

[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 200610137416.3

[51] Int. Cl.

H03H 9/17 (2006.01)

H03H 9/13 (2006.01)

H03H 9/46 (2006.01)

H03H 3/02 (2006.01)

B81B 3/00 (2006.01)

B81C 1/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2010 年 2 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 100590969C

[22] 申请日 2006.10.18

审查员 刘清泉

[21] 申请号 200610137416.3

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

[30] 优先权

代理人 张 鑫

[32] 2005.10.19 [33] JP [31] 2005-304170

[32] 2005.10.20 [33] JP [31] 2005-305486

[32] 2006.4.28 [33] JP [31] 2006-125550

[73] 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 中塚宏 大西庆治 山川岳彦

岩崎智弘 神山智英

[56] 参考文献

US6778038B2 2004.8.17

US2004043749A1 2004.3.4

US6504118B2 2003.1.7

CN1592100A 2005.3.9

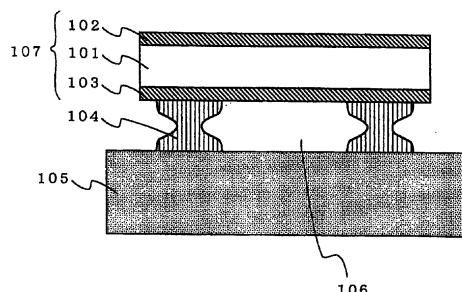
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 20 页

[54] 发明名称

包含压电薄膜的器件和用于制造该器件的方法

[57] 摘要

根据本发明的声共振器包括衬底 105、置于衬底 105 上的支承部分 104、置于支承部分 104 上的下电极 103、置于下电极 103 上的压电体 101、以及置于压电体 101 上的上电极 102。下电极 103、压电体 101 和上电极 102 构成一个振动部分 107。用于支承振动部分 107 的支承部分 104 成形为其垂直横截面的至少一部分具有曲率。



1. 一种以预定频率振动的声共振器，包括：

衬底；

振动部分，包括由压电薄膜形成的压电体、以及将所述压电体夹在其间的上电极和下电极，该压电体、上电极和下电极以相同尺寸在垂直投影方向上重叠；以及

置于所述下电极和所述衬底之间的支承部分，所述支承部分具有其至少一部分具有曲率的垂直横截面。

2. 如权利要求 1 所述的声共振器，其特征在于，所述支承部分的垂直横截面在其厚度方向的中央部分或其附近最窄。

3. 如权利要求 1 所述的声共振器，其特征在于，所述支承部分的垂直横截面在其厚度方向的中央部分或其附近最宽。

4. 如权利要求 1 所述的声共振器，其特征在于，所述支承部分中与所述衬底接触的表面和所述支承部分中与所述下电极接触的表面彼此平行。

5. 一种利用压电效应和静电效应的微电机开关，包括：

衬底；

置于所述衬底上的驱动电极；

可动部分，包括由压电薄膜形成的压电体、将所述压电体夹在其间的上电极和下电极、以及信号线的可移动电极；以及

置于所述可动部分和所述衬底之间的支承部分，所述支承部分具有其至少一部分具有曲率的垂直横截面，且该垂直横截面在厚度方向的中央部分附近最窄。

6. 如权利要求 5 所述的微电机开关，其特征在于，所述支承部分中与所述衬底接触的表面和所述支承部分中与所述下电极接触的表面彼此平行。

7. 一种包括多个声共振器和至少一个微电机开关的合成器件，其特征在于，所述合成器件包括如权利要求 1 所述的至少一个声共振器以及如权利要求 5 所述的至少一个微电机开关。

8. 一种包括如权利要求 1 所述的至少一个声共振器的滤波器。

9. 一种包括如权利要求 7 所述的至少一个合成器件的双工器。

10. 一种包括如权利要求 9 所述的至少一个双工器的通信装置。

包含压电薄膜的器件和用于制造该器件的方法

技术领域

本发明涉及包含压电薄膜的器件和制造该器件的方法，尤其涉及可用于诸如移动电话、无线 LAN 装置等的无线通信终端的射频电路中的声共振器和微电机开关，以及用于制造该器件的方法。

背景技术

内置于诸如移动电话等电子设备中的组件需要是紧凑、轻便和小损耗的，并提供高可靠性。为了满足这些需求，已提出了包含压电薄膜的各类器件。期望是紧凑、轻便和小损耗的器件是例如使用声共振器的滤波器和微电机开关。

图 13A 是一种示例性常规声共振器（参见日本专利公开 No. 60-68711）的横截面示图。在该常规声共振器中，包含置于上电极 2 和下电极 3 之间的压电体 1 的振动部分放置在衬底 5 上。在衬底 5 中，通过使用从其上未形成上述元件的表面执行的精密处理方法部分蚀刻衬底 5 来形成谐振腔 4。

当由上电极 2 和下电极 3 在厚度方向上向压电体 1 施加电场时，该声共振器在压电体 1 的厚度方向上振动。在下文中，参照图 13B-13D，将描述声共振器在使用无限平板的厚度纵向振动的情形中的操作。图 13B 是声共振器的示意性轴测投影视图，它示出其操作。图 13C 是示出声共振器导纳的频率特性。图 13D 示出声共振器的等效电路配置。

当电场施加在上电极 2 和下电极 3 之间时，电能通过压电体 1 转换成机械能。所激发的机械振动是在厚度方向上扩展的振动，并在与电场相同的方向上扩展和收缩。声共振器使用压电体 1 厚度方向上的共振来以厚度等于 1/2 波长处的频率通过谐振操作。压电体 1 的厚度纵向振动由谐振腔 4 来确保。如图 13D 所示，声共振器的等效电路包括：包括电容器 C1、电感器 L1 和电阻器 R1 的串联谐振部分，以及与串联谐振部分并联连接的电容器 C0。因此，声共振器的导纳在谐振频率 f_r 处最大，而在反谐振频率 f_a 处最小。 $f_r = 1/\{2\pi\sqrt{(L1 \cdot C1)}\}$ ，而 $f_a = f_r \cdot \sqrt{(1+C1/C0)}$ 。

图 14 是使用压电效应的示例性常规微电机开关的轴测投影视图（参见例如日

本专利公开 No. 2003-217421)。常规微电机开关包括置于衬底 11 上的信号导线 12、用于屏蔽射频信号的通路的驱动短路机构 15、以及作为用于给出控制信号以移动驱动短路机构 15 的驱动装置的压电体 16。

参照图 14，为屏蔽信号，向压电体 16 施加作为控制信号的电压，以使信号导线 12 和接地导线 13 与设置在驱动短路机构 15 的下表面上的导电层 17 接触。为了允许信号通过，不向导电体 16 施加电压。

实际上，除了厚度方向振动模式（纵向模式）之外，上述常规的声共振器还具有沿平行于电极传播的振动模式（横向模式）。在声共振器中，振动部分的一部分固定于衬底 5。因此，平行于电极表面传播的振动在固定位置上反射，从而变成不必要的振动。该不必要的振动引起频率特性中的乱真。

为了避免由横向模式引起的乱真，提出了如图 15 所示的在声共振器中形成多边形谐振腔的技术（参见例如日本专利公开 No. 2000-332568）。因为声共振器的谐振腔是多边形的，所以在固定位置上反射的横向模式振动在不同于入射方向的方向上传播。因而，减少了乱真。即，避免了声共振器的厚度方向振动模式的频带中乱真的出现。

然而，该技术具有这样的问题：例如需要为每个声共振器设计电极和谐振腔，以及每当传输路径的频率或阻抗改变时都需要重新设计。

常规的声共振器具有局部应力集中于压电薄膜的结构。因此，在制造过程中发生分层和裂纹的问题。

为了解决这些问题，公开了图 16 所示的声共振器（参见例如日本专利公开 No. 2005-45694）。在该声共振器中，在压电薄膜 32 与下电极 31 之间的界面的对应于间隙 V 的边缘的阶梯部分上，与衬底 30 表面不平行、并具有相对衬底 30 表面不同角度 α 、 β 和 γ 的多个平面从衬底 30 向间隙 V 的顶部层叠。由于这种结构（风桥），可防止局部应力集中于压电薄膜 32。

然而，使用这种技术，支承层 40 需要具有复杂的形状，以便于提供压电薄膜 32 和下电极 31 的界面相对于衬底 30 表面的多个不同角度。这具有例如复杂化制造方法的问题，尽管它缓和了应力集中。

在上述常规的微电机开关中，驱动短路机构 15 和支承部分 9 彼此垂直地连接。因此，当驱动短路机构 15 机械地移动时，应力集中于连接点上，因而降低了机械可靠性。

发明内容

因此，本发明的一个目的是提供一种包含压电薄膜的器件，该器件能通过横向模式防止产生不必要的振动因而抑制了乱真，并且还能避免因应力集中引起可靠性的降低。

本发明的另一个目的是提供一种用于制造这种器件的有效方法。

本发明涉及一种以预定频率振动的声共振器，以及一种利用压电效应和静电效应的微电机开关。为实现上述目的，根据本发明的声共振器包括：衬底；包括由压电薄膜形成的压电体、以及将压电体夹在其间的上电极和下电极的振动部分；以及置于振动部分和衬底之间的支承部分，该支承部分具有其至少一部分具有曲率的垂直横截面。根据本发明的微电机开关包括：衬底；置于衬底上的驱动电极；可移动部分，包括由压电薄膜形成的压电体、将压电体夹在其间的上电极和下电极、以及信号线的可移动电极；以及置于可移动部分和衬底之间的支承部分，该支承部分具有其至少一部分具有曲率的垂直横截面。

支承部分的垂直横截面较佳地在其厚度方向的中央部分或其附近最窄或最宽。支承部分中与衬底接触的表面和支承部分中与下电极接触的表面较佳地彼此平行。

上述声共振器和微电机开关独立工作，或者可置于复合器件、滤波器、双工器或包括多个声共振器和/或微电机开关的通信装置中。

具有上述结构的声共振器和微电机开关各自通过以下步骤制造：在第一衬底上形成压电体；在该压电体的一主表面上形成下电极；在该下电极上形成第一支承件；在第二衬底上形成第二支承件；将第一支承件和第二支承件接合在一起；在接合步骤之后分离第一衬底，从而将具有在其上形成的下电极的压电体从第一衬底转移至第二衬底；以及在该压电体的另一个主表面上形成上电极。

通常，接合步骤是通过第一支承件和第二支承件的共晶结晶接合来进行的。在该情形中，第一支承件和第二支承件较佳地是含有至少金锡（AuSn）或金硅（AuSi）的多层膜。第一支承件和第二支承件可被形成为具有不同宽度或厚度。

根据本发明，支承部分用作具有多个谐振频率的元件，从而分散（衰减）因振动渗漏而产生的不必要的振动。结果，可获得振动部分的谐振频率和反谐振频率之间无乱真的导纳曲线。

从以下本发明参照附图的详细描述中，本发明的这些和其它目的、特征、方面以及优点将变得更加显而易见。

附图说明

图 1 是示意性地示出根据本发明一实施例的声共振器的结构的横截面示图。

图 2A-2F 是示意性地示出根据本发明其它实施例的声共振器的结构的横截面示图。

图 3A-3B 示意性地示出用于制造图 1 所示的声共振器的一种方法。

图 4A 示出根据本发明一实施例的声共振器的频率特性。

图 4B 示出常规声共振器的频率特性。

图 5A 和 5B 分别是根据本发明一实施例的微电机开关的轴测图和横截面示图。

图 6A-6G 示出本发明其它实施例的微电机开关的结构。

图 7A 和 7B 示意性地示出用于制造图 5B 所示的微电机开关的方法。

图 8A 示出微电机开关的一示例性驱动电路。

图 8B 示出图 8A 所示的微电机开关的一示例性操作。

图 9 示出包括根据本发明的声共振器的梯式滤波器的一示例性电路。

图 10 示出包括根据本发明的声共振器和微电机开关的合成器件的一示例性电路。

图 11 示出包括梯式滤波器的双工器的一个示例。

图 12 示出包括双工器的通信装置的一个示例。

图 13A-13D 示出一常规声共振器。

图 14 是常规微电机开关的轴测图。

图 15 示出在常规声共振器中使用的谐振腔的一个示例。

图 16 示出另一常规声共振器。

具体实施方式

(声共振器的示例性结构)

图 1 是示意性地示出根据本发明一实施例的声共振器的结构的横截面示图。

图 1 所示的声共振器包括衬底 105、置于衬底 105 上的支承部分 104、置于支承部分 104 上的下电极 103、置于下电极 103 上的压电体 101、以及置于压电体 101 上的上电极 102。下电极 103、压电体 101 和上电极 102 构成振动部分 107。由衬底 105、支承部分 104 和下电极 103 所包围的区域用作谐振腔 106。谐振腔 106 是为

了不妨碍振动 107 的厚度纵向振动的激发而设置的空间。

压电体 101 由比如氮化铝 (AlN)、氧化锌 (ZnO)、锆酸钛酸铝 (PZT) — 系统材料、铌酸锂 (LiNbO₃)、钽酸锂 (LiTaO₃) 或铌酸钾 (KNbO₃) 等压电材料制成。上电极 102 和下电极 103 由比如钼 (Mo)、铝 (Al)、钨 (W)、铂 (Pt)、金 (Au)、钛 (Ti) 或铜 (Cu)、其多层金属或其合金等导电材料制成。衬底 105 由硅 (Si)、砷化镓 (GaAs)、碳化硅等制成。

根本发明的声共振器的一个特征是用于支承振动部分 107 的支承部分 104 成形为其垂直横截面的至少一部分具有曲率。支承部分 104 中与衬底 105 接触的表面和支承部分 104 中与下电极 103 接触的表面较佳地彼此平行。例如，如图 1 所示，支承部分 104 在其厚度方向的中央部分或其附近变窄。支承部分 104 被形成为具有防止在谐振频率附近产生引起乱真的不必要的振动的垂直横截面。支承部分具有这种防止产生不必要的振动的形状的原因被视为如下所述。

如上所述对于常规技术，不必要的振动因为振动在固定位置上渗漏到衬底而产生。因此，在支承部分 104 的谐振频率接近振动部分 107 的谐振频率的情形中，由振动部分 107 激发的振动在这种振动经由支承部分 104 渗漏到衬底 105 时变为不必要的振动。常规声共振器的支承部分的垂直横截面是矩形、梯形或不具有曲率的其它形状。因此，只有支承部分 104 的一个谐振频率会导致大的不必要的振动。

根据本发明，支承部分 104 被成形为具有有曲率的垂直横截面。由于这种结构，使支承部分 104 用作具有多个谐振频率的元件，从而分散（衰减）了由振动渗漏产生的不必要的振动。结果，获得谐振频率和反谐振频率之间无乱真的导纳曲线(参见如下所述的图 4A)。

只要支承部分 104 形成为其垂直横截面的至少一部分具有曲率，根据本发明的声共振器就可提供上述效果。因此，支承部分 104 的形状并不限于图 1 所示的形状，并且可以是图 2A-2F 所示的形状。支承部分 104 可以是一个环状元件、或者可包括多个柱。

(用于制造声共振器的示例性方法)

图 3A 和 3B 示意性地示出用于制造具有上述结构的声共振器的较佳方法。通过该方法，如图 1 所示的声共振器使用晶片到晶片接合方法来制造。

首先，制备由硅、玻璃、蓝宝石等形成的层状衬底 108。在层状衬底 108 上，形成压电体 101 (图 3A，步骤 a)。在压电体 101 上，通过薄膜形成和图案形成来

形成下电极 103 (图 3A, 步骤 b)。然后, 在下电极 103 上, 形成要成为支承部分 104 的一部分的支承件 104a (图 3A, 步骤 c)。然后, 制备用于支承振动部分 107 的衬底 105。在衬底 105 上, 形成要称为支承部分 104 的一部分的支承件 104b (图 3A, 步骤 d)。支承件 104a 和 104b 由金、锡等形成。

然后, 层状衬底 108 和衬底 105 被放置成使层状衬底 108 的支承件 104a 和衬底 105 的支承件 104b 彼此相对。支承件 104a 和 104b 通过金和锡的共晶结晶接合在一起 (图 3A, 步骤 e)。例如, 通过在 375°C 和 0.3Mpa 一次性地熔化金锡, 然后凝固该金锡, 可简便地实现具有不是通过蚀刻获得的结构的支承部分 104(图 3B, 步骤 f)。然后, 从两个层 105 和 108 的组合件中去除层形成衬底 108 (图 3B, 步骤 g)。层状衬底 108 可通过例如湿法蚀刻或干法蚀刻来去除。通过步骤 e 到 g, 最初形成于层状衬底 108 上的元件被转移到衬底 105 上。然后, 在压电层 101 上, 通过薄膜形成和图案形成来形成上电极 102 (图 3B, 步骤 h)。最后, 通过蚀刻去除压电体 101 的不必要部分 (图 3B, 步骤 i)。因而, 完成图 1 所示的声共振器。

根据本发明的制造方法将金锡用作支承部分 104 的材料, 并使用金属材料一次性熔化然后凝固的共晶结晶的简单接合方法。通过这种方法, 支承部分 104 可具有不是通过蚀刻等获得的具有曲率的复杂形状的垂直横截面(谐振腔 106 可具有有曲率的复杂形状的垂直横截面)。

图 4A 示出根据本发明的方法制造的声共振器的频率特性。图 4B 示出通过常规制造方法 (例如在衬底上从下到上地依次叠加各层、同时去除牺牲层 (sacrifice layer) 的一部分以形成谐振腔的方法) 制造的声共振器的频率特性。如从图 4A 和 4B 可理解的, 在常规声共振器中的谐振频率或其附近产生的乱真不会在根据本发明的声共振器中产生。

在本实施例中, 金和锡用于共晶结晶以形成支承部分 104。也可使用其它可通过共晶结晶接合的材料 (例如金和硅)。通过使用具有不同程度可熔性的材料, 可简便地形成具有曲率的横截面的支承部分。支承件 104a 或 104b 中至少任一个需要包括金和锡, 或者可具有含有金和锡的多层结构。支承件 104a 和 104b 的厚度和宽度可自由设置。

在本实施例中, 压电体 101 在衬底 108 上直接形成。或者, 另一个薄膜可置于衬底 108 和压电体 101 之间。例如, 在 AlN 的压电体 101 要置于衬底 108 上的情形中, 较佳的是在衬底 108 上形成 AlN 层、在 AlN 层上形成钼层、然后在钼层上形成压电体 101。这样, 就提供了压电体 101 不直接受去除衬底 108 时所发生的

损坏的影响的效果。

(微电机开关的示例性结构)

图 5A 和 5B 分别是示出根据本发明一实施例的微电机开关结构的轴测图和横截面图。图 5A 和图 5B 所示的微电机开关包括：衬底 205、置于衬底 205 上的支承部分 204、置于支承部分 204 上的下电极 203、置于下电极 203 上的压电体 201、置于压电体 201 上的上电极 202、置于压电体 201 的置有下电极 203 的主表面上的信号线的可移动电极 207、以及置于衬底 205 上的驱动电极 206。下电极 203、压电体 201 和上电极 202 构成一可移动部分 200。压电体 201、上电极 202、下电极 203、以及衬底 205 可由上文关于声共振器所描述的相同材料制成。在衬底 205 上，信号线的两个固定电极 208 和 209 设置在这样的位置上：信号线的固定电极 208 和 209 通过接触信号线的可移动电极 207 变得导电。

根据本发明的微电机开关的一个特征是用于支承可移动部分 200 的支承部分 204 成形为其垂直横截面的至少一部分具有曲率。支承部分 204 中与衬底 205 接触的表面和支承部分 204 中接触下电极 203 的表面较佳地彼此平行。例如，如图 5B 所示，支承部分 204 在其厚度方向的中央部分或其附近变窄。支承部分 204 被形成具有缓和在可移动部分 200 和支承部分 204 的连接部分上的应力集中(在转换时发生)的垂直横截面。支承部分具有这种缓和应力集中的形状的原因被视为如下所述。

可移动部分 200 通过转换操作转移到衬底 205 上。此时，支承部分 204 固定且不移动。因为可移动部分 200 由支承部分 204 支承和固定，所以应力集中在可移动部分 200 和支承部分 204 的连接部分或其附近。

根据本发明，支承部分 204 被成形为具有有曲率的垂直横截面。由于这种结构，应力被分散而不会集中在可移动部分 200 和支承部分 204 的连接部分。结果，可降低转换时的最大变形，因而可改进机械可靠性。因为支承部分 204 的上表面与衬底 205 平行，所以还可减小初始应力。因而，进一步减小最大变形。

只要支承部分 204 形成为其垂直横截面的至少一部分具有曲率，根据本发明的微电机开关就可提供上述效果。因此，微电机开关并不限于可移动部分 200 在其一端由图 5A 和 5B 所示的支承部分 204 支承的悬臂形状，并且可以是其它形状。

例如，图 6A 示出可移动部分在其两端都得到支承的双悬臂形状的微电机开关。图 6B 示出悬臂形状的微电机开关被连接成普通 C 形的一个示例。图 6C 示出

使用多个压电薄膜将上电极和下电极调节成具有相同厚度的微电机开关。图 6D 示出具有包含多种材料的多层结构支承部分的微电机开关。该微电机开关具有一个触点或多个触点。支承部分可由导电材料形成，并可用作线路。

图 6E 示出包括开关部分 251 和可变电容部分 252 的微电机开关。图 6F 是图 6E 所示的微电机开关的等效电路配置。该微电机开关即使在开关部分 251 导通从而信号线的可移动电极和信号线的固定电极彼此接触时仍在可变电容部分 252 之下具有间隙。使用如图 6G 所示的微电机开关，可变电容部分 252 的电容值通过改变施加于各电极上的电压而改变间隙宽度来改变。

(用于制造微电机开关的示例性方法)

图 7A 和 7B 示意性地示出用于制造具有上述结构的微电机开关的一优选方法。通过使用该方法，图 5B 所示的微电机开关使用晶片到晶片接合方法来制造。

首先，制备由硅、玻璃、蓝宝石等制成的层状衬底 108。在层状衬底 108 上，形成压电体 201（图 7A，步骤 a）。在压电体 201 上，通过薄膜形成和图案形成来形成下电极 203 和可移动电极 207（图 7A，步骤 b）。然后，在下电极 203 上，形成要成为支承部分 204 的一部分的支承件 204a（图 7A，步骤 c）。然后，制备用于可移动部分 200 的衬底 205。在衬底 205 上，形成要成为支承部分 204 的一部分的支承件 204b、驱动电极 206 以及信号线的固定电极 208 和 209（未在图 7A 或 7B 中示出）（图 7A，步骤 d）。支承件 204a 和 204b 由金、锡等形成。

然后，层状衬底 108 和衬底 205 被放置成使层状衬底 108 的支承件 204a 和衬底 205 的支承件 204b 彼此相对。支承件 204a 和 204b 通过金和锡的共晶结晶接合在一起（图 7A，步骤 e）。例如，通过在 375°C 和 0.3Mpa 一次性地熔化金锡，然后凝固该金锡，可简便地实现具有不是通过蚀刻获得的结构的支承部分 204（图 7B，步骤 f）。然后，从两个层 205 和 108 的组合件去除层状衬底 108（图 7B，步骤 g）。层状衬底 108 可通过例如湿法蚀刻或干法蚀刻移除。通过步骤 e 到 g，最初形成于层状衬底 108 上的元件被转移到衬底 205 上。然后，在压电层 201 上，通过薄膜形成和图案形成来形成上电极 202（图 7B，步骤 h）。最后，通过蚀刻去除压电体 201 的不必要部分（图 7B，步骤 i）。因而，完成图 5B 所示的微电机开关。

根据本发明的制造方法将金锡用作支承部分 204 的材料，并使用金属材料一次性熔化然后凝固的共晶结晶的简单接合方法。通过这种方法，支承部分 204 可具有不是通过蚀刻等获得的具有曲率的复杂形状的垂直横截面。

(微电机开关的示例性驱动)

图 8A 示出上述微电机开关的示例性驱动电路。图 8B 示出图 8A 所示微电机开关的驱动电路的示例性操作。该驱动电路包括串联连接的开关元件 A 和 B 的连接点与串联连接的开关元件 C 和 D 的连接点之间的微电机开关 (微电机开关的上电极 202 和下电极 203 分别连接到这些连接点)。

图 8B 中的状态 (1): 当开关元件 A 处于导通状态时 (当开关元件 B 处于截止状态时), 电源电压 V_d 被施加在 V1 端子上。此时, 开关元件 C 处于截止状态 (开关元件 D 处于导通状态)。因此, V2 端子为 GND 电位。结果, 电压 V_d 被施加在微电机开关上。

图 8B 中的状态 (2): 当开关元件 A 处于导通状态时 (当开关元件 B 处于截止状态时), 电源电压 V_d 被施加在 V1 端子上。此时, 开关元件 C 处于导通状态 (开关元件 D 处于截止状态)。因此, V2 端子为 V_d 电位。结果, 0V 电压被施加在微电机开关上。

图 8B 中的状态 (3): 当开关元件 A 处于截止状态时 (当开关元件 B 处于导通状态时), V1 端子为 GND 电位。此时, 开关元件 C 处于导通状态 (开关元件 D 处于导通状态)。因此, V2 端子为 V_d 电位。结果, 电压- V_d 被施加在微电机开关上。

图 8B 中的状态 (4): 当开关元件 A 处于截止状态时 (当开关元件 B 处于导通状态时), V1 端子为 GND 电位。此时, 开关元件 C 处于截止状态 (开关元件 D 处于导通状态)。因此, V2 端子为 GND 电位。结果, 0V 电压被施加在微电机开关上。

通过这样的驱动, 可向微电机开关提供相对电源电压 V_d 的 $\pm V_d$ 电压。当各开关元件处于导通状态时、和当各开关元件处于截止状态时, 微电机开关可通过压电效应切换。因此, 可用比通过 0 到 V_d 范围内的驱动电压的操作更快的速度来进行操作。

(使用声共振器的示例性结构)

图 9 示出包括根据本发明的声共振器的梯式滤波器的一示例性电路。图 9 所示的梯式滤波器包括在输入/输出端子 301 之间串联插入的串联声共振器, 以及并联插入的并联声共振器 303。通过将串联声共振器 302 的谐振频率设置成高于变形

声共振器 303 的谐振频率，可实现具有带通特性的梯式滤波器。较佳地，通过基本匹配串联声共振器 302 的谐振频率和并联声共振器 303 的反谐振频率，可实现具有较平直带通特性的梯式滤波器。使用根据本发明的上述声共振器使能量仅集中于期望振动，从而实现具有较小损耗的梯式滤波器。

图 10 示出包括根据本发明的声共振器和微电机开关的合成器件的示例性电路（梯式滤波器开关电路）。图 10 所示的合成器件包括由微电机开关 314 连接的如图 9 所示的两个梯式滤波器。

可连接的梯式滤波器的数量不限于如图 9 和 10 所示的一个或两个。可连接更多数量的梯式滤波器。梯式结构不限于 L 型，并且可以是例如 T 型或π型。可使用栅格式滤波器来替代梯式滤波器。在这些情形中，可提供基本上相同的效果。

图 11 示出包括上述梯式滤波器的双工器 410 的示例。图 11 所示的双工器 410 包括传输滤波器 414、相位转移电路 415、以及传送端子 411 与接收端子 412 之间直接串联连接的接收滤波器 416，并且还包括连接在发送滤波器 414 和相位偏移电路 415 之间的天线端子 413。上述梯式滤波器可用作传输滤波器 414 和接收滤波器 416 的至少之一。使用这种结构，可实现具有较小损耗的双工器。

图 12 示出包括图 11 所示的双工机的通信装置 420。在图 12 所示的通信装置 420 中，来自传输端子 421 的信号穿过基带部分 423、由功率放大器（PA）424 放大、由发送滤波器 425 滤波、并作为无线电波从天线 428 发送。由天线 428 接收的信号由接收滤波器 426 滤波、由低噪声放大器（LNA）427 放大、穿过基带部分 423、并被发送到接收端子 422。上述梯式滤波器可用作发送滤波器 425 和接收滤波器 426 的至少之一。使用这种结构，可实现具有较低功耗和降低噪声的通信装置 420。

尽管已详细描述了本发明，但前面的描述在所有方面中都是说明性而并非限制性的。可以理解，可设计许多其它更改和变化而不背离本发明的范围。

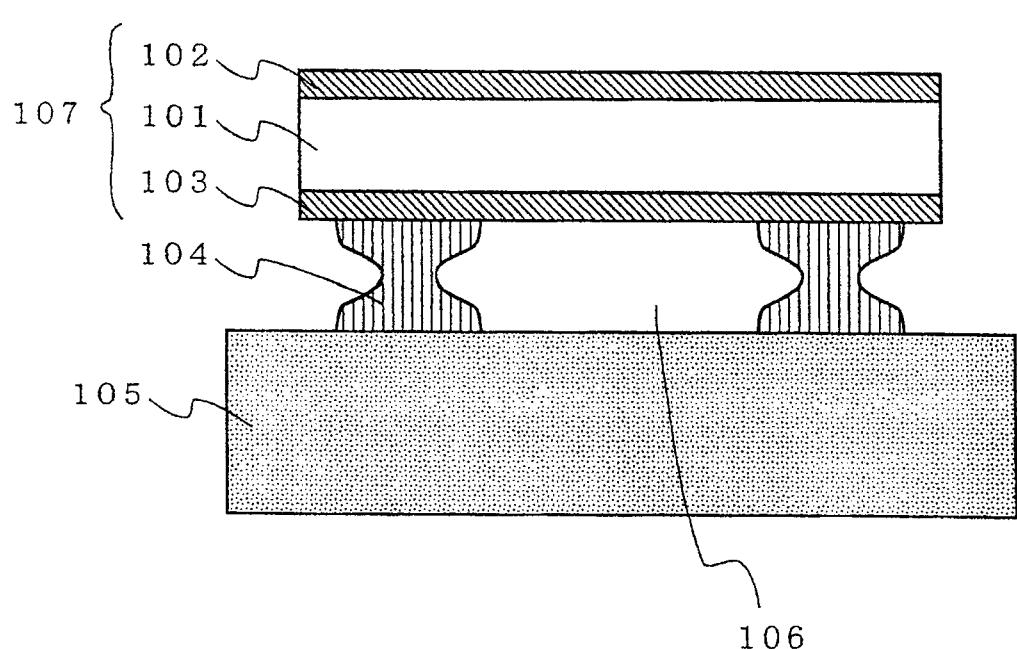


图 1

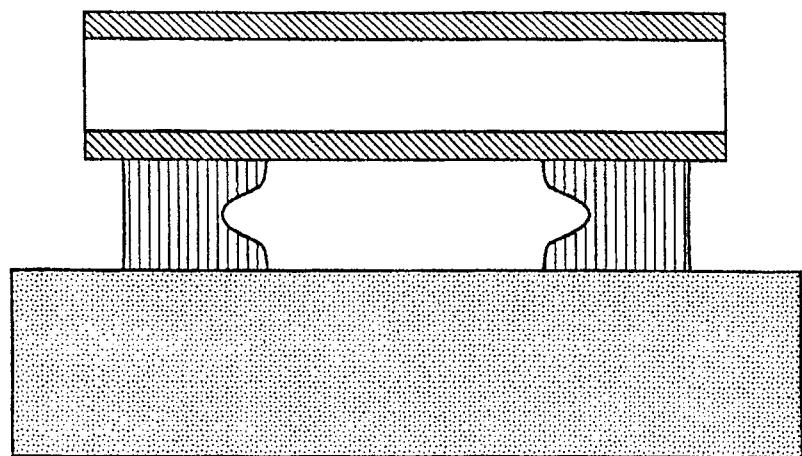


图 2A

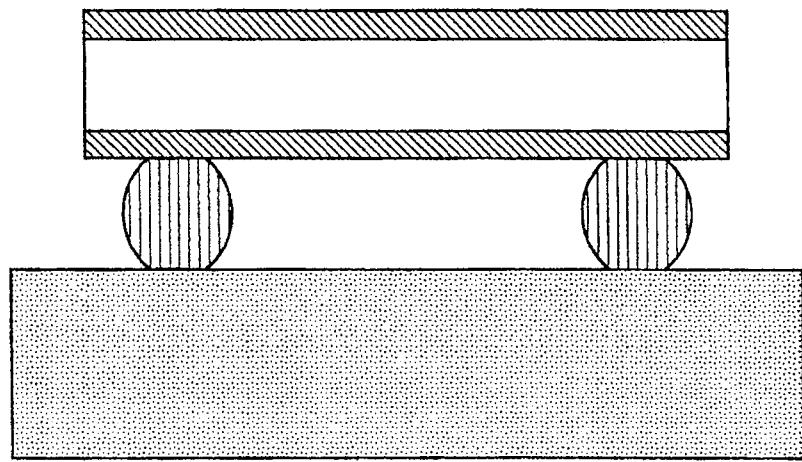


图 2B

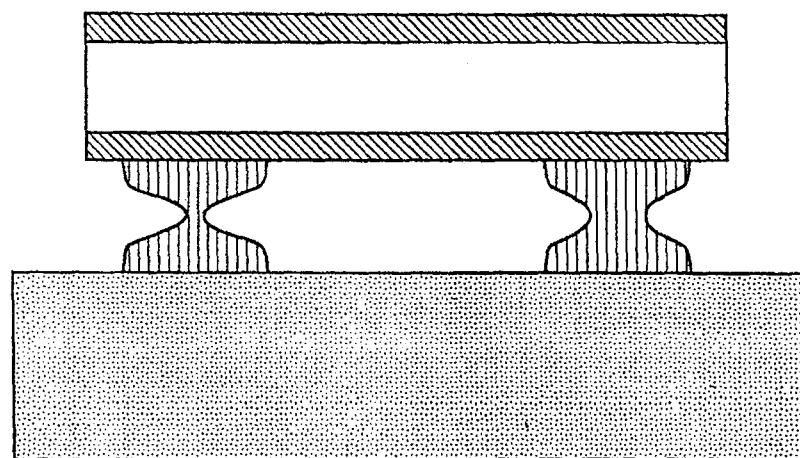


图 2C

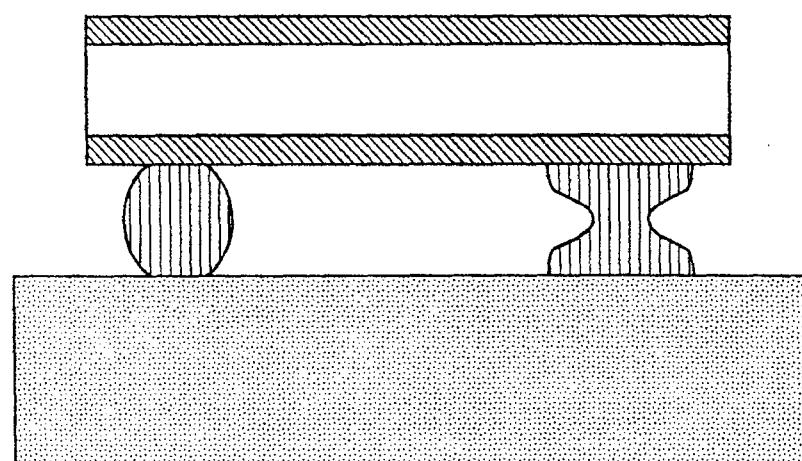


图 2D

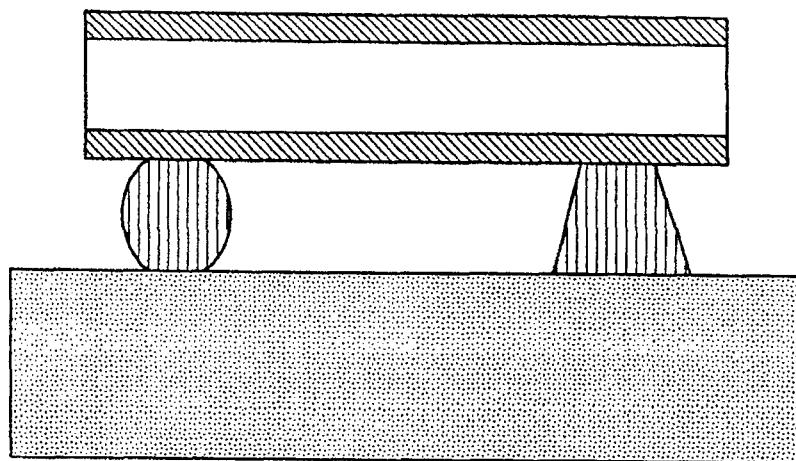


图 2E

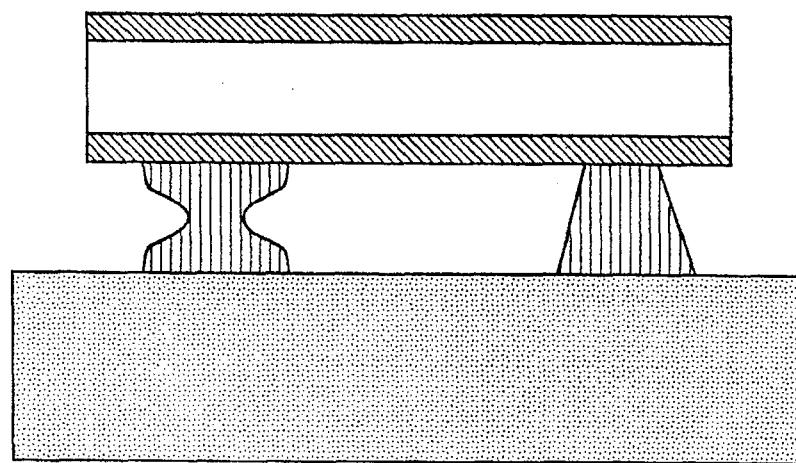
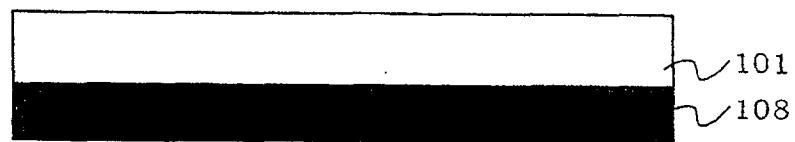
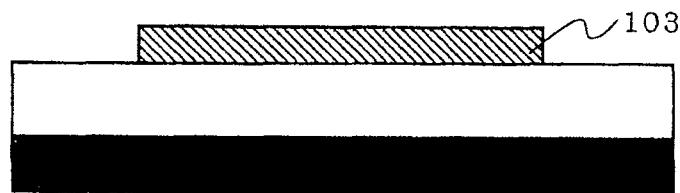


图 2F

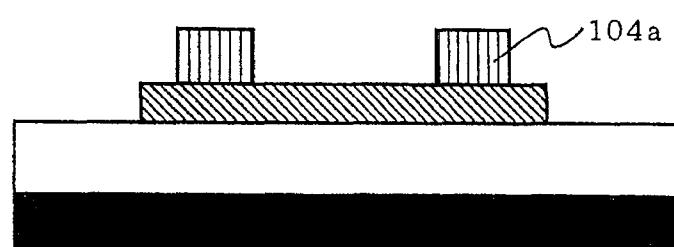
(步骤a)



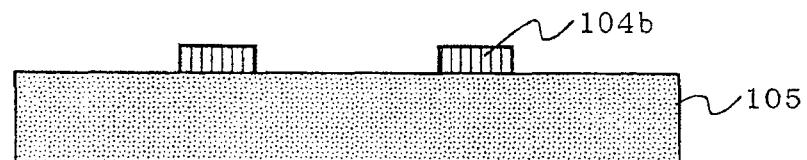
(步骤b)



(步骤c)



(步骤d)



(步骤e)

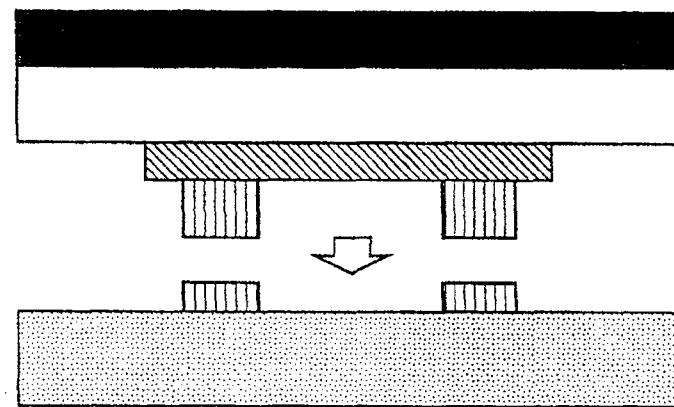


图 3A

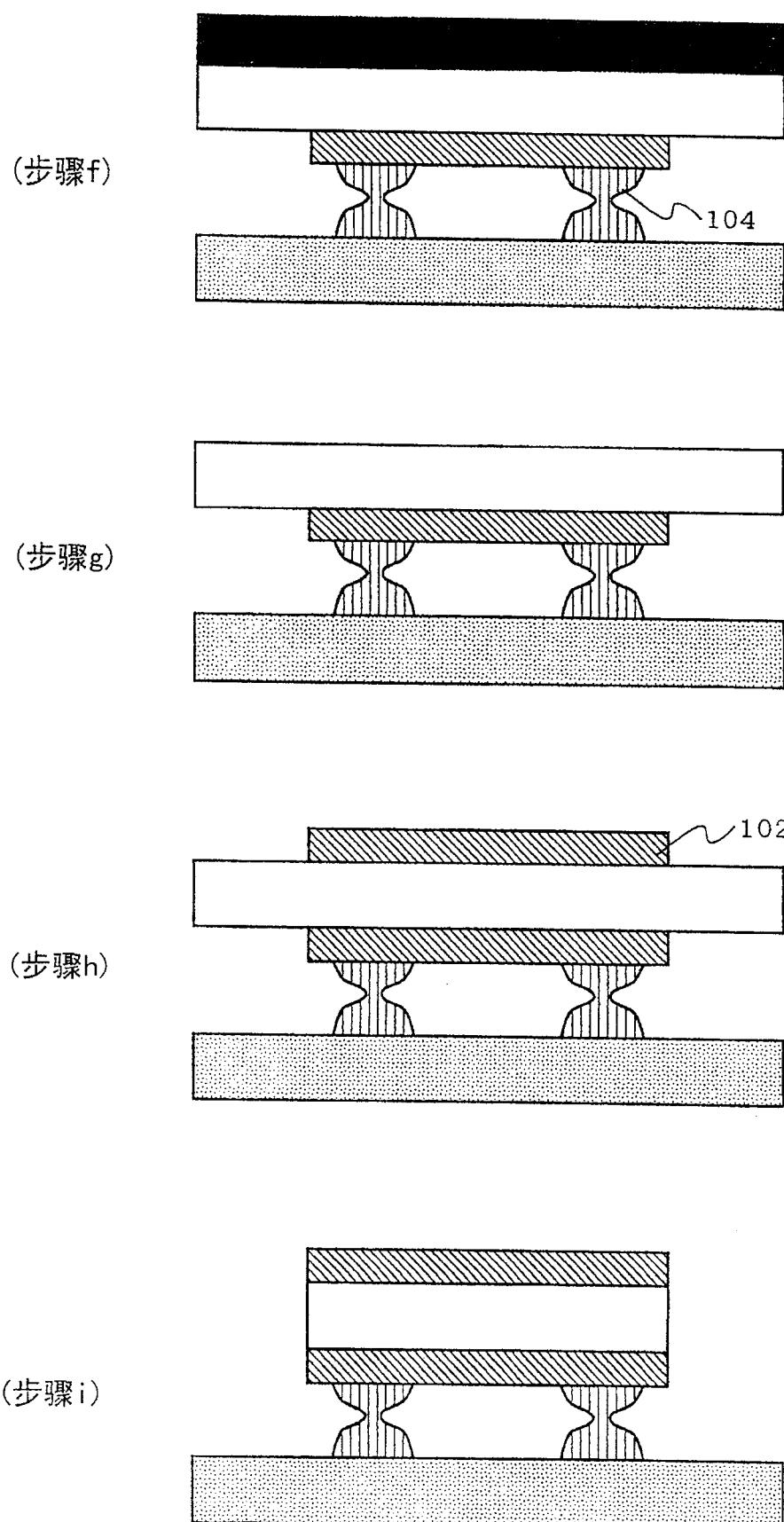


图 3B

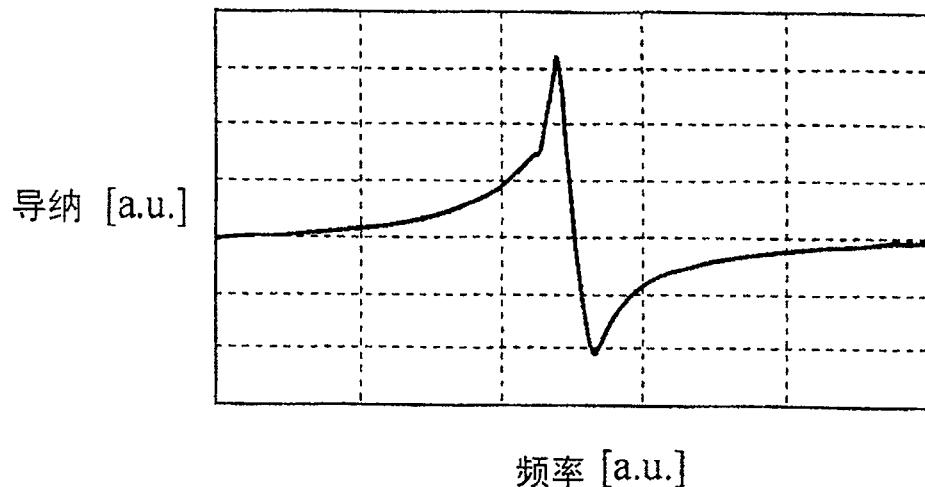


图 4A

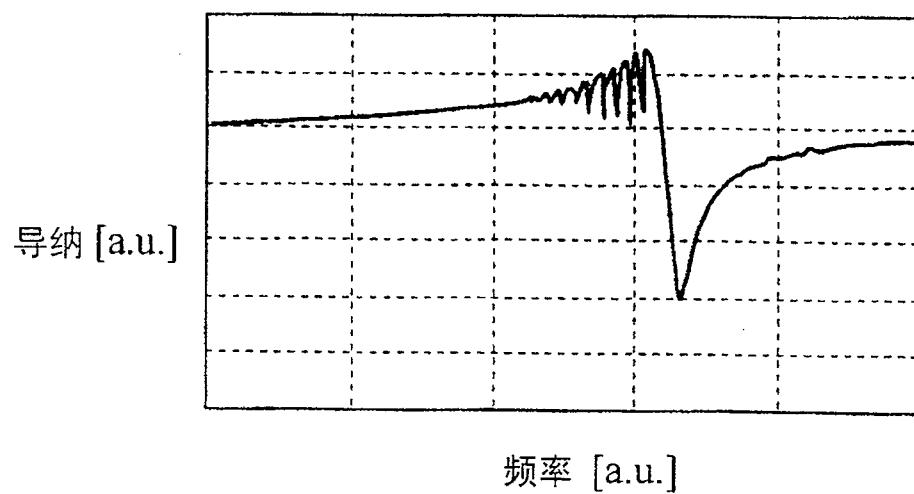


图 4B

现有技术

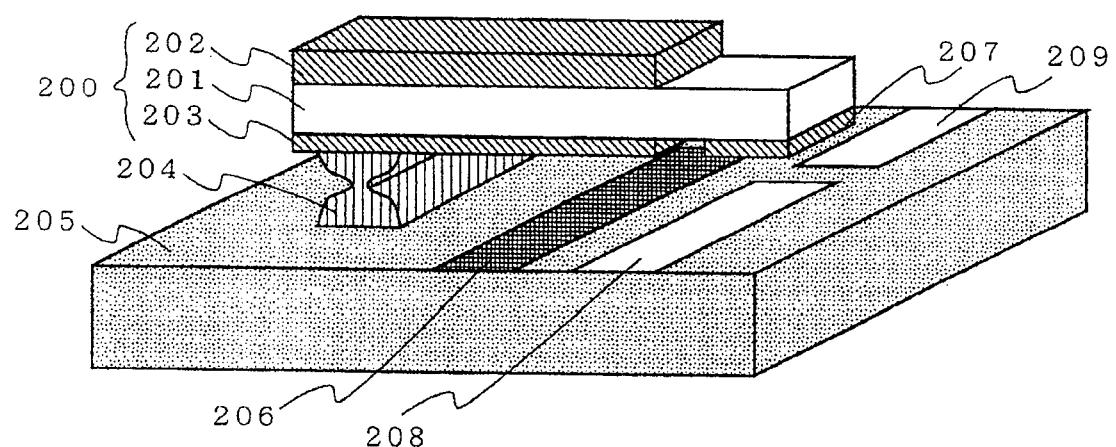


图 5A

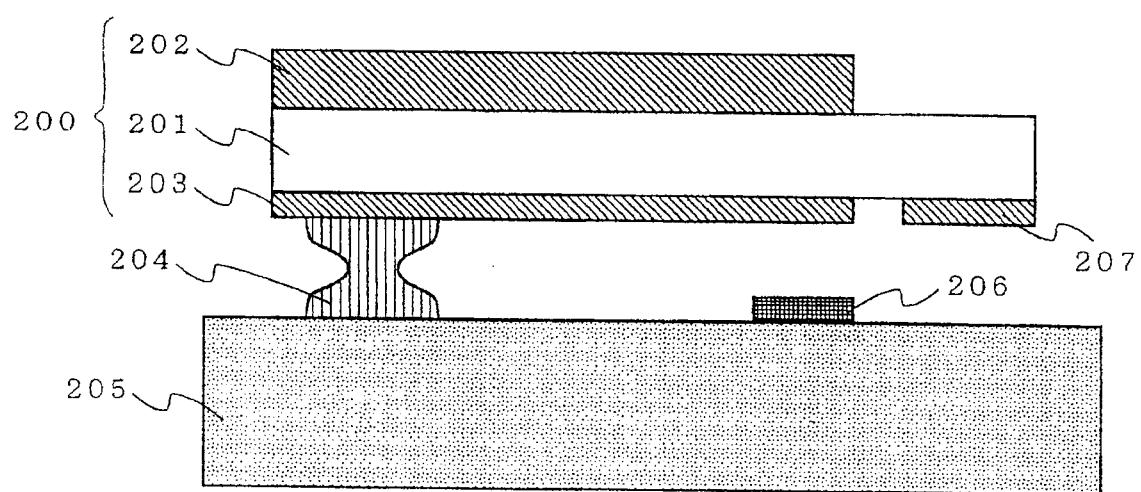


图 5B

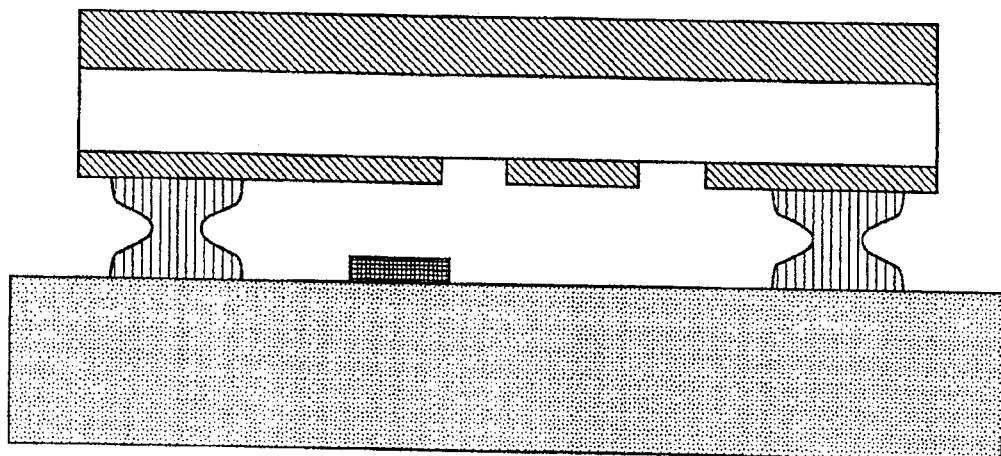


图 6A

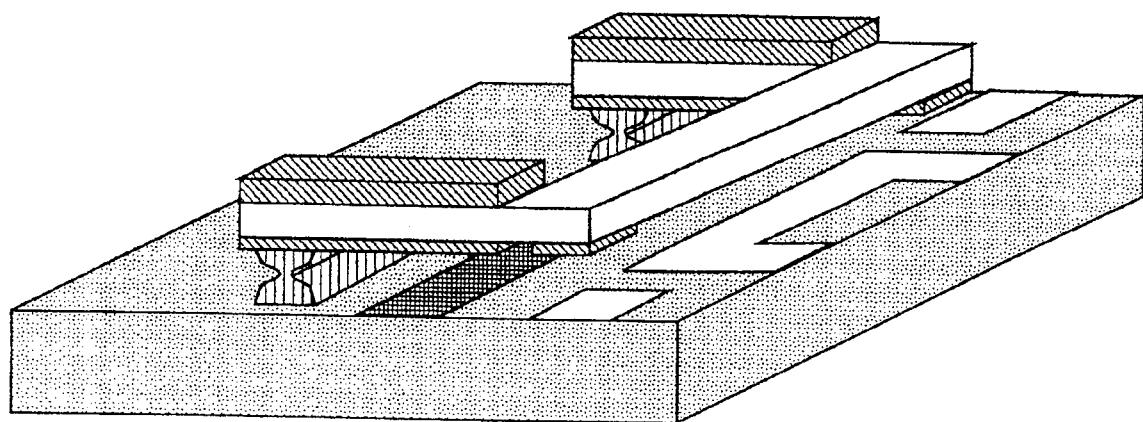


图 6B

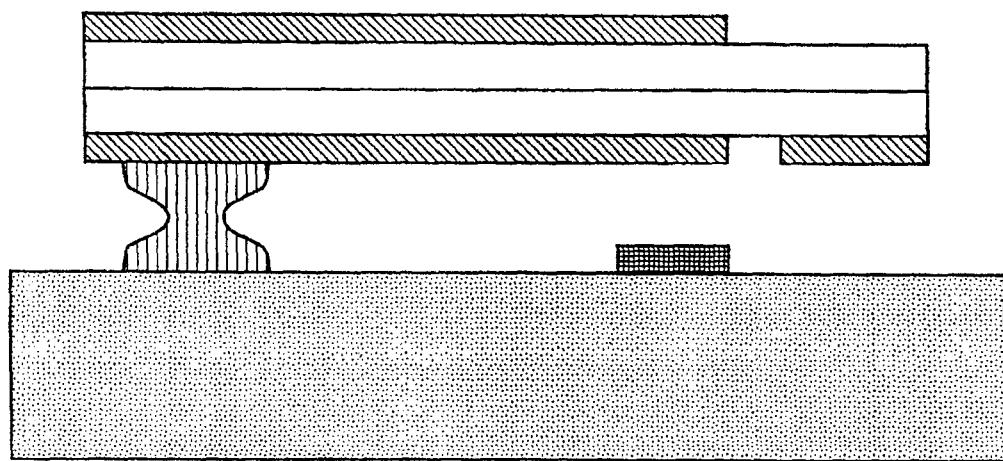


图 6C

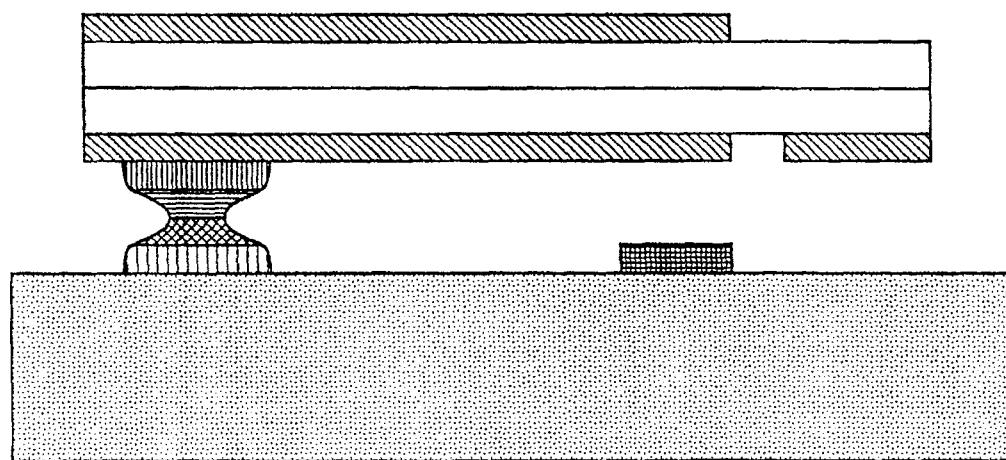


图 6D

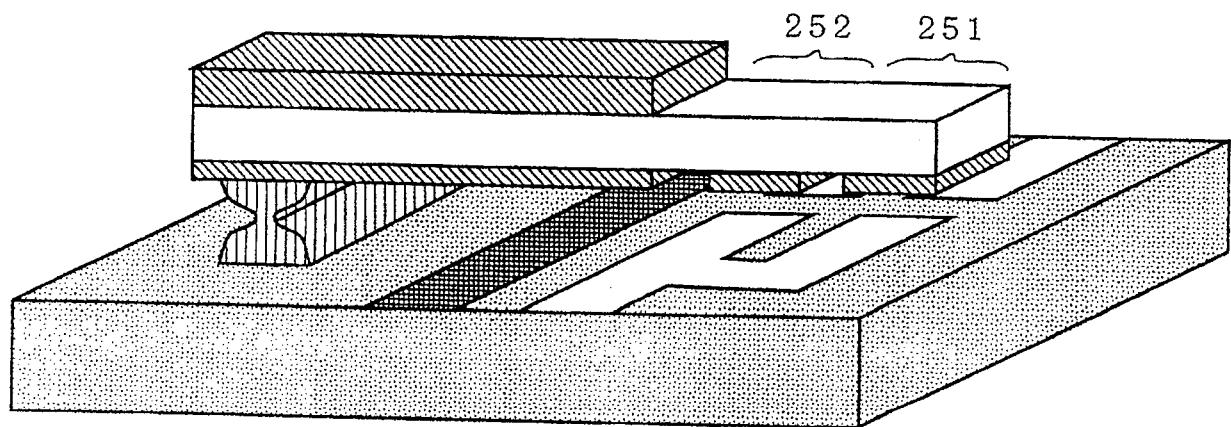


图 6E

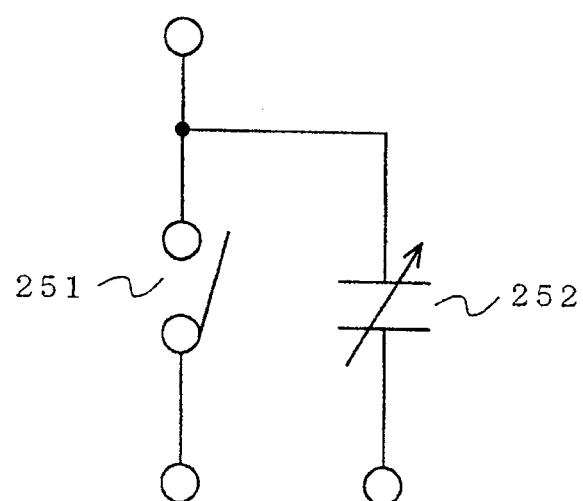


图 6F

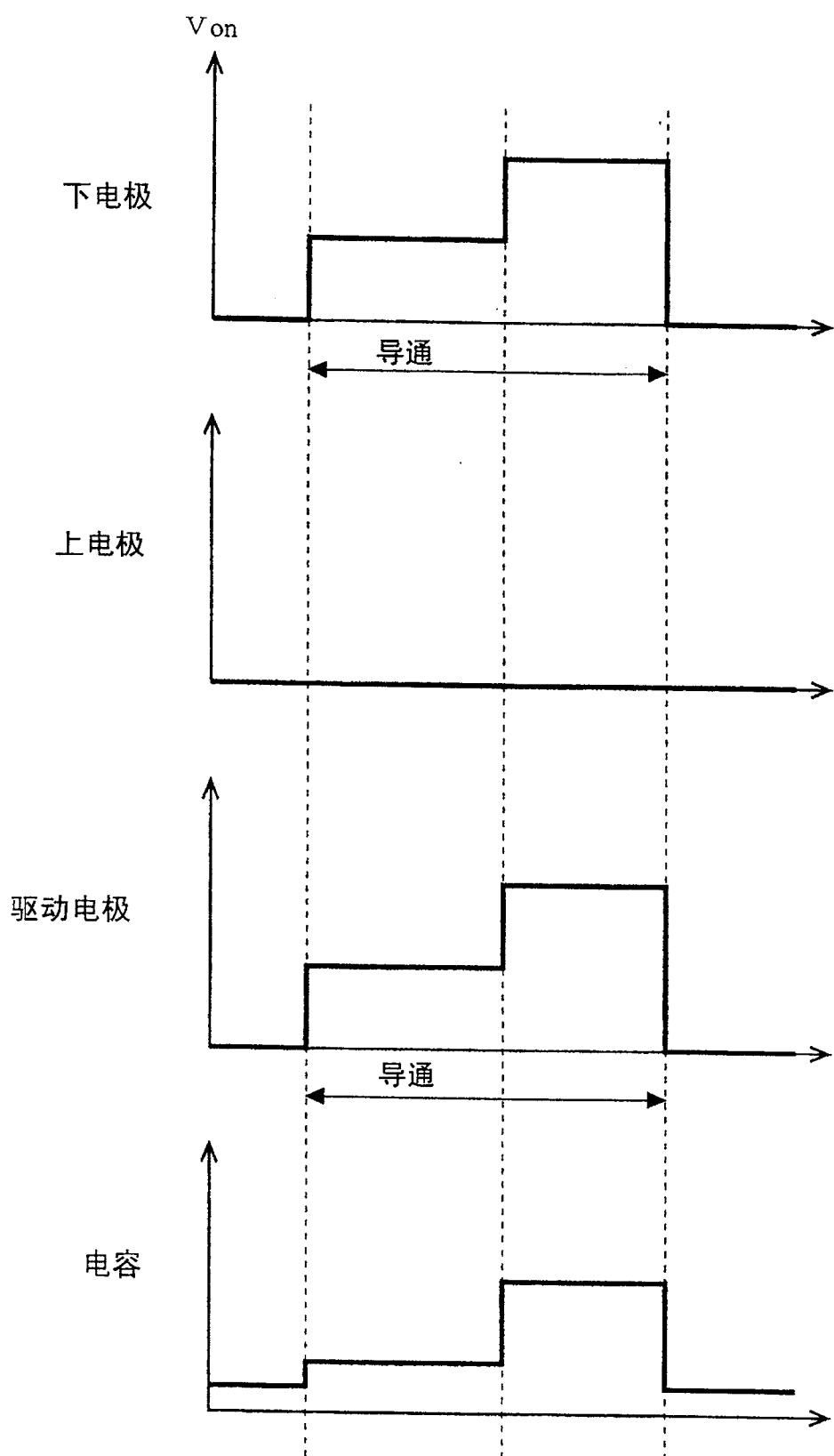


图 6G

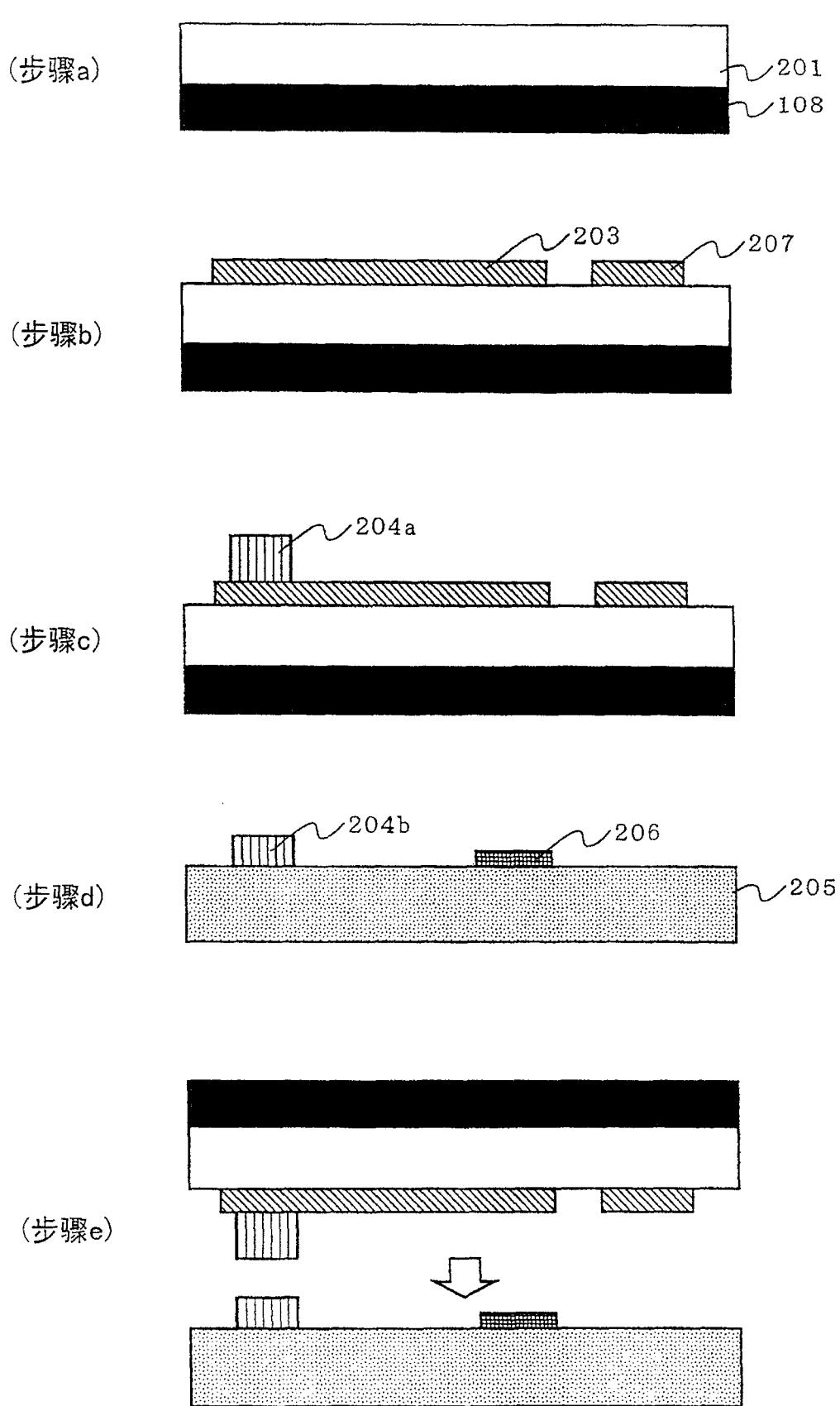


图 7A

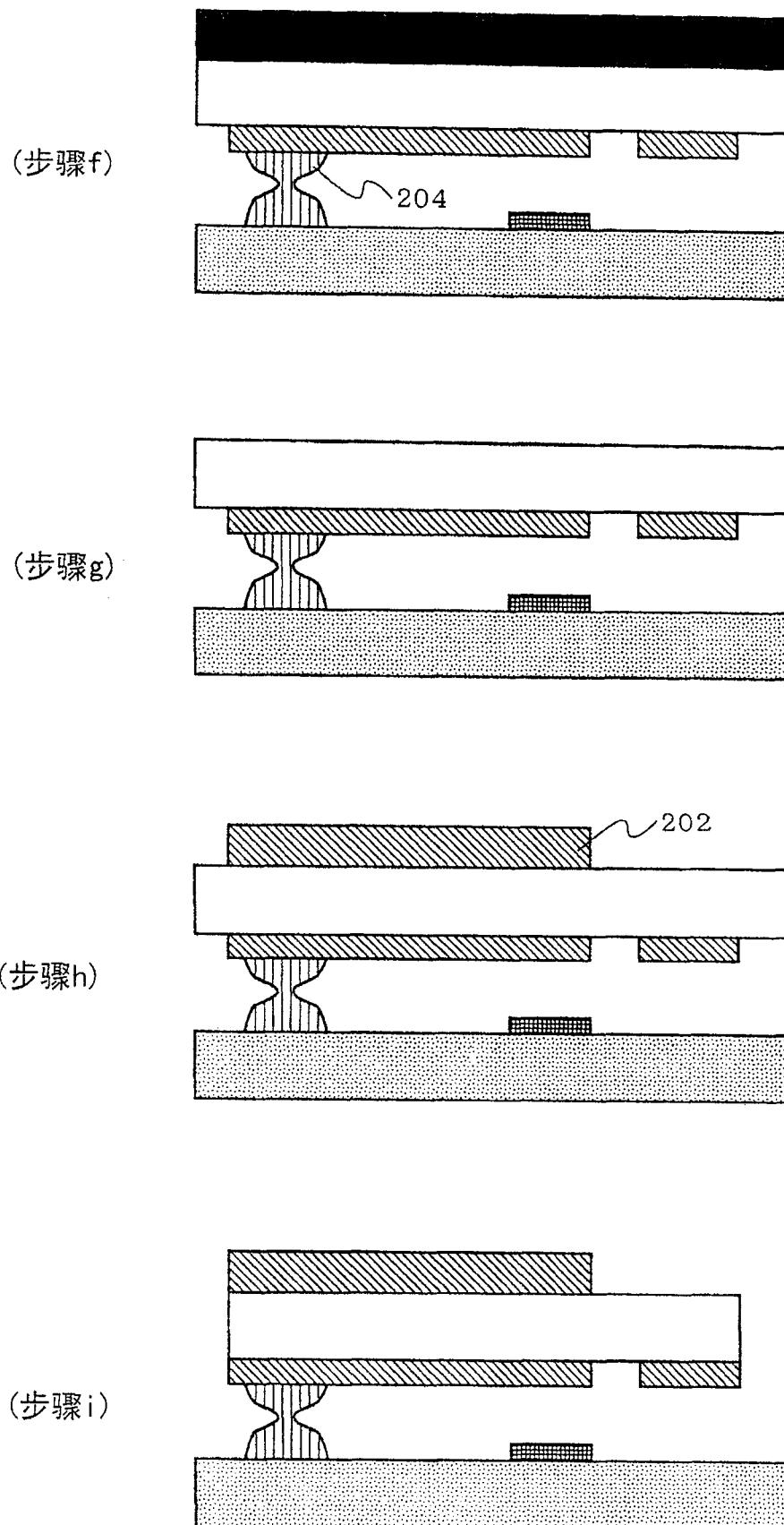


图 7B

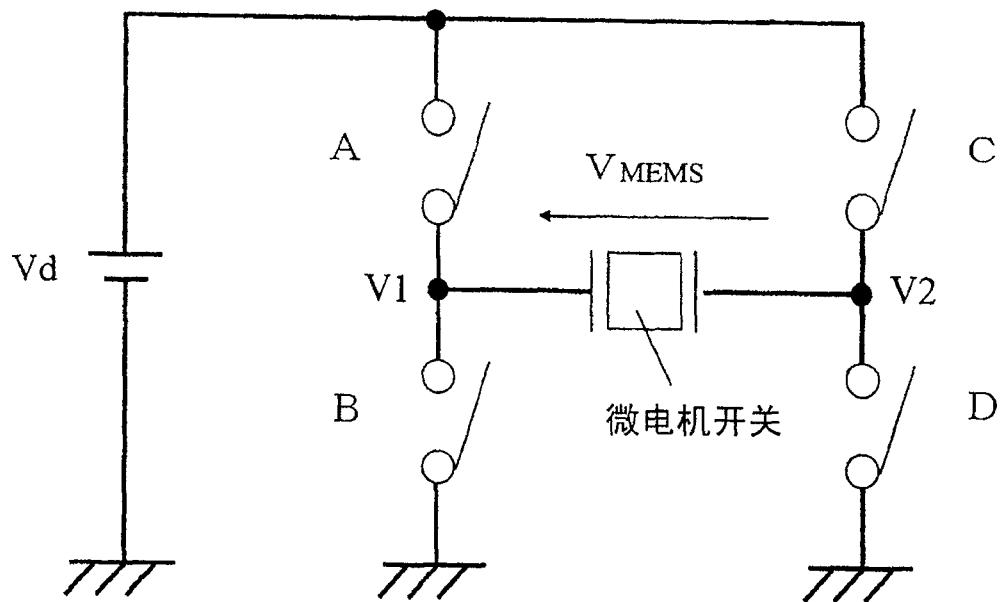


图 8A

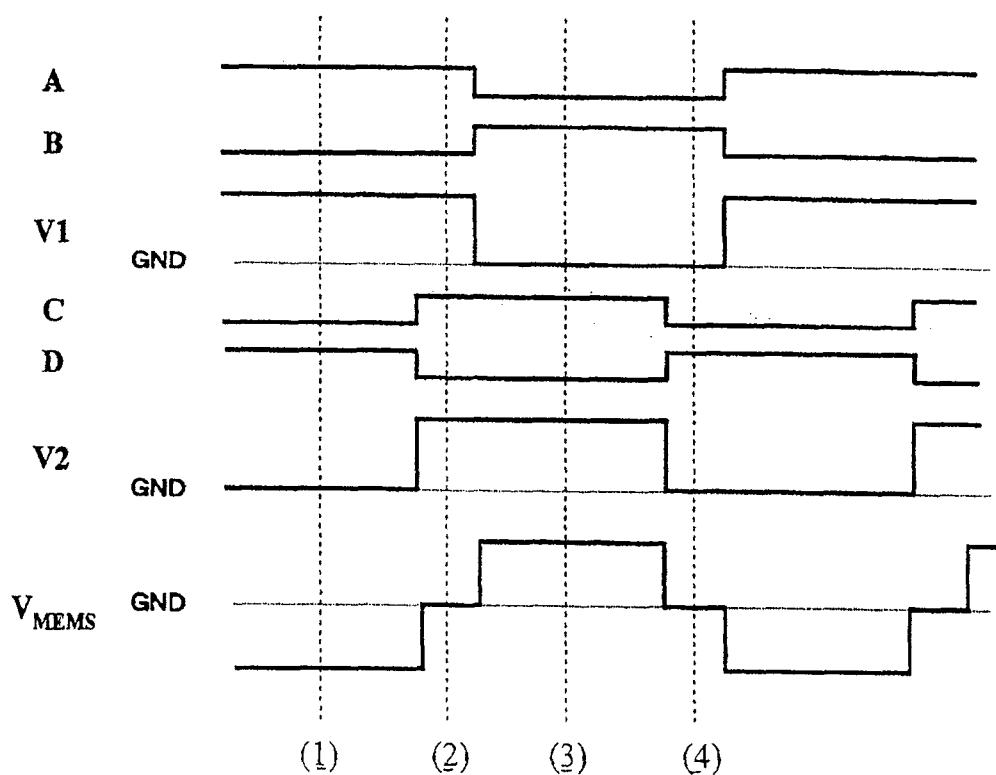


图 8B

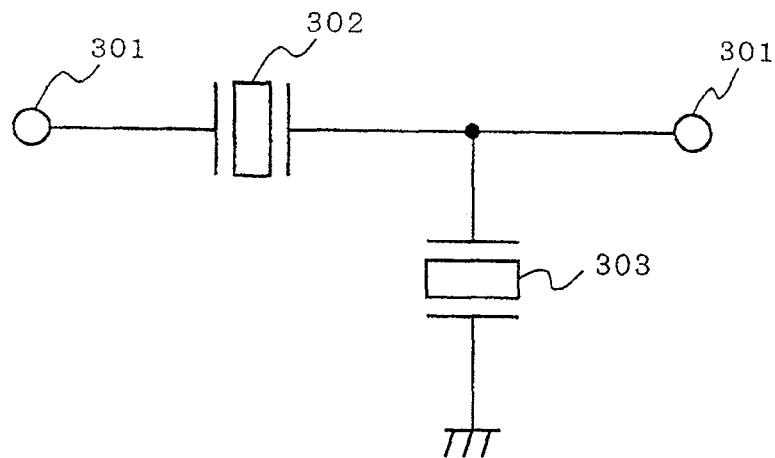


图 9

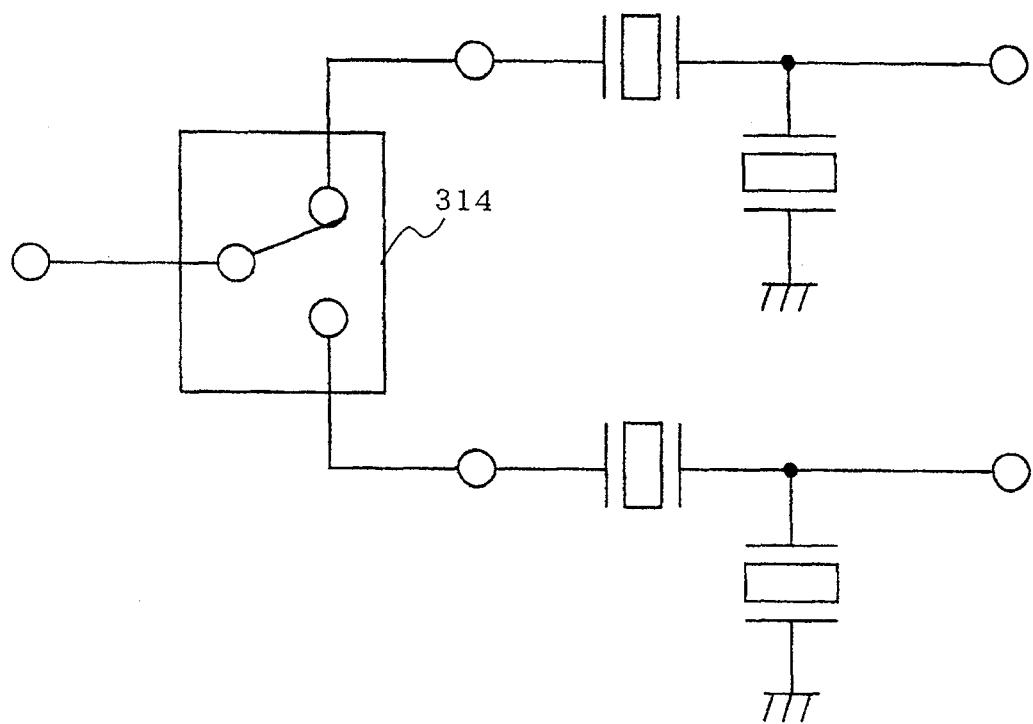


图 10

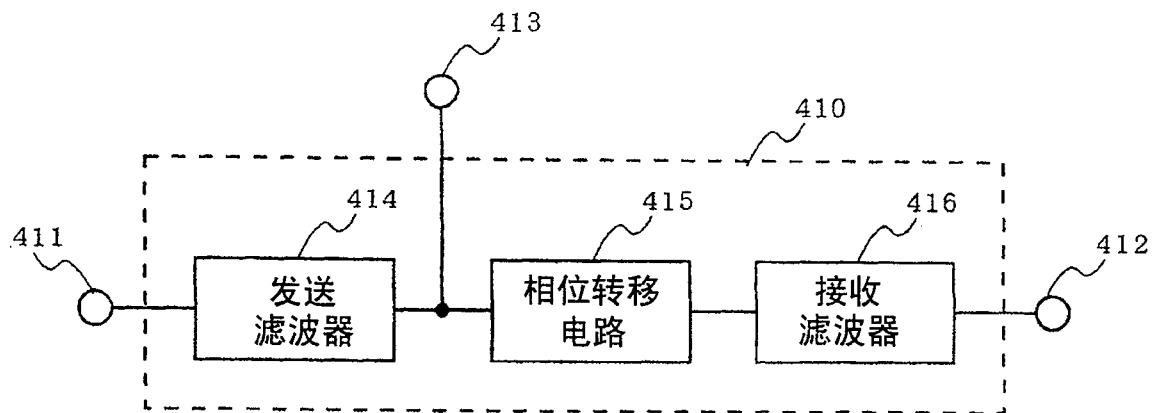


图 11

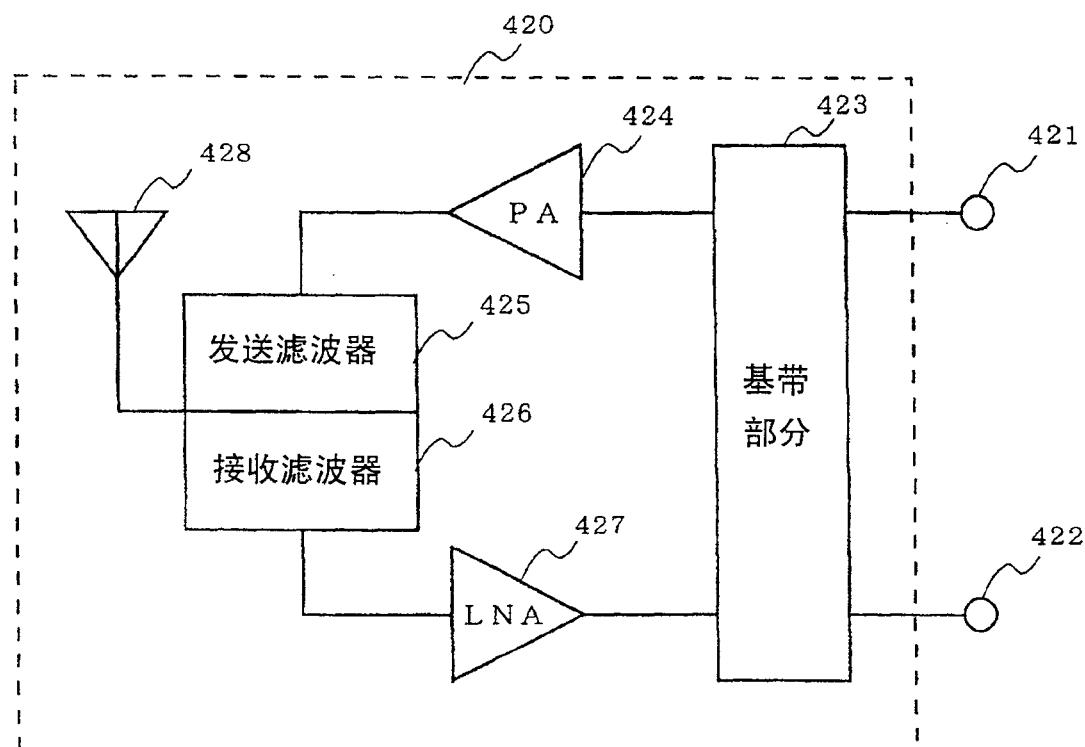


图 12

图 13A

现有技术

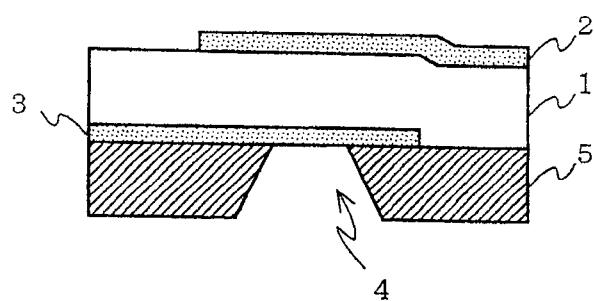


图 13B

现有技术

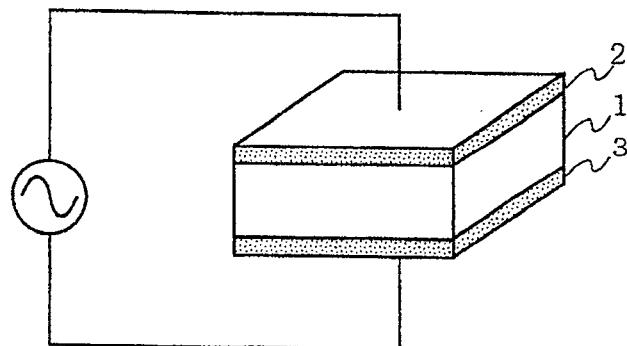


图 13C

现有技术

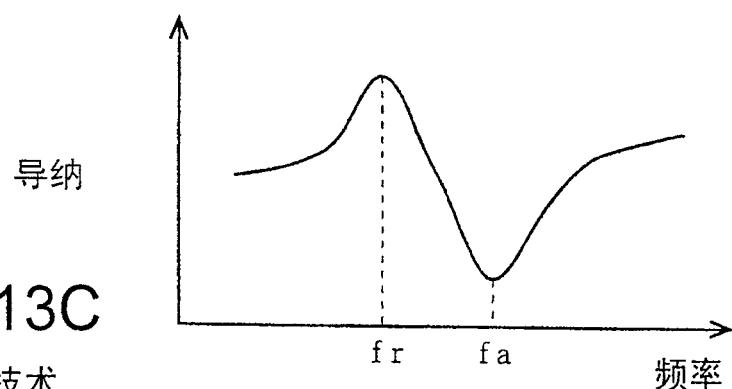
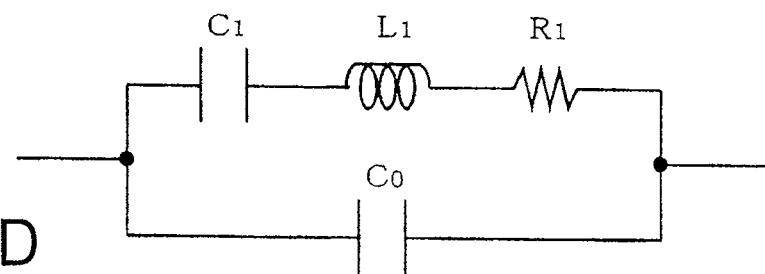


图 13D

现有技术



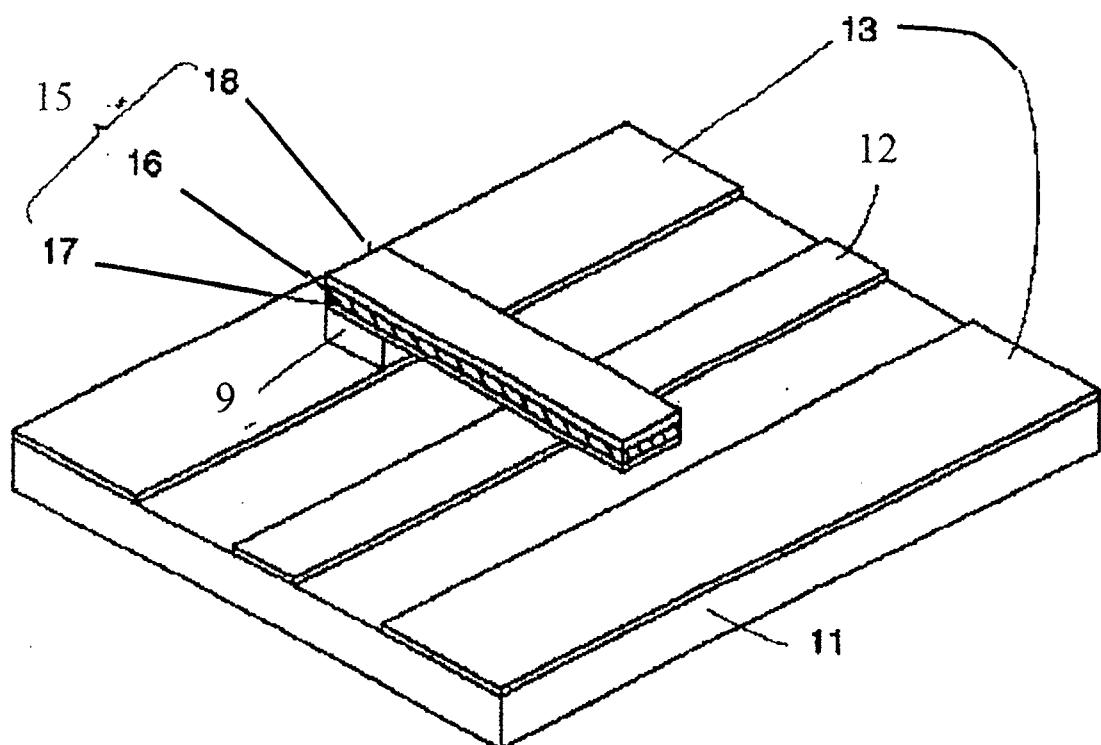


图 14

现有技术

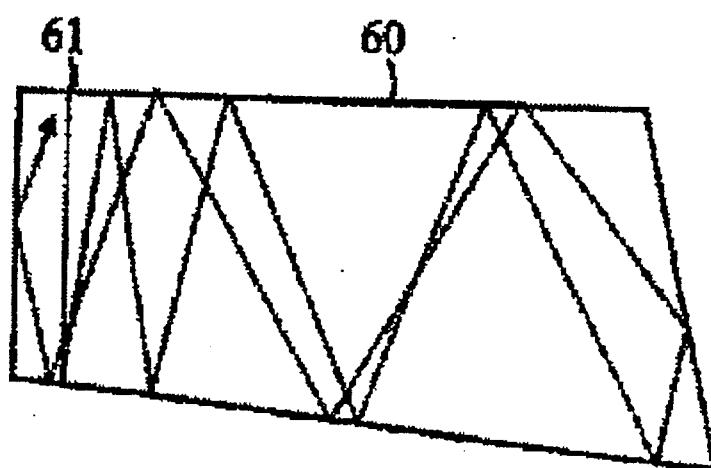


图 15

现有技术

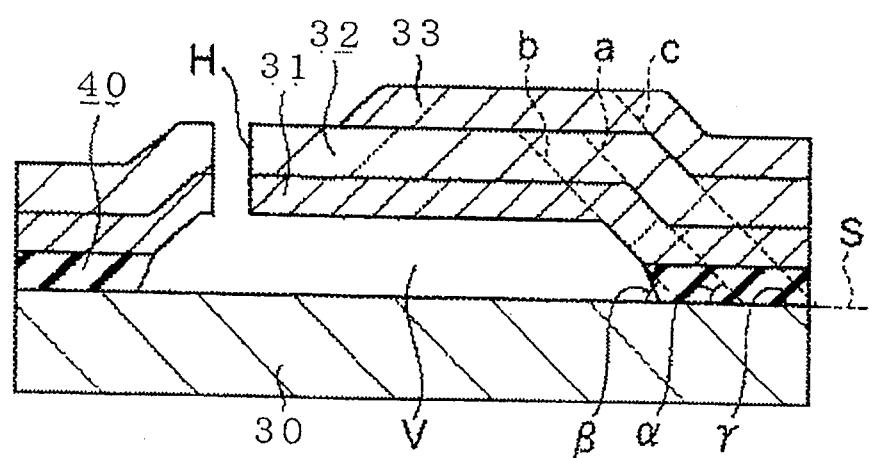


图 16

现有技术