



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102965553 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201210532748. 7

(22) 申请日 2012. 12. 11

(71) 申请人 丛林集团有限公司

地址 265705 山东省烟台市龙口市丛林工业
区

(72) 发明人 张培良 王刚 高安江 李瑞清
吴英杰 苏本显 徐群峰

(74) 专利代理机构 北京双收知识产权代理有限
公司 11241

代理人 李云鹏

(51) Int. Cl.

C22C 21/10 (2006. 01)

C22C 1/02 (2006. 01)

C22C 1/06 (2006. 01)

C22F 1/053 (2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 4 页

(54) 发明名称

用于汽车保险杠的铝合金铸锭及其生产工艺

(57) 摘要

一种用于汽车保险杠的铝合金铸锭及其生产工艺,属于铝合金及机械加工技术领域,通过配料→熔炼→永磁搅拌→测温→取样→调整成分及温度→倒炉→精炼(一次净化)→静置→在线加入Al-Ti-B丝→在线除气除渣(二次净化)→双级过滤→同水平热顶铸造→铸锭均匀化→铸锭的机械加工→铸锭检验→感应炉加热铸锭,完成汽车保险杠铝合金铸锭的加工。本发明加工出的铝合金铸锭具有良好的热变形性能,挤压时经在线淬火有较高的强度,制品的焊接性能,耐腐蚀性能良好,有一定的耐应力腐蚀性能,特别是具有较强的吸收冲击能力和抗击折叠的性能。

1. 一种用于汽车保险杠的铝合金铸锭,其特征在于:其非铝的合金元素为:Si 所占的质量百分含量为 0.10%,Fe 的质量百分含量为 0.16% -0.17%,Mg 的质量百分含量为 1.20% -1.30%,Mn 的质量百分含量为小于 0.04%,Cu 的质量百分含量为 0.20% -0.22%,Cr 的质量百分含量为小于 0.04%,Zn 的质量百分含量为 6.50% -6.70%,Zr 的质量百分含量为 0.15% -0.16%,Ti 的质量百分含量为 0.03% -0.04%,非检测杂质单个质量百分含量为 0.05%,总和为 0.10%。

2. 一种用于汽车保险杠的铝合金铸锭生产工艺,其特征在于:包括以下步骤:

(1) 先配料:合金的基体选用 99.85 牌号的铝锭,Mg、Zn 元素以纯金属的形式加入,考虑 Cu、Cr、Ti、Zr 元素熔点较高,且在合金中含量较低,故以中间合金的形式加入;

(2) 之后采用 25 吨蓄热式燃气炉熔炼,熔炼温度不宜过高,为 $750 \pm 5^{\circ}\text{C}$;

(3) 在熔炼过程中,取样分析调整完化学成分和温度后即要抓紧倒炉,Si 的质量百分含量控制在 0.10%,Fe 的质量百分含量控制在 0.16% -0.17%,Mg 的质量百分含量控制在 1.20% -1.30%,Mn 的质量百分含量控制在 $< 0.04\%$,Cu 的质量百分含量控制在 0.20% -0.22%,Cr 的质量百分含量控制在 $< 0.04\%$,Zn 的质量百分含量控制在 6.50% -6.70%,Zr 的质量百分含量控制在 0.15% -0.16%,非检测杂质单个质量百分含量控制在 0.05%,总和控制在 0.10%,尽量缩短熔体在炉内停留的时间,倒入静置炉时对炉内熔体边倒炉边用永磁搅拌器对炉内的熔体进行搅拌,倒炉时要保持熔体平稳流动,不得有冲击翻滚现象;

(4) 倒入静置炉后在 750°C 以上的条件下,用氩气喷吹无钠精炼剂进行精炼,精炼剂用量 1.5kg/t ,精炼时间为 10min 以上,扒净熔体表面的浮渣,向熔体表面均匀的撒上 10kg 无钠覆盖剂;

(5) 在线添加 Al-Ti-B 丝,添加量为 800mm/min ,最终使合金达到 Ti 的质量百分含量为 $0.03\% -0.04\%$ 。

(6) 为进一步提高熔体的纯洁度,用除气机进行第二次净化进一步除气除渣,采用 30ppi 和 50ppi 的双级过滤滤除熔体中的氧化夹杂物;

(7) 待熔体撒上 10kg 无钠覆盖剂后 20min 内,使用 $\Phi 304\text{mm}$ 热顶同水平铸造;

(8) 铸锭在 250°C 时装炉,先不点火升温,开风机运行 1h 后再点火升温,加热升温速度 90°C/h ,均质温度 $485 \pm 5^{\circ}\text{C}$,保温 8h,然后放入冷却炉冷却,冷却速度要 $> 100^{\circ}\text{C/h}$,冷却到室温后出炉。

3. 如权利要求 2 所述的用于汽车保险杠的铝合金铸锭生产工艺,其特征在于:所述步骤 (2) 中 Zn 锭分三批用加料铲分数的加入炉内,加入一批待 Zn 熔化后,用永磁搅拌器搅拌 10min,正反转各搅拌 5min,使炉内的化学成分和温度均匀。

4. 如权利要求 2 所述的用于汽车保险杠的铝合金铸锭生产工艺,其特征在于:所述步骤 (4) 从倒炉到铸造,熔体在静置炉内停留时间不得超过 1h。

用于汽车保险杠的铝合金铸锭及其生产工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种铝合金及其机械加工,其体涉及一种用于汽车保险杠的铝合金铸锭及其生产工艺。

背景技术

[0002] 目前,汽车行业快速发展,人们对汽车的性价比要求越来越高。汽车保险杠是一种表面积大、形状复杂的薄臂结构部件,它要求具有优异的高、低温冲击韧性、刚性、耐老化性、耐热性和耐寒性;而现有的汽车保险杠多采用聚氨酯弹性体和 ABS 等材料制备,这些材料成型工艺复杂、价格昂贵,使得汽车成本增加,加大了购买者的负担;聚丙烯材料以其低密度、易成型加工、可回收利用的优点,在汽车上的应用不断增大,但是聚丙烯材料韧性和抗冲击强度低,增大了司机及乘客的风险,而且成品表面的光泽度和平滑度较差。

[0003] 7NB46 属于 Al-Zn-Mg 系超硬铝合金,由于其具有良好的热变形性能,挤压时经在线淬火有较高的强度,制品的焊接性能,耐腐蚀性能良好,有一定的耐应力腐蚀性能,特别是具有较强的吸收冲击能力和抗击折叠的性能,因而特别适合挤压成空心型材制成汽车的保险杠,如何加工出类似性能或更优性能的铝合金铸锭是我们所要解决的问题,但是加工此类型铝合金铸锭时,在生产过程中经常出现羽毛晶等缺陷。这些缺陷会在随后的生产中“遗传”给挤压材,降低了制品的力学性能。羽毛晶具有粗大平直的晶轴,力学性能有很强的各向异性,不仅破坏了工艺性能而且会大幅的降低力学性能。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种用于汽车保险杠的铝合金铸锭及其生产工艺,该铝合金铸锭具有良好的热变形性能,挤压时经在线淬火有较高的强度,制品的焊接性能,耐腐蚀性能良好,有一定的耐应力腐蚀性能,特别是具有较强的吸收冲击能力和抗击折叠的性能。

[0005] 为了实现上述方案,本发明的技术解决方案为:一种用于汽车保险杠的铝合金铸锭,其中非铝的合金元素为:Si 所占的质量百分含量为 0.10%,Fe 的质量百分含量为 0.16% -0.17%,Mg 的质量百分含量为 1.20% -1.30%,Mn 的质量百分含量为小于 0.04%,Cu 的质量百分含量为 0.20% -0.22%,Cr 的质量百分含量为小于 0.04%,Zn 的质量百分含量为 6.50% -6.70%,Zr 的质量百分含量为 0.15% -0.16%,Ti 的质量百分含量为 0.03% -0.04%,非检测杂质单个质量百分含量为 0.05%,总和为 0.10%。

[0006] 一种用于汽车保险杠的铝合金铸锭生产工艺,其包括以下步骤:

[0007] (1) 先配料:合金的基体选用 99.85 牌号的铝锭,Mg、Zn 元素以纯金属的形式加入,考虑 Cu、Cr、Ti、Zr 元素熔点较高,且在合金中含量较低,故以中间合金的形式加入;

[0008] (2) 之后采用 25 吨蓄热式燃气炉熔炼,熔炼温度不宜过高,为 $750 \pm 5^{\circ}\text{C}$;

[0009] (3) 在熔炼过程中,取样分析调整完化学成分和温度后即要抓紧倒炉, Si 的质量百分含量控制在 0.10%, Fe 的质量百分含量控制在 0.16% -0.17%, Mg 的质量百分含量控制在 1.20% -1.30%, Mn 的质量百分含量控制在 $< 0.04\%$, Cu 的质量百分含量控

制在 0.20% -0.22%，Cr 的质量百分含量控制在 < 0.04%，Zn 的质量百分含量控制在 6.50% -6.70%，Zr 的质量百分含量控制在 0.15% -0.16%，非检测杂质单个质量百分含量控制在 0.05%，总和控制在 0.10%，尽量缩短熔体在炉内停留的时间，倒入静置炉时对炉内熔体边倒炉边用永磁搅拌器对炉内的熔体进行搅拌，倒炉时要保持熔体平稳流动，不得有冲击翻滚现象；

[0010] (4) 倒入静置炉后在 750℃ 以上的条件下，用氩气喷吹无钠精炼剂进行精炼，精炼剂用量 1.5kg/t，精炼时间为 10min 以上，扒净熔体表面的浮渣，向熔体表面均匀的撒上 10kg 无钠覆盖剂；

[0011] (5) 在线添加 Al-Ti-B 丝，添加量为 800mm/min，最终使合金达到 Ti 的质量百分含量为 0.03% -0.04%。

[0012] (6) 为进一步提高熔体的纯度，用除气机进行第二次净化进一步除气除渣，采用 30ppi 和 50ppi 的双级过滤滤除熔体中的氧化夹杂物；

[0013] (7) 待熔体撒上 10kg 无钠覆盖剂后 20min 内，使用 $\Phi 304$ mm 热顶同水平铸造；

[0014] (8) 铸锭在 250℃ 时装炉，先不点火升温，开风机运行 1h 后再点火升温，加热升温速度 90℃ /h，均质温度 485 ± 5 ℃，保温 8h，然后放入冷却炉冷却，冷却速度要 > 100℃ /h，冷却到室温后出炉。

[0015] 本发明用于汽车保险杠的铝合金铸锭生产工艺，其中所述步骤 (2) 中 Zn 锭分三批用加料铲分数的加入炉内，加入一批待 Zn 熔化后，用永磁搅拌器搅拌 10min，正反转各搅拌 5min，使炉内的化学成分和温度均匀。

[0016] 本发明用于汽车保险杠的铝合金铸锭生产工艺，其中所述步骤 (4) 从倒炉到铸造，熔体在静置炉内停留时间不得超过 1h。本发明用于汽车保险杠的铝合金铸锭生产工艺，其中所述步骤 (2) 中 Zn 锭分三批用加料铲分数的加入炉内，加入一批待 Zn 熔化后，用永磁搅拌器搅拌 10min，正反转各搅拌 5min，使炉内的化学成分和温度均匀。

[0017] 采用上述方案后，本发明用于汽车保险杠的铝合金铸锭及其生产工艺，通过控制非铝合金 Zn 的质量百分含量为 6.50% -6.70%，Mg 为 1.20% -1.30%，在合金中，Zn、Mg 共存时形成了一系列的新相 α 相 (Mg_5Al_8)、 η 相 ($MgZn_2$)、T 相 ($Al_{12}Mg_3Zn$)，其中 η 相和在 Al 中有较高的溶解度和明显的温度关系，故该合金有强烈的时效硬化效应，通过控制 Cu 的质量百分含量在 0.20% -0.22%，提高合金的耐应力腐蚀、抗拉强度和塑性，通过控制 Zr 的质量百分比为 0.15% -0.16%，不仅能够显著地提高合金的焊接性能，还能急剧的提高合金的再结晶终了温度和耐应力腐蚀性能，通过控制 Mn 的质量百分含量小于 0.04%，Cr 小于 0.04% 故对合金的断裂性不会带来不良影响，将 Fe 的质量百分含量控制在 0.16% -0.17%，其与合金中的 Si 元素形成 FeAlSi 化合物，使 Mg_2Si 脆性相在晶界和枝晶界呈不连续状态存在，从而降低合金的热裂纹倾向，通过控制 Si 的质量百分含量在 0.10%，消除了合金中产生羽毛晶的内在原因，通过控制 Ti 的质量百分含量为 0.03% -0.04%，消除了羽毛晶产生的外在条件，能细化合金的铸态晶粒，而且使合金的强度、韧性、耐磨性、抗疲劳性能及热稳定性均有所提高。

[0018] 本发明的有益效果是：通过工艺控制熔炼温度不超过 760℃，加强熔体的搅拌，控制熔体在炉内停留时间不超过 2h，增加 Al-Ti-B 丝的添加量，将 Ti 成分控制在 0.03% -0.04%，消除了羽毛晶产生的外在条件；在熔炼过程中通过永磁搅拌器搅拌，倒炉

时边搅拌边倒炉,在静置炉中,加强搅拌缩短熔体在炉内停留的时间,有效防止 Zn、Zr 的比重偏析;熔体采取二次净化和双级过滤工艺措施对保证铸锭的内部纯洁度,有效提高制品的性能;热顶铸造可以提高铸锭的内、外部质量,为制品组织和性能的提高奠定了基础条件;在线淬火采用强风冷却,使冷却速度达到 200℃/min 以上对提高制品的固溶程度,保证制品力学性能是至关重要的;根据制品的使用特性要求,采用了双级时效是正确的,即保证了制品具有较高的强度,又保证了制品有足够的塑性。

[0019] 本发明的进一步有益效果是:在步骤(2)中 Zn 锭分三批用加料铲分数的加入炉内,加入一批待 Zn 熔化后,用永磁搅拌器搅拌 10min,正反转各搅拌 5min,使炉内的化学成分和温度均匀,更为有效防止 Zn、Zr 的比重偏析。

[0020] 本发明的进一步有益效果是:步骤(4)从倒炉到铸造,熔体在静置炉内停留时间不得超过 1h,这样操作进一步消除了羽毛晶产生的外在条件。

具体实施方式

[0021] 实施例 1:本发明用于汽车保险杠的铝合金铸锭,其非铝的合金元素为:Si 的质量百分含量是 0.095%,Fe 的质量百分含量为 0.163%,Mg 的质量百分含量为 1.23%,Mn 的质量百分含量为 0.011%,Cu 的质量百分含量为 0.219%,Cr 的质量百分含量为 0.0023%,Zn 的质量百分含量为 6.64%,Zr 的质量百分含量为 0.156%,Ti 的质量百分含量为 0.031%,非检测杂质单个质量百分含量为 0.03%,总和为 0.09%。

[0022] 加工该铝合金铸锭的生产工艺,包括如下步骤;

[0023] (1) 配料:合金的基体选用 99.85 牌号的铝锭。Mg、Zn 元素以纯金属的形式加入,考虑 Cu、Cr、Ti、Zr 元素熔点较高,且在合金中含量较低,故以中间合金的形式加入。

[0024] (2) 熔炼:采用 25 吨蓄热式燃气炉熔炼,考虑到该合金含 Zn 量较高,Zr 的熔点较高,易产生 Zn、Zr 的比重偏析和羽毛晶,因而采取以下措施:为防止产生羽毛晶,熔炼温度不宜过高,为 755℃;

[0025] (3) 为防止产生 Zn、Zr 比重偏析,将 Zn 锭分三批用加料铲分数加入炉内,加入一批待 Zn 熔化后,用永磁搅拌器搅拌 10min,正反转各搅拌 5min,使炉内的化学成分和温度均匀,取样分析调整完化学成分和温度后即要抓紧倒炉, Si 的质量百分含量控制在 0.095%, Fe 的质量百分含量控制在 0.163%, Mg 的质量百分含量控制在 1.23%, Mn 的质量百分含量控制在 0.011%, Cu 的质量百分含量控制在 0.219%, Cr 的质量百分含量控制在 0.0023%, Zn 的质量百分含量控制在 6.64%, Zr 的质量百分含量控制在 0.156%, Ti 的质量百分含量控制在 0.031%, 非检测杂质单个质量百分含量控制在 0.03%, 总和控制在 0.09%, 尽量缩短熔体在炉内停留的时间,倒炉时对炉内熔体边倒炉边用永磁搅拌器对炉内的熔体进行搅拌;倒炉时要保持熔体平稳流动,不得有冲击翻滚现象;

[0026] (4) 倒炉后在 750℃以上的条件下,用氩气喷吹无钠精炼剂进行精炼,精炼剂用量 1.5kg/t,精炼时间为 10min 以上;扒净熔体表面的浮渣,向熔体表面均匀的撒上 10kg 无钠覆盖剂,静置 20min 后,即要抓紧铸造;从倒炉到铸造,熔体在静置炉内停留时间不得超过 1h,以免熔体中形成晶核的活化质点衰减,造成产生羽毛晶和 Zn、Zr 比重偏析的条件;由于该合金加入了 Zr,会对 Al-Ti-B 丝的细化效果造成不良影响。因为 Zr 会对起细化作用的 TiB₂ 表面形成一层 ZrB₂ 或 Zr 的包复层,从而抑制了 TiB₂ 细化晶粒的特性。此外 Zr 还会置

换 TiAl₃ 中的一些 Ti 形成 (Ti_{1-x}Zr_x)Al₃ 类型的三元固溶体。改变了其晶格常数和 TiAl₃ 的形核特性,而且随着 Zr 含量的增加而使晶粒粗化,这是由于在形成的三元相中 Zr 的摩尔份额增加,而降低了 TiAl₃ 的细化效果。综上所述 Zr 的加入会形成羽毛晶的生成条件,为补偿因 Zr 加入而引起的 Al-Ti-B 丝中的 TiB₂, TiAl₃ 粒子细化效果的降低,采取了增加添加 Al-Ti-B 丝量的办法,添加量为 800mm/min 最终使合金达到 Ti 的质量百分含量为 0.031%;

[0027] (5) 为进一步提高熔体的纯洁度,在铸造过程中在线用除气机进行第二次净化进一步除气除渣,除气机转子转速 350r/min 氩气流量 2m³/h,合金中含有氧化物会破坏其基体的连续性,进而影响合金的力学性能。为此在生产中要尽量降低熔体中的氧化夹杂物。一是在工艺上采取措施尽量减少生产过程中氧化夹杂物的生成。二是把生成的氧化夹杂物采取相应的工艺措施除去。在这里采用 30ppi 和 50ppi 的双级过滤就是为了滤除熔体中的氧化夹杂物,一般可滤除 10 μ 以上的氧化夹杂物 95% 以上、5-10 μ 的氧化夹杂物 50% 左右。

[0028] (6) 由于热顶同水平铸造结晶器短,铸造速度快,冷却强度大,故可以提高铸锭的表面和内部质量及性能。因而本次试生产使用 Φ304mm 热顶同水平铸造。但在铸造时铸造温度、铸造速度、冷却强度调配不当也会造成羽毛晶生成的条件。经认真分析研究,我们对铸造参数,按表 1 数值控制:

[0029] 表 1

[0030]

铸造温度 720℃-735℃							
初始铸造速度 mm/min	开始加速斜坡长度 mm	正常铸造速度 mm/min	结束铸造加速斜坡长度 mm	初始水量 L/min	初始水量斜坡长度 mm	正常铸造水量 L/min	结束水量斜坡增长长度 mm
35-40	20-25	60-65	50-60	50-60	30-35	70-80	50-60

[0031] (7) 由于采用直接水冷热顶铸造冷却强度大,因而铸锭不可避免的会产生不平衡结晶和内应力。为消除化学成分组织上的不均匀性和内应力,改善铸锭的加工性能,使最终制品获得良好的力学性能,需对铸锭进行组织均匀化处理。均匀化制度如下:铸锭在 250℃ 时装炉,先不点火升温,开风机运行 1h 后再点火升温,加热升温速度 90℃/h。均质温度 485±5℃,保温 8h,然后放入冷却炉冷却,冷却速度要 > 100℃/h,冷却到室温后出炉。

[0032] 实施例 2 本发明用于汽车保险杠的铝合金铸锭,其非铝的合金元素为:Si 的质量百分含量是 0.089%,Fe 的质量百分含量为 0.168%,Mg 的质量百分含量为 1.21%,Mn 的质量百分含量为 0.011%,Cu 的质量百分含量为 0.213%,Cr 的质量百分含量为 0.0022%,Zn 的质量百分含量为 6.69%,Zr 的质量百分含量为 0.158%,Ti 的质量百分含量为 0.036%,非检测杂质单个质量百分含量为 0.03%,总和为 0.09%。该实施例的铝合金铸锭生产工艺同实施例 1,此处不再赘述。

[0033] 以上所述实施例仅仅是对本发明的优选实施方式进行了描述,并非对本发明的范围进行限定,在不脱离本发明设计精神的前提下,本领域普通工程技术人员对本发明的技术方案作出的各种变形和改进(包括类似材料焊接时,使用镍基合金作为过渡层),均应落入本发明的权利要求书确定的保护范围内。