(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 117380916 B
(45)授权公告日 2024.02.23

(21)申请号 202311680624.8
(22)申请日 2023.12.08
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117380916 A
(43)申请公布日 2024.01.12
(73)专利权人 成都利华强磁浮连铸科技有限责任公司
地址 610000 四川省成都市青羊区石人南路40号2栋1单元6号
(72)发明人 刘巍
(74)专利代理机构 成都精点专利代理事务所(普通合伙) 51338
专利代理师 周建
(51)Int.Cl.
B22D 11/14(2006.01)
B22D 11/128(2006.01)
B22D 11/08(2006.01)
B22D 11/12(2006.01)

(56)对比文件
CN 107030266 A,2017.08.11
CN 109773145 A,2019.05.21
CN 116786778 A,2023.09.22
DE 3062311 D1,1983.04.21
WO 2013083391 A1,2013.06.13
CN 1745919 A,2006.03.15
CN 2289626 Y,1998.09.02
CN 1212184 A,1999.03.31
CN 102470428 A,2012.05.23
CN 217701261 U,2022.11.01
CN 212070338 U,2020.12.04
CN 201385110 Y,2010.01.20
CN 114472833 A,2022.05.13
CN 106735003 A,2017.05.31
CN 109014098 A,2018.12.18
CN 216540757 U,2022.05.17
CN 116984900 A,2023.11.03
CN 109093085 A,2018.12.28
CN 101052487 A,2007.10.10
CN 2354696 Y,1999.12.22
CN 109722592 A,2019.05.07
CN 201969855 U,2011.09.14
CN 106270427 A,2017.01.04
CN 111889640 A,2020.11.06
CN 115635060 A,2023.01.24 (续)

审查员 陈晨

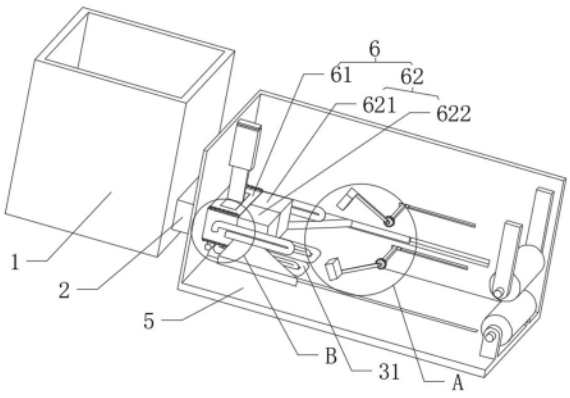
权利要求书2页 说明书10页 附图16页

(54)发明名称

一种磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法

(57)摘要

本发明涉及金属材料连续铸造技术领域,具体涉及一种磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法,该系统包括沿水平的连铸方向依次设置的保温炉、热铸模、磁悬浮冷却区域和余热加工区域,用于铸出连铸坯并对连铸坯进行余热加工,还包括:导轨,导轨设置在热铸模和余热加工区域之间;牵引头,牵引头沿连铸方向滑动设置在导轨上,用于将连铸坯从热铸模的流出口向着余热加工区域牵引;传送机构,传送机构设置在磁悬浮冷却区域和余热加工区域之间。能够降低磁悬浮连铸系统的设备的复杂程度、避免对连铸坯切头、提升后续余热加工产品的产出率。



CN 117380916 B

[转续页]

[接上页]

(56)对比文件

JP 2009269046 A,2009.11.19

WO 2009041356 A1,2009.04.02

DE 10118096 A1,2002.10.17

DE 19956556 A1,2001.05.31

安金敏,任忠鸣,李伟轩,钟云波,雷作胜,邓康.连续定向凝固技术研究.上海金属.2005,(06),23-29.

周俊芳;王云龙.紫铜管坯水平连铸的生产实践.有色金属加工.2009,(05),17-20.

1.一种磁悬浮连铸系统,包括沿水平的连铸方向依次设置的保温炉(1)、热铸模(2)、磁悬浮冷却区域(3)和余热加工区域(4),用于铸出连铸坯并对连铸坯进行余热加工,其特征在于,还包括:

导轨(5),所述导轨(5)设置在所述热铸模(2)和所述余热加工区域(4)之间;

牵引头(6),所述牵引头(6)沿连铸方向滑动设置在所述导轨(5)上,用于将连铸坯从所述热铸模(2)的流出口(21)向着所述余热加工区域(4)牵引;

传送机构,所述传送机构设置在所述磁悬浮冷却区域(3)和所述余热加工区域(4)之间;

其中,所述牵引头(6)处于第一位置时,所述牵引头(6)抵接于所述热铸模(2)的流出口(21),用于成型并夹紧所述连铸坯的头部;所述牵引头(6)移动至第二位置时,所述传送机构夹紧所述连铸坯,并接替所述牵引头(6)将连铸坯向着所述余热加工区域(4)传送;所述牵引头(6)移动至第三位置时,所述传送机构将所述头部送入所述余热加工区域(4);

所述牵引头(6)包括沿连铸方向依次设置的牵引部(61)和包覆部(62),所述牵引部(61)和包覆部(62)抵接后形成型腔,所述型腔用于成型所述头部,所述头部的横截面尺寸与所述流出口(21)的横截面尺寸相同;在所述牵引部(61)的侧壁还设置有能够沿垂直于所述连铸方向伸缩的压紧板(611),用于压紧或松开所述头部;所述包覆部(62)能够垂直于所述连铸方向分模,所述包覆部(62)分模后能够露出所述头部的前端;

所述包覆部(62)包括第一瓣合模(621)和第二瓣合模(622),在所述第一瓣合模(621)和所述第二瓣合模(622)的侧面均设置有沿着分模方向延伸的楔形板(623),在所述导轨(5)上设置有斜顶(51),在所述牵引头(6)向着余热加工区域(4)移动的过程中,所述斜顶(51)能够抵接于所述楔形板(623)的斜面,并使得所述第一瓣合模(621)和所述第二瓣合模(622)分模;

所述第一瓣合模(621)和所述第二瓣合模(622)以平行于连铸方向的竖直平面作为分型面,在所述牵引部(61)的上侧设置有第一刮板(612),在所述第一瓣合模(621)和第二瓣合模(622)的上表面均设置有平行于分模方向的第一滑槽(624),所述第一刮板(612)的一侧铰接于所述牵引部(61),且所述第一刮板(612)的另一侧抵接于所述第一滑槽(624)内;在所述牵引部(61)的下侧设置有第二刮板(613),在所述第一瓣合模(621)和第二瓣合模(622)的下表面均设置有平行于分模方向的第二滑槽(625),所述第二刮板(613)的一侧铰接于所述牵引部(61),且所述第二刮板(613)的另一侧抵接于所述第二滑槽(625)内;

所述第一刮板(612)和所述牵引部(61)通过第一拉簧(614)连接,所述第二刮板(613)和所述牵引部(61)通过第二拉簧(615)连接;

所述传送机构为夹紧式传送机构,包括相向设置的第一夹板(73)和第二夹板(74),且所述第一夹板(73)和第二夹板(74)均沿连铸方向滑动设置于所述导轨(5)内部;在所述牵引头(6)移动至所述第二位置时,所述第一夹板(73)和所述第二夹板(74)相向运动至夹紧所述连铸坯,并随着所述连铸坯向着所述余热加工区域(4)移动;

所述第一夹板(73)和所述第二夹板(74)在竖直方向上相向设置,所述第一夹板(73)通过第一连杆(75)固定连接至第一齿轮(77),所述第二夹板(74)通过第二连杆(76)固定连接至第二齿轮(78),所述第一齿轮(77)的轴和所述第二齿轮(78)的轴均预紧地沿所述连铸方向滑动设置于所述导轨(5)内部;在所述牵引部(61)的上表面设置有能够与所述第一齿轮

(77)啮合的第一齿条(616),在所述牵引部(61)的下表面设置有能够与所述第二齿轮(78)啮合的第二齿条(617);在所述牵引头(6)移动至所述第二位置时,所述第一齿条(616)与所述第一齿轮(77)啮合,所述第二齿条(617)与所述第二齿轮(78)啮合,使得所述第一连杆(75)和所述第二连杆(76)相向转动,驱动第一夹板(73)和所述第二夹板(74)相向运动至夹紧所述连铸坯。

2.根据权利要求1所述的磁悬浮连铸系统,其特征在于,在所述第一齿轮(77)的轴上还套设有第一扭簧,所述第一扭簧的一端固定,所述第一扭簧的另一端连接于所述第一连杆(75),在所述第二齿轮(78)的轴上还套设有第二扭簧,所述第二扭簧的一端固定,所述第二扭簧的另一端连接于所述第二连杆(76)。

3.根据权利要求1或2所述的磁悬浮连铸系统,其特征在于,在所述热铸模(2)的腔壁上还设有至少一凸起部(22)。

4.一种磁悬浮连铸方法,基于权利要求1至3中任一权利要求所述的磁悬浮连铸系统,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1,将所述牵引头(6)抵接于所述热铸模(2)的流出口(21),使所述保温炉(1)内的金属液流经所述热铸模(2),进入并充满牵引头(6)的型腔;

步骤2,在所述型腔内的金属液表面凝固后,所述牵引头(6)夹紧该表面凝固后的金属液;

步骤3,所述牵引头(6)在牵引的作用下以预设速度沿连铸方向移动,并将金属液从所述热铸模(2)连续拉出,被拉出的金属液在所述磁悬浮冷却区域(3)悬浮并冷却形成余热铸坯;

步骤4,在所述牵引头(6)移动至第二位置时,利用所述传送机构夹紧所述连铸坯,并接替所述牵引头(6)以所述预设速度将连铸坯向着所述余热加工区域(4)传送;

步骤5,在所述牵引头(6)移动至第三位置之前,所述牵引头(6)松开所述头部,所述传送机构将所述头部送入所述余热加工区域(4)。

一种磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料连续铸造技术领域,具体涉及一种磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法。

背景技术

[0002] 现有的磁悬浮连铸系统通常是通过一带有凹槽的牵引头,使金属液从炉口流出后在凹槽内初步凝固形成硬壳,利用凹槽卡合住硬壳实现对后续金属液的连铸牵引。然而这样的牵引头通常难以与铸坯脱离,需要牵引头通过后续余热加工区域,再操作切头(即切去牵引头一侧的一段铸坯),一方面,由于牵引头的尺寸比连铸坯的尺寸大得多,需要对余热加工区域的设备进行改造,使得其能够在牵引头通过后,加工区闭合收拢再开始余热加工,且还需要在余热加工区域配设切头机构,另一方面,也会浪费一段铸坯,降低产出率。

[0003] 为了简化磁悬浮连铸系统的设备、使铸坯容易脱离牵引头、提升余热加工产品的产出率,为此,亟需提出一种全新的磁悬浮连铸系统,能够降低磁悬浮连铸系统的设备的复杂程度,提升后续余热加工产品的产出率。

发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种结构简单的磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法,能够至少部分克服上述技术问题,使得铸坯容易脱离牵引头,以及提升余热加工产品的产出率。

[0005] 本发明一方面提供了一种磁悬浮连铸系统,包括沿水平的连铸方向依次设置的保温炉、热铸模、磁悬浮冷却区域和余热加工区域,用于铸出连铸坯并对连铸坯进行余热加工,此外,还包括:导轨,所述导轨设置在所述热铸模和所述余热加工区域之间;牵引头,所述牵引头沿连铸方向滑动设置在所述导轨上,用于将连铸坯从所述热铸模的流出口向着所述余热加工区域牵引;传送机构,所述传送机构设置在所述磁悬浮冷却区域和所述余热加工区域之间;其中,所述牵引头处于第一位置时,所述牵引头抵接于所述热铸模的流出口,用于成型并夹紧所述连铸坯的头部;所述牵引头移动至第二位置时,所述传送机构夹紧所述连铸坯,并接替所述牵引头将连铸坯向着所述余热加工区域传送;所述牵引头移动至第三位置时,所述传送机构将所述头部送入所述余热加工区域。

[0006] 进一步地,所述牵引头包括沿连铸方向依次设置的牵引部和包覆部,所述牵引部和包覆部抵接后形成型腔,所述型腔用于成型所述头部,所述头部的横截面尺寸与所述流出口的横截面尺寸相同;在所述牵引部的侧壁还设置有能够沿垂直于所述连铸方向伸缩的压紧板,用于压紧或松开所述头部;所述包覆部能够垂直于所述连铸方向分模,所述包覆部分模后能够露出所述头部的前端。

[0007] 进一步地,所述包覆部包括第一瓣合模和第二瓣合模,在所述第一瓣合模和所述第二瓣合模的侧面均设置有沿着分模方向延伸的楔形板,在所述导轨上设置有斜顶,在所述牵引头向着余热加工区域移动的过程中,所述斜顶能够抵接于所述楔形板的斜面,并使得所述第一瓣合模和所述第二瓣合模分模。

[0008] 进一步地,所述第一瓣合模和所述第二瓣合模以平行于连铸方向的竖直平面作为分型面,在所述牵引部的上侧设置有第一刮板,在所述第一瓣合模和第二瓣合模的上表面均设置有平行于分模方向的第一滑槽,所述第一刮板的一侧铰接于所述牵引部,且所述第一刮板的另一侧抵接于所述第一滑槽内;在所述牵引部的下侧设置有第二刮板,在所述第一瓣合模和第二瓣合模的下表面均设置有平行于分模方向的第二滑槽,所述第二刮板的一侧铰接于所述牵引部,且所述第二刮板的另一侧抵接于所述第二滑槽内;所述第一刮板和所述牵引部通过第一拉簧连接,所述第二刮板和所述牵引部通过第二拉簧连接。

[0009] 进一步地,所述传送机构为辊压式传送机构,包括相向设置的第一压辊和第二压辊,在所述牵引头移动至所述第二位置时,所述第一压辊和所述第二压辊相向运动至抵接于所述连铸坯的表面,并通过旋转将所述连铸坯向着所述余热加工区域传送。

[0010] 可选地,所述传送机构为夹紧式传送机构,包括相向设置的第一夹板和第二夹板,且所述第一夹板和第二夹板均沿连铸方向滑动设置于所述导轨内部;在所述牵引头移动至所述第二位置时,所述第一夹板和所述第二夹板相向运动至夹紧所述连铸坯,并随着所述连铸坯向着所述余热加工区域移动。

[0011] 进一步地,所述第一夹板和所述第二夹板在竖直方向上相向设置,所述第一夹板通过第一连杆固定连接至第一齿轮,所述第二夹板通过第二连杆固定连接至第二齿轮,所述第一齿轮的轴和所述第二齿轮的轴均预紧地沿所述连铸方向滑动设置于所述导轨内部;在所述牵引部的上表面设置有能够与所述第一齿轮啮合的第一齿条,在所述牵引部的下表面设置有能够与所述第二齿轮啮合的第二齿条;在所述牵引头移动至所述第二位置时,所述第一齿条与所述第一齿轮啮合,所述第二齿条与所述第二齿轮啮合,使得所述第一连杆和所述第二连杆相向转动,驱动第一夹板和所述第二夹板相向运动至夹紧所述连铸坯。

[0012] 进一步地,在所述第一齿轮的轴上还套设有第一扭簧,所述第一扭簧的一端固定,所述第一扭簧的另一端连接于所述第一连杆,在所述第二齿轮的轴上还套设有第二扭簧,所述第二扭簧的一端固定,所述第二扭簧的另一端连接于所述第二连杆。

[0013] 进一步地,在所述热铸模的腔壁上还设有至少一凸起部。

[0014] 本发明另一方面提供了一种磁悬浮连铸方法,该方法基于前述的磁悬浮连铸系统,包括以下步骤:步骤1,将所述牵引头抵接于所述热铸模的流出口,使所述保温炉内的金属液流经所述热铸模,进入并充满牵引头的型腔;步骤2,在所述型腔内的金属液表面凝固后,所述牵引头夹紧该表面凝固后的金属液;步骤3,所述牵引头在牵引的作用下以预设速度沿连铸方向移动,并将金属液从所述热铸模连续拉出,被拉出的金属液在所述磁悬浮冷却区域悬浮并冷却形成余热铸坯;步骤4,在所述牵引头移动至第二位置时,利用所述传送机构夹紧所述连铸坯,并接替所述牵引头以所述预设速度将连铸坯向着所述余热加工区域传送;步骤5,在所述牵引头移动至第三位置之前,所述牵引头松开所述头部,所述传送机构将所述头部送入所述余热加工区域。

[0015] 本发明与现有技术相比,具有如下的优点和有益效果:

[0016] 1、本公开实施例提供的磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法,通过在第一瓣合模和第二瓣合模的侧面均设置沿着分模方向延伸的楔形板,对应地,在导轨上设置斜顶,在牵引头向着余热加工区域移动的过程中,斜顶能够抵接于楔形板的斜面,由此,在牵引头向着余热加工区域移动的过程中,固定的斜顶抵接于楔形板的斜面,使得第一瓣合模和第二瓣合

模沿着垂直于连铸方向的方向分模,从而将头部的前端露出,利用使牵引头移动的动力,驱动包覆部分模,以露出头部的前端,能够便于将连铸坯送入余热加工区域,且无需额外增设动力机构;

[0017] 2、本公开实施例提供的磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法,连铸坯是由传送机构送入余热加工区域的,牵引头无需进入余热加工区域,由于牵引头无需进入到余热加工区域,余热加工区域也就无需为牵引头的进入设置相应的“让位”机构,在牵引头进入时“让位”,在牵引头进入后“复位”,简化了整个系统的结构;由于牵引头的特殊结构设计,制得的整个连铸坯的横截面尺寸是一致的,可以直接从连铸坯的头部进行余热加工,而不需要对连铸坯进行切头(即切除头部),而后从连铸坯的后续部分开始余热加工,一方面,避免了连铸坯头部的浪费,能够减少废料、提升连铸坯余热加工的产出率,另一方面,无需设置切头的机构,进一步简化了磁悬浮连铸系统;

[0018] 3、本公开实施例提供的磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法,在牵引头处于第一位置时,在第一拉簧和第二拉簧的作用下,第一刮板紧紧抵接于第一滑槽内、第二刮板紧紧抵接于第二滑槽内,能够确保第一瓣合模和第二瓣合模准确抵接于牵引部(在竖直方向上无法移动,在连铸方向上也无法移动),确保了牵引头型腔的准确,确保了铸出的连铸坯的头部和后续连铸坯的一致性;在第一瓣合模和第二瓣合模分模后,在第一拉簧和第二拉簧的作用下,第一刮板和第二刮板进一步内收,贴紧露出的连铸坯的表面,能够对连铸坯的表面进行清洁,刮除连铸坯表面的灰尘和铁灰等杂质;

[0019] 4、本公开实施例提供的磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法,设置压辊式的传送机构,第一压辊和第二压辊通过旋转将连铸坯持续向着余热加工区域传送;一方面,第一压辊和第二压辊抵接于连铸坯的表面,能够对连铸坯进行支撑,避免离开磁悬浮冷却区域的连铸坯在重力作用下下坠,导致位于磁悬浮冷却区域内的金属液受力弯曲,另一方面,压辊的传送速度能够较好地匹配热铸模口的金属液流出速度,使得连铸坯的断面尺寸均匀;

[0020] 5、本公开实施例提供的磁悬浮连铸系统及磁悬浮连铸方法,通过设置夹紧式传送机构,夹板和连铸坯之间不会相对移动,不会对连铸坯的表面造成破坏;通过原本施加在牵引头的牵引作用,实现了夹紧式传送机构对连铸坯的夹持和接替牵引头牵引的功能,无需额外设置动力源驱动传送机构即可实现接替牵引头牵引连铸坯。

附图说明

[0021] 此处所说明的附图用来提供对本发明实施例的进一步理解,构成本申请的一部分,并不构成对本发明实施例的限定。在附图中:

[0022] 图1为磁悬浮连铸系统中用到的几种牵引头的结构示意图,其中,a、b、c是带凹槽的外置式牵引头的结构示意图,d是带凸头的内置式牵引头的结构示意图;

[0023] 图2为根据本发明实施例绘示的磁悬浮连铸系统的立体结构示意图;

[0024] 图3为根据本发明实施例绘示的牵引头位于第一位置时的磁悬浮连铸系统的纵剖视图;

[0025] 图4为根据本发明实施例绘示的牵引头位于第二位置时的磁悬浮连铸系统的纵剖视图;

[0026] 图5为根据图4中A-A线绘示的剖视图;

[0027] 图6为根据图4中B-B线绘示的剖视图；

[0028] 图7为根据本发明实施例绘示的牵引头位于第三位置时的磁悬浮连铸系统的纵剖视图；

[0029] 图8为根据本发明实施例绘示的牵引头将头部送入余热加工区域后的纵剖视图；

[0030] 图9为根据图8中C-C线绘示的剖视图；

[0031] 图10为根据本发明实施例绘示的牵引头的立体结构示意图；

[0032] 图11为根据图10绘示的牵引头的剖视图；

[0033] 图12为根据图10绘示的包覆部处于分模状态下的该牵引头；

[0034] 图13为根据本发明实施例2绘示的牵引头的另一立体结构示意图；

[0035] 图14为根据图13绘示的该牵引头的剖视图；

[0036] 图15为根据图13绘示的包覆部处于分模状态下的该牵引头；

[0037] 图16为根据图15绘示的包覆部处于分模状态下的该牵引头的剖视图；

[0038] 图17为根据本发明实施例3绘示的传送机构为辊压式传送机构的磁悬浮连铸系统的示意图；

[0039] 图18为根据图2绘示的A区域的局部放大视图；

[0040] 图19为根据图2绘示的B区域的局部放大视图；

[0041] 图20为根据图3绘示的C区域的局部放大视图；

[0042] 图21为根据本发明实施例绘示的一种磁悬浮连铸方法的方法流程图。

[0043] 附图中标记及对应的零部件名称：

[0044] 1-保温炉;2-热铸模;21-流出口;22-凸起部;3-磁悬浮冷却区域;31-线圈;4-余热加工区域;5-导轨;51-斜顶;6-牵引头;61-牵引部;611-压紧板;612-第一刮板;613-第二刮板;614-第一拉簧;615-第二拉簧;616-第一齿条;617-第二齿条;62-包覆部;621-第一瓣合模;622-第二瓣合模;623-楔形板;624-第一滑槽;625-第二滑槽;71-第一压辊;72-第二压辊;73-第一夹板;74-第二夹板;75-第一连杆;76-第二连杆;77-第一齿轮;78-第二齿轮。

具体实施方式

[0045] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合实施例和附图,对本发明作进一步的详细说明,本发明的示意性实施方式及其说明仅用于解释本发明,并不作为对本发明的限定。需要说明的是,本发明已经处于实际研发使用阶段。

[0046] 在磁悬浮连铸系统中,牵引头6用于牵引从热铸模2的流出口21流出的金属液,金属液在牵引头6的牵引作用下经过磁悬浮冷却区域3,在磁悬浮冷却区域3内被冷却凝固为连铸坯,而后被牵引头6牵引进入余热加工区域4进行余热加工。牵引头6例如是包括一个凹槽的外置式牵引头6,如图1中a、b、c所示,牵引头6抵接于热铸模2的流出口21,从热铸模2流出的金属液进入牵引头6的凹槽,在凹槽内金属液表面会逐渐凝固,而后牵引头6开始牵引,凹槽和凝固的金属液相抵接,进而牵引头6的牵引作用施加到金属液上,将金属液牵出;或者,牵引头6是包含一个凸头的内置式牵引头6,如图1中d所示,在热铸模2流出口21处安装一段模具,模具的断面形状尺寸与热铸模2的断面尺寸一致,牵引头6伸入到该模具内,金属液包覆在凸头上并在模具的冷却作用下逐渐凝固,而后牵引头6开始牵引,凝固在凸头上的金属液被卡在牵引头6上,进而被牵引头6牵出。然而,上述的外置式牵引头6,要使连铸坯进

入余热加工区域4,需要牵引头6先进入余热加工区域4,但是该牵引头6的尺寸大于连铸坯的断面尺寸,进入余热加工区域4(例如余热加工区域4为热轧)需要轧辊“让位”(即向两边张开,供牵引头6通过),且连铸坯需要切头处理,切头后的余热加工产品才能正常卷取;类似的,上述的内置式牵引头6进入余热加工区域4也需要让位(虽然牵引头6的尺寸与连铸坯的断面尺寸一致,但是余热加工区域4的轧辊间隙小于连铸坯的厚度)和切头的操作。为此,本实施例提出一种全新的磁悬浮连铸系统,该系统的牵引头6无需进入余热加工区域4,相应的,余热加工区域4无需为牵引头6的进入让位,连铸坯也无需经历切头处理(从连铸坯的头部开始即可进行轧制)。能够更轻松的脱钩和避免切头浪费、提升产品产出率。

[0047] 实施例1:

[0048] 如图2至图12所示,该磁悬浮连铸系统包括沿水平的连铸方向依次设置的保温炉1、热铸模2、磁悬浮冷却区域3和余热加工区域4,用于铸出连铸坯并对连铸坯进行余热加工,此外,还包括:导轨5,所述导轨5设置在所述热铸模2和所述余热加工区域4之间;牵引头6,所述牵引头6沿连铸方向滑动设置在所述导轨5上,用于将连铸坯从所述热铸模2的流出口21向着所述余热加工区域4牵引;传送机构,所述传送机构设置在所述磁悬浮冷却区域3和所述余热加工区域4之间;其中,所述牵引头6处于第一位置时,所述牵引头6抵接于所述热铸模2的流出口21,用于成型并夹紧所述连铸坯的头部;所述牵引头6移动至第二位置时,所述传送机构夹紧所述连铸坯,并接替所述牵引头6将连铸坯向着所述余热加工区域4传送;所述牵引头6移动至第三位置时,所述传送机构将所述头部送入所述余热加工区域4。

[0049] 应当理解的是,在不同阶段,连铸坯处于不同的形态;在牵引头6开始牵引时,牵引头6内的连铸坯是表面凝固而内部呈液态的坯体;在磁悬浮冷却区域3,金属液逐渐冷却凝固;处于磁悬浮冷却区域3和余热加工区域4之间的是铸坯温度适宜进行余热加工的余热铸坯。

[0050] 具体地,所述牵引头6包括沿连铸方向依次设置的牵引部61和包覆部62,所述牵引部61和包覆部62抵接后形成型腔,所述型腔用于成型连铸坯的头部,所述头部的横截面尺寸与所述流出口21的横截面尺寸相同;在所述牵引部61的侧壁还设置有能够沿垂直于所述连铸方向伸缩的压紧板611,用于压紧或松开所述头部;所述包覆部62能够垂直于所述连铸方向分模,所述包覆部62分模后能够露出所述头部的前端(即露出头部靠近余热加工区域4的一段铸坯)。

[0051] 具体地,可以在牵引部61还设置伸缩单元,所述伸缩单元的一端滑动设置在导轨5上,另一端连接至所述压紧板611(参见图2至图9),或者所述伸缩单元的一端固定于所述牵引部61,另一端连接至所述压紧板611(参见图10至图12)。所述包覆部62包括第一瓣合模621和第二瓣合模622,在所述第一瓣合模621和所述第二瓣合模622的侧面均设置有沿着分模方向延伸的楔形板623,在所述导轨5上设置有斜顶51,在所述牵引头6向着余热加工区域4移动的过程中,所述斜顶51能够抵接于所述楔形板623的斜面,并使得所述第一瓣合模621和所述第二瓣合模622分模。优选地,包覆部62以水平面作为分型面,或者以平行于连铸方向的竖直平面作为分型面,便于设置斜顶51,也能避免楔形板623和其它构件干涉。需要说明的是,分模方向是指的所述第一瓣合模621和所述第二瓣合模622分模的方向,是由二者的分型面决定的,若包覆部62是以水平面作为分型面,则相应地,分模方向是竖直方向(即垂直于该水平的分型面的方向);若包覆部62是以平行于连铸方向的竖直平面作为分型面,

则相应地,分模方向垂直于连铸方向且水平(即垂直于该竖直的分型面的方向);更具体地,在包覆部62以平行于连铸方向的竖直平面作为分型面的情况下,如图5和图12所示,图中e方向为前述的“水平的连铸方向”,所述第一瓣合模621沿着f方向分模,所述第二瓣合模622分模沿着g方向分模,分模方向指f方向和g方向所在的直线,设置在所述第一瓣合模621上的楔形板623沿着f方向延伸、设置在所述第二瓣合模622上的楔形板623沿着g方向延伸。

[0052] 通过在第一瓣合模621和第二瓣合模622的侧面均设置沿着分模方向延伸的楔形板623,对应地,在导轨5上设置斜顶51,在牵引头6向着余热加工区域4移动的过程中,斜顶51能够抵接于楔形板623的斜面,由此,在牵引头6向着余热加工区域4移动的过程中,固定的斜顶51抵接于楔形板623的斜面,使得第一瓣合模621和第二瓣合模622沿着垂直于连铸方向的方向分模,从而将头部的前端露出,利用使牵引头6移动的动力,驱动包覆部62分模,以露出头部的前端,能够便于将连铸坯送入余热加工区域4,且无需额外增设动力机构。

[0053] 基于此,本发明实施例提供的磁悬浮连铸系统,包覆部62在连铸坯进入余热加工区域4之前即进行分模,从而露出头部的前端,将前端递入余热加工区域4,即可由余热加工区域4实现对后续连铸坯的牵引,例如余热加工区域4为热轧加工区域,则传送机构将连铸坯送入热轧的轧辊,而后传送机构可以停止工作,由轧辊的轧制动作(轧辊的旋转)带着连铸坯持续进入余热加工区域4进行轧制。基于此,连铸坯是由传送机构送入余热加工区域4的,牵引头6无需进入余热加工区域4,由于牵引头6无需进入到余热加工区域4,余热加工区域4也就无需为牵引头6的进入设置相应的“让位”机构,在牵引头6进入时“让位”,在牵引头6进入后“复位”,简化了整个系统的结构;由于牵引头6的特殊结构设计,制得的整个连铸坯的横截面尺寸是一致的,可以直接从连铸坯的头部进行余热加工,而不需要对连铸坯进行切头(即切除头部),而后从连铸坯的后续部分开始余热加工,一方面,避免了连铸坯头部的浪费,能够减少废料、提升连铸坯余热加工的产出率,另一方面,无需设置切头的机构,进一步简化了磁悬浮连铸系统。若不设置传送机构,直接由牵引头6将露出的头部前端递入余热加工区域4,若压紧板611松开不及时且牵引头6仍能滑动,则牵引头6会被扯向余热加工区域4,容易发生危险;若压紧板611松开不及时且牵引头6已被止挡,则容易对系统的构件造成损坏;若压紧板611松开过早,则无法将露出的头部前端递入余热加工区域4,且牵引作用过早失效,造成磁悬浮冷却区域3金属液过多囤积。不设置传送机构则需要精确控制压紧板611的松开时机,然而在高温的连铸坯周围,难以对松开时机精确控制。

[0054] 在该磁悬浮连铸系统进行连铸和余热加工的过程中,在牵引头6处于第一位置时,保温炉1内的金属液流经热铸模2,被热铸模2约束为目标连铸坯的断面形状、尺寸,最先流出的金属液进入并充满牵引头6的型腔,表面冷却凝固形成硬壳;而后,压紧板611进一步下压,将牵引头6内的这部分铸坯(连铸坯的头部)夹紧,夹紧后,牵引头6在牵引的作用下,向着余热加工区域4移动;在牵引头6向着余热加工区域4移动的过程中,保温炉1内的金属液持续流经热铸模2,并在牵引的作用下进入磁悬浮冷却区域3,进入磁悬浮冷却区域3的金属液在该区域悬浮并被降温凝固至形成余热铸坯(例如余热加工为热轧,则在该区域将钢铸坯降温至1050℃至1250℃,将铜铸坯降温至750℃至850℃);离开磁悬浮冷却区域3的连铸坯在达到余热加工区域4之前(在牵引头6移动至第二位置时),传送机构夹紧所述连铸坯并接替牵引头6将连铸坯向着余热加工区域4传送;之后牵引头6脱钩(即,压紧板611松开,包覆部62也进行分模,露出头部的前端),连铸坯的头部被传送机构递入余热加工区域4;余热

加工区域4从连铸坯的头部进入后,即开始对连续铸坯进行连续的余热加工。

[0055] 如图6所示,磁悬浮冷却区域3包括设置在金属液下方和侧面的线圈31,线圈31内通有高频交流电,于是线圈31在磁悬浮冷却区域3将产生交变的原生磁场,进入磁悬浮冷却区域3内的金属液被电磁感应产生涡流,涡流产生次生磁场;次生磁场的方向与原生磁场方向相反,于是产生相互推斥的力;因线圈31固定不动,位于金属液下方的线圈31使得金属液被推斥向上并抵消重力而悬浮;位于金属液侧面的线圈31则产生指向金属液侧面的推斥力,使得金属液不会在侧面垮塌;位于金属液下方和侧面的线圈31约束金属液保持预设的断面形状、尺寸。优选地,线圈31由通水铜管绕制而成。

[0056] 应当理解的是,连铸坯依断面形状、尺寸不同而分为柱状坯和板状坯两大类,相应地,线圈31也分为马鞍形线圈和平面线圈两大类;在铸造柱状坯的情况下,使用马鞍形线圈,且线圈31位于金属液侧面的部分需高于金属液的上表面,对于板状坯,使用的线圈31位于金属液侧面的部分则低得多,因坯体很薄,金属液的侧边甚至可以不进行约束,直接采用平面线圈。并且,铸造柱状坯相对于铸造板状坯而言,线圈31位于金属液下方的部分需要绕制多层。更具体地,线圈31位于金属液下方的部分与磁悬浮冷却区域3内的金属液的底部的距离≥5mm,线圈31位于金属液侧边的部分与磁悬浮冷却区域3内的金属液的侧边的距离≥20mm。在线圈31的周边还可以设有保护层,用于防止金属液泄漏时,损坏线圈31,导致事故发生。在磁悬浮冷却区域3还围绕金属液设置有若干喷头,喷头喷出水雾使得金属液迅速降温凝固,并降温至形成余热铸坯。应当理解的是,在磁悬浮冷却区域3还设有蒸汽回收口,避免高温水蒸气溢出伤人。

[0057] 实施例2:

[0058] 如图13至图16所示,本实施例基于实施例1,区别在于,所述包覆部62以平行于连铸方向的竖直平面作为分型面,在所述牵引部61的上侧设置有第一刮板612,在所述第一瓣合模621和第二瓣合模622的上表面均设置有平行于分模方向的第一滑槽624,所述第一刮板612的一侧铰接于所述牵引部61,且所述第一刮板612的另一侧抵接于所述第一滑槽624内;相应的在所述牵引部61的下侧设置有第二刮板613,在所述第一瓣合模621和第二瓣合模622的下表面均设置有平行于分模方向的第二滑槽625,所述第二刮板613的一侧铰接于所述牵引部61,且所述第二刮板613的另一侧抵接于所述第二滑槽625内;

[0059] 所述第一刮板612和所述牵引部61通过第一拉簧614连接,所述第二刮板613和所述牵引部61通过第二拉簧615连接。

[0060] 基于此,在牵引头6处于第一位置时,在第一拉簧614和第二拉簧615的作用下,第一刮板612紧紧抵接于第一滑槽624内、第二刮板613紧紧抵接于第二滑槽625内,能够确保第一瓣合模621和第二瓣合模622准确抵接于牵引部61(在竖直方向上无法移动,在连铸方向上也无法移动),确保了牵引头6型腔的准确,确保了铸出的连铸坯的头部和后续连铸坯的一致性;此外,在第一瓣合模621和第二瓣合模622分模后,在第一拉簧614和第二拉簧615的作用下,第一刮板612和第二刮板613进一步内收,贴紧露出的连铸坯的表面,在露出的连铸坯进入余热加工区域4后,牵引头6因不再被牵引而停下,连铸坯继续向着余热加工区域4移动,紧贴于连铸坯表面的第一刮板612和第二刮板613能够对连铸坯的表面进行清洁,刮除连铸坯表面的灰尘(例如空气中的颗粒物、机械设备的磨损产生的粉尘附着在连铸坯表面)和铁灰(铁灰是指连铸过程中金属氧化物的集合体,主要由铁和其他金属元素的氧化物

组成)等杂质,使用表面更加清洁的连铸坯能够在余热加工中得到更加优质的产品,例如热轧工序,避免了连铸坯表面的灰尘和铁灰被轧进成品的表层。

[0061] 实施例3:

[0062] 如图17所示,本实施例提供了传送机构的一种具体实施形式,具体地,所述传送机构为辊压式传送机构,包括相向设置的第一压辊71和第二压辊72,在所述牵引头6移动至所述第二位置时,所述第一压辊71和所述第二压辊72相向运动至抵接于所述连铸坯的表面,并通过旋转将所述连铸坯向着所述余热加工区域4传送。

[0063] 具体地,在所述牵引头6移动至所述第二位置时(牵引头6越过压辊的位置),所述第一压辊71和所述第二压辊72相向运动至抵接于所述连铸坯的表面后(牵引头6尚未移动至所述第三位置),压紧板611远离牵引部61,从而松开连铸坯的头部,并且所述包覆部62分模,露出头部的前端。此时,第一压辊71和第二压辊72通过旋转将连铸坯持续向着余热加工区域4传送,将露出的头部的前端递入余热加工区域4(例如热轧加工的轧辊)。其中,在压紧板611松开头部后,牵引头6即可停止牵引。一方面,第一压辊71和第二压辊72抵接于连铸坯的表面,能够对连铸坯进行支撑,避免离开磁悬浮冷却区域3的连铸坯在重力作用下下坠,导致位于磁悬浮冷却区域3内的金属液受力弯曲,使得连铸坯变形,不利于后续余热加工的进行,另一方面,压辊的传送速度能够较好地匹配热铸模2口的金属液流出速度,使得连铸坯的断面尺寸均匀。

[0064] 然而,这种辊压式的传送机构在传送连铸坯时,由于压辊的圆周面与连铸坯的表面通过动摩擦力实现传送,两者相对位移的过程中难免会对连铸坯的表面产生一定程度的破坏,并且需要给第一压辊71和第二压辊72设置单独的动力机构,使得它们旋转。为此,以下将提供传送机构的另一具体实施形式。

[0065] 实施例4:

[0066] 如图2至图9所示,其中,仅图2和图3中绘出了保温炉1和热铸模2的结构,后续附图均对该部分的结构进行了省略。本实施例提供了传送机构的另一具体实施形式,具体地,所述传送机构为夹紧式传送机构,包括相向设置的第一夹板73和第二夹板74,且所述第一夹板73和第二夹板74均沿连铸方向滑动设置于所述导轨5内部;在所述牵引头6移动至所述第二位置时,所述第一夹板73和所述第二夹板74相向运动至夹紧所述连铸坯,并随着所述连铸坯向着所述余热加工区域4移动。基于此,夹板和连铸坯之间不会相对移动,不会对连铸坯的表面造成破坏。

[0067] 具体地,如图18、图19所示,所述第一夹板73和所述第二夹板74在竖直方向上相向设置,所述第一夹板73通过第一连杆75固定连接至第一齿轮77,所述第二夹板74通过第二连杆76固定连接至第二齿轮78,所述第一齿轮77的轴和所述第二齿轮78的轴均预紧地沿所述连铸方向滑动设置于所述导轨5内部;在所述牵引部61的上表面设置有能够与所述第一齿轮77啮合的第一齿条616,在所述牵引部61的下表面设置有能够与所述第二齿轮78啮合的第二齿条617;在所述牵引头6移动至所述第二位置时,所述第一齿条616与所述第一齿轮77啮合,所述第二齿条617与所述第二齿轮78啮合,使得所述第一连杆75和所述第二连杆76相向转动,驱动第一夹板73和所述第二夹板74相向运动至夹紧所述连铸坯。优选地,所述第一齿轮77的轴和所述第二齿轮78的轴的“预紧”可以通过磁吸实现,或者是按扣、插接等结构实现,例如在导轨5上设置插接口,在第一齿轮77的轴和所述第二齿轮78的轴的滑动配合

端设置插接部(第一齿轮77和第二齿轮78转动的时候,第一齿轮77的轴和所述第二齿轮78的轴均不会转动),插接部插入插接口,在拉力达到一定程度时,二者脱离。

[0068] 基于此,牵引头6在所述牵引头6移动至所述第二位置时,第一齿条616与第一齿轮77接触并啮合,从而带动第一齿轮77转动,同时,第二齿条617与第二齿轮78接触并啮合,从而带动第二齿轮78转动,使得所述第一连杆75和所述第二连杆76相向转动,进而带动第一夹板73和第二夹板74相向运动至夹紧所述连铸坯;在第一夹板73和第二夹板74夹紧连铸坯的同时,由于第一夹板73和第二夹板74已经夹紧连铸坯,无法再继续相向运动,则第一齿轮77和第二齿轮78均无法再转动,而牵引头6仍被牵引,牵引的力将使得第一齿轮77的轴和第二齿轮78的轴均挣脱预紧并随着牵引头6向着余热加工区域4移动;在连铸坯的头部抵达余热加工区域4之前,压紧板611远离牵引部61,从而松开连铸坯的头部,并且所述包覆部62分模,露出头部的前端。牵引头6持续牵引直至将露出的头部的前端递入余热加工区域4(例如热轧加工的轧辊)。

[0069] 优选地,在所述第一齿轮77的轴上还套设有第一扭簧,所述第一扭簧的一端固定(例如,固定在第一齿轮77的轴上),所述第一扭簧的另一端连接于所述第一连杆75,在所述第二齿轮78的轴上还套设有第二扭簧,所述第二扭簧的一端固定(例如,固定在第二齿轮78的轴上),所述第二扭簧的另一端连接于所述第二连杆76。

[0070] 基于此,在齿轮和齿条开始啮合前,第一扭簧和第二扭簧处于拉伸(或压缩)状态,在齿轮和齿条啮合后,使得所述第一连杆75和所述第二连杆76相向转动,第一扭簧和第二扭簧被进一步拉伸(或压缩);在连铸坯的头部进入余热加工区域4(例如轧辊)后,作用于牵引部61的牵引作用停止,则第一夹板73在第一扭簧的作用下复位(向着远离第二夹板74的方向运动)和第二夹板74在第二扭簧的作用下复位(向着远离第一夹板73的方向运动),使得所述夹紧式传送机构不再夹住连铸坯,连铸坯在余热加工区域4的牵引作用(例如轧辊的旋转)下持续进入余热加工区域4进行余热加工。

[0071] 由此,本实施例通过原本施加在牵引头6的牵引作用,实现了夹紧式传送机构对连铸坯的夹持和接替牵引头6牵引的功能,无需额外设置动力源驱动传送机构即可实现接替牵引头6牵引连铸坯。此外,第一夹板73和第二夹板74在竖直方向上相向设置,并在竖直方向上夹紧,能够适用于柱状坯和板状坯的夹持,适用范围广。

[0072] 实施例5:

[0073] 如图20所示,本实施例基于实施例1,区别在于,在所述热铸模2的型腔壁上还设有至少一凸起部22。

[0074] 通常,磁悬浮冷却区域3的金属液是从表面向内部逐步凝固的,在金属液逐渐凝固形成连铸坯的过程中,金属液的外表面先凝固形成硬壳,金属液的内部在凝固的过程中,难以实现补缩,将会出现疏松和缩孔的情况。本实施例通过在热铸模2的型腔壁上设置至少一凸起部22,从而减缓边缘部分的金属液的流速,能够使得热铸模2内金属液中心部分的流速大于边缘部分的流速,使得从热铸模2的流出口21流出的金属液的中心部分能够注入到更远的距离,从而对正在逐渐凝固的连铸坯(此部分连铸坯表面冷却凝固形成硬壳而内部为金属液)进行补缩,减少疏松和缩孔,此外,流速相对较快的中心部分金属液注入表面逐渐冷却凝固的悬浮金属液,能够搅动内部尚未凝固的金属液,加强金属液凝固前的流动性,使尚未凝固的金属液成分分布均匀,减少偏析。

[0075] 实施例6：

[0076] 如图21所示，本实施例提供了一种磁悬浮连铸方法，基于上述实施例提供的磁悬浮连铸系统，该方法包括以下步骤：

[0077] 步骤1，将所述牵引头6抵接于所述热铸模2的流出口21，使所述保温炉1内的金属液流经所述热铸模2，进入并充满牵引头6的型腔；

[0078] 步骤2，在所述型腔内的金属液表面凝固后，所述牵引头6夹紧该表面凝固后的金属液；

[0079] 步骤3，所述牵引头6在牵引的作用下以预设速度沿连铸方向移动，并将金属液从所述热铸模2连续拉出，被拉出的金属液在所述磁悬浮冷却区域3悬浮并冷却形成余热铸坯；

[0080] 步骤4，在所述牵引头6移动至第二位置时，利用所述传送机构夹紧所述连铸坯，并接替所述牵引头6以所述预设速度将连铸坯向着所述余热加工区域4传送；

[0081] 步骤5，在所述牵引头6移动至第三位置之前，所述牵引头6松开所述头部，所述传送机构将所述头部送入所述余热加工区域4。

[0082] 应当理解的是，在上述各实施例中，磁悬浮冷却区域3周边的结构均由不产生电磁感应且满足力学性能要求的材料构成，通常选用非金属材料，例如玻璃纤维、陶瓷等，可以避免该磁悬浮连铸系统在电磁场的作用下被加热；此外，各结构与金属液、铸坯的接触面均设置有绝热层，受到较高温度影响的区域也相应地设置有绝热层，绝热层的耐受温度≥1700℃，例如由高温耐火纤维材料(如陶瓷纤维、玻璃纤维或石棉纤维等)制成的绝热布。

[0083] 以上所述的具体实施方式，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施方式而已，并不用于限定本发明的保护范围，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

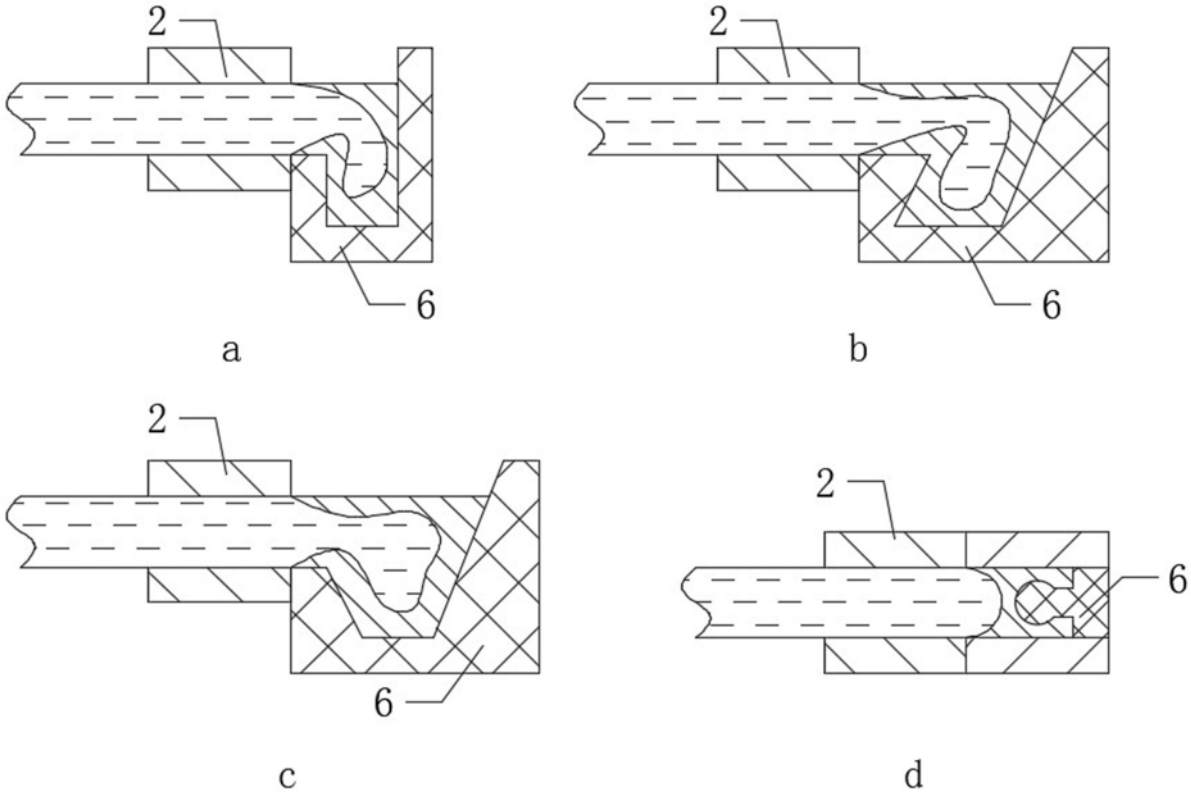


图 1

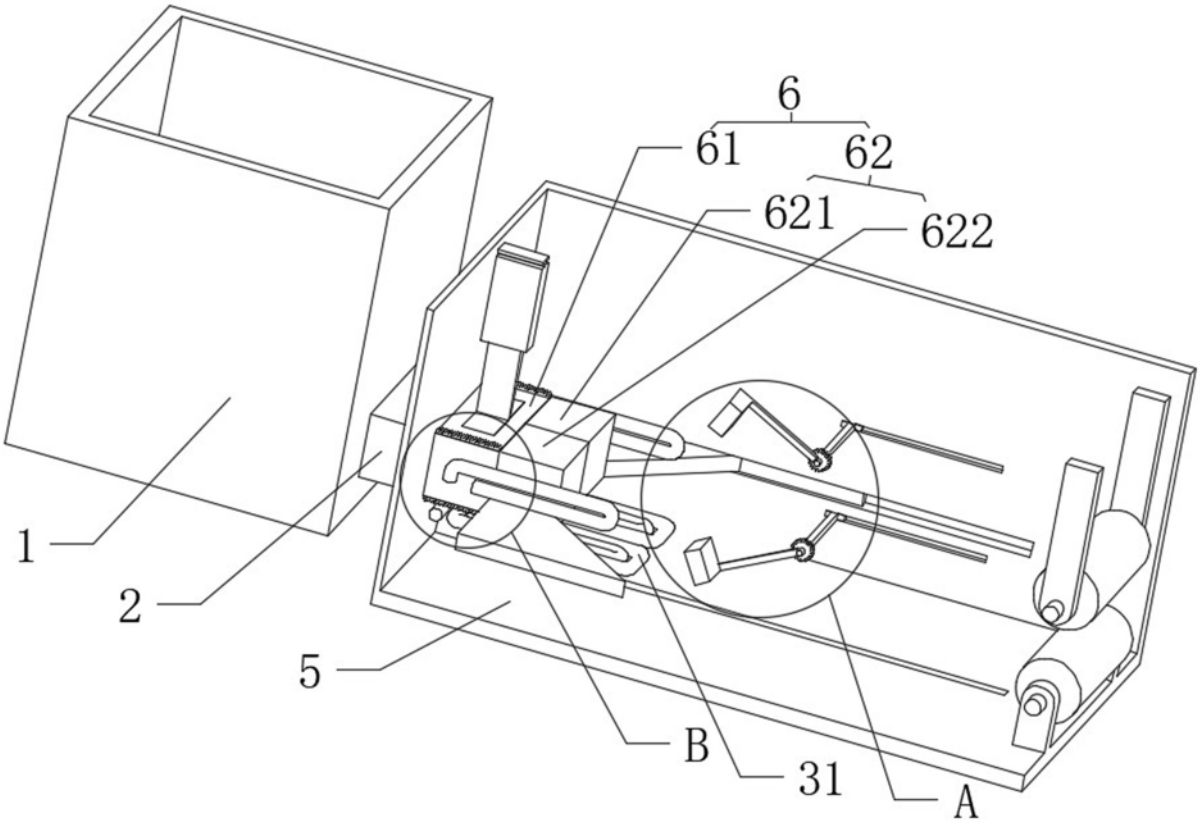


图 2

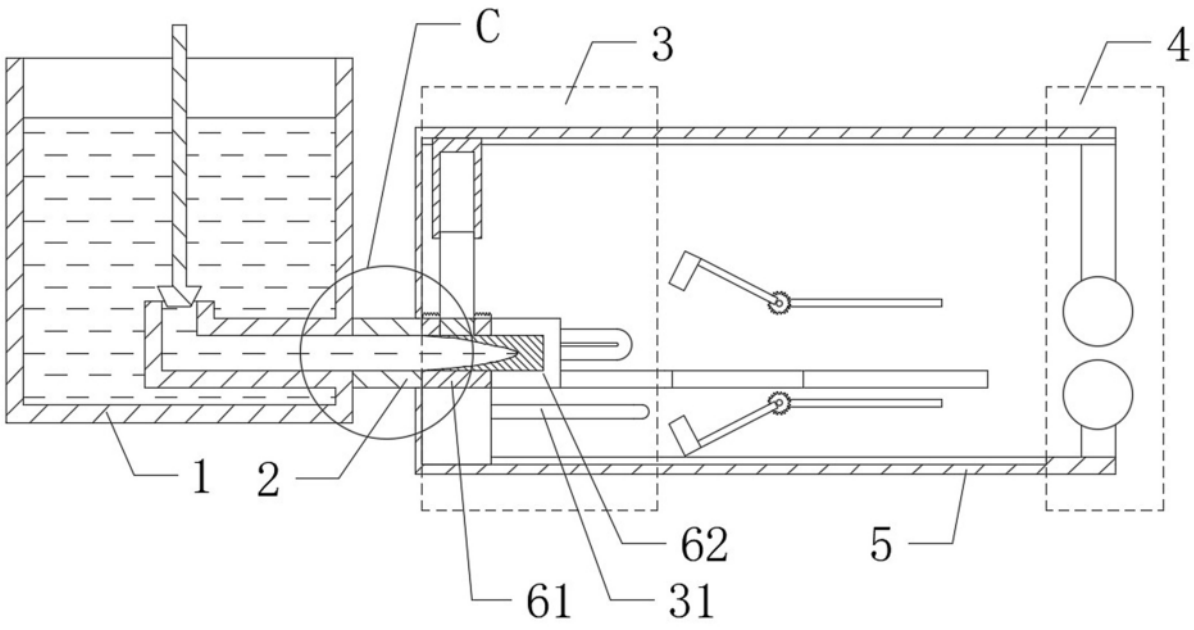


图 3

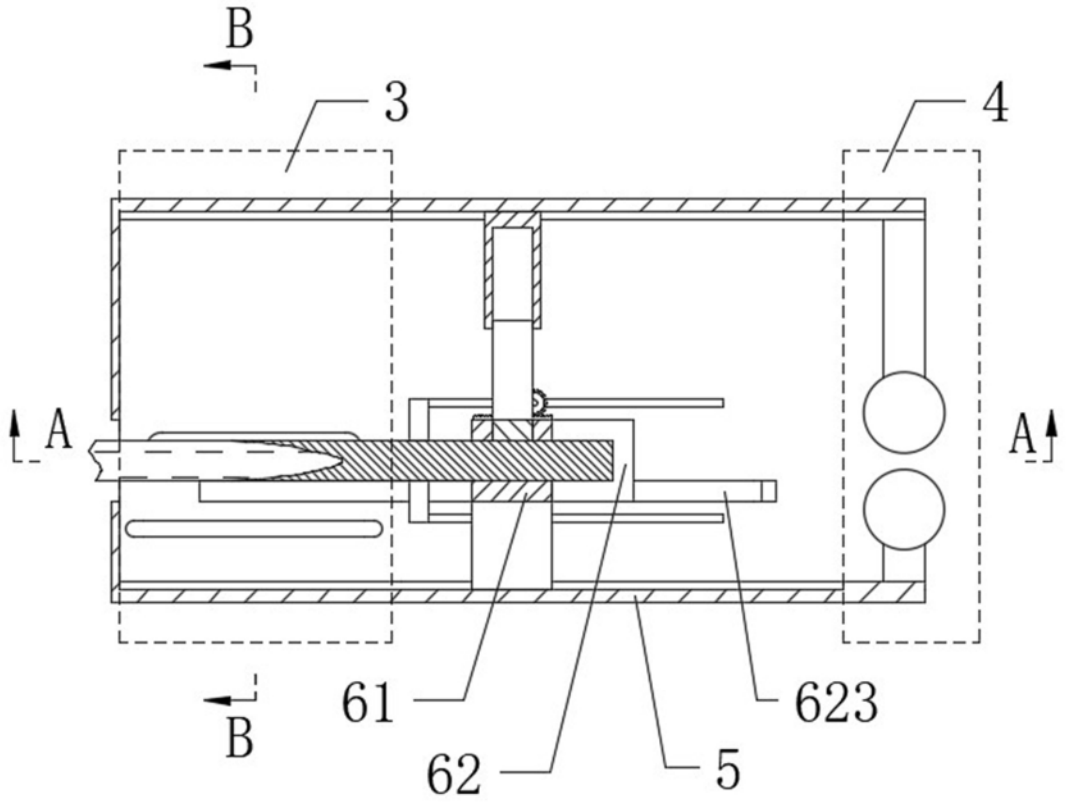


图 4

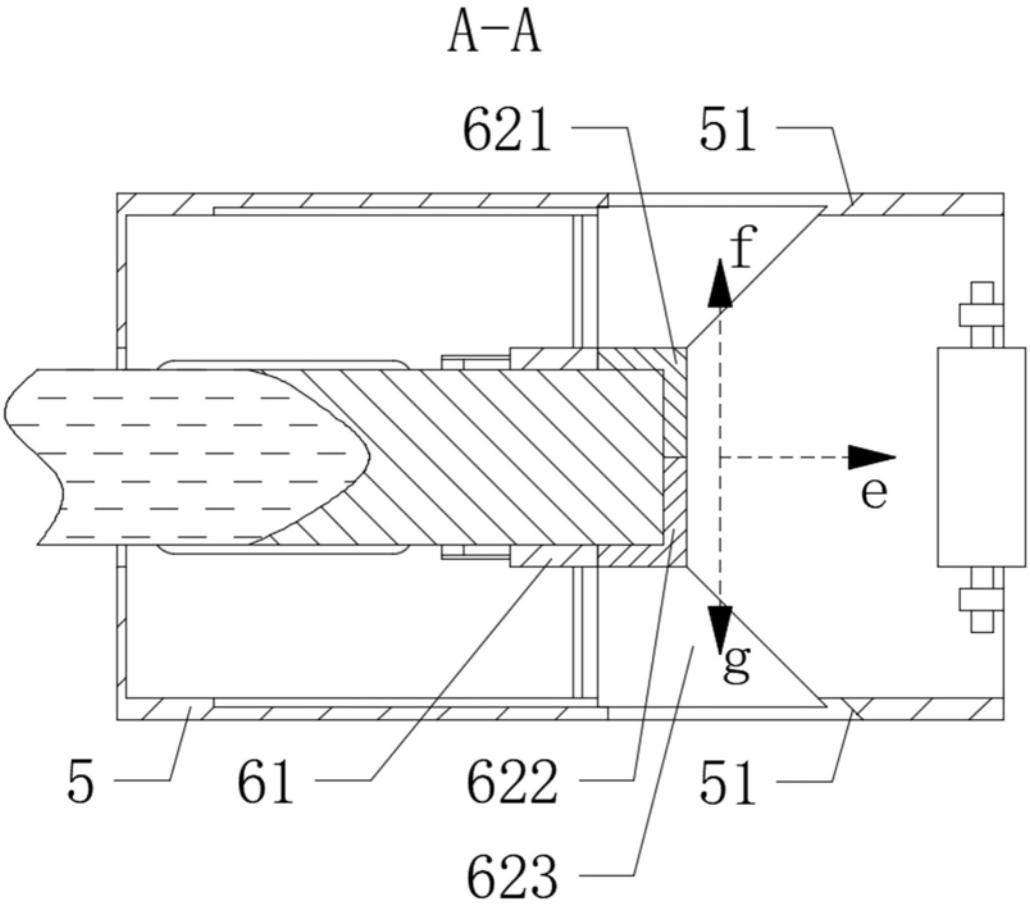


图 5

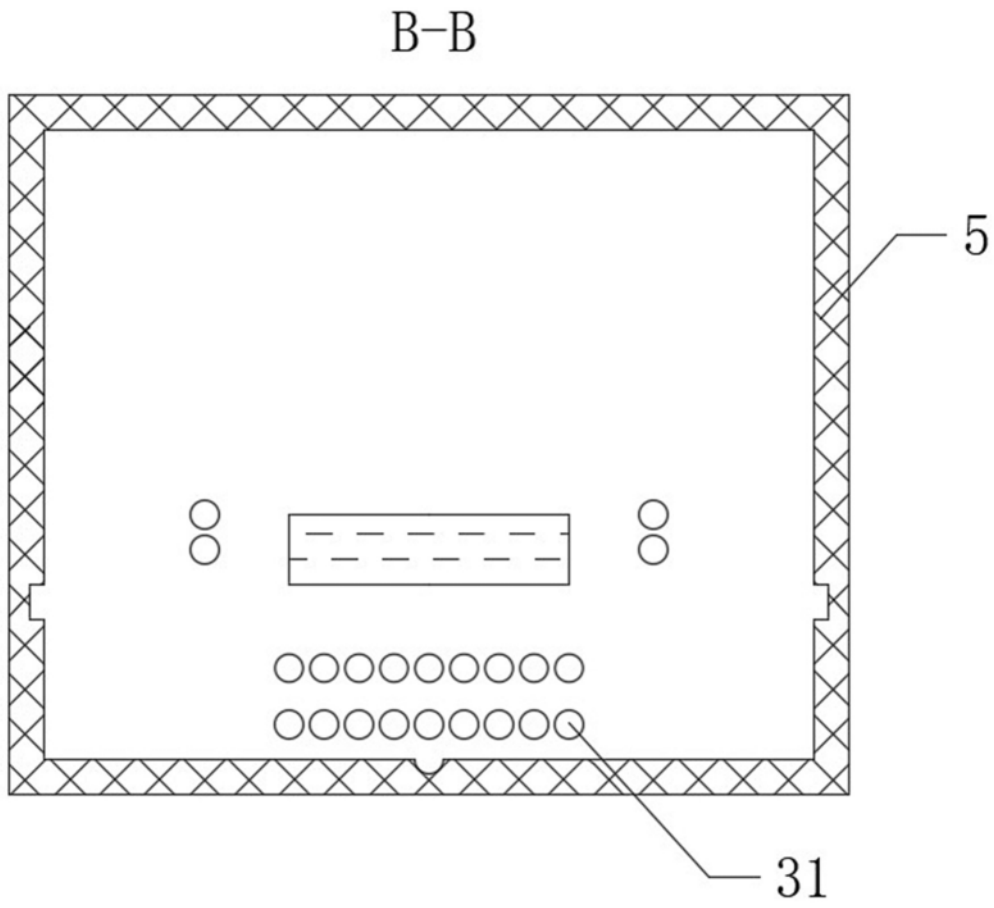


图 6

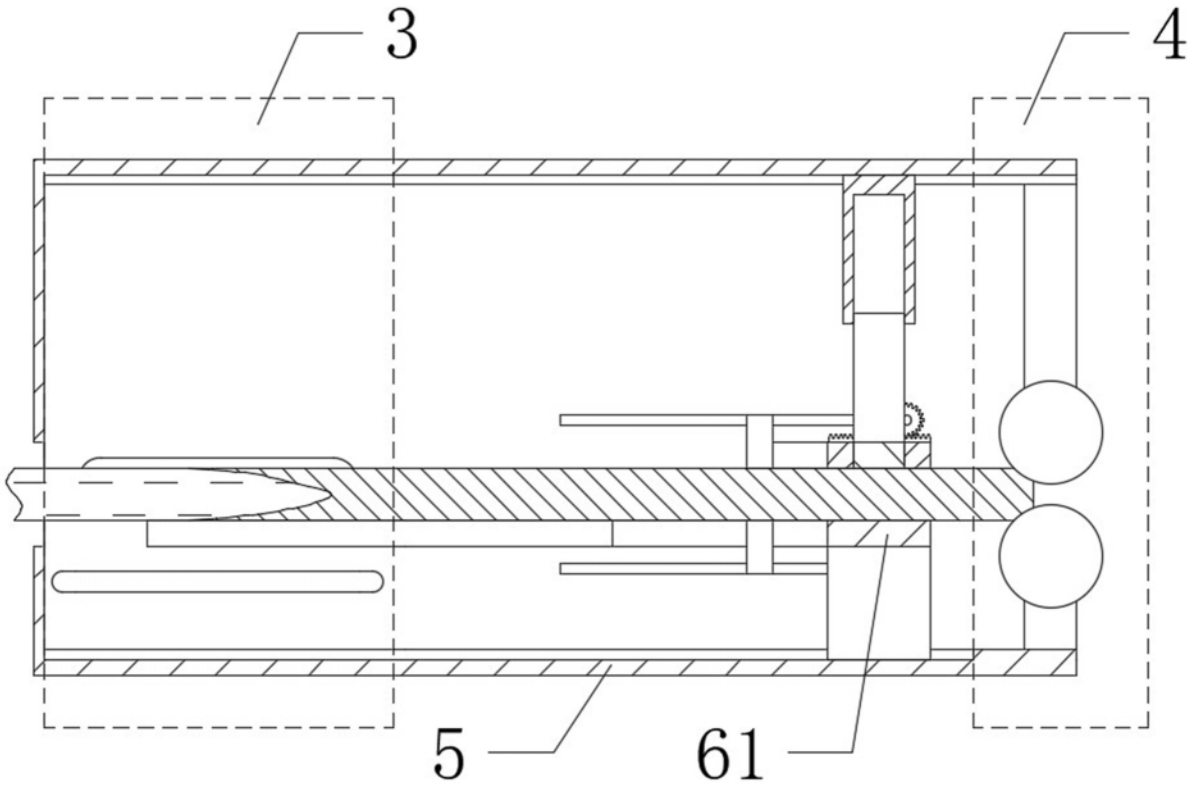


图 7

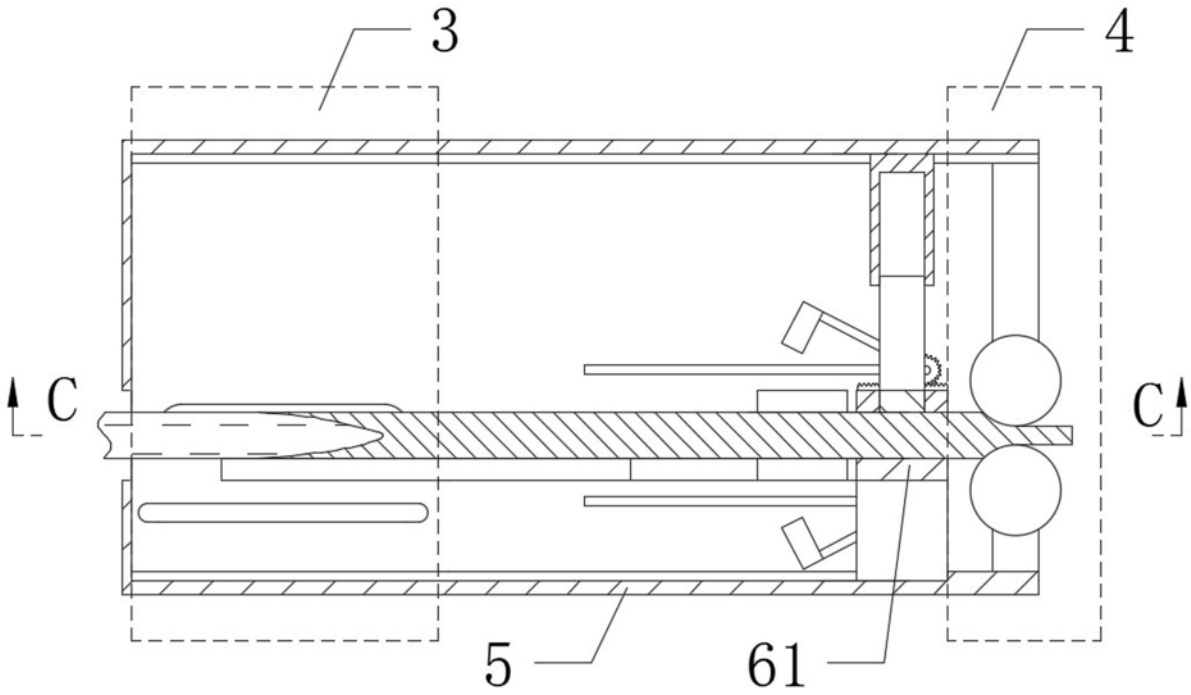


图 8

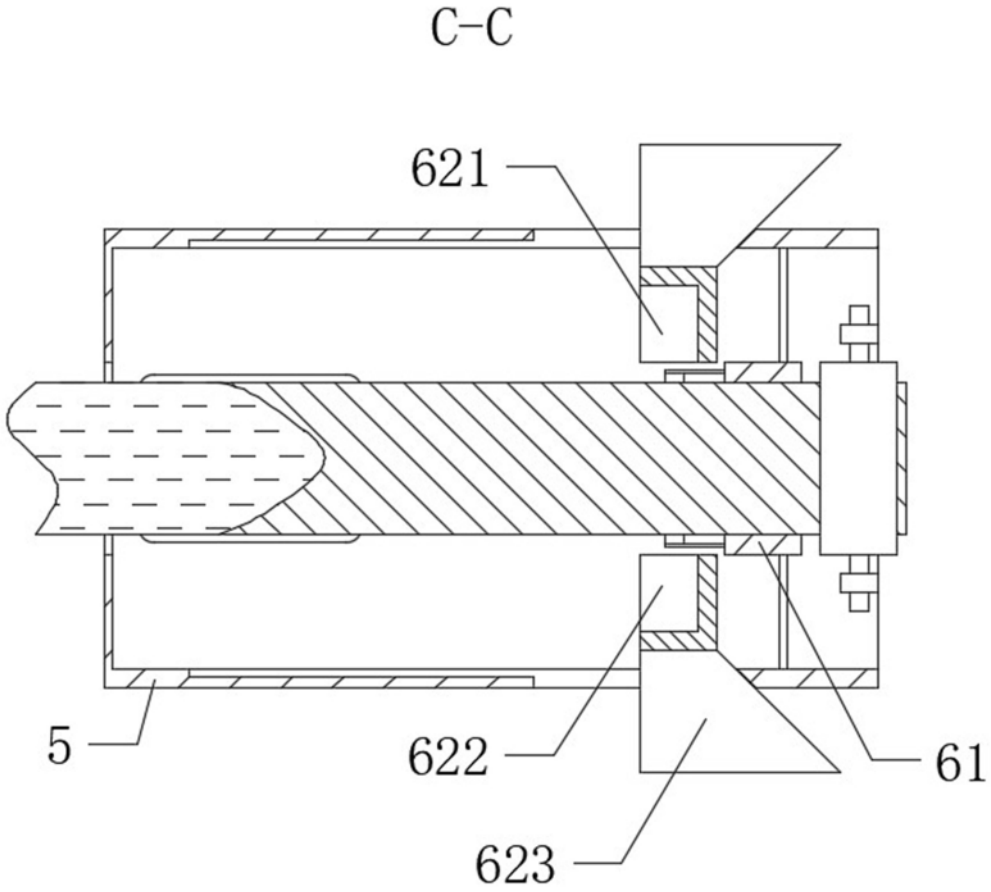


图 9

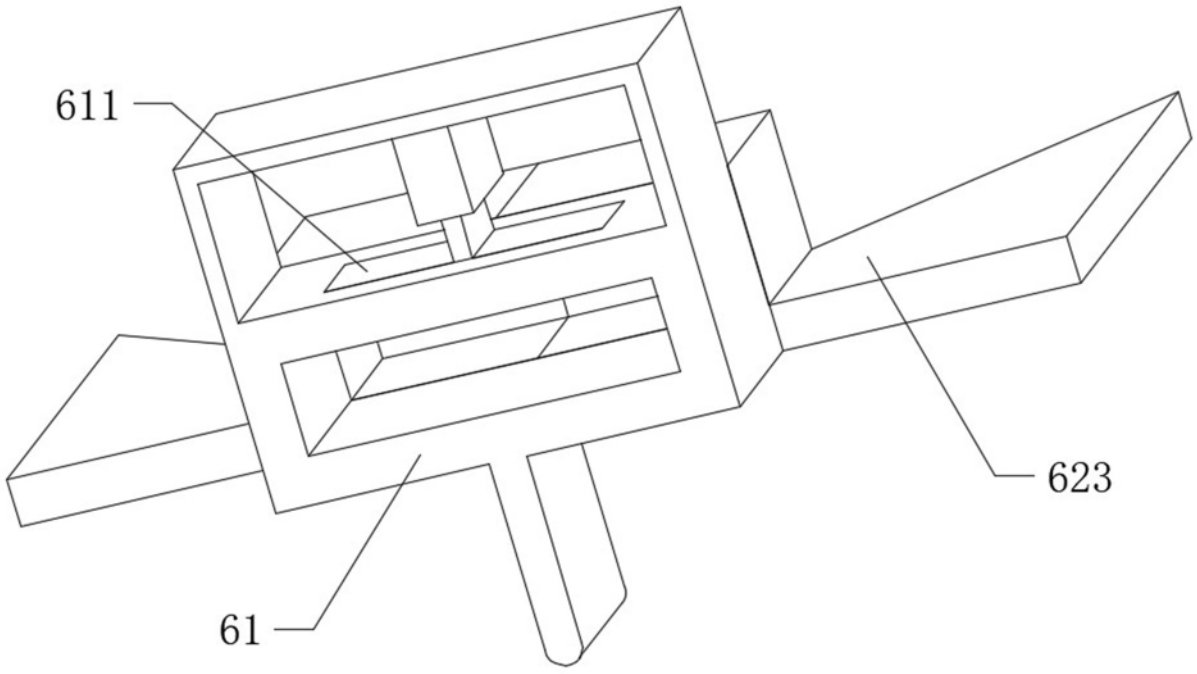


图 10

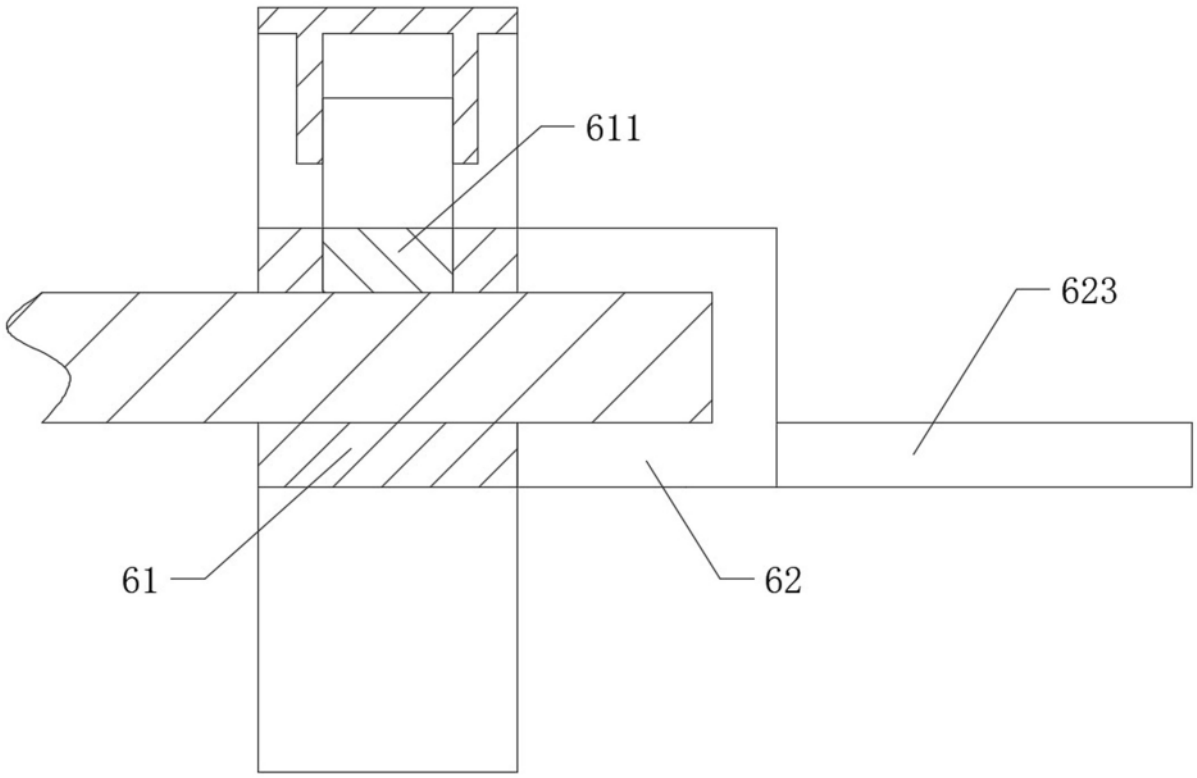


图 11

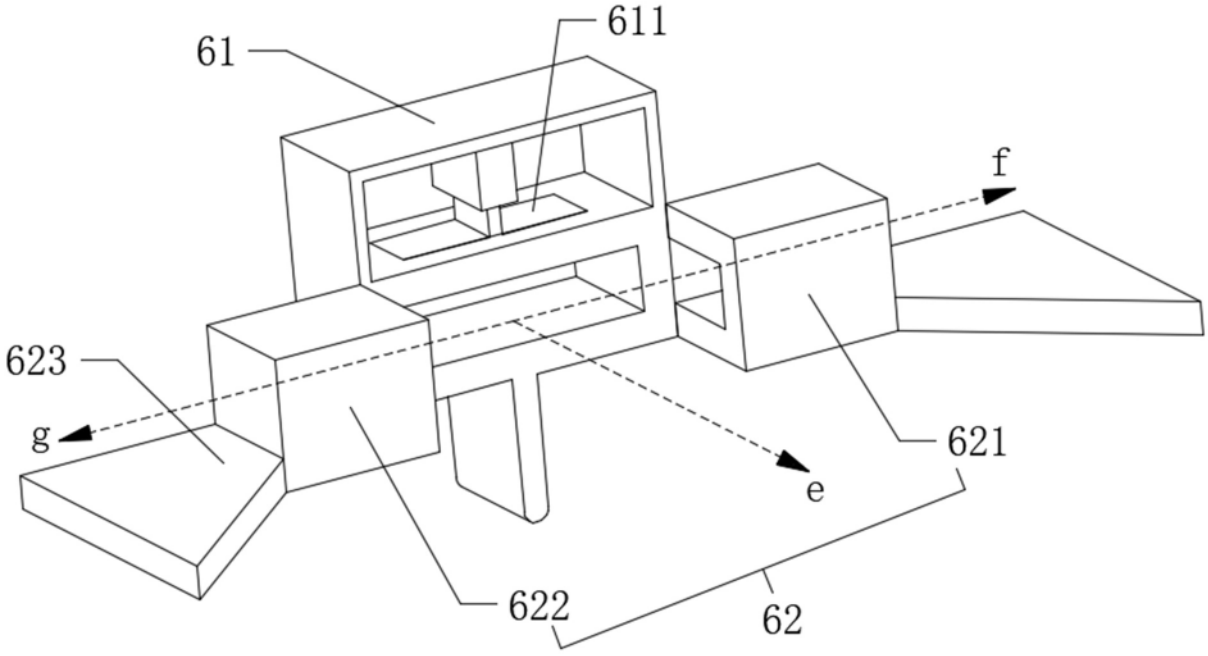


图 12

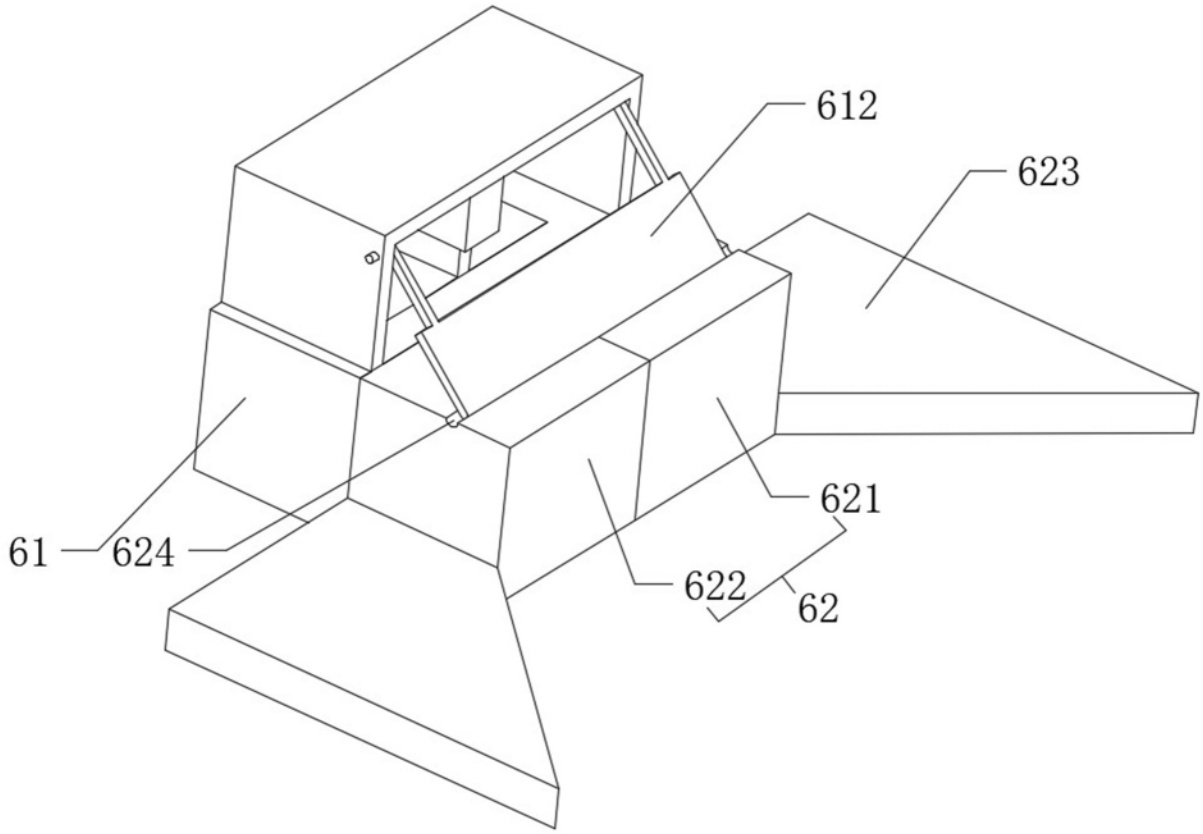


图 13

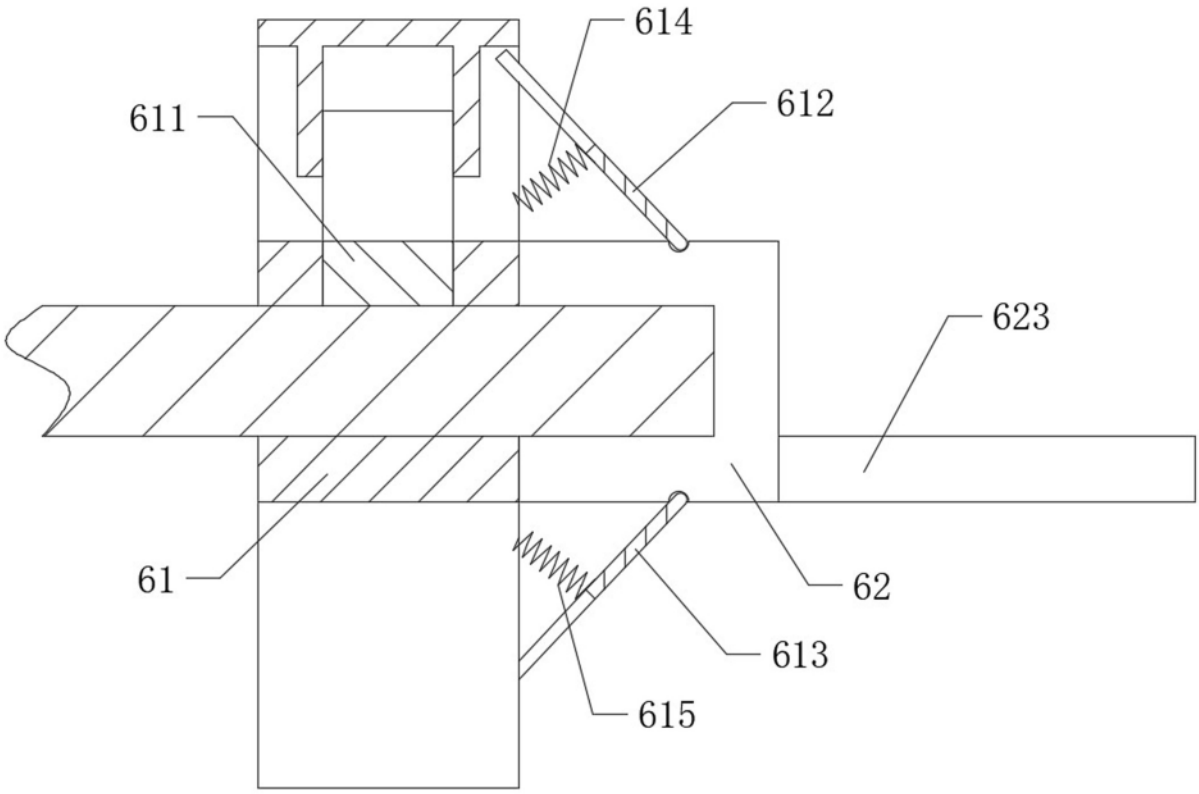


图 14

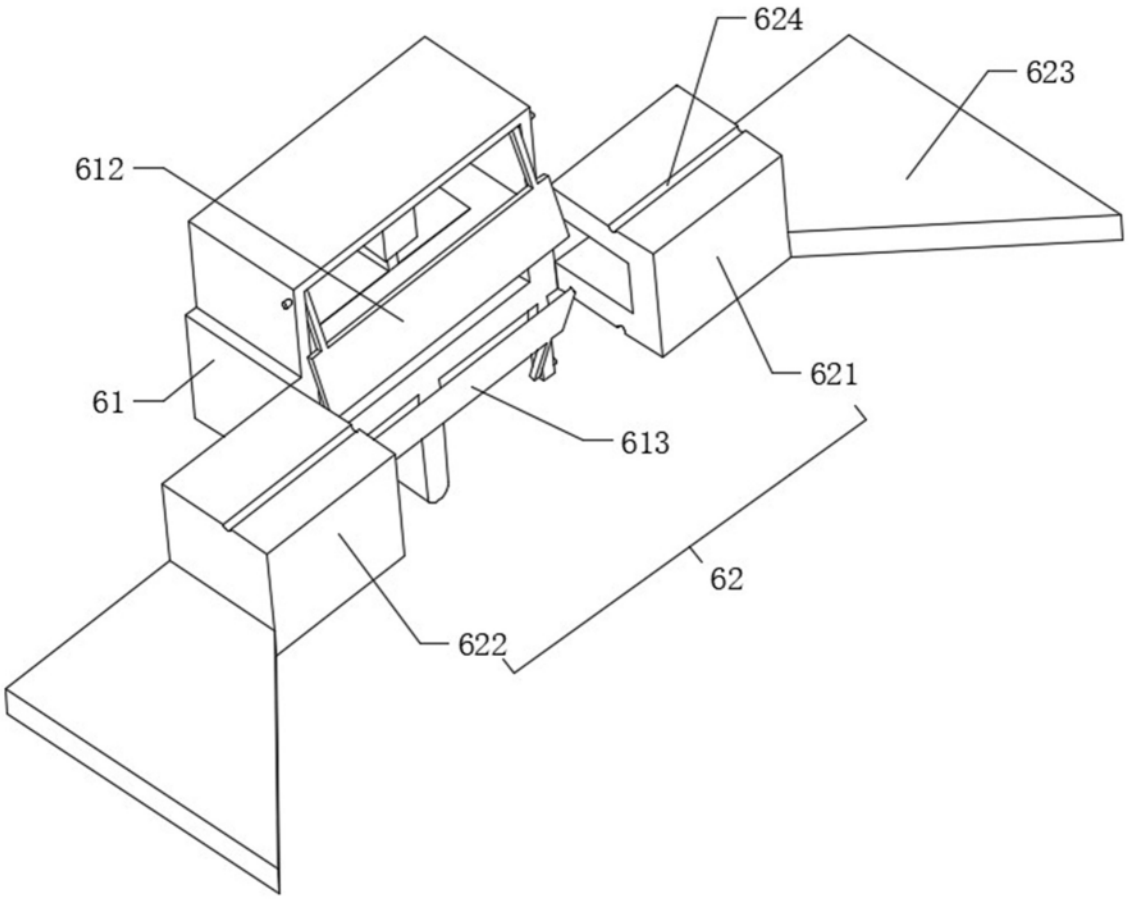


图 15

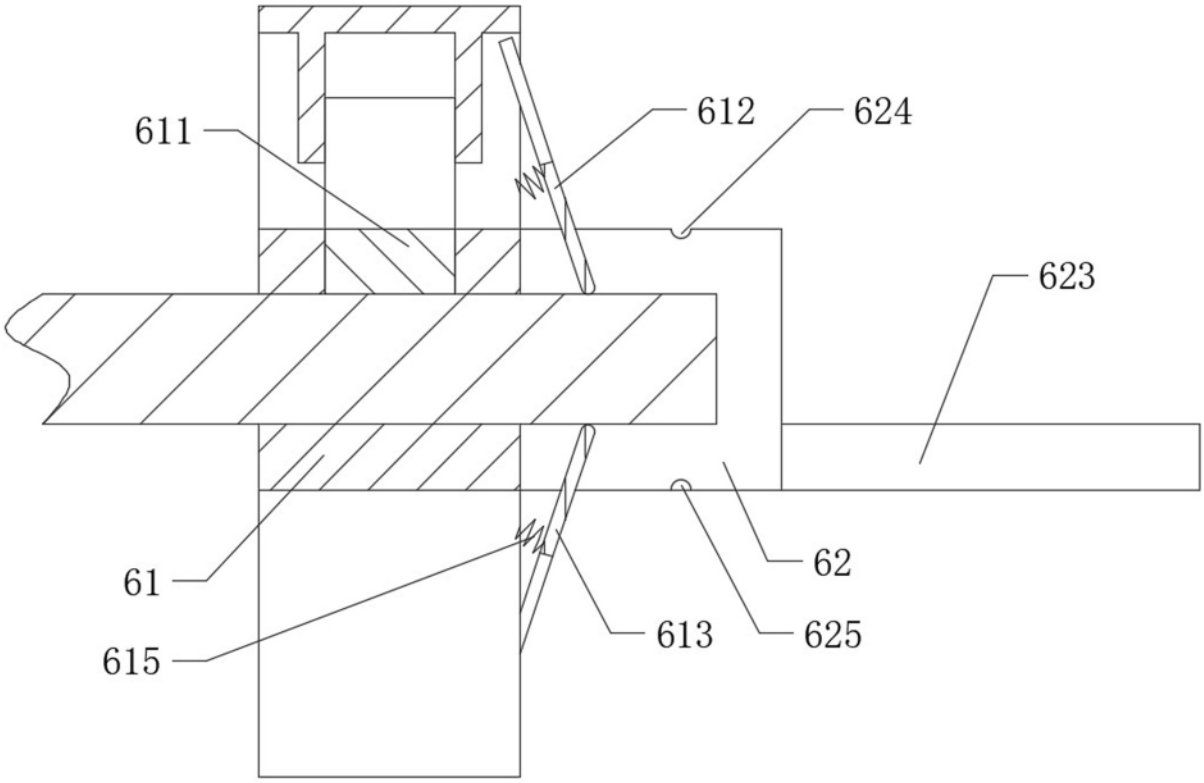


图 16

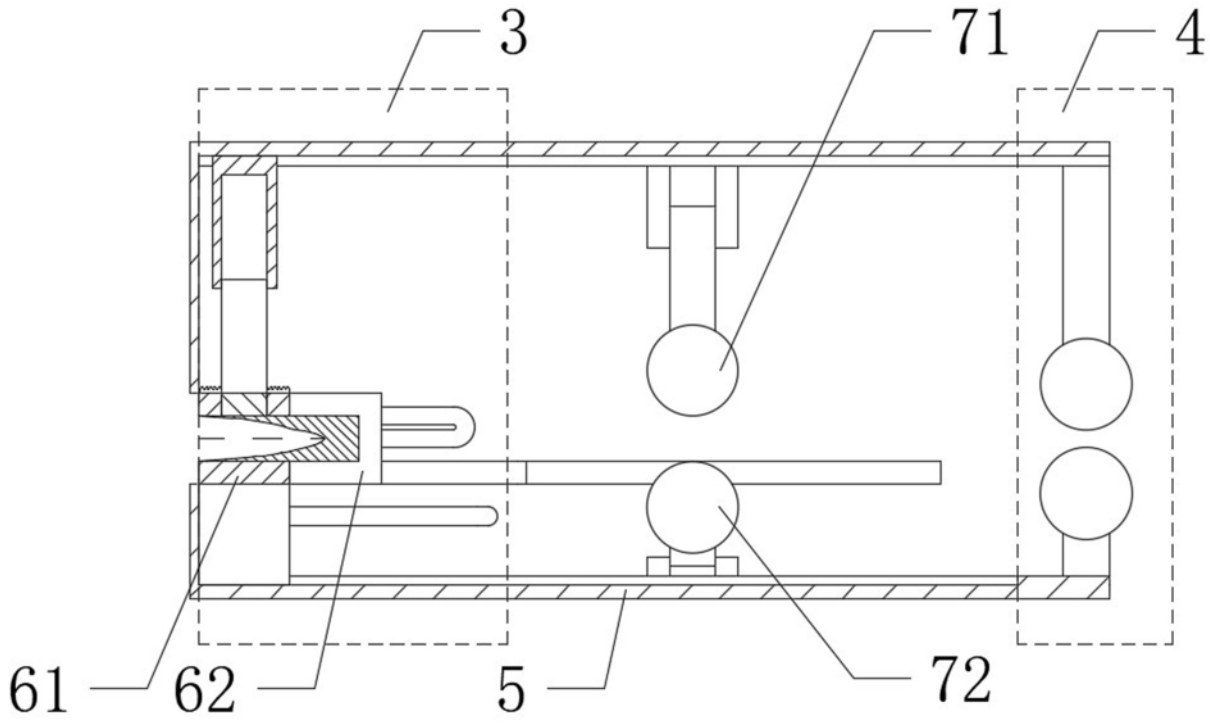


图 17

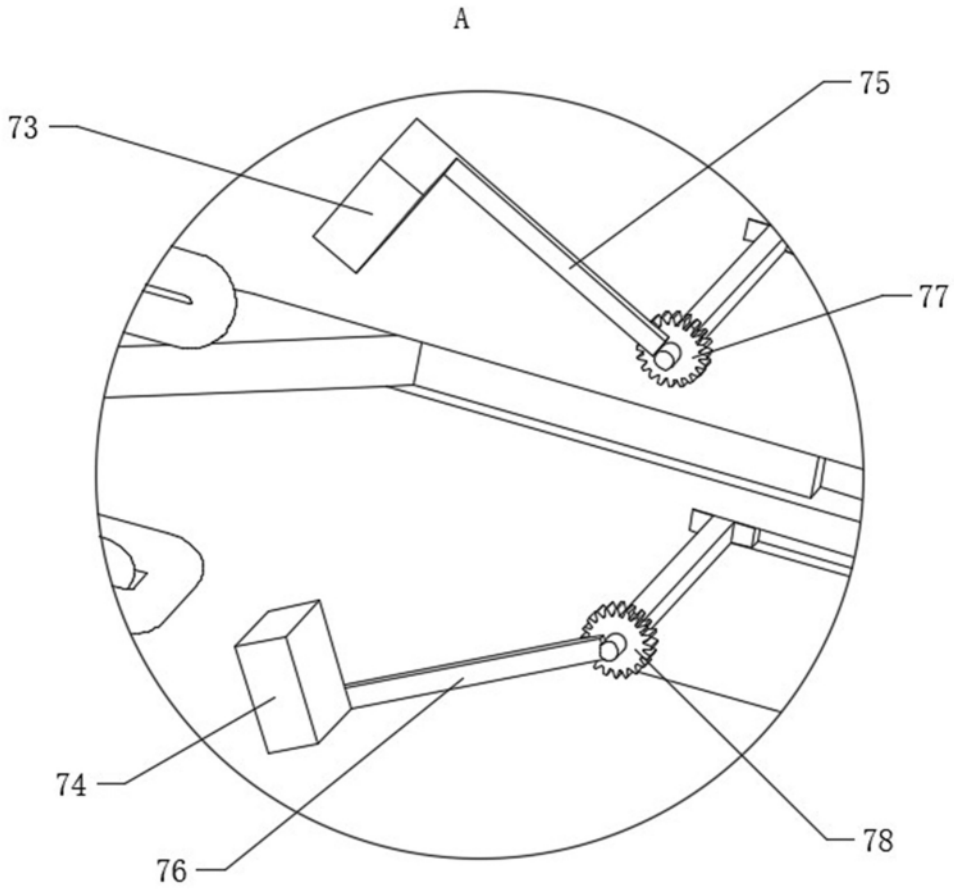


图 18

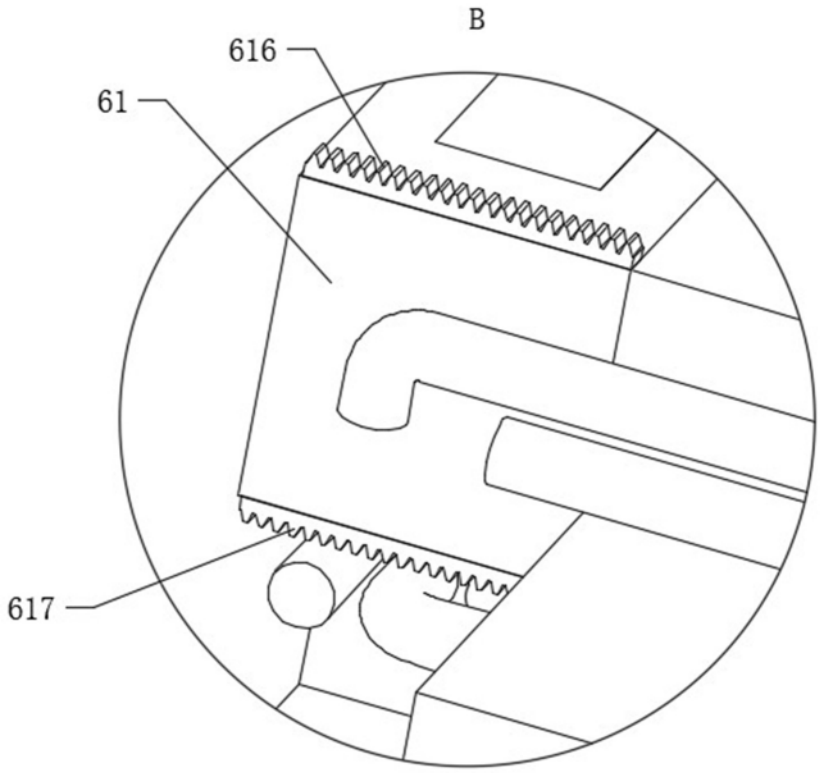


图 19

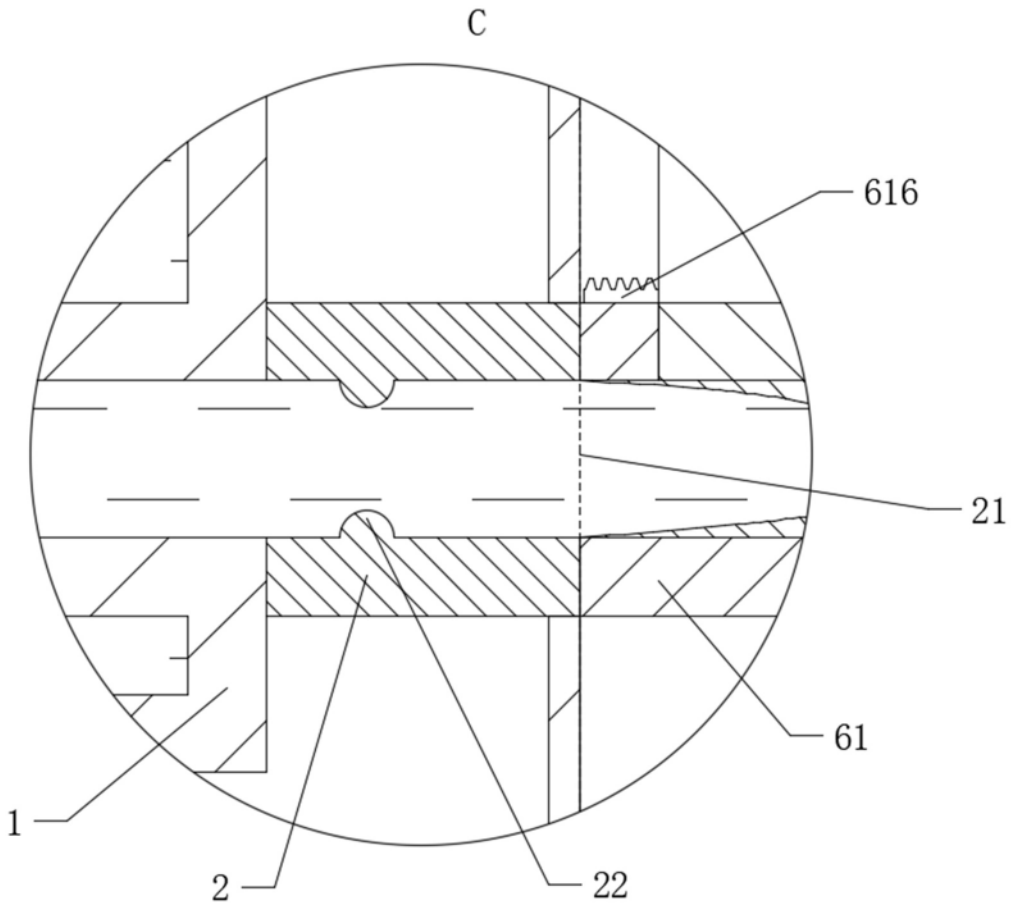


图 20

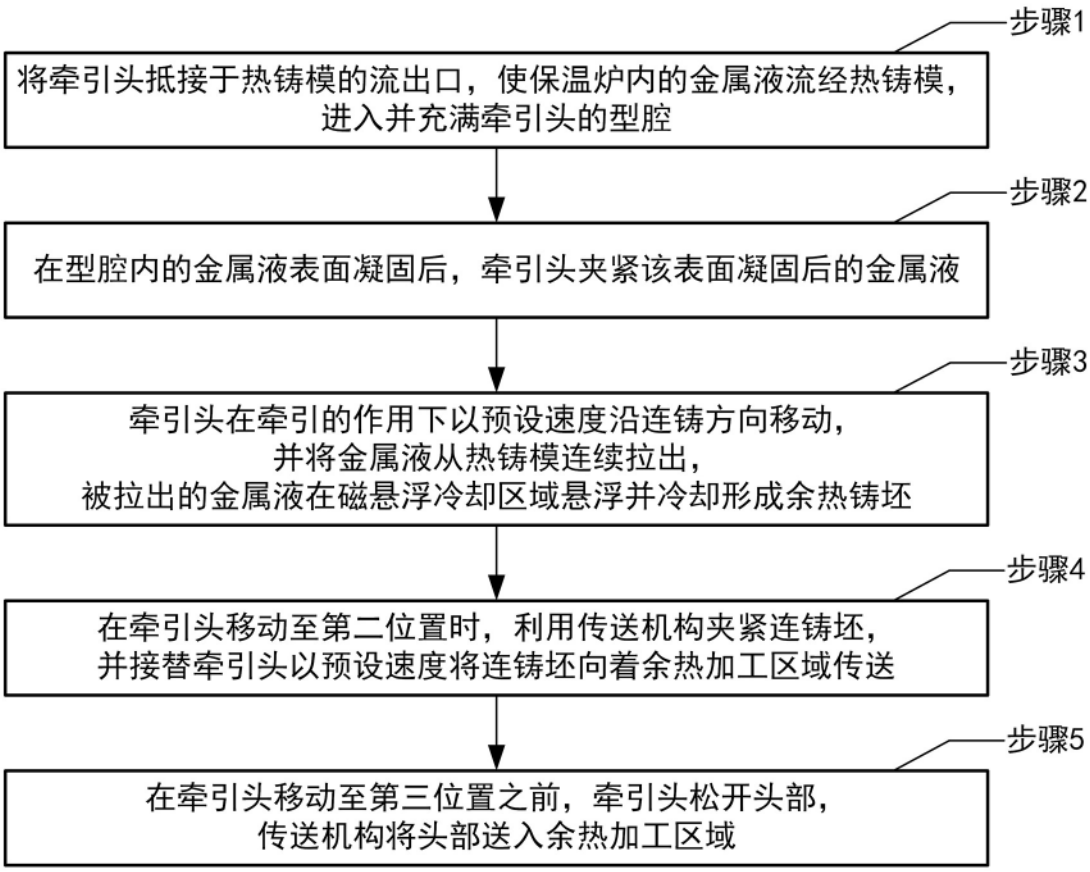

步骤1
将牵引头抵接于热铸模的流出口，使保温炉内的金属液流经热铸模，进入并充满牵引头的型腔
步骤2
在型腔内的金属液表面凝固后，牵引头夹紧该表面凝固后的金属液
步骤3
牵引头在牵引的作用下以预设速度沿连铸方向移动，并将金属液从热铸模连续拉出，被拉出的金属液在磁悬浮冷却区域悬浮并冷却形成余热铸坯
步骤4
在牵引头移动至第二位置时，利用传送机构夹紧连铸坯，并接替牵引头以预设速度将连铸坯向着余热加工区域传送
步骤5
在牵引头移动至第三位置之前，牵引头松开头部，传送机构将头部送入余热加工区域

图 21