(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108556163 A
(43)申请公布日 2018.09.21

(21)申请号 201810690332.5

(22)申请日 2018.06.28

(71)申请人 福州天瑞线锯科技有限公司
地址 350100 福建省福州市闽侯县甘蔗街道南兴路6号

(72)发明人 陈金平 朱文志 林孝狮 林冬 黄田玉 王小钊 程保传

(74)专利代理机构 福州市景弘专利代理事务所（普通合伙）35219
代理人 林祥翔 张忠波

(51)Int.Cl.
B28D 5/04(2006.01)
B28D 7/04(2006.01)
B28D 7/00(2006.01)

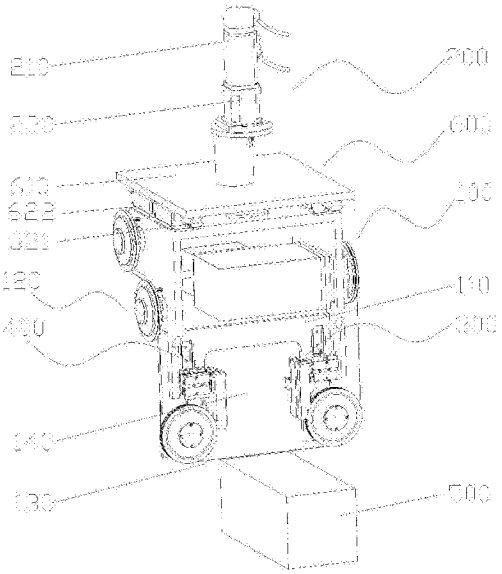
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

一种硅晶棒防崩边切割装置

(57)摘要

本发明涉及了一种硅晶棒防崩边切割装置，包括线锯切割机构、提升机构、夹爪机构和第一滑动机构；提升机构用于带动线锯切割机构切割硅晶棒；夹爪机构包括对称设置于让位凹槽的两侧的夹爪单元，夹爪单元包括第一直线往复装置、定位夹爪、平衡夹爪和位移夹爪，平衡夹爪与位移夹爪均安装于定位夹爪上，平衡夹爪与位移夹爪具有朝向待切割硅晶棒的抵靠面，直线往复装置的伸缩杆一端与定位夹爪固定；夹爪机构可沿第一滑动机构上下滑动。本装置将线锯切割机构和夹爪机构结合设计，充分利用线锯切割机构的位移，夹爪机构夹持住硅晶棒切缝两侧的棒体能够防止硅晶棒将要切断时发生断裂，避免切割端面出现“崩边”的情况。



CN 108556163 A

1.一种硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述切割装置包括线锯切割机构、提升机构、夹爪机构和第一滑动机构；

所述线锯切割机构包括切割面板、导轮组件和金刚石线锯，所述导轮组件安装于切割面板上，所述金刚石线锯布设于导轮组件的线槽中，金刚石线锯可在导轮组件的带动下运动，所述切割面板上设置有让位凹槽，所述让位凹槽位于待切割硅晶棒的正上方；

所述提升机构设置于线锯切割机构的上方，提升机构带动线锯切割机构切割硅晶棒；

所述夹爪机构包括对称设置于让位凹槽的两侧的夹爪单元，所述夹爪单元包括第一直线往复装置、定位夹爪、平衡夹爪和位移夹爪，所述平衡夹爪与位移夹爪均安装于定位夹爪上，平衡夹爪与位移夹爪具有朝向待切割硅晶棒的抵靠面，平衡夹爪与位移夹爪分别位于让位凹槽下方金刚石线锯的两侧，所述直线往复装置的伸缩杆一端与定位夹爪固定；

所述第一滑动机构包括对称设置于让位凹槽的两侧的滑动单元，所述滑动单元包括竖向滑轨和移动滑块，所述竖向滑轨固定在让位凹槽两侧的切割面板上，所述移动滑块可沿竖向滑轨上下滑动，所述直线往复装置固定在移动滑块上。

2.根据权利要求1所述的硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述夹爪单元还包括第二直线往复装置，所述第二直线往复装置与平衡夹爪的侧壁固定，所述定位夹爪上设置有平衡夹爪限位槽，用于带动平衡夹爪在平衡夹爪限位槽内左右移动。

3.根据权利要求2所述的硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述定位夹爪上还设置有位移夹爪限位槽，所述夹爪单元还包括第三直线往复装置，所述第三直线往复装置设置于定位夹爪的侧壁上，第三直线往复装置的伸缩杆与位移夹爪固定，用于带动位移夹爪在位移夹爪限位槽中前后移动。

4.根据权利要求3所述的硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述位移夹爪限位槽内设置有导向轴，所述导向轴外部套接有滑动轴套，所述滑动轴套与位移夹爪固定。

5.根据权利要求1所述的硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述切割装置还包括第二滑动机构，所述第二滑动机构包括导轨安装板和滑动单元，所述滑动单元包括横向滑轨和移动滑块，所述导轨安装板连接于提升机构底部，所述横向滑轨布设于导轨安装板底面上，所述移动滑块安装于横向滑轨上，所述线锯切割机构的切割面板于移动滑块固定，线锯切割机构与移动滑块联动。

6.根据权利要求5所述的硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述第二滑动机构包括两个滑动单元，所述两个滑动单元分别设置在导轨安装板的两侧。

7.根据权利要求1所述的硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述提升机构包括伺服电机、减速机、提升螺杆和提升螺母，所述伺服电机经由减速机与提升螺杆连接，伺服电机用于驱动提升螺杆转动，所述提升螺母套接于提升螺杆上，所述线锯切割机构与提升螺母固定，提升螺母与切割运行机构联动。

8.根据权利要求1至7任意一项所述的硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述直线往复装置为气缸、液压缸或者直线电机。

9.根据权利要求1所述的硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述线锯切割机构为环形线锯切割机构或者绕线式线锯切割机构。

10.根据权利要求1所述的硅晶棒防崩边切割装置，其特征在于，所述平衡夹爪和位移夹爪的抵靠面上设置有橡胶垫片。

一种硅晶棒防崩边切割装置

技术领域

[0001] 本发明涉及硬脆材料切割技术领域，尤其涉及一种硅晶棒防崩边切割装置。

背景技术

[0002] 随着信息技术和太阳能产业的飞速发展，全球对晶硅的需求增长迅猛，晶硅市场供不应求。因此晶硅料加工技术的发展是科技发展的必然要求。

[0003] 在硅晶棒料切割过程中，硅晶棒料切割面极易出现崩边的情况。而产生切割面崩边的原因除了用于切割的线锯切割机构运行不稳定，最主要的就是硅晶棒料在进行切割时，两个切割端面会受到一个向外的作用力，这个作用力是即将要切断掉的硅晶料的自身重力或者线锯切割产生的震动力，在硅晶棒料即将被切透时，硅晶棒料因不能承受该作用力而裂开，因此硅晶棒的切割面的底边会形成毛边，就产生了所谓的“崩边”。

[0004] 目前，致力于硅晶棒料加工生产企业，大都是在硅晶棒切割机的工作台上设置专门的夹具，使得整个硅晶棒料在切割前后都由工作平台的支撑，以避免切割端面受到向外的作用力，以此来解决切割端面崩边的情况。采用该手段来解决“崩边”问题，所使用的夹具结构复杂，操作动作繁琐，运行故障较多；此外，该夹具通用性较差，在工作台需要移动或者做回转运动时，普通的夹具则完全不能适应。

发明内容

[0005] 为此，需要提供一种硅晶棒防崩边切割装置，来解决现有技术中在工作台上设置单独的夹具固定硅晶棒，夹具结构复杂，操作动作繁琐、生产使用成本高、通用性较差的问题。

[0006] 为实现上述目的，发明人提供了一种硅晶棒防崩边切割装置，所述切割装置包括线锯切割机构、提升机构、夹爪机构和第一滑动机构；

[0007] 所述线锯切割机构包括切割面板、导轮组件和金刚石线锯，所述导轮组件安装于切割面板上，所述金刚石线锯布设于导轮组件的线槽中，金刚石线锯可在导轮组件的带动下运动，所述切割面板上设置有让位凹槽，所述让位凹槽位于待切割硅晶棒的正上方；

[0008] 所述提升机构设置于线锯切割机构的上方，提升机构带动线锯切割机构切割硅晶棒；

[0009] 所述夹爪机构包括对称设置于让位凹槽的两侧的夹爪单元，所述夹爪单元包括第一直线往复装置、定位夹爪、平衡夹爪和位移夹爪，所述平衡夹爪与位移夹爪均安装于定位夹爪上，平衡夹爪与位移夹爪具有朝向待切割硅晶棒的抵靠面，平衡夹爪与位移夹爪分别位于让位凹槽下方金刚石线锯的两侧，所述直线往复装置的伸缩杆一端与定位夹爪固定；

[0010] 所述第一滑动机构包括对称设置于让位凹槽的两侧的滑动单元，所述滑动单元包括竖向滑轨和移动滑块，所述竖向滑轨固定在让位凹槽两侧的切割面板上，所述移动滑块可沿竖向滑轨上下滑动，所述直线往复装置固定在移动滑块上。

[0011] 作为本发明的一种优选结构，所述夹爪单元还包括第二直线往复装置，所述第二

直线往复装置与平衡夹爪的侧壁固定，所述定位夹爪上设置有平衡夹爪限位槽，用于带动平衡夹爪在平衡夹爪限位槽内左右移动。

[0012] 作为本发明的一种优选结构，所述定位夹爪上还设置有位移夹爪限位槽，所述夹爪单元还包括第三直线往复装置，所述第三直线往复装置设置于定位夹爪的侧壁上，第三直线往复装置的伸缩杆与位移夹爪固定，用于带动位移夹爪在位移夹爪限位槽中前后移动。

[0013] 作为本发明的一种优选结构，所述位移夹爪限位槽内设置有导向轴，所述导向轴外部套接有滑动轴套，所述滑动轴套与位移夹爪固定。

[0014] 作为本发明的一种优选结构，所述切割装置还包括第二滑动机构，所述第二滑动机构包括导轨安装板和滑动单元，所述滑动单元包括横向滑轨和移动滑块，所述导轨安装板连接于提升机构底部，所述横向滑轨布设于导轨安装板底面上，所述移动滑块安装于横向滑轨上，所述线锯切割机构的切割面板于移动滑块固定，线锯切割机构与移动滑块联动。

[0015] 作为本发明的一种优选结构，所述第二滑动机构包括两个滑动单元，所述两个滑动单元分别设置在导轨安装板的两侧。

[0016] 作为本发明的一种优选结构，所述提升机构包括伺服电机、减速机、提升螺杆和提升螺母，所述伺服电机经由减速机与提升螺杆连接，伺服电机用于驱动提升螺杆转动，所述提升螺母套接于提升螺杆上，所述线锯切割机构与提升螺母固定，提升螺母与切割运行机构联动。

[0017] 作为本发明的一种优选结构，所述直线往复装置为气缸、液压缸或者直线电机。

[0018] 作为本发明的一种优选结构，所述线锯切割机构为环形线锯切割机构或者绕线式线锯切割机构。

[0019] 作为本发明的一种优选结构，所述平衡夹爪和位移夹爪的抵靠面上设置有橡胶垫片。

[0020] 区别于现有技术，上述技术方案具有如下优点：本发明硅晶棒防崩边切割装置将线锯切割机构和夹爪机构结合设计，充分利用线锯切割机构的位移，而不必设计单独夹爪移动机构，并且夹爪机构安装在切割面板让位凹槽处的切割区域，在切割过程中夹爪机构夹持住硅晶棒切缝两侧的棒体，既能起到对硅晶棒的切割固定作用，还能防止硅晶棒将要切断时发生断裂，从而避免切割端面出现“崩边”的情况，该装置操作动作简单，造价成本低，适用于范围广，市场竞争力强。

附图说明

[0021] 图1为本发明一种硅晶棒防崩边切割装置一实施例的斜视结构示意图；

[0022] 图2为本发明一种硅晶棒防崩边切割装置的夹爪单元一实施例的斜视示意图；

[0023] 图3为本实施例一种硅晶棒防崩边切割装置的夹爪单元和滑动单元配合使用的俯视示意图；

[0024] 图4为本实施例一种硅晶棒防崩边切割装置的的夹爪机构在使用过程中的状态变化的俯视示意图。

[0025] 附图标记说明：

[0026] 100、线锯切割机构；110、切割面板；120、导轮组件；130、金刚石线锯；140、让位凹

槽；

[0027] 200、提升机构；210、伺服电机；220、减速机；

[0028] 300、夹爪单元；

[0029] 310、第一直线往复装置；

[0030] 320、定位夹爪；

[0031] 330、平衡夹爪；

[0032] 340、位移夹爪；

[0033] 350、第二直线往复装置；

[0034] 360、平衡夹爪限位槽；

[0035] 370、位移夹爪限位槽；371、导向轴；372、滑动轴套；

[0036] 380、第三直线往复装置；

[0037] 390、橡胶垫片；

[0038] 400、第一滑动机构；

[0039] 410、滑动单元；411、竖向滑轨；412、移动滑块；

[0040] 500、多硅晶棒；

[0041] 600、第二滑动机构；

[0042] 610、导轨安装板；

[0043] 620、滑动单元；621、横向滑轨；622、移动滑块。

具体实施方式

[0044] 为详细说明技术方案的技术内容、构造特征、所实现目的及效果，以下结合具体实施例并配合附图详予说明。

[0045] 本发明所述的硅晶棒防崩边切割装置，在实际使用过程中，选择使用不同形状的夹爪机构能够实现对硅晶圆棒(如：单晶硅棒)和硅晶方棒(如：多晶硅棒、单晶硅棒开方之后的方棒)进行防崩边夹持。如夹爪机构的平衡夹爪和位移夹爪与硅晶棒的抵靠面为竖直平面，两侧的夹爪单元能够非常稳定的夹持住硅晶方棒；如夹爪机构的平衡夹爪和位移夹爪与硅晶棒的抵靠面为V形结构或者弧形结构，两侧的夹爪机构向内侧运动夹合，形成能稳定夹持住硅晶圆棒的菱形夹持面或者圆形夹持面。

[0046] 以下以防崩边切割装置夹持多硅晶棒为例，进行详细阐述。

[0047] 请参阅图1至图4，本发明提供了一种硅晶棒防崩边切割装置，所述切割装置包括线锯切割机构100、提升机构200、夹爪机构和第一滑动机构400；

[0048] 所述的线锯切割机构100在本装置中执行对多硅晶棒500的切割加工，所述切割工作包括对多硅晶棒500的切片以及截断工作。具体的，所述线锯切割机构100包括切割面板110、导轮组件120和金刚石线锯130，所述导轮组件120安装于切割面板110上，所述金刚石线锯130布设于导轮组件120的线槽中，金刚石线锯130可在导轮组件120的带动下运动，所述切割面板110上设置有让位凹槽140，所述让位凹槽140位于待切割多硅晶棒500的正上方。具体的，所述导轮组件120包括主驱动轮组件和从动轮，所述驱动轮组件包括驱动电机和主动轮，所述主动轮连接于驱动电机的输出轴，驱动电机带动从动轮转动，所述金刚石线锯130布设于主动轮、从动轮的线槽中，所述导轮组件120带动金刚石线锯130运动。所述让

位凹槽140作为切割区域存在，使得线锯切割机构100在对多硅晶棒500进行切割时，对多硅晶棒500的切割不会受到切割面板110的阻挡，金刚石线锯130能够在径向上将多硅晶棒500完全截断。

[0049] 所述提升机构200用于带动线锯切割机构100下降对多硅晶棒500进行切割，带动线锯切割机构100抬升完成收刀。具体的，所述提升机构200设置于线锯切割机构100的上方，提升机构200带动线锯切割机构100切割多硅晶棒500。

[0050] 请参阅图2和图3，所述的夹爪机构用于对正在进行切割的多硅晶棒500进行夹持固定，防止切割端面出现“崩边”。具体的，所述夹爪机构包括对称设置于让位凹槽140的两侧的夹爪单元300，所述夹爪单元300包括第一直线往复装置310、定位夹爪320、平衡夹爪330和位移夹爪340，所述平衡夹爪330与位移夹爪340均安装于定位夹爪320上，平衡夹爪330与位移夹爪340具有朝向待切割多硅晶棒500的抵靠平面，平衡夹爪330与位移夹爪340分别位于让位凹槽140下方金刚石线锯130的两侧，所述直线往复装置的伸缩杆一端与定位夹爪320固定；在实际使用过程中，待切割的多硅晶棒500放置在工作平台的夹持工位上，首先在启动线锯切割机构100，然后在提升机构200的带动下下降，金刚石线锯130与多硅晶棒500接触切割开始，随着切割深度的加大，多硅晶棒500待切掉的部分会在切割端面处产生向端面向外的作用力，继续切割在多硅晶棒500快要断裂的时候，该作用力会提前造成切割端面断裂，而不是正常的切断，那么切割端面则会出现“崩边”。

[0051] 请参阅图4A，在多硅晶棒切割工作未进行或者刚刚开始切割时，夹爪机构与多晶硅棒分离，本装置在切割面板110的切割区域设置夹爪机构后，在多硅晶棒500的径向切割深度达到三分之二左右时，请参阅图4B，直线往复装置推动定位夹爪320，带动安装在定位夹爪320上的平衡夹爪330与位移夹爪340的抵靠平面与多硅晶棒500接触，夹持住多硅晶棒500，以克服切割端面处产生向端面外侧的作用力，防止崩边的情况发生。优选的，平衡夹爪330与位移夹爪340分别位于让位凹槽140下方金刚石线锯130的两侧，那么平衡夹爪330夹住多硅晶棒500剩余的部分，位移夹爪340夹住多硅晶棒500切掉的部分，保证两段棒料对切割端面产生的向外作用力对不会造成切割端面出现“崩边”。当然，所述第一直线往复装置310在让位凹槽140左右两侧的夹爪单元300上均有设置，使用者将两个直线往复装置通过统一启动开关控制，可以实现夹爪单元300同步驱动，同步控制技术较为成熟，在此不做赘述。

[0052] 如图2所示，所述的第一滑动机构400作为切割面板110与夹爪之间的连接部件，使得夹爪机构能够沿着切割面板110上下滑动。具体的，所述第一滑动机构400包括对称设置于让位凹槽140的两侧的滑动单元410，所述滑动单元410包括竖向滑轨411和移动滑块412，所述竖向滑轨411固定在让位凹槽140两侧的切割面板110上，所述移动滑块412可沿竖向滑轨411上下滑动，所述直线往复装置固定在移动滑块412上。在多硅晶棒500的切割过程中，在左右夹爪单元300分别抵靠在多晶硅棒侧壁，夹爪机构夹住多硅晶棒500后，多硅晶棒500并未被切断，此时线锯切割机构100还需要向下运动，但是多晶硅棒的位置固定，为保证切割工作的正常进行，就需要设置第一滑动机构400使得线锯切割机构100向下运动，而夹爪机构位置保持位置不变。

[0053] 本发明硅晶棒防崩边切割装置将线锯切割机构和夹爪机构结合设计，充分利用线锯切割机构的位移，而不必设计单独夹爪移动机构，并且夹爪机构安装在切割面板让位凹

槽处的切割区域，在切割过程中夹爪机构夹持住多硅晶棒切缝两侧的棒体，既能起到对多硅晶棒的切割固定作用，还能防止多硅晶棒将要切断时不会发生断裂，避免切割端面出现“崩边”的情况，该装置操作动作简单，造价成本低，适用于范围广，市场竞争力强。

[0054] 请参阅图2和图3，作为本发明的一种优选实施例，所述夹爪单元300还包括第二直线往复装置350，所述第二直线往复装置350与平衡夹爪330的侧壁固定，所述定位夹爪320上设置有平衡夹爪限位槽360，用于带动平衡夹爪330在平衡夹爪限位槽360内左右移动，夹爪限位槽的设置限制了平衡夹爪330的运动空间以及运动路径，更加方便平衡夹爪330的安装。在本实施例中，位移夹爪340与平衡夹爪330分别通过第一直线往复装置310和第二直线往复装置350的带动向多硅晶棒500的侧壁靠近，从而对多晶硅棒进行夹紧。具体的位移夹爪340还是安装在定位夹爪320上，第一直线往复装置310推动定位夹爪320带动位移夹爪340的抵靠平面多晶硅棒侧面接触，定位夹爪320与位移夹爪340在向多晶硅棒靠近的方向也就是在左右运动方向上是联动。将夹爪单元300设置成该结构，使得位移夹爪340与平衡夹爪330能够单独运动，一方面使得位移夹爪340在其他实施例中可以带动切断掉的硅晶棒料移动，另一方面假使第二直线往复装置350发生故障，单独使用位移夹爪340夹住要切断的那段多硅晶棒500也能够在很大程度上降低切割端面发生崩边的情况发生。

[0055] 如图2和图3所示，作为本发明的一种优选实施例，所述定位夹爪320上还设置有位移夹爪限位槽370，所述夹爪单元300还包括第三直线往复装置380，所述第三直线往复装置380设置于定位夹爪320的侧壁上，第三直线往复装置380的伸缩杆与位移夹爪340固定，用于带动位移夹爪340在位移夹爪限位槽370中前后移动。如图4C所示，在本实施例中，在多硅晶棒切断后，第三直线往复装置380带动位移夹爪340在位移夹爪限位槽370中沿着多硅晶棒500的轴向方向前后移动，第三直线往复装置380与第一直线往复装置310带动位移夹爪340的运动方向相互垂直，第三直线往复装置380的作用在将切断掉的硅晶棒料从金刚石线锯130的上方移开，防止位移夹爪340松开硅晶棒料掉落砸断金刚石线锯130，以保护金刚石线锯130。在具体的实施例中，所述直线往复装置为气缸、液压缸或者直线电机三者中的任意一个，优选的，直线往复装置可以采用双轴气缸或者双轴液压缸，其所施加的推力更加的稳定。

[0056] 请参阅图3，作为本发明的一种优选实施例，所述位移夹爪限位槽370内设置有导向轴371，所述导向轴371外部套接有滑动轴套372，所述滑动轴套372与位移夹爪340固定。在本实施例中，第三直线往复装置380带动位移夹爪340夹持着切断掉的多硅晶棒500沿着导向轴371进行移动，导向轴371的设置将位移夹爪340的运动路径预设好，移动更加稳定、顺畅。

[0057] 如图1所示的实施例中，作为本发明的一种优选实施例，所述切割装置还包括第二滑动机构600，所述第二滑动机构600作为线锯切割机构100的移动机构，使得线锯切割机构100能够沿着第二滑动机构600在进行位置移动。具体的，所述第二滑动机构600包括导轨安装板610和滑动单元620，所述滑动单元620包括横向滑轨621和移动滑块622，所述导轨安装板610连接于提升机构200底部，所述横向滑轨621布设于导轨安装板610底面上，所述移动滑块622安装于横向滑轨621上，所述线锯切割机构100的切割面板110于移动滑块622固定，线锯切割机构100与移动滑块622联动。请参阅图4D，在本实施例中，如果移动线锯切割机构100需要平衡夹爪330松开进行切割后剩余的多硅晶棒料，使得切割后的两端硅晶棒料分

离，然后再沿着第二滑动机构600来移动线锯切割机构100，线锯切割机构100可以移动一方面可以将完成切割工作金刚石线锯130从多硅晶棒500的底部移出，防止提升机构200抬起时线锯切割机构100的金刚石线锯130接触到硅晶棒料，造成棒料误切割，另一方面位移夹爪340随着线锯切割机构100运动，可以将切割点的硅晶棒料移动指定的下料区域，使用更加方便。优选的，所述第二滑动机构600包括两个滑动单元620，所述两个滑动单元620分别设置在导轨安装板610的两侧，设置两个滑动单元620线锯切割机构100滑动更加稳定。

[0058] 作为本发明的一种优选实施例，所述提升机构200包括伺服电机210、减速机220、提升螺杆和提升螺母，所述伺服电机210经由减速机220与提升螺杆连接，伺服电机210用于驱动提升螺杆转动，所述提升螺母套接于提升螺杆上，所述线锯切割机构100与提升螺母固定，提升螺母与切割运行机构联动。所述伺服电机210为整个机构提供升降的驱动力。所述的减速机220则用于将伺服电机210输出的高转速降低，以减缓切割机构的抬升或者下降速度，使其更加适应硅晶棒料的切割工作。所述的提升螺杆与提升螺母配合，将提升螺杆的旋转运动转化为提升螺母的升降运动。所述线锯切割机构100与提升螺母固定，具体是提升螺母与线锯切割机构100的切割面板110固定，进而带动整个线锯切割机构100上下运动。在某些其他的实施例中所述提升机构200可以为丝杆升降机或者其他能够带动线锯切割机构100稳定进行抬升或者下降的装置。

[0059] 作为本发明的一种优选实施例，所述线锯切割机构100为环形线锯切割机构100或者绕线式线锯切割机构100。环形线锯切割机构100或者绕线式线锯切割机构100都可以作为多晶硅棒的切割执行机构，上述两种切割运行机构技术较为成熟，在此不做赘述。优选的，线锯切割机构100采用环形线锯切割机构100，环形金刚石线锯130切割机构100在进行切割工作时，运行平稳、速度快，切割效率高、品质好。

[0060] 请参阅图1至图3，作为本发明的一种优选实施例，所述平衡夹爪330和位移夹爪340的抵靠平面上设置有橡胶垫片390。所述橡胶垫片390的作用在于防止夹爪的抵靠平面对硅晶材料的品质造成影响，因为硅晶和铁质材料直接接触，铁质材料极有可能带有含有导磁性物质，导致硅片磁场边缘效应的复杂化，从而影响电池的品质，此外橡胶垫片390还能够防止硅晶棒料材料表面被刮花甚至损坏。

[0061] 需要说明的是，尽管在本文中已经对上述各实施例进行了描述，但并非因此限制本发明的专利保护范围。因此，基于本发明的创新理念，对本文所述实施例进行的变更和修改，或利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，直接或间接地将以上技术方案运用在其他相关的技术领域，均包括在本发明的专利保护范围之内。

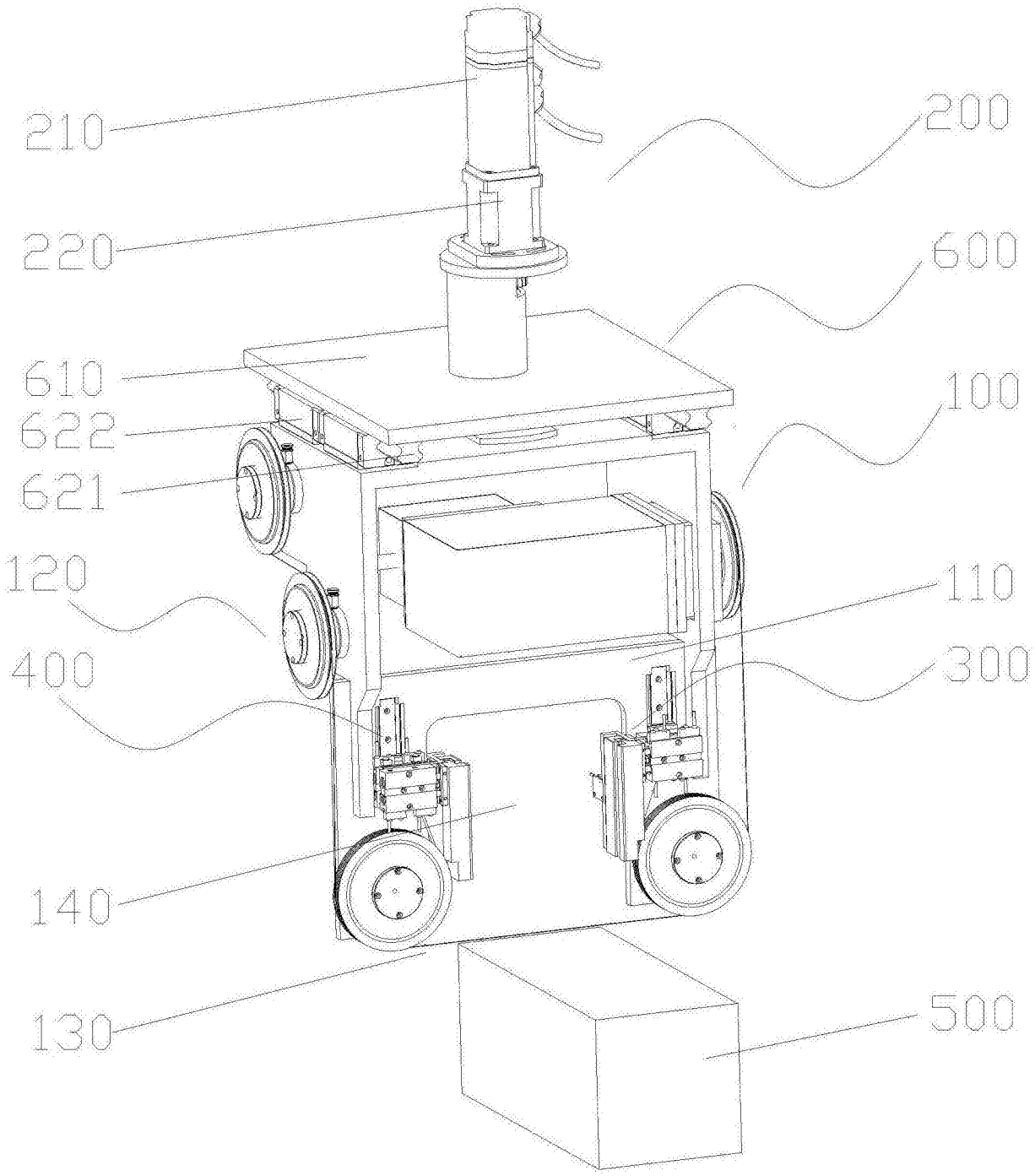


图1

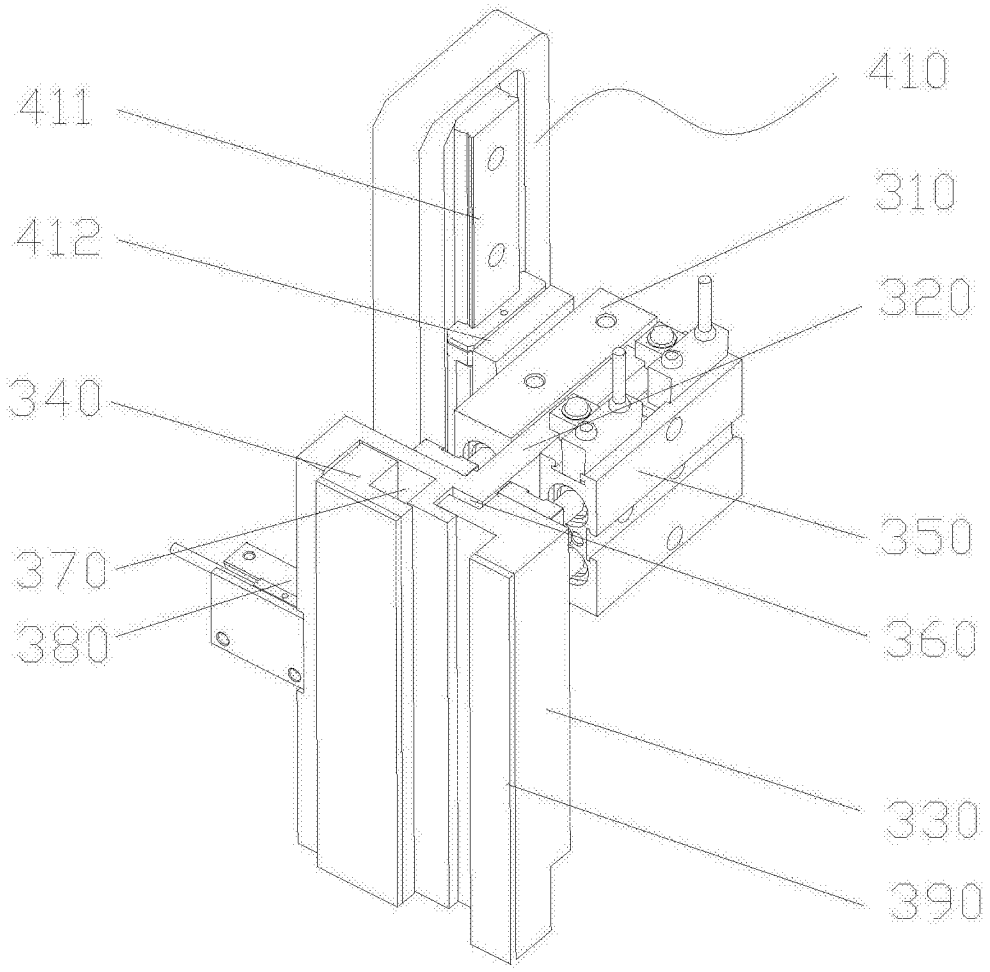


图2

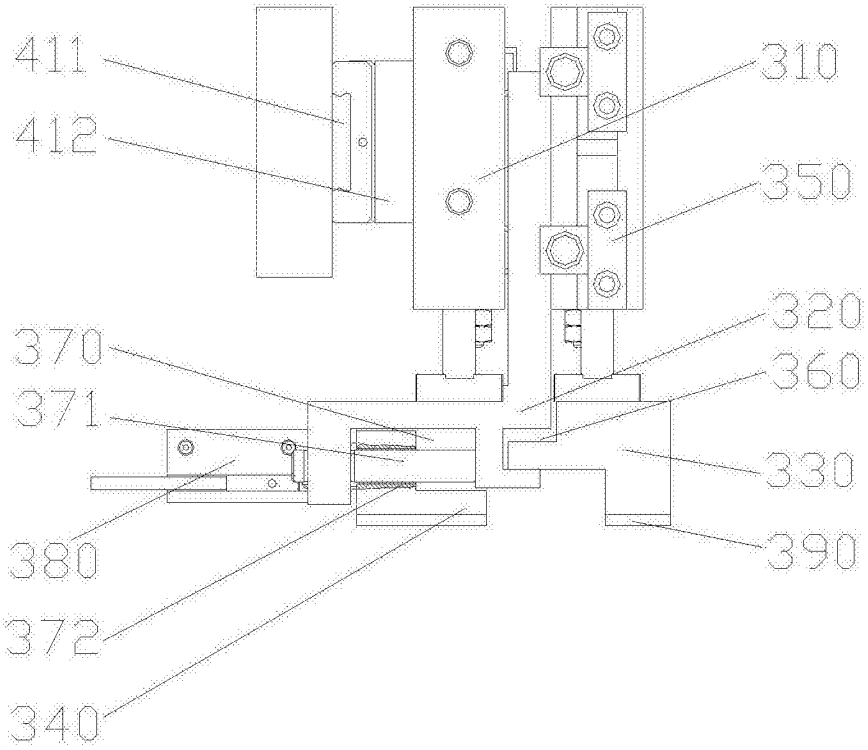


图3

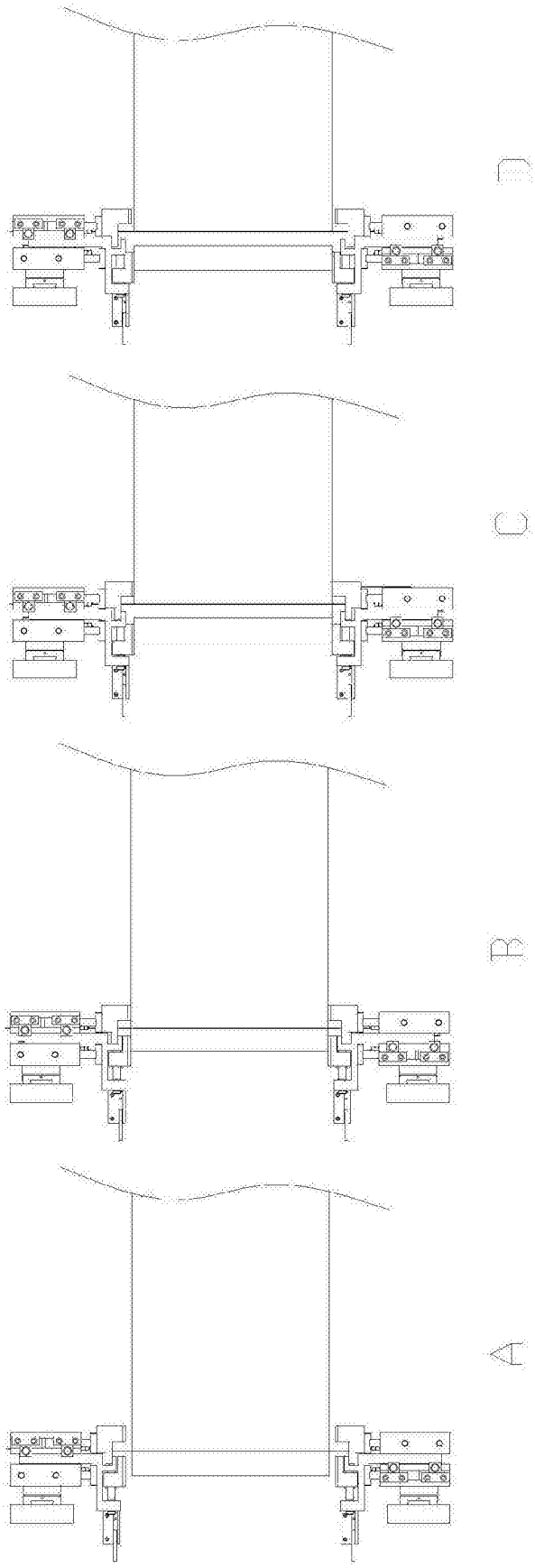


图4