



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111663180 A

(43)申请公布日 2020.09.15

(21)申请号 202010709409.6

(22)申请日 2020.07.22

(71)申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路932号

(72)发明人 周继承 冯天舒

(74)专利代理机构 北京东方盛凡知识产权代理
事务所(普通合伙) 11562

代理人 谢秀娟

(51) Int. Cl.

C30B 28/06(2006.01)

C30B 29/06(2006.01)

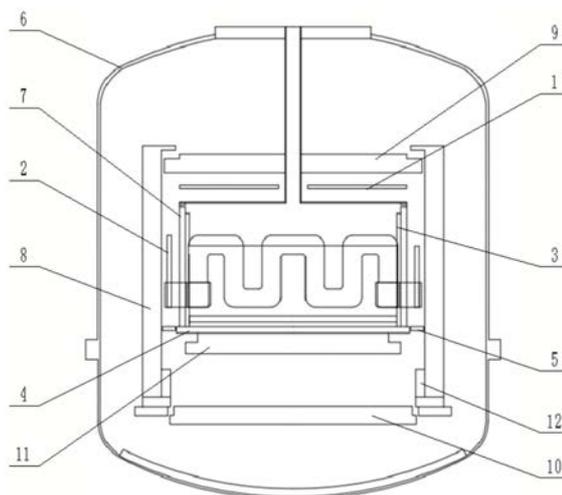
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种多晶硅铸锭炉

(57)摘要

本发明公开一种多晶硅铸锭炉,包括炉体和设置在炉体内的保温罩,所述保温罩内设置有坩埚、底板、加热器、隔热块及热交换装置;所述底板安装在所述热交换装置上,所述坩埚放置在所述底板上,所述坩埚外壁上安装有坩埚护板,所述底板的侧壁上安装有角度调节机构,所述隔热块安装在所述角度调节机构上,所述隔热块末端与所述保温罩接触连接。本发明通过改变碳毡隔热块的放置方式,即调节其与底部石墨护板间所成夹角,可以有效控制热量散失途径与方式,实现对热场的调控,以满足铸锭各工艺的不同需求。



1. 一种多晶硅铸锭炉,包括炉体(6)和设置在炉体(6)内的保温罩,其特征在于,所述保温罩内设置有坩埚(3)、底板(4)、加热器、隔热块(5)及热交换装置;所述底板(4)安装在所述热交换装置上,所述坩埚(3)放置在所述底板(4)上,所述坩埚(3)外壁上安装有坩埚护板(7),所述底板(4)的侧壁上安装有角度调节机构,所述隔热块(5)安装在所述角度调节机构上,所述隔热块(5)末端与所述保温罩接触连接。

2. 根据权利要求1所述的多晶硅铸锭炉,其特征在于:所述角度调节机构为合页(13),所述合页(13)包括与所述底板(4)固定连接的第一合页(14)及与所述隔热块(5)固定连接的合页(15),所述第一合页(14)与第二合页(15)铰接;所述第一合页(14)上铰接有撑杆(16),所述第二合页(15)上固定安装有卡槽(17),所述卡槽(17)内滑动连接有滑块(18),所述撑杆(16)所述滑块(18)铰接;所述卡槽(17)一端固定安装有微型电动推杆(19),所述微型电动推杆(19)的活动端与所述滑块(18)固定连接。

3. 根据权利要求1所述的多晶硅铸锭炉,其特征在于:所述保温罩包括保温罩体(8)、上保温板(9)和下保温板(10),所述上保温板(9)和下保温板(10)均与所述罩体可开合连接;所述隔热块(5)与所述罩体接触连接。

4. 根据权利要求1所述的多晶硅铸锭炉,其特征在于:所述加热器包括顶加热器(1)和侧加热器(2),所述顶加热器(1)设置在所述坩埚(3)上方,所述侧加热器(2)设置在所述坩埚护板(7)的外侧,所述隔热块(5)位于所述侧加热器(2)下方。

5. 根据权利要求3所述的多晶硅铸锭炉,其特征在于:所述热交换装置包括散热块(11)和炉壳水冷壁(12),所述底板(4)与所述散热块(11)固定连接,所述炉壳水冷壁(12)与所述罩体固定连接。

6. 根据权利要求1所述的多晶硅铸锭炉,其特征在于:所述坩埚(3)为石英坩埚,所述底板(4)为石墨底板,所述隔热块(5)为碳毡,所述坩埚护板(7)为石墨护板。

7. 根据权利要求1所述的多晶硅铸锭炉,其特征在于:所述隔热块(5)的长度为1000mm,宽度为65mm,厚度为20mm。

一种多晶硅铸锭炉

技术领域

[0001] 本发明涉及太阳能光伏产业技术领域,特别是涉及一种多晶硅铸锭炉。

背景技术

[0002] 定向凝固法是光伏行业制备太阳能晶体硅的主流技术。铸锭炉内,通常采用设置在顶侧五面的石墨加热器作为加热系统,围绕在侧加热器四周的侧绝热笼通过上下升降,使坩埚内硅料与定向散热块、石墨支撑柱、炉壳等部件通过导热或辐射等方式进行散热,使坩埚内形成特定温度梯度,硅料自下而上定向生长。为了减少硅锭的位错密度,提高硅锭质量,各种新型铸锭技术不断涌现,如全熔高效铸锭工艺以及半熔高效铸锭工艺等。

[0003] 而无论铸锭方式如何,在定向凝固过程中,热场都是影响晶体质量的决定性因素。在目前的铸锭过程中,仅凭侧绝热笼的升降难以对热场进行精准调节和局部控制。因此为了优化热场,会在侧加热器下方,底部石墨护板外侧添加固定位置的隔热块。这一措施可以起到维持固液界面平整以及减小功率消耗等作用。但是,不同的铸锭工艺对隔热块的要求不尽相同。配备有固定位置隔热块的铸锭炉将受到工艺上的限制,因此,固定隔热块难以满足现有铸锭工艺的需求。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种多晶硅铸锭炉,以解决上述现有技术存在的问题,其配备的隔热块放置方式可以调节,能够匹配多种工艺需求,提高热场的可控性能。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供了如下方案:本发明提供一种多晶硅铸锭炉,包括炉体和设置在炉体内的保温罩,所述保温罩内设置有坩埚、底板、加热器、隔热块及热交换装置;所述底板安装在所述热交换装置上,所述坩埚放置在所述底板上,所述坩埚外壁上安装有坩埚护板,所述底板的侧壁上安装有角度调节机构,所述隔热块安装在所述角度调节机构上,所述隔热块末端与所述保温罩接触连接。

[0006] 优选的,所述角度调节机构为合页,所述合页包括与所述底板固定连接的第一合页及与所述隔热块固定连接的所述第二合页,所述第一合页与第二合页铰接;所述第一合页上铰接有撑杆,所述第二合页上固定安装有卡槽,所述卡槽内滑动连接有滑块,所述撑杆所述滑块铰接;所述卡槽一端固定安装有微型电动推杆,所述微型电动推杆的活动端与所述滑块固定连接。

[0007] 优选的,所述保温罩包括保温罩体、上保温板和下保温板,所述上保温板和下保温板均与所述罩体可开合连接;所述隔热块与所述罩体接触连接。

[0008] 优选的,所述加热器包括顶加热器和侧加热器,所述顶加热器设置在所述坩埚上方,所述侧加热器设置在所述坩埚护板的外侧,所述隔热块位于所述侧加热器下方。

[0009] 优选的,所述热交换装置包括散热块和炉壳水冷壁,所述底板与所述散热块固定连接,所述炉壳水冷壁与所述罩体固定连接。

[0010] 优选的,所述坩埚为石英坩埚,所述底板为石墨底板,所述隔热块为碳毡,所述坩

坩护板为石墨护板。

[0011] 优选的,所述隔热块的长度为1000mm,宽度为65mm,厚度为20mm。

[0012] 本发明公开了以下技术效果:本发明通过改变碳毡隔热块的放置方式,即调节其与底部石墨护板间所成夹角,可以有效控制热量散失途径与方式,实现对热场的调控,以满足铸锭各工艺的不同需求。与现有技术相比,一方面,当隔热块竖直放置,即与底部石墨护板间保持垂直时,隔热板靠近石英坩底部,可以阻挡部分来自加热器的热量,避免籽晶过热熔化。另一方面,当碳毡隔热块水平放置,即与底部石墨护板保持平行时,可以将铸锭炉划分为热区和冷区,加热器位于热区内,炉膛下方水冷壁所在区域为冷区。此时,隔热块切断了热区与冷区的辐射散热,有助于减少不必要的热量损失,降低铸锭过程的能耗。同时,有助于实现坩侧壁的保温,减少了侧壁结晶的可能性。

附图说明

[0013] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0014] 图1为本发明多晶硅铸锭炉结构示意图。

[0015] 图2为本发明实施例提供的一种隔热块的布局结构示意图。

[0016] 图3为角度调节机构的结构示意图;

[0017] 其中,1-顶加热器、2-侧加热器、3-坩埚、4-底板、5-隔热块、6-炉体、7-坩埚护板、8-保温罩体、9-上保温板、10-下保温板、11-散热块、12-炉壳水冷壁、13-合页、14-第一合页、15-第二合页、16-撑杆、17-卡槽、18-滑块、19-微型电动推杆、20-转轴。

具体实施方式

[0018] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0019] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

[0020] 本发明提供一种多晶硅铸锭炉,包括炉体6和设置在炉体6内的保温罩,所述保温罩内设置有坩埚3、底板4、加热器、隔热块5及热交换装置;所述底板4安装在所述热交换装置上,所述坩埚3放置在所述底板4上,所述坩埚3外壁上安装有坩埚护板7,所述底板4的侧壁上安装有角度调节机构,所述隔热块5安装在所述角度调节机构上,所述隔热块5末端与所述保温罩接触连接;所述角度调节机构为合页13,所述合页13包括与所述底板4固定连接的第一合页14及与所述隔热块5固定连接的第二合页15,所述第一合页14与第二合页15通过转轴20铰接;所述第一合页14上铰接有撑杆16,所述第二合页15上固定安装有卡槽17,所述卡槽17内滑动连接有滑块18,所述撑杆16所述滑块18铰接;所述卡槽17一端固定安装有微型电动推杆19,所述微型电动推杆19的活动端与所述滑块18固定连接。通过微型电动推

杆19调节滑块18在卡槽中的位置,可实现对隔热块5的角度调节,当滑块18位于卡槽17的最底端时,撑杆16与转轴20为垂直状态,此时第一合页14与第二合页15为水平状态,隔热块5水平放置;当滑块18位于卡槽17的最顶端时,撑杆16与转轴20为非垂直状态,此时第一合页14与第二合页15为垂直状态,隔热块5竖直放置。所述保温罩包括保温罩体8、上保温板9和下保温板10,所述上保温板9和下保温板10均与所述罩体可开合连接;所述隔热块5与所述罩体接触连接;加热器用于形成温度场,所述加热器包括顶加热器1和侧加热器2,所述顶加热器1设置在所述坩埚3上方,所述侧加热器2设置在所述坩埚护板7的外侧,所述隔热块5位于所述侧加热器2下方;所述热交换装置包括散热块11和炉壳水冷壁12,所述底板4与所述散热块11固定连接,所述炉壳水冷壁12与所述罩体固定连接;所述坩埚3为石英坩埚,为了防止石英坩埚在高温下变软,所述底板4为石墨底板,所述隔热块5为碳毡,所述坩埚护板7为石墨护板;所述隔热块5的长度为1000mm,宽度为65mm,厚度为20mm。

[0021] 具体地,隔热块5的放置角度可以在铸锭过程中根据实际热场情况,以及散热与保温的不同需求进行调节。在图1中示出了隔热块5水平放置时的情况,即第一合页14与第二合页15为水平状态,图2示出了隔热块5竖直放置时的情况,即第一合页14与第二合页15为垂直状态,并不代表隔热块5的固定设置位置。

[0022] 在高性能多晶硅铸锭过程中,石英坩埚内硅材料依次经历加热、熔化、长晶、退火以及冷却过程。加热过程中,炉膛内温度在加热器作用下快速升高,当硅材料温度升高至熔点时,顶加热器1与侧加热器2继续加热至1500℃并保温一段时间,进入熔化阶段。不同工艺中,硅料熔化的顺序和程度有所不同。此时,放置角度可调节的隔热块5将有效帮助铸锭炉内热场适应各种工艺的需求。

[0023] 实施例一:

[0024] 在半熔高效多晶铸锭工艺中,装料时将晶体硅碎料铺设在石英坩埚底部作为籽晶,在熔化阶段,硅料不可完全被熔化,需要在底部保证一定高度的籽晶存留层。因此,隔热块5的第一种实施方案如下:加热阶段时,需要炉温快速升高,第一合页14与第二合页15为水平状态,隔热块5水平放置,如图1所示。铸锭炉被划分为上、下两个区域。隔热块5以上,包含顶加热器1与侧加热器2的区域为热区,隔热块5以下,包含定向散热块11、炉壳水冷壁12的区域为冷区。由于碳毡材料热导率很小,可以有效切断上下炉体6的辐射散热通道,避免不必要的热量损失,减小加热阶段功耗。

[0025] 加热器继续工作,炉温持续上升,进入熔化阶段。考虑到籽晶保留问题,应使硅料从上至下熔化,即使得坩埚3上部温度较高,底部温度较低。特别是在熔化末期,要避免来自侧加热器2热量过多地辐射到石英坩埚侧壁底部,导致籽晶全部融化。因此,隔热块5在熔化末期以及长晶初期,保持竖直放置,第一合页14与第二合页15为垂直状态,如图2所示。隔热块5靠近石英坩埚侧壁底端,可以有效隔绝来自加热器的热量,保护籽晶。

[0026] 随着长晶开始,应尽可能地保证固液长晶界面平直。而由于铸锭炉膛内的构造问题,石英坩埚侧壁相较于中心散热更为严重,靠近石英坩埚壁面的熔融硅更易结晶。因此,应使隔热块5再次回到水平位置,第一合页14与第二合页15再次恢复为水平状态,减少石英坩埚侧壁与水冷壁间的辐射散热,避免侧壁结晶,如图1所示。

[0027] 实施例二:

[0028] 在全熔高效多晶铸锭过程中,非晶硅/含硅材料被固定在石英坩埚底部,形成表面

粗糙的形核层。硅料全部融化后,控制硅熔体对形核层的侵蚀时间和强度。在晶体生长时,需要控制过冷度来生长出质量高的多晶硅锭。因此,隔热块5的第二种实施方案如下:加热阶段时,需要炉温快速升高,隔热块5水平放置,第一合页14与第二合页15为水平状态,如图1所示。铸锭炉被划分为上、下两个区域。隔热块5以上,包含顶加热器1与侧加热器2的区域为热区,隔热块5以下,包含定向散热块11、炉壳水冷壁12的区域为冷区。由于碳毡材料热导率很小,可以有效切断上下炉体6的辐射散热通道,避免不必要的热量损失,减小加热阶段功耗。

[0029] 加热器继续工作,炉温持续上升,进入熔化阶段。全熔工艺不需要考虑籽晶保留问题,在硅材料全部熔化之前,隔热块5一直保持水平放置,第一合页14与第二合页15为水平状态,如图1所示。

[0030] 长晶初期,形核需要有合适范围的过冷度,全熔工艺的重点则是将温度控制在合适的范围内。隔热块5可以打开至某一角度,匹配工艺对于散热及保温的需求。

[0031] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“纵向”、“横向”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明,而不是指示或暗示所指的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。

[0032] 以上所述的实施例仅是对本发明的优选方式进行描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通技术人员对本发明的技术方案做出的各种变形和改进,均应落入本发明权利要求书确定的保护范围内。

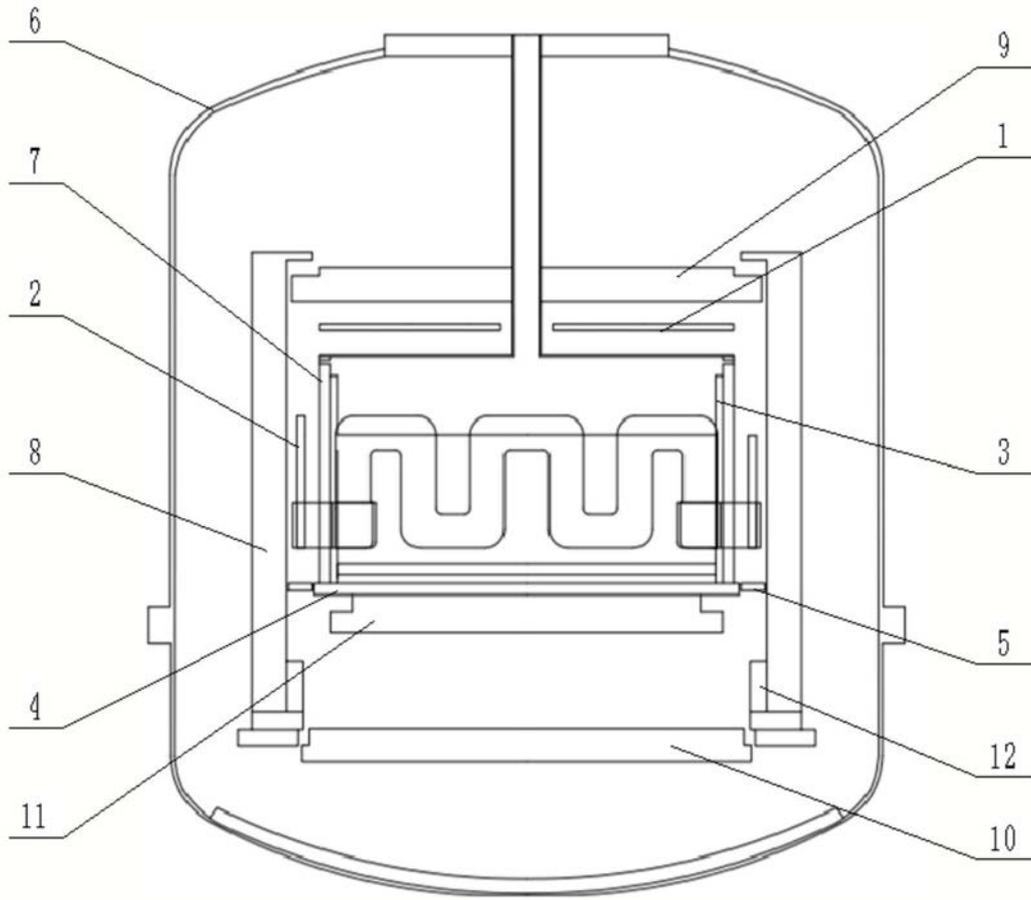


图1

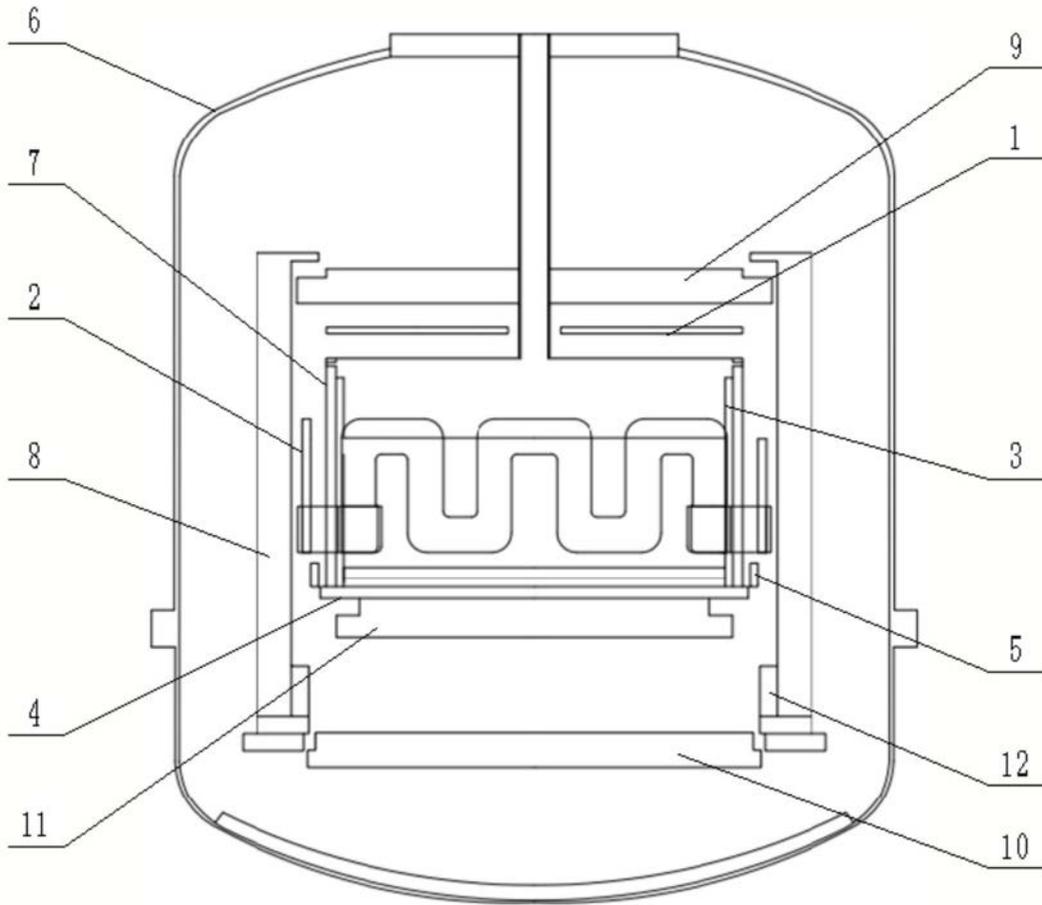


图2

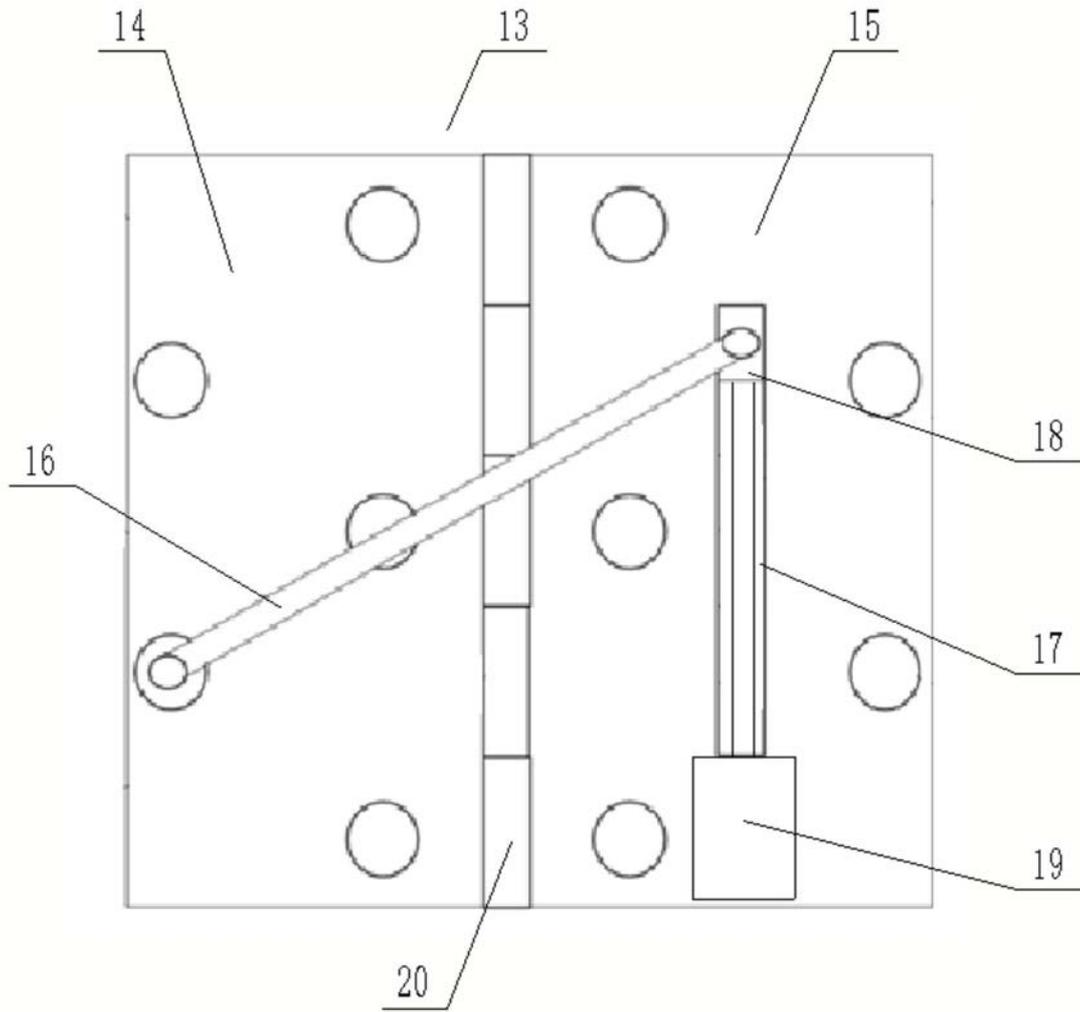


图3