

(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
2018 年 6 月 7 日 (07.06.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/099272 A1

(51) 国际专利分类号:
C22C 21/02 (2006.01) **B22D 17/00** (2006.01)

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/111382

(22) 国际申请日: 2017 年 11 月 16 日 (16.11.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201611096735.4 2016年12月2日 (02.12.2016) CN

(71) 申请人: 比亚迪股份有限公司 (BYD COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

(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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条 (3))。

(72) 发明人: 菅永喜 (JIAN, Yongxi); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路 3009 号, Guangdong 518118 (CN)。张春萌 (ZHANG, Chunmeng); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路 3009 号, Guangdong 518118 (CN)。郭强 (GUO, Qiang); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路 3009 号, Guangdong 518118 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼301室, Beijing 100084 (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,

(54) Title: SEMISOLID DIE-CASTING ALUMINUM ALLOY AND METHOD FOR PREPARING SEMISOLID DIE-CASTING ALUMINUM ALLOY CASTINGS

(54) 发明名称: 半固态压铸铝合金及制备半固态压铸铝合金铸件的方法

(57) Abstract: Provided are a semisolid die-casting aluminum alloy and a method for preparing semisolid die-casting aluminum alloy castings, wherein, the semisolid die-casting aluminum alloy contains alloy elements, unavoidable impurities, and the balance of aluminum elements; on the basis of the total weight of the semisolid die-casting aluminum alloy, the alloying elements include: 7.5 wt% to 9.5 wt% of Si, 3.5 wt% to 4.8 wt% of Cu, 0.5 wt% to 0.75 wt% of Mn, 0.01 wt% to 0.5 wt% of Ti and 0.01 wt% to 0.35 wt% of rare earth elements.

(57) 摘要: 一种半固态压铸铝合金及用半固态压铸制备铝合金铸件的方法, 该半固态压铸铝合金含有合金元素、不可避免的杂质和余量的铝元素; 以所述半固态压铸铝合金的总重量为基准, 所述合金元素包括: 7.5-9.5重量%的Si、3.5-4.8重量%的Cu、0.5-0.75重量%的Mn、0.01-0.5重量%的Ti和0.01-0.35重量%的稀土元素。



WO 2018/099272 A1

半固态压铸铝合金及制备半固态压铸铝合金铸件的方法

相关申请的交叉引用

本申请主张在 2016 年 12 月 2 日在中国提交的中国专利申请号 CN 201611096735.4 的优先权，其全部内容通过引用包含于此。

技术领域

本公开涉及合金领域，具体地，涉及一种半固态压铸铝合金及制备半固态压铸铝合金铸件的方法。

背景技术

压铸是一种液态成型方式，由于压射速度快，液体在模腔中容易形成紊流，将模腔中的空气卷入产品中；在液体碰到模具瞬间温差较大，表面的液体快速凝固，增加了芯部液体流动阻力，因此不能很好的融合进而形成冷隔，同时合金在熔炼、铸造过程中由于引入氧化物或一些其它杂质，最终也导致产品性能降低。

随着 3C 和汽车产品的迅猛发展，压铸铝合金得到快速应用，到 20 世纪 80 年代，美国 68% 的铝合金构件采用压铸技术生产，目前，工业使用的压铸铝合金主要有铝硅合金、铝镁合金、铝锌合金、铝硅铜合金以及铝硅镁合金。

普通压铸最常用的压铸合金是 ADC12，其屈服强度约 190MPa，抗拉强度约 280MPa，延伸率 2-3%，不能进行热处理强化。而变形铝合金（包括挤压、锻造、轧制等用铝合金）尽管力学性能高，且性能稳定，但由于工艺条件苛刻，装备要求高而不能成型复杂的零部件，无法实现汽车零部件的简约化、集成化发展需求。

发明内容

本公开的目的是提供一种半固态压铸铝合金及制备半固态压铸铝合金铸件的方法，该半固态压铸铝合金兼有高强度和高塑性，能够进行高压铸造，既能成型出各种复杂零部件，而且能够保证较高的力学性能。

为了实现上述目的，本公开提供一种半固态压铸铝合金，该半固态压铸铝合金含有合金元素、不可避免的杂质和余量的铝元素；以所述半固态压铸铝合金的总重量为基准，所述合金元素包括：7.5-9.5 重量%的 Si、3.5-4.8 重量%的 Cu、0.5-0.75 重量%的 Mn、0.01-0.5 重量%的 Ti 和 0.01-0.35 重量%的稀土元素。

可选地，以所述半固态压铸铝合金的总重量为基准，所述合金元素包括：8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti 和 0.15-0.25 重量%

的稀土元素。

可选地，所述稀土元素包括 La、Ce、Pr 和 Nd 中的至少一种。

可选地，所述半固态压铸铝合金中的杂质不超过 0.8 重量%。

可选地，所述 Ti 和 Cu 的重量含量之比为 1: (14-90)。

可选地，所述半固态压铸铝合金由 7.5-9.5 重量%的 Si、3.5-4.8 重量%的 Cu、0.5-0.75 重量%的 Mn、0.01-0.5 重量%的 Ti、0.01-0.35 重量%的稀土元素、不超过 0.8 重量%的杂质和余量的铝组成。

可选地，所述半固态压铸铝合金由 8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti、0.15-0.25 重量%的稀土元素、不超过 0.7 重量%的杂质和余量的铝组成。

可选地，所述半固态压铸铝合金的抗拉强度不低于 370MPa，屈服强度不低于 290MPa，延伸率不低于 5.5%。

可选地，所述半固态压铸铝合金的抗拉强度不低于 380MPa，屈服强度不低于 300MPa，延伸率不低于 6%。

本公开还提供一种制备半固态压铸铝合金铸件的方法，该方法包括：将铝合金原料进行配比熔炼后进行半固态压铸，得到半固态压铸铝合金铸件；所述铝合金原料使所得到的半固态压铸铝合金铸件包括：以半固态压铸铝合金铸件的总重量为基准，7.5-9.5 重量%的 Si、3.5-4.8 重量%的 Cu、0.5-0.75 重量%的 Mn、0.01-0.5 重量%的 Ti、0.01-0.35 重量%的稀土元素、余量的铝以及不可避免的杂质。

可选地，所述铝合金原料使所得到的所述半固态压铸铝合金铸件包括：以半固态压铸铝合金铸件的总重量为基准，8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti、0.15-0.25 重量%的稀土元素、余量的铝以及不可避免的杂质。

可选地，所述铝合金原料是金属单质或金属合金。

可选地，所述铝合金原料为单质铝或铝的合金、单质硅或硅的合金、单质铜或铜的合金、单质锰或锰的合金、单质钛或钛的合金、以及稀土元素单质或含有稀土元素的合金。

可选地，所述铝合金原料为单质铝、Al-Si 合金、Al-Ti 合金、Al-Cu 合金、Al-Mn 合金和 Al-Re 中间合金。

可选地，所述金属单质的纯度为 99.9 重量%以上，所述金属合金中合金元素的合计含量为 99.9 重量%以上。

通过上述技术方案，根据本公开的半固态压铸铝合金通过调整优化配方，并加入稀土元素，对合金熔体起到了除气除杂净化作用和细化晶粒的变质作用，同时增加了熔体流动性，提高了铸造性能。本公开的制备半固态压铸铝合金铸件的方法采用上述半固态压铸铝合金进

行半固态压铸，该方法可以成型出各种复杂零部件，提高了铸件的力学性能，同时减少了铸件缺陷，提高了成品率。

本公开的其他特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

具体实施方式

以下对本公开的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是，此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本公开，并不用于限制本公开。

本公开提供一种半固态压铸铝合金，该半固态压铸铝合金含有合金元素、不可避免的杂质和余量的铝元素；以所述半固态压铸铝合金的总重量为基准，所述合金元素包括：7.5-9.5 重量%的 Si、3.5-4.8 重量%的 Cu、0.5-0.75 重量%的 Mn、0.01-0.5 重量%的 Ti 和 0.01-0.35 重量%的稀土元素。

根据本公开的半固态压铸铝合金通过调整优化配方，并加入稀土元素，对合金熔体起到了除气除杂净化作用和细化晶粒的变质作用，同时增加了熔体流动性，提高了铸造性能。根据本公开的半固态压铸铝合金，半固态压铸铝合金的组成成分在上述范围内时，可以在获得良好的铸造性能的同时，获得高机械性能。采用该配方得到的半固态压铸铝合金的抗拉强度不低于 370MPa，屈服强度不低于 290MPa，延伸率不低于 5.5%。

根据本公开，为了进一步提高所述半固态压铸铝合金的力学性能与铸造性能，可选地，以所述半固态压铸铝合金的总重量为基准，所述合金元素包括：8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti 和 0.15-0.25 重量%的稀土元素。根据该配方得到的半固态压铸铝合金的抗拉强度不低于 380MPa，屈服强度不低于 300MPa，延伸率不低于 6%。

根据本公开，所述稀土元素的种类没有特别的限制，可以为本领域技术人员所熟知的常规种类，可以为单一种类的稀土元素或混合稀土，为了降低原料成本，可选地，所述稀土元素可以包括 La、Ce、Pr 和 Nd 中的至少一种，各稀土元素的相对含量也没有特别要求。上述稀土元素可以为商购产品，为工业混合稀土。

根据本公开，半固态压铸铝合金的纯度是影响铝合金性能的重要因素之一，为了使本公开的半固态压铸铝合金性能优良，可选地，所述半固态压铸铝合金中的杂质不超过 0.8 重量%。

根据本公开，在半固态压铸铝合金中添加金属元素钛，可以细化晶粒，提高合金的强度与塑性，改善合金流动性，提高铸造性能；同时，添加金属元素铜，可以与钛形成 Ti_2Cu_3 相，分布于晶界处，使合金拉伸时的晶界滑移受到有效抑制，从而提升合金强度。为了进一步提高上述两种元素对所述半固态压铸铝合金性能的提升效果，可选地，所述 Ti 和 Cu 的重量含量之比可以为 1: (7-350)，优选为 1: (14-90)。

为了进一步提高所述半固态压铸铝合金的力学性能与铸造性能,可选地,所述半固态压铸铝合金可以由 7.5-9.5 重量%的 Si、3.5-4.8 重量%的 Cu、0.5-0.75 重量%的 Mn、0.01-0.5 重量%的 Ti、0.01-0.35 重量%的稀土元素、不超过 0.8 重量%的杂质和余量的铝组成。

可选地,所述半固态压铸铝合金可以由 8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti、0.15-0.25 重量%的稀土元素、不超过 0.7 重量%的杂质和余量的铝组成。

本公开还提供一种制备半固态压铸铝合金铸件的方法,该方法包括:将铝合金原料进行配比熔炼后进行半固态压铸,得到半固态压铸铝合金铸件;所述铝合金原料使所得到的半固态压铸铝合金铸件包括:以铝合金铸件的总重量为基准,7.5-9.5 重量%的 Si、3.5-4.8 重量%的 Cu、0.5-0.75 重量%的 Mn、0.01-0.5 重量%的 Ti、0.01-0.35 重量%的稀土元素、余量的铝以及不可避免的杂质。

根据本公开的制备半固态压铸铝合金铸件的方法,为了得到具有更高机械性能的半固态压铸铝合金铸件,在可选的情况下,所述铝合金原料使所得到的半固态压铸铝合金铸件包括:以半固态压铸铝合金铸件的总重量为基准,8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti、0.15-0.25 重量%的稀土元素、余量的铝以及不可避免的杂质。

根据本公开的制备半固态压铸铝合金铸件的方法,所述熔融可以在熔炼炉内进行,向熔炼炉内加入的铝合金原料可以是单质也可以是金属合金,只要加入的铝合金原料熔炼后得到的铝合金中的组成成分在上述范围内即可。在可选的情况下,所述铝合金原料可以为单质铝或铝的合金、单质硅或含硅的合金、单质铜或铜的合金、单质锰或锰的合金、单质钛或钛的合金、以及稀土元素单质或含有稀土的合金。在可选的情况下,上述铝合金原料为单质铝、Al-Si 合金、Al-Ti 合金、Al-Cu 合金、Al-Mn 合金和 Al-Re 中间合金。另外,为了避免引入杂质影响铝合金的性能,金属单质的纯度为 99.9 重量%以上,合金中合金元素的合计含量为 99.9 重量%以上。

根据本公开的制备半固态压铸铝合金铸件的方法,通过将铝合金原料进行配比熔炼后进行半固态压铸得到所述半固态压铸铝合金铸件,所述熔炼和半固态压铸可以采用常规的方法和操作条件,本公开不作特殊的要求。

例如,熔炼工艺可以采用现有的备料→熔化→精炼→除渣→浇铸的步骤,具体地,本公开的制备半固态压铸铝合金铸件的方法可以包括如下步骤:

步骤 1、备料:1) 原材料:准备好配方量的纯铝锭(纯度 $\geq 99.9\text{wt}\%$)、Al-Si 中间合金、Al-Ti 中间合金、Al-Cu 中间合金、Al-Mn 中间合金和 Al-Re 中间合金;2) 助熔剂:覆盖剂、精炼剂和变质剂,均可采用现有的用于铝合金制备的覆盖剂、精炼剂和变质剂,例如:覆盖

剂 SY-LF1、精炼剂六氯乙烷、变质剂 K₂ZrF₆。

步骤 2、干燥：将准备好的原料进行干燥处理，其中，纯铝锭在 100℃±10℃温度下烘干，而 Al-Si 中间合金、Al-Ti 中间合金、Al-Cu 中间合金、Al-Mn 中间合金和 Al-Re 中间合金在 150℃±10℃温度下烘干，烘干的作用是为了去除原料中的水分。

步骤 3、熔融合金化：首先将坩埚内壁涂覆上准备好的覆盖剂，然后预热至 200-250℃，将称量好的铝锭、Al-Si 中间合金、Al-Ti 中间合金、Al-Cu 中间合金、Al-Mn 中间合金和 Al-Re 中间合金放入坩埚中并加入覆盖剂加热熔化，待合金充分熔化后，搅拌均匀，整个熔化过程的时间控制在 2-3h，且铝合金熔液的最终温度控制在 750-770℃。

步骤 4、精炼：精炼的目的是清除合金液中的非金属夹杂物；在 700-720℃时用钟罩将精炼剂六氯乙烷分批压入熔液面下约 2/3 处，均匀缓慢做顺时针转动，待六氯乙烷充分反应，将熔液中的夹杂物、气体带出。搅动的速度要缓慢。六氯乙烷的用量与合金成分及原铸锭质量有关，一般用量为炉料质量的 0.5wt%-0.7wt%。在电阻炉内熔化，精炼时间在 10min 以内。

步骤 5、除渣：当使用六氯乙烷充分精炼后，将钟罩取出，清理掉残留的氧化物，将熔液表面的夹杂物用打渣勺捞出。

步骤 6、浇铸：合金扒渣处理后保温 4-10min 应立即进行浇注，浇注成压铸用合金锭或压铸块。浇注温度一般要求为 720-750℃之间。

步骤 7，压铸：将上述压铸用合金锭或压铸块通过常规半固态压铸工艺压铸出样件，获得本公开的铝合金铸件。

以下通过列举实施例，对本公开的铝合金及其制备方法进行进一步说明。但本公开并不限定于以下所列举的实施例。

在本公开的下述实施例和对比例中，所述稀土元素为混合稀土（含有 La 39.8 重量%，Ce 58.8 重量%）。

实施例 1

本实施例用于说明本公开的半固态压铸铝合金及半固态压铸铝合金铸件的制备方法。

所述半固态压铸铝合金包括：以半固态压铸铝合金的总重量为基准，8.5 重量%的 Si、4.0 重量%的 Cu、0.55 重量%的 Mn、0.15 重量%的 Ti、0.20 重量%的稀土元素以及余量的铝；

将按照上述半固态压铸铝合金组成计量的铝锭、Al-Si 中间合金、Al-Ti 中间合金、Al-Cu 中间合金、Al-Mn 中间合金和 Al-Re 中间合金放入涂覆有覆盖剂并预热至 220℃的坩埚中并加入覆盖剂加热熔化，待合金充分熔化后，搅拌均匀，熔化过程在 2.5h，且铝合金熔液的最终温度为 750℃；在 700-720℃时用钟罩将精炼剂六氯乙烷分批压入熔液面下约 2/3 处，均匀缓慢做顺时针转动，精炼 8min，六氯乙烷的用量为炉料质量的 0.5wt%；充分精炼后，将

钟罩取出，清理掉残留的氧化物，将熔液表面的夹杂物用打渣勺捞出；保温 5min，浇注成铝合金铸锭 Z1，浇注温度 750℃；将上述铝合金铸锭 Z1 通过常规半固态压铸工艺压铸出样件，得到本实施例的铝合金铸件 A1。

实施例 2

本实施例用于说明本公开的半固态压铸铝合金及半固态压铸铝合金铸件的制备方法。

采用实施例 1 的方法，所不同的是，半固态压铸铝合金包括：以半固态压铸铝合金的总重量为基准，9.5 重量%的 Si、3.5 重量%的 Cu、0.5 重量%的 Mn、0.01 重量%的 Ti、0.01 重量%的稀土元素以及余量的铝，得到本实施例的铝合金铸件 A2。

实施例 3

本实施例用于说明本公开的半固态压铸铝合金及半固态压铸铝合金铸件的制备方法。

采用实施例 1 的方法，所不同的是，半固态压铸铝合金包括：以半固态压铸铝合金的总重量为基准，7.5 重量%的 Si、4.8 重量%的 Cu、0.75 重量%的 Mn、0.5 重量%的 Ti、0.35 重量%的稀土元素以及余量的铝，得到本实施例的铝合金铸件 A3。

实施例 4

本实施例用于说明本公开的半固态压铸铝合金及半固态压铸铝合金铸件的制备方法。

采用实施例 1 的方法，所不同的是，半固态压铸铝合金包括：以半固态压铸铝合金的总重量为基准，9.0 重量%的 Si、4.4 重量%的 Cu、0.52 重量%的 Mn、0.10 重量%的 Ti、0.15 重量%的稀土元素以及余量的铝，得到本实施例的铝合金铸件 A4。

对比例 1

本对比例用于说明与本公开不同的半固态压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

采用实施例 1 的方法和原料，不同之处仅在于，不加入稀土元素，得到本对比例的铝合金铸件 B1。

对比例 2

本对比例用于说明与本公开不同的半固态压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

采用实施例 1 的方法和原料，不同之处仅在于，半固态压铸铝合金中稀土元素的含量为 0.5 重量%，得到本对比例的铝合金铸件 B2。

对比例 3

本对比例用于说明与本公开不同的半固态压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

采用实施例 1 的方法和原料，不同之处仅在于，半固态压铸铝合金中 Si 的含量为 10 重量%，得到本对比例的铝合金铸件 B3。

对比例 4

本对比例用于说明与本公开不同的半固态压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

采用实施例 1 的方法和原料，不同之处仅在于，半固态压铸铝合金中 Si 的含量为 7 重量%，得到本对比例的铝合金铸件 B4。

对比例 5

本对比例用于说明与本公开不同的半固态压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

采用实施例 1 的方法和原料，不同之处仅在于，半固态压铸铝合金中 Cu 的含量为 5 重量%，得到本对比例的铝合金铸件 B5。

对比例 6

本对比例用于说明与本公开不同的半固态压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

采用实施例 1 的方法和原料，不同之处仅在于，半固态压铸铝合金中 Cu 的含量为 3 重量%，得到本对比例的铝合金铸件 B6。

对比例 7

本对比例用于说明与本公开不同的半固态压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

采用实施例 1 的方法，不同之处仅在于，采用商用的 ADC12 铝合金锭为铸锭，获得铝合金样件 B7。

对比例 8

本对比例用于说明与本公开不同的半固态压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

采用实施例 1 的方法，不同之处仅在于，采用商用的 A356.2 铝合金锭为铸锭，获得铝合金样件 B8。

对比例 9

本对比例用于说明与本公开不同的压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

采用实施例 1 的原料, 不同之处仅在于, 使用常规的压铸方法, 获得铝合金样件 B9。

对比例 10

本对比例用于说明与本公开不同的压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

将纯铝 (A00 铝)、铝锰合金 (AlMn10)、铝硅合金 (AlSi12)、铝铁合金 (AlFe10)、铝铜合金 (Al-50Cu)、纯镁 (99.9)、纯锌 (99.95)、铝钛碳硼合金、镁镧铈 (Mg-LaCe)、镁钇 (Mg-Y), 经配料计算、熔炼和浇注, 最终制得的合金主要元素的含量如下所示: Si: 6.0wt%, Cu: 0.5wt%, Fe: 0.42wt%, Mn: 0.05wt%, Mg: 1.0wt%, Zn: 1.5wt%, Ti: 0.05wt%, C: 0.002wt%, LaCe: 0.20wt%, Y: 0.12wt%, 剩余为 Al 和不可避免的杂质。使用常规的压铸方法, 获得铝合金样件 B10。

对比例 11

本对比例用于说明与本公开不同的压铸铝合金及铝合金铸件制备方法。

(1) 将纯镁锭、中间合金 Al-Si、Al-Mn、Al-Cu、Al-Ti 预热到 180-240℃, 纯铝熔化后保温在 740-760℃ 范围内, 依次将纯镁锭、中间合金 Al-Si、Al-Mn、Al-Cu、Al-Ti 加入至铝液中, 待其熔化后, 在 740℃ 下保温 30 分钟, 使其充分均匀化; 其中, 上述材料中各成分按重量百分比为 Si: 8.5-11.5%、Mn: 0.1-0.8%、Cu: 0.5-3.0%、Mg: 0.25-0.5%、Ti: 0.15-0.35%、其他杂质 ≤ 0.4% (其中 Fe < 0.8%、P < 0.004%);

(2) 将合金液温度升温到 780℃, 加入混合稀土, 待混合稀土熔化后去除表面浮渣, 搅拌 3-6 分钟使成分均匀化, 搅拌后将合金液温度提高至 770-780℃, 保温静置 30 分钟; 其中, 混合稀土总重量不大于 1%, 其 La、Ce、Sm、Nd 每种元素按重量百分比分别小于 0.35%;

(3) 将合金液降温至 750℃ 进行精炼 15 分钟后将合金液降温至 710℃ 进行除渣, 再将合金液降温至 690℃ 进行除气, 最后将除渣除气后的合金液降温到 680℃ 进行压铸, 铸件成型后进行热处理工艺, 在温度高于 545℃ 中固溶处理持续 3 小时, 后在温度 165℃ 进行时效处理 6-12 小时, 获得铝合金样件 B11。

测试

本测试用于测定实施例 1-4 与对比例 1-11 中获得的半固态压铸铝合金铸件在室温下的力学性能。

参照《GB/T 228.1-2010 金属材料 拉伸试验 第一部分: 室温试验方法》测试的铝合金铸件的抗拉强度、屈服强度和延伸率, 具体结果见表 1。

表 1

实施例	屈服强度 (MPa)	断裂强度 (MPa)	延伸率 (%)
实施例 1	310	392	8.5
实施例 2	300	371	7.0
实施例 3	291	376	5.5
实施例 4	305	385	8.0
对比例 1	254	332	5.5
对比例 2	296	367	7.0
对比例 3	280	371	6.0
对比例 4	261	323	5.0
对比例 5	290	342	4.0
对比例 6	243	296	5.0
对比例 7	185	292	2.5
对比例 8	251	310	8.0
对比例 9	174	278	2
对比例 10	200	300	6.2
对比例 11	230	308	5.0

从实施例 1-4 与对比例 1-11 的结果对比可以看出,本公开的半固态压铸铝合金具有良好的力学性能和铸造性能,该半固态压铸铝合金抗拉强度不低于 370MPa,屈服强度不低于 290MPa,延伸率不低 5.5%。尤其是在本公开可选的合金元素包括:8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti 和 0.15-0.25 重量%的稀土元素时,根据该配方得到的半固态压铸铝合金的抗拉强度不低于 380MPa,屈服强度不低于 300MPa,延伸率不低于 6%。从实施例 1 和实施例 4 与实施例 2-3 的数据对比可以看出,在本公开的 Ti 和 Cu 的重量含量之比为 1:(14-90) 的情况下,本公开的半固态压铸铝合金力学性能和铸造性能更好。

以上详细描述了本公开的可选实施方式,但是,本公开并不限于上述实施方式中的具体细节,在本公开的技术构思范围内,可以对本公开的技术方案进行多种变形,这些变形均属于本公开的保护范围。

另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复,本公开对各种可能的组合方式不再另行说明。

此外,本公开的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本公开的思想,其同样应当视为本公开所公开的内容。

权利要求书

1、一种半固态压铸铝合金，含有合金元素、不可避免的杂质和余量的铝元素；以所述半固态压铸铝合金的总重量为基准，所述合金元素包括：7.5-9.5 重量%的 Si、3.5-4.8 重量%的 Cu、0.5-0.75 重量%的 Mn、0.01-0.5 重量%的 Ti 和 0.01-0.35 重量%的稀土元素。

2、根据权利要求 1 所述的半固态压铸铝合金，其中，以所述半固态压铸铝合金的总重量为基准，所述合金元素包括：8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti 和 0.15-0.25 重量%的稀土元素。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的半固态压铸铝合金，其中，所述稀土元素包括 La、Ce、Pr 和 Nd 中的至少一种。

4、根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的半固态压铸铝合金，其中，所述半固态压铸铝合金中的所述杂质不超过 0.8 重量%。

5、根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的半固态压铸铝合金，其中，所述 Ti 和 Cu 的重量含量之比为 1: (14-90)。

6、根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的半固态压铸铝合金，其中，所述半固态压铸铝合金由 7.5-9.5 重量%的 Si、3.5-4.8 重量%的 Cu、0.5-0.75 重量%的 Mn、0.01-0.5 重量%的 Ti、0.01-0.35 重量%的稀土元素、不超过 0.8 重量%的杂质和余量的铝组成。

7、根据权利要求 6 所述的半固态压铸铝合金，其中，所述半固态压铸铝合金由 8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti、0.15-0.25 重量%的稀土元素、不超过 0.7 重量%的杂质和余量的铝组成。

8、根据权利要求 1-7 中任意一项所述的半固态压铸铝合金，其中，所述半固态压铸铝合金的抗拉强度不低于 370MPa，屈服强度不低于 290MPa，延伸率不低于 5.5%。

9、根据权利要求 2 或 7 所述的半固态压铸铝合金，其中，所述半固态压铸铝合金的抗拉强度不低于 380MPa，屈服强度不低于 300MPa，延伸率不低于 6%。

10、一种制备半固态压铸铝合金铸件的方法，包括：将铝合金原料进行配比熔炼后进行半固态压铸，得到半固态压铸铝合金铸件；其中所述铝合金原料使所得到的所述半固态压铸铝合金铸件包括：以铝合金铸件的总重量为基准，7.5-9.5 重量%的 Si、3.5-4.8 重量%的 Cu、0.5-0.75 重量%的 Mn、0.01-0.5 重量%的 Ti、0.01-0.35 重量%的稀土元素、余量的铝以及不可避免的杂质。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其中所述铝合金原料使所得到的所述半固态压铸铝合金铸件包括：以半固态压铸铝合金铸件的总重量为基准，8.0-9.0 重量%的 Si、3.5-4.5 重量%的 Cu、0.5-0.6 重量%的 Mn、0.05-0.25 重量%的 Ti、0.15-0.25 重量%的稀土元素、余量的铝以及不可避免的杂质。

12、根据权利要求 10 或 11 所述的方法，其中所述铝合金原料是金属单质或金属合金。

13、根据权利要求 12 所述的方法，其中所述铝合金原料为单质铝或铝的合金、单质硅或硅的合金、单质铜或铜的合金、单质锰或锰的合金、单质钛或钛的合金、以及稀土元素单质或含有稀土元素的合金。

14、根据权利要求 12 或 13 所述的方法，其中所述铝合金原料为单质铝、Al-Si 合金、Al-Ti 合金、Al-Cu 合金、Al-Mn 合金和 Al-Re 中间合金。

15、根据权利要求 12 至 14 中任一项所述的方法，其中所述金属单质的纯度为 99.9 重量%以上，所述金属合金中合金元素的合计含量为 99.9 重量%以上。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/111382

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 21/02 (2006.01) i; B22D 17/00 (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 21; B22D

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, EPODOC, WPI, SIPOABS: 半固态, 压力铸造, 压铸, 铝, 硅, 铜 semisolid die casting, Al, aluminium, aluminium, Si, silicon, Cu, copper, cuprum

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103526084 A (NINGBO DONGHAO DIE CASTING INDUSTRY CO., LTD.), 22 January 2014 (22.01.2014), claim 1	1-15
X	CN 104831129 A (FENGYANG L-S LIGHT ALLOY NET FORMING CO., LTD. et al.), 12 August 2015 (12.08.2015), claim 1	1-15
A	CN 105525158 A (FUJIAN KINRUI HI TECH CO., LTD.), 27 April 2016 (27.04.2016), entire document	1-15
A	JP 2000303134 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD. et al.), 31 October 2000 (31.10.2000), entire document	1-15
A	JP 2011144443 A (SUGIURA, Y.), 28 July 2011 (28.07.2011), entire document	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 26 January 2018	Date of mailing of the international search report 26 February 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer NIE, Xiaoxue Telephone No. (86-10) 62085018

International application No.
PCT/CN2017/111382

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2009)

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/111382

A. 主题的分类

C22C 21/02(2006.01)i; B22D 17/00(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)

C22C21; B22D

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, EPODOC, WPI, SIPOABS: 半固态, 压力铸造, 压铸, 铝, 硅, 铜semisolid die casting, Al, aluminium, aluminum, Si, silicon, Cu, copper, cuprum

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 103526084 A (宁波东浩铸业有限公司) 2014年 1月 22日 (2014 - 01 - 22) 权利要求1	1-15
X	CN 104831129 A (凤阳爱尔思轻合金精密成型有限公司 等) 2015年 8月 12日 (2015 - 08 - 12) 权利要求1	1-15
A	CN 105525158 A (福建省金瑞高科有限公司) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 全文	1-15
A	JP 2000303134 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD等) 2000年 10月 31日 (2000 - 10 - 31) 全文	1-15
A	JP 2011144443 A (SUGIURA YASUO) 2011年 7月 28日 (2011 - 07 - 28) 全文	1-15

☐ 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

2018年 1月 26日

国际检索报告邮寄日期

2018年 2月 26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

受权官员

聂晓雪

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)62085018

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/111382

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	103526084	A	2014年 1月 22日	CN	103526084	B	2015年 6月 17日
CN	104831129	A	2015年 8月 12日	CN	104831129	B	2017年 3月 15日
				WO	2016161908	A1	2016年 10月 13日
CN	105525158	A	2016年 4月 27日	无			
JP	2000303134	A	2000年 10月 31日	JP	3332885	B2	2002年 10月 7日
JP	2011144443	A	2011年 7月 28日	无			