



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103343307 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 09

(21) 申请号 201310275433. 3

(22) 申请日 2013. 07. 02

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 李胜勇 曾小勤 李德江 丁文江

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220

代理人 田嘉嘉

(51) Int. Cl.

C22F 1/06 (2006. 01)

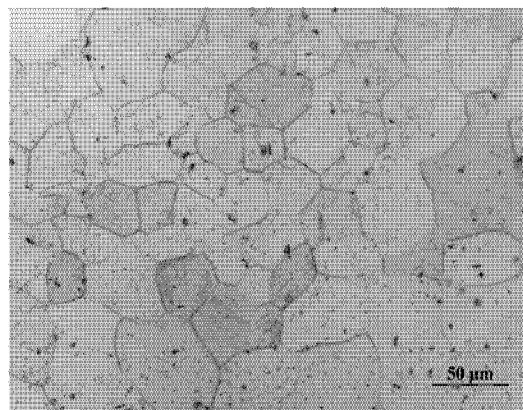
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种真空压铸稀土镁合金的热处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种真空压铸稀土镁合金的热处理方法, 首先将真空压铸得到 Mg-6Gd-3Y-0. 5Zr 合金放入到热处理炉中进行一级热处理, 一级热处理温度为 480℃ --510℃, 一级热处理时间为 2h--3h; 完成一级热处理之后, 取出试样空冷, 然后将试样放入热处理炉中进行二级热处理, 二级热处理温度为 180℃ --220℃, 二级热处理时间为 75h--85h, 完成二级热处理后, 取出试样水冷。采用本发明得到的 Mg-6Gd-3Y-0. 5Zr 热处理合金成分稳定, 组织中均匀地分布着 $Mg_{24}(Gd, Y)_5$ 稀土相, 并且晶粒没有明显长大, 合金的性能得到明显的改善, 而且方法简单, 安全可靠, 操作方便。



1. 一种真空压铸稀土镁合金的热处理方法,包括如下步骤:
 - (1) 真空压铸得到 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金;
 - (2) 将所得 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金放入到热处理炉中进行一级热处理,一级热处理温度为 480℃~510℃,一级热处理时间为 2h~3h;
 - (3) 完成一级热处理之后,取出试样空冷;
 - (4) 将试样放入热处理炉中进行二级热处理,二级热处理温度为 180℃~220℃,二级热处理时间为 75h~85h;
 - (5) 完成二级热处理后,取出试样水冷。
2. 如权利要求 1 所述的真空压铸稀土镁合金的热处理方法,其中步骤(2)中,所述一级热处理温度为 490℃~510℃,一级热处理时间为 2h~3h。
3. 如权利要求 2 所述的真空压铸稀土镁合金的热处理方法,其中步骤(2)中,所述一级热处理温度为 500℃~510℃,一级热处理时间为 2h~2.5h。
4. 如权利要求 3 所述的真空压铸稀土镁合金的热处理方法,其中步骤(2)中,所述一级热处理温度为 505℃,一级热处理时间为 2.5h。
5. 如权利要求 1 所述的真空压铸稀土镁合金的热处理方法,其中步骤(4)中,所述二级热处理温度为 180℃~210℃,二级热处理时间为 75h~85h。
6. 如权利要求 5 所述的真空压铸稀土镁合金的热处理方法,其中步骤(4)中,所述二级热处理温度为 190℃~200℃,二级热处理时间为 80h~85h。
7. 如权利要求 6 所述的真空压铸稀土镁合金的热处理方法,其中步骤(4)中,所述二级热处理温度为 195℃,二级热处理时间为 80h。

一种真空压铸稀土镁合金的热处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料及冶金领域,尤其涉及一种优化真空压铸稀土镁合金力学性能的热处理方法。

背景技术

[0002] 镁合金是最轻的金属结构材料,其密度为 $1.75 \sim 1.90\text{Kg}/\text{cm}^3$;其比强度高于铝合金和钢,略低于比强度最高的纤维增强塑料,其机加工性能优良,易加工且加工成本低,加工能量仅为铝合金的 70%;其耐腐蚀性比低碳钢好得多,已超过压铸铝合金 A380;其减振性、电磁屏蔽性远优于铝合金。但是稀土镁合金通过压铸后的性能不是很好,需要通过热处理的方法对其综合力学性能进行优化。

[0003] Mg-Gd-Y 系铸造镁合金的热处理一般包括固溶处理和时效处理两个工序。其中,固溶处理有利于消除合金组织中的偏析问题,使非平衡相溶解于基体中,从而消除铸件内存在的区域偏析、晶内偏析,使得合金的成分均匀化,进而提高合金的性能。固溶处理中,主要是控制好固溶温度和保温时间两个参数,温度过高、保温时间过长会使得金相组织长大、粗化,对组织均匀化不利,从而影响材料的性能,固溶温度过高还可能引起“过烧”;时效处理是使经固溶处理后的镁合金在较低的温度下经过一段时间后,从过饱和的固溶体中重新析出第二相,从而使强度提高的方法。

[0004] 因为 Mg-6Gd-3Y 合金主要是由 α -Mg 相和 $\text{Mg}_{24}(\text{Gd}, \text{Y})_5$ 相组成,经过固溶处理后, $\text{Mg}_{24}(\text{Gd}, \text{Y})_5$ 相基本固溶到基体中,所以通过固溶得到的组织是一种不稳定的组织。因此,通过固溶处理之后再对合金进行时效处理,可以将组织中过饱和的 Gd 和 Y 从 α -Mg 中析出,重新得到 $\text{Mg}_{24}(\text{Gd}, \text{Y})_5$ 相,但此时 $\text{Mg}_{24}(\text{Gd}, \text{Y})_5$ 相的形貌、尺寸及分布与铸态相比都有明显区别。对重力铸造的稀土镁合金进行的固溶温度一般为 $510^\circ\text{C} \sim 530^\circ\text{C}$,保温 6 ~ 24h;时效温度为 $220 \sim 250^\circ\text{C}$,保温 16 ~ 60h,但由于真空压铸的晶粒细小,气孔减少,可以进行较高温度的热处理。重力铸造的热处理工艺均会使得真空压铸 Mg-6Gd-3Y 合金晶粒过度长大,在时效阶段不能使 $\text{Mg}_{24}(\text{Gd}, \text{Y})_5$ 相均匀析出。本发明所研究的热处理方法,针对压铸稀土镁合金的特点,使得铸态合金在经过热处理后,综合力学性能都有明显的提高。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种稀土镁合金热处理的方法,采用本发明得到的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 热处理合金成分稳定,组织中均匀地分布着 $\text{Mg}_{24}(\text{Gd}, \text{Y})_5$ 稀土相,并且晶粒没有明显长大,合金的性能得到明显改善。

[0006] 本发明提供一种稀土镁合金的热处理方法,技术方案包括如下步骤:

[0007] (1) 真空压铸得到 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金;

[0008] (2) 将所得 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金放入到热处理炉中进行一级热处理,一级热处理温度为 $480^\circ\text{C} \sim 510^\circ\text{C}$,一级热处理时间为 2h ~ 6h;

[0009] (3) 完成一级热处理之后,取出试样空冷;

[0010] (4) 将试样放入热处理炉中进行二级热处理,二级热处理温度为 180℃~220℃,二级热处理时间为 75h~85h;

[0011] (5) 完成二级热处理后,取出试样水冷。

[0012] 优选地,步骤(2)中,所述一级热处理温度为 490℃~510℃,一级热处理时间为 2h~4h。

[0013] 更优选地,步骤(2)中,所述一级热处理温度为 500℃~510℃,一级热处理时间为 2h~3h。

[0014] 最优选地,步骤(2)中,所述一级热处理温度为 500℃,一级热处理时间为 2h。

[0015] 优选地,步骤(4)中,所述二级热处理温度为 180℃~210℃,二级热处理时间为 75h~85h。

[0016] 更优选地,步骤(4)中,所述二级热处理温度为 190℃~200℃,二级热处理时间为 80h~85h。

[0017] 最优选地,步骤(4)中,所述二级热处理温度为 200℃,二级热处理时间为 80h。

[0018] 经过发明人一系列的试验,本发明最终确定了 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金热处理工艺的具体参数,优化了一、二级热处理的温度和时间。采用本发明工艺对 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金进行热处理,合金成分稳定,组织中均匀地分布着 $Mg_{24}(Gd, Y)_5$ 稀土相,并且晶粒没有明显长大,合金的性能得到明显的改善,而且方法简单,安全可靠,操作方便。

附图说明

[0019] 图 1 为本发明提出的热处理方法中温度-时间示意图。

[0020] 图 2 为本发明实施例 6 制备的试样与原始态的试样拉伸曲线对比。

[0021] 图 3 为本发明实施例 6 制备的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 金相组织。

[0022] 图 4 为本发明实施例 6 制备的试样的断口 SEM 图片。

具体实施方式

[0023] 实施例 1:本实施例为对比实施例,首先将真空压铸得到的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金放入到热处理炉中进行一级热处理,一级热处理温度为 530℃,一级热处理时间为 2h,完成一级热处理之后,取出试样空冷;然后将试样在此放入热处理炉中进行二级热处理,二级热处理温度为 225℃,二级热处理时间为 90h,完成二级热处理后,取出试样水冷。所得合金,屈服强度为 168.4MPa,抗拉强度为 254.3MPa,延伸率为 4.15%。

[0024] 实施例 2:首先将真空压铸得到的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金放入到热处理炉中进行一级热处理,一级热处理温度为 480℃,一级热处理时间为 6h,完成一级热处理之后,取出试样空冷;然后将试样在此放入热处理炉中进行二级热处理,二级热处理温度为 180℃,二级热处理时间为 85h,完成二级热处理后,取出试样水冷。所得合金,屈服强度为 172.3MPa,抗拉强度为 260.4MPa,延伸率为 5.3%。

[0025] 实施例 3:首先将真空压铸得到的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金放入到热处理炉中进行一级热处理,一级热处理温度为 510℃,一级热处理时间为 2h,完成一级热处理之后,取出试样空冷;然后将试样在此放入热处理炉中进行二级热处理,二级热处理温度为 220℃,二级热处理时间为 75h,完成二级热处理后,取出试样水冷。所得合金,屈服强度为

175.2MPa,抗拉强度为 255.6MPa,延伸率为 4.1%。

[0026] 实施实例 4:首先将真空压铸得到的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金放入到热处理炉中进行一级热处理,一级热处理温度为 490℃,一级热处理时间为 4h,完成一级热处理之后,取出试样空冷;然后将试样在此放入热处理炉中进行二级热处理,二级热处理温度为 210℃,二级热处理时间为 80h,完成二级热处理后,取出试样水冷。所得合金,屈服强度为 181.4MPa,抗拉强度为 276.5MPa,延伸率为 7.5%。

[0027] 实施实例 5:首先将真空压铸得到的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金放入到热处理炉中进行一级热处理,一级热处理温度为 510℃,一级热处理时间为 2h,完成一级热处理之后,取出试样空冷;然后将试样在此放入热处理炉中进行二级热处理,二级热处理温度为 190℃,二级热处理时间为 85h,完成二级热处理后,取出试样水冷。所得合金,屈服强度为 185.9MPa,抗拉强度为 299.8MPa,延伸率为 9.8%。

[0028] 实施实例 6:首先将真空压铸得到的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金放入到热处理炉中进行一级热处理,一级热处理温度为 500℃,一级热处理时间为 2h,完成一级热处理之后,取出试样空冷;然后将试样在此放入热处理炉中进行二级热处理,二级热处理温度为 200℃,二级热处理时间为 80h,完成二级热处理后,取出试样水冷。所得合金,屈服强度为 198.55MPa,抗拉强度为 323.90MPa,延伸率为 11.36%。

[0029] 在实施例 1 条件下得到的合金试样晶粒明显长大,且硬度下降。在实施实例 6 条件下获得的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金(图 3)同实施实例 1 条件下获得的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金相比,实施实例 1 条件下获得的合金的金相图中所析出的 $Mg_{24}(Gd, Y)_5$ 稀土相尺寸较大,分布于晶界处,且晶粒有明显的长大。由图 3 可以看出,合金晶粒没有明显的长大,且晶粒尺寸均匀,稀土相均匀的分布于晶界处,这些稀土相是高熔点相,在合金变形过程中,有效地阻碍位错移动,起到钉扎位错的作用,从而有效提高合金的强度,同时,晶粒明显的长大,且尺寸大小均匀,合金的塑性也没有明显的降低,从而得到良好的综合力学性能。

[0030] 综上所述,采用本发明得到的 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金经热处理后合金的成分稳定,合金中均匀地分布着稀土相,有利于提高合金的强度,合金的晶粒没有明显长大,且晶粒大小均匀,热处理之后,屈服强度达到 198.55MPa,抗拉强度达到 323.90MPa,延伸率达到 11.36%,与原始态相比,分别提高了 23.32%,50.65%和 42%。优化了合金的力学性能,而且方法简单、安全可靠、操作方便。

[0031] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

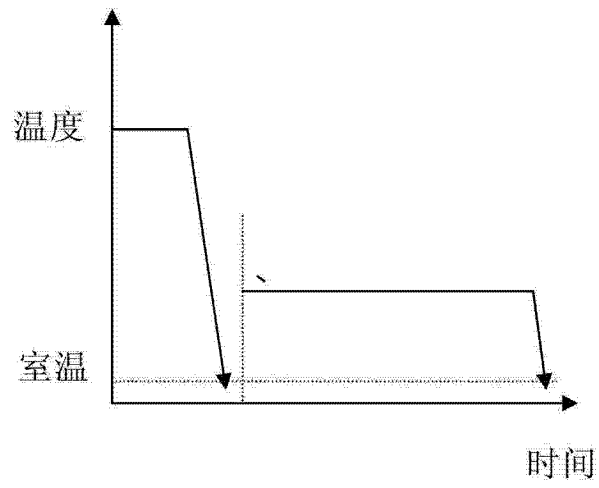


图 1

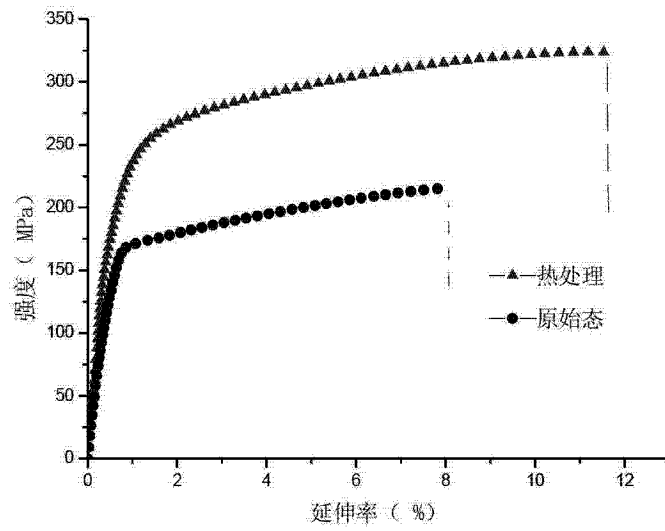


图 2

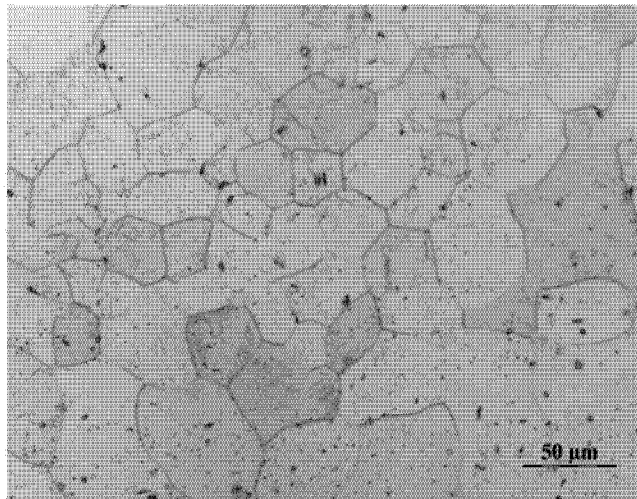


图 3

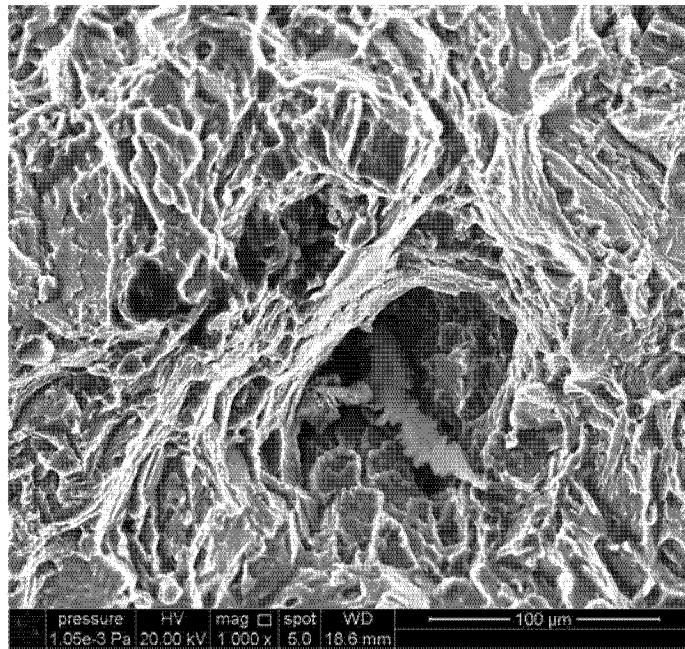


图 4