



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110218914 B

(45) 授权公告日 2020.11.27

(21) 申请号 201910546706.0

C22F 1/043 (2006.01)

(22) 申请日 2019.06.24

C22C 1/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110218914 A

(56) 对比文件

JP 特开平9-168888 A, 1997.06.30

CN 103774002 A, 2014.05.07

(43) 申请公布日 2019.09.10

US 5484492 A, 1996.01.16

(73) 专利权人 广东工程职业技术学院

CN 106676337 A, 2017.05.17

地址 510520 广东省广州市天河区渔兴路
18号

CN 105821255 A, 2016.08.03

FR 2859484 A1, 2005.03.11

(72) 发明人 陈学文

CN 106636811 A, 2017.05.10

(74) 专利代理机构 广州海心联合专利代理事务
所(普通合伙) 44295

审查员 于霞

代理人 马赞斋 冼俊鹏

(51) Int. Cl.

C22C 21/02 (2006.01)

C22C 1/03 (2006.01)

权利要求书2页 说明书7页

(54) 发明名称

一种高强耐磨的铸造铝硅合金及其铸造方
法

(57) 摘要

本发明公开了一种高强耐磨的铸造铝硅合金及其铸造方法。这种铸造铝硅合金由以下质量百分比的成分组成:Si 12.5~14.5%, Mg 1.6~1.9%, Zr 0.2~0.4%, Ta 0.1~0.2%, Nb 0.05~0.1%, Ru 0.05~0.1%, 杂质元素单个含量≤0.05%, 杂质元素总量≤0.15%, 余量为Al。同时也公开了这种高强耐磨铸造铝硅合金的铸造方法。本发明在优化Si、Mg主合金元素的基础上, 通过微合金化处理, 细化变质富Fe相、共晶Si相和初生Si相, 提高铸造铝硅合金的强度、塑性和耐磨性能。本发明铸造铝硅合金具有强度高、塑性好和优异的耐磨性能。

1. 一种高强耐磨的铸造铝硅合金, 其特征在于: 由以下质量百分比的成分组成: Si 12.5%~14.5%, Mg 1.6%~1.9%, Zr 0.2%~0.4%, Ta 0.1%~0.2%, Nb 0.05%~0.1%, Ru 0.05%~0.1%, 杂质元素单个含量 $\leq 0.05\%$, 杂质元素总量 $\leq 0.15\%$, 余量为 Al;

所述高强耐磨的铸造铝硅合金是由以下步骤的铸造方法制得:

1) 选用铝锭、结晶硅、镁锭、Al-10Zr合金、Al-10Ta合金、Al-5Nb合金和Al-5Ru合金为铝硅合金原料;

2) 将铝锭加热熔化, 加入占铝硅合金原料总质量为12.5%~14.5%的结晶硅、1.6%~1.9%的镁锭、2%~4%的Al-10Zr合金、2%~4%的Al-5Ta合金、1%~2%的Al-5Nb合金和1%~2%的Al-5Ru合金, 搅拌熔化成铝硅合金液;

3) 对铝硅合金液进行除气除渣处理, 扒渣后静置;

4) 将除气除渣处理后的铝硅合金液铸造成铝硅合金;

5) 将铸造铝硅合金淬火, 进行固溶处理;

6) 将固溶处理后的铸造铝硅合金进行时效处理。

2. 一种如权利要求1所述高强耐磨的铸造铝硅合金的铸造方法, 其特征在于: 包括以下步骤:

1) 选用铝锭、结晶硅、镁锭、Al-10Zr合金、Al-10Ta合金、Al-5Nb合金和Al-5Ru合金为铝硅合金原料;

2) 将铝锭加热熔化, 加入占铝硅合金原料总质量为12.5%~14.5%的结晶硅、1.6%~1.9%的镁锭、2%~4%的Al-10Zr合金、2%~4%的Al-5Ta合金、1%~2%的Al-5Nb合金和1%~2%的Al-5Ru合金, 搅拌熔化成铝硅合金液;

3) 对铝硅合金液进行除气除渣处理, 扒渣后静置;

4) 将除气除渣处理后的铝硅合金液铸造成铝硅合金;

5) 将铸造铝硅合金淬火, 进行固溶处理;

6) 将固溶处理后的铸造铝硅合金进行时效处理, 得到高强耐磨的铸造铝硅合金。

3. 根据权利要求2所述的铸造方法, 其特征在于: 步骤1) 中, 铝锭的纯度 $\geq 99.7\%$; 结晶硅的纯度 $\geq 99.9\%$; 镁锭的纯度 $\geq 99.9\%$ 。

4. 根据权利要求2所述的铸造方法, 其特征在于: 步骤2) 中, 铝锭加热熔化的温度为720℃~760℃。

5. 根据权利要求2所述的铸造方法, 其特征在于: 步骤3) 具体是: 采用保护气体和铝合金精炼剂对铝硅合金液喷吹精炼5分钟~10分钟进行除气除渣处理, 扒渣后静置30分钟~50分钟。

6. 根据权利要求5所述的铸造方法, 其特征在于: 步骤3) 中, 保护气体选自氩气、氦气、氟气、氮气中的一种或多种。

7. 根据权利要求5所述的铸造方法, 其特征在于: 步骤3) 中, 铝合金精炼剂的用量占铝硅合金原料总质量的0.3%~0.5%。

8. 根据权利要求2所述的铸造方法, 其特征在于: 步骤4) 中, 铸造的浇注温度为680℃~700℃; 铸型温度为150℃~250℃。

9. 根据权利要求2所述的铸造方法, 其特征在于: 步骤5) 具体是将铸造铝硅合金加热至

430℃～450℃保温4小时～6小时,然后放入70℃～90℃的水进行淬火。

10.根据权利要求2所述的铸造方法,其特征在于:步骤6)中,时效处理具体是将铸造铝合金加热至160℃～170℃保温6小时～8小时。

一种高强耐磨的铸造铝硅合金及其铸造方法

技术领域

[0001] 本发明属于金属材料技术领域,具体涉及一种高强耐磨的铸造铝硅合金及其铸造方法。

背景技术

[0002] 铸造铝硅合金由于Si含量较高,因而具有优良的铸造流动性、耐磨性能和机械加工性能,同时还有较好的气密性、抗热裂性和低的热膨胀系数。因此,铸造铝硅合金广泛应用于汽车、摩托车、农机具、3C产品、电动工具、缝纫机、电梯等领域对耐磨性要求较高且形状结构复杂的铝合金零部件,如发动机缸体、缸套、活塞、刹车块、带轮、齿轮泵轴承等零部件。随着交通工具、机械装备、电子电器等向轻量化、智能化的发展,铸造铝硅合金件不断向薄壁化、整体化、集成化等方向发展,这要求铸造铝硅合金具有更高的强度和塑形。现有铸造铝硅合金虽然具有优异的铸造流动性、耐磨性能和机械加工性能等特点,但强度偏低、塑形较差的问题日益突出,极大的限制了铸造铝硅合金的应用。

[0003] 现有铸造铝硅合金强度偏低、塑性较差的原因包括如下:首先是铸造铝硅合金的含Fe量较高,Fe在铝合金中通常是以粗大的针状Al-Fe-Si系富Fe相形式存在铸造铝硅合金基体中,这种粗大的针状富Fe相本身属于硬而脆的金属间化合物相,会严重割裂铝基体,成为铸造铝硅合金受力断裂的裂纹源和裂纹扩展方向。其次是铸造铝硅合金由于Si含量较高,Si在铸造铝硅合金中是以针状共晶Si和粗大块状初生Si形式共同存在,针状共晶Si和粗大块状初生Si也是硬脆相,同样会严重割裂铝基体,降低铸造铝硅合金的强度、塑性和耐磨性能。因此,现有铸造铝硅合金及其铸造方法仍有待改进和发展。

发明内容

[0004] 为了克服现有技术存在的问题,本发明的目的之一在于提供一种高强耐磨的铸造铝硅合金;本发明的目的之二在于提供这种高强耐磨的铸造铝硅合金的铸造方法。高强耐磨的铸造铝硅合金中“高强”是指铝硅合金室温抗拉强度大于400MPa,“耐磨”是指铝硅合金磨损率小于 $0.2 \times 10^{-6} \text{g/m}$ 。

[0005] 本发明通过微合金化处理,细化变质富Fe相、共晶Si和初生Si相,提高铸造铝硅合金的强度、塑性和耐磨性能。

[0006] 为了实现上述的目的,本发明所采取的技术方案是:

[0007] 本发明提供了一种高强耐磨的铸造铝硅合金,这种铸造铝硅合金由以下质量百分比的成分组成:Si 12.5%~14.5%,Mg 1.6%~1.9%,Zr 0.2%~0.4%,Ta 0.1%~0.2%,Nb 0.05%~0.1%,Ru 0.05%~0.1%,杂质元素单个含量 $\leq 0.05\%$,杂质元素总量 $\leq 0.15\%$,余量为Al。

[0008] 进一步说明的,杂质元素单个含量 $\leq 0.05\%$ 是指铸造铝硅合金中,每一个杂质元素的含量 $\leq 0.05\%$;杂质元素总量 $\leq 0.15\%$ 是指铸造铝硅合金中,所有的杂质元素质量总和 $\leq 0.15\%$ 。杂质元素是指除了Al、Si、Mg、Zr、Ta、Nb、Ru外的其他不可避免的元素。

[0009] 对本发明铸造铝硅合金中各元素的作用和用量进一步说明如下：

[0010] Si元素在铸造铝硅合金中能与Al形成Al+Si共晶液相，提高铸造铝硅合金的流动性，同时还能提高铸造铝硅合金的耐磨性和机械加工性能。Si元素含量越高，铸造铝硅合金的流动性、耐磨性和机械加工性能都越好，但铸造铝硅合金的塑性会逐渐下降。Si元素含量低于12.5%，铸造铝硅合金的流动性和耐磨性不足，难以满足形状结构复杂零部件的铸造工艺和耐磨性能要求。Si元素含量超过14.5%时，铸造铝硅合金的塑性会出现显著下降。因此，为了保证铸造铝硅合金具有足够的流动性、耐磨性和塑性，Si元素含量优选为12.5~14.5%。

[0011] Mg元素在铸造铝硅合金中既具有固溶强化作用，同时在铸造铝硅合金还能形成Mg₂Si强化相进一步增强铸造铝硅合金的强度。Mg元素含量越高，铸造铝硅合金的强度也越高，但铸造铝硅合金的塑性会逐渐下降。Mg元素含量低于1.6%，铸造铝硅合金的强度达不到400MPa。而Mg元素含量超过1.9%时，会明显降低铸造铝硅合金的塑性。因此，为了确保铸造铝硅合金获得足够的强度和塑性，Mg元素含量优选为1.6~1.9%。

[0012] Zr元素在铸造铝硅合金中主要起到细化 α -Al晶粒的作用，改善铸造铝硅合金的组织成分均匀性，提高铸造铝硅合金的强度和塑性。Zr元素含量小于0.2%，晶粒细化效果不明显。Zr元素含量越高，晶粒细化效果越好，但也会增大铸造铝硅合金的生产成本。添加0.2~0.4%的Zr元素，可使铸造铝硅合金的 α -Al晶粒从粗大的树枝晶细化为细小均匀的等轴晶，改善铸造铝硅合金的组织成分均匀性，提高铸造铝硅合金的强度和塑性。因此，Zr元素含量优选为0.2~0.4%。

[0013] Ta元素在铸造铝硅合金中主要作用是细化变质富Fe相。Fe是铸造铝硅合金中不可避免的杂质元素，Fe在铸造铝硅合金中通常以粗大的针状Al-Fe-Si系富Fe相形式存在，这种粗大针状富Fe相本身属于脆而硬的金属间化合物，会严重割裂铝硅合金基体，成为铸造铝硅合金受力断裂的裂纹源和裂纹扩展方向，是导致现有铸造铝硅合金强度偏低、塑性较差的重要原因。发明人通过大量实验探索研究后发现，添加0.1~0.2%的Ta元素，在铸造铝硅合金的凝固过程中，Ta能够有效抑制和改变富Fe相的生长取向，使富Fe相从粗大的针状细化变质为细小均匀的颗粒状，从而消除粗大针状富Fe相对铸造铝硅合金强度和塑性的影响，提高铸造铝硅合金的强度和塑性。另外，由于富Fe相为硬质点金属间化合物，当富Fe相呈细小颗粒状均匀分布在铝硅合金基体上时，还可进一步提高铸造铝硅合金的耐磨性能。Ta元素的含量小于0.2%，对富Fe的细化变质作用不明显，起不到效果，而Ta元素含量太高，又会增加铸造铝硅合金的生产成本。综合考虑Ta元素的细化变质效果和铸造铝硅合金的生产成本因素，Ta元素的含量优选为0.1~0.2%。

[0014] Nb元素在铸造铝硅合金中的作用主要是细化变质共晶Si相。现有技术通常采用Na元素或者Sr元素来细化变质共晶Si相，但Na、Sr细化变质过程中容易引发铝硅合金液吸气。发明人通过大量实验探索研究后发现，Nb元素对本发明铸造铝硅合金的共晶Si相具有很好的细化变质效果，其效果明显好于现有的Na元素和Sr元素，还不存在引发铝合金液吸气的问题。当添加0.05~0.1%的Nb元素，可对共晶Si相进行充分的细化变质，使针状共晶Si相转变为小均匀的颗粒状Si相，消除针状共晶Si相对铸造铝硅合金强度和塑性的影响，提高铸造铝硅合金的强度和塑性，并进一步提高铸造铝硅合金的耐磨性能。Nb元素的含量小于0.05%，对共晶Si相的细化变质作用不明显，起不到效果，而Nb元素含量太高，又会增加铸

造铝硅合金的生产成本。综合考虑Nb元素的细化变质效果和铸造铝硅合金的生产成本因素,Nb元素的含量优选为0.05~0.1%。

[0015] Ru元素在铸造铝硅合金中的作用主要是细化变质初生Si相。现有技术通常采用P元素来细化变质初生Si相。但P元素对初生Si相的细化变质效果不稳定,容易发生氧化燃烧而损失。发明人通过大量实验探索研究后发现,Ru元素对初生Si相具有稳定的细化变质效果,并且不存在氧化燃烧而损失的问题。当添加0.05~0.1%的Ru,可对初生Si相进行充分的细化变质,使粗大块状初生Si转变为小均匀的颗粒状Si相,消除粗大块状初生Si对铸造铝硅合金强度和塑性的影响,提高铸造铝硅合金的强度、塑性和耐磨性能。Ru元素的含量小于0.05%,对初生Si相的细化变质作用不明显,起不到效果,而Ru元素含量太高,又会增加铸造铝硅合金的生产成本。综合考虑Ru元素的细化变质效果和铸造铝硅合金的生产成本因素,Ru元素的含量优选为0.05~0.1%。

[0016] 本发明还提供了这种高强耐磨的铸造铝硅合金的铸造方法,依次包括以下步骤:

[0017] 1) 选用铝锭、结晶硅、镁锭、Al-10Zr合金、Al-10Ta合金、Al-5Nb合金和Al-5Ru合金为铝硅合金原料;

[0018] 2) 将铝锭加热熔化,加入占铝硅合金原料总质量为12.5%~14.5%的结晶硅、1.6%~1.9%的镁锭、2%~4%的Al-10Zr合金、2%~4%的Al-5Ta合金、1%~2%的Al-5Nb合金和1%~2%的Al-5Ru合金,搅拌熔化成铝硅合金液;

[0019] 3) 对铝硅合金液进行除气除渣处理,扒渣后静置;

[0020] 4) 将除气除渣处理后的铝硅合金液铸造成铝硅合金;

[0021] 5) 将铸造铝硅合金淬火,进行固溶处理;

[0022] 6) 将固溶处理后的铸造铝硅合金进行时效处理,得到高强耐磨的铸造铝硅合金。

[0023] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤1)中,铝锭的纯度 $\geq 99.7\%$;进一步优选的,铝锭的纯度为99.7%。

[0024] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤1)中,结晶硅的纯度 $\geq 99.9\%$;进一步优选的,结晶硅的纯度为99.9%。

[0025] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤1)中,镁锭的纯度 $\geq 99.9\%$;进一步优选的,镁锭的纯度为99.9%。

[0026] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤2)中,铝锭加热熔化的温度为720℃~760℃。

[0027] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤3)具体是:采用保护气体和铝合金精炼剂对铝硅合金液喷吹精炼5分钟~10分钟进行除气除渣处理,扒渣后静置30分钟~50分钟。

[0028] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤3)中,保护气体选自氩气、氦气、氖气、氮气中的一种或多种;进一步优选的,保护气体选自氩气或氮气。

[0029] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤3)中,保护气体的纯度 $\geq 99.95\%$;进一步优选的,保护气体的纯度为99.95%。

[0030] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤3)中,铝合金精炼剂的用量占铝硅合金原料总质量的0.3%~0.5%。

[0031] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤4)中,铸造的浇注温度为680℃~700

℃;铸型温度为150℃~250℃。

[0032] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤5) 具体是将铸造铝硅合金加热至430℃~450℃保温4小时~6小时,然后放入70℃~90℃的水进行淬火。

[0033] 优选的,这种铸造铝硅合金的铸造方法步骤6) 中,时效处理具体是将铸造铝硅合金加热至160℃~170℃保温6小时~8小时;时效处理后冷却,即得到高强耐磨的铸造铝硅合金。

[0034] 本发明的有益效果是:

[0035] 本发明在优化Si、Mg主合金元素的基础上,通过微合金化处理,细化变质富Fe相、共晶Si相和初生Si相,提高铸造铝硅合金的强度、塑性和耐磨性能。本发明铸造铝硅合金具有强度高、塑性好和优异的耐磨性能。

[0036] 具体而言,本发明与现有技术相比,具体以下的优点:

[0037] (1) 本发明在优化Si、Mg主合金元素的基础上,通过添加微量的Zr、Ta、Nb和Ru元素,细化变质 α -Al晶粒、富Fe相、共晶Si相和初生Si相,显著提高铸造铝硅合金的强度、塑性和耐磨性能。

[0038] (2) 本发明铸造铝硅合金的室温抗拉强度大于400MPa,伸长率大于8%,磨损率小于 0.2×10^{-6} g/m,具有强度高、塑性好和耐磨性能优良的优点。

具体实施方式

[0039] 以下通过具体的实施例对本发明的内容作进一步详细的说明。实施例中所用的原料如无特殊说明,均可从常规商业途径得到。

[0040] 实施例1

[0041] 本例铸造铝硅合金由以下质量百分比的成分组成:Si 13.6%,Mg 1.8%,Zr 0.3%,Ta 0.15%,Nb 0.08%,Ru 0.06%,其余为Al和不可避免的杂质元素,杂质元素单个含量 $\leq 0.05\%$,杂质元素总量 $\leq 0.15\%$ 。

[0042] 本例铸造铝硅合金的铸造方法依次包括以下步骤:

[0043] 第一步:选用纯度为99.7%的铝锭、99.9%的结晶硅、99.9%的镁锭和Al-10Zr合金、Al-10Ta合金、Al-5Nb合金和Al-5Ru合金为原材料;

[0044] 第二步:将铝锭在740℃加热熔化,加入占原材料总重量为13.6%的结晶硅、1.8%的镁锭、3%的Al-10Zr合金、3%的Al-5Ta合金、1.6%的Al-5Nb合金和1.2%的Al-5Ru合金,搅拌熔化成铝硅合金液;

[0045] 第三步:采用纯度为99.95%的氩气和占原材料总重量为0.4%的铝合金精炼剂对铝硅合金液喷吹精炼8分钟进行除气除渣处理,扒渣后再静置40分钟;

[0046] 第四步:在浇注温度为690℃、铸型温度为200℃条件下,将铝硅合金液铸造成铝硅合金;

[0047] 第五步:将铸造铝硅合金加热至440℃保温5小时,然后放入80℃的水进行淬火,进行固溶处理;

[0048] 第六步:将铸造铝硅合金加热至165℃保温7小时进行时效处理,随炉冷却后得到本例的铸造铝硅合金。

[0049] 实施例2

[0050] 铸造铝硅合金由以下质量百分比的成分组成:Si 14.5%,Mg 1.6%,Zr 0.4%,Ta 0.1%,Nb 0.1%,Ru 0.05%,其余为Al和不可避免的杂质元素,杂质元素单个含量 $\leq 0.05\%$,杂质元素总量 $\leq 0.15\%$ 。

[0051] 本例铸造铝硅合金的铸造方法依次包括以下步骤:

[0052] 第一步:选用纯度为99.7%的铝锭、99.9%的结晶硅、99.9%的镁锭和Al-10Zr合金、Al-10Ta合金、Al-5Nb合金和Al-5Ru合金为原材料;

[0053] 第二步:将铝锭在760℃加热熔化,加入占原材料总重量为14.5%的结晶硅、1.6%的镁锭、4%的Al-10Zr合金、2%的Al-5Ta合金、2%的Al-5Nb合金和1%的Al-5Ru合金,搅拌熔化成铝硅合金液;

[0054] 第三步:采用纯度为99.95%的氮气和占原材料总重量为0.3%的铝合金精炼剂对铝硅合金液喷吹精炼10分钟进行除气除渣处理,扒渣后再静置30分钟;

[0055] 第四步:在浇注温度为700℃、铸型温度为150℃条件下,将铝硅合金液铸造成铝硅合金;

[0056] 第五步:将铸造铝硅合金加热至430℃保温6小时,然后放入70℃的水进行淬火,进行固溶处理;

[0057] 第六步:将铸造铝硅合金加热至170℃保温6小时进行时效处理,随炉冷却后得到本例铸造铝硅合金。

[0058] 实施例3

[0059] 本例铸造铝硅合金由以下质量百分比的成分组成:Si 12.5%,Mg 1.9%,Zr 0.2%,Ta 0.2%,Nb 0.05%,Ru 0.1%,其余为Al和不可避免的杂质元素,杂质元素单个含量 $\leq 0.05\%$,杂质元素总量 $\leq 0.15\%$ 。

[0060] 本例铸造铝硅合金的铸造方法依次包括以下步骤:

[0061] 第一步:选用纯度为99.7%的铝锭、99.9%的结晶硅、99.9%的镁锭和Al-10Zr合金、Al-10Ta合金、Al-5Nb合金和Al-5Ru合金为原材料;

[0062] 第二步:将铝锭在720℃加热熔化,加入占原材料总重量为12.5%的结晶硅、1.9%的镁锭、2%的Al-10Zr合金、4%的Al-5Ta合金、1%的Al-5Nb合金和2%的Al-5Ru合金,搅拌熔化成铝硅合金液;

[0063] 第三步:采用纯度为99.95%的氩气和占原材料总重量为0.5%的铝合金精炼剂对铝硅合金液喷吹精炼5分钟进行除气除渣处理,扒渣后再静置50分钟;

[0064] 第四步:在浇注温度为680℃、铸型温度为250℃条件下,将铝硅合金液铸造成铝硅合金;

[0065] 第五步:将铸造铝硅合金加热至450℃保温4小时,然后放入90℃的水进行淬火,进行固溶处理;

[0066] 第六步:将铸造铝硅合金加热至160℃保温8小时进行时效处理,随炉冷却后得到本例铸造铝硅合金。

[0067] 对比例1

[0068] 本例铸造铝硅合金由以下质量百分比的成分组成:Si 13.6%,Mg 1.8%,Zr 0.3%,其余为Al和不可避免的杂质元素,杂质元素单个含量 $\leq 0.05\%$,杂质元素总量 $\leq 0.15\%$ 。

[0069] 本例铸造铝硅合金的铸造方法依次包括以下步骤:

[0070] 第一步:选用纯度为99.7%的铝锭、99.9%的结晶硅、99.9%的镁锭和Al-10Zr合金为原材料;

[0071] 第二步:将铝锭在740℃加热熔化,加入占原材料总重量为13.6%的结晶硅、1.8%的镁锭和3%的Al-10Zr合金,搅拌熔化成铝硅合金液;

[0072] 第三步:采用纯度为99.95%的氩气和占原材料总重量为0.4%的铝合金精炼剂对铝硅合金液喷吹精炼8分钟进行除气除渣处理,扒渣后再静置40分钟;

[0073] 第四步:在浇注温度为690℃、铸型温度为200℃条件下,将铝硅合金液铸造成铝硅合金;

[0074] 第五步:将铸造铝硅合金加热至440℃保温5小时,然后放入80℃的水进行淬火,进行固溶处理;

[0075] 第六步:将铸造铝硅合金加热至165℃保温7小时进行时效处理,随炉冷却后得到本例铸造铝硅合金。

[0076] 对比例2

[0077] 本例铸造铝硅合金由以下质量百分比的成分组成:Si 14.5%,Mg 1.6%,Zr 0.4%,Ta 0.1%,其余为Al和不可避免的杂质元素,杂质元素单个含量 $\leq 0.05\%$,杂质元素总量 $\leq 0.15\%$ 。

[0078] 本例铸造铝硅合金的铸造方法依次包括以下步骤:

[0079] 第一步:选用纯度为99.7%的铝锭、99.9%的结晶硅、99.9%的镁锭和Al-10Zr合金和Al-10Ta合金为原材料;

[0080] 第二步:将铝锭在760℃加热熔化,加入占原材料总重量为14.5%的结晶硅、1.6%的镁锭、4%的Al-10Zr合金和2%的Al-5Ta合金,搅拌熔化成铝硅合金液;

[0081] 第三步:采用纯度为99.95%的氮气和占原材料总重量为0.3%的铝合金精炼剂对铝硅合金液喷吹精炼10分钟进行除气除渣处理,扒渣后再静置30分钟;

[0082] 第四步:在浇注温度为700℃、铸型温度为150℃条件下,将铝硅合金液铸造成铝硅合金;

[0083] 第五步:将铸造铝硅合金加热至430℃保温6小时,然后放入70℃的水进行淬火,进行固溶处理;

[0084] 第六步:将铸造铝硅合金加热至170℃保温6小时进行时效处理,随炉冷却后得到本例铸造铝硅合金。

[0085] 对比例3

[0086] 本例铸造铝硅合金由以下质量百分比的成分组成:Si 12.5%,Mg 1.9%,Zr 0.2%,Ru 0.1%,其余为Al和不可避免的杂质元素,杂质元素单个含量 $\leq 0.05\%$,杂质元素总量 $\leq 0.15\%$ 。

[0087] 本例铸造铝硅合金的铸造方法依次包括以下步骤:

[0088] 第一步:选用纯度为99.7%的铝锭、99.9%的结晶硅、99.9%的镁锭和Al-10Zr合金和Al-5Ru合金为原材料;

[0089] 第二步:将铝锭在720℃加热熔化,加入占原材料总重量为12.5%的结晶硅、1.9%的镁锭、2%的Al-10Zr合金和2%的Al-5Ru合金,搅拌熔化成铝硅合金液;

[0090] 第三步:采用纯度为99.95%的氩气和占原材料总重量为0.5%的铝合金精炼剂对铝硅合金液喷吹精炼5分钟进行除气除渣处理,扒渣后再静置50分钟;

[0091] 第四步:在浇注温度为680℃、铸型温度为250℃条件下,将铝硅合金液铸造成铝硅合金;

[0092] 第五步:将铸造铝硅合金加热至450℃保温4小时,然后放入90℃的水进行淬火,进行固溶处理;

[0093] 第六步:将铸造铝硅合金加热至160℃保温8小时进行时效处理,随炉冷却后得到本例铸造铝硅合金。

[0094] 按中华人民共和国国家标准GB/T 228-1987《金属拉伸试验方法》,将实施例1-3和对比例1-3的铸造铝硅合金加工成标准拉伸试样,在HWG-1000型电子拉伸试验机上进行室温拉伸,拉伸速率为2毫米/分钟,结果如表1所示。在DNM-350型摩擦磨损试验机上检测铸造铝硅合金的磨损率,载荷为8.9N,结果如表1所示。

[0095] 表1实施例和对比例铸造铝硅合金的拉伸力学性能和磨损率

[0096]	抗拉强度/MPa	伸长率/%	磨损率/ $\times 10^{-6}$ g/m
实施例1	402.8	10.1	0.17
实施例2	421.6	8.4	0.19
实施例3	413.4	9.3	0.18
对比例1	284.1	4.6	0.45
对比例2	342.3	5.9	0.27
对比例3	308.5	6.1	0.34

[0097] 从表1看到,本发明实施例1-3的铸造铝硅合金的室温抗拉强度大于400MPa,伸长率大于8%,磨损率小于 0.2×10^{-6} g/m。

[0098] 对比例1的铸造铝硅合金,由于没有添加Ta、Nb、Ru元素对富Fe相、共晶Si相和初生Si相进行细化变质处理,铸造铝硅合金的室温抗拉强度仅为284.1MPa,伸长率仅为4.6%,磨损率高达 0.45×10^{-6} g/m。

[0099] 对比例2的铸造铝硅合金,只添加了Ta元素对富Fe相进行细化变质处理,没有添加Nb和Ru元素对共晶Si相和初生Si相进行细化变质处理,铸造铝硅合金的室温抗拉强度仅为342.3MPa,伸长率仅为5.9%,磨损率高达 0.27×10^{-6} g/m。

[0100] 对比例3的铸造铝硅合金,只添加了Ru元素对初生Si相进行细化变质处理,没有添加Ta和Nb元素对富Fe相和共晶Si相进行细化变质处理,铸造铝硅合金的室温抗拉强度仅为308.5MPa,伸长率仅为6.1%,磨损率高达 0.34×10^{-6} g/m。

[0101] 通过上述实施例和对比例的数据比较可以看到,本发明铸造铝硅合金通过添加Ta、Nb、Ru元素对富Fe相、共晶Si相和初生Si相进行细化变质处理,可显著提高铸造铝硅合金的强度、塑性和耐磨性能。

[0102] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。