



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104404505 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 11

(21) 申请号 201410684261. X

(22) 申请日 2014. 11. 25

(71) 申请人 开封大学

地址 475000 河南省开封市金明区东京大道

(72) 发明人 李辉 朱跃峰 朱敬超 姚永亮

林立 尹甜甜 刘娟

(74) 专利代理机构 郑州大通专利商标代理有限

公司 41111

代理人 李秋红

(51) Int. Cl.

C23C 24/08(2006. 01)

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法。首先对钼基板依次采用碱液、稀盐酸、水清洗以及无水乙醇超声波清洗,清洗后吹干;选用 Ni 粉作为过渡层粉体, Cu 粉作为喷涂层粉体;将 Ni 粉和 Cu 粉装入喷涂装置的两个送粉器中,调整好喷涂参数开始喷涂,首先将 Ni 粉喷涂到基板两侧形成过渡层,然后将 Cu 粉喷涂到过渡层上形成喷涂层,制得 Cu/Mo/Cu 复合板坯;复合板坯进行热处理得到 Cu/Mo/Cu 复合薄板;对复合薄板经精轧辊平整处理和热处理,制得成品 Cu/Mo/Cu 复合薄板。本发明方法具有涂层沉积速率快、工作效率高、制备过程质量可控、节能环保无污染等优势。因此,极其适合工业化应用。

1. 一种 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,其特征在于,所述制备方法包括以下步骤:

a、基板的预处理:

以厚度为 0.3 ~ 1.2mm、纯度 $\geq 98\%$ 的钼 Mo 片为基板,首先将钼片采用碱液进行清洗,去除油迹;然后采用稀盐酸清洗,去除表面氧化薄层;稀盐酸清洗后进行清水漂洗;漂洗后采用无水乙醇进行超声波清洗,清洗后吹干待用;

b、喷涂粉体的选取:

喷涂过渡层选取粒度为 0.08 ~ 0.8 μm 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Ni 粉,喷涂层选取粒度为 1.5 ~ 20 μm 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Cu 粉;

c、基板的喷涂:

将步骤 a 处理后的钼片固定在基片台上,将步骤 b 选取的 Ni 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 I 中,选取的 Cu 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 II 中,调整 Ni 粉和 Cu 粉涂层的喷涂参数;

首先采用气体动力粉末喷涂装置将送粉器 I 中的 Ni 粉在钼片双面喷涂过渡层 Ni 层,喷涂时间为 1 ~ 10 分钟;然后将气体动力粉末喷涂装置送粉器 II 中的 Cu 粉喷涂在过渡层 Ni 层上,喷涂时间为 10 ~ 120 分钟;制得 Cu/Mo/Cu 复合板坯;

d、Cu/Mo/Cu 复合板坯的热处理:

将步骤 c 得到的 Cu/Mo/Cu 复合板坯在真空度 $1 \times 10^{-2}\text{Pa}$ 、700 ~ 960 $^{\circ}\text{C}$ 条件下进行真空热处理或者保护气氛热处理 30 ~ 90min,使 Ni 与 Mo 基板以及 Cu 涂层互扩散形成冶金结合层,制得 Cu/Mo/Cu 复合薄板;

e、将步骤 d 制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板经精轧辊平整处理,压下率为 2 ~ 10%;将平整处理后的复合薄板在 300 ~ 600 $^{\circ}\text{C}$ 条件下进行保护气氛热处理,热处理 20 ~ 60min 退火,得到表面光洁、应用于电子封装的 Cu/Mo/Cu 复合薄板。

2. 根据权利要求 1 所述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,其特征在于:步骤 a 中所述采用碱液进行清洗,其碱液的质量浓度为 5 ~ 10%、温度为 60 ~ 80 $^{\circ}\text{C}$,清洗时间为 5 ~ 10 分钟。

3. 根据权利要求 1 所述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,其特征在于:步骤 a 中所述采用稀盐酸清洗,其稀盐酸的质量浓度为 4 ~ 8%,清洗时间为 3 ~ 8 分钟。

4. 根据权利要求 1 所述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,其特征在于,步骤 c 中所述 Ni 粉和 Cu 粉涂层的喷涂参数均为:载运气体为氮气 N_2 ,预热温度至 200 $^{\circ}\text{C}$ ~ 320 $^{\circ}\text{C}$;喷涂距离为 20 ~ 30mm,喷涂压力为 1.5 ~ 2.5 MPa;送粉电压为 15V ~ 25V。

5. 根据权利要求 1 所述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,其特征在于,步骤 c 中喷涂的过渡层 Ni 层的厚度为 10 ~ 30 μm ;Cu 粉喷涂在过渡层 Ni 层上形成 Cu 涂层即喷涂层,Cu 涂层的厚度为 50 ~ 1000 μm 。

6. 根据权利要求 1 所述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,其特征在于:步骤 d 中所述保护气氛热处理,其采用的保护气体为氩气、氮气或氢气。

7. 根据权利要求 1 所述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,其特征在于:步骤 e 中所述保护气氛热处理,其采用的保护气体为氩气、氮气或氢气。

8. 根据权利要求 1 所述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,其特征在于:步骤 e 中

制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板层厚度比为 1:6:1 ~ 1:1:1。

9. 根据权利要求 1 所述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,其特征在

于:步骤 e 中制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的平面方向热膨胀系数为 $7.2 \sim 10.5 \times 10^{-6}/K$,热导率为 $193 \sim 302W/m.K$;厚度方向热膨胀系数为 $8.4 \sim 15.6 \times 10^{-6}/K$,热导率为 $162 \sim 233W/m.K$ 。

Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电子功能材料领域,具体涉及一种 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,即采用气体动力喷涂(冷喷涂)技术制备高性能的 Cu/Mo/Cu 合金薄板的方法。

背景技术

[0002] 钼铜合金既具有钼高强度、低热膨胀系数的特点,能够与电子器件中的硅基片、砷化镓等材料很好的匹配封接,避免热应力引起热疲劳失效;又具有良好的导热性能,因此,被广泛应用于电子封装、热沉材料以及一些大功率基础电流模块上。传统钼铜合金的制备技术包含粉末冶金法和烧结熔渗法。粉末冶金法是按所需的成分混好钼粉和铜粉,然后压制成形,直接烧结成产品。烧结熔渗法是直接将钼粉压制成形,在高温惰性气氛中烧结成多孔钼坯,然后在真空或惰性气氛条件下高温渗入铜液制成钼铜合金。上述两种方法制取的钼铜合金致密度低、性能较差,难以满足新技术发展的更高要求。

[0003] Cu/Mo/Cu (CMC) 平面型多层复合材料是一种热电性能优良的电子封装及热沉材料,因其平面导热性好、致密度极高,是目前国内外大功率电子元器件首选的封装材料。由于 CMC 多层复合材料也是属于一种复合板材,因此,从制备的可行性上讲,大部分制备复合多层材料的方法都可以用来制备 CMC 多层复合材料或作为参考。如轧制复合法、爆炸复合法、超声波焊接以及激光表面熔覆法等技术。轧制复合法工艺复杂,一次性投资大,不适合小批量生产。而爆炸复合法等技术工艺可控性较差。

[0004] 申请号为 201210071809.4 (CN 102601116 A)的发明专利申请公开了一种铜基电子封装材料的制备方法。该方法是将钼铜合金板预置在石墨模具之中,两侧空腔位置放置铜板,在保护气氛下加热至 1100 ~ 1500℃使铜熔化填满空腔,再冷却制成铜-钼铜-铜三层复合板坯。然后将该复合板坯经轧制和退火处理,制成铜-钼铜-铜三层复合板成品。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是:提供一种采用气体动力喷涂技术制备 Cu/Mo/Cu 复合薄板的方法,即一种 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法。具体而言,是指采用气体动力喷涂技术在纯 Mo 薄板双面喷涂 Cu 涂层,并经适当热处理,制取 Cu/Mo/Cu 复合薄板的方法。

[0006] 为了解决上述问题,本发明采取的技术方案为:

本发明提供一种 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,所述制备方法包括以下步骤:

a、基板的预处理:

以厚度为 0.3 ~ 1.2mm、纯度 $\geq 98\%$ 的钼 Mo 片为基板,首先将钼片采用碱液进行清洗,去除油迹;然后采用稀盐酸清洗,去除表面氧化薄层;稀盐酸清洗后进行清水漂洗;漂洗后采用无水乙醇进行超声波清洗,清洗后吹干待用;

b、喷涂粉体的选取:

喷涂过渡层选取粒度为 0.08 ~ 0.8 μm 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Ni 粉,喷涂层选取粒度为 1.5 ~ 20 μm 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Cu 粉;

c、基板的喷涂：

将步骤 a 处理后的钼片固定在基片台上，将步骤 b 选取的 Ni 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 I 中，选取的 Cu 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 II 中，调整 Ni 粉和 Cu 粉涂层的喷涂参数；

首先采用气体动力粉末喷涂装置将送粉器 I 中的 Ni 粉在钼片双面喷涂过渡层 Ni 层，喷涂时间为 1 ~ 10 分钟；然后将气体动力粉末喷涂装置送粉器 II 中的 Cu 粉喷涂在过渡层 Ni 层上，喷涂时间为 10 ~ 120 分钟；制得 Cu/Mo/Cu 复合板坯；

d、Cu/Mo/Cu 复合板坯的热处理：

将步骤 c 得到的 Cu/Mo/Cu 复合板坯在真空度 1×10^{-2} Pa、700 ~ 960℃ 条件下进行真空热处理或者保护气氛热处理 30 ~ 90min，使 Ni 与 Mo 基板以及 Cu 涂层互扩散形成冶金结合层，制得 Cu/Mo/Cu 复合薄板；

e、将步骤 d 制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板经精轧辊平整处理，压下率为 2 ~ 10%；将平整处理后的复合薄板在 300 ~ 600℃ 条件下进行保护气氛热处理，热处理 20 ~ 60min 退火，得到表面光洁、应用于电子封装的 Cu/Mo/Cu 复合薄板。

[0007] 根据上述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，步骤 a 中所述采用碱液进行清洗，其碱液的质量浓度为 5 ~ 10%、温度为 60 ~ 80℃，清洗时间为 5 ~ 10 分钟。

[0008] 根据上述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，步骤 a 中所述采用稀盐酸清洗，其稀盐酸的质量浓度为 4 ~ 8%，清洗时间为 3 ~ 8 分钟。

[0009] 根据上述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，步骤 c 中所述 Ni 粉和 Cu 粉涂层的喷涂参数均为：载运气体为氮气 N_2 ，预热温度至 200℃ ~ 320℃；喷涂距离为 20 ~ 30mm，喷涂压力为 1.5 ~ 2.5 MPa；送粉电压为 15V ~ 25V。

[0010] 根据上述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，步骤 c 中喷涂的过渡层 Ni 层的厚度为 10 ~ 30 μm ；Cu 粉喷涂在过渡层 Ni 层上形成 Cu 涂层即喷涂层，Cu 涂层的厚度为 50 ~ 1000 μm 。

[0011] 根据上述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，步骤 d 中所述保护气氛热处理，其采用的保护气体为氩气、氮气或氢气。

[0012] 根据上述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，步骤 e 中所述保护气氛热处理，其采用的保护气体为氩气、氮气或氢气。

[0013] 根据上述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，步骤 e 中制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板层厚度比为 1:6:1 ~ 1:1:1。

[0014] 根据上述的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，步骤 e 中制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的平面方向热膨胀系数为 $7.2 \sim 10.5 \times 10^{-6}/K$ ，热导率为 193 ~ 302W/m.K；厚度方向热膨胀系数为 $8.4 \sim 15.6 \times 10^{-6}/K$ ，热导率为 162 ~ 233W/m.K。

[0015] 本发明的积极有益效果：

1、本发明为进一步提高喷涂层 Cu 涂层与基体界面的结合性能，在纯 Mo 薄板与 Cu 涂层之间预沉积一纯 Ni 层作为过渡层，通过热扩散形成 Cu 涂层与 Mo 基板的冶金结合。利用本发明喷涂方法制备 Cu/Mo/Cu 复合薄板，具有涂层沉积速率快、工作效率高、制备过程质量可控、节能环保无污染等优势。因此，易于适合工业化应用。

[0016] 2、本发明方法与现有技术相比，工艺过程简捷，在固态状态下喷涂 Cu 涂层厚度灵

活可调,保护气氛下热扩散处理同时完成 Ni 层对 Cu、Mo 之间的扩散联结和 Cu 涂层微观组织的修复,获得具有优异性能的 Cu/Mo/Cu 复合薄板。

[0017] 3、本发明将气体动力喷涂技术应用于 Cu/Mo/Cu 复合薄板的制备中,使其制备方法具有工艺简单、技术可控、易于工业化连续生产等优势。

[0018] 4、利用本发明技术方案制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板的平面方向热膨胀系数为 $7.2 \sim 10.5 \times 10^{-6}/K$,热导率为 $193 \sim 302 \text{ W/m.K}$;厚度方向热膨胀系数为 $8.4 \sim 15.6 \times 10^{-6}/K$,热导率为 $162 \sim 233 \text{ W/m.K}$ 。

[0019] 附图说明:

图 1 本发明采用的气体动力粉末喷涂装置的示意图。

[0020] 图 2 本发明 Cu/Mo/Cu 复合薄板的结构示意图。

[0021] 具体实施方式:

以下结合实施例进一步阐述本发明,但并不限制本发明的内容。

[0022] 本发明采用的气体动力粉末喷涂装置示意图详见附图 1,仅供参考,图 1 中:1 为气源,2 为气体加热器,3 为送粉器 I,4 为送粉器 II,5 为喷嘴,6 为基片。

[0023] 实施例 1:

本发明 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,该制备方法的详细步骤如下:

a、基板的预处理:

以厚度为 0.3mm、尺寸为 $0.3\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 、纯度 $\geq 98\%$ 的钼 Mo 片作为基板,首先将钼片采用质量浓度为 8%、温度为 70°C 的碱液清洗 7 分钟去除油迹;然后采用质量浓度为 6% 的稀盐酸清洗 5 分钟,去除表面氧化薄层;稀盐酸清洗后进行清水漂洗;漂洗后采用无水乙醇进行超声波清洗,清洗后吹干待用;

b、喷涂粉体的选取:

喷涂过渡层选取粒度为 $0.08 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Ni 粉,喷涂层选取粒度为 $1.5 \sim 20 \mu\text{m}$ 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Cu 粉;

c、基板的喷涂:

将步骤 a 处理后的钼片固定在基片台上,将步骤 b 选取的 Ni 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 I 中,选取的 Cu 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 II 中,调整 Ni 粉和 Cu 粉涂层的喷涂参数为:载运气体(气源)为氮气 N_2 ,预热温度至 300°C ;喷涂距离为 20mm,喷涂压力为 2.0MPa;送粉电压为 22V;

在设定的喷涂参数条件下,首先采用气体动力粉末喷涂装置将送粉器 I 中的 Ni 粉在钼片双面喷涂 Ni 层 $15 \mu\text{m}$,作为过渡层;然后将气体动力粉末喷涂装置送粉器 II 中的 Cu 粉喷涂在过渡层 Ni 层上,形成的 Cu 涂层厚度为 $350 \mu\text{m}$;制得 Cu/Mo/Cu 复合板坯;

d、Cu/Mo/Cu 复合板坯的热处理:

将步骤 c 得到的 Cu/Mo/Cu 复合板坯在真空度 $1 \times 10^{-2}\text{Pa}$ 、 900°C 条件下进行真空热处理 60min,使 Ni 与 Mo 基板以及 Cu 涂层互扩散形成冶金结合层,制得 Cu/Mo/Cu 复合薄板;

e、Cu/Mo/Cu 复合薄板的精轧:

将步骤 d 得到的 Cu/Mo/Cu 复合薄板经精轧辊平整处理,压下率为 10%;然后将平整处理后的复合薄板在 N_2 保护气氛 500°C 条件下、进行热处理 1h 退火,得到层厚比(即 Cu 层:Mo 层:Cu 层的厚度比)为 1:1:1、总厚度 0.9mm、表面光洁的电子封装的 Cu/Mo/Cu 复合薄板即

CMC 薄板材。

[0024] 将上述制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板即 CMC 合金薄板进行性能测试：平面方向热膨胀系数为 $10.2 \times 10^{-6}/K$ ，热导率为 296W/m.K；厚度方向热膨胀系数可达到 $15.1 \times 10^{-6}/K$ ，热导率为 224W/m.K。

[0025] 实施例 2：

本发明 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，该制备方法的详细步骤如下：

a、基板的预处理：

以厚度为 0.6mm、尺寸为 0.6mm×100mm×100mm、纯度 $\geq 98\%$ 的钼 Mo 片作为基板，首先将钼片采用质量浓度为 10%、温度为 60℃ 的碱液清洗 5 分钟去除油迹；然后采用质量浓度为 4% 的稀盐酸清洗 8 分钟，去除表面氧化薄层；稀盐酸清洗后进行清水漂洗；漂洗后采用无水乙醇进行超声波清洗，清洗后吹干待用；

b、喷涂粉体的选取：

喷涂过渡层选取粒度为 0.08 ~ 0.8 μm 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Ni 粉，喷涂层选取粒度为 1.5 ~ 20 μm 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Cu 粉；

c、基板的喷涂：

将步骤 a 处理后的钼片固定在基片台上，将步骤 b 选取的 Ni 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 I 中，选取的 Cu 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 II 中，调整 Ni 粉和 Cu 粉涂层的喷涂参数为：载运气体（气源）为氮气 N_2 ，预热温度至 280℃；喷涂距离为 20mm，喷涂压力为 2.0MPa；送粉电压为 25V；

在设定的喷涂参数条件下，首先采用气体动力粉末喷涂装置将送粉器 I 中的 Ni 粉在钼片双面喷涂 Ni 层 10 μm ，作为过渡层；然后将气体动力粉末喷涂装置送粉器 II 中的 Cu 粉喷涂在过渡层 Ni 层上，形成的 Cu 涂层厚度为 250 μm ；制得 Cu/Mo/Cu 复合板坯；

d、Cu/Mo/Cu 复合板坯的热处理：

将步骤 c 得到的 Cu/Mo/Cu 复合板坯在真空度 $1 \times 10^{-2} Pa$ 、920℃ 条件下进行真空热处理 60min，使 Ni 与 Mo 基板以及 Cu 涂层互扩散形成冶金结合层，制得 Cu/Mo/Cu 复合薄板；

e、Cu/Mo/Cu 复合薄板的精轧：

将步骤 d 得到的 Cu/Mo/Cu 复合薄板经精轧辊平整处理，压下率为 10%；然后将平整处理后的复合薄板在 N_2 保护气氛 520℃ 条件下、进行热处理 1h 退火，得到层厚比（即 Cu 层：Mo 层：Cu 层的厚度比）为 1:3:1、总厚度 1.0mm、表面光洁的电子封装的 Cu/Mo/Cu 复合薄板即 CMC 薄板材。

[0026] 将上述制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板即 CMC 合金薄板进行性能测试：平面方向热膨胀系数 $8.2 \times 10^{-6}/K$ ，热导率 265W/m.K；厚度方向热膨胀系数可达到 $10.5 \times 10^{-6}/K$ ，热导率 196 W/m.K。

[0027] 实施例 3：

本发明 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法，该制备方法的详细步骤如下：

a、基板的预处理：

以厚度为 0.8mm、尺寸为 0.8mm×100mm×100mm、纯度 $\geq 98\%$ 的钼 Mo 片作为基板，首先将钼片采用质量浓度为 5%、温度为 80℃ 的碱液清洗 10 分钟去除油迹；然后采用质量浓度为 8% 的稀盐酸清洗 3 分钟，去除表面氧化薄层；稀盐酸清洗后进行清水漂洗；漂洗后采用无水

乙醇进行超声波清洗,清洗后吹干待用;

b、喷涂粉体的选取:

喷涂过渡层选取粒度为 $0.08 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Ni 粉,喷涂层选取粒度为 $1.5 \sim 20 \mu\text{m}$ 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Cu 粉;

c、基板的喷涂:

将步骤 a 处理后的钼片固定在基片台上,将步骤 b 选取的 Ni 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 I 中,选取的 Cu 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 II 中,调整 Ni 粉和 Cu 粉涂层的喷涂参数为:载运气体(气源)为氮气 N_2 ,预热温度至 300°C ;喷涂距离为 20mm ,喷涂压力为 2.5MPa ;送粉电压为 24V ;

在设定的喷涂参数条件下,首先采用气体动力粉末喷涂装置将送粉器 I 中的 Ni 粉在钼片双面喷涂 Ni 层 $20 \mu\text{m}$,作为过渡层;然后将气体动力粉末喷涂装置送粉器 II 中的 Cu 粉喷涂在过渡层 Ni 层上,形成的 Cu 涂层厚度为 $250 \mu\text{m}$;制得 Cu/Mo/Cu 复合板坯;

d、Cu/Mo/Cu 复合板坯的热处理:

将步骤 c 得到的 Cu/Mo/Cu 复合板坯在真空度 $1 \times 10^{-2}\text{Pa}$ 、 960°C 条件下进行真空热处理 90min ,使 Ni 与 Mo 基板以及 Cu 涂层互扩散形成冶金结合层,制得 Cu/Mo/Cu 复合薄板;

e、Cu/Mo/Cu 复合薄板的精轧:

将步骤 d 得到的 Cu/Mo/Cu 复合薄板经精轧辊平整处理,压下率为 8% ;然后将平整处理后的复合薄板在 N_2 保护气氛 600°C 条件下、进行热处理 1h 退火,得到层厚比(即 Cu 层:Mo 层:Cu 层的厚度比)为 $1:4:1$ 、总厚度 1.2mm 、表面光洁的电子封装的 Cu/Mo/Cu 复合薄板即 CMC 薄板材。

[0028] 将上述制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板 CMC 合金薄板进行性能测试:平面方向热膨胀系数 $8.1 \times 10^{-6}/\text{K}$,热导率 $228\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$;厚度方向热膨胀系数可达到 $9.7 \times 10^{-6}/\text{K}$,热导率 $190\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。

[0029] 实施例 4:

本发明 Cu/Mo/Cu 复合薄板的喷涂制备方法,该制备方法的详细步骤如下:

a、基板的预处理:

以厚度为 1.2mm 、尺寸为 $1.2\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 、纯度 $\geq 98\%$ 的钼 Mo 片作为基板,首先将钼片采用质量浓度为 5% 、温度为 80°C 的碱液清洗 10 分钟去除油迹;然后采用质量浓度为 8% 的稀盐酸清洗 3 分钟,去除表面氧化薄层;稀盐酸清洗后进行清水漂洗;漂洗后采用无水乙醇进行超声波清洗,清洗后吹干待用;

b、喷涂粉体的选取:

喷涂过渡层选取粒度为 $0.08 \sim 0.8 \mu\text{m}$ 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Ni 粉,喷涂层选取粒度为 $1.5 \sim 20 \mu\text{m}$ 、纯度 $\geq 99.5\%$ 的 Cu 粉;

c、基板的喷涂:

将步骤 a 处理后的钼片固定在基片台上,将步骤 b 选取的 Ni 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 I 中,选取的 Cu 粉装入气体动力粉末喷涂装置的送粉器 II 中,调整 Ni 粉和 Cu 粉涂层的喷涂参数为:载运气体(气源)为氮气 N_2 ,预热温度至 300°C ;喷涂距离为 20mm ,喷涂压力为 2.5MPa ;送粉电压为 24V ;

在设定的喷涂参数条件下,首先采用气体动力粉末喷涂装置将送粉器 I 中的 Ni 粉在

钼片双面喷涂 Ni 层 $30\ \mu\text{m}$, 作为过渡层 ; 然后将气体动力粉末喷涂装置送粉器 II 中的 Cu 粉喷涂在过渡层 Ni 层上, 形成的 Cu 涂层厚度为 $300\ \mu\text{m}$; 制得 Cu/Mo/Cu 复合板坯 ;

d、Cu/Mo/Cu 复合板坯的热处理 :

将步骤 c 得到的 Cu/Mo/Cu 复合板坯在真空度 $1 \times 10^{-2}\text{Pa}$ 、 960°C 条件下进行真空热处理 90min, 使 Ni 与 Mo 基板以及 Cu 涂层互扩散形成冶金结合层, 制得 Cu/Mo/Cu 复合薄板 ;

e、Cu/Mo/Cu 复合薄板的精轧 :

将步骤 d 得到的 Cu/Mo/Cu 复合薄板经精轧辊平整处理, 压下率为 10% ; 然后将平整处理后的复合薄板在 N_2 保护气氛 600°C 条件下、进行热处理 1h 退火, 得到层厚比 (即 Cu 层 : Mo 层 : Cu 层的厚度比) 为 1:6:1、总厚度 1.6mm、表面光洁的电子封装的 Cu/Mo/Cu 复合薄板即 CMC 薄板材。

[0030] 将上述制得的 Cu/Mo/Cu 复合薄板即 CMC 合金薄板进行性能测试 : 平面方向热膨胀系数 $7.8 \times 10^{-6}/\text{K}$, 热导率 $204\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$; 厚度方向热膨胀系数可达到 $8.6 \times 10^{-6}/\text{K}$, 热导率 $182\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 。

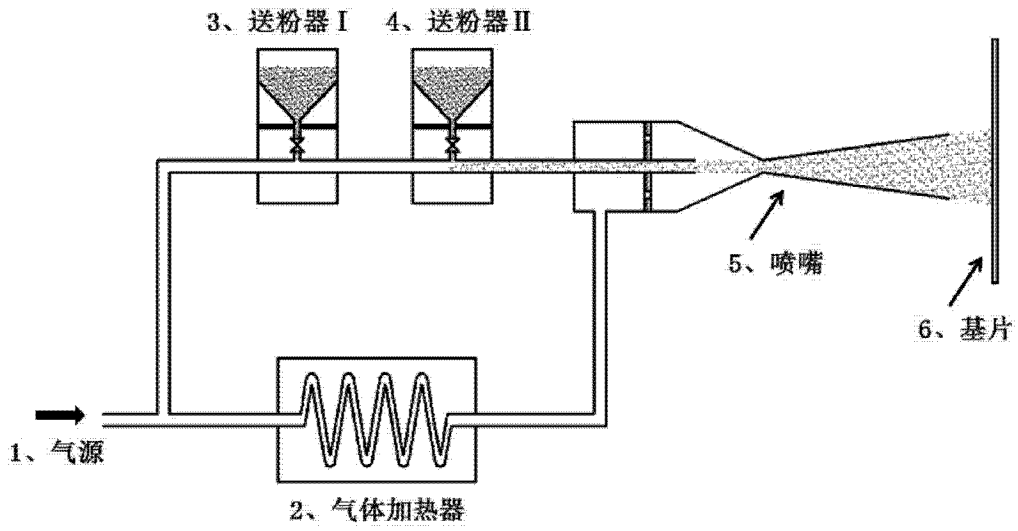


图 1

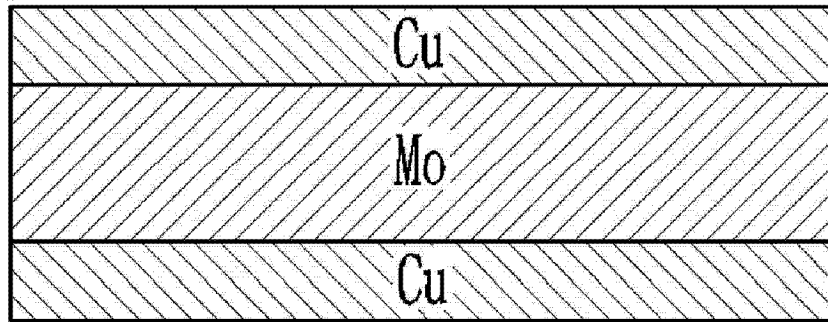


图 2