(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 1795610 B
(45)授权公告日 2011.11.16

(21)申请号 200480014533.X
(22)申请日 2004.04.07
(30)优先权数据
147096/2003 2003.05.26 JP
(85)PCT申请进入国家阶段日
2005.11.28
(86)PCT申请的申请数据
PCT/JP2004/004992 2004.04.07
(87)PCT申请的公布数据
WO2004/105237 JA 2004.12.02
(73)专利权人 株式会社村田制作所
地址 日本京都府
(72)发明人 久保竜一 藤井英俊 相泽直子
(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 李玲
(51)Int.Cl.
H03H 9/02(2006.01)
H03H 9/25(2006.01)
H03H 9/17(2006.01)
H03H 3/02(2006.01)
H03H 3/08(2006.01)
H01L 41/107(2006.01)
H01L 41/22(2006.01)

(56)对比文件
JP 58-175314 A,1983.10.14, 说明书第2页右下栏第13行至第3页左上栏第6行, 附图4.
JP 63-177605 A,1988.07.21, 说明书第2页左下栏第5行至第3页左上拦第16行, 附图1.
JP 9-107263 A,1997.04.22, 说明书第12-24段, 附图7.
US 5824951 A,1998.10.20, 全文.
CN 1264218 A,2000.08.23, 全文.
JP 4-97612 A,1992.03.30, 说明书第5页至第6页右上栏第8行, 附图1-9.
JP 2001-111371 A,2001.04.20, 说明书第18段, 附图1.
JP 5-267975 A,1993.10.15, 说明书第11-15段, 附图2-3.

审查员 艾攀

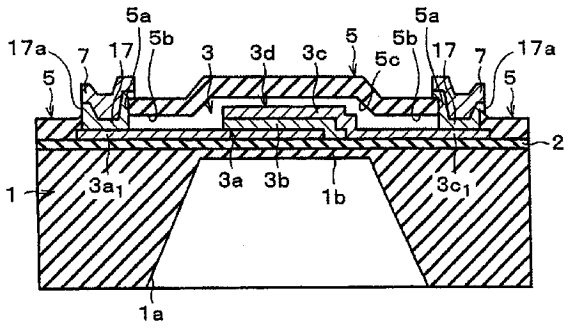
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 13 页

(54)发明名称

压电电子元件,其制造工序,和通信装置

(57)摘要

一种适用于移动电话及其它,且可以减小尺寸和外形的压电电子元件。一个响应施加的输入信号发生振动并输出对应于该振动的输出信号的压电组件(3)被设置于衬底(1)上。压电组件(3)具有垫片单元(3c1)以用于上述输入信号和输出信号。外壳构件(5)形成于衬底(1)上,其为一个由绝缘薄膜所组成的密封构件,用于盖住压电组件(3)但与其隔开。该外壳构件(5)在上述垫片单元(3c1)及其它上具有一个通孔(5a),所述通孔(5a)被电极(17)关闭。



CN 1795610 B

1. 一种压电电子元件，包括：

衬底；

设置在衬底上的压电组件，所述压电组件响应施加的输入信号而振动，所述压电组件输出对应于所述振动的输出信号；

由绝缘薄膜所组成的密封构件，所述密封构件覆盖着压电组件并且不与压电组件相接触；和，

多个设置在所述衬底和所述密封构件之间的垫片，

其中所述密封构件包括在各个垫片上的通孔，该通孔连接内部空间和外部空间，通过设置密封构件以确保所述内部空间，使得密封构件不与压电组件相接触；以及

电极，其被设置在所述通孔中以使通孔关闭。

2. 如权利要求 1 所述的压电电子元件，其特征在于，所述密封构件包括氮化硅、氧化硅、氧化铝、氮化铝、氧化锌、氮氧化硅、和氮化钽中的至少一种化合物。

3. 如权利要求 1 所述的压电电子元件，其特征在于，所述密封构件具有多层结构，并且包括至少一个具有压应力的薄膜和至少一个具有张应力的薄膜。

4. 如权利要求 3 所述的压电电子元件，其特征在于，所述具有压应力的薄膜包括 SiO_2、ZnO 和 TaN 中的至少一种化合物。

5. 如权利要求 3 所述的压电电子元件，其特征在于，所述具有张应力的薄膜包括 Al_2O_3、SiN 和 AlN 中的至少一种化合物。

6. 如权利要求 1 所述的压电电子元件，其特征在于，所述密封构件具有多层结构，且最外层包括树脂。

7. 如权利要求 6 所述的压电电子元件，其特征在于，所述树脂包括聚酰亚胺、环氧树脂、抗蚀树脂和液晶聚合体中的至少一种化合物。

8. 如权利要求 1 所述的压电电子元件，还包括：

设置在密封构件的外围的连接孔，该连接孔将密封构件的内部和外部相连接，并且通过将所述电极设置在所述通孔中将所述连接孔关闭，所述电极输入和输出输入输出信号。

9. 如权利要求 1 所述的压电电子元件，其特征在于，所述压电组件是一个压电共振器，其由所述衬底和激励器构成，所述衬底具有窗口或者凹坑，所述激励器覆盖着所述窗口或者凹坑，所述激励器具有一种结构，其中包括至少一层压电薄膜的薄膜部分的上表面和下表面被夹在至少一对上电极和下电极之间，所述上电极和下电极被设置为彼此相对。

10. 如权利要求 1 所述的压电电子元件，其特征在于，所述压电组件是一种包括多个压电共振器的压电滤波器，每个压电共振器由所述衬底和激励器构成，所述衬底具有窗口或者凹坑的衬底，所述激励器覆盖着所述窗口或者凹坑，所述激励器具有一种结构，其中包括至少一层压电薄膜的薄膜部分的上表面和下表面被夹在至少一对上电极和下电极之间，所述上电极和下电极被设置为彼此相对。

11. 如权利要求 1 所述的压电电子元件，其特征在于，所述压电组件是在压电衬底上具有至少一个叉指式电极的表面声波装置。

12. 如权利要求 1 所述的压电电子元件，其特征在于，在密封构件上设置有电路。

13. 一种压电电子元件，包括：

衬底；

设置在衬底上的压电组件，所述压电组件响应施加的输入信号而振动，所述压电组件输出对应于所述振动的输出信号；

由绝缘薄膜所组成的密封构件，所述密封构件覆盖着压电组件并且不与压电组件相接触；和

多个设置在所述衬底和所述密封构件之间的垫片，

其中所述密封构件包括氮化硅、氧化硅、氧化铝、氮化铝、氧化锌、氮氧化硅、和氮化钽中的至少一种化合物。

14. 如权利要求 13 所述的压电电子元件，其特征在于，所述密封构件具有多层结构，并且包括至少一个具有压应力的薄膜和至少一个具有张应力的薄膜。

15. 如权利要求 14 所述的压电电子元件，其特征在于，所述具有压应力的薄膜包括 SiO_2、ZnO 和 TaN 中的至少一种化合物。

16. 如权利要求 14 所述的压电电子元件，其特征在于，所述具有张应力的薄膜包括 Al_2O_3、SiN 和 AlN 中的至少一种化合物。

17. 如权利要求 13 所述的压电电子元件，其特征在于，所述密封构件具有多层结构，且最外层包括树脂。

18. 如权利要求 17 所述的压电电子元件，其特征在于，所述树脂包括聚酰亚胺、环氧树脂、抗蚀树脂和液晶聚合体中的至少一种化合物。

19. 如权利要求 13 所述的压电电子元件，还包括：

设置在密封构件的外围的连接孔，该连接孔将密封构件的内部和外部相连接，并且通过将所述电极设置在所述通孔中将所述连接孔关闭，所述电极输入和输出输入输出信号。

20. 如权利要求 13 所述的压电电子元件，其特征在于，所述压电组件是一个压电共振器，其由所述衬底和激励器构成，所述衬底具有窗口或者凹坑，所述激励器覆盖着所述窗口或者凹坑，所述激励器具有一种结构，其中包括至少一层压电薄膜的薄膜部分的上表面和下表面被夹在至少一对上电极和下电极之间，所述上电极和下电极被设置为彼此相对。

21. 如权利要求 13 所述的压电电子元件，其特征在于，所述压电组件是一种包括多个压电共振器的压电滤波器，每个压电共振器由所述衬底和激励器构成，所 述衬底具有窗口或者凹坑的衬底，所述激励器覆盖着所述窗口或者凹坑，所述激励器具有一种结构，其中包括至少一层压电薄膜的薄膜部分的上表面和下表面被夹在至少一对上电极和下电极之间，所述上电极和下电极被设置为彼此相对。

22. 如权利要求 13 所述的压电电子元件，其特征在于，所述压电组件是在压电衬底上具有至少一个叉指式电极的表面声波装置。

23. 如权利要求 13 所述的压电电子元件，其特征在于，在密封构件上设置有电路。

24. 一种通信装置，其包括如权利要求 1 至 23 中任意一项所述的压电电子元件。

25. 一种用于制造压电电子元件以使得由绝缘薄膜所组成的密封构件包括一个空洞以覆盖衬底上的压电组件的工序，其中密封构件不与压电组件接触，所述工序包括以下步骤：

在压电组件上形成牺牲层，所述牺牲层对应于空洞；

在牺牲层的整个表面上形成密封构件；

部分地移除密封构件以形成一个暴露部分，该暴露部分将牺牲层部分地暴露在外；和

将牺牲层从暴露部分移除，

其中所述的暴露部分在朝着压电组件中的垫片的位置形成，其中该垫片被用于输入和输出信号。

26. 如权利要求 25 所述的用于制造压电电子元件的工序，其特征在于，所述牺牲层被形成为锥体，其高度朝着牺牲层的形成图形的一端递减。

27. 如权利要求 25 或 26 所述的用于制造压电电子元件的工序，其特征在于，牺牲层形成于压电组件和衬底上，而垫片的用于输入和输出信号的部分则被保留。

压电电子元件，其制造工序，和通信装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种尺寸和外形可以减小，且适于在小型通信装置中用作滤波器的压电元件、一种制造该压电元件的工序、和一种通信装置。

[0002] 近年来，多种滤波器被用于诸如蜂窝式移动电话的小型通信装置中。小型通信装置在尺寸、外形和重量方面减小的迫切需要也要求此类滤波器在尺寸、外形和重量方面减小。而且，在小型通信装置中，用于通信的信息量的增加，例如，通信的图片的增加，已经致使通信频率被提高到上 GHz 的频率，甚至更高。

[0003] 所以，伴随通信频率越来越高的趋势，压电滤波器和表面声波滤波器已经被用作上述的滤波器。

[0004] 每个压电滤波器包括很多压电共振器，其相互连接以形成一个阶梯网络或者一个点阵网络。每个压电共振器包括，例如，一个具有一个窗口或者凹坑的硅衬底，和一个设置于硅衬底上的激励器 (exciter)，所述激励器覆盖于窗口或凹坑上，而且激励器具有一种结构，其中薄膜部分的上表面和下表面至少有一层压电薄膜（由 ZnO 或 AlN 组成）被夹叠于至少一对上下电极中，其中上电极被设置为面对着下电极。在这样的压电滤波器中，沿着激励器的厚度方向的纵向振动被采用；因此，有必要为激励器上方的振动保留一定空间，并且避免激励器暴露于水、灰尘、及其它。

[0005] 每个表面声波滤波器包括一个设置于压电衬底上的叉指式电极，其包括，例如，石英、$LiTaO_3$、或者 $LiNbO_3$。在此种表面声波滤波器中，有必要为叉指式电极上的表面声波的传播部分上方的振动保留一定空间，并且避免叉指式电极暴露于水、灰尘及其它。

[0006] 如公开号为 5-275965，且示于其图 14 中的未审查的日本专利申请所披露的，在一种已知的包括一个压电滤波器或者表面声波滤波器的压电电子元件中，一个管芯键合媒介 75 被应用于由铝或类似物组成的 box-shaped 封装 73 的底面，而诸如压电滤波器或者表面声波滤波器的压电元件 71 利用管芯键合被固定在封装内。利用键合线 77 将封装 73 中的接线端键合到相应的压电元件 71 的电极后，封装 73 的窗口被盖子 79 用焊接剂 79a 密封。

[0007] 如公开号为 2002-232253 和 2000-49565 的未审查的日本专利申请中所披露的，为了使得尺寸减小，电极板被形成于由铝或类似物所组成的封装的内底面上，压电元件，比如压电滤波器或者表面声波滤波器，被采用倒装片接技术固定在该电极板上。然后，该封装被一个盖子密封上。

[0008] 然而，在这样一种已知结构中，如果诸如压电滤波器或者表面声波滤波器的压电元件的尺寸和外形被减小，那么除非封装的尺寸和外形也减小，否则包括压电滤波器或者表面声波滤波器的压电电子元件的整体尺寸不会减小，这是这种已知结构的缺陷。而且，在这样一种已知结构中，封装往往是由不便于加工的材料，比如铝所组成的；因此，要减小封装的尺寸，就会非常不利地导致封装的加工成本的增加。

[0009] 特别地，在压电滤波器中，激励器被设置于窗口处，或者是衬底的凹陷处。所以，在加工步骤对激励器的影响，比如切出一个压电元件，在固定过程中拣取该压电元件和键合管芯过程，会导致对于激励器的破坏，因而不利地导致所得的压电电子元件的成品率降低，

延长了切割所需的时间，并且提高了成本。

[0010] 发明揭露

[0011] 为了克服这些问题，一种压电电子元件，其包括了一个衬底；一个设置于该衬底上的压电元件，该压电元件振荡以响应所施加的输入信号，并且该压电元件输出对应于该振荡的输出信号；多个设置在该压电元件上的垫片；一个由绝缘薄膜所组成的密封构件，该密封构件覆盖着压电元件并且不与之接触，其中该密封构件在每个垫片上有通孔，该通孔连接内部空间和外部空间，通过设置密封构件以确保该内部空间，以使得密封构件与压电元件不接触，然后设置一个电极以关闭该通孔。

[0012] 在以上结构中，通过在结构中设置密封构件以使得密封构件与压电元件不接触，有可能在不中止压电元件的振荡的前提下保护压电元件，设置近于压电元件的密封构件，以及减小尺寸和外形。而且，如果诸如碰撞的外力施加到该压电元件上，外力会被部分地吸收进密封构件，从而改进抗振性。

[0013] 密封构件最好是由至少一种从一个由硅的氮化物诸如 SiN、硅的氧化物诸如 SiO_2，铝的氧化物诸如 Al_2O_3、铝的氮化物诸如 AlN、锌的氧化物诸如 ZnO、硅的氮氧化物诸如 SiO_xN_y、以及钽的氮化物诸如 TaN 所组成的组中选出的化合物来组成的。

[0014] 另一种本发明的压电电子元件包括一个衬底；一个设置在该衬底上的压电元件、该压电元件振荡以响应施加的输入信号，并且该压电元件输出对应于该振荡的输出信号；多个设置在该压电元件上的垫片；一个由绝缘薄膜所组成的密封构件，该密封构件覆盖着压电元件并且不与之接触，其中该密封构件是由至少一种从一个由硅的氮化物诸如 SiN、硅的氧化物诸如 SiO_2，铝的氧化物诸如 Al_2O_3、铝的氮化物诸如 AlN、锌的氧化物诸如 ZnO、硅的氮氧化物诸如 SiO_xN_y、以及钽的氮化物诸如 TaN 所组成的组中选出的化合物来组成的。

[0015] 在此结构中，密封构件是由至少一种从一个由硅的氮化物诸如 SiN、硅的氧化物诸如 SiO_2，铝的氧化物诸如 Al_2O_3、铝的氮化物诸如 AlN、锌的氧化物诸如 ZnO、硅的氮氧化物诸如 SiO_xN_y、以及钽的氮化物诸如 TaN 所组成的组中选出的化合物来组成的。所以，这使得在不中止压电元件的振荡的前提下保护压电元件，设置密封构件以使其靠近压电元件，以及减小尺寸和外形成为可能。而且，如果诸如碰撞的外力施加到该压电元件上，外力会被部分地吸收进密封构件，从而改进抗振性。

[0016] 在压电电子元件中，密封构件较佳地具有一个多层结构，并且较佳地包括至少一个具有压应力的薄膜和至少一个具有张应力的薄膜。

[0017] 在压电电子元件中，具有压应力的薄膜可以由至少一种从由 SiO_2、ZnO 和 TaN 构成的组中选出的化合物来组成。在压电电子元件中，具有张应力的薄膜可以由至少一种从由 Al_2O_3、SiN 和 AlN 构成的组中选出的化合物组成。

[0018] 在压电电子元件中，该密封构件具有一个多层结构，且最上层可以由树脂组成。在压电电子元件中，树脂可以由至少一种从由聚酰亚胺、环氧树脂、抗蚀树脂、和液晶聚合体构成的组中选出的化合物所组成。

[0019] 压电电子元件可以具有一个设置在密封构件的外围的连接孔，该连接孔连接密封构件的内部和外部，还具有一个关闭连接孔的电极，该电极输入和输出输入输出信号。

[0020] 在压电电子元件中，压电组件可以是一个压电共振器，其包括一个具有窗口或者凹坑的衬底和一个覆盖窗口或凹坑的激励器，该激励器具有一个衬底，其中包括至少一个

压电薄膜的薄膜部分的上下表面被夹在至少一对上电极和下电极之间，该上下电极是彼此相对的。

[0021] 在压电电子元件中，压电组件可以是一个包括多个压电共振器的压电滤波器，其中每个压电共振器具有一个有窗口或者凹坑的衬底和一个覆盖窗口或凹坑的激励器，该激励器具有这样一个结构，其中包括至少一个压电薄膜的薄膜部分的上下 表面被夹在至少一对上电极和下电极之间，该上下电极是彼此相对的。

[0022] 在压电电子元件中，压电组件可以是一个表面声波装置，其在压电衬底上有至少一个叉指式电极。在压电电子元件中，可以在密封构件上设置一个电路。

[0023] 为了克服这些问题，在一种制作压电电子元件以使由绝缘薄膜构成的密封构件包含一个空洞以遮盖衬底上的压电组件的工序中，密封构件与压电组件不接触，该工序包括以下步骤：在压电组件上形成一根牺牲层，该牺牲层对应于空洞；在牺牲层的整个表面上形成密封构件；部分地移除密封构件以形成一个部分地暴露牺牲层的暴露部分；将牺牲层从暴露部分移除。

[0024] 在此工序中，密封构件被部分地移除以形成一个部分地暴露牺牲层的暴露部分。因此，有可能确保将牺牲层从暴露部分移除，以及由绝缘薄膜所组成，且包括孔洞的密封构件的形成，其中密封构件与压电组件不接触。

[0025] 然后，在此工序中，当厚度较小牺牲层被设置后，牺牲层上的密封构件可以被置为靠近压电组件，并且完全由衬底提供。因此，有可能减小所得到的压电电子元件的尺寸和外形。

[0026] 在此生产工序中，牺牲层可以形成为一个锥体，其高度沿着牺牲层的形成的图形的一端而减少。根据该工序，牺牲层形成为一个锥体，其高度沿着牺牲层的形成的图形的一端而减少。因此，作为排放口以移除牺牲层的暴露部分的高度易于控制，从而确保了空洞的形成。在生产工序中，暴露部分可以形成于一个面对着压电组件的垫片的位置，其中该垫片是用于输入和输出信号的。根据该工序，暴露部分可以形成于一个面对着压电组件的垫片的位置，其中该垫片是用于输入和输出信号的。所以，连接到外部的垫片同时也可以作为用于移除牺牲层的排放口，从而简化了生产工序。

[0027] 在此生产工序中，当部分用于输入和输出信号的垫片保留时，牺牲层可以形成于压电组件和衬底上。根据该工序，当部分用于输入和输出信号的垫片保留时，牺牲层可以形成于压电组件和衬底上。所以，有可能将压电组件固定在衬底上，同时压电组件被设置于密封构件和衬底之间。从而，得到的压电电子元件的碰撞强度如上所述地被改善了。

[0028] 附图的简要说明

[0029] 图 1 是根据本发明的第一实施例的压电电子元件的横截面图。

[0030] 图 2(a)-(j) 是工序图，其示出压电电子元件的生产步骤。

[0031] 图 3(a)-(l) 是工序图，其示出压电电子元件的另一生产步骤。

[0032] 图 4(a)-(f) 是工序图，其示出根据本发明的第二实施例的压电电子元件的生产步骤。

[0033] 图 5 是一个压电滤波器的电路示意图。

[0034] 图 6 是根据本发明的第三实施例的压电电子元件的横截面图。

[0035] 图 7(a) 是压电电子元件的平面图，(b) 是 (a) 中压电电子元件沿 X-X` 线的横截

面图，(c) 是通过虚拟地将壳体构件从压电电子元件上移除以显示电极结构的平面图。

[0036] 图 8 示出一个被用于生产本发明的压电电子元件的牺牲层的例子，(a) 是平面图，(b) 是透视图。

[0037] 图 9 是使用压电电子元件的压电滤波器的另一个例子的横截面图。

[0038] 图 10 示出根据本发明的第四个实施例的压电电子元件，(a) 是平面图，(b) 是沿 (a) 中的 X-X` 线的横截面图，而 (c) 是表示用于在压电电子元件的壳体构件上形成引线的导线。

[0039] 图 11 是根据本发明的第五实施例用在压电电子元件中的压电组件的平面图。

[0040] 图 12 示出根据本发明的第五实施例的压电电子元件，(a) 是横截面图，(b) 是平面图。

[0041] 图 13 示出根据本发明的第五实施例的压电电子元件的修改例子，(a) 是横截面图，(b) 是平面图。

[0042] 图 14 是一个已知的压电电子元件的横截面分解图。

[0043] 施行本发明的最佳模型

[0044] 根据图 1-13 描述本发明的实施例。

[0045] （第一实施例）

[0046] 根据本发明的第一实施例的压电电子元件将在图 1-3 的基础上进行描述。

[0047] 如图 1 中所述的，压电电子元件包括一个用于根据施加的输入信号制造振荡并且输出对应于振荡的输出信号的压电电子组件 3，一个覆盖压电电子组件 3 且与压电电子组件分隔的壳体构件（密封构件）5，设置在外壳构件 5 的外围的通孔 5a，这些通孔 5a 分别连接到由外壳构件 5 和外部所设置的内部空间，和多个用于分别输入和输出输入信号与输出信号的电极 17，该电极 17 填充于通孔 5a 内。通孔 5a 中填充电极 17 以保证内部空间的密封性，并且允许在压电组件 3 和外部之间的电 信号的输入和输出。

[0048] 覆盖压电组件 3 且与压电组件 3 分隔的外壳构件 5 包括一个作为内部空间的空洞 5c 和多个连接孔 5b。这些连接孔 5b 被设置在空洞 5c 的外围，其作为引入蚀刻剂以形成空洞 5c，然后将被腐蚀且溶化在蚀刻剂中的元件漏到外部的通路。

[0049] 一种组成外壳构件 5 的材料优选地具有以下属性：(1) 绝缘；(2) 确保密封性；(3) 对于用于下文中将描述的牺牲层 9 的蚀刻剂具有抗性。

[0050] 压电组件 3 是一种具有硅 (Si) 衬底 1 的压电共振器，其中硅衬底 1 具有一个窗口 1a 和一个设置在窗口 1a 上的激励器 3d（隔膜），激励器 3d 具有一种结构，其中薄膜部分的上表面和下表面至少有一层压电薄膜 3b 被夹叠于至少一对上电极 3c 和下电极 3a 中，其中上电极 3c 被设置为面对着下电极 3a。在压电组件 3 中，一个在激励器 3d 和硅衬底 1 之间具有一空间的凹坑被设置于在厚度方向穿通硅衬底 1 的衬底窗口 1a 的位置。一个绝缘薄膜 2 设置于硅衬底 1 的整个表面，该绝缘薄膜 2 设置于硅衬底 1 和激励器 3d 之间。这种绝缘薄膜 2 可以由以下单层绝缘薄膜所组成：硅的氮化物诸如 SiN、硅的氧化物诸如 SiO_2，铝的氧化物诸如 Al_2O_3、铝的氮化物诸如 AlN、锌的氧化物诸如 ZnO、硅的氮氧化物诸如 SiO_xN_y、或者钽的氮化物诸如 TaN；具有多层结构的绝缘薄膜中两个或多个单层绝缘薄膜被堆叠在一起。

[0051] 上电极 3c 还包括一个带状的第一导片 (lead)，其沿着硅衬底 1 的表面，自激励器

3d 延伸至硅衬底 1 的一端（第一方向）；一个基本呈矩形的平坦的第一垫片 3c1，位于第一导片的末端。下电极 3a 还包括一个带状的第二导片，其沿着硅衬底 1 的表面，自激励器延伸至硅衬底 1 的另一端（第二方向）；以及一个基本呈矩形的平坦的第二垫片 3a1。

[0052] 多个电极 17 在每个电极的底部电学性地与第一垫片 3c1 和第二垫片 3a1 相连接，并且关闭连接孔 5b 和通孔 5a。而且，电极 17 在其末端分别包括一个凸缘 17a，该凸缘 17a 沿着外壳构件 5 的表面在外壳构件 5 的表面上外延。

[0053] 通过凸缘 17a，外壳构件 5 也被固定在硅衬底上。因此，即使有诸如振动和碰撞的外力施加到硅衬底 1 上，该外力会分别地施加于压电组件 3 和外壳构件 5 上，从而抑制了施加到压电组件 3 上的外力的强度。因此，有可能保护压电组件 3。

[0054] 外壳构件 5 在其外围处被固定于硅衬底 1 上。而且，外壳构件 5 的部分外围被设置在硅衬底 1 上，将第一垫片 3c1 的最多三个外围边缘夹在其间，不包括第一垫片 3c1 与第一导片连接的一端在内。外壳构件 5 的外围的另一部分设置于硅衬底 1 上，将第二垫片 3a1 的最多三个外围边缘夹在其间，不包括第二垫片 3a1 与第二导片连接的一端在内。

[0055] 这样，外壳构件 5 的外围被固定于硅衬底 1 上，并将部分第一垫片 3c1 和第二垫片 3a1 夹在中间。因此，即使有诸如振动和碰撞的外力施加到硅衬底 1 上，该外力会分别地施加于压电组件 3 和外壳构件 5 上，从而抑制了施加到压电组件 3 上的外力的强度。因此，有可能保护压电组件 3。

[0056] 接下来，将参考图 2(a)-(j) 和图 3(a)-(l) 对于制造压电元件的工序进行描述。

[0057] 在制造工序中，如图 3(a) 和 (b) 中所示，绝缘薄膜 2 整体地形成于硅衬底 1 的表面，基本上呈矩形。然后，具有体声波 (BAW) 共振器结构的压电组件 3 形成于绝缘薄膜 2 上，该共振器具有下电极 3a/ 压电薄膜 3b/ 上电极 3c。然后，从与具有压电组件 3 的表面相对的一侧向压电组件 3 对硅衬底 1 进行各向异性腐蚀，从而形成窗口 1a。

[0058] 通过各向异性腐蚀，在对着压电组件 3 的位置形成一个厚度为几十微米的硅衬底 1 部分，从而在硅衬底 1 上形成一个用于支承激励器 3d 的薄膜支承部分 1b。

[0059] 然后，如图 3(c)-(d) 以及图 2(a) 中所示，利用光刻在压电组件 3 上形成牺牲层 9 的图形。当牺牲层 9 的图形形成时，进行接近曝光，即曝光时掩模不与要腐蚀的目标接触。因此，在牺牲层 9 的外围形成了一个锥形 9a，其高度逐渐朝外（图形的边缘）递减。

[0060] 通过设置这样的锥形 9a，连接孔 5b 的尺寸可以得到控制。而且，如下文将描述的，可以稳定作为外壳构件 5 的内部空间的空洞 5c 的形成，通过形成电极 7，可以抑制电极材料进入空洞 5c。所以，有可能稳定压电元件的制造。

[0061] 牺牲层 9 应该由某种材料所组成，使得通过溶解以移除牺牲层 9 的腐蚀剂不会对压电组件 3 以及外壳（外部）构件的薄膜材料造成破坏。这种牺牲层 9 的材料的示例包括：水溶性的锑 (Sb)、可以用有机溶剂移除的树脂（例如，抗腐蚀树脂）、锌的氧化物 (ZnO)，和可以用稀释的酸腐蚀的锗 (Ge)，和磷硅酸盐玻璃 (PSG) 以及可溶于氢氟酸的多晶硅。锌氧化物具有令人满意的热阻抗，因此可以用于形成外壳构件。具有出色的薄膜质量，且薄膜形成温度较高的 SiN 薄膜或者 SiO_2 薄膜可以被采用。

[0062] 当牺牲层 9 被形成于压电组件 3 上时，牺牲层 9 并不覆盖压电组件 3 的整个表面。就是说，牺牲层 9 覆盖压电组件 3 的区域，而不覆盖用于电性地连接下电极 3a 的外部的垫片 3a1 的外围，和用于电性地连接压电组件 3 的上电极 3c 的外部的垫片 3c1 的外围。因此，

外壳构件 5 将形成于硅衬底 1 上，而上下电极 3a 和 3c 各自的垫片 3a1 和 3c1 的外围被夹在中间；因此，键合到硅衬底 1 上的压电组件 3 的强度被改善了。

[0063] 如图 2(b) 和图 3(e) 中所示，外壳构件 5 的薄膜形成于牺牲层 9 和硅衬底 1 的整个表面。较佳地，外壳构件 5 由一种具有低薄膜应力的理想的密封性及防水性的材料所构成。一个例子是由 RF 溅射形成的氧化硅 (SiO_2) 薄膜。

[0064] 然后，如图 2(c) 中所示，一层抗蚀膜 15 形成于外壳构件 5 上，而用于腐蚀的窗口 15a 则通过光刻形成在与垫片对应的位置。如图 2(d) 中所示，通过窗口 15a 进行腐蚀以除去外壳构件 5 的对应部分。

[0065] 如图 3(f)-(g) 以及图 2(e) 中所示，剩余抗蚀膜 15 被移除。此时，在外壳构件 5 中形成通孔 5a，其用于将设置在垫片 3a1 和 3c1 的牺牲层 9 的外围的锥体 9a 暴露出来。

[0066] 接下来，如图 2(f) 和图 3(h)-(i) 中所示，通过通孔 5a 和暴露的锥体 9a，利用一种可以溶解牺牲层 9 的溶剂将牺牲层 9 移除（例如，当牺牲层 9 是由抗蚀树脂所组成时，溶剂可以是丙酮或其它），从而形成空洞 5c，即外壳构件 5 的内部空间，该空洞 5c 被设置在压电组件 3 的激励器 3d 和外壳构件 5 的内表面之间。同时，在外壳构件 5 的外围中形成了连接孔 5b，其具有对应于各个锥体 9a 的锥体形状。

[0067] 接下来，留在靠近激励器 3d 的反面的位置的薄膜支承部分 1b 被移除。如图 2(g) 中所示，由铜或其它材料所组成的电极层 17 形成于外壳构件 5 上，并且使得通孔 5a 和连接孔 5b 中充填电极 17。电极 17 较佳地由具有良好的覆盖效果的薄膜成形方法形成，例如 CVD 和溅射。溅射较佳。在薄膜成形过程中，用压力使得空洞 5c 被电极 17 密封住。或者，可以通过掩模印刷将一金属涂胶应用于预定位置，然后加热，从而完成薄膜成形。

[0068] 然后，如图 2(h) 所示，使用抗蚀层 19 来制作电极图像，将电极层 17 的非必要区域移除，每个抗蚀层覆盖对应的通孔 5a，并且覆盖着由外围向外延伸的区域。接下来，保留的抗蚀层 19 被移除，以形成图 1 中所示的电极 17，如图 2(i) 和图 3(j)-(k) 中所示。

[0069] 根据需要，如图 2(j) 中所示，可以利用印刷技术在电极 17 上形成焊料部分 7。或者，如果连接孔 5b 被密封，可以形成焊料球。在使用焊料的情况下，当外壳 构件 5 是由缺少对焊料的亲和力的材料所组成时，比如 SiO_2，由对焊料具有亲和力的金属（例如镍）所组成的金属层被较佳地形成于外壳构件 5 的区域，其分别环绕着每个通孔 5a 的窗口周围。此外，如图 3(i) 中所示，用于关闭窗口 1a 的背板 19 被安装。

[0070] 由聚酰亚胺或其它所组成，且作为增强元件的的树脂层可形成于外壳构件 5 的最外层。在这样的压电电子元件中，多个压电电子元件通常同时形成于大的硅晶片上。这种情况下，通过切割将硅晶片上的压电电子元件分开。

[0071] 在本发明压电电子元件和其制造工序中，由于薄膜外壳构件 5 可以设置得靠近压电组件 3，所以有可能减小尺寸和外形。此外，常规的封装和盖子可以省去，而很多芯片键合，导线键合，安装盖子，焊接以及其它多个步骤也可以省去。因此有望降低成本。

[0072] 此外，在本发明的压电电子元件和其制造工序中，由于空洞 5c 可以在薄膜成形过程中用压力密封，而密封可以在真空下，例如对比压强为 10^{-2}Pa 或更少的条件下方便地进行。所以，不需要那种昂贵的专业仪器，比如用于真空焊接盖子的焊接机。另外，在对比压强下的压电组件 3 中，由于空气导致的受潮得到了缓解，因此改进了 Q 值。

[0073] 此外，在压电电子元件和其制造工序中，与键合一个衬底以用于密封的情况相比，

应力很低，且压电组件 3 不易破。另外，晶片级的封装可以在单个步骤中完成，而激励器 3d 在切割、拣取、和键合过程中由外壳构件 5 所保护。因此，有可能避免激励器 3d 的破损。

[0074] 构成牺牲层 9 的材料更宜具有以下属性：(I) 该材料可以被快速地腐蚀，因为腐蚀是通过很小的腐蚀通道，也就是通过连接孔 5b 和通孔 5a（用于移除牺牲层的腐蚀剂由这些孔引入）所进行的；(II) 该材料不会对电极 3a 和 3c、诸如压电薄膜 3b 的装置材料、和用于外壳构件 5 的结构材料造成破坏；(III) 用于腐蚀牺牲层 9 的腐蚀剂不会对外壳构件 5、电极 3a 和 3c、和诸如压电薄膜 3b 的装置材料造成破坏。

[0075] 在根据第一实施例的制造工序中，通过暴露设置于牺牲层 9 的垫片 3a1 和 3c1 上的锥体 9a 所形成的各个连接孔 5b 的理想形状，也就是腐蚀通道（用于移除牺牲层 9 的腐蚀剂从该洞中注入）的理想形状将在下文中描述。

[0076] 考虑空洞 5c 的密封过程，腐蚀通道的高度较低为宜。当腐蚀通道的区域很大时，腐蚀剂与牺牲层接触的面积就大了，因而可以轻易地腐蚀牺牲层 9。然后，考 虑外壳构件 5 的强度持久力，腐蚀通道的形状以纵向侧（与硅衬底 1 的表面相垂直的方向上的宽度）短而横向侧（与硅衬底 1 的表面相平行的方向上的宽度）长的矩形为宜。

[0077] 然而，腐蚀通道的过长的横向侧会导致中心侧的上升，因而难以密封腐蚀通道。试验也验证了这一点，当腐蚀通道的长（横向）侧的长度为 30μm 时，牺牲层 9 可以通过腐蚀被充分地移除。

[0078] 腐蚀通道的形状不只限于 C，也可以是圆，方块，或者另一种多边形。具体来说，在腐蚀通道的形状为圆或者多边形时，应力不易集中在一个方向，所以腐蚀通道不易被应力破坏。

[0079] （第二实施例）

[0080] 在根据本发明的压电电子元件的第二实施例中，如图 4 中所示，根据第一实施例的外壳构件 5 具有多层结构，例如，一个由聚酰亚胺所组成的作为最外层的树脂层 5e；和一个由 SiO_2 或者 SiN 所组成的无机绝缘层 5d，该无机绝缘层 5d 设置在树脂层 5e 的内侧。在这种情况下，通过设置多层结构，可以提供防水性和强度，因此改善了得到的压电电子元件的可靠性。在包括本实施例在内的其后的实施例中，与第一实施例中的构件具有相同功能的构件用相同的参考数字进行标记。对此不再作重复的说明。

[0081] 一种用于制造压电电子元件的工序包括用和在第一实施例中制作外壳构件 5 相同的方法形成一个由 SiO_2 或者 SiN 所组成的无机绝缘层；利用旋转涂布技术形成一个由聚酰亚胺所组成的树脂层；利用光刻技术制作树脂层的图形以形成树脂层 5e；使用所得树脂层 5e 作为掩模进行腐蚀，以形成无机绝缘层 5d。之后的步骤与第一实施例相同。

[0082] 在第二实施例中，以包括了用作最外层的聚酰亚胺树脂层 5e 的双层结构为例。不同的组合可以给外壳构件 5 提供不同的属性。例如，外壳构件可以具有包括聚酰亚胺 /SiO_2/Al_2O_3 在内的三层结构，该聚酰亚胺层为最外层。

[0083] 在此多层结构中，一种具有令人满意的防水性、耐热性、以及耐风化性（持久性）的无机绝缘层，比如，SiN 层、SiO_2 层、或者 Al_2O_3 层，和一层树脂一起作为下电极，其中该树脂层具有增强机械强度的作用，该结构也适宜作为上电极。具体而言，在多层结构中设置至少一层 SiN 可以有效改善防水性，同时有效地保护铝电极。具有该多层结构的外壳构件 5 包括一层用作最底层的高防水薄膜和一层设 置在该薄膜上的树脂。因此，有可能增强外壳

构件 5 的强度并改善其防水性。

[0084] 具体而言，外壳构件 5 具有一个多层结构，该结构中包括一个具有张应力的层和一个具有压应力的层。该多层结构较佳地被设计为使得压应力总和和张应力总和之间的差的绝对值（总应力）小于外壳构件 5 的断裂强度，更佳地，希望该绝对值为零。

[0085] 例如，当一个厚度为 1μm 的 SiO_2 层通过 RF 溅射形成时，利用 RF 溅射在 SiO_2 层上形成一个厚度为 1μm 的 SiN 层以形成一个具有双层结构的外壳构件 5，该 SiO_2 层的压应力大约为 100Mpa，而 SiN 层的张应力大约为 100Mpa。所以，总应力（压应力总和和张应力总和之间的差的绝对值）是零。就是说，有可能增加外壳构件 5 的厚度，并通过消除应力而改善强度。

[0086] 在外壳构件 5 中，各自厚度为 1μm 的 SiO_2 层和 SiN 层可以为外壳构件 5 提供透光性。所以，通过腐蚀而移除牺牲层 9 的程度可以被可视的确定，从而确保了移除的进行。因此，所得的压电电子元件的可靠性得到了改善。

[0087] 通过使用上述的多层结构，有可能进一步地增强外壳构件 5 的强度，并且增加外壳构件 5 的整体厚度。组成具有张应力的层的材料的例子包括 Al_2O_3、SiN、和 AlN，组成具有压应力的层的材料的例子包括 SiO_2、ZnO、和 TaN。

[0088] 具体而言，使用 SiN 薄膜或者 SiO_2 薄膜可以为外壳构件 5 提供防水性，可以保护电极（具体而言，铝电极）和压电薄膜 3b，而且可以为外壳构件 5 提供耐热性。此外，具体而言，当树脂被用于外壳构件 5 时，有可能赋予外壳构件 5 冲击抗力。

[0089] 用于树脂层 5e 的材料的例子除了包括聚酰亚胺外，还包括环氧树脂、具有良好抗风化性的抗蚀树脂（光敏树脂）、和具有出色的防水性和抗风化性的液晶聚合体。具体说，在使用抗蚀树脂的情况下，抗蚀树脂被图形化并且用作掩模以直接形成树脂层 5e。所以，制造过程被简化了。

[0090] 一种组成抗蚀树脂（光敏树脂）的材料较佳地应具有以下属性：(a) 可以用光刻技术完成图形化（易于图形化）；(b) 硬化过程中的收缩比率低（避免外壳构件 5 的破损）；(c) 硬化之后的杨氏模量高（坚固且有硬度）；(d) 加热时，气体和低分子量的成分不会被射出；(e) 电特性令人满意（低介电参数，高电阻率）；以及 (f) 与硅衬底 1 的黏附性高。这种材料的一个特定的例子包括“PIMEL”（由 Asahi Kasei 公司制造）、“ZFPI”和“ZCOAT”（由 Zeon 公司制造）。

[0091] （第三实施例）

[0092] 根据本发明的第三实施例的一种压电电子元件适用于压电滤波器，比如在图 5 中所示的，通过将多个压电组件 3 结合进一个梯状网络而设置于硅衬底 1 上的一种压电滤波器，和一个双工器。作为多个压电组件 3 的组合，梯状网络较佳，因为互连部分得到简化，其中在互连部分处，沿着硅衬底 1 的表面延展的压电组件 3 的上电极作为另一个压电组件 3 的下电极。

[0093] 在第三实施例中，如图 6 和 7 中所示，多个压电组件 3 被设置在硅衬底 1 上，而覆盖着压电组件 3 的外壳构件 5 是依照第一实施例中的相同生产工序来形成的。示意图 7(c) 通过虚拟地将外壳构件 5 从图 7(a) 中所示的压电电子元件上移除，从而描述电极的结构和电极间的关系。

[0094] 在第三实施例中，为了增强外壳构件 5 的强度，纵向（与硅衬底 1 表面垂直的方

向）横截面基本呈 M 形的一个锚件部分通过键合被固定在激励器 3d 之间的互连上。在这种结构中，热量易于通过锚件部分 5g 散失掉。结果，有可能使用压电组件 3 改善压电滤波器和双工器的功率耐受度。

[0095] 对于牺牲层 9 的末端（图形的末端）的形状，如图 8(a) 中所示，在锥体 9a 可以使用一个宽度朝末端逐渐递减的楔状锥体 9b 取代锥体 9a。这种情况下，通过调节用于腐蚀的窗口 15a 的位置，可以轻易地调节由锥体 9b 所形成的连接孔 5b 的尺寸，从而确保了用腐蚀剂 11 移除牺牲层 9。

[0096] 如图 9 中所示，在根据本实施例的一个压电电子元件中，可以采用球键合技术，利用焊料球 35 将电极 7 键合到各自的位于安装衬底 41 上的电极 43，然后这些电极可以由密封树脂 37 密封住。

[0097] 在此实施例中，举一个结合在一个梯状网络中的，包含很多压电薄膜元件的滤波器为例。本发明不局限于此例。滤波器可以被组合为一个格子网络，而且可以采用多种的滤波器。

[0098] （第四实施例）

[0099] 在根据本发明的第四实施例的压电电子元件中，例如，如图 10 中所示，在外壳构件 5 上设置了一个电路。该电路包括一个电阻器，一个电容器，一个电感器，以及其它元件。该电路可以通过以下的例子形成：在外壳构件 5 的上层上形成一层金属薄膜和一层绝缘薄膜，然后将这些薄膜制作为预定的图形（例如，用于形成电阻器的曲折图形）。

[0100] 在此实施例中，如图 10(a) 和 10(b) 中所示，可以通过在电极层 51a 和 51c 之间形成由 SiO2 或其它材料所组成的绝缘层 51b 来形成一个电容器。此外，如图 10(c) 中所示，一种螺旋导体 53 被形成于，例如，外壳构件 5 上的锚件部分 5g 上以形成一个电感器。

[0101] 电极层 51c 连接压电组件 3 的电极 7。所以，后续的连接步骤，比如线键合，可以被省略。结果是生产过程被简化了。

[0102] （第五实施例）

[0103] 在根据本发明的第五实施例的一个压电电子元件中，例如，如图 11-13 中所示，一个具有叉指式电极 63 的表面声波滤波器（此后将称之为“SAW 滤波器”）60 取代压电组件 3。该 SAW 滤波器 60 包括一个叉指式电极 63a、反射器 63b，该叉指式电极 63a 设置在反射器 63b 之间，而垫片 63c 和 63d 分别连接到叉指式电极 63a，该电极设置在压电衬底 61 上。和上述实施例中的构件具有相同功能的构件以相同的参考数字表示。对此不再赘述。

[0104] 如图 12 和 13 中所示，外壳构件 5 被设置于压电衬底 61 上，垫片 63c 的一部分和垫片 63d 的一部分被设置在其中间。结果，有可能改进抗冲击力，并且减小尺寸和外形。在图 13 中，密封树脂 65 覆盖着外壳构件 5。结果，与图 12 中所示结构相比，在图 13 中所示的结构中，密封树脂 65 保护元件，从而改善了防水性和抗冲击性。垫片 63c 和 63d 通过连接电极 66 与焊料部分 7 连接。

[0105] 根据上述的第五实施例的各个压电电子元件可以减小尺寸和外形，具有令人满意的抗冲击性、且可以改善成品率。所以，这种压电电子元件可以适用于通讯装置中，例如移动电话中的滤波器，例如双工器。

[0106] 公开号为 8-162899 的日本未审查专利申请中披露了一种 SAW 滤波器，其包括具有中空结构的保护根据，该保护构件覆盖着 SAW 滤波器并且由屏蔽金属层和树脂层所组成。

在公开号为 8-162899 的日本未审查专利中所披露的结构中，为了提供到外部的连接，尚有以下问题。

[0107] 当到外部的连接是由凸起键合所完成时，为了在一个终端电极上形成一个凸起，该凸起必须由屏蔽金属层和树脂层的窗口而形成，以形成中空部分。

[0108] 然而，当凸起是由窗口所形成的时候，凸起与屏蔽金属层直接接触从而导致了短路。为了避免凸起和屏蔽金属层的这种接触，有必要增加窗口的尺寸。然而，当窗口的尺寸加大时，屏蔽金属层和树脂层的强度降低了。结果就是难以维持中空结构。

[0109] 即使使用了线键合，仍必须在形成线的过程中防止线和屏蔽金属层的接触。

[0110] 所以，还是必须增加窗口的尺寸。当窗口的尺寸增加时，屏蔽金属层和树脂 层的强度降低了。结果就是难以维持中空的结构。

[0111] 工业应用

[0112] 如上所述，本发明的压电电子元件包括一个位于衬底上的压电组件、在压电组件上的垫片，该垫片输入和输出输入输出信号、一个覆盖这压电组件且不与压电组件接触的密封构件，其中该密封构件在每个垫片上有通孔，该通孔连接内部空间和外部空间，通过设置密封构件以确保该内部空间，以使得密封构件不与压电组件接触、还有一个用来关闭通孔的电极。

[0113] 在以上结构中，通过设置密封构件，使得密封构件在该结构中不与压电组件接触，有可能在不停止压电组件的振动的前提下保护该压电组件，使得密封构件靠近压电组件，并且减小尺寸和外形。

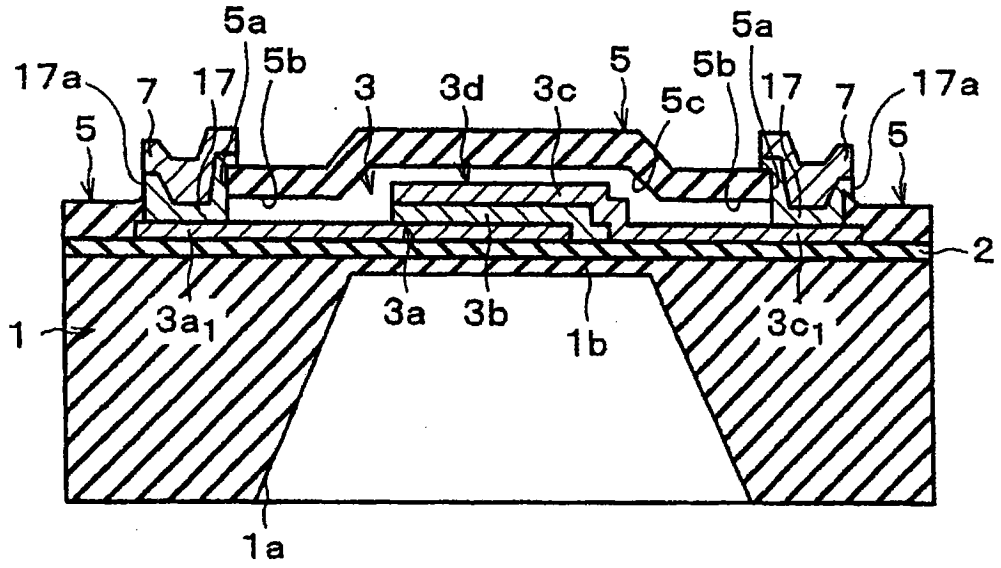


图 1

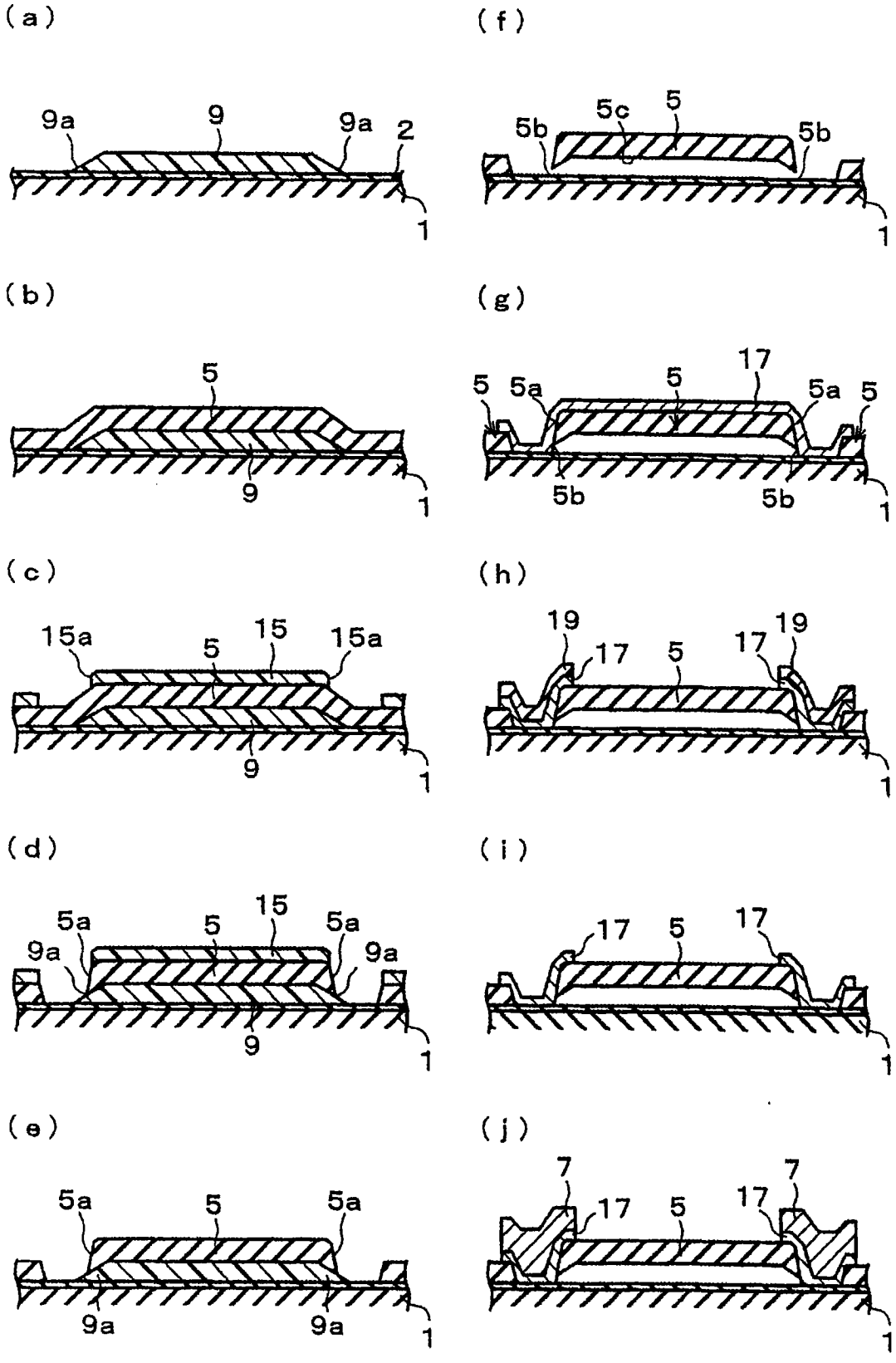

(a)
9a
9
9a
2
1
(b)
5
9
1
(c)
15a
5
15
15a
9
1
(d)
5a
5
15
5a
9a
9a
9
1
(e)
5a
5
5a
9a
9a
1
(f)
5b
5c
5
5b
1
(g)
5
5a
5
17
5a
5
5b
5b
1
(h)
19
17
5
17
19
1
(i)
17
5
17
1
(j)
7
17
5
17
7
1

图 2

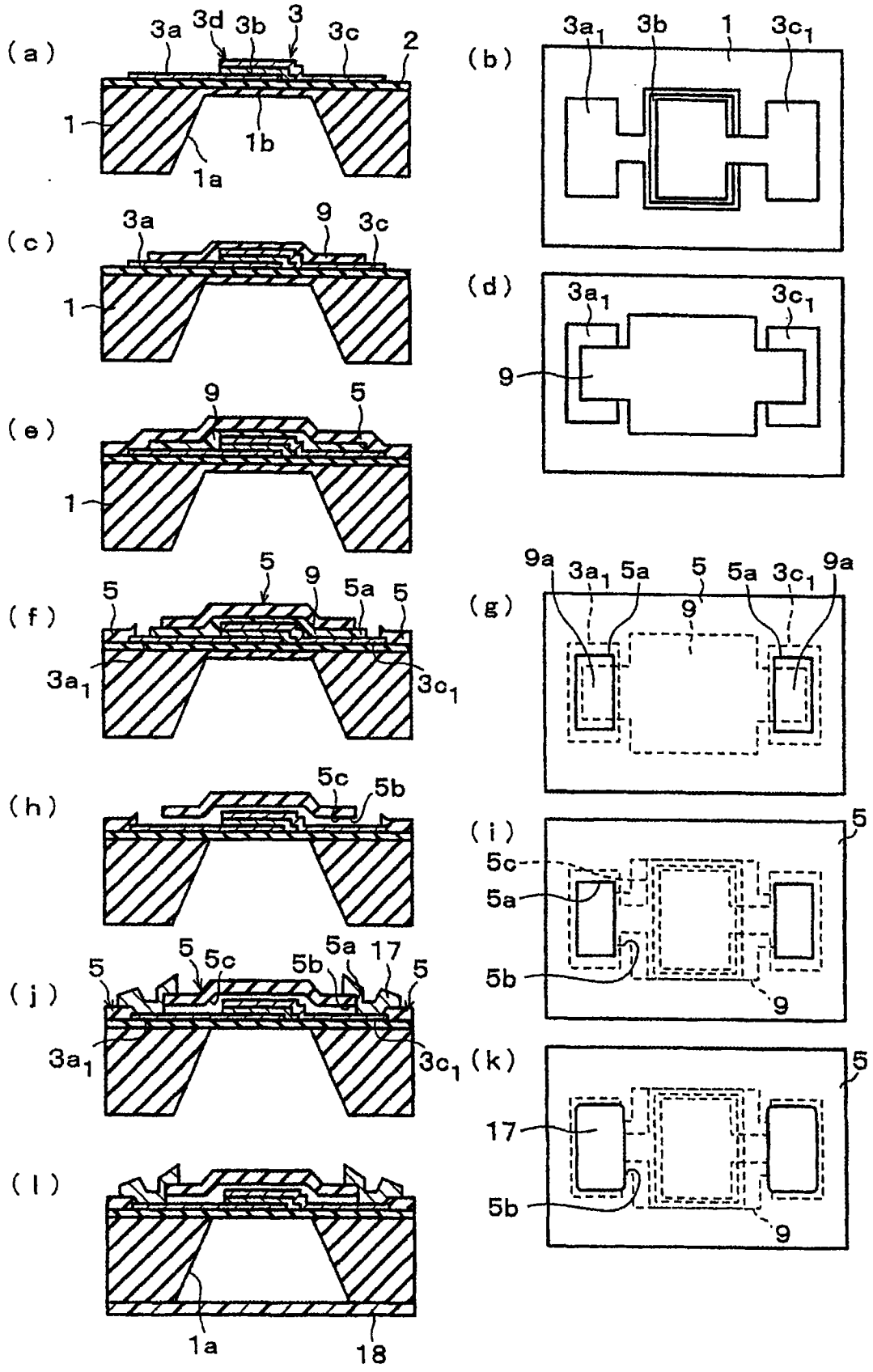

(a)
3a
3d
3b
3
3c
2
1
1b
1a
(b)
3a1
3b
1
3c1
(c)
3a
9
3c
1
(d)
3a1
3c1
9
(e)
9
5
1
(f)
5
9
5a
5
3a1
3c1
(g)
9a
3a1
5a
5
5a
3c1
9a
9
(h)
5c
5b
(i)
5
5c
5a
5b
9
(j)
5
5
5c
5b
5a
17
5
3a1
3c1
(k)
5
17
5b
9
(l)
1a
18

图 3

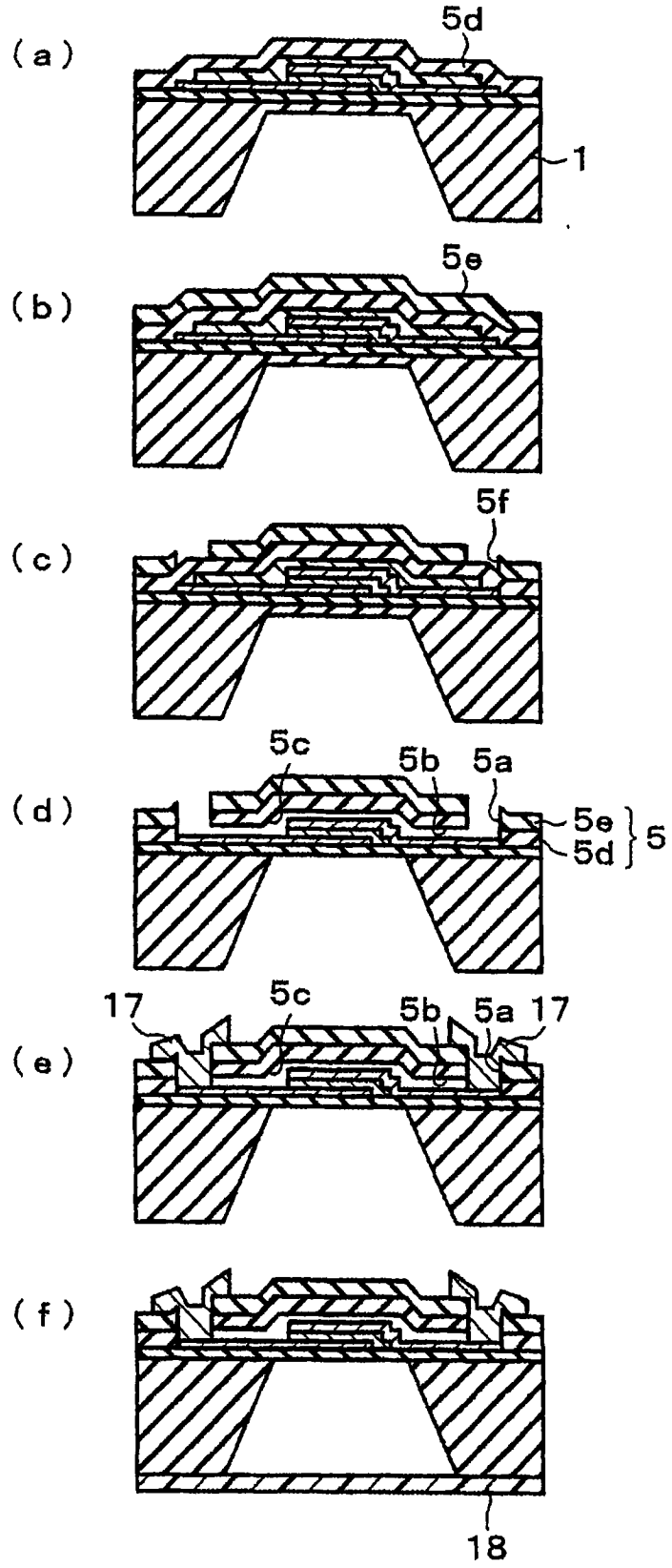


图 4

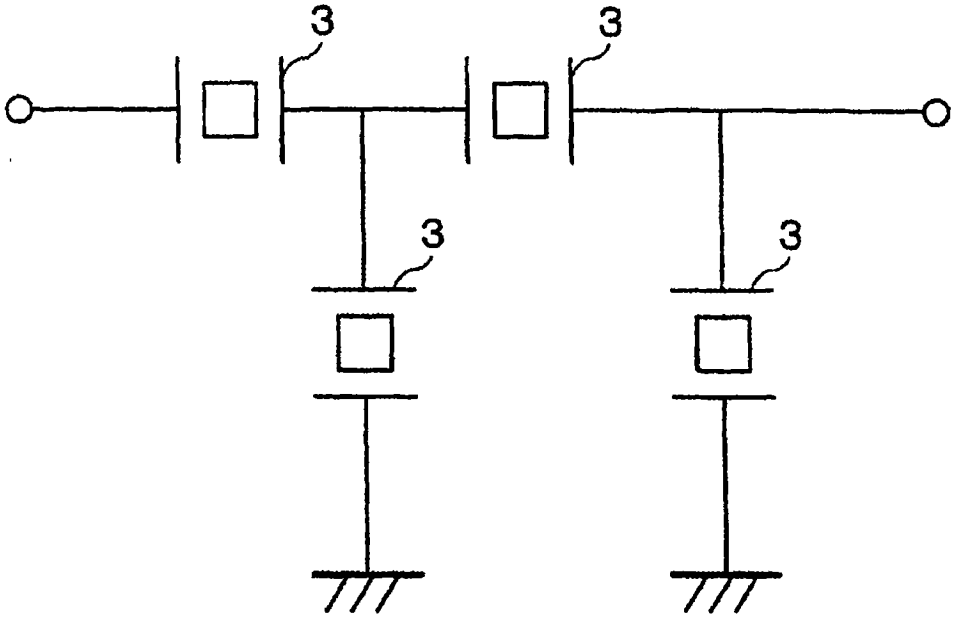


图 5

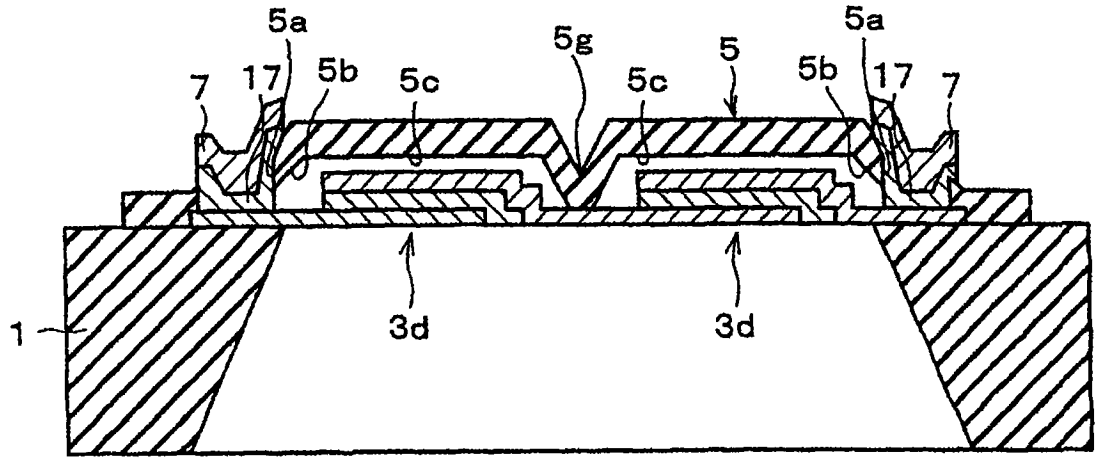


图 6

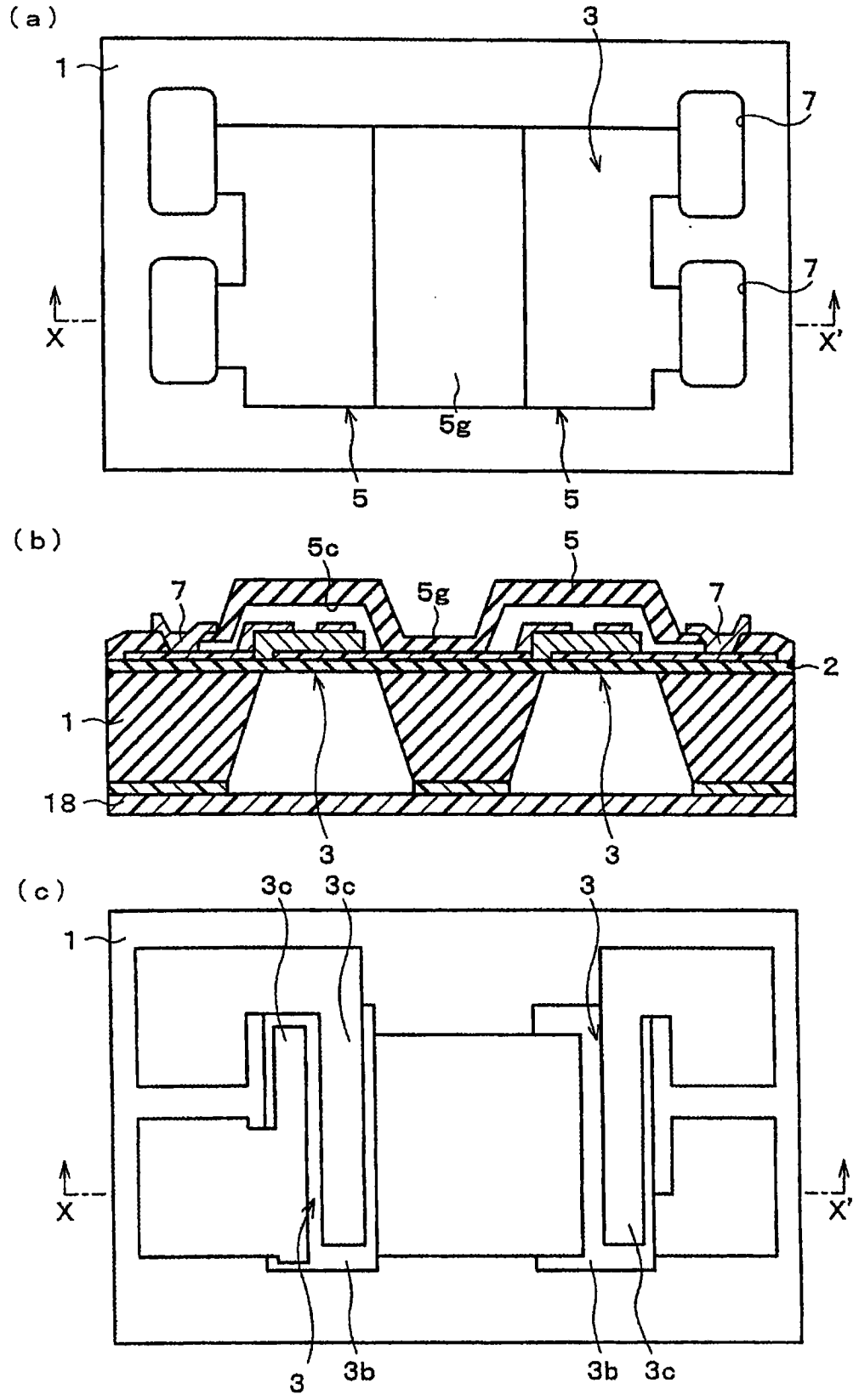
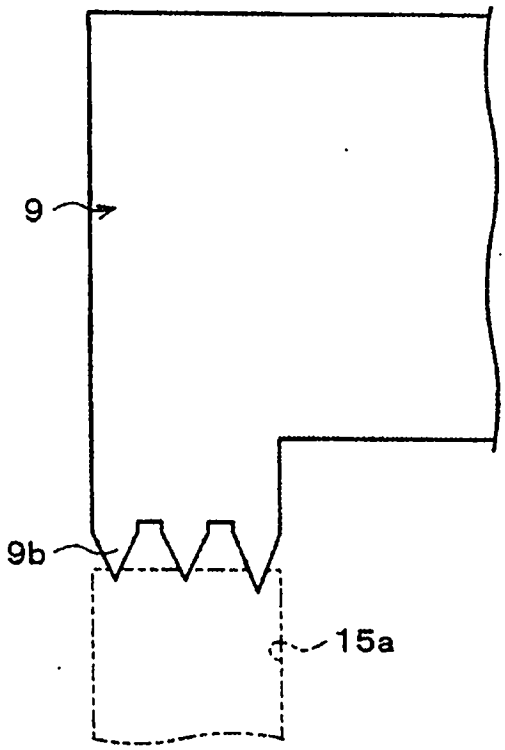


图 7

（a）



（b）

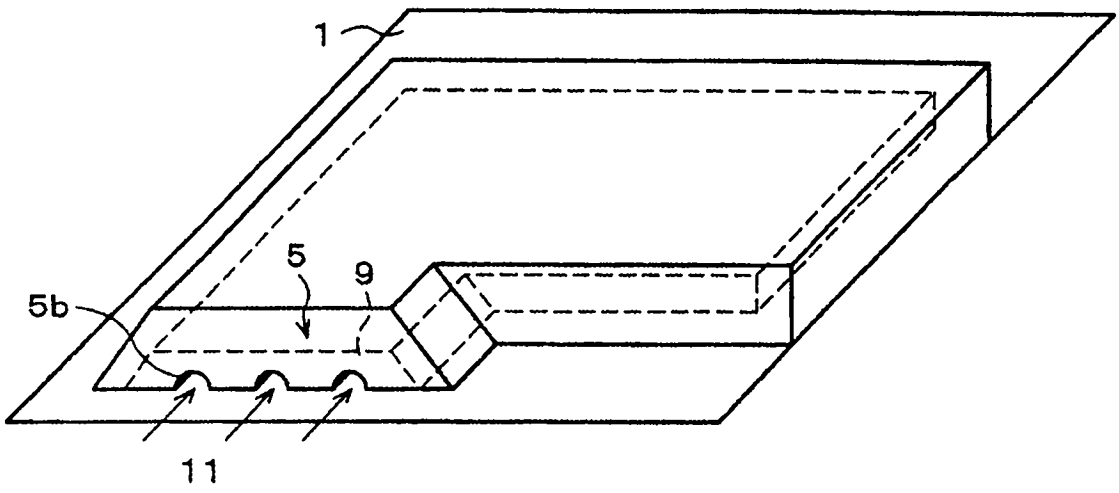


图 8

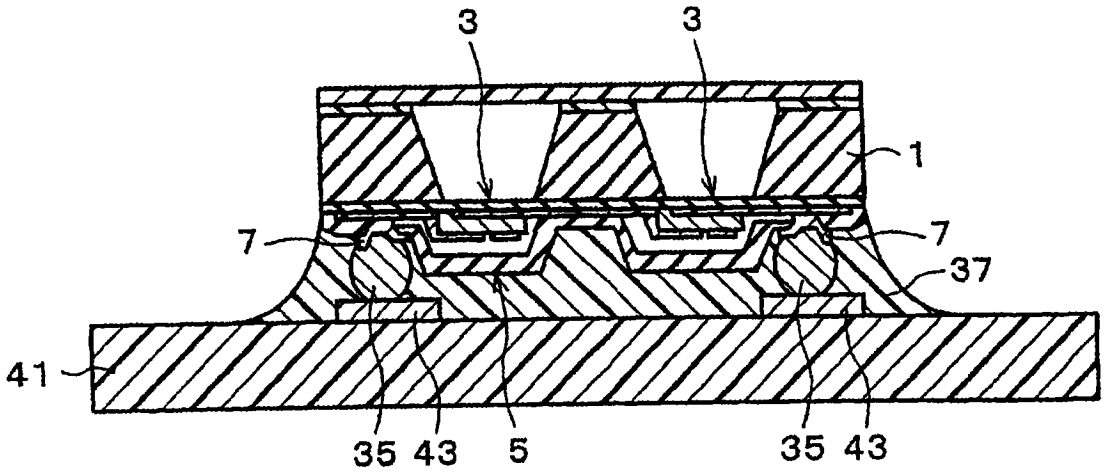


图 9

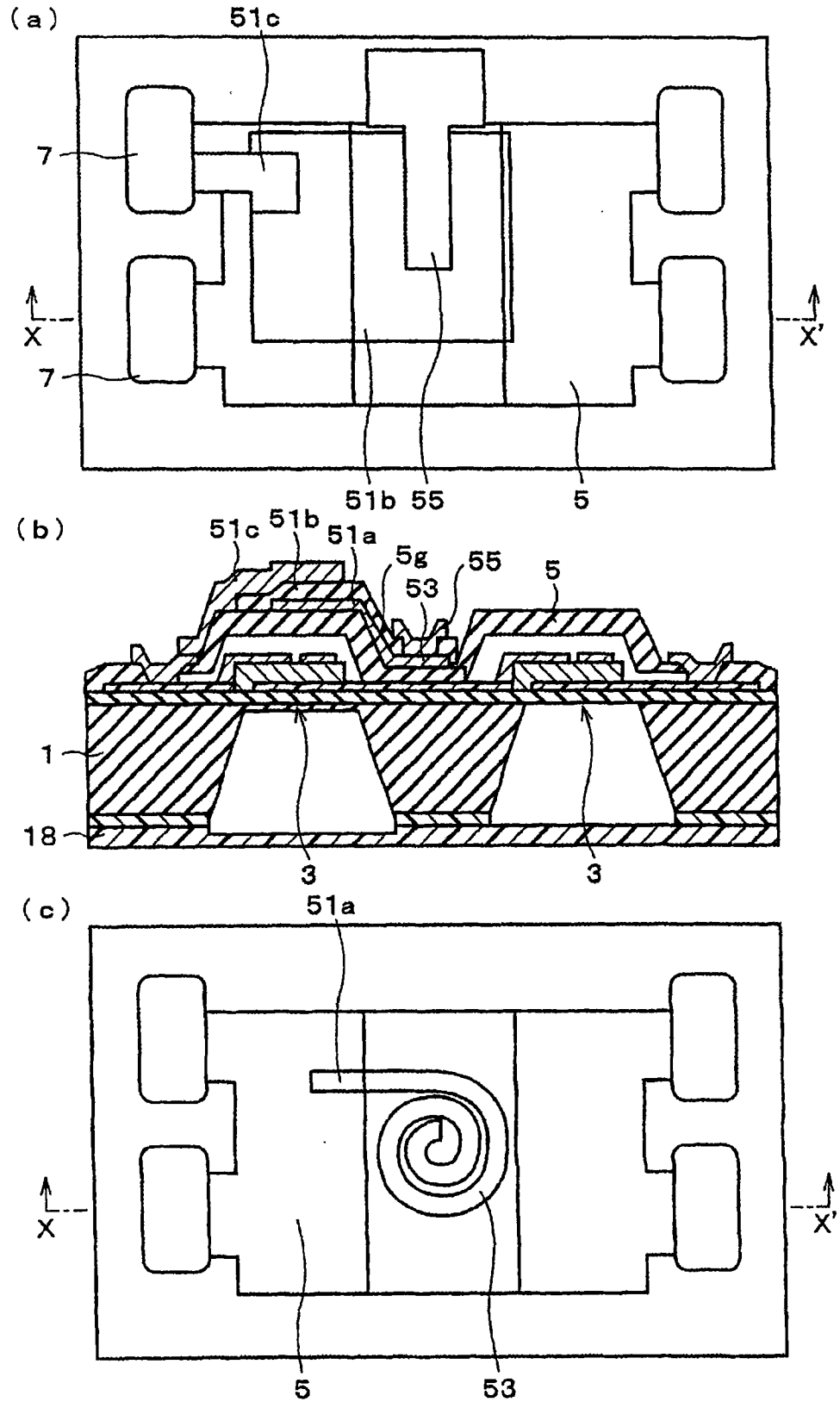


图 10

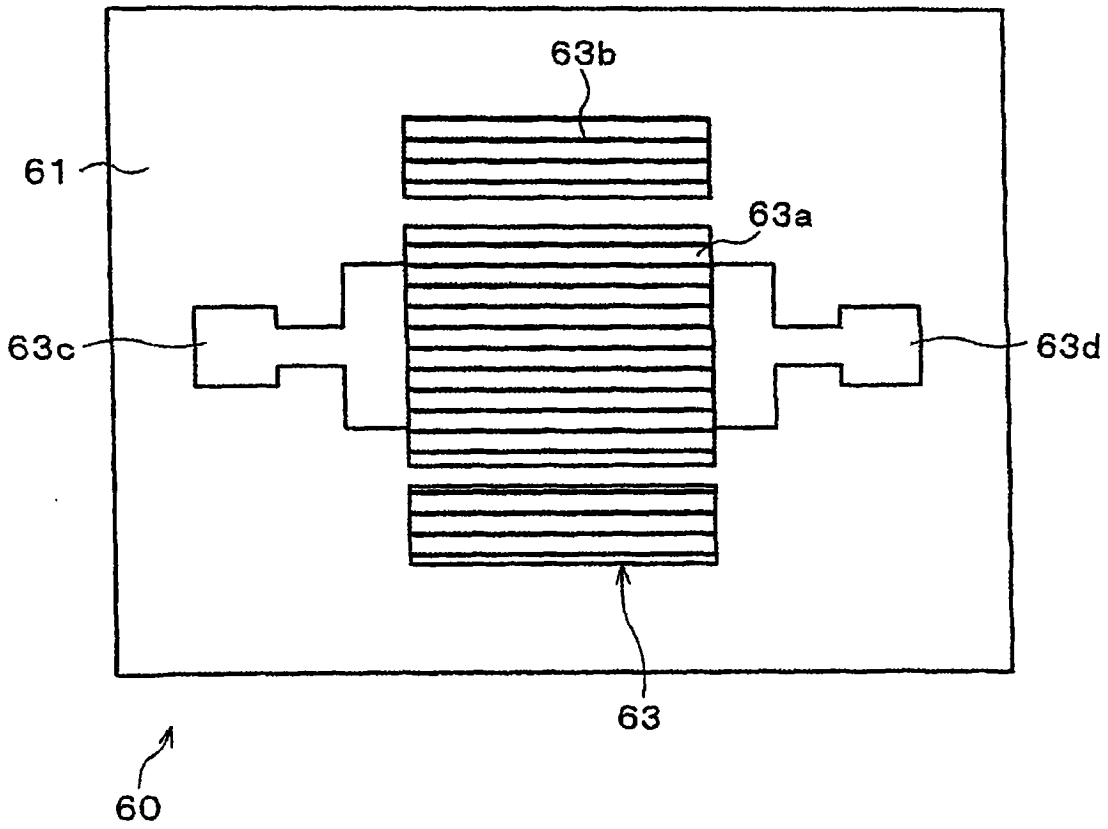
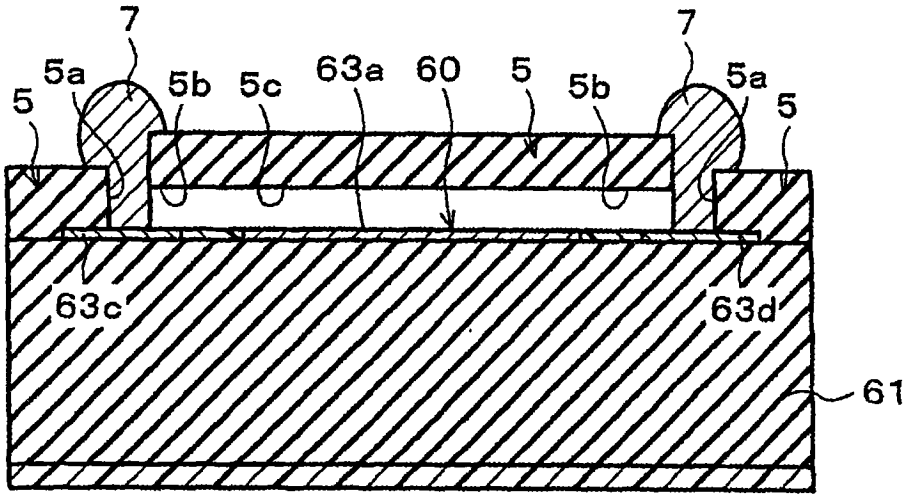


图 11

(a)



(b)

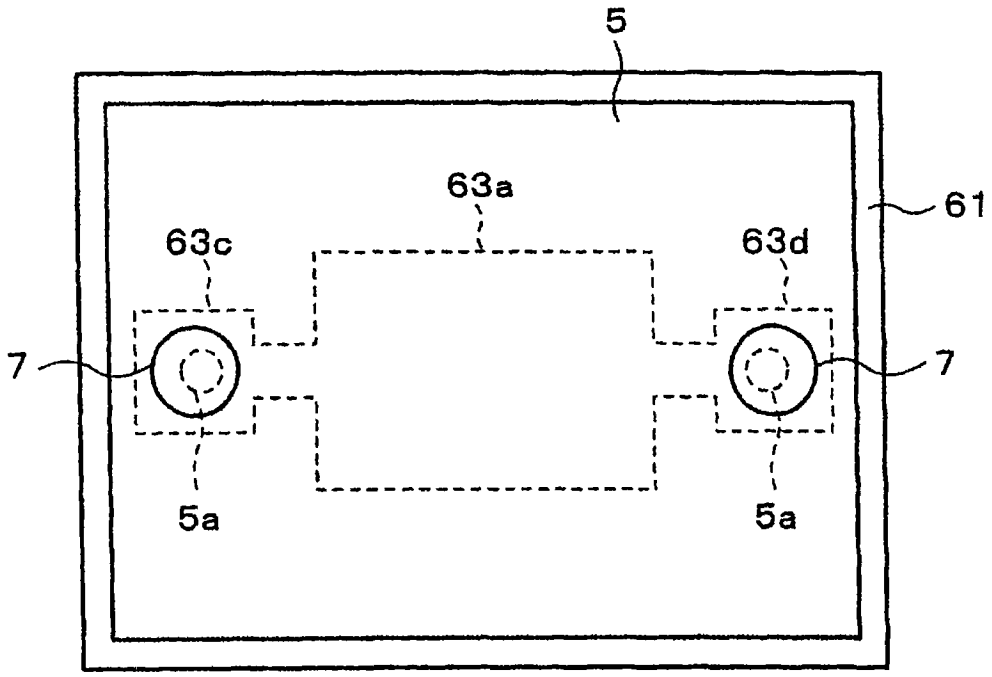
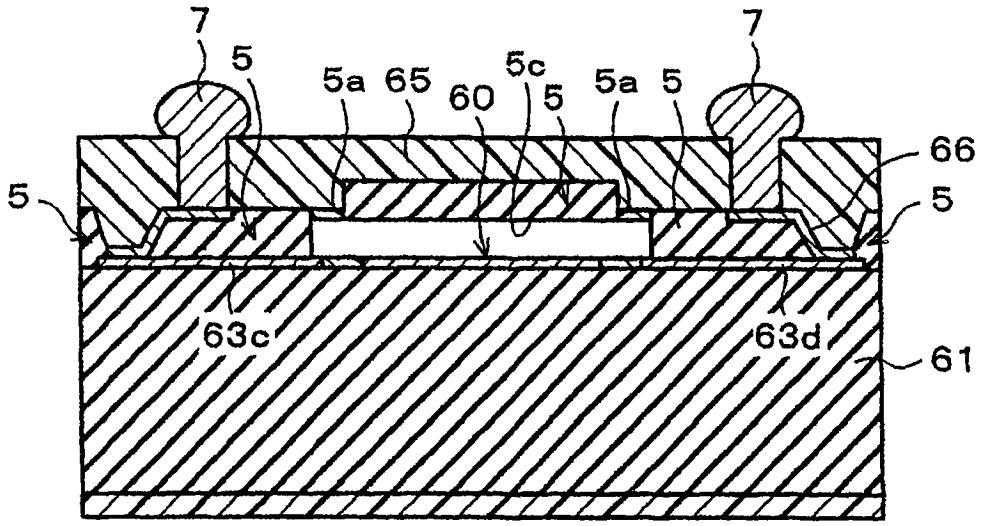


图 12

（a）



（b）

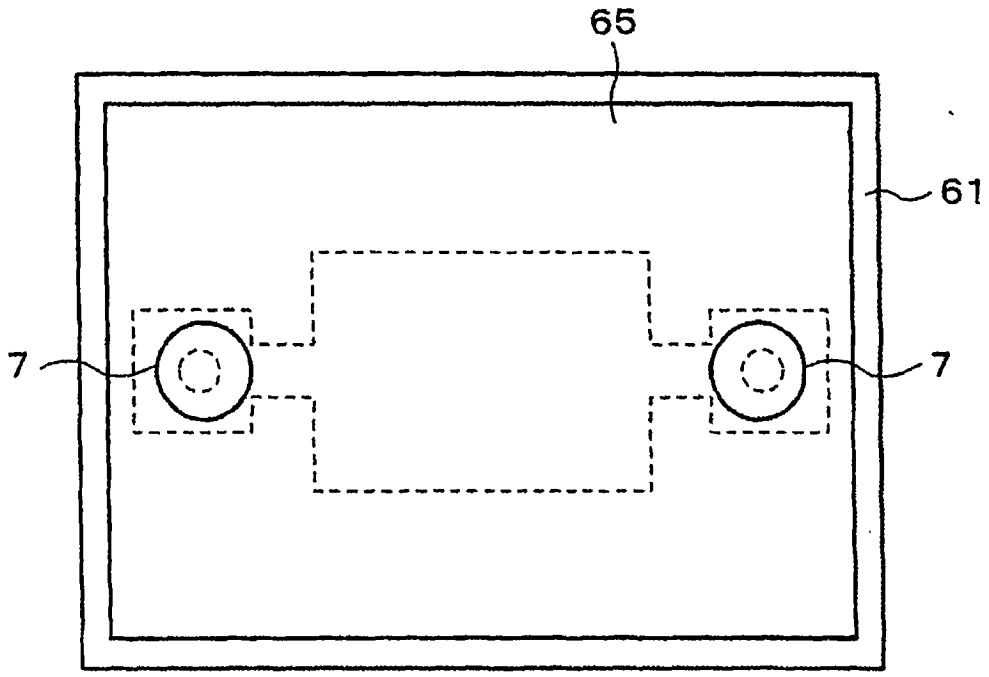


图 13

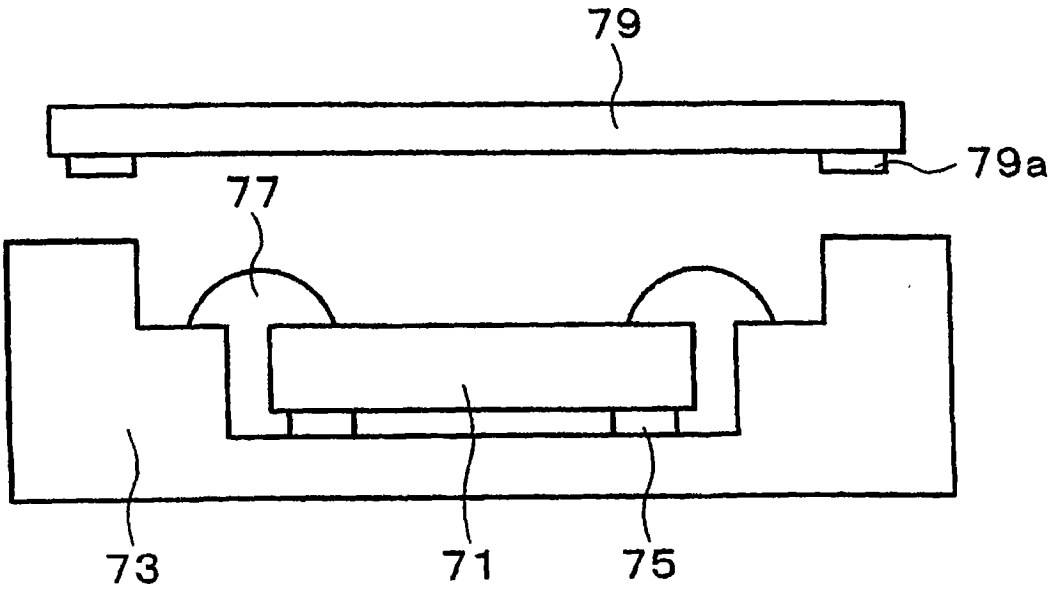


图 14