(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2021 年 2 月 11 日 (11.02.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/022844 A1

(51) 国际专利分类号:

B28D 5/04 (2006.01)	*B24B 7/16* (2006.01)
B28D 5/02 (2006.01)	*B24B 7/22* (2006.01)
B28D 7/00 (2006.01)	*B24B 9/06* (2006.01)
B28D 7/04 (2006.01)	*B08B 3/02* (2006.01)
B24B 27/00 (2006.01)	*B08B 1/00* (2006.01)
B24B 41/06 (2012.01)	*B08B 1/04* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/087418

(22) 国际申请日: 2020 年 4 月 28 日 (28.04.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:

201910713874.4	2019年8月2日 (02.08.2019)	CN
201910844409.4	2019年9月6日 (06.09.2019)	CN
201910844426.8	2019年9月6日 (06.09.2019)	CN

(71) 申请人: 天通日进精密技术有限公司 (TDG-NISSIN PRECISION MACHINERY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国浙江省嘉兴市海宁经济开发区双联路129号6号楼, Zhejiang 314400 (CN)。

(72) 发明人: 卢建伟 (LU, Jianwei); 中国浙江省嘉兴市海宁经济开发区双联路129号6号楼, Zhejiang 314400 (CN)。 苏静洪 (SU, Jinghong); 中国浙江省嘉兴市海宁经济开发区双联路129号6号楼, Zhejiang 314400 (CN)。 潘雪明 (PAN, Xueming); 中国浙江省嘉兴市海宁经济开发区双联路129号6号楼, Zhejiang 314400 (CN)。 李鑫 (LI, Xin); 中国浙江省嘉兴市海宁经济开发区双联路129号6号楼, Zhejiang 314400 (CN)。 朱勤超 (ZHU, Qinchao); 中国浙江省嘉兴市海宁经济开发区双联路129号6号楼, Zhejiang 314400 (CN)。 梁文

(54) **Title:** SILICON ROD CUTTING-GRINDING INTEGRATED MACHINE, AND SILICON ROD CUTTING-GRINDING METHOD

(54) 发明名称: 硅棒切磨一体机及硅棒切磨方法

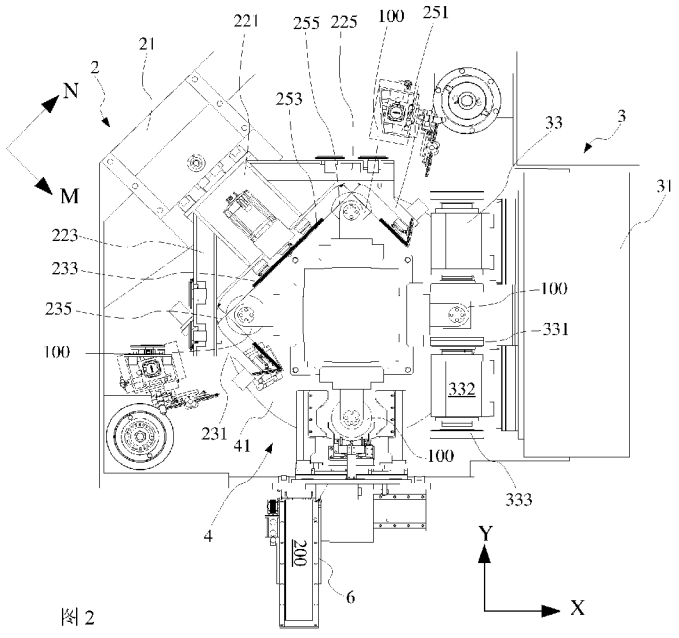

图 2

(57) **Abstract:** A silicon rod cutting-grinding integrated machine, and a silicon rod (100, 200) cutting-grinding method. The silicon rod cutting-grinding integrated machine comprises: a base (1), a cutting apparatus (2), a grinding apparatus (3), and a silicon rod conversion apparatus (4). The silicon rod conversion apparatus (4) orderly and seamlessly transfers a silicon rod (100, 200) among multiple processing apparatuses, the circular silicon rod (100) is subjected to two fold cuttings by means of the cutting apparatus (2) to form a square silicon rod (200), and the square silicon rod (200) subjected to squaring cutting is subjected to grinding by means of the grinding apparatus (3), so that integrated operations of the multiple processes of squaring and grinding of the silicon rod (100,

WO 2021/022844 A1

[见续页]

(LIANG, Wen)；中国浙江省嘉兴市海宁经济开发区双联路129号6号楼, Zhejiang 314400 (CN)。

(74) 代理人：上海巅石知识产权代理事务所（普通合伙）(SHANGHAI DIANSHI PARTNERS, P.C.)；中国上海市浦东新区盛夏路608号2号楼103室/张明, 王再朝, Shanghai 201210 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明：
— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布：
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

200) are completed.

(57) 摘要：一种硅棒切磨一体机及硅棒（100,200）切磨方法，硅棒切磨一体机包括：机座（1），切割装置（2），研磨装置（3）以及硅棒转换装置（4）。硅棒转换装置（4）将硅棒（100,200）在各个加工装置之间有序且无缝地进行转移，利用切割装置（2）对圆形硅棒（100）进行两次折面切割以形成方形硅棒（200）以及利用研磨装置（3）对开方切割后的方形硅棒（200）进行研磨，从而完成硅棒（100,200）的开方及研磨多工序的一体化作业。

硅棒切磨一体机及硅棒切磨方法

技术领域

本申请涉及硅工件加工技术领域，特别是涉及一种硅棒切磨一体机及硅棒切磨方法。

背景技术

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。

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，又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；再对各个单晶硅棒进行磨面、倒角等加工作业，使得单晶硅棒的表面整形达到相应的平整度及尺寸公差要求；后续再使用切片机对单晶硅棒进行切片作业，则得到单晶硅片。

不过，在一般情形下，在相关技术中，每个工序作业（例如切割开方、磨面、倒角等）所需的作业是独立布置，相应的加工装置分散在不同的生产单位或生产车间或生产车间的不同生产区域，执行不同工序作业的工件的转换需要进行搬运调配，且在执行每一工序作业之前可能都需要进行预处理工作，这样，工序繁杂，效率低下，且易影响硅棒加工作业的品质，需更多的人力或转运设备，安全隐患大，另外，各个工序的作业设备之间的流动环节多，在工件转移过程中提高了工件损伤的风险，易产生非生产因素造成的不合格，降低了产品的合格率及现有的加工方式所带来的不合理损耗，是各个公司面临的重大改善课题。

发明内容

鉴于以上所述相关技术的缺点，本申请的目的在于提供一种硅棒切磨一体机及硅棒切磨方法，用于解决现有相关技术中存在的各个工序作业间效率低下及硅棒加工作业效果欠佳等问题。

为实现上述目的及其他相关目的，本申请公开一种硅棒切磨一体机，包括：机座，具有硅棒加工台；切割装置，用于对所述硅棒加工台的第一加工区位上的硅棒进行第一折面切割以及对所述硅棒加工台的第二加工区位上的硅棒进行第二折面切割，形成方形的硅棒；所述第一折面切割和所述第二折面切割中的任一者是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割；磨面装置，用于对所述硅棒加工台的第三加工区位上的所述方形的硅棒进行磨面及倒角；以

及硅棒转换装置，设于所述硅棒加工台上，用于将所述硅棒在第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位上进行转换。

本申请公开的硅棒切磨一体机，集合了切割装置和研磨装置，可利用硅棒转换装置能将硅棒在各个加工装置之间有序且无缝地进行转移，并利用切割装置对硅棒进行两次折面切割以形成方形的硅棒以及利用研磨装置对开方切割后的方形的硅棒进行研磨，从而完成硅棒的开方及研磨多工序的一体化作业，提高生产效率及产品加工作业的品质。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述切割装置包括：设于所述硅棒加工平台的第一加工区位的第一切割装置和设于所述硅棒加工平台的第二加工区位的第二切割装置。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述第一切割装置包括：第一切割架；第一切割支座，活动升降于所述第一切割架；第一切割单元，设于所述第一切割支座上；所述第一切割单元包括设于所述第一切割支座上的第一线架、设于所述第一线架上的多个第一切割轮、以及第一切割线，所述第一切割线依序绕设于所述多个第一切割轮后形成两条正交的第一切割线段。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述第一切割装置还包括第一边皮卸料装置，用于将所述第一切割装置对所述硅棒进行第一折面切割后形成的边皮予以卸料。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述第二切割装置包括：第二切割架；第二切割支座，活动升降于所述第一切割架；第二切割单元，设于所述第二切割支座上；所述第二切割单元包括设于所述第二切割支座上的第二线架、设于所述第二线架上的多个第二切割轮、以及第二切割线，所述第二切割线依序绕设于所述多个第二切割轮后形成两条正交的第二切割线段。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述第二切割装置还包括第二边皮卸料装置，用于将所述第二切割装置对所述硅棒进行第二折面切割后形成的边皮予以卸料。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述切割装置包括：切割架；切割支座，活动升降于所述切割架；所述切割支座包括支座主体和位于所述支座主体相对两旁侧的第一支座侧翼和第二支座侧翼；第一切割单元，设于所述切割支座的第一旁侧；所述第一切割单元包括设于所述第一支座侧翼和所述支座主体上的多个第一切割轮以及第一切割线，所述第一切割线依序绕设于所述多个第一切割轮形成两条正交的第一切割线段；第二切割单元，设于所述切割支座的第二旁侧；所述第二切割单元包括设于所述第二支座侧翼和所述支座主体上的多个第二切割轮以及第二切割线，所述第二切割线依序绕设于所述多个第二切割轮形成两条正交的第二切割线段。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述第一切割线和所述第二切割线为同一切割线，

所述切割支座上还设有位于所述第一切割单元和所述第二切割单元之间、供所述切割线绕设的导向轮。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述第一切割单元还包括第一边皮卸料装置，用于将所述第一切割单元对所述硅棒进行第一折面切割后形成的边皮予以卸料；所述第二切割单元还包括第二边皮卸料装置，用于将所述第二切割单元对所述硅棒进行第二折面切割后形成的边皮予以卸料。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述第一切割单元对所述硅棒进行第一折面切割时两条正交的第一切割线段的交点位于所述硅棒的截面内，所述第二切割单元对所述硅棒进行第二折面切割时两条正交的第二切割线段的交点位于所述硅棒的截面内。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述研磨装置包括：磨面支座，设于所述机座上；至少一对磨具，对向设置于所述磨面支座上；所述至少一对磨具相对所述磨面支座活动升降以用于对所述方形的硅棒进行磨面及倒角。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述磨具包括：主轴；至少一砂轮，设置于所述主轴的作业端。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述磨具包括：转动式底盘；双头主轴，设置于所述转动式底盘上，其第一端设有至少一个粗磨砂轮，其第二端设有至少一个精磨砂轮；驱动电机，用于驱动所述转动式底盘进行转动以使所述双头主轴的第一端和第二端互换位置。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述硅棒加工平台的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两相邻之间呈120°分布，所述硅棒转换装置的旋转角度范围为±240°。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述硅棒加工平台还设有等待区位，所述硅棒切磨一体机还包括硅棒移送装置，邻设于所述硅棒加工平台的等待区位，用于将待加工的硅棒转移至所述硅棒加工平台的等待区位或将所述等待区位上的经加工后的硅棒转移出所述硅棒加工平台。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述硅棒移送装置包括：移送底座，通过滑移机构滑设于所述机座；硅棒平台，活动设于所述移送底座上，用于横向安置所述硅棒；硅棒紧固机构，设于所述硅棒平台上，用于在所述硅棒转移过程中紧固所述硅棒；平台翻转机构，用于驱动所述硅棒平台相对所述移送底座翻转，使得所述硅棒竖立放置于所述硅棒转移装置上。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述硅棒切磨一体机还包括定位检测装置，用于对位于所述等待区位上的硅棒进行棱线检测和中心定位。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述定位检测装置包括：棱线检测单元，包括接

触式检测机构、旋转机构以及与所述接触式检测机构和所述旋转机构电性连接的检测控制器，所述接触式检测结构用于通过与所述硅棒的棱线接触而向检测控制器发送通断信号，所述旋转机构用于根据所述检测控制器的控制调整所述硅棒的位置；轴心调节单元，用于将所述硅棒的轴心定位于所述预处理区的中心，包括夹持机构，所述夹持机构用于形成夹持所述硅棒的夹持空间并且所述夹持空间的中心与所述预处理区的中心相重合。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述硅棒加工平台的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两相邻之间呈90°分布，所述硅棒转换装置的旋转角度范围为±270°。

在本申请第一方面的某些实施方式中，所述硅棒转换装置包括：输送本体；硅棒定位机构，设置于所述输送本体上，用于对所述硅棒进行定位；转换驱动机构，用于驱动所述输送本体转动以带动所述硅棒定位机构所定位的硅棒在各个加工区位之间转换。

本申请第二方面公开一种硅棒切磨方法，应用于一硅棒切磨一体机中，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述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，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，所述硅棒切磨方法包括以下步骤：

令硅棒转换装置将第一硅棒转换至第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一折面切割；所述第一折面切割是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一折面切割；所述第二折面切割是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第三硅棒转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一折面切割；

令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至第一加工区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位，将第一硅棒从第一加工区位卸载并装载第四硅棒，令切割装置对第一加工区位上的第四硅棒进行第一折面切割，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二折面切割。

本申请公开的应用于硅棒切磨一体机的硅棒切磨方法，可令硅棒转换装置将硅棒在各个加工装置之间有序且无缝地进行转移，并令切割装置对硅棒进行两次折面切割以形成方形的

硅棒以及令研磨装置对开方切割后的方形的硅棒进行研磨，从而完成硅棒的开方及研磨多工序的一体化作业，提高生产效率及产品加工作业的品质。

在本申请第二方面的某些实施方式中，所述硅棒加工平台上的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两之间呈120°分布；当依照第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向时，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度为正向转动120°，所述令硅棒转换装置转动的第二预设角度为正向转动120°或逆向转动240°。

本申请第三方面公开一种硅棒切磨方法，应用于一硅棒切磨一体机中，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述硅棒加工平台设于具有等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，其特征在于，所述硅棒切磨方法包括以下步骤：

将第一硅棒装载于等待区位，对所述第一硅棒进行预处理；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一折面切割，在此阶段，将第二硅棒装载于等待区位对所述第二硅棒进行预处理；所述第一折面切割是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一折面切割，在此阶段，将第三硅棒装载于等待区位对所述第三硅棒进行预处理；所述第二折面切割是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第三硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一折面切割，同时，将第四硅棒装载于等待区位对所述第四硅棒进行预处理；

令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至等待区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第四硅棒由等待区位转换至第一加工区位，将第一硅棒从等待区位卸载并装载第五硅棒，对所述第五硅棒进行预处理，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第四硅棒进行第一折面切割。

本申请公开的应用于硅棒切磨一体机的硅棒切磨方法，可令硅棒转换装置将硅棒在各个加工装置之间有序且无缝地进行转移，并令切割装置对硅棒进行两次折面切割以形成方形的硅棒以及令研磨装置对开方切割后的方形的硅棒进行研磨，从而完成硅棒的开方及研磨多工序的一体化作业，提高生产效率及产品加工作业的品质。

在本申请第三方面的某些实施方式中，所述硅棒加工平台上的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两之间呈 90°分布；当依照等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向时，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度为正向转动 90°，所述令硅棒转换装置转动第二预设角度为正向转动 90°或者逆向转动 270°。

附图说明

图 1 显示为本申请硅棒切磨一体机在一实施例中的立体结构示意图。

图 2 显示为本申请硅棒切磨一体机在一实施例中的俯视图。

图 3 显示为图 1 的 B 部分的局部放大图。

图 4 显示为本申请硅棒切磨一体机中切割装置在一实施例中的结构示意图。

图 5 显示为第一切割单元对硅棒进行第一折面切割时的第一切割线与第二切割单元对硅棒进行第二折面切割时的第二切割线的交点位于硅棒的截面内部的截面示意图

图 6 显示为第一切割单元对硅棒进行第一折面切割时的第一切割线与第二切割单元对硅棒进行第二折面切割时的第二切割线的交点位于硅棒的截面圆周上的截面示意图。

图 7 至图 14 显示为本申请硅棒切磨一体机在执行硅棒切磨方法的各步骤中的结构示意图。

图 15 显示为本申请硅棒切磨一体机在一实施例中的立体结构示意图。

图 16 显示为本申请硅棒切磨一体机在一实施例中的俯视图。

图 17 显示为图 15 的 A 部分的局部放大图。

图 18 显示为本申请硅棒切磨一体机中切割装置在一实施例中的结构示意图。

图 19 显示为第一切割单元对硅棒进行第一方向侧面切割时的第一切割线与第二切割单元对硅棒进行第二方向侧面切割时的第二切割线的交点位于硅棒的截面内部的截面示意图。

图 20 显示为第一切割单元对硅棒进行第一方向侧面切割时的第一切割线与第二切割单元对硅棒进行第二方向侧面切割时的第二切割线的交点位于硅棒的截面圆周上的截面示意图。

图 21 至图 27 显示为本申请硅棒切磨一体机在执行硅棒切磨方法的各步骤中的结构示意图。

具体实施方式

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。

在下述描述中，参考附图，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、电气以及操作上的改变。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。

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或参数，但是这些元件或参数不应当被这些术语限制。这些术语仅用来将一个或参数件与另一个或参数进行区分。例如，第一方向可以被称作第二方向，并且类似地，第二方向可以被称作第一方向，而不脱离各种所描述的实施例的范围。

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。

在相关的针对硅棒的加工作业技术中，会涉及到例如开方切割、磨面、倒角等若干道工序。

一般地，现有的硅棒大多为圆柱形结构，通过硅棒开方设备对硅棒进行开方切割，使得硅棒在开方处理后截面呈类矩形（包括类正方形），而已加工的硅棒整体呈类长方体形（也可包括类立方体形）。

以单晶硅棒为例，单晶硅棒的形成工艺可包括：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，又使用硅棒开方机对截断后的短硅棒进行开方作业形成截面呈类矩形的单晶硅棒。其中，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的具体实现方式可参考例如为 CN105856445A、CN105946127A、以及 CN105196433A 等专利公开文献，使用硅棒开方机对截断后的短硅棒进行开方作业后形成截

面呈类矩形的单晶硅棒的具体实施方式则可参考 CN105818285A 等专利公开文献。但单晶硅棒的形成工艺并不见限于前述技术，在可选实例中，单晶硅棒的形成工艺还可包括：先使用全硅棒开方机对原初的长硅棒进行开方作业以形成截面呈类矩形的长单晶硅棒；开方完成后，又使用硅棒截断机对开方切割后的长单晶硅棒进行截断作业形成短晶硅棒。其中，上述中使用全硅棒开方机对原初的长硅棒进行开方作业以形成呈类矩形的长单晶硅棒的具体实现方式可参考例如为 CN106003443A 等专利公开文献。

在利用开方设备将圆柱形的单晶硅棒经开方切割形成类矩形的硅棒之后，可再利用研磨设备对类矩形的硅棒进行磨面、倒角等作业。

本申请的发明人发现，在相关的针对硅棒的加工作业技术中，涉及的开方、研磨（例如磨面、倒角等）等加工装置是彼此分散及独立布置的，执行不同工序作业的硅棒的转换需要进行搬运调配及加工前的预处理，存在工序繁杂及效率低下等问题。

有鉴于此，本申请提出了一种硅棒切磨一体机及硅棒切磨方法，通过设备改造，在一个设备中集合了多个加工装置，能自动化实现硅棒的开方切割和研磨（例如磨面、倒角等），各个加工作业之间无缝衔接，节省人工成本且提高生产效率，提高硅棒加工作业的品质。

请参阅图 1 至图 2，其中，图 1 显示为本申请硅棒切磨一体机在一实施例中的立体结构示意图，图 2 显示为本申请硅棒切磨一体机在一实施例中的俯视图。

本实施例中，本申请硅棒切磨一体机是用于对硅棒进行开方切割和研磨等加工作业，在这里，所述硅棒为单晶硅棒，但并不以此为限，例如，多晶硅棒也应属于本申请的保护范围。

如图所示，本申请公开的硅棒开方设备，包括：机座 1，切割装置 2，研磨装置 3，以及硅棒转换装置 4。机座 1 具有硅棒加工平台。切割装置 2 设于机座 1 上，用于对所述硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒进行第一折面切割以及对所述硅棒加工平台的第二加工区位上的硅棒进行第二折面切割，形成方形的硅棒。研磨装置 3 设于机座 1 上，用于对所述硅棒加工平台的第三加工区位上的所述方形的硅棒进行磨面及倒角。

机座 1 作为本申请硅棒多工位加工机的主体部件，具有硅棒加工平台，其中，所述硅棒加工平台可根据硅棒加工作业的具体作业内容而划分为多个功能区位。具体地，在图 1 和图 2 所示的实施例中，所述硅棒加工平台至少包括等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位。

硅棒转换装置 4 设于所述硅棒加工平台的居中区域，用于将硅棒 100 在所述硅棒加工平台上的等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位之间转换。在一实施方式中，硅棒转换装置 4 旋转设置于所述硅棒加工平台上，硅棒转换装置 4 可进一步包括：输送本体 41，呈圆盘状、方盘状或其他类似状；设于输送本体 41 上的硅棒定位机构 43，用于

对硅棒进行定位；转换驱动机构，用于驱动输送本体 41 转动以带动硅棒定位机构 43 所定位的硅棒转换位置。

如前所述，在本实施例中的硅棒加工平台包括有等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位，为与这些功能区位相适配，输送本体 41 上的硅棒定位机构 43 的数量可设置为四个，每一个硅棒定位机构 43 均可定位至少一个硅棒。进一步地，这四个硅棒定位机构 43 两两之间所设置的角度也是与四个功能区位两两之间的角度分布相一致。如此，当某一个硅棒定位机构 43 对应于某一个功能区位时，必然地，其他三个硅棒定位机构 43 也是分别与其他三个功能区位相对应。这样，在流水作业中，任一时刻，当每一个硅棒定位机构 43 上均定位有至少一个硅棒且硅棒定位机构 43 是与功能区位相对应时，则这些硅棒就位于对应的某一功能区位处执行着相应的加工作业，例如：位于等待区位的硅棒可进行预处理作业，位于第一加工区位的硅棒可进行第一加工作业，位于第二加工区位的硅棒可进行第二加工作业，位于第三加工区位的硅棒可进行第三加工作业。在一种可选实施例中，所述硅棒加工平台上的等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位两两之间呈 90°分布，因此，与之对应地，输送本体 41 上的四个硅棒定位机构 43 两两之间也呈 90°分布。当然，硅棒定位机构 43 的数量可根据实际需求加以变化而并非以此为限，例如，硅棒定位机构 43 的数量可根据硅棒加工平台设置的功能区位的数量而定。

在某些实施方式中，硅棒定位机构 43 更可包括：旋转承载台 431、旋转压紧装置 433、升降驱动装置（图中未标示）、以及旋转驱动装置（图中未标示）。

旋转承载台 431 设置于硅棒转换装置 4 中的输送本体 41 上，用于承载硅棒 100（200）并使得硅棒 100（200）为竖立放置，即，硅棒 100（200）的底部坐落于旋转承载台 431 上。在本实施方式中，旋转承载台 431 并在硅棒转换装置 4 中的输送本体 41 转动时一并转动。在某些实施方式中，旋转承载台 431 还可设计为可自转运动，例如旋转承载台 431 相对于输送本体 41 具有转轴以实现自转运动，如此，当旋转承载台 431 承托了硅棒 100（200）之后，旋转承载台 431 及其上的硅棒 100（200）可一同作转动。进一步地，旋转承载台 431 中用于与硅棒接触的接触面具有阻尼，以提供能带动硅棒一定的摩擦力。旋转承载台 431 与硅棒 100（200）适配，在某些实施例中，旋转承载台 431 可以是与硅棒 100（200）的截面尺寸相适配的圆形承载台或方形承载台。

旋转压紧装置 433 相对设置于旋转承载台 431 的上方，用于顶压于硅棒 100（200）的顶部以压紧硅棒 100（200）。旋转压紧装置 433 可进一步包括活动设置的支座以及设置于支座底部的顶压活动块。所述支座是活动设置于一中央安装架上，该中央安装架是位于输送本体 41 的中央区域且跟随着输送本体 41 一起转动。所述顶压活动块与硅棒 100（200）适配，在

一可选实施例中，所述顶压活动块可以是与硅棒 100（200）的截面尺寸相适配的圆饼形压块或方形压块等。更进一步地，旋转压紧装置 433 中的所述顶压活动块轴转连接于所述支座并可相对所述支座而能作旋转运动。

在前述中可知，旋转承载台 431 设计为能自转运动且旋转压紧装置 433 中的所述顶压活动块轴转连接于所述支座，因此，旋转承载台 431 或者所述顶压活动块可联动于一旋转驱动装置。在一种情形下，当旋转承载台 431 联动于一旋转驱动装置时，由旋转承载台 431 作为主动转动部件而所述顶压活动块则作为从动转动部件；在另一种情形下，当所述顶压活动块联动于一旋转驱动装置时，由所述顶压活动块作为主动转动部件而旋转承载台 431 则作为从动转动部件。

在实际应用中，旋转压紧装置 433 可与其下的旋转承载台 431 相互配合，具体地，当将硅棒 100（200）立式放置于旋转承载台 431 上之后，由升降驱动装置驱动所述支座沿着中央安装架作下降运动直至支座上的所述顶压活动块抵压于硅棒 100（200）的顶部。后续，在需要转动硅棒 100（200）时，由旋转驱动装置驱动联动的旋转承载台 431 或者所述顶压活动块转动，利用旋转承载台 431、硅棒 100（200）、以及所述顶压活动块相互之间的摩擦力，顺势带动硅棒 100（200）也一并转动，实现硅棒 100（200）中作业面或作业区域的调整，从而使得对硅棒 100 中调整后的作业面或作业区域进行加工作业。硅棒 100（200）的转动速度以及转动角度可由旋转驱动装置来控制。在具体实现方式上，升降驱动装置可例如为气缸或升降电机，旋转驱动装置则可例如为旋转电机。

进一步地，由上可知，在某些情形下，旋转承载台 431 或所述顶压活动块可受控于旋转驱动装置而转动以带动硅棒 100（200）转动来改变作业面或作业区域，有时，当硅棒 100（200）转动到所需的作业面或作业区域时则需要停止作动并定位下来以接受相应功能区位中加工装置的加工作业。因此，在本申请中，所述硅棒定位机构若有必要还可配置一锁止机构。在一种实现方式中，可在中央安装架的底部且邻近旋转承载台 431 处配置一承载台锁止机构（未在图式中显示），所述承载台锁止机构可包括锁止插销和与锁止插销连接的锁止气缸。在实际应用中，当需要锁定旋转承载台 431 时，承载台锁止机构中的锁止气缸就驱动锁止插销伸出并作用于旋转承载台 431 的底部或颈部，确保旋转承载台 431 稳固不动；待需要转动硅棒以改变作业面或作业区域时，再由所述承载台锁止机构中的锁止气缸驱动锁止插销收缩，解锁旋转承载台 431，从而使得旋转承载台 431 能转动。

输送本体 41 是受控于转换驱动机构的驱动而转动，通过输送本体 41 的转动而实现输送本体 41 上的硅棒定位机构 43 及由硅棒定位机构 43 所定位的硅棒 100（200）在不同的功能区位之间进行转换。

在某些实施方式中，所述转换驱动机构进一步包括：转换齿带，设于输送本体 41 的周侧；驱动电机及连接驱动电机而受驱动电机驱动的联动结构，设于机座 1 的硅棒加工平台上，所述联动结构包括与所述转换齿带相啮合的转动齿轮。如此，所述转动齿轮在所述驱动电机驱动下带动输送本体 41 旋转以带动硅棒定位机构 43 及其上的硅棒 100（200）转换至其他功能区位完成输送，所述驱动电机可以为伺服电机。

在某些实施方式中，硅棒转换装置 4 还可包括锁止机构（未在图式中显示），用于锁定输送本体 41。例如，所述锁止机构可包括锁止插销和与锁止插销连接的锁止气缸，其中，锁止插销的数量可以是多个，均匀分布于输送本体 41 边缘（例如，锁止插销的数量为四个，以 90° 角的方式均匀分布），在实际应用中，当需要将硅棒从某一加工区位转换至另一加工区位时，锁止气缸驱动锁止插销收缩，解锁圆盘形或圆环形输送本体，从而使得输送本体 41 能旋转；当硅棒完成转换后，即将硅棒从某一加工区位转换至目标加工区位后，所述锁止机构中的锁止气缸就驱动锁止插销伸出并作用于输送本体 41，锁定输送本体 41。

如前所述，位于等待区位的硅棒可进行预处理作业。本申请所述硅棒切磨一体机还包括硅棒移送装置 6，邻设于所述硅棒加工平台的等待区位，用于将待加工的硅棒 100（200）转移至硅棒加工平台的等待区位或将等待区位上的经加工后的硅棒转移出硅棒加工平台。

请参阅图 3，显示为图 1 的 B 部分的局部放大图。如图 3 所示，硅棒移送装置 6 进一步包括：移送底座 61、硅棒平台 63、平台翻转机构。

如前所述，所述硅棒移送装置用于将待加工的硅棒 100 转移至硅棒加工平台的等待区位或将等待区位上的经加工后的硅棒 200 转移出硅棒加工平台，其中，硅棒 100 的截面为圆形，硅棒 200 的截面为方形。

在某些实施例中，提供专用于移送圆形硅棒 100 的第一硅棒移送装置和专用于移送方形硅棒 200 的第二硅棒移送装置。

在某些实施例中，提供可共用于圆形硅棒 100 和方形硅棒 200 的硅棒移送装置。

现以图 3 中的其中一硅棒移送装置为例。

移送底座 61 通过一滑移机构滑设于机座 1 上。在本实施例中，所述滑移机构可实现至少两个方向的滑移。例如，所述滑移机构包括支撑部 621、转换部 623、设于支撑部 621 和转换部 623 之间的第一方向滑移单元、设于转换部 623 和移送底座 61 之间的第二方向滑移单元，其中，所述第一方向滑移单元可包括第一方向滑轨、与第一方向滑轨对应的第一方向滑块或滑条、以及第一方向驱动源，所述第二方向滑移单元可包括第二方向滑轨、与第二方向滑轨对应的第二方向滑块或滑条、以及第二方向驱动源。

其中，第一滑轨、第一方向滑块或滑条、第二滑轨、第二方向滑块或滑条是以水平状态

布设的，所述第一方向驱动源和所述第二方向驱动源中的任一者均可包括：滑移齿条以及与滑移齿条啮合的转动齿轮（未在图式中显示）和滑移驱动电机。以第一方向滑移单元为例，所述第一驱动源可驱动转换部 623 及其上的移送底座 61 通过第一方向滑块或滑条和第一方向滑轨沿着第一方向滑移。以第二方向滑移单元为例，所述第二驱动源可驱动移送底座 61 通过第二方向滑块或滑条和第二方向滑轨沿着第二方向滑移。

在某些示例中，所述第一方向可例如为左右方向（即图 2 和图 3 中的 X 轴方向），所述第二方向可例如为前后方向（即图 2 和图 3 中的 Y 轴方向）。

硅棒平台 63 活动设于移送底座 61 上，用于横向（即，卧式）安置硅棒 100（200）。在本实施例中，硅棒平台 63 为一板状结构或框架结构，至少在硅棒平台 63 的前后两端分别设置有至少一硅棒承托架，用于承托硅棒 100（200）的前后两端，使得硅棒 100（200）能横向安置。同时，在硅棒平台的左右两侧也可分别设置有止档结构，用于限制硅棒 100（200）在左右方向上的移动。

我们知道，在后续加工作业中，需要将硅棒 100 从横卧状态（水平放置）转换为立起状态（竖立放置），因此，在本申请中，还可提供硅棒紧固机构，用于在硅棒转移过程中紧固硅棒（未在图式中显示）。在某些实施例中，所述硅棒紧固机构可包括紧固爪及控制所述紧固爪的紧固电机或紧固气缸。更进一步地，所述硅棒紧固机构中包括有至少两对紧固爪，至少两对紧固爪是分别对应于前述的两个硅棒承托架，即，一对紧固爪是对应于一个硅棒承托架且一对紧固爪中的两个紧固爪对向分列于硅棒承托架的左右两侧，每一个紧固爪上均配置有紧固电机或紧固气缸。在实际应用中，当硅棒 100（200）横卧于硅棒平台时，紧固电机或紧固气缸就驱动各自对应的紧固爪朝向硅棒平台上的硅棒 100（200），这样，通过至少两对紧固爪的配合，实现硅棒 100（200）整体上的紧固。优选地，紧固爪与硅棒 100（200）接触的抵压处可设置缓冲部件，以避免或减少对硅棒 100（200）的损伤。

为使得将硅棒 100 从横卧状态（水平放置）转换为立起状态（竖立放置），硅棒移送装置 6 还包括平台翻转机构。所述平台翻转机构用于驱动硅棒平台 63 相对移送底座 61 翻转，使得硅棒 100（200）竖立放置于硅棒转换装置 4 上。在本实施例中，所述平台翻转机构包括：安装架、移动架、翻转气缸或翻转电机、翻转齿条、以及翻转齿轮。所述安装架固设于移送底座上。在某些实施例中，所述安装架为一板状结构或框架结构。所述移动架活动架设于所述安装架的上方。在某些实施例中，所述移动架为一中空的板状结构或框架结构。进一步地，所述移动架中邻近硅棒转换装置 4 处的左右相对两侧分别设有翻转齿条，与之对应地，在硅棒平台 63 中邻近硅棒转换装置 4 处的翻转端的左右相对两侧分别设有翻转齿轮，所述翻转齿轮对应的翻转齿条之上并与之啮合。所述翻转气缸或翻转电机用于驱动所述移动架相对于所

述安装架移动。以翻转气缸为例，所述翻转气缸整体是布设于所述移动架的中空区域，具体地，所述翻转气缸中的气缸本体（例如包括缸筒及活塞）是设于所述安装架上，所述翻转气缸中的活塞杆是连接于所述移动架。在实际应用中，针对硅棒平台由水平状态翻转为竖立状态：翻转气缸作动，活塞杆伸展并推动移动架，使得移动架在推动下相对安装架而移动，移动架上的翻转齿条也跟着移动架移动，硅棒平台上与翻转齿条相啮合的翻转齿轮在翻转齿条的带动下转动，从而驱动硅棒平台进行翻转，最终实现硅棒平台由水平状态翻转为竖立状态。针对硅棒平台由竖立状态翻转为水平状态：翻转气缸作动，活塞杆收缩并拉动移动架，使得移动架在推动下相对安装架而移动，移动架上的翻转齿条也跟着移动架移动，硅棒平台上与翻转齿条相啮合的翻转齿轮在翻转齿条的带动下转动，从而驱动硅棒平台进行翻转，最终实现硅棒平台由竖立状态翻转为水平状态。

需补充的是：另外，为使得移动架能顺畅且平稳地相对安装架移动，安装架左右相对两侧设有滑轨，而移动架的底部的左右相对两侧则设有供滑动于滑轨的滑块或滑条。当然，上述，仅为一示例性说明，并非用以限制本发明，例如，在其他实施例中，滑轨可改设于移动架上而滑块或滑条则改设于安装架上。再有，为避免或减少硅棒平台在翻转过程中对移动架、安装架或翻转气缸或翻转电机造成碰撞损伤（例如，硅棒平台从竖立状态翻转回复为水平状态时），可进一步在移动架或安装架上设置相对凸起的缓冲器。

硅棒移送装置 6 还可包括升降机构。所述升降机构设于硅棒平台上，用于对翻转后硅棒 100（200）进行升降运动。在本实施例中，所述升降机构可包括滑轨或滑杆以及升降电机或升降气缸，其中，为能实现硅棒 100（200）的升降运动，硅棒承托架是通过滑轨或滑杆而设置于硅棒平台上（硅棒紧固机构是安装连接于硅棒承托架），升降电机或升降气缸则控制硅棒承托架（连同硅棒紧固机构）进行升降运动，从而带动硅棒 100（200）实现升降。仍以升降气缸为例，升降气缸整体是布设于硅棒平台的中部，具体地，升降气缸中的气缸本体（例如包括缸筒及活塞）是设于硅棒平台上，升降气缸中的活塞杆是连接于硅棒承托架。在实际应用中，升降气缸作动，活塞杆作伸缩（伸展或收缩）并推拉（推动或拉动）硅棒承托架，使得硅棒承托架在推拉下相对安装架而上下移动，硅棒承托架上的硅棒 100（200）也跟着硅棒承托架而上下移动。

前述的硅棒移送装置 6 仅为一示例性说明，但并不以此为限，硅棒移送装置仍可作其他的变化。

在某些实施例中，所述硅棒移送装置可包括：换向载具、设于换向载具上的硅棒夹具、以及用于驱动换向载具作换向运动的换向驱动机构。

所述换向载具为用于设置硅棒移送装置中其他各类部件的主体装置，其他各类部件主要

可包括硅棒夹具，但并不以此为限，其他部件还可例如为机械结构、电气控制系统及数控设备等。在本实施例中，所述换向载具可包括底座、与底座相对的顶架、以及设于底座和顶架之间的支撑架构。另外，所述换向载具另一重要作用在于通过换向运动以支持硅棒夹具的换向转换。所述换向载具可例如通过一换向驱动机构作换向运动。利用所述换向驱动机构，可驱动换向载具作换向运动以令换向载具上的硅棒夹具夹持待加工的硅棒 100 并将其由装卸区转运至对应于等待区位，或，夹持对应于等待区位上的已加工的硅棒 200 并将其由等待区位转运至装卸区。

在具体实现方式上，使得换向载具实现换向运动的换向驱动机构可包括转动轴和转动电机，换向载具通过转动轴轴连接于其下的安装基础结构。在实施转向运动时，则启动转动电机，驱动转动轴转动以带动换向载具作转动实现换向运动。前述驱动转动轴转动可设计为单向转动也可设计为双向转动，所述单向转动可例如为单向顺时针转动或单向逆时针转动，所述双向转动则可例如为实现顺时针转动和逆时针转动。另外，驱动转动轴转动的角度可根据硅棒移送装置的实际构造而设定。再者，换向载具中的底座可采用圆盘结构、矩形盘或椭圆盘，其中央位置与转动轴连接，但底座的形状并不限于此，在其他实施例中，底座也可采用其他形状。

在换向载具上设置有硅棒夹具，用于夹持相应的硅棒。例如，在某些实施例中，在换向载具的某一安装面上设有硅棒夹具，硅棒夹具可包括至少两个硅棒夹持件，其中，至少两个硅棒夹持件为间隔设置。该硅棒夹具中的硅棒夹持件可用于夹持圆硅棒（即，待加工的硅棒）兼方形硅棒（即，已加工硅棒）。这样，通过驱动换向载具作换向运动，使得换向载具上的硅棒夹具在装卸区与等待区位之间转换以转运待加工的硅棒以及在等待区位与装卸区之间转换以转运已加工的硅棒。于实际的应用中，换向载具作换向运动的转动角度是根据装卸区与等待区位之间的位置关系而定。在某些实施方式中，所述装卸区与所述等待区位为相对设置，硅棒移送装置位于两者之间，因此，换向载具被换向驱动机构驱动作 180°角转动。在某些实施方式中，所述装卸区与所述等待区位呈 90°角设置，则，换向载具被换向驱动机构驱动作 90 度角转动。不过，不论怎么说，装卸区与等待区位之间的位置关系无特定的限制，它们的设置顺序以及相互间的设置角度仍可作其他的变化，只要各个工位之间确保不会产生不必要干扰的话，如此，换向载具的转动方向及转动角度也会作适应性调整。

在某些实施方式中，无论是待加工的硅棒还是已加工的硅棒均为竖立放置，因此，硅棒夹具中的至少两个硅棒夹持件为上下间隔设置。任一个硅棒夹持件更可包括：夹臂安装座和两个夹臂，其中，夹臂安装座是设于换向载具上，至少两个夹臂是活动设于夹臂安装座上。这两个夹臂左右对称设置，两个夹臂可构成一个供夹持单晶圆硅棒或硅方体的夹持空间。额

外地，利用硅棒夹持件更可兼具定中心调节的作用。一般情形下，硅棒夹持件中的夹臂在夹合状态下，两个夹臂所构成的夹持空间的中心是与待加工的硅棒和已加工的硅棒的中心相重合的。因此，当利用硅棒夹持件去夹持竖立放置的待加工的硅棒或已加工的硅棒时，硅棒夹持件中的两个夹臂收缩，由夹臂抵靠于待加工的硅棒或已加工的硅棒。在夹臂收缩并夹合待加工的硅棒或已加工的硅棒的过程中，待加工的硅棒或已加工的硅棒被两旁的两个夹臂所推动并朝向夹持空间的中央区域移动，直至待加工的硅棒或已加工的硅棒被硅棒夹持件中的两个夹臂夹紧住，此时，待加工的硅棒或已加工的硅棒的中心就可位于硅棒夹持件的夹持空间的中心。

为使得硅棒夹持件中的至少两个夹臂能顺畅且稳固地夹持住不同尺寸规格的待加工的硅棒或已加工的硅棒，硅棒夹持件中的各个夹臂中的至少一个为可调节设计。以两个夹臂为例，两个夹臂中的至少一个为活动式设计（两个夹臂中的一个或两个为活动式设计），从而可调整两个夹臂之间的夹持间距。

另外，本申请硅棒移送装置中的硅棒夹具还可有其他的变化。例如，硅棒移送装置可配置有两个硅棒夹具，这两个硅棒夹具可分别设置于换向载具中相对的两个安装面上。且，这两个硅棒夹具可以是相同的也可以是不同的。在两个硅棒家具为相同的实施例中，这两个硅棒夹具用于夹持圆硅棒兼方形硅棒。在两个硅棒家具为不相同的实施例中，两个硅棒夹具中的一个硅棒夹具用于夹持圆硅棒，另一个硅棒夹具用于夹持方形硅棒。

再有，本申请中的硅棒移送装置 6 更可提供至少一个方向上的移动。例如，所述硅棒移送装置还可包括前后方向的进退机构，所述进退机构可包括：进退导轨和进退电机，其中，进退导轨为沿前后方向设置，换向载具的底座可通过滑块枕于进退导轨上，如此，在需要调整换向载具的位置时，由所述进退电机驱动换向载具沿着进退导轨进退。

本申请硅棒切磨一体机还包括定位检测装置。在本实施例中，所述定位检测装置（未在图式中显示）用于对位于所述等待区位上的硅棒 100 进行棱线检测和中心定位。

所述定位检测装置进一步包括：棱线检测单元和轴心调节单元。

在某些实施例中，所述棱线检测单元包括接触式检测机构、旋转机构以及与所述接触式检测机构和所述旋转机构电性连接的检测控制器，所述接触式检测结构用于通过与所述硅棒的棱线接触而向检测控制器发送通断信号，所述旋转机构用于根据所述检测控制器的控制调整所述硅棒的位置。

硅棒定位机构 43 的数量可根据实际需求加以变化而并非以此为限，例如，硅棒定位机构 43 的数量可根据硅棒加工平台设置的功能区位的数量而定。

在某些实施方式中，硅棒定位机构 43 更可包括：旋转承载台 431。

在某些实施例中，所述轴心调节单元用于将硅棒 100 的轴心定位于所述预处理区的中心，包括夹持机构，所述夹持机构用于形成夹持所述硅棒的夹持空间并且所述夹持空间的中心与所述预处理区的中心相重合。

在具体实现方式上，所述夹持机构可包括至少两个夹持件，每一个夹持件可包括至少两个夹臂。

鉴于硅棒的截面为圆形，在某些示例中，所述夹持件整体而言为圆形工件夹具，组成所述夹持件的夹臂为对称设计的两个，单个夹臂设计为具有弧形夹持面，较佳地，单个夹臂的弧形夹持面要超过硅棒 100 四分之一的圆弧，这样，由两个夹臂所组成的夹持件的弧形夹持面要超过硅棒 100 二分之一的圆弧。当然，夹臂中的弧形夹持面上还可额外增设缓冲垫，用于避免在夹持硅棒的过程中造成对硅棒表面的损伤，起到保护硅棒的良好效果。一般情形下，所述夹持件中的夹臂在夹合状态下，两个夹臂所构成的夹持空间的中心是与硅棒 100 的中心相重合的。因此，当利用夹持件去夹持待处理区位上竖立放置的硅棒 100 时，所述夹持件中的两个夹臂收缩，由夹臂中的弧形夹持面抵靠于硅棒。在夹臂收缩并夹合硅棒 100 的过程中，硅棒 100 被两旁的两个夹臂所推动并朝向夹持空间的中央区域移动，直至硅棒 100 被夹持件中的夹臂夹紧住，此时，硅棒 100 的中心就可位于夹持件的夹持空间的中心。

当待加工的硅棒 100 被硅棒移送装置 6 移送至硅棒加工平台的等待区位并经过预处理之后，即可由硅棒转换装置 4 将硅棒由等待区位转换至其他加工区位。

切割装置 2 设于机座 1 上，用于对硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒 100 进行第一折面切割以及对硅棒加工平台的第二加工区位上的硅棒 100 进行第二折面切割，形成方形的硅棒。其中，本申请实施例中所述第一折面切割和所述第二折面切割中的任一者是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割，也即，所述第一折面切割、第二折面切割是为在切割完成后在硅棒上形成正交的两个侧面，例如，进行第一折面切割后硅棒形成两个正交的侧面，继而进行第二折面切割，硅棒横截面形成类矩形。

请参阅图 4，显示为本申请硅棒切磨一体机中切割装置在一实施例中的结构示意图。在如图 1、图 2 和图 4 所示的硅棒切磨一体机中，切割装置 2 包括：切割架 21、切割支座 22、第一切割单元 23、以及第二切割单元 25。

切割架 21 设于机座 1 上。在本实施例中，切割架 21 为柱状结构或框架结构，作为切割装置 2 的支撑主体，可向切割装置 2 中的其他部件提供支撑。

切割支座 22 可通过一升降机构可升降地设于切割架 21 上。在某些实施方式中，所述升降机构可包括有由升降电机、升降导轨、以及升降滑块等可实现切割支座 22 进行垂向移动的机构，其中，升降导轨垂向设置于切割架 21 上，所述升降滑块设置于切割支座 22 的背部且

与升降导轨相配合，为使得切割支座 22 可实现稳定升降于机座 1 的安装结构，可采用双导轨设计，即，采用两个升降导轨，这两个升降导轨并行设置。在所述升降电机（该升降电机可例如为伺服电机）驱动下，可实现切割支座 22 借助升降导轨和所述升降滑块相对于切割架 21 和机座 1 作升降运动。

在本实施例中，由于切割支座 22 可供配置第一切割单元 23 和第二切割单元 25，即，第一切割单元 23 和第二切割单元 25 共用切割支座 22。因此，在本实施例中，一方面，切割装置 2 中的切割架 21 和切割支座 22 设于第一加工区位和第二加工区位之间的居中位置。另一方面，切割支座 22 作了特别的设计。如图 1 至图 4 所示，本实施例中的切割支座 22 可包括支座主体 221 和位于支座主体 221 相对两旁侧的第一支座侧翼 223 和第二支座侧翼 225。

第一切割单元 23 设于切割支座 22 的第一旁侧，用于对所述硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒 100 进行第一折面切割。

在本实施例中，如前所述，切割支座 22 包括支座主体 221 和位于支座主体 221 相对两旁侧的第一支座侧翼 223 和第二支座侧翼 225，因此，第一切割单元 23 即安装于切割支座 22 的第一支座侧翼 223 处。具体地，第一切割单元 23 包括设于第一支座侧翼 223 上的第一线架 231、设于第一线架 231 上的多个第一切割轮 233、以及第一切割线 235，第一切割线 235 依序绕设于多个第一切割轮 233 形成两条正交的第一切割线段。

于实际的应用中，第一切割单元 23 可至少包括四个第一切割轮 233，这四个第一切割轮 233 可组合成两个正交的第一切割轮组，即，由沿着 M 轴相对设置两个第一切割轮组成一个第一切割轮组，由沿着 N 轴的两个第一切割轮组就组成一对第一切割轮组，其中，M 轴与 N 轴正交。具体地，第一切割单元 23 包括两个正交的第一切割轮组，其中，一个第一切割轮组包括前后（沿 M 轴）设置的两个第一切割轮 233，另一个第一切割轮组包括前后（沿 N 轴）设置的两个第一切割轮 233。

第一切割线 235 依序绕设于第一切割单元 23 中的各个第一切割轮 233 后形成第一切割线网。于实际的应用中，第一切割线 235 依序绕设于第一切割单元 23 中的四个第一切割轮 233 后形成两条相互正交的第一切割线段，构成第一切割线网。具体地，第一切割线 235 绕设于一个第一切割轮组中前后（沿 M 轴）设置的两个第一切割轮 233 后形成一条第一切割线段，第一切割线 235 绕设于另一个第一切割轮组中前后（沿 N 轴）设置的两个第一切割轮 233 后形成另一条第二切割线段。如此，这两条相互正交的第一切割线段配合形成呈“Γ”字型的第一切割线网。

当然，第一切割单元 23 并不以图 1 至图 4 所示的实施例为限，其在其他实施例中仍可作其他的变化。

另外，在本实施例中，第一切割单元 23 还可包括如下的至少一种部件：设于第一线架 231 和/或第一支座侧翼 223 上的导线轮，用于实现第一切割线 235 的导向；设于第一线架 231 和/或第一支座侧翼 223 上的张力轮，用于进行第一切割线 235 的张力调整；以及，设于机座 1 上的贮线筒（所述贮线筒更可包括放线筒和收线筒），用于收放第一切割线。

第二切割单元 25 设于切割支座 22 的第二旁侧，用于对所述硅棒加工平台的第二加工区位上的硅棒 100 进行第二折面切割。

在本实施例中，如前所述，切割支座 22 包括支座主体 221 和位于支座主体 221 相对两旁侧的第一支座侧翼 223 和第二支座侧翼 225，因此，第二切割单元 25 即安装于切割支座 22 的第二支座侧翼 225 处。具体地，第二切割单元 25 包括设于第二支座侧翼 225 上的第二线架 251、设于第二线架 251 上的多个第二切割轮 253、以及第二切割线 255，第二切割线 255 依序绕设于多个第二切割轮 253 形成两条正交的第二切割线段。

于实际的应用中，第二切割单元 25 可至少包括四个第二切割轮 253，这四个第二切割轮 253 可组合成两个正交的第二切割轮组，即，由沿着 M 轴相对设置两个第二切割轮组成一个第二切割轮组，由沿着 N 轴的两个第二切割轮组就组成一对第二切割轮组，其中，M 轴与 N 轴正交。具体地，第二切割单元 25 包括两个正交的第二切割轮组，其中，一个第二切割轮组包括前后（沿 M 轴）设置的两个第二切割轮 253，另一个第二切割轮组包括前后（沿 N 轴）设置的两个第二切割轮 253。

第二切割线 255 依序绕设于第二切割单元 25 中的各个第二切割轮 253 后形成第二切割线网。于实际的应用中，第二切割线 255 依序绕设于第二切割单元 25 中的四个第二切割轮 253 后形成两条相互正交的第二切割线段，构成第二切割线网。具体地，第二切割线 255 绕设于一个第二切割轮组中前后（沿 M 轴）设置的两个第二切割轮 253 后形成一条第二切割线段，第二切割线 255 绕设于另一个第二切割轮组中前后（沿 N 轴）设置的两个第二切割轮 253 后形成另一条第二切割线段。如此，这两条相互正交的第二切割线段配合形成呈“Γ”字型的第二切割线网。

当然，第二切割单元 25 并不以图 1 至图 4 所示的实施例为限，其在其他实施例中仍可作其他的变化。

另外，在本实施例中，第二切割单元 25 还可包括如下的至少一种部件：设于第二线架 251 和/或第二支座侧翼 225 上的导线轮，用于实现第二切割线 255 的导向；设于第二线架 251 和/或第二支座侧翼 225 上的张力轮，用于进行第二切割线 255 的张力调整；以及，设于机座 1 上的贮线筒（所述贮线筒更可包括放线筒和收线筒），用于收放第二切割线。

再有，针对第一切割单元 23 中的第一切割线 235 和第二切割单元 25 中的第二切割线

255。

在某些实施例中，第一切割单元 23 和第二切割单元 25 为独立的两个切割单元，第一切割单元 23 中的第一切割线 235 和第二切割单元 25 中的第二切割线 255 可为两条独立的切割线。

在某些实施例中，第一切割单元 23 中的第一切割线 235 和第二切割单元 25 中的第二切割线 255 可为同一条切割线。在此情形下，所述共用的切割线依序绕设于第一切割单元 23 中的多个第一切割轮 233 形成第一切割线网之后再转移至旁侧的第二切割单元处以依序绕设于第二切割单元 25 中的多个第二切割轮 253 后形成第二切割线网。因此，在该实施例中，切割支座 22 上还设有位于第一切割单元 23 和第二切割单元 25 之间、供该共用的切割线绕设的一个或多个导向轮。具体地，在图 4 所示的实施例中，在切割支座 22 中位于第一切割单元 23 和第二切割单元 25 之间的支座本体 221 上设置有供该共用的切割线绕设的导向轮 26。第一切割单元 23 和第二切割单元 25 共用同一条切割线，可简化切割单元结构（例如省去一套放线筒和收线筒），具有很好的整体性，简化绕线的流程，提升效率，并能更好地控制两个切割单元的线张力等。

当利用图 2 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒和第二加工区位上的硅棒进行切割时，驱动切割支座 22 相对切割架 21 下降，由切割支座 22 左右两侧的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 同时对对应的第一加工区位上的硅棒和第二加工区位上的硅棒进行切割，其中，第一切割单元 23 对第一加工区位上的硅棒进行第一折面切割（第一切割单元 23 设有呈“Γ”字型的第一切割线网），第二切割单元 25 对第二加工区位上的硅棒进行第二折面切割（第二切割单元 25 设有呈“Γ”字型的第二切割线网）。由此可知，在本实施例中，切割装置 2 中的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 共用切割支座 22，通过驱动该共用的切割支座 22 作升降运动，可使得其上的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 在同一时间内分别对第一加工区位上的硅棒进行第一折面切割和对第二加工区位上的硅棒进行第二折面切割。切割装置 2 整体上结构简单，控制便利，能提高硅棒切割效率及质量。

需注意的是，在本实施例中，第一切割单元 23 对硅棒 100 进行第一折面切割时的第一切割线 235 与第二切割单元 25 对硅棒 100 进行第二折面切割时的第二切割线 255 的交点位于硅棒 100 的截面内（包括交点位于截面圆周上的情况），从而使得形成的方形的硅棒获得尽可能大的截面（后续切片后得到的硅片表面积较大），并可减少后续研磨（例如磨面及倒角等）作业中材料的损耗，提高硅材料的利用率。请参阅图 5 和图 6，其中，图 5 显示为第一切割单元对硅棒进行第一折面切割时的第一切割线与第二切割单元对硅棒进行第二折面切割时的第二切割线的交点位于硅棒的截面内部的截面示意图，图 6 显示为第一切割单元对硅棒进行第

一折面切割时的第一切割线与第二切割单元对硅棒进行第二折面切割时的第二切割线的交点位于硅棒的截面圆周上的截面示意图，其中，图 5 和图 6 中所示的 101 为对硅棒进行切割后形成的边皮。

通过上述切割装置 2，对硅棒 100 执行第一切割作业（由第一切割单元 23 对硅棒 100 进行第一折面切割）和第二切割作业（由第二切割单元 25 对硅棒 100 进行第二折面切割）之后，形成方形的硅棒（即，呈类矩形体的硅棒）。

在本实施例中，根据前述可知，硅棒经开方切割后会形成边皮，为了不妨碍线切割装置的上升，需要及时对边皮卸料，针对边皮的卸料，一般的边皮卸料方式大多还是由操作人员手工操作将边皮脱离于已开方硅棒并将其搬离出硅棒开方设备，不仅效率低下，且在搬运过程中会使得边皮与已开方硅棒发生碰撞而增加已开方硅棒损伤的风险。有鉴于此，本申请硅棒切磨一体机还包括边皮卸料装置，用于将线切割装置对硅棒进行开方切割后形成的边皮予以卸料，即，在一些实施例中，所述第一切割单元还包括第一边皮卸料装置，用于将所述第一切割单元对所述硅棒进行第一折面切割后形成的边皮予以卸料；所述第二切割单元还包括第二边皮卸料装置，用于将所述第二切割单元对所述硅棒进行第二折面切割后形成的边皮予以卸料。

由于第一边皮卸料装置和第二边皮卸料装置结构相同，故在此，仅以其中的第一边皮卸料装置为例进行说明。

一般地，所述第一边皮卸料装置可包括边皮提升机构，用于提升所述边皮以使所述边皮的顶端凸出于已切割的硅棒。所述边皮提升机构包括设于第一切割单元中的第一线架上的顶升件，所述顶升件可被一伸缩部件驱动可做伸缩运动，所述顶升件受控作伸展运动后托住所述边皮的底部以顶升所述边皮。

在某些实施例中，所述顶升件包括抵靠板和承托板，所述抵靠板自所述承托板的底部向上延伸出，进一步地，所述抵靠板更可为与边皮的弧形表面相适配的弧形板，当所述抵靠板抵靠于边皮时，能与边皮的弧形表面充分接触，所述抵靠板与边皮接触的部位为圆滑设计或者在所述抵靠板中要有与边皮接触的内表面增设缓冲垫。所述承托板用于承托住边皮的底部，进一步地，所述承托板更可为与边皮的底面相适配弓形板。在其他实施例中，作为承托板的弓形板的弦边还可增设凸块，以可增加与边皮的底面的接触面积。

在某些实施例中，伸缩部件可例如为带有伸缩杆的气缸，其中，所述伸缩杆可通过连接结构与顶升件中的所述承托板连接，所述气缸可驱动所述伸缩杆以带动顶升件作伸缩运动。这里，所述顶升件作伸缩运动包括所述顶升件的收缩运动和所述顶升件的伸展运动，其中，所述顶升件的收缩运动具体指的是所述气缸驱动所述伸缩杆收缩以带动所述顶升件远离所述

边皮，所述顶升件的伸展运动具体指的是所述气缸驱动所述伸缩杆伸展以带动所述顶升件靠近所述边皮。当然，前述伸缩部件也可采用其他实现方式，例如，所述伸缩部件也可例如为带有丝杠的伺服电机，所述丝杠与所述顶升件相连，由所述伺服电机的驱动所述丝杠转动以带动相连的所述顶升件作伸缩运动，例如，驱动所述丝杠正向转动带动所述顶升件作收缩运动及驱动所述丝杠逆向转动带动所述顶升件作伸展运动，或者，驱动所述丝杠正向转动带动所述顶升件作伸展运动及驱动所述丝杠逆向转动带动所述顶升件作收缩运动。关于第一边皮卸料装置的具体结构及其实现方式，可参考例如为CN208148230U等专利公开文献。

于实际应用中，在初始状态下，所述伸缩杆带动顶升件处于收缩状态，第一切割单元被驱动随着切割支座下降以使得第一切割单元中的第一切割线段对位于第一加工区位上的硅棒进行第一折面切割，直至第一切割线段贯穿硅棒，完成对硅棒的第一折面切割并形成边皮，此时，边皮提升机构已跟随第一线架下降至底部，所述气缸驱动所述伸缩杆伸展以带动所述顶升件靠近所述边皮直至所述顶升件中的抵靠板与所述边皮接触并实现抵靠，后续，第一切割单元被驱动跟随切割支座上升，边皮提升机构跟随切割支座上升，带动边皮相对已进行一次切割的硅棒发生上升位移，使得边皮的顶端凸出于硅棒，当边皮的顶端相较于硅棒凸出部分满足设定条件时，则可控制切割支座停止上升，如此，边皮的顶端即可作为进行抓取的着力部位，使得边皮被抓取卸料，然后，所述气缸驱动所述伸缩杆收缩以带动所述顶升件回到初始状态的同时控制切割支座带动第一切割单元和边皮提升机构继续上升至硅棒上方以备执行下一次切割作业。

在其他实施例中，所述边皮提升机构可包括吸附件和驱动所述吸附件作伸缩运动的伸缩部件，所述吸附件受控于所述伸缩部件而抵靠于边皮并吸附住边皮。所述吸附件更可包括抵靠板和吸附元件。所述抵靠板可例如为与所述边皮的弧形表面相适配的弧形板，当所述抵靠板抵靠于所述边皮时，能与所述边皮的弧形表面充分接触。所述吸附元件可例如为真空吸盘，多个真空吸盘可布设于所述抵靠板中要与所述边皮接触的接触面上。所述伸缩部件可例如为带有伸缩杆的气缸或是带有丝杠的伺服电机，以带有伸缩杆的气缸为例，所述伸缩杆可通过连接结构与所述顶升件中的抵靠板连接，所述气缸可驱动所述伸缩杆收缩以带动所述抵靠板远离所述边皮，所述气缸可驱动所述伸缩杆伸展以带动所述抵靠板靠近所述边皮并在所述抵靠板与所述边皮接触后由所述吸附元件吸附住所述边皮。后续，切割支座被驱动上升，所述边皮提升机构和第一切割单元跟随切割支座上升，所述边皮提升机构利用吸附力可带动边皮相对硅棒发生上升位移，使得所述边皮的顶端凸出于硅棒。

另外，所述边皮卸料装置还可包括夹持转运单元，设于机座的上方，用于夹持住所述边皮的顶端并拉升所述边皮以脱离硅棒以及将所述边皮转运至边皮卸料区。

在某些实施例中，所述夹持转运单元可包括提供至少一个方向移动的移动机构和边皮夹持机构，所述边皮夹持机构与所述移动机构相连并被带动在至少一个方向移动。

所述边皮夹持机构可包括升降驱动结构和设置在升降驱动结构底部的夹持组件。

其中，所述升降驱动结构用于驱动夹持组件作升降运动，所述升降驱动结构可例如为带有升降杆的升降气缸，所述升降杆与夹持组件相连，利用升降气缸可控制所述升降杆伸缩以带动夹持组件作升降运动，但并不以此为限。例如所述升降驱动结构还可为藉由电机驱动的丝杆组件，所述丝杆组件与夹持组件相连，利用电机驱动丝杆组件升降以带动夹持组件作升降运动。

所述夹持组件可包括罩体和可伸缩的夹持件，所述可伸缩的夹持件设于所述罩体内部，所述夹持件与所述罩体之间形成供夹持所述边皮的夹持空间。在实施例中，所述罩体用于罩设于边皮，所述罩体的可罩入尺寸要略大于待切割硅棒的截面圆，所述罩体设置为封闭或者非封闭的圆形罩，但并不以此为限。

所述夹持组件的结构并不以此为限，在其他实施例中，所述夹持组件包括弧形板和可伸缩的夹持件，所述夹持件与所述弧形板之间形成供夹持所述边皮的夹持空间。

在图 1 和图 2 所示的硅棒切磨一体机中，切割装置 2 包括：切割架 21、切割支座 22、第一切割单元 23、以及第二切割单元 25。但并不以此为限，在其他实施例中，本申请硅棒切磨一体机的切割装置仍可作其他变化。

在某些实施例中，所述切割装置可包括设于所述硅棒加工平台的第一加工区位的第一切割装置和设于所述硅棒加工平台的第二加工区位的第二切割装置，其中，第一切割装置和第二切割装置为两个独立的装置。

所述第一切割装置包括：第一切割架、第一切割支座、以及第一切割单元。

所述第一切割架设于机座上。所述第一切割架为柱状结构或框架结构，作为第一切割装置的支撑主体，可向第一切割装置中的其他部件提供支撑。

第一切割支座活动升降于所述第一切割架。在某些实施方式中，第一切割支座可通过升降机构活动升降于所述第一切割架。所述升降机构可包括有由升降电机、升降导轨、以及升降滑块等可实现第一切割支座进行垂向移动的机构，其中，升降导轨垂向设置于第一切割架上，所述升降滑块设置于第一切割支座的背部且与升降导轨相配合，为使得第一切割支座可实现稳定升降于机座的安装结构，可采用双导轨设计，即，采用两个升降导轨，这两个升降导轨并行设置。在所述升降电机（该升降电机可例如为伺服电机）驱动下，可实现第一切割支座借助升降导轨和所述升降滑块相对于第一切割架和机座作升降运动。

第一切割单元可至少包括四个第一切割轮，这四个第一切割轮可组合成两个正交的第一

切割轮组，即，由沿着 M 轴相对设置两个第一切割轮组成一个第一切割轮组，由沿着 N 轴的两个第一切割轮组就组成一对第一切割轮组，其中，M 轴与 N 轴正交。具体地，第一切割单元包括两个正交的第一切割轮组，其中，一个第一切割轮组包括前后（沿 M 轴）设置的两个第一切割轮，另一个第一切割轮组包括前后（沿 N 轴）设置的两个第一切割轮。

第一切割线依序绕设于第一切割单元中的各个第一切割轮后形成第一切割线网。于实际的应用中，第一切割线依序绕设于第一切割单元中的四个第一切割轮后形成两条相互正交的第一切割线段，构成第一切割线网。具体地，第一切割线绕设于一个第一切割轮组中前后（沿 M 轴）设置的两个第一切割轮后形成一条第一切割线段，第一切割线绕设于另一个第一切割轮组中前后（沿 N 轴）设置的两个第一切割轮后形成另一条第二切割线段。如此，这两条相互正交的第一切割线段配合形成呈“Γ”字型的第一切割线网。

当然，在某些实施例中，第一切割单元中第一切割轮和第一切割线段的设置位置、方向、以及数量等也可作其他变化。

所述第二切割装置包括：第二切割架、第二切割支座、以及第二切割单元。

所述第二切割架设于机座上。所述第二切割架为柱状结构或框架结构，作为第二切割装置的支撑主体，可向第二切割装置中的其他部件提供支撑。

第二切割支座活动升降于所述第二切割架。在某些实施方式中，第二切割支座可通过升降机构活动升降于所述第二切割架。所述升降机构可包括有由升降电机、升降导轨、以及升降滑块等可实现第二切割支座进行垂向移动的机构，其中，升降导轨垂向设置于第二切割架上，所述升降滑块设置于第二切割支座的背部且与升降导轨相配合，为使得第二切割支座可实现稳定升降于机座的安装结构，可采用双导轨设计，即，采用两个升降导轨，这两个升降导轨并行设置。在所述升降电机（该升降电机可例如为伺服电机）驱动下，可实现第二切割支座借助升降导轨和所述升降滑块相对于第一切割架和机座作升降运动。

第二切割单元可至少包括四个第二切割轮，这四个第二切割轮可组合成两个正交的第二切割轮组，即，由沿着 M 轴相对设置两个第二切割轮组成一个第二切割轮组，由沿着 N 轴的两个第二切割轮组就组成一对第二切割轮组，其中，M 轴与 N 轴正交。具体地，第二切割单元包括两个正交的第二切割轮组，其中，一个第一切割轮组包括前后（沿 M 轴）设置的两个第二切割轮，另一个第一切割轮组包括前后（沿 N 轴）设置的两个第二切割轮。

第二切割线依序绕设于第二切割单元中的各个第二切割轮后形成第二切割线网。于实际的应用中，第二切割线依序绕设于第二切割单元中的四个第二切割轮后形成两条相互正交的第二切割线段，构成第二切割线网。具体地，第二切割线绕设于一个第二切割轮组中前后（沿 M 轴）设置的两个第二切割轮 253 后形成一条第二切割线段，第二切割线绕设于另一个第二

切割轮组中前后（沿 N 轴）设置的两个第二切割轮后形成另一条第二切割线段。如此，这两条相互正交的第二切割线段配合形成呈“Γ”字型的第二切割线网。

当然，在某些实施例中，第二切割单元中第二切割轮和第二切割线段的设置位置、方向、以及数量等也可作其他变化。

研磨装置 3 设于机座 1 上，用于对硅棒加工平台的第三加工区位上的已完成开方切割的方形的硅棒进行研磨作业。在本实施例中，所述研磨作业包括磨面及倒角。

研磨装置 3 具有容纳空间，用于接纳通过硅棒转换装置 4 从第二加工区位转换至第三加工区位上的已完成开方切割的硅棒。研磨装置 3 主要包括研磨机架 31 和至少一对磨具 33，至少一对磨具 33 对向设置于研磨机架 31 上，用于对位于第三加工区位处的已完成开方切割的硅棒进行研磨作业。

在本实施例中，已完成开方切割的硅棒的截面呈方形（硅棒整体呈类矩形体），具有四个竖切面和四个连接棱面，因此，磨具 33 为相对设置的至少一对，两者间留有供容纳硅棒 200 的容纳空间，当硅棒 200 被转换至第三加工区位上且位于所述至少一堆磨具 33 之间的容纳空间之后，这至少一对磨具 33 即可接触硅棒 200 中相对的一对竖切面或一对连接棱面，然后上、下活动进行研磨。

其中，研磨机架 31 可通过一滑移机构滑设于机座 1。在本实施例中，所述滑移机构可实现至少一个方向的滑移。例如，所述滑移机构可实现研磨机架 31 沿第一方向（如图 2 所示的沿 X 轴方向）滑移。具体地，所述滑移机构可包括第一方向滑轨、与第一方向滑轨对应的第一方向滑块或滑条、以及第一方向驱动源。所述第一方向驱动源可例如为驱动电机。

磨具 33 可通过一滑移机构滑设于研磨机架 31。

在某些实施例中，研磨装置 3 中的至少一对磨具 33 为独立设置。以一对磨具 33 为例，两个磨具 33 分别通过各自的滑移机构滑设于研磨机架 31，其中，所述滑移机构可实现至少两个方向的滑移。具体地，所述滑移机构可包括第一方向滑移单元和第二滑移单元，其中，第一方向滑移单元即为升降滑移单元，包括设于研磨机架 31 上的升降导轨、设于一活动安装架上的升降滑块或滑条、以及升降驱动源。所述升降驱动源可例如为驱动电机。第二方向滑移单元则包括设于所述活动安装架上的第二方向导轨（所述第二方向即为如图 2 所示的 Y 轴方向）、设于磨具 33 上的第二方向滑块或滑条、以及第二方向驱动源。所述第二方向驱动源可例如为驱动电机。

在某些实施例中，研磨装置 3 中的至少一对磨具 33 为联合设置。以一对磨具 33 为例，这两个磨具 33 通过一滑移机构滑设于研磨机架 31，其中，所述滑移机构可实现至少两个方向的滑移。具体地，所述滑移机构可包括第一方向滑移单元和第二滑移单元，其中，第一方

向滑移单元即为升降滑移单元，包括设于研磨机架 31 上的升降导轨、设于一共用活动安装架上的升降滑块或滑条、以及升降驱动源。所述升降驱动源可例如为驱动电机。这两个磨具 33 通过第二方向滑移单元滑设于所述共用活动安装架上，所述第二方向滑移单元则包括设于所述共用活动安装架上的第二方向导轨（所述第二方向即为如图 2 所示的 Y 轴方向）、设于磨具 33 上的第二方向滑块或滑条、以及第二方向驱动源。所述第二方向驱动源可例如为驱动电机。

在本实施例中，研磨机架 31 可通过一滑移机构滑设于机座 1，实现研磨机架 31 的进退，即，靠近硅棒或远离硅棒。磨具 33 可通过第一方向滑移机构滑设于研磨机架 31，实现磨具 33 的升降，磨具 33 还可通过第二方向滑移机构滑设于研磨机架 31，实现磨具 33 的进退，即，靠近硅棒或远离硅棒，控制硅棒的研磨量。

在某些实施例中，所述磨具可包括主轴和至少一砂轮，其中，至少一砂轮设置于所述主轴的作业端。

特别地，如图 2 所示，在本实施例中，研磨装置 3 中的每个磨具 33 为双头结构。具体地，每个磨具包括：转动式底盘；设置于转动式底盘上的双头主轴 332，双头主轴 332 的第一端设有粗磨砂轮 331，双头主轴 332 的第二端设有精磨砂轮 333；驱动电机，用于驱动转动式底盘进行转动以使双头主轴 332 中的粗磨砂轮 331 和精磨砂轮 333 调换位置。在实际应用中，在研磨时，先利用研磨装置 3 中至少一对磨具 33 中双头主轴 332 的粗磨砂轮 331 对已完成开方切割的硅棒 200 进行粗磨作业，之后，驱动转动式底盘进行转动以使双头主轴 332 中的粗磨砂轮 331 和精磨砂轮 333 调换位置，利用研磨装置 3 中至少一对磨具 33 中双头主轴 332 的精磨砂轮 333 对已完成开方切割的硅棒 200 进行精磨作业。其中，所述粗磨作业可包括对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行粗磨面以及连接棱面进行粗倒角，所述精磨作业可包括对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行精磨面以及连接棱面进行精倒角。

以对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行粗磨面为例：先利用硅棒转换装置 4 将硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位，由硅棒定位机构 43 对硅棒 200 进行定位调整，令研磨机架 31 朝向硅棒 200 相对机座 1 沿第一方向（即沿 X 轴方向）移动，使得硅棒 200 位于一对磨具 33 的两个磨具 33 之间，即，硅棒 200 中的第一对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令磨具 33 相对研磨机架 31 根据进给量沿第二方向（即沿 Y 轴方向）进给，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对竖切面进行粗磨；由硅棒定位机构 43 中的旋转承载台 431 带动硅棒 200 正向（或逆向）转动 90°，使得硅棒 200 中的第二对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对竖切面进行粗磨。

其中，任一对竖切面的粗磨加工作业可例如包括：提供一进给量，驱动一对磨具 33 中的粗磨砂轮 331 从上往下运动来研磨硅棒的一对竖切面；一对粗磨砂轮 331 研磨到硅棒底部之后并穿过硅棒之后停留于下限位，再增加一进给量，驱动一对粗磨砂轮 331 从下往上运动来研磨硅棒；一对粗磨砂轮 331 研磨到硅棒顶部之后并穿过硅棒之后停留于上限位，继续增加一进给量，驱动一对粗磨砂轮 331 从上往下运动来研磨硅棒；如此，研磨，增加进给量，反向研磨，增加进给量，反复数次之后，即可将硅棒的一对竖切面研磨至预设的尺寸。

以对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行粗倒角为例：初始地，在硅棒转换装置 4 将硅棒 200 转送至第一加工区位时，硅棒 200 的竖切面是对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，因此，由硅棒定位机构 43 对硅棒 200 进行定位调整可例如包括带动硅棒 200 正向（或逆向）转动 45°，使得硅棒 200 中的第一对连接棱面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令研磨机架 31 朝向硅棒 200 相对机座 1 沿第一方向（即沿 X 轴方向）移动，使得硅棒 200 位于一对磨具 33 的两个磨具 33 之间，即，硅棒 200 中的第一对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令磨具 33 相对研磨机架 31 根据进给量沿第二方向（即沿 Y 轴方向）进给，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第一次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第二次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 80°，使得硅棒 200 中的第二对连接棱面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第一次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第二次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第三次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 80°，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第三次粗切。

需要特别说明的是，前述连接棱面的粗倒角作业中，由第一硅棒定位机构 53 带动第一硅棒 101 转动相应角度，例如：第一硅棒定位机构 53 带动第一硅棒 101 正向转动 5°，并非为唯一的实现方式，在其他可选实施例中，可适应调整角度，例如为 3°至 7°，包括 3°、4°、5°、6°、7°或其他角度，相应地，由第一硅棒定位机构 53 带动第一硅棒 101 正向转动 80°的情况则适应性调整角度。

以对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行精磨面为例：先利用硅棒转换装置 4 将硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位，由硅棒定位机构 43 对硅棒 200 进行定位调整，令研

磨机架 31 朝向硅棒 200 相对机座 1 沿第一方向（即沿 X 轴方向）移动，使得硅棒 200 位于一对磨具 33 的两个磨具 33 之间，即，硅棒 200 中的第一对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令磨具 33 相对研磨机架 31 根据进给量沿第二方向（即沿 Y 轴方向）进给，旋转磨具33中的精磨砂轮333并驱动磨具33上下运动以对硅棒200中的第一对竖切面进行精磨；由硅棒定位机构 43 中的旋转承载台 431 带动硅棒 200 正向（或逆向）转动 90°，使得硅棒 200 中的第二对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对竖切面进行精磨。

其中，任一对竖切面的精磨加工作业可例如包括：提供一进给量，驱动一对磨具 33 中的精磨砂轮 333 从上往下运动来研磨硅棒的一对竖切面；一对精磨砂轮 333 研磨到硅棒底部之后并穿过硅棒之后停留于下限位，再增加一进给量，驱动一对精磨砂轮 333 从下往上运动来研磨硅棒；一对精磨砂轮 333 研磨到硅棒顶部之后并穿过硅棒之后停留于上限位，继续增加一进给量，驱动一对精磨砂轮 333 从上往下运动来研磨硅棒；如此，研磨，增加进给量，反向研磨，增加进给量，反复数次之后，即可将硅棒的一对竖切面研磨至预设的尺寸。

以对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行精倒角为例：初始地，在硅棒转换装置 4 将硅棒200转送至第一加工区位时，硅棒200的竖切面是对应于研磨装置3中的一对磨具33，因此，由硅棒定位机构 43 对硅棒 200 进行定位调整可例如包括带动硅棒 200 正向（或逆向）转动 45°，使得硅棒 200 中的第一对连接棱面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令研磨机架 31 朝向硅棒 200 相对机座 1 沿第一方向（即沿 X 轴方向）移动，使得硅棒 200 位于一对磨具 33 的两个磨具 33 之间，即，硅棒 200 中的第一对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令磨具 33 相对研磨机架 31 根据进给量沿第二方向（即沿 Y 轴方向）进给，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第一次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第二次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 80°，使得硅棒 200 中的第二对连接棱面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第一次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第二次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第三次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 80°，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第三次精切。

需说明的是，上述仅为示例性说明，并非用于限制本申请的保护范围，例如，在针对作为研磨装置的研磨作业描述中，是先执行硅棒的磨面作业后执行多晶硅棒的倒角作业，但并不以此为限，在其他实施方式中，先执行硅棒的倒角作业后执行硅棒的磨面作业也是可行的，仍应属于本申请的保护范围。

后续，硅棒 200 经研磨装置 3 研磨作业后，则由硅棒转换装置 4 将硅棒 200 自第三加工区位转换至等待区位，并再由硅棒装卸装置将经加工后的硅棒自硅棒加工平台的等待区位卸载。当然，在卸载硅棒 200 之前，如有必要，在等待区位，可由检测装置对经加工作业之后的硅棒 200 进行检测，例如，利用平整度检测仪对硅棒进行平面平整度检测。利用平整度检测仪，一方面，可通过对硅棒 200 的平面平整度检测来检验硅棒经过各个加工作业后是否符合产品要求，以确定各个加工作业的效果；另一方面，通过对硅棒 200 的平面平整度检测，也能间接获得各个加工装置中加工部件的磨损状况，以利于实时进行校准或修正，甚至维修或更换。

再有，在本申请切磨一体机中，在一可选实施例中，还可包括硅棒清洗装置。所述硅棒清洗装置可设于机座上，用于对硅棒进行及清洗。针对硅棒清洗装置而言，一般，硅棒经上述加工作业后，作业过程中产生的切割碎屑会附着于硅棒表面，因此，必要时，需要对硅棒进行必要的清洗。一般地，所述硅棒清洗装置包括有清洗刷头及与所述清洗刷头配合的清洗液喷洒装置，在清洗时，由所述清洗液喷洒装置对着硅棒喷洒清洗液，同时，由电机驱动清洗刷头作用于硅棒，完成清洗作业。在实际应用中，所述清洗液可例如为纯水，所述清洗刷头可例如为旋转式刷头。

还有，本申请切磨一体机，特别需要指出的是，若切磨一体机对相应的加工作业装置作了增减，那么硅棒加工平台上的功能区位以及输送本体上的硅棒定位机构的数量及其位置关系均需作相应调整。

在某些实施例中，假设，硅棒多工位加工机省去了等待区位，硅棒转换装置也相应减少一个硅棒定位机构。进一步地，优选地，这三个硅棒定位机构两两之间所设置的角度也是与三个功能区位两两之间的角度分布相一致。如此，当某一个硅棒定位机构对应于某一个功能区位时，其他两个个硅棒定位机构也是分别与其他两个功能区位相对应。这样，在流水作业中，任一时刻，当每一个硅棒定位机构上均可定位一个硅棒且硅棒定位机构是与功能区位相对应时，则这些硅棒就位于对应的某一功能区位处执行着相应的加工作业。在一种可选实施例中，所述硅棒加工平台上的三个功能区位两两之间呈 120°分布，因此，与之对应地，输送本体上的四个硅棒定位机构两两之间也呈 120°分布。

还有，本申请切磨一体机，特别需要指出的是，若切磨一体机增设了相应的加工作业装

置，那么硅棒加工平台上的功能区位以及输送本体上的硅棒定位机构的数量及其位置关系均需作相应调整。假设，硅棒多工位加工机增设了一个加工作业装置，硅棒加工平台上也会相应增设一个功能区位且硅棒转换装置也相应增加一个硅棒定位机构。进一步地，优选地，这五个硅棒定位机构两两之间所设置的角度也是与五个功能区位两两之间的角度分布相一致。如此，当某一个硅棒定位机构对应于某一个功能区位时，其他四个硅棒定位机构也是分别与其他四个功能区位相对应。这样，在流水作业中，任一时刻，当每一个硅棒定位机构上均定位有一个硅棒且硅棒定位机构是与功能区位相对应时，则这些硅棒就位于对应的某一功能区位处执行着相应的加工作业。在一种可选实施例中，所述硅棒加工平台上的五个功能区位两两之间呈 72°分布，因此，与之对应地，输送本体上的四个硅棒定位机构两两之间也呈 72°分布。

本申请公开的硅棒切磨一体机，集合了切割装置和研磨装置，可利用硅棒转换装置能将硅棒在各个加工装置之间有序且无缝地进行转移，并利用切割装置对硅棒进行开方切割以形成方形的硅棒以及利用研磨装置对开方切割后的方形的硅棒进行研磨，从而完成硅棒的开方及研磨多工序的一体化作业，提高生产效率及产品加工作业的品质。

本申请公开了一种硅棒切磨方法，应用于一硅棒切磨一体机中。

在某些实施例中，如图 2 所示，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述硅棒加工平台设有等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，所述硅棒加工平台的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两相邻之间呈 90°分布。在本实施例中，假设依照等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向。

本申请硅棒切磨方法可至少包括如下步骤：

步骤 S101，将第一硅棒装载于等待区位，对所述第一硅棒进行预处理。在本实施例中，在步骤 S101 中，利用硅棒移送装置将待加工的第一硅棒转移至硅棒加工平台的等待区位。

具体可参阅图 7 和图 8，可利用硅棒移送装置 6 将待加工的第一硅棒 100 转移至硅棒平台的等待区位。关于利用硅棒移送装置 6 将待加工的第一硅棒 100 转移至硅棒平台的等待区位的具体方式可参见前文描述，在此不再赘述。

另外，所述预处理可包括利用定位检测装置对位于所述等待区位上的第一硅棒进行棱线检测和中心定位。

步骤 S103，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一折面切割，在此阶段，将第二硅棒

装载于等待区位并对所述第二硅棒进行预处理。

在步骤 S103 中，由于所述等待区位与所属第一加工区位之间呈 90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 90°。

具体可参阅图 8 和图 9，令硅棒转换装置 4 正向（即图 8 中顺时针箭头）转动 90°，将待加工的第一硅棒 100 由图 8 中的等待区位转换至图 9 中的第一加工区位。

如此，可利用图 9 所示实施例中的切割装置 2 对第一加工区位上的第一硅棒 100 进行切割。

当利用图 9 所示实施例中的切割装置 2 对第一加工区位上的第一硅棒 100 进行切割时，结合图 1，驱动切割支 22 相对切割架 21 下降，由切割支座 22 其中一侧的第一切割单元 23 对第一加工区位上的第一硅棒 100 进行第一折面切割（第一切割单元 23 设有呈“Γ”字型的第一切割线网）。

至于将第二硅棒 102 装载于等待区位并对第二硅棒 102 进行预处理，则可参考步骤 S101 中针对第一硅棒 100 的描述，在此不再赘述。

步骤 S105，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一折面切割，在此阶段，将第三硅棒装载于等待区位对所述第三硅棒进行预处理。

在步骤 S105 中，由于所述硅棒加工平台的等待区位、第一加工区位以及第二加工区位依序相差 90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 90°。

具体可参阅图 9 和图 10，令硅棒转换装置 4 正向（即图 9 中顺时针箭头）转动 90°，将第一硅棒 100 由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒 102 由等待区位转换至第一加工区位。

如此，可利用图 10 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第二加工区位上的第一硅棒 100 和第一加工区位上的第二硅棒 102 进行切割。

当利用图 10 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的第二硅棒 102 和第一加工区位上的第二硅棒 100 进行切割时，结合图 1，驱动切割支座 22 相对切割架 21 下降，由切割支座 22 左右两侧的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 同时对对应的第一加工区位上的第二硅棒 102 和第二加工区位上的第一硅棒 100 进行切割，其中，第一切割单元 23 对第一加工区位上的第二硅棒 102 进行第一折面切割（第一切割单元 23 设有呈“Γ”字型的第一切割线网），第二切割单元 25 对第二加工区位上的第一硅棒 100 进行第二折面切割（第

二切割单元 25 设有呈“Γ”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元 25 对第二加工区位上的第一硅棒 100 进行第二折面切割之前，由于前述折面切割的问题，还需利用硅棒转换装置 6 中的硅棒定位机构带动第一硅棒正向或逆向转动 180°，以调整切割面。如此，位于第二加工区位上的第一硅棒 100 经第二切割单元 25 进行第二折面切割之后，就形成整体呈方形的硅棒。

至于将第三硅棒 104 装载于等待区位对第三硅棒 104 进行预处理，则可参考步骤 S101 中针对第一硅棒 100 的描述，在此不再赘述。

步骤 S107，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第三硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一折面切割，同时，将第四硅棒装载于等待区位对所述第四硅棒进行预处理。

在步骤 S107 中，由于所述硅棒加工平台的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位依序相差 90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 90°

具体可参阅图 10 至图 12，令硅棒转换装置 4 正向（即图 10 中顺时针箭头）转动 90°，将第一硅棒 100 由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒 102 由第一加工区位转换至第二加工区位、将第三硅棒 104 由等待区位转换至第一加工区位。特别地，图 11 显示为图 10 和图 12 的中间过程，即，显示为图 10 中的硅棒切磨一体机中的硅棒转换装置正向（即图 10 中顺时针箭头）转动 45°的状态示意图。

如此，可利用图 12 所示实施例中的研磨装置 3 对硅棒加工平台的第三加工区位上的第一硅棒 100 进行研磨作业。关于利用研磨装置 3 对硅棒加工平台的第三加工区位上的第一硅棒 100 进行研磨作业的具体方式可参见前文描述，在此不再赘述。

同时，可利用图 12 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的第三硅棒 104 和第二加工区位上的第二硅棒 102 进行切割。

当利用图 12 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的第三硅棒 104 和第二加工区位上的第二硅棒 102 进行切割时，结合图 1，驱动切割支座 22 相对切割架 21 下降，由切割支座 22 左右两侧的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 同时对对应的第一加工区位上的第三硅棒 104 和第二加工区位上的第二硅棒 102 进行切割，其中，第一切割单元 23 对第一加工区位上的第三硅棒 104 进行第一折面切割（第一切割单元 23 设有呈“Γ”字型的第一切割线网），第二切割单元 25 对第二加工区位上的第二硅棒 102 进行第二折面切割（第

二切割单元 25 设有呈“Γ”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元 25 对第二加工区位上的第二硅棒 102 进行第二折面切割之前，由于前述折面切割的问题，还需利用硅棒转换装置 6 中的硅棒定位机构 43 带动第二硅棒 102 正向或逆向转动 180°，以调整切割面。如此，位于第二加工区位上的第二硅棒 102 经第二切割单元 25 进行第二折面切割之后，就形成整体呈方形的硅棒。

至于将第四硅棒 106 装载于等待区位对第四硅棒 106 进行预处理，则可参考步骤 S101 中针对第一硅棒 100 的描述，在此不再赘述。

步骤 S109，令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至等待区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第四硅棒由等待区位转换至第一加工区位，将第一硅棒从等待区位卸载并装载第五硅棒，对所述第五硅棒进行预处理，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第四硅棒进行第一折面切割。

在步骤 S109 中，由于所述硅棒加工平台的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位依序相差 90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 90°或者逆向转动 270°。其中，令硅棒转换装置逆向转动 270°，可使得硅棒转换装置回到初始位置，可释放正向旋转过程中缠绕的线缆。

具体可参阅图 12 和图 13，令硅棒转换装置 4 逆向（即图 10 中逆时针箭头）转动 270°，将第一硅棒 100 由第三加工区位转换至等待区位、将第二硅棒 102 由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒 104 由第一加工区位转换至第二加工区位、以及将第四硅棒 106 由等待区位转换至第一加工区位。

如此，可利用硅棒移送装置 6 将等待区位上的经加工后的第一硅棒 100 转移出所述硅棒加工平台，并将待加工的第五硅棒 108 转移至所述硅棒加工平台的等待区位（如图 14 所示）。

同时，可利用图 13 所示实施例中的研磨装置 3 对硅棒加工平台的第三加工区位上的第二硅棒 102 进行研磨作业。关于利用研磨装置 3 对硅棒加工平台的第三加工区位上的第二硅棒 102 进行研磨作业的具体方式可参见前文描述，在此不再赘述。

同时，可利用图 13 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的第四硅棒 106 和第二加工区位上的第三硅棒 104 进行切割。

当利用图 13 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的第四硅棒 106 和第二加工区位上的第三硅棒 104 进行切割时，结合图 1，驱动切割支座 22 相对切割架 21 下降，由切割支座 22 左右两侧的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 同时对对应的第一

加工区位上的第四硅棒 106 和第二加工区位上的第三硅棒 104 进行切割，其中，第一切割单元 23 对第一加工区位上的第四硅棒 106 进行第一折面切割（第一切割单元 23 设有呈“Γ”字型的第一切割线网），第二切割单元 25 对第二加工区位上的第三硅棒 104 进行第二折面切割（第二切割单元 25 设有呈“Γ”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元 25 对第二加工区位上的第三硅棒 104 进行第二折面切割之前，由于前述折面切割的问题，还需利用硅棒转换装置 4 中的硅棒定位机构 43 带动第三硅棒 104 正向或逆向转动 180°，以调整切割面。如此，位于第二加工区位上的第三硅棒 104 经第二切割单元 25 进行第二折面切割之后，就形成整体呈方形的硅棒。

在某些实施例中，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述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，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，所述硅棒加工平台的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两相邻之间呈 120°分布。在本实施例中，假设依照第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向。

本申请硅棒切磨方法可至少包括如下步骤：

步骤 S201，将第一硅棒装载于第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一折面切割。

在本实施例中，在步骤 S201 中，利用硅棒移送装置将待加工的第一硅棒转移至硅棒加工平台的第一加工区位。

当利用切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行切割时，驱动切割支座相对切割架下降，由切割支座左右两侧的第一切割单元对第一加工区位上的第一硅棒进行第一折面切割（第一切割单元设有呈“Γ”字型的第一切割线网）。

步骤 S203，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一折面切割。

在步骤 S203 中，由于所述等待区位与所属第一加工区位之间呈 120°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 120°。

当利用切割装置对硅棒加工平台的第一加工区位上的第二硅棒和第一加工区位上的第二硅棒进行切割时，驱动切割支座相对切割架下降，由切割支座左右两侧的第一切割单元和第二切割单元同时对对应的第一加工区位上的第二硅棒和第二加工区位上的第一硅棒进行切割，其中，第一切割单元对第一加工区位上的第二硅棒进行第一折面切割（第一切割单元设有呈“Γ”字型的第一切割线网），第二切割单元对第二加工区位上的第一硅棒进行第二折面切割（第

二切割单元设有呈“Γ”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元对第二加工区位上的第一硅棒进行第二折面切割之前，由于前述折面切割的问题，还需利用硅棒转换装置中的硅棒定位机构带动第一硅棒正向或逆向转动 180°，以调整切割面。

步骤 S205，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第三硅棒转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一折面切割。

在步骤 S205 中，由于所述硅棒加工平台的第一加工区位、第二加工区位以及第二加工区位依序相差 90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 90°。

可利用研磨装置对硅棒加工平台的第三加工区位上的第一硅棒进行研磨作业。

当利用切割装置对硅棒加工平台的第一加工区位上的第三硅棒和第二加工区位上的第二硅棒进行切割时，驱动切割支座相对切割架下降，由切割支座左右两侧的第一切割单元和第二切割单元同时对对应的第一加工区位上的第三硅棒和第二加工区位上的第二硅棒进行切割，其中，第一切割单元对第一加工区位上的第三硅棒进行第一折面切割（第一切割单元设有呈“Γ”字型的第一切割线网），第二切割单元对第二加工区位上的第二硅棒进行第二折面切割（第二切割单元设有呈“Γ”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元对第二加工区位上的第二硅棒进行第二折面切割之前，由于前述折面切割的问题，还需利用硅棒转换装置中的硅棒定位机构带动第二硅棒正向或逆向转动 90°，以调整切割面。

步骤 S207，令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至第一加工区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位，将第一硅棒从第一加工区位卸载并装载第四硅棒，令切割装置对第一加工区位上的第四硅棒进行第一折面切割，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二折面切割。

在步骤 S207 中，由于所述硅棒加工平台的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位依序相差 120°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 120°或者逆向转动 240°。其中，令硅棒转换装置逆向转动 240°，可使得硅棒转换装置回到初始位置，可释放正向旋转过程中缠绕的线缆。

在步骤 S207 中，可利用硅棒移送装置将第一加工区位上的经加工后的第一硅棒转移出所述硅棒加工平台，并将待加工的第四硅棒转移至所述硅棒加工平台的等待区位。

可利用研磨装置对硅棒加工平台的第三加工区位上的第二硅棒进行研磨作业。

当利用切割装置对硅棒加工平台的第一加工区位上的第四硅棒和第二加工区位上的第三硅棒进行切割时，驱动切割支座相对切割架下降，由切割支座左右两侧的第一切割单元和第二切割单元同时对对应的第一加工区位上的第四硅棒和第二加工区位上的第三硅棒进行切割，其中，第一切割单元对第一加工区位上的第四硅棒进行第一折面切割（第一切割单元设有呈“Γ”字型的第一切割线网），第二切割单元对第二加工区位上的第三硅棒进行第二折面切割（第二切割单元 25 设有呈“Γ”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元对第二加工区位上的第三硅棒进行第二折面切割之前，由于前述折面切割的问题，还需利用硅棒转换装置中的硅棒定位机构 43 带动第三硅棒正向或逆向转动 90°，以调整切割面。

本申请公开的硅棒切磨方法，能将硅棒在各个加工装置之间有序且无缝地进行转移，并同时能对硅棒进行开方切割以形成方形的硅棒以及对开方切割后的方形的硅棒进行研磨，从而完成硅棒的开方及研磨多工序的一体化作业，提高生产效率及产品加工作业的品质。

本申请还提出了一种硅棒切磨一体机及硅棒切磨方法，通过设备改造，在一个设备中集合了多个加工装置，能自动化实现硅棒的开方切割和研磨（例如磨面、倒角等），各个加工作业之间无缝衔接，节省人工成本且提高生产效率，提高硅棒加工作业的品质。

请参阅图 15 至图 16，其中，图 15 显示为本申请硅棒切磨一体机在一实施例中的立体结构示意图，图 16 显示为本申请硅棒切磨一体机在一实施例中的俯视图。

本实施例中，本申请硅棒切磨一体机是用于对硅棒进行开方切割和研磨等加工作业，在这里，所述硅棒为单晶硅棒，但并不以此为限，例如，多晶硅棒也应属于本申请的保护范围。

如图所示，本申请公开的硅棒开方设备，包括：机座 1，切割装置 2，研磨装置 3，以及硅棒转换装置 4。机座 1 具有硅棒加工平台。切割装置 2 设于机座 1 上，用于对所述硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒进行第一方向侧面切割以及对所述硅棒加工平台的第二加工区位上的硅棒进行第二方向侧面切割，形成方形的硅棒。研磨装置 3 设于机座 1 上，用于对所述硅棒加工平台的第三加工区位上的所述方形的硅棒进行磨面及倒角。

应当理解，在本申请的实施例中对硅棒进行的所述第一方向侧面切割、以及对硅棒进行的所述第二方向侧面切割，是为对硅棒进行切割以形成第一方向的侧面、以及对硅棒切割形成第二方向的侧面，在第一方向侧面切割与第二方向侧面切割完成后，所述硅棒被加工为横截面为类矩形。

机座 1 作为本申请硅棒多工位加工机的主体部件，具有硅棒加工平台，其中，所述硅棒加工平台可根据硅棒加工作业的具体作业内容而划分为多个功能区位。具体地，在图 15 和图 16 所示的实施例中，所述硅棒加工平台至少包括等待区位、第一加工区位、第二加工区位、

以及第三加工区位。

硅棒转换装置 4 设于所述硅棒加工平台的居中区域，用于将硅棒 100 在所述硅棒加工平台上的等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位之间转换。在一实施方式中，硅棒转换装置 4 旋转设置于所述硅棒加工平台上，硅棒转换装置 4 可进一步包括：输送本体 41，呈圆盘状、方盘状或其他类似状；设于输送本体 41 上的硅棒定位机构 43，用于对硅棒进行定位；转换驱动机构，用于驱动输送本体 41 转动以带动硅棒定位机构 43 所定位的硅棒转换位置。

如前所述，在本实施例中的硅棒加工平台包括有等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位，为与这些功能区位相适配，输送本体 41 上的硅棒定位机构 43 的数量可设置为四个，每一个硅棒定位机构 43 均可定位至少一个硅棒。进一步地，这四个硅棒定位机构 43 两两之间所设置的角度也是与四个功能区位两两之间的角度分布相一致。如此，当某一个硅棒定位机构 43 对应于某一个功能区位时，必然地，其他三个硅棒定位机构 43 也是分别与其他三个功能区位相对应。这样，在流水作业中，任一时刻，当每一个硅棒定位机构 43 上均定位有至少一个硅棒且硅棒定位机构 43 是与功能区位相对应时，则这些硅棒就位于对应的某一功能区位处执行着相应的加工作业，例如：位于等待区位的硅棒可进行预处理作业，位于第一加工区位的硅棒可进行第一加工作业，位于第二加工区位的硅棒可进行第二加工作业，位于第三加工区位的硅棒可进行第三加工作业。在一种可选实施例中，所述硅棒加工平台上的等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位两两之间呈 90°分布，因此，与之对应地，输送本体 41 上的四个硅棒定位机构 43 两两之间也呈 90°分布。当然，硅棒定位机构 43 的数量可根据实际需求加以变化而并非以此为限，例如，硅棒定位机构 43 的数量可根据硅棒加工平台设置的功能区位的数量而定。

在某些实施方式中，硅棒定位机构 43 更可包括：旋转承载台 431、旋转压紧装置 433、升降驱动装置（图中未标示）、以及旋转驱动装置（图中未标示）。

旋转承载台 431 设置于硅棒转换装置 4 中的输送本体 41 上，用于承载硅棒 100（200）并使得硅棒 100（200）为竖立放置，即，硅棒 100（200）的底部坐落于旋转承载台 431 上。在本实施方式中，旋转承载台 431 并在硅棒转换装置 4 中的输送本体 41 转动时一并转动。在某些实施方式中，旋转承载台 431 还可设计为可自转运动，例如旋转承载台 431 相对于输送本体 41 具有转轴以实现自转运动，如此，当旋转承载台 431 承托了硅棒 100（200）之后，旋转承载台 431 及其上的硅棒 100（200）可一同作转动。进一步地，旋转承载台 431 中用于与硅棒接触的接触面具有阻尼，以提供能带动硅棒一定的摩擦力。旋转承载台 431 与硅棒 100（200）适配，在某些实施例中，旋转承载台 431 可以是与硅棒 100（200）的截面尺寸相适配

的圆形承载台或方形承载台。

旋转压紧装置 433 相对设置于旋转承载台 431 的上方，用于顶压于硅棒 100（200）的顶部以压紧硅棒 100（200）。旋转压紧装置 433 可进一步包括活动设置的支座以及设置于支座底部的顶压活动块。所述支座是活动设置于一中央安装架上，该中央安装架是位于输送本体 41 的中央区域且跟随着输送本体 41 一起转动。所述顶压活动块与硅棒 100（200）适配，在一可选实施例中，所述顶压活动块可以是与硅棒 100（200）的截面尺寸相适配的圆饼形压块或方形压块。更进一步地，旋转压紧装置 433 中的所述顶压活动块轴转连接于所述支座并可相对所述支座而能作旋转运动。

在前述中可知，旋转承载台 431 设计为能自转运动且旋转压紧装置 433 中的所述顶压活动块轴转连接于所述支座，因此，旋转承载台 431 或者所述顶压活动块可联动于一旋转驱动装置。在一种情形下，当旋转承载台 431 联动于一旋转驱动装置时，由旋转承载台 431 作为主动转动部件而所述顶压活动块则作为从动转动部件；在另一种情形下，当所述顶压活动块联动于一旋转驱动装置时，由所述顶压活动块作为主动转动部件而旋转承载台 431 则作为从动转动部件。

在实际应用中，旋转压紧装置 433 可与其下的旋转承载台 431 相互配合，具体地，当将硅棒 100（200）立式放置于旋转承载台 431 上之后，由升降驱动装置驱动所述支座沿着中央安装架作下降运动直至支座上的所述顶压活动块抵压于硅棒 100（200）的顶部。后续，在需要转动硅棒 100（200）时，由旋转驱动装置驱动联动的旋转承载台 431 或者所述顶压活动块转动，利用旋转承载台 431、硅棒 100（200）、以及所述顶压活动块相互之间的摩擦力，顺势带动硅棒 100（200）也一并转动，实现硅棒 100（200）中作业面或作业区域的调整，从而使得对硅棒 100 中调整后的作业面或作业区域进行加工作业。硅棒 100（200）的转动速度以及转动角度可由旋转驱动装置来控制。在具体实现方式上，升降驱动装置可例如为气缸或升降电机，旋转驱动装置则可例如为旋转电机。

进一步地，由上可知，在某些情形下，旋转承载台 431 或所述顶压活动块可受控于旋转驱动装置而转动以带动硅棒 100(200)转动来改变作业面或作业区域，有时，当硅棒 100(200)转动到所需的作业面或作业区域时则需要停止作动并定位下来以接受相应功能区位中加工装置的加工作业。因此，在本申请中，所述硅棒定位机构若有必要还可配置一锁止机构。在一种实现方式中，可在中央安装架的底部且邻近旋转承载台 431 处配置一承载台锁止机构（未在图式中显示），所述承载台锁止机构可包括锁止插销和与锁止插销连接的锁止气缸。在实际应用中，当需要锁定旋转承载台 431 时，承载台锁止机构中的锁止气缸就驱动锁止插销伸出并作用于旋转承载台 431 的底部或颈部，确保旋转承载台 431 稳固不动；待需要转动硅棒以

改变作业面或作业区域时，再由所述承载台锁止机构中的锁止气缸驱动锁止插销收缩，解锁旋转承载台 431，从而使得旋转承载台 431 能转动。

输送本体 41 是受控于转换驱动机构的驱动而转动，通过输送本体 41 的转动而实现输送本体 41 上的硅棒定位机构 43 及由硅棒定位机构 43 所定位的硅棒 100（200）在不同的功能区位之间进行转换。

在某些实施方式中，所述转换驱动机构进一步包括：转换齿带，设于输送本体 41 的周侧；驱动电机及连接驱动电机而受驱动电机驱动的联动结构，设于机座 1 的硅棒加工平台上，所述联动结构包括与所述转换齿带相啮合的转动齿轮。如此，所述转动齿轮在所述驱动电机驱动下带动输送本体 41 旋转以带动硅棒定位机构 43 及其上的硅棒 100（200）转换至其他功能区位完成输送，所述驱动电机可以为伺服电机。

在某些实施方式中，硅棒转换装置 4 还可包括锁止机构（未在图式中显示），用于锁定输送本体 41。例如，所述锁止机构可包括锁止插销和与锁止插销连接的锁止气缸，其中，锁止插销的数量可以是多个，均匀分布于输送本体 41 边缘（例如，锁止插销的数量为四个，以 90° 角的方式均匀分布），在实际应用中，当需要将硅棒从某一加工区位转换至另一加工区位时，锁止气缸驱动锁止插销收缩，解锁圆盘形或圆环形输送本体，从而使得输送本体 41 能旋转；当硅棒完成转换后，即将硅棒从某一加工区位转换至目标加工区位后，所述锁止机构中的锁止气缸就驱动锁止插销伸出并作用于输送本体 41，锁定输送本体 41。

如前所述，位于等待区位的硅棒可进行预处理作业。本申请所述硅棒切磨一体机还包括硅棒移送装置 6，邻设于所述硅棒加工平台的等待区位，用于将待加工的硅棒 100（200）转移至硅棒加工平台的等待区位或将等待区位上的经加工后的硅棒转移出硅棒加工平台。

请参阅图 17，显示为图 15 的 A 部分的局部放大图。如图 17 所示，硅棒移送装置 6 进一步包括：移送底座 61、硅棒平台 63、平台翻转机构。

移送底座 61 通过一滑移机构滑设于机座 1 上。在本实施例中，所述滑移机构可实现至少两个方向的滑移。例如，所述滑移机构包括支撑部 621、转换部 623、设于支撑部 621 和转换部 623 之间的第一方向滑移单元、设于转换部 623 和移送底座 61 之间的第二方向滑移单元，其中，所述第一方向滑移单元可包括第一方向滑轨、与第一方向滑轨对应的第一方向滑块或滑条、以及第一方向驱动源，所述第二方向滑移单元可包括第二方向滑轨、与第二方向滑轨对应的第二方向滑块或滑条、以及第二方向驱动源。

其中，第一滑轨、第一方向滑块或滑条、第二滑轨、第二方向滑块或滑条是以水平状态布设的，所述第一方向驱动源和所述第二方向驱动源中的任一者均可包括：滑移齿条以及与滑移齿条啮合的转动齿轮（未在图式中显示）和滑移驱动电机。以第一方向滑移单元，所述

第一驱动源可驱动转换部 623 及其上的移送底座 61 通过第一方向滑块或滑条和第一方向滑轨沿着第一方向滑移。以第二方向滑移单元，所述第二驱动源可驱动移送底座 61 通过第二方向滑块或滑条和第二方向滑轨沿着第二方向滑移。

在某些示例中，所述第一方向可例如为左右方向（即图 16 和图 17 中的 X 轴方向），所述第二方向可例如为前后方向（即图 16 和图 17 中的 Y 轴方向）。

硅棒平台 63 活动设于移送底座 61 上，用于横向（即，卧式）安置硅棒 100（200）。在本实施例中，硅棒平台 63 为一板状结构或框架结构，至少在硅棒平台 63 的前后两端分别设置有至少一硅棒承托架，用于承托硅棒 100（200）的前后两端，使得硅棒 100（200）能横向安置。同时，在硅棒平台的左右两侧也可分别设置有止档结构，用于限制硅棒 100（200）在左右方向上的移动。

我们知道，在后续加工作业中，需要将硅棒 100 从横卧状态（水平放置）转换为立起状态（竖立放置），因此，在本申请中，还可提供硅棒紧固机构，用于在硅棒转移过程中紧固硅棒（未在图式中显示）。在某些实施例中，所述硅棒紧固机构可包括紧固爪及控制所述紧固爪的紧固电机或紧固气缸。更进一步地，所述硅棒紧固机构中包括有至少两对紧固爪，至少两对紧固爪是分别对应于前述的两个硅棒承托架，即，一对紧固爪是对应于一个硅棒承托架且一对紧固爪中的两个紧固爪对向分列于硅棒承托架的左右两侧，每一个紧固爪上均配置有紧固电机或紧固气缸。在实际应用中，当硅棒 100（200）横卧于硅棒平台时，紧固电机或紧固气缸就驱动各自对应的紧固爪朝向硅棒平台上的硅棒 100（200），这样，多个通过至少两对紧固爪的配合，实现硅棒 100（200）整体上的紧固。优选地，紧固爪与硅棒 100（200）接触的抵压处可设置缓冲部件，以避免或减少对硅棒 100（200）的损伤。

为使得将硅棒 100 从横卧状态（水平放置）转换为立起状态（竖立放置），硅棒移送装置 6 还包括平台翻转机构。所述平台翻转机构用于驱动硅棒平台 63 相对移送底座 61 翻转，使得硅棒 100（200）竖立放置于硅棒转换装置 4 上。在本实施例中，所述平台翻转机构包括：安装架、移动架、翻转气缸或翻转电机、翻转齿条、以及翻转齿轮。所述安装架固设于移送底座上。在某些实施例中，所述安装架为一板状结构或框架结构。所述移动架活动架设于所述安装架的上方。在某些实施例中，所述移动架为一中空的板状结构或框架结构。进一步地，所述移动架中邻近硅棒转换装置 4 处的左右相对两侧分别设有翻转齿条，与之对应地，在硅棒平台 63 中邻近硅棒转换装置 4 处的翻转端的左右相对两侧分别设有翻转齿轮，所述翻转齿轮对应的翻转齿条之上并与之啮合。所述翻转气缸或翻转电机用于驱动所述移动架相对于所述安装架移动。以翻转气缸为例，所述翻转气缸整体是布设于所述移动架的中空区域，具体地，所述翻转气缸中的气缸本体（例如包括缸筒及活塞）是设于所述安装架上，所述翻转气

缸中的活塞杆是连接于所述移动架。在实际应用中，针对硅棒平台由水平状态翻转为竖立状态：翻转气缸作动，活塞杆伸展并推动移动架，使得移动架在推动下相对安装架而移动，移动架上的翻转齿条也跟着移动架移动，硅棒平台上与翻转齿条相啮合的翻转齿轮在翻转齿条的带动下转动，从而驱动硅棒平台进行翻转，最终实现硅棒平台由水平状态翻转为竖立状态。针对硅棒平台由竖立状态翻转为水平状态：翻转气缸作动，活塞杆收缩并拉动移动架，使得移动架在推动下相对安装架而移动，移动架上的翻转齿条也跟着移动架移动，硅棒平台上与翻转齿条相啮合的翻转齿轮在翻转齿条的带动下转动，从而驱动硅棒平台进行翻转，最终实现硅棒平台由竖立状态翻转为水平状态。

需补充的是：另外，为使得移动架能顺畅且平稳地相对安装架移动，安装架左右相对两侧设有滑轨，而移动架的底部的左右相对两侧则设有供滑动于滑轨的滑块或滑条。当然，上述，仅为一示例性说明，并非用以限制本发明，例如，在其他实施例中，滑轨可改设于移动架上而滑块或滑条则改设于安装架上。再有，为避免或减少硅棒平台在翻转过程中对移动架、安装架或翻转气缸或翻转电机造成碰撞损伤（例如，硅棒平台从竖立状态翻转回复为水平状态时），可进一步在移动架或安装架上设置相对凸起的缓冲器。

硅棒移送装置 6 还可包括升降机构。所述升降机构设于硅棒平台上，用于对翻转后硅棒 100（200）进行升降运动。在本实施例中，所述升降机构可包括滑轨或滑杆以及升降电机或升降气缸，其中，为能实现硅棒 100（200）的升降运动，硅棒承托架是通过滑轨或滑杆而设置于硅棒平台上（硅棒紧固机构是安装连接于硅棒承托架），升降电机或升降气缸则控制硅棒承托架（连同硅棒紧固机构）进行升降运动，从而带动硅棒 100（200）实现升降。仍以升降气缸为例，升降气缸整体是布设于硅棒平台的中部，具体地，升降气缸中的气缸本体（例如包括缸筒及活塞）是设于硅棒平台上，升降气缸中的活塞杆是连接于硅棒承托架。在实际应用中，升降气缸作动，活塞杆作伸缩（伸展或收缩）并推拉（推动或拉动）硅棒承托架，使得硅棒承托架在推拉下相对安装架而上下移动，硅棒承托架上的硅棒 100（200）也跟着硅棒承托架而上下移动。

前述的硅棒移送装置 6 仅为一示例性说明，但并不以此为限，硅棒移送装置仍可作其他的变化。

在某些实施例中，所述硅棒移送装置可包括：换向载具、设于换向载具上的硅棒夹具、以及用于驱动换向载具作换向运动的换向驱动机构。

所述换向载具为用于设置硅棒移送装置中其他各类部件的主体装置，其他各类部件主要可包括硅棒夹具，但并不以此为限，其他部件还可例如为机械结构、电气控制系统及数控设备等。在本实施例中，所述换向载具可包括底座、与底座相对的顶架、以及设于底座和顶架

之间的支撑架构。另外，所述换向载具另一重要作用在于通过换向运动以支持硅棒夹具的换向转换。所述换向载具可例如通过一换向驱动机构作换向运动。利用所述换向驱动机构，可驱动换向载具作换向运动以令换向载具上的硅棒夹具夹持待加工的硅棒 100 并将其由装卸区转运至对应于等待区位，或，夹持对应于等待区位上的已加工的硅棒 200 并将其由等待区位转运至装卸区。

在具体实现方式上，使得换向载具实现换向运动的换向驱动机构可包括转动轴和转动电机，换向载具通过转动轴轴连接于其下的安装基础结构。在实施转向运动时，则启动转动电机，驱动转动轴转动以带动换向载具作转动实现换向运动。前述驱动转动轴转动可设计为单向转动也可设计为双向转动，所述单向转动可例如为单向顺时针转动或单向逆时针转动，所述双向转动则可例如为实现顺时针转动和逆时针转动。另外，驱动转动轴转动的角度可根据硅棒移送装置的实际构造而设定。再者，换向载具中的底座可采用圆盘结构、矩形盘或椭圆盘，其中央位置与转动轴连接，但底座的形状并不限于此，在其他实施例中，底座也可采用其他形状。

在换向载具上设置有硅棒夹具，用于夹持相应的硅棒。例如，在某些实施例中，在换向载具的某一安装面上设有硅棒夹具，硅棒夹具可包括至少两个硅棒夹持件，其中，至少两个硅棒夹持件为间隔设置。该硅棒夹具中的硅棒夹持件可用于夹持圆硅棒（即，待加工的硅棒）兼方形硅棒（即，已加工硅棒）。这样，通过驱动换向载具作换向运动，使得换向载具上的硅棒夹具在装卸区与等待区位之间转换以转运待加工的硅棒以及在等待区位与装卸区之间转换以转运已加工的硅棒。于实际的应用中，换向载具作换向运动的转动角度是根据装卸区与等待区位之间的位置关系而定。在某些实施方式中，所述装卸区与所述等待区位为相对设置，硅棒移送装置位于两者之间，因此，换向载具被换向驱动机构驱动作 180°角转动。在某些实施方式中，所述装卸区与所述等待区位呈 90°角设置，则，换向载具被换向驱动机构驱动作 90 度角转动。不过，不论怎么说，装卸区与等待区位之间的位置关系无特定的限制，它们的设置顺序以及相互间的设置角度仍可作其他的变化，只要各个工位之间确保不会产生不必要干扰的话，如此，换向载具的转动方向及转动角度也会作适应性调整。

在某些实施方式中，无论是待加工的硅棒还是已加工的硅棒均为竖立放置，因此，硅棒夹具中的至少两个硅棒夹持件为上下间隔设置。任一个硅棒夹持件更可包括：夹臂安装座和两个夹臂，其中，夹臂安装座是设于换向载具上，至少两个夹臂是活动设于夹臂安装座上。这两个夹臂左右对称设置，两个夹臂可构成一个供夹持单晶圆硅棒或硅方体的夹持空间。额外地，利用硅棒夹持件更可兼具定中心调节的作用。一般情形下，硅棒夹持件中的夹臂在夹合状态下，两个夹臂所构成的夹持空间的中心是与待加工的硅棒和已加工的硅棒的中心相重

合的。因此，当利用硅棒夹持件去夹持竖立放置的待加工的硅棒或已加工的硅棒时，硅棒夹持件中的两个夹臂收缩，由夹臂抵靠于待加工的硅棒或已加工的硅棒。在夹臂收缩并夹合待加工的硅棒或已加工的硅棒的过程中，待加工的硅棒或已加工的硅棒被两旁的两个夹臂所推动并朝向夹持空间的中央区域移动，直至待加工的硅棒或已加工的硅棒被硅棒夹持件中的两个夹臂夹紧住，此时，待加工的硅棒或已加工的硅棒的中心就可位于硅棒夹持件的夹持空间的中心。

为使得硅棒夹持件中的至少两个夹臂能顺畅且稳固地夹持住不同尺寸规格的待加工的硅棒或已加工的硅棒，硅棒夹持件中的各个夹臂中的至少一个为可调节设计。以两个夹臂为例，两个夹臂中的至少一个为活动式设计（两个夹臂中的一个或两个为活动式设计），从而可调整两个夹臂之间的夹持间距。

另外，本申请硅棒移送装置中的硅棒夹具还可有其他的变化。例如，硅棒移送装置可配置有两个硅棒夹具，这两个硅棒夹具可分别设置于换向载具中相对的两个安装面上。且，这两个硅棒夹具可以是相同的也可以是不同的。在两个硅棒家具为相同的实施例中，这两个硅棒夹具用于夹持圆硅棒兼方形硅棒。在两个硅棒家具为不相同的实施例中，两个硅棒夹具中的一个硅棒夹具用于夹持圆硅棒，另一个硅棒夹具用于夹持方形硅棒。

再有，本申请中的硅棒移送装置 6 更可提供至少一个方向上的移动。例如，所述硅棒移送装置还可包括前后方向的进退机构，所述进退机构可包括：进退导轨和进退电机，其中，进退导轨为沿前后方向设置，换向载具的底座可通过滑块枕于进退导轨上，如此，在需要调整换向载具的位置时，由所述进退电机驱动换向载具沿着进退导轨进退。

本申请硅棒切磨一体机还包括定位检测装置。在本实施例中，所述定位检测装置（未在图式中显示）用于对位于所述等待区位上的硅棒 100 进行棱线检测和中心定位。

所述定位检测装置进一步包括：棱线检测单元和轴心调节单元。

在某些实施例中，所述棱线检测单元包括接触式检测机构、旋转机构以及与所述接触式检测机构和所述旋转机构电性连接的检测控制器，所述接触式检测结构用于通过与所述硅棒的棱线接触而向检测控制器发送通断信号，所述旋转机构用于根据所述检测控制器的控制调整所述硅棒的位置。

硅棒定位机构 43 的数量可根据实际需求加以变化而并非以此为限，例如，硅棒定位机构 43 的数量可根据硅棒加工平台设置的功能区位的数量而定。

在某些实施方式中，硅棒定位机构 43 更可包括：旋转承载台 431。

在某些实施例中，所述轴心调节单元用于将硅棒 100 的轴心定位于所述预处理区的中心，包括夹持机构，所述夹持机构用于形成夹持所述硅棒的夹持空间并且所述夹持空间的中心与

所述预处理区的中心相重合。

在具体实现方式上，所述夹持机构可包括至少两个夹持件，每一个夹持件可包括至少两个夹臂。

鉴于硅棒的截面为圆形，在某些示例中，所述夹持件整体而言为圆形工件夹具，组成所述夹持件的夹臂为对称设计的两个，单个夹臂设计为具有弧形夹持面，较佳地，单个夹臂的弧形夹持面要超过硅棒 100 四分之一的圆弧，这样，由两个夹臂所组成的夹持件的弧形夹持面要超过硅棒 100 二分之一的圆弧。当然，夹臂中的弧形夹持面上还可额外增设缓冲垫，用于避免在夹持硅棒的过程中造成对硅棒表面的损伤，起到保护硅棒的良好效果。一般情形下，所述夹持件中的夹臂在夹合状态下，两个夹臂所构成的夹持空间的中心是与硅棒 100 的中心相重合的。因此，当利用夹持件去夹持待处理区位上竖立放置的硅棒 100 时，所述夹持件中的两个夹臂收缩，由夹臂中的弧形夹持面抵靠于硅棒。在夹臂收缩并夹合硅棒 100 的过程中，硅棒 100 被两旁的两个夹臂所推动并朝向夹持空间的中央区域移动，直至硅棒 100 被夹持件中的夹臂夹紧住，此时，硅棒 100 的中心就可位于夹持件的夹持空间的中心。

当待加工的硅棒 100 被硅棒移送装置 6 移送至硅棒加工平台的等待区位并经过预处理之后，即可由硅棒转换装置 4 将硅棒由等待区位转换至其他加工区位。

切割装置 2 设于机座 1 上，用于对硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒 100 进行第一方向侧面切割以及对硅棒加工平台的第二加工区位上的硅棒 100 进行第二方向侧面切割，形成方形的硅棒。

请参阅图 18，显示为本申请硅棒切磨一体机中切割装置在一实施例中的结构示意图。在如图 15、图 16 和图 18 所示的硅棒切磨一体机中，切割装置 2 包括：切割架 21、切割支座 22、第一切割单元 23、以及第二切割单元 25。

切割架 21 设于机座 1 上。在本实施例中，切割架 21 为柱状结构或框架结构，作为切割装置 2 的支撑主体，可向切割装置 2 中的其他部件提供支撑。

切割支座 22 可通过一升降机构可升降地设于切割架 21 上。在某些实施方式中，所述升降机构可包括有由升降电机、升降导轨、以及升降滑块等可实现切割支座 22 进行垂向移动的机构，其中，升降导轨垂向设置于切割架 21 上，所述升降滑块设置于切割支座 22 的背部且与升降导轨相配合，为使得切割支座 22 可实现稳定升降于机座 1 的安装结构，可采用双导轨设计，即，采用两个升降导轨，这两个升降导轨并行设置。在所述升降电机（该升降电机可例如为伺服电机）驱动下，可实现切割支座 22 借助升降导轨和所述升降滑块相对于切割架 21 和机座 1 作升降运动。

在本实施例中，由于切割支座 22 可供配置第一切割单元 23 和第二切割单元 25，即，第

一切割单元 23 和第二切割单元 25 共用切割支座 22。因此，在本实施例中，一方面，切割装置 2 中的切割架 21 和切割支座 22 设于第一加工区位和第二加工区位之间的居中位置。另一方面，切割支座 22 作了特别的设计。如图 15 至图 18 所示，本实施例中的切割支座 22 可包括支座主体 221 和位于支座主体 221 相对两旁侧的第一支座侧翼 223 和第二支座侧翼 225，其中，第一支座侧翼 223 与支座主体 221 之间的夹角为钝角，第二支座侧翼 225 与支座主体 221 之间的夹角为钝角，从而使得第一支座侧翼 223 与第二支座侧翼 225 垂直设置，即，第一支座侧翼 223 为沿 Y 轴设置而第二支座侧翼 225 为沿 X 轴设置。例如，在某些实施方式中，切割支座 22 中的支座主体 221 以与 X 轴或 Y 轴呈 45°设置，第一支座侧翼 223 与支座主体 221 之间呈 145°夹角并以沿 Y 轴设置，第二支座侧翼 225 与支座主体 221 之间呈 145°夹角并以沿 X 轴设置。

第一切割单元 23 设于切割支座 22 的第一旁侧，用于对所述硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒 100 进行第一方向侧面切割。

在本实施例中，如前所述，切割支座 22 包括支座主体 221 和位于支座主体 221 相对两旁侧的第一支座侧翼 223 和第二支座侧翼 225，因此，第一切割单元 23 即安装于切割支座 22 的第一支座侧翼 223 处。具体地，第一切割单元 23 包括设于第一支座侧翼 223 上的第一线架 231、设于第一线架 231 上的多个第一切割轮 233、以及第一切割线 235，第一切割线 235 依序绕设于多个第一切割轮 233 形成呈第一方向设置的第一切割线段。在本实施例中，所述第一方向即为 X 轴方向。

于实际的应用中，第一切割单元 23 可至少包括四个第一切割轮 233，这四个第一切割轮 233 可组合成一对第一切割轮组，即，由沿第一方向（即沿 X 轴方向）相对设置两个第一切割轮组成一个第一切割轮组，由沿第二方向（即沿 Y 轴方向）排列的两个第一切割轮组就组成一对第一切割轮组。具体地，第一切割单元 23 包括一对第一切割轮组，所述一对第一切割轮组可包括两个第一切割轮组，这两个第一切割轮组沿第二方向（即沿 Y 轴方向）分列于第一线架 231 的左右两侧，其中，一个第一切割轮组位于第一线架 231 的左侧且包括沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第一切割轮 233，另一个第一切割轮组位于第一线架 231 的右侧且包括沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第一切割轮 233。

第一切割线 235 依序绕设于第一切割单元 23 中的各个第一切割轮 233 后形成第一切割线网。于实际的应用中，第一切割线 235 依序绕设于第一切割单元 23 中的四个第一切割轮 233 后形成两条第一切割线段，这两条第一切割线段沿 X 轴设置并相互平行，构成第一切割线网。具体地，第一切割线 235 绕设于一个第一切割轮组中沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第一切割轮 233 后形成一条第一切割线段，第一切割线 235 绕设于另一个第一切割

轮组中沿第一方向(即沿 X 轴方向)设置的两个第一切割轮 233 后形成另一条第一切割线段。如此，这两条相互平行的第一切割线段配合形成沿第一方向（即沿 X 轴方向）呈“＝”字型的第一切割线网。

当然，第一切割单元 23 并不以图 15 至图 17 所示的实施例为限，其在其他实施例中仍可作其他的变化。

在某些实施例中，第一切割单元 23 可至少包括四个第一切割轮 233，这四个第一切割轮 233 可组合成一对第一切割轮组，即，由沿着 Y 轴相对设置两个第一切割轮组成一个第一切割轮组，由沿着 X 轴的两个第一切割轮组就组成一对第一切割轮组。具体地，第一切割单元 23 包括一对第一切割轮组，所述一对第一切割轮组可包括两个第一切割轮组，这两个第一切割轮组沿第一方向（即沿 X 轴方向）分列于第一线架 231 的前后两侧，其中，一个第一切割轮组位于第一线架 231 的前侧且包括沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第一切割轮 233，另一个第一切割轮组位于第一线架 231 的后侧且包括沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第一切割轮 233。第一切割线 235 依序绕设于第一切割单元 23 中的各个第一切割轮 233 后形成第一切割线网。于实际的应用中，第一切割线 235 依序绕设于第一切割单元 23 中的四个第一切割轮 233 后形成两条第一切割线段，这两条第一切割线段沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置并相互平行，构成第一切割线网。具体地，第一切割线 235 绕设于一个第一切割轮组中沿第二方向(即沿 Y 轴方向)设置的两个第一切割轮 233 后形成一条第一切割线段，第一切割线 235 绕设于另一个第一切割轮组中沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第一切割轮 233 后形成另一条第一切割线段。如此，这两条相互平行的第一切割线段配合形成沿第二方向（即沿 Y 轴方向）呈“＝”字型的第一切割线网。

在某些实施例中，第一切割单元 23 中第一切割轮 233 和第一切割线段的数量也可作其他变化。例如，所述第一切割单元中包括两个第一切割轮，这两个第一切割轮沿第一方向（即沿 X 轴方向）或沿第二方向（即沿 Y 轴方向）相对设置，第一切割线依序绕设于所述第一切割单元中的两个第一切割轮后形成一条沿第一方向（即沿 X 轴方向）或沿第二方向（即沿 Y 轴方向）呈“一”字型的第一切割线段，作为第一切割线网。

另外，在本实施例中，第一切割单元 23 还可包括如下的至少一种部件：设于第一线架 231 和/或第一支座侧翼 223 上的导线轮，用于实现第一切割线 235 的导向；设于第一线架 231 和/或第一支座侧翼 223 上的张力轮，用于进行第一切割线 235 的张力调整；以及，设于机座 1 上的贮线筒（所述贮线筒更可包括放线筒和收线筒），用于收放第一切割线。

第二切割单元 25 设于切割支座 22 的第二旁侧，用于对所述硅棒加工平台的第二加工区位上的硅棒 100 进行第二方向侧面切割。

在本实施例中，如前所述，切割支座 22 包括支座主体 221 和位于支座主体 221 相对两旁侧的第一支座侧翼 223 和第二支座侧翼 225，因此，第二切割单元 25 即安装于切割支座 22 的第二支座侧翼 225 处。具体地，第二切割单元 25 包括设于第二支座侧翼 225 上的第二线架 251、设于第二线架 251 上的多个第二切割轮 253、以及第二切割线 255，第二切割线 255 依序绕设于多个第二切割轮 253 形成呈第二方向设置的第二切割线段。在本实施例中，所述第二方向即为 Y 轴方向。

于实际的应用中，第二切割单元 25 可至少包括四个第二切割轮 253，这四个第二切割轮 253 可组合成一对第二切割轮组，即，由沿第二方向（即沿 Y 轴方向）相对设置两个第二切割轮组成一个第二切割轮组，由沿第一方向（即沿 X 轴方向）的两个第二切割轮组就组成一对第二切割轮组。具体地，第二切割单元 25 包括一对第二切割轮组，所述一对第二切割轮组可包括两个第二切割轮组，这两个第二切割轮组沿第一方向（即沿 X 轴方向）分列于第二线架 251 的左右两侧，其中，一个第二切割轮组位于第二线架 251 的左侧且包括沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第二切割轮 253，另一个第二切割轮组位于第二线架 251 的右侧且包括沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第二切割轮 253。

第二切割线 255 依序绕设于第二切割单元 25 中的各个第二切割轮 253 后形成第二切割线网。于实际的应用中，第二切割线 255 依序绕设于第二切割单元 25 中的四个第二切割轮 253 后形成两条第二切割线段，这两条第二切割线段沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置并相互平行，构成第二切割线网。具体地，第二切割线 255 绕设于一个第二切割轮组中沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第二切割轮 253 后形成一条第二切割线段，第二切割线 255 绕设于另一个第二切割轮组中沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第二切割轮 253 后形成另一条第二切割线段。如此，这两条相互平行的第二切割线段配合形成沿第二方向（即沿 Y 轴方向）呈“＝”字型的第二切割线网。

当然，第二切割单元 25 并不以图 15 至图 17 所示的实施例为限，其在其他实施例中仍可作其他的变化。

在某些实施例中，第二切割单元 25 可至少包括四个第二切割轮 253，这四个第二切割轮 253 可组合成一对第二切割轮组，即，由沿第一方向（即沿 X 轴方向）相对设置两个第二切割轮组成一个第二切割轮组，由沿第二方向（即沿 Y 轴方向）的两个第二切割轮组就组成一对第二切割轮组。具体地，第二切割单元 25 包括一对第二切割轮组，所述一对第二切割轮组可包括两个第二切割轮组，这两个第二切割轮组沿第二方向（即沿 Y 轴方向）分列于第二线架 251 的前后两侧，其中，一个第二切割轮组位于第二线架 251 的前侧且包括沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第二切割轮 253，另一个第二切割轮组位于第二线架 251 的后侧且

包括沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第二切割轮 253。第二切割线 255 依序绕设于第二切割单元 25 中的各个第二切割轮 253 后形成第二切割线网。于实际的应用中，第二切割线 255 依序绕设于第二切割单元 25 中的四个第二切割轮 253 后形成两条第二切割线段，这两条第二切割线段沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置并相互平行，构成第二切割线网。具体地，第二切割线 255 绕设于一个第二切割轮组中沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第二切割轮 253 后形成一条第二切割线段，第二切割线 255 绕设于另一个第二切割轮组中沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第二切割轮 253 后形成另一条第二切割线段。如此，这两条相互平行的第二切割线段配合形成沿第一方向（即沿 X 轴方向）呈“＝”字型的第二切割线网。

在某些实施例中，第二切割单元 25 中第二切割轮 253 和第二切割线段的数量也可作其他变化。例如，所述第二切割单元中包括两个第二切割轮，这两个第二切割轮沿第二方向（即沿 Y 轴方向）或沿第一方向（即沿 X 轴方向）相对设置，第二切割线依序绕设于所述第二切割单元中的两个第二切割轮后形成一条沿第二方向（即沿 Y 轴方向）或沿第一方向（即沿 X 轴方向）呈“一”字型的第二切割线段，作为第二切割线网。

另外，在本实施例中，第二切割单元 25 还可包括如下的至少一种部件：设于第二线架 251 和/或第二支座侧翼 225 上的导线轮，用于实现第二切割线 255 的导向；设于第二线架 251 和/或第二支座侧翼 225 上的张力轮，用于进行第二切割线 255 的张力调整；以及，设于机座 1 上的贮线筒（所述贮线筒更可包括放线筒和收线筒），用于收放第二切割线。

再有，针对第一切割单元 23 中的第一切割线 235 和第二切割单元 25 中的第二切割线 255。

在某些实施例中，第一切割单元 23 和第二切割单元 25 为独立的两个切割单元，第一切割单元 23 中的第一切割线 235 和第二切割单元 25 中的第二切割线 255 可为两条独立的切割线。

在某些实施例中，第一切割单元 23 中的第一切割线 235 和第二切割单元 25 中的第二切割线可为同一条切割线。在此情形下，所述共用的切割线依序绕设于第一切割单元 23 中的多个第一切割轮 233 形成第一切割线网之后再转移至旁侧的第二切割单元处以依序绕设于第二切割单元 25 中的多个第二切割轮 253 后形成第二切割线网。因此，在该实施例中，切割支座 22 上还设有位于第一切割单元 23 和第二切割单元 25 之间、供该共用的切割线绕设的一个或多个导向轮。具体地，在图 16 所示的实施例中，在切割支座 22 中位于第一切割单元 23 和第二切割单元 25 之间的支座本体 221 上设置有供该共用的切割线绕设的导向轮 26。第一切割单元 23 和第二切割单元 25 共用同一条切割线，可简化切割单元结构（例如省去一套放线筒和收线筒），具有很好的整体性，简化绕线的流程，提升效率，并能更好地控制两个切割单元

的线张力等。

当利用图 16 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒和第二加工区位上的硅棒进行切割时，驱动切割支座 22 相对切割架 21 下降，由切割支座 22 左右两侧的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 同时对对应的第一加工区位上的硅棒和第二加工区位上的硅棒进行切割，其中，第一切割单元 23 对第一加工区位上的硅棒进行沿第一方向（即沿 X 轴方向）的侧面切割（第一切割单元 23 设有沿 X 轴方向呈“＝”字型的第一切割线网），第二切割单元 25 对第二加工区位上的硅棒进行沿第二方向（即沿 Y 轴方向）的侧面切割（第二切割单元 25 设有沿 Y 轴方向呈“＝”字型的第二切割线网）。当然，在其他实施例中，若第一切割单元 23 设有沿第二方向（即沿 Y 轴方向）呈“＝”字型的第一切割线网，则第一切割单元 23 对第一加工区位上的硅棒进行沿第二方向（即沿 Y 轴方向）的侧面切割，同样，若第二切割单元 25 设有沿第一方向（即沿 X 轴方向）呈“＝”字型的第一切割线网，则第一切割单元 23 对第一加工区位上的硅棒进行沿第一方向（即沿 X 轴方向）的侧面切割。由此可知，在本实施例中，切割装置 2 中的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 共用切割支座 22，通过驱动该共用的切割支座 22 作升降运动，可使得其上的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 在同一时间内分别对第一加工区位上的硅棒进行沿第一方向（即沿 X 轴方向）的侧面切割和对第二加工区位上的硅棒进行沿第二方向（即沿 Y 轴方向）的侧面切割。切割装置 2 整体上结构简单，控制便利，能提高硅棒切割效率及质量。

需注意的是，在本实施例中，第一切割单元 23 对硅棒 100 进行第一方向侧面切割时的第一切割线 235 与第二切割单元 25 对硅棒 100 进行第二方向侧面切割时的第二切割线 255 的交点位于硅棒 100 的截面内（包括交点位于截面圆周上的情况），从而使得形成的方形的硅棒获得尽可能大的截面（后续切片后得到的硅片表面积较大），并可减少后续研磨（例如磨面及倒角等）作业中材料的损耗，提高硅材料的利用率。请参阅图 19 和图 20，其中，图 19 显示为第一切割单元对硅棒进行第一方向侧面切割时的第一切割线与第二切割单元对硅棒进行第二方向侧面切割时的第二切割线的交点位于硅棒的截面内部的截面示意图，图 20 显示为第一切割单元对硅棒进行第一方向侧面切割时的第一切割线与第二切割单元对硅棒进行第二方向侧面切割时的第二切割线的交点位于硅棒的截面圆周上的截面示意图，其中，图 19 和图 20 中所示的 101 为对硅棒进行切割后形成的边皮。

通过上述切割装置 2，对硅棒 100 执行第一切割作业（由第一切割单元 23 对硅棒 100 进行第一方向侧面切割）和第二切割作业（由第二切割单元 25 对硅棒 100 进行第二方向侧面切割）之后，形成方形的硅棒（即，呈类矩形体的硅棒）。

在本实施例中，根据前述可知，硅棒经开方切割后会形成边皮，为了不妨碍线切割装置

的上升，需要及时对边皮卸料，针对边皮的卸料，一般的边皮卸料方式大多还是由操作人员手工操作将边皮脱离于已开方硅棒并将其搬离出硅棒开方设备，不仅效率低下，且在搬运过程中会使得边皮与已开方硅棒发生碰撞而增加已开方硅棒损伤的风险。有鉴于此，本申请硅棒切磨一体机还包括边皮卸料装置，用于将线切割装置对硅棒进行开方切割后形成的边皮予以卸料，即，在本实施例中，所述第一切割单元还包括第一边皮卸料装置，用于将所述第一切割单元对所述硅棒进行第一方向侧面切割后形成的边皮予以卸料；所述第二切割单元还包括第二边皮卸料装置，用于将所述第二切割单元对所述硅棒进行第二方向侧面切割后形成的边皮予以卸料。

由于第一边皮卸料装置和第二边皮卸料装置结构相同，故在此，仅以其中的第一边皮卸料装置为例进行说明。

一般地，所述第一边皮卸料装置可包括边皮提升机构，用于提升所述边皮以使所述边皮的顶端凸出于已切割的硅棒。所述边皮提升机构包括设于第一切割单元中的第一线架上的顶升件，所述顶升件可被一伸缩部件驱动可做伸缩运动，所述顶升件受控作伸展运动后托住所述边皮的底部以顶升所述边皮。

在某些实施例中，所述顶升件包括抵靠板和承托板，所述抵靠板自所述承托板的底部向上延伸出，进一步地，所述抵靠板更可为与边皮的弧形表面相适配的弧形板，当所述抵靠板抵靠于边皮时，能与边皮的弧形表面充分接触，所述抵靠板与边皮接触的部位为圆滑设计或者在所述抵靠板中要有与边皮接触的内表面增设缓冲垫。所述承托板用于承托住边皮的底部，进一步地，所述承托板更可为与边皮的底面相适配弓形板。在其他实施例中，作为承托板的弓形板的弦边还可增设凸块，以可增加与边皮的底面的接触面积。

在某些实施例中，伸缩部件可例如为带有伸缩杆的气缸，其中，所述伸缩杆可通过连接结构与顶升件中的所述承托板连接，所述气缸可驱动所述伸缩杆以带动顶升件作伸缩运动。这里，所述顶升件作伸缩运动包括所述顶升件的收缩运动和所述顶升件的伸展运动，其中，所述顶升件的收缩运动具体指的是所述气缸驱动所述伸缩杆收缩以带动所述顶升件远离所述边皮，所述顶升件的伸展运动具体指的是所述气缸驱动所述伸缩杆伸展以带动所述顶升件靠近所述边皮。当然，前述伸缩部件也可采用其他实现方式，例如，所述伸缩部件也可例如为带有丝杠的伺服电机，所述丝杠与所述顶升件相连，由所述伺服电机的驱动所述丝杠转动以带动相连的所述顶升件作伸缩运动，例如，驱动所述丝杠正向转动带动所述顶升件作收缩运动及驱动所述丝杠逆向转动带动所述顶升件作伸展运动，或者，驱动所述丝杠正向转动带动所述顶升件作伸展运动及驱动所述丝杠逆向转动带动所述顶升件作收缩运动。关于第一边皮卸料装置的具体结构及其实现方式，可参考例如为 CN208148230U 等专利公开文献。

于实际应用中，在初始状态下，所述伸缩杆带动顶升件处于收缩状态，第一切割单元被驱动随着切割支座下降以使得第一切割单元中的第一切割线段对位于第一加工区位上的硅棒进行第一方向侧面切割，直至第一切割线段贯穿硅棒，完成对硅棒的第一方向侧面切割并形成边皮，此时，边皮提升机构已跟随第一线架下降至底部，所述气缸驱动所述伸缩杆伸展以带动所述顶升件靠近所述边皮直至所述顶升件中的抵靠板与所述边皮接触并实现抵靠，后续，第一切割单元被驱动跟随切割支座上升，边皮提升机构跟随切割支座上升，带动边皮相对已进行一次切割的硅棒发生上升位移，使得边皮的顶端凸出于硅棒，当边皮的顶端相较于硅棒凸出部分满足设定条件时，则可控制切割支座停止上升，如此，边皮的顶端即可作为进行抓取的着力部位，使得边皮被抓取卸料，然后，所述气缸驱动所述伸缩杆收缩以带动所述顶升件回到初始状态的同时控制切割支座带动第一切割单元和边皮提升机构继续上升至硅棒上方以备执行下一次切割作业。

在其他实施例中，所述边皮提升机构可包括吸附件和驱动所述吸附件作伸缩运动的伸缩部件，所述吸附件受控于所述伸缩部件而抵靠于边皮并吸附住边皮。所述吸附件更可包括抵靠板和吸附元件。所述抵靠板可例如为与所述边皮的弧形表面相适配的弧形板，当所述抵靠板抵靠于所述边皮时，能与所述边皮的弧形表面充分接触。所述吸附元件可例如为真空吸盘，多个真空吸盘可布设于所述抵靠板中要与所述边皮接触的接触面上。所述伸缩部件可例如为带有伸缩杆的气缸或是带有丝杠的伺服电机，以带有伸缩杆的气缸为例，所述伸缩杆可通过连接结构与所述顶升件中的抵靠板连接，所述气缸可驱动所述伸缩杆收缩以带动所述抵靠板远离所述边皮，所述气缸可驱动所述伸缩杆伸展以带动所述抵靠板靠近所述边皮并在所述抵靠板与所述边皮接触后由所述吸附元件吸附住所述边皮。后续，切割支座被驱动上升，所述边皮提升机构和第一切割单元跟随切割支座上升，所述边皮提升机构利用吸附力可带动边皮相对硅棒发生上升位移，使得所述边皮的顶端凸出于硅棒。

另外，所述边皮卸料装置还可包括夹持转运单元，设于机座的上方，用于夹持住所述边皮的顶端并拉升所述边皮以脱离硅棒以及将所述边皮转运至边皮卸料区。

在某些实施例中，所述夹持转运单元可包括提供至少一个方向移动的移动机构和边皮夹持机构，所述边皮夹持机构与所述移动机构相连并被带动在至少一个方向移动。

所述边皮夹持机构可包括升降驱动结构和设置在升降驱动结构底部的夹持组件。

其中，所述升降驱动结构用于驱动夹持组件作升降运动，所述升降驱动结构可例如为带有升降杆的升降气缸，所述升降杆与夹持组件相连，利用升降气缸可控制所述升降杆伸缩以带动夹持组件作升降运动，但并不以此为限。例如所述升降驱动结构还可为藉由电机驱动的丝杆组件，所述丝杆组件与夹持组件相连，利用电机驱动丝杆组件升降以带动夹持组件作升

降运动。

所述夹持组件可包括罩体和可伸缩的夹持件，所述可伸缩的夹持件设于所述罩体内部，所述夹持件与所述罩体之间形成供夹持所述边皮的夹持空间。在实施例中，所述罩体用于罩设于边皮，所述罩体的可罩入尺寸要略大于待切割硅棒的截面圆，所述罩体设置为封闭或者非封闭的圆形罩，但并不以此为限。

所述夹持组件的结构并不以此为限，在其他实施例中，所述夹持组件包括弧形板和可伸缩的夹持件，所述夹持件与所述弧形板之间形成供夹持所述边皮的夹持空间。

在图 15 和图 16 所示的硅棒切磨一体机中，切割装置 2 包括：切割架 21、切割支座 22、第一切割单元 23、以及第二切割单元 25。但并不以此为限，在其他实施例中，本申请硅棒切磨一体机的切割装置仍可作其他变化。

在某些实施例中，所述切割装置可包括设于所述硅棒加工平台的第一加工区位的第一切割装置和设于所述硅棒加工平台的第二加工区位的第二切割装置，其中，第一切割装置和第二切割装置为两个独立的装置。

所述第一切割装置包括：第一切割架、第一切割支座、以及第一切割单元。

所述第一切割架设于机座上。所述第一切割架为柱状结构或框架结构，作为第一切割装置的支撑主体，可向第一切割装置中的其他部件提供支撑。

第一切割支座活动升降于所述第一切割架。在某些实施方式中，第一切割支座可通过升降机构活动升降于所述第一切割架。所述升降机构可包括有由升降电机、升降导轨、以及升降滑块等可实现第一切割支座进行垂向移动的机构，其中，升降导轨垂向设置于第一切割架上，所述升降滑块设置于第一切割支座的背部且与升降导轨相配合，为使得第一切割支座可实现稳定升降于机座的安装结构，可采用双导轨设计，即，采用两个升降导轨，这两个升降导轨并行设置。在所述升降电机（该升降电机可例如为伺服电机）驱动下，可实现第一切割支座借助升降导轨和所述升降滑块相对于第一切割架和机座作升降运动。

第一切割单元可至少包括四个第一切割轮，这四个第一切割轮可组合成一对第一切割轮组，即，由沿第一方向（即沿 X 轴方向）相对设置两个第一切割轮组成一个第一切割轮组，由沿第二方向（即沿 Y 轴方向）排列的两个第一切割轮组就组成一对第一切割轮组。具体地，第一切割单元包括一对第一切割轮组，所述一对第一切割轮组可包括两个第一切割轮组，这两个第一切割轮组沿第二方向（即沿 Y 轴方向）分列于第一线架的左右两侧，其中，一个第一切割轮组位于第一线架的左侧且包括沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第一切割轮，另一个第一切割轮组位于第一线架的右侧且包括沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第一切割轮。第一切割线依序绕设于第一切割单元中的各个第一切割轮后形成第一切割线网。

于实际的应用中，第一切割线依序绕设于第一切割单元中的四个第一切割轮后形成两条第一切割线段，这两条第一切割线段沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置并相互平行，构成第一切割线网。具体地，第一切割线绕设于一个第一切割轮组中沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第一切割轮后形成一条第一切割线段，第一切割线绕设于另一个第一切割轮组中沿第一方向（即沿 X 轴方向）设置的两个第一切割轮后形成另一条第一切割线段。如此，这两条相互平行的第一切割线段配合形成沿第一方向（即沿 X 轴方向）呈“＝”字型的第一切割线网。

当然，在某些实施例中，第一切割单元中第一切割轮和第一切割线段的设置位置、方向、以及数量等也可作其他变化。

所述第二切割装置包括：第二切割架、第二切割支座、以及第二切割单元。

所述第二切割架设于机座上。所述第二切割架为柱状结构或框架结构，作为第二切割装置的支撑主体，可向第二切割装置中的其他部件提供支撑。

第二切割支座活动升降于所述第二切割架。在某些实施方式中，第二切割支座可通过升降机构活动升降于所述第二切割架。所述升降机构可包括有由升降电机、升降导轨、以及升降滑块等可实现第二切割支座进行垂向移动的机构，其中，升降导轨垂向设置于第二切割架上，所述升降滑块设置于第二切割支座的背部且与升降导轨相配合，为使得第二切割支座可实现稳定升降于机座的安装结构，可采用双导轨设计，即，采用两个升降导轨，这两个升降导轨并行设置。在所述升降电机（该升降电机可例如为伺服电机）驱动下，可实现第二切割支座借助升降导轨和所述升降滑块相对于第二切割架和机座作升降运动。

所述第二切割单元可至少包括四个第二切割轮，这四个第二切割轮可组合成一对第二切割轮组，即，由沿第二方向（即沿 Y 轴方向）相对设置两个第二切割轮组成一个第二切割轮组，由沿第一方向（即沿 X 轴方向）排列的两个第二切割轮组就组成一对第二切割轮组。具体地，第二切割单元包括一对第二切割轮组，所述一对第二切割轮组可包括两个第二切割轮组，这两个第二切割轮组沿第一方向（即沿 X 轴方向）分列于第二线架的左右两侧，其中，一个第二切割轮组位于第二线架的左侧且包括沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第二切割轮，另一个第二切割轮组位于第二线架的右侧且包括沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第二切割轮。第二切割线依序绕设于第二切割单元中的各个第二切割轮后形成第二切割线网。于实际的应用中，第二切割线依序绕设于第二切割单元中的四个第二切割轮后形成两条第二切割线段，这两条第二切割线段沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置并相互平行，构成第二切割线网。具体地，第二切割线绕设于一个第二切割轮组中沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第二切割轮后形成一条第二切割线段，第二切割线绕设于另一个第二切割轮组中沿第二方向（即沿 Y 轴方向）设置的两个第二切割轮后形成另一条第二切割线段。如此，

这两条相互平行的第二切割线段配合形成沿第二方向（即沿 Y 轴方向）呈“＝”字型的第二切割线网。

当然，在某些实施例中，第二切割单元中第二切割轮和第二切割线段的设置位置、方向、以及数量等也可作其他变化。

研磨装置 3 设于机座 1 上，用于对硅棒加工平台的第三加工区位上的已完成开方切割的方形的硅棒进行研磨作业。在本实施例中，所述研磨作业包括磨面及倒角。

研磨装置 3 具有容纳空间，用于接纳通过硅棒转换装置 4 从第二加工区位转换至第三加工区位上的已完成开方切割的硅棒。研磨装置 3 主要包括研磨机架 31 和至少一对磨具 33，至少一对磨具 33 对向设置于研磨机架 31 上，用于对位于第三加工区位处的已完成开方切割的硅棒进行研磨作业。

在本实施例中，已完成开方切割的硅棒的截面呈方形（硅棒整体呈类矩形体），具有四个竖切面和四个连接棱面，因此，磨具 33 为相对设置的至少一对，两者间留有供容纳硅棒 200 的容纳空间，当硅棒 200 被转换至第三加工区位上且位于所述至少一堆磨具 33 之间的容纳空间之后，这至少一对磨具 33 即可接触硅棒 200 中相对的一对竖切面或一对连接棱面，然后上、下活动进行研磨。

其中，研磨机架 31 可通过一滑移机构滑设于机座 1。在本实施例中，所述滑移机构可实现至少一个方向的滑移。例如，所述滑移机构可实现研磨机架 31 沿第一方向（即沿 X 轴方向）滑移。具体地，所述滑移机构可包括第一方向滑轨、与第一方向滑轨对应的第一方向滑块或滑条、以及第一方向驱动源。所述第一方向驱动源可例如为驱动电机。

磨具 33 可通过一滑移机构滑设于研磨机架 31。

在某些实施例中，研磨装置 3 中的至少一对磨具 33 为独立设置。以一对磨具 33 为例，两个磨具 33 分别通过各自的滑移机构滑设于研磨机架 31，其中，所述滑移机构可实现至少两个方向的滑移。具体地，所述滑移机构可包括第一滑移单元和第二滑移单元，其中，第一滑移单元即为升降滑移单元，包括设于研磨机架 31 上的升降导轨、设于一活动安装架上的升降滑块或滑条、以及升降驱动源。所述升降驱动源可例如为驱动电机。第二滑移单元则包括设于所述活动安装架上的第二方向导轨（所述第二方向即为如图 16 所示的 Y 轴方向）、设于磨具 33 上的第二方向滑块或滑条、以及第二方向驱动源。所述第二方向驱动源可例如为驱动电机。

在某些实施例中，研磨装置 3 中的至少一对磨具 33 为联合设置。以一对磨具 33 为例，这两个磨具 33 通过一滑移机构滑设于研磨机架 31，其中，所述滑移机构可实现至少两个方向的滑移。具体地，所述滑移机构可包括第一滑移单元和第二滑移单元，其中，第一滑移单

元即为升降滑移单元，包括设于研磨机架 31 上的升降导轨、设于一共用活动安装架上的升降滑块或滑条、以及升降驱动源。所述升降驱动源可例如为驱动电机。这两个磨具 33 通过第二滑移单元滑设于所述共用活动安装架上，所述第二滑移单元则包括设于所述共用活动安装架上的第二方向导轨（所述第二方向即为如图 16 所示的 Y 轴方向）、设于磨具 33 上的第二方向滑块或滑条、以及第二方向驱动源。所述第二方向驱动源可例如为驱动电机。

在本实施例中，研磨机架 31 可通过一滑移机构滑设于机座 1，实现研磨机架 31 的进退，即，靠近硅棒或远离硅棒。磨具 33 可通过第一滑移单元滑设于研磨机架 31，实现磨具 33 的升降，磨具 33 还可通过第二滑移单元滑设于研磨机架 31，实现磨具 33 的进退，即，靠近硅棒或远离硅棒，控制硅棒的研磨量。

在某些实施例中，所述磨具可包括主轴和至少一砂轮，其中，至少一砂轮设置于所述主轴的作业端。

特别地，如图 16 所示，在本实施例中，研磨装置 3 中的每个磨具 33 为双头结构。具体地，每个磨具包括：转动式底盘；设置于转动式底盘上的双头主轴 332，双头主轴 332 的第一端设有粗磨砂轮 331，双头主轴 332 的第二端设有精磨砂轮 333；驱动电机，用于驱动转动式底盘进行转动以使双头主轴 332 中的粗磨砂轮 331 和精磨砂轮 333 调换位置。在实际应用中，在研磨时，先利用研磨装置 3 中至少一对磨具 33 中双头主轴 332 的粗磨砂轮 331 对已完成开方切割的硅棒 200 进行粗磨作业，之后，驱动转动式底盘进行转动以使双头主轴 332 中的粗磨砂轮 331 和精磨砂轮 333 调换位置，利用研磨装置 3 中至少一对磨具 33 中双头主轴 332 的精磨砂轮 333 对已完成开方切割的硅棒 200 进行精磨作业。其中，所述粗磨作业可包括对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行粗磨面以及连接棱面进行粗倒角，所述精磨作业可包括对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行精磨面以及连接棱面进行精倒角。

以对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行粗磨面为例：先利用硅棒转换装置 4 将硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位，由硅棒定位机构 43 对硅棒 200 进行定位调整，令研磨机架 31 朝向硅棒 200 相对机座 1 沿第一方向（即沿 X 轴方向）移动，使得硅棒 200 位于一对磨具 33 的两个磨具 33 之间，即，硅棒 200 中的第一对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令磨具 33 相对研磨机架 31 根据进给量沿第二方向（即沿 Y 轴方向）进给，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对竖切面进行粗磨；由硅棒定位机构 43 中的旋转承载台 431 带动硅棒 200 正向（或逆向）转动 90°，使得硅棒 200 中的第二对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对竖切面进行粗磨。

其中，任一对竖切面的粗磨加工作业可例如包括：提供一进给量，驱动一对磨具 33 中的

粗磨砂轮 331 从上往下运动来研磨硅棒的一对竖切面；一对粗磨砂轮 331 研磨到硅棒底部之后并穿过硅棒之后停留于下限位，再增加一进给量，驱动一对粗磨砂轮 331 从下往上运动来研磨硅棒；一对粗磨砂轮 331 研磨到硅棒顶部之后并穿过硅棒之后停留于上限位，继续增加一进给量，驱动一对粗磨砂轮 331 从上往下运动来研磨硅棒；如此，研磨，增加进给量，反向研磨，增加进给量，反复数次之后，即可将硅棒的一对竖切面研磨至预设的尺寸。

以对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行粗倒角为例：初始地，在硅棒转换装置 4 将硅棒 200 转送至第一加工区位时，硅棒 200 的竖切面是对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，因此，由硅棒定位机构 43 对硅棒 200 进行定位调整可例如包括带动硅棒 200 正向（或逆向）转动 45°，使得硅棒 200 中的第一对连接棱面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令研磨机架 31 朝向硅棒 200 相对机座 1 沿第一方向（即沿 X 轴方向）移动，使得硅棒 200 位于一对磨具 33 的两个磨具 33 之间，即，硅棒 200 中的第一对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令磨具 33 相对研磨机架 31 根据进给量沿第二方向（即沿 Y 轴方向）进给，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第一次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第二次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 80°，使得硅棒 200 中的第二对连接棱面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第一次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第二次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第三次粗切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 80°，旋转磨具 33 中的粗磨砂轮 331 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第三次粗切。

需要特别说明的是，前述连接棱面的粗倒角作业中，由第一硅棒定位机构 53 带动第一硅棒 101 转动相应角度，例如：第一硅棒定位机构 53 带动第一硅棒 101 正向转动 5°，并非为唯一的实现方式，在其他可选实施例中，可适应调整角度，例如为 3°至 7°，包括 3°、4°、5°、6°、7°或其他角度，相应地，由第一硅棒定位机构 53 带动第一硅棒 101 正向转动 80°的情况则适应性调整角度。

以对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行精磨面为例：先利用硅棒转换装置 4 将硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位，由硅棒定位机构 43 对硅棒 200 进行定位调整，令研磨机架 31 朝向硅棒 200 相对机座 1 沿第一方向（即沿 X 轴方向）移动，使得硅棒 200 位于

一对磨具 33 的两个磨具 33 之间，即，硅棒 200 中的第一对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令磨具 33 相对研磨机架 31 根据进给量沿第二方向（即沿 Y 轴方向）进给，旋转磨具33中的精磨砂轮333并驱动磨具33上下运动以对硅棒200中的第一对竖切面进行精磨；由硅棒定位机构 43 中的旋转承载台 431 带动硅棒 200 正向（或逆向）转动 90°，使得硅棒 200 中的第二对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对竖切面进行精磨。

其中，任一对竖切面的精磨加工作业可例如包括：提供一进给量，驱动一对磨具 33 中的精磨砂轮 333 从上往下运动来研磨硅棒的一对竖切面；一对精磨砂轮 333 研磨到硅棒底部之后并穿过硅棒之后停留于下限位，再增加一进给量，驱动一对精磨砂轮 333 从下往上运动来研磨硅棒；一对精磨砂轮 333 研磨到硅棒顶部之后并穿过硅棒之后停留于上限位，继续增加一进给量，驱动一对精磨砂轮 333 从上往下运动来研磨硅棒；如此，研磨，增加进给量，反向研磨，增加进给量，反复数次之后，即可将硅棒的一对竖切面研磨至预设的尺寸。

以对已完成开方切割的硅棒 200 的竖切面进行精倒角为例：初始地，在硅棒转换装置 4 将硅棒200转送至第一加工区位时，硅棒200的竖切面是对应于研磨装置3中的一对磨具33，因此，由硅棒定位机构 43 对硅棒 200 进行定位调整可例如包括带动硅棒 200 正向（或逆向）转动 45°，使得硅棒 200 中的第一对连接棱面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令研磨机架 31 朝向硅棒 200 相对机座 1 沿第一方向（即沿 X 轴方向）移动，使得硅棒 200 位于一对磨具 33 的两个磨具 33 之间，即，硅棒 200 中的第一对竖切面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33；令磨具 33 相对研磨机架 31 根据进给量沿第二方向（即沿 Y 轴方向）进给，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第一次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第二次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 80°，使得硅棒 200 中的第二对连接棱面对应于研磨装置 3 中的一对磨具 33，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第一次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第二次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 5°，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第二对连接棱面进行第三次精切；由硅棒定位机构 43 带动硅棒 200 正向转动 80°，旋转磨具 33 中的精磨砂轮 333 并驱动磨具 33 上下运动以对硅棒 200 中的第一对连接棱面进行第三次精切。

需说明的是，上述仅为示例性说明，并非用于限制本申请的保护范围，例如，在针对作

为研磨装置的研磨作业描述中，是先执行硅棒的磨面作业后执行多晶硅棒的倒角作业，但并不以此为限，在其他实施方式中，先执行硅棒的倒角作业后执行硅棒的磨面作业也是可行的，仍应属于本申请的保护范围。

后续，硅棒 200 经研磨装置 3 研磨作业后，则由硅棒转换装置 4 将硅棒 200 自第三加工区位转换至等待区位，并再由硅棒装卸装置将经加工后的硅棒自硅棒加工平台的等待区位卸载。当然，在卸载硅棒 200 之前，如有必要，在等待区位，可由检测装置对经加工作业之后的硅棒 200 进行检测，例如，利用平整度检测仪对硅棒进行平面平整度检测。利用平整度检测仪，一方面，可通过对硅棒 200 的平面平整度检测来检验硅棒经过各个加工作业后是否符合产品要求，以确定各个加工作业的效果；另一方面，通过对硅棒 200 的平面平整度检测，也能间接获得各个加工装置中加工部件的磨损状况，以利于实时进行校准或修正，甚至维修或更换。

再有，在本申请切磨一体机中，在一可选实施例中，还可包括硅棒清洗装置。所述硅棒清洗装置可设于机座上，用于对硅棒进行及清洗。针对硅棒清洗装置而言，一般，硅棒经上述加工作业后，作业过程中产生的切割碎屑会附着于硅棒表面，因此，必要时，需要对硅棒进行必要的清洗。一般地，所述硅棒清洗装置包括有清洗刷头及与所述清洗刷头配合的清洗液喷洒装置，在清洗时，由所述清洗液喷洒装置对着硅棒喷洒清洗液，同时，由电机驱动清洗刷头作用于硅棒，完成清洗作业。在实际应用中，所述清洗液可例如为纯水，所述清洗刷头可例如为旋转式刷头。

还有，本申请切磨一体机，特别需要指出的是，若切磨一体机对相应的加工作业装置作了增减，那么硅棒加工平台上的功能区位以及输送本体上的硅棒定位机构的数量及其位置关系均需作相应调整。

在某些实施例中，假设，硅棒多工位加工机省去了等待区位，硅棒转换装置也相应减少一个硅棒定位机构。进一步地，优选地，这三个硅棒定位机构两两之间所设置的角度也是与三个功能区位两两之间的角度分布相一致。如此，当某一个硅棒定位机构对应于某一个功能区位时，其他两个个硅棒定位机构也是分别与其他两个功能区位相对应。这样，在流水作业中，任一时刻，当每一个硅棒定位机构上均定位有一个硅棒且硅棒定位机构是与功能区位相对应时，则这些硅棒就位于对应的某一功能区位处执行着相应的加工作业。在一种可选实施例中，所述硅棒加工平台上的三个功能区位两两之间呈 120°分布，因此，与之对应地，输送本体上的四个硅棒定位机构两两之间也呈 120°分布。

还有，本申请切磨一体机，特别需要指出的是，若切磨一体机增设了相应的加工作业装置，那么硅棒加工平台上的功能区位以及输送本体上的硅棒定位机构的数量及其位置关系均

需作相应调整。假设，硅棒多工位加工机增设了一个加工作业装置，硅棒加工平台上也会相应增设一个功能区位且硅棒转换装置也相应增加一个硅棒定位机构。进一步地，优选地，这五个硅棒定位机构两两之间所设置的角度也是与五个功能区位两两之间的角度分布相一致。如此，当某一个硅棒定位机构对应于某一个功能区位时，其他四个硅棒定位机构也是分别与其他四个功能区位相对应。这样，在流水作业中，任一时刻，当每一个硅棒定位机构上均定位有一个硅棒且硅棒定位机构是与功能区位相对应时，则这些硅棒就位于对应的某一功能区位处执行着相应的加工作业。在一种可选实施例中，所述硅棒加工平台上的五个功能区位两两之间呈72°分布，因此，与之对应地，输送本体上的四个硅棒定位机构两两之间也呈72°分布。

本申请公开的硅棒切磨一体机，集合了切割装置和研磨装置，可利用硅棒转换装置能将硅棒在各个加工装置之间有序且无缝地进行转移，并利用切割装置对硅棒进行两次侧面切割以形成方形的硅棒以及利用研磨装置对开方切割后的方形的硅棒进行研磨，从而完成硅棒的开方及研磨多工序的一体化作业，提高生产效率及产品加工作业的品质。

本申请公开了一种硅棒切磨方法，应用于一硅棒切磨一体机中。

在某些实施例中，如图16所示，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述硅棒加工平台设有等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，所述硅棒加工平台的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两相邻之间呈90°分布。在本实施例中，假设依照等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向。

本申请硅棒切磨方法可至少包括如下步骤：

步骤 S101，将第一硅棒装载于等待区位，对所述第一硅棒进行预处理。在本实施例中，在步骤S101中，利用硅棒移送装置将待加工的第一硅棒转移至硅棒加工平台的等待区位。

具体可参阅图21和图22，可利用硅棒移送装置6将待加工的第一硅棒100转移至硅棒平台的等待区位。关于利用硅棒移送装置6将待加工的第一硅棒100转移至硅棒平台的等待区位的具体方式可参见前文描述，在此不再赘述。

另外，所述预处理可包括利用定位检测装置对位于所述等待区位上的第一硅棒进行棱线检测和中心定位。

步骤S103，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一方向侧面切割，在此阶段，将第二硅棒装载于等待区位并对所述第二硅棒进行预处理。

在步骤S103中，由于所述等待区位与所属第一加工区位之间呈90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动90°。

具体可参阅图22和图23，令硅棒转换装置4正向（即图22中顺时针箭头）转动90°，将待加工的第一硅棒100由图22中的等待区位转换至图23中的第一加工区位。

如此，可利用图23所示实施例中的切割装置2对第一加工区位上的第一硅棒100进行切割。

当利用图23所示实施例中的切割装置2对第一加工区位上的第一硅棒100进行切割时，结合图15，驱动切割支座22相对切割架21下降，由切割支座22其中一侧的第一切割单元23对第一加工区位上的第一硅棒100进行沿X轴方向的侧面切割（第一切割单元设有沿X轴方向呈“＝”字型的第一切割线网）。

至于将第二硅棒102装载于等待区位并对所述第二硅棒102进行预处理，则可参考步骤S101中针对第一硅棒100的描述，在此不再赘述。

步骤S105，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一方向侧面切割，在此阶段，将第三硅棒装载于等待区位并对所述第三硅棒进行预处理。

在步骤S105中，由于所述硅棒加工平台的等待区位、第一加工区位以及第二加工区位依序相差90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动90°。

具体可参阅图23和图24，令硅棒转换装置4正向（即图23中顺时针箭头）转动90°，将第一硅棒100由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒102由等待区位转换至第一加工区位。

如此，可利用图24所示实施例中的切割装置2对硅棒加工平台的第二加工区位上的第一硅棒100和第一加工区位上的第二硅棒102进行切割。

当利用图24所示实施例中的切割装置2对硅棒加工平台的第二加工区位上的第一硅棒100和第一加工区位上的第二硅棒102进行切割时，结合图1，驱动切割支座22相对切割架21下降，由切割支座22左右两侧的第一切割单元23和第二切割单元25同时对对应的第一加工区位上的第二硅棒102和第二加工区位上的第一硅棒100进行切割，其中，第一切割单元23对第一加工区位上的第二硅棒102进行沿X轴方向的侧面切割（第一切割单元23设有沿X轴方向呈“＝”字型的第一切割线网），第二切割单元25对第二加工区位上的第一硅棒100进行沿Y轴方向的侧面切割（第二切割单元25设有沿Y轴方向呈“＝”字型的第二切割线网）。

其中，需注意的是，在利用第二切割单元 25 对第二加工区位上的第一硅棒 100 进行沿 Y 轴方向的侧面切割之前，由于前述侧面切割的问题，还需利用硅棒转换装置 4 中的硅棒定位机构 43 带动第一硅棒 100 正向或逆向转动 90°，以调整切割面。如此，位于第二加工区位上的第一硅棒 100 经第二切割单元 25 进行沿 Y 轴方向的侧面切割之后，就形成整体呈方形的硅棒。

至于将第三硅棒 104 装载于等待区位并对第三硅棒 104 进行预处理，则可参考步骤 S101 中针对第一硅棒 100 的描述，在此不再赘述。

步骤 S107，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第三硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一方向侧面切割，同时，将第四硅棒装载于等待区位并对所述第四硅棒进行预处理。

在步骤 S107 中，由于所述硅棒加工平台的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位依序相差 90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 90°

具体可参阅图 24 和图 25，令硅棒转换装置 4 正向（即图 24 中顺时针箭头）转动 90°，将第一硅棒 100 由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒 102 由第一加工区位转换至第二加工区位、将第三硅棒 104 由等待区位转换至第一加工区位。

如此，可利用图 25 所示实施例中的研磨装置 3 对硅棒加工平台的第三加工区位上的第一硅棒 100 进行研磨作业。关于利用研磨装置 3 对硅棒加工平台的第三加工区位上的第一硅棒 100 进行研磨作业的具体方式可参见前文描述，在此不再赘述。

同时，可利用图 25 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的第三硅棒 104 和第二加工区位上的第二硅棒 102 进行切割。

当利用图 25 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的第三硅棒 104 和第二加工区位上的第二硅棒 102 进行切割时，结合图 15，驱动切割支座 22 相对切割架 21 下降，由切割支座 22 左右两侧的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 同时对对应的第一加工区位上的第三硅棒 104 和第二加工区位上的第二硅棒 102 进行切割，其中，第一切割单元 23 对第一加工区位上的第三硅棒 104 进行沿 X 轴方向的侧面切割（第一切割单元 23 设有沿 X 轴方向呈“＝”字型的第一切割线网），第二切割单元 25 对第二加工区位上的第二硅棒 102 进行沿 Y 轴方向的侧面切割（第二切割单元 25 设有沿 Y 轴方向呈“＝”字型的第二切割线网）。

其中，需注意的是，在利用第二切割单元 25 对第二加工区位上的第二硅棒 102 进行沿 Y 轴方向的侧面切割之前，由于前述侧面切割的问题，还需利用硅棒转换装置 4 中的硅棒定位机构 43 带动第二硅棒 102 正向或逆向转动 90°，以调整切割面。如此，位于第二加工区位上的第二硅棒 102 经第二切割单元 25 进行沿 Y 轴方向的侧面切割之后，就形成整体呈方形的硅棒。

至于将第四硅棒 106 装载于等待区位并对第四硅棒 106 进行预处理，则可参考步骤 S101 中针对第一硅棒 100 的描述，在此不再赘述。

步骤 S109，令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至等待区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第四硅棒由等待区位转换至第一加工区位，将第一硅棒从等待区位卸载并装载第五硅棒，对所述第五硅棒进行预处理，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第四硅棒进行第一方向侧面切割。

在步骤 S109 中，由于所述硅棒加工平台的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位依序相差 90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 90°或者逆向转动 270°。其中，令硅棒转换装置逆向转动 270°，可使得硅棒转换装置回到初始位置，可释放正向旋转过程中缠绕的线缆。

具体可参阅图 25 和图 26，令硅棒转换装置 4 逆向（即图 24 中逆时针箭头）转动 270°，将第一硅棒 100 由第三加工区位转换至等待区位、将第二硅棒 102 由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒 104 由第一加工区位转换至第二加工区位、以及将第四硅棒 106 由等待区位转换至第一加工区位。

如此，可利用硅棒移送装置 6 将等待区位上的经加工后的第一硅棒 100 转移出所述硅棒加工平台，并将待加工的第五硅棒 108 转移至所述硅棒加工平台的等待区位（如图 27 所示）。

同时，可利用图 26 所示实施例中的研磨装置 3 对硅棒加工平台的第三加工区位上的第二硅棒 102 进行研磨作业。关于利用研磨装置 3 对硅棒加工平台的第三加工区位上的第二硅棒 102 进行研磨作业的具体方式可参见前文描述，在此不再赘述。

同时，可利用图 26 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的第四硅棒 106 和第二加工区位上的第三硅棒 104 进行切割。

当利用图 26 所示实施例中的切割装置 2 对硅棒加工平台的第一加工区位上的第四硅棒 106 和第二加工区位上的第三硅棒 104 进行切割时，结合图 1，驱动切割支座 22 相对切割架 21 下降，由切割支座 22 左右两侧的第一切割单元 23 和第二切割单元 25 同时对对应的第一

加工区位上的第四硅棒 106 和第二加工区位上的第三硅棒 104 进行切割，其中，第一切割单元 23 对第一加工区位上的第四硅棒 106 进行沿 X 轴方向的侧面切割（第一切割单元 23 设有沿 X 轴方向呈“＝”字型的第一切割线网），第二切割单元 25 对第二加工区位上的第三硅棒 104 进行沿 Y 轴方向的侧面切割（第二切割单元 25 设有沿 Y 轴方向呈“＝”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元 25 对第二加工区位上的第三硅棒 104 进行沿 Y 轴方向的侧面切割之前，由于前述侧面切割的问题，还需利用硅棒转换装置 4 中的硅棒定位机构 43 带动第三硅棒 104 正向或逆向转动 90°，以调整切割面。如此，位于第二加工区位上的第三硅棒 104 经第二切割单元 25 进行沿 Y 轴方向的侧面切割之后，就形成整体呈方形的硅棒。

在某些实施例中，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述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，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，所述硅棒加工平台的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两相邻之间呈 120°分布。在本实施例中，假设依照第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向。

本申请硅棒切磨方法可至少包括如下步骤：

步骤 S201，将第一硅棒装载于第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一方向侧面切割。

在本实施例中，在步骤 S201 中，利用硅棒移送装置将待加工的第一硅棒转移至硅棒加工平台的第一加工区位。

当利用切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行切割时，驱动切割支座相对切割架下降，由切割支座左右两侧的第一切割单元对第一加工区位上的第一硅棒进行沿 X 轴方向的侧面切割（第一切割单元设有沿 X 轴方向呈“＝”字型的第一切割线网）。

步骤 S203，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一方向侧面切割。

在步骤 S203 中，由于所述等待区位与所属第一加工区位之间呈 120°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 120°。

当利用切割装置对硅棒加工平台的第一加工区位上的第二硅棒和第一加工区位上的第二硅棒进行切割时，驱动切割支座相对切割架下降，由切割支座左右两侧的第一切割单元和第二切割单元同时对对应的第一加工区位上的第二硅棒和第二加工区位上的第一硅棒进行切割，其中，第一切割单元对第一加工区位上的第二硅棒进行沿 X 轴方向的侧面切割（第一切割单

元设有沿 X 轴方向呈“＝”字型的第一切割线网），第二切割单元对第二加工区位上的第一硅棒进行沿 Y 轴方向的侧面切割（第二切割单元 25 设有沿 Y 轴方向呈“＝”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元对第二加工区位上的第一硅棒进行沿 Y 轴方向的侧面切割之前，由于前述侧面切割的问题，还需利用硅棒转换装置中的硅棒定位机构带动第一硅棒正向或逆向转动 90°，以调整切割面。

步骤 S205，令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第三硅棒转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一方向侧面切割。

在步骤 S205 中，由于所述硅棒加工平台的第一加工区位、第二加工区位以及第二加工区位依序相差 90°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向转动 90°。

可利用研磨装置对硅棒加工平台的第三加工区位上的第一硅棒进行研磨作业。

当利用切割装置对硅棒加工平台的第一加工区位上的第三硅棒和第二加工区位上的第二硅棒进行切割时，驱动切割支座相对切割架下降，由切割支座左右两侧的第一切割单元和第二切割单元同时对对应的第一加工区位上的第三硅棒和第二加工区位上的第二硅棒进行切割，其中，第一切割单元对第一加工区位上的第三硅棒进行沿 X 轴方向的侧面切割（第一切割单元设有沿 X 轴方向呈“＝”字型的第一切割线网），第二切割单元对第二加工区位上的第二硅棒进行沿 Y 轴方向的侧面切割（第二切割单元设有沿 Y 轴方向呈“＝”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元对第二加工区位上的第二硅棒进行沿 Y 轴方向的侧面切割之前，由于前述侧面切割的问题，还需利用硅棒转换装置中的硅棒定位机构带动第二硅棒正向或逆向转动 90°，以调整切割面。

步骤 S207，令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至第一加工区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位，将第一硅棒从第一加工区位卸载并装载第四硅棒，令切割装置对第一加工区位上的第四硅棒进行第一方向侧面切割，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二方向侧面切割。

在步骤 S207 中，由于所述硅棒加工平台的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位依序相差 120°，因此，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度即是令硅棒转换装置正向

转动 120°或者逆向转动 240°。其中，令硅棒转换装置逆向转动 240°，可使得硅棒转换装置回到初始位置，可释放正向旋转过程中缠绕的线缆。

在步骤 S207 中，可利用硅棒移送装置将第一加工区位上的经加工后的第一硅棒转移出所述硅棒加工平台，并将待加工的第四硅棒转移至所述硅棒加工平台的等待区位。

可利用研磨装置对硅棒加工平台的第三加工区位上的第二硅棒进行研磨作业。

当利用切割装置对硅棒加工平台的第一加工区位上的第四硅棒和第二加工区位上的第三硅棒进行切割时，驱动切割支座相对切割架下降，由切割支座左右两侧的第一切割单元和第二切割单元同时对对应的第一加工区位上的第四硅棒和第二加工区位上的第三硅棒进行切割，其中，第一切割单元对第一加工区位上的第四硅棒进行沿 X 轴方向的侧面切割（第一切割单元设有沿 X 轴方向呈“＝”字型的第一切割线网），第二切割单元对第二加工区位上的第三硅棒进行沿 Y 轴方向的侧面切割（第二切割单元 25 设有沿 Y 轴方向呈“＝”字型的第二切割线网）。其中，需注意的是，在利用第二切割单元对第二加工区位上的第三硅棒进行沿 Y 轴方向的侧面切割之前，由于前述侧面切割的问题，还需利用硅棒转换装置中的硅棒定位机构 43 带动第三硅棒正向或逆向转动 90°，以调整切割面。

本申请公开的硅棒切磨方法，能将硅棒在各个加工装置之间有序且无缝地进行转移，并同时能对硅棒进行两次侧面切割以形成方形的硅棒以及对开方切割后的方形的硅棒进行研磨，从而完成硅棒的开方及研磨多工序的一体化作业，提高生产效率及产品加工作业的品质。

由上述各示例，本申请提供了以下实施例，在以下说明中，通过序号代表所述各实施例，例如数字 1，2，3，4...可分别代表实施例 1，实施例 2，实施例 3，实施例 4....，在此，本申请提供了：

1. 一种硅棒切磨一体机，其特征在于，包括：

机座，具有硅棒加工平台；

切割装置，设于所述机座上，用于对所述硅棒加工平台的第一加工区位上的硅棒进行第一方向侧面切割以及对所述硅棒加工平台的第二加工区位上的硅棒进行第二方向侧面切割，形成方形的硅棒；其中，所述第二方向垂直或平行于所述第一方向；

研磨装置，设于所述机座上，用于对所述硅棒加工平台的第三加工区位上的所述方形的硅棒进行磨面及倒角；以及

硅棒转换装置，设于所述硅棒加工平台上，用于将所述硅棒在第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位上进行转换。

2. 根据实施例 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述切割装置包括：设于所述硅棒加工平台的第一加工区位的第一切割装置和设于所述硅棒加工平台的第二加工区位的第二

切割装置。

3. 根据实施例 2 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割装置包括：

第一切割架；

第一切割支座，活动升降于所述第一切割架；

第一切割单元，设于所述第一切割支座上；所述第一切割单元包括设于所述第一切割支座上的第一线架、设于所述第一线架上的多个第一切割轮、以及第一切割线，所述第一切割线依序绕设于所述多个第一切割轮形成呈第一方向设置的第一切割线段。

4. 根据实施例 3 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割装置还包括第一边皮卸料装置，用于将所述第一切割装置对所述硅棒进行第一方向侧面切割后形成的边皮予以卸料。

5. 根据实施例 3 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第二切割装置包括：

第二切割架；

第二切割支座，活动升降于所述第二切割架；

第二切割单元，设于所述第二切割支座上；所述第二切割单元包括设于所述第二切割支座上的第二线架、设于所述第二线架上的多个第二切割轮、以及第二切割线，所述第二切割线依序绕设于所述多个第二切割轮形成呈第二方向设置的第二切割线段。

6. 根据实施例 5 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第二切割装置还包括第二边皮卸料装置，用于将所述第二切割装置对所述硅棒进行第二方向侧面切割后形成的边皮予以卸料。

7. 根据实施例 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述切割装置包括：

切割架；

切割支座，活动升降于所述切割架；所述切割支座包括支座主体和位于所述支座主体相对两旁侧的第一支座侧翼和第二支座侧翼；

第一切割单元，设于所述切割支座的第一旁侧；所述第一切割单元包括设于所述切割支座中第一支座侧翼上的第一线架、设于所述第一线架上的多个第一切割轮、以及第一切割线，所述第一切割线依序绕设于所述多个第一切割轮形成呈第一方向设置的第一切割线段；

第二切割单元，设于所述切割支座的第二旁侧；所述第二切割单元包括设于所述切割支座中第二支座侧翼上的第二线架、设于所述第二线架上的多个第二切割轮、以及第二切割线，所述第二切割线依序绕设于所述多个第二切割轮形成呈第二方向设置的第二切割线段。

8. 根据实施例 7 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割线和所述第二切割线为同一切割线，所述切割支座上还设有位于所述第一切割单元和所述第二切割单元之间、供所述切割线绕设的导向轮。

9. 根据实施例 7 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割单元还包括第一边皮卸料装置，用于将所述第一切割单元对所述硅棒进行第一方向侧面切割后形成的边皮予以卸料；所述第二切割单元还包括第二边皮卸料装置，用于将所述第二切割单元对所述硅棒进行第二方向侧面切割后形成的边皮予以卸料。

10. 根据实施例 5 或 7 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割单元对所述硅棒进行第一方向侧面切割时的切割线与所述第二切割单元对所述硅棒进行第二方向侧面切割时的切割线的交点位于所述硅棒的截面内。

11. 根据实施例 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述研磨装置包括：

磨面支座，设于所述机座上；

至少一对磨具，对向设置于所述磨面支座上；所述至少一对磨具相对所述磨面支座活动升降以用于对所述方形的硅棒进行磨面及倒角。

12. 根据实施例 11 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述磨具包括：

主轴；以及

至少一砂轮，设置于所述主轴的作业端。

13. 根据实施例 11 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述磨具包括：

转动式底盘；

双头主轴，设置于所述转动式底盘上，其第一端设有至少一个粗磨砂轮，其第二端设有至少一个精磨砂轮；

驱动电机，用于驱动所述转动式底盘进行转动以使所述双头主轴的第一端和第二端互换位置。

14. 根据实施例 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒加工平台的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两相邻之间呈 120°分布，所述硅棒转换装置的旋转角度范围为±240°。

15. 根据实施例 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒加工平台还设有等待区位，所述硅棒切磨一体机还包括硅棒移送装置，邻设于所述硅棒加工平台的等待区位，用于将待加工的硅棒转移至所述硅棒加工平台的等待区位或将所述等待区位上的经加工后的硅棒转移出所述硅棒加工平台。

16. 根据实施例 15 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒移送装置包括：

移送底座，通过滑移机构滑设于所述机座；

硅棒平台，活动设于所述移送底座上，用于横向安置所述硅棒；

硅棒紧固机构，设于所述硅棒平台上，用于在所述硅棒转移过程中紧固所述硅棒；以及

平台翻转机构，用于驱动所述硅棒平台相对所述移送底座翻转，使得所述硅棒竖立放置于所述硅棒转移装置上。

17. 根据实施例 15 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒切磨一体机还包括定位检测装置，用于对位于所述等待区位上的硅棒进行棱线检测和中心定位。

18. 根据实施例 17 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述定位检测装置包括：

棱线检测单元，包括接触式检测机构、旋转机构以及与所述接触式检测机构和所述旋转机构电性连接的检测控制器，所述接触式检测结构用于通过与所述硅棒的棱线接触而向检测控制器发送通断信号，所述旋转机构用于根据所述检测控制器的控制调整所述硅棒的位置；以及

轴心调节单元，用于将所述硅棒的轴心定位于所述预处理区的中心，包括夹持机构，所述夹持机构用于形成夹持所述硅棒的夹持空间并且所述夹持空间的中心与所述预处理区的中心相重合。

19. 根据实施例 15 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒加工平台的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两相邻之间呈 90°分布，所述硅棒转换装置的旋转角度范围为±270°。

20. 根据实施例 14 或 19 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒转换装置包括：

输送本体；

硅棒定位机构，设置于所述输送本体上，用于对所述硅棒进行定位；以及

转换驱动机构，用于驱动所述输送本体转动以带动所述硅棒定位机构所定位的硅棒在各个加工区位之间转换。

21. 一种硅棒切磨方法，应用于一硅棒切磨一体机中，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述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，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，其特征在于，所述硅棒切磨方法包括以下步骤：

令硅棒转换装置将第一硅棒转换至第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一方向侧面切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区

位以及将第二硅棒转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一方向侧面切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第三硅棒转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一方向侧面切割；

令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至第一加工区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位，将第一硅棒从第一加工区位卸载并装载第四硅棒，令切割装置对第一加工区位上的第四硅棒进行第一方向侧面切割，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二方向侧面切割。

22. 根据实施例 21 所述的硅棒切磨方法，其特征在于，所述硅棒加工平台上的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两之间呈 120°分布；当依照第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向时，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度为正向转动 120°，所述令硅棒转换装置转动的第二预设角度为正向转动 120°或逆向转动 240°。

23. 一种硅棒切磨方法，应用于一硅棒切磨一体机中，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述硅棒加工平台设于具有等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，其特征在于，所述硅棒切磨方法包括以下步骤：

将第一硅棒装载于等待区位，对所述第一硅棒进行预处理；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一方向侧面切割，在此阶段，将第二硅棒装载于等待区位并对所述第二硅棒进行预处理；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一方向侧面切割，在此阶段，将第三硅棒装载于等待区位并对所述第三硅棒进行预处理；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区

位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第三硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一方向侧面切割，同时，将第四硅棒装载于等待区位并对所述第四硅棒进行预处理；

令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至等待区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第四硅棒由等待区位转换至第一加工区位，将第一硅棒从等待区位卸载并装载第五硅棒，对所述第五硅棒进行预处理，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二方向侧面切割以及对第一加工区位上的第四硅棒进行第一方向侧面切割。

24. 根据实施例 23 所述的硅棒切磨方法，其特征在于，所述硅棒加工平台上的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两之间呈 90°分布；当依照等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向时，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度为正向转动 90°，所述令硅棒转换装置转动第二预设角度为正向转动 90°或者逆向转动 270°。

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。

权 利 要 求 书

1. 一种硅棒切磨一体机，其特征在于，包括：

机座，具有硅棒加工台；

切割装置，用于对所述硅棒加工台的第一加工区位上的硅棒进行第一折面切割以及对所述硅棒加工台的第二加工区位上的硅棒进行第二折面切割，形成方形的硅棒；所述第一折面切割和所述第二折面切割中的任一者是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割；

磨面装置，用于对所述硅棒加工台的第三加工区位上的所述方形的硅棒进行磨面及倒角；以及

硅棒转换装置，设于所述硅棒加工台上，用于将所述硅棒在第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位上进行转换。

2. 根据权利要求 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述切割装置包括：设于所述硅棒加工台的第一加工区位的第一切割装置和设于所述硅棒加工台的第二加工区位的第二切割装置。

3. 根据权利要求 2 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割装置包括：

第一切割架；

第一切割支座，活动升降于所述第一切割架；

第一切割单元，设于所述第一切割支座上；所述第一切割单元包括设于所述第一切割支座上的第一线架、设于所述第一线架上的多个第一切割轮、以及第一切割线，所述第一切割线依序绕设于所述多个第一切割轮后形成两条正交的第一切割线段。

4. 根据权利要求 3 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割装置还包括第一边皮卸料装置，用于将所述第一切割装置对所述硅棒进行第一折面切割后形成的边皮予以卸料。

5. 根据权利要求 3 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第二切割装置包括：

第二切割架；

第二切割支座，活动升降于所述第一切割架；

第二切割单元，设于所述第二切割支座上；所述第二切割单元包括设于所述第二切割支座上的第二线架、设于所述第二线架上的多个第二切割轮、以及第二切割线，所述第二切割线依序绕设于所述多个第二切割轮后形成两条正交的第二切割线段。

6. 根据权利要求 5 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第二切割装置还包括第二边皮卸料装置，用于将所述第二切割装置对所述硅棒进行第二折面切割后形成的边皮予以卸料。

7. 根据权利要求 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述切割装置包括：

切割架；

切割支座，活动升降于所述切割架；所述切割支座包括支座主体和位于所述支座主体相对两旁侧的第一支座侧翼和第二支座侧翼；

第一切割单元，设于所述切割支座的第一旁侧；所述第一切割单元包括设于所述第一支座侧翼和所述支座主体上的多个第一切割轮以及第一切割线，所述第一切割线依序绕设于所述多个第一切割轮形成两条正交的第一切割线段；

第二切割单元，设于所述切割支座的第二旁侧；所述第二切割单元包括设于所述第二支座侧翼和所述支座主体上的多个第二切割轮以及第二切割线，所述第二切割线依序绕设于所述多个第二切割轮形成两条正交的第二切割线段。

8. 根据权利要求 7 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割线和所述第二切割线为同一切割线，所述支座主体上还设有位于所述第一切割单元和所述第二切割单元之间、供所述切割线绕设的导向轮。

9. 根据权利要求 7 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割单元还包括第一边皮卸料装置，用于将所述第一切割单元对所述硅棒进行第一折面切割后形成的边皮予以卸料；所述第二切割单元还包括第二边皮卸料装置，用于将所述第二切割单元对所述硅棒进行第二折面切割后形成的边皮予以卸料。

10. 根据权利要求 7 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述第一切割单元对所述硅棒进行第一折面切割时两条正交的第一切割线段的交点位于所述硅棒的截面内，所述第二切割单元对所述硅棒进行第二折面切割时两条正交的第二切割线段的交点位于所述硅棒的截面内。

11. 根据权利要求 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述磨面装置包括：

磨面支座，设于所述机座上；

至少一对砂轮组件，对向设置于所述磨面支座上；所述至少一对砂轮组件相对所述磨

面支座活动升降以用于对所述方形的硅棒进行磨面及倒角。

12. 根据权利要求 11 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述砂轮组件包括：

主轴；以及

至少一砂轮，设置于所述主轴的作业端。

13. 根据权利要求 11 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述砂轮组件包括：

转动式底盘；

双头主轴，设置于所述转动式底盘上，其第一端设有至少一个粗磨砂轮，其第二端设有至少一个精磨砂轮；

驱动电机，用于驱动所述转动式底盘进行转动以使所述双头主轴的第一端和第二端互换位置。

14. 根据权利要求 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒加工台的第一加工区、第二加工区以及第三加工区两两相邻之间呈 120°分布，所述硅棒转换装置的旋转角度范围为±240°。

15. 根据权利要求 1 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒加工台还设有预处理区位，所述硅棒切磨一体机还包括硅棒移送装置，邻设于所述硅棒加工台的预处理区位，用于将待加工的硅棒转移至所述硅棒加工台的预处理区位或将所述预处理区位上的经加工后的硅棒转移出所述硅棒加工台。

16. 根据权利要求 15 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒移送装置包括：

移送底座，通过滑移机构滑设于所述机座；

硅棒平台，活动设于所述移送底座上，用于横向安置所述硅棒；

硅棒紧固机构，设于所述硅棒平台上，用于在所述硅棒转移过程中紧固所述硅棒；以及

平台翻转机构，用于驱动所述硅棒平台相对所述移送底座翻转，使得所述硅棒竖立放置于所述硅棒转移装置上。

17. 根据权利要求 15 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒切磨一体机还包括定位

检测装置，所述定位检测装置设于所述硅棒加工台的预处理区位，用于对所述硅棒进行棱线检测和中心定位。

18. 根据权利要求 17 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述定位检测装置包括：

棱线检测单元，包括接触式检测机构、旋转机构以及与所述接触式检测机构和所述旋转机构电性连接的检测控制器，所述接触式检测结构用于通过与所述硅棒的棱线接触而向检测控制器发送通断信号，所述旋转机构用于根据所述检测控制器的控制调整所述硅棒的位置；以及

轴心调节单元，用于将所述硅棒的轴心定位于所述预处理区的中心，包括被升降机构驱动作升降运动的夹持机构，所述夹持机构用于形成夹持所述硅棒的夹持空间并且所述夹持空间的中心与所述预处理区的中心相重合。

19. 根据权利要求 15 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒加工台的第一加工区、第二加工区以及第三加工区两两相邻之间呈 90°分布，所述硅棒转换装置的旋转角度范围为±270°。

20. 根据权利要求 14 或 19 所述的硅棒切磨一体机，其特征在于，所述硅棒转换装置包括：

输送本体；

硅棒定位机构，设置于所述输送本体上，用于对所述硅棒进行定位；以及

转换驱动机构，用于驱动所述输送本体转动以带动所述硅棒定位机构所定位的硅棒在各个加工区位之间转换。

21. 一种硅棒切磨方法，应用于一硅棒切磨一体机中，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述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，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，其特征在于，所述硅棒切磨方法包括以下步骤：

令硅棒转换装置将第一硅棒转换至第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一折面切割；所述第一折面切割是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一折面切割；所述第二折面切割

是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第三硅棒转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一折面切割；

令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至第一加工区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位，将第一硅棒从第一加工区位卸载并装载第四硅棒，令切割装置对第一加工区位上的第四硅棒进行第一折面切割，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二折面切割。

22. 根据权利要求 21 所述的硅棒切磨方法，其特征在于，所述硅棒加工平台上的第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两之间呈 120°分布；当依照第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向时，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度为正向转动 120°，所述令硅棒转换装置转动的第二预设角度为正向转动 120°或逆向转动 240°。

23. 一种硅棒切磨方法，应用于一硅棒切磨一体机中，所述硅棒切磨一体机包括具有硅棒加工平台的机座，所述硅棒加工平台设于具有等待区位、第一加工区位、第二加工区位、以及第三加工区位，所述硅棒切磨一体机还包括切割装置、研磨装置以及硅棒转换装置，其特征在于，所述硅棒切磨方法包括以下步骤：

将第一硅棒装载于等待区位，对所述第一硅棒进行预处理；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对第一加工区位上的第一硅棒进行第一折面切割，在此阶段，将第二硅棒装载于等待区位对所述第二硅棒进行预处理；所述第一折面切割是指对所述硅棒的两个正交的侧面进行切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位以及将第二硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令切割装置对所述第二加工区位上的第一硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第二硅棒进行第一折面切割，在此阶段，将第三硅棒装载于等待区位对所述第三硅棒进行预处理；所述第二折面切割是指对所

述硅棒的两个正交的侧面进行切割；

令硅棒转换装置转动第一预设角度以将第一硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第二硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第三硅棒由等待区位转换至第一加工区位，令研磨装置对第三加工区位上的第一硅棒进行磨面及倒角，在此阶段，令切割装置对所述第二加工区位上的第二硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第三硅棒进行第一折面切割，同时，将第四硅棒装载于等待区位对所述第四硅棒进行预处理；

令硅棒转换装置转动第二预设角度以将第一硅棒由第三加工区位转换至等待区位、将第二硅棒由第二加工区位转换至第三加工区位、将第三硅棒由第一加工区位转换至第二加工区位、将第四硅棒由等待区位转换至第一加工区位，将第一硅棒从等待区位卸载并装载第五硅棒，对所述第五硅棒进行预处理，在此阶段，令研磨装置对第三加工区位上的第二硅棒进行磨面及倒角，令切割装置对所述第二加工区位上的第三硅棒进行第二折面切割以及对第一加工区位上的第四硅棒进行第一折面切割。

24. 根据权利要求 23 所述的硅棒切磨方法，其特征在于，所述硅棒加工平台上的等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位两两之间呈 90°分布；当依照等待区位、第一加工区位、第二加工区位以及第三加工区位的顺序的走向被定义为正向时，所述令硅棒转换装置转动的第一预设角度为正向转动 90°，所述令硅棒转换装置转动第二预设角度为正向转动 90°或者逆向转动 270°。

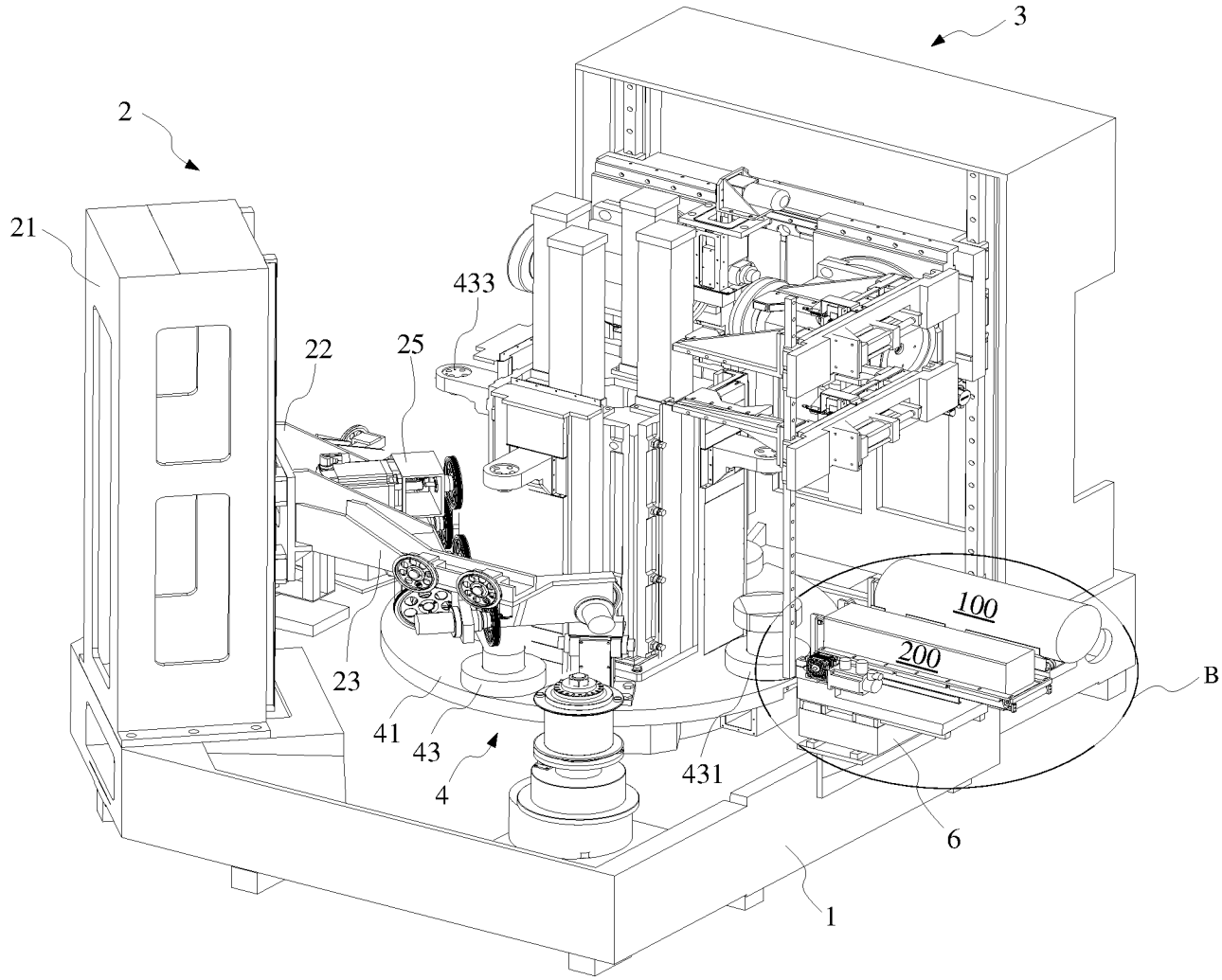

图 1

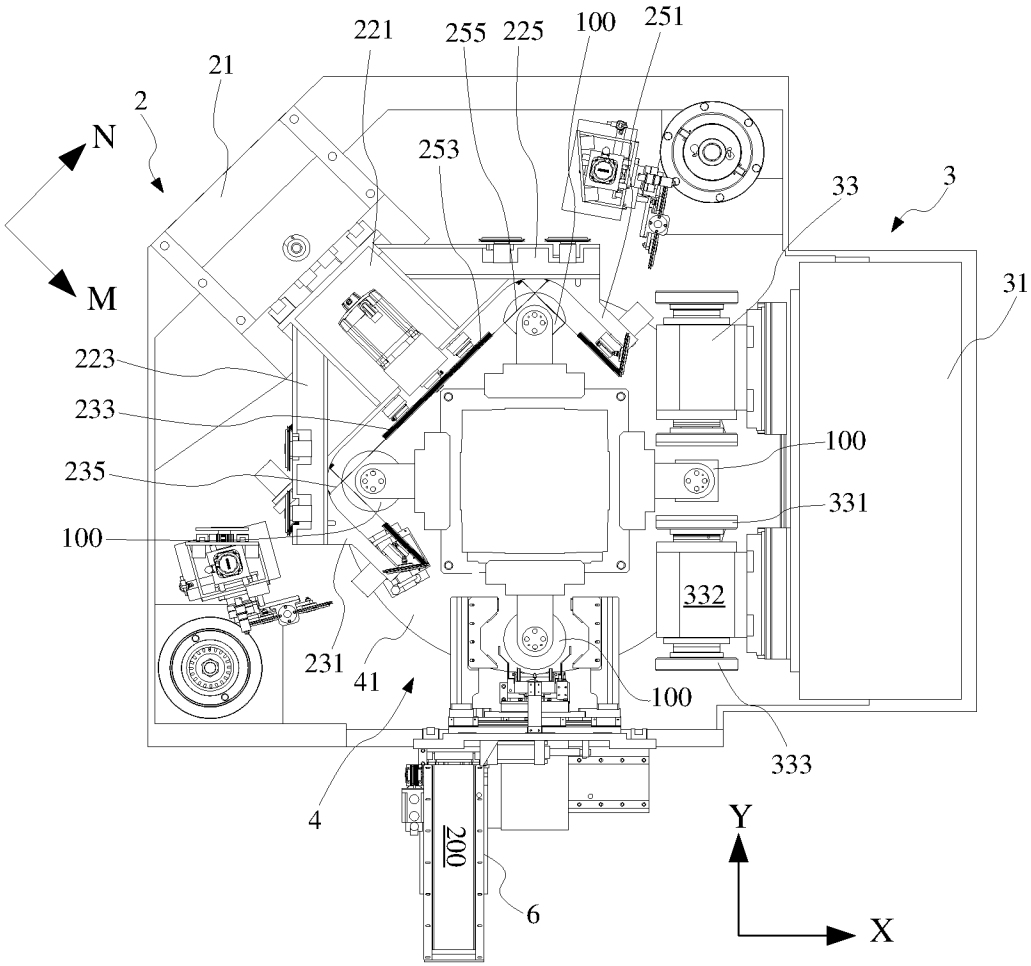
221
255
225
100
251
21
2
N
253
33
3
M
31
223
233
100
235
331
100
332
231
41
100
333
4
200
6
Y
X

图 2

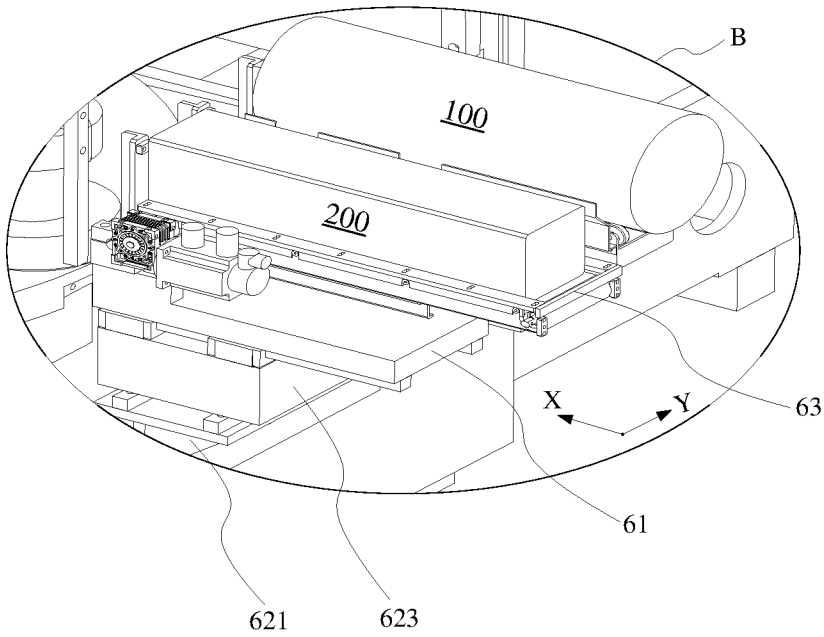
B
100
200
X
Y
63
61
621
623

图 3

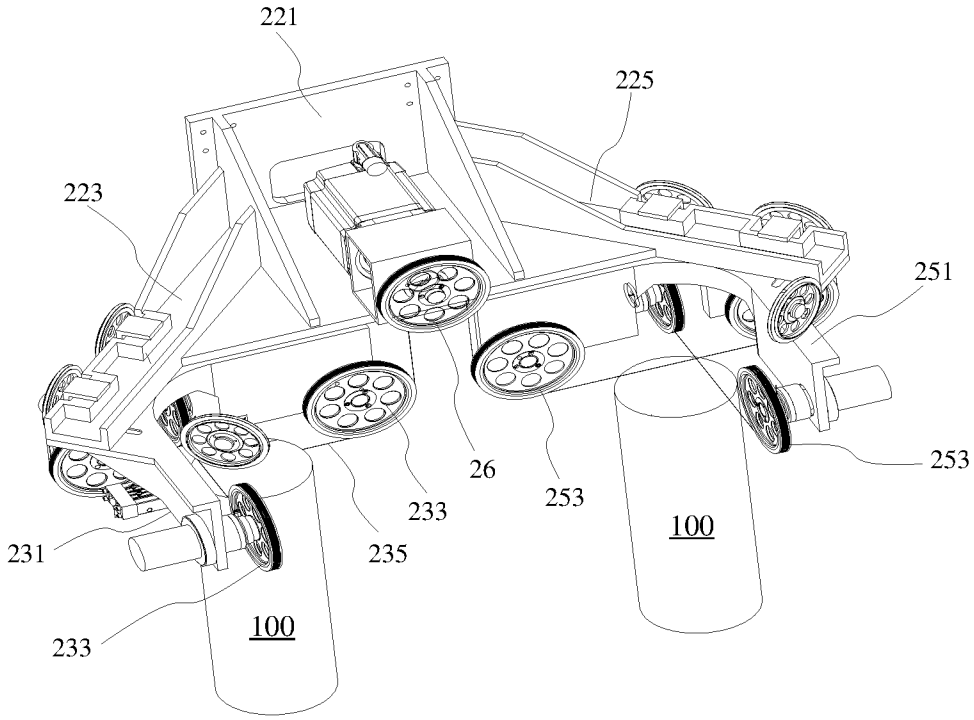
221
225
223
251
253
26
253
233
235
231
233
100
100

图 4

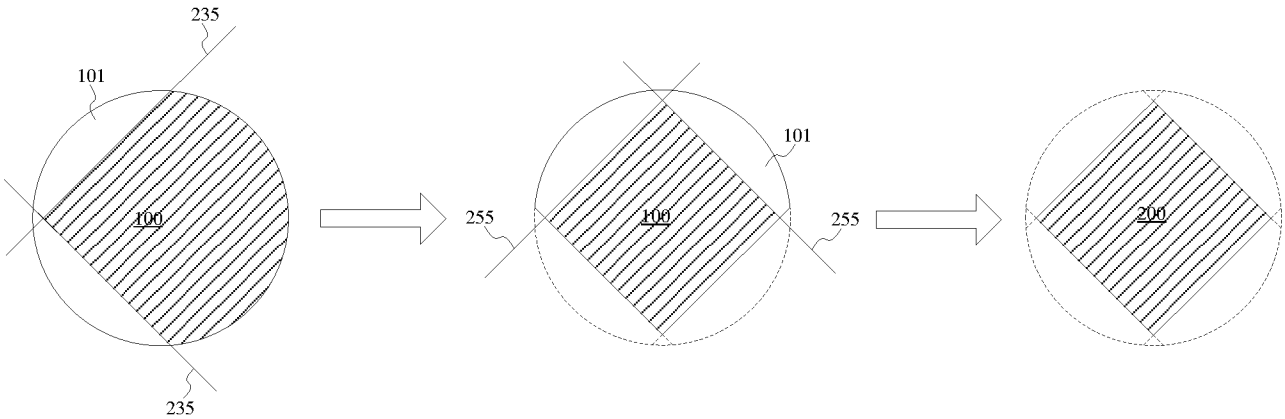
235
101
100
235
255
101
100
255
200

图 5

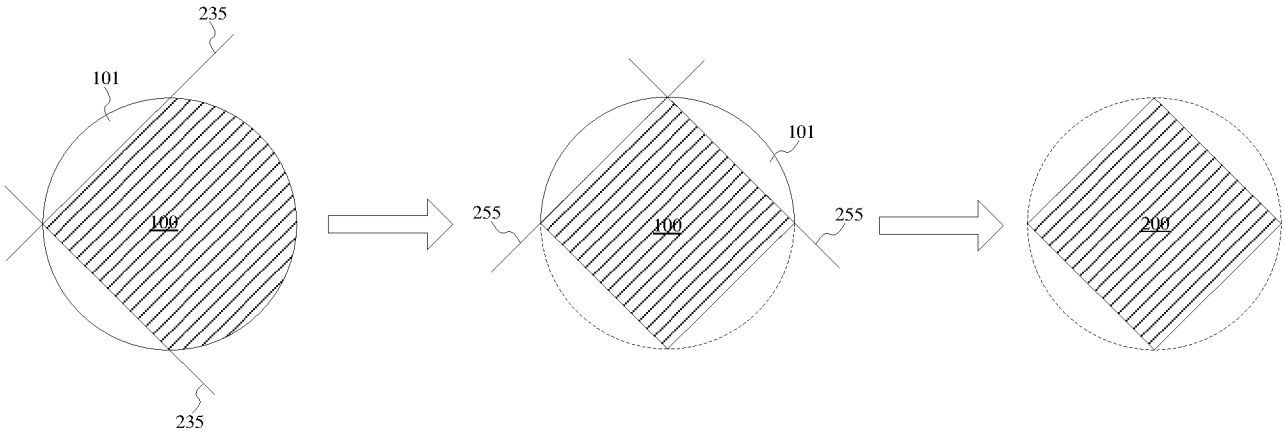
235
101
100
235
255
101
100
255
200

图 6

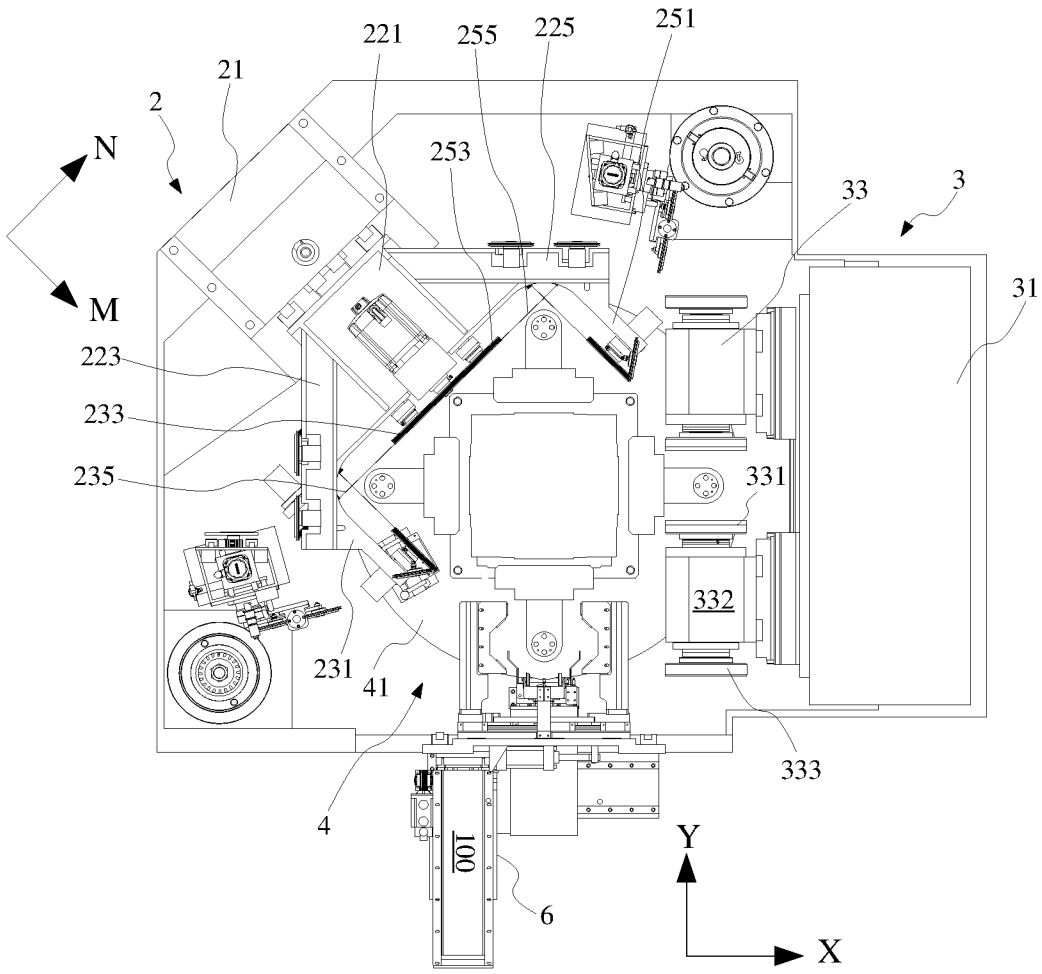
N
M
2
21
221
255
225
251
253
33
3
31
223
233
235
331
332
231
41
4
333
100
6
Y
X

图 7

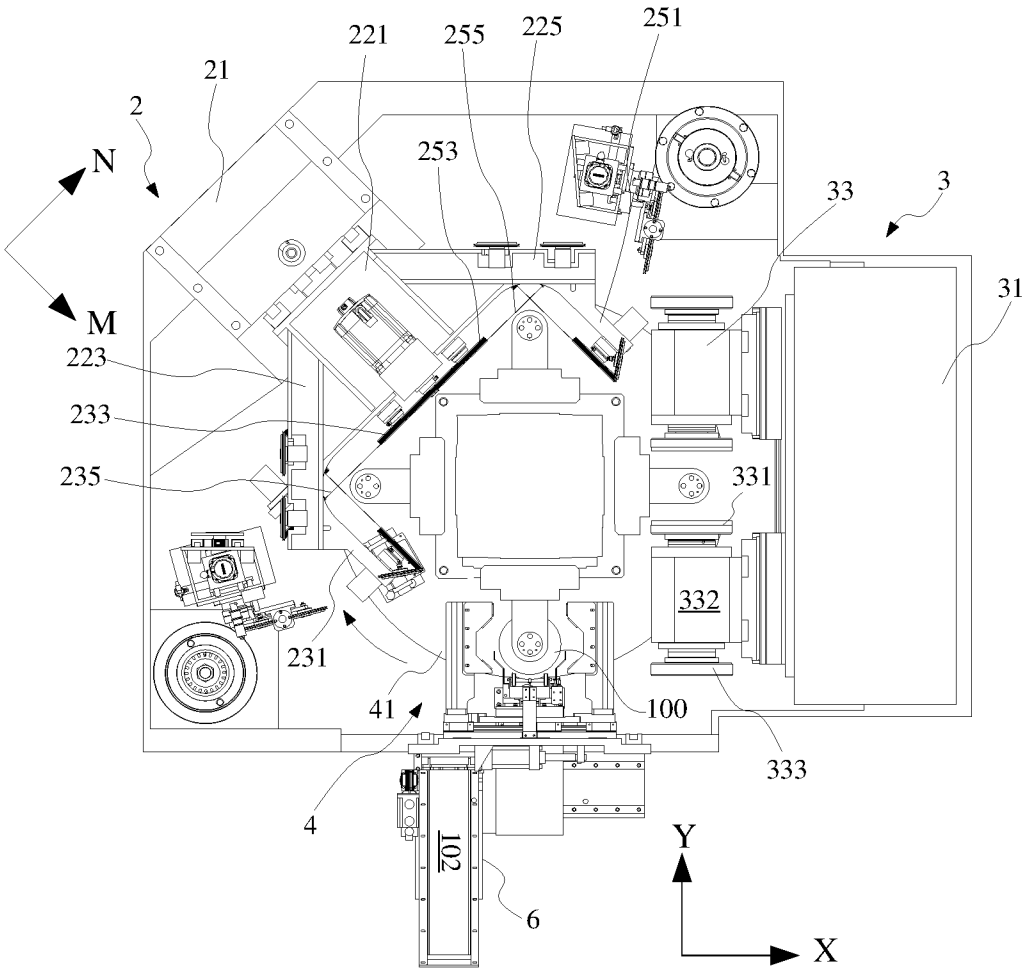
221
255
225
251
21
2
253
33
3
N
31
M
223
233
235
331
332
231
41
100
333
4
102
6
Y
X

图 8

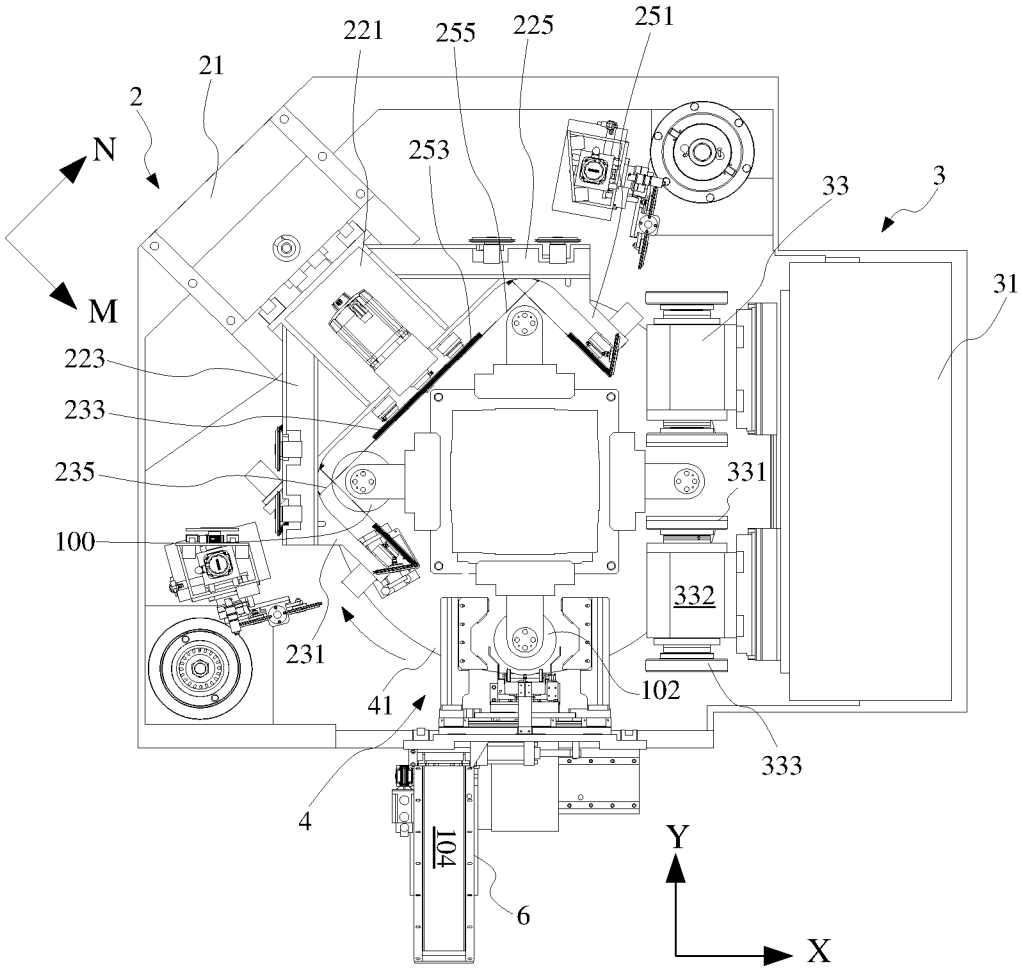
221
255
225
251
21
2
N
253
33
3
31
M
223
233
235
331
100
332
231
102
41
333
4
104
6
Y
X

图 9

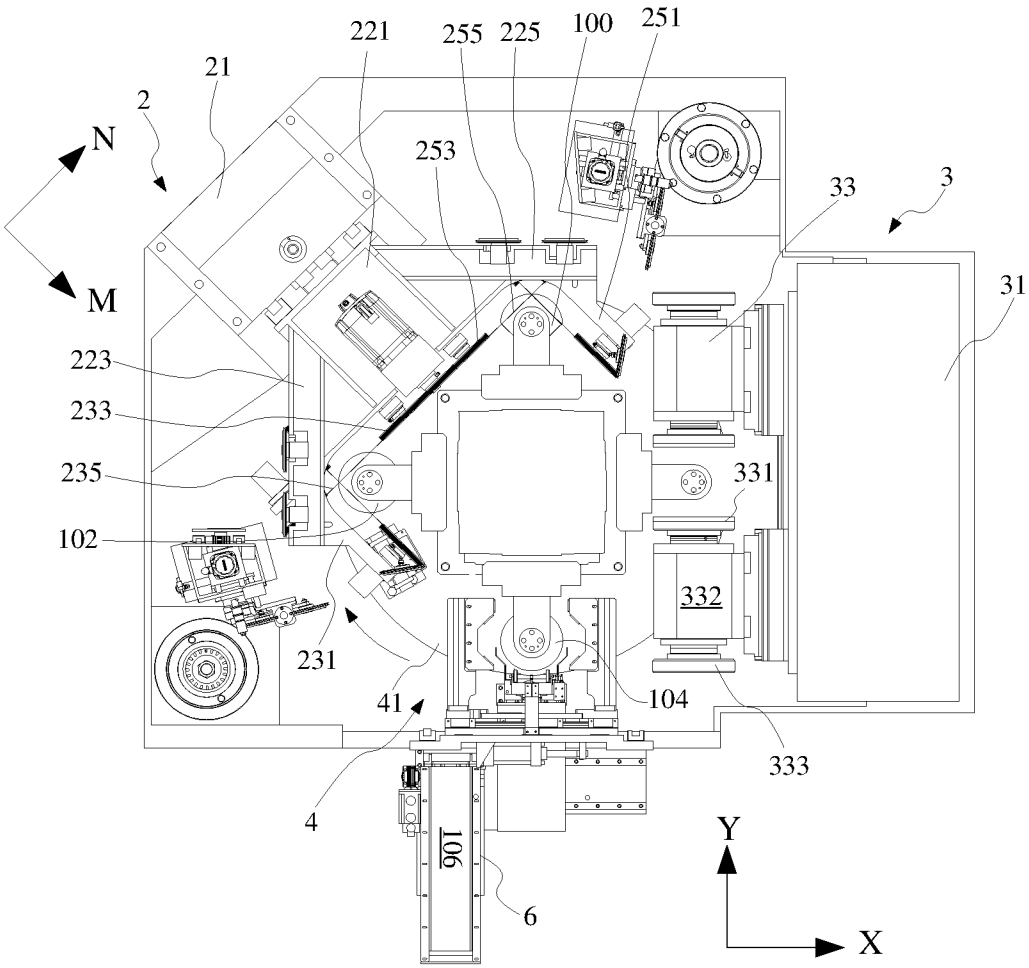
221
255
225
100
251
21
2
N
253
33
3
M
31
223
233
235
331
102
332
231
41
104
333
4
106
6
Y
X

图 10

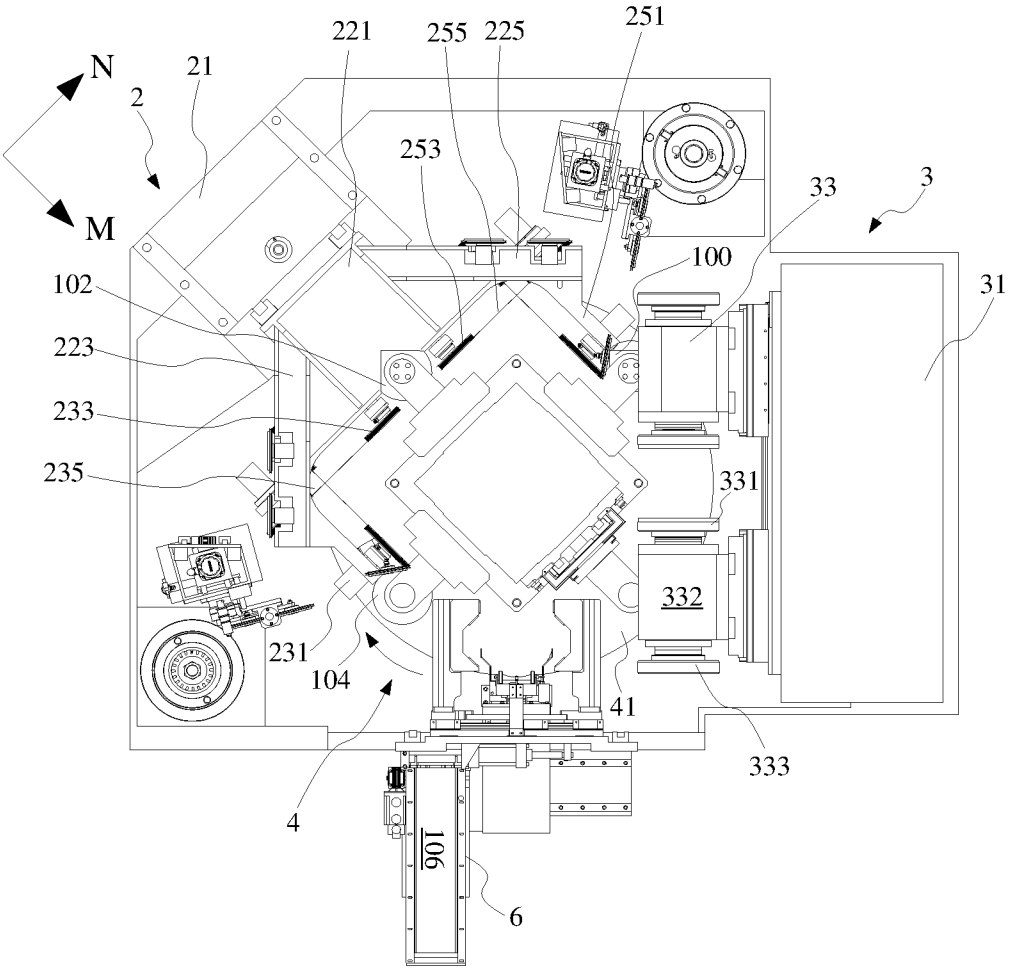
N
M
2
21
221
255
225
251
253
33
3
100
31
102
223
233
235
331
332
231
104
41
333
4
106
6

图 11

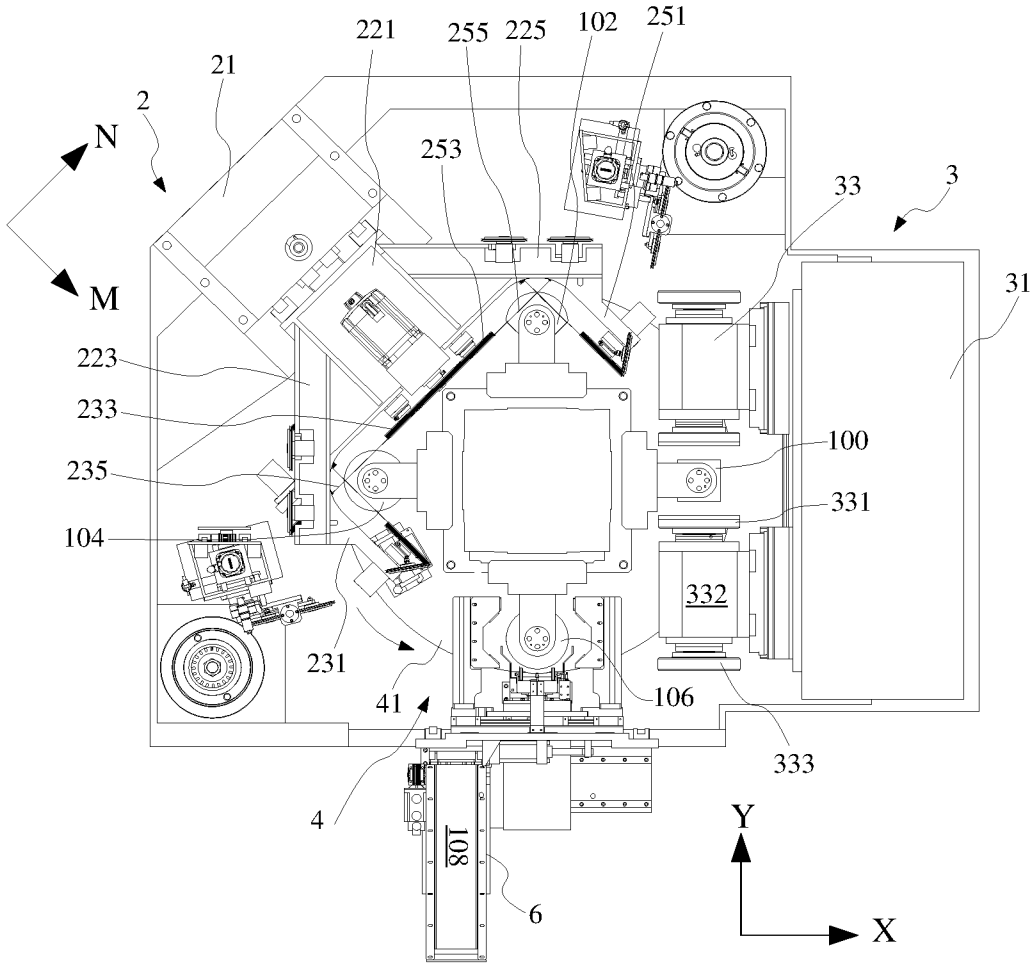
221
255
225
102
251
21
2
N
253
33
3
M
31
223
233
100
235
331
104
332
231
41
106
333
4
108
6
Y
X

图 12

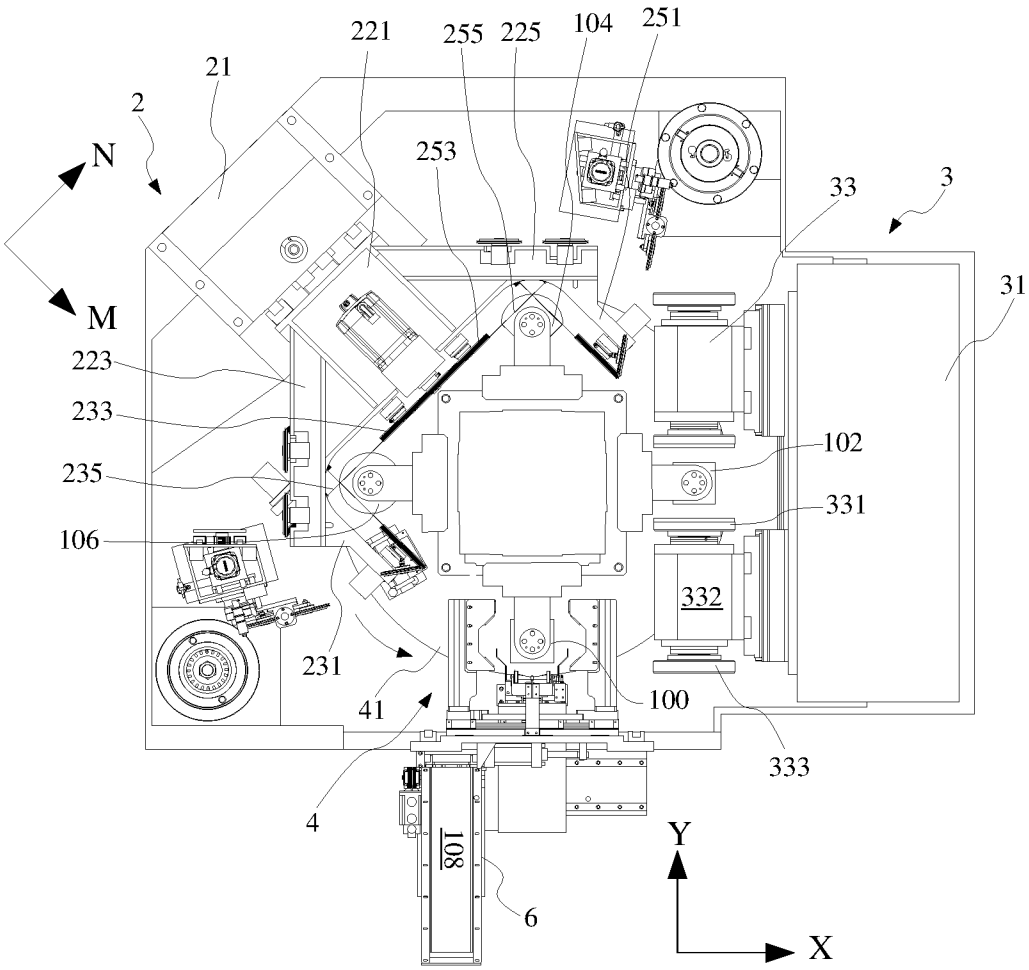
221
255
225
104
251
21
2
253
33
3
N
31
M
223
233
102
235
331
106
332
231
41
100
333
4
108
6
Y
X

图 13

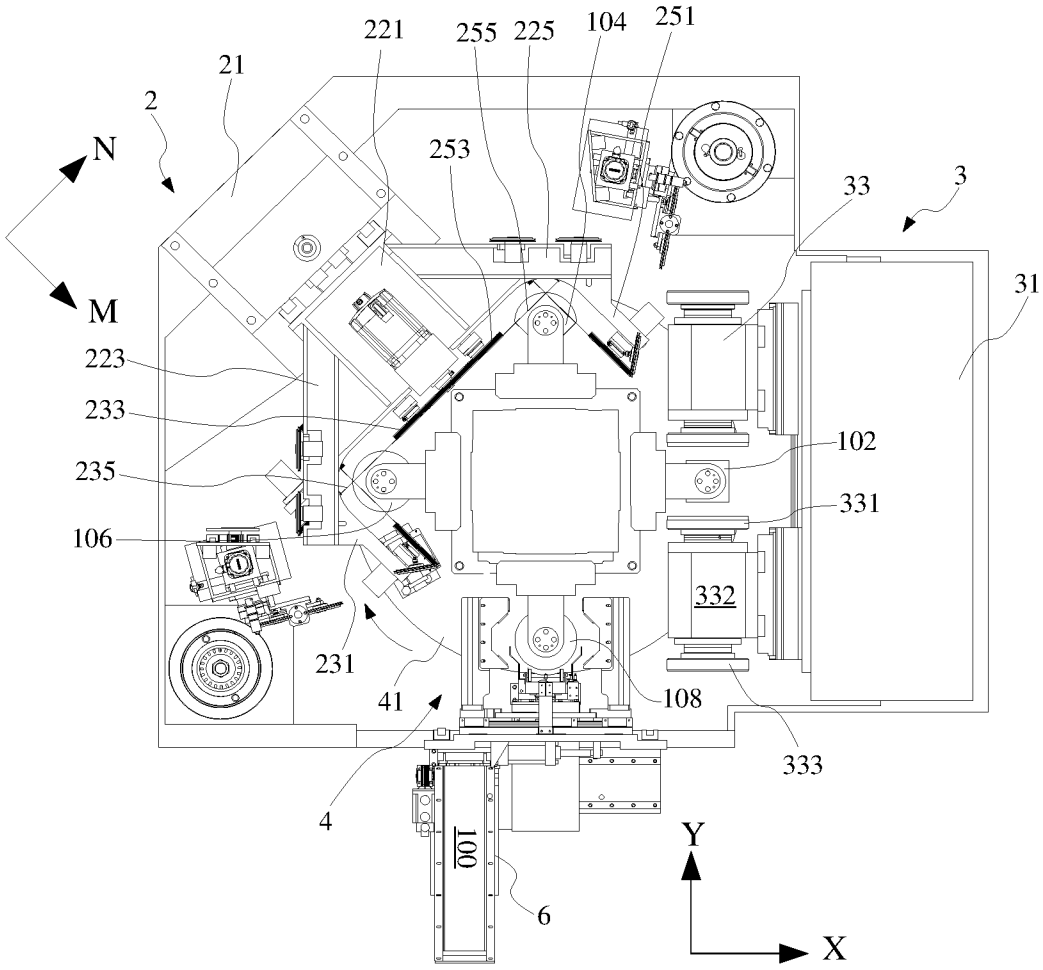
221
255
225
104
251
21
2
N
253
33
3
M
31
223
233
102
235
331
106
332
231
41
108
333
4
100
Y
6
X

图 14

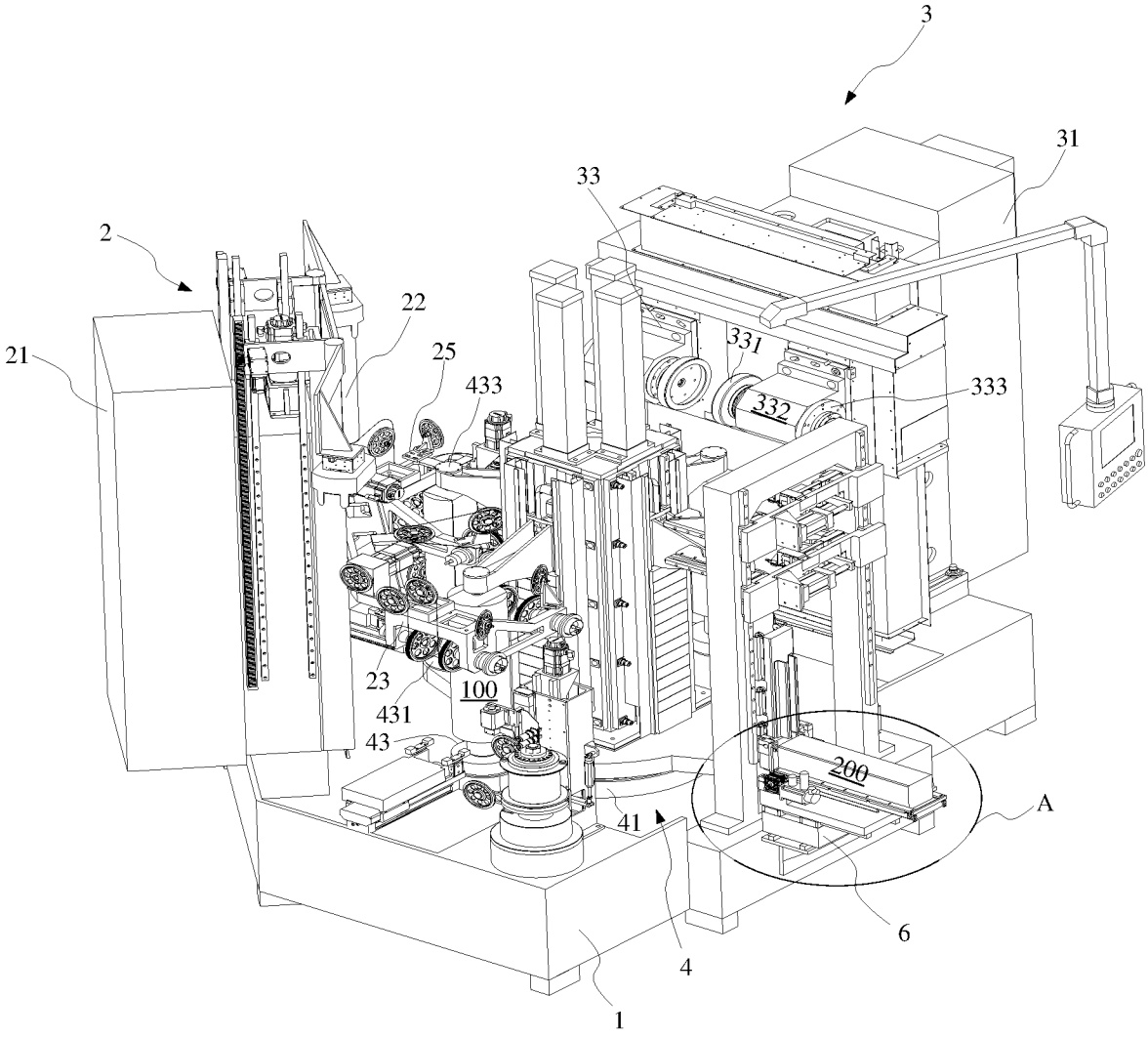

图 15

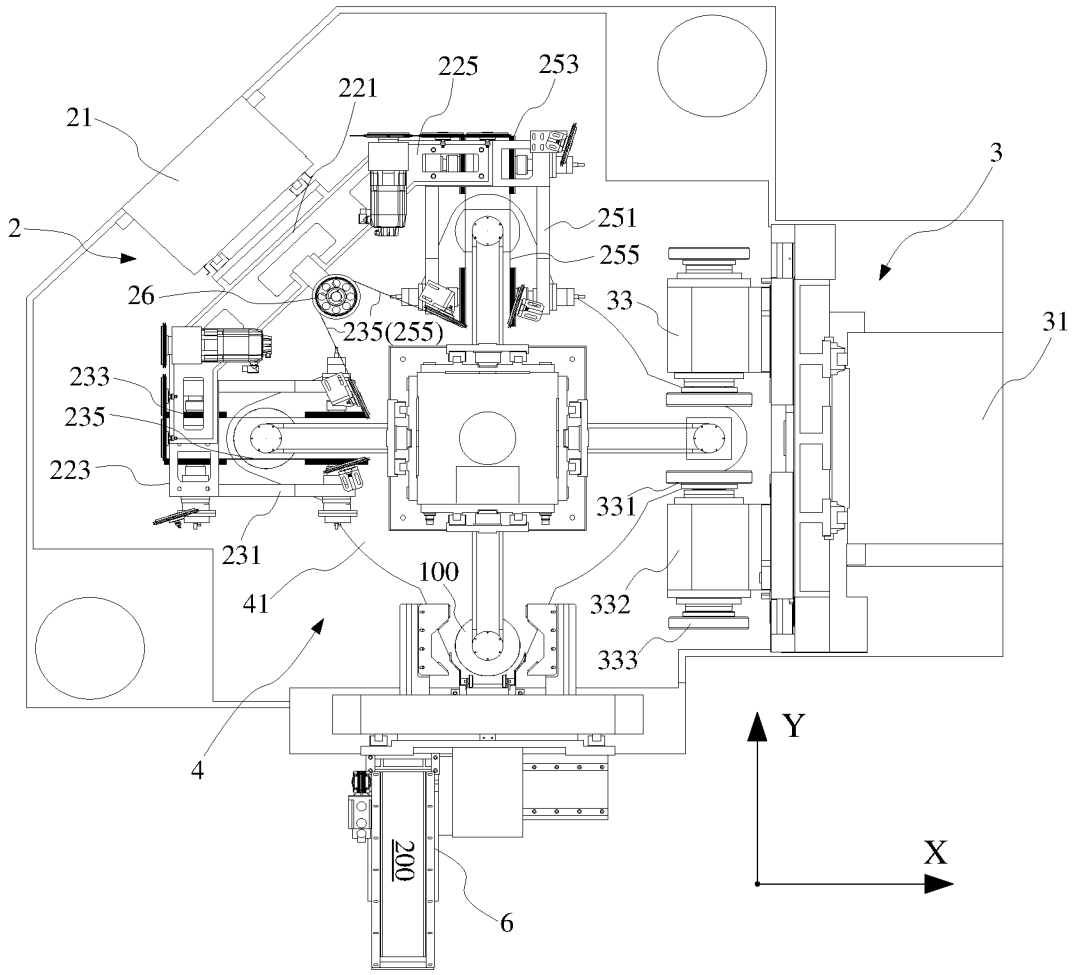
21
221
225
253
3
2
251
255
26
33
31
235(255)
233
235
223
331
231
100
41
332
333
4
Y
X
200
6

图 16

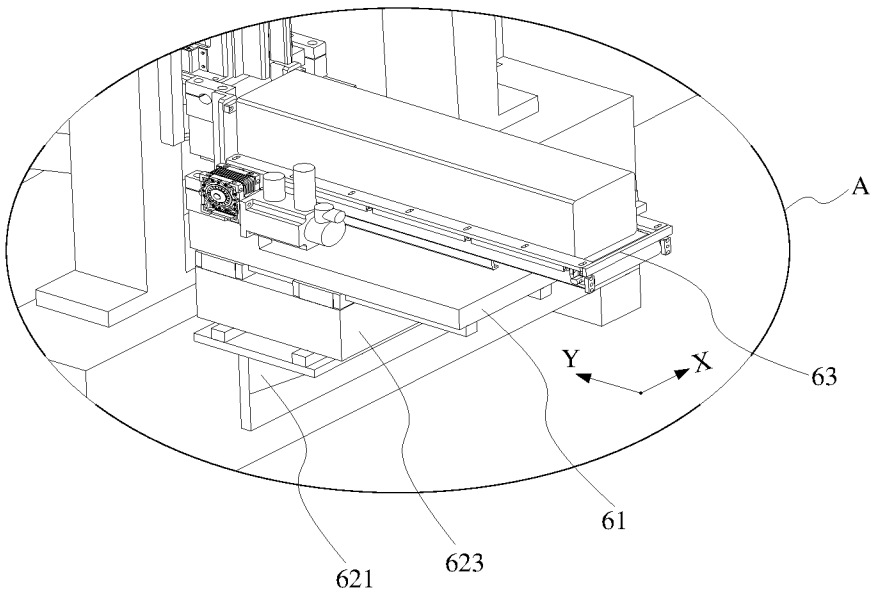
A
Y
X
63
61
621
623

图 17

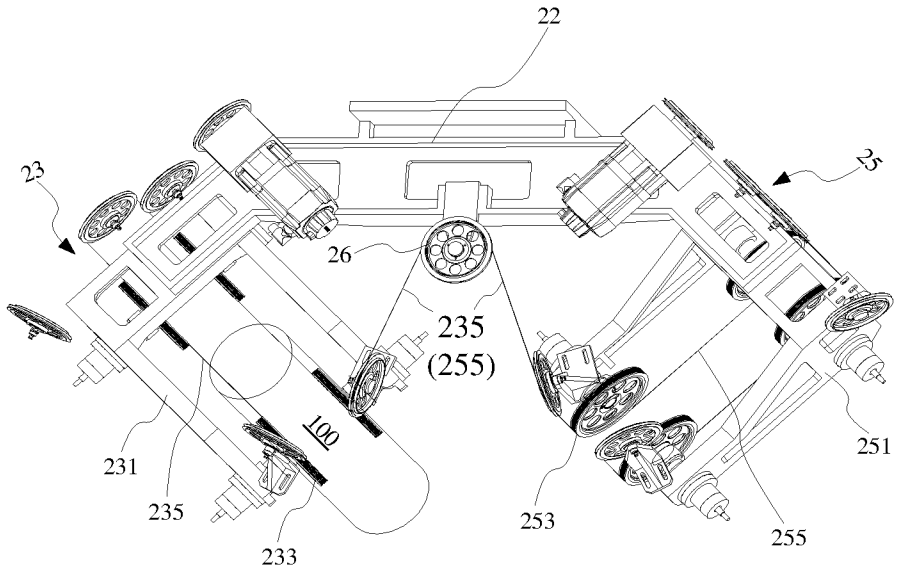
22
23
25
26
235
(255)
100
231
235
233
253
255
251

图 18

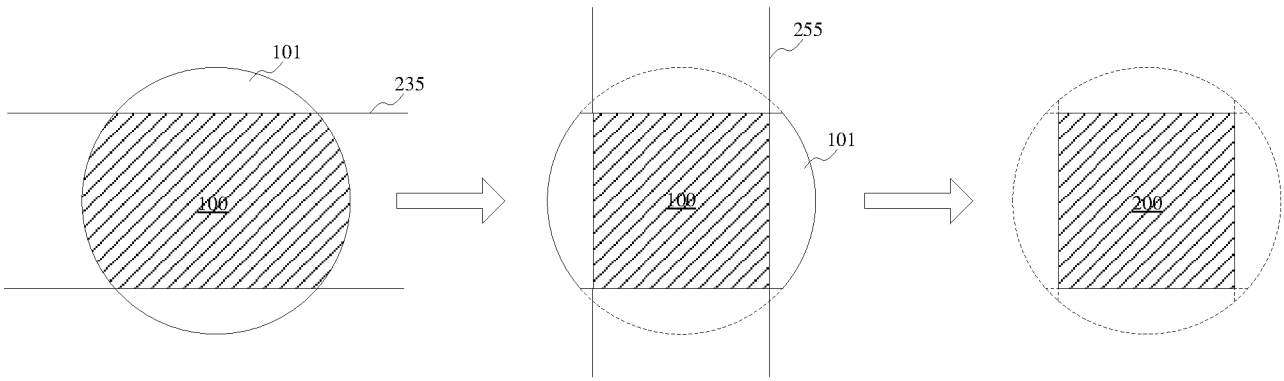
101
235
100
255
101
100
200

图 19

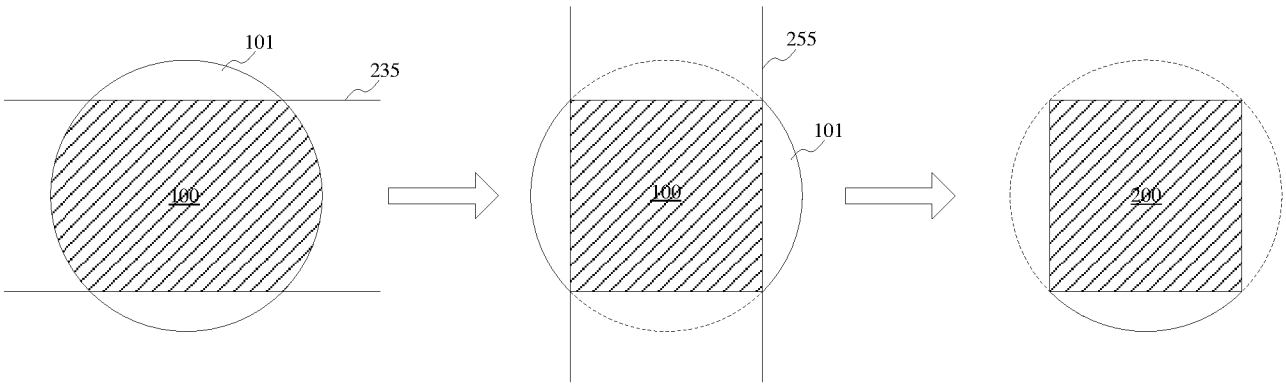
101
235
100
255
101
100
200

图 20

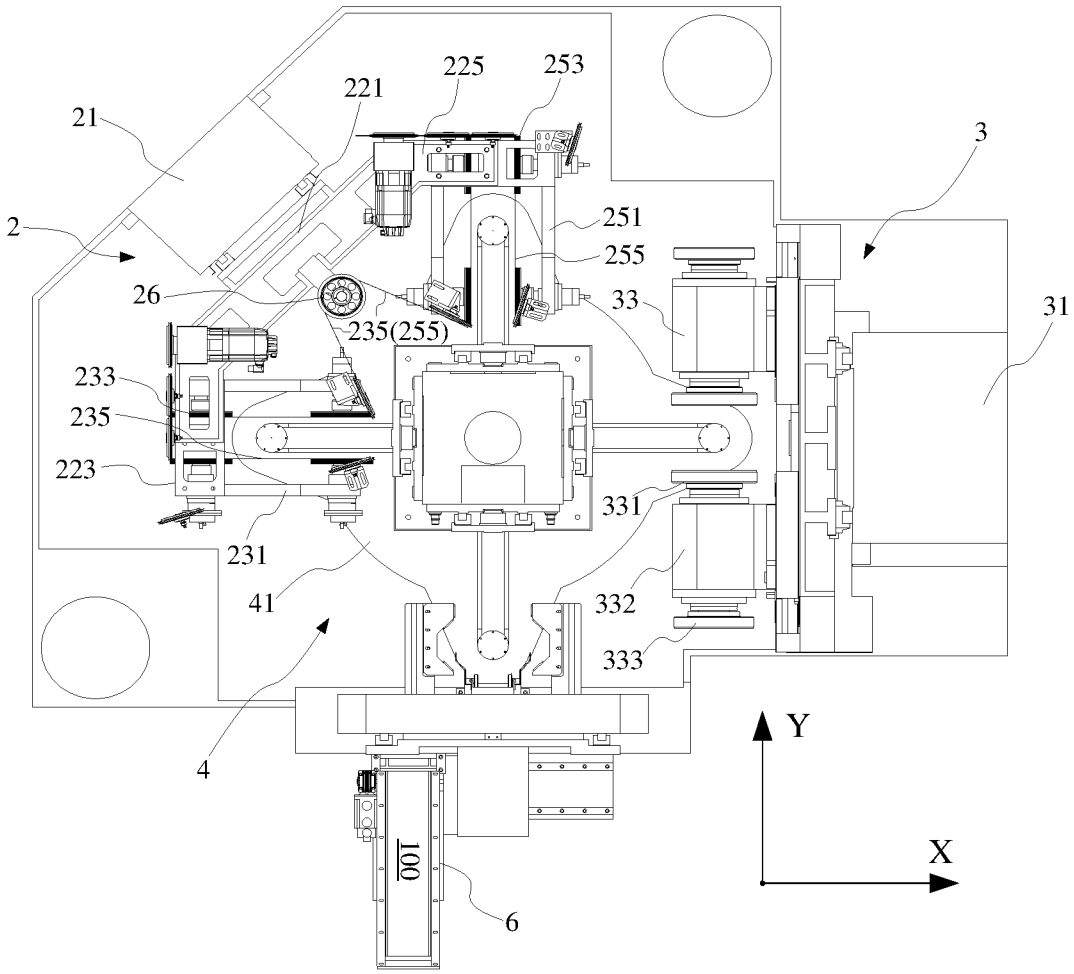
21
221
225
253
3
2
251
255
26
33
31
235(255)
233
235
223
331
231
41
332
333
4
Y
X
100
6

图 21

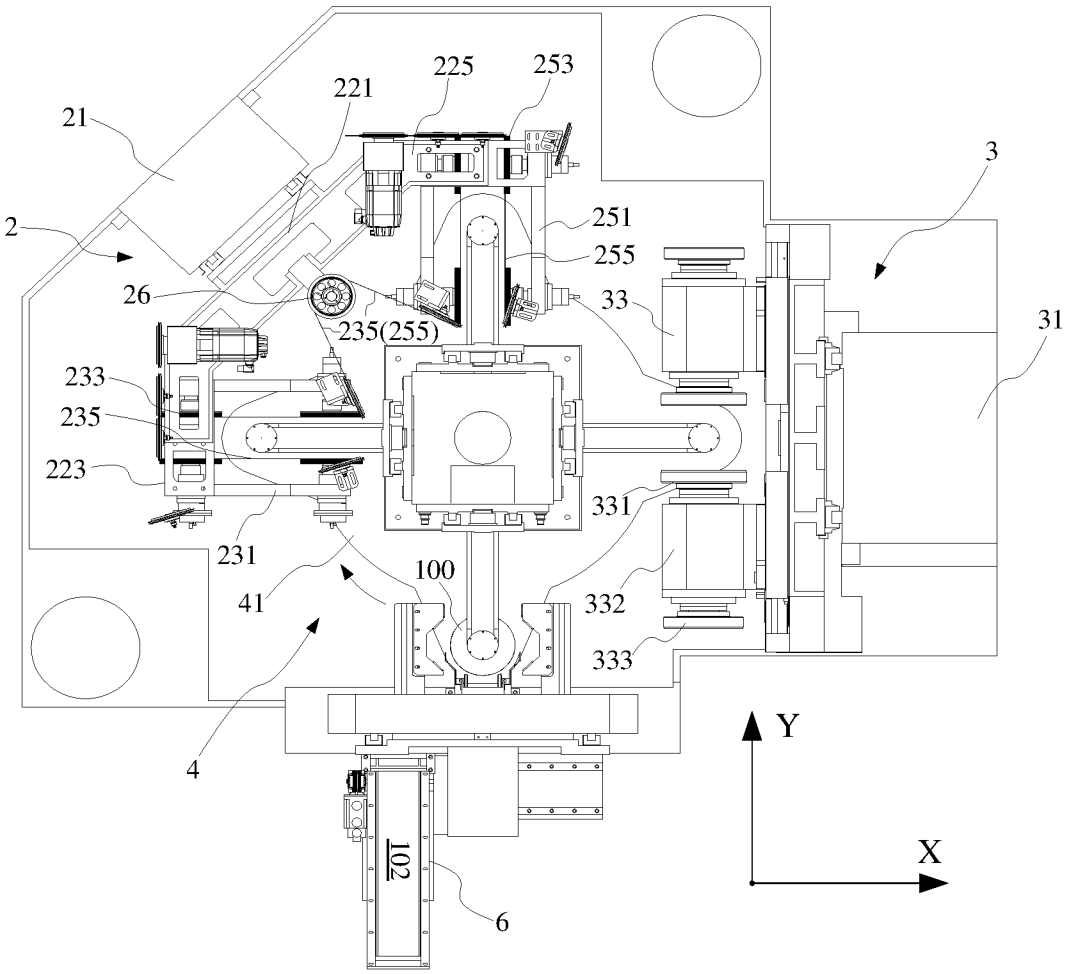
21
221
225
253
3
2
251
255
26
33
31
235(255)
233
235
223
331
231
100
41
332
333
4
Y
X
102
6

图 22

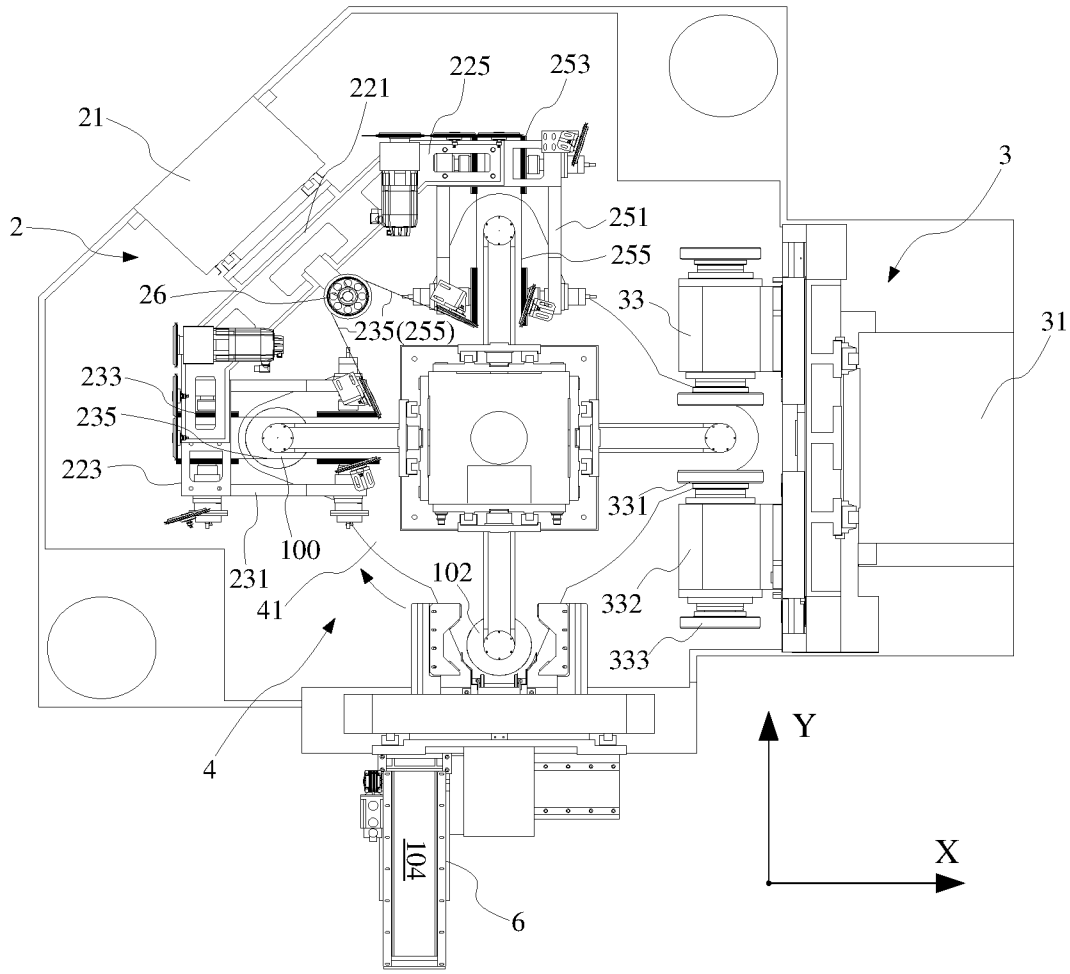
21
221
225
253
2
3
251
255
26
33
31
235(255)
233
235
223
331
100
231
102
41
332
333
4
Y
X
104
6

图 23

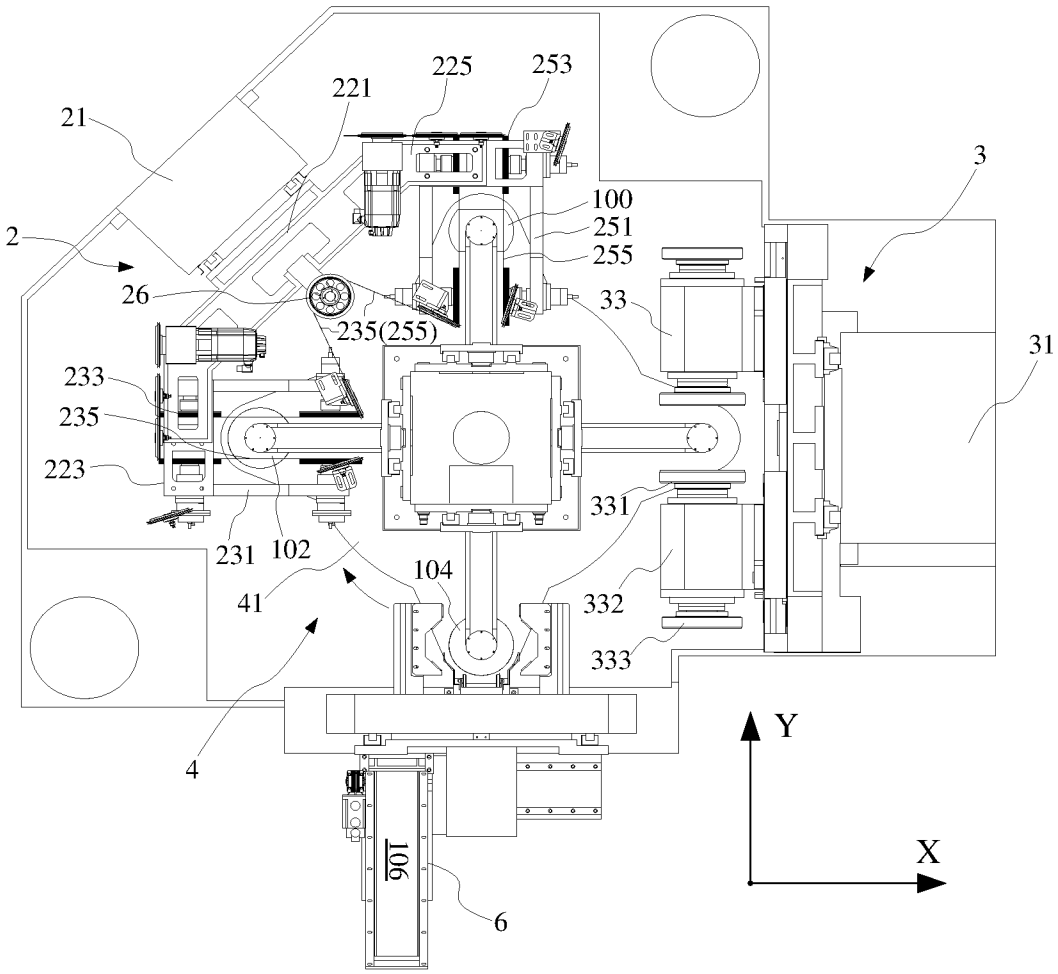
21
221
225
253
3
100
251
255
2
26
235(255)
33
31
233
235
223
331
231
102
104
41
332
333
Y
4
106
6
X

图 24

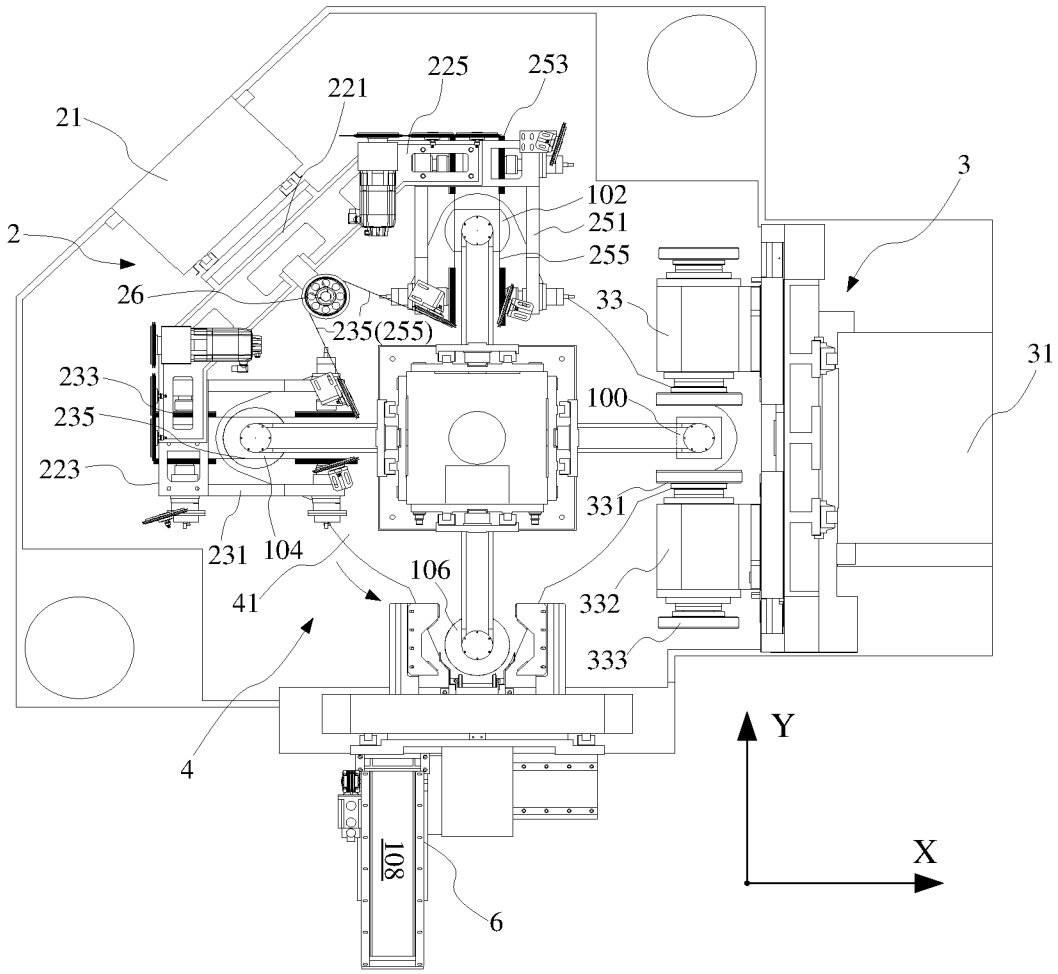
21
221
225
253
2
102
251
255
3
26
33
235(255)
31
233
235
100
223
331
231
104
106
41
332
333
4
Y
X
108
6

图 25

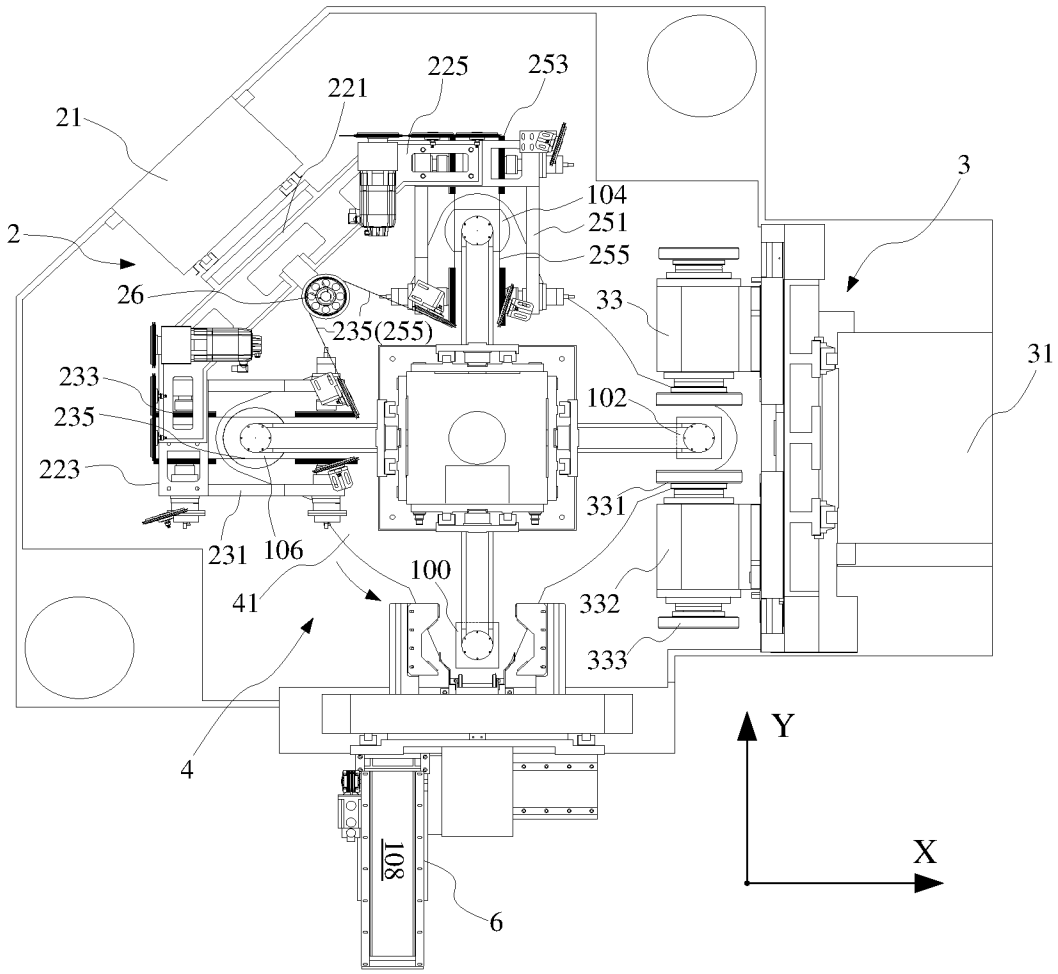
21
221
225
253
3
104
251
2
255
26
33
235(255)
31
233
102
235
223
331
231
106
100
41
332
333
Y
4
X
108
6

图 26

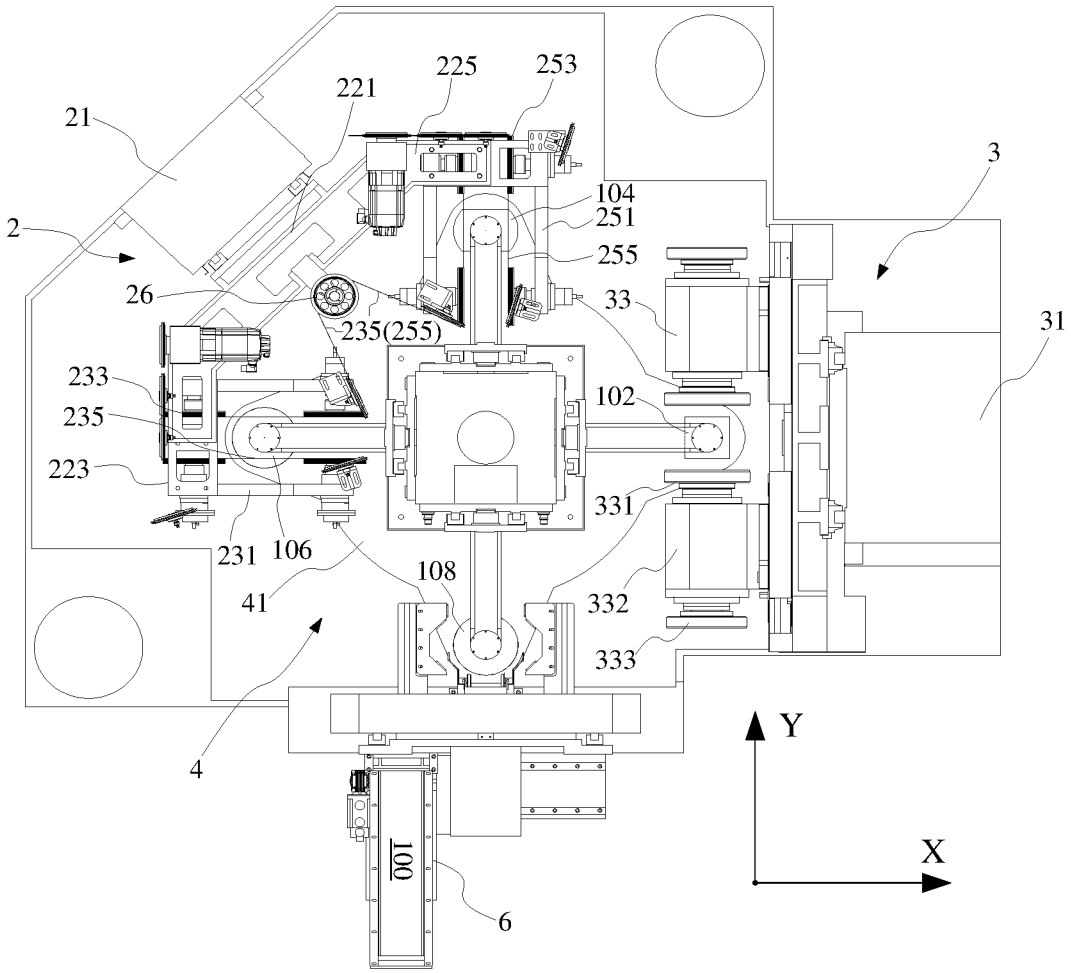
21
221
225
253
3
104
251
2
255
26
33
31
235(255)
233
102
235
223
331
231
106
108
41
332
333
Y
4
100
6
X

图 27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2020/087418

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B28D 5/04(2006.01)i; B28D 5/02(2006.01)i; B28D 7/00(2006.01)i; B28D 7/04(2006.01)i; B24B 27/00(2006.01)i; B24B 41/06(2012.01)i; B24B 7/16(2006.01)i; B24B 7/22(2006.01)i; B24B 9/06(2006.01)i; B08B 3/02(2006.01)i; B08B 1/00(2006.01)i; B08B 1/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B28D, B24B, B08B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT: 天通日进, 硅棒, 晶棒, 切割, 磨, 垂直, 正交, 加工台, silicon, crystal, bar, ingot, cut, polish, grind, cross, workbench

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 105538112 A (SHANGHAI NISSIN MACHINE TOOL CO., LTD.) 04 May 2016 (2016-05-04) description paragraphs [0016]-[0075], figures 1-9	1-24
Y	CN 208148231 U (TIANTONG RIJIN PRECISION TECHNOLOGY CO., LTD.) 27 November 2018 (2018-11-27) description paragraphs [0095]-[0186], figures 1-20	1-24
A	CN 105835247 A (SHANGHAI NISSIN MACHINE TOOL CO., LTD.) 10 August 2016 (2016-08-10) entire document	1-24
A	CN 106181610 A (SHANGHAI NISSIN MACHINE TOOL CO., LTD.) 07 December 2016 (2016-12-07) entire document	1-24
A	JP 2013035079 A (OKAMOTO MACHINE TOOL WORKS) 21 February 2013 (2013-02-21) entire document	1-24

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
22 June 2020	**20 July 2020**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2020/087418

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	105538112	A	04 May 2016	CN	105538112	B	11 December 2018
CN	208148231	U	27 November 2018		None		
CN	105835247	A	10 August 2016	CN	105835247	B	11 December 2018
				WO	2017202245	A1	30 November 2017
CN	106181610	A	07 December 2016	CN	106181610	B	29 January 2019
JP	2013035079	A	21 February 2013		None		

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2020/087418

A. 主题的分类

B28D 5/04(2006.01)i; B28D 5/02(2006.01)i; B28D 7/00(2006.01)i; B28D 7/04(2006.01)i; B24B 27/00(2006.01)i; B24B 41/06(2012.01)i; B24B 7/16(2006.01)i; B24B 7/22(2006.01)i; B24B 9/06(2006.01)i; B08B 3/02(2006.01)i; B08B 1/00(2006.01)i; B08B 1/04(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B28D, B24B, B08B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

CNABS;CNTXT;CNKI;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT：天通日进，硅棒，晶棒，切割，磨，垂直，正交，加工台，silicon, crystal, bar, ingot, cut, polish, grind, cross, workbench

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 105538112 A (上海日进机床有限公司) 2016年 5月 4日 (2016-05-04) 说明书第[0016]-[0075]段，附图1-9	1-24
Y	CN 208148231 U (天通日进精密技术有限公司) 2018年 11月 27日 (2018-11-27) 说明书第[0095]-[0186]段，附图1-20	1-24
A	CN 105835247 A (上海日进机床有限公司) 2016年 8月 10日 (2016-08-10) 全文	1-24
A	CN 106181610 A (上海日进机床有限公司) 2016年 12月 7日 (2016-12-07) 全文	1-24
A	JP 2013035079 A (OKAMOTO MACHINE TOOL WORKS) 2013年 2月 21日 (2013-02-21) 全文	1-24

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件
“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件
“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性
“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性
“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2020年 6月 22日	2020年 7月 20日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	张娟
传真号 (86-10)62019451	电话号码 （86-512）88995636

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2020/087418

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105538112	A	2016年 5月 4日	CN	105538112	B	2018年 12月 11日
CN	208148231	U	2018年 11月 27日		无		
CN	105835247	A	2016年 8月 10日	CN	105835247	B	2018年 12月 11日
				WO	2017202245	A1	2017年 11月 30日
CN	106181610	A	2016年 12月 7日	CN	106181610	B	2019年 1月 29日
JP	2013035079	A	2013年 2月 21日		无		