



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101880806 B

(45) 授权公告日 2012. 04. 04

(21) 申请号 201010209256. 5

(22) 申请日 2010. 06. 23

(73) 专利权人 周天承

地址 241001 安徽省芜湖市弋江区纬七路芜湖职业技术学院南区轻化系

(72) 发明人 周天承

(74) 专利代理机构 芜湖安汇知识产权代理有限公司 34107

代理人 徐晖

(51) Int. Cl.

C22C 23/04 (2006. 01)

C22C 1/03 (2006. 01)

审查员 牛培利

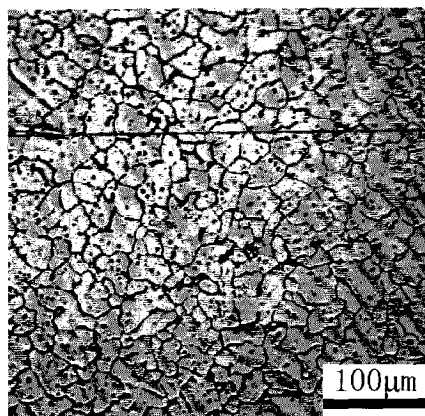
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

耐热镁合金及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了耐热镁合金及其制备方法,属于耐热镁合金材料领域。本发明所提供的合金中各组分及其重量百分数为:Zn为4.8~5.2%,Nd为1.4~1.6%,Er为1.4~2.8%,Zr为0.54~0.56%,杂质元素为Si、Fe、Cu、Ni,总含量小于0.02%,其余为Mg。本发明通过将镁锭、锌锭在石墨坩埚中采用覆盖剂保护下经780℃加热至熔化后,再加入镁钕及镁铈中间合金,待中间合金全部熔化后,最后加入镁锆中间合金,在790℃下加热至全部熔化,经搅拌、保温后撇去合金液表面浮渣及覆盖剂,浇注入钢制模具中,在空气中自然冷却,将得到的铸造态镁合金进行T1热处理,得到高强耐热的Mg-Zn-Nd-Er-Zr合金。本发明的合金具有较高的室温强度和高温强度。



1. 耐热镁合金,其特征在于,各组分及其质量百分数为:Zn为4.8~5.2%,Nd为1.4~1.6%,Er为1.4~2.8%,Zr为0.54~0.56%,杂质元素为Si、Fe、Cu、Ni,总含量小于0.02%,其余为Mg。

2. 权利要求1所述的耐热镁合金的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

a) 将镁锭、锌锭、镁钕中间合金、镁铈中间合金及镁锆中间合金按给定的重量百分数进行配料,并置于烘箱中预热至150-155℃;

b) 将配制好并已混合均匀的镁合金熔炼覆盖剂置于烘箱中预热至150-155℃;

c) 设定坩埚电阻炉的温度为780-785℃,待石墨坩埚被加热至300-310℃时,在石墨坩埚中加入步骤a)中经预热的镁锭和锌锭,并撒入二分之一的步骤b)中经预热的镁合金熔炼覆盖剂;

d) 待石墨坩埚中的镁锭和锌锭全部熔化后,在坩埚中加入步骤a)中经预热的镁钕及镁铈中间合金,并将其压入熔体内部;

e) 待镁钕及镁铈中间合金全部熔化后,在坩埚中加入镁锆中间合金,并将其压入熔体内部,重新设定坩埚电阻炉的温度为790-795℃;待镁锆中间合金全部熔化后,得到Mg-Zn-Nd-Er-Zr合金液;撇去合金液表面浮渣,搅拌,撒入剩余的镁合金熔炼覆盖剂,在790-795℃下保温30-35分钟;

f) 待坩埚电阻炉的温度降到720~724℃时,撇去合金液表面浮渣及镁合金熔炼覆盖剂,将合金液浇注入经预热至200-250℃的钢制模具中,并在空气中自然冷却,得到Mg-Zn-Nd-Er-Zr铸造态合金;

g) 将Mg-Zn-Nd-Er-Zr铸造态合金进行T1热处理,得到高强耐热的Mg-Zn-Nd-Er-Zr合金。

3. 根据权利要求2所述的耐热镁合金的制备方法,其特征在于:所述的镁合金熔炼覆盖剂的成分及重量百分数为:LiCl分析纯为35%,BaCl₂分析纯为35%,CaF₂分析纯为20%,KCl分析纯为10%,其用量为目标合金总量的2.0~3.0%。

4. 根据权利要求2所述的耐热镁合金的制备方法,其特征在于:所述的T1热处理的条件为:温度220℃、时间8小时。

耐热镁合金及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于耐热镁合金材料领域,具体涉及一种含稀土 Nd 和 Er 耐热镁合金及其制备方法。

背景技术

[0002] 镁合金作为最轻的金属结构材料,具有较高的比强度和比刚度、优良的阻尼性能和良好的铸造性能和机械加工性能,被誉为“21 世纪的绿色结构材料”,具有广泛的应用前景。在常用的铸造镁合金牌号中,ZK60 合金以其优良的室温力学性能和较好的高温力学性能,得到了广泛的工业应用。但由于该合金在铸造时易产生晶内偏析和疏松缩孔,同时该合金的熔炼和铸造工艺也比较复杂,在生产中存在严重的夹杂问题,热裂倾向严重,从而导致其高温强度还是无法满足一些特殊环境下的使用要求。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的第 1 个技术问题是提供一种耐热性能好的镁合金。

[0004] 本发明所要解决的第 2 个技术问题是上述合金的制备方法。

[0005] 本发明是通过以下的技术方案实现的,所述的耐热镁合金,其成分及重量百分数为:Zn 为 4.8 ~ 5.2%,Nd 为 1.4 ~ 1.6%,Er 为 1.4 ~ 2.8%,Zr 为 0.54 ~ 0.56%,杂质元素为 Si、Fe、Cu、Ni,总含量小于 0.02%,其余为 Mg。

[0006] 上述合金的制备方法为:

[0007] a) 将镁锭、锌锭、镁钷中间合金、镁铟中间合金及镁锆中间合金按给定的重量百分数进行配料,并置于烘箱中预热至 150-155℃;

[0008] b) 将配制好并已混合均匀的镁合金熔炼覆盖剂置于烘箱中预热至 150-155℃;

[0009] c) 设定坩埚电阻炉的温度为 780-785℃,待石墨坩埚被加热至 300-310℃时,在石墨坩埚中加入步骤 a) 中经预热的镁锭和锌锭,并撒入二分之一的步骤

[0010] b) 中经预热的镁合金熔炼覆盖剂;

[0011] d) 待石墨坩埚中的镁锭和锌锭全部熔化后,在坩埚中加入步骤 a) 中经预热的镁钷及镁铟中间合金,并将其压入熔体内部;

[0012] e) 待镁钷及镁铟中间合金全部熔化后,在坩埚中加入镁锆中间合金,并将其压入熔体内部,重新设定坩埚电阻炉的温度为 790-795℃。待镁锆中间合金全部熔化后,得到 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 合金液;撇去合金液表面浮渣,搅拌,撒入剩余的镁合金熔炼覆盖剂,在 790-795℃下保温 30-35 分钟;

[0013] f) 待坩埚电阻炉的温度降到 720 ~ 724℃时,撇去合金液表面浮渣及镁合金熔炼覆盖剂,将合金液浇注入经预热至 200-250℃的钢制模具中,并在空气中自然冷却,得到 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 铸造态合金;

[0014] g) 将 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 铸造态合金进行 T1 热处理,得到高强耐热的 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 合金。

[0015] 所述的镁合金熔炼覆盖剂的成分及重量百分数为:LiCl(分析纯)为35%, BaCl₂(分析纯)为35%, CaF₂(分析纯)为20%, KCl(分析纯)为10%,其用量为目标合金总量的2.0~3.0%。

[0016] 所述的T1热处理的条件为:温度220℃、时间8h。

[0017] 本发明具有以下特点:

[0018] 1、通过在Mg-Zn-Zr镁合金中添加稀土元素Nd和Er,在合金中形成具有较高熔点和热稳定性的Mg-Zn-Er和Mg-Zn-Nd三元化合物相(即第二相)。由于这些第二相在热变形过程中对镁基体晶界滑移产生有效的钉扎作用,提高镁合金的耐热性能和降低合金形成显微缩松的倾向。同时这些稀土元素的加入,能够有效的抑制动态再结晶时晶粒的长大,进一步使合金组织细化,提高合金的综合性能。

[0019] 2、通过对铸造态镁合金进行T1热处理,并优化时效温度和时间,充分发挥合金的时效强化效果,进一步提高铸造镁合金的抗拉强度和硬度。

[0020] 为了进行性能对比,本发明同时采取上述制备方法,制备了ZK60合金,其成分及其重量百分数为:Zn为5.8%,Zr为0.53%,杂质元素为Si、Fe、Cu、Ni,总含量小于0.02%,其余为Mg,并分别测试了其在室温条件和175℃条件下的抗拉强度。

[0021] 与现有技术的ZK60合金相比,本发明具有以下的有益效果:

[0022]

	室温条件			175℃条件		
	σ_b /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	δ /%	σ_b /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	δ /%
Mg-Zn-Nd-Er-Zr	243~269	166~208	10.6~11.8	159~174	105~108	16.3~18.4
ZK60	231	145	5.5	105	68	12.8
增长率/%	5~16	14~43	93~115	51~66	55~59	27~44

[0023] 本发明与现有技术相比,所制备的Mg-Zn-Nd-Er-Zr合金,具有较高的室温强度和更高的高温强度,塑性也有较大的提高,可以作为汽车发动机、自动变速箱等零部件的结构材料,也可以作为在较高环境温度下使用的其它结构材料。

附图说明:

[0024] 图1是本发明方法实施例1所制备的镁合金T1热处理态光学显微组织照片。

[0025] 图2是本发明方法实施例1所制备的镁合金T1热处理态SEM显微组织照片。

[0026] 图3是本发明方法实施例1所制备的镁合金T1热处理态的EDS谱图。

[0027] 图4是本发明方法实施例1所制备的镁合金T1热处理态试样室温和175℃条件下的强度试验曲线,拉伸试棒的标距和直径分别为25mm、 Φ 5mm。

[0028] 图5是现有技术的ZK60镁合金T1热处理态光学显微组织照片。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图及具体实施方式对本发明作进一步详述。

[0030] 实施例 1

[0031] a) 合金成分及重量百分数为 :Zn 为 5.0%,Nd 为 1.4%,Er 为 2.1%,Zr 为 0.54%,杂质元素小于 0.02%,其余为 Mg;按以上合金成分准备工业纯镁、工业纯锌、含 26.35% Nd 的镁钕中间合金、含 30.6% Er 的镁铈中间合金、含 33.48% Zr 的镁锆中间合金,并进行配料。将配制好的镁合金原料烘箱中预热至 150℃。

[0032] b) 覆盖剂的成分及重量百分数为 :LiCl(分析纯)为 35%,BaCl₂(分析纯)为 35%,CaF₂(分析纯)为 20%,KCl(分析纯)为 10%,其用量为目标合金总重量的 2.5%。按以上覆盖剂的成分进行覆盖剂的配料。将配制好的覆盖剂置于烘箱中预热至 150℃。

[0033] c) 设定坩埚电阻炉的温度为 780℃,待石墨坩埚被加热至 300℃时,在石墨坩埚中加入镁锭和锌锭,撒入二分之一的配制好的覆盖剂;

[0034] d) 待石墨坩埚中的镁锭和锌锭全部熔化后,在石墨坩埚中加入镁钕及镁铈中间合金,并将其压入熔体内部;

[0035] e) 待镁钕及镁铈中间合金全部熔化后,在石墨坩埚中加入镁锆中间合金,并将其压入熔体内部,重新设定坩埚电阻炉的温度为 790℃。待镁锆中间合金全部熔化后,撇去合金液表面浮渣,搅拌 2 分钟,撒入剩余的覆盖剂,在 790℃下保温 30 分钟;

[0036] f) 待坩埚电阻炉的温度降到 724℃时(室温为 15℃)撇去合金液表面浮渣及镁合金熔炼覆盖剂,将合金液浇注入经预热至 200℃的钢制模具中,并在空气中自然冷却,得到 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 铸造态合金;

[0037] g) 将 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 铸造态合金进行 T1 热处理(220℃/8h 的时效处理),得到高强耐热的 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 合金。

[0038] 本实施例的镁合金,在室温条件下的抗拉强度为 269MPa,屈服强度为 208MPa,伸长率为 11.8%;在 175℃条件下的抗拉强度为 174MPa,屈服强度为 105MPa,伸长率为 16.5%。

[0039] 本实施例的合金的显微组织见图 1、图 2,合金中析出相的成分见图 3,强度试验曲线见图 4,现有技术的 ZK60 合金的显微组织见图 5。

[0040] 从图 1 可以看出,由于 Zr 和稀土元素 Er 和 Nd 的加入,合金组织中出现连续的沿晶界分布的网状共晶组织,晶粒得到明显的细化,其平均粒径为 25 μm.,同时晶内弥散析出大量细小的质点。

[0041] 从图 2、3 可以看出,沿晶界连续分布的网状共晶组织和晶内弥散析出的细小质点都是耐热性较高的 Mg-Zn-Er 和 Mg-Zn-Nd 化合物相,沿晶界分布的共晶组织中还有少量的 Zr 析出,对合金起到了第二相增强和弥散强化的效果。

[0042] 从图 4 可以看出,经过 T1 热处理后的合金,其室温和高温(175℃)抗拉强度及屈服强度都较高,塑性也较好。

[0043] 从图 5 可以看出,现有技术 ZK60 合金组织中,晶内有部分年轮状或花纹状的偏析,弥散析出少量的 γ'(MgZn) 化合物相,同时沿晶界也分布有少量的 γ'(MgZn) 化合物相。

[0044] 实施例 2

[0045] a) 合金成分及重量百分数为 :Zn 为 4.8%,Nd 为 1.6%,Er 为 2.8%,Zr 为 0.56%,杂质元素小于 0.02%,其余为 Mg;按以上合金成分准备工业纯镁、工业纯锌、含 26.35% Nd 的镁钕中间合金、含 30.6% Er 的镁铈中间合金、含 33.48% Zr 的镁锆中间合金,并进行配

料。将配制好的镁合金原料置于烘箱中预热至 150℃。

[0046] 本实施例的步骤 b) ~ e) 与实施例 1 的步骤 b) ~ e) 相同。

[0047] f) 待坩埚电阻炉的温度降到 722℃ 时 (室温为 20℃) 撇去合金液表面浮渣及镁合金熔炼覆盖剂, 将合金液浇注入经预热至 200℃ 的钢制模具中, 并在空气中自然冷却, 得到 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 铸造态合金;

[0048] g) 将 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 铸造态合金进行 T1 热处理 (220℃ /8h 的时效处理), 得到高强耐热的 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 合金。

[0049] 本实施例的合金, 在室温条件下的抗拉强度为 259MPa, 屈服强度为 166MPa, 伸长率为 11.5%; 在 175℃ 条件下的抗拉强度为 165MPa, 屈服强度为 108MPa, 伸长率为 18.4%。

[0050] 实施例 3

[0051] 1) 合金成分及重量百分数为: Zn 为 5.2%, Nd 为 1.5%, Er 为 1.4%, Zr 为 0.55%, 杂质元素小于 0.02%, 其余为 Mg; 按以上合金成分准备工业纯镁、工业纯锌、含 26.35% Nd 的镁钕中间合金、含 30.6% Er 的镁铒中间合金、含 33.48% Zr 的镁锆中间合金, 并进行配料。将配制好的镁合金原料置于烘箱中预热至 150℃。

[0052] 本实施例的步骤 b) ~ e) 与实施例 1 的步骤 b) ~ e) 相同。

[0053] f) 待坩埚电阻炉的温度降到 720℃ 时 (室温为 25℃) 撇去合金液表面浮渣及镁合金熔炼覆盖剂, 将合金液浇注入经预热至 200℃ 的钢制模具中, 并在空气中自然冷却, 得到 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 铸造态合金;

[0054] g) 将 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 铸造态合金进行 T1 热处理 (220℃ /8h 的时效处理), 得到高强耐热的 Mg-Zn-Nd-Er-Zr 合金。

[0055] 本实施例的合金, 在室温条件下的抗拉强度为 243MPa, 屈服强度为 183MPa, 伸长率为 10.6%; 在 175℃ 条件下的抗拉强度为 159MPa, 屈服强度为 106MPa, 伸长率为 16.3%。

[0056] 以上实施例 1 ~ 例 3 的性能与现有技术的 ZK60 合金的比较见下表:

	室温条件			175℃ 条件		
	σ_b /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	δ /%	σ_b /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa	δ /%
[0057] ZK60	231	145	5.5	105	68	12.8
实施例 1	269	208	11.8	174	105	16.5
实施例 2	259	166	11.5	165	108	18.4
实施例 3	243	183	10.6	159	106	16.3

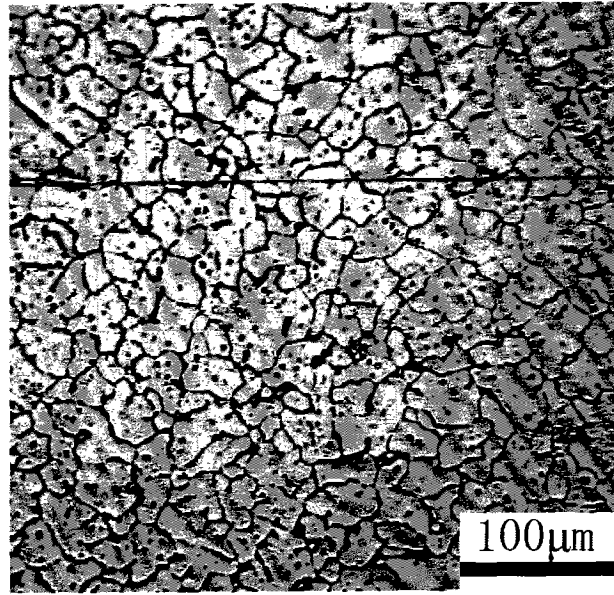


图 1

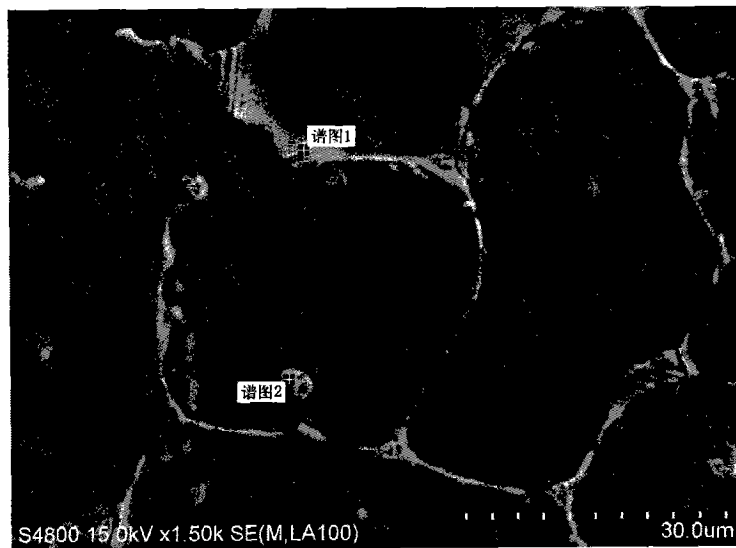


图 2

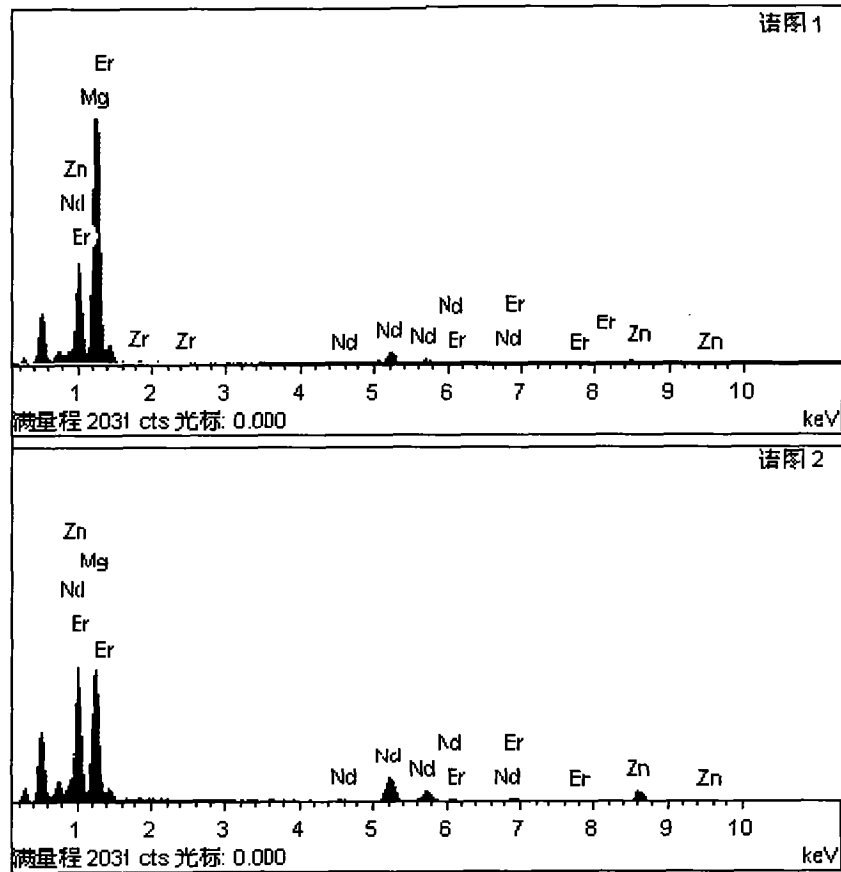


图 3

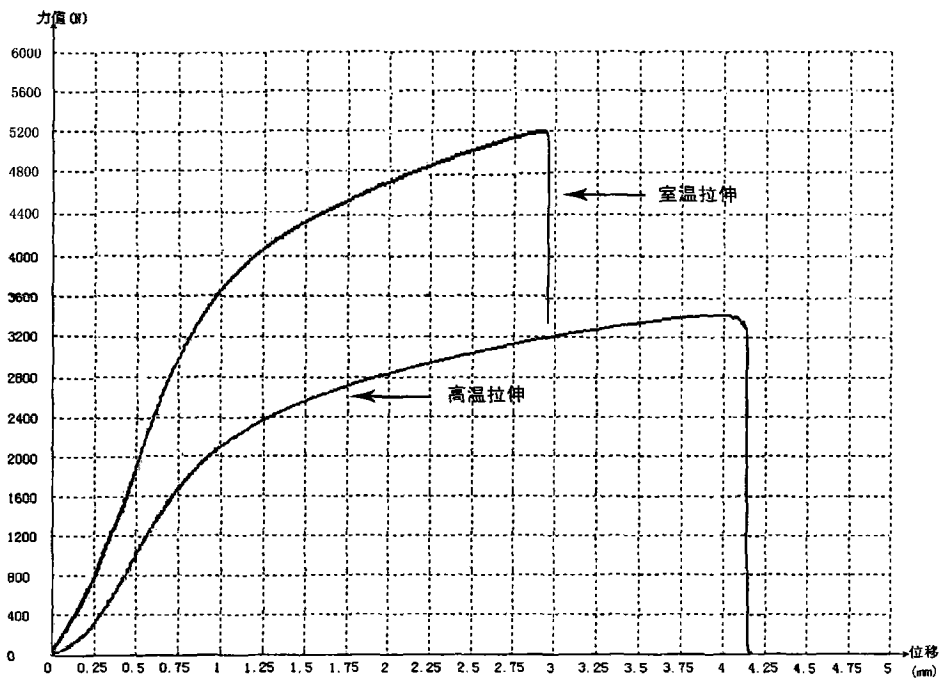


图 4

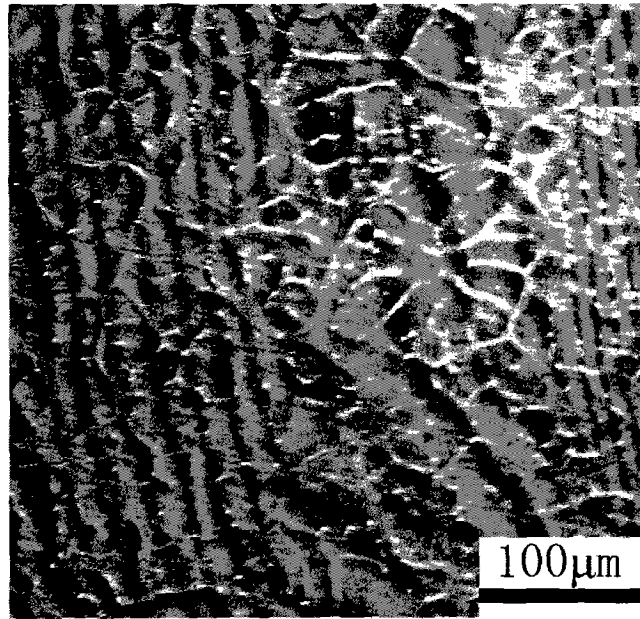


图 5