



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97114902.X

[43]公开日 1998 年 3 月 25 日

[11] 公开号 CN 1177236A

[22]申请日 97.5.23

[30]优先权

[32]96.5.23 [33]JP[31]128,760 / 96

[32]96.8.30 [33]JP[31]230,016 / 96

[32]97.1.14 [33]JP[31]004,894 / 97

[71]申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本国大阪府

[72]发明人 中村弘幸 山田徹

西村和纪 石崎俊雄

[74]专利代理机构 上海专利商标事务所

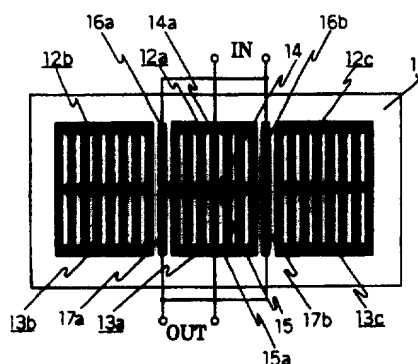
代理人 张政权

权利要求书 10 页 说明书 23 页 附图页数 24 页

[54]发明名称 声表面波滤波器和多级声表面波滤波器

[57]摘要

压电衬底上, 用 IDT 电极和位于其两边上的反射器电极构成的声表面波谐振器。两个所述声表面波谐振器位置相邻, 使各声表面波的传播方向相互平行, 使其声学耦合, 构成具有不同传播频率的多激励模式的声表面波滤波器。两个 IDT 电极的每一个的母线电极相互隔开, 从这些母线电极的至少两点引出的引出电极相互电连接, 用它为平衡输入和输出端的一边。结果, IDT 电极的电极电阻值减小, 使插入损耗减小。



权 利 要 求 书

1、压电衬底上的声表面波滤波器，包括第1和第2声表面波谐振器，每个谐振器有在IDT电极两边上的反射电极作为叉指式换能器电极，所述两个谐振器
5 按与各表面波传播方向平行的方向彼此相邻地设置，并声学耦合，

第1声表面波谐振器中第1IDT电极中包括的里边母线电极和第2声表面波谐振器中第2IDT电极中包括的里边母线电极相互电隔离，

所述第1IDT电极连接到平衡型输入端，所述第2IDT电极连接到平衡型输出端，

10 所述平衡型输入端之一端电连接到从所述第1IDT电极的里边母线电极的至少两处直接或间接引出的引出电极，所述平衡型输出端之一端电连接到从所述第2IDT电极的里边母线电极的至少两处直接或间接引出的引出电极，由此进行平衡的工作。

2、按权利要求1的声表面波滤波器，其中，引出电极形成在IDT电极与所述反射器电极之间的空间内。
15

3、按权利要求1的声表面波滤波器，其中，连接IDT电极与所述反射器电极之间的空间里形成的两个引出电极，构成所述平衡型输入端的一端或所述平衡型输出端的一端，构成所述IDT电极中包括的外边母线电极，所述平衡型输入端的另一端或所述平衡型输出端。

20 4、按权利要求1、2或3之任一项的声表面波滤波器，其中，IDT电极与所述反射器电极之间的空间中形成的两根引出电极之间的区域用布线图连接，其布线宽度比所述压电衬底上形成的引出电极的宽度宽，

所述布线图形中进一步扩大的位置是作为所述平衡型输入或输出端之一端的连接区；和

25 所述IDT电极中包括的外边母线电极的向外方向扩大的位置是作为所述平衡型输入或输出的另一端的连接区。

5、一种多级声表面波滤波器，包括在同一压电衬底上形成的按权利要求2的声表面波滤波器的多级，

前级声表面波滤波器的输出边上的引出电极之一连接到下一级输入边上相对的引出电极，前级声表面波滤波器的输出边上的引出电极之另一电极连接到下一
30

级输入边上相对的引出电极，所述前级声表面波滤波器的剩余的一个输出边电极连接到所述下一级声表面波滤波器的剩余的一个输入边电极。

6、一种多级声表面波滤波器，包括在同一压电衬底上形成的按权利要求 2 的声表面波滤波器的多级，

5 前级声表面波滤波器的输出边上的引出电极之一、下一级的输入边上的相对的引出电极、前级声表面波滤波器的输出边上的引出电极之另一电极以及下一级输入边上对着的引出电分别用第 1 级间连接电极连接，第 1 级间连接电极的宽度比所述引出电极的宽度宽，

所述前级声表面波滤波器的剩余的一个输出边电极和所述下一级声表面波滤波器 10 的剩余的一个输入边电极分别用第 2 级间连接电极连接，所述第 2 级间连接电极的宽度比所述引出电极的宽度宽，

第 1 级声表面波滤波器的输入边上的两个引出电极之间用布线图连接，布线宽度比所述压电衬底上形成的所述引出电极的宽度宽，所述布线图中进一步扩大的部分作为所述平衡型输入端之一端的连接区，所述第 1 级声表面波滤波器的所述 15 IDT 电极中包括的所述外边母线电极的向外扩大部分是作为所述平衡型输入端的另一端的连接部分，和

下一级表面声滤波器的输出边上两根引出电极之间用布线图连接，所述布线的线宽比所述压电衬底上形成的所述引出电极的宽度宽，所述布线图中进一步扩大的部分是作为所述平衡型输出端之一端的连接区，所述下一级声表面波滤波器的 20 所述 IDT 电极中包括的所述外边母线电极的向外扩大部分是作为所述平衡型输出端之另一端的连接区。

7、按权利要求 6 的多级声表面波滤波器，其中，第 1 与第 2 级间连接电极之间经电抗元件而连接。

8、按权利要求 6 的多级声表面波滤波器，其中，第 1 和第 2 级间连接电极 25 之一接地，另一个经电抗元件接地。

9、按权利要求 6 的多级声表面波滤波器，其中，所述第 1 级间连接电极经电抗元件接地，第 2 级间连接电极接地。

10、压电衬底上的声表面波滤波器，包括第 1 和第 2 声表面波谐振器，第 1 声表面波谐振器具有在第 1 IDT 电极两边上的用于激励声表面波的反射器电极， 30 第 2 声表面波谐振器有在第 2 IDT 电极的两边上的反射器电极，第 1 和第 2 声表

面波谐振器位置相邻近，在该位置中各声表面波的传播方向平行并声学耦合，

所述第 1 IDT 电极中包括的里边第 1 母线电极和所述第 2 IDT 电极中包括的里边第 2 母线电极相互隔开并位置相对，

平衡型输入端之一输入端，所述的一个输入端是由从所述里边第 1 母线电极上至少两处引出的引出电极之间用电连接构成的，

平衡型输出端之一输出端，所述的一个输出端由从所述里边第 2 母线电极上的至少两处引出的引出电极之间用电连接构成的。

11、声表面波滤波器，包括第 1 和第 3 声表面波谐振器，每个谐振器具有在 IDT 电极两边上作为叉指式换能器电极的反射器电极，所述两个谐振器位于各声表面波的传播方向相互平行的位置中，

多条线电极，具有的长度基本上与所述第 1 和第 3 表面波谐振器之间按与其相同的电极周期平行设置的 IDT 电极的指状电极的横向宽度相等，所述多条线电极的两端部用母线电极互连，形成包括周期性结构电极行的第 2 声表面波谐振器，

15 所述第 1、第 2 和第 3 声表面波谐振器位置彼此邻近，使其声学耦合，第 1 和第 2 引出电极构成平衡型引出端的一部分，该平衡型引出端是两边上在反射器电极之间从第 1 声表面波谐振器的 IDT 电极的里边母线是极的两端按外边方向形成的，和

第 3 和第 4 引出电极构成平衡型输出端的一部分，该平衡型输出端是在两边上的反射器电极之间，从第 3 声表面波谐振器的 IDT 电极的里边母线电极的两端按外边方向形成的，由此，构成平衡型工作。

12、按权利要求 11 的声表面波滤波器，其中，所述声表面波谐振器的所述第 1 和第 2 引出电极连接，构成平衡型输入端的一个输入端，

25 所述第 1 声表面波谐振器的 IDT 电极外边上的母线电极构成平衡型输入端的另一输入端，

连接所述第 3 声表面波谐振器的第 3 和第 4 引出电极，构成平衡型输出端的一个输出端，

第 3 声表面波谐振器的 IDT 电极外边上的母线电极构成平衡型输出端的另一输出端。

30 13、按权利要求 11 或 12 的声表面波滤波器，其中，所述声表面波谐振器的

所述第1与第2引出电极之间用布线图连接，其布线线宽比压电衬底上形成的引出电极的宽度宽，所述布线图的一部分进一步扩大，构成平衡型输入端的一部分的连接区，第1声表面波谐振器的IDT电极的外边上的母线电极按外部分向扩大，构成平衡型输入端的另一部分的连接区，

- 5 14、多级声表面波滤波器，包括在同一压电衬底上构成的按权利要求12的声表面波滤波器的多级，前级声表面波滤波器的连接到下一级的声表面波滤波器的相对的第1和第2引出电极的第3和第4引出电极，分别与连接到所述下一级声表面波滤波器的剩余输入边电极的所述前级声表面波滤波器的剩余输出边电极连接。

- 10 15、多级声表面波滤波器，包括：

在同一压电衬底上形成的按权利要求12的声表面波滤波器的多级，

前级声表面波滤波器的第3和第4引出电极和下一级的相对的引出电极用第1级间连接电极连接，所述连接电极的宽度比所述压电衬底上的所述引出电极的宽度宽，

- 15 所述前级和下一级的另一输出边电极和输入边电极用其宽度比所述引出电极宽的第2级间连接电极连接，

- 20 第1级声表面波滤波器的第1和第2引出电极之间的空间用其线宽度比所述压电衬底上形成的所述引出电极的宽度宽的布线图连接，所述布线图的一部分进一步扩大，构成所述平衡型输入端之一端的连接区，所述第1级声表面波滤波器的IDT电极的外边母线向外扩大，构成平衡型输入端的另一连接区，和

- 25 下一级声表面波滤波器的第3和第4引出电极之间的空间用其线宽度比所述压电衬底上形成的所述引出电极的宽度宽的布线图连接，所述布线图的一部分再扩大，构成平衡型输出端之一端的连接区，所述下一级声表面波滤波器的IDT电极外边上的所述外边母线电极的一部分向外扩大，构成平衡型输出端的另一端的连接区。

16、按权利要求15的多级声表面波滤波器，其中，第1和第2级间连接电极之间经电抗元件连接。

17、按权利要求15的多级声表面波滤波器，其中，第1和第2级间连接电极之一接地，另一连接电极经电抗元件接地。

- 30 18、按权利要求15的多级声表面波滤波器，其中，所述第1级间连接电极

经电抗元件接地，第2级间连接电极接地。

19、按权利要求11至13之任一项的声表面波滤波器，其中，所述两边声表面波谐振器是由IDT电极两边上的反射器电极构成，其构形与第1和第3声表面波谐振器基本相同，所述IDT电极接地。

5 20、按权利要求14至18之一项的声表面波滤波器，其中，所述两个声表面波谐振器是由IDT电极两边上的反射器电极构成，其构形与第1和第3声表面波谐振器的构形基本相同，所述IDT电极接地。

21、压电衬底上的声表面波滤波器，包括第1和第3声表面波谐振器，所述第1声表面波谐振器具有激励声表面波用的第1电极两边上的反射器电极，第3
10 声表面波谐振器具有第3电极两边上的反射器电极，两个谐振器的位置彼此相邻，在该位置中各声表面波的传播方向相互平行，

所述第1电极中包括的第1母线电极和所述第3电极中包括的第3母线电极相互隔开，并位置相对，

第2声表面波谐振器具有多条线电极，在相对的第1和第3母线电极之间形
15 成连接这些多条线电极两端之一的电极，和连接两端之其它端的电极，

所述第1和第3声表面波谐振器与第2表面在声波谐振器位置相邻并声学耦合，

平衡型输入端之一输入端用电连接从所述第1母极上至少两处引出的引出
电极之间面构成，和

20 平衡型输出端之一输出端用电连接从所述第3母线电极上至少两处引出的引线电极之间而构成，由此进行平衡工作。

22、压电衬底上的声表面波滤波器，包括第1和第3声表面波谐振器，每个谐振器具有在IDT电极两边上作为叉指式换能器电极的反射器电极，所述两个谐振器处于压电衬底上的位置，使各声表面波的传播方向彼此平行，

25 第1和第3声表面波谐振器之间按与第1和第3声表面波谐振器的电极周期相同的电极周期平行设置多条线电极，所述多条线电极用母线电极与另一电极连接，构成有周期性结构电极行的第2声表面波谐振器，所述第1和第3声表面波谐振器与所述第2声表面波谐振器位置相邻，构成声学耦合，所述声表面波谐振器的相邻母线电极电气隔开，所述第2声表面波谐振器的全部周期性结构电极接
30 地，

假设构成第 1 和第 3 声表面波谐振器的 IDT 电极的指状电极的横向宽度为 W_1 ，构成第 2 声表面波谐振器的所述周期性结构电极的线条长度为 W_2 ， W_1 与 W_2 之间尺寸的关系为 $1 \leq W_2/W_1$ 。

23、压电衬底上的声表面波滤波器，包括第 1、第 2 声表面波谐振器，每个
5 谐振器具有 IDT 电极两边上作为叉指式换能器电极的反射器电极，位于压电衬底上的所述谐振器位置彼此相邻，该位置中各声表面波的传播方式彼此平行，使其声学耦合，所述声表面波谐振器之间的相邻母线电极电隔开，所述第 1 与第 3 谐振器之间设置的所述第 2 声表面波谐振器的全部 IDT 电极接地，

假设构成第 1 和第 3 声表面波谐振器的 IDT 电极的指状电极的横向宽度为
10 W_1 ，第 2 声表面波谐振器的 IDT 电极的指状电极的横向宽度为 W_2 ， W_1 与 W_2 的尺寸关系是 $1 \leq W_2/W_1$ 。

24、按权利要求 22 或 23 的声表面波滤波器，其中， W_1 和 W_2 的尺寸关系设定为 $1 \leq W_2/W_1 \leq 1.3$ 。

25、多级声表面波滤波器，其中，用压电衬底上形成的第 1 和第 2 级间电图
15 垂直连接按权利要求 22 或 23 的多个声表面波滤波器。

26、按权利要求 25 的多级声表面波滤波器，其中，第 1 和第 2 级间连接电极图形之一直接接地，另一个经电抗元件接地。

27、按权利要求 25 的多级声表面波滤波器，其中，前级声表面波滤波器的第 1 声表面波谐振器电极连接到平衡型输入端，后一级声表面波滤波器的第 3 声
20 表面波谐振器电极连接到平衡型输出端。

28、压电衬底上的声表面波滤波器，包括至少两个声表面波谐振器，每个谐振器具有 IDT 电极两边上的作为叉指式换能器电极的反射器电极，压电衬底上的至少两个所述谐振器的位置彼此邻近，该位置中各声表面波的传播方向相互平行，使其声学耦合，
25 其特征是，至少一个 IDT 电极中包括多个指状电极，至少相位相反的相邻指状电极耦合，所述多个指状电极连接使其各自的电荷不被抵消。

29、按权利要求 28 的声表面波滤波器，其中，所述 IDT 电极有里边母线电极和外边母线电极，

按相反相位关系的所述相邻指状电极对是指(1)所述相邻指状电极之间的节
30 距是 $(m+1/2) \times \lambda$ ，其中 λ 是激励的声表面波的波长， $m=0,1,2,\dots$ ，并且，所述

相邻指状电极均连接到里边母线电极，(2)，所述相邻指状电极之间的节距是 $(m+1/2) \times \lambda$ ，并且，所述相邻指状电极均连接到外边母线电极，或(3)，所述相邻指状电极之间的节距是 $(m+1) \times \lambda$ ，两个所述相邻指状电极的一边指状电极连到所述里边母线电极另一边指状电极连接到外边母线电极。

- 5 30、按权利要求 28 的声表面波滤波器，其中，至少一个 IDT 电极由第 1，第 2 和第 3 分开的 IDT 电极构成，

所述第 1 和第 2 分开的 IDT 电极位置相邻相位相反的位置上的一对指状电极和所述第 2 和第 3 分开的 IDT 电极相邻和相位相同的位置上的一对指状电极，和第 1 分开的 IDT 电极的外边母线电极和第 2 分开的 IDT 电极的里边的母线电极连接，第 2 分开的 IDT 电极的外边母线电极和第 3 分开的 IDT 电极的外边母线电极连接。

31、按权利要求 30 的声表面波滤波器，其中，第 3 分开的 IDT 电极按所述至少一个 IDT 电极保持的母线电极分割点为基础分割成多组，

有相同相位关系的所述相邻指状电极对是指(1)，所述相邻指状电极之间的节距是 $(m+1/2) \times \lambda$ ，式中 λ 是激励的声表面波的波长， $m=0,1,2 \dots\dots$ ，两个所述相邻指状电极之一边指状电极连接到所述里边母线，另一边指状电极连接到所述外边母线电极，(2)，所述相邻指状电极之间的节距是 $(m+1) \times \lambda$ ，和两个相邻指状电极与连接到里边母线电极，或(3)，所述相邻指状电极之间的节距是 $(m+1) \times \lambda$ ，和两个所述相邻电极均连接到外边母线电极。

- 20 32、按权利要求 28 的声表面波滤波器，其中，所述至少一个 IDT 电极用第 1，第 2 和第 3 分开的 IDT 电极构成，

所述第 1 和第 2 分开的 IDT 电极相邻并相位相反的位置上的指状电极对，和所述第 2 和第 3 分开的 IDT 电极位置相邻和相位相同的位置上的指状电极对，以及第 1 分开的 IDT 电极的里边里线电极和第 2 分开的 IDT 电极的外边母线电极连接，并且，第 2 分开的 IDT 电极电极的里边母线电极和第 3 分开 IDT 电极的里边母线电极连接。

33、压电衬底上的声表面波滤波器，包括至少两个声表面波谐振器，每个谐振器具有在 IDT 电极两边上的作为叉指式换能器电极的反射器电极，所述谐振器至少两个压电衬底上位置彼此相邻，在该位置中各声表面波的传播方向相互平行并使声学耦合，

其特征是,至少一个 IDT 电极中包括的多个指状电极之任一对相邻指状电极相位相同,并连接所述多个指状电极,使各电荷不抵消,

用第 1,第 2 和第 3 分开的 IDT 电极构成至少一个 IDT 电极,

连接第 1 和第 2 分开的 IDT 电极的里边母线电极,连接第 2 和第 3 分开的 IDT 电极的外边母线电极。

34、按权利要求 33 的声表面波滤波器,其中,所述按相对相位关系的相邻指状电极对是指: (1),相邻指状电极之间的节距是 $(m+1/2) \times \lambda$,式中 λ 是激励的声表面波的波长, $m=0,1,2,\dots$,两个所述相邻指状电极之一边指状电极连接到所述里边母线电极,另一边指状电极连接到所述外边母线电极, (2)所述相邻指状电极之间的节距是 $(m+1) \times \lambda$,和两个相邻指状电极均连接到里边母线电极,或(3),所述相邻指状电极之间的节距是 $(m+1) \times \lambda$,和两个相邻指状电极的连接至外边母线电极。

35、按权利要求 30 至 33 之任一项的声表面波滤波器,其中,用所述分开的 IDT 电极构成的 IDT 电极的电端是平衡型。

36、按权利要求 30 至 33 之任一项的声表面波滤波器,其中,所述第 2 分开的 IDT 电极的所述里边电极和外边电极连接到平衡型正负电端,不与第 1 和第 3 分开的 IDT 电极中的正负电端之任一端连接的电极接地。

37、按权利要求 28 的声表面波滤波器,其中,改变所述分开的 IDT 电极的分割比,使所述 IDT 电极总容量可变,以控制输入和输出阻抗。

38、压电衬底上的多级声表面波滤波器,包括两个声表面波谐振器,每个谐振器具有 IDT 电极两边上的反射器电极,所述谐振器的多级在压电衬底上的位置彼此相邻,在该位置中各声表面波的传播方向相互平行使其声学耦合,

其特征是,所述多级声表面波滤波器的顶级和底级的至少一个 IDT 电极中包括多个指状电极,至少相邻指状电极的耦合是按相位相反关系,所述多个指状电极连接成其电荷不相互抵消。

39、按权利要求 38 的多级声表面波滤波器,其中,至少一边 IDT 电极用第 1,第 2 和第 3 分开的 IDT 电极构成,

在所述第 1 和第 2 分开的 IDT 电极彼此相邻,有相反相位关系的位置中指状电极耦合,在第 2 和第 3 分开的 IDT 电极相邻,相位相同关系的位置中指状电极耦合,而且,第 1 分开的 IDT 电极的外边母线电极和第 2 分开的 IDT 电极的里边

母线电极连接,第2分开的IDT电极的外边母线电极和第3分开的IDT电极的外边母线电极连接。

40、按权利要求38的多级声表面波滤波器,其中,至少一边IDT电极用第1,第2和第3分IDT分开的IDT电极构成,

5 在第1和第2分开的IDT电极彼此相邻,有相反相位关系的位置中指状电极耦合,在所述第2和第3分开的IDT电极彼此相邻,有相同相位关系的位置中指状电极耦合,而且,第1分开的IDT电极中的里边母线电极和第2分开的IDT电极中的里边母线电极和第2分开的IDT电极中的外边母线电极连接,并且,第2和第3分开的IDT电极的里边母线电极连接。

10 41、压电衬底上的多级声表面波滤波器,包括两个声表面波谐振器,每个谐振器具有IDT电极两边上的反射电极,用级间连接电极图形垂直连接的所述谐振器的多级,在压电衬底上位置彼此邻近,在该位置中各声表面波的传播方向相互平行,并使其声学耦合,

其特征是,所述多级声表面波滤波器的顶级和底级的至少一个IDT电极中包
15 括的多个指状电极的任何相邻电极的耦合是按相同相位关系,连接所述多个指状电极,使各电荷不相互抵消,

至少一边IDT电极用第1,第2和第3分开的IDT电极构成,

连接第1和第2分开的IDT电极的里边母线电极,连接第2和第3分开的IDT电极的外边母线电极。

20 42、按权利要求39至41之任一项的多级声表面波滤波器,其中,用所述分开的IDT电极构成的IDT电极的电端是平衡型。

43、按权利要求39至41之任一项的多级声表面波滤波器,其中,所述第2分开的IDT电极的输入电极和输出电极分别连接到平衡型正、负电端没与第1和第3分开的IDT电极中的正负电极之任一电极连接的电极接地。

25 44、按权利要求42或43的多级声表面波滤波器,其中,所述级间连接电极图设置于多级中,它的一部分接地,另外的部分经电抗元件接地。

45、声表面波滤波器,包括3个声表面波谐振器,每个具有IDT两边上的反射器电极,在压电衬底上位置相邻,在该位置中各声表面波的传播方向相互平行,并使其声学耦合,其特征是,三个声表面波谐振器在中心全部接地,构成位
30 于外边的所述声表面波谐振器的IDT电极做成电独立,而且,位于外边的至少一

个声表面波谐振器的 IDT 电极中包括的多个指状电极中的至少相邻指状电极的耦合是有相反相位关系，连接所述多个指状电极，使各电荷不相互抵消。

46、多级声表面波滤波器，包括用压电衬底上形成的多个级间连接电极图垂直连接的按权利要求 45 的声表面波滤波器的多极。

说明书

声表面波滤波器和多级声表面波滤波器

5 本发明涉及用于例如无线电通信设备中的高频波电路的声表面波滤波器。

由于声速为每秒几千米，波能有集中在传播介质表面上的多种性能，因此，用声表面波的(SAW)机电功能件在使硬件具有高密度方面受到人们注意。由于叉指式换能器(IDT)电极的发展和薄膜制造技术的进步使其能进一步改善，并特别适用于雷达延迟线和电视接收机的带通滤波器等方面。现在，SAW已广泛用作无线
10 电通信设备中的接收和发送电路的RF和IF级滤波器。

近年来，由于各种移动装置采用数字式系统，使数字式便携式电话和无绳电话得到了巨大的发展。由于这些设备中用的通信系统有关于信号的幅度和相位的信息，所以IF级用的滤波器要求幅度特性的平坦度和群延迟偏转特性。为了区别相邻信道和规定信道的信号、还要求有优异的选择特性，具有窄转移带宽的急剧
15 衰减也是一个主要条件。而且，近来IF滤波器前后级中的IC器件的平衡输入和输出也有进步，IF滤波器要求平衡的输入和输出。

一般说来，适用于IF级的SAW滤波器有已知的横向SAW滤波和纵向和横向模式耦合型两种SAW滤波器。横向SAW滤波器有优异的群延迟偏转特性，但是，它的插入损耗大、衰减特性差，元件尺寸大。另一方面，模式耦合型SAW
20 滤波器具有急剧衰减特性，小的插入损耗，和小的元件尺寸，但它的群延迟偏转特性比横向模SAW滤波器的群延迟偏转特性差。纵向模式型SAW的特征是在通带附近的高频段边有大的假信号区，横模式型SAW滤波器的特征是有极窄的频带特性。从上述特性看，就移动通信设备用的IF滤波器而言、横(向)模式耦合型SAW滤波器的尺寸小，衰减特性优异，因此得到广泛应用。

25 以下说明常规的横(向)模式耦合型SAW滤波器。

图24是常规横模式耦合谐振器型SAW滤波器的结构图。图24中，部件241是单晶压电衬底。在压电衬底241上形成电极图形，能激励SAW。部件242a是压电衬底241上形成的IDT电极，在其两边上设置反射器电极242b和242c，形成能量密封型SAW谐振器。在压电衬底241上，由IDT电极243a和反射器电极
30 243b和243c构成同样的SAW谐振器。而且，使这两个谐振器彼此邻近，由于在

它们之间形成声学耦合，构成了 SAW 滤波器。

按上述结构构成的 SAW 滤波中，压电底上激励的两种 SAW 模频率由 IDT 电极的指状电极的横向宽度和相邻设置的两个 SAW 谐振器之间的距离确定，并确定滤波器的通带宽度。

- 5 上述结构的 SAW 滤波器中，可使带宽变得很窄，能够达到的滤波器的规定带宽(滤波器中心频率的正常带宽)最多为 0.1%。为满足最新的数字式系统的需要，要求滤波器通过特性更宽的带宽并拓宽群延迟偏转特性的平坦带宽。

10 近来，前置和后置 IF 滤波器中的 IC 器件的平衡输入和输出已有改善。而且，严格要求 IF 滤波器平衡输入和输出。但是，如图 24 所示，常规 SAW 滤波器中，IDT 电极 242a、242a、243a 的输入和输出级的指状电极的一边接地，这就不能构成平衡输入和输出滤波器。

15 而且，在 IF 滤波器与其前置级和后置级中的 IC 器件之间要求阻抗匹配，常规滤波器的输入和输出阻抗与 IDT 电极中包括的多对指状电极有关，IDT 电极与滤波器特性密切相关，因此，不能在获得要求的阻抗值的同时又获得要求的滤波器特性。

为克服现有技术中存在的上述缺陷，本发明的目的是：

- (1)提供一种平衡型输入和输出结构，改善输入和输出端中平衡型端的平衡程度，实现小插入损耗；
- (2)制成宽的通带宽度，使其相位和幅度特性平坦；
- 20 (3)提供有规定输入和输出阻抗的 SAW 滤波器。

为达到上述目的，本发明的 SAW 滤波器包括第 1 和第 2 声表面波谐振器，每个谐振器有设置于作为叉指式换能器电极的 IDT 电极两边上的反射器电极，所述谐振器位置相邻，在此位置中各声表面波的传播方向彼此平行，并声学耦合。

25 第 1 声表面波谐振器的第 1 IDT 电极中包括的内母线电极与第 2 声表面波谐振器的第 2 IDT 电极中包括的内母线电极是电隔离的。

所述第 1 IDT 电极连到平衡型输入端，所述第 2 IDT 电极连到平衡型输出端。

所述平衡型输入端的一端电连到所述第 1 IDT 电极的内母线电极的至少两处直接或间接引出的引出电极，所述平衡型输出端的一端电连接到所述第 2 IDT 电极的内母线电极的至少两处直接或间接引出的引出电极，由此进行平衡工作。

30 用该结构，能获得例如具有平衡型输入和输出端，有插入损耗和良好平稳电

平的 SAW 滤波器的主电极图形。

而且，为克服上述缺陷，按本发明的 SAW 滤波包括第 1 和第 3 声表面波谐振器，每个谐振器具有设置在 IDT 电极的两边上的反射电极作为叉指式换能器电极，所述谐振器设置于压电衬底上，其位置相邻，在该位置中各声表面波的传播方向相互平行。

第 1 和第 3 声表面波谐振器之间按相同的电极周期平行设置许多条线电极作为第 1 和第 3 声表面波谐振器的电极，所述多条线电极用母线电极与其它电极连接，构成有周期性结构的电极行，所述第 1 和第 3 声表面波谐振器位置与第 2 声表面波谐振器相邻，使其声音耦合，所述声表面波谐振器之间的相邻母线电极是电隔开的，所述第 2 声表面波谐振器的全部周期性结构电极接地。

假设构成第 1 和第 3 声表面波谐振器的 IDT 电极的指状电极的横向宽度为 $W1$ 、构成第 2 声表面波谐振器的所述周期性结构电极性的条线电极长度为 $W2$ 、 $W1$ 与 $W2$ 之间的关系式为 $1 \leq W2/W1$ 。

用该结构使三个谐振频率之间的距离相等。达到输入和输出相等时，通常中的脉动减小，给出优异的异通特性。结果，能获得具有宽的带宽，平坦的通过特性和急剧的衰减特性的 SAW 滤波器。

而且，为克服上述缺陷，按本发明的 SAW 滤波器包括至少两个声表面波谐振器，每个谐振器具有作为叉指式换能器电极的在 IDT 电极两边上设置的反射器电极，其中至少两个所述谐振器设置在压电衬底上，所处的位置彼此相邻，各声表面波的传播方向彼此平行，使其声音耦合。

其特征是，至少一个 IDT 电极中包括多个指状电极，至少相邻指状电极按彼此相反的相位耦合，连接所述多个指状电极，使其不要消除各电荷。

用该结构，可获得有要求的输入和输出阻抗的 SAW 滤波器。

如上所述，按本发明，可提供小型 SAW 滤波器，它具有比常规谐振器小的插入损耗，平衡型输入和输出端中好的平衡度，或，它能提供平坦的滤波器通过特性和良好的附加频带衰减特性，或者，它具有要求的输入和输出阻抗。

图 1 是按本发明第 1 实施例的 SAW 滤波器的结构图；

图 2 是按本发明第 1 实施例的 SAW 滤波器的另一例的结构图；

图 3 是按本发明第 1 实施例的多级 SAW 滤波器的结构图；

图 4 是按本发明第 1 实施例的多级 SAW 滤波器的另一例的结构图；

- 图 5 是按本发明第 2 实施例的 SAW 滤波器的结构图;
- 图 6 是按本发明第 2 实施例的 SAW 滤波器的另一例的结构图;
- 图 7 是按本发明第 2 实施例的 SAW 滤波器的又一例的结构图;
- 图 8 是按本发明第 2 实施的多级 SAW 滤波器的结构图;
- 5 图 9 是按本发明第 2 实施例的多级 SAW 滤波器的另一例的结构图;
- 图 10 是按本发明第 3 实施例的 SAW 滤波器的结构图;
- 图 11 是说明按本发明第 3 实施例的 SAW 滤波的工作的激励模式的分布图;
- 图 12 是本发明第 3 实施例中 $W1=W2=W$ 的情况下由 SAW 波长 λ 规定的 W 值的各模式的谐振频率的特性曲线图。
- 10 图 13 是按本发明第 3 实施例中的 SAW 滤波器的通过特性的对比比例的实际测试曲线图;
- 图 14 是按本发明第 3 实施例中的谐振模式频率差的实际测试值与 $W2/W1$ 的关系曲线图;
- 图 15 是展示按本发明第 3 实施例中的 SAW 滤波器的通过特性的实际测试曲线图;
- 15 图 16 是按本发明第 3 实施例中的 SAW 滤波器的另一例的结构图;
- 图 17 是按本发明第 4 实施例的 SAW 滤波器的结构图;
- 图 18 是按本发明第 5 实施例的 SAW 滤波器的结构图;
- 图 19 是按本发明第 5 实施例的 SAW 滤波器的电容等效电路图;
- 20 图 20 是按本发明第 5 实施例的 SAW 滤波器的另一例的结构图;
- 图 21 是按本发明第 6 实施例的 SAW 滤波器的另一例的结构图;
- 图 22 是按本发明第 7 实施例的 SAW 滤波器的另一例的结构图;
- 图 23 是按本发明第 8 实施例的 SAW 滤波器的另一例的结构图;
- 图 24 是常规 SAW 滤波器的电极图形图;
- 25 以下将结合附图说明本发明的优选实施例。
- (实施例 1)
- 图 1 是按本发明第 1 实施例的 SAW 滤波器的结构图;
- 如图 1 所示, 在单晶压电衬底 11 上形成有条结形周期结构的电极图形, 能激励 SAW。并在该单晶压电衬底 11 上用 IDT 电极 12a 和反射器电极 12b, 12c 构成
- 30 能量级型第 1 SAW 谐振器。而且, 在压电衬底 11 上, 用 IDT 电极 13a 和反射器

电极 13b, 13c 构成第 2 SAW 谐振器, 而且, 这两个谐振器的位置彼此邻近, 在其间形成声学耦合, 构成 SAW 滤波器。

图 1 所示本发明第 1 实施例的 SAW 与图 24 所示常规 SAW 的电极图形结构之间的主要差别是, 图 24 所示常规的两个彼此位置相邻的谐振器的公用母线电极 244 在 IDT 电极部分电分开成按本发明第 1 实施例中的第 1 由母线 14 和第 2 内
5 母线 15。第 1 母线 14 属于第 1 SAW 谐振器, 和第 2 母线 15 属于第 2 SAW 谐振器。用该母线分开结构, 第 1 和第 2 SAW 谐振器能有电气上完全独立的输入或输出级。即, 第 1 SAW 谐振器的平衡的输出级由第 1 母线电极 14 和包括与所述指状电极耦合的指状电极的 IDT 电极 14a 连接构成的指状电极构成。按相同的方式, 第 2 SAW 谐振器的平衡输出级用包括第 2 母线电极 15 和与所述指状电极耦
10 合的指状连接构成的指状电极的 IDT 电极 13a 构成。这里, 本发明的第 1 IDT 电极相当于 IDT 电极 12a。本发明的第 2 IDT 电极相当于 IDT 电极 13a。

连接信号线, 可构成上述的平衡电路, 给设置于 IDT 电极外边的彼此耦合的第 1 母线电极 14 和第 3 母线电极 14a 之间的点加输入信号, 从设置于 IDT 电极
15 外边彼此耦合的第 2 母线电极 15 和第 4 母线电极 15a 之间的点取出输出信号。用该步骤, 能达到输入与输出平衡的目的。从底方案发现, 用以上连接时, 插入损耗量为 32dB。

就上述平衡型输入端的一端而言, 连线由第 1 母线电极 14 的一点引出, 并引到平衡型输端中的一端, 已说明了连线由第 2 母线电极 15 的一点引出的情形。与
20 此相反, 下面将说明从第 1 和第 2 母线电极 14, 15 的两点引出连线的情形。

就该插入损耗而言, 从第 1 母线电极 14 的两点引出两根连线(即引出指状电极 16a, 16b), 构成输边的端, 从第 2 母线电极 15 的两点引出两根连线(即引出指状电极 17a, 17b), 构成输边的端, 能改善平衡型输入和输出端中的平衡程度, 可使每端中形成的损失差减小, 由上述的大插入损耗减小到 2.8dB。这在重量为重
25 要参数的小型便携式通信设备中使其在平衡型的输入和输端中有更小的损失和平衡度起到重要的作用。换言之, 图 1 中, 在 IDT 电极 12a 与反射器电极 12b, 12c 之间的空间形成从第 1 母线电极 14 的两端向外引出的指状电极 16a, 16b, 如图所示, 连接这些指状电极的端部, 取得上述作用。第 2 母线电极 15 两端的引出指状电极 17a, 17b 也有相同的作用。认为引出指状电极 16a, 16b 是由与第 1 母线电极 14
30 的两端部连接的其它电极有相同长度的指状电极和与这两个指状电极的前端连接

的长度短的引出电极构成的。引出电极 17a、17b 的说明相同。

图 2 是图 1 所示本发明第 1 实施例的改变例，与图 1 中相同标记标示的零部件相同，该处省去对它们的说明。

在压电衬底 11 上引出指状电极 16a 与 16b 之间形成连接布线图 21，其线宽宽于谐振器电极宽度。图 2 中还示出进一步说明的一部分构成平衡型输入和输出端和外边布线构件 25a 之间连接用的一根连线 21a。

压电衬底 11 上形成引出指状电极 17a 与 17b 之间连接布线图 22，其线宽宽于谐振器电极宽度。如同一图所示的，还要进一步说明的一部分，构成平衡型输出端与外边布线件 26a 之间的连接用的连接区 22a。

母线电极 14a 向外伸出，构成平衡型输出端和外部布线件 25b 之间连接用的另一连接区 23。母线电极 15b 也向外伸出，构成平衡型输出端与外部布线件 26b 之间连接用的另一连接区 24。

上述结构能有效地确保有低插入损耗和平衡型输入和输出端的 SAW 滤波器的低插入损耗特性和优良的平衡度，并使滤波器特性稳定。

上面已结合图 1 和 2 说明了单级结构的 SAW 滤波器的实例。这种 SAW 滤波器能用在多级结构中。

图 3 是一个实例，在同一压电衬底 31 上的多个 SAW 滤波器连接构成多级连接 SAW 滤波器时，能大大改善阻带和过渡带中的特性，尽管插入损耗会有一些增大。图 3 所示两级垂直连接的滤波器包括图 1 所示的 IDT 电极 12a 和反射器电极 12b、12c 构成的第 1 SAW 谐振器，和用 IDT 电极 13a 和反射器电极 13b、13c 构成的第 2 SAW 谐振器，这两个谐振器位置相邻，在压电衬底 31 上构成 SAW 滤波器 32 和有其同结构的 SAW 滤波器 33，两个部件用连结连接。

图 3 中，第 1 级 SAW 滤波器 32 的输出边上的引出电极 17a 和 17b 用连线 39a 和 39b 分别连到下一级 SAW 滤波器 33 的输入边上的引出电极 16a 和 16b。是第 1 级输出的另一输出的 IDT 电极的母线电极 15a 用连结 40 连到下一级的另一输出的 IDT 电极。

按该方式，即使在滤波器之间，在 39a 和 29b 两处连接 IDT 电极的一部分，也能减小多级工作时的插入损耗增大，并改善平衡型输入和输出端的平衡程度。

图 3 所示输入和输出边上多级滤波器的布线连接与图 1 所示相同，并有同样的作用和效果。

图 4 是用衬底 41 上形成的布线图实现级间和输入和输出布线的一个实例。

压电衬底 41 上, 构成与图 1, 2 和 3 所示 SAW 滤波器有相同结构的第 1 SAW 滤波器 42 和第 2 SAW 滤波器 43。

第 1 SAW 滤波器 42 的输出边上的引出电极 17a 和 17b 用形成第 1 级间连接
5 电极 44a、44b 连到第 2 SAW 滤波器 43 的输入边上的引出电极 16a 和 16b 级间
连接电极 44a, 44b 的宽度比压电衬底 41 上形成的谐振器电极的宽度宽。而且,
用构成第 2 级间连接电极 45 连接第 1 滤波器的另一输出 15a 与第 2 滤波器 43 的
另一输入 14a, 第 2 级间连接电极 45 的宽度比压电衬底 41 的谐振器电极的宽度
宽。

10 用其宽度比压电衬底 41 上形成的谐振器电极的宽度宽的布线图 46 连接第 1
滤波器 42 的输入边上的引出电极 16a 和 16b。而且, 布线图 48 的一部分扩大构
成与平衡型输入的外布线件 47 的一个连接区 46a, 而且, 外边 IDT 电极的母线
电极 14a 向外扩大, 构成与平衡型输入端的外部布线件 47b 的连接区 48a。

另一方面, 用布线图 46b 连接第 2 滤波器输出边上的引出电极 17a 与 17b 之
15 间的区域, 布线图 46b 的线宽比压电衬底 41 上形成的谐振器电极的宽度宽。而
且, 所述布线图形的一部分还延长。构成与平衡型输出端的外边布线图 47c 的连
接区 46c, 母线电极 15a 向外延长, 构成与平衡型输出端的外部布线件 47d 的连
接区 48a。

用该图形结构, 能提供具有低插入损耗和优良平衡度的平衡型多级 SAW 滤
20 波器。

设置于图 3 所示级间连接电极 44b, 45 上的外部布线 44c, 45a 在滤波器特
性的调节用的外部电路元件连接中 useful。

而且, 由于在多级中的输入和输出阻抗不匹配, 因此会出现不能获得良好很
传输特性的情况。

25 这种情况下, 诸如电感的电抗元件可作为匹配元件连接到级间连接电极用以
进行调节。为此, 外部布线用的连接区域 44c, 45a 是有用的。此外, 采用这种结
构, 即在同一压电衬底上或分开的衬底上形成如螺旋形电感的电抗元件, 并且连
接到级间连接电极, 因此, 不需要额外的空间。从而, 能容易地减小滤波器电路
尺寸。调节用的电抗元件可连到级间连接区 44c, 45a 之任一区, 而另一区接地。

30 根据实验, 多电抗元件连接到第 1 连接区 44c 时, 能观察到滤波器传输特性的性

得到改进。

(实施例 2)

图 5 是按本发明第 2 实施例的 SAW 滤波器的结构图。

图 5 所示的压电衬底 51 上形成有条线形周期结构的电极图形，能激励 SAW。压电衬底 51 上形成由 IDT 电极 52a 和反射器电极 52b,52c 构成的能级型第 1 SAW 谐振器。而且，还在压电衬底 51 上构成由 IDT 电极和反射器电极 54b,54c 构成的第 3 SAW 谐振器。

这里要特别指出。带有反射器电极 53b,53c 的第 1 SAW 谐振器与第 3 SAW 谐振器之间形成的第 2 SAW 谐振器的 IDT 电极部件有与反射器电极相同的结构，并用其长度与第 1 和第 3 SAW 谐振器中的 IDT 电极 51a,54a 的指状电极宽度相同的周期性结构条线电极行 53a 构成。

换言之，即使第 2 SAW 谐振器的电极部件结构与上述 IDT 电极 52a,54a 的结构不同，而变成周期性条线电极行 53a，假若电极周期相同，SAW 也能按完全相同的方式发送。而且，中心部分第 2 SAW 谐振器的声波特性与 IDT 电极结构情况产生的声波特性不同。

上述三个 SAW 谐振器彼此位置相近，有声耦合。相邻部件的母线电极电气独立。从母线电极 55 的两端邻接到第 1 SAW 谐振器中 IDT 电极的第 2 SAW，向外构成的第 1 和第 2 指状电极 57a 和 57b 在 IDT 电极 52a 与反射器电极 52b,52c 之间的空间中构成平衡型输入端的一部分。还从母线电极 5b 的两端邻接到第 3 SAW 谐振器中 IDT 电极的第 2 SAW，朝外构成的第 3 和第 4 指状电极 58a 和 58b 在 IDT 电极 54a 与反射器电极 54b，54c 之间的空间中构成平衡型输出端的一部分。上述电极结构是按本发明的具有低插入损耗的平衡型输入和输出端的三模式 SAW 滤波的基本结构。

图 6 是图 5 所示的三模式 SAW 滤波器用的本发明的平衡型输入和输出端的连接实例。

如图所示，用连线 61a，61b 连接第 1 SAW 谐振器的第 1 指状电极 57a 和第 2 指状电极 57b，构成平衡型输入端的一个输入端，连线 62 从外边 IDT 电极的母线电极 55a 引出，构成平衡型输入端的另一输入端。而且，用连线 63a，63b 连接第 3 SAW 谐振器的第 3 指状电极 58a 和第 4 指状电极 58b，构成平衡型输入端的一个输入端，从外边 IDT 电极的母线电极 56a 引出连线 64，构成平衡型输

入端的另一输出端。

图 7 是三模式 SAW 滤波器的平衡型输入和输出端的结构另一实施例。

如图所示, 第 1 SAW 谐振器的第 1 指状电极 57a 与第 2 指状电极 57b 之间的区域用布线图 71 连接, 布线图 71 的线宽比压电衬底 51 上形成的谐振器电极宽度宽。而且, 图形 71 进一步延伸。构成与外部布线件 75a 的连接区 71a, 而且, IDT 电极的母线电极 55a 向外延伸, 构成与外部布线件 75 的连接区 73, 压电衬底 51 上形成第 3 SAW 谐振器的第 3 和第 4 指状电极 58a 和 58b 之间的区域, 构成谐振器电极, 并用布线图 72 连接, 布线图 72 的线宽比谐振器电极宽。布线图 72 进一步延伸, 构成与外部布线件 76a 的连接区 72a、IDT 电极的母线电极 56a 朝外延伸, 构成与外部布线件 76 的连接区 72a。按这种结构, 与第 1 实施例所述的 SAW 相同, 有可能提供如第 1 实施例所述的、插入损耗进一步减小并容易与外部电路连接的三模式 SAW 滤波器。

图 8 展示如图 5 所示的垂直台阶式连接的多个三模式 SAW 滤波器。

如图所示, 压电衬底 81 上形成第 1 三模式 SAW 滤波器 82 和第 2 三模式 SAW 滤波器 83。用连接线 83a、83b 和 84 将第 1 滤波器 82 的输出边上的第 3 和第 4 指状电极 58a、58b 和输出边上的母线电极 56a 台阶式连接到第 2 滤波器 83 的输入边上的第 1 和第 2 指状电极 57a、57b 和输入边上的母线电极 55a。输入和输出电路的平行式连线与图 6 所示单级滤波器的布线结构完全相同。

图 9 是图 8 所示垂直连接三模式 SAW 滤波器的级间结构的输入和输出结构的另一实例。

如图所示, 压电衬底 91 上形成第 1 三模式 SAW 滤波器 92 和第 2 三模式 SAW 滤波器 93。用级间连接电极 94a、94b 和 95 级间连接两个滤波器, 级间连接电极 94a、94b 和 95 的宽度比用设置于压电衬底 91 上的第 1 滤波器 92 的输出边上的第 3 和第 4 指状电极 58a、58b、母线电极 56a、和第 2 滤波器 93 的输入边上的第 1 和第 2 指状电极 57a、57b、和输入边上的母线电极 55a 构成的谐振器电极的宽度宽。每个连接电极的一部分上形成的区域 94c、95a 便于用作连接外部元件, 用于调节滤波器特性。输入电路和输出电路布线图与图 7 所示单级滤波器结构的输入和输出电路布线图完全相同。

如上所述, 按实施例 1 和 2, 由于 IDT 电极的母线电极是电气独立的, 因此, 能实现平衡的输入和输出模式, 用电极接地, 使滤波器特性不受浮动电容影响,

因此，能提高阻带和过渡带中的特性，而且，由于本发明的特征是引出电极结构，因而能明显降低插入损耗和提高平衡型输入和输出端中的平衡度。

实施例 3 中，用了一个平衡型三模式滤波器的实例，其中用的图 5 所示中心部分谐振器的 IDT 电极有与反射器电极结构相同的周期性结构的电极结构。即使
5 该部分是与此今用的电极结构相同的 IDT 电极结构，用本发明的平衡布线连接能按完全相同的方式精确提高滤波器特性。

(实施例 3)

图 10 是按本发明 SAW 滤波器第 3 实施例的结构图。

图 10 中，部件 101 是单晶压电衬底。在压电衬底 101 上形成电极图形，能
10 激励 SAW。压电衬底 101 上形成用 IDT 电极 102a 和反射器电极 102b,102c 构成的能量级型第 1 SAW 谐振器，还在压电衬底 101 上形成用 IDT 电极 104a 和反射器电极 104b,104c 构成的第 3 SAW 谐振器。包括反射器电极 103b,103c 的第 1 SAW 谐振器与第 3 SAW 谐振器之间形成的第 2 SAW 谐振器的电极部分有与反射器电极相同的结构。

15 如上所述，即使第 2 SAW 谐振器的电极部件 103a 与上述 IDT 电极的结构不同，而变成周期性结构的条线电极行，若电极周期相同，SAW 也能以完全相同的方式传送。而且，位于中心部分的 SAW 谐振器的声学特性与用 IDT 电极结构时的声学性能无差别。

而且，假定第 1 和第 3 SAW 谐振器中 IDT 电极 102a,104a 的指状电极宽度为
20 $W1$ ，构成第 2 SAW 谐振器的 IDT 电极部件 103a 的条线长度为 $W2$ ，并设定 $W1$ 和 $W2$ 之间的尺寸关系是 $W1 \leq W2$ 。

上述三个 SAW 谐振器与另一个位置邻近的谐振器声音耦合。第 1 SAW 谐振器中的 IDT 电极 102a 的指状电极连到平衡型输入端“IN”，第 3 SAW 谐振器中 IDT 电极 104a 的指状电极连到平衡型输出端“OUT”。第 2 SAW 谐振器中周
25 期性结构的条线电极行 103a 接地。

以下说明有上述结构的 SAW 滤波器的工作。

图 11 是本实施例的 SAW 滤波器的激励模式分布曲线图。与图 10 中有相同标记指示的部件相同。图 11(a)是图 10 所示 SAW 滤波器的电极结构图。由于第 1 至第 3 SAW 谐振器的位置相近，在其间产生声音耦合，并激励出有图 11(b)所示
30 电位的第 1，第 2 和第 3 模式。这里，由于位于中心的第 3 SAW 谐振器的电极

部件 103a 全部电接地, 在中心第 2 模式电位分布的极性相反, 所以, 在与第 1 和第 3 模式相同的电平能获得强激励强度。当使第 1 级构成由有效利用三个激励模式构成的多级模式滤波器时, 能获得有宽的频带宽度和急剧衰减特性的 SAW 滤波器。

5 图 12 是用波导路径模式分析得出的 $W1=W2=W$ 时, 每个模式的谐振频率变化与用 SAW 波长 λ 归一化的 W 值之间的关系曲线图。如图 12 所示, 对某个给定的 W 值, 第 1 模式与第 2 模式之间的频率差 Δ_1 和第 2 模式与第 3 模式之间的频率差 Δ_2 的值不同。即, 看 50 系统, 如图 13 所示, SAW 滤波器的通过特性与三个谐振模式的峰值之间的距离不等, 如曲线 131 所示。而且, 即使输入和输出匹配时, 如曲线 132 所示, 频带中保留有脉动, 滤波器特性变坏。

这里, 图 14 中展示出构成第 2 SAW 谐振器的电极部件 103a 的线条长度 $W2$ 与第 1 和第 3 SAW 谐振器中 IDT 电极 102a 的指状电极横差宽度 $W1$ 之比的影响。图 14 中, 展示出谐振模式中频率差(图 13 中的 Δ_1 和 Δ_2)的实际测试值的归一化值与具有图 10 所示结构的本发明的 SAW 滤波器中 $W2/W1$ 的关系曲线。图 14 展示的是第 1 和第 3 SAW 谐振器的 IDT 指状电极横差宽度 $W1$ 为 6.5 波长时, 和组合间隙长度为 1 波长构成第 2 SAW 谐振器的电极部件 103a 的线条长 $W2$ 的变化。如图 14 所示, $W2/W1$ 约为 1.13 时 Δ_1 与 Δ_2 相等, 即, 三个谐振频率之间的距离相等。在允许范围内, $W1$ 与 $W2$ 之间的尺寸关系可设定为 $1 \leq W2/W1 \leq 1.3$ 。特别是考虑到制造中的分散性, $W1$ 和 $W2$ 的值可设定为 $1 \leq W2/W1 \leq 1.16$ 。

图 15 展示出 $W1=6.5$ 波长, $W2=7.5$ 波长, $W2/W1=1.15$ 时 SAW 滤波器的通过特性。图 15 中, 数字 151 表示 50 欧系统中观察到的特性, 152 表示匹配时的特性。可以看出, 与图 13 所示相比, 通带中的脉动明显地降低, 给出优异的通过特性。

25 如上所述, 按本发明实施例 3, 三个 SAW 谐振器位置相邻, 中心 SAW 谐振器的电极部件由线条构成, 条线的周期性结构稍长于第 1 和第 3 SAW 谐振器的 IDT 指状电极的横差宽度, 全部线条接地。用该结构, 能获得具有宽的频带宽度, 平坦的通过特性和急剧衰减特性的 SAW 滤波器。

而且, 由于 IDT 电极中心部分的母线电隔离, 因此, 有可能使第 1 SAW 谐振器的 IDT 电极 102a 和第 3 SAW 谐振器的 SAW 谐振器 104a 的 IDT 电极布线全部

独立，从而制成 SAW 滤波器的平衡输入和输出。结果，滤波器特性不受浮动电容或与电极接地状态的影响，进一步改善阻带和过渡带的特性。此外，有可能将诸如 IC 的平衡型元件连接到滤波的前级和后级，而无需用如对特称-和不对称变换器的任何额外的外部电路，使整个电路的噪声特性得到改善。

5 图 10 中，第 2 SAW 谐振器的电极部件 103a 经第 3 SAW 谐振器的 IDT 电极 104a 和反射器电极 104c 之间的空间中存在的电极图形接地，但结构不限于此；也可经电极部件 103a 两边上的反射器电极 103b，103c 接地。

该实施例 3 中，用单级结构的 SAW 滤波器为例进行了说明。但是，如图 16 所示，用垂直连接同一压电衬底 161 上的多个 SAW 滤波器 162，163，构成多级连接型 SAW 滤波器时，尽管插入损耗有一定程度的增大，但能显著提高阻带和过渡带的特性，提供更优异的滤波器特性。这种情况下，最好使前级 SAW 滤波器的第 1 SAW 谐振器电极连接到平衡型输入端，后级 SAW 谐振器的第 3 SAW 谐振器电极连接到平衡型输出端。这里因为滤波器能容易地连接到诸如平衡型前端 IC 的外围电路，而不需确保布线接地，因此，能获得浮动电容影响更小的稳定的滤波器特性。

10 15

而且，由于各级中的输入和输出阻抗不匹配，所以，简单垂直连接的 SAW 滤波器不会有好的传输特性。这种情况下，诸如电感的电抗元件作为匹配元件可连接到级间连接电极图 164、165。这种情况下，为使平衡型输入和输出电路完全一致，要求在电极图 164 和 165 之间连接匹配元件。但是，实际上级间部分没有与输入和输出端的电连接，只有声学耦合。而且，假若一个电极图(例如，电极图 165)直接接地，另一个电极图(例如，电极图 164)经电抗元件接地，能实现与两电极图形之连有电抗元件时的相同的工作。而且，采用这种结构时，可在电极图形上制成接地布线，因而能减少连线。

20

(实施例 4)

25 图 17 是按本发明 SAW 滤波器第 4 实施例的结构图。

图 17 中，部件 171 是单晶压电衬底。在压电衬底 171 上形成电极图形，能与第 3 实施例相同的方式激励 SAW。压电衬底 171 上形成用 IDT 电极 172a 和反射器电极 172b，172c 构成的能量级型第 1 SAW 谐振器。在压电衬底 171 上还形成用 IDT 电极 173a 和反射器电极 173b,173c 构成的能量级型第 2 SAW 谐振器和用 IDT 电极 174a 和反射器电极 174b,174c 构成的能量级型第 3 SAW 谐振器。而

30

且，这三个 SAW 谐振器的位置相邻近，相互邻近的 IDT 电极的母线电极电气独立。并用公共母线连接反射器电极。第 1 SAW 谐振器中的 IDT 电极 172a 的指状电极连接到平衡型输入端“IN”，第 3 SAW 谐振器中 IDT 电极 174a 的指状电极连接到平衡型输出端“OUT”。第 2 SAW 谐振器中 IDT 电极 173a 的指状电极全部接地。而且，假设第 1 和第 3 SAW 谐振器中 IDT 电极 172a、和 174a 的指状电极横差宽度为 $W1$ 时，第 2 SAW 谐振器中 IDT 电极 173a 的指状电极横差宽度是 $W2$ 时，设定 $W1$ 和 $W2$ 的尺寸关系是 $W1 \leq W2$ 。

就具有上述结构的 SAW 滤波器而言，中心部分的第 2 SAW 谐振器的电极结构从上述第 3 实施例中的周期性结构的条线电极行变成 IDT 电极 173a，但当按相同模式精确地进行 SAW 传输时，其基本工作与 10 图所示第 3 实施例的情形相同。而且，能按与第 3 实施例相同的方式使 SAW 滤波器的通过特性平坦并抑制阻带中的乱真信号。

按该实施例 4，三个 SAW 谐振器的位置彼此相邻，构成中心第 2 SAW 谐振器的全部 IDT 电极 173 接地，它们的横向宽度稍长于第 1 和第 3 SAW 谐振器的 IDT 指状电极的横向宽度，由此能获得有宽的频带宽度和平坦的通过特性和急剧衰减特性的 SAW 滤波器。而且，由于 IDT 电极中心部分的母线电隔离，就有可能使第 1 SAW 谐振器的 IDT 电极 172a 和第 2 SAW 谐振器的 SAW 谐振器 174a 全部独立布线。因此，能实现 SAW 滤波器的平衡输入和输出。结果，滤波器特性不受浮动电容或电极接地状态的影响。能改善阻带和过渡带的特性。此外，可以将诸如 IC 的平衡型元件连接到滤波器的前级和后级，而不用诸如平衡-不平衡变换器的额外的外部电路，因此，改善了整个电路的噪声特性。

而且，实施例 4 中，垂直连接多个 SAW 滤波器构成多级连接 SAW 滤波器时，能明显改善过渡带和阻带的特性。垂直连接法和电抗元件(匹配元件)连接到级间部件的方法与图 18 所示第 3 实施例中的方法完全相同，而且对滤波器特性的影响也与第 3 实施例所述影响相同。

上述第 3 实施例中，如图 10 所示，按相位彼此相反的方式设置第 1 SAW 谐振器的 IDT 电极 102a 和第 2 SAW 谐振器的 IDT 电极 104a。但是，发明不限于该结构，电极也可以按相同相位设置。甚至在这种情况下，只是附加频带乱真的存在模式稍有不同，而作用和效果无差别。就此而言，同样应用于第 4 实施例。

上述第 3 和第 4 实施例中，输入和输出端是平衡型的，但是，它们不限于所述

结构，这可以接地，输入和输出端的各单边分别用非平衡型。而且，任何一边接地时，能构成有平稳端-不平衡的端的 SAW 滤波器。

(实施例 5)

图 18 是按本发明 SAW 滤波器实施例 5 的结构图。

5 图 18 中，部件 181 是单晶压电衬底。在压电衬底 181 上形成周期性结构的电极图形，能激励 SAW。压电衬底 181 上形成用 IDT 电极 182a 和反射器电极 182b, 182c 构成的能量级型第 1 SAW 谐振器。还在压电衬底 181 上形成由 IDT 电极 183a 和反射器电极 183b, 183c 构成的能量级型第 2 SAW 谐振器。

如图 18 所示，连接 3 组第 1、第 2 和第 3 分开电极 184a、184b 和 184c 构成了构成第 2 SAW 谐振器用的 IDT 电极 183a。这里，按相反的相位设置第 1 和第 2 分开的 IDT 电极 184a 和 184b，按相同相位设置第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 184b 和 184c。后面将说明相同相位和相反相位。

这些电极组的连接方法说明如下。

第 1 分开的 IDT 电极 184a 和的下电极(外边母线电极)1841。和第 2 分开的 IDT 电极 184b 的上电极(里边母线电极)1842i 经第 1 分开的 IDT 电极 184a 中包括的第 5 指状电极 184a5 和短连接电极 184a6 而互连。而且，连接第 2 分开的 IDT 电极 184b 的下电极(外边母线电极)1842。和第 3 分开的 ID 电极 184c 的下电极(外边母线电极)18430。

用上述方法构成了构成第 2SAW 谐器用的 IDT 电极 183a。

20 上述的分组方法是按里边母线电极的分割状态和外边母线电极的分割状态进行的。

即，由于分割上电极 1843i 和上电极 1842i，分割成第 3 分开的 IDT 电极 184c 和第 2 分开的 IDT 电极 184b。而且，由于分割下电极 1842o 和下电极 1841o，分割成第 2 分开的 IDT 电极 184b 和第 1 分开的 IDT 电极 184a。

25 并且第 1 和第 2 两个谐振器位置相邻，并且两个谐振器构成之间可声音耦合。

而且，IDT 电极 182a 的上电极和下电极分别连接到平衡型输入端“IN”，构成 IDT 电极 183a 的第 1 分开的 IDT 电极 184a 下电极和第 2 分开的 IDT 电极 184b 的上电极连到一个平衡型输出端“OUT”，第 2 分开的 IDT 电极 184b 的下电极和第 3 分开的电极 184c 的下电极连接到另一平衡型输出端“OUT”，
30 第 1 分开的 IDT 电极 184a 的上电极和第 3 分开的 IDT 电极 184c 的上电极接地，

由此，构成平衡型输入和输出。

这里，对相同相位和相反相位进行了以上说明。

首先，说明了相邻的两个指状电极(一对指状电极)的位置结构关系。

按相同相位关系的相邻的两个指状电极是指所述两个指状电极之一连接到里
5 边母线电极并由里向外延伸，另一指状电极连到外边母线电极并从外向里延伸，
的这样一种连接关系。而按相反相位关系的相邻两个指状电极是指所述两个指状
电极均连接到里边母线电极并由里向外延伸，或两个指状电极均连接到外边母线
电极并由外向里延伸，这样的连接关系。这里，里边和外边母线电极的电荷不同，
所述相邻两个指状电极之间的节距(两个中心之间的距离)是 $1/2 \lambda$ ，其中 λ 是激励
10 的声表面波的波长。若指状电极之间的节距可以是 $(m+1/2)\lambda$ ， $m=0、1、2、$
 $3 \dots$ 。在这种情况下，若节距是 $(m+1)\lambda$ ，这就表示与上述同相位关系和反相位关
系完全相反。

实际上，观察图 18 所示第 1 分开的 IDT 电极 184a 时，例如，第 1 指状电极
184a1 和第 2 指状电极 184a2 是同相位关系，第 4 指状电极 184a4 和第 5 指状电
15 极 184a5 也是同相位关系，而且第 1 分开的 IDT 电极 184a 中包括的全部指状电
极是同相位关系。同样，第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 184b、184c 中包括的全部
指状电极是同相位关系。

之后，关于一对指状电极 184a5 和 184b1，由于指状电极 184a5 连到外边母
线电极 1841o，指状电极 184b1 连接到外边母线电极 1842o，它们是反相位关系。
20 这些相邻的两个电极位于第 1 分开的 IDT 电极 184a 与第 2 IDT 电极 184b 之间的
分开点处。

而且，不用说，三组电极的上述位置关系的反相位或同相位是根据上述相邻
两个指状电极的关系。这一点在其它实施例中也相同。

而且，以下将说明第 5 指状电极 184a5 的短长度方向的宽度。

25 图 18 中，结构中的第 5 指状电极 184a5 的宽度与所示的其它指状电极的宽度
相同。但，并不限于此。其宽度当然也可以比其它指状电极的宽度宽。由此使指
状电极的电阻值减小。而且，包括它的 IDT 电极的阻值也变小了，由此能减插入
损耗。这也能适用于其它实施例。

关于上述按第 5 实施例构成的 SAW 滤波器的工作说明如下。

30 图 19 是按第 5 实施例的电容等效电路图，图中 C1 是构成第 1 SAW 谐振器

的 IDT 电极 182a 的电容量, C_a, C_b 和 C_c 是第 1、第 2 和第 3 IDT 电极 184a, 184b 和 184c 的电容量、 C_a 、 C_b 和 C_c 含成为第 2AW 谐振器 IDT 电极 183a 的总电容 C_2 。这里, 假定 IDT 电极 183a 中包括的指状电极耦合数为 n , 第 1、第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 184a、184b、184c 的耦合数分别是 n_a 、 n_b 、 n_c , 其
5 关系为 $n=n_a+n_b+n_c$ 。上述 SAW 滤波器中 IDT 电极 182a, 183a 的电容量由电极的耦合数决定。假定 IDT 电极 182a 的耦合数为 n , IDT 指状电极耦合的电极容量是 C , C_1, C_a, C_b 和 C_c 可分别表示于下:

$$\begin{aligned} C_1 &= n \times c \\ C_a &= n_a \times C = C_1 \times n_a/n = C_1 \times n_a/(n_a+n_b+n_c) \\ 10 \quad C_b &= n_b \times C = C_1 \times n_b/n = C_1 \times n_b/(n_a+n_b+n_c) \\ C_c &= n_c \times C = C_1 \times n_c/n = C_1 \times n_c/(n_a+n_b+n_c) \end{aligned}$$

而且, 从图 19 的电容等效电路图, 用 C_a 、 C_b 、 C_c 可将总电容 C_2 用下式 1 表示:
式 1:

$$\begin{aligned} 15 \quad C_2 &= \frac{C_c C_b + C_b C_c + C_c C_a}{C_a + C_c} \\ 20 \quad &= \frac{(n_a n_b + n_b n_c + n_c n_a) \times C_1}{(n_a + n_c) \times n} \end{aligned}$$

例如, 假设分开的 IDT 电极 184a, 184b, 和 184c 的耦合数相等, 即:
25 $n_a=n_b=n_c=n/3$, 则关系变成 $C_2=C_1 \times 1/2$, C_2 的容量变成 C_1 容量的一半。改变分开的 IDT 电极 184a, 184b, 和 184c 的耦合数 n_a, n_b 和 n_c 。按等式(1) IDT 电极 183a 的总电容变化范围是 $C_1 \times 1/4 < C_2 < C_1$ 。即, 用分开的 IDT 电极 184a、184b、和 184c 的分割比来控制 IDT 电极 183a 的总电容。

而且, 该情况下, 第 1、第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 184a, 184b 和 184c 的
30 电极上的电荷不会相互抵消。由第 1、第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 184a, 184b 和 184c 构成的 SAW 变成相位相同。所以, 第 2 SAW 谐振器与第 1 SAW 谐振器有同样的谐振特性。而且, 使第 1 和第 2 SAW 谐振器的位置相邻, 它们按常规系统相同的方式作为横向模组合谐振滤波器工作。

如上所述, 按第实施例 5, 具有平衡型输入和输出的 SAW 滤波器在附加频

带选择性与有窄的频带宽度方面有优异特性，而且，用按本发明的以分开的 IDT 电极为特征构成的 IDT 电极的电极结构，能控制 SAW 滤波器的输出阻抗。

第 5 实施例中，以构成第 2 SAW 谐振器的 ID 极 183a 为基础进行了说明，构成 IDT 电极 183a 的有关第 1，第 2 和第 3 分开的电极 184a，184b，和 184c 是按以左至右的方式设置，以便于描绘，但放置顺序不限于上述顺序，可从右至左放置 184a,184b 和 184c。IDT 电极 183a 的电极图形可上下颠倒。这种情况下，如图 20 所示，连接 3 组第 1、第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 204a，204b 和 204c 构成在压电衬底 201 上构成第 2 SAW 谐振器的 IDT 电极 203a。按相反模式设置第 1 和第 2 分开的 IDT 电极 204a 和 204b，按相同相位设置第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 204b 和 204c，连接第 1 分开的 IDT 电极 204a 的上电极和第 2 分开的 IDT 电极 204b 的下电极，连接第 2 分开的 IDT 电极 204b 的上电极和第 3 分开的 ID 极 204c 的上电极，构成 IDT 电极 203a，IDT 电极 203a 构成第 2 SAW 谐振器。图 20 中，分开的 IDT 极 204a，204b 和 204c 的放置顺序是从左放置 204a、204b、和 204c，但也可从右放置。这些情况下，只是电极结构中 IDT 电极的放置顺序不同，但 SAW 滤波器的性能与图 18 中所获得性能相同。

实施例 5 中，IDT 电极 182a 的耦合数，和第 1，第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 184a,184b 和 184c 的耦合总数分别相等。但是，它们不需使耦合数精确地相同，可任意设定第 1，第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 184a,184b,和 184c 的耦合数的比例。而且设定 IDT 电极 183c 的分割数为 3，任分割数也可以是其它数。而且，尽管 IDT 电极 182a 的电端是以平衡型为例，但是，上下电极中的任一个均可接地而构成不平衡的电端。这种情况下，能构成有平衡-不平衡端的 SAW 滤波器。已采用的结构中，反射器电极 182b 和 183b，182c 和 183c 是电分开的。但两个零件可以连接，并接地。而且，为构成第 2 SAW 谐振器，尽管设计为用分开的 IDT 电极 184a,184b 和 184c 构成 IDT 电极 183a，但它也能构成第 1 SAW 谐振器，在这种情况下，第 1 和 2 SAW 谐振器均能控制输入和输出边的阻抗。

(实施例 6)

图 21 是本发明实施例 6 的 SAW 滤波器的电极图形的结构图。

图 21 中，部件 211 是单晶压电衬底，在所述压电衬底 211 上形成电极图形的周期性结构的线条，能激励 SAW。压电衬底 211 上形成用 IDT 电极 212a 和反射器电极 212b、212c 构成的能量级型第 1 SAW 谐振器。而且，在压电衬

底 211 上形成用 IDT 电极谐振器。而且，在压电衬底 211 上形成用 IDT 电极 213a 和反射器电极 213b，213c 构成的能量级型第 2SAW 谐振器。

构成第 2 SAW 谐振器的 IDT 电极 213a 用连接 3 组第 1，第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 214a、214b 和 214c 构成。第 1、第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 214a，
5 214b 和 214c 均按相同相位设置，连接第 1 分开的 IDT 电极 214a 的上电极和第 2 分开的 IDT 电极的上电极，并连接第 2 分开的 IDT 电极 214b 的下电和第 3 分开的 IDT 电 214c 的下电极，形成构成第 2 SAW 谐振器的 IDT 电极 213a。
并使第 1 和第 2 SAW 谐振器的位置相邻，并在其间产生声学耦合，构成 SAW 滤波器。

10 而且，IDT 电极 212a 的上下电极分别连到平衡平稳型输入端“IN”。构成 IDT 电极 213a 的第 1 分开的 IDT 电极 214a 的上电极和第 2 分开的 IDT 电极 214b 的上电极连接到平衡型输出端的一边“OUT”，第 2 分开的 IDT 电极 214b 的下电极和第 3 分开的 IDT 电极 214c 的下电极连接到平衡型输出端的另一边“OUT”。第 1 分开的 IDT 电极 214a 的电极和第 3 分开的 IDT 电极 214c
15 的下电极接地，构成平衡型输入和输出端。

上述构成的 SAW 滤波器中，第 1 SAW 谐振器与第 5 实施例的第 1 SAW 谐振器有相同的结构，第 2 SAW 谐振器与第 5 实施例的第 2 SAW 谐振器的差别仅仅是电极图形和前者的 IDT 电极 213a 的连接方法与后者的 IDT 183a 的连接方法不同。甚至在这种情况下，分开的 IDT 电极 214a，214b 和 214c 上的电荷
20 也不相互抵消，但由分开的 IDT 电极 214a、214b，和 214c 构成的 SAW 相位相同，第 2 SAW 谐振器与第 1 SAW 谐振器有相同的谐振特性。因此，彼此靠近地设置第 1 和第 2 SAW 谐振器，该实施例 6 的 SAW 滤波器以与实施例 5 相同的方式作为常规的横向模组合谐振器型滤波器工作。而且，具有平稳型输入和输出的 SAW 滤波器有附加频带选择性与窄频带的优异特性，并能控制 SAW 滤波器的
25 输入和输出阻抗，因此，提供了第 5 实施例的 SAW 滤波器相同的效果。

第 6 实施例中，分开的 IDT 电极 214a，214b，和 214c 设计成从左边为 214a，214b 和 214c，但也可从右边起为该顺序。而且，IDT 电极 213a 的分割数为 3，也可以为其它任何数。IDT 电极 212a 的电端以平衡型为例，但也可变为不平衡的电端，可以用上电极或下电极中任一个电极接地。这种情况下，可构
30 成有平衡-不平衡电端的 SAW 滤波器。尽管结构是反射器电极 212b 和 213b，

212c 和 213c 是电分开的, 但两个部件也可连接并接地。而且, 尽管确定由分开的 IDT 电极 214a, 214b 和 214c 构成的 IDT 电极 213a 来构成第 2 SAW 谐振器, 但这也可构成第 1 SAW 谐振器, 或构成第 1 和第 2 两个谐振器。后面的情况下, 能构成输入和输出阻抗可控的 SAW 滤波器。

5 (实施例 7)

实施例 5 和 6 中, 以用单级结构的 SAW 滤波器为例作了说明。但这 SAW 滤波器也可用于多级结构中。

图 22 是按本发明实施例 7 的 SAW 滤波器的多级结构的电极图形结构一个实例。图 22 中, 部件 221 是单晶压电衬底。垂直连接压电衬底上的多个 SAW
10 滤波器, 构成多级连接 SAW 滤波器时, 能显著改善阻带和过渡带的特性, 尽管令出现插入损耗的某些增大。

图 22 中的两级垂直连接滤波器包括第 1 SAW 滤波器和第 2 SAW 滤波器, 第 1 SAW 滤波器包括用 IDT 电极 222a 和反射器电极 22b, 222c 构成的第 1 SAW 谐振器和用 IDT 电极 223a 和反射器电极 223b, 223c 构成的第 2 SAW 谐振器, 两
15 个 SAW 谐振器位置相邻, 第 2 SAW 滤波器包括用 IDT 电极 224a 和反射器电极 224b 和 224c 构成的第 3 SAW 谐振器和用 IDT 电极 225a 和反射器电极 225b, 225c 构成的第 4 SAW 谐振器, 它们彼此相邻地设置, 形成和压电衬底 221 上。构成第 2 SAW 滤波器中的第 4 SAW 谐振器的 IDT 电极 225a 用连接 3 组第 1、第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 226a, 226b 和 226c 构成。按相反相位设置第 1 分开的 IDT 电极 226a 和第 2 分开的 IDT 电极 226b, 按相同相位设置第 2 分开的 IDT 电极 226b 和第 3 分开的 IDT 电极 226c。之后, 第 1 分开的 IDT 电极 226a 的下电极和第 2 分开的 IDT 电极 226b 的上电极互连, 第 2 分开的 IDT 电极 226b 的下电极和第 3 分开的 IDT 电极 226c 的下电极连接, 由此, 形成了构成第 4 SAW 谐振器的 IDT 电极 225a。第 1 级 SAW 滤波器输出边上的引出电极之一用级间
20 连接电极图 227a 连接到相对的下一级 SAW 滤波器的输入边上的相对引出电极, 输出边上另一第 1 级 IDT 电极用级间连接电极图 227b 连接到输入边上另一个下级 IDT 电极, 由此构成两级 SAW 滤波器。

而且, 构成第 1 SAW 滤波器中第 1 SAW 谐振器的 IDT 电极 222a 的上电极和下电极分别连接到平衡型输入端 “IN”。而且, 构成第 2 SAW 滤波器中的
30 第 4 SAW 谐振器的 IDT 电极 225a 中, 第 1 分开的 IDT 电极 226a 的下电极和第

2 分开的 IDT 电极 226b 的上电极连接到平衡型输出端的一边 OUT，第 2 分开的 IDT 电极 226b 的下电极和第 3 分开的 IDT 电极 225c 的下电极连到平衡型输出端的另一边 OUT，第 1 分开的 IDT 电极 226a 的上电极和第 3 分开的 IDT 电极 226c 的上电极接地。构成平衡型输入和输出端。

- 5 但是，由于多级的输入和输出阻抗不匹配，用简单的垂直连接多个 SAW 滤波器，不能获得所规定的良好传输特性。这种情况下，可将诸如电感的电抗元件作为匹配元件连接到级间连接电极以进行调节。也可采用这样一种结构，即，在同一压电衬底 221 或分开的压电衬底上，形成以螺旋形电感为代表的电抗元件，并将它连接到级间连接电极，由此，能容易地减小滤波器的尺寸，而无需额外的
- 10 空间。调节用的电抗元件，可连接到第 1 级间连接电极图 227a 和 227b 中的任何一个，而另一个级间电极连接图可接地。根据实验，如图 22 所示，将电抗元件 228 连接到级间连接电极图 227a，以改善滤波器传输特性的对称性。

用上述结构，有该实施例 7 中平衡型输入和输出的 SAW 滤波器具有窄频带特性，用级间连接电极图 227a，227b 连接两个 SAW 滤波器，可使附加频带选

15 择性比单级滤波器的附加频带选择性更尖锐，还能控制 SAW 滤波器的输出阻抗。

第 7 实施例中，构成第 2 SAW 滤波器中第 4 SAW 谐振器用的 IDT 电极 225a 中，构成 IDT 电极 225a 的第 1、第 2 和第 3 分开电极 226a、226b，和 226c 设置成以左为 226a、226b 和 226c，以简化描绘，但这个顺序也可以右边起。

20 IDT 电极 225a 的电极图形的上下可以颠倒。

实施例 7 中，IDT 电极 225a 的分开数为 3，但也可以设定为其它数。以平衡型为例的 IDT 电极 222a 的电端也可以使上电极或下电极接地而变成不平衡型电端。这种情况下，能构成有平衡-不平衡端的 SAW 滤波器。IDT 电极 225a 可以是实施例 6 中的 IDT 电极 213a。这些情况下，IDT 电极 234a 只有电极结构

25 不同，能获得与图 22 所示 SAW 滤波器特性相同的 SAW 滤波器特性，尽管采用这种结构，反射器电极 222b 和 223b，222c 和 223c 是电分开的，两个元件可以连接并接地。而且，尽管确定用分开的 IDT 电极 226a，226b 和 226c 构成的 IDT 电极 225a 构成第 4 SAW 谐振器，它可以构成第 1 SAW 谐振器，或同时构成第 1 和第 4 两个 SAW 谐振器。后一种情况下，能控制 SAW 滤波器的输入和输出

30 阻抗。而且，SAW 的级数为两级，但级数可以更大，这时，滤波器特性尖锐，

附加频带选择性更好。

(实施例 8)

图 23 是按本发明实施例 8 的 SAW 滤波器电极图形结构图。图 23 中, 部件 231 是单晶压电衬底。在所述压电衬底 231 上形成电极图形, 能激励 SAW。压电衬底 231 上形成由 IDT 电极 232a 和反射器电极 232b、232c 构成的能量级型第 1 SAW 谐振器。而且, 在压电衬底 231 上形成用 IDT 电极 234a 和反射器电极 234b, 234c 构成的第 3 SAW 谐振器。第 1 与第 3 SAW 谐振器之间形成第 2 SAW 谐振器的电极部件 233a。带有的反射器电极 233b, 233c 有相同结构, 作为反射器电极。而且, 甚至与第 2 SAW 谐振器的电极部件 223a 的结构不是 IDT 电极结构, 但是周期性条线电极行时, 若电极周期相同, SAW 可以按完全相同的方式传播, 因此, 处于中心部分的第 2 SAW 谐振器的声学性能与 IDT 电极结构的声学性能没有差别。

而且, 构成第 3 SAW 的 IDT 电极 234a 由连接 3 组第 1、第 2 和第 3 分开的 IDT 电极 235a、235b 和 235c 构成。按相反相位设置第 1 和第 2 分开 IDT 电极 235a 和 235b; 按相同相位位置第 2 和第 3 分开 IDT 电极 235b 和 235c, 第 1 分开的 IDT 电极 235a 的下电极和第 2 分开的 IDT 电极 235b 的上电极连接; 第 2 分开的 IDT 电极 235b 的下电极和第 3 分开的 IDT 电极 235c 的下电极连接, 形成构成第 3 SAW 谐振器的 IDT 电极 234a。

上述 3 个 SAW 谐振器位置彼此相邻, 相邻部件的母线电极电气独立。构成第 1 SAW 滤波器中的第 1 SAW 谐振器的 IDT 电极 232a 的下电极分别连接到平衡型输入端 “IN”。而且, 构成第 3 SAW 谐振器的 IDT 电极 234a 中。而且, 构成第 3 SAW 谐振器的 IDT 电极 234a 中, 构成 IDT 电极 234a 的第 1 分开的 IDT 电极 235a 的下电极和第 2 分开的 IDT 电极 235b 的上电极连接到平衡型输出端的一边 OUT, 第 2 分开的 IDT 电极 235b 的下电极和第 3 分开的 IDT 电极 235c 的下电极连接到平衡型输出端的另一边 OUT, 第 1 分开的 IDT 电极 235a 的上电极和第 3 分开的 IDT 电极 235c 的上电极接地, 构成平衡型输入和输出端, 第 2 SAW 谐振器中周期性结构的条线电极线 233a 接地。

如上所述, 按本发明实施例 8 的 SAW 滤波器的特征是按与 SAW 传播方向平行的方向设置 3 个相邻的 SA 谐振器, 并使其间声学耦合, 而使其具有滤波器特性。

同时，用本发明的构成 SAW 滤波器中第 2 SAW 谐振器的 IDT 电极 233a 代表日本特许公开 8-51334 中由本发明人公开的 SAW 多模滤波器中的 IDT 电极，并有所述日本特许公开 8-51334 所述滤波器相同的工作。即，按 3 级构成 SAW 谐振器，滤波器有宽的频带宽度，附加频带选择性优异，能控制 SAW 滤波器的输出阻抗。

第 8 实施例中，构成第 3 SAW 谐振器的 IDT 电极 234a 中，构成 IDT 电极 234a 的第 1、第 2 和第 3 IDT 电极 235a、235b 和 235c 设计成从左边顺序为 235a、235b 和 235c，以便于描绘，但该顺序也可以是从右边起。IDT 电极 234a 的电极图形也可以上下颠倒。IDT 电极 234a 可以是实施例 6 所示的 IDT 电极 213a 的结构。这些情况下，IDT 电极 234a 只是电极结构不同，但 SAW 滤波器特性与图 23 所示相同。

而且，IDT 电极 234a 的分割数给定为 3，但也可以是任何其它的数。以平衡型为例的 IDT 电极 232a 的电端也可以用上电极或下电极接地而变成不平衡型电端。这种情况下，能构成具有平衡-不平衡端的 SAW 滤波器。尽管采用这种结构，反射器电极 232b 和 233b、232c 和 233c 是电分开的。两个元件接地。而且，尽管规定用分开的 IDT 电极 235a、235b 和 235c 构成的 IDT 电极 234a 构成第 3 SAW 谐振器，它也能构成第 1 SAW 谐振器，或构成第 1 和第 3 两个 SAW 谐振器。后一种情况下，SAW 滤波器的输入和输出阻抗可控。

该实施例 8 中，所述 IDT 电极 233a 经设置于其右边上的 IDT 电极 232a 与反射器电极 232c 之间的电极图接地。但是，也可经设置于其左边上的 IDT 电极 233a 与反射器电极 233c 之间的电极图接地，或换成经设置于 IDT 电极 234a 与反射电极 234b 或 234c 中任一个之间的电极图接地。尽管采用了这种结构，即，每个 SAW 谐振器上的反射器电极 232b 和 233b、232c 和 233c 是电分开的，它们可以分别连接并接地。而且，IDT 电极 233a 可以经反射器电极 232b、232c，233b，233c，234b 和 234c 中任一个电极而接地。IDT 电极 233a 的电极结构可以与 IDT 电极 232a 的电极结构相同。这种情况下 SAW 还按相同方式传播，并能获得与该实施例 8 相同的滤波器特性。而且，尽管说明了构成第 3 SAW 谐振器的分开的 IDT 电极 234a，但它也能构成第 1 SAW 谐振器，或构成这两个 SAW 谐振器。后一种情况下，SAW 谐振器的输入和输出阻抗可控。尽管第 1 至第 3 SAW 谐振器结构相同，但它们的结构也可以不同。实施例 8 的 SAW 滤波器可以是两级垂直连

接，这种情况下，附加频带选择特性会更尖锐。

本发明中的压电衬底最好用具有优异温度特性的 ST 切割晶体，但也可用诸如 LiTaO_3 , LiNbO_3 , $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$, $\text{La}_3\text{Ga}_3\text{SiD}_{14}$ 等衬底。电极材料用密度较小的铝膜，其厚度易于控制，但也能用金电极。

- 5 而且，本发明不仅适用于上述的 SAW 谐振器。也适用于(是一种 SAW，或伪表面波的)SSBW(表面除障碍波(Surface Skimming Balk Wave))。

说明书附图

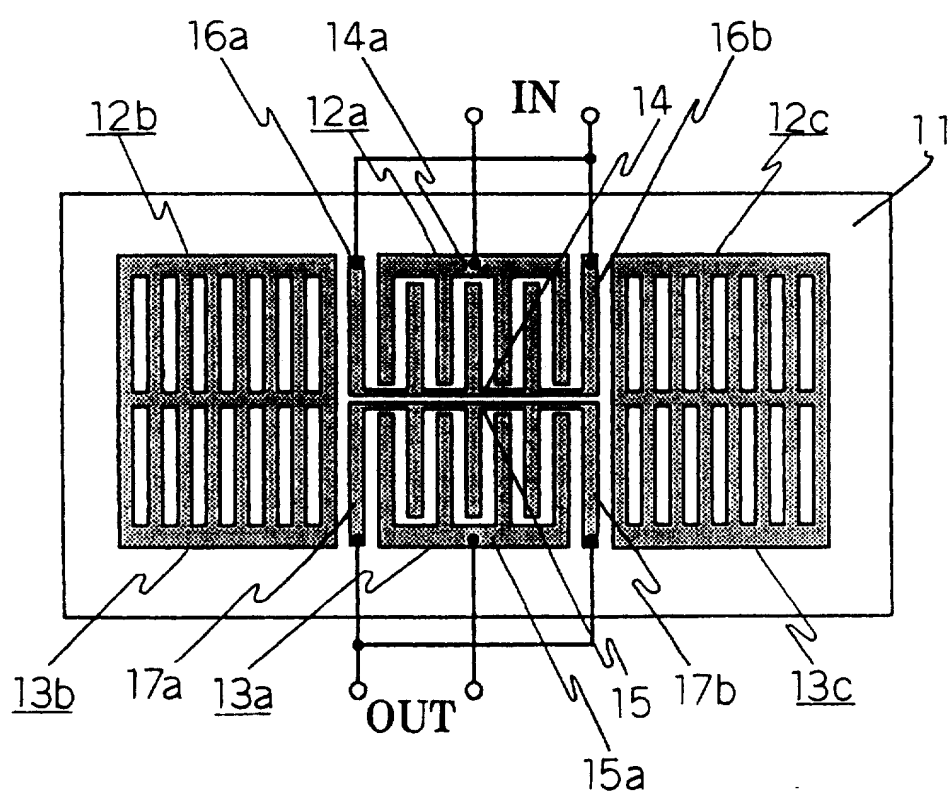


图 1

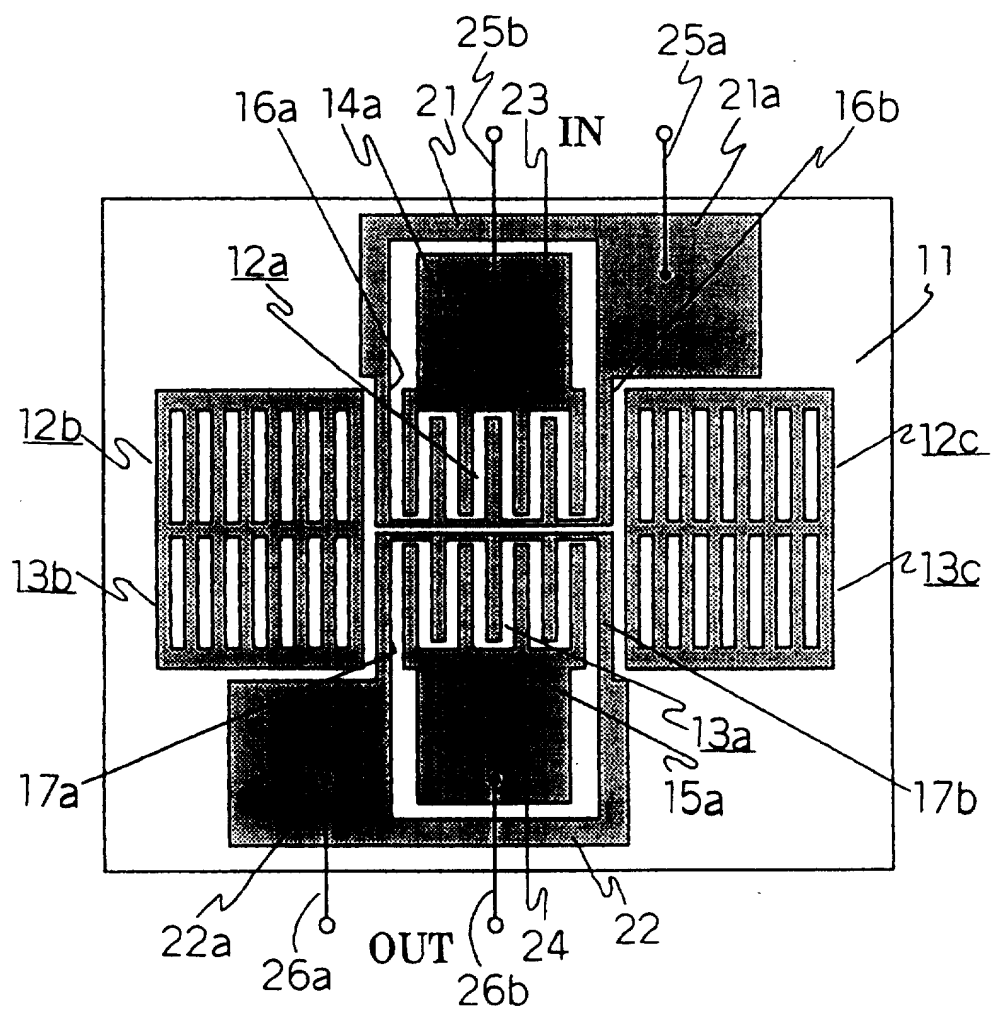


图 2

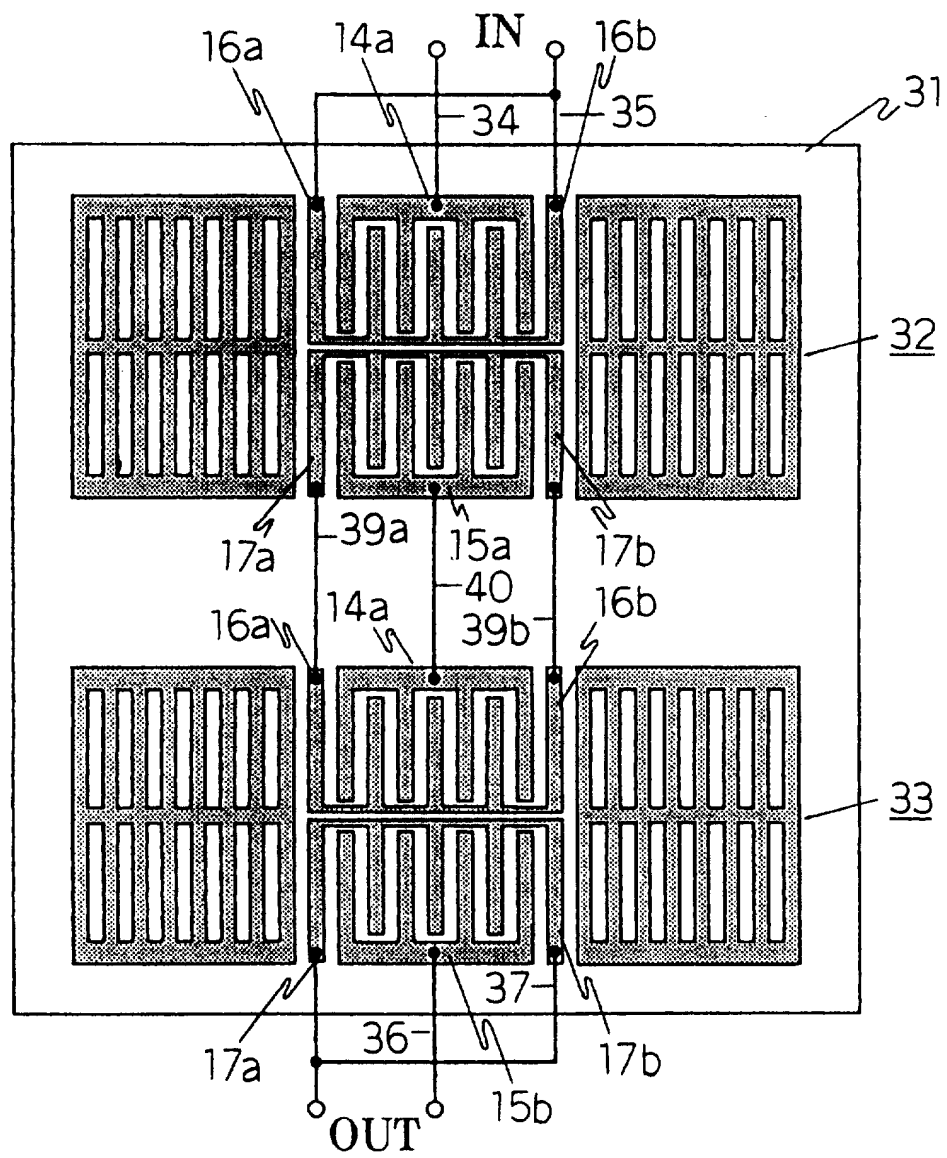


图 3

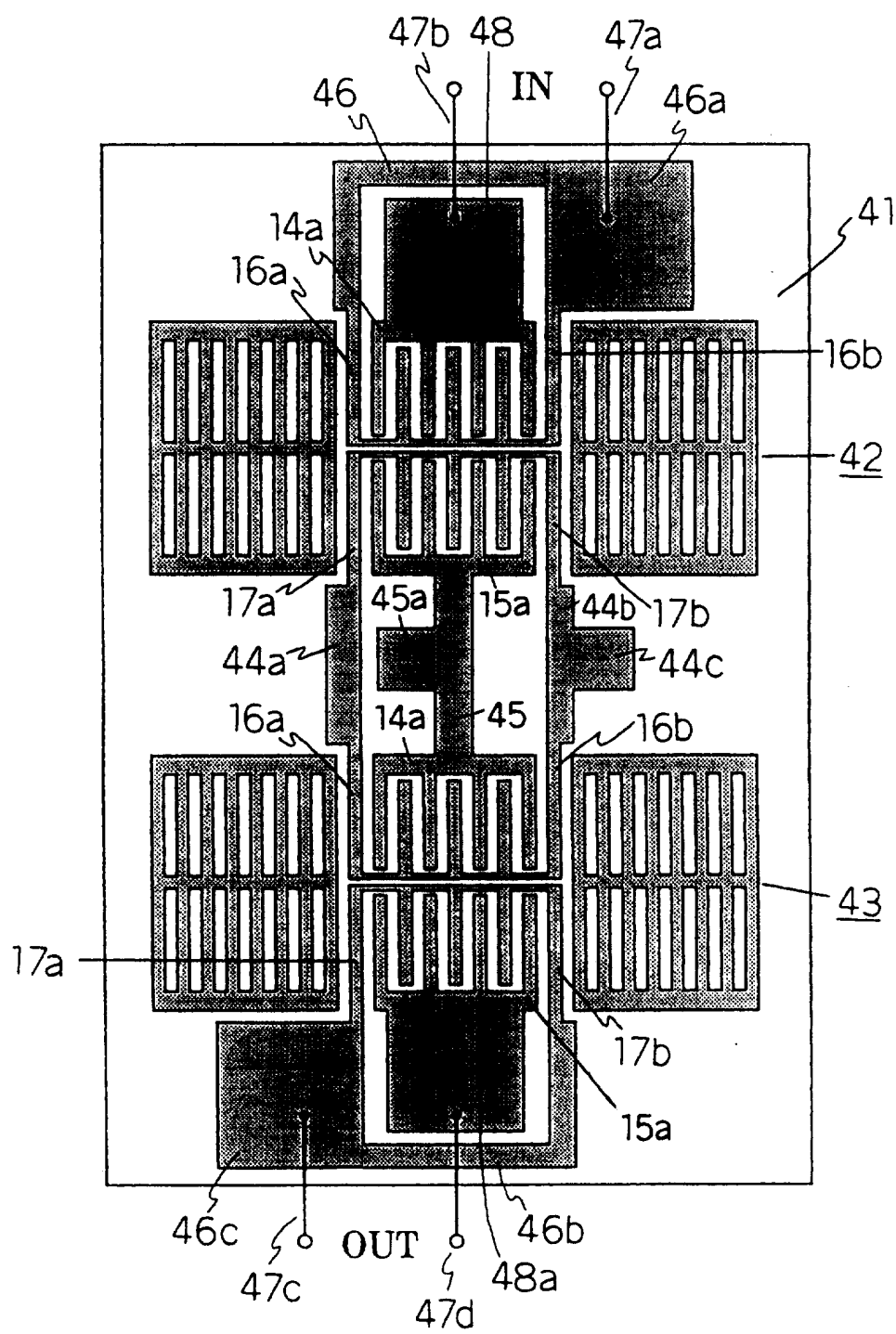


图 4

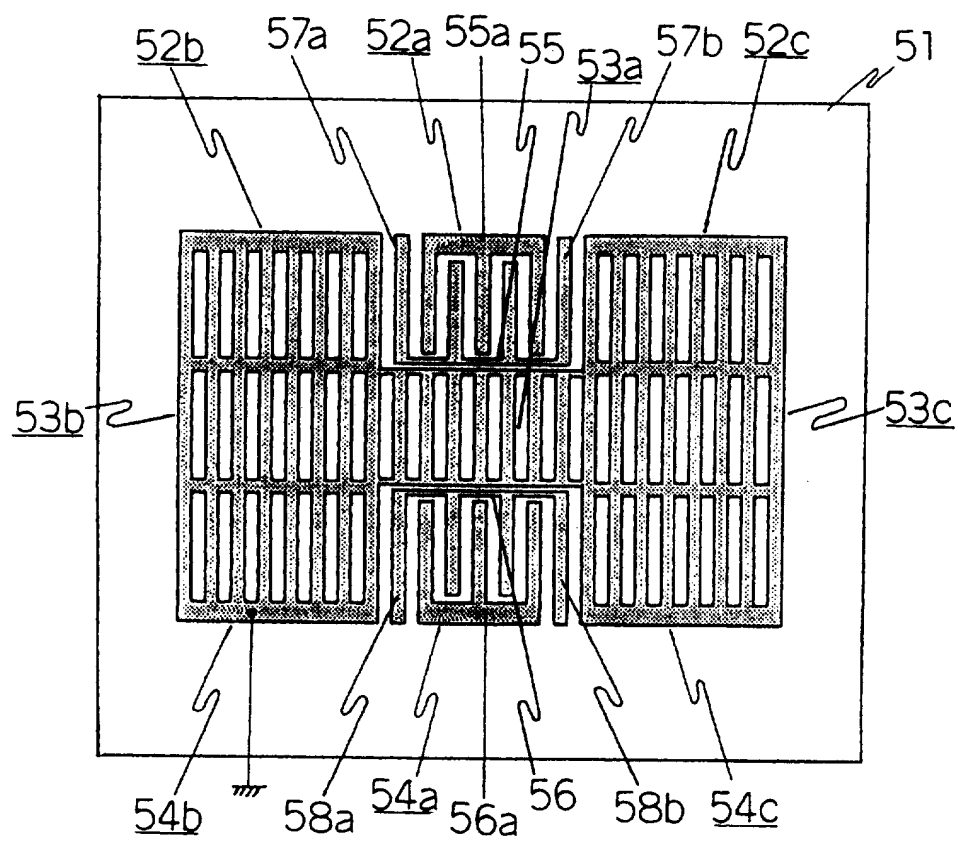


图 5



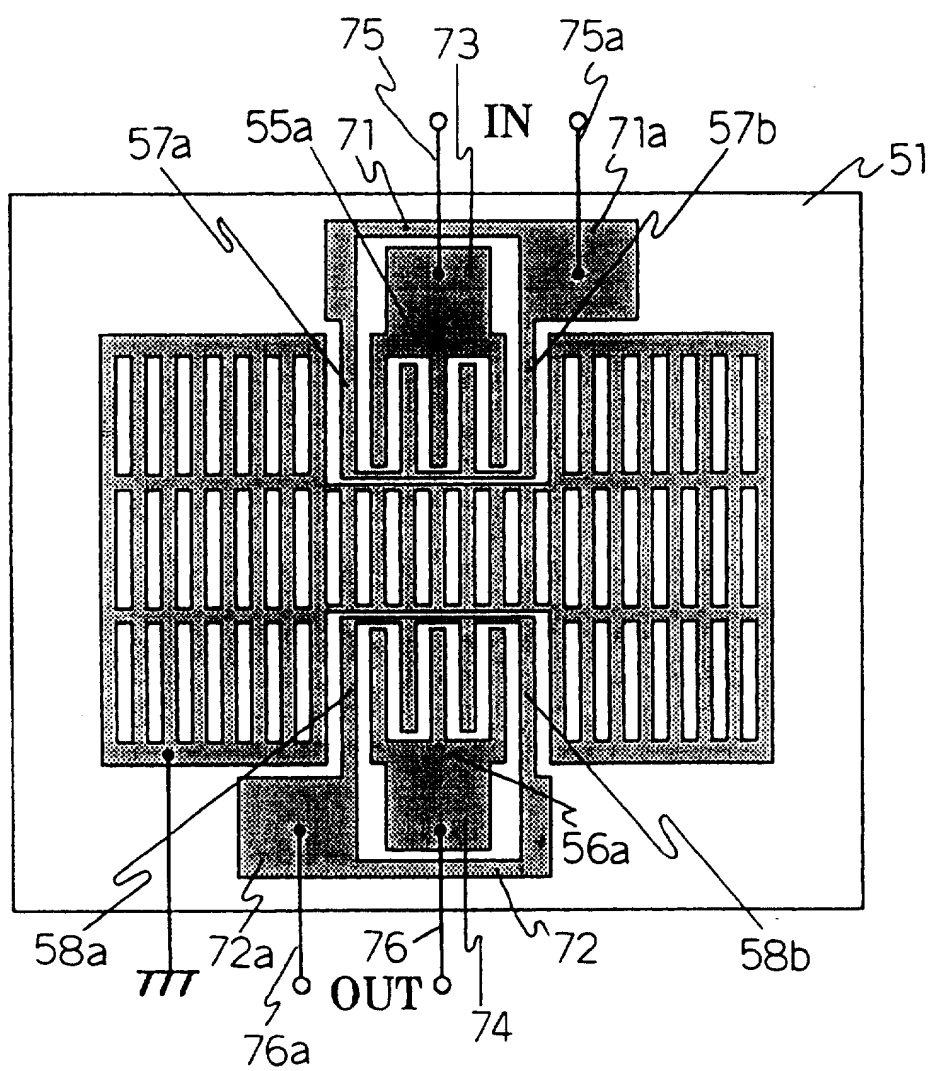


图 7

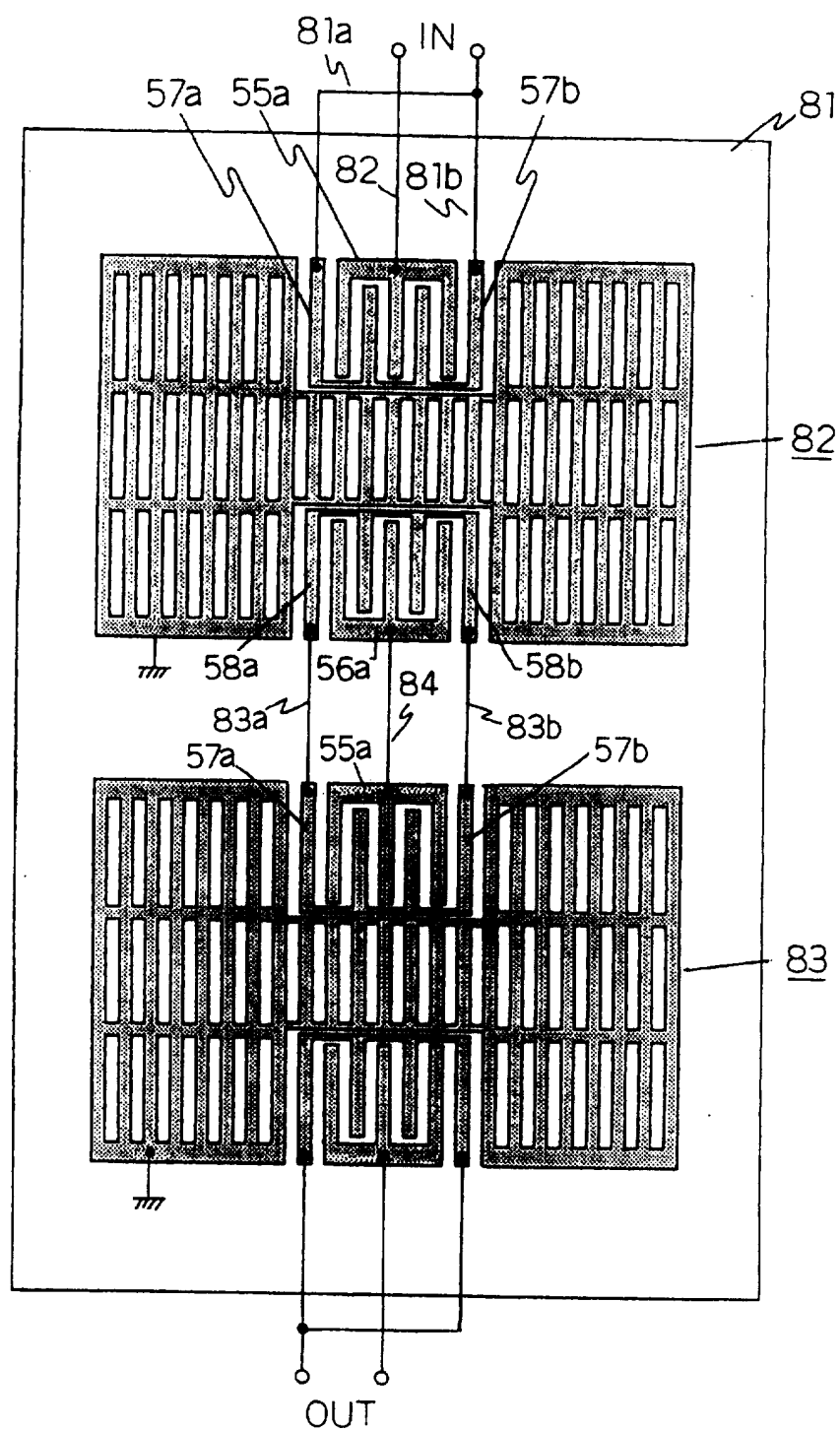


图 8

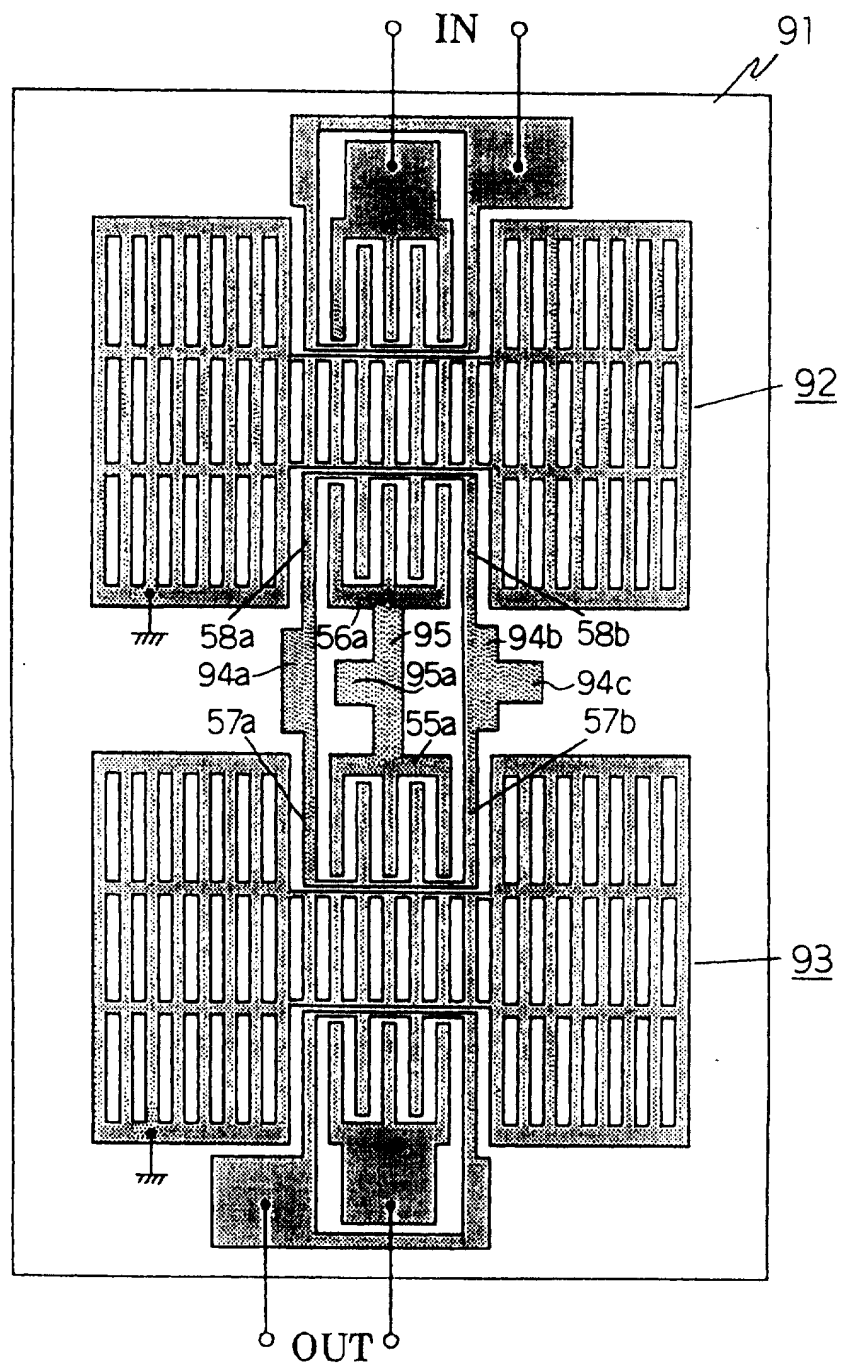


图 9

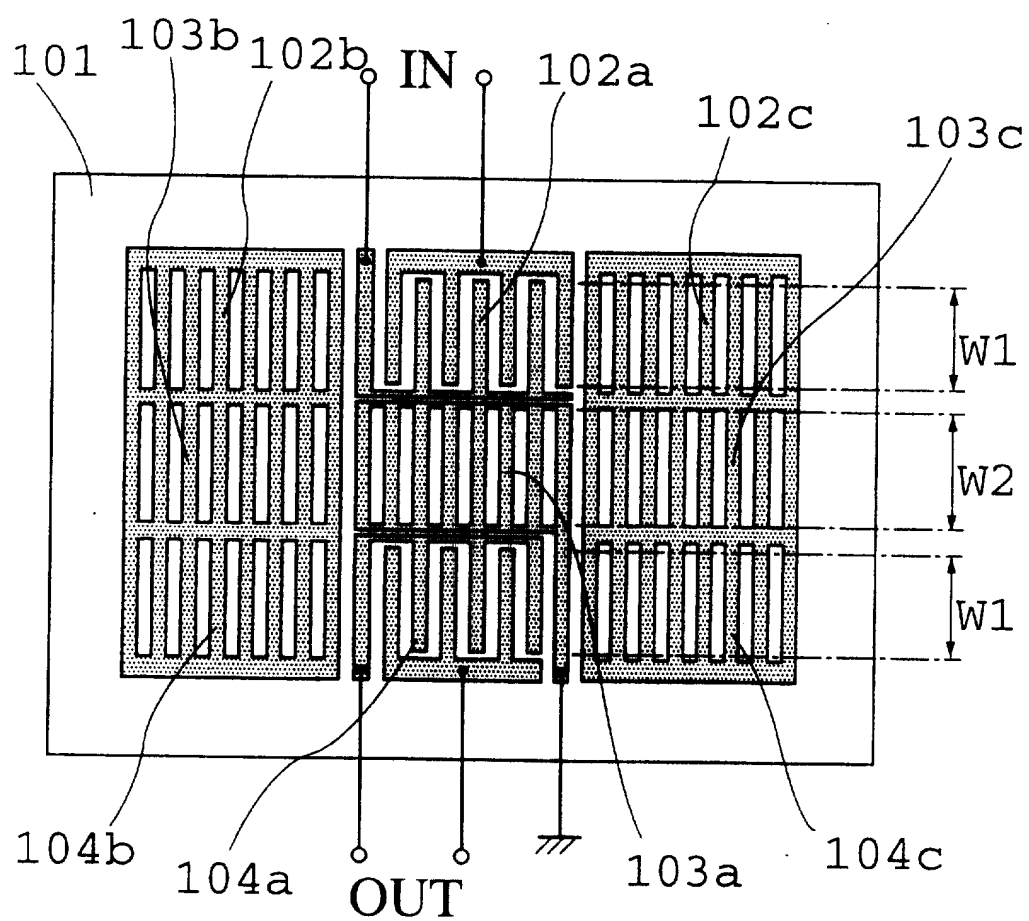


图 10

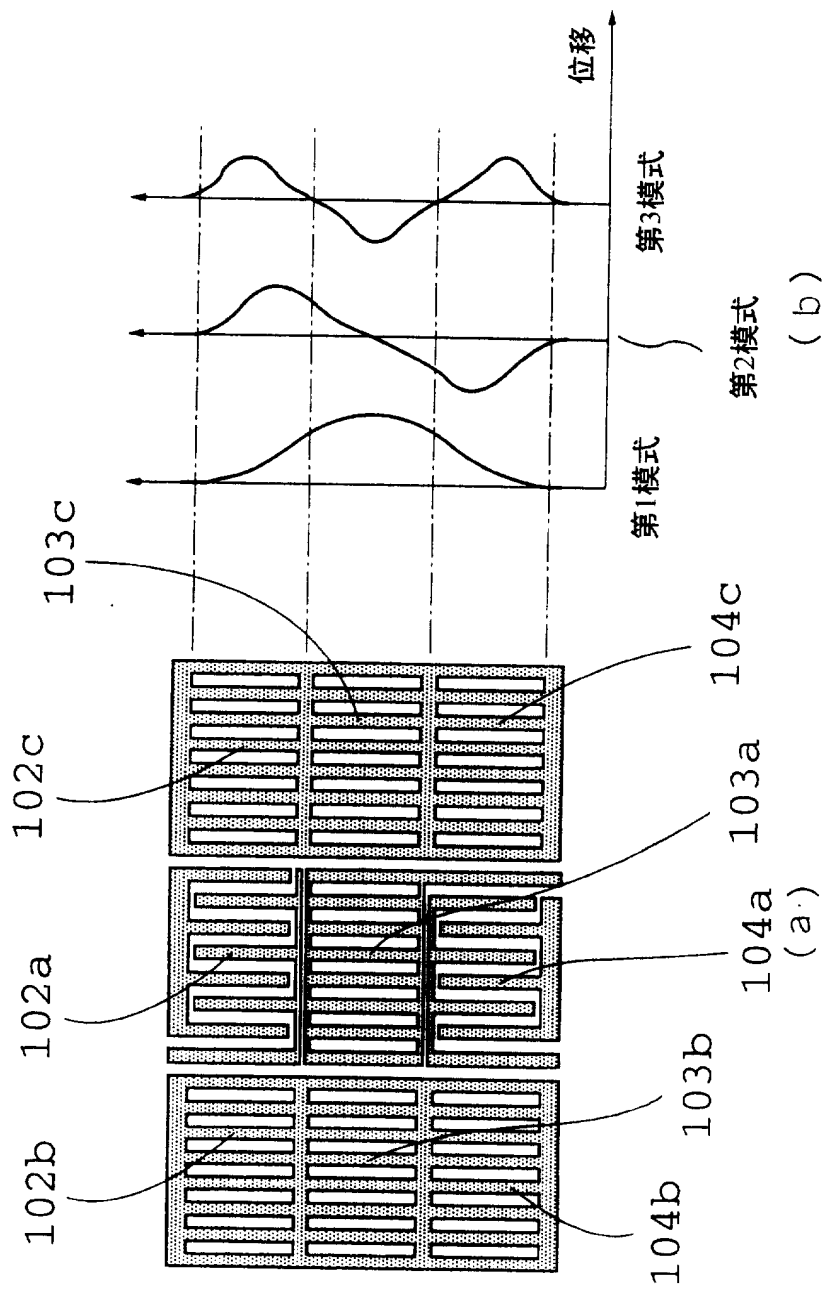


图 11

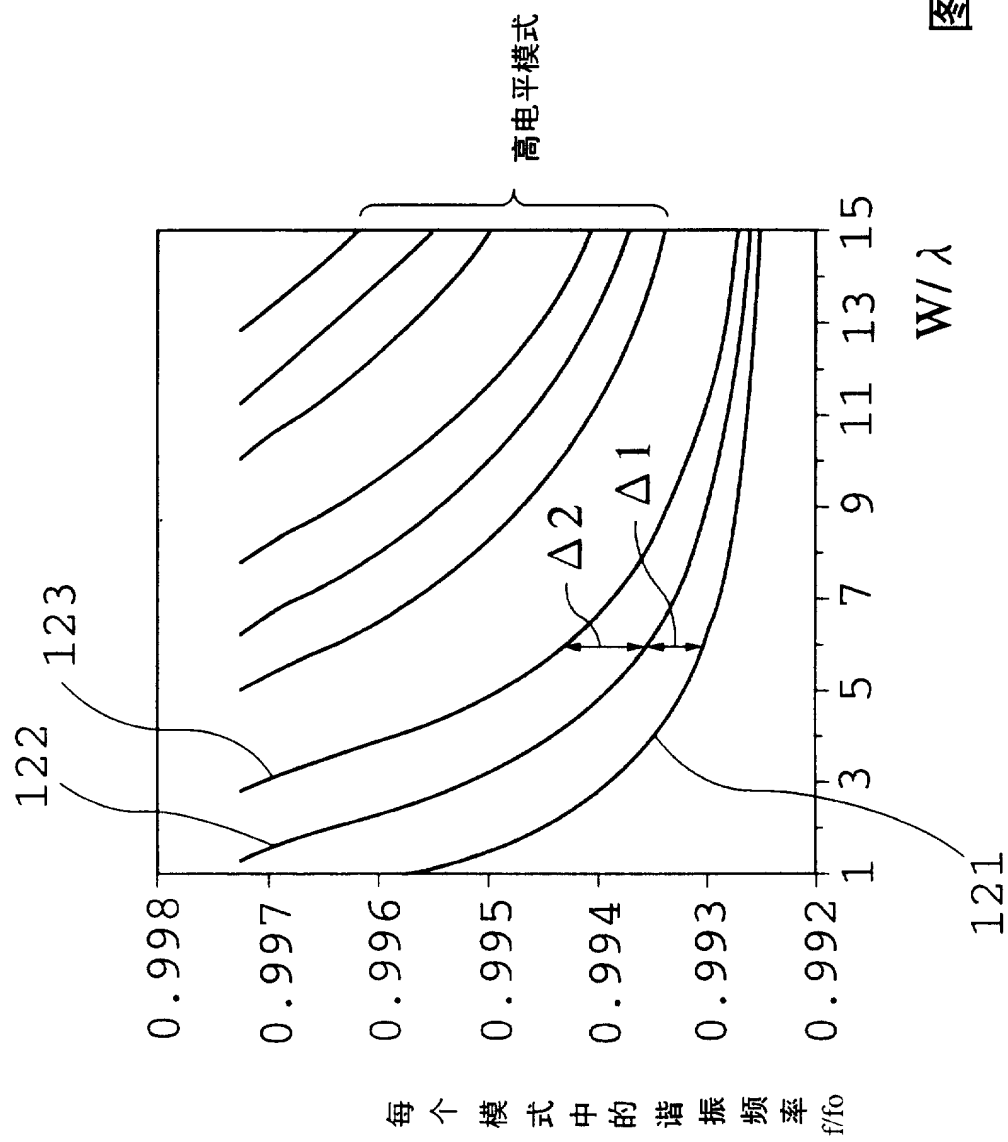


图 12

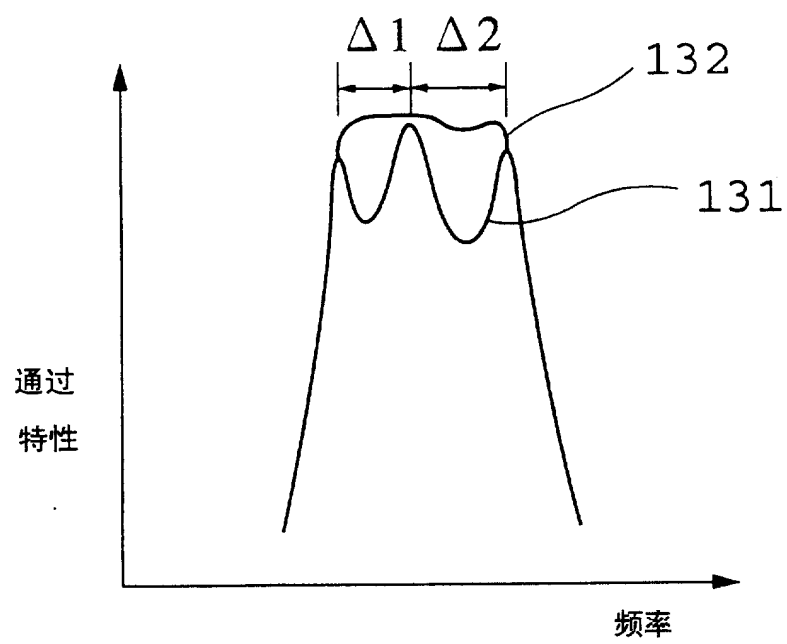


图 13

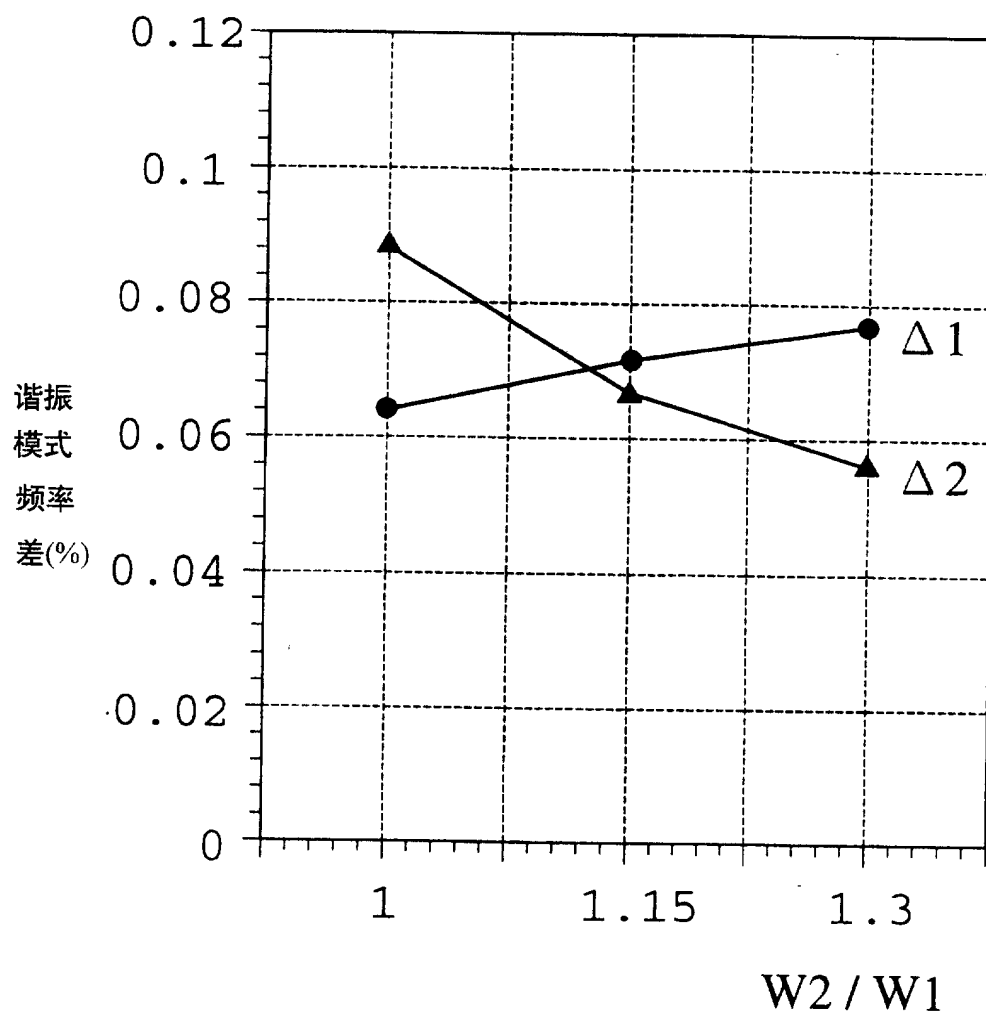


图 14

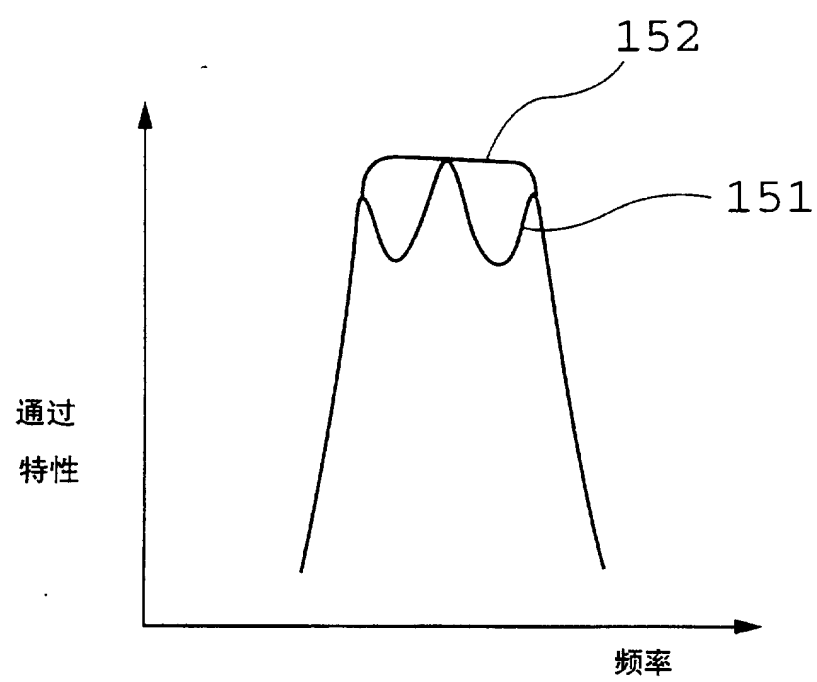


图 15

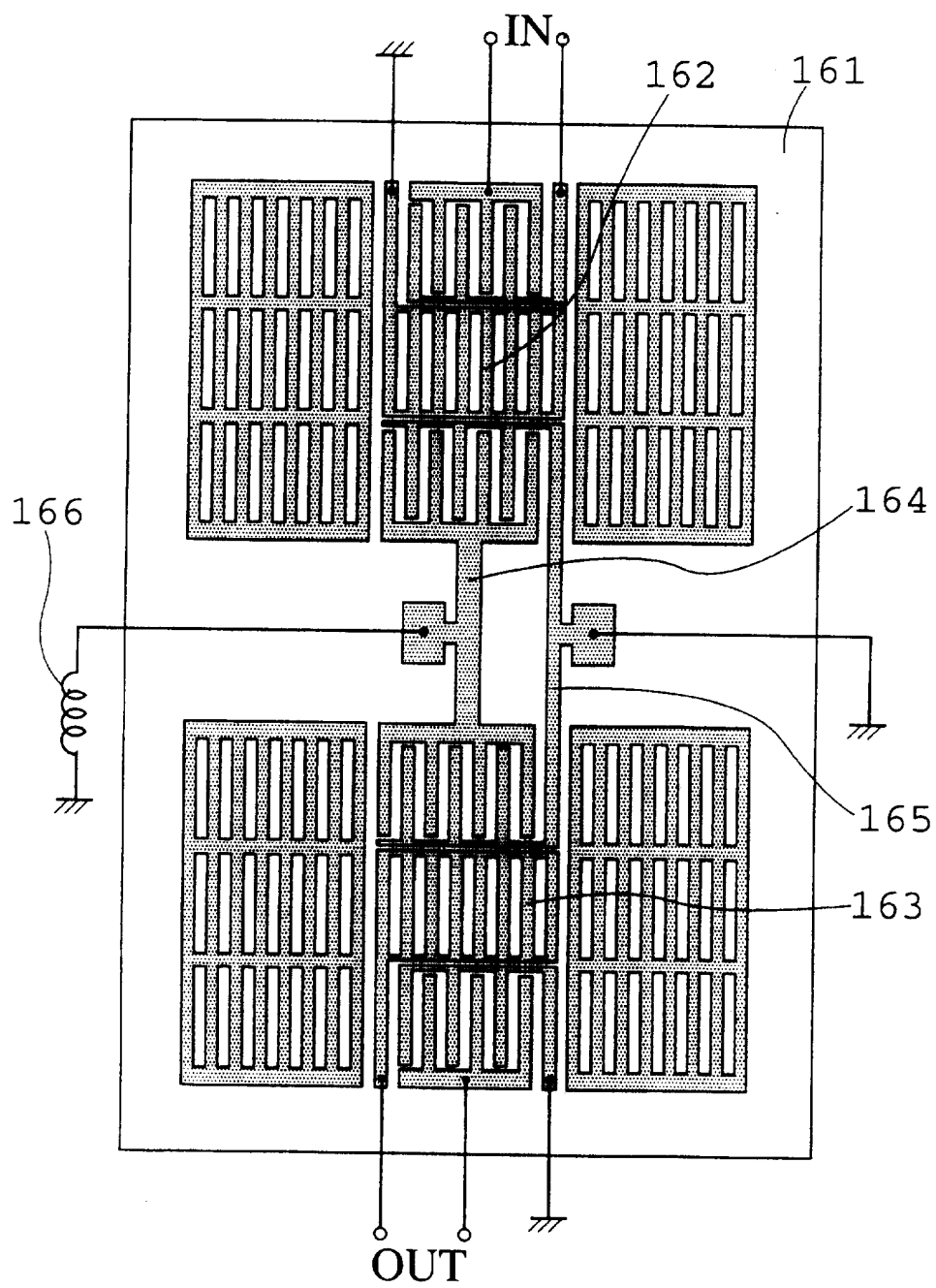


图 16

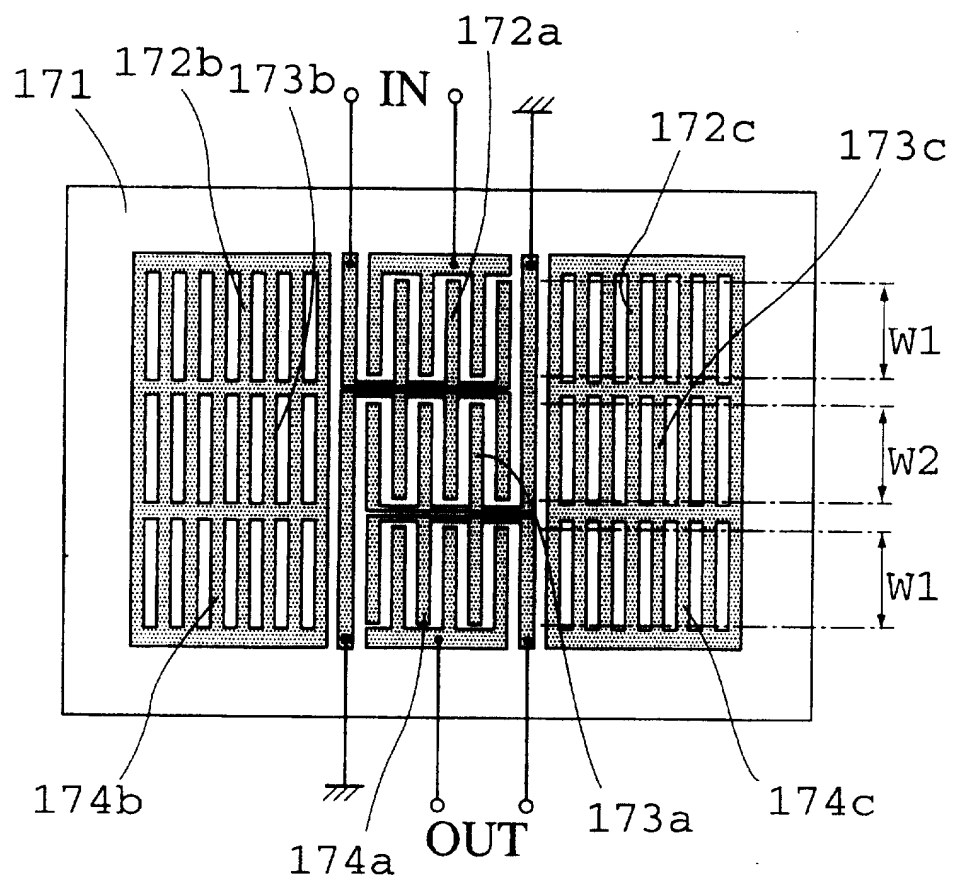


图 17

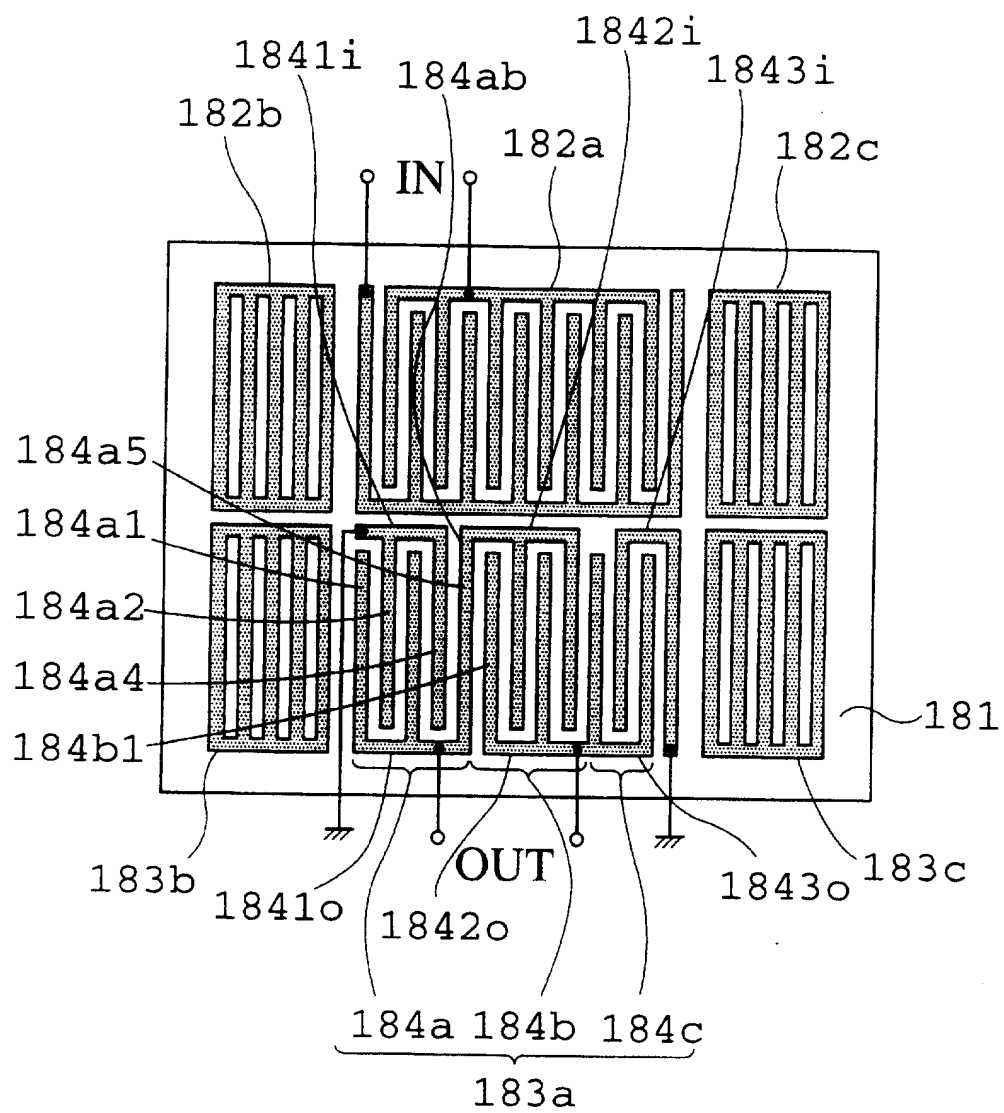


图 18

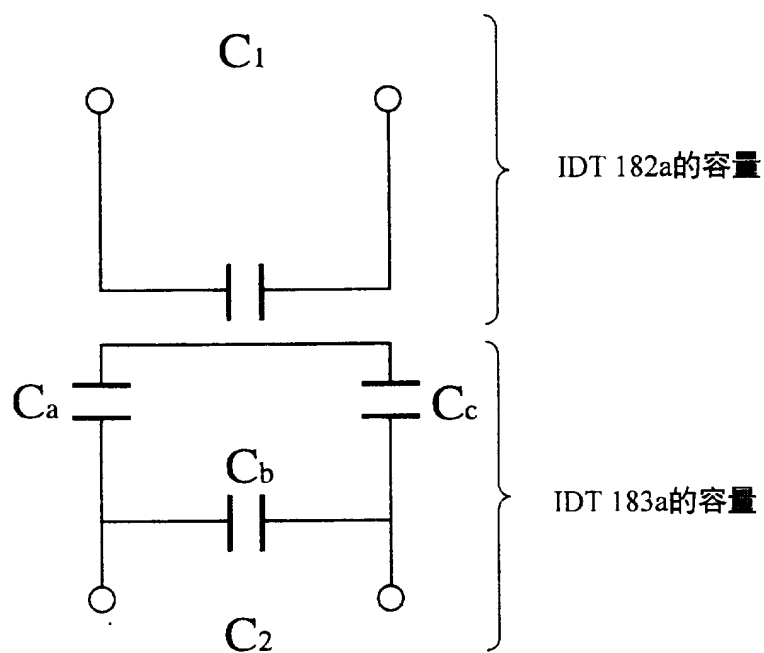


图 19

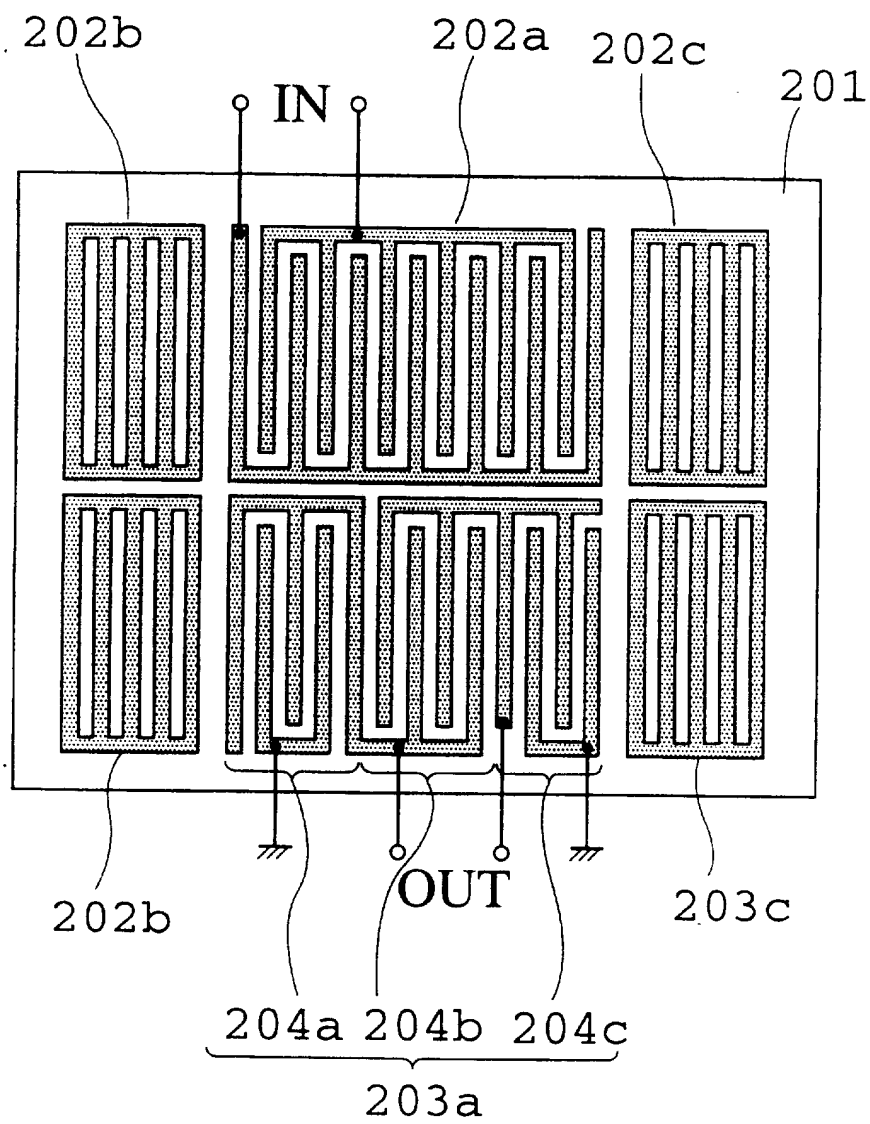


图 20

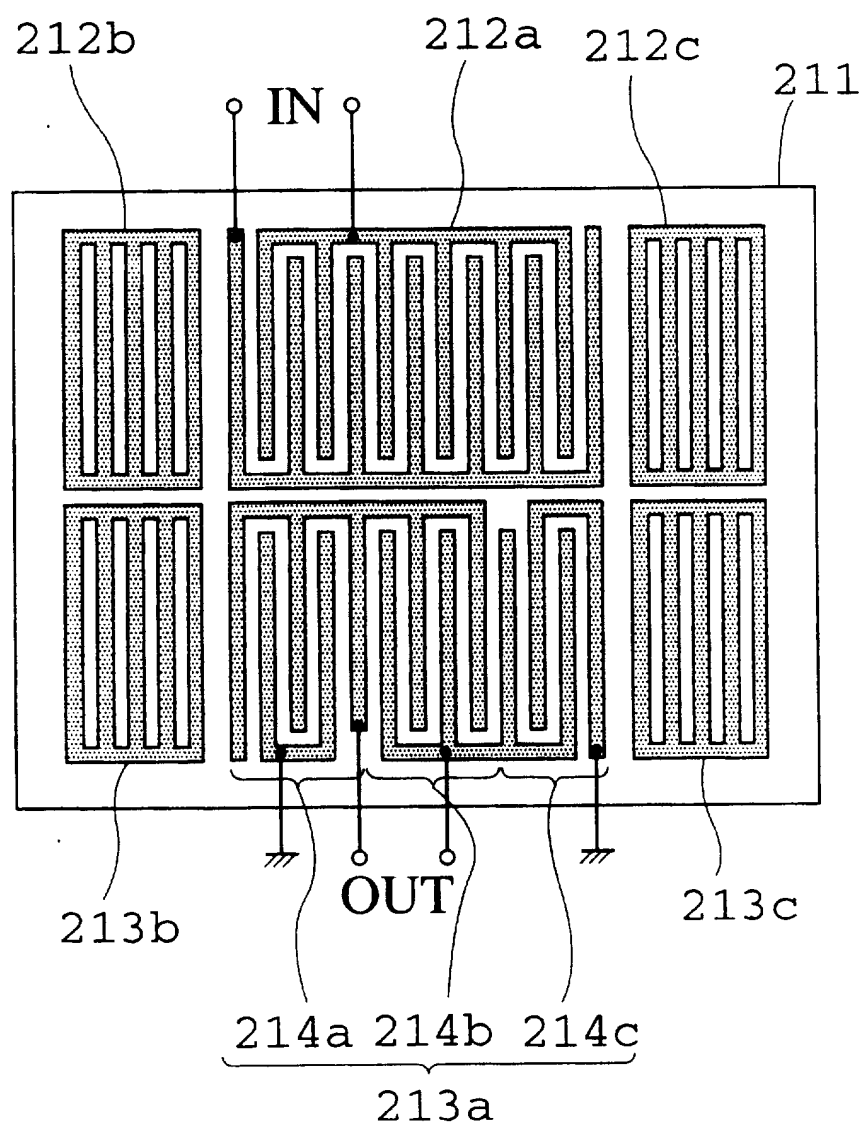


图 21

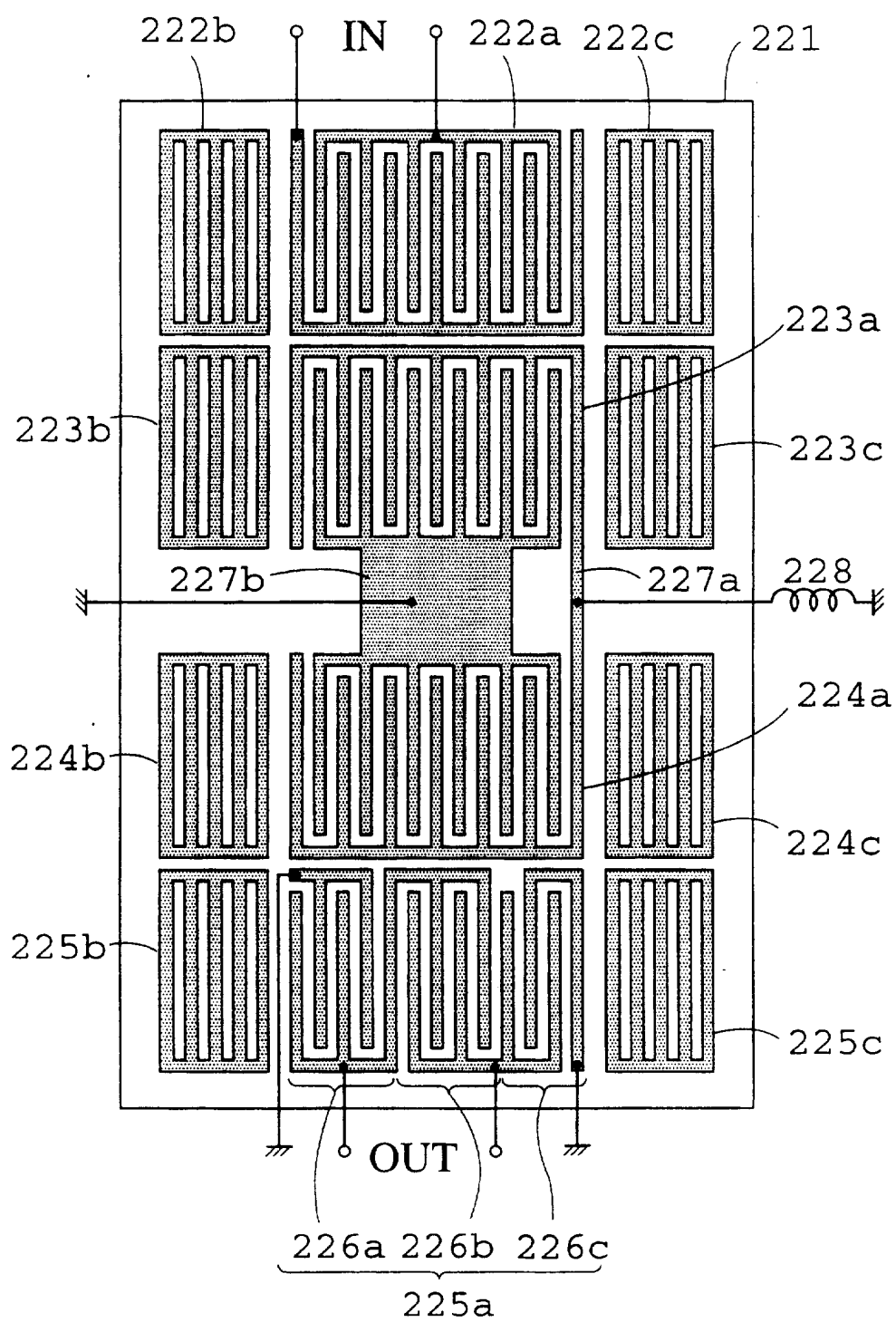


图 22

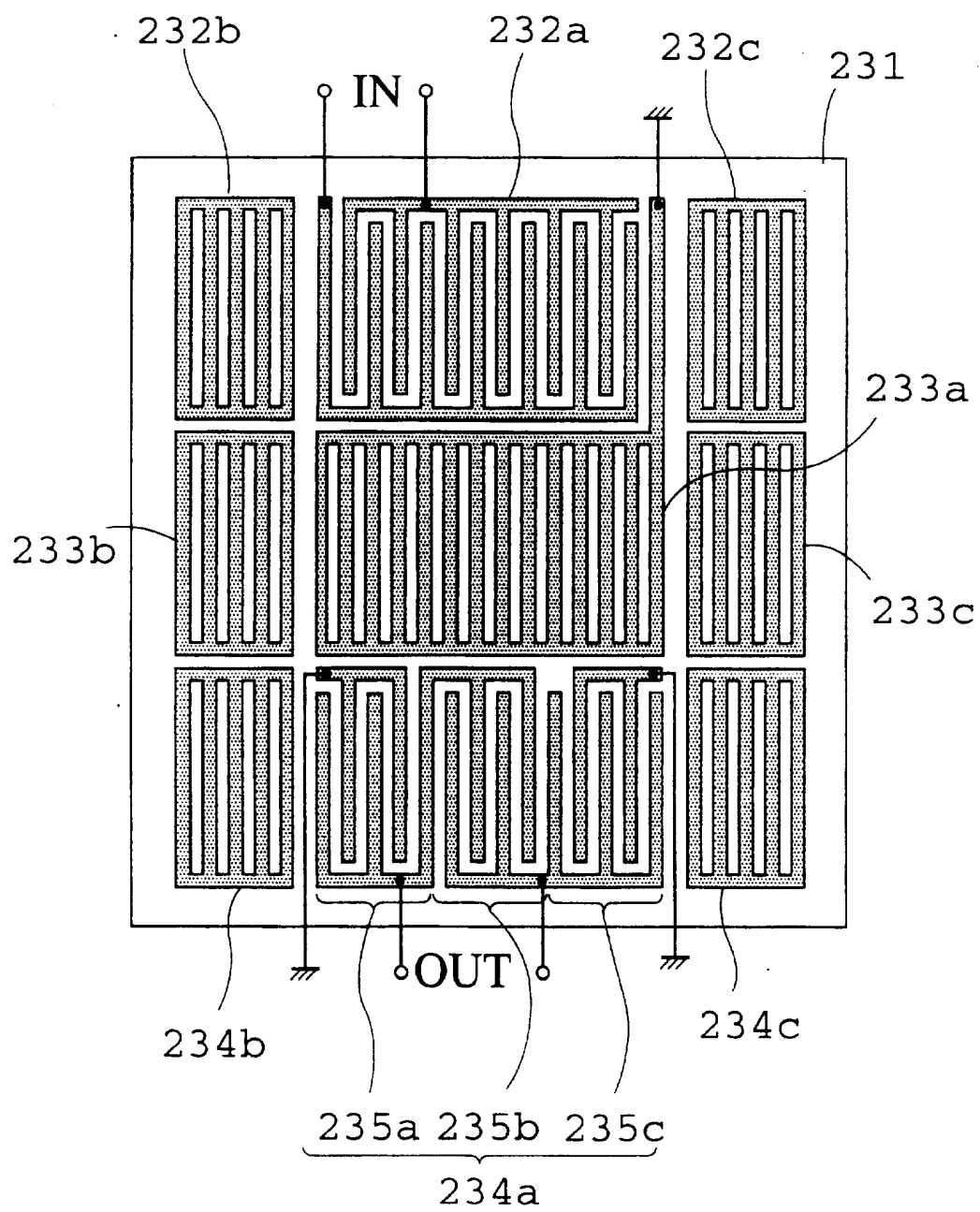


图 23

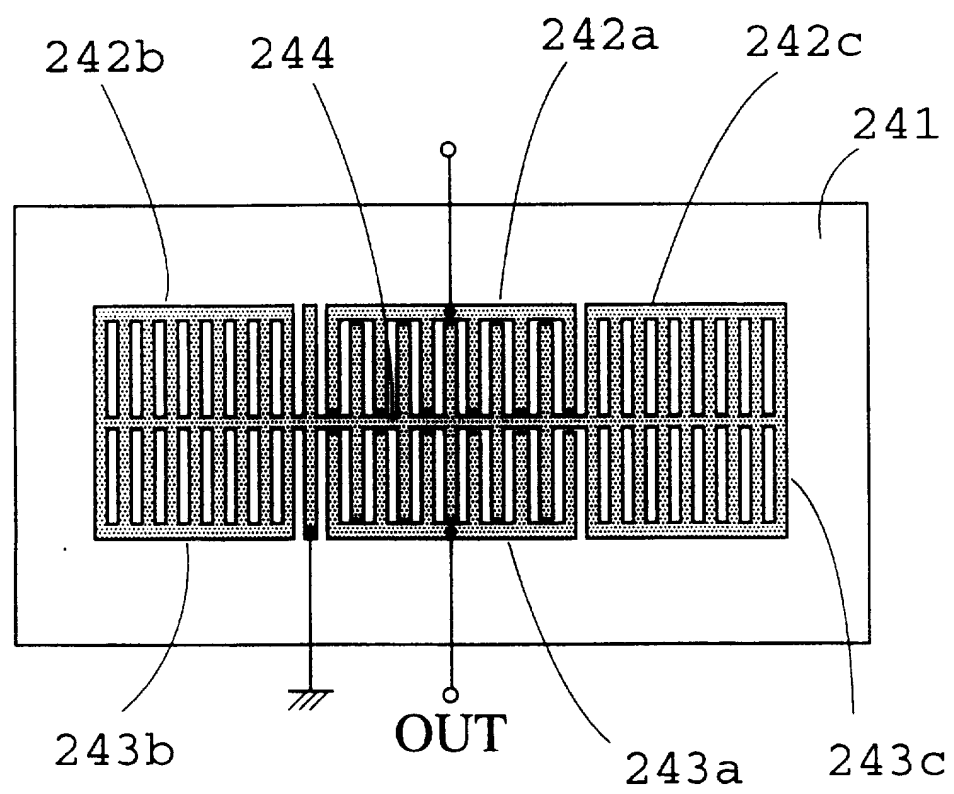


图 24