

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
B22D 18/06 (2006.01)  
B22D 19/16 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510119107.9

[43] 公开日 2006年6月28日

[11] 公开号 CN 1792504A

[22] 申请日 2005.12.26

[21] 申请号 200510119107.9

[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 吴耀明 王立民 毕广利 彭秋明  
房大庆 王建利 孟健 张洪杰

[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

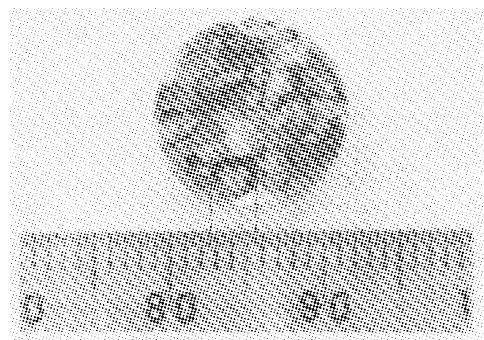
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

### [54] 发明名称

高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法

### [57] 摘要

本发明涉及高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法。将高镁铝合金与膨化蛭石和珍珠岩进行复合,用真空渗流铸造法获得本发明的多孔轻体复合材料。该多孔轻体复合材料的密度为小于 $1.9\text{g}/\text{cm}^3$ ,具有泡沫铝镁合金和膨化蛭石或珍珠岩的双重特性。解决了泡沫铝的管、带、片材工业生产中泡孔质量难以控制、泡沫压缩性能等不理想和隔热效果不佳的技术难题。



1、一种高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法，其特征在于：以市售纯度为99.5%以上的金属Mg、Mn、Cu、Si、Fe、Al、Zn、Cr为合金原料，在高镁铝合金范围内，选择合金密度小于 $2.7\text{g/cm}^3$ 的，按照如下重量百分比配制的合金5182组成为：Mg=4.65%、Mn=0.35%、Cu=0.10%、Si=0.14%、Fe=0.20%、Al余量；其中Mn、Cu、Si、Fe和Cr预先配制成中间合金并以中间合金形式加入；以经过膨化国产的开孔蛭石、开孔珍珠岩、闭孔球形蛭石或闭孔球形珍珠岩为本发明的另一主要原料；膨化蛭石或珍珠岩用泰勒标准筛筛分出如下粒度区间：8-24目；将上述粒度区间的膨化蛭石或膨化珍珠岩，放到真空吸铸模具中，用震动或敦实法调整颗粒间隙以调整透气度和堆积密度，预热模具中的膨化蛭石或膨化珍珠岩颗粒，预热温度控制在 $150\sim 450^\circ\text{C}$ ，开动真空泵使得真空罐真空度达到 $0.06\text{Pa}$ ，于 $680\sim 800^\circ\text{C}$ 加热熔化合金成液体，开通液体合金与吸铸口之间连接器，打开真空手阀开始吸铸，吸铸速度控制在 $0.05\text{m/s}\sim 0.5\text{m/s}$ ，吸铸完成，冷却脱模，制品用高频感应热处理，即获得本发明的一种高镁铝合金-膨胀矿石复合材料。

2.如权利要求1所述的一种高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法，其特征在于：所述的高镁铝合金为5083组成为：Mg=4.5%、Mn=0.5%、Cu=0.10%、Si=0.4%、Zn=0.25%、Al余量；化蛭石或珍珠岩粒度区间：12~14目。

3.如权利要求1所述的一种高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法，其特征在于：高镁铝合金为5454组成为：Mg=3.0%、Mn=0.8%、Cu=0.07%、Si=0.12%、Fe=0.20%、Cr=0.08%、Al余量；蛭石或珍珠岩粒度区间：14~24。

4.如权利要求1所述的一种高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法，其特征在于：所述的高镁铝合金为5052组成为：Mg=2.5%、Mn=0.1%、Cu=0.1%、Si=0.45%、Zn=0.25%、Al余量；化蛭石或珍珠岩粒度区间：18~24目。

5.如权利要求1所述的一种高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法，其特征在于：膨化蛭石或珍珠岩粒度区间：8~12目。

6.如权利要求1所述的一种高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法，其特征在于：膨化蛭石或珍珠岩粒度区间：8~18目。

7.如权利要求2所述的一种高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法，其特征在于：膨化蛭石或珍珠岩粒度区间：12~18目。

---

8. 如权要求 2 所述的一种高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法，其特征在于：膨化蛭石或珍珠岩粒度区间：12~24 目。

## 高镁铝合金-膨胀矿石复合材料的制备方法

技术领域:

本发明涉及高镁铝合金-天然膨胀矿石复合材料的制备方法。

背景技术:

目前在消声材料行业,有两类消声材料越来越被重视,一类是泡沫铝或泡沫镁;另一类是天然蛭石、松脂石、珍珠岩经过高温膨化后的制品或从火力发电厂粉煤灰中分离获得的玻璃空心微珠。二者比较而言,前者的优点在于可单独使用,缺点是:①管、带、片材工业生产中泡孔质量难以控制,②泡沫压缩性能等不理想,③隔热效果不佳。后者的优点表现在不但有比较好的消声性能,而且其隔热性能是大多数其它材料不能比拟的,其缺点集中在不能单独作为管、带、片材等使用,要与其它材料复合;其中有影响力的另一类复合体为:橡胶、水泥、水玻璃、呋喃、聚胺酯泡沫树脂等。将膨化蛭石或松脂石或珍珠岩或玻璃微珠与橡胶复合,可制造“消声瓦”,该“消声瓦”已经被使用到潜艇外壳。其与水泥等硅酸盐复合,可制造在铁路、高速公路等两侧的隔声板。其与聚苯乙烯或聚胺酯泡沫复合,可制造大型液化气储罐、火箭燃料储罐等的隔热圈闭外壳。泡沫铝单独应用公开专利较多,诸如飞机夹层材料、高速列车发动机室隔音材料等。能否将泡沫铝与天然蛭石、松脂石、珍珠岩或玻璃空心微珠进行复合,以克服泡沫铝缺点;对于天然蛭石或珍珠岩与泡沫铝复合还未见专利公开或论文报道。但将与从火力发电厂粉煤灰中分离获得的玻璃空心微珠进行复合或加入碳化硅复合则有以下相关专利公开。中国专利 98126141.8 号公开的题为“泡沫碳化硅颗粒增强铝基复合材料及其制造工艺”的专利。该专利在用  $TiH_2$  发泡过程中添加碳化硅,获得了良好的增强效果,但该材料还没有跨出纯泡沫铝领域。另一中国专利 03100180.7 号公开的题为“一种高强轻质泡沫铝复合材料及其制备方法”的专利。该发明用火电厂粉煤灰中分离获得的玻璃空心微珠与铝复合,制备闭孔泡沫铝复合材料。该发明的显著特点为:①微珠支撑泡沫铝空洞增加复合材料强度,②微珠的绝热性增加了泡沫铝的隔热效果,③均匀的微珠粒度分布克服了常规泡沫铝发泡过程中空洞大小不均而影响产品质量的

难题。但是，选择微珠同样也给后续工艺带来严重的负面效应。由于微珠粒度小，堆积在模具中的微珠透气性差，必须用很高的压力才能够将液态铝压入微珠的间隙中，这导致生产大块或较厚板材等困难和模具折旧成本较高，对该专利工业实用性范围形成了难以逾越的限制。与此类似的专利还有：中国专利 03200299.8 号公开的题为“含微小封闭空洞的泡沫铝”的专利和中国专利 200320115557.7 号公开的题为“仿真泡沫铝”的专利，都对改进泡沫铝现存缺点提出很好建设性思想。但前一项专利的“三性”内容与上述提及的中国专利 03100180.7 号相同。后一项专利选择比重为  $1\text{ g/cm}^3\sim 3.4\text{ g/cm}^3$  球体复合，显然远大于膨化蛭石和珍珠岩或微珠。这种界于陶瓷颗粒比重范围的物质虽然可以增加泡沫铝的强度，但减弱泡沫铝的吸声性能或改变了泡沫铝轻量化特性。另外，该专利要求所添加的任何球体的膨胀系数与金属铝相同或相近，过于理想化的设计必然导致实用性降低。

发明内容：

本发明的目的在于解决泡沫铝的管、带、片材工业生产中泡孔质量难以控制、泡沫压缩性能等不理想和隔热效果不佳的技术难题。提供一种高镁铝合金与膨化蛭石和珍珠岩的复合材料的制备方法。特别是提供一种利于工业规模生产管、带、片材制备方法，尤其是成本低的制备方法。

本发明在复合材料设计上基于如下二原则：

- (1) 合金液体与无机非金属颗粒的外表面有较好的润湿作用。
- (2) 在保证复合材料在力学性能、抗腐蚀等综合性能良好的前提下，选取的合金密度尽可能小。

金属镁在高温下化学活泼性强，易于同膨化蛭石、珍珠岩发生化学反应。在铝合金牌号中，选择的高镁铝合金中某些牌号，利用合金中镁含量相对较高的优势，促使合金液体与无机非金属颗粒的接触界面发生少许化学反应，以此提高界面润湿效果、减小合金液体在颗粒间隙中流淌阻力，方便铸造出大体积的铸造件。同时，少许化学反应产生的 Si-Mg 强化相还可增加金属泡沫的内壁强度。另外，高镁铝合金是铝合金牌号系列中密度较小、综合性能较好的合金，这利于复合材料轻量化。

本发明的高镁铝合金-膨胀矿石复合材料是高镁铝合金与膨化蛭石、珍珠岩、进行复合所获得的多孔轻体复合材料。本发明的方法是采取如下的技

术方案实现的：以市售纯度为 99.5% 以上的金属 Mg、Mn、Cu、Si、Fe、Al、Zn、Cr 为合金原料，在高镁铝合金范围内，选择合金密度小于  $2.7\text{g/cm}^3$  的四种牌号，其分别为：5182、5083、5454、5052；在四种牌号合金要求的化学成分范围内，按照如下重量百分比配制代表性的合金，5182 组成为：Mg=4.65%、Mn=0.35%、Cu=0.10%、Si=0.14%、Fe=0.20%、Al 余量。5083 组成为：Mg=4.5%、Mn=0.5%、Cu=0.10%、Si=0.4%、Zn=0.25%、Al 余量。5454 组成为：Mg=3.0%、Mn=0.8%、Cu=0.07%、Si=0.12%、Fe=0.20%、Cr=0.08%、Al 余量。5052 组成为：Mg=2.5%、Mn=0.1%、Cu=0.1%、Si=0.45%、Zn=0.25%、Al 余量。其中 Mn、Cu、Si、Fe 和 Cr 预先配制成中间合金并以中间合金形式加入。以经过膨化国产的开孔蛭石、开孔珍珠岩、闭孔球形蛭石或闭孔球形珍珠岩为本发明的另一主要原料，将市售的膨化蛭石和珍珠岩用泰勒标准筛筛分出如下粒度区间：8~12 目、8~18 目、12~14 目、12~18 目、12~24 目、14~24 目和 18~24 目。可以选择其中一种粒度分布的膨化蛭石或膨化珍珠岩，放到真空吸铸模具中，用震动或敦实法调整颗粒间隙以调整透气度和堆积密度，预热模具中的膨化蛭石或膨化珍珠岩颗粒，预热温度控制在  $150^\circ\text{C}\sim 450^\circ\text{C}$ 。开动真空泵使得真空罐的真空度达到  $0.06\text{Pa}$ 。于  $680^\circ\text{C}\sim 800^\circ\text{C}$  加热熔化合合金为液体，开通液体合金与吸铸口之间连接器，打开真空手阀开始吸铸，吸铸速度为  $0.05\text{m/s}\sim 0.5\text{m/s}$ ，吸铸完成，冷却脱模，制品用高频感应热处理，获得高镁铝合金-膨胀矿石复合材料。

本发明的制备方法优点在于：以航空业和汽车行业普遍认可的高镁铝合金牌号为合金原料，合金密度小，利于复合出的材料轻量化；合金中 Mg 含量高，其中镁与蛭石和珍珠岩中的多晶 Si 发生化学作用，复合界面得到强化，增加复合材料的强度；以天然矿石，特别是经过简单高温就能膨化成多孔物质的蛭石和珍珠岩为原料，它们资源丰富、成本比玻璃微珠低、粒度可控，利于调整堆积间隙和金属液体的透过性，在很小的正压或负压下就可以生产管、带、片材，对模具的磨损小，降低设备折旧成本和生产能耗。

附图说明：

图 1 是本发明用开孔膨化蛭石所复合出的复合材料样品横向的截面图。

图 2 是本发明的复合材料样品压缩后的形貌图。

具体实施方式：

实施例 1：

按照如下重量百分比配制 5182 高镁铝合金备用, 合金具体化学成分为: Mg=4.65%、Mn=0.35%、Cu=0.10%、Si=0.14%、Fe=0.20%、Al 余量。其中 Mn、Cu、Si、Fe 是以中间合金形式加入。选择 8 目以上、8~12 目和 8~18 目的开孔膨化蛭石, 放到真空吸铸模具中, 调整颗粒间隙和调整透气度后, 膨化蛭石预热温度  $T_b$  控制在  $160^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ; 熔合金温度  $T_c$  控制  $790^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ ; 真空罐真空度达到最大值后开通液体合金与吸铸口之间连接器, 打开真空手阀开始吸铸, 用真空手阀控制吸铸合金液流动速度  $V_c$  在  $0.1\text{m/s}$ , 吸铸完成后冷却脱模, 用万能实验机测定压缩性能, 用浮力法检测密度, 所获得的数据归纳在表 1。

表 1:

| 粒度<br>(目) | 密度<br>( $\text{g/cm}^3$ ) | 压缩性能        |                  |        |
|-----------|---------------------------|-------------|------------------|--------|
|           |                           | 屈服点强度 / MPa | 压缩强度最大值 /<br>MPa | 压缩率 /% |
| 8 目以上     | 1.383                     | 12          | 36               | 54.69  |
| 8~12 目    | 1.425                     | 21          | 128              | 51.96  |
| 8~18 目    | 1.547                     | 41          | 254              | 49.23  |

### 实施例 2:

其余同实施例 1。所配制 5083 高镁铝合金的具体化学成分为: Mg=4.5%、Mn=0.5%、Cu=0.10%、Si=0.4%、Zn=0.25%、Al 余量。选 12~14 目、12~18 目和 12~24 目闭孔膨化蛭石。  $T_b=440^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ 。  $T_c=690^\circ\text{C} \pm 10^\circ\text{C}$ 。  $V_c=0.5\text{m/s}$ 。所获得的数据归纳在表 2。

表 2:

| 粒度<br>(目) | 密度<br>( $\text{g/cm}^3$ ) | 压缩性能        |                  |        |
|-----------|---------------------------|-------------|------------------|--------|
|           |                           | 屈服点强度 / MPa | 压缩强度最大值 /<br>MPa | 压缩率 /% |
| 12~14 目   | 1.4018                    | 32          | 141              | 55.95  |
| 12~18 目   | 1.5936                    | 49          | 162              | 58.79  |
| 12~24 目   | 1.6578                    | 52          | 157              | 46.86  |

### 实施例 3:

其余同实施例 1。所配制 5454 高镁铝合金的具体化学成分为: Mg=3.0%、Mn=0.8%、Cu=0.07%、Si=0.12%、Fe=0.20%、Cr=0.08%、Al 余量。选 14~

24 目的开孔和闭孔膨化珍珠岩。T<sub>c</sub>=750℃±10℃。V<sub>c</sub>=0.05m/s。所获得的数据归纳在表 3。

表 3:

| 珍珠岩<br>孔况 | 粒度<br>(目) | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 压缩性能        |                  |        |
|-----------|-----------|----------------------------|-------------|------------------|--------|
|           |           |                            | 屈服点强度 / MPa | 压缩强度最大值 /<br>MPa | 压缩率 /% |
| 开孔        | 14~24 目   | 1.4184                     | 14          | 136              | 64.23  |
| 闭孔        | 14~24 目   | 1.5305                     | 40          | 245              | 54.18  |

#### 实施例 4:

其余同实施例 1。所配制 5052 高镁铝合金的具体化学成分为: Mg=2.5%、Mn=0.1%、Cu=0.1%、Si=0.45%、Zn=0.25%、Al 余量。选 18~24 目的闭孔膨化珍珠岩。T<sub>b</sub>=300℃±10℃。T<sub>c</sub>=720℃±10℃。V<sub>c</sub>=0.3m/s。所获得的数据归纳在表 4。

表 4:

| 粒度<br>(目) | 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 压缩性能        |                  |        |
|-----------|----------------------------|-------------|------------------|--------|
|           |                            | 屈服点强度 / MPa | 压缩强度最大值 /<br>MPa | 压缩率 /% |
| 18~24 目   | 1.8146                     | 62          | 184              | 46.64  |
| 18~24 目   | 1.5605                     | 16          | 74               | 34.71  |



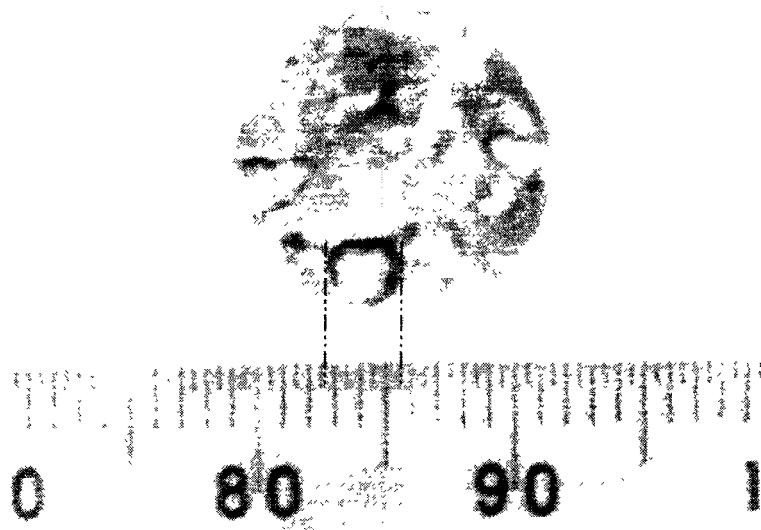


图 1

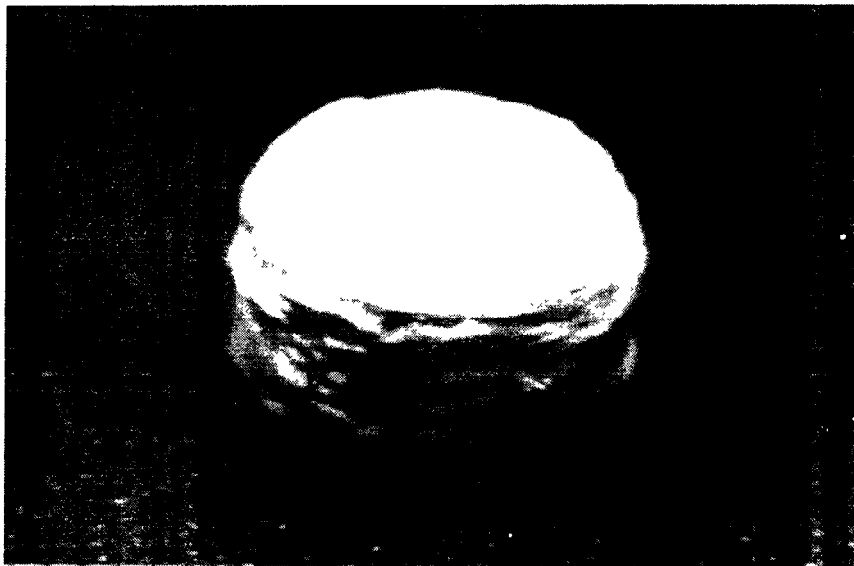


图 2