



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114715899 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 08

(21) 申请号 202210463097.4

B01F 23/60 (2022.01)

(22) 申请日 2022.04.28

(71) 申请人 包头市迪耀废弃资源综合利用科技有限公司

地址 014100 内蒙古自治区包头市土默特右旗新型工业园区管委会320室

(72) 发明人 邢胜超 陈忠杰

(74) 专利代理机构 西安智财全知识产权代理事务所(普通合伙) 61277

专利代理师 武学芹

(51) Int. Cl.

C01B 33/037 (2006.01)

B01F 27/95 (2022.01)

B01F 27/92 (2022.01)

B01F 27/85 (2022.01)

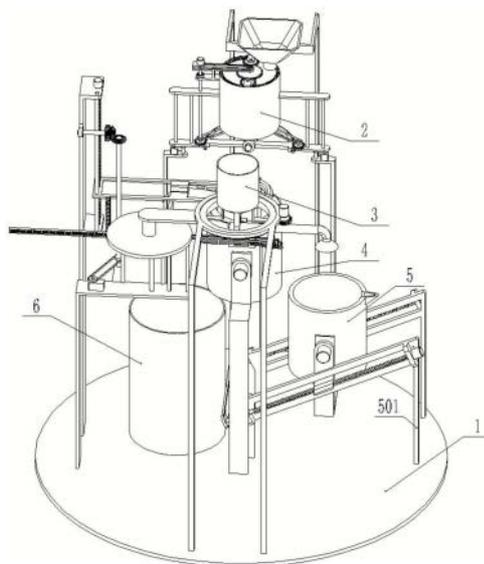
权利要求书2页 说明书7页 附图9页

### (54) 发明名称

一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备与方法

### (57) 摘要

一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,包括底座,在底座上设有原料混合机构、造渣剂投放机构、中频炉、混合硅液中转机构和废渣收集桶;所述中频炉位于底座中部,原料混合机构和造渣剂投放机构分别位于中频炉的两侧且均高于中频炉,混合硅液中转机构(铁水包)和废渣收集桶分别位于中频炉下方两侧。本发明通过分别将工业硅废粉和固废硅泥与二氧化锰等助剂按照一定配比,在设定温度条件下熔融、造渣、浇筑获得工业硅,有效地利用了工业废料,减少了资源浪费,提高了生产效率。配合该生产方法,设计了能够自动撒造渣剂、刮除表面结渣并高效混合结渣的设备。



1. 一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,其特征在于,包括底座(1),在底座(1)上设有原料混合机构(2)、造渣剂投放机构(3)、中频炉(4)、混合硅液中转机构(5)和废渣收集桶(6);所述中频炉(4)位于底座(1)中部,原料混合机构(2)和造渣剂投放机构(3)分别位于中频炉(4)的两侧且均高于中频炉(4),混合硅液中转机构(5)和废渣收集桶(6)分别位于中频炉(4)下方两侧。

2. 如权利要求1所述的一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,其特征在于,所述原料混合机构(2)包括两个支撑一(201),在支撑一(201)上固定有称重组件(202)和一号气缸(203),在称重组件(202)和一号气缸(203)上方设有半圆弧支架(204),半圆弧支架(204)上固定搅拌筒(205),在半圆弧支架(204)内侧水平滑动设有半圆形转动架(206),在半圆形转动架(206)上固定有下料组件(207)和一号弧形齿条(208),下料组件(207)上方与搅拌筒(205)底端转动密封连接;在半圆弧支架(204)上转动设有传动轴(209),传动轴(209)上部通过棘轮(211)连接有一号电机(210),传动轴(209)下部设有一号皮带轮(212)和一号齿轮(213),在半圆弧支架(204)上还设有二号皮带轮(214)、二号齿轮(215),一号皮带轮(212)、二号皮带轮(214)和二号齿轮(215)通过一号皮带(216)相连;一号齿轮(213)、二号齿轮(215)分别与一号弧形齿条(208)啮合连接;在搅拌筒(205)侧壁上转动设有三个两两啮合的三号齿轮(217),中间的三号齿轮(217)与一号电机(210)通过二号皮带(218)连接,在每个三号齿轮(217)下方固定一个螺旋搅拌轮(219);在搅拌筒(205)正上方设有加料斗(220)。

3. 如权利要求2所述的一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,其特征在于,在所述搅拌筒(205)内壁上设有齿环(221),靠近搅拌筒(205)筒壁处的两个三号齿轮(217)与齿环(221)啮合连接,相应地,固定该两个三号齿轮(217)的固定组件与搅拌筒(205)侧壁滑动连接。

4. 如权利要求2所述的一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,其特征在于,所述下料组件(207)包括下料筒(2071),在下料筒(2071)内设有螺旋输送轮(2072),螺旋输送轮(2072)端部连接有二号电机(2073)。

5. 如权利要求1所述的一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,其特征在于,所述造渣剂投放机构(3)包括固定支撑二(301)上的外圆环(302),在外圆环(302)内滑动设有内圆环(303),同时在外圆环(302)上固定有三号电机(304),三号电机(304)转轴上固定有四号齿轮(305);内圆环(303)外侧设有二号弧形齿条(306),二号弧形齿条(306)与四号齿轮(305)啮合连接;在内圆环(303)上方固定有造渣剂筒(307),造渣剂筒(307)底端连接有加料管(308),加料管(308)一端设有风机(309),另一端为喇叭状出口(310);在内圆环(303)上还固定有圆形盖(311);在造渣剂筒(307)底端设有阀门(312)。

6. 如权利要求1所述的一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,其特征在于,所述中频炉(4)包括支撑三(401),在支撑三(401)上转动设有中频炉筒体(402),在支撑三(401)上固定有四号电机(403)和一号限位气缸(404),四号电机(403)的转轴与中频炉筒体(402)固定连接,一号限位气缸(404)的伸缩杆与中频炉筒体(402)抵触摩擦连接;在底座(1)上还固定有支撑四(405),在支撑四(405)上设有滑杆(406)和一号丝杠(407),一号丝杠(407)顶端设有五号电机(408),在滑杆(406)和一号丝杠(407)上设有滑板(409),滑板(409)上固定有互相连通的一号气泵(410)和气管线(411),气管线(411)开口向下垂直设置

在中频炉筒体(402)内。

7.如权利要求6所述的一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,其特征在于,在支撑四(405)上设有同轴的五号齿轮(412)和一号锥齿轮(413);在支撑四(405)一侧设有支撑五(414),支撑五(414)上转动设有一号转轴(415)和二号转轴(416),同时固定设有减速箱(417)、L形杆(418)和环形轨道(419);在一号转轴(415)和二号转轴(416)上分别设有二号锥齿轮(420)和六号齿轮(421),在L形杆(418)上端滑动设有水平齿条(422),水平齿条(422)与六号齿轮(421)啮合连接,二号锥齿轮(420)与一号锥齿轮(413)啮合连接;一号转轴(415)与减速箱(417)的输入轴通过三号皮带(423)连接;在滑板(409)上固定有垂直齿条(424),当滑板(409)移动到支撑四(405)上部时,垂直齿条(424)与五号齿轮(412)啮合连接;减速箱(417)的输出轴与二号转轴(416)下部通过四号皮带(425)连接;在水平齿条(422)一端滑动设有刮板(426),刮板(426)处于滑板(409)下方,在刮板(426)下方套设有弹簧(427),同时,刮板(426)侧面设有与环形轨道(419)滑动连接的滑柱(428),在滑柱(428)上设有L形触发件(429);所述环形轨道(419)分为单层和双层两部分,在双层一侧设有弹性架(430),弹性架(430)内设有弹性片(4301)和倾斜挤压板(4302)。

8.如权利要求6所述的一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,其特征在于,在中频炉筒体(402)外壁上固定有二号气泵(431),二号气泵(431)入口和出口分别连接有进气罩(432)和出气管(433)。

9.如权利要求1所述的一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,其特征在于,所述混合硅液中转机构(5)包括两个支撑六(501),在每个支撑六(501)上设有一个二号丝杠(502),两个二号丝杠(502)之间通过五号皮带(503)连接,其中一个二号丝杠(502)连接有六号电机(504),在两个二号丝杠(502)上螺纹连接有U形架(505),U形架(505)上转动设有硅液筒(506),在U形架(505)上固定有七号电机(507)和二号限位气缸(508)。

10.利用权利要求1~9任一所述设备生产工业硅的方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:将废硅粉与 $MnO_2$ 按照质量比10:1混合均匀,投入中频炉中,在 $1600^{\circ}C$ 的温度下加热熔化;

步骤二:将干燥的硅泥、 $SiO_2$ 与 $MnO_2$ 复配物、 $CaO$ 混合均匀;三者按照以下质量比混合:硅泥: $SiO_2$ 与 $MnO_2$ 复配物: $CaO=85:10:5$ ;

步骤三:将步骤二的混合物投入到步骤一中的中频炉里,在 $1600^{\circ}C$ 的温度下继续熔化,形成混合硅液;

步骤四:向步骤三的混合硅液中至少分三次加入造渣剂,并去除混合硅液表面上的硅钙合金,待完全清除掉硅液表面的硅钙合金后,保温30分钟;

步骤五:将步骤四的混合硅液出炉并浇注成型、冷却。

## 一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备与方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于工业硅生产领域,具体涉及一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备与方法。

### 背景技术

[0002] 目前,单晶硅或者多晶硅的金刚线切割过程中,金刚线切削硅棒时产生的硅粉与其他杂质一起沉积到切割浆液中,形成硅泥。切削硅棒时产生的硅泥的纯度较高,但较为细碎,难以直接回收利用,常常是形成固废硅泥,这样造成了极大地资源浪费。另外,用于有机硅和多晶硅生产的金属硅粉,必须具备相应的技术指标,如化学成份、粒度、形貌、比表面积、理化性能等,这些体现了金属硅粉的化学反应活性。在硅粉的加工生产中,常会产生一部分不合格产品,如除尘粉与粒度小于 $60\mu\text{m}$ 的产品,称为工业硅废粉。

[0003] 为了避免资源浪费,提出了一种利用固废硅泥与工业硅废粉获取工业硅的方法。为了配合该方法,调研了相应的冶炼中频炉。如公开号为CN107215876A的专利公开了利用中频炉冶炼工业硅的方法,包括以下步骤:筑炉:配置刚玉浇注料,使用耐高温云母纸将涂有绝缘胶泥的感应线圈铺设在中频炉的炉体内的底部,完成铺设后,浇筑刚玉浇注料并使用振动棒对炉底进行打结,将缠有瓦楞纸的模具安装在炉膛中,将刚玉浇注料浇注在炉壁与瓦楞纸的模具之间的间隙中并进行打结,阴干后取出模具,中频炉的炉体内的刚玉浇注料形成熔炼坩埚,按照烘烤工艺对熔炼坩埚进行烘烤后,向炉内投入硅料进行熔化后,将炉内石墨电极取出;当投入的预定量硅料完全熔化后,进行渣洗熔炼,将硅液导入浇包后导出冷却后获得工业硅。该技术避免了石墨坩埚因洛伦磁力或蒸汽压力导致的坩埚上下跳动或从炉膛内部飞出的安全隐患;不会出现浇注料熔池熔化现象,避免线圈匝间短路造成设备二次损坏,延长了使用寿命及减少了石墨坩埚在炉膛占有的空间,增加每炉次的产量及降低了生产成本,同时降低了生产出的产品中碳元素的带入,有效的杜绝产品在生产过程中的二次污染。但是该技术还需人工的进行添加造渣剂,同时无法自动化的高效去除表面结渣。为此,又设计了一种适用该生产方法的冶炼设备。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备与方法,通过分别将工业硅废粉和固废硅泥与二氧化锰等助剂按照一定配比,在设定温度条件下熔融、造渣、浇筑获得工业硅,有效地利用了工业废料,减少了资源浪费,提高了生产效率。配合该生产方法,设计了能够自动撒造渣剂、刮除表面结渣并高效混合结渣的设备。

[0005] 本发明采取的技术方案是:

[0006] 一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,包括底座,在底座上设有原料混合机构、造渣剂投放机构、中频炉、混合硅液中转机构和废渣收集桶;所述中频炉位于底座中部,原料混合机构和造渣剂投放机构分别位于中频炉的两侧且均高于中频炉,混合硅液中转机构(铁水包)和废渣收集桶分别位于中频炉下方两侧。

[0007] 进一步的,所述原料混合机构包括两个支撑一,在支撑一上固定有称重组件和一号气缸,在称重组件和一号气缸上方设有半圆弧支架,半圆弧支架上固定搅拌筒,在半圆弧支架内侧水平滑动设有半圆形转动架,在半圆形转动架上固定有下料组件和一号弧形齿条,下料组件上方与搅拌筒底端转动密封连接;在半圆弧支架上转动设有传动轴,传动轴上部通过棘轮连接有一号电机,传动轴下部设有一号皮带轮和一号齿轮,在半圆弧支架上还设有二号皮带轮、二号齿轮,一号皮带轮、二号皮带轮和二号齿轮通过一号皮带相连;一号齿轮、二号齿轮分别与一号弧形齿条啮合连接;在搅拌筒侧壁上转动设有三个两两啮合的三号齿轮,中间的三号齿轮与一号电机通过二号皮带连接,在每个三号齿轮下方固定一个螺旋搅拌轮;在搅拌筒正上方设有加料斗。

[0008] 使用时,将原料从加料斗加入到搅拌筒内,称重组件显示达到预设值后,停止加料;一号气缸升起承受整个重量,以防后面搅拌时造成称重组件损坏。之后,一号电机带动三号齿轮对原料搅拌,在搅拌过程中,由于棘轮的作用,一号电机只带动三号齿轮转动,而不带动一号皮带轮和一号齿轮转动;等混合均匀后,一号电机反转,此时三号齿轮、一号皮带轮和一号齿轮同时被带动转动,再通过二号皮带轮和一号皮带,带动二号齿轮转动,在一号齿轮和二号齿轮的作用下,一号弧形齿条便沿着半圆弧支架滑动,带动下料组件的出口转动到中频炉上方进行卸料;卸料完成后,下料组件再转回原来的位置(即远离中频炉上方),将搅拌筒内的残留料排放掉,以备下次使用。

[0009] 进一步的,在所述搅拌筒内壁上设有齿环,靠近搅拌筒筒壁处的两个三号齿轮与齿环啮合连接,相应地,固定该两个三号齿轮的固定组件与搅拌筒侧壁滑动连接。

[0010] 该设置使得靠近搅拌筒筒壁处的两个三号齿轮在自转搅拌的同时,还能沿着搅拌筒圆周公转,最大程度地发挥搅拌作用,防止搅拌死角。

[0011] 进一步的,所述下料组件包括下料筒,在下料筒内设有螺旋输送轮,螺旋输送轮端部连接有二号电机。二号电机与螺旋输送轮配合,更高效地实现下料。

[0012] 进一步的,所述造渣剂投放机构包括固定在外圆环上的外圆环,在外圆环内滑动设有内圆环,同时在外圆环上固定有三号电机,三号电机转轴上固定有四号齿轮;内圆环外侧设有二号弧形齿条,二号弧形齿条与四号齿轮啮合连接;在内圆环上方固定有造渣剂筒,造渣剂筒底端连接有加料管,加料管一端设有风机,另一端为喇叭状出口;在内圆环上还固定有圆形盖;在造渣剂筒底端设有阀门。

[0013] 当需要给中频炉投加造渣剂时,三号电机通过四号齿轮与二号弧形齿条带动内圆环在外圆环内转动,使得加料管的喇叭状出口处于中频炉上方,打开阀门,开动风机,将造渣剂吹入中频炉内;当中频炉需要保温时,同样的原理,将圆形盖转动到中频炉顶端盖住保温。

[0014] 进一步的,所述中频炉包括支撑三,在支撑三上转动设有中频炉筒体,在支撑三上固定有四号电机和一号限位气缸,四号电机的转轴与中频炉筒体固定连接,一号限位气缸的伸缩杆与中频炉筒体抵触摩擦连接;在底座上还固定有支撑四,在支撑四上设有滑杆和一号丝杠,一号丝杠顶端设有五号电机,在滑杆和一号丝杠上设有滑板,滑板上固定有互相连通的一号气泵和气管线,气管线开口向下垂直设置在中频炉筒体内。

[0015] 五号电机通过滑杆和一号丝杠带动滑板上下移动,进而带动气管线处于中频炉筒体内或抬升离开中频炉筒体;当气管线处于中频炉筒体内时,通过一号气泵吹气,将中频炉

筒体内的混合硅液翻滚混合；四号电机翻转中频炉筒体以倾倒液体，当生产时，一号限位气缸起到限制中频炉筒体转动的作用。

[0016] 进一步的，在支撑四上设有同轴的五号齿轮和一号锥齿轮；在支撑四一侧设有支撑五，支撑五上转动设有一号转轴和二号转轴，同时固定设有减速箱、L形杆和环形轨道；在一号转轴和二号转轴上分别设有二号锥齿轮和六号齿轮，在L形杆上端滑动设有水平齿条，水平齿条与六号齿轮啮合连接，二号锥齿轮与一号锥齿轮啮合连接；一号转轴与减速箱的输入轴通过三号皮带连接；在滑板上固定有垂直齿条，当滑板移动到支撑四上部时，垂直齿条与五号齿轮啮合连接；减速箱的输出轴与二号转轴下部通过四号皮带连接；在水平齿条一端滑动设有刮板，刮板处于滑板下方，在刮板下方套设有弹簧，同时，刮板侧面设有与环形轨道滑动连接的滑柱，在滑柱上设有L形触发件；所述环形轨道分为单层和双层两部分，在双层一侧设有弹性架，弹性架内设有弹性片和倾斜挤压板。

[0017] 当滑板向上运动带动气管线完全离开中频炉筒体时，垂直齿条恰好与五号齿轮啮合，带动五号齿轮转动，进而依次通过一号锥齿轮、二号锥齿轮、一号转轴、三号皮带、减速箱、四号皮带、二号转轴、六号齿轮，带动水平齿条在L形杆上滑动；水平齿条背面设有滑槽，L形杆的短边（水平方向部分）嵌入滑槽内，并与之滑动连接；水平齿条带动刮板在环形轨道内滑动，当刮板的滑柱从单层运动到与双层部分的交界处时，由于弹簧有向上的作用力，使得滑柱在双层部分的上层内运动，当L形触发件接触到弹性架的倾斜挤压板上时，由于倾斜挤压板上翘，便从倾斜挤压板下方经过，与此同时，会将弹性架上抬，使弹性片处于收缩状态；当滑柱运动到环形轨道最右边时，在弹性片作用下，掉落到下层，带动刮板深入到中频炉筒体内并返回，在返回途中将表面的废渣剂刮入废渣收集桶内。

[0018] 进一步的，在中频炉筒体外壁上固定有二号气泵，二号气泵入口和出口分别连接有进气罩和出气管。二号气泵通过进气罩和出气管将中频炉内的热气吹入下方的混合硅液中转机构内，对混合硅液中转机构进行预热，同时有效利用了热能。

[0019] 进一步的，所述混合硅液中转机构包括两个支撑六，在每个支撑六上设有一个二号丝杠，两个二号丝杠之间通过五号皮带连接，其中一个二号丝杠连接有六号电机，在两个二号丝杠上螺纹连接有U形架，U形架上转动设有硅液筒，在U形架上固定有七号电机和二号限位气缸。

[0020] 六号电机推动硅液筒移动到中频炉下方或远离中频炉，七号电机带动硅液筒倾斜以将生产好的硅液倒出浇筑成型。二号限位气缸防止硅液筒在不进行倾倒浇筑时发生翻转。

[0021] 利用所述设备生产工业硅的方法，包括以下步骤：

[0022] 步骤一：将废硅粉与 $MnO_2$ 按照质量比10:1混合均匀，投入中频炉中，在1600℃的温度下加热熔化；

[0023] 步骤二：将干燥的硅泥、 $SiO_2$ 与 $MnO_2$ 复配物、CaO混合均匀；三者按照以下质量比混合：硅泥： $SiO_2$ 与 $MnO_2$ 复配物：CaO=85:10:5；

[0024] 步骤三：将步骤二的混合物投入到步骤一中的中频炉里，在1600℃的温度下继续熔化，形成混合硅液；

[0025] 步骤四：向步骤三的混合硅液中至少分三次加入造渣剂（珍珠岩砂与二氧化硅粉混合物），并去除混合硅液表面上的硅钙合金（三元渣），待完全清除掉硅液表面的硅钙合金

后,保温30分钟;

[0026] 步骤五:将步骤四的混合硅液出炉并浇注成型、冷却。

[0027] 本发明的有益效果:

[0028] 本发明将金刚线切割硅片产生的废料硅泥与工业硅磨粉厂产生的除尘废粉作为原料,在通过添加 $MnO_2$ 、 $SiO_2$ 、 $CaO$ ,在一定温度、时间下的处理,冶炼得到421、521等牌号工业硅,有效地利用了工业废料,减少了资源浪费,提高了生产效率。通过造渣剂投放机构自动撒造渣剂,利用刮板刮除表面的结渣;对中频炉底部的硅液通气,便于混合结渣。

## 附图说明

[0029] 图1是本发明立体结构示意图;

[0030] 图2是本发明俯视示意图;

[0031] 图3是原料混合机构侧视示意图;

[0032] 图4是原料混合机构正面示意图;

[0033] 图5是原料混合机构剖视图;

[0034] 图6是造渣剂投放机构仰视图;

[0035] 图7是造渣剂投放机构平视图;

[0036] 图8是中频炉正视图;

[0037] 图9是中频炉仰视图;

[0038] 图10是中频炉局部示意图;

[0039] 图11是中频炉刮渣移动过程示意图;

[0040] 图12是混合硅液中转机构示意图;

[0041] 图中,1、底座,2、原料混合机构,201、支撑一,202、称重组件,203、一号气缸,204、半圆弧支架,205、搅拌筒,206、半圆形转动架,207、下料组件,2071、下料筒,2072、螺旋输送轮,2073、二号电机,208、一号弧形齿条,209、传动轴,210、一号电机,211、棘轮,212、一号皮带轮,213、一号齿轮,214、二号皮带轮,215、二号齿轮,216、一号皮带,217、三号齿轮,218、二号皮带,219、螺旋搅拌轮,220、加料斗,221、齿环,3、造渣剂投放机构,301、支撑二,302、外圆环,303、内圆环,304、三号电机,305、四号齿轮,306、二号弧形齿条,307、造渣剂筒,308、加料管,309、风机,310、喇叭状出口,311、圆形盖,312、阀门,4、中频炉,401、支撑三,402、中频炉筒体,403、四号电机,404、一号限位气缸,405、支撑四,406、滑杆,407、一号丝杠,408、五号电机,409、滑板,410、一号气泵,411、气管线,412、五号齿轮,413、一号锥齿轮,414、支撑五,415、一号转轴,416、二号转轴,417、减速箱,418、L形杆,419、环形轨道,420、二号锥齿轮,421、六号齿轮,422、水平齿条,423、三号皮带,424、垂直齿条,425、四号皮带,426、刮板,427、弹簧,428、滑柱,429、L形触发件,430、弹性架,4301、弹性片,4302、倾斜挤压板,431、二号气泵,432、进气罩,433、出气管,5、混合硅液中转机构,501、支撑六,502、二号丝杠,503、五号皮带,504、六号电机,505、U形架,506、硅液筒,507、七号电机,508、二号限位气缸,6、废渣收集桶。

## 具体实施方式

[0042] 如图1~图12所示,一种利用固废硅泥与工业硅废粉生产工业硅的设备,包括底座

1,在底座1上设有原料混合机构2、造渣剂投放机构3、中频炉4、混合硅液中转机构5和废渣收集桶6;所述中频炉4位于底座1中部,原料混合机构2和造渣剂投放机构3分别位于中频炉4的两侧且均高于中频炉4,混合硅液中转机构(铁水包)5和废渣收集桶6分别位于中频炉4下方两侧。

[0043] 所述原料混合机构2包括两个支撑一201,在支撑一201上固定有称重组件202和一号气缸203,在称重组件202和一号气缸203上方设有半圆弧支架204,半圆弧支架204上固定搅拌筒205,在半圆弧支架204内侧水平滑动设有半圆形转动架206,在半圆形转动架206上固定有下料组件207和一号弧形齿条208,下料组件207上方与搅拌筒205底端转动密封连接;在半圆弧支架204上转动设有传动轴209,传动轴209上部通过棘轮211连接有一号电机210,传动轴209下部设有一号皮带轮212和一号齿轮213,在半圆弧支架204上还设有二号皮带轮214、二号齿轮215,一号皮带轮212、二号皮带轮214和二号齿轮215通过一号皮带216相连;一号齿轮213、二号齿轮215分别与一号弧形齿条208啮合连接;在搅拌筒205侧壁上转动设有三个两两啮合的三号齿轮217,中间的三号齿轮217与一号电机210通过二号皮带218连接,在每个三号齿轮217下方固定一个螺旋搅拌轮219;在搅拌筒205正上方设有加料斗220。

[0044] 使用时,将原料从加料斗220加入到搅拌筒205内,称重组件202显示达到预设值后,停止加料;一号气缸203升起承受整个重量,以防后面搅拌时造成称重组件202损坏。之后,一号电机210带动三号齿轮217对原料搅拌,在搅拌过程中,由于棘轮211的作用,一号电机210只带动三号齿轮217转动,而不带动一号皮带轮212和一号齿轮213转动;等混合均匀后,一号电机210反转,此时三号齿轮217、一号皮带轮212和一号齿轮213同时被带动转动,再通过二号皮带轮214和一号皮带216,带动二号齿轮215转动,在一号齿轮213和二号齿轮215的作用下,一号弧形齿条208便沿着半圆弧支架204滑动,带动下料组件207的出口转动到中频炉4上方进行卸料;卸料完成后,下料组件207再转回原来的位置(即远离中频炉4上方),将搅拌筒205内的残留料排放掉,以备下次使用。

[0045] 在所述搅拌筒205内壁上设有齿环221,靠近搅拌筒205筒壁处的两个三号齿轮217与齿环221啮合连接,相应地,固定该两个三号齿轮217的固定组件与搅拌筒205侧壁滑动连接。该设置使得靠近搅拌筒205筒壁处的两个三号齿轮217在自转搅拌的同时,还能沿着搅拌筒205圆周公转,最大程度地发挥搅拌作用,防止搅拌死角。

[0046] 所述下料组件207包括下料筒2071,在下料筒2071内设有螺旋输送轮2072,螺旋输送轮2072端部连接有二号电机2073。二号电机2073与螺旋输送轮2072配合,更高效地实现下料。

[0047] 所述造渣剂投放机构3包括固定在支撑二301上的外圆环302,在外圆环302内滑动设有内圆环303,同时在外圆环302上固定有三号电机304,三号电机304转轴上固定有四号齿轮305;内圆环303外侧设有二号弧形齿条306,二号弧形齿条306与四号齿轮305啮合连接;在内圆环303上方固定有造渣剂筒307,造渣剂筒307底端连接有加料管308,加料管308一端设有风机309,另一端为喇叭状出口310;在内圆环303上还固定有圆形盖311;在造渣剂筒307底端设有阀门312。

[0048] 当需要给中频炉4投加造渣剂时,三号电机304通过四号齿轮305与二号弧形齿条306带动内圆环303在外圆环302内转动,使得加料管308的喇叭状出口310处于中频炉4上方,打开阀门312,开动风机309,将造渣剂吹入中频炉4内;当中频炉4需要保温时,同样的原

理,将圆形盖311转动到中频炉4顶端盖住保温。

[0049] 所述中频炉4包括支撑三401,在支撑三401上转动设有中频炉筒体402,在支撑三401上固定有四号电机403和一号限位气缸404,四号电机403的转轴与中频炉筒体402固定连接,一号限位气缸404的伸缩杆与中频炉筒体402抵触摩擦连接;在底座1上还固定有支撑四405,在支撑四405上设有滑杆406和一号丝杠407,一号丝杠407顶端设有五号电机408,在滑杆406和一号丝杠407上设有滑板409,滑板409上固定有互相连通的一号气泵410和气管线411,气管线411开口向下垂直设置在中频炉筒体402内。

[0050] 五号电机408通过滑杆406和一号丝杠407带动滑板409上下移动,进而带动气管线411处于中频炉筒体402内或抬升离开中频炉筒体402;当气管线411处于中频炉筒体402内时,通过一号气泵410吹气,将中频炉筒体402内的混合硅液翻滚混合;四号电机403翻转中频炉筒体402以倾倒液体,当生产时,一号限位气缸404起到限制中频炉筒体402转动的作用。

[0051] 在支撑四405上设有同轴的五号齿轮412和一号锥齿轮413;在支撑四405一侧设有支撑五414,支撑五414上转动设有一号转轴415和二号转轴416,同时固定设有减速箱417、L形杆418和环形轨道419;在一号转轴415和二号转轴416上分别设有二号锥齿轮420和六号齿轮421,在L形杆418上端滑动设有水平齿条422,水平齿条422与六号齿轮421啮合连接,二号锥齿轮420与一号锥齿轮413啮合连接;一号转轴415与减速箱417的输入轴通过三号皮带423连接;在滑板409上固定有垂直齿条424,当滑板409移动到支撑四405上部时,垂直齿条424与五号齿轮412啮合连接;减速箱417的输出轴与二号转轴416下部通过四号皮带425连接;在水平齿条422一端滑动设有刮板426,刮板426处于滑板409下方,在刮板426下方套设有弹簧427,同时,刮板426侧面设有与环形轨道419滑动连接的滑柱428,在滑柱428上设有L形触发件429;所述环形轨道419分为单层和双层两部分,在双层一侧设有弹性架430,弹性架430内设有弹性片4301和倾斜挤压板4302。

[0052] 当滑板409向上运动带动气管线411完全离开中频炉筒体402时,垂直齿条424恰好与五号齿轮412啮合,带动五号齿轮412转动,进而依次通过一号锥齿轮413、二号锥齿轮420、一号转轴415、三号皮带423、减速箱417、四号皮带425、二号转轴416、六号齿轮421,带动水平齿条422在L形杆418上滑动;水平齿条422背面设有滑槽,L形杆418的短边(水平方向部分)嵌入滑槽内,并与之滑动连接;水平齿条422带动刮板426在环形轨道419内滑动,当刮板426的滑柱428从单层运动到与双层部分的交界处时,由于弹簧427有向上的作用力,使得滑柱428在双层部分的上层内运动,当L形触发件429接触到弹性架430的倾斜挤压板4302时,由于倾斜挤压板4302上翘,便从倾斜挤压板4302下方经过,与此同时,会将弹性架430上抬,使弹性片4301处于收缩状态;当滑柱428运动到环形轨道419最右边时,在弹性片4301作用下,掉落到下层,带动刮板426深入到中频炉筒体402内并返回,在返回途中将表面的废渣刮入废渣收集桶6内。

[0053] 在中频炉筒体402外壁上固定有二号气泵431,二号气泵431入口和出口分别连接有进气罩432和出气管433。二号气泵431通过进气罩432和出气管433将中频炉4内的热气吹入下方的混合硅液中转机构5内,对混合硅液中转机构5进行预热,同时有效利用了热能。

[0054] 所述混合硅液中转机构5包括两个支撑六501,在每个支撑六501上设有一个二号丝杠502,两个二号丝杠502之间通过五号皮带503连接,其中一个二号丝杠502连接有六号

电机504,在两个二号丝杠502上螺纹连接有U形架505,U形架505上转动设有硅液筒506,在U形架505上固定有七号电机507和二号限位气缸508。

[0055] 六号电机504推动硅液筒506移动到中频炉4下方或远离中频炉4,七号电机507带动硅液筒506倾斜以将生产好的硅液倒出浇筑成型。二号限位气缸508防止硅液筒506在不进行倾倒浇筑时发生翻转。

[0056] 利用所述设备生产工业硅的方法,包括以下步骤:

[0057] 1、先将300Kg废硅粉与 $MnO_2$ 的混合物(10:1比例)投入中频炉以1600度的温度进行加热熔化。

[0058] 2、将干燥的硅泥和 $SiO_2$ 与 $MnO_2$ 的颗粒物、CaO按质量比混合:硅泥: $SiO_2$ 与 $MnO_2$ 复配物:CaO=85:10:5;

[0059] 3、将900Kg混合料依次投入中频炉进行熔化,温度保持在1600度直到硅水化满炉为止。

[0060] 4、硅水满炉后投入造渣剂1kg,去除硅液表面的杂质得到纯净的硅水,温度保持在1600度并保温20分钟。

[0061] 5、将硅液出炉倒入铁水包中并浇注到锭模,待在然冷却后获得金属硅。

[0062] 6、将金属硅产品进行人工精整成20-100mm的块料进行包装入库。本实例所得金属硅的硅元素含量为99%以上,铁含量3000-4000ppm、铝含量1000-2000ppm、钙含量200-1000ppm。

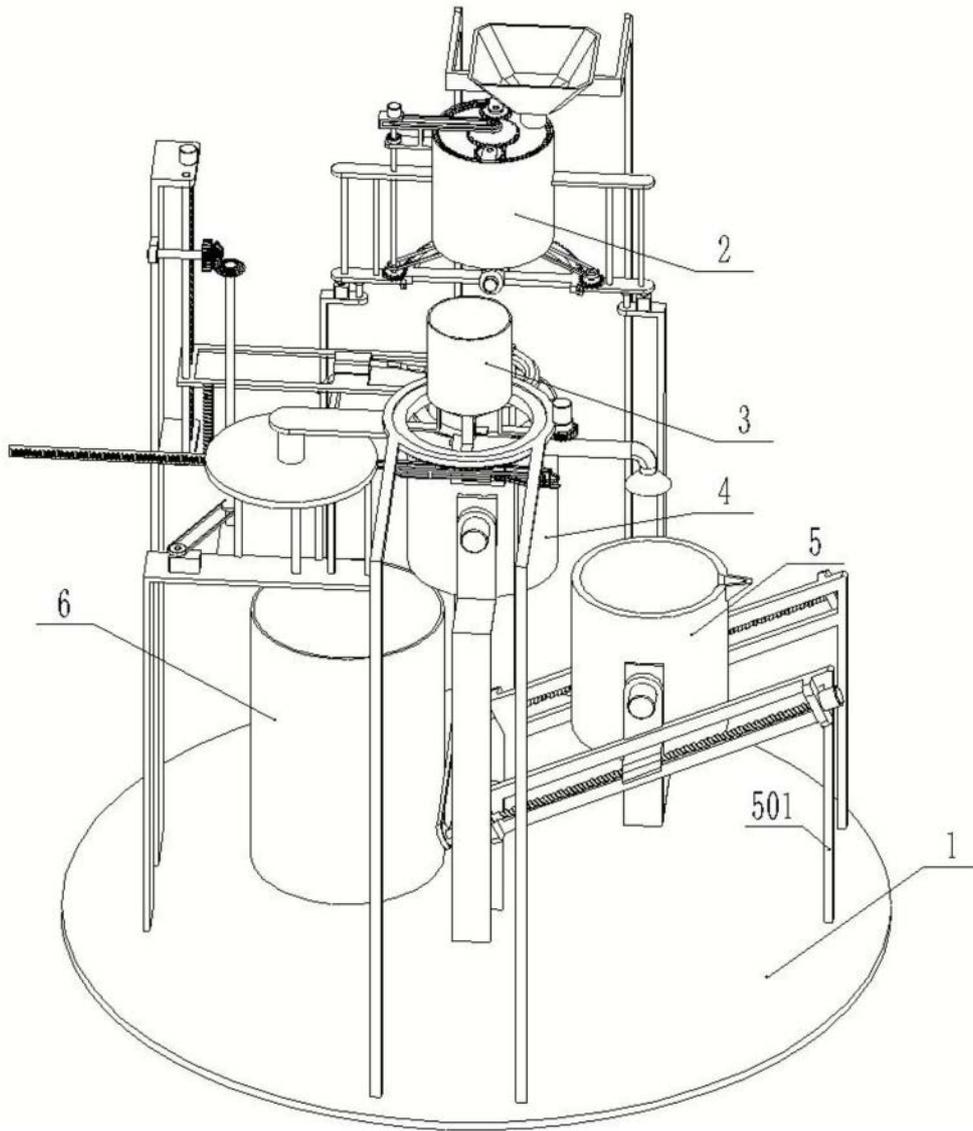


图1

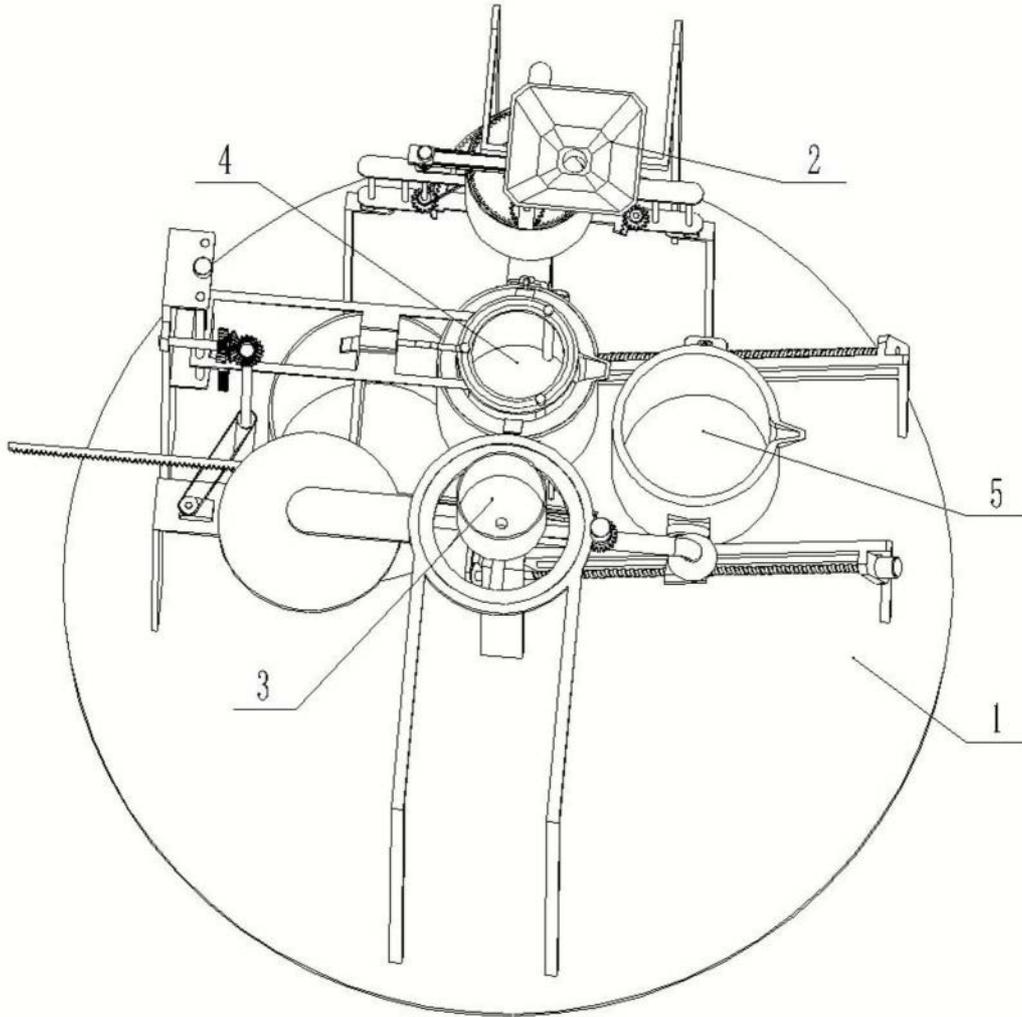


图2

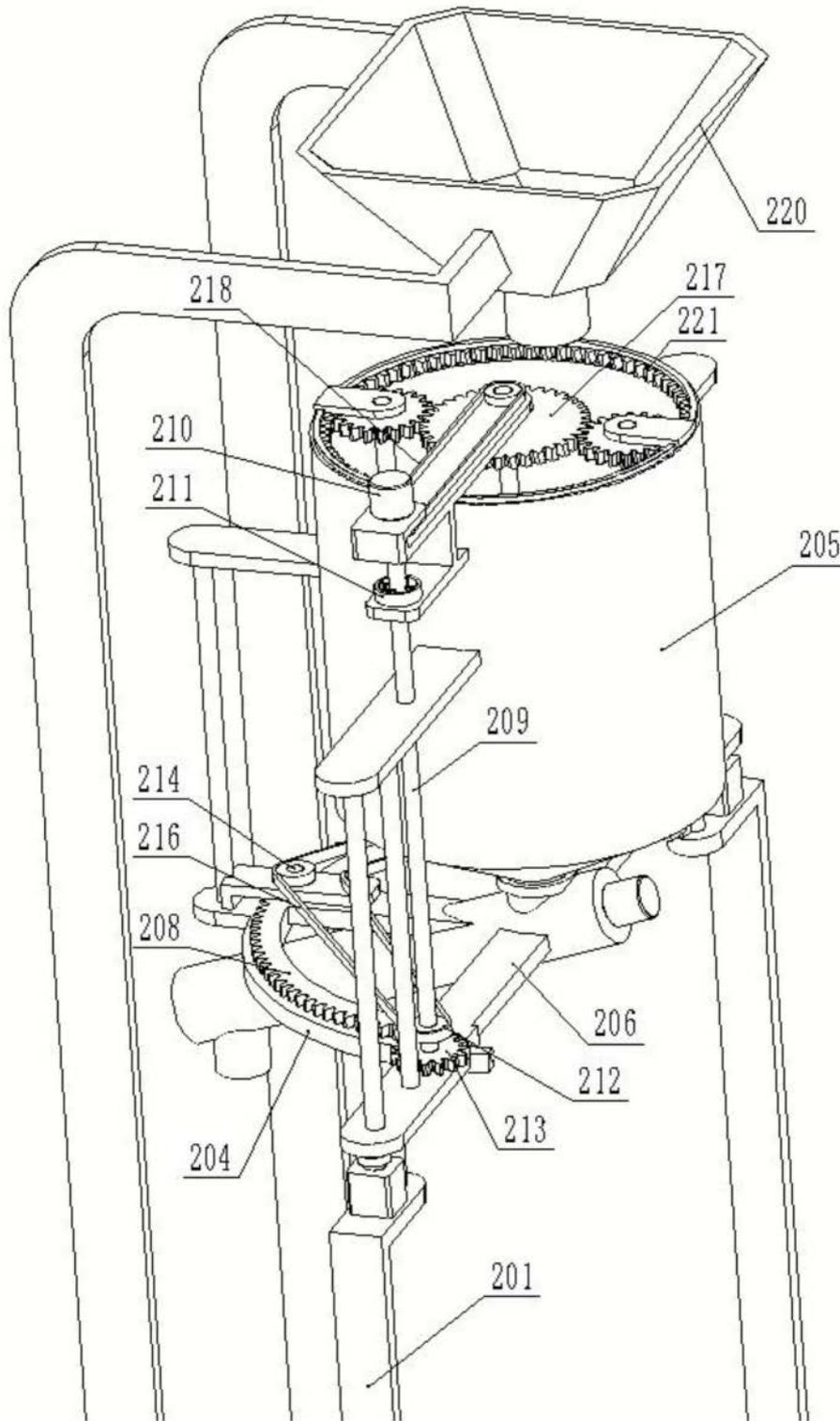


图3

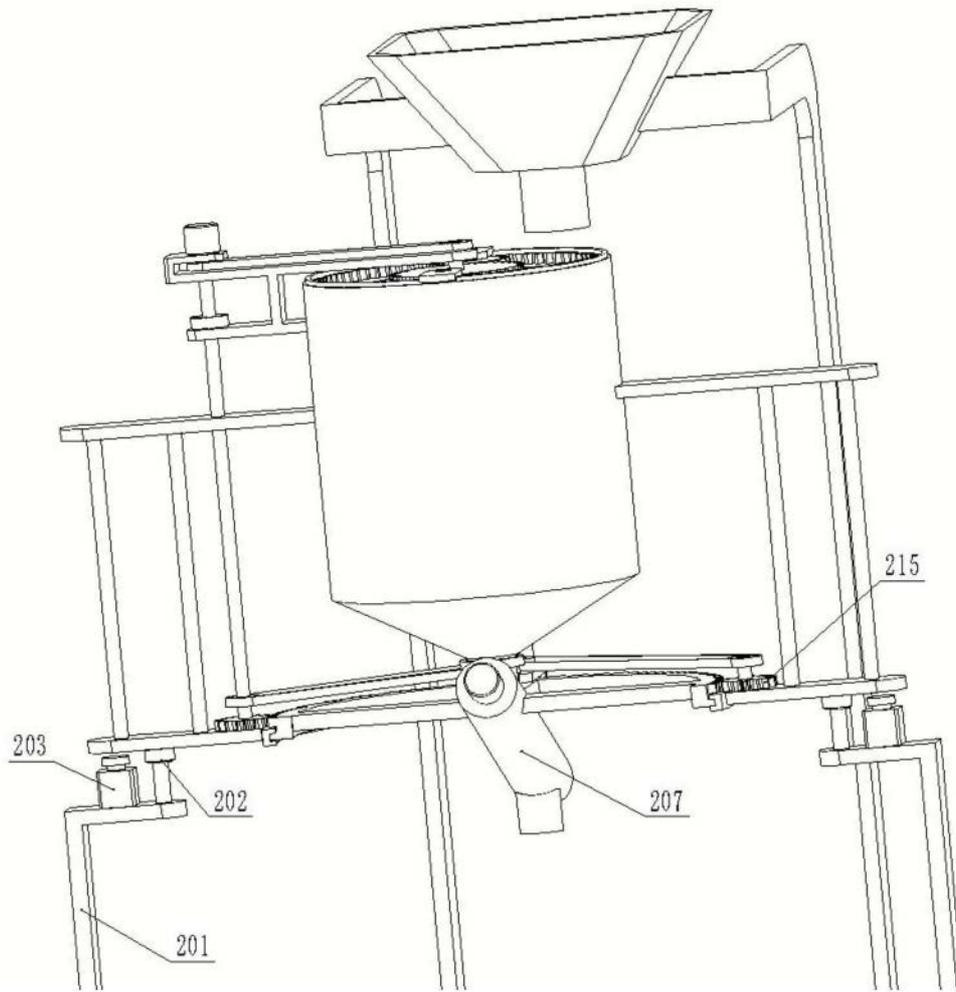


图4

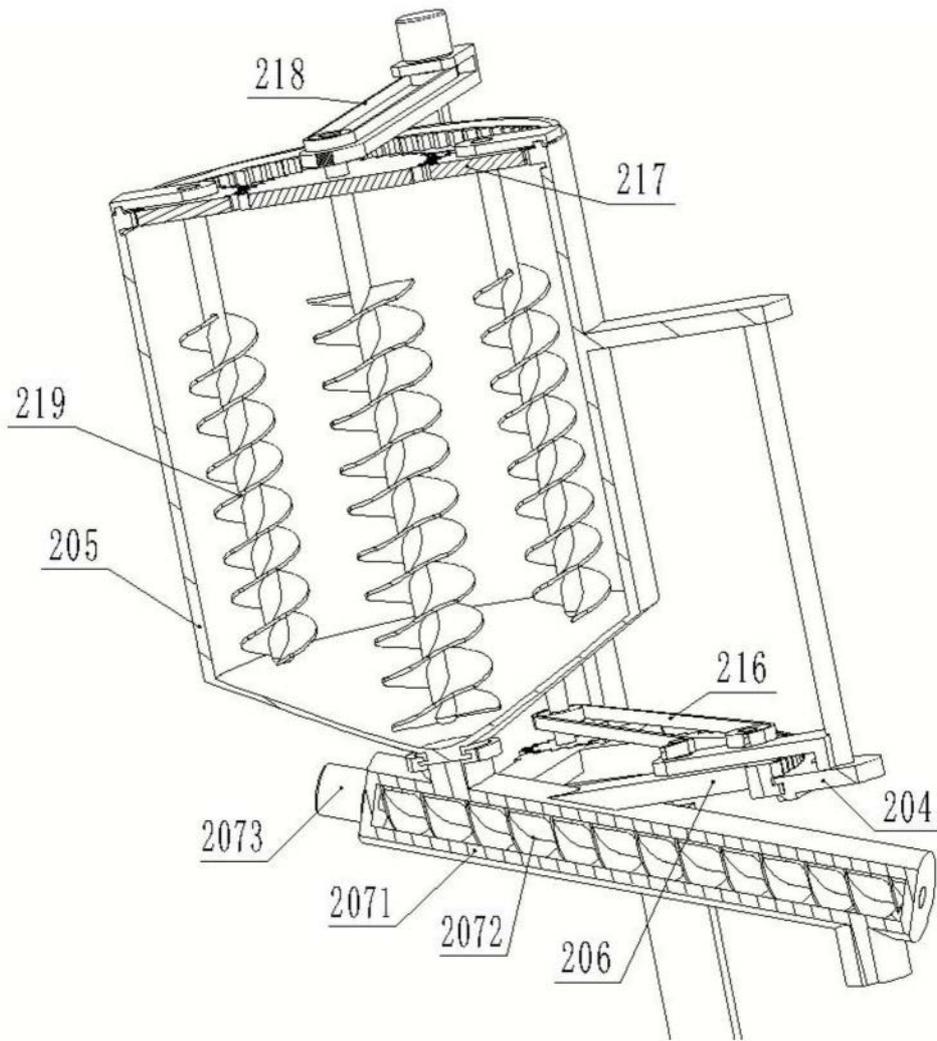


图5

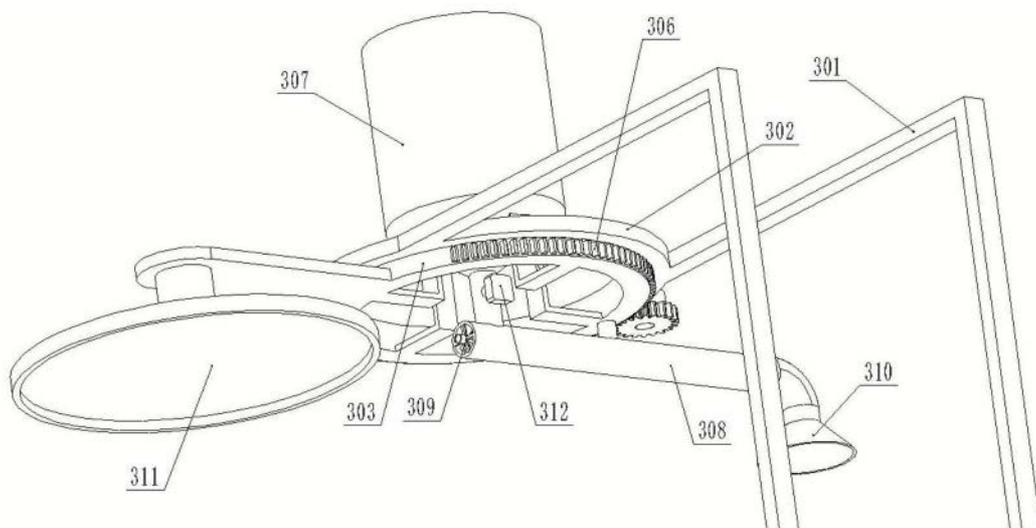


图6

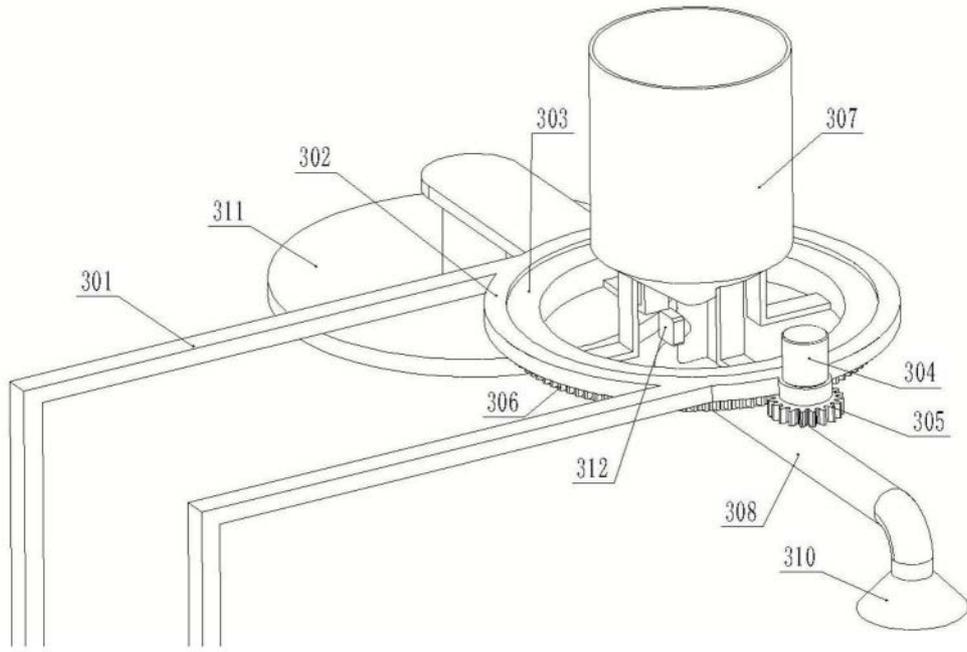


图7

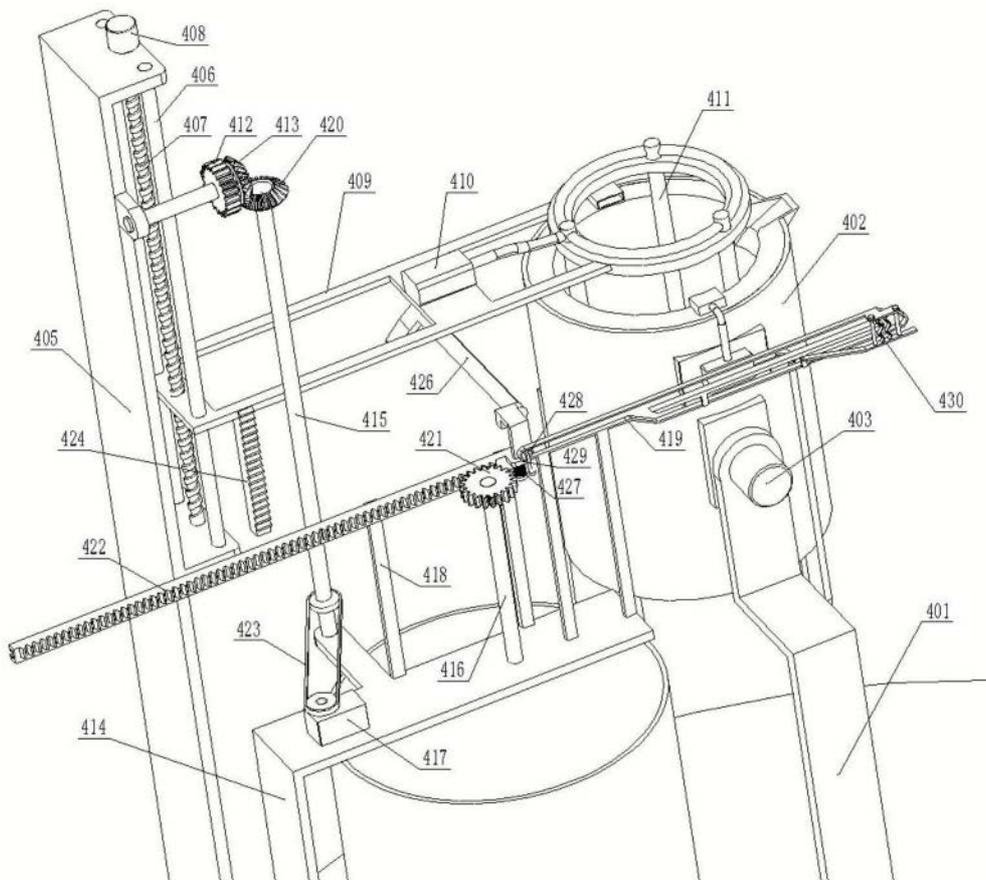


图8

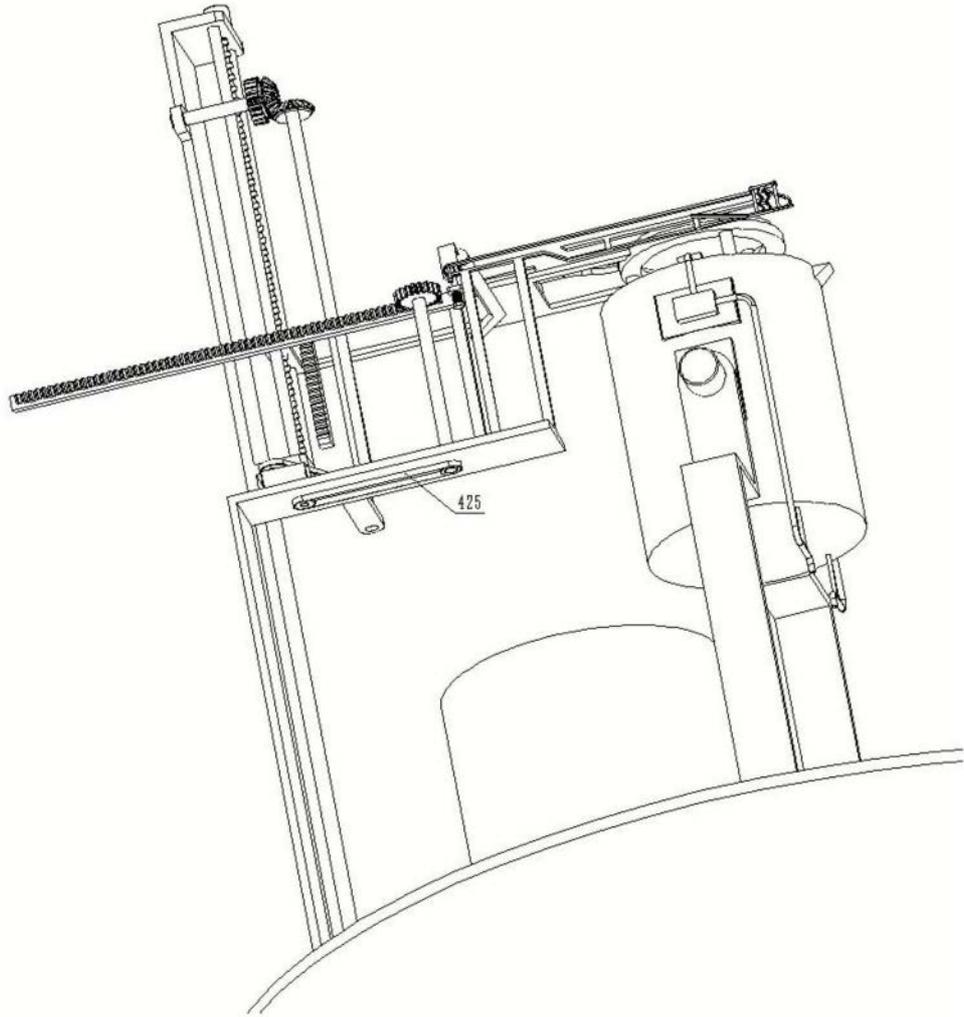


图9

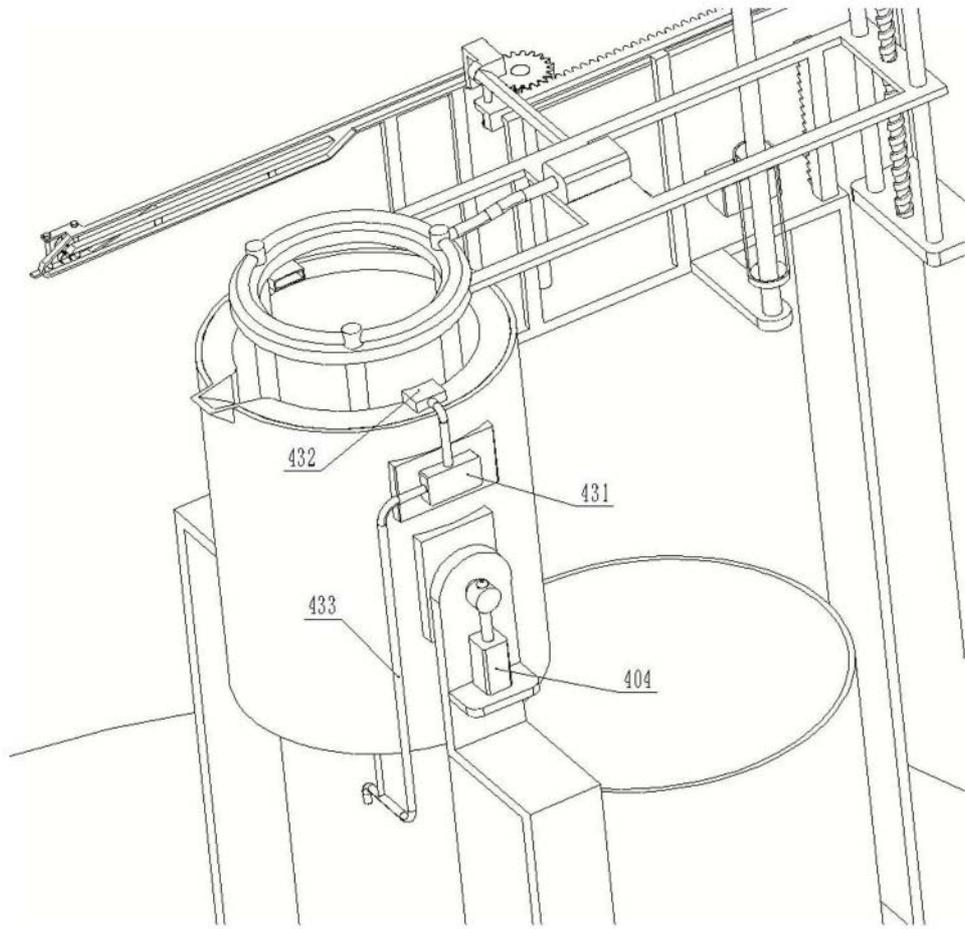


图10

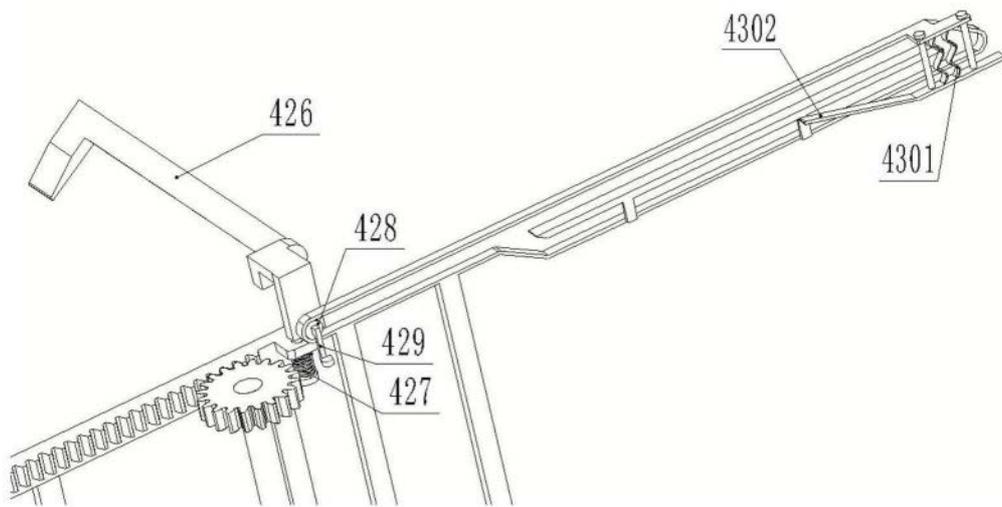


图11

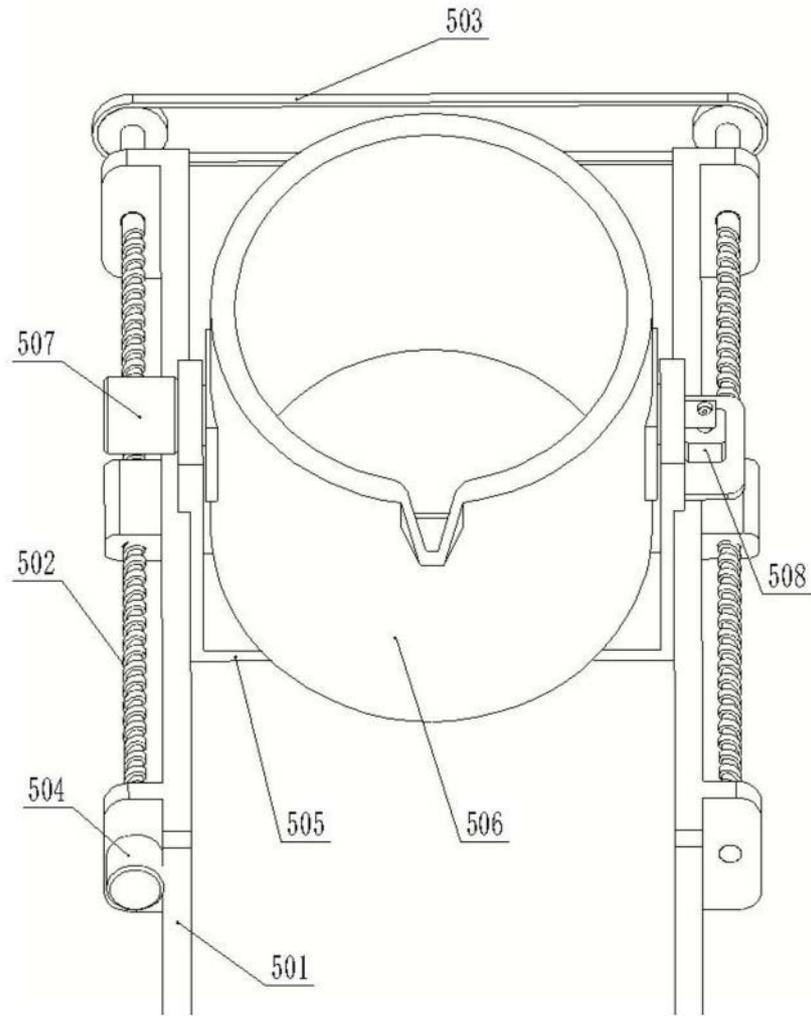


图12