



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119999341 A

(43) 申请公布日 2025. 05. 13

(21) 申请号 202380070598.9

(22) 申请日 2023.09.04

(30) 优先权数据

2022-162209 2022.10.07 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.04.01

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/032203 2023.09.04

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/075456 JA 2024.04.11

(71) 申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪

申请人 住友电工印刷电路株式会社

(72) 发明人 改森信吾 木谷聪志 上田宏

杉浦元彦 今崎瑛子

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

专利代理师 李丹

(51) Int.Cl.

H05K 1/03 (2006.01)

B32B 9/00 (2006.01)

B32B 15/08 (2006.01)

B32B 27/30 (2006.01)

H05K 3/46 (2006.01)

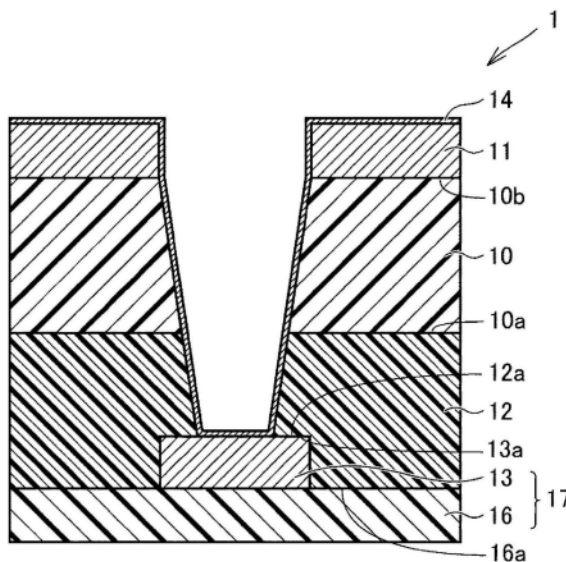
权利要求书2页 说明书27页 附图9页

(54) 发明名称

电路板及电路板的制造方法

(57) 摘要

电路板具备氟树脂层、被粘接层、以及将所述氟树脂层与所述被粘接层粘接的粘接层,所述氟树脂层包含聚四氟乙烯和第一无机填料,所述氟树脂层的所述第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下,所述粘接层包含树脂和第二无机填料,所述树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下,所述粘接层的所述第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下,形成有贯通所述氟树脂层及所述粘接层的贯通孔。



1. 一种电路基板,具备:  
氟树脂层;  
被粘接层;以及  
粘接层,将所述氟树脂层与所述被粘接层粘接,  
所述氟树脂层包含聚四氟乙烯和第一无机填料,  
所述氟树脂层的所述第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下,  
所述粘接层包含树脂和第二无机填料,  
所述树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下,  
所述粘接层的所述第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下,  
形成有贯通所述氟树脂层及所述粘接层的贯通孔。
2. 根据权利要求1所述的电路基板,  
所述第一无机填料包含二氧化硅。
3. 根据权利要求1或2所述的电路基板,  
所述第二无机填料包含二氧化硅。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的电路基板,  
所述第二无机填料包含氮化硼。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的电路基板,  
规定所述贯通孔的一部分的所述氟树脂层的内壁面、以及规定所述贯通孔的一部分的所述粘接层的内壁面中的至少一个具有凹口,所述凹口的长度小于25 $\mu\text{m}$ 。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的电路基板,  
所述粘接层在160 $^{\circ}\text{C}$ 下的弹性模量A相对于20 $^{\circ}\text{C}$ 下的弹性模量B的比例A/B为0.08以下。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的电路基板,  
所述树脂包含聚烯烃或聚苯乙烯系弹性体。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的电路基板,  
所述被粘接层包括第一金属层和第一树脂层,  
所述第一金属层设置于所述第一树脂层的与所述氟树脂层对置的面。
9. 根据权利要求1至7中任一项所述的电路基板,  
所述被粘接层包括第一金属层和第一树脂层,  
所述第一树脂层设置于所述第一金属层的与所述氟树脂层对置的面。
10. 根据权利要求8或9所述的电路基板,  
所述氟树脂层包括面向所述粘接层的第一主面、以及与所述第一主面相对的第二主面,  
所述电路基板还具备设置于所述第二主面的第二金属层。
11. 根据权利要求10所述的电路基板,  
所述电路基板还具备将所述第一金属层与所述第二金属层电连接的连接部,  
所述连接部形成于所述贯通孔。
12. 根据权利要求10或11所述的电路基板,  
在与所述第二主面垂直的方向观察时,在与所述贯通孔重叠的区域形成有所述第一金属层。

13. 根据权利要求10或11所述的电路板，  
在从与所述第一主面垂直的方向观察时，在与所述贯通孔重叠的区域形成有所述第二金属层。
14. 一种电路板的制造方法，是制造权利要求1至13中任一项所述的电路板的方法，  
具备通过将依次层叠了所述氟树脂层、所述粘接层及所述被粘接层的层叠体保持在180°C以下的温度而使所述粘接层软化，从而使所述氟树脂层与所述被粘接层粘接的工序。
15. 一种电路板的制造方法，具备：  
制备氟树脂层叠体的工序，所述氟树脂层叠体包括：氟树脂层，包括第一主面及与所述第一主面相对的第二主面；以及第二金属层，设置于所述第二主面；  
制备第一树脂层叠体的工序，所述第一树脂层叠体包括：第一树脂层，包括第三主面及与所述第三主面相对的第四主面；以及第一金属层，设置于所述第三主面；  
制备粘接层的工序；  
将所述氟树脂层叠体、所述粘接层及所述第一树脂层叠体依次层叠，以使所述第一主面与所述粘接层相接，通过将所述粘接层保持在180°C以下的温度而使所述粘接层软化，从而使所述氟树脂层叠体与所述第一树脂层叠体粘接而形成第一层叠体的工序；  
去除所述氟树脂层的至少一部分及所述粘接层的至少一部分，形成贯通所述氟树脂层和所述粘接层的贯通孔的工序；以及  
在规定所述贯通孔的一部分的所述氟树脂层的内壁面、以及规定所述贯通孔的一部分的所述粘接层的内壁面形成连接部的工序，  
所述氟树脂层包含聚四氟乙烯和第一无机填料，  
所述氟树脂层的所述第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下，  
所述粘接层包含树脂和第二无机填料，  
所述树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下，  
所述粘接层的所述第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下。
16. 根据权利要求15所述的电路板的制造方法，  
制备所述第一树脂层叠体的工序还具备通过对所述第一金属层的至少一部分进行蚀刻而在所述第一树脂层叠体形成第一电路的工序。
17. 根据权利要求15或16所述的电路板的制造方法，  
制备所述氟树脂层叠体的工序还具备通过对所述第二金属层的至少一部分进行蚀刻而在所述氟树脂层叠体形成第二电路的工序。
18. 根据权利要求15或16所述的电路板的制造方法，  
形成所述第一层叠体的工序还具备通过对所述第二金属层的至少一部分进行蚀刻而在所述氟树脂层叠体形成第二电路的工序。
19. 根据权利要求15至18中任一项所述的电路板的制造方法，  
通过激光加工形成所述贯通孔。
20. 根据权利要求15至19中任一项所述的电路板的制造方法，  
所述氟树脂层的所述内壁面及所述粘接层的所述内壁面中的至少一个具有凹口，  
所述凹口的长度小于25 $\mu\text{m}$ 。

## 电路基板及电路基板的制造方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及电路基板及电路基板的制造方法。

[0002] 本申请主张以2022年10月7日申请的日本申请第2022-162209号为基础的优先权，并引用所述日本申请所记载的所有记载内容。

### 背景技术

[0003] 为了提高印刷布线板的高频特性，研究了使用包含聚四氟乙烯等氟树脂和二氧化硅等无机填料的氟树脂层作为电介质层(专利文献1)。

[0004] 为了将对基材的金属层进行加工而形成了电路的基板(电路基板)与其他基材或其他电路基板层叠，使用接合片。例如，在将电路基板、接合片及其他基材依次层叠之后，加热到接合片软化为止。在接合片软化的状态下，对接合片进行加压而使其变形。用接合片填埋电路间，并且将电路基板与其他基材粘接(专利文献2)。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1：国际公开第2021/235276号

[0008] 专利文献2：日本特开2016-27131号公报

### 发明内容

[0009] 本公开的电路基板具备：

[0010] 氟树脂层；

[0011] 被粘接层；以及

[0012] 粘接层，将所述氟树脂层与所述被粘接层粘接，

[0013] 所述氟树脂层包含聚四氟乙烯和第一无机填料，

[0014] 所述氟树脂层的所述第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下，

[0015] 所述粘接层包含树脂和第二无机填料，

[0016] 所述树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下，

[0017] 所述粘接层的所述第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下，

[0018] 形成有贯通所述氟树脂层及所述粘接层的贯通孔。

[0019] 本公开的电路基板的制造方法是上述电路基板的制造方法，

[0020] 具备通过将依次层叠了所述氟树脂层、所述粘接层及所述被粘接层的层叠体保持在180°C以下的温度而使所述粘接层软化，从而使所述氟树脂层与所述被粘接层粘接的工序。

[0021] 本公开的电路基板的制造方法具备：

[0022] 制备氟树脂层叠体的工序，所述氟树脂层叠体包括：氟树脂层，包括第一主面及与所述第一主面相对的第二主面；以及第二金属层，设置于所述第二主面，由金属构成；

[0023] 制备第一树脂层叠体的工序，所述第一树脂层叠体包括：第一树脂层，包括第三主

面及与所述第三主面相对的第四主面;以及第一金属层,设置于所述第三主面;

[0024] 制备粘接层的工序;

[0025] 将所述氟树脂层叠体、所述粘接层及所述第一树脂层叠体依次层叠,以使所述第一主面与所述粘接层相接,通过将所述粘接层保持在180°C以下的温度而使所述粘接层软化,从而使所述氟树脂层叠体与所述第一树脂层叠体粘接而形成第一层叠体的工序;

[0026] 去除所述氟树脂层的至少一部分及所述粘接层的至少一部分,形成贯通所述氟树脂层和所述粘接层的贯通孔的工序;以及

[0027] 在规定所述贯通孔的一部分的所述氟树脂层的内壁面、以及规定所述贯通孔的一部分的所述粘接层的内壁面形成连接部的工序,

[0028] 所述氟树脂层包含聚四氟乙烯和第一无机填料,

[0029] 所述氟树脂层的所述第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下,

[0030] 所述粘接层包含树脂和第二无机填料,

[0031] 所述树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下,

[0032] 所述粘接层的所述第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下。

### 附图说明

[0033] 图1是实施方式1所涉及的电路基板的示意性截面图。

[0034] 图2A是说明实施方式2所涉及的电路基板的制造方法的图。

[0035] 图2B是说明实施方式2所涉及的电路基板的制造方法的图。

[0036] 图2C是说明实施方式2所涉及的电路基板的制造方法的图。

[0037] 图3是实施方式3所涉及的电路基板的示意性截面图。

[0038] 图4A是说明实施方式3所涉及的电路基板的制造方法的图。

[0039] 图4B是说明实施方式3所涉及的电路基板的制造方法的图。

[0040] 图4C是说明实施方式3所涉及的电路基板的制造方法的图。

[0041] 图5是实施方式4所涉及的电路基板的示意性截面图。

[0042] 图6是实施方式5所涉及的电路基板的示意性截面图。

[0043] 图7A是说明实施方式5所涉及的电路基板的制造方法的图。

[0044] 图7B是说明实施方式5所涉及的电路基板的制造方法的图。

[0045] 图8是说明凹口的图。

[0046] 图9是用于说明凹口的长度的测定方法的图。

### 具体实施方式

[0047] [本公开要解决的技术问题]

[0048] 近年来,信息通信量增大。例如,在IC卡、手机终端等设备中,微波、毫米波等高频区域中的通信变得盛行。因此,要求高频特性优异的印刷布线板、例如高频区域中的传输损耗小的印刷布线板。作为用于制造这样的高频印刷布线板的基材,一般使用在电介质层上层叠了金属层(例如,铜箔)的层叠体。

[0049] 软化温度低的接合片能够通过通用的压力机来粘接,生产率优异。但是,本发明人发现了在通过激光加工形成用于通孔的贯通孔的情况下,使用软化温度低的接合片制作的

层叠体容易产生凹口这一技术问题。

[0050] 参照图8对凹口进行说明。电路板1具备以聚丙烯为主要成分的粘接层12(相当于接合片)。从氟树脂层10至第一金属层13,在通过激光加工形成贯通氟树脂层10和粘接层12的贯通孔的情况下,在氟树脂层10与粘接层12的界面附近产生凹口25。氟树脂层10及粘接层12的内壁面被进行了镀敷处理,形成通孔。但是,凹口25的部分难以被镀敷。因此,在通孔中产生镀敷不充分的部分,电路板的可靠性容易下降。

[0051] 本公开的目的在于提供氟树脂层与被粘接层通过低温下的冲压而粘接的电路板。另外,本公开的目的在于提供在形成有贯通氟树脂层和粘接层的贯通孔的情况下,抑制了在氟树脂层与粘接层的界面附近的凹口的产生的电路板。

[0052] [本公开的效果]

[0053] 根据本公开,能够提供氟树脂层与被粘接层通过低温下的冲压而粘接的电路板。另外,本公开能够提供在形成有贯通氟树脂层和粘接层的贯通孔的情况下,抑制了在氟树脂层与粘接层的界面附近的凹口的产生的电路板。

[0054] [本公开的实施方式的说明]

[0055] 首先,列出本公开的实施方式进行说明。

[0056] (1)本公开的电路板具备:

[0057] 氟树脂层;

[0058] 被粘接层;以及

[0059] 粘接层,将所述氟树脂层与所述被粘接层粘接,

[0060] 所述氟树脂层包含聚四氟乙烯和第一无机填料,

[0061] 所述氟树脂层的所述第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下,

[0062] 所述粘接层包含树脂和第二无机填料,

[0063] 所述树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下,

[0064] 所述粘接层的所述第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下,

[0065] 形成有贯通所述氟树脂层及所述粘接层的贯通孔。

[0066] 根据本公开,能够提供氟树脂层与被粘接层通过低温下的冲压而粘接的电路板。另外,根据本公开,能够提供在形成有贯通氟树脂层和粘接层的贯通孔的情况下,也抑制了在氟树脂层与粘接层的界面附近的凹口的产生的电路板。在本公开中,“低温”是指180°C以下的温度。

[0067] (2)在上述(1)中,所述第一无机填料也可以包含二氧化硅。由此,能够降低氟树脂层的热膨胀率。在此,氟树脂层的热膨胀率是氟树脂层的厚度方向的线膨胀率(沿与氟树脂层的层面垂直的轴的长度的热膨胀率)。

[0068] (3)在上述(1)或(2)中,所述第二无机填料也可以包含二氧化硅。由此,能够进一步抑制凹口的产生。

[0069] (4)在上述(1)至(3)中的任一项中,所述第二无机填料也可以包含氮化硼。由此,能够进一步抑制凹口的产生。

[0070] (5)在上述(1)至(4)中的任一项中,也可以是,规定所述贯通孔的一部分的所述氟树脂层的内壁面、以及规定所述贯通孔的一部分的所述粘接层的内壁面中的至少一个具有凹口,所述凹口的长度小于25 $\mu\text{m}$ 。由此,电路板的可靠性提高。

[0071] (6) 在上述 (1) 至 (5) 中的任一项中,所述粘接层在160°C下的弹性模量A相对于20°C下的弹性模量B的比例A/B也可以为0.08以下。由此,氟树脂层与金属层的低温下的粘接性提高。

[0072] (7) 在上述 (1) 至 (6) 中的任一项中,所述树脂也可以包含聚烯烃或聚苯乙烯系弹性体。由此,氟树脂层与金属层的低温下的粘接性提高。

[0073] (8) 在上述 (1) 至 (7) 中的任一项中,也可以是,所述被粘接层包括第一金属层和第一树脂层,所述第一金属层设置于所述第一树脂层的与所述氟树脂层对置的面。

[0074] 由此,能够在第一金属层形成电路。

[0075] (9) 在上述 (1) 至 (7) 中的任一项中,也可以是,所述被粘接层包括第一金属层和第一树脂层,所述第一树脂层设置于所述第一金属层的与所述氟树脂层对置的面。由此,能够在第一金属层形成电路。

[0076] (10) 在上述 (8) 或 (9) 中,所述氟树脂层包括面向所述粘接层的第一主面、以及与所述第一主面相对的第二主面,

[0077] 所述电路板也可以还具备设置于所述第二主面的第二金属层。

[0078] 由此,能够在第二金属层形成电路。

[0079] (11) 在上述 (10) 中,也可以是,还具备将所述第一金属层与所述第二金属层电连接的连接部,

[0080] 所述连接部形成于所述贯通孔。

[0081] 由此,能够将第一金属层与第二金属层电连接。

[0082] (12) 在上述 (10) 或 (11) 中,也可以在从与所述第二主面垂直的方向观察时,在与所述贯通孔重叠的区域形成有所述第一金属层。由此,能够高精度地规定连接部的形状。

[0083] (13) 在上述 (10) 或 (11) 中,也可以在从与所述第一主面垂直的方向观察时,在与所述贯通孔重叠的区域形成有所述第二金属层。由此,能够高精度地规定连接部的形状。

[0084] (14) 本公开的电路板的制造方法是制造上述 (1) 至 (13) 中任一项所记载的电路板的方法,

[0085] 具备通过将依次层叠了所述氟树脂层、所述粘接层及所述被粘接层的层叠体保持在180°C以下的温度而使所述粘接层软化,从而使所述氟树脂层与所述被粘接层粘接的工序。

[0086] 根据本公开,能够提供氟树脂层与被粘接层通过低温下的冲压而粘接的电路板。另外,根据本公开,能够提供在形成有贯通氟树脂层和粘接层的贯通孔的情况下,也抑制了在氟树脂层与粘接层的界面附近的凹口的产生的电路板。

[0087] (15) 本公开的电路板的制造方法具备:

[0088] 制备氟树脂层叠体的工序,所述氟树脂层叠体包括:氟树脂层,包括第一主面及与所述第一主面相对的第二主面;以及第二金属层,设置于所述第二主面;

[0089] 制备第一树脂层叠体的工序,所述第一树脂层叠体包括:第一树脂层,包括第三主面及与所述第三主面相对的第四主面;以及第一金属层,设置于所述第三主面;

[0090] 制备粘接层的工序;

[0091] 将所述氟树脂层叠体、所述粘接层及所述第一树脂层叠体依次层叠,以使所述第一主面与所述粘接层相接,通过将所述粘接层保持在180°C以下的温度而使所述粘接层软

化,从而使所述氟树脂层叠体与所述第一树脂层叠体粘接而形成第一层叠体的工序;

[0092] 去除所述氟树脂层的至少一部分及所述粘接层的至少一部分,形成贯通所述氟树脂层和所述粘接层的贯通孔的工序;以及

[0093] 在规定所述贯通孔的一部分的所述氟树脂层的内壁面、以及规定所述贯通孔的一部分的所述粘接层的内壁面形成连接部的工序,

[0094] 所述氟树脂层包含聚四氟乙烯和第一无机填料,

[0095] 所述氟树脂层的所述第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下,

[0096] 所述粘接层包含树脂和第二无机填料,

[0097] 所述树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下,

[0098] 所述粘接层的所述第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下。

[0099] 根据本公开,能够提供氟树脂层与被粘接层通过低温下的冲压而粘接的电路板。另外,根据本公开,能够提供在形成有贯通氟树脂层和粘接层的贯通孔的情况下,也抑制了在氟树脂层与粘接层的界面附近的凹口的产生的电路板。

[0100] (16)在上述(15)中,制备所述第一树脂层叠体的工序也可以还具备通过对所述第一金属层的至少一部分进行蚀刻而在所述第一树脂层叠体形成第一电路的工序。由此,能够将第一电路埋入粘接层。

[0101] (17)在上述(15)或(16)中,制备所述氟树脂层叠体的工序也可以还具备通过对所述第二金属层的至少一部分进行蚀刻而在所述氟树脂层叠体形成第二电路的工序。由此,可通过第二电路的形成来提高电路板的布线密度。

[0102] (18)在上述(15)或(16)中,形成所述第一层叠体的工序也可以还具备通过对所述第二金属层的至少一部分进行蚀刻而在所述氟树脂层叠体形成第二电路的工序。由此,可通过第二电路的形成来提高电路板的布线密度。

[0103] (19)在上述(15)至(18)中的任一项中,也可以通过激光加工来形成所述贯通孔。由此,能够高精度地形成贯通孔。

[0104] (20)在上述(15)至(19)中的任一项中,也可以是,所述氟树脂层的所述内壁面及所述粘接层的所述内壁面中的至少一个具有凹口,

[0105] 所述凹口的长度小于 $25\mu\text{m}$ 。由此,电路板的可靠性提高。

[0106] [本公开的实施方式的详情]

[0107] 以下,参照附图对本公开的电路板及其制造方法进行说明。在本公开的附图中,相同的附图标记表示相同部分或相当部分。为了附图的清晰化和简化,长度、宽度、厚度、深度等的尺寸关系适当地变更,未必表示实际的尺寸关系。

[0108] 在本公开中,“A至B”(A和B是数值)的表述是指从上限到下限的范围(A以上且B以下)。在A没有单位的记载、仅B记载了单位的情况下,A的单位与B的单位相同。

[0109] 在本公开中,用化学式表示化合物,在不限定原子比的情况下,该化合物包含现有公知的所有原子比的化合物,并不限定于化学计量范围的化合物。

[0110] 在本公开中,在数值范围的下限及上限分别为一个以上的数值的情况下,公开了作为下限而记载的任意一个数值和作为上限而记载的任意一个数值的组合。例如,在作为下限而记载了a1、b1、c1、作为上限而记载了a2、b2、c2的情况下,公开了a1以上且a2以下、a1以上且b2以下、a1以上且c2以下、b1以上且a2以下、b1以上且b2以下、b1以上且c2以下、c1以

上且a2以下、c1以上且b2以下、c1以上且c2以下。

[0111] [实施方式1:电路板(1)]

[0112] 使用图1对本公开的一实施方式(以下,也记为“实施方式1”)的电路板及其制造方法进行说明。实施方式1的电路板1具备氟树脂层10、被粘接层17、以及将氟树脂层10与被粘接层17粘接的粘接层12。氟树脂层10包含聚四氟乙烯和第一无机填料。氟树脂层10的第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下。粘接层12包含树脂和第二无机填料。树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下。粘接层12的第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下。在电路板1上形成有贯通氟树脂层10及粘接层12的贯通孔。

[0113] 实施方式1的电路板1是氟树脂层10与被粘接层17通过低温下的冲压而由粘接层12粘接的电路板。在电路板1中,即使在形成贯通氟树脂层10和粘接层12的贯通孔的情况下,也可抑制在氟树脂层10与粘接层12的界面附近的凹口的产生。因此,实施方式1的电路板1能够具有优异的可靠性。

[0114] 在本公开中,电路板并不限于对基材的金属层进行加工而形成了电路的基板。本公开的电路板包括使用接合片在电路板上粘接基材或其他电路板而形成的层叠体、以及设置有通孔等连接孔的层叠体。

[0115] <结构>

[0116] 如图1所示,实施方式1的电路板1具备氟树脂层10、被粘接层17、以及将氟树脂层10与被粘接层17粘接的粘接层12。氟树脂层10包括面向粘接层12的第一主面10a、以及与第一主面10a相对的第二主面10b。被粘接层17包括第一树脂层16、以及设置于第一树脂层16的表面的一部分上的第一金属层13。第一树脂层16也可以是除了树脂层之外还包括金属层、玻璃布层或无纺布层等层的层叠体。树脂层也可以包含无机填料。如图1所示,第一主面10a也可以靠近粘接层12。

[0117] 第一金属层13的第1A面13a是与第一金属层13的与第一树脂层16相接的面相对的面。粘接层12的第1B面12a是与粘接层12的与氟树脂层10相接的面相对的面。第1A面13a与第1B面12a相接。第一金属层13的至少一部分埋入粘接层12。第一树脂层16的第三主面16a是与第一金属层13对置的面。第三主面16a的未设置有第一金属层13的区域与粘接层12相接。

[0118] 电路板1还具备设置于氟树脂层10的第二主面10b上的第二金属层11。第二金属层11由金属构成。氟树脂层10与第二金属层11也可以相接。也可以在氟树脂层10与第二金属层11之间配置粘接薄膜(未图示),将氟树脂层10与第二金属层11粘接。

[0119] 电路板1还具备连接部14。连接部14由金属构成,将第一金属层13与第二金属层11电连接。在电路板1上形成贯通氟树脂层10及粘接层12的贯通孔。即,氟树脂层10及粘接层12具有贯通氟树脂层10及粘接层12的贯通孔。连接部14形成于贯通孔。更具体而言,连接部14形成于规定贯通孔的一部分的氟树脂层10的内壁面、以及规定粘接层12的一部分的内壁面。第一金属层13规定贯通孔的底面,在该底面也形成连接部14。

[0120] 在从与第二主面10b垂直的方向观察电路板1的情况下,在与贯通孔重叠的区域未形成第二金属层11。第二金属层11具有与贯通孔相连的开口。在从与第二主面10b垂直的方向观察电路板1的情况下,在与贯通孔重叠的区域形成有第一金属层13。第一金属层13是堵住贯通孔的孔底。

[0121] 从第一金属层13朝向第二金属层11,贯通孔的截面积连续地增加。在本公开中,贯通孔的截面积是在与从第一金属层13朝向第二金属层11的方向垂直的截面观察的情况下的截面积。

[0122] <氟树脂层>

[0123] 在实施方式1中,氟树脂层包含聚四氟乙烯和第一无机填料。聚四氟乙烯的介电常数及介电损耗角正切小。因此,使用氟树脂层作为绝缘层的电路板的高频特性良好。

[0124] 在实施方式1中,氟树脂层的第一无机填料的体积基准的含有率为50体积%以上且66体积%以下。由此,由于氟树脂层的热膨胀率小,因此尺寸稳定性优异。另外,设置于氟树脂层的内壁面的连接部的电连接可靠性优异。从减小热膨胀率的观点出发,氟树脂层的第一无机填料的含有率的下限为50体积%,也可以为60体积,还可以为63体积%。如果氟树脂层的第一无机填料的含有率为50体积%以上,则氟树脂层的热膨胀率变小,如果含有率为60体积%以上,则热膨胀率变得更小,如果为63体积%以上,则热膨胀率进一步变小。氟树脂层的第一无机填料的含有率的上限为66体积%,也可以为65体积%。如果氟树脂层的第一无机填料的含有率为66体积%以下,则连接部的电连接稳定性优异,如果含有率为65体积%以下,则热膨胀率、连接部的电连接稳定性更加优异。氟树脂层的第一无机填料的含有率可以为60体积%以上且66体积%以下,也可以为63体积%以上且65体积%以下。

[0125] 在本公开中,氟树脂层的第一无机填料的体积基准的含有率的测定方法如下。通过氩离子研磨将电路板切断,使氟树脂层的截面露出。该截面设为与电路板的层叠面垂直的平面或平行的平面。如果截面为与电路板的层叠面平行的平面,则截面的面积容易变大。如果截面为与层叠面垂直的平面,则容易形成截面。使用高分辨率的扫描电子显微镜(SEM)(日立高新技术公司制SU8020)在低加速电压下以1万倍观察氟树脂层的截面,得到SEM图像。在SEM图像中设置 $8\mu\text{m} \times 12\mu\text{m}$ 的矩形的测定区域。在该测定区域中,测定第一无机填料所占的面积基准的含有率(面积百分比)。面积百分比的测定是通过多值化图像解析处理软件提取第一无机填料的部分来进行的。对于30个不同的测定区域,测定第一无机填料的面积百分比,并计算面积百分比的平均值。接着,对于将尚未测定面积百分比的新的10个测定区域追加到已经测定了面积百分比的测定区域而得到的合计40个测定区域,计算第一无机填料的面积百分比的平均值。如果追加10个测定区域前的面积百分比的平均值与追加10个测定区域后的测定区域的面积百分比的平均值的差异为1%以内,则将追加后的测定区域的面积百分比的平均值设为氟树脂层的第一无机填料的体积基准的含有率。在差异比1%大的情况下,追加尚未测定面积百分比的10个测定区域,并计算追加后的测定区域的面积百分比的平均值。重复该作业,直到测定区域追加前后的差异为1%以内。将测定区域的追加前后的差异为1%以内的情况下的面积百分比的平均值设为氟树脂层的第一无机填料的体积基准的含有率。

[0126] 在实施方式1中,氟树脂层的第一无机填料的质量基准的含有率也可以为50质量%以上且67质量%以下。由此,由于氟树脂层的热膨胀率变小,因此尺寸稳定性优异。另外,设置于氟树脂层的内壁面的连接部的电连接可靠性优异。从减小热膨胀率的观点出发,氟树脂层的第一无机填料的含有率的下限可以为50质量%,也可以为60质量%,还可以为63质量%。如果氟树脂层的第一无机填料的含有率为50质量%以上,则氟树脂层的热膨胀率变小,如果含有率为60质量%以上,则热膨胀率变得更小,如果为63质量%以上,则热膨

胀率进一步变小。氟树脂层的第一无机填料的含有率的上限可以为67质量%，也可以为66质量%。如果氟树脂层的第一无机填料的含有率为67质量%以下，则连接部的电连接稳定性优异，如果含有率为67质量%以下，则连接部的电连接稳定性更加优异。氟树脂层的第一无机填料的含有率可以为50质量%以上且67质量%以下，也可以为60质量%以上且66质量%以下，进而还可以为63质量%以上且65质量%以下。

[0127] 在本公开中，氟树脂层的第一无机填料的质量基准的含有率的测定方法如下。利用差热重同时测定装置(TG-DSC)，在氮气气氛下对氟树脂层进行加热，以20°C/min将氟树脂层的温度从30°C提高至700°C。测定氟树脂层的初始重量和加热后的回收物的回收重量。将回收重量相对于初始重量的比率设为氟树脂层的第一无机填料的质量基准的含有率。

[0128] 第一无机填料可以是非金属无机填料，也可以包含二氧化硅。二氧化硅低价且容易获得。另外，二氧化硅的介电损耗角正切比其他多种无机填料的介电损耗角正切小。由于二氧化硅的介电常数接近于氟树脂的介电常数，因此即使第一无机填料包含大量二氧化硅，第一无机填料的介电常数也不会大幅变化。从降低氟树脂层的介电损耗角正切下降的观点出发，第一无机填料的二氧化硅的含有率可以为80质量%以上，也可以为90质量%以上，还可以为92质量%以上。第一无机填料的二氧化硅的含有率的上限也可以为100质量%。从抑制氟树脂层的介电损耗角正切下降的观点出发，第一无机填料的二氧化硅的含有率可以为80质量%以上且100质量%以下，也可以为90质量%以上且100质量%以下，还可以为92质量%以上且100质量%以下。

[0129] 在本公开中，氟树脂层中的第一无机填料的二氧化硅的质量基准的含有率的测定方法如下。首先，测定在上述说明的测定氟树脂层的第一无机填料的质量基准的含有率的方法中得到的回收物的回收重量。使用回收物，通过高频电感耦合等离子体(ICP)分析法测定回收物中的硅(Si)的含有率。假设二氧化硅为SiO<sub>2</sub>的组成，根据硅的含有率计算回收物中的二氧化硅的含有率。该含有率是氟树脂层中的第一无机填料的二氧化硅的质量基准的含有率。

[0130] 第一无机填料中的二氧化硅可以是天然品，也可以是合成品。第一无机填料中的二氧化硅可以为结晶性，也可以为非结晶性。第一无机填料中的二氧化硅可以是基于干式制法的二氧化硅，也可以是基于湿式法的二氧化硅。从获得的容易性和品质的观点出发，第一无机填料中的二氧化硅也可以是基于干式制法的合成二氧化硅。

[0131] 第一无机填料中的二氧化硅也可以包含球状二氧化硅。由此，在电路基板的制造工序中，开孔加工等的加工性变得良好。二氧化硅的球状二氧化硅的含有率可以为80质量%以上且100质量%以下，也可以为90质量%以上且100质量%以下，还可以为95质量%以上且100质量%以下。如果二氧化硅的球状二氧化硅的含有率为80质量%以上且100质量%以下，则电路基板的加工性变得良好，如果为90质量%以上且100质量%以下，则电路基板的加工性变得更加良好，如果为95质量%以上且100质量%以下，则电路基板的加工性进一步变得良好。在本公开中，球状二氧化硅是指球形度为0.80以上的二氧化硅。

[0132] 球状二氧化硅的平均粒径也可以为0.2μm以上且7.0μm以下。由此，氟树脂层的断裂伸长率大，机械强度优异，切断、穿孔等的加工性优异。从断裂伸长率等机械强度的观点出发，球状二氧化硅的平均粒径的下限可以为0.2μm，也可以为0.5μm，还可以为1.0μm。如果

球状二氧化硅的平均粒径为 $0.2\mu\text{m}$ 以上,则机械强度优异,如果为 $0.5\mu\text{m}$ 以上,则氟树脂层的机械强度更加优异,如果为 $1.0\mu\text{m}$ 以上,则氟树脂层的机械强度进一步优异。从切断、穿孔等的加工性的观点出发,球状二氧化硅的平均粒径的上限可以为 $7.0\mu\text{m}$ ,也可以为 $5.0\mu\text{m}$ ,还可以为 $3.0\mu\text{m}$ 。如果球状二氧化硅的平均粒径为 $7.0\mu\text{m}$ 以下,则氟树脂层的加工性优异,如果为 $5.0\mu\text{m}$ 以下,则氟树脂层的加工性更加优异,如果为 $3.0\mu\text{m}$ 以下,则氟树脂层的加工性进一步优异。球状二氧化硅的平均粒径可以为 $0.2\mu\text{m}$ 以上且 $7.0\mu\text{m}$ 以下,也可以为 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $5.0\mu\text{m}$ 以下,还可以为 $1.0\mu\text{m}$ 以上且 $3.0\mu\text{m}$ 以下。

[0133] 在本公开中,球状二氧化硅的平均粒径是一次粒子的平均粒径。平均粒径用体积粒度分布的众数粒径表示。在本公开中,氟树脂层中的球状二氧化硅的平均粒径的测定方法如下。利用差热重同时测定装置(TG-DSC),在氮气气氛下对氟树脂层进行加热,以 $20^\circ\text{C}/\text{min}$ 将氟树脂层的温度从 $30^\circ\text{C}$ 提高至 $700^\circ\text{C}$ ,得到回收物。回收物包含二氧化硅。通过SEM观察回收物。随机地选定100个二氧化硅,测定粒径并求出粒度分布,从而计算平均粒径。

[0134] 第一无机填料也可以包含氧化钛。由于氧化钛的介电常数大,因此通过向第一无机填料添加少量的氧化钛,能够调整氟树脂层的介电常数。第一无机填料的氧化钛的含有率可以为1质量%以上,也可以为2质量%以上。第一无机填料的氧化钛的含有率的上限可以为20质量%,也可以为10质量%。第一无机填料的氧化钛的含有率可以为1质量%以上且20质量%以下,也可以为2质量%以上且10质量%以下。

[0135] 氟树脂层中的第一无机填料的氧化钛的质量基准的含有率的测定方法如下。首先,测定在上述说明的测定氟树脂层的第一无机填料的质量基准的含有率的方法中得到的回收物的回收重量。使用回收物,通过ICP分析法测定回收物中的钛(Ti)的含有率。假设氧化钛为 $\text{TiO}_2$ 的组成,根据钛的含有率计算回收物中的氧化钛的含有率。该含有率是第一无机填料的氧化钛的质量基准的含有率。

[0136] 第一无机填料能够包含二氧化硅及氧化钛两者。由此,由于氧化钛的介电常数具有与二氧化硅的介电常数相反的温度变化特性,因此能够改善介电常数的温度稳定性。

[0137] 只要不损害本公开的效果,则第一无机填料能够包含二氧化硅及氧化钛以外的非金属无机填料(以下,也记为“其他无机填料”)。一般而言,由于无机填料的热膨胀率小,因此在第一无机填料包含二氧化硅及氧化钛以外的其他无机填料的情况下,根据其含量,能够减少二氧化硅或氧化钛的含量。作为其他无机填料,例如可列举氧化铝、氧化镁、氧化钙、滑石、硫酸钡、氮化硼、氧化锌、钛酸钾、玻璃及云母。可以使用这些无机填料中的一种,也可以使用两种以上。

[0138] 氟树脂层能够由聚四氟乙烯、第一无机填料及不可避免的杂质构成。氟树脂层也可以含有聚四氟乙烯以外的树脂(其他氟树脂)。即,氟树脂层能够由聚四氟乙烯、第一无机填料、其他氟树脂及不可避免的杂质构成。在这种情况下,其他氟树脂的含有率的上限可以为10质量%,也可以为5质量%。

[0139] 只要不损害本公开的效果,则氟树脂层能够包含聚四氟乙烯及第一无机填料以外的成分。在氟树脂层中,将聚四氟乙烯、第一无机填料、其他氟树脂及不可避免的杂质、以及只要不损害本公开的效果就能够包含的成分的总和设为100%,来规定聚四氟乙烯等的含有率。

[0140] 氟树脂层也可以不包含玻璃布。在不包含玻璃布的氟树脂层中,内壁面不易产生

凹凸,在内壁面形成连接部时的电连接可靠性优异。

[0141] 氟树脂层的平均厚度的下限可以为 $20\mu\text{m}$ ,也可以为 $40\mu\text{m}$ ,还可以为 $60\mu\text{m}$ 。若平均厚度小于 $20\mu\text{m}$ ,则机械强度有可能变得不充分。另外,由于尺寸的误差对电路板的高频特性造成的影响变大,因此电路设计及电路部件的制造有可能变得困难。氟树脂层的平均厚度的上限可以为 $500\mu\text{m}$ ,也可以为 $300\mu\text{m}$ ,还可以为 $150\mu\text{m}$ 。若平均厚度超过 $500\mu\text{m}$ ,则电路板的厚度有可能变得过大。另外,在电路板要求挠性的情况下,挠性有可能不充分。氟树脂层的平均厚度可以为 $20\mu\text{m}$ 以上且 $500\mu\text{m}$ 以下,也可以为 $40\mu\text{m}$ 以上且 $300\mu\text{m}$ 以下,还可以为 $60\mu\text{m}$ 以上且 $150\mu\text{m}$ 以下。

[0142] 在本公开中,“平均厚度”是指,在沿对象物的厚度方向切断的截面中,离电路板的表面近的界面的平均线与离背面近的界面的平均线的距离。“平均线”是沿界面引出的假想线,是使由界面和该假想线划分出的峰的总面积(比假想线靠上侧的总面积)与谷的总面积(比假想线靠下侧的总面积)相等的线。将在下文叙述的各层的平均厚度也同样地定义。

[0143] 在面积为 $1\text{m}^2$ 的氟树脂层中,氟树脂层的厚度的最大值与最小值的差异(最大值-最小值)的上限可以为 $10\mu\text{m}$ ,也可以为 $5\mu\text{m}$ ,还可以为 $2\mu\text{m}$ 。如果差异为 $10\mu\text{m}$ 以下、 $5\mu\text{m}$ 以下或 $2\mu\text{m}$ 以下,则电路设计及电路部件的制造变得容易。氟树脂层的厚度的最大值和最小值使用株式会社三丰制的外侧测微仪MDH-25MB,将测定端子的端子面作为“平面”来测定。

[0144] <粘接层>

[0145] 为了减小基材的传输损耗,考虑与基材的电介质层同样地,粘接层使用氟树脂。但是,由于氟树脂的软化温度高,因此需要能够在高温下进行冲压的压力机。另外,由于升温 and 冷却需要时间,因此生产率下降。进而,将氟树脂冷却至室温、从软化状态变为硬化状态时的热收缩大,尺寸稳定性差。因此,要求主要由介电损耗角正切小的树脂构成的、能够在低温下进行粘接的粘接层。

[0146] 在实施方式1中,粘接层包含树脂和第二无机填料。实施方式1的电路板包括该粘接层与上述氟树脂层相互接触而粘合的层叠体。该电路板即使在形成有贯通氟树脂层和粘接层的贯通孔的情况下,也可抑制在氟树脂层与粘接层的界面附近产生凹口。另外,粘接层对氟树脂层及被粘接层两者具有优异的粘接力。因此,实施方式1的电路板的可靠性提高。粘接层的树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下。在粘接层的树脂中,降低了软化温度高的氟树脂的含有率。因此,该粘接层能够在低温下将氟树脂层与被粘接层粘接。

[0147] 树脂也可以包含聚烯烃或聚苯乙烯系弹性体。由此,由于介电损耗角正切小,因此电路的传输损耗降低,由于软化温度低,因此能够在 $180^\circ\text{C}$ 以下的温度下进行粘接。

[0148] 聚烯烃例如是聚乙烯、聚丙烯。聚烯烃也可以是酸改性聚烯烃。这是因为,酸改性聚烯烃与氟树脂层及金属层的粘接力强。酸改性聚烯烃是包含羧基的聚烯烃。

[0149] 从降低粘接层的软化温度且得到良好的机械强度的观点出发,树脂的聚烯烃的含有率的下限可以为70质量%,也可以为80质量%,还可以为90质量%。树脂的聚烯烃的含有率的上限可以为100质量%,也可以为95质量%。树脂的聚烯烃的含有率可以为70质量%以上且100质量%以下,也可以为80质量%以上且97质量%以下,还可以为90质量%以上且95质量%以下。

[0150] 从降低粘接层的软化温度且得到良好的机械强度的观点出发,树脂的酸改性聚烯烃的含有率的下限可以为70质量%,也可以为80质量%,还可以为90质量%。树脂的酸改性

聚烯烃的含有率的上限可以为100质量%，也可以为95质量%。树脂的酸改性聚烯烃的含有率可以为70质量%以上且100质量%以下，也可以为80质量%以上且97质量%以下，还可以为90质量%以上且95质量%以下。

[0151] 作为聚苯乙烯系弹性体，例如可列举苯乙烯-乙烯-丁烯-苯乙烯嵌段共聚物(SEBS)、苯乙烯-乙烯-丙烯-苯乙烯共聚物(SEPS)及苯乙烯-乙烯-乙炔-丙烯-苯乙烯嵌段共聚物(SEEPS)。

[0152] 从降低粘接层的软化温度且得到良好的机械强度的观点出发，树脂的聚苯乙烯系弹性体的含有率的下限可以为50质量%，也可以为55质量%，还可以为60质量%。树脂的聚苯乙烯系弹性体的含有率的上限可以为100质量%，也可以为80质量%。树脂的聚苯乙烯系弹性体的含有率可以为50质量%以上且100质量%以下，也可以为55质量%以上且90质量%以下，还可以为60质量%以上且80质量%以下。

[0153] 粘接层也可以含有聚烯烃及聚苯乙烯系弹性体以外的树脂(其他树脂)。其他树脂例如为聚苯醚。

[0154] 在粘接层中，在树脂为聚烯烃的情况下，其他树脂的含有率的上限可以为30质量%，也可以为20质量%，还可以为10质量%。在粘接层中，在树脂为聚苯乙烯系弹性体的情况下，其他树脂的含有率的上限可以为50质量%，也可以为45质量%，还可以为40质量%。

[0155] 在实施方式1中，粘接层的第二无机填料的体积基准的含有率为29体积%以上且47体积%以下。由此，能够使凹口的长度比25 $\mu\text{m}$ 小。由于粘接层的软化温度低，因此粘接层的热膨胀率大不会成为问题。因此，为了降低粘接层的热膨胀率，粘接层不需要包含第二无机填料。从使凹口的长度更小的观点出发，粘接层的第二无机填料的含有率的下限可以为29体积%，也可以为33体积%，还可以为38体积%。从维持强粘接强度的观点出发，粘接层的第二无机填料的含有率的上限为47体积%，也可以为43体积%，还可以为40体积%。粘接层的第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下，也可以为33体积%以上且43体积%以下，还可以为38体积%以上且40体积%以下。

[0156] 在本公开中，粘接层的第二无机填料的体积基准的含有率的测定方法如下。通过氦离子研磨将电路板切断，使粘接层的截面露出。该截面设为与电路板的层叠面垂直的平面或垂直的平面。如果截面为与电路板的层叠面平行的平面，则截面的面积容易变大。如果截面为与层叠面垂直的平面，则容易形成截面。使用高分辨率的扫描电子显微镜(SEM)(日立高新技术公司制SU8020)在低加速电压下以1万倍观察粘接层的截面，得到SEM图像。在SEM图像中设置5 $\mu\text{m}$ ×12 $\mu\text{m}$ 的矩形的测定区域。在测定区域中，测定第二无机填料所占的面积基准的含有率(面积百分比)。面积百分比的测定是通过多值化图像解析处理软件提取第二无机填料的部分来进行的。对于30个不同的测定区域，测定第二无机填料的面积百分比，并计算面积百分比的平均值。接着，对于将尚未测定面积百分比的新的10个测定区域追加到已经测定了面积百分比的测定区域而得到的合计40个测定区域，计算第二无机填料的面积百分比的平均值。如果追加10个测定区域前的面积百分比的平均值与追加10个测定区域后的测定区域的面积百分比的平均值的差异为1%以内，则将追加后的测定区域的面积百分比的平均值设为粘接层的第二无机填料的体积基准的含有率。在差异比1%大的情况下，追加尚未测定面积百分比的10个测定区域，并计算追加后的测定区域的面积百分

比的平均值。重复该作业,直到测定区域追加前后的差异为1%以内。将测定区域追加前后的差异为1%以内的情况下的面积百分比的平均值设为粘接层的第二无机填料的体积基准的含有率。

[0157] 在实施方式1中,粘接层的第二无机填料的质量基准的含有率也可以为40质量%以上且70质量%以下。由此,能够使凹口的长度比 $25\mu\text{m}$ 小。粘接层的第二无机填料的含有率的下限可以为40质量%,也可以为50质量%,还可以为55质量%。粘接层的第二无机填料的含有率的上限可以为70质量%,也可以为67质量%,还可以为63质量%。粘接层的第二无机填料的含有率可以为40质量%以上且70质量%以下,也可以为50质量%以上且67质量%以下,还可以为55质量%以上且63质量%以下。

[0158] 在本公开中,粘接层的第二无机填料的质量基准的含有率的测定方法如下。利用差热重同时测定装置(TG-DSC),在氮气气氛下对粘接层进行加热,以 $20^\circ\text{C}/\text{min}$ 将粘接层的温度从 $30^\circ\text{C}$ 提高至 $700^\circ\text{C}$ 。测定粘接层的初始重量和加热后的回收物的回收重量。将回收重量相对于初始重量的比率设为粘接层的第二无机填料的质量基准的含有率。

[0159] 在将氟树脂层的第一无机填料的质量基准的含有率设为X(质量%)、将粘接层的第二无机填料的质量基准的含有率设为Y(质量%)的情况下,X与Y之差的绝对值Z可以为0以上且17以下,进而也可以为0以上且10以下,进而还可以为0以上且7以下。由此,能够进一步减小凹口的长度。

[0160] 第二无机填料可以是非金属无机填料,也可以包含二氧化硅。二氧化硅的比重比较小。二氧化硅的表面例如容易通过硅烷偶联剂进行处理。因此,二氧化硅容易与粘接层的树脂混合。二氧化硅低价且容易获得。第二无机填料的二氧化硅的含有率可以为50质量%以上且100质量%以下,也可以为70质量%以上且100质量%以下,还可以为90质量%以上且100质量%以下。

[0161] 在本公开中,粘接层中的第二无机填料的二氧化硅的质量基准的含有率的测定方法如下。首先,测定在上述说明的测定粘接层的第二无机填料的质量基准的含有率的方法中得到的回收物的回收重量。使用回收物,通过ICP分析法测定回收物中的硅(Si)的含有率。假设二氧化硅为 $\text{SiO}_2$ 的组成,根据硅的含有率计算回收物中的二氧化硅的含有率。该含有率是粘接层中的第二无机填料的二氧化硅的质量基准的含有率。

[0162] 第二无机填料也可以包含氮化硼。由于氮化硼的介电常数低,因此即使第二无机填料含有大量的氮化硼,粘接层的介电常数也不会大幅变化。另外,由于氮化硼的热传导率高,因此通过第二无机填料含有氮化硼,能够提高电路基板的散热性。从提高热传导性的观点出发,第二无机填料的氮化硼的含有率可以为20质量%以上,也可以为40质量%以上,还可以为60质量%以上。第二无机填料的氮化硼的含有率的上限也可以为100质量%。第二无机填料的氮化硼的含有率可以为20质量%以上且100质量%以下,也可以为40质量%以上且100质量%以下,还可以为60质量%以上且100质量%以下。

[0163] 在本公开中,粘接层中的第二无机填料的氮化硼的质量基准的含有率的测定方法如下。首先,测定在上述说明的测定粘接层的第二无机填料的质量基准的含有率的方法中得到的回收物的回收重量。使用回收物,通过ICP分析法测定回收物中的硼的含有率。假设氮化硼为BN的组成,根据硼的含有率计算回收物中的氮化硼的含有率。该含有率是粘接层中的第二无机填料的氮化硼的质量基准的含有率。

[0164] 第二无机填料能够包含二氧化硅及氮化硼两者。由此,能够抑制凹口的产生,能够提高电路基板的散热性。另外,即使第二无机填料含有大量二氧化硅及氮化硼,粘接层的介电常数也不会大幅变化。

[0165] 只要不损害本公开的效果,则第二无机填料能够包含二氧化硅及氮化硼以外的非金属无机填料(以下,也记为“其他无机填料”)。作为其他无机填料,例如可列举氮化钛、氧化铝、氧化镁、氧化钙、滑石、硫酸钡、氮化硼、氧化锌、钛酸钾、玻璃及云母。可以使用这些其他无机填料中的一种,也可以使用两种以上。

[0166] 粘接层能够由树脂、第二无机填料及不可避免的杂质构成。另外,只要不损害本公开的效果,则粘接层能够包含树脂及第二无机填料以外的成分。树脂及第二无机填料以外的成分例如可列举阻燃剂、阻燃助剂、颜料、抗氧化剂、反射赋予剂、掩蔽剂、润滑剂、加工稳定剂、可塑剂及发泡剂。粘接层可以包含这些成分中的一种,也可以包含两种以上的成分。粘接层的成分的含有率的上限可以为25质量%,也可以为10质量%。

[0167] 粘接层在160°C下的弹性模量A相对于20°C下的弹性模量B的比例A/B也可以为0.08以下。由此,即使是180°C以下的温度下的冲压,粘接层也能够填充于金属层的电路间。另外,粘接层与金属层密合,粘接层与金属层的粘接强度提高。从确保粘接性的观点出发,比例A/B的上限可以为0.08,也可以为0.05,还可以为0.02。比例A/B的下限可以为0.0001,也可以为0.0005,还可以为0.001。比例A/B可以为0.0001以上且0.08以下,也可以为0.0005以上且0.05以下,还可以为0.001以上且0.02以下。

[0168] 在本公开中,粘接层在20°C下的弹性模量B及160°C下的弹性模量A的测定方法如下。使用动态粘度测定(DMS)装置,一边向构成粘接层的接合片施加频率1Hz的振动,一边对接合片进行加热,以10°C/分钟将接合片的温度从15°C提高至170°C,测定在20°C及160°C下的弹性模量。

[0169] 粘接层的玻璃化转变温度也可以为160°C以下。由此,在180°C以下的温度下对氟树脂层和金属层进行冲压而粘接时的粘接性提高。粘接层的玻璃化转变温度的上限可以为160°C,也可以为150°C,也可以为120°C,还可以为100°C。如果粘接层的玻璃化转变温度为150°C以下,则粘接性更加提高,如果为120°C以下,则粘接性进一步提高,如果为100°C以下,则粘接性更进一步提高。粘接层的玻璃化转变温度的下限也可以为10°C。如果粘接层的玻璃化转变温度为10°C以上,则耐热性提高。因此,在电路基板的回流焊或高温可靠性评价中,粘接层发生膨胀的可能性或粘接层剥离的可能性变低。粘接层的玻璃化转变温度可以为30°C以上且160°C以下,也可以为30°C以上且150°C以下,还可以为30°C以上且120°C以下。在粘接层具有多个玻璃化转变温度的情况下,在由相对于所有树脂的总体积的体积比率为10%以上的树脂引起的玻璃化转变温度中,将最高的玻璃化转变温度设为该粘接层的玻璃化转变温度。

[0170] 在本公开中,粘接层的玻璃化转变温度的测定方法如下。使用动态粘度测定(DMS)装置测定粘接层的玻璃化转变温度。一边向构成粘接层的接合片施加频率1Hz的振动,一边对接合片进行加热,以10°C/分钟将接合片的温度从15°C提高至170°C。在该温度范围内,测定接合片的复弹性模量,将相位角设为 $\delta$ ,将 $\tan\delta$ 达到峰值的温度视为玻璃化转变温度。

[0171] 从粘接性的观点出发,粘接层的平均厚度的下限可以为5 $\mu\text{m}$ ,也可以为20 $\mu\text{m}$ ,还可以为30 $\mu\text{m}$ 。从将层叠体精加工得较薄的观点出发,粘接层的平均厚度的上限可以为100 $\mu\text{m}$ ,

也可以为70 $\mu\text{m}$ ,还可以为50 $\mu\text{m}$ 。粘接层的平均厚度可以为5 $\mu\text{m}$ 以上且100 $\mu\text{m}$ 以下,也可以为20 $\mu\text{m}$ 以上且70 $\mu\text{m}$ 以下,还可以为30 $\mu\text{m}$ 以上且50 $\mu\text{m}$ 以下。

[0172] 从电路间的填充的观点出发,粘接层的平均厚度也可以为电路的厚度以上。粘接层的平均厚度可以比电路的厚度厚10 $\mu\text{m}$ 以上,也可以比电路的厚度厚20 $\mu\text{m}$ 以上。

[0173] 根据实施方式1,即使在形成有贯通氟树脂层10和粘接层12的贯通孔的情况下,在氟树脂层的内壁面和粘接层的内壁面,也可抑制在氟树脂层10与粘接层12的界面附近产生凹口。即使在氟树脂层中产生了凹口的情况下,也能够使凹口的长度非常小。在实施方式1的电路基板中,氟树脂层的内壁面及粘接层的内壁面中的至少一个具有凹口。凹口的长度可以小于25 $\mu\text{m}$ ,也可以小于20 $\mu\text{m}$ ,还可以小于15 $\mu\text{m}$ 。在实施方式1的电路基板中,氟树脂层的内壁面及粘接层的内壁面也可以不具有凹口。

[0174] 使用图9对本公开中的凹口的长度的测定方法进行说明。首先,沿包括贯通孔的中心轴L1的平面切断电路基板1,使氟树脂层10和粘接层12的层叠体的截面露出。在图9中,中心轴L1相当于将氟树脂层10的第二主面10b中的贯通孔的开口(几何中心)与粘接层12的第1B面12a中的贯通孔的开口(几何中心)连结的线。

[0175] 以下,在该截面中,对凹口的长度的测定方法进行说明。将氟树脂层10与粘接层12的界面设为界面P1。将位于界面P1与氟树脂层10之间、与界面P1平行、与界面P1的距离为10 $\mu\text{m}$ 的直线设为直线P1F。将位于界面P1与粘接层12之间、与界面P1平行、与界面P1的距离为10 $\mu\text{m}$ 的直线设为直线P1B。确定位于界面P1与直线P1F之间的区域、或者界面P1与直线P1F之间的区域的凹口。在图9中,在界面P1、界面P1与直线P1F之间的区域存在凹口25。在界面具有凹凸的情况下,界面由其平均线定义。“平均线”是指在截面上沿界面引出的假想线,是使由界面和该假想线划分出的峰的总面积(比假想线靠上侧的总面积)与谷的总面积(比假想线靠下侧的总面积)相等的线。

[0176] 在上述截面的直线P1F与直线P1B之间的区域中,确定离内壁面27的中心轴L1最近的点S1。然后,确定离中心轴L1最远的位置的凹口的端部S2。与界面P1垂直且通过点S1的直线为直线L2。与L2平行且通过凹口的端部S2的直线为直线L3。测定直线L2与直线L3的距离L。距离L为凹口的长度。

[0177] <被粘接层>

[0178] 在实施方式1中,被粘接层17也可以包括第一树脂层16、以及设置于第一树脂层16的表面的一部分上的第一金属层13。在图1中,被粘接层17包括第一金属层13和第一树脂层16。第一金属层13由金属构成。第一金属层13设置为比第一树脂层16离氟树脂层10的第一主面10a更近。第一树脂层16与第一金属层13的位置关系也可以相反。具体而言,也可以设置为第一树脂层16比第一金属层13离第一主面10a更近。

[0179] <第一金属层>

[0180] 在实施方式1中,第一金属层13形成电路。在本公开中,电路包括天线。

[0181] 第一金属层也可以包含铜。铜为低电阻,传输损耗小。第一金属层的铜的含有率可以为90质量%以上且100质量%以下,也可以为95质量%以上且100质量%以下,还可以为99质量%以上且100质量%以下。第一金属层也可以是由铜和不可避免的杂质构成的层。

[0182] 第一金属层能够包含铜以外的金属。作为铜以外的金属,例如可列举银、镍、钴、锌及铬。可以使用这些金属中的一种,也可以使用两种以上。

[0183] 从降低电阻的观点出发,第一金属层的平均厚度可以为 $1\mu\text{m}$ 以上,也可以为 $5\mu\text{m}$ 以上,还可以为 $10\mu\text{m}$ 以上。从制造的容易性的观点出发,第一金属层的平均厚度的上限可以为 $100\mu\text{m}$ ,也可以为 $70\mu\text{m}$ ,还可以为 $50\mu\text{m}$ 。第一金属层的平均厚度可以为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下,也可以为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $70\mu\text{m}$ 以下,还可以为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $50\mu\text{m}$ 以下。

[0184] 第一金属层的与第一树脂层对置的表面的最大高度粗糙度 $R_z$ 的上限可以为 $2\mu\text{m}$ ,也可以为 $1\mu\text{m}$ 。如果最大高度粗糙度 $R_z$ 为 $2\mu\text{m}$ 以下,则由于趋肤效应而高频信号集中的部分的凹凸小,因此电流容易直线流动。因此,能够抑制传输损耗,能够进一步提高电路基板的高频特性。“最大高度粗糙度 $R_z$ ”是指以JIS-B-0601(1982年)为基准测定的最大高度粗糙度。具体而言,使用株式会社基恩士制的激光显微镜VK-X200测定最大高度粗糙度 $R_z$ 。

[0185] <第一树脂层>

[0186] 在实施方式1中,第一树脂层16也可以包含环氧树脂和玻璃布。由此,能够低价地制造电路板。第一树脂层16的介电损耗角正切可以为0.01以下,也可以为0.005以下,还可以为0.002以下。由此,第一金属层的传输损耗变小,能够得到优异的高频特性。第一树脂层16也可以包含氟树脂和无机填料。由此,第一金属层的传输损耗变小,能够得到优异的高频特性。

[0187] <第二金属层>

[0188] 在实施方式1中,第二金属层11形成电路。在本公开中,电路包括天线。

[0189] 第二金属层11也可以包含铜。铜为低电阻,传输损耗小。第二金属层11的铜的含有率可以为90质量%以上且100质量%以下,也可以为95质量%以上且100质量%以下,还可以为99质量%以上且100质量%以下。第二金属层也可以是由铜和不可避免的杂质构成的层。

[0190] 第二金属层11能够包含铜以外的金属。作为铜以外的金属,例如可列举银、镍、钴、锌及铬。可以使用这些金属中的一种,也可以使用两种以上。

[0191] 从降低电阻的观点出发,第二金属层11的平均厚度可以为 $1\mu\text{m}$ 以上,也可以为 $5\mu\text{m}$ 以上,还可以为 $10\mu\text{m}$ 以上。从制造的容易性的观点出发,第二金属层11的平均厚度的上限可以为 $100\mu\text{m}$ ,也可以为 $70\mu\text{m}$ ,还可以为 $50\mu\text{m}$ 。第二金属层11的平均厚度可以为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下,也可以为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $70\mu\text{m}$ 以下,还可以为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $50\mu\text{m}$ 以下。

[0192] <连接部>

[0193] 在实施方式1中,连接部14形成通孔。在图1中,连接部14形成于规定贯通孔的一部分的第二金属层11的端面及第二金属层11的外侧面的贯通孔附近区域、氟树脂层10及粘接层12的内壁面、以及规定贯通孔的一部分的第一金属层13的粘接层附近的面(第1A面13a)。连接部14的形成位置并不限定于图1的方式。连接部14只要将第一金属层13与第二金属层11电连接即可。例如,连接部14只要形成于贯通孔即可。更具体而言,连接部14只要形成于氟树脂层10及粘接层12的内壁面即可,氟树脂层10附近的连接部14只要与第二金属层11的至少一部分相接即可,粘接层12附近的连接部14只要与第一金属层13的至少一部分相接即可。

[0194] 连接部也可以包含铜。由此,连接部具有高电导率,能够降低传输损耗。

[0195] 连接部能够包含铜以外的金属。作为铜以外的金属,例如可列举银、镍、钴、锌及铬。可以使用这些金属中的一种,也可以使用两种以上。

[0196] 从提高电可靠性的观点出发,连接部的平均厚度可以为 $1\mu\text{m}$ 以上,也可以为 $5\mu\text{m}$ 以上,还可以为 $10\mu\text{m}$ 以上。从制造容易性的观点出发,连接部的平均厚度的上限可以为 $100\mu\text{m}$ ,也可以为 $50\mu\text{m}$ ,还可以为 $30\mu\text{m}$ 。连接部的平均厚度可以为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下,也可以为 $5\mu\text{m}$ 以上且 $50\mu\text{m}$ 以下,还可以为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $30\mu\text{m}$ 以下。

[0197] 在图1中,从第一金属层13朝向第二金属层11,贯通孔的截面积连续地增加。贯通孔的截面积的变化并不限于于此。贯通孔的截面积可以恒定,也可以从第一金属层13朝向第二金属层11而连续地减少。

[0198] <粘接薄膜>

[0199] 实施方式的电路板能够包括配置于氟树脂层与第二金属层之间的粘接薄膜。粘接薄膜能够提高氟树脂层与第二金属层的粘接力。

[0200] 粘接薄膜也可以包含氟树脂。作为树脂,例如可列举全氟烷氧基烷烃(PFA)、全氟乙烯丙烯共聚物(FEP)。

[0201] 粘接薄膜的平均厚度可以为 $3\mu\text{m}$ ,也可以为 $2\mu\text{m}$ 以下,以不妨碍氟树脂层的功能。

[0202] <电路板的制造方法>

[0203] 实施方式1的电路板的制造方法具备通过将依次层叠了氟树脂层、粘接层及被粘接层的层叠体保持在 $180^{\circ}\text{C}$ 以下的温度而使粘接层软化,从而使氟树脂层与被粘接层粘接的工序。由此,即使在形成有贯通氟树脂层和粘接层的贯通孔的情况下,也可抑制氟树脂层与粘接层的界面附近的凹口的产生。

[0204] [实施方式2:电路板的制造方法(1)]

[0205] 使用图1、图2A、图2B及图2C对本公开的一实施方式(以下,也记为“实施方式2”)的电路板的制造方法进行说明。

[0206] 实施方式2的电路板1的制造方法具备:

[0207] 制备氟树脂层叠体20的工序(以下,也记为“第一工序”),该氟树脂层叠体20包括:氟树脂层10,包括第一主面10a及与第一主面10a相对的第二主面10b;以及第二金属层11,设置于第二主面10b上(参照图2A);

[0208] 制备第一树脂层叠体22的工序(以下,也记为“第二工序”),该第一树脂层叠体22包括:第一树脂层16,包括第三主面16a及与第三主面16a相对的第四主面16b;以及第一金属层13,设置于第三主面16a上(参照图2A);

[0209] 制备粘接层12的工序(以下,也记为“第三工序”)(参照图2A);

[0210] 将氟树脂层叠体20、粘接层12及第一树脂层叠体22依次层叠,以使第一主面10a与粘接层12相接,通过将粘接层12保持在 $180^{\circ}\text{C}$ 以下的温度而使粘接层12软化,从而使氟树脂层叠体20与第一树脂层叠体22粘接而得到第一层叠体24的工序(以下,也记为“第四工序”)(参照图2B);

[0211] 去除氟树脂层10的至少一部分及粘接层12的至少一部分,形成贯通氟树脂层10和粘接层12的贯通孔的工序(以下,也记为“第五工序”)(参照图2C);以及

[0212] 在规定贯通孔的一部分的氟树脂层叠体20的内壁面、以及规定贯通孔的一部分的粘接层12的内壁面形成连接部14而得到电路板1的工序(以下,也记为“第六工序”)(参照图1),

[0213] 氟树脂层10包含聚四氟乙烯和第一无机填料,

[0214] 氟树脂层10的第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下,

[0215] 粘接层12包含树脂和第二无机填料,

[0216] 树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下,

[0217] 粘接层12的第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下。

[0218] 实施方式2中的氟树脂层10、粘接层12、第一金属层13、第二金属层11、第一树脂层16及连接部14能够分别设为与实施方式1中的那些相同。以下,对第一工序、第二工序、第三工序、第四工序、第五工序及第六工序进行说明。第一工序、第二工序及第三工序的顺序也可以不是该顺序,也可以最先进行这些工序中的任一个。第一工序、第二工序及第三工序也可以同时进行。在第一工序、第二工序及第三工序之后,依次进行第四工序、第五工序及第六工序。

[0219] <第一工序>

[0220] 在第一工序中,制备氟树脂层叠体20,该氟树脂层叠体20包括:氟树脂层10,包括第一主面10a及与第一主面10a相对的第二主面10b;以及第二金属层11,设置于第二主面10b上。作为将第二金属层11设置于第二主面10b上的方法,例如可列举通过高温冲压对氟树脂层10与第二金属层11进行热压接的方法、在氟树脂层10与第二金属层11之间配置粘接薄膜而粘接的方法、在氟树脂层10上蒸镀构成第二金属层11的金属的方法、以及在氟树脂层10上镀敷构成第二金属层11的金属的方法。

[0221] 第一工序(制备氟树脂层叠体的工序)能够还具备通过对第二金属层11的至少一部分进行蚀刻而在氟树脂层叠体20形成第二电路的工序。作为对第二金属层11的至少一部分进行蚀刻的方法,例如可列举在形成抗蚀剂图案之后,将层叠体浸于包含酸或碱的药液中的湿式蚀刻方法、以及基于离子束的干式蚀刻方法等公知的蚀刻方法。

[0222] <第二工序>

[0223] 在第二工序中,制备第一树脂层叠体22,该第一树脂层叠体22包括:第一树脂层16,包括第三主面16a及与第三主面16a相对的第四主面16b;以及第一金属层13,设置于第三主面16a上。

[0224] 作为将第一金属层13设置于第一树脂层16的一个主面的方法,例如可列举通过高温冲压对第一树脂层16与第一金属层13进行热压接的方法、在第一树脂层16与第一金属层13之间配置粘接薄膜而粘接的方法、在第一树脂层16上蒸镀构成第一金属层13的金属的方法、以及在第一树脂层16上镀敷构成第一金属层13的金属的方法。

[0225] 第二工序(制备第一树脂层叠体的工序)也可以还具备通过对第一金属层13的至少一部分进行蚀刻而在第一树脂层叠体22形成第一电路的工序。作为对第一金属层13的至少一部分进行蚀刻的方法,例如可列举在形成抗蚀剂图案之后,将层叠体浸于包含酸或碱的药液中的湿式蚀刻方法、以及基于离子束的干式蚀刻方法等公知的蚀刻方法。

[0226] <第三工序>

[0227] 在第三工序中,制备粘接层12。

[0228] <第四工序>

[0229] 在第四工序中,将氟树脂层叠体20、粘接层12及第一树脂层叠体22依次层叠,以使第一主面10a与粘接层12相接,通过将粘接层12保持在180°C以下的温度而使粘接层12软化,从而使氟树脂层叠体20与第一树脂层叠体22粘接而得到第一层叠体24。在实施方式2

中,在层叠时,配置成使第一金属层13与粘接层12相接。

[0230] 保持粘接层的温度可以为140°C以上且180°C以下,也可以为160°C以上且180°C以下。也可以一边向氟树脂层叠体20、粘接层12及第一树脂层叠体22的层叠体施加压力,一边对粘接层进行加热。压力可以为0.5MPa以上且8MPa以下,也可以为1MPa以上且6MPa以下,还可以为3MPa以上且5MPa以下。将粘接层保持在上述温度,并向层叠体施加上述压力的时间也可以为20分钟以上且120分钟以下。

[0231] 第四工序(形成第一层叠体的工序)能够还具备通过对第二金属层11的至少一部分进行蚀刻而在氟树脂层叠体20形成第二电路的工序。作为对第二金属层11的至少一部分进行蚀刻的方法,例如可列举在形成抗蚀剂图案之后,将层叠体浸于包含酸或碱的药液中的湿式蚀刻方法、以及基于离子束的干式蚀刻方法等公知的蚀刻方法。在第一工序或第四工序中,也可以形成第二电路。

[0232] <第五工序>

[0233] 在第五工序中,去除氟树脂层10的至少一部分及粘接层12的至少一部分,形成贯通氟树脂层10和粘接层12的贯通孔。

[0234] 首先,在第二金属层11上粘贴干膜并进行曝光,对第二金属层11进行蚀刻。之后,剥离干膜,在第二金属层11上形成开口。将第二金属层11的开口以外的区域作为掩模(遮蔽层),通过开口对氟树脂层10及粘接层12进行激光加工。由此,去除氟树脂层10的至少一部分及粘接层12的至少一部分,形成第二金属层11的开口及贯通氟树脂层10和粘接层12的贯通孔。也可以将第二金属层11作为激光遮蔽层。若将第二金属层11作为激光遮蔽层,则能够控制贯通孔的形状。

[0235] 激光加工也可以使用CO<sub>2</sub>激光。若使用CO<sub>2</sub>激光,则容易将第二金属层11作为激光遮蔽层。

[0236] 在图2C中,贯通孔不贯通第一金属层13,而是盲孔。

[0237] 第一金属层13也可以设置于第一树脂层16的第三主面16a上。这样,由于第一金属层13与第二金属层11的距离小,因此能够高密度地配置布线。在这种情况下,在粘接层12中埋入有形成于第一金属层13的电路。

[0238] 在有效利用氟树脂层的高功能特性的电路板、例如形成有高频天线的电路板中,大多将氟树脂层设置于表面附近。因此,先制作通用的电路板,再在其表面形成高功能的氟树脂层的制法在电路设计的容易性、制造成本方面是合理的。盲孔的开口设置于氟树脂层10的第二主面10b上,设置于第一树脂层16的第三主面16a上的第一金属层13为盲孔的孔底的电路板容易适用于该合理的制法。但是,在第一金属层13为盲孔的孔底的电路板中,在通过激光加工形成贯通孔时,激光在第一金属层13反射。因此,氟树脂层10及粘接层12的界面附近的凹口长度比没有激光反射的电路板大。根据本公开,即使是第一金属层为盲孔的孔底的电路板,也能够抑制凹口的长度。因此,本公开特别对第一金属层为盲孔的孔底的电路板有效。

[0239] 在贯通孔形成后,也可以对氟树脂层10及粘接层12的内壁面进行预处理工序,清洗内壁面。作为表面处理,例如可列举高锰酸钾处理、碱处理及等离子体处理等。

[0240] 碱处理是通过将第一层叠体24浸渍于氢氧化钾等强碱液中,来对氟树脂层10及粘接层12的内壁面的表层进行蚀刻的处理。

[0241] 等离子体处理是通过使等离子体与氟树脂层10及粘接层12的内壁面接触,来对内壁面的表层进行蚀刻的处理。在作为等离子体处理的一例的大气压等离子体处理中,向内壁面喷射氧、氮、氢、氩、氨等的等离子体气体。也可以通过在等离子体气体气氛中放置第一层叠体24,来对第一层叠体24的整个表面进行等离子体处理。在等离子体处理中,也可以使用包含具有亲水基的化合物的非活性气体的等离子体。

[0242] <第六工序>

[0243] 在第六工序中,在氟树脂层叠体20及粘接层12的内壁面形成连接部14,得到电路基板1。

[0244] 在连接部14的形成中,首先,通过非电解镀敷,在规定贯通孔的一部分的第二金属层11的端面、第二金属层11的外侧面的开口(贯通孔)附近区域、氟树脂层10的内壁面、粘接层12的内壁面、以及规定贯通孔的一部分的第一金属层13的粘接层附近的面(第1A面13a)上形成非电解镀层。接着,通过电解镀敷处理,在非电解镀层上形成镀层。该镀层为连接部14。

[0245] [实施方式3:电路基板(2)]

[0246] 使用图3、图4A、图4B及图4C对本公开的一实施方式(以下,也记为“实施方式3”)的电路基板及其制造方法进行说明。如图3所示,实施方式3的电路基板1具备氟树脂层10、被粘接层17、以及将氟树脂层10与被粘接层17粘接的粘接层12。氟树脂层10包括面向粘接层12的第一主面10a、以及与第一主面10a相对的第二主面10b。被粘接层17包括第一树脂层16、以及设置于第一树脂层16的表面的至少一部分上的第一金属层13。第一树脂层16与第一金属层13也可以相接。也可以在第一树脂层16与第一金属层13之间配置树脂层、金属层、粘接层或它们的层叠体,将第一树脂层16与第一金属层13粘接。

[0247] 实施方式3的电路基板1包括设置于第一金属层13与粘接层12之间的第一树脂层16。第一树脂层16的离第一金属层13远的第四主面16b与粘接层12的离氟树脂层10远的第1B面12a相接。

[0248] 电路基板1还具备设置于氟树脂层10的第二主面10b上的第二金属层11。氟树脂层10与第二金属层11也可以相接。氟树脂层10与第二金属层11也可以在氟树脂层10与第二金属层11之间配置粘接薄膜(未图示)而粘接。

[0249] 电路基板1还具备连接部14。连接部14由金属构成,将第一金属层13与第二金属层11电连接。第二金属层11、氟树脂层10、粘接层12及第一树脂层16包括贯通它们的贯通孔。连接部14形成于贯通孔。更具体而言,连接部14形成于第二金属层11的内壁面、氟树脂层10的内壁面、粘接层12的内壁面及第一树脂层16的内壁面。第一金属层13规定贯通孔的底面,在其底面也形成连接部14。

[0250] 在从与氟树脂层10的第二主面10b垂直的方向观察电路基板1的情况下,在与贯通孔重叠的区域未形成第二金属层11。第二金属层11具有与贯通孔相连的开口。在从与氟树脂层10的第二主面10b垂直的方向观察电路基板1的情况下,在与贯通孔重叠的区域形成有第一金属层13。第一金属层13是堵住贯通孔的孔底。贯通氟树脂层10及粘接层12的贯通孔延伸至第一树脂层16。形成于氟树脂层10及粘接层12的内壁面的连接部14也延伸至第一树脂层16。

[0251] 在图3中,从第一金属层13朝向第二金属层11,贯通孔的截面积连续地增加。

[0252] 在实施方式3中,氟树脂层10、粘接层12、第一金属层13、第二金属层11、第一树脂层16及连接部14能够分别设为与实施方式1中的那些相同。

[0253] 根据实施方式3的电路板1,即使在形成有贯通氟树脂层10和粘接层12的贯通孔的情况下,也可抑制在氟树脂层10与粘接层12的界面附近的氟树脂层10的凹口的产生。因此,实施方式3的电路板1的可靠性提高。

[0254] <制造方法>

[0255] 实施方式3的电路板1的制造方法具备:

[0256] 制备氟树脂层叠体20的工序(以下,也记为“第1B工序”),该氟树脂层叠体20包括:氟树脂层10,包括第一主面10a及与第一主面10a相对的第二主面10b;以及第二金属层11,设置于第二主面10b上(参照图4A);

[0257] 制备第一树脂层叠体22的工序(以下,也记为“第2B工序”),该第一树脂层叠体22包括:第一树脂层16,包括第三主面16a及与第三主面16a相对的第四主面16b;以及第一金属层13,设置于第三主面16a上(参照图4A);

[0258] 制备粘接层12的工序(以下,也记为“第3B工序”)(参照图4A);

[0259] 将氟树脂层叠体20、粘接层12及第一树脂层叠体22依次层叠,以使第一主面10a与粘接层12相接,通过将粘接层12保持在180°C以下的温度而使粘接层12软化,从而使氟树脂层叠体20与第一树脂层叠体22粘接而得到第一层叠体24的工序(以下,也记为“第4B工序”)(参照图4B);

[0260] 去除氟树脂层10的至少一部分及粘接层12的至少一部分,形成贯通氟树脂层10和粘接层12的贯通孔的工序(以下,也记为“第5B工序”)(参照图4C);以及

[0261] 在氟树脂层叠体20及粘接层12的内壁面形成连接部14而得到电路板1的工序(以下,也记为“第六工序”)(参照图3),

[0262] 氟树脂层10包含聚四氟乙烯和第一无机填料,

[0263] 氟树脂层10的第一无机填料的含有率为50体积%以上且66体积%以下,

[0264] 粘接层12包含树脂和第二无机填料,

[0265] 树脂的氟树脂的含有率为5质量%以下,

[0266] 粘接层12的第二无机填料的含有率为29体积%以上且47体积%以下。

[0267] 实施方式3的第1B工序、第2B工序及第3B工序能够分别设为与实施方式2的第一工序、第二工序及第三工序相同。

[0268] 实施方式3的第4B工序除了以使第一树脂层16与粘接层12相接的方式层叠这一点以外,能够设为与实施方式2的第四工序相同。

[0269] 在实施方式3的第5B工序中,通过去除第二金属层11的至少一部分、氟树脂层10的至少一部分、粘接层12的至少一部分及第一树脂层16的至少一部分,从而形成贯通这些层的贯通孔。

[0270] 贯通孔的形成方法能够设为与实施方式2的第五工序的贯通孔的形成方法相同。在图4C中,贯通孔不贯通第一金属层13,而是盲孔。

[0271] 在贯通孔形成后,也可以对氟树脂层10、粘接层12及第一树脂层的内壁面进行预处理工序。预处理工序能够设为与实施方式2的预处理工序相同。

[0272] 在实施方式3的第6B工序中,在规定贯通孔的一部分的第二金属层11的端面、第二

金属层11的外侧面的开口(贯通孔)附近区域、氟树脂层10的内壁面、粘接层12的内壁面、第一树脂层16的内壁面、以及规定贯通孔的一部分的第一金属层13的粘接层附近的面形成连接部14,得到电路板1。能够使用实施方式2中的非电解镀敷及电解镀敷来形成连接部14。

[0273] [实施方式4:电路板(3)]

[0274] 使用图5对本公开的一实施方式(以下,也记为“实施方式4”)的电路板及其制造方法进行说明。实施方式4的电路板1与实施方式1的电路板基本相同。与实施方式1的电路板的不同点是具备填充部26、以及具备第三金属层15。填充部26填充于形成于氟树脂层10及粘接层12的贯通孔中,与连接部14接触。第三金属层15设置于氟树脂层10的第一主面10a上,并埋入粘接层12。

[0275] 填充部26也可以包含树脂。由此,由于能够缓和施加于连接部的应力、例如由来自电路板的热膨胀、收缩、以及外部的振动引起的应力,因此能够提高连接部的电连接可靠性。包含树脂的填充部26例如能够通过对于膏状的材料进行丝网印刷而容易地形成。

[0276] 也可以通过镀敷制法将金属填充于贯通孔中来形成填充部26。由此,由于能够缓和施加于连接部的应力、例如由来自电路板的热膨胀、收缩、以及外部的振动引起的应力,因此能够提高连接部的电连接可靠性。基于镀敷制法的填充由于能够使用连接部14容易地进行,因此能够高效地制造填充部26。

[0277] 第三金属层15形成电路。第三金属层15能够设为与第一金属层13相同的构成。

[0278] 实施方式4的电路板的制造方法与实施方式2的电路板的制造方法基本相同。以下对与实施方式2的电路板的制造方法的不同点进行说明。

[0279] 在实施方式4中,在实施方式2的第一工序中,制备氟树脂层叠体20,该氟树脂层叠体20包括:氟树脂层10,包括第一主面10a及与第一主面10a相对的第二主面10b;第二金属层11,设置于第二主面10b上;以及第三金属层15,设置于第一主面10a上,通过对第二金属层11的至少一部分及第三金属层15的至少一部分进行蚀刻,从而在第二主面10b上及第一主面10a上形成电路。

[0280] 在实施方式4中,在实施方式2的第六工序之后,进行如下工序:例如用树脂填充氟树脂层10及粘接层12的贯通孔,形成与连接部14接触的填充部26。由此,能够得到实施方式4的电路板1。

[0281] [实施方式5:电路板(4)]

[0282] 使用图6、图7A及图7B对本公开的一实施方式(以下,也记为“实施方式5”)的电路板及其制造方法进行说明。实施方式5的电路板1具备氟树脂层10、被粘接层17、以及将氟树脂层10与被粘接层17粘接的粘接层12。氟树脂层10包括面向粘接层12的第一主面10a、以及与第一主面10a相对的第二主面10b。被粘接层17由第一金属层13和第一树脂层16构成。

[0283] 第一树脂层16的第四主面16b与粘接层12的离氟树脂层10远的第1B面12a相接。

[0284] 电路板1还具备设置于氟树脂层10的第二主面10b上的第二金属层11。氟树脂层10与第二金属层11也可以相接。氟树脂层10与第二金属层11也可以在氟树脂层10与第二金属层11之间配置粘接薄膜(未图示)而粘接。

[0285] 电路板1还具备连接部14。连接部14由金属构成,将第一金属层13与第二金属层11电连接。在电路板1上形成有贯通第一树脂层16、氟树脂层10及粘接层12的贯通孔。即,

第一树脂层16、氟树脂层10及粘接层12具有贯通它们的贯通孔。连接部14形成于贯通孔。更具体而言,连接部14形成于氟树脂层10的内壁面、粘接层12的内壁面、第一树脂层16的内壁面、以及第一金属层的端面及外侧面的贯通孔附近。第二金属层11规定贯通孔的底面,在其底面也形成连接部14。

[0286] 在从与第一主面10a垂直的方向观察电路板1的情况下,在与贯通孔重叠的区域未形成第一金属层13。第一金属层13具有与贯通孔相连的开口。在从与第一主面10a垂直的方向观察电路板1的情况下,在与贯通孔重叠的区域形成有第二金属层11。第二金属层11是堵住贯通孔的孔底。

[0287] 从第一金属层13朝向第二金属层11,贯通孔的截面积连续地减少。

[0288] 实施方式5的电路板的制造方法与实施方式2的电路板的制造方法基本相同。以下对与实施方式2的电路板的制造方法的不同点进行说明。

[0289] 与实施方式2的第一工序至第四工序相同,得到第一层叠体24(参照图7A)。在实施方式5中,在实施方式2的第五工序中,在第一金属层13上形成开口。将第一金属层13的开口以外的区域作为掩模,通过开口对第一树脂层16、粘接层12及氟树脂层10进行激光加工。由此,去除第一树脂层16的至少一部分、粘接层12的至少一部分及氟树脂层10的至少一部分,形成从开口贯通第一树脂层16、粘接层12及氟树脂层10的贯通孔(参照图7B)。即,第一树脂层16、氟树脂层10及粘接层12具有贯通它们的贯通孔。

[0290] 在实施方式5中,在实施方式2的第六工序中,首先,通过非电解镀敷,在规定贯通孔的一部分的第一金属层13的端面及第一金属层13的外侧面的开口(贯通孔)附近区域、氟树脂层10及粘接层12的内壁面、以及规定贯通孔的一部分的第二金属层11的粘接层附近的面形成非电解镀层。接着,通过电解镀敷处理,在非电解镀层上形成镀层(参照图6)。该镀层为连接部14。

[0291] 在实施方式5中,在激光加工中,与作为盲孔的孔底的第二金属层11相接的层(接收更多的来自第二金属层11的反射能量的层)是耐热性优异的氟树脂层10。因此,凹口的长度变小。

[0292] 实施例

[0293] 通过实施例进一步对实施方式进行具体的说明。其中,并不由这些实施例限定实施方式。

[0294] [试验用层叠体的制作]

[0295] <试样1至试样16>

[0296] 如图2A所示,制备了包括氟树脂层10、以及设置于氟树脂层的一个主面的第二金属层11的氟树脂层叠体20。

[0297] 氟树脂层叠体20按照以下的步骤制作。将表1及表2的“原料”的“氟树脂层”栏所示的原料以表1及表2所记载的质量比混合,得到混合物。例如,在试样6中,将聚四氟乙烯粉末(在表1及表2中记为“PTFE”。)、二氧化硅和氧化钛以质量比100:190:10混合。接着,相对于聚四氟乙烯粉末、二氧化硅和氧化钛的总质量,混合17mass%的石脑油。在将其成型为片状之后,在恒温槽中干燥,去除石脑油,得到平均厚度为130 $\mu\text{m}$ 的氟树脂片(相当于氟树脂层10)。接着,在平均厚度为18 $\mu\text{m}$ 的铜箔(相当于第二金属层)的一面形成平均厚度为2 $\mu\text{m}$ 的全氟烷氧基烷烃层。将该铜箔与氟树脂片层叠,以使全氟烷氧基烷烃层与氟树脂片相接。一边

以4MPa的压力压缩该层叠体,一边在350°C下加热40分钟,得到氟树脂层叠体20。

[0298] 在图2A中,第一树脂层叠体22由第一金属层13和第一树脂层16构成,但在本试验用层叠体中,仅由第一金属层13构成。第一金属层13由平均厚度为18 $\mu\text{m}$ 的铜箔构成。

[0299] 除了试样16之外,粘接层12按照以下的步骤制备。将表1及表2的“原料”的“粘接层”栏所示的原料以表1及表2所记载的质量比混合,得到混合物。例如,在试样1中,将酸改性聚丙烯和环氧树脂以质量比90:10溶解于溶剂。将该溶液和二氧化硅混合,以使酸改性聚丙烯、环氧树脂和二氧化硅的比为质量比90:10:100。溶剂是能够溶解酸改性聚丙烯和环氧树脂的、适当比率的甲乙酮、甲苯、乙酸乙酯、环己烷的混合溶剂。通过刮刀法形成混合物片,干燥并去除溶剂,得到平均厚度为30 $\mu\text{m}$ 的接合片(相当于粘接层12)。若使用刮刀法,则能够调整混合物片的厚度。在表1及表2中,“SEEPS”表示苯乙烯-乙烯-丙烯-苯乙烯嵌段共聚物,“PPE”表示聚苯醚。在试样16中,将聚四氟乙烯粉末、全氟烷氧基烷烃粉末(在表1及表2中记为“PFA”)和二氧化硅以质量比90:10:80混合。接着,相对于聚四氟乙烯粉末、全氟烷氧基烷烃粉末和二氧化硅的总质量,混合17质量%的石脑油。在将其成型为片状之后,在恒温槽中干燥,去除石脑油,得到平均厚度为30 $\mu\text{m}$ 的接合片(相当于粘接层12)。

[0300] 将第一金属层13、粘接层12及氟树脂层叠体20依次层叠,以使氟树脂层10及第一金属层13与粘接层12相接。将层叠体保持在170°C的温度下30分钟,同时施加3MPa的压力。由此,在试样1至试样15中,通过粘接层12的软化,第一金属层13与氟树脂层叠体20粘接,能够得到试验用层叠体。在能够得到试验用层叠体的情况下,表1及表2的“可否层叠”栏中显示“可”。在试样16中,无法将第一金属层13与氟树脂层叠体20粘接。在无法得到试验用层叠体的情况下,表1及表2的“可否层叠”栏中显示“不可”。

[0301] [表1]

[0302] [表1]

[0303]

试样No.		1	2	3	4	5	6	7	8	
原料	氟树脂层 (质量部)	PTFE	100	100	100	100	100	100	100	100
		二氧化硅	0	100	100	100	100	190	190	190
		氧化钛	0	0	0	0	0	10	10	10
	粘接层 (质量部)	酸改性聚丙烯	90	90	90	90	90	90	90	90
		环氧树脂	10	10	10	10	10	10	10	10
		SEEPS	0	0	0	0	0	0	0	0
		PPE	0	0	0	0	0	0	0	0
		PTFE	0	0	0	0	0	0	0	0
		PFA	0	0	0	0	0	0	0	0
		二氧化硅	100	0	100	150	0	0	100	150
		BN	0	0	0	0	100	0	0	0
氟树脂层	热膨胀率	ppm/°C	159	83	83	83	83	21	21	21
		评价	C	B	B	B	B	A	A	A
粘接层	第一无机 填料含有率	质量%	0	50	50	50	50	67	67	67
		体积%	0	50	50	50	50	66	66	66
	第二无机 填料含有率	质量%	50	0	50	60	50	0	50	60
		体积%	29	0	29	39	29	0	29	39
粘接层	玻璃化转变温度	°C	64	64	64	64	64	64	64	64
	A/B		0.02	0.01	0.02	0.01	0.05	0.01	0.02	0.01
	Z		50	50	0	10	0	67	17	7
可否层叠		可	可	可	可	可	可	可	可	
试验用 层叠体	剥离强度	N/cm	20	16	10	8	7	22	20	17
	凹口的长度	$\mu\text{m}$	64	33	13	13	16	71	14	10
		评价	C	C	A	A	B	C	A	A

[0304] [表2]

[0305] [表2]

试样No.		9	10	11	12	13	14	15	16	
原料	氟树脂层 (质量部)	PTFE	100	100	100	100	100	100	100	100
		二氧化硅	190	190	190	190	190	190	190	190
		氧化钛	10	10	10	10	10	10	10	10
	粘接层 (质量部)	酸改性聚丙烯	90	90	0	0	90	90	90	0
		环氧树脂	10	10	9	9	10	10	10	0
		SEEPS	0	0	64	64	0	0	0	0
		PPE	0	0	27	27	0	0	0	0
		PTFE	0	0	0	0	0	0	0	90
		PFA	0	0	0	0	0	0	0	10
		二氧化硅	200	0	0	0	0	100	150	80
		BN	0	100	0	100	0	0	0	0
氟树脂层	热膨胀率	ppm/°C	21	21	21	21	21	21	21	
		评价	A	A	A	A	A	A	A	
	第一无机 填料含有率	质量%	67	67	67	67	67	67	67	67
		体积%	66	66	66	66	66	66	66	65
粘接层	第二无机 填料含有率	质量%	67	50	0	50	0	50	60	47
		体积%	47	29	0	33	0	29	39	47
	玻璃化转变温度	°C	64	64	126	126	64	64	64	110
	A/B		0.02	0.05	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.5
	Z		0	17	67	17	67	17	7	20
可否层叠		可	可	可	可	可	可	可	不可	
试验用 层叠体	剥离强度	N/cm	10	17	7	5	21	17	12	<1
	凹口的长度	μm	10	19	38	14	62	8	7	-
		评价	A	B	C	A	C	A	A	-

[0307] <氟树脂层的热膨胀率的测定>

[0308] 测定各试样的层叠前的氟树脂层的热膨胀率。测定使用Advance Riko株式会社的热膨胀计(LIX-2),在20°C至120°C的范围内对氟树脂层的厚度方向的线膨胀率进行了测定。如上所述,在本公开中,氟树脂层的厚度方向的线膨胀率是氟树脂层的热膨胀率。结果如表1及表2的“氟树脂层”的“热膨胀率”栏所示。在“热膨胀率”的“评价”栏中,将热膨胀率小于40ppm/°C的情况表示为A,将热膨胀率为40ppm/°C以上且小于90ppm/°C的情况表示为B,将热膨胀率为90ppm/°C以上的情况表示为C。在评价为A或B的情况下,判断为氟树脂层的热膨胀率小。在评价为C的情况下,判断为氟树脂层的热膨胀率大。

[0309] <氟树脂层及粘接层的组成>

[0310] 各试样的氟树脂层的第一无机填料的体积基准的含有率(体积%)及质量基准的含有率(质量%)如表1及表2的“氟树脂层”的“第一无机填料的含有率”的“体积%”及“质量%”栏所示。表1及表2所记载的原料中,二氧化硅及氧化钛相当于第一无机填料。在试样包含二氧化硅及氧化钛两者的情况下,基于它们的合计计算含有率。

[0311] 各试样的粘接层的第二无机填料的体积基准的含有率(体积%)及质量基准的含有率(质量%)如表1及表2的“粘接层”的“第二无机填料的含有率”的“体积%”及“质量%”栏所示。表1及表2所记载的材料中,二氧化硅及氮化硼相当于第一无机填料。在试样包含二氧化硅及氮化硼两者的情况下,基于它们的合计计算含有率。

[0312] 基于氟树脂层的第一无机填料的质量基准的含有率X(质量%)及粘接层的第二无

机填料的含有率Y(质量%),计算X与Y之差的绝对值Z。结果如表1及表2的“Z”栏所示。

[0313] <粘接层的评价>

[0314] 测定各试样的粘接层的玻璃化转变温度。另外,测定各试样的粘接层在20°C下的弹性模量B及160°C下的弹性模量A,计算比例A/B。具体的测定方法记载于实施方式1。结果如表1及表2的“粘接层”的“玻璃化转变温度”、“A/B”栏所示。

[0315] <剥离强度的评价>

[0316] 剥离强度的评价以JIS-K6854-2(1999)为基准来实施。具体而言,通过180°剥离试验进行评价。在各试样的试验用层叠体的第一金属层上粘贴厚度为66 $\mu\text{m}$ 的聚酰亚胺带(日东电工公司制的“P221”)。聚酰亚胺带的基材的厚度为25 $\mu\text{m}$ 。将氟树脂层与粘接层的界面作为剥离起点。以50mm/min拉伸聚酰亚胺带、第一金属层及粘接层,以使剥离方向相对于粘接面为180°,来测定剥离时的强度。结果如表1及表2的“剥离强度”栏所示。

[0317] <凹口的长度的测定>

[0318] 对于各试样的层叠体,从第二金属层形成贯通孔,测定氟树脂层与粘接层的界面附近的氟树脂层的凹口的长度。贯通孔的形成方法如下。

[0319] 在第二金属层上粘贴干膜并进行曝光,对第二金属层进行蚀刻。之后,剥离干膜,在第二金属层上形成 $\phi$ 125 $\mu\text{m}$ 的开口。

[0320] 向开口照射CO<sub>2</sub>激光而形成贯通孔。CO<sub>2</sub>激光的输出功率设为18.5W。由此,去除氟树脂层及粘接层,使第一金属层以 $\phi$ 110 $\mu\text{m}$ 的大小露出。贯通孔是盲孔。

[0321] 切开层叠体,以使包括盲孔的中心轴的截面露出,在截面中,测定氟树脂层与粘接层的界面附近的氟树脂层的凹口的长度。凹口的长度的测定方法记载于实施方式1。结果如表1及表2的“凹口的长度”栏所示。在凹口的长度的“评价”栏中,将凹口的长度小于15 $\mu\text{m}$ 的情况表示为A,将凹口的长度为15 $\mu\text{m}$ 以上且小于25 $\mu\text{m}$ 的情况表示为B,将凹口的长度为25 $\mu\text{m}$ 以上的情况表示为C。在评价为A或B的情况下,判断为抑制了凹口的产生。在评价为C的情况下,判断为未抑制凹口的产生。

[0322] <考察>

[0323] 试样3至试样5、试样7至试样10、试样12、试样14及试样15是实施例。在这些试样中,为氟树脂层与被粘接层通过低温下的冲压而由粘接层粘接的电路基板。在这些试样中,确认了即使在形成有贯通氟树脂层和粘接层的贯通孔的情况下,也可抑制氟树脂层与粘接层的界面附近的凹口的产生。

[0324] 试样1、试样2、试样6、试样11及试样13是比较例。在这些试样中,确认了在形成有贯通氟树脂层和粘接层的贯通孔的情况下,未抑制凹口的产生。

[0325] 在试样16中,无法通过低温下的冲压将氟树脂层与被粘接层粘接。可推测其理由是粘接层的树脂的氟树脂(PTFE、PFA)的含有率为100质量%,在冲压工序中粘接层12不软化。在试样16中,由于未得到试验用层叠体,因此无法对层叠体进行激光加工。因此,无法测定试样16的凹口的长度。

[0326] 对上述的各实施方式及实施例的构成进行适当组合及各种变形是从最开始就预定的。

[0327] 应该认为本次公开的实施方式及实施例在所有方面都是示例而不是限制性的。本发明的范围不是由上述实施方式及实施例表示,而是由权利要求书表示,意图包括与权利

要求书等同的含义及范围内的所有变更。

- [0328] 附图标记说明
- [0329] 1 电路基板
- [0330] 10 氟树脂层
- [0331] 10a 第一主面
- [0332] 10b 第二主面
- [0333] 11 第二金属层
- [0334] 12 粘接层
- [0335] 12a 第1B面
- [0336] 13 第一金属层
- [0337] 13a 第1A面
- [0338] 14 连接部
- [0339] 15 第三金属层
- [0340] 16 第一树脂层
- [0341] 16a 第三主面
- [0342] 16b 第四主面
- [0343] 17 被粘接层
- [0344] 20 氟树脂层叠体
- [0345] 22 第一树脂层叠体
- [0346] 24 第一层叠体
- [0347] 25 凹口
- [0348] 26 填充部
- [0349] 27 内壁面
- [0350] L1 中心轴
- [0351] P1 界面。

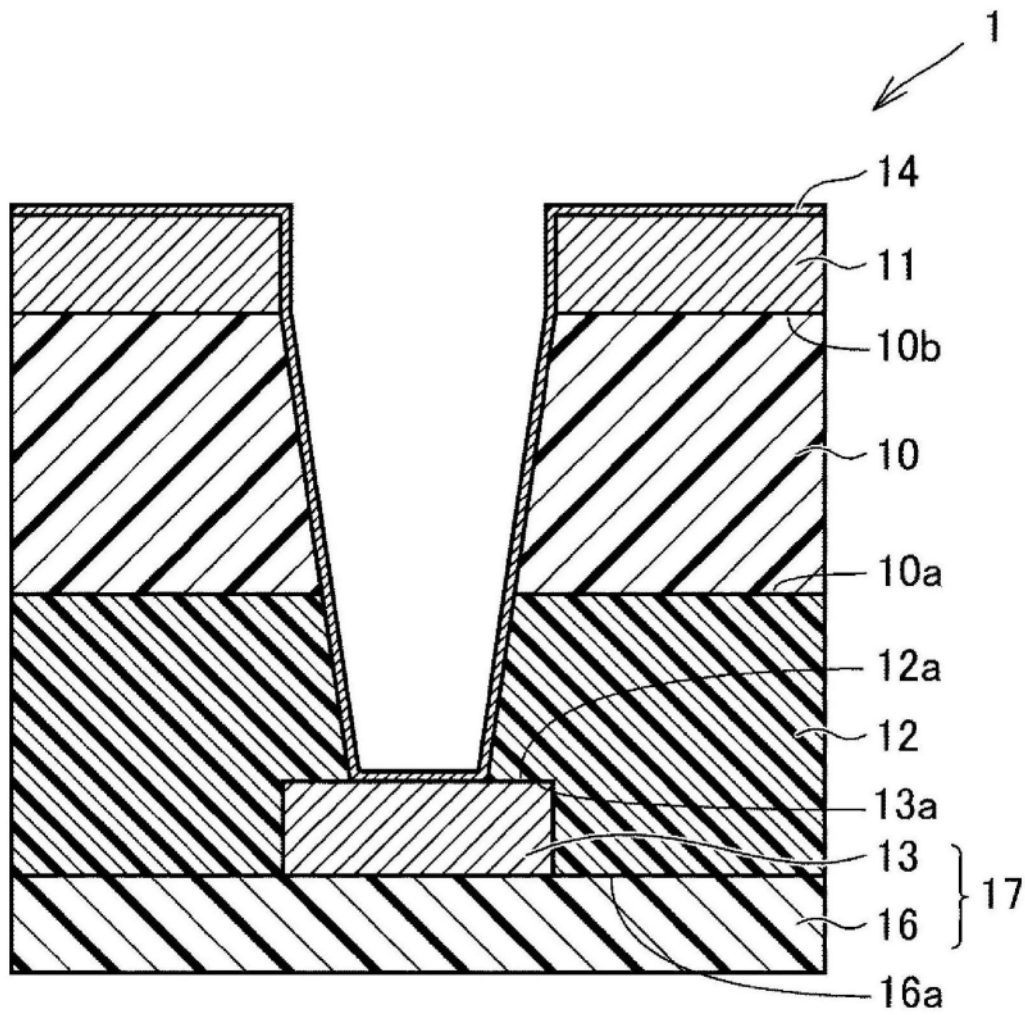


图1

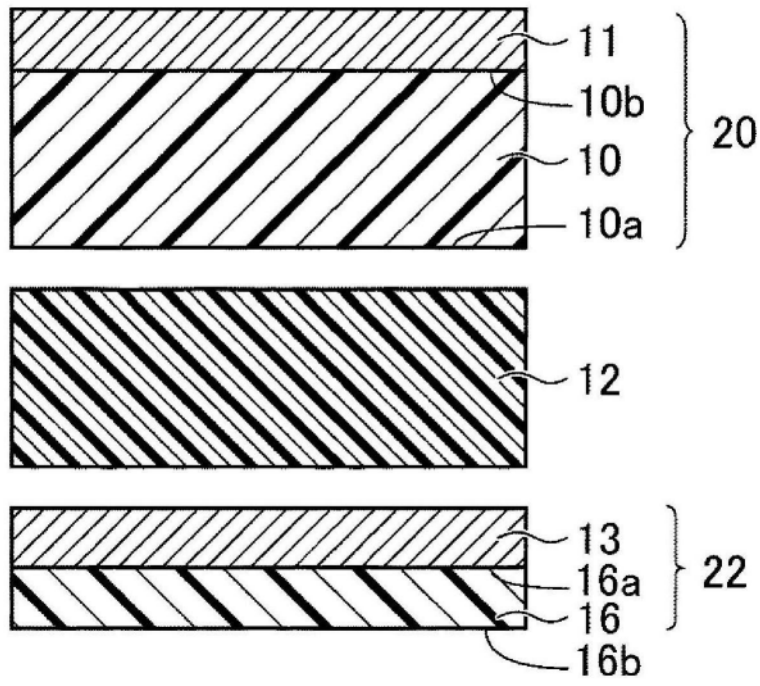


图2A

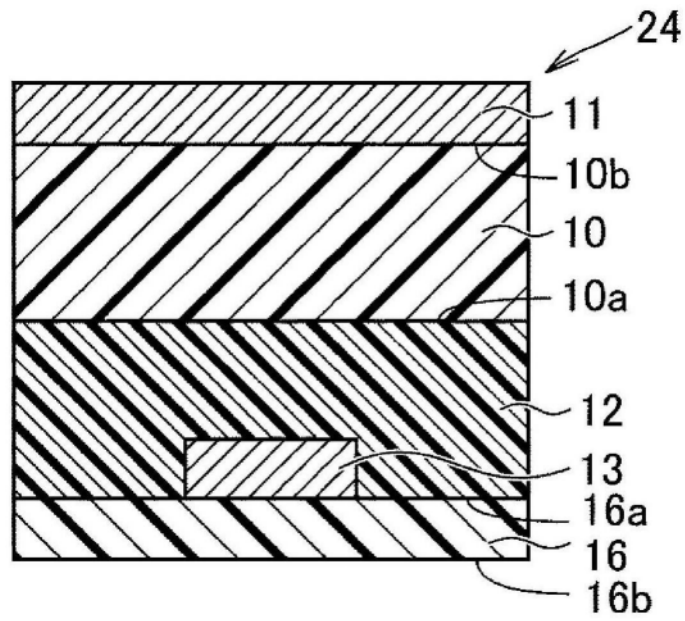


图2B

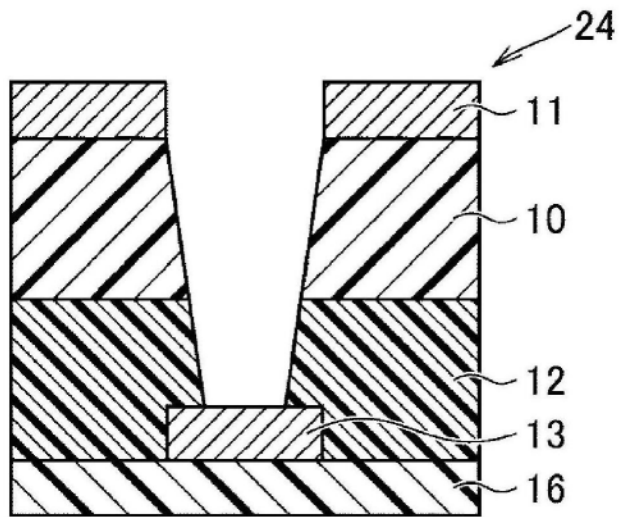


图2C

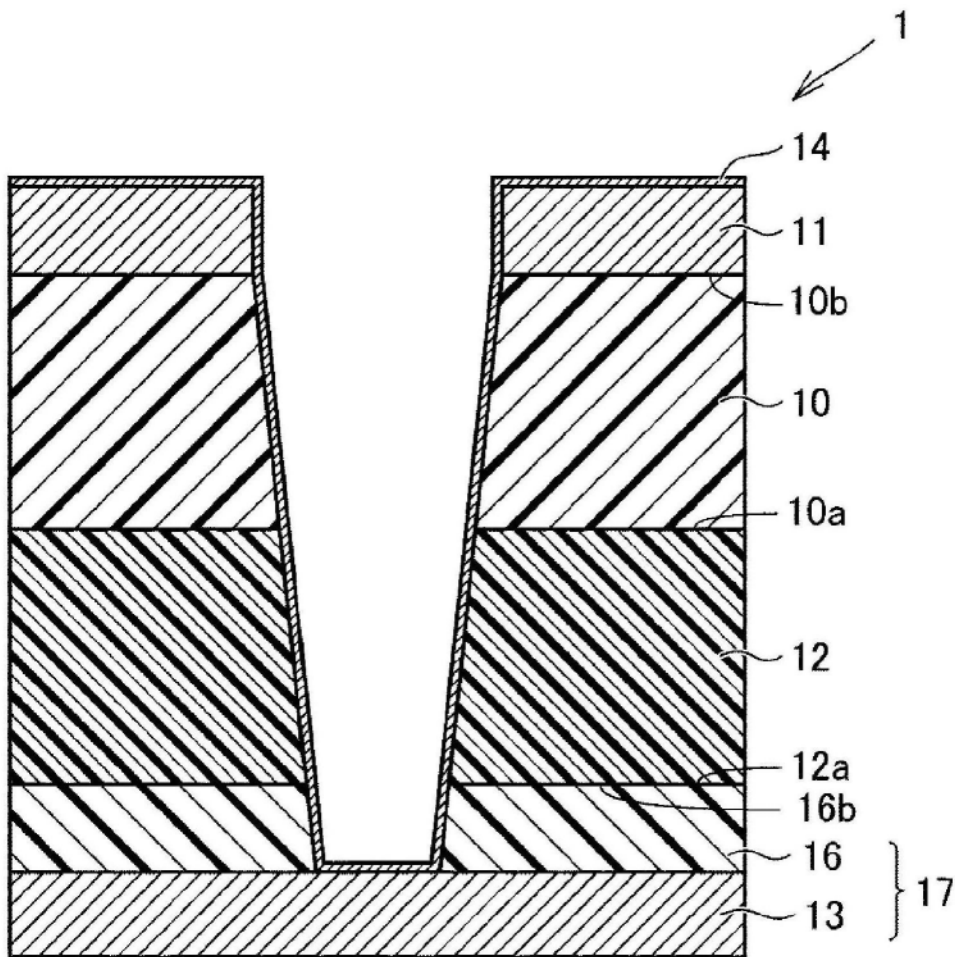


图3

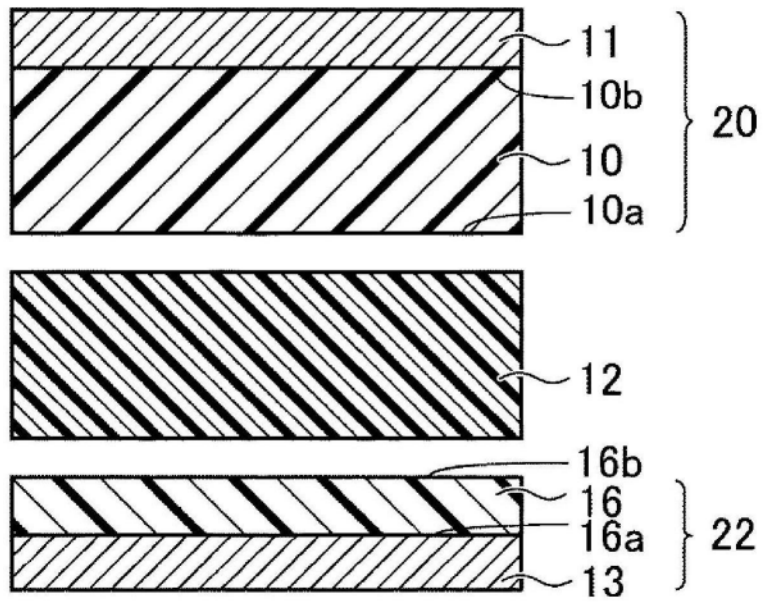


图4A

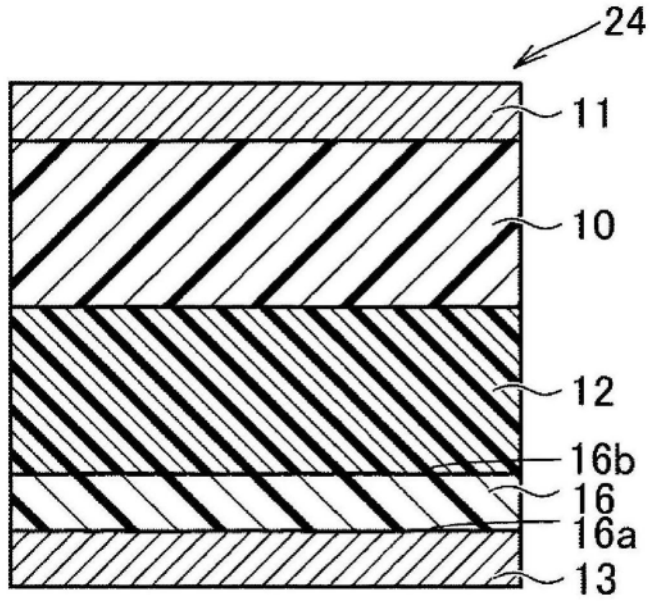


图4B

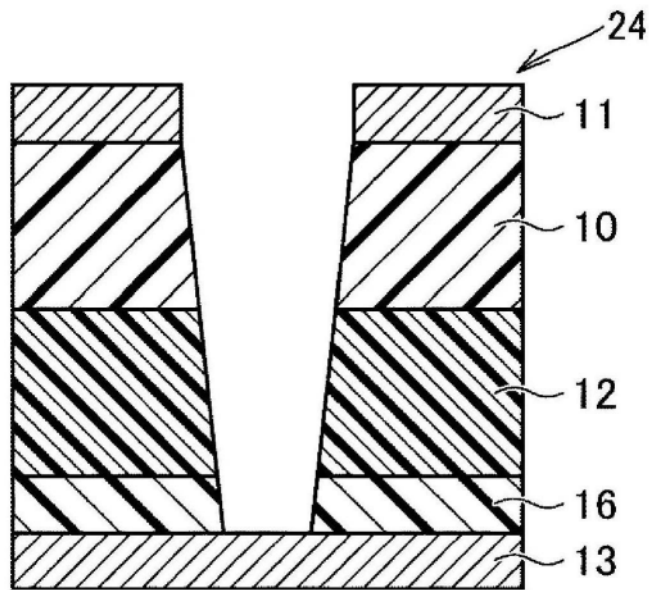


图4C

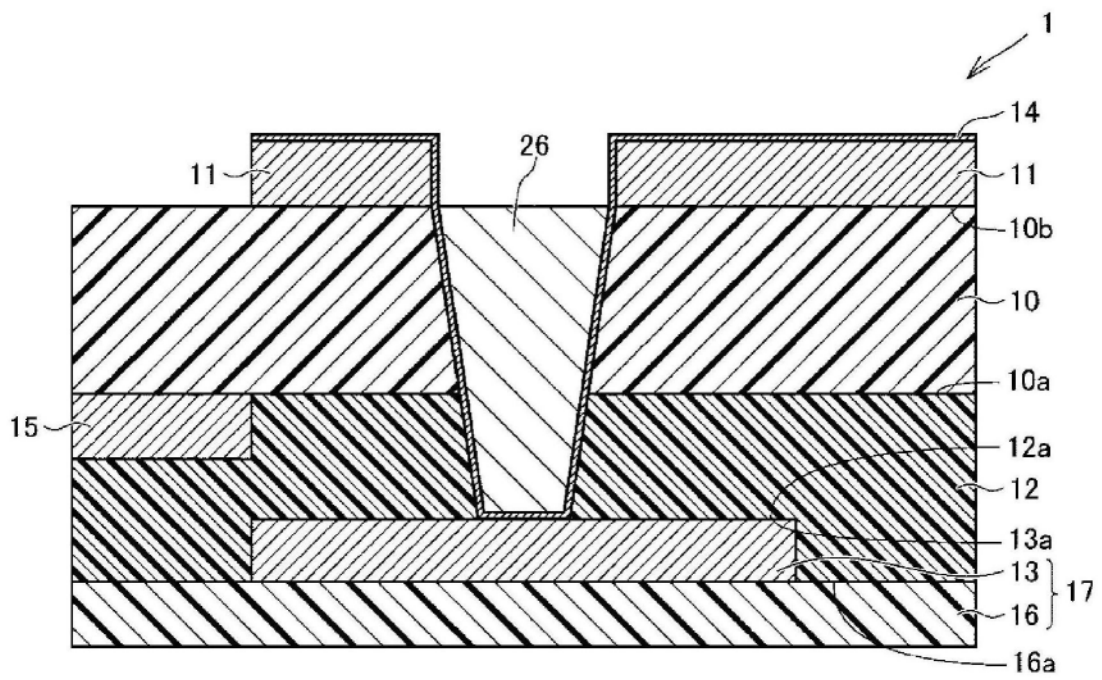


图5

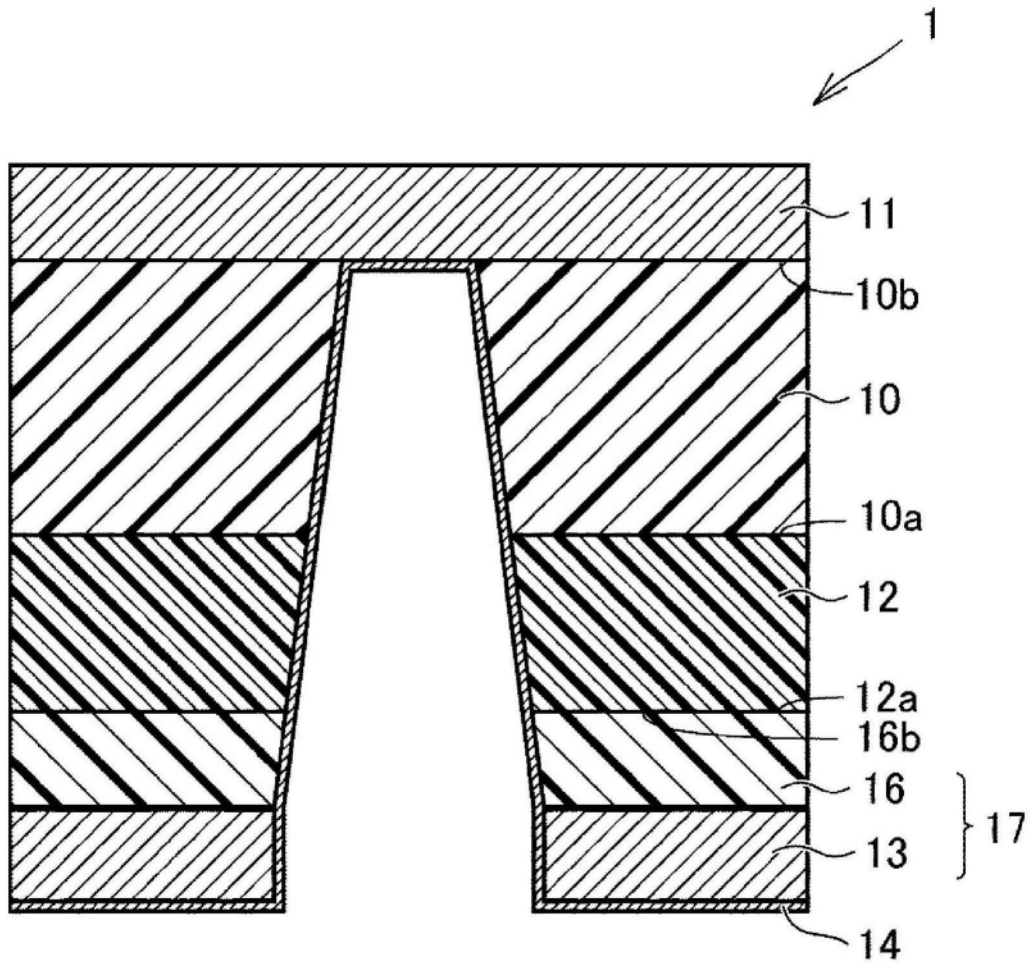


图6

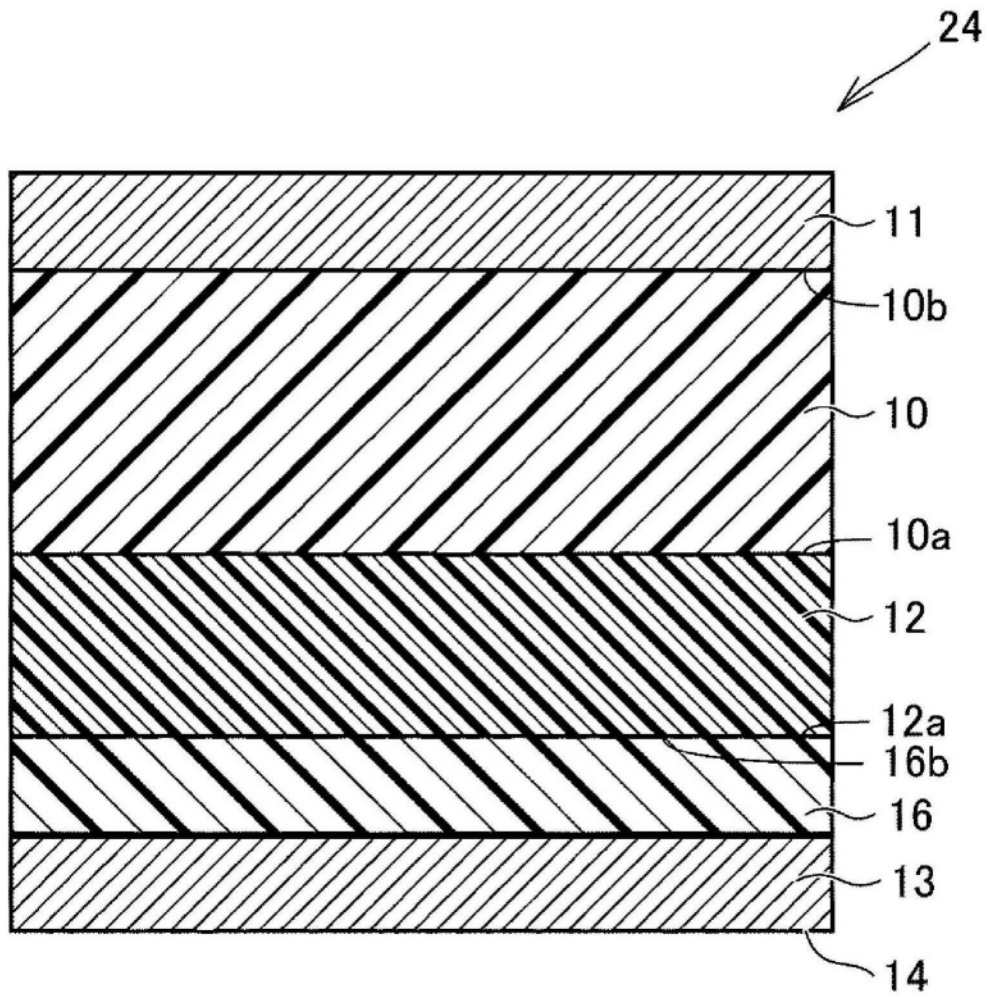


图7A

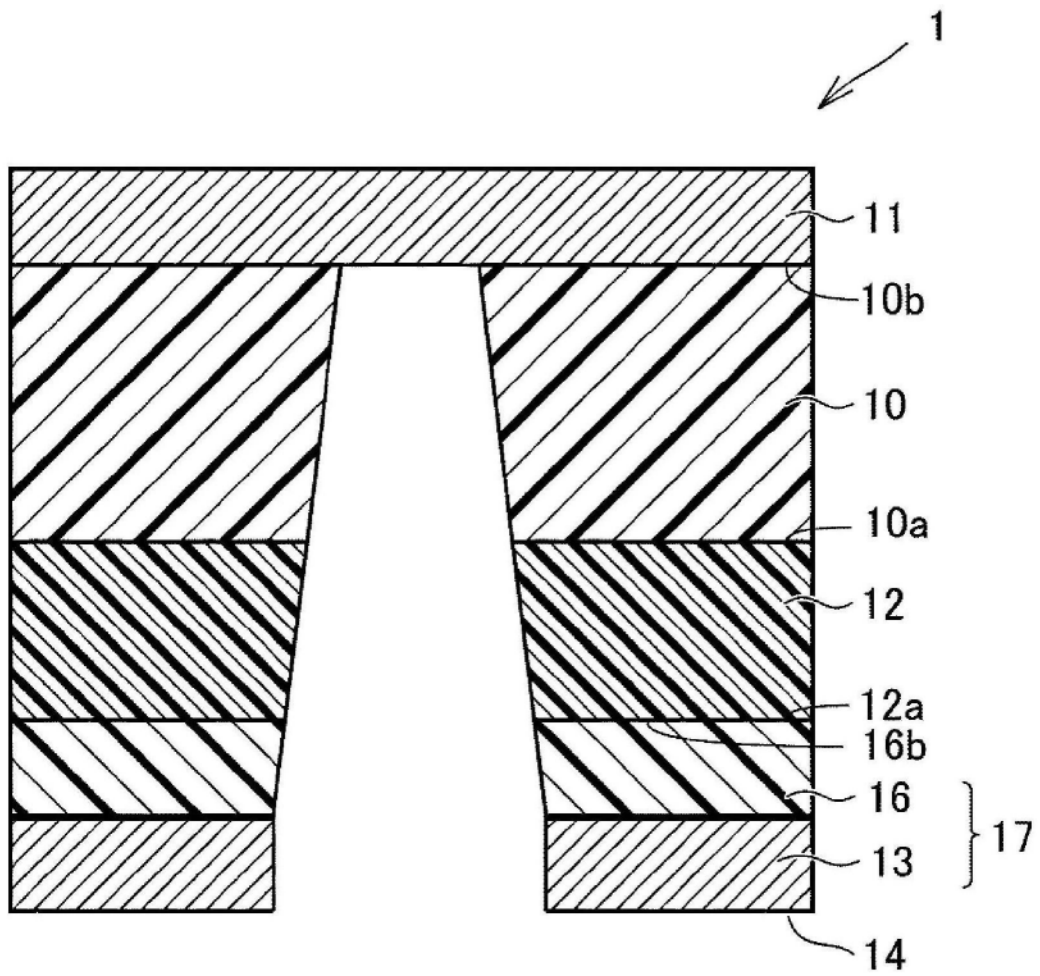


图7B

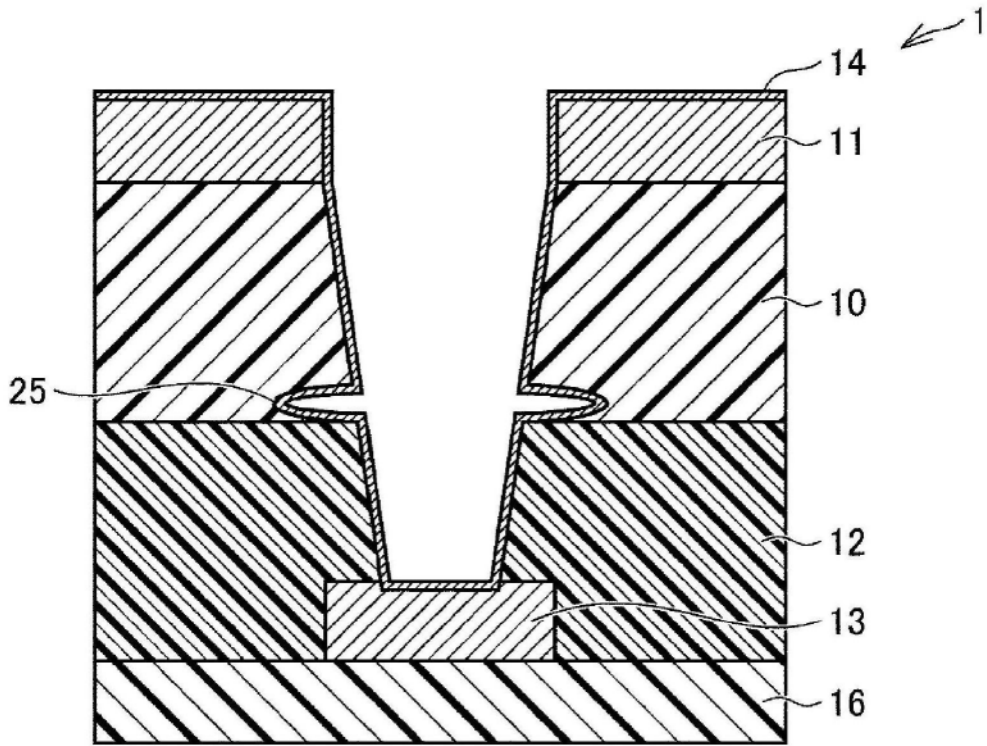


图8

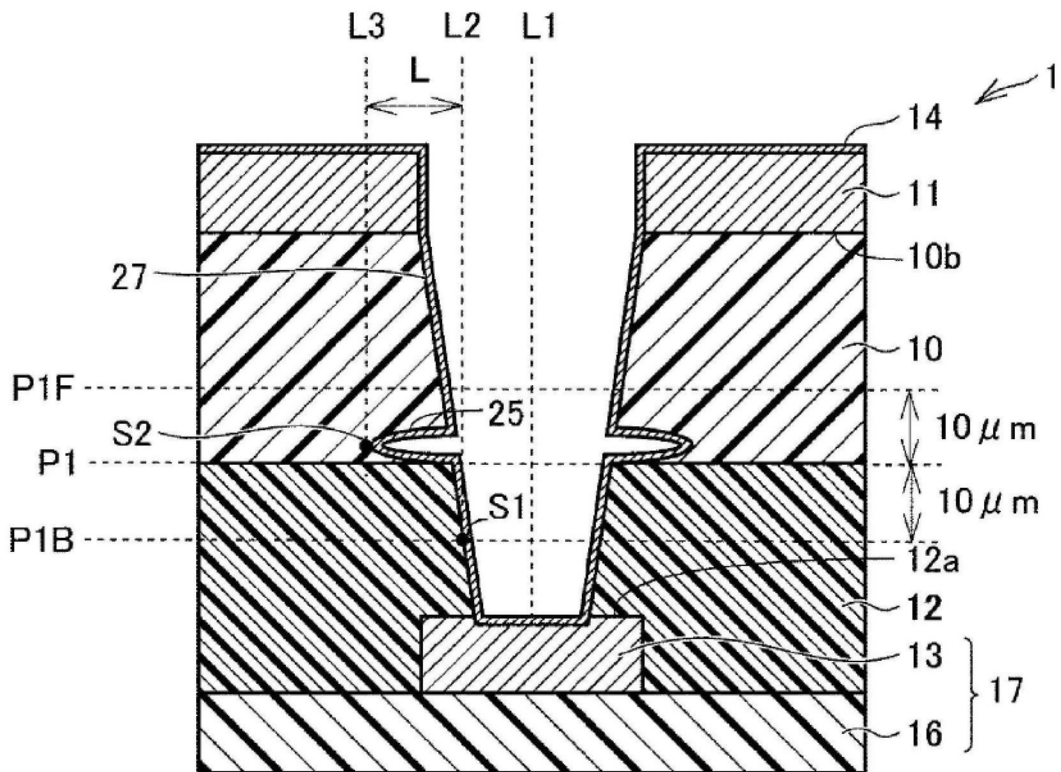


图9