



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102358952 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201110267121. 9

1-9.

(22) 申请日 2011. 09. 09

CN 1508297 A, 2004. 06. 30, 全文.

CN 1862201 A, 2006. 11. 15, 全文.

CN 101173838 A, 2008. 05. 07, 全文.

(73) 专利权人 宁波国钰光伏材料有限公司

地址 315408 浙江省宁波市余姚市谭家岭西路 788 号

审查员 陈红奎

(72) 发明人 方来仁 方立峰 杜少峰 王子延  
刘小稚

(74) 专利代理机构 杭州杭诚专利事务所有限公  
司 33109

代理人 林宝堂

(51) Int. Cl.

C30B 28/06 (2006. 01)

C30B 11/00 (2006. 01)

B22D 27/04 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 202265626 U, 2012. 06. 06, 权利要求

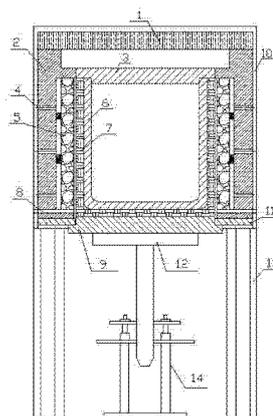
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

燃气加热定向凝固炉

(57) 摘要

本发明涉及定向凝固技术,尤其是一种冶金法多晶硅制备过程中的燃气加热定向凝固炉,解决现有的定向凝固法热源选择单一、运行成本较高的问题,包括支撑钢座,设置在支撑钢座底部中间部位的升降机构,固定在支撑钢座上的炉体,其特征是所述的升降机构上方装有支撑台,支撑台上方设有坩埚,坩埚位于炉体的芯部,炉体包括壳体,壳体内侧设有炉墙,炉墙内侧是泡沫陶瓷层,泡沫陶瓷层内侧是坩埚保护层,坩埚保护层与坩埚紧贴,炉墙中设有烧嘴通道,炉墙和泡沫陶瓷层之间设有间隙,沿坩埚上下方向分为若干个加热区,每一个加热区设有若干个烧嘴。可采用燃气能源替代电能,加热过程可控,节约能源,且造价低廉。



1. 一种燃气加热定向凝固炉,包括支撑钢座(13),设置在支撑钢座(13)底部中间部位的升降机构(14),固定在支撑钢座上的炉体,其特征是所述的升降机构(14)上方装有支撑台(12),支撑台(12)上方设有坩埚(6),坩埚(6)位于炉体的芯部,炉体包括壳体(10),壳体(10)内侧设有炉墙(2),炉墙(2)内侧是泡沫陶瓷层(5),泡沫陶瓷层(5)内侧是坩埚保护层(7),坩埚保护层(7)与坩埚(6)紧贴,炉墙(2)中设有烧嘴通道(4),炉墙(2)和泡沫陶瓷层(5)之间设有间隙,沿坩埚(6)上下方向分为若干个加热区,每一个加热区设有若干个烧嘴(16)。

2. 根据权利要求1所述的燃气加热定向凝固炉,其特征在于所述的炉墙(2)和泡沫陶瓷层(5)之间设有空间,空间内设有侧壁定位砖(15)。

3. 根据权利要求1或2所述的燃气加热定向凝固炉,其特征在于所述的坩埚(6)的顶部设有石英坩埚盖(3),外炉壳体(10)的顶部设有炉顶(1),炉顶(1)与坩埚盖(3)之间设有空隙通道。

4. 根据权利要求1所述的燃气加热定向凝固炉,其特征在于所述的炉体内设有排烟通道(8),排烟通道(8)设置在最底部加热区的下部,每一面侧墙布置一个排烟通道。

5. 根据权利要求1或2或4所述的燃气加热定向凝固炉,其特征在于所述的炉体的横截面为方形,若干个烧嘴(16)分别分布在炉体的四面炉墙(2)中。

6. 根据权利要求1所述的燃气加热定向凝固炉,其特征在于所述的坩埚(6)的下部设有隔热垫板(9),隔热垫板(9)固定在支撑台(12)上,支撑台(12)与升降机构(14)连接。

7. 根据权利要求1或2或6所述的燃气加热定向凝固炉,其特征在于所述的炉体底部设有框形隔热挡板(11),隔热挡板(11)中间框孔与支撑台(12)上的隔热垫板(9)之间具有加热区和冷凝区过渡的绝热层。

8. 根据权利要求1所述的燃气加热定向凝固炉,其特征在于所述的坩埚(6)采用石英材质制作,坩埚保护层(7)的材质采用碳化硅或莫来石,坩埚(6)的截面为方形。

9. 根据权利要求1所述的燃气加热定向凝固炉,其特征在于所述的沿坩埚(6)上下方向至少分为三个加热区,每一个加热区至少设有四个烧嘴(16),四个烧嘴(16)均匀分布,烧嘴(16)与烧嘴通道(4)相接。

## 燃气加热定向凝固炉

### 技术领域

[0001] 本发明涉及定向凝固技术,尤其是一种冶金法多晶硅制备过程中的燃气加热定向凝固炉。

### 背景技术

[0002] 定向凝固技术在工业中应用广泛,主要被用来生产磁性材料、航空和地面燃机涡轮叶片、自生复合材料以及各种功能晶体;在研究领域,定向凝固是研究金属凝固和晶体生长的基本手段。定向凝固法通常指的是在同一坩埚中熔炼,利用杂质元素在固相和液相中,分凝效应达到提纯目的的方法,同时通过单向热流控制,使坩埚中的熔体达到一定的温度梯度,从而获得沿生长方向整齐排列的柱状晶组织。一种较为常见的定向凝固技术的工艺特点是将铸型以一定速度从炉中移出,并采用空冷的方式;多数定向凝固研究的重点都在冷却技术的介质和工艺方面,常用的定向凝固炉的加热方式有感应加热和电阻器加热两种,均以电能作为热源的加热方式。如专利公开号为 CN101173838A 一种定向凝固提纯炉,定向凝固提纯炉为双层钢板组成外炉壳体内衬保温材料及耐火材料组成整体密闭直桶立式炉体,炉体内,若干只电阻加热器垂直均布吊挂在炉内壁上部,感应加热器设置在电阻加热器的下部,位于炉体中轴线上的液压升降式底架上依次设有水冷总成、石墨加热块、石墨坩埚,石墨坩埚与电阻加热器等高。又如专利公开号为 CN1862201A 的一种定向凝固熔炼炉,在坩埚的下面设置中空结构的耐火外保温托以及和水冷器可互换位置的内保温托,在耐火外保温托与坩埚之间设置散热承重板,耐火外保温托的下部与升降箍连接,与耐火外保温托相对的周围耐火保温材料侧壁上开有环形凹槽,凹槽内镶嵌有弹性密封圈。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决现有的定向凝固法热源选择单一、运行成本较高的问题,为增加多样化能源的选择并降低能耗成本,提供一种结构设计合理的燃气加热定向凝固炉,它主要是将泡沫陶瓷的良好火焰传播、传热性能和石英坩埚定向凝固炉结合起来,即把用感应线圈或电阻加热的方式换成用燃气火焰加热,从而对炉体的整体结构进行独特设计,以满足冶金法多晶硅定向凝固炉的工艺要求。

[0004] 本发明的上述技术问题主要是通过下述技术方案得以解决的:一种燃气加热定向凝固炉,包括支撑钢座,设置在支撑钢座底部中间部位的升降机构,固定在支撑钢座上的炉体,其特征是所述的升降机构上方装有支撑台,支撑台上方设有坩埚,坩埚位于炉体的芯部,炉体包括壳体,壳体内侧设有炉墙,炉墙内侧是泡沫陶瓷层,泡沫陶瓷层内侧是坩埚保护层,坩埚保护层与坩埚紧贴,炉墙中设有烧嘴通道,炉墙和泡沫陶瓷层之间设有间隙,沿坩埚上下方向分为若干个加热区,每一个加热区设有若干个烧嘴。采用电器控制的升降机构其升降速度能调整成工艺要求的数值,坩埚随支撑台同升降机构上下运行,在上下运行的过程中,加热区和冷凝区缓和连续过渡,在烧嘴和坩埚之间铺设泡沫陶瓷层,确保加热的温度均匀。

[0005] 根据铸件定向凝固需要的两个条件：即热流向单一方向流动并垂直于生长中的固-液界面，晶体生长前方的熔液中沒有稳定的结晶核心，因此，在工艺上采取措施避免侧向散热，坩埚保护层、泡沫陶瓷层在停止火焰加热后起着侧向保温作用，同时在靠近固-液界面的熔液中由多层加热区和升降机构造成较大的温度梯度，这也是保证定向柱晶和单晶生长挺直，取向正确的基本要素。当烧嘴系统工作后，燃气火焰将泡沫陶瓷层整体加热，泡沫陶瓷层通过热传导和辐射两者方式，将热量传给坩埚加热熔融金属物料，待熔融充分，开始升降，定向凝固过程开始，热流的传递方向是由熔融液自上而下传递，先脱离加热区的坩埚和其上部的坩埚之间存在温度梯度，凝固的方向从底部向上，当坩埚下降脱离上部加热区时，控制系统关闭对应该层的烧嘴系统。

[0006] 作为优选，所述的炉墙和泡沫陶瓷层之间设有空间，空间内设有侧壁定位砖。烧嘴通道设置在炉墙中，燃烧气行走路线就在该空间中，该空间高度由若干块侧壁定位砖的厚度决定。

[0007] 作为优选，所述的坩埚的顶部设有石英坩埚盖，外炉壳体的顶部设有炉顶，炉顶与坩埚盖之间设有空隙通道。空隙通道构成还原性气氛的空间，坩埚顶部加设石英坩埚盖，保证内部熔融和结晶的气氛要求，减少烟气对晶体的污染，保护气体同样为了保证熔融和结晶的气氛需求。空隙通道内可充有保护气体。

[0008] 作为优选，所述的炉体内设有排烟通道，排烟通道设置在最底部加热区的下部，每一面侧墙布置一个排烟通道。烧嘴通道和排烟通道构成一个燃气行走系统的进口和出口。

[0009] 作为优选，所述的炉体的横截面为方形，若干个烧嘴分别分布在炉体的四面炉墙中。方形的炉体配置方形的坩埚，有利于升降机构上下移动的导向。

[0010] 作为优选，所述的坩埚的下部设有隔热垫板，隔热垫板固定在支撑台上，支撑台与升降机构连接。升降机构或采用液压或螺杆传动的方式，升降速度由电气控制部分调节。

[0011] 作为优选，所述的炉体底部设有框形隔热挡板，隔热挡板中间框孔与支撑台上的隔热垫板之间具有加热区和冷凝区过渡的绝热层。隔热挡板和隔热垫板的接触面之间设有接口，在加热过程中隔热挡板和隔热垫板由该接口相互紧贴，保证炉内燃烧的封闭，而在升降机构移动时有利于纵向温度梯度的形成。

[0012] 作为优选，所述的坩埚采用石英材质制作，坩埚保护层的材质采用碳化硅或莫来石，坩埚的截面为方形。其中莫来石是  $Al_2O_3-SiO_2$  二元系中常压下唯一稳定存在的二元化合物，化学式为  $3Al_2O_3-2SiO_2$ ，通常用烧结法或电熔法等人工合成，是一种新型的节能耐火材料，具有耐高温、强度高导热系数小，节能效果显著等特点。

[0013] 作为优选，所述的沿坩埚上下方向至少分为三个加热区，每一个加热区至少设有四个烧嘴，四个烧嘴均匀分布，烧嘴与烧嘴通道相接。四个烧嘴位于炉墙的四个不同方向，烧嘴与炉墙、泡沫陶瓷层之间的空间相通。

[0014] 本发明的有效效果是：沿坩埚上下方向分为若干个加热区连续分布，加热过程可控，节约能源，且造价低廉，可满足冶金法提纯定向凝固炉的工艺要求。

#### 附图说明

[0015] 图 1 是本发明的一种结构示意图。

[0016] 图 2 是本发明图 1 的一种炉体俯视剖结构示意图。

[0017] 图中:1. 炉顶,2. 炉墙,3. 坩埚盖,4. 烧嘴通道,5. 泡沫陶瓷层,6. 坩埚,7. 坩埚保护层,8. 排烟通道,9. 隔热垫板,10. 壳体,11. 隔热挡板,12. 支撑台,13. 支撑钢座,14. 升降机构,15. 侧壁定位砖,16. 烧嘴。

### 具体实施方式

[0018] 下面通过实施例,并结合附图,对本发明的技术方案作进一步具体的说明。

[0019] 参见图 1,本实施例一种燃气加热定向凝固炉,设一支撑钢座 13,支撑钢座 13 底部中间位置设升降机构 14,支撑钢座 13 上方为炉体。

[0020] 炉体内加热区芯部为方形石英式坩埚 6,坩埚 6 外套装一层由莫来石材质制作的坩埚保护套 7。坩埚 6 的顶部设有同坩埚 6 开口形状相同的石英材质的坩埚盖 3。

[0021] 沿坩埚保护层 7 外四侧面布置泡沫陶瓷层 5,在炉墙 2 和泡沫陶瓷层之间安装侧壁定位砖 15,如图 2 所示。烧嘴通道 4 布置在炉墙 2 的四侧面内,烧嘴通道 4 的外接口与烧嘴 16 相接。在炉墙 2 与泡沫陶瓷层 5 之间的每一侧墙中布置三层烧嘴通道 4,每一层烧嘴通道 4 形成一个层面的加热区,加热区共分三层。排烟通道 8 设置在最底部加热区的下部,每一侧墙内布置一个排烟通道 4。

[0022] 坩埚 6 及坩埚保护套 7 放置在隔热垫板 9 上,隔热垫板 9 固定在支撑台 12 上,支撑台 12 下部连接升降机构 14,以实现坩埚 6 的上下移动。

[0023] 炉体的保温、密封结构包括炉墙 2、炉顶 1、隔热板 9 和隔热挡板 11,其中炉墙 2 由耐火材料和保温材料组成,炉顶 1 用轻质隔热材料制成,隔热挡板 11 与隔热垫板 9 接触后形成台阶式曲封结构。钢结构形式的外炉壳体 10 密封包裹在炉体的最外侧,并连接到底部支撑钢座 13 上,形成定向凝固炉的固定支撑结构。

[0024] 工作时,首先将升降机构 14 降低,将待加工的物料装入坩埚 6 内,用升降机构 14 将坩埚 6 调整至加热区。烧嘴系统(包括烧嘴 16、烧嘴通道等)工作后,燃气火焰将泡沫陶瓷层 5 整体加热,泡沫陶瓷层 5 通过热传导和辐射两者方式,将热量传给坩埚 6 并加热熔融金属物料。待熔融充分,升降机构 14 再工作,定向凝固效应开始,热流的传递方向是由熔融液由上往下传递,先脱离加热区的坩埚 6 和其上部的坩埚 6 之间存在温度梯度,凝固的方向从底部向上;当坩埚 6 下降脱离上部加热区时,控制开关关闭对应的该层烧嘴 16。下降速度根据工艺要求进行调节。

[0025] 上述实施例是对本发明的说明,不是对本发明的限定,任何对本发明的简单变换后的结构均属于本发明的保护范围。

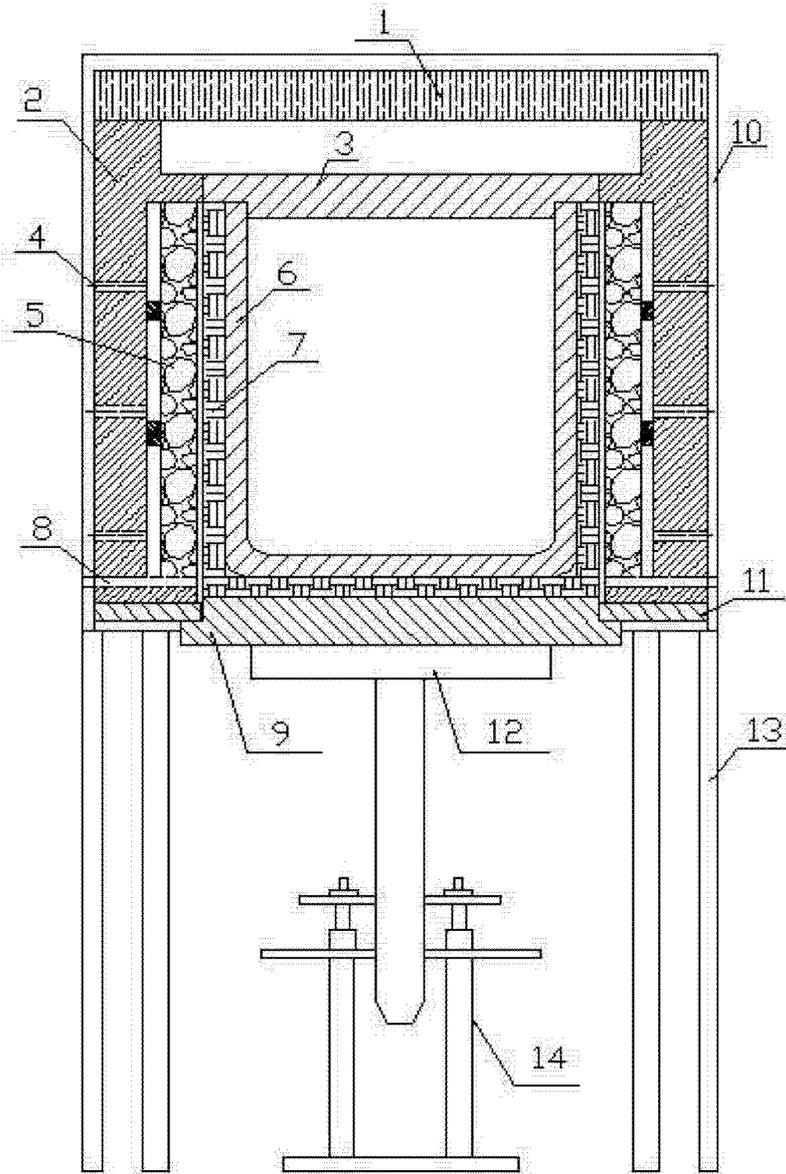


图 1

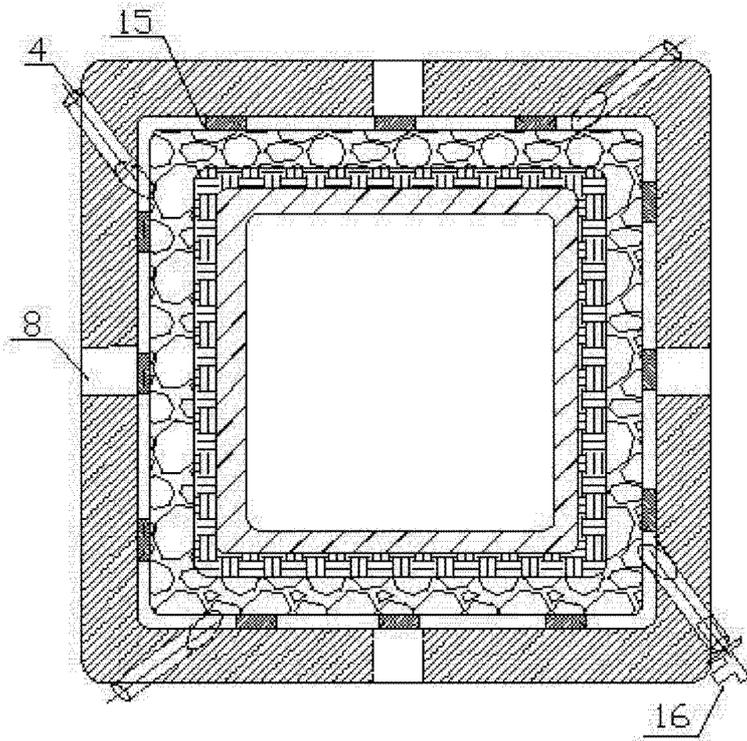


图 2