

## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102586666 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 18

(21) 申请号 201210061600. X

(22) 申请日 2012. 03. 09

(71) 申请人 青州豪章铸造有限公司

地址 262500 山东省潍坊市青州市邵庄镇文  
登村西首

(72) 发明人 李明弟 贾贵平 李强 李大勇  
孙青州 王志刚 王远成 赵忠魁

(74) 专利代理机构 济南舜源专利事务所有限公  
司 37205

代理人 苗峻

(51) Int. Cl.

C22C 33/08 (2006. 01)

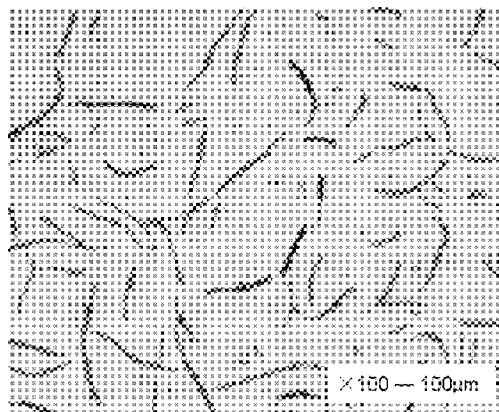
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

### (54) 发明名称

短流程高强度铸铁专用净化剂及其制备工艺

### (57) 摘要

本发明涉及一种短流程高强度铸铁专用净化剂及其制备工艺,属于铸铁生产流程技术领域。按重量份计,该净化剂组成为:稀土氧化物 6-18 份,氧化钙 29-49 份,三氧化二铝 19-29 份,碳 4-8 份。该净化剂以稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉和焦炭粉为原料,加入助熔剂,经高温焙烧后,电熔喷雾制得。该净化剂可以改变高炉铁水冶金反应的热力学和动力学条件,消除或抑制高炉铁水粗大石墨恶性膨大的遗传性缺陷,与孕育剂形成综合强化效果,可以得到以 A 型石墨为主,珠光体达 95% 以上,抗拉强度为 250-350MPa 的高强度铸铁。



1. 一种短流程高强度铸铁专用净化剂,其特征是:按重量份计,其组成为:稀土氧化物 6-18 份,氧化钙 29-49 份,三氧化二铝 19-29 份,碳 4-8 份。

2. 制备权利要求 1 所述的短流程高强度铸铁专用净化剂,其特征在于:所述的短流程高强度铸铁专用净化剂,以稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉和焦炭粉为原料,加入助熔剂,经高温焙烧后,电熔喷雾制得。

3. 根据权利要求 2 所述的短流程高强度铸铁专用净化剂制备工艺,其特征在于:具体步骤为:

(1) 原料配制将稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉、焦炭粉和助熔剂混合配制;

(2) 高温焙烧将上述配置好的原料加入中频电炉石墨坩埚中,850-900℃焙烧 0.5h;

(3) 电熔喷雾将上述焙烧后产物升温至 1600-1750℃,保温 0.5-1h,出炉后电熔喷雾,制成 140-200 目粉粒状净化剂。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的短流程高强度铸铁专用净化剂制备工艺,其特征在于:按原料重量份计,稀土精选矿粉:高纯氧化钙粉:铝矾土矿粉:焦炭粉为 1-3 : 3-5 : 2-3 : 0.5-1。

5. 根据权利要求 2 或 3 所述的短流程高强度铸铁专用净化剂制备工艺,其特征在于:所述的助熔剂为冰晶石粉。

6. 根据权利要求 5 所述的短流程高强度铸铁专用净化剂制备工艺,其特征在于:冰晶石粉的加入量为原料总质量的 0.2-0.5%。

7. 根据权利要求 2 或 3 所述的短流程高强度铸铁专用净化剂制备工艺,其特征在于:所述的稀土精选矿中稀土氧化物质量分数不低于 60%;高纯氧化钙粉中 CaO 的质量分数不低于 95%;铝矾土矿粉中  $Al_2O_3$  的质量分数不低于 90%;焦炭粉中固定碳质量分数不低于 80%。

## 短流程高强度铸铁专用净化剂及其制备工艺

### 技术领域

[0001] 本发明属于铸铁生产流程技术领域,具体涉及一种短流程高强度铸铁专用净化剂及其制备工艺。

### 背景技术

[0002] 短流程高强度铸铁熔炼工艺,是将高炉铁水直接加入中频电炉与废钢熔配浇注铸件,该技术缩短了工艺流程,省去了常规流程重熔的环节,能充分利用高炉铁水的热量,减少了电能或焦炭的消耗,同时大幅度降低粉尘和烟气排放,具有明显的经济效益和社会效益。

[0003] 尽管短流程熔炼工艺具有显著的节能减排优点,但该工艺并没有得到广泛应用,仅能用于生产形状简单、力学性能(抗拉强度小于 150MPa)要求较低的铸件。这是由于短流程熔炼工艺缺少一次凝固环节,高炉冶金过程中产生的大量非金属夹杂物和气体等混入铁液中,在凝固过程中,各种夹杂形成了不规则石墨核心,使石墨形态恶性膨大(见图 1 所示),形成所谓的遗传性粗大石墨缺陷,导致力学性能恶化。因此,短流程熔炼工艺难以满足高强度铸件金相组织(A 型石墨为主,珠光体含量高达 95%以上)和力学性能(抗拉强度 250-350MPa)技术要求,从而影响短流程熔炼工艺的推广与应用。

[0004] 目前,铸铁短流程技术大多采用过热、保温与孕育处理技术,如孙见兴等在《铸造》第 55 卷第 8 期公开的一种《高炉-中频电炉双联短流程熔炼工艺》,对过热、保温剂孕育作用进行了研究,由于缺少净化处理工艺,或因为高炉铁水遗传影响没有得到根本消除,所以仅能生产 HT200(抗拉强度 200MPa 以下)牌号的铸铁。而目前市场上使用的以铁神 1 号(ZL200410033193.7)为代表的净化剂,虽然在铸铁常规流程熔炼中表现出良好的效果,但因不能消除或抑制短流程熔炼工艺中高炉铁水粗大石墨遗传影响,所以在短流程高强度铸铁熔炼工艺中效果不尽如人意。

[0005] 此外,国内外常见的净化剂均是将原料熔化,浇注成块状,冷却、机械破碎后制得,制得的净化剂颗粒大,不易熔化,而且机械破碎会使净化剂表面钝化,化学活性降低,冶金反应速度缓慢,另外,操作不当也容易造成带入性夹杂,造成熔炼过程中的二次污染。

### 发明内容

[0006] 针对上述问题,本发明提供了一种短流程高强度铸铁熔炼专用净化剂及其制备方法,该净化剂降低了高炉铁水的粘度和表面张力,使弥散性非金属夹杂物与金属液分离,改变了高炉铁水结晶热力学和动力学条件,消除或抑制了高炉铁水粗大石墨恶性膨大,避免高炉铁水的遗传性缺陷;与孕育剂形成综合强化效果,降低了铁水的过冷度,可以得到以 A 型石墨为主(见图 2 所示),珠光体达 95%以上,抗拉强度为 250-350MPa 的高强度铸铁。

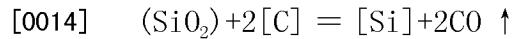
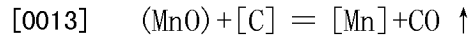
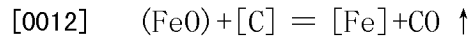
[0007] 本发明采用的具体技术方案是:一种短流程高强度铸铁专用净化剂,按重量份计,其组成为:稀土氧化物 6-18 份,氧化钙 29-49 份,三氧化二铝 19-29 份,碳 4-8 份。

[0008] 本发明净化剂主要由  $\text{ReO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  组成,其净化原理如下:

[0009] (1) 在氧化钙和稀土金属氧化物的共同作用下,可以降低高炉铁水的粘度和表面张力,使弥散性非金属夹杂物与金属液分离,为冶金反应提供了良好的热力学条件;

[0010] (2) 高炉铁水中的硫化物、金属氧化物与净化剂中的  $\text{ReO}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  形成液态的  $(\text{ReO}-\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3)_S$  复合物,呈球形分布,为冶金反应提供了良好的动力学条件;

[0011] (3) 在高温条件下,净化剂中的碳和铁水中的碳与铁水和渣中的金属氧化物形成如下反应:



[0015]  $\text{FeO}$ 、 $\text{MnO}$ 、 $\text{SiO}_2$  等发生还原反应生成大量的  $\text{CO}$  气泡,起到搅拌铁水的作用,铁水产生沸腾,加速了铁水的冶金反应和夹杂物与金属液分离排除,达到快速净化目的,从而获得高纯净的铁水。

[0016] 本发明还提供了该短流程高强度铸铁专用净化剂的制备工艺,以稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉和焦炭粉为原料,加入助熔剂,经高温焙烧后,电熔喷雾制得。为了保证各种原料的有效含量,并且避免后期引入过多杂质,本发明所述的稀土精选矿粉主要是镧、铈、镨、钕、钷等稀土的氧化物,其中稀土氧化物质量分数不低于 60%;高纯氧化钙粉中  $\text{CaO}$  的质量分数不低于 95%;铝矾土矿粉中  $\text{Al}_2\text{O}_3$  的质量分数不低于 90%;焦炭粉中固定碳质量分数不低于 80%。

[0017] 其制备的具体步骤为:

[0018] (1)、原料配制将稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉、焦炭粉和助熔剂混合配制。

[0019] (2)、高温焙烧将上述配置好的原料加入中频电炉石墨坩埚中,经 850-900℃ 焙烧 0.5h。

[0020] (3)、电熔喷雾将上述焙烧后产物升温至 1600-1750℃,保温 0.5-1h,出炉后电熔喷雾,制成 140-200 目粉粒状净化剂。

[0021] 原料配制过程中,由于稀土精选矿粉和铝矾土矿粉熔点很高,均在 2000℃ 以上,本发明为了降低原材料的熔化温度,在混合过程中加入助熔剂,使得混合后原材料在 1480℃ 左右即可熔化。其中,原材料的配比是根据净化剂成分要求确定,按原料重量份计,稀土精选矿粉:高纯氧化钙粉:铝矾土矿粉:煤粉为 1-3 : 3-5 : 2-3 : 0.5-1。经过发明人长期试验摸索发现,只有采用冰晶石粉做为助熔剂,才能降低由上述组分组成的净化剂的熔点,其加入量为原料总质量的 0.2-0.5%,既达到降低熔点的目的,又不会引入杂质。

[0022] 焙烧温度 850-900℃,主要是为了烧掉稀土氧化物中灼减成分和铝矾土中结晶水及挥发物、硫化物等,保温 0.5h 可以确保形成纯度较高的净化剂原料。

[0023] 将上述经过高温焙烧的产物采用电熔喷雾法进行造粒。所述的电熔喷雾为通过雾化法造粒机喷嘴喷出的气流,粉碎经坩埚流出的熔液流,其形成的超细净化剂粉末呈圆球形。实验过程中,发明人发现,将焙烧后的产物升温至 1600-1750℃,可以使得原料全部融化为液态,温度过高会造成能源浪费,过低则不能充分熔化。为了使得最终所得净化剂成分均匀,待原料全部融化成液态后保温 0.5-1h。

[0024] 本发明采用电熔喷雾造粒技术,获得目数为 140-200 目的粉粒状净化剂,一方面

表面积增加,净化剂与铁水的接触面积增加,加入铁水时可以迅速被熔化,使得反应速度加快;另一方面高温形成的净化剂超细颗粒有良好地化学活性,冶金反应速度快。

[0025] 将经过上述步骤制得的净化剂冷却到室温后,用塑料密封包装备用。

[0026] 在铸铁短流程熔炼工艺中,将过热到 1520-1530℃的铁水,通过炉外冲入法加入 0.1-0.5wt% 该净化剂,保温 5-10 分钟,再采用本领域的公知技术进行孕育处理。由于净化剂中部分稀土氧化物形成新的石墨成核核心,使实际结晶温度接近理论结晶温度,从而降低铁水的过冷度,部分消除组织中的大量晶间石墨和自由渗碳体,最关键的是铁水得到较大程度地净化,在这种情况下,再进行孕育处理,就形成了净化与孕育处理的综合强化效果,使孕育有效时间延长,珠光体含量增加,可以得到数量少而细小、弯曲而分布均匀的理想石墨组织。最终获得的铸件基体组织主要为 A 型石墨,珠光体和抗拉强度分别稳定在 95-98% 和 250-350MPa 范围内。

[0027] 综上所述,本发明的有益效果是:

[0028] (1) 短流程高强度铸铁专用净化剂,解决了短流程熔炼工艺因高炉铁水遗传性粗大石墨所带来的组织和力学性能恶化技术难题,为短流程熔炼工艺生产高强度铸铁提供了技术保障,节约了熔炼成本,减少了污染排放,推动了铸造业的技术进步和铸造产品的市场竞争力。

[0029] (2) 本发明所述的净化剂在各种成分的协同作用下,为冶金反应提供了良好的热力学条件和动力学条件。

[0030] (3) 本发明所述的净化剂降低了铁水的过冷度,消除组织中的大量晶间石墨和自由渗碳体,使得铁水在得到较大程度净化的情况下进行孕育处理,形成了净化与孕育处理的综合强化效果,使孕育有效时间延长,珠光体含量增加,得到数量少而细小、弯曲而分布均匀的理想石墨组织。

[0031] (4) 本发明采用电熔喷雾造粒技术,使得净化剂主要组成的化学活性提高,应用于铸铁短流程熔炼工艺中,用量仅为 0.1-0.5wt%, 远远低于目前市场上净化剂的加入量(0.5-1wt%)。

## 附图说明

[0032] 图 1 是铸铁短流程净化处理前金相石墨形态图;

[0033] 图 2 是铸铁短流程净化处理后金相石墨形态图。

## 具体实施方式

[0034] 实施例 1:

[0035] 一种短流程高强度铸铁专用净化剂,按重量份计,其组成为:稀土氧化物 18 份,氧化钙 39 份,三氧化二铝 19 份,碳 8 份。

[0036] 其具体制备步骤为:

[0037] (1) 原料配制将稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉、焦炭粉按照重量份计为:稀土精选矿粉:高纯氧化钙粉:铝矾土矿粉:焦炭粉=3:4:2:1,混合,并加入冰晶石粉,其加入量为原料总质量的 0.2%。其中,

[0038] (2) 高温焙烧将上述配置好的原料加入中频电炉石墨坩埚中,850℃焙烧 0.5h。

[0039] (3) 电熔喷雾将上述焙烧后产物升温至 1600℃,保温 1h,出炉通过雾化法造粒机喷嘴喷出的气流,粉碎经坩埚流出的熔液流,制成 200 目粉粒状净化剂。

[0040] 待净化剂冷却到室温后,用塑料密封包装备用。

[0041] 上述步骤中所述的稀土精选矿粉中稀土氧化物质量分数为 60%;高纯氧化钙粉中 CaO 的质量分数为 98%;铝矾土矿粉中  $Al_2O_3$  的质量分数为 95%;焦炭粉中固定碳质量分数为 80%。

[0042] 应用效果:在短流程熔炼工艺中,加入 0.5wt% 上述制得的净化剂,得到 A 型石墨为主,珠光体达到 98%,抗拉强度 250MPa 的高强度铸铁。

[0043] 实施例 2:

[0044] 一种短流程高强度铸铁专用净化剂,按重量份计,其组成为:稀土氧化物 9 份,氧化钙 49 份,三氧化二铝 29 份,碳 4 份。

[0045] 其具体制备步骤为:

[0046] (1) 原料配制将稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉、焦炭粉按照重量份计为:稀土精选矿粉:高纯氧化钙粉:铝矾土矿粉:焦炭粉=1.5:5:3:0.5,混合,并加入冰晶石粉,其加入量为原料总质量的 0.3%。

[0047] (2) 高温焙烧将上述配置好的原料加入中频电炉石墨坩埚中,900℃焙烧 0.5h;

[0048] (3) 电熔喷雾将上述焙烧后产物升温至 1700℃,保温 0.5h,出炉通过雾化法造粒机喷嘴喷出的气流,粉碎经坩埚流出的熔液流,制成 140 目粉粒状净化剂。

[0049] 待净化剂冷却到室温后,用塑料密封包装备用。

[0050] 上述步骤中所述的稀土精选矿粉中稀土氧化物质量分数为 60%;高纯氧化钙粉中 CaO 的质量分数为 98%;铝矾土矿粉中  $Al_2O_3$  的质量分数为 95%;焦炭粉中固定碳质量分数为 80%。

[0051] 应用效果:在短流程熔炼工艺中,加入 0.3wt% 上述制得的净化剂,得到 A 型石墨为主,珠光体达到 95%,抗拉强度 300MPa 的高强度铸铁。

[0052] 实施例 3:

[0053] 一种铸铁短流程熔炼专用净化剂,按重量份计,其组成为:稀土氧化物 12 份,氧化钙 46 份,三氧化二铝 23.8 份,碳 6.4 份。

[0054] 其具体制备步骤为:

[0055] (1) 原料配制将稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉、焦炭粉按照重量份计为:稀土精选矿粉:高纯氧化钙粉:铝矾土矿粉:焦炭粉=2:4.7:2.5:0.8,混合,并加入冰晶石粉,其加入量为原料总质量的 0.5%。

[0056] (2) 高温焙烧将上述配置好的原料加入中频电炉石墨坩埚中,875℃焙烧 0.5h。

[0057] (3) 电熔喷雾将上述焙烧后产物升温至 1750℃,保温 0.5h,出炉通过雾化法造粒机喷嘴喷出的气流,粉碎经坩埚流出的熔液流,制成 170 目粉粒状净化剂。

[0058] 待净化剂冷却到室温后,用塑料密封包装备用。

[0059] 上述步骤中所述的稀土精选矿粉中稀土氧化物质量分数为 60%;高纯氧化钙粉中 CaO 的质量分数为 98%;铝矾土矿粉中  $Al_2O_3$  的质量分数为 95%;焦炭粉中固定碳质量分数为 80%。

[0060] 应用效果:在短流程熔炼工艺中,加入 0.1wt% 上述制得的净化剂,得到 A 型石墨

为主,珠光体达到 96%,抗拉强度 350MPa 的高强度铸铁。

[0061] 实施例 4:

[0062] 一种铸铁短流程熔炼专用净化剂,按重量份计,其组成为:稀土氧化物 13 份,氧化钙 47 份,三氧化二铝 23 份,碳 4.8 份。

[0063] 其具体制备步骤为:

[0064] (1) 原料配制将稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉、焦炭粉按照重量份计为:稀土精选矿粉:高纯氧化钙粉:铝矾土矿粉:焦炭粉=2.2:4.8:2.4:0.6,混合,并加入冰晶石粉,其加入量为原料总质量的 0.4%。

[0065] (2) 高温焙烧将上述配置好的原料加入中频电炉石墨坩埚中,860℃焙烧 0.5h。

[0066] (3) 电熔喷雾将上述焙烧后产物升温至 1650℃,保温 0.7h,出炉通过雾化法造粒机喷嘴喷出的气流,粉碎经坩埚流出的熔液流,制成 150 目粉粒状净化剂。

[0067] 待净化剂冷却到室温后,用塑料密封包装备用。

[0068] 上述步骤中所述的稀土精选矿粉中稀土氧化物质量分数为 60%;高纯氧化钙粉中 CaO 的质量分数为 98%;铝矾土矿粉中  $Al_2O_3$  的质量分数为 95%;焦炭粉中固定碳质量分数为 80%。

[0069] 应用效果:在短流程熔炼工艺中,加入 0.1wt% 上述制得的净化剂,得到 A 型石墨为主,珠光体达到 96%,抗拉强度 3300MPa 的高强度铸铁。

[0070] 实施例 5:

[0071] 一种铸铁短流程熔炼专用净化剂,按重量份计,其组成为:稀土氧化物 15 份,氧化钙 44 份,三氧化二铝 20 份,碳 7.2 份。

[0072] 其具体制备步骤为:

[0073] (1) 原料配制将稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉、焦炭粉按照重量份计为:稀土精选矿粉:高纯氧化钙粉:铝矾土矿粉:焦炭粉=2.5:4.5:2.1:0.9,混合,并加入冰晶石粉,其加入量为原料总质量的 0.5%。

[0074] (2) 高温焙烧将上述配置好的原料加入中频电炉石墨坩埚中,880℃焙烧 0.5h。

[0075] (3) 电熔喷雾将上述焙烧后产物升温至 1670℃,保温 0.6h,出炉通过雾化法造粒机喷嘴喷出的气流,粉碎经坩埚流出的熔液流,制成 180 目粉粒状净化剂。

[0076] 待净化剂冷却到室温后,用塑料密封包装备用。

[0077] 上述步骤中所述的稀土精选矿粉中稀土氧化物质量分数为 60%;高纯氧化钙粉中 CaO 的质量分数为 98%;铝矾土矿粉中  $Al_2O_3$  的质量分数为 95%;焦炭粉中固定碳质量分数为 80%。

[0078] 应用效果:在短流程熔炼工艺中,加入 0.1wt% 上述制得的净化剂,得到 A 型石墨为主,珠光体达到 97%,抗拉强度 345MPa 的高强度铸铁。

[0079] 实施例 6:

[0080] 一种铸铁短流程熔炼专用净化剂,按重量份计,其组成为:稀土氧化物 6 份,氧化钙 29 份,三氧化二铝 19 份,碳 8 份。

[0081] 其具体制备步骤为:

[0082] (1) 原料配制将稀土精选矿粉、高纯氧化钙粉、铝矾土矿粉、焦炭粉按照重量份计为:稀土精选矿粉:高纯氧化钙粉:铝矾土矿粉:焦炭粉=1:3:2:1,混合,并加入

冰晶石粉,其加入量为原料总质量的 0.5%。

[0083] (2) 高温焙烧将上述配置好的原料加入中频电炉石墨坩埚中,880℃焙烧 0.5h。

[0084] (3) 电熔喷雾将上述焙烧后产物升温至 1720℃,保温 1h,出炉通过雾化法造粒机喷嘴喷出的气流,粉碎经坩埚流出的熔液流,制成 140 目粉粒状净化剂。

[0085] 待净化剂冷却到室温后,用塑料密封包装备用。

[0086] 上述步骤中所述的稀土精选矿粉中稀土氧化物质量分数为 60%;高纯氧化钙粉中 CaO 的质量分数为 98%;铝矾土矿粉中  $Al_2O_3$  的质量分数为 95%;焦炭粉中固定碳质量分数为 80%。

[0087] 应用效果:在短流程熔炼工艺中,加入 0.1wt% 上述制得的净化剂,得到 A 型石墨为主,珠光体达到 97%,抗拉强度 345MPa 的高强度铸铁。

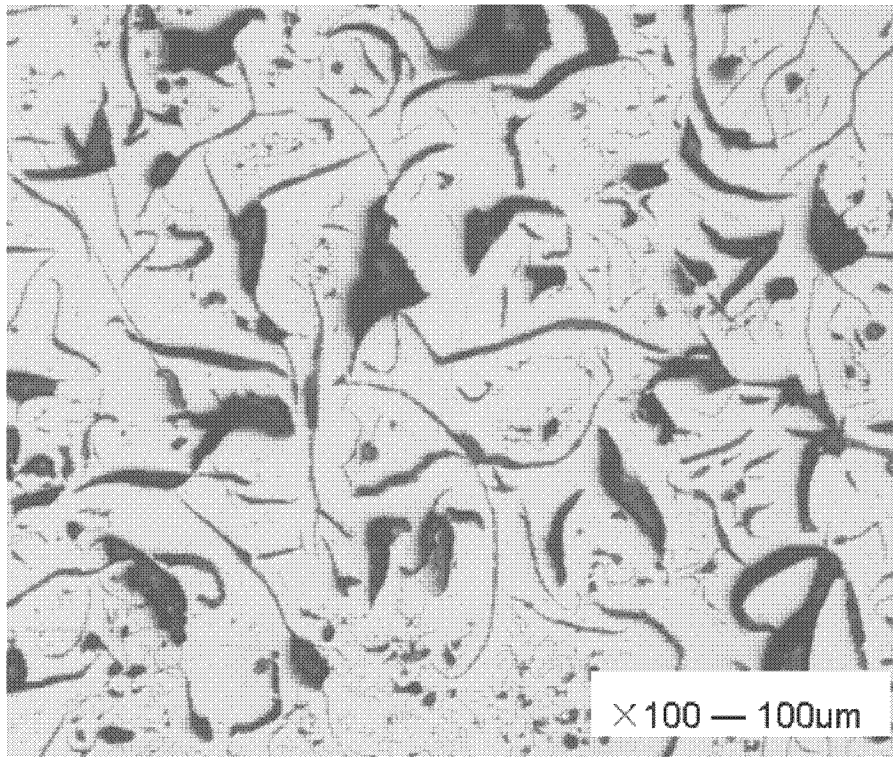


图 1

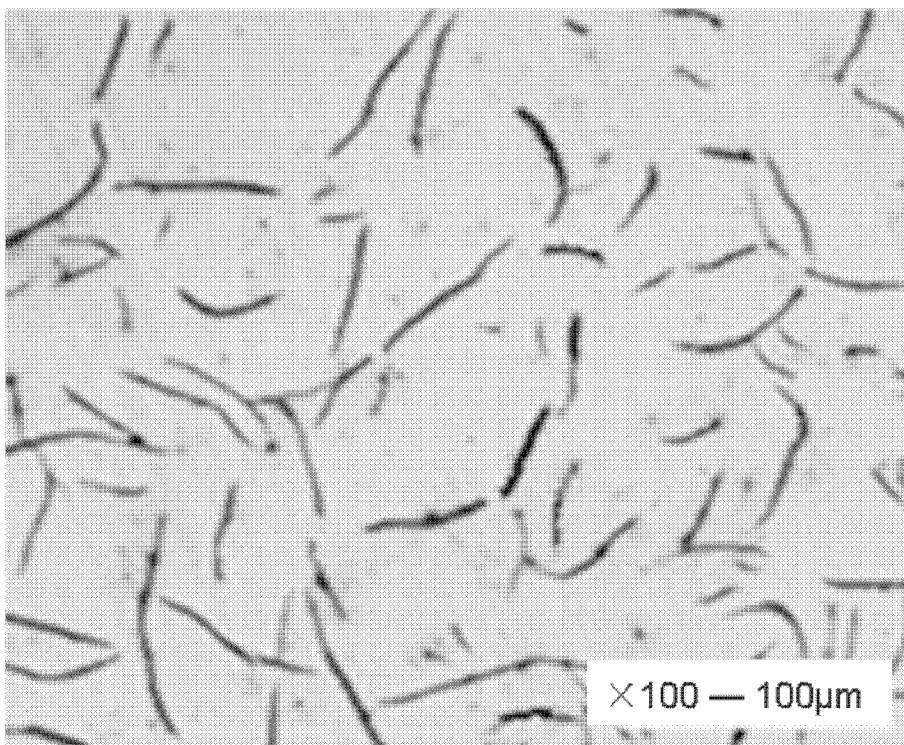


图 2