



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118947228 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 12

(21) 申请号 202380028008.6

(22) 申请日 2023.03.13

(30) 优先权数据

2022-056142 2022.03.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.14

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/009735 2023.03.13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/189513 JA 2023.10.05

(71) 申请人 京瓷株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 佐野裕明 东登志文 井本晃

山口贵史 山元泉太郎

(74) 专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司
72003

专利代理师 陈曦

(51) Int. Cl.

H05K 1/03 (2006.01)

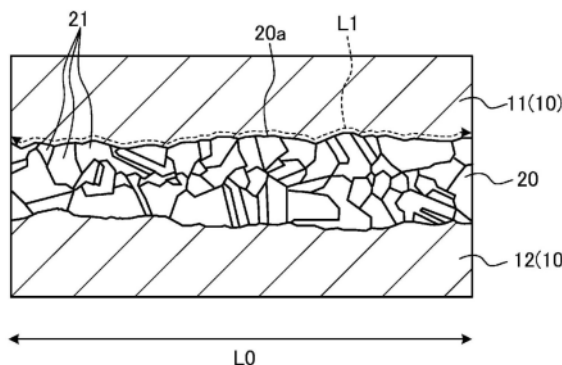
权利要求书1页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

布线基板

(57) 摘要

布线基板具有：绝缘层，该绝缘层由陶瓷构成；以及导体层，该导体层在绝缘层的内部沿平面方向延伸。导体层由以金属为主要成分的复数个微晶的烧结体构成。在剖视中指定导体层的特定范围，将平面方向的直线长度设为 L_0 ，将导体层的轮廓的长度设为 L_1 时， L_1/L_0 为1.04~1.40的范围。



1. 一种布线基板,其中,
所述布线基板具有:绝缘层,该绝缘层由陶瓷构成;以及导体层,该导体层在所述绝缘层的内部沿平面方向延伸,
所述导体层由以金属为主要成分的复数个微晶的烧结体构成,
在剖视中指定所述导体层的特定范围,将所述平面方向的直线长度设为 L_0 ,将所述导体层的轮廓的长度设为 L_1 时, L_1/L_0 为 $1.04 \sim 1.40$ 的范围。
2. 如权利要求1所述的布线基板,其中,
所述烧结体包含直径为 $1\text{nm} \sim 50\text{nm}$ 的二氧化硅粒子,
所述二氧化硅粒子位于所述微晶的表面。
3. 如权利要求2所述的布线基板,其中,
所述导体层中的所述二氧化硅粒子的面积比例是 $0.002\% \sim 0.067\%$ 。
4. 如权利要求2或3所述的布线基板,其中,
所述导体层中的所述二氧化硅粒子的含有率是 $0.099\text{wt}\% \sim 2.912\text{wt}\%$ 。
5. 如权利要求1~4中任一项所述的布线基板,其中,
以铜为主要成分构成所述微晶,
所述导体层中的铜的含有率是 $80\text{wt}\% \sim 99\text{wt}\%$ 。
6. 如权利要求1~5中任一项所述的布线基板,其中,
所述微晶是多边形状。

布线基板

技术领域

[0001] 本发明的实施方式涉及布线基板。

背景技术

[0002] 以往,已知具有以陶瓷为主要成分的绝缘层和以金属为主要成分的导体层的布线基板。该布线基板例如通过同时对在铜粉末中添加金属氧化物的导体材料和作为绝缘层材料的玻璃陶瓷进行烧成而得到(例如,参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2003-277852号公报。

发明内容

[0006] 本发明的布线基板具有:绝缘层,该绝缘层由陶瓷构成;以及导体层,该导体层在所述绝缘层的内部沿平面方向延伸。所述导体层由以金属为主要成分的复数个微晶的烧结体构成。在剖视中指定所述导体层的特定范围,将所述平面方向的直线长度设为 L_0 ,将所述导体层的轮廓的长度设为 L_1 时, L_1/L_0 为 $1.04 \sim 1.40$ 的范围。

附图说明

[0007] 图1是表示实施方式的布线基板的构成的一个例子的放大剖视图。

[0008] 图2是图1所示的区域A的放大图。

[0009] 图3是表示实施例1的导体层的SEM观察照片的图。

具体实施方式

[0010] 以下,将参考附图来描述本申请公开的布线基板的实施方式。另外,本发明不限于以下所示的实施方式。此外,各实施方式能够在不使处理内容矛盾的范围内适当组合。另外,在以下的各实施方式中,对同一部位标注同一标号,并省略重复的说明。

[0011] 另外,在以下所示的实施方式中,有时使用“平行”这样的表述,但这些表述并不严格要求“平行”。即,上述表述允许例如制造精度、安装精度等的偏差。

[0012] 以往,已知具有以陶瓷为主要成分的绝缘层和以金属为主要成分的导体层的布线基板。该布线基板例如通过同时对在铜粉末中添加金属氧化物的导体材料和作为绝缘层材料的玻璃陶瓷进行烧成而得到。

[0013] 然而,在现有技术中,在提高导体层的界面电导率方面还有进一步改善的余地。因此,期待克服上述问题,实现能够在布线基板中提高导体层的界面电导率的技术。

[0014] 图1是表示实施方式的布线基板1的一个例子的放大剖视图,图2是图1所示的区域A的放大图。如图1和图2所示,实施方式的布线基板1具有绝缘层10以及导体层20。

[0015] 对于绝缘层10,例如,能够举出玻璃陶瓷烧结体作为一个例子。需要说明的是,在

玻璃陶瓷烧结体中也可以包含氧化铝、氮化铝、碳化硅、氮化硅或莫来石等陶瓷作为填料。

[0016] 绝缘层10例如可以由玻璃陶瓷构成。由此,能够通过同时对作为绝缘层10的原料的生片和作为导体层20的原料的导电膏进行烧成来制造布线基板1。因此,根据实施方式,能够降低布线基板1的制造成本。

[0017] 绝缘层10可以具有夹着导体层20而相对的第一层11和第二层12。第一层11和第二层12例如配置为分别夹着导体层20的厚度方向的两面。

[0018] 导体层20具有导电性,在绝缘层10的内部沿平面方向(图1中为横向)延伸。导体层20例如以规定的图案形状配置在第一层11与第二层12之间。需要说明的是,在本发明中,导体层20可以配置为露出于布线基板1的表面。

[0019] 如图2所示,导体层20由复数个微晶21的烧结体构成。该微晶21由铜、银、钯、金、铂、钨、钼或锰等金属材料或者以这些金属材料为主要成分的合金材料或混合材料等构成。

[0020] 此处,以金属材料或金属(例如,铜)为主要成分是指在导体层20中金属以体积比例计占70%以上的情况。在导体层20包含空隙的情况下,除去空隙的部分时的金属的体积比例可以以80%以上为基准。作为导体层20中包含的金属(例如,铜)的体积比例的上限,也可以为99%。

[0021] 将导体层20中包含的金属(例如,铜)的体积比例的上限设为99%是因为本发明的布线基板1是通过同时对陶瓷的绝缘层和金属进行烧成而形成的,因此,考虑到该绝缘层中包含的元素从绝缘层10不可避免地进入导体层20中。

[0022] 导体层20中的金属的体积比例例如通过以下方法求出。在该情况下,将通过以下的方法求出的金属的面积比例作为体积比例。首先,对布线基板1进行切割或破碎,使其内部的截面露出。

[0023] 然后,选择露出的布线基板1的截面中观察到的一层导体层20。此时,在导体层20的长度长达相当于布线基板1的宽度的程度的情况下,指定特定的长度。

[0024] 指定的长度只要是进行评价的导体层20的部分在用后述的扫描型电子显微镜(SEM)进行的观察和拍摄中进入一张照片或画面的范围即可。作为其长度,优选尺寸大于导体层20的厚度。作为长度的基准,优选 $1\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下。

[0025] 需要说明的是,在布线基板1的截面中,作为对象的导体层20的范围优选设为例如使用扫描型电子显微镜观察时能够看见轮廓的范围。优选导体层20的轮廓通过使用作为扫描型电子显微镜的分析方法之一的反射电子图像来求出,也可以通过使用扫描型电子显微镜附带的元素分析器的映射分析来求出。

[0026] 另外,也可以使用电子背向散射衍射(EBSD:Electron Back Scattered Diffraction Pattern)法来测定金属的体积比例。根据电子背向散射衍射法,在求出导体层20的体积比例(面积比例)的同时,能够确认构成导体层20的金属由复数个微晶形成。

[0027] 在导体层20中存在空隙(包括孔隙)时,可以从导体层20的面积中预先去除观察的范围中包含的全部空隙的面积。需要说明的是,作为空隙计数的空隙的尺寸,将最大直径为 $0.1\mu\text{m}$ 以上的尺寸作为基准。

[0028] 此处,在本实施方式中,在剖视中指定导体层20的特定范围(例如,区域A),将平面方向(图2中为横向)的直线长度设为 L_0 ,将导体层20的轮廓20a的长度(即,导体层20与绝缘层10的界面长度)设为 L_1 时, L_1/L_0 为 $1.04\sim 1.40$ 的范围。

[0029] 此处,特定范围是指导体层20的长度方向的宽度为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下的范围。该特定范围内的长度方向的宽度能够在 $10\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下的范围中选择任意的宽度。该任意的宽度考虑导体层20的厚度、导体层20中包含的微晶21的尺寸等来确定。

[0030] 例如,作为特定的范围,可以设为一层导体层20被上下的绝缘层10夹着的范围。特定的范围可以在所拍摄的照片中指定复数个部位。作为具体的面积,只要进入 $100\mu\text{m}^2$ 以上且 $10000\mu\text{m}^2$ 以下的范围即可。

[0031] 如上所述,在本实施方式中,通过使导体层20的轮廓20a的凹凸较小,能够提高导体层20的界面电导率。

[0032] 另外,在本实施方式中,构成导体层20的烧结体包含纳米尺寸的二氧化硅粒子22(参照图3),该二氧化硅粒子22可以位于微晶21的表面。换言之,在该布线基板1中,二氧化硅可以以粒子状的状态存在于导体层20的表面。

[0033] 此处,“导体层20的表面”是指在导体层20形成于绝缘层10的表面的情况下绝缘层10与导体层20的界面附近。该“界面附近”包括从导体层20的表面到导体层20的内部的微小的宽度范围。该“微小的宽度”例如是从导体层20的表面到 $1\mu\text{m}$ 以内的范围。

[0034] 在二氧化硅粒子22存在于该导体层20的表面的情况下,导体层20是距二氧化硅粒子22的距离为 $1\mu\text{m}$ 以内且在导体层20的表面至 $1\mu\text{m}$ 以内的范围内,部分地不存在空隙的状态。在该情况下,空隙是指二氧化硅粒子22的最大直径以上的尺寸的空间。

[0035] 可以认为导体层20在二氧化硅粒子22的周围如上所述具有致密区域是因为,如后所述,二氧化硅粒子22存在于导体层20与绝缘层10的界面,从而降低了来自绝缘层10的成分向铜粉末扩散并对铜粉末的烧结行为进行控制,发生缓慢的烧结。

[0036] 通过二氧化硅粒子22存在于导体层20与绝缘层10的界面附近,从而部分地降低了来自玻璃陶瓷的绝缘层10的玻璃成分的扩散。如此地,在烧成中,绝缘层10的表面能够保持平缓的形状,因此,能够保持导体层20的表面的形状平坦。二氧化硅粒子22难以与绝缘层10之间发生过度的反应。

[0037] 导体层20具有由微细的铜的微晶21形成的微结构。在该情况下,复数个微晶21包括形成包括直线状边的多边形状的微晶,以边为晶界而相接。微晶21的最长直径优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $10\mu\text{m}$ 以下。复数个微晶21优选以个数比例计具有70%以上的边为2以上的微晶。

[0038] 在本实施方式中,通过在导体层20的表面存在二氧化硅粒子22,能够提高导体层20与绝缘层10之间的密合性。需要说明的是,二氧化硅粒子22可以存在于面向绝缘层10的导体层20的整个面,也可以仅存在于导体层20的一部分表面。当在导体层20的表面存在复数个二氧化硅粒子22时,这些二氧化硅粒子22可以以相互独立的粒子孤立存在。

[0039] 通过在导体层20的表面、或者绝缘层10与导体层20的界面附近存在二氧化硅粒子22,可以认为绝缘层10与导体层20之间的密合性提高的理由之一是用于导体层20的金属材料(例如,铜)烧成时的收缩行为与二氧化硅粒子22的收缩行为相近。

[0040] 另外,可以认为用于导体层20的金属材料烧成时的收缩行为与二氧化硅粒子22的收缩行为接近的主要原因是二氧化硅粒子22的尺寸为微小(纳米尺寸)。

[0041] 假设使用比纳米尺寸大的二氧化硅粒子22时,存在基于尺寸的粒度分布的宽度、尺寸导致的热容量增加。而且,这些主要原因成为使烧结行为、密合性改变的主要原因。

[0042] 需要说明的是,在使用复合氧化物的玻璃粉末来代替纳米尺寸的二氧化硅粒子22

的情况下,由于玻璃粉末包含复数个成分,因此,形成玻璃粉末的熔融状态的温度的范围比纳米尺寸的二氧化硅粒子22的情况宽。

[0043] 例如,在玻璃粉末中,与纳米尺寸的二氧化硅粒子22相比,熔融温度有时从低温开始。另外,玻璃粉末大多具有宽的粒度分布。在使用具有这些性状的玻璃粉末的情况下,玻璃粉末在烧成中在作为导体层20的印刷图案内容容易引起伴随烧结的凝集或移动。

[0044] 其结果是,在形成导体层20时,金属粒子容易发生粒生长,另外,在导体层20中容易产生空隙。这是因为,玻璃粉末容易从印刷图案的部分扩散至作为绝缘层10的区域。

[0045] 另一方面,在使用纳米尺寸的二氧化硅粒子22的情况下,由于是单一的组成,因此,形成熔融状态的温度的范围比玻璃粉末窄。其结果是,导体层20变得致密,在沿着绝缘层10的面容易形成平缓的形状的凹部。

[0046] 实施方式的二氧化硅粒子22的粒径优选为1nm~50nm。此处,粒径是指直径。直径是指观察二氧化硅粒子22时得到的最大直径。其中,二氧化硅粒子22的平均粒径优选为20nm。进一步,二氧化硅粒子22的下限10nm、上限30nm的累计量的比例优选为70%以上。

[0047] 另外,在本实施方式中,导体层20中的二氧化硅粒子22的面积比例也可以为0.002%~0.067%。由此,能够提高导体层20的界面电导率。需要说明的是,导体层20中的二氧化硅粒子22的面积比例的求算方法将在后面描述。

[0048] 另外,在本实施方式中,导体层20中的二氧化硅粒子22的含有率也可以为0.099wt%~2.912wt%。由此,能够提高导体层20的界面电导率。此处,二氧化硅粒子22的含有率是指二氧化硅粒子22的添加量除以铜粉末与二氧化硅粒子22的总量而得到的比例。

[0049] 另外,在本实施方式中,微晶21以铜为主要成分而构成,导体层20中的铜的含有率也可以为80wt%~99wt%。由此,能够进一步提高导体层20的界面电导率。

[0050] 另外,在本实施方式中,如图2所示,微晶21也可以为多边形形状。由此,由于能够减小高频区域(例如,1GHz~49GHz)中的界面电导率的下降,因此,能够提高高频区域中的导体层20的界面电导率。

[0051] 实施例

[0052] 以下,具体地说明本发明的实施例。需要说明的是,在以下说明的实施例中,示出了具有由玻璃陶瓷构成的绝缘层和以铜为主要成分的导体层的布线基板,本发明并不限于以下实施例。

[0053] <实施例1>

[0054] 首先,作为绝缘层的材料,准备氧化铝粒子40wt%与硼硅酸玻璃60wt%的混合物。该混合物是烧成温度为900°C~1000°C的玻璃陶瓷原料。

[0055] 另外,作为有机粘合剂,使用相对于玻璃陶瓷原料100质量份为20质量份的甲基丙烯酸异丁基酯树脂和邻苯二甲酸二丁酯,通过刮刀成型制作厚度为100 μ m的生片。

[0056] 另外,作为导体层的原料,准备了平均粒径为2 μ m的铜粉末(纯度99.9wt%)和平均粒径为20nm的二氧化硅粒子。二氧化硅粒子的下限10nm、上限30nm的累计量的比例为70%以上。相对于铜粉末100质量份,二氧化硅粒子的添加量为0.1质量份。

[0057] 另外,作为有机粘合剂,使用甲基丙烯酸异丁基酯树脂、丁基卡必醇乙酸酯以及邻苯二甲酸二丁酯的混合溶剂。而且,以相对于铜粉末100质量份为5质量份的比例加入甲基丙烯酸异丁基酯树脂,再加入丁基卡必醇乙酸酯、邻苯二甲酸二丁酯的混合溶剂来制备含

有铜粉末和二氧化硅粒子的导体膏。

[0058] 然后,将导体膏以规定的面积印刷于制成的生片的两个表面,进行烧成。烧成在使用氢-氮混合气体的还原环境中以最高温度为930°C并以保持时间为2小时来进行。将生片重叠数张,将厚度设为500 μm 。由此,获得实施例1的布线基板1。

[0059] <实施例2~7>

[0060] 除了导体膏的制作工序中的二氧化硅粒子的添加量以外,通过与上述实施例1相同的方法和条件,获得实施例2~7的布线基板1。

[0061] 需要说明的是,在实施例2~7中,在导体膏的制作工序中,相对于铜粉末100质量份,分别为0.3质量份、0.5质量份、1质量份、1.5质量份、2质量份、3质量份。

[0062] <实施例8>

[0063] 除了导体膏的制作工序以外,通过与上述实施例1相同的方法和条件,获得实施例8的布线基板1。需要说明的是,在实施例8中,作为导体层的原料,准备了平均粒径为2 μm 的铜粉末(纯度99.9(wt%))和平均粒径为2 μm 的硼硅酸玻璃粉末。相对于铜粉末100质量份,玻璃粉末的添加量为6质量份。

[0064] 另外,作为有机粘合剂,使用了甲基丙烯酸异丁基酯树脂、丁基卡必醇乙酸酯以及邻苯二甲酸二丁酯的混合溶剂。以相对于铜粉末100质量份为5质量份的比例加入甲基丙烯酸异丁基酯树脂,再加入丁基卡必醇乙酸酯、邻苯二甲酸二丁酯的混合溶剂来制备含有铜粉末和玻璃粉末的导体膏。

[0065] <各种评价>

[0066] 然后,切割上述得到的实施例1~8的布线基板1,对该切割面进行镜面研磨,用扫描型电子显微镜观察截面。图3是表示实施例1的导体层20的SEM观察照片的图。

[0067] 如图3所示,在本实施方式中,在彼此相邻的铜的微晶21之间(即,微晶21的表面)观察到二氧化硅粒子22。在所有试样中,除了空隙的部分以外,制成的布线基板1的导体层20中包含的金属(铜)的体积比例均为90%以上且98%以下。

[0068] 另外,使用上述得到的SEM观察照片,分别测定了实施例1~8中的导体层20的轮廓20a的长度L1相对于平面方向的直线长度L0的比例L1/L0。

[0069] 具体而言,首先,对于截面照片中拍摄到的导体层20,在一个轮廓20a的两端标注A点和B点,在该A点与B点之间绘制直线,将该直线的长度设为L0。然后,使用图像处理装置求出从A点到B点的轮廓20a的长度,将该长度作为L1。最后,作为两者的长度的比,求出L1/L0。

[0070] 另外,使用上述得到的SEM观察照片,分别测定了实施例1~8中的二氧化硅粒子22的面积比例。具体而言,首先,对于截面照片中拍摄到的导体层20,对于其厚度的1/10~1/2的长度的正方形的范围,指定了复数个部位。例如,对于该正方形的范围,以在导体层20延伸的方向(平面方向)上连续排列的方式指定了8~10个部位。

[0071] 然后,将由该正方形划分的区域中的金属部分(与微晶21对应)的面积设为A0。另外,将图3所示的黑色状的部位(与二氧化硅粒子22对应)的面积设为A1。

[0072] 并且,将两者的面积比A1/A0作为一个正方形区域中的二氧化硅粒子22的面积比例。最后,将复数个正方形区域中的二氧化硅粒子22的面积比例的平均值作为该试样的二氧化硅粒子22的面积比例。

[0073] 另外,分别测定了上述得到的实施例1~8的布线基板1的界面电导率。界面电导率

通过以下所示的介电质圆柱共振器法测定。另外,作为测定用的试样,使用了直径为50mm且在两面的几乎整个面上形成了导体层20的试样。

[0074] 利用了介电质圆柱共振器法的界面电导率的测定方法是将内部形成有上述导体的绝缘层以成为规定的关系的方式安装于由相对介电常数、介电损耗已知的电介质材料构成的介电质圆柱的两个端面或一个端面来形成介电质共振器(dielectric resonator),从而测定导体与绝缘层的界面、即导体界面处的电导率的方法。

[0075] 该测定方法的原理是,构成在具有规定的尺寸比(高度 h /直径 d)的介电质圆柱的两个端面平行地设置并夹持边缘效应能够忽略的程度的足够大的导体板(通常为具有介电质圆柱的直径 d 的3倍左右的直径 D 的导体板)而成的电磁场共振器时,在TE_{0mn}共振模式(以下,称为TE_{0mn}模式)下流过导体板的高频电流仅分布在短路面、即电介质与导体的相对面。

[0076] 在介电质共振器中,利用在TE_{0mn}模式($m=1,2,3,\dots,n=1,2,3,\dots$)下流过导体的高频电流仅分布在导体与介电质圆柱接触的电介质基板的界面,能够根据测定的TE_{0mn}模式($m=1,2,3,\dots,n=1,2,3,\dots$)的共振频率 f_0 和无负荷 Q 、 Q_u 算出界面电导率。界面电导率在频率10GHz条件下测定。

[0077] 另外,分别对上述得到的实施例1~8的布线基板1中的导体剥离的有无进行了评价。作为评价用试样,使用了分别将绝缘层10重叠于一边为10mm~50mm的导体层20的两面而成的试样。

[0078] 另外,对于导体剥离的评价,首先,将评价用试样在一个方向的约1/2的长度的位置处切割,观察了该截面中的绝缘层10与导体层20的界面两者。并且,在一处观察到剥离的部分的情况下,判定为“有剥离”,在所有界面处没有观察到剥离的部分的情况下,判定为“无剥离”。

[0079] 需要说明的是,在上述的判定中,“有剥离”的状态是绝缘层10与导体层20之间分开0.1mm以上的区域的长度为1mm以上的情况。

[0080] 此处,对于实施例1~8,将导体层20中的二氧化硅粒子和玻璃粉末的添加量、导体层20中的 $L1/L0$ 的值、导体层20中的二氧化硅粒子的面积比例、频率10GHz条件下的界面电导率的测定结果以及导体剥离的有无的评价结果示于表1。需要说明的是,频率10GHz条件下的界面电导率的测定结果是以直流中的界面电导率为100%时的相对值。

[0081] 表1

	导体层				界面电导率 (10GHz) (%)	导体剥离的有 无
	二氧化硅粒子添加量 (质量份)	玻璃添加量 (质量份)	L1/L0	二氧化硅粒子面积 比例 (%)		
实施例1	0.1	0	1.04	0.002	90	有
实施例2	0.3	0	1.04	0.005	90	无
实施例3	0.5	0	1.05	0.011	89	无
实施例4	1	0	1.08	0.024	88	无
实施例5	1.5	0	1.11	0.033	86	无
实施例6	2	0	1.14	0.042	82	无
实施例7	3	0	1.40	0.067	60	无
实施例8	0	6	1.18	0	75	无

[0082] 如表1所示,可知通过将导体层20中的L1/L0的值设为1.04~1.40的范围,能够提高导体层20的界面电导率。另外,可知通过将导体层20中的L1/L0的值设为1.04~1.18的范围,能够进一步提高导体层20的界面电导率。

[0084] 另外,可知通过将导体层20中的L1/L0的值设为1.04~1.14的范围,能够进一步提高导体层20的界面电导率。另外,可知通过将导体层20中的L1/L0的值设为1.04~1.11的范围,能够更进一步提高导体层20的界面电导率。

[0085] 需要说明的是,虽然在表1中没有示出,但在具有由环氧树脂等树脂构成的绝缘层和由铜箔构成的导体层的布线基板(所谓的印刷基板)中,由于树脂(绝缘层)与铜箔(导体层)之间的密合性低,因此,通过增大导体层的轮廓的凹凸来产生锚固效应,最终能够确保密合性。

[0086] 因此,在该印刷基板中,导体层中的L1/L0的值为2以上。另外,在该印刷基板中,由于导体层的轮廓的凹凸大,因此,导体层的界面电导率会降低。

[0087] 另外,如果用其他的表述来表示表1的结果,则可知根据使用二氧化硅粒子22的添加量相对于铜粉末100质量份为0.1质量份~3质量份的导体膏制成的试样(实施例1~7),能够提高导体层20的界面电导率。另外,可知根据使用二氧化硅粒子22的添加量为0.3质量份~3质量份的导体膏制成的试样(实施例2~7),能够降低导体层20的导体剥离。

[0088] 另外,根据使用二氧化硅粒子22的添加量相对于铜粉末100质量份为0.3质量份~2质量份的导体膏制成的试样(实施例2~实施例6),能够进一步提高导体层20的界面电导率,并且能够降低导体层20的导体剥离。

[0089] 另外,根据使用二氧化硅粒子22的添加量相对于铜粉末100质量份为0.3质量份~1.5质量份的导体膏制成的试样(实施例2~实施例5),能够更进一步提高导体层20的界面电导率,并且能够降低导体层20的导体剥离。

[0090] 另外,如表1所示,可知通过将导体层20中的二氧化硅粒子22的面积比例设为0.002%~0.067%的范围,能够提高导体层20的界面电导率。另外,可知通过将导体层20中的二氧化硅粒子22的面积比例设为0.005%~0.067%的范围,能够降低导体层20的导体剥离。

[0091] 另外,可知通过将导体层20中的二氧化硅粒子22的面积比例设为0.005%~

0.042%的范围,能够进一步提高导体层20的界面电导率,并且能够降低导体层20的导体剥离。

[0092] 另外,可知通过将导体层20中的二氧化硅粒子22的面积比例设为0.005%~0.033%的范围,能够更进一步提高导体层20的界面电导率,并且能够降低导体层20的导体剥离。

[0093] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但是本发明不限于上述实施方式,在不脱离其主旨的范围内,能够进行各种变更。例如,在上述实施方式中,示出了在作为导体层20的原料的导电膏中加入二氧化硅粒子的微粉末的例子,但本发明不限于该例子。

[0094] 例如,也可以在导电膏中加入除二氧化硅以外的陶瓷微粉末(例如,氧化铝微粉末等)。由此,也能够获得与上述实施方式相同的效果。

[0095] 本领域技术人员能够容易地导出更多的效果和其他方面。因此,本发明的更广范围的方式不限于以上表示且描述的特定的详细情况和代表性的实施方式。因此,在不脱离由后附的权利要求书及其等同含义定义的总体发明的概念的精神或范围的情况下,能够进行各种变更。

[0096] 附图标记说明

[0097] 1:布线基板。

[0098] 10:绝缘层。

[0099] 20:导体层。

[0100] 20a:轮廓。

[0101] 21:微晶。

[0102] 22:二氧化硅粒子。

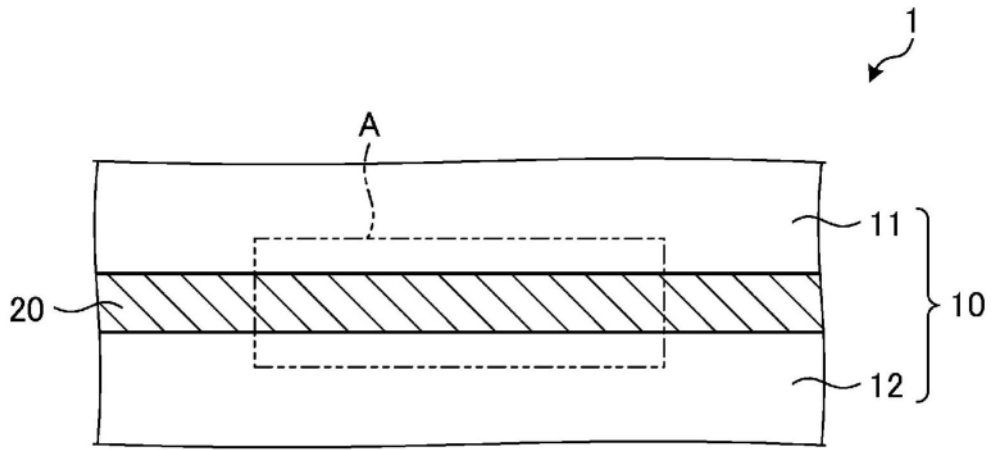


图1

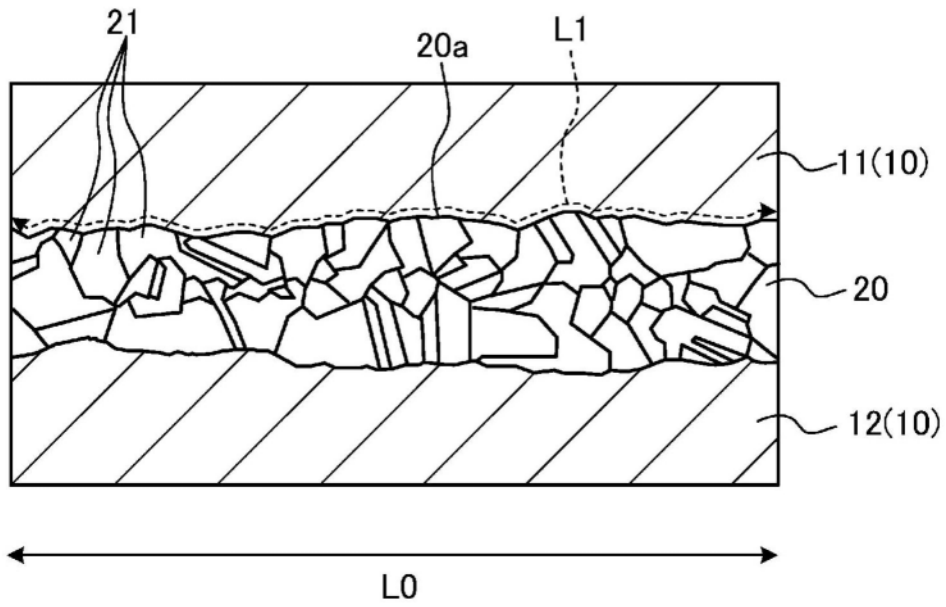


图2

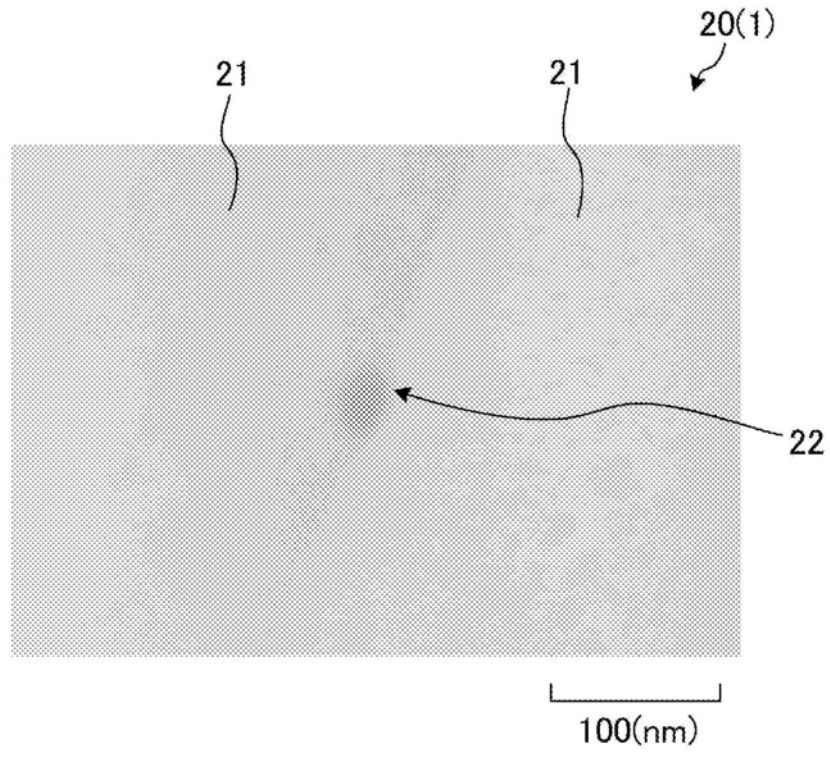


图3