

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C04B 35/01

C04B 35/04 C03C 3/064

C03C 3/089 H01B 3/12

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01108379.4

[43] 公开日 2001 年 10 月 31 日

[11] 公开号 CN 1319571A

[22] 申请日 2001.3.6 [21] 申请号 01108379.4

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

[30] 优先权

代理人 沈昭坤

[32] 2000.3.6 [33] JP [31] 060800/2000

[71] 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

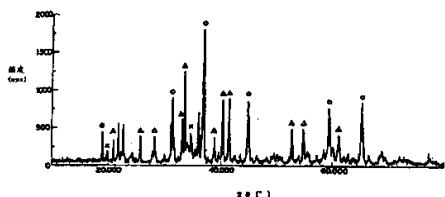
[72] 发明人 森直哉 近川修

权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 绝缘陶瓷、多层陶瓷基片和层叠的陶瓷电子部件

[57] 摘要

本发明提供了一种绝缘陶瓷，包含 MgO - MgAl₂O₄ 陶瓷和硼硅玻璃的熔烧混合物，其中所述熔烧混合物中，MgAl₂O₄ 结晶相和 Mg₃B₂O₆ 结晶相与 Mg₂B₂O₅ 结晶相中的至少一个是主结晶相。较好地，所发明的层叠陶瓷电子部件中的多个内部电极除了构成电容器单元的内部电极以外，还包含多个相互连接的线圈导体，因此构成层叠的电感器单元。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

权 利 要 求 书

1. 一种绝缘陶瓷，其特征在于包含 $\text{MgO}-\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 陶瓷和硼硅玻璃的焙烧混合物，其中所述焙烧混合物中， MgAl_2O_4 结晶相和 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 结晶相与 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 结晶相中的至少一个是主结晶相。
2. 如权利要求 1 所述的绝缘陶瓷，其特征在于所述硼硅玻璃包含氧化硼、氧化硅、氧化镁和碱金属氧化物。
3. 如权利要求 2 所述的绝缘陶瓷，其特征在于所述硼硅玻璃包含大约 15 到 65% 重量的 B_2O_3 形式的氧化硼，大约 8 到 50% 重量的 SiO_2 形式的氧化硅，大约 10 到 45% 重量的 MgO 形式的氧化镁，和大约 0 到 20% 重量的氧化物形式的碱金属氧化物。
4. 如权利要求 3 所述的绝缘陶瓷，其特征在于所述硼硅玻璃还包含大约 20% 重量或更少的氧化铝。
5. 如权利要求 3 所述的绝缘陶瓷，其特征在于所述硼硅玻璃还包含大约 30% 重量或更少的氧化锌。
6. 如权利要求 3 所述的绝缘陶瓷，其特征在于所述硼硅玻璃还包含大约 10% 重量或更少的氧化铜。
7. 如权利要求 1 所述的绝缘陶瓷，其特征在于包含的所述 $\text{MgO}-\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 陶瓷和所述硼硅玻璃重量比从大约 20: 80 到 80: 20。
8. 如权利要求 1 所述的绝缘陶瓷，其特征在于所述 $\text{MgO}-\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 陶瓷由 $x\text{MgO}-y\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 表示，其中 x 和 y 分别满足 $10 \leq x \leq 90$; $10 \leq y \leq 90$; 和 $x+y=100$ 。
9. 如权利要求 1 所述的绝缘陶瓷，其特征在于存在大约 5 到 80% 重量的 MgAl_2O_4 结晶相，和大约 5 到 7% 重量的 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 和 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 结晶相中的至少一种。
10. 如权利要求 9 所述的绝缘陶瓷，其特征在于所述 $\text{MgO}-\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 陶瓷是大约是焙烧的混合物的 20—80 重量百分比，并由 $x\text{MgO}-y\text{MgAl}_2\text{O}_4$ 表示，其中 x 和 y 是重量，并且 $10 \leq x \leq 90$; $10 \leq y \leq 90$; 和 $x+y=100$; 而且，其中所述硼硅玻璃包含大约 15 到 65% 重量的 B_2O_3 形式的氧化硼，大约 8 到 50% 重量的 SiO_2 形式的氧化硅，大约 10 到 45% 重量的 MgO 形式的氧化镁，0 到大

约 20% 重量的氧化物形式的碱金属氧化物，大约 20% 重量或更少的氧化铝，大约 30% 重量或更少的氧化锌和大约 10% 重量或更少的氧化铜。

11. 一种多层陶瓷基片，其特征在于包含：

陶瓷板，包含如权利要求 1 所述的绝缘陶瓷的绝缘陶瓷层；和所述陶瓷板的绝缘陶瓷层中的多个内部电极。

12. 如权利要求 11 所述的多层陶瓷基片，其特征在于在具有第二陶瓷层，其介电常数高于层叠在所述绝缘陶瓷层至少一侧上的所述绝缘陶瓷层。

13. 如权利要求 12 所述的多层陶瓷基片，其特征在于所述多个内部电极是相互层叠的，从而所述绝缘陶瓷层中的至少一部分设置在所述一对内部电极上，由此形成层叠的电容器。

14. 如权利要求 13 所述的多层陶瓷基片，其特征在于所述多个内部电极额外地包含线圈导体，并且所述线圈导体相互连接，由此构成层叠的电感器。

15. 一种陶瓷电子部件，其特征在于包含：

如权利要求 12 所述的多层陶瓷基片；和所述多层陶瓷基片上的至少一个电子装置，所述电子装置与所述多个内部电极形成电路。

16. 如权利要求 15 所述的陶瓷电子部件，其特征在于还包含固定在所述多层陶瓷基片上，以便围绕所述电子部件装置的盖子。

17. 如权利要求 16 所述的陶瓷电子部件，其特征在于所述盖子是导电盖子。

18. 如权利要求 15 所述的陶瓷电子部件，其特征在于还包含：

仅仅设置在所述多层陶瓷基片的一侧上的多个外部电极；和所述基片中的多个通孔导体，所述通孔导体电气连接到所述外部电极，并电气连接到所述内部电极或所述电子装置。

19. 一种层叠的陶瓷电子部件，其特征在于包含：

包含如权利要求 1 所述的绝缘陶瓷的烧结陶瓷；设置在所述烧结陶瓷内部的多个内部电极；和在所述烧结陶瓷外部表面上，并电气连接到所述内部电极的至少一个上的多个外部电极。

20. 如权利要求 19 所述的层叠陶瓷电子部件，其特征在于将所述多个内部电极设置得相互重叠，陶瓷层的至少一部分在它们之间，由此构成电容器单元。

21. 如权利要求 20 所述的层叠陶瓷电子部件，其特征在于所述多个内部电极还包含多个线圈导体，所述线圈导体相互连接，由此构成层叠的电感器单元。

说 明 书

绝缘陶瓷、多层陶瓷基片和层叠的陶瓷电子部件

本发明涉及一种用于例如多层电路板中的绝缘陶瓷。本发明尤其涉及一种高频绝缘陶瓷，这种绝缘陶瓷方便地应用于例如装配有半导体装置和各种电子部件的复合多层电路板中，并能够通过与诸如铜和银之类的导电材料一起烧结而得到，本发明还涉及多层陶瓷基片、陶瓷电子部件以及层叠的陶瓷电子部件，它们都使用本发明的绝缘陶瓷。

对于加速在更高频率中使用电子设备的现代趋势正保持其发展。随着这种对于加速的要求，还要增加用于这种电子设备中的电子部件的更高的密度安装和更高密度封装。为了满足这些需求，传统上将多层电路板用作基片，其中将半导体装置和各种电子部件安装在这种基片上。在这种多层电路板上，基片为导体电路和电子部件功能器件提供设置的地方，因此使电子设备进一步最小化。

传统上已经使用氧化铝作为构成多层电路板的材料。

氧化铝具有相对高的 1500 摄氏度到 1600 摄氏度的焙烧温度，但是一般必须将诸如 Mo, Mo-Mn 和 W 之类的耐火金属用作设置在这种由氧化铝构成的多层电路板内的导电电路的材料。但是，这种耐火金属具有高电阻。

因此强烈需要使用诸如铜之类的金属作为导电金属，这种金属具有更低的电阻，并且可以以低于耐火金属的成本得到。为了将铜用作导电材料，已经开发了对能够通过在 1000 摄氏度或更低的温度下焙烧得到的玻璃陶瓷或结晶玻璃的使用(例如，第 5-238774 号日本未审查专利公告)。

但是这种能够在低温下得到的已知的基片材料机械强度低，而且 Q 值低，而且焙烧处理趋向于影响这种材料的沉积结晶相类型和比例。

相应地，本发明的一个目的是提供一种能够解决传统技术中的问题，能够通过在低温焙烧而得到，能够通过与熔点相对较低的诸如银和铜之类的导电材料一起焙烧而得到，具有令人满意的机械强度和高 Q 值，并且对于沉积结晶相的类型和比例不敏感的绝缘陶瓷。

本发明的另一个目的是提供一种多层陶瓷基片，陶瓷电子部件和层叠的陶瓷电子部件，它们都是由绝缘陶瓷构成的，具有另一方面的机械强度和高 Q 值，并且对于沉积结晶相的类型和比例不敏感。

在为解决上述问题进行了精深研究之后，本发明人发现作为主结晶相的 $MgAl_2O_4$ 结晶相和 $Mg_3B_2O_6$ 结晶相和/或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相的沉积能够产生更高的 Q 值和更高的可靠性。这是因为除了 $MgAl_2O_4$ 结晶相以外， $Mg_3B_2O_6$ 结晶相和/或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相作为主结晶相的沉积使玻璃中的硼稳定，因此改进了可靠性和可烧结性。以这些发现为基础完成了本发明。

具体地说，从宽的方面讲，本发明提供了一种绝缘陶瓷，包含 MgO - $MgAl_2O_4$ 陶瓷和硼硅玻璃的焙烧混合物，其中所述焙烧混合物中， $MgAl_2O_4$ 结晶相和 $Mg_3B_2O_6$ 结晶相与 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相中的至少一个是主结晶相。在本文中，“主”意思是存在的晶相， $MgAl_2O_4$ 结晶相和 $Mg_3B_2O_6$ 和/或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相有最多量。

本发明中使用的硼硅玻璃最好包括氧化硼、氧化硅、氧化镁和碱金属氧化物。对 MgO - $MgAl_2O_4$ 与玻璃成份(包含至少氧化硼 (B_2O_3)，氧化硅 (SiO_2)，氧化镁 (MgO) 和碱金属氧化物 (e.g., Na_2O , K_2O or Li_2O))的结合使用允许 $MgAl_2O_4$ 结晶相和 $Mg_3B_2O_6$ 结晶相和/或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相作为主结晶相沉积，由此产生高 Q 值。

在这种情况下，硼硅玻璃最好包括大约大约 15 到 65% 重量的 B_2O_3 形式的氧化硼，大约 8 到 50% 重量的 SiO_2 形式的氧化硅，大约 10 到 45% 重量的 MgO 形式的氧化镁，0 到大约 20% 重量的 R_2O 形式的碱金属氧化物，其中 R 是碱金属。

如果硼硅玻璃中 B_2O_3 形式的的氧化硼含量少于 15% 重量，则氧化硼与 MgO 的比低，导致 $Mg_3B_2O_6$ 结晶相和/或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相的沉积。可以不得到高可靠性和令人满意的可烧结性。

相反，如果氧化硼的含量大于大约 65% 重量，则可能使玻璃的防湿性恶化。

如果 SiO_2 形式的氧化硅在玻璃中的含量少于大约 8% 的重量，可能使玻璃的化学稳定性恶化，并且如果它重量超过大约 50%，得到的玻璃可具有增加的熔化温度和恶化的可烧结性。

MgO 形式的氧化镁在玻璃中的含量少于大约 10% 的重量可能会延迟结晶化，并且大约 45% 重量的含量可能会引起玻璃制造中的结晶化，由此使可烧结性恶化。

玻璃中的碱金属氧化物能够降低玻璃的熔化温度。但是，超过大约 20% 重量的碱金属氧化物的含量可能会减小 Q 值。

可以通过适当调节氧化镁与氧化硼在系统中的比而选择性地沉积 $Mg_3B_2O_6$ 或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相。具体地说，当氧化镁(MgO)超过，从而 MgO 与 B_2O_3 的摩尔比大于大约 3: 1 时， $Mg_3B_2O_6$ 结晶相能够沉积。

相反，当 B_2O_3 过量，从而 MgO 与 B_2O_3 的摩尔比小于大约 3: 1 时， $Mg_2B_2O_5$ 结晶相能够沉积。

当 MgO 与 B_2O_3 的摩尔比在 3: 1 附近时， $Mg_3B_2O_6$ 和 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相都沉积。

硼硅玻璃最好还包含 0 到大约 20% 重量的氧化铝。氧化铝的加入增强了玻璃的化学稳定性。但是，如果氧化铝的含量超过大约 20% 重量时，可能得不到足够的可烧结性。

较好地，硼硅玻璃还包含大约 30% 重量或更少的氧化锌。以上述比例加入氧化锌(ZnO)减小了玻璃的熔点温度，并且能够通过在更低温度下烧结得到绝缘陶瓷。超过大约 30% 重量的氧化锌的含量可能使玻璃的化学稳定性恶化。

较好地，硼硅玻璃还包含 0 到大约 10% 重量的氧化铜。加入氧化铜(CuO)，通过在更低的温度下焙烧而产生绝缘陶瓷。超过大约 10% 重量的氧化铜含量可能导致 Q 值减小。

$MgO-MgAl_2O_4$ 陶瓷与硼硅玻璃的重量比最好在大约 20: 80 到 80: 20 的范围内。少于大约 20% 的重量的陶瓷的含量可能会减小 Q 值。如果含量超过大约 80% 的重量，则通过在 900 摄氏度到 1000 摄氏度焙烧而得到的绝缘陶瓷可能不足够密致。

$MgO-MgAl_2O_4$ 陶瓷由 $xMgO-yMgAl_2O_4$ 表示，其中 x 和 y 分别满足 $10 \leq x \leq 90$; $10 \leq y \leq 90$; 和 $x+y=100$ 。

MgO 的重量百分比 x 规定为在从大约 10 到 90 之间。这是因为 x 超过大约 90，可能会引起 MgO 的防湿性的问题。

如果 x 小于大约 10，则可能将大量昂贵玻璃加入以在 1000 摄氏度或更低的温度下焙烧。

在烧结陶瓷中，最好沉积大约 5 到 80% 重量的 $MgAl_2O_4$ 结晶相，和大约 5 到 70% 重量的 $Mg_3B_2O_6$ 结晶相 和/或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相。在上述范围内的含量能够产生高可靠性、令人满意的可烧结性、足够的机械强度和高 Q 值。少于大约 5% 重量的 $MgAl_2O_4$ 结晶相的含量可能使绝缘陶瓷的强度恶化。如果它超过大约 80% 重量，则通过在 1000 摄氏度或更低的温度焙烧而得到的陶瓷可能不密致。

如果 $Mg_3B_2O_6$ 结晶相 和/或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相的含量少于大约 5% 的重量，氧化镁(MgO)和氧化硼(B₂O₃)之间的反应不能充分进行。导致恶化的可烧结性和可靠性以及降低的 Q 值。为了沉积大约 70% 重量的 $Mg_3B_2O_6$ 结晶相 和/或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相，必须加入大量昂贵玻璃，由此增加了成本。

在本发明中，可以将通过在大约 700 摄氏度到 1000 摄氏度下烧结的玻璃成份用作玻璃。

根据本发明得到的绝缘陶瓷最好具有 400 或更大的 Q 值(在 10GHz 频率确定)。如果绝缘陶瓷具有 400 或更大的 Q 值(在 10Ghz)，陶瓷能够有利地用于电路板中，以用于高频(例如在 1GHz 或更高频率下)。

在另一方面中，本发明提供了一种多层陶瓷基片，它包含陶瓷板，所述陶瓷板包含由绝缘陶瓷构成的绝缘陶瓷层，和多个形成在陶瓷板的绝缘陶瓷层中的内部电极。

在本发明的多层陶瓷基片中，可以在绝缘陶瓷层的至少一侧上层叠具有比绝缘陶瓷层更高的介电常数的第二陶瓷层。

本发明的多层陶瓷基片中的多个内部电极可通过绝缘陶瓷层的至少一部分层叠，由此构成层叠的电容器。

较好地，多个内部电极包括电容器内部电极和线圈导体，并且电容器内部电极通过绝缘陶瓷层的至少一部分相互层叠，并且线圈导体相互连接，由此构成层叠的电感器。

在另一个方面，本发明提供了一种陶瓷电子部件，包含多层陶瓷基片和至少一个安装在多层陶瓷基片上，并与多个内部电极构成电路的电子部件装置。

特别地，本发明的陶瓷电子部件还包含安置在多层陶瓷基片上，以将电子部件装置围绕的盖子。最好将导电盖子用作盖子。

本发明的陶瓷电子部件最好还包括多个仅仅形成在多层陶瓷基片的底部上的外部电极，和多个电气连接到外部电极和电气连接到内部电极或电子部件装置的通孔导体。

在本发明的另一个方面中，提供了一种层叠陶瓷电子部件，它包括由绝缘陶瓷构成的烧结陶瓷，多个安排在烧结的陶瓷内侧的内部电极，多个形成在烧结陶瓷外表面上，并电气连接到任何一内部电极的外部电极。

在本发明的层叠陶瓷电子部件的具体实施例中，多个内部电极可设置得通过陶瓷层相互重叠，由此构成电容器单元。

较好地，除了构成电容器单元的内部电极以外，本发明的层叠陶瓷电子部件中的多个内部电极还包含多个线圈导体，它们相互连接，由此构成层叠的电感器单元。

图 1 是示出作为本发明的一个例子的样品号 11 的绝缘陶瓷的 XRD 频谱的视图；

图 2 是示出作为本发明的另一个例子的样品号 14 的绝缘陶瓷的 XRD 频谱的视图；

图 3 是示出层叠陶瓷模块的纵向截面图，该层叠陶瓷模块作为使用本发明的实施例的多层陶瓷基片的陶瓷电子部件；

图 4 是图 3 的多层陶瓷模块的分解透视图；

图 5 是示出用于制造作为本发明的第二实施例的层叠陶瓷电子部件的陶瓷生片和形成在其上的电极图案的分解透视图；和

图 6 是示出本发明的第二实施例的层叠陶瓷电子部件的透视图；和

图 7 是示出图 6 的层叠陶瓷电子部件的电路的视图。

下面将首先描述发明的绝缘陶瓷的例子，接着是发明的多层陶瓷基片、陶瓷电子部件和层叠的陶瓷电子部件的构成实施例，以更加详细地说明本发明。

称重和混合原材料粉末 $Mg(OH)_2$ and Al_2O_3 ，以产生最终烧结的陶瓷，由下面的组合式表示：



其中 x 和 y 由重量比表示，并满足下面的条件：

$$10 \leq x \leq 90; 10 \leq y \leq 90; \text{ and } x+y=100$$

将每一个混合的粉末湿拌 16 个小时，并干燥，将得到的混合物在 1400 摄氏度下煅烧 2 个小时，以产生煅烧致密物，并将煅烧致密物粉碎以产生陶瓷复合物。

将上述制备的陶瓷复合物称重，并与具有表 1 所示的成份的每一种玻璃混合，其量示于表 2 中。然后将得到的混合物通过适量粘合剂粒化，并在 200MPa 压力下成形，以产生直径为 12mm，厚度为 7mm 的圆柱造型。在 900 摄氏度到 1000 摄氏度的大气中焙烧这种造型物 2 个小时，以产生绝缘陶瓷样品。通过使用介质谐振器的技术确定样品的相对介电常数和 Q 值(在 10GHz)。这些样品的结构示于表 2 中。

分别地制备带状绝缘陶瓷样品，并依照日本工业标准(JIS)C2141 进行三点弯曲测试，以估算弯曲强度。根据例 1 的样品具有 290MPa 的高强度。

使上述制备的每一种绝缘陶瓷接受粉末 X 射线衍射测量(XRD，以确定 $MgAl_2O_4$ 结晶相, $Mg_3B_2O_6$ 结晶相 and $Mg_2B_2O_5$ 结晶相的存在。其结果以结晶相示于表 2 中。

在表 2 中，“KO”、“SP”、“SU”和“MG”意思分别是 $Mg_3B_2O_6$, $MgAl_2O_4$, $Mg_2B_2O_5$ and MgO 。

(weight %)

01.03.09

表 1

玻璃号.	B ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	Al ₂ O ₃	ZnO	BaO	SrO	CaO	Li ₂ O	CuO
A	40	14	-	-	-	41	-	-	5	-
B	40	13	-	-	-	-	42	-	5	-
C	30	20	-	-	-	-	-	45	5	-
D	54	19	21	-	-	-	-	-	6	-
E	28	50	17	-	-	-	-	-	5	-
F	40	20	15	5	-	-	-	-	20	-
G	45	30	10	5	8	-	-	-	2	-
H	38	20	19	8	4	-	-	-	9	2
I	41	18	19	-	10	-	-	-	10	2
J	41	17	26	5	5	-	-	-	5	2
K	37	24	27	-	-	-	-	-	10	2
L	15	35	25	5	15	-	-	-	5	-
M	65	10	15	-	-	-	-	-	4	1
N	42	8	25	10	5	-	-	-	8	2
O	38	22	10	5	20	-	-	-	4	1
P	35	10	45	-	5	-	-	-	3	2
Q	45	10	20	20	-	-	-	-	3	2
R	30	15	18	5	30	-	-	-	2	-
S	35	20	20	-	10	-	-	-	5	10
T	35	-	30	10	15	-	-	-	8	2

01.03.09

表 2

样品号	MgO (weight %)	MgAl ₂ O ₄ (weight %)	玻璃 (weight %)	Kind	焙烧温度 (C)	主结晶相	介电常数 (ε)	Q 值 (@10GHz)
1	50	50	50	A	920	SU, SP	7.7	410
2	50	50	50	B	920	SU, SP	7.6	430
3	50	50	50	C	920	SU, SP	8.4	400
4	40	60	40	D	950	KO, SP	7.2	1000
5	60	40	20	D	1000	SU, SP	6.9	700
6	50	50	50	D	920	SU, SP	7.0	2500
7	40	60	50	E	1000	KO, SP	7.1	800
8	55	45	65	E	950	KO, SP	7.3	1500
9	60	40	45	F	920	SU, SP	7.0	700
10	50	50	50	G	950	SP, SU	7.2	1200
11	50	50	50	H	900	KO, SP	7.2	3000
12	60	40	40	H	950	KO, SP	7.2	2500
13	90	10	65	I	1000	KO, SP	7.3	1200
14	50	50	50	I	900	SU, SP	7.2	5500
15	50	50	50	J	900	KO, SP	7.3	4500
16	30	70	60	J	950	SU, SP	7.3	1200
17	50	50	50	K	900	KO, SP	7.3	3000
18	70	30	65	K	900	KO, SP	7.0	1500
19	10	90	80	L	950	KO, SP	7.4	800
20	30	70	55	L	900	KO, SP	7.3	1600

01.03.09

21	50	50	20	M	950	SU, SP	7.2	1200
22	50	50	50	N	950	KO, SP	7.1	1500
23	65	35	50	O	950	KO, SP	7.3	1800
24	35	65	75	P	1000	KO, SP	7.4	2000
25	10	90	70	F	1000	SU, SP	7.3	850
26	55	45	75	Q	1000	SU, SP	7.1	1900
27	25	75	40	R	1000	SU, SP	7.3	900
28	50	50	50	S	900	KO, SP	7.1	500
29*	50	50	50	T	-	-	-	-
30*	50	50	90	J	900	SP	6.5	150
31*	50	50	10	J	1000	SP, MG	5.1	200

*：本发明的范围以外

图 1 和图 2 是样品号 11 和样品号 14 的绝缘陶瓷的衍射图，作为 XRD 分析的典型例子。在图 1 和 2 中，符号“O”“ \AA ”和“X”意思分别是从 MgAl_2O_4 结晶相得到的峰值，从 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 结晶相得到的峰值和从 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 结晶相得到的峰值。

表 2 示出下面的发现。首先，当 MgAl_2O_4 结晶相和 $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 和/或 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 结晶相作为主结晶相沉积时，能够得到在 10GHz 处显示 Q 值为 400 或更高的样品。

能够通过将硼硅玻璃中的碱土金属限定为 Mg 得到更高的 Q 值。

当硼硅玻璃包括大约 15 到 65% 重量的 B_2O_3 形式的氧化硼，8 到 50% SiO_2 形式的氧化硅，大约 10 到 45% 重量的 MgO 形式氧化镁和 0 到大约 20% 重量的氧化物形式的碱金属氧化物时，能够得到更高的 Q 值。

当硼硅玻璃还包含 0 到大约 20% 重量的氧化铝时，得到的样品表现出高 Q 值以及增加的玻璃化学稳定性，导致容易处理。

当硼硅玻璃还包含 0 到大约 30% 重量的氧化锌时，得到的样品表现出更高的 Q 值。

还包含 0 到大约 10% 重量氧化铜的硼硅玻璃能够产生表现高 Q 值和令人满意的可烧结性的样品。

相反，在含有大于 80% 重量的玻璃的样品号 30 中，烧结的陶瓷中的无定型相增加，SU 和 KO 都不沉积，导致 Q 值减少。

在含有小于 20% 的玻璃的样品号 31 中， $\text{Mg}_3\text{B}_2\text{O}_6$ 和 $\text{Mg}_2\text{B}_2\text{O}_5$ 都不沉积，并且 MgO 构成主结晶相。因此得到的陶瓷无法通过在 1000 摄氏度或更低温度下焙烧而密集，并且无法得到高 Q 值。

在包含硼硅玻璃以外其它玻璃的样品号 29 中，玻璃是化学不稳定的，并且无法模制成片。由此无法这样制备测试样品。

下面将描述使用发明的绝缘陶瓷的多层陶瓷基片、陶瓷电子部件和层叠陶瓷电子部件的构成实施例。

图 3 是截面图，示出作为陶瓷电子部件的多层陶瓷模块，它包括作为本发明的实施例的多层陶瓷基片，而图 4 是其分解透视图。

多层陶瓷模块 1 是通过使用多层陶瓷基片 2 构成的。

多层陶瓷基片 2 包含各自包含所发明的绝缘陶瓷的绝缘陶瓷层 3a 和 3b，和夹在绝缘陶瓷层 3a 和 3b 之间的介质陶瓷层 4。介质陶瓷层 4 由例如钛酸钡构成，并具有高介电常数。

将多个内部电极 5 在介质陶瓷层 4 内设置得通过部分介质陶瓷层 4 相邻，由此构成层叠的电容器单元 C1 和 C2。

绝缘陶瓷层 3a 和 3b 以及介质陶瓷层 4 包括多个通孔电极 6 和 6a 以及内部布线。

将电子部件装置 9 到 11 分开地安装在多层陶瓷基片的顶表面上。可以将半导体装置、片型层叠电容器和其它适当的电子部件装置用作电子部件装置 9 到 11。通孔电极 6 和内部布线将电子部件装置 9 到 11 电气连接到电容器 C1 和 C2，由此构成根据本实施例的多层陶瓷模块 1 的电路。

将导电盖子 8 安装在多层陶瓷基片 2 的顶表面上。将导电盖子 8 电气连接到从多层陶瓷基片 2 的顶部穿透到底部的通孔电极 6a。将外部电极 7、7 形成在多层陶瓷基片 2 的下侧，并电气连接到通孔电极 6 和 6a。将图中未示的其它外部电极仅仅形成在多层陶瓷基片 2 的下侧，并通过内部布线电气连接到电子部件装置 9 到 11 和/或电容器单元 C1 和 C2。

形成用于单在多层陶瓷基片 2 的下面连接到下侧的外部电极 7，允许将多层陶瓷模块表面通过利用下面而安装在例如印刷电路板上。

根据本实施例，盖子 8 由导电金属制成，并通过通孔电极 6a 电气连接到外部电极 7，由此使电子部件装置 9 到 11 电磁屏蔽。但是，盖子 8 不必是由导电金属构成的。

根据本实施例的多层陶瓷模块 1 中的绝缘陶瓷层 3a 和 3b 包括所发明的绝缘陶瓷，因此表现出低的介电常数以及高 Q 值，并能够得到适合在高频下使用的多层陶瓷模块 1。另外，绝缘陶瓷层 3a 和 3b 的机械强度是令人满意的，由此得到的多层陶瓷模块 1 的机械强度也令人满意。

可以通过已知的单片焙烧陶瓷层叠体的技术容易地得到多层陶瓷基片 2。具体地说，首先制备含有根据本发明的绝缘陶瓷材料的陶瓷生片，印刷电极图案，构成例如内部电极 5、外部布线和通孔电极 6 和 6a，并且层叠形成图案的陶瓷生片。将适当厚度的形成图案的陶瓷生片(用于形成外部布线和通孔电极 6 和 6a)层叠在陶瓷生片上，在要形成绝缘陶瓷层 3a 和 3b 的顶侧和底侧。

然后沿厚度方向对得到的层叠体增压。焙烧由此制备的层叠体，因此容易地产生多层陶瓷基片 2。

在层叠的电容器单元 C1 和 C2 中，将高介电绝缘陶瓷层夹在内部电极 5、5 之间，其中内部电极 5、5 沿厚度方向相邻，从而产生电容，而这种具有相对较小面积的内部电极能够产生大的电容，并能够使得到的装置进一步小型化。

图 5 到 7 分别是分解透视图、外部透视图和电路图，示出作为本发明的第二种构成实施例。

根据图 6 所示的这个实施例的层叠陶瓷电子部件是 LC 滤波器，包括烧结的陶瓷 21、和形成在烧结陶瓷 21 内侧的电路。电路构成电感 L 和电容 C，如下所述。烧结陶瓷 21 是通过使用所发明的绝缘陶瓷构成的。外部电极 23a、23b、24a 和 24b 形成在烧结陶瓷 21 的外表面上，并且在外部电极 23a、23b、24a 和 24b 之间形成 LC 谐振电路，如图 7 所示。

通过参照图 5 示出烧结陶瓷 21 的制造过程，进一步详细描述它的结构。

首先，将有机媒介物加到根据本发明的绝缘陶瓷材料中，以产生陶瓷浆料。通过适当的片材模制技术模制陶瓷浆料，以产生陶瓷生片。使制备的陶瓷生片干燥，并冲压为给出尺寸，以产生矩形的陶瓷生片 21a 到 21m。

然后，根据需要，在陶瓷生片 21a 上形成用于形成通孔电极 28 的通孔。另外，根据丝网印刷处理，印刷导电膏，以形成线圈导体 26a 和 26b、电容器内部电极 27a 到 27c、和线圈导体 26c 和 26d，以及通孔 28 的通孔由导电膏填满，由此形成通孔电极 28。

结果，沿图中所示的方向层叠陶瓷生片，并沿厚度方向增压，以产生层叠体。

焙烧得到的层叠体，以产生烧结陶瓷 21。

通过形成薄膜的技术(诸如施加和烘焙导电膏、汽相沉淀、电镀和溅射等)，使外部电极 23a 到 24b 形成在上述制备的烧结陶瓷 21 上，如图 6 所示。由此得到层叠陶瓷电子部件 20。

如图 5 显然的，线圈导体 26a 和 26b 构成电感单元 L1，线圈导体 26c 和 26d 构成电感单元 L2，并且内部电极 26a 到 27c 构成如图 7 所示的电容器 C。

在根据本实施例的层叠陶瓷电子部件中的 LC 滤波器具有上述配置。烧结陶瓷 21 由所发明的绝缘陶瓷构成，因此能够通过在根据第一实施例的多层陶

瓷基片 2 中那么低的温度下焙烧而得到。相应地，陶瓷能够单片地与铜、银、金和其它低熔点材料焙烧，作为内部电极和电容器内部电极 27a 到 27c 的线圈导体 26a 到 26c。另外，得到的 LC 滤波器在高频下具有高的相对介电常数和高 Q 值，并因此而适合于在高频下使用。另外，绝缘陶瓷的机械强度高，并且得到的 LC 滤波器的机械强度也令人满意。

所发明的绝缘陶瓷是通过混合和焙烧 MgO-MgAl₂O₄ 陶瓷和硼硅玻璃得到的，其中 MgAl₂O₄ 结晶相和 Mg₃B₂O₆ 和 Mg₂B₂O₅ 结晶相中的至少一个沉积作为主结晶相。绝缘陶瓷能够通过在 1000 摄氏度或更低的温度下焙烧而得到，因此具有高的 Q 值和令人满意的机械强度。因此，陶瓷能够与 Cu, Ag 和其它低电阻低成本金属一起烧结，并且这种金属能够用作多层陶瓷基片和层叠陶瓷电子部件中的内部电极的材料。因此，所发明的绝缘陶瓷能够提供多层陶瓷基片和层叠陶瓷电子部件，它们具有高的机械强度，高的 Q 值并适合于以低成本买到。

当硼硅玻璃包括氧化硼、氧化硅、氧化镁和碱金属氧化物时，MgAl₂O₄ 结晶相和 Mg₃B₂O₆ 结晶相和/或 Mg₂B₂O₅ 结晶相能够更加可靠地沉积，作为主结晶相，由此产生高 Q 值。

当硼硅玻璃以上述具体比例包括氧化硼、氧化硅、氧化镁和碱金属氧化物时，能够更加稳定地得到具有高机械强度和高 Q 值的绝缘陶瓷。

硼硅玻璃具有更高的化学稳定性，并且当硼硅玻璃包括大约 20% 重量或更少的氧化铝时，通过在 1000 摄氏度或更低的温度下焙烧，所发明的绝缘陶瓷能够更加稳定的得到。

玻璃具有更高的熔化温度，以产生绝缘陶瓷，其中当硼硅玻璃含有大约 30% 重量或更少的氧化锌时，能够通过在低温焙烧而产生这种绝缘陶瓷。

如果这种硼硅玻璃包含大约 10% 重量或更少的氧化铜时，能够通过在低温焙烧而提供所发明的绝缘陶瓷，而不破坏 Q 值。

当 MgO-MgAl₂O₄ 陶瓷与硼硅玻璃的重量比是在从 20: 80 到 80: 20 的范围时时，得到的绝缘陶瓷能够具有高 Q 值，并能够通过在 1000 摄氏度或更低的温度下焙烧而足够密集。

当 MgO-MgAl₂O₄ 陶瓷由 xMgO-yMgAl₂O₄ 表示(其中 x 是大约 10 到 90, y 是大约 10 到 90)时，通过在 1000 摄氏度或更低的温度下焙烧，绝缘陶瓷能

够变得足够密集。由此，绝缘陶瓷能够通过焙烧而得到，不需要过量的玻璃，并且可靠地表现出的高 Q 值。

当在所发明的绝缘陶瓷中沉积了大约 5 到 80% 重量的 $MgAl_2O_4$ 结晶相，和大约 5 到 70% 重量的 $Mg_3B_2O_6$ 结晶相和/或 $Mg_2B_2O_5$ 结晶相时，绝缘陶瓷具有令人满意的可烧结性和高可靠性。

所发明的多层陶瓷基片包括含有由所发明的绝缘陶瓷构成的绝缘陶瓷层的陶瓷板，并能够通过在低温焙烧而得到，并能够将 Ag, Cu 和其它低电阻低成本金属用作内部电极的材料。另外，绝缘陶瓷层的机械强度高，并且具有高的 Q 值，而且能够产生适合于在高频下使用的多层陶瓷基片。

通过构成 LC 滤波器作为一个例子的多层陶瓷模块 1 和层叠陶瓷电子部件 20，参照第一和第二配置的实施例说明了本发明。但是，所发明的陶瓷电子部件和层叠陶瓷电子部件应当不限于这些配置。具体地说，本发明能够应用于多片模块的多层陶瓷基片、混合型集成电路(混合型 IC)的多层陶瓷基片和其它各种多层陶瓷基片，以及各种陶瓷电子部件(包括安装在这些多层陶瓷基片上的电子部件装置)，以及片型层叠电容器、片型层叠介质天线和其它各种片型层叠电子部件。

当多层陶瓷基片还包含层叠到绝缘陶瓷层的至少一侧上的第二陶瓷层时，并且第二陶瓷层具有比绝缘陶瓷层更高的介电常数时，可以通过改变第二陶瓷层的成份和形式，根据需要适当控制其强度和对环境条件的抵抗力。

所发明的绝缘陶瓷具有更低的介电常数，和更高的 Q 值，并且当通过绝缘陶瓷层的至少一部分层叠多个内部电极以构成层叠的电容器时，适合于在高频下使用。

另外，所发明的绝缘陶瓷机械强度高，因此能够产生具有令人满意的机械强度的层叠电容器。

当多个内部电极包括多个构成得到电容器的内部电极，以及多个相互连接线圈导体，由此构成层叠的电感器时，由于所发明的绝缘陶瓷具有低的介电常数，并且在高频表现出高的 Q 值，并且机械强度高，因此能够容易地得到适合于在高频下使用的小型化的 LC 谐振电路。

所发明的陶瓷电子部件(它包括至少一个层叠在所发明的多层陶瓷基片上的电子部件装置)能够通过在多层陶瓷基片中使用电子部件装置和电路而产生的各种小型化的陶瓷电子部件，它们适合于在高频使用。

当将盖子固定到多层陶瓷基片上，以便包围电子部件装置时，盖子能够保护电子部件装置，并且得到的陶瓷电子部件的防湿性和其它特性是令人满意的。

将导电盖子用作盖子能够使被包围的电子部件装置电磁屏蔽。

当将外部电极仅仅形成在多层陶瓷基片的下侧时，能够容易地将多层陶瓷基片从其下面安装到印刷电路板表面上。

所发明的陶瓷电子部件包括多个形成在所发明的绝缘陶瓷中的内部电极，并能够通过在低温下焙烧而得到，而且能够使用 Ag, Cu 和其它低电阻低成本金属作为内部电极的材料。另外，绝缘陶瓷具有低的介电常数，和高的 Q 值，由此产生适合于在高频下使用的层叠的电容器。绝缘陶瓷的机械强度是高的，并且能够构成具有令人满意的机械强度的层叠的电容器。

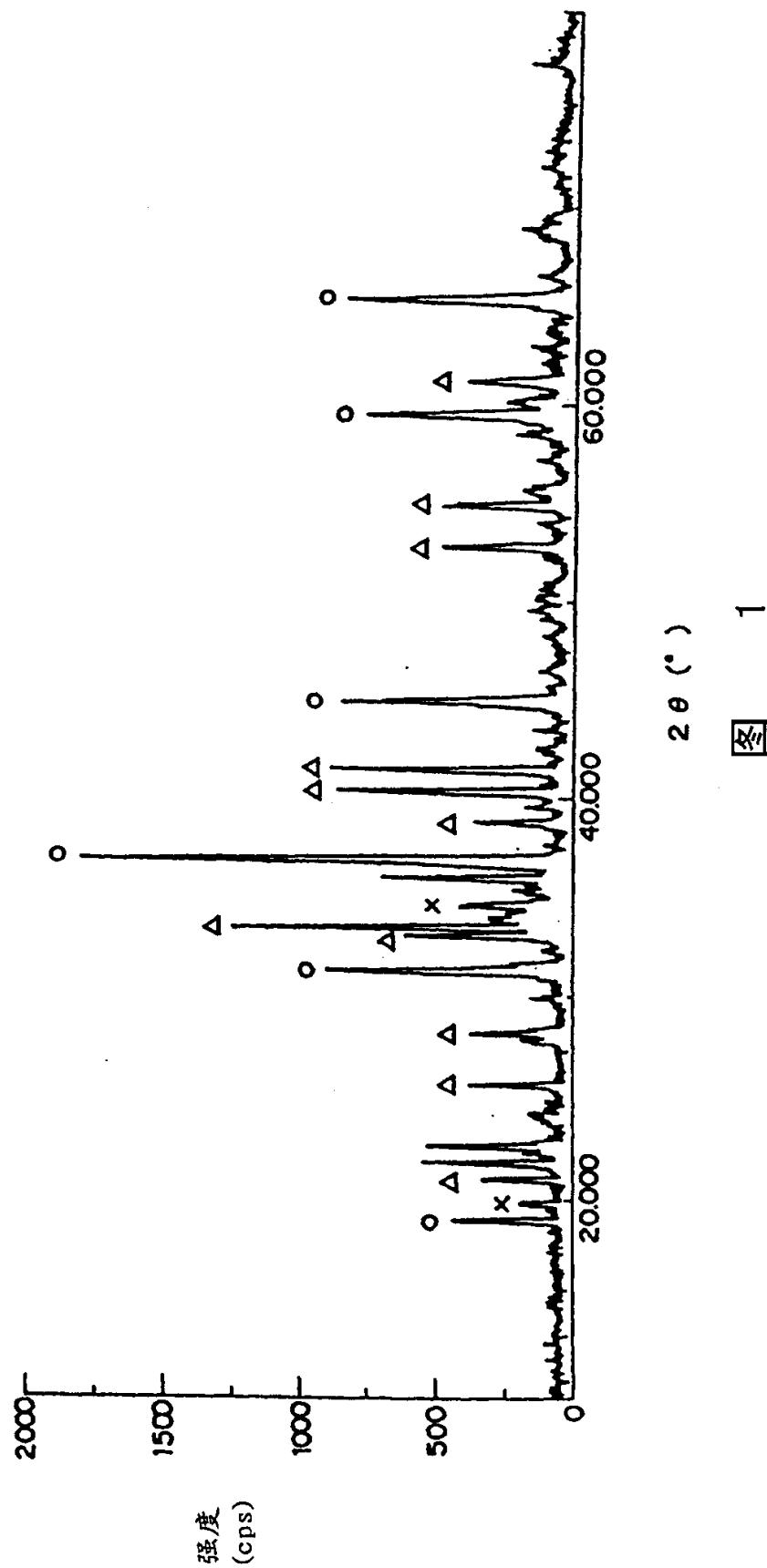
当多个内部电极构成层叠电容器时，由于所发明的绝缘陶瓷具有低的介电常数和高的 Q 值，因此所发明的层叠陶瓷电子部件适合于在高频使用。

当多个内部电极包括构成层叠电容器的内部电极和构成层叠电感器的线圈导体时，所发明的层叠陶瓷电子部件能够容易地构成小型化的 LC 谐振电路，它具有高的机械强度，并适合于在高频使用。这是因为所发明的绝缘陶瓷的机械强度高，并且如上所述在高频下具有低介电常数和高 Q 值。

对于熟悉本领域的技术人员，其它实施例和变化将是显然的，并且本发明不限于上述具体的情况。

001-06-31

说 明 书 附 图



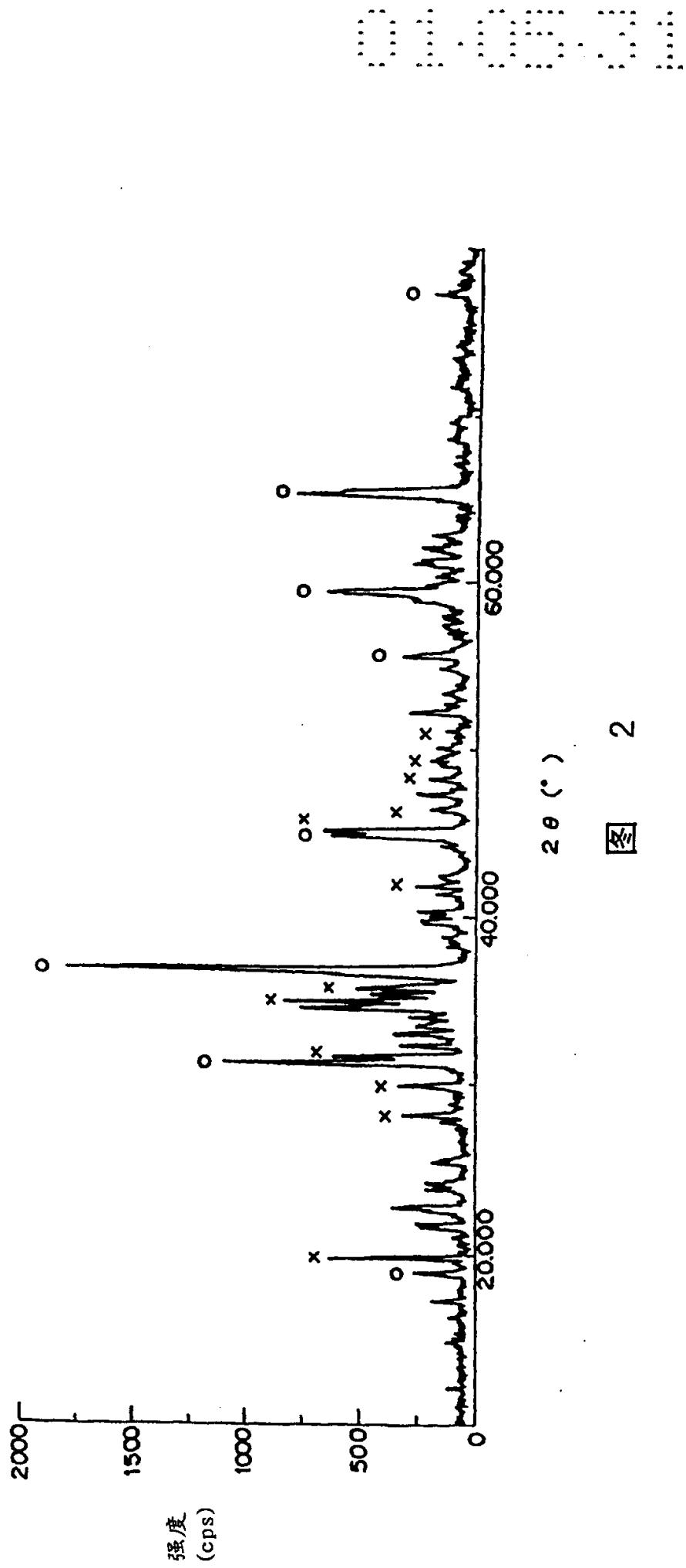


图 2

01-06-01

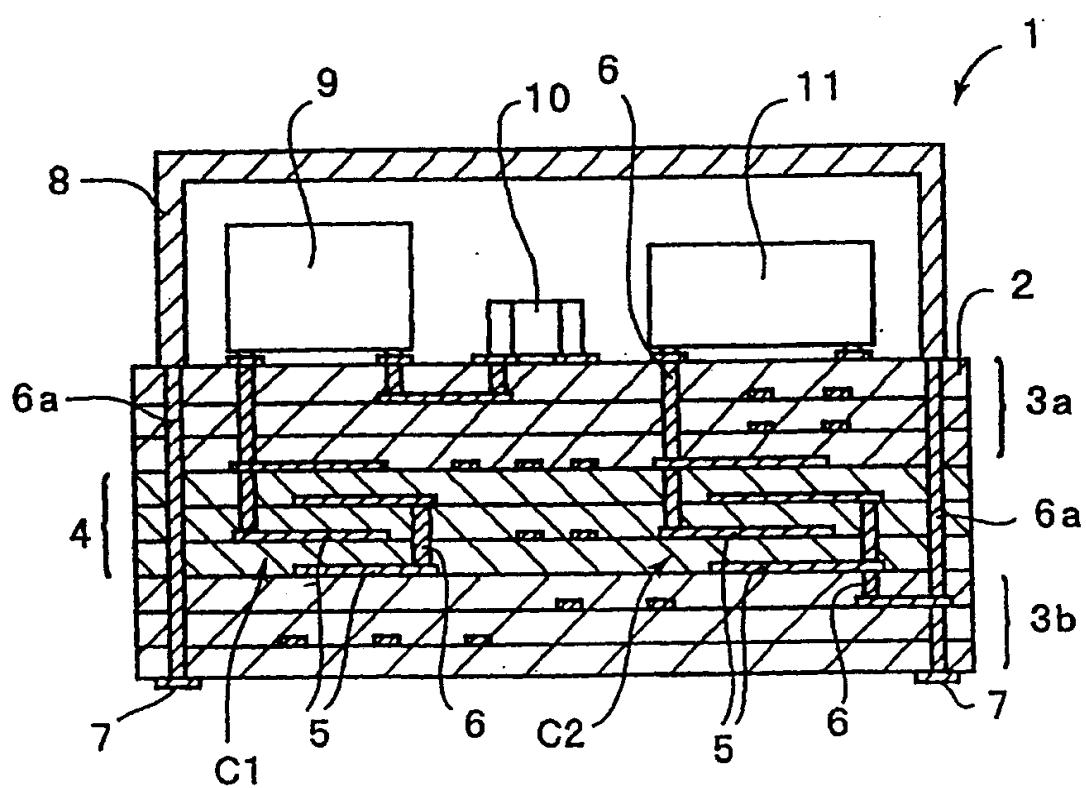


図 3

01-06-01

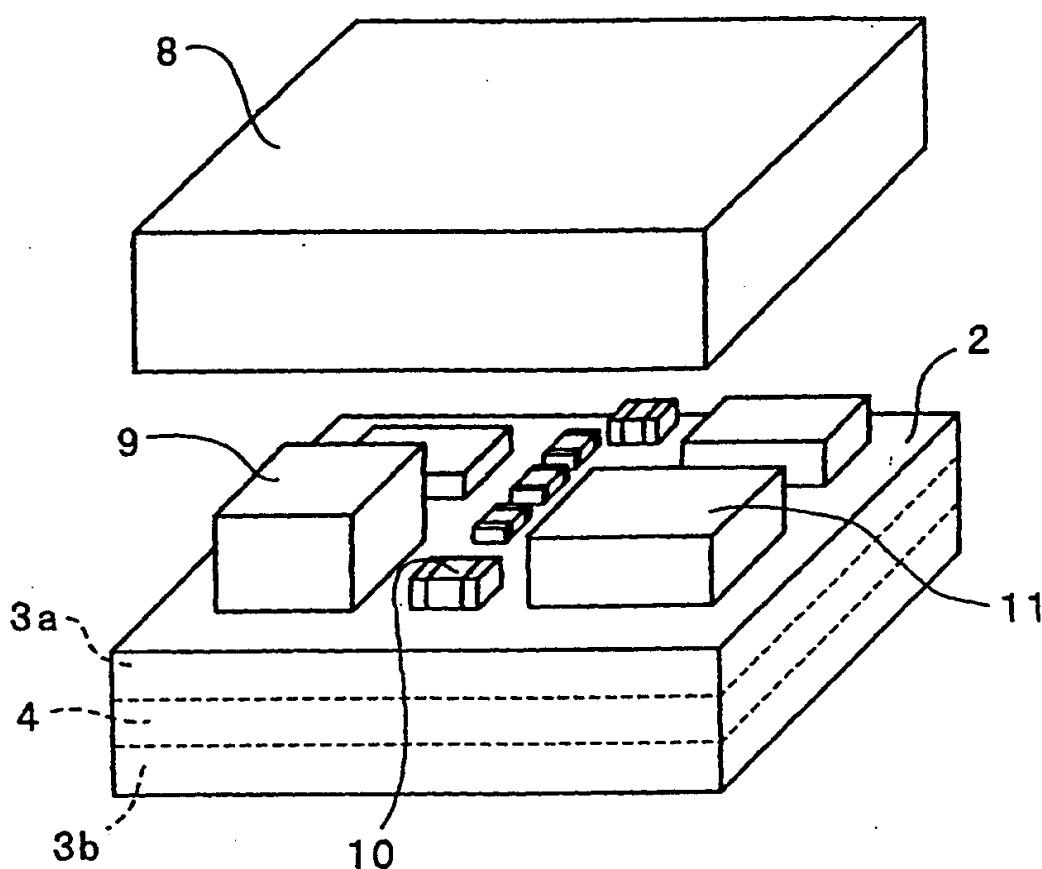


图 4

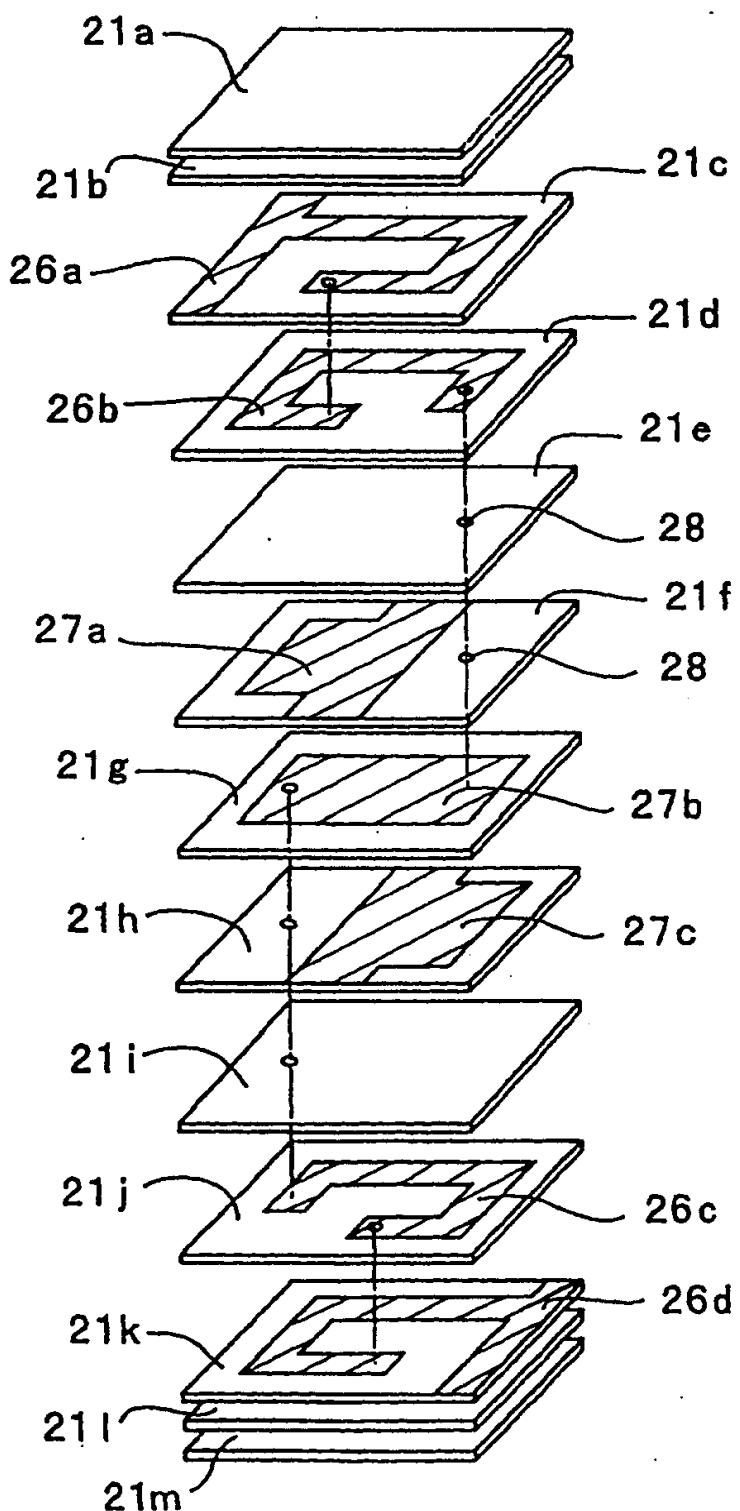


图 5

01-06-31

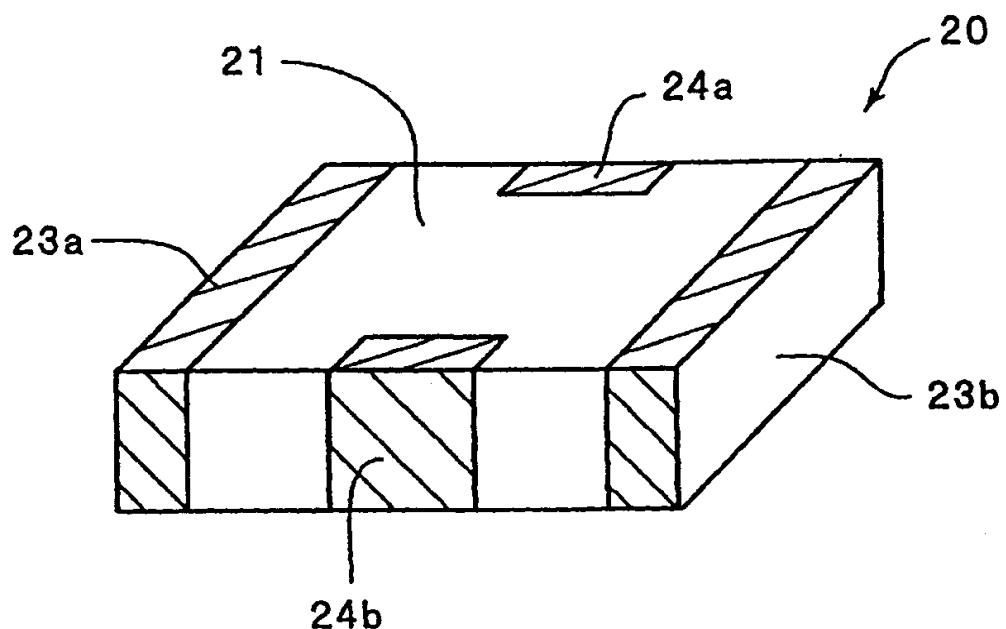


图 6

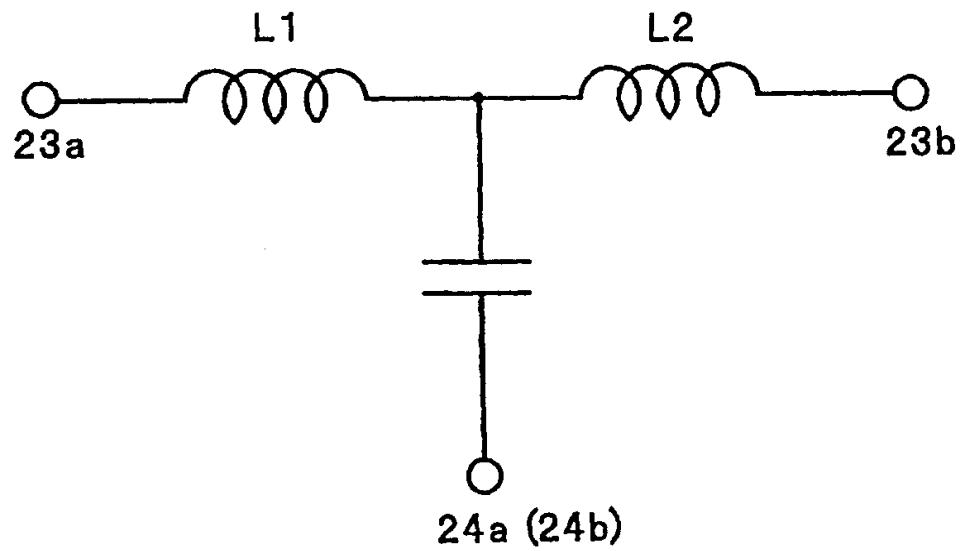


图 7