



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103695821 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 02

(21) 申请号 201410003462. 9

(22) 申请日 2014. 01. 06

(71) 申请人 山东建筑大学

地址 250101 山东省济南市临港开发区凤鸣
路山东建筑大学

(72) 发明人 王桂青 刘燕 任国成

(51) Int. Cl.

C22F 1/04 (2006. 01)

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种铸造铝硅镁合金的热处理工艺

(57) 摘要

一种铸造铝硅镁合金的热处理工艺,具体步骤是,ZL101A 合金液经精炼、除气和变质处理后浇注成铸件,将铸件放入固溶保温炉中,升温至 $545\pm 5^{\circ}\text{C}$ 保温 2-4h,取出铸件后立即放入常温水池中淬火,淬火铸件常温放置时间不超过 4h,然后将淬火铸件放入时效炉中加热至 $100\pm 5^{\circ}\text{C}$ 保温 3~5h,再次升温至 $210\pm 5^{\circ}\text{C}$ 保温 1~2h,然后取出铸件空冷至室温,拉伸强度 $\geq 319\text{MPa}$,延伸率 11~15%,且最终的时效温度为 210°C ,高于铸件最终表面处理温度,所以表面处理过程不会对铸件的组织 and 性能产生影响。

1. 一种铸造铝硅镁合金的热处理工艺,将经精炼、除气和变质处理后的 ZL101A 合金液浇注到铸模后,进行固溶时效强化热处理,其特征在于:

A:从固溶淬火处理完毕到人工时效之间的时间间隔不多于 4h;

B:人工时效采用分阶段时效工艺,先在 10045℃保温时效 3-5h,再升温至 21045℃保温时效 1-2h,出炉后空冷。

一种铸造铝硅镁合金的热处理工艺

技术领域

本发明涉及一种铝合金的热处理工艺,尤其涉及高强韧铸造铝合金的热处理工艺。

背景技术

[0001] 铸造铝硅镁合金 ZL101 铸造性能较好,综合力学性能优良,热处理强化后可达到较高的抗拉强度和屈服强度,还能保持一定的塑性。改进型的 ZL101A 合金强度和塑性得到进一步提高,用于制造承受较大动载荷的零件,例如汽车发动机缸体,轮毂等。

[0002] 对于 ZL101A 合金铸件,固溶时效处理是提高其强度性能的重要手段,固溶处理即是将铸件加热到较高温度保温一段时间后立即进行淬火处理,目的是使合金组织中的 Mg_2Si 相溶解,使合金元素 Mg 过饱和固溶于铝基体内。人工时效是将经过固溶处理后的铸件加热到一定温度保温一段时间后出炉空冷,目的是使过饱和固溶于铝基体内的合金元素 Mg 呈弥散化沉淀析出,强化铝基体。

[0003] 对于 ZL101A 合金,人工时效中沉淀相的脱溶序列为:GP 区 \rightarrow 过渡相 β'' \rightarrow 过渡相 β' \rightarrow 平衡相 β 。其中 GP 区沿基体的惯习面析出,弥散度大,没有独立的晶格结构,与基体共格,对基体造成的晶格畸变较小,因而对基体的强化效应较小;过渡相 β'' 与基体共格,弥散度亦较大,具有独立的晶格结构,尺寸也大于 GP 区,对基体造成的晶格畸变大,因而对基体的强化效应最大;过渡相 β' 沿基体的缺陷或位错处形核,弥散度较小,与基体半共格,造成基体晶格畸变小,因而对基体的强化效应小于 β'' 相;平衡相 β 易在晶界处形核析出,对基体的强化效应很小。

[0004] 时效过程中析出的沉淀相与时效温度有关,实际保温时效获得的时效析出沉淀相往往是以一种为主,两种或几种的混合。在 $100^{\circ}C$ 左右保温时效时,主要析出相为 GP 区;在 $150 \sim 180^{\circ}C$ 左右保温时效时,主要时效析出相为 β'' 相;在 $200^{\circ}C$ 左右保温时效时,主要时效析出相为 β' ;在 $250^{\circ}C$ 以上保温时效时,直接析出平衡相 β 。

[0005] 对于 ZL101A,传统的 T6 处理工艺为: $535^{\circ}C$ $45^{\circ}C$ 固溶保温 $2 \sim 6h$,于 $60 \sim 100^{\circ}C$ 水中淬火,然后在 $150 \sim 170^{\circ}C$ 左右进行人工时效 $5 \sim 15h$ 。传统的 T6 处理工艺,其主要时效强化相是 β'' 相,如图 1 所示, β'' 相与基体共格,类似于孪晶结构,使基体晶格有效滑移系减少,且造成的基体晶格畸变大,残余应力大,基体存在显微裂纹的倾向大,因而合金韧性低。对于汽车轮毂等需要高强高韧性的铸件,为保持较高的韧性,不得缩短人工时效保温时间,以牺牲强度性能来获取高的韧性。

[0006] 对需要进行表面处理如涂装、烤漆或电镀的铸件,表面处理是铸件的最后一道工序,表面处理温度一般在 $200^{\circ}C$ 左右,高于前面的时效处理温度,使铸件的组织性能发生变化,一般表现为继续时效强化,强度升高,韧性降低,影响铸件的最终使用性能。如果将铸件直接在 $200^{\circ}C$ 左右进行人工时效,达不到预期的时效强化效果。

发明内容

[0007] 为解决上述问题,本发明提供一种铸造铝硅镁合金的热处理工艺,主要针对高强

高韧的 ZL101A 合金,使合金热处理后得到很好强化的同时,具有高的韧性,同时铸件组织和性能在最终表面处理过程中保持稳定。

[0008] 本发明为解决其技术问题所提供的技术方案是:一种铸造铝硅镁合金 ZL101A 的热处理工艺,包括固溶淬火处理和人工时效,将经精炼、除气和 Sr 变质处理后的 ZL101A 合金液浇注成铸件后,先在固溶保温炉中进行固溶处理,固溶处理工艺是 $545 \pm 5^\circ\text{C}$ 固溶保温 2 ~ 4h,然后将固溶处理试样拿出后立即于室温水中的淬火,后放入时效炉中进行人工时效,从淬火到人工时效的时间间隔不多于 4h,人工时效采用分阶段时效工艺,即先加热至 $100 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温时效 3 ~ 5h,再升温至 $210 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温时效 1 ~ 2h,然后取出铸件空冷至室温。

[0009] 本发明采用分阶段保温时效,通过 $100 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温时效 3-5h 获得高弥散分布的 GP 区,然后升温到 $210 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温时效 1 ~ 2h,小尺度的 GP 区溶解,大尺度的 GP 区可以作为 β' 相形核核心,从而获得高弥散分布的 β' 过渡相,如图 2 所示。

[0010] 本发明的有益效果是:

(1) 采用分阶段保温时效,得到与基体半共格高弥散分布的 β' 相,高弥散分布的 β' 相对基体的强化效应大,与基体半共格,造成的基体晶格畸变小,应力小,存在显微裂纹的倾向小,因而合金在得到很好强化的同时,仍能保持较高的韧性。

(2) 采用分阶段保温时效,最终的时效温度为 210°C ,高于铸件最终表面处理温度,所以表面处理过程不会对铸件的组织 and 性能产生影响。

附图说明

[0011] 图 1 为背景 T6 热处理工艺后的透射电子显微组织图

[0012] 图 2 为本发明热处理工艺后的透射电子显微组织图

具体实施方式

[0013] 实施实例 1:经精炼除气和 Sr 变质处理后的 ZL101A 合金液浇注成金属型标准试棒,背景 T6 热处理工艺是: 545°C 固溶保温 2h,将固溶处理试样拿出后立即于 $60 \sim 100^\circ\text{C}$ 水中淬火,然后在 $160^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ 进行人工时效 5h,从固溶淬火处理到人工时效之间的时间间隔为 24h;本发明热处理工艺是: $545 \pm 5^\circ\text{C}$ 固溶保温 2h,将固溶处理试样拿出后立即于室温水中的淬火,然后放入时效炉中进行人工时效,从淬火到人工时效的时间间隔为 4h,人工时效工艺是在 $100 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温 3h,然后升温至 $210 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温 2h,取出铸件空冷,热处理后的力学性能对比如表 1 所示。

[0014] 实施实例 2: $545 \pm 5^\circ\text{C}$ 固溶保温 2h,将固溶处理试样拿出后立即于室温水中的淬火,然后放入时效炉中进行人工时效,从淬火到人工时效的时间间隔为 2h,人工时效工艺是先在 $100 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温 4h,然后升温至 $210 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温 1.5h,取出铸件空冷,热处理后的力学性能如表 1 所示。

[0015] 实施实例 3: $545 \pm 5^\circ\text{C}$ 固溶保温 2h,将固溶处理试样拿出后立即于室温水中的淬火,然后立即放入时效炉中进行人工时效,从淬火到人工时效的时间间隔为 0h,人工时效工艺是先在 $100 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温 5h,然后升温至 $210 \pm 5^\circ\text{C}$ 保温 1h,取出铸件空冷,热处理后的力学性能如表 1 所示。

表 1:不同热处理工艺强化后的性能对比表

	背景 T6 热处理工艺		本发明热处理工艺	
	拉伸强度 σ_b (MPa)	延伸率 δ (%)	拉伸强度 σ_b (MPa)	延伸率 δ (%)
实施实例 1	310	8	319	15
实施实例 2			323	13
实施实例 3			335	12



图 1



图 2