



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106424524 B

(45)授权公告日 2018.10.12

(21)申请号 201610895798.X

B21J 1/06(2006.01)

(22)申请日 2016.10.14

审查员 夏文婷

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106424524 A

(43)申请公布日 2017.02.22

(73)专利权人 太原科技大学

地址 030024 山西省太原市万柏林区窊流  
路66号

(72)发明人 党淑娥 赵禛 刘燕 刘建生

(74)专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限  
公司 14101

代理人 卢茂春

(51)Int.Cl.

B21K 1/30(2006.01)

B21J 5/02(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图5页

(54)发明名称

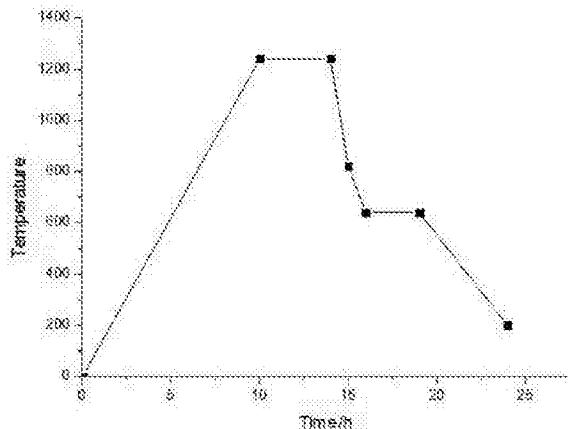
一种17CrNiMo6钢风力发电齿轮的锻造方法

(57)摘要

一种17CrNiMo6钢风力发电齿轮的锻造方法，属于风力发电齿轮制造技术，其特征在于锻前处理：加热炉升温后，将锻件毛坯置于加热炉中加热并保温；锻造成型：锻造温度为 $1240 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ~ $830 \pm 10^{\circ}\text{C}$ ，单火次单道次锻比为 $1.5\sim 2$ ，最后一道次锻比为 $1.8\sim 2$ ，总锻比大于4，以 $0.1\sim 1\text{s}^{-1}$ 变形速率使毛坯聚料成型；锻后冷却：齿轮锻后快冷至 $650 \pm 10^{\circ}\text{C}$ 等温回火，保温后随炉冷却至室温。本发明锻前对锻件进行加热，锻件内部组织更加弥散均匀；通过控制锻造成型工艺参数，使得锻件内部组织极易形成细小的等轴状晶粒，提高了锻件的综合力学性能；锻后冷却方式降低能源消耗的同时，消除锻件内部组织应力。

B

CN 106424524



1. 一种17CrNiMo6钢风力发电齿轮锻造方法,其特征在于,采用如下步骤依次进行:

(1)、锻前处理:加热炉升温至1230~1250℃后,将锻件毛坯置于加热炉中加热,根据毛坯尺寸大小保温4~10h;

(2)、锻造成型:

将加热后的毛坯放入齿轮成型模具中,锻造温度为 $1240 \pm 10^\circ\text{C}$ ~ $830 \pm 10^\circ\text{C}$ ,单次单道次锻比为1.5~2,最后一道次锻比为1.8~2,总锻比大于4,以 $0.1 \sim 1 \text{ s}^{-1}$ 变形速率使毛坯聚料成型;保压5~10s后;

(3)、锻后冷却:齿轮锻后快冷至 $650 \pm 10^\circ\text{C}$ 等温回火3~5h,保温后随炉冷却至室温。

2. 根据权利要求1所述的一种17CrNiMo6钢风力发电齿轮锻造方法,其特征在于:锻造成型后的17CrNiMo6钢风力发电齿轮内部晶粒度等级为5~7级。

## 一种17CrNiMo6钢风力发电齿轮的锻造方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于风力发电齿轮制造技术领域,特别涉及一种17CrNiMo6钢风力发电齿轮的锻造方法。

### 背景技术

[0002] 人类社会的发展是以大量消耗地球上亿万年前形成的极为珍贵的不可再生化石资源为代价的,所以在能源领域,探寻绿色清洁能源成为必由之路。风能取之不尽,用之不竭,而且风力发电无污染,得天独厚的优势使其迅速成为清洁能源研发的焦点,风力发电行业如雨后春笋般兴起。风力发电行业以风力发电装备制造业为前提,由于风力发电设备常工作在戈壁、荒漠甚至大海等人迹罕至的地方,经受着昼夜温差和交变风力的作用,对风力发电齿轮、齿轮轴设备的综合力学性能提出了更高的要求。

[0003] 国内重载齿轮钢基本上沿用前苏联牌号,在过去很长的时期内,一直是20CrMnTi一统天下的局面,不仅品种单一,而且钢材成分波动大,淬透性带宽,夹杂物多,造成齿轮热处理变形大、寿命低。随着对重载齿轮研发的进一步深入,各种齿轮钢的国产化使我国的齿轮钢水平上了一个新台阶。目前,德国的Cr-Mn系钢、日本的Cr-Mo系钢和美国的SAE86系列钢已实现了国产化,基本上满足了国内重载齿轮钢的需求,然而其中以17CrNiMo6钢为最优的选择,因为17CrNiMo6钢具有高强度、高韧性和高淬透性等优点。

[0004] 17CrNiMo6钢主要应用于传递较大动力和承受较大载荷的齿轮,广泛应用于矿山、运输、机车牵引、起重和风力发电等工业领域。通常情况下,需承受接近或达到材料许用应力值的工作应力,因此,要求材料不仅要有高的弯曲疲劳强度和接触疲劳强度,还应有高的抗过载能力,对锻造工艺提出了更高的要求。然而此钢尚未纳入国标,虽然已广泛应用,但许多基本性能,特别是锻造工艺往往类比于常见的重载齿轮而凭经验进行加工。由于锻造工艺参数制定不合理,使得风力发电齿轮综合力学性能下降,从而大幅降低了风力发电齿轮的服役寿命。

### 发明内容

[0005] 为了制定合理的锻造工艺参数,改善热锻成型后风力发电齿轮17CrNiMo6钢内部组织结构,提高风力发电齿轮综合力学性能,保证风力发电齿轮的服役寿命,本发明提供一种风力发电齿轮用17CrNiMo6钢的锻造方法。

[0006] 本发明通过以下技术方案予以实现。

[0007] 一种17CrNiMo6钢风力发电齿轮锻造方法,其特征在于采用如下步骤依次进行:

[0008] (1)、锻前处理:加热炉升温至1230~1250℃后,将锻件毛坯置于加热炉中加热,根据毛坯尺寸大小保温4~10h;

[0009] (2)、锻造成型:

[0010] 将加热后的毛坯放入由凹模、凸模、套模和顶出机构组成的锻造成型模具中,锻造温度为1240±10℃~830±10℃,凸模与凹模施压,其中单次单道次锻比为1.5~2,最后一

道次锻比为1.8~2,总锻比大于4,以 $0.1\sim1\text{s}^{-1}$ 变形速率使毛坯沿套模内壁聚料成型;保压5~10s后,凸模与凹模卸载回程,坯料脱模后经顶出机构顶出锻造成型后的齿轮;

[0011] (3)、锻后冷却:齿轮锻后快冷至 $650\pm10^\circ\text{C}$ 等温回火3~5h,保温后随炉冷却至室温。

[0012] 所述的锻件经锻造后内部晶粒度等级为5~7级。

[0013] 本发明与现有技术相比具有以下有益效果。

[0014] 1、本发明锻造前对锻件进行重新加热奥氏体化处理,使得锻件内部的晶粒得到充分长大,使锻件经锻造成型后,锻件内部组织更加弥散均匀。

[0015] 2、本发明提供的锻造成型工艺参数,从宏观角度讲,使得锻件在锻造过程中不易开裂;从微观角度讲,使得球状奥氏体极易形成,从而抑制了针状奥氏体晶核的形成,使得锻件内部组织极易形成细小的等轴状晶粒,提高了锻件的综合力学性能。

[0016] 3、本发明提供的锻后冷却方式,取代了现有技术中将锻件冷却后 $930^\circ\text{C}$ 正火+ $650^\circ\text{C}$ 回火的热处理工艺,降低能源消耗的同时,消除锻件内部组织应力。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明锻造工艺曲线图。

[0018] 图2为实施例一锻前处理后获得的锻件内部组织形貌图。

[0019] 图3为实施例一锻造成型过程中以变形速率为 $0.1\text{s}^{-1}$ 、始锻温度为 $1230^\circ\text{C}$ 锻造时锻件内部组织形貌图。

[0020] 图4为实施例一锻造成型过程中以变形速率为 $0.1\text{s}^{-1}$ 、终锻温度为 $820^\circ\text{C}$ 锻造时锻件内部组织形貌图。

[0021] 图5为实施例一锻后冷却过程中,以 $640^\circ\text{C}$ 等温回火3h后锻件内部组织形貌图。

## 具体实施方式

[0022] 实施例一

[0023] 本实施例中,锻件为 $2\text{m}\times\Phi 1\text{m}$ 圆柱形17CrNiMo6钢锭,17CrNiMo6钢锭由太原重型机械有限公司提供,该钢为低碳高合金不锈钢,具有良好的力学性能的同时,具有较强的耐腐蚀特性,是制备风力发电齿轮优良的原材料,但是与普通低碳高合金不锈钢锻造过程不同,锻造过程中极易在组织内部产生羽毛状或网状贝氏体,降低了风力发电齿轮的综合力学性能。

[0024] 如图1~5所示,一种17CrNiMo6钢风力发电齿轮锻造方法,其特征在于采用如下步骤依次进行:

[0025] (1)、锻前处理:将锻件毛坯置于加热炉中,加热炉升温至 $1230^\circ\text{C}$ 毛坯放入加热炉中,根据毛坯尺寸大小保温4h,获得如图2所示的锻件内部组织形貌图,称该状态下的晶粒为原始晶粒,原始晶粒的晶粒度等级为2级;

[0026] (2)、锻造成型:

[0027] 将加热后的毛坯放入由凹模、凸模、套模和顶出机构组成的锻造成型模具中,始锻温度为 $1230^\circ\text{C}$ ,终锻温度为 $820^\circ\text{C}$ ,凸模与凹模施压,单火次单道次锻比为1.5,最后一道次为1.8,总锻比为4.1,以 $0.1\text{s}^{-1}$ 的变形速率使坯料沿套模内壁聚料成型;保压5s后,凸模与凹

模卸载回程,坯料脱模后经顶出机构顶出锻造成型后的齿轮。如图3为变形速率为 $0.1\text{s}^{-1}$ 、加热温度为 $1230^\circ\text{C}$ 时锻件内部组织形貌图,图中原始晶粒与再结晶晶粒尺寸相当,都得到了充分的长大。如图4为变形速率为 $0.1\text{s}^{-1}$ 、加热温度为 $820^\circ\text{C}$ 时锻件内部组织形貌图。

[0028] (3)、锻后冷却:锻件锻后快冷至 $640^\circ\text{C}$ 等温回火3h,如图5为锻件 $640^\circ\text{C}$ 等温回火3h锻件内部组织形貌图,保温后随炉冷却至室温,经检测得锻件经锻造后内部晶粒度等级为5级,满足工程使用要求。

[0029] 实施例二

[0030] 一种风力发电齿轮用 $17\text{CrNiMo6}$ 钢锻造方法,其特征在于采用如下步骤依次进行:

[0031] (1)、锻前处理:将锻件毛坯置于加热炉中,加热炉升温至 $1240^\circ\text{C}$ 毛坯放入加热炉中,根据毛坯尺寸大小保温6.5h;

[0032] (2)、锻造成型:

[0033] 将加热后的毛坯放入由凹模、凸模、套模和顶出机构组成的锻造成型模具中,始锻温度为 $1240^\circ\text{C}$ ,终锻温度为 $830^\circ\text{C}$ ,凸模与凹模施压,单次单道次锻比为1.73,最后一道次锻比为1.87,以 $0.5\text{s}^{-1}$ 变形速率使坯料沿套模内壁聚料成型;保压7s后,凸模与凹模卸载回程,坯料脱模后经顶出机构顶出锻造成型后的齿轮;

[0034] (3)、锻后冷却:锻件锻后快冷至 $650^\circ\text{C}$ 等温回火3.5h,保温后随炉冷却至室温。

[0035] 所述的锻件经锻造后内部晶粒度等级为6级,满足工程使用要求。

[0036] 实施例三

[0037] 一种风力发电齿轮用 $17\text{CrNiMo6}$ 钢锻造方法,其特征在于采用如下步骤依次进行:

[0038] (1)、锻前处理:将锻件毛坯置于加热炉中,加热炉升温至 $1250^\circ\text{C}$ 毛坯放入加热炉中,根据毛坯尺寸大小保温10h;

[0039] (2)、锻造成型:

[0040] 将加热后的毛坯放入由凹模、凸模、套模和顶出机构组成的锻造成型模具中,始锻温度为 $1250^\circ\text{C}$ ,终锻温度为 $840^\circ\text{C}$ ,凸模与凹模施压,单次单道次锻比为2,最后一道次为锻比2,以 $1\text{s}^{-1}$ 变形速率使坯料沿套模内壁聚料成型;保压10s后,凸模与凹模卸载回程,坯料脱模后经顶出机构顶出锻造成型后的齿轮;

[0041] (3)、锻后冷却:锻件锻后快冷至 $660^\circ\text{C}$ 等温回火5h,保温后随炉冷却至室温。

[0042] 所述的锻件经锻造后内部晶粒度等级为7级,满足工程使用要求。

[0043] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

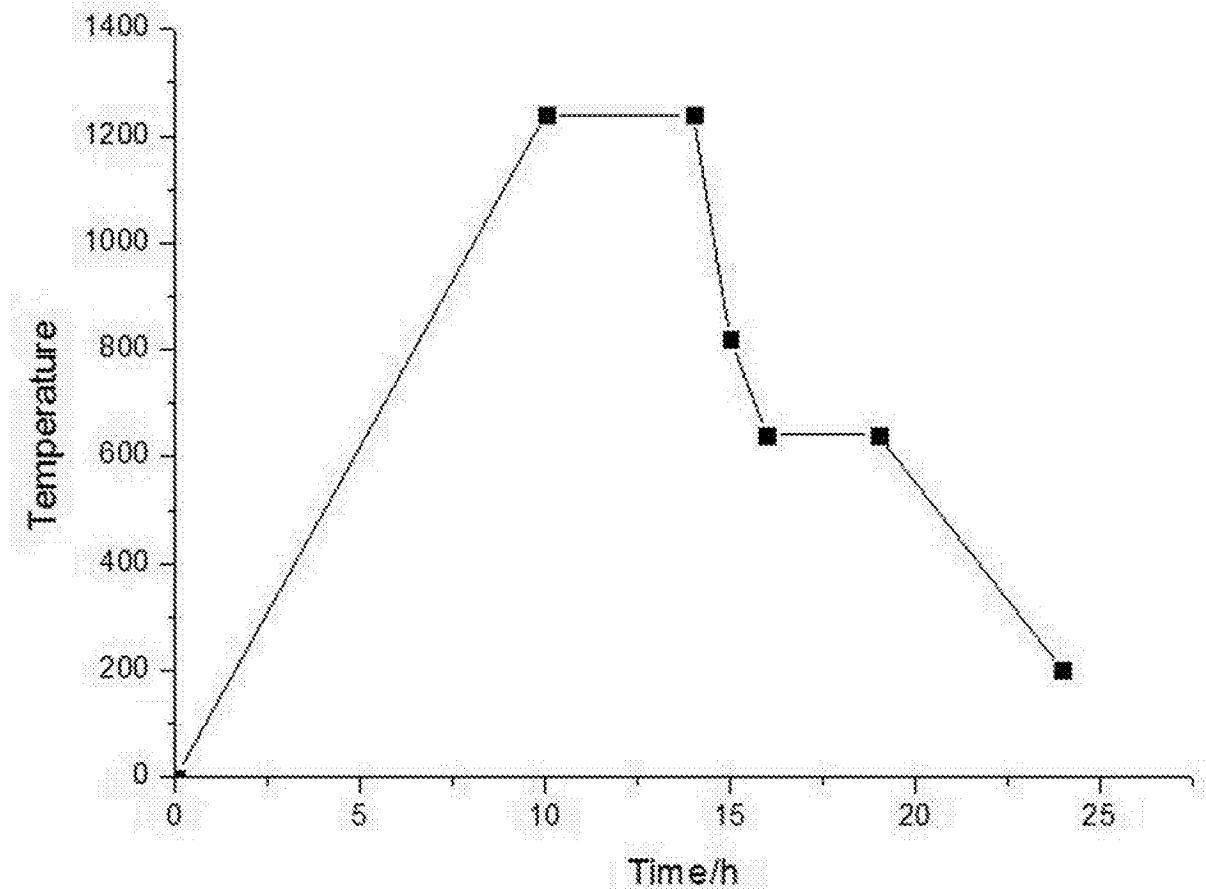


图1

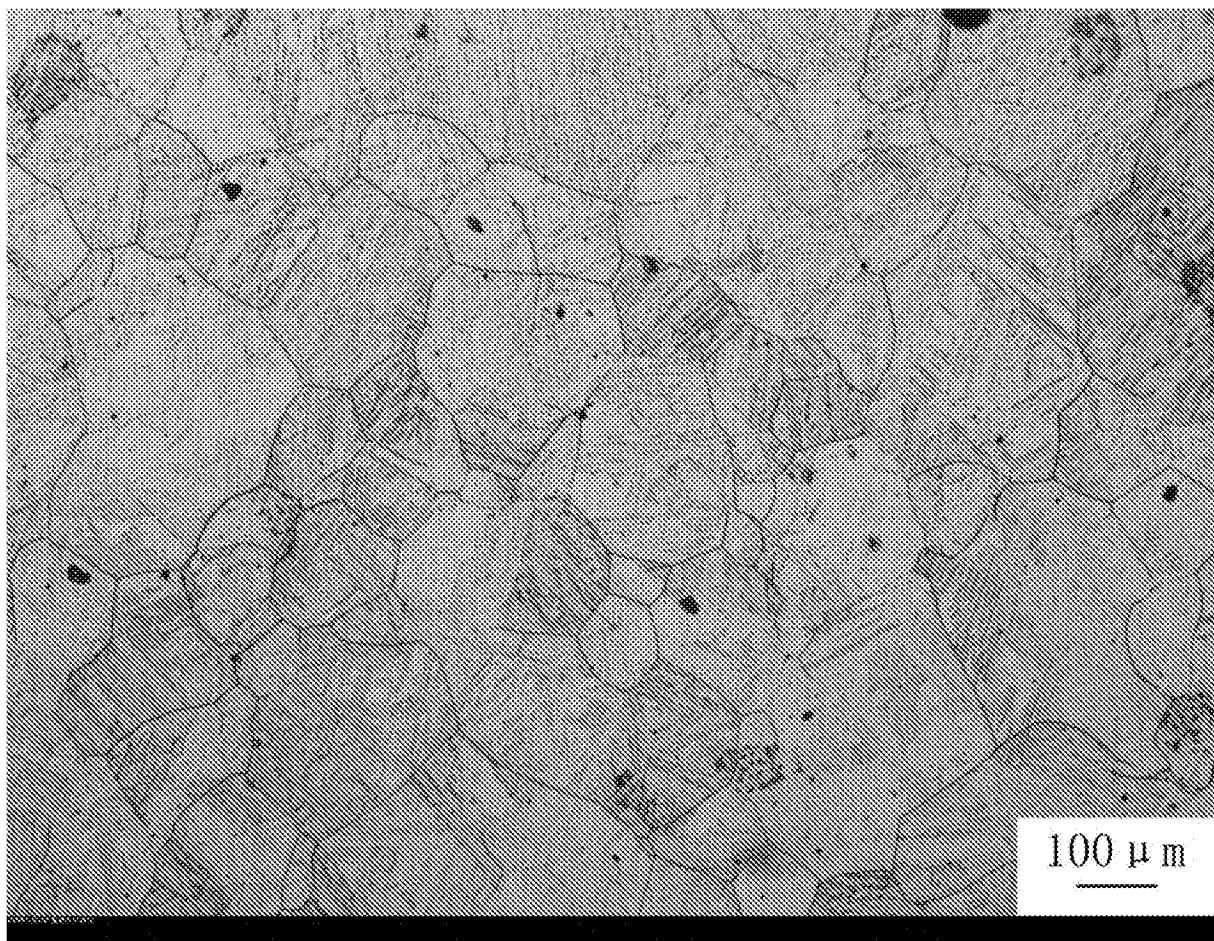


图2

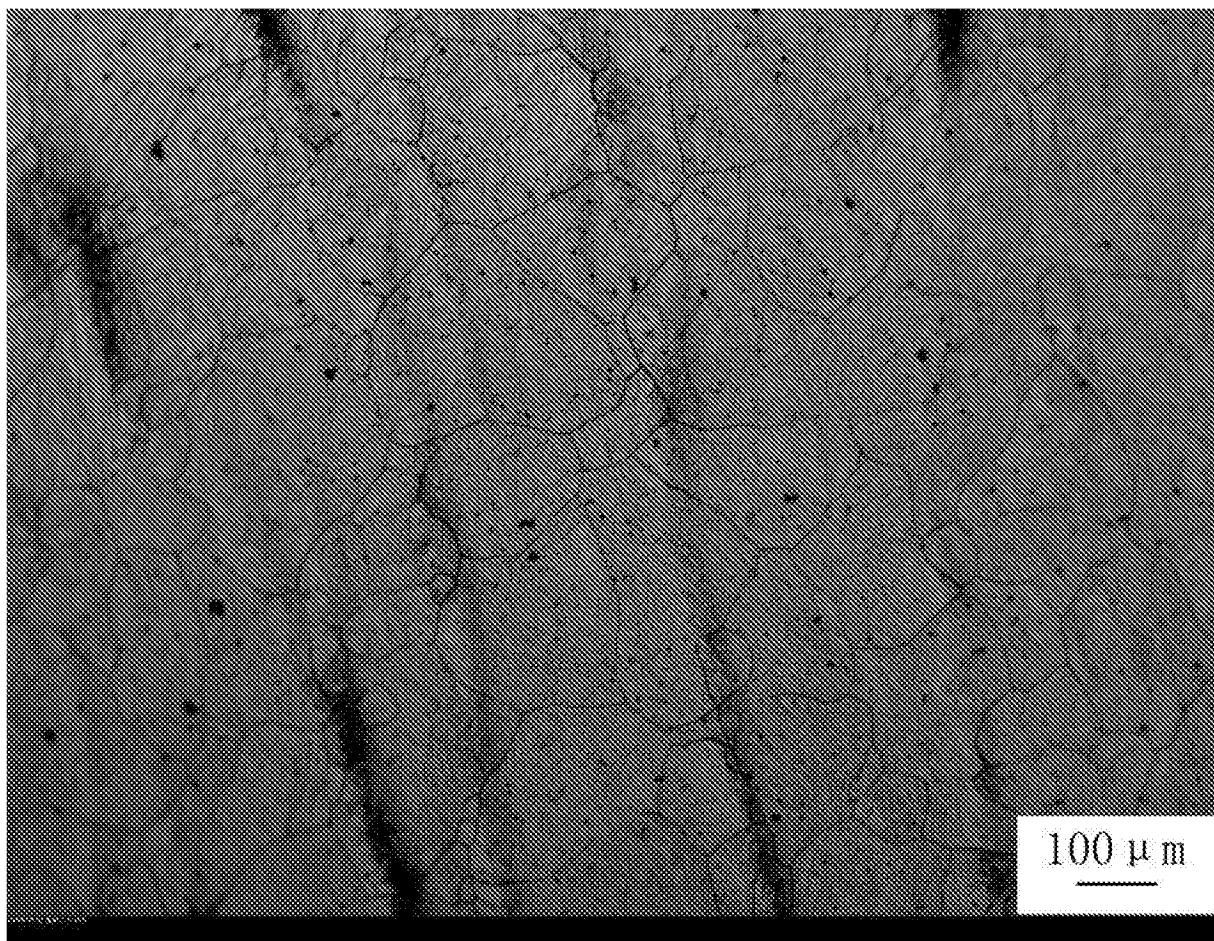


图3

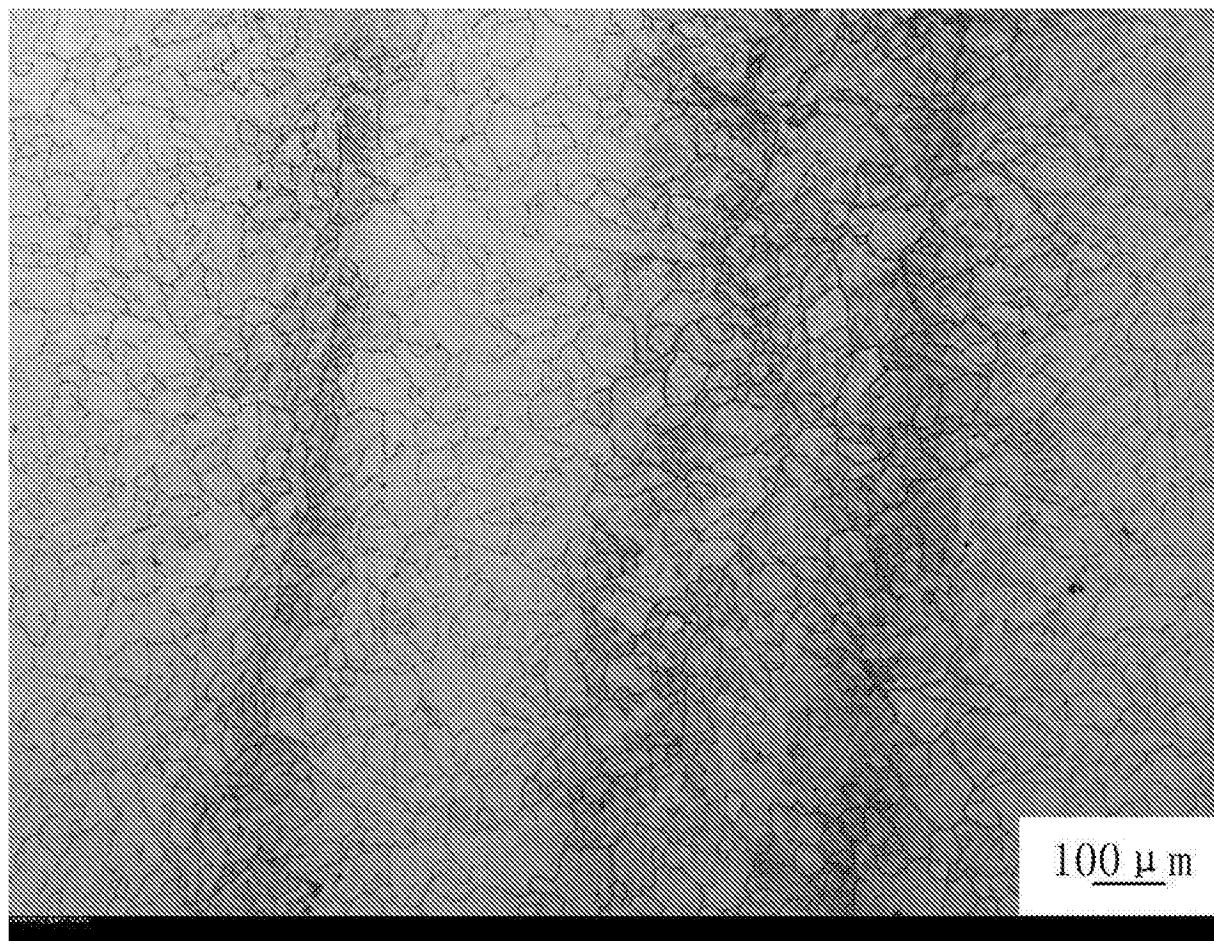


图4

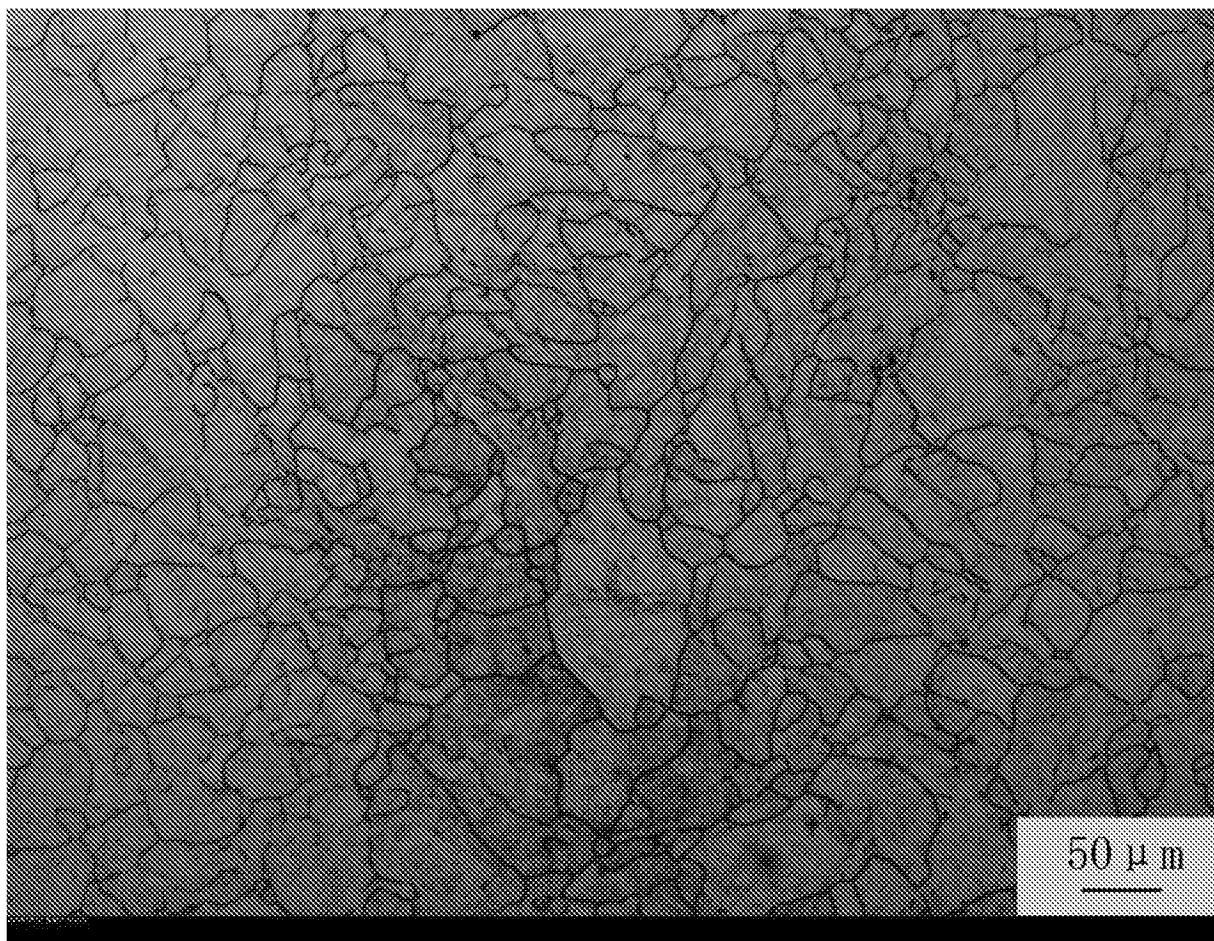


图5