



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107130158 B

(45)授权公告日 2018.09.21

(21)申请号 201710261696.7

G22C 1/03(2006.01)

(22)申请日 2017.04.20

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107130158 A

US 2011229365 A1,2011.09.22,

CN 101200784 A,2008.06.18,

CN 102618765 A,2012.08.01,

CN 101353747 A,2009.01.28,

US 2006228249 A1,2006.10.12,

CN 105463282 A,2016.04.06,

(43)申请公布日 2017.09.05

(73)专利权人 赣南师范大学

地址 341000 江西省赣州市赣南师范大学  
黄金校区

孟凡行.《Mg-Zn-Sm-Zr合金的组织及力学性能研》.《中国优秀硕士学位论文全文数据库》.2016,(第11期),第B022-32页.

(72)发明人 杨初斌 罗宁 彭光怀 张小联

韩宝军 方玲

审查员 胡彬彬

(74)专利代理机构 重庆强大凯创专利代理事务

所(普通合伙) 50217

代理人 隋金艳 陈家辉

(51)Int.Cl.

G22C 23/04(2006.01)

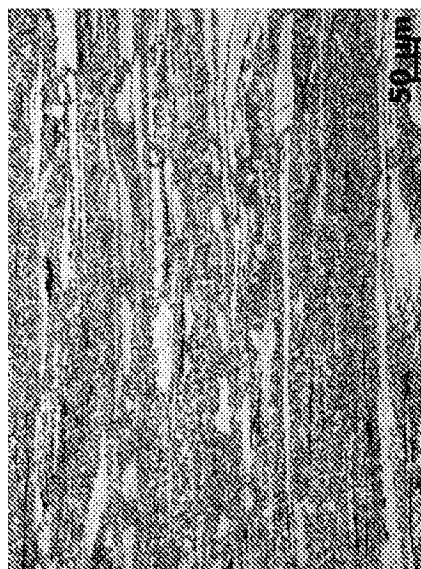
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种高导热稀土镁合金及其制备方法

(57)摘要

本发明属于金属材料领域,本发明针对现有镁合金无法兼顾高强度、高热导率的技术问题,具体公开了一种高导热稀土镁合金,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钕0-1.5wt.%;其余为镁和不可避免杂质。本发明还公开了一种高导热稀土镁合金的制备方法包括如下步骤:1)按要求的成分含量称取纯镁锭、纯锌粒、Mg-Zr中间合金、Mg-Sm中间合金、备用;2)将步骤1)称取的原材料分别在200℃进行干燥预热2 h,备用;3)将步骤2)预热好的纯镁锭放入不锈钢坩锅中,在保护气体的保护下加热升温;4)将步骤3)的镁锭进行热挤压变形,从而获得变形镁合金。



1. 一种高导热稀土镁合金,其特征在于,含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钐0-1.5wt.%;其余为镁和不可避免杂质,按如下步骤制备:

1) 按含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钐0-1.5wt.%;其余为镁的成分含量称取纯镁锭、纯锌粒、Mg-Zr中间合金、Mg-Sm中间合金、备用;

2) 将步骤1)称取的原材料分别在200℃进行干燥预热2h,备用;

3) 将步骤2)预热好的纯镁锭放入不锈钢坩埚中,在保护气体的保护下加热升温,保护气体为CO<sub>2</sub>和SF<sub>6</sub>混合气体,待镁完全熔化后添加步骤2)预热好的纯锌粒、Mg-Zr中间合金及Mg-Sm中间合金,保温10-20min;待纯锌粒、Mg-Zr中间合金及Mg-Sm中间合金全部熔化后搅拌均匀并除去表面浮渣,然后静置10min,再将熔体浇注金属型模具中,所述金属模具在浇注前,已经升温至350℃进行预热,然后自然冷却,得到镁合金铸锭;

4) 将步骤3)的镁锭进行热挤压变形,从而获得变形镁合金。

2. 根据权利要求1所述的高导热稀土镁合金,其特征在于,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钐0.1wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

3. 根据权利要求1所述的高导热稀土镁合金,其特征在于,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钐0.15wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

4. 根据权利要求1所述的高导热稀土镁合金,其特征在于,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钐0.25wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

5. 根据权利要求1所述的高导热稀土镁合金,其特征在于,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钐0.36wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

6. 根据权利要求1所述的高导热稀土镁合金,其特征在于,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钐1.44wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

7. 一种高导热稀土镁合金的制备方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 按含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钐0-1.5wt.%;其余为镁的成分含量称取纯镁锭、纯锌粒、Mg-Zr中间合金、Mg-Sm中间合金、备用;

2) 将步骤1)称取的原材料分别在200℃进行干燥预热2h,备用;

3) 将步骤2)预热好的纯镁锭放入不锈钢坩埚中,在保护气体的保护下加热升温,保护气体为CO<sub>2</sub>和SF<sub>6</sub>混合气体,待镁完全熔化后添加步骤2)预热好的纯锌粒、Mg-Zr中间合金及Mg-Sm中间合金,保温10-20min;待纯锌粒、Mg-Zr中间合金及Mg-Sm中间合金全部熔化后搅拌均匀并除去表面浮渣,然后静置10min,再将熔体浇注金属型模具中,所述金属模具在浇注前,已经升温至350℃进行预热,然后自然冷却,得到镁合金铸锭;

4) 将步骤3)的镁锭进行热挤压变形,从而获得变形镁合金。

8. 根据权利要求7所述的高导热稀土镁合金的制备方法,其特征在于,保护气体中CO<sub>2</sub>与SF<sub>6</sub>气体的体积为99:1。

9. 根据权利要求7或8所述的高导热稀土镁合金的制备方法,其特征在于,挤压变形的挤压温度为350℃,挤压比为28:1,挤压速率为200mm/min。

## 一种高导热稀土镁合金及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料领域,具体涉及一种高导热稀土镁合金及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 在一些特殊的领域,如航天航空或者高精度电子仪器制造等领域,有些部件必须采用具有高导热性能的材料,导热率越大,越有利于将自身产生的热量迅速导出,同时减小构件在热载荷作用下的变形,使其工作稳定。在民用领域,一些产品仍然急需提高散热效率,如,LED、3C产品、核心芯片(CPU)等,在这些产品中,散热问题成为阻碍其不断发展的瓶颈。

[0003] 相对于传统的铝合金等散热材料,镁合金散热快、效果好,且镁合金的质量更轻,金属镁资源丰富可持续发展。所以越来越多的科技工作者及企业把高导热镁合金作为未来散热材料研究开发的重点方向。然而,目前对镁合金的研究主要集中于作为结构材料的应用,对镁合金的导热性能不管是基础研究还是产品开发都还有待进一步的发展。

[0004] 镁合金热导率对材料的组织形态非常敏感,而材料组织形态与成分及加工方法密切相关。纯镁的热导率大概为 $158\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,随着合金元素的加入,固溶于镁基体中的原子会导致镁合金热导率急剧降低。因此,商业上广泛应用的AZ(铝锌)系镁合金其热导率远小于 $100\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ,从而限制了镁合金作为散热材料的使用。稀土元素(Y、Ce、Nd等)可以显著提高镁合金的力学性能,但同样会降低其热导率,如WE(镱、稀土)系镁合金的室温热导率小于 $60\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

[0005] 基于此,开发一种强度高导热性能良好且成本低密度小的镁合金显得尤为重要。

### 发明内容

[0006] 本发明针对现有镁合金无法兼顾高强度、高热导率的技术问题,提供了一种高导热稀土镁合金及其制备方法。

[0007] 本发明提供的基础方案为:一种高导热稀土镁合金,含有锌 $2.5\text{--}3.5\text{wt}\%$ ;锆 $0.15\text{--}0.35\text{wt}\%$ ;钐 $0\text{--}1.5\text{wt}\%$ ;其余为镁和不可避免杂质。

[0008] 另,上述 $\text{wt}\%$ 的含义为重量百分比;

[0009] 不可避免杂质主要是因为在冶炼的行业中,杂质的含量通常是不可避免的,只能说通过优化工艺减少杂质,或者是工艺改进,利用一些杂质提升合金品质,如生铁和钢的区别就是对碳元素的利用优化。

[0010] 本发明的原理及优点在于:Mg-Zn系镁合金是目前工业上应用最为广泛的镁合金之一,具有较好的热导率;锆(Zr,特别说明,本文中锆与Zr等同)可显著细化晶粒从而提高力学性能且在镁中固溶度小,对热导率影响较小;稀土Sm(钐,特别说明,本文中钐与Sm等同)的添加,析出Mg-Zn-Sm稀土相,一方面可起第二相强化作用从而提高力学性能;另一方面,稀土相的析出会消耗固溶于镁基体内的Zn原子,从而进一步提高Mg-Zn系镁合金的热导率。

[0011] 通过添加适量的稀土元素Sm对Mg-Zn系镁合金进行合金化。所制备的含Sm稀土镁合金,因稀土Sm添加含量较低,使最终合金密度不会显著增加,保留了镁合金低成本和质轻的优点,含Sm稀土相的析出能提高ZK(锌锆)系镁合金的改善镁合金力学性能并提高热导率。

[0012] 本发明提供的一种高强高导热变形稀土镁合金,通过在镁合金中添加适量的稀土元素可显著提高镁合金的热导率及力学性能。

[0013] 进一步,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钕0.1wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

[0014] 进一步,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钕0.15wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

[0015] 进一步,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钕0.25wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

[0016] 进一步,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钕0.36wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

[0017] 进一步,该镁合金中含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钕1.44wt.%,其余为镁和不可避免杂质。

[0018] 一种高导热稀土镁合金的制备方法,包括如下步骤:

[0019] 1) 按含有锌2.5-3.5wt.%;锆0.15-0.35wt.%;钕0-1.5wt.%;其余为镁的成分含量称取纯镁锭、纯锌粒、Mg-Zr中间合金、Mg-Sm中间合金、备用;

[0020] 2) 将步骤1)称取的原材料分别在200℃进行干燥预热2h,备用;

[0021] 3) 将步骤2)预热好的纯镁锭放入不锈钢坩埚中,在保护气体的保护下加热升温,保护气体为CO<sub>2</sub>和SF<sub>6</sub>混合气体,待镁完全熔化后添加步骤2)预热好的纯锌粒、Mg-Zr中间合金及Mg-Sm中间合金,保温10-20min;待合金全部熔化后搅拌均匀并除去表面浮渣,然后静置10min,再将熔体浇注金属型模具中,所述金属模具在浇注前,已经升温至350℃进行预热,然后自然冷却,得到镁合金铸锭;

[0022] 4) 将步骤3)的镁锭进行热挤压变形,从而获得变形镁合金。

[0023] 本发明提供的镁合金制备方法简单、成本低。

[0024] 进一步,保护气体中CO<sub>2</sub>与SF<sub>6</sub>气体的体积为99:1。经过试验验证,这样的比例的保护气体,在能够达到较好的保护效果的同时,成本也较低。

[0025] 进一步,挤压变形的挤压温度为350℃,挤压比为28:1,挤压速率为200mm/min。这样的操作,是为了在成品中,更好的形成Mg-Zn-Sm稀土相。挤压比(extrusion ratio)是指挤压筒腔的横断面面积同挤压制品总横断面面积之比,也叫挤压系数。挤压比是挤压生产中用于表示金属变形量大小的参数。

## 附图说明

[0026] 图1是本发明实施例1的镁合金在光学显微镜(OM)下的表层结构示意图(50μm);

[0027] 图2是本发明实施例1的镁合金在电子显微镜(SEM)下的扫描图(4μm);

[0028] 图3是本发明实施例1的镁合金在铸态(步骤3中的熔铸状态)时的XRD衍射图。

### 具体实施方式

[0029] 下面通过具体实施方式对本发明作进一步详细的说明：

[0030] 实施例1

[0031] 一种高导热稀土镁合金，该镁合金中含有锌2.5wt.%；锆0.15wt.%；钕0.05wt.%；其余为镁和不可避免杂质。

[0032] 该镁合金采用如下方法制备，该制备方法包括如下步骤：

[0033] 1) 按含有锌2.5wt.%；锆0.15wt.%；钕0.05wt.%的成分含量称取纯镁锭、纯锌粒、Mg-Zr中间合金、Mg-Sm中间合金、备用；

[0034] 2) 将步骤1) 称取的原材料分别在200℃进行干燥预热2h，备用；

[0035] 3) 将步骤2) 预热好的纯镁锭放入不锈钢坩埚中，在保护气体的保护下加热升温，保护气体为CO<sub>2</sub>和SF<sub>6</sub>混合气体，保护气体中CO<sub>2</sub>与SF<sub>6</sub>气体的体积为99:1，待镁完全熔化后添加步骤2) 预热好的纯锌粒、Mg-Zr中间合金及Mg-Sm中间合金，保温10-20min；待合金全部熔化后搅拌均匀并除去表面浮渣，然后静置10min，再将熔体浇注金属型模具中，所述金属模具在浇注前，已经升温至350℃进行预热，然后自然冷却，得到镁合金铸锭。

[0036] 4) 将步骤3) 的纯镁锭进行热挤压变形，从而获得变形镁合金，挤压变形的挤压温度为350℃，挤压比为28:1，挤压速率为200mm/min。

[0037] 从图1和图2中可以看出本实施例提供的合金，表面无明显瑕疵，排布紧密，力学性能(抗拉强度、屈服强度等)理论上应该十分优异。

[0038] 从图3中可以明显看出合金中形成较多的Mg-Zn-Sm稀土相，Mg-Zn-Sm稀土相能够较好的提高合金的强度。

[0039] 实施例2-7

[0040] 与实施例1相比，不同之处仅在于，该镁合金中仅钕的含量不同。具体含量如下表所示：

[0041]

	锌含量(wt.%)	锆含量(wt.%)	钕含量(wt.%)
实施例2	2.5	0.15	0.1
实施例3	2.5	0.15	0.15
实施例4	2.5	0.15	0.25
实施例5	2.5	0.15	0.36
实施例6	2.5	0.15	1.44
实施例7	2.5	0.15	1.5

[0042] 对比例1

[0043] 与实施例1相比，不同之处仅在于，该镁合金中钕为0。

[0044] 对比例2

[0045] 与实施例1相比，不同之处仅在于，该镁合金中含钕1.8wt.%。

[0046] 上述所有实施例和对比例采用相同的方法进行测试。组织形态通过光学显微镜(OM)及扫描电子显微镜(SEM)进行观察；热导率通过 $k = \alpha \cdot \rho \cdot C_p$ 计算，其中热扩散系数 $\alpha$ 在耐驰LFA447闪光法导热分析仪上进行测试，密度 $\rho$ 通过Archimedes法测量，利用Neumann-

Kopp法则计算合金的比热容 $C_p$ ;力学性能在高精密电子拉伸机上进行。

[0047] 表2为所有实施例和所有对比例所提供的镁合金的密度、屈服强度、抗拉强度、延伸率和热导率。

[0048]

序号	密度 g/cm <sup>2</sup>	屈服强度 MPa	抗拉强度 MPa	热导率 W/(m.K)
实施例 1	1.78	254.3	312.6	121.2
实施例 2	1.78	261.4	314.5	122.1
实施例 3	1.78	251.2	316.7	123.5
实施例 4	1.78	239.3	316.5	124.7
实施例 5	1.78	230.6	316.3	124.3
实施例 6	1.78	253.6	315.9	124.1
实施例 7	1.78	254.4	315.7	124.0
对比例 1	1.78	197.6	295.1	118.1

[0049]

对比例 2	1.80	227.3	310.1	119.5
-------	------	-------	-------	-------

[0050] 从表1中对比实施例1与对比例2,可以得出结论,添加过量的Sm元素,会使得合金的密度增大,在一些对密度有要求的领域(如航空航天),材料应用会比较困难。

[0051] 对比实施例1-7与对比例1和2的屈服强度、抗拉强度,可以得出结论,不添加或者添加过量的Sm元素都会使得合金的屈服强度、抗拉强度降低。主要原因我们分析,可能是当Sm添加量较高时,合金组织不均匀,使合金中存在一些未完全熔化的含Sm碎片,导致力学性能变差。

[0052] 对比实施例1-7与对比例1和2的热导率,可以得出结论,Sm元素的添加量,在一定范围内能够提升合金的热导率,添加过量后又会影响热导率的提升,存在一个峰值。但是我们可以得出结论,不添加或者添加过量的Sm元素都会使得合金的热导率降低。

[0053] 另外,因稀土Sm价格便宜且添加含量<1.5wt%,因此合金成本较低。

[0054] 以上所述的仅是本发明的实施例,方案中公知的具体结构及特性等常识在此未作过多描述。应当指出,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明结构的前提下,还可以作出若干变形和改进,这些也应该视为本发明的保护范围,这些都不会影响本发明实施的效果和专利的实用性。本申请要求的保护范围应当以其权利要求的内容为准,说明书中的具体实施方式等记载可以用于解释权利要求的内容。

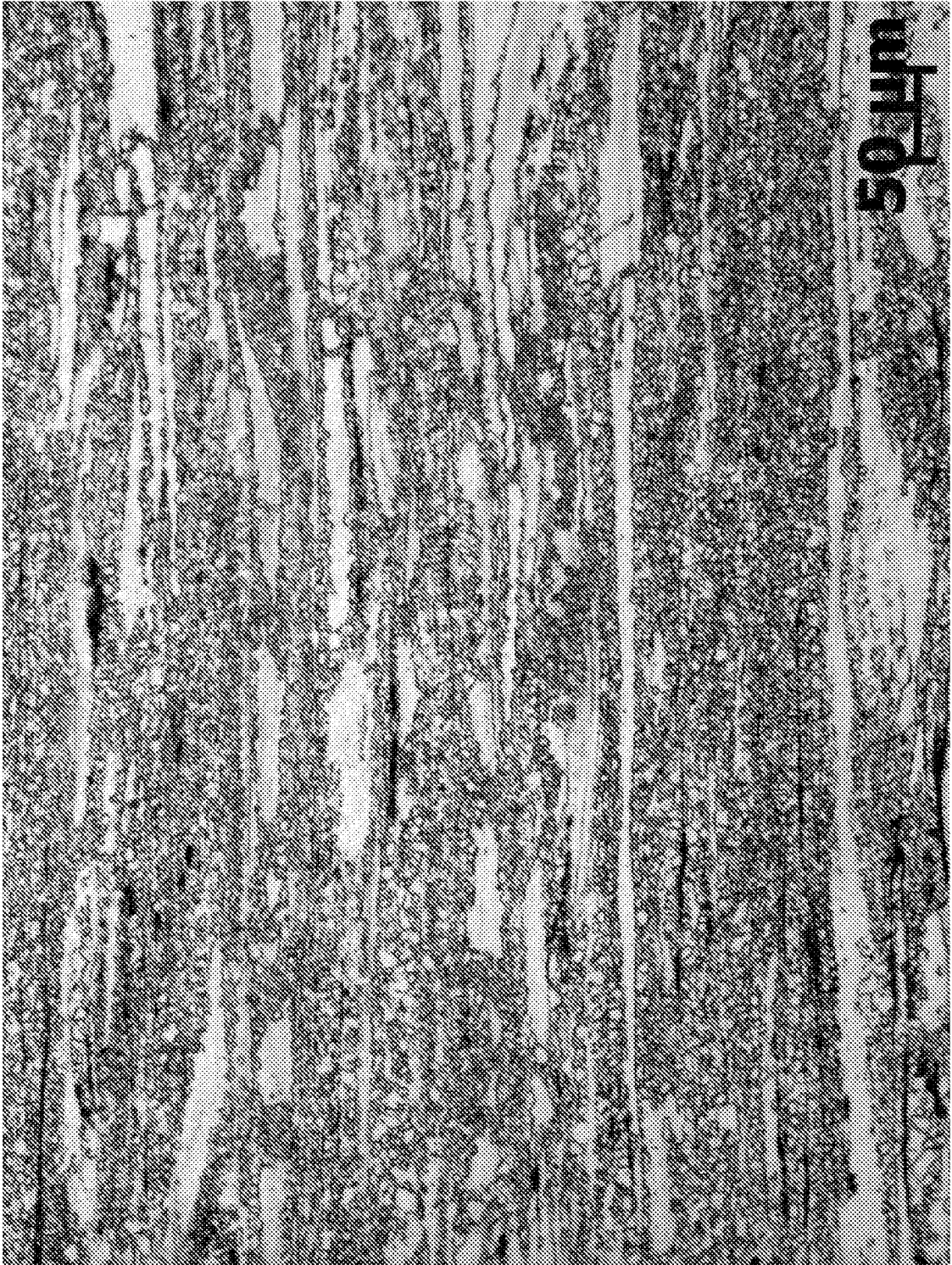


图1



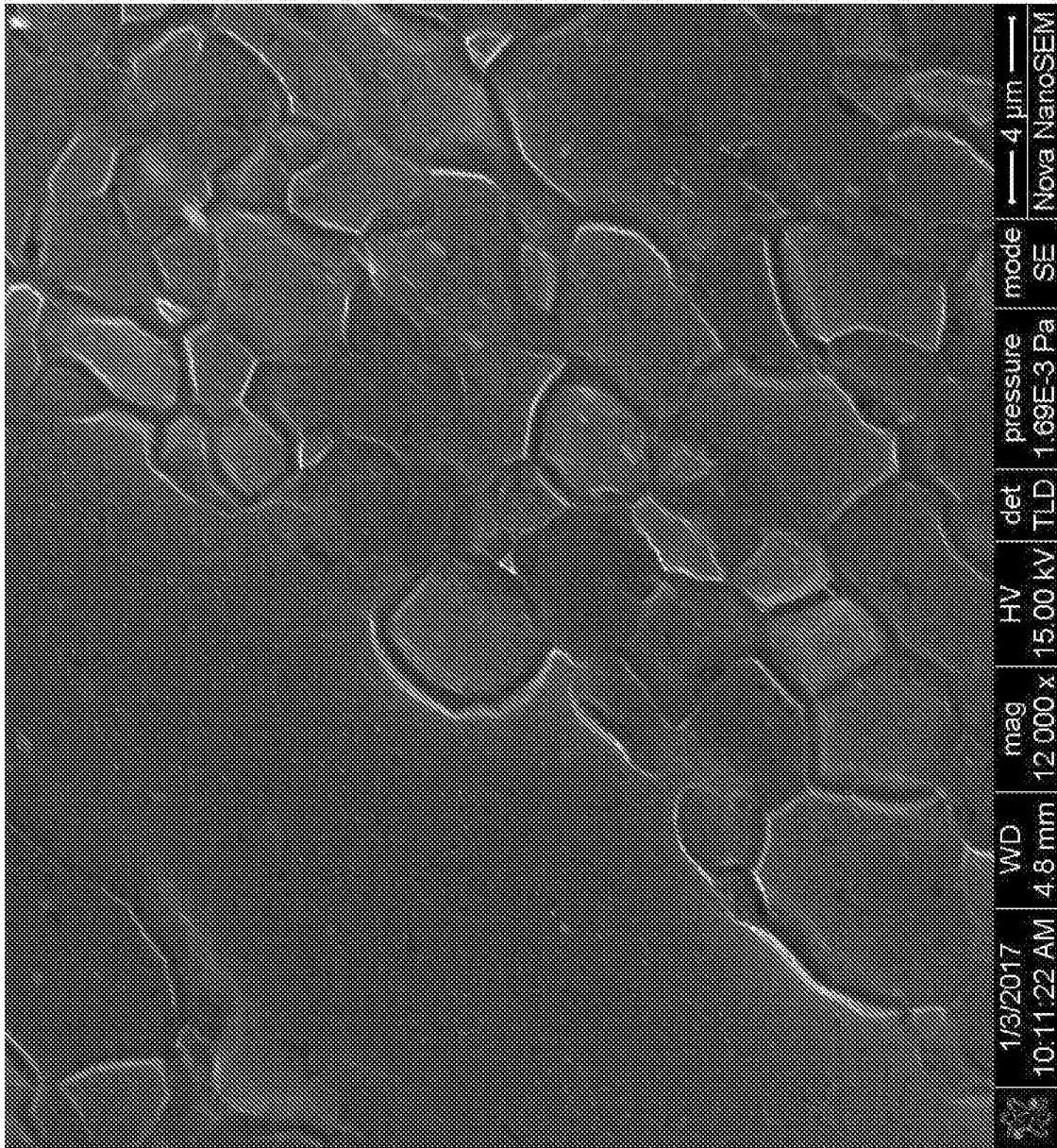


图2



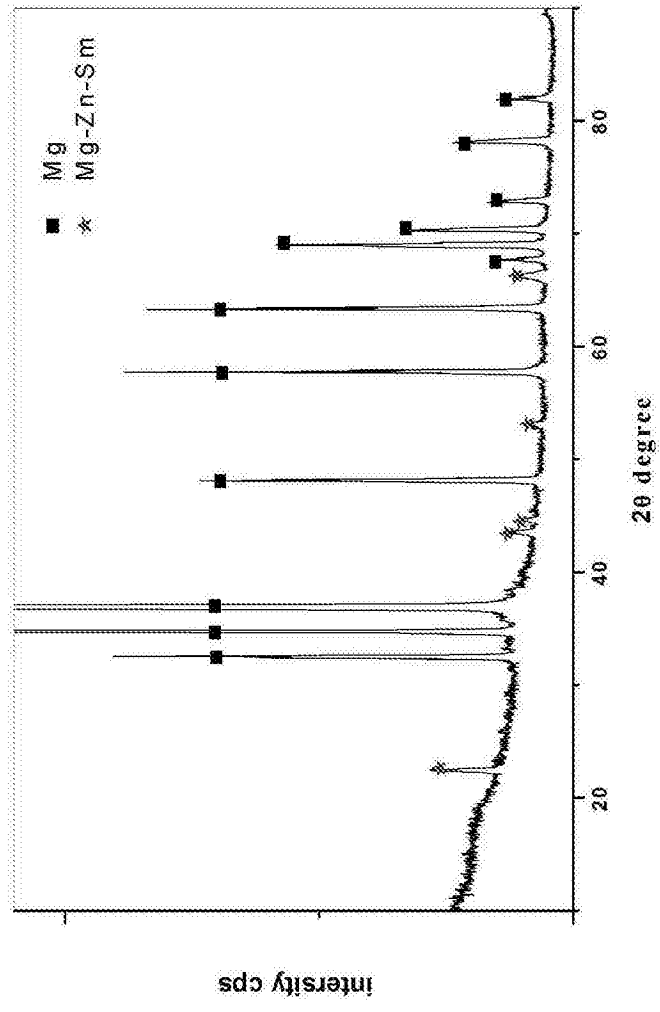


图3