



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105986149 A

(43) 申请公布日 2016. 10. 05

(21) 申请号 201510048051. 6

(22) 申请日 2015. 01. 30

(71) 申请人 重庆金亚模具制造有限公司

地址 401320 重庆市巴南区鱼洞金竹工业园

(72) 发明人 罗灿

(51) Int. Cl.

G22C 21/02(2006. 01)

G22F 1/043(2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

汽车车身用铝合金

(57) 摘要

汽车车身用铝合金,其成分的质量百分含量为:Cu0.04-0.11wt%;Cr $\leq$ 0.10wt%;Ti $\leq$ 0.12wt%;Fe0.04-0.13%;Si1.50-1.8wt%;Mg0.38-0.50wt%;Mn0.080-0.12wt%,余量为Al。铝合金铸锭进行均匀化退火热处理后,再经过热轧、中间退火、冷轧加工成板材;将铝合金板材在540-565℃进行固溶处理后快速淬火至低于100℃,然后于30分钟内进行预时效处理,预时效处理工艺为:于180-220℃预时效1-10s,或者于60-100℃预时效0.2-12h。铝合金经过预时效处理后室温放置过程中性能稳定,烤漆前具有较好成形性能。

1. 汽车车身用铝合金,其特征在於,其成分的质量百分含量为:Cu 0.04 - 0.11 wt% ; Cr  $\leq$  0.10 wt% ;Ti  $\leq$  0.12 wt% ;Fe 0.04 - 0.13 wt% ;Si 1.50 - 1.8 wt% ;Mg 0.38 - 0.50 wt% ;Mn 0.080-0.12 wt%,余量为Al。

2. 如权利要求1所述的汽车车身用铝合金,其特征在於,其成分的质量百分含量为:Si 1.90 wt%,Mg 0.40 wt%,Mn 0.1 wt%,Fe0.12 wt%,Cu 0.10 wt%,Ti 0.08wt%,Cr 0.07 wt%,余量为Al。

3. 如权利要求1所述的汽车车身用铝合金,其特征在於,其成分的质量百分含量为:Si 1.70 wt%,Mg 0.60 wt%,Mn 0.2 wt%,Fe 0.10wt%,Cu 0.09wt%,Ti 0.08 wt%,Cr 0.05 wt%,余量为Al。

4. 如权利要求1所述的汽车车身用铝合金,其特征在於,其成分的质量百分含量为:Si 1.8 wt%,Mg 0.50 wt%,Mn 0.05 wt%,Fe0.11 wt%,Cu 0.05 wt%,Ti 0.10 wt%,Cr 0.05 wt%,余量为Al。

5. 如权利要求1所述的汽车车身用铝合金,其特征在於,其成分的质量百分含量为:Si 1.80 wt%,Mg 0.60 wt%,Mn 0.10 wt%,Fe0.10 wt%,Cu 0.08 wt%,Ti 0.09wt%,Cr 0.07 wt%,余量为Al。

## 汽车车身用铝合金

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种 6xxx 系铝合金,尤其涉及一种用于汽车车身板的铝合金材料,属于铝合金技术领域。

### 背景技术

[0002] 汽车轻量化是汽车的发展方向之一,而汽车的铝合金化则是轻量化的重要手段。近年来,汽车车身铝合金板的开发一直是国内外研究的重点,其主要集中在 2xxx 系、5xxx 系和 6xxx 系三大系列。6xxx 系铝合金相对于 5xxx 系铝合金,具有更高的烘烤硬化性能及抗冲击性能;低 Cu 的 6xxx 系铝合金通常比高 Cu 的 2xxx 系铝合金,具有更好的耐蚀性能。因此目前铝合金车身板的发展趋势是开发 6xxx 系车身板用铝合金。

[0003] 目前,AA6022、AA6111、AA6016 合金作为汽车车身板材料已经在欧美生产的汽车中得到应用。其中,AA6111 合金烘烤硬化性较好,但其冲压前的屈服强度较高(通常超过 150MPa 甚至更高),造成该材料成形性能下降、翻边延性较差,难以全部满足汽车车身板的成形性要求。同时该合金中的 Cu 含量较高,降低了材料的耐蚀性能。AA6016、AA6022 合金为低 Cu 合金,具有较好的成形性能,但其烘烤硬化性相对 AA6111 合金的低。目前已经得到应用的汽车车身用 6xxx 系合金主要为过剩 Si 型合金。过剩 Si 的添加一方面能提高材料的成

形性能,同时也可以提高合金的烘烤硬化效应。

[0004] 因此,有必要开发一种新型的高过剩 Si 型汽车车身板用 6xxx 系铝合金及其热处理工艺,使得合金板材在汽车材料生产厂制备完毕后,具有良好的成形性能并稳定至材料冲压之前;且具有较强的烤漆硬化能力。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有汽车车身用铝合金性能的不足,提供一种具有较高烘烤硬化性能且成形性能较好的汽车车身板用铝合金及其热处理工艺,通过合理优化合金中各元素的含量及预时效工艺,使得材料具有较好的综合性能。

[0006] 本发明的目的通过以下技术方案来实现:

汽车车身用铝合金,其成分的质量百分含量为:Cu 0.04 - 0.11 wt% ; Cr  $\leq$  0.10 wt% ;Ti  $\leq$  0.12 wt% ;Fe 0.04 - 0.13 wt% ;Si 1.50 - 1.8 wt% ;Mg 0.38 - 0.50 wt% ;Mn 0.080-0.12 wt%,余量为 Al。

[0007] 进一步,其成分的质量百分含量为:Si 1.90 wt%, Mg 0.40 wt%, Mn 0.1 wt%, Fe 0.12 wt%, Cu 0.10 wt%, Ti 0.08wt%, Cr 0.07 wt%,余量为 Al。

[0008] 进一步,其成分的质量百分含量为:Si 1.70 wt%, Mg 0.60 wt%, Mn 0.2 wt%, Fe 0.10wt%, Cu 0.09wt%, Ti 0.08 wt%, Cr 0.05 wt%,余量为 Al。

[0009] 进一步,其成分的质量百分含量为:Si 1.8 wt%, Mg 0.50 wt%, Mn 0.05 wt%, Fe 0.11 wt%, Cu 0.05 wt%, Ti 0.10 wt%, Cr 0.05 wt%,余量为 Al。

[0010] 进一步,其成分的质量百分含量为:Si 1.80 wt%,Mg 0.60 wt%,Mn 0.10 wt%,Fe 0.10 wt%,Cu 0.08 wt%,Ti 0.09wt%,Cr 0.07 wt%,余量为Al。

[0011] 汽车车身用铝合金的热处理方法,包括,铝合金锭进行均匀化退火热处理后,再经过热轧、中间退火、冷轧加工成板材;将铝合金板材在 500-600℃进行固溶处理后快速淬火至低于 110℃,然后于 20 分钟内进行预时效处理,预时效处理工艺为:于 150-200℃预时效 3-10s,或者于 50-90℃预时效 0.3-10h。

[0012] 进一步,150-200℃预时效 4-10s 后再于 30h 之内进行 65 -75℃时效处理 0.4-8h。

[0013] 本发明技术方案突出的实质性特点和显著的进步主要体现在:

本发明通过控制主要合金元素 Mg、Si、Cu 的含量,使得材料具有较高的强度水平和成形性能,调整微量元素 Mn、Fe 的含量,进一步使得材料的成形性能得到优化;同时结合预时效工艺的実施,使得材料兼顾较高的烤漆强度和成形性能。

### 具体实施方式

[0014] 下面结合实施例对本发明作进一步说明:

针对现有商业用汽车车身用 6xxx 系铝合金强度较低的现状,通过合理调整各合金元素的含量,以达到提高烘烤硬化性,并保证材料成形性能的目的。

[0015] 本发明汽车车身用铝合金, Si 1.35 - 2.1 wt% ;Mg 0.30 - 0.60 wt% ;Cu 0.04 - 0.11 wt% ;Mn 0.04 - 0.2 wt% ;Cr  $\leq$  0.10 wt% ;Ti  $\leq$  0.12 wt% ;Fe 0.04 - 0.13 wt% ;余量为Al。其中,优选:Si 1.50 - 1.8 wt% ;Mg 0.38 - 0.50 wt% ;Mn 0.080-0.12 wt%。

[0016] 汽车车身用铝合金的热处理方法,铝合金铸锭进行均匀化退火热处理后,再经过热轧、中间退火、冷轧加工成板材;将铝合金板材在 500-600℃进行固溶处理后快速淬火至低于 110℃,然后于 20 分钟内进行预时效处理,预时效处理工艺为:于 150-200℃预时效 3-10s,或者于 50-90℃预时效 0.3-10h,优选为 150-200℃预时效 4-10s 后再于 30h 之内进行 65 -75℃时效处理 0.4-8h。

[0017] 板材在 T4P 状态下晶粒全部为等轴晶,晶粒尺寸不超过 40  $\mu$ m,平均尺寸在 20-30  $\mu$ m。材料模拟烤漆(2% 预拉伸后,再进行 175℃ $\times$ 30min 时效处理)前的总延伸率不低于 28%,平面应变下的变形极限(FLD0)大于 0.24 ;而烤漆后屈服强度不低于 180MPa。该材料不仅具有较高的烤漆性能,而且成形性能较佳,满足汽车车身板的生产和使用需要。

[0018] Mg、Si 元素是 6xxx 系铝合金中的主要合金元素,其含量及比例不仅决定了材料的强度水平(烤漆性能),也决定了材料的成形性能。增加 Mg 的含量能够增加固溶强化以及时效强化效果,从而提高材料的强度水平。但与此同时可能造成材料应变敏感系数的下降以及应变集中,从而降低材料的成形性能;增加 Si 的含量不仅有利于提高材料的强度水平,同时由于高 Si 所带来的晶粒细化、微观组织的细化,使得变形过程中,应变更加均匀,成形性能更好。但 Si 的含量不宜过高,过高则造成材料中存在大量的难溶的过剩 Si 颗粒,使得材料的成形性能下降。Cu 是 6xxx 系合金中仅次于 Mg、Si 元素的主要添加元素。Cu 在合金中主要起降低自然时效的不利影响,提高材料烘烤硬化性能的目的。同时 Cu 元素也被认为能够提高材料的塑性及成形性能。但添加较多的 Cu 元素,会降低材料的耐蚀性

能,也可能造成材料冲压前强度过高,不利于冲压,同时也将提高材料的成本。本发明将主合金元素 Mg、Si、Cu 以及 Fe、Mn 等微量元素含量合理调整,并对合金施以预时效处理,使得材料性能稳定,并兼顾较高的成形性能和烤漆硬化能力。

[0019] 本发明的实际应用及其优点将由以下例子体现。

[0020] 实施例 1

铝合金成分以质量百分比计为:Si 1.90 wt%,Mg 0.40 wt%,Mn 0.1 wt%,Fe0.0.12 wt%,Cu 0.10 wt%,Ti 0.08wt%,Cr 0.07 wt%,余量为 Al。铝合金铸锭经均匀化处理后,热轧并冷轧至 1mm 的薄板;薄板经过固溶处理后水淬,再进行预时效处理:100℃×10min。自然时效两周后模拟烤漆处理(2% 拉伸+175℃×30min)。

[0021] 实施例 2

铝合金成分以质量百分比计为:Si 1.70 wt%,Mg 0.60 wt%,Mn 0.2 wt%,Fe 0.10wt%,Cu 0.09wt%,Ti 0.08 wt%,Cr 0.05 wt%,余量为 Al。铝合金铸锭经均匀化处理后,热轧并冷轧至 1mm 的薄板;薄板经过固溶处理后水淬,再进行预时效处理:200℃×5s。自然时效两周后模拟烤漆处理(2% 拉伸+175℃×30min)。

[0022] 实施例 3

铝合金成分以质量百分比计为:Si 1.8 wt%,Mg 0.50 wt%,Mn 0.05 wt%,Fe0.11 wt%,Cu 0.05 wt%,Ti 0.10 wt%,Cr 0.05 wt%,余量为 Al。铝合金铸锭经均匀化处理后,热轧并冷轧至 1mm 的薄板;薄板经过固溶处理后水淬,再进行预时效处理:150℃×10min。自然时效两周后模拟烤漆处理(2% 拉伸+175℃×30min)。

[0023] 实施例 4

铝合金成分以质量百分比计为:Si 1.80 wt%,Mg 0.60 wt%,Mn 0.10 wt%,Fe0.10 wt%,Cu 0.08 wt%,Ti 0.09wt%,Cr 0.07 wt%,余量为 Al。铝合金铸锭经均匀化处理后,热轧并冷轧至 1mm 的薄板;薄板经过固溶处理后水淬,再进行预时效处理:175℃×5min。自然时效两周后模拟烤漆处理(2% 拉伸+175℃×30min)。

[0024] 实施例 5

铝合金成分以质量百分比计为:Si 1.4 wt%,Mg 0.53 wt%,Mn 0.12 wt%,Fe0.06wt%,Cu 0.08 wt%,Ti 0.10 wt%,Cr 0.07 wt%,余量为 Al。铝合金铸锭经均匀化处理后,热轧并冷轧至 1mm 的薄板;薄板经过固溶处理后水淬,再进行预时效处理:180℃×2s 后,再于 24h 内进行 80℃×8h 时效处理。自然时效两周后模拟烤漆处理(2% 拉伸+175℃×30min)。

[0025] 比较例 1

铝合金成分以质量百分比计为:Si 1.80 wt%,Mg 1.0 wt%,Mn 0.05 wt%,Fe0.10 wt%,Cu 0.05 wt%,Ti 0.15 wt%,Cr 0.10 wt%,余量为 Al。铝合金铸锭经均匀化处理后,热轧并冷轧至 1mm 的薄板;薄板经过固溶处理后水淬,再进行预时效处理:175℃×5min。自然时效两周后模拟烤漆处理(2% 拉伸+175℃×30min)。

[0026] 比较例 2

铝合金成分以质量百分比计为:Si 0.8 wt%,Mg 1.0 wt%,Mn 0.01 wt%,Fe0.15 wt%,Cu 0.08 wt%,Ti 0.15 wt%,Cr 0.10 wt%,余量为 Al。铝合金铸锭经均匀化处理后,热轧并冷轧至 1mm 的薄板;薄板经过固溶处理后水淬,再进行预时效处理:175℃

×5min。自然时效两周后模拟烤漆处理(2% 拉伸 +175℃ ×30min)。实施例 1-5 所示的薄板模拟烤漆前后性能指标及比较例 1-2 的性能对比,详细见表 1。

[0027]

	烤漆前					烤漆后		
	R <sub>p0.2</sub> /MPa	R <sub>m</sub> /MPa	A/%	n	FLD	R <sub>p0.2</sub> /MPa	R <sub>m</sub> /MPa	A/%
实施例 1	163	270	29	0.27	0.24	240	335	23
实施例 2	168	280	28	0.26	0.23	230	332	24
实施例 3	159	271	28	0.27	0.25	235	328	23
实施例 4	165	282	29	0.29	0.26	238	340	25
实施例 5	160	278	30	0.28	0.25	240	332	23
比较例 1	170	290	36	0.37	0.22	250	340	30
比较例 2	145	265	24	0.26	0.23	215	316	21

表 1

综上所述,本发明通过控制主要合金元素 Mg、Si、Cu 的含量,使得材料具有较高的强度水平和成形性能,调整微量元素 Mn、Fe 的含量,进一步使得材料的成形性能得到优化;同时结合预时效工艺的实施,使得材料兼顾较高的烤漆强度和成形性能。多种技术措施确保材料具有较好的综合性能,是制造汽车车身的理想材料,市场应用前景广阔。

[0028] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。