(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国 际 局

(43) 国际公布日
2020 年 10 月 8 日 (08.10.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/199470 A1

(51) 国际专利分类号:
C22C 23/02 (2006.01) *C22C 1/06* (2006.01)
C22C 1/03 (2006.01) *C22F 1/06* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/102765

(22) 国际申请日: 2019 年 8 月 27 日 (27.08.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910271956.8 2019年4月4日 (04.04.2019) CN

(71) 申请人: 东 北 大 学 (NORTHEASTERN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷11号, Liaoning 110819 (CN)。

(72) 发明人: 乐启炽 (LE, Qichi); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷11号, Liaoning 110819 (CN)。 廖启宇 (LIAO, Qiyu); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷11号, Liaoning 110819 (CN)。 程春龙 (CHENG, Chunlong); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷11号, Liaoning 110819 (CN)。 胡成路 (HU, Chenglu); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷11号, Liaoning 110819 (CN)。 蒋燕超 (JIANG, Yanchao); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷11号, Liaoning 110819 (CN)。 陈星瑞 (CHEN, Xingrui); 中国辽宁省沈阳市和平区文化路三巷11号, Liaoning 110819 (CN)。

(74) 代理人: 沈 阳 东 大 知 识 产 权 代 理 有 限 公 司 (SHENYANG DONGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD); 中 国 辽 宁 省

(54) **Title:** LOW-RARE-EARTH AND HIGH-CORROSION-RESISTANCE MAGNESIUM ALLOY, AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种低稀土高耐蚀镁合金及其制备方法

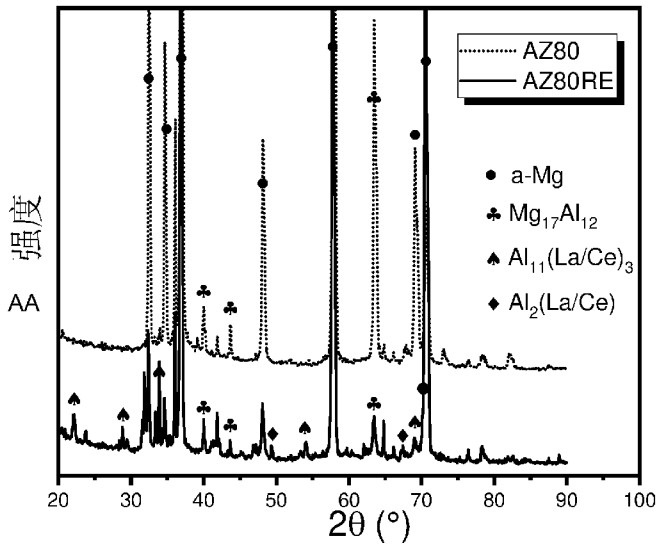


图 5

AA Intensity

(57) **Abstract:** Disclosed are a low-rare-earth and high-corrosion-resistance magnesium alloy, and a preparation method therefor. The alloy comprises the following components by weight percentage: 6.5-7.5% of A1, 0.4-0.6% of Zn, 0.1-0.4% of Mn, 0.5-1.2% of a rare earth, the balance being Mg, wherein the weight ratio of La/Ce in the rare earth is 2 : 1 - 3 : 1. The method comprises: (1) preparing raw materials; (2) melting a magnesium ingot under a protective atmosphere condition to obtain a magnesium melt; (3) melting other raw materials under a mixed protective atmosphere condition to obtain a mixed melt; (4) under the mixed protective atmosphere condition,

WO 2020/199470 A1

[见续页]

沈阳市和平区文化路三巷11号, Liaoning 110819 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的国家保护)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则4.17的声明：

— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

adding the mixed melt into the magnesium melt, refining same, and then leaving same to stand and cooling same to prepare a magnesium alloy melt; (5) casting the magnesium alloy melt by means of an electromagnetic semi-continuous casting system; (6) placing same in a muffle furnace for a two-stage homogenization treatment; and (7) keeping same at a temperature of 300-400 ° C and then carrying out hot extruding on same. The product, when swaged at a lower temperature, can maintain a good formability, and when swaged at a higher temperature, can also maintain good mechanical properties. The preparation process is simple and easy, and is suitable for industrial application.

(57) 摘要：一种低稀土高耐蚀镁合金及其制备方法，成分按重量百分比为：Al 6.5-7.5%，Zn 0.4-0.6%，Mn 0.1-0.4%，稀土0.5-1.2%，余量为Mg；稀土中La/Ce的重量比为2:1-3:1；方法为：（1）准备原料；（2）保护气氛条件下，将镁锭熔化获得镁熔体；（3）在混合保护气氛条件下，将其他原料熔化后获得混合熔体；（4）在混合保护气氛条件下，将混合溶体加入到镁熔体中，精炼后静置降温，制成镁合金熔体；（5）采用电磁半连续铸造系统，对镁合金熔体进行浇铸；（6）置于马弗炉中进行双级均匀化处理；（7）在300-400℃保温后进行热挤压。产品在较低温下挤锻时，能保持良好的成形性，在较高温下挤锻时，也可以保持良好的力学性能；制备工艺简单容易，适合工业化运用。

一种低稀土高耐蚀镁合金及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于轻金属材料技术领域，特别涉及一种低稀土高耐蚀镁合金及其制备方法。

背景技术

[0002] 镁合金是迄今为止最轻的金属结构材料，其密度仅相当于铝的2/3，钢的1/4，使其拥有很高的比强度与比刚度；此外，镁合金还具有良好的阻尼性、切削加工性和导热性以及易回收、再生等诸多优异的性能，使其在汽车、航空航天、3C、国防等领域的应用日益扩大；镁合金分为铸造镁合金与变形镁合金，变形镁合金比铸造镁合金具有更高的强度、更好的延展性以及更多样化的尺寸，应用也更为广泛。

[0003] 变形镁合金主要以Mg-Al-Zn系与Mg-Zn-Zr系镁合金为主，而Mg-Al-Zn系因为其更低的制备成本与更易制备，运用要更广与Mg-Zn-Zr系镁合金；AZ80作为Mg-Al-Zn系中强度最高的一种镁合金，越来越广泛的运用与各种挤压以及锻造件中；由于AZ80镁合金低温成形性差，一些大规格较复杂的挤锻件都选择在较高温度下进行；然而，AZ80镁合金中的$Mg_{17}Al_{12}$相为一种高温脆性相，这种相在变形过程中无法对基体起到钉扎作用，使该合金在高温变形时绝对强度不高；另外一方面，AZ80镁合金具有较差的耐蚀性，同样限制了其在工业化产品中的广发运用。

[0004] 稀土元素具有独特的电子排布结构和化学特征，在镁合金中加入适量的稀土元素可增强原子间结合力、减少镁原子扩散速度、提高镁合金的再结晶温度，减缓再结晶长大速度，能显著提高其成形性与耐蚀性；AZ80镁合金低温成形性差与耐蚀性差的主要原因是过多$Mg_{17}Al_{12}$相的存在；过多的脆性$Mg_{17}Al_{12}$相不利于变形，减少了镁合金基体的变形，降低了合金的耐蚀性；同时，由于AZ80镁合金的低温成形性较差，目前镁合金工业化挤锻产品都在350℃~400℃温度下进行，过高的变形温度必然会导致产品内部组织粗大，温度过高甚至会出现Mg_{17}

Al_{12}相过烧的情况，对强度以及耐蚀性都有很大影响。

发明概述

技术问题

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 本发明的目的是提供一种低稀土高耐蚀镁合金及其制备方法，在AZ80镁合金的基础上添加几种微量廉价的稀土元素，改善合金的低温成形性与耐蚀性，使其在300℃低温下也保持较好的成形性，同时在350℃~400℃挤压温度下也能保持良好的力学性能，为各种工业化生产的挤锻件提供一种成型好、力学性能优良且耐蚀性好的镁合金。

[0006] 本发明的低稀土高耐蚀镁合金的成分按重量百分比为：Al 6.5~7.5%，Zn 0.4~0.6%，Mn 0.1~0.4%，，富La混合稀土0.5~1.2%，余量为Mg和不可避免杂质；所述的富La混合稀土中含La和Ce，且La/Ce的重量比为2:1~3:1；抗拉强度320~340MPa，屈服强度180~210MPa。

[0007] 上述的低稀土高耐蚀镁合金的杂质中含Fe的重量百分比 0.01~0.03%，其他杂质的总重量百分比≤0.01%。

[0008] 上述的低稀土高耐蚀镁合金的延伸率18~28%。

[0009] 本发明的低稀土高耐蚀镁合金的制备方法包括以下步骤：

[0010] 1、按上述成分准备镁锭、锌块、铝块、氯化锰颗粒和Mg-富La混合稀土中间合金；所述的Mg-富La混合稀土中间合金中按重量百分比含La和Ce 20~30%，并且La/Ce的重量比为2:1~3:1；

[0011] 2、在保护气氛条件下，将镁锭加入熔炼电阻炉中熔化，设置化料温度为750±5℃，获得镁熔体；

[0012] 3、在SF_6与CO_2混合保护气氛条件下，将铝块在另外一个熔炼电阻炉中熔化，熔化温度为750±5℃，获得铝熔体；向铝熔体中依次加入锌块、氯化锰颗粒和Mg-富La混合稀土中间合金，同时加入5号熔剂；待全部物料熔化后，获得混合熔体；

[0013] 4、在SF_6与CO_2混合保护气氛条件下，将混合溶体加入到镁熔体中，在750±5

℃精炼30~40min，然后静置30~60 min，在静置过程中降温至690~700℃，制成镁合金熔体；

[0014] 5、采用电磁半连续铸造系统，对镁合金熔体进行浇铸，浇铸开始的同时开启电磁系统对镁合金熔体及铸锭进行电磁搅拌，电磁频率为15~30Hz，直至浇铸完成，获得镁合金铸锭；

[0015] 6、将镁合金铸锭置于马弗炉中，然后进行双级均匀化处理；其中第一级均匀化处理的温度180~250℃，时间5~8h；第二级均匀化处理的温度350~420℃，时间10~15h；双级均匀化处理后去除表面的氧化皮，获得锭坯；

[0016] 7、将锭坯在300~400℃保温1~3小时，然后在立式挤压机上进行热挤压，挤压出口速度为0.2~1mm/s，热挤压时挤压筒与模具温度为300~400℃，挤压比≥15:1；热挤压完成后获得低稀土高耐蚀镁合金。

[0017] 上述的步骤2中，保护气氛为氩气气氛。

[0018] 上述的5号熔剂的用量为镁锭、锌块、铝块、氯化锰和Mg-富La混合稀土中间合金总重量的0.2~0.4%。

[0019] 上述的氯化锰颗粒的粒径1~3mm。

[0020] 上述的步骤3和4中，SF_6与CO_2混合保护气氛的SF_6与CO_2的体积比为1:（3~5）。

发明的有益效果

有益效果

[0021] 本发明的优点及有益效果是：

[0022] 1、传统AZ80在较低温下具有较差成形性，因此一般锻挤大型复杂型材时在350~400℃区间内进行，由于镁合金对温度敏感性很强，从而使组织粗大，导致性能下降；本发明在AZ80镁合金的基础上，通过添加微量富La稀土对合金进行改性，镧铈稀土元素在镁合金中具有一定的固溶度，与Al元素优先形成具有高熔点、高热稳定性的$Al_{11}(La/Ce)_3$和$Al_2(La/Ce)$稀土相，这些稀土相抑制了脆性第二相$Mg_{17}Al_{12}$的析出与长大，提高了AZ80镁合金的成形性，同时提高了耐蚀性；

[0023] 2、只需添加0.5~1.2%稀土元素便可达到较为优良的成形性，并且在低温下也

可以保持良好的成形性与综合性能，扩大了AZ80镁合金的变形温度区间，在挤锻较为复杂的型材时，无需过多提高变形温度来达到变形效果；此外，在较高温下挤锻时，也可以保持良好的力学性能；

[0024] 3、在Fe含量在0.03~0.1%时，依然保持很好的耐蚀性；

[0025] 4、制备工艺简单容易，所用稀土元素均为廉价稀土，因此制备成本较低，适合工业化运用。

对附图的简要说明

附图说明

[0026] 图1为本发明实施例1中的低稀土高耐蚀镁合金的金相组织图；

[0027] 图2为AZ80镁合金的金相组织图；

[0028] 图3为本发明实施例1中的低稀土高耐蚀镁合金的扫描组织图；

[0029] 图4为AZ80镁合金的扫描组织图；

[0030] 图5为本发明实施例1中的低稀土高耐蚀镁合金与AZ80镁合金的XRD图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0031] 本发明实施例中的5号熔剂为市购镁合金精炼剂产品。

[0032] 本发明实施例中采用的镁锭、锌块、铝块、氯化锰和Mg-富La混合稀土中间合金的杂质含量均≤0.05%。

[0033] 本发明实施例中采用的电磁半连续铸造系统为电磁半连续铸造结晶器（参见《低频电磁半连续铸造AC52合金》（特种金属及有色合金，2013年第33卷第4期）。

[0034] 本发明实施例中浇铸时的浇铸速度为5~60mm/min。

[0035] 本发明实施例中加入5号熔剂时，将全部5号熔剂分为至少5份，在熔炼过程中逐份加入，且向铝熔体中每加入一种成分，随同加入至少1份5号熔剂。

[0036] 本发明实施例中镁合金铸锭物理切割至合适尺寸后，再置于马弗炉中。

[0037] 本发明实施例中镁合金铸锭的尺寸为Ø100mm~Ø300mm。

[0038] 本发明实施例中进行电磁搅拌时电磁系统的电流为100~140A。

[0039] 本发明实施例中采用的氩气纯度≥99%。

[0040] 本发明实施例中镁合金铸锭进行腐蚀试验，在重量浓度3.5%的Nacl溶液中浸泡十天，测得等面积腐蚀重量13~21mg/cm ^{2}。

[0041] 下面结合具体实施方式对本发明的优选方案进行描述，但是应当理解，这些描述只是为了进一步说明本发明的特征和优点而不是对本发明权利要求的限制。

[0042] 实施**例1**

[0043] 准备镁锭、锌块、铝块、氯化锰颗粒和Mg-富La混合稀土中间合金；所述的Mg-富La混合稀土中间合金中按重量百分比含La和Ce

20%，并且La/Ce的重量比为2:1；氯化锰颗粒的粒径1~3mm；

[0044] 在保护气氛条件下，将镁锭加入熔炼电阻炉中熔化，设置化料温度为750±5℃，获得镁熔体；保护气氛为氩气气氛；

[0045] 在SF_6与CO_2混合保护气氛条件下，将铝块在另外一个熔炼电阻炉中熔化，熔化温度为750±5℃，获得铝熔体；向铝熔体中依次加入锌块、氯化锰颗粒和Mg-富La混合稀土中间合金，同时加入5号熔剂；待全部物料熔化后，获得混合熔体；5号熔剂的用量为镁锭、锌块、铝块、氯化锰和Mg-富La混合稀土中间合金总重量的0.2%；

[0046] 在SF_6与CO_2混合保护气氛条件下，将混合溶体加入到镁熔体中，在750±5℃精炼30min，然后静置30 min，在静置过程中降温至700℃，制成镁合金熔体；

[0047] 上述的SF_6与CO_2混合保护气氛的SF_6与CO_2的体积比为1:3；

[0048] 采用电磁半连续铸造系统，对镁合金熔体进行浇铸，浇铸开始的同时开启电磁系统对镁合金熔体及铸锭进行电磁搅拌，电磁频率为15~30Hz，直至浇铸完成，获得镁合金铸锭；将镁合金铸锭进行腐蚀试验，在重量浓度3.5%的NaCl溶液中浸泡十天，等面积腐蚀重量24mg/cm ^{2}；

[0049] 将镁合金铸锭置于马弗炉中，然后进行双级均匀化处理；其中第一级均匀化处理的温度180℃，时间8h；第二级均匀化处理的温度350℃，时间15h；双级均匀化处理后去除表面的氧化皮，获得锭坯；

[0050] 将锭坯在300℃保温3小时，然后在立式挤压机上进行热挤压，挤压出口速度为0.2mm/s，热挤压时挤压筒与模具温度为300℃，挤压比15:1；热挤压完成后获得低稀土高耐蚀镁合金，其成分按重量百分比为：Al 6.5%，Zn 0.4%，Mn

0.1%，La 0.36%，Ce 0.18%，余量为Mg和不可避免杂质；杂质中含Fe的重量百分比

0.01，其他杂质的总重量百分比≤0.01%；抗拉强度340MPa，屈服强度210MPa，延伸率18.8%；金相组织如图1所示，扫描组织如图3所示，XRD图如图5所示；

[0051] 采用传统的AZ80镁合金，按上述方式经铸造、退火并挤压成形后，其抗拉强度322MPa，屈服强度210MPa；延伸率15.3%；其中AZ80铸锭进行腐蚀试验，等面积腐蚀重量60mg/cm ^{2}；金相组织如图2所示，扫描组织如图4所示，XRD图如图5所示。

[0052] 实施**例2**(Mg-7.0%Al-0.5%Zn-0.2%Mn-0.62%La-0.31%Ce)

[0053] 方法同实施例1，不同点在于：

[0054] （1）Mg-富La混合稀土中间合金中按重量百分比含La和Ce 25%，并且La/Ce的重量比为3:1；

[0055] （2）5号熔剂的用量为镁锭、锌块、铝块、氯化锰和Mg-富La混合稀土中间合金总重量的0.3%；

[0056] （3）在750±5℃精炼35min，然后静置40 min，在静置过程中降温至695℃；

[0057] （4）SF_6与CO_2混合保护气氛的SF_6与CO_2的体积比为1:4；

[0058] （5）腐蚀试验的等面积腐蚀重量20mg/cm ^{2}；

[0059] （6）第一级均匀化处理的温度210℃，时间6h；第二级均匀化处理的温度390℃，时间12h；

[0060] （7）锭坯在350℃保温2h，热挤压的挤压出口速度为0.5mm/s，热挤压时挤压筒与模具温度为350℃，挤压比16:1；

[0061] （8）低稀土高耐蚀镁合金的成分按重量百分比为：Al 7.0%，Zn 0.5%，Mn 0.2%，La 0.75%，Ce 0.25%，余量为Mg和不可避免杂质；杂质中含Fe的重量百分比 0.02%；抗拉强度335MPa，屈服强度200MPa，延伸率22.2%。

[0062] 实施**例3**

[0063] 方法同实施例1，不同点在于：

[0064] （1）Mg-富La混合稀土中间合金中按重量百分比含La和Ce 30%；

[0065] （2）5号熔剂的用量为镁锭、锌块、铝块、氯化锰和Mg-富La混合稀土中间合

金总重量的0.4%；

[0066] （3）在750±5℃精炼40min，然后静置60 min，在静置过程中降温至695℃；

[0067] （4）SF_6与CO_2混合保护气氛的SF_6与CO_2的体积比为1:5；

[0068] （5）腐蚀试验的等面积腐蚀重量18mg/cm^2；

[0069] （6）第一级均匀化处理的温度250℃，时间5h；第二级均匀化处理的温度420℃，时间10h；

[0070] （7）锭坯在400℃保温1h，热挤压的挤压出口速度为1mm/s，热挤压时挤压筒与模具温度为400℃，挤压比17:1；

[0071] （8）低稀土高耐蚀镁合金的成分按重量百分比为：Al 7.5%，Zn 0.6%，Mn 0.4%，La 1.0%，Ce 0.5%，余量为Mg和不可避免杂质；杂质中含Fe的重量百分比 0.03%；抗拉强度328MPa，屈服强度195MPa，延伸率25.8%。

权利要求书

[权利要求 1] 一种低稀土高耐蚀镁合金，其特征在于成分按重量百分比为：Al 6.5~7.5%，Zn 0.4~0.6%，Mn 0.1~0.4%，，富La混合稀土0.5~1.2%，余量为Mg和不可避免杂质；所述的富La混合稀土中含La和Ce，且La/Ce的重量比为2:1~3:1；抗拉强度320~340MPa，屈服强度180~210MPa。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种低稀土高耐蚀镁合金，其特征在于低稀土高耐蚀镁合金的杂质中含Fe的重量百分比 0.01~0.03%，其他杂质的总重量百分比≤0.01%。

[权利要求 3] 根据权利要求1所述的一种低稀土高耐蚀镁合金，其特征在于低稀土高耐蚀镁合金的延伸率18~28%。

[权利要求 4] 一种权利要求1所述的低稀土高耐蚀镁合金的制备方法，其特征在于包括以下步骤:

（1）按上述成分准备镁锭、锌块、铝块、氯化锰颗粒和Mg-富La混合稀土中间合金；所述的Mg-富La混合稀土中间合金中按重量百分比含La和Ce 20~30%，并且La/Ce的重量比为2:1~3:1；

（2）在保护气氛条件下，将镁锭加入熔炼电阻炉中熔化，设置化料温度为750±5℃，获得镁熔体；

（3）在SF_6与CO_2混合保护气氛条件下，将铝块在另外一个熔炼电阻炉中熔化，熔化温度为750±5℃，获得铝熔体；向铝熔体中依次加入锌块、氯化锰颗粒和Mg-富La混合稀土中间合金，同时加入5号熔剂；待全部物料熔化后，获得混合熔体；

（4）在SF_6与CO_2混合保护气氛条件下，将混合溶体加入到镁熔体中，在750±5℃精炼30~40min，然后静置30~60 min，在静置过程中降温至690~700℃，制成镁合金熔体；

（5）采用电磁半连续铸造系统，对镁合金熔体进行浇铸，浇铸开始的同时开启电磁系统对镁合金熔体及铸锭进行电磁搅拌，电磁频率为15~30Hz，直至浇铸完成，获得镁合金铸锭；

（6）将镁合金铸锭置于马弗炉中，然后进行双级均匀化处理；其中第一级均匀化处理的温度180~250℃，时间5~8h；第二级均匀化处理的温度350~420℃，时间10~15h；双级均匀化处理后去除表面的氧化皮，获得锭坯；

（7）将锭坯在300~400℃保温1~3小时，然后在立式挤压机上进行热挤压，挤压出口速度为0.2~1mm/s，热挤压时挤压筒与模具温度为300~400℃，挤压比≥15:1；热挤压完成后获得低稀土高耐蚀镁合金。

[权利要求 5] 根据权利要求4所述的低稀土高耐蚀镁合金的制备方法，其特征在于步骤（2）中，保护气氛为氩气气氛。

[权利要求 6] 根据权利要求4所述的低稀土高耐蚀镁合金的制备方法，其特征在于步骤（3）中，5号熔剂的用量为镁锭、锌块、铝块、氯化锰和Mg-富La混合稀土中间合金总重量的0.2~0.4%。

[权利要求 7] 根据权利要求4所述的低稀土高耐蚀镁合金的制备方法，其特征在于所述的氯化锰颗粒的粒径1~3mm。

[权利要求 8] 根据权利要求4所述的低稀土高耐蚀镁合金的制备方法，其特征在于步骤（3）和（4）中，SF_6与CO_2混合保护气氛的SF_6与CO_2的体积比为1:（3~5）。

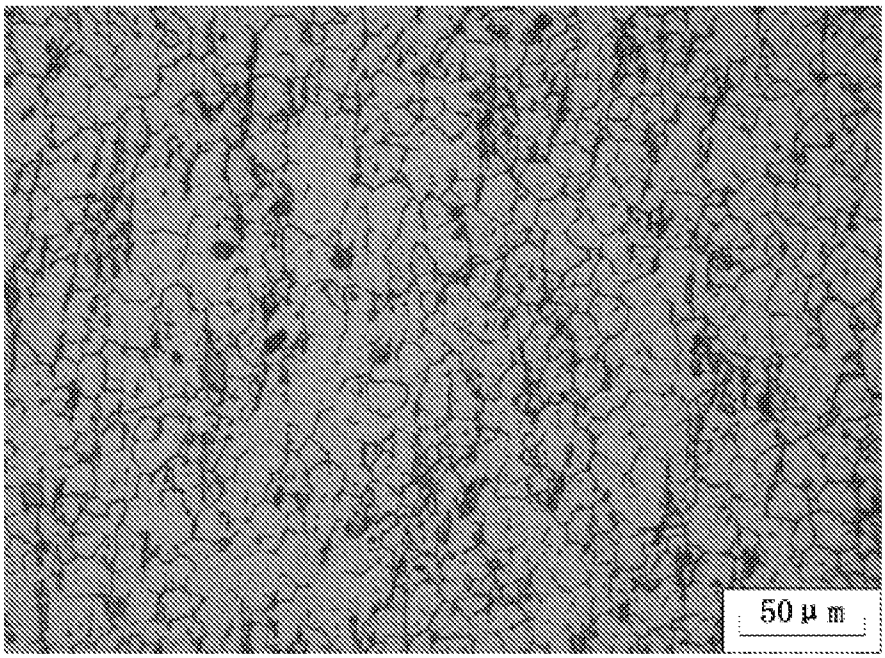


图 1

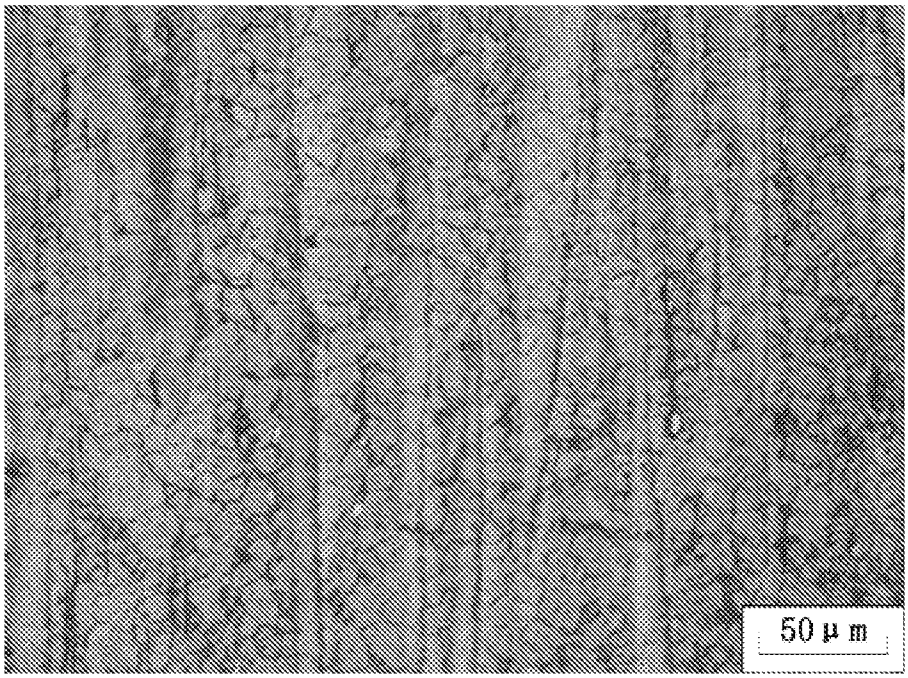


图 2

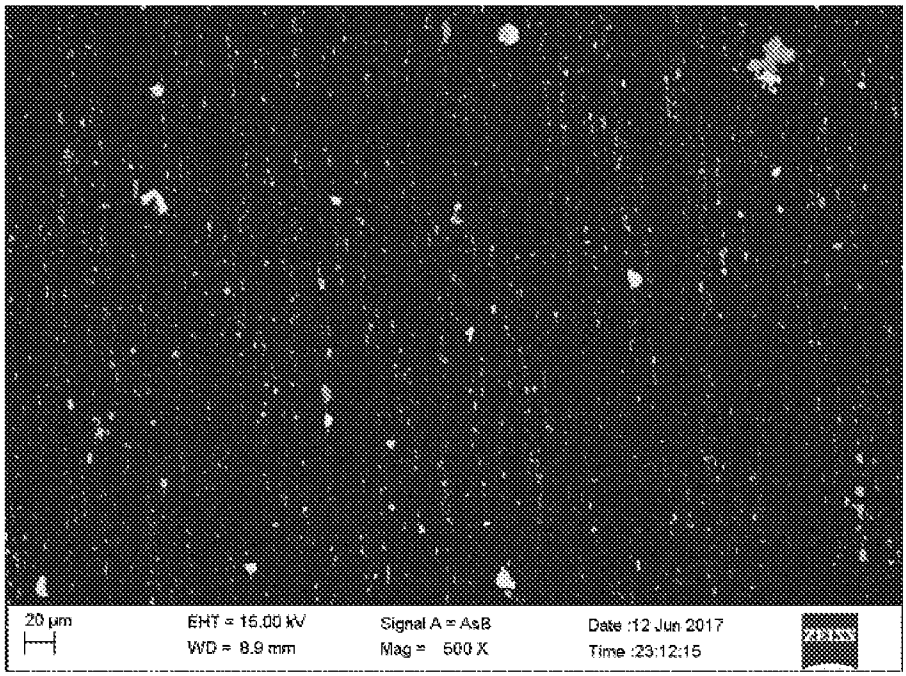

20 µm
EHT = 15.00 kV
WD = 8.9 mm
Signal A = AsB
Mag = 500 X
Date :12 Jun 2017
Time :23:12:15

图 3

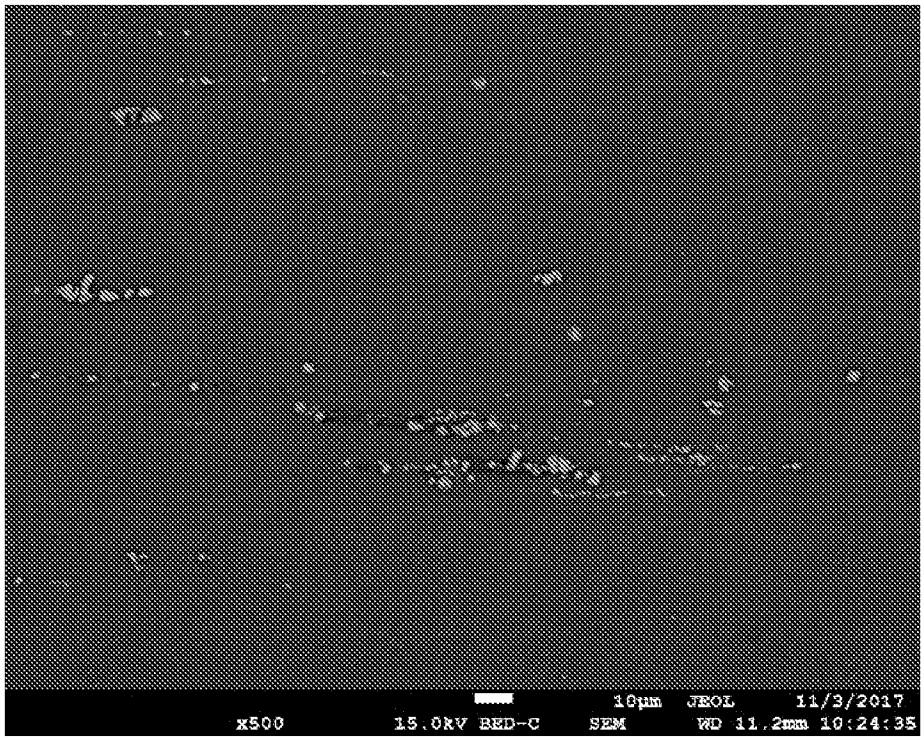

x500
15.0kV RED-C
10µm JEOL
SEM
11/3/2017
WD 11.2mm 10:24:35

图 4

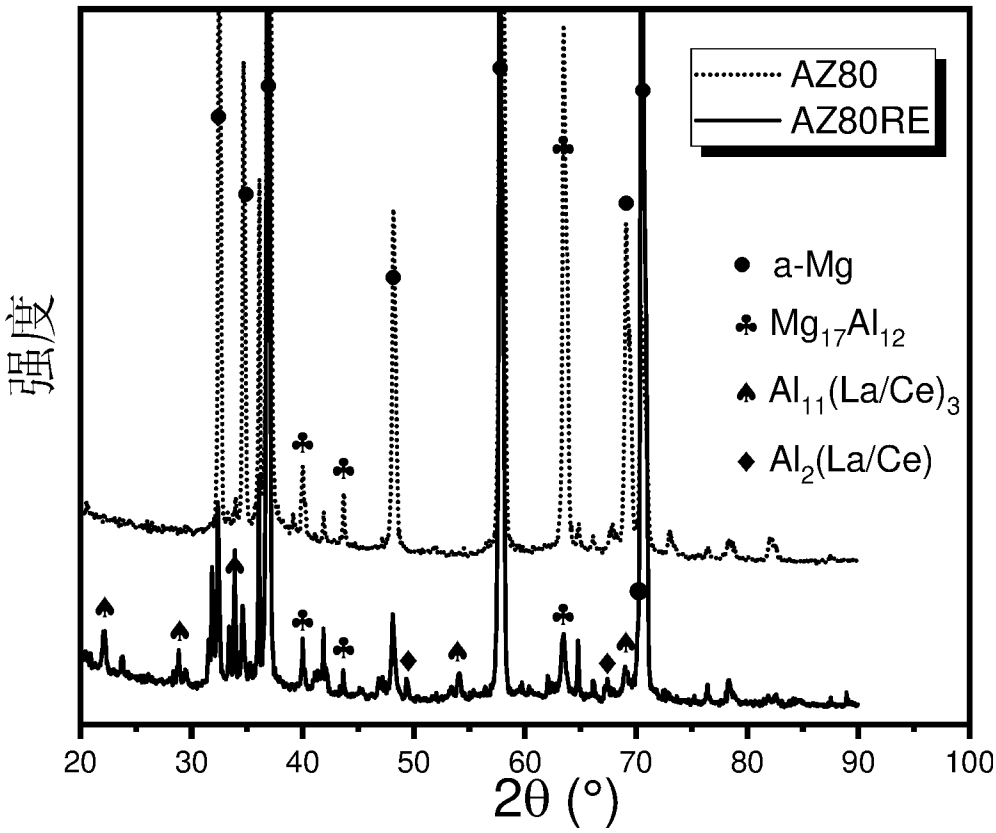

AZ80
AZ80RE
a-Mg
Mg17Al12
Al11(La/Ce)3
Al2(La/Ce)
强度
20
30
40
50
60
70
80
90
100
2θ (°)

图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/102765

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 23/02(2006.01)i; C22C 1/03(2006.01)i; C22C 1/06(2006.01)i; C22F 1/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C; C22F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS; CNTXT; CNKI; DWPI: 东北大学, 程春龙, 胡成路, 蒋燕超, 廖启宇, 乐启炽, 陈星瑞, 镁合金, 稀土, 锌, 铝, 锰, 腐蚀, 浇注, 抗拉强度, 屈服强度, 延伸率, 熔炼, 挤压, 均匀化, 精炼, 连铸, 浇铸, 耐蚀, 中间合金, rare earth, RE, Ce, cerium, La, lanthanum, Al, alumium, Mn, manganese, Zn, zinc, Mg, magnesium, erosion, alloy, melt???, cast???, smelting, corrosion

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 106917021 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 04 July 2017 (2017-07-04) description, paragraphs 4-17	1-8
PX	CN 109881061 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 14 June 2019 (2019-06-14) description, paragraphs 4-25	1-8
PX	CN 109825750 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 31 May 2019 (2019-05-31) description, paragraphs 4-25	1-8
A	CN 102330006 A (BYD COMPANY LIMITED) 25 January 2012 (2012-01-25) description, paragraphs 8-19	1-8
A	CN 1904106 A (ALUMINUM CORPORATION OF CHINA LIMITED) 31 January 2007 (2007-01-31) entire document	1-8
A	CN 106676355 A (NORTHEASTERN UNIVERSITY) 17 May 2017 (2017-05-17) entire document	1-8
A	JP 2009007606 A (MITSUBISHI ALUMINIUM) 15 January 2009 (2009-01-15) abstract	1-8

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
18 December 2019	**02 January 2020**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/102765

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 106917021 A	04 July 2017	CN 106917021 B	16 October 2018
CN 109881061 A	14 June 2019	None	
CN 109825750 A	31 May 2019	None	
CN 102330006 A	25 January 2012	CN 102330006 B	02 October 2013
CN 1904106 A	31 January 2007	None	
CN 106676355 A	17 May 2017	CN 106676355 B	28 September 2018
JP 2009007606 A	15 January 2009	JP 5158675 B2	06 March 2013

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/102765

A. 主题的分类

C22C 23/02(2006.01)i; C22C 1/03(2006.01)i; C22C 1/06(2006.01)i; C22F 1/06(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

C22C; C22F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用）)

CNABS;CNTXT;CNKI;DWPI:东北大学，程春龙，胡成路，蒋燕超，廖启宇，乐启炽，陈星瑞，镁合金，稀土，锌，铝，锰，腐蚀，浇注，抗拉强度，屈服强度，延伸率，熔炼，挤压，均匀化，精炼，连铸，浇铸，耐蚀，中间合金，rare earth, RE, Ce, cerium, La, lanthanum, Al, alumium, Mn, manganese, Zn, zinc, Mg, magnesium, erosion, alloy, melt???, cast???, smelting, corrosion

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 106917021 A (东北大学) 2017年 7月 4日 (2017-07-04) 说明书第4-17段	1-8
PX	CN 109881061 A (东北大学) 2019年 6月 14日 (2019-06-14) 说明书第4-25段	1-8
PX	CN 109825750 A (东北大学) 2019年 5月 31日 (2019-05-31) 说明书第4-25段	1-8
A	CN 102330006 A (比亚迪股份有限公司) 2012年 1月 25日 (2012-01-25) 说明书第8-19段	1-8
A	CN 1904106 A (中国铝业股份有限公司) 2007年 1月 31日 (2007-01-31) 全文	1-8
A	CN 106676355 A (东北大学) 2017年 5月 17日 (2017-05-17) 全文	1-8
A	JP 2009007606 A (MITSUBISHI ALUMINIUM) 2009年 1月 15日 (2009-01-15) 说明书摘要	1-8

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。

☑ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型：

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件，或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件（如具体说明的）

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布，与申请不相抵触，但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件，单独考虑该文件，认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件，当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时，要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期
2019年 12月 18日	2020年 1月 2日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451	受权官员 陈博勋 电话号码 (86-10)53962803

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/102765

检索报告引用的专利文件			公布日（年/月/日）	同族专利			公布日（年/月/日）
CN	106917021	A	2017年 7月 4日	CN	106917021	B	2018年 10月 16日
CN	109881061	A	2019年 6月 14日		无		
CN	109825750	A	2019年 5月 31日		无		
CN	102330006	A	2012年 1月 25日	CN	102330006	B	2013年 10月 2日
CN	1904106	A	2007年 1月 31日		无		
CN	106676355	A	2017年 5月 17日	CN	106676355	B	2018年 9月 28日
JP	2009007606	A	2009年 1月 15日	JP	5158675	B2	2013年 3月 6日