



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118891961 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 01

(21) 申请号 202380026490.X

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所
11256

(22) 申请日 2023.02.24

专利代理师 韩雪莲

(30) 优先权数据

2022-041686 2022.03.16 JP

(51) Int.Cl.

H05K 1/09 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H05K 1/03 (2006.01)

2024.09.09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/006811 2023.02.24

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/176376 JA 2023.09.21

(71) 申请人 电化株式会社

地址 日本

(72) 发明人 津川优太 矢野清治 田中淳一

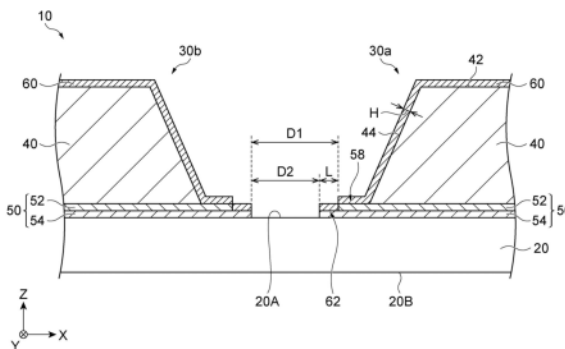
权利要求书1页 说明书11页 附图5页

(54) 发明名称

陶瓷复合基板及陶瓷复合基板的制造方法

(57) 摘要

陶瓷复合基板具备：陶瓷板；第1电路部，其设置于陶瓷板的主面；和第2电路部，其以沿着规定方向在与第1电路部之间隔开间隔的状态下设置于主面。第1电路部具有设置于主面的接合体、借助接合体接合到主面的金属体、和以覆盖金属体的表面及接合体中的从金属体伸出的部分的方式形成的金属被膜。接合体包含与金属体接合且银的含量为50质量%以上的银接合层。金属被膜包含以覆盖银接合层中的与第2电路部相对的侧面的方式形成的侧方部分。上述侧方部分的靠近第2电路部的端部与银接合层的靠近第2电路部的端部之间的规定方向上的距离L大于金属被膜的厚度H。



1. 陶瓷复合基板,其具备:

陶瓷板;

第1电路部,其设置于所述陶瓷板的主面;和

第2电路部,其以沿着规定方向在与所述第1电路部之间隔开间隔的状态下设置于所述主面,

所述第1电路部具有设置于所述主面的接合体、借助所述接合体接合到所述主面的金属体、和以覆盖所述金属体的表面及所述接合体中的从所述金属体伸出的部分的方式形成的金属被膜,

所述接合体包含与所述金属体接合且银的含量为50质量%以上的银接合层,

所述金属被膜包含以覆盖所述银接合层中的与所述第2电路部相对的侧面的方式形成的侧方部分,

所述侧方部分的靠近所述第2电路部的端部与所述银接合层的靠近所述第2电路部的端部之间的所述规定方向上的距离L大于所述金属被膜的厚度H。

2. 根据权利要求1所述的陶瓷复合基板,其中,所述距离L大于 $2\mu\text{m}$,

所述厚度H为 $2\mu\text{m}$ 以上。

3. 根据权利要求1或2所述的陶瓷复合基板,其中,所述陶瓷板含有氮化硅或氮化铝,

所述金属被膜含有镍或金。

4. 陶瓷复合基板的制造方法,其包括:

在陶瓷板的主面上借助接合体而接合了金属体的状态的中间体中,以形成沿着规定方向相互隔开间隔的状态的第1电路部及第2电路部的方式,对所述金属体的一部分及所述接合体的一部分进行蚀刻的工序,其中,所述接合体包含与所述金属体接合且银的含量为50质量%以上的银接合层,

在进行所述蚀刻的工序之后,以形成侧方部分的方式形成金属被膜的工序,其中,所述侧方部分覆盖构成所述第1电路部的所述金属体的一部分的表面、并且覆盖构成所述第1电路部的所述银接合层的一部分中的与所述第2电路部相对的侧面,

所述金属被膜中包含的所述侧方部分的靠近所述第2电路部的端部与构成所述第1电路部的所述银接合层的一部分的靠近所述第2电路部的端部之间的所述规定方向上的距离L大于所述金属被膜的厚度H。

陶瓷复合基板及陶瓷复合基板的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及陶瓷复合基板及陶瓷复合基板的制造方法。

背景技术

[0002] 在专利文献1中公开了一种陶瓷金属电路基板,其具备陶瓷基板、和分别借助接合层接合到该陶瓷基板的第1面及第2面的第1金属板及第2金属板。在该电路基板中,在第1金属板的、与陶瓷基板的接合面的相反侧的面设置有金属被膜,在第2金属板的、与陶瓷基板的接合面的相反侧的面的一部分存在为了安装半导体元件或金属端子而未设置金属被膜的部位。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本专利第6797797号公报

发明内容

[0006] 发明所要解决的课题

[0007] 本发明提供一种能够提高电路部间的绝缘性的陶瓷复合基板及陶瓷复合基板的制造方法。

[0008] 用于解决课题的手段

[0009] 本发明的一个方面的陶瓷复合基板具备:陶瓷板;第1电路部,其设置于陶瓷板的主面;和第2电路部,其以沿着规定方向在与第1电路部之间隔开间隔的状态下设置于主面。第1电路部具有设置于主面的接合体、借助接合体接合到主面的金属体、和以覆盖金属体的表面及接合体中的从金属体伸出的部分的方式形成的金属被膜。接合体包含与金属体接合且银的含量为50质量%以上的银接合层。金属被膜包含以覆盖银接合层中的与第2电路部相对的侧面的方式形成的侧方部分。上述侧方部分的靠近第2电路部的端部与银接合层的靠近第2电路部的端部之间的规定方向上的距离L大于金属被膜的厚度H。

[0010] 距离L可以大于 $2\mu\text{m}$ 。厚度H可以为 $2\mu\text{m}$ 以上。

[0011] 陶瓷板可以含有氮化硅或氮化铝。金属被膜可以含有镍或金。

[0012] 本发明的一个方面的陶瓷复合基板的制造方法包括:在陶瓷板的主面上借助接合体而接合了金属体的状态的中间体中,以形成沿着规定方向相互隔开间隔的状态的第1电路部及第2电路部的方式,对金属体的一部分及接合体的一部分进行蚀刻的工序,其中,接合体包含与金属体接合且银的含量为50质量%以上的银接合层;在进行蚀刻的工序之后,以形成侧方部分的方式形成金属被膜的工序,其中,该侧方部分覆盖构成第1电路部的金属体的一部分的表面、并且覆盖构成第1电路部的银接合层的一部分中的与第2电路部相对的侧面。金属被膜中包含的侧方部分的靠近第2电路部的端部与构成第1电路部的银接合层的一部分的靠近第2电路部的端部之间的规定方向上的距离L大于金属被膜的厚度H。

[0013] 发明效果

[0014] 根据本发明,提供能够提高电路部间的绝缘性的陶瓷复合基板及陶瓷复合基板的制造方法。

附图说明

[0015] [图1]图1是示意性地示出陶瓷复合基板的一个例子的俯视图。

[0016] [图2]图2是沿着图1所示的II-II线的端面图。

[0017] [图3]图3的(a)及图3的(b)是观察截面的SEM像的一个例子。

[0018] [图4]图4的(a)、图4的(b)、图4的(c)及图4的(d)是用于说明制造工序的一个例子的示意图。

[0019] [图5]图5的(a)、图5的(b)及图5的(c)是用于说明制造工序的一个例子的示意图。

具体实施方式

[0020] 以下,参照附图对一个实施方式进行说明。以下的实施方式是用于说明本发明的例示,并非旨在将本发明限定于以下的内容。在说明中,对相同的要素或具有相同功能的要素标注相同的附图标记,省略重复的说明。各要素的尺寸比率不限于图示的比率。在一部分附图中,示出了由X轴、Y轴及Z轴规定的正交坐标系。

[0021] [陶瓷复合基板]

[0022] 在图1中示意性地示出了一个实施方式的陶瓷复合基板的一个例子。图1所示的陶瓷复合基板10例如为用作功率模块等部件的基板(电路板)。陶瓷复合基板10具备陶瓷板20和金属电路板30。

[0023] 陶瓷板20形成为平板状。陶瓷板20具有彼此反向的一对主面。以下,将一对主面中的一方称为“表面20A”,将另一方称为“背面20B”。表面20A的外缘的形状也可以为四边形。在本发明中,将表面20A的外缘中的相互平行的1组边延伸的方向设为“X轴方向”,将相互平行的另一组边延伸的方向设为“Y轴方向”。将陶瓷板20的厚度方向(与表面20A正交的方向)设为“Z轴方向”。为了便于说明,在Z轴方向上,将从背面20B朝向表面20A的方向设为“上”,将从表面20A朝向背面20B的方向设为“下”。

[0024] 形成陶瓷板20的材质(陶瓷)没有特别限定。陶瓷板20例如为氮化硅板或氮化铝板。陶瓷板20的厚度可以为0.1mm~1mm,也可以为0.1mm~0.6mm,还可以为0.2mm~0.4mm。

[0025] 金属电路板30是构成陶瓷复合基板10中所含的电路的部分。可以在金属电路板30上搭载芯片(电子部件)。金属电路板30设置于陶瓷板20的表面20A。金属电路板30例如具有电路部30a、电路部30b和电路部30c。电路部30a、电路部30b及电路部30c以相互分离的状态配置于表面20A。例如,在电路部30a构成第1电路部的情况下,电路部30b构成第2电路部。在设置3个以上电路部的情况下,也可以选择彼此相邻的多组电路部中的、电路部彼此之间的距离最小的1组电路部作为第1电路部及第2电路部。

[0026] 电路部30a、电路部30b及电路部30c配置在比表面20A的外缘更靠内侧处。在图1所示的例子中,电路部30a及电路部30b在X轴方向(规定方向)上排列。在该情况下,电路部30b以沿着X轴方向在与电路部30a之间隔开间隔的状态下设置于表面20A。电路部30a及电路部30c在Y轴方向上排列,电路部30b及电路部30c在Y轴方向上排列。电路部30a、电路部30b及电路部30c也可以彼此同样地构成。以下,使用电路部30a对1个电路部的一个例子进行说

明。在图2中示意性地示出了沿着图1中的II-II线的X-Z平面上的陶瓷复合基板10的截面。如图2所示,电路部30a具有金属体40、接合体50和金属被膜60。

[0027] 金属体40具有导电性。金属体40例如为铜板。金属体40也可以代替铜而由铜合金、铝及铝合金中的1种构成。金属体40包括上表面42和侧面44。上表面42也可以与表面20A平行(大致平行)。侧面44从上表面42的外缘朝向表面20A延伸。侧面44也可以相对于与表面20A正交的方向(Z轴方向)倾斜。侧面44也可以以随着靠近表面20A而从上表面42的端部远离的方式倾斜。在该情况下,金属体40的沿着X-Y平面的截面的面积随着靠近表面20A而变大。金属体40的厚度(金属体40的下表面与上表面42之间的Z轴方向上的距离)可以为0.1mm~2mm,也可以为0.15mm~1.5mm,还可以为0.2mm~1mm。在金属体40(金属体40的至少一部分)形成为沿一个方向延伸的情况下,金属体40的延伸方向上的长度可以为5mm~100mm,金属体40的宽度可以为1mm~70mm。

[0028] 接合体50设置于表面20A,将金属体40接合于陶瓷板20(表面20A)。即,金属体40借助接合体50接合到表面20A。接合体50设置在金属体40与表面20A之间,接合体50的上表面的至少一部分与金属体40接触(接合),接合体50的下表面的至少一部分与表面20A接触(接合)。

[0029] 接合体50的外缘附近的区域从金属体40的外缘伸出。接合体50的外缘附近的区域例如在其整周上从金属体40与表面20A之间向外伸出。在本发明中,在着眼于1个电路部的情况下,以该电路部的中心为基准,使用“内”及“外”的用语。从Z轴方向观察表面20A,接合体50的外缘也可以包围金属体40的外缘。以下,将接合体50中的从金属体40与表面20A之间向外伸出的部分称为“伸出部”。

[0030] 接合体50可以由Ag-Cu-Sn系钎料构成。Ag-Cu-Sn系钎料含有银、铜、锡和活性金属。接合体50中的银的含量可以为50质量%以上。接合体50中的银的含量也可以为60质量%以上、70质量%以上、或80质量%以上。接合体50中的银的含量可以为98质量%以下。接合体50中的铜的含量相对于银100质量份可以为5质量份~20质量份。接合体50中的锡的含量相对于银及铜的合计100质量份可以为0.5质量份~15质量份,也可以为0.5质量份~5质量份,还可以为1质量份~5质量份。

[0031] 上述活性金属包含选自钛、锆、钨及铌组成的组中的至少一种。接合体50中的活性金属的含量相对于银及铜的合计100质量份可以为0.5质量份~10质量份,也可以为0.5质量份~5质量份,还可以为2质量份~5质量份。活性金属可以以氢化物的形式被包含,例如可以包含氢化钛(TiH_2)。接合体50中的 TiH_2 的含量相对于银及铜的合计100质量份可以为0.5质量份~10质量份,也可以为1质量份~5质量份,还可以为2质量份~5质量份。在活性金属包含多种金属的情况下,活性金属的上述含量为多种金属的合计含量。

[0032] 接合体50包含第1接合层52和第2接合层54。第1接合层52是银的含量为50质量%以上的层。在形成接合体50的阶段(用于接合金属体40的加热时),构成接合体的材料中的银成分与金属体40中所含的金属成分(例如铜)进行反应,由此在上方形成以银为主成分的层。在本发明中,以银为主成分是指银的含量为50质量%以上。第1接合层52(银接合层)与金属体40接合。

[0033] 第2接合层54是银的含量比第1接合层52少的层。第2接合层54是接合体50中的除了第1接合层52以外的部分。第2接合层54中的银的含量少于50质量%。第2接合层54接合到

陶瓷板20的表面20A。如上所述,通过第1接合层52接合到金属体40,第2接合层54接合到表面20A,从而金属体40借助包含第1接合层52及第2接合层54的接合体50接合到表面20A。在陶瓷板20包含氮化物且构成接合体50的活性金属中包含钛的情况下,第2接合层54可以包含氮和钛。在第2接合层54中,氮和钛的合计含量可以大于其他各成分的含量(每种成分的含量)。第2接合层54中的银的含量可以为30质量%以下。第2接合层54的厚度可以为500nm以下,也可以为100nm~500nm。

[0034] 第1接合层52重叠于第2接合层54之上。第1接合层52中一部分可以不连续地形成,第2接合层54中一部分也可以不连续地形成。第1接合层52重叠于第2接合层54之上是指,在从Z轴方向观察时的接合体50的大部分(例如70%以上的部分)中,第1接合层52覆盖第2接合层54。在此,将包含电路部30a及电路部30b排列的方向及与表面20A正交的的方向的平面(图2中的X-Z平面)中的陶瓷复合基板10的截面定义为“观察截面”。在观察截面中,第1接合层52可以覆盖第2接合层54的全部,第1接合层52也可以不覆盖第2接合层54的一部分。在以Y轴方向上的位置相互不同的方式任意选择的5处观察截面各自中,第2接合层54覆盖第1接合层52的比例可以大于50%,也可以为60%以上。

[0035] 构成第1接合层52及第2接合层54的各种成分的含量通过使用扫描型电子显微镜及EDS(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy:能量色散X射线光谱仪)检测器来测定金属体与陶瓷板的接合界面附近的浓度来算出。在一个例子中,获得关于沿着X-Z平面的陶瓷复合基板10的截面(上述接合界面附近的截面)的HAADF像,通过使用了EDS检测器的半定量分析来测定第1接合层52及第2接合层54的各种成分的含量。源自于测定方法或检测器而在检测成分中包含碳成分的情况下,将碳成分以外的其他成分的合计设为100质量%,在除去了碳成分的基础上算出银等的含量(质量%)。各种成分的含量是在以Y轴方向上的位置彼此不同的方式任意选择的5处观察截面中测定的值的算术平均。另外,在1个观察截面中,在X轴方向的任意位置以沿着Z轴方向的方式设定的1条线上测定含量。

[0036] 电路部30a的接合体50包含从金属体40与表面20A之间朝向电路部30b伸出的伸出部(以下,称为“伸出部58”)。在伸出部58中,第1接合层52及第2接合层54这两者也可以朝向电路部30b伸出。根据Y轴方向上的位置(截面的位置),也可以是第1接合层52不伸出而仅第2接合层54伸出。接合体50也可以以第2接合层54的伸出量大于第1接合层52的伸出量的方式形成。伸出量定义为金属体40的最靠近电路部30b的端部与各接合层的最靠近电路部30b的端部之间的X轴方向上的距离。在第1接合层52未伸出的截面中,第1接合层52的伸出量为零。在对以Y轴方向上的位置相互不同的方式任意选择的10处观察截面进行观察时,第1接合层52伸出的截面的比例可以为60%以上。

[0037] 上述观察截面在与该截面正交的方向(图2中的Y轴方向)上设定在包含电路部30a及电路部30b这两者的位置。观察截面中的电路部30a与电路部30b之间的距离是考虑电路部中所含的金属体彼此之间的绝缘性(电绝缘性)而设定的。电路部30a与电路部30b之间的距离(X轴方向上的最短距离)例如为0.3mm~1.5mm。在观察截面中,伸出部58的X轴方向上的长度(第2接合层54的上述伸出量)可以为10 μ m~100 μ m,伸出部58的厚度(第1接合层52的厚度与第2接合层54的厚度的合计)可以为1 μ m~10 μ m。

[0038] 在观察截面中,如果将第1接合层52与电路部30b之间的X轴方向上的距离设为“D1”,将第2接合层54与电路部30b之间的X轴方向上的距离设为“D2”,则距离D2可以小于距

离D1。距离D1是在观察截面中第1接合层52的最靠近电路部30b的端部与电路部30b的最靠近电路部30a的端部之间的X轴方向上的最短距离。距离D2是在观察截面中第2接合层54的最靠近电路部30b的端部与电路部30b的最靠近电路部30a的端部之间的X轴方向上的最短距离。距离D1与距离D2的差值(D1-D2)可以大于 $2\mu\text{m}$ 。距离D1与距离D2的差值可以为 $3\mu\text{m}$ 以上、 $4\mu\text{m}$ 以上、或 $5\mu\text{m}$ 以上。距离D1与距离D2的差值可以为 $25\mu\text{m}$ 以下。

[0039] 距离D1及距离D2各自的值是在以Y轴方向上的位置相互不同的方式任意选择的5处观察截面(5个视野)中测定的距离的计算平均值。5处分别是例如在Y轴方向上将电路部30a均等地分割成5个部分时的各区域中选择的。距离D1及距离D2可以在相同的5处观察截面中测定。上述的伸出部58的X轴方向上的长度及伸出部58的厚度也是在5处观察截面中测定的测定值的算术平均值。

[0040] 金属被膜60是覆盖金属体40的被膜。金属被膜60例如是出于调节金属电路板30(陶瓷复合基板10)的热膨胀率而提高耐热循环的目的、或抑制金属体40的生锈(氧化)的目的而形成的。金属被膜60也可以通过镀敷法或溅射法形成。金属被膜60例如是通过无电解镀敷形成的金属镀层。

[0041] 从Z轴方向观察表面20A,金属被膜60覆盖金属体40的上表面42及侧面44。金属被膜60覆盖金属体40的上表面42及侧面44,除此以外,还覆盖接合体50的伸出部。在金属被膜60覆盖接合体50的伸出部58的状态下,从Z轴方向观察表面20A,金属被膜60至少覆盖伸出部58的上表面。金属被膜60也可以由除了银以外的金属构成。构成金属被膜60的金属也可以与构成金属体40的金属不同。构成金属被膜60的材料例如为镍、金、镍合金、或金合金。镍合金(以镍为主成分的合金)例如为镍-磷合金、或镍-硼合金。

[0042] 在上述的例子中,距离D2小于距离D1,在伸出部58中,与第1接合层52相比,第2接合层54进一步向外伸出。因此,在第2接合层54中的上表面露出的部分,在第2接合层54上形成金属被膜60。由此,金属被膜60包含以覆盖第1接合层52中的与电路部30b相对的侧面(侧方)的方式形成的部分(以下,称为“侧方部分62”)。第1接合层52中的与电路部30b相对的侧面(侧方)是在假定没有金属被膜60时,在沿着X轴方向从电路部30b观察电路部30a的情况下露出的部分。

[0043] 金属被膜60的侧方部分62与第2接合层54中的比第1接合层52伸出的部分重叠。在沿着X轴方向,从电路部30b朝向电路部30a的方向上观察电路部30a时,侧方部分62与第1接合层52的朝向电路部30b的侧面的至少一部分重叠。根据观察截面的位置,侧方部分62可以与第1接合层52的侧面接触,也可以在侧方部分62与第1接合层52的侧面之间存在金属体40的一部分。

[0044] 在观察截面中,在将侧方部分62的靠近电路部30b的端部与第1接合层52的靠近电路部30b的端部之间的X轴方向上的距离(最短距离)设为“L”、将金属被膜60的厚度设为“H”时,距离L大于厚度H。距离L可以为厚度H的1.2倍以上、厚度H的1.4倍以上、或厚度H的1.6倍以上。距离L可以为厚度H的5倍以下。

[0045] 距离L的值及厚度H的值分别与上述的距离D1、D2同样地测定。即,距离L及厚度H各自的值是在以Y轴方向上的位置相互不同的方式任意选择的5处观察截面(5个视野)中测定的测定值的计算平均值。距离L及厚度H可以在相同的5处观察截面中测定。在覆盖金属体40的侧面44的区域中,在金属体40的厚度方向上的中央附近(中央及其附近)的位置测定1个

观察截面中的厚度H的测定值。

[0046] 距离L(平均值)可以大于 $2\mu\text{m}$ 。距离L可以为 $3\mu\text{m}$ 以上、 $5\mu\text{m}$ 以上、或 $7\mu\text{m}$ 以上。距离L可以为 $20\mu\text{m}$ 以下。厚度H(平均值)可以为 $2\mu\text{m}$ 以上。厚度H可以为 $3\mu\text{m}$ 以上、 $4\mu\text{m}$ 以上、或 $5\mu\text{m}$ 以上。厚度H可以为 $10\mu\text{m}$ 以下。

[0047] 电路部30b与电路部30a同样地包含金属体40、接合体50和金属被膜60。电路部30b的金属体40、接合体50及金属被膜60可以与电路部30a的金属体40、接合体50及金属被膜60同样地形成。电路部30b的接合体50中的第2接合层54与电路部30a之间的X轴方向上的距离可以小于电路部30b的接合体50中的第1接合层52与电路部30a之间的X轴方向上的距离。在背面20B,也可以形成与金属电路板30同样地构成的金属电路板。

[0048] 在图3的(a)及图3的(b)分别示出了在任意选择的观察截面中得到的SEM像(倍率:1000倍)。在图3的(a)所示的SEM像中,伸出部58的侧面(侧方)以与金属被膜60的侧方部分62接触的状态被覆盖。在该情况下,上述距离L相当于侧方部分62的X轴方向(图像上的横向)上的长度。另外,第1接合层52不连续地形成。

[0049] 在图3的(b)所示的SEM像中,第1接合层52未从金属体40与陶瓷板20之间伸出,第2接合层54从金属体40与陶瓷板20之间伸出。在X轴方向上,在侧方部分62与第1接合层52之间存在金属体40的一部分。在该情况下,上述距离L比侧方部分62的X轴方向上的长度大。

[0050] [陶瓷复合基板的制造方法]

[0051] 接着,对陶瓷复合基板的制造方法的一个例子进行说明。陶瓷复合基板的制造方法包括陶瓷板的制作工序和金属电路板的形成工序。在制作陶瓷板20的工序,首先,进行将包含陶瓷的粉末、烧结助剂、粘结剂树脂及溶剂的浆料成型而得到生片的工序。上述浆料可以包含增塑剂及分散剂等。

[0052] 陶瓷的粉末例如为氮化硅粉末或氮化铝粉末。作为烧结助剂,可举出稀土元素的氧化物、卤化物(氟化物、氯化物等)、硝酸盐及硫酸盐、以及碱土类金属的氧化物、卤化物(氟化物、氯化物)、硝酸盐及硫酸盐等。它们可以仅使用一种,也可以并用两种以上。作为粘结剂树脂的例子,可举出甲基纤维素、乙基纤维素、聚乙烯醇、聚乙烯醇缩丁醛及(甲基)丙烯酸系树脂等。

[0053] 作为增塑剂的例子,可举出精制甘油、甘油三油酸酯、二乙二醇、邻苯二甲酸二正丁酯等邻苯二甲酸系增塑剂、及癸二酸二-2-乙基己酯等二元酸系增塑剂等。作为分散剂的例子,可举出聚(甲基)丙烯酸盐及(甲基)丙烯酸-马来酸盐共聚物。作为溶剂,可举出乙醇及甲苯等有机溶剂。作为浆料的成型方法的例子,可举出刮涂法及挤出成型法。

[0054] 接下来,进行将成型而得到的生片脱脂并烧成的工序。脱脂例如可以在 400°C ~ 800°C 下加热0.5小时~20小时来进行。由此,能够在抑制无机化合物的氧化及劣化的同时减少有机物(碳)的残留量。烧成通过在氮、氩、氨或氢等非氧化性气体气氛下加热至 1700°C ~ 1900°C 来进行。由此,能够得到陶瓷板20。

[0055] 上述脱脂及烧成可以在层叠多个生片的状态下进行。在层叠并进行脱脂及烧成的情况下,为了使烧成后的基材的分离顺畅,可以在生片间设置由脱模剂形成的脱模层。作为脱模剂,例如可以使用氮化硼(BN)。层叠的生片的片数例如可以为5片~100片,也可以为10片~70片。

[0056] 在制作陶瓷板20之后,进行金属电路板的形成工序。在形成金属电路板30的工序

中,首先,进行使用陶瓷板20和一对金属板得到中间体18的工序。具体而言,首先,在陶瓷板20的表面20A及背面20B分别涂布接合材料(例如钎料),在表面20A及背面20B贴合一对金属体40M。一对金属体40M也可以是与陶瓷板20相同的平板形状。金属体40M为上述金属体40的母材。

[0057] 接合材料通过辊涂法、丝网印刷法或转印法等方法分别涂布于陶瓷板20的表面20A及背面20B。在接合材料为钎料的情况下,钎料例如含有银粉末、铜粉末、锡粉末及活性金属或其化合物(氢化物)的粉末、有机溶剂及粘结剂等。相对于银粉末和铜粉末的合计100质量份而言的锡粉末的含量可以为0.5质量份~5.0质量份。相对于银粉末和铜粉末的合计100质量份而言的金属氢化物的粉末的含量可以为1质量份~8质量份。钎料的粘度例如可以为 $5\text{Pa}\cdot\text{s}$ ~ $20\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。钎料中的有机溶剂的含量例如可以为5质量%~25质量%,粘结剂的含量例如可以为2质量%~15质量%。

[0058] 通过在涂布有接合材料的陶瓷板20的表面20A及背面20B重叠一对金属体40M而得到层叠体。然后,进行利用加热炉对该层叠体进行烧成的烧成工序。烧成时的炉内温度(烧成温度)例如为 750°C 以上。烧成温度可以为 750°C ~ 950°C ,也可以为 780°C ~ 900°C 。在上述烧成温度下保持的时间(烧成时间)可以为10分钟~180分钟,也可以为15分钟~90分钟。烧成时的加热炉内的气氛可以为氮等非活性气体下,也可以为低于大气压的减压下($1.0\times 10^{-3}\text{Pa}$ 以下),还可以为真空下。

[0059] 通过以上的工序,能够得到在陶瓷板20的表面20A及背面20B分别借助接合体50M而接合了金属体40M的状态的中间体18。在图4的(a)中示意性地示出了中间体18的截面。通过上述层叠体的烧成,从而接合材料(接合体50M)被分离为第1接合层52M和第2接合层54M。第1接合层52M(银接合层)为上述第1接合层52的母材,第2接合层54M为上述第2接合层54的母材。在图4的(a)以后的图中,省略了形成于陶瓷板20的背面20B的金属电路板(金属板及接合体)。

[0060] 接下来,进行对形成电路部30a等各电路部的预定区域进行遮蔽的工序。例如,如图4的(b)所示,在形成电路部30a等各电路部的预定区域印刷抗蚀剂70。位于未形成抗蚀剂70的区域的金属体40M的一部分露出。

[0061] 接下来,进行对金属体40M中的未被抗蚀剂70覆盖的区域进行蚀刻的工序。例如,作为蚀刻液,使用含有氯化铜、盐酸及过氧化氢的混合溶液,进行针对金属体40M的蚀刻。由此,如图4的(c)所示,金属体40M中的未被抗蚀剂70覆盖的区域被除去,接合体50M的第1接合层52M的一部分露出。在除去后被分离的金属体40M中,也可以形成未被抗蚀剂70覆盖的倾斜面。

[0062] 接下来,进行对接合体50M的第1接合层52M进行蚀刻(药液处理)的工序。例如,使用含有硫代硫酸钠的药液作为蚀刻液,进行针对第1接合层52M的蚀刻。由此,如图4的(d)所示,第1接合层52M中的露出的部分的至少一部分被除去,接合体50M的第2接合层54M的一部分露出。在除去第1接合层52M的露出部分之后,第1接合层52M的端部及其附近也可以从金属体40M与陶瓷板20之间向外伸出。

[0063] 接下来,进行对接合体50M的第2接合层54M进行蚀刻(药液处理)的工序。例如,使用含有过氧化氢及氟化铵的混合溶液作为蚀刻液,进行针对第2接合层54M的蚀刻。由此,如图5的(a)所示,第2接合层54M中的露出的部分的至少一部分被除去,陶瓷板20的表面20A的

一部分露出。在除去第2接合层54M的露出部分之后,第2接合层54M的端部及其附近也可以从金属体40M与陶瓷板20之间向外伸出。第1接合层52M的伸出量与第2接合层54M的伸出量可以大致一致。

[0064] 接下来,再次进行对金属体40M进行蚀刻的工序。在针对金属体40M的第2次蚀刻中,可以使用与第1次蚀刻相同的混合溶液,第2次中的针对金属体40M的蚀刻的时间可以比第1次短。由此,如图5的(b)所示,位于金属体40M的侧方的部分被进一步除去,形成构成电路部30a等电路部的金属体40。另外,第1接合层52M及第2接合层54M(第2接合层54)的伸出量增加。

[0065] 接下来,再次进行对第1接合层52M进行蚀刻的工序。在针对第1接合层52M的第2次蚀刻中,可以使用与第1次蚀刻相同的药液。由此,形成构成电路部30a等电路部的第1接合层52。如图5的(c)所示,为了维持第1接合层52的端部的至少一部分从金属体40与陶瓷板20之间伸出的状态,可以进行针对第1接合层52M的第2次蚀刻。由于不对第2接合层54M进行第2次蚀刻,所以通过针对第2接合层54M的上述蚀刻,从而形成构成电路部30a等电路部的第2接合层54。

[0066] 在此,在蚀刻后且形成金属被膜60之前,由金属体40及接合体50构成的部分也称为“电路部”。将与电路部30a对应的由金属体40及接合体50构成的部分设为“电路部32a”,将与电路部30b对应的由金属体40及接合体50构成的部分设为“电路部32b”。在以上的蚀刻工序中,以形成沿着X轴方向相互隔开间隔的状态的电路部32a及电路部32b的方式进行金属体40M的一部分及接合体50M的一部分的蚀刻。如以上的蚀刻工序那样,也可以以构成电路部32a的第2接合层54M的一部分(第2接合层54)与电路部32b之间的X轴方向上的距离D4比构成电路部32a的第1接合层52M的一部分(第1接合层52)与电路部32b之间的X轴方向上的距离D3小的方式除去金属体40M的一部分及接合体50M的一部分。

[0067] 距离D3被定义为电路部32a(第1电路部)的第1接合层52中的最靠近电路部32b(第2电路部)的端部与电路部32b的最靠近电路部32a的端部之间的X轴方向上的距离。距离D4被定义为电路部32a的第2接合层54中的最靠近电路部32b的端部与电路部32b的最靠近电路部32a的端部之间的X轴方向上的距离。需要说明的是,针对金属体40M及接合体50M的蚀刻工序怎样进行都可以。在进行了针对金属体40M及接合体50M的蚀刻工序之后,进行抗蚀剂70的除去。抗蚀剂70的除去可以通过公知的任一方法来进行。

[0068] 接下来,进行以覆盖金属体40(金属体40M的一部分)的表面的方式形成金属被膜60的工序。例如,通过无电解镀敷,以覆盖金属体40的上表面42及侧面44的方式形成镍等金属的镀敷被膜。在形成金属被膜60的工序中,以也覆盖接合体50中的从金属体40与陶瓷板20之间向外伸出的伸出部的方式形成金属被膜60。在进行无电解镀敷的情况下,在伸出部,第2接合层54比第1接合层52更向外伸出,因此,在第2接合层54之上析出金属成分。由此,形成覆盖第1接合层52的侧方的上述侧方部分62。在露出的表面20A,在无电解镀敷中不析出金属成分。通过以上的工序来制造图1及图2所示的陶瓷复合基板10。

[0069] [实施方式的效果]

[0070] 本发明的一个方面的陶瓷复合基板10具备:陶瓷板20;电路部30a,其设置于陶瓷板20的表面20A;和电路部30b,其以沿着X轴方向在与电路部30a之间隔开间隔的状态设置于表面20A。电路部30a具有设置于表面20A的接合体50、借助接合体50接合到表面20A的金

属体40、和以覆盖金属体40的表面20A及接合体50中的从金属体40伸出的部分的方式形成的金属被膜60。接合体50包含与金属体40接合且银的含量为50质量%以上的第1接合层52。金属被膜60包含以覆盖第1接合层52中的与电路部30b相对的侧面的方式形成的侧方部分62。上述侧方部分62的靠近电路部30b的端部与第1接合层52的靠近电路部30b的端部之间的X轴方向上的距离L大于金属被膜的厚度H。

[0071] 在高温或高湿度的环境下,如果对以相互分离的状态排列的一对电路部施加电压,则会有由于用于接合金属体的接合体中所含的银成分而导致绝缘性降低的风险。作为绝缘性降低的主要原因,认为是在一对电路部之间析出银成分,导致一对电路部之间的电阻值降低。与此相对,在陶瓷复合基板10中,由于上述距离L大于金属被膜60的厚度H,因此在电路部30a的第1接合层52与电路部30b之间,以能够抑制银成分的析出的程度形成有足够量的金属被膜。因此,能够提高电路部30a及电路部30b之间的绝缘性。

[0072] 距离L可以大于 $2\mu\text{m}$ 。厚度H可以为 $2\mu\text{m}$ 以上。在此情况下,在电路部30a的第1接合层52与电路部30b之间形成的侧方部分62的X轴方向上的长度大于 $2\mu\text{m}$ 。因此,能够进一步抑制来自第1接合层52的银成分的析出的量的金属皮膜被形成于电路部30a的第1接合层52的侧方。因此,能进一步提高电路部30a及电路部30b之间的绝缘性。

[0073] 陶瓷板20也可以含有氮化硅或氮化铝。金属被膜60也可以含有镍或金。通过含有镍或金的金属被膜60存在于第1接合层52的侧方,能够抑制银成分的析出。因此,利用上述构成,对于维持电路部30a及电路部30b之间的绝缘性是有用的。

[0074] 本发明的一个方面的陶瓷复合基板10的制造方法包括:在陶瓷板20的表面20A上借助接合体50M而接合了金属体40M的状态的中间体18中,以形成沿着X轴方向相互隔开间隔的状态的电路部32a及电路部32b的方式,对金属体40M的一部分及接合体50M的一部分进行蚀刻的工序,其中,接合体50M包含与金属体40M接合且银的含量为50质量%以上的第1接合层52M;和在进行蚀刻的工序之后,以形成侧方部分62的方式形成金属被膜60的工序,其中,侧方部分62覆盖构成电路部32a的金属体40M的一部分(金属体40)的表面、并且覆盖构成电路部32a的第1接合层52M的一部分(第1接合层52)中的与电路部32b相对的侧面。金属被膜60中包含的侧方部分62的靠近电路部32b的端部与构成电路部32a的第1接合层52M的一部分(第1接合层52)的靠近电路部32b的端部之间的X轴方向上的距离L大于金属被膜60的厚度H。在该制造方法中,由于上述距离L大于金属被膜60的厚度H,因此在电路部32a的第1接合层52与电路部32b之间,以能够抑制银成分的析出的程度形成了足够量的金属被膜。因此,能够提高电路部32a及电路部32b之间的绝缘性。

[0075] 实施例

[0076] 接着,参照实施例及比较例更详细地说明本发明的内容,但本发明并不限定于下述的实施例。

[0077] (实施例)

[0078] 准备Ag-Cu-Ti-Sn系钎料。准备好的钎料中的配合比为Ag:85质量%、Cu:9质量%、Ti:3质量%、Sn:3质量%。在市售的氮化硅基板(厚度:0.32mm)的两个主面上,通过丝网印刷法涂布上述钎料。在氮化硅板的两个主面上分别重叠铜板(厚度:0.3mm),得到了层叠体。使用电炉,在真空气氛中将层叠体在 800°C 的炉内温度加热40分钟,使钎料粉末溶解,将陶瓷板与铜板接合(烧成工序)。然后,以平均 $10^{\circ}\text{C}/\text{分钟}$ 的降温速度将炉内温度冷却至 600°C 。

然后,停止加热,在氮气气氛中自然冷却至室温。这样,制作陶瓷板与一对金属板借助由上述钎料得到的接合体接合而成的中间体。

[0079] 接下来,在所制作的中间体中的铜板的两个主面的规定区域印刷抗蚀剂,使用曝光装置在铜板的主面形成具有规定形状的抗蚀剂图案。然后,使用含有氯化铜、盐酸及过氧化氢的混合溶液进行铜板的蚀刻。然后,使用含有硫代硫酸钠的药液对接合体的以银为主成分的第1接合层进行蚀刻。此外,使用含有过氧化氢及氟化铵的混合溶液进行第2接合层的蚀刻。在对铜板及接合体的蚀刻中,调整各种工序的执行次数及各蚀刻中的条件,使得与第1接合层相比,第2接合层更向外伸出。接下来,通过无电解镀敷,以上述距离L大于上述厚度H、且覆盖金属体的表面及接合体中的从金属体伸出的部分的方式形成镍(Ni)的镀敷被膜。重复以上的工序的至少一部分,准备5个个体作为实施例的陶瓷复合基板10。

[0080] (比较例)

[0081] 不形成镍的镀敷被膜,除此以外,与上述实施例同样地制作陶瓷复合基板。作为比较例的陶瓷复合基板,准备5个个体。需要说明的是,作为实施例及比较例的复合基板,准备了形成有包含第1电路部的第1电极和包含第2电路部的第2电极的带梳齿型电极的陶瓷复合基板。

[0082] 对第1电路部和与该第1电路部相邻的第2电路部之间的绝缘性进行评价。在实施例及比较例这两者中,第1电路部与第2电路部之间的距离为0.5mm。在高温高湿槽中,在85℃及93%RH的气氛下,在包含第1电路部的第1电极与包含第2电路部的第2电极之间持续施加DC(直流)1kV的电压,对第1电极与第2电极之间的绝缘电阻值成为 $1 \times 10^6 \Omega$ 以下的时间进行测定。测定时间的上限设为500小时。将对5个个体进行了评价的结果示于表1。需要说明的是,厚度H为4 μm ,距离L为8 μm ,距离D1与距离D2的差值为8 μm 。另外,第1接合层52中的银的含量为90质量%。

[0083] [表1]

评价判定	实施例	比较例
A	5	0
B	0	1
C	0	4

[0085] 在表1中,“A”、“B”及“C”的含义如下所述。A判定、B判定及C判定依次表示绝缘性被维持的情况。

[0086] A:从电压的施加开始时刻起超过500小时后,绝缘电阻值也维持在大于 $1 \times 10^6 \Omega$ 的值。

[0087] B:从电压的施加开始时刻起100小时~500小时的期间,绝缘电阻值降低至 $1 \times 10^6 \Omega$ 以下。

[0088] C:从电压的施加开始时刻起不到100小时,绝缘电阻值降低至 $1 \times 10^6 \Omega$ 以下。

[0089] 如表1所示,在实施例的5个评价用的复合基板中,关于全部复合基板,绝缘性的评价为A判定。在比较例的5个评价用的复合基板中,1个复合基板的绝缘性的评价为B判定,4个复合基板的绝缘性的评价为C判定。根据以上的评价结果可知,通过以距离L大于厚度H的方式形成金属被膜,绝缘性提高。

[0090] 附图标记说明

[0091] 10…陶瓷复合基板,20…陶瓷板,30…金属电路板,30a、30b、30c…电路部,40…金属体,50…接合体,52…第1接合层,54…第2接合层,60…金属被膜,62…侧方部分,18…中间体,32a、32b…电路部,40M…金属体,50M…接合体,52M…第1接合层,54M…第2接合层。

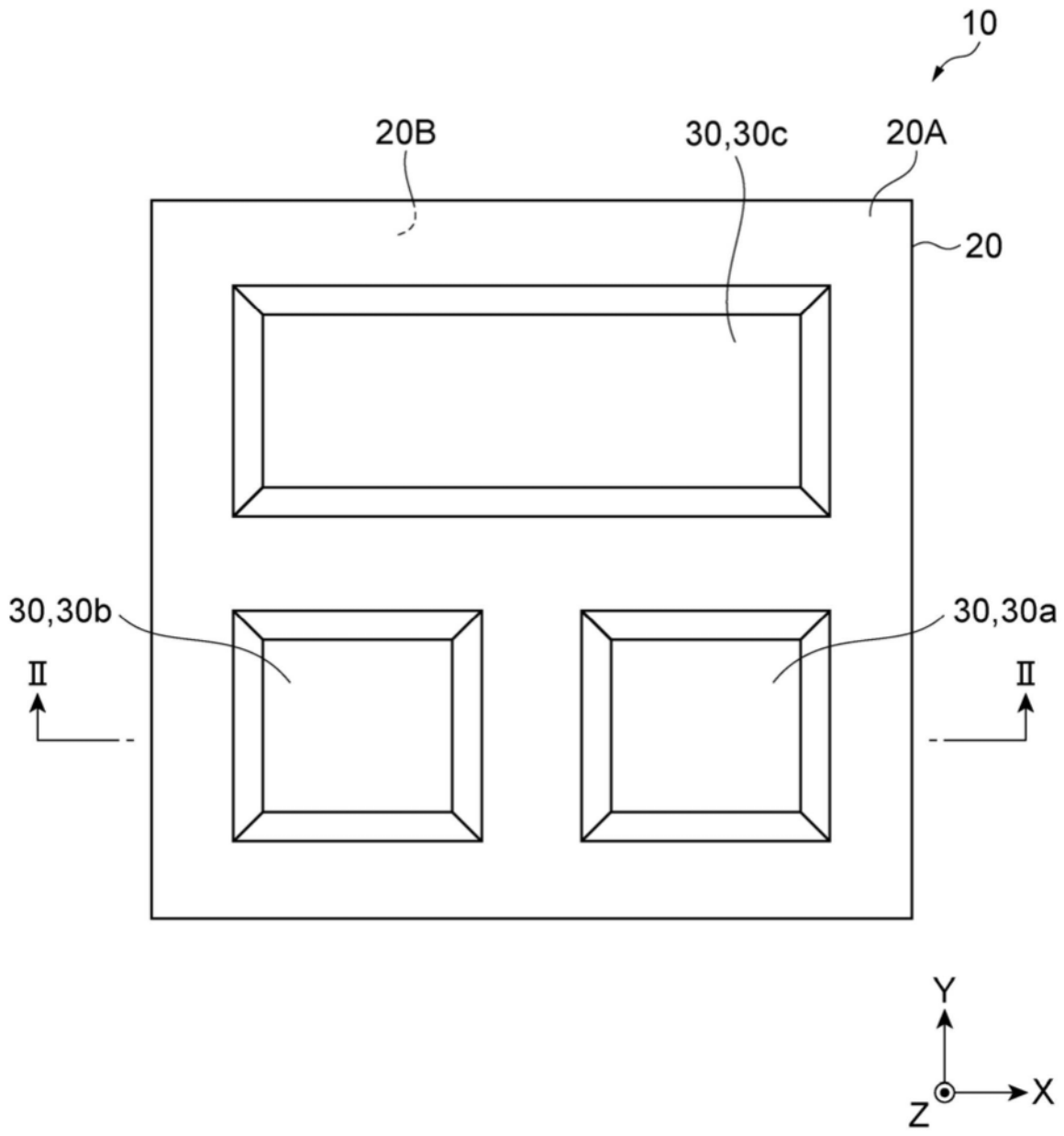


图1

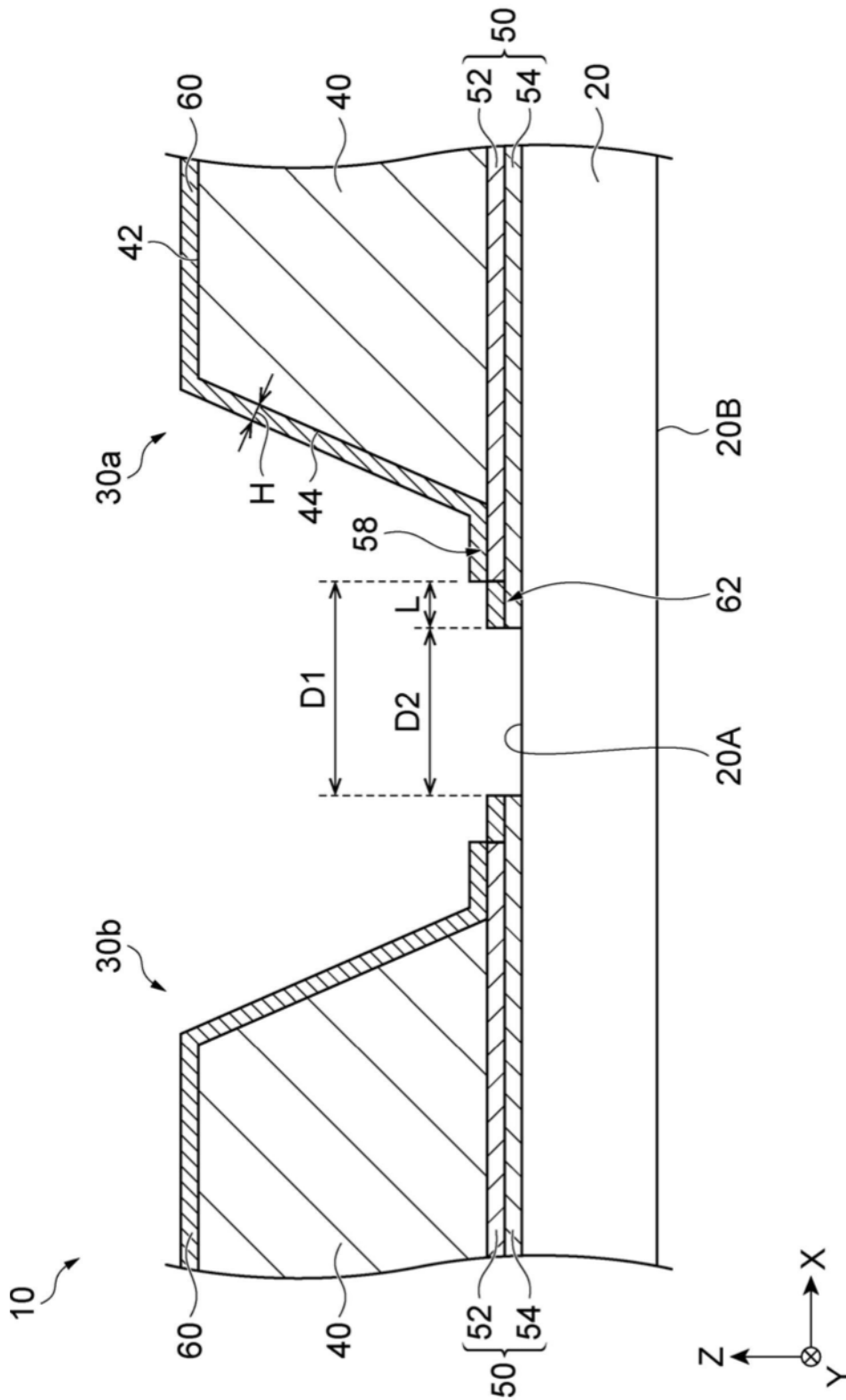


图2

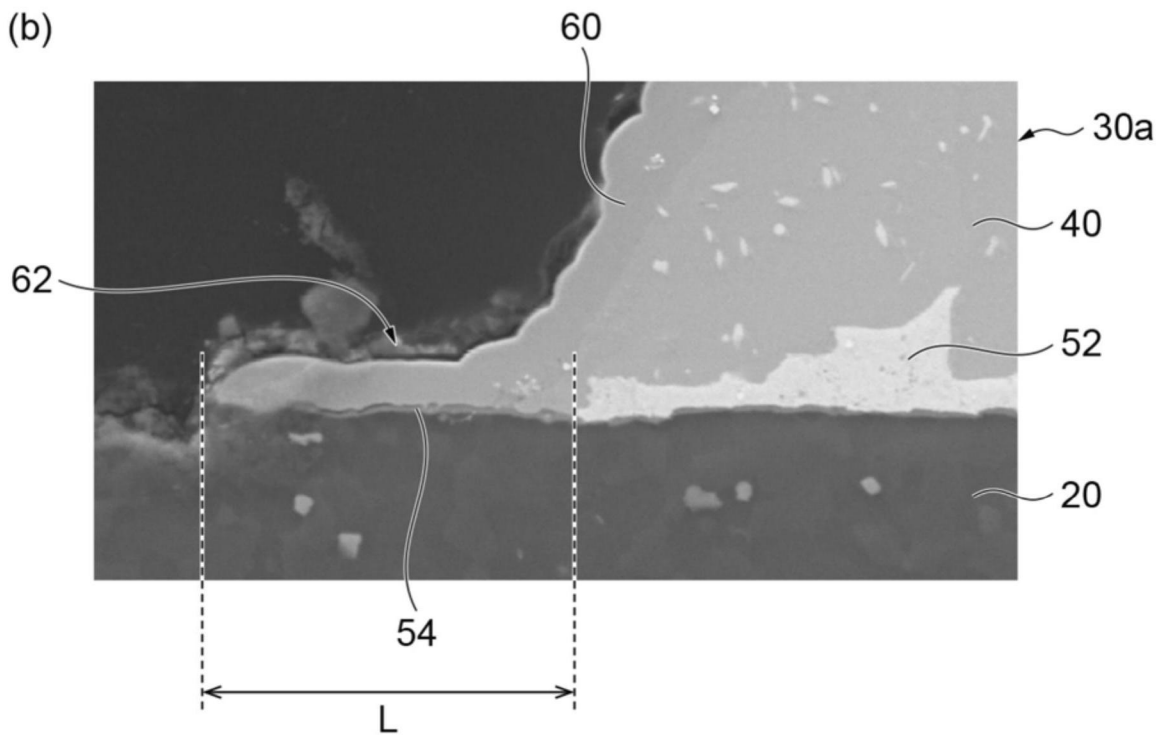
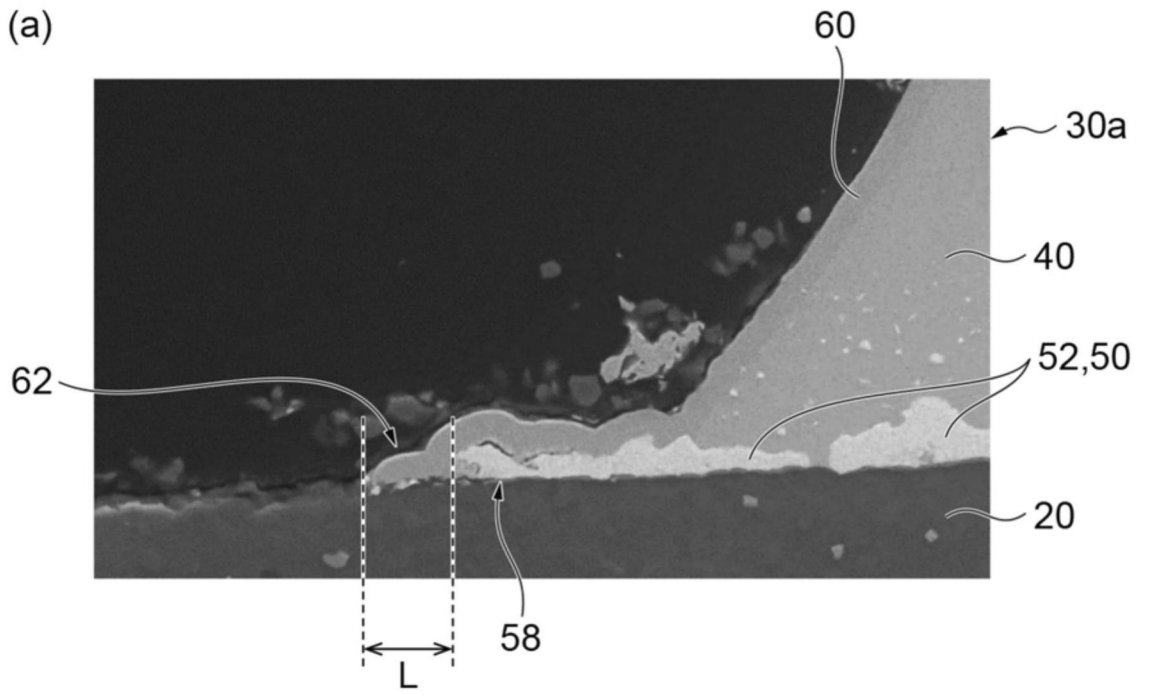


图3

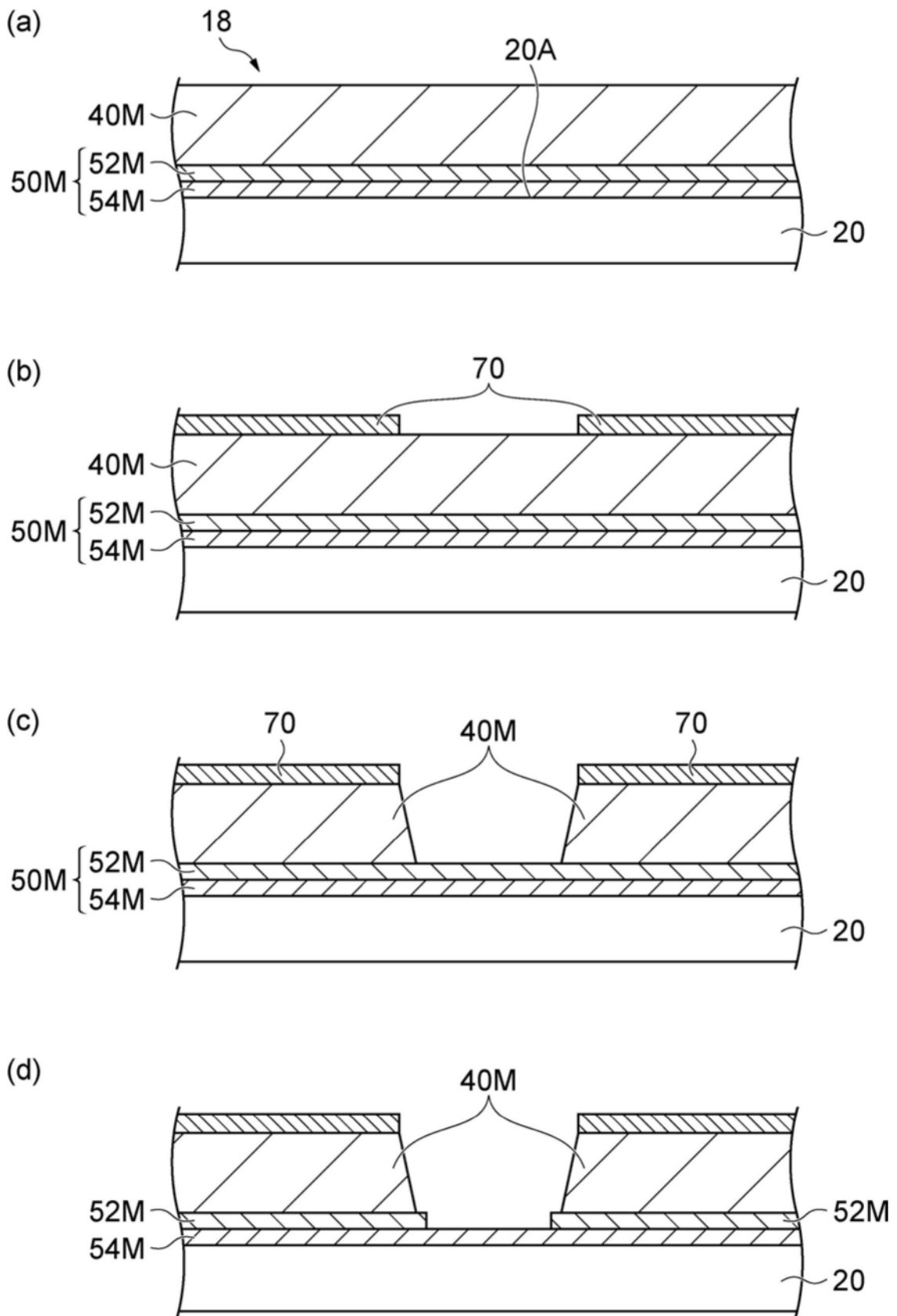


图4

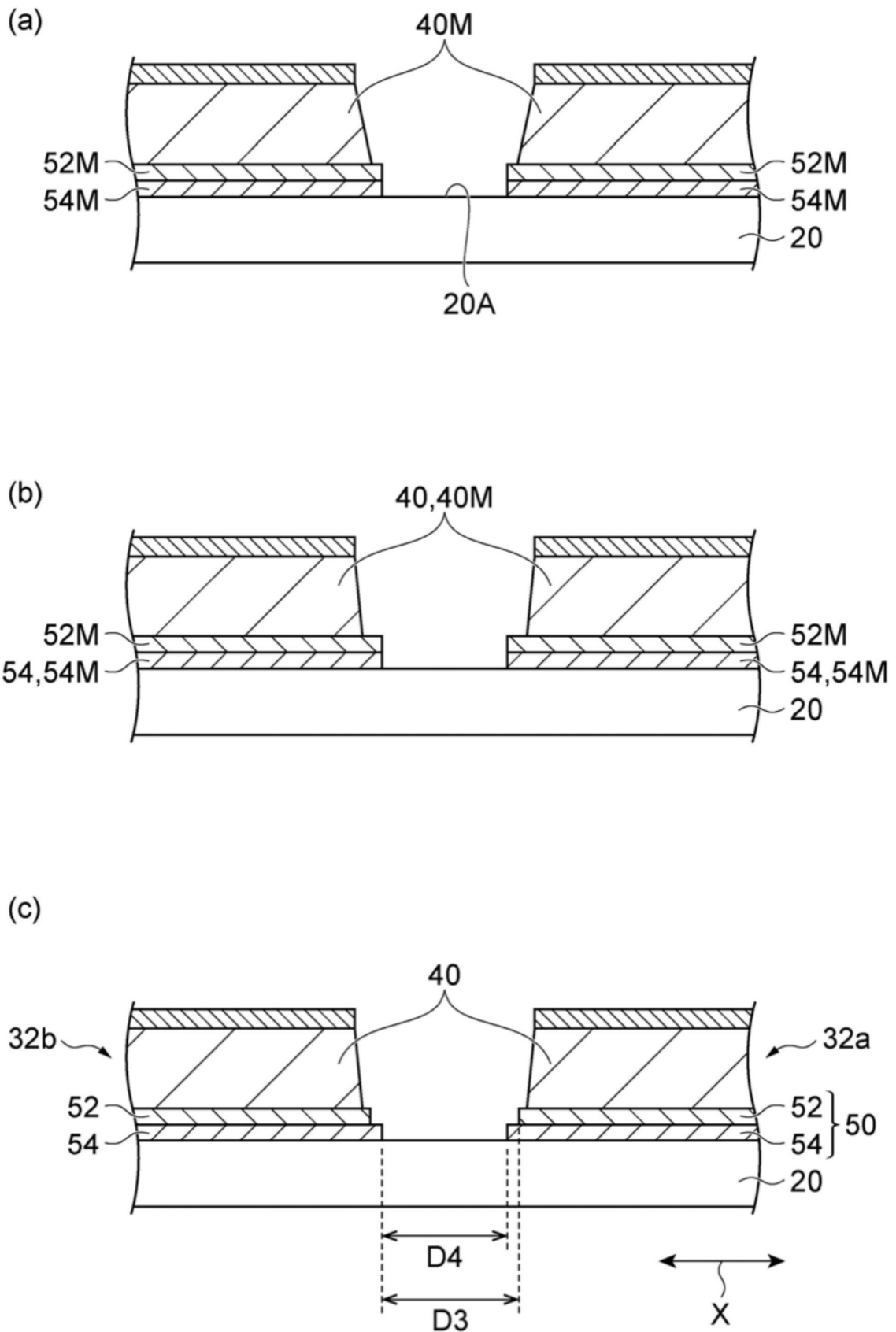


图5