



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101913879 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 22

(21) 申请号 201010271873. 8

(22) 申请日 2010. 09. 03

(73) 专利权人 北京中材人工晶体研究院有限公司

地址 100018 北京市朝阳区东坝红松园一号院

(72) 发明人 梁田 张伟儒 彭珍珍 刘文彬

(74) 专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 杨立

(56) 对比文件

CN 101555141 A, 2009. 10. 14, 权利要求 6.  
JP 特开 2006-127995 A, 2006. 05. 18, 摘要、说明书第 24 段.

JP 特开 2006-127995 A, 2006. 05. 18, 摘要、说明书第 24 段.

CN 101255058 A, 2008. 09. 03, 具体实施方式.

审查员 张艳艳

(51) Int. Cl.

C04B 35/584 (2006. 01)

C04B 35/622 (2006. 01)

H05B 3/14 (2006. 01)

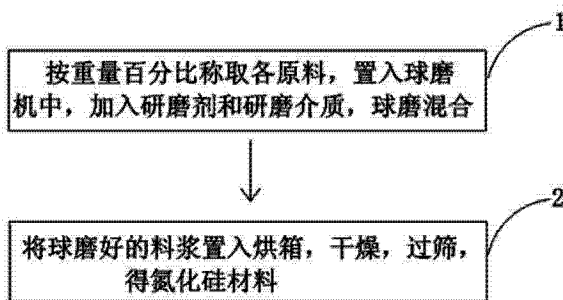
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

氮化硅材料及其制备方法和氮化硅发热器件及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种氮化硅材料及其制备方法和氮化硅材料发热器件及其制备方法,所述氮化硅材料由以下重量百分比的各原料组成:氮化硅粉 78%~98%、三氧化二铝 0.2%~9%、三氧化二钇 0.2%~9% 和碳化钨 0.05%~5%;所述氮化硅材料制备方法为按上述配备称取各原料,置入容器中,球磨搅拌;将球磨好的料浆过后置入烘箱,干燥得到粉料后,冷等静压造粒,即得;所述氮化硅发热器件包括电阻发热体和基体,所述电阻发热体排列在基体表面或内部,所述基体为氮化硅材料基体。所述发热器件的制备方法为将氮化硅材料和电阻发热体按预制的形状和位置置入,压制成生坯;再将其放入炉内气氛压力烧结,即得发热器件。



1. 一种氮化硅材料,其特征在于,所述氮化硅材料由以下重量百分比的各原料组成:氮化硅粉 78%~98%、三氧化二铝 0.2%~9%、三氧化二钽 0.2%~9%和碳化钨 0.05%~5%。

2. 根据权利要求1所述的氮化硅材料,其特征在于,所述氮化硅粉的平均粒径为 0.1~6 $\mu\text{m}$ ,所述三氧化二铝的平均粒径为 < 6 $\mu\text{m}$ ,所述三氧化二钽的平均粒径为 < 8 $\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求1所述的氮化硅材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

1). 按以下重量百分比称取各原料:氮化硅粉 78%~98%、三氧化二铝 0.2%~9%、三氧化二钽 0.2%~9%和碳化钨 0.05%~5%,置入容器中,加研磨剂和研磨介质,放入球磨机中球磨搅拌 8~40 小时;

2) 将球磨好的料浆过 30 目筛,然后置入烘箱,于温度 50~120 $^{\circ}\text{C}$ ,干燥 4~20 小时,得到粉料后,将粉料装入球形橡胶模具中在压力 30MPa~120MPa 下冷等静压造粒,粉碎,再过筛,即得氮化硅材料。

4. 根据权利要求3所述的氮化硅材料的制备方法,其特征在于,所述步骤2)中,料浆干燥 8~12 小时,得到粉料后,将粉料装入球形橡胶模具中在压力 80MPa 冷等静压造粒,干燥后得到平均粒径为 80~120 $\mu\text{m}$ 的粉料。

5. 一种氮化硅发热器件,所述发热器件包括电阻发热体和基体,其特征在于,所述电阻发热体排列在基体表面或内部,所述基体为氮化硅材料基体,所述电阻发热体为钨丝、钼丝或导电体的浆液发热体,所述氮化硅材料基体由权利要求1或2任一项所述的氮化硅材料制成。

6. 根据权利要求5所述的氮化硅发热器件,其特征在于,所述导电体的浆液发热体包括:导电介质、环氧树脂、酒精和纤维素增稠剂,所述导电介质为金属颗粒、碳化钨或硅化钼。

7. 根据权利要求6所述的氮化硅发热器件,其特征在于,所述金属颗粒为金、银、铂、钯、铅、钨、钼或镍的颗粒,所述金属颗粒的平均粒径为 0.1~100 $\mu\text{m}$ 。

8. 一种如权利要求5至6任一项所述的氮化硅发热器件的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

A. 将氮化硅材料放入预制好的模具中作为基体,再将电阻发热体按预制的形状和位置置入,于压力 60~200MPa 下,干压或冷等静压压制成型,得到生坯;

B. 将得到的生坯经车床或磨床加工成预制的形状,放入炉内进行气氛压力烧结,即得发热器件;其中,所述烧结过程为:在 2 小时之内将温度升至 1000~1100 $^{\circ}\text{C}$ ,再将压力加至 0.1~0.3MPa,继续升温到 1300 $^{\circ}\text{C}$ ,升温过程中继续加压到 0.7~1MPa,恒温保压 0.5~1 小时,然后将温度升至 1500~1640 $^{\circ}\text{C}$ 同时继续加压到 2~3MPa,保温保压 1 小时,继续升温到 1750 $^{\circ}\text{C}$ ,保温保压 1 小时,再升温至 1800~1850 $^{\circ}\text{C}$ ,压力达到 5~6MPa,保温 2 小时,然后停止加温,卸压,在 8 小时后温度降至 140 $^{\circ}\text{C}$ ,自然冷却至室温。

9. 根据权利要求8所述的氮化硅发热器件的制备方法,其特征在于,所述步骤A)为将导电浆液按预制的形状布料到基体上,所述基体上层压氧化物,进行煅烧,得到金属颗粒烧结在上面而成的生坯。

## 氮化硅材料及其制备方法和氮化硅发热器件及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及氮化硅材料及其制备方法和氮化硅发热器件及其制备方法,属于无机非金属材料领域。

### [0002] 背景技术

[0003] 现在市场上各个品牌的即热式加热器的加热部件一般由金属制成或涂覆陶瓷涂层,金属制成的加热器一般在铝板的背面排列了电阻丝加热元件,它所存在的问题是金属制成的加热器其加热板的厚度需达到 15 厘米,因为薄的金属板在加热过程中会产生弯曲和应变等,如果使加热板加厚除了会使加热器变笨重外,加热板的温度也不会立即随电压或电流强度而变,这样就引起了不易控制温度等问题。这种加热器与水是非接触的,因此加热效率低,使用中易受水压影响水温。另外,目前比较普遍的发热器结构是电热丝外包绝缘材料后用铜材做发热体外包形成复合式发热体的结构,由于残留大量空气使得高温电阻丝因氧化寿命极短。

[0004] 而陶瓷加热元件因导热效率高可以快速加热,不易被腐蚀,表面不会生垢,寿命长等优势,因而开发设计陶瓷加热器成为一种趋势。

[0005] 日本公开出版物平 9-306642、日本公开出版物平 4-324276 等提出了陶瓷加热器,其中采用氮化铝作为基材(因为氮化铝导热率高达 180W/m.K),并在该氮化铝基材的表面上或基材内部形成电阻加热元件。因为氮化铝基材具有高的热导率,因此加热板的温度可以随电阻加热元件的温度迅速变化,使其温度可控,但是氮化铝作为基材价格不菲。

[0006] 公开号为 99113534.2 的专利中公布了一种氮化硅发热体及其制作方法,这种发热体是将电阻丝与氮化硅复合材料烧结成一体,虽然由于隔绝空气来源使其寿命大大提高,但此结构仍然无法摆脱烧结体中残留的空气对电阻丝的威胁,01136305.3 号专利公布了利用纳米级氮化硅粉填入普通氮化硅粉进行改性的陶瓷加热器,虽然加入纳米级氮化硅粉后使其表面能增大,粒间接触面积加大,降低了烧结时的温度和压力,实现了常温烧结氮化硅成型,但  $\alpha$ -相纳米级氮化硅微粉加入量太大会导致收缩量不好掌握,数量太少作用不太明显,且其烧结温度高达 2100°C;并且当前,德国 BACH. RC 和日本京瓷公司在国际市场上占有垄断地位。

[0007] 因此,开发设计一种成本低、产品稳定的陶瓷加热元件成为一种必要。

### 发明内容

[0008] 本发明针对现有技术的不足,提供一种氮化硅材料及其制备方法和氮化硅发热器件及其制备方法,以获得一种陶瓷加热元件,该材料和制备方法制得的陶瓷加热元件的使用寿命是金属加热器寿命的 30 倍,采用气氛压力烧结能够批量化生产,降低了加热器成本,产品稳定,使用寿命长,应用普遍。

[0009] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下:一种氮化硅材料,所述氮化硅材料由以下重量配比的各原料组成:氮化硅粉 78%~98%、三氧化二铝 0.2%~9%、三氧化二钇 0.2%~9% 和碳化钨 0.05%~5%。

[0010] 本发明所述的氮化硅材料的有益效果是：氮化硅材料密度低，制备出的产品质量轻、硬度和强度高，耐腐蚀性能好，且氮化硅材料热导率高，绝缘，不会引发安全问题。粉料成本低，不需要添加纳米级的粉料或其他的热膨胀系数比基体材料大的金属盐来改进，可明显改善烧结效果，提高韧性或强度。

[0011] 在上述技术方案的基础上，本发明还可以做如下改进。

[0012] 进一步，所述氮化硅粉中  $\alpha$  相氮化硅含量为 96% 以上。

[0013] 进一步，所述氮化硅粉的平均粒径为  $0.1 \sim 6 \mu\text{m}$ ，所述三氧化二铝的平均粒径为  $< 6 \mu\text{m}$ ，所述三氧化二钇的平均粒径为  $< 8 \mu\text{m}$ 。

[0014] 采用上述进一步方案的有益效果是，采用氮化硅粉粒度范围较广，这样氮化硅粉中含有纳米级颗粒更有助于烧结，氧化铝和氧化钇混合作为烧结助剂。

[0015] 本发明解决上述技术问题的另一技术方案如下：一种氮化硅材料的制备方法，包括以下步骤：

[0016] 1). 按以下重量配比称取各原料：氮化硅粉 78% ~ 98%、三氧化二铝 0.2% ~ 9%、三氧化二钇 0.2% ~ 9% 和碳化钨 0.05% ~ 5%，置入氧化铝陶瓷罐容器中，加研磨剂和研磨介质，放入球磨机中球磨搅拌 8 ~ 40 小时；

[0017] 2) 将球磨好的料浆过 30 目筛，然后置入烘箱，于温度  $50 \sim 120^\circ\text{C}$ ，干燥 4 ~ 20 小时，得到粉料后，将粉料装入球形橡胶模具中在压力  $30\text{MPa} \sim 120\text{MPa}$  下冷等静压造粒，粉碎，再过筛，即得氮化硅材料该氮化硅材料制成的加热元件，所述加热元件由导线、与导线相连的发热体和基体构成，其特征在于，所述电阻发热体排列在基体内部，所述基体为氮化硅材料基体。

[0018] 本发明所述的氮化硅材的制备方法的有益效果为：使得氮化硅粉混合均匀，干燥造粒过筛得到比原料的粉料颗粒尺寸大的粉体，具有较好的流动性。

[0019] 进一步，所述步骤 1) 中的研磨介质为乙醇、乙二醇或去离子水，所述研磨介质为氮化硅或氧化铝。

[0020] 采用上述进一步方案的有益效果是，利用研磨介质和研磨球使原料混合均匀。

[0021] 进一步，所述步骤 2) 中，料浆干燥 8 ~ 12 小时，得到粉料后，将粉料装入球形橡胶模具中在压力  $80\text{MPa}$  冷等静压造粒，干燥后得到平均粒径为  $80 \sim 120 \mu\text{m}$  的粉料。

[0022] 采用上述进一步方案的有益效果是，造粒后平均粒径增大，提高粉体的流动性，制备出性能优异的氮化硅产品。

[0023] 本发明解决上述技术问题的又一技术方案如下：一种氮化硅发热器件，所述发热器件包括电阻发热体和基体，所述电阻发热体排列在基体表面或内部，所述基体为氮化硅材料基体，所述电阻发热体为钨丝、钼丝或导电体的浆液发热体，所述氮化硅材料基体由上述所述的氮化硅材料制成。

[0024] 本发明所述的氮化硅发热器件的有益效果为：该发热器件绝缘性好，热导率较好，耐腐蚀，寿命长，韧性和强度高，成本低。

[0025] 进一步，所述发热体为钨丝、钼丝或导电体的浆液发热体。

[0026] 采用上述进一步方案的有益效果是，钨丝、钼丝和浆液含有的电导体其熔点远高于氮化硅陶瓷的烧结温度，热导率高，且热膨胀系数与氮化硅陶瓷相差不是很大，不会引起陶瓷体的损坏，是一种很好的发热体。

[0027] 进一步,所述导电体的浆液包括导电介质、环氧树脂、酒精和纤维素增稠剂。

[0028] 采用上述进一步方案的有益效果是,将导电介质与环氧树脂、酒精和纤维素混合成导电浆液可以制备成各种所需的形状印刷在陶瓷材料基体上。

[0029] 进一步,所述导电介质为金属颗粒、碳化钨或硅化钼。

[0030] 采用上述进一步方案的有益效果是,金属颗粒和碳化钨、硅化钼热导率较大,能够充分加热;热膨胀系数与陶瓷体相差不大,不易引起陶瓷体开裂;陶瓷加热器中导电介质碳化钨或硅化钼含量太大就不能充分烧结,使得电阻加热元件的强度不够,而且分布不均部分的尺寸大,从而引起电阻加热元件的损坏;若碳化钨含量太少就不能得到充分加热。

[0031] 进一步,所述金属颗粒为金、银、铂、钽、铅、钨、钼或镍的颗粒,所述金属颗粒的平均粒径为  $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ 。

[0032] 采用上述进一步方案的有益效果是,这些金属不容易被氧化,并且具有足以产生热量的欧姆值。

[0033] 进一步,所述金属颗粒为钨或钼。

[0034] 采用上述进一步方案的有益效果是,钨和钼是熔点较高且导热性最好的金属,钨丝常被用来制作灯丝发热体。

[0035] 本发明解决上述技术问题的再一技术方案如下:一种氮化硅发热器件的制备方法,包括以下步骤:

[0036] A. 将氮化硅材料放入预制好的模具中,将电阻发热体按预制的形状和位置置入,于压力  $60 \sim 200\text{MPa}$  冷等静压压制成型,得到生坯;

[0037] B. 将得到的生坯经车床或磨床加工成预制的形状,放入炉内进行气氛压力烧结,即得产品。

[0038] 本发明所述的氮化硅发热器件的制备方法的有益效果为:气氛压力烧结使得一体制作烧结工艺中出现的电阻加热元件发热体和氮化硅基体材料因热膨胀系数相差较大而引起的裂损现象,适合批量化生产,并且使得烧结过程不会出现因基体材料和发热材料的热膨胀系数相差较大而出现应力集中使得产品受损,操作工艺简单化,节约了原料,大大降低了生产成本。

[0039] 进一步,所述步骤 A 为将导电浆液按预制的形状布料到基体上,所述基体上层压氧化物,进行煅烧,得到金属颗粒烧结而成的生坯。

[0040] 采用上述进一步方案的有益效果是,按照形状来布料的目的是根据功率设置电阻大小,层压氧化物进行烧结能够促进金属颗粒和基体一体化。

[0041] 进一步,所述步骤 A 中于压力  $150\text{MPa} \sim 180\text{MPa}$  下,冷等静压压制成型。

[0042] 采用上述进一步方案的有益效果是,消除产品缺陷,使烧结后产品性能更加优异。

[0043] 进一步,所述步骤 B 中烧结的具体过程为:在 2 小时之内将温度升至  $1000 \sim 1100^\circ\text{C}$ ,再将压力加至  $0.1 \sim 0.3\text{MPa}$ ,继续升温到  $1300^\circ\text{C}$ ,升温过程中继续加压到  $0.7 \sim 1\text{MPa}$ ,恒温保压  $0.5 \sim 1$  小时,然后将温度升至  $1500 \sim 1640^\circ\text{C}$  同时继续加压到  $2 \sim 3\text{MPa}$ ,保温保压 1 小时,继续升温到  $1750^\circ\text{C}$ ,保温保压 1 小时,再升温至  $1800 \sim 1850^\circ\text{C}$ ,压力达到  $5 \sim 6\text{MPa}$ ,保温 2 小时,然后停止加温,卸压在 8 小时后温度降至  $140^\circ\text{C}$ ,自然冷却至室温,得到成品。

[0044] 采用上述进一步方案的有益效果是,气氛压力烧结比热压烧结温度低,在保证产

品性能优异的情况下能够批量化生产,这就大大缩短了生产工艺流程,使工艺操作简单化,节约了原料,从而大大降低了生产成本。

[0045] 进一步,所述步骤 B 中的气氛为氮气或氩气。

[0046] 进一步,所述步骤 B 中的气氛优选为氮气。

[0047] 采用上述进一步方案的有益效果是,在惰性气氛下烧结防止氧化。

#### 附图说明

[0048] 图 1 为本发明所述的氮化硅材料的制备方法的流程图;

[0049] 图 2 为本发明所述的氮化硅发热器件的制备方法的流程图。

#### 具体实施方式

[0050] 以下结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0051] 图 1 为本发明所述的氮化硅材料的制备方法的流程图,如图 1 所示,本发明所述的氮化硅材料的制备方法包括以下步骤:

[0052] 1)按以下重量百分比称取各原料:氮化硅粉 78%~98%、三氧化二铝 0.2%~9%、三氧化二钽 0.2%~9% 和碳化钨 0.05%~5%,置入氧化铝陶瓷罐中,加入研磨剂和研磨介质,球磨搅拌 8~40 小时;

[0053] 2)将球磨好的料浆过筛,放入烘箱,于温度 50~120℃,干燥 4~20 小时,在压力 30MPa~120MPa 下冷等静压造粒或者喷雾干燥造粒,得到氮化硅粉料。

[0054] 图 2 为本发明所述的氮化硅发热器件的制备方法的流程图,如图 2 所示,本发明所述的氮化硅发热器件的制备方法包括以下步骤:

[0055] A. 将氮化硅材料放入预制好的模具中,将电阻发热体按预制的形状和位置置入,经干压和冷等静压压制成型,得到生坯;

[0056] B. 将得到的生坯经车床或磨床加工成所需形状,放入炉内气氛压力烧结,即得制品。

[0057] 实施例 1

[0058] 将 92.5g 平均粒径为 0.6 μm 的氮化硅粉(其中 α 相氮化硅含量超过 96%)、3g 平均粒径为 0.4 μm 的三氧化二铝、4g 平均粒径为 0.5 μm 的三氧化二钽和 2g 碳化钨放入球磨专用容器内,加入同等重量的乙醇,放入研磨介质氮化硅后球磨 10 小时,再放入 80℃烘箱烘干 6 小时,之后将粉料于 100MPa 冷等静压造粒,得到的氮化硅基料粉体粒径为 150 微米左右,之后放入预制好的模具中,同时将钨丝作为电阻发热体按照要求埋入氮化硅基料中,在 150MPa 冷等静压成型,成型后的毛坯放入烧结炉,氮气气氛保护,于下述加热工艺烧结:在 2 小时之内将温度升至 1100℃,开始加压,继续升温至 1200℃,同时加压到 0.3MPa,当升温至 1300℃时压力达到 1 MPa,恒温保压 1 小时,当温度升至 1640℃继续加压到 3MPa,保温保压 1 小时,再升温至 1750℃,保持 1 小时,继续升温至 1800℃,此时压力达到 5.6 MPa,保温 2 小时,然后停止加热升温,卸压在 8 小时后温度降至 140℃,自然冷却至室温,得到发热器件,再将发热器件与体外的导线焊接,经过切割和磨床加工制成所需尺寸的加热元件。

[0059] 经检验,制得的加热元件的技术指标为:抗弯强度范围为 900MPa;洛氏硬度为

92 ;断裂韧性范围为  $9\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$  ;热膨胀系数为  $3.6\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  ;抗酸腐蚀能力 :5% 硫酸溶液中沸腾 6 小时,腐蚀率小于  $9\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  ;抗碱腐蚀能力 :30% 氢氧化钠溶液中沸腾 6 小时,腐蚀率小于  $0.5\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  ,其可调功率为 1kw 适合介质可以为水或其他液体等。

[0060] 实施例 2

[0061] 将 89g 平均粒径为 6 微米的氮化硅粉、4g 平均粒径为 5 微米的三氧化二铝、4g 平均粒径为 7 微米的三氧化二钨和 3g 碳化钨放入球磨机专用的容器内,加入同等重量的乙二醇,放入研磨介质氮化硅后球磨 40 小时,再放入  $120^{\circ}\text{C}$  烘箱烘干 20 小时,将粉料在 60MPa 冷等静压造粒,之后放入预制好的模具中,将设计好的金属钨丝按照既定位置置入,在 160MPa 冷等静压成型,置入精密氩气气氛烧结炉内,通入氩气气氛保护,于下述加热工艺烧结,在 2 小时之内将温度升至  $1000^{\circ}\text{C}$  ,此后升温的同时开始加压至 0.1MPa,继续升温至  $1300^{\circ}\text{C}$  ,压力达到 0.8MPa,恒温保压 0.5 小时,当温度升至  $1500^{\circ}\text{C}$  继续加压到 2MPa,保温保压 1 小时,再升温至  $1750^{\circ}\text{C}$  ,保持 1 小时,继续升温加压到  $1850^{\circ}\text{C}$  ,压力达到 6MPa,保温 2 小时,然后停止加温,卸压在 8 小时后温度降至  $140^{\circ}\text{C}$  ,自然冷却至室温,得到发热器件,再将发热器件与体外的导线焊接,经过切割和磨床加工制成所需尺寸的加热元件。

[0062] 经检验,制得的加热元件的技术指标为 :抗弯强度范围为 860MPa ;洛氏硬度为 91 ;断裂韧性范围为  $7.9\text{MPa}\cdot\text{m}^{1/2}$  ;热膨胀系数为  $3.5\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  抗酸腐蚀能力 :5% 硫酸溶液中沸腾 6 小时,腐蚀率小于  $9\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  ;抗碱腐蚀能力 :30% 氢氧化钠溶液中沸腾 6 小时,腐蚀率小于  $0.5\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{h}$  ,其可调功率为 0.85kw 适合介质可以为水或其他液体等。

[0063] 实施例 3

[0064] 将 78g 平均粒径为 3 微米的氮化硅粉和 9g 平均粒径为 2 微米的三氧化二铝、9g 平均粒径为 4 微米的三氧化二钨、4g 碳化钨放入球磨机专用的容器内,加入同等重量的去离子水,放入研磨介质氧化铝研磨球后球磨 24 小时,再放入  $60^{\circ}\text{C}$  烘箱烘干 10 小时,将粉料在 70MPa 冷等静压造粒,之后放入预制好的模具中在 200MPa 冷等静压成型,将导电浆液按照所设的图形印刷到成型后的陶瓷毛坯板上,放入精密氩气气氛烧结炉,于下述加热工艺烧结,在 2 小时之内将温度升至  $1100^{\circ}\text{C}$  ,此前为真空烧结,压力为 -0.1MPa,此后开始加压,当升温至  $1300^{\circ}\text{C}$  时压力达到 0.7MPa,恒温保压 0.8 小时,当温度升至  $1600^{\circ}\text{C}$  继续加压到 2.5MPa,保温保压 1 小时,再升温至  $1750^{\circ}\text{C}$  ,保持 1 小时,继续升温加压到  $1850^{\circ}\text{C}$  ,压力达到 5MPa,保温 2 小时,然后停止加温,卸压在 8 小时后温度降至  $140^{\circ}\text{C}$  ,自然冷却至室温,得到加热板,然后进行加热煅烧除去溶剂,并使得金属颗粒烧结,这样含有导电体的浆液发热体就被烘焙在加热板上,形成发热器件,再将发热器件与体外的导线焊接,经过切割和磨床加工制成所需尺寸的加热元件。

[0065] 按照实施例 3 的方法制备加热元件,所述电阻发热体的种类的实施例如下表 1 所示。

[0066] 表 1 实施例 4-6

[0067]

	实施例 4	实施例 5	实施例 6
电阻发热体	钨丝	钼丝	导电体的浆液发热体

[0068] 按照实施例 6 所述的加热元件,其中所述导电体的浆液发热体的具体种类的实施例如下表 2 所示。

[0069] 表 2 实施例 7-9

[0070]

	实施例 7	实施例 8	实施例 9
导电体的浆液发热体	金属颗粒	碳化钨	硅化钼

[0071] 按照实施例 7 所述的加热元件,其中所述金属颗粒的的具体种类及大小的实施例如下表 3 所示。

[0072] 表 3 实施例 10-17

[0073]

		实施 例 10	实施 例 11	实施 例 12	实施 例 13	实施 例 14	实施 例 15	实施 例 16	实施 例 17
电 阻 发 热 体	种 类	金	银	铂	钨	钨	钨	钨	镍
	大 小 (微 米)	0.1	10	20	40	50	60	80	100

[0074] 经检验,上述实施例制得的加热元件的技术指标为:抗弯强度范围为 700 ~ 900MPa;洛氏硬度为 91 ~ 92;断裂韧性范围为 7 ~ 9MPa·m<sup>1/2</sup>;热膨胀系数为 3.3 ~ 3.6×10<sup>-6</sup>/°C抗酸腐蚀能力:5% 硫酸溶液中沸腾 6 小时,腐蚀率小于 9g/m<sup>2</sup>·h;抗碱腐蚀能力:30% 氢氧化钠溶液中沸腾 6 小时,腐蚀率小于 0.5g/m<sup>2</sup>·h,其可调功率为 0.5 ~ 2kw 适合介质可以为水或其他液体等。

[0075] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



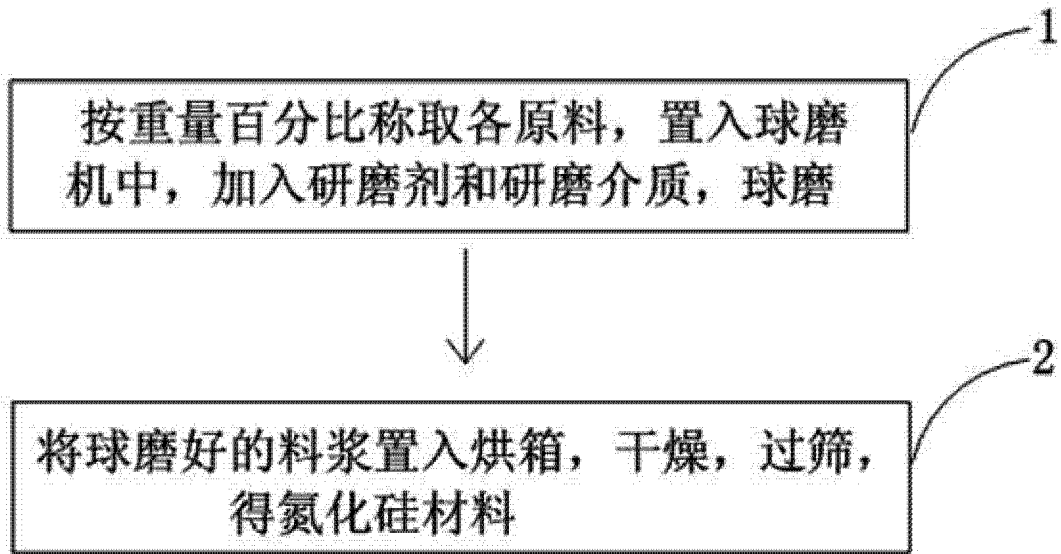


图 1

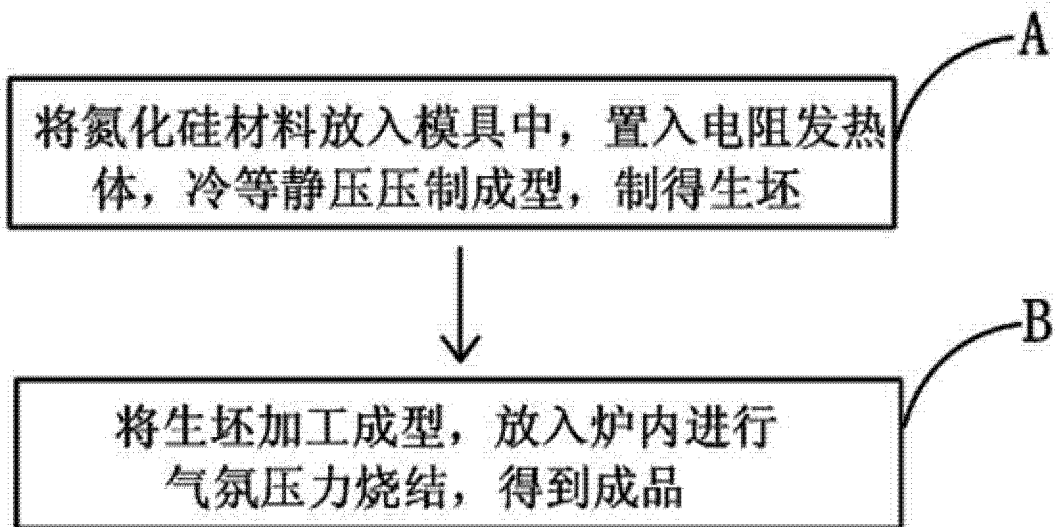


图 2