

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H03H 9/17

H03H 9/54

H01L 41/04

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97110865. X

[45] 授权公告日 2002 年 5 月 22 日

[11] 授权公告号 CN 1085442C

[22] 申请日 1997. 4. 29

[21] 申请号 97110865. X

[30] 优先权

[32] 1996. 8. 5 [33] JP [31] 223028/96

[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 宇波俊彦 竹岛哲夫 马场俊行

草间重雅 吉野博秀 井上二郎

[56] 参考文献

EP 0483955A1 1992. 5. 6 H01L41/04

EP 0485995A1 1992. 5. 20 H01L41/08

US 5118982 1992. 6. 2 H01L41/08

US 5153477 1992. 10. 6 H01L41/08

审查员 田冬青

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

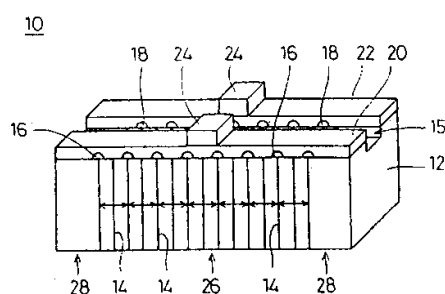
代理人 陈亮

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图页数 18 页

[54] 发明名称 压电谐振器、其制造方法和使用该压电谐振器的电子部件

[57] 摘要

一种压电谐振器具有层叠压电层和电极形成的基体元件。基体元件在电极两侧以不同的方向进行极化。电极在形成在基体元件的凹槽两侧上分别由绝缘膜 16 和绝缘膜 18 交替覆盖。绝缘膜 16 覆盖绝缘膜 18 没有覆盖的电极,反之亦然。外电极 20 和 22 形成在基体元件上的凹槽两侧上,电极与它们相连接。在外电极的纵向中心处形成由导电材料制成的支持件 24。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1、一种压电谐振器(10)，包含：

具有第一侧面和第二侧面的压电基体元件(12)；

至少构成所述压电基体元件(12)第一部分的激励部件，以及至少构成所述压电基体元件(12)的第二部分的非激励部件激励部件，当把电场加到所述压电基体元件上时，该压电基体元件的第一部分产生纵向振动，这样，使该压电基体元件的节点被限定在接近压电基体元件的中心；

至少一对内电极(14)，设置在所述激励部件内，以使该至少一对内电极的端头暴露在所述压电基体元件的第一侧面上；

第一绝缘膜(16)，在所述压电基体元件的所述第一侧面的第一端上，覆盖暴露在所述第一侧面上的至少一对内电极的其中一个电极；

第二绝缘(18)，在所述压电基体元件的所述第一侧面的第二端上，覆盖暴露在所述第一侧面上的未被所述第一绝缘膜覆盖的内电极；以及

两外电极外电极(20, 22)，布置成沿压电基体元件的纵向延伸，并连接到暴露在所述第一侧面的第一和第二端头的每个端头上的但未被第一和第二绝缘膜覆盖的该至少一对内电极上。

2、如权利要求 1 所述的压电谐振器(10)，其特征在于，

所述压电谐振器(10)在所述两外电极(20, 22)之间的所述基体元件(12)的所述侧面上具有凹槽(15)。

3、如权利要求 1 或 2 所述的压电谐振器(10)，其特征在于，所述压电谐振器(10)具有导电支持件(24)，设置在所述基体元件(12)的纵向中心处的每个外电极(20, 22)上。

4、如权利要求 1 或 2 所述的压电谐振器，其特征在于，在施加所述电场时不激励出振动的非激励部件激励部件(28)构成所述基体(12)的其它部分。

5、一种使用根据权利要求 1 至 4 之一所述的压电谐振器(10)的电子部件(60)，其特征在于，包含：

绝缘基片(62)，

设置在所述绝缘基片(62)上的图形电极(66, 68)，所述图形电极(66, 68)通过所述支持件(24)连接到所述压电谐振器(10)的所述外电极(20, 22)上。

6、如权利要求 5 所述的电子部件(60)，其特征在于，所述电子部件(60)为梯形滤波器，其中，在所述绝缘基片(62)上设置有多个所述图形电极(90, 92, 94, 96)，并连接到多个所述压电谐振器(10)的所述外电极(20, 22)上，使所述压电谐振器(10)彼此梯形连接。

说明书

压电谐振器、其制造方法和使用该压电谐振器的电子部件

本发明涉及一种压电谐振器、其制造方法和使用这种压电谐振器的电子部件。尤其是压电谐振器利用压电元件的机械共振，它包含具有纵向的基体元件、由极化压电元件组成并至少构成所述基体元件一部分的激励部件和一对设置有所述激励部件的外电极。使用这种压电谐振器的电子部件是例如振荡器、鉴别器和滤波器。

图 28 是传统压电谐振器的透视图。压电谐振器 1 包括压电基片 2，从上看，它呈例如矩形平板形。压电基片 2 在厚度方向上被极化。在压电基片 2 的两表面上形成电极 3。当把信号在电极 3 之间输入时，在压电基片 2 上加上厚度方向的电场，压电基片 2 纵向振动。

在图 29 中，示出了这样一种压电谐振器 1，电极 3 形成在压电基片 2 的两表面上，从上看压电基片 2 呈正方平板形。压电谐振器 1 的压电基片 2 以厚度方向极化。当把信号在压电谐振器 1 内的电极 3 之间输入时，在压电基片 2 上加上厚度方向的电场，压电基片 2 以正方形振动模式振动(平面方向)。

为了生产使用这种压电谐振器 1 的电子部件，如图 30 所示，把压电谐振器 1 安装在其上形成有图形电极 4 的绝缘基片 5 上。用作节点的压电谐振器 1 中心由形成在图形电极 4 上的支持件 6 提供支持，所以不会影响压电谐振器 1 的振动。支持件 6 用导电材料制成，并把图形电极 4 连接到压电谐振器 1 的一个电极 3 上。压电谐振器 1 的另一电极 3 用导线 7 连接到另一图形电极 4 上。一金属帽盖 8 放在绝缘基片 5 上。由于支持件 6 只支持用作节点的压电谐振器 1 的中心，所以在电子部件中，不会妨碍压电基片 2 的振动，防止了压电谐振器 1 的特性变坏。

这些压电谐振器是非加强型的，在这些谐振器中，振动方向与极化方向和电场方向不同。这种非加强型压电谐振器的机电耦合系数小于振动方向、极化方向以及所加的电场方向都相同的加强型压电谐振器。非加强型压电谐振器的谐振频率与反谐振频率之间的频率差 ΔF 较小。这产生了当把非加强频率谐振器用作振荡器或滤波器时，使用的频带宽度小的缺点。因此在这种压电谐振器和使用这种谐振器的电子部件内的特性设计自由度低。

图 28 所示的压电谐振器使用了纵向模式的一阶谐振。由于其结构，它还产生较大的奇数阶谐波模式和宽模式的寄生谐振，例如，三阶和五阶模式。为了抑制这些寄生谐振，考虑了一些措施，例如，磨光、增加质量以及改变电极

的形状等。但这些措施增加了制造成本。

另外，由于从上看，压电基片的形状为矩形平板，所以由于强度的限制，基片不能更薄。因此电极之间的距离不能减小，且端子之间的容量不能做得较大。这对于实现与外部电路的阻抗匹配来说极其不便。为了通过交错串接和并接多个压电谐振器来形成梯形滤波器，串联谐振器对并联谐振器的电容比需要制得较大以增加衰减。然而，因为压电谐振器有上述的形状限制，所以不可能获得较大的衰减。

在图 29 所示的压电谐振器中，在平面方向上产生了较大的诸如厚度模式和三重波模式的寄生谐振。由于与利用纵向振动的压电谐振器相比，该压电谐振器需要更大的尺寸以获得相同的谐振频率，所以难以减小压电谐振器的体积。当用多个压电谐振器制作梯形滤波器时，为了增加串联谐振器与并联谐振器之间的电容比，要把串联谐振器做得较厚，并仅在压电基片的一部分上形成电极，以使电容较小。在这种情况下，由于只是部分制作电极，所以谐振频率与反谐振频率之差 ΔF 以及电容减小。并联谐振器需要有较小的 ΔF 。因此，压电基片的压电性没能有效利用，不能提高滤波器的传输带宽。

当用这种压电谐振器生产电子部件时，必须使用一根导线把压电谐振器连接到绝缘基片上的图形电极上。这增加了制造成本。要在图形电极上形成支持件，并把压电谐振器固定到支持件上。需要有严格的精度把压电谐振器的中心定位到支持件上。如果支持的位置偏移，则压电谐振器的振动将泄漏，不能得到很好的特性。

因此，本发明的主要目的在于提供一种上述种类的压电谐振器，其寄生谐振小，谐振频率与反谐振频率之差 ΔF 大，电容和 ΔF 可调节，并且特性设计有较大的自由度，还提供一种制造这种压电谐振器的方法。

本发明的另一个目的在于提供一种使用生产成本低并可以抑制特性退化的压电谐振器的电子部件。

本发明的又一个目的在于提供一种制造这种压电谐振器的方法，它可以容易地批量生产这种压电谐振器。

在本发明的一个方面，通过提供上述类型的压电谐振器来实现上述目的，其特征在于，在所述激励部件上至少设置一对内电极，以使内电极垂直于所述基体元件的纵向，并分别连接到所述外电极对上，所述激励部件以所述基体元件的纵向极化，当通过内电极把电场加到所述基体元件的纵向上时，激励出纵向模式的基本振动。

本发明的另一方面提供上述压电谐振器，其进一步特征是所述内电极的端部暴露在所述基体元件的侧面上，第一绝缘膜在所述基体元件的所述侧面的一

端上覆盖在所述交错内电极的暴露部分上，第二绝缘膜在所述基体元件的所述侧面的另一端上覆盖所述第一绝缘膜没有覆盖的所述交错内电极的暴露部分上，所述外电极对在所述基体元件的所述侧面的所述一端和另一端上以纵向分别延伸，并连接到所述第一和第二绝缘膜在所述基体元件的所述侧面的每端上没有覆盖的所述内电极上。

该压电谐振器在所述两外电极之间在所述基体元件的所述侧面上可以具有凹槽。

该压电谐振器可以具有导电支持件，它纵向设置在所述基体元件的中心处每个外电极上。

在本发明的另一方面，通过提供使用上述压电谐振器的电子部件来实现上述目的，其特征在于，在所述绝缘基片上设置绝缘基片和图形电极，并通过所述支持件把它们连接到所述压电谐振器的所述外电极上。

电子部件可以用作梯形滤波器，在这种滤波器中，在所述绝缘基片上设置多个所述图形电极，并把它们连接到多个所述压电谐振器的所述外电极上，使所述压电谐振器以梯形彼此相连接。

在本发明的又一个方面，通过提供一种该压电谐振器的制造方法来实现上述目的，它包含下列步骤：1)准备一多个压电层和多个内电极叠合的层叠件；2)在所述层叠件的表面上部分形成绝缘膜，使所述内电极的端部暴露；3)在所述层叠件的所述表面上形成外电极；4)垂直于所述层叠件的所述表面切割所述层叠件。

在该压电谐振器的制造方法中，可以包括在所述外电极上形成含有导电材料的支持件的步骤。

在上述压电谐振器的制造方法中，所述支持件可以定位在所述层叠件的纵向中心处。

在压电谐振器的制造方法中，可以包括在形成有所述外电极的所述层叠件的所述表面上形成凹槽的步骤，所述凹槽的方向平行于所述层叠件的切割方向。

在压电谐振器的制造方法中，所述绝缘膜可以在检查设计中形成，所述绝缘膜的一组交错行覆盖所述内电极的一组交错暴露部分，所述绝缘膜的另一组交错行覆盖所述内电极的另一组交错暴露的部分。

在压电谐振器的制造方法中，所述层叠件可以这样准备，即所述内电极在所述压电层的相对侧交错暴露，在所述压电层的所述相对侧上形成一对极化电极，并把该对极化电极分别连接到每隔一个的所述内电极上，通过所述极化电极和所述内电极施加直流电压，对所述压电层进行极化，垂直于其层叠方向，

切割所述压电件和所述内电极。

根据本发明的压电谐振器属于加强型，它具有振动方向、极化方向和施加电场的方向都相同的激励部件。因此，与振动方向与极化方向和电压方向不同的非加强型压电谐振器相比，加强型压电谐振器具有较大的机电耦合系数和较大的谐振频率与反谐振频率之频率差 ΔF 。另外，在加强型压电谐振器中不太可能产生与基本振动不同的诸如宽度和厚度模式的振动。而且，改变用于把电场施加到激励部件上的电极数、其距离以及其尺寸可以调节电容。通过调整不像激励部件一样振动的设置的非激励部件激励部件或者增加该部分的质量可以调节频率差 ΔF 和谐振频率。

当且该压电谐振器制作诸如振荡器、鉴别器和滤波器等电子部件时，把压电谐振器安装在其上形成有图形电极的绝缘基片上，并用帽盖覆盖，形成芯片型(表面安装)电子部件。由于压电谐振器具有两个形成在基体元件的一侧面上的外电极，所以它可以通过表面连接而不用导线安装到图形电极上。如果支持件事先形成在基体元件的中心，当把压电谐振器安装在图形电极上时，则压电谐振器的节点可以可靠地得到支持。

根据本发明的压电谐振器可以通过在层叠件上形成绝缘膜、外电极和支持件以及切割层叠件来进行批量生产。

根据本发明，与传统压电谐振器相比，谐振频率与反谐振频率之频率差 ΔF 较大，因此或以获得宽频带谐振器。由于调节非激励部件激励部件可以调节频率差 ΔF ，所以可以改变压电谐振器的频带宽度。另外，在这种压电谐振器中不太可能产生与基本振动不同的模式振动而获得极佳的特性。而且，由于压电谐振器的电容可以调节，所以当把压电谐振器安装到电路板上时能容易地实现与外电路的阻抗匹配。

由于可以把压电谐振器连接到绝缘基片上的图形电极上，而不用导线，所以用这种压电谐振器产生电子部件成本低。因为由于支持件形成在压电谐振器上，不能阻止压电谐振器振动，所以可以获得具有极佳特性的电子部件。当用多个压电谐振器制作梯形滤波器时，可以低成本地制造，而仍具有极佳的特性。

由于可以用压电谐振器制作芯片型电子部件，所以可以容易地把它安装到电路板上。通过调节压电谐振器的电容还可以容易地实现这种电子部件与外电路之间的阻抗匹配。另外，在多个压电谐振器交替串联和并联形成的梯形滤波器中，改变串联的压电谐振器的电容对并联压电谐振器的电容比可以调节滤波器的衰减。

根据本发明指定的制造压电谐振器的方法，可以批量生产实现上述优点的

压电谐振器。因此，可以低成本地制造这种压电谐振器。

本发明的上述目的、其它目的和其它优点在下面参照附图的描述中将更为清楚。

图 1 是根据本发明的压电谐振器的透视图。

图 2 是图 1 所示的压电谐振器的结构图。

图 3 是在图 1 所示的压电谐振器中所用的基体元件上形成绝缘膜的情况的平面图。

图 4 是表示如何层叠未烧结陶瓷片以生产图 1 所示的压电谐振器的透视图。

图 5 示出了图 4 所示的未烧结陶瓷片形成层叠基体。

图 6 示出了图 5 所示的层叠基体被切割的部分。

图 7 示出了切割图 6 所示的层叠基体制作的层叠件。

图 8 是图 7 所示的粘附了绝缘膜的层叠件的平面和侧面图。

图 9 是图 8 所示的粘附了外电极的层叠件的平面和侧面图。

图 10 是图 9 所示的在外电极上形成了支持件的层叠件的平面和侧面图。

图 11 示出了制造压电谐振器的过程，其中，在图 9 所示的层叠件上形成凹槽，并切割层叠件。

图 12 是纵向振动的非加强型压电谐振器的透视图，示出是用于比较。

图 13 是纵向振动的加强型压电谐振器的透视图。

图 14 是平面方向振动(正方型振动)的非加强型压电谐振器的透视图，示出是用于比较。

图 15 是根据本发明的压电谐振器频率与阻抗之间的关系的曲线图。

图 16 是传统压电谐振器的频率与阻抗之间的关系的曲线图。

图 17 是激励部件与非激励部件激励部件在基体元件内分配变化的压电谐振器的视图。

图 18 是激励部件的分配与电容与 $\Delta F/Fa$ 之间的关系的曲线图。

图 19 是激励部件比率与 ΔF 之间的关系的曲线图。

图 20 示出了压电谐振器改进的非激励部件激励部件。

图 21 示出压电谐振器另一种改进的非激励部件激励部件。

图 22 是压电谐振器又一种改进的非激励部件激励部件。

图 23 是使用上述压电谐振器的电子部件的分解透视图。

图 24 是如何把压电谐振器安装到图 23 所示的电子部件内的侧视图。

图 25 是使用根据本发明的压电谐振器的梯形滤波器的主要部分的平面图。

图 26 是图 25 所示的梯形滤波器的主要部分的分解透视图。

图 27 是图 25 所示的梯形滤波器的等效电路图。

图 28 是传统非加强型压电谐振器的视图。

图 29 是另一种传统非加强型压电谐振器的视图。

图 30 是安装有纵向振动的传统的非加强型压电谐振器的结构的分解透视图。

图 1 是根据本发明的实施例的压电谐振器的透视图。图 2 示出了压电谐振器的内部结构。压电谐振器 10 包括基体元件 12，它呈例如立方体形。基体元件 12 用例如压电陶瓷材料制成。在基体元件 12 内形成多个内电极 14，使内电极 14 的表面垂直于基体元件 12 的纵向。基体元件 12 以纵向极化，在一内电极 14 的两侧上极化方向彼此相对。

在基体元件 12 的一侧面上，有一凹槽 15 沿基体元件 12 的纵向延伸。凹槽 15 形成在基体元件 12 的宽度的中央，把该表面分成两部分。在凹槽 15 分割的侧面上，如图 3 所示形成第一绝缘膜 16 和第二绝缘膜 18。在凹槽 15 分割基体元件 12 的侧面形成的一个部分上，由第一绝缘膜 16 覆盖每隔一个内电极 14 的暴露部分。在另一部分上，由第二绝缘膜 18 覆盖第一绝缘膜 16 没有覆盖的每隔一个内电极 14 的暴露部分。基体元件 12 的两端都不极化。

在形成第一绝缘膜 16 和第二绝缘膜 18 的部分上，即在凹槽 15 的两侧上，形成外电极 20 和 22。因此，外电极 20 连接到第一绝缘膜 16 没有覆盖的内电极 14 上，外电极 22 连接到第二绝缘膜 18 没有覆盖的内电极 14 上。换句话说，相邻内电极 14 分别连接到外电极 20 和外电极 22 上。在外电极 20 和 22 的纵向中央处，分别形成导电的支持件 24。支持件 24 可以用导电材料制成。在构成支持件的绝缘材料的表面上形成电极膜可以把导电性加到支持件 24 上。

在凹槽 15 的两侧，第一绝缘膜 16 和第二绝缘膜 18 覆盖内电极 14，外电极 20 和 22 形成在第一和第二绝缘膜上。可以不必形成凹槽。例如可以把电极这样形成，即在基体元件 12 的一侧面的宽度方向的两端上，在它们的暴露部分上用绝缘膜 16 和 18 交替覆盖内电极 14，并在其上沿基体元件 12 的纵向形成两排外电极 20 和 22。在这种情况下，虽然基体元件 12 没有设置凹槽，相邻内电极 14 也分别连接到外电极 20 和 22 上。

压电谐振器 10 把外电极 20 和 22 用作输入和输出电极。在除了基体元件 12 的两端的部分上，由于电场加到相邻内电极 14 上，所以基体元件 12 是具有压电活动性。在基体元件 12 的两端，由于基体元件没有极化，由于在两端上没有形成电极，所以没有施加电场，该基体元件是没有压电活动性的。因此，用于输入信号的激励部件 26 形成在基体元件 12 的中央，用于输入信号的非激

励部件激励部件 28 形成在基体元件 12 的两端上。当接收到输入信号时，非激励部件激励部件 28 不产生驱动力。如果把电场加到内电极上，当内电极之间的部分没有极化时，该部分是非活动的。可以使用电场不加到极化压电层上的结构。

为了制作压电谐振器 10，如图 4 所示，首先准备由压电陶瓷制成的未烧结片 30，作为压电层。在每个未烧结片 30 的一面上，涂上包括例如银、钯和有机粘接剂等导电胶，在每片未烧结片 30 上除端部之外几乎所有区域上形成导电胶层 32。叠合多个未烧结片 30，把未烧结片上未形成导电胶层 32 的端部交错相对放置。烘焙相对侧面上涂有导电胶的层叠件，形成图 5 所示的层叠基体 34。

层叠基体 34 具有多个内电极 36，它已通过烘焙导电层 32 制得。由于内电极 36 交替暴露在层叠基体 34 的相对面上，所以形成在相对面上的极化电极 38 和 40 分别连接到每隔一个内电极 36 上。当把直流电压加到极化电极 38 和 40 上时，对层叠基体 34 进行极化。在层叠基体 34 内，高的直流电场以相反方向交替施加在相邻内电极 36 之间。因此，如图 5 的箭头所示，在内电极 36 的两侧上以相对的方向极化层叠基体 34。

由于谐振器的反谐振频率由叠层基体 34 的厚度决定，所以层叠基体 34 的表面沉淀到要求的厚度。用切割机沿图 6 所示的虚线切割层叠基体 34，使切割面垂直于多个内电极 36。然后，获得如图 7 所示的内电极 36 的端部暴露的层叠件 42。如图 8 所示，把绝缘膜 44 以方格图形的形式涂到层叠件 42 的一表面上。与图 7 相比，图 8 是经简化的图，为简化起见，减小了层叠数。一排绝缘膜 44 覆盖在交错的内电极 36 上。绝缘膜 44 的相邻排覆盖另一交错的内电极 36。如图 9 所示，在层叠件 42 上形成有绝缘膜 44 的一个表面上进行溅射，形成外电极 48。

在层叠件 42 的中心上形成由导电材料制成的带形支持件 50，如图 10 所示，该支持件平行于内电极 36。在以方格形式形成的绝缘膜 44 的相邻排之间形成凹槽 15，如图 11 所示，该凹槽垂直于内电极 36 的表面。凹槽 15 切割层叠件 42，形成图 1 所示的压电谐振器。

当把信号加到压电谐振器 10 内的外电极 20 和 22 上时，由于以相对方向施加电压，使激励部件 26 的压电层极化，所以压电层以相同的方向作为一个整体膨胀和收缩。因此，压电谐振器 10 以基本模式以纵向振动，基体元件 12 的中心作为节点。

在该压电谐振器 10 中，激励部件 26 的极化方向、信号施加的电场方向和激励部件 26 内振动的方向都相同。换句话说，该压电谐振器 10 属于加强型。

加强型压电谐振器 10 的电磁耦合系数比振动方向与极化方向和电场方向不同的非加强型压电谐振器大。因此，压电谐振器 10 的谐振频率与反谐振频率之频率差 ΔF 比传统压电谐振器的大。这意味着压电谐振器 10 获得了宽频带特性。

为了测量加强型与非加强型压电谐振器之间的差异，制作了如图 12、13 和 14 所示的压电谐振器。把电极形成在长宽高为 $4.0\text{mm} \times 1.0\text{mm} \times 0.38\text{mm}$ 的压电基片的厚度方向的两表面上，这样制成图 12 所示的压电谐振器。该压电谐振器以厚度方向极化，并当把信号加到电极上时沿纵向振动。图 13 所示的压电谐振器的尺寸与图 12 所示的压电谐振器相同。电极形成在压电基片的纵向的两表面上。压电谐振器以纵向极化，当把信号加到电极上时，以纵向振动。把电极形成在长宽高为 $4.7\text{mm} \times 4.7\text{mm} \times 0.38\text{mm}$ 的压电基片的厚度方向的两表面上，这样制成图 14 所示的压电谐振器。该压电谐振器以厚度方向极化，当把信号加到电极上时以平面方向振动。图 12 和图 14 所示的压电谐振器属于非加强型，而图 13 所示的压电谐振器属于加强型。

对这些压电谐振器的每一个测量谐振频率 F_r 和机电耦合系数 K ，测量结果示出在表 1、2 和 3 上。表 1 表示图 12 所示的压电谐振器的测量结果。表 2 表示图 13 所示的压电谐振器的测量结果。表 3 表示图 14 所示的压电谐振器的测量结果。

表 1

	纵向基本振动	纵向三重波振动	宽度模振动
谐振频率 (MHz)	0.460	1.32	1.95
机电耦合系数 (%)	18.9	3.9	25.2

表 2

	纵向基本振动	纵向三重波振动	宽度模振动
谐振频率 (MHz)	0.455	1.44	1.96
机电耦合系数 (%)	42.9	12.2	4.0

表 3

	纵向基本振动	正方形三重波振动	宽度模振动
谐振频率 (MHz)	0.458	1.25	5.65

机电耦合系数(%)	35.0	11.5	23.3
-----------	------	------	------

从测量数据可以看出,加强型压电谐振器的电磁耦合系数 K 比非加强型压电谐振器大,因此,谐振频率与反谐振频率之间的频率差 ΔF 也较大。在振动期间,在加强型压电谐振器中最大的寄生振动属于纵向三重波型,电磁耦合系数 K 为 12.2%。在与基本振动不同的宽度模式振动期间,电磁耦合系数 K 为 4.0%。相反,在宽度模式振动期间,在非加强型纵向振动压电谐振器中,电磁耦合系数 K 为 25.2%。在厚度模式振动期间,在非加强型正方形振动压电谐振器中,电磁耦合系数 K 大至 23.3%。因此,可以看出,加强型压电谐振器的寄生振动比非加强型谐振器小。

在谐振器 10 中,在基体元件 12 的两端上形成非激励部件激励部件 28。改变非激励部件激励部件 28,以调节谐振频率以及谐振频率与反谐振频率之差 ΔF 。换句话说,在基体元件 12 的纵向上研磨端面或者增加质量可以调节压电谐振器 10 的带宽。

在压电谐振器 10 中,通过例如改变激励部件 26 的层数可以调节谐振器的电容。在激励部件 26 中,压电层和内电极 14 交替叠合,并且并联电连接。当改变层数,而激励部件 26 的总厚度保持不变,由于一层的厚度与层数成反比例,所以满足下列关系。

谐振器的电容正比于激励部件内的层数/一层的厚度的比率,该比率正比于激励部件内层数的平方。因此,改变激励部件 26 内的层数可以调节压电谐振器 10 的电容。这意味着压电谐振器 10 在电容设计上具有较大的自由度。因此,当把压电谐振器 10 安装到电路板上时,可以容易地实现与外电路的阻抗匹配。

把包括例如银、钯和有机粘接剂等的导电胶涂在由压电陶瓷制成的每片未烧结片 30 的一个表面上。把多个这样的未烧结片交替叠合,并在 1200℃ 下整体烘焙,形成长宽高为 20mm×30mm×3.9mm 的层叠基体 34。通过溅射形成极化电极 38 和 40。把高直流电场施加在相邻内电极 36 之间,极化层叠基体,使相邻压电层内的极化方向交替相对。改变层叠基体 34 的厚度。切割层叠基体 34,形成长宽高为 1.5mm×30mm×3.8mm 的层叠件 42。在暴露于层叠件 42 的一面上的内电极 36 上以方格图形形成绝缘膜 44,并通过溅射在其上形成银电极。支持件 50 形成在电极上,还形成凹槽 15。用切割机切割得到的块,以得到长宽高为 1.5mm×1.5mm×3.8mm 的压电谐振器 10。

压电谐振器 10 在基体元件 12 上具有十九个电极 14,电极 14 以几乎相等的间隔 0.19mm 设置。形成的第一和第二绝缘膜 16 和 18 使电场不加入到设置在

基体元件 12 两端上的三个压电层。激励部件 26 包括设置在基体元件 12 中央的压电层，非激励部件激励部件在两端有三个压电层。压电谐振器 10 的电容为 830pF，它具有图 15 所示的频率特性。为了进行比较，图 16 示出了正方形振动压电谐振器的频率特性。从图 15 和图 16 中可以发现，根据本发明的压电谐振器 10 的寄生振动比正方形压电谐振器小。

根据形成激励部件 26 和非激励部件激励部件 28 的位置，可以改变谐振频率与反谐振频率之频率差 ΔF 。可以例如图 17 所示在基体元件 12 的两端和中央形成非激励部件激励部件 28。在形成激励部件 26 的位置变化的情况下，利用有限元素方法计算压电谐振器内的电容 C_f 和频率差 ΔF ，其中“a”表示压电谐振器 10 的中央与端部之间的距离，“b”表示激励部件 26 的中心与重心之间的距离，“c”表示激励部件 26 的长度，W 表示基体元件 12 的宽度，T 表示基体元件 12 的厚度。图 18 示出了 b/a 与 ΔF 与反谐振频率 F_a 的比之间的关系、 $\Delta F/F_a$ 以及电容 C_f ，“a”等于 1.89mm，W 和 T 等于 0.8mm，“c”等于 0.86mm， b/a 变化。从图 18 中可以发现，无论形成激励部件 26 的位置如何，电容 C_f 不变。相反，还发现， ΔF 随着激励部件 26 靠近基体元件 12 的两端而减小。

通过改变激励部件 26 与非激励部件激励部件 28 的比率可以改变压电谐振器 10 内的频率差 ΔF 。改变激励部件的比率，即图 1 和 2 所示的压电谐振器 10 内的激励部件 26 的长度对基体元件 12 的长度的比率，测量谐振频率 F_r 、反谐振频率 F_a 、频率差 ΔF 以及其变化率，在表 4 和图 19 中示出了这些数据。

表 4

激励部件长度 (mm)	激励部件比度 (%)	F_r (kHz)	F_a (kHz)	ΔF (kHz)	ΔF 变化率 (%)
1.80	100.0	1047.0	1163.4	115.9	0.0
1.70	94.4	1042.4	1163.4	120.8	4.3
1.60	88.9	1038.6	1163.4	124.8	7.6
1.53	85.3	1036.6	1163.4	126.8	9.4
1.50	83.3	1035.9	1163.4	127.5	9.9
1.40	77.8	1034.5	1163.4	128.9	11.2
1.35	75.0	1034.3	1163.4	129.1	11.4
1.30	72.2	1034.3	1163.4	129.0	11.3
1.20	66.7	1035.5	1163.4	127.9	10.3
1.17	65.0	1036.1	1163.4	127.2	9.7

1.10	61.1	1038.1	1163.4	125.3	8.1
1.00	55.6	1042.0	1163.4	121.4	4.7
0.90	50.0	1047.4	1163.4	115.9	0.0
0.80	44.4	1054.3	1163.4	109.1	-5.9
0.70	38.9	1062.7	1163.4	100.6	-13.2
0.60	33.3	1072.7	1163.4	90.7	-21.8
0.50	27.8	1084.2	1163.4	79.1	-31.7
0.40	22.2	1097.3	1163.4	66.1	-43.0
0.30	16.7	1111.9	1163.4	51.5	-55.6
0.20	11.1	1127.9	1163.4	35.5	-69.4
0.10	5.6	1145.2	1163.4	18.2	-84.3

图 19 示出了当激励部件比为 100% 时, 即当不存在非激励部件激励部件时在把 ΔF 设置成 100% 的条件下激励部件比与 ΔF 变化之间的关系。从图 19 中可以发现, 在激励部件比为 65% 至 85% 时, ΔF 较大, 在激励部件为 75% 时获得 ΔF 的峰值。该峰值比在激励部件为 100% 时, 换句话说, 在不存在非激励部件激励部件时获得的值约大 10%。在激励部件比为 50% 和 100% 时获得的 ΔF 相等。因此, 为了获得具有较大 ΔF 的压电谐振器, 必须把激励部件比率设置成 50% 或者更大。

在压电谐振器 10 中, 当用 20 层中的 14 压电层构成激励部件 24 时, 电容为 830pF。相反, 当把激励部件比设置成 100% 时, 这意味着只用一层压电层时, 换言之, 当在基体元件 12 的两端面上用相同的材料以相同的尺寸形成电极时, 电容为 3.0pF。当用所有 20 层压电层构成激励部件 26 时, 电容为 1185.6pF。改变压电谐振器 10 内的基体元件的激励部件 26 的压电层数可以在最小与最大之差约为 400 倍的范围内改变电容。因此, 改变压电谐振器 10 的层叠结构可以从较宽的范围内选择电容, 在电容设计上提供较大的自由度。

非激励部件激励部件 28 可以这样形成, 即, 如图 20 所示在基体元件 12 的端部不形成电极从而不施加电场。基体元件 12 的端部可以极化, 也可以不极化。如图 21 所示, 可以只有基体元件 12 的端部不极化。在这种情况下, 即使在电极 14 之间施加电场, 未极化的部分仍为压电不活动性的。该结构也可以这样形成, 基体元件 12 都极化, 由于绝缘膜 16 和 18 的原因, 电场不加到内电极 14 上。换句话说, 只有当压电层极化并且施加到电场时, 该层才为压电活动性的, 否则它是不活动的。在图 21 和 22 所示的结构中, 电容器也在非

激励部件激励部件中形成，这样可以增加电容。如图 22 所示，在基体元件 12 的端面上可以形成较小的电极 52，以调节频率或者把它连接到外电路上。

用这种压电谐振器 10 可以生产诸如振荡器和鉴别器等电子部件。图 23 示出了电子部件 60 的透视图。电子部件 60 包括绝缘基片 62。在绝缘基片 62 的相对端部上分别形成两缺口 64。在绝缘基片 62 的一个表面上，形成两图形电极 66 和 68。一个图形电极 66 形成在相对的缺口 64 之间，并以 L 形的形式从接近一端的点向绝缘基片 62 的中心延伸。另一图形电极 68 形成在相对缺口 64 之间，并从 L 形接近另一端的点向绝缘基片 62 的中心延伸。在绝缘基片 62 的中央，两图形电极 66 和 68 相对，中间有一间隔。图形电极 66 和 68 是这样形成的，即它们的线路是从绝缘基片 62 的端部迂回到相对的表面。

在设置在绝缘基片 62 中心处的图形电极 66 和 68 的端部上，如图 24 所示，用导电粘接剂连接压电谐振器 10 的支持件 24。从而把压电谐振器 10 的外电极 20 和 22 固定到绝缘基片 62 上，并电连接到图形电极 66 和 68 上。

把金属帽盖 74 放在绝缘基片 62 上，完成电子部件 60。为了防止金属帽盖 74 使图形电极 66 和 68 短路，事先在绝缘基片 62 和图形电极 66 和 68 上涂上绝缘树脂。电子部件 60 把从绝缘基片 62 的端部绕到后表面的图形电极 66 和 68 用作连接外电路的输入和输出端。

由于形成在基体元件 12 纵向中央上的支持件 24 支持该电子部件 60 内的压电谐振器 10，所以压电谐振器 10 的端部与绝缘基片 62 分开设置，因而不会妨碍压电谐振器 10 的振动。通过支持件 24 固定作为节点的压电谐振器 10 的中心，外电极 20 和 22 电连接到图形电极 66 和 68 上。由于支持件 24 事先形成在压电谐振器 10 上，所以压电谐振器 10 的节点可以精确地定位。因此，与把压电谐振器放置在形成在图形电极 66 和 68 上的突起的支持件上的情况相比，可以更精确地支持该节点。可以防止压电谐振器振动泄漏，从而达到极佳的特性。由于不需要用导线把压电谐振器 10 的外电极 20 和 22 连接到图形电极 66 和 68 上，所以可以低成本地制造电子部件。

电子部件 60 与集成电路芯片与其它部件安装在电路板上，形成振荡器或者鉴别器。由于电子部件 60 用金属帽盖 74 密封和保护，所以它可以用作可以利用回流焊接的安装芯片型(表面安装)部件。

当在振荡器使用电子部件 60 时，把寄生振动抑制在较低水平，并防止了由于电子部件 60 中使用的压电谐振器 10 的特征由寄生振动产生的异常的振动。由于可以把压电谐振器 10 的电容设置成任意要求的值，所以它还可以容易地实现与外电路的阻抗匹配。尤其是当把电子部件用作压控振荡的振荡器时，由于谐振器的 ΔF 较大，所以能获得传统上不能得到的宽频范围。

当把电子部件 60 用于鉴别器时, 由于谐振器的 ΔF 较大, 所以提供了宽峰分离范围。另外, 由于谐振器提供了宽电容范围, 所以可以容易地实现与外电路的阻抗匹配。

可以用多个压电谐振器 10 来制用梯形滤波器。图 25 是具有梯形电路的梯形滤波器的主要部分的平面图。图 26 是主要部分的分解透视图。在图 25 和 26 所示的电子部件中, 在绝缘基片 62 上形成四个图形电极 90、92、94 和 96。在图形电极 90、92、94 和 96 上形成一直线上有一间隔的五个焊盘。第一焊盘形成在图形电极 90 上, 最接近绝缘基片 62 的一端, 第二和第五焊盘形成在图形电极 92 上, 第三焊盘形成在图形电极 94 上, 第四焊盘形成在图形电极 96 上。

形成在压电谐振器 10a、10b、10c 和 10d 上的外电极 20 和 22 上的支持件 24 安装在这些焊盘上, 获得如图 27 所示的梯形电路。然后, 把金属帽盖(未示出)放在绝缘基片 62 上。

把电子部件 60 用作具有图 27 所示的梯形电路的梯形滤波器。两压电谐振器 10a 和 10d 用作串联谐振器, 另两个压电谐振器 10b 和 10c 用作并联谐振器。在这种梯形滤波器中, 把并联谐振器 10b 和 10c 设计成其电容基本上大于串联压电谐振器 10a 和 10d 的电容。

梯形滤波器的衰减由串联谐振器与并联谐振器之间的电容比率确定。在这种电子部件 60 中, 电容可以通过改变压电谐振器 10a 至 10d 中所用的层叠层数来调节。因此, 与使用传统的非加强压电谐振器的情况相比, 通过改变压电谐振器的电容实现了用少量的谐振器得到具有较大衰减的梯形滤波器。由于压电谐振器 10a 至 10d 具有比传统压电谐振器大的 ΔF , 所以与传统压电谐振器相比, 实现了更宽的传输频带。

由于本发明利用了加强型压电谐振器, 所以该谐振器的 ΔF 比传统的非加强型压电谐振器大, 频带比传统的非加强型压电谐振器宽。另外, 加强型压电谐振器的寄生振动小。由于基体元件 12 具有层叠结构, 所以可以把电容设置到任意要求的值, 可以容易地实现与外电路的阻抗匹配。而且, 调节激励部件与非激励部件激励部件的尺寸和位置, 可以改变 ΔF 。由于根据本发明的电子部件 60 的结构简单, 所以能以低成本进行生产, 而又能表现出压电谐振器 10 上述的特点。

使用根据本发明的制造压电谐振器的方法, 可以批量生产具有上述特性的压电谐振器 10。因此, 可以提供低成本的压电谐振器 10。

由于根据本发明的压电谐振器 10 包括多项可以设计但在传统压电谐振器中不能设计的参数, 因此可以实现各种特性。

说明书附图

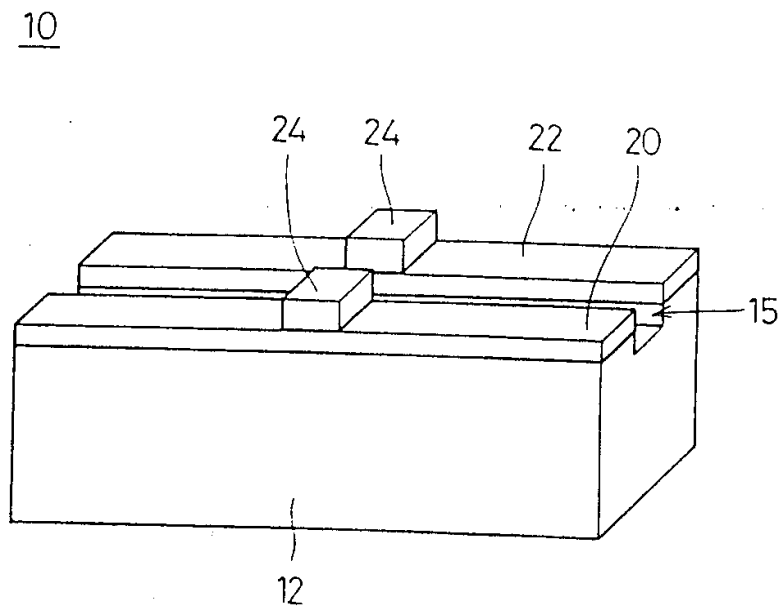


图 1

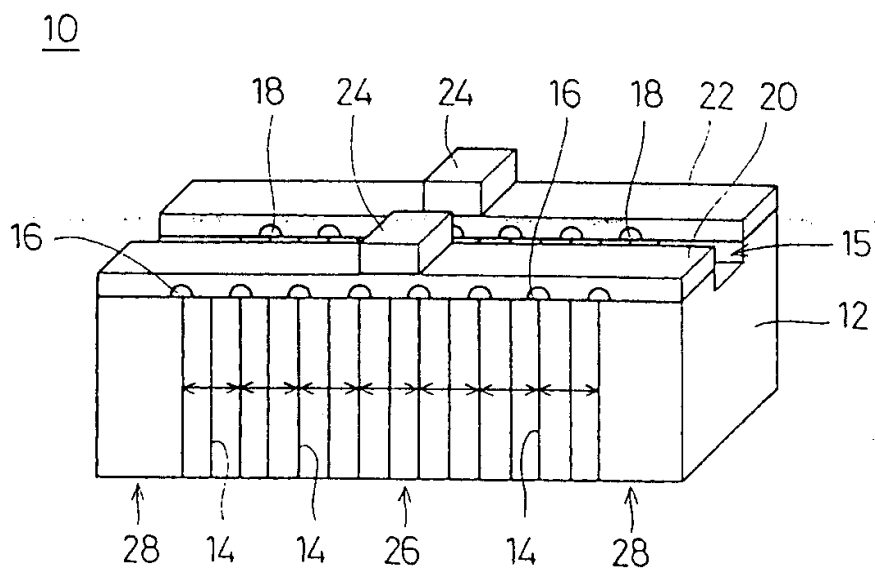


图 2

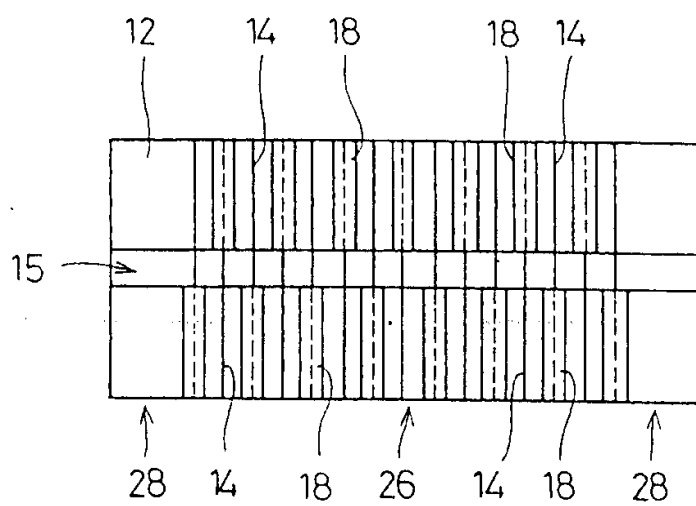


图 3

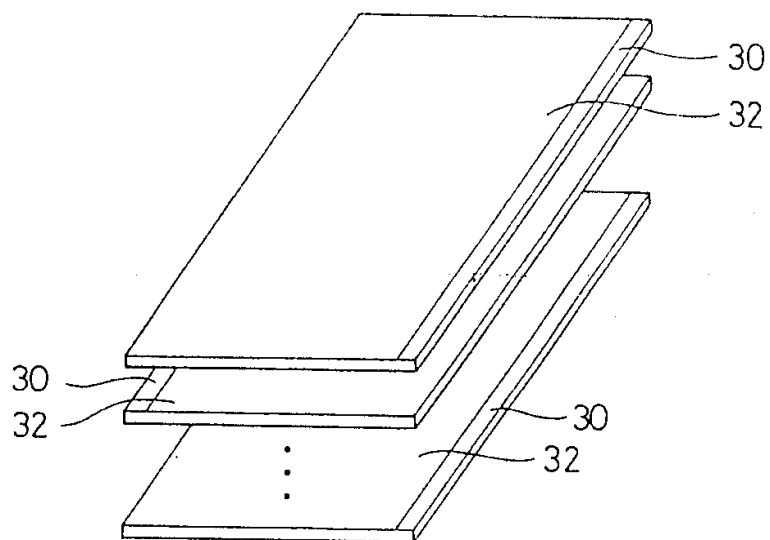


图 4

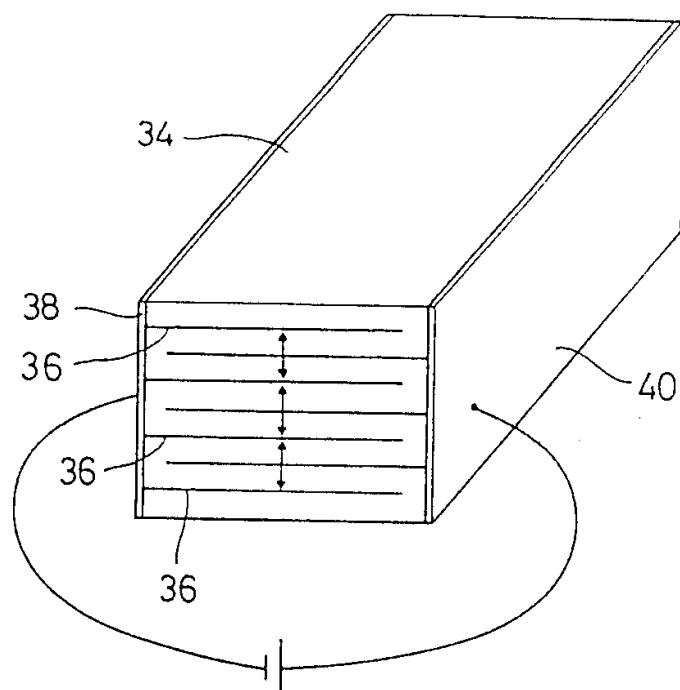


图 5

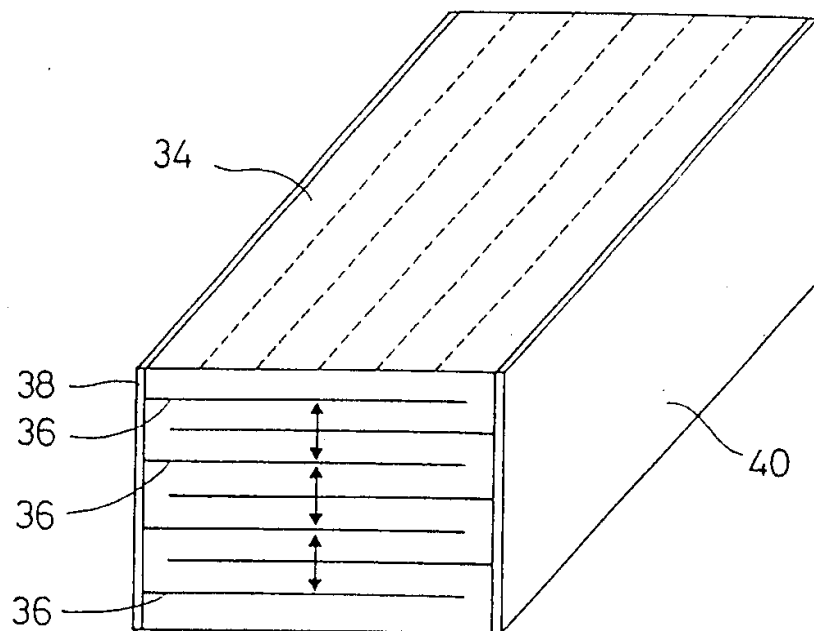


图 6

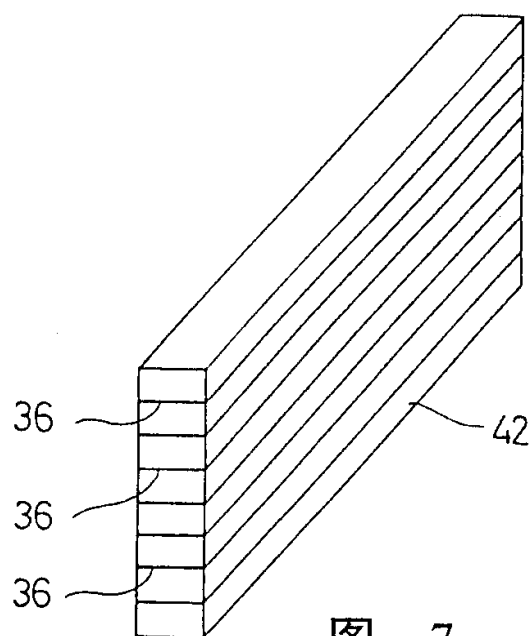


图 7

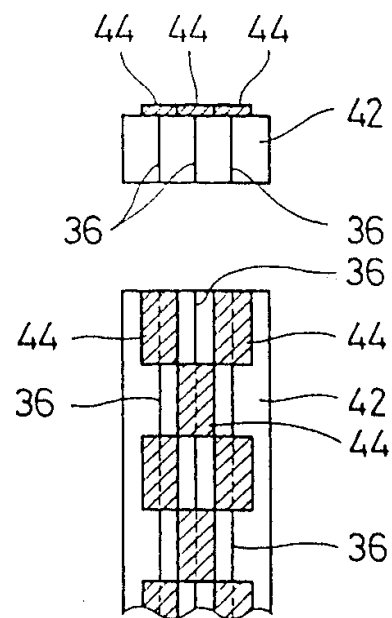


图 8

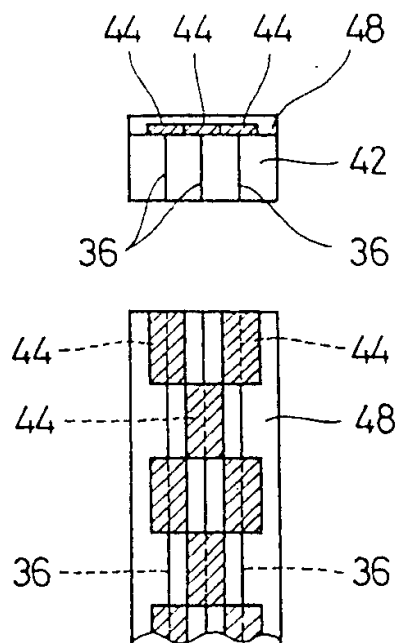


图 9

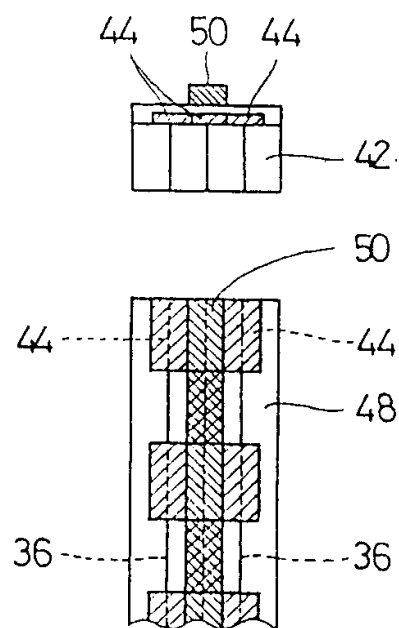


图 10

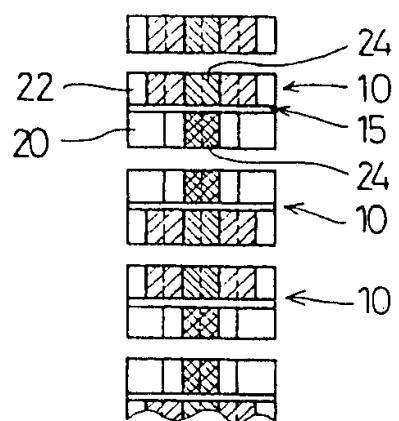


图 11

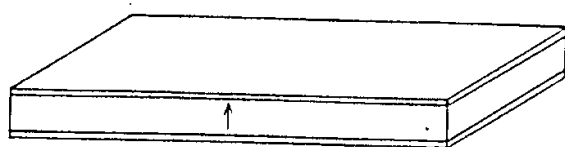


图 12

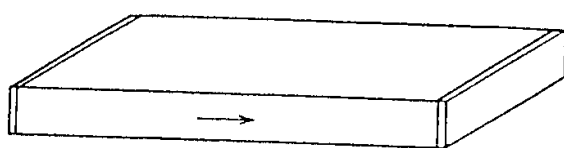


图 13

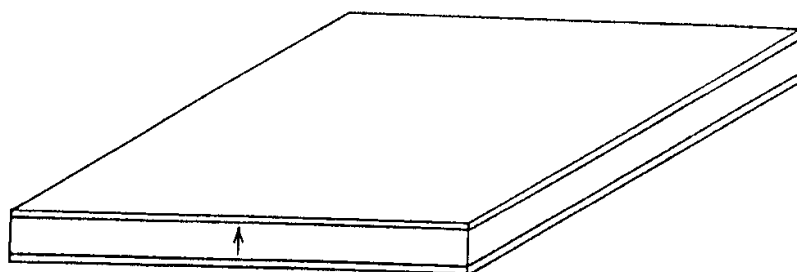
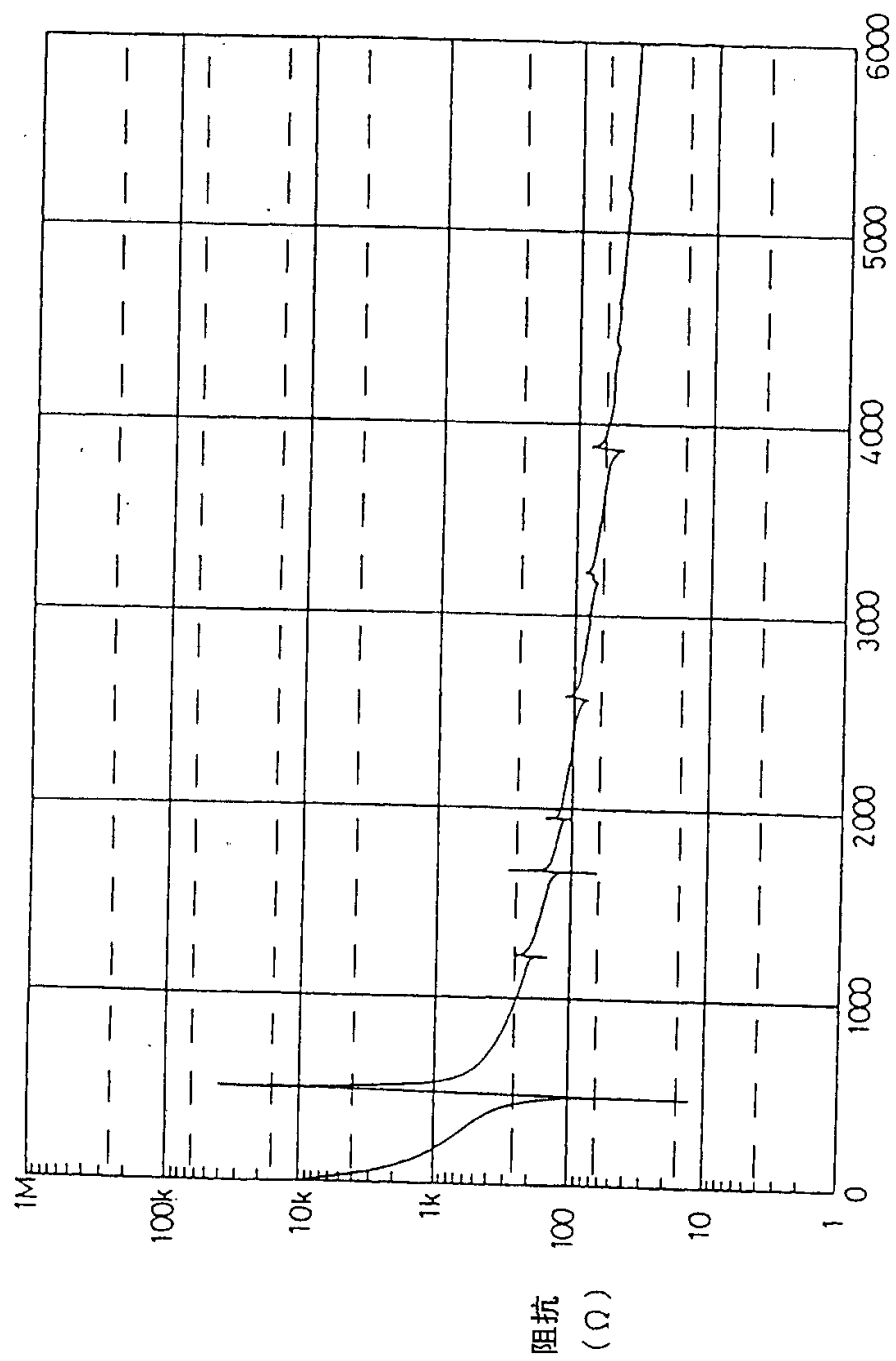
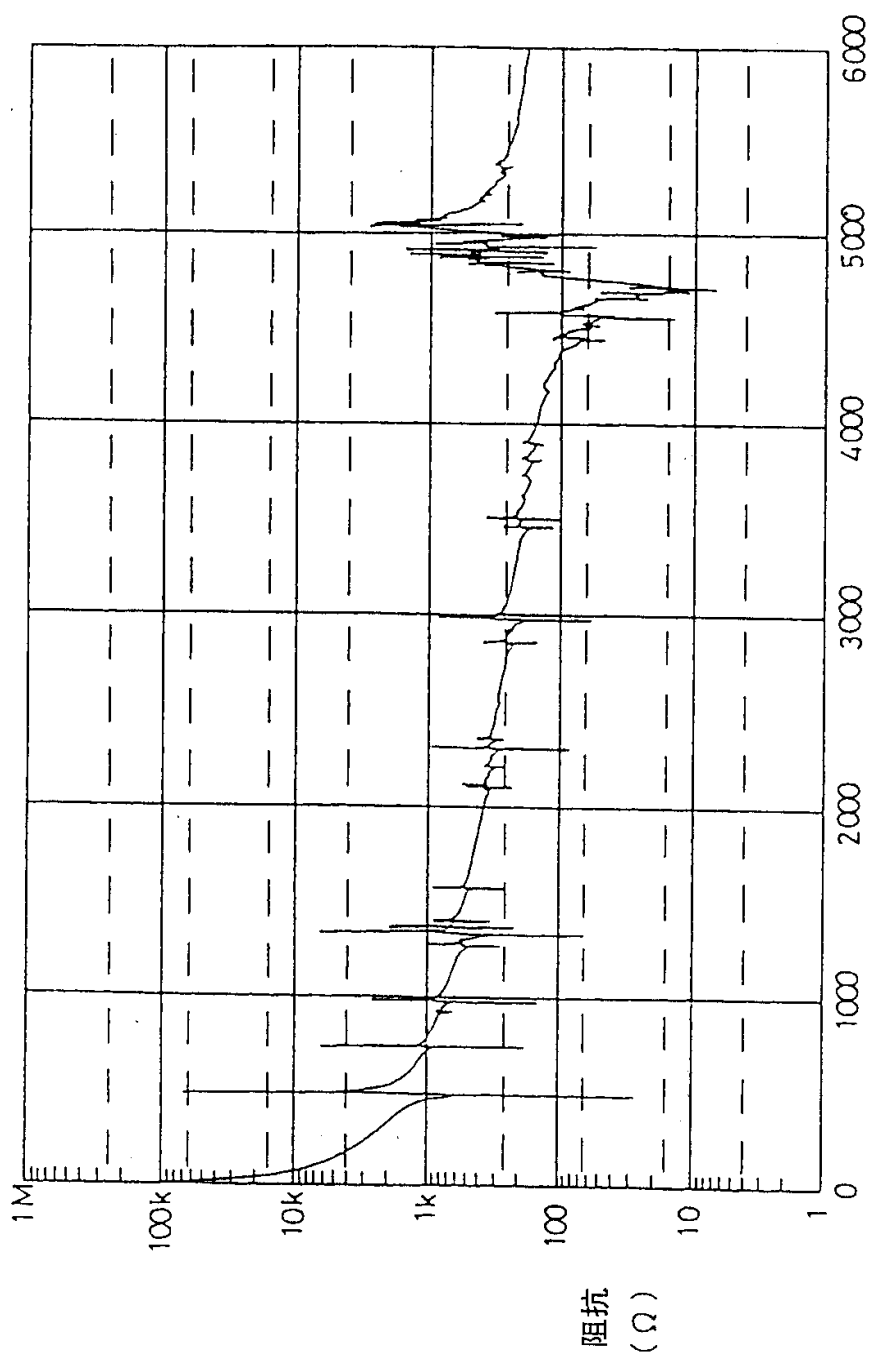


图 14



频率 (kHz)

图 15



频率 (kHz)

图 16

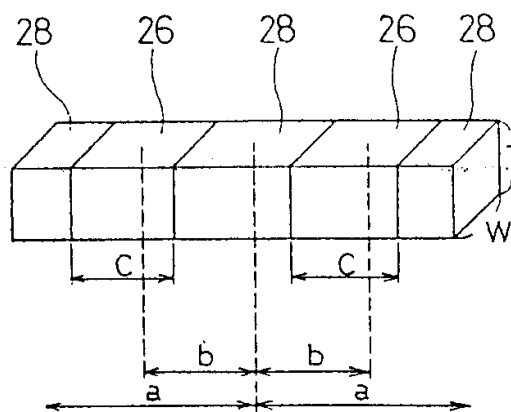


图 17

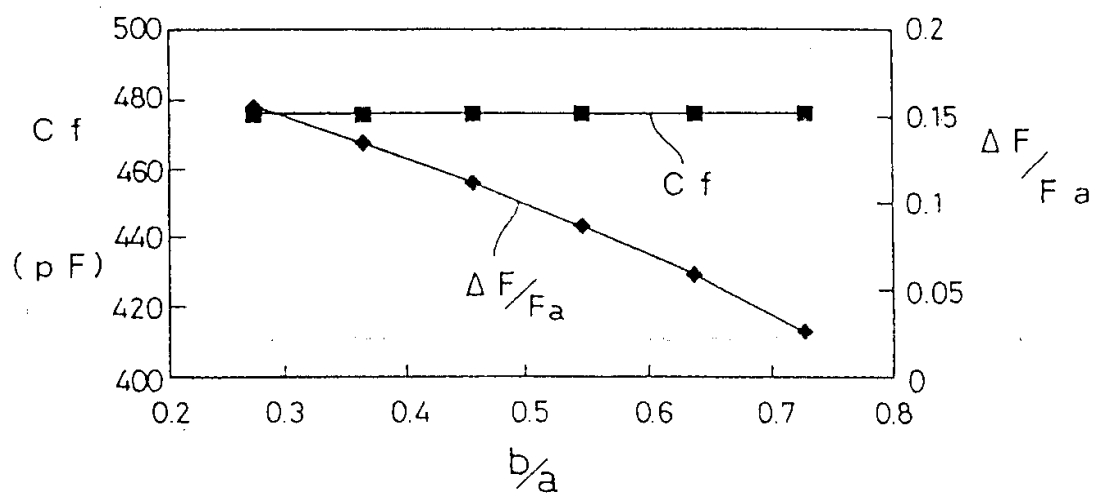


图 18

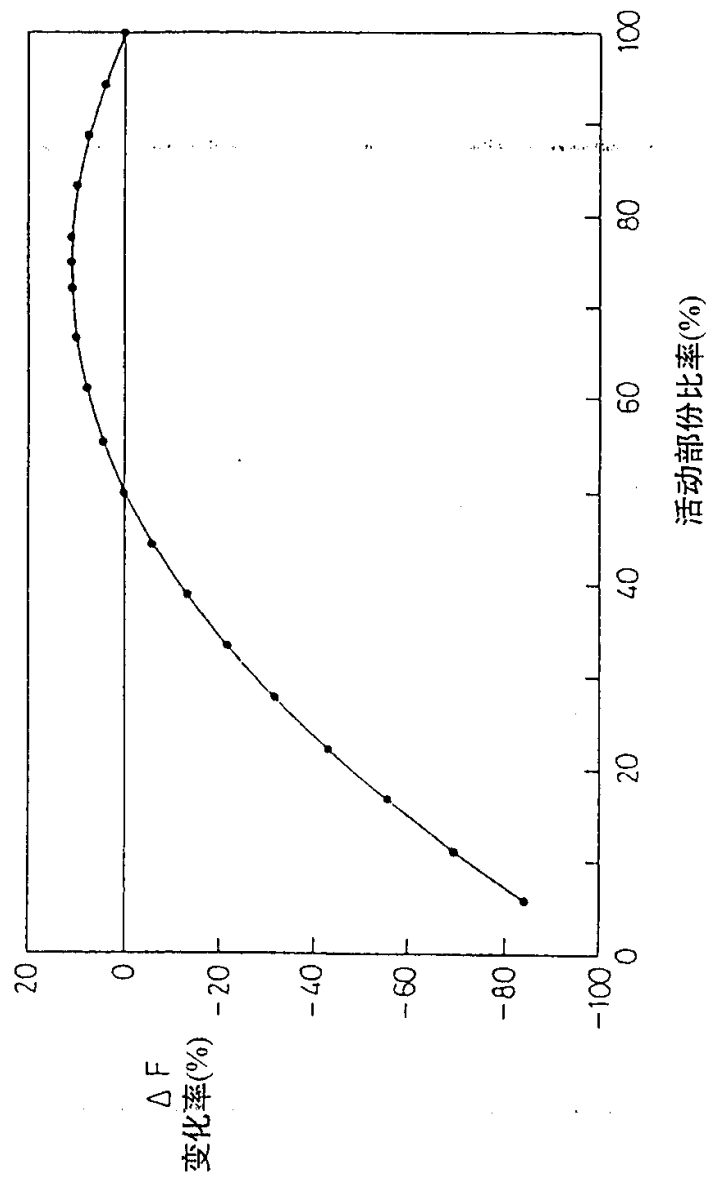


图 19

10

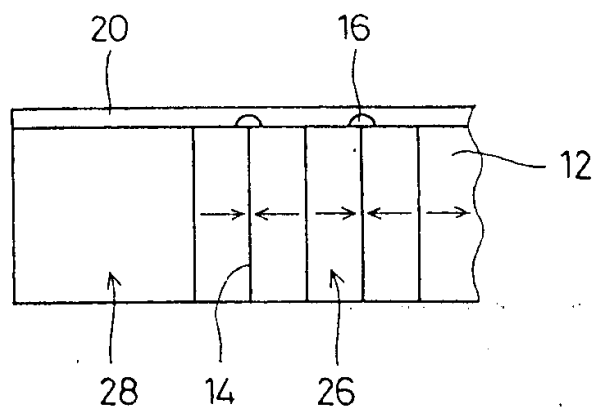


图 20

10

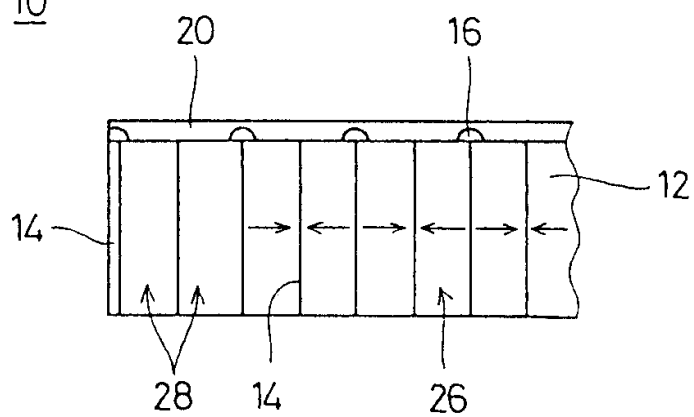


图 21

10

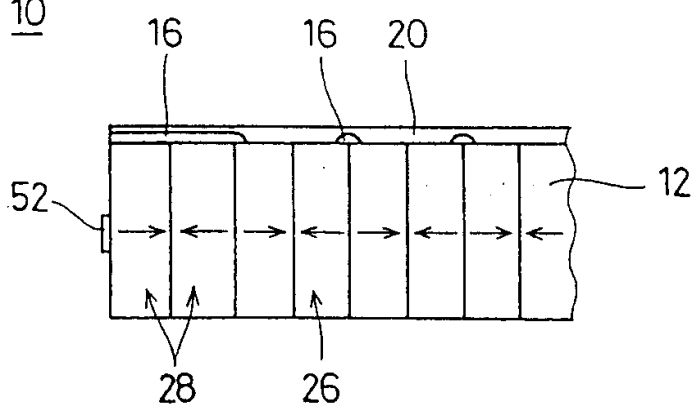


图 22

60

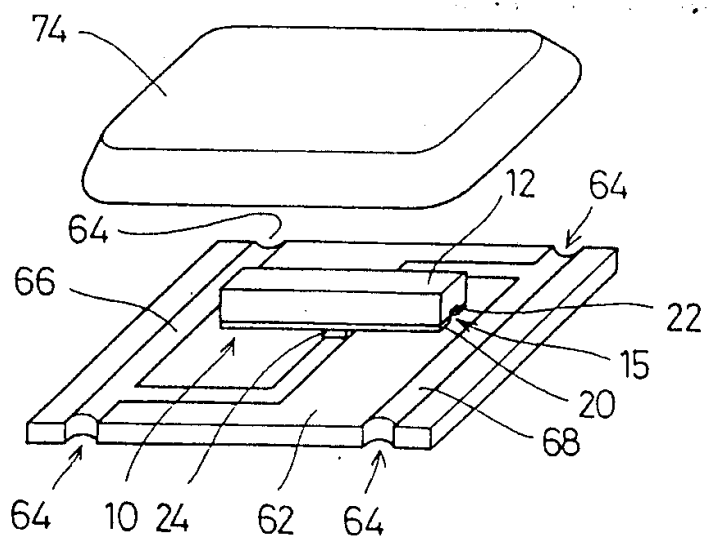


图 23

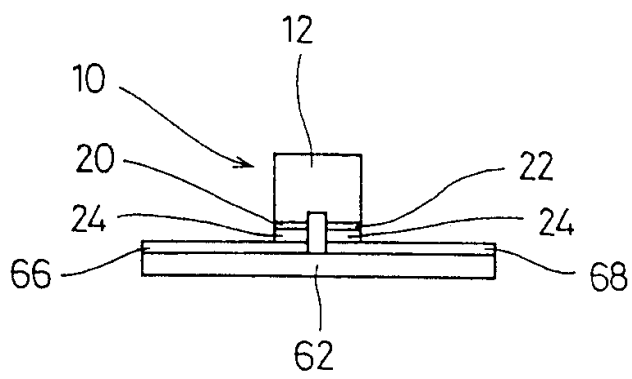


图 24

60

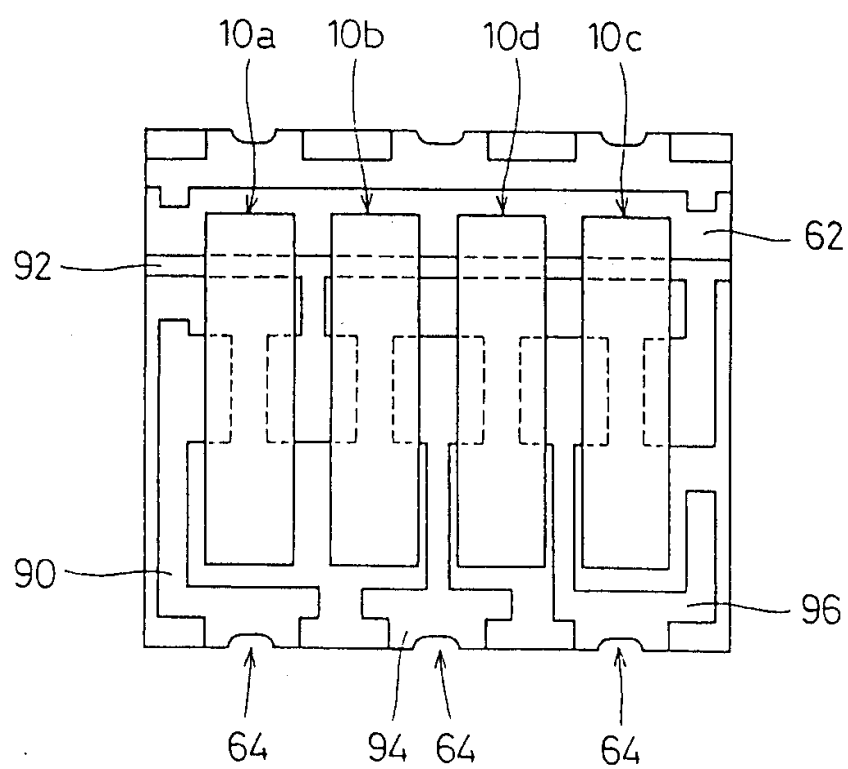


图 25

60

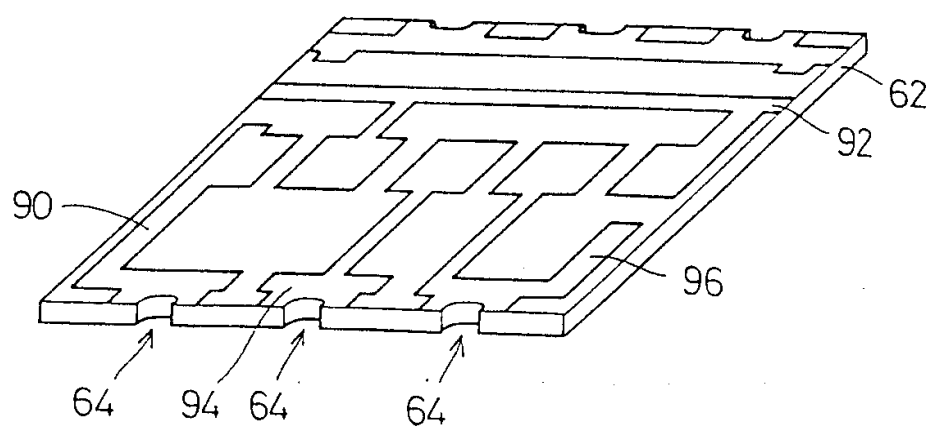
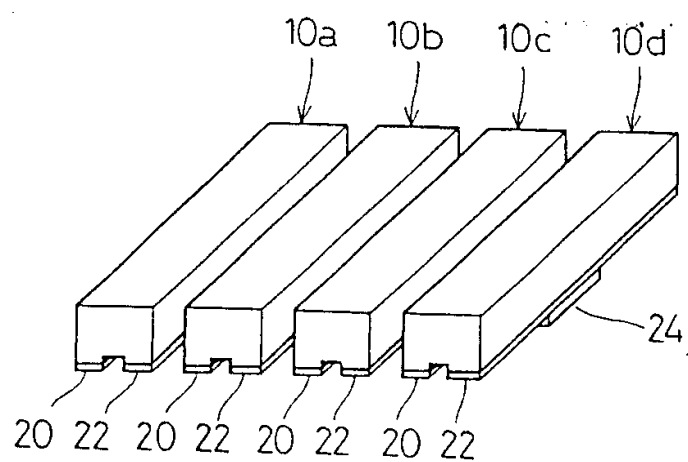


图 26

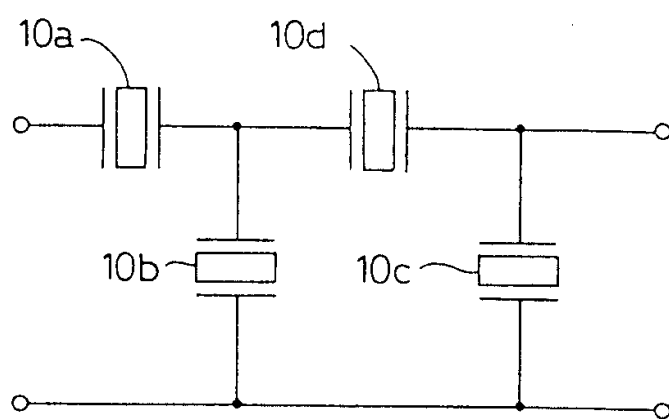


图 27

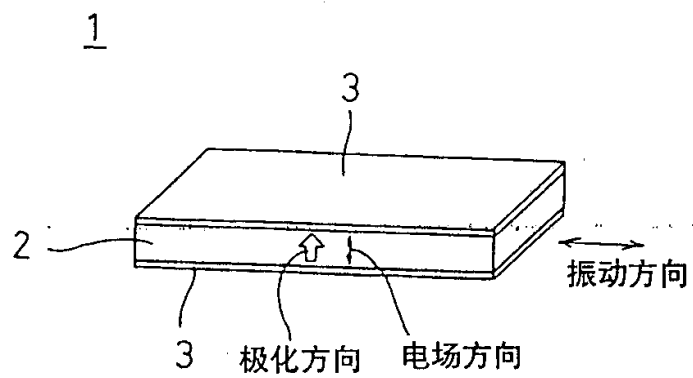


图 28

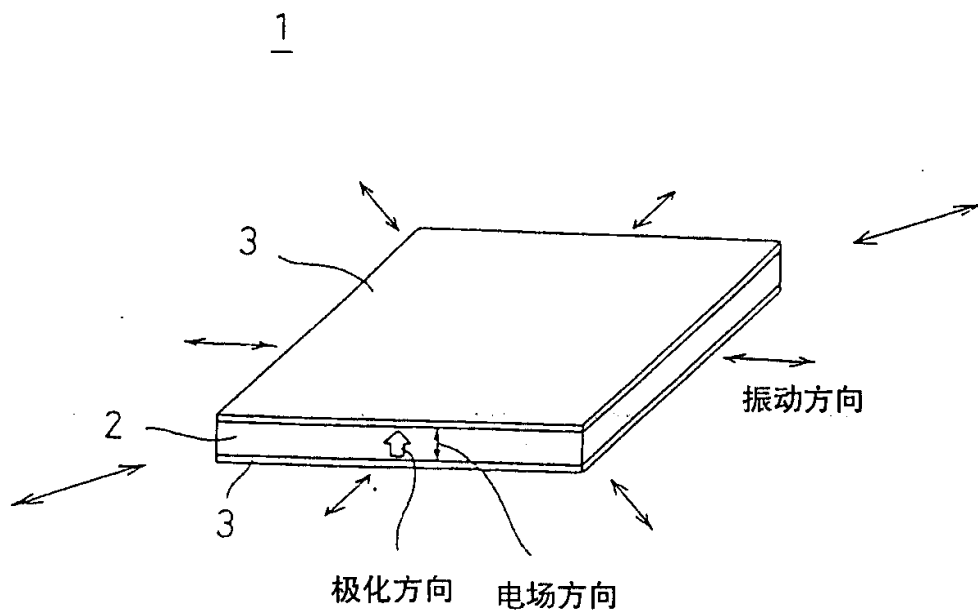


图 29

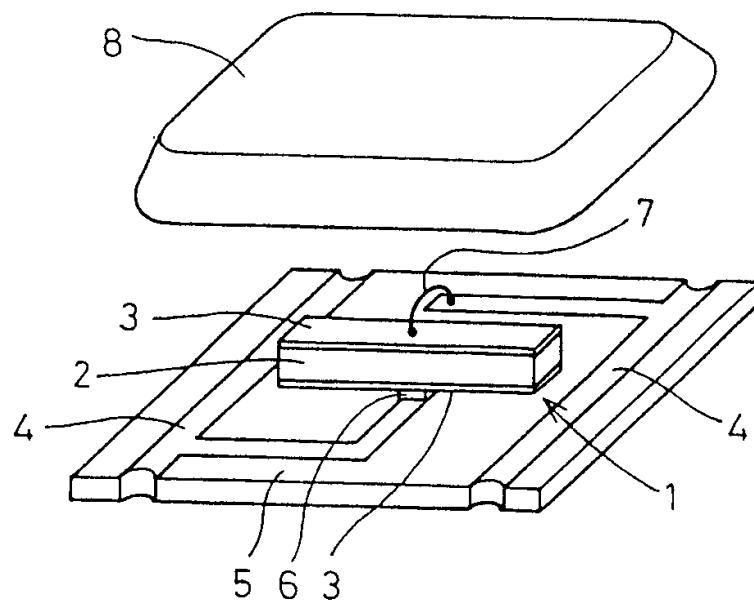


图 30