



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102786054 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 21

(21) 申请号 201210327693. 6

(22) 申请日 2012. 09. 07

(71) 申请人 昆明冶金研究院  
地址 650031 云南省昆明市圆通北路 86 号

(72) 发明人 谢刚 和晓才 李怀仁 陈家辉  
徐庆鑫 李永刚 杨大锦 徐亚飞  
崔涛

(74) 专利代理机构 昆明正原专利商标代理有限公司 53100

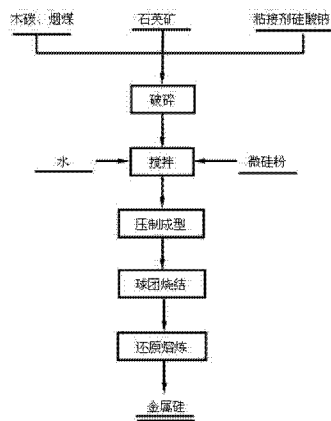
代理人 陈左

(51) Int. Cl.  
C01B 33/023(2006. 01)  
C01B 33/025(2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称  
一种还原熔炼微硅粉的方法

(57) 摘要  
一种还原熔炼微硅粉的方法,把石英矿、木炭、烟煤以及粘接剂硅酸钠按照工艺的要求破碎到一定的粒度,把破碎后的物料与微硅粉进行混合,同时加入粘接剂硅酸钠,在混合过程中缓慢加入水,把混合料放入模具内进行压制成型,卸压得到形状大小合适的微硅粉球团,把微硅粉球团放入气氛炉内进行焙烧,将焙烧后的微硅粉球团放入熔炼炉内进行还原熔炼。本发明以硅工业粉尘为原料,通过还原熔炼直接返回到工业硅冶炼中,解决了硅冶金工业中粉尘的污染问题,同时增大了产量,具有很好的经济效益和社会效益。



1. 一种还原熔炼微硅粉的方法,其特征在于步骤为:
  - (1) 把石英矿、木炭、烟煤及粘接剂硅酸钠分别破碎成粒度为  $20 \sim 300 \mu\text{m}$ ;
  - (2) 把破碎后的石英矿、木炭以及烟煤与微硅粉按照一定的摩尔比例进行混合,同时加入粘结剂硅酸钠得到混合料;在混合过程中缓慢加入水,混合时间为  $5 \sim 30\text{min}$ ;
  - (3) 把混合料放入模具内进行压制成型,压制压力为  $5 \sim 25\text{t}$ ,在恒定压力下至少保持  $10\text{min}$  时间后卸压得到微硅粉球团;
  - (4) 把微硅粉球团放入气氛炉内进行焙烧,得到抗压强度与密度都满足还原要求的微硅粉球团;
  - (5) 将焙烧后的微硅粉球团放入熔炼炉内进行还原熔炼。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于步骤(2)的微硅粉与石英矿、木炭和烟煤的摩尔比为  $1: (0.5 \sim 1): (0.8 \sim 1.2): (1.2 \sim 1.6)$ ,粘结剂硅酸钠的加入量占混合料总质量的  $3 \sim 10\%$ ;每  $100\text{g}$  混合料加入的水为  $15 \sim 25\text{ml}$ 。
3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于所述步骤(4)球团焙烧,是在一定的温度变化梯度下完成,焙烧温度为  $500 \sim 1000^\circ\text{C}$ ,保温时间为  $1 \sim 5\text{h}$ ;焙烧时,需在还原性气氛内进行。
4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于所述步骤(5)熔炼炉为中频感应炉或真空熔炼炉,还原熔炼的温度为  $1600 \sim 1900^\circ\text{C}$ 。

## 一种还原熔炼微硅粉的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于有色冶金生产技术领域,尤其是一种还原熔炼微硅粉的方法。

### 背景技术

[0002] 中国近年来工业硅生产发展十分迅猛,约占世界工业硅总产量 1/3,年出口量超过了 60 万吨。经过多年发展,我国工业硅的产能、产量和出口量已均居世界首位。目前,我国工业硅年产量相当于全球总需求量的一半,对世界硅业和相关产业链的发展有着举足轻重的影响。

[0003] 微硅粉是工业硅生产中的伴生物,每生产一吨工业硅就大概伴有 0.4 吨的微硅粉生成。微硅粉一般作为添加剂使用,但是用量很少,每年都有大量的微硅粉堆积,对环境造成污染的同时还需要花费大量的资金去维持微硅粉的管理。大量伴生的微硅粉同时也造成了工业硅生产企业产能下降,生产成本变高,大大降低了我国工业硅产业的竞争力。由于微硅粉质量很轻,并且在生成时发生了形态的转变,若直接将其作为原料运用到金属硅冶炼中,将面临加料以及物料还原这两个难题。微硅粉的综合利用已经成为了工业硅生产企业的难题,到目前为止,还没有成熟的工艺综合利用微硅粉,使其返回到工业硅的生产中。

### 发明内容

[0004] 本发明提供一种还原熔炼微硅粉的方法,解决了工业硅生产行业中产生的微硅粉的还原技术,为工业硅生产行业粉尘的高值化利用提供简单有效的新途径。

[0005] 本发明通过如下技术方案实现:

一种还原熔炼微硅粉的方法,其特征在于步骤为:

- (1) 把石英矿、木炭、烟煤及粘接剂硅酸钠分别破碎成粒度为  $20 \sim 300 \mu\text{m}$ ;
- (2) 把破碎后的石英矿、木炭以及烟煤与微硅粉按照一定的摩尔比例进行混合,同时加入粘接剂硅酸钠得到混合料;在混合过程中缓慢加入水,混合时间为  $5 \sim 30\text{min}$ ;
- (3) 把混合料放入模具内进行压制成型,压制压力为  $5 \sim 25\text{t}$ ,在恒定压力下至少保持  $10\text{min}$  时间后卸压得到形状大小合适的微硅粉球团;
- (4) 把微硅粉球团放入气氛炉内进行焙烧,得到抗压强度与密度都满足还原要求的微硅粉球团;
- (5) 将焙烧后的微硅粉球团放入熔炼炉内进行还原熔炼。

[0006] 作为本发明的优选方案:

所述步骤(2)的微硅粉与石英矿、木炭和烟煤的摩尔比为  $1:(0.5 \sim 1):(0.8 \sim 1.2):(1.2 \sim 1.6)$ ,粘接剂硅酸钠的加入量占混合料总质量的  $3 \sim 10\%$ ;每  $100\text{g}$  混合料中加入的水为  $15 \sim 25\text{ml}$ 。

[0007] 所述步骤(4)球团焙烧,是在一定的温度变化梯度下完成,焙烧温度为  $500 \sim 1000^\circ\text{C}$ ,保温时间为  $1 \sim 5\text{h}$ ;焙烧时,需在还原性气氛内进行。

[0008] 所述步骤(5)熔炼炉为中频感应炉或真空熔炼炉,还原熔炼的温度为 1600 ~ 1900℃。

[0009] 本发明以微硅粉作为原料,通过混料、压制、烧结、还原熔炼等过程使微硅粉作为原料重新返回到工业硅生产中,实现了微硅粉资源化利用,不但可以解决工业硅生产企业微硅粉堆积造成资源浪费以及环境污染的问题,提高企业产能,降低生产成本,而且对我国工业硅冶金技术的进步和经济社会的发展将具有不小的推动作用。本发明的创新点:1)采用粘接剂硅酸钠,粘结效果好,微硅粉球团抗压强度大,并且从源头减少了杂质的进入,提高产品纯度;2)直接以微硅粉作为原料,实现了微硅粉的还原熔炼,并运用到工业硅生产中,提高了企业的经济效益;3)本发明工艺简单,采用的原料价格低廉并且来源广泛,环保,能耗低。

### 附图说明

[0010] 图 1 为本发明的工艺流程图。

### 具体实施方式

#### [0011] 实施例一

1、把石英矿、木炭、烟煤以及新型有机粘结剂硅酸钠分别进行破碎处理,破碎后物料的粒度为 20 ~ 100  $\mu\text{m}$ 。

[0012] 2、把破碎后获得一定粒度的石英矿、木炭以及烟煤等物料与微硅粉按照一定的摩尔比例进行混合,同时加入新型有机粘结剂硅酸钠,混合时加入水 15ml,混合 5min 得到混合料。微硅粉与石英矿、木炭以及烟煤的摩尔比为 1:0.5:0.9:1.2。混合料的总质量为 100g,粘结剂硅酸钠的用量占混合料总质量的 3%。

[0013] 3、把混合料放入模具内进行压制成型,压制压力为 5t,在恒定压力下保持 10min 后卸压,把所得的微硅粉球团放入气氛炉内进行焙烧,焙烧温度为 500℃,保温 2h。

[0014] 4、将焙烧后的微硅粉球团放入熔炼炉内进行还原熔炼,熔炼温度为 1700℃。熔炼结束后将所得金属硅进行分析,微硅粉的还原率达到了 80%。

#### [0015] 实施例二

1、把石英矿、木炭、烟煤以及新型有机粘结剂硅酸钠分别进行破碎处理,破碎后物料的粒度为 60 ~ 150  $\mu\text{m}$ 。

[0016] 2、把破碎后获得一定粒度的石英矿、木炭以及烟煤等物料与微硅粉按照一定的摩尔比例进行混合,同时加入新型有机粘结剂硅酸钠,混合时加入水 17.5ml,混合 15min 得到混合料。微硅粉与石英矿、木炭和烟煤的摩尔比为 1:0.6:1.0:1.3;混合料的总质量为 100g,粘结剂的用量占总质量的 5%。

[0017] 3、把混合料放入模具内进行压制成型,压制压力为 10t,在恒定压力下保持 10min 后,卸压后把所得的微硅粉球团放入气氛炉内进行焙烧,焙烧温度为 700℃,保温 2h。

[0018] 4、将焙烧后的微硅粉球团放入熔炼炉内进行还原熔炼,熔炼温度为 1700℃。熔炼结束后将所得金属硅进行分析,微硅粉的还原率达到了 82.50%。

#### [0019] 实施例三

1、把石英矿、木炭、烟煤以及新型有机粘结剂硅酸钠分别进行破碎处理,破碎后物料的

粒度为 50 ~ 170  $\mu\text{m}$ 。

[0020] 2、把破碎后获得一定粒度的石英矿、木炭以及烟煤等物料与微硅粉按照一定的摩尔比例进行混合,同时加入新型有机粘结剂硅酸钠,混合时加入水 20ml,混合 25min 得到混合料。微硅粉与石英矿、木炭和烟煤摩尔比为 1:0.9:1.1:1.5,混合料的总质量为 100g。混合料的总质量为 100g,粘结剂的用量占总质量的 6%。

[0021] 3、把混合料放入模具内进行压制成型,压制压力为 :7t,在恒定压力下保持 10min 后,卸压后把所得的微硅粉球团放入气氛炉内进行焙烧,焙烧温度为 900 $^{\circ}\text{C}$ ,保温 3h。

[0022] 4、将焙烧后的微硅粉球团放入熔炼炉内进行还原熔炼,熔炼温度为 1700 $^{\circ}\text{C}$ 。熔炼结束后将所得金属硅进行分析,微硅粉的还原率达到了 84.10%。

[0023] 实施例四

1、把石英矿、木炭、烟煤以及新型有机粘结剂硅酸钠分别进行破碎处理,破碎后物料的粒度为 20 ~ 300  $\mu\text{m}$ 。

[0024] 2、把破碎后获得一定粒度的石英矿、木炭以及烟煤等物料与微硅粉按照一定的摩尔比例进行混合,同时加入新型有机粘结剂硅酸钠,混合时加入水 17.5ml,混合 10min 得到混合料。微硅粉与石英矿、木炭和烟煤摩尔比为 1:1.0:1.2:1.6,混合料的总质量为 100g,粘结剂的用量占总质量的 10%。

[0025] 3、把混合料放入模具内进行压制成型,压制压力为 :6t,在恒定压力下保持 10min 后,卸压后把所得的微硅粉球团放入气氛炉内进行焙烧,焙烧温度为 900 $^{\circ}\text{C}$ ,保温 5h。

[0026] 4、将焙烧后的微硅粉球团放入熔炼炉内进行还原熔炼,熔炼温度为 1700 $^{\circ}\text{C}$ 。熔炼结束后将所得金属硅进行分析,微硅粉的还原率达到了 81.50%。

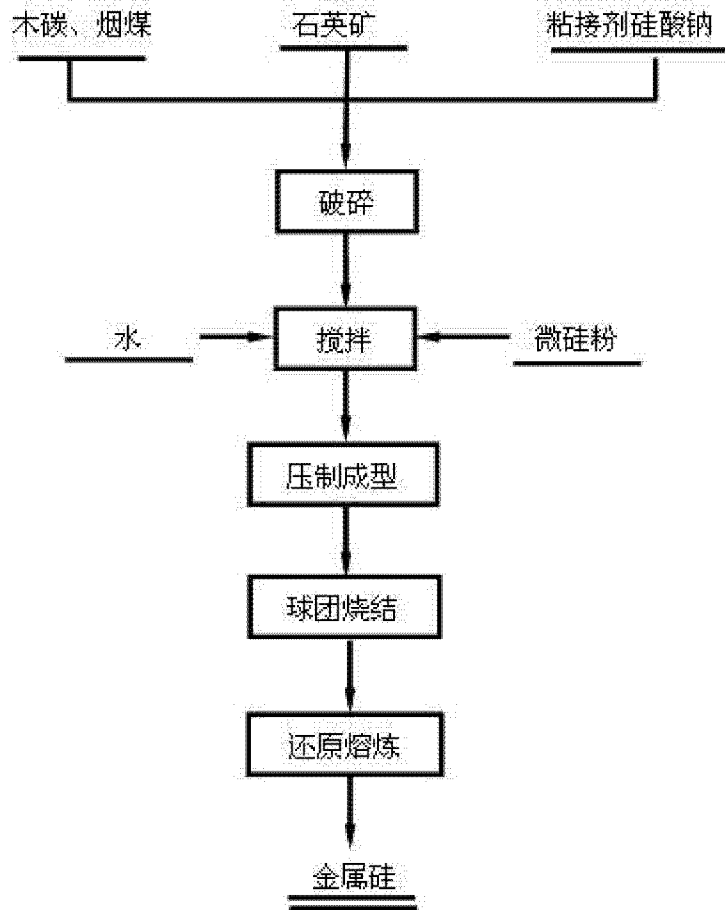


图 1