



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107641743 A

(43)申请公布日 2018.01.30

(21)申请号 201710880026.3

(22)申请日 2017.09.26

(71)申请人 常熟市恒泰精密金属制品有限公司

地址 215535 江苏省苏州市常熟市董浜镇
徐市华林路

(72)发明人 徐卫国 周波

(74)专利代理机构 常熟市常新专利商标事务所
(普通合伙) 32113

代理人 朱伟军

(51) Int. Cl.

G22C 21/02(2006.01)

G22C 32/00(2006.01)

G22C 1/10(2006.01)

G22F 1/043(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54)发明名称

一种纳米碳化钛增强铝硅基复合材料及其制备方法

(57)摘要

一种纳米碳化钛增强铝硅基复合材料及其制备方法,步骤:将纳米碳化钛粉末与铝粉投入球磨机中球磨,得到纳米铝-碳化钛粉末;将铝锭放入熔炼炉中加热,再向熔炼炉加入铝硅中间合金和镁块,而后加入纳米铝-碳化钛粉末搅拌,降温,加入精炼剂清渣除气且对熔液取样分析及调整化学元素的含量为:6.5-7.5%的硅、0.25-0.45%的镁和0.2-1%的纳米碳化钛,余量为铝,静置,扒渣,浇注成型,得到待后处理坯;将待后处理坯投入加热炉进行固溶处理,固溶处理结束后进行水淬,水淬后进行时效处理,得到纳米碳化钛增强铝硅基复合材料。能满足航空航天和电子等领域更广泛的使用要求并且得以拓展用途;制备方法简捷、成本低。

1. 一种纳米碳化钛增强铝硅基复合材料,其特征在于其化学元素及其质量%含量为:6.5-7.5%的硅、0.25-0.45%的镁和0.2-1%的纳米碳化钛,余量为铝。

2. 一种如权利要求1所述的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,其特征在于包括以下步骤:

A) 制备纳米铝-碳化钛粉末,将纳米碳化钛粉末与铝粉投入球磨机中球磨并且控制球磨机的转速以及控制球磨时间,得到纳米铝-碳化钛粉末;

B) 熔炼,先将铝锭放入熔炼炉中,加热至750-800℃并保持温度恒定,再向熔炼炉加入铝硅中间合金和镁块,待铝硅中间合金和镁块熔化后,将熔炼炉温度升至800-900℃,而后加入由步骤A)得到的纳米铝-碳化钛粉末,搅拌,接着将温度降至750-800℃,加入精炼剂清渣除气并且对熔液取样分析及调整化学元素的质量%含量为:6.5-7.5%的硅、0.25-0.45%的镁和0.2-1%的纳米碳化钛,余量为铝,静置,扒渣,浇注成型,得到待后处理坯;

C) 后处理,将由步骤B)得到的待后处理坯投入加热炉进行固溶处理,并且控制固溶处理的温度和时间,固溶处理结束后进行水淬,水淬后进行时效处理并且控制时效处理的温度和时间,得到纳米碳化钛增强铝硅基复合材料。

3. 根据权利要求2所述的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,其特征在于步骤A)中所述的纳米碳化钛粉末与铝粉的重量比为2.5-3.5:6-8。

4. 根据权利要求2所述的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,其特征在于步骤A)中所述的球磨机为行星式球磨机。

5. 根据权利要求2所述的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,其特征在于步骤A)中所述的控制球磨机的转速以及控制球磨时间是将球磨机的转速控制为100-400rpm,将球磨时间控制为12-24h。

6. 根据权利要求2所述的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,其特征在于步骤B)中所述的铝硅中间合金为硅元素的重量点重量的20%的Al-20Si合金,其中,硅元素的重量占总重量的20%。

7. 根据权利要求2所述的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,其特征在于步骤B)中所述搅拌的时间为2-3min,所述的静置的时间为4-6min。

8. 根据权利要求2所述的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,其特征在于步骤C)中所述的控制固溶处理的温度和时间是将固溶处理的温度和时间分别控制为520-540℃和2-6h。

9. 根据权利要求2所述的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,其特征在于步骤C)中所述的控制时效处理的温度和时间是将时效处理的温度和时间分别控制为160-180℃和4-8h。

一种纳米碳化钛增强铝硅基复合材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属基复合材料及其制备技术领域,具体涉及一种纳米碳化钛增强铝硅基复合材料,并且还涉及其制备方法。

背景技术

[0002] 铝硅合金金属属于铸铝合金的一种,是目前使用最为广泛的铝合金,尤其被应用于与航空航天、交通运输和电子等领域。随着航空航天等技术的发展,对铝硅合金的性能特别是屈服强度、抗拉强度和延伸率提出了更高的要求,因此开发得以全面提升前述性能的铝硅合金材料具有积极意义。

[0003] 在公开的中国专利文献中可见诸铝硅合金材料的技术信息,如文献A.CN10296551A推荐有“一种过共晶铝硅合金及其制备方法”,化学元素及其重量%比为:硅16-19%、铜3-4%、镁0.4-0.7%、镍1-2%、稀土Re0.4-1.2%、磷0.001-0.006%、铁<0.4%,余量为铝;文献B.CN104264016B提供有“一种铝硅合金材料及其制备方法”,化学元素及其质量%含量为:15-20wt%的硅、0.2-0.5 wt%的混合稀土,余量为铝和不可避免的杂质;文献C.CN106319297A介绍有“一种高强度共晶铝硅合金及其制备方法”,其化学元素及其质量%含量为:Si3-5%、Ti1-5%、Mg0.2-0.5%、Cu0.2-0.5%、Fe0.5-0.7%、Mn0.1-0.3%,余量为Al和不可避免的杂质。并非限于例举的前述专利均不是纳米碳化钛增强铝基复合材料范畴。研究表明将增强材料即增强相的尺寸降至纳米级,可显著提高强度。另,据本申请人所知,已有技术中的铝硅合金的屈服强度普遍在200MPa以下,抗拉强度在220MPa左右,延伸率为4-5%左右,因此有必要予以全面提升,下面将要介绍的技术方案便是在这种背景下产生的。

发明内容

[0004] 本发明的首要任务在于提供一种有助于提高屈服强度、抗拉强度和延伸率而藉以满足更广泛的应用领域的物理指标要求并拓展用途的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料。

[0005] 本发明的另一任务在于提供一种纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,该方法简便易行、制备成本低并且能保障制备的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料具有理想的屈服强度、抗拉强度和延伸率。

[0006] 本发明的首要任务是以此来完成的,一种纳米碳化钛增强铝硅基复合材料,其化学元素及其质量%含量为:6.5-7.5%的硅、0.25-0.45%的镁和0.2-1%的纳米碳化钛,余量为铝。

[0007] 本发明的另一任务是以此来完成的,一种纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的制备方法,包括以下步骤:

A) 制备纳米铝-碳化钛粉末,将纳米碳化钛粉末与铝粉投入球磨机中球磨并且控制球磨机的转速以及控制球磨时间,得到纳米铝-碳化钛粉末;

B) 熔炼,先将铝锭放入熔炼炉中,加热至750-800℃并保持温度恒定,再向熔炼炉加入铝硅中间合金和镁块,待铝硅中间合金和镁块熔化后,将熔炼炉温度升至800-900℃,而后

加入由步骤A)得到的纳米铝-碳化钛粉末,搅拌,接着将温度降至750-800℃,加入精炼剂清渣除气并且对熔液取样分析及调整化学元素的质量%含量为:6.5-7.5%的硅、0.25-0.45%的镁和0.2-1%的纳米碳化钛,余量为铝,静置,扒渣,浇注成型,得到待后处理坯;

C) 后处理,将由步骤B)得到的待后处理坯投入加热炉进行固溶处理,并且控制固溶处理的温度和时间,固溶处理结束后进行水淬,水淬后进行时效处理并且控制时效处理的温度和时间,得到纳米碳化钛增强铝硅基复合材料。

[0008] 在本发明的一个具体的实施例中,步骤A)中所述的纳米碳化钛粉末与铝粉的重量比为2.5-3.5:6-8。

[0009] 在本发明的另一个具体的实施例中,步骤A)中所述的球磨机为行星式球磨机。

[0010] 在本发明的又一个具体的实施例中,步骤A)中所述的控制球磨机的转速以及控制球磨时间是将球磨机的转速控制为100-400rpm,将球磨时间控制为12-24h。

[0011] 在本发明的再一个具体的实施例中,步骤B)中所述的铝硅中间合金为硅元素的重量点重量的20%的Al-20Si合金,其中,硅元素的重量占总重量的20%。

[0012] 在本发明的还有一个具体的实施例中,步骤B)中所述搅拌的时间为2-3min,所述的静置的时间为4-6min。

[0013] 在本发明的更而一个具体的实施例中,步骤C)中所述的控制固溶处理的温度和时间是将固溶处理的温度和时间分别控制为520-540℃和2-6h。

[0014] 在本发明的进而一个具体的实施例中,步骤C)中所述的控制时效处理的温度和时间是将时效处理的温度和时间分别控制为160-180℃和4-8h。

[0015] 本发明提供的技术方案由于在配方中加入了取量合理的纳米碳化钛,因而能使屈服强度达到215-235MPa、抗拉强度达到245-280MPa和延伸率达到6-9%,能满足航空航天和电子等领域更广泛的使用要求并且得以拓展用途;提供的制备方法简捷、制备成本低并且能确保制备的纳米碳化钛增强铝硅基复合具备前述的物理指标。

具体实施方式

[0016] 实施例1:

A) 制备纳米铝-碳化钛粉末,将纳米碳化钛粉末与铝粉按重量比2.5:7投入行星式球磨机中,在球磨机100rpm下球磨24h,得到纳米铝-碳化钛粉末(也可称“纳米铝-碳化钛混合粉末”);

B) 熔炼,先将铝锭放入熔炼炉中,加热至750℃并保持温度恒定,再向熔炼炉加入铝硅中间合金和镁块,待铝硅中间合金和镁块熔化后,将熔炼炉温度升至900℃,而后加入由步骤A)得到的纳米铝-碳化钛粉末,搅拌2min,接着将温度降至800℃,加入精炼剂清渣除气并且对熔液取样分析并调整化学元素的质量%含量为:7.5%的硅、0.25%的镁和1%的纳米碳化钛,余量为铝,静置4min,扒渣,浇注成型,得到待后处理坯,本步骤中所述的铝硅中间合金为硅元素的重量占总重量的20%的Al20Si合金,硅元素的重量占总重量的20%;

C) 后处理,将由步骤B)得到的待后处理坯加入加热炉进行固溶处理,固溶处理的温度控制为540℃,固溶处理的时间控制为2h,固溶处理结束后进行水淬,水淬温度控制为160℃,水淬时间控制为8h,得到纳米碳化钛增强铝硅基复合材料。本实施例制备的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的物理性能为:T6热处理常温拉伸性能如下:屈服强度为215MPa,抗拉

强度为245MPa,延缓伸率为6%。

[0017] 实施例2:

A) 制备纳米铝-碳化钛粉末,将纳米碳化钛粉末与铝粉按重量比3.5:6投入行星式球磨机中,在球磨机400rpm下球磨12h,得到纳米铝-碳化钛粉末(也可称“纳米铝-碳化钛混合粉末”);

B) 熔炼,先将铝锭放入熔炼炉中,加热至775℃并保持温度恒定,再向熔炼炉加入铝硅中间合金和镁块,待铝硅中间合金和镁块熔化后,将熔炼炉温度升至850℃,而后加入由步骤A)得到的纳米铝-碳化钛粉末,搅拌2.5min,接着将温度降至770℃,加入精炼剂清渣除气并且对熔液取样分析并调整化学元素的质量%含量为:7%的硅、0.45%的镁和0.6%的纳米碳化钛,余量为铝,静置6min,扒渣,浇注成型,得到待后处理坯,本步骤中所述的铝硅中间合金为硅元素的重量占总重量的20%的Al20Si合金,硅元素的重量占总重量的20%;

C) 后处理,将由步骤B)得到的待后处理坯进行固溶处理,固溶处理的温度控制为520℃,固溶处理的时间控制为6h,固溶处理结束后进行水淬,水淬温度控制为170℃,水淬时间控制为6h,得到纳米碳化钛增强铝硅基复合材料。本实施例制备的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的物理性能为:T6热处理常温拉伸性能如下:屈服强度为235MPa,抗拉强度为280MPa,延缓伸率为8%。

[0018] 实施例3:

A) 制备纳米铝-碳化钛粉末,将纳米碳化钛粉末与铝粉按重量比3:8投入行星式球磨机中,在球磨机300rpm下球磨18h,得到纳米铝-碳化钛粉末(也可称“纳米铝-碳化钛混合粉末”);

B) 熔炼,先将铝锭放入熔炼炉中,加热至800℃并保持温度恒定,再向熔炼炉加入铝硅中间合金和镁块,待铝硅中间合金和镁块熔化后,将熔炼炉温度升至800℃,而后加入由步骤A)得到的纳米铝-碳化钛粉末,搅拌3min,接着将温度降至750℃,加入精炼剂清渣除气并且对熔液取样分析并调整化学元素的质量%含量为:6.5%的硅、0.35%的镁和0.2%的纳米碳化钛,余量为铝,静置6min,扒渣,浇注成型,得到待后处理坯,本步骤中所述的铝硅中间合金为硅元素的重量占总重量的20%的Al20Si合金,硅元素的重量占总重量的20%;

C) 后处理,将由步骤B)得到的待后处理坯进行固溶处理,固溶处理的温度控制为530℃,固溶处理的时间控制为4h,固溶处理结束后进行水淬,水淬温度控制为180℃,水淬时间控制为4h,得到纳米碳化钛增强铝硅基复合材料。本实施例制备的纳米碳化钛增强铝硅基复合材料的物理性能为:T6热处理常温拉伸性能如下:屈服强度为226MPa,抗拉强度为267MPa,延缓伸率为9%。

[0019] 综上所述,本发明提供的技术方案弥补了已有技术中的缺憾,顺利地完成了发明任务,如实地兑现了申请人在上面的技术效果栏中载述的技术效果。