侧面进行研磨时,所述夹持部转动机构控制硅棒转动一定角度例如 90° 即可实现对研磨磨具相对硅棒的研磨面切换,在对不同棱边进行倒角时,可通过控制夹持部转动一定角度例如 45° 、 135° 等角度实现。在研磨装置所提供的研磨面为平面的情况下,在进行对硅棒的倒角时,所述夹持部转动机构可控制所夹持的硅棒转动不同的角度进行多次倒角实现,例如,对硅棒完成一个侧面的研磨后,对该侧面相邻的一条棱边及与该棱边相对的棱边,可通过旋转一定角度例如 40° 、 45° 、 50° 等角度进行多次倒角,得到在不同侧面交界处过渡更为圆滑的硅棒。所述角度均为从研磨的初始位置起始的旋转角度。所述实现倒角的方式可参考例如CN108942570A等专利公开文献,通过带动硅棒转动一定角度,磨具配合进行相对硅棒的进给以实现切割后硅棒棱边磨削。在此示例下,通过控制所述硅棒夹具与研磨装置间的相对运动,研磨装置即可实现对切割后硅棒的磨面及倒角。

[0102] 在一些实施方式中,本申请的硅棒加工设备中还包括倒角装置,用于研磨所述切割后硅棒的棱边。通常的,对硅棒的倒角作业容易形成对研磨工具的较大损耗,在此,通过研磨磨具与倒角装置的倒角磨具分别进行对硅棒的磨面与倒角,即可提高研磨磨具的使用寿命。

[0103] 在某些实施方式中,所述第三加工区位设于第一加工区位和第二加工区位之间,所述倒角装置用于对硅棒转运装置中位于第三加工区位处的硅棒夹具所夹持的粗磨后硅棒进行倒角作业;或者,所述第三加工区位设于第二加工区位之后,所述倒角装置用于对硅棒转运装置中位于第三加工区位处的硅棒夹具所夹持的精磨后硅棒进行倒角作业。

[0104] 请参阅图2a和图2b,其中,图2a显示为本申请的硅棒研磨机在一实施例中的结构示意图,图2b显示为图2a的俯视图。如图2a和图2b所示,所述硅棒研磨机包括机座1、硅棒转运装置2、粗磨装置3、精磨装置4、以及倒角装置5。

[0105] 应当说明的是,在本申请提供的所述硅棒研磨机中设有倒角装置及对应的倒角装置的实施例中,以及前述的硅棒研磨机中仅设有第一加工区位与第二加工区位的实施例,或前述的硅棒研磨机中设有第一加工区位与第二加工区位以及等待区位的实施例中,所述的机座、硅棒转运装置、粗磨装置、精磨装置的结构、功能及加工方式类似。

[0106] 例如,如图2a和图2b所示实施例中,所述机座1仍作为硅棒加工设备的主体部件,用于提供作业平台。当然,在此示例中,所述机座1的具体结构、形状可基于不同的功能需求或结构需求变更;所述硅棒加工平台上设有第三加工区位,对应的,所述机座1的形状例如可设置为矩形,其中的三条矩形边可分别对应于第一加工区位、第二加工区位及第三加工

区位。

[0107] 在图2a、图2b所示的实施例中,机座1整体呈矩形结构,所述硅棒加工平台顺应机座1 的形状设计为矩形。在所述硅棒加工平台的一个或多个侧边设有加工区位,例如为第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位,其中,第三加工区位位于第一加工区位和第二加工区位之间,具体地,第一加工区位设于硅棒加工平台的第一侧边,第三加工区位设于硅棒加工平台的第二侧边,第二侧边相邻于第一侧边,第二加工区位设于硅棒加工平台的第三侧边,第三侧边相邻于第二侧边且正对于第一侧边,即,第一加工区位与第三加工区位相差 90° ,第三加工区位与第二加工区位相差 90° 。在本申请的实施例中,可分别独立地在第一加工区位、第三加工区位、以及第二加工区位上加工所对应的硅棒。

[0108] 所述硅棒转运装置设于机座上,用于转运硅棒。在图2a、图2b所示的实施例中,硅棒转运装置2更包括转运主体21以及设于转运主体21上的多个硅棒夹具23和换位机构(未在图式中显示)。

[0109] 所述硅棒转运装置2意在将加工的硅棒在硅棒加工平台的各个加工区位之间进行转运,因此,在本申请的一实施例中,转运主体21即设于硅棒加工平台的中央区域,且转运主体21顺应硅棒加工平台的形状设计为矩形。在呈矩形的转运主体21的各个侧面可作为安装面,用于安装多个硅棒夹具23,如图2a、图2b所示,在转运主体21的四个侧面上均安装有一硅棒夹具23。

[0110] 另外,在本实施例中,硅棒转运装置2可通过所述换位机构实现转运主体21及其设置的各个硅棒夹具23在各个加工区位进行切换以转运各个硅棒夹具23所夹持的硅棒至相应的加工区位进行对应的加工作业。所述硅棒夹具23的具体结构及功能可参照图1a、图1b所示实施例,此处不再赘述。

[0111] 在此,所述换位机构可设置为包括换位转轴,如此,驱动换位转轴转动预设角度,可使得转运主体21及其设置的各个硅棒夹具23在各个加工区位进行切换。在某些实施例中,所述换位转轴位于转运主体21的几何中心,且,所述换位转轴设于重垂线方向。所述换位机构的结构及驱动转运主体转动的方式可参照前述实施例,此处不再赘述。

[0112] 当然,在所述硅棒加工平台设有第三加工区位的实施例中,当多个加工区位间所呈的位置关系不同,所述换位机构驱动转运主体转动的角度可相应变更。

[0113] 以前述各个加工区位中相邻两个加工区位相差 90° 为例,假设,在一种情形下,在初始状态下,硅棒转运装置中的某一个硅棒夹具夹持有硅棒且该硅棒夹具及其夹持的硅棒对应于第一加工区位,利用所述驱动源驱动所述主动齿轮逆时针转动,通过主动齿轮与所述从动齿轨的啮合,驱动所述从动齿轮及其关联的换位转轴以顺时针转动预设角度 90° (或 180°),使得硅棒转运装置中的那一个硅棒夹具及其夹持的硅棒由第一加工区位换位至第三加工区位(或第二加工区位)。或者,在另一种情形下,在初始状态下,硅棒转运装置中的某一个硅棒夹具夹持有硅棒且该硅棒夹具及其夹持的硅棒对应于第二加工区位,利用所述驱动源驱动所述主动齿轮顺时针转动,通过主动齿轮与所述从动齿轨的啮合,驱动所述从动齿轮及其关联的换位转轴以逆时针转动预设角度 90° (或 180°),使得硅棒转运装置中的那一个硅棒夹具及其夹持的硅棒由第二加工区位换位至第三加工区位(或第一加工区位)。其中,所述预设角度并不作严格限定,例如前述的 90° (或 180°)外,在实际加工场景中,所述预设角度可允许与 90° (或 180°)存在一定偏差,例如所述预设角度可以为 $90^\circ \pm 10^\circ$ (或 180°)

± 10°),以及其他角度。

[0114] 在实际加工场景中,为避免在持续加工中所述转运主体在多次转运后累积误差,要令所述硅棒夹具的夹持中心线与加工区位的长边方向平行或近似平行,所述预设角度还可通过硅棒在当前加工区位的夹持中心线方向与下一加工区位的长边方向确定,例如,所述预设角度用于令硅棒夹具转运至下一加工区位后其夹持中心线与所述的下一加工区位的长边平行或近似平行,所述的平行或近似平行例如为硅棒的夹持中心线与所处加工区位的长边方向间夹角为 0°~10°。

[0115] 对于所述粗磨装置及精磨装置的可行的结构及实现方式,以下以设有第一加工区位、第二加工区位与第三加工区位的硅棒研磨机为例进行说明。当然,所述精磨装置与粗磨装置也可用于前述的仅设有第一加工区位与第二加工区位的硅棒研磨机。

[0116] 在一实施例中,例如图2a、图2b所示的实施例中,粗磨装置3包括:粗磨安装结构31、至少一对粗磨磨具33、粗磨磨具进退机构35、以及粗磨磨具行进机构37。

[0117] 所述粗磨安装结构31设于机座上且对应于第一加工区位,用于设置至少一对粗磨磨具33。在如图2a、图2b所示的实施例中,粗磨安装结构31设于机座1的硅棒加工平台的边缘,用于设置至少一对粗磨磨具33。其中,粗磨安装结构31可例如为一安装结构板、安装梁、或由多个部件搭建的安装架等。以粗磨安装结构31为安装结构板为例,所述安装结构板为呈规则形状的矩形结构板,具有一定的高度和长度,其中,所述安装结构板的高度可确保能设置至少一对粗磨磨具33,所述安装结构板的长度至少要确保能覆盖待粗磨的硅棒的长度,例如,所述安装结构板的长度对应于第一加工区位的长度。所述安装结构板中面向第一加工区位的那一面即作为安装面,用于设置至少一对粗磨磨具33。其中,所述的第一加工区位的长度即沿第一加工区位的长边方向的跨距,第一加工区位的长边方向即为粗磨磨具的行进方向。

[0118] 所述至少一对粗磨磨具设置于所述粗磨安装结构上,具体地,所述至少一对粗磨磨具以沿重垂线方向对向设置于所述粗磨安装结构上的一安装侧,如此,所述至少一对粗磨磨具的研磨面位于相对的水平面内,即,所述至少一对粗磨磨具中的两个粗磨磨具的研磨面分别位于第一水平面内和第二水平面内,其中,第一水平面和第二水平面相互平行且与重垂线相垂直。在如图2a、图2b所示的实施例中,所述一对粗磨磨具33通过一粗磨磨具支座设置于粗磨安装结构31上。

[0119] 关于所述粗磨磨具,在某些实现方式中,所述粗磨磨具包括粗磨砂轮和与所述粗磨砂轮连接的旋转电机。所述粗磨砂轮具有一定颗粒度与粗糙度,所述至少一对粗磨磨具中相对设置的两粗磨砂轮分别提供给被夹持硅棒对称的两个磨面,在某些实施方式中,所述粗磨砂轮为圆形并且中间为空。所述粗磨砂轮由磨粒与结合剂固结而成,形成具有磨粒部的表面与待研磨的硅棒表面接触旋转。所述粗磨砂轮具有一定的磨粒尺寸与磨粒密度,同时粗磨砂轮中具有气孔。所述粗磨砂轮的磨料根据研磨硅棒的需要可设置为三氧化二铝、碳化硅、金刚石、立方氮化硼等硬度大于硅材料硬度的磨粒。所述旋转电机通过旋转轴与所述粗磨砂轮连接,用于驱动所述粗磨砂轮以预定的转速旋转。

[0120] 所述粗磨磨具进退机构用于驱动所述至少一对粗磨磨具中的至少一个粗磨磨具沿重垂线方向作升降移动,所述重垂线方向垂直于所述水平面。所述粗磨磨具进退机构控制所述至少一对粗磨磨具中至少一个粗磨磨具沿重垂线方向作升降移动,以实现调整至少

一对粗磨磨具中的两个粗磨磨具之间在重垂线方向上的相对距离,进而控制在磨削过程中的进给量也即决定了磨削量。另外,在所述硅棒转运装置中的硅棒夹具夹持硅棒时,所述至少一对粗磨磨具在粗磨磨具进退机构的控制下沿重垂线方向作升降移动。

[0121] 在本申请的一实施例中,所述粗磨磨具进退机构包括:进退导轨,沿重垂线方向设于所述粗磨安装结构,用于设置所述至少一对粗磨磨具;以及进退驱动单元,用于驱动所述至少一对粗磨磨具中的至少一个粗磨磨具沿所述进退导轨移动。

[0122] 例如,每一对粗磨磨具配置有粗磨磨具进退机构。在一实施例中,所述粗磨磨具进退机构包括进退导轨和进退驱动单元。请结合参阅图2a、图2b、图2c,其中,图2c显示为同2a所示硅棒研磨机的粗磨装置在一实施例中的结构示意图。所述粗磨磨具进退机构35包括进退导轨351和进退驱动单元352,其中,所述进退导轨351沿重垂线方向设置于粗磨磨具支座的第一安装侧,粗磨磨具33的底部设置有与所述进退导轨351配合的沿重垂线方向的导槽结构或导块结构。所述进退驱动单元352更可例如包括滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆沿所述进退导轨351设置,所述滚珠丝杆与相应的粗磨磨具33关联并与所述驱动电机轴接。

[0123] 在本申请的一实施例中,所述至少一对粗磨磨具中的一个粗磨磨具配置有滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆沿重垂线方向设置且与所述一粗磨磨具相关联。如此,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个粗磨磨具沿着所述进退导轨面向相对设置的另一个粗磨磨具移动以减小两个粗磨磨具之间的研磨间距(或调整研磨的进给量),或者,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作反向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个粗磨磨具沿着所述进退导轨背向相对设置的另一个粗磨磨具移动以增大两个粗磨磨具之间的研磨间距。

[0124] 在本申请的一实施例中,所述至少一对粗磨磨具中的每一个粗磨磨具配置有滚珠丝杆和驱动电机,对于每一个粗磨磨具而言,所述滚珠丝杆沿重垂线方向设置且与所述粗磨磨具相关联。如此,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个粗磨磨具沿着所述进退导轨面向相对设置的另一个粗磨磨具移动以减小两个粗磨磨具之间的研磨间距(或调整研磨的进给量),或者,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作反向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个粗磨磨具沿着所述进退导轨背向相对设置的另一个粗磨磨具移动以增大两个粗磨磨具之间的研磨间距。

[0125] 在本申请的一实施例中,所述至少一对粗磨磨具中的两个粗磨磨具共用滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆可例如为双向丝杆,所述双向丝杆沿重垂线方向设置,所述双向丝杆的杆身上布设有旋向相反的两段螺纹,这两段螺纹分别与两个粗磨磨具关联,所述驱动电机与所述双向丝杆关联,利用驱动电机驱动所述双向丝杆转动,使得与所述双向丝杆相关联的两个粗磨磨具基于一定的协同关系沿着所述进退导轨作相向移动或相背移动。例如,驱动电机驱动双向丝杆正向转动,则驱动所关联的两个粗磨磨具沿着重垂线相向移动(即,相互靠近),减小两个粗磨磨具之间的研磨间距(或调整研磨的进给量),或者,所述驱动电机驱动所述丝杆反向转动,则驱动所关联的两个粗磨磨具沿着重垂线相背移动(即,相互远离),增大两个粗磨磨具之间的研磨间距。

[0126] 所述粗磨磨具行进机构用于驱动所述至少一对粗磨磨具沿水平线移动。

[0127] 在本申请的一实施例中,所述粗磨磨具行进机构包括:行进导轨,沿水平线设于所述粗磨安装结构上,用于设置所述至少一对粗磨磨具;以及行进驱动单元,用于驱动所述至

少一对粗磨磨具沿所述行进导轨移动。

[0128] 在一实施例中,所述粗磨磨具行进机构包括行进导轨和行进驱动单元。在如图2a、图2b、图2c所示的实施例中,所述粗磨磨具行进机构37包括行进导轨371和行进驱动单元372,其中,所述行进导轨371沿水平线方向设置于粗磨安装结构31的安装侧上,用于设置配置有至少一对粗磨磨具33的粗磨磨具支座,所述粗磨磨具支座的第二安装侧设置有与所述行进导轨371配合的沿水平线的导槽结构或导块结构。所述行进驱动单元372更可例如包括滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆沿所述行进导轨371设置,所述滚珠丝杆与相应的粗磨磨具支座及其上的至少一对粗磨磨具33关联并与所述驱动电机轴接。利用所述驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的粗磨磨具支座及其上的至少一对粗磨磨具33 沿着所述行进导轨由第一加工区位的第一端移动至第一加工区位的第二端,或者,利用所述驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的粗磨磨具支座及其上的至少一对粗磨磨具33沿着所述行进导轨371由第一加工区位的第二端移动至第一加工区位的第一端。

[0129] 在利用所述粗磨磨具对位于第一加工区位处的硅棒进行粗磨作业时,由粗磨磨具的粗磨磨具进退机构驱动所述至少一对粗磨磨具中的粗磨磨具沿重垂线方向移动,以确定粗磨磨具与硅棒研磨面研磨的进给量,由粗磨磨具行进机构驱动所述至少一对粗磨磨具沿水平线移动直至完成穿过整个的硅棒,若有必要,还可由粗磨磨具行进机构驱动所述至少一对粗磨磨具沿水平线往复移动保证在硅棒长度方向上对其充分研磨,同时,由粗磨磨具进退机构驱动相对设置的至少一对粗磨磨具在重垂线方向移动,以确定粗磨磨具与硅棒研磨面研磨的进给量。在如图2a、图2b所示的实施例中,所述粗磨装置3中至少一对粗磨磨具33以沿重垂线方向对向设置,所述至少一对粗磨磨具33的研磨面位于相对的水平面内,其中,所述水平面与重垂线相垂直,在对硅棒进行研磨时,是通过粗磨磨具进退机构35驱动所述至少一对粗磨磨具 33中的至少一个粗磨磨具33沿重垂线方向作升降移动来调整进给量,以对硅棒沿重垂线方向的上侧面和下侧面进行研磨。

[0130] 在本申请的一实施例中,所述粗磨装置还可包括冷却装置,以对所述至少一对粗磨磨具降温,降低磨削过程中硅棒表面层损伤,提高粗磨砂轮的磨削效率与使用寿命。在本实施例的一实现方式中,所述冷却装置包括冷却水管、导流槽和导流孔。在某些实施方式中,所述粗磨砂轮圆周外沿设置有用于放置冷却水进入粗磨砂轮的旋转电机的防护罩。所述冷却水管一端连接冷却水源,另一端连接至所述粗磨砂轮的防护罩表面,所述导流槽设置于防护罩上,作为所述防护罩与冷却水管的接触点,所述导流孔设置在所述冷却槽内。所述冷却装置冷却剂可为常见的冷却水,冷却水管连接冷却水源,经过冷却水管抽吸的冷却水至粗磨砂轮表面的导流槽和导流孔,被引导至直达粗磨砂轮和所磨削硅棒的研磨面进行冷却,在粗磨砂轮的磨削中借由粗磨砂轮旋转导流孔的冷却水由离心作用进入粗磨砂轮内部进行充分的冷却。

[0131] 应当理解,上述实施例中的所述粗磨装置即可用于设有第一加工区位与第二加工区位硅棒研磨机中,也可用于设有第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的硅棒研磨机中。在某些实施方式中,例如对于设有第一加工区位与第二加工区位的硅棒研磨机(例如如图1a所示的硅棒研磨机),所述粗磨装置可实现对硅棒的研磨及粗倒角。所述粗磨安装结构借由一位移机构设于所述机座1,其中,所述位移机构包括:第一直线导轨,沿所述

第一加工区位的宽度方向设于所述机座1,所述第一加工区位的宽度方向正交于所述粗磨磨具行进移动的水平线方向;驱动源,驱动所述粗磨安装结构沿第一直线导轨移动。所述驱动源例如为气缸、液压泵或行进电机。

[0132] 所述粗磨磨具行进移动的水平线方向即所述第一加工区位的长边方向(也可称为长度方向)。所述粗磨装置安装结构可沿第一直线导轨移动,由此带动设于粗磨装置安装结构上的粗磨磨具沿第一加工区位的宽度方向移动,如此即可调整所述粗磨磨具与硅棒轴心线在第一加工区位宽度方向的距离。

[0133] 如前述,粗磨磨具的研磨面通常呈圆环。在一工作场景中,当所述粗磨磨具用于实现粗倒角时,所述驱动源可驱动粗磨安装结构及设于其上的粗磨磨具移动,以调整硅棒的棱边相对于粗磨磨具的位置,以确定硅棒棱边与粗磨磨具研磨面的接触弦长,通过增加硅棒棱边与粗磨磨具的接触长度,可有效提高粗倒角效率并减小粗磨磨具的磨损。

[0134] 所述精磨装置用于对所述硅棒加工平台的第二加工区位处的硅棒进行精磨作业。在如图 2a、图2b所示的实施例中,精磨装置4包括:精磨安装结构41、至少一对精磨磨具43、精磨磨具进退机构45、以及精磨磨具行进机构47。

[0135] 在本申请的一实施例中,所述精磨装置包括:精磨安装结构,设于机座上且对应于第二加工区位;至少一对精磨磨具,设于所述精磨安装结构上;其中,所述至少一对精磨磨具的研磨面平行且相对设置;精磨磨具进退机构,用于驱动所述至少一对精磨磨具中的至少一个精磨磨具沿重垂线方向移动,其中,所述重垂线方向垂直于所述研磨面;以及精磨磨具行进机构,用于驱动所述至少一对精磨磨具沿水平线移动。

[0136] 所述精磨安装结构设于机座上且对应于第二加工区位,用于设置至少一对精磨磨具。在如图2a、图2b所示的实施例中,精磨安装结构41设于机座1的硅棒加工平台的边缘,用于设置至少一对精磨磨具43。其中,精磨安装结构41可例如为一安装结构板、安装梁、或由多个部件搭建的安装架等。以精磨安装结构41为安装结构板为例,所述安装结构板为呈规则形状的矩形结构板,具有一定的高度和长度,其中,所述安装结构板的高度可确保能设置至少一对精磨磨具43,所述安装结构板的长度至少要确保能覆盖待精磨的硅棒的长度,例如,所述安装结构板的长度对应于第二加工区位的长度。所述安装结构板中面向第二加工区位的那一面即作为安装面,用于设置至少一对精磨磨具43。其中,所述的第二加工区位的长度即沿第二加工区位的长边方向的跨距,第二加工区位的长边方向即为精磨磨具的行进方向。

[0137] 所述至少一对精磨磨具设于所述精磨安装结构上;其中,所述至少一对精磨磨具的研磨面平行且相对设置。

[0138] 所述至少一对精磨磨具设置于所述精磨安装结构上,具体地,所述至少一对精磨磨具以沿重垂线方向对向设置于所述精磨安装结构上的一安装侧,如此,所述至少一对精磨磨具的研磨面位于相对的水平面内,即,所述至少一对精磨磨具中的两个精磨磨具的研磨面分别位于第一水平面内和第二水平面内,其中,第一水平面和第二水平面相互平行且与重垂线相垂直。在如图2a、图2b所示的实施例中,所述一对精磨磨具43通过一精磨磨具支座设置于精磨安装结构41上。

[0139] 关于所述精磨磨具,在某些实现方式中,所述精磨磨具包括精磨砂轮和与所述精磨砂轮连接的旋转电机。所述精磨砂轮具有一定颗粒度与粗糙度,所述至少一对精磨磨具

中相对设置的两精磨砂轮分别提供给被夹持硅棒对称的两个磨面,在某些实施方式中,所述精磨砂轮为圆形并且中间为空。所述精磨砂轮由磨粒与结合剂固结而成,形成具有磨粒部的表面与待研磨的硅棒表面接触旋转。所述精磨砂轮具有一定的磨粒尺寸与磨粒密度,同时精磨砂轮中具有气孔。所述精磨砂轮的磨料根据研磨硅棒的需要可设置为三氧化二铝、碳化硅、金刚石、立方氮化硼等硬度大于硅材料硬度的磨粒。所述旋转电机通过旋转轴与所述精磨砂轮连接,用于驱动所述精磨砂轮以预定的转速旋转。

[0140] 所述精磨磨具进退机构用于驱动所述至少一对精磨磨具中的至少一个精磨磨具沿重垂线方向移动,其中,所述重垂线方向垂直于所述研磨面。

[0141] 所述精磨磨具进退机构用于驱动所述至少一对精磨磨具中的至少一个精磨磨具沿重垂线方向作升降移动,所述重垂线方向垂直于所述水平面(即如前述的两个精磨磨具的研磨面)。所述精磨磨具进退机构控制所述至少一对精磨磨具中至少一个精磨磨具沿重垂线方向作升降移动,以实现调整至少一对精磨磨具中的两个精磨磨具之间在重垂线方向上的相对距离,进而控制在磨削过程中的进给量也即决定了磨削量。另外,在所述硅棒转运装置中的硅棒夹具夹持硅棒时,所述至少一对精磨磨具在精磨磨具进退机构的控制下沿重垂线方向作升降移动。

[0142] 在本申请的一实施例中,所述精磨磨具进退机构包括:进退导轨,沿重垂线方向设于所述精磨安装结构,用于设置所述至少一对精磨磨具;以及进退驱动单元,用于驱动所述至少一对精磨磨具中的至少一个精磨磨具沿所述进退导轨移动。

[0143] 例如,每一对精磨磨具配置有精磨磨具进退机构。在一实施例中,所述精磨磨具进退机构包括进退导轨和进退驱动单元。在如图2a、图2b所述的实施例中,所述精磨磨具进退机构45包括进退导轨和进退驱动单元(未在图式中显示),其中,所述进退导轨沿重垂线方向设置于精磨磨具支座的第二安装侧,精磨磨具43的底部设置有与所述进退导轨配合的沿重垂线方向的导槽结构或导块结构。所述进退驱动单元更可例如包括滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆沿所述进退导轨设置,所述滚珠丝杆与相应的精磨磨具关联并与所述驱动电机轴接。

[0144] 在本申请的一实施例中,所述至少一对精磨磨具中的一个精磨磨具配置有滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆沿重垂线方向设置且与所述一精磨磨具相关联。如此,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个精磨磨具沿着所述进退导轨面向相对设置的另一个精磨磨具移动以减小两个精磨磨具之间的研磨间距(或调整研磨的进给量),或者,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作反向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个精磨磨具沿着所述进退导轨背向相对设置的另一个精磨磨具移动以增大两个精磨磨具之间的研磨间距。

[0145] 在本申请的一实施例中,所述至少一对精磨磨具中的每一个精磨磨具配置有滚珠丝杆和驱动电机,对于每一个精磨磨具而言,所述滚珠丝杆沿重垂线方向设置且与所述精磨磨具相关联。如此,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个精磨磨具沿着所述进退导轨面向相对设置的另一个精磨磨具移动以减小两个精磨磨具之间的研磨间距(或调整研磨的进给量),或者,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作反向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个精磨磨具沿着所述进退导轨背向相对设置的另一个精磨磨具移动以增大两个精磨磨具之间的研磨间距。

[0146] 在本申请的一实施例中,所述至少一对精磨磨具中的两个精磨磨具共用滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆可例如为双向丝杆,所述双向丝杆沿重垂线方向设置,所述双向丝杆的杆身上布设有旋向相反的两段螺纹,这两段螺纹分别与两个精磨磨具关联,所述驱动电机与所述双向丝杆关联,利用驱动电机驱动所述双向丝杆转动,使得与所述双向丝杆相关联的两个精磨磨具基于一定的协同关系沿着所述进退导轨作相向移动或相背移动。例如,驱动电机驱动双向丝杆正向转动,则驱动所关联的两个精磨磨具沿着重垂线相向移动(即,相互靠近),减小两个精磨磨具之间的研磨间距(或调整研磨的进给量),或者,所述驱动电机驱动所述丝杆反向转动,则驱动所关联的两个精磨磨具沿着重垂线相背移动(即,相互远离),增大两个精磨磨具之间的研磨间距。

[0147] 在本申请的一实施例中,所述精磨磨具行进机构包括:行进导轨,沿水平线设于所述精磨安装结构上,用于设置所述至少一对精磨磨具;以及行进驱动单元,用于驱动所述至少一对精磨磨具沿所述行进导轨移动。

[0148] 所述精磨磨具行进机构用于驱动所述至少一对精磨磨具沿水平线移动。在一实施例中,所述精磨磨具行进机构包括行进导轨和行进驱动单元。在如图2a、图2b所示的实施例中,所述精磨磨具行进机构47包括行进导轨和行进驱动单元(未在图式中显示),其中,所述行进导轨沿水平线方向设置于精磨安装结构41的安装侧上,用于设置配置有至少一对精磨磨具的精磨磨具支座,所述精磨磨具支座的第二安装侧设置有与所述行进导轨配合的沿水平线的导槽结构或导块结构。所述行进驱动单元更可例如包括滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆沿所述行进导轨设置,所述滚珠丝杆与相应的精磨磨具支座及其上的至少一对精磨磨具43关联并与所述驱动电机轴接。利用所述驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的精磨磨具支座及其上的至少一对精磨磨具43沿着所述行进导轨由第二加工区位的的第一端移动至第二加工区位的第二端,或者,利用所述驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的精磨磨具支座及其上的至少一对精磨磨具43沿着所述行进导轨由第二加工区位的第二端移动至第二加工区位的的第一端。

[0149] 在利用所述精磨磨具对位于第二加工区位处的硅棒进行精磨作业时,由精磨磨具的精磨磨具进退机构驱动所述至少一对精磨磨具中的精磨磨具沿重垂线方向移动,以确定精磨磨具与硅棒研磨面研磨的进给量,由精磨磨具行进机构驱动所述至少一对精磨磨具沿水平线移动直至完成穿过整个的硅棒,若有必要,还可由精磨磨具行进机构驱动所述至少一对精磨磨具沿水平线往复移动保证在硅棒长度方向上对其充分研磨,同时,由精磨磨具进退机构驱动相对设置的至少一对精磨磨具在重垂线方向移动,以确定精磨磨具与硅棒研磨面研磨的进给量。在如图2a、图2b所示的实施例中,所述精磨磨具中至少一对精磨磨具以沿重垂线方向对向设置,所述至少一对精磨磨具的研磨面位于相对的水平面内,其中,所述水平面与重垂线相垂直,在对硅棒进行研磨时,是通过精磨磨具进退机构驱动所述至少一对精磨磨具中的至少一个精磨磨具沿重垂线方向作升降移动来调整进给量,以对硅棒沿重垂线方向的上侧面和下侧面进行研磨。

[0150] 在本申请的一实施例中,所述精磨装置还可包括冷却装置,以对所述至少一对精磨磨具降温,降低磨削过程中硅棒表面层损伤,提高精磨砂轮的磨削效率与使用寿命。在本实施例的一实现方式中,所述冷却装置包括冷却水管、导流槽和导流孔。在某些实施方式中,所述精磨砂轮圆周外沿设置有用于放置冷却水进入精磨砂轮的旋转电机的防护罩。所

述冷却水管一端连接冷却水源,另一端连接至所述精磨砂轮的防护罩表面,所述导流槽设置于防护罩上,作为所述防护罩与冷却水管的接触点,所述导流孔设置在所述冷却槽内。所述冷却装置冷却剂可为常见的冷却水,冷却水管连接冷却水源,经过冷却水管抽吸的冷却水至精磨砂轮表面的导流槽和导流孔,被引导至直达精磨砂轮和所磨削硅棒的研磨面进行冷却,在精磨砂轮的磨削中借由精磨砂轮旋转导流孔的冷却水由离心作用进入精磨砂轮内部进行充分的冷却。

[0151] 应当理解,上述实施例中的所述精磨装置即可用于设有第一加工区位与第二加工区位硅棒研磨机中,也可用于设有第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的硅棒研磨机中。在某些实施方式中,例如对于设有第一加工区位与第二加工区位的硅棒研磨机(例如如图1a所示的硅棒研磨机),所述精磨装置可实现对硅棒的研磨及精倒角。所述精磨安装结构借由一位移机构设于所述机座,其中,所述位移机构包括:第二直线导轨,沿所述第二加工区位的宽度方向设于所述机座,所述第二加工区位的宽度方向正交于所述精磨磨具行进移动的水平线方向;驱动源,驱动所述精磨安装结构沿第二直线导轨移动。所述驱动源例如为气缸、液压泵或行进电机。

[0152] 所述精磨磨具行进移动的水平线方向即所述第二加工区位的长边方向(也可称为长度方向)。所述精磨装置安装结构可沿第二直线导轨移动,由此带动设于精磨装置安装结构上的精磨磨具沿第二加工区位的宽度方向移动,如此即可调整所述精磨磨具与硅棒轴线在第二加工区位宽度方向的距离。

[0153] 如前述,精磨磨具的研磨面通常呈圆环。在一工作场景中,当所述精磨磨具用于实现精倒角时,所述驱动源可驱动精磨安装结构及设于其上的精磨磨具移动,以调整硅棒的棱边相对于精磨磨具的位置,从而确定硅棒棱边与精磨磨具研磨面的接触弦长,通过增加硅棒棱边与精磨磨具的接触长度,可有效提高精倒角效率并减小精磨磨具的磨损。

[0154] 相较于对立式硅棒进行研磨的研磨装置,在研磨作业中需令研磨磨具升降运动以覆盖硅棒的侧面,则需为研磨磨具配置升降驱动机构及支撑结构,如此需磨具占据的设备空间往往较大;同时,研磨磨具的重心高度在研磨过程中处于变化状态,则可能存在一定的稳定性问题。在此,本申请的硅棒研磨机提供了将研磨磨具的研磨面设于水平面的实现方式,本申请提供的硅棒研磨机在研磨作业中,研磨装置(即粗磨装置与精磨装置)沿行进方向移动,其重心高度不变,则有利于确保研磨作业的稳定性的,同时,在此设置下,所述研磨装置可与机座一体设置,即有利于增加结构刚性。

[0155] 在本申请的硅棒研磨机还包括粗磨装置、精磨装置、以及倒角装置的实施例中,所述粗磨装置、精磨装置、以及倒角装置分别设于相应的加工区位上。在本申请的一实施例中,所述粗磨装置设于第一加工区位,所述精磨装置位于第二加工区位,所述倒角装置位于第三加工区位,其中,所述第三加工区位位于所述第一加工区位和所述第二加工区位之间。具体地,所述粗磨装置位于第一区位以用于对所述第一区位处的硅棒进行粗磨作业,所述倒角装置位于第三区位以用于对所述第三区位处的粗磨后的硅棒进行倒角作业,所述精磨装置位于第二区位以用于对所述第二区位处的倒角后的硅棒进行精磨作业。特别地,利用前述的硅棒转运装置可将各个硅棒夹具夹持硅棒并将所夹持的硅棒在多个加工区位上转换位置,例如,根据加工作业的流程,将硅棒夹具所夹持的硅棒依序转换至第一加工区位、第三加工区位、以及第二加工区位。如此,在某种状态下,硅棒转运装置中的多个硅棒夹具

夹持住硅棒并受控驱动多个硅棒夹具及其所夹持的硅棒转换位置,例如,一个硅棒夹具及其所夹持的待粗磨的硅棒转换至第一加工区位,另一个硅棒夹具及其所夹持的待倒角的硅棒转换至第三加工区位,再一个硅棒夹具及其所夹持的待精磨的硅棒转换至第二加工区位,如此,位于第一加工区位的粗磨装置即可对此处的待粗磨的硅棒进行粗磨作业,位于第三加工区位的倒角装置即可对此处的待倒角的硅棒进行倒角作业,位于第二加工区位的精磨装置即可对此处的待精磨的硅棒进行精磨作业。

[0156] 在此,所述粗磨装置与精磨装置的具体结构及实现硅棒研磨的方式可参照前述实施例;应理解的,当第一加工区位与第二加工区位的位置变更时,令粗磨磨具的行进方向仍顺应第一加工区位的长边方向,精磨磨具的行进方向仍顺应第二加工区位的长边方向即可。而粗磨装置中的粗磨安装结构、粗磨磨具、粗磨磨具进退机构以及粗磨磨具行进机构的结构、布设方式及工作方式均可参照前述实施例,所述精磨装置类似,此处不再赘述。

[0157] 所述倒角装置用于对硅棒转运装置中位于第三加工区位处的硅棒夹具所夹持的硅棒进行倒角作业。在如图2a、图2b所示的实施例中,所述第三加工区位位于第一加工区位和第二加工区位之间,因此,所述倒角装置5用于对硅棒转运装置中位于第三加工区位处的硅棒夹具所夹持的粗磨后的硅棒进行倒角作业。

[0158] 在如图2a、图2b所示的实施例中,倒角装置5包括:倒角安装结构51、至少一对倒角磨具53、倒角磨具进退机构55、以及倒角磨具行进机构57。

[0159] 所述倒角安装结构设于机座上且对应于第三加工区位,用于设置至少一对倒角磨具。在如图2a、图2b所示的实施例中,倒角安装结构51设于机座1的硅棒加工平台的边缘,用于设置至少一对倒角磨具53。其中,倒角安装结构51可例如为一安装结构板、安装梁、或由多个部件搭建的安装架等。以倒角安装结构51为安装结构板为例,所述安装结构板为呈规则形状的矩形结构板,具有一定的高度和长度,其中,所述安装结构板的高度可确保能设置至少一对倒角磨具53,所述安装结构板的长度至少要确保能覆盖待倒角的硅棒的长度,例如,所述安装结构板的长度对应于第三加工区位的长度。所述安装结构板中面向第三加工区位的那一面即作为安装面,用于设置至少一对倒角磨具53。

[0160] 所述至少一对倒角磨具设置于所述倒角安装结构上,具体地,所述至少一对倒角磨具以沿重垂线方向对向设置于所述倒角安装结构上的一安装侧,如此,所述至少一对倒角磨具的研磨面位于相对的水平面内,即,所述至少一对倒角磨具中的两个倒角磨具的研磨面分别位于第一水平面内和第二水平面内,其中,第一水平面和第二水平面相互平行且与重垂线相垂直。在如图2a所示的实施例中,所述一对倒角磨具53通过一倒角磨具支座设置于倒角安装结构51上。

[0161] 关于所述倒角磨具,在某些实现方式中,所述倒角磨具包括倒角砂轮和与所述倒角砂轮连接的旋转电机。所述倒角砂轮具有一定颗粒度与粗糙度,所述至少一对倒角磨具中相对设置的两倒角砂轮分别提供给被夹持硅棒对称的两个磨面,在某些实施方式中,所述倒角砂轮为圆形。由于所述倒角磨具是对硅棒的棱边进行倒角,相对于硅棒的侧面,硅棒的棱边要小,因此,作为倒角磨具的倒角砂轮的尺寸要比作为粗磨磨具的粗磨砂轮(或作为精磨磨具的精磨砂轮)的尺寸要小。所述倒角砂轮由磨粒与结合剂固结而成,形成具有磨粒部的表面与待研磨的硅棒表面接触旋转。所述倒角砂轮具有一定的磨粒尺寸与磨粒密度,同时倒角砂轮中具有气孔。所述倒角砂轮的磨料根据研磨硅棒的需要可设置为三氧化二

铝、碳化硅、金刚石、立方氮化硼等硬度大于硅材料硬度的磨粒。所述旋转电机通过旋转轴与所述倒角砂轮连接,用于驱动所述倒角砂轮以预定的转速旋转。

[0162] 所述倒角磨具进退机构用于驱动所述至少一对倒角磨具中的至少一个倒角磨具沿重垂线方向作升降移动,所述重垂线方向垂直于所述水平面。所述倒角磨具进退机构控制所述至少一对倒角磨具中至少一个倒角磨具沿重垂线方向作升降移动,以实现调整至少一对倒角磨具中的两个倒角磨具之间在重垂线方向上的相对距离,进而控制在磨削过程中的进给量也即决定了磨削量。另外,在所述硅棒转运装置中的硅棒夹具夹持硅棒时,所述至少一对倒角磨具在倒角磨具进退机构的控制下沿重垂线方向作升降移动。

[0163] 在本申请的一实施例中,所述倒角磨具进退机构包括:进退导轨,沿重垂线方向设于所述倒角安装结构,用于设置所述至少一对倒角磨具;以及进退驱动单元,用于驱动所述至少一对倒角磨具中的至少一个倒角磨具沿所述进退导轨移动。

[0164] 例如,每一对倒角磨具配置有倒角磨具进退机构。在一实施例中,所述倒角磨具进退机构包括进退导轨和进退驱动单元。在如图2a、图2b所述的实施例中,所述倒角磨具进退机构包括进退导轨和进退驱动单元(未在图式中显示),其中,所述进退导轨沿重垂线方向设置于倒角磨具支座的第一安装侧,倒角磨具53的底部设置有与所述进退导轨配合的沿重垂线方向的导槽结构或导块结构。所述进退驱动单元更可例如包括滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆沿所述进退导轨设置,所述滚珠丝杆与相应的倒角磨具关联并与所述驱动电机轴接。

[0165] 在本申请的一实施例中,所述至少一对倒角磨具中的一个倒角磨具配置有滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆沿重垂线方向设置且与所述一倒角磨具相关联。如此,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个倒角磨具沿着所述进退导轨面向相对设置的另一个倒角磨具移动以减小两个倒角磨具之间的研磨间距(或调整研磨的进给量),或者,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作反向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个倒角磨具沿着所述进退导轨背向相对设置的另一个倒角磨具移动以增大两个倒角磨具之间的研磨间距。

[0166] 在本申请的一实施例中,所述至少一对倒角磨具中的每一个倒角磨具配置有滚珠丝杆和驱动电机,对于每一个倒角磨具而言,所述滚珠丝杆沿重垂线方向设置且与所述倒角磨具相关联。如此,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个倒角磨具沿着所述进退导轨面向相对设置的另一个倒角磨具移动以减小两个倒角磨具之间的研磨间距(或调整研磨的进给量),或者,利用驱动电机驱动滚珠丝杆作反向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的那一个倒角磨具沿着所述进退导轨背向相对设置的另一个倒角磨具移动以增大两个倒角磨具之间的研磨间距。

[0167] 在本申请的一实施例中,所述至少一对倒角磨具中的两个倒角磨具共用滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆可例如为双向丝杆,所述双向丝杆沿重垂线方向设置,所述双向丝杆的杆身上布设有旋向相反的两段螺纹,这两段螺纹分别与两个倒角磨具关联,所述驱动电机与所述双向丝杆关联,利用驱动电机驱动所述双向丝杆转动,使得与所述双向丝杆相关联的两个倒角磨具基于一定的协同关系沿着所述进退导轨作相向移动或相背移动。例如,驱动电机驱动双向丝杆正向转动,则驱动所关联的两个倒角磨具沿着重垂线相向移动(即,相互靠近),减小两个倒角磨具之间的研磨间距(或调整研磨的进给量),或者,所述驱

动电机驱动所述丝杆反向转动,则驱动所关联的两个倒角磨具沿着重垂线相背移动(即,相互远离),增大两个倒角磨具之间的研磨间距。

[0168] 所述倒角磨具行进机构用于驱动所述至少一对倒角磨具沿水平线移动。

[0169] 在本申请的一实施例中,所述倒角磨具行进机构包括:行进导轨,沿水平线设于所述倒角安装结构上,用于设置所述至少一对倒角磨具;以及行进驱动单元,用于驱动所述至少一对倒角磨具沿所述行进导轨移动。

[0170] 在一实施例中,所述倒角磨具行进机构包括行进导轨和行进驱动单元。在如图2a、图2b所示的实施例中,所述倒角磨具行进机构包括行进导轨和行进驱动单元(未在图式中显示),其中,所述行进导轨沿水平线方向设置于倒角安装结构51的安装侧上,用于设置配置有至少一对倒角磨具的倒角磨具支座,所述倒角磨具支座的第二安装侧设置有与所述行进导轨配合的沿水平线的导槽结构或导块结构。所述行进驱动单元更可例如包括滚珠丝杆和驱动电机,所述滚珠丝杆沿所述行进导轨设置,所述滚珠丝杆与相应的倒角磨具支座及其上的至少一对倒角磨具53关联并与所述驱动电机轴接。利用所述驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的倒角磨具支座及其上的至少一对倒角磨具53沿着所述行进导轨由第三加工区位的的一端移动至第三加工区位的另一端,或者,利用所述驱动电机驱动滚珠丝杆作正向转动以使得与所述滚珠丝杆相关联的倒角磨具支座及其上的至少一对倒角磨具53沿着所述行进导轨由第三加工区位的另一端移动至第三加工区位的另一端。

[0171] 在利用所述倒角磨具对位于第三加工区位处的硅棒进行倒角作业时,由倒角磨具的倒角磨具进退机构驱动所述至少一对倒角磨具中的倒角磨具沿重垂线方向移动,以确定倒角磨具与硅棒棱边研磨的进给量,由倒角磨具行进机构驱动所述至少一对倒角磨具沿水平线移动直至完成穿过整个的硅棒,若有必要,还可由倒角磨具行进机构驱动所述至少一对倒角磨具沿水平线往复移动保证在硅棒长度方向上对其充分研磨,与之配合地,由硅棒夹具中的夹持部转动机构驱动夹持部转动以带动所夹持的硅棒转动一偏角,且,由倒角磨具进退机构驱动相对设置的至少一对倒角磨具在重垂线方向移动,以确定倒角磨具与硅棒棱边研磨的进给量。例如,在图2a、图2b所示的实施例中,所述倒角装置5中至少一对倒角磨具53以沿重垂线方向对向设置,所述至少一对倒角磨具53的研磨面位于相对的水平面内,其中,所述水平面与重垂线相垂直,在对硅棒进行研磨时,是通过倒角磨具进退机构55驱动所述至少一对倒角磨具53中的至少一个倒角磨具53沿重垂线方向作升降移动来调整进给量,以对硅棒沿重垂线方向的上棱边和下棱边进行研磨。

[0172] 通常的,所述倒角磨具为研磨面呈圆环状的磨轮,所述倒角磨具可以不同弦边对硅棒棱边进行研磨,应理解的,所述倒角磨具可在倒角磨具行进机构驱动下沿第三加工区位的长边方向移动,通过控制所述倒角磨具在所述第三加工区位的宽度方向的位置可令硅棒棱边对应于倒角磨具的不同弦边。其中,所述第三加工区位的宽度方向与倒角磨具的行进方向正交且位于水平面内。

[0173] 在某些实施方式中,可预先设置所述倒角磨具的磨轮用于实现倒角的弦边,由此在将所述倒角装置安装至倒角安装结构时可预先确定所述倒角装置与硅棒夹具的夹持中心线的相对位置,如此可预先控制倒角作业中硅棒棱边与磨轮的接触长度。

[0174] 在本申请的一实施例中,所述一对倒角磨具中的两个磨具在第三加工区位的宽度

方向上交错设置,其中,所述第三加工区位的宽度方向为正交于所述倒角磨具行进方向的水平线方向。

[0175] 请参阅图3a,显示为所述本申请的硅棒研磨机的倒角装置在一实施例中的侧视图。

[0176] 如图3a所示,所述倒角装置的一对倒角磨具53在第三加工区位的宽度方向(如图3a下方所示的箭头方向)交错设置,硅棒的相对的两个棱边可分别与如图3a视图中上侧与下侧的倒角磨具53接触,并可令硅棒的棱边接触倒角磨具53的弦边以获得较大的接触长度。在此设置下,所述倒角磨具53可接触的硅棒棱边较长,即可有效提高倒角效率;同时,倒角磨具53的磨损寿命可被延长。

[0177] 当然,在另一些实施方式中,所述倒角装置的一对倒角磨具在第三加工区位的宽度方向上可对齐设置,呈如图3b所示实施例,其中,图3b显示为本申请的硅棒研磨机的倒角装置在又一实施例中的侧视图。如图所示,所述倒角装置的一对倒角磨具53在第三加工区位的宽度方向(如图3b下方所示的箭头方向)对齐,如此,硅棒的相对的一对棱边(视图中上侧与下侧的棱边)相对一对倒角磨具53的研磨面的接触长度相同,也可实现硅棒棱边与倒角磨具53具有较长的接触长度。

[0178] 应理解的,通常,截面呈圆形的单晶硅棒被开方切割形成截面呈矩形或类矩形的硅棒后,需要对硅棒进行侧面的研磨及棱边的倒角,在此,所述的棱边的倒角也可以是滚圆。本申请的发明人发现,对于常见的边长规格大约为210mm的开方后硅棒,通常后续需进行的工艺为研磨及倒角,对于常见的边长规格大约为158mm的开方后硅棒,通常后续的需进行的工艺为研磨及滚圆。对此,本申请所提供的倒角装置,适应于不同的工艺需求,即可用于进行倒角,也可用于进行滚圆。

[0179] 在某些实施方式中,所述倒角装置的一对倒角磨具中,可分别设置粗倒角磨具与精倒角磨具,以分别对硅棒棱边进行粗倒角与精倒角。在此,所述粗倒角磨具与精倒角磨具例如可设置为具有不同磨粒颗粒度、磨粒尺寸、或磨粒密度的倒角磨轮。

[0180] 在一些实现方式中,为令所述硅棒棱边相对粗倒角磨具与精倒角磨具的接触顺序为先接触粗倒角磨具进行粗倒角(或粗滚圆),后接触精倒角磨具以进行精倒角(或精滚圆),在此,本申请还提供了将所述精倒角磨具与粗倒角磨具在倒角磨具行进移动的水平线方向上交错设置的实施例。

[0181] 请参阅图3c,显示为本申请的硅棒研磨机的倒角装置在一实施例中的结构示意图。

[0182] 如图3c所示,所述倒角磨具53在倒角磨具行进机构57驱动下沿水平线移动,该水平线方向呈为图3c上方指向朝右的箭头方向。所述倒角磨具53上侧为粗倒角磨具,下侧为精倒角磨具,且在此水平线移动方向下,所述粗倒角磨具相对精倒角磨具预先接触硅棒,则可令硅棒棱边在由粗倒角磨具粗倒角(或粗滚圆)后由硅棒夹具驱动转动后再接触精倒角磨具并进行精倒角(或精滚圆)。如此,本申请的硅棒研磨机的倒角装置可实现对硅棒棱边的粗倒角与精倒角、以及粗滚圆与精滚圆。

[0183] 以所述倒角装置对一硅棒进行滚圆的一加工场景为例,在图3c视图下,倒角磨具53沿行进方向移动,同时,硅棒由硅棒夹具的夹持部转动机构驱动而保持沿硅棒轴线转动(或旋转)状态,以图3c上方所标示的箭头方向为倒角磨具53行进方向的正方向,所述粗

倒角磨具设于精倒角磨具之前,处于转动状态的硅棒的棱边先接触粗倒角磨具以实现粗滚圆,并保持转动状态至接触精倒角磨具以实现精滚圆。同时,所述粗倒角磨具与精倒角磨具在倒角磨具行进机构57驱动下运动,如此以覆盖硅棒棱边长度以完成滚圆。

[0184] 应理解的,图3c仅作为所述倒角装置中精倒角磨具与粗倒角磨具位置关系的一个示例,例如,其他可实现方式中,精倒角磨具也可设于上方而粗倒角磨具设于下方,仅当令倒角装置在工作状态下沿倒角磨具行进机构所驱动的行进方向移动时,硅棒棱边先接触粗倒角磨具后接触精倒角磨具即可。

[0185] 在具体实现方式中,所述粗倒角磨具与精倒角磨具中的至少一者可配置有沿倒角磨具行进方向的位移机构,以调整所述粗倒角磨具与精倒角磨具在行进方向上的交错距离。

[0186] 在本申请的一实施例中,所述倒角装置还可包括冷却装置,以对所述至少一对倒角磨具降温,降低磨削过程中硅棒表面层损伤,提高倒角砂轮的磨削效率与使用寿命。在本实施例的一实现方式中,所述冷却装置包括冷却水管、导流槽和导流孔。在某些实施方式中,所述倒角砂轮圆周外沿设置有用于放置冷却水进入倒角砂轮的旋转电机的防护罩。所述冷却水管一端连接冷却水源,另一端连接至所述倒角砂轮的防护罩表面,所述导流槽设置于防护罩上,作为所述防护罩与冷却水管的接触点,所述导流孔设置在所述冷却槽内。所述冷却装置冷却剂可为常见的冷却水,冷却水管连接冷却水源,经过冷却水管抽吸的冷却水至倒角砂轮表面的导流槽和导流孔,被引导至直达倒角砂轮和所磨削硅棒的棱边进行冷却,在倒角砂轮的磨削中借由倒角砂轮旋转导流孔的冷却水由离心作用进入倒角砂轮内部进行充分的冷却。

[0187] 在其他实施例中,所述倒角装置所对应的第三加工区位是位于第一加工区位和第二加工区位之后,如此,所述倒角装置用于对硅棒转运装置中位于第三加工区位处的硅棒夹具所夹持的精磨后的硅棒进行倒角作业。

[0188] 在此设置下,关于所述倒角装置,具体可参阅前述图2a~图3c所示的倒角装置的相关描述,在此不再赘述。

[0189] 在此,本申请提供了硅棒加工平台设有第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的硅棒研磨机,所述第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位分别对应于粗磨装置、精磨装置及倒角装置。借由所述倒角装置在第三加工区位对硅棒进行倒角,可有效避免粗磨磨具及精磨磨具因执行倒角被磨损,同时,本申请的发明人发现在实际生产中倒角工序所占据的时间较长,对比传统的由粗磨磨具或精磨磨具进行倒角的方式,本申请通过为倒角磨具配置第三加工区位,所述硅棒研磨机的转运主体上设有多个硅棒夹具,在一加工状态下,所述硅棒夹具与加工区位一一对应,使得硅棒研磨机可同时进行粗磨、精磨及倒角作业,如此以提升生产效率,并且本申请的硅棒研磨机使得粗磨、精磨及倒角所需的加工时间更为平均的分布在互不干扰的各个加工区位,由此减小了不同加工装置配合加工时的等待时间,缩减研磨耗时,进一步提升加工效率。

[0190] 再者,硅棒夹具所夹持的硅棒在一加工区位完成对应的加工工序例如粗磨后,借由转运主体被带动转运至另一加工区位即可进行后续加工工序例如精磨或倒角,如此有利于化简各工序之间的衔接。

[0191] 在本申请的一实施例中,在硅棒转运装置的各个硅棒夹具中至少一个还可配置有

研磨修复装置,用于修磨对应的研磨磨具,即,修磨对应的粗磨装置中的粗磨磨具、修磨对应的精磨装置中的精磨磨具、或者修磨对应的粗磨装置中的粗磨磨具和精磨装置中的精磨磨具。利用所述研磨修复装置,通过对研磨磨具进行研磨修复,可确保所述研磨磨具用于进行硅棒研磨后可达到所需的精度。

[0192] 请参阅图4,显示为本申请的研磨修复装置在一实施例中的结构示意图。在一种实现方式中,所述研磨修复装置包括安装主体241和至少一修磨部242,所述安装主体241可设于硅棒夹具23上,所述至少一修磨部242设于所述安装主体241上,用于修磨对应的所述至少一研磨磨具。例如,在所述安装主体241的相对两侧分别设有一修磨部242。以利用所述研磨修复装置对精磨装置中的精磨磨具进行修磨为例,所述精磨装置包括一对精磨磨具,令相对设置的一对精磨磨具沿重垂线方向移动至修磨部242外侧,驱动硅棒夹具沿着水平线移动以使得安装主体241两侧的两个修磨部242沿水平线作往复运动,在此状态下,可令所述精磨装置中的一对精磨磨具相向靠近(例如沿着重垂线方向)修磨部242至接触修磨部242表面以实现研磨修复。

[0193] 所述修磨部可例如为油石。在此,所述油石例如为金刚石油石、碳化硼油石、精磨油石、普通油石等。所述油石可借助于油石表面的粒度实现对所接触的研磨磨具表面的修整。在修磨过程中,油石表面接触研磨磨具,将研磨磨具的表面修整为均匀的颗粒度以及提高磨具平面的平整度、垂直度。

[0194] 本申请公开的硅棒研磨机还可有其他变化,例如,在一些实施例中,硅棒加工平台还设有等待区位,因此,硅棒转运装置上也设有相应的硅棒夹具,对应于所述等待区位的硅棒夹具可用于装载单晶硅棒以便于执行后续的研磨作业。在如图2a和图2b所示的实施例中,硅棒加工平台顺应机座1的形状设计为矩形,因此,在本申请实施例中,所述硅棒加工平台的四个侧边分别设有等待区位、第一加工区位、第三加工区位、以及第二加工区位,相应地,硅棒转运装置2上配置有与所述硅棒加工平台所设置的区位的数量相匹配的四个硅棒夹具23,如此,在某一种状态下,当硅棒转运装置2中某一硅棒夹具23是正对所述硅棒加工平台中某一区位时,硅棒转运装置2中其他硅棒夹具23也都正对于所述硅棒加工平台的其他区位。例如,当硅棒转运装置2中第一硅棒夹具当前是正对所述硅棒加工平台中第二加工区位时,则硅棒转运装置2中第二硅棒夹具、第三硅棒夹具、第四硅棒夹具也都分别正对于所述硅棒加工平台中的第三加工区位、第一加工区位、以及等待区位。

[0195] 当利用所述图2a和图2b所示实施例中的硅棒研磨机进行硅棒加工作业时,可由硅棒转运装置中的硅棒夹具夹持住待研磨的硅棒并驱动各个硅棒夹具及其所夹持的硅棒到达对应的加工区位处,例如,可由硅棒转运装置中位于等待区位处的硅棒夹具夹持住待研磨的硅棒,可由粗磨装置3对位于对硅棒转运装置2中位于第一加工区位处的硅棒夹具23所夹持的硅棒进行粗磨作业,由倒角装置5对位于硅棒转运装置2中位于第三加工区位处的硅棒夹具23所夹持的粗磨后的硅棒进行倒角作业,由精磨装置4对位于硅棒转运装置2中位于第二加工区位处的硅棒夹具23所夹持的倒角后的硅棒进行精磨作业,如此,可确保包括粗磨装置3、倒角装置5、及精磨装置4在内的各个加工装置能同时对对应加工区位上的硅棒进行相应的加工作业(例如粗磨作业、倒角作业、及精磨作业),可提升硅棒研磨效率及缩减研磨作业耗时。同时,在后续操作中,可继续由硅棒转运装置驱动硅棒夹具及其所夹持的硅棒由原先的加工区位转换至下一加工区位,以令下一加工区位处的加工装置对所述硅棒执

行下一加工作业,即,由硅棒转运装置转动预设角度(所述预设角度可例如为 90°)以驱动各个硅棒夹具由原先的加工区位转换至下一加工区位,例如,将原先位于第二加工区位的硅棒夹具及其所夹持的硅棒转换至等待区位以对精磨后的硅棒进行卸载作业并再装载新的待研磨的硅棒,将原先位于第三加工区位的硅棒夹具及其所夹持的硅棒转换至第二区位以令精磨装置对倒角后的硅棒进行精磨作业,将原先位于第一加工区位的硅棒夹具及其所夹持的硅棒转换至第三区位以令倒角装置对粗磨后的硅棒进行倒角作业,将原先位于等待区位的硅棒夹具及其所夹持的硅棒转换至第一区位以令粗磨装置对待研磨的硅棒进行粗磨作业。如此,通过硅棒转运装置驱动各个硅棒夹具在各个加工区位上依序转换以供各个加工装置可对对应加工区位上的硅棒进行相应的加工作业,形成硅棒以流水线方式完成各个加工作业,相比于相关技术,提升了硅棒研磨效率。

[0196] 请参阅图5a和图5b,其中,图5a显示为本申请的硅棒研磨机在另一实施例中的结构示意图,图5b显示为图5a的俯视图。如图5a和图5b所示,所述硅棒研磨机包括硅棒转运装置2、粗磨装置3、精磨装置4、倒角装置5、以及硅棒移送装置6。

[0197] 当然,所述等待区位及硅棒移送装置也可设置于如图1a~图2b所示实施例提供的硅棒研磨机中,其中,所述硅棒移送装置的结构及实现硅棒上下料的方式类似,因此,以下以图5a和图5b所示实施例中的硅棒研磨机进行说明。

[0198] 所述等待区位用于作为待研磨的硅棒装载后等待以供后续进行研磨作业及研磨后的硅棒等待以供后续卸载的区位,为提高硅棒装载机硅棒卸载的工作效率,本申请硅棒研磨机还包括与所述等待区位对应的硅棒移送装置。

[0199] 所述硅棒移送装置用于将待研磨的硅棒装载至等待区位或者将加工后的硅棒由等待区位卸载。

[0200] 应理解在,在所述硅棒加工平台设有等待区位的实施例中,所述硅棒转运装置上可设有相应的硅棒夹具。在此设置下,所述硅棒转运装置2意在将加工的硅棒及待加工的硅棒在硅棒加工平台的各个加工区位及等待区位之间进行转运。

[0201] 类似的,在本实施例中,硅棒转运装置2可通过所述换位机构实现转运主体21及其设置的各个硅棒夹具23在各个加工区位进行切换以转运各个硅棒夹具23所夹持的硅棒至相应的加工区位进行对应的加工作业。

[0202] 在一些实施方式中,所述换位机构包括换位转轴,如此,驱动换位转轴转动预设角度,可使得转运主体21及其设置的各个硅棒夹具23在各个加工区位进行切换。在某些实施例中,所述换位转轴位于转运主体21的几何中心,且,所述换位转轴设于重垂线方向,即图5a中的Z轴方向。换位转轴受控后转动预设角度以使得转运主体21及其设置的各个硅棒夹具23 在各个加工区位及等待区位进行切换。在此,所述换位机构的具体结构及工作方式可参照前述实施例,此处不再赘述。

[0203] 当所述硅棒夹具被转运至等待区位,即可由所述硅棒移送装置执行对加工后的硅棒进行卸载又或将待研磨的硅棒装载至硅棒夹具。

[0204] 以硅棒研磨机为例,所述硅棒研磨机具有位于第一加工区位的粗磨装置和位于第二加工区位的精磨装置,因此,所述硅棒移送装置用于将待研磨的硅棒装载至等待区位以供后续由第一加工区位处的粗磨装置对所述硅棒进行粗磨作业,或者,用于将位于等待区位上已经由位于第二加工区位处的精磨装置精磨后的硅棒予以卸载。

[0205] 在本申请的一实施例中,本申请公开的硅棒研磨机,在硅棒加工平台上还可设有装卸区位,所述硅棒移送装置位于装卸区位和等待区位之间,用于将待研磨的硅棒自装卸区位装载至等待区位以供后续由第一加工区位处的粗磨装置对所述硅棒进行粗磨作业,或者,用于将位于等待区上已经由位于第二加工区位处的精磨装置精磨后的硅棒移送至装卸区位予以卸载。

[0206] 在本申请的一实施例中,利用硅棒移送装置6可实现于等待区位硅棒的装载及卸载之外,还可使得装载至等待区位上的硅棒在进行研磨作业之前完成对中操作。其中,所述对中操作具体的是使得硅棒的轴心线与硅棒转运装置中硅棒夹具的夹持中心线在同一直线上。

[0207] 请参阅图6至图9,显示为本申请硅棒移送装置在一实施例中结构示意图。如前所述,在本申请中,所述硅棒移送装置6可将待研磨的硅棒(请参考图5a、图5b中的硅棒)由装卸区位移动至第一加工区位或第二加工区位并可使得硅棒101在进行研磨作业之前完成对中操作。结合图6至图9所示,所述硅棒移送装置6包括:硅棒上料承载结构、对中调节机构、以及进给驱动机构。

[0208] 所述硅棒上料承载结构包括承载底座以及沿上下料方向相对设置的第一装载部件和第二装载部件。

[0209] 所述硅棒上料承载结构用于承载待研磨的硅棒。在本申请的一实施例中,硅棒上料承载结构用于承载待研磨的硅棒。硅棒上料承载结构包括承载底座612和沿行进方向相对设置的第一装载部件611和第二装载部件613,其中,第一装载部件611和第二装载部件613配合以用于承载待研磨的硅棒,且,第一装载部件611和第二装载部件613可相对承载底座612作相对活动,从而使得第一装载部件611和第二装载部件613及其所承载的硅棒能相对承载底座612作相对活动。在其他实施例中,所述硅棒上料承载结构可整体例如为板状结构,例如为矩形承载板,在所述矩形承载板上可设置有枕条,为保护承载的硅棒,所述枕条可由柔性材料制作而成,所述柔性材料可例如为橡胶、亚克力、塑料等。在本实施例中,所述行进方向可称之为第一方向,即,图5a中的X轴方向。

[0210] 关于第一装载部件611和第二装载部件613,用于承载待研磨的硅棒。在某些实施例中,第一装载部件611和第二装载部件613用于承载硅棒的承载部分大致为板状结构,第一装载部件611和第二装载部件613还包括由所述板状结构延伸后凸起的止挡板(条),在所述板状结构上可设置有枕条,为保护承载的硅棒,所述枕条可由柔性材料制作而成,所述柔性材料可例如为橡胶、亚克力、塑料等。

[0211] 本申请所公开的硅棒移送装置,通过对中调节结构,可调节所述硅棒上料承载结构所承载的硅棒的位置以使得所述硅棒的轴心线与预定中心线对应。

[0212] 如前所述,所述对中操作具体指的是使得硅棒的轴心线与硅棒转运装置中硅棒夹具的夹持中心线在同一直线上,即,所述硅棒的轴心线与硅棒转运装置中硅棒夹具的夹持中心线重合。在一种实现方式中,所述硅棒转运装置中各个硅棒夹具是相同的,则各个硅棒夹具的夹持中心线在重垂线方向上一致。在另一种实现方式中,所述硅棒转运装置中各个硅棒夹具不相同,则各个硅棒夹具的夹持中心线在重垂线方向上不一致。

[0213] 在本申请的一实施例中,所述对中调节机构包括垂向升降机构,用于驱动所述硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒作垂向升降移动以使得所述硅棒的轴心线与预定中心

线在重垂线方向上对齐,所述预定中心线与硅棒转运装置中各个第一硅棒夹具的夹持中心线对应。

[0214] 在实际应用中,以其中一个硅棒夹具(在以下描述中,将该硅棒夹具称为第一硅棒夹具)为例,可预先确定第一硅棒夹具的夹持中心线,基于第一硅棒夹具的夹持中心线确定预定中心线,其中,所述预定中心线与所述第一硅棒夹具的夹持中心线在重垂线方向上相同(即,高度一致)。因此,所述对中调节机构用于调节所述待研磨的硅棒的位置以使其轴心线与预定中心线对应是用于调节所述待研磨的硅棒在重垂线方向上的位置以使其轴心线与预定中心线在重垂线方向上一致。

[0215] 关于所述对中调节机构,在本申请的一实施例中,所述对中调节机构包括垂向升降机构,用于驱动所述硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒相对作垂向升降移动以使得所述硅棒的轴心线与预定中心线在重垂线方向上对齐。请参阅图10,显示为本申请硅棒移送装置中对中调节机构的结构示意图。如图10所示,所述作为对中调节机构的垂向升降更包括:垂向升降导杆621以及垂向升降驱动单元623。

[0216] 垂向升降导杆621可沿重垂线方向设置于硅棒上料承载结构的承载底座612上,具体地,在本申请的一实施例中,硅棒移送装置还包括一安装结构620,垂向升降导杆621即设置在所述安装结构620上并穿过硅棒上料承载结构的承载底座612。为确保硅棒上料承载架构能沿着垂向升降导杆621作升降移动的稳定性,垂向升降导杆621的数量可为多个,例如,在图10所示的实施例中,垂向升降导杆621共有四个,分别对应于硅棒上料承载结构中承载底座612(在该实施例中,承载底座612呈矩形)的四个边角处。当然,垂向升降导杆也可以是其他数量,例如,三个、五个、六个、或更多个,以三个为例,三个垂向升降导杆可以例如等腰三角形的方式设置,以五个为例,五个垂向升降导杆可在前述四个垂向升降导杆的布局基础上可在中央区域再增设一个垂向升降导杆,等。

[0217] 垂向升降驱动单元623用于驱动所述硅棒上料承载结构沿着所述垂向升降导杆作升降移动。在上述垂向升降驱动单元623中,包括驱动电机6231以及由驱动电机6231驱动的丝杆组件6233,驱动电机可设置于安装结构620上,丝杆组件6233与驱动电机6231和硅棒上料承载结构中的承载底座612连接。在使用所述垂向升降驱动单元623时,所述驱动电机驱动连接的丝杆组件6233正向转动,继而带动硅棒上料承载结构沿着垂向升降导杆621作上升动作,或者,所述驱动电机驱动连接的丝杆组件6233反向转动,继而带动硅棒上料承载结构沿着垂向升降导杆621作下降动作。

[0218] 当然,所述垂向升降驱动单元并不以图10所示结构为限,在其他实施例中,所垂向升降驱动单元仍可作其他的变化,例如,在一实施例中,所述垂向升降驱动单元也可包括驱动电机以及由所述驱动电机驱动的齿轮齿条传动组件,其中,所述齿轮齿条传动组件可包括驱动齿轮和升降齿条,所述驱动电机可设置于安装结构上,所述升降齿条沿重垂线方向设置并与硅棒上料承载结构的承载底座612连接,所述驱动齿轮与所述升降齿条啮合且受控于所述驱动电机。在使用所述垂向升降驱动单元时,所述驱动电机驱动所述驱动齿轮正向转动,继而带动所述升降齿条及其连接的硅棒上料承载结构沿着垂向升降导杆621作上升动作,或者,所述驱动电机驱动所述驱动齿轮反向转动,继而带动所述升降齿条及其连接的硅棒上料承载结构沿着垂向升降导杆621作下降动作。

[0219] 在本申请的一实施例中,所述垂向升降驱动单元还包括辅助升降组件,用于与所

述垂向升降驱动单元配合。

[0220] 另外,在图10所示的实施例中,所述垂向升降驱动单元623还可包括辅助升降组件,所述辅助升降组件更包括气缸以及与气缸相连的升降顶杆,其中,气缸可设置于安装结构620上,所述升降顶杆与气缸相连且与硅棒上料承载结构中的承载底座612关联。所述升降顶杆与硅棒上料承载结构中的承载底座612关联可采用多种实现方式,例如,在一种实现方式中,所述升降顶杆与承载底座612连接,在另一种实现方式中,所述升降顶杆与承载底座612保持接触。如此,在使用垂向升降驱动单元623时,其中调节的辅助升降组件可辅助承载底座612沿着垂向升降导杆621作升降动作,可确保承载底座612作升降动作的稳定性。

[0221] 在本申请中,利用前述作为对中调节机构的垂向升降机构,通过驱动硅棒上料承载结构所承载的硅棒作垂向升降移动,可使得所述硅棒的轴心线与预定中心线在重垂线方向上对齐,其中,所述预定中心线可根据硅棒夹具的夹持中心来得到,一般地,由于硅棒夹具的夹持中心是确定的,因此,所述预定中心线也是确定的。如此,在使用垂向升降机构时,为确保驱动硅棒上料承载结构所承载的硅棒在重垂线方向作升降动作的升降数值,还需要确定硅棒当前在重垂线方向的尺度或者硅棒与硅棒夹具的夹持中心在重垂线方向上的高度差值。因此,在本申请的一实施例中,所述对中调节机构还包括高度检测仪,用于检测硅棒上料承载结构所承载的硅棒的轴心线在重垂线方向上的位置信息。

[0222] 在本申请的一实施例中,所述硅棒上料承载结构包括承载底座以及沿上下料方向相对设置的第一装载部件和第二装载部件。所述硅棒移送装置还包括第一居中调节机构,用于通过调节第一装载部件和第二装载部件来改变硅棒在上下料方向上的位置以使所述硅棒的轴心线与所述硅棒上料承载结构中沿上下料方向上的中心线对应。在本实施例中,所述上下料方向可称之为第一方向,即,图5a中的X轴方向。

[0223] 在本申请的一实施例中,所述第一居中调节机构包括:开合滑轨和开合驱动单元,利用所述开合驱动单元可驱动第一装载部件和第二装载部件沿着所述开合滑轨相向移动以执行合拢动作或沿着所述开合滑轨相背移动以执行张开动作。

[0224] 请结合参阅图7及图8,在承载底座612上设置有开合滑轨630,其中,所述开合滑轨630可例如为两个,两个开合滑轨630并行设置,即,两个开合滑轨630沿上下料方向(所述上下料方向为第一方向,即,图5a中的X轴方向)布设且分别设置于承载底座612沿第二方向(即,图5a中的Y轴方向)的相对两端,对应地,第一装载部件611和第二装载部件613的底部均设置有与开合滑轨630相匹配的导槽结构或导块结构。

[0225] 所述开合驱动单元用于驱动第一装载部件和第二装载部件沿着所述开合滑轨相向移动以执行合拢动作或沿着所述开合滑轨相背移动以执行张开动作。如图8所示,所述开合驱动单元包括:转盘631、第一传动组件633、第二传动组件635、第一推拉部件637、以及第二推拉部件639。

[0226] 所述转盘通过转轴设于所述承载底座上。在如图8所示的实施例中,转盘631通过转轴设于承载底座612的中央区域,例如,转盘631的转轴即位于承载底座612的几何中心处。转盘631的形状设计为圆形,但并不以此为限,转盘631的形状也可设计为正方形、正多边形或其他自定义形状等。

[0227] 所述第一传动组件关联于所述承载底座和所述转盘,所述第二传动组件关联于所述承载底座和所述转盘。在如图8所示的实施例中,第一传动组件633和第二传动组件635相

对转盘631呈中心对称设置,其中,第一传动组件633关联于承载底座612和转盘631,第二传动组件635关联于承载底座612和转盘631。

[0228] 关于第一传动组件,在一实现方式中,第一传动组件更包括第一气缸,所述第一气缸的缸体与所述承载底座连接,所述第一气缸的活塞杆轴接于所述转盘。如图8所示,第一传动组件633包括第一气缸,所述第一气缸的缸体侧通过一安装构件与承载底座612连接,其中,所述安装构件可通过例如螺栓方式固定于承载底座612上,所述第一气缸则与所述安装构件轴接,以获得一定轴转活动自由度,第一气缸所述的活塞杆则轴接于转盘631。

[0229] 相似地,关于第二传动组件,在一实现方式中,第二传动组件更包括第二气缸,所述第二气缸的缸体与所述承载底座连接,所述第二气缸的活塞杆轴接于所述转盘。如图8所示,第二传动组件635包括第二气缸,所述第二气缸的缸体侧通过一安装构件与承载底座612连接,其中,所述安装构件可通过例如螺栓方式固定于承载底座612上,所述第二气缸则与所述安装构件轴接,以获得一定轴转活动自由度,所述第二气缸的活塞杆则轴接于转盘631。

[0230] 所述第一推拉部件关联于所述转盘和所述第一装载部件,所述第二推拉部件关联于所述转盘和所述第二装载部件。

[0231] 在如图8所示的实施例中,第一推拉部件637和第二推拉部件639相对转盘631呈中心对称设置,其中,第一推拉部件637关联于转盘631和第一装载部件611,第二推拉部件639关联于转盘631和第二装载部件613。

[0232] 关于第一推拉部件,在一实现方式中,所述第一推拉部件637为第一连杆,第一连杆637的第一端部与转盘631轴接,第一连杆637的第二端部与第一装载部件611轴接,例如,可在第一连杆637的第二端部设置轴接头,在第一装载部件611的底部设置与所述轴接头对应的轴接孔。

[0233] 关于第二推拉部件,在一实现方式中,所述第二推拉部件639为第二连杆,第二连杆639的第一端部与转盘631轴接,第二连杆639的第二端部与第二装载部件613轴接,例如,可在第二连杆639的第二端部设置轴接头,在第二装载部件613的底部设置与所述轴接头对应的轴接孔。

[0234] 如此,在利用前述实施例所公开的开合驱动单元时,当所述第一传动组件和所述第二传动组件中至少一者受控后驱动所述转盘正向转动时,由所述转盘带动所述第一推拉部件所关联的第一装载部件和所述第二推拉部件所关联的第二装载部件沿着所述开合滑轨相向移动;当所述第一传动组件和所述第二传动组件中至少一者受控后驱动所述转盘反向转动时,由所述转盘带动所述第一推拉部件所关联的第一装载部件和所述第二推拉部件所关联的第二装载部件沿着所述开合滑轨相背移动。

[0235] 如图8所示,在利用前述实施例所公开的开合驱动单元时,可将作为传动组件中的其中一个传动组件设计为驱动型,以第一传动组件633为例,将第一传动组件633中的第一气缸设计为控制气缸,以第一气缸为控制气缸为例,第一气缸受控后,第一气缸的活塞杆顶出,驱动转盘631顺时针转动,顺时针转动的转盘631带动第二气缸的活塞杆伸出,另外,顺时针转动的转盘631带动其上的第一连杆637和第二连杆639发生顺时针扭动(第一连杆637轴接于转盘631的轴接点和第二连杆639轴接于转盘631的轴接点在顺时针扭动时靠近硅棒上料承载结构中沿第二方向上的中心线对应),由第一连杆637和第二连杆639分别带动各

自对应的第一装载部件611和第二装载部件613沿着开合滑轨630相向移动以执行合拢动作,形成如图9所示的状态。相应地,第一气缸受控后,第一气缸的活塞杆回缩,驱动转盘631逆时针转动,逆时针转动的转盘631带动第二气缸的活塞杆回缩,另外,逆时针转动的转盘631带动其上的第一连杆637和第二连杆639发生逆时针扭动(第一连杆637轴接于转盘631的轴接点和第二连杆639轴接于转盘631的轴接点在顺时针扭动时远离硅棒上料承载结构中沿第二方向上的中心线对应),由第一连杆637和第二连杆639分别带动各自对应的第一装载部件611和第二装载部件613沿着开合滑轨630相背移动以执行张开动作。

[0236] 在如图8所示的实施例中,所述第一居中调节机构中的开合驱动单元包括:转盘631、第一传动组件633、第二传动组件635、第一推拉部件637、以及第二推拉部件639,但并不以此为限,在其他实施例中,所述第一居中调节机构中的开合驱动单元仍可作其他的变化。

[0237] 例如,在某些实施例中,所述开合驱动单元包括:双向丝杆和驱动源,其中,所述双向丝杆沿上下料方向设置,且,所述双向丝杆的两端分别与第一装载部件和第二装载部件螺纹连接,所述驱动源与所述双向丝杆连接,用于驱动所述双向丝杆转动以使得第一装载部件和第二装载部件沿上下料方向相向移动或相背移动。在使用所述实施例所公开的开合驱动单元时,令所述驱动源驱动所述双向丝杆正向转动,使得第一装载部件和第二装载部件沿着所述开合滑轨(所述开合滑轨沿上下料方向布设)相向移动以执行合拢动作,或者,令所述驱动源驱动所述双向丝杆反向转动,使得第一装载部件和第二装载部件沿着所述开合滑轨(所述开合滑轨沿上下料方向布设)相背移动以执行张开动作。

[0238] 例如,在某些实施例中,所述开合驱动单元包括:沿上下料方向设置的第一齿条和第二齿条,所述第一齿条与所述第一装载部件连接,所述第二齿条与所述第二装载部件连接;驱动齿轮,位于第一齿条和第二齿条之间且与第一齿条和第二齿条啮合;驱动源,用于驱动所述驱动齿轮转动以带动第一齿条连接的第一装载部件和第二齿条连接的第二装载部件沿上下料方向相向移动或相背移动。在使用所述实施例所公开的开合驱动单元时,令所述驱动源驱动所述驱动齿轮正向转动,通过驱动齿轮与所述第一齿条和第二齿条的啮合,使得所述第一齿条连接的第一装载部件和所述第二齿条连接的第二装载部件沿着所述开合滑轨(所述开合滑轨沿上下料方向布设)相向移动以执行合拢动作,或者,令所述驱动源驱动所述驱动齿轮反向转动,通过驱动齿轮与所述第一齿条和第二齿条的啮合,使得所述第一齿条连接的第一装载部件和所述第二齿条连接的第二装载部件沿着所述开合滑轨(所述开合滑轨沿上下料方向布设)相背移动以执行张开动作。

[0239] 由上可知,利用所述第一居中调节单元,通过调节第一装载部件和第二装载部件来改变所承载的硅棒在上下料方向上的位置,使得所述硅棒的轴心线与所述硅棒上料承载结构中沿上下料方向上的中心线对应。

[0240] 本申请的硅棒移送装置仍可有其他变化。例如,在某些实施例中,所述硅棒移送装置还可包括第二居中调节机构,用于通过调节所述硅棒上料承载结构所承载的硅棒在夹持方向上的位置以使所述硅棒位于所述硅棒上料承载结构在夹持方向上的居中区域,其中,夹持方向与上下料方向相垂直。

[0241] 在本申请的一实施例中,所述第二居中调节机构包括:支架,设于硅棒加工平台;滑轨,沿夹持方向设于所述支架上;两个推顶件,设于所述滑轨上且分别相对布置在所述支

架的两侧；以及推顶驱动单元，用于驱动两个推顶件沿着所述滑轨相向移动或相背移动。

[0242] 请参阅图11，显示为图5a的局部放大图。结合图5a和图11，所述硅棒移送装置还可包括第二居中调节机构，所述第二居中调节机构可包括：支架641、配置在支架641上的滑轨643、相对布置在支架641两侧且能在滑轨643上相对移动的两个推顶件645、以及推顶驱动单元，其中，滑轨643沿夹持方向（即，图5a中的Y轴方向）设置，所述两个推顶件645设于滑轨643上且分别相对布置在支架641的两侧，所述推顶驱动单元更包括双向丝杠和驱动源，其中，所述双向丝杠沿夹持方向设置且在两端分别两个推顶件螺纹连接，所述驱动源与双向丝杠连接，用于驱动所述双向丝杠转动以使得两个推顶件沿夹持方向相向移动或相背移动。在使用所述实施例所公开的第二居中调节机构时，令所述驱动源驱动所述双向丝杠正向转动，使得两个推顶件645沿着滑轨643（所述滑轨643沿夹持方向布设）相向移动以执行合拢动作，或者，令所述驱动源驱动所述双向丝杠反向转动，使得两个推顶件645沿着滑轨643（所述滑轨643沿夹持方向布设）相背移动以执行张开动作。所述控制源可例如为伺服电机。

[0243] 由上可知，利用所述第二居中调节单元，通过两个推顶件645推顶硅棒上料承载结构上所承载硅棒在夹持方向上的位置，使得硅棒调整至硅棒上料承载结构的居中区域。

[0244] 如前所述，所述对中调节机构还包括高度检测仪，用于检测硅棒上料承载结构所承载的硅棒的轴心线在重垂线方向上的位置信息。请结合图5a、图5b和图11，在本申请的实施例中，所述对中调节机构包括高度检测仪625，所述高度检测仪625配置在第二居中调节单元上，如图10所示，高度检测仪625设置在所述第二居中调节单元的滑轨643上，其可受控于一控制源（例如伺服电机）而执行沿重垂线方向以及夹持方向和/或上下料方向的移动。在一实现方式中，高度检测仪625可例如为接触式传感器或测距传感器。以接触式传感器为例，所述接触式传感器具有探测头，用于与硅棒的侧面（例如为硅棒的顶面）接触。在某些实施例中，所述接触式传感器的探测头上还可设置有伸缩弹簧，在探测头接触到硅棒时，可在伸缩弹簧的带动下回退，可用于保护探测头，避免探测头被影像触碰或顶压而损坏。

[0245] 当使用所述高度检测仪时，以高度检测仪625在夹持方向（沿滑轨643）移动且高度检测仪为接触式传感器为例：将硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒沿上下料方向移动至所述第二居中调节单元中滑轨643的下方，驱动高度检测仪625沿重垂线方向下降直至触碰到硅棒的顶面，完成一个检测点的检测；驱动高度检测仪625沿重垂线方向上升以回退，驱动高度检测仪625沿夹持方向移动预设长度，驱动高度检测仪625沿重垂线方向下降直至触碰到硅棒的顶面，完成下一个检测点的检测，其中，所述下一个检测点与上一个检测点同在夹持方向上；如此，继续上述步骤，即可完成同一直线（一排）上的多个检测点的检测。当然，也可对硅棒进行多排检测点的检测，例如，在完成一排的多个检测点的检测之后，将硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒沿上下料方向移动预设的偏置距离，依据上述方式，完成下一排多个检测点的检测。

[0246] 由上可知，利用所述高度检测仪，可通过对硅棒的顶面进行多点检测后得到硅棒的高度，继而获得硅棒的轴心线在重垂线方向上的位置信息，以便于后续利用对中调节机构据此进行调整。

[0247] 所述进给驱动机构用于驱动所述硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒沿上下料方向由装卸区位移动至等待区位。

[0248] 如图5a和图11所示的实施例中,所述进给驱动机构设置于硅棒上料承载机构的下方,包括:进给导杆651和进给驱动单元653,其中,进给导杆651沿上下料方向布设,用于设置所述硅棒上料承载结构,如图10所示,进给导杆651沿上下料方向跨设于机座且贯穿安装结构620,使得安装结构620及其上的硅棒上料结构均设于进给导轨651上。所述进给驱动单元用于驱动所述硅棒上料承载结构沿着所述进给导杆移动,在一种实现方式中,如图10所示的实施例,所述进给驱动单元包括:驱动电机6531以及沿上下料方向设置且由驱动电机驱动的丝杆组件6533,所述驱动电机可设置于丝杆组件6533的一端,所述丝杆组件6533受控于驱动电机6531且与安装结构620螺接。如此,当使用所述进给驱动机构时,由驱动电机6531驱动丝杆组件6533正向转动,继而带动与丝杆组件6533连接的硅棒上料承载结构沿着进给导杆651(沿上下料方向)面向等待区位移动,或者,由驱动电机6531驱动丝杆组件6533反向转动,继而带动与丝杆组件6533连接的硅棒上料承载结构沿着进给导杆651(沿上下料方向)面向装卸区位移动,从而将硅棒上料承载结构所承载的硅棒在装卸区位和等待区位之间移送。

[0249] 在实际应用中,当使用前述的硅棒移送装置时,具体操作流程可大致包括:硅棒上料承载结构位于装卸区位的初始位置处,将待研磨的硅棒至于硅棒上料承载结构的第一装载部件和第二装载部件上;利用第一居中调节机构,驱动第一装载部件和第二装载部件沿着上下料方向相向移动,使得硅棒的轴心线与硅棒上料承载结构中沿上下料方向上的中心线对齐;利用进给驱动机构驱动硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒沿着上下料方向移动至第二居中调节机构处;利用第二居中调节机构,调节硅棒在夹持方向上的位置,使得硅棒位于硅棒上料承载结构在夹持方向上的居中区域,另外,利用高度检测仪对硅棒进行多点检测,得到硅棒的轴心线在重垂线方向上的位置信息;利用进给驱动机构驱动硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒沿着上下料方向移动以回退至初始位置处;根据硅棒的轴心线在重垂线方向上的位置信息和所要移动的等待区位处硅棒夹具的夹持中心线在重垂线方向上的位置信息,确定两者的差值,利用垂向升降机构驱动硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒沿重垂线方向执行升降动作,使得硅棒的轴心线与等待区位处硅棒夹具的夹持中心线在重垂线方向上对齐;利用进给驱动机构驱动硅棒上料承载结构及其所承载的硅棒沿着上下料方向移动至等待区位,以令等待区位处硅棒夹具夹持所述硅棒。

[0250] 在此,本申请公开的硅棒移送装置,包括硅棒上料承载结构、对中调节机构、以及进给驱动机构,能在将待研磨的硅棒由装载区移送至至少一硅棒加工设备对应的至少一加工区位的装载工作中实现硅棒的对中操作,使得硅棒的轴心线与相应至少一硅棒加工设备的中心线在同一直线上,以本申请前述实施例中的硅棒研磨机为例,本申请公开的硅棒移送装置,能在将待研磨的硅棒由装载区移送至等待区位,使得硅棒的轴心线与等待区位处硅棒夹具的夹持中心线在同一直线上,以利于后续的硅棒加工作业,相对于相关技术,具有结构简单、操作便利、对中准确且高效等优点。

[0251] 本申请公开的硅棒移送装置,仍可作其他变化,例如在某些实施例中,所述硅棒移送装置还可包括硅棒下料承载结构,用于承载待下料的硅棒。所述硅棒下料承载结构包括卸载部件,所述卸载部件设于所述承载底座上或所述第一装载部件和所述第二装载部件中的其中之一者。在如图6所示的实施例中,所述卸载部件66用于承载硅棒的承载部分大致为板状结构,在所述板状结构上可设置有枕条,为保护承载的硅棒,所述枕条可由柔性材料制作

而成,所述柔性材料可例如为橡胶、亚克力、塑料等。

[0252] 在如图6所示的实施例中,卸载部件66的数量为一个,固定设于硅棒上料承载结构的第一装载部件611或第二装载部件613上。如此,一方面,利用硅棒移送装置进行硅棒上料时,是将未固定有卸载部件66的那一个装载部件(若卸载部件66固定在第一装载部件611上,那即是第二装载部件613对应于要上料的等待区位;若卸载部件66固定在第二装载部件613上,那即是第一装载部件611对应于要上料的等待区位)对应于要上料的等待区位,以避免卸载部件66对等待区位上的硅棒夹具造成干扰。另一方面,利用硅棒移送装置进行硅棒下料时,是将没有固定有卸载部件66那个装载部件对应于要下料的等待区位(若卸载部件66固定在第一装载部件611上,那即是第二装载部件613对应于要下料的等待区位;若卸载部件66固定在第二装载部件613上,那即是第一装载部件611对应于要下料的等待区位)。

[0253] 有鉴于此,在卸载部件66为一个且固定设于硅棒上料承载结构的第一装载部件611或第二装载部件613上时,所述硅棒移送装置还包括换向机构,用于驱动所述硅棒上料承载结构和所述硅棒下料承载结构互换位置。在如图5a所示的实施例中,所述换向机构包括设于重垂线方向的换向转轴,驱动所述换向转轴转动预设角度(所述预设角度例如为 180°)以使得所述硅棒上料承载结构和所述硅棒下料承载结构互换位置。在一种实现方式中,所述换向机构还包括用于驱动换向转轴转动的换向驱动单元,所述换向驱动单元包括:主动齿轮,轴接于驱动源;以及从动齿轮,啮合于所述主动齿轮且连接于所述换向转轴。

[0254] 在此,本申请公开的硅棒研磨机,包括机座、硅棒转运装置、粗磨装置、倒角装置、精磨装置、以及硅棒移送装置,其中,所述机座具有硅棒加工平台,所述硅棒加工平台上设有等待区位、第一加工区位、第三加工区位、以及第二加工区位,硅棒转运装置包括转运主体及多个硅棒夹具和换位机构,利用换位机构驱动多个硅棒夹具及其所夹持的硅棒在各个加工区位上转换位置以令粗磨装置能对硅棒进行粗磨作业、倒角装置能对硅棒进行倒角作业、以及精磨装置能对硅棒进行精磨作业,使得在同一时刻所述硅棒研磨机中的粗磨装置、倒角装置、以及精磨装置均处于工作状态,可提升硅棒研磨效率及缩减研磨作业耗时,且可提升经济效益。

[0255] 当利用所述图5a、图5b所示实施例中的硅棒研磨机进行硅棒加工作业时,具体的流程可大致如下:

[0256] 将第一硅棒置放于位于装卸区位处的硅棒移送装置6。

[0257] 由硅棒移送装置6将第一硅棒移送至等待区位,由等待区位处的硅棒夹具夹持住第一硅棒以完成装载。其中,第一硅棒的轴心线与硅棒夹具的夹持中心线在同一直线上。

[0258] 由硅棒转运装置2转动预设角度以驱动各个硅棒夹具23及其所夹持的硅棒到达对应的加工区位处。例如,可由硅棒转运装置2顺时针转动 90° 以将原位于等待区位处的硅棒夹具及其所夹持的第一硅棒转换至第一加工区位。

[0259] 由粗磨装置3对位于对硅棒转运装置2中位于第一加工区位处的硅棒夹具23所夹持的第一硅棒进行粗磨作业。与此同时,由硅棒移送装置将第二硅棒移送至等待区位,由等待区位处的硅棒夹具夹持住第二硅棒以完成装载。

[0260] 待第一硅棒完成粗磨作业之后,由硅棒转运装置2转动预设角度以驱动各个硅棒夹具及其所夹持的硅棒到达对应的加工区位处。例如,可由硅棒转运装置2继续顺时针转动

90°以将原位于第一加工区位处的硅棒夹具23及其所夹持的第一硅棒转换至第三加工区位以及将原位于等待区位处的硅棒夹具23及其所夹持的第二硅棒转换至第一加工区位。

[0261] 由倒角装置5对位于对硅棒转运装置2中位于第三加工区位处的硅棒夹具23所夹持的粗磨后的第一硅棒进行倒角作业,与此同时,由粗磨装置3对位于对硅棒转运装置2中位于第一加工区位处的硅棒夹具23所夹持的第二硅棒进行粗磨作业,以及,由硅棒移送装置将第三硅棒移送至等待区位,由等待区位处的硅棒夹具夹持住第三硅棒以完成装载。

[0262] 待第一硅棒完成倒角作业之后,由硅棒转运装置2转动预设角度以驱动各个硅棒夹具23 及其所夹持的硅棒到达对应的加工区位处。例如,可由硅棒转运装置2继续顺时针转动90°以将原位于第三加工区位处的硅棒夹具及其所夹持的第一硅棒转换至第二加工区位、将原位于第一加工区位处的硅棒夹具及其所夹持的第二硅棒转换至第三加工区位、以及将原位于等待区位处的硅棒夹具及其所夹持的第三硅棒转换至第一加工区位。

[0263] 由精磨装置4对位于对硅棒转运装置2中位于第二加工区位处的硅棒夹具23所夹持倒角后的的第一硅棒进行精磨作业,与此同时,由倒角装置5对位于对硅棒转运装置2中位于第三加工区位处的硅棒夹具23所夹持的粗磨后的第二硅棒进行倒角作业,由粗磨装置3对位于对硅棒转运装置2中位于第一加工区位处的硅棒夹具23所夹持的第三硅棒进行粗磨作业,以及,由硅棒移送装置将第四硅棒移送至等待区位,由等待区位处的硅棒夹具夹持住第四硅棒以完成装载。

[0264] 待第一硅棒完成精磨作业之后,由硅棒转运装置2转动预设角度以驱动各个硅棒夹具23 及其所夹持的硅棒到达对应的加工区位处。例如,可由硅棒转运装置逆时针转动270°(或,继续顺时针转动90°)以将原位于第二加工区位处的硅棒夹具及其所夹持的第一硅棒转换至等待区位、将原位于第三加工区位处的硅棒夹具及其所夹持的第二硅棒转换至第二加工区位、将原位于第一加工区位处的硅棒夹具及其所夹持的第三硅棒转换至第三加工区位、以及将原位于等待区位处的硅棒夹具及其所夹持的第四硅棒转换至第一加工区位。

[0265] 由硅棒移送装置6将精磨后的第一硅棒由等待区位移送至装卸区位以完成卸载、装载第五硅棒并将其移送至等待区位,由等待区位处的硅棒夹具夹持住第五硅棒以完成装载。与此同时,由精磨装置4对位于对硅棒转运装置2中位于第二加工区位处的硅棒夹具23所夹持的倒角后的第二硅棒进行精磨作业,由倒角装置5对位于对硅棒转运装置2中位于第三加工区位处的硅棒夹具23所夹持的粗磨后的第三硅棒进行倒角作业,由粗磨装置3对位于对硅棒转运装置2中位于第一加工区位处的硅棒夹具23所夹持的第四硅棒进行粗磨作业。

[0266] 在所述硅棒研磨机中设有对应粗磨装置的第一加工区位、对应精磨装置的第二加工区位、以及对应倒角装置的第三加工区位的实施例中,为简化本申请的硅棒研磨机的设备布局,以及为简化加工装置(即粗磨装置、精磨装置、倒角装置)执行研磨作业所需的转运流程,本申请还提供了以下实施例:

[0267] 在某些实施方式中,所述转运主体在水平面的轮廓呈矩形。同时,在一些实施方式中,所述矩形还可以为正方形。

[0268] 在本申请的一实施例中,转运主体21即设于硅棒加工平台的中央区域,且转运主体21 顺应硅棒加工平台的形状设计为矩形。在呈矩形的转运主体21的各个侧面可作为安

装面,用于安装多个硅棒夹具23,如图5a、图5b所示,在转运主体21的四个侧面上均安装有一硅棒夹具23。

[0269] 在如图5a、图5b所示的实施例中,硅棒加工平台顺应机座1的形状设计为矩形,因此,在本申请实施例中,所述硅棒加工平台的四个侧边分别设有等待区位、第一加工区位、第三加工区位、以及第二加工区位,相应地,硅棒转运装置2上配置有与所述硅棒加工平台所设置的区位的数量相匹配的四个硅棒夹具23,如此,在某一种状态下,当硅棒转运装置2中某一硅棒夹具23是正对所述硅棒加工平台中某一区位时,硅棒转运装置2中其他硅棒夹具23也都正对于所述硅棒加工平台的其他区位。即,当硅棒转运装置2中第一硅棒夹具是正对所述硅棒加工平台中第二加工区位时,则硅棒转运装置2中第二硅棒夹具、第三硅棒夹具、第四硅棒夹具也都分别正对于所述硅棒加工平台中的第三加工区位、第一加工区位、以及等待区位。

[0270] 在将所述转运主体在水平面的轮廓设为矩形的实施例中,以所述换位机构包括换位转轴为例,所述转运主体的转动中心可设于矩形的形心(即几何中心)处,则对任一初始时刻,转运主体沿同一方向例如顺时针方向每转动 90° ,矩形的四条边的方向与转动前的初始时刻对应的四条边的方向相互对应,所述的相互对应即为矩形边的方向与转动前的矩形边的方向一一平行或共线。当所述转运主体在水平面轮廓设置为正方形,则对任一初始时刻,转运主体沿顺时针方向或逆时针方向每转动 90° 即可与初始时刻位置重叠。

[0271] 在一些实现方式中,所述转运主体轮廓的矩形的每一边的外侧分别设有一所述硅棒夹具,其中,任一所述硅棒夹具的夹持中心线与所对应的矩形边平行。

[0272] 在具体实现方式中,对一硅棒夹具,将其设于所述转运主体轮廓中一边外侧,例如可设于该矩形边外侧的水平导轨、导槽或导柱上,则所述硅棒夹具的夹持中心线与所对应的边平行。

[0273] 在此设置下,所述转运主体由换位机构驱动转动预设角度如 90° (或 180°)时,则可令同一加工区位对应加工的硅棒从转运主体一条边外侧的硅棒更换为对应设于另一条边外侧的硅棒,例如,第一加工区位处的粗磨装置对一单晶硅棒进行粗磨研磨后,转运主体由换位机构驱动转动 90° 后,粗磨装置即可对另一单晶硅棒进行粗磨研磨。当然,应理解的,所述预设角度不以 90° 为限,例如前述的 90° (或 180°)外,在实际加工场景中,所述预设角度可允许与 90° (或 180°)存在一定偏差,例如所述预设角度可以为 $90^\circ \pm 10^\circ$ (或 $180^\circ \pm 10^\circ$),以及其他角度,同一加工区位即可对转运主体另一边对应的硅棒夹具所夹持的硅棒进行加工。

[0274] 在实际加工场景中,为避免在持续加工中所述转运主体在多次转运后累积误差,要令所述硅棒夹具的夹持中心线与加工区位的长边方向平行或近似平行,所述预设角度还可由硅棒在当前加工区位的夹持中心线方向与下一加工区位的长边方向确定,例如,所述预设角度用于令硅棒夹具转运至下一加工区位后其夹持中心线与所述的下一加工区位的长边平行或近似平行,所述的平行或近似平行例如为硅棒的夹持中心线与所处加工区位的长边方向间夹角为 $0^\circ \sim 10^\circ$ 。

[0275] 应当理解,在本示例的硅棒研磨机中,所述转运主体设于硅棒加工平台的居中区域,所述粗磨装置、精磨装置、及倒角装置设于相对转运主体的外侧。为实现对呈卧式夹持的硅棒的侧面研磨,所述研磨装置中粗磨磨具的磨面设于水平面内,所述精磨装置中精磨

磨具的磨面设于水平面内,以及,所述倒角装置中倒角磨具的磨面设于水平面内,所述转运主体在转动以切换硅棒夹具所处的加工区位后,被夹持的硅棒被夹持的硅棒的上下两个侧面的水平高度不变,又或,借由所述硅棒夹具的夹持部带动硅棒转动即可将硅棒的待研磨面调整为位于水平面内,因此无需对转运主体带动硅棒夹具转动的预设角度精确定位即可进行对硅棒侧面的研磨。

[0276] 在某些实施方式中,所述硅棒加工平台还设有等待区位,所述第一加工区位的长边、第二加工区位的长边、第三加工区位的长边与等待区位的长边与所述矩形的四个边平行对应;其中,所述第一加工区位的长边为粗磨装置中粗磨磨具的行进方向,所述第二加工区位的长边为精磨装置中精磨磨具的行进方向,所述第三加工区位的长边为倒角装置中倒角磨具的行进方向,所述等待区位的长边为等待区位处承载的硅棒的轴线方向。

[0277] 在实际加工场景中,令研磨状态下硅棒夹具所夹持的硅棒轴心线与加工区位的长边方向平行(或近似平行),当研磨磨具或倒角磨具沿行进方向移动时,磨具与硅棒的距离不变,则有利于进行研磨或倒角作业并有利于简化设备。为此,本申请令所述第一加工区位的长边、第二加工区位的长边、第三加工区位的长边与等待区位的长边与所述转运主体轮廓的矩形的四个边平行对应,则设于所述转运主体上一边的硅棒夹具所对应的夹持中心线与任意加工区位或等待区位的长边平行时,转运主体上其他三条矩形边的硅棒夹具对应的夹持中心线也与所处加工区位或等待区位的长边平行。同时,当设于所述转运主体上的硅棒夹具跟随转运主体转动预设角度,以使一硅棒夹具对应的加工区位改变后,令该硅棒夹具的夹持中心线与转动后所处加工区位的长边平行,则转运主体上其他硅棒夹具也被调整为夹持中心线与所处加工区位的长边平行对应。

[0278] 在某些实施方式中,在等候状态下,所述转运主体轮廓的矩形的第一边对应所述等待区位,第二边对应所述第一加工区位,第三边对应所述第二加工区位,第四边对应所述第三加工区位。

[0279] 在此,所述等候状态即转运主体上的一硅棒夹具对应的夹持中心线等待区位处装载的硅棒平行或近似平行的状态,在此状态下,将设有该硅棒夹具的轮廓边视为第一边,所述转运主体的轮廓的第二边对应所述第一加工区位,第三边对应所述第二加工区位,第四边对应所述第三加工区位。如此,等待区位可进行对硅棒的装载或下料作业,第一加工区位处可进行粗磨作业,第二加工区位处可进行精磨作业,第三加工区位处可进行倒角作业,同一时刻不同加工区位均处于工作状态;同时,借由转运主体带动硅棒夹具在不同区位切换,对同一硅棒可实现不同研磨工序的无缝衔接,硅棒研磨机的加工效率提高。

[0280] 上述实施例仅例示性说明本申请的原理及其功效,而非用于限制本申请。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本申请的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本申请所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本申请的权利要求所涵盖。

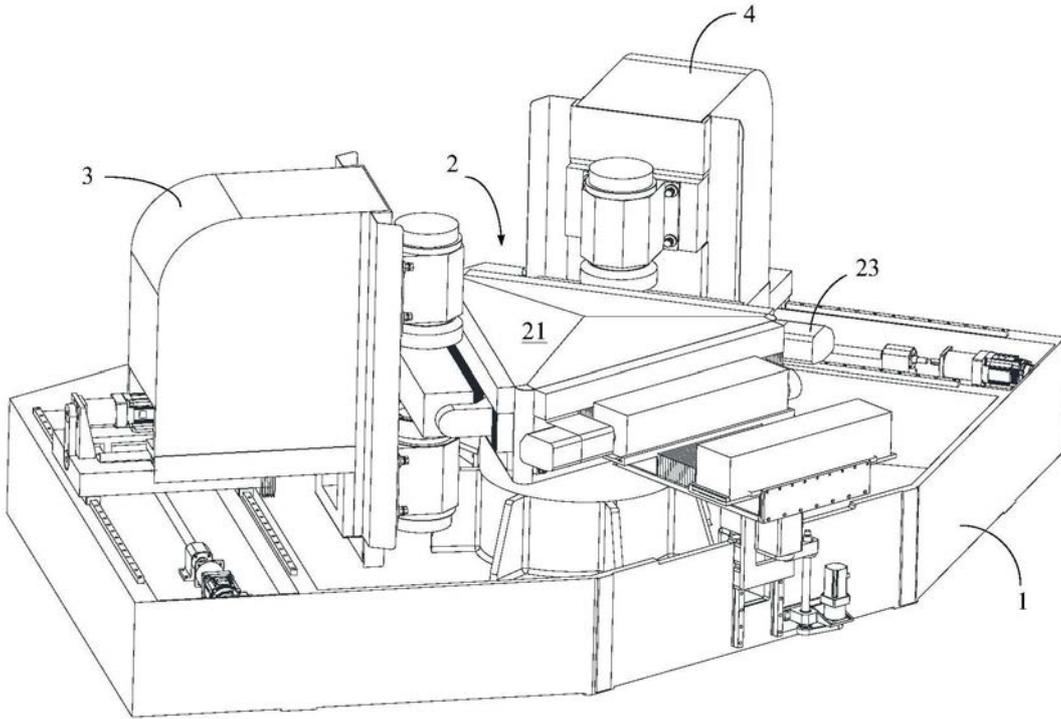


图1a

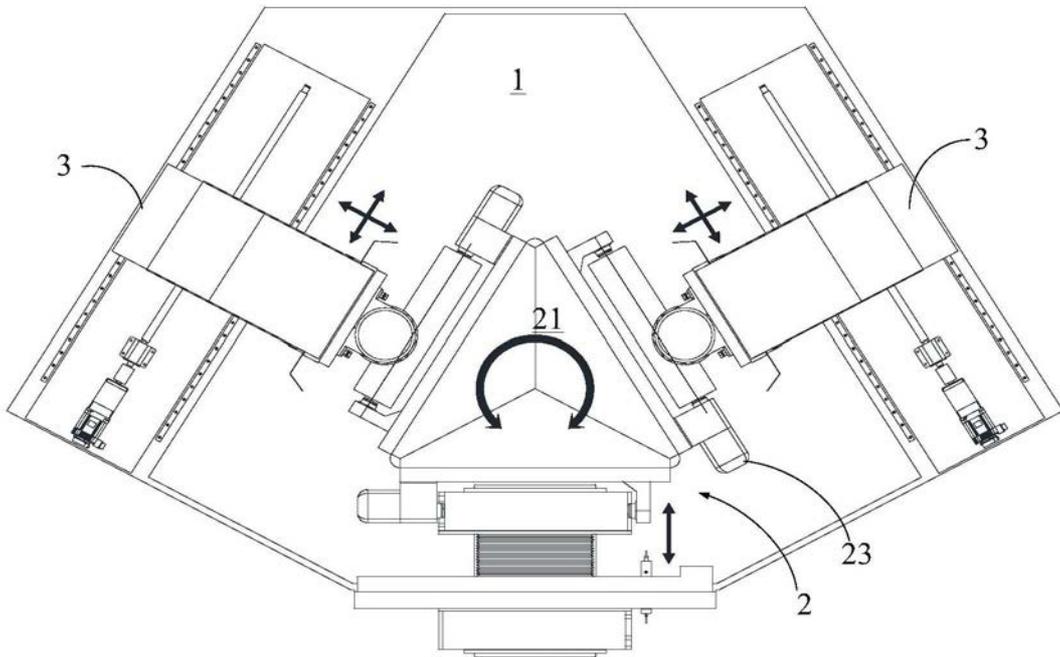


图1b

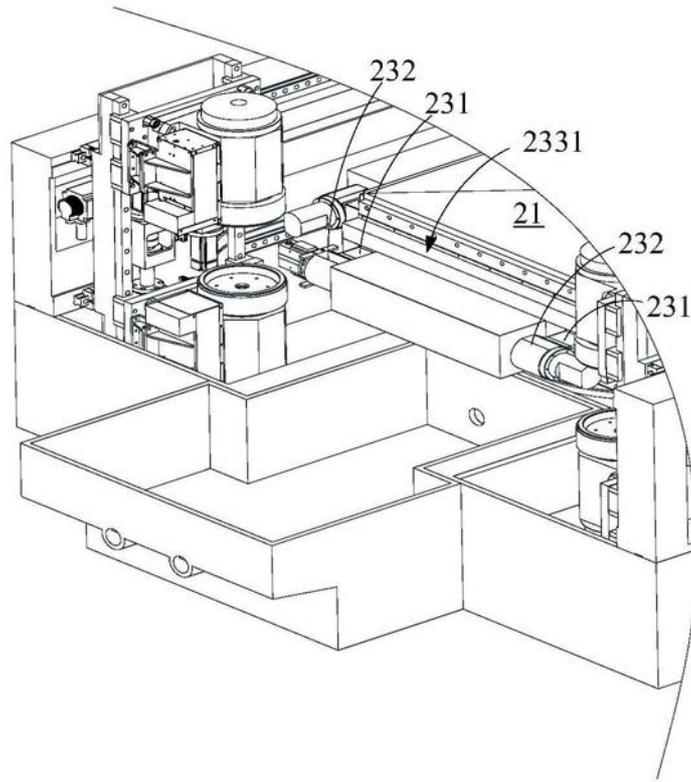


图1c

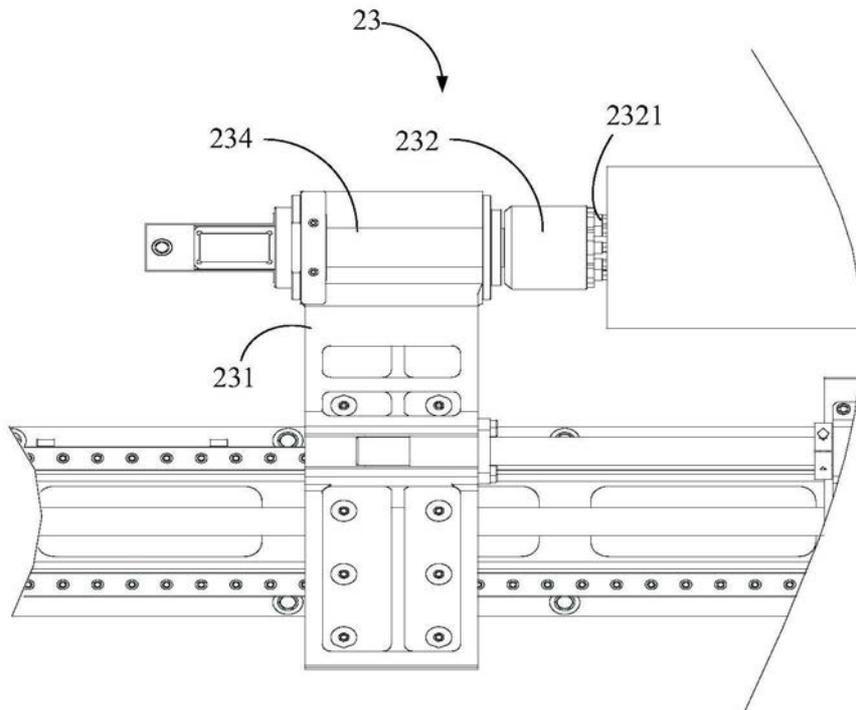


图1d

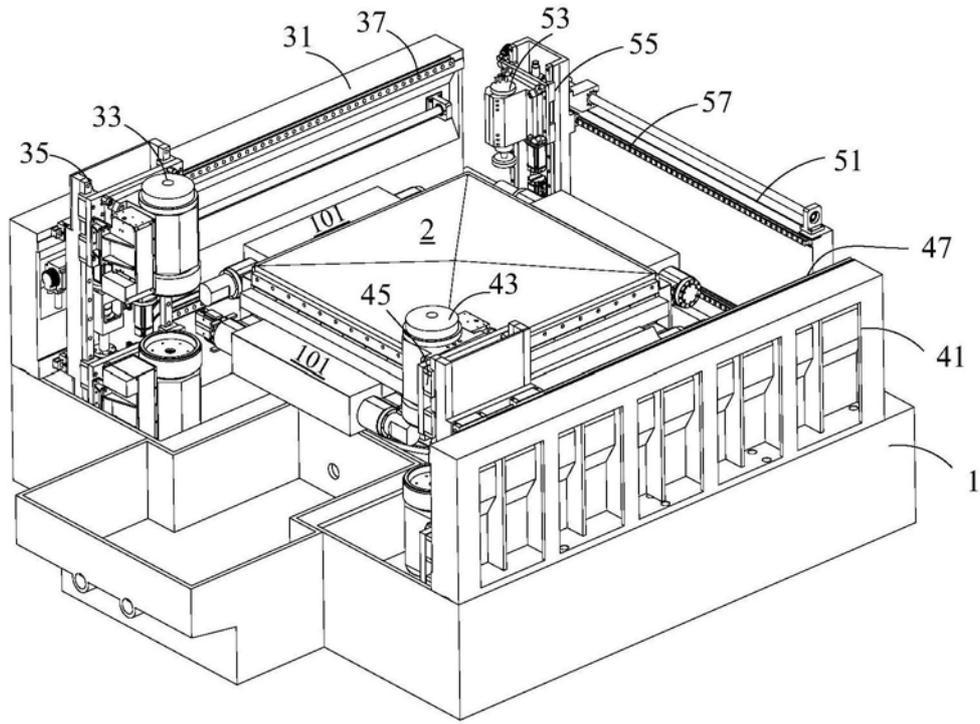


图2a

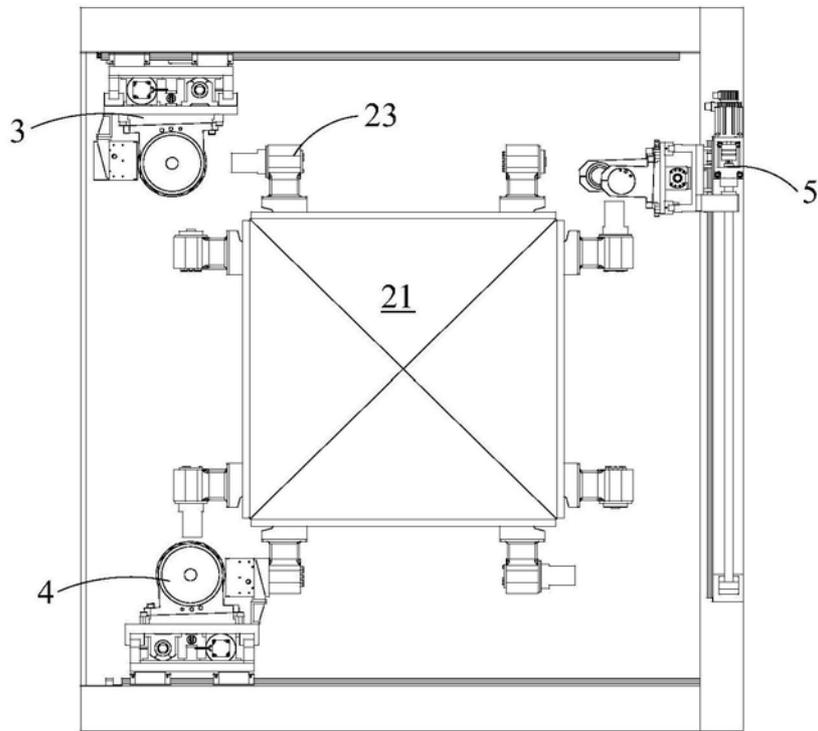


图2b

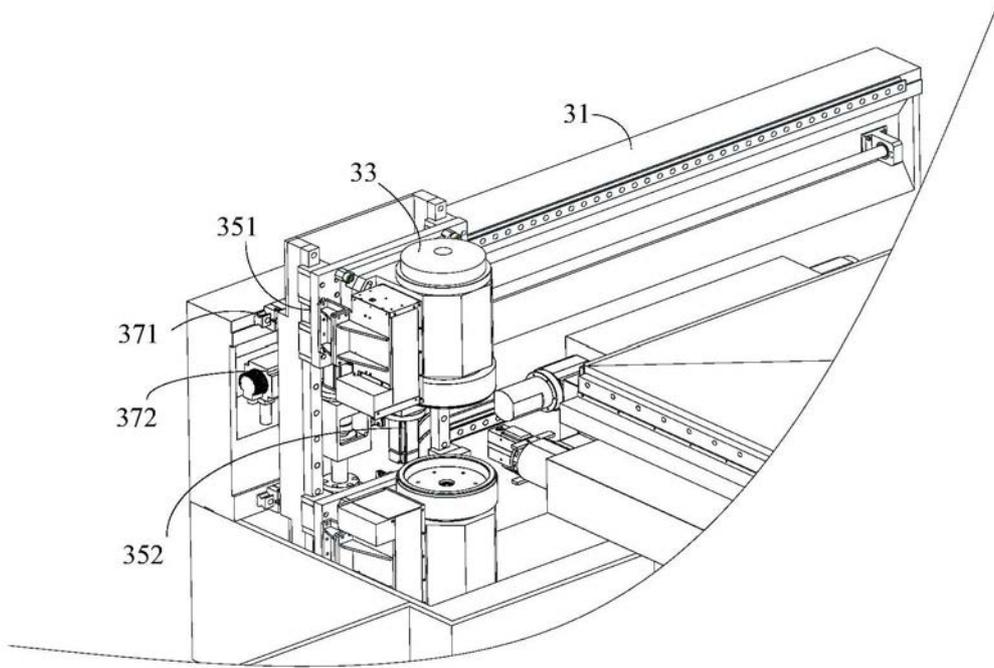


图2c

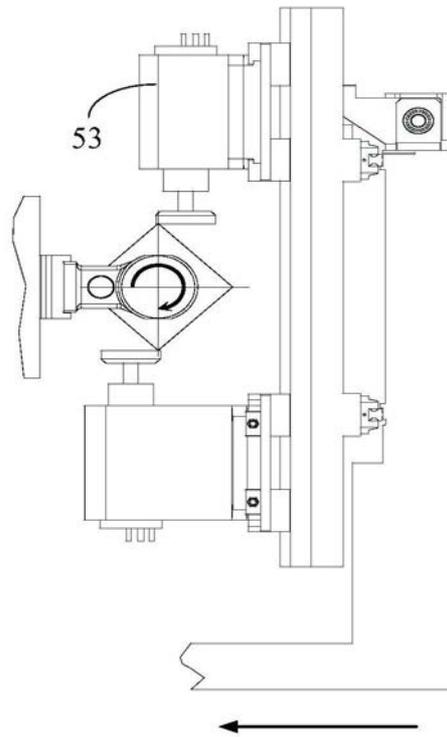


图3a

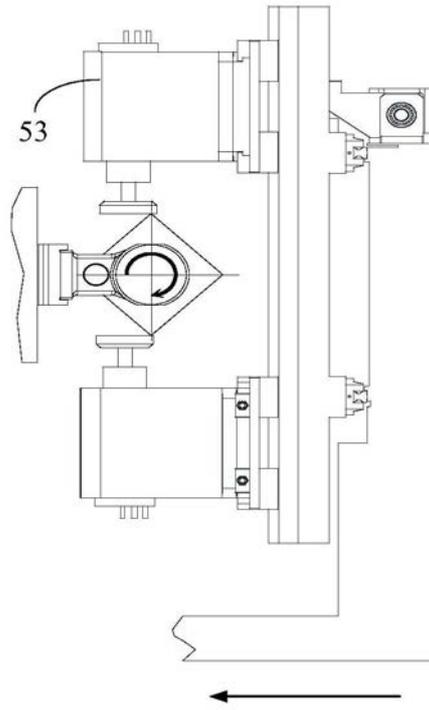


图3b

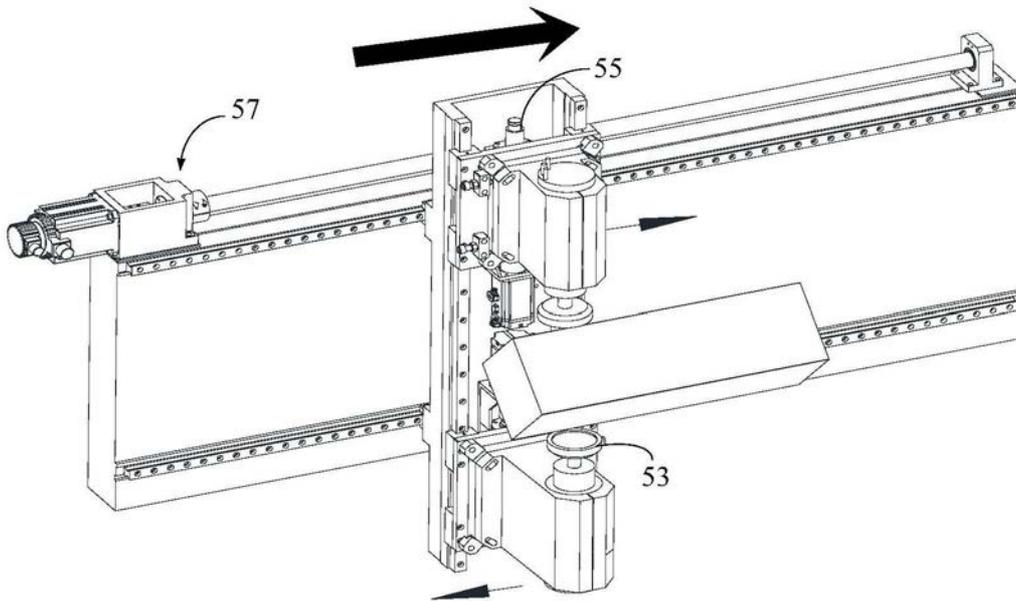


图3c

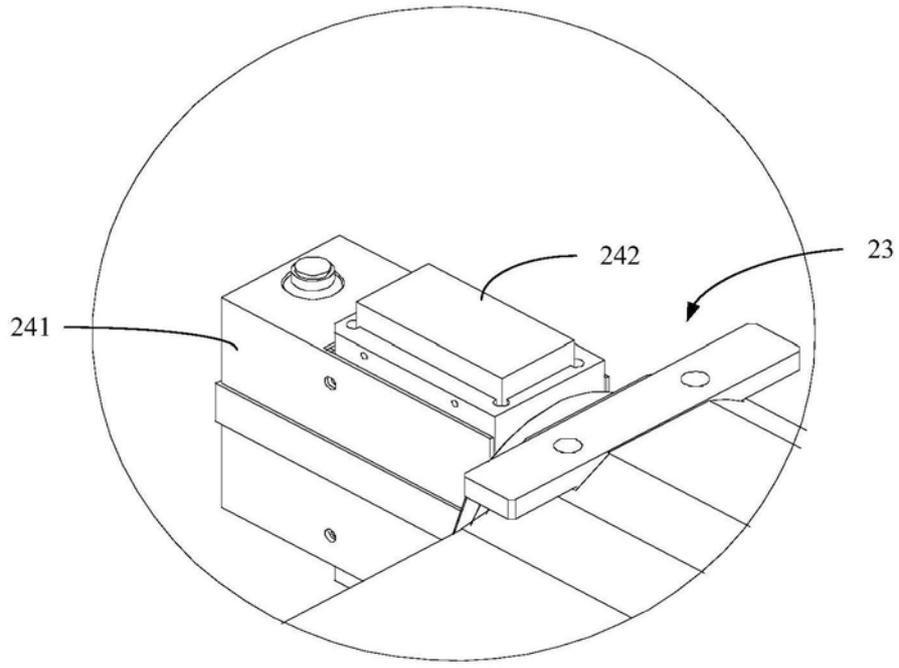


图4

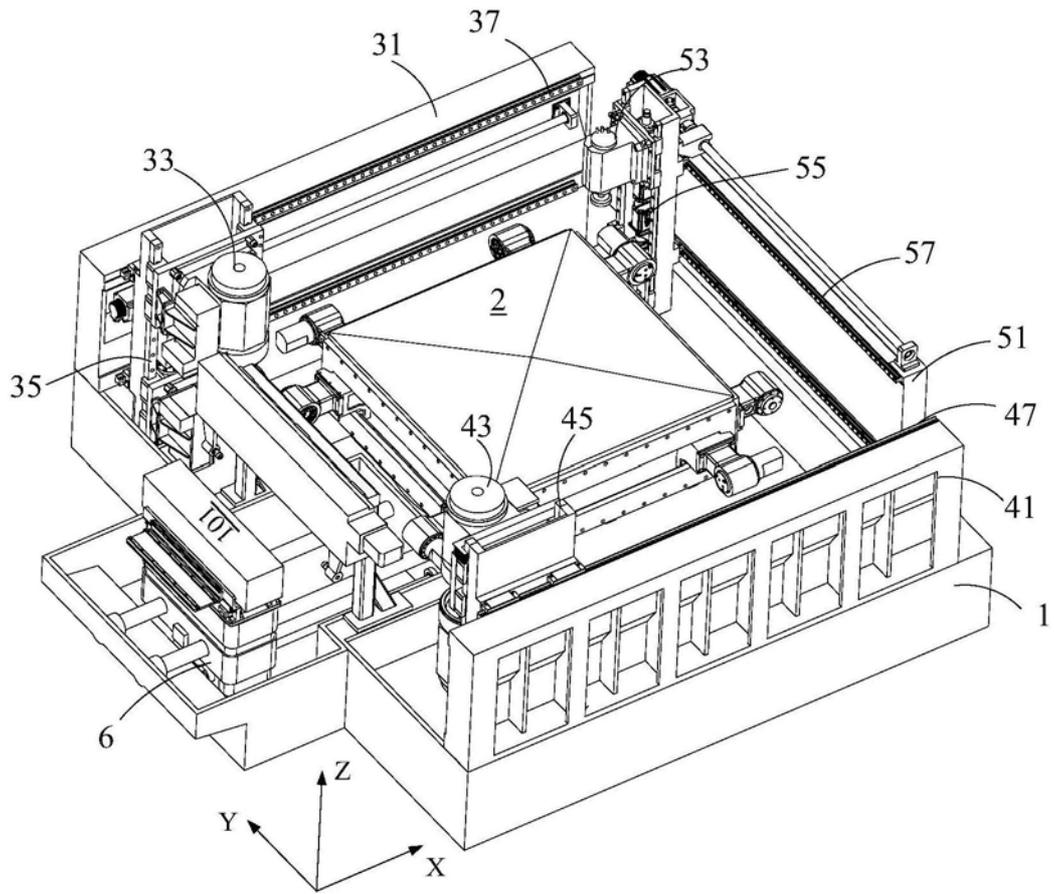


图5a

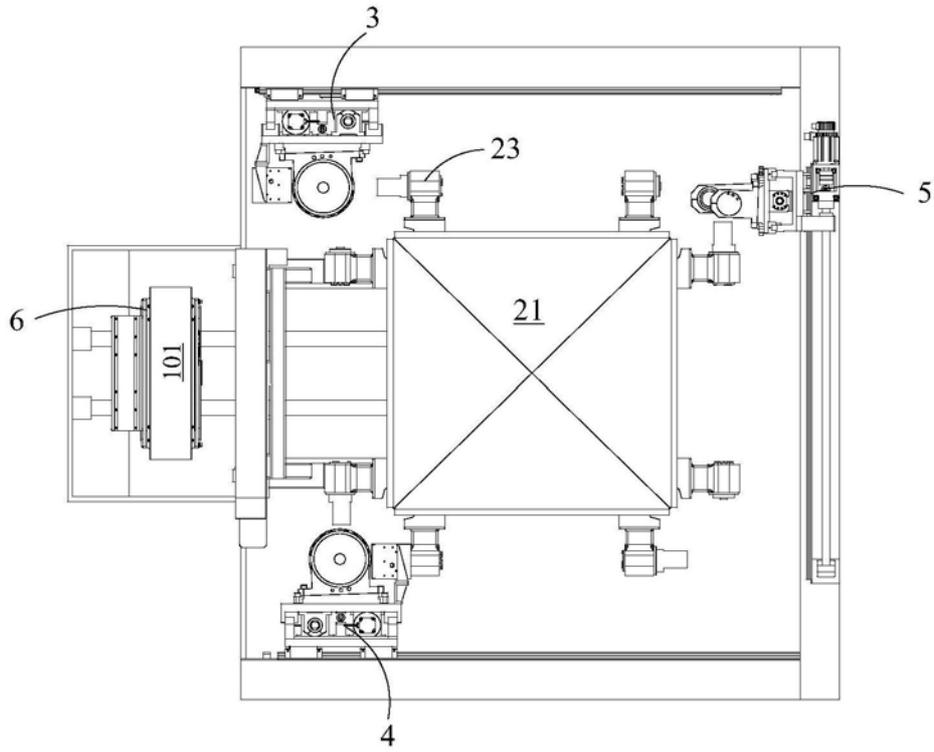


图5b

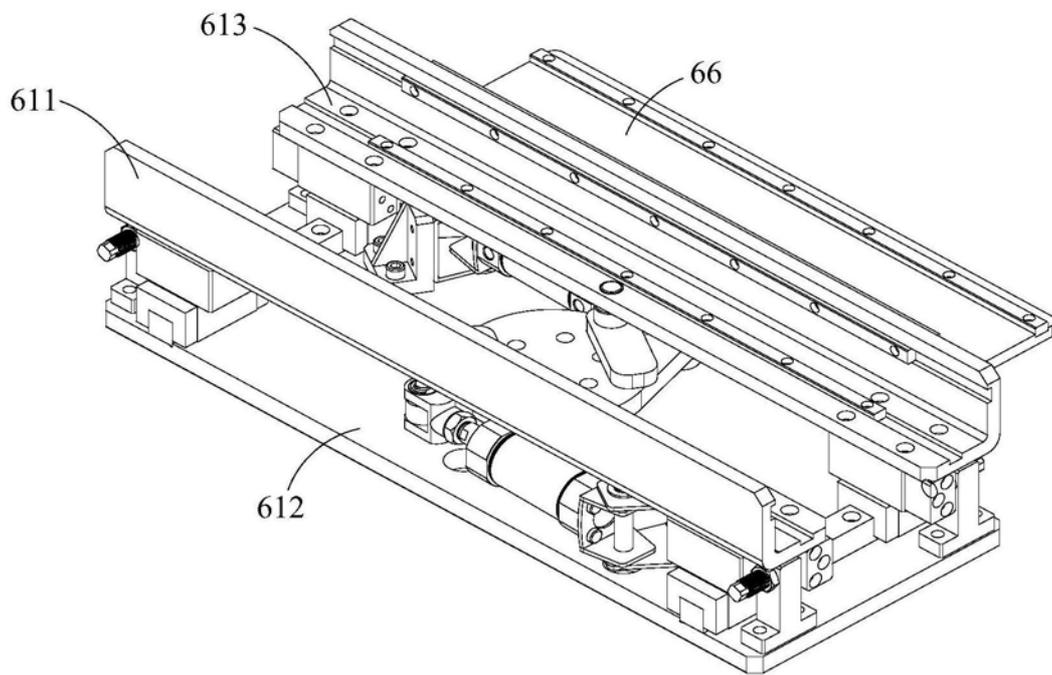


图6

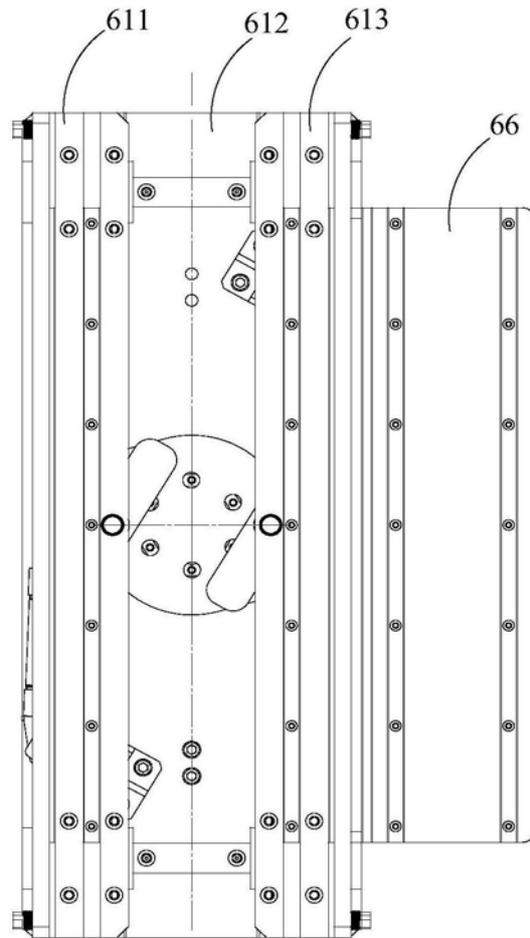


图7

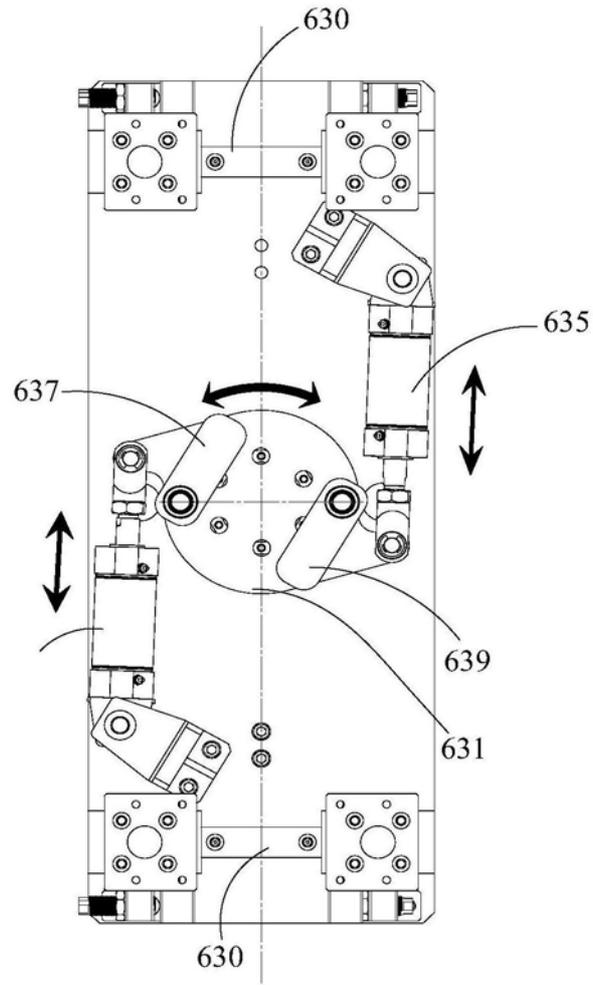


图8

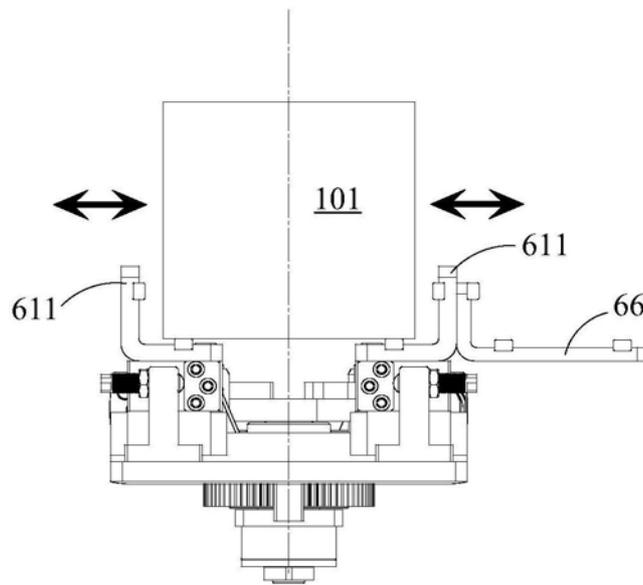


图9

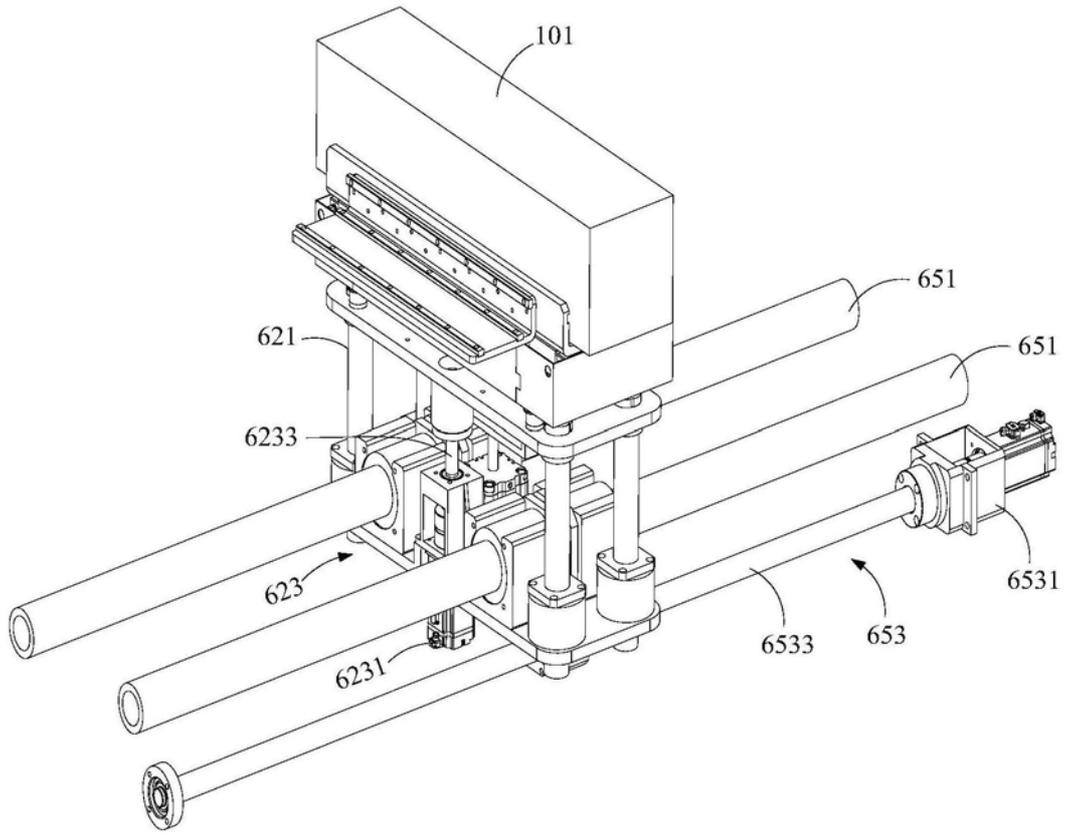


图10

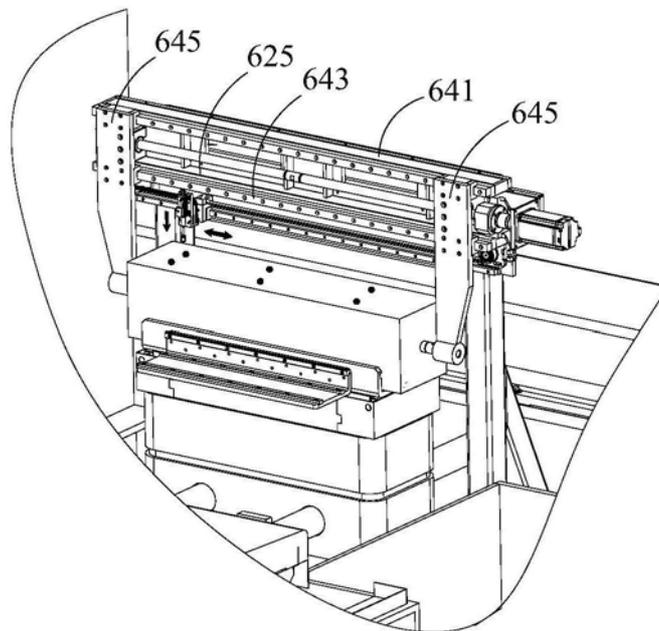


图11