



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103583087 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201280026481.2

(22)申请日 2012.05.30

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103583087 A

(43)申请公布日 2014.02.12

(30)优先权数据  
2011-128404 2011.06.08 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2013.11.29

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2012/063946 2012.05.30

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02012/169408 JA 2012.12.13

(73)专利权人 京瓷株式会社  
地址 日本京都府

(72)发明人 中村清隆 大桥嘉雄 阿部裕一  
平野央介 四方邦英 关口敬一

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021  
代理人 张宝荣

(51)Int.Cl.  
H05K 1/11(2006.01)  
H01L 23/13(2006.01)  
H01L 23/14(2006.01)  
H05K 1/09(2006.01)

(56)对比文件  
US 2009/0280643 A1,2009.11.12,  
US 2010/0103634 A1,2010.04.29,  
JP 特开平11-251700 A,1999.09.17,  
CN 101752299 A,2010.06.23,

审查员 刘红艳

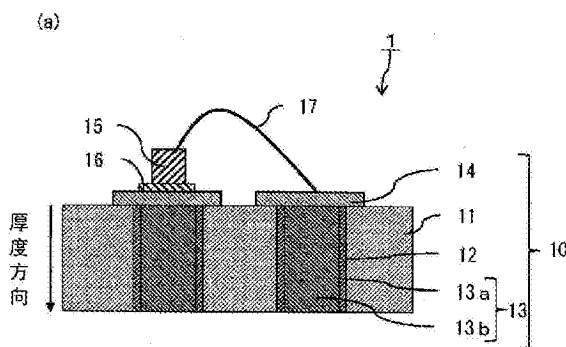
权利要求书1页 说明书12页 附图3页

(54)发明名称

电路板以及具备该电路板的电子装置

(57)摘要

本发明提供一种接合强度高、散热特性优异、且通过缩小在贯通导体上形成的金属配线层的凹陷而能够长期使用的可靠性高的电路板以及在该电路板上搭载电子部件而形成的电子装置。电路板(10)在贯通于陶瓷烧结体(11)的厚度方向的贯通孔(12)中具备由金属构成的贯通导体(13),并且具备将陶瓷烧结体(11)的至少一个主面侧的贯通导体(13)的表面覆盖而连接的金属配线层(14),贯通导体(13)具有在贯通孔(12)的内壁侧沿着陶瓷烧结体(11)的厚度方向从贯通孔(12)的一端至另一端配置的第一区域(13a)以及与第一区域(13a)邻接的第二区域(13b),第二区域(13b)的平均结晶粒径大于第一区域(13a)的平均结晶粒径。



1. 一种电路板,其在贯通陶瓷烧结体的厚度方向的贯通孔中具备由金属构成的贯通导体,并且具备覆盖所述陶瓷烧结体的至少一个主面侧的所述贯通导体的表面而连接的金属配线层,所述电路板的特征在于,

所述贯通导体具有第一区域以及第二区域,

所述第一区域与所述贯通孔的内壁相接且沿着所述陶瓷烧结体的厚度方向从所述贯通孔的一端配置至另一端,

所述第二区域与所述第一区域邻接,

在该第一区域中,构成该第一区域的成分中超过50质量%的成分是铜、银或铝,

所述第二区域的平均结晶粒径大于所述第一区域的平均结晶粒径。

2. 如权利要求1所述的电路板,其特征在于,

在所述第二区域以50面积%以上存在结晶粒径为所述贯通孔的最小孔径的4%以上10%以下的粒子。

3. 如权利要求1或权利要求2所述的电路板,其特征在于,

所述第一区域的平均结晶粒径为所述贯通孔的最小孔径的1.5%以上且不足4%。

4. 如权利要求1或权利要求2所述的电路板,其特征在于,

所述第二区域的平均结晶粒径大于所述金属配线层的平均结晶粒径。

5. 如权利要求1或权利要求2所述的电路板,其特征在于,

所述贯通导体含有玻璃,所述第二区域的玻璃的含有量多于所述第一区域的玻璃的含有量。

6. 如权利要求1或权利要求2所述的电路板,其特征在于,

所述贯通导体中含有玻璃,该玻璃包含Bi。

7. 如权利要求1或权利要求2所述的电路板,其特征在于,

与在所述陶瓷烧结体的一个主面开口的所述贯通孔的开口面积相比,在另一个主面开口的所述贯通孔的开口面积大。

8. 一种电子装置,其特征在于,

在权利要求1至权利要求7中任一项所述的电路板的所述金属配线层上搭载电子部件而形成。

## 电路基板以及具备该电路基板的电子装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种电路基板以及在该电路基板上搭载电子部件而形成的电子装置。

### 背景技术

[0002] 使用通过接合于电路基板上的金属配线层等而搭载有半导体元件、发热元件、帕尔帖元件等各种电子部件的电子装置。这些电子部件在工作时产生热，而由于因近几年的电子部件的高集成化、电子装置的小型化及薄型化使得施加于电路基板的每单位体积的热量变大，因此寻求一种接合不剥离且散热特性高的电路基板。

[0003] 为此，在构成电路基板的支承基板中，在位于电子部件的正下方的部位形成贯通孔，并利用设置在该贯通孔内的导体（以下记为贯通导体）来提高散热特性。但是，在通过金属镀敷进行填埋而形成贯通导体的情况下，由于金属镀敷从贯通孔的内壁开始生长，因此在贯通导体的表面中央形成凹陷。并且，在填充金属膏时，也会由于烧成时的收缩而在贯通导体的表面中央产生凹陷。而且，由于覆盖该贯通导体的表面而形成的金属配线层的表面性状仿形于贯通导体的表面性状，因此在金属配线层的表面也产生凹陷，当在金属配线层上通过电极垫片等搭载有电子部件时，存在在各构件间发生接合不良、接合面积小散热特性降低的问题。

[0004] 为了解决这种问题，例如在专利文献1中提出了下述导体膏，该导体膏是包括以金属粉末为主成分的导电粉末、膨胀剂以及裁色剂的无收缩性通孔填充用导体膏，在填充于形成在陶瓷基板的通孔中之后用于烧成。

[0005] 【在先技术文献】

[0006] 【专利文献】

[0007] 专利文献1：日本特开平9-46013号公报

### 发明内容

[0008] 【发明要解决的课题】

[0009] 但是，在使用专利文献1中记载的无收缩性通孔填充用导体膏而制作的电路基板的情况下，虽然能够改善贯通导体的烧成时的收缩性，但是由于膨胀剂的导热性低，因此不能得到散热特性高的电路基板。

[0010] 本发明提供一种接合强度高、散热特性优异、且通过缩小在贯通导体上形成的金属配线层的凹陷而能够长期使用的可靠性高的电路基板以及在该电路基板搭载电子部件而形成的电子装置。

[0011] 【用于解决课题的手段】

[0012] 本发明的电路基板在贯通陶瓷烧结体的厚度方向的贯通孔中具备由金属构成的贯通导体，并且具备覆盖所述陶瓷烧结体的至少一个主面侧的所述贯通导体的表面而连接的金属配线层，所述电路基板的特征在于，所述贯通导体具有在所述贯通孔的内壁侧沿着所述陶瓷烧结体的厚度方向从所述贯通孔的一端至另一端配置的第一区域以及与该第一

区域邻接的第二区域,该第二区域的平均结晶粒径大于所述第一区域的平均结晶粒径。

[0013] 而且,本发明的电子装置的特征在于,在上述结构的本发明的电路基板的金属配线层上搭载电子部件而形成。

#### [0014] 【发明效果】

[0015] 本发明的电路板通过在贯通孔的孔径中心侧存在大的结晶粒径的金属粒子,使贯通孔的孔径中心侧的烧成时的金属膏的收缩小,因此能够减小贯通导体的凹陷。而且,通过在贯通孔的孔径中心侧具有平均结晶粒径大的第二区域,能够使传递至贯通孔的一端侧的电子部件工作时产生的热迅速地传递至另一端侧,因此能够提高散热特性。进而,由于在贯通孔的内壁侧平均结晶粒径小的第一区域沿着陶瓷烧结体的厚度方向从贯通孔的一端至另一端配置,因此能够提高贯通导体的接合强度。

[0016] 而且,根据本发明的电子装置,通过在本发明的电路基板的金属配线层上搭载电子部件,能够形成可靠性高的电子装置。

### 附图说明

[0017] 图1是表示具备本实施方式的电路基板的电子装置的一例的剖视图。

[0018] 图2是提取图1所示的电子装置的电路板而进行表示的图,(a)为俯视图,(b)为(a)的A-A'线的剖视图。

[0019] 图3是表示本实施方式的电路板的其他示例的图,(a)为俯视图,(b)为(a)的B-B'线的剖视图。

### 具体实施方式

[0020] 以下,参照附图说明本实施方式的一例。

[0021] 图1为表示具备本实施方式的电路基板的电子装置的一例的剖视图。本实施方式的电子装置1具备电路板10,该电路板10在贯通于陶瓷烧结体11的厚度方向(图的贯通孔12中具备由金属构成的贯通导体13,并且具备将陶瓷烧结体11的一个主面侧的贯通导体13的表面覆盖而连接的金属配线层14。而且,在构成该电路板10的金属配线层14上例如设置电极垫片16,在该电极垫片16上安装电子部件15,并通过接合线17进行电气接合,从而得到本实施方式的电子装置1。

[0022] 此处,作为电子部件15,例如,可以使用绝缘栅双极性晶体管(IGBT)元件、智能功率模块(IPM)元件、金属氧化膜型场效晶体管(MOSFET)元件、发光二极管(LED)元件、续流二极管(FWD)元件、电力晶体管(GTR)元件、肖特基势垒二极管(SBD)等半导体元件、升华型热敏打印头或热敏喷墨打印头用的发热元件、帕尔帖元件等。

[0023] 接下来,利用附图说明本实施方式的电路板10。图2是提取图1所示的电子装置的电路板10而进行表示的图,(a)为俯视图,(b)为(a)的A-A'线的剖视图。需要说明的是,在以后的图中,对同一构件使用与图1同样的符号而进行说明。

[0024] 本实施方式的电路板10的特征在于,如图2所示的例子所示,在贯穿陶瓷烧结体11的厚度方向的贯通孔12中具备由金属构成的贯通导体13,并且具备将陶瓷烧结体11的至少一个主面侧的贯通导体13的表面覆盖而连接的金属配线层14,贯通导体13具有在贯通孔12的内壁侧沿着陶瓷烧结体11的厚度方向从贯通孔12的一端至另一端配置的第一区域13a

以及与第一区域13a邻接的第二区域13b,第二区域13b的平均结晶粒径大于第一区域13a的平均结晶粒径。

[0025] 这样,对于在贯通孔12的孔径中心侧具有平均结晶粒径大的第二区域13b、即烧成金属膏而形成的贯通导体13而言,通过在贯通孔12的孔径中心侧存在结晶粒径大的金属粒子,使贯通孔12的孔径中心侧的烧成时的金属膏的收缩减小,故能够减小贯通导体13的凹陷。因此,也能够减小覆盖贯通导体13的表面而连接的金属配线层14的凹陷,当在金属配线层14上通过电极垫片而搭载电子部件(未图示)时,能够减少因接触面积小、散热特性低、或电极垫片脱落而造成的不能发挥作为电子装置的功能等不良情况的发生。另外,通过在贯通孔12的孔径中心侧具有平均结晶粒径大的第二区域13b,能够使传递至贯通孔12的一端侧的电子部件(未图示)工作时产生的热迅速地传递至另一端侧,因此能够提高散热特性。

[0026] 而且,在第一区域13a与第二区域13b,通过在贯通孔12的内壁侧具有平均结晶粒径小的第一区域13a,能够提高贯通孔12内的贯通导体13的接合强度。

[0027] 需要说明的是,在图2所示的例子的电路基板10的贯通导体13中,对于第一区域13a以及第二区域13b而言,例如,从图2(b)所示的剖视图的贯通孔12的孔径中心到贯通孔12的内壁为止的半径中,从中心开始到半径的4/5的部分为第二区域13b,第二区域13b以外的到内壁侧的部分为第一区域13a。例如,当贯通孔12的孔径的大小(直径)为130 $\mu\text{m}$ (半径为65 $\mu\text{m}$ )时,从贯通孔12的孔径中心朝向内壁相当于半径52 $\mu\text{m}$ 的圆的部分为第二区域13b,第二区域13b以外的到内壁侧的部分为第一区域13a。

[0028] 而且,为了确认第一区域13a以及第二区域13b,例如,可以在陶瓷烧结体11的厚度方向上切断贯通导体13,利用截面抛光仪(CP),以在陶瓷烧结体11开口的贯通孔12的直径成为剖面的方式进行研磨,并使用SEM(扫描型电子显微镜)以5000倍的倍率对所研磨的面进行确认。另外,为了确认贯通导体13的第一区域13a以及第二区域13b的平均结晶粒径,可以分别选择第一区域13a以及第二区域13b的任意5点进行观察,对于各观察图像,利用图像解析软件求出结晶粒径,并根据各结晶粒径的值计算平均结晶粒径。

[0029] 而且,能够通过利用表面粗糙度计、激光位移计测定覆盖贯通导体13的表面而连接的金属配线层14的凹陷。例如,在通过激光位移计测定时,可以对位于未覆盖贯通导体13表面的部位的金属配线层14的表面、和位于覆盖贯通导体13表面的部位的金属配线层14的表面进行多处测定,并将测定值的最大值与最小值之差作为凹陷的值。

[0030] 在本实施方式的电路基板10中,优选在第二区域13b以50面积%以上存在结晶粒径为贯通孔12的最小径的4%以上10%以下的粒子。另外,对于贯通孔12的最小径,可以利用SEM以2000倍的倍率确认与前述的平均结晶粒径的计算时同样的研磨面。当在第二区域13b以50面积%以上存在结晶粒径为贯通孔12的最小径的4%以上10%以下的粒子时,能够减小凹陷,并且能够使向贯通孔12的一端侧传递的电子部件工作时产生的热更迅速地向另一端侧传递,从而能够提高散热特性。

[0031] 需要说明的是,在第二区域13b中,对于结晶粒径为贯通孔12的最小径的4%以上10%以下的粒子的面积占有率而言,例如,可以与平均结晶粒径的计算时同样地,利用图像解析软件对观察图像计算第二区域13b中的贯通孔12的最小径的4%以上10%以下的结晶粒径的面积占有率。而且,优选第二区域13b中的平均结晶粒径为贯通孔12的最小径的3.1%以上5.8%以下。

[0032] 当在第二区域13b以50面积%以上存在结晶粒径为贯通孔12的最小径的4%以上10%以下的粒子时,在构成本实施方式的电路板10的贯通导体13的第二区域13b,以3面积%以上5面积%以下的范围存在具有贯通孔12的最小径的1%以上4%以下的平均径的空隙。存在于该第二区域13b的空隙不会降低导热性而有助于减小贯通导体13的凹陷。

[0033] 需要说明的是,为了确认第二区域13b中的平均空隙径以及空隙率,例如,与平均结晶粒径的计算时同样地,可以利用图像解析软件对观察图像进行二值化处理,由此来提取空隙,再计算平均空隙径以及空隙率。

[0034] 而且,在本实施方式的电路板10中,优选第一区域13a中的平均结晶粒径为贯通孔12的最小径的1.5%以上且不足4%。当第一区域13a中的平均结晶粒径为贯通孔12的最小径的1.5%以上且不足4%时,能够提高贯通孔12内的贯通导体13的接合强度,并且,在第一区域13b,也能够将向贯通孔12的一端侧传递的电子部件工作时产生的热迅速地向另一端侧传递。

[0035] 而且,在本实施方式的电路板10中,优选第二区域13b的平均结晶粒径大于金属配线层14的平均结晶粒径。当第二区域13b的平均结晶粒径大于金属配线层14的平均结晶粒径时,在电子部件15工作时产生的热流动从金属配线层14顺畅地流向贯通导体13的第二区域13b,因此能够提高散热特性。此处,为了确认金属配线层14的平均结晶粒径,首先,在陶瓷烧结体11的厚度方向上切断金属配线层14,并利用截面抛光仪(CP)进行研磨。接下来,可以利用SEM以5000倍的倍率进行确认,并选择任意的5点进行观察,利用图像解析软件对各观察图像求出结晶粒径,并根据各结晶粒径的值计算平均结晶粒径。

[0036] 需要说明的是,在沿陶瓷烧结体11的厚度方向切断的剖面中,将陶瓷烧结体11的表面的延线且连结贯通孔12的开口部的线作为贯通导体13与金属配线层14的边界。

[0037] 而且,在本实施方式的电路板10中,优选贯通导体13含有玻璃,且第二区域13b中的玻璃的含有量多于第一区域13a中的玻璃的含有量。当第二区域13b的玻璃的含有量多于第一区域13a的玻璃的含有量时,能够缓和贯通导体13的占有体积率高的第二区域13b的热膨胀,因此,能够减小反复进行电子部件15工作与停止时的冷热循环时的贯通导体13的形状变化,从而难以发生贯通孔12与贯通导体13的接合的剥离。

[0038] 需要说明的是,在第一区域13a以及第二区域13b的玻璃含有量的测定方法中,例如,在陶瓷烧结体11的厚度方向上切断贯通导体13,并将利用截面抛光仪(CP)研磨的面作为测定面。接下来,通过上述的方法确认第一区域13a以及第二区域13b的边界,利用附设于SEM的EDS(能量分散型X射线分析装置)以2000倍的倍率分别确认第一区域13a以及第二区域13b,并选择任意的5点进行观察。而且,对于各观察图像可以利用图像解析软件求出玻璃的含有量,并将分别计算出平均值的值作为第一区域13a以及第二区域13b的玻璃的含有量。

[0039] 而且,在本实施方式的电路板10中,优选贯通导体13含有包括Bi的玻璃。当贯通导体13含有包括Bi的玻璃时,与陶瓷烧结体11的润湿性良好,因此更能提高贯通孔12内的贯通导体13的接合强度。这是根据当贯通孔12内的贯通导体13的接合强度高时Bi大量存在于与贯通孔12的内壁的界面的情况。而且,作为含有Bi的玻璃例如有 $\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$ 系玻璃、 $\text{R}_2\text{O-SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-Bi}_2\text{O}_3$ 系玻璃(R:碱金属)等,对Bi的确认,例如可以利用附设于TEM(透射型电子显微镜)、SEM的EDS进行确认。此处,玻璃的厚度例如为 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $5.0\mu\text{m}$ 以下。

[0040] 图3是表示本实施方式的电路基板的其他例子的图, (a)为俯视图, (b)为(a)的B-B'线的剖视图。

[0041] 作为与在陶瓷烧结体11的一个主面(搭载有电子部件侧的面)开口的贯通孔12的开口面积相比在另一个主面开口的贯通孔12的开口面积更大的例, 图3的电路基板10示出贯通孔12的孔径从一个主面向另一个主面增大的例子。这样, 当与在陶瓷烧结体11的一个主面开口的贯通孔12的开口面积相比在另一个主面开口的贯通孔12的开口面积更大时, 能够使向贯通孔12的一端侧传递的电子部件(未图示)工作时产生的热效率良好地在另一端侧散热, 因此更能提高散热特性。

[0042] 构成本实施方式的电路基板10的陶瓷烧结体11可以使用从氧化铝质烧结体、氧化锆质烧结体、氮化硅质烧结体、氮化铝质烧结体或莫来石质烧结体中选择出的1种或者使用混合烧结体。当贯通导体13的主成分为铜时, 只要陶瓷烧结体11为氧化铝质烧结体或氮化铝质烧结体, 则通过在贯通孔12的内壁与贯通导体13的界面生成铝酸铜( $\text{CuAl}_2\text{O}_4$ 或 $\text{CuAlO}_2$ ), 便能够提高贯通孔12与贯通导体13的接合强度。需要说明的是, 从贯通孔12的形成等加工性的角度出发, 优选陶瓷烧结体11由氧化铝质烧结体构成。

[0043] 而且, 优选构成本实施方式的电路基板10的贯通导体13以铜、银或铝为主成分, 特别优选以铜为主成分。当贯通导体13以铜为主成分时, 由于铜的导热性高, 因此能够提高散热特性。当构成贯通导体13的金属膏以铜为主成分, 且含有软化点在 $600^\circ\text{C}$ 以上 $700^\circ\text{C}$ 以下的玻璃时, 通过以铜的熔点附近的温度进行烧成, 能够得到高接合强度。而且, 作为副成分, 可以含有锆、钛、钼、锡或锌中的至少1种。需要说明的是, 贯通导体13的主成分指构成贯通导体13的成分中超过50质量%的成分。

[0044] 而且, 优选构成本实施方式的电路基板10的金属配线层14与贯通导体13相同地以铜、银或铝为主成分, 特别优选将铜作为主成分。需要说明的是, 在金属配线层14中, 可以对金属配线层14的露出的表面上部分或全面进行镀敷处理。这样, 通过进行镀敷处理, 能够使电极垫片、接合线等的接合处理变得容易, 而且能够抑制金属配线层14氧化腐蚀。镀敷的种类只要是公知的镀敷即可, 例如, 可以列举金镀敷、银镀敷或镍-金镀敷等。

[0045] 以下, 说明本实施方式的电路基板的制造方法。

[0046] 首先, 作为主成分而使用氧化铝( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), 作为烧结助剂而使用氧化硅( $\text{SiO}_2$ )、氧化镁( $\text{MgO}$ )、氧化钙( $\text{CaO}$ )等的粉末, 并通过公知的方法制作氧化铝质烧结体。接下来, 通过微型钻头、喷砂、微喷砂以及激光加工等进行贯通孔12的形成。需要说明的是, 作为贯通孔12的形成方法, 基于较少发生毛刺、崩碎且通过改变振荡输出而能够自由变更陶瓷烧结体11的厚度方向上的贯通孔12的形状的考虑出发, 优选通过激光加工来形成贯通孔。

[0047] 接下来, 准备成为贯通导体13的金属膏。该金属膏含有金属粉末、玻璃粉末、有机展色剂。而且, 根据需要也可以加入金属氧化物。并且, 作为金属粉末, 可以使用例如平均粒径不足 $1\mu\text{m}$ 的金属粉末、 $1\mu\text{m}$ 以上且不足 $3\mu\text{m}$ 的金属粉末、 $3\mu\text{m}$ 以上且不足 $10\mu\text{m}$ 的金属粉末。这样, 如果使用不同粒径的金属粉末, 则通过平均粒径小的不足 $1\mu\text{m}$ 的金属粉末的存在, 能够提高贯通导体13的烧结性。而且, 通过平均粒径大的 $3\mu\text{m}$ 以上且不足 $10\mu\text{m}$ 的金属粉末的存在, 能够提高导热性。

[0048] 此处, 作为成为第一区域13a的金属膏中含有的第一金属粉末的配合比, 在第一金属粉末的总计100质量%中, 例如, 平均粒径不足 $1\mu\text{m}$ 的金属粉末为40质量%以上65质量%

以下,1 $\mu\text{m}$ 以上且不足3 $\mu\text{m}$ 的金属粉末为20质量%以上45质量%以下,3 $\mu\text{m}$ 以上且不足10 $\mu\text{m}$ 的金属粉末为10质量%以上35质量%以下。

[0049] 作为成为第二区域13b的金属膏中含有的第二金属粉末的配合比,在第二金属粉末的总计100质量%中,例如,平均粒径不足1 $\mu\text{m}$ 的金属粉末为15质量%以上35质量%以下,1 $\mu\text{m}$ 以上且不足3 $\mu\text{m}$ 的金属粉末为20质量%以上45质量%以下,3 $\mu\text{m}$ 以上且不足10 $\mu\text{m}$ 的金属粉末为40质量%以上65质量%以下。

[0050] 玻璃粉末虽没有特别限定,但优选使用软化点在400 $^{\circ}\text{C}$ 以上700 $^{\circ}\text{C}$ 以下的玻璃粉末。尤其是如果软化点在600 $^{\circ}\text{C}$ 以上700 $^{\circ}\text{C}$ 以下,则在烧成中能够在金属粉末烧结时防止结晶的粒生长,从而能够减小结晶粒径,提高贯通孔12内的贯通导体13的接合强度。该玻璃的种类可以列举例如 $\text{SiO}_2$ 系、 $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2$ 系(R:碱金属元素)、 $\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3$ 系、 $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3-\text{Bi}_2\text{O}_3$ 系等。其中,从提高贯通孔12的内壁与贯通导体13的接合强度的角度出发,优选使用包含Bi的玻璃。

[0051] 有机展色剂为将有机粘合剂溶解于有机溶剂中的物质,例如,作为有机粘合剂与有机溶剂的比率,相对于有机粘合剂为1,有机溶剂为2~6。作为有机粘合剂,例如可以使用从聚甲基丙烯酸丁酯、聚甲基丙烯酸甲酯等丙烯酸类、硝化纤维、乙基纤维素、醋酸纤维素、丁基纤维素等纤维素类、聚甲醛等聚醚类、聚丁二烯、聚异戊二烯等聚乙烯基化合物类中选出的1种或者混合使用2种以上。

[0052] 作为有机溶剂,例如可以使用从卡必醇、卡必醇醋酸酯、松油醇、间甲酚、二甲基咪唑、二甲基咪唑啉酮、二甲基甲酰胺、双丙酮醇、三甘醇、对二甲苯、乳酸乙酯、异佛尔酮中选出的1种或者混合使用2种以上。

[0053] 作为成为金属膏的金属粉末、玻璃粉末、有机展色剂的配合比,优选将金属膏100质量%中的金属粉末设置在77.0质量%以上87.0质量%以下,将玻璃粉末设置在0.5质量%以上5质量%以下,将有机展色剂设置在10质量%以上20质量%以下的范围。而且,为了顺畅地向贯通孔12填充金属膏,优选粘度为0.8 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以上1.3 $\text{Pa}\cdot\text{s}$ 以下。

[0054] 当金属膏含有金属氧化物时,若陶瓷烧结体11为氧化铝质烧结体或氮化铝质烧结体,则优选含有氧化铜( $\text{CuO}$ 或 $\text{Cu}_2\text{O}$ )。这样,当金属膏含有作为金属氧化物的氧化铜时,容易生成铝酸铜( $\text{CuAl}_2\text{O}_4$ 或 $\text{CuAlO}_2$ ),从而能够进一步提高贯通孔12的内壁与贯通导体13的接合强度。

[0055] 当陶瓷烧结体11为氧化铝质烧结体时,若金属膏含有的金属氧化物为氧化铝( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ),则可以使金属膏烧成而形成的贯通导体13的热膨胀系数接近氧化铝质烧结体的热膨胀系数,从而能够减少因陶瓷烧结体11与贯通导体13的热膨胀系数之差所导致的接合剥离的产生等不良情况。

[0056] 使用上述的第一金属粉末、玻璃粉末、有机展色剂来制作成为第一区域13a的第一金属膏,使用第二金属粉末、玻璃粉末、有机展色剂来制作成为第二区域13b的第二金属膏。而且,利用能够在向贯通孔12的内壁侧填充第一金属膏的同时向贯通孔12的孔径中心侧填充第二金属膏的喷嘴,向贯通孔12内进行填充。

[0057] 需要说明的是,通过使第一金属膏以及第二金属膏中的玻璃粉末的配合比不同,能够调节第一区域13a与第二区域13b的玻璃的存在量。

[0058] 接下来,以80 $^{\circ}\text{C}$ 以上150 $^{\circ}\text{C}$ 以下的温度干燥填充于贯通孔12的金属膏。若采取该温



度范围,则金属膏中的有机成分不会大量挥发,不会使散热特性降低,能够形成有助于减少凹陷的空隙。之后,当构成金属膏的金属粉末为铜时,使最高温度为850℃以上1050℃以下,当构成金属膏的金属粉末为银时,使最高温度为800℃以上1000℃以下,当构成金属膏的金属粉末为铝时,使最高温度为500℃以上600℃以下,并以保持时间在0.5小时以上3小时以下的范围进行烧成。需要说明的是,为了抑制金属膏的氧化,以该烧成时的气氛为非氧化气氛进行烧成。

[0059] 接下来,在陶瓷烧结体11的一个主面侧的贯通导体13的表面形成金属配线层14。虽然为了形成金属配线层14而使用的金属膏只要使用导电性以及导热性优异的金属膏即可,但由于使用与成为贯通导体13的任意一种金属膏相同的金属膏会使制造工序简化,并且不存在贯通导体13与金属配线层14的热膨胀系数差,从而在烧成时不容易产生裂缝等,因此优选。

[0060] 金属配线层14可以通过利用公知的丝网印刷法印刷金属膏后干燥烧成而进行制作。优选金属配线层14的厚度为40μm以上,若金属配线层14的厚度为40μm以上,则能够具有导电性并表现出优异的散热特性。金属配线层14也可以通过在达到期望的厚度之前分多次反复进行印刷、干燥、烧成来形成。当然,也可以使金属配线层14形成于陶瓷烧结体11的另一个主面侧的贯通导体13的表面来进一步提高散热特性。

[0061] 在金属配线层14的制作中,也可以印刷金属膏直到成为金属配线层14的必要区域以外的部分,在干燥烧成后,在金属配线层14的必要区域形成抗蚀剂膜,利用由氯化铁、氯化铜或碱构成的蚀刻液等进行蚀刻,之后,利用氢氧化钠水溶液等去除抗蚀剂膜,由此在必要区域制作金属配线层14。在如上述通过蚀刻制作金属配线层14时,优选厚度为100μm以下。

[0062] 按照以上顺序可以得到如下所述的电路板10,该电路板10在陶瓷烧结体11的厚度方向上贯通的贯通孔12中具备由金属构成的贯通导体13,并且具备将陶瓷烧结体11的至少一个主面侧的贯通导体13的表面覆盖而连接的金属配线层14,贯通导体13具有在贯通孔12的内壁侧沿着陶瓷烧结体11的厚度方向从贯通孔12的一端至另一端配置的第一区域13a以及与第一区域13a邻接的第二区域13b,第二区域的平均结晶粒径大于第一区域的平均结晶粒径。

[0063] 本实施方式的电路板10的制造方法并不限于上述的制造方法。需要说明的是,如果使用形成有分割槽的陶瓷烧结体11并通过上述的方法形成多个本实施方式的电路板10,之后进行分割,则可以效率良好地制作电路板10。

[0064] 通过在金属配线层14上例如设置电极垫片16并在该电极垫片16上安装电子部件15,能够形成本实施方式的电子装置1。该本实施方式的电子装置1通过在本实施方式的电路板10上搭载电子部件15而形成,能够形成可长期使用的可靠性高的电子装置1。需要说明的是,为了形成散热特性更优异的电子装置1,优选电子部件15隔着金属配线层14等位于成为陶瓷烧结体11的一个主面侧的贯通导体13的表面上的部分。

[0065] 以下,具体说明本发明的实施例,然而本发明并不限于以下的实施例。

[0066] **【实施例1】**

[0067] 制作使第一区域13a与第二区域13b的平均结晶粒径不同的试料,并进行关于贯通导体13的凹陷、散热特性以及可靠性的试验。

[0068] 首先,将氧化硅以及氧化镁作为烧结助剂,制作氧化铝的含有量为96质量%的氧化铝质烧结体。需要说明的是,对陶瓷烧结体11实施槽加工以能够取得多个试料。

[0069] 然后,对陶瓷烧结体11实施激光加工,从一端到另一端形成直径为130 $\mu\text{m}$ 的贯通孔12。接下来,对于为制作各试料而使用的金属膏,将由铜构成并以使平均粒径为0.5 $\mu\text{m}$ 、2 $\mu\text{m}$ 、6 $\mu\text{m}$ 的金属粉末的混合比率不同而成为表2所示的平均结晶粒径的方式进行调节的金属混合粉末设置为86质量%,将 $\text{R}_2\text{O}-\text{SiO}_2-\text{B}_2\text{O}_3$ 系的玻璃粉末设置为3质量%,作为有机展色剂而设置为11质量%(将有机粘合剂:丙烯酸树脂设置为2.5质量%,将有机溶剂: $\alpha$ -松油醇设置为8.5质量%,将 $\alpha$ -松油醇相对于丙烯酸树脂的比率设置为3.4),由此来调制第一金属膏以及第二金属膏。各金属膏的粘度在0.8Pa $\cdot$ s以上1.3Pa $\cdot$ s以下的范围内。

[0070] 接下来,利用能够在向贯通孔12的内壁侧填充第一金属膏的同时向贯通孔12的孔径中心侧填充第二金属膏的喷嘴,向贯通孔12内进行填充。接下来,使用与试料No.2的第二金属膏同样的金属膏来进行丝网印刷,以形成覆盖陶瓷烧结体11的一个主面的贯通导体13的表面而与贯通导体13相接的金属配线层14。需要说明的是,以金属配线层14的厚度成为40 $\mu\text{m}$ 的方式进行形成。在空气气氛中以100 $^{\circ}\text{C}$ 进行干燥后,在氧气浓度调节为5ppm的氮气气氛中,以烧成温度为900 $^{\circ}\text{C}$ 烧成时间为1时间地进行烧成而形成贯通导体13以及金属配线层14,得到试料No.1~18。

[0071] 接下来,将各试料的一部分切断,利用截面抛光仪(CP)以在陶瓷烧结体11开口的贯通孔12的直径的切断线成为剖面的方式进行研磨后,利用公知的蚀刻溶液蚀刻该贯通导体13的剖面。之后,利用SEM(扫描型电子显微镜)以5000倍的倍率选择各个第一区域13a以及第二区域13b的任意的5点而进行观察,对各观察图像利用图像解析软件求出结晶粒径,并根据各结晶粒径的值计算平均结晶粒径。而且,计算平均结晶粒径相对于贯通孔12的最小孔径130 $\mu\text{m}$ 的比率。对于观察的图像,利用图像解析软件来计算贯通导体13的第二区域13b中的结晶粒径为贯通孔12的最小孔径的4%以上10%以下的面积占有率。

[0072] 接下来,利用激光位移计,对不位于贯通导体13上的金属配线层14的表面以及位于贯通导体13上的金属配线层14的表面的多处进行测定,并将测定值的最大值与最小值的差作为凹陷的值。

[0073] 接下来,作为散热特性试验,将电子部件15搭载在各试料上,并流通30A的电流。在流通电流之后放置5分钟,然后通过温度计(日本电子株式会社制造,型号:JTG-7200)测定电子部件15的表面温度。需要说明的是,测定距离设置为20cm。

[0074] 接下来,作为加热循环试验,进行将如下的循环作为1个循环的加热循环试验,该循环为在使用冷热冲击试验装置而将各试料的环境温度从室温降温至-45 $^{\circ}\text{C}$ 并保持15分钟后,升温并以125 $^{\circ}\text{C}$ 保持15分钟,之后再降温至室温的循环。需要说明的是,将各试料的试料数设置为20个,在2000循环~3000循环之间每50循环将各试料提取一个,并进行贯通孔12的内壁与贯通导体13的界面的观察,表1中示出确认有剥离时的循环次数。利用SEM以1000倍的倍率进行观察来进行剥离的确认。表1示出以上的计算值、测定值等结果。

[0075] [表1]

[0076]

试料 No.	第一区域		第二区域			凹陷	表面温度	循环
	平均结晶粒径		平均结晶粒径		面积占有率			
	$\mu\text{m}$	%	$\mu\text{m}$	%	面积 %	$\mu\text{m}$	$^{\circ}\text{C}$	次数
1	1.3	1.0	3.8	2.9	28	12.0	72.0	2200
2	1.3	1.0	4.0	3.1	30	11.5	70.8	2300
3	1.3	1.0	4.3	3.3	35	10.9	70.2	2350
4	1.3	1.0	4.6	3.5	40	10.3	70.0	2400
5	1.3	1.0	4.8	3.7	45	9.7	69.2	2400
6	1.4	1.1	5.2	4.0	50	9.2	67.4	2500
7	1.4	1.1	5.5	4.2	58	8.8	66.4	2600
8	1.4	1.1	7.0	5.4	75	8.5	65.7	2650
9	1.4	1.1	7.5	5.8	90	8.4	65.1	2600
10	1.4	1.1	8.0	6.2	95	8.2	65.7	2550
11	1.5	1.2	5.6	4.3	64	8.5	65.8	2650
12	1.9	1.5	5.6	4.3	64	8.4	64.4	2750
13	3.1	2.4	5.7	4.4	65	8.4	64.1	2850
14	4.3	3.3	5.9	4.5	66	8.4	63.6	2950
15	5.1	3.9	6.0	4.6	67	8.3	63.3	2800
16	5.2	4.0	6.1	4.7	67	8.3	63.1	2700
17	2.5	1.9	2.1	1.6	20	15.5	80.2	2000
18	3.1	2.4	3.1	2.4	24	14.7	78.2	2050

[0077] 根据表1,对第一区域13a的平均结晶粒径大于第二区域13b的平均结晶粒径、或者第一区域13a的平均结晶粒径与第二区域13b的平均结晶粒径相同的试料No.17以及18而言,凹陷为14.71 $\mu\text{m}$ 以上,表面温度为78.2 $^{\circ}\text{C}$ 以上,循环数为2050以下。

[0078] 相对于此,第二区域13b的平均结晶粒径大于第一区域13a的平均结晶粒径的试料No.1~16得到凹陷为12 $\mu\text{m}$ 以下,表面温度为72 $^{\circ}\text{C}$ 以下,循环数为2200以上的结果,从而可知为散热特性以及可靠性优异的电路基板。

[0079] 在第二区域13b结晶粒径为贯通孔12的最小孔径的4%以上10%以下的粒子以50面积%以上存在的试料No.6~16得到凹陷为9.2 $\mu\text{m}$ 以下,表面温度为67.4 $^{\circ}\text{C}$ 以下,循环数为2500以上的结果,从而可以为更优异的电路基板。

[0080] 另外,第一区域13a的平均结晶粒径为贯通孔12的最小孔径的1.5%以上且不足4%的试料No.12~15得到凹陷为8.4 $\mu\text{m}$ 以下,表面温度为64.4 $^{\circ}\text{C}$ 以下,循环数为2750以上的结果,从而可知为更加优异的电路基板。

#### [0081] 【实施例2】

[0082] 接下来,制作使贯通导体13的第二区域13b以及金属配线层14的平均结晶粒径不同的试料,进行关于散热特性以及可靠性的试验。作为制造方法,在与实施例1的试料No.14相同结构的贯通导体13上,为了使金属配线层14的平均结晶粒径不同,使用实施例1的试料No.4、8、14在第二区域13b的形成中使用的金属膏来形成金属配线层14。需要说明的是,金属配线层14的结构与实施例1的试料No.4的第二区域13b相同的是试料No.19,同样与试料

No.14相同的是试料No.20,与试料No.8相同的是试料No.21。除变更使用的金属膏以外,采取与实施例1同样的方法进行。

[0083] 而且,通过与实施例1同样的方法进行散热特性试验以及加热循环试验。表2示出结果。

[0084] [表2]

试料 No.	第二区域 平均结晶粒径 $\mu\text{m}$	金属配线层 平均结晶粒径 $\mu\text{m}$	表面温度 $^{\circ}\text{C}$	循环 次数
19	5.9	3.8	63.0	3000
20	5.9	5.9	63.9	2800
21	5.9	7.0	64.7	2700

[0086] 根据表2,试料No.19得到循环数超过试料No.20、21的结果,从而可知通过使第二区域13b的平均结晶粒径大于金属配线层14的平均结晶粒径,使电子部件15工作时产生的热流从金属配线层14顺畅地流向贯通导体13的第二区域13b,实现了散热特性的提高。

[0087] 【实施例3】

[0088] 接下来,制作使第一区域13a的玻璃的含有量与第二区域13b的玻璃的含有量不同的试料,进行关于散热特性以及可靠性的试验。作为制造方法,变更第二金属膏的配合比,将试料No.22的玻璃粉末变更为2.0质量%,将试料No.23的玻璃粉末变更为3.0质量%,将试料No.24的玻璃粉末变更为4.0质量%。需要说明的是,将松油醇相对于丙烯酸树脂的比率固定在3.4,并与增减玻璃粉末的量相对应地增减有机展色剂的添加量。除变更使用的第二金属膏以外,采取与实施例1和实施例2同样的方法进行。

[0089] 通过与实施例1同样的方法进行散热特性试验以及加热循环试验。在第一区域13a以及第二区域13b的玻璃含有量的测定方法中,首先,在陶瓷烧结体11的厚度方向上切断贯通导体13,并将利用截面抛光仪(CP)研磨的面作为测定面。接下来,对第一区域13a以及第二区域13b利用附设于SEM的EDS而以2000倍的倍率进行确认,并选择任意的5点进行观察。而且,利用图像解析软件对各观察图像求出玻璃的含有量,并将分别计算了平均值的值作为第一区域13a以及第二区域13b的玻璃的含有量。表3示出结果。

[0090] [表3]

试料 No.	第一区域的 玻璃含有量 面积%	第二区域的 玻璃含有量 面积%	表面温度 $^{\circ}\text{C}$	循环 次数
22	7.4	4.9	63.0	2800
23	8.0	8.0	63.6	2950
24	7.8	10.3	63.9	3100

[0092] 根据表3,得到试料No.24的循环数超过试料No.22、23的结果,从而可知通过使第二区域13b的玻璃含有量多于第一区域13a的玻璃含有量,能够缓和贯通导体13的占有体积率高的第二区域13b的热膨胀,因此能够在反复进行电子部件15的工作与停止时减小冷热

循环时的贯通导体13的形状变化,从而使贯通孔12与贯通导体13的接合的剥离难以发生。

[0093] 【实施例4】

[0094] 接下来,对于利用添加有包含Bi的玻璃的金属膏而制作的试料(以下称为有Bi试料)以及利用添加有不包括Bi的玻璃的金属膏而制作的试料(以下称为无Bi试料),进行加热循环试验。需要说明的是,除了作为玻璃粉末使用 $R_2O-SiO_2-B_2O_3$ 系或 $R_2O-SiO_2-B_2O_3-Bi_2O_3$ 系以外,制造方法、试验方法均采取与实施例1同样的方法进行。并且,通过TEM观察贯通孔12的内壁与贯通导体13的界面,对于利用添加有包含Bi的玻璃的金属膏而制作的试料,确认了Bi的存在。

[0095] 根据加热循环试验的结果,对比无Bi试料,有Bi试料的循环数提高10%,从而可知通过含有包括Bi的玻璃,能够提高贯通孔12的内壁与贯通导体13的接合强度,从而能够获得因反复施加热而使贯通导体13剥离的情况少的可靠性高的电路基板。

[0096] 【实施例5】

[0097] 接下来,制作使陶瓷烧结体11的两主面的贯通孔12的开口径不同的试料,进行关于散热特性以及可靠性的试验。需要说明的是,作为制造方法,如表2所不,除了通过调节激光加工的振荡输出使陶瓷烧结体11的一个主面侧以及另一主面侧的贯通孔12的孔径不同之外,采取与实施例1同样的方法进行。另外,使成为贯通导体13以及金属配线层14的金属膏的结构与实施例1的试料No.14相同。

[0098] 通过与实施例1同样的方法进行散热特性试验以及加热循环试验。表4示出结果。

[0099] [表4]

试料 No.	陶瓷烧结体		表面温度 °C	循环 次数
	一个主面 贯通孔径 $\mu m$	另一个主面 贯通孔径 $\mu m$		
25	130	130	63.6	2950
26	130	140	62.6	3000
27	130	150	59.4	3250

[0100] 根据表2可知,相比试料No.25,在试料No.26、27中,与在搭载有电子部件15的陶瓷烧结体11的一个主面开口的贯通孔12的开口面积相比,在另一个主面开口的贯通孔12的开口面积大,因此能够得到散热特性、散热性以及可靠性更加优异的电路基板。

[0102] 【符号说明】

[0103] 1-电子装置

[0104] 10-电路基板

[0105] 11-陶瓷烧结体

[0106] 12-贯通孔

[0107] 13-贯通导体

[0108] 13a-第一区域

[0109] 13b-第二区域

- [0110] 14-金属配线层
- [0111] 15-电子部件
- [0112] 16-电极垫片

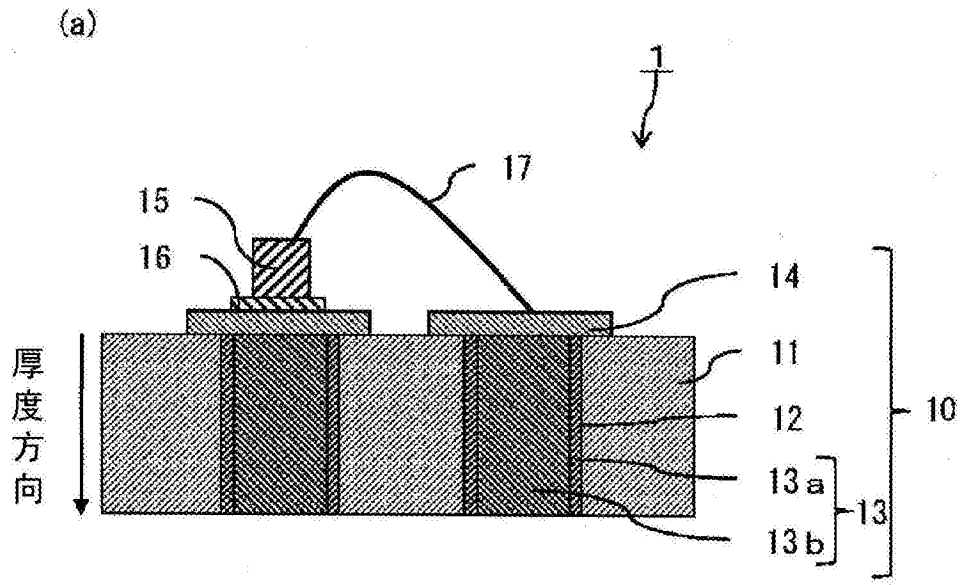


图1

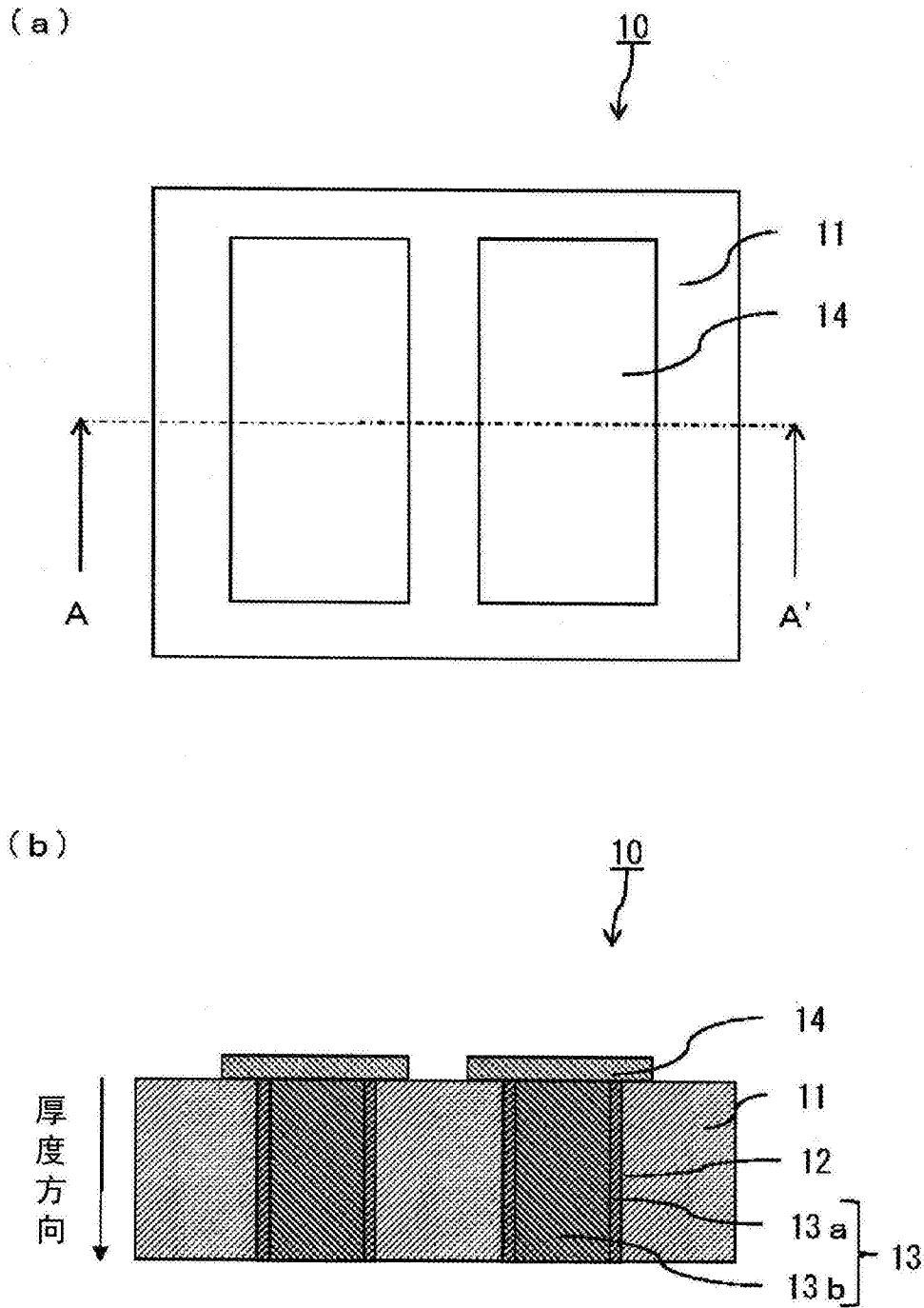


图2



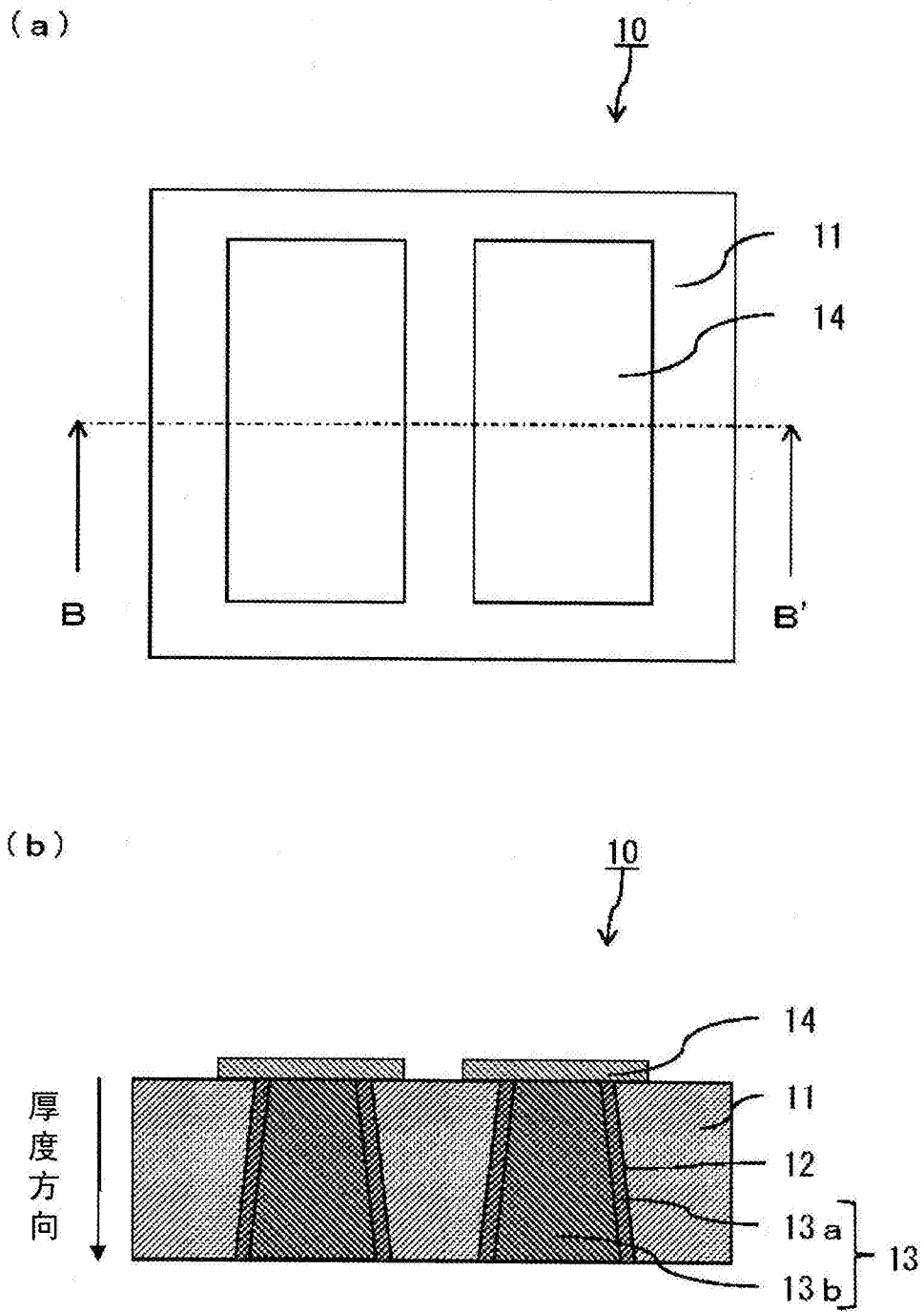


图3