



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111560574 A

(43)申请公布日 2020.08.21

(21)申请号 202010500850.3

(22)申请日 2020.06.04

(71)申请人 福建祥鑫股份有限公司

地址 350119 福建省福州市闽侯县青口镇
东台村桐洋217号

(72)发明人 黄铁明 冯永平 张建雷 池海涛
戴应鑫

(74)专利代理机构 福州盈创知识产权代理事务
所(普通合伙) 35226

代理人 李明通

(51)Int.Cl.

G22F 1/047(2006.01)

G22C 21/08(2006.01)

G22C 1/03(2006.01)

G22C 1/06(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页

(54)发明名称

一种高导热铝合金的热处理工艺

(57)摘要

本发明属于铝合金材料领域,公开了一种高导热铝合金的热处理工艺,(1)淬火:铝合金型材制品挤出出口后,立即开动全部淬火风机进行冷却;型材出口温度控制在 $595 \pm 5^\circ\text{C}$;(2)人工时效:将淬火后的铝合金型材在时效炉内加热至 190°C - 200°C ,然后保温2小时;(3)检验:截取部分型材,通过导热仪对经过上述人工时效的铝合金型材进行检验;(4)二次时效:对热导率小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 进行二次时效,二次时效的温度为 295°C - 300°C ,保温1小时;(5)对二次时效热导率仍小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的产品加热至 320°C - 330°C ,保温0.5小时,冷却至室温;(6)双级时效:一级时效温度为 200 - 220°C ,时间为1-2h;二级时效温度为 160°C ,时效时间为5-7h。

1. 一种高导热铝合金的热处理工艺,其特征在于,(1) 淬火:铝合金型材制品挤出出口后,立即开动全部淬火风机进行冷却;型材出口温度控制在 $595\pm 5^{\circ}\text{C}$;(2) 人工时效:将淬火后的铝合金型材在时效炉内加热至 190°C - 200°C ,然后保温2小时;(3) 检验:截取部分型材,通过导热仪对经过上述人工时效的铝合金型材进行检验;(4) 二次时效:对热导率小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 进行二次时效,二次时效的温度为 295°C - 300°C ,保温1小时;(5) 对二次时效热导率仍小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的产品加热至 320°C - 330°C ,保温0.5小时,冷却至室温;(6) 双级时效:一级时效温度为 200 - 220°C ,时间为1-2h;二级时效温度为 160°C ,时效时间为5-7h。

2. 根据权利要求1所述的高导热铝合金的热处理工艺,其特征在于,所述高导热铝合金包括以下成分:0.5-0.7%Mg、0.15-0.25%Si、0.07-0.09%Cu、0.12-0.16%Zn、0.10-0.14%Fe、0.10-0.14%Ti、0.10-0.14%其他合金元素,余量为Al。

3. 根据权利要求2所述的高导热铝合金的热处理工艺,其特征在于,所述的其他合金元素包括Mn、B、Ni、V、Cr、Zr、稀土元素的组合,比例为0.15:0.075:0.3:1.1:0.3:0.5:0.2。

4. 根据权利要求3所述的高导热铝合金的热处理工艺,其特征在于,所述稀土元素包括:Gd、La、Eu中一种。

5. 根据权利要求1所述的高导热铝合金的热处理工艺,其特征在于,步骤5中的冷却方式为水雾冷却至 100°C 以下,水温为 15 - 25°C 。

6. 根据权利要求2所述的高导热铝合金的热处理工艺,其特征在于,铝合金型材的制备工艺包括以下步骤:(1) 将Cu、Ti、Si、Zn、Fe铸造成对应的中间合金,然后将中间合金、纯镁锭按照块重及尺寸从大到小依次加入到熔炼炉中,然后将炉气温度升温至中间合金及镁锭全部熔化后,再将炉气温度提升 10 - 20°C 后依次加入纯锌锭,保温至完全熔化后得到合金溶液,将合金溶液的温度降低至 720 - 740°C ,加入覆盖精炼熔剂,覆盖精炼熔剂按质量百分数计包括:28-32%NaCl,45-49%KCl,21-23%冰晶石,在熔体镜面上形成保护层后,分批加入其他合金元素后进行精炼,依次进行静置、扒渣和铸造,得到铸锭;(2) 均匀化处理:将铸锭进行均匀化处理,得到均匀化后的铸锭;(3) 热挤压:对均匀化后的铸锭进行热挤压,得到铝合金型材。

7. 根据权利要求6所述的高导热铝合金的热处理工艺,其特征在于,所述静置、扒渣和铸造的工艺包括:静置炉铝水温度达到 $730\pm 5^{\circ}\text{C}$,铸造,铸造开始前铸盘预热充分,铸造时过滤箱出口温度要保证在 680 - 720°C ,采用热顶铸造,铸造稳定后,铸盘冷端要保证盘尾熔体温度达到 670 - 690°C ,铸造前需要在除气箱加入5根加入Al-5Ti-1B细化剂,细化剂Al-5Ti-1B加入量 $2.0\text{Kg}/\text{吨}$,过滤箱加入5根一米长的铝钛硼丝。

一种高导热铝合金的热处理工艺

技术领域

[0001] 本发明属于铝合金材料领域,具体涉及一种高导热铝合金的热处理工艺。

背景技术

[0002] 6xxx系铝合金是应用最广、产量最大的铝合金,现有6xxx系铝合金已被应用于航空航天、武器装备、交通运输、电力等重要行业。然而随着应用范围的扩大,6xxx系铝合金的强韧性、焊接性以及耐腐蚀性受到了严峻的挑战。

[0003] 中国专利申请文献CN110066932A公开了一种中强耐腐蚀6xxx系铝合金及其铸造方法,该发明是要解决现有6XXX系铝合金合金强度和硬度较低,当采用其他元素改性时又会降低韧性、耐腐蚀性以及焊接性能的问题。在该发明中,铝合金按质量百分比由0.8-1.6%Mg、1.2-1.8%Si、0.4-1.2%Mn、0.1-0.7%Cu、0.3-0.8%Zn、0.1-0.5%Fe、0.1-0.5%Cr、0.01-0.06%稀土元素,余量为Al和其他不可避免的杂质元素组成。但是其导热性不能满足某些特种领域的要求,需要一种可改善铝合金的导热性,同时使其满足力学性能要求的铝合金热处理工艺。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种高导热铝合金的热处理工艺,提高导热性能,同时改善良品率,所得高导热铝合金热导率大于 $240\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,进一步地,大于 $245\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,更进一步地,大于 $255\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

[0005] 为了解决以上技术问题,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种高导热铝合金的热处理工艺,(1)淬火:铝合金型材制品挤出出口后,开动淬火风机进行冷却;型材出口温度控制在 $595\pm 5^\circ\text{C}$;(2)人工时效:将淬火后的铝合金型材在时效炉内加热至 190°C - 200°C ,然后保温1.5-2.5小时;(3)检验:截取部分型材,通过导热仪对经过上述人工时效的铝合金型材进行检验;(4)二次时效:对热导率小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 进行二次时效,二次时效的温度为 295°C - 300°C ,保温0.5-1.5小时;(5)对二次时效热导率仍小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的产品加热至 320°C - 330°C ,保温0.4-0.6小时,冷却至室温;(6)双级时效;一级时效温度为 200 - 220°C ,时间为1-2h;二级时效温度为 155 - 165°C ,时效时间为5-7h。

[0007] 进一步地,所述高导热铝合金包括以下成分:0.5-0.7%Mg、0.15-0.25%Si、0.07-0.09%Cu、0.12-0.16%Zn、0.10-0.14%Fe、0.10-0.14%Ti、0.10-0.14%其他合金元素,余量为Al;优选地,包括:0.6%Mg、0.2%Si、0.08%Cu、0.14%Zn、0.12%Fe、0.12%Ti、0.12%其他合金元素,余量为Al。

[0008] 进一步地,所述的其他合金元素包括Mn、B、Ni、V、Cr、Zr、稀土元素,比例为0.15:0.075:0.3:1.1:0.3:0.5:0.2。

[0009] 进一步地,所述稀土元素包括Gd、La、Eu中的一种或多种。

[0010] 步骤5中的冷却方式为水雾冷却至 100°C 以下,水温为 15 - 25°C 。

[0011] 进一步地,铝合金型材的制备工艺包括以下步骤:(1)将Cu、Ti、Si、Zn、Fe铸造成对

应的中间合金,然后将中间合金、纯镁锭依次加入到熔炼炉中,然后将炉气温度升温至中间合金及镁锭全部熔化后,再将炉气温度提升10-20℃后依次加入纯锌锭,保温至完全熔化后得到合金溶液,将合金溶液的温度降低至720-740℃,加入覆盖精炼熔剂,覆盖精炼熔剂按质量百分数计包括:28-32%NaCl,45-49%KCl,21-23%冰晶石,优选地包括:30%NaCl,47%KCl,23%冰晶石,在熔体镜面上形成保护层后,分批加入其他合金元素后进行精炼,依次进行静置、扒渣和铸造,得到铸锭;(2)均匀化处理:将铸锭进行均匀化处理,得到均匀化后的铸锭;(3)热挤压:对均匀化后的铸锭进行热挤压,得到铝合金型材。

[0012] 进一步地,所述静置、扒渣和铸造的工艺包括:静置炉铝水温度达到 $730\pm 5^{\circ}\text{C}$,铸造,铸造开始前铸盘预热充分,铸造时过滤箱出口温度要保证在 $680-720^{\circ}\text{C}$,采用热顶铸造,铸造稳定后,铸盘冷端要保证盘尾熔体温度达到 $670-690^{\circ}\text{C}$,铸造前需要在除气箱加入Al-5Ti-1B细化剂,细化剂Al-5Ti-1B加入量为1.8-2.2Kg/吨,过滤箱加入铝钛硼丝。

[0013] 本发明具有以下有益效果:

[0014] 通过添加稀土元素有三方面作用,第一、稀土元素具有强烈的细化晶粒作用,增加合金延展性和耐腐蚀性;第二、稀土元素与合金中多余的Si、Cu以及未充分沉淀的Mg元素形成细小弥散分布的强化相,进一步改善合金强度;第三、稀土元素能够在焊接过程中形成细小的难熔质点,改善焊接性能。

[0015] 本发明中为了提高铝合金的导热性能,对配方进行了整体调整,在提高导热性能的同时,保证了力学性能不会大幅下降。

[0016] 本发明中的Mn、B、Ni、V、Cr、Zr、稀土元素,能够实现最佳的技术效果。本发明的Mn、B、Ni、V、Cr、Zr的比例经过优选后,能够在满足高强度的同时,满足高导热性能的效果。

[0017] 本发明中的精炼过程中加入了覆盖精炼熔剂推荐的组成为按质量百分数计:30%NaCl,47%KCl,23%冰晶石,在该比例下,能够实现最佳的精炼效果,同时能够实现高导热性。除气箱加入Al-5Ti-1B细化剂,细化剂Al-5Ti-1B加入量2.0Kg/吨,过滤箱加入铝钛硼丝,能够有效除气和去除杂质。

[0018] 本发明在特定的配方基础上,通过设计了一种与之相匹配的热处理工艺,通过对导热性能的检测,并及时进行补热和热处理,能够有效的提高导热性能,同时改善良品率。

具体实施方式

[0019] 为便于更好地理解本发明,通过以下实例加以说明,这些实例属于本发明的保护范围,但不限制本发明的保护范围。

[0020] 一种高导热铝合金的热处理工艺,(1)淬火:铝合金型材制品挤出出口后,立即开动全部淬火风机进行冷却;型材出口温度控制在 $595\pm 5^{\circ}\text{C}$;(2)人工时效:将淬火后的铝合金型材在时效炉内加热至 $190^{\circ}\text{C}-200^{\circ}\text{C}$,然后保温2小时;(3)检验:截取部分型材,通过导热仪对经过上述人工时效的铝合金型材进行检验;(4)二次时效:对热导率小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 进行二次时效,二次时效的温度为 $295^{\circ}\text{C}-300^{\circ}\text{C}$,保温1小时;(5)对二次时效热导率仍小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的产品加热至 $320^{\circ}\text{C}-330^{\circ}\text{C}$,保温0.5小时,水雾冷却至 100°C 以下,水温为 25°C ,冷却至室温;(6)双级时效;一级时效温度为 $200-220^{\circ}\text{C}$,时间为1-2h;二级时效温度为 160°C ,时效时间为5-7h。

[0021] 所述高导热铝合金包括以下成分:0.6%Mg、0.2%Si、0.08%Cu、0.14%Zn、0.12%

Fe、0.12%Ti、0.12%其他合金元素,余量为Al。所述的其他合金元素包括Mn、B、Ni、V、Cr、Zr、稀土元素的组合,比例为0.15:0.075:0.3:1.1:0.3:0.5:0.2。所述稀土元素为Gd。

[0022] 铝合金型材的制备工艺包括以下步骤:(1)将Cu,Ti,Si,Zn,Fe铸造成对应的中间合金,然后将中间合金、纯镁锭按照块重及尺寸从大到小依次加入到熔炼炉中,然后将炉气温度提升15℃保温至中间合金及镁锭全部熔化后,再将炉气温度提升15℃后依次加入纯锌锭,保温至完全熔化后得到合金溶液,将合金溶液的温度降低至730℃,加入覆盖精炼熔剂,覆盖精炼熔剂推荐的组成为按质量百分数计:30%NaCl,47%KCl,23%冰晶石,在熔体镜面上形成保护层后,分批加入其他合金元素后进行精炼,精炼20min,依次进行静置、扒渣和铸造,得到铸锭;(2)均匀化处理:将铸锭进行均匀化处理,得到均匀化后的铸锭;(3)热挤压:对均匀化后的铸锭进行热挤压,得到铝合金型材。

[0023] 所述静置、扒渣和铸造的工艺包括:静置炉铝水温度达到 $730\pm 5^{\circ}\text{C}$,可以铸造,铸造开始前铸盘一定要预热充分,铸造时过滤箱出口温度要保证在 700°C 左右,采用热顶铸造,铸造稳定后,铸盘冷端要保证盘尾熔体温度达到 680°C ,铸造前需要在除气箱加入5根加入Al-5Ti-1B细化剂,细化剂Al-5Ti-1B加入量2.0Kg/吨,过滤箱加入5根一米长的铝钛硼丝。

[0024] 实施例1

[0025] 一种高导热铝合金,(1)淬火:铝合金型材制品挤出出口后,立即开动全部淬火风机进行冷却;型材出口温度控制在 $595\pm 5^{\circ}\text{C}$;(2)人工时效:将淬火后的铝合金型材在时效炉内加热至 195°C ,然后保温2小时;(3)检验:截取部分型材,通过导热仪对经过上述人工时效的铝合金型材进行检验;(4)二次时效:对热导率小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 进行二次时效,二次时效的温度为 297.5°C ,保温1小时;(5)对二次时效热导率仍小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的产品加热至 325°C ,保温0.5小时,水雾冷却至 100°C 以下,水温为 25°C ,冷却至室温;(6)双级时效;一级时效温度为 210°C ,时间为1.5h;二级时效温度为 160°C ,时效时间为6h。

[0026] 对比例1

[0027] 与实施例1的基本相同,唯有不同的是不加入Mn、B、Ni、V、Cr、Zr。

[0028] 对比例2

[0029] 与实施例1的基本相同,唯有不同的是不加入Mn、Ni。

[0030] 对比例3

[0031] 与实施例1的基本相同,唯有不同的是不加入B、V。

[0032] 对比例4

[0033] 与实施例1的基本相同,唯有不同的是不添加精炼剂:30%NaCl,47%KCl,23%冰晶石。

[0034] 对比例5

[0035] 与实施例1的基本相同,唯有不同的是不添加冰晶石。

[0036] 对比例6

[0037] 与实施例1的基本相同,唯有不同的是精炼剂:60%NaCl,27%KCl,13%冰晶石。

[0038] 对比例7

[0039] 根据“一种中强耐腐蚀可焊6xxx系铝合金及其铸造方法(公开号:CN110066932A)”公开的实施例1的方法铸造。

[0040] 对比例8

[0041] 与实施例1的基本相同,不进行步骤3和4,即不进行检测和在处理。

[0042] 对比例9

[0043] 与实施例1的基本相同,除了二次时效中,对热导率小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 进行二次时效,二次时效的温度为 165°C ,保温10小时;(5)对二次时效热导率仍小于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的产品加热至 275°C ,保温4分钟。

[0044] 对实施例1和对比例1-9制得的合金单丝,合金单丝的直径为 0.2mm ,进行测定屈服强度和拉伸强度,测定结果如下表所示。将对实施例1和对比例1-9的合金制成标准样品大小,采用美国Quantum Design公司的PPMS®DynaCool™测量热导率。良品率以大量统计结果为准,需要满足热导率大于 $235\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

[0045]

| 实验项目 | 屈服强度 (MPa) | 拉伸强度 (MPa) | 热导率 W/ (m·K) | 良品率 |
|-------|---------------|---------------|-----------------|-------|
| 实施例 1 | 336 | 351 | 256 | 99.4% |
| 对比例 1 | 298 | 305 | 215 | - |
| 对比例 2 | 302 | 312 | 221 | - |
| 对比例 3 | 324 | 336 | 218 | - |
| 对比例 4 | 315 | 345 | 216 | - |
| 对比例 5 | 332 | 352 | 242 | - |
| 对比例 6 | 335 | 365 | 239 | - |
| 对比例 7 | 335 | 369 | 192 | - |
| 对比例 8 | - | - | - | 98.4% |
| 对比例 9 | - | - | - | 98.5% |

[0046] 以上内容不能认定本发明具体实施只局限于这些说明,对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思前提下,还可以做出若干简单推演或替换,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定的专利保护范围。