(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 1599244 B
(45)授权公告日 2010.05.26

(21)申请号 200410078757.9

(22)申请日 2004.09.16

(30)优先权数据
2003-324399 2003.09.17 JP

(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 中冢宏 大西庆治 中村弘幸
山川岳彦

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 钱慰民

(51)Int.Cl.
H03H 9/17(2006.01)
H03H 9/54(2006.01)

(56)对比文件
US 5821833 A,1998.10.13, 说明书第1栏11-40行, 第3栏15-50行、附图1,3.
US 6472954 B1,2002.10.29, 说明书第1栏第11行至第3栏第16行、附图1-3.
US 4456850 A,1984.06.26, 说明书第3栏第54行至第4栏第38行、附图1,3.
同上.

审查员 徐蓉

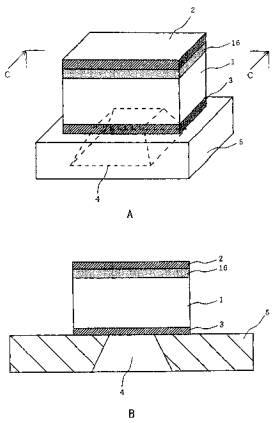
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 20 页

(54)发明名称

压电谐振器、滤波器和双工器

(57)摘要

本发明的压电谐振器构建成在其中形成谐振腔的基片上,以自底向上的顺序形成下部电极、压电体、寄生成分控制层和上部电极。该寄生成分控制层是控制寄生频率的层,由例如金属材料、绝缘材料或压电体材料构成。通过附加设置寄生成分控制层,可使由于不需要的变化产生的寄生频率的变化,变得比该压电谐振器的主谐振的谐振频率变化更大。因此,可实现具有在谐振频率fr和反谐振频率fa之间没有寄生成分产生的导纳频率响应的压电谐振器。



CN 1599244 B

1. 一种以预定频率振动的压电谐振器，其特征在于，所述谐振器包括：

基片，所述基片中形成有谐振腔；

振动部分，所述振动部分的形成位置是能够覆盖形成于所述基片中的所述谐振腔的位置，所述振动部分包括：

压电体；

在压电体顶部表面的方向形成的上部电极；

在压电体底部表面的方向形成的下部电极；和

寄生成分控制层，所述寄生成分控制层设置在所述上部电极和所述压电体之间，所述寄生成分控制层的形成位置在支撑所述振动部分的部分中的最大畸变点附近，并且在不支撑所述振动部分的部分中的最大振动点附近，用于移动产生寄生成分的频率，从而防止在谐振频率和反谐振频率之间产生寄生成分，支撑所述振动部分的部分中的最大畸变点是振动位移分布中的波节，并且不支撑所述振动部分的部分中的最大振动点是所述振动位移分布的波腹。

2. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于，进一步包括：

在所述上部电极的顶部表面上形成的第二压电体；和

在所述第二压电体的顶部表面上形成的第二上部电极。

3. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于，所述谐振腔穿透所述基片。

4. 一种滤波器，其特征在于，所述滤波器具有二个或多个梯形连接的如权利要求 1-3 中任意一个所述的压电谐振器。

5. 一种双工器，其特征在于，所述双工器包括：

发送滤波器，其具有二个或多个梯形连接的如权利要求 1-3 中任意一个所述的压电谐振器；

接收滤波器，其具有二个或多个梯形连接的如权利要求 1-3 中任意一个所述的压电谐振器；和

连接所述发送滤波器和所述接收滤波器的移相电路。

压电谐振器、滤波器和双工器

[0001] 发明背景

发明领域

[0002] 本发明涉及压电谐振器，尤其是涉及能够抑制寄生成分发生的压电谐振器，使用相同压电谐振器的滤波器和使用相同压电谐振器的双工器。

背景技术

[0003] 人们要求包括在诸如便携式设备的电子设备中的元件减小尺寸和重量。例如，要求便携式设备中使用的滤波器可准确地调节频率响应并减小尺寸。使用压电谐振器的滤波器被作为满足上述要求的示范滤波器而为人们所知（例如，见日本公开专利说明书No.60-68711）。

[0004] 在下文中，参考图10A-10D，将描述传统压电谐振器。图10A是表示传统压电谐振器500基础结构的剖视图。压电谐振器500通过在上部和下部电极502和503之间夹入压电体501来构建。压电谐振器500安装在具有其中形成谐振腔504的基片505上。谐振腔504可通过使用微切削加工方法从基片505的背面局部地蚀刻它来形成。当上部和下部电极502和503在厚度方向上施加电场时，导致压电谐振器500在厚度方向的振动。接下来，结合在无限板极的厚度方向的纵向振动，描述压电谐振器500的运行。

[0005] 图10B是用于解释传统压电谐振器500的运行的示意透视图。在压电谐振器500中，假如在上部和下部电极502和503之间施加电场，则在压电体501中电能被转换成机械能。在厚度方向引起机械振动，且所引起的振动像电场一样在相同的方向扩张和收缩。压电谐振器500通常利用在压电体501的厚度方向的谐振振动，并在其1/2波长等于压电谐振器500的厚度的频率上谐振。配置图10A中所示的谐振腔504，以确保在压电体501的厚度方向发生纵向振动。

[0006] 如图10D中所示，压电谐振器500的等价电路具有串联谐振部分和并联谐振部分。在等价电路中，串联谐振部分由电容C1、电感L1和电阻R1组成，且电容C0并联联接串联谐振部分。在这个电路的线路接法中，如图10C所示，等价电路的导纳频率特性曲线是在谐振频率fr导纳取最大值，在反谐振频率fa取最小值。在此，谐振频率fr和反谐振频率fa是下面的关系。

[0007] $$fr = 1/\{2\Pi\sqrt{L1\times C1}\}$$

[0008] $$fa=fr\sqrt{(1+C1/C0)}$$

[0009] 人们知道在应用如上所述的压电谐振器500到滤波器的情况下，从阻抗匹配的观点（例如，见日本公开专利说明书No.60-142607），有必要尽可能多地增加电极的尺寸。

[0010] 然而，假如电极尺寸增加了，则为了确保强度，电极和基片间的接触面积不可避免的被增加，所以容易激发寄生成分。实际上，压电谐振器部分地被固定在基片上，因此不是在厚度方向完全地产生自由纵向振动。

[0011] 如图11所示，振动部分分类成一端固定振动的部分A和二端自由地振动的部分B。

在部分 A 中，振动发生在谐振频率 f2，而在部分 B 中，振动发生在谐振频率 f1（图 11 表示在上述部分 A 和 B 的边界条件下，理想振动位移分布）。因此，假如电极尺寸增加，则压电谐振器在厚度方向易受如部分 A 振动和所期望振动的基本模式（1/2 波长模式，频率 f1）的影响，因此不需要的振动容易在主谐振频率（f1）的附近发生。这意味由于振动泄漏，理想地用于压电体中振动激励的能量被部分地损耗。

[0012] 因为在部分 A（谐振频率 f2）和部分 B（谐振频率 f1）之间谐振频率存在非常小的不同，所以发生了这种不需要振动，且基片的部分 A 中的振动泄漏导致寄生振动的激励。例如，假如在部分 B 发生谐振振动，则部分 A 的固定端（接触点 501a）限制部分 B 的振动，由于部分 B 的振动所导致的部分 A 的振动导致在 B 的谐振频率附近发生寄生成分。假如所导致的不需要振动，即寄生频率在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 间存在，则如图 12A 所示出现寄生成分 130。

[0013] 假如通过如图 12B 所示并联联接产生寄生成分 130 的压电谐振器形成滤波器，则如图 12C 所示，在通带的部分 140 产生不合乎要求的通过特性。这样的通过特性导致通信质量的降级。

[0014] 发明概述

[0015] 因此，本发明的一个目标是设置能够防止由于振动泄漏产生不需要振动，从而抑制寄生成分产生的压电谐振器，使用相同压电谐振器的滤波器和使用相同压电谐振器的双工器。

[0016] 本发明指的是以预定频率振动的压电谐振器。为了实现上述目标，本发明压电谐振器包括压电体、上部电极、下部电极、寄生成分控制层和基片。上部电极在压电体的顶部表面方向形成。下部电极在压电体的底部表面方向形成。为了防止寄生成分在谐振频率和反谐振频率间发生，形成寄生成分控制层。基片上层叠压电体、上部电极、下部电极和寄生成分控制层。注意：可以在上部电极的顶部表面上形成第二压电体，可进一步在第二压电体的顶部表面上形成第二上部电极。

[0017] 本发明的压电谐振器为以预定频率振动的压电谐振器，所述谐振器包括：基片，所述基片中形成有谐振腔；振动部分，所述振动部分的形成位置是能够覆盖形成于所述基片中的所述谐振腔的位置，所述振动部分包括：压电体；在压电体顶部表面的方向形成的上部电极；在压电体底部表面的方向形成的下部电极；和寄生成分控制层，所述寄生成分控制层设置在所述上部电极和所述压电体之间，所述寄生成分控制层的形成位置在支撑所述振动部分的部分中的最大畸变点附近，并且在不支撑所述振动部分的部分中的最大振动点附近，用于移动产生寄生成分的频率，从而防止在谐振频率和反谐振频率之间产生寄生成分，支撑所述振动部分的部分中的最大畸变点是振动位移分布中的波节，并且不支撑所述振动部分的部分中的最大振动点是所述振动位移分布的波腹。

[0018] 依照本发明的另一方面，提供了一种滤波器。所述滤波器具有二个或多个梯形连接的本发明所述的压电谐振器。

[0019] 依照本发明的再一方面，提供了一种双工器。所述双工器包括：发送滤波器，其具有二个或多个梯形连接的本发明所述的压电谐振器；接收滤波器，其具有二个或多个梯形连接的本发明所述的压电谐振器；和连接所述发送滤波器和所述接收滤波器的移相电路。

[0020] 可在上部电极和压电体之间的位置，压电体和下部电极之间的位置，上部电极顶

端表面上的位置，或下部电极和基片之间的位置，设置寄生成分控制层。可选地，可以在一个或多个上面列出的位置设置寄生成分控制层。在多个位置设置寄生成分控制层的情况下，寄生成分控制层最好在材料上彼此不同。同样，寄生成分控制层的厚度最好小于或等于压电体的厚度的五分之一。典型地，每个寄生成分控制层都由金属材料、绝缘材料或不同于压电体材料的压电材料组成。

[0021] 通常，基片在被下部电极覆盖的部分具有谐振腔。不穿透基片形成谐振腔，或穿透基片形成谐振腔。注意：替代形成谐振腔，可以在下部电极和基片之间设置声反射器(acoustic mirror)。声反射器通过交替地层叠高声阻抗层和低声阻抗层来构建。

[0022] 尽管上述本发明的压电谐振器自身充当滤波器，但是假如二个或多个压电谐振器以梯形联接，则可能实现具有多种频率响应的滤波器。同样，双工器可通过使用这种类型的滤波器分别作为发送和接收滤波器，和移相电路一起来构建。

[0023] 如上所述，本发明允许寄生频率的变化变得比谐振频率的变化和反谐振频率的变化更大，使得有可能从谐振频率和反谐振频率之间去除寄生成分，而不导致谐振频率和反谐振频率相当大的变化。因此，可获得在谐振频率和反谐振频率之间没有寄生成分存在的导纳曲线。

[0024] 结合附图，本发明这些和其他目标、特性、方面和优点通过接下来本发明的详细描述，将变得更加明显。

[0025] 附图简述

[0026] 图 1A 是根据本发明第一实施例的压电谐振器透视图。

[0027] 图 1B 是表示图 1A 所示压电谐振器的构造型式的视图。

[0028] 图 2A ～ 2C 用于解释图 1A 所示压电谐振器的运行。

[0029] 图 3A 和图 3B 是用于解释使用具有小机械品质因素的寄生成分控制层的优点的曲线图。

[0030] 图 4A ～ 4K 是根据本发明第二实施例显示压电谐振器多种结构型式的剖视图。

[0031] 图 5A ～ 5E 是根据本发明第三实施例显示压电谐振器多种结构型式的剖视图。

[0032] 图 6A ～ 6D 是根据本发明第四实施例显示压电谐振器多种结构模型的剖视图。

[0033] 图 7A 和 7B 是根据本发明第五实施例显示压电谐振器多种结构模型的剖视图。

[0034] 图 8A 和 8B 是每个表示包括本发明压电谐振器的示范滤波器的电路图。

[0035] 图 9 是表示包括本发明压电谐振器的示范双工器的电路图。

[0036] 图 10A ～ 10D 用于解释传统压电谐振器；和

[0037] 图 11 和图 12A ～ 12C 用于解释给传统压电谐振器带来的问题。

[0038] 较佳实施例描述

[0039] 在本发明中，为了实现抗寄生成分的压电谐振器，不防止寄生成分本身的发生，但控制导纳频率响应，使得寄生成分在从压电谐振器的谐振频率 fr 到反谐振频率 fa 的范围内频率之外的频率上发生。为了实现这样的控制，本发明的压电谐振器除了包括由下部电极、压电体和上部电极组成的基础结构之外，还包括控制寄生成分发生频率的寄生成分控制层。下面描述的是根据本发明附加包括寄生成分控制层的压电谐振器的结构。

[0040] 第一实施例

[0041] 图 1A 是根据本发明第一实施例的压电谐振器透视图。图 1B 是沿着图 1A 中所示

线 C-C 取的剖视图。在图 1A 和 1B 中，根据第一实施例的压电谐振器构建在其中设置谐振腔 4 的基片 5 上，以自底向上的顺序形成下部电极 3、压电体 1、寄生成分控制层 16 和上部电极 2。上部电极 2 和下部电极 3 由例如钼 (Mo) 组成。压电体 1 由例如诸如氮化铝 (AlN) 的压电材料组成。寄生成分控制层 16 由金属材料、绝缘材料或压电材料（不同于在压电谐振器中包括的压电体 1 的材料）组成。例如，寄生成分控制层 16 由二氧化硅 (SiO_2) 或氮化硅 (SiN)。注意：根据材料，寄生成分控制层 16 可被用作在压电谐振器产生过程中的蚀刻抑制器，从而简化产生过程。谐振腔 4 以例如垂直地穿透基片 5 的截平的锥体形式来设置。

[0042] 接下来，在描述根据第一实施例的压电谐振器之前，描述通过设置寄生成分控制层给压电谐振器来改变寄生成分发生频率的原理。

[0043] 在压电谐振器包括附加层，即由例如金属材料、绝缘材料或压电材料（不同于包括在压电谐振器中的压电体 1 的材料）组成的寄生成分控制层的情况下，由于压电体和附加层之间弹性常数和密度的不同，发生能量和频率的变化。

[0044] 现在考虑不包括寄生成分控制层的压电谐振器的谐振频率是 fr1，包括寄生成分控制层的压电谐振器的谐振频率是 fr2，动能是 K，势能是 P 的情况。在这种情况下，谐振频率的变化和能量的变化之间的关系用下面的表达式 (1) 来表示。表达式 (1) 可基于通过 Mason 的等价电路获得的谐振频率和能量的变化来导出。注意：在表达式 (1) 中，用标以撇号的符号 (primed symbol) 表示的能量是在寄生成分控制层产生的能量。

[0045] $$\frac{fr2-fr1}{fr1}=\frac{\Delta f}{\Delta fr1}\cong\frac{1}{2}\left(\frac{p'}{p}-\frac{k'}{k}\right) \qquad \cdots\cdots(1)$$

[0046] 从表达式 (1) 可知，假如向压电谐振器附加设置寄生成分控制层，则可能获得如下结果。

[0047] (A) 假如在最大畸变点（振动位移分布的波节）附近形成寄生成分控制层，则动能的增加可忽略不计，势能增加，从而增加谐振频率。

[0048] $\Delta f/fr1 \approx \Delta p/2p \quad \cdots\cdots (2)$

[0049] (B) 假如在最大振动点（振动位移分布的波腹）附近形成寄生成分控制层，则势能的增加可忽略不计，动能增加，从而降低谐振频率。

[0050] $\Delta f/fr1 \approx -\Delta K/2K \cdots\cdots (3)$

[0051] 由于如上所述的结果，所以假如在部分 A 中最大畸变点和部分 B 的最大振动点的附近位置形成寄生成分控制层，则谐振频率在产生寄生成分的源的部分 A 被增加，而在产生主谐振的源的部分 B 被降低。因此，可能设置寄生成分的频率远离主谐振的谐振频率。同样，即使在部分 A 和部分 B 两者的最大振动点附近位置形成寄生成分控制层，由于在这些部分中分布位移的分布不同，谐振频率的变化也存在差异。因此，可根据包括在压电谐振器的寄生成分控制层的位置，控制寄生成分发生的频率。因此，假如在适当的位置形成寄生成分控制层，可能实现具有在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间不发生寄生成分的导纳频率响应的压电谐振器。

[0052] 接下来描述如何通过根据第一实施例的压电谐振器来确实地获得上述结果。

[0053] 参考图 2A，由于压电体 1 和寄生成分控制层 16 之间的弹性常数和密度的不同，所以压电体 1 中的声速和寄生成分控制层 16 中的声速彼此相当地不同。同样，压电体 1 的绝

缘常数不同于寄生成分控制层 16 的绝缘常数。此外，关于压电效果的存在和不存在，压电体 1 和接收成分控制层 16 之间存在差异。

[0054] 如上所述，因为通过基片 5 支撑压电谐振器，所以产生寄生成分。由于支撑部分（例如固定端 5a）的振动产生寄生振动，而谐振腔 4 上具有二个自由端的部分在谐振频率 f1 的厚度方向纵向地振动。如图 2A 所示，假如压电谐振器被分成支撑压电谐振器的部分 A 和不支撑压电谐振器的部分 B，则在具有一侧在固定端 5a 固定的部分 A 中谐振频率 f2 的振动位移分布和在具有二个自由端的部分 B 中谐振频率 f1 的振动位移分布之间存在相当的差异。图 2A 中所示的符号 Mn、Sn1 和 Sn2 分别指示作为振动位移分布中波节的部分。波节是不振动的部分，且位于对其施加大畸变的最大畸变点。

[0055] 根据第一实施例的压电谐振器被构建为在上部和下部电极 2 和 3 之间（具体地说是在上部电极 2 和压电体 1 之间）形成寄生成分控制层 16，因此大大影响了振动的激励。现在假设部分 B 的厚度对应在谐振频率 f1 振动的 1/2 波长和部分 A 的厚度对应在谐振频率 f2 振动的 3/4 波长的示范场合。比较部分 B 的谐振频率 f1 和部分 A 的谐振频率 f2，发现部分 A 的谐振频率 f2 高于部分 B 的谐振频率 f1，因为部分 A 在下部电极 3 和基片 5 之间接口处具有固定端 5a（图 2A）。此外，与部分 B 的谐振频率 f1 相比，部分 A 的谐振频率 f2 更容易影响弹性常数、绝缘常数和附加设置的寄生成分控制层的压电效果的存在和不存在，因为部分 A 和部分 B 在振动波节的位置彼此不同。结果，在谐振频率 f2 的振动位移分布比在谐振频率 f1 的振动位移分布变化得更大。因此，在寄生成分控制层 16 被附加设置的场合，与没有附加设置寄生成分控制层 16 的场合相比，通过支撑部分（例如固定端 5a）导致部分 B 振动的影响有相当的变化。由于上述效应，由于附加寄生成分控制层 16 导致的寄生频率振动大于由于附加寄生成分控制层 16 导致的主谐振的谐振频率振动。

[0056] 特别是，本发明通过附加地设置考虑振动位移分布的寄生成分控制层 16，实现了上述效果，使因为通过部分 A 中基片 5 支撑下部电极 3 而产生的寄生成分，在除了谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之外的频率发生。在上面的例子中，尽管部分 A 的谐振频率 f2 对应 3/4 波长振动，但为实现本发明的效果的谐振不局限于如上所述的 3/4 波长谐振（f2）。在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间没有发生寄生成分、具有导纳响应的压电谐振器，考虑到在下部电极 3 和基片 5 不接触的部分 B 和下部电极 3（在底部）与基片 5 接触的部分 A 之间位移分布的差异，可以通过附加地设置寄生成分控制层 16 来实现。

[0057] 因此，在第一实施例中，在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间没有发生由于不需要振动导致的寄生成分 13、具有导纳频率响应（图 2B）的压电谐振器，可能通过适当地选择压电体 1 和寄生成分控制层 16 的厚度来实现。同样，通过使用这样的压电谐振器，可能实现具有平坦通过特性曲线（图 2C）的滤波器。同样，如第一实施例所述，假如在压电体 1 和上部电极 2 之间形成寄生成分控制层 16，则可能解决压电体 1 和上部电极 2 之间黏着强度不足和不可靠的传统问题。因此，可能增加压电谐振器的可靠性。

[0058] 注意：被附加设置给压电谐振器的寄生成分控制层，在数量、位置、类型、厚度等等方面，不局限于第一实施例，其可以根据所期望的目的和结果（如在下面将描述地第二实施例中）而自由地设置。尽管对于形成寄生频率等于或大于反谐振频率 fa 的寄生成分控制层的情况，描述了第一实施例，但也可以形成寄生频率低于谐振频率 fr 的寄生成分控制层。

[0059] 压电体 1 谐振频率的温度系数通常是不可忽视的。因此，假如寄生成分控制层 16 由例如 SiO_2 组成，则可能补偿压电体 1 的弹性常数的温度特性，从而减小压电谐振器谐振频率相对于温度的变化。结果，可能改善谐振频率的温度特性，从而有效地实现温度补偿。

[0060] 假设寄生成分控制层 16 的厚度是 t1，压电体 1 的厚度是 t2，厚度间比率 t1/t2 最好小于或等于 1/5。假如以这种方式选择寄生成分控制层 16 的厚度，则可能不降低导纳频率响应实现控制寄生频率的效应。

[0061] 基本上，寄生成分控制层 16 最好由具有机械品质因素高于压电体 1 材料的机械品质因素的绝缘材料组成。在这样的情况下，假如压电谐振器用于滤波器，则谐振器的 Q 值被增加，使得可能获得更陡峭边缘特性 (skirt characteristics)。然而，根据寄生成分控制层的特性 (图 3A)，产生的寄生成分 13 的 Q 值可以高的，即使寄生成分超出谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间的范围。在这样的情况下，即使使用具有高 Q 值的压电谐振器构成滤波器，通过特性被恶化的部分 14 可在通带外侧发生，使得难以确保所期望的衰减量 (图 3B)。在这样的情况下，通过选择寄生成分控制层的材料具有低于压电体 1 材料的机械品质因素，有可能抑制寄生成分 13 自身的振动 (见图 2C)。

[0062] 第二实施例

[0063] 对在第一实施例中描述的压电谐振器的另一个结构型式来描述第二实施例。注意 :在第二实施例中描述的结构型式仅仅是一个例子，可以想象各种其他的结构型式。

[0064] (1) 在一个示范结构中，在下部电极 3 和基片 5 之间设置寄生成分控制层 6，在上部电极 2 和压电体 1 之间设置寄生成分控制层 16(图 4A)。采用这种结构，可增加压电谐振器和基片 5 之间的黏着强度，同时保持防止在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间发生任何寄生成分的效果，从而可增加压电谐振器的可靠性。注意 :寄生成分控制层 6 和寄生成分控制层 16 可以是或可以不是由相同的材料组成。

[0065] (2) 在一个示范结构中，在压电体 1 和下部电极 3 之间设置寄生成分控制层 16(图 4B)。采用这种结构，与在压电体 1 和上部电极 2 之间设置寄生成分控制层 16 的情况相比，可使波节 Sn2 和寄生成分控制层 16(图 4B) 间的距离短于波节 Sn1 和寄生成分控制层 16(图 2A) 间的距离。因此，与根据第一实施例的压电谐振器相比较，具有这种结构的压电谐振器实现大的寄生频率控制效果。同样，通过在压电体 1 和下部电极 3 之间设置寄生成分控制层 16，可解决由于压电体 1 和下部电极 3 之间不理想的黏着强度导致可靠性降低的传统问题，从而可增加压电谐振器的可靠性。

[0066] (3) 在一个示范结构中，在下部电极 3 和基片 5 之间设置寄生成分控制层 6，在压电体 1 和下部电极 3 之间设置寄生成分控制层 16(图 4C)。采用这种结构，可增加压电谐振器和基片 5 之间的黏着强度，同时保持防止在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间发生任何寄生成分的效果，从而可增加压电谐振器的可靠性。注意 :寄生成分控制层 6 和寄生成分控制层 16 可以是或可以不是由相同的材料组成。

[0067] (4) 在一个示范结构中，在下部电极 3 和基片 5 之间设置寄生成分控制层 6，在上部电极 2 和压电体 1 之间和压电体 1 和下部电极 3 之间设置寄生成分控制层 16(图 4D)。在这种结构中，在压电体 1 上面和下面设置的二个寄生成分控制层 16 相当地影响寄生成分的激励，从而容易实现防止在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间发生任何寄生成分的效果。注意 :寄生成分控制层 6 和寄生成分控制层 16 可以是或可以不是由相同的材料组成。尤其

是，在寄生成分控制层 16 由压电材料组成的情况下，仅压电体在上部电极 2 和下部电极 3 之间存在。因此，可在不降低导纳频率响应下实现控制寄生频率的效果。寄生成分控制层由具有高机械品质因素的金属材料组成，所以能够获得具有高 Q 值的压电谐振器。

[0068] (5) 在一个示范结构中，在上部电极 2 的顶端设置寄生成分控制层 6，在压电体 1 和下部电极 3 之间设置寄生成分控制层 16（图 4E）。这种结构有利于通过寄生成分控制层 6 保护上部电极 2 的顶部表面。注意：寄生成分控制层 6 和寄生成分控制层 16 可以是或可以不是由相同的材料组成。

[0069] (6) 在一个示范结构中，上部电极 2 和上部寄生成分控制层 16 在底部面积内不同于压电体 1、下部电极 3、寄生成分控制层 6 和下部寄生成分控制层 16（图 4F）。在这种结构中，压电体 1 形成为使得在水平方向向外扩展超过上部电极 2 的边缘。位于在水平方向超过边缘的压电体 1 的部分不振动，因此上部电极 2 的边缘被抑制自由地振动，导致进一步减少由于支撑压电谐振器的基片 5 的部分纵向振动产生的寄生成分。同样，位于在水平方向超过边缘的压电体 1 的部分，阻止在水平方向传播的振动反射，导致由于在水平方向传播的振动而产生的寄生成分。注意：通过图 4F 所示压电谐振器实现的寄生频率控制效果与通过图 4D 所示压电谐振器实现的效果一样。

[0070] (7) 在一个示范结构中，以截平的锥体以外的形态设置谐振腔 4（图 4G 和 4H）。在这种结构中，可在基片 5 中设置谐振腔 4，使其具有矩形横截面（图 4G）。尽管前面已描述了谐振腔 4 垂直穿透基片 5，但是谐振腔 4 可在基片 5 的顶端表面形成，使其不穿透基片 5（图 4H）。甚至如此形式的谐振腔可确保压电谐振器的自由振动。

[0071] (8) 在一个示范结构中，压电体 1、上部电极 2、下部电极 3 和寄生成分控制层 6 和 16 在底部面积等同于基片 5（图 4I-4K）。在图 4A-4H 中，压电体 1、上部电极 2、下部电极 3 和寄生成分控制层 6 和 16 在底部面积不同于基片 5。然而，即使压电体 1、上部电极 2、下部电极 3 和寄生成分控制层 6 和 16 在底部面积等同于基片 5，也可以实现如上所述的效果。

[0072] 注意：具有在压电体 1 和下部电极 3 之间设置寄生成分控制层 16 的结构的压电谐振器中，可不仅控制由于纵向振动导致的寄生成分，而且可控制由于横向振动导致的寄生成分。

[0073] 第三实施例

[0074] 图 5A 是表示根据本发明第三实施例的压电谐振器示范结构型式的剖视图。在图 5A 中，根据第三实施例的压电谐振器构建成在其中设置谐振腔 4 的基片 5 上，下部电极 3、寄生成分控制层 16、压电体 1、上部电极 2、附加压电体 51 和附加电极 52 上以由底向上的顺序形成。上部电极 2、下部电极 3 和附加电极 52 由例如钼 (Mo) 组成。压电体 1 和附加压电体 51 由例如诸如氮化铝 (AlN) 的压电材料组成。寄生成分控制层 16 由金属材料、绝缘材料或压电材料（不同于在压电谐振器中包括的压电体 1 的材料）组成。例如，寄生成分控制层 16 由二氧化硅 (SiO2) 或氮化硅 (SiN)。注意：根据材料，寄生成分控制层 16 可被用作在压电谐振器生产过程中的蚀刻抑制器，从而简化生产过程。谐振腔 4 以例如垂直地穿透基片 5 的截平的锥体形式来设置。

[0075] 在根据第三实施例的压电谐振器中，附加电极 52、附加压电体 51 和上部电极 2 形成第一个振动部分 101。同样，上部电极 2、压电体 1、寄生成分控制层 16 和下部电极 3 形成第二个振动部分 102。在这种结构中，在附加电极 52 和上部电极 2 之间施加的电能通过

第一个振动部分 101 被转换成机械能，然后发送到第二个振动部分 102。在第二个振动部分 102 中，发送的机械能被逆向转换成电能，并从上部电极 2 和下部电极 3 释放。同样，在这种结构中，通过设置如第一实施例中的寄生成分控制层 16，可使产生的寄生频率的变化变得比压电谐振器的主谐振的谐振频率变化更大。

[0076] 因此，可防止在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间发生由于固定部分影响而产生的任何寄生成分。因此，可获得在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间没有寄生成分存在的导纳曲线。通过使用具有这样压电谐振器的滤波器，可能获得平坦的通过特性曲线。注意：图 5B-5E 是表示根据第三实施例的压电谐振器的其他示范结构型式的视图。

[0077] 第四实施例

[0078] 图 6A 是表示根据本发明第四实施例的压电谐振器示范结构型式的剖视图。在图 6A 中，根据第四实施例的压电谐振器构建成在基片 5 上，声反射器 60、下部电极 3、寄生成分控制层 16、压电体 1 和上部电极 2 以由底向上的顺序形成。上部电极 2 和下部电极 3 由例如钼 (Mo) 组成。压电体 1 由例如诸如氮化铝 (AIN) 的压电材料组成。寄生成分控制层 16 由金属材料、绝缘材料或压电材料（不同于在压电谐振器中包括的压电体 1 的材料）组成。例如，寄生成分控制层 16 由二氧化硅 (SiO2) 或氮化硅 (SiN)。注意：根据材料，寄生成分控制层 16 可被用作在压电谐振器生产过程中的蚀刻抑制器，从而简化生产过程。

[0079] 声反射器 60 起着和谐振腔 4 一样的作用，可操作地阻止 (trap) 在振动部分 10 中振动部分 10 的谐振振动。通过层叠至少各具有不同于其他层声阻抗的二种类型层来构建声反射器 60。在这个例子中，低声阻抗层 61 和高声阻抗层 62 互相交替。低声阻抗层 61 和高声阻抗层 62 的每层具有等于相应波长的 1/4 的厚度。低声阻抗层 61 位于低电极 3 下面。在这个结构中，可能允许压电谐振器在 λ/2 模式谐振。同样在这个结构中，通过设置如第一实施例中的寄生成分控制层 16，可使产生的寄生频率的变化变得比压电谐振器的主谐振的谐振频率变化更大。

[0080] 因此，可防止在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间发生由于固定部分影响而产生的任何寄生成分。因此，可获得在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间没有寄生成分存在的导纳曲线。通过使用具有这样压电谐振器的滤波器，可获得平坦的通过特性曲线。注意：图 6B-6D 是表示根据第四实施例的压电谐振器的其他示范结构型式的视图。

[0081] 注意：用于第四实施例的寄生成分控制层，与压电体 1、上部电极 2 和下部电极 3 的声阻抗比较，最好由在厚度方向以外的方向上具有低声阻抗的材料组成。厚度方向和其他方向（例如沿视线方向）间声阻抗的不同用于防止在谐振频率和反谐振频率之间产生由于横向效应而造成的任何寄生振动。对于其他类型的振动，可通过使用声阻抗的差异来实现类似的效果。尽管已对在 λ/2 模式谐振的示范压电谐振器描述了第四实施例，可用在 λ/4 模式谐振的压电谐振器来实现用这类压电谐振器实现的效果的类似效果。

[0082] 第五实施例

[0083] 在第五实施例中描述的是根据图 4D 中所示第二实施例的压电谐振器的有效结构。图 7A 是表示根据本发明第五实施例的压电谐振器示范结构型式的剖视图。图 7B 是图 7A 中所示圈出部分的放大视图。在图 7A 中，根据第五实施例的压电谐振器构建成三个寄生成分控制层 6，16 和 26 彼此在厚度上不同。由于厚度的不同，振动位移分布变化如图 7B 所示。这是因为声速在上部电极 2、压电体 1 和寄生成分控制层 6 之间不同，导致位移分布的

梯度对每个材料是不同的。注意：在这个例子中寄生成分控制层 6，16 和 26 由具有小于压电体 1 弹性常数（杨氏系数）的弹性常数的材料组成。因此，可根据位移分布，阻止在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间发生由于固定部分影响而造成的任何寄生成分。

[0084] 在此，寄生成分控制层 6，16 和 26 可以由金属材料、绝缘材料或压电材料（其不同于包括在压电谐振器中压电体 1 的材料）组成。在寄生成分控制层 6，16 和 26 由在弹性常数和密度（附加地，绝缘常数和 / 或压电效应）上不同于振动部分材料的材料组成的场合，可根据材料间弹性常数和密度（附加的，绝缘常数和 / 或压电效应）不同，阻止在谐振频率 fr 和反谐振频率 fa 之间发生由于被固定部分影响而造成的任何寄生成分。

[0085] 注意：寄生成分控制层 6，16 和 26 在材料上彼此不同。在这样的情况下，通过选择寄生成分控制层 6，16 和 26 的厚度和材料可实现较大的效果，使部分 A 中振动波节的位置和部分 B 中振动波腹的位置彼此更加接近。

[0086] 包括压电谐振器的示范滤波器

[0087] 图 8A 是表示包括本发明压电谐振器的示范滤波器 7 的电路图。图 8A 中所示滤波器 7 是单级梯形滤波器，其中压电谐振器联接形成 L 形状。联接第一个压电谐振器 71 来作为串联谐振器运行。具体地说，在输入端 73 和输出端 74 之间串联联接第一压电谐振器 71。联接第二压电谐振器 72 来作为并联谐振器运行。具体地说，在地平面和从输入端 73 到输出端 74 的通路之间联接第二压电谐振器 72。根据寄生频率理想地控制第一压电谐振器 71 和第二压电谐振器 72，因此可实现具有符合要求的频率响应的滤波器 7。

[0088] 注意：尽管前面已经描述了示范 L 型梯形滤波器，可以用例如 T 或 Π 型梯形滤波器或格型 - 梯形滤波器来实现用 L 型梯形滤波器实现的效果的类似效果。同样，梯形滤波器可以是如图 8B 所示的多级滤波器或格型滤波器。

[0089] 包括压电谐振器的示范双工器

[0090] 图 9 表示了包括在图 8B 中所示的多级梯形滤波器的双工器 9。双工器 9 包括：由多个压电谐振器组成的 Tx 滤波器（发送滤波器）91；由多个压电谐振器组成的 Rx 滤波器（接收滤波器）92；和由二根传输线组成的相移电路 93。Tx 滤波器 91 和 Rx 滤波器 92 包括根据寄生频率最理想控制的压电谐振器，因此可实现具有符合要求的频率响应的双工器 9。注意：双工器 9 在滤波器的数量和包括在滤波器中压电谐振器的级数方面不受限于图 9，并能够自由地设计。

[0091] 虽然已经详细描述了本发明，但是前面的描述在所有方面是例示性的且不受限制。应理解成在不脱离本发明的范围下，可设计许多其他的修改和变化。

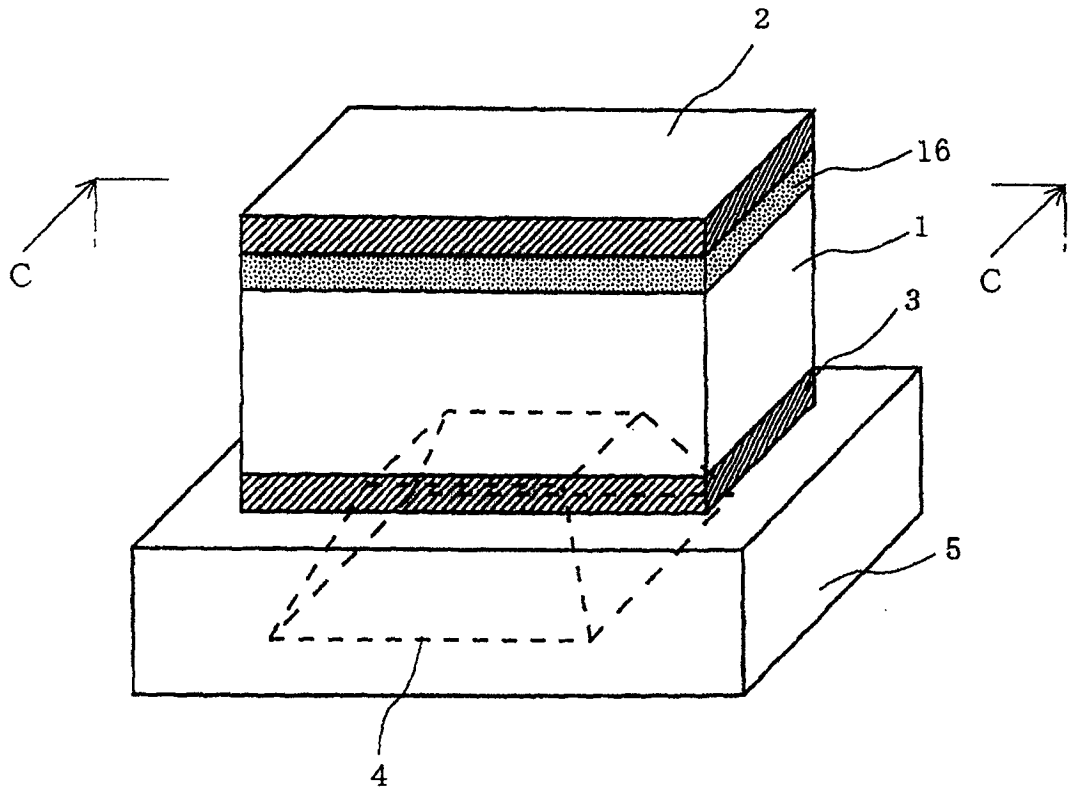


图 1A

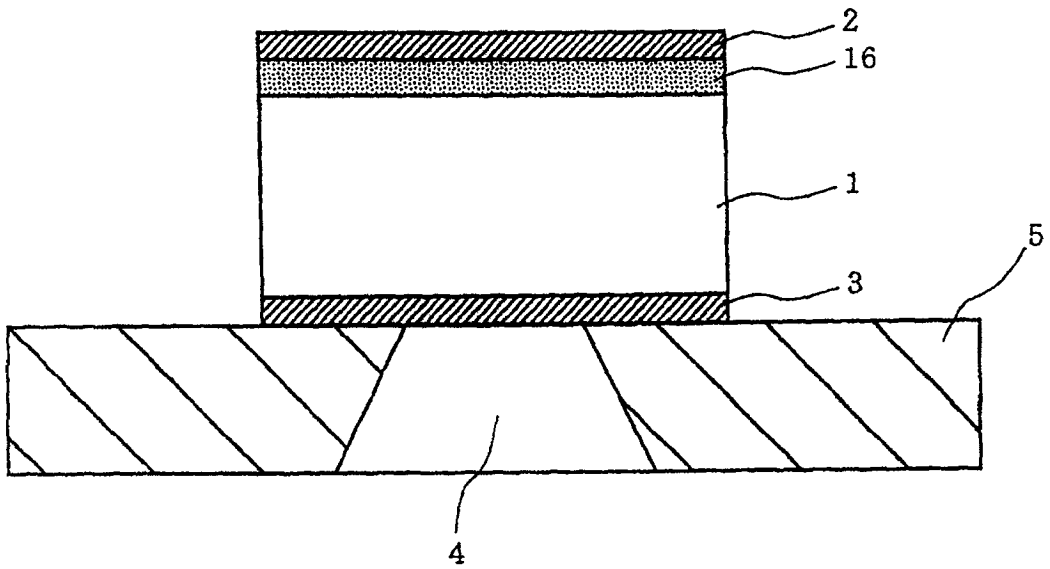


图 1B

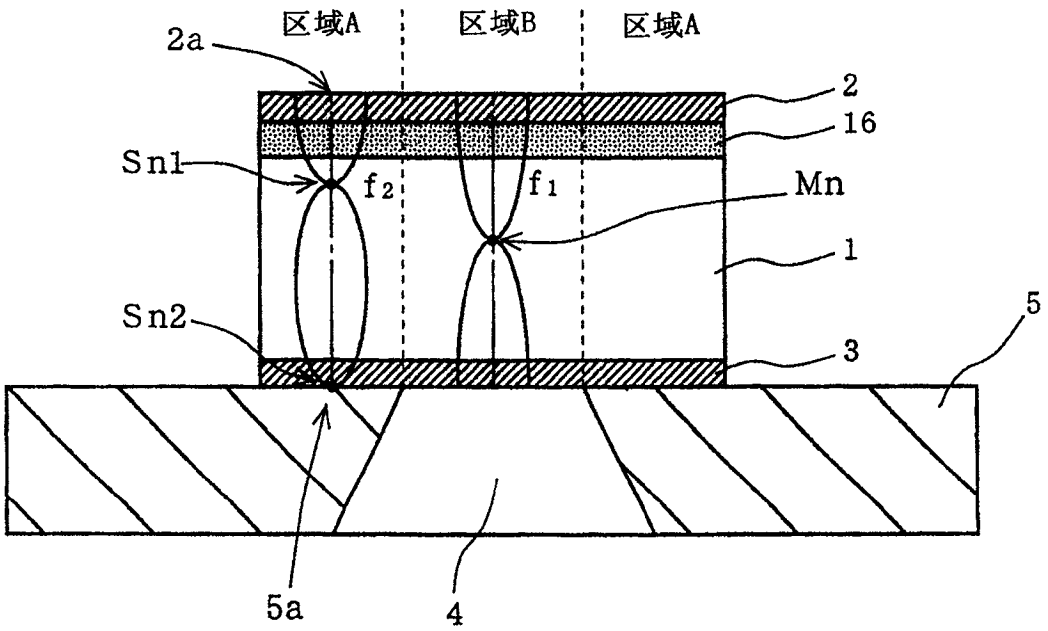


图 2A

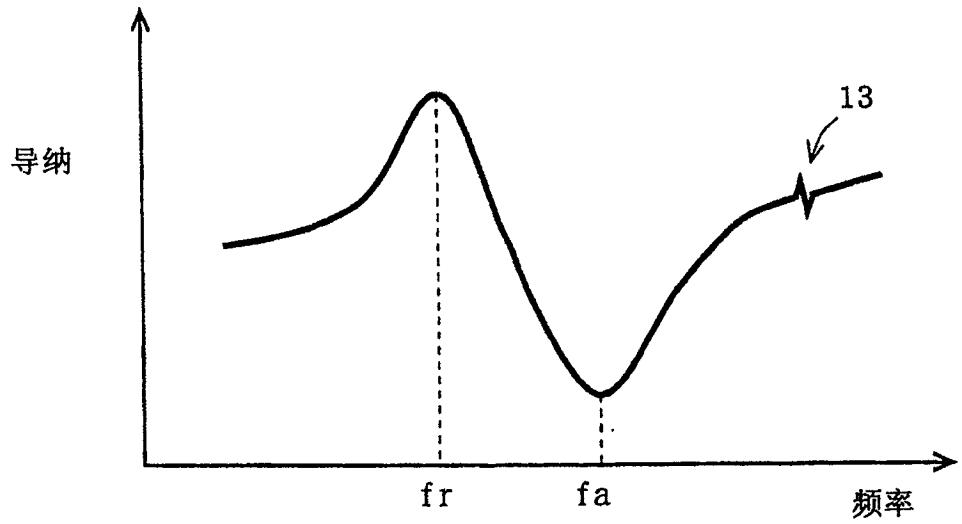


图 2B

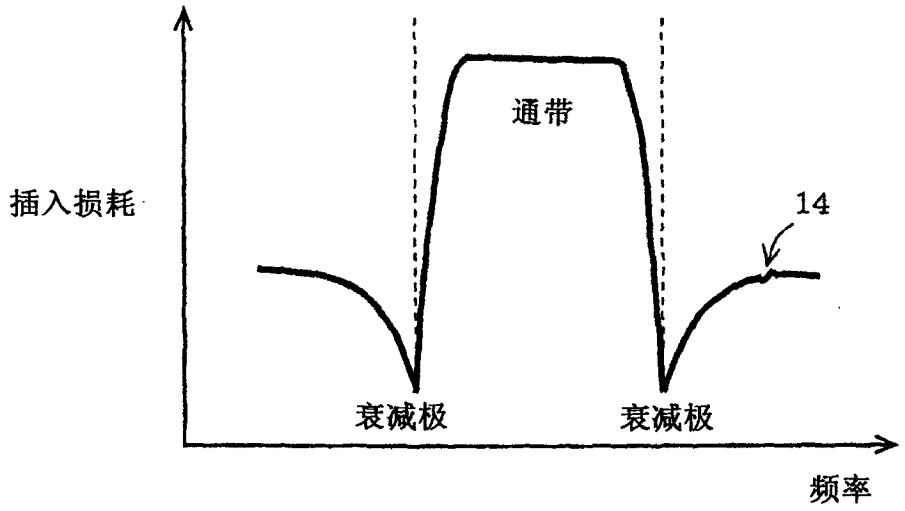


图 2C

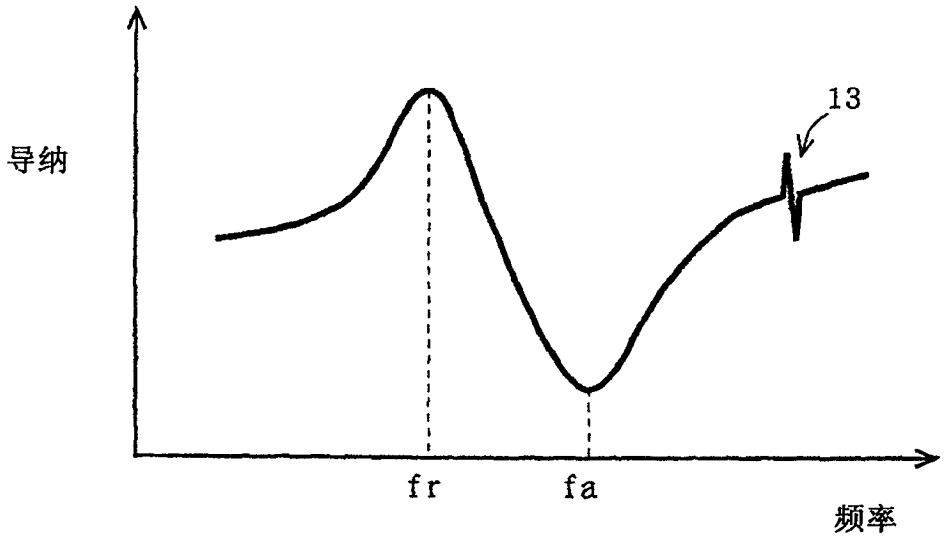


图 3A

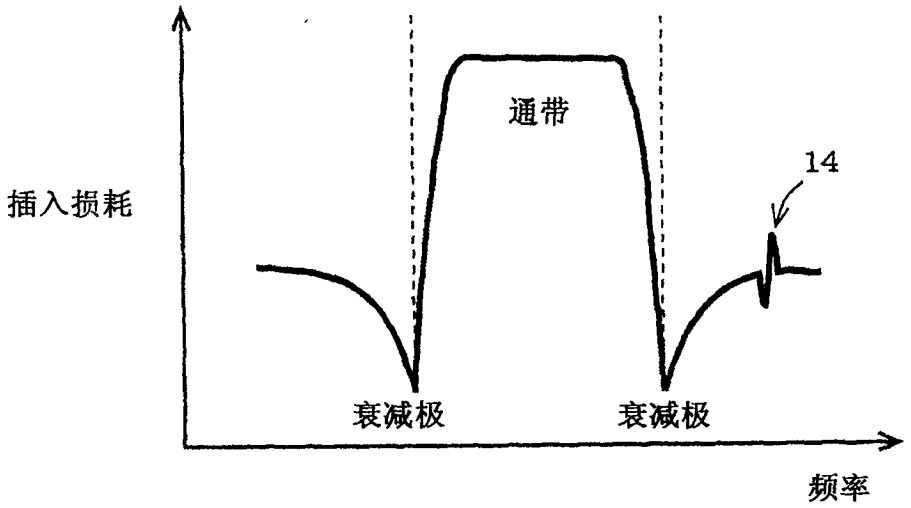


图 3B

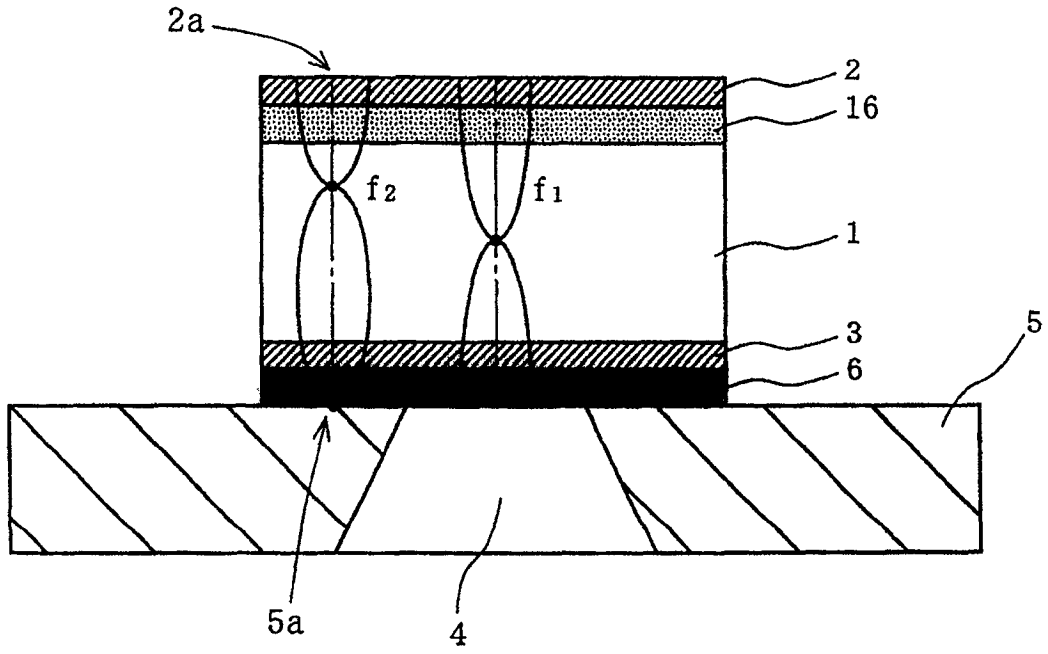


图 4A

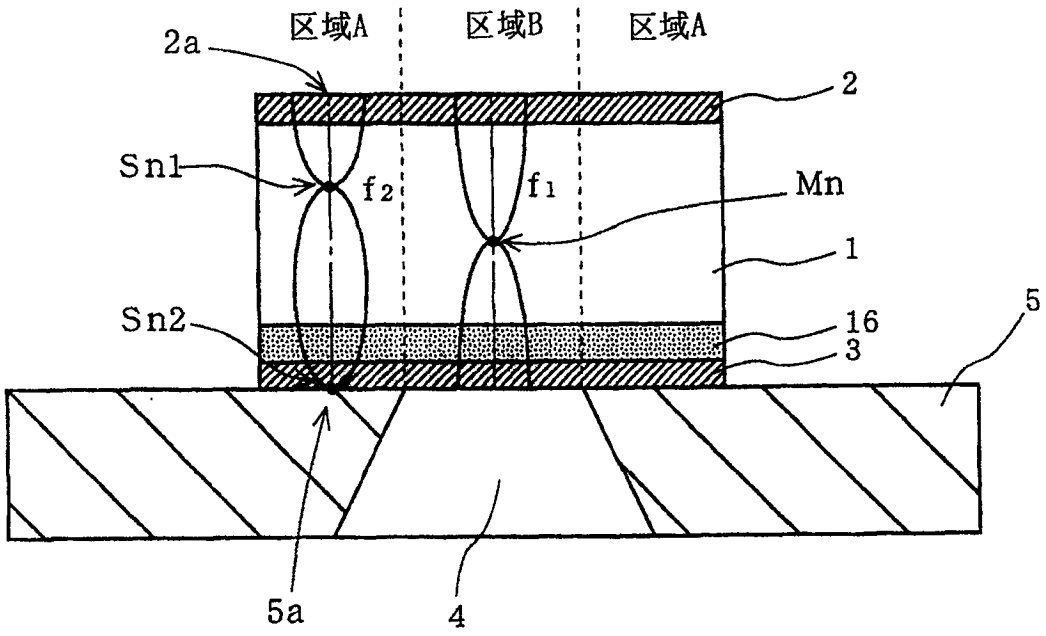


图 4B

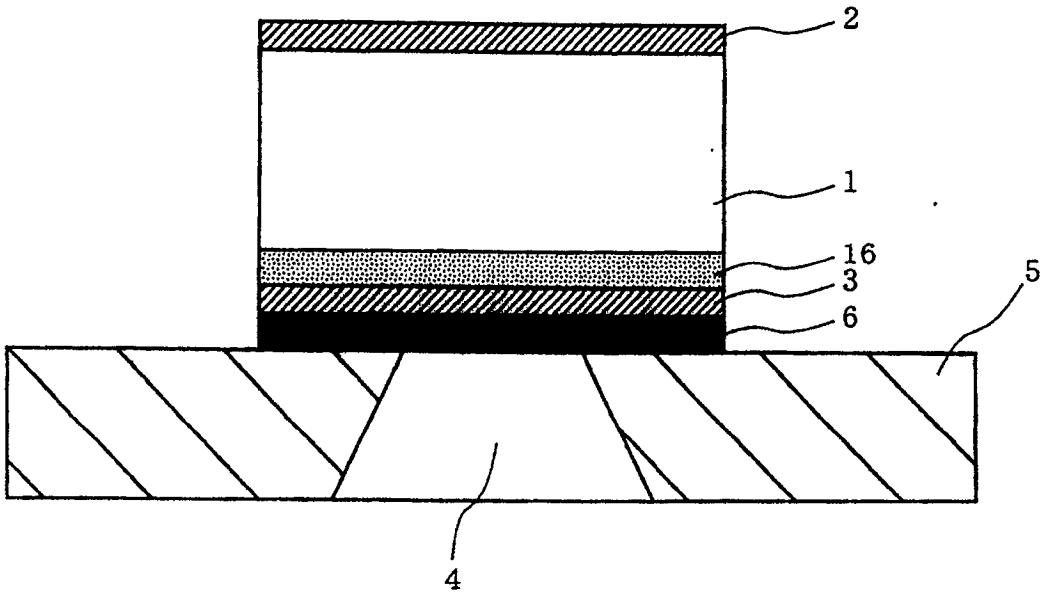


图 4C

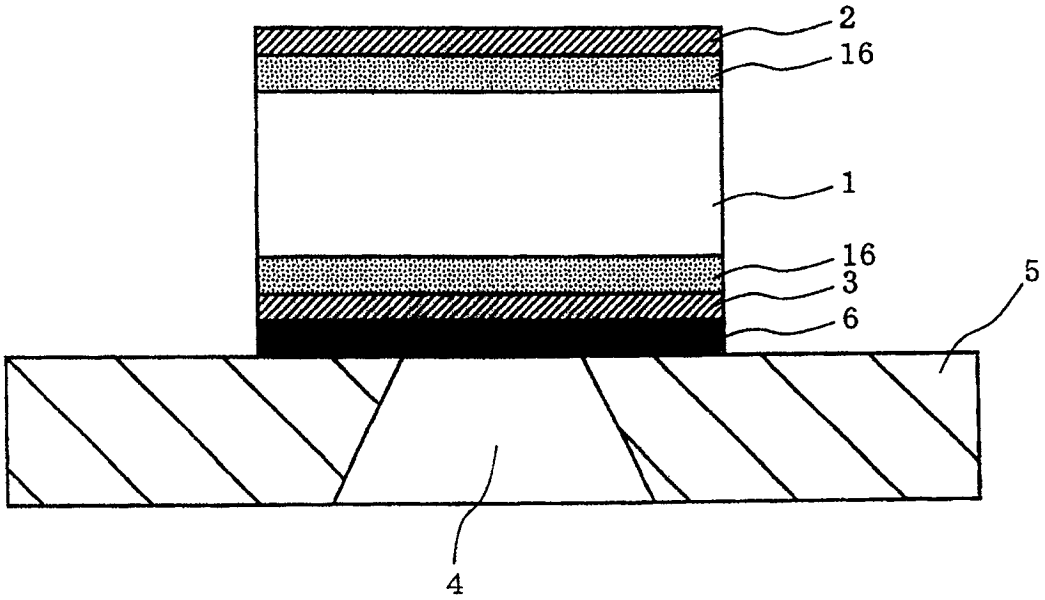


图 4D

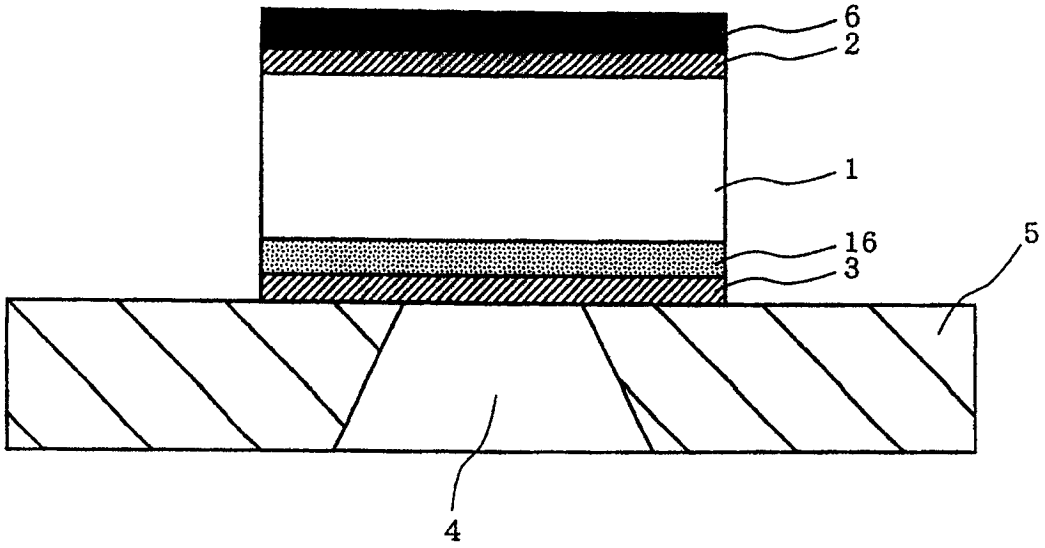


图 4E

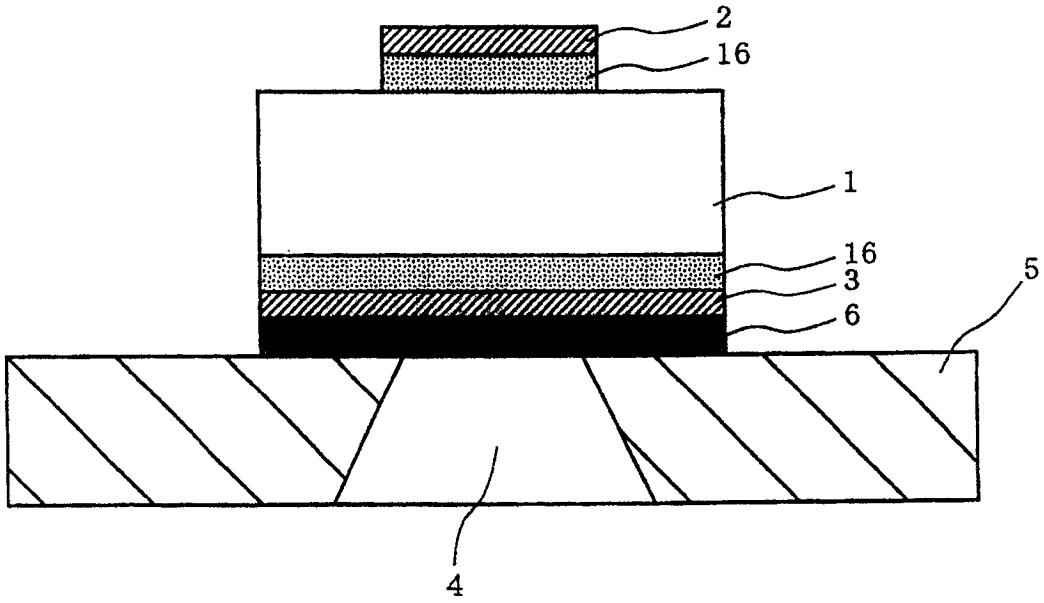


图 4F

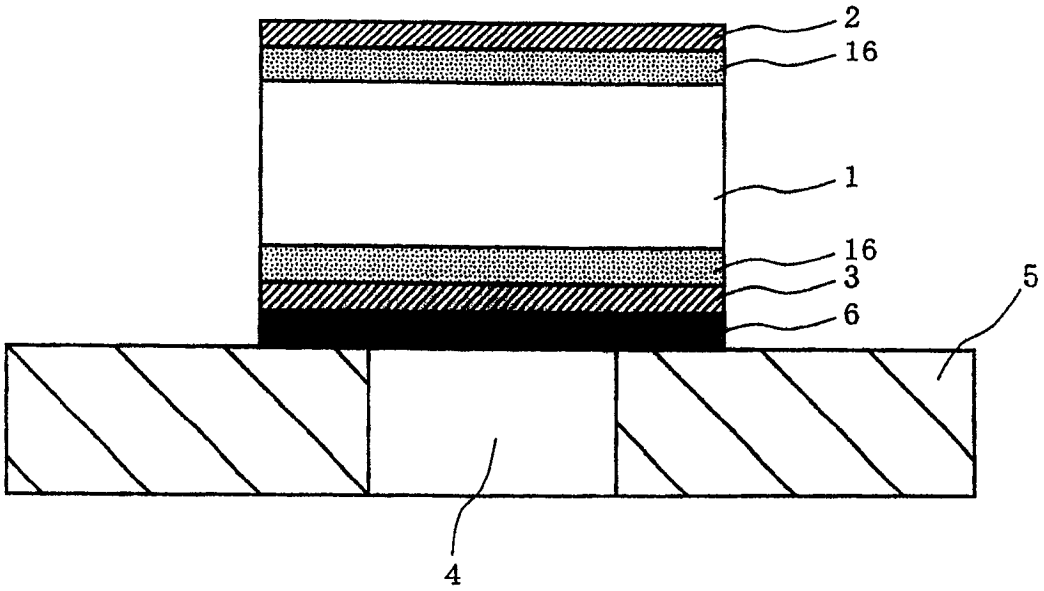


图 4G

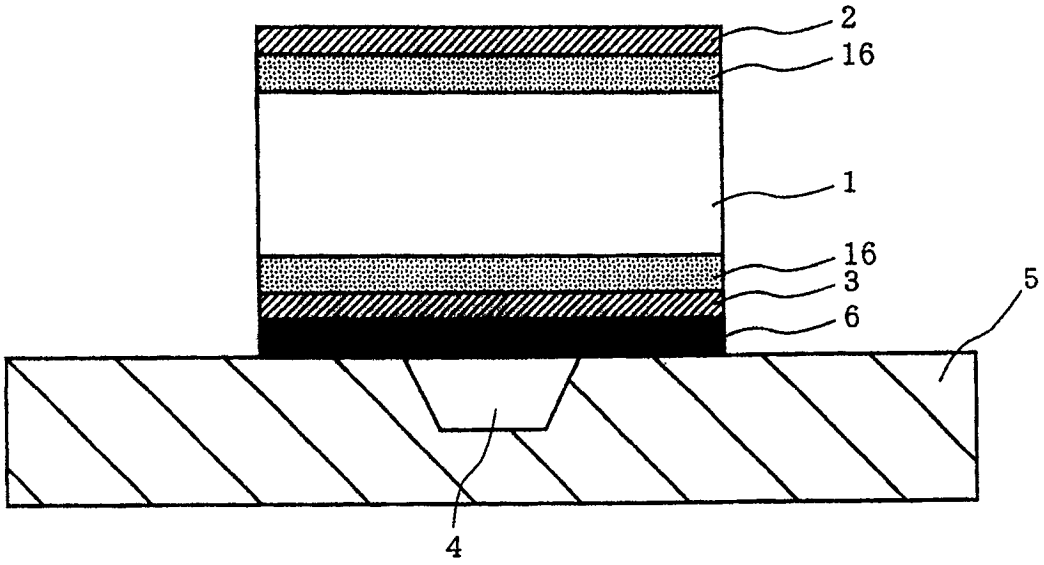


图 4H

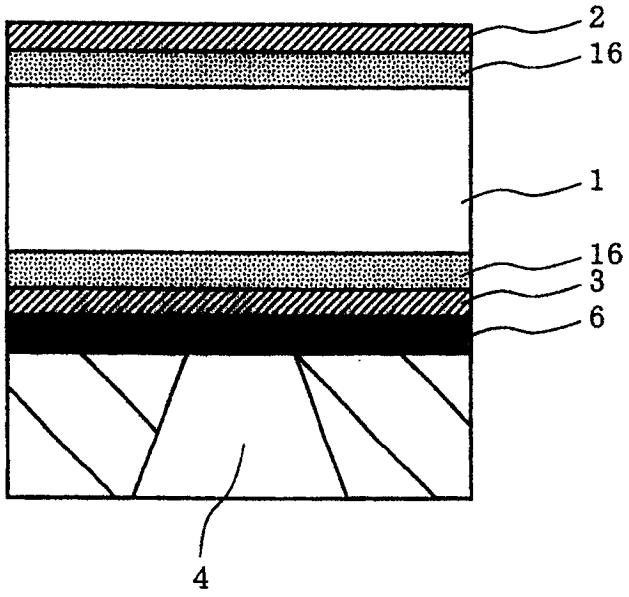


图 4I

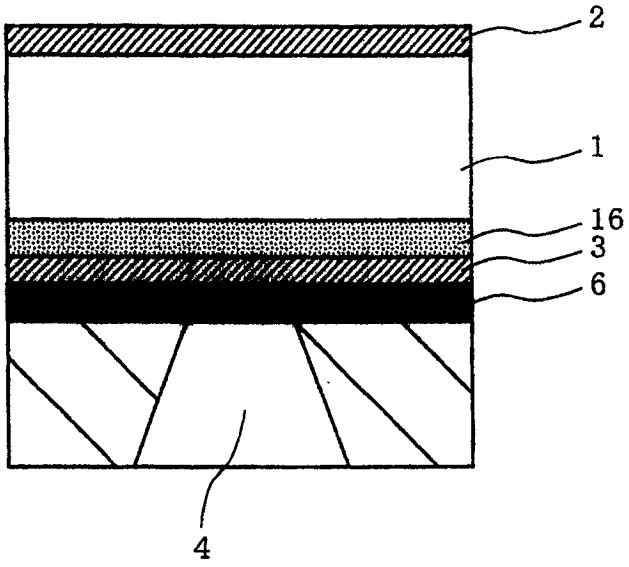


图 4J

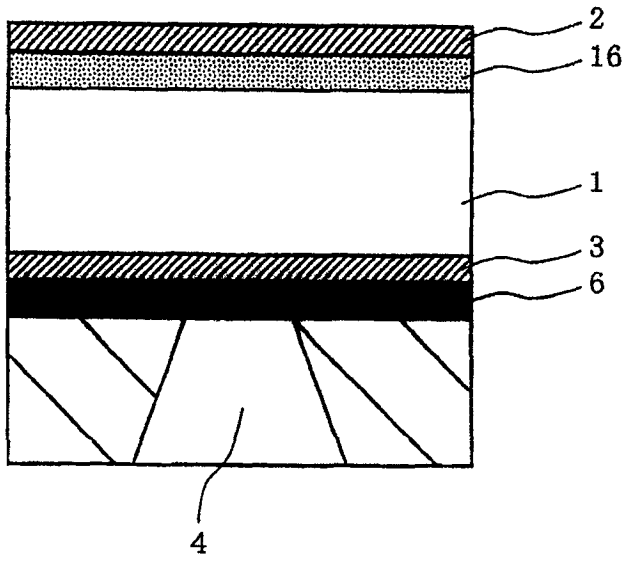


图 4K

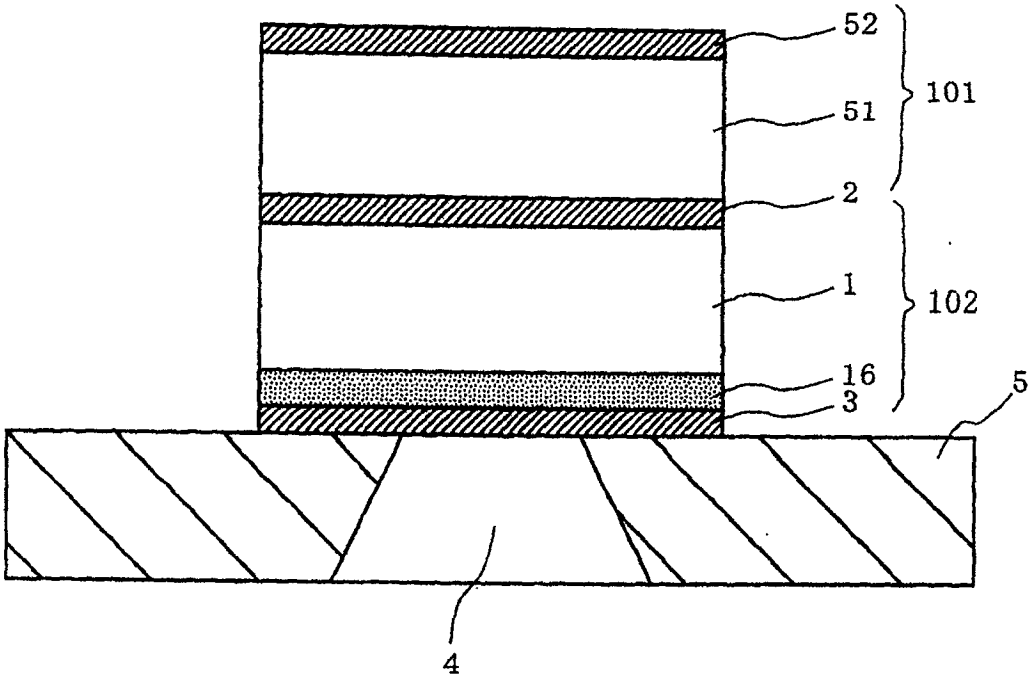


图 5A

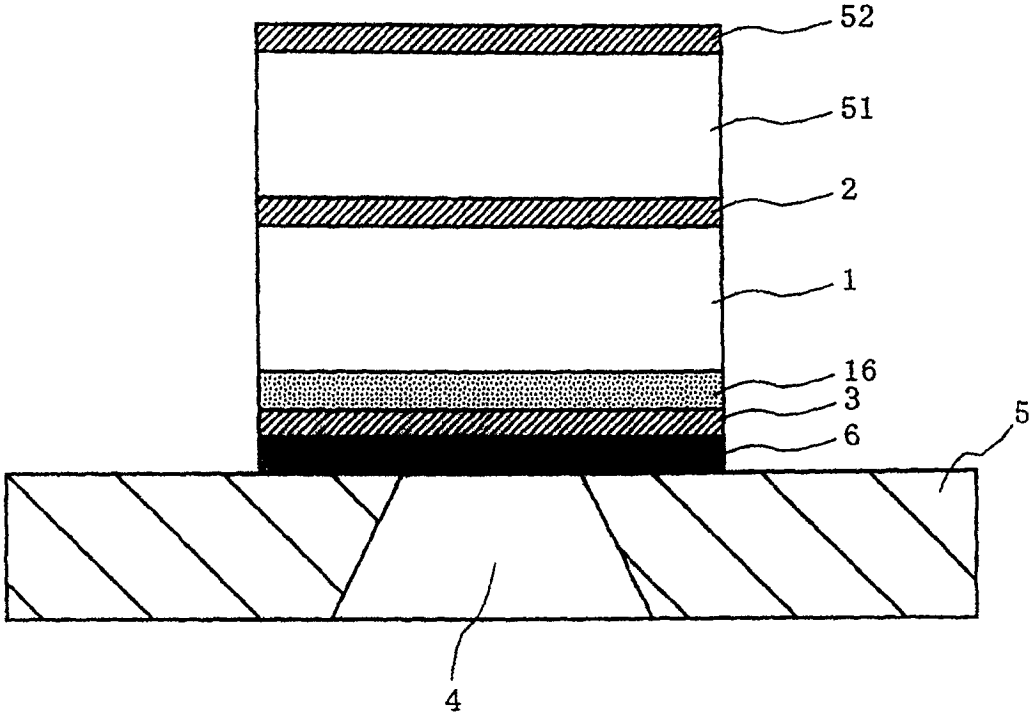


图 5B

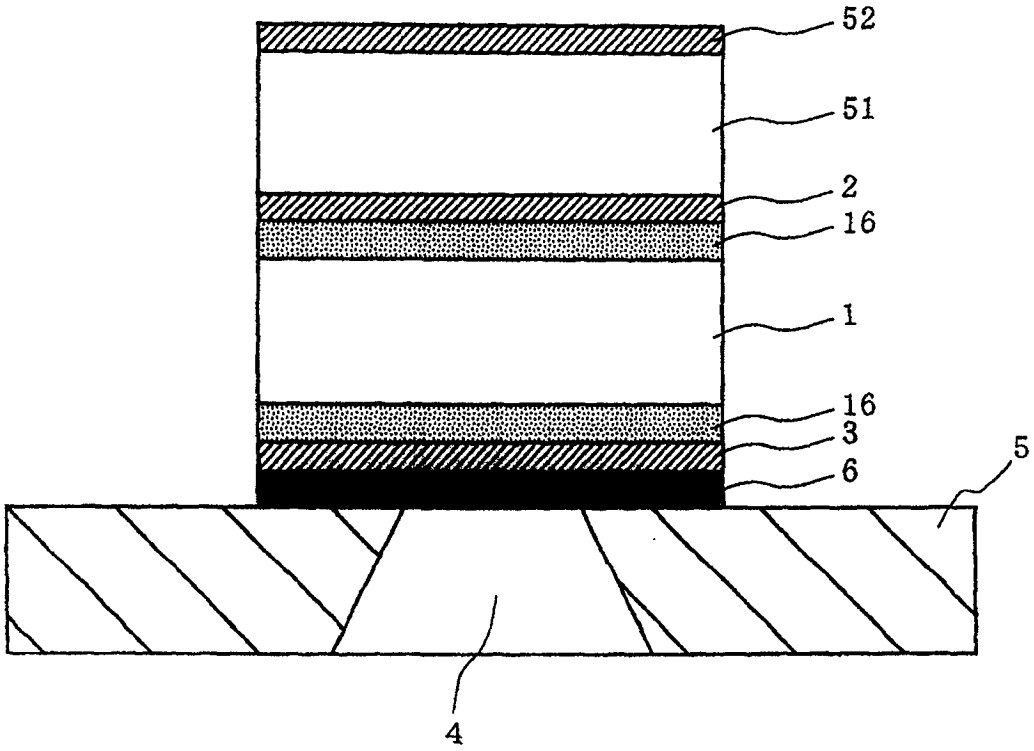


图 5C

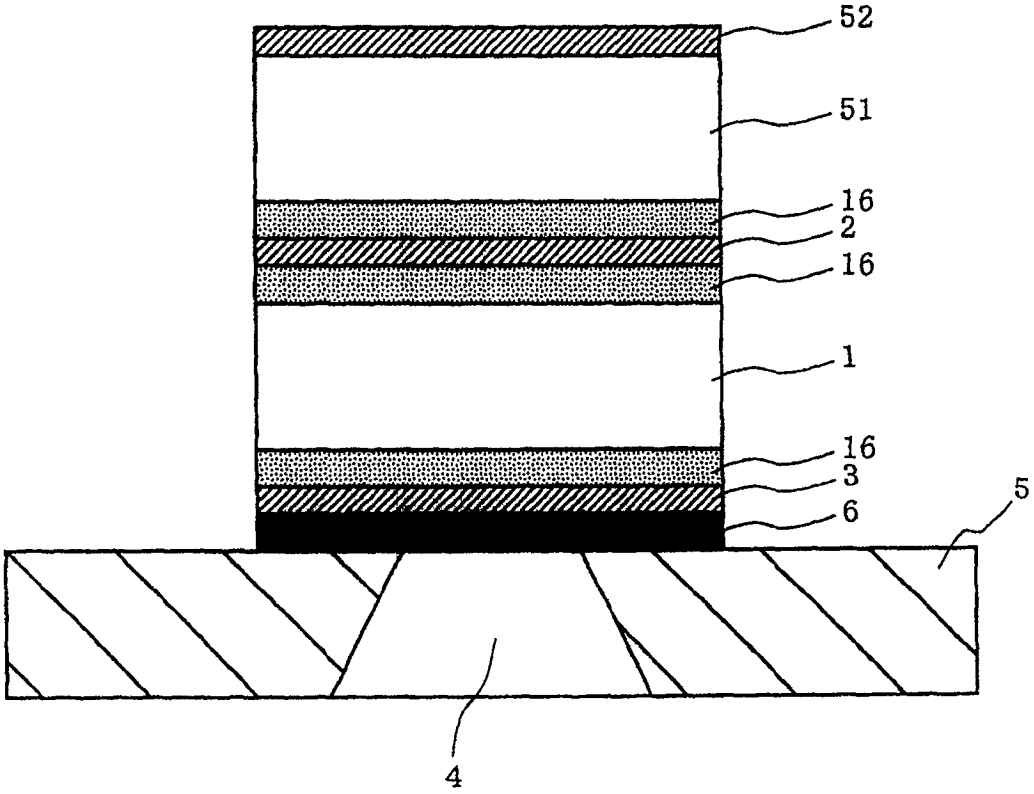


图 5D

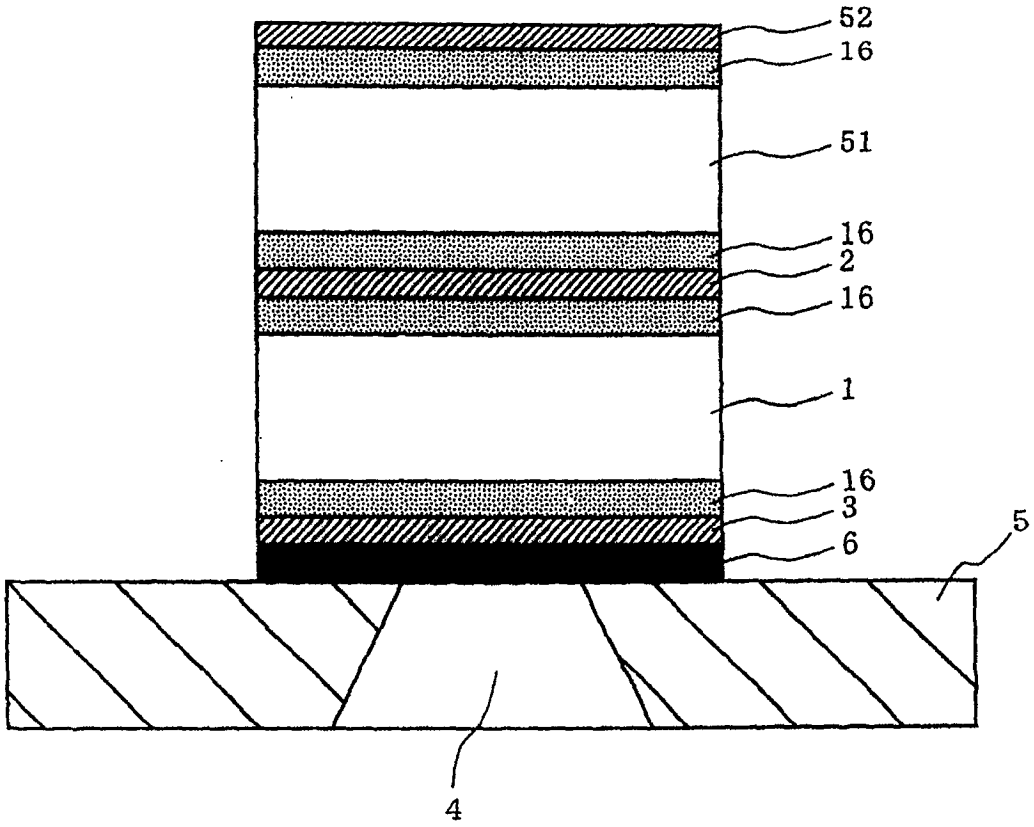


图 5E

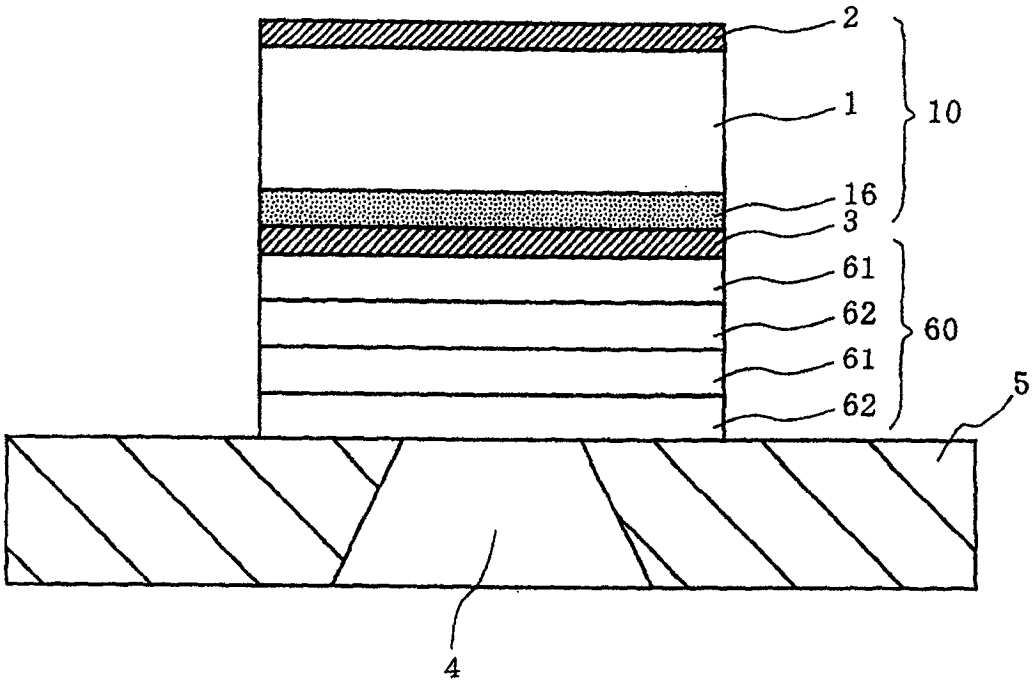


图 6A

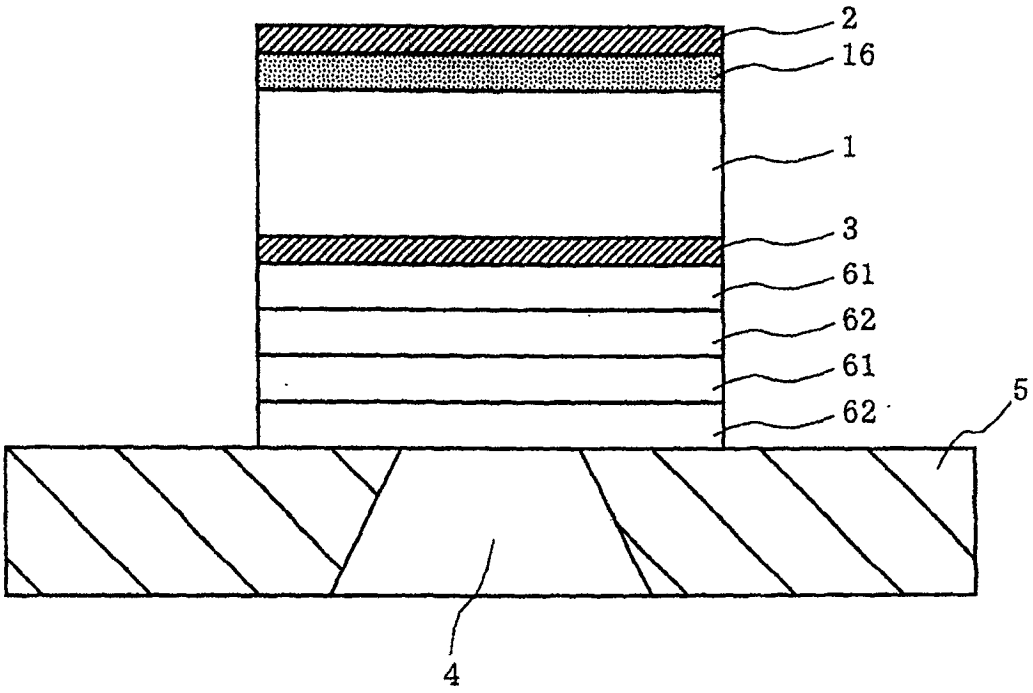


图 6B

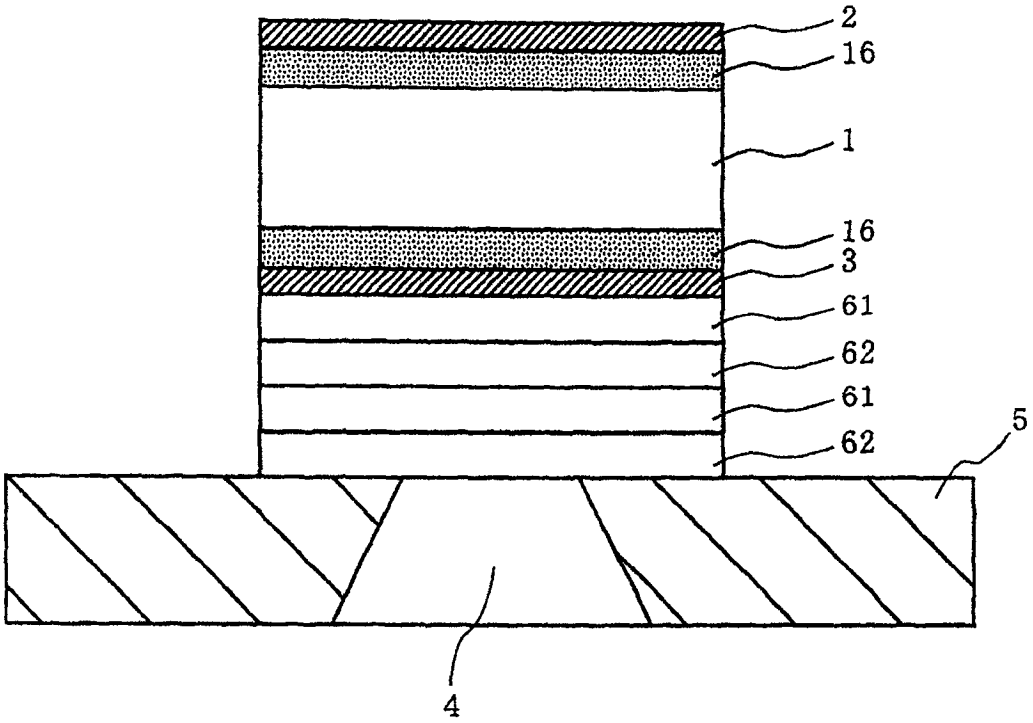


图 6C

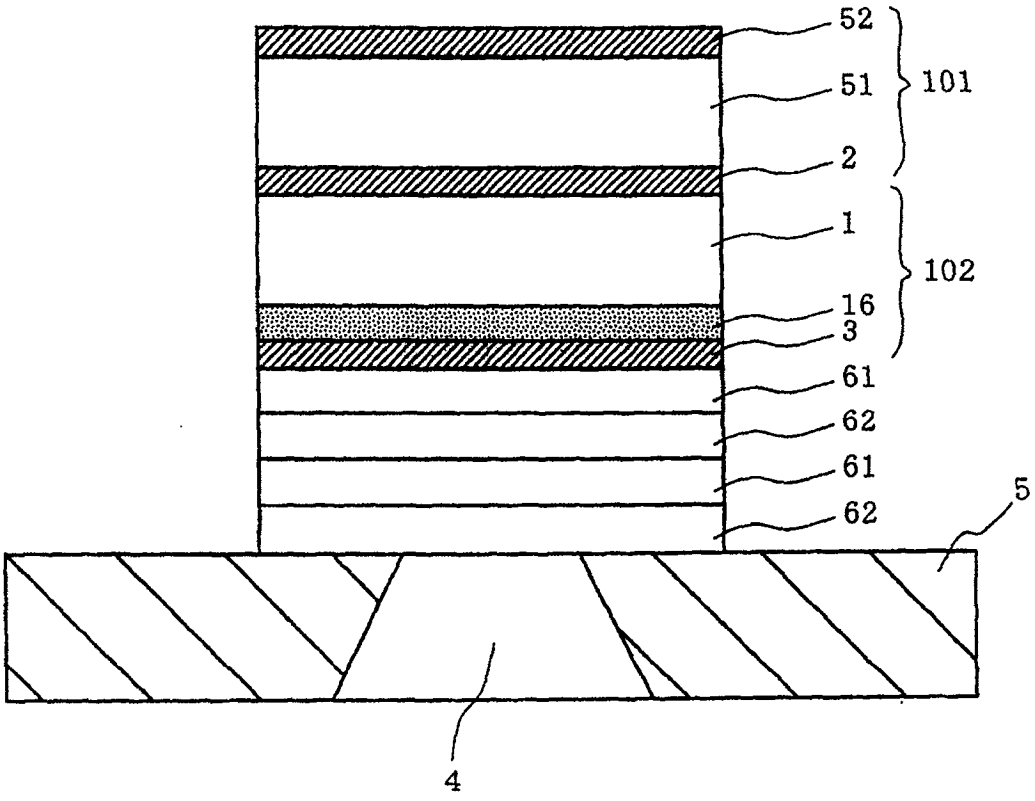


图 6D

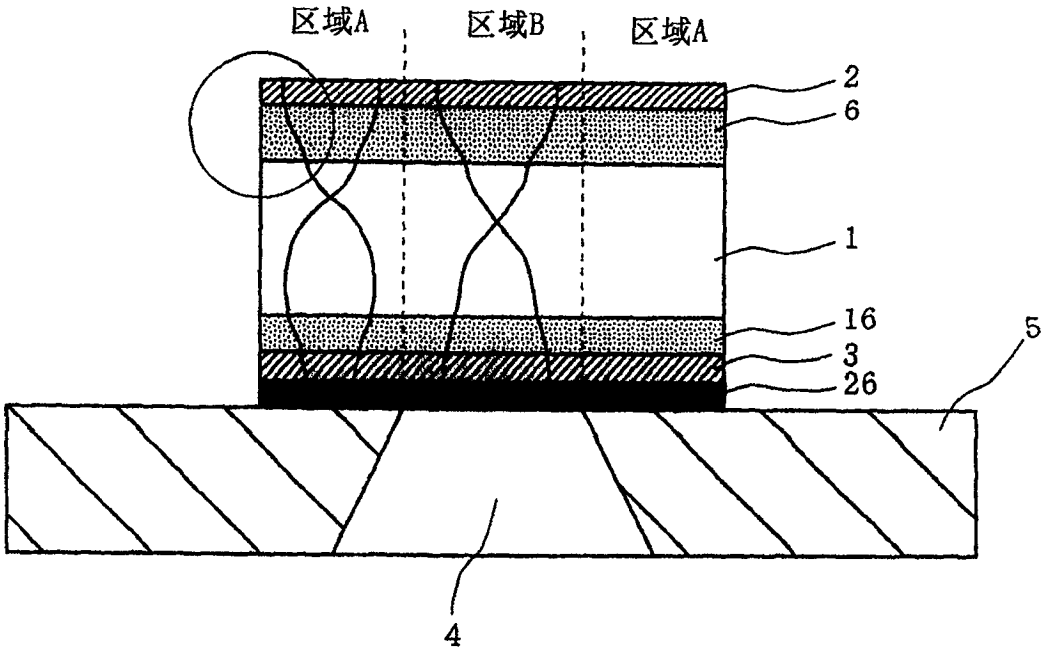


图 7A

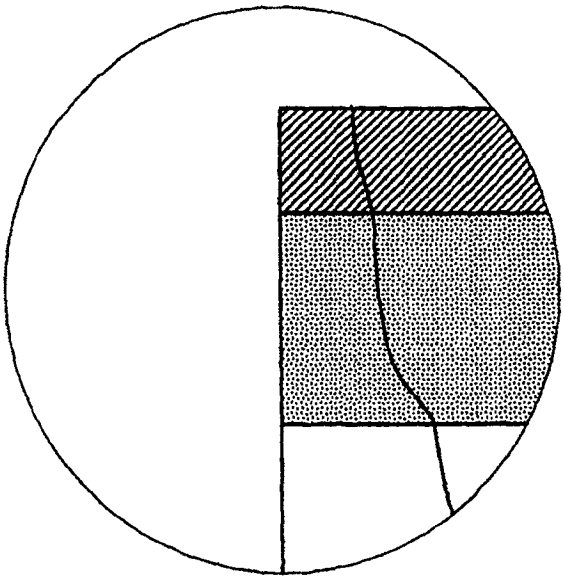


图 7B

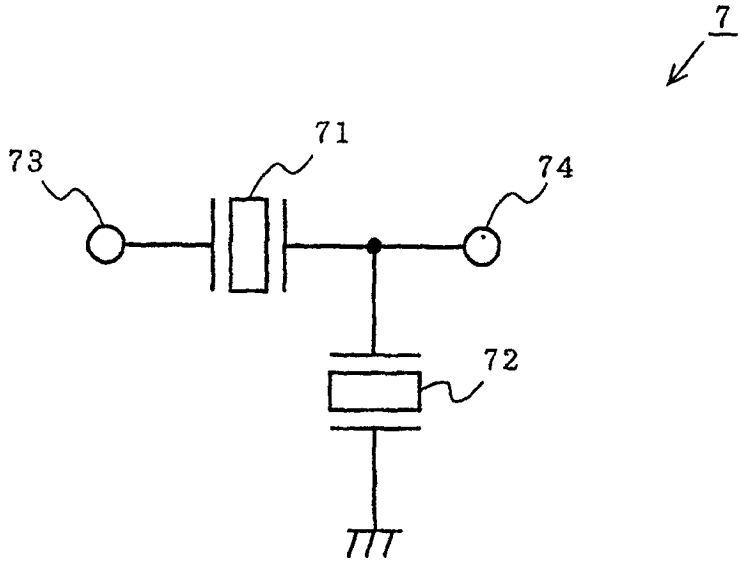


图 8A

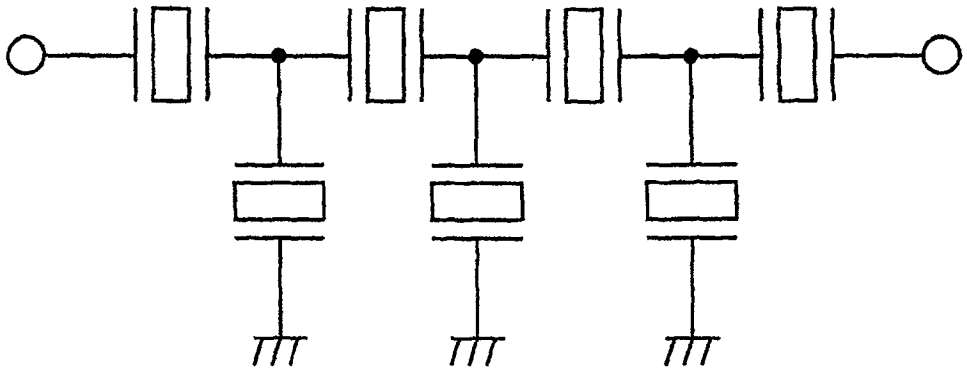


图 8B

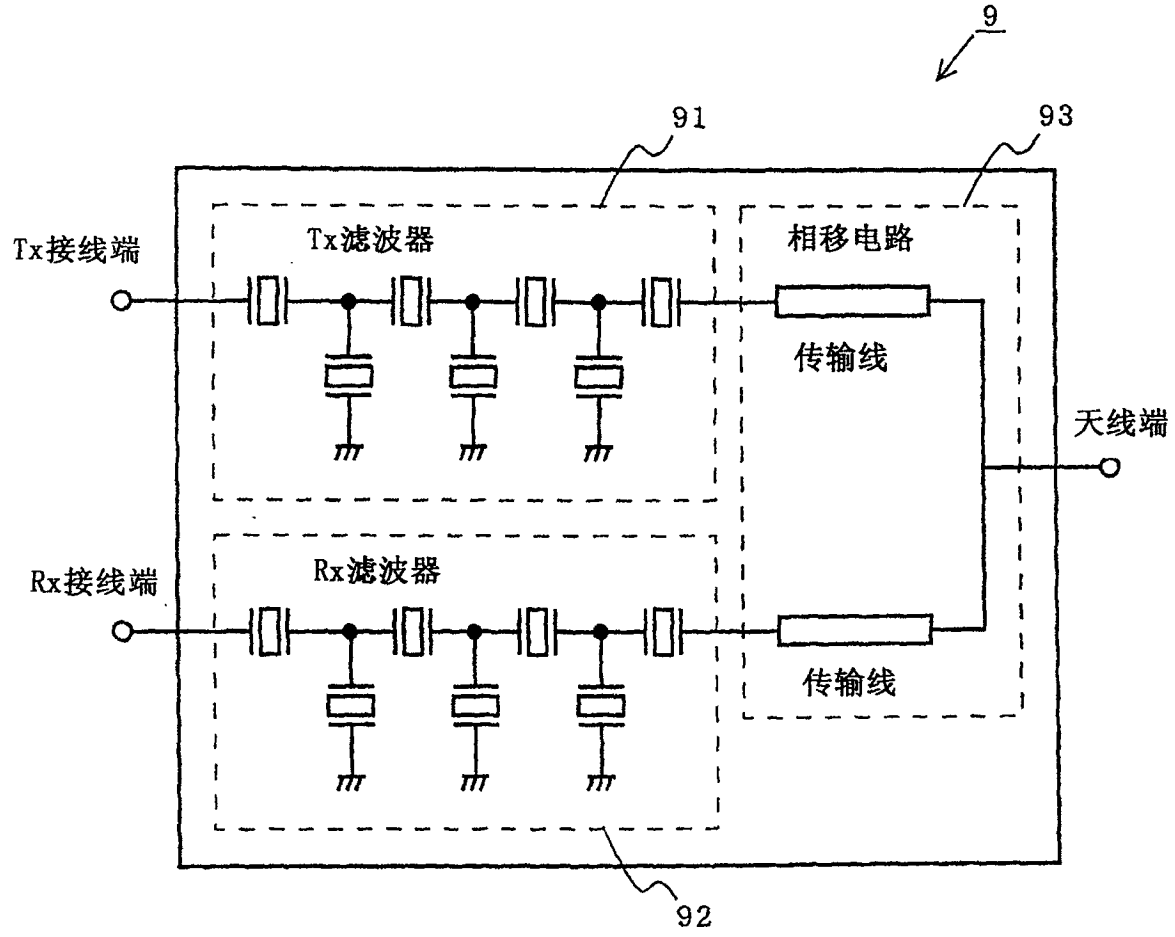


图 9

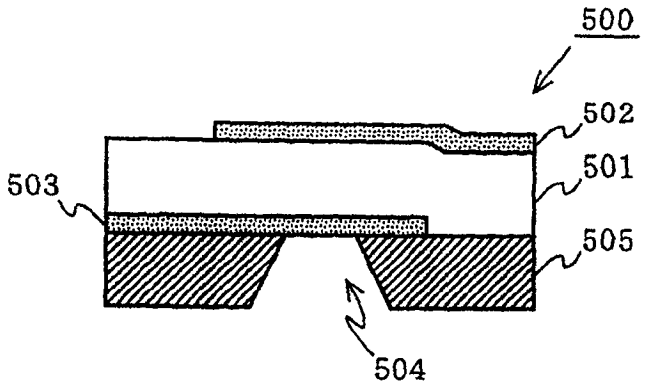


图 10A

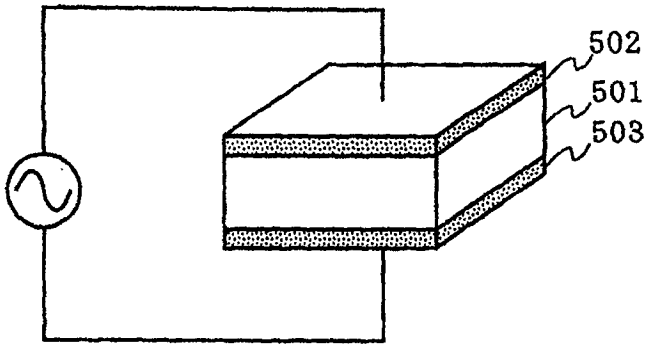


图 10B

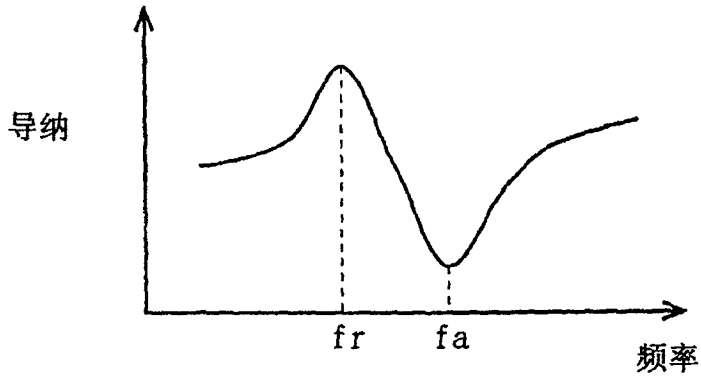


图 10C

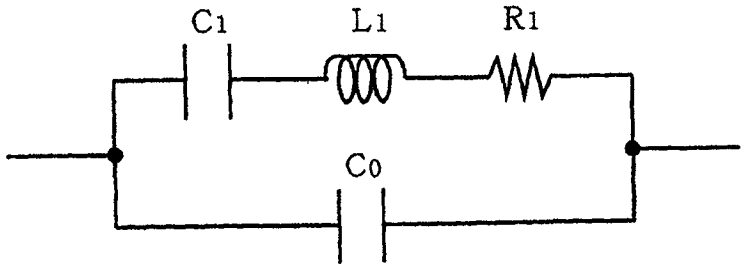


图 10D

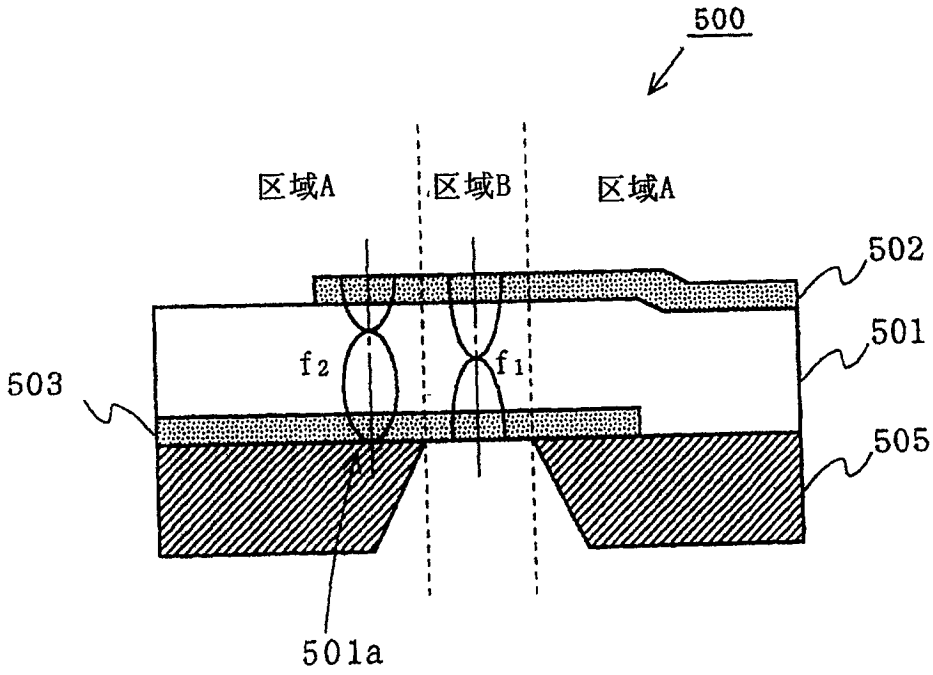


图 11

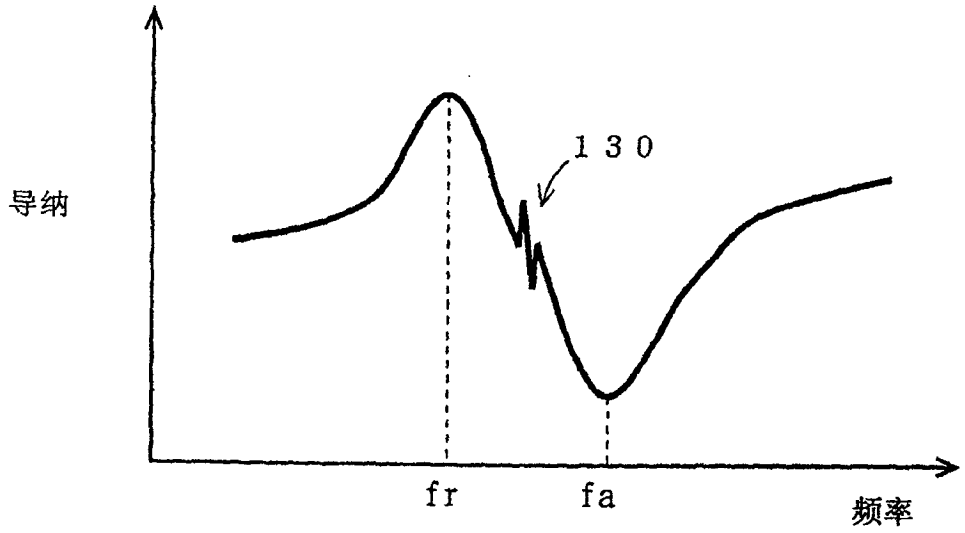


图 12A

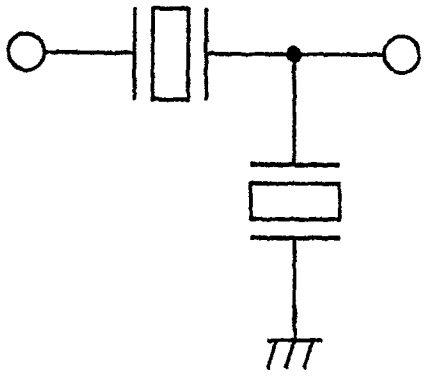


图 12B

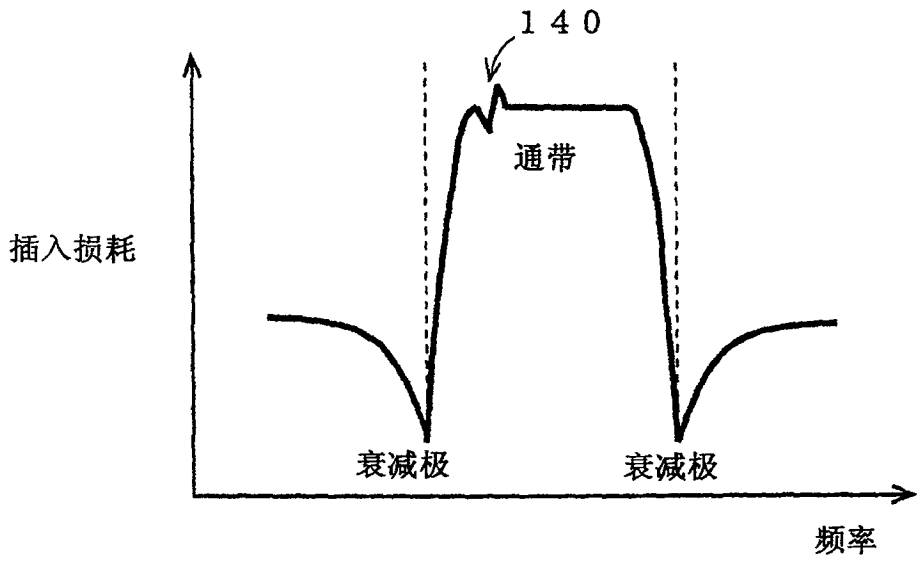


图 12C