

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610017199.4

[51] Int. Cl.

C22C 45/00 (2006.01)

C22C 23/02 (2006.01)

C22C 1/05 (2006.01)

B22F 3/12 (2006.01)

[43] 公开日 2007年3月7日

[11] 公开号 CN 1924072A

[22] 申请日 2006.9.22

[21] 申请号 200610017199.4

[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 汤华国 马贤锋 赵伟 蔡曙光

赵波 乔竹辉

[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 4 页 附图 1 页

[54] 发明名称

一种高强镁基复合材料及其制备方法

[57] 摘要

本发明涉及一种高强镁基复合材料，其构成重量百分比为 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉末为 3 - 20%，锌粉为 1%，镁粉为 79 - 96%； $Al_{12}Mg_{17}$ 为纳米粉末，锌粉、镁粉为粒度均小于 1 微米的粉末。经 X 射线粉末衍射分析证实该镁基复合材料的增强相为纳米 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉末，扫描电镜照片分析表明增强相弥散均匀。本发明先通过铝粉与镁粉的固相反应合成出所需的 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉末，再以 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉、锌粉和镁粉为原料，采用机械合金化装置实现原料的充分混合。在压锻过程中，叶蜡石作为密封与传压介质，起到充分隔绝氧气并均匀传递压力的作用。通过半固态流变压锻技术，无需加入任何晶粒抑制剂即可得到细晶粒组织，消除了传统铸造合金中的柱状晶和粗大的枝状晶，得到的高强镁基复合材料的力学性能提高。

1. 一种高强镁基复合材料，其特征在于，其构成重量百分比为： $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 粉末为3-20%，锌粉为1%，镁粉为79-96%；所述的 $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 为粒度小于100纳米粉末，锌粉、镁粉为粒度均小于1微米的粉末。
2. 如权利要求1所述的一种高强镁基复合材料，其特征在于，其构成重量百分比为： $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 为3%，锌粉为1%，镁粉为96%。
3. 如权利要求1所述的一种高强镁基复合材料，其特征在于，其构成重量百分比为： $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 为5%，锌粉为1%，镁粉为94%。
4. 如权利要求1所述的一种高强镁基复合材料，其特征在于，其构成重量百分比为： $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 为8%，锌粉为1%，镁粉为91%。
5. 如权利要求1所述的一种高强镁基复合材料，其特征在于，其构成重量百分比为： $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 为10%，锌粉为1%，镁粉为89%。
6. 如权利要求1所述的一种高强镁基复合材料，其特征在于，其构成重量百分比为： $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 为15%，锌粉为1%，镁粉为84%。
7. 如权利要求1所述的一种高强镁基复合材料，其特征在于，其构成重量百分比为： $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 为20%，锌粉为1%，镁粉为79%。
8. 如权利要求1所述的一种高强镁基复合材料，其特征在于，其构成重量百分比为： $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 为25%，锌粉为1%，镁粉为74%。
9. 如权利要求1所述的一种高强镁基复合材料的制备方法，其特征在于，其步骤和条件为：先以粒度均小于1微米的铝粉和镁粉，按铝粉与镁粉重量比为1.93:1配比称重，在机械合金化装置中固相

反应 3-5 小时，合成出纳米 $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 粉末，再以纳米 $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 粉末和粒度均小于 1 微米的锌粉、镁粉为原料，按重量百分为 $\text{Al}_{12}\text{Mg}_{17}$ 粉末为 3%-20%，锌粉为 1%，镁粉为 79-96%的配比称重，将按配比称重的材料在球磨罐中混合 1-2 小时，在钢模具中 300-400MPa 压力下成型，将成型好的坯体用铜箔包裹后，置于马弗炉中的两铁砧之间，坯体四周以叶蜡石为支撑，在氩气条件下加温，温度在 680-750°C 之间，保温时间 3-5 分钟，加压到 200-400MPa，取出自然冷却，得到高强镁基复合材料。

一种高强镁基复合材料及其制备方法

技术领域:

本发明属于一种高强镁基复合材料及其制备方法。其制备方法是以 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉末、锌粉和镁粉为原料,通过半固态流变压锻技术来制备高强镁基复合材料。

背景技术:

镁合金是继钢铁和铝合金之后发展起来的第三类金属结构材料,它具有比强度高、比刚度高,减振性、电磁屏蔽和抗辐射能力强,易切削加工,易回收等一系列优点,在汽车、电子电器、交通、航空航天和国防军工领域具有极其重要的应用价值和广阔的应用前景。AZ91(美国牌号 Mg-9Al-0.8Zn,类似于我国的 ZM5)作为镁合金中应用最广的一个牌号,具有良好的铸造性能和比较高的屈服强度,其压铸件广泛用于汽车座椅、变速箱外壳等多种形式的部件。常规的铸造 AZ91 镁合金的微观组织比较粗大,并且起主要增强作用的 $Al_{12}Mg_{17}$ 相,从过饱和固溶体中成核长大的过程不容易控制,导致析出的 $Al_{12}Mg_{17}$ 相也比较粗大,在高温下极容易粗化、聚集,从而导致该种合金的室温和高温强度不理想,难以满足高性能结构材料的不断需求。采用材料复合的方法的控制微观结构,进一步提高 AZ91 镁合金的性能是该材料发展的趋势。

粉末冶金烧结和热压烧结是制备金属基复合材料的基本方法,但是在烧结过程中金属镁的氧化特别严重,用这两种常规的粉体固化技术制备镁基复合材料就显得比较困难。采用改进的粉末冶金烧结和热压烧结的相关技术方法制备镁基复合材料仍属于探索阶段。迄今为止,有关半固态流变压锻技术制备高强镁基复合材料的研究在国内外尚属空白。

发明内容:

本发明的目的之一是提供一种高强镁基复合材料。

本发明的目的之二是提供一种高强镁基复合材料的制备方法。

本发明提供一种高强镁基复合材料,其构成重量百分比为: $Al_{12}Mg_{17}$ 粉末为 3-20%, 锌粉为 1%, 镁粉为 79-96%; 所述的 $Al_{12}Mg_{17}$ 为纳米粉末, 锌粉、镁粉为粒度均小于 1 微米的粉末。

制备本发明的高强镁基复合材料的步骤和条件如下: 以粒度小于 100 纳米 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉末和粒度均小于 1 微米的锌粉、镁粉为原料, 按重量百分比为 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉末为 3%-20%, 锌粉为 1%, 镁粉为 79-96% 的配比称重, 将按配比称重的材料在球磨罐中混合 1-2 小时, 在钢模具中 300-400MPa 压力下成型, 将成型好的坯体用铜箔包裹后, 置于马弗炉中的两铁砧之间, 坯体四周以叶蜡石为支撑, 在氩气条件下加温, 温度在 680-750°C 之间, 保温时间 3-5 分钟, 加压到 200-400MPa, 取出自然冷却, 得到高强镁基复合材料。

本发明得到的高强镁基复合材料, 经 X 射线粉末衍射分析证实该镁基复合材料的增强相为纳米 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉末, 扫描电镜照片分析表明增强相弥散均匀。本发明先通过铝粉与镁粉的固相反应合成出所需的 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉末, 再以 $Al_{12}Mg_{17}$ 粉、锌粉和镁粉为原料, 采用机械合金化装置实现原料的充分混合。在压锻过程中, 叶蜡石作为密封与传压介质, 起到充分隔绝氧气并均匀传递压力的作用。通过半固态流变压锻技术, 无需加入任何晶粒抑制剂即可得到细晶粒组织, 可以消除传统铸造合金中的柱状晶和粗大的枝状晶, 从而得到的高强镁基复合材料的力学性能提高。

本发明的方法具有工艺简单、操作方便、烧结时间短等特点。

附图说明

图1是本发明的高强镁基复合材料扫描电镜照片。

具体实施方式

实施例1：将重量为5克，含 $Al_{12}Mg_{17}$ 为3%，锌粉为1%，镁粉为96%的混合粉末放入钢模具中350MPa压力下成型，将成型好的样品用铜箔包裹后，置于马弗炉中的两铁砧之间，样品四周以叶蜡石为支撑。在氩气条件下加温，温度为680°C，保温时间3分钟，加压力200MPa，得到一种高强镁基复合材料。样品经抛光处理，相对密度为99.7%。拉伸强度312MPa。

实施例2：将重量为5克，含 $Al_{12}Mg_{17}$ 为5%，锌粉为1%，镁粉为94%的混合粉末放入钢模具中360MPa压力下成型，将成型好的样品用铜箔包裹后，置于马弗炉中的两铁砧之间，样品四周以叶蜡石为支撑。在氩气条件下加温，温度为680°C，保温时间3分钟，加压力230MPa，得到一种高强镁基复合材料。样品经抛光处理，相对密度为99.6%。拉伸强度346MPa。

实施例3：将重量为5克，含 $Al_{12}Mg_{17}$ 为8%，锌粉为1%，镁粉为91%的混合粉末放入钢模具中380MPa压力下成型，将成型好的样品用铜箔包裹后，置于马弗炉中的两铁砧之间，样品四周以叶蜡石为支撑。在氩气条件下加温，温度为700°C，保温时间3分钟，加压力250MPa，得到一种高强镁基复合材料。样品经抛光处理，相对密度为99.5%。拉伸强度357MPa。

实施例4：将重量为5克，含 $Al_{12}Mg_{17}$ 为10%，锌粉为1%，镁粉为89%的混合粉末放入钢模具中390MPa压力下成型，将成型好的样品用铜箔包裹后，置于马弗炉中的两铁砧之间，样品四周以叶蜡石为支撑。在氩气条

件下加温，温度为 710°C，保温时间 4 分钟，加压力 280MPa，得到一种高强度镁基复合材料。样品经抛光处理，相对密度为 98.9%。拉伸强度 461MPa。

实施例 5：将重量为 5 克，含 $Al_{12}Mg_{17}$ 为 15%，锌粉为 1%，镁粉为 84% 的混合粉末放入钢模具中 400MPa 压力下成型，将成型好的样品用铜箔包裹后，置于马弗炉中的两铁砧之间，样品四周以叶蜡石为支撑。在氩气条件下加温，温度为 730°C，保温时间 4 分钟，加压力 320MPa，得到一种高强度镁基复合材料。样品经抛光处理，相对密度为 98.5%。拉伸强度 524MPa。

实施例 6：将重量为 5 克，含 $Al_{12}Mg_{17}$ 为 20%，锌粉为 1%，镁粉为 79% 的混合粉末放入钢模具中 400MPa 压力下成型，将成型好的样品用铜箔包裹后，置于马弗炉中的两铁砧之间，样品四周以叶蜡石为支撑。在氩气条件下加温，温度为 740°C，保温时间 4 分钟，加压力 330MPa，得到一种高强度镁基复合材料。样品经抛光处理，相对密度为 99%。拉伸强度 553MPa。

实施例 7：将重量为 5 克，含 $Al_{12}Mg_{17}$ 为 25%，锌粉为 1%，镁粉为 74% 的混合粉末放入钢模具中 400MPa 压力下成型，将成型好的样品用铜箔包裹后，置于马弗炉中的两铁砧之间，样品四周以叶蜡石为支撑。在氩气条件下加温，温度为 750°C，保温时间 4 分钟，加压力 400MPa，得到一种高强度镁基复合材料。样品经抛光处理，相对密度为 99.1%。拉伸强度 505MPa。

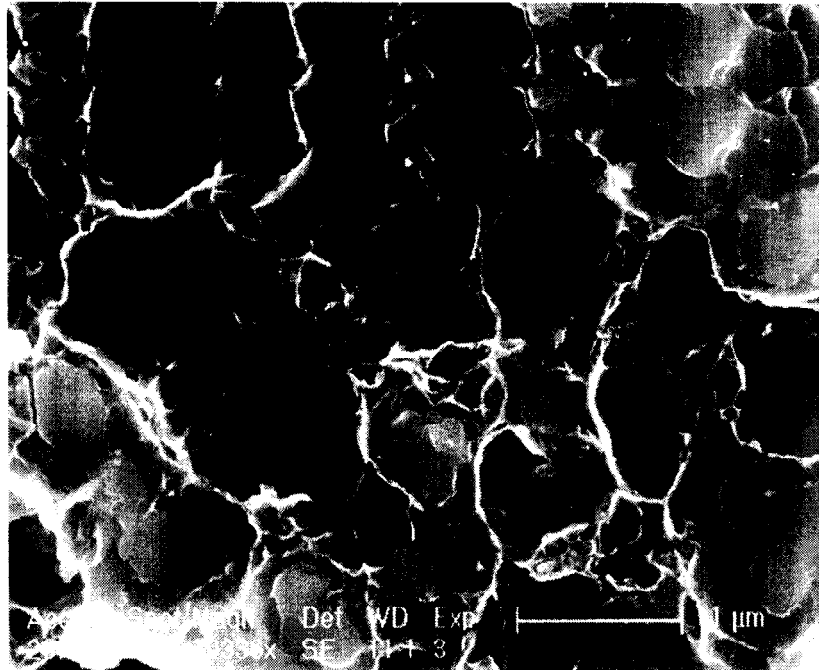


图 1