



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114229891 A

(43) 申请公布日 2022. 03. 25

(21) 申请号 202111560213.6

(22) 申请日 2021.12.20

(71) 申请人 上海迈徠季冶金设备有限公司

地址 200120 上海市浦东新区环桥路555弄  
45号4层

(72) 发明人 范远智 赵平 钱园

(74) 专利代理机构 北京细软智谷知识产权代理  
有限责任公司 11471

代理人 王睿

(51) Int. Cl.

C01G 25/02 (2006.01)

C01B 33/12 (2006.01)

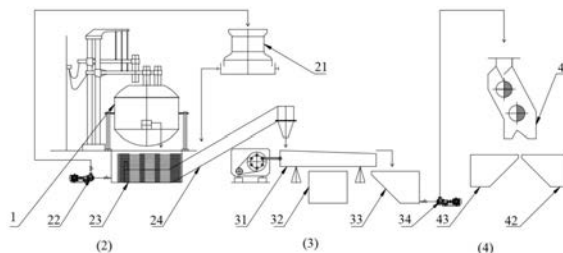
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种通过热解和磁选制备晶体的装置及使用该装置制备氧化锆的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种通过热解和磁选制备晶体的装置,包括热解炉、出料系统、重选系统和磁选系统。其中,出料系统包括冷水塔、冷却水循环泵、粒化槽和刮板出料机。由于粒化槽配置了循环冷却水,可保证粒化温度稳定在合理的范围内,并降低了工艺用水量。刮板出料机包括水平段和倾斜段,其水平段嵌于粒化槽内,对粒化产品有较好的搅拌作用,可以提高粒化效率,改善产品的粒度范围宽度。本发明还提供了使用该装置制备晶体的方法,以制备氧化锆为例,在热解过程中通过向热解炉中加入热解添加剂,能够在较低温度,如1300~1900℃下进行热解,拓宽了热解炉耐材选择范围,提高了热解炉的使用寿命,并降低了热解过程的能耗。



1. 一种通过热解和磁选制备晶体的装置,其特征在于,所述装置包括热解炉、出料系统、重选系统和磁选系统,其中,

所述热解炉用于将原料加热分解得到热解产物;

所述出料系统用于将所述热解产物输出冷却得到冷却产物,并将所述冷却产物输入所述重选系统内;

所述重选系统用于对所述冷却产物进行重选,得到重选尾矿和重选精矿;

所述磁选系统用于除去所述重选精矿中的磁性物,得到磁选精矿即单晶体目标产物。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述出料系统包括冷水塔、冷却水循环泵、粒化槽和刮板出料机,其中,

所述粒化槽用于对从所述热解炉输出的热解产物进行冷却得到冷却产物,所述粒化槽内部设有喷淋水管,所述冷水塔的出水口通过管路与所述喷淋水管的进水口连接,所述喷淋水管将水喷入粒化槽内,所述粒化槽的侧面设有出水口,所述粒化槽出水口通过管路与所述冷水塔的进水口连接,所述冷却水循环泵位于所述喷淋水管与冷水塔的连接管路上;

所述刮板出料机用于从所述粒化槽输出所述冷却产物,同时对所述冷却产物进行搅拌使其混合均匀,所述刮板出料机包括一体成型的水平段和倾斜段,所述水平段内嵌于所述粒化槽内,所述倾斜段向远离所述粒化槽的方向延伸,其物料输出端与所述重选系统的进料口相连接。

3. 根据权利要求1或2所述的装置,其特征在于,所述重选系统包括重选设备、重选尾矿储槽、重选精矿储槽和重选精矿输送泵,其中,

所述重选设备用于将所述冷却产物进行重选,得到重选尾矿和重选精矿,所述重选设备上设有重选尾矿出料口和重选精矿出料口,所述重选尾矿出料口与所述重选尾矿储槽的进料口连接,所述重选精矿出料口与所述重选精矿储槽的进料口连接,

所述重选精矿储槽的出料口与所述磁选系统的进料口连接,所述重选精矿输送泵位于所述重选精矿储槽与所述磁选系统的连接管路上。

4. 根据权利要求1至3任一项所述的装置,其特征在于,所述磁选系统包括磁选机、磁选精矿产品仓和磁性物产品仓,其中,

所述磁选机用于对所述重选精矿进行磁选,得到磁选精矿和磁性物,所述磁选机上设有磁选精矿出料口和磁性物出料口,所述磁选精矿出料口与所述磁选精矿产品仓的进料口连接,所述磁性物出料口与所述磁性物产品仓的进料口连接。

5. 一种使用权利要求1至4任一项所述装置制备氧化锆晶体的方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一、将原料和热解添加剂加入热解炉内,加热分解得到热解产物;

步骤二、热解结束后开启冷却水循环泵,将所述热解炉内的热解产物倒入粒化槽,对所述热解产物进行冷却得到冷却产物;

步骤三、启动刮板出料机,将粒化槽中的冷却产物输入所述重选设备内;

步骤四、所述重选设备对所述冷却产物进行重选,得到重选尾矿和重选精矿,所述重选尾矿进入所述重选尾矿储槽,所述重选精矿进入所述重选精矿储槽;

步骤五、将所述重选精矿储槽中的重选精矿送入所述磁选机内进行磁选,得到磁选精矿和磁性物,所述磁选精矿为单晶体目标产物。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,步骤一中,所述原料为锆英砂,所述热解添加剂为碱土金属氧化物,选自CaO、MgO中的至少一种;

和/或,以锆英砂的质量为100%计,所述热解添加剂的加入量为所述锆英砂原料质量的5%~15%。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,步骤一中,所述热解温度为1300~1900℃,热解时间为45~120分钟,热解过程在自然炉气气氛中进行。

8. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,步骤二中,由冷却水循环泵输出的冷却水流量为所述热解产物质量流量的40~100倍;

和/或,所述热解产物质量流量为30~500kg/min,冷却水的流速为5~10m/s;

和/或,所述冷水塔提供的循环水温度 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ 。

9. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,步骤四中,所述重选设备的工作冲次为280~320次/min,冲程为10~16mm。

10. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,步骤五中,所述磁选机的磁场强度为80~400KA/m,转鼓转速为10~25rpm。

## 一种通过热解和磁选制备晶体的装置及使用该装置制备氧化锆的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及晶体制备技术领域,具体涉及一种通过热解和磁选制备晶体的装置,以及使用该装置制备氧化锆的方法。

### 背景技术

[0002] 二氧化锆是锆的主要氧化物,具有高耐磨性、熔点高、耐腐蚀、不导电、不导磁等优异特点,且热膨胀系数低、折射率高、抗热冲击性好,是耐高温材料、结构陶瓷和功能陶瓷等领域的重要新兴材料。目前氧化锆的制备方法主要有化学法和电熔法,其中化学法生产的高纯氧化锆具有优良的性能,但因工艺流程长、试剂消耗大,生产过程环保治理困难,生产成本较高。

[0003] 电熔氧化锆是利用碳还原锆英砂中的二氧化硅的原理,借助电弧炉在 $2500^{\circ}\text{C}\sim 3000^{\circ}\text{C}$ 的高温条件下,通过控制还原碳量和催化剂量,使硅从锆英砂中脱除。根据生产所得到的二氧化锆产品的特点不同,可分为脱硅二氧化锆和稳定二氧化锆。电熔法制取稳定二氧化锆工艺根据原料不同又可分为一次电熔法和二次电熔法两种,采用锆英砂为原料生产稳定二氧化锆的工艺为一次电熔法;采用脱硅二氧化锆为原料生产稳定二氧化锆的工艺为二次电熔法。

[0004] 原料锆英砂配入适量还原剂石油焦加入电炉内,在电弧热的作用下锆英砂分解为 $\text{ZrO}_2$ 和 $\text{SiO}_2$ , $\text{SiO}_2$ 与石油焦中的碳反应生成气态 $\text{SiO}$ ,在风机抽力作用下,随烟气排出,气态 $\text{SiO}$ 出炉后遇到空气氧化成无定形 $\text{SiO}_2$ 。待炉内的 $\text{SiO}_2$ 脱除干净后,将熔融状态的氧化锆熔体倾倒入炉,喷吹造粒。电熔氧化锆的粒化方法目前主要有两种:一种是喷气法,即采用高压气体将氧化锆熔体喷散成颗粒状;另一种是喷水法,利用高温熔融氧化锆遇水急冷会发生炸裂的原理,通过高温熔体与水流直接接触,将高温熔体冷却并颗粒化,得到脱硅电熔氧化锆球。

[0005] 根据主要化学反应,采用电弧炉生产脱硅氧化锆时,电弧炉烟气主要成分是二氧化碳和气态 $\text{SiO}$ ,每生产1t脱硅氧化锆向大气环境排放 $\text{CO}_2$ 约250kg。熔炼反应在 $2500^{\circ}\text{C}\sim 3000^{\circ}\text{C}$ 的高温条件下进行,炉壳热损失大,每生产1t氧化锆综合电耗约 $6500\sim 9000\text{kw}\cdot\text{h}$ ,生产能耗较高。

[0006] 因此需要对氧化锆的制备装置和制备方法进行优化,如降低热解温度,控制制备过程中的碳排放,并提高产物中的硅微粉比重。

[0007] 鉴于此,特提出本发明。

### 发明内容

[0008] 本发明的第一目的是提供一种通过热解和磁选制备晶体的装置,该装置能够实现原料锆英砂进行热解并使其热解熔体得到粒化,然后将热解产物依次进行重选和磁选分离,得到纯度较高的单斜晶脱硅二氧化锆产物和容重较大的二氧化硅产物。

- [0009] 本发明的第二目的是提供使用该装置制备氧化锆的方法,特别是单斜晶氧化锆。
- [0010] 为实现上述目的,本发明的技术方案如下:
- [0011] 本发明涉及一种通过热解和磁选制备晶体的装置,所述装置包括热解炉、出料系统、重选系统和磁选系统,其中,
- [0012] 所述热解炉用于将原料加热分解得到热解产物;
- [0013] 所述出料系统用于将所述热解产物输出冷却得到冷却产物,并将所述冷却产物输入所述重选系统内;
- [0014] 所述重选系统用于对所述冷却产物进行重选,得到重选尾矿和重选精矿;
- [0015] 所述磁选系统用于除去所述重选精矿中的磁性物,得到磁选精矿,即单晶体目标产物。
- [0016] 优选地,所述出料系统包括冷水塔、冷却水循环泵、粒化槽和刮板出料机,其中,
- [0017] 所述粒化槽用于对从所述热解炉输出的热解产物进行冷却得到冷却产物,所述粒化槽内部设有喷淋水管,所述冷水塔的出水口通过管路与所述喷淋水管的进水口连接,所述喷淋水管将水喷入粒化槽内,所述粒化槽的侧面设有出水口,所述粒化槽出水口通过管路与所述冷水塔的进水口连接,所述冷却水循环泵位于所述喷淋水管与冷水塔的连接管路上;
- [0018] 所述刮板出料机用于从所述粒化槽输出所述冷却产物,同时对所述冷却产物进行搅拌使其混合均匀,所述刮板出料机包括一体成型的水平段和倾斜段,所述水平段内嵌于所述粒化槽内,所述倾斜段向远离所述粒化槽的方向延伸,其物料输出端与所述重选系统的进料口相连接。
- [0019] 优选地,所述重选系统包括重选设备、重选尾矿储槽、重选精矿储槽和重选精矿输送泵,其中,
- [0020] 所述重选设备用于将所述冷却产物进行重选,得到重选尾矿和重选精矿,所述重选设备上设有重选尾矿出料口和重选精矿出料口,所述重选尾矿出料口与所述重选尾矿储槽的进料口连接,所述重选精矿出料口与所述重选精矿储槽的进料口连接,
- [0021] 所述重选精矿储槽的出料口与所述磁选系统的进料口连接,所述重选精矿输送泵位于所述重选精矿储槽与所述磁选系统的连接管路上。
- [0022] 优选地,所述磁选系统包括磁选机、磁选精矿产品仓和磁性物产品仓,其中,
- [0023] 所述磁选机用于对所述重选精矿进行磁选,得到磁选精矿和磁性物,所述磁选机上设有磁选精矿出料口和磁性物出料口,所述磁选精矿出料口与所述磁选精矿产品仓的进料口连接,所述磁性物出料口与所述磁性物产品仓的进料口连接。
- [0024] 本发明还涉及使用所述装置制备晶体的方法,以所述晶体为氧化锆为例,包括以下步骤:
- [0025] 步骤一、将原料和热解添加剂加入热解炉内,加热分解得到热解产物;
- [0026] 优选地,所述原料为锆英砂,其中 $ZrO_2$ 的质量百分数为55.0%~66.0%,含水量 $\leq$ 1%。
- [0027] 优选地,所述热解添加剂为碱土金属氧化物,选自CaO、MgO中的至少一种。以锆英砂的质量为100%计,所述热解添加剂的加入量为所述锆英砂原料质量的5%~15%。
- [0028] 优选地,所述热解温度为1300~1900℃,热解时间为45~120分钟,热解过程在自

然炉气气氛中进行。

[0029] 步骤二、热解结束后开启冷却水循环泵,将所述热解炉内的热解产物倒入粒化槽,对所述热解产物进行冷却得到冷却产物;

[0030] 优选地,由冷却水循环泵输出的冷却水流量为所述热解产物质量流量的40~100倍。所述热解产物质量流量为30~500kg/min,冷却水的流速为5~10m/s。所述冷水塔提供的循环水温度 $\leq 45^{\circ}\text{C}$ 。

[0031] 步骤三、启动刮板出料机,将粒化槽中的冷却产物输入所述重选设备内;

[0032] 优选地,所述刮板出料机的电动机运行频率为20~50Hz。

[0033] 步骤四、所述重选设备对所述冷却产物进行重选,得到重选尾矿和重选精矿,所述重选尾矿进入所述重选尾矿储槽,所述重选精矿进入所述重选精矿储槽;

[0034] 优选地,所述重选设备的工作冲次为280~320次/min,冲程为10~16mm。其中重选精矿的主要成分为二氧化锆, $\text{ZrO}_2$ 在重选精矿中的质量百分含量为88.0%~99.0%。所述尾矿的主要成分为 $\text{SiO}_2$ 。

[0035] 步骤五、将所述重选精矿储槽中的重选精矿送入所述磁选机内进行磁选,得到磁选精矿和磁性物,所述磁选精矿为单晶体目标产物。

[0036] 优选地,所述磁选机的磁场强度为80~400KA/m,转鼓转速为10~25rpm。

[0037] 本发明的有益效果:

[0038] 本发明提供了一种通过热解和磁选制备晶体的装置,包括热解炉、出料系统、重选系统和磁选系统。其中,出料系统包括冷水塔、冷却水循环泵、粒化槽和刮板出料机。由于粒化槽配置了循环冷却水,可保证粒化温度稳定在合理的范围内,并降低了工艺用水量。刮板出料机包括水平段和倾斜段,其水平段嵌于粒化槽内,对粒化产品有较好的搅拌作用,可以提高粒化效率,改善产品的粒度范围宽度。所述设备均为通用设备,易采购制造,安装简便,运行可靠,能耗低、占地面积小,设备可根据场地实际情况采用集中布置或分段安装。

[0039] 本发明还提供了使用该装置制备晶体的方法,以制备氧化锆为例,在热解过程中:1) 本发明通过向热解炉中加入热解添加剂,能够在较低温度,如 $1300\sim 1900^{\circ}\text{C}$ 下进行热解,拓宽了热解炉耐材选择范围,提高了热解炉的使用寿命,并降低了热解过程的能耗。采用本发明提供的方法每生产1吨脱硅氧化锆热解电耗仅 $5600\text{kw}\cdot\text{h}/\text{t}$ ,相较于传统电熔脱硅氧化锆生产工艺减少能耗 $417.86\text{kgce}/\text{tZrO}_2$ 。2) 与传统电熔脱硅氧化锆生产工艺相比较,本发明的热解过程没有直接碳排放。采用本发明提供的方法每生产1吨脱硅氧化锆,减少向大气排放二氧化碳 $250\text{kg}$ 。3) 与原炉内冷却生产脱硅氧化锆坨生产工艺比较,本发明的热解熔融产物采用骤冷粒化方法所得氧化锆粒度均匀、合格率高,为后续加工细化创造了更加优越的条件。解决了脱硅氧化锆坨硬度大,难破碎的问题,大大提高了氧化锆产品破碎设备的生产效率。

[0040] 在产品分离过程中,本发明对热解产物依次进行重选和磁选。其中:1) 重选过程的能耗低,且不引入新的杂质元素,经重选后的产品纯净度高,且无“三废”排放,对环境友好。另外重选还能得到副产品 $\text{SiO}_2$ ,其容重可达 $1200\text{kg}/\text{m}^3$ 以上,较传统电熔氧化锆工艺所得到的微硅粉 $200\text{kg}/\text{m}^3$ 提高了6倍,大大增强了其运送特性。2) 对重选精矿(重密度)产品进行再磁选,可以将整个生产过程中引入的磁性物除去,确保二氧化锆产品中的磁性物质含量满足要求。

## 附图说明

- [0041] 图1为本发明涉及通过热解和磁选制备晶体的装置的结构示意图。
- [0042] 其中，
- [0043] 1-热解炉；
- [0044] 2-出料系统；
- [0045] 21-冷水塔；22-冷却水循环泵；23-粒化槽；24-刮板出料机；
- [0046] 3-重选系统；
- [0047] 31-重选设备；32-重选尾矿储槽；33-重选精矿储槽；34-重选精矿输送泵；
- [0048] 4-磁选系统；
- [0049] 41-磁选机；42-磁选精矿产品仓；43-磁性物产品仓。

## 具体实施方式

[0050] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将对本发明的技术方案进行详细的描述。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的前提下所得到的所有其它实施方式，都属于本发明所保护的范围。

[0051] 本发明实施例涉及一种通过热解和磁选制备晶体的装置，如图1所示，该装置包括热解炉1、出料系统2、重选系统3和磁选系统4。其中，热解炉1用于将原料加热分解得到热解产物；出料系统2用于将热解产物输出冷却得到冷却产物，并将冷却产物输入重选系统3内；重选系统3用于对冷却产物进行重选，得到重选尾矿和重选精矿；磁选系统4用于除去重选精矿中的磁性物，得到磁选精矿，即单晶体目标产物。

[0052] 进一步地，出料系统2包括冷水塔21、冷却水循环泵22、粒化槽23和刮板出料机24。其中，粒化槽23用于对从热解炉1输出的热解产物进行冷却得到冷却产物。粒化槽23内部设有喷淋水管，冷水塔21的出水口通过管路与喷淋水管的进水口连接，喷淋水管将水喷入粒化槽23内，对热解炉1输出的热解产物进行骤冷使其粒化。粒化槽23的侧面设有出水口，粒化槽23出水口通过管路与冷水塔21的进水口连接，冷却水循环泵22位于喷淋水管与冷水塔21的连接管路上，为冷却水在管路中的循环提供动力。

[0053] 在本发明的一个实施例中，粒化槽为一矩形槽。冷却水以0.35~0.65MPa的压力送入喷淋水管的喷嘴，将从热解炉1输出的热解产物(此时为热解熔融流体)骤冷凝固，热解熔融流体中的玻璃态SiO<sub>2</sub>粒化为细粒子。粒化槽可选用205133641U中公开的结构。

[0054] 刮板出料机24用于从粒化槽23输出冷却产物，同时对冷却产物进行搅拌使其混合均匀。如图1所示，刮板出料机24包括一体成型的水平段和倾斜段，其中水平段内嵌于粒化槽23内，水平段端部设置一圆柱形滚筒(图中未示出)，安装在滚筒上的链条和刮板对堆积的冷却产物进行搅拌，并不断采集输送物料；倾斜段向远离粒化槽23的方向延伸，其物料输出端与重选系统3的进料口相连接，且倾斜段的末端高于粒化槽23所在位置。输出的冷却产物在倾斜段因受到重力作用，在输送过程不断翻滚研磨，进一步发生碎裂。上述水平段的作用为从粒化槽23中收集冷却产物，以及延长冷却时间。倾斜段作用为实现冷却产物的固液分离。

[0055] 重选系统3包括重选设备31、重选尾矿储槽32、重选精矿储槽33和重选精矿输送泵

34。其中,重选设备31用于将冷却产物进行重选,得到重选尾矿和重选精矿。重选设备31上设有重选尾矿出料口和重选精矿出料口,重选尾矿出料口与重选尾矿储槽32的进料口连接,重选精矿出料口与重选精矿储槽22的进料口连接。从重选设备3输出的重选精矿进入重选精矿储槽22,重选尾矿进入重选尾矿储槽32。

[0056] 重选精矿储槽33的出料口与磁选系统4的进料口连接,重选精矿输送泵34位于重选精矿储槽33与磁选系统4的连接管路上,为重选精矿在管路中的输送提供动力。

[0057] 磁选系统4包括磁选机41、磁选精矿产品仓42和磁性物产品仓43。其中,磁选机41用于对重选精矿进行磁选,得到磁选精矿和磁性物。磁选机41上设有磁选精矿出料口和磁性物出料口,磁选精矿出料口与磁选精矿产品仓42的进料口连接,磁性物出料口与磁性物产品仓43的进料口连接。从磁选机41输出的不含磁性的磁选精矿进入磁选精矿产品仓42,磁性物进入磁性物产品仓43。

[0058] 从工艺的角度考虑,先磁选后重选也可以得到相同的产物。然而,如先磁选后重选,两个工序处理的物料量都是相同于原料质量(重量);如先重选后磁选,磁选工序处理的物料量只有原料质量的60%~66%。因此从固定资产投资和生产运行成本考虑,先磁选后重选是不合理的。

[0059] 本发明实施例还涉及使用上述装置制备晶体的方法,以晶体为氧化锆为例,包括以下步骤:

[0060] 步骤一、将原料和热解添加剂加入热解炉1内,加热分解得到热解产物;

[0061] 在本发明的一个实施例中,原料为锆英砂,其主要成分为锆的硅酸盐,其中 $ZrO_2$ 的质量百分数为55.0%~66.0%,含水量 $\leq 1\%$ 。

[0062] 在本发明的一个实施例中,热解添加剂为碱土金属氧化物,选自CaO、MgO中的至少一种,上述化合物均为工业级。以锆英砂的质量为100%计,热解添加剂的加入量为锆英砂原料质量的5%~15%。合理使用热解添加剂可以降低热解温度,如热解添加剂加入量过小,热解温度升高,热解能耗增加;如添加量过高,热解产物可能出现立方晶型产物,并增加生产成本。

[0063] 在本发明的一个实施例中,热解炉为三相电弧炉、直流电弧炉、回转窑或等离子炉。热解温度为1300~1900 $^{\circ}C$ ,热解时间为45~120分钟,热解过程在自然炉气气氛中进行。

[0064] 步骤二、热解结束后开启冷却水循环泵22,将热解炉1内的热解产物倒入粒化槽23,对热解产物进行冷却得到冷却产物;

[0065] 在本发明的一个实施例中,由冷却水循环泵22输出的冷却水流量为热解产物质量流量的40~100倍。此流量是根据从热解炉1输出的熔融状态的热解产物的冷却粒化效果,以及冷却水升温速率制定的,控制合理的流量可避免冷却水汽化或者发生爆炸等生产事故。热解产物质量流量为30~500kg/min,冷却水的流速为5~10m/s。冷水塔21自带强制通风电动机,保持循环水温度 $\leq 45^{\circ}C$ 。

[0066] 在本发明的一个实施例中,启动热解炉1的倾炉装置,将热解炉1内的热解产物缓缓倒入粒化槽13内,热解产物粒化为球状。热解炉1内的热解产物倒完后,将热解炉1调整到热解作业位置,重复步骤一。即向热解炉1中继续加入原料和热解添加剂,热解炉1进入下一工作周期。如果热解炉1是非电弧炉的其他形式的热解炉,热解产物的粒化过程可以连续进行,这一步的倾炉过程可以省略。



[0067] 步骤三、启动刮板出料机24,将粒化槽23中的冷却产物输入重选设备31内;

[0068] 在本发明的一个实施例中,刮板出料机24的电动机运行频率为20~50Hz,该频率能够保持输送的物料与重选设备31的产能相匹配。

[0069] 步骤四、重选设备31对冷却产物进行重选,得到重选尾矿和重选精矿,重选尾矿进入重选尾矿储槽32,重选精矿进入重选精矿储槽33;

[0070] 在本发明的一个实施例中,重选设备31为摇床、跳汰机或螺旋溜槽。重选设备31的工作冲次为280~320次/min,冲程为10~16mm。其中重选精矿的主要成分为二氧化锆, $ZrO_2$ 在重选精矿中的质量百分含量为88.0%~99.0%, $SiO_2$ 在重选精矿中的质量百分含量为0.6%~5.0%。重选尾矿的主要成分为 $SiO_2$ ,经脱水干燥后得到玻璃态 $SiO_2$ 产品。对于相同的重选设备31,运行参数和粒化后的物料粒度范围决定重选设备31的处理量。如重选精矿的粒度越细,则重选设备31的产能越小,而粒化粒度与粒化用水量有关。设备参数不合理会影响重选精矿的回收率和品位。

[0071] 步骤五、将重选精矿储槽33中的重选精矿送入磁选机41内进行磁选,得到磁选精矿和磁性物,磁选精矿为单晶体目标产物。

[0072] 在本发明的一个实施例中,启动重选精矿输送泵34,将重选精矿输送至磁选机41进料口,设置磁选机41的磁场强度和转鼓转速,得到磁选精矿和磁性物。磁选精矿进入磁选精矿产品仓42,磁性物进入磁性物产品仓43。

[0073] 在本发明的一个实施例中,磁选机41的磁场强度为80~400KA/m,转鼓转速为10~25rpm。磁选过程是对二氧化锆产物中的磁性杂质除杂,由于主要产物二氧化锆是不导磁物质,因此在一定范围增大磁场强度对生产过程和产品质量均无影响。但磁场强度偏离正常值,无法选取产品中的弱磁性杂质,影响产品品质。

[0074] 由于磁性物的主要成分为铁磁性物质,均为生产过程因设备磨损、生产控制不严格引入的杂质。因磁性物为外部引入的杂质,磁性物的含量不确定,具有一定的偶然性。磁选精矿中的氧化锆含量<1.0%。

[0075] 实施例1

[0076] 以印度尼西亚某选矿厂的锆英砂为原料,其主要技术指标为 $ZrO_2$ :65.5%、 $SiO_2$ :32.8%、 $Fe_2O_3$ :0.2%、 $Al_2O_3$ :1.0%,100目筛上物1.98%。

[0077] 试验所用热解添加剂为工业纯氧化钙,含CaO:90.2%,添加量为原料锆英砂质量的6.0%。

[0078] 物料准备:将原料锆英砂和热解添加剂搅拌混合均匀,用35MPa的压力将混合均匀的料粉压制为35×25×15的冷固球。

[0079] 热解反应:热解过程在直流电弧炉内进行,炉衬为锆英砂预热焙烧冷却后形成的自焙炉衬。熔池液面直径800mm,熔池容积60L,电极直径 $\Phi$ 250mm,平均电流6500A,平均电极电压135V,热解温度1650℃,熔炼时间50min。每炉投加冷固球318kg,采用埋弧热解。

[0080] 冷却粒化:喷淋水管喷嘴的循环水压力0.5MPa,流量1500kg/min,冷却水流速7.15m/s。刮板出料机刮板运行速度0.05m/s。热解结束,启动冷却水循环泵,提升电炉电极并偏转离开电炉,倾转炉体,控制热解熔融体缓慢流入粒化槽,出料时间10min。

[0081] 重选:重选采用云锡式细砂摇床,床面尺寸4310×1100×500,冲程15mm、冲次220次/分钟,床面坡度2度,给矿浓度10%,洗水水量35L/min。

[0082] 磁选:磁选设备为半逆流永磁湿式磁选机,滚筒直径 $\Phi$ 400mm、长600mm,筒磁场感应强度3800Gs、转速20rpm,给矿浓度20%、精矿冲洗水压力0.25MPa。

[0083] 产物品质及工艺经济指标见表1:

[0084] 表1

产物名称	产量/kg	产率/%	收率/%	密度/g/cm <sup>3</sup>	主要化学成分/%				
					ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
[0085] 二氧化锆	197.25	62.03	99.01	5.52	98.64	0.79	0.01	0.05	0.52
二氧化硅	107.81	33.90	90.21	2.13	1.76	80.50	0.05	2.43	6.15
磁性物	3.32	1.04			1.17	13.14	31.55		

[0086] 其他损失	9.63								
-------------	------	--	--	--	--	--	--	--	--

[0087] 表1中,其他损失主要是原料在高温热解后的二氧化硅与石墨电极发生的氧化还原反应造成的氧化硅挥发损失。根据热解平均电流和电压计算,吨产品(脱硅二氧化锆)热解电耗为5425.31kw.h。石墨电极消耗量13.28Kg,按二氧化锆产品量折算后单耗为67.33kg/t,原料热解率为98.5%。

[0088] 对比例1

[0089] 锆英砂原料同实施例1。

[0090] 本次试验没有使用热解添加剂,其它操作步骤同实施例1。产物品质及工艺经济指标见表2:

[0091] 表2

产物名称	产量/kg	产率/%	收率/%	密度/g/cm <sup>3</sup>	主要化学成分/%			
					ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
[0092] 二氧化锆	263.87	87.96	99.46	4.65	74.07	25.06	0.15	0.73
二氧化硅	28.56	9.52	94.32	2.15	0.89	92.99	0.02	0.95
磁性物	1.99	0.66			3.20	4.02	11.72	
其他损失	5.59							

[0093] 根据热解平均电流和电压计算,吨产品(脱硅二氧化锆)热解电耗为4055.52kw.h。石墨电极消耗量13.95Kg,按二氧化锆产品量折算后单耗为52.85kg/t。

[0094] 在同等工艺参数条件下,不添加热解添加剂进行热解,按二氧化硅产品产量(含挥发损失的二氧化硅量)计算原料的热解率仅为36.0%。

[0095] 对比例2

[0096] 锆英砂原料同实施例1。

[0097] 本次试验热解添加剂加入量为原料锆英砂质量的20.0%。其它操作步骤同实施例1。产物品质及工艺经济指标见表3:

[0098] 表3

产物名称	产量	产率	收率	密度	主要化学成分/%
[0099]					

	/kg	/%	/%	/g/cm <sup>3</sup>	ZrO <sub>2</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO
[0100] 二氧化锆	198.62	55.17	99.20	5.89	98.14	0.52	0.01	0.04	1.29
二氧化硅	149.22	41.45	89.94	2.75	1.04	58.50	0.04	1.76	30.07
磁性物	3.11	0.86			0.51	5.62	34.05		
其他损失	9.89								

[0101] 根据热解平均电流和电压计算,吨产品(脱硅二氧化锆)热解电耗为5387.66kw.h。石墨电极消耗量13.18Kg,按二氧化锆产品量折算后单耗为66.33kg/t。

[0102] 在同等工艺参数条件下,添加过量的热解添加剂进行热解,按二氧化硅产品产量(含挥发损失的二氧化硅量)计算原料的热解率达到99.0%。对比表3和表1数据,二氧化锆产品中的氧化钙含量上升了148.07%。借助扫描电镜(SEM图片)对二氧化锆产品观察,发现少量与Zr<sup>4+</sup>半径相近的Ca<sup>2+</sup>离子取代了Zr<sup>4+</sup>的位置,部分氧化锆生成半稳定型氧化锆(t-ZrO<sub>2</sub>),因热解过程在较低温度(1650℃)条件下进行,没有达到二氧化锆立方(c-ZrO<sub>2</sub>)晶的转换温度(2370℃),二氧化锆产品还是以单斜(m-ZrO<sub>2</sub>)晶型为主。剩余的热解添加剂CaO与锆英砂热解后的SiO<sub>2</sub>化合生产硅酸盐进入重选尾矿中。

[0103] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

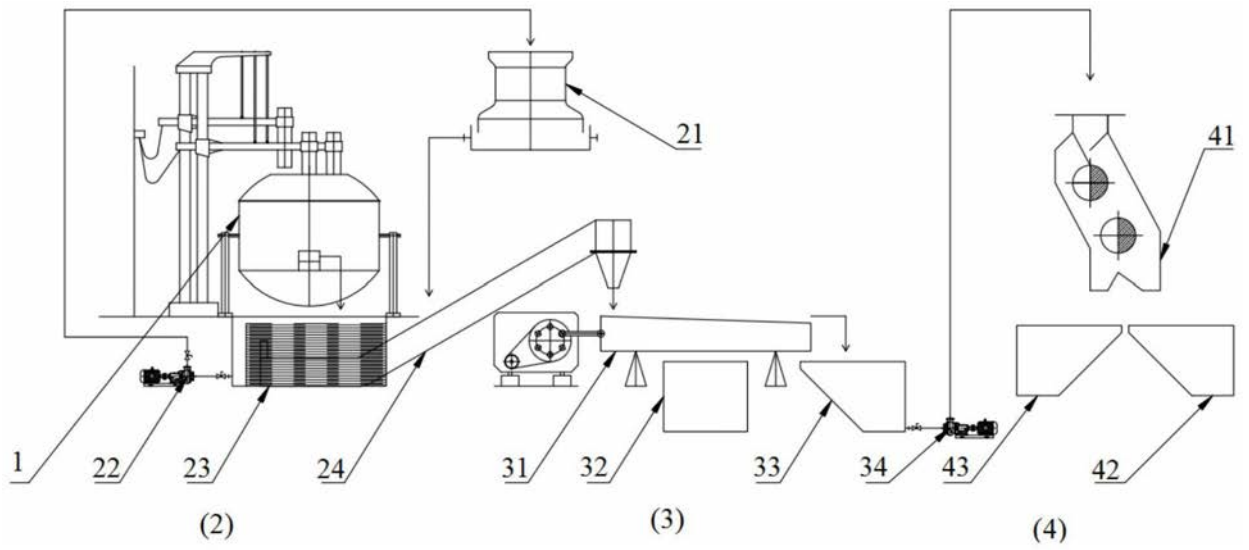


图1