

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G22C 23/02 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710056279.5

[43] 公开日 2008年4月9日

[11] 公开号 CN 101158002A

[22] 申请日 2007.11.6

[21] 申请号 200710056279.5

[71] 申请人 中国科学院长春应用化学研究所

地址 130022 吉林省长春市人民大街 5625 号

[72] 发明人 孟 健 张景怀 唐定骧 张德平  
房大庆

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司  
代理人 马守忠

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

### [54] 发明名称

含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金

### [57] 摘要

本发明涉及含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，组成成分及其重量百分比为：Al：3%~5%，Ce：0.4%~2.6%，La：0.4%~2.6%，Mn：0.2%~0.6%，余量为镁。所用原材料铈镧混合稀土是将普通富铈混合稀土中价值高、市场好的 Nd、Pr 分离出去剩余的廉价的、大量积压的铈镧混合稀土。本发明的室温和高温力学性能优于 AE44 和 AZ91 合金，并且 200℃，70MPa 条件下最小蠕变速率为  $1.82 \times 10^{-9} \text{s}^{-1}$ ，100 小时蠕变伸长率为 0.17%，均优于 AE44 合金。

1、含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，其特征在于，组成成分及其重量百分比为：Al：3%~5%，Ce：0.4%~2.6%，La：0.4%~2.6%，Mn：0.2%~0.6%，杂质元素 Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.03%，余量为镁。

2、如权利要求 1 所述的含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，其特征在于，组成成分及其重量百分比为：铝：3%~4%，铈：0.4%~0.6%，镧：0.4%~0.6%，锰：0.2~0.6%，杂质元素 Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.03%，余量为镁。

3、如权利要求 1 所述的含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，其特征在于，组成成分及其重量百分比为：铝：4%~5%，铈：1.0%~1.2%，镧：0.8%~1.0%，锰：0.2~0.6%，杂质元素 Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.03%，余量为镁。

4、如权利要求 1 所述的含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，其特征在于，组成成分及其重量百分比为：铝：4%~5%，铈：1.8%~2.0%，镧：1.0%~1.2%，锰：0.2%~0.6%，杂质元素 Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.03%，余量为镁。

5、如权利要求 1 所述的含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，其特征在于，组成成分及其重量百分比为：铝：4%~5%，铈：2.4%~2.6%，镧：1.4%~1.6%，锰：0.2%~0.6%，杂质元素 Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.03%，余量为镁。

## 含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金

### 技术领域

本发明涉及含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，属于镁合金材料类领域。

### 背景技术

近年来，由于环保压力和节能意识的增强，以Mg—Al基合金为主的轻质压铸镁合金在汽车上得到推广应用。然而与铝合金相比，镁合金的应用还有很大差距，其原因之一是缺乏足够的高温性能。目前广泛应用的AZ、AM系列压铸镁合金长期使用温度不能超过120℃，使其无法用于制造对高温蠕变性能要求高的汽车传动部件，因此极大的阻碍了镁合金的进一步应用。基于此，稀土、碱土元素被引进到Mg—Al基合金开发具有高温抗蠕变性能的镁合金，然而目前开发的此类耐热镁合金仍存在一些问题。Mg—Al—Ca (AX) 和Mg—Al—Sr (AJ) 合金主要存在容易产生热裂，合金塑性较差等缺点；已经开发的Mg—Al—RE (AE) 合金中使用的稀土为富铈混合稀土（包括La、Ce、Pr、Nd），然而目前Pr、Nd价格一直在上涨，使得此类AE系合金成本提高，另外，目前开发的耐热镁合金其力学性能也有待提高。

稀土做为改善传统镁合金耐热性能和开发新型耐热镁合金的合金化（微合金化）元素已被国内外研究单位和生产厂家认可，所使用的稀土包括单一纯净稀土（如Nd、Y、Gd）和混合稀土，目前使用最多的混合稀土为富铈混合稀土，主要成分为La、Ce、Pr、Nd；富钇混合稀土，主要成分为Y、Ho、Er、Gd；镨钕混合稀土，主要成分为Pr和Nd。然而目前大量积压的是另一种比上述稀土更廉价的铈镧混合稀土。因此开发铈镧混合稀土的应用市场迫在眉睫，对稀土的综

合利用和平衡发展具有重要意义。

由于镧和铈的特殊化学活性，加入镁合金中都能产生“四化”作用，即净化、活化、细化和合金化/微合金化作用，镧和其它稀土元素相比对合金具有更好的除杂（除氢和氧化物夹杂）净化作用；铈相对镧在镁合金中具有较高的固溶度和更好的细化合金组织的作用。镧和铈对镁合金综合性能提升已经得到广大研究者的认可。组合利用铈镧稀土，发挥它们的各自优势，开发出新型高性能稀土镁合金，有利于解决铈镧混合稀土资源大量积压问题，缓解资源的产需矛盾、产销不平衡问题。

## 发明内容

本发明针对目前压铸镁合金的弱点，提供含铈、镧的AE系耐热压铸镁合金。该合金具有成本低，耐热性能优良的特点，长期使用温度可达到200℃。

含铈、镧的AE系耐热压铸镁合金，其成分及质量百分比配比为：Al：3%~5%，Ce：0.4%~2.6%，La：0.4%~2.6%，Mn：0.2%~0.6%，杂质元素Fe、Cu和Ni的总量小于0.03%，余量为镁。

本发明的含铈、镧的AE系耐热压铸镁合金的制备方法：

首先按配比称料，将纯镁、铝、铝锰中间合金和镁—铈镧中间合金预热到200℃，然后将纯镁、铝、铝锰中间合金放入预热到300℃的坩锅中，并通入SF<sub>6</sub>:CO<sub>2</sub>体积比为1:100的保护气体，等加入的炉料完全熔化后，当熔体温度达到720℃~740℃时加入镁—铈镧中间合金，并继续通保护气体，加入镁—铈镧中间合金熔化后，当温度回升到720~740℃时搅拌5~10分钟，然后通氩气精炼5~10分钟，精炼后静置28-32分钟，将熔体冷却到680℃~700℃，在500KN锁模力的冷室压铸机上进行压铸，得到含铈、镧的AE系耐热压铸镁合金；所述的镁—铈镧中间合金中所用的铈、镧是用将普通富铈混合稀土中价值高的Nd、Pr分

离出去剩余的廉价的铈镧混合稀土作为原料。

本发明的特点和有益效果：

1) 铝是合金中主要合金元素，适量的铝能够使合金获得均衡的强度、塑性和铸造工艺性能，使本发明适合批量生产。2) 铈镧混合稀土是本发明用于提高合金强度和耐热性能的元素，其强化机理是：一方面，稀土与合金中的铝结合生成  $Al_{11}RE_3$  和  $Al_3RE$ ，减少或抑制了热稳定性差的  $Mg_{17}Al_{12}$  相，有利于提高合金的高温性能；另一方面，生成的  $Al_{11}RE_3$  等 Al-RE 化合物具有很高的熔点（如  $Al_{11}RE_3$  的熔点可达  $1200^{\circ}C$ ），这些化合物弥散于晶界，表现出很高的热稳定性，可有效的钉扎住晶界阻碍晶界滑移，抑制晶内的位错攀移；另外铈镧混合稀土稀土能够除去熔炼时镁合金熔体中的杂质，达到除气精炼、净化熔体的效果；铈镧混合稀土是镁合金的表面活性元素，合金熔炼时稀土在合金液表面聚集，形成  $MgO$ 、 $RE_2O_3$ 、 $Al_2O_3$  等多元复合致密氧化物层，减轻氧化现象，提高合金的起燃温度，有利于合金的熔铸；合金液凝固过程中，稀土在固液前沿富集，提高成分过冷度，有助于细化合金组织。因此铈镧混合稀土有助于提高合金的综合性能。3) 锰的作用主要是提高合金的耐腐蚀性能，锰可与镁合金中铁或其他重金属元素形成化合物，使其作为熔渣被排除，从而消除铁或其他重金属元素对镁合金耐腐蚀性的有害影响。4) 所用铈镧混合稀土是将普通富铈混合稀土中价值高的 Nd、Pr 分离出去剩余的廉价铈镧混合稀土。从 90 年代到现在，国内外稀土专家对稀土应用不平衡问题给予极大的关注。目前影响稀土综合利用和平衡发展的一个难题就是铈镧混合稀土的大量积压。仅中国每年就有大约 12 万吨、价值成亿美元的铈镧稀土产出，而这种铈镧混合稀土一直积压未得到大量应用，成为制约稀土综合利用、平衡发展的瓶颈。本发明利用廉价的铈镧混合稀土开发含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，一是为积压铈镧稀土资源找到一个大用户——被誉

为“二十一世纪绿色轻质工程材料”的镁合金，有利于缓解稀土资源产销不平衡问题，有利于诸多稀土元素的利用协调发展；二是降低了此类合金的成本，并且丰富的铈镧稀土资源使该合金的可持续发展得到保证，有利于提高镁合金的竞争力，促进稀土镁合金又好又快的发展。

## 附图说明

图 1 是本发明实施例 4 AlCeLa<sub>4</sub>, 2.4, 1.6 合金的扫描电镜和透射电镜微观组织图。可以看出细化的合金晶粒对合金产生的细晶强化和晶界处大量细小的高熔点 Al-RE 相对合金产生的弥散强化（主要是晶界强化）是合金具有优良力学性能的主要原因。

图 2 中曲线 1、曲线 2 分别是本发明实施例 4 AlCeLa<sub>4</sub>, 2.4, 1.6 合金和 AE44 合金在 200℃, 70MPa 条件下的蠕变曲线图。

## 具体实施方式

### 实施例 1 AlCeLa<sub>3</sub>, 0.6, 0.4 合金

含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，其质量百分比配比为：铝：3%，铈：0.6%，镧：0.4%，锰：0.2%，杂质元素 Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.03%，余量为镁。合金性能见表 1 和表 2。

### 实施例 2 AlCeLa<sub>5</sub>, 1.2, 0.8 合金

含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，其质量百分比配比为：铝：5%，铈：1.2%，镧：0.8%，锰：0.4%，杂质元素 Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.03%，余量为镁。合金性能见表 1 和表 2。

### 实施例 3 AlCeLa<sub>4</sub>, 1.8, 1.2 合金

含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金，其质量百分比配比为：铝：4%，铈：1.8

%, 镧: 1.2%, 锰: 0.4%, 杂质元素 Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.03%, 余量为镁。合金性能见表 1 和表 2。

#### 实施例 4 AlCeLa4, 2.4, 1.6 合金

含铈、镧的 AE 系耐热压铸镁合金, 其质量百分比配比为: 铝: 4%, 铈: 2.4%, 镧: 1.6%, 锰: 0.6%, 杂质元素 Fe、Cu 和 Ni 的总量小于 0.03%, 余量为镁。合金性能见表 1、表 2 和表 3。

表 1 本发明实施例 1、例 2、例 3 和例 4 的室温力学性能

合金号	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)
实施例 1	228	130	15
实施例 2	245	135	10
实施例 3	257	148	13
实施例 4	271	160	14
AE44	248	140	11
AZ91	222	145	3

表 2 本发明实施例 1、例 2、例 3 和例 4 的高温力学性能

合金号	150℃			200℃		
	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)	抗拉强度 (MPa)	屈服强度 (MPa)	延伸率 (%)
实施例 1	134	94	26	105	80	23
实施例 2	140	103	21	108	87	20
实施例 3	145	111	24	112	96	21
实施例 4	147	120	31	120	107	26
AE44	140	109	27	115	100	19
AZ91	150	105	13	99	84	15

表 3 本发明实施例 4 AlCeLa4, 2.4, 1.6 合金的高温抗蠕变性能

合金号	200℃, 70 MPa		
	持久寿命 (小时)	百小时延伸率 (%)	最小蠕变速率 ( $\times 10^{-9} \text{s}^{-1}$ )
实施例 4	>100	0.17	1.82
AE44	>100	0.18	3.42

表 1 本发明实施例 1、例 2、例 3 和例 4 的合金与 AE44 和 AZ91 的室温力学性能。

表 2 本发明实施例 1、例 2、例 3 和例 4 与 AE44 和 AZ91 的高温力学性能。

表 3 是本发明实施例 4 AlCeLa4, 2.4, 1.6 合金与 AE44 的高温抗蠕变性能。

AE44 是 2005 年挪威 Hydro 镁业公司开发的新型抗高温蠕变压铸镁合金，已用于生产汽车零件，例如汽车的发动机托架，AZ91 是一种标准牌号的镁合金，也是目前工业上用量最多的镁合金，但其使用温度不能超过 120℃。表 1、表 2 和表 3 中 AE44 和 AZ91 的数据是在同样条件下制备的试样，并在同样测试条件下获得的数据。



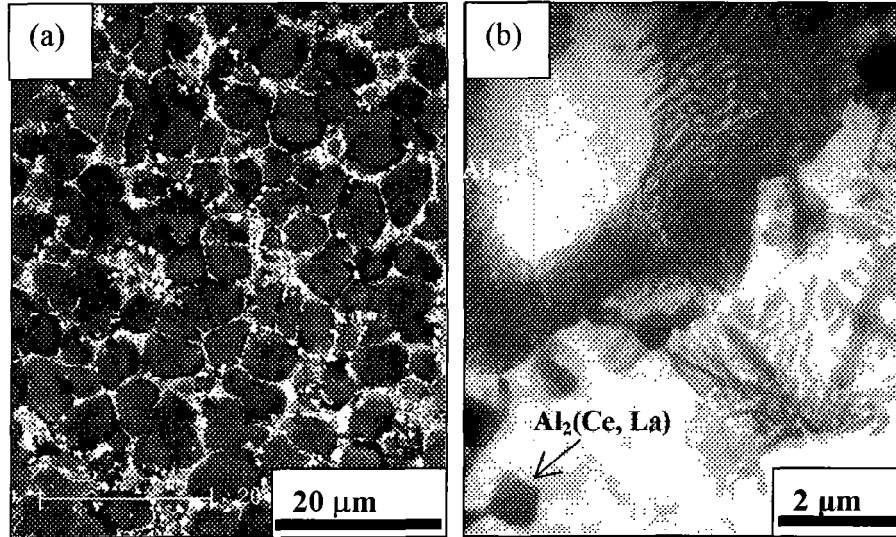


图 1

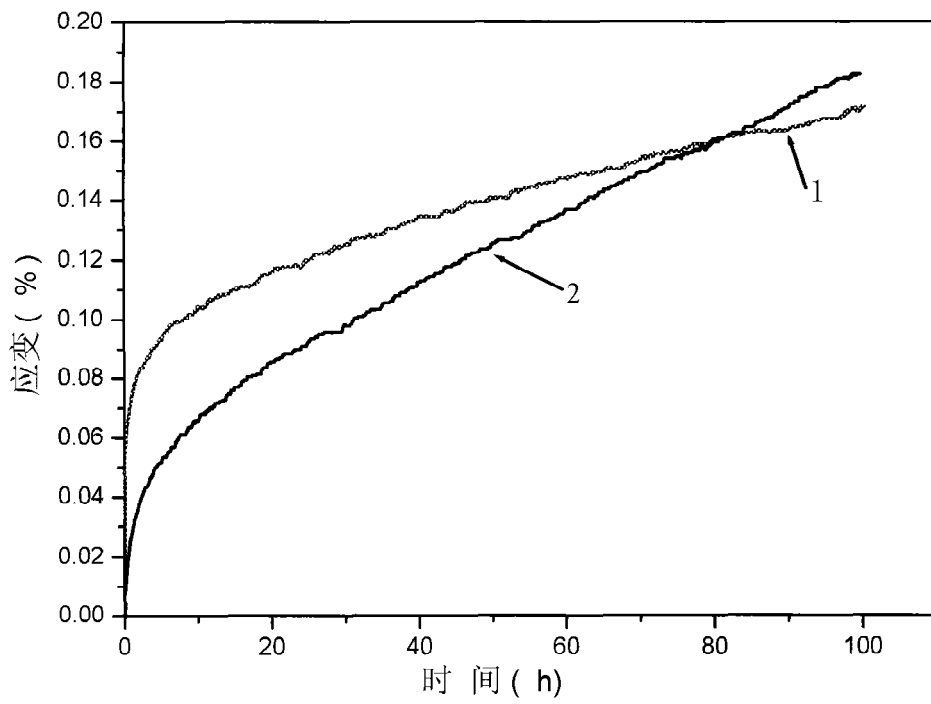


图 2