(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103331432 A
(43)申请公布日 2013.10.02

(21)申请号 201310279367.7

(22)申请日 2013.07.04

(71)申请人 上海交通大学
地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72)发明人 李胜勇 曾小勤 李德江 李丽 丁文江

(74)专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限公司 31220
代理人 丁惠敏

(51)Int.Cl.
B22D 18/06(2006.01)
B22D 17/14(2006.01)
B22D 17/10(2006.01)

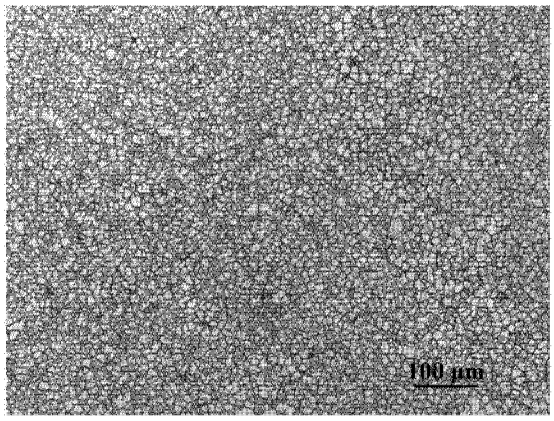
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种稀土镁合金的真空压铸方法

(57)摘要

本发明公开了一种稀土镁合金的真空压铸方法。先将纯镁锭、Mg-90%Gd、Mg-25%Y、Mg-30%Zr中间合金熔化混合；再用东洋250吨冷室卧式压铸机对金属液进行压铸，步骤如下：模具预热至150～180℃，加入680～720℃的金属合金熔体，冲头先以200～300mm/s的低速度压入，冲头行进至120mm时，压铸机抽真空至6～15kPa，冲头保持行进状态，冲头行进至255～260mm时，开始以4～6m/s的高速度压入，增压压力设定为12～13MPa，压铸完成，待金属冷却后取出。本发明获得的铸件的气孔及缩松缩孔减少，抗拉强度、屈服强度、延伸率得到提高。



CN 103331432 A

1. 一种稀土镁合金的真空压铸方法，其特征在于，包括以下步骤：

步骤 1、将纯镁锭和镁 - 稀土中间合金混合熔化形成稀土镁合金金属液，将所述金属液在 680 ～ 720℃保温；

步骤 2、将上述稀土镁合金金属液在压铸机中压铸，压铸参数设置如下：低速速度为 0.2 ～ 0.3m/s，高速速度为 4 ～ 6m/s，高低速转换位置为 255 ～ 260mm；抽真空位置 120mm，真空度为 5 ～ 15kPa；增压位置为 280 ～ 290mm，增压压力为 12 ～ 13MPa。

2. 如权利要求 1 中所述的一种稀土镁合金的真空压铸方法，其特征在于，所述压铸机采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机。

3. 如权利要求 1 中所述的一种稀土镁合金的真空压铸方法，其特征在于，所述稀土镁合金金属液是 Mg-8Gd-3Y-0.5Zr 或 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr。

4. 如权利要求 1 中所述的一种稀土镁合金的真空压铸方法，其特征在于，整个熔化和压铸过程，所述稀土镁合金金属液由 SF_6 和 N_2 的混合气体保护。

一种稀土镁合金的真空压铸方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种金属合金材料的制备方法，具体涉及一种稀土镁合金的真空压铸方法。

背景技术

[0002] 镁合金具有密度小、质量轻、比强度高、机加工性能好等优点，被广泛应用于航空航天、交通及电子产品领域。现阶段，镁合金材料绝大部分采用压铸方法成形，该方法是使液态金属在高压作用下，以极高的速度充填模具型腔，并在压力作用下冷却凝固而获得铸件的一种成形方法。

[0003] 在上述常规压铸方法中，由于金属液以高速喷射状态充填型腔，型腔中的大部分气体来不及排出而不可避免地卷入到金属液中，并以气孔形式存留于铸件内，所以普通压铸件不可避免的出现气孔缺陷。Lee Soon Gi 等人研究认为，压铸件凝固过程中形成的气孔会影响其周围金属液的传热，从而使得气孔周围易形成缩松。而且气孔的存在，使得常规压铸件难以进行热处理、焊接或用于气密性要求较高的零件，也导致压铸件的力学性能得不到进一步的提高，限制了压铸件在重要或大型复杂的受力部件如轿车、摩托车保安零件上的应用。

[0004] 长期以来，为了提高常规压铸件的性能，拓宽压铸件的应用范围，人们已经对常规压铸方法进行了研究，尤其是压铸方法与压铸件性能与缺陷的关系。但是，在常规压铸过程中，气孔缺陷及其带来的性能问题几乎不能得到很好的解决。同时，人们也研发了一些新的特殊压铸方法，如层流充填法或超低速压铸法、充氧压铸法等。上述方法的主要目的都在于减少金属液充填过程中的卷气量，从而提高铸件的力学性能。由于层流充填法存在生产效率低，充氧压铸法操作工序复杂、方法参数不易控制等缺点，所以实际生产中这两种方法应用甚少。

[0005] 真空压铸法则是将型腔中的气体抽出，金属液在真空状态下充填型腔，因而卷入的气体少，铸件的力学性能高。并且真空压铸和普通压铸方法一样，操作方便，不降低生产效率，所以真空压铸法自出现以来，表现出强大的生命力，随着相关技术的提高，其应用愈来愈广泛。但稀土镁合金压铸成型的方法方面，尤其是真空压铸方法方面的研究尚不成熟。

[0006] 对于稀土镁合金而言，热处理强化对于其性能的改善至关重要，所以本发明致力于开发一种稀土镁合金的真空压铸方法，在该方法条件下，制备的试样与常规压铸相比，性能得到改善，通过热处理后，性能进一步得到提高，从而拓宽镁合金的应用。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足，提供一种稀土镁合金的真空压铸方法。

[0008] 发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0009] 一种稀土镁合金的真空压铸方法，包括以下步骤：

[0010] 步骤 1、将纯镁锭和镁 - 稀土中间合金混合熔化形成稀土镁合金金属液，将所述金属液在 680 ～ 720℃保温 ；

[0011] 步骤 2、将上述稀土镁合金金属液在压铸机中压铸，压铸参数设置如下 ：低速速度为 0.2 ～ 0.3m/s，高速速度为 4 ～ 6m/s，高低速转换位置为 255 ～ 260mm ；抽真空位置 120mm，真空度为 5 ～ 15kPa ；增压位置为 280 ～ 290mm，增压压力为 12 ～ 13MPa。

[0012] 一种稀土镁合金的真空压铸方法，进一步技术方案是，所述压铸机采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机。

[0013] 一种稀土镁合金的真空压铸方法，进一步技术方案是，所述稀土镁合金金属液是 Mg-8Gd-3Y-0.5Zr 或 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr。

[0014] 一种稀土镁合金的真空压铸方法，进一步技术方案是，所述稀土镁合金金属液由 SF_6 和 N_2 的混合气体保护中进行。

[0015] 上述镁 - 稀土中间合金具体是指 ：Mg-90%Gd、Mg-25%Y、Mg-30%Zr 中间合金。

[0016] 制备稀土镁合金金属液按照下列步骤进行 ：首先将纯镁锭和 Mg-90%Gd、Mg-25%Y、Mg-30%Zr 中间合金预热至 150℃～ 250℃ ；其次将纯镁锭放入熔化炉中，待镁锭熔化后，将熔体温度升到 680℃～ 700℃，然后将预热的 Mg-90%Gd 和 Mg-25%Y 中间合金放入熔炼炉中，待融化完全后，再将温度升高到 740 ～ 760℃，将 Mg-30%Zr 放入熔炼炉，待温度恢复到 740 ～ 760℃后，不断电进行精炼，搅拌后使其混合均匀，静置，然后降温到 680 ～ 720℃，扒去表面的浮渣，进行真空压铸。

[0017] 按照纯镁锭和 Mg-90%Gd、Mg-25%Y、Mg-30%Zr 中间合金的不同配比，可得到不同组分的稀土镁合金。本发明所使用的稀土镁合金的化学组成为，质量百分比 ：5.5 ～ 8.5%Gd，2.5 ～ 3.5%Y，0 ～ 0.5%Zr，余量为 Mg。

[0018] 本发明的有益技术效果是 ：采用本发明所提供的方法，压铸所得到的试样气孔明显减少，力学性能得到提高，其中 Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金的真空压铸试样室温抗拉强度、屈服强度、延伸率分别为 249.9MPa、163.8MPa 和 19.5% ；Mg-8Gd-3Y-0.5Zr 合金的真空压铸试样室温抗拉强度、屈服强度、延伸率分别为 249.7MPa、198.9MPa 和 7.61%。

附图说明

[0019] 图 1 为实施例 1 真空压铸条件下 Mg-8Gd-3Y-0.5Zr 合金铸态金相图 ；

[0020] 图 2 为实施例 4 常压压铸方法下 Mg-8Gd-3Y-0.5Zr 合金铸态金相图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图对本发明的实施例做详细说明，本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0022] 实施例 1 ：Mg-8Gd-3Y-0.5Zr 合金 6kPa 真空压铸

[0023] 首先将纯镁锭 39.56kg 和 Mg-90%Gd 中间合金 4.44kg、Mg-25%Y 中间合金 6kg、Mg-30%Zr 中间合金 0.5kg 预热至 150℃～ 250℃；其次在 SF_6 和 N_2 的混合气体保护下将纯镁锭放入熔化炉中，待镁锭熔化后，将熔体温度升到 680℃～ 700℃ ；然后将预热的 Mg-90%Gd 和 Mg-25%Y 中间合金放入熔炼炉中，待融化完全后，再将温度升高到 740℃～ 760℃ ；将

Mg-30%Zr 放入熔炼炉，温度下降，待温度再次上升到 740℃～ 760℃后，不断电进行精炼，搅拌后使其混合均匀，静置，然后降温到 680℃，继续保温，扒去表面的浮渣。

[0024] 采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机对上述金属液进行压铸，具体步骤如下：模具预热至 150℃，加入上述 680℃的金属液，冲头先以 200mm/s 的低速度压入；冲头行进至 120mm 时，压铸机抽真空至 6kPa，冲头保持行进状态；冲头行进至 260mm 时，开始以 4m/s 的高速度压入；冲头行进至 280mm 时，增压压力设定为 12MPa，压铸完成，待金属冷却后取出。

[0025] 上述稀土镁合金进行成分分析，含 Gd7.97%、Y2.56%、Zr0.29%，其余是 Mg。上述稀土镁合金进行力学性能测试，测试结果如下：抗拉强度 249.7MPa；屈服强度 198.9MPa；延伸率 7.61%。图 1 是此实施例所获得的合金铸态金相图，从图上可以看出，真空压铸方法下，铸件中的气孔及缩松缩孔都有明显减少。

[0026] 实施例 2：Mg-8Gd-3Y-0.5Zr 合金 10kPa 真空压铸

[0027] 首先将纯镁锭 39.56kg 和 Mg-90%Gd 中间合金 4.44kg、Mg-25%Y 中间合金 6kg、Mg-30%Zr 中间合金 0.5kg 预热至 150℃～ 250℃；其次在 SF_6 和 N_2 的混合气体保护下将纯镁锭放入熔化炉中，待镁锭熔化后，将熔体温度升到 680℃～ 700℃；然后将预热的 Mg-90%Gd 和 Mg-25%Y 中间合金放入熔炼炉中，待融化完全后，再将温度升高到 740℃～ 760℃；将 Mg-30%Zr 放入熔炼炉，温度下降，待温度再次上升到 740℃～ 760℃后，不断电进行精炼，搅拌后使其混合均匀，静置，然后降温到 700℃，继续保温，扒去表面的浮渣。

[0028] 采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机对上述金属液进行压铸，具体步骤如下：模具预热至 150℃，加入上述 700℃的金属液，冲头先以 300mm/s 的低速度压入；冲头行进至 120mm 时，压铸机抽真空至 10kPa，冲头保持行进状态；冲头行进至 255mm 时，开始以 6m/s 的高速度压入；冲头行进至 290mm 时，增压压力设定为 13MPa，压铸完成，待金属冷却后取出。

[0029] 上述稀土镁合金进行成分分析，含 Gd7.97%、Y2.56%、Zr0.29%，其余是 Mg。上述稀土镁合金进行力学性能测试，测试结果如下：抗拉强度 240.4MPa；屈服强度 197.6MPa；延伸率 7.58%。

[0030] 实施例 3：Mg-8Gd-3Y-0.5Zr 合金 15kPa 真空压铸

[0031] 首先将纯镁锭 39.56kg 和 Mg-90%Gd 中间合金 4.44kg、Mg-25%Y 中间合金 6kg、Mg-30%Zr 中间合金 0.5kg 预热至 150℃～ 250℃；其次在 SF_6 和 N_2 的混合气体保护下将纯镁锭放入熔化炉中，待镁锭熔化后，将熔体温度升到 680℃～ 700℃；然后将预热的 Mg-90%Gd 和 Mg-25%Y 中间合金放入熔炼炉中，待融化完全后，再将温度升高到 740℃～ 760℃；将 Mg-30%Zr 放入熔炼炉，温度下降，待温度再次上升到 740℃～ 760℃后，不断电进行精炼，搅拌后使其混合均匀，静置，然后降温到 720℃，继续保温，扒去表面的浮渣。

[0032] 采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机对上述金属液进行压铸，具体步骤如下：模具预热至 180℃，加入上述 720℃的金属液，冲头先以 300mm/s 的低速度压入；冲头行进至 120mm 时，压铸机抽真空至 15kPa，冲头保持行进状态；冲头行进至 255mm 时，开始以 6m/s 的高速度压入；冲头行进至 290mm 时，增压压力设定为 13MPa，压铸完成，待金属冷却后取出。

[0033] 上述稀土镁合金进行成分分析，含 Gd7.97%、Y2.56%、Zr0.29%，其余是 Mg。上述稀土镁合金进行力学性能测试，测试结果如下：抗拉强度 239.1MPa；屈服强度 191.1MPa；延伸率 7.14%。

[0034] 实施例 4：Mg-8Gd-3Y-0.5Zr 合金常压压铸；此实施例为实施例 1 的对比实施例，

常压为一个大气压 101.3kPa。

[0035] 首先将纯镁锭 39.56kg 和 Mg-90%Gd 中间合金 4.44kg、Mg-25%Y 中间合金 6kg、Mg-30%Zr 中间合金 0.5kg 预热至 150℃～ 250℃;其次在 SF_6 和 N_2 的混合气体保护下将纯镁锭放入熔化炉中,待镁锭熔化后,将熔体温度升到 680℃～ 700℃ ;然后将预热的 Mg-90%Gd 和 Mg-25%Y 中间合金放入熔炼炉中,待融化完全后,再将温度升高到 740℃～ 760℃ ;将 Mg-30%Zr 放入熔炼炉,温度下降,待温度再次上升到 740℃～ 760℃后,不断电进行精炼,搅拌后使其混合均匀,静置,然后降温到 680℃,继续保温,扒去表面的浮渣。

[0036] 采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机对上述金属液进行压铸,具体步骤如下 :模具预热至 150℃,加入上述 680℃的金属液,冲头先以 200mm/s 的低速度压入 ;冲头行进至 260mm 时,开始以 4m/s 的高速度压入 ;冲头行进至 280mm 时,增压压力设定为 12MPa,压铸完成,待金属冷却后取出。

[0037] 上述稀土镁合金进行成分分析,含 Gd7.97%、Y2.56%、Zr0.29%,其余是 Mg。上述稀土镁合金进行力学性能测试,测试结果如下 :抗拉强度 233.2MPa ;屈服强度 185.3MPa ;延伸率 4.10%。图 2 是此实施例所获得的合金铸态金相图,从图上可以看出,比起真空压铸方法获得的铸件,常压压铸方法所得铸件中的气孔及缩松缩孔更多。

[0038] 实施例 5 :Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金 6kPa 真空压铸

[0039] 首先将纯镁锭 40.67kg 和 Mg-90%Gd 中间合金 3.33kg、Mg-25%Y 中间合金 6kg、Mg-30%Zr 中间合金 0.5kg 预热至 150℃～ 250℃;其次在 SF_6 和 N_2 的混合气体保护下将纯镁锭放入熔化炉中,待镁锭熔化后,将熔体温度升到 680℃～ 700℃ ;然后将预热的 Mg-90%Gd 和 Mg-25%Y 中间合金放入熔炼炉中,待融化完全后,再将温度升高到 740℃～ 760℃ ;将 Mg-30%Zr 放入熔炼炉,温度下降,待温度再次上升到 740℃～ 760℃后,不断电进行精炼,搅拌后使其混合均匀,静置,然后降温到 680℃,继续保温,扒去表面的浮渣。

[0040] 采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机对上述金属液进行压铸,具体步骤如下 :模具预热至 150℃,加入上述 680℃的金属液,冲头先以 200mm/s 的低速度压入 ;冲头行进至 120mm 时,压铸机抽真空至 6kPa,冲头保持行进状态 ;冲头行进至 260mm 时,开始以 4m/s 的高速度压入 ;冲头行进至 280mm 时,增压压力设定为 12MPa,压铸完成,待金属冷却后取出。

[0041] 上述稀土镁合金进行成分分析,含 Gd6.30%、Y2.57%、Zr0.90%,其余是 Mg。上述稀土镁合金进行力学性能测试,测试结果如下 :抗拉强度 249.9MPa ;屈服强度 163.8MPa ;延伸率 19.50%。

[0042] 实施例 6 :Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金 10kPa 真空压铸

[0043] 首先将纯镁锭 40.67kg 和 Mg-90%Gd 中间合金 3.33kg、Mg-25%Y 中间合金 6kg、Mg-30%Zr 中间合金 0.5kg 预热至 150℃～ 250℃;其次在 SF_6 和 N_2 的混合气体保护下将纯镁锭放入熔化炉中,待镁锭熔化后,将熔体温度升到 680℃～ 700℃ ;然后将预热的 Mg-90%Gd 和 Mg-25%Y 中间合金放入熔炼炉中,待融化完全后,再将温度升高到 740℃～ 760℃ ;将 Mg-30%Zr 放入熔炼炉,温度下降,待温度再次上升到 740℃～ 760℃后,不断电进行精炼,搅拌后使其混合均匀,静置,然后降温到 700℃,继续保温,扒去表面的浮渣。

[0044] 采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机对上述金属液进行压铸,具体步骤如下 :模具预热至 150℃,加入上述 700℃的金属液,冲头先以 300mm/s 的低速度压入 ;冲头行进至 120mm 时,压铸机抽真空至 10kPa,冲头保持行进状态 ;冲头行进至 255mm 时,开始以 6m/s 的高速

度压入；冲头行进至 290mm 时，增压压力设定为 13MPa，压铸完成，待金属冷却后取出。

[0045] 上述稀土镁合金进行成分分析，含 Gd6.30%、Y2.57%、Zr0.90%，其余是 Mg。上述稀土镁合金进行力学性能测试，测试结果如下：抗拉强度 248.2MPa；屈服强度 161.0MPa；延伸率 17.54%。

[0046] 实施例 7：Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金 15kPa 真空压铸

[0047] 首先将纯镁锭 40.67kg 和 Mg-90%Gd 中间合金 3.33kg、Mg-25%Y 中间合金 6kg、Mg-30%Zr 中间合金 0.5kg 预热至 150℃～ 250℃；其次在 SF_6 和 N_2 的混合气体保护下将纯镁锭放入熔化炉中，待镁锭熔化后，将熔体温度升到 680℃～ 700℃；然后将预热的 Mg-90%Gd 和 Mg-25%Y 中间合金放入熔炼炉中，待融化完全后，再将温度升高到 740℃～ 760℃；将 Mg-30%Zr 放入熔炼炉，温度下降，待温度再次上升到 740℃～ 760℃后，不断电进行精炼，搅拌后使其混合均匀，静置，然后降温到 720℃，继续保温，扒去表面的浮渣。

[0048] 采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机对上述金属液进行压铸，具体步骤如下：模具预热至 180℃，加入上述 720℃的金属液，冲头先以 300mm/s 的低速度压入；冲头行进至 120mm 时，压铸机抽真空至 15kPa，冲头保持行进状态；冲头行进至 255mm 时，开始以 6m/s 的高速度压入；冲头行进至 290mm 时，增压压力设定为 13MPa，压铸完成，待金属冷却后取出。

[0049] 上述稀土镁合金进行成分分析，含 Gd6.30%、Y2.57%、Zr0.90%，其余是 Mg。上述稀土镁合金进行力学性能测试，测试结果如下：抗拉强度 228.1MPa；屈服强度 159.5MPa；延伸率 12.84%。

[0050] 实施例 8：Mg-6Gd-3Y-0.5Zr 合金常压压铸；此实施例是实施例 5 的对比实施例，常压指一个大气压，即 101.3kPa。

[0051] 首先将纯镁锭 40.67kg 和 Mg-90%Gd 中间合金 3.33kg、Mg-25%Y 中间合金 6kg、Mg-30%Zr 中间合金 0.5kg 预热至 150℃～ 250℃；其次在 SF_6 和 N_2 的混合气体保护下将纯镁锭放入熔化炉中，待镁锭熔化后，将熔体温度升到 680℃～ 700℃；然后将预热的 Mg-90%Gd 和 Mg-25%Y 中间合金放入熔炼炉中，待融化完全后，再将温度升高到 740℃～ 760℃；将 Mg-30%Zr 放入熔炼炉，温度下降，待温度再次上升到 740℃～ 760℃后，不断电进行精炼，搅拌后使其混合均匀，静置，然后降温到 680℃，继续保温，扒去表面的浮渣。

[0052] 采用东洋 250 吨冷室卧式压铸机对上述金属液进行压铸，具体步骤如下：模具预热至 150℃，加入上述 680℃的金属液，冲头先以 200mm/s 的低速度压入；冲头行进至 255mm 时，开始以 4m/s 的高速度压入；冲头行进至 290mm 时，增压压力设定为 12MPa，压铸完成，待金属冷却后取出。

[0053] 上述稀土镁合金进行成分分析，含 Gd6.30%、Y2.57%、Zr0.90%，其余是 Mg。上述稀土镁合金进行力学性能测试，测试结果如下：抗拉强度 221.5MPa；屈服强度 158.3MPa；延伸率 7.71%。

[0054] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解，本领域的普通技术无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此，凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案，皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

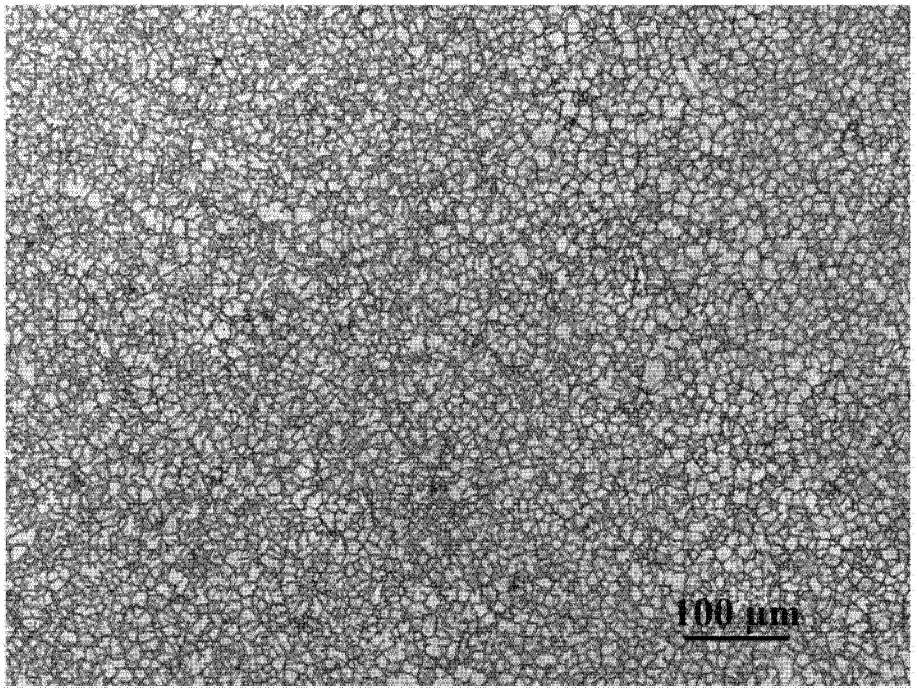


图 1

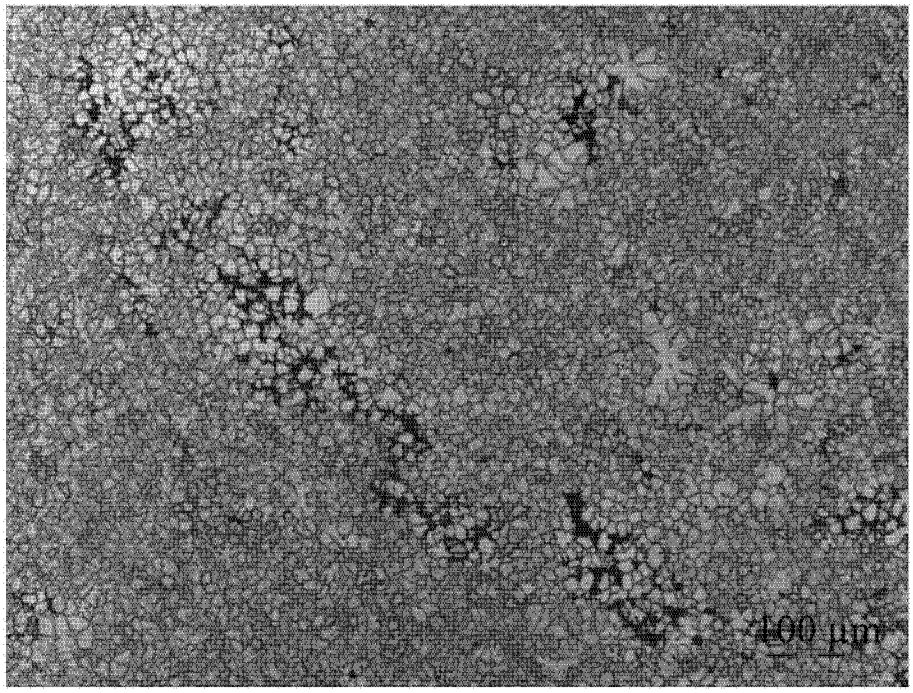


图 2