



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101838761 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 12

(21) 申请号 201010123426. 8

(22) 申请日 2010. 03. 15

(73) 专利权人 江苏大学

地址 212013 江苏省镇江市学府路 301 号

(72) 发明人 许晓静 吴桂潮 王彬 王宏宇

韦宝存 赵梓皓 成城 罗勇

宋涛 程晓农

(74) 专利代理机构 南京天华专利代理有限责任

公司 32218

代理人 瞿网兰

(51) Int. Cl.

G22C 21/10 (2006. 01)

G22C 1/03 (2006. 01)

G22F 1/053 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101509091 A, 2009. 08. 19, 说明书第 1 页
倒数第 2 行至第 3 页第 2 行.

肖代红等. 微量 Sc 对 AA7085 铝合金组织与
性能的影响. 《中国有色金属学报》. 2008, 第 18
卷 (第 12 期), 第 1 页左栏第 5-7 行和实验部分.

审查员 曾彩霞

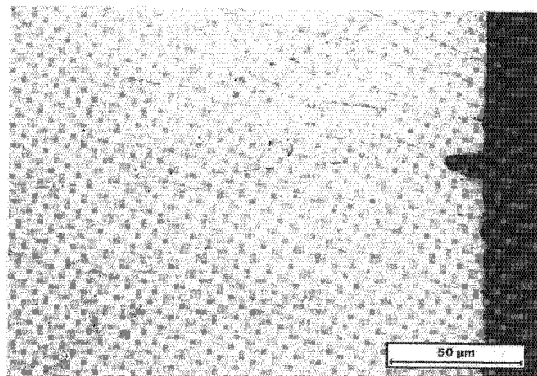
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

锶微合金化的 7085 型铝合金及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种锶微合金化的 7085 型铝合金, 即在 7085 合金的基础上, 添加了微量锶进行微合金化。该合金主要由铝 (Al)、锌 (Zn)、镁 (Mg)、铜 (Cu)、锆 (Zr) 和锶 (Sr) 组成, 其中, 锌 (Zn) 的质量百分比为 7.0 ~ 7.95%, 镁 (Mg) 的质量百分比为 1.41 ~ 1.80%, 铜 (Cu) 的质量百分比为 1.50 ~ 1.59%, 锆 (Zr) 的质量百分比为 0.138 ~ 0.148%, 锶 (Sr) 的质量百分比为 0.0228 ~ 0.0237%, 余量为铝和少量杂质元素。该合金的制备工艺流程为: 将纯 Al 熔化后依次加入 Al-Cu 中间合金、Al-Sr 中间合金、Al-Zr 中间合金、纯 Zn 和纯 Mg, 待其熔化后加入六氯乙烷精炼, 静置保温 5 ~ 10min 后浇铸成锭; 对浇铸成锭的合金进行退火、锻压加工、固溶时效处理的后处理。本发明具有硬度高, 抗剥落腐蚀性能好、应用范围广的优点。



1. 一种锶微合金化的 7085 型铝合金,其特征在於:它主要由铝 (Al)、锌 (Zn)、镁 (Mg)、铜 (Cu)、锆 (Zr) 和锶 (Sr) 组成,其中,锌 (Zn) 的质量百分比为 7.0 ~ 7.95%,镁 (Mg) 的质量百分比为 1.41 ~ 1.80%,铜 (Cu) 的质量百分比为 1.50 ~ 1.59%,锆 (Zr) 的质量百分比为 0.138 ~ 0.148%,锶 (Sr) 的质量百分比为 0.0228 ~ 0.0237%,余量为铝和少量杂质元素;并采用如下方法制备而成:

首先,将纯 Al 熔化后依次加入 Al-Cu 中间合金、Al-Sr 中间合金、Al-Zr 中间合金、纯 Zn 和纯 Mg,待所有中间合金和金属熔化后再加入六氯乙烷精炼除气直至没有气体逸出,静置保温 5 ~ 10min 后去渣并浇铸成锭;

其次,对浇铸成锭的合金进行 470 ~ 490℃ × 24h 退火、430 ~ 450℃ 预热后的锻压加工、470℃ × 2h-480℃ × 2h-490℃ × 2h 固溶处理、121℃ × 24h 时效处理的后处理;

即可获得锶微合金化的 7085 型铝合金。

2. 根据权利要求 1 所述的铝合金,其特征是所述的 Al-Cu 中间合金中 Cu 的质量百分比为 50.12%,Al-Sr 中间合金中 Sr 的质量百分比为 9.89%,Al-Zr 中间合金中 Zr 的质量百分比为 4.11%。

锶微合金化的 7085 型铝合金及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种铝合金及其制备方法,尤其是一种新型 7000 系铝合金及其制备方法,具体地说是一种锶微合金化的 7085 型铝合金及其制备方法。

背景技术

[0002] 2007 年 2 月 26 日,温家宝总理主持召开国务院常务会议,原则批准大型飞机研制重大科技专项正式立项,引起了国内外的高度关注,其中包括加大对航空用高强铝合金的投入研究力度。7000 系 (Al-Zn-Mg-Cu 系) 铝合金是现代航空航天、武器装备领域的关键结构材料。美国 Alcoa 公司本世纪初开发的最新一代高淬透性高强铝合金 (7085 铝合金) 的问世,为特大厚板、特大锻件在 A380 大飞机上的应用开辟了道路。

[0003] 众所周知,在 7000 系铝合金中保持较高的 Zn/Mg 和 Cu/Mg 比是得到良好性能的基础。7085 铝合金的基本成分为 Al-7.0~8.0Zn-1.2~1.8Mg-1.3~2.0Cu-0.08~0.15Zr, 其 Zn/Mg 比、Cu/Mg 比的平均值分别为 5.0 和 1.1,是 7000 系合金中最高的 (见表 1),保证了该合金在 7000 系合金中具有最高的淬透性和良好的抗蚀性,其较高的合金化程度保证了该合金同样具有高的硬度和强度。

[0004] 但是,到目前为止,我国尚未有一种具有自主知识产权的 7085 型铝合金可供使用,长期依赖进口,这一定程度上制约了我国航空航天、武器装备等工业的发展。

[0005] 表 1 国内外 Al-Zn-Mg-Cu 系典型合金的化学成分

[0006]

国家	合金	研制年份	主要元素含量 (wt%)							
			Zn	Mg	Cu	Mn	Cr	其他	Fe	Si
中国	7A04		5.0-7.0	1.8-2.8	1.4-2.0	0.2-0.6	0.15-0.25		0.5	0.5
	7B04		5.0-6.5	1.8-2.8	1.4-2.0	0.2-0.6	0.15-0.25		0.25	0.1
	7A09		5.0-6.1	2.0-3.0	1.2-2.0	0.15	0.16-0.36		0.5	0.5
美国	7075	1943	5.1-6.1	2.1-2.9	1.2-2.0	0.3	0.18-0.28	0.20Ti	0.5	0.4
	7178	1950	6.3-7.3	2.4-3.1	1.6-2.4	0.3	0.18-0.28	0.20Ti	0.5	0.4
	7079	1954	3.8-4.8	2.9-3.7	0.4-0.8	0.1-0.3	0.1-0.25	0.10Ti	0.4	0.3
	7175	1957	5.1-6.1	2.1-2.9	1.2-2.0	0.1	0.18-0.28	0.10Ti	0.2	0.1
	7179	1957	3.8-4.8	2.9-3.7	0.4-0.8	0.1-0.3	0.1-0.25	0.10Ti	0.2	0.1
	7049	1968	7.2-8.2	2.0-2.9	1.2-1.9	0.2	0.1-0.22	0.10Ti	0.35	0.2
	7475	1969	5.2-6.2	1.9-2.6	1.2-1.9	0.06	0.18-0.25	0.06Ti	0.12	0.1
	7050	1971	5.7-6.7	1.9-2.6	2.0-2.6	0.1	0.04	0.08-0.15Zr+0.06Ti	0.15	0.1
	7049A	1972	7.2-8.4	2.1-3.1	1.2-1.9	0.5	0.05-0.25	0.25Zr+Ti	0.5	0.4
	7149	1975	7.2-8.2	2.0-2.9	1.2-1.9	0.2	0.10-0.22	0.10Ti	0.2	0.1
	7150	1978	5.9-6.9	2.0-2.7	1.9-2.5	0.1	0.04	0.08-0.15Zr+0.06Ti	0.15	0.1
	7278	1981	6.6-7.4	2.5-3.2	1.6-2.2	0.02	0.17-0.25	0.03Ti	0.2	0.1
	英国	7055	1991	7.6-8.4	1.8-2.3	2.0-2.6	0.05	0.04	0.08-0.25Zr+0.06Ti	0.15
7249		1992	7.5-8.2	2.0-2.4	1.3-1.9	0.1	0.12-0.18	0.06Ti	0.12	0.1
B93		1957	6.5-7.3	1.6-2.2	0.8-1.2				0.2-0.4	0.2
前苏联	B93 _{ИУ}	1971	6.5-7.3	1.6-2.2	0.8-1.2				0.2-0.4	0.1
	B95	1948	5.0-7.0	1.8-2.8	1.4-2.0	0.4-0.6	0.10-0.25		0.5	0.5
	B95 _{ИУ}	1979	5.0-6.5	1.8-2.8	1.4-2.0	0.2-0.6	0.10-0.25		0.25	0.1
苏联	B95 _{ОУ}	1987	5.0-6.5	1.8-2.8	1.4-2.0	0.2-0.6	0.10-0.25		0.15	0.1
	B96 _И	1956	8.0-9.0	2.3-3.0	2.0-2.6			0.1-0.20Zr	0.4	0.3
	B96 _{И1}	1968	8.0-9.0	2.3-3.0	2.0-2.6	0.3-0.8		0.1-0.16Zr	0.3	0.3
联	B96 _{И3}	1970	7.6-8.6	1.7-2.3	1.4-2.0			0.1-0.20Zr	0.2	0.1

发明内容

[0007] 本发明的目的针对 7085 合金性能很难达到设定值的问题,尤其是抗蚀性难以满足使用要求的问题,设计一种通过添加微量的锶 (Sr) 来从根本上改变 7085 铝合金综合性能的锶微合金化的 7085 型铝合金及其制备方法。

[0008] 本发明的技术方案之一是:

[0009] 一种锶微合金化的 7085 型铝合金,其特征在於:它主要由铝 (Al)、锌 (Zn)、镁 (Mg)、铜 (Cu)、锆 (Zr) 和锶 (Sr) 组成,其中,锌 (Zn) 的质量百分比为 7.0 ~ 7.95%,镁 (Mg) 的质量百分比为 1.41 ~ 1.80%,铜 (Cu) 的质量百分比为 1.50 ~ 1.59%,锆 (Zr) 的质量百分比为 0.138 ~ 0.148%,锶 (Sr) 的质量百分比为 0.0228 ~ 0.0237%,余量为铝和少量杂质元素。

[0010] 本发明的技术方案之二是:

[0011] 一种锶微合金化的 7085 型铝合金的制备方法,其特征是:

[0012] 首先,先将纯 Al 熔化,然后依次加入 Al-Cu 中间合金、Al-Sr 中间合金、Al-Zr 中间合金、纯 Zn、纯 Mg,在添加过程中待前一中间合金或金属熔化后添加后一中间合金或金属,待所有中间合金和金属熔化后加入六氯乙烷精炼直到没有气体溢出,静置保温 5 ~ 10min 后去渣并浇铸成锭;

[0013] 其次,对浇铸成锭的合金进行后处理;即获得锶微合金化的 7085 型铝合金。

[0014] 所述的 Al-Cu 中间合金中 Cu 的质量百分比为 50.12%,Al-Sr 中间合金中 Sr 的质量百分比为 9.89%,Al-Zr 中间合金中 Zr 的质量百分比为 4.11%。

[0015] 所述的浇铸成铝锭合金的后处理最佳工艺为 470 ~ 490℃ × 24h 退火、430 ~ 450℃ 预热后的锻压加工、470℃ × 2h-480℃ × 2h-490℃ × 2h 三次固溶处理和最终的 121℃ × 24h 时效处理。

[0016] 本发明的有益效果:

[0017] (1) 本发明获得了一种锶微合金化的低合金元素 (Zn+Mg+Cu) 总量 (9.91 ~ 11.34,其中 Zn 为 7.00 ~ 7.95,Mg 为 1.41 ~ 1.80,Cu 为 1.42 ~ 1.51) 但经合适的热处理后硬度高、抗腐蚀性好的 7085 型铝合金。

[0018] (2) 本发明铝合金的硬度为 183.9 ~ 209.9HV,按国标 GB/T 7998-2005 (铝合金晶间腐蚀测定方法) 其晶间腐蚀抗力不低于四级,按国标 GB/T22639-2008 (铝合金加工产品的剥落腐蚀试验方法) 其抗剥落腐蚀性能不低于 PA 级。

[0019] (3) 锶的微合金化大幅提高了合金的抗剥落腐蚀性能。

[0020] (4) 本发明公开了一种锶微合金化的 7085 型铝合金的制备方法,一定程度上打破了国外对高性能铝合金的技术封锁,可满足我国航空航天、武器装备等领域的需求。

[0021] (5) 本发明通过大量的试验获得了理想的制备方法,尤其是通过采用按次序加入各中间合金及纯金属的方法来控制各组份含量,按本发明的工艺能容易地得到符合要求的铝合金材料。

附图说明

[0022] 图 1 是本发明实施例一的 Sr 微合金化的 7085 型铝合金晶间腐蚀试验后横截面金相图。

[0023] 图 2 是本发明实施例一的 Sr 微合金化的 7085 型铝合金剥落腐蚀试验后表面形貌光学显微镜图。

[0024] 图 3 是本发明实施例二的 Sr 微合金化的 7085 型铝合金晶间腐蚀试验后横截面金相图。

[0025] 图 4 是本发明实施例二的 Sr 微合金化的 7085 型铝合金剥落腐蚀试验后表面形貌

光学显微镜图。

[0026] 图 5 是本发明的无 Sr 微合金化的 7085 型铝合金晶间腐蚀试验后横截面金相图。

[0027] 图 6 是本发明的无 Sr 微合金化的 7085 型铝合金剥落腐蚀试验后表面形貌光学显微镜图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明。

[0029] 实施例一

[0030] 如图 1、2 所示。

[0031] 一种锶微合金化的 7085 型铝合金,其制备方法为:

[0032] 按 45kg 铝合金配制为例。

[0033] 先将 37.29kg A00 等级纯 Al(成分:99.79% Al,0.14% Fe,0.04% Si,本发明所有组份均采用质量百分比表示,下同,凡组份相加不足 100%的部分均为杂质)熔化后依次加入 1.44kg Al-Cu(49.62% Al,50.12% Cu,0.15% Fe,0.11% Si)中间合金(Cu 的损失率约为 6.25%)、0.42kg Al-Sr(89.86% Al,9.89% Sr,0.15% Fe,0.10% Si)中间合金(Sr 的损失率约为 75%)、1.64kg Al-Zr 中间合金(95.69% Al,4.11% Zr,0.20% Fe,0.10% Si)(Zr 的损失率约为 8%)、3.42kg 纯 Zn(Zn 的损失率约为 8%)、0.79kg 纯 Mg(Mg 的损失率约为 20%),所述的中间合金可直接从市场上购置,也可采用常规方法自行配制,熔化过程中等前一种中间合金或金属熔化后加入后一种中间合金或金属,待全部依次熔化到铝溶液中后加入六氯乙烷精炼直至没有气体溢出(加入量为 90g),静置保温 5~10min 并去渣后浇铸成锭;对熔铸成锭的铝合金进行 470~490℃×24h 的退火、经 430~450℃预热后进行锻压加工、470℃×2h-480℃×2h-490℃×2h 的固溶处理、121℃×24h 的时效处理;即获得锶微合金化的 7085 型铝合金。

[0034] 本实施例的铝合金的实测硬度为 183.9HV;按 GB/T 7998-2005(铝合金晶间腐蚀测定方法)其不发生晶间腐蚀,仅发生点蚀,最大腐蚀深度为 18.1μm(见图 1);按 GB/T 22639-2008(铝合金加工产品的剥落腐蚀试验方法)其表面仅出现轻微点蚀(见图 2),为 PA 级。

[0035] 本实施例的铝合金经光谱实际测量成分为:7.00% Zn,1.41% Mg,1.50% Cu,0.138% Zr,0.0228% Sr,余量为铝和杂质元素。

[0036] 实施例二

[0037] 如图 3、4 所示。

[0038] 一种锶微合金化的 7085 型铝合金,其制备方法为:

[0039] 按 45kg 合金配制。

[0040] 先将 36.39kg A00 等级纯 Al(成分:99.79% Al,0.14% Fe,0.04% Si)熔化后依次加入 1.52kg Al-Cu(49.62% Al,50.12% Cu,0.15% Fe,0.11% Si)中间合金(Cu 的损失率约为 6.25%)、0.43kg Al-Sr(89.86% Al,9.89% Sr,0.15% Fe,0.10% Si)中间合金(Sr 的损失率约为 75%)、1.76kg Al-Zr 中间合金(95.69% Al,4.11% Zr,0.20% Fe,0.10% Si)(Zr 的损失率约为 8%)、3.89kg 纯 Zn(Zn 的损失率约为 8%)、1.01kg 纯 Mg(Mg 的损失率约为 20%),所述的中间合金可直接从市场上购置,也可采用常规方法自行配制,熔化过

程中等前一种中间合金或金属熔化后加入后一种中间合金或金属,待全部依次熔化后加入六氯乙烷精炼(加入量为 90g)直至没有气体溢出为止,静置保温 5~10min 后去渣浇铸成锭;对熔铸成锭的铝合金进行 470~490℃×24h 的退火、经 430~450℃预热后进行锻压加工、470℃×2h-480℃×2h-490℃×2h 的固溶处理、121℃×24h 的时效处理;即获得锶微合金化的 7085 型铝合金。

[0041] 本实施例的铝合金的实测硬度为 209.9HV;按国标 GB/T 7998-2005 其晶间最大腐蚀深度为 245.23 μm(参见图 3),为四级;按国标 GB/T 22639-2008 其表面仅出现轻微点蚀(参见图 4),为 PA 级。

[0042] 本实施例的铝合金经光谱实际测量成分为:7.95Zn,1.80Mg,1.59Cu,0.148Zr,0.0237Sr,余量为铝和杂质元素。

[0043] 实施例三

[0044] 一种锶微合金化的 7085 型铝合金,其制备方法为:

[0045] 按 45kg 铝合金配制为例。

[0046] 先将 36.829kg A00 等级纯 Al(成分:99.79% Al,0.14% Fe,0.04% Si)熔化后依次加入 1.475kg Al-Cu(49.62% Al,50.12% Cu,0.15% Fe,0.11% Si)中间合金(Cu 的损失率约为 6.25%)、0.424kg Al-Sr(89.86% Al,9.89% Sr,0.15% Fe,0.10% Si)中间合金(Sr 的损失率约为 75%)、1.702kg Al-Zr 中间合金(95.69% Al,4.11% Zr,0.20% Fe,0.10% Si)(Zr 的损失率约为 8%)、3.668kg 纯 Zn(Zn 的损失率约为 8%)、0.906kg 纯 Mg(Mg 的损失率约为 20%),所述的中间合金可直接从市场上购置,也可采用常规方法自行配制,熔化过程中等前一种中间合金或金属熔化后加入后一种中间合金或金属,待全部依次熔化到铝溶液中后加入六氯乙烷精炼直至没有气体溢出(加入量为 90g),静置保温 5~10min 并去渣后浇铸成锭;对熔铸成锭的铝合金进行 470~490℃×24h 的退火、经 430~450℃预热后进行锻压加工、470℃×2h-480℃×2h-490℃×2h 的固溶处理、121℃×24h 的时效处理;即获得锶微合金化的 7085 型铝合金。

[0047] 本实施例的铝合金的实测硬度为 200.3HV;按 GB/T 7998-2005(铝合金晶间腐蚀测定方法)其不发生晶间腐蚀,仅发生点蚀,最大腐蚀深度为 26.1 μm;按 GB/T 22639-2008(铝合金加工产品的剥落腐蚀试验方法)其表面仅出现轻微点蚀,为 PA 级。本实施例的铝合金的剥落腐蚀表面形貌金相显微镜图与图 2 相类似。

[0048] 本实施例的铝合金经光谱实际测量成分为:7.50% Zn,1.61% Mg,1.54% Cu,0.143% Zr,0.0233% Sr,余量为铝和杂质元素。

[0049] 对比例一

[0050] 如图 5、6 所示。

[0051] 一种无锶微合金化的 7085 铝合金,其制备方法为:

[0052] 按 45kg 合金配制。

[0053] 先将 37.38kg A00 等级纯 Al(成分:99.79Al,0.14Fe,0.04Si)熔化后依次加入 1.36kg Al-Cu(49.62Al,50.12Cu,0.15Fe,0.11Si)中间合金(Cu 的损失率约为 6.25%)、1.75kg Al-Zr 中间合金(95.69Al,4.11Zr,0.20Fe,0.10Si)(Zr 的损失率约为 8%)、3.66kg 纯 Zn(Zn 的损失率约为 8%)、0.85kg 纯 Mg(Mg 的损失率约为 20%),所述的中间合金可直接从市场上购置,也可采用常规方法自行配制,熔化过程中等前一种

中间合金或金属熔化后加入后一种中间合金或金属,待全部依次熔化后加入六氯乙烷精炼(加入量为 90g)直至没有气体溢出为止,静置保温 5 ~ 10min 后去渣浇铸成锭;对熔铸成锭的合金进行 470 ~ 490℃ × 24h 的退火、经 430 ~ 450℃ 预热后进行锻压加工、470℃ × 2h-480℃ × 2h-490℃ × 2h 的固溶处理、121℃ × 24h 的时效处理;即获得无铈微合金化的 7085 型铝合金。

[0054] 本对比例的铝合金的实测硬度为 194.4HV;按 GB/T 7998-2005(铝合金晶间腐蚀测定方法),尽管其最大腐蚀深度仅为 187.07 μm,但其发生严重的腐蚀(附图 5);按 GB/T 22639-2008(铝合金加工产品的剥落腐蚀试验方法)其表面出现严重点蚀(附图 6),为 PC 级。

[0055] 本对比例的铝合金经光谱实际测量成分为:7.48Zn,1.51Mg,1.42Cu,0.147Zr,0Sr,余量为铝和少量杂质元素。

[0056] 以上仅列出了几个常见配比的铝合金的配比及制造方法,本领域的技术人员可以根据上述实例适当地调整各组份的配比并严格按上述步骤进行制造即可获得理想的 7085 型铝合金。

[0057] 本发明未涉及部分均与现有技术相同或可采用现有技术加以实现。

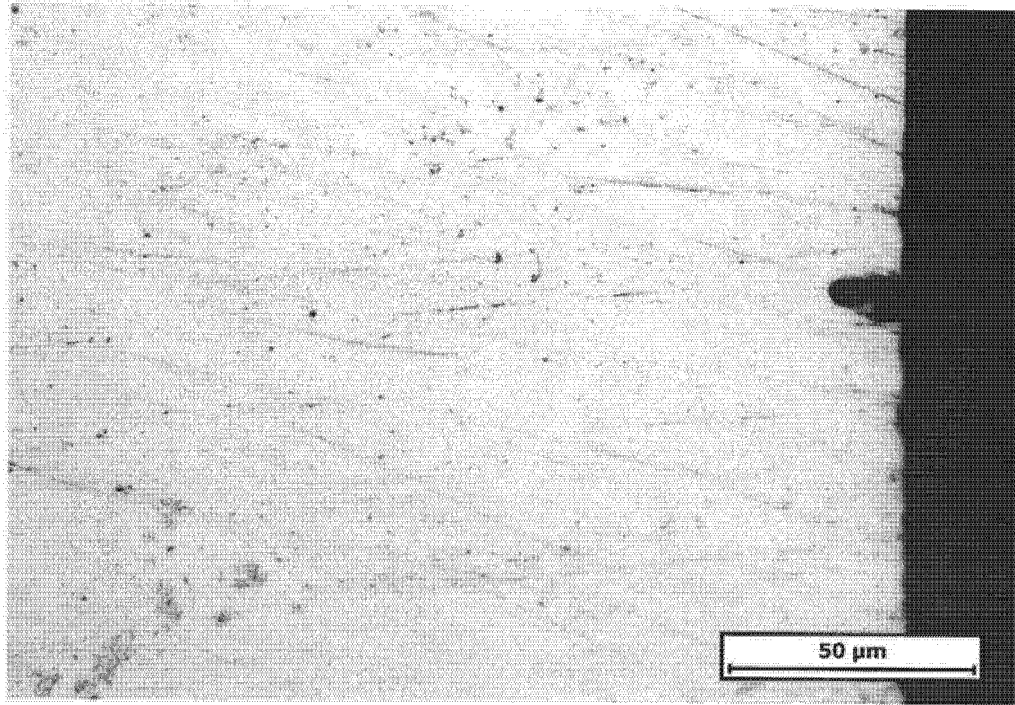


图 1

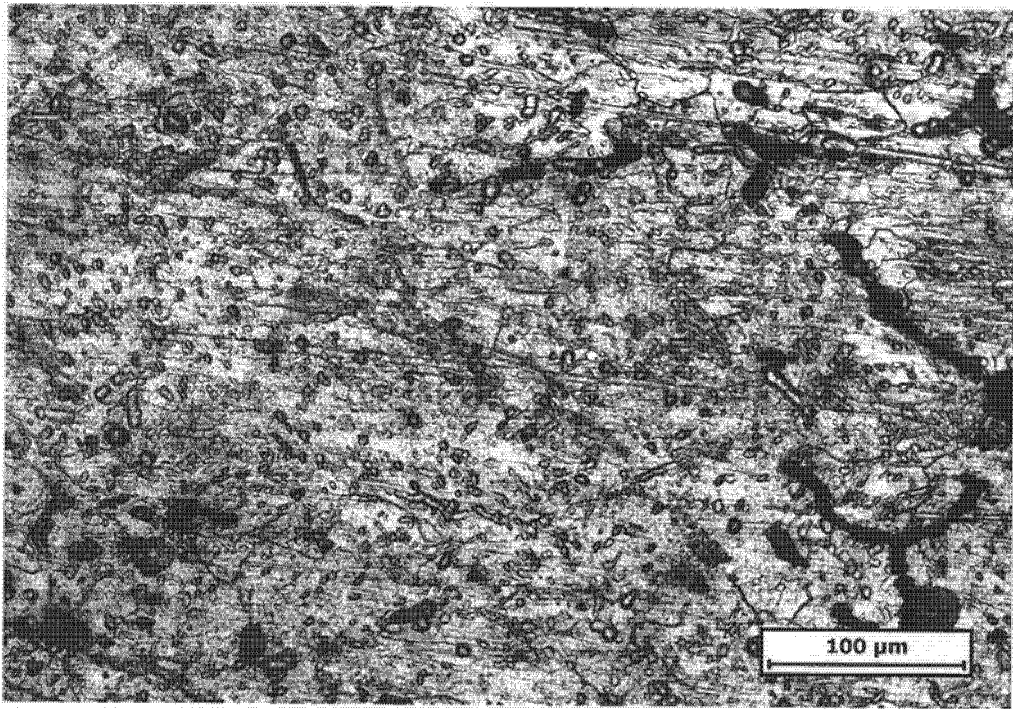


图 2

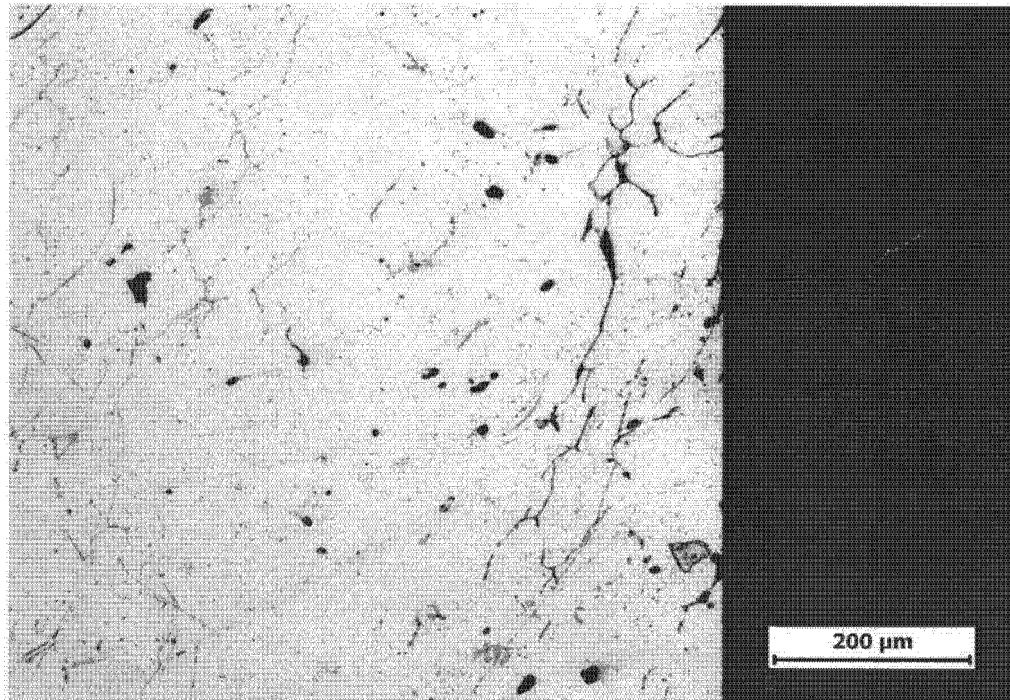


图 3

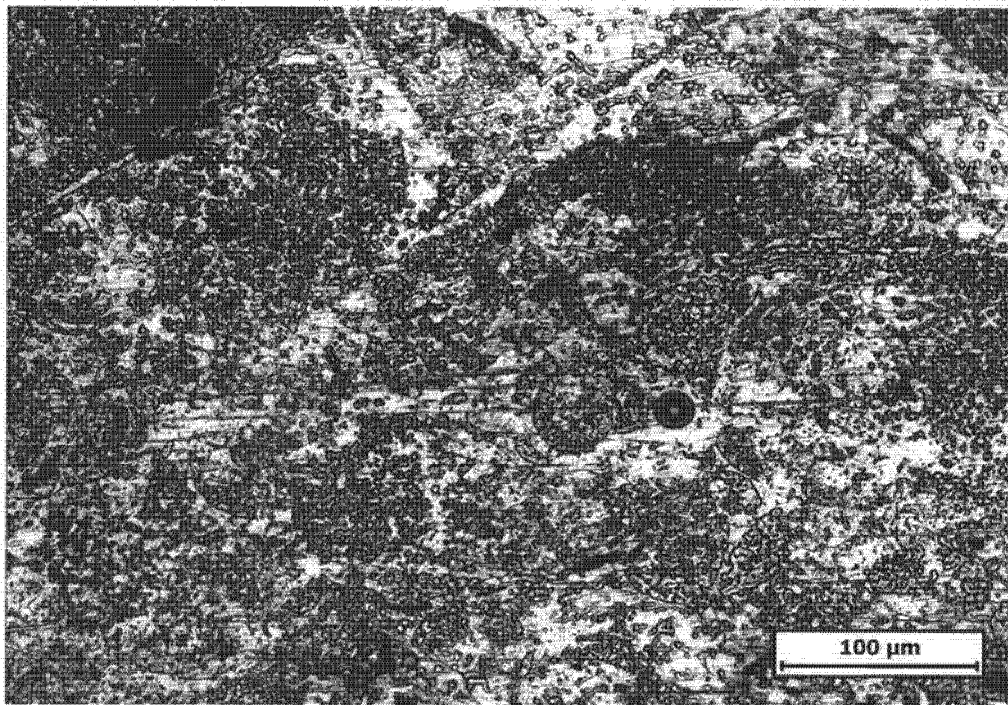


图 4

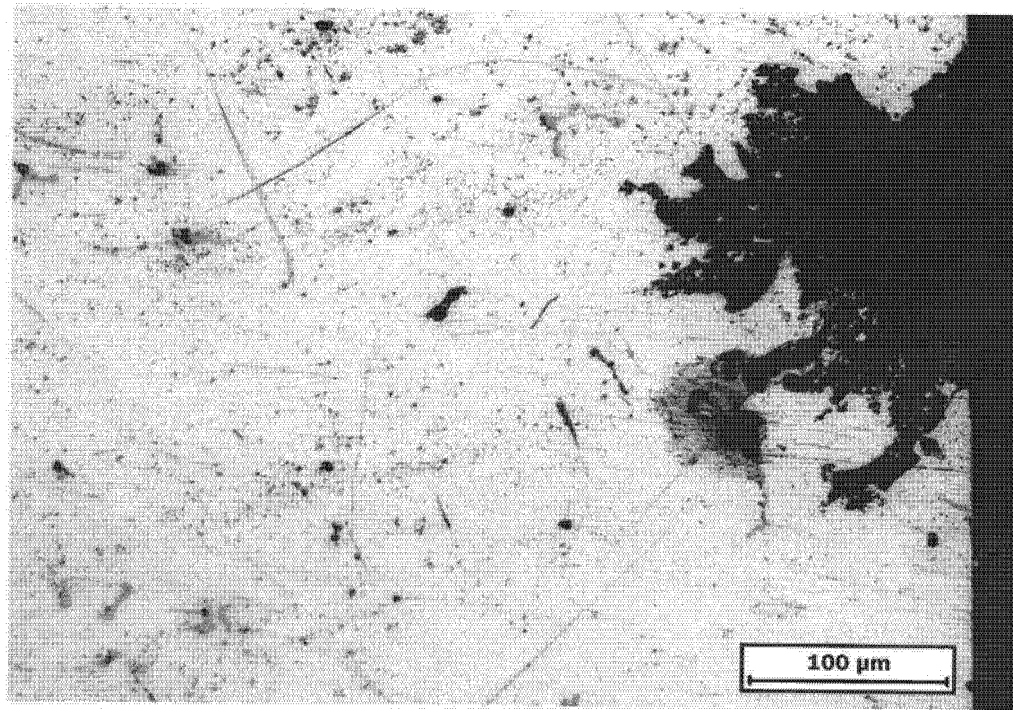


图 5

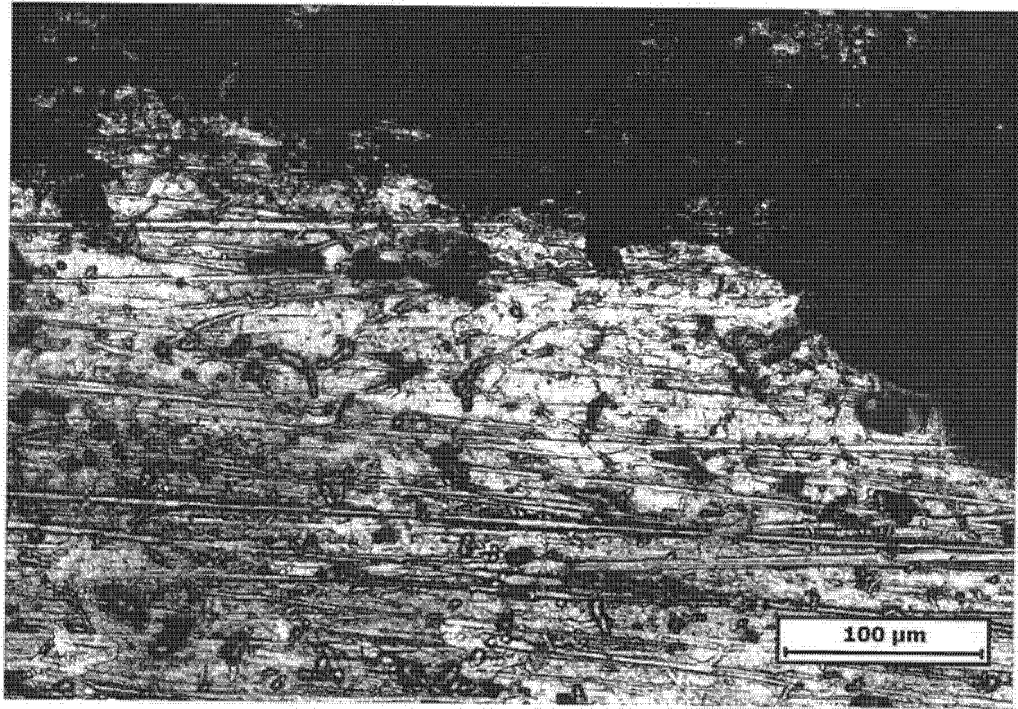


图 6