

[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 200680021599.0

[51] Int. Cl.

H03H 9/56 (2006.01)

H03H 9/17 (2006.01)

H01L 41/09 (2006.01)

H03H 9/70 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年12月2日

[11] 授权公告号 CN 100566154C

[22] 申请日 2006.6.14

[21] 申请号 200680021599.0

[30] 优先权

[32] 2005.6.17 [33] JP [31] 177729/2005

[86] 国际申请 PCT/JP2006/311906 2006.6.14

[87] 国际公布 WO2006/134959 日 2006.12.21

[85] 进入国家阶段日期 2007.12.17

[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 岩崎智弘 中塚宏 大西庆治

中村弘幸

[56] 参考文献

JP2002-232236A 2002.8.16

JP2002-252549A 2002.9.6

US20050012570A1 2005.1.20

JP2000-269780A 2000.9.29

JP2003-188680A 2003.7.4

审查员 丁文勍

[74] 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

代理人 徐殿军

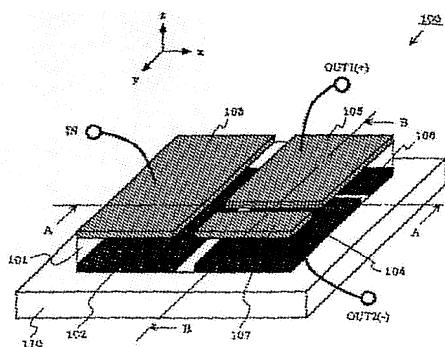
权利要求书 8 页 说明书 16 页 附图 13 页

[54] 发明名称

多模薄膜弹性波谐振器滤波器

[57] 摘要

在平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器(100)中,第1下部电极(102)的面积,与第2及第3下部电极(104、106)和将第2及第3下部电极(104、106)分离的区域的合计面积大致相等。第1上部电极(103)的面积,与第2及第3上部电极(105、107)和将第2及第3上部电极(105、107)分离的区域的合计面积大致相等。第3下部电极(106)与第2上部电极(105)、以及第3上部电极(107)与第2下部电极(104)分别对置地配置。第2下部电极(104)的一部分与第2上部电极(105)的一部分对置地配置。



1、一种平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器（100），利用薄膜弹性波谐振器进行平衡信号与不平衡信号之间的变换，其特征在于，

具备：

第1振动部，由薄膜弹性波谐振器构成；

第2振动部，由薄膜弹性波谐振器构成，与上述第1振动部并列地配置；以及

共用振动确保部，载置上述第1及第2振动部，通过共同地确保上述第1及第2振动部的振动而将该两个振动结合，

上述第1振动部包括：

第1下部电极（102）；

第1上部电极（103），与上述第1下部电极（102）对置而配置；以及

压电薄膜（101）的一部分，夹在上述第1下部电极（102）与上述第1上部电极（103）之间，

上述第1下部电极（102）或上述第1上部电极（103）被用作输入输出端子；

上述第2振动部包括：

第2下部电极（104）；

第3下部电极（106），通过绝缘区域与上述第2下部电极（104）分离而配置；

第2上部电极（105），与上述第3下部电极（106）的一部分对置而配置；

第3上部电极（107），与上述第2下部电极（104）的一部分对置而配置，并且通过绝缘区域与上述第2上部电极（105）分离而配置；以及

上述压电薄膜（101）的另一部分，夹在上述第2及第3下部电极（104、106）与上述第2及第3上部电极（105、107）之间，

上述第2下部电极（104）和上述第2上部电极（105）都被用作

输入输出端子；

上述第1下部电极(102)的面积，与上述第2及第3下部电极(104、106)、和将上述第2及第3下部电极(104、106)分离的区域的合计面积相等；

上述第1上部电极(103)的面积，与上述第2及第3上部电极(105、107)、和将上述第2及第3上部电极(105、107)分离的区域的合计面积相等；

上述第2下部电极(104)的一部分与上述第2上部电极(105)的一部分对置而配置；

上述第2下部电极(104)与上述第2上部电极(105)的面积相等；

上述第3下部电极(106)与上述第3上部电极(107)的面积相等；

上述第2下部电极(104)与上述第2上部电极(105)、以及上述第3下部电极(106)与上述第3上部电极(107)都配置为，相对于上述第2振动部的长度方向的中心轴旋转对称。

2、如权利要求1所述的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器，其特征在于，

上述共用振动确保部是形成在基板内的空洞部(111)。

3、如权利要求1所述的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器，其特征在于，

上述共用振动确保部是交替地具有高声阻抗层和低声阻抗层的声反射层(112)。

4、一种平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器(110)，利用薄膜弹性波谐振器进行平衡信号与平衡信号之间的变换，其特征在于，

具备：

第1振动部，由薄膜弹性波谐振器构成；

第2振动部，由薄膜弹性波谐振器构成，与上述第1振动部并列地配置；

共用振动确保部，载置上述第1及第2振动部，通过共同地确保上述第1及第2振动部的振动而将该两个振动结合；

上述第1振动部包括：

第1下部电极（102）；

第1上部电极（103），与上述第1下部电极（102）对置而配置；  
以及

压电薄膜（101）的一部分，夹在上述第1下部电极（102）与上述第1上部电极（103）之间，

上述第1下部电极（102）和上述第1上部电极（103）都被用作输入输出端子；

上述第2振动部包括：

第2下部电极（104）；

第3下部电极（106），通过绝缘区域与上述第2下部电极（104）分离而配置；

第2上部电极（105），与上述第3下部电极（106）的一部分对置而配置；

第3上部电极（107），与上述第2下部电极（104）的一部分对置而配置，并且通过绝缘区域与上述第2上部电极（105）分离而配置；以及

上述压电薄膜（101）的另一部分，夹在上述第2及第3下部电极（104、106）与上述第2及第3上部电极（105、107）之间，

上述第2下部电极（104）和上述第2上部电极（105）都被用作输入输出端子；

上述第1下部电极（102）的面积，与上述第2及第3下部电极（104、106）、和将上述第2及第3下部电极（104、106）分离的区域的合计面积相等；

上述第1上部电极（103）的面积，与上述第2及第3上部电极（105、107）、和将上述第2及第3上部电极（105、107）分离的区域的合计面积相等；

上述第2下部电极（104）的一部分与上述第2上部电极（105）

的一部分对置而配置；

上述第2下部电极(104)与上述第2上部电极(105)的面积相等；

上述第3下部电极(106)与上述第3上部电极(107)的面积相等；

上述第2下部电极(104)与上述第2上部电极(105)、以及上述第3下部电极(106)与上述第3上部电极(107)都配置为，相对于上述第2振动部的长度方向的中心轴旋转对称。

5、如权利要求4所述的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器，其特征在于，

上述共用振动确保部是形成在基板内的空洞部(111)。

6、如权利要求4所述的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器，其特征在于，

上述共用振动确保部是交替地具有高声阻抗层和低声阻抗层的声反射层(112)。

7、一种梯形滤波器，具备多模薄膜弹性波谐振器滤波器(303)，其特征在于，

上述多模薄膜弹性波谐振器滤波器(303)具备：

第1振动部，由薄膜弹性波谐振器构成；

第2振动部，由薄膜弹性波谐振器构成，与上述第1振动部并列地配置；

共用振动确保部，载置上述第1及第2振动部，通过共同地确保上述第1及第2振动部的振动而将该两个振动结合；

上述第1振动部包括：

第1下部电极(102)；

第1上部电极(103)，与上述第1下部电极(102)对置而配置；

以及

压电薄膜(101)的一部分，夹在上述第1下部电极(102)与上述第1上部电极(103)之间，

上述第1下部电极(102)和上述第1上部电极(103)中的至少

一个被用作输入输出端子；

上述第2振动部包括：

第2下部电极（104）；

第3下部电极（106），通过绝缘区域与上述第2下部电极（104）分离而配置；

第2上部电极（105），与上述第3下部电极（106）的一部分对置而配置；

第3上部电极（107），与上述第2下部电极（104）的一部分对置而配置，并且通过绝缘区域与上述第2上部电极（105）分离而配置；以及

上述压电薄膜（101）的另一部分，夹在上述第2及第3下部电极（104、106）与上述第2及第3上部电极（105、107）之间，

上述第2下部电极（104）和上述第2上部电极（105）都被用作输入输出端子；

上述第1下部电极（102）的面积，与上述第2及第3下部电极（104、106）、和将上述第2及第3下部电极（104、106）分离的区域的合计面积相等；

上述第1上部电极（103）的面积，与上述第2及第3上部电极（105、107）、和将上述第2及第3上部电极（105、107）分离的区域的合计面积相等；

上述第2下部电极（104）的一部分与上述第2上部电极（105）的一部分对置而配置；

上述第2下部电极（104）与上述第2上部电极（105）的面积相等；

上述第3下部电极（106）与上述第3上部电极（107）的面积相等；

上述第2下部电极（104）与上述第2上部电极（105）、以及上述第3下部电极（106）与上述第3上部电极（107）都配置为，相对于上述第2振动部的长度方向的中心轴旋转对称。

8、一种双工器（500），具备多模薄膜弹性波谐振器滤波器（501、

502)，其特征在于，

上述多模薄膜弹性波谐振器滤波器（501、502）具备：

第1振动部，由薄膜弹性波谐振器构成；

第2振动部，由薄膜弹性波谐振器构成，与上述第1振动部并列地配置；

共用振动确保部，载置上述第1及第2振动部，通过共同地确保上述第1及第2振动部的振动而将该两个振动结合；

上述第1振动部包括：

第1下部电极（102）；

第1上部电极（103），与上述第1下部电极（102）对置而配置；

以及

压电薄膜（101）的一部分，夹在上述第1下部电极（102）与上述第1上部电极（103）之间，

上述第1下部电极（102）和上述第1上部电极（103）中的至少一个被用作输入输出端子；

上述第2振动部包括：

第2下部电极（104）；

第3下部电极（106），通过绝缘区域与上述第2下部电极（104）分离而配置；

第2上部电极（105），与上述第3下部电极（106）的一部分对置而配置；

第3上部电极（107），与上述第2下部电极（104）的一部分对置而配置，并且通过绝缘区域与上述第2上部电极（105）分离而配置；以及

上述压电薄膜（101）的另一部分，夹在上述第2及第3下部电极（104、106）与上述第2及第3上部电极（105、107）之间，

上述第2下部电极（104）和上述第2上部电极（105）都被用作输入输出端子；

上述第1下部电极（102）的面积，与上述第2及第3下部电极（104、106）、和将上述第2及第3下部电极（104、106）分离的区

域的合计面积相等；

上述第1上部电极(103)的面积，与上述第2及第3上部电极(105、107)、和将上述第2及第3上部电极(105、107)分离的区域的合计面积相等；

上述第2下部电极(104)的一部分与上述第2上部电极(105)的一部分对置而配置；

上述第2下部电极(104)与上述第2上部电极(105)的面积相等；

上述第3下部电极(106)与上述第3上部电极(107)的面积相等；

上述第2下部电极(104)与上述第2上部电极(105)、以及上述第3下部电极(106)与上述第3上部电极(107)都配置为，相对于上述第2振动部的长度方向的中心轴旋转对称。

9、一种通信设备(400)，具备多模薄膜弹性波谐振器滤波器(401、402)，其特征在于，

上述多模薄膜弹性波谐振器滤波器(401、402)具备：

第1振动部，由薄膜弹性波谐振器构成；

第2振动部，由薄膜弹性波谐振器构成，与上述第1振动部并列地配置；

共用振动确保部，载置上述第1及第2振动部，通过共同地确保上述第1及第2振动部的振动而将该两个振动结合；

上述第1振动部包括：

第1下部电极(102)；

第1上部电极(103)，与上述第1下部电极(102)对置而配置；

以及

压电薄膜(101)的一部分，夹在上述第1下部电极(102)与上述第1上部电极(103)之间，

上述第1下部电极(102)和上述第1上部电极(103)中的至少一个被用作输入输出端子；

上述第2振动部包括：

第 2 下部电极 (104) ;

第 3 下部电极 (106), 通过绝缘区域与上述第 2 下部电极 (104) 分离而配置;

第 2 上部电极 (105), 与上述第 3 下部电极 (106) 的一部分对置而配置;

第 3 上部电极 (107), 与上述第 2 下部电极 (104) 的一部分对置而配置, 并且通过绝缘区域与上述第 2 上部电极 (105) 分离而配置; 以及

上述压电薄膜 (101) 的另一部分, 夹在上述第 2 及第 3 下部电极 (104、106) 与上述第 2 及第 3 上部电极 (105、107) 之间,

上述第 2 下部电极 (104) 和上述第 2 上部电极 (105) 都被用作输入输出端子;

上述第 1 下部电极 (102) 的面积, 与上述第 2 及第 3 下部电极 (104、106)、和将上述第 2 及第 3 下部电极 (104、106) 分离的区域的合计面积相等;

上述第 1 上部电极 (103) 的面积, 与上述第 2 及第 3 上部电极 (105、107)、和将上述第 2 及第 3 上部电极 (105、107) 分离的区域的合计面积相等;

上述第 2 下部电极 (104) 的一部分与上述第 2 上部电极 (105) 的一部分对置而配置;

上述第 2 下部电极 (104) 与上述第 2 上部电极 (105) 的面积相等;

上述第 3 下部电极 (106) 与上述第 3 上部电极 (107) 的面积相等;

上述第 2 下部电极 (104) 与上述第 2 上部电极 (105)、以及上述第 3 下部电极 (106) 与上述第 3 上部电极 (107) 都配置为, 相对于上述第 2 振动部的长度方向的中心轴旋转对称。

## 多模薄膜弹性波谐振器滤波器

### 技术领域

本发明涉及为了平衡化而使用的多模薄膜弹性波谐振器滤波器、以及具备它的梯形滤波器、共用机、以及通信设备。

### 背景技术

以往，在搭载于便携电话等的无线通信设备中的滤波器中，有介质滤波器、叠层滤波器、以及弹性波滤波器等。在弹性波滤波器中，已知有利用体波的多个模的石英晶体滤波器（MCF：Monolithic Crystal Filter）及弹性表面波滤波器（SAW 滤波器）等。但是，近年来，要求进一步的小型化、高性能化、以及高频率化，作为实现该要求的设备，开发出了利用压电薄膜的体波的薄膜弹性波谐振器滤波器（FBAR 滤波器）。此外，在薄膜弹性波谐振器滤波器中，还提出了通过将多个模复用来实现的多模薄膜弹性波谐振器滤波器。

这里，以信噪比特性的良好化为目的，IC 等的半导体部件的平衡化不断发展，在用于 RF 段波的薄膜弹性波谐振器、或者使用它的滤波器中，也要求平衡化。

此外，在近年来，从与配置在前级及后级中的 IC 之间的阻抗匹配的观点出发，要求控制薄膜弹性波谐振器滤波器的阻抗。

对利用多个模的以往的平衡型 MCF（专利文献 1）进行说明。图 12 是表示以往的平衡型 MCF 的结构图。

该 MCF 配置有夹着晶体基板 71（压电基板）而对置的三对电极 72 及 76、电极 73 及 74、以及电极 75 及 77。左侧的电极 72 是输入电极，右侧的电极 73 是输出电极。输入电极 72 和与其对置的辅助电极 76 分别连接在平衡端子 711 及 713 上，输出电极 73 和与其对置的辅助电极 74 分别连接在输出平衡端子 714 及 712 上。该 MCF 通过激励 1 阶模的厚度振动和 3 阶模的厚度振动，实现多个模的高结合，在

输入平衡端子与输出平衡端子之间,实现了宽频带且具有高衰减特性的平衡型滤波器。

此外,对以往的平衡型滤波器的阻抗控制方法(专利文献2)进行说明。图13是表示控制以往的平衡型SAW滤波器的平衡端子的阻抗的结构图。

该SAW滤波器通过在压电基板601上构成以周期构造带形线状交叉的电极图案,能够激励弹性表面波。在压电基板601上,形成有通过输入IDT电极602a及602b、反射器电极603a及603b、和输出IDT电极604构成的纵模型的SAW滤波器。输入IDT电极602a及602b的上部电极连接在输入端子S上,输入IDT电极602a及602b的下部电极接地。进而,输出IDT电极604被分割为第1、第2及第3分割IDT电极604a、604b及604c的3个,通过3个分割IDT电极604a~604c的成组连接构成。这里,第1~第3分割IDT电极604a~604c分别以同相配置。此外,第1及第2分割IDT电极604a、604b的上部电极605a及605b电连接,连接在平衡型输出端子的一端T1上。第2及第3分割IDT电极604b、604c的下部电极606b及606c电连接,连接在平衡型输出端子的另一端T2上。

这里,图14中表示图13中的平衡型SAW滤波器的输出平衡端子间的电容等价电路图。电容 $C_a$ ~ $C_c$ 分别是第1~第3分割IDT电极604a~604c的电容,电容 $C_a$ ~ $C_c$ 的合成电容为输出IDT电极604的总电容 $C_{out}$ 。通过使包含在输出IDT电极604中的电极指的对数变化,能够控制总电容 $C_{out}$ 。因此,由于SAW滤波器的阻抗中IDT电极的电容是支配性的,所以通过改变第1~第3分割IDT电极604a~604c的对数,能够控制输出平衡端子间的阻抗。

以下,对具有平衡-不平衡变换型输入输出端子的以往的多模薄膜弹性波谐振器滤波器的阻抗控制方法进行说明。

图15A是表示以往的平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器900的构造的立体图。图15B是图15A的以往的平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器900的E-E剖视图。

该以往的平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器900

在基板 90 上形成有第 1 及第 2 下部电极 92 及 94、压电薄膜 91、和第 1 及第 2 上部电极 93 及 95。通过第 1 下部电极 92、第 1 上部电极 93、和被两个电极夹持的压电薄膜 91 构成第 1 振动部。将第 1 上部电极 93 作为输入端子，将第 1 下部电极 92 作为 GND 端子。此外，通过第 2 下部电极 94、第 2 上部电极 95、和被两个电极夹持的压电薄膜 91 构成第 2 振动部。将第 2 上部电极 95 作为输出平衡端子(+)，将第 2 下部电极 94 作为输出平衡端子(-)。此外，在基板 90 内形成有共通地确保第 1 及第 2 振动部的振动、并能够将该振动结合的空洞部 96。由此，例如通过由输入侧的第 1 振动部激励的机械振动，输出侧的第 2 振动部被激励起机械振动，并且输出侧的第 2 振动部将激励起的该机械振动变换为电信号并输出。

一般，在作为输出侧的第 2 振动部中沿厚度方向激励的振动以  $\lambda/2$  振动。这里，在设第 2 振动部中的共振频率为  $f_r$ 、设厚度方向的平均声速为  $V$  的情况下，波长  $\lambda$  用  $V/f_r$  表示。因而，通过将第 2 振动部设计为能够得到共振频率  $f_r$  的厚度，在该共振频率  $f_r$  下，从压电薄膜 91 的上表面输出的电信号和从下表面输出的电信号在理想条件下具有 180 度的相位差特性及同振幅特性。由此，输入到输入端子 IN1 中的单相信号的电信号被平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 900 变换为差动的电信号，被从输出端子 OUT1 (+) 及 OUT2 (-) 输出。

进而，与第 1 下部电极 92 及第 1 上部电极 93 相比，减小了第 2 下部电极 94 或第 2 上部电极 95 的  $x$  方向的长度。由此，电极面积变小，在等价电路上，产生了构成并列电容的阻尼电容变小的效果。由此，能够提高输出平衡端子的阻抗。

此外，图 16A 是表示另一以往的平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 800 的构造的立体图。图 16B 是图 16A 的以往的平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 800 的 F-F 剖视图。该平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 800 是只有第 2 上部电极及第 2 下部电极的形状与上述平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 900 不同的结构。由此，阻抗控制方法的原理与

上述内容相同，所以省略说明。

专利文献 1：日本 特开 2001-53580 号公报

专利文献 2：日本 特开 2003-92526 号公报

图 17 是表示图 15A 及图 15B 所示的以往的平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 900 的理想的振动模分布的图。振动模分布曲线的积分值与压电薄膜内的产生电荷量大致等价。通过将产生电荷有效地用于两个振动部中的振动，能够增大各振动部的结合系数，能够实现低损失并且得到宽频带特性。

但是，在该平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 900 中，由于第 2 下部电极 94 及第 2 上部电极 95 的面积比第 1 下部电极 92 及第 1 上部电极 93 的面积小，所以第 2 振动部中的产生电荷量变小。因而，不能将在第 1 振动部中产生的电荷在第 2 振动部中有效地利用，损失增大，共振频带变小。这样，在平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 900 中，虽然能够较大地变换阻抗，但是有损失增大、共振频带变小的问题。

图 18 是表示图 16A 及图 16B 所示的以往的平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 800 的理想的振动模分布的图。在该平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 800 中，对于在 x 方向上传递的振动，在第 1 振动部和第 2 振动部之间存在不连续面。在该不连续面中，会产生不需要模。进而，在构成空洞部的区域的上部，无电极部所占的比例比上述以往的平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 900 大，即第 2 振动部的电极面积比第 1 振动部的电极面积小，所以不能将第 1 振动部中的产生电荷在第 2 振动部中有效地利用，产生电荷损失，共振频带变小，使特性变差。这样，在平衡-不平衡变换型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 800 中，虽然能够较大地变换阻抗，但是有产生不需要的模、损失增大、共振频带变小的问题。

## 发明内容

因此，本发明的目的是提供一种平衡-不平衡变换型多模薄膜弹

性波谐振器滤波器，在输入输出振动部中高效率地利用产生电荷，特性良好、并且实现阻抗控制。

本发明面向利用薄膜弹性波谐振器进行平衡信号与不平衡信号之间的变换的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器、或者进行平衡信号与平衡信号之间的变换的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器。并且，为了达到上述目的，本发明的多模薄膜弹性波谐振器滤波器具备：第1振动部，由薄膜弹性波谐振器构成；第2振动部，由薄膜弹性波谐振器构成，并且与第1振动部并列地配置；共用振动确保部，载置第1及第2振动部，通过共同地确保第1及第2振动部的震动而将该两个振动结合。

第1振动部包括：第1下部电极；第1上部电极，与第1下部电极对置而配置；以及压电薄膜的一部分，夹在第1下部电极与第1上部电极之间，第1下部电极和第1上部电极中的至少一个被用作输入输出端子。第2振动部包括：第2下部电极；第3下部电极，通过绝缘区域与第2下部电极分离而配置；第2上部电极，与第3下部电极的一部分对置而配置；第3上部电极，与第2下部电极的一部分对置而配置，并且通过绝缘区域与第2上部电极分离而配置；以及压电薄膜的另一部分，夹在第2及第3下部电极与第2及第3上部电极之间，上述第2下部电极和上述第2上部电极都被用作输入输出端子。而且，第1下部电极的面积，与第2及第3下部电极、和将第2及第3下部电极分离的区域的合计面积大致相等；第1上部电极的面积，与第2及第3上部电极、和将第2及第3上部电极分离的区域的合计面积大致相等；第2下部电极的一部分与第2上部电极的一部分对置而配置。优选的是，第3下部电极的面积与第3上部电极的面积大致相等；第3下部电极及第3上部电极配置为，相对于第2振动部的厚度方向的中心轴旋转对称。另外，共振振动确保部是形成在基板内的空洞部，或者是交替地具有高声阻抗层和低声阻抗层的声反射层。

此外，本发明也可以是具备上述多模薄膜弹性波谐振器滤波器的梯形滤波器，也可以是双工器，也可以是通信设备。

发明效果

根据本发明，由于使构成第1振动部的电极的总面积与构成第2振动部的电极的总面积大致相等，所以能够防止从输入侧的振动部向输出侧的振动部传递的振动的损失，能够扩大共振频带。进而，由于第1振动部与第2振动部对置，所以也能够防止不需要的模的产生。除此以外，通过调节第2下部电极与第2上部电极对置的部分的面积，能够调节输入输出间的阻抗。此外，通过做成旋转对称的配置，能够提高平衡度。

#### 附图说明

图1A是表示有关本发明的第1实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器100的结构立体图。

图1B是图1A的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器100的A-A剖视图。

图1C是图1A的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器100的B-B剖视图。

图2是第2振动部的简略的等价电路图。

图3是使第2振动部中的上部电极及下部电极的面积比率变化时的阻抗的变化例的史密斯图表。

图4A是表示有关第1实施方式的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器110的结构立体图。

图4B是图4A的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器110的C-C剖视图。

图5A是表示有关第1实施方式的另一平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器120的结构立体图。

图5B是图5A的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器120的D-D剖视图。

图6A是在图1A的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器100中使用声反射层112的情况的A-A剖视图。

图6B是在图1A的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器100中使用声反射层112的情况的B-B剖视图。

图 7A 是表示有关本发明的第 2 实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 200 的结构剖视图。

图 7B 是表示有关本发明的第 2 实施方式的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 210 的结构剖视图。

图 8A 是表示本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的电路符号。

图 8B 是表示本发明的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的电路符号。

图 9A 是使用本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的梯形滤波器 300 的电路图。

图 9B 是使用本发明的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的梯形滤波器 310 的电路图。

图 10 是表示使用本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的通信设备 400 的框图。

图 11 是表示使用本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的双工器 500 的框图。

图 12 是表示以往的平衡型 MCF 的结构图。

图 13 是表示控制以往的平衡型 SAW 滤波器 600 的平衡端子的阻抗的结构图。

图 14 是图 13 中的平衡型 SAW 滤波器的输出平衡端子间的电容等价电路图。

图 15A 是表示以往的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 900 的构造的立体图。

图 15B 是图 15A 的以往的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 900 的 E-E 剖视图。

图 16A 是表示以往的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 800 的构造的立体图。

图 16B 是图 16A 的以往的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 800 的 F-F 剖视图。

图 17 是表示图 15A 及图 15B 所示的以往的平衡-不平衡型多模

薄膜弹性波谐振器滤波器的理想的振动模分布的图。

图 18 是表示图 16A 及图 16B 所示的以往的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的理想的振动模分布的图。

标号说明

100~120, 200、210、303、401、402、501、502、800、900 多模薄膜弹性波谐振器滤波器

101 压电薄膜

71~77、102~107、122~125 电极

110 基板

111 空洞部

112 声反射层

300、310 梯形滤波器

301、302 薄膜弹性波谐振器

400 通信设备

403 开关电路

404、504 天线

405 发送电路

406 接收电路

500 双工器

503 隔离移相器

600 平衡型 SAW 滤波器

具体实施方式

以下，参照附图对本发明的实施方式进行说明。

(第 1 实施方式)

图 1A 是表示有关本发明的第 1 实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 100 的结构的立体图。图 1B 是图 1A 的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 100 的 A-A 剖视图。图 1C 是图 1A 的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 100 的 B-B 剖视图。在图 1A~图 1C 中，平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤

波器 100 具备基板 110、空洞部 111、压电薄膜 101、第 1 下部电极 102、第 2 下部电极 104、第 3 下部电极 106、第 1 上部电极 103、第 2 上部电极 105、和第 3 上部电极 107。另外，图 1A~图 1C 所示的 x、y 及 z 轴的方向对应于在以下的说明中使用的各方向。另外，在图 1A 中，透过压电薄膜 101 进行图示。

第 1~第 3 下部电极 102、104 及 106、和第 1~第 3 上部电极 103、105 及 107 由例如钼(Mo)等形成。压电薄膜 101 由例如氮化铝(AlN)等的压电体材料形成。

首先，说明有关第 1 实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 100 构造的详细情况。

由第 1 下部电极 102、第 1 上部电极 103、和被该上下电极夹持的压电薄膜 101 的一部分构成第 1 振动部。由第 2 及第 3 上部电极 105 及 107、第 2 及第 3 下部电极 104 及 106、和被该上下电极夹持的压电薄膜 101 的一部分构成第 2 振动部。该第 1 振动部及第 2 振动部在沿 x 方向分离的状态下并列地载置在基板 110 上。在基板 101 上形成有用来封闭振动的空洞部 111。第 2 下部电极 104、第 3 下部电极 106、以及第 2 上部电极 105 和第 3 上部电极 107 分别经由绝缘区域在 y 方向上离开。

第 1 下部电极 102 和第 1 上部电极 103 形成为，使其长度(y 方向)及宽度(x 方向)大致相同、即面积大致相同。第 2 下部电极 104 和第 2 上部电极 105 形成为，使其长度及宽度大致相同、即面积大致相同。第 3 下部电极 106 和第 3 上部电极 107 形成为，使其长度及宽度大致相同、即面积大致相同。第 2 下部电极 104 和第 3 下部电极 106 经由在 y 方向上具有宽度 W3 的绝缘区域分开配置在相同的平面上。第 2 上部电极 105 和第 3 上部电极 107 经由在 y 方向上具有宽度 W4 的绝缘区域分开配置在相同的平面上。第 2 下部电极 104 和第 2 上部电极 105 在 y 方向上具有宽度 W1 而配置。第 3 下部电极 106 和第 3 上部电极 107 在 y 方向上具有宽度 W2 而配置。第 2 下部电极 104、第 3 下部电极 106 及宽度 W3 的绝缘区域的总面积与第 1 下部电极 102 的面积大致相等。此外，第 2 上部电极 105、第 3 上部电极

107 及宽度  $W4$  的绝缘区域的总面积与第 1 上部电极 103 的面积大致相等。此时，如果将第 2 及第 3 下部电极及上部电极 104~107 分别配置在相对于第 2 振动部的  $x$  方向中心轴旋转对称的位置上，则平衡性提高。

在该平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 100 的构造中，存在以下的 3 个特征。1、第 2 下部电极 104 的一部分区域与第 2 上部电极 105 的一部分区域夹着压电薄膜 101 对置地配置。 $(W2-W4>W1)$

2、第 3 上部电极 107 的整个区域夹着压电薄膜 101 与第 2 下部电极 104 的一部分对置地配置。 $(W2>W1)$

3、第 3 下部电极 106 的整个区域夹着压电薄膜 101 与第 2 上部电极 105 的一部分对置地配置。 $(W2-W4>W1-W3)$

通过上述构造，在第 1 及第 2 振动部中，作为输入侧的振动部，由输入的电信号而激励出机械振动，向输出侧的振动部传输，输出侧的振动部能够将激励的机械振动变换为电信号而输出。即，能够实现阻抗控制。空洞部 111 通过共同地确保第 1 及第 2 振动部的振动，作为用来将这些振动结合的共用振动结合部发挥功能。

接着，说明有关第 1 实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 100 的动作。在该例中，第 1 上部电极 103 是输入端子 IN，第 1 下部电极 102 是接地端子 GND。另外，输入端子 IN 和接地端子 GND 也可以是相反的。此外，使第 3 下部电极 106 及第 3 上部电极 107 接地。

首先，如果对第 1 上部电极 103 输入不平衡信号（单相信号）而在第 1 上部电极 103 与第 1 下部电极 102 之间施加电压，则激励出振动，产生在横向（ $x$  方向）上以多个共振频率共振的多个模。此时，第 1 振动部优选地使 1 阶模与 2 阶模结合，由此能够实现宽频带的滤波器特性。

一般，在作为输出侧的第 2 振动部中，通过横向振动激励出的厚度方向（ $z$  方向）的振动在理想状态下以  $\lambda/2$  振动。这里，在设第 2 振动部中的共振频率为  $f_r$ 、厚度方向的平均声速为  $V$  的情况下，波长

$\lambda$ 用  $V/f$  表示。因而，通过将第 2 振动部设计为能够得到共振频率  $f$  的厚度，在该共振频率  $f$  时，在第 2 振动部的第 2 下部电极 104 和第 2 上部电极 105 中，能够取出反相的信号。由此，从第 2 下部电极 104 及第 2 上部电极 105 输出的信号成为具备相位差 180 度及振幅差 0 的平衡特性的平衡信号（差动信号）。

如图 1A~图 1C 中例示那样，在从第 1 上部电极 103 的输入端子 IN 输入单相信号、将第 1 下部电极 102 连接在 GND 上的情况下，从连接在第 2 上部电极 105 上的端子 OUT1 (+) 及连接在第 2 下部电极 104 上的端子 OUT2 (-) 输出差动的电信号。

图 2 是第 2 振动部的简略的等价电路图。这里，设通过第 2 下部电极 104 与第 2 上部电极 105 对置而构成的阻尼电容为  $C_1$ ，通过第 2 下部电极 104 与第 3 上部电极 107 对置而构成的阻尼电容为  $C_2$ ，通过第 2 上部电极 105 与第 3 下部电极 106 对置而构成的阻尼电容为  $C_3$ 。

如图 2 所示，在两个输出平衡端子 OUT1 (+)（第 2 上部电极 105）和输出平衡端子 OUT2 (-)（第 2 下部电极 104）之间，串联连接有阻尼电容  $C_1$ 。进而，阻尼电容  $C_2$  及  $C_3$  的串联电路并列地与阻尼电容  $C_1$  连接。此外，在阻尼电容  $C_2$  与阻尼电容  $C_3$  之间连接着 GND。

此时，从输出平衡端子 OUT1 (+) 及 OUT2 (-) 观察到的总电容  $C_{out}$ ，通过  $(C_1 \cdot C_2 + C_2 \cdot C_3 + C_3 \cdot C_1) / (C_2 + C_3)$  求出。从输出平衡端子 OUT1 (+) 及 OUT2 (-) 观察到的阻抗处于与  $C_{out}$  成反比的关系。此外，各个阻尼电容  $C_1 \sim C_3$  处于与对置的电极的面积成正比的关系。即，对于第 2 下部电极 104 与第 2 上部电极 105 对应的面积、第 2 下部电极 104 与第 3 上部电极 107 相对置的面积、以及第 2 上部电极 105 与第 3 下部电极 106 相对置对应的面积，通过调节 3 个面积的比，能够调节阻抗。

这里，在设第 1 下部电极 102 与第 1 上部电极 103 之间的阻尼电容为  $C_0$  时，第 2 振动部的总电容  $C_{out}$  在不存在第 3 下部电极 106 及第 3 上部电极 107、第 2 下部电极 104 与第 2 上部电极 105 整个面

对置的情况下与阻尼电容  $C_0$  相等。此外，在第 2 下部电极 104 与第 2 上部电极 105 相对应的区域不存在、第 2 下部电极 104、第 3 上部电极 107、第 3 下部电极 106 以及第 2 上部电极 105 的面积都为第 1 振动部的一半的情况下，总电容  $C_{out}$  为  $1/4 \times C_0$ 。

因而，在根据作为输入侧的第 1 下部电极 102 与第 1 上部电极 103 之间的阻尼电容  $C_0$  计算的输入振动部的阻抗为  $Z_i$  时，阻抗的调节范围为  $Z_{in} < Z < 4Z_{in}$ 。

图 3 是使输出振动部中的上部电极及下部电极的面积比率变化时的阻抗的变化例的史密斯图表。在图 3 中，a1 是不存在第 3 下部电极 106 及第 3 上部电极 107、第 2 下部电极 104 与第 2 上部电极 105 整个面地对置的情况下的阻抗。a2 是第 2 下部电极 104 与第 2 上部电极 105 相互在长度  $1/3$  的区域中对置的情况下的阻抗。a3 是第 2 下部电极 104 与第 2 上部电极 105 相互以长度  $1/5$  的区域对置的情况下的阻抗。如图 3 所示，如果使第 2 下部电极 104 与第 2 上部电极 105 对置的区域变小，则能够得到较高的阻抗。由此，能够使输入侧的阻抗与输出侧的阻抗较大地变化。

以上，根据有关本发明的第 1 实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 100，使构成第 1 振动部的电极的总面积与构成第 2 振动部的电极的总面积大致相等。由此，能够防止在振动部间传递的振动的损失，能够将由输入侧的振动部产生的电荷在输出侧的振动部中有效率地加以利用，所以能够扩大共振频带。

此外，由于第 1 振动部与第 2 振动部形状大致相等并且对置地配置，所以也能够防止不需要的模的产生。除此以外，通过调节第 2 下部电极 104 与第 2 上部电极 105 对置的面积，能够容易地实现阻抗控制。

此外，如果做成将平衡信号（差动信号）输入到第 2 振动部中、从第 1 振动部输出不平衡信号（单相信号）的结构，也能够得到同样的效果。

另外，在上述第 1 实施方式中，说明了输入端子为 1 个以及输出端子为两个的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 100。但

是，也可以通过在相同的构造中将输入端子再追加1个，如图4A及图4B那样，构成平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器110。

进而，通过将该平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器110的第1振动部的电极如图5A及图5B所示的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器120那样分割，也能够进一步变换输入阻抗。

另外，在上述有关第1实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器100中，如果代替空洞部111而使用交替地配置有图6A及图6B所示的低声阻抗层和高声阻抗层的声反射层112，也能够得到同样的效果。

### （第2实施方式）

图7A是表示有关本发明的第2实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器200的结构剖视图。图7A所示的剖视图对应于图1中的A-A剖视图。

该平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器200是对上述有关第1实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器100添加了以下的4个特征而构成的。

- 1、第1振动部与第2振动部，无间隙地相邻而形成。
- 2、第1下部电极102、和第2及第3下部电极104及106电绝缘。
- 3、第1上部电极103和第2及第3上部电极105及107电绝缘。
- 4、第1振动部的厚度方向（z方向）的共振频率与第2振动部的厚度方向（z方向）的共振频率大致相等。

用来实现上述特征1~3的条件是，首先，在第2及第3下部电极104及106的下方，形成厚度大于第1下部电极102的厚度的第2绝缘体108。这里，在一般的制造工序中，通过在时间上管理压电薄膜101的堆积量，所以堆积在第1下部电极102之上的压电薄膜101的厚度与堆积在第2及第3下部电极104及106之上的压电薄膜101的厚度相等。由此，通常第2及第3下部电极104及106的上表面与第1下部电极102的上表面之间的阶差，表现为压电薄膜101的表面台阶。接着，使第1上部电极103的厚度比该压电薄膜101的表面台

阶小。并且，为了实现上述的特征4，例如，在第1振动部（第1上部电极103）之上层叠第1绝缘体109，直到与第2及第3上部电极105及107一致的高度。

以上，根据有关本发明的第2实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器200，能够消除在第1实施方式的构造中由无电极部分消耗的产生电荷。由此，能够在两个振动部之间使振动模有效地结合，所以能够高效率地利用产生电荷，能够实现低损失以及宽频带的特性。

另外，对于该有关第2实施方式的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器200，也可以如图7B所示那样，通过在相同的构造中再追加1个输入端子，构成平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器210。

### （第3实施方式）

在第3实施方式中，对本发明的多模薄膜弹性波谐振器滤波器的应用例进行说明。图8A是表示本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的电路符号。图8B是表示本发明的平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的电路符号。以下，利用图8A或图8B所示的电路符号，表示本发明的多模薄膜弹性波谐振器滤波器。

图9A是使用本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的梯形滤波器300的电路图。在图9A中，梯形滤波器300具备串联连接的多个薄膜弹性波谐振器301、并联连接在多个薄膜弹性波谐振器301上的多个薄膜弹性波谐振器302、和连接在输出的部位上的本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器303。薄膜弹性波谐振器301及302只要以梯形连接，并不限于图9A所示的数量。此外，连接本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器303的部位也并不限于图9A的例子。

另外，使用平衡-平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的梯形滤波器310的电路图是图9B所示那样的。

这样，通过在由薄膜弹性波谐振器构成的梯形滤波器上连接本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器，可以构成能够以

低损失且宽频带取得阻抗匹配、并且能够进行平衡-不平衡的变换的滤波器。

图 10 是表示使用本发明的多模薄膜弹性波谐振器滤波器的通信设备 400 的框图。在图 10 中，通信设备 400 具备发送电路 405、接收电路 406、本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 401 及 402、开关电路 403、和天线 404。

平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 401 连接在发送电路 405 与开关电路 403 之间，具有使发送频带通过的特性，此外，调节电极的大小，以取得该电路间的阻抗匹配。平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 401 将来自发送电路 405 的平衡信号变换为不平衡信号，输入到开关电路 403 中。平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 402 连接在接收电路 406 与开关电路 403 之间，具有使接收频带通过的特性，并且调节电极的大小，以取得该电路间的阻抗匹配。平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 402 将来自开关电路 403 的不平衡信号变换为平衡信号，输入到接收电路 406 中。开关电路 1803 对将来自发送电路 1805 的信号是向天线 1804 侧传递、还是将来自天线 1804 的信号向接收电路 1806 侧传递进行切换。

这样，通过在通信设备中使用本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器，能够构成具有低损失且宽频带的特性的通信设备。

图 11 是表示使用本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器的双工器（共用器）500 的框图。在图 11 中，双工器 500 具备连接在发送电路侧的本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 501、连接在接收电路侧的本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 502、和隔离移相器 503。

通过图 11 所示的结构，平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 501 仅使发送频带的信号通过，并且，取得天线 504 与发送电路之间的阻抗匹配，将来自发送电路的平衡信号变换为不平衡信号，从天线 504 输出。平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器 502 仅使接收频带的信号通过，并且，取得隔离移相器 503 与接收电路之间

的阻抗匹配，将来自隔离移相器 503 的不平衡信号变换为平衡信号，输入到接收电路中。由此，能够构成低损失且宽频带的双工器。

除此以外，只要是需要滤波器特性或平衡-不平衡变换特性的设备，本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器就能够使用。

#### 工业实用性

有关本发明的平衡-不平衡型多模薄膜弹性波谐振器滤波器、以及使用它的滤波器、双工器、以及通信设备，能够实现低损失且宽频带，对于无线设备等是有用的。

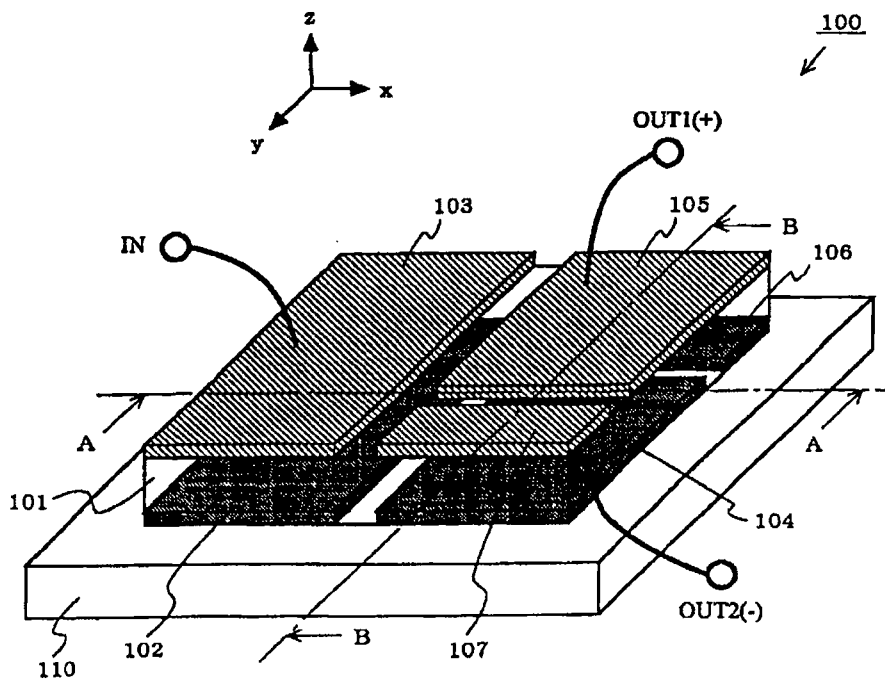


图1A

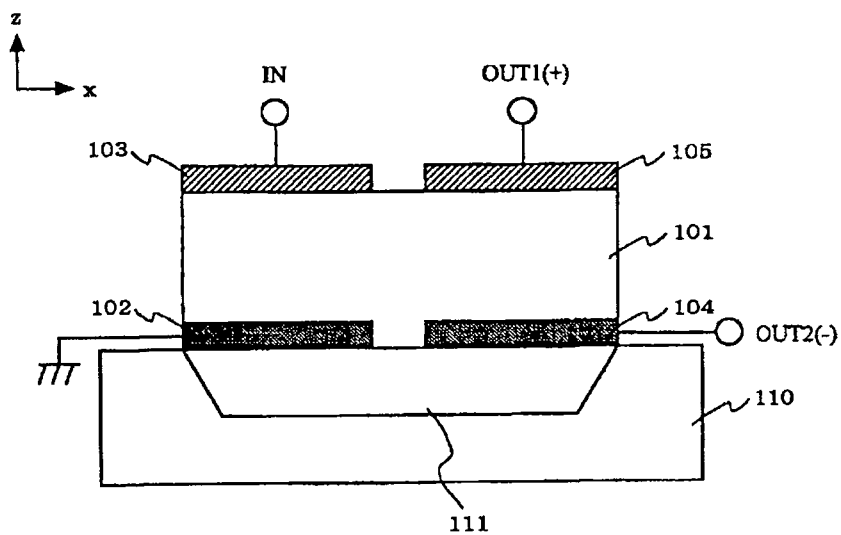


图1B

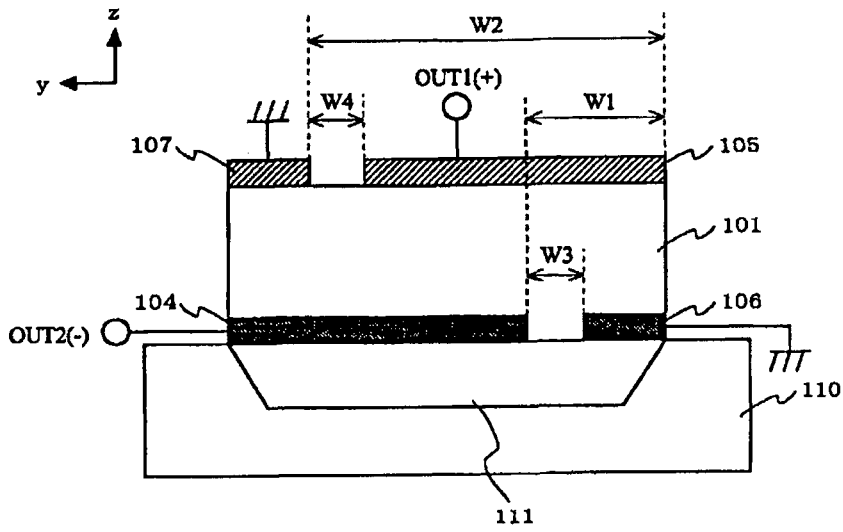


图10

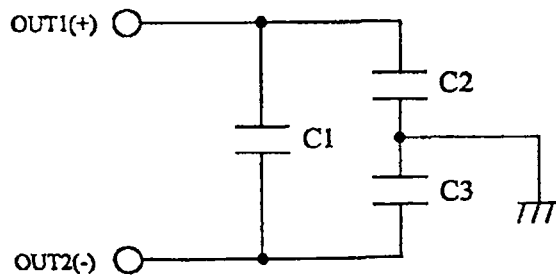


图2

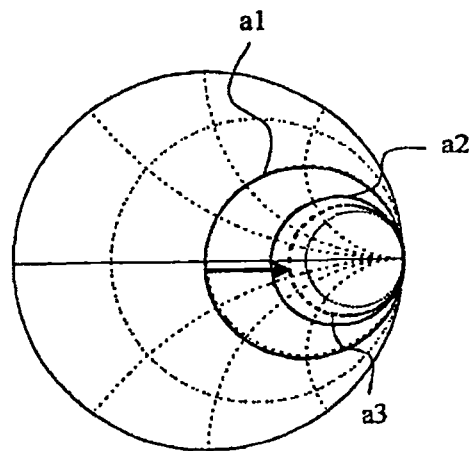


图3

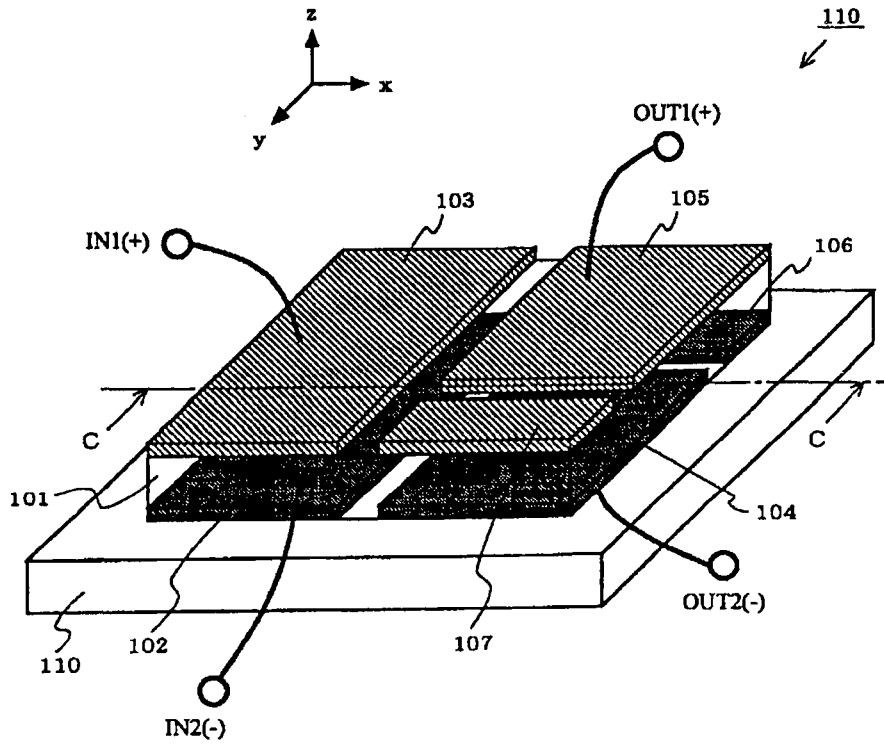


图4A

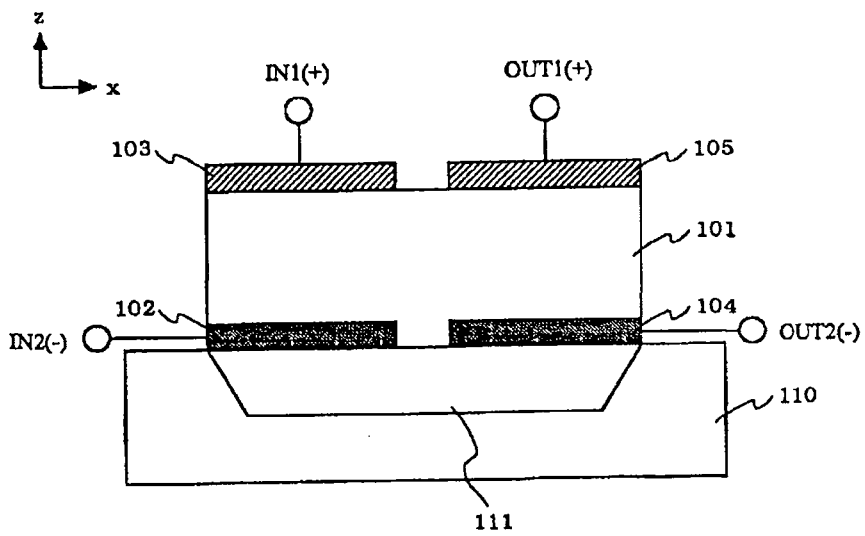


图4B

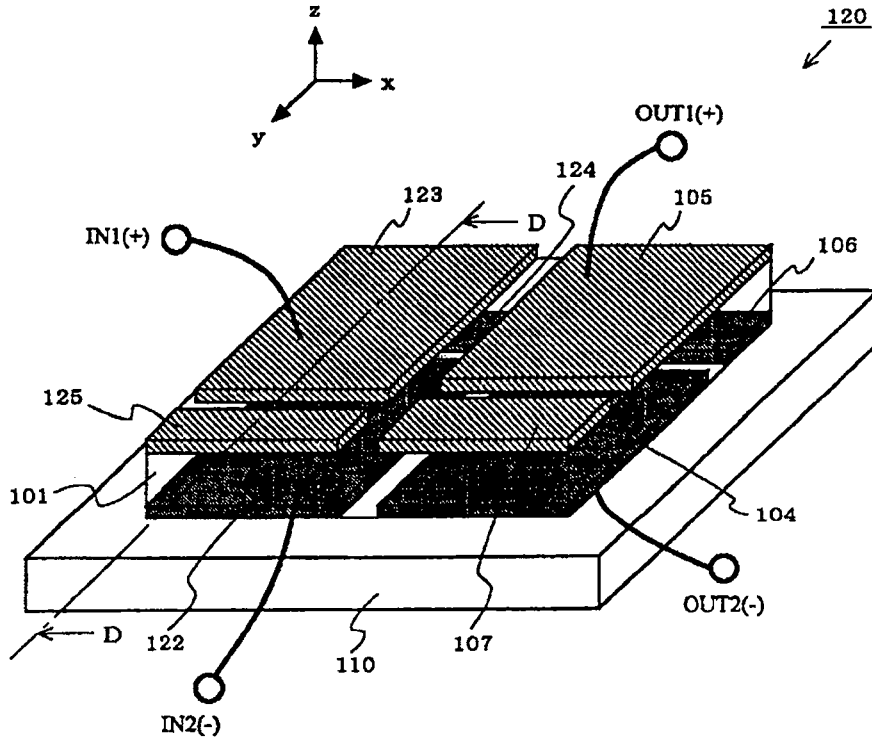


图5A

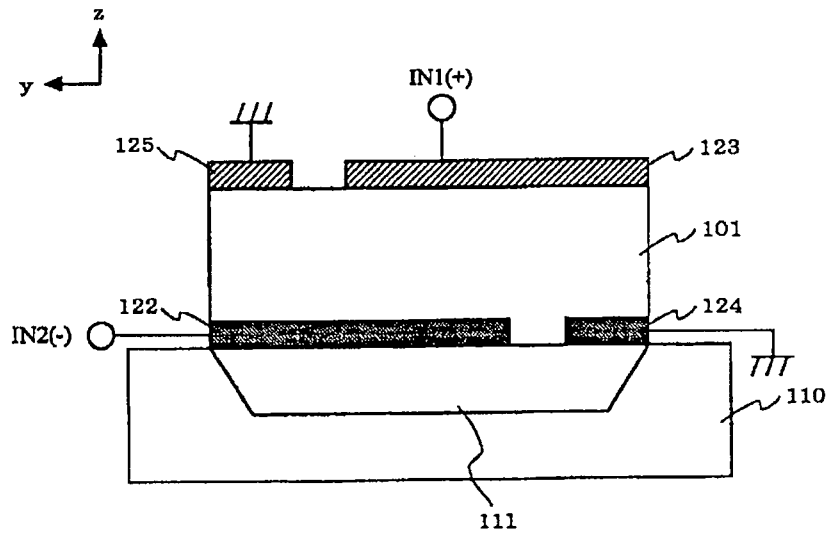


图5B

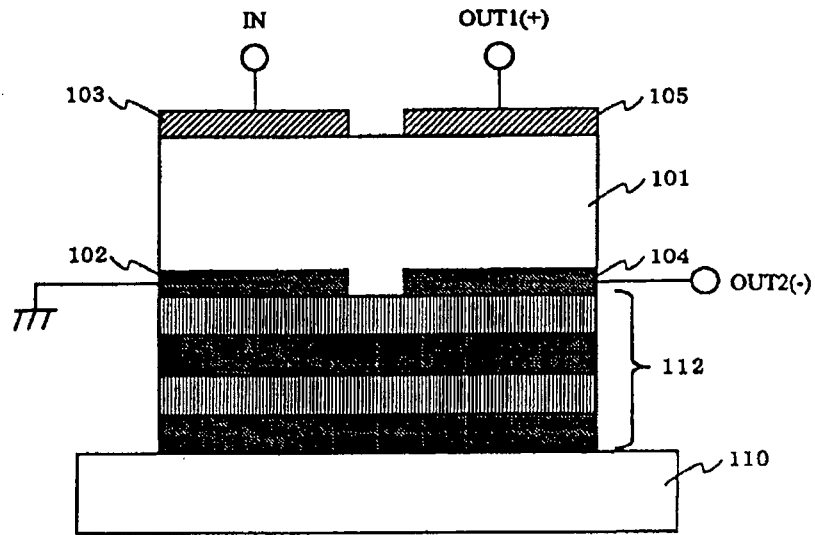


图6A

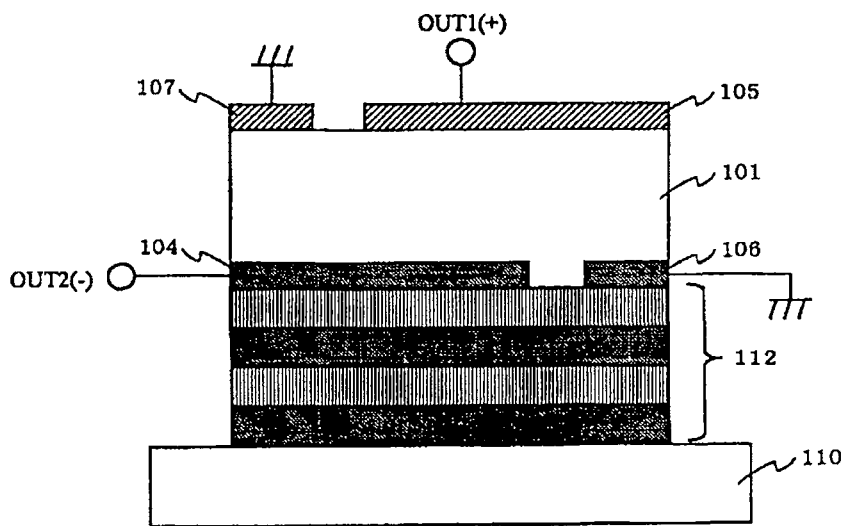


图6B

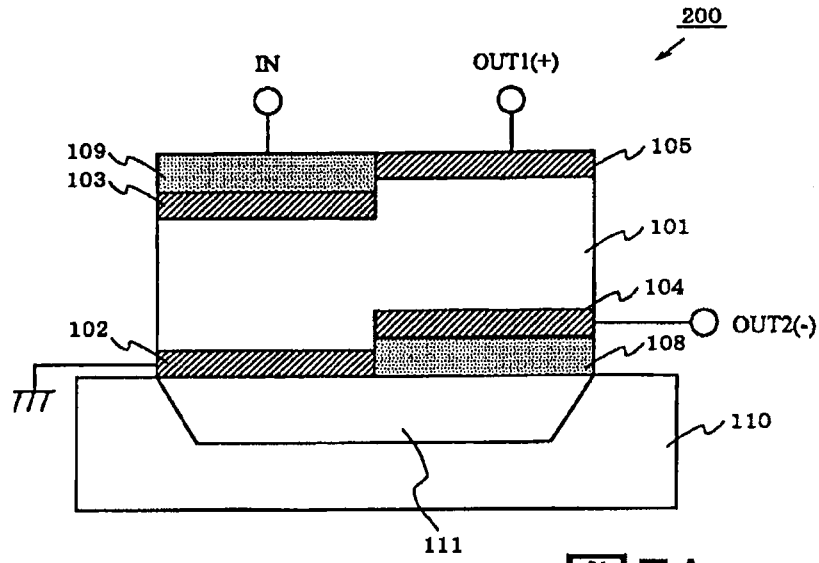


图7A

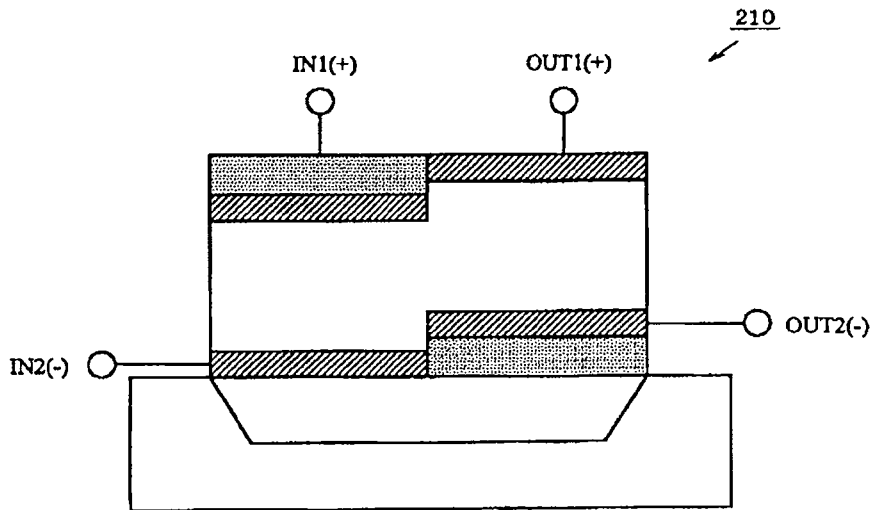


图7B

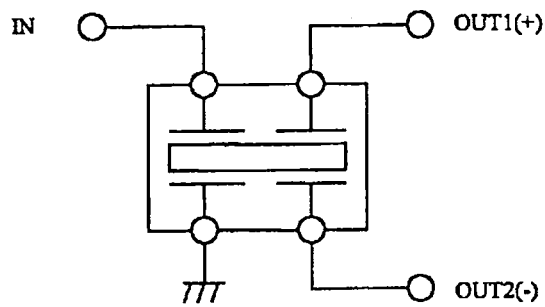


图8A

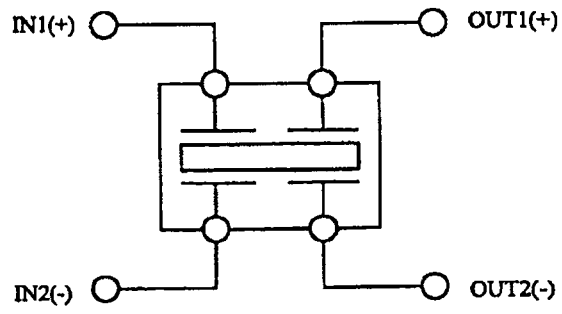


图8B

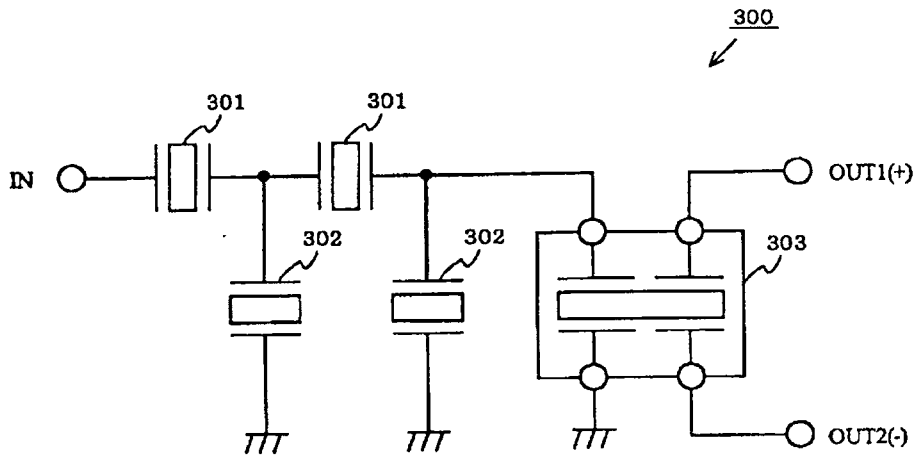


图9A

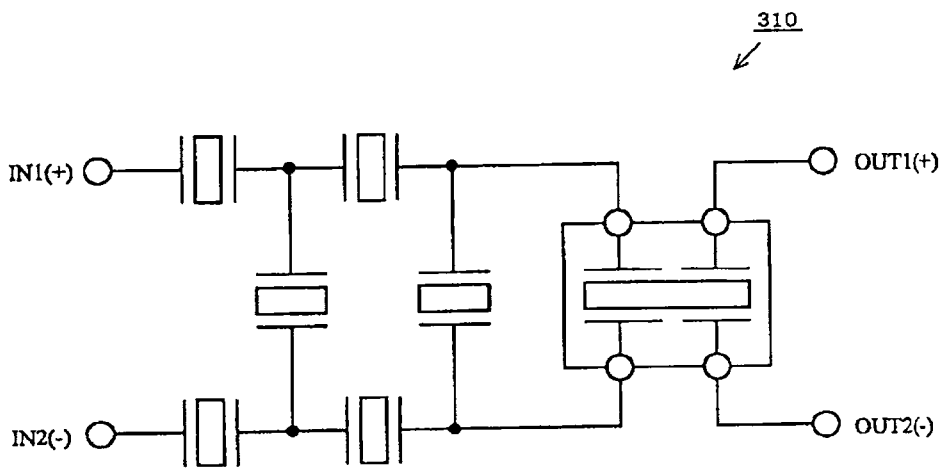


图9B

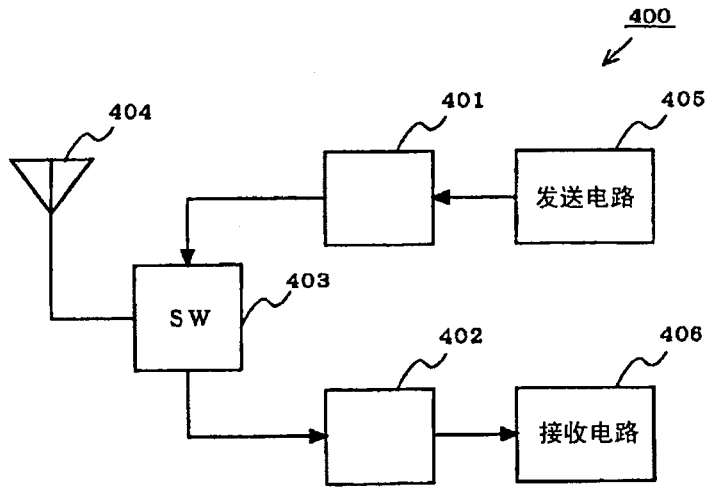


图10

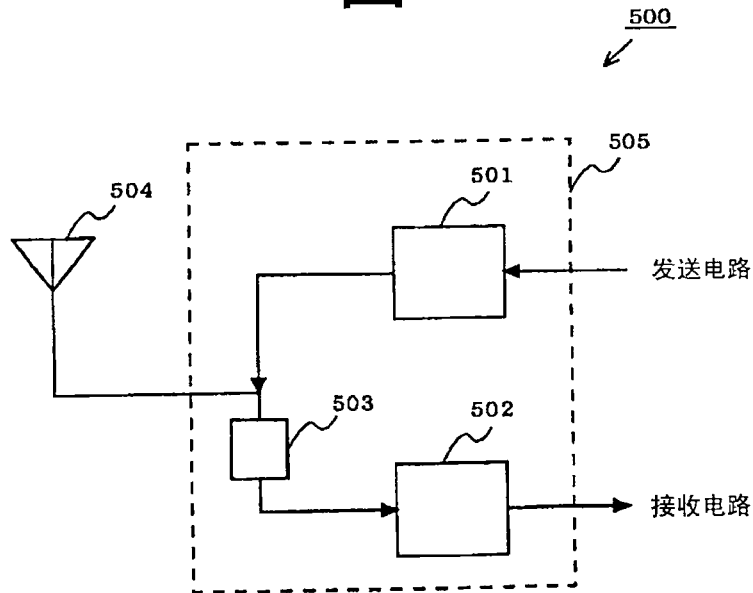


图11

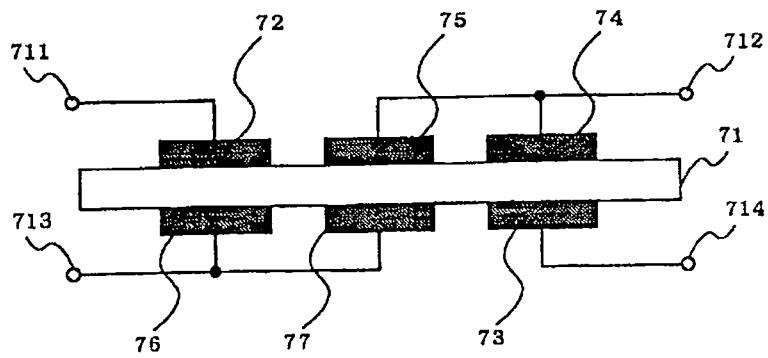


图12

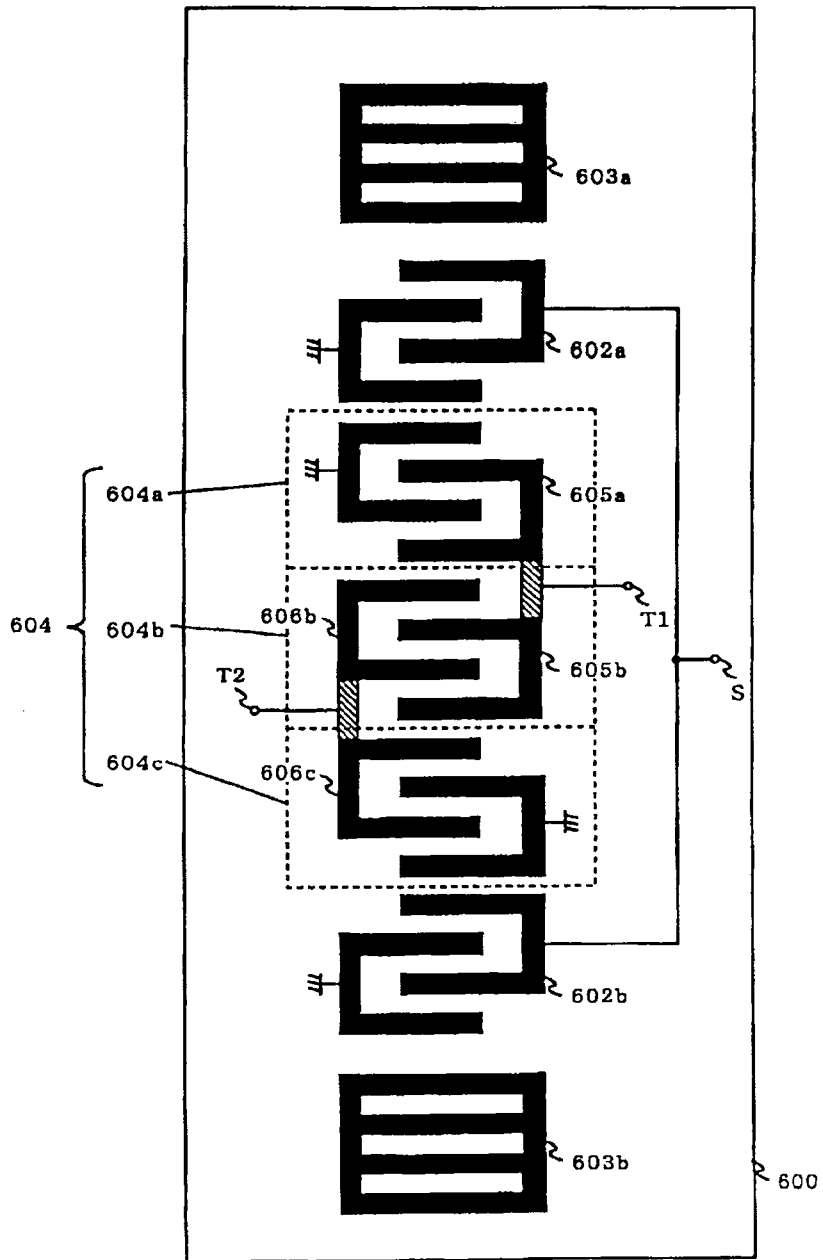


图13

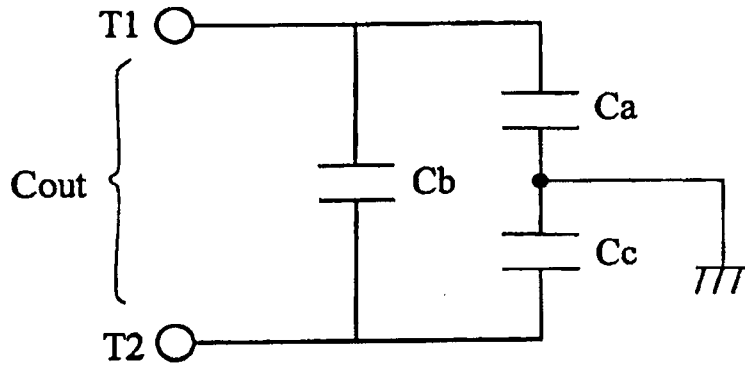


图14

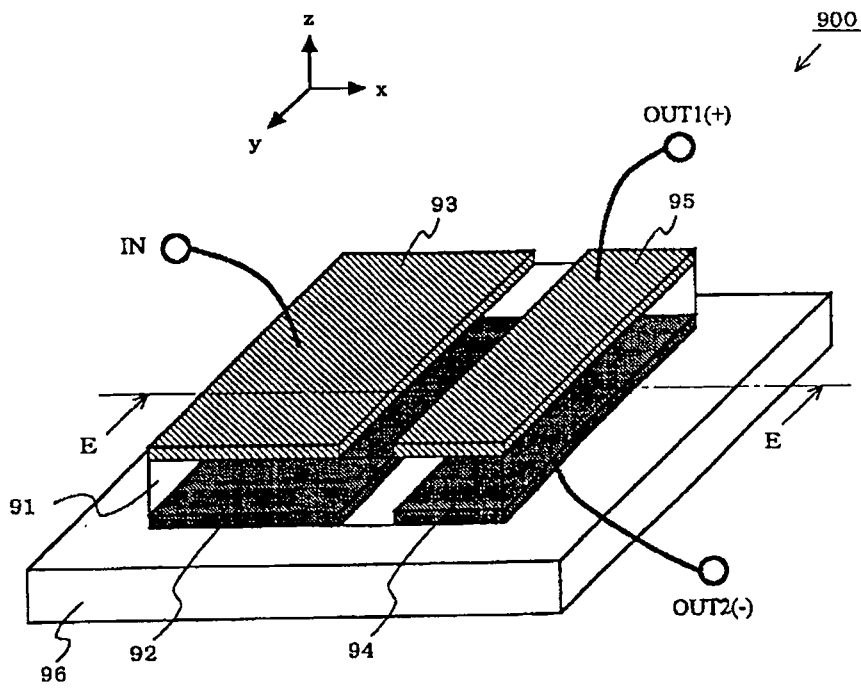


图15A

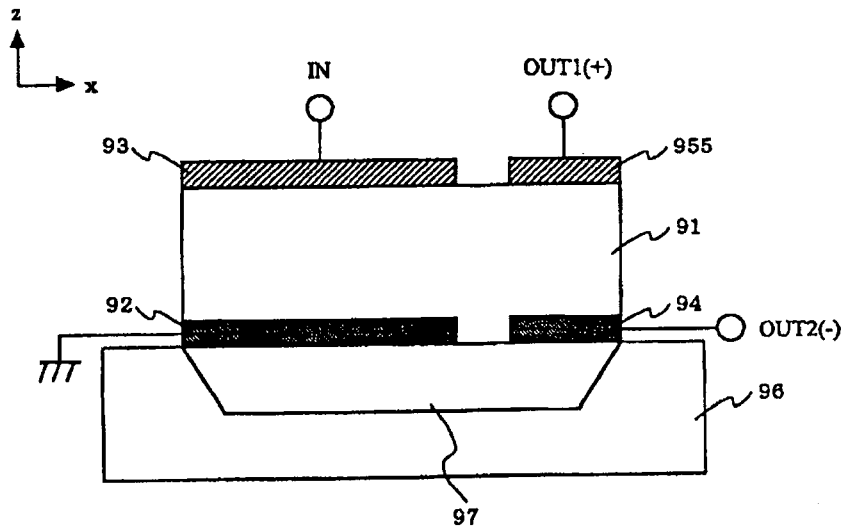


图15B

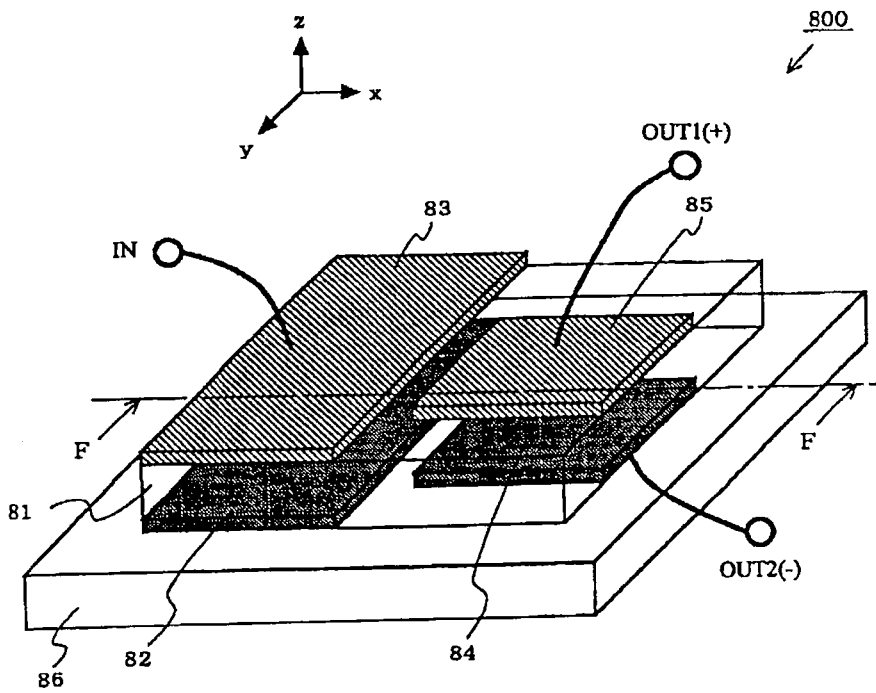


图16A

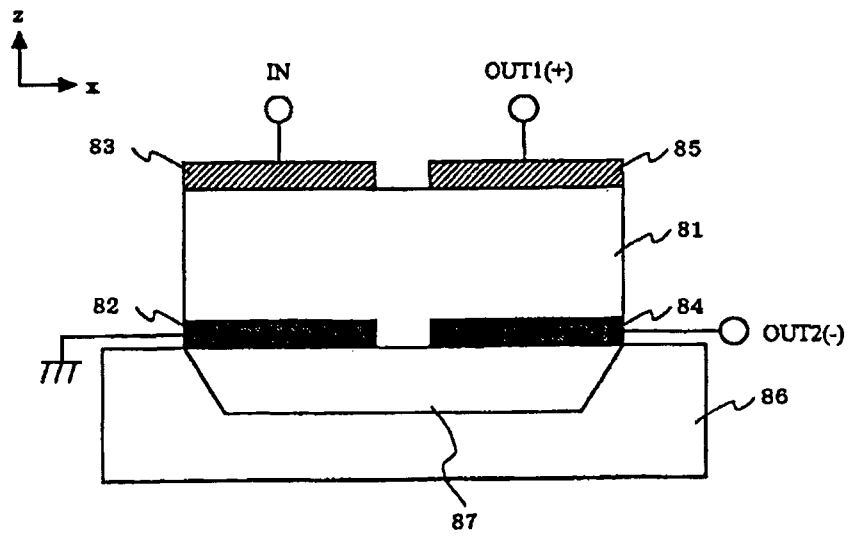


图16B

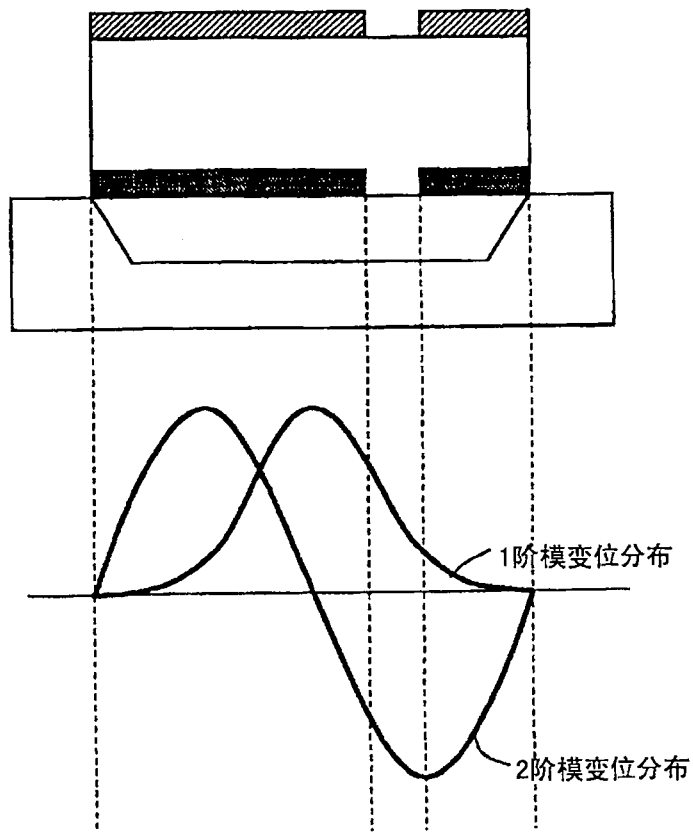


图17

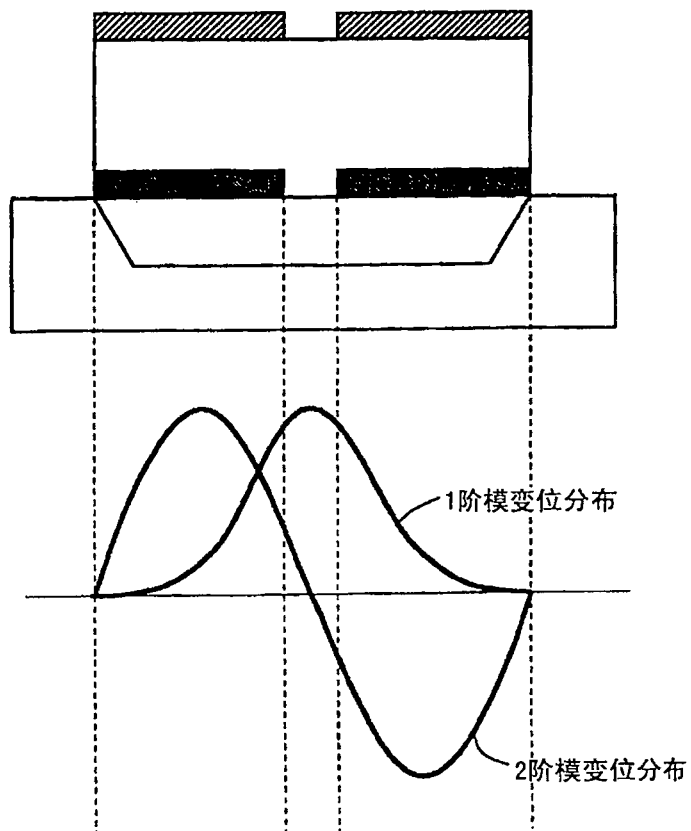


图18