



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104805342 B

(45)授权公告日 2017.08.11

(21)申请号 201510263201.5

G22C 1/03(2006.01)

(22)申请日 2015.05.21

G22F 1/053(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 刘肖

申请公布号 CN 104805342 A

(43)申请公布日 2015.07.29

(73)专利权人 湖南稀土金属材料研究院

地址 410000 湖南省长沙市芙蓉区张公岭
隆平高科技园隆园二路108号

(72)发明人 成勇 樊玉川 王志坚 朱剑军

李剑 宋觉敏 张臻 汤毅

(74)专利代理机构 广州华进联合专利商标代理

有限公司 44224

代理人 邓云鹏

(51)Int.Cl.

G22C 21/10(2006.01)

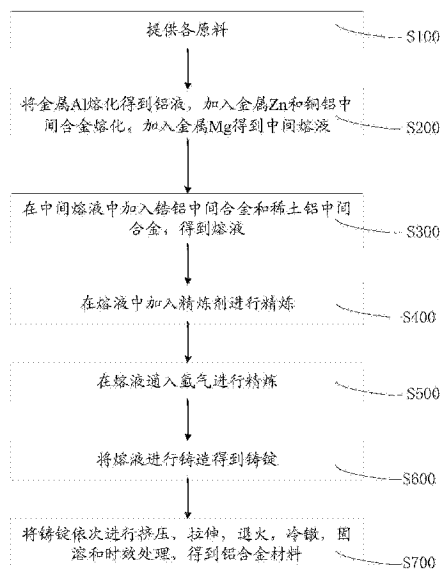
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

铝合金材料及其制备方法和应用

(57)摘要

本发明涉及一种铝合金材料,以质量百分比计,包括6.5~9.0%的Zn,1%~2.5%的Mg,1%~2.5%的Cu,0.08%~0.4%的Zr,0.01%~0.6%的Ti,0.05%~0.4%的稀土元素,以及85%~91%的Al。上述铝合金材料熔点高、稳定性良好,铝合金材料的抗拉强度、屈服强度和剪切强度等综合性能均大大提高。上述铝合金材料在室温下的性能指标,抗拉强度达到680MPa,屈服强度达到630MPa,延伸率达到12%, τ_b 剪切强度达到360MPa。此外还提供了一种铝合金材料的制备方法和应用。



1. 一种铝合金材料的制备方法,其特征在于,所述铝合金材料包括以下原料:金属Zn、金属Mg、金属Al、铜铝中间合金、锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金,所述的铝合金材料的制备方法包括以下步骤:

提供各原料;

将金属Al熔化得到铝液,加入金属Zn和铜铝中间合金熔化,加入金属Mg得到中间熔液;

在所述中间熔液中加入锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金,得到熔液;

将所述熔液进行精炼;

将所述熔液进行铸造得到铸锭;及

将所述铸锭依次进行挤压,拉伸,退火,冷镦,固溶和时效处理,得到所述铝合金材料,所述铝合金材料以质量百分比计,由以下元素组成:7.8%~8.5%的Zn,1.6%~2.2%的Mg,1.2%~1.8%的Cu,0.18%~0.2%的Zr,0.02%~0.2%的Ti,0.12%~0.2%的稀土元素,以及85%~91%的Al,各元素加和的质量百分比为100%;其中所述退火的步骤具体为:以80°C~150°C/h速率升温到400°C~460°C保温2h~4h后,以不超过30°C/h的速率降温到260°C保温6h后,空气中冷却;所述固溶和时效处理的具体步骤为:在475°C保温4h后,水淬后,在120°C保温24h后,在空气中冷却。

2. 根据权利要求1所述的铝合金材料的制备方法,其特征在于,在将所述铸锭进行挤压之前还包括步骤:对所述铸锭进行预热处理,所述预热处理的条件为:在360°C~420°C保温30min~4小时。

3. 根据权利要求1所述的铝合金材料的制备方法,其特征在于,所述挤压的挤压比为20以上。

铝合金材料及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及材料科学技术领域,特别涉及一种铝合金材料及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 铝合金材料密度低,强度高,接近或超过优质钢,塑性好,可加工成各种型材,具有优良的导电性、导热性和抗蚀性,工业上广泛使用。列车轻量化是高速列车发展的重要条件,目前国内外实现车体轻量化的主要方式之一是采用铝合金材料。

[0003] 列车车辆结构连接形式主要有焊接、铆接和螺栓连接等形式,由于铝合金焊接中存在焊接处母材强度降低、焊接缺陷、变形、残余应力等问题,因此铆钉或螺栓连接成为此处结构联接的重要方式。我国目前载重量最大、自重最轻的铁路运输车辆C80型铝合金运煤敞车的车体采用双浴盆式、铝合金铆接结构,浴盆、侧墙、端墙均采用铝合金板材和铝合金挤压型材;浴盆、侧墙、端墙和底架之间的连接均采用铆接结构。所以急需开发研制一种高强度铝合金材料,用于铆接结构。

发明内容

[0004] 基于此,有必要提供一种高强度的铝合金材料及其制备方法和应用。

[0005] 一种铝合金材料,以质量百分比计,包括6.5~9.0%的Zn,1%~2.5%的Mg,1%~2.5%的Cu,0.08%~0.4%的Zr,0.01%~0.6%的Ti,0.05%~0.4%的稀土元素,以及85%~91%的Al。

[0006] 上述铝合金材料熔点高、稳定性良好,铝合金材料的抗拉强度、屈服强度和剪切强度等综合性能均大大提高。上述铝合金材料在室温下的性能指标,抗拉强度达到680MPa,屈服强度达到630MPa,延伸率达到12%, τ_b 剪切强度达到360MPa。

[0007] 在其中一个实施例中,质量分数为99.9%的金属Zn、质量分数为99.9%的金属Mg、质量分数为99.9%的金属Al、质量分数为30%~60%的铜铝中间合金、质量分数为1%~10%的铝中间合金、质量分数为1%~10%的钛铝中间合金和质量分数为1%~30%的稀土铝中间合金。

[0008] 在其中一个实施例中,所述稀土元素为Er、Y和Yb中的至少一种。

[0009] 在其中一个实施例中,以质量百分比计,包括7.8%~8.5%的Zn,1.6%~2.2%的Mg,1.2%~1.8%的Cu,0.12%~0.2%的Zr,0.12%~0.2%的稀土元素,0.02%~0.2%的Ti,以及85%~91%的Al。

[0010] 在其中一个实施例中,以质量百分比计,包括8.0%的Zn,2.2%的Mg,1.8%的Cu,0.18%的Zr,0.02%的Ti,0.18%的稀土元素,以及87.6%的Al。

[0011] 一种上述的铝合金材料的制备方法,所述铝合金材料包括以下原料:金属Zn、金属Mg、金属Al、铜铝中间合金、铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金,所述的铝合金材料的制备方法包括以下步骤:

[0012] 提供各原料;

[0013] 将金属Al熔化得到铝液,加入金属Zn和铜铝中间合金搅拌熔化,加入金属Mg得到中间熔液;

[0014] 在所述中间熔液中加入锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金,得到熔液;

[0015] 将所述熔液进行精炼;

[0016] 将所述熔液进行铸造得到铸锭;及

[0017] 将所述铸锭依次进行挤压,拉伸,退火,冷镦,固溶和时效处理,得到所述铝合金材料,所述铝合金材料以质量百分比计,包括6.5~9.0%的Zn,1%~2.5%的Mg,1%~2.5%的Cu,0.08%~0.4%的Zr,0.01%~0.6%的Ti,0.05%~0.4%的稀土元素,以及85%~91%的Al。

[0018] 在其中一个实施例中,在将所述铸锭进行挤压之前还包括步骤:对所述铸锭进行预热处理,所述预热处理的条件为:在360℃~420℃保温30min~4小时。

[0019] 在其中一个实施例中,所述挤压的挤压比为20以上。

[0020] 在其中一个实施例中,所述退火的步骤具体为:以80℃-150℃/h速率升温到400℃~460℃保温2h~4h后,以不超过30℃/h的速率降温到260℃保温6h后,空气中冷却。

[0021] 上述的铝合金材料在紧固件中的应用。

附图说明

[0022] 图1为一较佳实施方式的铝合金材料的制备方法的示意图。

具体实施方式

[0023] 为了便于理解本发明,下面将参照相关附图对本发明进行更全面的描述。附图中给出了本发明的较佳的实施例。但是,本发明可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使对本发明的公开内容的理解更加透彻全面。

[0024] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。本文所使用的术语“及/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0025] 一实施方式的铝合金材料,以质量百分比计,包括6.5%~9.0%的Zn(锌)元素,1%~2.5%的Mg(镁)元素,1%~2.5%的Cu(铜)元素,0.08%~0.4%的Zr(锆)元素,0.01%~0.6%的Ti(钛)元素,0.05%~0.4%的稀土元素,以及85%~91%的Al。

[0026] 上述铝合金材料,稀土元素与Al共格或半共格,在凝固过程中由于扩散速率较大,合金受凝固时扩散动力学条件限制而大量聚集在固液界面,引起溶质再分配,使合金在凝固过程中的成分过冷增大,分枝过程加剧,使枝晶网胞变细,从而细化了合金的晶粒,起到了细晶强化的作用,得到的铝合金材料熔点高、稳定性良好,铝合金材料的抗拉强度、屈服强度和剪切强度等综合性能均大大提高。铝合金在加工状态中有几种基本状态,其中退火状态O和固溶处理后人工时效状态T6的性能一般用来作为性能指标。退火状态O的性能是加工过程中的性能,固溶处理后人工时效状态T6的性能则可认为是室温下的性能指标。特别

地,上述铝合金材料在室温下的性能指标, R_M (抗拉强度)达到680MPa, $R_{P0.2}$ (屈服强度)达到630MPa, A (延伸率)达到12%, τ_b (剪切强度)达到360MPa。

[0027] 上述铝合金材料包括以下原料:金属Zn、金属Mg、金属Al、铜铝中间合金、锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金。各原料的质量通过中间合金中各金属成分的含量计算得到。

[0028] Zn和Mg元素分别由金属Zn、金属Mg提供。由于Cu、Zr、Ti金属熔点高,稀土元素易氧化,因此Cu、Zr、Ti和稀土元素分别由与铝形成的铜铝中间合金、锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金提供。如此一方面防止熔液过热,同时可缩短熔炼时间,降低金属烧损和减少熔液的氧化夹渣和吸气,从而获得成分均匀的熔液。Al元素则由金属Al以及铜铝中间合金、锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金提供。特别地,金属Al为铝锭。其中,金属Zn、金属Mg和金属Al是指纯度 $\geq 99.9\%$ 的金属。

[0029] 为尽量减少铸锭合金元素偏析,铜铝中间合金含铜质量分数为30%~60%。优选地,铜铝中间合金为含铜质量分数50%、余量为Al及不可避免的杂质的铝合金,记为Al-50Cu。

[0030] 锆铝中间合金含锆质量分数为1%~10%。优选地,锆铝中间合金为含锆质量分数4%、余量为Al及不可避免的杂质的铝合金,记为Al-4Zr。

[0031] 钛铝中间合金含钛质量分数为1%~10%。优选地,钛铝中间合金为含钛质量分数5%、含硼(B)质量分数0.02%、余量为Al及不可避免的杂质的铝合金,记为Al-5Ti-0.02B。

[0032] 稀土铝中间合金含稀土元素质量分数为1%~30%。

[0033] 优选地,提供Er元素的稀土铝中间合金为含铒质量分数6%、余量为Al及不可避免的杂质的铝合金,记为Al-6Er。

[0034] 优选地,提供Y元素的稀土铝中间合金为含钇质量分数10%、余量为Al及不可避免的杂质的铝合金,记为Al-10Y。

[0035] 优选地,提供Yb元素的稀土铝中间合金为含镱质量分数10%、余量为Al及不可避免的杂质的铝合金,记为Al-10Yb。

[0036] 特别地,稀土元素为Er(铒)、Y(钇)和Yb(镱)中的至少一种。

[0037] 优选地,稀土元素为Er。微量的Er元素添加到铝合金中,元素Er在铝合金中可形成纳米级 Al_3Er 强化相,并与Zr形成 $Al_3(Zr_xEr_{1-x})$ 复合相, Al_3Er 是面心立方结构, Al_3Er 强化相不但能够起到强化作用,同时能钉扎位错和晶界的运动,起固溶强化作用,有效抑制再结晶晶粒长大,可明显细化铝合金的组织、提高铝合金的再结晶温度、促进强化相的析出。

[0038] 优选地,上述铝合金材料,以质量百分比计,包括7.8%~8.5%的Zn,1.6%~2.2%的Mg,1.2%~1.8%的Cu,0.12%~0.2%的Zr,0.12%~0.2%的稀土元素,0.02%~0.2%的Ti,以及85%~91%的Al。更优选地,以质量百分比计,包括8.0%的Zn,2.2%的Mg,1.8%的Cu,0.18%的Zr,0.02%的Ti,0.18%的稀土元素,以及87.6%的Al。按此比例混合各合金能提高所得钛合金具的各项性能综合达到最优。

[0039] 特别地,上述铝合金材料中包含的杂质,以质量百分比计,Si含量小于0.12%,Fe含量小于0.15%,单个其它元素含量小于0.05%,综合其它元素含量小于0.15%。

[0040] 参照图1,一实施方式的上述铝合金材料的制备方法,包括以下步骤:

[0041] 步骤S100:提供各原料。

[0042] 上述铝合金材料,以质量百分比计,包括6.5~9.0%的Zn元素(锌),1~2.5%的Mg元素(镁),1~2.5%的Cu元素(铜),0.08~0.4%的Zr元素(锆),0.01~0.6%的Ti元素(钛),0.05~0.4%的稀土元素,以及85%~91%的Al。

[0043] 上述铝合金材料包括以下原料:金属Zn、金属Mg、金属Al、铜铝中间合金、锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金。各原料的质量通过中间合金中各金属成分的含量计算得到。

[0044] 为尽量减少铸锭合金元素偏析,优选地,铜铝中间合金为Al-50Cu。

[0045] 优选地,锆铝中间合金为Al-4Zr。

[0046] 优选地,钛铝中间合金为Al-5Ti-0.02B。

[0047] 优选地,提供Er元素的稀土铝中间合金为Al-6Er。

[0048] 优选地,提供Y元素的稀土铝中间合金为Al-10Y。

[0049] 优选地,提供Yb元素的稀土铝中间合金为Al-10Yb。

[0050] 特别地,将各原料烘干。烘干的条件为在400℃保温2~3h,防止水蒸气影响。

[0051] 步骤S200:将金属Al熔化得到铝液,加入金属Zn和铜铝中间合金熔化,加入金属Mg得到中间熔液。

[0052] 金属Al熔化的温度为750℃。在金属Zn、金属Mg和铜铝中间合金加入时,应尽可能在铝液的不同位置进行投料,使金属Zn、金属Mg和铜铝中间合金的成分能够更快速、均匀地在铝液中分散。

[0053] 熔化的设备为反射炉。特别地,在加入原料之前,将反射炉在500℃烘烤24h,排除水蒸气以免水蒸气在高温下分解成氢气影响铝合金材料的性能。

[0054] 步骤S200具体为:将金属Al完全熔化,扒渣后,加入金属Zn和铜铝中间合金搅拌完全熔化后10min,加入金属Mg后10min得到中间熔液。特别地,加入金属Mg熔化时,需用夹具将Mg压入铝液中,因为Mg的密度比Al小,会浮在铝液液面。

[0055] 扒渣时动作要平稳,不能使熔液表面起浪,以防止铝液从炉门溢出。

[0056] 步骤S300:在中间熔液中加入锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金,得到熔液。

[0057] 特别地,步骤S300的具体步骤为:将中间熔液用覆盖剂覆盖,加入锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金后,得到熔液。

[0058] 特别地,覆盖剂为2号覆盖剂,2号覆盖剂包括质量比为39:50:6.6:4.4的氯化钠(NaCl)、氯化钾(KCl)、冰晶石(Na_3AlF_6)和萤石(CaF_2)。其中,冰晶石和萤石主要起精炼作用,如冰晶石具有较强的溶解 Al_2O_3 的能力,在吸附、溶解 Al_2O_3 的同时还可适当地提高混合熔盐的熔点,以增大净化效果;萤石能提高基体溶剂NaCl和KCl的表面张力和黏度,使已吸附氧化物的溶剂球状化,易于与熔体分离。

[0059] 优选地,所用2号覆盖剂的质量要求为无可见其他机械杂质,颗粒直径小于1.5mm。特别地,覆盖剂的量为不超过金属Mg质量的2.5%。

[0060] 特别地,加入锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金后完全熔化,得到熔液。在锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金加入时,应尽可能在中间熔液的不同位置进行投料,使锆铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金的成分能够更快速、均匀地在铝液中分散。

[0061] 步骤S400:在熔液中加入精炼剂进行精炼。

[0062] 步骤S400加入精炼剂,以清除铝液内部的氢和浮游的氧化夹渣,使铝液更纯净,并兼有清渣剂的作用。

[0063] 精炼剂包括质量比为25~35:40~50:18~26的氯化钠(NaCl)、氯化钾(KCl)和冰晶石(Na_3AlF_6)。优选地,精炼剂的质量要求为无可见其他机械杂质。精炼剂若为块状熔剂,要求为质量分数95%以上,块状熔剂的尺寸应在50~80mm之内;精炼剂若为粉状熔剂,粒度小于1.5mm。精炼剂的用量比例为1kg熔液加入5g精炼剂。

[0064] 特别地,步骤S400具体为,在熔液中加入精炼剂进行精炼后,扒渣,静置。精炼的温度为700~730℃,静置的时间为5min。静置是指停止搅拌。

[0065] 步骤S500:在熔液通入氩气进行精炼。

[0066] 特别地,氩气精炼的时间为30min,静置的时间为10min。静置是指停止搅拌。

[0067] 特别地,氩气的纯度高于99.996%,氩气的压力为0.2Mpa左右。

[0068] 在熔液通入氩气进行精炼的步骤具体为:先预热精炼管,然后在精炼管中通入氩气,缓慢移动精炼管进行精炼,氩气气泡尺寸越细小,分布越均匀,气泡与熔液接触面积就越大,氩气精炼效果就越好。特别地,气泡高度小于10cm,以防止熔液飞溅伤人,同时保证精炼效果。

[0069] 步骤S600:将熔液进行铸造得到铸锭。

[0070] 特别地,在进行步骤S600之前,还包括步骤:对熔液快速进行化学分析,根据上述铝合金材料中各组分的重量比调整铝液组分,对铝液进行补料和冲淡处理,保证上述铝合金材料中各组分的重量比。

[0071] 特别地,将熔液进行半连续铸造得到铸锭。半连续铸造采用立式直接水冷铸造法,把熔液引入到一个铸模里,铸模底都先用一个底座靠合。底座在操纵者控制下,能以所要求的速度下降,从而将铸锭从铸模中引出、当熔液进入铸模时,便在与铸模壁接触的地方形成凝固表壳。铸模里的金属达到一定深度后,下降底座,冷却水直接喷射到铸模和底座之间的已凝固金属表面。特别地,铸造前,铸模壁采用细砂纸打磨光滑,并涂上润滑黄油,防止拉伤铸锭。

[0072] 特别地,半连续铸造的温度为680~710℃。半连续铸造的铸造速度为70~100mm/min,冷却水的温度为25~35℃。铸锭的规格为(520~700)mm×(6000~6300)mm。

[0073] 特别地,步骤S600还包括步骤:将铸锭均匀化。优选地,铸锭均匀化采用分段进行,具体步骤为,在350℃保温4h后,以50℃/h速率升温至465℃后保温20h,采用风冷形式进行冷却。特别地,冷却速率30℃/s。

[0074] 步骤S700:将铸锭依次进行挤压,拉伸,退火,冷镦,固溶和时效处理,得到铝合金材料。

[0075] 优选地,挤压比(挤压筒腔的横断面面积与挤压制品总横断面面积之比)为20以上。更优选的,挤压比为50以上,更优选的,挤压比为65。大变形挤压过程使晶粒破碎更充分的同时,又使不均匀变形更剧烈,位错塞积更严重,位错密度增加,引起畸变能增加,使金属的动态再结晶更加容易和充分。另外在挤压过程中,纳米级 Al_3Er 强化相等第二相颗粒附近区域易形成高位错密度和高取向差区,从而促进形核。第二相颗粒可以阻碍晶界的迁移,进而减缓动态再结晶晶粒的长大。采用大变形热挤压,可消除铸锭中气孔、疏松和缩尾等缺

陷,显著地细化晶粒,得到亚纳米级尺寸晶粒,从而提高和改善该合金的抗拉强度、屈服强度和剪切强度。

[0076] 特别地,挤压速度为0.1~2mm/s。

[0077] 优选地,挤压到毛坯余料剩余80mm时挤压结束。

[0078] 优选地,在将铸锭进行挤压之前还包括步骤:对所述铸锭进行预热处理,预热处理的条件为:在360℃~420℃保温30min~4小时。该温度下进行挤压,动态再结晶晶粒不易长大,合金晶粒更细,力学性能更高。热挤压使合金晶粒在沿着挤压方向形成明显的挤压织构。

[0079] 伸时应控制拉伸变形量控制在20%~30%范围内,安全系数大于1。其中,安全系数是指极限应力与许用应力之比。

[0080] 退火的目的在于消除铆钉材料的加工应力,恢复塑性保证冷镦不开裂,使该铝合金材料退火状态下塑性满足冷镦要求。退火步骤具体为:以80℃-150℃/h速率升温到400℃~460℃保温2h~4h后,以不超过30℃/h的速率降温到260℃保温6h后,空气中冷却。

[0081] 固溶和时效处理的具体步骤为:在475℃保温4h后,水淬后,在120℃保温24h后,在空气中冷却。

[0082] 特别地,控制铝合金材料从475℃转移到进行水淬的转移时间不超过15s。特别地,水淬后合金的温度不超过30℃。特别地,水淬步骤与在120℃保温24h步骤的时间间隔不超过24h。

[0083] 本发明采用的方法工艺简单,生产方便,制得的铝合金材料熔点高、稳定性良好,铝合金材料的抗拉强度、屈服强度和剪切强度等性能均大大提高。上述铝合金材料在室温下的性能指标, R_M (抗拉强度)高达680MPa, $R_{P0.2}$ (屈服强度)高达640MPa,延伸率达到12%, τ_b (剪切强度)高达360MPa。

[0084] 本发明的制备方法制得的铝合金材料,在退火态保持良好冷镦效果的同时,大幅提高铝合金材料的抗拉强度、屈服强度和剪切强度,用于铆钉,真正实现铝合金铆钉材料代替冷镦钢的可能,有利于实现车辆轻量化。

[0085] 上述铝合金材料应用于对强度有需求的材料,尤其适应于紧固件,包括拉铆钉、焊钉、螺母和螺套等。采用该铝合金材料制作的紧固件如铆钉,提高紧固件产品的抗拉强度、屈服强度和剪切强度,用铝合金铆钉材料代替冷镦钢。采用该铝合金材料的铆钉用于列车车辆的连接结构,促进了车辆轻量化。

[0086] 以下为具体实施例。

[0087] 实施例1

[0088] 一种铝合金材料,以质量百分比计,包括8.0%的Zn,2.2%的Mg,1.8%的Cu,0.18%的Zr,0.15%的Er,0.02%的Ti,以及87.6%的Al。

[0089] 实施例1的铝合金材料的制备方法如下:

[0090] 原料包括:99.9%的金属Zn、99.9%的金属Mg、99.9%的金属Al、Al-4Zr、Al-5Ti-0.02B、Al-6Er。计算各原料的量,将各原料烘干。

[0091] 将金属Al在750℃熔化,扒渣后,加入金属Zn和铜铝中间合金搅拌完全熔化后10min,加入金属Mg后10min得到中间熔液。

[0092] 将中间熔液压入铝液中,用2号覆盖剂(2号覆盖剂包括质量比为39:50:6.6:4.4的

NaCl、KCl、Na₃AlF₆和CaF₂)覆盖,加入铝铝中间合金、钛铝中间合金和稀土铝中间合金后,得到熔液。覆盖剂的量为金属Mg质量的2.0%。

[0093] 在熔液中按5g精炼剂/kg熔液的量加入精炼剂(精炼剂包括质量比为25:50:25的NaCl、KCl和Na₃AlF₆)进行精炼后,扒渣,静置5min。

[0094] 在熔液通入氩气进行精炼30min,静置10min。

[0095] 将熔液依次在710℃进行半连续铸造得到铸锭,将铸锭在350℃保温4h,以50℃/h速率升温至465℃保温20h后,采用风冷形式进行冷却使铸锭均匀化。

[0096] 将铸锭在380℃保温1小时进行预热处理,在挤压比为65、挤压速度为0.3mm/s的条件下进行挤压;拉伸;在420℃保温2h,以30℃/h的速率降温到260℃保温6h,空气中冷却完全退火;冷敏;在475℃保温4h后,水淬,在120℃保温24h后,在空气中冷却完成固溶和人工时效处理,得到上述铝合金材料。

[0097] 实施例2

[0098] 一种铝合金材料,以质量百分比计,包括8.5%的Zn,2.2%的Mg,1.8%的Cu,0.2%的Zr,0.2%的Er,0.02%的Ti,以及87.6%的Al。

[0099] 实施例2的铝合金材料的制备方法与实施例1不同之处在于,挤压比为20。预热处理的条件为360℃保温4小时,挤压速度为0.1mm/s。

[0100] 实施例3

[0101] 一种铝合金材料,以质量百分比计,包括7.8%的Zn,1.6%的Mg,1.2%的Cu,0.12%的Zr,0.12%的Er,0.02%的Ti,以及87.6%的Al。

[0102] 实施例3的铝合金材料的制备方法与实施例1不同之处在于,挤压比为50。预热处理的条件为420℃保温30分钟,挤压速度为2mm/s。

[0103] 实施例4

[0104] 一种铝合金材料,以质量百分比计,包括9.0%的Zn,2.5%的Mg,2.5%的Cu,0.4%的Zr,0.4%的Y,0.6%的Ti,以及87.6%的Al。

[0105] 实施例4的铝合金材料的制备方法与实施例1不同之处在于,稀土元素为Y,对应的原料为Al-10Y。

[0106] 实施例5

[0107] 一种铝合金材料,以质量百分比计,包括6.5%的Zn,1.0%的Mg,1.0%的Cu,0.08%的Zr,0.05%的Yb,0.01%的Ti,以及87.6%的Al。

[0108] 实施例5的铝合金材料的制备方法与实施例1不同之处在于,稀土元素为Yb,对应的原料为Al-10Yb。

[0109] 在实施例1~5中,Si含量小于0.12%,Fe含量小于0.15%,单个其它元素含量小于0.05%,综合其它元素含量小于0.15%。

[0110] 对比例1

[0111] 对比例1为综合性能最优及运用最广的7系铝合金铆钉材料7075,以质量百分比计,包括5.1%~6.1%的Zn,2.1%~2.9%的Mg,1.2%~2.0%的Cu,0.18%~0.28%的Cr,0.3%的Mn,0.5%的Fe,0.02%的Ti,余量为Al及不可避免的杂质。其中单个其它杂质元素含量小于0.05%,综合其它杂质元素含量小于0.15%。

[0112] 将实施例1~5得到的铝合金材料,采用万能力学试验机测试其力学性能。测试结

果和对比例1的性能参数见表1。

[0113] 表1

	状态	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	剪切强度 (MPa)
实施例 1	O	215	96	18	155
	T6	680	630	10	360
实施例 2	O	160	90	19	120
	T6	590	530	12	328
实施例 3	O	220	98	16	152
	T6	640	580	9	330
实施例 4	O	210	105	14	136
	T6	600	520	9	330
实施例 5	O	205	90	15	135
	T6	650	600	7	325
对比例 1	O	228	103	17	152
	T6	572	503	11	331

[0114] 从表1可以看出,本发明的制备方法,铝合金材料在退火状态(O态)下满足GB/T3250-2007铆接试验方法,观察墩粗后的铆钉平头侧面,未出现裂纹、开裂或折叠现象,即符合铆接性能要求;T6状态下抗拉强度高达680MPa,屈服强度高达630MPa,延伸率达到12%,剪切强度高达360MPa,远超过国家国标和美联邦提出的高强度铝合金铆钉材料性能要求,为铆钉提供了综合性能了良好的铝合金材料。

[0115] 与对比例1相比,本发明的铝合金材料室温下,抗拉强度、屈服强度和剪切强度等性能均大大提高,抗拉强度高达680MPa,屈服强度高达630MPa,切强度高达360MPa,远超过国家国标和美联邦提出的高强度铝合金铆钉材料性能要求,为铆钉提供了综合性能了良好的铝合金材料。

[0116] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0117] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

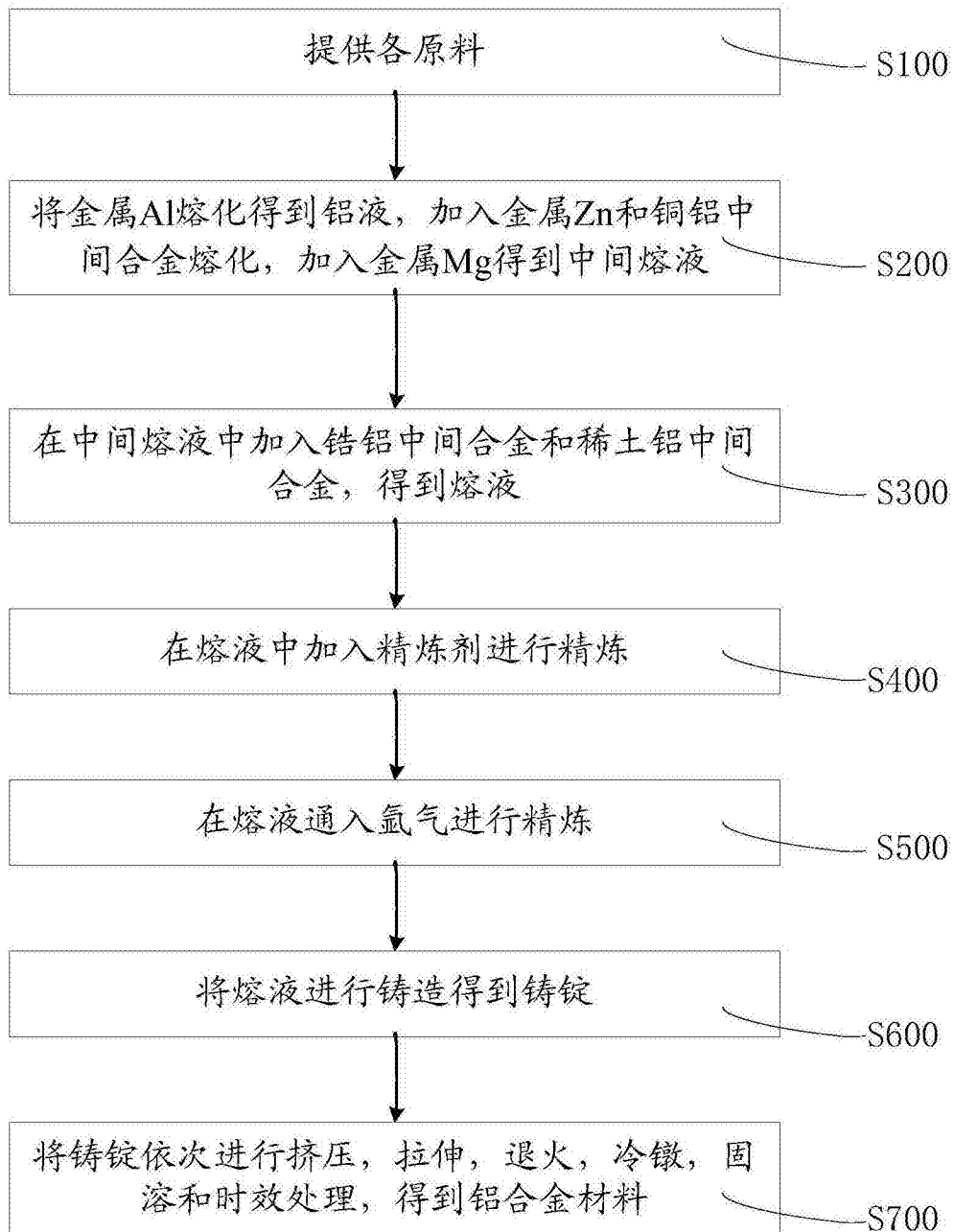


图1