



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103397243 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201310329480. 1

(22) 申请日 2013. 07. 31

(73) 专利权人 成都易态科技有限公司

地址 611731 四川省成都市高新西区西芯大道4号A202

(72) 发明人 高麟 贺跃辉 汪涛 江垚 李波

(74) 专利代理机构 成都宏顺专利代理事务所 (普通合伙) 51227

代理人 王睿

US 4331477 A, 1982. 05. 25, 全文.

高海燕. “Fe-Al 金属间化合物多孔材料的研究”. 《中国博士学位论文全文数据库 工程科技 I 辑》. 2010, (第 3 期),

高海燕等. “FeAl 金属间化合物多孔材料的制备”. 《材料研究学报》. 2008, 第 22 卷 (第 5 期),

王峰等. “Fe-Al 合金多孔材料研究进展”. 《粉末冶金技术》. 2010, 第 28 卷 (第 6 期),

审查员 刘春涛

(51) Int. Cl.

C22C 33/02(2006. 01)

C22C 38/06(2006. 01)

B01D 39/20(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1680612 A, 2005. 10. 12,

JP 平 4-32527 A, 1992. 02. 04, 全文.

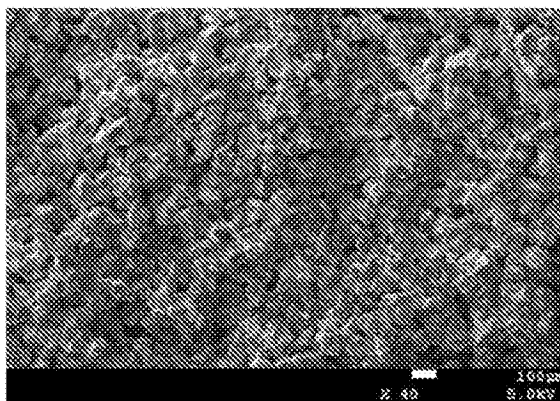
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种抗高温氧化较好的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的制备方法,步骤包括:1) 制备混合粉料:将粒径为 200~300 目的 Fe 粉、粒径为 200~300 目的 Al 粉以及粒径为 3~5 μm 的 Si 粉按制备得到的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中 Fe 为 Fe、Al 总重量的 60~85%, Si 为 Fe、Al、Si 总重量的 0.5~8% 的配比进行混合;2) 造粒、干燥和成型;3) 烧结:将上述压坯置于烧结炉中进行烧结,烧结制度包含以下阶段:第一阶段:烧结温度从室温升至 400~450℃,升温速率控制在 1~10℃/min,并在 400~450℃下保温 120~240 分钟;第二阶段:将烧结温度升至 520~570℃,升温速率控制在 1~10℃/min,并在 520~570℃下保温 240~400 分钟;以及第三阶段和第四阶段;最后随炉冷却即得到烧结 Fe-Al 基合金多孔材料。



1. 烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的制备方法,步骤包括:

1) 制备混合粉料:将粒径为 200 ~ 300 目的 Fe 粉、粒径为 200 ~ 300 目的 Al 粉以及粒径为 3 ~ 5  $\mu\text{m}$  的 Si 粉按制备得到的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中 Fe 为 Fe、Al 总重量的 60 ~ 85%, Si 为 Fe、Al、Si 总重量的 0.5 ~ 8% 的配比进行混合;

2) 造粒、干燥和成型:将含有上述 Fe 粉、Al 粉、Si 粉的混合粉料依次进行造粒、干燥,将干燥温度设定为 40 ~ 60 $^{\circ}\text{C}$ ,干燥时间设定为 4 ~ 8 小时,干燥后进行压力成型,成型时在 120 ~ 280MPa 成型压力下保压 20 ~ 80 秒,压力成型后得到压坯;

3) 烧结:将上述压坯置于烧结炉中进行烧结,烧结制度包含以下四个阶段:第一阶段:烧结温度从室温升至 400 ~ 450 $^{\circ}\text{C}$ ,升温速率控制在 1 ~ 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,并在 400 ~ 450 $^{\circ}\text{C}$  下保温 120 ~ 240 分钟;第二阶段:将烧结温度升至 520 ~ 570 $^{\circ}\text{C}$ ,升温速率控制在 1 ~ 10 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,并在 520 ~ 570 $^{\circ}\text{C}$  下保温 240 ~ 400 分钟;第三阶段:将烧结温度升至 950 ~ 1050 $^{\circ}\text{C}$ ,升温速率控制在 1 ~ 15 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,并在 950 ~ 1050 $^{\circ}\text{C}$  下保温 60 ~ 120 分钟;第四阶段:将烧结温度升至 1150 $^{\circ}\text{C}$  ~ 1300 $^{\circ}\text{C}$ ,升温速率控制在 1 ~ 5 $^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ,并在 1150 $^{\circ}\text{C}$  ~ 1300 $^{\circ}\text{C}$  下保温 120 ~ 240 分钟;烧结后随炉冷却即得到抗高温氧化的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料。

2. 如权利要求 1 所述的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的制备方法,其特征在于:步骤 1) 中将 Fe 粉、Al 粉和 Si 粉按制备得到的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中 Fe 为 Fe、Al 总重量的 70 ~ 80%, Si 为 Fe、Al、Si 总重量的 3 ~ 8% 的配比进行混合。

## 烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种多孔材料及应用该多孔材料的过滤元件,具体涉及一种通过粉末冶金法制备的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料及应用该多孔材料的过滤元件。此外还涉及烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的制备方法。

### 背景技术

[0002] 目前对烧结多孔材料的研究主要集中在制备工艺的优化、成孔机理的探讨、材料性能的改善和应用范围的扩大几个方面。其中,就成孔机理而言,已应用在烧结多孔材料制备方法中的成孔方式主要有:第一,通过化学反应成孔,其原理是基于不同元素本征扩散系数的较大差异所引起的偏扩散效应,使得材料中产生 Kirkendall 孔隙;第二,通过原料粒子物理堆积成孔;第三,通过添加成分脱出成孔。上述几种成孔方式的选择和组合不可避免的会对多孔材料的孔结构造成直接的影响。而多孔材料的孔结构又会进一步的决定多孔材料的性能。因此,基于不同成孔方式所生成的烧结多孔材料往往具有差异化的孔结构和使用性能,通过对它们的认识和测量,可使得这些多孔材料能够更清楚的被识别和表征。目前,为了充分的表征多孔材料,本领域通常采用:1) 原料成分和含量;2) 孔结构,主要包括孔隙率、孔径等;3) 材料性能参数,包括渗透性能,力学强度和化学稳定性,其中,渗透性能常用流体渗透法测量,力学强度通常用抗拉强度表示,化学稳定性主要用耐酸和/或碱性能表示。

[0003] Fe-Al 金属间化合物多孔材料是一种介于高温合金与陶瓷之间的烧结无机多孔材料。由于其按照金属键和共价键共同结合,兼有金属材料 and 陶瓷材料的共同优点,因此,Fe-Al 金属间化合物多孔材料作为过滤材料(尤其是高温气体过滤材料)具有广阔的应用前景。尽管 Fe-Al 金属间化合物多孔材料公认具有优异的性能,但针对一些特殊的应用场合,其高温抗氧化性能和抗强碱腐蚀性能依然有待提高。在本申请的申请日以前,还未找到一种既能够改善 Fe-Al 金属间化合物多孔材料的高温抗氧化性能和抗强碱腐蚀性能,同时又能够附带改善材料孔结构,并达到优良综合使用性能的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料。

### 发明内容

[0004] 本申请所要解决的技术问题即是提供一种抗高温氧化较好的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料及应用它的过滤元件。此外还要提供一种抗高温氧化较好的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的制备方法。

[0005] 本申请的抗高温氧化的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料,其孔隙率为 30 ~ 60%, 平均孔径为 0.5 ~ 50  $\mu\text{m}$ , 并具有如下特征:

[0006] a) 它主要由 Fe、Al、Si 三种元素组成,这三种元素的重量之和占该烧结 FeAl 基合金多孔材料重量的 90% 以上,其中,Fe 为 Fe、Al 总重量的 60 ~ 85%, Si 为 Fe、Al、Si 总重量的 0.5 ~ 8%;

[0007] b) 该烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中的 Si 主要是以 Fe-Al 基化合物的硅固溶体形

态存在,或主要以  $\text{Fe}_3\text{Si}$  的形态存在,且在该烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中大致上均匀分布;

[0008] c) 它的抗拉强度  $\geq 45\text{MPa}$ , 厚度  $\leq 5\text{mm}$  的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料空气通量  $\geq 80\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{kpa} \cdot \text{h}$ , 在质量分数为 5% 的 NaOH 溶液中室温浸泡 15 天后的失重率在 0.5% 以下, 且在  $800^\circ\text{C}$  的空气气氛下保温 90 小时测得材料增重率为 0.25% 以下。

[0009] 上述的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料可以仅由 Fe、Al、Si 三种元素组成, 也可以在不超烧结 Fe-Al 基合金多孔材料总重量 10% 的范围内添加除 Fe、Al、Si 以外的其他物质, 例如 Mo、V、Nb、W、Y、Ta、Zr、Co、Ni 中一种或几种元素。目前建议将该多孔材料中 Fe、Al、Si 三种元素的重量之和控制在多孔材料重量的 95%、97%、98% 或者 99% 以上, 从而既能够保证烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的性能, 同时也可简化原料种类, 便于生产。

[0010] 另外, 其中的 Si 可以为 Fe、Al、Si 总重量的 3% 以上, 并主要以  $\text{Fe}_3\text{Si}$  的形态存在于该烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中, 由此对材料性能的改善更为突出。

[0011] 当烧结 Fe-Al 基合金多孔材料由 Fe、Al、Si 三种元素组成时, 根据 Si 含量的变化, 该烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中的结晶相的组成可包括以下几种情况:

[0012] 1) 该烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的结晶相由 Fe-Al-Si 三元合金组成, 其中的 Si 作为溶质固溶在该合金中;

[0013] 2) 该烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的结晶相由 Fe-Al 二元金属间化合物与  $\text{Fe}_3\text{Si}$  组成。

[0014] 本申请的过滤元件, 该过滤元件含有上述抗高温氧化的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料。鉴于材料特性, 所述过滤元件最好为一种用于气体过滤的过滤元件, 尤其为一种用于  $300 \sim 800^\circ\text{C}$  的高温气体过滤的过滤元件。

[0015] 本申请上述抗高温氧化的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的制备方法, 其步骤包括:

[0016] 1) 制备混合粉料: 将粒径为 200 ~ 300 目的 Fe 粉、粒径为 200 ~ 300 目的 Al 粉以及粒径为  $3 \sim 5 \mu\text{m}$  的 Si 粉按制备得到的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中 Fe 为 Fe、Al 总重量的 60 ~ 85%, Si 为 Fe、Al、Si 总重量的 0.5 ~ 8% 的配比进行混合;

[0017] 2) 造粒、干燥和成型: 将含有上述 Fe 粉、Al 粉、Si 粉的混合粉料依次进行造粒、干燥, 将干燥温度设定为  $40 \sim 60^\circ\text{C}$ , 干燥时间设定为 4 ~ 8 小时, 然后进行压力成型, 在  $120 \sim 280\text{MPa}$  成型压力下保压 20 ~ 80 秒, 压力成型后得到压坯;

[0018] 3) 烧结: 将压坯置于烧结炉中进行烧结, 烧结制度包含以下四个阶段: 第一阶段: 烧结温度从室温升至  $400 \sim 450^\circ\text{C}$ , 升温速率控制在  $1 \sim 10^\circ\text{C}/\text{min}$ , 并在  $400 \sim 450^\circ\text{C}$  下保温 120 ~ 240 分钟; 第二阶段: 将烧结温度升至  $520 \sim 570^\circ\text{C}$ , 升温速率控制在  $1 \sim 10^\circ\text{C}/\text{min}$ , 并在  $520 \sim 570^\circ\text{C}$  下保温 240 ~ 400 分钟; 第三阶段: 将烧结温度升至  $950 \sim 1050^\circ\text{C}$ , 升温速率控制在  $1 \sim 15^\circ\text{C}/\text{min}$ , 并在  $950 \sim 1050^\circ\text{C}$  下保温 60 ~ 120 分钟; 第四阶段: 将烧结温度升至  $1150^\circ\text{C} \sim 1300^\circ\text{C}$ , 升温速率控制在  $1 \sim 5^\circ\text{C}/\text{min}$ , 并在  $1150^\circ\text{C} \sim 1300^\circ\text{C}$  下保温 120 ~ 240 分钟; 烧结后随炉冷却即得到抗高温氧化的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料。

[0019] 本申请抗高温氧化的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料具有如下有益的技术效果:

[0020] 一、具有较高的抗拉强度、优异的高温抗氧化性能和抗强碱腐蚀性能;

[0021] 二、具有理想的过滤通量(透气性)。

## 附图说明

[0022] 图 1 为本申请具体实施方式中试样 3 的 SEM (扫描式电子显微镜) 照片。

[0023] 图 2 为本申请具体实施方式中试样 3 的 XRD (X 射线衍射) 图。

## 具体实施方式

[0024] 下面通过实验对烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的制备方法和由这些方法得到的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料进行具体说明。通过这些说明,本领域技术人员能够清楚认识到本申请的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料所具有的突出特点。以下涉及的实验例的编号与对应“压坯”、“试样”的编号一致。

[0025] 为说明本申请的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料及其制备,共准备了以下 7 组实验例。其中,通过实验例 1 至 6 分别制备得到的试样 1 至 6 均属于本申请权利要求 1 所要保护的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的范围之内。实验例 7 作为体现实验例 1 至 6 实质性特点和技术效果的对比实验,其编号上用“\*”标出,以便区分。实验例 7 具体现有 Fe-Al 金属间化合物多孔材料的制备方法,并将由此制备的试样 7 与试样 1 至 6 进行比较。

[0026] 一、材料制备工艺

[0027] 实验例 1 至 7 的原料成分及含量(以重量百分比计)见表 1。其中采用了粒径为 200 ~ 300 目的 Fe 粉,粒径为 200 ~ 300 目的 Al 粉,粒径为 3 ~ 5  $\mu\text{m}$  的 Si 粉以及粒径为 -400 目的 Mo 粉和 Ni 粉。

[0028] 从表 1 所列出的原料成分及其含量可以看出:实验例 1 的原料由 Fe 粉、Al 粉和 Si 粉组成,其中 Fe 粉占 Fe 粉、Al 粉总重量的 75%,Si 粉占原料总重量的 1%;实验例 2 的原料由 Fe 粉、Al 粉和 Si 粉组成,其中 Fe 粉占 Fe 粉、Al 粉总重量的 75%,Si 粉占原料总重量的 3%;实验例 3 的原料由 Fe 粉、Al 粉和 Si 粉组成,其中 Fe 粉占 Fe 粉、Al 粉总重量的 75%,Si 粉占原料总重量的 5%;实验例 4 的原料由 Fe 粉、Al 粉和 Si 粉组成,其中 Fe 粉占 Fe 粉、Al 粉总重量的 75%,Si 粉占原料总重量的 8%;实验例 5 的原料由 Fe 粉、Al 粉、Si 粉和 Mo 粉组成,其中 Fe 粉占 Fe 粉、Al 粉总重量的 65%,Si 粉占原料总重量的 3%,Mo 粉占原料总重量的 5%;实验例 6 的原料由 Fe 粉、Al 粉、Si 粉和 Ni 粉组成,其中 Fe 粉占 Fe 粉、Al 粉总重量的 80%,Si 粉占原料总重量的 3%,Ni 粉占原料总重量的 8%;实验例 7 的原料由 Fe 粉、Al 粉组成,其中 Fe 粉占 Fe 粉、Al 粉总重量的 75%。

[0029] 表 1:实验例 1 至 7 所用原料的成分及含量

[0030]

实验编号	原料成分及含量			
	Fe 粉	Al 粉	Si 粉	其他
1	74.25%	24.75%	1.0%	无
2	72.75%	24.25%	3.0%	无
3	71.25%	23.75%	5.0%	无
4	69.00%	23.00%	8.0%	无
5	59.80%	32.20%	3.0%	Mo 粉 (其余)
6	71.20%	17.80%	3.0%	Ni 粉 (其余)
7*	75.00%	25.00%	无	无

[0031] 按表 1 所列,分别对实验例 1 至 7 的原料进行混合。充分混合后,对实验例 1 至 7 的粉料进行造粒,造粒后再进行干燥,干燥温度设定为 50℃,干燥时间设定为 6 小时。之后,分别将实验例 1 至 7 的粉料装入统一规格的等静压成型模具中,然后将这些模具分别置于冷等静压成型机,在 220MPa 成型压力下保压 35 秒,脱模后即制成编号为 1 至 7 的管状压坯。然后,将这些压坯分别装入烧结舟,再把这些烧结舟置于烧结炉内进行烧结,烧结后随炉冷却,最后再从各烧结舟中取得试样 1 至 7。

[0032] 1.1 实验例 1 至 6 的烧结制度

[0033] 实验例 1 至 6 的烧结制度包含以下四个阶段。第一阶段:烧结温度从室温升至 400 ~ 450℃,升温速率控制在 1 ~ 10℃ /min,并在 400 ~ 450℃ 下保温 120 ~ 240 分钟;第二阶段:将烧结温度升至 520 ~ 570℃,升温速率控制在 1 ~ 10℃ /min,并在 520 ~ 570℃ 下保温 240 ~ 400 分钟;第三阶段:将烧结温度升至 950 ~ 1050℃,升温速率控制在 1 ~ 15℃ /min,并在 950 ~ 1050℃ 下保温 60 ~ 120 分钟;第四阶段:将烧结温度升至 1150℃ ~ 1300℃,升温速率控制在 1 ~ 5℃ /min,并在 1150℃ ~ 1300℃ 下保温 120 ~ 240 分钟;烧结后随炉冷却即得到抗高温氧化的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料。

[0034] 上述第一阶段的主要目的在于脱脂;第二阶段为中温反应阶段,主要目的在于促成 Fe 和 Al 反应造孔生成 Fe-Al 二元金属间化合物中间相,同时促成 Fe 和 Si 反应生成 Fe-Si 中间相;第三阶段为高温反应阶段,主要目的在于促成 Fe-Al 中间相和 Fe-Si 中间相的转化;第四阶段为保温阶段,主要目的在于使烧结充分,并促进结构均匀化及性能的提升。为抑制高温阶段轻质元素的挥发,上述第三阶段和第四阶段可采用惰性气体保护烧结;或者,也可以适当调整原料配比来补偿轻质元素的挥发量。

[0035] 实验例 1 至 6 的烧结工艺中四个阶段的烧结工艺参数具体如表 2 所示。表 2 中升温速率的单位为℃ /min,烧结时间的单位为分钟。

[0036] 表 2:实验例 1 至 6 的烧结制度

[0037]

实验	第一阶段			第二阶段			第三阶段			第四阶段		
	升温速率	升温至 (°C)	保温时间	升温速率	升温至 (°C)	保温时间	升温速率	升温至 (°C)	保温时间	升温速率	升温至 (°C)	保温时间
1	5	420	60	3	520	240	6	1100	90	2	1250	150
2	5	420	60	3	520	240	6	1100	90	2	1250	150
3	5	420	60	3	520	240	6	1100	90	2	1200	180
4	5	420	60	3	550	300	6	1100	90	2	1200	180
5	5	420	60	3	550	300	6	1100	120	2	1300	180
6	5	420	60	3	550	300	6	1100	120	2	1300	180

[0038] 1.2 实验例 7 的烧结制度

[0039] 烧结制度包含三个阶段。烧结温度从室温升至 500°C，升温速率控制在 5°C/min，并在 500°C 下保温 60 分钟；第二阶段：将烧结温度升至 630°C，升温速率控制在 3°C/min，并在 630 下保温 300 分钟；第三阶段：将烧结温度升至 1100°C，升温速率控制在 5°C/min，并在 1100°C 下保温 120 分钟。烧结后随炉冷却即得到烧结 Fe-Al 基合金多孔材料。

[0040] 二、材料的相组成及其性能测定

[0041] 通过 XRD 对分别试样 1 至 6 进行检测，其结果为：试样 1 的相组成为 Fe-Al-Si 三元合金，其中的 Si 作为溶质固溶在该合金中；试样 2 至 4 的相组成均为 Fe-Al 二元金属间化合物与 Fe<sub>3</sub>Si（试样 3 的 XRD 检测如图 2 所示，其中的 Fe-Al 二元金属间化合物具体为 FeAl）；试样 5 的相组成为 Fe-Al 二元金属间化合物、Fe<sub>3</sub>Si 以及 Fe-Mo 固溶体；试样 6 的相组成为 Fe-Al 二元金属间化合物、Fe<sub>3</sub>Si 以及 Fe-Ni 固溶体；试样 7 的相组成为 Fe-Al 二元金属间化合物。

[0042] 可见，本申请的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的相组成与 Si 含量有关。在不掺入其他元素的情况下，当 Si 含量相对较少时，烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的结晶相为 Fe-Al-Si 三元合金，其中的 Si 作为溶质固溶在该合金中（如试样 1）；当 Si 含量增大至一定程度后，烧结 Fe-Al 基合金多孔材料的结晶相产生 Fe<sub>3</sub>Si（如试样 2）。Fe-Al 二元金属间化合物根据原料比例可以是 Fe<sub>3</sub>Al、FeAl。

[0043] 试样 1 至 7 的性能测试如表 3。其中，材料孔隙率和平均孔径的测定采用气泡法；过滤通量具体为每平方米过滤面积上，在每 kpa 过滤压差及每小时下的空气通量；材料抗拉强度的测试是将试样 1 至 7 按中国国家标准 GB7963-87 加工为标准试样后通过拉伸机测得；材料耐腐蚀性采用在质量分数为 5% 的 NaOH 溶液中室温浸泡 15 天后的失重率来表征；材料的抗高温氧化性是在 800°C 的空气气氛下保温 90 小时后材料增重率来表征。

[0044] 表 3：试样 1 至 7 的性能测试结果

[0045]

试样编号	测试项目						
	厚度 (mm)	孔隙率 (%)	平均孔径 ( $\mu\text{m}$ )	抗拉强度 (MPa)	过滤通量 ( $\text{m}^3/\text{m}^2\text{kpa}\cdot\text{h}$ )	耐腐蚀性 (失重率%)	抗高温氧化性 (增重率%)
1	5.0	53	5.3	47	85	0.45	0.22
2	5.1	52	5.2	54	93	0.43	0.19
3	5.2	50	5.6	55	94	0.40	0.15
4	5.1	50	5.2	56	96	0.39	0.13
5	4.8	57	5.8	49	99	0.39	0.16
6	4.9	47	4.9	59	83	0.40	0.17
7*	5.0	53	5.4	40	84	2.53	1.64

### [0046] 三、试验结果分析

[0047] 1) 试验总体结果参见表 3。其中, 试样 1 至 4 的抗拉强度均  $\geq 45\text{MPa}$ , 厚度约 5mm 的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料空气通量  $\geq 80\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{kpa} \cdot \text{h}$  (显然, 在此基础上厚度越小, 通量将进一步增大), 在质量分数为 5% 的 NaOH 溶液中室温浸泡 15 天后的失重率在 0.5% 以下, 且在  $800^\circ\text{C}$  的空气气氛下保温 90 小时后材料增重率为 0.25% 以下。而试样 7 不能同时达到抗拉强度  $\geq 45\text{MPa}$ , 空气通量  $\geq 80\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{kpa} \cdot \text{h}$ , 在质量分数为 5% 的 NaOH 溶液中室温浸泡 15 天后的失重率在 0.5% 以下, 且在  $800^\circ\text{C}$  的空气气氛下保温 90 小时后材料增重率为 0.25% 以下。

[0048] 2) 关于材料的抗拉强度、耐腐蚀性和抗高温氧化性。试样 1 抗拉强度分别为  $47\text{MPa}$ , 接近下限值  $45\text{MPa}$ ; 试样 2 至 6 中除试样 5 因孔隙率较大, 抗拉强度有所降低外, 其余试样的抗拉强度均显著增大, 达到  $54\text{MPa}$  以上。试样 1 至 6 的耐腐蚀性和抗高温氧化性逐渐提高。这表明, 当 Fe、Al 含量确定后, 材料的抗拉强度、耐腐蚀性和抗高温氧化性均与 Si 含量相关, 即 Si 含量增高, 抗拉强度、耐腐蚀性和抗高温氧化性均相应增高。试样 7 不含 Si, 故抗拉强度、耐腐蚀性和抗高温氧化性最低。

[0049] 3) 关于材料的渗透性。试样 1 至 7 中, 除试样 2 至 5 的空气通量明显较高外, 其余试样的空气通量接近; 另外, 从试样 1 至 4 的空气通量变化来看, 在孔隙率和平均孔径基本一致的情况下, 随 Si 含量的增高, 空气通量逐渐增大, 这表明, 原料中的 Si 与 Fe 反应而改善了孔结构, 可以弥补 Al 含量下降对造孔及孔隙率的影响, 降低了过滤介质的透过阻力, 可获理想的过滤通量。试样 5 的 Al 含量较高, 孔隙率和平均孔径均有所提高, 故渗透性进一步增强; 而试样 6 的 Al 含量较低, 故渗透性有一定程度的下降。

[0050] 4) 综合来看, 为了达到比较优异综合使用性能, 本申请烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中的 Fe 可占到 Fe、Al 总重量 70%、73%、76%、80%, 烧结 Fe-Al 基合金多孔材料中的 Si 可占到 Fe、Al、Si 总重量 3%、4%、5% 或 6%。鉴于这些烧结 Fe-Al 基合金多孔材料高温抗氧化性较普通 Fe-Al 金属间化合物多孔材料有明显提高, 因此, 本申请的烧结 Fe-Al 基合金多孔材料非常适用于制作用于气体过滤的过滤元件, 尤其是  $300 \sim 800^\circ\text{C}$  的高温气体过滤的过滤元件。



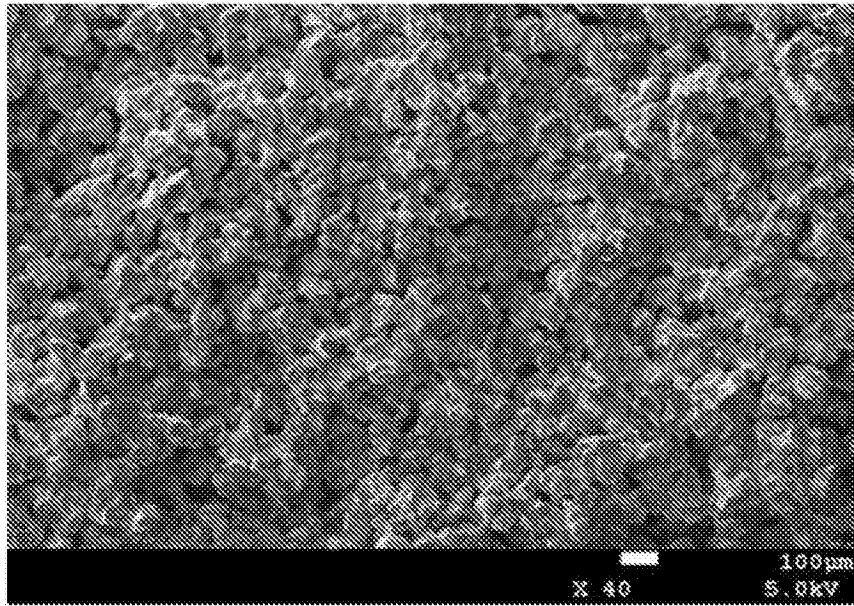


图 1

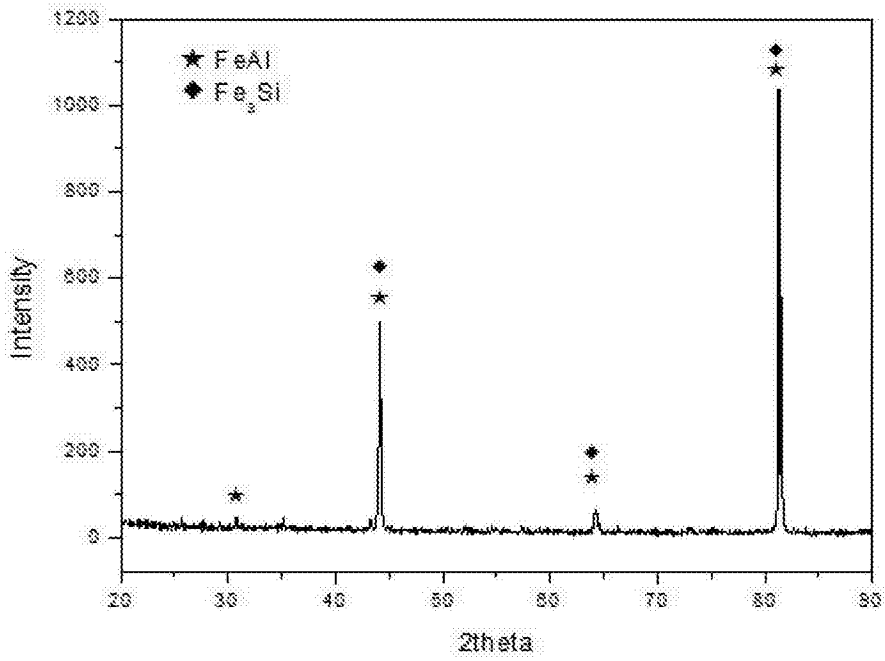


图 2