



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116179910 A

(43) 申请公布日 2023.05.30

(21) 申请号 202310208469.3

(22) 申请日 2023.03.07

(71) 申请人 东北大学

地址 110819 辽宁省沈阳市和平区文化路  
三号巷11号

(72) 发明人 张海涛 刘琳莉 杨东辉 吴子彬  
邹晶 王平 秦克

(74) 专利代理机构 沈阳东大知识产权代理有限  
公司 21109

专利代理师 马海芳

(51) Int. Cl.

G22C 21/10 (2006.01)

G22C 1/03 (2006.01)

G22F 1/053 (2006.01)

B21C 23/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书6页

(54) 发明名称

综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金及其制  
备方法

(57) 摘要

一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金及其制备方法,属于有色金属材料及其制备领域。以质量分数计,该Al-Zn-Mg合金包括如下组分组成: $5.5\% \leq \text{Zn} \leq 7.9\%$ ,  $1.2\% \leq \text{Mg} \leq 2.5\%$ ,  $0 < \text{Cu} \leq 0.6\%$ ,  $0.05\% \leq \text{Zr} \leq 0.25\%$ ,  $0.05\% \leq \text{Cr} \leq 0.3\%$ ,  $0.05\% \leq \text{Mn} \leq 0.5\%$ ,  $0.02\% \leq \text{Ti} \leq 0.10\%$ ,余量为Al及其他不可避免的杂质,且Zn和Mg的质量百分数含量比值为 $3.4 \leq \text{Zn}/\text{Mg} \leq 5.3$ 。同时,还公开了其制备方法:熔铸-均匀化工-挤压-固溶及时效工艺。该方法通过优化调控主合金元素与微合金元素的含量配比,结合制备方法,制备出具有优良的力学性能、腐蚀性能和焊接性能的Al-Zn-Mg合金,具有制备方法简单,成品率高,能耗小,污染小等优点。

1. 一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其特征在于,以质量百分数计,所述综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金包括主合金元素与微合金元素,主合金元素为Al-Zn-Mg,微合金元素包括Cu,Zr,Cr,Mn,Ti,Fe,Si中的1种或者2种以上,余量为Al和不可避免的杂质;

其中,微合金元素的质量配比满足条件(1),主合金元素的质量配比满足条件(2):

$$\begin{aligned} 0 < \text{Cu} \leq 0.6\%, 0.05\% < \text{Zr} \leq 0.25\%, 0.05\% < \text{Cr} \leq 0.3\%, \\ 0.05\% < \text{Mn} \leq 0.5\%, 0.02\% \leq \text{Ti} \leq 0.10\%, \text{Fe} < 0.2\%, \text{Si} < 0.2\% \quad (1) \\ 5.5\% < \text{Zn} \leq 7.9\%, 1.2\% < \text{Mg} \leq 2.5\%, \text{余量为Al}; \quad (2)。 \end{aligned}$$

2. 根据权利要求1所述的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其特征在于, $3.4 \leq \text{Zn/Mg} \leq 5.3$ , $0 < \text{Zr} + \text{Cr} + \text{Mn} \leq 0.9\%$ ,单一杂质的质量百分数少于0.05%,杂质总质量百分含量不超过0.3%。

3. 根据权利要求1所述的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其特征在于,本发明的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的屈服强度为450-550MPa,抗拉强度为470-570MPa,延伸率为15-23%。

4. 权利要求1-3任意一项所述综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的制备方法,其特征在于,包括:熔铸-均匀化工艺-挤压-固溶及时效工艺;具体包括下述步骤:

S1. 熔铸:按设计的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金组分分配比合金各组分,加热至730~750°C熔化后铸造得到合金铸锭;

S2. 铸锭均匀化处理:将铸锭以3-20°C/min的加热速率升温到460-520°C,保温12-36小时,然后出炉空冷,得到均匀化处理后的合金;

S3. 挤压:将均匀化处理后的合金铸锭去除表面氧化表皮后进行挤压处理得到挤压态合金坯料;

S4. 固溶及时效处理:将挤压态合金坯料进行固溶及时效处理,得到综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金。

5. 根据权利要求4所述的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的制备方法,其特征在于,步骤S1中,熔炼包括以下步骤:

准备纯铝、纯锌、纯镁、纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-10Mn和Al-5Ti-B作为原料,其中铝的质量纯度 $\geq 99.98\%$ ,纯锌、纯镁和纯铜的质量纯度均 $\geq 99.98\%$ ;

在保护气氛条件下,将纯铝置于加热到700-730°C形成铝熔体;

在保护气氛条件下,将纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-5Ti-B和Al-10Mn放入熔体中,将溶液升温至730-750°C使合金完全熔化,然后在搅拌条件下保温5-8min;

在保护气氛条件下,将纯锌和纯镁加入到熔体中,搅拌至纯锌和纯镁完全熔化,随后除气除渣。

6. 根据权利要求5所述的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的制备方法,其特征在于,除气时采用氩气,通入时间20-40min;搅拌方式为机械搅拌。

7. 根据权利要求4所述的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的制备方法,其特征在于,所述S1中,铸造步骤为:在铸造温度为720°C~735°C、铸造速度为200~400mm/min,最后进行剪切处理。

8. 根据权利要求4所述的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的制备方法,其特征在于,所述的S3中,挤压比为10-40;挤压温度为460-540°C;挤压速度为2mm/s-5mm/s;挤压后冷却

速率大于30°C/s。

9. 根据权利要求4所述的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的制备方法,其特征在于,所述的S4中,固溶处理工艺为:温度450-485°C,保温时间0.5-3小时,室温水淬。

10. 根据权利要求4所述的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的制备方法,其特征在于,所述的S4中,时效工艺为:温度100-225°C,保温时间10-72小时,出炉空冷。

## 综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及有色金属及其制备技术领域,具体涉及一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金及其制备方法,该产品表现出优异的力学性能、腐蚀性能和焊接性能,适合用作汽车、铁路车辆和飞机等运输设备的结构材料。

### 背景技术

[0002] Al-Zn-Mg系合金是可热处理强化铝合金,因其具有较低的密度,较高的力学性能、耐腐蚀性能和焊接性能,广泛应用于高铁、汽车和航空航天领域。Al-Zn-Mg系合金中Cu、Zr、Cr、Mn等元素是合金主要微合金元素。Cu元素一方面可以降低Al-Zn-Mg系合金晶界的电位,改善抗应力腐蚀性能,另一方面Cu元素有利于提高合金的力学性能。但是当Cu含量大于0.4wt.%时合金的腐蚀性能下降。微合金元素Zr、Cr、Mn通过与Al结合,形成微小化合物相,可以抑制再结晶得到纤维状组织和控制淬火敏感性。Zr、Cr、Mn元素作为微合金元素可以一同添加,也可以单独添加。Zr作为首选合金元素,其最大值不应超过0.2wt.%。Cr元素含量应小于0.3wt.%,当Cr含量较多时,合金中会形成粗大的晶间难溶相,导致合金的力学性能下降。虽然Cr作为抑制再结晶元素的效果不如Zr元素,但是单独或者综合添加Cr元素也会起到抑制再结晶的作用。Mn元素最大添加量为0.8wt.%,Mn最佳添加量为0.05-0.4wt.%,当Mn与Zr结合时,Mn+Zr含量应小于0.4wt.%。Fe和Si元素作为Al-Zn-Mg系合金不可避免的杂质,可以与Al结合形成Al-Fe-Si系化合物相,由于该化合物相在合金受力过程中容易成为裂纹起点,所以应该严格控制Al-Zn-Mg系合金中Fe和Si的含量,其中Fe含量应小于0.2wt.%,Si含量应小于0.1wt.%。

[0003] 通常情况下,Al-Zn-Mg系合金的强度或耐蚀性能的提高可以通过变形方式和热处理工艺实现,但是强度或耐腐蚀性能难以兼顾,一种性能的提高需要牺牲另一种性能为代价。此外,在生产Al-Zn-Mg系合金过程中微量Cu可以有效提高合金的强度,但Cu元素会严重影响合金的焊接性能。

[0004] Al-Zn-Mg系合金中主元素的配比和微量元素的种类、含量和配比严重影响性能。合金成分的优化设计是开发高性能Al-Zn-Mg系合金的重要方式。因此,如何通过调配主元素与微量元素的配比获得较高的力学性能、耐腐蚀性能和焊接性能的高性能Al-Zn-Mg系合金是本领域亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术存在的问题,本发明提供一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金及其制备方法,该产品表现出优异的力学性能、腐蚀性能和焊接性能。通过调控主合金元素与微量元素的含量,并采用特定的制备工艺,调控了Al-Zn-Mg合金的微观组织状态,从而获得具有优良综合性能的Al-Zn-Mg合金。

[0006] 本发明提供的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,包括主合金元素Zn元素和Mg元素,微合金元素Cu,Zr,Cr,Mn,Ti,Fe,Si中的1种或者2种以上,余量为Al和不可避免的杂质。

[0007] 以质量分数计,综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金包括如下组分及各个组成的质量百分比为: $5.5\% \leq \text{Zn} \leq 7.9\%$ ,  $1.2\% \leq \text{Mg} \leq 2.5\%$ ,  $0 < \text{Cu} \leq 0.6\%$ ,  $0.05\% < \text{Zr} \leq 0.25\%$ ,  $0.05\% < \text{Cr} \leq 0.3\%$ ,  $0.05\% < \text{Mn} \leq 0.5\%$ ,  $0.02\% \leq \text{Ti} \leq 0.10\%$ ,余量为Al及其他不可避免的杂质。

[0008] 进一步地,单一杂质含量少于0.05%,杂质总含量不超过0.3%,其中Fe含量小于0.2%,Si含量小于0.2%。

[0009] 进一步地,上述综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金, $3.4 \leq \text{Zn/Mg} \leq 5.3$ ,  $0 < \text{Zr} + \text{Cr} + \text{Mn} \leq 0.9\%$ 。

[0010] 本发明的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的屈服强度为450-550MPa,抗拉强度为470-570MPa,延伸率为15-23%。

[0011] 本发明的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的制备方法,包括:熔铸-均匀化工艺-挤压-固溶及时效工艺,具体制备方法包括以下步骤:

[0012] 1.熔炼:准备纯铝、纯锌、纯镁、纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-10Mn和Al-5Ti-B作为原料,其中铝的质量纯度 $\geq 99.98\%$ ,纯锌、纯镁和纯铜的质量纯度均 $\geq 99.98\%$ 。在保护气氛条件下,将纯铝置于加热到700-730℃形成铝熔体。将纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-5Ti-B和Al-10Mn放入熔体中,将溶液升温至730-750℃使合金完全熔化,在搅拌条件下保温5-8min。在保护气氛条件下,将纯锌和纯镁加入到熔体中,搅拌至纯锌和纯镁完全熔化,随后除气除渣及铸造,得到铸锭。

[0013] 2.铸锭均匀化处理:将铸锭以3-20℃/min的加热速率升温到460-520℃,保温12-36小时,然后出炉空冷,得到均匀化处理后的合金。

[0014] 3.挤压:将均匀化处理后的合金去除表面氧化表皮后进行挤压处理得到挤压态合金坯料。挤压过程中挤压比为10-40;挤压温度为460-540℃;挤压速度为2mm/s-5mm/s;挤压后冷却速率大于30℃/s。

[0015] 4.固溶及时效处理:将挤压态合金坯料进行固溶及时效处理,得到综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金。其中固溶处理工艺为:温度450-485℃,保温时间0.5-3小时,室温水淬;时效工艺为:温度100-225℃,保温时间10-72小时,出炉空冷。

[0016] 上述步骤1中,保护气氛为氩气气氛。

[0017] 上述步骤1中,中间合金及纯金属采用钟罩压入的方式加入到熔体中。

[0018] 上述步骤1中,搅拌方式为机械搅拌,所述除气是向熔体中通入氩气气氛,除气时间20-40min。

[0019] 上述步骤1中,铸造温度为720℃~735℃、铸造速度为200~400mm/min。

[0020] 本发明通过优化调控主合金元素与微合金元素的含量配比,通过合理的制备方法,制备出具有优良的力学性能、腐蚀性能和焊接性能的Al-Zn-Mg合金。本发明制备方法简单,成品率高,能耗小,污染小,广泛应用于工业生产,可以实现Al-Zn-Mg合金工业化批量生产。

### 具体实施方式

[0021] 下述非限制性实施例可以使本领域的普通技术人员更全面地理解本发明,但不以任何方式限制本发明。

[0022] 下述实施例中所述试验方法,如无特殊说明,均为常规方法;所述试剂和材料,如无特殊说明,均可从商业途径获得。

[0023] 下述实施例中所用的百分含量,如无特别说明,均为质量百分含量。

[0024] 一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其特征在于:其成分包括Al、Zn、Mg、Cu、Zr、Cr、Mn、Zr、Ti,其中Zn的质量百分含量为5.5%-7.9%,Mg的质量百分含量为1.2%-2.5%,Zn和Mg的质量百分含量比值为 $3.4 \leq \text{Zn/Mg} \leq 5.3$ ,Cu的质量百分含量为0-0.6%,Zr的质量百分含量为0.05%-0.25%,Cr的质量百分含量为0.05%~0.3%,Mn的质量百分含量为0.05%-2.5%,Ti的质量百分含量为0.02%-0.1%;

[0025] 上述综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金制备方法包括以下步骤,

[0026] (1)熔炼:准备纯铝、纯锌、纯镁、纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-10Mn和Al-5Ti-B作为原料,其中铝的质量纯度 $\geq 99.98\%$ ,纯锌、纯镁和纯铜的质量纯度均 $\geq 99.98\%$ 。在保护气氛条件下,将纯铝置于加热到700-730℃形成铝熔体。将纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-5Ti-B和Al-10Mn放入熔体中,将溶液升温至730-750℃使合金完全熔化,在搅拌条件下保温5-8min。在保护气氛条件下,将纯锌和纯镁加入到熔体中,搅拌至纯锌和纯镁完全熔化,随后利用氩气除气,除气时间20-40min,最后除渣及铸造,其中铸造温度为720℃~735℃、铸造速度为200~400mm/min。

[0027] (2)铸锭均匀化处理:将铸锭以3-20℃/min的加热速率升温到460-520℃,保温12-36小时,然后出炉空冷。

[0028] (3)挤压:将均匀化处理后的合金去除表面氧化表皮后进行挤压处理得到挤压态合金坯料。挤压过程中挤压比为10-40;挤压温度为460-540℃;挤压速度为2mm/s-5mm/s;挤压后冷却速率大于30℃/s。

[0029] (4)固溶及时效处理:将挤压态合金坯料进行固溶处理及时效,得到综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金。其中固溶处理工艺为:温度450-485℃,保温时间0.5-3小时,室温水淬;时效工艺为:温度100-225℃,保温时间10-72小时,出炉空冷。

[0030] 实施例1

[0031] 一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其成分按质量百分比包括:Zn:5.5%,Mg:1.6%,Cu:0.2%,Zr:0.12%,Cr:0.2%,Mn:0.4%,Ti:0.03%,余量为Al及不可避免的杂质。制备合金的过程为:

[0032] (1)熔炼:准备纯铝、纯锌、纯镁、纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-10Mn和Al-5Ti-B作为原料,其中铝的质量纯度 $\geq 99.98\%$ ,纯锌、纯镁和纯铜的质量纯度均 $\geq 99.98\%$ 。在保护气氛条件下,将纯铝置于加热到700℃形成铝熔体。将纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-5Ti-B和Al-10Mn放入熔体中,将溶液升温至730℃使合金完全熔化,在搅拌条件下保温6min。在保护气氛条件下,将纯锌和纯镁加入到熔体中,搅拌至纯锌和纯镁完全熔化,随后利用氩气除气,除气时间30min,最后除渣及铸造,其中铸造温度为720℃、铸造速度为200mm/min。

[0033] (2)铸锭均匀化处理:将铸锭以3℃/min的加热速率升温到460℃,保温36小时,然后出炉空冷。

[0034] (3)挤压:将均匀化处理后的合金去除表面氧化表皮后进行挤压处理得到挤压态合金坯料。挤压过程中挤压比为20;挤压温度为460℃;挤压速度为2mm/s;挤压后冷却速率大于30℃/s。

[0035] (4) 固溶及时效处理:将挤压态合金坯料进行固溶处理及时效,得到高强度可焊Al-Zn-Mg合金。其中固溶处理工艺为:温度450℃,保温时间3小时,室温水淬;时效工艺为:温度205℃,保温时间24小时,出炉空冷。

[0036] 对上述制备方法获得的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金进行性能测试,获得综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的屈服强度为472MPa,抗拉强度为495MPa,延伸率为18.5%。

[0037] 实施例2

[0038] 一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其成分按质量百分比包括:Zn:6%,Mg:1.8%,Cu:0.3%,Zr:0.2%,Cr:0.2%,Mn:0.5%,Ti:0.03%,余量为Al及不可避免的杂质。制备合金的过程为:

[0039] (1) 熔炼:准备纯铝、纯锌、纯镁、纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-10Mn和Al-5Ti-B作为原料,其中铝的质量纯度 $\geq 99.98\%$ ,纯锌、纯镁和纯铜的质量纯度均 $\geq 99.98\%$ 。在保护气氛条件下,将纯铝置于加热到730℃形成铝熔体。将纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-5Ti-B和Al-10Mn放入熔体中,将溶液升温至750℃使合金完全熔化,在搅拌条件下保温5min。在保护气氛条件下,将纯锌和纯镁加入到熔体中,搅拌至纯锌和纯镁完全熔化,随后利用氩气除气,除气时间20min,最后除渣及铸造,其中铸造温度为735℃、铸造速度为400mm/min。

[0040] (2) 铸锭均匀化处理:将铸锭以10℃/min的加热速率升温到520℃,保温24小时,然后出炉空冷。

[0041] (3) 挤压:将均匀化处理后的合金去除表面氧化表皮后进行挤压处理得到挤压态合金坯料。挤压过程中挤压比为30;挤压温度为540℃;挤压速度为5mm/s;挤压后冷却速率大于30℃/s。

[0042] (4) 固溶及时效处理:将挤压态合金坯料进行固溶处理及时效,得到高强度可焊Al-Zn-Mg合金。其中固溶处理工艺为:温度485℃,保温时间0.5小时,室温水淬;时效工艺为:温度225℃,保温时间10小时,出炉空冷。

[0043] 对上述制备方法获得的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金进行性能测试,获得综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的屈服强度为494MPa,抗拉强度为515MPa,延伸率为17.6%。

[0044] 实施例3

[0045] 一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其成分按质量百分比包括:Zn:6.3%,Mg:1.9%,Cu:0.2%,Zr:0.15%,Cr:0.2%,Mn:0.4%,Ti:0.03%,余量为Al及不可避免的杂质。制备合金的过程为:

[0046] (1) 熔炼:准备纯铝、纯锌、纯镁、纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-10Mn和Al-5Ti-B作为原料,其中铝的质量纯度 $\geq 99.98\%$ ,纯锌、纯镁和纯铜的质量纯度均 $\geq 99.98\%$ 。在保护气氛条件下,将纯铝置于加热到720℃形成铝熔体。将纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-5Ti-B和Al-10Mn放入熔体中,将溶液升温至750℃使合金完全熔化,在搅拌条件下保温6min。在保护气氛条件下,将纯锌和纯镁加入到熔体中,搅拌至纯锌和纯镁完全熔化,随后利用氩气除气,除气时间40min,最后除渣及铸造,其中铸造温度为735℃、铸造速度为300mm/min。

[0047] (2) 铸锭均匀化处理:将铸锭以15℃/min的加热速率升温到500℃,保温24小时,然后出炉空冷。

[0048] (3) 挤压:将均匀化处理后的合金去除表面氧化表皮后进行挤压处理得到挤压态合金坯料。挤压过程中挤压比为20;挤压温度为540℃;挤压速度为3mm/s;挤压后冷却速率大于30℃/s。

[0049] (4) 固溶及时效处理:将挤压态合金坯料进行固溶处理及时效,得到高强度可焊Al-Zn-Mg合金。其中固溶处理工艺为:温度465℃,保温时间1小时,室温水淬;时效工艺为:温度200℃,保温时间36小时,出炉空冷。

[0050] 对上述制备方法获得的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金进行性能测试,获得综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的屈服强度为505MPa,抗拉强度为527MPa,延伸率为19.4%

[0051] 实施例4

[0052] 一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其成分按质量百分比包括:Zn:7.5%,Mg:2.3%,Cu:0.2%,Zr:0.15%,Cr:0.2%,Mn:0.4%,Ti:0.03%,余量为Al及不可避免的杂质。制备合金的过程为:

[0053] (1) 熔炼:准备纯铝、纯锌、纯镁、纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-10Mn和Al-5Ti-B作为原料,其中铝的质量纯度 $\geq 99.98\%$ ,纯锌、纯镁和纯铜的质量纯度均 $\geq 99.98\%$ 。在保护气氛条件下,将纯铝置于加热到710℃形成铝熔体。将纯铜、Al-10Cr、Al-10Zr、Al-5Ti-B和Al-10Mn放入熔体中,将溶液升温至740℃使合金完全熔化,在搅拌条件下保温5-8min。在保护气氛条件下,将纯锌和纯镁加入到熔体中,搅拌至纯锌和纯镁完全熔化,随后利用氩气除气,除气时间25min,最后除渣及铸造,其中铸造温度为730℃、铸造速度为250mm/min。

[0054] (2) 铸锭均匀化处理:将铸锭以5℃/min的加热速率升温到520℃,保温12小时,然后出炉空冷。

[0055] (3) 挤压:将均匀化处理后的合金去除表面氧化表皮后进行挤压处理得到挤压态合金坯料。挤压过程中挤压比为20;挤压温度为500℃;挤压速度为4mm/s;挤压后冷却速率大于30℃/s。

[0056] (4) 固溶及时效处理:将挤压态合金坯料进行固溶处理及时效,得到高强度可焊Al-Zn-Mg合金。其中固溶处理工艺为:温度475℃,保温时间2小时,室温水淬;时效工艺为:温度155℃,保温时间24小时,出炉空冷。

[0057] 对上述制备方法获得的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金进行性能测试,获得综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的屈服强度为518MPa,抗拉强度为539MPa,延伸率为21%。

[0058] 实施例5

[0059] 一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其成分按质量百分比包括:Zn:7.9%,Mg:2.5%,Cu:0.15%,Zr:0.15%,Cr:0.25%,Mn:0.3%,Ti:0.03%,余量为Al及不可避免的杂质。制备合金的过程与实例1相同。

[0060] 对上述制备方法获得的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金进行性能测试,获得综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的屈服强度为526MPa,抗拉强度为555MPa,延伸率为19.2%。

[0061] 实施例6

[0062] 一种综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金,其成分按质量百分比包括:Zn:7.9%,Mg:2.5%,Zr:0.15%,Cr:0.25%,Mn:0.3%,Ti:0.03%,余量为Al及不可避免的杂质,与实



施例5区别在于不含铜元素。制备合金的过程与实例1相同。

[0063] 对上述制备方法获得的综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金进行性能测试,获得综合性能优异高强度Al-Zn-Mg合金的屈服强度为524MPa,抗拉强度为552MPa,延伸率为16.8%。

[0064] 以上技术方案阐述了本发明的技术思路,不能以此限定本发明的保护范围,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上技术方案所作的任何改动及修饰,均属于本发明技术方案的保护范围。