



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111560546 A

(43)申请公布日 2020.08.21

(21)申请号 202010355650.3

G22F 1/047(2006.01)

(22)申请日 2020.04.29

G22F 1/043(2006.01)

(71)申请人 广东凤铝铝业有限公司

地址 528200 广东省佛山市南海区大沥凤池

申请人 佛山市三水凤铝铝业有限公司

(72)发明人 万里 刘荣超 彭涛 邓涛涛

(74)专利代理机构 佛山信智汇知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 44629

代理人 郭文娟

(51)Int.Cl.

G22C 21/08(2006.01)

G22C 21/02(2006.01)

G22C 1/03(2006.01)

G22C 1/06(2006.01)

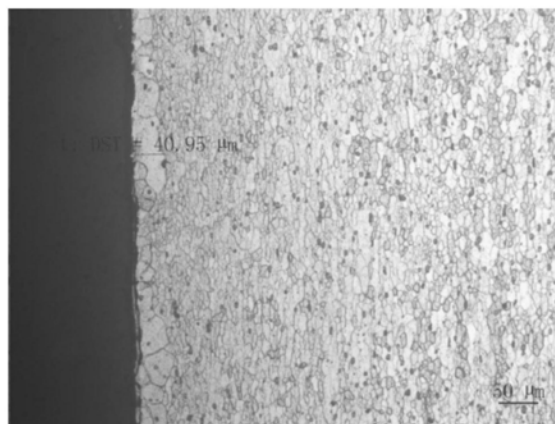
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种高压溃性能的铝合金及其型材制备方法

(57)摘要

本发明提供了一种高压溃性能的铝合金及其型材制备方法,合金成分主要包括以下质量百分比的元素:Fe 0.10~0.35%、Si 0.50~1.4%、Cu<0.35%、Mn 0.03~0.8%、Mg 0.40~1.2%、Cr 0.05~0.30%、Zn<0.10%、Ti<0.10%、V<0.15%,其中,Mn元素和Cr元素需同时进行添加,且Mn+Cr≥0.15%,余量为铝和不可避免的其它杂质,不可避免的其它杂质单个含量<0.05%,总量<0.15%。通过对合金成分、均匀化工艺及挤压工艺的控制使本发明制备的铝型材内部保持纤维状的形变组织或细小的完全再结晶组织,通过对时效工艺的控制使析出相粒子与位错运动由切过机制向切过+绕过混合机制过渡,在提升型材强度的同时提高材料的塑性变形能力,能有效解决强度与压溃性能存在相互矛盾性。



1. 一种高压溃性能的铝合金,包括铝主体和掺杂元素,其特征在于,所述掺杂元素包括占所述铝合金质量百分比的以下元素:Fe 0.10~0.35%、Si 0.50~1.4%、Cu<0.35%、Mn 0.03~0.8%、Mg 0.40~1.2%、Cr 0.05~0.30%、Zn<0.10%、Ti<0.10%、V<0.15%,其中,Mn元素和Cr元素需同时进行添加,且Mn+Cr $\geq$ 0.15%,余量为铝和不可避免的其它杂质,不可避免的其它杂质单个含量<0.05%,总量<0.15%。

2. 一种如权利要求1所述的高压溃性能的铝合金型材的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:将铝加入到熔炼炉内,制备Al基金属熔体;

步骤二:往Al基金属熔体中依次加入铝铁合金、速溶硅、纯铜、镁锭,形成混合金属熔体A;

步骤三:往混合熔体A中依次加入锌铸锭、铝钛合金、铝钒合金并搅拌熔化形成混合金属熔体B;

步骤四:保持熔炼炉内温度,往混合熔体B中添加锰添加剂和铬添加剂,形成混合金属熔体C;

步骤五:用高纯氩气和精炼剂对混合金属熔体C喷吹精炼进行除气除杂处理,扒渣后,添加覆盖剂,再静置;

步骤六:将混合金属熔体C进行铸造并将得到的铝合金铸棒均匀化处理,后采用先强风后水雾的方式将铸棒以大于200℃/h的冷却速度冷却至200℃以下;

步骤七:将均匀化处理后的铝合金铸棒进行热挤压及在线淬火;

步骤八:将经过步骤七热挤压处理的铝合金型材进行时效处理,出炉冷却至室温后得到所述高压溃性能的铝合金型材。

3. 根据权利要求2所述的高压溃性能的铝合金型材的制备方法,其特征在于,步骤一中所述熔炼炉内的温度为745~780℃。

4. 根据权利要求2所述的高压溃性能的铝合金型材的制备方法,其特征在于,步骤一中所述熔炼炉炉底设置搅拌装置,所述搅拌装置能持续性或间歇性对金属熔体进行搅拌。

5. 根据权利要求2所述的高压溃性能的铝合金型材的制备方法,其特征在于,步骤二熔炼炉内的温度为750~800℃。

6. 根据权利要求2所述的高压溃性能的铝合金型材的制备方法,其特征在于,步骤三熔炼炉内的温度为740~780℃。

7. 根据权利要求2所述的高压溃性能的铝合金型材的制备方法,其特征在于,步骤四中锰添加剂和铬添加剂同时进行添加。

8. 根据权利要求2所述的高压溃性能的铝合金型材的制备方法,其特征在于,步骤六所述铝合金铸棒均匀化处理为:将铝合金铸棒由室温经第一升温速率升温至300~400℃,并保温1~3h,后经第二升温速率升温至450~500℃,并保温0.5~1h,后经第三升温速率升温至520~580℃,并保温1~4h,且所述第一升温速率为150~200℃/h、所述第二升温速率为100~150℃/h,以及第三升温速率为50~100℃/h;保温结束后采用先强风后水雾的方式将铸棒以大于200℃/h的冷却速度冷却至200℃以下。

9. 根据权利要求2所述的高压溃性能的铝合金型材的制备方法,其特征在于,步骤七所述的热挤压的温度为480~520℃,且挤压比为10~45,挤压速度为3~8m/min。

10. 根据权利要求2所述的高压溃性能的铝合金型材的制备方法,其特征在于,步骤八所述的时效处理的温度为190~250℃,并保温3~18h。

## 一种高压溃性能的铝合金及其型材制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属制备领域,具体而言,涉及一种高压溃性能的铝合金及其型材制备方法。

### 背景技术

[0002] 在节能减排的大背景下,汽车领域对轻量化产生了迫切的需求。铝合金凭借密度低、比刚度高、易冷/热成型、易焊接、耐腐蚀、可表面处理以及易回收等特点在汽车零部件上得到了广泛的应用,如行李架、仪表盘、轮毂、发动机舱体、电池包壳体、防撞安全件以及车身覆盖件等。其中对于安全碰撞件型材,其需要具备良好的压溃性能以防止汽车在发生低速碰撞时吸收外界对汽车的冲击功,以保护司乘人员的安全。特别的,对于以电池为动力的新能源汽车还需防止外力对电池包的伤害,避免电池被挤压后发生起火等二次伤害。因此对于汽车防撞安全碰撞件有非常高的性能要求,特别是压溃性能。由于制造成本等问题,目前安全碰撞件大部分仍采用钢材,虽然铝合金型材为小部分,但其占比在逐渐扩大。与传统的钢材相比,铝合金型材制作而成的安全碰撞件其压溃性能得到了明显的提升。但是在其制备过程中高的强度往往对应低的折叠效果,高的折叠效果往往对应低的强度,强度与压溃性能存在相互矛盾的过程,导致在目前生产制造过程中往往会牺牲其中一个指标的部分性能,因此,制备一种具有高压溃性能以及具有一定强度要求的铝合金具有显著的意义。

[0003] 经过申请人海量检索,发现现有技术中的铝合金的制备方案如专利号为CN102373390A公开了一种铝合金铸棒均匀化工艺,铝合金铸棒置入功率为800kw的箱式电阻均匀化炉内进行均匀化处理。又如专利号为CN103572027A公开了一种铝合金铸棒均匀化和铸棒加热同步处理装置与方法。上述专利在保证良好的压铸成形性能的前提下,实现较佳的力学性能导热性能,但是不能解决强度与压溃性能存在相互矛盾性。

[0004] 综上所述,现有技术中的铝合金的制备过程中任然存在亟待解决的问题。

### 发明内容

[0005] 本发明提出了一种高压溃性能的铝合金及其型材制备方法以解决所述问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种高压溃性能的铝合金型材,包括铝主体和掺杂元素,所述掺杂元素包括占所述铝合金质量百分比的以下元素:Fe 0.10~0.35%、Si 0.50~1.4%、Cu<0.35%、Mn 0.03~0.8%、Mg 0.40~1.2%、Cr 0.05~0.30%、Zn<0.10%、Ti<0.10%、V<0.15%,其中,Mn元素和Cr元素需同时进行添加,且 $Mn+Cr \geq 0.15\%$ ,余量为铝和不可避免的其它杂质,不可避免的其它杂质单个含量<0.05%,总量<0.15%。

[0008] 另外,本发明还提供一种高压溃性能的铝合金型材的制备方法,包括以下步骤:

[0009] 步骤一:将铝加入到熔炼炉内,制备Al基金属熔体;

[0010] 步骤二:往Al基金属熔体中依次加入铝铁合金、速溶硅、纯铜、镁锭,形成混合金属熔体A;

[0011] 步骤三:往混合熔体A中依次加入锌铸锭、铝钛合金、铝钒合金并搅拌熔化形成混合金属熔体B;

[0012] 步骤四:保持熔炼炉内温度,往混合熔体B中添加锰添加剂和铬添加剂,形成混合金属熔体C;

[0013] 步骤五:用高纯氩气和精炼剂对混合金属熔体C喷吹精炼进行除气除杂处理,扒渣后,添加覆盖剂,再静置;

[0014] 步骤六:将混合金属熔体C进行铸造并将得到的铝合金铸棒均匀化处理,后采用先强风后水雾的方式将铸棒以大于200℃/h的冷却速度冷却至200℃以下;

[0015] 步骤七:将均匀化处理后的铝合金铸棒进行热挤压及在线淬火;

[0016] 步骤八:将经过步骤七热挤压处理的铝合金型材进行时效处理,出炉冷却至室温后得到所述高压溃性能的铝合金型材。

[0017] 可选地,步骤一中所述熔炼炉内的温度为745~780℃。

[0018] 可选地,步骤一中所述熔炼炉炉底设置搅拌装置,所述搅拌装置能持续性或间歇性对金属熔体进行搅拌。

[0019] 可选地,步骤二熔炼炉内的温度为750~800℃。

[0020] 可选地,步骤三熔炼炉内的温度为740~780℃。

[0021] 可选地,步骤四中锰添加剂和铬添加剂需要同时进行添加。

[0022] 可选地,步骤六所述铝合金铸棒均匀化处理为:将铝合金铸棒由室温经第一升温速率升温至300~400℃,并保温1~3h,后经第二升温速率升温至450~500℃,并保温0.5~1h,后经第三升温速率升温至520~580℃,并保温1~4h,且所述第一升温速率为150~200℃/h、所述第二升温速率为100~150℃/h,以及第三升温速率为50~100℃/h;保温结束后采用先强风后水雾的方式将铸棒以大于200℃/h的冷却速度冷却至200℃以下。

[0023] 可选地,步骤七所述的热挤压的温度为480~520℃,且挤压比为10~45,挤压速度为3~8m/min。

[0024] 可选地,步骤八所述的时效处理的温度为190~250℃,并保温3~18h。

[0025] 与现有技术相比,本发明所取得的有益技术效果是:

[0026] 1、本发明通过将Mn元素和Cr元素同时添加,使得挤压型材具有显著的纤维状组织或细晶组织,进而保证铝合金在压溃过程中不会因为晶粒组织粗大而开裂失效,保证生产质量。

[0027] 2、本发明中在熔铸过程同时添加锰添加剂和铬添加剂,使均匀化处理时基体弥散析出纳米级的 $Al_6Mn$ 和 $Al_7Cr$ 高温相粒子,其减小热挤压过程中铝材与模具因剧烈摩擦使型材表面产生粗晶层的厚度,甚至出现完全无粗晶层。以使挤压型材在压溃过程中不会因为表层晶粒组织粗大而开裂失效。同时使型材内部保持为纤维状的形变组织或者细小的完全再结晶组织,在提升型材强度的同时提高材料的塑性变形能力。综合上,能同时有效的提升铝合金的力学性能和压溃性能,并提升产品的性能稳定性,降低了生产成本。

[0028] 3、本发明中的原料在不同的温度设置下进行添加,并严格控制均匀化工艺、挤压工艺及时效工艺,使得铝合金具有较佳的强度以及压溃性能,满足市场需求,具有推广意义。

### 附图说明

[0029] 从以下结合附图的描述可以进一步理解本发明。图中的部件不一定按比例绘制，而是将重点放在示出实施例的原理上。

[0030] 图1是本发明实施例之一中一种高压溃性能的铝合金及其制备方法的铝合金细晶组织示意图；

[0031] 图2是本发明对比例之一中一种高压溃性能的铝合金及其制备方法的铝合金粗晶组织示意图；

[0032] 图3是本发明实施例之一中一种高压溃性能的铝合金及其制备方法的铝合金细晶组织不开裂示意图；

[0033] 图4是本发明对比例之一中一种高压溃性能的铝合金及其制备方法的铝合金粗晶组织开裂示意图；

[0034] 图5是本发明对比例之一中一种高压溃性能的铝合金及其型材制备方法的铝合金压溃示意图；

[0035] 图6是本发明实施例之一中一种高压溃性能的铝合金及其型材制备方法的铝合金压溃示意图。

### 具体实施方式

[0036] 为了使得本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合其实施例，对本发明进行进一步详细说明；应当理解，此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明，并不用于限定本发明。对于本领域技术人员而言，在查阅以下详细描述之后，本实施例的其它系统、方法和/或特征将变得显而易见。旨在所有此类附加的系统、方法、特征和优点都包括在本说明书内、包括在本发明的范围内，并且受所附权利要求书的保护。在以下详细描述描述了所公开的实施例的另外的特征，并且这些特征根据以下的详细描述将是显而易见的。

[0037] 本发明为一种高压溃性能的铝合金及其制备方法，根据附图1~6说明所示讲述以下实施例：

[0038] 实施例1：

[0039] 本实施例提供一种高压溃性能的铝合金，包括铝主体和掺杂元素，所述掺杂元素包括占所述铝合金质量百分比的以下元素：Fe 0.10~0.35%、Si 0.50~1.4%、Cu<0.35%、Mn 0.03~0.8%、Mg 0.40~1.2%、Cr 0.05~0.30%、Zn<0.10%、Ti<0.10%、V<0.15%，其中，Mn元素和Cr元素需同时进行添加，且Mn+Cr $\geq$ 0.15%，余量为铝和不可避免的其它杂质，不可避免的其它杂质单个含量<0.05%，总量<0.15%。

[0040] 另外，本发明还提供一种高压溃性能的铝合金的制备方法，包括以下步骤：

[0041] 步骤一：将铝加入到熔炼炉内，制备Al基金属熔体，且所述熔炼炉内的温度为745~780℃；所述熔炼炉炉底设置搅拌装置，所述搅拌装置能持续性或间歇性对金属熔体进行搅拌；

[0042] 步骤二：往Al基金属熔体中依次加入铝铁合金、速溶硅、纯铜、镁锭，形成混合金属熔体A，且此时熔炼炉内的温度为750~800℃；

[0043] 步骤三：往混合熔体A中依次加入锌铸锭、铝钛合金、铝钒合金并搅拌熔化形成混合金属熔体B，且此时熔炼炉内的温度为740~780℃；

[0044] 步骤四:保持熔炼炉内温度,往混合熔体B中添加锰添加剂和铬添加剂,形成混合金属熔体C,且在步骤四中熔炼炉内的温度保持在750~800℃;

[0045] 步骤五:用高纯氩气和精炼剂对混合金属熔体C喷吹精炼进行除气除杂处理,扒渣后,添加覆盖剂,再静置;且所述高纯惰性气体是纯度 $\geq 99.99\%$ 的氩气;

[0046] 步骤六:将铝合金铸棒由室温经第一升温速率升温至300~400℃,并保温1~3h,后经第二升温速率升温至450~500℃,并保温0.5~1h,后经第三升温速率升温至520~580℃,并保温1~4h,且所述第一升温速率为150~200℃/h、所述第二升温速率为100~150℃/h,以及第三升温速率为50~100℃/h;保温结束后采用先强风后水雾的方式将铸棒以大于200℃/h的冷却速度冷却至200℃以下;设置不同的处理温度,能促进铝合金铸棒获得更均匀的组织,为铝合金铸棒的锻造提供了良好的基础,并获得优异的抗拉强度、屈服强度以及延伸率,增加其使用寿命。

[0047] 步骤七:将均匀化处理后的铝合金铸棒进行热挤压及在线淬火;且所述热挤压的温度为480~520℃,且挤压比为10~45,挤压速度为3~8m/min;

[0048] 步骤八:将经过步骤七热挤压处理的铝合金型材进行时效处理,且所述时效处理的温度为190~250℃,并保温3~18h出炉冷却至室温后得到所述高压溃性能的铝合金型材。

[0049] 实施例2-5以及对比例1-5:

[0050] 实施例2-5中的铝合金的元素的组成质量百分比以及对比例1-5铝合金的元素的组成质量百分比如下表1:

[0051] 表1

元素 组别	Fe	Si	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	V	余量 为铝 和不可 避免的 其它 杂质
实施例 2	0.10	0.50	0.34	0.03	1.20	0.12	0.08	0.05	0.12	
实施例 3	0.35	1.40	0.20	0.80	0.40	0.12	0.03	0.04	0.10	
实施例 4	0.18	0.61	0.19	0.07	0.84	0.18	0.06	0.05	0.07	
实施例 5	0.24	1.20	0.18	0.30	0.78	0.09	0.04	0.03	0.07	
对比例 1	0.35	1.40	0.20	0.03	0.40	0.05	0.03	0.04	0.10	
对比例 2	0.35	1.40	0.20	-	0.40	0.12	0.03	0.04	0.10	
对比例 3	0.35	1.40	0.20	0.80	0.40	-	0.03	0.04	0.10	
对比例 4	0.35	1.40	0.20	0.80	0.40	0.12	0.15	0.18	0.25	
对比例 5	0.45	0.30	0.50	1.50	2.00	0.04	0.03	0.04	0.10	

[0053] 需要说明的是:实施例2~5中所述不可避免的其它杂质单个含量 $< 0.05\%$ ,总量 $< 0.15\%$ ;对比例1~5中不可避免的其它杂质单个含量 $< 0.05\%$ ,总量 $< 0.15\%$ 。

[0054] 另外,上述实施例2-5的高压溃性能的铝合金的制备方法,且对比例1~5也采用实施例2-5所述的制备方法,具体包括以下步骤:

[0055] 步骤一：将铝加入到熔炼炉内，制备Al基金属熔体，且所述熔炼炉内的温度为745~780℃；所述熔炼炉内设置搅拌装置，所述搅拌装置能持续性或间歇性对金属熔体进行搅拌；

[0056] 步骤二：往Al基金属熔体中依次加入铝铁合金、速溶硅、纯铜、镁锭，形成混合金属熔体A，且此时熔炼炉内的温度为750~800℃；

[0057] 步骤三：往混合熔体A中依次加入锌铸锭、铝钛合金、铝钒合金并搅拌熔化形成混合金属熔体B，且此时熔炼炉内的温度为740~780℃；

[0058] 步骤四：保持熔炼炉内温度，往混合熔体B中添加锰添加剂和铬添加剂，形成混合金属熔体C，且在步骤四中熔炼炉内的温度保持在750~800℃；

[0059] 步骤五：用高纯氩气和精炼剂对混合金属熔体C喷吹精炼进行除气除杂处理，扒渣后，添加覆盖剂，再静置；且所述高纯惰性气体是纯度 $\geq 99.99\%$ 的氩气；

[0060] 步骤六：将铝合金铸棒由室温经第一升温速率升温至350℃，并保温2h，后经第二升温速率升温至470℃，并保温1h，后经第三升温速率升温至560℃，并保温3h，且所述第一升温速率为180℃/h、所述第二升温速率为120℃/h，以及第三升温速率为80℃/h；保温结束后采用先强风后水雾的方式将铸棒以大于200℃/h的冷却速度冷却至200℃以下；

[0061] 步骤七：将均匀化处理后的铝合金铸棒进行热挤压及在线淬火；且所述热挤压的温度为490~510℃，且挤压比为21，挤压速度为4~5m/min；

[0062] 步骤八：将经过步骤七热挤压处理的铝合金型材进行时效处理，且所述时效处理的温度为230℃，并保温4h出炉冷却至室温后得到所述高压溃性能的铝合金型材。

[0063] 另外，还设置了以下对比例6、对比例7、对比例8以及对比例8。

[0064] 对比例6：

[0065] 与实施例3的区别仅在于均匀化处理为：直接将温度升至560℃，并保温3h。

[0066] 对比例7：

[0067] 与实施例3的区别仅在于挤压温度为540℃。

[0068] 对比例8：

[0069] 与实施例3的区别仅在于挤压比为80。

[0070] 对比例9：

[0071] 与实施例3的区别仅在于时效温度为170℃，保温8h。

[0072] 由上述实施例2~5以及对比例1~9制备的铝合金进行性能测试，结果如表2所示。

[0073] 表2



项目 组别	屈服强度 (MPa)	抗拉强度 (MPa)	延伸率 (%)	晶粒状态	压溃性能
实施例 2	276	285	13	细晶	优良
实施例 3	264	276	15	细晶	优良
实施例 4	287	294	14	细晶	优良
实施例 5	282	308	15	细晶	优良
[0074] 对比例 1	268	273	7	粗晶	差
对比例 2	266	277	8	粗晶	差
对比例 3	238	252	12	细晶	一般
对比例 4	228	244	12	细晶	一般
对比例 5	182	214	15	细晶	差
对比例 6	274	290	6	粗晶	一般
对比例 7	276	287	8	粗晶	一般
[0075] 对比例 8	268	291	7	粗晶	一般
对比例 9	288	315	10	细晶	差

[0076] 由表2的结果显示,本发明中的铝合金不仅具有良好的力学性能,还具有显著的压溃性能。将对比例1与实施例3对比分析可看出:本发明的复合添加锰、铬元素中 $Mn+Cr \geq 0.15\%$ ,对铝合金的综合性能有影响,当 $Mn+Cr < 0.15\%$ 时,制备的铝合金型材的压溃性能比实施例3制备的铝合金型材差;将对比例2、对比例3分别与实施例3对比可知:对比例2中未添加Mn元素,对比例3中未添加Cr元素,在,其制备的铝合金性能比实施例3制备的铝合金性能差;将对比例4、对比例5分别与实施例3进行比较可知:对比例4以及对比例5中的元素成分含量与本发明具有较大的差异,制备得到的铝合金综合性能较实施例3差;将对比例6与实施例3比较可知:合金铸棒的均匀化加温工艺会对制备的铝合金的性能有影响;将对比例7与实施例3比较可知:合金铸棒的热挤压温度会对制备的铝合金的性能有影响;将对比例8与实施例3进行比较可知:合金型材的挤压比选择会对制备的铝合金的性能有影响;将对比例9与实施例3比较可知:合金型材的时效工艺会对制备的铝合金的性能有影响。

[0077] 综上所述,本发明提供了一种高压溃性能的铝合金及其型材制备方法,制备得到的铝合金型材在保证一定力学性能的情况下,依然具有显著的压溃性能。

[0078] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述或记载的部分,可以参见其它实施例的相关描述。虽然上面已经参考各种实施例描述了本发明,但是应当理解,在不脱离本发明的范围的情况下,可以进行许多改变和修改。也就是说上面

讨论的方法,系统和设备是示例。各种配置可以适当地省略,替换或添加各种过程或组件。而且可以以类似的方式组合配置的不同方面和元素。此外,随着技术发展其中的元素可以更新,即许多元素是示例,并不限制本公开或权利要求的范围。

[0079] 综上,其旨在上述详细描述被认为是例示性的而非限制性的,并且应当理解,以下权利要求(包括所有等同物)旨在限定本发明的精神和范围。以上这些实施例应理解为仅用于说明本发明而不用于限制本发明的保护范围。在阅读了本发明的记载的内容之后,技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等效变化和修饰同样落入本发明权利要求所限定的范围。

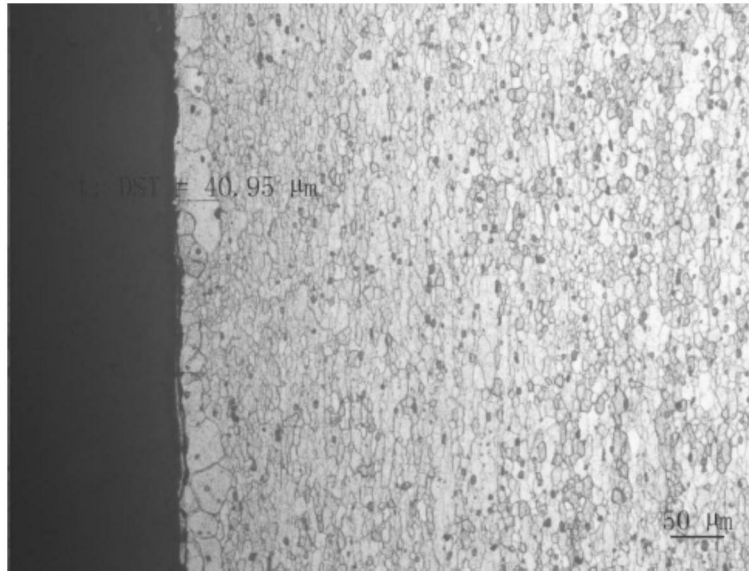


图1

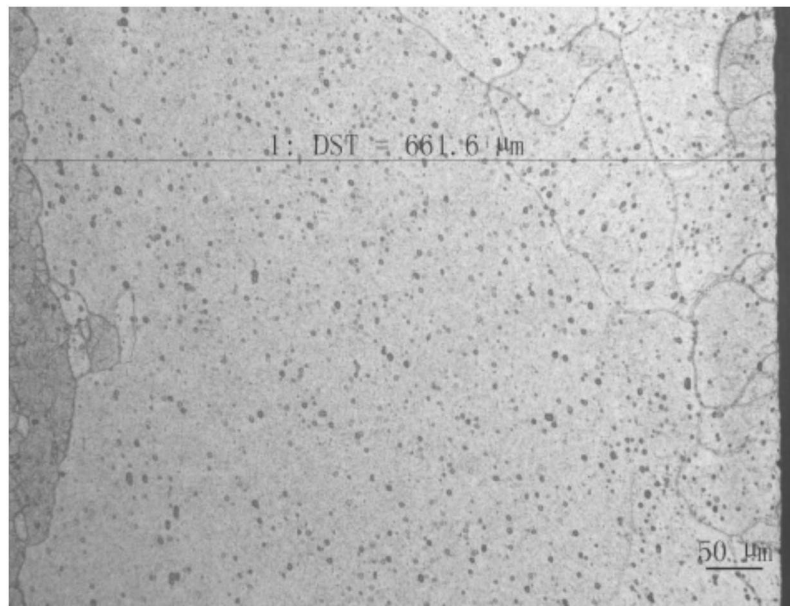


图2



图3



图4



图5



图6