



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102418019 A

(43) 申请公布日 2012.04.18

(21) 申请号 201110401058.3

(22) 申请日 2011.12.07

(71) 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路
932 号

(72) 发明人 刘志坚 任国安 杨晓亮 周萍
闫立奇

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所
43114

代理人 颜勇

(51) Int. Cl.

C22C 23/00 (2006.01)

C22C 32/00 (2006.01)

权利要求书 1 页 说明书 3 页

(54) 发明名称

一种 Mg-Li 基复合材料

(57) 摘要

一种 Mg-Li 基复合材料。其成份配比为 $(\text{Mg-xLi-uM})\text{-yB-zC}$, 其中 $x = 5-18$, $y = 2-10$, $z = 0.5-3$, $u = 0-4$, M 为 Al 等合金元素。物相组成为体心立方结构的 Mg-Li 基合金, B、C 与基体合金形成的化合物强化相。强化相与基体有很好的界面结合强度, 弥散分布于基体之中。化合物强化 Mg-Li 基合金锭坯可进行挤压, 锻压, 热轧, 冷轧成相应的棒材, 板材。采用本发明 Mg-xLi-uM-yB-zC 成份配比, 当其中 $x = 13.5-14.5$, $y = 4.4-7.0$, $z = 1.2-3$, $u = 1$, M 为 Al 时, 经过挤压, 锻压得到的棒材, 室温抗拉强度达 300-340MPa, 密度为 $1.39-1.50\text{g/cm}^3$, 延伸率为 8-15%。是现有技术制备的 Mg-Li 基复合材料抗拉强度 (162MPa) 的 2 倍。

1. 一种 Mg-Li 基复合材料,包括下述组分按重量百分比组成:(Mg-xLi-uM)-yB-zC,其中 $x = 5-18$, $y = 2-10$, $z = 0.5-3$, $u = 0-4$, M 为合金基体的合金元素,余量为 Mg;其特征在于:所述 Mg-Li 基复合材料由 B、C 与 Mg-Li-M 基体合金反应形成的硼化合物强化相分布于 Mg-Li-M 基体合金中构成。

2. 根据权利要求 1 所述的一种 Mg-Li 基复合材料,其特征在于:所述 Mg-xLi-uM-yB-zC 中, Mg, Li 为合金基体的主体元素, M 为合金基体的合金元素, M 选自 Al、Zn、Ag, Y 中的至少一种; B 与 C 为生成强化相的加入的主体元素,它们与基体反应生成强化相。

3. 根据权利要求 1 所述的一种 Mg-Li 基复合材料,其特征在于:所述 Mg-Li 基复合材料的基体的主相为具有体心立方晶体结构 β 相。

4. 根据权利要求 1 所述的一种 Mg-Li 基复合材料,其特征在于:所述 Mg-xLi-uM-yB-zC 中, $x = 8-16$, $y = 3-8$, $z = 0.8-2.5$, $u = 0.7-3$, 余量为 Mg。

5. 根据权利要求 1 所述的一种 Mg-Li 基复合材料,其特征在于:所述 Mg-xLi-yB-zC-uM 中, $x = 13.5-14.5$, $y = 4.4-7.0$, $z = 1.2-2.2$, $u = 1$, 余量为 Mg。

一种 Mg-Li 基复合材料

技术领域

[0001] 本发明公开了一种 Mg-Li 基复合材料,属于金属复合材料制备技术领域。

背景技术

[0002] Mg-Li 基合金是迄今为止比强度(材料强度/材料密度)最高的合金材料。主要应用于宇航,航空等领域中。强度较低,抗蚀性能较低是该材料的弱点,目前主要采用添加微量合金元素的方法(Al, Zn, Ag, Y 等)来强化合金。采用复合材料的方法,用高强度的颗粒或者纤维来强化合金,一直是材料界努力的方向之一。 B_4C , B 纤维是既能强化合金又不会过多地提高合金密度的增强组元。但在高温下,高锂含量的 Mg-Li 基合金对它们会有腐蚀作用,增强组元的强化作用得不到充分发挥。因此过去不得不采用粉末冶金方法将复合材料的制备温度控制在 450°C 以下,避免合金出现液相,防止合金与强化组元的过度反应。文献报道采用此方法合金实际抗拉强度由 109MPa 提高到 162Mpa,比强度由 $71.4 \times 10^3 \text{m}^2/\text{s}^2$ 提高到 $96.2 \times 10^3 \text{m}^2/\text{s}^2$ 。迄今为止,因其工艺复杂性,控制难度大,复合材料强化工艺未能达到实用阶段,已形成牌号的合金目前还只有 LA141(其成份配比为 Mg-14Li-1Al)

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种质量比强度高的 Mg-Li 基复合材料。

[0004] 本发明一种 Mg-Li 基复合材料,包括下述组分按重量百分比组成: $(\text{Mg}-x\text{Li}-u\text{M})-y\text{B}-z\text{C}$,其中 $x = 5-18$, $y = 2-10$, $z = 0.5-3$, $u = 0-4$, M 为合金基体的合金元素,余量为 Mg;所述 Mg-Li 基复合材料由 B、C 与 Mg-Li-M 基体合金反应形成的硼化合物强化相分布于 Mg-Li-M 基体合金中构成。

[0005] 本发明一种 Mg-Li 基复合材料中,所述 $\text{Mg}-x\text{Li}-u\text{M}-y\text{B}-z\text{C}$ 中, Mg, Li 为合金基体的主体元素, M 为合金基体的合金元素, M 选自 Al、Zn、Ag、Y 中的至少一种; B 与 C 为生成强化相的加入的主体元素,它们与基体反应生成强化相。

[0006] 本发明一种 Mg-Li 基复合材料中,所述 Mg-Li 基复合材料的基体的主相为具有体心立方晶体结构 β 相。

[0007] 本发明一种 Mg-Li 基复合材料中,所述 $\text{Mg}-x\text{Li}-y\text{B}-z\text{C}-u\text{M}$ 中, $x = 8-16$, $y = 3-8$, $z = 0.8-2.5$, $u = 0.7-3$, 余量为 Mg。

[0008] 本发明一种 Mg-Li 基复合材料中,所述 $\text{Mg}-x\text{Li}-y\text{B}-z\text{C}-u\text{M}$ 中, $x = 13.5-14.5$, $y = 4.4-7.0$, $z = 1.2-2.2$, $u = 1$, 余量为 Mg。

[0009] 本发明的制备方法简述于下:将 B_4C 粉按质量百分比 $\text{Mg}-m\text{Li}-n\text{B}-l\text{C}$, (其中 $m = 25-35$, $n = 25-35$, $l = 5-15$) 加入熔点低于 450°C 的 Mg-Li 合金熔体中,搅拌,冷却后形成预混合合金。将预混合合金放入熔化的 Mg-Li-M 合金中,使其成份配比为 $\text{Mg}-x\text{Li}-u\text{M}-y\text{B}-z\text{C}$, 其中 $x = 5-18$, $y = 2-10$, $z = 0.5-3$, $u = 0-4$, M 为 Al、Zn、Ag、Y 中的至少一种。不断搅拌同时升温直到 $650-700^{\circ}\text{C}$ 之间,使 B_4C 与合金基体充分反应。冷却后即获得硼化合物强化 Mg-Li 基合金锭坯。

[0010] 硼化合物强化 Mg-Li 基合金锭坯可进行挤压, 锻压, 热轧, 冷轧成相应的棒材, 板材。

[0011] 本发明与现有的镁锂合金与复合材料相比有如下特点。

[0012] 本发明由于采用 B、C 与 Li、Mg、M 反应形成的硼化合物强化相; 可以使复合材料的质量比强度有显著的提高。按 $Mg-xLi-yB-zC-uM$ 成份配比, 当其中 $x = 13.5-14.5$, $y = 4.4-7.0$, $z = 1.2-3$, $u = 1$, M 为 Al 时, 经过挤压, 锻压得到的棒材, 室温抗拉强度达 300-340MPa, 密度为 $1.39-1.50g/cm^3$, 延伸率为 8-15%。是现有技术制备的 Mg-Li 基复合材料抗拉强度 (162Mpa) 的 2 倍。

具体实施方式:

[0013] 实施例 1

[0014] 1、按 $Mg-mLi-nB-lC$ 配料, 其中 $m = 33$, $n = 25$, $l = 8$ 余量为 Mg。

[0015] 2、将金属 Mg、Li 及 B_4C 粉放入氩气保护的电阻加热炉中加热到 $370^\circ C$,

[0016] 3、金属熔化后加以搅拌, 直到 B_4C 粉粉末完全浸没其中, 之后随炉冷却; 得到预混合合金 $Mg-33Li-25B-8C$;

[0017] 4、将冷却后的锭子压制成为 $10 \times 10 \times 3$ 的 $Mg-33Li-25B-8C$ 碎块, 备用;

[0018] 5、将金属镁、金属锂、 $Mg-33Li-25B-8C$ 按 $Mg-14Li-1Al-6B_4C$ 成份配比, 首先将金属镁与金属锂在氩气保护炉中一起加热至 $590-610^\circ C$ 熔化, 然后将 $Mg-33Li-25B-8C$ 碎块加入, 同时加以搅拌;

[0019] 6、停止搅拌, 继续升高温度, 直到 $700^\circ C$, 保温 30 分钟, 随炉冷却;

[0020] 7、冷却后在 $250^\circ C$ 下挤压成直径 13 的圆棒, 在 $250^\circ C$ 下模锻成直径 11mm 的圆棒; 其室温抗拉强度达 320MPa, 密度为 $1.47g/cm^3$, 延伸率为 11%。

[0021] 实施例 2

[0022] 1、按 $Mg-mLi-nB-lC$ 配料, 其中 $m = 25$, $n = 30$, $l = 5$ 余量为 Mg。

[0023] 2、将金属 Mg、Li 及 B_4C 粉放入氩气保护的电阻加热炉中加热到 $370^\circ C$,

[0024] 3、金属熔化后加以搅拌, 直到 B_4C 粉粉末完全浸没其中, 之后随炉冷却; 得到预混合合金 $Mg-33Li-25B-8C$;

[0025] 4、将冷却后的锭子压制成为 $10 \times 10 \times 3$ 的 $Mg-33Li-25B-8C$ 碎块, 备用;

[0026] 5、将金属镁、金属锂、 $Mg-33Li-25B-8C$ 按 $Mg-15Li-6B_4C$ 成份配比, 首先将金属镁与金属锂在氩气保护炉中一起加热至 $590-610^\circ C$ 熔化, 然后将 $Mg-33Li-25B-8C$ 碎块加入, 同时加以搅拌;

[0027] 6、停止搅拌, 继续升高温度, 直到 $700^\circ C$, 保温 45 分钟, 随炉冷却;

[0028] 7、冷却后在 $250^\circ C$ 下挤压成直径 13 的圆棒, 在 $300^\circ C$ 下模锻成直径 11mm 的圆棒; 其室温抗拉强度达 155.2MPa, 密度为 $1.46g/cm^3$, 延伸率为 23.22%。

[0029] 实施例 3

[0030] 1、按 $Mg-mLi-nB-lC$ 配料, 其中 $m = 35$, $n = 35$, $l = 15$ 余量为 Mg。

[0031] 2、将金属 Mg、Li 及 B_4C 粉放入氩气保护的电阻加热炉中加热到 $370^\circ C$,

[0032] 3、金属熔化后加以搅拌, 直到 B_4C 粉粉末完全浸没其中, 之后随炉冷却; 得到预混合合金 $Mg-33Li-25B-8C$;

[0033] 4、将冷却后的锭子压制成为 $10 \times 10 \times 3$ 的 Mg-33Li-25B-8C 碎块, 备用;

[0034] 5、将金属镁、金属锂、Mg-33Li-25B-8C 按 Mg-14Li-1Al-0.5Y-7B₄C 成份配比, 首先将金属镁与金属锂在氩气保护炉中一起加热至 590-610°C 熔化, 然后将 Mg-33Li-25B-8C 碎块加入, 同时加以搅拌;

[0035] 6、停止搅拌, 继续升高温度, 直到 700°C, 保温 60 分钟, 随炉冷却;

[0036] 7、冷却后在 250°C 下挤压成直径 13 的圆棒, 在 200°C 下模锻成直径 11mm 的圆棒; 其室温抗拉强度达 220MPa, 密度为 $1.41\text{g}/\text{cm}^3$, 延伸率为 15%。