



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102682945 A

(43) 申请公布日 2012.09.19

(21) 申请号 201210146534.6

C22C 1/00(2006.01)

(22) 申请日 2012.05.11

(71) 申请人 西北工业大学

地址 710072 陕西省西安市友谊西路 127 号

(72) 发明人 曹崇德 白晓军 宋瑞波 郑建邦

李达 汪芳

(74) 专利代理机构 西北工业大学专利中心

61204

代理人 王鲜凯

(51) Int. Cl.

H01F 1/147(2006.01)

H01F 1/153(2006.01)

H01F 1/16(2006.01)

B22D 11/06(2006.01)

C22C 45/02(2006.01)

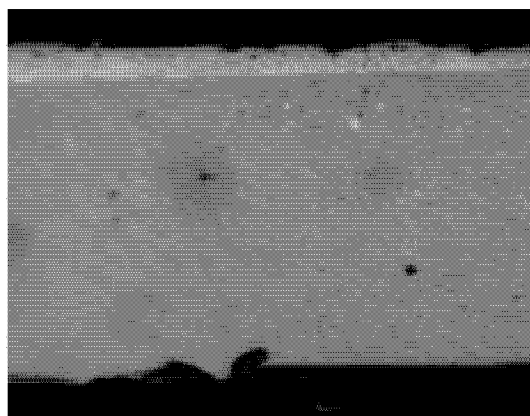
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态-晶态双层结构原位复合材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态-晶态双层结构原位复合材料及其制备方法,其特征在于配比成分为: $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{100-x}\text{Cu}_x$, 其中 $x=0 \sim 40$ 。以中间合金硼铁 $\text{Fe}_{44.6}\text{B}_{55.4}$ 做原料,按照原子百分比进行配料。所述配比原料的纯度均大于 99.99%。本发明提出的 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态-晶态双层结构原位复合材料及其制备方法,制备的 Fe-Co-Si-B-Cu 合金薄带将形成非晶态-晶态双层结构。这种合金薄带兼具良好的软磁性能和较高的导电性能;同时部分富 Cu 相形成纳米晶体颗粒弥散分布于 (Fe, Co) 基非晶基体中,使该种合金的软磁性能和机械强度有所提高。



1. 一种 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态-晶态双层结构原位复合材料,其特征就在于配比成分为: $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{100-x}\text{Cu}_x$,其中 $x=0 \sim 40$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态-晶态双层结构原位复合材料,其特征就在于:以中间合金硼铁 $\text{Fe}_{446}\text{B}_{554}$ 做原料,按照原子百分比进行配料。

3. 根据权利要求 1 所述的 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态-晶态双层结构原位复合材料,其特征就在于:所述配比原料的纯度均大于 99.99%。

4. 一种制备权利要求 1~3 任一项所述 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态-晶态双层结构原位复合材料的方法,其特征就在于步骤如下:

步骤 1:依照所需制备材料的质量称取高纯金属,各成分金属称取质量按照合金的原子特征配比 $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{100-x}\text{Cu}_x$,其中 $x=0 \sim 40$;

步骤 2:将电弧炉抽至真空度 $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$,然后反充纯度为 99.999%的 Ar 气至一个大气压;

步骤 3:开启电弧炉加热至步骤 1 所配制的合金熔点以上,然后换不同方向反复熔融多次使合金混合均匀得到母合金;

步骤 4:将母合金去除表面氧化皮,并破碎成块放入单辊甩带炉中的石英试管中;

步骤 5:将单辊甩带炉抽至真空度 $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$,然后反充纯度为 99.999%的 Ar 气至一个大气压;

步骤 6:加热至液相线上 $100 \sim 300\text{K}$,然后将熔体经试管小孔吹下,调整单辊甩带炉的旋转速度为 1000 转/分钟以上,使得下落的熔体一接触到高速旋转的辊面就马上凝固成带状并甩入收集室中得到 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态-晶态双层结构原位复合材料。

5. 根据权利要求 4 所述的制备方法,其特征就在于:所述步骤 3 中换不同方向反复熔融多次为 3~5 次。

Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料及其制备方法。

背景技术

[0002] Fe 基非晶软磁材料是 80 年代末发现的一种新型亚稳态软磁材料,其磁性能优异,成本低廉,引起人们广泛关注。自 1995 年以来,研究者又相继开发出一系列新型块体铁基非晶合金,如 Fe-(Al, Ga)-(Si-P-B-C), Fe-Cu-Nb-Si-B 等,不但沿袭了铁基非晶优良的磁学性能(如高磁导率、高饱和磁通、低矫顽力、低铁损、频散特性好等),还具有较大的非晶形成能力,可制备尺度更大的合金材料,被世界公认为目前综合性能最好的软磁材料。但是,传统方法制备的非晶态合金电阻率较高,且缺乏延展性,其应用范围受到了极大的限制。

[0003] 基于亚稳过冷液态的相分离属性,在非晶形成的同时,又能够发生液相分离,能够形成晶体 / 金属玻璃的复合材料,是解决这个问题的可行方法。例如已经有报道用旋转水雾化法制备了 Fe-Si-B-Cu 和 Co-B-Si-Cu 两相非晶,和 FeZr-BCu 系统中出现的不同尺度的球状晶体分散在金属非晶基底中的晶体 / 金属玻璃复合材料。但上述材料制备方法存在生产成本高、产品尺寸小以及生产效率低的缺点。

[0004] 本发明选用非晶形成能力极强的 (Fe, Co) 基非晶合金和晶体 Cu 作为原料,结合传统的单辊急冷方法,制备一种独特的新型非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料,同时具有良好软磁性能和较高导电性能。

发明内容

[0005] 要解决的技术问题

[0006] 为了避免现有技术的不足之处,克服传统意义上非晶态合金导电性和延展性差的缺点,本发明提出了 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料及其制备方法,利用合金体系的液相分离形成 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料的方法。

[0007] 技术方案

[0008] 一种 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料,其特征在于配比成分为: $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{100-x}\text{Cu}_x$, 其中 $x=0 \sim 40$ 。

[0009] 以中间合金硼铁 $\text{Fe}_{446}\text{B}_{554}$ 做原料,按照原子百分比进行配料。

[0010] 所述配比原料的纯度均大于 99.99%。

[0011] 一种制备权利要求 1 ~ 3 任一项所述 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料的方法,其特征在于步骤如下:

[0012] 步骤 1:依照所需制备材料的质量称取高纯金属,各成分金属称取质量按照合金的原子特征配比 $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{100-x}\text{Cu}_x$, 其中 $x=0 \sim 40$;

[0013] 步骤 2:将电弧炉抽至真空度 5×10^{-5} Pa, 然后反充纯度为 99.999% 的 Ar 气至一个

大气压；

[0014] 步骤 3:开启电弧炉加热至步骤 1 所配制的合金熔点以上,然后换不同方向反复熔融多次使合金混合均匀得到母合金；

[0015] 步骤 4:将母合金去除表面氧化皮,并破碎成块放入单辊甩带炉中的石英试管中；

[0016] 步骤 5:将单辊甩带炉抽至真空度 5×10^{-5} Pa,然后反充纯度为 99.999% 的 Ar 气至一个大气压；

[0017] 步骤 6:加热至液相线上 100 ~ 300K,然后将熔体经试管小孔吹下,调整单辊甩带炉的旋转速度为 1000 转 / 分钟以上,使得下落的熔体一接触到高速旋转的辊面就马上凝固成带状并甩入收集室中得到 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料。

[0018] 所述步骤 3 中换不同方向反复熔融多次为 3 ~ 5 次。

[0019] 有益效果

[0020] 本发明提出的 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料及其制备方法,制备的 Fe-Co-Si-B-Cu 合金薄带将形成非晶态 - 晶态双层结构。这种合金薄带兼具良好的软磁性能和较高的导电性能;同时部分富 Cu 相形成纳米晶体颗粒弥散分布于 (Fe, Co) 基非晶基体中,使该种合金的软磁性能和机械强度有所提高。

[0021] 本发明制备的 (Fe, Co) 基非晶态 - 晶态双层结构的原位复合材料,这种材料在某种意义上弥补了传统非晶态材料延展性差、电阻率高的缺点,同时,延承了传统 (Fe, Co) 基非晶态材料良好软磁性能的优点,为开发新型金属玻璃复合材料奠定了一定的理论与技术基础。

附图说明

[0022] 图 1 和图 2 分别为合金组分为 $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{80}\text{Cu}_{20}$ 和 $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{60}\text{Cu}_{40}$ 所对应的非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料的 OM 图。

具体实施方式

[0023] 现结合实施例、附图对本发明作进一步描述：

[0024] 实施例 1：

[0025] 1. 制备 $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{80}\text{Cu}_{20}$ 样品 5g,则称取纯铁 1.68g,纯钴 1.17g,纯硅 0.22g,硼铁 0.665g,纯铜 1.26g,将其放入电弧炉中；

[0026] 2. 将电弧炉抽至真空度 5×10^{-5} Pa,然后反充纯度为 99.999% 的 Ar 气至一个大气压；

[0027] 3. 开启电弧炉加热至步骤 1 所配制的合金熔点以上,然后换不同方向反复熔融 3 次使合金混合均匀得到母合金；

[0028] 4. 将熔炼好的母合金去除表面氧化皮,并破碎成块放入石英试管中；

[0029] 5. 将单辊甩带炉抽至真空度 5×10^{-5} Pa,然后反充纯度为 99.999% 的 Ar 气至一个大气压；

[0030] 6. 利用电磁感应线圈将样品加热至液相线上 100-300K,然后将熔体经试管小孔吹下,这样下落的熔体一接触到高速旋转的辊面就马上凝固成带状并甩入收集室中。

[0031] 实施例 1 所制备的 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料组织形貌

如图 1 所示。

[0032] 实施例 2 :

[0033] 1. 制备 $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{70}\text{Cu}_{30}$ 样品 5g, 则称取纯铁 1.43g, 纯钴 0.99g, 纯硅 0.19g, 硼铁 0.56g, 纯铜 1.83g, 将其放入电弧炉中 ;

[0034] 2. 将电弧炉抽至真空度 $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$, 然后反充纯度为 99.999% 的 Ar 气至一个大气压 ;

[0035] 3. 开启电弧炉加热至步骤 1 所配制的合金熔点以上, 然后换不同方向反复熔融 4 次使合金混合均匀得到母合金 ;

[0036] 4. 将熔炼好的母合金去除表面氧化皮, 并破碎成块放入石英试管中 ;

[0037] 5. 将单辊甩带炉抽至真空度 $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$, 然后反充纯度为 99.999% 的 Ar 气至一个大气压 ;

[0038] 6. 利用电磁感应线圈将样品加热至液相线上 100-300K, 然后将熔体经试管小孔吹下, 这样下落的熔体一接触到高速旋转的辊面就马上凝固成带状并甩入收集室中。

[0039] 实施例 3 :

[0040] 1. 制备 $(\text{Fe}_{50}\text{Co}_{25}\text{Si}_{10}\text{B}_{15})_{60}\text{Cu}_{40}$ 样品 5g, 则称取纯铁 1.19g, 纯钴 0.82g, 纯硅 0.16g, 硼铁 0.47g, 纯铜 2.36g, 将其放入电弧炉中 ;

[0041] 2. 将电弧炉抽至真空度 $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$, 然后反充纯度为 99.999% 的 Ar 气至一个大气压 ;

[0042] 3. 开启电弧炉加热至步骤 1 所配制的合金熔点以上, 然后换不同方向反复熔融 5 次使合金混合均匀得到母合金 ;

[0043] 4. 将熔炼好的母合金去除表面氧化皮, 并破碎成块放入石英试管中 ;

[0044] 5. 将单辊甩带炉抽至真空度 $5 \times 10^{-5}\text{Pa}$, 然后反充纯度为 99.999% 的 Ar 气至一个大气压 ;

[0045] 6. 利用电磁感应线圈将样品加热至液相线上 100-300K, 然后将熔体经试管小孔吹下, 这样下落的熔体一接触到高速旋转的辊面就马上凝固成带状并甩入收集室中。

[0046] 实施例 3 所制备的 Fe-Co-Si-B-Cu 非晶态 - 晶态双层结构原位复合材料组织形貌如图 2 所示。

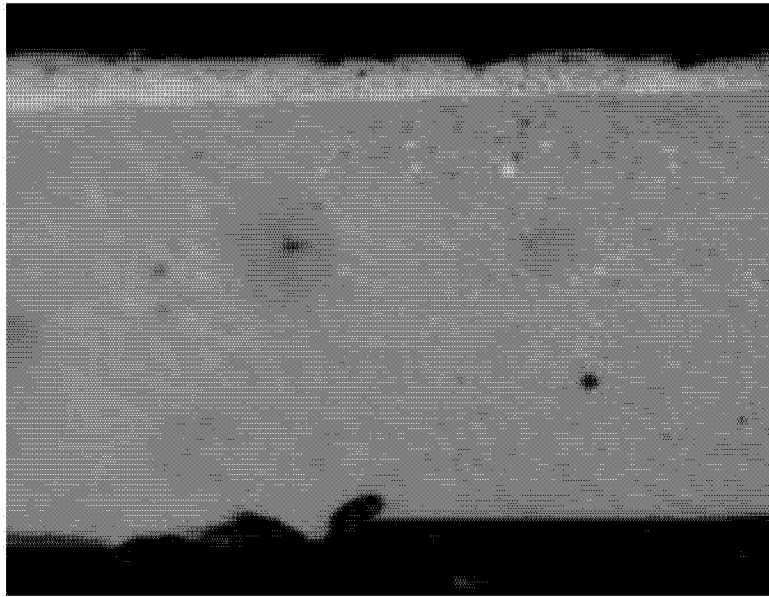


图 1

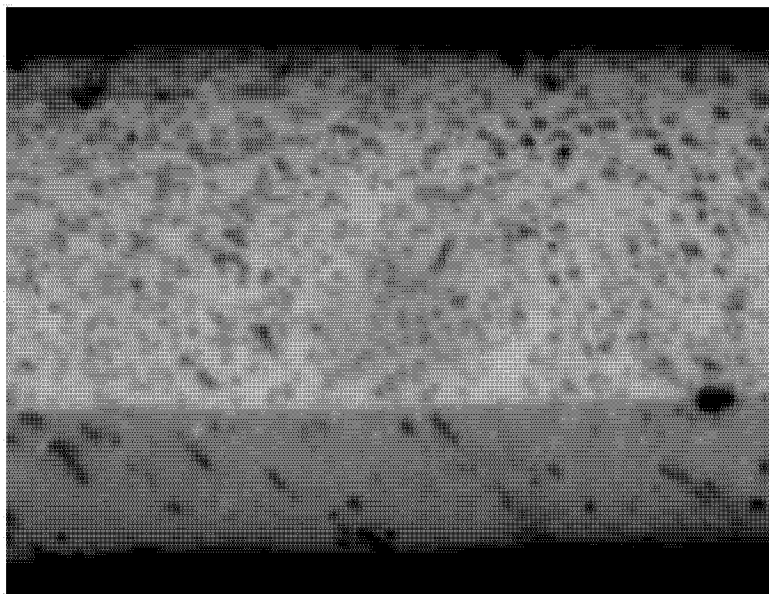


图 2