



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103717552 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 06

(21) 申请号 201280037799. 0

(22) 申请日 2012. 07. 26

(30) 优先权数据

2011-166079 2011. 07. 28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 01. 28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2012/068957 2012. 07. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/015355 JA 2013. 01. 31

(73) 专利权人 株式会社东芝

地址 日本东京都

专利权人 东芝高新材料公司

(72) 发明人 那波隆之 佐藤英树 星野政则

小森田裕

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 刘凤岭 陈建全

(51) Int. Cl.

H01L 23/15(2006. 01)

C04B 37/02(2006. 01)

H05K 3/20(2006. 01)

H05K 3/38(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 特开平 11-256225 A, 1999. 09. 21, 权利要求 1-11.

JP 特开 2000277663 A, 2000. 10. 06, 权利要求 1-10.

JP 特开平 5-275559 A, 1993. 10. 22, 权利要求 1-2.

CN 1947461 A, 2007. 04. 11, 权利要求 1-14.

审查员 李学毅

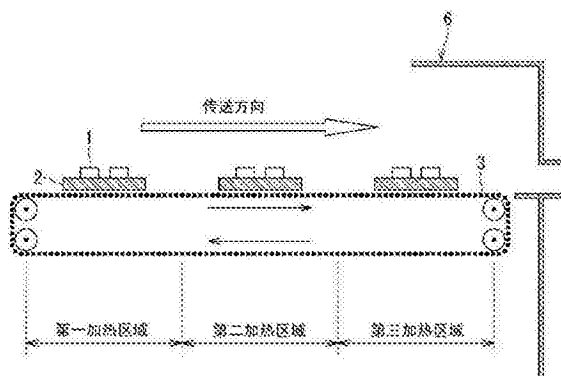
权利要求书2页 说明书12页 附图3页

(54) 发明名称

氧化物系陶瓷电路基板的制造方法以及氧化物系陶瓷电路板

(57) 摘要

本发明涉及一种氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其是通过在氧化物系陶瓷基板上配置铜板而形成层叠体的工序、以及加热所得到的层叠体的工序,从而将氧化物系陶瓷基板和铜板一体接合而成的氧化物系陶瓷电路基板的接合方法,其特征在于,所述加热的工序具有:在 1065 ~ 1085℃之间有加热温度的极大值的第一加热区域对层叠体进行加热的工序,接着在 1000 ~ 1050℃之间有加热温度的极小值的第二加热区域对层叠体进行加热的工序,进而在 1065 ~ 1120℃之间有加热温度的极大值的第三加热区域对层叠体进行加热而形成接合体的工序;之后在冷却区域将该接合体冷却。根据所述构成,可以得到耐热循环(TCT)特性优良的氧化物系陶瓷电路板。



1. 一种氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其是通过在氧化物系陶瓷基板上配置铜板而形成层叠体的工序、以及加热所得到的层叠体的工序,从而将氧化物系陶瓷基板和铜板一体接合而成的氧化物系陶瓷电路基板的接合方法,其特征在于,

所述加热的工序具有:在 $1065 \sim 1085^{\circ}\text{C}$ 之间有加热温度的极大值的第一加热区域对层叠体进行加热的工序,接着在 $1000 \sim 1050^{\circ}\text{C}$ 之间有加热温度的极小值的第二加热区域对层叠体进行加热的工序,进而在 $1065 \sim 1120^{\circ}\text{C}$ 之间有加热温度的极大值的第三加热区域对层叠体进行加热而形成接合体的工序;之后在冷却区域将该接合体冷却。

2. 根据权利要求 1 所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:所述加热工序通过将配置有铜板的氧化物系陶瓷基板载置在托盘上,并使用带式炉来实施,所述带式炉一边以传送速度为 $70 \sim 270\text{mm/分钟}$ 的带式传送机传送托盘,一边连续地进行各加热工序。

3. 根据权利要求 2 所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:所述托盘由镍合金构成。

4. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:所述铜板具有通过压力加工而形成有多个电路元件和连接这些电路元件的桥接部的电路结构,在将所述铜板和氧化物系陶瓷基板接合后,将所述桥接部除去。

5. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:在将所述氧化物系陶瓷基板和铜板接合后,通过蚀刻工序形成电路结构。

6. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:所述加热工序在氮气气氛中实施。

7. 根据权利要求 2 所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:所述带式炉具有入口帘的氮流量 A 和出口帘的氮流量 B 之比 A/B 被控制在 0.2 以下的氮气气氛。

8. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:所述氧化物系陶瓷基板由氧化铝烧结体、以及包含氧化铝和氧化锆的混合烧结体之中的任一种构成。

9. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:具有在所述铜板的配置于氧化物系陶瓷基板的面上设置氧化膜的工序。

10. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:所述铜板的接合强度为 9.5kgf/cm 以上。

11. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其特征在于:所述铜板中的碳含量为 $0.1 \sim 1.0$ 质量%。

12. 通过权利要求 1 所述的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法得到的氧化物系陶瓷电路基板,其是采用直接接合法将铜板和氧化物系陶瓷基板接合而成的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:在剥离铜板时,铜板的与氧化物系陶瓷基板的接合面侧的铜面积率相对于每单位面积 $3000\mu\text{m} \times 3000\mu\text{m}$ 为 60% 以下,铜板的接合强度为 9.5kgf/cm 以上。

13. 根据权利要求 12 所述的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:所述氧化物系陶瓷基板由氧化铝烧结体、以及包含氧化铝和氧化锆的混合烧结体之中的任一种构成。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:对于将使所述氧化物系陶瓷电路基板在温度 -40°C 下保持 30 分钟,其次在温度 25°C 下保持 10 分钟,接着

在温度 125℃ 下保持 30 分钟,继而在温度 25℃ 下保持 10 分钟的加热工序设定为一个循环的热循环试验 TCT,在实施了 100 个循环的该热循环试验之后,氧化物系陶瓷基板也不会产生裂纹。

15. 根据权利要求 12 或 13 所述的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:所述氧化物系陶瓷基板的密度为 $3.60 \sim 3.79 \text{g/cm}^3$ 。

16. 根据权利要求 12 或 13 所述的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:对于将使所述氧化物系陶瓷电路基板在温度 -40℃ 下保持 30 分钟,其次在温度 25℃ 下保持 10 分钟,接着在温度 125℃ 下保持 30 分钟,继而在温度 25℃ 下保持 10 分钟的加热工序设定为一个循环的热循环试验 TCT,在实施了 100 个循环的该热循环试验之后,所述铜板的接合强度为 6.5kgf/cm 以上。

17. 根据权利要求 12 或 13 所述的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:所述铜板的厚度为 $0.2 \sim 0.5 \text{mm}$ 。

18. 根据权利要求 12 或 13 所述的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:所述氧化物系陶瓷基板的表面粗糙度 Ra 为 $0.1 \sim 0.7 \mu\text{m}$ 。

19. 根据权利要求 12 或 13 所述的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:在所述铜板的晶界存在氧。

20. 根据权利要求 12 或 13 所述的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:所述铜板的平均结晶粒径为 $300 \sim 800 \mu\text{m}$ 。

21. 根据权利要求 12 或 13 所述的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:所述铜板的碳含量为 $0.1 \sim 1.0$ 质量%。

氧化物系陶瓷电路基板的制造方法以及氧化物系陶瓷电路基板

技术领域

[0001] 本发明涉及氧化物系陶瓷电路基板的制造方法以及氧化物系陶瓷电路基板, 特别涉及耐热循环(TCT)特性优良的氧化物系陶瓷电路基板及其制造方法。

背景技术

[0002] 以前, 作为搭载功率晶体管等半导体元件的电路基板, 陶瓷电路基板被广泛地使用。作为成为陶瓷电路基板的基材的陶瓷基板, 使用的是氧化铝烧结体和氧化铝与氧化锆的混合烧结体等氧化物系陶瓷、以及氮化铝烧结体和氮化硅烧结体等氮化物系陶瓷。近年来, 正在进行氮化物系陶瓷的高热传导化。为此, 在要求高热传导性的产品中, 使用氮化物系陶瓷电路基板。

[0003] 另一方面, 氧化物系陶瓷基板与氮化物系陶瓷相比, 由于比较廉价, 所以被用于不要求较高热传导性的产品。另外, 在制作氧化物系陶瓷电路基板的情况下, 通过被称之为直接接合法(DBC: direct bonding copper)的接合法, 可以进行铜电路板和氧化物系陶瓷基板的接合。在氮化物系陶瓷基板的情况下, 需要使用含有 Ti 等活性金属的活性金属焊料作为接合剂, 与此相对照, 在直接接合法中, 由于不需要使用 Ti 等活性金属, 所以价格优势较大。

[0004] 直接接合法例如正如日本特开平 1-59986 号公报(专利文献 1) 和日本特开平 4-144978 号公报(专利文献 2) 中记载的那样, 是利用氧和铜的共晶组合物进行接合的方法。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献 1: 日本特开平 1-59986 号公报

[0008] 专利文献 2: 日本特开平 4-144978 号公报

发明内容

[0009] 发明所要解决的课题

[0010] 在专利文献 2 所示的接合方法中, 通过侵蚀氧化铝电路基板的铜板表面, 以除去铜板表面的氧化物层, 从而可以得到热循环试验(TCT 试验)的耐久性优良的电路基板。然而, 侵蚀工序成为价格上升的主要原因。另一方面, 在进行侵蚀工序而未除去铜板表面的氧化物层的氧化铝电路基板中, 存在难以谋求 TCT 特性的提高的问题。

[0011] 本发明是为了解决上述的问题而完成的, 其目的在于提供一种使用直接接合法而使 TCT 特性以及接合强度优良的氧化物系陶瓷电路基板。

[0012] 用于解决课题的手段

[0013] 本发明涉及一种氧化物系陶瓷电路基板的制造方法, 其是通过在氧化物系陶瓷基板上配置铜板而形成层叠体的工序、以及加热所得到的层叠体的工序, 从而将氧化物系陶

瓷基板和铜板一体接合而成的氧化物系陶瓷电路基板的接合方法,其特征在于,所述加热的工序具有:在 1065 ~ 1085℃ 之间有加热温度的极大值的第一加热区域对层叠体进行加热的工序,接着在 1000 ~ 1050℃ 之间有加热温度的极小值的第二加热区域对层叠体进行加热的工序,进而在 1065 ~ 1120℃ 之间有加热温度的极大值的第三加热区域对层叠体进行加热而形成接合体的工序;之后在冷却区域将接合体冷却。

[0014] 另外,在所述氧化物系陶瓷电路基板的制造方法中,所述加热工序优选通过将配置有铜板的氧化物系陶瓷基板载置在托盘上,使用带式炉来实施,所述带式炉一边以传送速度(带速)为 70 ~ 270mm/ 分钟的带式传送机传送托盘,一边连续地进行各加热工序。另外,所述托盘优选的是由镍合金构成。另外,所述铜板优选具有通过压力加工而形成有多个电路元件和连接这些电路元件的桥接部的电路结构,在将所述铜板和氧化物系陶瓷基板接合后,再除去所述桥接部。另外,优选在将所述氧化物系陶瓷基板和铜板接合后,通过蚀刻工序形成电路结构。另外,优选所述加热工序在氮气气氛中实施。

[0015] 另外,所述带式炉优选具有入口帘的氮流量(A)和出口帘的氮流量(B)之比 A/B 被控制在 0.2 以下的氮气气氛。

[0016] 另外,所述氧化物系陶瓷基板优选由氧化铝烧结体、以及包含氧化铝和氧化锆的混合烧结体之中的任一种构成。另外,优选具有在所述铜板的配置于氧化物系陶瓷基板的面上设置氧化膜的工序。再者,所述铜板的接合强度优选为 9.5kgf/cm 以上。另外,所述铜板中的碳含量优选为 0.1 ~ 1.0 质量 %。

[0017] 另外,本发明涉及一种氧化物系陶瓷电路基板,其是采用直接接合法将铜板和氧化物系陶瓷基板接合而成的氧化物系陶瓷电路基板,其特征在于:在剥离铜板时,铜板的与氧化物系陶瓷基板的接合面侧的铜面积率相对于每单位面积 3000 μm $\times$ 3000 μm 为 60% 以下,所述铜板的接合强度为 9.5kgf/cm 以上。

[0018] 另外,在所述氧化物系陶瓷电路基板中,所述氧化物系陶瓷基板优选由氧化铝烧结体、以及包含氧化铝和氧化锆的混合烧结体之中的任一种构成。另外,优选对于将使所述氧化物系陶瓷电路基板在温度 -40℃ 下保持 30 分钟,其次在温度 25℃ 下保持 10 分钟,接着在温度 125℃ 下保持 30 分钟,继而在温度 25℃ 下保持 10 分钟的加热工序设定为一个循环的热循环试验(TCT),即使在实施 100 个循环的该热循环试验之后,氧化物系陶瓷基板也不会产生裂纹。

[0019] 另外,所述氧化物系陶瓷基板的密度优选为 3.60 ~ 3.79g/cm³。另外,优选对于将使所述氧化物系陶瓷电路基板在温度 -40℃ 下保持 30 分钟,其次在温度 25℃ 下保持 10 分钟,接着在温度 125℃ 下保持 30 分钟,继而在温度 25℃ 下保持 10 分钟的加热工序设定为一个循环的热循环试验(TCT),即使在实施 100 个循环的该热循环试验之后,所述铜板的接合强度为 6.5kgf/cm 以上。

[0020] 另外,所述铜板的厚度优选为 0.2 ~ 0.5mm。另外,所述氧化物系陶瓷基板的表面粗糙度 Ra 优选为 0.1 ~ 0.7 μm 。另外,优选在所述铜板的晶界存在氧。另外,所述铜板的平均结晶粒径优选为 300 ~ 800 μm 。另外,所述铜板的碳含量优选为 0.1 ~ 1.0 质量 %。

[0021] 发明的效果

[0022] 根据本发明的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,由于在规定的的第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域实施加热工序,因而可以使由共晶产生的接合反应稳定化,所

以能够提高陶瓷电路基板的制造成品率。另外,本发明的氧化物系陶瓷电路基板的接合强度较高,从而可以提高 TCT 特性。

附图说明

[0023] 图 1 是表示本发明的氧化物系陶瓷电路基板的一实施例的构成的剖视图。

[0024] 图 2 是表示本发明的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法的一实施例的剖视图。

[0025] 图 3 是表示本发明的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法中的温度分布的一个例子的曲线图。

[0026] 图 4 是表示本发明的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法的其它实施例的剖视图。

具体实施方式

[0027] 本实施方式涉及一种氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其是通过在氧化物系陶瓷基板上配置铜板而形成层叠体的工序、以及加热所得到的层叠体的工序,从而将氧化物系陶瓷基板和铜板一体接合而成的氧化物系陶瓷电路基板的接合方法,其特征在于:所述加热的工序具有:在 $1065 \sim 1085^{\circ}\text{C}$ 之间有加热温度的极大值的第一加热区域对层叠体进行加热的工序,接着在 $1000 \sim 1050^{\circ}\text{C}$ 之间有加热温度的极小值的第二加热区域对层叠体进行加热的工序,进而在 $1065 \sim 1120^{\circ}\text{C}$ 之间有加热温度的极大值的第三加热区域对层叠体进行加热而形成接合体的工序;之后在冷却区域将接合体冷却。

[0028] 图 1 示出了氧化物系陶瓷电路基板的构成例。图中,符号 1 为氧化物系陶瓷电路基板,符号 11 为氧化物系陶瓷基板,符号 12 为铜电路板(电路用铜板),符号 13 为背面金属板(背面铜板)。

[0029] 首先,氧化物系陶瓷基板 11 优选的是氧化铝烧结体、以及包含氧化铝和氧化锆的混合烧结体之中的任一种。氧化铝烧结体也可以含有 8 质量 % 以下的 Si 成分、Ca 成分、Mg 成分、Na 成分等烧结助剂。另外,氧化铝和氧化锆的混合烧结体优选的是氧化锆为 $10 \sim 90$ 质量 %、剩余部分为氧化铝的烧结体。此外,根据需要,也可以含有 8 质量 % 以下的烧结助剂。

[0030] 另外,铜板优选使用由含有 $100 \sim 1000$ 质量 ppm 氧的电解韧铜构成的铜板。另外,在使用氧含量低于 100 质量 ppm 的铜板的情况下,优选在铜板的与氧化物系陶瓷基板的接合面侧形成氧化铜膜。氧化铜膜的形成方法可以列举出对铜板进行热处理而直接氧化的方法、和涂布氧化铜粉末的浆料的方法等。具体地说,通过实施于大气中,在温度为 $150 \sim 360^{\circ}\text{C}$ 的范围将铜板加热 $20 \sim 120$ 秒的表面氧化处理来形成。

[0031] 在此,在氧化铜膜的厚度低于 $1 \mu\text{m}$ 的情况下,由于 Cu-O 共晶的发生量减少,所以基板和铜电路板的未接合部分较多,提高接合强度的效果较少。另一方面,即使氧化铜层的厚度过大而超过 $10 \mu\text{m}$,接合强度的改善效果也较少,反而妨碍铜电路板的导电特性。因此,在铜电路板表面形成的氧化铜层的厚度优选的是 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 的范围。而且根据同样的理由,更优选的是 $2 \sim 5 \mu\text{m}$ 的范围。在使用氧化铜粉末的浆料的情况下,使用平均粒径为 $1 \sim 5 \mu\text{m}$ 的氧化铜粉末,形成厚度为 $1 \sim 10 \mu\text{m}$ 的氧化铜膜,然后进行干燥或热处理。

[0032] 另外,铜板优选含有 $0.1 \sim 1.0$ 质量 % 的碳。碳由于作为脱氧剂而发挥作用,所以能够得到使铜板(韧铜(tough pitch copper)或无氧铜)中的氧向铜板表面移动的效果。

向铜板表面移动的氧可以被有效地用于形成进行直接接合法时的 Cu-O 共晶。在碳含量低于 0.1 质量 % 时,没有含有的效果,如果超过 1.0 质量 %,则碳含量过于增加,从而使铜板的导电性降低。

[0033] 本发明使用的接合方法是直接接合法(DBC:direct bonding copper)。直接接合法就是在氧化物系陶瓷基板 11 上,接触配置铜电路板 12、背面铜板 13 而进行加热,从而在接合界面生成 Cu-Cu₂O、Cu-O 等共晶液相,在该液相的作用下,与氧化物系陶瓷基板的润湿性得以提高,接着使该液相冷却凝固,从而将氧化物系陶瓷基板和铜板直接接合在一起。由于利用铜和氧的共晶,所以需要在接合面形成铜和氧存在的形态。

[0034] 铜和氧的共晶液相的生成在 1065℃ 以上的温度下发生。另一方面,由于铜的熔点是 1083℃,所以如果温度过高,则铜板发生熔化。为此,在 1065 ~ 1085℃ 的温度范围进行接合。在以往的直接接合法中,在温度 1065 ~ 1085℃ 下进行热处理之后,直接进入恢复到常温的冷却工序。

[0035] 与此相对照,在本发明的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法中,所述加热的工序包括:在 1065 ~ 1085℃ 之间有极大值的第一加热区域、接着在 1000 ~ 1050℃ 之间有极小值的第二加热区域、进而在 1065 ~ 1120℃ 之间有极大值的第三加热区域,之后成为冷却区域。

[0036] 图 2 示出了本发明的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法的一个例子。在图 2 中,符号 1 是氧化物系陶瓷电路基板,2 是托盘,3 是带式输送机。载置在托盘 2 上的氧化物系陶瓷电路基板 1 的层叠体正如在图中的箭头所示的那样,通过带式输送机 3,相向地从左边传送到右边。

[0037] 图 2 例示出了将配置有接合前的氧化物系陶瓷电路基板 1 的托盘 2 配置在带式输送机 3 上,用带式输送机 3 传送托盘 2 的带式炉 6。此外,本发明只要具有后述的第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域,就不限定于上述带式炉 6。

[0038] 首先,在加热的工序中,形成在 1065 ~ 1085℃ 的温度范围内有加热温度的极大值的第一加热区域。第一加热区域的形成可以通过调整位于与第一加热区域相当的部分的加热器(未图示)的输出温度来形成。

[0039] 在上述第一加热区域后(2 次侧:secondary side),形成在 1000 ~ 1050℃ 的温度范围内有加热温度的极小值的第二加热区域,接着形成在 1065 ~ 1120℃ 的温度范围内有加热温度的极大值的第三加热区域,继而进入冷却工序。关于温度调节,可以通过改变位于各自区域的加热器的输出温度进行调整。需要连续实施上述第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域的加热工序。为此,优选一边用带式炉 6 传送,一边使其通过各自的温度区域的方法。

[0040] 图 3 表示了本发明的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法中的加热工序的温度分布的一个例子。如图 3 所示,在铜和氧的共晶反应所发生的 1065 ~ 1085℃ 的温度范围(第一加热区域)对层叠体进行加热后,降低到共晶反应不会发生的 1000 ~ 1064℃ 的温度范围(第二加热区域)而实施层叠体的加热工序,再次提高到共晶反应所发生的 1065 ~ 1120℃ 的温度范围(第三加热区域)实施加热工序。

[0041] 作为这样的温度分布,就是提高、降低、提高加热温度而连续地实施各加热工序。另外,图 3 表示了温度分布的图示变化为曲线状的状态,但也可以设定为在成为极大值或

极小值的恒定温度下保持下来。

[0042] 在上述的第一加热区域发生铜和氧的共晶反应时,铜板中(或铜板表面)含有的氧被共晶反应使用,或从铜板释放到外面。然而,使铜板中的氧全部发生共晶反应或释放到外面是很难的,它的一部分残留在铜板中。如果共晶反应之后立刻进入到冷却工序,则残留的氧在铜板中形成树枝状结晶(枝晶:dendrite)。如果该树枝状结晶存在,则接合强度降低。另外,铜板表面与镀层或焊锡的润湿性降低。

[0043] 为此,通过设置第二加热区域,在共晶反应以下的温度即 1000 ~ 1064℃这一较低的温度下进行加热,从而使共晶反应稳定化,之后,通过在第三加热区域于 1065 ~ 1120℃的温度范围再加热,便可以除去残留的树枝状晶。也就是说,可以从铜板中释放出已形成树枝状结晶的氧。

[0044] 另外,第二加热区域如果低于 1000℃,则温度过于下降,在第三加热区域不会充分地进行树枝状结晶的除去。加热温度范围优选为 1020 ~ 1050℃。

[0045] 另外,第三加热区域如果超过 1120℃,则引起铜板的熔化(变形),因而不是优选的。进一步优选的加热温度范围是 1070 ~ 1090℃。另外,为了除去在第三加热区域形成树枝状结晶的氧,优选第三加热区域的温度比第一加热区域的加热温度更高。

[0046] 另外,加热工序优选将配置有铜板的氧化物系陶瓷基板(层叠体)载置在托盘上,使用一边以传送速度为 70 ~ 270mm/ 分钟的带式传送机传送托盘,一边连续地实施各加热工序的带式炉。可以通过控制带速,调整热处理时间。

[0047] 如果带速小于 70mm/ 分钟,则每单位时间的处理数(生产节拍)减少,而且特别是通过第一加热区域的过剩的热处理,更加促进枝晶的生成,从而在第二加热区域和第三加热区域变得不能完全除掉。

[0048] 另一方面,如果带速大于 270mm/ 分钟,则在第一、第三加热区域的接合变得不充分,从而有可能引起铜板剥离等不良现象。带速优选的是 100 ~ 220mm/ 分钟的范围。另外,使用上述的传送速度而连续传送时,优选第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域分别是 300 ~ 2000mm 的搬运距离。

[0049] 另外,传送氧化物系陶瓷电路基板(层叠体)的托盘优选由镍合金构成。上述托盘在与铜板或氧化物系陶瓷基板接触的状态下在热处理炉(带式炉)中传送。为此,必须是在直接接合法所使用的温度 1065 ~ 1120℃附近,不会与铜和氧化物系陶瓷基板反应的材料。

[0050] 氧化物系陶瓷电路基板将铜板配置接合在两面上对于防止翘曲是有效的。因此,优选的是在热处理温度下不与铜板反应、且不因热而发生变形的材料。

[0051] 作为这样的材料有镍合金,特别优选的是含有规定量的铬和铁的镍铬铁耐热耐蚀合金(Inconel)。在镍铬铁耐热耐蚀合金中,作为代表可列举出 Inconel600(以质量 % 计为 Ni76.0、Cr15.5、Fe8.0)、Inconel601(以质量 % 计为 Ni60.5、Cr23.0、Fe14.4、Al1.4)。除此以外,还可列举出 Inconel625、Inconel718、Inconel X750。镍铬铁耐热耐蚀合金作为耐热合金使用,由于不与铜板反应,不发生热变形,因而是优选的。另外,为更有效地防止与铜板的反应,在镍铬铁耐热耐蚀合金制托盘的表面实施湿氢处理是有效的。

[0052] 另外,上述加热工序优选在氮气气氛中实施。直接接合法由于利用铜和氧的共晶反应,所以优选在实施加热工序的气氛中不存在必要以上的氧。为此,加热接合工序优选在不活泼气氛中实施。

[0053] 作为不活泼气氛,可以列举出氮气、氩气。其中,由于氮气较为经济,所以优选使用氮气。另外,氮气优选的纯度为 99.9% 以上,进一步优选的是 99.99% 以上的高纯度气体。

[0054] 另外,带式炉 6 优选具有入口帘的氮流量(A)和出口帘的氮流量(B)之比 A/B 被控制为 0.2 以下的氮气气氛。图 4 表示用于说明氮流量的带式炉 6 的剖视图。在图中,氧化物系陶瓷电路板(层叠体或接合体)1 在载置于托盘 2 上的状态下,通过传送皮带(带式输送机)3 而以规定的传送速度从搬入口(入口)4 侧被传送到搬出口(出口)5 侧。

[0055] 在带式炉 6 的搬入口 4 的附近,设置有入口帘,另一方面,在搬出口 5 的附近设置有出口帘。在此,A 表示入口帘的氮流量,B 表示出口帘的氮流量。也就是说,在搬入口 4 的附近,流动着以氮流量(A)流出的氮气。另外,在搬出口 5 的附近,流动着以氮流量(B)流出的氮气。

[0056] 在此,优选将氮流量(A)/氮流量(B)控制为 0.2 以下。氮流量比 A/B 为 0.2 以下,表示氮流量 B 以氮流量 A 的 5 倍以上的大流量流动。如果是这样的关系,则从搬出口 5 向搬入口 4 方向形成氮气流。通过形成面向托盘 2 的传送方向的风(逆流),即使在加热工序中(例如带式炉 6 内)残留大气,也可以用氮气流动除去。

[0057] 另外,也可以发挥使在加热工序中从铜电路板和背面铜板排出的氧不滞留于氧化物系陶瓷电路板的附近的效果。另一方面,氮气流动的方向如果与托盘 2 的传送方向相同,则依情况的不同,也有可能一直这么使带式炉 6 内的氧滞留残存于氧化物系陶瓷电路板的周围。

[0058] 另外,氮流量(A)优选为 2 ~ 20 升 / 分钟。另外,氮流量(B)优选为 30 ~ 100 升 / 分钟。只要在上述范围,则氮流量的控制容易实施。另外,通过将搬入口 4 附近的氮流量设定为 2 升 / 分钟以上,就可以作为防止从搬入口 4 混入大气等的杂质和尘土的气流帘而发挥作用。同样,通过将搬出口 5 的氮流量设定为 30 升 / 分钟以上,可以有效地防止从搬出口 5 混入大气等的杂质和尘土。

[0059] 另外,从防止杂质的混入这一点来说,流入加热的氮气也是有效的。即通过加热,具有使氮气中含有的水分和带式炉内的水分蒸发的效果。作为氮气的加热温度,优选为 50 ~ 180℃ 的范围。如果低于 50℃,则加热氮气的效果并不充分,如果超过 180℃,则不但不能得到在此以上的效果,而且成为成本上升的重要原因。

[0060] 下面就将铜板加工成铜电路板的工序进行说明。在上述的加热工序(接合工序)中,优选的是预先配置加工为电路形状的铜板,然后直接进行接合的方法。然而,在像带式炉那样一边传送一边进行接合工序的制作方法中,有可能在传送中于氧化物系陶瓷基板上产生铜板的偏移。为此,优选在设置面积较大的状态下配置于氧化物系陶瓷基板上。

[0061] 作为扩大铜板的设置面积的方法,有如下的方法。第 1 方法是:通过压力加工在铜板上形成设置有多个电路板元件以及将其相互连接的桥接部的电路结构。通过将各个铜电路板元件设计为用桥接部连接的结构,各自地用桥接部连接较小的铜电路板,可以成为表观上具有较大的设置面积的铜电路板。

[0062] 另外,第 2 方法是:在氧化物系陶瓷基板上配置铜板,接合后根据蚀刻工序形成规定形状的电路结构的方法。

[0063] 另外,作为防止铜板(铜电路板和背面铜板)的位置偏移的方法,可以列举出将树脂粘结剂涂布于氧化物系陶瓷基板上,然后在其上配置铜板的方法。树脂粘结剂只要在加

热工序中烧掉,则没有特别的限定。作为这样的树脂粘结剂,可以列举出丙烯酸粘结剂(例如甲基丙烯酸异丁酯等)。作为树脂粘结剂的涂布形状,优选涂布成直径为 10mm 以下的圆点状。树脂粘结剂通过加热工序而烧掉,但如果涂布于配置有铜板的整个面上,则烧掉时产生的二氧化碳等气体成分不能充分地氧化物系陶瓷基板和铜板的间隙排尽,反而有可能成为共晶反应的障碍。

[0064] 通过如上述那样防止铜板的位置偏移,即使实施托盘的速度为 150mm/ 分钟以上的高速传送,也可以防止因位置偏移引起的不良现象的发生。进而通过防止位置偏移,可以在托盘上配置 10 个以上的大量接合前的氧化物系陶瓷电路基板(层叠体),所以能够进一步提高批量生产率。

[0065] 另外,也可以在所得到的氧化物系陶瓷电路基板的铜板表面实施镍镀覆。在根据以上的本发明的制造方法所得到的氧化物系陶瓷电路基板中,可以将铜板的接合强度设定为 9.5kgf/cm 以上。

[0066] 下面就本实施方式的氧化物系陶瓷电路基板进行说明。本实施方式的氧化物系陶瓷电路基板基本是用本发明的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法得到的,而只要具有同样的构成,则该制造方法并没有特别的限定。以下就本实施方式的发明的氧化物系陶瓷电路基板的构成进行说明。

[0067] 本实施方式的氧化物系陶瓷电路基板的特征在于:在采用直接接合法接合铜板和氧化物系陶瓷基板而成的氧化物系陶瓷电路基板中,剥离铜板时,铜板的与氧化物系陶瓷基板的接合面侧的铜面积率相对于每单位面积 $3000\mu\text{m}\times 3000\mu\text{m}$ 为 60% 以下,铜板的接合强度为 9.5kgf/cm 以上。

[0068] 首先,氧化物系陶瓷基板优选由氧化铝烧结体、以及包含氧化铝和氧化锆的混合烧结体之中的任一种构成。氧化铝烧结体也可以含有 8 质量 % 以下的 Si 成分、Ca 成分、Mg 成分、Na 成分等的烧结助剂。另外,氧化铝和氧化锆的混合烧结体优选氧化锆为 10 ~ 90 质量 %、剩余部分为氧化铝的烧结体。此外,根据需要,也可以含有 8 质量 % 以下的烧结助剂。

[0069] 另外,氧化物系陶瓷基板的密度优选为 $3.60\sim 3.79\text{g}/\text{cm}^3$ 。如果密度低于 $3.60\text{g}/\text{cm}^3$,则陶瓷基板内的气孔过多,基板的强度和热传导系数降低。另外,如果基板表面气孔较多,则进行与铜板的直接接合时,未接合部增多,从而接合强度降低。另一方面,如果密度较大而超过 $3.79\text{g}/\text{cm}^3$,则陶瓷基板的制造成本反而上升,因而不是优选的。另外,氧化物系陶瓷基板的厚度优选为 0.3 ~ 1.2mm。

[0070] 另外,作为铜板的构成材料,既可以使用含有规定量的氧的韧铜,也可以是氧含量较少的铜板。另外,铜板的厚度优选为 0.2 ~ 0.5mm。由于使氧化物系陶瓷基板的厚度为 0.3 ~ 1.2mm 的范围,另一方面使铜板的厚度为 0.2 ~ 0.5mm,从而可以取得氧化物系陶瓷基板和铜板的热膨胀差的平衡,耐热循环试验(TCT 试验)的耐久性得以提高。

[0071] 另外,铜板优选含有 0.1 ~ 1.0 质量 % 的碳。碳由于作为脱氧剂而发挥作用,所以能够得到使铜板(韧铜或无氧铜)中的氧向铜板表面移动的效果。向铜板表面移动的氧可以有效地应用于形成实施直接接合法时的 Cu-O 共晶。如果碳含量低于 0.1 质量 %,则没有含有的效果,另一方面,如果超过 1.0 质量 %,则碳含量过于增加,从而使铜板的导电性降低。

[0072] 另外,在实施直接接合法时,氧化物系陶瓷基板的表面粗糙度以 Ra 计优选为 $0.1\sim 0.7\mu\text{m}$ 。如果表面粗糙度 Ra 低于 $0.1\mu\text{m}$,则需要高精度的表面研磨,从而成为成本

提高的主要原因。另外,如果表面粗糙度 Ra 超过 $0.7\text{ }\mu\text{m}$,则表面过于粗糙,在铜板和氧化物系陶瓷基板之间形成间隙,共晶反应有可能不能充分地进行。

[0073] 如果使用这样的氧化物系陶瓷基板而形成氧化物系陶瓷电路基板,则在剥离接合的铜板时,可以使铜板的与氧化物系陶瓷基板的接合侧面的铜面积率相对于每单位面积 $3000\text{ }\mu\text{m}\times 3000\text{ }\mu\text{m}$ 为 60% 以下。剥离铜板时,所谓该铜板的与氧化物系陶瓷基板的接合侧面的铜面积率,是指通过 EPMA 对剥离的铜板的与氧化物系陶瓷基板的接合面侧进行面分析时,Cu 最多被检出的面积相对于每单位面积 $3000\text{ }\mu\text{m}\times 3000\text{ }\mu\text{m}$ 为 60% 以下。所谓每单位面积的铜面积率为 60% 以下,表示从氧化物系陶瓷基板剥离的部分处于附着在剩余部分的状态。也就是说,表示在剩余部分,铜板与氧化物系陶瓷基板的接合涉及整个表面而均匀地进行。更优选的铜面积率为 40% 以下。

[0074] 此外,进行 EPMA 面分析时,在用一个视场无法测量整个单位面积 $3000\text{ }\mu\text{m}\times 3000\text{ }\mu\text{m}$ 时,也可以分割为多个视场进行测量。在此情况下,例如可以列举出纵横分别分割成 10 个部位而对 $300\text{ }\mu\text{m}\times 300\text{ }\mu\text{m}$ 的视场连续地进行面分析并加以合计的方法。

[0075] 另外,通过满足每单位面积的铜面积率为 60% 以下,铜板的接合强度便成为 9.5kgf/cm 以上,进而成为 10.5kgf/cm 以上。

[0076] 另外,接合后的铜板的平均结晶粒径优选为 $300\sim 800\text{ }\mu\text{m}$ 。直接接合法是利用铜与氧的共晶反应的接合方法。铜板中和铜板表面的氧聚集在铜板的晶界。由于聚集在晶界的氧继续被用于共晶反应,所以铜板的晶界优选具有适度的尺寸。如果铜板的平均结晶粒径小于 $300\text{ }\mu\text{m}$,则晶界相过小或过细,从而招致接合强度的降低。另一方面,如果平均结晶粒径超过 $800\text{ }\mu\text{m}$,则由于晶界相过于增大,每单位面积的铜晶界的比率减少,所以招致接合强度的降低。

[0077] 在这样地调整了铜晶粒尺寸之后,通过使氧存在于铜晶界,可以提高接合强度,进而提高 TCT 特性。此外,采用 EPMA 对剥离的铜板的接合面侧的氧进行面分析,可以得知氧凝集在铜晶界。

[0078] 通过采用这样的构成,可以形成如下的氧化物系陶瓷电路基板:对于以 $-40^{\circ}\text{C}\times 30\text{ 分钟}\rightarrow 25^{\circ}\text{C}\times 10\text{ 分钟}\rightarrow 125^{\circ}\text{C}\times 30\text{ 分钟}\rightarrow 25^{\circ}\text{C}\times 10\text{ 分钟}$ 为 1 个循环的 TCT 试验,即使在实施 100 个循环之后,也不会在氧化物系陶瓷基板上产生裂纹。

[0079] 另外,对于以 $-40^{\circ}\text{C}\times 30\text{ 分钟}\rightarrow 25^{\circ}\text{C}\times 10\text{ 分钟}\rightarrow 125^{\circ}\text{C}\times 30\text{ 分钟}\rightarrow 25^{\circ}\text{C}\times 10\text{ 分钟}$ 为 1 个循环的 TCT 试验,在实施 100 个循环之后,铜板的接合强度也可以为 6.5kgf/cm 以上。

[0080] 根据本实施方式的氧化物系陶瓷电路基板,通过调整铜板的铜晶粒尺寸并使氧凝集在铜板的晶界相,可以提高氧化物系陶瓷基板和铜板的接合强度。因此,可以提供特别是 TCT 特性得以提高的氧化物系陶瓷电路基板。如果是这样的电路基板,则可以提供活用了廉价的氧化物系陶瓷基板的特性的成本优势较高的陶瓷电路基板。

[0081] 实施例

[0082] (实施例 1~5)

[0083] 作为氧化物系陶瓷基板,准备好氧化铝基板(长度 $50\text{mm}\times$ 宽度 $30\text{mm}\times$ 厚度 0.4mm 、表面粗糙度 $Ra0.3\text{ }\mu\text{m}$ 、密度 3.72g/cm^3)。作为金属电路板用铜板,准备好氧含量为 500 质量 ppm 的韧铜板(长度 $40\text{mm}\times$ 宽度 $20\text{mm}\times$ 厚度 0.5mm 、平均结晶粒径 $50\text{ }\mu\text{m}$)。另外,作为背面

铜板用铜板,准备好氧含量为 500 质量 ppm 的韧铜板(长度 40mm× 宽度 20mm× 厚度 0.5mm。此外,使用铜板中的碳含量低于 0.1 质量 % 的铜。

[0084] 其次,在 Incone1600 制的托盘上,按照背面铜板 / 氧化铝基板 / 铜电路板的顺序重叠配置,从而形成层叠体。

[0085] 使用图 4 所示的带式炉 6,进行具有表 1 所示的第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域的加热工序,实施直接接合法而调制出实施例 1~5 的氧化物系陶瓷电路基板。此外,上述第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域的层叠体的传送距离统一为 1000mm。另外,带式炉 6 的入口帘和出口帘的氮气流量(A)、(B) 设定为表 1 所示的数值。

[0086] (比较例 1)

[0087] 除采用不实施第二加热工序和第三加热工序的加热工序实施直接接合法这一点以外,用与实施例 1 相同的方法进行处理,从而调制出比较例 1 的氧化物系陶瓷电路基板。

[0088] 表 1

试料 No.	第一加热工序		第二加热工序		第三加热工序		氮流量	
	加热温度 的极大值 (℃)	带速 (mm/ 分钟)	加热温度 的极大值 (℃)	带速 (mm/ 分钟)	加热温度 的极大值 (℃)	带速 (mm/ 分钟)	入口帘 (A) 升/分钟	出口帘 (B) 升/分钟
实施例1	1065	100	1020	100	1100	100	2	40
实施例2	1070	150	1030	150	1085	150	5	50
实施例3	1070	170	1050	170	1080	170	7	60
实施例4	1075	200	1010	200	1070	200	10	60
实施例5	1080	250	1030	250	1080	250	5	40
比较例1	1065	—	—	—	—	—	2	40

[0090] (实施例 6~9)

[0091] 作为氧化物系陶瓷基板,准备好氧化铝基板(长度 50mm× 宽度 30mm× 厚度 0.4mm、表面粗糙度 Ra0.5 μm、密度 3.68g/cm³)。另外,作为金属电路板用铜板,准备好氧含量为 50 质量 ppm 以下的纯铜板(长度 40mm× 宽度 20mm× 厚度 0.5mm、平均结晶粒径 60 μm)。再者,作为背面铜板用铜板,准备好氧含量为 50 质量 ppm 以下的纯铜板(长度 40mm× 宽度 20mm× 厚度 0.5mm)。此外,使用铜板中的碳含量低于 0.1 质量 % 的铜材料。

[0092] 其次,加热纯铜板的氧化铝基板接合面侧,以形成膜厚为 4 μm 的氧化铜膜。其后,在 Incone1600 制托盘上,按背面铜板 / 氧化铝基板 / 铜电路板的顺序重叠,从而配置为层叠体。

[0093] 其次,使用图 4 所示的带式炉 6,实施具有表 2 所示的第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域的加热工序,实施直接接合法而调制出实施例 6~9 的氧化物系陶瓷电路基板。此外,上述第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域的层叠体的传送距离统一为 1000mm。另外,带式炉 6 的入口帘和出口帘的氮气流量(A)、(B) 设定为表 2 所示的数值。

[0094] (实施例 10)

[0095] 作为氧化物系陶瓷基板,准备好氧化铝基板(长度 50mm×宽度 30mm×厚度 0.4mm、表面粗糙度 $Ra0.5\mu m$ 、密度 $3.68g/cm^3$)。另外,作为金属电路板用铜板,准备好氧含量为 50 质量 ppm 以下的纯铜板(长度 40mm×宽度 20mm×厚度 0.5mm、平均结晶粒径 $60\mu m$)。再者,作为背面铜板用铜板,准备好氧含量为 50 质量 ppm 以下的纯铜板(长度 40mm×宽度 20mm×厚度 0.5mm)。此外,使用铜板中的碳含量低于 0.1 质量 % 的铜材料。

[0096] 另一方面,对铜电路板用铜板进行压力加工,从而调制出形成有 2 个长度 15mm×宽度 6mm 的电路元件、且分别用桥接结构连接的铜板。

[0097] 其次,在 Inconel600 制托盘上,按照背面铜板 / 氧化铝基板 / 铜电路板的顺序重叠,从而配置为层叠体。

[0098] 接着,使用图 4 所示的带式炉 6,实施具有表 2 所示的第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域的加热工序,实施直接接合法而调制出实施例 10 的氧化物系陶瓷电路基板。此外,上述第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域的层叠体的传送距离统一为 1000mm。另外,带式炉 6 的入口帘和出口帘的氮气流量(A)、(B)设定为表 2 所示的数值。

[0099] 表 2

试料 No.	第一加热工序		第二加热工序		第三加热工序		氮流量	
	加热温度的 极大值 (℃)	带速 (mm/ 分钟)	加热温度的 极大值 (℃)	带速 (mm/ 分钟)	加热温度的 极大值 (℃)	带速 (mm/ 分钟)	入口帘 (A) 升/分钟	出口帘 (B) 升/分钟
实施例6	1070	120	1020	120	1100	120	5	40
实施例7	1070	180	1030	180	1085	180	5	50
实施例8	1075	210	1050	210	1080	210	10	90
实施例9	1070	100	1020	100	1080	100	3	3
实施例10	1075	230	1010	230	1070	230	10	60

[0101] 其次,在实施例 1~9 和比较例 1 的氧化物系陶瓷电路基板中,蚀刻铜电路板而形成 2 个长度 15mm×宽度 6mm 的电路部。另外,在实施例 10 的氧化物系陶瓷电路基板中,削除铜电路板的桥接部。

[0102] 对于形成有电路部的实施例 1~10 和比较例 1 的氧化物系陶瓷电路基板,求出铜电路板的接合强度。另外,对于以 $-40^{\circ}C \times 30$ 分钟 $\rightarrow 25^{\circ}C \times 10$ 分钟 $\rightarrow 125^{\circ}C \times 30$ 分钟 $\rightarrow 25^{\circ}C \times 10$ 分钟为 1 循环的 TCT 试验,进行 100 个循环,测量铜板有无剥离和 TCT 试验后的铜板的接合强度。

[0103] 另外,求出剥离铜电路板时的铜板的接合面侧的铜面积率。面积率的测量是对剥离的铜板的接合面侧进行 EPMA 分析而以每单位面积 $3000\mu m \times 3000\mu m$ 的比例求出铜最多被检出的面积率。另外,根据 EPMA 的面分析调查了氧凝集的有无。此外,EPMA 的分析通过对单位面积 $300\mu m \times 300\mu m$ 进行连续分析,直至合计为 $3000\mu m \times 3000\mu m$ 而求出。另外,也测量了接合后的铜板的平均结晶粒径。另外,在铜电路板上实施 Ni 镀覆,调查了润湿性。此外,上述润湿性将 Ni 镀层对于铜电路板的附着面积为 100% 者记为“○”,将 99% 以下者记为“△”。

[0104] 其测量调查结果如表 3 所示。

[0105] 表 3

[0106]

试样 No.	铜板的 接合强度 (kgf/cm)	TCT 试验		剥离的铜板		铜板的平 均结晶粒 径 (μm)	润湿性能
		铜板剥离 的有无	试验后铜板 的接合强度	铜的面积率 (%)	铜晶界的氧 的凝聚		
实施例1	10.2	无	7.4	45	有	750	○
实施例2	10.7	无	7.5	43	有	700	○
实施例3	11.5	无	7.8	40	有	590	○
实施例4	11.2	无	8	35	有	510	○
实施例5	9.8	无	6.9	50	有	410	○
实施例6	10.8	无	7.1	46	有	740	○
实施例7	10.9	无	7.2	42	有	670	○
实施例8	11.1	无	8.1	30	有	450	○
实施例9	11.4	无	8	33	有	760	△
实施例10	9.7	无	6.6	60	有	390	○
比较例1	7.2	有	4.3	80	无	900	○

[0107] 实施例 1 ~ 8、10 的氧化物系陶瓷电路基板都表现出优良的特性。此外,实施例 9 由于氮气流量的控制(A/B)为 1,所以铜板表面与 Ni 镀层的润湿性降低。铜电路板表面确认有枝晶组织。另外,比较例 1 由于没有设置第二加热区域和第三加热区域,所以特性有所降低。

[0108] 另外,只要是本实施例的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,其制造成品率均为 80 ~ 90% 的范围。此外,大多数不良原因是由铜板在带式炉的传送中发生位置偏移而引起的。为了加以改善,在铜板和氧化铝基板之间将丙烯酸粘结剂涂布成直径为 5mm 的圆点状,结果解决了位置偏移的问题,从而制造成品率大幅度提高,达 97% 以上。

[0109] (实施例 11 ~ 14)

[0110] 除将实施例 1 的铜板替换为碳含量 0.5 质量 % 的韧铜板这一点以外,重复同一处理,以调制出实施例 11 的氧化物系陶瓷电路基板。

[0111] 另外,除将实施例 6 的铜板替换为碳含量 0.2 质量 % 的无氧铜(纯铜)这一点以外,重复同一处理,以调制出实施例 12 的氧化物系陶瓷电路基板。

[0112] 另外,除将实施例 11 的氧化铝基板替换为氧化铝和氧化锆的混合烧结体(氧化锆 20wt%、氧化钇 5wt%、剩余部分为氧化铝)这一点以外,重复同一处理,以调制出实施例 13 的氧化物系陶瓷电路基板。

[0113] 另外,除将实施例 12 的氧化铝基板替换为氧化铝和氧化锆的混合烧结体(氧化锆 20wt%、氧化钇 5wt%、剩余部分为氧化铝)这一点以外,重复同一处理,以调制出实施例 14 的氧化物系陶瓷电路基板。以下,对于实施例 11 ~ 14 的电路基板,进行了与实施例 1 同样的测量。其结果如下表 4 所示。

[0114] 表 4

[0115]

试样 No.	铜板的 接合强度 (kgf/cm)	TCT试验		剥离的铜板		铜板的平均结晶粒 径 (μm)	镀覆性能
		铜板剥离 的有无	试验后铜板 的接合强度	剥的面积率 (%)	铜晶界的氧 的凝聚		
实施例11	11.1	无	7.9	42	有	750	○
实施例12	11.7	无	8.2	41	有	740	○
实施例13	11.3	无	7.6	41	有	745	○
实施例14	11.6	无	7.8	40	有	742	○

[0116] 上述表4所示的结果表明:通过在铜板中含有碳,可以确认接合强度的提高。可以认为其原因在于:铜板中的碳作为脱氧剂而发挥作用,使铜板中的氧向铜板表面移动,移动的氧有助于Cu-O共晶的形成。

[0117] 产业上的可利用性

[0118] 根据本发明的氧化物系陶瓷电路基板的制造方法,由于在规定的第一加热区域、第二加热区域、第三加热区域分别实施加热工序,因而可以使通过共晶进行的接合反应稳定化,所以能够提高陶瓷电路基板的制造成品率。另外,本发明的氧化物系陶瓷电路基板的接合强度较高,从而可以提高TCT特性。

[0119] 符号说明:

[0120] 1 氧化物系陶瓷电路板

[0121] 11 氧化物系陶瓷基板

[0122] 12 铜电路板(电路用铜板)

[0123] 13 铜板(背面铜板,背面金属板)

[0124] 2 托盘

[0125] 3 传送皮带(带式输送机)

[0126] 4 搬入口(入口)

[0127] 5 搬出口(出口)

[0128] 6 带式炉(热处理炉)

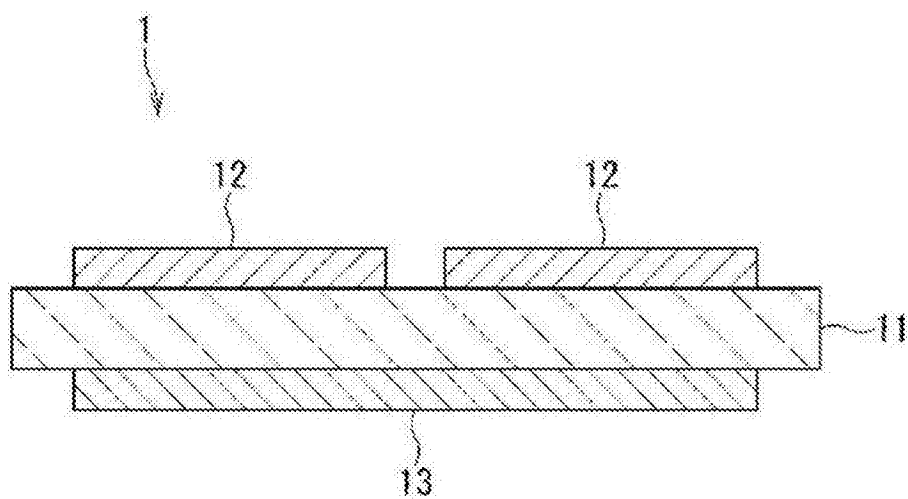


图 1

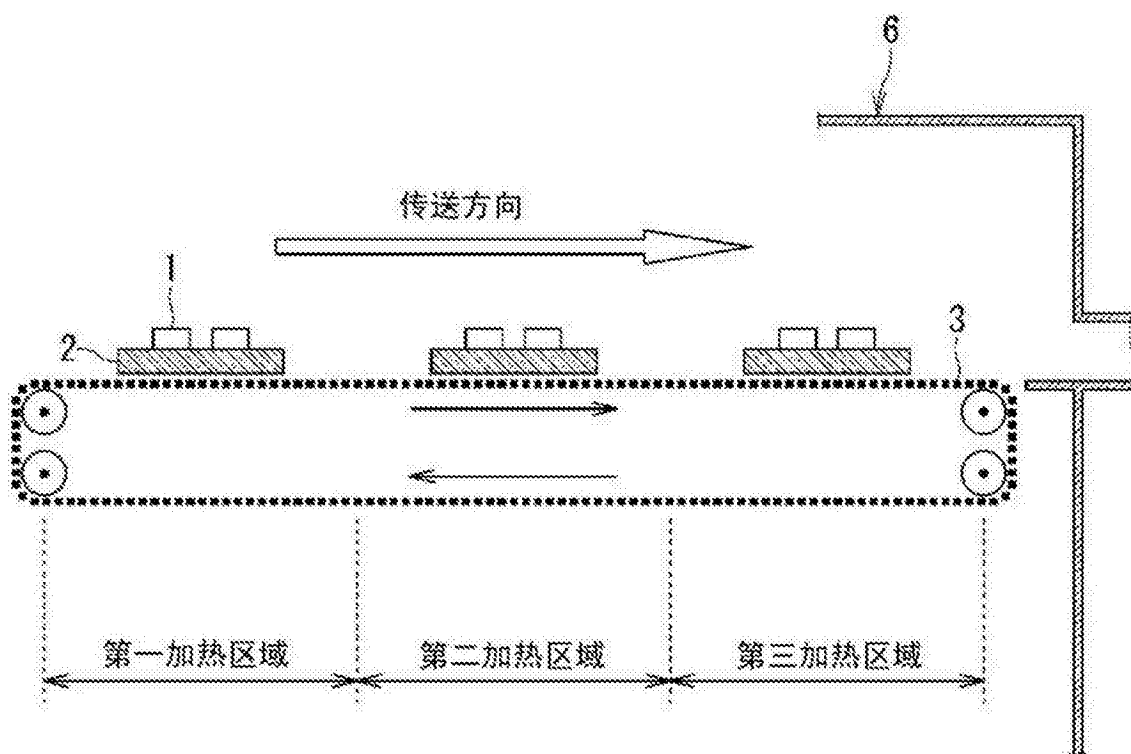


图 2

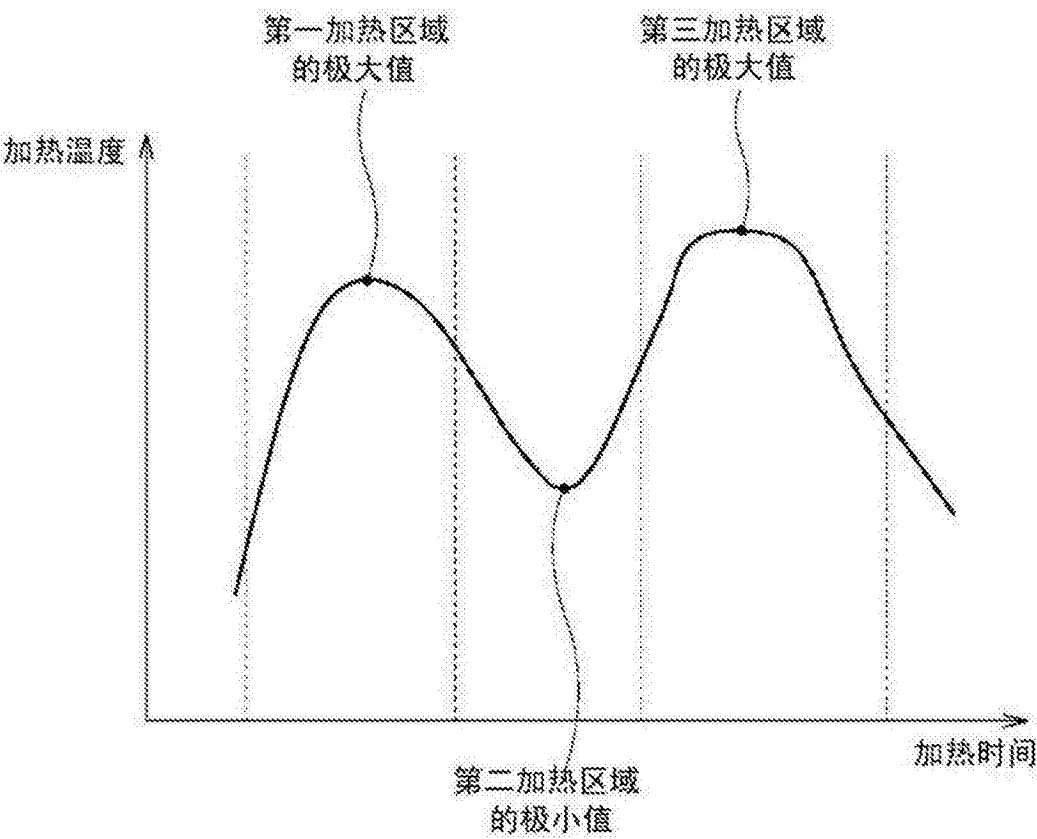


图 3

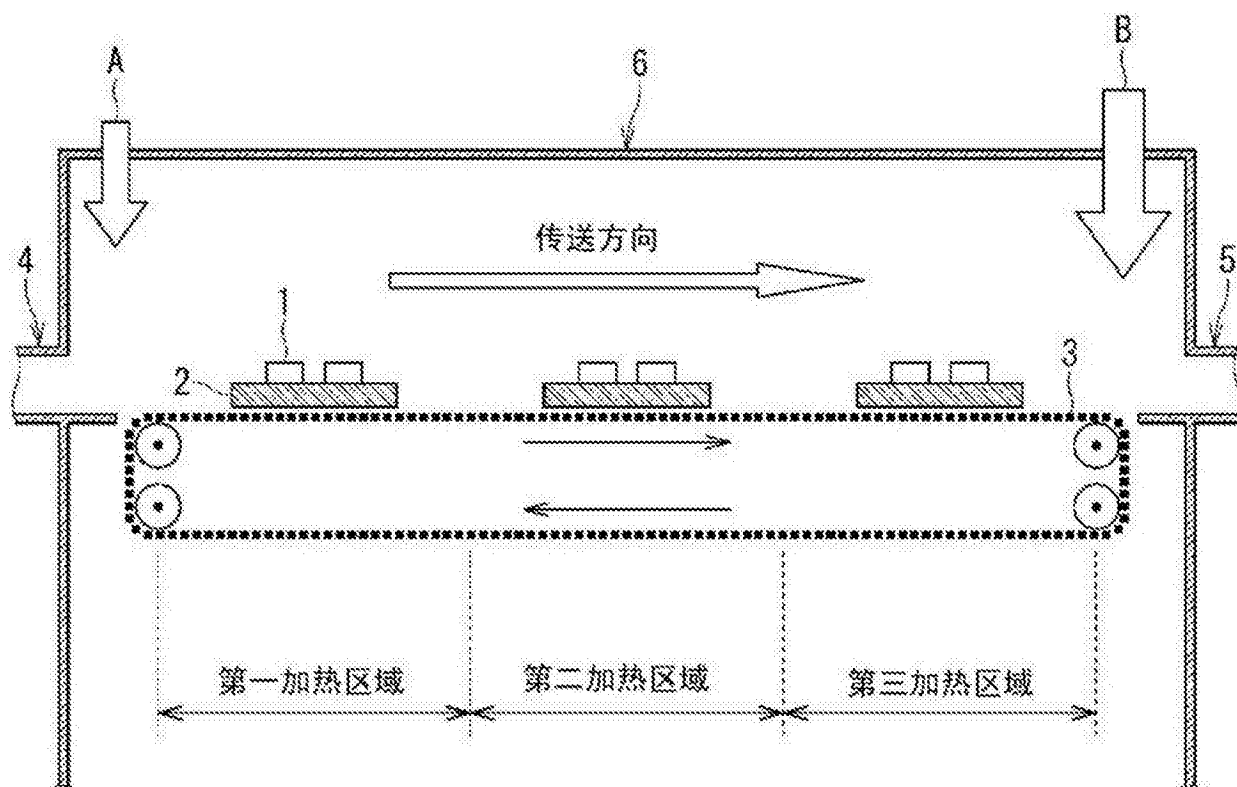


图 4