

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03817072.8

[51] Int. Cl.

H05K 1/16 (2006.01)

H05K 3/46 (2006.01)

H01F 17/00 (2006.01)

H01G 4/40 (2006.01)

H01G 4/18 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008年8月20日

[11] 授权公告号 CN 100413383C

[22] 申请日 2003.5.30 [21] 申请号 03817072.8

[30] 优先权

[32] 2002.7.18 [33] JP [31] 209650/2002

[32] 2002.7.18 [33] JP [31] 209639/2002

[32] 2002.9.4 [33] JP [31] 259291/2002

[32] 2002.9.4 [33] JP [31] 259284/2002

[32] 2002.11.7 [33] JP [31] 324238/2002

[86] 国际申请 PCT/JP2003/006860 2003.5.30

[87] 国际公布 WO2004/010751 日 2004.1.29

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.18

[73] 专利权人 日立化成工业株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 岛田靖 平田善毅 栗谷弘之

大塚和久 山口正宪 岛山裕一

斑目健 水岛悦男 近藤裕介

山本和德

[56] 参考文献

JP652716A 1994.2.25

JP9148746A 1997.6.6

JP1189999A 1989.7.31

JP7183665A 1995.7.21

US6265090B1 2001.1.24

JP200030534A 2000.1.28

JP200243714A 2002.2.8

JP2000-133907A 2000.5.12

审查员 韩冰

[74] 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

代理人 钟晶

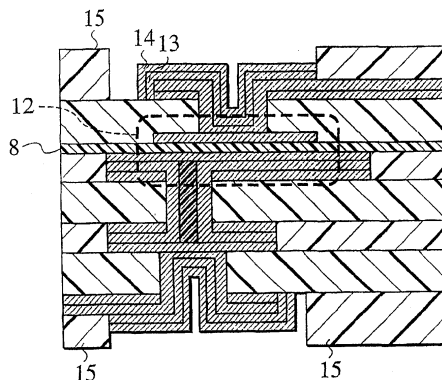
权利要求书4页 说明书25页 附图7页

[54] 发明名称

多层配线板及其制造方法、以及半导体装置及无线电子装置

[57] 摘要

本发明涉及具有容量偏差小的电容器且成型性优越的多层配线板、该多层配线板的制造方法、在该多层配线板上搭载半导体芯片的半导体装置以及搭载该半导体装置的无线电子装置。



1. 一种多层配线板，其是具有多个绝缘层、多个导体层、以电学方式连接所述多个导体层的被导体化的非贯通孔、和在含有高介电常数材料的至少一个所述绝缘层的上下面形成有电极的电容器的多层配线板，其特征在于，其弯曲在室温下曲率为小于等于 $4.0 \times 10^{-4} \text{mm}^{-1}$ ，并且所述高介电常数材料固化物在 25°C 、 1MHz 时的介电常数为 $20 \sim 100$ ，厚度为 $1 \sim 30 \mu\text{m}$ ，在含有电极的导体图案间的凹部填充与高介电常数材料不同的绝缘材料，所述导体图案表面与被填充的绝缘材料表面被平坦化。

2. 如权利要求 1 所记载的多层配线板，其特征在于，具有在除芯层以外的任意层上设有所述电容器的非对称的层结构。

3. 如权利要求 1 所记载的多层配线板，其特征在于，具有在除芯层以外的任意层上设有所述电容器的非对称的层结构，且其弯曲量为小于等于 1mm 。

4. 一种多层配线板，其是具有多个绝缘层、多个导体层、以电学方式连接所述多个导体层的被导体化的非贯通孔、和在含有高介电常数材料的至少一个所述绝缘层的上下面形成有电极的电容器的多层配线板，其特征在于，在含有所述电极的导体图案间的凹部填充与所述高介电常数材料不同的绝缘材料，所述导体图案表面与被填充的绝缘材料表面被平坦化。

5. 如权利要求 4 所记载的多层配线板，其特征在于，至少含有一个所述电极的导体图案与含有所述高介电常数材料的三种不同的绝缘材料相接。

6. 一种多层配线板，其具有：多个绝缘层，多个导体层，以电学方式连接所述多个导体层的被导体化的孔，和由至少一层所述绝缘层的介电常数在 25°C 、 1MHz 时为 $20 \sim 100$ 的含有高介电常数材料的物质所形成的、在所述绝缘层的上下面形成有电极的电容器，其特征在于，对置的所述电极的至少一侧的厚度为 $1 \sim 18 \mu\text{m}$ 的范围，在含有电极的导体图案间的凹部填充与高介电常数材料不同的绝缘材料，所述导体图案表面与被填充的绝缘材料表面被平坦化。

7. 如权利要求 6 所记载的多层配线板，其特征在于，具有所述 $1 \sim 18 \mu\text{m}$ 的厚度的所述电极，位于与其对置的电极的外周内侧。

8. 如权利要求 6 所记载的多层配线板，其特征在于，所述具有 $1 \sim 18 \mu\text{m}$

厚度的电极的各侧面和与其对置的电极的各侧面的最短水平距离分别在 50~100 μm 的范围内。

9. 如权利要求 6 所记载的多层配线板,其特征在于,所述具有 1~18 μm 厚度的电极的各侧面和设在所述电极上的、以电学方式连接任意导体层间的被导体化的孔的外周部的最短水平距离分别为大于等于 100 μm 。

10. 如权利要求 6 所记载的多层配线板,其特征在于,所述具有 1~18 μm 厚度的电极是通过蚀刻除去导体层的不需要部分而形成。

11. 如权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板,其特征在于,除芯层以外的任意层具有所述电容器,且电容器的容量偏差为小于 $\pm 5\%$ 。

12. 如权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板,其特征在于,具有以图案形成至少一个导体层的电感器。

13. 如权利要求 12 所记载的多层配线板,其特征在于,形成所述电感器的导体层厚度比其他导体层厚度要薄,且其厚度为 1~12 μm 。

14. 如权利要求 12 所记载的多层配线板,其特征在于,所述电感器被制作于在所述绝缘层的上下面形成的所述电极中的任一者上。

15. 如权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板,其特征在于,具有同时贯穿含有所述高介电常数材料的至少一个所述绝缘层和与其邻接的绝缘层的非贯通孔。

16. 如权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板,其特征在于,所述高介电常数材料包括环氧树脂、其固化剂以及高介电常数填料。

17. 如权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板,其特征在于,所述高介电常数材料包括环氧树脂、其固化剂、高介电常数填料以及至少具有一种官能团的重均分子量为 1 万~80 万的高分子量树脂。

18. 如权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板,其特征在于,所述高介电常数材料在 B 级状态的 120 $^{\circ}\text{C}$ 的熔融粘度为 100~200 $\text{Pa}\cdot\text{S}$ 。

19. 如权利要求 16 或 17 所记载的多层配线板,其特征在于,所述高介电常数填料是选自由钛酸钡、钛酸锶、钛酸钙、钛酸镁、钛酸铅、二氧化钛、钴酸钡、钴酸钙、钴酸铅组成的组中的一种或者一种以上。

20. 如权利要求 16 或 17 所记载的多层配线板,其特征在于,以重量比

计相对于 100 份所述环氧树脂配合 300~3000 份所述高介电常数填料。

21. 如权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板，其特征在于，最外层导体层形成有至少一条具有大于等于 300 μm 线宽的导体图案，进而与所述最外层导体层邻接的绝缘层的厚度为大于等于 150 μm 。

22. 如权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板，其特征在于，含有所述高介电常数材料的至少一个所述绝缘层以外的绝缘层用玻璃基材增强，且含有无机填料。

23. 如权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板，其特征在于，在所述绝缘层上下面形成的电极以不覆盖整个所述绝缘层的一个面或两个面的方式而形成。

24. 一种多层配线板的制造方法，其是具有多个绝缘层、多个导体层、以电学方式连接所述多个导体层的被导体化的非贯通孔、和在含有高介电常数材料的至少一个所述绝缘层的上下面形成有电极的电容器的多层配线板的制造方法，其特征在于，至少包括如下步骤：形成含有一个所述电极的导体图案的步骤；在所述导体图案间的凹部填充并固化与所述高介电常数材料不同的绝缘材料的步骤；通过研磨对所述导体图案的表面和填充并固化在所述导体图案间的凹部的绝缘材料表面进行平坦化的步骤；以及加热层积具有半固化状态的所述高介电常数材料的金属箔的步骤。

25. 如权利要求 24 所记载的多层配线板的制造方法，其特征在于，还包括通过蚀刻所述金属箔而形成含有另一个所述电极的导体图案的步骤。

26. 一种多层配线板的制造方法，其是具有多个绝缘层、多个导体层、以电学方式连接所述多个导体层的被导体化的孔、和由至少一层所述绝缘层的介电常数在 25 $^{\circ}\text{C}$ 、1MHz 时为 20~100 的含有高介电常数材料的物质所形成的、在所述绝缘层的上下面形成有电极的电容器的多层配线板的制造方法，其特征在于，在导体图案形成时，使光致抗蚀剂的图案曝光面积为 1~250 cm^2 / 次在同一基板内进行多次曝光，且在含有电极的导体图案间的凹部填充与高介电常数材料不同的绝缘材料，所述导体图案表面与被填充的绝缘材料表面被平坦化。

27. 如权利要求 26 所记载的多层配线板的制造方法，其特征在于，所述

电极具有 $1\sim 18\mu\text{m}$ 的厚度，且在含有所述电极的导体图案形成时进行所述的多次曝光。

28. 如权利要求 26 所记载的多层配线板的制造方法，其特征在于，在光致抗蚀剂的图案曝光时使用由无机物形成的光掩模。

29. 如权利要求 26 所记载的多层配线板的制造方法，其特征在于，蚀刻除去导体层的不需要部分而形成含有所述电极的导体图案。

30. 如权利要求 24 或 26 所记载的多层配线板的制造方法，其特征在于，还包括在至少一个导体层上形成电感器的步骤。

31. 一种半导体装置，其特征在于，在权利要求 1、4 和 6 任一项所记载的多层配线板、或者通过权利要求 24 或 26 所记载的多层配线板的制造方法所制造的多层配线板上搭载半导体芯片。

32. 一种无线电子装置，其特征在于，搭载有权利要求 31 所记载的半导体装置。

多层配线板及其制造方法、以及半导体装置及无线电子装置

技术领域

本发明涉及具有电容器的多层配线板及其制造方法、以及在该多层配线板上搭载了半导体芯片的半导体装置及搭载该半导体装置的无线电子装置。

背景技术

近年来伴随着电子设备的发达，除了电子组件的高性能化以外，小型化和轻量化的要求越来越迫切。特别是对于以移动电话为代表的便携式无线电子设备，由于追求其便利性，其要求很显著。由于这样的背景，为了效率良好地搭载半导体芯片、无源元件，一直使用多层配线板。以往是以配线线宽的细线化等高密度配线化为主流，但是为了减少安装的组件数量，就要求内装以电容器为代表的无源组件。

作为在多层配线板中内装电容器的技术，已公知有：烧成高介电常数无机材料而形成电介质层的技术、使高介电常数无机材料与树脂材料复合而形成电介质层的技术（例如美国专利第5162977号）、使用溅镀等工艺而形成薄膜状电介质层的技术等。

作为烧成高介电常数无机材料而形成电介质层的技术，存在有使用适于同时与基板绝缘材料烧成的高介电常数材料的例子（参照日本特许公开5-55079号、电子学安装学会杂志第4卷第2号145～149页），另外，作为形成薄膜状电介质层的技术，存在有应用半导体溅镀技术而在树脂基板中内装电容器的例子（参照电子学安装学会杂志第4卷第7号590～596页）。

采用使高介电常数无机材料与树脂材料复合而形成电介质层的技术的多层配线板，不需要高温烧结工序、溅镀工序，经济性优异。对使用树脂的多层配线板应用提出了许多的高介电常数无机材料和树脂的复合材料（例如参照 *Journal of Materials Science: Materials in Electronics* 第11卷253～268页）。在多层配线板内制造电容器的方法，因使用的材料形态而异，例如可以举出：以往多层配线板的制造法（参考 *Embedded Decoupling Capacitance Project*

Final Report 3-1~6 (National Center for Manufacturing Sciences))、使用具有感光性的高介电常数材料的多层配线板的制造法(参考“Integration of Thin Film Passive Circuits Using High / Low Dielectric Constant Materials”, Electronic Components and Technology Conference (1997) 739~744页)。

使用填充有高介电常数材料中的高介电填料的树脂合成材料得到电容器,在内装有该电容器而形成的多层配线板中,当以电容器为芯层而层积、使所述层结构对称时,芯层的两面必须进行图案化,但是,由于使用上述树脂合成材料的电容器在破裂强度及加工性上容易产生问题,因此芯层的每一侧都必须图案化并层积,从而成本比通常的多层配线板的制造要高。另外,在上述多层配线板中,以绝缘层为芯层时,对芯层对称地层积高介电常数材料时,其弯曲小,但是非对称地层积时存在弯曲大这样的问题。即,在除芯层以外的任意层上配置电容器而得到弯曲量小的多层配线板是极困难的,因而以往针对该问题不得不以与芯层对称的方式设置电容器,以减小其弯曲。

但是对于对称地配置、层积属于高价材料的电容器而减小弯曲的方法,需要多余的电容器,经济上并非优选,而且多层配线板的设计自由度受到限制。

属于电容器的重要特性的容量与电容器的电介质的介电常数成正比,与电介质厚度成反比。即,为了以相同材料增大电容器的容量,需要使高介电常数材料的厚度变薄。使用如上述文献所示的以往方法,要是使高介电常数材料变薄,处理性就会降低,且制造成品率差。另外,也存在如属于填充基板材料的带有粘结剂的铜箔那样,在铜箔上铸塑使用高介电常数材料的方法,但是与内层电路板层积一体化时的内层电路图案的填充性和厚度控制是大的问题。

另外,属于电容器的重要特性的容量也与电容器的对向电极面积成比例。即为了控制制造时的容量偏差,必须减小对向电极面积的偏差。但是,在形成与由包含高介电常数材料形成的绝缘层对置的电容器电极时,采用蚀刻除去覆盖该绝缘层的金属箔以形成所希望的图案、从而形成与事先形成的电极对置的电容器电极的方法,存在的问题是,由于金属箔的蚀刻偏差,电容器的对向电极面积发生变化,从而电容器容量发生偏差。而且,因对向电极的

偏移所引起的电容器容量偏差也会成为问题。

进而，在面向多数采用无源元件的高频电路的多层配线板中，作为电容器以外的无源元件也要求将电感器效率良好地内装在基板的技术。进而对于面向高频电路的多层配线板，也一并要求降低传输损失。

发明内容

本发明的多层配线板是具有多个绝缘层、多个导体层、以电学方式连接多个导体层的被导体化的非贯通孔、和在含有高介电常数材料的至少一个绝缘层的上下面形成有电极的电容器的多层配线板，其第一特征为，高介电常数材料固化物在25℃、1MHz时的介电常数为20~100，厚度为0.1~30 μm 。

根据具有第一特征的本发明的多层配线板，通过使构成电容器的电介质的高介电常数材料层变薄，不管层结构为对称、非对称，都可以减少多层配线板的弯曲，进而，由于可以使电容器内装在除了芯层的任意层，因此可以实现大幅改善设计自由度。而且，由于仅以必要最低限度的电容器即可完成，因此可以降低成本。另外，由于使高介电常数材料的厚度变薄，因此可以增大与电介质厚度成反比例的电容器容量。

另外，本发明的多层配线板是具有多个绝缘层、多个导体层、以电学方式连接多个导体层的被导体化的非贯通孔、和在含有高介电常数材料的至少一个绝缘层的上下面形成有电极的电容器的多层配线板，其第二特征为，在含有电极的导体图案间的凹部填充与高介电常数材料不同的绝缘材料，该导体图案表面与被填充的绝缘材料表面被平坦化。

在以往的电容器内装多层配线板中，由于未在导体图案间的凹部填充绝缘树脂，高弹性的高介电常数材料层的厚度变厚，其结果是，相对于电容器的容量偏差变大的倾向，根据具有第二特征的本发明的多层配线板，由于如上所述事先以绝缘树脂填充导体图案间的凹部，并使形成有高介电常数材料层的基板表面平坦化，因此可以使高介电常数材料层变薄，且可以精度良好地设计厚度，从而可以减小电容器的容量偏差。

另外，本发明的多层配线板具有：多个绝缘层，多个导体层，以电学方式连接多个导体层的被导体化的孔，和由至少一层绝缘层的介电常数在25℃、1MHz时为20~100的含有高介电常数材料的物质所形成的、在该绝缘层的上

下面形成有电极的电容器，其第三特征为，对置的电极的至少一侧的厚度为 $1\sim 18\mu\text{m}$ 的范围。

根据具有第三特征的本发明的多层配线板，通过限定导体层厚度，可以提高图案化的精度、降低蚀刻偏差，进而也可以控制容量偏差、位移和尺寸偏差。

另外，本发明涉及多层配线板的制造方法，其是具有多个绝缘层、多个导体层、以电学方式连接多个导体层的被导体化的非贯通孔、和在含有高介电常数材料的至少一个上述绝缘层的上下面形成有电极的电容器的多层配线板的制造方法，其特征在于，至少包括如下步骤：形成含有一个上述电极的导体图案的步骤；在上述导体图案间的凹部填充并固化与上述高介电常数材料不同的绝缘材料的步骤；通过研磨对上述导体图案的表面和填充并固化在该导体图案间的凹部的绝缘材料表面进行平坦化的步骤；以及加热层积具有半固化状态的上述高介电常数材料的金属箔的步骤。

本发明涉及多层配线板的制造方法，其是具有多个绝缘层、多个导体层、以电学方式连接多个导体层的被导体化的孔、和由至少一层绝缘层的介电常数在 25°C 、 1MHz 时为 $20\sim 100$ 的含有高介电常数材料的物质所形成的、在该绝缘层的上下面形成有电极的电容器的多层配线板的制造方法，其特征在于，在导体图案形成时，使光致抗蚀剂的图案曝光面积为 $1\sim 250\text{cm}^2$ / 次在同一基板内进行多次曝光。

另外，本发明涉及半导体装置，其特征在于，在上述多层配线板或通过上述制造方法制造的多层配线板上搭载半导体芯片。

再者，本发明还提供无线电子装置，其特征在于，搭载上述半导体装置。

本申请基于同一申请人在先前进行的日本国专利申请即2002-209639号（申请日2002年7月18日）、2002-209650号（申请日2002年7月18日）、2002-259284号（申请日2002年9月4日）、2002-259291号（申请日2002年9月4日）、2002-324238号（申请日2002年11月7日）而主张优先权，为了参考在此编入所述说明书内容。

附图说明

图1是表示本发明的多层配线板的一种方式的截面图；

图2是表示本发明的多层配线板的制造方法的一例的截面图；

图3是表示为了求出曲率 κ 所必需的L、l、h的配线板的模式图；

图4是表示通过实施例10及16~19制作的电容器电极的结构的截面图；

图5是表示通过实施例11制作的电容器电极的结构的截面图；

图6是表示通过实施例12制作的电容器电极的结构的截面图；

图7是表示通过实施例13制作的电容器电极的结构的截面图；

图8是表示通过实施例14制作的电容器电极的结构的截面图；

图9是表示通过实施例15制作的电容器电极的结构的截面图；

图10是表示通过比较例4制作的电容器电极的结构的截面图；

图11是表示具有1~18 μm 的厚度的电容器电极的各侧面和与其对置的电容器电极的各侧面的最短水平距离的模式图；

图12是表示具有1~18 μm 的厚度的电容器电极的各侧面和设置在该电极上的孔的外周部的最短水平距离的模式图；

图13是表示不考虑图11的最短水平距离的部分（斜线部分）的模式图。

具体实施方式

用于本发明的多层配线板的电容器的高介电常数材料是至少含有绝缘树脂及高介电常数填料的树脂组合物。作为该绝缘树脂并没有特别限定，但是优选使用可以在半固化状态下应用、且在固化后可以提供绝缘性优越的高介电常数材料的环氧树脂。

作为环氧树脂，只要是可以固化并发挥粘结作用即可，但是优选使用双官能或者以上、分子量不足5000且更优选不足3000的环氧树脂。作为双官能环氧树脂，可以例示有双酚A型或双酚F型树脂等。双酚A型或双酚F型液态树脂出自油化シェル环氧股份有限公司，以エビコート807、エビコート827、エビコート828这样的商品名被销售。还有出自ダウケミカル日本股份有限公司，以D.E.R.330、D.E.R.331、D.E.R.361这样的商品被销售。再有出自东都化成股份有限公司，以YD8125、YDF8170这样的商品名被销售。

而且，也可以以高T_g化为目的而添加多官能环氧树脂，例如可以例示有酚醛型环氧树脂、甲苯酚型环氧树脂等。酚醛型环氧树脂出自日本化药股份有限公司，以EPPN-201这样的商品名被销售。甲苯酚型环氧树脂出自住友化

学工业股份有限公司，以ESCN-190、ESCN-195这样的商品名被销售。还有出自上述日本化药股份有限公司，以EOCN1012、EOCN1025、EOCN1027这样的商品名被销售。再有出自上述东都化成股份有限公司，以YDCN701、YDCN 702、YDCN703、YDCN704这样的商品名被销售。

另外，作为使上述环氧树脂固化用的固化剂，可使用通常使用的固化剂，没有特别限定，例如可以举出胺、聚酰胺、酸酐、多硫化物、三氟化硼及属于在一个分子中具有两个或者以上的苯酚性羟基的化合物的双酚A、双酚F、双酚S等。特别是由于吸湿时的耐电蚀性优越，优选使用属于苯酚树脂的酚醛型环氧树脂、双酚型环氧树脂或甲苯酚树脂等。优选的固化剂有出自大日本油墨化学工业股份有限公司，以氯化苯LF2882、苯酚盐TD-2090、苯酚盐TD-2149、苯酚盐VH4150、苯酚盐VH4170这样的商品名被销售。

进而，可以与固化剂同时使用以往公知的固化促进剂，作为该固化促进剂优选使用各种咪唑类。咪唑例如可举出2-甲基咪唑、2-乙基-4-甲基咪唑、1-氰乙基-2-苯基咪唑、1-氰乙基-2-苯基偏苯三酸咪唑等。这种咪唑类出自四国化成工业股份有限公司，以2E4MZ、2PZ-CN、2PZ-CNS这样的商品名被销售。

作为高介电常数填料，例如可举出钛酸钡、钛酸锶、钛酸钙、钛酸镁、钛酸铅、二氧化钛、钴酸钡、钴酸钙、钴酸铅等，这些物质可以单独使用，也可以两种或者以上一起使用。特别优选使用介电常数为大于等于50的物质。另外，优选以重量比计相对100份绝缘树脂配合300~3000份如上所述的一种或者以上的高介电常数填料。

另外，为了提高本发明所用的高介电常数材料的处理性，优选配合具有环氧基、酰胺基、羧基、氰酸酯基、羟基等的至少一种官能团的重均分子量为1万~80万的高分子量树脂。如果重均分子量为大于等于1万，B级的高介电常数材料的胶粘性会减低、固化时的挠性会提高。另外，如果重均分子量超过80万，均匀地分散高介电常数填料变得困难。作为这样的高分子量树脂例如可举出苯氧基树脂、高分子量环氧树脂、超高分子量环氧树脂、聚酰胺酰亚胺树脂、含有官能团的反应性橡胶等。上述苯氧基树脂出自东都化成股份有限公司，以フェノトートYP-40、フェノトートYP-50这样的商品名被销售。还有出自フェノキシアソシエート公司，以PKHC、PKHH、PKHJ这样的商

品名被销售。上述高分子量环氧树脂有重均分子量为3万~8万的高分子量环氧树脂，还有重均分子量超过8万的超高分子量环氧树脂（参考日本国特许公告7-59617号、日本国特许公告7-59618号、日本国特许公告7-59619号、日本国特许公告7-59620号、日本国特许公告7-64911号、日本国特许公告7-68327号），都是日立化成工业股份有限公司所制造。上述聚酰胺酰亚胺树脂出自日立化成工业股份有限公司，以KS9000系列这样的商品名被销售。作为含有上述官能团的反应性橡胶有出自帝国化学产业股份有限公司，以HTR-860P这样的商品名被销售的含有羧基的丙烯橡胶，以HTR-860P-3这样的商品被销售的含有环氧基的丙烯基橡胶。

进而，可以在本发明所用的高介电常数材料中加入分散剂。作为可以使用的分散剂，可使用市售的非硅酮系的分散剂等以往公知的分散剂，没有特别限定。另外，其配合量可以根据实验适当决定。

优选将由如上所述的组成形成的高介电常数材料与甲基乙基酮等有机溶剂混合形成漆状，并将其涂布在金属箔上，且加以干燥、形成B级状态的片状以供使用。作为在此所用的金属箔，例如可举出铜、铝等，其厚度优选为1~35 μm 的范围，更优选为1~12 μm 的范围。但是，在具有第三特征的本发明的多层配线板中，含有对置的电容器电极的导体图案的金属箔的至少一侧的厚度为1~18 μm 的范围。另外，由于不对该金属箔施行金属电镀，可以抑制金属箔厚度的增·加。

另外，上述高介电常数材料在B级状态的120℃的熔融粘度优选为100~200Pa·S。最低熔融粘度低于100Pa·S时，由于流动大，厚度偏差大，在高于200Pa·S时，粘结性降低。

在本发明中，作为用于含有上述高介电常数材料的绝缘层以外的位置的绝缘层的绝缘树脂，没有特别限制，但是优选使用与高介电常数材料不同的绝缘树脂，更优选以玻璃基材增强、且在树脂中添加有无机填料的绝缘树脂。通过以玻璃基材增强，即使绝缘层的厚度为大于等于150 μm ，比没有玻璃基材的情况，其厚度控制也是容易的。通过添加无机填料，受玻璃基材影响表面弯曲降低，可以得到具有高频特性优越的平滑表面的多层配线板。作为以玻璃基材增强、且添加有无机填料的绝缘树脂，可以使用市售的MCL-E-

679F、MCL-BE-67G (H) (以上为日立化成工业股份有限公司制造、商品名) 或CS-3355S、CS-3357S(以上为利昌工业股份有限公司制造、商品名)等镀铜层积板或GEA-679F、GEA-67BE (H) (以上为日立化成工业股份有限公司制造、商品名)、ES-3305S (利昌工业股份有限公司制造、商品名) 等层间粘结绝缘材料。

本发明的多层配线板可以与电容器同时具有电感器。电感器通过蚀刻处理导体层而形成, 优选被形成在含有电容器电极的导体图案中的任一者。另外, 该电感器由于导体图案的线宽细的情况, 电感密度高, 因此优选厚度比其它导体层薄、且其厚度为 $1\sim 12\mu\text{m}$ 。

本发明的多层配线板可以具有同时贯穿含有高介电常数材料的至少一个绝缘层和与其邻接的绝缘层的非贯通孔。

另外, 本发明的多层配线板优选在最外层导体层具有线宽为大于等于 $300\mu\text{m}$ 的导体图案、进而邻接该最外层导体层的绝缘层厚度为大于等于 $150\mu\text{m}$ 。通过使线宽为大于等于 $300\mu\text{m}$, 可以在高频电路中抑制信号衰减, 且通过使绝缘层厚为大于等于 $150\mu\text{m}$, 可以抑制特性阻抗降低。

具有第一特征的本发明的多层配线板中的高介电常数材料层的厚度为 $0.1\sim 30\mu\text{m}$ 的范围。该范围对于具有第二及第三特征的本发明的多层配线板也是有效的。

具有第一特征的本发明的多层配线板可以具有在除芯层以外的任意层上设有电容器的非对称的层结构, 但是即使该情形下, 多层配线板的弯曲在室温下曲率优选为小于等于 $4.0\times 10^{-4}\text{mm}^{-1}$, 更优选为小于等于 $2.4\times 10^{-4}\text{mm}^{-1}$, 特别优选为小于等于 $1.4\times 10^{-4}\text{mm}^{-1}$ 。

在此, 曲率 κ 是将如图 3 所示的配线板 16 当作圆弧的一部分时的半径的倒数, 是由配线板的最长的长度 L 及弯曲量 h 使用以下述所表示的关系式(金泽工业大学材料组织研究所编《材料组织》第 20 卷(2002)、P131-P136)而求出的值。

$$\kappa = \frac{8h}{L^2 (\pm L^2) + 4h^2}$$

再者，配线板以一定的曲率弯曲，假设其两侧的曲率相同。另外，对于配线板的最长的长度 L ，例如若为四边形的配线板则表示其对角线的长度，在式 1 中，使用直线距离 l 作为其近似值。进而，弯曲量 h 表示多层配线板以凹面朝上放置在水平的平台表面时平台表面和多层配线板端部底面的距离，其值优选为小于等于 1mm ，更优选为小于等于 0.6mm ，特别优选为小于等于 0.35mm 。

具有第二特征的本发明的多层配线板的导体图案间的凹部用绝缘树脂填充，事先使形成有高介电常数材料层的基板表面平坦化。该平坦化对具有第一及第三特征的本发明的多层配线板也是有效的。

另外，至少含有一个电极的导体图案优选同含有高介电常数材料的三种不同的绝缘材料相接。也就是说，作为填充在导体图案间的绝缘材料，通过使用不同于用于基材的绝缘层及高介电常数材料的绝缘树脂的第三绝缘材料，可以得到更优越的电容器。进而，优选在除芯层以外的任意层均有电容器、且电容器的容量偏差为小于士 5% 。

具有第二特征的本发明的多层配线板的制造方法，其特征在于，至少包括如下步骤：形成含有电容器的一个电极的导体图案的步骤；在该导体图案间的凹部填充并固化与高介电常数材料不同的绝缘材料的步骤；通过研磨对导体图案的表面和填充并固化在该导体图案间的绝缘材料表面进行平坦化的步骤；以及加热层积具有半固化状态的高介电常数材料的金属箔的步骤。

另外可以包括如下步骤：蚀刻上述金属箔、形成含有电容器的另一个电极的导体图案的步骤；进而在至少一个导体层形成电感器的步骤。

进而，对于具有第三特征的本发明的多层配线板，如前所述，使对置的电容器电极的至少一侧的厚度为 $1\sim 18\mu\text{m}$ ，但是由于在光致抗蚀剂的图案曝光时产生的位移，作为对置的两个电极重合部分的对向电极面积减少，为了抑制电容器的容量降低，优选具有 $1\sim 18\mu\text{m}$ 厚度的电极位于与其对置的电极的外周内侧。也就是说，通过使一侧的电极比一个电极在工艺上可位移的范围大，可以排除因位移引起的容量变动。

具有 $1\sim 18\mu\text{m}$ 厚的电容器电极的各侧面和与其对置的电极的各侧面的最短水平距离优选分别在 $50\sim 100\mu\text{m}$ 的范围。上述水平距离小于 $50\mu\text{m}$ 时，

产生因电极位移引起的对向电极面积减少的可能性变高,另外,超过 $100\mu\text{m}$ 时,电容器电极的尺寸变大,导致基板大型化,因而不经济。再者,在图 11 中具有 $1\sim 18\mu\text{m}$ 厚度的电容器电极 17 的各侧面和与其对置的电容器电极 18 的各侧面的最短水平距离表示为 $a\sim d$ 。但是,不考虑如图 13 的配线 20 的斜线部所示的、由一个电容器电极延伸并与对置的电容器电极重合的配线部分。

具有 $1\sim 18\mu\text{m}$ 厚度的电容器电极的各侧面和设在该电极上的、以电学方式连接任意导体层间的被导体化的孔的外周部的最短水平距离优选分别为大于等于 $100\mu\text{m}$ 。如果上述水平距离小于 $100\mu\text{m}$,由于具有 $1\sim 18\mu\text{m}$ 厚度的电极和以电学方式连接任意导体层的孔的位移,发生连接不良的几率变高。再者,在图 12 中,具有 $1\sim 18\mu\text{m}$ 厚度的电容器电极 17 的各侧面和设在该电极上的、以电学方式连接任意导体层间的被导体化的孔 19 的外周部的最短水平距离表示为 $e\sim h$ 。

优选通过蚀刻除去导体层不需要的部分而形成具有 $1\sim 18\mu\text{m}$ 厚度的电极。当然,本发明的电容器电极也可以通过利用电镀的加成法或半加成法而形成,但以利用蚀刻的减成法形成的方式在经济上是有利的,也可以期待抑制位移、尺寸偏差等。

另外,作为制造本发明的多层配线板的方法,其特征在于,在导体图案形成时,使光致抗蚀剂的图案曝光面积为 $1\sim 250\text{cm}^2$ / 次在同一基板内进行多次曝光。

特别是形成含有前述的具有 $1\sim 18\mu\text{m}$ 厚度的电容器电极的导体图案时,优选进行上述多次曝光。如果一次曝光面积小于 1cm^2 ,则曝光次数增加、且制造流程变长,成本会增加。另一方面,如果一次曝光面积超过 250cm^2 ,则降低图案位移变得困难。另外,更优选一次曝光面积为 $10\sim 200\text{cm}^2$,这样兼顾降低位移和控制制造流程变得容易。进而,特别优选一次曝光面积为 $50\sim 150\text{cm}^2$,可以得到降低位移及控制制造成本的最适宜的效果。这样通过采用减小一次曝光面积、进行多次曝光的分割曝光方式,对于通常在多层配线板制造中使用的大型基板,针对源于基板伸缩等而产生的图案位移,可以降低曝光时所产生的导体图案的位移。

另外,在上述制造方法中,光致抗蚀剂的图案曝光时,优选使用以钠钙

玻璃等无机物为基材的光掩模。由此可以提高光致抗蚀剂曝光、显像后图案精度，且会提高含有电容器电极的导体图案精度。

进而还可以包括蚀刻除去导体层不需要的部分而形成含有电容器电极的导体图案的步骤。

本发明进一步提供在上述的多层配线板上搭载半导体芯片的半导体装置。通过使用在基板内具有容量偏差小的电容器或者容量偏差小的电容器和电感密度高的电感器的多层配线板，可以得到同时实现小型化与轻量化的半导体装置。另外，通过使用在最外层导体层具有线宽为大于等于 300 μm 的导体图案、进而邻接该最外层导体层的绝缘层厚度为大于等于 150 μm 的多层配线板，可以获得高频衰减小、因特性阻抗不匹配引起的反射干扰也小的半导体装置。

本发明进一步提供搭载上述半导体装置的无线电子装置。通过使用小型轻量的半导体装置，可以实现无线电子装置的小型轻量化。而且，也可以获得高频特性优越的无线电子装置。

以下针对本发明的多层配线板及其制造方法，参照实施例更详细地说明，但是本发明并不限于此。

高介电常数材料薄片 1

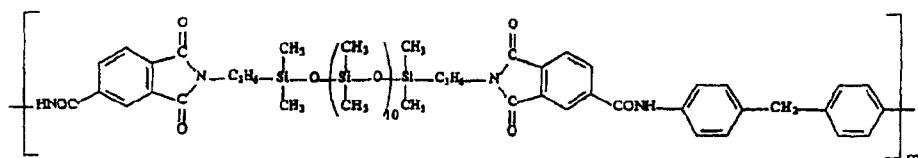
在由 66 重量份属于环氧树脂的双酚 A 型环氧树脂（使用东都化成股份有限公司制造的 YD-8125）、34 重量份甲苯酚型环氧树脂（使用东都化成股份有限公司制造的 YDCN-703）、63 重量份作为环氧树脂固化剂的酚醛型环氧树脂（使用大日本油墨化学工业股份有限公司制造的氯化苯 LF2882）、24 重量份属于高分子量树脂的苯氧基树脂（使用重均分子量为 5 万、东都化成股份有限公司制造的フェノトート YP-50）、0.6 重量份作为固化促进剂的固化促进剂 1-氰乙基-2-苯基咪唑（使用固化溶胶 2PZ-CN）、860 重量份属于高介电常数填料的平均粒径为 1.5 μm 的钛酸钡填料（使用富士钛工业股份有限公司制造的 BT-100PR）、5.4 重量份作为分散剂的非硅酮系分散剂（使用ビツクケミー・ジヤパン股份有限公司制造的 BYK-W9010）形成的组合物中，加入甲基乙基酮并使用湿式微粉碎机以 1000 转/分进行 1 小时搅拌混合，用 200 目的尼龙布过滤后进行真空脱气。将该树脂漆涂布在厚度 12 μm 的电解铜箔

(使用古河サーキットフイル股份有限公司制造的 GTS-12)上,且在 140°C 进行 5 分钟加热干燥,形成膜厚为 5 μm 的 B 级状态的涂膜,从而制成具有铜箔的高介电常数材料薄片 1。

使用岛津流动特性评估装置 CFT-100 型(股份有限公司岛津制作所、商品名)以 2mm Φ 的喷嘴直径的夹具测定该 B 级状态的高介电常数材料薄片 1 的 120°C 的熔融粘度,其为 100Pa \cdot S。另外,针对在 170°C 固化 1 小时的固化物,使用 LCR 仪 YHP4275A(横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名),由 25°C、1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 20。

高介电常数材料薄片 2

在由 66 重量份属于环氧树脂的双酚 A 型环氧树脂(使用东都化成股份有限公司制造的 YD-8125)、34 重量份甲苯酚型环氧树脂(使用东都化成股份有限公司制造的 YDCN-703)、63 重量份作为环氧树脂固化剂的酚醛型环氧树脂(使用大日本油墨化学工业股份有限公司制造的氯化苯 LF2882)、24 重量份属于高分子量树脂的以下述一般式表示的聚酰胺酰亚胺树脂(重均分子量为 7 万)、



0.6 重量份作为固化促进剂的固化促进剂 1-氰乙基-2-苯基咪唑(固化溶胶 2PZ-CN)、属于高介电常数填料的 1300 重量份平均粒径为 1.5 μm 的钛酸钡填料(使用富士钛工业股份有限公司制造的 BT-100PR)以及 400 重量份平均粒径为 0.6 μm 的钛酸钡填料(使用富士钛工业股份有限公司制造的 HPBT-1)、11.2 重量份作为分散剂的非硅酮系分散剂(使用ビツクケミー・ジヤパン股份有限公司制造的 BYK-W9010)形成的组合物中,加入甲基乙基酮,使用小型搅拌脱泡装置进行 10 分钟搅拌脱泡后,用 200 目的尼龙布过滤。将该树脂漆涂布在厚度 12 μm 的电解铜箔(使用古河サーキットフイル股份有限公司制造的 GTS-12)上,且在 140°C 进行 5 分钟加热干燥,形成膜厚 10 μm

的 B 级状态的涂膜，制成具有铜箔的高介电常数材料薄片 2。

使用岛津流动特性评估装置 CFT-100 型（股份有限公司岛津制作所、商品名）以 2mm Φ 的喷嘴直径的夹具测定该 B 级状态的高介电常数材料薄片 2 的 120℃的熔融粘度，其为 200Pa·S。另外，针对在 170℃固化 1 小时的固化物，使用 LCR 仪 YHP4275A（横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名），由 25℃、1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 45。

高介电常数材料薄片 3

在由 66 重量份属于环氧树脂的双酚 A 型环氧树脂（使用东都化成股份有限公司制造的 YD-8125）、34 重量份甲苯酚型环氧树脂（使用东都化成股份有限公司制造的 YDCN-703）、63 重量份作为环氧树脂固化剂的酚醛型环氧树脂（使用大日本油墨化学工业股份有限公司制造的氯化苯 LF2882）、24 重量份属于高分子量树脂的苯氧基树脂（重均分子量为 5 万、使用东都化成股份有限公司制造的フェノトート YP-50）、0.6 重量份作为固化促进剂的固化促进剂 1-氰乙基-2-苯基咪唑（固化溶胶 2PZ-CN）、属于高介电常数填料的 1300 重量份平均粒径为 1.5 μm 的钛酸钡填料（使用富士钛工业股份有限公司制造的 BT-100PR）以及 400 重量份平均粒径为 0.6 μm 的钛酸钡填料（使用富士钛工业股份有限公司制造的 HPBT-1）、11.2 重量份作为分散剂的非硅酮系分散剂（使用ビツクケミー・ジヤパン股份有限公司制造的 BYK-W9010）形成的组合物中，加入甲基乙基酮，使用湿式微碎机以 1000 转/分进行 1 小时搅拌混合，且用 200 目的尼龙布过滤后进行真空脱气。将该树脂漆涂布在厚度 12 μm 的电解铜箔（使用古河サーキットフオイル股份有限公司制造的 GTS-12）上，且在 140℃进行 5 分钟加热干燥，形成膜厚 10 μm 的 B 级状态的涂膜，制成具有铜箔的高介电常数材料薄片 3。

使用岛津流动特性评估装置 CFT-100 型（股份有限公司岛津制作所、商品名）以 2mm Φ 的喷嘴直径的夹具测定该 B 级状态的高介电常数材料薄片 3 的 120℃的熔融粘度，其为 150Pa·S。另外，针对在 170℃固化 1 小时的固化物，使用 LCR 仪 YHP4275A（横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名），由 25℃、1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 45。

高介电常数材料薄片 4

在由 66 重量份属于环氧树脂的双酚 A 型环氧树脂(使用东都化成股份有限公司制造的 YD-8125)、34 重量份甲苯酚型环氧树脂(使用东都化成股份有限公司制造的 YDCN-703)、63 重量份作为环氧树脂固化剂的酚醛型环氧树脂(使用大日本油墨化学工业股份有限公司制造的氯化苯 LF2882)、24 重量份属于高分子量树脂的苯氧基树脂(重均分子量为 5 万、使用东都化成股份有限公司制造的フェノトート YP-50)、0.6 重量份作为固化促进剂的固化促进剂 1-氰乙基-2-苯基咪唑(固化溶胶 2PZ-CN)、属于高介电常数填料的 1900 重量份平均粒径为 1.5 μm 的钛酸钡填料(使用富士钛工业股份有限公司制造的 BT-100PR)以及 550 重量份平均粒径为 0.6 μm 的钛酸钡填料(使用富士钛工业股份有限公司制造的 HPBT-1)、15.9 重量份作为分散剂的非硅酮系分散剂(使用ビツクケミー・ジヤパン股份有限公司制造的 BYK-W9010)形成的组合物中,加入甲基乙基酮,使用湿式微粉碎机以 1000 转/分进行 1 小时搅拌混合,且用 200 目的尼龙布过滤后进行真空脱气。将该树脂漆涂布在厚度 12 μm 的电解铜箔(使用古河サーキットフオイル股份有限公司制造的 GTS-12)上,且在 140 $^{\circ}\text{C}$ 进行 5 分钟加热干燥,形成膜厚 25 μm 的 B 级状态的涂膜,制成具有铜箔的高介电常数材料薄片 4。

使用岛津流动特性评估装置 CFT-100 型(股份有限公司岛津制作所、商品名)以 2mm Φ 的喷嘴直径的夹具测定该 B 级状态的高介电常数材料薄片 4 的 120 $^{\circ}\text{C}$ 的熔融粘度,其为 200Pa \cdot S。另外,针对在 170 $^{\circ}\text{C}$ 固化 1 小时的固化物,使用 LCR 仪 YHP4275A(横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名),由 25 $^{\circ}\text{C}$ 、1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 70。

高介电常数材料薄片 5

在由 66 重量份属于环氧树脂的双酚 A 型环氧树脂(使用东都化成股份有限公司制造的 YD-8125)、34 重量份甲苯酚型环氧树脂(使用东都化成股份有限公司制造的 YDCN-703)、63 重量份作为环氧树脂固化剂的酚醛型环氧树脂(使用大日本油墨化学工业股份有限公司制造的氯化苯 LF2882)、24 重量份属于高分子量树脂的苯氧基树脂(重均分子量为 5 万、使用东都化成股份有限公司制造的フェノトート YP-50)、0.6 重量份作为固化促进剂的固化促进剂 1-氰乙基-2-苯基咪唑(固化溶胶 2PZ-CN)、860 重量份属于高介电常

数填料的平均粒径为 $1.5\mu\text{m}$ 的钛酸钡填料（使用富士钛工业股份有限公司制造的 BT-100PR）、5.4 重量份作为分散剂的非硅酮系分散剂（使用ビツクケミー・ジヤパン股份有限公司制造的 BYK-W9010）形成的组合中，加入甲基乙基酮，使用湿式微粉碎机以 1000 转/分进行 1 小时搅拌混合，且用 200 目的尼龙布过滤后进行真空脱气。将该树脂漆涂布在厚度 $12\mu\text{m}$ 的电解铜箔（使用古河サーキットフイル股份有限公司制造的 GTS-12）上，且在 140°C 进行 5 分钟加热干燥，形成膜厚 $30\mu\text{m}$ 的 B 级状态的涂膜，制成具有铜箔的高介电常数材料薄片 5。

使用岛津流动特性评估装置 CFT-100 型（股份有限公司岛津制作所、商品名）以 $2\text{mm}\Phi$ 的喷嘴直径的夹具测定该 B 级状态的高介电常数材料薄片 5 的 120°C 的熔融粘度，其为 $100\text{Pa}\cdot\text{s}$ 。另外，针对在 170°C 固化 1 小时的固化物，使用 LCR 仪 YHP4275A（横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名），由 25°C 、 1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 20。

实施例 1

在如图 2 (a) 所示的基材 1 的两面层积厚度为 $3\mu\text{m}$ 的铜箔 2 得到板厚为 0.2mm 、基板尺寸为 $500\times 333\text{cm}$ 的两面贴有铜箔的玻璃环氧层积板 MCL-E-679F（日立化成工业股份有限公司制造、商品名），在其上进行所期望的钻孔处理（图 2 (b)）。以超声波清洗和碱性高锰酸液除去碳化的树脂渣后，在该基板上赋予催化剂，促进密合后进行无电解镀铜，在钻孔内壁和铜箔表面形成约 $15\mu\text{m}$ 的无电解镀铜层 3（图 2 (c)）。在该基板表面通过以次氯酸钠为主成份的碳化处理和以二甲基胺硼烷为主成份的还原处理进行粗化处理。在该基板的钻孔内利用网版印刷侧填充浆料型的热固化型绝缘材料 HRP-700BA（太阳油墨制造股份有限公司、商品名）4，且通过 170°C 、60 分钟的热处理使其固化（图 2 (d)）。利用研磨刷研磨基板表面，除去多余的绝缘材料后，对该基板赋予催化剂、促进密合后，进行无电解镀铜，在基板表面形成约 $15\mu\text{m}$ 的无电解镀铜层 5（图 2 (e)）。以研磨刷研磨该基板后，层积感光性干式薄膜 H-9040（日立化成工业股份有限公司制造、商品名），且利用股份有限公司オーク制作所制造的 EXM-1350B 型自动平行曝光机对该基板表面上含有电容器电极的导体图案的抗蚀剂加以曝光。用碳酸钠水溶液显像该基板后，

用氯化亚铁液蚀刻除去不需要的铜，用氢氧化钠水溶液剥离抗蚀剂，制成具有含电容器的下部电极的电路图案的内层电路板（图 2（f））。

其次，在该内层电路板表面使用辊涂布器，以自基板绝缘层表面起约 40 μm 、自导体图案表面起约 5 μm 的方式涂布浆料型的热固化型绝缘材料 HRP-700BA（太阳油墨制造股份有限公司、商品名）6，通过 170 $^{\circ}\text{C}$ 、60 分钟的热处理使其固化。用研磨刷研磨该基板至导体图案表面出现，除去多余的绝缘材料，进行内层电路板的平坦化（图 2（g））。内层电路板表面的凹凸为小于等于 3 μm 。然后，在该电路板的电路表面通过以次氯酸钠为主成份的碳化处理和以二甲基胺硼烷为主成份的还原处理来进行粗化处理。

其次，在该电路板的一个面以温度为 170 $^{\circ}\text{C}$ 、压力为 1.5MPa、加热加压时间为 60 分钟的加压条件，将具备含有高介电常数材料的绝缘层 8 和铜箔 7 的上述高介电常数材料薄片 1 进行层积一体化（图 2（h））。将该层积体用研磨刷研磨后，在高介电常数材料薄片 1 的铜箔上层积感光性干式薄膜 H-9040（日立化成工业股份有限公司制造、商品名），且利用股份有限公司オーク制作所制造的 EXM-1350B 型自动平行曝光机对该基板表面上含有电容器电极的导体图案的抗蚀剂加以曝光。用碳酸钠水溶液显像该基板后，用氯化亚铁液蚀刻除去不需要的铜，用氢氧化钠水溶液剥离抗蚀剂，制成含有电容器的上部电极的导体图案（图 2（i））。

其次，在该电路板的电路表面，通过以次氯酸钠为主成份的碳化处理和以二甲基胺硼烷为主成份的还原处理来进行粗化处理，依序重叠（1）具有厚度 3 μm 载体铜箔的 35 μm 铜箔 MT35S3（三井金属矿业股份有限公司制造、商品名）9、（2）两片厚度 80 μm 的加入填料的玻璃环氧半固化片 GEA-679F（日立化成工业股份有限公司制造、商品名）10、（3）图 2（i）的电路板、（4）两片厚度 80 μm 的加入填料的玻璃环氧半固化片 GEA-679F、（5）具有厚度 3 μm 载体铜箔的 35 μm 铜箔 MT35S3（三井金属矿业股份有限公司制造、商品名），以温度为 170 $^{\circ}\text{C}$ 、压力为 1.5MPa、加热加压时间为 60 分钟的加压条件进行层积一体化（图 2（j））。剥离载体铜箔，切断不需要的基板端部之后，在该基板表面形成所期望的抗蚀剂，氯化亚铁水溶液蚀刻除去不需要的铜箔，在所期望的位置形成 $\phi 0.15\text{mm}$ 的窗孔。

在设在该基板表面的窗孔位置，用三菱电机股份有限公司制 ML505GT 型碳酸气体激光器，以输出功率为 26mJ、脉宽为 100 μ s、发射次数为 6 次的条件，进行激光穿孔（图 2（k））。用超声波清洗和碱性高锰酸液除去碳化的树脂渣后，在洗净、赋予催化剂、促进密合后，使用 CUST-3000（日立化成工业（股）制造、商品名）进行无电解镀铜，在激光孔内壁和铜箔表面形成约 20 μ m 的无电解镀铜层 11（图 2（l））。在该基板表面的焊垫、电路图案等需要的位置上形成抗蚀剂，用氯化亚铁水溶液蚀刻除去不需要的铜，形成外层电路（图 2（m））。

在该基板表面用辊涂布器涂布 30 μ m 抗焊剂 PPR-4000AUS5（太阳油墨制造股份有限公司、商品名），干燥后加以曝光、显像，在期望的位置形成抗焊剂 15。然后在外层电路图案露出部表面层上用 NIPS100（日立化成工业（股）制造、商品名）形成 3 μ m 的无电解镀镍层 13，用 HGS2000（日立化成工业（股）制造、商品名）形成 0.1 μ m 的无电解镀金层 14，得到如图 1 所示的内装电容器 12 的五层结构的多层配线板。

实施例 2

除使用高介电常数材料薄片 2 代替高介电常数材料薄片 1 以外，通过与实施例 1 同样的工序而得到多层配线板。

实施例 3

除使用高介电常数材料薄片 3 代替高介电常数材料薄片 1 以外，通过与实施例 1 同样的工序而得到多层配线板。

实施例 4

除使用高介电常数材料薄片 4 代替高介电常数材料薄片 1 以外，通过与实施例 1 同样的工序而得到多层配线板。

实施例 5

不进行如图 2（g）所示的树脂填充的内层电路的平坦化，并且除使用高介电常数材料薄片 5 代替高介电常数材料薄片 1 以外，通过与实施例 1 同样的工序而得到多层配线板。

比较例 1

除高介电常数材料薄片使用介电材料层厚度为 80 μ m 的具有环氧树脂的

铜箔 MCF6000E（日立化成工业制造、商品名）以外，通过与实施例 5 同样的工序而得到多层配线板。

将上述实施例 1~5 及比较例 1 中得到的多层配线板切割成 100mm×100mm 的大小，做成试验样品，测定其弯曲量。进而，使用上述式 1 求得曲率。结果于表 1 示中。

表 1

项目	高介电常数材料层厚度 (μm)	弯曲量 (mm)	曲率 (mm^{-1})
实施例 1	5	0.3	1.20×10^{-4}
实施例 2	10	0.4	1.60×10^{-4}
实施例 3	10	0.4	1.60×10^{-4}
实施例 4	25	0.5	2.00×10^{-4}
实施例 5	30	0.7	2.80×10^{-4}
比较例 1	80	1.2	4.80×10^{-4}

实施例 1~5 的多层配线板均为高介电常数材料固化物的介电常数在 25℃、1MHz 为 20~100、且其厚度为 1.0~30 μm 的电容器内装型的多层配线板，其曲率均为小于等于 $4.0 \times 10^{-4} \text{mm}^{-1}$ ，弯曲量也均为小于等于 1mm。另一方面，对于比较例 1，由于高介电常数材料的厚度为 80 μm ，其曲率超过 $4.0 \times 10^{-4} \text{mm}^{-1}$ ，弯曲量也超过 1mm。

实施例 6

针对实施例 1 中得到的多层配线板，评价电容器容量偏差和成型性。再者，电容器容量的测定方法及成型性的评价方法如下所述。

（电容器容量）

对于电容器容量的测定，使用在阻抗分析器 4291B（アジレントテクノロジー股份有限公司制造、商品名）经 50 Ω 同轴电缆 SUCOFLEX104/100（S UHNER 社制造、商品名）连接高频信号测定探针 MICROPROBE ACP50（GSG250 型、Cascade 社、商品名）的测定系统。电容器的电极尺寸为 1mm×1mm，测定 1GHz 的容量。测定是测定设置在基板的四个角和中央部的五处的电容器容量。

（成型性）

成型性是在将制作的多层配线板切割成 10mm×30mm 后,以环氧树脂注塑成型、并研磨基板截面,评价多层配线板中是否有气泡等。没有气泡等时假定为良好,有气泡等时假定为不好。

实施例 7

针对实施例 2 中得到的多层配线板,与实施例 6 同样地评价电容器容量偏差和成型性。

实施例 8

针对实施例 3 中得到的多层配线板,与实施例 6 同样地评价电容器容量偏差和成型性。

实施例 9

针对实施例 4 中得到的多层配线板,与实施例 6 同样地评价电容器容量偏差和成型性。

比较例 2

除不进行如图 2 (g) 所示的树脂填充的内层电路板的平坦化以外,针对和实施例 3 同样地制成的多层配线板,与实施例 6 同样地评价电容器容量偏差和成型性。

比较例 3

针对实施例 5 中得到的多层配线板,与实施例 6 同样地评价电容器容量偏差和成型性。

在表 2 中表示实施例 6~9、比较例 2 及 3 的结果。

表 2

项目		电容器容量 (pF)			成型性
		最大值	最小值	平均值	
实施例	6	31	32	32	良好
	7	37	35	36	良好
	8	38	35	36	良好
	9	23	22	23	良好
比较例	2	39	36	38	不好
	3	36	30	32	良好

实施例 6~9 由于均在电容器电极间的凹部填充有与基板材料和高介电

常数材料不同的第三热固化型绝缘材料、被进行平坦化，因此电容器容量的偏差小于±5%，成型性也良好。相反，比较例 2 由于在电容器电极间有气泡，因此成型性不好。对于比较例 3，电容器容量的偏差超过 10%。根据截面观察的结果，可以知道其原因是含有高介电常数材料的绝缘层的厚度在 3~6 μm 的范围会产生大的偏差。

接着，如下述实施例 10~19 及比较例 4 那样制作使用了下述高介电常数材料薄片 6~10 的多层配线板，评价这些多层配线板的电容器电极的位移、尺寸偏差以及容量偏差。

高介电常数材料薄片 6

在由 66 重量份属于环氧树脂的双酚 A 型环氧树脂（使用东都化成股份有限公司制造的 YD-8125）、34 重量份甲苯酚型环氧树脂（使用东都化成股份有限公司制造的 YDCN-703）、63 重量份作为环氧树脂固化剂的酚醛型环氧树脂（使用大日本油墨化学工业股份有限公司制造的氯化苯 LF2882）、24 重量份属于高分子量树脂的苯氧基树脂（重均分子量为 5 万、使用东都化成股份有限公司制造的フェノトート YP-50）、0.6 重量份作为固化促进剂的固化促进剂 1-氰乙基-2-苯基咪唑（固化溶胶 2PZ-CN）、属于高介电常数填料的 1300 重量份平均粒径为 1.5 μm 的钛酸钡填料（使用富士钛工业股份有限公司制造的 BT-100PR）及 400 重量份平均粒径为 0.6 μm 的钛酸钡填料（使用富士钛工业股份有限公司制造的 HPBT-1）、11.2 重量份作为分散剂的非硅酮系分散剂（使用ビツクケミー・ジヤパン股份有限公司制造的 BYK-W9010）形成的组合物中，加入甲基乙基酮，使用湿式微粉碎机以 1000 转/分进行 1 小时搅拌混合，且用 200 目的尼龙布过滤后进行真空脱气。将该树脂漆涂布在厚度 12 μm 的电解铜箔（使用古河サーキットフイル股份有限公司制造的 GTS-12）上，且在 140 $^{\circ}\text{C}$ 进行 5 分钟加热干燥，形成膜厚 10 μm 的 B 级状态的涂膜，制成具有铜箔的高介电常数材料薄片 6。

针对在 170 $^{\circ}\text{C}$ 使该 B 级粘结膜固化 1 小时后的固化物，使用 LCR 仪 YHP4275A（横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名），由 25 $^{\circ}\text{C}$ 、1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 45。

高介电常数材料薄片 7

除将涂布粘结剂漆的电解铜箔替换成具有厚度为 $3\mu\text{m}$ 载体铜箔的 $35\mu\text{m}$ 铜箔（使用三井金属矿业股份有限公司制造的 MT35S3）以外，通过与高介电常数材料薄片 6 同样的工序得到高介电常数材料薄片 7。

针对在 170°C 使该 B 级粘结膜固化 1 小时后的固化物，使用 LCR 仪 YHP4275A（横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名），由 25°C 、 1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 45。

高介电常数材料薄片 8

除将涂布粘结剂漆的电解铜箔替换成厚度为 $9\mu\text{m}$ 的电解铜箔（使用古河サーキットフイル股份有限公司制造的 GTS-9）以外，通过与高介电常数材料薄片 6 同样的工序得到高介电常数材料薄片 8。

针对在 170°C 使该 B 级粘结膜固化 1 小时后的固化物，使用 LCR 仪 YHP4275A（横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名），由 25°C 、 1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 45。

高介电常数材料薄片 9

除将涂布粘结剂漆的电解铜箔替换成厚度为 $18\mu\text{m}$ 的电解铜箔（使用古河サーキットフイル股份有限公司制造的 GTS-18）以外，通过与高介电常数材料薄片 6 同样的工序得到高介电常数材料薄片 9。

针对在 170°C 使该 B 级粘结膜固化 1 小时后的固化物，使用 LCR 仪 YHP4275A（横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名），由 25°C 、 1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 45。

高介电常数材料薄片 10

除将涂布粘结剂漆的电解铜箔替换成厚度为 $35\mu\text{m}$ 的电解铜箔（使用古河サーキットフイル股份有限公司制造的 GTS-35）以外，通过与高介电常数材料薄片 6 同样的工序得到高介电常数材料薄片 10。

针对在 170°C 使该 B 级粘结膜固化 1 小时后的固化物，使用 LCR 仪 YHP4275A（横河ヒューレットパツカード股份有限公司、商品名），由 25°C 、 1MHz 的阻抗特性计算出介电常数的结果为 45。

实施例 10

代替高介电常数材料薄片 1 使用高介电常数材料薄片 6，代替股份有限公司

オーク制作所制造的 EXM-1350B 型自动平行曝光机而使用ウシオ电机股份有限公司制造的 UX-5038SC 型分割投影曝光机、并使用以钠钙玻璃为基材的光掩模分割成 10cm 四方的图案而进行电容器的上部电极形成时的曝光，以及电容器的上部电极和下部电极尺寸同时形成为 $1.0 \times 0.75\text{mm}$ ，除此以外，与实施例 1 同样地得到多层配线板。另外，实施例 10 中的电容器 12 的截面图示于图 4 中。

实施例 11

除电容器的电极尺寸形成为上部电极 $1.0 \times 0.75\text{mm}$ 、下部电极 $1.05 \times 0.755\text{mm}$ 以外，与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，实施例 11 中的电容器 12 的截面图示于图 5 中。

实施例 12

除电容器的电极尺寸形成为上部电极 $1.0 \times 0.75\text{mm}$ 、下部电极 $1.1 \times 0.85\text{mm}$ 以外，与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，实施例 12 中的电容器 12 的截面图示于图 6 中。

实施例 13

除电容器的电极尺寸形成为上部电极 $1.0 \times 0.75\text{mm}$ 、下部电极 $1.2 \times 0.95\text{mm}$ 以外，与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，实施例 13 中的电容器 12 的截面图示于图 7 中。

实施例 14

除电容器的电极尺寸形成为上部电极 $1.0 \times 0.75\text{mm}$ 、下部电极 $1.4 \times 1.15\text{mm}$ 以外，与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，实施例 14 中的电容器 12 的截面图示于图 8 中。

实施例 15

代替高介电常数材料薄片 6 使用高介电常数材料薄片 7，在高介电常数材料薄片 7 的铜箔上形成约 $15\mu\text{m}$ 的电解镀铜层、且剥离电镀抗蚀剂后用硫酸、过氧化氢混合溶液蚀刻除去基层铜从而形成电容器的上部电极，以及使电容器的上部电极尺寸为 $1.0 \times 0.75\text{mm}$ 、下部电极尺寸为 $1.1 \times 0.85\text{mm}$ ，除此以外，与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，实施例 15 中的电容器 12 的截面图示于图 9 中。

实施例 16

除使用分割投影曝光机时，图案分割为 5cm 四方进行曝光以外，与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，实施例 16 中的电容器 12 的截面图示于图 4 中。

实施例 17

除使用分割投影曝光机时，图案分割为 15cm 四方进行曝光以外。与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，实施例 17 中的电容器 12 的截面图示于图 4 中。

实施例 18

除代替高介电常数材料薄片 6 使用高介电常数材料薄片 8 以外，与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，实施例 18 中的电容器 12 的截面图示于图 4 中。

实施例 19

除代替高介电常数材料薄片 6 使用高介电常数材料薄片 9 以外，与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，实施例 19 中的电容器 12 的截面图示于图 4 中。

比较例 4

代替高介电常数材料薄片 6 使用高介电常数材料薄片 10，以及代替ウシオ电机股份有限公司制造的 UX-5038SC 型分割投影曝光机而使用股份有限公司オーク制作所制造的 EXM-1350B 型自动平行曝光机、并使用以聚酯为基材的光掩模通过同时曝光而进行电容器的上部电极形成时的曝光，除此以外，与实施例 10 同样地得到多层配线板。另外，比较例 4 中的电容器 12 的截面图示于图 10 中。

针对如上所述制作的各多层配线板，切割出各个电容器部分，以环氧树脂注塑成型，并研磨基板截面。然后，使用具有计级功能的显微镜(OLYMPUS 制 MX50)，由该截面测定电容器的对向电极间的位移量和上部电极面积。测定样品数与各多层配线板均为 12 个样品。结果示于表 3 及表 4 中。

表 3

项目		对向电极的位移量 (μm)		
		最大	最小	平均
实施例	10	39.4	2.2	13.1
	16	27.2	5.3	10.8
	17	40.8	7.0	16.4
比较例 4		82.4	14.4	40.2

表 4

项目		上部电极面积 (mm ²)			
		最大	最小	平均	偏差 (%)
实施例	10	0.756	0.743	0.747	±0.9
	18	0.755	0.743	0.749	±0.8
	19	0.760	0.742	0.751	±1.2
比较例 4		0.771	0.733	0.754	±2.6

在表 3 中, 对于对向电极图案间的位移量, 在实施例 10、16 及 17 中小于 50 μm , 但是在比较例 4 中则为大于等于 80 μm 。而且, 在表 4 中, 对于上部电极的偏差, 在实施例 10、18 及 19 中为 $\pm 1\%$ 左右, 但是在比较例 4 中偏差大, 为 $\pm 2.6\%$ 。该结果是由于, 制造实施例 10~19 的多层配线板时, 电容器电极的厚度变薄, 降低了蚀刻偏差, 以及使用玻璃基材的高精度光掩模, 通过分割曝光方式曝光, 从而形成导体图案。

接着, 使用表 3 及表 4 的结果, 通过计算算出电容器的容量偏差。结果示于表 5 中。

表 5

项目		电容器容量 (pF)			
		最大	最小	平均	偏差 (%)
实 施 例	10	15.02	14.15	14.48	±3.01
	11	15.09	14.69	14.92	±1.44
	12	15.12	14.85	14.94	±0.89
	13	15.13	14.87	15.01	±0.90
	14	15.12	14.86	14.99	±0.89
	15	15.10	14.84	14.97	±0.87
	16	15.04	14.16	14.60	±2.78
	17	15.00	14.08	14.44	±3.43
	18	15.00	14.16	14.58	±2.88
	19	14.99	13.98	14.49	±3.49
比较例 4		14.89	12.46	13.80	±8.82

由表5得知, 实施例10~19的电容器的容量偏差均小于比较例4的偏差。而且知道, 由于实施例12~14中未发现明显差别, 因此考虑到光致抗蚀剂曝光时的位移, 可以将下部电极面积设计成最小、且减小电容器部的占有面积, 其为优选。另外还知道, 由于在使用减成法的实施例12和使用半加成法的实施例15的比较中未发现明显差别, 因此可通过有利于经济性的减成法形成含有电容器电极的导体图案, 其为优选。

如以上所说明的, 根据本发明的多层配线板, 通过变薄构成电容器的电介质部的高介电常数材料层, 不管层结构为对称、非对称都可以降低多层配线板的弯曲, 进而由于可在除芯层外的任意层中内装电容器, 可以实现设计自由度的大幅改善。另外, 由于只要必要的最小限的电容器就能完成, 因此可以降低成本。再者, 由于高介电常数材料的厚度变薄, 因此可以增大与电介质厚度成反比的电容器容量。

而且, 可以提供高介电常数材料的厚度薄、具有容量偏差小的电容器、且成型性上没有问题的多层配线板及其制造方法。

进而, 可以提供在具有如上所述特征的多层配线板上搭载半导体芯片的半导体装置、及搭载该半导体装置的无线电子装置。

前述为本发明的优选实施方式, 本领域技术人员应该知道可以在不脱离本发明的精神与范围内进行多种变更及修改。

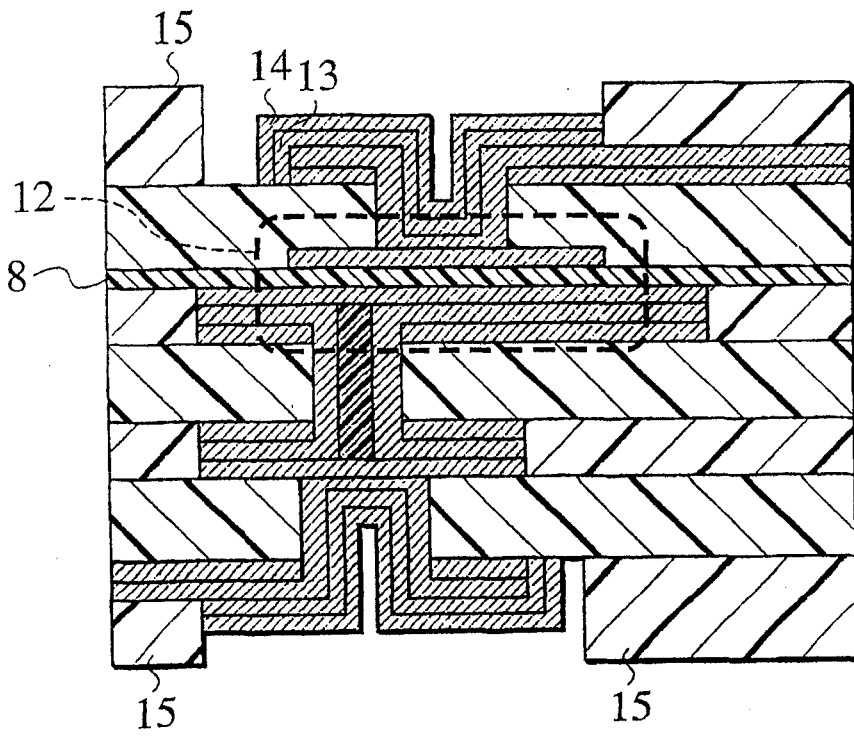


图 1

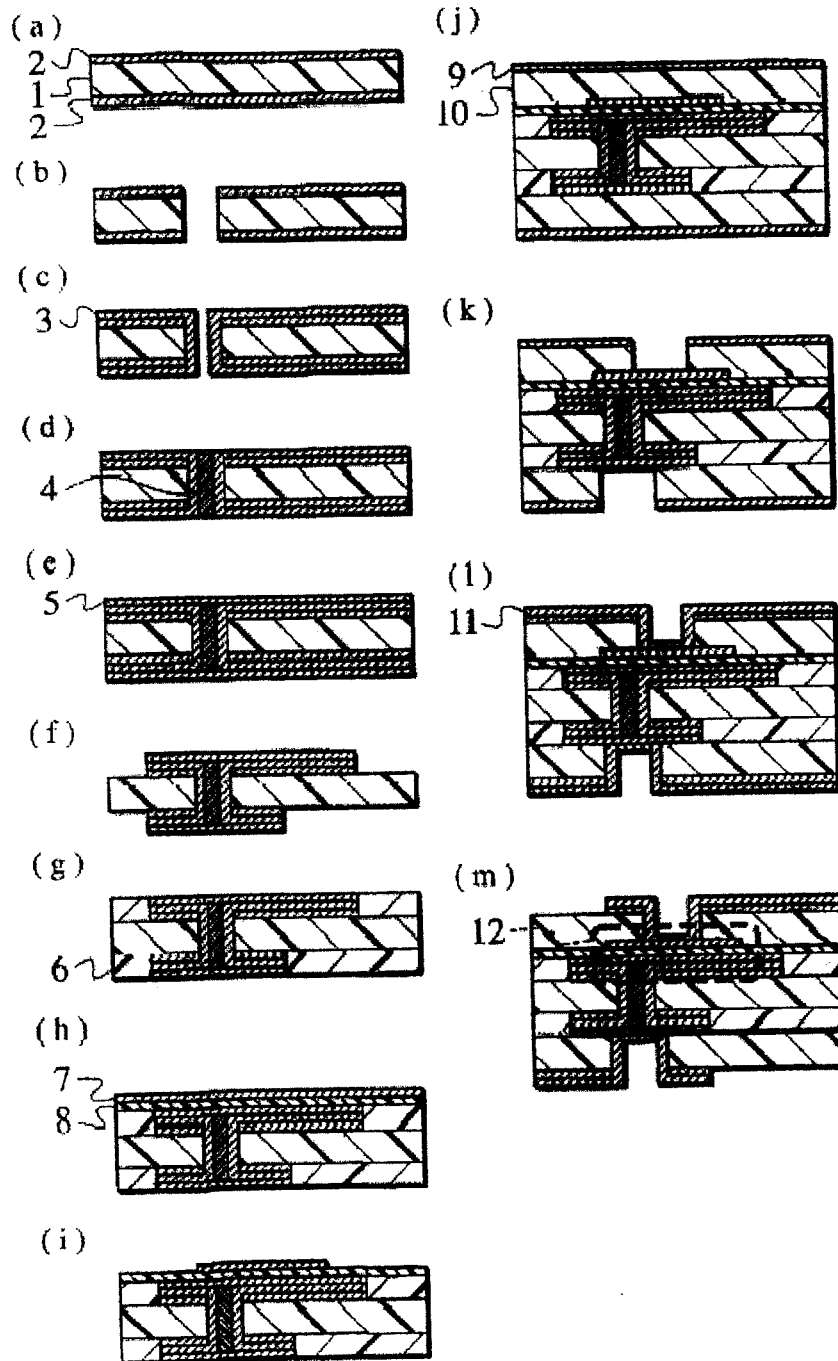


图 2

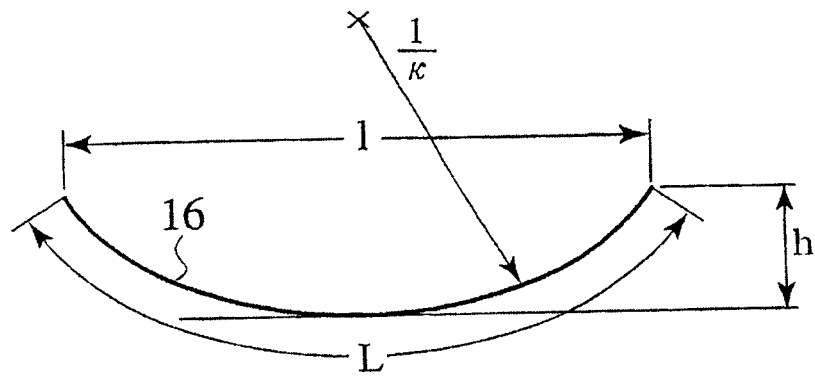


图 3

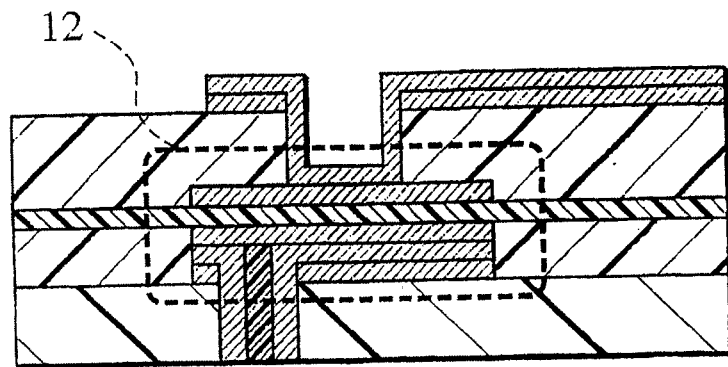


图 4

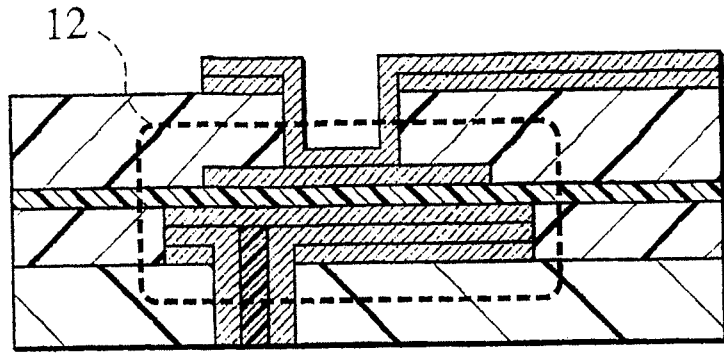


图 5

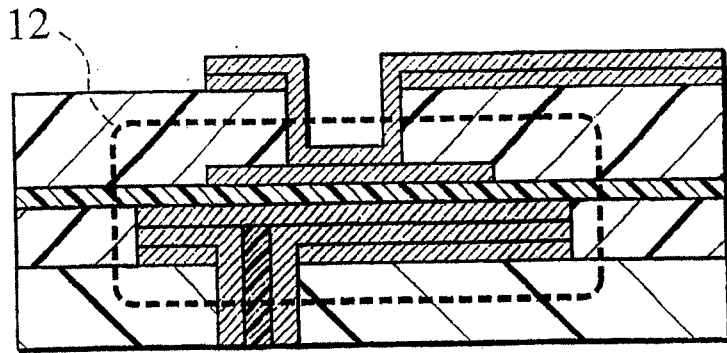


图 6

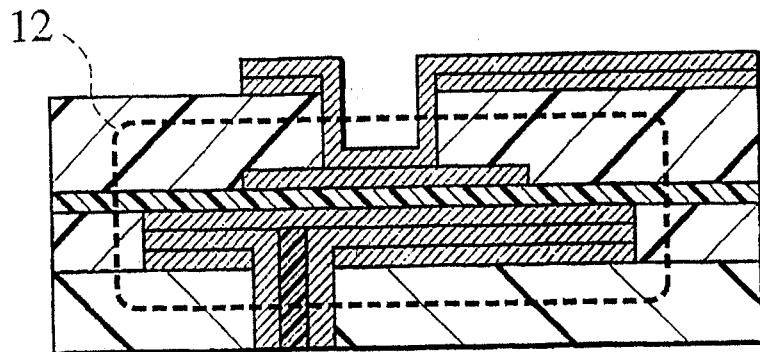


图 7

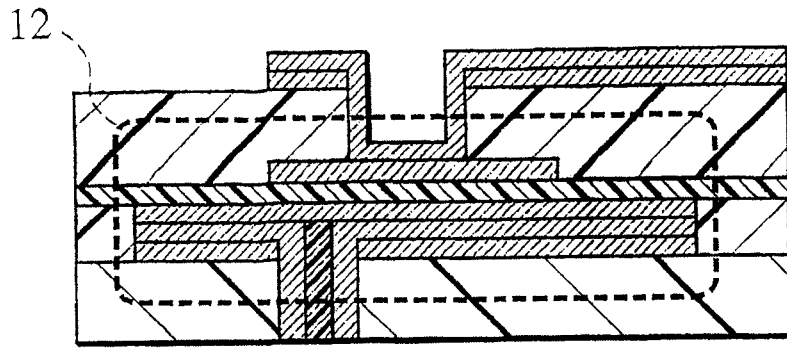


图 8

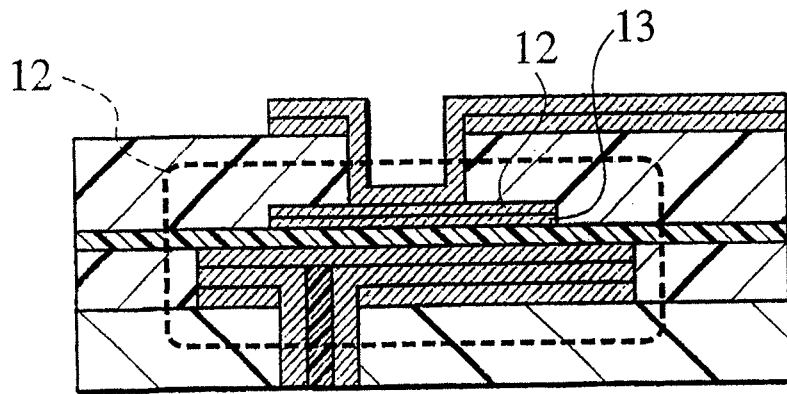


图 9

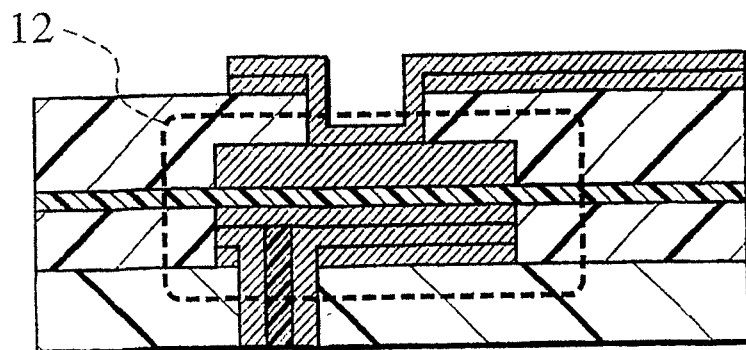


图 10

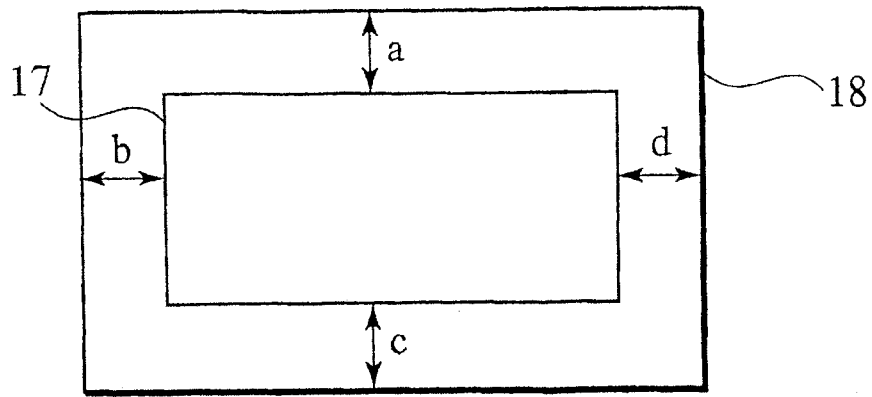


图 11

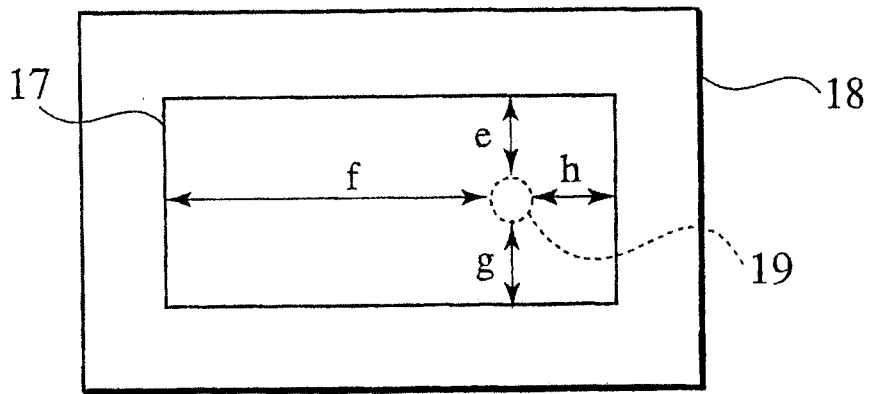


图 12

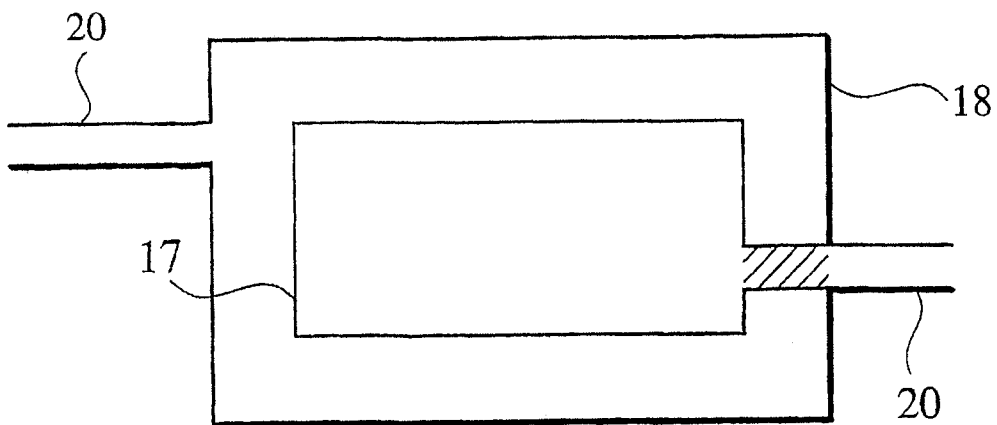


图 13