

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

H03H 9/145

H03H 3/08



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98801070.4

[45] 授权公告日 2003 年 12 月 31 日

[11] 授权公告号 CN 1133268C

[22] 申请日 1998.7.28 [21] 申请号 98801070.4

[30] 优先权

[32] 1997. 7. 28 [33] JP [31] 201919/1997

[32] 1997. 8. 15 [33] JP [31] 220346/1997

[32] 1997. 9. 19 [33] JP [31] 254812/1997

[32] 1998. 7. 9 [33] JP [31] 194301/1998

[86] 国际申请 PCT/JP98/03360 1998.7.28

[87] 国际公布 WO99/05788 日 1999.2.4

[85] 进入国家阶段日期 1999.3.29

[71] 专利权人 东芝株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 高木利幸 千代间仁 赤堀直纪

江畑泰男 川濑稔 越野昌芳

先滩薰

审查员 段成云

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

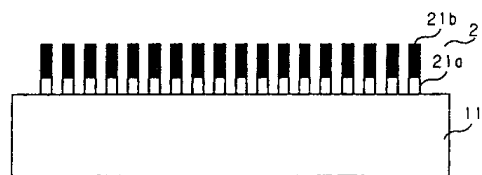
代理人 李 湘

权利要求书 2 页 说明书 24 页 附图 23 页

[54] 发明名称 表面声波滤波器及其制造方法

[57] 摘要

一种包含压电基片和形成于压电基片上的导电薄膜的表面声波滤波器，所述导电薄膜包含：形成于压电基片上的第一层，至少包含钽和铝；以及形成于第一层上的金属性的第二层，所述第二层由铝或者主要是铝的合金构成，在所述第一层的钽与铝成份比例之间，钽含量介于 39% ~ 75% (原子百分比)。因此改善了由铝或主要是铝组成合金的层的取向，提高了导电薄膜的强度。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种表面声波器件，它具有压电基片和在该压电基片上形成的电极膜，其特征在于，所述电极膜具有包含成份比至少在 39% 至 75% 的原子百分比之间的钽与铝的第一层以及形成在该第一层上的、用铝或以铝为主的合金形成的第二层。

2. 如权利要求 1 所述的表面声波器件，其特征在于，至少在第一层与第二层相反的位置上，形成以铝为主体的层，构成所形成的至少三层的层。

3. 如权利要求 1 所述的表面声波器件，其特征在于，所述第一和第二导电层中与压电基片相距较远的层厚度更厚。

4. 如权利要求 1 所述的表面声波器件，其特征在于，所述电极膜是电极指。

5. 如权利要求 1 所述的表面声波器件，其特征在于，所述电极膜是在所述压电基片上所形成的多个电极指、共同连接这些多个电极指的总线条以及连接到这个总线条的电极焊盘的至少一种，在这些电极指上设置叠层数不同的区域。

6. 如权利要求 5 所述的表面声波器件，其特征在于，所述总线条和电极焊盘的至少一方具有叠层数与多个区域的电极指相同的叠层结构，同时，在其叠层结构上设置以铝为主体的导电层。

7. 如权利要求 1 所述的表面声波器件，其特征在于，所述电极膜是在压电基片上所形成的多个电极指、共同连接所述多个电极指的总线条以及连接到所述总线条的电极焊盘，所述电极指和所述电极焊盘因厚度和表面层的金属组成而各不相同，同时，与所述电极指的表面层相同的金属组成用于构成所述电极焊盘的金属层的中间层。

8. 如权利要求 7 所述的表面声波器件，其特征在于，所述电极指表面层金属成份包含下列元素中的至少一种作为主成份，它们是钽、铌、钨、钼、镍、钨和钪，并且所述电极焊盘表面层的金属成份包含铝或主要是铝的合金。

9. 如权利要求 6 或 7 所述的表面声波器件，其特征在于，所述电极焊盘的薄膜厚度为至少 0.3 微米。

10. 如权利要求 6 至 8 中任一项所述的表面声波器件，其特征在于，所述电极指与所述电极焊盘具有不同的表面层金属成份，所述电极指表面层同一金属成份被用于构成电极焊盘的金属层之间的中间层，并且所述电极指至所述电极焊

盘或总线条的厚度与所述电极指薄膜厚度不同之处的距离为至少 5 微米。

11. 如权利要求 6 至 8 中任一项所述的表面声波器件，其特征在于，进一步包含封装，所述封装包含压电基片，所述压电基片包含电极指、总线条和电极焊盘并且其上有外部电路图案，所述电极焊盘和所述外部电路图案通过一个或多个凸起连接。

12. 一种制造表面声波滤波器的方法，其特征在于，包含以下步骤：

在压电基片上形成多层金属薄膜的第一步骤，该薄膜包含至少一组金属层，上层中的第一金属层通过第一腐蚀步骤去除而下面的第二金属层不会在第一腐蚀步骤中去除；

用抗蚀剂以预先确定的图案覆盖所述多层金属薄膜的表面从而使第一区域内的所述第一金属层部分曝光的第二步骤；

去除由第一腐蚀步骤曝光的所述第一金属层部分从而使所述第二金属层曝光的第三步骤；

去除所述抗蚀剂的第四步骤；

第五步骤，用于以抗蚀剂覆盖暴露于不同于第一区域的第二区域的所述第一金属层和暴露的第二区域内所述第二金属层并进行预定的图案刻制，从而部分曝光第二区域内的所述第一金属层和第一区域内的第二金属层；

利用能够去除所述第一和第二金属层的第二腐蚀步骤分别在第一和第二区域内形成厚和薄金属电极图案的第六步骤；以及

去除在所述第五步骤中涂覆的抗蚀剂的第七步骤。

## 表面声波滤波器及其制造方法

### 发明领域

本发明涉及表面声波滤波器及其制造方法，具体而言涉及适于高频带的表面声波滤波器及其制造方法。

### 背景技术

以下借助图 34 描述普通的表面声波滤波器。标号 341 表示压电基片，输入换能器 342 和输出换能器 343 排列在压电基片 341 上。输入换能器 342 和输出换能器 343 各构成多个梳状电极指 344。电极指 344 借助与电极焊盘 346 连接的总线条 345 共联。在输入换能器 342 和输出换能器 343 的外部提供栅状反射器 347。

电极指 334、总线条 345、焊盘 345 和栅状反射器 347 分别形成为具有预先确定图案的导电薄膜。在许多情况下，由于铝的电阻低并且便于形成图案，所以采用其作为导电薄膜。

在上述布局中，输入换能器 342 的电能被施加在压电基片 341 上并转换为机械共振能。与此相反，压电基片 341 的机械共振能被转换为电能并作为输出换能器 343 的信号取出。

移动通信领域使用的频带越来越高。因此在移动通信设备所用表面声波滤波器中，需要降低构成导电薄膜的电极膜厚和线宽。如果降低膜厚和线宽，则会引起称为电迁移或应力迁移的问题。

电迁移是一种失效效应，形成电极的铝晶粒在流经电极的电流作用下引起迁移，从而导致电极断开。应力迁移是一种失效效应，电极因表面波而振动，从而导致机械断裂。

作为解决上述问题的一种方法，可以将非常少量的金属(例如铜)加入构成电极的铝或其它金属材料。如果大约 0.5 % 重量的铜被加入铝，则失效时间将增加几倍。如果铜增加到 4 % 重量，则失效时间进一步延长。

另一种方法是构成电极的导电薄膜堆垛为两层。按照该方法，Ta<sub>2</sub>N<sub>5</sub>薄膜形成

于压电基片上，并且其上形成例如铝膜。这种布局改进了电迁移或应力迁移的问题。

按照增加铜或其它金属的方法，构成电极的导电薄膜电阻由于金属加入而增加，从而表面声波滤波器其中一个基本特性，即插入损耗特性变差。为此，不能提高铜的加入量。因此在普通表面声波滤波器中，尽管加入了铜，电极有时因 1 瓦左右输入功率而损坏。

按照将导电薄膜堆垛为两层的方法，上下两层分别由铝和 TaN 组成。在这种情况下，用于腐蚀上层铝的气体(例如三氯化硼或氯气)无法用来腐蚀下层的氮化钽。因此通过腐蚀导电薄膜形成预先确定的电极图案需要专用安全设备，例如用于氮化钽的气体管道或纯化器。因此增加了设备投入和维修费用，提高了产品制造成本。

如上所述，在表面声波滤波器中，利用压电基片形成输入和输出电极区域的机械振动或所谓表面振动并转换为电压或其它电信号而对输入和输出电学信号进行处理。在这种情况下导电薄膜的薄膜厚度根据所需的电学性质确定。

通过压电基片传播的表面声波的性质随压电基片上导电薄膜的存在与否变化。它们还随压电基片上导电薄膜的质量和厚度变化。导电薄膜厚度值对应所需的频率特性，它基本上反比于频率并正比于波长。

在用  $\text{LiTaO}_3$  作为压电基片的情况下，为了获得 GHz 区域的频率特性，构成导电薄膜的铝膜厚度大约为 150 纳米。为了获得 400MHz 或附近的频率特性，铝膜厚度应该为 550 纳米左右。

在上述普通表面声波滤波器中，形成于压电基片上的电极指厚度根据所需频率特性设定。但是考虑到用途，电极焊盘和总线条的薄膜厚度应较大。例如金属线与电极焊盘连接。与金属线牢固的连接需要 300 纳米或以上的厚度。总线条被用于信号传导。在这种情况下，为了减少插入损耗，比较好的是采用较低的电阻和较大的膜厚。

但是在普通表面声波滤波器中，各个电极(例如电极指、电极焊盘和总线条)在同一过程中形成。因此电极焊盘和总线条的导电薄膜厚度由根据所需频率特性确定的电极指薄膜厚度决定。如果电极指的膜厚减小而频率特性增强，则电极焊盘和总线条也变薄。因此与金属引线的连接不牢固或者插入损耗较大，从而降低了可靠性并且使电学性质变差。

而且如果电极指宽度变细而频率特性增强,则在构成输入和输出电极的成对电极指之间可能累积静电,从而在某些情况下损坏输入和输出电极.作为防止这种损坏的方法,与成对电极指共联的总线条借助电阻为 $300 \sim$ 几个 $k\Omega$ 的金属化部分.但是在这种情况下,金属化部分的宽度小至 $10$ 微米.因此在制造过程中,金属化部分可能断开.

构成表面声波滤波器元件的芯片一般保存在陶瓷封装内.在这种情况下,表面声波滤波器元件的电极焊盘和外部电路通过利用金或铝的金属引线实现连接.按照这种方法,封装的侧壁部分提供有连接金属引线的连接焊盘.因此连接焊盘需要安装空间,从而扩大了封装尺寸并使得难以缩小表面声波滤波器的体积.

因此采用倒装法连接技术缩小封装尺寸.这种方法采用形成于表面声波滤波器元件的电极焊盘上的金凸起连接外部电路.按照这种方法,连接焊盘不是必不可少的,由此缩小了封装尺寸.

但是当采用倒装法连接技术时,与引线连接相比,电极焊盘在其与外部电路连接时承受巨大的作用力.如果为增强表面声波滤波器频率特性而减小电极焊盘的膜厚,则外部作用力将到达压电基片,从而在某些情况下损坏压电基片.在提高方法下增加电极焊盘的膜厚可以避免这种问题.但是如果提高方法增加了电极焊盘的膜厚,则产生的问题是,构成电极焊盘的导电薄膜和提高方法堆垛在层内的导电薄膜应该分离.

如上所述,随着频率特性的提高,普通表面声波滤波器会产生电迁移和应力迁移的问题.而且电极焊盘的机械强度和总线条的电学性质必须得到改进.而且需要一定的措施来处理输入和输出电极的静电损坏.

### 发明内容

本发明的目标是提供一种表面声波滤波器,它能够解决上述问题并适于提高频率特性,本发明还提供制造方法.

### 附图的简要说明

图1为本发明实施例的导电薄膜图案示意图;

图2为本发明实施例导电薄膜部分的剖面图;

- 图 3 为用于本发明的靶示意图;
- 图 4 为构成导电薄膜的钽和铝成份比率的示意图;
- 图 5 为本发明另一实施例的导电薄膜图案示意图;
- 图 6 为本发明另一实施例导电薄膜部分的剖面图;
- 图 7 为本发明另一实施例导电薄膜部分的剖面图;
- 图 8 为本发明另一实施例的导电薄膜图案示意图;
- 图 9 为本发明另一实施例导电薄膜部分的剖面图;
- 图 10 为本发明另一实施例制造过程的示意图;
- 图 11 为本发明另一实施例的平面图;
- 图 12 为本发明另一实施例制造过程的示意图;
- 图 13 为本发明另一实施例的导电薄膜图案示意图;
- 图 14 为本发明另一实施例制造过程的示意图;
- 图 15 示出了按照本发明另一实施例性质的特性曲线;
- 图 16 为本发明另一实施例的透视图;
- 图 17 为本发明另一实施例的剖面图;
- 图 18 为本发明另一实施例的透视图;
- 图 19 为对应图 18 的平面图;
- 图 20 为对应图 18 的剖面图;
- 图 21 为本发明另一实施例的平面图;
- 图 22 为本发明另一实施例的剖面图;
- 图 23 为本发明另一实施例的平面图;
- 图 24 为本发明另一实施例的电路示意图;
- 图 25 为本发明另一实施例的平面图;
- 图 26 为本发明另一实施例的平面图;
- 图 27 为本发明另一实施例的制造过程示意图;
- 图 28 为本发明另一实施例的制造过程示意图;
- 图 29 为本发明另一实施例的制造过程示意图;
- 图 30 为本发明另一实施例的制造过程示意图;
- 图 31 为本发明另一实施例的制造过程示意图;
- 图 32 为本发明另一实施例的制造过程示意图;

图 33 为本发明另一实施例的电路示意图；以及  
图 34 为现有技术实例的平面图。

### 实施发明的较佳方式

以下借助图 1 描述本发明的实施例。

标号 11 表示压电基片。LiTaO<sub>3</sub> 用作压电基片 11 的材料。由多个梳状电极指 14 构成的输入换能器 12 和输出换能器 13 布局在压电基片 11 上。电极指 14 借助与电极焊盘 16 相连的总线条 15 共联。栅状电极 17 形成于输入和输出电极 12 和 13 外部。电极指 14、总线条 15、电极焊盘 16、栅状电极 17 的导电薄膜在压电基片 11 上以预定图案形成。参见沿图 1X-Y 直线剖取的剖面图 2，它示出了形成于压电基片 11 上导电薄膜的结构。标号 11 表示压电基片 11。导电薄膜 12 形成于压电基片 11 上。导电薄膜 21 具有两层结构，包含第一层 21a 和第二层 21b。第一层 21a 形成于压电基片 11 上，并且至少包含钽和铝。第二层 21b 形成于第一层 21a，并至少包含铝或主要是铝组成的合金。

钽铝薄膜的电阻大于纯铝的电阻。如果钽铝薄膜厚度不超过 300 埃(30 纳米)，则薄膜对表面声波滤波器元件的电学性质基本没有影响，因此没有问题。

参见图 2 中所用的标号，以下描述制造具有上述结构的表面声波滤波器的方法。

首先在例如纯水中清洗压电基片 11 的薄片表面。随后利用甩干机干燥基片表面。此后在压电基片 11 上形成具有预先确定图案的导电薄膜 21。导电薄膜 21 例如利用溅射方法形成。

在利用溅射方法形成导电薄膜 21 的过程中，表面清洗过的压电基片 11 被放置在溅射装置内，并且形成作为第一层 21a 的钽铝薄膜。钽铝薄膜借助由小片钽和铝组成的靶形成。小片钽和铝布局在靶的背面。钽铝成份比率根据靶子上钽和铝小片各表面积控制。在这种情况下，钽铝成份比率与小片表面积之比并不总是等同的。由于成份比率基本上不随时间变化，所以成份比率的控制容易，从而可以方便地达到所需的成份比率。

此后在钽铝薄膜表面形成铝薄膜作为第二层 21b，其基片表面的钽铝薄膜未在大气中曝光并保持在真空中。如果其上有钽铝薄膜的基片在形成铝薄膜之前曝光，则在这种情况下钽铝薄膜表面层上形成氧化物，从而使铝薄膜的取向变差。

因此在钽铝薄膜形成之后形成铝薄膜而不在大气中曝光。

在以上述方式形成包含钽铝薄膜和铝薄膜的两层导电薄膜 21 之后，利用光刻技术形成对应单个电极、构成输入和输出电极的电极指、电极焊盘、总线条、光栅反射器等预定抗蚀剂图案。随后腐蚀图案，并且形成形状对应单个电极图案的导电薄膜 21。

例如离子反应刻蚀被用来腐蚀过程。按照该方法，作为第二层 21a 的钽铝薄膜可以在不改变刻蚀作为第二层 21b 的铝薄膜的条件或刻蚀气体的情况下刻蚀。因此可以方便地形成电极图案。

在刻蚀完成之后，分离抗蚀剂。此后将薄片上元件按给定大小切割而获得的芯片定位于封装内。随后通过引线实现电学连接并且将最终的结构密封在氮气中，从而完成表面声波滤波器。

参见图 3，以下描述上述制造过程中通过溅射形成钽铝薄膜情况下靶子的构造。

图 3(a)-3(c)示出了环形靶子，而图 3(d)和 3(e)示出了矩形靶子。虚线部分是放置小片钽的区域，而空白部分是放置小片铝的区域。

图 3(a)示出了沿径向被分割为多个区域 32 的圆形 31，其中交替放置多个小片钽和小片铝。图 3(b)示出了沿圆周和径向被分割为多个区域 32 的圆形 31，其中多个小片钽和小片铝被沿径向和圆周交替放置。图 3(c)示出了沿径向被分割为多个区域 32 的圆形 31，其中多个小片钽和小片铝被交替放置在多个区域。小片的钽或铝定位于圆形 31 的中央部分 33。在这种结构下，小片钽或铝的定点部分不集中在圆形中央，从而可以方便地放置小片钽和铝。

图 3(d)示出了沿垂直和水平方向分割多个区域 32 的矩形，其中多个小片钽和铝交替放置。图 3(e)示出了分割为多个区域的矩形，它包含中央矩形区域 32a、包围矩形区域 32a 的固定宽度区域 32b 和沿着矩形边缘延伸的固定宽度区域 32c，其中小片钽和铝不安放在相邻的区域。

如果如同 3(a)和 3(e)所示小片钽和铝交替放置在多个区域内，则小片钽和铝的布局非常平衡，从而可以形成均匀的钽铝薄膜。

现在参见图 4，以下描述上述结构的晶体取向。图 4 示出了下层钽铝薄膜中钽与铝之间成份比(原子百分数)与上层铝薄膜晶体取向之间的关系。这是根据 X 射线衍射分析的测量结果。铝薄膜的晶体取向表示基于 X 射线衍射分析的(111)

取向的半峰值(FWHM)处的全宽度。

从图 4 的关系可见, 在钽成份从 39 % - 75 % (原子百分数) 的区域内, 减小了半峰值处的全宽度, 表明取向程度较高。在钽成份从 45 % - 75 % (原子百分数) 的区域内, 半峰值处的全宽度进一步减小, 表明取向程度较高。在钽成份从 48 % - 64 % (原子百分数) 的区域内, 半峰值处的全宽度进一步减小, 表明取向程度较高。在限制高程度取向的区域, 可以限制应力迁移和电学迁移等, 从而改善耐电性。

在上述实施例中,  $\text{LiTaO}_3$  被用于压电基片。作为替换,  $\text{LiNbO}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_3\text{O}_7$ 、石英等也可以用作压电基片。虽然导电薄膜上层由铝构成, 但是它可以由主要是铝或其它金属的合金构成。

参见图 5, 以下描述本发明的另一实施例。标号 51 表示压电基片, 它由  $\text{LiTaO}_3$ 、 $\text{LiNbO}_3$  或石英构成。构成输入和输出电极的多个电极指 52 形成于压电基片 51 上。电极指 52 借助与电极焊盘 54 相连的总线条 53 共联。电极指 52 从相对一侧延伸并象梳状齿那样互相穿过。

参见图 6, 以下描述电极指 52、总线条 53 和电极焊盘 54 的外形。与图 5 中相同的部分在图 6 中采用相同的标号, 并且不再赘述。

图 6(a) 为沿图 5 中 A-A 直线剖取的剖面图, 它示出了电极指 52 的剖面。在每个电极指中, 在压电基片 51 上形成了主要由铝组成的第一层 61, (例如单用铝或在铝中加有铜和硅的材料) 并且在第一层 61 上形成薄的中间层。第一层 61 的厚度取决于设计电极指时所需的频率特性。在  $\text{LiTaO}_3$  压电基片上形成 1.5 GHz 带通滤波器的情况下, 第一层 61 的厚度大约为 150 纳米。

中间层 62 由主要是铝以外的金属组成的合金构成, 例如钨、钼、钛或钽等高熔点金属或者包含高熔点金属的金属化合物。在这种情况下, 采用了钛钨合金, 并且其厚度为 20 纳米。中间层可以通过依次堆垛钛和钨代替钛钨合金形成。在制造过程中, 第二层铝形成于中间层 62 上(未图示)。但是第二层在形成电极指 52 过程中受到腐蚀, 最终不再存在。

按照上述布局, 每个电极指 52 不是单层结构, 但是具有的结构使得第一层 61 覆盖有钛钨薄膜。因此改善了耐电性和耐迁移性。

图 6(b) 为沿图 5 中直线 B-B 剖取的剖面图, 并显示了总线条 53 的轮廓。总线条 53 由第一层 61 和主要是铝的中间层 62 以及第二层 63(主要是铝并且部分形

成于中间层 62 之上)构成。第二层 63 厚度为 600 纳米,比第一层 61 更厚。因此与只用第一层的情况相比,对应总线条 53 部分的电阻降低至 1/5 左右。因此表面声波滤波器的插入损耗较小。

对于图 6(b)的情况,第二层 63 部分保留在中间层 62 上。在本发明中,电极指 52 的图案在刻制中间层 62 过程中形成而第一层 61 是在部分去除第二层 63 之后。如果靠近电极指 52 的第二层 63 部分被设计为部分去除,则可以在刻制电极指 52 时避免抗蚀剂涂覆的不均匀。

如果电极指 52 的间距粗糙从而使得可以忽略不均匀涂覆的影响,或者对应电极指 52 部分的第二层在刻制电极指 52、总线条 53 和电极焊盘 54 之后利用高方向性的刻蚀方法去除,则第二层可以设计为在整个总线条 53 区域上保留。

图 6(c)为沿图 5 中直线 C-C 剖取的剖面图,并且示出了电极焊盘 54 的剖面。电极焊盘 54 由第一层 61 和主要是铝的中间层 62 以及第二层 63(主要是铝)构成。在这种情况下,第二层 63 基本上覆盖电极焊盘 54 的整个区域。第二层 63 的厚度调节为 600 纳米。由于第二层 63 的厚度足以保证良好的机械强度,所以可以与金属引线耦合,从而改进稳定性和可靠性。

在上述实施例中,每个电极指 52 形成为两层,而每个总线条 53 和每个电极焊盘 54 形成为三层。但是电极指 52、总线条 53 和电极焊盘 54 的每个部分可以形成更多的层。

现在参见图 7,以下描述本发明另一实施例,其中每个电极指的一部分形成为三层,并且每个总线条和电极焊盘的一部分形成为四层。与图 5 和 6 中相同的部分在图 7 中采用相同的标号,并且不再赘述。

图 7(a)是电极指部分的剖面图。下层 71 形成于压电基片 51 上。形成下层 71 是为了改善压电基片 51 的粘合性质、第一层 61 的薄膜质量和耐电性。下层 71 通过淀积厚度为 10 纳米的钛铝得到。主要由铝组成的第一层 61 形成于下层 71 上,并且其上形成中间层 62。

第一层 61 的厚度根据设计电极指 52 所需的频率特性设定。在  $\text{LiTaO}_3$  压电基片上形成 1.5 GHz 带通滤波器的情况下,第一层 61 的厚度大约为 150 纳米。中间层 62 由钛钨构成,并且厚度调节到 20 纳米。中间层 62 由主要是铝以外高熔点金属组成的材料构成。材料可以是钨或钼的简单薄膜或者主要由高熔点金属组成的化合物薄膜。在制造过程中,主要是铝的第二层形成于中间层 62 上(如下所

述)。但是第二层在形成电极指 52 时被腐蚀，并且最终不再存在。

按照上述布局，每个电极指 52 不是单层薄膜，而是夹持在下层 71 与中间层 62 之间的结构。因此改善了耐电性和耐迁移性。

图 7(b)为总线条部分的剖面图。下层 71 形成于压电基片 51 上。图 7(c)为电极焊盘部分的剖面图。而且在这种情况下，下层 71 形成于压电基片 51 上。

参见图 8，以下描述本发明另一实施例，其中在压电基片上形成了多个电极指。在该实施例中，电极指 81A-81D 在压电基片 51 上四个区域内形成。将四个电极指 81A-81D 共联在一侧的总线条 82A1-82D1 借助导电图案分别与电极焊盘 82A-82D 连接。

在其它侧共联的总线条 82A2-82D2 中，总线条 82A2 和 82C2 借助电极焊盘 84A 互相连接，总线条 82B2 和 82D2 借助电极焊盘 84B 互相连接。两个电极指 81A 和 81B 的薄膜厚度相同。而且两个电极指 81C 和 81D 的薄膜厚度相同，与电极指 81A 和 81B 的不同。

具有电极栅状图案的栅状反射器 85A-85D 提供于四个电极指 81A-81D 的左右。栅状反射器 85A-85D 借助一侧的总线条 86A-86D 与电极焊盘 87A-87D 相连。在栅状反射器 85A-85D 另一侧上的总线条 88A-88D 中，总线条 88A 和 88C 互相连接，而总线条 88B 和 88D 互相连接。

现在参见图 9，以下描述具有上述结构的表面声波滤波器元件的局部外形。与图 5-8 中相同的部分在图 9 中采用相同的标号，并且不再赘述。

图 9(a)为电极指 81A 和 81B 部分的剖面图。这种结构是层叠结构，它包括第一层 61 和第一中间层 62，主要由铝组成。总体厚度大约为 160 纳米。

图 9(b)为电极指 81C 和 81D 部分的剖面图。在这种结构中，在主要由铝组成的第一层 61 和第一中间层 62 上形成主要由铝构成的第二层 63 和主要由除铝以外高熔点金属组成的第二中间层 64。总体厚度大约为 270 纳米。

图 9(c)为电极焊盘的剖面图。在这种结构中，第一层 61、第一中间层 62、第二层 63 和第二中间层 64 形成于压电基片 51 上，并且主要由铝构成的第三层 65 进一步在第二中间层 64 上形成 500 纳米的厚度。第三层 65 仅仅由铝构成，而第一和第二层 61 和 63 分别加入 0.5 % 的铜和硅，从而改进电极指部分的耐电性。在这种情况下，层叠结构也导致而电性得到了改进。

第一层 61 的厚度为 150 纳米，并且第二层 63 为 100 纳米厚。第一和第二中

间层 62 和 64 为 10-20 纳米厚，并且采用钛钨材料。中间层 62 和 64 可以由简单金属构成，例如钨、钛、钽或者钼。或者主要是由这些金属组成的合金构成。中间层 62 和 64 厚度较薄使得不会有电阻问题。因此可以采用诸如氮化钛之类的化合物材料。按照上述布局，可以在单个压电基片上提供频率特性不同的多种滤波器。因此可以通过频率特性组合构造各种性质的表面声波滤波器。

参见图 10，以下描述按照本发明的制造方法实例。

如同 10(a)所示，首先利用溅射方法在  $\text{LiTaO}_3$  等压电基片 101 上形成主要是铝构成的第一层 102，在第一层 102 上依次形成钨钛中间层 103 和主要是铝组成的第二层 104。当采用溅射方法时，对应单个金属层的靶子放置在压电基片 101 的对面，并且在靶子上施加氩等离子体，由此在压电基片 101 上形成所需的金属层。

通过加入 0.5 % 的铜和硅获得第一和第二层 102 和 104 从而改进耐电性和耐迁移性。通过形成 20 纳米厚的钛钨形成中间层 103。但是也可以通过依次溅射钛和钨形成中间层 103。在这种情况下，中间层 103 为钛和钨的层叠结构。

考虑到电极指的频率特性，第一层 102 的厚度调节为 150 纳米。当构造所需频率特性的电极指时，第二层 104 的厚度设定为对应频率特性。在电极焊盘用于连接金属引线或总线条以传导信号的情况下，第二层 104 的厚度尽可能厚或者调节到接近 500 纳米左右，从而改进性质。代之以溅射方法，可以利用真空蒸发方法或 CVD 方法形成第一层 102、中间层 103 和第二层 104。

随后如同 10(b)所示在表面涂覆抗蚀剂，并进行掩膜曝光和显影，从而在第二层 104 上形成特殊的抗蚀剂图案。

随后如同 10(c)所示，利用抗蚀剂 105 作为掩膜，腐蚀第二层 104，去除抗蚀剂图案 105，而第二层 104 的图案便成形了。

此时例如可利用基于 RIE(离子反应刻蚀)的干法刻蚀方法刻蚀第二层 104。在这种情况下， $\text{BCl}_3$  或  $\text{CCl}_4$  和  $\text{O}_2$  被用作添加气体，而且  $\text{Cl}_2$ 、 $\text{N}_2$ 、 $\text{O}_2$  等用作反应气体。也可以采用其它氯基气体进行干法刻蚀。可以用湿法刻蚀代替干法刻蚀。

中间层 103 的作用相当于停止层。在利用上述气体进行干法刻蚀时，第二层 104 的刻蚀速率与中间层 103 的不同，从而使得中间层 103 形成障碍，防止第一层 102 被刻蚀。因此第一层 102 的薄膜厚度可以确保所需的电极指性质和均匀稳

定的性质。

由于在现有技术中没有中间层，所以没有阻止刻蚀的功能。在某些情况下，下层中部分剩余的铝层的去除使得薄膜厚度精度变差，从而无法获得均匀的性质。

在表面涂覆抗蚀剂并曝光和显影之后，如图 10(d)所示形成电极指的抗蚀剂图案 106。

此后利用抗蚀剂图案 106 作为掩膜，刻蚀中间层 103 和第一层 102 并去除刻蚀即图案 06，从而完成电极指的刻制。

在上述情况下，利用基于 RIE(离子反应刻蚀)的干法刻蚀方法刻蚀中间层 103 和第一层 102。而且  $CF_3$  被用作中间层 103 的刻蚀气体。在中间层 103 由钛、钨、钼等构成的情况下，可以采用同样的系统气体，例如  $CF_4$ 、 $SF_6$ 、 $NF_3$  等。在这种情况下，可以将诸如  $O_2$ 、氩气、 $N_2$  之类的添加气体混合来调整形状等性质。

在  $CF_4$  基气体情况下，无法刻蚀主要由铝组成的第一层 102。因此正如在第二层 104 的情况一样，利用  $BCl_3$ 、 $O_2$  作为刻蚀气体进行 RIE。

在上述过程中，电极指和电极焊盘可以按照其它方式刻制。但是由于在这种情况下电极指形成的纵横比和形状性质无法很好确保，所以上述次序是有利的。

在上述过程中，CDE(化学干法刻蚀)方法可以代替干法刻蚀。但是在各向异性方面 RIE 方法比 CDE 方法更好。因此 RIE 方法在确保诸如图案精度、纵横比之类形状性质中有优势。而且湿法刻蚀方法可以用于普通的图案形状特性。

在上述实施例中，通过使构成电极指的第一层上中间层变薄可以改善耐电性和耐迁移性。根据表面声波滤波器的应用，可以去除电极指上的中间层。

在这种情况下，可以通过在干法刻蚀第二层之后将刻蚀气体改变为  $CF_4$  而去除中间层。

在上述实施例中， $LiTaO_3$  被用作压电基片。但是  $LiNbO_3$ 、 $LiB_4O_7$ 、 $La_3Ga_5SiO_{14}$  等也可以用作压电基片的材料。本发明也可以用于其中  $ZnO$  薄膜形成于玻璃基片上的压电基片。

参见图 11 的平面图，以下描述本发明的另一实施例。

标号 111 表示压电基片。 $LiNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 、 $Li_5B_4O_7$  或石英可以用作压电基片 111。在这种情况下，采用 36 度  $y$  切割、 $x$  方向传播的  $LiTaO_3$ 。在压电基片 111 上形成第一和第二滤波器 112、表面声波滤波器元件。

第一滤波器 112 由构成输入电极的梳状电极指 114、构成输出电极的梳状电极指 115、栅状反射器 116 等组成。第一滤波器 112 的作用相当于 900MHz 带通滤波器。为了获得所需的反射率，在这种情况下，电极指和栅状反射器的薄膜厚度和线宽分别调整为接近 310 纳米和 1.07 微米。

第二滤波器 113 由构成输入电极的梳状电极指 117、构成输出电极的梳状电极指 118、栅状反射器 119 等组成。第二滤波器 113 的作用相当于 1.8GHz 带通滤波器。为了获得所需的反射率，在这种情况下，电极指和栅状反射器的薄膜厚度和线宽分别调整为接近 150 纳米和 0.5 微米。

在上述实施例中，第一滤波器 112 的薄膜厚度和线宽与第二滤波器 113 的不同。在这种布局下，在压电基片上形成两种不同频率的带通滤波器。

如果在同一压电基片上提供两个表面声波滤波器元件，则在某些情况下可能会引起干扰。通过在两个表面声波滤波器元件之间提供表面声波吸收器或者凹槽或者使表面声波滤波器表面声波传播方向不同可以避免这种干扰。

具有上述构造的表面声波滤波器元件芯片安装在，例如，陶瓷封装 120 内。如果需要，芯片安装有用子分成小片的切割区域 111a。借助金属引线 124 将封装 120 上的连接焊盘 121a-121j 与电极焊盘 122 和 123 连接起来。芯片用盖(未显示)密封在封装 120 内。

表面声波滤波器芯片的分块切割区域 111a 防止由于切割成芯片或切割造成的切屑影响表面声波滤波器元件的电极图案，并且宽度大约为 100 微米。

参见图 12，以下描述上述构造的表面声波滤波器的制造方法。首先如同 12(a) 所示，利用溅射方法在压电基片 10 上形成包括四层的金属层和第一-第四层。第一层为钽铝合金层 100，厚度为 2 纳米左右。第二层为包含 0.5 % 铜的铝铜层 200，厚度大约为 143 纳米。第三层为钽铝合金层 300，厚度为 5 纳米左右。第四层为包含 0.5 % 铜的铝铜层 400，厚度大约为 160 纳米。

随后如同 12(b)所示在整个结构上涂覆抗蚀剂，曝光并显影。此后去除高频带区域 30 上的抗蚀剂部分。此时，高频带区域 30 从低频带区域 20 中分离出来，并且在低频带区域 20 上涂覆抗蚀剂 500。

随后将最终的结构浸入主要由磷酸组成的混合酸中，并且腐蚀去除未被抗蚀剂 500 覆盖的结构部分，即高频带区域 30 内最上层铝铜层 400。这样钽铝合金没有被混合酸腐蚀。因此只有最上层被腐蚀，并且作为第三层的钽铝合金层和其

下的层仍然保留在高频带区域 30 内。

随后如图 12(d)所示，去除抗蚀剂。厚膜仍然保留在低频带区域 20 内，而薄膜保留在高频带区域 30 内。

按照上述方法，只有最上层被混合酸腐蚀，并且钽铝合金不会被腐蚀。因此高频带区域 30 内的薄膜厚度保持不变。

接着在高频带区域 30 内形成电极。在整个结构第一次涂覆抗蚀剂之后，抗蚀剂被曝光和显影以在高频带区域 30 内形成抗蚀剂图案。

随后利用氯气的离子反应刻蚀方法刻蚀金属薄膜。作为第三层的钽铝合金层、作为第二层的铝铜层和作为第一层的钽铝合金层同时刻蚀。

如果去除抗蚀剂，则如图 12(e)所示在高频带区域 20 内形成电极图案 600。

此后在低频带区域 20 内形成电极。这种方法基本上与高频带区域 30 内形成电极的方法相似。

首先在高频带区域 30 内形成电极图案的压电基片整个表面涂覆抗蚀剂。随后曝光和显影低频带区域 20 内的抗蚀剂以在低频带区域 20 内形成抗蚀剂图案。

随后作为第三层的钽铝合金层、作为第二层的铝铜层和作为第一层的钽铝合金层利用离子反应刻蚀方法同时刻蚀。

如果在刻蚀后去除抗蚀剂，则如图 12(f)所示在低频带区域 20 内形成电极图案 700。

如上所述，分开在高频带区域 30 和低频带区域 20 内形成电极图案 600 和 700。在这种情况下，在结构上电极图案 600 和 700 的厚度和线宽很容易做到不同。因此电极图案可以为不同频率而形成优化的厚度和线宽。

在上述实施例中，电极图案 600 形成于高频带区域 30 内，随后电极图案 700 形成于低频带区域 20 内。但是也可以电极图案 700 形成于低频带区域 20 内之后在高频带区域 30 内形成电极图案 600。

而且可以同时高频带区域 30 内形成电极图案 600 并在低频带区域 20 内形成电极图案 700。

按照上述方法，可以在压电基片上形成厚度和线宽不同的金属图案。例如，在低频带区域 20 和 30 内分别形成薄膜厚度为 310 纳米和 150 纳米的四层电极和三层电极。

在形成电极图案之后，结构被划分为芯片。每块芯片包含高频带区域 20 和

低频带区域 20。因此可以在每块芯片上形成工作在两种频率下的滤波器。

利用硅黏合剂在陶瓷封装内安装上述构造的芯片。随后借助金属引线粘合封装的连接焊盘和芯片的电极焊盘，并且陶瓷封装密封在金属盖内，从而完成表面声波滤波器。

按照上述实施例，可以正确地设定不同薄膜厚度的电极厚度，因此制造的表面声波滤波器元件的性质不易变化，并且改进了重复生产中的再现性。

参见图 13 的平面图，以下描述本发明的另一实施例。

标号 131 表示压电基片。LiNbO<sub>3</sub>、LiTaO<sub>3</sub>、Li<sub>5</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 或石英可以用作压电基片 131。在这种情况下，采用 64 度 y 切割、x 方向传播的 LiTaO<sub>3</sub>。在压电基片 131 上提供构成输入和输出电极 132 和 133 的多个电极指 134。电极指 134 借助连接电极焊盘 136 的总线条 135 共联。栅状反射器 137 提供于输入和输出电极 132 和 133 的外部。电极指 134、电极焊盘 136、栅状反射器 137 按照预定图案的电极薄膜形成。

在具有上述结构的表面声波滤波器相当于 800MHz 频带滤波器时，电极指 132 的线宽和薄膜厚度分别大约为 1.2 微米和 160 纳米。电极指 134 为两层结构，包含薄膜厚度为 155 纳米的铝铜层和薄膜厚度为 5 纳米的钽铝层。总线条 35 和电极焊盘 136 的薄膜厚度为 1 微米左右。总线条 135 和电极焊盘 136 为三层结构，包含薄膜厚度为 155 纳米左右的铝铜层、薄膜厚度约为 5 纳米的钽铝层和薄膜厚度为 840 纳米左右的纯铝层。

每个总线条 135 部分为两层结构，包含铝铜层和钽铝层，并且提供台阶 135。符号 Z 表示台阶 135a 与电极指 134 之间的距离。总线条 135 总体可以形成为两层结构并且与电极指 134 的厚度相同。

具有上述构造的表面声波滤波器安装在陶瓷封装内。在这种情况下，金凸起形成于电极焊盘 136 上，并且电极焊盘 136 通过凸起与封装的外部电路连接。此后封装密封在陶瓷盒内。

现在参见图 14，以下描述制造上述表面声波滤波器元件的方法。首先如图 14(a)所示，在压电基片 141 上形成厚度为 155 纳米左右包含 0.5 % 重量铜的铜铝层作为第一层。形成 5 纳米厚的钽铝合金层 143 作为第二层。形成厚度为 840 纳米左右包含 0.5 % 重量铜的铜铝层作为第三层。第一-第三层利用溅射方法形成。比较好的是构成第二层的钽和铝的成份调整为钽的比率在 39 % ~ 75 % (原子百分

数)。如果覆盖该范围，则构成第三层的铝铜层 144 的取向较高。

如图 14(b)所示，形成总线条和电极焊盘的区域利用光刻技术涂覆抗蚀剂 145。

随后如图 14(c)所示将最终的结构浸入主要由磷酸组成的混合酸中，并且腐蚀去除未被抗蚀剂 145 覆盖的结构部分，最上层铝铜层 144。这样钽铝合金没有被混合酸腐蚀。因此只有最上层被腐蚀，并且第三层和其下的层仍然保留。随后去除抗蚀剂。在这种情况下总线条和电极焊盘形成区域较厚，而电极指区域较薄。

随后整个结构被涂覆抗蚀剂，曝光和显影，并且覆盖总线条和电极焊盘部分，从而形成对应电极指的抗蚀剂图案。

随后利用氯气的离子反应方法刻蚀结构，从而如图 14(e)所示形成电极指 146。标号 147 和 148 表示总线条和电极焊盘。

此时电极指 146 到每个总线条 147 的台阶 147a 的距离  $Z$  调整为 5 微米左右从而可以形成平坦的对应电极指的抗蚀剂图案。如果横跨总线条薄膜厚度的台阶 147a 靠近电极指 146，则在图 14(d)过程后形成电极指的抗蚀剂聚集在台阶 147a 区域内，从而涂覆不平坦。

利用上述方法，在压电基片上形成了厚度不同的电极。例如构成输入和输出电极的电极指 146 具有两层结构，包含 155 纳米厚的铝铜层和 5 纳米厚的钽铝层，两层总厚度为 160 纳米。而且总线条 147 和电极焊盘 148 具有三层结构，包含 155 纳米厚的铝铜层、5 纳米厚的钽铝层和 840 纳米厚的纯铝层，三层厚度为 1 微米。

随后如图 14(f)所示在陶瓷封装 149 内安装包含电极的表面声波滤波器元件。这样在电极焊盘 148 上形成金的凸起 150，并且元件固定和粘结从而使电极焊盘 148 通过凸起 150 与封装的外部电路图案连接。元件被加热至 200 °C 左右。此后封装 149 被密封在陶瓷盒 151，从而完成表面声波滤波器。

按照上述实施例，表面声波滤波器的设计使得电极指的厚度值可以设定为使频率特性和其它电学性质优化并且电极指的薄膜厚度值设定为优化凸起强度和其机械性质。

表面声波滤波器元件对于每个压电基片具有特定的声速。因此电极指的薄膜厚度和线宽可以根据需要的频率设定。对于中央频率为 942.5MHz 的滤波器，薄膜厚度和线宽分别调整为 160 纳米和 1.2 微米左右。

在普通表面声波滤波器中，电极焊盘和电极指形成的薄膜厚度相同。虽然电极焊盘与电极指的厚度相同，但是在电极焊盘与外部电路连接或者被引线连接包围的情况下没有机械强度问题。在采用凸起连接以缩小体积的倒装法中，巨大的作用力作用于包含凸起的电极焊盘上。如果电极焊盘的薄膜厚度等于电极指的薄膜厚度，则电极焊盘的机械强度降低，从而使得凸起在 1.5 米引力下落实验中分离，出现缺陷。

在提离法中，增加电极焊盘的薄膜厚度可以提高机械强度。而且在这种情况下，提离法形成的薄膜与下层之间的粘合强度不大好，以致于当凸起形成于电极焊盘时两层发生分离，从而降低成品率。虽然可以形成凸起，但是在引力下落测试中产生缺陷，从而无法获得令人满意的粘合强度。

按照本发明的结构，电极焊盘的机械强度较高，并且在形成凸起或者下落或振动测试中不会产生缺陷。如果总线条的薄膜厚度增加，则电阻降低并且滤波器的插入损耗等降低，因此改进了电学性质。

参见图 15，以下描述电极焊盘薄膜厚度与缺陷发生率之间的关系以及电极焊盘薄膜厚度与芯片粘合强度之间的关系。图 15 的横坐标和左右轴分别表示电极焊盘的薄膜厚度(微米)、缺陷发生率和芯片粘合强度。而且符号 P 和 Q 表示缺陷发生率特性和粘合强度特性。缺陷发生率允许范围的上限和粘合强度所需范围的下限分别用线 M 和 N 表示。这些特性表明如果电极焊盘的薄膜厚度为 0.3 微米或以上，则缺陷发生率降低并且粘合强度足够得好。

在上述实施例中，钽铝合金用于中间层。但是也可以采用铌、钛、钨、钼、镍、铅、铪等金属。

钽和钛在真空中具有吸附功能。在采用钽和钛时，吸附在真空单元内壁上的钽和钛吸附溅射形成中间层 103 时的水分等。因此当在溅射钽铝之后形成铝或铝铜合金时，真空度得到了改善，从而可形成低电阻铝层。因此整个层叠薄膜即使在钽铝电阻较高时也无问题。

除了溅射以外还有其它薄膜形成方法可以作为薄膜形成方法，例如真空蒸发方法或 CVD 方法。

参见图 16，以下描述本发明另一实施例。图 16 示出了用于广播卫星接收机中频滤波器中的 480-MHz 表面声波滤波器元件的另一实施例。

标号 161 表示由例如  $\text{LiNbO}_3$  构成的压电基片。钽铝层 162 形成于整个压电

基片 161。输入和输出电极 163 和 164 形成于钽铝层 162 上。输入和输出电极 163 和 164 每个由多个梳状电极指 165 等构成。电极指 165 借助与电极焊盘 167 连接的总线条 166 共联。屏蔽电极 168a 形成于输入和输出电极 163 与 164 之间。而且表面声波吸收器 168b 提供于输入和输出电极 163 和 164 外部。电极指 165、总线条 166、电极焊盘 167、屏蔽电极 168a 等的电极薄膜由主要是铝的材料构成。

图 17 为沿直线 A-A 剖取的上述表面声波滤波器的剖面图。与图 16 中相同的部分在图 17 中采用相同的标号，并且不再赘述。

以下描述上述表面声波滤波器元件的制造方法。

首先将清洗过表面的压电基片放入溅射装置，并且利用溅射形成钽铝薄膜作为第一层。为了控制钽铝薄膜的成份比例，在这种情况下，采用通过煅烧形成的小片钽和铝作为靶子。根据靶子上小片的表面积之比控制所需的薄膜成份比例。面积之比与薄膜成份之比并不总是相等的，但是如果是粉末煅烧方法，则成份之比不随着时间变化。因此控制成份之比的方法容易，并且可以获得指定的成份之比。

随后，在形成钽铝层之后，在真空中形成铝导电薄膜而层表面不曝光。如果表面随后在大气下暴露，则在钽铝薄膜表面形成氧化膜，并且形成于上层的铝导电膜取向变差。因此导电铝膜在形成时不能暴露于大气。

随后利用光刻技术在导电薄膜上形成预定的电阻图案并腐蚀形成电极。湿法刻蚀方法用于这种腐蚀过程。如果采用湿法腐蚀方法，则导电铝薄膜下的第一层可以在铝膜腐蚀时防止被腐蚀掉。

在完成腐蚀之后，分离抗蚀剂。

随后按照给定尺寸切割基片上形成的表面声波滤波器元件。每个最终的芯片位于封装内。此后利用引线粘合实现电学连接并将最终结构密封在氮气中，从而完成表面声波滤波器。

如果钽的成份比例在 39 % ~ 75 % (原子百分比)之间，则铝导电薄膜具有高度的取向。如果在上述范围内选择钽铝层的成份比例，则可以获得具有耐电性的表面声波滤波器。

按照上述布局，压电基片上的钽铝层相当于电阻层。因此，构成输入和输出电极的成对电极指借助钽铝电阻层相连，从而使得电极指不会被静电损坏。

按照上述实施例，采用  $\text{LiNbO}_3$  作为压电基片。但是  $\text{LiTaO}_3$ 、 $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$  或石

英等也可以用作压电基片。

现在参见图 18 ~ 20，以下描述本发明的另一实施例。图 18 为透视图，图 19 为平面图，图 20 为局部剖面图。

标号 181 表示压电基片。LiNbO<sub>3</sub>、LiTaO<sub>3</sub>、Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub> 或石英可以用作压电基片 181 的材料。在压电基片 181 上形成第一和第二滤波器元件 182 和 183、表面声波滤波器元件。

第一滤波器元件 182 由输入和输出电极 184 和 185、栅状反射器 185 等组成。输入和输出电极 184 和 185 由梳状电极指组成。第一滤波器元件 182 功能相当于 1.9-GHz 带通滤波器。构成输入和输出电极 184 和 185 的电极指由简单的铝或者包含铝和 0.5 % 的硅和铜的合金构成。为了获得所需的反射率，薄膜厚度 t1 调整为 150 纳米左右。

第二滤波器元件 183 由输入和输出电极 187 和 188、栅状反射器 189 等组成。输入和输出电极 187 和 188 由梳状电极指组成。第二滤波器元件 183 功能相当于 800-MHz 带通滤波器。电极指由简单的铝或者包含铝和 0.5 % 的硅和铜的合金构成。为了获得所需的反射率，薄膜厚度 t1 调整为 300 纳米左右。

在上述布局中，如图 20 所示，第一滤波器元件 182 的薄膜厚度 t1 与第二滤波器 182 的薄膜厚度 t2 不同。因此具有不同厚度的两个滤波器元件 182 和 183 的功能相当于不同频带的带通滤波器。

在图 20 中，带通滤波器形成两个频带。但是也可以在压电基片上形成具有三种或三种以上薄膜厚度的表面声波滤波器，从而可以形成三个以上的不同频带的带通滤波器。

具有上述结构的表面声波滤波器元件安装在封装 190 内，并且附着在表面声波滤波器元件的封装 190 和电极焊盘 192 上的连接焊盘 191a 和 191j 借助金属引线 193 连接。滤波器元件借助盖(未显示)密封在封装 190 内。

参见图 21-23，以下描述本发明的另一实施例。与图 18 和 19 中相同的部分在图 21-23 中采用相同的标号，并且不再赘述。

在图 21 的实施例中，表面声波吸收器 211 提供于第一和第二滤波器单元 182 和 183 之间。在这种情况下，第一和第二滤波器元件 182 和 183 驱动的表面声波被表面声波吸收器 211 截止。因此表面声波不会从第一滤波器元件 182 泄漏至第二滤波器元件 183 或者从第二滤波器元件 183 泄漏至第一滤波器元件 182，从而

可以消除滤波器元件之间的干扰。

如图 22 所示，滤波器元件之间的干扰可以通过在压电基片 181 上第一和第二滤波器元件 182 与 183 之间部分提供凹槽消除。

如图 23 所示，第一和第二滤波器元件 182 和 183 可以在压电基片上偏离一定的距离从而使得第一滤波器元件 182 的表面声波的传播方向 231 偏离第二滤波器元件 183 表面声波的传播方向 232。

参见图 24，以下描述本发明的另一实施例。

在图 24 的表面声波滤波器中，由 5 各表面声波滤波器元件组成的共振器 243-247 在输入和输出电极 241 与 242 之间呈阶梯状连接。在这种情况下，各共振器 243 和 244 的共振频率大约相差 20MHz。如图 20 所示，各共振器的薄膜厚度调整至相应共振频率的优化值。

参见图 25 的垂直剖面图，以下描述本发明的另一实施例。

图 25 所示表面声波滤波器具有与图 18-20 中表面声波滤波器相同的结构。但是第一滤波器元件 182 的材料是包含铝和各 0.5 % 重量的硅和铜的合金。另一方面，第二滤波器元件 183 的材料是单纯的铝或者是包含铝和各 0.1 % 重量的硅和铜的合金。

包含铝和各 0.5 % 重量的硅和铜的合金具有耐电性，而单纯的铝或者是包含铝和各 0.1 % 重量的硅和铜的合金具有良好的频率特性。由于第一滤波器元件 182 在 1.9 GHz 处具有耐电性，所以它由满足上述要求的材料构成。由于第二滤波器元件 183 在 800 MHz 处具有良好的频率特性，所以它也由满足上述要求的材料构成。

如图 26 所示，具有更大薄膜厚度的第二滤波器元件 183 具有两层结构。例如下层 183a 由与第一滤波器元件 182 相同的材料构成，即包含铝和各 0.5 % 的硅和铜的合金，而上层 183b 由单纯的铝或者包含铝和各 0.1 % 重量的硅和铜的合金构成。这种布局产生了与图 25 相同的效应。

现在参见图 27 的提高 I，以下描述制造上述表面声波滤波器元件的方法。首先如图 27(a)所示利用真空蒸发方法在整个压电基片 270 表面形成大约 150 纳米厚的铝薄膜 271。

随后如图 27(b)所示在整个铝薄膜 271 表面涂覆抗蚀剂薄膜 272a。

随后如图 27(c)所示曝光和显影以局部去除抗蚀剂薄膜 272a。

随后如图 27(d)所示用腐蚀法除去铝薄膜 271。

随后如图 27(e)所示去除抗蚀剂薄膜 272a 以形成第一滤波器元件 270a。在这种情况下，可以采用提离方法代替腐蚀方法。

随后，如图 27(f)所示在包含第一滤波器元件 270a 的整个表面涂覆抗蚀剂薄膜 272b。

随后如图 27(g)所示曝光和显影以局部去除抗蚀剂薄膜 272b。

随后如图 27(h)所示在整个表面形成第二导电薄膜 273。

随后如图 27(i)所示在整个表面涂覆抗蚀剂薄膜 272c。

随后利用两种方法形成所需的表面声波滤波器元件。

在第一种方法中，如图 27(j1)所示，抗蚀剂薄膜 272c 被曝光和显影以去除形成第二滤波器元件 270b 的部分区域，除了第一滤波器元件 270a 区域以外。随后如图 27(k1)所示腐蚀去除抗蚀剂薄膜 272b 和 272c。如图 27(l)所示，第一滤波器元件 270a 上的第二导电部分 273 利用提离方法去除以获得所需的具有第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的表面声波滤波器。

在第二种方法中，如图 27(j2)所示，抗蚀剂薄膜 272c 被曝光和显影以去除在第一滤波器元件 270a 和第二滤波器元件 270b 上的部分区域。随后如图 27(k2)所示，按照相同的方式腐蚀结构。如图 27(l)所示，去除抗蚀剂薄膜 272b 和 272c 以获得所需的具有第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的表面声波滤波器。

按照本实施例的制造方法，第二滤波器元件 270b 由铝薄膜 271 和导电薄膜 273 两层构成。因此该方法适于制造如图 26 所示的表面声波滤波器。

现在参见用于提离 II 的处理图 28，以下描述制造本发明的表面声波滤波器元件的另一种方法。首先如图 28(a)所示利用真空蒸发方法在整个压电基片 270 表面形成大约 150 纳米厚的铝薄膜 271。

随后如图 28(b)所示在整个铝薄膜 271 表面涂覆抗蚀剂薄膜 272a。

随后如图 28(c)所示曝光和显影以局部去除抗蚀剂薄膜 272a(形成第二表面声波滤波器元件 270b 的整个区域)。

随后如图 28(d)所示腐蚀结构。

随后如图 28(e)所示去除抗蚀剂薄膜 272a 以形成第一滤波器元件 270a。在这种情况下，可以采用提离方法代替腐蚀方法。

随后，如图 28(f)所示在包含第一滤波器元件 270a 的整个表面涂覆抗蚀剂薄

膜 272b。

随后如图 28(g)所示曝光和显影以局部去除抗蚀剂薄膜 272b。

随后如图 28(h)所示在整个表面形成第二导电薄膜 273。

随后如图 28(i)所示在整个表面涂覆抗蚀剂 272c。

随后利用两种方法形成所需的表面声波滤波器元件。

在第一种方法中，如图 28(j1)所示，抗蚀剂薄膜 272c 经过曝光和显影以去除形成第二滤波器元件 270b 的部分区域，除了第一滤波器元件 270a 区域以外。随后如图 28(k1)所示腐蚀结构。如图 28(l)所示，去除抗蚀剂薄膜 272b 和 272c，并且第一表面声波滤波器元件 270a 上的第二导电部分 273 利用提离方法去除以获得所需的具有第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的表面声波滤波器。

在第二种方法中，如图 28(j2)所示，抗蚀剂薄膜 272c 经过曝光和显影以去除在第一滤波器元件 270a 和第二滤波器元件 270b 上的部分区域。随后如图 28(k2)所示，按照相同的方式腐蚀结构。如图 28(l)所示方式，去除抗蚀剂薄膜 272b 和 272c 以获得所需的具有第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的表面声波滤波器。

按照本实施例的制造方法，第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的铝薄膜在不同的过程中形成。在这种情况下，与采用上述两个独立过程形成的情况相比，在内层不会留下氧化膜或抗蚀剂。

现在参见图 29，以下描述制造本发明表面声波滤波器元件的另一种方法。

首先如图 29(a)所示利用真空蒸发方法在整个压电基片 1 表面形成大约 200 纳米厚的铝薄膜 275。

随后如图 29(b)所示在整个铝薄膜 275 表面涂覆抗蚀剂薄膜 272a。

随后如图 29(c)所示去除第一表面声波滤波器元件 270a 顶面的抗蚀剂薄膜 272a。

随后如图 29(d)所示，将第一表面声波滤波器元件 270a 的导电部分(较薄的图案)通过腐蚀调整为 150 纳米厚。

随后如图 29(e)所示去除第二表面声波滤波器元件 270b 上抗蚀剂薄膜 272a。

随后，如图 29(f)所示在第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的整个表面涂覆抗蚀剂薄膜 272b。

随后如图 29(g)所示通过曝光和显影以去除构成第一和第二表面声波滤波器元件 270a 和 270b 的铝薄膜 272b。

随后如图 28(h)所示腐蚀结构。

随后如图 29(i)所示去除抗蚀剂薄膜 272b 以获取包含第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的所需表面声波滤波器。

按照本实施例的制造方法，可以同时形成第一和第二表面声波滤波器元件 270a 和 270b 的各自的导电图案。因此简化了形成导电图案的过程。而且用于形成导电图案的掩膜要求较高的精度。在这种方法中，用于抗蚀剂薄膜的掩膜无需高精度。因此这种制造方法只需要一种高精度掩膜。

现在参见用于提高 III 的处理图 30，以下描述制造本发明表面声波滤波器元件的另一种方法。

首先如图 30(a)所示利用真空蒸发方法在整个压电基片 1 表面形成大约 150 纳米厚的铝薄膜 271。

随后如图 30(b)所示在整个铝薄膜 271 表面涂覆抗蚀剂薄膜 272a。

随后如图 30(c)所示去除第一表面声波滤波器 270b 顶面的抗蚀剂薄膜 272a(较厚的图案)。

随后如图 30(d)所示利用真空蒸发方法在整个表面形成大约 150 纳米厚的铝膜 273。

随后如图 30(e)所示利用提高方法去除抗蚀剂薄膜 272 和 272a 上的铝薄膜 273。

随后，如图 30(f)所示在第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的整个表面涂覆抗蚀剂薄膜 272b。

随后如图 30(g)所示通过曝光和显影以去除构成第一和第二表面声波滤波器元件 270a 和 270b 的抗蚀剂薄膜 272b 的那些区域。

随后如图 30(h)所示方式腐蚀结构。

随后如图 30(i)所示去除抗蚀剂薄膜 272b 以获取包含第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的所需表面声波滤波器。

按照本实施例的制造方法可以得到与图 29 实施例制造方法相同的效果。

现在参见用于提高 IV 的处理图 31，以下描述制造本发明表面声波滤波器元件的另一种方法。

首先如图 31(a)所示利用真空蒸发方法在整个压电基片 270 表面形成大约 150 纳米厚的铝薄膜 271。

随后如图 31(b)所示在整个铝薄膜 271 表面涂覆抗蚀剂薄膜 272a。

随后如图 31(c)所示去除第一表面声波滤波器 270b 顶面的抗蚀剂薄膜 272a(较厚的图案)。

随后如图 31(d)所示去除第二表面声波滤波器元件 270b 的导电部分(较厚的图案)。

随后如图 31(e)所示利用真空蒸发方法在压电基片 270 的整个表面形成大约 300 纳米厚的铝膜 275。

随后如图 31(f)所示利用提离方法去除抗蚀剂薄膜 272 和 272a 上的铝薄膜 275。

随后,如图 31(g)所示在第一和第二表面声波滤波器元件 270a 和 270b 的整个表面涂覆抗蚀剂薄膜 272b。

随后如图 31(h)所示通过曝光和显影以去除构成第一和第二表面声波滤波器元件 270a 和 270b 的抗蚀剂薄膜 272b 的那些区域。

随后如图 31(i)所示方式腐蚀结构。

随后如图 31(j)所示去除抗蚀剂薄膜 272b 以获取包含第一和第二滤波器元件 270a 和 270b 的所需表面声波滤波器。

按照本实施例的制造方法可以得到与图 29 实施例制造方法相同的效果。

现在参见处理图 32, 以下描述制造本发明表面声波滤波器元件的另一种方法。

首先如图 32(a)所示利用真空蒸发方法在整个压电基片 270 表面形成大约 300 纳米厚的铝薄膜 275。

随后如图 32(b)所示在整个铝薄膜 275 表面涂覆抗蚀剂薄膜 272a。

随后如图 32(c)所示通过曝光和显影去除构成第一和第二表面声波滤波器元件 270a 和 270b 的抗蚀剂薄膜 272a 的那些区域。

随后如图 32(d)所示方式腐蚀结构。

随后如图 32(e)所示方式去除抗蚀剂薄膜 272a。

随后如图 32(f)所示用抗蚀剂薄膜 272b 覆盖第二表面声波滤波器元件 270b 的导电图案(较厚的图案)。

随后如图 32(g)所示通过腐蚀去除第一表面声波滤波器元件 270a 的导电图案从而使厚度大约为 150 纳米(较薄的图案)。

随后如图 32(h)所示方式去除留下的抗蚀剂薄膜 272b。

按照本实施例的制造方法可以得到与图 29 实施例制造方法相同的效果。

参见图 33，以下描述将本发明的表面声波滤波器应用于双频便携式电话的情形。在双频便携式电话中，两种频率被用于信号的接收和发射。

外部发射的信号由天线 331 接收。天线接收的信号被借助去多路复用器 332 施加在接收线路侧。施加在接收线路侧的信号借助放大器 333 放大并施加在接收滤波器 334。

接收滤波器 334 由两个不同带通的滤波器元件构成。因此施加在接收滤波器上的信号通过允许其频率通过的滤波器元件输出。接收滤波器 334 输出的信号由开关 335 选择。随后信号借助混频器被转换为中频并施加在信号处理电路 337。

另一方面，信号处理单元 337 输出的信号借助混频器 338 被转换为发射频率信号并通过开关 339 施加在发射单元滤波器 340 上。

发射单元滤波器 340 由两个不同带通的滤波器元件构成。信号通过连接开关 339 一侧的发射滤波器输出。发射滤波器 340 输出的信号借助放大器 341 放大并经去多路复用器 332 从天线 331 发射。

合成器 342 输出的发射信号作为局部振荡信号经滤波器 343 提供给混频器 336。合成器 342 输出的发射信号还作为本地振荡信号提供给混频器 338。

在上述实施例中，接收一侧的接收滤波器 334 和发射一侧的发射滤波器 340 由选择两个频带中的信号的滤波器元件构成。具有图 18 和 19 所示结构的表面声波滤波器被用作接收或发射滤波器 334 或 340。

在本实施例中，具有上述结构的表面声波滤波器能够处理两种频带中的信号，从而可以降低成本，减小体积并减轻重量。

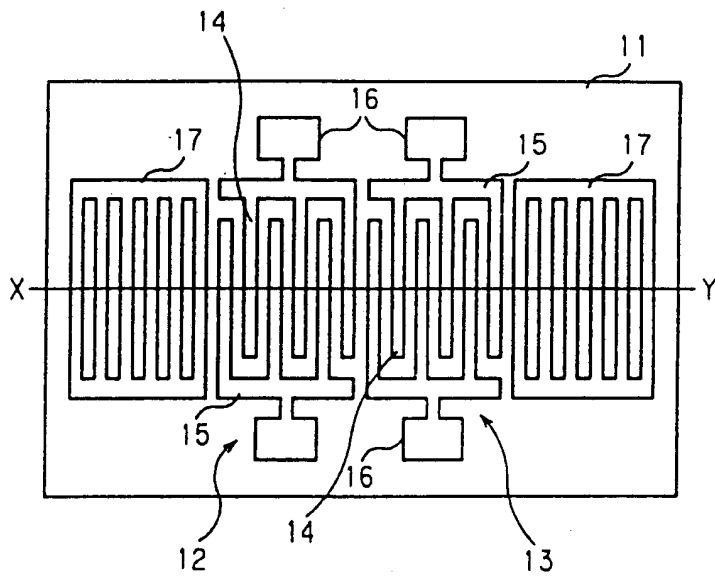


图 1

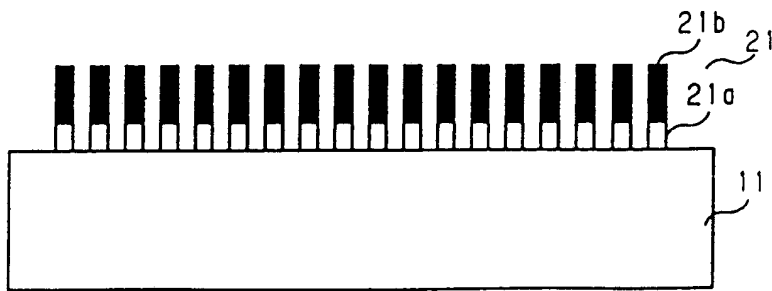


图 2

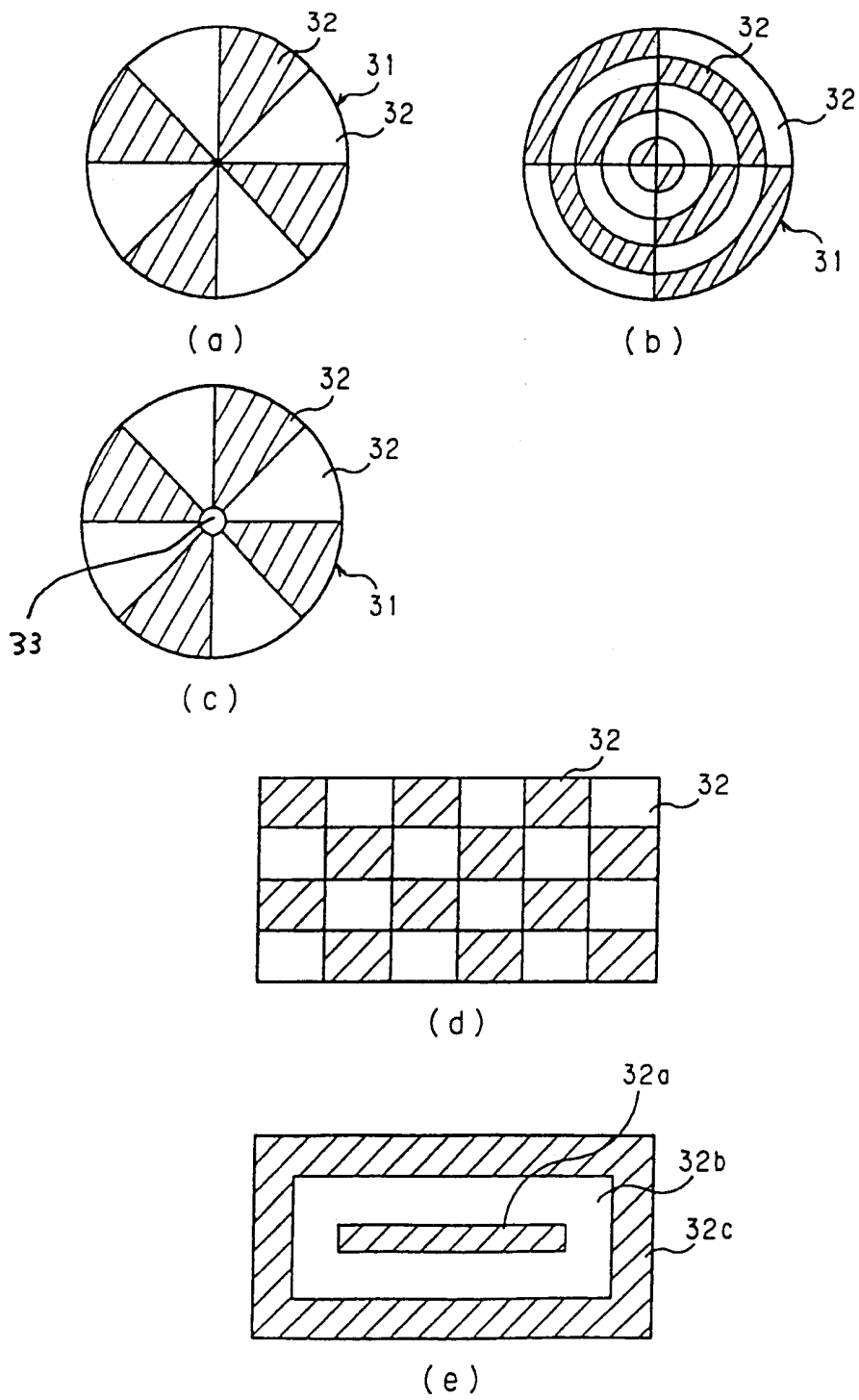


图 3

Ta与Al的成份之比	Al的半峰宽(度)
Ta:Al=75:25	0.80°
Ta:Al=64:36	0.74°
Ta:Al=48:52	0.77°
Ta:Al=45:55	0.81°
Ta:Al=39:61	0.88°
Ta:Al=32:68	1.40°
Ta:Al=16:84	1.90°

图 4

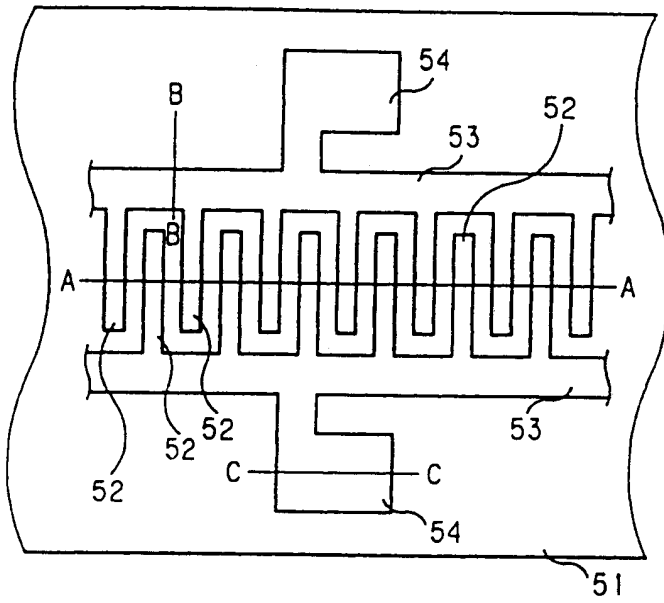


图 5

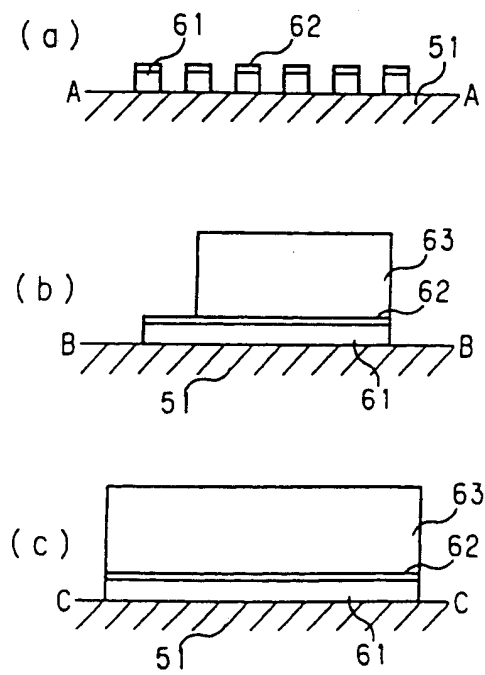


图 6

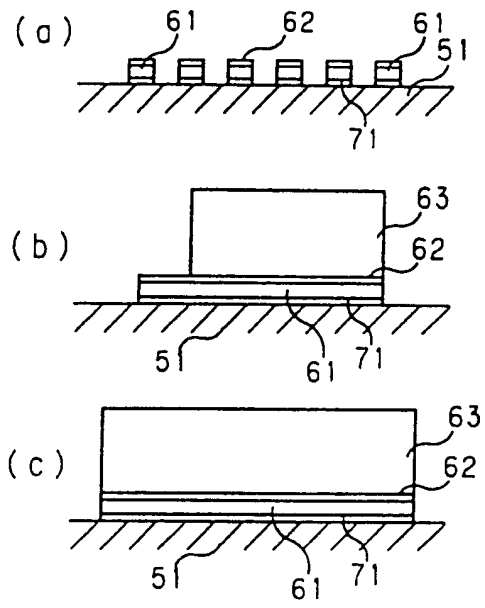


图 7

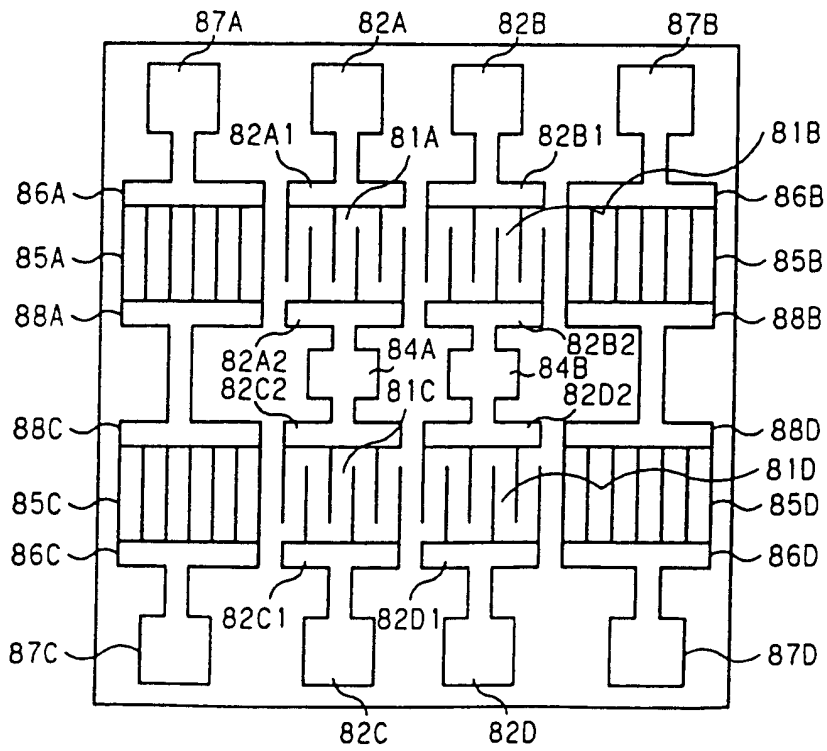


图 8

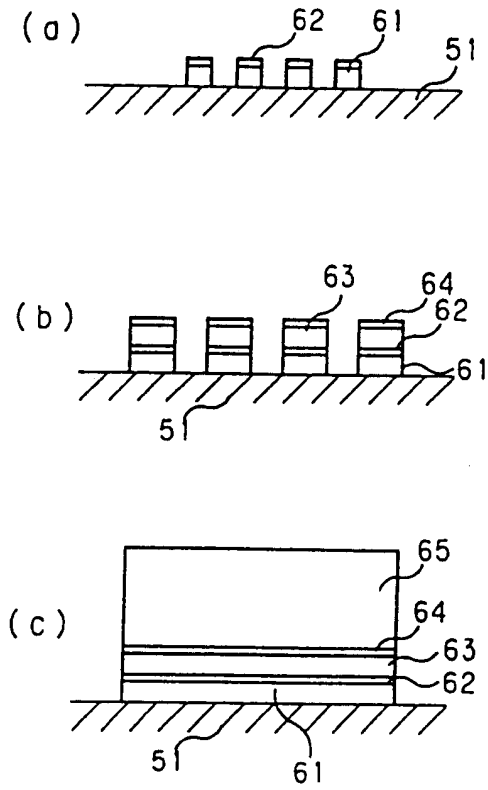


图 9

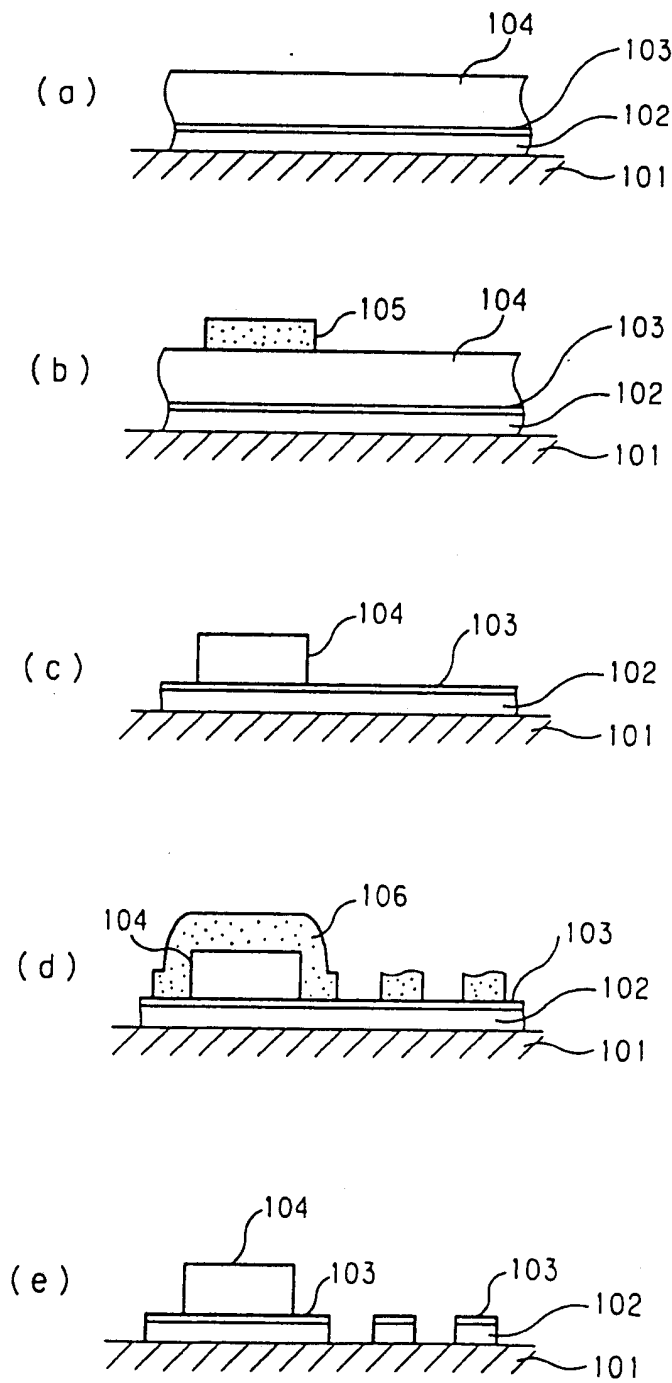


图 10

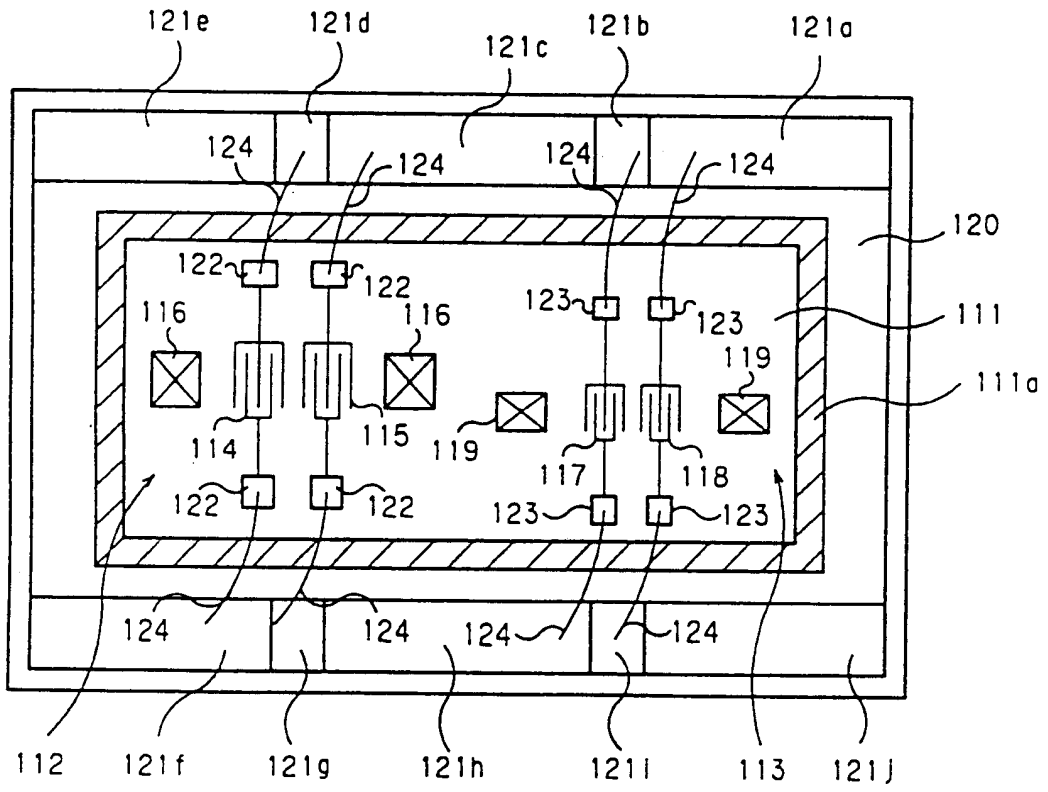


图 11

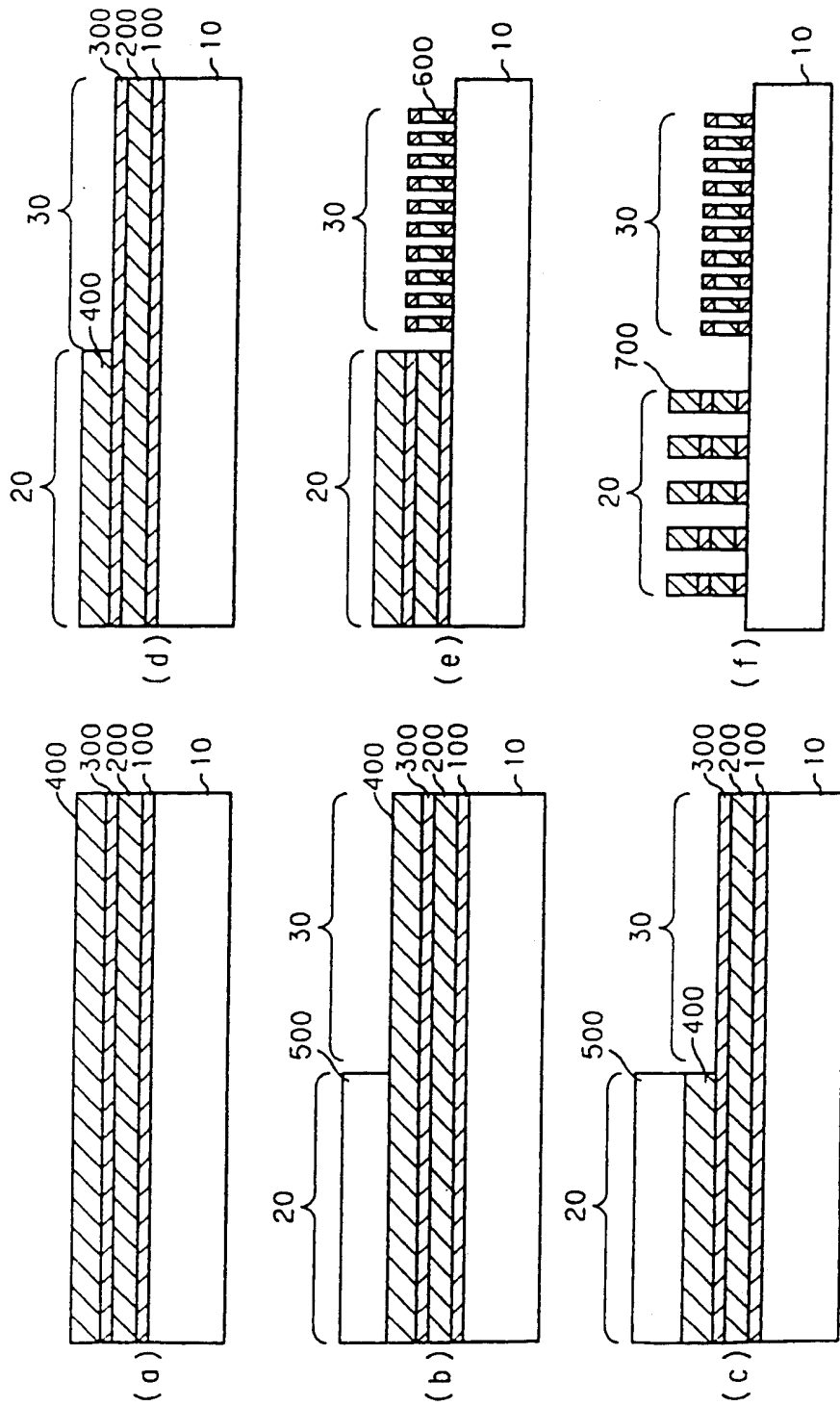


图 12

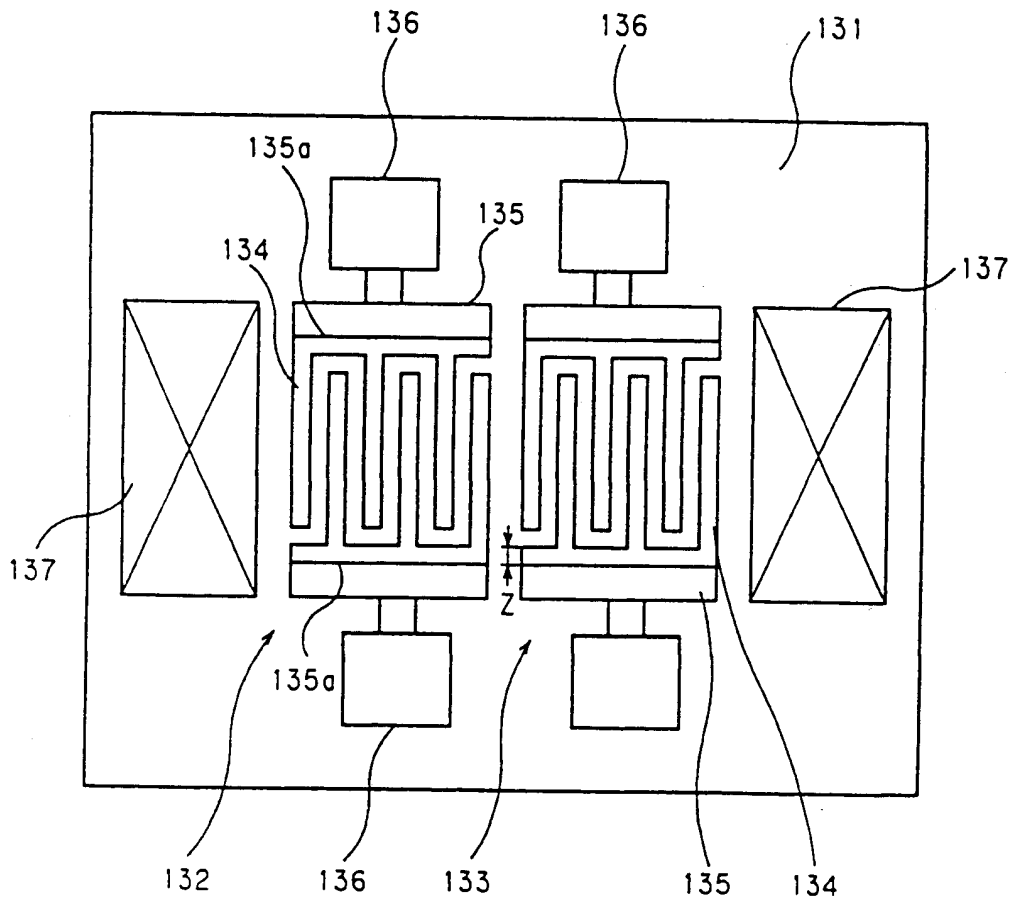


图 13

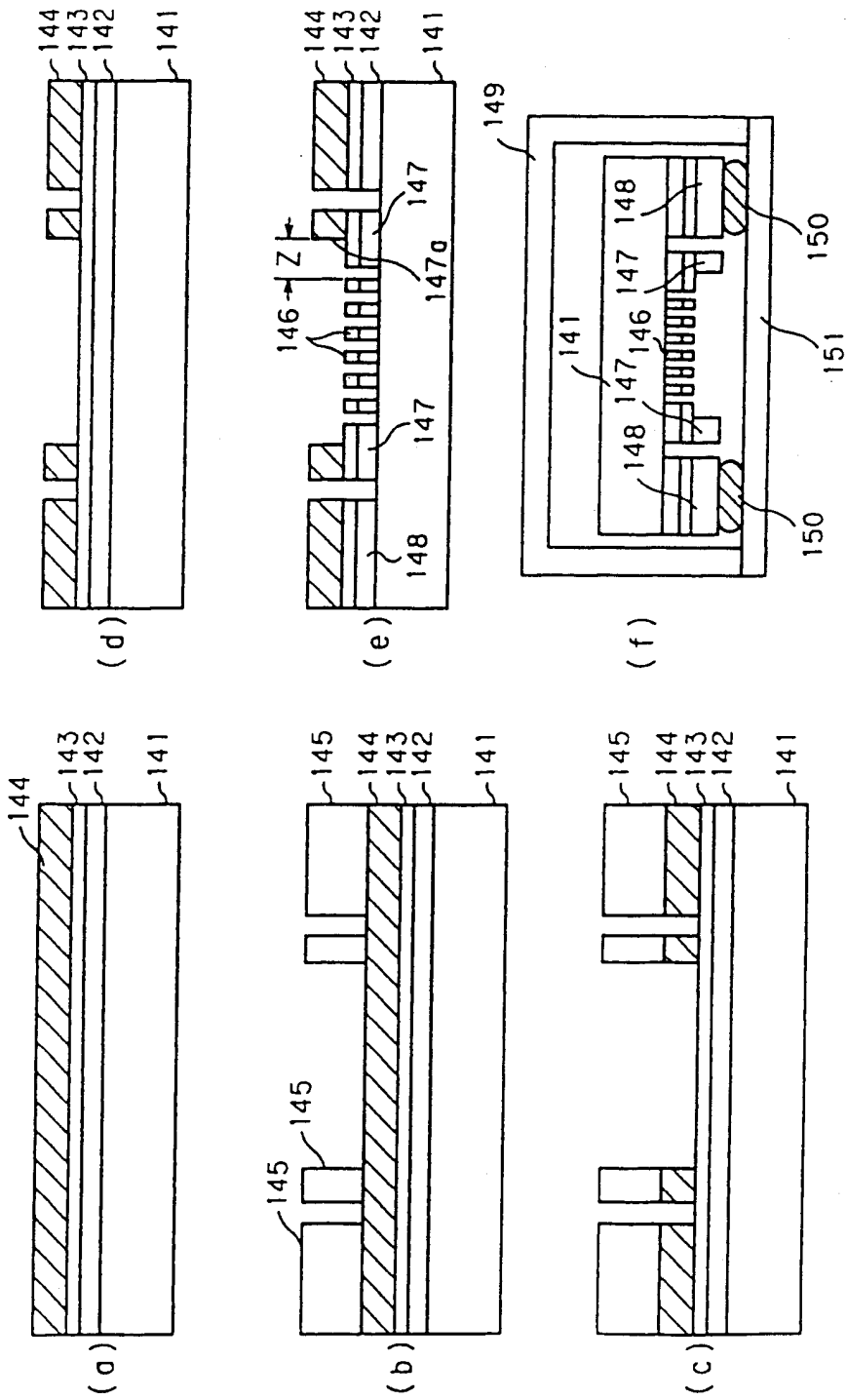


图 14

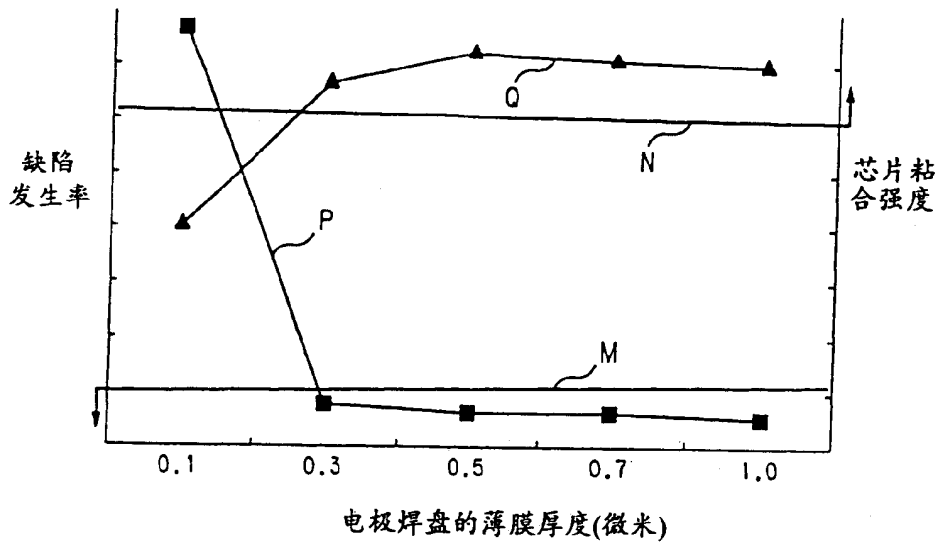


图 15

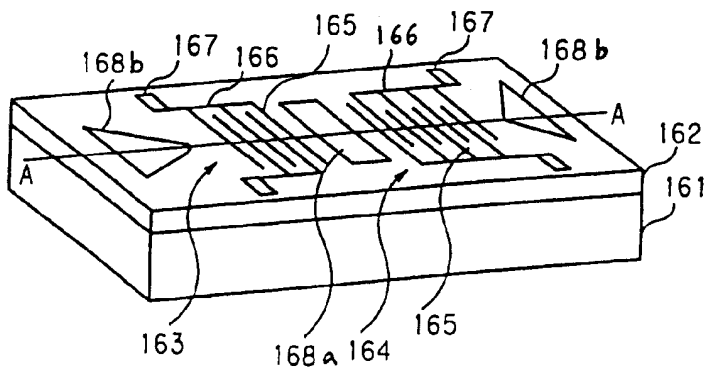


图 16

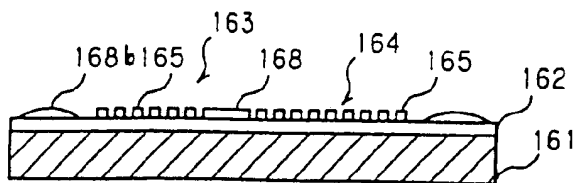


图 17

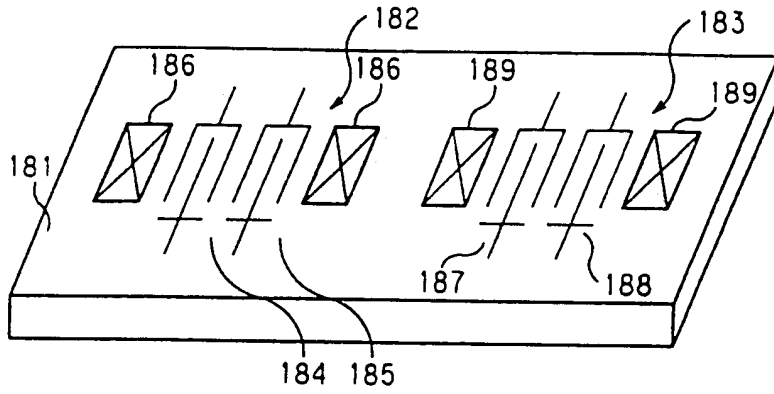


图 18

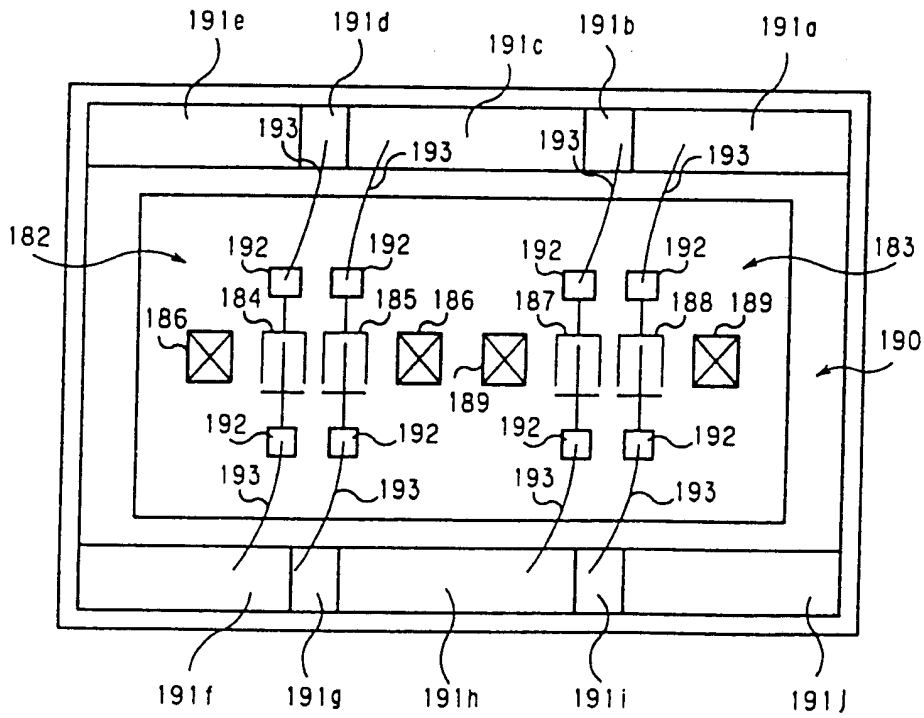


图 19

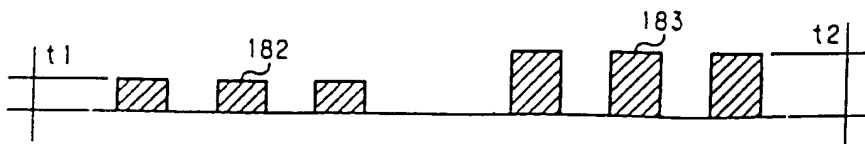


图 20

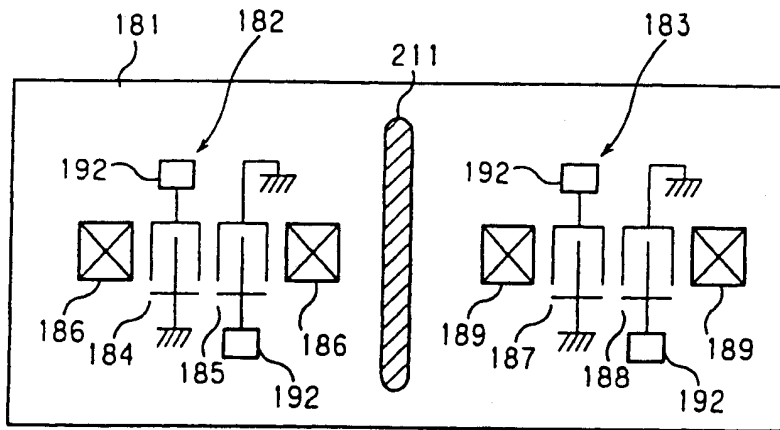


图 21

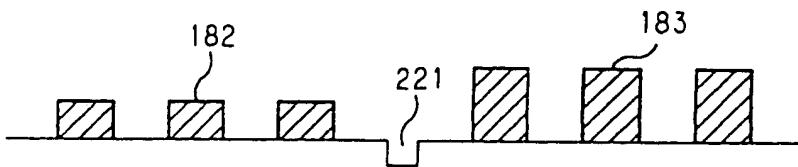


图 22

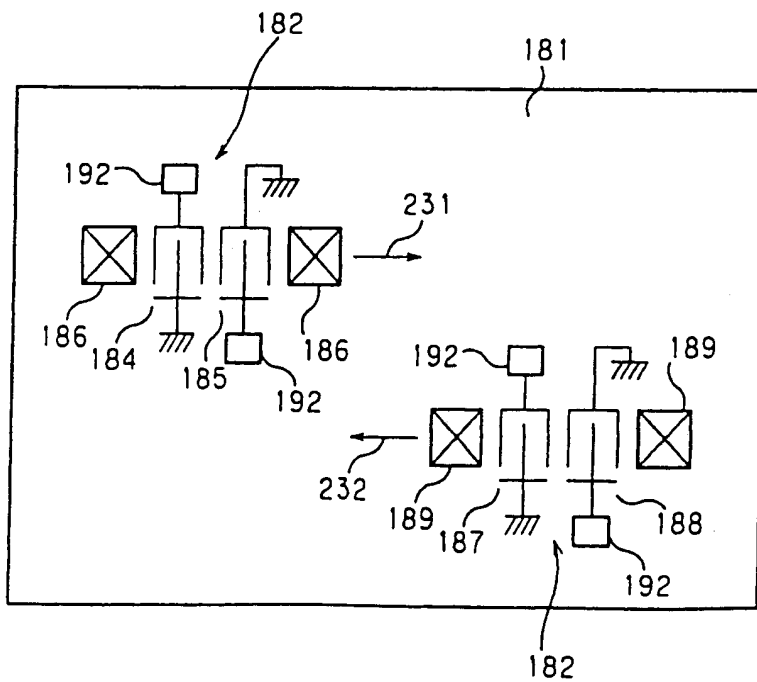


图 23

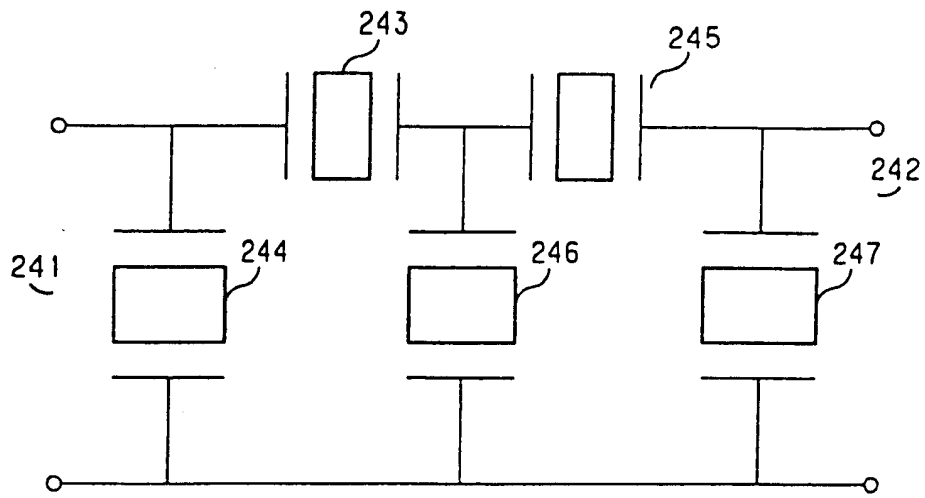


图 24

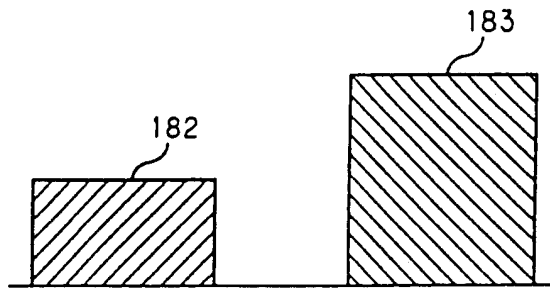


图 25

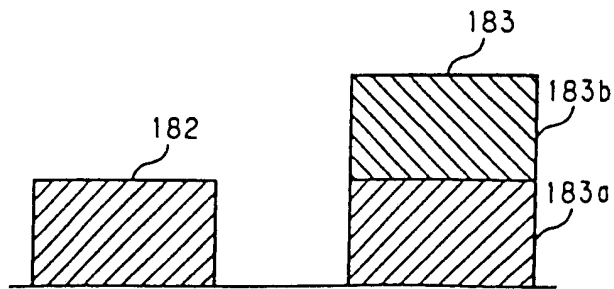


图 26

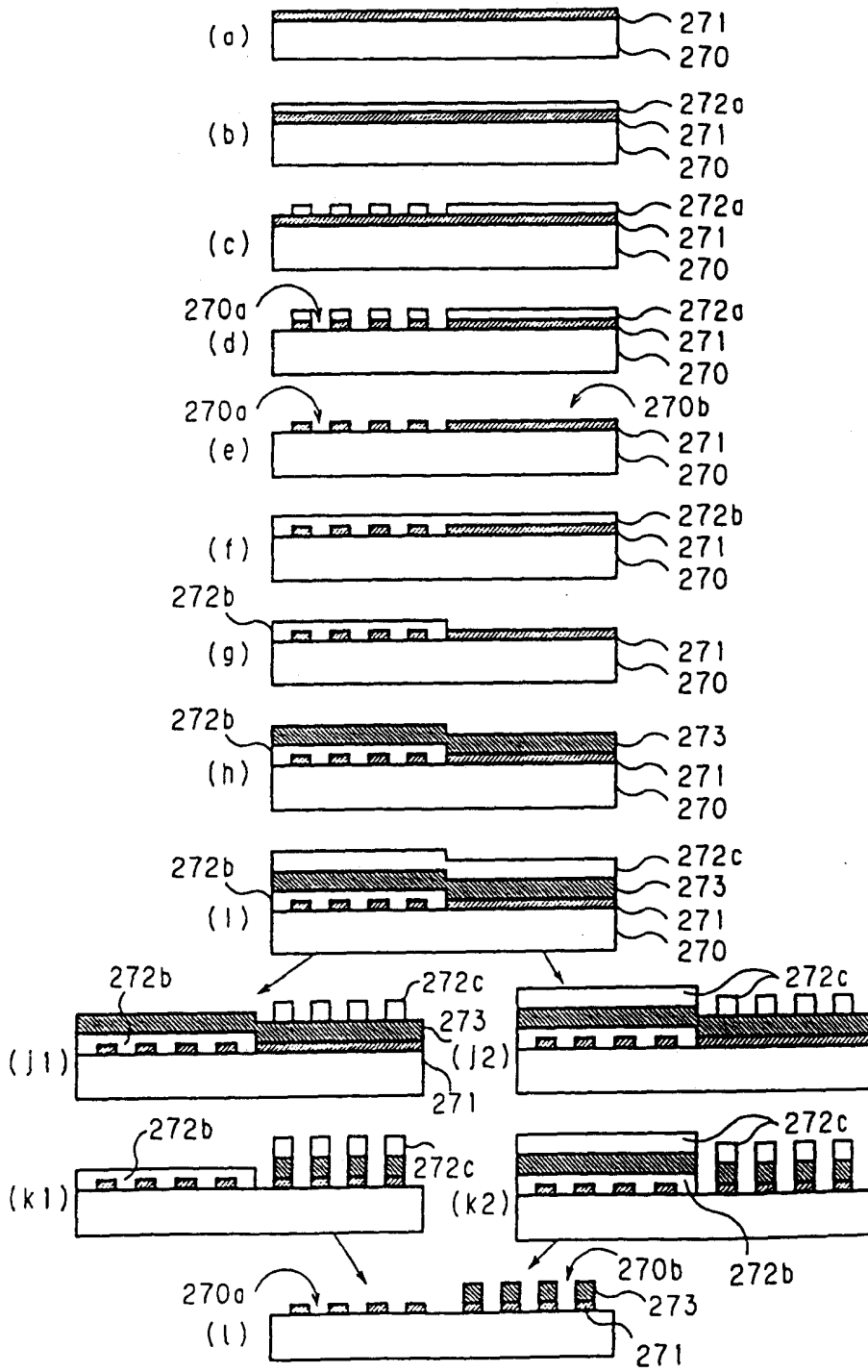


图 27

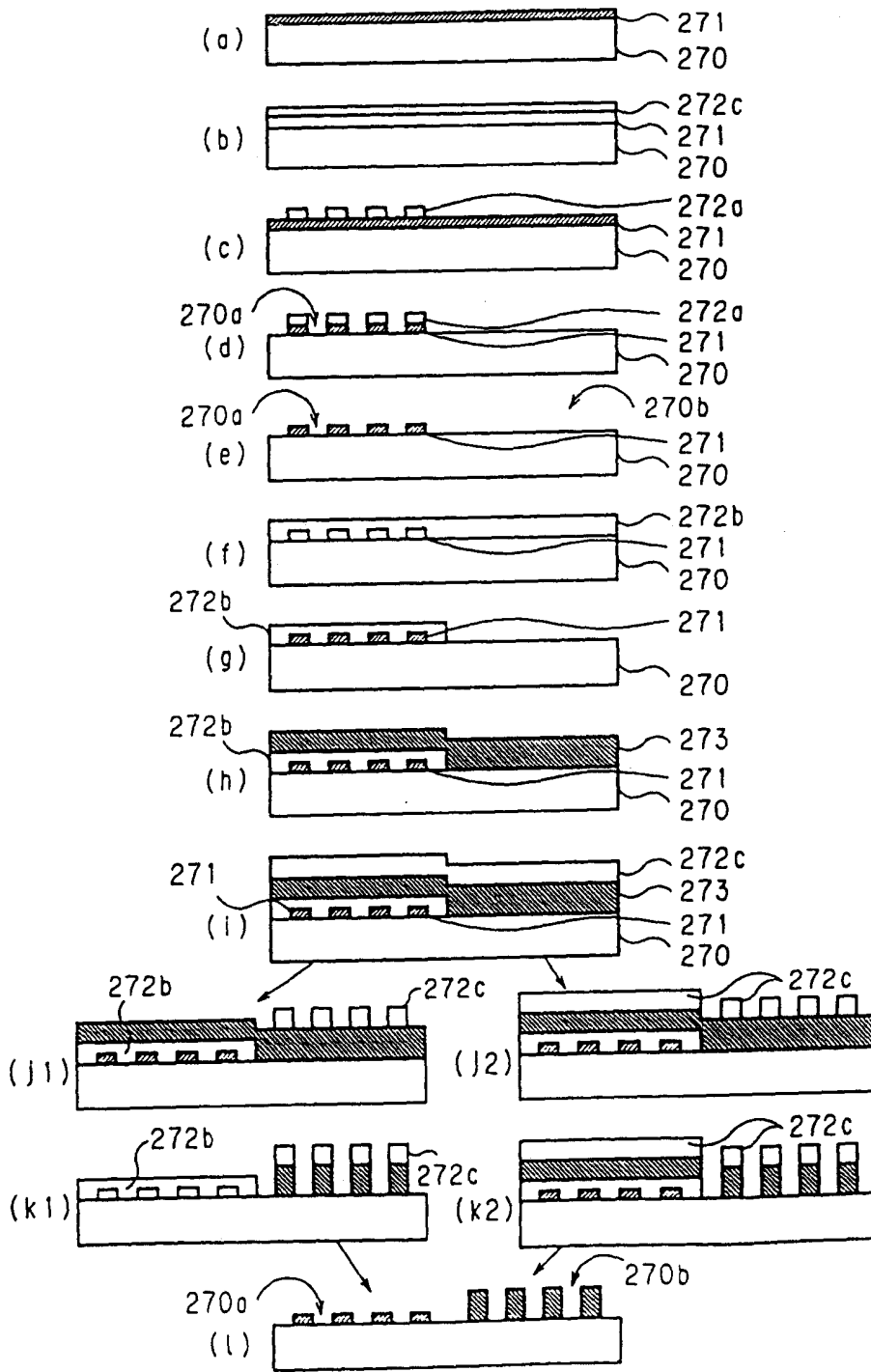


图 28

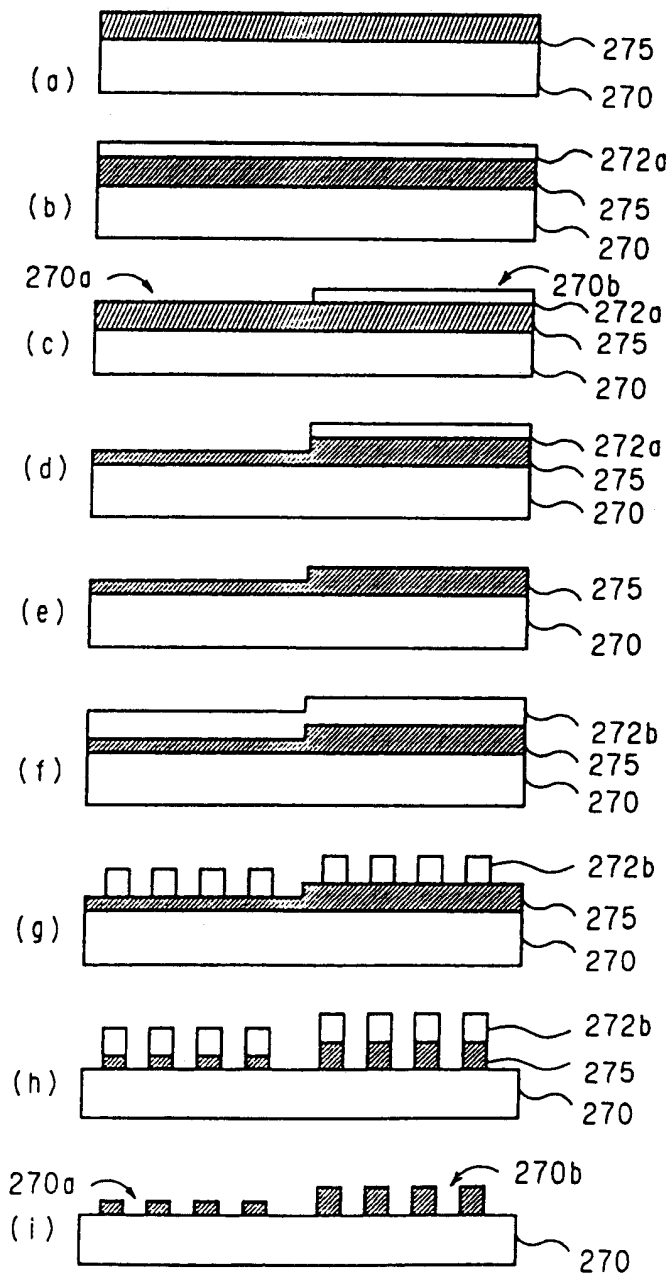


图 29

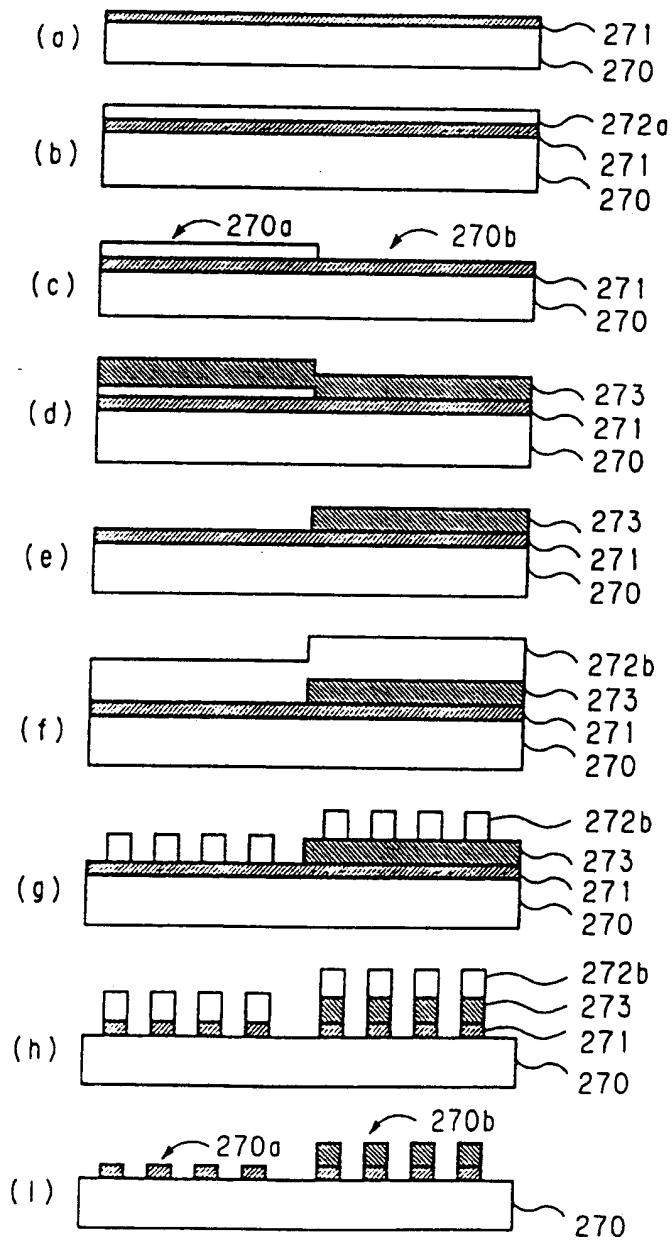


图 30

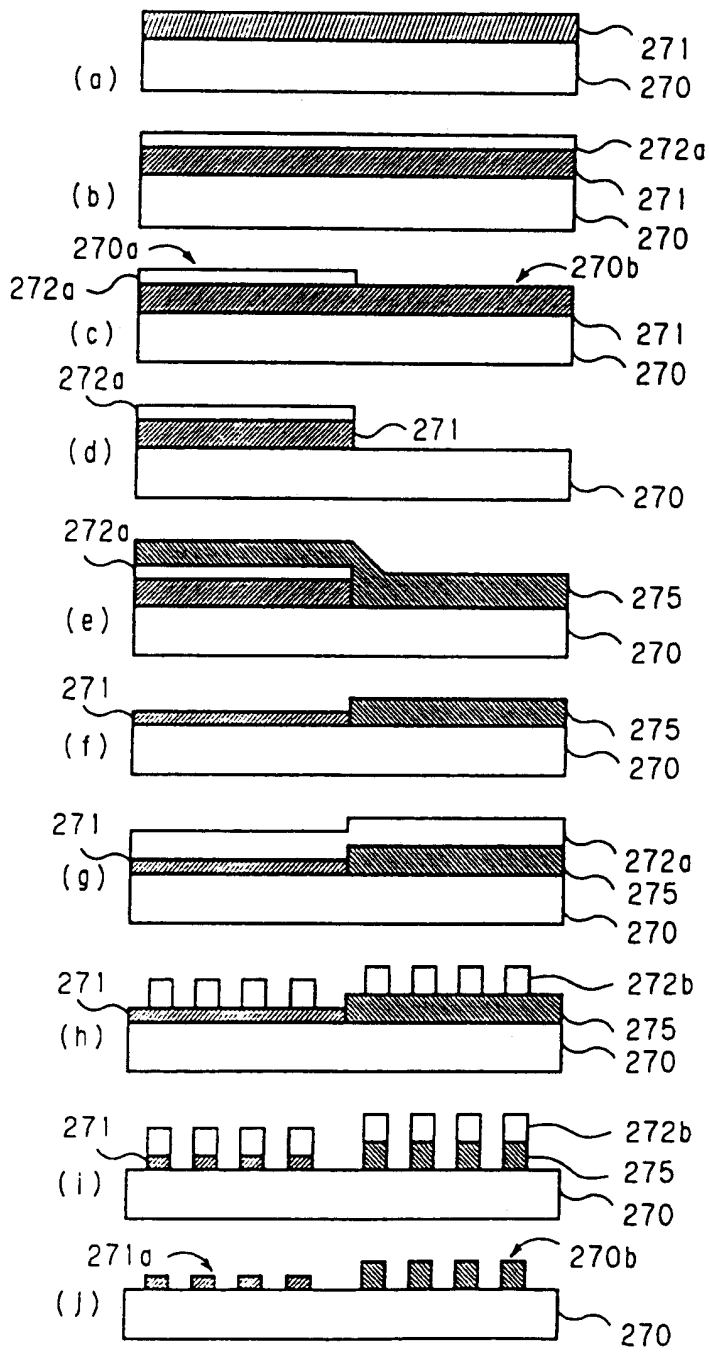


图 31

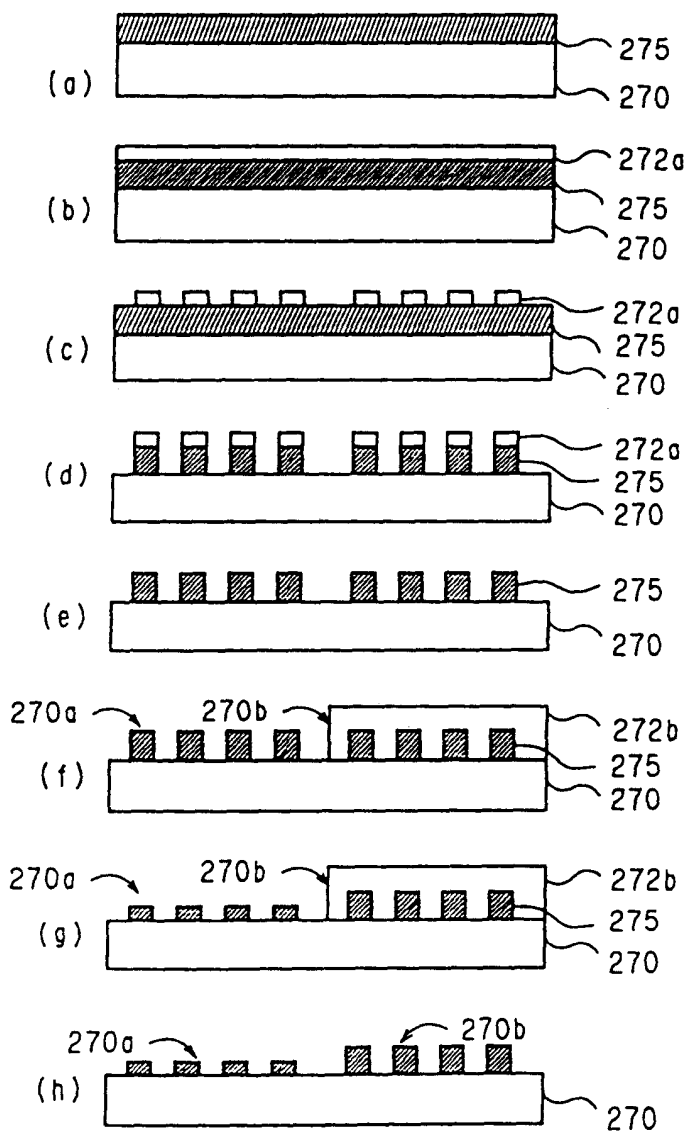


图 32

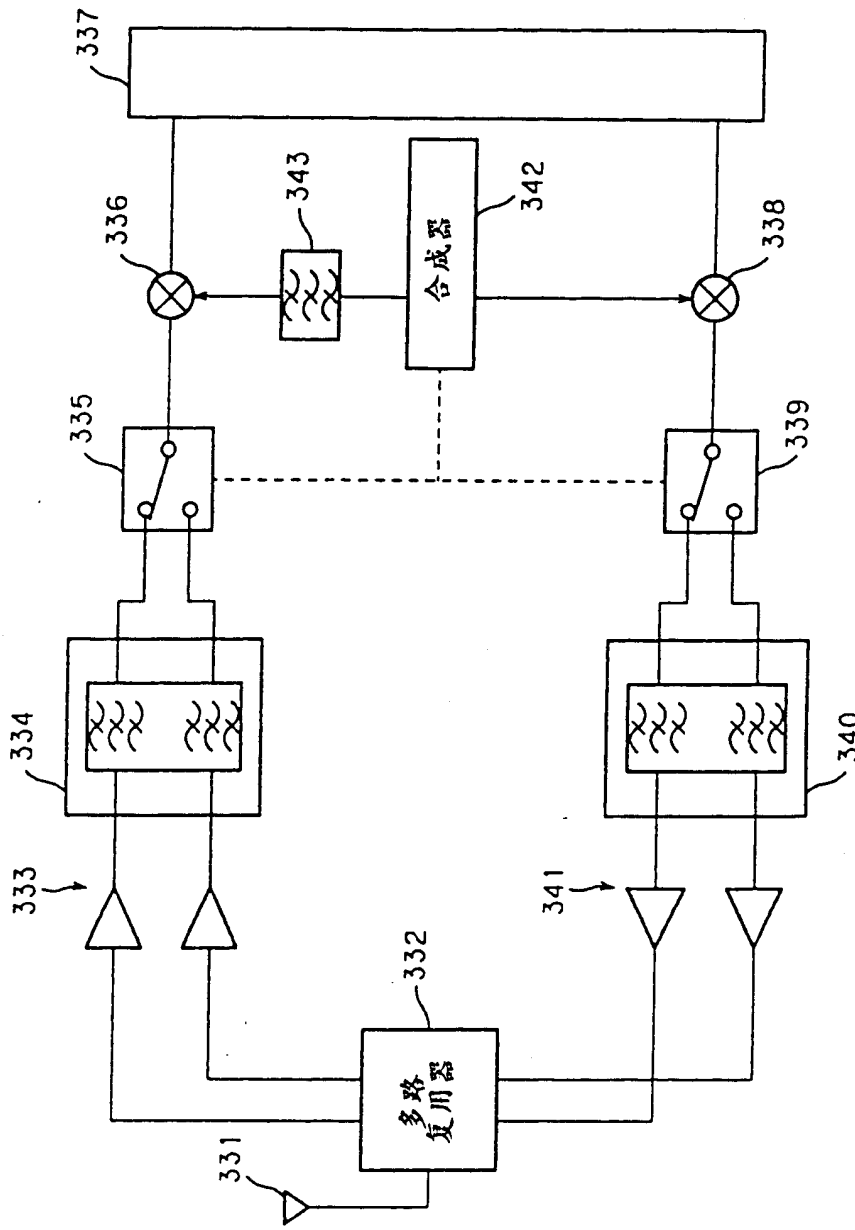


图 33

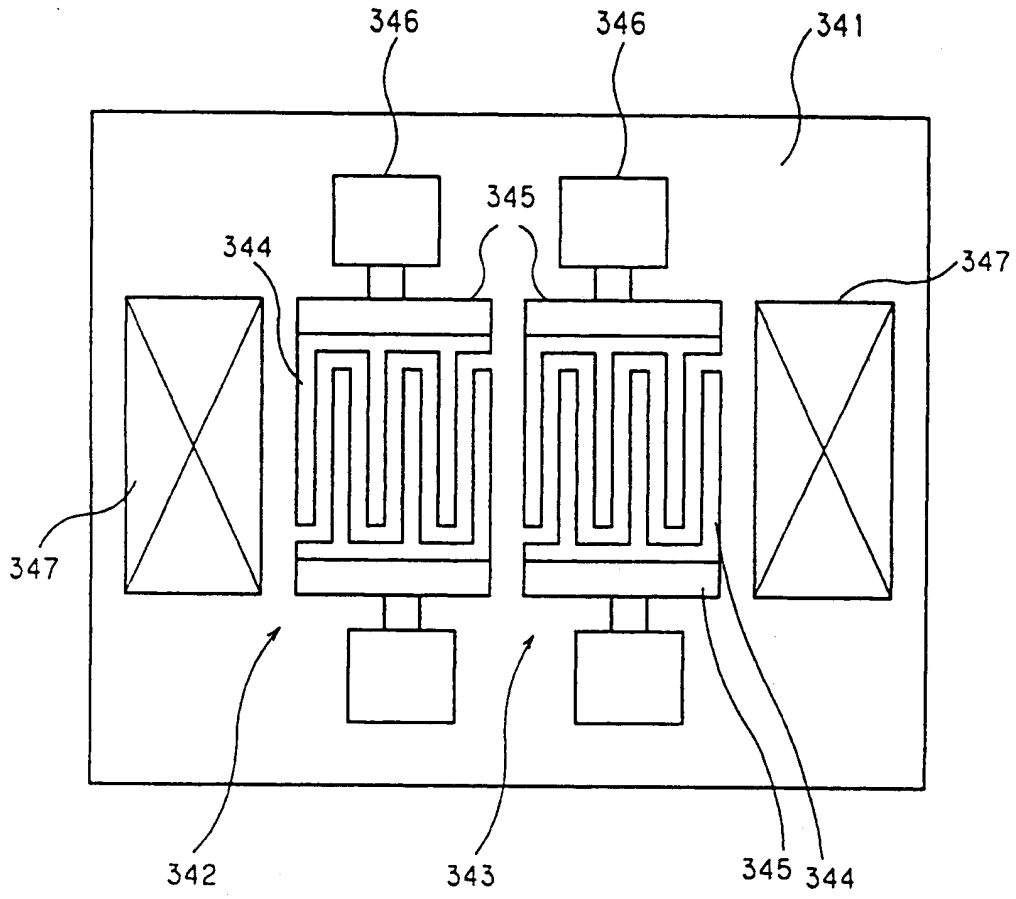


图 34