



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106350713 A

(43)申请公布日 2017.01.25

(21)申请号 201610727749.5

(22)申请日 2016.08.25

(71)申请人 广西南南铝加工有限公司

地址 530031 广西壮族自治区南宁市江南区亭洪路55号

(72)发明人 赵启忠 何建贤 宋丰轩 袁冰梅 曹胜强

(74)专利代理机构 北京中誉威圣知识产权代理有限公司 11279

代理人 卢岳锋

(51)Int.Cl.

G22C 21/08(2006.01)

G22F 1/047(2006.01)

权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种Al-Mg-Si合金及其板材的制备工艺

(57)摘要

本发明公开了一种Al-Mg-Si合金,按照重量百分比由以下组分组成:Mg,Mn,Si,Cr,Cu,Fe \leq 0.32%,Zn \leq 0.25%,Ti \leq 0.1%,其他为Al和一些不可避免的杂质元素;Al-Mg-Si合金板材制备工艺:(1)制取如上所述Al-Mg-Si合金;(2)制成扁锭,依次均热化处理、预热;(3)热轧,即得Al-Mg-Si合金板材。本发明Al-Mg-Si合金及制备Al-Mg-Si合金板材的工艺,有效提高合金板材强度、合金板材强度及塑性,减少折弯开裂;本发明方法步骤间相互作用和影响,能有效控制晶粒尺寸、消除拉伸后合金板面凹凸不平的橘皮纹现象,提高板材表面质量。



1. 一种Al-Mg-Si合金,其特征在于,按照重量百分比由以下组分组成:Mg:0.95~1.25%,Mn:0.08~0.15%,Si:0.52~0.78%,Cr:0.18~0.32%,Cu:0.2~0.35%,Fe≤0.32%,Zn≤0.25%,Ti≤0.1%,其他为Al和一些不可避免的杂质元素。

2. 一种如权利要求1所述的Al-Mg-Si合金的制备工艺,其特征在于,包含以下操作步骤:

(1)制取Al-Mg-Si合金,Al-Mg-Si合金按照重量百分比由以下组分组成:Mg:0.95~1.25%,Mn:0.08~0.15%,Si:0.52~0.78%,Cr:0.18~0.32%,Cu:0.2~0.35%,Fe≤0.32%,Zn≤0.25%,Ti≤0.1%,其他为Al和一些不可避免的杂质元素;

(2)将步骤(1)中取得的Al-Mg-Si合金制成扁锭,然后依次进行均热化处理、预热;

(3)将步骤(2)中预热后的合金进行热轧,终轧温度为180~280℃。

3. 根据权利要求2所述Al-Mg-Si合金的制备工艺,其特征在于:还包括步骤(4)冷却、步骤(5)固溶淬火、步骤(6)拉伸和步骤(7)时效处理。

4. 根据权利要求3所述Al-Mg-Si合金的制备工艺,其特征在于:所述的步骤(5)固溶淬火为冷却后,先升温至300~380℃后,升温速度40~120℃/min,固溶保温10~60min,再升温到535℃,升温速度40~100℃/min,固溶保温20~180min,淬火至室温。

5. 根据权利要求3所述Al-Mg-Si合金的制备工艺,其特征在于:所述步骤(6)拉伸,拉伸量为0.8~3.0%。

6. 根据权利要求3所述Al-Mg-Si合金的制备工艺,其特征在于:步骤(7)时效处理,处理温度为165℃~185℃,保温10~20h。

7. 根据权利要求2所述Al-Mg-Si合金的制备工艺,其特征在于:步骤(2)中扁锭在温度为460℃~570℃下进行均匀化热处理,升温速率为40~80℃/h,保温8~30h。

8. 根据权利要求2所述Al-Mg-Si合金的制备工艺,其特征在于:步骤(2)中所述的预热为420℃~510℃预热2~25h。

9. 根据权利要求2所述Al-Mg-Si合金的制备工艺,其特征在于:步骤(2)中制成厚度为400~700mm的扁锭。

10. 根据权利要求2所述Al-Mg-Si合金的制备工艺,其特征在于:步骤(3)中热轧倒数第三道次压下率20~40%,轧制速度为2~7m/s;倒数第二道次压下率22~42%,轧制速度为1~6m/s;最后一道次压下率22~45%,轧制速度为0.8~5m/s。

一种Al-Mg-Si合金及其板材的制备工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及一种合金及其板材的制备工艺,特别涉及一种Al-Mg-Si合金及其板材的制备工艺。

背景技术

[0002] Al-Mg-Si系T651是经热处理、预拉伸工艺生产的高品质铝合金产品,其镁、硅合金特性多,具有加工性能极佳、优良的焊接特点;电镀性优良、良好的抗腐蚀性、韧性高及加工后不变形;材料致密无缺陷及易于抛光等优良特点。使得该合金广泛应用于机械零件、结构工程、现代建筑和交通运输等领域,因此在这些领域以铝代钢是大势所趋,需求量大。传统工艺制备Al-Mg-Si系T651的工艺具有以下缺点:(1)合金制备工艺过程中不易于第二相含量的控制、不易于第二相充分均匀析出,导致性能偏低及晶粒尺寸异常长大;(2)合金板材变形不均匀,内部储能不均匀,从而导致直接影响到固溶淬火后晶粒组织尺寸异常长大;(3)合金板材拉伸后表面橘皮状纹路严重,影响合金板材外观。因此,现今亟需一种晶粒细化、消除拉伸后板面无凹凸不平的橘皮纹现象、提高合金板材质量的Al-Mg-Si合金及其板材的制备工艺。

[0003] 公开于该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

发明内容

[0004] 本发明针对上述技术问题,发明一种Al-Mg-Si合金及其板材的制备工艺,旨在提供一种在确保合金板材性能合格、稳定的情况下,优化制备工艺、生产工艺、细化晶粒、提高合金板材质量、消除拉伸后出现的橘皮纹路现象的Al-Mg-Si合金板材的制备工艺。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供的技术方案如下:

[0006] 一种Al-Mg-Si合金,按照重量百分比由以下组分组成:Mg:0.95~1.25%,Mn:0.08~0.15%,Si:0.52~0.78%,Cr:0.18~0.32%,Cu:0.2~0.35%,Fe≤0.32%,Zn≤0.25%,Ti≤0.1%,其他为Al和一些不可避免的杂质元素。

[0007] 一种如上所述Al-Mg-Si合金板材的制备工艺,包含以下操作步骤:

[0008] (1)制取Al-Mg-Si合金,Al-Mg-Si合金按照重量百分比由以下组分组成:Mg:0.95~1.25%,Mn:0.08~0.15%,Si:0.52~0.78%,Cr:0.18~0.32%,Cu:0.2~0.35%,Fe≤0.32%,Zn≤0.25%,Ti≤0.1%,其他为Al和一些不可避免的杂质元素;

[0009] (2)将步骤(1)中取得的Al-Mg-Si合金制成扁锭,然后依次进行均热化处理、预热;

[0010] (3)将步骤(2)中预热后的合金进行热轧,轧成成品厚度坯料,厚度为4~80mm,终轧温度为180~280℃,即得Al-Mg-Si合金板材。

[0011] 其中,还包括步骤(4)冷却、步骤(5)固溶淬火、步骤(6)拉伸和步骤(7)时效处理。

[0012] 其中,所述的步骤(5)固溶淬火为Al-Mg-Si合金板材自然冷却后,采用多级固溶淬火,即先升温至300~380℃后,升温速度40~120℃/min,固溶保温10~60min,再升温到535

℃,升温速度40~100℃/min,固溶保温20~180min,淬火至室温。

[0013] 其中,所述步骤(6)拉伸,拉伸量为0.8~3.0%。

[0014] 其中,步骤(7)时效处理,处理温度为165℃~185℃,保温10~20h。

[0015] 其中,步骤(2)中扁锭在温度为460℃~570℃下进行均匀化热处理,升温速率为40~80℃/h,保温8~30h。

[0016] 其中,步骤(2)中所述的预热为420℃~510℃预热2~25h。

[0017] 其中,步骤(2)中制成厚度为400~700mm的扁锭。

[0018] 其中,步骤(3)中热轧倒数第三道次压下率20~40%,轧制速度为2~7m/s;倒数第二道次压下率22~42%,轧制速度为1~6m/s;最后一道次压下率22~45%,轧制速度为0.8~5m/s。

[0019] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0020] 本发明Al-Mg-Si合金及制备Al-Mg-Si合金板材的工艺,通过优化本发明合金成分,调整抑制晶粒组织异常长大的第二相组织,同时合理控制Mg、Si含量,从而达到有效提高合金板材强度的目的;进一步的,本发明采用的热顶铸造,高温均匀化热处理能减少成分偏析,充分析出抑制晶粒异常长大的第二相;再者本发明的热轧工艺,控制热轧终轧温度及轧制道次压下率,有效的改善合金内部结构组织及储能情况;采用多级固溶淬火制度,使晶粒均匀长大,最终达到细化晶粒,提高合金板材强度及塑性,减少折弯开裂;通过本发明方法一步一步相互作用和影响,能有效控制晶粒尺寸、消除拉伸后合金板面凹凸不平的橘皮纹现象,提高板材表面质量。

附图说明

[0021] 图1是本发明制备工艺流程图。

[0022] 图2是本发明实施例1制备所得的Al-Mg-Si合金板材表面质量与合金内晶体粒度示意图;其中,左图为表面质量,右图为合金内晶体粒度组织。

[0023] 图3是对比实施例1制备所得产品表面质量与合金内晶体粒度示意图;其中,左图为表面质量,右图为合金内晶体粒度组织。

[0024] 图4是对比实施例2制备所得产品表面质量与合金内晶体粒度示意图;其中,左图为表面质量,右图为合金内晶体粒度组织。

[0025] 图5是对比实施例3制备所得产品表面质量与合金内晶体粒度示意图;其中,左图为表面质量,右图为合金内晶体粒度组织。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图具体实施方式进行详细描述,但应当理解本发明的保护范围并不受具体实施方式的限制。实施例中采用的Al-Mg-Si合金板材为Al-Mg-Si系T651,min表示时间的分钟,h表示时间的小时。

[0027] 实施例1

[0028] 一种Al-Mg-Si合金板材的制备工艺,其操作步骤如下:

[0029] (1)按照重量百分比制取Al-Mg-Si合金,Mg:1.16%,Mn:0.14%,Si:0.72%,Cr:0.31%,Cu:0.27%,Fe:0.27%,Zn:0.22%,Ti:0.06%,其他为Al和一些不可避免的杂质元

素；

[0030] (2)将步骤(1)中称取所得Al-Mg-Si合金进行熔炼,然后经除气、过滤后进行半连续铸造,铸造成厚度为520mm的扁锭,然后将扁锭在温度为515℃下进行均匀化热处理,升温速率为60℃/h,到达指定温度后保温15h,冷却至室温,将所得扁锭切除头尾和去皮后,得到厚度为500mm的扁锭,保持温度为465℃预热4h;

[0031] (3)将步骤(2)中预热后所得扁锭先热轧,轧成成品厚度为30mm的坯料,热轧过程中压下率倒数第三道次压下率为24~27%,轧制速度为2~3.5m/s;倒数第二道次压下率为25~29%,轧制速度为1.5~3m/s;最后一道次压下率为29~34%,轧制速度为0.8~2.0m/s,终轧温度为255℃,即得Al-Mg-Si合金板材;

[0032] (4)将步骤(3)热轧后所得Al-Mg-Si合金板材进行冷却;

[0033] (5)步骤(4)所得Al-Mg-Si合金板材升温到340℃,升温速率70℃/min,固溶保温30min,再升温到535℃,升温速率60℃/min,固溶保温100min,快速淬火至室温;

[0034] (6)固溶淬火后所得Al-Mg-Si合金板材拉伸1.5%;

[0035] (7)拉伸后所得Al-Mg-Si合金板材时效处理,处理温度为172℃,保温12h,即得Al-Mg-Si合金板材成品,成品锯切后进行分析,性能如表1所示。

[0036] 表1 30mm厚板材性能指标

[0037]	状态	Rp0.2/MPa	Rm/MPa	A/%
[0038]	6061/T651-国标	240	290	9
	Al-Mg-Si/T651-2	302	332	18.5

[0039] 从表1看出,根据本发明技术方案,优化了Al-Mg-Si合金成分,控制了热轧终轧的温度、热轧压下量等,制备产品Al-Mg-Si合金板材的性能远远超出国标;该板材表面无橘皮纹现象,内部晶粒细小,晶粒约70μm,如图2。

[0040] 实施例2

[0041] 一种Al-Mg-Si合金板材的制备工艺,其操作步骤如下:

[0042] (1)按照重量百分比制取Al-Mg-Si合金,Mg:1.25%,Mn:0.10%,Si:0.78%,Cr:0.25%,Cu:0.35%,Fe:0.2%,Zn:0.25%,Ti:0.1%,其他为Al和一些不可避免的杂质元素;

[0043] (2)将步骤(1)中称取所得Al-Mg-Si合金进行熔炼,然后经除气、过滤后进行半连续铸造,铸造成厚度为400mm的扁锭,然后将扁锭在温度为460℃下进行均匀化热处理,升温速率为40℃/h,到达指定温度后保温30h,冷却至室温,将所得扁锭切除头尾和去皮后,得到厚度为380~395mm的扁锭,保持温度为420℃预热25h;

[0044] (3)将步骤(2)中预热后所得扁锭先热轧,轧成成品厚度为80mm的坯料,热轧过程中压下率倒数第三道次压下率为20~24%,轧制速度为3.5~5.5m/s;倒数第二道次压下率为22~25%,轧制速度为1~2.5m/s;最后一道次压下率为22~29%,轧制速度为2.0~3.5m/s,终轧温度为180℃,即得Al-Mg-Si合金板材;

[0045] (4)将步骤(3)热轧后所得Al-Mg-Si合金板材进行冷却;

[0046] (5)步骤(4)所得Al-Mg-Si合金板材升温到300℃,升温速率40℃/min,固溶保温60min,再升温到535℃,升温速率40℃/min,固溶保温180min,快速淬火至室温;

[0047] (6)固溶淬火后所得Al-Mg-Si合金板材拉伸0.8%;

[0048] (7)拉伸后所得Al-Mg-Si合金板材时效处理,处理温度为165℃,保温20h,即得Al-Mg-Si合金板材成品。

[0049] 实施例3

[0050] 一种Al-Mg-Si合金板材的制备工艺,其操作步骤如下:

[0051] (1)按照重量百分比制取Al-Mg-Si合金,Mg:0.95%,Mn:0.08%,Si:0.52%,Cr:0.18%,Cu:0.2%,Fe:0.27%,Zn:0.22%,Ti:0.06%,其他为Al和一些不可避免的杂质元素;

[0052] (2)将步骤(1)中称取所得Al-Mg-Si合金进行熔炼,然后经除气、过滤后进行半连续铸造,铸造成厚度为700mm的扁锭,然后将扁锭在温度为570℃下进行均匀化热处理,升温速率为80℃/h,到达指定温度后保温8h,冷却至室温,将所得扁锭切除头尾和去皮后,得到厚度为680~690mm的扁锭,保持温度为510℃预热2h;

[0053] (3)将步骤(2)中预热后所得扁锭先热轧,轧成成品厚度为4mm的坯料,热轧过程中压下率倒数第三道次压下率为27~40%,轧制速度为3.5~7m/s;倒数第二道次压下率为29~42%,轧制速度为3~6m/s;最后一道次压下率为34~45%,轧制速度为3.5~5m/s,终轧温度为280℃,即得Al-Mg-Si合金板材;

[0054] (4)将步骤(3)热轧后所得Al-Mg-Si合金板材进行冷却,横切开卷切边;

[0055] (5)步骤(4)所得Al-Mg-Si合金板材升温到380℃,升温速率120℃/min,固溶保温10min,再升温到535℃,升温速率100℃/min,固溶保温20min,快速淬火至室温;

[0056] (6)固溶淬火后所得Al-Mg-Si合金板材拉伸3.0%;

[0057] (7)拉伸后所得Al-Mg-Si合金板材时效处理,处理温度为185℃,保温10h,即得Al-Mg-Si合金板材成品。

[0058] 对比实施例1

[0059] 一种Al-Mg-Si合金板材的制备工艺,其操作步骤如下:

[0060] (1)按照重量百分比制取Al-Mg-Si合金,Mg:1.12%,Mn:0.14%,Si:0.75%,Cr:0.3%,Cu:0.28%,Fe:0.3%,Zn:0.22%,Ti:0.06%,其他为Al和一些不可避免的杂质元素;

[0061] (2)将步骤(1)中称取所得Al-Mg-Si合金进行熔炼,然后经除气、过滤后进行半连续铸造,铸造成厚度为520mm的扁锭,然后将扁锭在温度为515℃下进行均匀化热处理,升温速率为60℃/h,到达指定温度后保温15h,冷却至室温,将所得扁锭切除头尾和去皮后,得到厚度为500mm的扁锭,保持温度为465℃预热4h;

[0062] (3)将步骤(2)中预热后所得扁锭先热轧,轧成成品厚度为30mm的坯料,热轧过程中压下率倒数第三道次压下率为15~18%,轧制速度为2.5~3.5m/s;倒数第二道次压下率为16~19.5%,轧制速度为2~3.5m/s;最后一道次压下率为18~22%,轧制速度为1~2m/s,终轧温度为340℃,即得Al-Mg-Si合金板材;

[0063] (4)将步骤(3)热轧后所得Al-Mg-Si合金板材进行冷却;

[0064] (5)步骤(4)所得Al-Mg-Si合金板材在530℃单级固溶淬火,保温20min;

[0065] (6)固溶淬火后所得Al-Mg-Si合金板材拉伸2.0%；

[0066] (7)拉伸后所得Al-Mg-Si合金板材时效处理,处理温度为172℃,保温12h,即得Al-Mg-Si合金板材产品,成品锯切后进行分析,性能如表2所示。

[0067] 表2 30mm厚板材性能指标

[0068]

状态	Rp0.2/MPa	Rm/MPa	A/%
6061/T651-国标	240	290	9
Al-Mg-Si/T651-1	292	316	19

[0069] 从表2看出,对比实施例1对Al-Mg-Si合金成分进行优化、进行本发明技术的均热化处理后,其性能远远超出国标;但未对热轧、固溶等工艺优化,其板材表面出现较严重橘皮纹,内部晶粒粗大,晶粒度约450 μ m,如图3。

[0070] 对比实施例2

[0071] 一种Al-Mg-Si合金板材的制备工艺,其操作步骤如下:

[0072] (1)按照重量百分比制取Al-Mg-Si合金,Mg:1.21%,Mn:0.14%,Si:0.77%,Cr:0.24%,Cu:0.21%,Fe:0.27%,Zn:0.20%,Ti:0.05%,其他为Al和一些不可避免的杂质元素;

[0073] (2)将步骤(1)中称取所得Al-Mg-Si合金进行熔炼,然后经除气、过滤后进行半连续铸造,铸造成厚度为520mm的扁锭,然后将扁锭在温度为515℃下进行均匀化热处理,升温速率为60℃/h,到达指定温度后保温15h,冷却至室温,将所得扁锭切除头尾和去皮后,得到厚度为500mm的扁锭,保持温度为465℃预热4h;

[0074] (3)将步骤(2)中预热后所得扁锭先热轧,轧成成品厚度为30mm的坯料,热轧过程中压下率倒数第三道次压下率为24~27%,轧制速度为2.5~4m/s;倒数第二道次压下率为26~30%,轧制速度为2.5~3.5m/s;最后一道次压下率为30~35%,轧制速度为2.6m/s,终轧温度为325℃,即得Al-Mg-Si合金板材;

[0075] (4)将步骤(3)热轧后所得Al-Mg-Si合金板材进行冷却;

[0076] (5)步骤(4)所得Al-Mg-Si合金板材在530℃单级固溶淬火,保温15min;

[0077] (6)固溶淬火后所得Al-Mg-Si合金板材拉伸2.0%;

[0078] (7)拉伸后所得Al-Mg-Si合金板材时效处理,处理温度为170℃,保温15h,即得Al-Mg-Si合金板材产品,成品锯切后进行分析,性能如表3所示。

[0079] 表3 30mm厚板材性能指标

[0080]

状态	Rp0.2/MPa	Rm/MPa	A/%
6061/T651-国标	240	290	9
Al-Mg-Si/T651-1	302	331	17

[0081] 从表2看出,对比实施例2对Al-Mg-Si合金成分、均热、热轧等进行部分优化后,其性能远远超出国标;但未对终轧温度、固溶等工艺优化其板材表面出现轻微橘皮纹,内部晶粒较大,晶粒约220 μ m,如图4。

[0082] 对比实施例3

[0083] 一种常规Al-Mg-Si合金板材的制备工艺,其操作步骤如下:

[0084] 常规Al-Mg-Si合金按照重量百分比制取以下组分,Mg:0.89%,Mn:0.06%,Si:0.56%,Cr:0.21%,Cu:0.21%,Fe:0.39%,Zn:0.22%,Ti:0.05%,经除气、过滤后,进行半连续铸造,铸出厚度为520mm的扁锭。将扁锭在480℃均热,升温速率60℃/h,保温15h。将扁锭切头尾和去皮后厚度为500mm的扁锭。将扁锭450℃预热5h,先热轧成卷坯,热轧过程中压下率倒数第三道次压下率为16~18%,轧制速度为3~4.5m/s;倒数第二道次压下率为17~20%,轧制速度为2.5~4m/s;最后一道次压下率为19~22%,轧制速度为1.5~3m/s,终轧温度346℃,厚度10mm,横切开卷。将板材在530℃固溶15min,即得Al-Mg-Si合金板材产品。成品锯切后对板材进行分析,性能如表4所示。

[0085] 表4 10mm厚板材性能指标

[0086]

状态	Rp0.2/MPa	Rm/MPa	A/%
6061/T651-国标	240	290	9
6061/T651-1	261	306	14

[0087] 从表4看出,对比实施例3没有对Al-Mg-Si合金成分、均热、热轧等进行优化,其性能刚好满足国标;其板材表面出现严重橘皮纹,内部晶粒粗大,晶粒约600 μ m,如图5。

[0088] 前述对本发明的具体示例性实施方案的描述是为了说明和例证的目的。这些描述并非想将本发明限定为所公开的精确形式,并且很显然,根据上述教导,可以进行很多改变和变化。对示例性实施例进行选择 and 描述的目的在于解释本发明的特定原理及其实际应用,从而使得本领域的技术人员能够实现并利用本发明的各种不同的示例性实施方案以及各种不同的选择和改变。本发明的范围意在由权利要求书及其等同形式所限定。

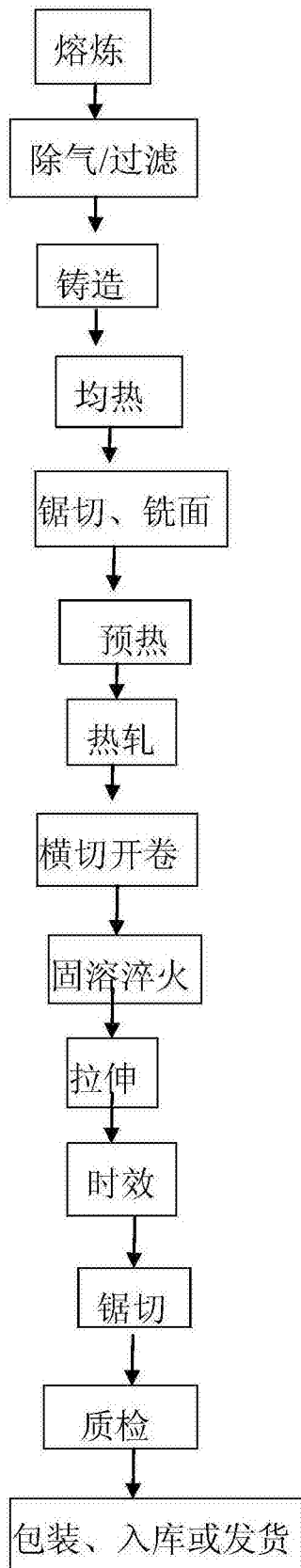


图1

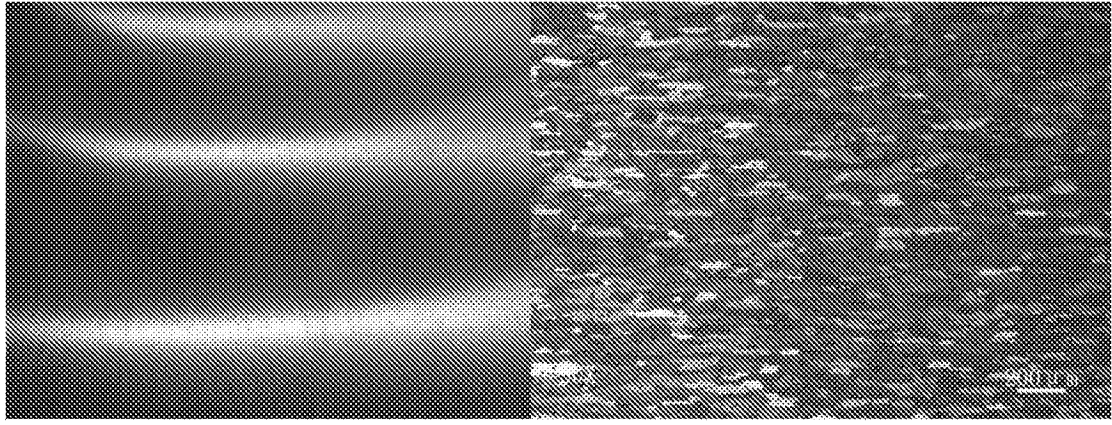


图2

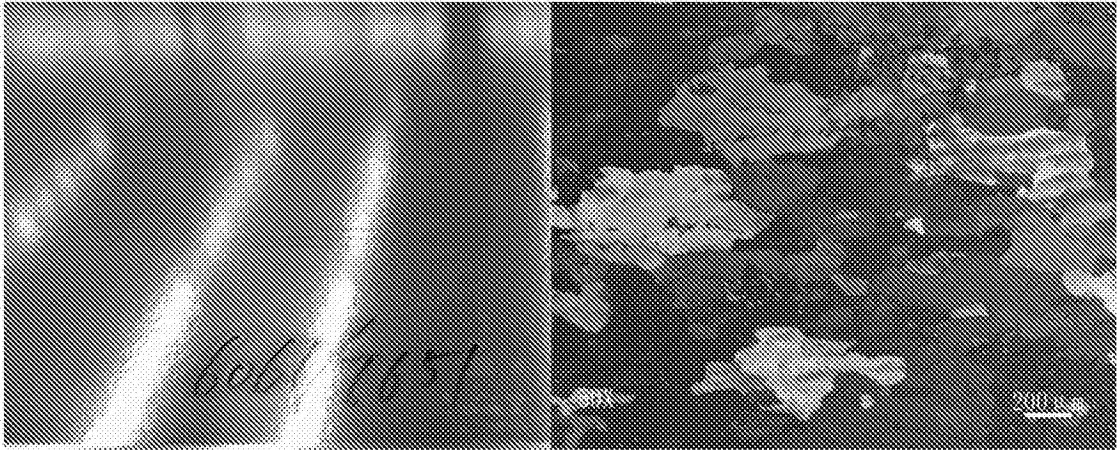


图3

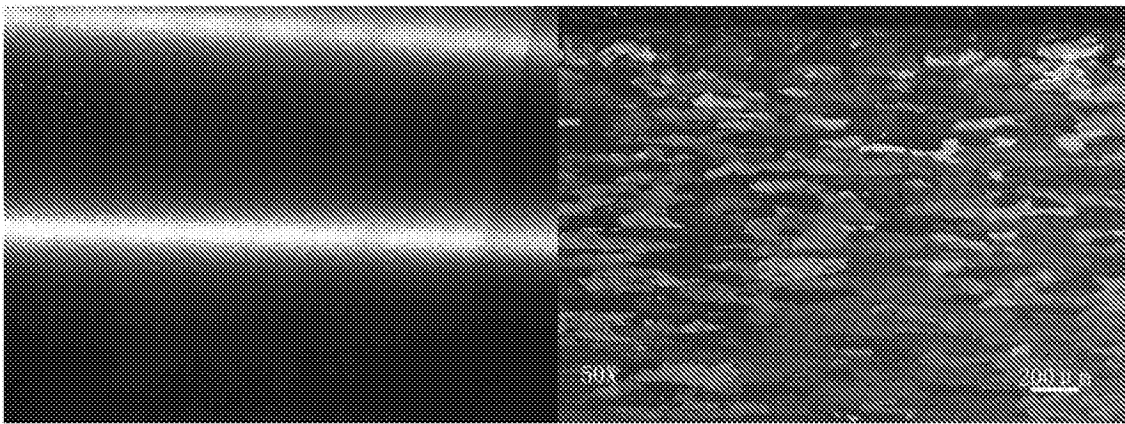


图4

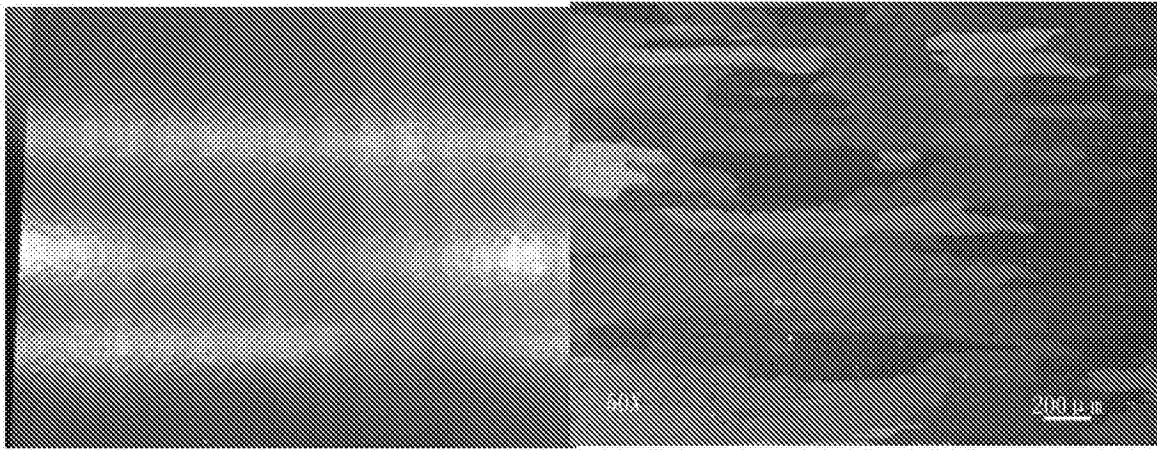


图5