



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104388777 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201410701796. 3

(22) 申请日 2014. 11. 28

(71) 申请人 广西南南铝加工有限公司

地址 530031 广西壮族自治区南宁市亭洪路
55 号

(72) 发明人 沈海鸥 郑玉林 袁冰梅

(74) 专利代理机构 广西南宁明智专利商标代理
有限责任公司 45106

代理人 黎明天

(51) Int. Cl.

G22C 21/10(2006. 01)

G22C 1/02(2006. 01)

G22F 1/053(2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种高强度铝合金厚板及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种高强度铝合金厚板及其制造方法,该合金主要包含下列成分:Si < 0.35, Fe < 0.45;Cu=1.25~1.95;Mn < 0.30;Mg=2.25~2.85, Cr=0.19~0.27;Zn=5.2~6.0, Ti < 0.2;Zr < 0.04;余量为Al和不可避免的元素。该高强度铝合金厚板不需要经过轧制过程,其流程为:配料、熔炼、铸造扁锭、双级均热、锯切扁锭头部、底部和定长锯切、定宽锯切、锯切扁锭上、下表面、按厚度要求锯切成铝板、固溶淬火、拉伸矫平、时效处理。本发明可以缩短生产工艺流程,解决了热轧法厚板存在的组织、性能不均匀、板形不好、厚度不均的问题,提高成品率,降低产品成本,增加经济效益。

1. 一种高强度铝合金厚板,其特征在于:按质量百分数计,该合金主要包含下列成分:
Si < 0.35,优选 Si < 0.20 ;
Fe < 0.45 ;优选 Fe < 0.40,且优选 Fe :Si \geq 1.8 ;
Cu=1.25~1.95 ;优选 1.3 < Mg < 1.85 ;
Mn < 0.30 ;
Mg=2.25~2.85,优选 2.3 < Mg < 2.80 ;
Cr=0.19~0.27 ;
Zn=5.2~6.0,优选 5.35 < Zn < 5.90 ;
Ti < 0.2 ;
Zr < 0.04 ;

余量为 Al 和不可避免的元素,每种不可避免的元素都低于 0.05 且总量小于 0.15。

2. 一种高强度铝合金厚板的制造方法,其特征在于:高强度铝合金厚板为非压力加工铝合金厚板产品,不需要经过轧制过程,其基本工艺流程为:配料→熔炼→铸造扁锭→双级均热→锯切扁锭头部、底部和定长锯切→锯切扁锭两个侧面偏析层和定宽锯切→锯切扁锭上、下表面→按厚度要求锯切成铝板→固溶淬火、拉伸矫平→时效处理。

3. 根据权利要求 2 所述的高强度铝合金厚板的制造方法,其特征在于:需在保温炉对熔体进行炉内精炼,确保经炉内精炼后熔体氢含量 \leq 0.30ml/100gAl,再对熔体进行炉外多级连续在线除气精炼,确保最终铝熔体氢含量 \leq 0.10ml/100gAl,并经在线过滤除渣处理,以提高厚板冶金质量;所述精炼介质为氩-氯混合气体。

4. 根据权利要求 2 所述的高强度铝合金厚板制造方法,其特征在于:采用双级均热工艺将扁铸锭均匀化退火处理,均热工艺为:390~450℃保温 1~5 小时 +460~480℃保温 20~25 小时;

根据权利要求 2 所述的高强度铝合金厚板制造方法,其特征在于:在 470 \pm 2.5℃条件下进行固溶淬火处理,并通过拉伸机矫平。

5. 根据权利要求 2 所述的高强度铝合金厚板制造方法,其特征在于:在 120 \pm 2.5℃ /16~25h 条件下进行时效处理。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的高强度铝合金厚板,其特征在于:通过将扁锭锯切、铣面加工成厚度 10~400mm、宽度 1000~1600 mm、长度达 6000 mm 的厚板。

一种高强度铝合金厚板及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种铝合金板材的加工方法,尤其是一种高强度铝合金厚板及其制造方法。

背景技术

[0002] 7XXX 系高强度铝合金具有高的综合性能,广泛应用于航空、航天,交通运输和模具制造领域。目前,7XXX 系高强度铝合金厚板是通过热轧方法生产的,其典型的工艺流程为:配料→熔炼→扁锭铸造→扁锭均匀化处理→锯切头尾→扁锭铣面→加热→热轧→固溶淬火→拉伸→时效→锯切。

[0003] 中国专利 CN101037747A 公开了一种航空用铝合金预拉伸板材及其生产方法,其工艺流程为:配料→铸造→均热处理→加热、热轧及剪切→淬火→矫直→预拉伸→时效→锯切。该方法所用铸锭断面尺寸为 300X1200mm,铸锭采用单级均热工艺,450~472℃保温 40~42 小时。淬火工艺为 468~472℃保温 60~120min,时效工艺为 115~125℃保温 14~18 小时。

[0004] 中国专利 CN101479397A 公开了高强度、可热处理的 Al-Zn-Mg 铝合金,该合金适用于制造注塑模具。

[0005] 现有铝合金厚板是通过热轧方法制造的,其具有以下缺点:

(1) 受到热轧装备能力的限制,目前 7XXX 系高强度铝合金热轧厚板的厚度一般不超过 200mm,使高强度铝合金厚板在大规格模具及机加工零部件上的应用受到限制。

[0006] (2) 热轧厚板需经铸锭加热、热轧、切头尾、切边,生产工艺流程复杂,成品率低,加工成本高。

[0007] (3) 轧制厚板存在组织和性能不均,板形不好,厚度不均,经机械加工后板材容易变形等缺陷。

发明内容

[0008] 针对热轧厚板存在的以上问题,本发明的目的是:提供一种不需轧制的非压力加工方法制造的高强度铝合金厚板及其制造方法,可以缩短生产工艺流程,解决了热轧法厚板存在的组织、性能不均匀、板形不好、厚度不均的问题,提高成品率,降低产品成本,增加经济效益。

[0009] 本发明采取的技术方案是:

一种高强度铝合金厚板,其特征在于:按质量百分数计,该合金主要包含下列成分:

Si < 0.35, 优选 Si < 0.20;

Fe < 0.45; 优选 Fe < 0.40, 且优选 Fe:Si ≥ 1.8;

Cu=1.25~1.95; 优选 1.3 < Mg < 1.85;

Mn < 0.30;

Mg=2.25~2.85, 优选 2.3 < Mg < 2.80;

Cr=0.19~0.27 ;

Zn=5.2~6.0, 优选 5.35 < Zn < 5.90 ;

Ti < 0.2 ;

Zr < 0.04 ;

余量为 Al 和不可避免的元素, 每种不可避免的元素都低于 0.05 且总量小于 0.15。

[0010] 一种高强度铝合金厚板的制造方法, 其特征在于: 高强度铝合金厚板为非压力加工铝合金厚板产品, 不需要经过轧制过程, 其基本工艺流程为: 配料→熔炼→铸造扁锭→双级均热→锯切扁锭头部、底部和定长锯切→锯切扁锭两个侧面偏析层和定宽锯切→锯切扁锭上、下表面→按厚度要求锯切成铝板→固溶淬火、拉伸矫平→时效处理。

[0011] 所述的高强度铝合金厚板的制造方法, 其特征在于: 需在保温炉对熔体进行炉内精炼, 确保经炉内精炼后熔体氢含量 $\leq 0.30\text{ml}/100\text{gAl}$, 再对熔体进行炉外多级连续在线除气精炼, 确保最终铝熔体氢含量 $\leq 0.10\text{ml}/100\text{gAl}$, 并在线过滤除渣处理, 以提高厚板冶金质量; 所述精炼介质为氩-氯混合气体。

[0012] 所述的高强度铝合金厚板, 其特征在于: 通过将扁锭锯切、铣面加工成厚度 10~400mm、宽度 1000~1600 mm、长度达 6000 mm 的厚板。

[0013] 所述的高强度铝合金厚板制造方法, 其特征在于: 采用双级均热工艺将扁铸锭均匀化退火处理, 均热工艺为: 390~450℃保温 1~5 小时 +460~480℃保温 20~25 小时;

所述的高强度铝合金厚板制造方法, 其特征在于: 在 470±2.5℃条件下进行固溶淬火处理, 并通过拉伸机矫平。

[0014] 所述的高强度铝合金厚板制造方法, 其特征在于: 在 120±2.5℃/16~25h 条件下进行时效处理。

[0015] 本发明具有以下有益效果:

1、与现有的铝合金厚板热轧生产工艺相比, 本发明提供了一种非压力加工方法制造的高强度 7XXX 系铝合金厚板及其生产工艺, 缩短了工艺流程, 提高了生产效率和成品率, 降低了生产成本, 提高经济效益。

[0016] 2、相比热轧法制造的厚板, 本发明的高强度铝合金厚板, 提高了板材的表面质量, 厚度更均匀, 板形更好, 厚度精度达到 ±0.12mm, 板材平面度精度达到 ±0.17mm/m ~ ±0.35mm/m, 板材上、下表面粗糙度 $\leq 0.4\mu\text{m}$ 。其厚度最大可达 400mm, 其力学性能与 7075-T6 态热轧厚板力学性能相当, 可应用于制造非航空航天用机加工零件, 也可用于制造各种大型模具或工装。

[0017] 3、本发明的高强度铝合金厚板, 板材不经过压力加工, 铸锭经充分均匀化退火后, 可充分消除铸造残余应力, 通过拉伸矫平, 消除淬火导致的板材变形, 因此, 本发明的一种高强度铝合金厚板经机加工后不会产生变形, 尺寸稳定性好, 更适用于制造非航空航天用机加工零件和各种大型模具或工装。

[0018] 4、本发明的高强度铝合金厚板, 其室温力学性能与 T6 状态 7075 铝合金热轧板相当, 抗拉强度 R_m 达到 520~550Mpa, 规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ 达到 430~460 Mpa。

具体实施方式

[0019] 本发明的一种高强度铝合金厚板及其制备方法按以下步骤进行:

1、按合金元素的质量百分数： $Si < 0.15$ ； $Fe < 0.35$ ； $Cu=1.4\sim 1.7$ ； $Mn < 0.20$ ； $Mg=2.3\sim 2.7$ ； $Cr=0.21\sim 0.25$ ； $Zn=5.3\sim 5.9$ ； $Ti < 0.03$ ； $Zr < 0.04$ ；其余为 Al 和不可避免的其它杂质进行配料计算。根据配料计算结果分别称取重熔用铝锭、阴极铜、纯镁锭、纯锌锭、铝铬中间合金、铝钛中间合金、铝锆中间合金。

[0020] 2、将步骤(1)所述重熔用铝锭及中间合金(铝钛中间合金除外)混合后在熔炼炉里熔炼，熔炼温度为 $730\sim 780^{\circ}\text{C}$ ，在熔炼过程中进行电磁搅拌；熔体温度达到 $750\pm 10^{\circ}\text{C}$ 时，经取样分析成分合格后将熔体转入保温炉。

[0021] 3、在保温炉中加入 Al-Ti 中间合金并对熔体进行电磁搅拌和炉内精炼，精炼气体为氩-氯混合气体，确保经炉内精炼后熔体氢含量 $\leq 0.30\text{ml}/100\text{gAl}$ ，经扒渣、净置后，将熔体温度调整到 $730\sim 745^{\circ}\text{C}$ 。

[0022] 4、铸造，先将铝熔体进行多级连续在线除气精炼，使熔体氢含量 $\leq 0.10\text{ml}/100\text{gAl}$ ，再进行在线过滤除渣处理，在铸造温度为 $680\sim 710^{\circ}\text{C}$ 的条件下将熔体铸造成合金扁铸锭，扁锭规格为 $420\sim 620\text{mm}$ 厚 $\times 1620\sim 1650\text{mm}$ 宽，最大长度可达 8000mm 。在铸造过程中在线连续添加铝钛硼晶粒细化剂。

[0023] 5、采用双级均热工艺将扁铸锭均匀化退火处理，均热工艺为： $390\sim 450^{\circ}\text{C}$ 保温 $1\sim 5$ 小时 + $460\sim 480^{\circ}\text{C}$ 保温 $20\sim 25$ 小时。

[0024] 6、将均热后的扁锭锯切去除其底部和头部有缺陷部分，并按要求的板材长度规格将扁锭分切成定尺长度。

[0025] 7、通过立式带锯将扁锭端面(即两个侧面)有铸造缺陷的部分切除，并按所需板材宽度将扁锭分切成定尺宽度。

[0026] 8、通过平面带锯将扁铸锭上、下表面各锯切去除 15mm 左右有铸造缺陷的表面层后，按所需厚度并预留铣削加工余量将扁铸锭锯切成铝板。经平面带锯从厚度方向分切得到的铝板，厚度精度为 $\pm 0.4\text{mm}$ ，板材平面度公差为 $\pm 0.3\text{mm}$ 。

[0027] 9、将经过水平带锯锯切后的铝板，通过大型精密铣面机，对板材上、下表面进行铣削加工，以得到表面光滑、平整的铝合金厚板。经表面精铣加工后的铝合金板，厚度公差达到 $\pm 0.12\text{mm}$ ，板材平面度精度达到 $\pm 0.17\text{mm}/\text{m}\sim \pm 0.35\text{mm}/\text{m}$ ，板材上、下表面粗糙度 $\leq 0.4\mu\text{m}$ 。

[0028] 10、将铝板在 $470\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 条件下进行固溶淬火处理，对于厚度小于 250mm 的厚板采用辊底式淬火炉进行喷淋固溶淬火，厚度大于 250mm 的厚板采用立式淬火炉进行浸没固溶淬火。

[0029] 11、对厚度小于 250mm 的厚板进行拉伸矫平，以矫平厚板及消减淬火残余应力。

[0030] 12、将厚板在 $120\pm 2.5^{\circ}\text{C}/20\sim 25\text{h}$ 条件下进行时效处理，得到 T6 状态的高强度 7XXX 系铝合金厚板。

[0031] 实施例 1：

本实施例的一种高强度 7XXX 系铝合金厚板，按质量百分比由以下合金成分制成：

$Si < 0.18$ ； $Fe < 0.35$ ； $Cu=1.30\sim 1.75$ ； $Mn < 0.20$ ； $Mg=2.40\sim 2.80$ ； $Cr=0.20\sim 0.25$ ； $Zn=5.5\sim 5.9$ ； $Ti < 0.05$ ； $Zr < 0.04$ ；

余量为 Al 和不可避免的元素，每种不可避免的元素都低于 0.05 且总量小于 0.15 。

[0032] 本实施例按以下步骤进行：

(1) 按实施方式确定的质量百分比别称取重熔用铝锭、阴极铜、纯镁锭、纯锌锭、铝铬中间合金、铝钛中间合金、铝锆中间合金加入到熔炼炉里熔炼(铝钛中间合金除外),熔炼温度为730~780℃,在熔炼过程中进行电磁搅拌;熔体温度达到750±10℃时,经取样分析成分合格后将熔体转入保温炉。

[0033] (2) 在保温炉中加入 Al-Ti 中间合金并对熔体进行电磁搅拌和炉内精炼,精炼气体为氩-氯混合气体,精炼结束后用 Alscan 测氢仪检测熔体氢含量为 0.295 ml/100gAl。扒渣、净置后,将熔体温度调整到 730~745℃。

[0034] (3) 将铝熔体经过多级连续在线除气精炼,精炼气体为氩-氯混合气体,测得熔体氢含量为 0.095ml/100gAl,通过 30ppi 泡沫陶瓷过滤器对熔体进行在线过滤除渣,在铸造温度为 680~710℃的条件下将熔体铸造成合金扁铸锭,扁锭规格为 520mm 厚 x1620mm 宽 x6500mm 长。在铸造过程中在线连续添加铝钛硼晶粒细化剂。

[0035] (4) 对扁锭在 390~450℃保温 1~5 小时 +460~480℃保温 20~25 小时的条件下均匀化退火。

[0036] (5) 通过扁锭头尾锯切、端面锯切、上下表面锯切和定尺分切,再对上下表面进行铣面,得到若干张规格为 120mm 厚 x1500mm 宽 x6000mm 长的厚板。

[0037] (6) 在辊底式淬火炉将厚板在 470±2.5℃条件下进行喷淋固溶淬火处理。

[0038] (7) 对厚板进行拉伸矫平。

[0039] (8) 将厚板在 120±2.5℃/20~25h 条件下进行时效处理

(9) 将拉伸夹头部分切除,得到最终厚板成品。

[0040] 实施例 2:

本实施例与实施例 1 不同的是:步骤(5)中经机加工得到规格为 400mm 厚 x1400mm 宽 x6000mm 长的厚板;步骤(6)在立式淬火炉将厚板在 470±2.5℃条件下进行浸没固溶淬火处理后将厚板在 120±2.5℃/20~25h 条件下进行时效处理即得到厚板成品。