

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H03H 9/00

H04B 1/06



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 99118399.1

[45] 授权公告日 2003 年 9 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 1122362C

[22] 申请日 1999.8.31 [21] 申请号 99118399.1

[30] 优先权

[32] 1998.11.25 [33] JP [31] 333791/1998

[71] 专利权人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 宇波俊彦

审查员 韩 燕

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

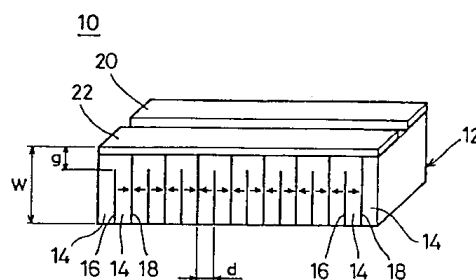
代理人 陈 亮

权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 15 页

[54] 发明名称 压电谐振器、包含该压电谐振器的电子元件和通信设备

[57] 摘要

本发明提供了一种压电谐振器，包含具有大致上长方体形状的基底部分。基底部分包含许多由压电陶瓷材料制成，并相互叠堆的压电层。第一和第二内部电极分别设置在每一个压电层的主表面上。两个外部电极放置在基底部分的侧表面上，从而两个外部电极沿横向方向相互分离，并连接到第一和第二内部电极。当大致上垂直于外部电极主表面的方向上的整体尺寸由 W 表示，并且第一和第二内部电极不相互重叠的离缝的尺寸由 g 表示，满足条件 $g/W \geq 0.1$ 。



1. 一种压电谐振器，其特征在于包含：

压电谐振器，包括具有纵向的基底部分；

第一和第二内部电极，安排得使第一和第二内部电极沿所述基底部分的纵向相互分离，并安排得垂直于所述基底部分的纵向延伸；

第一和第二外部电极，设置在所述基底部分的第一侧表面上，并连接到所述第一和第二内部电极，所述第一外部电极被放置在关于基底部分的横向中心的一个横向侧面上，第二外部电极被放置在关于横向中心的另一个横向侧面上；

其中，基底部分包含多个叠堆的压电层，压电层沿基底部分的纵向极化，第一和第二内部电极都设置在压电层表面上，它们垂直于基底部分的纵向，第一内部电极连接到第一外部电极，并如此安排，从而第一内部电极并暴露在设置有第二外部电极的第一侧表面的区域上，第二内部电极连接到第二外部电极，并如此安排，从而第二内部电极不暴露在设置有第一外部电极的第一侧表面的区域上，并满足条件 $g/W \geq 0.1$ ，其中沿垂直于外部电极的主表面的方向测量的整体厚度尺寸由 W 表示，沿垂直于外部电极主表面的方向测量的离缝部分的尺寸由 g 表示，所述离缝部分是第一和第二内部电极不相互重叠的部分。

2. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于设置了多个第一内部电极和多个第二内部电极。

3. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于还包含设置在基底部分沿其纵向的中心上的安装部件。

4. 一种电子元件，其特征在于包含如权利要求 3 所述的压电谐振器，其中基底部分通过安装部件安装到基片上，所述基片的表面上设置有电极，并将盖子设置在基片上，以覆盖基底部分。

5. 如权利要求 4 所述的电子元件，其特征在于电子元件是梯形滤波器。

6. 一种包含检测器的通信设备，其特征在于所述检测器包含如权利要求 4 所述的电子元件。

7. 一种电子元件，包含如权利要求 1 所述的压电谐振器和梯形滤波器，其特征在于，所述压电谐振器确定了梯形滤波器的并联谐振器。

8. 一种包含带通滤波器的通信设备，其特征在于带通滤波器包含如权利要求

7 所述的电子元件。

9. 一种包含检测器的通信设备，其特征在于所述检测器包含如权利要求 1 所述的压电谐振器。

10. 一种压电谐振器，其特征在于包含：

具有纵向的基底部分；

第一和第二内部电极，安排得使第一和第二内部电极沿基底部分的纵向相互分离，并沿垂直于基底部分的纵向延伸；

第一和第二外部电极，设置在基底部分的两个相对侧表面上，并连接到第一和第二内部电极；

其中，基底部分包括多个叠堆压电层，压电层沿基底部分的纵向极化，第一和第二内部电极都设置在压电层表面上，它们垂直于基底部分的纵向，第一内部电极连接到第一外部电极，并如此安排，从而第一内部电不暴露在第二外部电极暴露的两个相对的侧表面的区域上，第二内部电极连接到第二外部电极，并如此安排，从而第二内部电极不暴露在第二外部电极暴露的两个侧表面的区域上，并满足条件 $g/W \geq 0.05$ ，其中沿垂直于外部电极的主表面的厚度方向的整体尺寸由 W 表示，而沿垂直于外部电极的主表面的方向测量的离缝部分尺寸由 g 表示，所述离缝部分是第一和第二内部电极不相互重叠的部分。

11. 如权利要求 10 所述的压电谐振器，其特征在于设置了多个第一内部电极和多个第二内部电极。

12. 如权利要求 10 所述的压电谐振器，其特征在于还包含设置在基底部分沿纵向的中心的安装部件。

13. 一种电子元件，其特征在于包含如权利要求 12 所述的压电谐振器，其特征在于基底部分通过安装部件安装在其表面上设置有电极的基片上，并将盖子设置在基片上以覆盖基底部分。

14. 如权利要求 13 所述的电子元件，其特征在于所述电子元件是梯形滤波器。

15. 一种包含检测器的通信设备，其特征在于检测器包含如权利要求 13 所述的电子元件。

16. 一种电子元件，包含梯形滤波器和如权利要求 10 所述的压电谐振器，其特征在于，所述压电谐振器确定了梯形滤波器的并联谐振器。

17. 一种包含带通滤波器的通信设备，其特征在于梯形滤波器包含如权利要求 16 所述的电子元件。

18. 一种包含检测器的通信设备，其特征在于检测器包含如权利要求 10 所述的压电谐振器。

压电谐振器、包含该压电谐振器的电子元件和通信设备

本发明涉及一种压电谐振器、包含该压电谐振器的电子元件以及包含该电子元件的通信设备。本发明尤其涉及一种利用压电体的机械共振的压电谐振器，诸如谐振元件、鉴频器或滤波器的包含谐振器的电子元件，和包含这样的电子元件的通信设备。

图 20 是透视图，示出了传统的压电谐振器。压电谐振器 1 包含方形板的压电基片 2。压电基片 2 沿其厚度方向极化。将电极 3 设置在压电基片 2 的两个主表面的每一个主表面上。当将信号输入电极 3 之间时，电场沿压电基片 2 的厚度方向施加到压电基片上，从而压电基片 2 沿纵向振动。

另外，如图 21 所示的压电谐振器也是已知的。在图 21 所示的压电谐振器 1 中，将电极 3 设置在矩形板形状的压电基片 2 的两个主表面上，而压电基片 2 沿其厚度方向极化。在压电谐振器 1 中，当信号输入电极 3 之间时，电场沿压电基片 2 的厚度方向施加到压电基片 2 上，从而压电基片 2 以方形模式振动。

这些压电谐振器是未加强型的，其中振动方向不同于电场方形和极化方形。这样的未加强型的压电谐振器的机电耦合系数比振动方向与电场方向和极化方向一致的加强型压电谐振器的更低。因此，在利用压电横向效应的压电谐振器中，谐振频率和反谐振频率之间的差 ΔF 相对较小。当这样的压电谐振器被用作谐振元件或滤波器时，在窄的频带中导致频率差。因此，这样的压电谐振器和包含谐振器的电子元件具有有限的元件特性设计自由度。

虽然图 20 所示的压电谐振器利用纵向振动的基频振动，故图 20 所示的结构和安排导致产生大的寄生振动，诸如纵向振动的奇次谐振（例如三次谐振、五次谐振），以及横向振动。可以采取各种方法抑制这样的寄生振动，诸如在压电谐振器上执行磨削操作、对压电谐振器加质量块或修改电极形状等等。但是，这些方法导致了生产成本增加，并且不特别精确和可靠。

另外，在图 20 所示的压电谐振器的情况下，由于压电基片具有矩形板形状，

故由于其最小强度需要而无法非常大地减小厚度。因此，无法减小电极之间的距离，从而无法增加电极之间的电容。这在谐振器和外部电路之间需要阻抗匹配时非常不便。另外，当将多个压电谐振器串联或并联地连接，以确定一个梯形滤波器时，必需增加串联谐振器或并联谐振器的容量的比值，以增加带外衰减。但是，由于上述有关形状的限制(因为最小强度的需要)，在一些情况下，无法得到大的衰减。

虽然图 21 所示的压电谐振器利用方形振动的基次波，但图 21 中的谐振器的结构和安排产生大的寄生振动，诸如方形振动和厚度振动的三次谐波。另外，为了得到某一谐振频率，压电谐振器的尺寸必需制得大于利用纵向振动的压电谐振器的尺寸，从而难以减小尺寸。当通过使用多个压电谐振器形成梯形滤波器时，为了增加串联谐振器和并联谐振器的电容的比值，串联谐振器的厚度增加，并将串联谐振器的电极部分地形成在压电基片上，以减小其电容。在这种情况下，部分的电极减小电容，并减小谐振频率和反谐振频率之间的差 ΔF 。为了改正频率差的减小，必需减小并联谐振器的差 ΔF ，这导致难以有效地利用压电基片的压电效应，并导致难以增加滤波器的带宽。

如第 8-110475 号日本专利申请中揭示的，本发明的申请人已经提出了一种多层压电谐振器，它产生被抑制的寄生振动，并且谐振频率和反谐振频率之间的差 ΔF 大。图 22 示出了这样的叠堆的、多层压电谐振器的结构。在图 22 所示的叠堆的压电谐振器中，交替地层叠多个压电层 6 和多个电极 7，以确定基底部分 5，并且沿基底部分 5 的纵向极化多个压电层 6。叠堆的压电谐振器 4 激励纵向振动的基次波。由于叠堆的压电谐振器是振动方向与电场方形和极化方向一致的加强型谐振器，其机电耦合系数比振动方向不同于电场方向和极化方向的未加强谐振器的更大，并且谐振频率和反谐振频率之间的差 ΔF 增加。另外，在叠堆的压电谐振器 4 中，产生诸如横向模式或厚度模式之类的不同于基本振动的模式的振动变得很少可能。

在叠堆的压电谐振器 4 中，每一个电极 7 的端部暴露在基底部分 5 的每一个侧表面外部。因此，在基底部分 5 的一个侧表面上，交替的电极 7 的端部用绝缘树脂薄膜 8a 覆盖，将外部电极 9a 安排得连接到剩下的电极 7。另外，在基底部分 5 的相对侧表面上，连接到外部电极 9a 的电极 7 的端部用绝缘树脂薄膜 8b 覆盖，将外部电极 9b 安排得连接到其对侧的端部由绝缘树脂薄膜 8a 覆盖的电极 7

上。

在叠堆的压电谐振器 4 中, 外部电极 9a 和 9b 之间的电容 C 由 $C \propto nS/T$ 表示, 其中 n 表示夹在电极 7 之间的压电层的数量, S 表示基底部分 5 的沿垂直于其纵向轴的截面的面积, 或者压电层 6 的主表面的面积, T 表示压电层 6 的厚度或电极 7 之间的距离。因此, 在叠堆的压电谐振器 4 中, T 或 n 可以增加, 以在减小面积 S 时得到相同的 C 。但是, 在电极 7 之间的距离不大于 $100\mu\text{m}$ 的小的压电谐振器中, 上述绝缘树脂薄膜 8a 和 8b 难以通过印刷或其它方法形成足够的位置的精确度。因此, 难以使压电谐振器 4 具有非常小的尺寸。

另外, 在叠堆的压电谐振器 4 中, 由于以后的处理中诸如热冲击或热循环之类的温度变化, 绝缘树脂薄膜 8a 和 8b 扩张和收缩, 从而设置在绝缘树脂薄膜 8a 和 8b 上的外部电极 9a 和 9b 会被破坏或被损, 如图 22 所示。另外, 需要压电谐振器的元件特性变化小。

为了克服上述问题, 本发明的较佳实施例提供了一种压电谐振器, 它减小了寄生振动, 在谐振频率和反谐振频率之间具有较大的差, 构成得小型化, 具有非常耐用的外部电极, 并具有大致上一样和恒定的元件特性。

本发明的一个较佳实施例提供了一种压电谐振器, 包含具有纵向的基底部分, 如此安排的第一和第二内部电极, 从而第一和第二内部电极沿基底部分的纵向相互分离, 并安排得大致上垂直于基底部分的纵向延伸, 一对外部电极, 设置在基底部分的第一侧表面上, 并连接到第一和第二内部电极, 第一外部电极关于基底部分的横向中心放置在一个横向侧面上, 第二外部电极关于横向中心放置在另一个横向侧面上, 基底部分包含多个叠堆的压电层, 压电层沿基底部分的纵向极化, 第一和第二内部电极都设置在大致上垂直于基底部分的纵向的压电层的表面上, 第一内部电极连接到第一外部电极, 并如此安排, 从而所述第一内部电极并不露在第一侧表面的设置了第二外部电极的区域, 第二内部电极连接到第二外部电极, 并如此安排, 从而第二内部电极不暴露在第一侧表面的设置第一外部电极的区域; 并满足 $g/W \geq 0.1$, 其中沿大致上垂直于外部电极主表面的方向测量的整体厚度尺寸由 W 表示, 沿大致上垂直于外部电极主表面的方向测量的离缝部分的尺寸由 g 表示, 离缝部分是第一和第二内部电极不相互重叠的部分。

本发明的另一个较佳实施例提供了一种压电谐振器, 包含具有纵向的基底部分, 如此安排的第一和第二内部电极, 从而第一和第二内部电极沿基底部分的纵

向相互分离，并大致上垂直于基底部分的纵向延伸，第一和第二外部电极设置在基底部分的两个相对侧表面上，并连接到第一和第二内部电极，基底部分包含多个叠堆多个压电层，压电层沿基底部分的纵向极化，第一和第二内部电极都设置在压电层表面上，它们大致上垂直于基底部分的纵向；第一内部电极连接到第一外部电极，并如此安排，从而第一内部电极不暴露在暴露了第二外部电极的两个相对的侧表面，第二内部电极连接到第二外部电极，并如此安排，从而第二内部电极不暴露在暴露了第一外部电极的两个侧表面上，并满足 $g/W \geq 0.05$ ，其中沿大致上垂直于外部电极主表面的方向测量的整体尺寸由 W 表示，而沿大致上垂直于外部电极主表面方向测量的离缝的尺寸由 g 表示，离缝部分是第一和第二内部电极不相互重叠的部分。

较好地，多个第一内部电极和多个第二内部电极设置在上述压电谐振器中。

较好地，上述压电谐振器包含设置在沿基底部分纵向的大致中心上的安装部件。

本发明的另一个较佳实施例提供了一种包含上述压电谐振器的电子元件，其中基底部通过安装部件安装到其表面上设置有电极的基片上，并将盖子设置在基片上以覆盖基底部分。

在上述电子元件中，根据本发明的较佳实施例的压电谐振器较好地用作梯形滤波器的并联谐振器。

上述电子元件可以是梯形滤波器。

本发明的另一较佳实施例提供了一种包含检测器的通信设备，其中检测器中包含根据本发明的较佳实施例的压电谐振器。

本发明的另一个较佳实施例提供了一种包含检测器的通信设备，其中检测器中包含根据本发明的较佳实施例的电子元件。

本发明的另一个较佳实施例提供了一种包含带通滤波器的通信设备，其中带通滤波器中包含根据本发明的较佳实施例的电子元件。

在根据本发明的较佳实施例的压电谐振器中，振动方向较好地与压电层的极化方向以及电场方向相同，因此压电谐振器是加强型谐振器。因此，与振动方向不同于电场方向和极化方向的未加强的压电谐振器相比，机电耦合系数显著增大，而谐振频率和反谐振频率之间的差 ΔF 增加。在加强型压电谐振器中，抑制了诸如横向模式或厚度模式之类的不同于基本振动的模式的振动的产生。

另外，在根据本发明的较佳实施例的压电谐振器中，连接到一个外部电极的第一内部电极如此设置，从而第一内部电极不暴露在一个侧表面的设置了另一个外部电极的区域内，而连接到另一个外部电极的第二内部电极如此设置，从而第二内部电极不暴露在一个侧表面设置了一个外部电极的区域内。因此，基底部分的侧表面上不需要使第一或第二内部电极端部绝缘的绝缘树脂薄膜，从而可以减小第一和第二内部电极之间的距离，以减小压电谐振器的尺寸。

另外，在根据本发明的较佳实施例的压电谐振器中，由于不设置绝缘树脂薄膜，故外部电极不会因为诸如热冲击或热循环之类的温度变化而断裂。

在本发明的较佳实施例的压电谐振器中，满足 $g/W \geq 0.1$ ，其中沿大致上垂直于外部电极主表面的厚度方向的整体尺寸由 W 表示，而沿大致上垂直于外部电极主表面的方向测量的离缝部分的尺寸由 g 表示，离缝部分是第一和第二内部电极不相互重叠的部分。或者，满足 $g/W \geq 0.05$ ，其中沿大致上垂直于外部电极主表面的厚度方向的整体尺寸由 W 表示，而沿大致上垂直于外部电极主表面的方向测量的离缝部分的尺寸由 g 表示，离缝部分是第一和第二内部电极不相互重叠的部分。因此，即使当离缝部分的尺寸变化时，分数表示的频带宽度 $\Delta F/F_r$ 或谐振频率和反谐振频率 F_r 之间的差 ΔF 的比值也只改变减小的程度，从而特性的改变非常小，可以忽略不计。

当将通信设备或诸如谐振元件、鉴频器或滤波器之类的电子元件制得包含根据本发明的较佳实施例的压电谐振器时，可以将基底部分通过安装部件安装到电极支撑基片等部件上，其中安装部件设置在基底部分的大致的纵向中心，从而压电谐振器可以被可靠地支持在谐振器的节点部分。另外，安排一个盖子覆盖基片，使电子元件能够是芯片型部件。

从下面参照附图对本发明的描述，本发明的其它特点和优点是显而易见的。

图 1 是示出压电谐振器的一个较佳实施例的说明图。

图 2A 和 2B 是用于图 1 所示的压电谐振器中的第一和第二内部电极的平面图；

图 3 是示出图 1 所示的压电谐振器中 g/W ， d/W 和 $\Delta F/F_r$ 之间的关系的曲线图；

图 4 是示出压电谐振器的另一个实施例的说明图；

图 5A 和 5B 是用于图 4 所示的压电谐振器的第一和第二内部电极的平面图；

图 6 是示出图 4 的压电谐振器中 g/W , d/W 和 $\Delta F/F_r$ 之间的关系的曲线图;

图 7 是示出使用图 1 所示的压电谐振器的示例性电子元件的说明图;

图 8 是示出图 7 所示的电子元件中压电谐振器的安装结构的侧视图;

图 9 是使用图 4 所示的压电谐振器的另一个示例性电子元件的说明图;

图 10 是示出图 9 所示的电子元件中的压电谐振器的安装结构的侧视图;

图 11 是梯形滤波器的主要部分的平面图, 它是使用图 1 所示的压电谐振器的示例性电子元件;

图 12 是图 11 所示的梯形滤波器主要部分的分解透视图;

图 13 是图 11 所示的梯形滤波器中使用的另一个压电谐振器的说明图;

图 14 是图 11 所述的梯形滤波器的电路图;

图 15 是梯形滤波器的主要部分的平面图, 它是使用图 4 所示的压电谐振器的示例性的电子元件;

图 16 是图 15 所示的梯形滤波器的主要部分的分解透视图;

图 17 是用于图 15 中的梯形滤波器的另一个压电谐振器的说明图;

图 18 是图 15 所示的梯形滤波器的电路图;

图 19 是示出根据本发明的较佳实施例的双变频超外差接收机的一个例子的方块图;

图 20 是现有技术的压电谐振器的透视图;

图 21 是另一个现有技术的压电谐振器的透视图;

图 22 是与本发明有关的层叠压电谐振器的说明图;

图 23 是示出导电树脂层形成在图 22 所示的压电谐振器的外部电极的表面上状态的说明图。

参照图 1, 压电谐振器 10 包含大致上为长方体形状的基底部分 12。基底部分 12 包含多个压电层 14, 它们由压电陶瓷制成, 并相互叠堆。压电层 14 较好地具有大致上相同的尺寸。另外, 中间压电层 14 沿基底部分 12 的纵向极化, 从而如图 1 中的尖头所指出的, 相邻的压电层 14 的极化方向相互面对。

将第一和第二内部电极 16 和 18 分别设置在每一个经过极化的中间压电层 14 的主表面上, 该中间压电层的主表面大致上垂直地与基底部分 12 的纵向相交。相应地, 第一和第二内部电极 16 和 18 大致上垂直地与基底部分 12 的纵向相交, 并沿基底部分 12 的纵向相互分开。另外, 如图 2A 所示, 将第一内部电极 16 安

排在压电层 14 的一个主表面上，除了从上侧的大致中心部分延伸到其第一端的区域以外。如图 2B 所示，将第二个内部电极 18 安排在压电层 14 的另一个主表面上，除了上侧的大致中心部分延伸到其第二端的区域以外。因此，如此安排第一内部电极 16，从而在基底部分 12 的上侧表面上，第一内部电极 16 不暴露在从横向中心延伸到第一横向端部的区域，而暴露在第二横向端部。类似地，如此安排第二内部电极 18，从而在基底部分 12 的上侧表面上，第二内部电极 18 暴露在第二横向端部，但不暴露在从横向中心延伸到第二横向端部的区域中。

将两个外部电极 20 和 22 沿基底部分 12 的纵向设置在其上侧表面上。外部电极 20 位于相对于基底部分 12 的横向中心的一个横向侧上，而外部电极 22 位于相对于基底部分 12 的横向中心的另一个横向侧上。外部电极 20 连接到第一内部电极 16，外部电极 22 连接到第二内部电极 18。

在本发明的较佳实施例的一个例子中，图 1 所示的压电谐振器 10 如此形成，从而沿纵向的整体尺寸是大约 4.5mm，沿大致上垂直于外部电极 20 和 22 的主表面的厚度方向的整体尺寸 W 是大约 0.5mm，沿宽度方向的整体尺寸(外部电极 20 和 22 沿该方向并排设置)是大约 0.7mm，第一和第二内部电极 16 和 18 之间的距离或层间距离 d 是大约 0.11mm，并且离缝的尺寸 g(该尺寸是沿大致上垂直于外部电极 20 和 22 的主表面的方向测量的，并且第一和第二内部电极 16 和 18 并不相互重叠)是约 0.1mm。图 1 中为描述清楚起见，省略了一些压电层 14、一些第一内部电极 16、和一些第二内部电极 18。

在压电谐振器 10 中，外部电极 20 和 22 被用作输入和输出电极。当将信号提供到外部电极 20 和 22 之间时，在相邻的第一和第二内部电极 16 和 18 之间产生电场，从而除了位于相对的端部的压电层 14 以外的压电层 14(即仅仅是中间压电层 14)被压电伸缩地激活。在这种情况下，由于将极性相反的电压提供给基底部分 12 的沿相反方向极化的相邻的两个压电层 14，故所有压电层 14 沿相同的方向扩张和收缩。即，当沿基底部分 12 的纵向，通过连接到外部电极 20 和 22 的第一和第二内部电极 16 和 18 施加 AC 电场，由此在每一个压电层 14 中产生驱动力以引起扩张和收缩时，在整个压电谐振器 10 中，纵向振动的基次波被激励，将基底部分 12 的中心作为节点。

在压电谐振器 10 中，压电层 14 的极化方向、由输入信号产生的电场的方向、以及压电层 14 的振动方向相互一致。换句话说，压电谐振器 10 是加强型压电谐

振器。压电谐振器 10 与振动方向不同于极化方向以及电场方向的未加强的压电谐振器相比具有更高的机电耦合系数。因此，在压电谐振器 10 中，谐振频率和反谐振频率之间的差 ΔF 大于传统的未加强型压电谐振器。相应地，在压电谐振器 10 中，与传统的未加强型压电谐振器相比，可以得到更宽的带宽。

另外，在压电谐振器 10 中，与图 22 所述的层叠的压电谐振器 4 相比，连接到一个外部电极 20 的第一内部电极 16 如此安排，从而它不暴露在基底部分 12 的一个侧表面的第一横向端部，其中另一个外部电极 22 设置在该处。连接到外部电极 22 的第二内部电极 18 如此安排，从而它不暴露 1 基底部分 12 的侧表面的第二横向端部，其中外部电极 20 设置在该处。因此，在基底部分 12 的侧表面上不需要形成绝缘树脂薄膜以使第一和第二内部电极 16 和 18 的端部绝缘。结果，可以大大减小第一和第二内部电极 16 和 18 之间的距离，从而可以容易地将压电谐振器制得更为小型化。

另外，和图 22 所示的层叠的压电谐振器 4 不同，在压电谐振器 10 中，由于在外部电极 20 和 22 与基底部分 12 之间没有绝缘树脂薄膜形成，故外部电极 20 和 22 更为耐用，并更能抵抗诸如热冲击和热循环之类的温度变化。

在图 22 所示的层叠的压电谐振器 4 中，为了防止外部电极 9a 和 9b 在绝缘树脂薄膜 8a 和 8b 上破裂，故如图 23 所示，可以在外部电极 9a 和 9b 的表面上形成导电树脂层 9c 和 9d。但是，当形成绝缘树脂薄膜 8a 和 8b 或导电树脂层 9c 和 9d 时，在基底部分 5 的侧表面上形成大负载质量块，导致机械品质因素 Q_m 恶化以及谐振频率的电压依赖性增加。

相反，在压电谐振器 10 中，由于在基底部分 12 的侧表面上不形成诸如绝缘树脂薄膜或导电树脂薄膜之类的负载质量块，故机械品质因素不恶化，并且谐振频率的电压依赖性不增加。

另外，在压电谐振器 10 中，由于比值 g/W 最好是大约 0.2 并且最好大于 0.1，故离缝部分尺寸 g 的变化引起分数表示的频带宽度 $\Delta F/F_r$ 或谐振频率和反谐振频率之间的差 ΔF 与谐振频率 F_r 的比值 $\Delta F/F_r$ 的变化减小，并且元件的特性的变化减小。

即，压电谐振器 10 达到了如图 3 所示的比值 g/W ， d/W 以及 $\Delta F/F_r$ 之间的关系。

尤其是，对于比值 d/W 的每一个值，在 $g/W \geq 0.1$ 的区域中，比值 $\Delta F/F_r$ 根据

比值 g/W 的增加逐步减小。这种现象的原因如下：在离缝部分，不产生由于压电效应产生的驱动力，从而机械地防止了纵向振动，当离缝增加时，压电激励的效率减小。

在 $g/W < 0.1$ 的区域内，曲线的斜率是陡的，从而当比值 g/W 减小时，比值 $\Delta F/F_r$ 急剧增加。这种现象的原因是：当离缝部分的尺寸 g 增加时，第一和第二内部电极 16 和 18 与外部电极 20 和 22 之间的电容急剧增加，结果是未用于压电伸缩激励的电容并联地加到压电谐振器 10 上。

在压电谐振器制造中，可以在某一范围内改变离缝部分的尺寸。在曲线斜率陡的区域中，比值 $\Delta F/F_r$ 随着离缝部分的尺寸 g 大有变化，导致元件特性的变化。

相反，当比值 g/W 是大约 0.2(这大于 0.1)时，由离缝部分的尺寸 g 的变化引起的比值 $\Delta F/F_r$ 的变化与比值 g/W 小于大约 0.1 的情况相比，可以较小。还有，元件特性中的变化也可以较小。

在如图 3 所示的图中 $g/W \geq 0.1$ 的区域中，比值 $\Delta F/F_r$ 随着比值 d/W 的减小而增加。这种现象的原因如下：当 d/W 小，并且第一和第二内部电极 16 和 18 之间的距离减小时，第一和第二内部电极 16 和 18 之间的电容增加，从而第一和第二内部电极 16 和 18 与外部电极 20 和 22 之间的电容相对低。

另外，在压电谐振器 10 中，即使谐振器的宽度尺寸减小，但是压电层 14 的主表面上既没有形成第一内部电极 16 也没有形成第二内部电极 18 的部分的宽度保持恒定，以确保第一和第二内部电极 16 和 18 的端部的绝缘，其上第一和第二内部电极 16 和 18 相互重叠的面积与压电层 14 的主表面的面积的比不变，从而压电谐振器 10 宽度可以减小，而不减小压电层 14 中产生驱动力的效率。

另外，在压电谐振器 10 中，由于第一和第二内部电极 16 和 18 部分地形成在压电层 14 的主表面上，故频率差 ΔF 可以通过调节其上第一和第二内部电极 16 和 18 的相互重叠的面积而调节，由此在元件特性的设计中提供高度自由度。

另外，压电谐振器 10 的电容可以通过调节例如其上第一和第二内部电极 16 和 18 的面积、压电层 14 和第一和第二内部电极 16 和 18 的数量以及压电层 14 沿基底部分 12 的纵向的尺寸而调节。即，压电谐振器 10 的电容可以通过增加其上第一和第二内部电极 16 和 18 相互重叠的面积、增加压电层 14 和第一和第二内部电极 16 和 18 的数量、或减小压电层 14 沿基底部分 12 的纵向的尺寸而增加。相反，压电谐振器 10 的电容可以通过减小其上第一和第二内部电极 16 和 18 相

互重叠的面积、减小压电层 14 和第一和第二内部电极 16 和 18 的数量，或增加压电层 14 沿基底部分 12 的纵向的尺寸而减小。因此，达到电容的设计中高度的自由度，从而当将压电谐振器 10 安装到电路板之类的元件上时可以容易地建立与外部电路的阻抗匹配。

参照图 4，压电谐振器 10 不同于图 1 所示的压电谐振器 10 的只是第一和第二内部电极 16 和 18 与外部电极 20 和 22 的形状和结构，即，在图 4 所示的压电谐振器 10 中，第一内部电极 16 位于压电层 14 的一个主表面除了其上端部的部分上，如图 5A 所示，而第二内部电极 18 位于压电层 14 的主表面除下端部的部分上，如图 5B 所示。外部电极 20 位于基底部分 12 的下表面上，并连接到第一内部电极 16。外部电极 22 位于基底部分 12 的上表面上，并连接到第二内部电极 18。

另外，与图 1 所示的压电谐振器 10 的情况相比，在图 4 所示的压电谐振器 10 中，沿大致上垂直于外部电极 20 和 22 的方向的整体尺寸 W 最好是大约 0.7mm ，并且沿大致上垂直于外部电极 20 和 22 的主表面的方向测量的第一和第二内部电极 16 和 18 不相互重叠的离缝部分的尺寸 g 是大约 0.1mm 。

还是在图 4 中，为了描述清楚起见，省略了一些压电层 14、一些第一内部电极 16 和一些第二内部电极 18。

图 4 中所示的压电谐振器 10 不同于图 1 所示的压电谐振器 10 的是通过第一和第二内部电极 16 和 18 重叠形成的大致上矩形的中心线或者中心点与垂直于纵向轴的基底部分 12 的截面中心线或中心点一致。因此，压电层 14 中产生的驱动力不偏离基底部分 12 的中心轴，从而基底部分 12 大致上不弯曲，因此不产生寄生振动。

另外，在图 4 中所示的压电谐振器 10 中，由于比值 g/W 最好是大约 0.14 ，并大于大约 0.05 ，故离缝部分的尺寸 g 中的变化引起分数表示的带宽 $\Delta F/F_r$ 的变化减小，并且元件特性中的变化减小。

即，在图 4 所示的压电谐振器 10 中，如从图 6 的图中所示的 g/W 、 d/W 和 $\Delta F/F_r$ 之间的关系可见，当比值 g/W 不小于大约 0.05 时，即使离缝部分的尺寸 g 改变了，分数表示的带宽 $\Delta F/F_r$ 中的变化以及元件特性中的变化也是小的。

上述压电谐振器 10 是根据较佳实施例构成的，从而基底部分 12 的纵向的中间部分被压电激活并振动，而基底部分 12 的相对的纵向端部确定了从未压电激

活的不活动部分。只有当压电层被极化，并且在那里施加了电场时，压电层才压电激活。否则，压电层为未压电激活，构成不活动部分，以致永远不会压电激活。

诸如谐振元件和检频器之类的电子元件较好地包含上述压电谐振器 10 中的至少一个。图 7 是描述示例性电子元件 60，其中包括图 1 所示的压电谐振器 10。图 7 所示的电子元件 60 包括绝缘基片 62，它作为支持部件。

两个凹部 64 较好地形成在绝缘基片 62 的相对端部的每一端中。两个图案电极 66 和 68 位于绝缘基片 62 的一个主表面上。一个图案电极 66 安排在第一个相对的凹部 64 之间，分支部分从图案电极 66 的第一端部延伸，从而分支部分朝绝缘基片 62 的中心部分延伸，而形成大致上 L 形的图案。类似地，另一个图案电极 68 位于第二个相对的凹部之间，并且分支部分从图案电极 68 与图案电极 66 的第一端部相对的一端延伸，从而分支部分朝绝缘基片 62 的中心部分延伸，而形成了大致上 L 形的图案。这些图案 66 和 68 安排得通过凹部 64 延伸到绝缘基片 62 的另一个主表面上。诸如环氧玻璃基片或氧化铝基片之类的常用基片可以用作绝缘基片 62。另外，绝缘基片 62 可以是多层基片或介质基片。

凸出部 70 由诸如导电粘剂之类的导电材料制成，以便确定一个安装部件。凸出部 70 位于基底部分 12 的相应于压电谐振器的大致纵向中心的大致纵向中心部分。如图 8 中所示，通过凸出部 70，将压电谐振器 10 安装在绝缘基片 62 的图案电极 66 和 68 上。这时，压电谐振器 10 的外部电极 20 和 22 经由凸出部 70 分别连接到图案 66 和 68。可以将用于结合凸出部 70 的粘剂施加到绝缘基片 62 的图案电极 66 和 68 上。

另外，如图 7 所示，将金属盖子 74 安装到绝缘基片 62 上。将绝缘树脂施加到图案电极 66 和 68 上，以防止在盖 74 装到基片上时金属盖子 74 与图案电极 66 和 68 电接触。在安装好金属盖子 74 后，完成了电子元件 60。在电子元件 60 中，形成得通过凹部延伸到反面表面的图案电极 66 和 68 用作输入/输出终端，与外部电路连接。

在电子元件 60 中，由于凸出部 70 形成在压电谐振器 10 的大致中心部分，起节点作用的压电谐振器 10 的大致中心部分被可靠地支撑着，从而凸出部 70 不妨碍谐振器中产生的纵向振动。

可以将电子元件 60 和 IC 以及其它元件一起安装到电路板，并用作谐振元件或鉴频器。在具有上述结构的电子元件 60 中，由于金属盖子 74 密封和保护元件

60，故元件 60 可以用作芯片元件，它可以通过焊接剂反流工艺安装。

当将电子元件 60 用于谐振元件时，使用上述压电谐振器 10 使寄生振动大大减小，从而防止了由寄生振动引起的异常振荡。另外，由于压电谐振器 10 的电容可以自由确定，故非常容易得到与外部电路匹配的阻抗。另外，当压电谐振器 10 用作压控振荡器的谐振元件时，谐振元件的大频率差 ΔF 使得可以在比传统得到的频率变化范围更宽的频率变化范围中工作。

另外，当将电子元件 60 用作鉴频器时，谐振元件的大频率差 ΔF 使得可以有更宽的峰值间距。另外，由于压电谐振器的电容器可以设计在更宽的范围内，故可以更为容易地得到与外部电路匹配的阻抗。

图 9 是示出另一个示例性电子元件 60 的说明图，该电子元件 60 包括图 4 所示的压电谐振器 10。图 10 是侧视图，示出图 9 所示的电子元件 60 中的压电谐振器 10 的安装结构。图 9 所示的电子元件 60 不同于图 7 所示的电子元件 60 的是使用图 4 中所示的压电谐振器 10 代替图 1 所示的压电谐振器 10。

图 9 所示的电子元件 60 达到与那些通过图 7 所示的电子元件 60 相同的效果。

图 11 是梯形滤波器主要部分的平面图，它是使用图 1 中所示的压电谐振器 10 的示例性的电子元件 60，而图 12 是图 11 所示的梯形滤波器的主要部分的分解透视图。在图 11 和 12 所示的电子元件 60 中，将四个图案电极 90、92、94 和 96 设置在作为支持部件的绝缘基片 62 上。五个接合区形成在这些图案 90-96 上，从而接合区相互分离，并安排为大致上一条直线。在这种情况下，当从绝缘基片 62 的一端开始计算，第一接合区设置在图案电极 90 上，并且第二和第五接合区设置在图案电极 92 上，第三接合区设置在图案电极 94 上，第四接合区设置在图案电极 96 上。

四个压电谐振器 10 和 11 的外部电极 20、21、22 和 23 安装到图案电极 90-96。如图 1 所示的压电谐振器(其中外部电极 20 和 22 形成在基底部分 12 的一个侧表面上)用作各个压电谐振器 10。每个压电谐振器 11 是如图 13 所示的压电谐振器，其中将外部电极 21 和 23 设置在基底部分 13 的一个侧表面上。

在图 13 所示的压电谐振器 11 中，多个压电层 15 和多个电极 17 交替层叠，以确定一个基底部分 13，并且多个压电层 15 沿基底部分 13 的纵向极化，从而相邻的压电层 15 的极化方向互相相对。在基底部分 13 的一个侧表面上，将位于

横端部的交替的电极 17 的端部用绝缘树脂薄膜 19 覆盖, 并将外部电极 21 连接到其余的电极 17。另外, 在另一横向的端部, 连接到外部电极 21 的电极 17 的端部由绝缘树脂薄膜 19 覆盖, 并且将外部电极 23 连接到其余电极 17。

当将压电谐振器 10 和 11 安装到图案电极 90-96 上时, 将压电谐振器 10 和 11 的外部电极 20、21、22 和 23 通过作为安装部件的凸出部 70 安装到绝缘基片 62 的图案电极 90-96 上。接着, 将金属盖子(图中未示)设置在绝缘基片 62 上, 以覆盖绝缘基片 62。

图 11 和 12 所示的电子元件 60 用作具有如图 14 中所示的梯形电路的梯形滤波器。在电路中, 两个压电谐振器 10 确定了并联谐振器, 并且两个压电谐振器 11 确定了串联谐振器。在这种梯形滤波器中, 根据并联谐振器的电容与串联谐振器的电容的比值, 确定抑制范围内的衰减, 并将并联谐振器 10 设计得具有其电容大于串联谐振器 11 的电容。在这种情况下, 将通过减小层间距离而增加叠堆的压电层数量的压电谐振器用作并联谐振器, 而将通过增加层间距离减小叠堆压电层的数量的压电谐振器用于串联谐振器。另外, 根据每一个谐振器的 ΔF 确定梯形滤波器的带宽, 并将并联谐振器的 ΔF 值设置得大致上与串联谐振器的 ΔF 值相同。当图 1 所示的压电谐振器具有离缝, 并用于串联谐振器时, 层间距离如图 3 所示增加, 从而 ΔF 的值减小。因此, 使用如图 13 所示的没有离缝的压电谐振器 11。在串联谐振器的情况下, 由于层间距离大, 故不发生上述关于绝缘薄膜的形成问题。

梯形滤波器的衰减依赖于串联谐振器和并联谐振器之间的电容比值。在图 11 和 12 所示的电子元件 60 中, 压电谐振器 10 和 11 的每一个电容通过改变叠堆的压电层等等的数量而调节。相应地, 与使用利用压电横向效应的传统压电谐振器相比, 通过调节压电谐振器 10 和 11 的电容, 梯形滤波器使用更少谐振器时达到更大衰减。另外, 由于压电谐振器 10 和 11 的 ΔF 值高于传统的压电谐振器, 故通带带宽比利用传统的压电谐振器的滤波器更宽。

另外, 在图 11 和 12 所示的电子元件 60 中, 由于将压电谐振器的两个电极安装到公共接合区, 故在相邻的压电谐振器的两个电极之间不需要提供绝缘。因此, 可以将相邻的压电谐振器安排得相互靠得更近以减小滤波器尺寸。

图 15 是梯形滤波器主要部分的平面图, 它是包括图 4 所示的压电谐振器 10 的示例性电子元件 60。图 16 是图 15 所示的梯形滤波器的主要部分的分解透视

图。图 15 和 16 所示的电子元件 60 不同于图 11 和 12 所示的电子元件 60 的是将图 4 所示的压电谐振器 10 用于并联谐振器, 而将图 17 所示的压电谐振器 11 用于串联谐振器。在串联谐振器的情况下, 由于层间距离大, 故不发生上述关于形成绝缘薄膜的问题。

在图 17 所示的压电谐振器 11 中, 多个压电层 15 和多个电极 17 交替地层叠, 以确定基底部分 13, 并且多个压电层沿基底部分 13 的纵向极化, 从而相邻的压电层 15 的极化方向是相反的。在基底部分 13 的下表面上, 将交替的电极 17 的端部由绝缘树脂薄膜 19 覆盖, 并将外部电极 21 连接到其余电极 17。另外在上表面上, 连接到外部电极 21 的电极 7 的端部由绝缘树脂薄膜 19 覆盖, 并将外部电极 23 连接到其余的电极 17。

图 15 和 1 所示的电子元件 60 用作具有图 18 所示的梯形电路的梯形滤波器。图 15 和 16 所示的电子元件 60 达到与图 11 和 12 所示的电子元件 60 相同的效果。

虽然上述电子元件较好地具有芯片的形状, 但本发明的各种较佳实施例的电子元件可以具有芯片形状以外其它的形状。

在上述每一个压电谐振器 10 中, 多个压电层 14 沿相反的方向交替极化。但是, 多个压电层 14 的极化方向不限于此。

在压电谐振器 10 中, 每一个压电层 14 沿基底部分 12 的纵向的尺寸或每一组相邻的第一和第二内部电极 16 和 18 之间的距离较好地是恒定的。但是, 尺寸不要求是恒定的。

在上述每一个压电谐振器 10 中, 将单个的压电层 14 设置在相邻的第一和第二内部电极 16 和 18 之间。但是, 多个压电层可以设置在相邻的第一和第二内部电极 16 和 18 之间。

另外, 在上述每一个压电谐振器 10 中, 交替地安排要连接到外部电极 20 的第一内部电极 16 和要连接到外部电极 22 的第二内部电极 18。但是, 第一内部电极 16 和第二内部电极 18 不必交替安排。另外, 不需要设置多个第一内部电极 16 和多个第二内部电极 18。取而代之地, 可以设置单个第一内部电极 16 和单个第二内部电极 18。

图 19 是方块图, 示出根据本发明的较佳实施例的双变频超外差接收机的一个例子。图 19 所示的双变频超外差接收器 100 包括天线 102。天线 102 连接到输入电路 104 的输入端。输入电路 104 提供天线 102 和高频放大器 106 之间的阻抗

匹配,这将在下面描述。用于选择需要的波的调谐电路或频率放大器用于输入电路 104 中。输入电路 104 的输出端连接到高频放大器 106 的输入端。高频放大器 106 实现微弱的无线电波的低噪声放大,以改善灵敏度,并改善图像频选择性。将高频放大器 106 的输出端连接到第一混频器 108 的一个输入端。第一混频器 108 混合所需的波和第一本机振荡波,以产生第一中间频率信号,它具有相应于所需要的波和第一本机振荡波之间的总和或差的频率。将第一本机振荡器 110 的输出端连接到第一混频器 108 的另一个输入端。第一本机振荡器 110 振荡第一本机振荡波,用于产生第一中间频率信号。第一混频器 108 的输出端连接到第一带通滤波器 112 的输入端。第一带通滤波器 112 允许通过第一中间频率信号。第一带通滤波器 112 的输出端连接到第二混频器 114 的输入端。第二混频器 114 混合第一中间频率信号和第二本机振荡波,以产生第二中间频率信号,该中间频率信号具有相应于第一中间频率和第二本机振荡波之间的总和或差的频率。将第二本机振荡器 116 的输出端连接到第二混频器 114 的另一个输入端。第二本机振荡器 116 振荡第二本机振荡波,以产生第二中间频率信号。将第二混频器 114 的输出端连接到第二带通滤波器 118 的输入端。第二带通滤波器 118 允许通过第二中间频率信号。第二带通滤波器 118 的输出端连接到中间频率放大器 120 的输入端。中间频率放大器 120 放大第二中间频率信号。将中间频率放大器 120 的输出端连接到检测器 122 的输入端。检测器 122 从第二中间频率信号得到信号波。检测器 122 的输出端连接到低频放大器 124 的输入端。低频放大器 124 将信号波放大到足够驱动扬声器的电平值。低频放大器 124 的输出端连接到扬声器 126。

在根据本发明的较佳实施例的双变频超外差接收机中,可以将上述压电谐振器用于检测器 112 中,并将上述梯形滤波器用于每一个第一和第二带通滤波器 112 和 118 中。结果,双变频超外差接收器 100 具有非常紧凑的配置和极好的接收特性。

另外,根据本发明的较佳实施例,上述压电谐振器可以用于单变频超外差接收机的检测器中,并且上述梯形滤波器可以用于接收机的带通滤波器中。这样的单变频超外差接收机具有和上述双变频超外差接收机一样的非常紧凑的配置和极好的接收特性。

本发明的较佳实施例提供了一种压电谐振器,它大大减小了寄生振动,在谐振频率和反谐振频率之间具有大的差,具有非常紧凑的尺寸,具有非常耐用的外

部电极，并且元件特性事实上没有变化。

另外，当电子元件包含根据本发明的较佳实施例的压电谐振器时，电子元件可以形成得具有芯片形状，从而电子元件可以被容易地安装到电路板等部件上。

另外，本发明的较佳实施例提供了一种电子元件和通信设备，它们都利用这样的压电谐振器，它们将寄生振动最小化，在谐振频率和反谐振频率之间具有大的差，具有非常紧凑尺寸，具有非常耐用的外部电极，并元件特性事实上没有变化。

虽然已经通过参照本发明的较佳实施例，示出和描述了本发明，熟悉本领域的人知道，在不背离本发明的主旨的情况下，可以有形式和细节上的上述和其它变化。

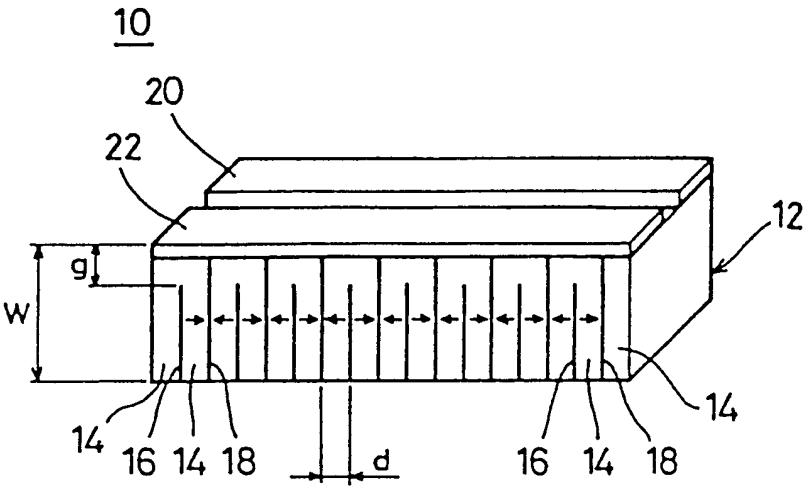


图 1

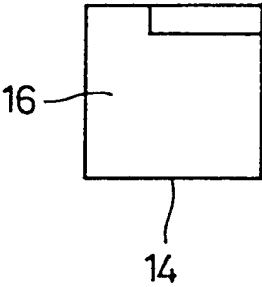


图 2A

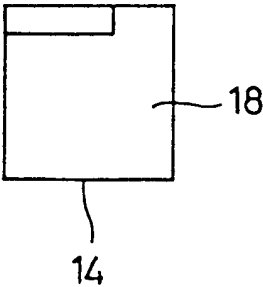


图 2B

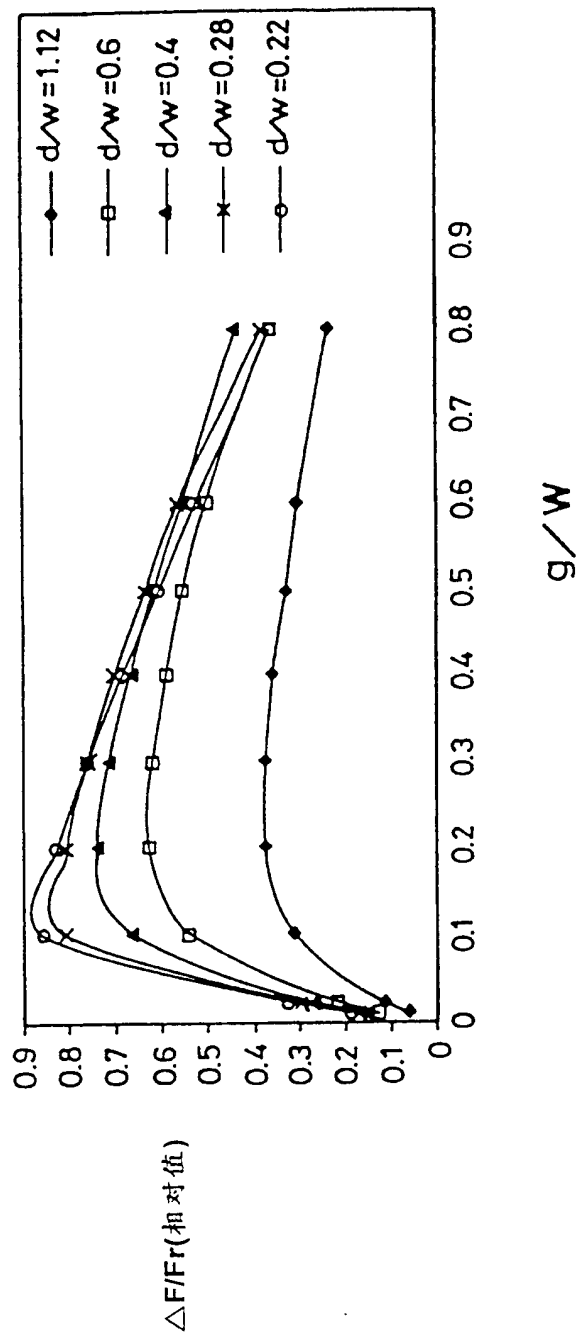


图 3

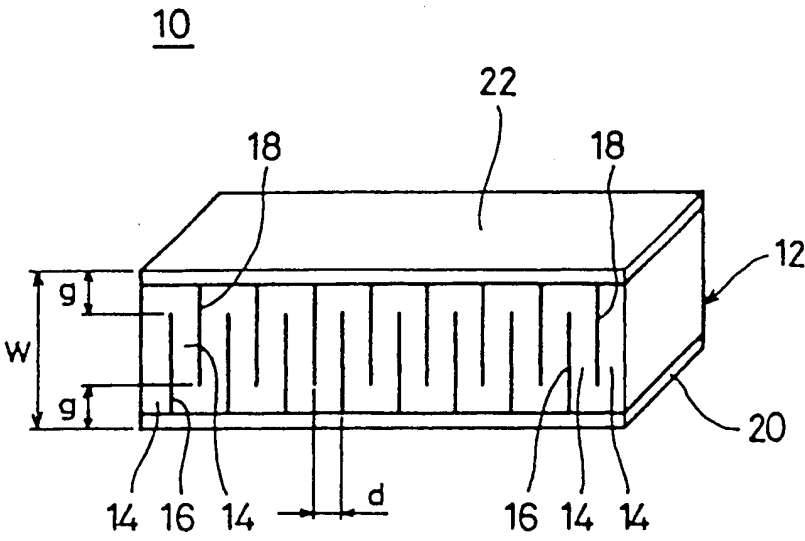


图 4

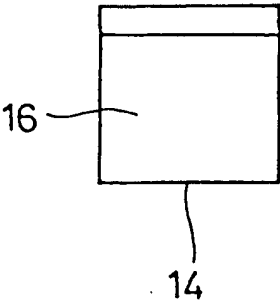


图 5A

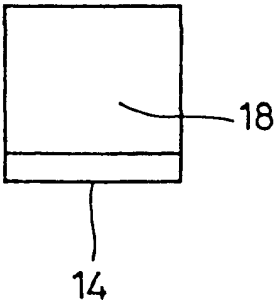


图 5B

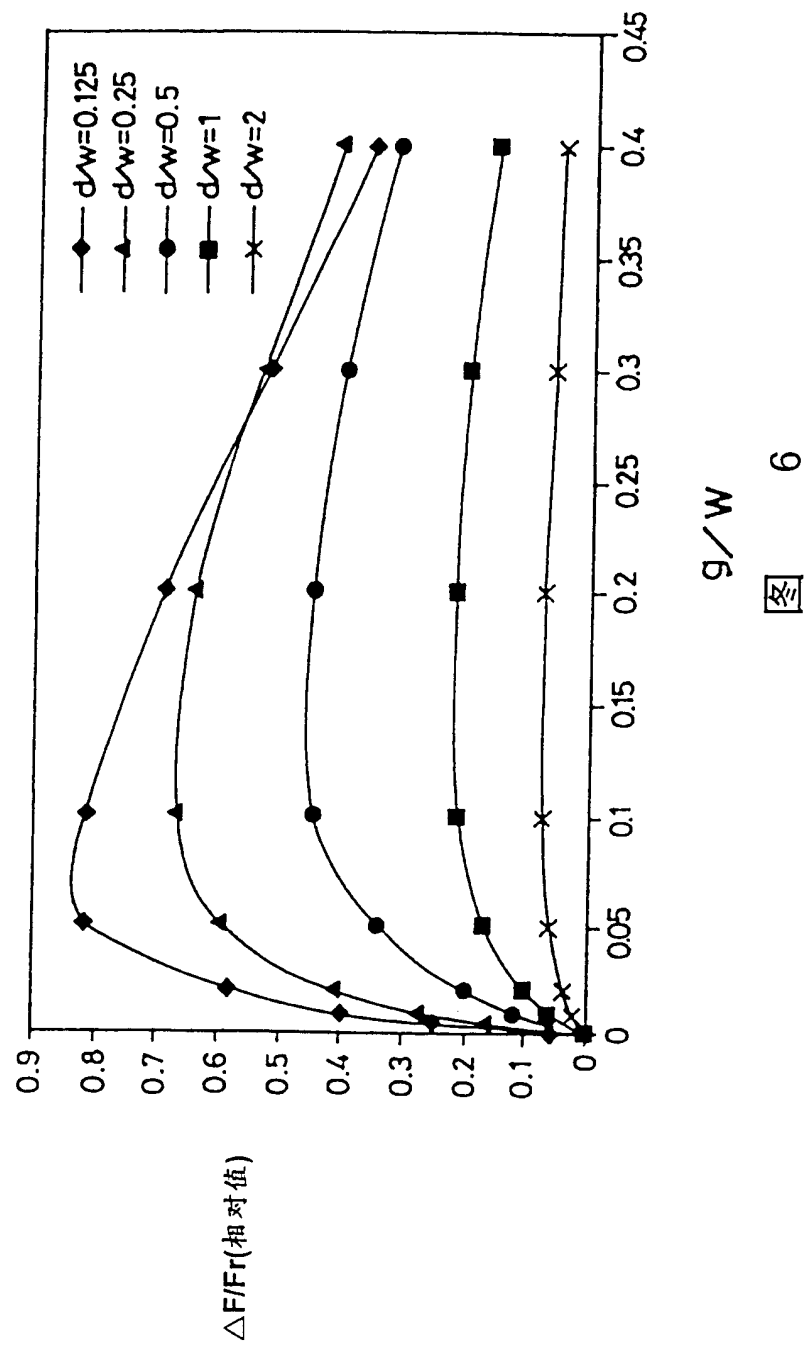


图 6

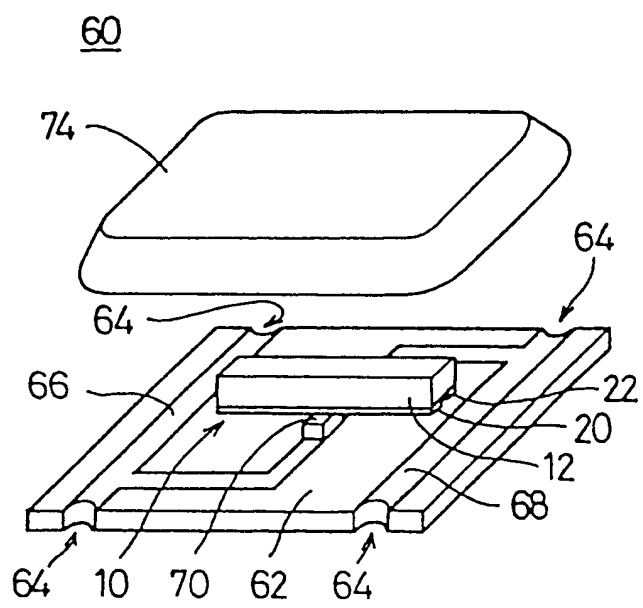


图 7

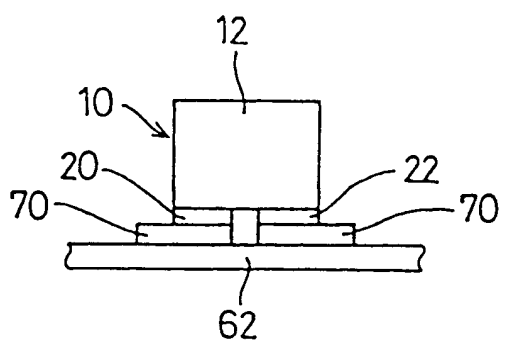


图 8

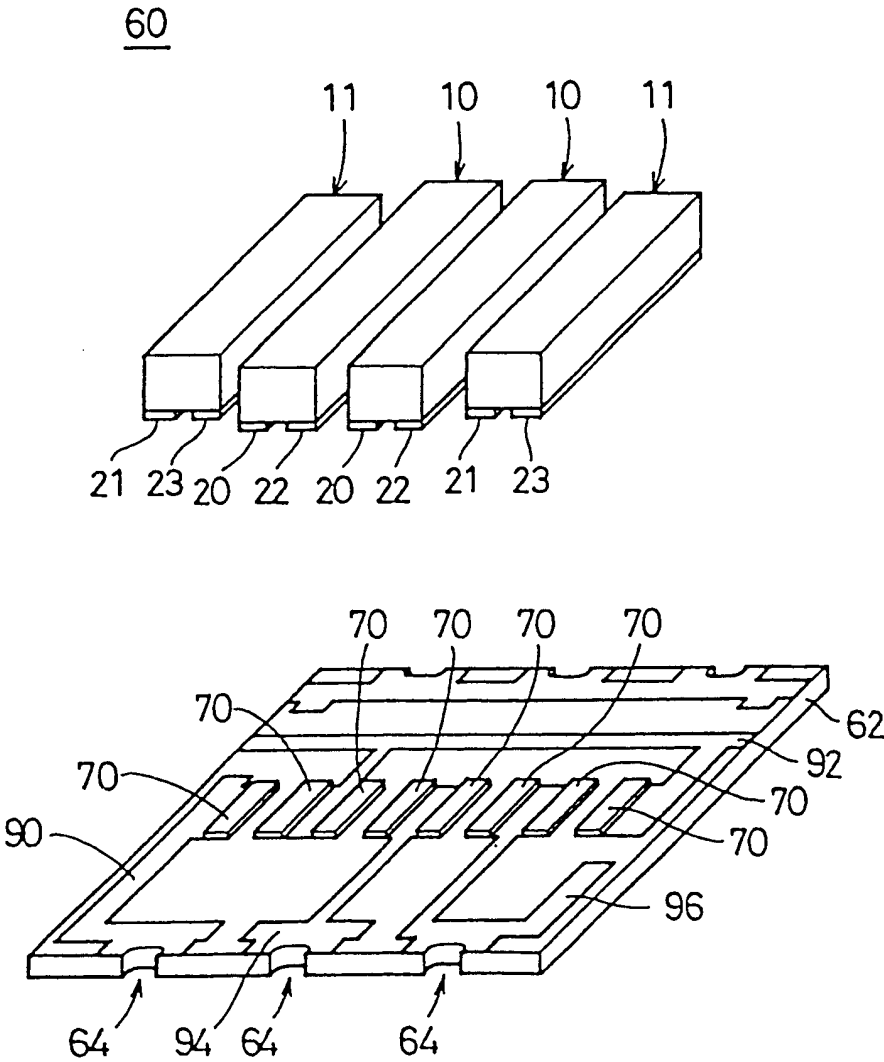


图 12

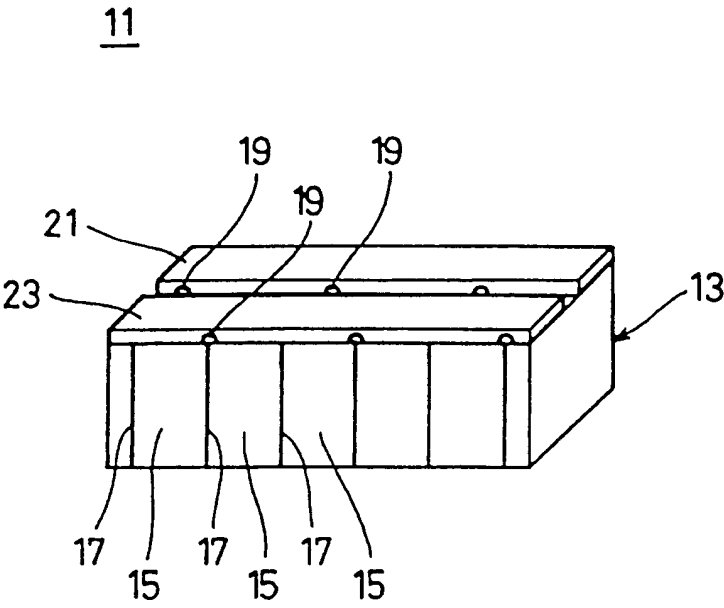


图 13

60

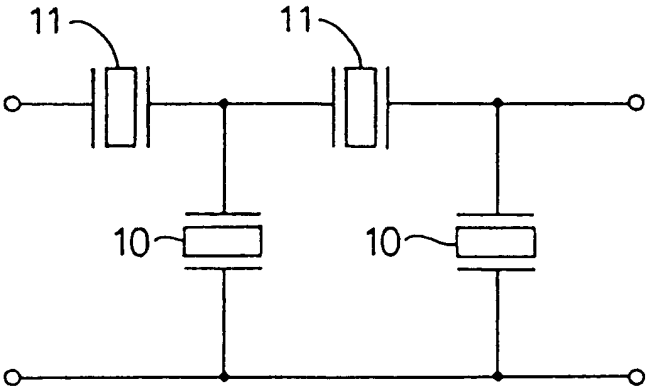


图 14

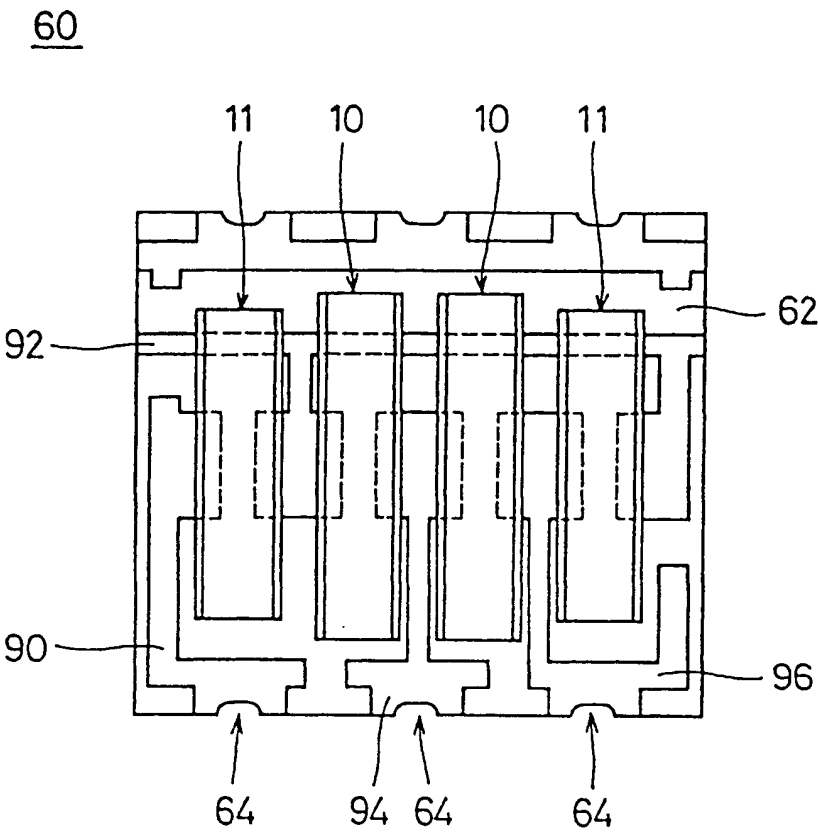


图 15

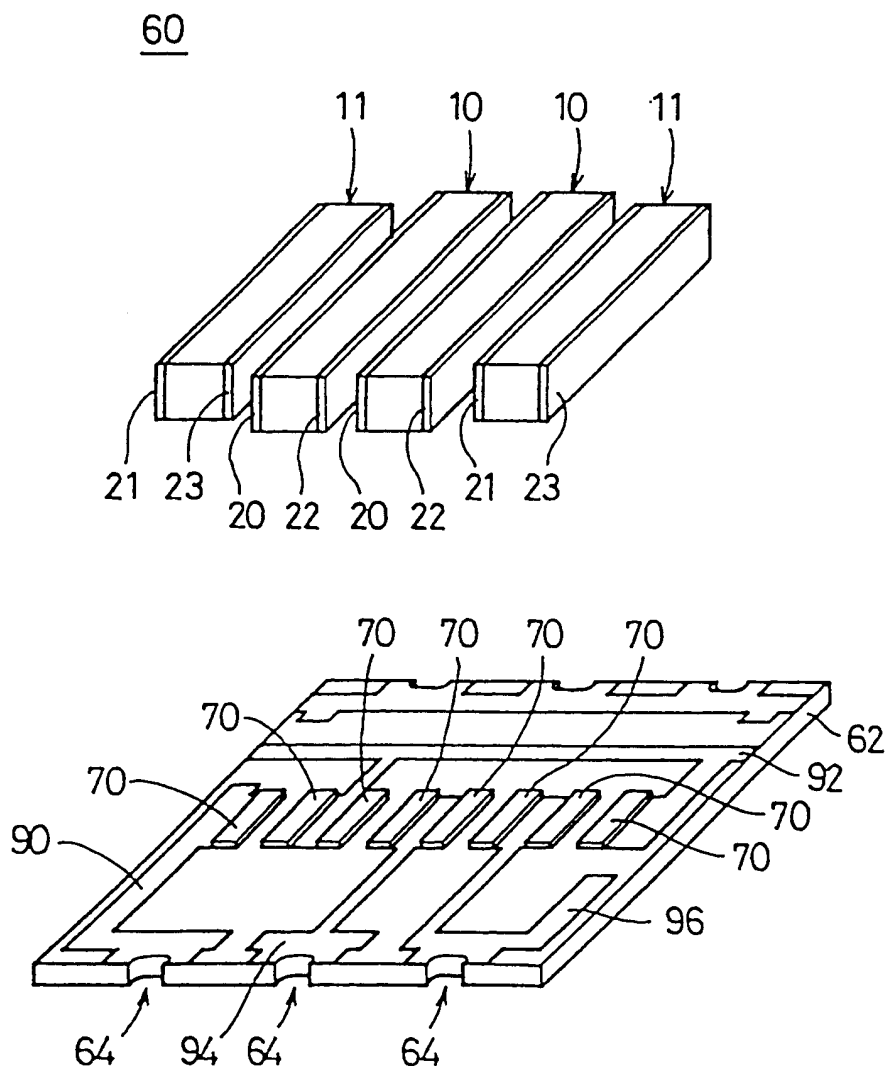


图 16

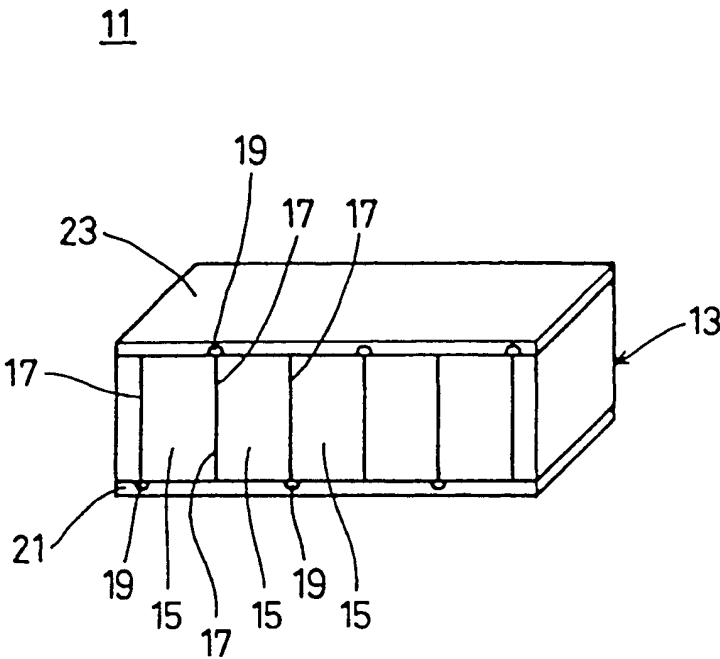


图 17

60

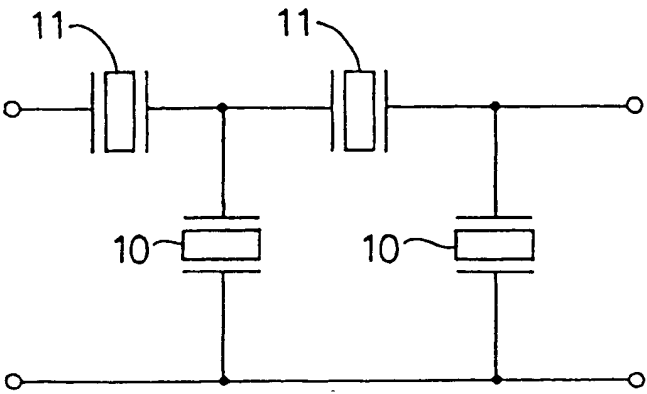
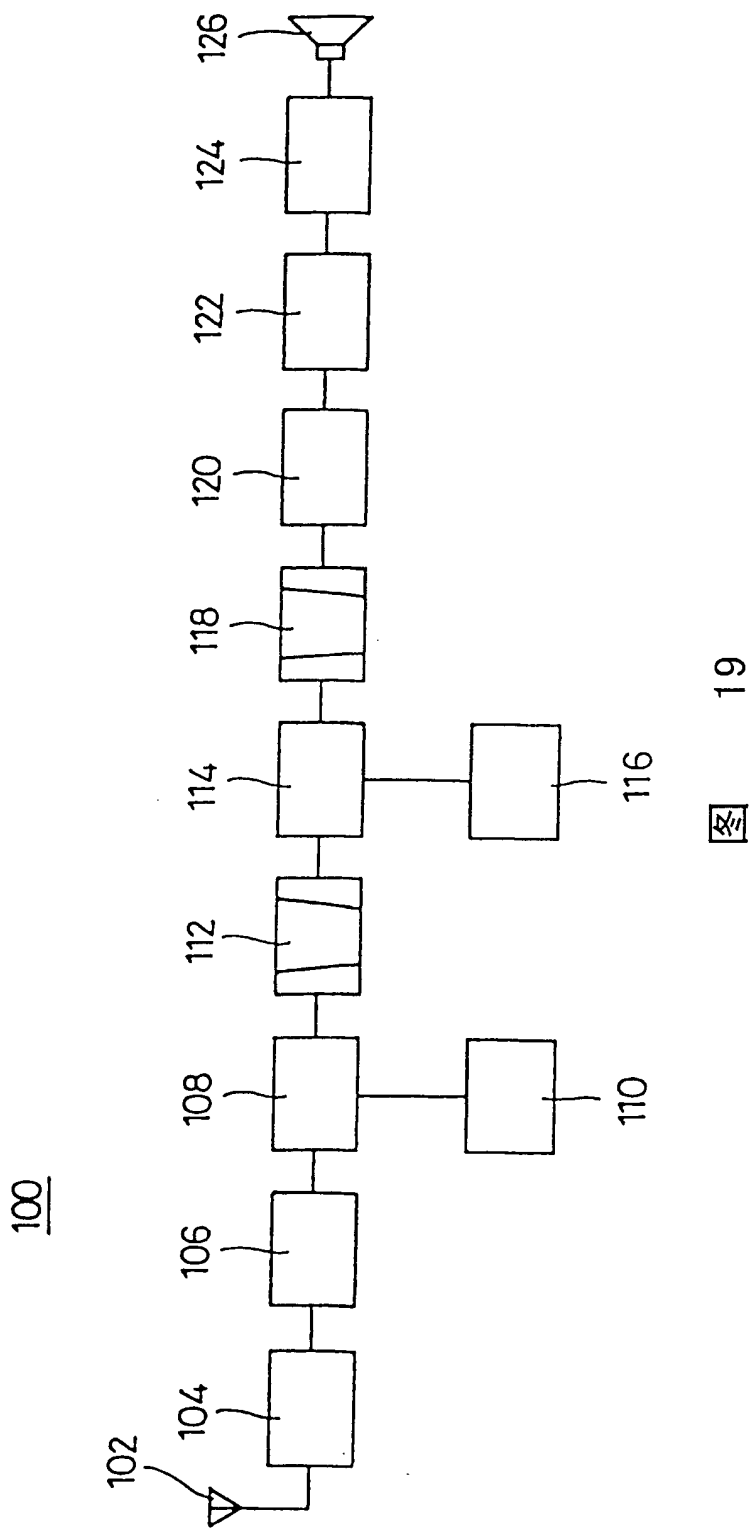


图 18



 19

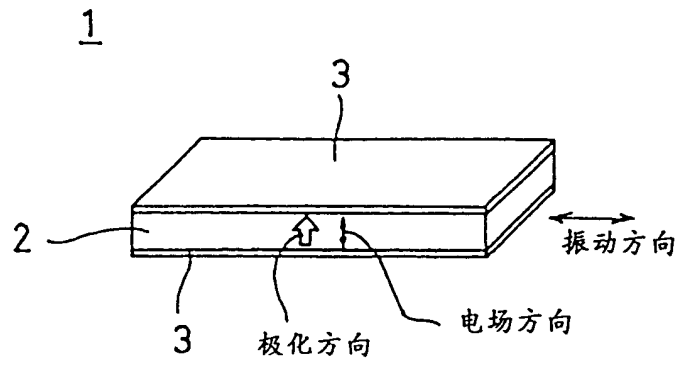


图 20

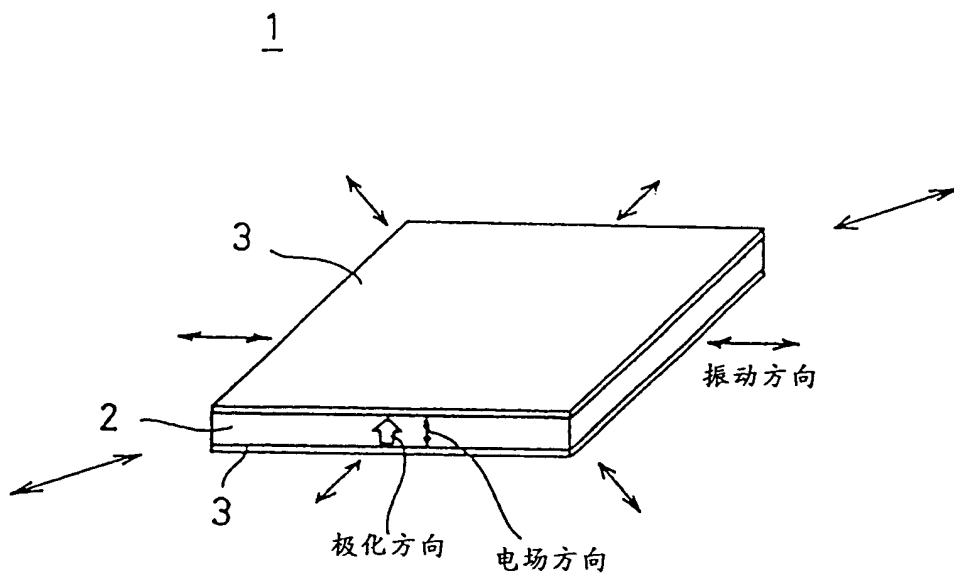


图 21

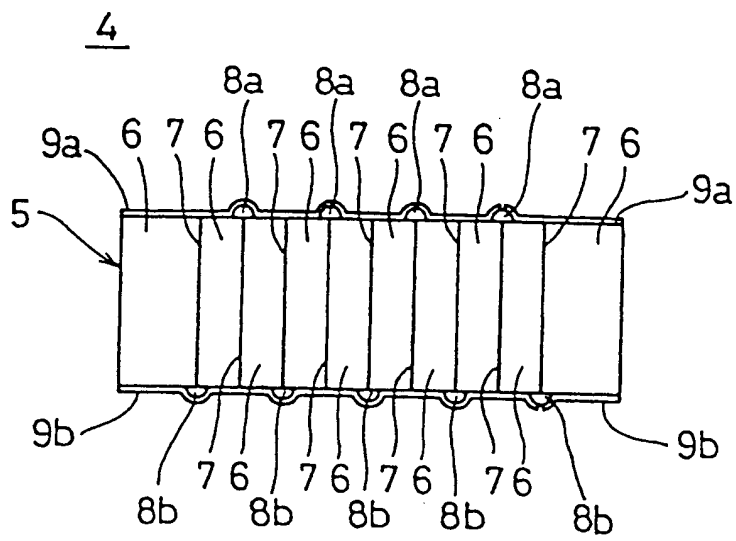


图 22

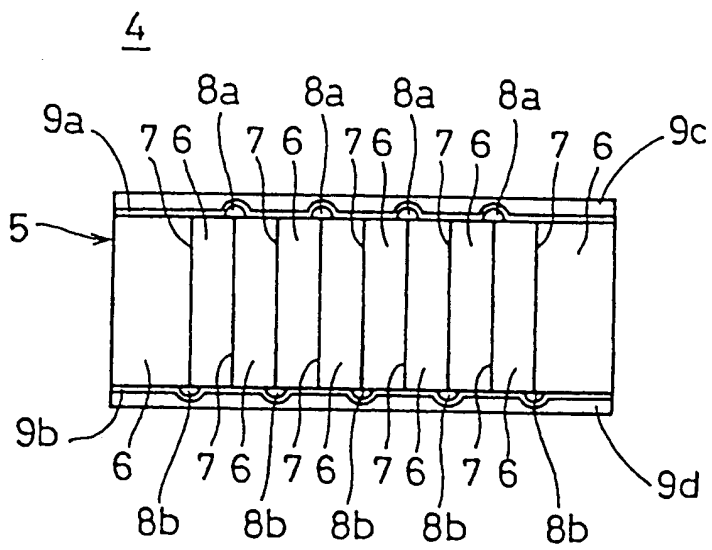


图 23