(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119305031 A
(43)申请公布日 2025.01.14

(21)申请号 202310871181.4
(22)申请日 2023.07.14
(71)申请人 青岛高测科技股份有限公司
地址 266114 山东省青岛市高新区崇盛路66号
(72)发明人 王勇 范满城 王硕 吕清乐
(74)专利代理机构 北京瀚仁知识产权代理事务所(普通合伙) 11482
专利代理师 白改芳
(51)Int.Cl.
B28D 5/00(2006.01)
B28D 5/04(2006.01)
B28D 7/00(2006.01)
B28D 7/04(2006.01)
B24B 9/06(2006.01)
B24B 7/22(2006.01)
B24B 27/00(2006.01)
B24B 41/06(2012.01)
B24B 41/00(2006.01)
B24B 51/00(2006.01)

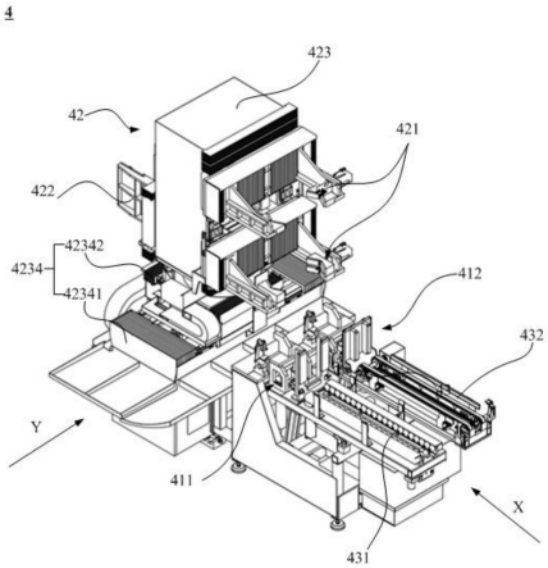
权利要求书3页 说明书32页 附图34页

(54)发明名称

上下料装置、开磨一体机、上下料控制方法、介质、设备

(57)摘要

本发明涉及硬脆材料加工设备技术领域，具体提供了一种上下料装置、包含该上下料装置的开磨一体机、开磨一体机的上下料控制方法、计算机可读存储介质、计算机设备，其中的所述开磨一体机包括上下料装置和夹持转运装置，所述上下料装置包括回转机构以及设置于所述回转机构的上料夹爪组件和下料夹爪组件，所述上下料控制方法包括：使所述回转机构活动，以便：至少基于所述回转机构的活动，工件能够经所述上料夹爪组件、所述夹持转运装置从外部环境转移至作业区；并且/或者工件能够经所述夹持转运装置、所述下料夹爪组件从所述作业区转移至外部环境。在将上下料装置应用至开磨一体机的情形下，便有望提高开磨一体机的整机结构的紧凑性。



CN 119305031 A

1.一种上下料装置,其特征在于,所述上下料装置包括回转夹爪组件,所述回转夹爪组件包括回转机构以及设置于所述回转机构的上料夹爪组件和下料夹爪组件,以便:

至少基于所述回转机构的活动,工件能够经所述上料夹爪组件从外部环境转移至作业区;并且/或者

工件能够经所述下料夹爪组件从所述作业区转移至外部环境。

2.根据权利要求1所述的上下料装置,其特征在于,所述回转机构包括底座组件以及枢转设置于所述底座组件的回转框架,

所述上料夹爪组件和所述下料夹爪组件设置于所述回转框架。

3.根据权利要求2所述的上下料装置,其特征在于,所述回转机构包括回转底座,所述回转框架枢转设置于所述回转底座,所述回转底座设置于所述底座组件。

4.根据权利要求3所述的上下料装置,其特征在于,所述底座组件包括:

可沿第一方向运动的第一传动组件;以及

设置于所述第一传动组件且可沿与所述第一方向呈夹角的第二方向运动的第二传动组件;

其中,所述回转底座以可沿所述第一方向和/或所述第二方向运动的方式设置于所述底座组件。

5.根据权利要求4所述的上下料装置,其特征在于,所述第二传动组件包括丝杠螺母机构,所述回转底座通过丝母座与所述丝杠螺母机构的螺母固接。

6.根据权利要求4所述的上下料装置,其特征在于,所述底座组件设置有接水盘。

7.根据权利要求2所述的上下料装置,其特征在于,所述回转机构包括回转驱动部件,所述回转驱动部件能够带动所述回转框架相对所述底座组件转动,

所述回转框架内形成有回转空间,所述回转驱动部件的至少一部分处于所述回转空间。

8.根据权利要求1所述的上下料装置,其特征在于,所述上料夹爪组件和/或所述下料夹爪组件包括能够将工件夹持的至少一对夹爪。

9.根据权利要求8所述的上下料装置,其特征在于,所述上料夹爪组件和/或所述下料夹爪组件包括:

沿工件的长度方向分布的多对夹爪;或者

一对或者多对夹爪,所述一对或者多对夹爪中的至少一部分能够沿工件的长度方向运动。

10.根据权利要求9所述的上下料装置,其特征在于,所述上料夹爪组件和/或所述下料夹爪组件包括:

一对或者多对夹爪;

第一夹爪驱动部件,其能够带动所述一对或者多对夹爪中的至少一对沿靠近/远离彼此的方向运动;

第二夹爪驱动部件,其能够其能够带动所述一对或者多对夹爪中的至少一对沿工件的方向运动。

11.根据权利要求9所述的上下料装置,其特征在于,所述上料夹爪组件和/或所述下料夹爪组件包括:

沿工件的长度方向分布的一对或者多对夹爪；

齿轮齿条副，其包括齿轮以及与齿轮啮合的第一齿条和第二齿条，所述第一齿条和所述第二齿条分别与其中一对夹爪中的两个夹爪固接。

12.一种开磨一体机，其特征在于，所述开磨一体机还包括夹持转运装置，

所述夹持转运装置能够与权利要求1至11中任一项所述的上下料装置对接，并将来自所述上下料装置的工件送达开磨一体机的作业区或者将工件由所述开磨一体机的作业区送达所述上下料装置；和/或

在所述开磨一体机的作业区包括多个的情形下，所述夹持转运装置能够将工件在不同的作业区之间转运。

13.根据权利要求12所述的开磨一体机，其特征在于，所述夹持转运装置包括旋转工作台以及设置于所述旋转工作台上的夹持转运立柱，所述夹持转运立柱上设置有：

夹紧头组件，其包括第一夹紧头和第二夹紧头，工件能够夹持于所述第一夹紧头和所述第二夹紧头之间；并且/或者

扶边皮组件，其能够将开方产生的边皮的上端面顶紧。

14.根据权利要求13所述的开磨一体机，其特征在于，所述开磨一体机包括工作台，所述旋转工作台可转动地设置于所述工作台，所述工作台上设置有：

边皮支撑组件，其能够将工件的下端面对应于边皮的位置顶紧，并且

所述边皮支撑组件以可活动的方式设置于所述工作台。

15.一种开磨一体机的上下料控制方法，其特征在于，所述开磨一体机包括上下料装置和夹持转运装置，所述上下料装置包括回转夹爪组件，所述回转夹爪组件包括回转机构以及设置于所述回转机构的上料夹爪组件和下料夹爪组件，

所述上下料控制方法包括：

使所述回转机构活动，以便：

至少基于所述回转机构的活动，工件能够经所述上料夹爪组件、所述夹持转运装置从外部环境转移至作业区；并且/或者

工件能够经所述夹持转运装置、所述下料夹爪组件从所述作业区转移至外部环境。

16.根据权利要求15所述的方法，其特征在于，所述回转机构包括底座组件以及回转框架，所述上料夹爪组件和所述下料夹爪组件设置于所述回转框架，

所述的“使所述回转机构活动”包括：

使所述回转框架相对所述底座组件转动，从而带动所述上料夹爪组件和所述下料夹爪组件转动。

17.根据权利要求16所述的方法，其特征在于，所述回转机构包括设置于所述底座组件的回转底座，

所述的“使所述回转框架相对所述底座组件转动”包括：

使所述回转框架相对所述回转底座转动。

18.根据权利要求17所述的方法，其特征在于，所述底座组件包括第一传动组件和第二传动组件，

所述的“使所述回转机构活动”包括：

使所述回转底座借助于所述第一传动组件相对所述底座组件沿第一方向运动；并且/

或者

使所述回转底座借助于所述第二传动组件设相对所述底座组件沿与所述第一方向呈夹角的第二方向运动。

19.根据权利要求16所述的方法,其特征在于,所述回转机构包括回转驱动部件,

所述的“使所述回转框架相对所述底座组件转动”包括:

使所述回转驱动部件驱动所述回转框架相对所述底座组件转动;

其中,所述回转框架内形成有回转空间,所述回转驱动部件的至少一部分处于所述回转空间。

20.一种计算机可读存储介质,该存储介质包括存储器,所述存储器适于存储多条程序代码,其特征在于,所述程序代码适于由处理器加载并运行以执行权利要求15至19中任一项所述的开磨一体机的上下料控制方法。

21.一种计算机设备,所述设备包括存储器和处理器,所述存储器适于存储多条程序代码,其特征在于,所述程序代码适于由所述处理器加载并运行以执行权利要求15至19中任一项所述的开磨一体机的上下料方法。

上下料装置、开磨一体机、上下料控制方法、介质、设备

技术领域

[0001] 本发明涉及硬脆材料的加工设备技术领域，具体涉及一种上下料装置、包含该上下料装置的开磨一体机、开磨一体机的上下料控制方法、计算机可读存储介质、计算机设备。

背景技术

[0002] 以硬脆材料为硅棒为例，对其进行加工的装置通常包括将圆棒切割成方棒的开方装置、对方棒进行磨削作业的磨削装置以及将磨削后的方棒进行切片处理的切割装置。在上述不同的处理环节之间具有衔接可能性的情形下，可将其中的部分装置进行整合设计。

[0003] 如市面上出现了开磨一体机，具体而言，对上述对应于开方装置的功能以及对应于磨削装置的功能进行整合，从而能够在同一台开磨一体机上完成对硅棒的开方作业和磨削作业。不过，目前的开磨一体机通常存在如下的问题：对应于开方装置的功能的工位、对应于磨削装置的功能的工位、对应于切割装置的功能的工位在功能上仍然与整合前的功能基本保持一致，因此，整合后的不同工位之间的协作性尚存一定的提升空间。在工位包括多种功能的情形下，目前对应于工位的上料作业和下料作业之间仍保持相对独立，因此与开磨一体机的上下料作业相关的结构尚存一定的提升空间。

发明内容

[0004] 为了至少一定程度地解决上述技术问题，在第一方面，本发明提供了一种上下料装置，该上下料装置包括回转夹爪组件，所述回转夹爪组件包括回转机构以及设置于所述回转机构的上料夹爪组件和下料夹爪组件，以便：至少基于所述回转机构的活动，工件能够经所述上料夹爪组件从外部环境转移至作业区；并且/或者工件能够经所述下料夹爪组件从所述作业区转移至外部环境。

[0005] 通过这样的构成，能够谋求通过第一工位实现对工件的多种加工。在此基础上，通过回转机构的设置，使得上下料装置在结构上实现了一定的集成，在操作上产生一定的关联。在将上下料装置应用至开磨一体机的情形下，便有望提高开磨一体机的整机结构的紧凑性。如作业区为开磨一体机的切割作业区、磨削作业区等。如上下料装置可以直接将工件送达作业区，也可以通过中转机构的辅助对接，如与中转机构对接之后，经由中转机构送达作业区，如中转机构为机械手等。

[0006] 可以理解的是，本领域技术人员可以根据实际需求确定回转机构的具体结构形式、其与作业区之间的相对位置及其使得上料作业和下料作业之间得以切换所对应的活动方式以及活动量等。示例性地，活动可以包括伸缩运动、转动、移动等，以转动为例，如转动范围可以是45°、90°、180°等。

[0007] 可以理解的是，本领域技术人员可以根据实际需求确定上/下料夹爪组件的具体结构形式、其设置于回转机构上的具体方式以及上/下料夹爪组件之间的相对位置等。如上/下料夹爪组件的结构可以相同或者不同。

[0008] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述回转机构包括底座组件以及枢转设置于所述底座组件的回转框架，所述上料夹爪组件和所述下料夹爪组件设置于所述回转框架。

[0009] 通过这样的构成，给出了回转夹爪组件构成回转机构的一种可能的结构形式并且给出了回转机构的一种具体的活动形式。

[0010] 可以理解的是，本领域技术人员可以根据实际需求确定回转框架相对底座组件转动的具体实现方式，如可以通过人力驱动、电机等驱动部件直接驱动或者如包括驱动部件和传动机构的转动模组来实现(如电机和齿轮副的组合等)等。

[0011] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述回转机构包括回转底座，所述回转框架枢转设置于所述回转底座，所述回转底座设置于所述底座组件。

[0012] 通过这样的构成，给出了回转框架与底座组件之间的一种可能的连接关系。具体而言，二者通过引入中间部件的方式间接相连。

[0013] 可以理解的是，本领域技术人员可以根据实际需求确定回转框架、回转底座以及底座组件之间具体的连接方式，如相邻的二者之间均可相互转动或者其中之一为固定连接等。

[0014] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述底座组件包括：可沿第一方向运动的第一传动组件；以及设置于所述第一传动组件且可沿与所述第一方向呈夹角的第二方向运动的第二传动组件；其中，所述回转底座以可沿所述第一方向和/或所述第二方向运动的方式设置于所述底座组件。

[0015] 通过这样的构成，能够谋求回转框架除了前述的转动之外实现沿第一和/或第二方向的运动，从而在此基础有望使上/下料夹爪组件在切换的过程中能够通过更丰富的运动形式来实现。

[0016] 可以理解的是，本领域技术人员可以根据实际情况确定第一/第二方向的具体方向以及二者之间的夹角，示例性地，二者为水平面内的两个相互垂直的方向。

[0017] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述第二传动组件包括丝杠螺母机构，所述回转底座通过丝母座与所述丝杠螺母机构的螺母固接。

[0018] 通过这样的构成，给出了回转底座与底座组件之间的一种具体的连接方式。

[0019] 这样一来，回转驱动部件带动回转框架相对回转底座转动，回转底座相对第二传动组件沿第二方向运动，第二传动组件相对第一传动组件沿第一方向运动，因此，有望通过三种运动中的一种或者活动实现上/下料夹爪组件之间的状态切换，从而能够谋取更好地实现针对工件的上下料作业。

[0020] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述底座组件设置有接水盘。

[0021] 通过这样的构成，能够谋取通过接水盘滴落的携带于硅棒的水滴，从而保证回转机构的洁净性。

[0022] 可以理解的是，本领域技术人员可以根据实际需求确定接水盘的结构形式、个数及其在底座组件上的设置位置等。如可以在第一传动组件和或第一传动组件上设置接水盘，也可以新增一个或者多个设置接水盘的载体。

[0023] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述回转机构包括回转驱动部件，所述回转驱动部件能够带动所述回转框架相对所述底座组件转动，所述回转框架内形

成有回转空间，所述回转驱动部件的至少一部分处于所述回转空间。

[0024] 通过这样的构成，能够谋求提高回转机构的结构紧凑性。

[0025] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述上料夹爪组件和/或所述下料夹爪组件包括能够将工件夹持的至少一对夹爪。

[0026] 通过这样的构成，能够谋求通过至少一对夹爪将工件可靠地夹持。如上/下料夹爪组件中包含的夹爪的对数以及夹爪的结构形式可以相同或者不同。

[0027] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述上料夹爪组件和/或所述下料夹爪组件包括：沿工件的长度方向分布的多对夹爪；或者一对或者多对夹爪，所述一对或者多对夹爪中的至少一部分能够沿工件的长度方向运动。

[0028] 通过这样的构成，能够谋取通过多点夹持或者换位夹持的方式将工件更可靠地夹持。示例性地，上料夹爪组件包括两对夹爪，两对夹爪中的其中一对沿工件的长度方向的位置相对固定。另一对则可沿工件的长度方向运动。

[0029] 可以理解的是，本领域技术人员可以根据实际需求确定夹爪实现其运动的具体实现方式，如可以通过动力缸或者直线模组等。

[0030] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述上料夹爪组件和/或所述下料夹爪组件包括：一对或者多对夹爪；第一夹爪驱动部件，其能够带动所述一对或者多对夹爪中的至少一对沿靠近/远离彼此的方向运动；第二夹爪驱动部件，其能够其能够带动所述一对或者多对夹爪中的至少一对沿工件的方向运动。

[0031] 通过这样的构成，给出了上/下料夹爪组件的一种可能的结构形式，如第一/第二夹爪驱动部件可以是可伸缩的动力缸、直线模组(如电机与丝杠螺母机构的组合)等。

[0032] 对于上述上下料装置，在一种可能的实施方式中，所述上料夹爪组件和/或所述下料夹爪组件包括：沿工件的长度方向分布的一对或者多对夹爪；齿轮齿条副，其包括齿轮以及与齿轮啮合的第一齿条和第二齿条，所述第一齿条和所述第二齿条分别与其中一对夹爪中的两个夹爪固接。

[0033] 通过这样的构成，给出了一对夹爪将工件夹紧的一种可能的结构形式。如提供驱动力的部件可以与齿轮或者第一/第二齿条相连。

[0034] 在第二方面，本发明提供了一种开磨一体机，该开磨一体机还包括夹持转运装置，所述夹持转运装置能够与前述任一项所述的上下料装置对接，并将来自所述上下料装置的工件送达开磨一体机的作业区或者将工件由所述开磨一体机的作业区送达所述上下料装置；和/或在所述开磨一体机的作业区包括多个的情形下，所述夹持转运装置能够将工件在不同的作业区之间转运。

[0035] 可以理解的是，该开磨一体机具有前述任一项所述的取边皮装置的所有技术效果，在此不再赘述。

[0036] 通过这样的构成，能够谋求通过夹持转运装置经上下料装置与开磨一体机的作业区进行对接，从而保证了开磨一体机的作业连续性。

[0037] 可以理解的是，本领域技术人员可以根据实际需求确定夹持转运装置的具体形式及其与上下料装置的对接方式，如夹持转运装置为机械手等。

[0038] 在一种可能的实施方式中，所述开磨一体机包括：第一工位，其包括：切割装置，其能够对待加工件进行至少一部分的开方作业和/或对待加工件的棱边进行切割；以及第一

磨削装置,其能够对待加工件进行至少一部分的磨削作业。

[0039] 通过这样的构成,能够谋求通过在一个工位对工件进行切割与磨削作业。

[0040] 在一种可能的实施方式中,所述开磨一体机包括:第二工位,其包括第二磨削装置,所述第二磨削装置能够对工件进行至少一部分的磨削作业。

[0041] 通过这样的构成,能够谋求通过在两个工位的组合方式实现针对工件的磨削作业。

[0042] 可以理解的是,本领域技术人员可以根据实际需求确定磨削作业在第一工位和第二工位上的具体的分配方式。

[0043] 在一种可能的实施方式中,所述第一磨削装置包括成对设置的第一磨削磨头组件,所述第一磨削磨头组件以可伸缩的方式设置于所述第一工位。

[0044] 通过这样的构成,能够谋求通过第一磨削磨头组件的伸缩运动实现对工件进行相应的磨削作业,以及基于该伸缩避免其与对应于第一工位的切割作业之间的切割。显然,本领域技术可以根据实际需求确定实现伸缩的具体的驱动传动方式。

[0045] 在一种可能的实施方式中,所述切割装置包括成对设置的切割机头组件,其中,所述第一磨削磨头组件和所述切割机头组件相对独立地设置或者至少一部分关联地设置。

[0046] 通过这样的构成,能够谋求通过切割的方式对工件在第一工位进行开方作业。

[0047] 可以理解的是,本领域技术人员可以根据实际需求确定第一磨削磨头组件和切割机头组件为相对独立地设置或者至少一部分关联地设置。以其中的至少一部分关联地设置为例,本领域技术人员可以根据实际需求确定关联的程度以及具体的关联方式等。

[0048] 在一种可能的实施方式中,所述切割机头组件与所述第一磨削磨头组件以同时升降的方式设置于所述第一工位。

[0049] 通过这样的构成,给出了第一工位的一种具体的结构形式。

[0050] 可以理解的是,本领域技术人员可以根据实际需求确定二者得以实现同时升降的具体方式。如二者在物理结构上相对独立并以以联动控制的方式同时升降、二者在物理上通过中间部件关联通过控制中间部件实现同时升降等。

[0051] 在一种可能的实施方式中,所述切割装置包括可升降的切割轮座,所述第一磨削磨头组件和所述切割头组件设置于所述切割轮座。

[0052] 通过这样的构成,给出了第一工位的一种具体的结构形式。如可以通过(包括但不限于)控制切割轮座的升降从而实现切割机头组件与第一磨削磨头组件的同时升降。

[0053] 在一种可能的实施方式中,所述第二磨削装置包括第二磨削磨头组件,所述第二磨削磨头组件包括粗磨砂轮和精磨砂轮。

[0054] 通过这样的构成,给出了第二工位的一种具体的结构形式。

[0055] 在一种可能的实施方式中,所述第二工位包括复合轴组件,所述复合轴组件包括第一传动轴以及可伸缩地容纳于所述第一传动轴内的第二传动轴,所述粗磨砂轮和所述精磨砂轮分别与所述第一传动轴和所述第二传动轴中的其中之一相连,以便:通过第二传动轴的伸缩运动,使得与之相连的所述粗磨砂轮或者所述精磨砂轮能够处于对工件进行磨削的工作状态。

[0056] 对于上述开磨一体机,在一种可能的实施方式中,所述夹持转运装置包括旋转工作台以及设置于所述旋转工作台上的夹持转运立柱,所述夹持转运立柱上设置有:夹紧头

组件，其包括第一夹紧头和第二夹紧头，工件能够夹持于所述第一夹紧头和所述第二夹紧头之间；并且/或者扶边皮组件，其能够将开方产生的边皮的上端面顶紧。

[0057] 通过这样的构成，给出了夹持转运装置的一种具体的结构形式。

[0058] 对于上述开磨一体机，在一种可能的实施方式中，所述开磨一体机包括工作台，所述旋转工作台可转动地设置于所述工作台，所述基础工作台上设置有：边皮支撑组件，其能够将工件的下端面对应于边皮的位置顶紧；并且所述边皮支撑组件以可活动的方式设置于所述工作台。

[0059] 通过这样的构成，给出了开磨一体机的一种具体的结构形式。

[0060] 具体而言，通过在夹持转运立柱配置夹紧头组件、扶边皮组件和边皮支撑组件，可保证切割/磨削作业得以顺利地完成，在此前提下，使得开磨一体机的整机尺寸更为紧凑。通过边皮支撑组件的活动，可以避免由于边皮支撑组件而导致开磨一体机的取边皮等其他作业受到干涉。

[0061] 由于对应于开方作业的工位的时间和对应于磨削工位的时间不协调，具体而言，开方时间短而磨削时间长，因此单工位组合的开磨一体机往往会存在加工工位等待时间较长尤其受磨削工位影响大的问题。基于此，在本发明的优选实施方式中，通过对磨削作业进行拆分，通过两个工位的配合保证了开磨一体机的整体效率。在此基础上，可以根据实际需求对棱边的磨削作业也进行拆分，如拆分为对棱边先切割后磨削的作业组合，从而能够使得开磨一体机在保证其功能的完整性的基础上，在时间层面能够更好地衔接，从而优化了开磨一体机的性能。并且，开磨一体机在不同的环节进行作业时，无需进行二次装夹，因此有望获得较高的加工精度并因此减少了磨削余量。

[0062] 在第三方面，本发明提供了一种开磨一体机的上下料控制方法，所述开磨一体机包括上下料装置和夹持转运装置，所述上下料装置包括回转夹爪组件，所述回转夹爪组件包括回转机构以及设置于所述回转机构的上料夹爪组件和下料夹爪组件，所述上下料控制方法包括：使所述回转机构活动，以便：至少基于所述回转机构的活动，工件能够经所述上料夹爪组件、所述夹持转运装置从外部环境转移至作业区；并且/或者工件能够经所述夹持转运装置、所述下料夹爪组件从所述作业区转移至外部环境。

[0063] 通过这样的构成，给出了开磨一体机实现其上下料作业的可能的方式。

[0064] 可以理解的是，此处以及下文的取边皮控制方法中提到的相关部件的结构形式可以包含但是不限于前文中提到的具体形式。

[0065] 对于上述上下料控制方法，在一种可能的实施方式中，所述回转机构包括底座组件以及回转框架，所述上料夹爪组件和所述下料夹爪组件设置于所述回转框架，所述的“使所述回转机构活动”包括：使所述回转框架相对所述底座组件转动，从而带动所述上料夹爪组件和所述下料夹爪组件转动。

[0066] 通过这样的构成，给出了回转机构的一种可能的运动方式。

[0067] 对于上述上下料控制方法，在一种可能的实施方式中，所述回转机构包括设置于所述底座组件的回转底座，所述的“使所述回转框架相对所述底座组件转动”包括：使所述回转框架相对所述回转底座转动。

[0068] 通过这样的构成，给出了回转机构实现其转动的一种具体方式。

[0069] 对于上述上下料控制方法，在一种可能的实施方式中，所述底座组件包括第一传

动组件和第二传动组件，所述的“使所述回转机构活动”包括：使所述回转底座借助于所述第一传动组件相对所述底座组件沿第一方向运动；并且/或者使所述回转底座借助于所述第二传动组件设相对所述底座组件沿与所述第一方向呈夹角的第二方向运动。

[0070] 通过这样的构成，给出了回转机构实现其运动的可能的运动组合方式。

[0071] 对于上述上下料控制方法，在一种可能的实施方式中，所述回转机构包括回转驱动部件，所述的“使所述回转框架相对所述底座组件转动”包括：使所述回转驱动部件驱动所述回转框架相对所述底座组件转动；其中，所述回转框架内形成有回转空间，所述回转驱动部件的至少一部分处于所述回转空间。

[0072] 通过这样的构成，给出了回转框架实现其转动的一种具体的方式。

[0073] 在第四方面，本发明提供了一种计算机可读存储介质，该存储介质包括存储器，所述存储器适于存储多条程序代码，所述程序代码适于由处理器加载并运行以执行前述任一项所述的开磨一体机的上下料控制方法。

[0074] 可以理解的是，该计算机可读存储介质具有前述任一项所述的开磨一体机的上下料控制方法的所有技术效果，在此不再赘述。

[0075] 本领域技术人员能够理解的是，本发明实现其开磨一体机的上下料控制方法中的全部或部分流程，可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的计算机程序可存储于一计算机可读存储介质中，该计算机程序在被处理器执行时，可实现上述各个方法实施例的步骤。其中，所述计算机程序包括计算机程序代码，可以理解的是，该程序代码包括但不限于执行上述开磨一体机的上下料控制方法的程序代码。为了便于说明，仅示出了与本发明相关的部分。所述计算机程序代码可以为源代码形式、对象代码形式、可执行文件或某些中间形式等。所述计算机可读存储介质可以包括：能够携带所述计算机程序代码的任何实体或装置、介质、U盘、移动硬盘、磁碟、光盘、计算机存储器、只读存储器、随机存取存储器、电载波信号、电信信号以及软件分发介质等。需要说明的是，所述计算机可读存储介质包含的内容可以根据司法管辖区内立法和专利实践的要求进行适当的增减，例如在某些司法管辖区，根据立法和专利实践，计算机可读存储介质不包括电载波信号和电信信号。

[0076] 在第五方面，本发明提供了一种计算机设备，所述设备包括存储器和处理器，所述存储器适于存储多条程序代码，所述程序代码适于由所述处理器加载并运行以执行前述任一项所述的开磨一体机的上下料控制方法。

[0077] 可以理解的是，该设备具有前述任一项所述的开磨一体机的上下料控制方法的所有技术效果，在此不再赘述。该设备可以是包括各种电子设备形成的计算机控制设备。

附图说明

[0078] 下面以工件为待磨削的硅棒(下文简称硅棒，如硅棒包括原棒、方棒以及二者之间的状态(如去除了其中一对边皮的圆棒))并参照附图来描述本发明的优选实施方式，附图中：

[0079] 图1示出本发明一种实施例的开磨一体机的结构示意图一，图中以立体图的方式示出了开磨一体机；

[0080] 图2示出本发明一种实施例的开磨一体机的结构示意图二，图中以俯视视角示出了开磨一体机；

[0081] 图3示出本发明一种实施例的开磨一体机关于整机防护的结构示意图一,图中以立体图的方式示出了整机防护方案;

[0082] 图4示出本发明一种实施例的开磨一体机关于整机防护的结构示意图二,图中以俯视视角示出了整机防护方案;

[0083] 图5示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图一,图中示出了上下料装置的整体结构;

[0084] 图6示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图二,图中示出了上/下料翻转组件和上/下料输送组件;

[0085] 图7示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图三,图中示出了上料翻转组件和上料输送组件;

[0086] 图8示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图四,图中示出了上料锁紧组件;

[0087] 图9示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图五,图中示出了上料锁紧组件的第一状态示意图;

[0088] 图10示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图六,图中示出了上料锁紧组件的第二状态示意图;

[0089] 图11示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图七,图中示出了下料翻转组件和下料输送组件;

[0090] 图12示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图八,图中示出了回转夹爪组件;

[0091] 图13示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图九,图中示出了回转夹爪组件中的上料夹爪组件;

[0092] 图14示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图十,图中示出了回转夹爪组件中的上料夹爪组件中上料夹爪的驱动传动机构;

[0093] 图15示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图十一,图中示出了回转夹爪组件;

[0094] 图16示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图十二,图中以立体图的方式示出了回转机构(不包含底座组件);

[0095] 图17示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图十三,图中以主视图的方式示出了回转机构(不包含底座组件);

[0096] 图18示出本发明一种实施例的开磨一体机的上下料装置的结构示意图十四,图中示出了回转机构中的底座组件;

[0097] 图19示出本发明一种实施例的开磨一体机的夹持转运装置的结构示意图一,图中示出了夹持转运装置的整体结构;

[0098] 图20示出本发明一种实施例的开磨一体机的夹持转运装置的结构示意图二,图中示出了夹持转运立柱;

[0099] 图21示出本发明一种实施例的开磨一体机的夹持转运装置的结构示意图三,图中示出了夹紧头组件中的第二夹紧头(浮动夹紧头)的结构示意图;

[0100] 图22示出本发明一种实施例的开磨一体机的夹持转运装置的结构示意图四,图中

示出了扶边皮组件；

[0101] 图23示出本发明一种实施例的开磨一体机的夹持转运装置的结构示意图五，图中示出了扶边皮组件和边皮支撑组件；

[0102] 图24示出本发明一种实施例的开磨一体机的夹持转运装置的结构示意图六，图中以立体图的方式示出了边皮支撑组件；

[0103] 图25示出本发明一种实施例的开磨一体机的夹持转运装置的结构示意图七，图中以主视图的方式示出了边皮支撑组件；

[0104] 图26示出本发明一种实施例的开磨一体机的夹持转运装置的结构示意图八，图中示出了边皮支撑组件中的顶边皮组件；

[0105] 图27示出本发明一种实施例的开磨一体机的夹持转运装置的结构示意图九，图中示出了边皮支撑组件中的换型块；

[0106] 图28示出本发明一种实施例的开磨一体机的切割装置的结构示意图一，图中示出了切割装置的整体结构；

[0107] 图29示出本发明一种实施例的开磨一体机的切割装置的结构示意图二，图中示出了切割机头组件和平衡气缸组件；

[0108] 图30示出本发明一种实施例的开磨一体机的切割装置的结构示意图三，图中示出了平衡气缸组件；

[0109] 图31示出本发明一种实施例的开磨一体机的切割装置的结构示意图四，图中示出了切割进给组件；

[0110] 图32示出本发明一种实施例的开磨一体机的切割装置的结构示意图五，图中示出了切割机头组件；

[0111] 图33示出本发明一种实施例的开磨一体机的切割装置的结构示意图六，图中示出了切割机组件；

[0112] 图34示出本发明一种实施例的开磨一体机的切割装置的结构示意图六，图中示出了张力轮组件；

[0113] 图35示出本发明一种实施例的开磨一体机的取边皮装置的结构示意图一，图中示出了两套取边皮装置处于将边皮夹持的位置；

[0114] 图36示出本发明一种实施例的开磨一体机的取边皮装置的结构示意图二，图中示出了两套取边皮装置已经将边皮夹持并脱离硅棒的状态；

[0115] 图37示出本发明一种实施例的开磨一体机的取边皮装置的结构示意图三，图中以第一视角示出了单套取边皮装置；

[0116] 图38示出本发明一种实施例的开磨一体机的取边皮装置的结构示意图四，图中以第二视角示出了单套取边皮装置并因此示出了边皮夹持组件和取边皮调整组件；

[0117] 图39示出本发明一种实施例的开磨一体机的取边皮装置的结构示意图五，图中示出了两套取边皮装置在夹持有边皮料的情形下的中间状态；

[0118] 图40示出本发明一种实施例的开磨一体机的取边皮装置的结构示意图六，图中示出了边皮夹持组件；

[0119] 图41示出本发明一种实施例的开磨一体机的取边皮装置的结构示意图七，图中示出了取边皮调整组件；

[0120] 图42示出本发明一种实施例的开磨一体机的取边皮装置的结构示意图八,图中示出了第一/第二/第三取边皮转轴组件(以第二取边皮转轴为例)的取边皮动力传动机构;

[0121] 图43示出本发明一种实施例的开磨一体机的取边皮装置的结构示意图,图中示出了第一取边皮悬臂组、第二取边皮转轴、取边皮动力传动机构之间的连接关系;

[0122] 图44示出本发明一种实施例的开磨一体机的边皮收集装置的结构示意图一,图中示出了收纳有一对边皮的边皮收集装置;

[0123] 图45示出本发明一种实施例的开磨一体机的边皮收集装置的结构示意图二,图中示出了边皮收集装置靠近工作台时的状态;

[0124] 图46示出本发明一种实施例的开磨一体机的边皮收集装置的结构示意图三,图中示出了定位组件;

[0125] 图47示出本发明一种实施例的开磨一体机的边皮收集装置的结构示意图四,图中示出了旋转限位开关;

[0126] 图48示出本发明一种实施例的开磨一体机的边皮收集装置的结构示意图五,图中示出了边皮收集锁紧组件;

[0127] 图49示出本发明一种实施例的开磨一体机的开磨工位中第一磨削装置的结构示意图一,图中示出了第一磨削装置的整体结构;

[0128] 图50示出本发明一种实施例的开磨一体机的开磨工位中第一磨削装置的结构示意图二,图中示出了第一磨削装置的磨削主轴组件;

[0129] 图51示出本发明一种实施例的开磨一体机的开磨工位中第一磨削装置的结构示意图三,图中示出了第一磨削装置并同时示出了切割装置;

[0130] 图52示出本发明一种实施例的开磨一体机的第二磨削装置的结构示意图一,图中示出了第二磨削装置的整体结构;

[0131] 图53示出本发明一种实施例的开磨一体机的第二磨削装置的结构示意图二,图中示出了第二磨削磨头组件;

[0132] 图54示出本发明一种实施例的开磨一体机的第二磨削装置的结构示意图三,图中示出了复合轴组件;

[0133] 图55示出本发明一种实施例的开磨一体机的第二磨削装置的结构示意图四,图中示出了复合轴传动组件;

[0134] 图56示出本发明一种实施例的开磨一体机的第二磨削装置的结构示意图五,图中示出了第二磨削进给组件;

[0135] 图57示出本发明一种实施例的开磨一体机的第二磨削装置的结构示意图六,图中示出了检测组件;

[0136] 图58示出本发明一种实施例的开磨一体机的第二磨削装置的结构示意图七,图中示出了氮气平衡系统。

[0137] 附图标记列表:

[0138] 100、开磨一体机;

[0139] 1、工作台;

[0140] 2、开磨工位(第一工位);

[0141] 21、切割装置;

[0142] 22、边皮支撑组件;221、边皮支撑气缸;222、边皮支撑架;223、顶边皮组件;224、换型块;2241、安装孔;225、顶边皮气缸;226、顶边皮杆;227、边皮杆导向套;228、边皮杆垫块;229边皮支撑限位结构;

[0143] 23、切割进给组件;231、竖向切割进给组件;2311、竖向切割进给电机;2312、竖向切割直线导轨;2313、竖向切割丝杠螺母机构;232、横向切割进给组件;2321、横向切割进给升降滑台;2322、横向切割进给电机;2323、横向切割丝杠螺母机构;2324、横向切割进给限位结构;

[0144] 24、切割机头组件;241、切割轮组件;2411、切割轮电机;2412、切割轮轴承箱;2413、切割轮;242、张力轮组件;2421、张力轮支座;2422、张力轮电机;2423、张力摆杆;2424、张力轮;243、环形切割线;244、切割轮座;2441、切割轮座台面;2442、切割轮座滑台;

[0145] 25、切割立柱;

[0146] 26、第一磨削装置;261、第一磨削固定座;262、第一磨削电缸;263、第一磨削进给滑板;264、第一磨削主轴组件;265、第一磨削磨头组件;266、第一磨削主轴轴箱壳体;267、磨削主轴;268、第一磨削电机;269、砂轮转接盘;

[0147] 27、平衡气缸组件;271、平衡气缸;272、链轮支架;273、链轮;274、板式链;275、平衡预留空间;

[0148] 3、磨削工位(第二工位);

[0149] 31、第二磨削装置;

[0150] 311、第二磨削立柱;313、第二磨削磨头组件;3131、精磨砂轮;3132、粗磨砂轮;

[0151] 314、复合轴组件;3141、第一传动轴;3142、第二传动轴;3143、复合轴轴箱壳体;3144、第二磨削电机;

[0152] 315、复合轴传动组件;3151、复合轴传动基体;3152、复合轴传动电机;3153、复合轴传动减速机;3154、复合轴传动偏心轴;3155、复合轴传动轴承套;

[0153] 316、检测组件;3161、探针壳体;3162、探针;3163、探针支架;3164、探针气缸;

[0154] 317、第二磨削进给组件;3171、第二磨削横向进给组件;

[0155] 31711、第二磨削横向升降滑台;31712、第二磨削横向进给滑板;31713、第二磨削横向进给电机;31714、定位转轴;3172、第二磨削竖向进给组件;31721、第二磨削竖向电机;31722、第二磨削竖向直线导轨;

[0156] 318、氮气平衡系统;3181、氮气缸体;3182、平衡油缸;3183、板式链传动机构;3184、氮气导轮座;

[0157] 3191、方形毛刷;3192、喷淋装置;3193、风枪装置;

[0158] 4、上下料装置;

[0159] 411、上料翻转组件;4111、上料翻转液压缸;4112、上料翻转板;4113、上料接料挡板;4114、上料锁紧组件;41141、伸缩气缸;41142、夹紧块;41143、拉伸弹簧;41144、压紧撞块;4115、上料到位感应开关;

[0160] 412、下料翻转组件;4121、下料翻转液压缸;4122、下料翻转板;4123、下料接料挡板;

[0161] 42、回转夹爪组件;

[0162] 421、上料夹爪组件;4211、上料夹爪;4212、上料伸缩气缸;4213、上料直线导轨;

42141、第一齿条;42142、第二齿条;42143、斜齿轮;

[0163] 422、下料夹爪组件;4221、下料夹爪;4222、第一伸缩气缸;4223、第二伸缩气缸;

[0164] 423、回转机构;4231、回转框架;4232、回转底座;42321、丝母座;4233、回转电机;4234、底座组件;42341、Y轴传动组件;42342、X轴传动组件;42343、接水盘;42344、调整垫铁;

[0165] 431、上料输送组件;4311、上料驱动电机;4312、滚轮组;

[0166] 432、下料输送组件;4321、下料输送电机;4322、下料输送传送带;4323、下料光电开关;4324、侧挡板;

[0167] 5、夹持转运装置;

[0168] 52、旋转工作台;53、夹持转运立柱;56、滑座组件;561、滑座连接板;

[0169] 57、夹紧头组件;571、第一夹紧头;5711、第一夹紧头座;572、第二夹紧头;5721、第二夹紧头座;

[0170] 58、扶边皮组件;581、扶边皮支座;582、扶边皮气缸;583、扶边皮直线导轨;584、扶持支架;585、扶持组件;586、边皮扶持结构;

[0171] 61、防护罩;62、隔离栅栏;63、配电柜;

[0172] 7、取边皮装置;

[0173] 71、取边皮动力组件;

[0174] 711、取边皮支撑框架;

[0175] 712、取边皮悬臂组件;7121、第一取边皮悬臂组;7122、第二取边皮悬臂组;

[0176] 713、取边皮转轴组件;7131、第一取边皮转轴;7132、第二取边皮转轴;7133、第三取边皮转轴;71321、取边皮电机、71322、取边皮减速机;71323、取边皮齿轮副;713231、主动齿轮;713232、过渡齿轮;713233、从动齿轮;713241、上轴承组件;713242、下轴承组件;

[0177] 714、取边皮调整组件;7141、取边皮调整电机;7142、取边皮调整减速机;7143、取边皮调整丝杠螺母机构;7144、取边皮调整直线导轨;

[0178] 72、边皮夹持组件;721、边皮夹持支架;722、边皮夹持移动夹爪;723、边皮夹持固定夹爪;724、边皮夹持直线导轨;

[0179] 8、边皮收集装置;81、边皮收集盒;811、收纳区;812、竖向预留空间;813、边皮收集接水盒;82、收集边皮小车;83、定位组件;831、导向轮;832、导向V型槽;84、边皮收集到位检测部件;841、开关本体;842、滚轮;85、边皮收集锁紧组件;851、锁紧气缸;852、动力输出轴;853、旋转臂;

[0180] 91、硅棒;92、边皮。

具体实施方式

[0181] 下面参照附图来描述本发明的优选实施方式。本领域技术人员应当理解的是,这些实施方式仅仅用于解释本发明的技术原理,并非旨在限制本发明的保护范围。

[0182] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方向或位置关系的术语是基于附图所示的方向或位置关系,这仅仅是为了便于描述,而不是指示或暗示所述装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述

目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0183] 此外，还需要说明的是，在本发明的描述中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“设置”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，还可以是两个元件内部的连通。对于本领域技术人员而言，可根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0184] 另外，为了更好地说明本发明，在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节，本领域技术人员应当理解，没有某些具体细节，本发明同样可以实施。在一些实例中，对于本领域技术人员熟知的磨床的原理等未作详细描述，以便于凸显本发明的主旨。下文将参照图1至图58中的全部或者部分来阐述本发明。

【概述】

[0185] 主要参照图1至图2，在一种可能的实施方式中，本发明的开磨一体机100主要包括设备主体，设备主体包括工作台1、作为第一工位的开磨工位2以及作为第二工位的磨削工位3，其中，开磨工位2既能够对进行硅棒91(形态可以是圆棒或者半成品方棒)进行切割作业(如对原料进行针对四个单边的去边皮作业或者对半成品方棒进行小于四个单边(如一对等)的去边皮作业)，又能够通过切割的方式对方棒的棱边进行切割(相当于磨倒角作业中至少一部分)，还可以通过磨削的方式对方棒的侧面和/或棱边进行磨削(如通常包括粗磨和精磨等)，开磨工位2则主要用于对方棒的侧面和/或棱边通过磨削的方式进行磨削(如假设将由前述的第一工位完成的磨削作业称作第一部分的磨削作业，则可称该部分磨削作业为第二部分磨削作业，不过，需要说明的是，此处的第一部分和第二部分在磨削作业进行的层面没有顺序之分，也没有二者之和为全部的磨削作业之意)。如开磨工位2中的切割作业主要是通过切割线246(如金刚线(表面镶嵌有金刚石微小颗粒的切割钢线)等)以线锯切割的方式对圆棒或者半成品方棒进行切割。显然，可以将开磨工位2和磨削工位3的磨削作业进行互换、将所有的磨削作业由其中的任意一个工位完成或者将其中的一部分或者全部磨削作业由除本发明的开磨一体机的其他设备完成。

[0186] 在一种可能的实施方式中，与开磨工位2相关联的结构主要包括切割装置21、第一磨削装置26、取边皮装置7和边皮收集装置8，其中，切割装置主要用于对硅棒91的如对应于产生边皮92的位置、棱边等部位进行线锯切割，第一磨削装置主要用于完成硅棒91的至少一部分的磨削作业(如对方棒的四个棱边进行磨削等)，取边皮装置7主要用于将切割产生的边皮料从开磨工位2中产生边皮的位置进行抓取并将其转移至不干涉开磨一体机100的开磨作业的位置(如在本示例中，将其转移至边皮收集装置8)，边皮收集装置8主要用于收集开方作业产生的边皮料并将其从开磨一体机100的作业区域移除或者能够与将其从开磨一体机100的作业区域移除的装置等进行对接。

[0187] 在一种可能的实施方式中，与磨削工位3相关联的结构主要包括第二磨削装置31，其中，第二磨削装置31主要用于完成硅棒91的至少一部分的磨削作业(如对方棒的四个侧面进行包括粗磨和精磨在内的磨削作业直至精度达标等)。

[0188] 与开磨工位2和磨削工位3相关联的结构均设置于工作台1或者以毗邻工作台1的方式配置。示例性地，与开磨工位2相关联的取边皮装置7设置于工作台1上，与开磨工位2相关联的边皮收集装置8则可以配置于靠近工作台1的位置。

[0189] 在一种可能的实施方式中，设备主体还包括上下料装置4，上下料装置4主要用于

将圆棒、半成品方棒(如圆棒在去除了其中的一对边皮之后)、方棒等形态的硅棒加载至开磨一体机100或者从开磨一体机100卸载/移除。

[0190] 在一种可能的实施方式中,设备主体还包括夹持转运装置5,夹持转运装置5主要用于将硅棒91在各个工位之间或者某个工位内进行转运以保证开磨一体机100的工作的可持续性。

【整机防护】

[0191] 主要参照图3和图4,在一种可能的实施方式中,本发明的开磨一体机100在保证各个部件之间的功能均能够得以实现的前提下,通过部件之间的位置关系以及相应的防护组件的配置,使得整机形成一个相对封闭的工作区,从而使得开磨一体机的工作区域得到了整体的防护,并因此确保了在对硅棒91进行如开方、磨削等作业能够安全、稳定、顺利地进行。如在本示例中,设备主体通过为相应的部件配置作为第一防护部件的基础的防护框架(如壳体、防护罩61等)与如配电柜63等其他必要的部件配合形成一个防护主体,开磨一体机100的防护主体构造出一个相对封闭的空间(如沿周向围设出一个大致封闭的空间)。

[0192] 在一种可能的实施方式中,与开磨工位2相关联的取边皮装置7、切割装置、第一磨削装置以及对与磨削工位3相关联的第二磨削装置能够处于该空间内并因此通过防护主体对相应的装置以及对应于装置的作业进行有效的防护。而将边皮收集装置8以及上下料装置4则置于整机对应于防护主体的外侧,如这样的设置能够方便如对接AGV等外部设备、方便人工取料等。

[0193] 如在本示例中,整体的结构布局为:开磨工位2和磨削工位3大致并排设置,用于对待加工的圆棒(或者半成品棒)进行上料操作以及对加工完成后的方棒(当然也可以是半成品棒,如其中的一部分磨削作业由除本发明之外的其他设备完成)进行下料操作的上下料装置4则位于二者的侧部(图中的前侧)。取边皮装置7和边皮收集装置8的边皮收集盒81位于开磨工位2所在的侧(图中的左侧),配电柜63位于磨削工位3所在的侧(图中的右侧)。经发明人反复调整之后证明,这样的布局方式能够有效地节省了整机所需安装空间以及相应的占地面积。在整机的各个侧部增设防护罩61,如在左侧、前侧和顶侧仅在局部的位置增加防护罩,以保证开磨一体机100的如边皮收集装置8在收集边皮料之后向外转运的作业、上下料作业、夹持转运立柱的旋转等不受干涉。

[0194] 在此基础上,如可以进一步在防护主体的外侧增加作为第二防护部件的、辅助的防护结构(如隔离栅栏62等),以进一步保证防护的可靠性。如在本示例中,在外侧会产生运动的位置(如对应于取边皮装置7的位置以及对应于上下料装置4的位置)配置有隔离栅栏,从而对工作区域外侧涉及运动的区域进行有效地防护,如可以有效地防止出现因人员误入导致误伤、边皮收集小车外漏等问题,从而进一步保证了整机的安全性。

[0195] 可以理解的是,本示例中的第一/第二防护部件的具体形式及其相应的设置位置等仅为一种示例性的描述,本领域技术人员可以对其进行灵活的调整,如可以包括但不限于:将配电柜设置为悬置的配电柜,在原先对应于配电柜的位置配置防护罩;在防护罩上增加加强结构;对防护罩的结构形式进行调节;将针对整机的防护罩中的一部分或者部分进行集成;将隔离栅栏对应于防止人员误入的部分变更为光幕防护;对隔离栅栏相应的布置区域的具体布置方式进行调整,如将矩形区域变更为弧形区域等。

[0196] 为了便于说明,首先对开磨一体机100的方向作如下设定:上下料装置4在水平面

内沿径向靠近/远离夹持转运装置的方向记作Y向，在水平面内与Y向垂直的方向记作X向(如切割装置的一对切割机头组件之间靠近/远离彼此的方向等)，与水平面垂直的竖直方向(如切割进给方向等)记作Z方向。下文中将结合该方向设定及附图对本发明的开磨一体机100的实施方式进行描述。

【上下料装置】

[0197] 主要参照图3至图18，在一种可能的实施方式中，开磨一体机100的上下料装置4主要包括上下料翻转组件以及回转夹爪组件42，上下料装置4既可实现硅棒(如圆棒)的自动上料又可实现硅棒(如方棒)的自动下料。下面以上料作业为针对圆棒的上料作业、下料作业为针对方棒的下料作业为例对上下料装置4的结构进行说明。

[0198] 在一种可能的实施方式中，上下料翻转组件主要包括与圆棒相适配的上料翻转组件411以及与方棒相适配的下料翻转组件432，上下料翻转组件主要用于对承载于其上的硅棒进行翻转从而对硅棒的姿态进行调整并因此与上下料进程相适配。以其中的上料翻转组件为例，其主要是用于将圆棒由水平状态翻转为竖直状态从而能够与夹持转运装置相适配以保证硅棒能够与开磨工位2顺利地对接。其中，上下料翻转组件对外可对接如AGV、桁架机械手以及对应于人工上下料操作的现场设施。如在本示例中，上下料翻转平台的高度大致为900mm，仍以上料翻转组件411为例，如除了对硅棒的姿态进行调整，还可以实现对圆棒的上料准备(即可作为待料平台)。以下料翻转组件432为例，除了对硅棒的姿态进行调整，还可以实现对方棒的下料检测。

[0199] 在一种可能的实施方式中，上料翻转组件411主要包括上料翻转液压缸4111、上料翻转板4112以及上料接料挡板4113，其中，上料翻转液压缸4111的动力输出端与上料翻转板4112连接。这样一来，伴随着上料翻转液压缸4111的动力输出端逐渐伸出，如上料翻转液压缸4111提供翻转动力并因此带动上料翻转板4112翻转从而带动搭载于其上的圆棒完成翻转，从使圆棒由水平状态逐渐翻转为能够与前述的开磨工位2对接的竖直状态，上料接料挡板4113在硅棒处于竖直状态的情形下支撑于硅棒的下方。示例性地，上料翻转组件411还包括用于确认翻转到位的上料到位感应开关4115。

[0200] 与上料翻转组件411类似，在一种可能的实施方式中，下料翻转组件432主要包括下料翻转液压缸4121、下料翻转板4122以及下料接料挡板4123。如下料翻转液压缸4121提供翻转动力并因此带动下料翻转板4122翻转从而带动搭载于其上的方棒完成翻转，从而由方棒的下端面支撑于下料接料挡板4123的竖直状态逐渐翻转为能够与AGV等对接的水平状态。

[0201] 在一种可能的实施方式中，回转夹爪组件42主要包括与圆棒相适配的上料夹爪组件421、与方棒相适配的下料夹爪组件422、能够对上料夹爪组件与下料夹爪组件的位置进行切换的回转机构423，通过回转机构423可实现上下料装置与夹持转运装置的可靠对接。如通过上料夹爪组件将上料翻转组件中已翻转为竖直状态的圆棒抓取，同时可通过下料夹爪组件将夹持转运装置中已完成加工的、处于竖直状态的方棒进行抓取，然后旋转便可实现圆棒上料以及方棒卸取。显然，针对上料和下料的抓取也可不同时进行，即仅上料夹爪组件或者下料夹爪组件处于工作状态。

[0202] 参照图5中的方位，在一种可能的实施方式中，上下料翻转组件中硅棒的轴线方向与Y向大致垂直，记为X方向。以其中的上料作业为例，如硅棒沿横向向左送达翻转位置之后

翻转为竖直状态并通过上料翻转组件夹持，之后顺时针旋转270°并因此能够与夹持转运装置对接。

[0203] 在一种可能的实施方式中，上料夹爪组件主要用于对已完成翻转的、放置于圆棒翻转组件上的圆棒的抓取并借助于回转夹爪组件完成圆棒从待料区到加工区的切换操作。在一种可能的实施方式中，上料夹爪组件421主要包括沿硅棒的轴线方向分布的多对彼此相向的上料夹爪(如本示例中为两对即4个)4211以便在硅棒的不同位置将其抓取，通过使每对上料夹爪相向运动从而实现对圆棒的夹紧。示例性地，上料夹爪靠近硅棒的面大致为V型面，以便更好地对圆棒进行夹持。如可以在上料夹爪大约中部的位置沿其宽度方向的两侧分别安装有上料光电开关以便检测是否有硅棒正在上料。可以在上料夹爪大约中部的中间位置安装上料接触传感器以便检测硅棒的夹紧程度。

[0204] 在一种可能的实施方式中，上料夹爪组件421包括上料夹爪安装基体，上夹爪安装基体上设置有上料伸缩气缸4212和上料直线导轨4213，上料伸缩气缸通过上料齿轮齿条机构带动一对上料夹爪之间以靠近/远离彼此的方式运动。具体而言，上料伸缩气缸的动力输出轴与上料齿轮齿条机构的第一齿条42141固定，上料伸缩气缸通过上料齿条带动相应的上料夹爪沿直线导轨进行伸缩运动。与此同时，第一齿条通过斜齿轮42143与第二齿条42142连接且第二齿条与另一个上料夹爪固定连接，这样一来，便可通过一个上料伸缩气缸实现一对上料夹爪之间的同步伸缩从而完成对圆棒的夹持。示例性地，可以为上料夹爪(如本示例中，是为一对上料夹爪中位于右侧的上料夹爪)配置检测探针以对圆棒的直径、垂直度等进行检测。

[0205] 显然，上述实现一对上料夹爪之间的传动方式只是一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际需求对其进行灵活地调整，示例性地，如仍以当前的上料齿轮齿条机构为例，可以将上料伸缩气缸更换为上料伸缩电机并使其与上料齿轮齿条机构的齿轮驱动连接。

[0206] 在一种可能的实施方式中，下料夹爪组件422主要用于对夹持转运装置上的方棒的抓取并借助于回转机构完成方棒从加工区到下料翻转组件的切换操作。下料夹爪组件422主要包括下料夹爪安装基体、一对下料夹爪4221、第一伸缩气缸4222、第二伸缩气缸4223和对应于第一/第二伸缩气缸驱动下料夹爪运动方向的两个下料直线导轨。可沿水平方向(左右)伸缩的一伸缩气缸提供能够使一对下料夹爪之间张开/夹紧的动力，即：在第一伸缩气缸的驱动下，一对下料夹爪通过沿下料直线导轨的运动从而能够将硅棒可靠地抓取。如第一伸缩气缸与一对下料夹爪之间可以采用与前述对应于一对上料夹爪类似或者不同的驱动连接方式。可沿纵向伸缩的第二伸缩气缸能够带动一对下料夹爪沿竖直方向产生位移从而能够在不同的高度位置将方棒抓取。

[0207] 在一种可能的实施方式中，下料夹爪为板状结构，板状结构的内侧(两个下料夹爪靠近彼此的一侧)设置有能够与方棒直接接触的下料支撑结构，如下料支撑结构包括多个条状结构，这样一来，便可形成能够与方棒很好地适配的下料夹持空间。

[0208] 在一种可能的实施方式中，前述的上料翻转组件以及上料机械手组件以构成能够将圆棒加载至开磨一体机的上下料装置中的上料组件41，前述的下料翻转组件以及下料机械手组件以及底座组件构成能够将方棒从开磨一体机卸载的上下料装置中的下料组件。在此基础上，上下料装置包括承载包括回转夹爪组件的回转夹爪组件的底座组件4234，以便

配合上/下料组件顺利地实现对应于其的上下料作业。

[0209] 在一种可能的实施方式中，底座组件4234主要包括作为第一传动组件的Y轴传动组件42341和作为第二传动组件的X轴传动组件42342(与Y轴垂直，可实现回转夹爪组件的整体移动)，X轴传动组件设置于Y轴传动组件42341上，Y轴传动组件42341上能够使得回转夹爪组件沿靠近/远离夹持转运装置的方向运动，故而可将其称作上下料方向。

[0210] 在一种可能的实施方式中，X轴传动组件42342包括X轴底座，X轴底座配置有X轴移动电机，X轴移动电机通过丝杠螺母机构带动Y轴底座Y轴传动组件包含回转夹爪组件在内的回转夹爪组件整体相对Y轴传动组件沿X方向移动。

[0211] 示例性地，上下料翻转组件包括上下料翻转基体(如支架等)，翻转板以及上下料输送组件等均设置于上下料翻转基体上，X轴底座如在上下料翻转基体的下方安装有地脚以实现支撑。示例性地，地脚为高度可调节的地脚，如也可以将地脚变更为滚轮等其他形式支撑结构形式。

[0212] 在一种可能的实施方式中，回转机构423主要包括回转框架4231、回转底座4232、回转电机4233以及底座组件4234。回转框架内形成有回转空间，回转电机处于回转空间内并固定于回转框架的底部，回转电机枢转设置于回转底座从而实现回转框架的整体回转运动。

[0213] 在一种可能的实施方式中，底座组件4234主要包括Y轴传动组件42341以及设置于Y轴传动组件上的X轴传动组件42342，Y轴传动组件42341能够使得回转夹爪组件沿靠近/远离夹持转运装置的方向运动，故而可将其称作上下料方向。

[0214] 在一种可能的实施方式中，Y轴传动组件42341包括Y轴底座，Y轴底座配置有Y轴移动电机，Y轴移动电机通过丝杠螺母机构驱动X轴传动组件以及包含回转夹爪组件在内的回转夹爪组件沿Y方向移动，从而带动承载于回转夹爪组件上的硅棒沿Y方向与夹持转运装置精准地对接。

[0215] 在一种可能的实施方式中，X轴传动组件42342包括X轴底座，X轴底座配置有X轴移动电机，X轴移动电机通过丝杠螺母机构带动Y轴传动组件包含回转夹爪组件在内的回转夹爪组件整体相对Y轴传动组件沿X方向移动。

[0216] 其中，回转底座与X轴传动组件中的丝杠螺母机构中的螺母相连接，如回转底座的底部设置有丝母座42321并因此实现回转机构沿X方向的运动。此外，回转框架作为安装载体，其一对相对面上设置有前述的如直线导轨、滑块以及上/下料夹爪等结的安装结构。

[0217] 示例性地，Y轴底座在靠近X轴传动组件的位置设置有接水盘42343，主要用于承接滴落的携带于硅棒的水滴。Y轴底座的下方安装有调整垫铁42344以实现对回转机构的支撑。也可以将调整垫铁变更为如地脚等其他形式的支撑结构。

[0218] 在一种可能的实施方式中，上料翻转组件411还包括上料锁紧组件4114，上料锁紧组件主要用于保证圆棒在上料翻转台上的稳定性。在一种可能的实施方式中，上料锁紧组件4114主要包括作为锁紧驱动部件的伸缩气缸41141、夹紧块41142、拉伸弹簧41143和压紧撞块41144，伸缩气缸的动力输出轴与夹紧块相连，夹紧块以可枢转的方式设置。参照图9，在翻转预备的状态时，气缸动力输出轴缩回、夹紧块的端部被拉伸弹簧等弹性件拉紧从而夹紧块绕回转轴旋转并处于竖直夹紧状态。参照图10，在上圆棒状态时，气缸动力输出轴伸出，夹紧块位于端部的极限位置，此时压紧撞块对夹紧块起到压紧的作用，使夹紧块无法旋

转从而处于弯折状态以确保上料的安全稳定

[0219] 显然，上述结构只是上料锁紧组件的一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际需求对上料锁紧组件的结构形式及其锁紧原理进行调节。如夹紧块可以通过直接沿竖向伸缩的方式设置于上料翻转组件、将夹紧块更换为能够与圆棒端部的全部或者一部分适配的罩壳结构等。

[0220] 在一种可能的实施方式中，上料组件包括上料输送组件431，上料输送组件主要用于在水平面内实现对应于上料翻转位置的到达。如在本示例中，上料输送组件431主要包括上料驱动电机4311和滚轮组4312，滚轮组包括具有锥形面的两排滚轮，如上料驱动电机为双出轴驱动电机，双出轴驱动电机如通过链传动的方式分别带动两排滚轮组沿上料方向滚动，硅棒的表面与滚轮的锥形面接触，从而通过两排滚轮的同步转动实现硅棒的水平输送。显然，双出轴驱动电机仅为一种较佳的实施方式，如也可以为两排滚轮组均配置一个上料驱动电机。

[0221] 在一种可能的实施方式中，与上料输送组件类似，上下料装置中的下料组件包括下料输送组件432，下料输送组件主要用于将硅棒沿X向输送至可将硅棒从开磨一体机中脱离的下料位置。如在本示例中，下料输送组件432主要包括下料输送电机4321以及下料输送传送带4322。下料输送电机驱动链轮带动下料输送链条进行传动，放置于下料输送传送带上方的方棒因此被输送至下料位置。示例性地，下料组件在对应于下料输送传送带的上方的位置配置有下料光电开关4323，以检测当前的下料输送传送上是否有方棒正在下料。示例性地，在下料输送组件的两侧可以分别设置侧挡板4324，以对来料以及输送过程中的硅棒进行保护。

[0222] 基于前述的结构，本发明的开磨一体机中对应于上下料装置的流程主要包括如下步骤：

[0223] 上料-待料：通过AGV、人工作业等方式将待加工的圆棒放置在上料翻转组件的待料区。

[0224] 上料-取料：回转框架相对Y轴底座旋转，从而将上料夹爪组件旋转至对应于上料翻转组件的位置。在通过上料翻转组件将圆棒翻转到位的情形下，上料夹爪组件的两对上料夹爪便可以靠近彼此的方式运动从而夹紧待加工的圆棒，从而完成取料。

[0225] 上料-夹持：回转机构中的X轴传动组件退回至指定位置，回转框架逆时针旋转90°，便可将夹持于两对上料夹爪之间的圆棒旋转至能够与夹持转运装置对齐的位置，此时，使Y轴传动组件将圆棒输送到指定位置，便可与夹持转运装置的夹持工位对接，夹持转运装置将圆棒夹紧，上料完成。上料完成后，使Y轴传动组件的丝杠反转，回转框架便可退出开磨一体机的工作区。

[0226] 下料-取料：在对已上料的硅棒在开磨工位进行如开方、切倒角、磨倒角等作业期间以及在磨削工位进行如粗精磨作业期间，可以在上料翻转组件待料，此时回转框架顺时针旋转90°便可进行下一根圆棒的取料操作。在对应于开磨工位以及磨削工位的作业完成之后，回转框架整体再顺时针旋转90°，便可将对应于方棒的下料夹爪组件与搭载于夹持转运装置的、作业完成之后加工出的方棒对齐。此时，使Y轴传动组件将下料夹爪组件推进至指定位置，便可与夹持转运装置的夹持工位对接，此时便可进行方棒的抓取。

[0227] 下料-落料：抓取完成之后，使Y轴传动组件的丝杠反转带动回转框架后退，使回转

框架逆时针旋转90°从而使得下料夹爪组件处于能够对接下料翻转组件的位置。这样一来，便可将加工完成的方棒转移至下料翻转组件。此时，可使回转框架逆时针旋转180°，上料夹爪组件便能够与上料翻转组件对接(上料翻转组件的待料台对齐)，上下料装置便可随机处于为下次待料上料做准备的状态。如通过于上料输送组件以及Y轴传动组件便可完成针对新圆棒的上料。

[0228] 下料-翻转：使下料翻转组件翻转90°，便可使方棒切换为水平放置的姿态，如通过下料输送组件便可将搭载于下料翻转组件上的方棒从开磨一体机移除。

[0229] 当然，上述步骤是仅以单次单类型的上下料作业为例来进行说明的，显然，可以通过回转机构上的上料夹爪组件和下料夹爪组件同时完成上料作业和下料作业。

【夹持转运装置】

[0230] 主要参照图19至图27，在一种可能的实施方式中，夹持转运装置5主要包括可转动地安装在前述的工作台1上的旋转工作台52以及设置于旋转工作台52上的夹持转运立柱53，在本示例中，夹持转运立柱53具有一对相对的侧面，每个侧面均配置有滑座组件56、夹紧头组件57和扶边皮组件58，以负责硅棒在各个位置(开磨工位、磨削工位、对应于上下料装置的上/下料工位)之间的夹持和转运。示例性地，旋转工作台52可以使用齿轮传动的方式进行旋转。

[0231] 在一种可能的实施方式中，夹持转运立柱53安装于旋转工作台52上从而便可随旋转工作台52的转动使两个侧面处于不同的位置。如在本示例中，以与上下料装置中的上料工位对应的位置为0°起点，以上料工位为原点，夹持转运立柱53旋转90°便可到达开磨工位，如可以对圆棒进行首次开方(如去除其中的一对边皮)作业。首次开方作业中的切割环节结束之后，取边皮组件对开方产生的一对边皮料进行夹取。边皮料夹取完成之后，使夹紧头组件中的两个夹头(如下夹头为定夹头、上夹头为动夹头)同步旋转90°从而对硅棒的周向姿态进行调整，旋转之后可对去除了一对边皮的圆棒进行第二次开方(即去除其中的另一对边皮)作业。与第一次开方作业类似，在第二次开方作业中的切割环节结束之后，取边皮组件对产生的另一对边皮料夹取，边皮料夹取完成之后，使夹紧头组件中的两个夹头同步旋转45°，在此基础上便可通过第一磨削装置或者切割装置进行针对其中的一对棱边的首次倒角加工作业。在首次磨倒角结束之后，使夹紧头组件中的两个夹头同步旋转90°，在此基础上便可通过第一磨削装置或者切割装置进行针对其中的另一对棱边的首次倒角加工作业，至此对应于开磨工位的加工作业完成。使夹持转运立柱的旋转工作台旋转180°从而使得夹持于夹持转运立柱上的硅棒(开方完成、棱边磨削完成)到达能够与磨削工位对接的位置。此时可借助于夹紧头组件对硅棒的姿态进行切换，从而对硅棒的四个侧面以及四个棱边进行包括粗磨和精磨在内的磨削作业直至精度达标。磨削作业完成之后，使夹持转运立柱旋转90°到达对应于上下料装置的下料工位，此时便可通过与前述的下料组件相配合以完成方棒的下料作业。

[0232] 可以理解的是，前述的在开磨工位去除两对边皮的作业以及磨倒角的作业、在第二工位进行针对两对侧面和倒角的粗精磨作业以及具体的操作顺序只是一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际需求对其进行灵活调整，如可以包括但不限于：开磨工位中通过线切割的方式进行倒角加工作业；开磨工位中是对以去除其中一对边皮的硅棒进行剩余部分的开方作业(仅在开磨工位去除其中的一对边皮)；磨削作业先在磨削工工位进行

后返回开磨工位进行(如还可以再次返回磨削工作继续进行)。

[0233] 在一种可能的实施方式中,滑座组件56主要包括滑座支座、滑座直线导轨、滑座电机以及滑座连接板561,其中,滑座支座设置于夹持转运立柱的侧面(夹持面),一对滑座直线导轨沿竖直方向安装在滑座支座上,滑座连接板以可活动的方式设置于滑座直线导轨,滑座电机用于驱动滑动连接板沿滑座直线导轨移动。示例性地,滑座电机驱动丝杠螺母机构中的丝杠转动,固定至滑座连接板上的丝杠螺母机构中的螺母沿滑座直线导轨的运动,从而带动滑座连接板沿竖直方向运动。

[0234] 在一种可能的实施方式中,夹紧头组件57包括位于上方的第一夹紧头571以及位于下方的第二夹紧头572,其中,第一夹紧头571设置于第一夹紧头座5711,第一夹紧头座设置于滑座连接板561上,从而使得第一夹紧头571(动夹头)能够对滑座连接板561沿竖直方向运动。其中,第二夹紧头572(定夹头)设置于第二夹紧头座5721,第二夹紧头座固定设置于夹持转运立柱的侧面,以在通过与动夹头之间的配合将硅棒夹紧的同时实现对硅棒的支撑。

[0235] 这样一来,便可通过可沿竖直方向运动的动夹头与位于动夹头下方的、沿竖直方向的位置相对固定的定夹头之间的配合,实现对不同规格(长度)的硅棒的夹紧和松开作业。

[0236] 同时,动夹头和定夹头分别配置有动夹头旋转电机和定夹头旋转电机,主要用于实现硅棒的转动,如需要通过第三工位对硅棒不同(对)的侧面进行磨削时,便可通过对应于第三工位的夹紧头组件的动夹头旋转电机和定夹头旋转电机使得硅棒由其中的一对侧面对准粗/精磨砂轮的状态旋转至另一对侧面对准与粗/精磨砂轮的状态。

[0237] 在实际加工中,硅棒的端面与硅棒的轴线之间并不是理想状态下的完全垂直的关系,此外,在上料环节以及夹紧硅棒的过程中,硅棒也可能发生一定程度的倾斜。故而,在一种可能的实施方式中,定夹头为浮动夹紧头,以补偿硅棒端面的不垂直度。

[0238] 示例性地,定夹头旋转电机和浮动夹紧头之间设置有定夹头减速器和定夹头轴承箱,浮动夹紧头主要包括壳体、具有弹性的膜片以及浮动球,其中,壳体包括与轴承箱连接的内壳体以及能够与硅棒的端面接触的外壳体,膜片与内壳体和外壳体分别连接从而允许内壳体和外壳体之间产生一定的偏移量。浮动球容纳于环状结构的膜片的中部,通过浮动球在配置于内、外壳体上的浮动球座内的运动,有望使得外壳体相对于内壳体在任意方向倾斜从而产生一定的浮动量,并因此弥补硅棒端面的不垂直度。

[0239] 可以理解的是,上述定夹头为浮动夹紧头以及浮动夹紧头的具体结构形式只是一种示例性的描述,如本领域技术人员可以根据实际需求采用其他形式的浮动夹紧头,或者将动夹头也调整为如具有沿周向缓冲功能的夹紧头等。

[0240] 在一种可能的实施方式中,扶边皮组件58主要包括扶边皮支座581、扶边皮气缸582、扶边皮直线导轨583、扶持支架584以及扶持组件585。其中,扶边皮支座与前述的第一夹紧头座5711固定连接或者一体成型从而使得扶边皮组件固定设置于前述的滑座支座561,扶边皮气缸与扶边皮直线导轨均设置于扶边皮支座上。示例性地,扶边皮气缸为无杆气缸,无杆气缸与扶持支架相连,这样一来,扶边皮气缸带动扶持支架沿扶边皮直线导轨方向上下运动,从而使得扶持组件能够紧密地抵接至边皮的端部。

[0241] 在一种可能的实施方式中,扶持支架包括两个扶持子支架,两个扶持子支架之间

通过扶边皮连接结构相连，无杆气缸设置于扶边皮支座且与动力输出端与扶边皮连接结构相连。每个扶持子支架上配置有一个扶持组件从而保证能够同时对一对边皮进行扶持。扶持组件585包括边皮扶持安装基体以及设置于边皮扶持安装基体上的边皮扶持结构586。示例性地，每个边皮扶持安装基体上设置有两个边皮扶持安装结构，边皮扶持安装结构为柱状体，这样一来，便可通过多点抵接的方式来保证边皮扶持的可靠性。显然，本领域技术人员可以根据实际需求选择边皮扶持安装结构的具体结构形式、个数等。

[0242] 示例性地，边皮扶持安装基体包括第一边皮扶持安装部分和第二边皮扶持安装部分，边皮扶持结构设置于第一边皮扶持安装部分上，第一边皮扶持安装部分通过第二边皮扶持安装部分固定至扶持支架。如第二边皮扶持安装部分包括两个L型安装架，两个柱状体设置于两个L型安装架之间，L型安装架的横向部分固定设置于第一边皮扶持安装部分，L型安装架的竖向部分固定连接至边皮夹持支架的外侧。显然，本领域技术人员可以根据实际需求选择边皮扶持安装基体的具体结构形式、个数等。

[0243] 基于此，在对硅棒进行开方作业时，扶边皮组件顶住从硅棒移除的边皮，从而对边皮进行防护，如可以有效地防止硅棒两侧的边皮出现倾斜、歪倒等现象。

[0244] 可以看出，通过夹持运转装置实现的硅棒在夹持运转时的作业流程如下：

[0245] 在硅棒在被上下料装置的上料组件运送至开磨一体机的加工区域之后，通过上料输送组件(输送至夹持位置)、上料夹爪组件(夹爪夹持)以及上料翻转组件(对夹持状态下的硅棒进行翻转)的配合，从而将待加工的硅棒运送至夹持转运装置的定夹头上，然后动夹头向下移动从而与定夹头一同将硅棒夹紧。此时，上料组件便可沿Y向移出加工区域以对其他作业进行避让。

【切割装置】

[0246] 主要参照图28至图34，在一种可能的实施方式中，开磨工位配置有切割装置21。切割装置主要包括边皮支撑组件22、切割进给组件23、切割机头组件24以及切割立柱25。其中，切割进给组件设置于切割立柱以便带动切割机头组件之间的切割段对硅棒进行切割并产生边皮，边皮支撑组件在切割作业进行期间抵接至对硅棒底部对应于边皮的位置，以便通过与前述的扶边皮组件的配合将切割产生的边皮稳定地扶持在切割工位。

[0247] 在一种可能的实施方式中，开磨工位还包括第一磨削装置26。与之相适配，切割装置还配置有平衡气缸组件27。之所以为开磨工位配置平衡气缸组件，是因为：第一磨削装置在工作时需要快速升降而切割装置在工作期间升降较缓。由于开磨工位中同时包含有第一磨削装置和切割装置，因此通过为第一磨削装置配置平衡缸，可以平衡掉第一磨削装置在使用期间的自重，因此可以实现很好的动态性能。

[0248] 在一种可能的实施方式中，平衡气缸组件27主要包括平衡气缸271以及平衡气缸支架，平衡气缸支架主要包括设置于切割立柱上的链轮支架272、安装于链轮支架上的链轮273以及与链轮匹配连接的板式链274。示例性地，板式链利用链轮支撑换向并与横向切割进给升降滑台背侧的平衡块连接。如在本发明中，开磨工位的切割机头组件还带有用于磨倒角的第一磨削装置，因此，平衡气缸组件可用于平衡开磨工位中的切割装置和第一磨削装置的重量，与切割作业相比，磨削作业的进给速度相对较大，由于无需在往复的磨削作业中去克服切割装置和第一磨削装置的自重，因此可以延长竖向进给组件的使用寿命。如平衡气缸固定在平衡气缸支架上，平衡气缸支架固定于切割立柱并位于切割立柱的两个侧部

之间的中部区域。如在切割立柱的背部(背离切割机头组件的侧)加工出平衡预留空间275，平衡气缸容纳于平衡预留空间内。链轮支架的一部分(如记作第一部分)设置于切割立柱的顶部而另一部分(如记作第二部分)设置于平衡预留空间内。切割立柱的顶部开设有预留孔，与安装于链轮支架上的链轮匹配连接的板式链以穿设预留孔的方式构成平衡气缸组件。如在本示例中，第一部分在切割立柱的顶部倾斜设置。

[0249] 可以看出，与将平衡气缸组件27设置于切割立柱的外侧的方式相比，本发明的平衡气缸组件在保证其能够实现动态平衡功能的前提下，有效地节省了空间。

[0250] 可以理解的是，将平衡气缸组件的一部分结构设置于切割立柱背侧的预留空间仅为一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际需求对其进行灵活的调整，如平衡气缸的一部分容纳于预留空间内(如部分突出)、将平衡气缸组件上方的部分也容纳于预留空间内、将预留空间设置于切割立柱的其他两侧或者直接在切割立柱的内部形成等。

[0251] 在一种可能的实施方式中，边皮支撑组件22主要包括边皮支撑气缸221、边皮支撑架222、顶边皮组件223和换型块224。其中，边皮支撑气缸驱动设置于基础工作台上的边皮支撑丝杠螺母机构的丝杠转动，边皮支撑丝杠螺母机构的螺母通过边皮支撑架与顶边皮组件相连且螺母的底端能够在同样设置于基础工作台的边皮支撑直线滑轨内滑动。边皮支撑组件主要用于对切割后产生的边皮进行支撑。换型块主要用于保证顶边皮组件能够对不同规格的硅棒的边皮进行支撑。

[0252] 在一种可能的实施方式中，边皮支撑架包括下方的边皮支撑架基体以及设置于边皮支撑架基体上的、与双切割作业的一对边皮对应的第一边皮支撑架和第二边皮支撑架，第一边皮支撑架和第二边皮支撑架上分别设置有与其中的一块边皮对应的两个顶边皮组件。第一边皮支撑架和第二边皮支撑架的上方分别配置有一个换型块。

[0253] 基于上述结构，在边皮支撑气缸的推动下，顶边皮组件可沿直线导轨的方向移动。在此基础上，边皮支撑架配置有边皮支撑限位结构229，边皮支撑限位结构主要用于保证顶边皮组件沿直线导轨移动时的准确定位。

[0254] 在一种可能的实施方式中，顶边皮组件224主要包括顶边皮气缸225和顶边皮杆226。当硅棒切割完成产生边皮后，顶边皮气缸驱动顶边皮杆向上运动从而推动边皮向上运动从而将边皮顶起。之后可由边皮卸载装置将边皮移出切割区域。

[0255] 示例性地，顶边皮组件还包括边皮杆导向套227以及边皮杆垫块228，其中，顶边皮杆导向套主要用于引导边皮杆沿Z向运动，边皮杆垫块设置于顶边皮杆靠近硅棒的端部，从而在顶边皮作业时与硅棒的边皮直接接触。如边皮杆垫块的面积通常大于边皮杆的横截面面积以保证作业的稳定性。示例性地，为每侧的边皮配置两个顶边皮组件。

[0256] 如在本示例中，顶边皮杆导向套的下方具有安装法兰，第一/第二边皮支撑架包括对应于两个顶边皮组件的两个边皮支撑支架，两个边皮支撑支架之间设置有边皮支撑连接架，导向套通过安装法兰设置于边皮支撑连接架从而设置于边皮支撑架上。

[0257] 可以理解的是，上述顶边皮组件的结构只是一种示例性地描述，本领域技术人员可以根据实际需求对顶边皮组件的结构进行调整，如将垫块的表面设置为曲面、将边皮杆导向套防护套进行合一等。

[0258] 在一种可能的实施方式中，换型块224上设置有能够适配于不同规格的硅棒的安装位，通过选取不同的安装位并在其上安装相应的顶边皮组件，便可对不同规格的硅棒的

边皮进行支撑。

[0259] 示例性地，换型块224的上方设置有两组安装孔2241，下方设置有一组安装孔，在换型块的上方朝上的情形下，可选用两组安装孔中的任一组，若需要选用下方的一组安装孔，则先将换型块上下调位并将其重新安装至边皮支撑架上，之后选用原先位于下方的该组安装孔进行安装即可。

[0260] 可以看出，通过边皮支撑组件实现硅棒在切割期间的作业流程如下：

[0261] 切割转运：硅棒由上下料装置中的上料组件完成上料后运送到夹持运转装置，通过夹持运转装置的夹紧头组件将其夹紧并通过夹持转运立柱的旋转至对应于开磨工位中切割装置的切割区。

[0262] 顶紧边皮：在切割作业开始之前，在边皮支撑气缸的驱动下，顶边皮组件移动至硅棒下方与边皮相对应的位置。在顶边皮气缸的驱动下顶边皮杆(的顶边皮垫块)伸出至与硅棒的边皮的下端面接触进而将其顶紧。

[0263] 此时，切割装置便可开始对硅棒进行切割。切割完成后，产生的边皮由边皮卸载装置转移至边皮收集装置，边皮支撑组件退回至原处(避让)。即：在切割作业进行期间以及之后(直至边皮卸载装置的边皮夹持组件将边皮夹紧前)，顶边皮组件保持对边皮的下端面的支撑。可以理解的是，切割完成后，金刚线切割段应当恰好位于夹紧头组件的下方的定夹头和边皮支撑组件的顶边皮组件(的顶边皮杆)之间的空隙中。

[0264] 在一种可能的实施方式中，切割进给组件主要包括竖向切割进给组件231以及横向切割进给组件232，切割进给组件主要用于实现切割机头组件沿横向和竖向的直线进给运动。

[0265] 在一种可能的实施方式中，竖向切割进给组件231主要包括设置于第一/第二切割立柱上的竖向切割进给电机2311、竖向切割直线导轨2312和竖向切割丝杠螺母机构2313，竖向切割进给电机与竖向切割丝杠螺母机构的丝杠连接，竖向切割丝杠螺母机构的螺母与横向切割进给组件连接，竖向切割丝杠螺母机构的螺母能够沿竖向切割直线导轨滑动。此外，竖向进给组件还与设置于切割立柱的两条直线导轨滑动连接，这样一来，在竖向切割进给电机的驱动下以及在竖向切割直线导轨的引导下，竖向进给组件可带动横向进给组件实现其沿Z向的移动，进一步使设置于横向进给组件上的切割机头组件竖直向下进给切割硅棒。

[0266] 示例性地，在第一/第二切割装置的底部设置有接近开关等检测检测部件，以便在切割到位(完成)后能够准确地停止切割。以及在切割装置靠近底部的位置还设置有与横向切割进给组件的底部抵接的缓冲垫，以保证横向切割进给组件能够稳定地下落至最低位置。

[0267] 在一种可能的实施方式中，横向切割进给组件232主要包括横向切割进给升降滑台2321以及设置于横向切割进给升降滑台上的横向切割进给电机2322以及横向切割丝杠螺母机构2323。其中，横向切割升降滑台与前述的竖向切割进给组件滑动连接，以便通过竖向切割进给电机带动横向切割升降滑台以及安装于其上的切割机头组件沿竖直方向运动。

[0268] 在一种可能的实施方式中，横向切割进给电机与横向切割丝杠螺母机构的丝杠连接且丝杠两端的旋向相反，横向切割丝杠螺母机构的两个螺母分别连接有形成一个金刚线切割段的一对切割轮(两对切割轮，与一个螺母对应的一对切割轮之间形成一个金刚线切

割段)，横向切割丝杠螺母机构的螺母能够沿设置于切割机头组件上的直线导轨滑动。这样一来，在横向切割进给电机的驱动下，便可通过一个横向切割进给电机实现两对切割轮之间的张开与闭合，从而能够对不同规格(径向尺寸)的硅棒进行双线切割(一次产生一对边皮)。此外，横向切割进给组件还配置有横向切割进给限位结构2324以保证两对切割轮之间的靠近程度。

[0269] 在一种可能的实施方式中，切割机头组件24包括切割轮座以及设置于切割轮座上的一对切割轮组件241、一对张力轮组件242，每个切割轮组件包括一个切割轮，位于同侧的切割轮组件和张力轮组件与前述的横向切割进给组件中的丝杠的一个旋向相对应。其中，对应于同一环形切割线243(环形金刚线)的切割轮组件配置有切割轮电机从而提供环形切割线所需的旋转切割动力，而张力轮组件则通过张力摆杆(在张力电机输出的恒扭矩的加持下)调节环形金刚线的张力。切割轮组件中的切割轮与张力轮组件的切割轮之间缠绕有能够切割硅棒的环形金刚线。通过两对切割轮组件和张力轮组件之间的环形切割线能够对硅棒进行切割从而产生一对边皮。与传统的如包括收放线组件、排线轮组件、张力轮组件、过轮组的结构相比，对应于本发明采用的环线切割的方式具有如效率高、稳定性好等优点。并且，由于部件的大量减少，也节省了相关部件的成本，以及节省了相关部件的布置空间。如与前述的上下料装置、平衡气缸组件相呼应，能够使得整机的结构更为紧凑。

[0270] 通过前述的竖向切割进给组件，可以带动两对切割轮组件之间的两个环形金刚线沿竖向运动从而同时对一对边皮进行双线切割作业。通过前述的横向切割进给组件，可实现两个金刚线切割段之间沿横向的分开/合拢，从而能够对不同规格(径向尺寸)的硅棒进行前述的双线切割作业。

[0271] 在一种可能的实施方式中，切割轮组件241主要包括切割轮电机2411、切割轮轴承箱2412和切割轮2413。切割轮电机驱动切割轮实现环形金刚线的高速转动。切割轮组件和张力轮组件通过切割轮座244与前述的丝杠螺母机构的螺母固接，切割轮座与横向切割进给升降滑台滑动连接。如切割轮座244包括切割轮座台面2441以及切割轮座滑台2442，切割轮座滑台与横向切割丝杠螺母机构的螺母固接并与前述的横向切割进给组件的进给升降滑台滑动连接。

[0272] 在一种可能的实施方式中，张力轮组件242主要包括张力轮支座2421、设置于张力轮支座上的张力轮电机2422、张力摆杆2423以及张力轮2424(在本发明中，张力轮与切割轮之间撑设有环形切割线243，因此也可将张力轮称作切割轮)。张力轮电机与张力摆杆连接，张力轮设置于张力摆杆上并能够对张力摆杆的摆动而摆动。张力轮组件主要用于调节切割过程中环线切割线的张力，从而确保切割过程能够顺利、稳定地进行。

[0273] 可以看出，对应于开磨工位的切割装置的作业流程为：

[0274] 上料等待：硅棒被运送至开磨工位之前，切割装置通过横向切割进给组件在竖向切割进给组件上沿竖向上升至最高位，两对相向设置的切割头组件之间沿横向分开至要求的距离，并为夹持硅棒的夹紧头组件留出足够的避让空间。

[0275] 设备对刀：夹持转运装置带动硅棒旋转至对应于第一工位的切割区。边皮支撑组件沿移动至对应于硅棒的边皮的位置。切割装置沿竖向向下运动一定距离到达切割开始位。对应于硅棒的两个边皮的两组切割轮组件的切割轮沿横向相向合拢运动。同侧的两个切割轮之间的环形金刚线与对应于切割开始位的切割位置对齐，位于不同侧的两对切割轮

之间的两个环形金刚线之间是平行的，对应于上料等待和设备对刀步骤的两个环形金刚线之间的距离均为预先设定的。

[0276] 硅棒开方：切割轮电机带动环形金刚线高速运动，切割装置整体随着切割立柱的横向切割进给组件沿竖向切割进给组件的滑动沿竖向向下运动从而对硅棒进行切割，每次切割完成会切除一对边皮，如通过的两此切割边可完成硅棒的开方。

[0277] 切割完成后，每侧的环形金刚线恰好位于浮动夹紧头(支撑于硅棒端面靠近中部的区域)与相应侧的边皮支撑组件(支撑于硅棒端面对应于边皮的区域)之间的空隙中。

[0278] 在一种可能的实施方式中，切割装置的切割轮座的内部形成有一个第一磨削装置安装空间。下文中所述的第一磨削装置的至少一部分安装至该空间。如在安装好的状态下，第一磨削电机暴露于环境中，第一磨头能够以可伸缩的方式设置于该空间。如在切割轮组件处于工作状态的情形下，第一磨头缩回从而避免与切割作业发生干涉。在需要第一磨头作业的情形下，则使第一磨头伸出至不受切割轮干涉的位置从而通过第一磨头的转动对硅棒进行磨削。如在本示例中，第一磨头主要用于与硅棒的棱边进行磨削，如也可以通过线切割的方式，即通过切割装置对硅棒的棱边进行加工。如在本示例中，第一磨削装置安装空间位于同侧的两个切割轮之间且靠近其中的一个切割轮(对应于张力轮组件的切割轮)，并且第一磨削装置的第一磨头的轴线低于切割轮。

【取边皮装置】

[0279] 主要参照图35至图43，在一种可能的实施方式中，取边皮装置7包括两套且分别设置于开磨工位的切割立柱上的两个相对面上，每套取边皮装置7能够将前述的开方作业产生的其中一个边皮料进行卸载，如将开磨工位产生的边皮料卸载至边皮收集装置。这样一来通过两套取边皮装置7的配合便可将双线切割的开方作业产生的一对边皮料卸载至边皮收集装置。边皮卸载装置主要包括取边皮动力组件71以及边皮夹持组件，边皮夹持组件主要用于将边皮夹紧，在此基础上，通过取边皮动力组件沿竖向的枢转运动，从而将夹紧的边皮以原姿态(竖向)枢转运动的方式卸载至边皮收集装置。

[0280] 在一种可能的实施方式中，取边皮动力组件71主要包括取边皮支撑框架711、取边皮悬臂组件712以及取边皮转轴组件713，其中，取边皮支撑框架711设置于开磨工位的切割立柱25上，取边皮悬臂组件712包括第一取边皮悬臂组7121以及第二取边皮悬臂组7122，取边皮转轴组件713包括第一取边皮转轴7131、第二取边皮转轴7132和第三取边皮转轴7133，其中，第一取边皮悬臂组7121能够通过第一取边皮转轴7131相对取边皮支撑框架711转动，第二取边皮悬臂组7122能够通过第二取边皮转轴7131相对第一取边皮悬臂组7121转动，边皮夹持组件72能够通过第三取边皮转轴7133相对第二取边皮悬臂组7122转动。其中，第一取边皮悬臂组和第二取边皮悬臂组之间铰接并因此使得二者之间可以自由旋转。

[0281] 如在本示例中，第一/第二取边皮悬臂组均包括大致沿水平方向设置的两个悬臂，两个悬臂之间的通过连接杆等连接结构彼此连接。显然，这只是一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际需求确定第一/第二取边皮悬臂组的具体结构形式，如还可以是环状结构、桁架结构、板状结构等，二者之间可以相同或者不同。

[0282] 在一种可能的实施方式中，第一/第二/第三取边皮转轴分别配置有第一/第二/第三取边皮动力传动机构以便实现相应维度的转动。在本示例中，第一/第二/第三取边皮动力传动机构采用大致相同的结构，以配置于第二取边皮转轴7132的第二取边皮动力传动机

构为例，其包括取边皮电机71321、取边皮减速机71322以及取边皮齿轮副71323，其中，取边皮齿轮副71323包括主动齿轮713231、从动齿轮713233以及二者之间的过渡齿轮713232，取边皮减速机通过取边皮减速机支座固定在第一取边皮悬臂组位于上方的悬臂上，过渡齿轮通过一套轴承组件固定在该悬臂上，从动齿轮与第二取边皮转轴固定在一起。第二取边皮转轴在对应于悬臂的上侧面和下侧面的位置分别安配置有上轴承组件713241和下轴承组件713242，第二取边皮转轴可在上轴承组件和下轴承组件内自由旋转。

[0283] 基于该结构，在第一取边皮悬臂组处于固定状态的情形下，当取边皮电机工作时，取边皮电机的动力将依次由主动齿轮、过渡齿轮旋转传递给从动齿轮，最终从动齿轮会带动第二取边皮转轴和第二取边皮悬臂组第二取边皮转轴为中心旋转。同理，若第二取边皮悬臂组处于固定状态的情形下，当取边皮电机工作时，取边皮电机的动力将依次由主动齿轮、过渡齿轮旋转传递给从动齿轮，最终从动齿轮会带动第一取边皮转轴和第一取边皮悬臂组以第一取边皮转轴为中心旋转。其中，旋转的速度、角度等参数可通过取边皮电机的运行参数以及取边皮齿轮副包含的齿轮个数以及啮合关系等来实现。

[0284] 可以理解的是，上述具体的取边皮动力传动机构以及第一/第二/第三取边皮动力传动机构的结构形式大致相同只是一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际需求选择第一/第二/第三取边皮动力传动机构的具体形式，如可将前述的齿轮副变更为更多级的齿轮等，第一/第二/第三取边皮动力传动机构的结构形式、安装位置等可以相同或者不同。

[0285] 此外，可以理解的是，两个取边皮悬臂组件和三个取边皮转轴组件只是一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际需求采用更多个取边皮悬臂组件或者仅采用一个取边皮悬臂组件等。

[0286] 在一种具体的示例中，第一取边皮悬臂组件可绕第一取边皮转轴转动的转动范围约为168.4°，第二取边皮悬臂组件可绕第二取边皮转轴转动的转动范围约为120.6°，边皮夹持组件72可绕第三取边皮转轴转动的转动范围约为144.9°。

[0287] 在一种可能的实施方式中，边皮夹持组件72主要包括边皮夹持移动夹爪722、设置有边皮夹持直线导轨724的边皮夹持支架721以及边皮夹持固定夹爪723。其中，边皮夹持固定夹爪位于边皮的下方，能够给予边皮的下端面以向上推举的力。边皮夹持移动夹爪在如无杆气缸等边皮夹持驱动部件的带动下可沿边皮夹持直线导轨在竖向上移动从而自上而下地顶住边皮的上端面，即给予边皮的上端面以向下夹持的力。这样一来，便可通过边皮夹持移动夹爪和边皮夹持固定夹爪的配合实现对不同规格(长度)的硅棒的边皮的夹取。如可以在下方的边皮夹持固定夹爪和/或上方的边皮夹持活动夹爪面向边皮的端面的内侧设置有如聚氨酯垫等缓冲结构。

[0288] 可以看出，在本发明中，通过一对边皮夹持移动夹爪的配合实现了对产生于硅棒的边皮的可靠夹持。在此基础上，为了保证开磨一体机中各程序能够顺利地进行，需要对在空间上有所交叉的结构进行相应的避让设计。

[0289] 如在本示例中，下方的边皮夹持固定夹爪在大约为中部的位置具有一个固定夹爪伸出端(对应一个夹持面)，这样的设置主要是与前述的边皮支撑组件中的两对顶边皮杆相适应。具体而言，一个固定夹爪伸出端位于两对顶边皮杆之间，以便顶边皮的动作和边皮夹持的动作能够无干涉地进行。此外，与该一个边皮夹持固定夹爪伸出端的结构相适配，在下

文所述的边皮收集装置的边皮收集盒上具有竖向的预留空间，以便固定夹爪伸出端能够通过沿预留空间自上而下地运动的方式将边皮放置于边皮收集盒内。

[0290] 如在本示例中，上方的边皮夹持移动夹爪具有两个对称的移动夹爪伸出端(对应两个夹持面)。这样的设置主要是与前述的扶边皮组件中的两对边皮扶持结构相适应。具体而言，两对边皮扶持结构分别位于相应侧的移动夹爪伸出端的内侧，以便扶边皮的动作和边皮夹持的工作能够无干涉地进行。

[0291] 这样一来，包含缓冲结构的三个夹持面具有良好的压缩性，因此便可稳定地将边皮的端面夹持，避免在夹持、移动过程中出现边皮松动甚至掉落的现象。显然，也可以仅对三个夹持面的其中部分增加缓冲结构，或者将对应于边皮夹持移动夹爪的两个缓冲结构一体成型。

[0292] 显然，本领域技术人员还可以根据实现需求对边皮夹持固定/移动夹爪的结构形式进行灵活地调整。如可以根据边皮支撑组件和扶边皮组件的结构对其进行调整，或者在边皮支撑组件和扶边皮组件的结构不变的情形下，采用其他的可避让的结构形式。

[0293] 在一种可能的实施方式中，取边皮动力组件71还包括取边皮调整组件714，取边皮调整组件714主要用于使得取边皮悬臂组件712以及取边皮转轴组件713在内的结构能够整体相对取边皮支撑框架711活动，从而通过取边皮动力组件71与边皮夹持组件72的配合能够更好地将开方产生的边皮料卸载。如在本示例中，取边皮调整组件714包括取边皮调整电机7141、取边皮调整减速机7142和取边皮调整丝杠螺母机构7143，取边皮调整电机通过取边皮调整减速机将动力传递给取边皮调整丝杠螺母机构的丝杠，取边皮调整丝杠螺母机构的螺母通过螺母连接座与取边皮悬臂组件712的第一取边皮悬臂组件固定连接并因此带动取边皮悬臂组件712以及取边皮转轴组件713在内的结构沿丝杠的轴线(竖向)。如为了保证运动的可靠性，可以在取边皮支撑框架711上设置取边皮调整直线导轨等导向结构。

[0294] 显然，该结构只是取边皮调整组件的一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际需求灵活地选择取边皮调整组件的具体形式，如可以是动力缸(如无杆气缸等)、其他形式的直线模组等。

【边皮收集装置】

[0295] 主要参照图44至图48，在一种可能的实施方式中，边皮收集装置8主要包括边皮收集盒81和收集边皮小车82，边皮收集盒主要负责收纳取边皮装置卸载自开磨工位的边皮料。边皮收集小车主要用于对收集至边皮收集盒的边皮料进行卸料处理，边皮收集小车不仅适用于人工卸料，也可对接AGV等自动化设备。为了保证作业的可持续性，每个边皮收集盒应当通纳多块边皮。如在本示例中，边皮收集盒81包括盒体以及设置于盒体的12对收纳区811从而能够收纳12块边皮。边皮收集盒位于收集边皮小车的上方。

[0296] 在一种可能的实施方式中，收纳区811在对应于前述的取边皮装置的边皮夹持组件的边皮夹持固定夹爪的位置设置有竖向预留空间812。这样一来，在取边皮调整组件的带动下，边皮夹持组件下方的边皮夹持固定夹爪便可在竖向预留空间内自由运动至靠近底部的位置，从而将边皮稳定地放置于相应位置的收纳区内。示例性地，可以在边皮收集盒的底部及周边增设如边皮收集接水盒813等接水结构，以便收集搭载于边皮上的废水(包含切割液)，从而在一定程度上保证了开磨一体机的作业环境的洁净性。

[0297] 在一种可能的实施方式中，边皮收集装置8还包括定位组件83，定位组件包括设置

于边皮收集小车上的导向轮831以及配置于工作台1上的能够与导向轮匹配的导向V型槽832。这样一来，如在AGV搭载边皮收集小车靠近工作台时，便可通过导向轮沿导向V型槽的运动来起到一个粗定位的作用。显然，导向轮和导向V型槽的组合仅为定位组件的一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际情况对其进行灵活的调整，如可以是滑块与导轨的配合、柱状结构与槽的配合等。

[0298] 在一种可能的实施方式中，边皮收集装置8还包括边皮收集锁紧组件85，如在需要边皮收集小车进行卸料操作(如边皮收集盒内收满边皮后)的情形下，使得边皮收集锁紧组件处于松开状态，边皮收集小车后退从而实现边皮料的卸料。而在无需边皮收集小车进行卸料操作的情形下，通过使边皮收集锁紧组件处于锁紧状态从而保证边皮收集装置能够与前述的取边皮装置可靠地对接。

[0299] 在一种可能的实施方式中，在工作台上安装有边皮收集到位检测部件84，用于检测边皮收集小车相对工作台的到位情况。如在本示例中，边皮收集到位检测部件为旋转限位开关，旋转限位开关包括开关本体以及枢转设置于开关本体841上的滚轮842，当边皮收集小车到达指定的收集位置时，滚轮旋转限位到达指定位置并可以进行信号反馈，基于该信号反馈边皮收集锁紧组件85便可将边皮收集小车锁紧。显然，边皮收集到位检测部件还可以是除旋转限位开关的其他任意合理的形式，如光电传感器、位移传感器、压力传感器等。

[0300] 在一种可能的实施方式中，边皮收集锁紧组件85主要包括锁紧气缸851，锁紧气缸的动力输出轴852能够沿其轴向伸缩的动作，动力输出轴的输出端设置有旋转臂853以实现旋转臂相对动力输出轴的旋转动作。基于该结构，在无需锁紧边皮收集小车的情形下，气缸锁紧组件为旋转垂直状态，当操作系统接收旋转限位开关的到位信号反馈时，锁紧气缸的动力输出轴先收缩，再完成旋转动作，气缸锁紧装置为水平锁紧状态，如在本示例中，旋转臂远离动力输出端的端部设置有伸出端，通过伸出端压住边皮收集小车的方式将边皮收集小车相对工作台固定。

[0301] 可以理解的是，上述用于实现边皮收集小车相对工作台的锁紧/松开的结构只是一种示例性的描述，本领域技术人员可以根据实际需求对其进行灵活地调整。如可以通过施加/去除磁吸力的方式、通过增加能够以如卡接/插接等方式对接的组件的方式等来切换边皮收集小车的锁紧/松开状态。

[0302] 示例性地，第二对收纳区包括大致相同的三组，每组收纳区包括四对收纳区，四对收纳区由中间向两侧依次分布，不同对的收纳区的结构形式可以相同或者不同。如在本示例中，每对收纳区围设出一个截面轮廓为矩形的区域且各个矩形区域大致相同。不过，不同对的收纳区之间的高度有所区别。如在本示例中，中间位置(内侧)的两对收纳区之间大致等高，外侧的两对收纳区的高度大致相等不过比内侧的两对收纳区的高度要低。

[0303] 可以理解的是，本领域技术人员可以根据实际需求(如硅棒的规格、取边皮装置的运动形式等)确定每对收纳区的结构形式、分布位置及其构成边皮收集盒的方式。如收纳区可以包括一组、两组或者比三组更多的组，以每组收纳区仍包括四对收纳区为例，如四对收纳区之间可以高度完全错开(如依次递减)。

[0304] 可以看出，通过取边皮装置和边皮收集装置实现的边皮卸、收集的作业流程如下：

[0305] 边皮夹紧：在对硅棒的切割作业完成后，取边皮装置动作，通过取边皮调整组件能

够使得边皮夹持组件沿竖直方向移动，通过第一/第二取边皮悬臂组件的联合枢转能够使得边皮夹持组件靠近边皮，基于二者的组合运动便可使得边皮固定夹爪移动至与边皮的下端面对应的位置。通过边皮移动夹爪沿竖向的移动使边皮移动夹爪与边皮的上端面对应的位置，从而使得边皮夹持组件得以与不同轴向尺寸(长度)的硅棒相适配。基于此，便可通过边皮夹持固定夹爪与边皮夹持移动夹爪的配合将开磨工位的切割作业产生的边皮料夹紧。

[0306] 在该过程中，边皮夹持固定夹爪具有能够避让顶边皮组件的结构，边皮夹持移动夹爪具有能够避让扶边皮组件的结构。如在边皮料被夹紧的情形下，需要将边皮支撑组件和扶边皮组件进行避让以保证取边皮装置的作业。如使扶边皮的使得边皮支撑组件中的顶边皮组件下降之后使得边皮支撑组件退出实现避让。如使扶边皮组件的边皮扶持结构上升以实现避让。

[0307] 边皮分离：通过两套取边皮装置的第一/第二取边皮悬臂组件的联合枢转从而将切割产生的一对边皮首先沿边皮料的径向打开从而使得边皮与硅棒分离。

[0308] 优选地，首先使边皮和硅棒错开以破坏边皮与硅棒之间的吸附力之后，再使边皮与硅棒径向打开。如边皮和硅棒错开的方式可以是：通过取边皮调整组件使得边皮和硅棒沿轴向错开或者通过第一/第二取边皮悬臂组件的联合枢转使得边皮和硅棒沿切割面的宽度方向错开等。

[0309] 边皮转运：在边皮夹持组件将边皮夹紧之后，通过第一/第二取边皮悬臂组件的联合枢转带动夹持有边皮的边皮夹持组件到达对应于边皮收集装置的收集区(与边皮收集盒的收纳区相对接的位置)。

[0310] 边皮收集：在取边皮装置到达收集区之后，取边皮调整组件带动边皮夹持组件的边皮夹持固定/移动夹爪沿对应于边皮收集盒的其中一对收纳区的竖向预留空间向下移动至收纳到位的位置。之后，通过第一/第二取边皮悬臂组件的联合枢转使边皮夹持组件的边皮固定/移动夹爪沿横向退出，这样一来，便可将一对边皮收纳于相应的一对收纳区，从而完成边皮收纳。如此重复，如直到边皮收集盒内的收纳区装满边皮料之后，使边皮收集小车解除锁紧状态，，通过人工下料或者对接AGV等自动化设备的方式将收集于收纳区的边皮料从收集区移除。显然，也可以在所有的收纳区未全部装满边皮的情形下随时将边皮料移走。

【第一磨削装置】

[0311] 主要参照图49至图51，在一种可能的实施方式中，包含于前述的开磨工位的第一磨削装置26主要包括第一磨削固定座261、第一磨削电缸262、第一磨削进给滑板263、第一磨削主轴组件264和第一磨削磨头组件265。本发明主要通过一对相向设置的第一磨削装置来对除边皮之后的方棒的两对棱边进行磨削作业(磨倒角)。显然，也可以通过第一磨削装置对方棒的两对侧面进行磨削也可以二者兼具。

[0312] 仍以采用第一磨削装置对方棒的两对棱边进行磨削为例，特别地，由于本发明的开磨工位中同时包含有切割装置，因此通过一对平行的环形金刚线对开方作业之后的方棒的棱边进行切割之后再磨削。

[0313] 在一种可能的实施方式中，能够随切割装置沿竖向/横向运动的第一磨削固定座上设置有第一磨削主轴直线导轨，第一磨削主轴组件滑动设置于磨第一削磨削主轴直线导轨上(第一磨削进给滑板的底部设置有与第一磨削直线导轨配合的滑块)，第一磨削电缸安装在第一磨削固定座上且其动力输出端连接至第一磨削进给滑板。这样一来，便可通过第

一磨削电缸的运动来实现第一磨削主轴组件沿其轴向(沿X方向)的进给动作,在一对第一磨削装置的磨削电缸的驱动下,两个第一磨削装置的磨削磨头组件能够相向运动从而在此基础上进行对硅棒的一对棱边的磨削作业。

[0314] 在一种可能的实施方式中,第一磨削主轴组件主要包括第一磨削主轴轴箱壳体、穿设于第一磨削主轴轴箱壳体内的磨削主轴、与第一磨削主轴驱动连接以带动其转动的第一磨削电机。其中,第一磨削主轴轴箱壳体和第一磨削主轴靠近第一磨削电缸的部分之间形成有第一磨削安装空间,第一磨削电机安装于此空间内从而实现了第一磨削电机的内置。

[0315] 其中,第一磨削电机通过组合轴承与磨削主轴连接,磨削主轴通过砂轮转接盘连接有前述的第一磨削磨头组件。这样一来,由内置的第一磨削主轴电机提供动力使第一磨削主轴做回转运动从而带动磨头转动以进行针对方棒的棱边的磨削作业。

[0316] 在一种可能的实施方式中,第一磨削磨头组件上配置有磨削喷淋构件以便通过对正在磨削的硅棒进行喷淋式清洗的方式来减少磨削产生的硅粉在硅棒上的附着。第一磨削主轴轴箱壳体设置于第一磨削进给滑板上,第一磨削进给滑板与前述的第一磨削主轴直线导轨滑动连接,第一磨削主轴直线导轨的润滑油管提供防护并作为其安装载体的第一磨削拖链。

[0317] 可以看出,通过开磨工位的第一磨削装置实现的对硅棒的棱边的磨削的作业流程如下:

[0318] 准备工作:切割装置的边皮支撑组件远离夹持转运装置,以避让第一磨削装置在上下移动时第一磨削磨头组件可能与边皮支撑组件发生的干涉。通过相应的第一磨削气缸使两个第一磨削装置的第一磨削磨头组件沿横向相对分开,并使夹持转运装置旋转45°以使得方棒的一对棱边恰好与两个第一磨削磨头组件相对应。

[0319] 棱边磨削:通过内置的第一磨削电机使两个第一磨削磨头组件高速旋转,并且通过第一磨削气缸使第一磨削磨头组件沿横向相向伸出至开磨工位的切割区内。通过切割装置带动第一磨削装置沿竖向来回运动,从而对方棒的一对棱边进行磨削。在对一对棱边的磨削作业完成之后,使夹紧头组件的动夹头和定夹头同时旋转90°,重复上述运动从而对方棒的另一对棱边进行磨削。如为了更好地利用开磨工位的集成功能,可以通过切割装置的两条环形金刚线先对棱边进行切割然后采用第一磨削装置进行磨削。

【第二磨削装置】

[0320] 主要参照图52至图58,在一种可能的实施方式中,第二磨削装置31主要包括第二磨削立柱311、第二磨削磨头组件313、复合轴组件314、复合轴传动组件315以及检测组件316、第二磨削进给组件317和氮气平衡系统318。其中,第二磨削磨头组件主要包括粗磨砂轮和精磨砂轮,第二磨削进给组件主要带动第二磨削磨头组件(以及复合轴组件和复合轴传动组件)沿横向/竖向移动,从而将对不同规格的硅棒(方棒)的两对侧面磨削至所需的加工要求,检测组件主要用于确定磨削量,氮气平衡系统如可以安装在第二磨削立柱的后侧,主要用于平衡掉第二磨削磨头组件的重量。

[0321] 在一种可能的实施方式中,第二磨削磨头组件313主要包括同工位设置的精磨砂轮3131和粗磨砂轮3132,精磨砂轮和粗磨砂轮以同心设置的方式处于同一个工位,如在本示例中,粗磨砂轮自由容纳于精磨砂轮内部形成的预留空间内。在本示例中,一对第二磨削

磨头组件和一对检测组件在第二磨削进给组件的两个第二磨削进给滑板上对称设置(位于硅棒的两侧)。这样一来,便可使得第二磨削磨头组件在同一个工位实现对硅棒的精磨和粗磨作业。其中,粗磨砂轮位于精磨砂轮的径向内侧只是一种示例性的描述,如也可以将二者的位置调换。

[0322] 示例性地,第二磨削磨头组件还的配置有方形毛刷3191、喷淋装置3192和风枪装置3193,其中,方形毛刷主要用于在水雾很大的磨削作业期间避免水雾的随意扩散,在一定程度上也起到冲刷磨削作业后的硅棒表面的残留硅粉的作用。喷淋装置主要用于以喷淋的方式对硅棒的表面进行清洗,从而减少硅粉在硅棒表面的附着。风枪装置主要用于以喷气的方式对硅棒的表面进行清洁,从而减少硅粉在硅棒表面的附着。

[0323] 在一种可能的实施方式中,复合轴组件314包括筒状结构的第一传动轴3141(轴套)、容纳于所述筒状结构内的第二传动轴3142(内轴)以及驱动第一/第二传动轴同步转动的第二磨削电机3143,其中,轴套与精磨砂轮连接以便在轴套转动的情形下带动精磨砂轮连接,第二传动轴与粗磨砂轮连接以便在第二传动轴转动的情形下带动粗磨砂轮连接。

[0324] 在一种可能的实施方式中,复合轴组件还包括复合轴轴箱壳体3143,复合轴轴箱壳体和第一传动轴之间形成有第二磨削安装空间,与第一传动轴和第二传动轴构成的复合轴驱动连接的第二磨削电机3144安装于此空间内从而实现了第二磨削电机的内置。示例性地,在第二磨削电机的驱动下,第一传动轴和第二传动轴始终保持同步转动。

[0325] 在一种可能的实施方式中,复合轴传动组件主要用于带动复合轴组件中的内轴进行沿轴套轴向的伸缩运动,从而保证粗磨作业或者精磨作业能够无干涉地实现。

[0326] 在一种可能的实施方式中,复合轴传动组件315为凸轮轴传动组件,如凸轮轴传动组件主要包括复合轴传动基体3151、复合轴传动电机3152、复合轴传动减速机3153、复合轴传动偏心轴3154、复合轴传动轴承套3155。复合轴传动电机与复合轴传动减速机坐落于复合轴传动基体,复合轴传动电机通过复合轴传动减速机与复合轴传动偏心轴连接从而为复合轴传动偏心轴提供旋转动力,复合轴传动偏心轴的尾端穿过复合轴传动轴承套从而实现同轴传动。偏心轴能够与复合轴组件中的第二传动轴抵接。示例性地,复合轴传动基体上安装有用于伸缩到位检测的三线传感器等。

[0327] 基于上述结构,复合轴传动电机通过复合轴传动减速机带动复合轴传动偏心轴转动,伴随着复合轴传动偏心轴的转动,便可实现内轴相对于轴套的伸缩运动。这样一来,在需要对硅棒进行粗磨作业的情形下,则使内轴缩回。在需要对硅棒进行粗磨作业的情形下,则使内轴伸出。

[0328] 显然,上述凸轮轴传动组件只是复合轴传动组件的一种示例性的描述,本领域技术人员可以根据实际需求选择其他的方式来实现可伸缩的传动连接,示例性地,动力缸直接驱动、电机与丝杠螺母机构的组合等。

[0329] 在一种可能的实施方式中,检测组件316主要包括探针壳体3161、探针3162、探针支架3163和探针气缸3164。其中,一组(如本示例中包括3个)探针安装在探针支架上,探针气缸的动力输出端与探针支架相连以带动探针沿X向运动。

[0330] 示例性地,检测组件还包括检测板和撞块,其中的检测板用来校准探针,撞块用来顶开探针防护罩前板以避免探针直接和防护门直接接触从而有效地防止探针被损坏。

[0331] 在一对第二磨削装置上分别安装一个检测组件,基于此,检测组件的作业流程大

致为:探针气缸推出探针至硅棒切割后的表面,实现对磨削质量的检测。如检测过程可以计算出对应于粗磨砂轮的磨削量,粗磨砂轮沿硅棒的径向前进与磨削量相适配的距离,进行粗磨。粗磨结束后,检测组件重复之前的检测过程,计算出精磨砂轮的磨削量,精磨砂轮沿硅棒的径向前进与磨削量相适配的距离,进行精磨。

[0332] 在一种可能的实施方式中,第二磨削进给组件317主要包括第二磨削横向进给组件3171和第二磨削竖向进给组件3172,分别用于实现第二磨削磨头组件沿横向/竖向的直线进给。

[0333] 在一种可能的实施方式中,第二磨削横向进给组件3171主要包括第二磨削横向升降滑台31711、沿水平方向滑动设置于第二磨削横向升降滑台上的两个第二磨削横向进给滑板31712、配置于第二磨削横向进给滑板的第二磨削横向进给电机31713。如在本示例中,两个第二磨削进给升降滑台上设置有便于第二磨削磨头组件定位的定位转轴31714。第二磨削竖向进给组件3172主要包括设置于第二磨削立柱311上的第二磨削竖向电机31721和第二磨削竖向直线导轨31722。

[0334] 这样一来,第二磨削竖向进给电机驱动第二磨削横向进给组件的横向升降滑台沿竖向运动从而带动第二磨削磨头组件实现其沿竖向的运动。两个第二磨削横向进给电机驱动相应的第二磨削横向进给滑板沿横向运动从而带动第二磨削磨头组件之间沿横向彼此靠近/远离。

[0335] 在一种可能的实施方式中,对于第二磨削横向进给滑板和第二磨削横向升降滑台之间的滑动连接而言,在第二磨削横向升降滑台分别设置有上导轨、下导轨且二者的安装方向不同。具体而言,上导轨竖直安装,因此能够起到承受重量和导向的作用,下导轨侧面安装,能够起到抵抗倾覆力和导向的作用。上、下导轨沿其长度方向靠近中部和两端的位置均安装有假导轨,起到限位作用的同时还节约了物料。

[0336] 在一种可能的实施方式中,氮气平衡系统318主要包括氮气缸体3181、平衡油缸3182、板式链传动机构3183和氮气导轮座3184。其中,提供平衡所需的高压的氮气缸体由缸体托架支撑放置于第二磨削立柱的后侧。平衡油缸通过平衡油缸支架固定在于第二磨削立柱的后侧,平衡油缸通过板式链传动机构经氮气导轮座导向第二磨削立柱的前侧,板式链传动机构前侧的链条螺杆与第二磨削进给升降滑台连接。这样一来,氮气平衡系统利用氮气缸体里的高压,使平衡油缸的压力平衡掉第二磨削磨头组件的重量,从而在第二磨削装置的作业过程中保证了良好动态性能。与前述的配置于开磨工位的第一磨削装置相比,由于第二磨削装置的自重更大,因此采用可比平衡气缸组件的平衡能力更强的氮气平衡系统。

[0337] 需要特别说明的是,上述实施例中提到的各种驱动部件和传动部件的具体形式以及部件的具体细节结构形式只是一种示例性的描述,本领域技术人员可以根据实际需求对其进行灵活地调整。如可以包括但不限于:无杆气缸可以变更为如有杆气缸、电缸、液压缸、直线模组等;双出轴驱动电机可以变更为两个同步动作的电机等;将电机与齿轮齿条副/齿轮副/丝杠螺母机构等构成的驱动传动组合中的一部分或者全部进行调整。

[0338] 可以看出,在本发明的开磨一体机中,通过第一工位、第二工位和第三工位的协作,能够在同一设备实现对硅棒的开方作业(也可以对硅棒的棱边进行切割)和磨削作业。由于开磨一体机中在各个工位之间转运时无需对硅棒进行重新装夹,因此提高了硅棒的加

工精度。由于开磨一体机中的工位包含多种功能，因此有望通过工位之间的配合提高硅棒的生产效率。

[0339] 特别地，在本发明的开磨一体机中，通过第二工位的设置，能够分担第一工位中的开方作业中的一部分和第三工位中的磨削作业中的一部分，并且将两种作业整合在同一工位上完成，提升了开磨一体机中各个工位之间的协作性。

[0340] 此外，在本发明的开磨一体机中，通过为切割装置配置可整体活动的边皮支撑组件，通过使边皮支撑组件整体前进可对开磨工位的边皮进行支撑、后退可避让开磨工位的第一磨削装置、取边皮装置的作业等。因此，在保证开磨一体机的开磨工位和磨削工位的功能得以可靠完成的前提下，使得开磨一体机的整体尺寸更为紧凑，具体而言，工作台能够具有更小的直径，因此会降低整机的占地面积，相应地会降低生产成本和运输成本。

[0341] 此外，尽管本实施例中是以包含大致并列设置的一个开磨工位和一个磨削工位为例来对开磨一体机进行说明的，显然，本领域技术人员可以根据实际需求调整工位的个数、对工位的具体结构/功能、对工位之间的相对位置关系进行调整。如将开磨工位和磨削工位的位置进行调换、将开磨工位/磨削工位/上下料装置沿轴向均匀分布、新增加一个仅包含开方作业的工位等。

[0342] 至此，已经结合附图所示的优选实施方式描述了本发明的技术方案，但是，本领域技术人员容易理解的是，本发明的保护范围显然不局限于这些具体实施方式。在不偏离本发明的原理的前提下，本领域技术人员可以对相关技术特征作出等同的更改或替换，这些更改或替换之后的技术方案都将落入本发明的保护范围之内。

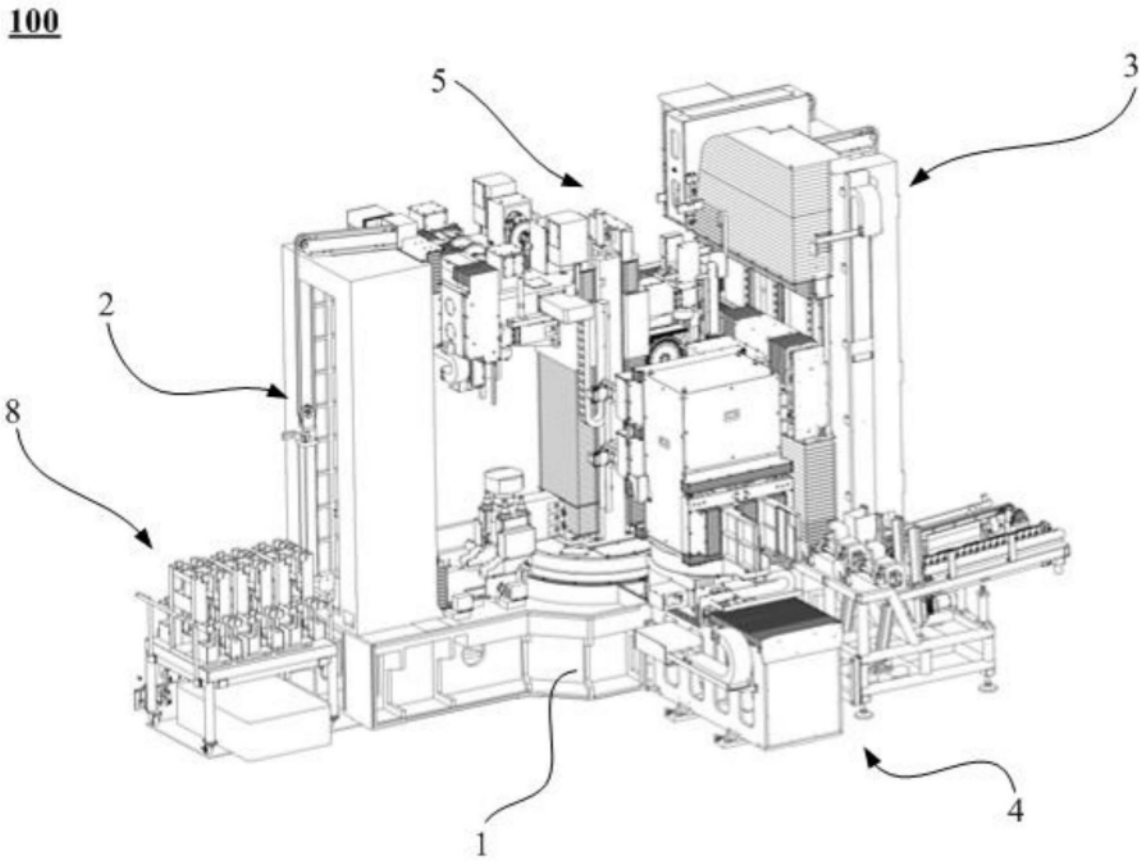


图1

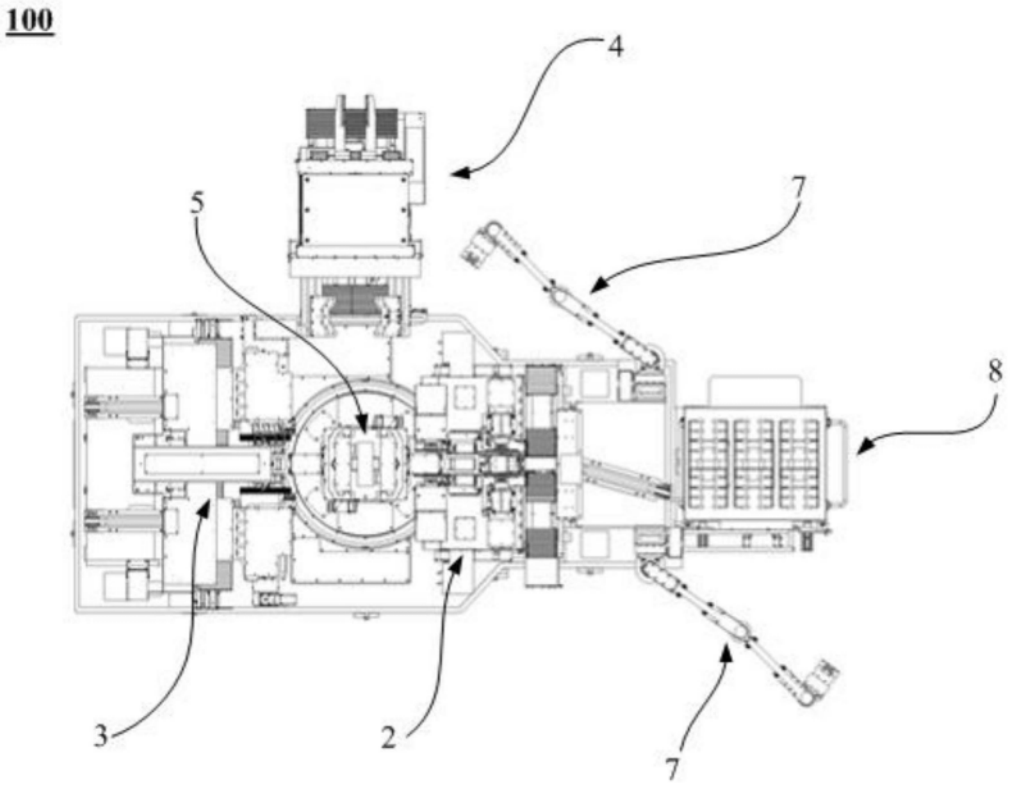


图2

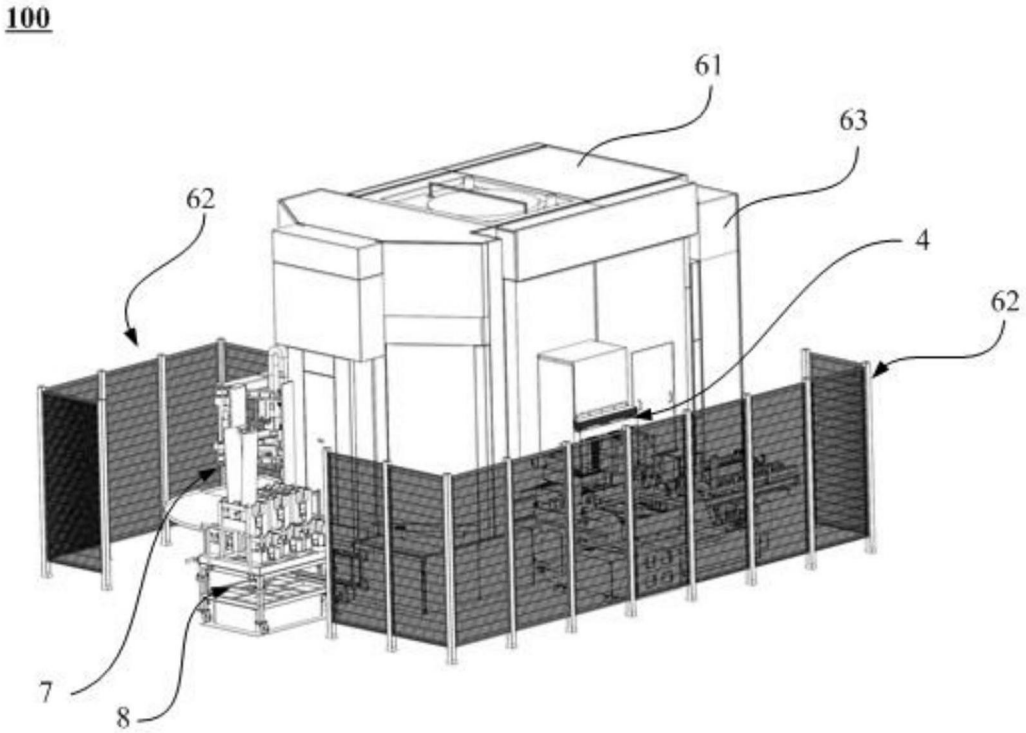


图3

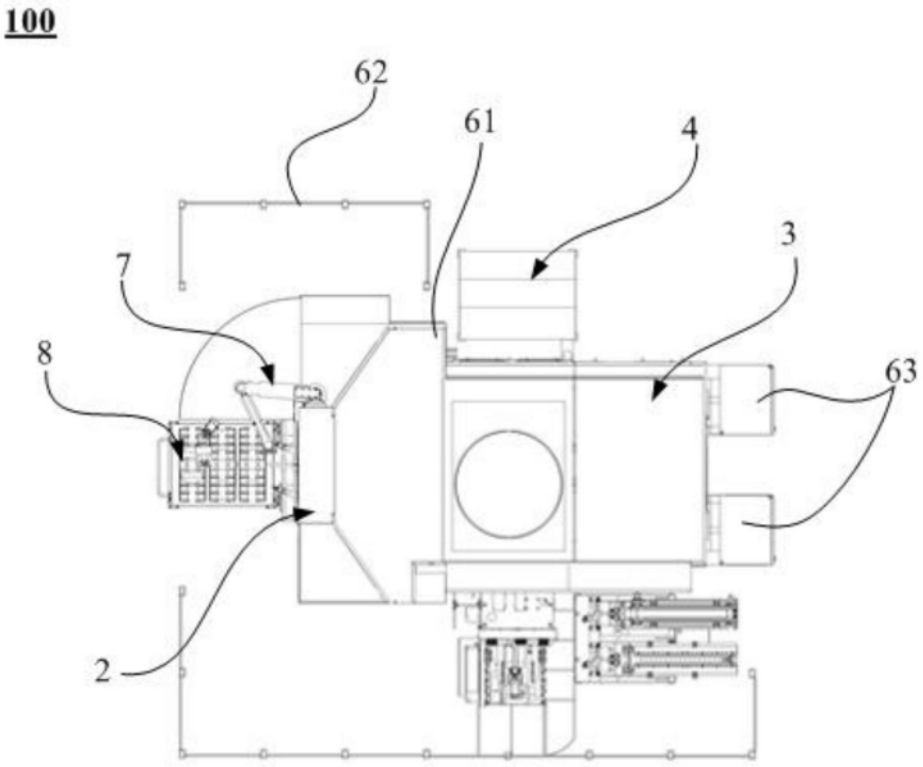


图4

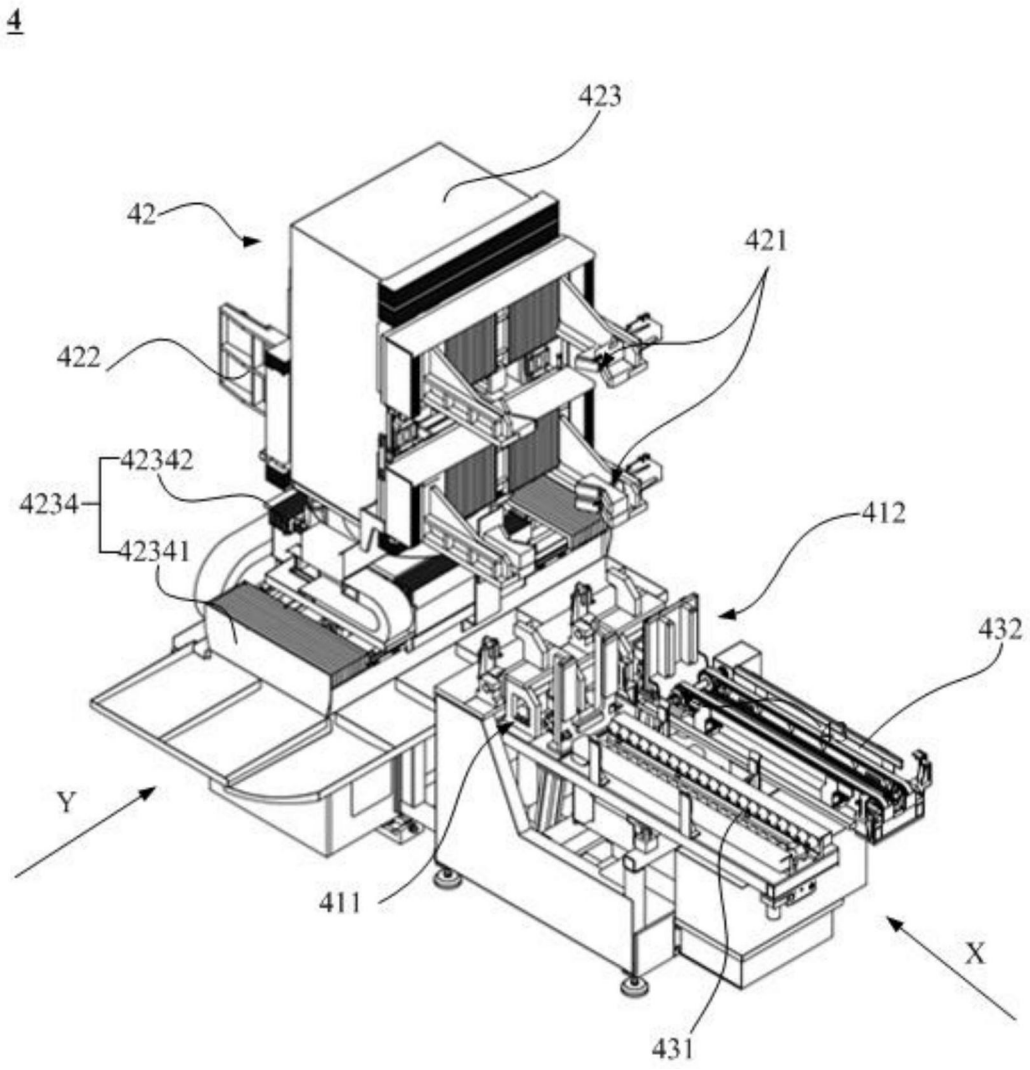


图5

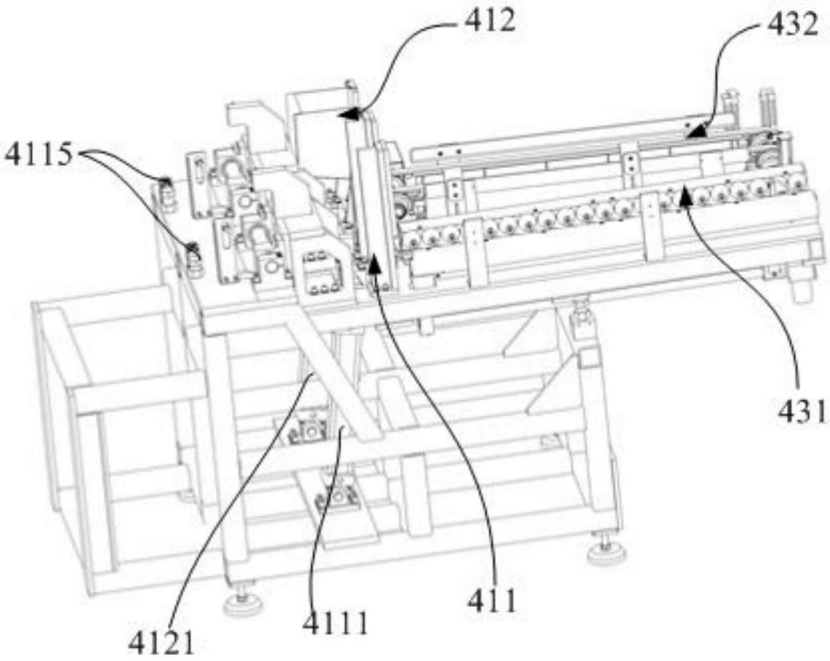


图6

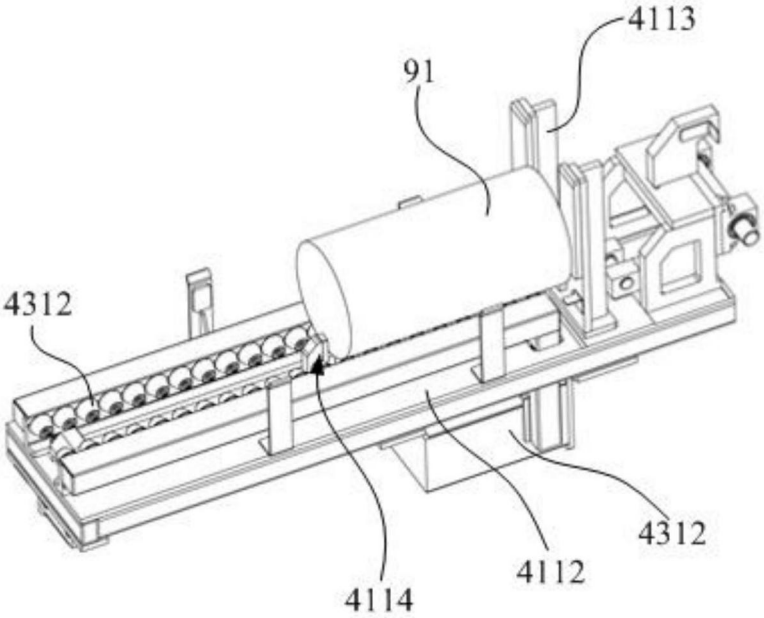


图7

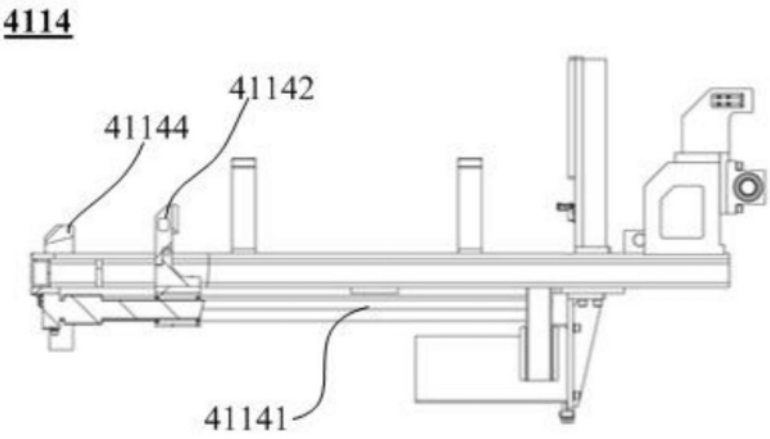


图8

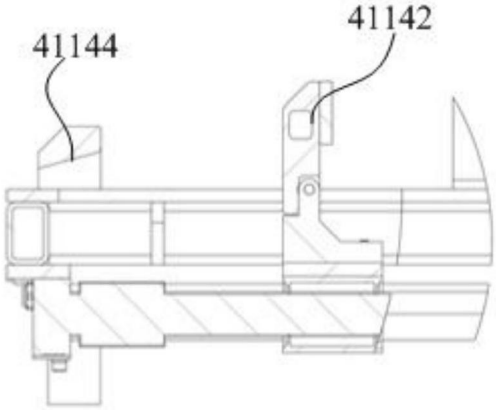


图9

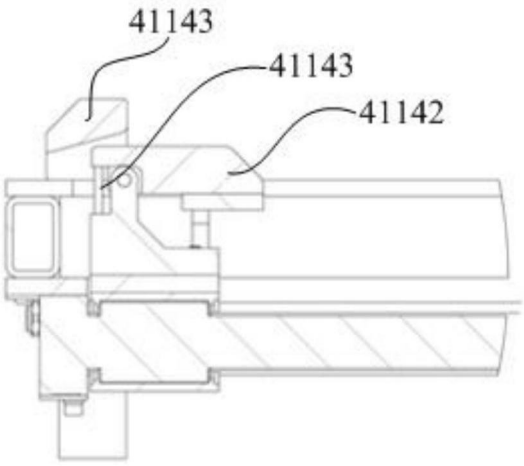


图10

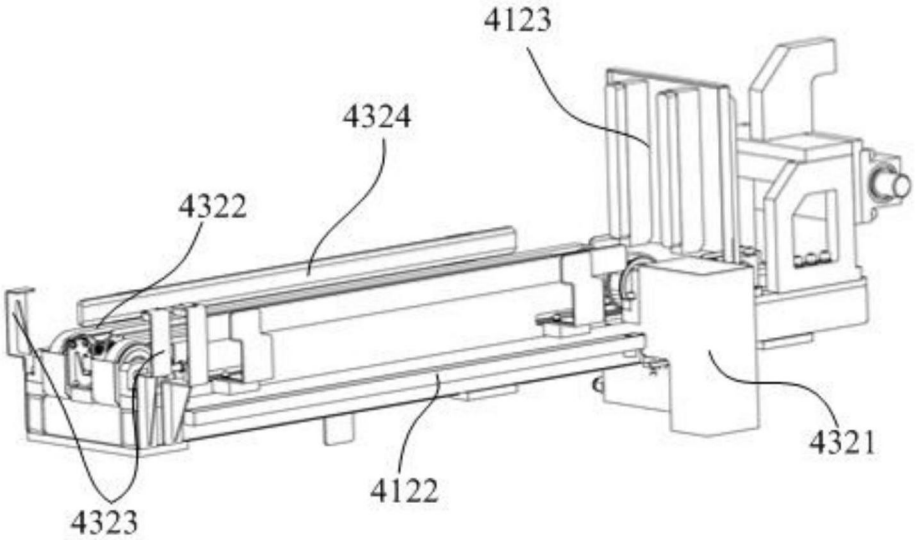


图11

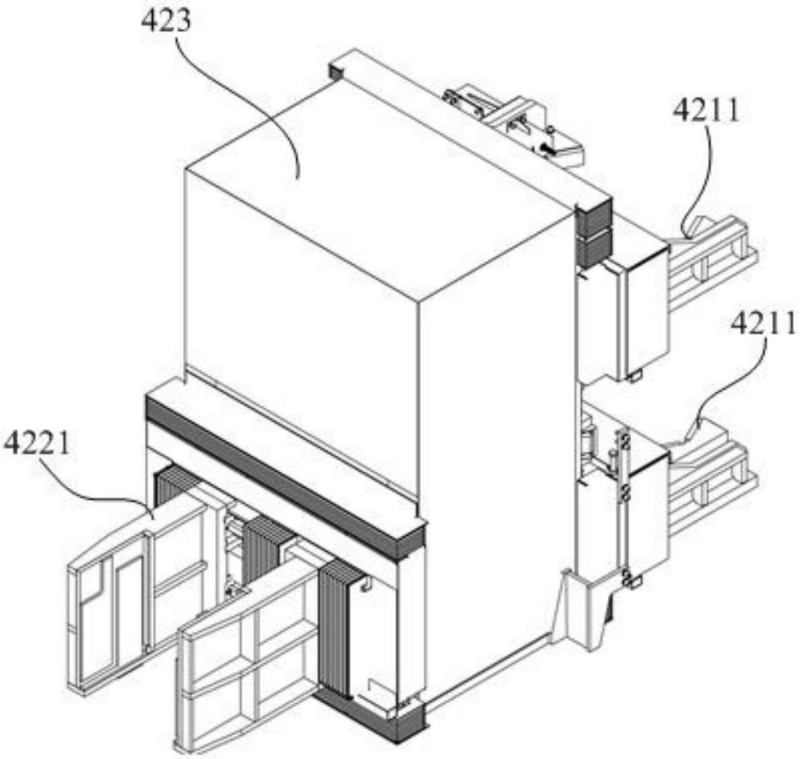


图12

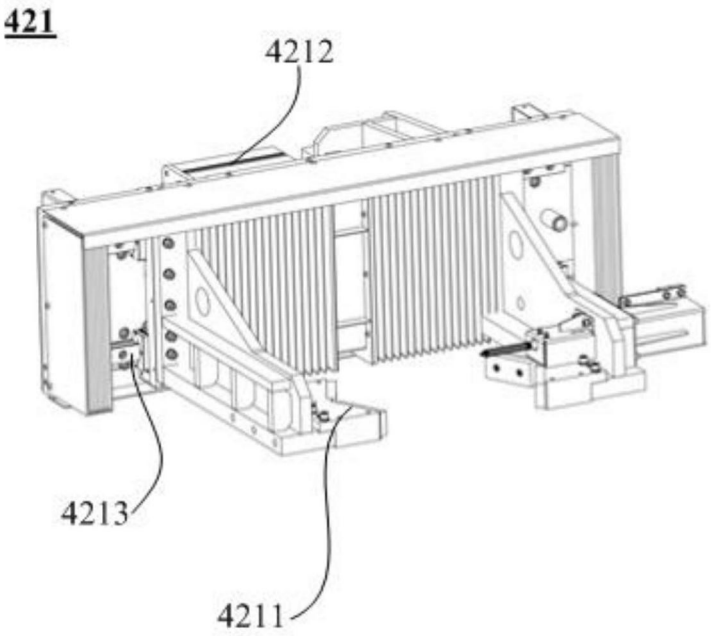


图13

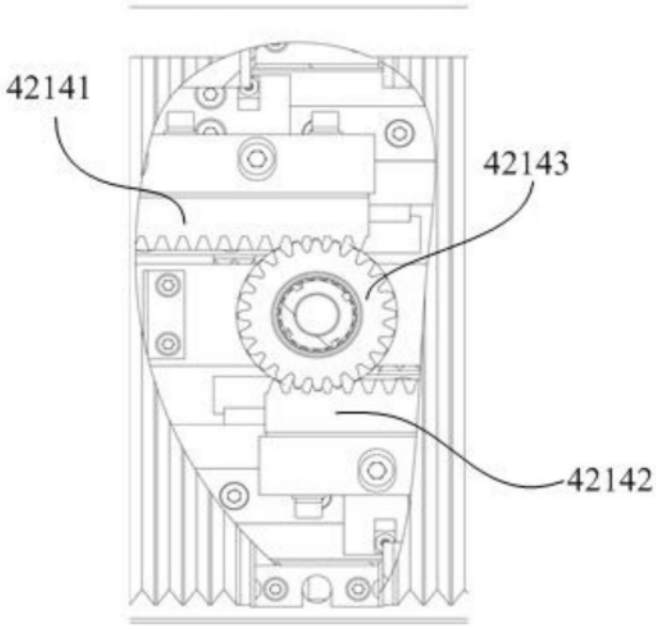


图14

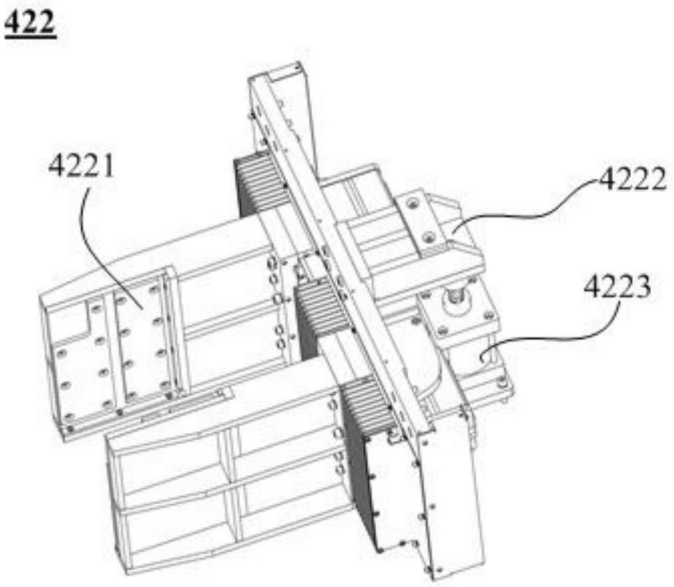


图15

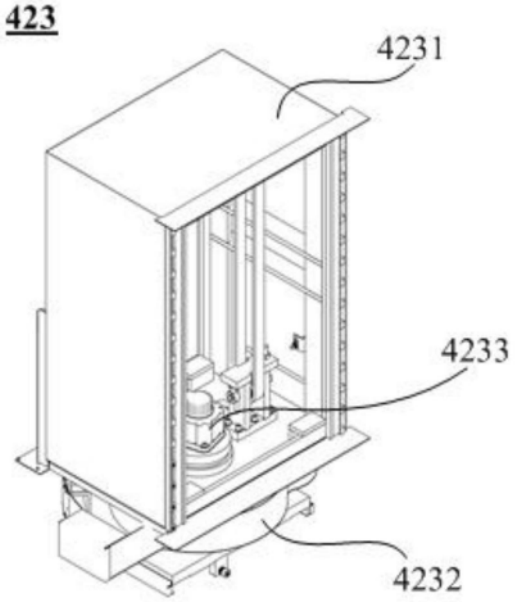


图16

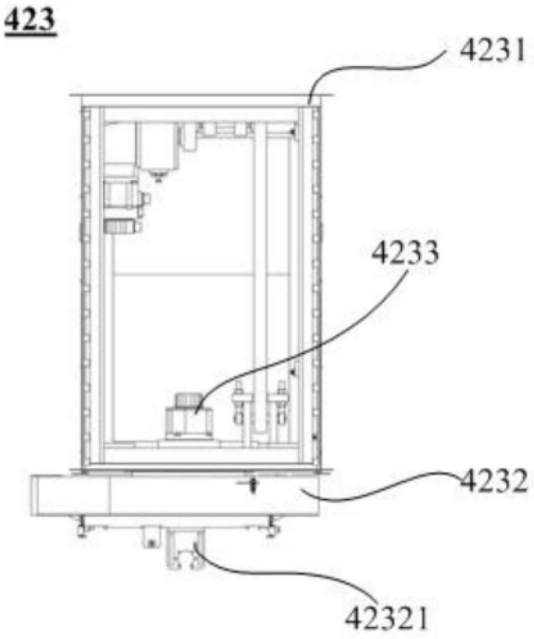


图17

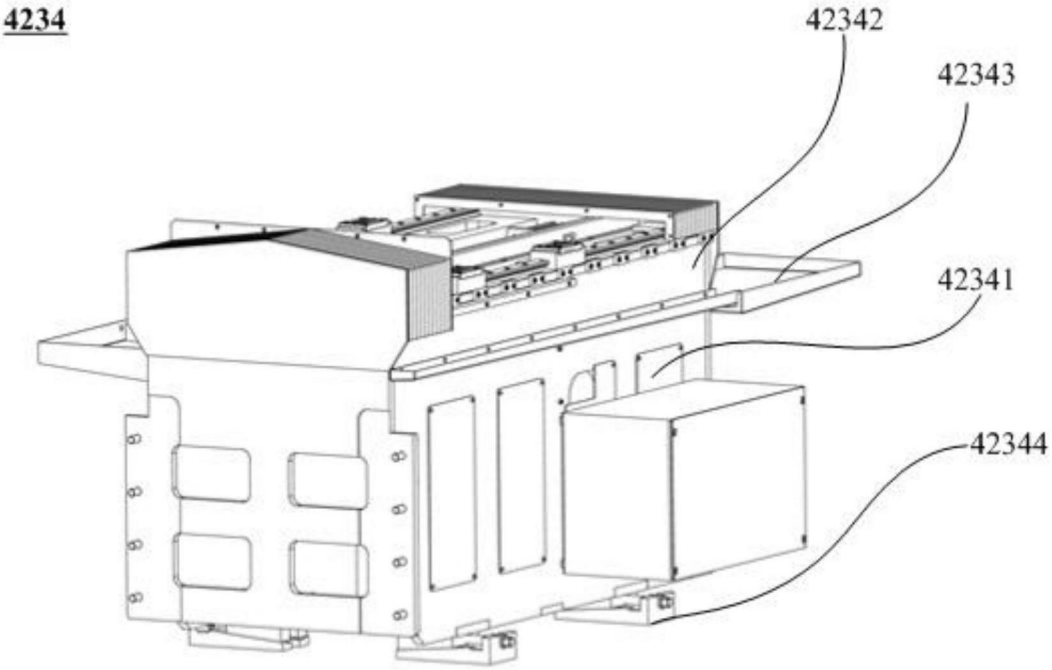


图18

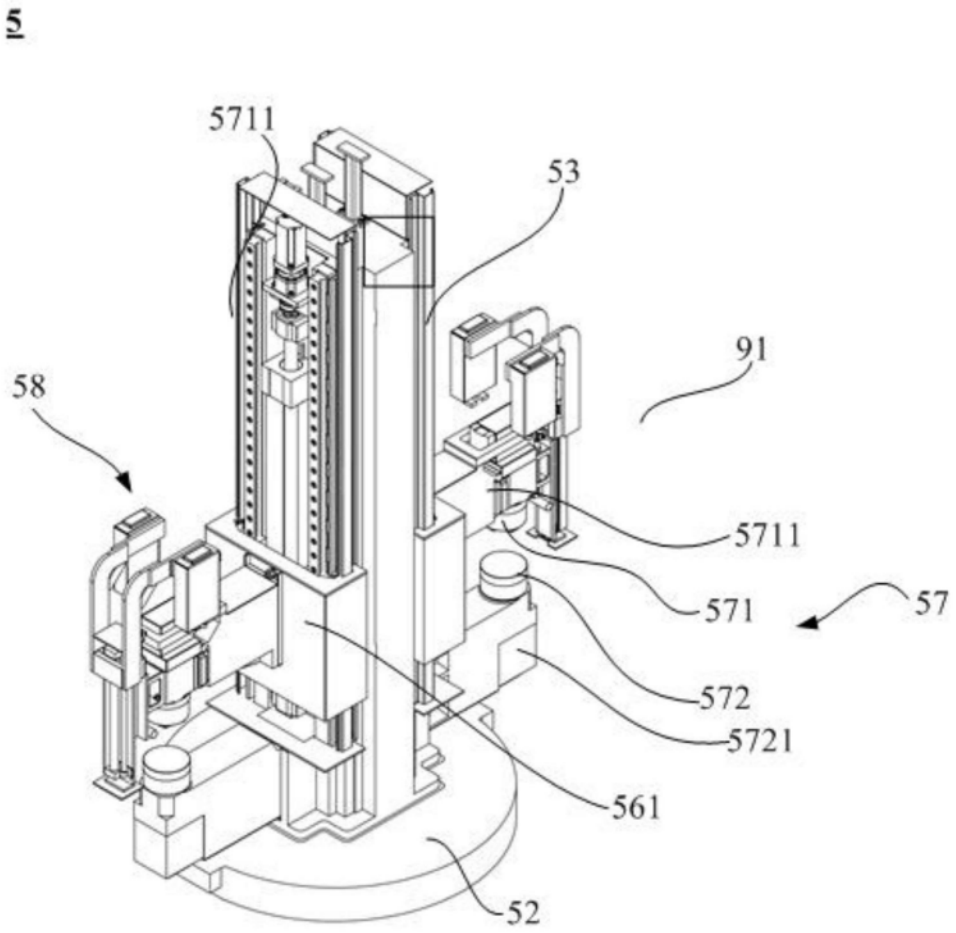


图19

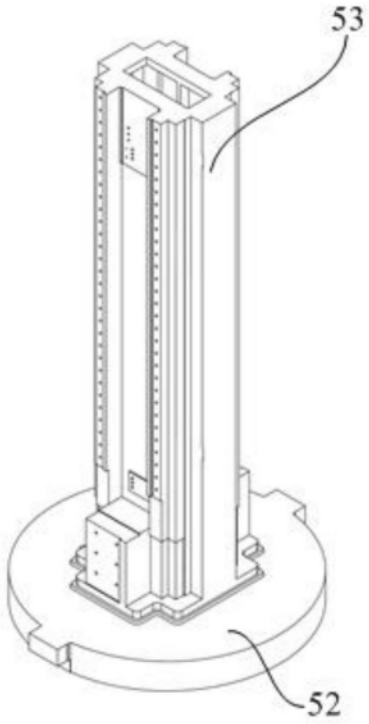


图20

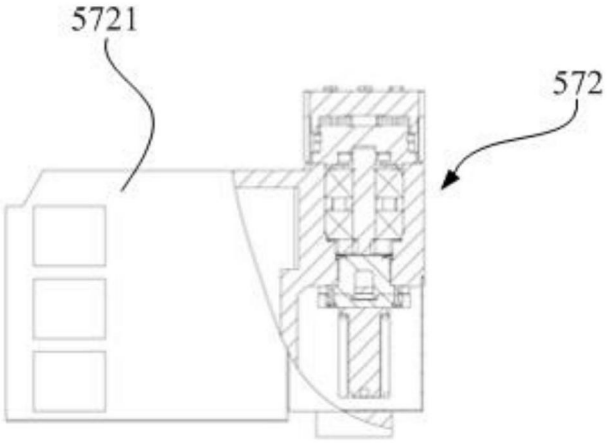


图21

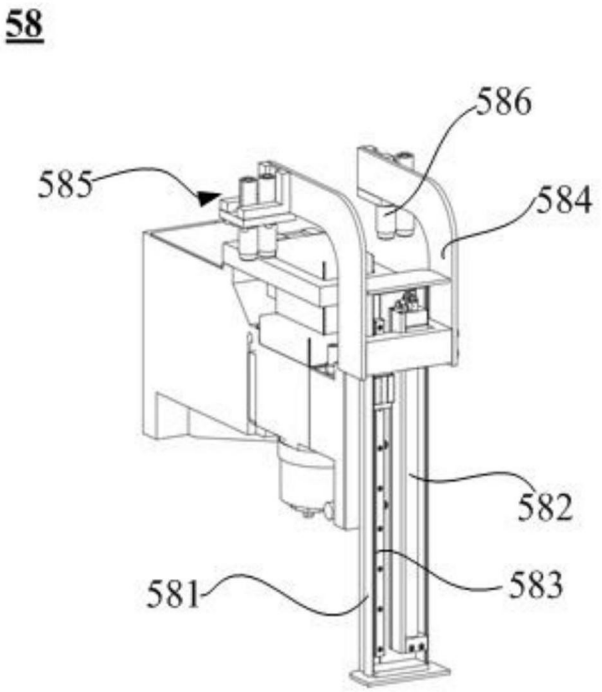


图22

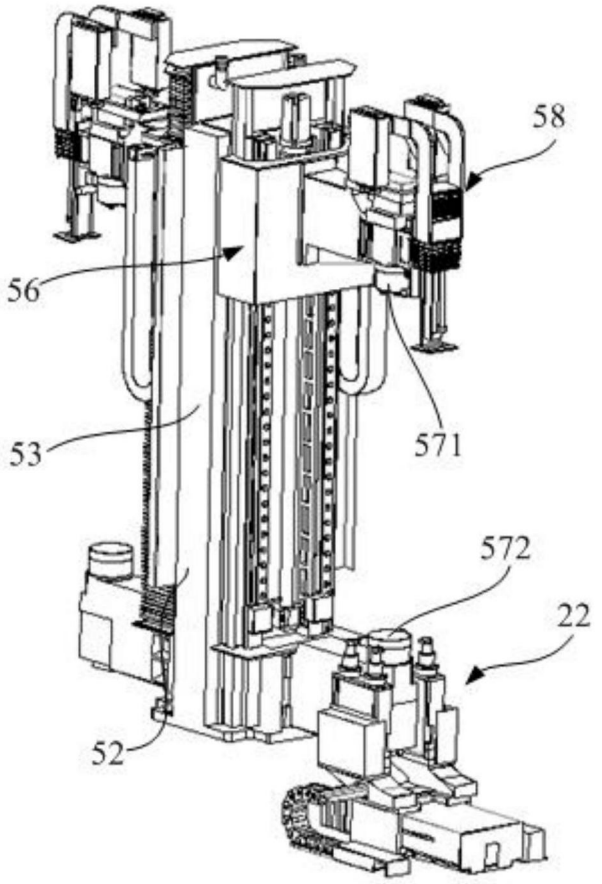


图23

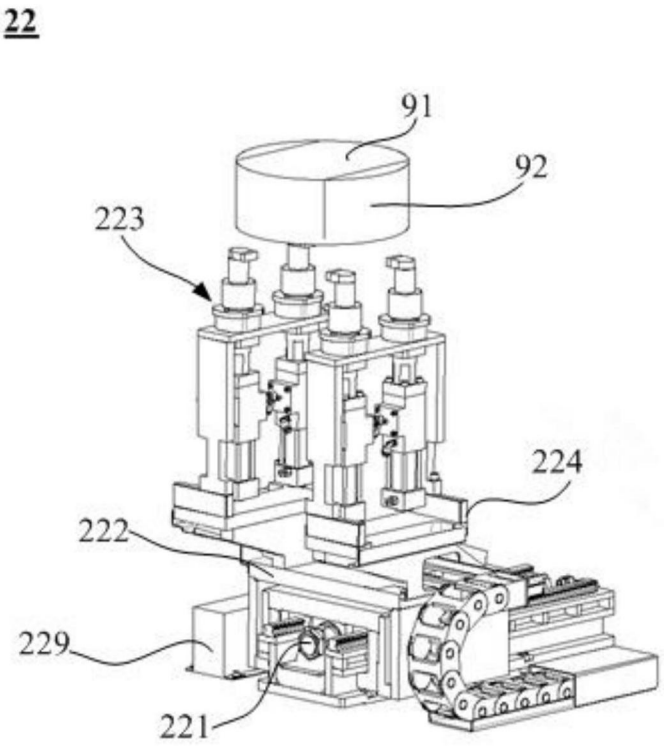


图24

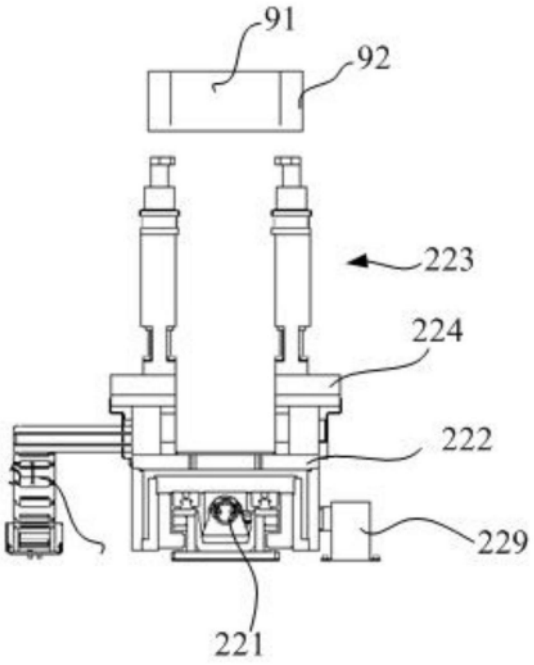


图25

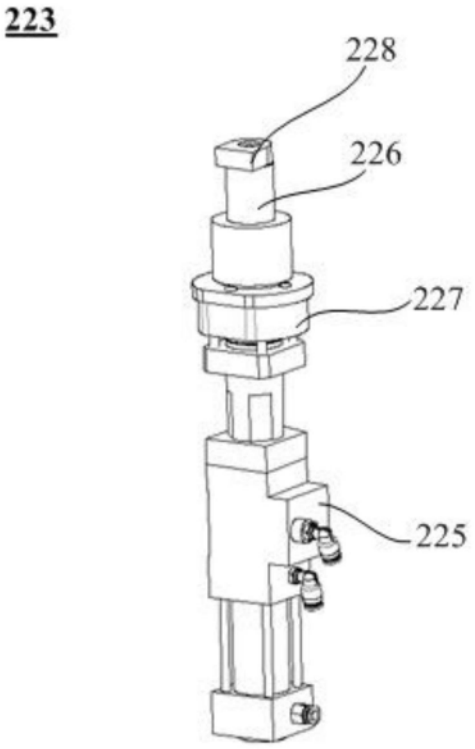


图26

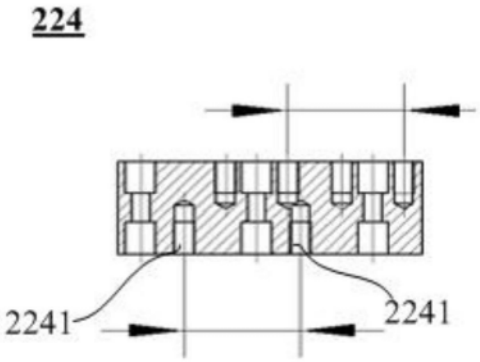


图27

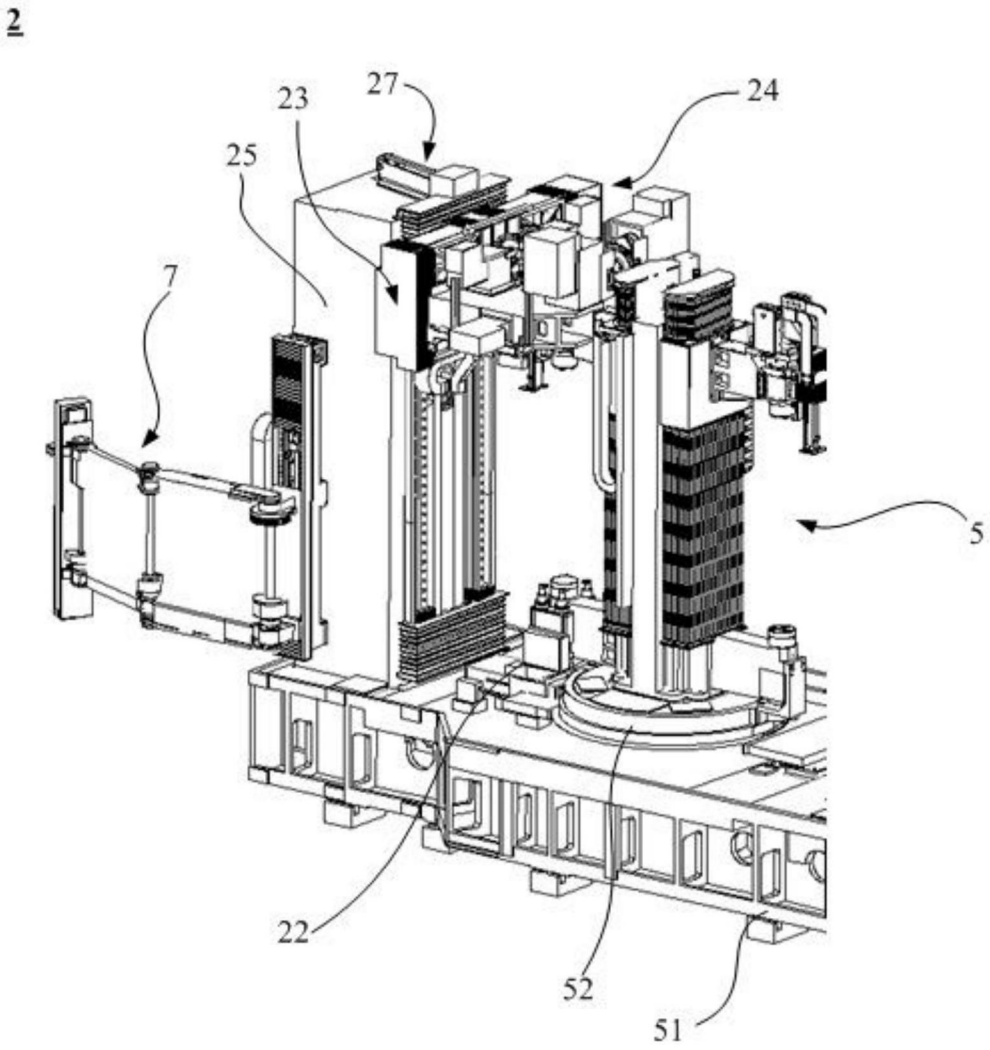


图28

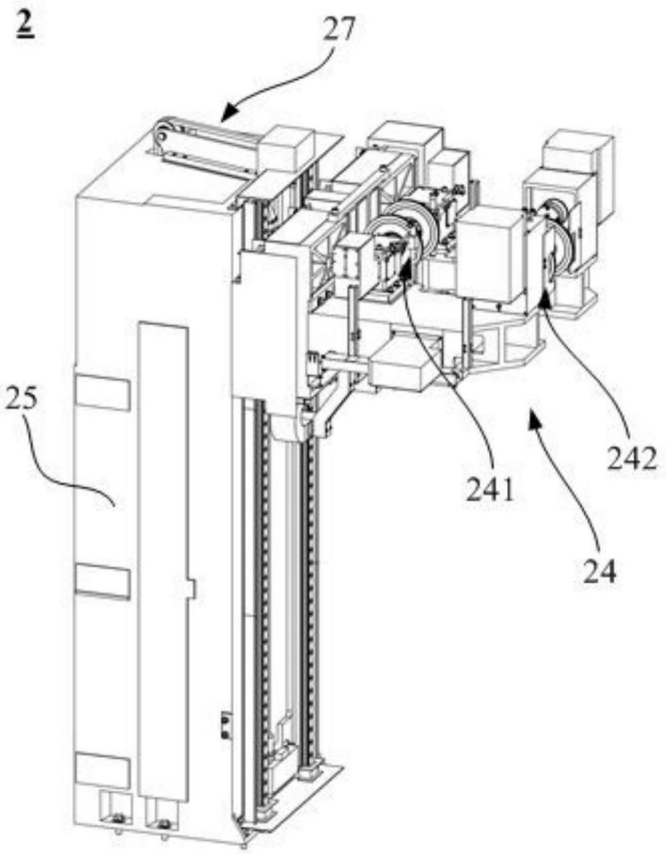


图29

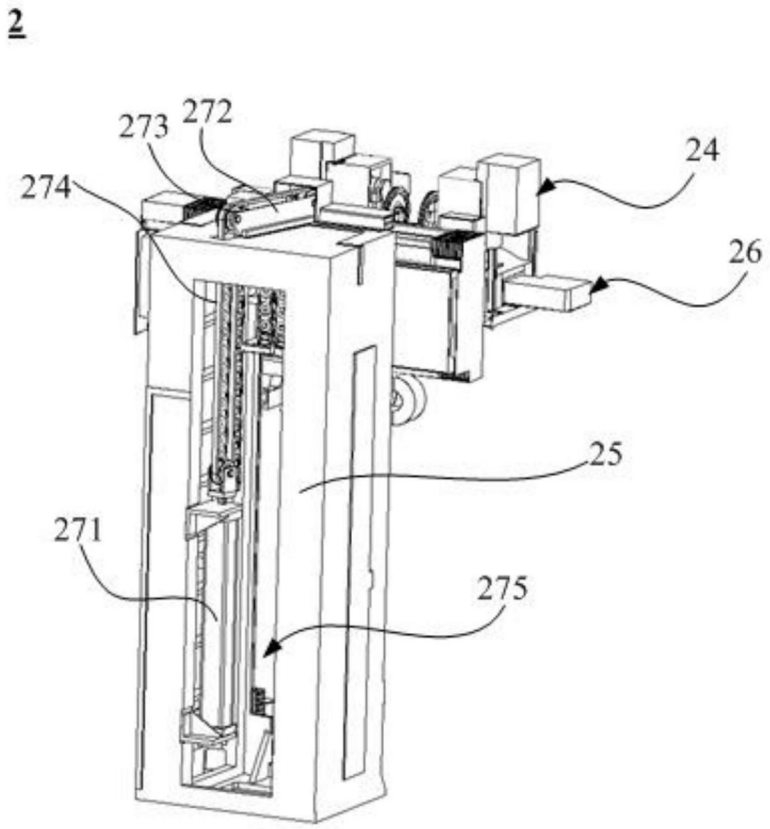


图30

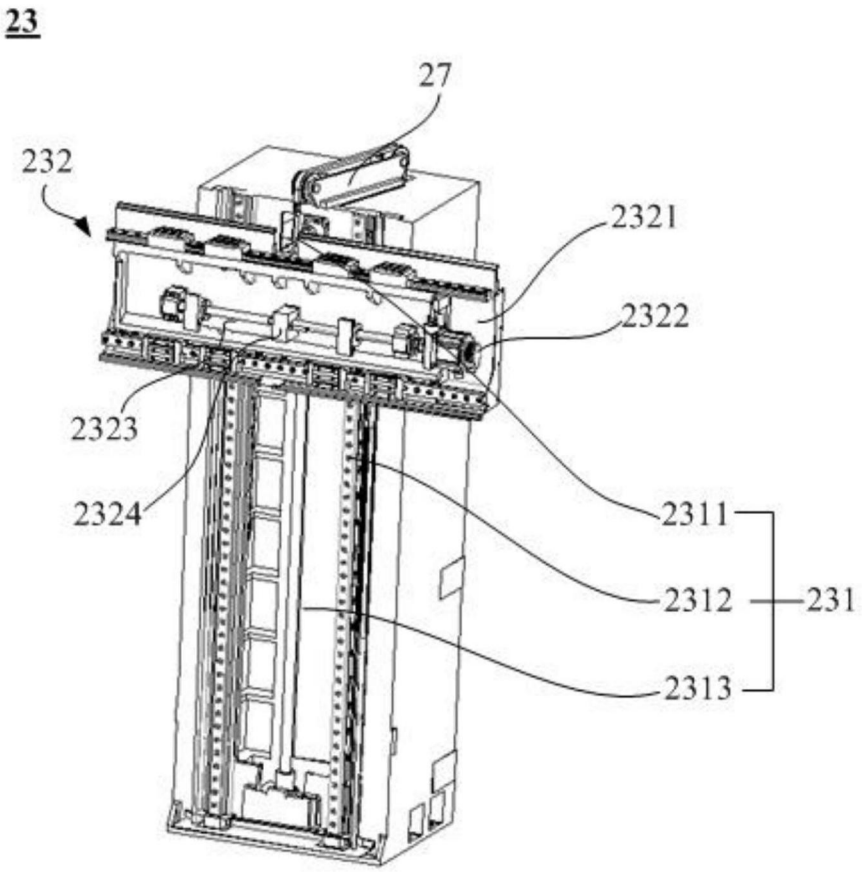

23
27
232
2321
2322
2323
2324
2311
2312
231
2313

图31

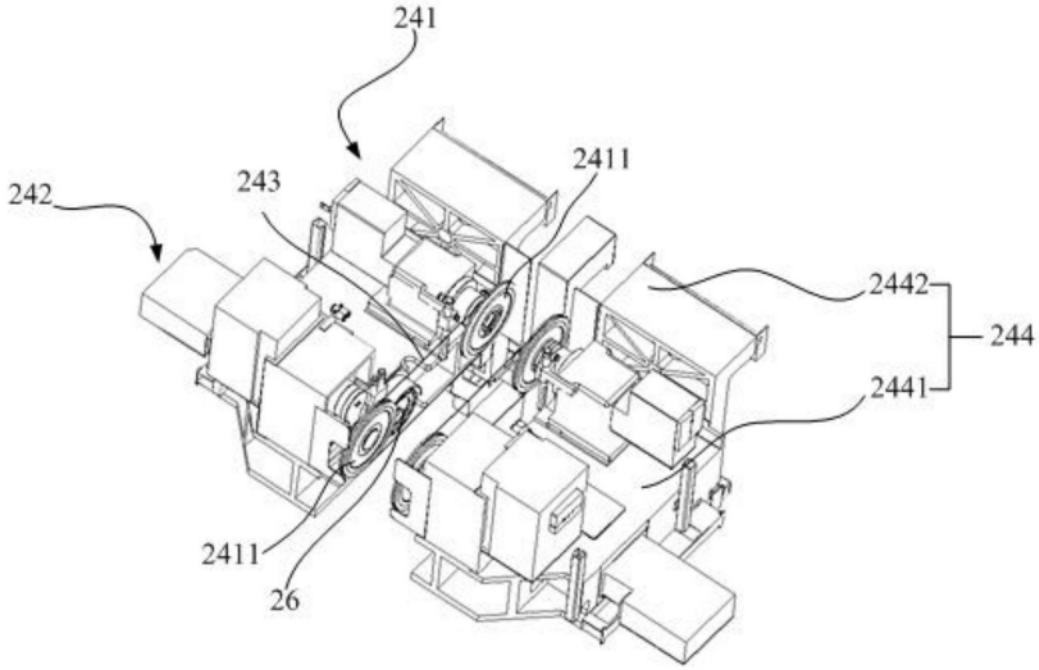

241
242
243
2411
2442
244
2441
2411
26

图32

241

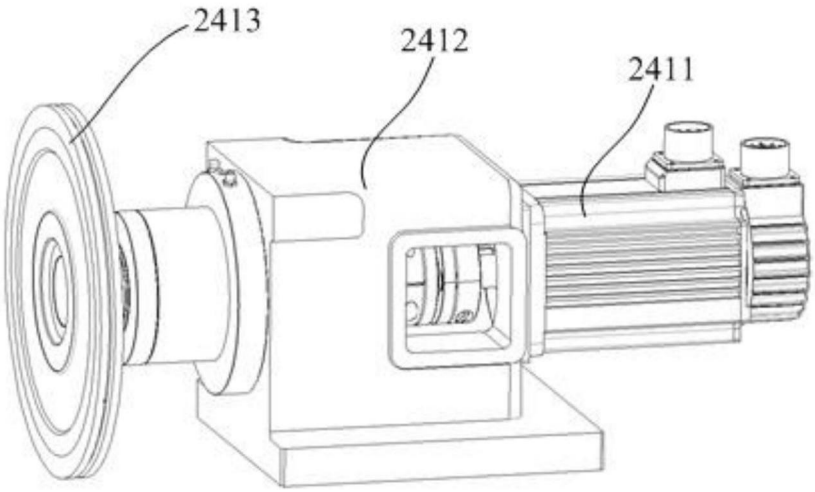


图33

242

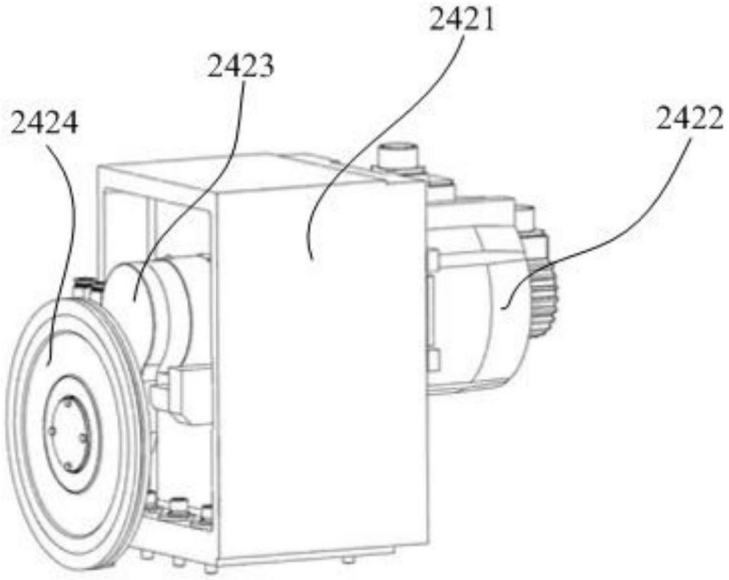


图34

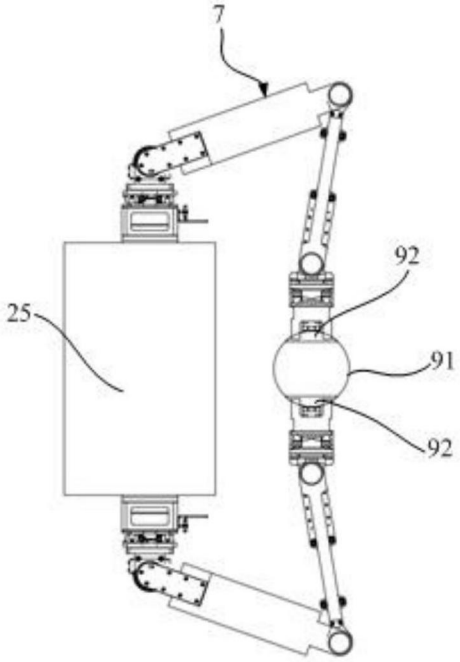


图35

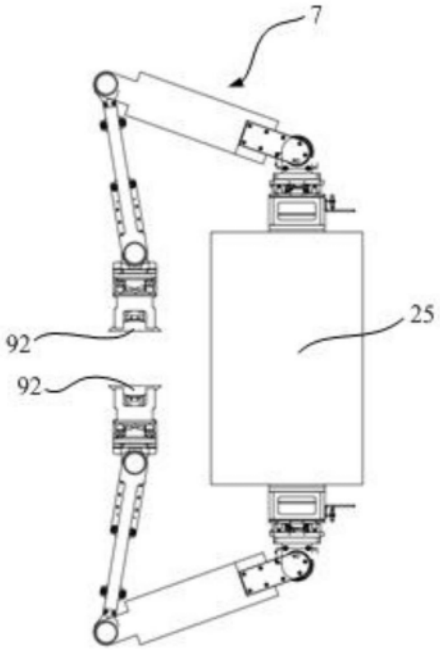


图36

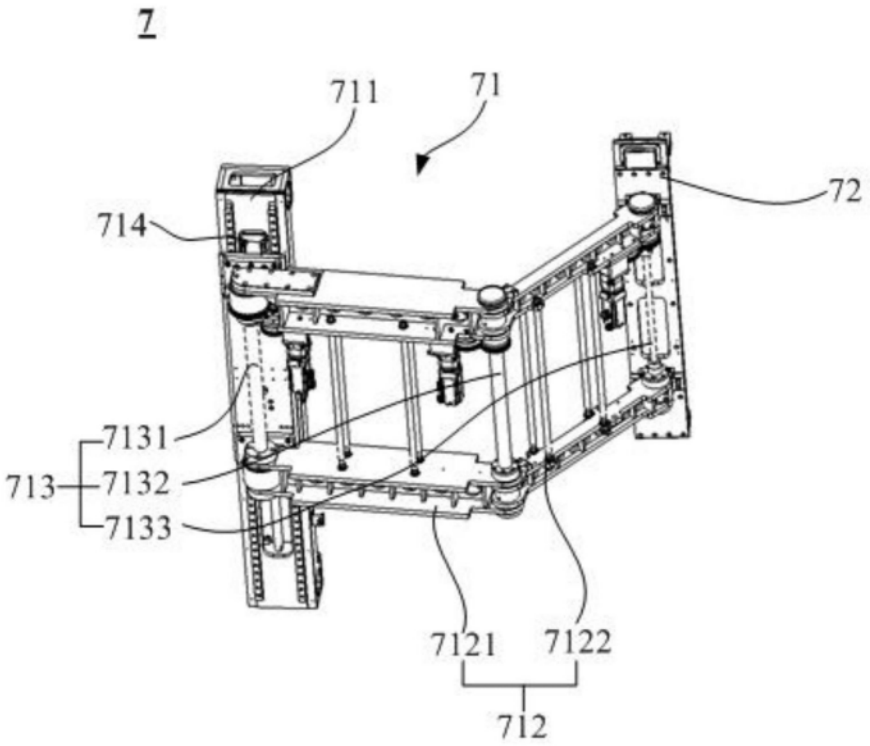

7
711
71
72
714
7131
713
7132
7133
7121
7122
712

图37

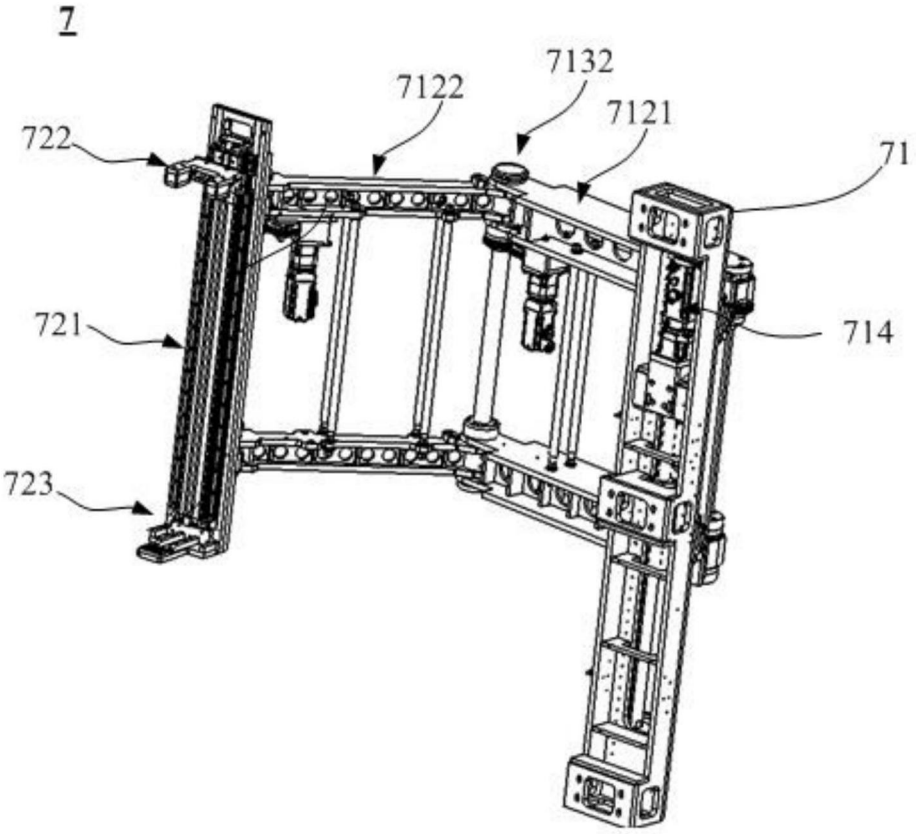

7
7132
7122
7121
722
71
721
714
723

图38

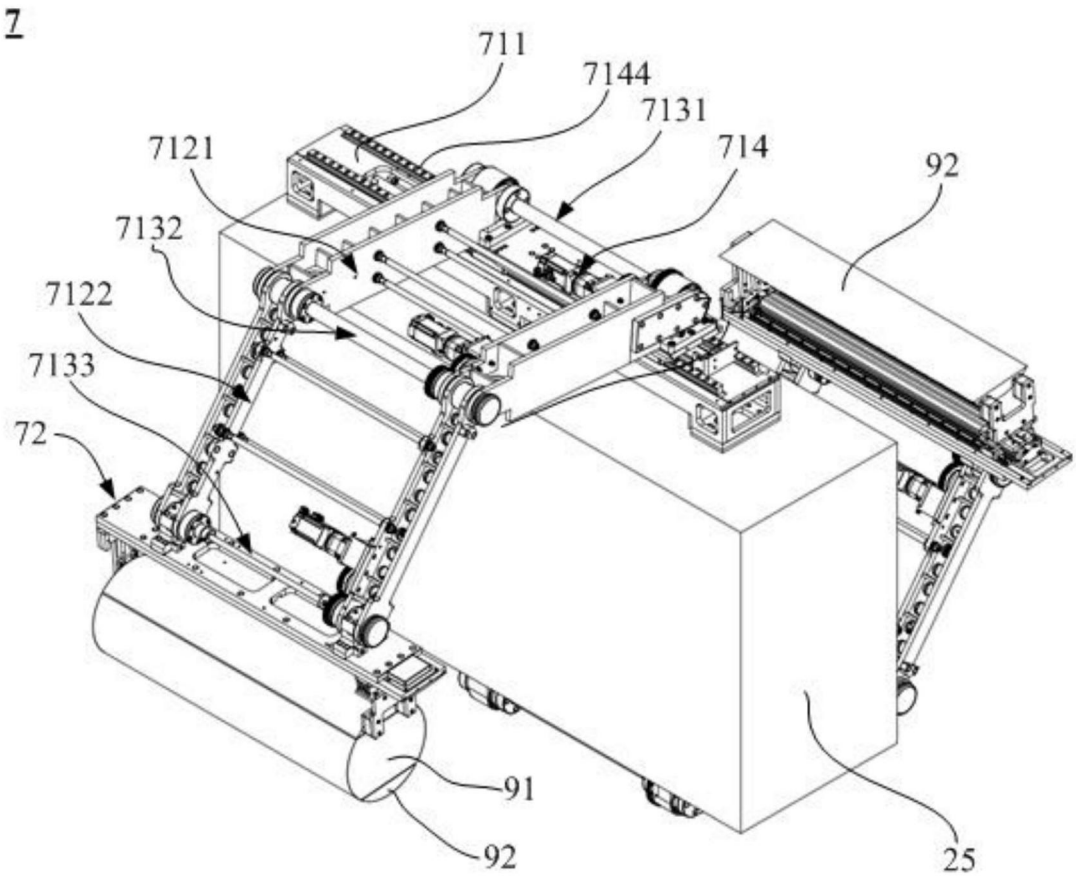

7
711
7144
7131
714
92
7121
7132
7122
7133
72
91
92
25

图39

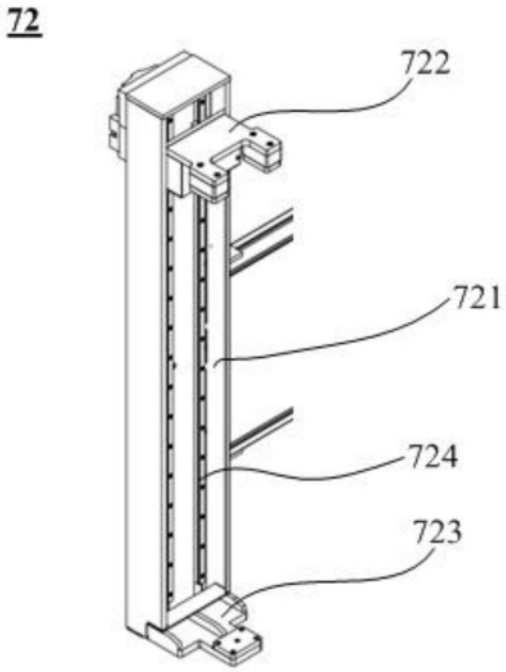

72
722
721
724
723

图40

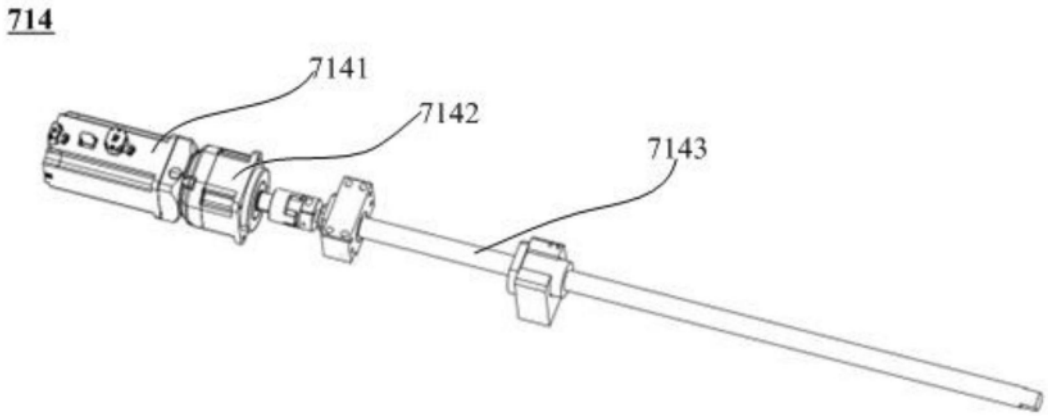

714
7141
7142
7143

图41

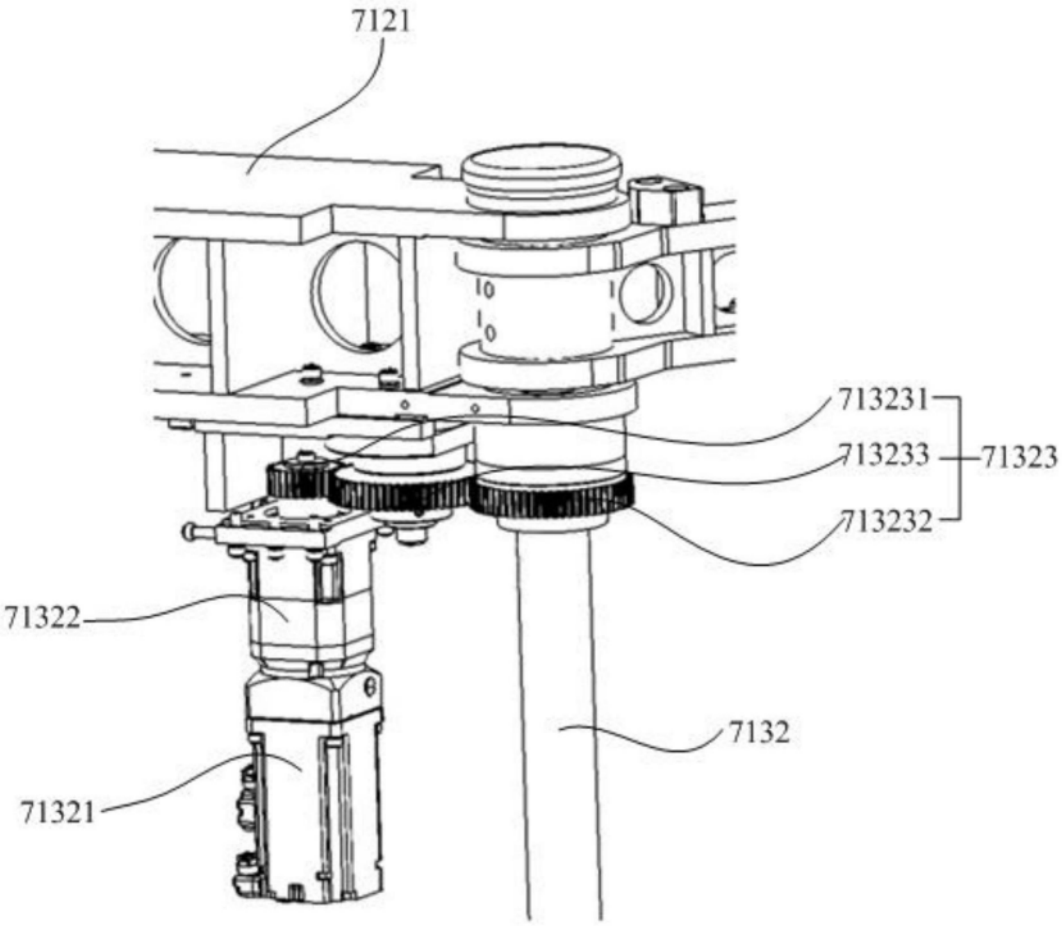

7121
713231
713233
71323
713232
71322
7132
71321

图42

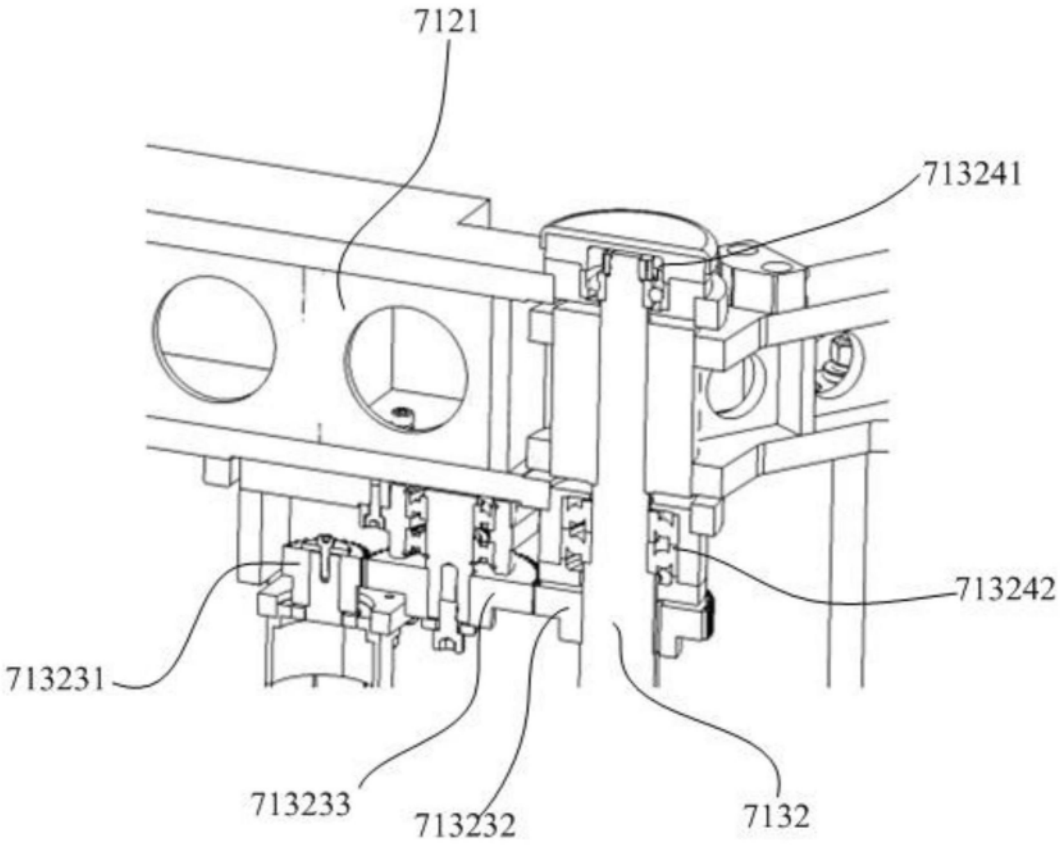


图43

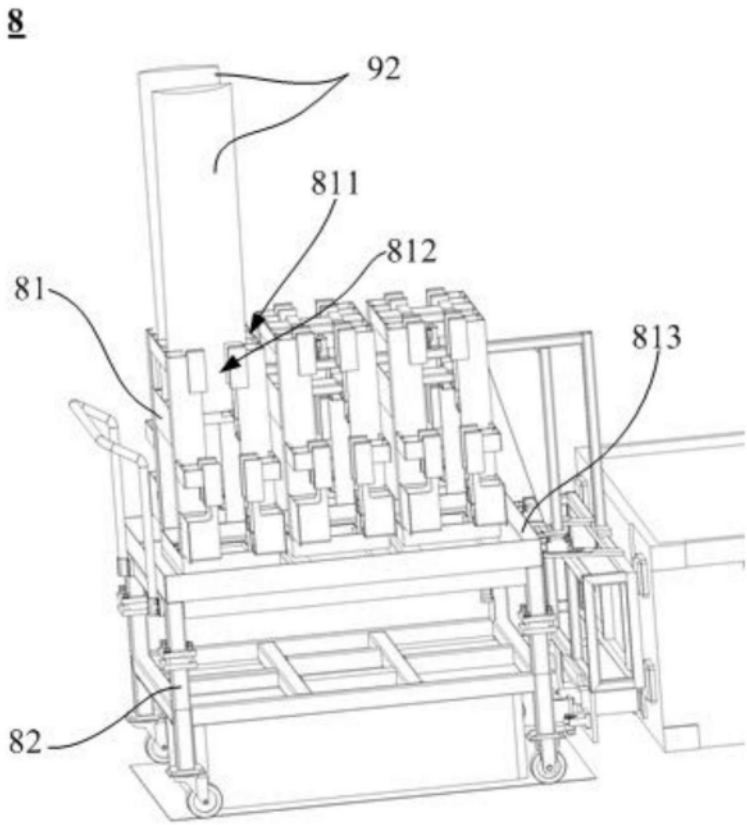


图44

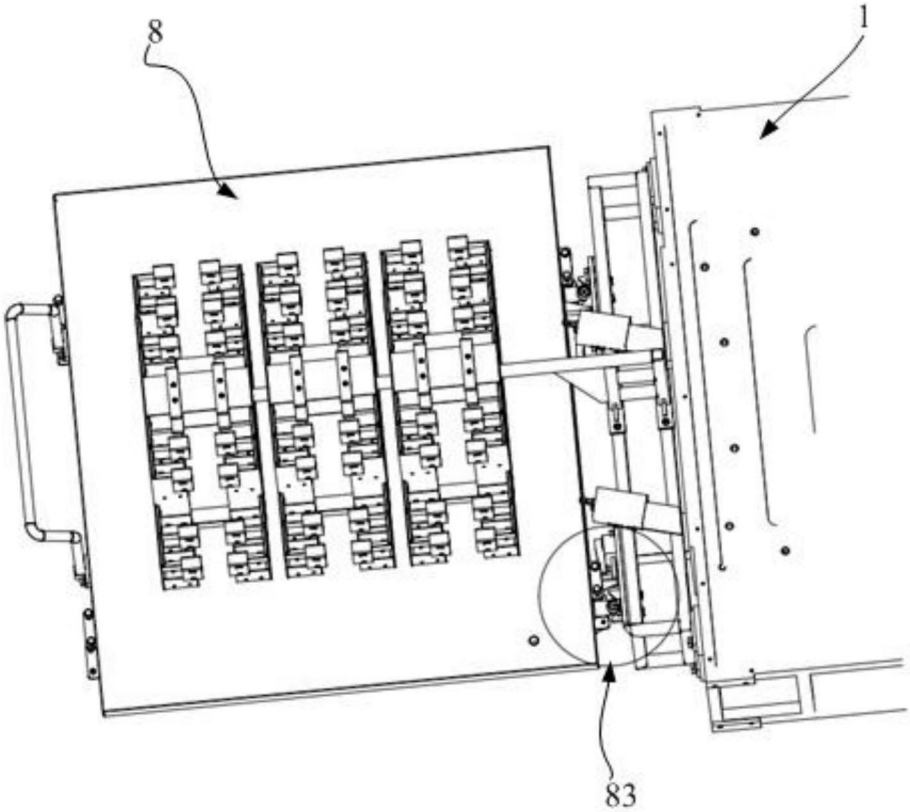


图45

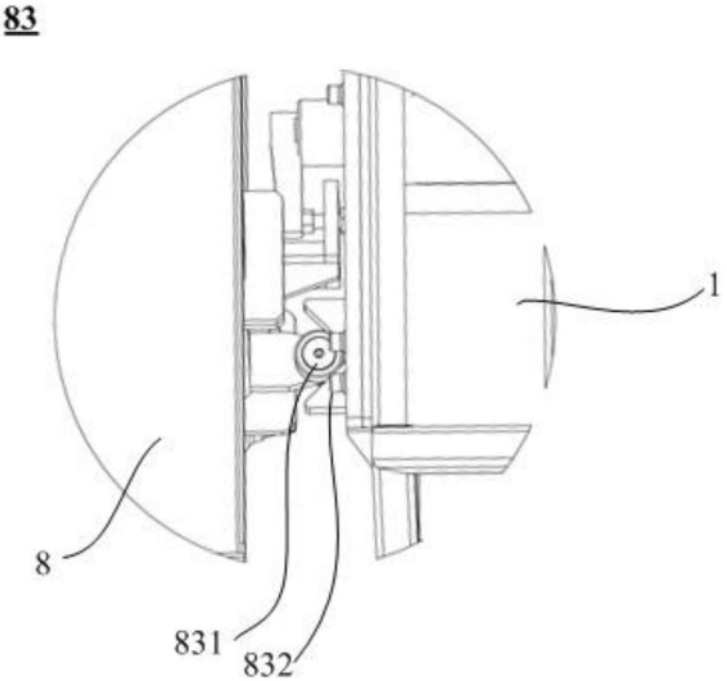


图46

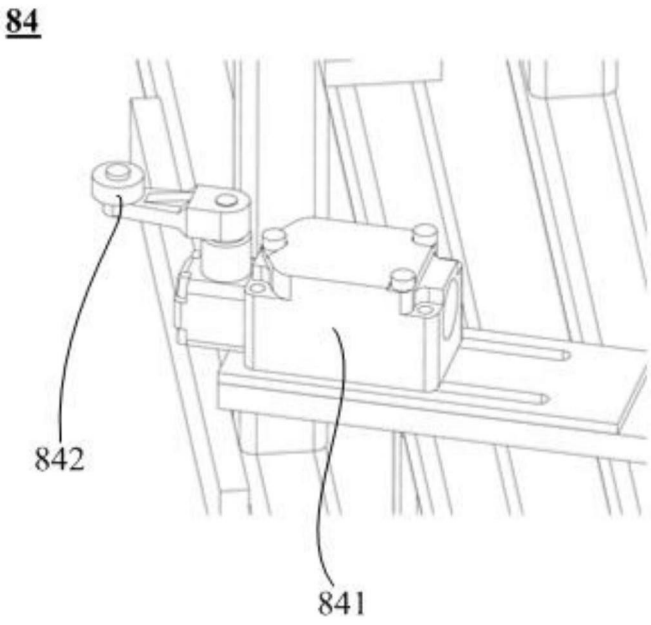


图47

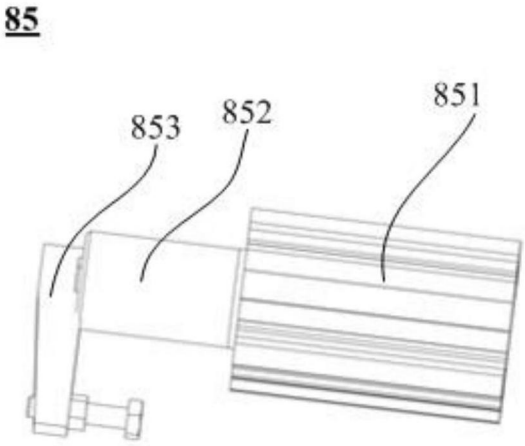


图48

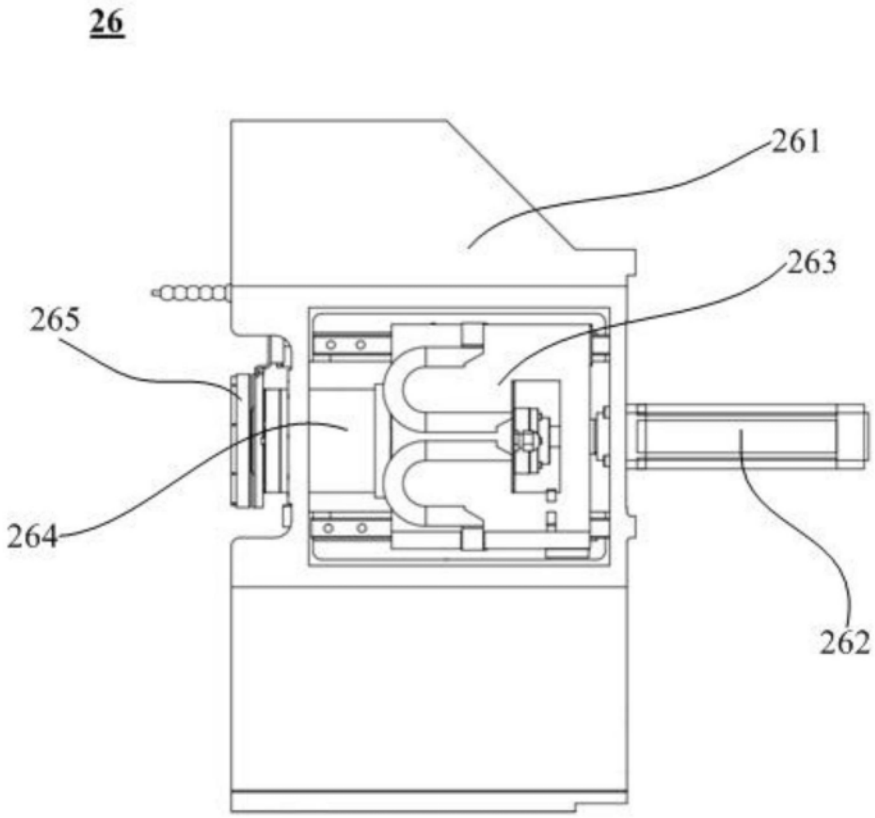


图49

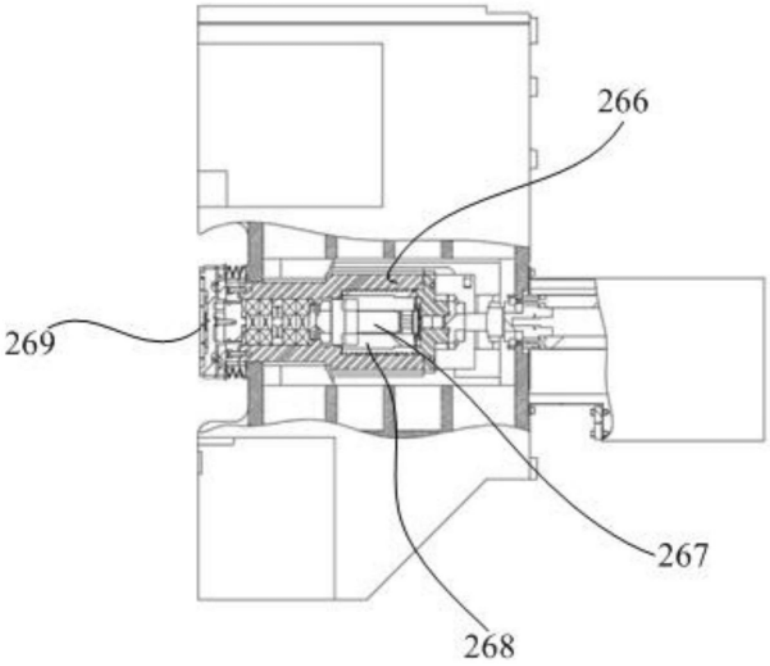


图50

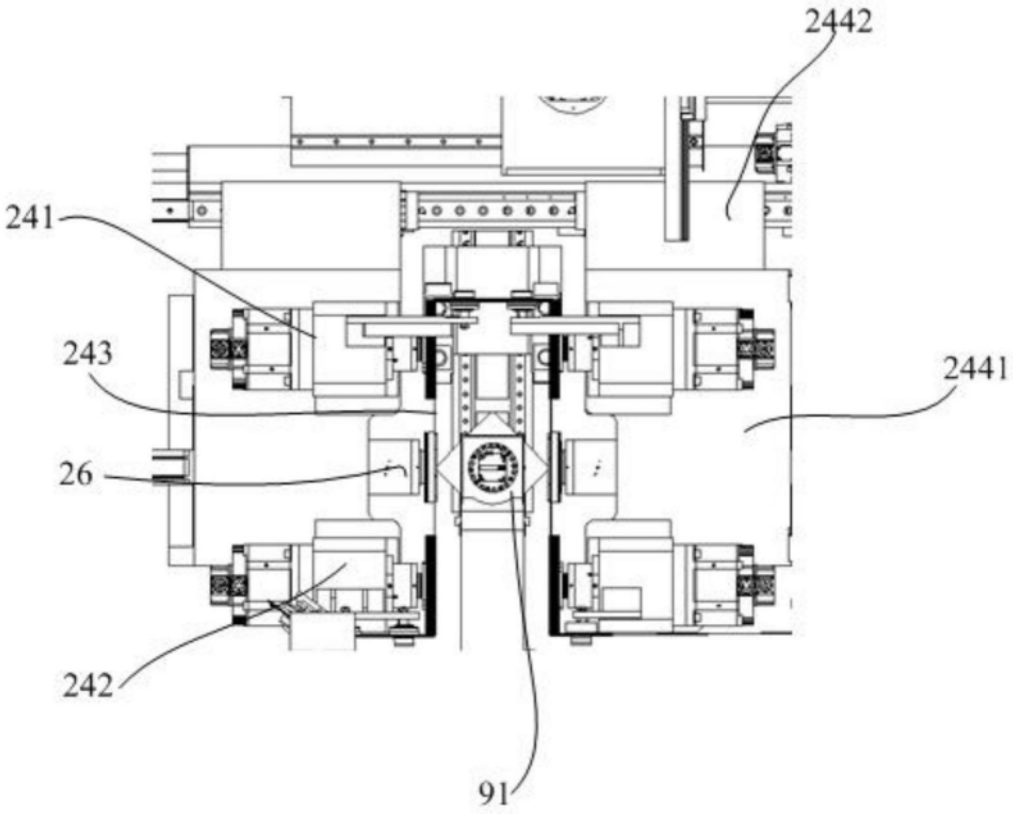


图51

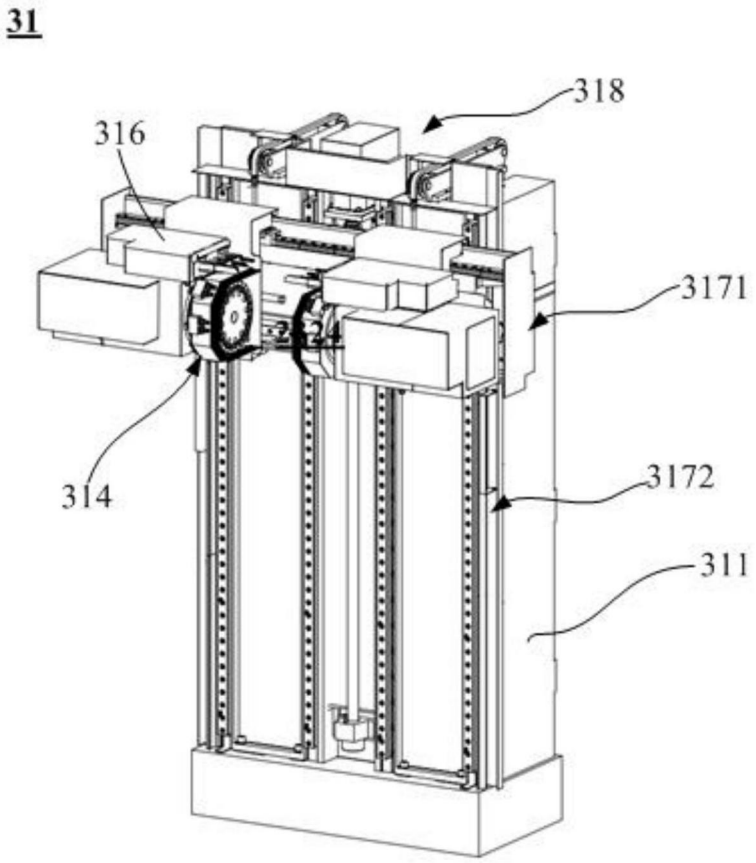


图52

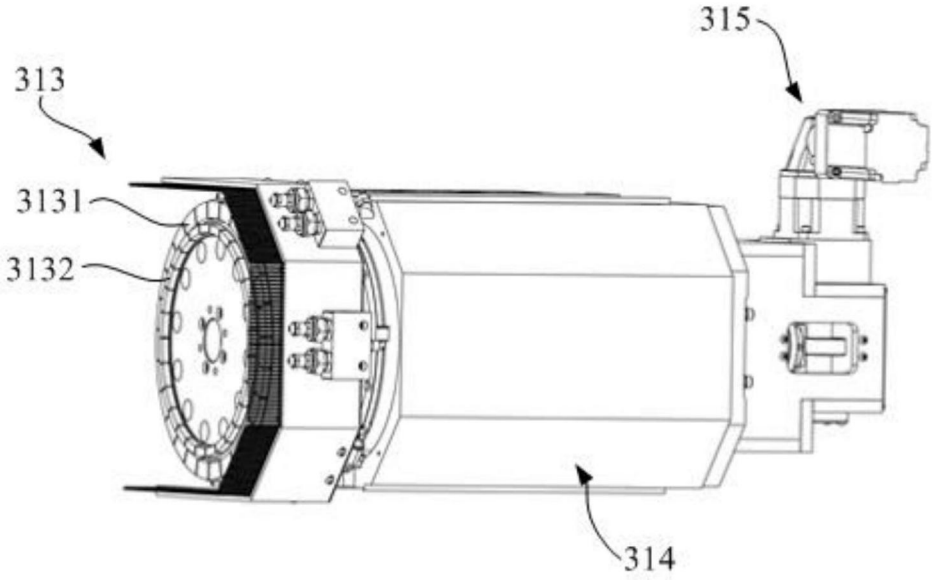


图53

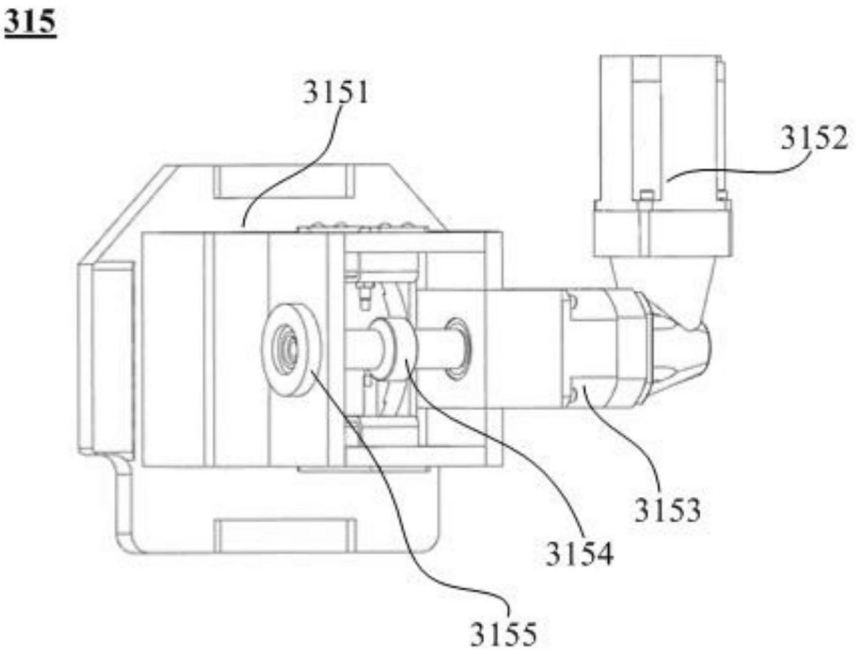


图54

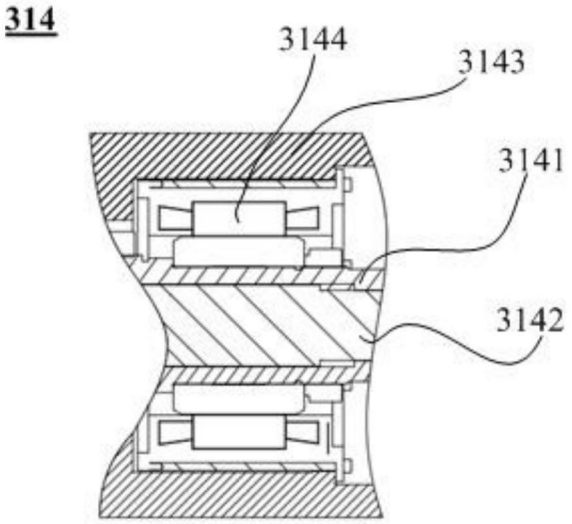


图55

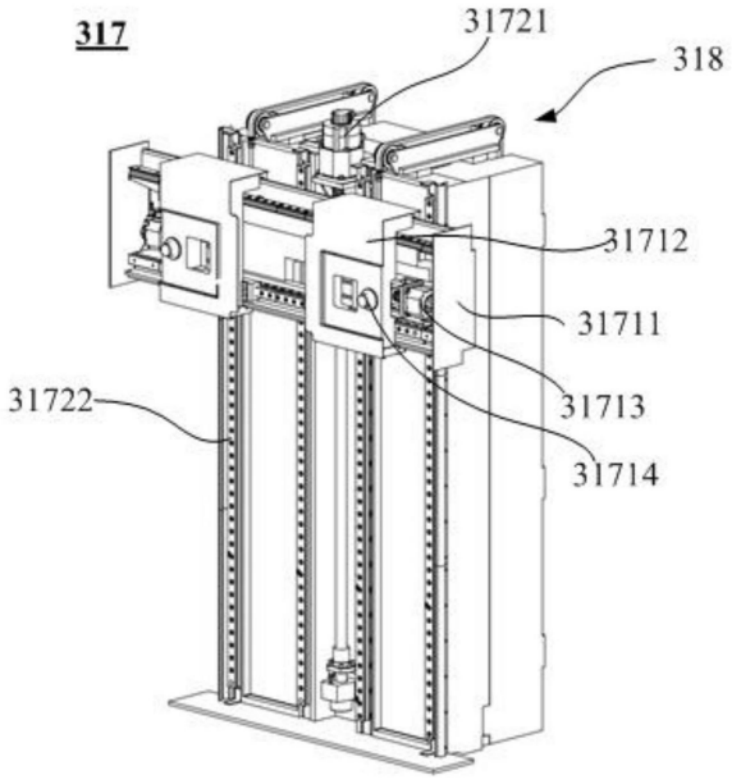

317
31721
318
31712
31711
31713
31714
31722

图56

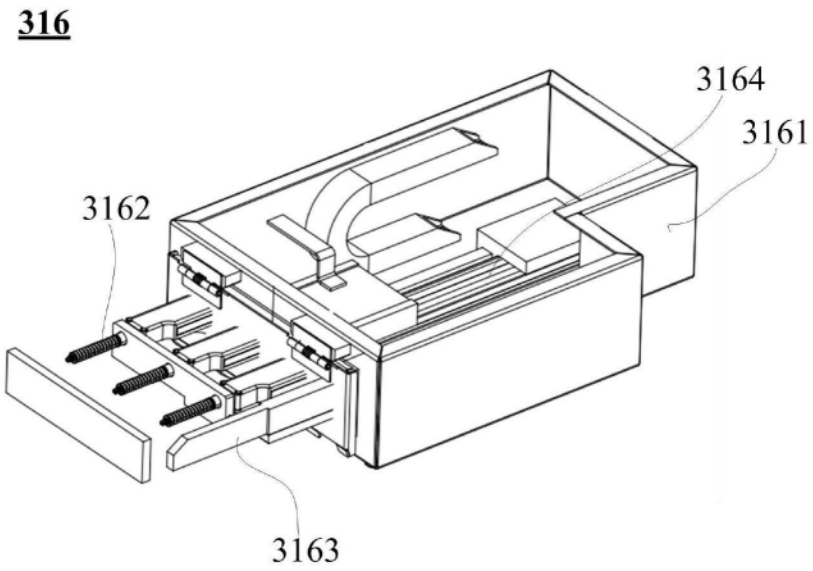

316
3164
3161
3162
3163

图57

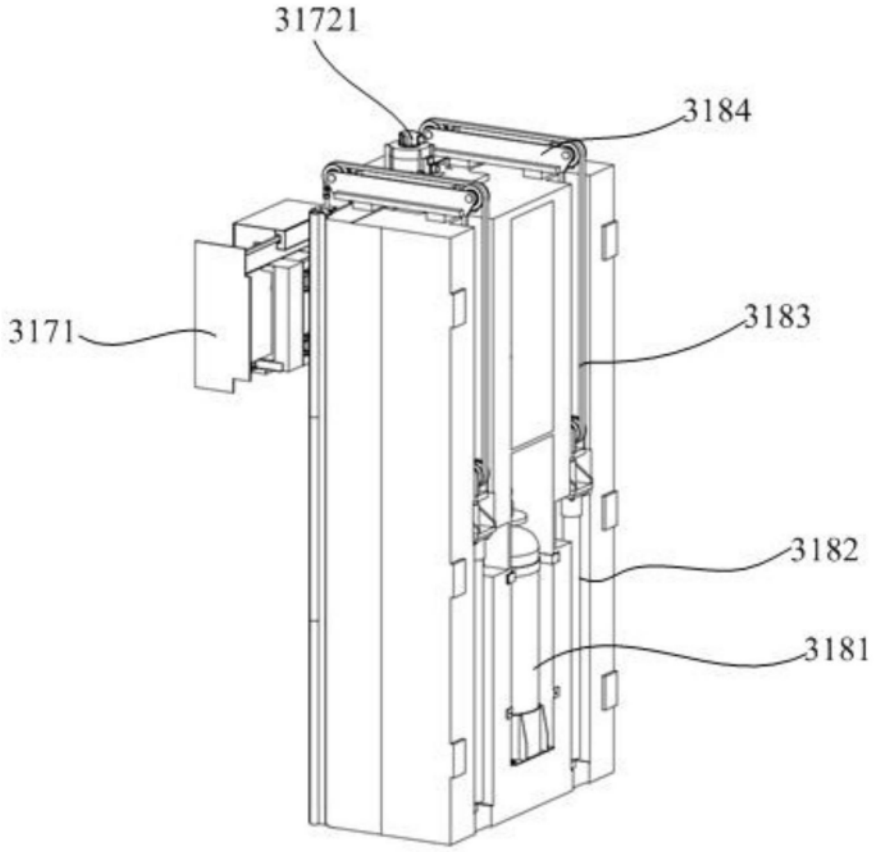


图58