



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106350716 B

(45)授权公告日 2018.06.22

(21)申请号 201610818076.4

G22F 1/047(2006.01)

(22)申请日 2016.09.12

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 105220030 A,2016.01.06,

申请公布号 CN 106350716 A

CN 105296811 A,2016.02.03,

(43)申请公布日 2017.01.25

CN 103361523 A,2013.10.23,

(73)专利权人 东莞市铝美铝型材有限公司

审查员 董江

地址 523000 广东省东莞市厚街镇环冈村

环冈工业区

(72)发明人 叶健龙

(74)专利代理机构 东莞市华南专利商标事务所

有限公司 44215

代理人 李英华

(51)Int.Cl.

G22C 21/08(2006.01)

G22C 1/02(2006.01)

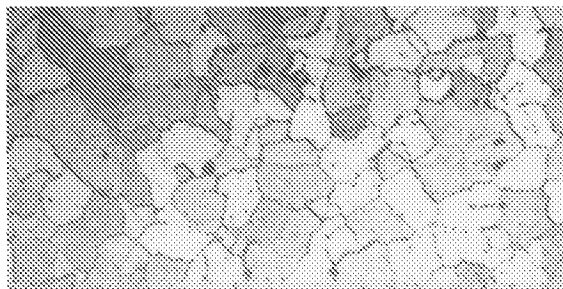
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种高强度外观件铝合金材料及其制备方法

(57)摘要

本发明涉及金属材料热处理技术领域,具体涉及一种高强度外观件铝合金材料及其制备方法,铝合金材料的化学成分由以下重量百分比的元素组成:Mg:0.75%-0.95%,Si:0.65%-0.75%,Mn $\leq$ 0.28%,Cr $\leq$ 0.15%,Ti:0.008%-0.012%,Fe $\leq$ 0.12%,Zn $\leq$ 0.10%,Cu $\leq$ 0.55%,其余杂质元素单个 $\leq$ 0.05%,其余杂质元素总和 $\leq$ 0.15%,余量为Al;本发明的高强度外观件铝合金材料的抗拉强度和屈服强度高,断裂伸长率大,硬度高,延展性好,性价比高。



1. 一种高强度外观件铝合金材料,其特征在于:铝合金材料的化学成分由以下重量百分比的元素组成:Mg:0.75%-0.95%,Si:0.65%-0.75%,Mn $\leq$ 0.28%,Cr $\leq$ 0.15%,Ti:0.008%-0.012%,Fe $\leq$ 0.12%,Zn $\leq$ 0.10%,Cu $\leq$ 0.55%,其余杂质元素单个 $\leq$ 0.05%,其余杂质元素总和 $\leq$ 0.15%,余量为Al;

铝合金原料中的Mg和Si结合形成的Mg<sub>2</sub>Si的总量为1.30%-1.40%,剩余未结合的Si为0.20%-0.30%;

铝合金原料中的Mn和Cr的重量百分比之和为0.15%-0.28%;

所述高强度外观件铝合金材料的制备方法包括如下步骤:

A、熔制原料:根据铝合金原料成分的重量百分比要求,熔制铝合金原料制成铸锭;

B、均匀化处理:将步骤A熔制得到的铸锭去除表皮,加热进行均匀化处理,然后冷却至室温;

C、挤压成型:将步骤B均匀化处理后的铸锭锯切成挤压锭坯并加热,将锭坯装填至挤压装置中挤压成实心板材,然后冷却至室温;

D、时效处理:将步骤C挤压成型后的铝合金进行时效处理,制得高强度外观件铝合金材料;

所述步骤B中,均匀化处理的温度为520-540℃,时间为9-11h,冷却方式为用风冷和水雾冷却至140-160℃,然后移置大气中冷却至室温;

所述步骤C中,锭坯的加热温度为510-530℃,挤压速度为7.5-8.5m/min;

所述步骤C中,冷却方式为风冷和水冷相结合,冷却速度为1.5-2.5℃/s;

所述步骤D中,时效处理的温度为185-195℃,时间为5-7h。

2. 根据权利要求1所述的一种高强度外观件铝合金材料,其特征在于:铝合金材料的化学成分由以下重量百分比的元素组成:Mg:0.80%-0.90%,Si:0.67%-0.73%,Mn:0.07%-0.21%,Cr:0.05%-0.10%,Ti:0.009%-0.011%,Fe:0.04%-0.08%,Zn:0.03%-0.07%,Cu:0.20%-0.35%,其余杂质元素单个 $\leq$ 0.04%,其余杂质元素总和 $\leq$ 0.12%,余量为Al。

3. 根据权利要求1所述的一种高强度外观件铝合金材料,其特征在于:铝合金材料的化学成分由以下重量百分比的元素组成:Mg:0.85%,Si:0.70%,Mn:0.14%,Cr:0.08%,Ti:0.01%,Fe:0.06%,Zn:0.05%,Cu:0.27%,其余杂质元素单个 $\leq$ 0.03%,其余杂质元素总和 $\leq$ 0.09%,余量为Al。

## 一种高强度外观件铝合金材料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料热处理技术领域,具体涉及一种高强度外观件铝合金材料及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 目前铝合金外观件采用的铝合金为6063、6063A和6061铝合金,三种合金的主要成分均为铝、镁、硅,其中,6061合金中还添加有铜和铬两种辅助元素。6063和6063A合金具有优越的挤压加工性和挤压淬火性能,可高速大批量生产形状复杂的型材,生产成本低廉,但该合金力学性能不高;6061合金具有中强、耐蚀、可焊等优良的综合性能,成为数十年来轻质结构外观件应用中的主要材料;但其挤压加工性能和挤压淬火性能欠佳,由于该合金淬火敏感性高,生产中采用在线水冷淬火时极易造成挤出的型材变形扭曲,导致生产效率和成品率的降低及相应生产成本的提高,其次阳极氧化颜色不稳定存在色差。

### 发明内容

[0003] 为了克服现有技术中存在的缺点和不足,本发明的目的在于提供一种高强度外观件铝合金材料,该高强度外观件铝合金材料的抗拉强度和屈服强度高,断裂伸长率大,硬度高,延展性好,性价比高。

[0004] 本发明的另一目的在于提供一种高强度外观件铝合金材料的制备方法,该制备方法可以提高强度性能指标和韧性好,降低淬火敏感性,使阳极氧化颜色稳定,生产效率高,操作简单。

[0005] 本发明的目的通过下述技术方案实现:一种高强度外观件铝合金材料,所述铝合金材料的化学成分包括以下重量百分比的元素:Mg:0.75%-0.95%,Si:0.65%-0.75%,Mn $\leq$ 0.28%,Cr $\leq$ 0.15%,Ti:0.008%-0.012%,Fe $\leq$ 0.12%,Zn $\leq$ 0.10%,Cu $\leq$ 0.55%,其余杂质元素单个 $\leq$ 0.05%,其余杂质元素总和 $\leq$ 0.15%,余量为Al。所述杂质元素为Fe、Si、Cu、Ca、Mg、Zn、V、Pb、Sn、Bi、Sb或Na等元素。

[0006] 元素Fe是合金中的有害杂质,对铝合金的韧性、耐蚀性及挤压工艺性能有不良影响,应尽量使Fe含量减少。但考虑到铁是铝合金中的正常杂质,加上我国目前的技术状态还不能保证熔炼过程中不发生增铁的可能,因此,从降低生产成本的角度出发,铝合金中的Fe含量为Fe $\leq$ 0.12%。

[0007] 在合金中加入元素Cu,以提高铝合金的氧化性能,提高氧化光泽度和色泽的稳定性。但Cu的加入会降低铝合金的耐腐蚀性,因此Cu含量为Cu $\leq$ 0.55%。

[0008] 在合金中加入0.008%-0.012%的元素Ti,以细化合金的铸造组织。而把钛的加入由传统的Al-Ti-B更改为Al-Ti-C,以消除合金中Cr元素与B和Ti的作用,保障Ti的细化效果。

[0009] 本发明的高强度外观件铝合金材料的化学成分均为常见合金元素,并无稀土元素或其它贵金属,其原材料成本较低,并通过严格控制各原料的重量配比,制得的高强度外观件铝合金材料的抗拉强度和屈服强度高,断裂伸长率大,硬度高,延展性好,性价比高。

[0010] 优选的,铝合金材料的化学成分包括以下重量百分比的元素:Mg:0.80%-0.90%,Si:0.67%-0.73%,Mn:0.07%-0.21%,Cr:0.05%-0.10%,Ti:0.009%-0.011%,Fe:0.04%-0.08%,Zn:0.03%-0.07%,Cu:0.20%-0.35%,其其余杂质元素单个 $\leq 0.04\%$ ,其余杂质元素总和 $\leq 0.12\%$ ,余量为Al。

[0011] 更为优选的,铝合金材料的化学成分包括以下重量百分比的元素:Mg:0.85%,Si:0.70%,Mn:0.14%,Cr:0.08%,Ti:0.01%,Fe:0.06%,Zn:0.05%,Cu:0.27%,其余杂质元素单个 $\leq 0.03\%$ ,其余杂质元素总和 $\leq 0.09\%$ ,余量为Al。

[0012] 优选的,所述铝合金材料的化学成分还包括如下重量百分比的元素:W:0.2-0.6%、Yb:0.1-0.5%、Sn:0.16-0.24%、Sc:0.04-0.08%、Zr:0.02-0.06%、Y:0.01-0.05%、As:0.005-0.009%、Sr:0.004-0.008%、B:0.002-0.006%和Hf:0.001-0.005%。

[0013] 本发明的铝合金通过采用上述元素,并严格控制各元素的重量配比,制得的铝合金强度较好,耐腐蚀性能优良,还具有加工性能极佳、优良的焊接特点及电镀性、韧性高及加工后不变形、材料致密无缺陷及易于抛光、上色膜容易、氧化效果极佳等优良特点。

[0014] 更为优选的,所述铝合金材料的化学成分还包括如下重量百分比的元素:W:0.3-0.5%、Yb:0.2-0.4%、Sn:0.18-0.22%、Sc:0.05-0.07%、Zr:0.03-0.05%、Y:0.02-0.04%、As:0.006-0.008%、Sr:0.005-0.007%、B:0.003-0.005%和Hf:0.002-0.004%。

[0015] 更为优选的,所述铝合金材料的化学成分还包括如下重量百分比的元素:W:0.4%、Yb:0.3%、Sn:0.20%、Sc:0.06%、Zr:0.04%、Y:0.03%、As:0.007%、Sr:0.006%、B:0.004%和Hf:0.003%。

[0016] 优选的,所述步骤A中,铝合金原料中的Mg和Si结合形成的 $Mg_2Si$ 的总量为1.30%-1.40%,剩余未结合的Si为0.20%-0.30%。本发明通过优化合金中主要元素Mg和Si的含量,保证合金的力学性能稳定的控制在320-360MPa。

[0017] 优选的,所述步骤A中,铝合金原料中的Mn和Cr的重量百分比之和为0.15%-0.28%。

[0018] 在合金中加入微量元素Mn和Cr,以便在均匀化过程中析出含Mn和Cr的弥散相颗粒。这些颗粒具有高密度和高热稳定性,能够抑制合金后续变形加工的再结晶过程,细化再结晶晶粒,并且会成为时效强化相的形核核心,对合金的力学性能特别是韧性的提高产生很好的影响。但考虑到Cr和Mn同时也增加合金的淬火敏感性,因此,通过将铝合金原料中的Mn和Cr的重量百分比之和控制在0.15%-0.28%,以取得二者之间的良好平衡。

[0019] 一种高强度外观件铝合金材料的制备方法,包括如下步骤:

[0020] A、熔制原料:根据铝合金原料成分的重量百分比要求,熔制铝合金原料制成铸锭;

[0021] B、均匀化处理:将步骤A熔制得到的铸锭去除表皮,加热进行均匀化处理,然后冷却至室温;

[0022] C、挤压成型:将步骤B均匀化处理后的铸锭锯切成挤压锭坯并加热,将锭坯装填至挤压装置中挤压成实心板材,然后冷却至室温;

[0023] D、时效处理:将步骤C挤压成型后的铝合金进行时效处理,制得高强度外观件铝合金材料。

[0024] 优选的,所述步骤B中,均匀化处理的温度为520-540 $^{\circ}C$ ,时间为9-11h,冷却方式为用风冷和水雾冷却至140-160 $^{\circ}C$ ,然后移置大气中冷却至室温。

[0025] 均匀化处理作为提高铝合金的冶金质量及挤压性能的手段,目前已经成为了提高

铝合金的冶金质量的最重要方法。均匀化处理是利用在高温进行长时间加热,使内部的化学成分充分扩散,因此又称为扩散退火。本发明通过严格控制均匀化处理的温度和时间,可以消除组织缺陷,改善组织使成分均匀化以及细化晶粒,提高合金的力学性能,减少残余应力,同时可提高硬度,提高塑性和韧性,改善切削加工性能。

[0026] 优选的,所述步骤C中,锭坯的加热温度为510-530℃,挤压速度为7.5-8.5m/min,冷却方式为风冷和水冷相结合,冷却速度为1.5-2.5℃/s。

[0027] 挤压温度是挤压参数中最活跃的因素,它不但影响挤压过程的进行,还影响收得率、产品的质量以及力学性能等。本发明通过严格控制锭坯的加热温度和挤压成型的速度,使铝合金达到所需要的抗拉强度、屈服强度等机械性能,采用风冷和水冷相结合进行冷却,方便了生产,降低了生产成本。

[0028] 优选的,所述步骤D中,时效处理的温度为185-195℃,时间为5-7h。本发明通过严格控制铝合金时效处理的温度和时间,使铝合金中过饱和沉淀质点和时效析出质点的大小和均匀分布得到良好的控制,使得铝合金组织中的金属化合物相的总量为1.8-2.0%。

[0029] 本发明的有益效果在于:本发明的高强度外观件铝合金材料的化学成分均为常见合金元素,并无稀土元素或其它贵金属,其原材料成本较低,并通过严格控制各原料的重量配比,制得的高强度外观件铝合金材料的抗拉强度和屈服强度高,断裂伸长率大,硬度高,延展性好,性价比高。

[0030] 本发明的高强度外观件铝合金材料的制备方法,通过控制均匀化处理的温度和时效处理的温度,并在均匀化处理中采用风冷和水冷相结合进行冷却,使高强度外观件铝合金材料达到所需要的抗拉强度、屈服强度等性能。

## 附图说明

[0031] 图1是本发明的一种高强度外观件铝合金材料的制备方法的铝合金铸棒均质金相图。

## 具体实施方式

[0032] 为了便于本领域技术人员的理解,下面结合实施例及附图1对本发明作进一步的说明,实施方式提及的内容并非对本发明的限定。

[0033] 实施例1

[0034] 一种高强度外观件铝合金材料,所述铝合金材料的化学成分包括以下重量百分比的元素:Mg:0.75%,Si:0.65%,Mn:0.10%,Cr:0.05%,Ti:0.008%,Fe:0.02%,Zn:0.02%,Cu:0.10%,其余杂质元素单个 $\leq 0.05\%$ ,其余杂质元素总和 $\leq 0.15\%$ ,余量为Al。

[0035] 一种高强度外观件铝合金材料的制备方法,包括如下步骤:

[0036] A、熔制原料:根据铝合金原料成分的重量百分比要求,熔制铝合金原料制成铸锭;

[0037] B、均匀化处理:将步骤A熔制得到的铸锭去除表皮,加热进行均匀化处理,然后冷却至室温;

[0038] C、挤压成型:将步骤B均匀化处理后的铸锭锯切成挤压锭坯并加热,将锭坯装填至挤压装置中挤压成实心板材,然后冷却至室温;

[0039] D、时效处理:将步骤C挤压成型后的铝合金进行时效处理,制得高强度外观件铝合

金属材料。

[0040] 所述步骤B中,均匀化处理的温度为520℃,时间为9h,冷却方式为用风冷和水雾冷却至140℃,然后移置大气中冷却至室温。

[0041] 所述步骤C中,锭坯的加热温度为510℃,挤压速度为7.5m/min。

[0042] 所述步骤C中,冷却方式为风冷和水冷相结合,冷却速度为1.5℃/s。

[0043] 所述步骤D中,时效处理的温度为185℃,时间为5h。

[0044] 实施例2

[0045] 本实施例与上述实施例1的区别在于:所述铝合金材料的化学成分包括以下重量百分比的元素:Mg:0.80%,Si:0.67%,Mn:0.12%,Cr:0.06%,Ti:0.009%,Fe:0.04%,Zn:0.04%,Cu:0.20%,其余杂质元素单个 $\leq$ 0.04%,其余杂质元素总和 $\leq$ 0.12%,余量为Al。

[0046] 所述步骤B中,均匀化处理的温度为525℃,时间为9.5h,冷却方式为用风冷和水雾冷却至145℃,然后移置大气中冷却至室温。

[0047] 所述步骤C中,锭坯的加热温度为515℃,挤压速度为7.7m/min。

[0048] 所述步骤C中,冷却方式为风冷和水冷相结合,冷却速度为1.7℃/s。

[0049] 所述步骤D中,时效处理的温度为187℃,时间为5.5h。

[0050] 实施例3

[0051] 本实施例与上述实施例1的区别在于:所述铝合金材料的化学成分包括以下重量百分比的元素:Mg:0.85%,Si:0.70%,Mn:0.14%,Cr:0.07%,Ti:0.010%,Fe:0.06%,Zn:0.06%,Cu:0.30%,其余杂质元素单个 $\leq$ 0.03%,其余杂质元素总和 $\leq$ 0.09%,余量为Al。

[0052] 所述步骤B中,均匀化处理的温度为530℃,时间为10h,冷却方式为用风冷和水雾冷却至150℃,然后移置大气中冷却至室温。

[0053] 所述步骤C中,锭坯的加热温度为520℃,挤压速度为8.0m/min。

[0054] 所述步骤C中,冷却方式为风冷和水冷相结合,冷却速度为2.0℃/s。

[0055] 所述步骤D中,时效处理的温度为190℃,时间为6h。

[0056] 实施例4

[0057] 本实施例与上述实施例1的区别在于:所述铝合金材料的化学成分包括以下重量百分比的元素:Mg:0.90%,Si:0.73%,Mn:0.16%,Cr:0.08%,Ti:0.011%,Fe:0.08%,Zn:0.08%,Cu:0.40%,其余杂质元素单个 $\leq$ 0.02%,其余杂质元素总和 $\leq$ 0.06%,余量为Al。

[0058] 所述步骤B中,均匀化处理的温度为535℃,时间为10.5h,冷却方式为用风冷和水雾冷却至155℃,然后移置大气中冷却至室温。

[0059] 所述步骤C中,锭坯的加热温度为525℃,挤压速度为8.3m/min。

[0060] 所述步骤C中,冷却方式为风冷和水冷相结合,冷却速度为2.3℃/s。

[0061] 所述步骤D中,时效处理的温度为193℃,时间为6.5h。

[0062] 实施例5

[0063] 本实施例与上述实施例1的区别在于:所述铝合金材料的化学成分包括以下重量百分比的元素:Mg:0.95%,Si:0.75%,Mn:0.18%,Cr:0.09%,Ti:0.012%,Fe:0.10%,Zn:0.10%,Cu:0.50%,其余杂质元素单个 $\leq$ 0.01%,其余杂质元素总和 $\leq$ 0.03%,余量为Al。

[0064] 所述步骤B中,均匀化处理的温度为540℃,时间为11h,冷却方式为用风冷和水雾冷却至160℃,然后移置大气中冷却至室温。

[0065] 所述步骤C中,锭坯的加热温度为530℃,挤压速度为8.5m/min。

[0066] 所述步骤C中,冷却方式为风冷和水冷相结合,冷却速度为2.5℃/s。

[0067] 所述步骤D中,时效处理的温度为195℃,时间为7h。

[0068] 实施例6

[0069] 本实施例与上述实施例1的不同之处在于:所述铝合金材料的化学成分还包括如下重量百分比的元素:W:0.2%、Yb:0.1%、Sn:0.16%、Sc:0.04%、Zr:0.02%、Y:0.01%、As:0.005%、Sr:0.004%、B:0.002%和Hf:0.001%。

[0070] 实施例7

[0071] 本实施例与上述实施例2的不同之处在于:所述铝合金材料的化学成分还包括如下重量百分比的元素:W:0.3%、Yb:0.2%、Sn:0.18%、Sc:0.05%、Zr:0.03%、Y:0.02%、As:0.006%、Sr:0.005%、B:0.003%和Hf:0.002%。

[0072] 实施例8

[0073] 本实施例与上述实施例3的不同之处在于:所述铝合金材料的化学成分还包括如下重量百分比的元素:W:0.4%、Yb:0.3%、Sn:0.20%、Sc:0.06%、Zr:0.04%、Y:0.03%、As:0.007%、Sr:0.006%、B:0.004%和Hf:0.003%。

[0074] 实施例9

[0075] 本实施例与上述实施例4的不同之处在于:所述铝合金材料的化学成分还包括如下重量百分比的元素:W:0.5%、Yb:0.4%、Sn:0.22%、Sc:0.07%、Zr:0.05%、Y:0.04%、As:0.008%、Sr:0.007%、B:0.005%和Hf:0.004%。

[0076] 实施例10

[0077] 本实施例与上述实施例5的不同之处在于:所述铝合金材料的化学成分还包括如下重量百分比的元素:W:0.6%、Yb:0.5%、Sn:0.24%、Sc:0.08%、Zr:0.06%、Y:0.05%、As:0.009%、Sr:0.008%、B:0.006%和Hf:0.005%。

[0078] 实施例1-5制得的高强度外观件铝合金材料的机械物理性能如下表所示。

[0079]

测试项目	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5
抗拉强度Rm (MPa)	325	335	345	355	365
屈服强度Rp0.2 (MPa)	280	290	301	310	320
断后伸长率A50mm (%)	3	6	9	12	15
摆式冲击值 $\alpha_k$ (J/cm <sup>2</sup> )	16	20	23	27	30

[0080] 从上表可以看出,本发明的高强度外观件铝合金材料的抗拉强度Rm=345MPa;屈服强度Rp0.2=301MPa;断后伸长率A50mm=9%,摆式冲击值 $\alpha_k$ =23J/cm<sup>2</sup>;本发明的高强度外观件铝合金材料强度性能高,韧性好,阳极氧化颜色稳定,淬火敏感性较低。

[0081] 实施例1-5制得的高强度外观件铝合金材料与现有的6063、6063A及6061合金的性能对比如下表所示。

[0082]

合金	状态	抗拉强度Rm (MPa)	屈服强度Rp0.2 (MPa)	断后伸长率A50mm (%)
6063	T6	215	170	6
6063A	T6	230	190	5

6061	T6	260	240	8
LM6118	T6	340	298	8

[0083] 从上表可以看出,本发明的高强度外观件铝合金材料与现有的6063、6063A及6061合金对比,具有以下明显优点:

[0084] 1、与6063和6063A合金相比,本发明的高强度外观件铝合金材料,其抗拉强度可提高35%-26%,达到340MPa以上;屈服强度可提高41%-26%,达到298MPa以上;断裂延伸率可提高33%-60%,达到8%以上。

[0085] 2、与6061合金相比较,本发明的高强度外观件铝合金材料,力学性能相对提高,但6061合金的淬火敏感性很高,生产中必须采用淬火水冷才能保证得到要求的力学性能值,导致挤出的铝材变形严重;而本发明所述的铝合金材料具有较小的淬火敏感性,生产中可以采用强风冷却或水、雾冷却即可得到要求的性能,方便了生产,降低生产成本。

[0086] 3、本发明的高强度外观件铝合金材料具有良好的韧性,摆式冲击值可达20J/cm<sup>2</sup>以上,比6061合金基本一样。

[0087] 上述实施例为本发明较佳的实现方案,除此之外,本发明还可以其它方式实现,在不脱离本发明构思的前提下任何显而易见的替换均在本发明的保护范围之内。



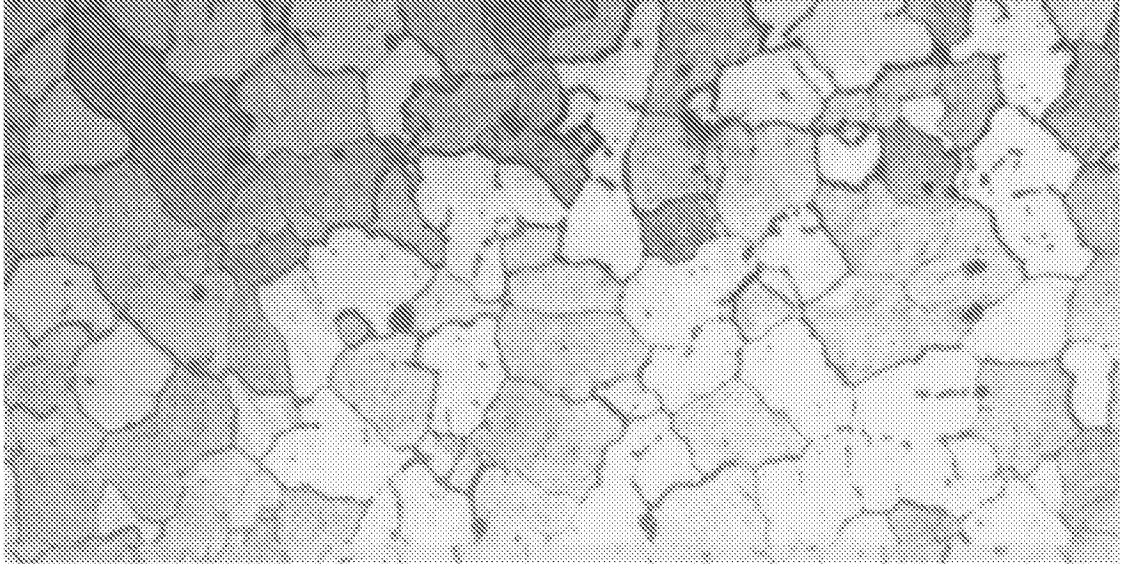


图1