

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 41/08 (2006.01)

H01L 41/18 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510134075.X

[45] 授权公告日 2009年7月8日

[11] 授权公告号 CN 100511744C

[22] 申请日 2005.12.23

[21] 申请号 200510134075.X

[30] 优先权

[32] 2004.12.28 [33] JP [31] 2004-380988

[73] 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 岩下节也 木岛健 大桥幸司

[56] 参考文献

WO03/098714A 2003.11.27

EP1396877A2 2004.3.10

US5270298A 1993.12.14

US6555946B1 2003.4.29

审查员 夏杰

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 李香兰

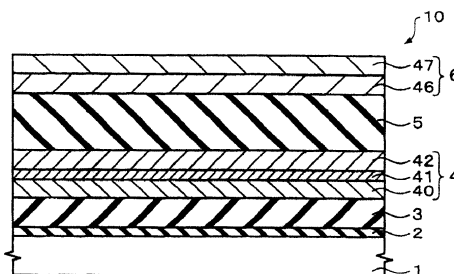
权利要求书 3 页 说明书 24 页 附图 15 页

[54] 发明名称

压电元件和压电激励器和压电泵及喷墨式记录头

[57] 摘要

一种压电元件(10)，包含：基板(1)；在基板(1)上方形成的第1导电层(4)；在第1导电层(4)上方形成的由具有钙钛矿型化合物结构的压电体构成的压电体层(5)；以及电连接在压电体层(5)上的第2导电层(6)，第1导电层(4)包含1层以上的由在(001)优先取向的镧系层状钙钛矿型化合物构成的缓冲层(41)。由此，本发明能够提供可得到良好压电特性的压电元件。



- 1、一种压电元件，其特征在于，包含：
 - 基板；
 - 在所述基板上方形成的第1导电层；
 - 在所述第1导电层的上方形成的、由具有钙钛矿结构的压电体构成的压电体层；以及
 - 与所述压电体层电连接的第2导电层，
 - 所述第1导电层包含1层以上的由在(001)优先取向的镧系层状钙钛矿型化合物构成的缓冲层，
 - 所述第1导电层包含1层以上的由电阻率比所述镧系层状钙钛矿型化合物低的导电材料构成的低电阻层，
 - 所述第1导电层包含：所述低电阻层、和在所述低电阻层上方形成的所述缓冲层。
- 2、一种压电元件，其特征在于，包含：
 - 基板；
 - 在所述基板上方形成的第1导电层；
 - 在所述第1导电层的上方形成的、由具有钙钛矿结构的压电体构成的压电体层；以及
 - 与所述压电体层电连接的第2导电层，
 - 所述第1导电层包含1层以上的由在(001)优先取向的镧系层状钙钛矿型化合物构成的缓冲层，
 - 所述第1导电层包含1层以上的由电阻率比所述镧系层状钙钛矿型化合物低的导电材料构成的低电阻层，
 - 所述第1导电层包含：
 - 所述低电阻层；
 - 在所述低电阻层上方形成的所述缓冲层；
 - 在所述缓冲层的上方形成的、由具有钙钛矿结构的导电性氧化物构成的导电性氧化层，

所述导电性氧化物在(001)优先取向。

3、根据权利要求1或者2所述的压电元件，其特征在于，所述导电材料包含金属、该金属的氧化物、以及由该金属构成的合金当中的至少1种，

所述金属是Pt, Ir, Ru, Ag, Au, Cu, Al, 和Ni中的至少1种。

4、根据权利要求2所述的压电元件，其特征在于，所述导电性氧化物包含 CaRuO_3 , SrRuO_3 , BaRuO_3 , SrVO_3 , $(\text{La}, \text{Sr})\text{MnO}_3$, $(\text{La}, \text{Sr})\text{CrO}_3$, $(\text{La}, \text{Sr})\text{CoO}_3$, 和 LaNiO_3 , 以及，由这些中的至少2种构成的固溶体当中的至少1种。

5、根据权利要求1或2所述的压电元件，其特征在于，所述压电体由通式 ABO_3 表示，

A包含Pb，

B包含Zr和Ti中的至少一种。

6、根据权利要求5所述的压电元件，其特征在于，所述B还包含Nb。

7、根据权利要求1或2所述的压电元件，其特征在于，所述压电体是菱形晶，或者，正方晶体和菱形晶的混晶，并且在(001)优先取向。

8、一种压电激励器，其特征在于，具有权利要求1~7中任意一项所述的压电元件。

9、一种压电泵，其特征在于，具有权利要求1~7中任意一项所述的压电元件。

10、一种喷墨式记录头，其特征在于，具有权利要求1~7中任意一项所述的压电元件。

11、一种喷墨式打印机，其特征在于，具有权利要求10所述的喷墨式记录头。

12、一种表面弹性波元件，其特征在于，具有权利要求1~7中任意一项所述的压电元件。

13、一种薄膜压电谐振器，其特征在于，具有权利要求1~7中任意一项所述的压电元件。

14、一种频率滤波器，其特征在于，具有权利要求12所述的表面弹性波元件和权利要求19所述的薄膜压电谐振器中的至少一方。

15、一种振荡器，其特征在于，具有权利要求 12 所述的表面弹性波元件和权利要求 19 所述的薄膜压电谐振器中的至少一方。

16、一种电子电路，其特征在于，具有权利要求 14 所述的频率滤波器和权利要求 21 所述的振荡器中的至少一方。

17、一种电子仪器，其特征在于，具有权利要求 9 所述的压电泵和权利要求 16 所述的电子电路中的至少一方。

压电元件和压电激励器和压电泵及喷墨式记录头

技术领域

本发明涉及压电元件，压电激励器，压电泵，喷墨式记录头，喷墨打印机，表面弹性波元件，薄膜压电谐振器，频率滤波器，振荡器，电子电路以及电子仪器。

背景技术

作为可以高画质高速打印的打印机，喷墨打印机是众所周知的。喷墨打印机包括具有内容积可变的空腔（cavity）的喷墨式记录头，通过边扫描该记录头边从喷嘴中喷出墨滴，进行打印。作为在这样的喷墨打印机所用的喷墨式记录头中的头激励器，以往，广泛使用以PZT（Pb（Zr，Ti）O₃）为代表的压电体层的压电元件（例如，参照特开 2001—223404 号公报）。

另外，在具有压电体层的其他装置中，由于要求提高其特性，最好能提供具有良好的压电特性的压电体层。

专利文献 1：特开 2001—223404 号公报。

发明内容

本发明的目的是提供能够得到良好的压电特性的压电元件。另外，本发明的其他目的在于提供使用上述压电元件的压电激励器，压电泵，喷墨式记录头，喷墨打印机，表面弹性波元件，薄膜压电谐振器，频率滤波器，振荡器，电子电路以及电子仪器。

本发明的第 1 实施方式中的压电元件包含：

基板；

在上述基板上方形成的第 1 导电层；

在上述第 1 导电层上方形成的由具有钙钛矿结构的压电体构成的压电体层；

在上述压电体层上电连接的第 2 导电层，

上述第 1 导电层包含一层以上由在 (001) 优先取向的镧系层状钙钛矿型化合物构成的缓冲层。

通过该压电元件能够得到良好的压电特性。其理由如下。

该压电元件具有由镧系层状钙钛矿型化合物（以下，称为“La 层状化合物”）构成的缓冲层。由于 La 层状化合物是层状结构，不依赖于构成衬底层的材料的结晶方向，能够很容易地在 (001) 优先取向。即，缓冲层中几乎没有例如，(111)，(110) 等取向的 La 层状化合物结晶混入。这样，通过 La 层状化合物的结晶大部分在 (001) 上取向，在缓冲层上方形成压电体层时，压电体层继承缓冲层的结晶取向，能够在 (001) 优先取向。由此，压电元件能够具有压电常数高，对于外加的电压，产生大的变形的压电体层。即，通过该压电元件能够得到良好的压电特性。

并且，在本发明中，所谓的“具有钙钛矿结构的压电体”包含具有钙钛矿结构的压电体，具有层状钙钛矿结构的压电体。

另外，在本发明中，所谓“优先取向”包括，100%的结晶成为所要求的取向（例如 (001) 取向）的情况和大部分结晶在要求的取向上取向（例如 90% 以上），剩余的结晶成为其他取向（例如 (111) 取向）的情况。

另外，在本发明中，所谓特定的物体（以下，称为“A”）上方形成的其他特定物体（以下，称为“B”）包含在 A 上直接形成 B 和在 A 上通过 A 上的其他物体形成的 B。另外，在本发明中，所谓在 A 上方形成 B，包括在 A 上直接形成 B 的情况和在 A 上通过 A 上的其他物体形成 B 的情况。

在本发明涉及的压电元件中，上述镧系层状钙钛矿型化合物可以包括 La_2NiO_4 ， $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7$ ， $\text{La}_4\text{Ni}_3\text{O}_{10}$ ， La_2CuO_4 以及由这些中的至少 2 种构成的固溶体中的至少 1 种。

在本发明涉及的压电元件中，上述第 1 导电层可以包含 1 层以上由电阻率比上述镧系层状钙钛矿型化合物低的导电材料构成的低电阻层。

在本发明涉及的压电元件中，上述导电材料可以包含金属，该金属的氧化物以及由该金属构成的合金中的至少 1 种，

上述金属可以是 Pt, Ir, Ru, Ag, Au, Cu, Al 以及 Ni 中的至少 1 种。

在本发明涉及的压电元件中，上述第 1 导电层可以包含：

上述低电阻层，

在上述低电阻层上方形成的上述缓冲层。

在本发明涉及的压电元件中，上述第 1 导电层包含 1 层以上由具有钙钛矿结构的导电性氧化物构成的导电性氧化层，

上述导电性氧化物，可以在 (001) 优先取向。

在本发明涉及的压电元件中，上述第 1 导电层可以包含上述缓冲层，在上述缓冲层上方形成的上述导电性氧化层。

在本发明涉及的压电元件中，上述第 1 导电层可以包含：

上述低电阻层；

在上述低电阻层上方形成的上述缓冲层；以及

在上述缓冲层上方形成的由具有钙钛矿结构的导电性氧化物构成的导电性氧化层，

上述导电性氧化物，可以在 (001) 优先取向。

在本发明涉及的压电元件中，上述导电性氧化物可以包含 CaRuO_3 ， SrRuO_3 ， BaRuO_3 ， SrVO_3 ， $(\text{La}, \text{Sr})\text{MnO}_3$ ， $(\text{La}, \text{Sr})\text{CrO}_3$ ， $(\text{La}, \text{Sr})\text{CoO}_3$ 和 LaNiO_3 ，以及，由这些中的至少 2 种构成的固溶体中的至少 1 种。

在本发明涉及的压电元件中，上述压电体由通式 ABO_3 表示，

A 可以包含 Pb，

B 可以包含 Zr 和 Ti 中的至少一种。

在本发明涉及的压电元件中，上述 B 还可以包含 Nb。

在本发明涉及的压电元件中，上述压电体可以是菱形晶或者正方晶体和菱形晶的混晶，并且在 (001) 优先取向。

本发明第 2 实施方式涉及的压电元件包含：

基板，

在上述基板上方形成的第 1 导电层，

在上述第 1 导电层上方形成的，由具有钙钛矿结构的压电体层，

与上述压电体层电连接的第 2 导电层，

上述第 1 导电层包括：

由具有钙钛矿结构的导电性氧化物构成的 1 层以上的导电性氧化层，

由电阻率比上述导电性氧化物低的导电材料构成的 1 层以上低电阻层，

上述导电性氧化物在 (001) 优先取向。

本发明涉及的压电激励器具有上述压电元件。

本发明涉及的压电泵具有上述压电元件。

本发明涉及的喷墨式记录头具有上述压电元件。

本发明涉及的喷墨打印机具有上述喷墨式记录头。

本发明涉及的表面弹性波元件具有上述压电元件。

本发明涉及的薄膜压电谐振器具有上述压电元件。

本发明涉及的频率滤波器具有上述表面弹性波元件和上述薄膜压电谐振器中的至少一种。

本发明涉及的振荡器具有上述表面弹性波元件和上述薄膜压电谐振器中的至少一种。

本发明涉及的电子电路具有上述频率滤波器和上述振荡器中的至少一种。

本发明涉及的电子仪器具有上述压电泵和上述电子电路中的至少一种。

附图说明：

图 1 是示意性表示第 1 实施方式中的压电元件的剖面图。

图 2 是示意性表示第 1 实施方式中的压电元件变形例的一个例子的剖面图。

图 3 是示意性表示第 1 实施方式中的压电元件变形例的一个例子的剖面图。

图 4 是示意性表示第 1 实施方式中的压电元件变形例的一个例子的剖面图。

图 5 是示意性表示第 1 实施方式中的压电元件变形例的一个例子的剖面图。

图 6 是示意性表示第 1 实施方式中的压电元件变形例的一个例子的剖面图。

图 7 是示意性表示第 1 实施方式中的压电元件变形例的一个例子的剖面图。

图 8 是示意性表示第 1 实施方式中的压电元件变形例的一个例子的剖面图。

图 9 是第 2 实施方式的喷墨式记录头的概略构成图。

图 10 是第 2 实施方式中的喷墨式记录头的分解立体图。

图 11 是用于说明喷墨式记录头动作的图。

图 12 是用于说明喷墨式记录头动作的图。

图 13 是第 3 实施方式中的喷墨打印机的概略构成图。

图 14 是第 4 实施方式中压电泵的概略剖面图。

图 15 是第 4 实施方式中的压电泵的概略剖面图。

图 16 是表示第 5 实施方式中表面弹性波元件的侧剖面图。

图 17 是表示第 6 实施方式中频率滤波器的立体图。

图 18 是第 7 实施方式中振荡器的立体图。

图 19 是表示将第 7 实施方式中的振荡器应用于 VCISO 的一个例子的概略图。

图 20 是表示将第 7 实施方式中的振荡器应用于 VCISO 的一个的例子概略图。

图 21 是表示将第 7 实施方式中的振荡器应用于 VCISO 的一个的例子概略图。

图 22 是表示 PLL 电路基本构成的框图。

图 23 是表示第 8 实施方式中的电子电路构成的框图。

图 24 是表示第 9 实施方式中的薄膜压电谐振器的侧剖面图。

图 25 是表示第 9 实施方式中的薄膜压电谐振器的侧剖面图。

图中：1—基板，2—阻挡层，3—硬质层，4—第 1 导电层，5—压电体层，6—第 2 导电层，10—压电元件，11—基板，14—第 1 导电层，15—压电体层，16—第 2 导电层，17—保护层，18—基体，20—压电泵，21—基体，22—压电部，23—泵室，24—振动板，30—表面弹性波元件，40—低电阻层，41—缓冲层，42—导电性氧化层，46—第 2 导电性氧化层，47—第 2 低电阻层，50—喷墨式记录头，51—喷嘴板，52—墨室基板，54

一压电部, 55—弹性层, 56—基体, 57—头主体, 58—墨滴, 60—框体, 61—基板, 63—振荡器, 64—基体, 66—配线, 67—导线, 70—输入端子, 71—相位比较器, 72—低通滤波器, 73—增幅器, 80—送话部, 82—发送信号处理电路, 82—发送混合器, 83—发送滤波器, 84—发送电力增幅器, 85—接受发送分波器, 86—天线部, 87—低杂音增幅器, 88—接收滤波器, 89—接收混合器, 90—接收信号处理电路, 91—受话部, 9—频率合成器, 93—控制电路, 94—输入部, 95—显示部, 140—基体, 141—IDT 电极, 142—IDT 电极, 143—吸音部, 144—吸音部, 145—高频信号源, 150—基体, 151—IDT 电极, 152—IDT 电极, 153—IDT 电极, 154—高频信号源, 300—电子仪器, 310—电子电路, 511—喷嘴, 521—墨室 (ink cavity), 522—侧壁, 523—贮存室, 524—供给口, 531—通孔, 600—喷墨打印机, 620—装置主体, 621—送纸器, 622—排出口, 630—头部件, 631—墨盒, 632—字车, 640—打印装置, 641—字车电动机, 642—往复运动机构, 643—字车导向轴, 644—齿形带, 650—给纸装置, 651—给纸电动机, 652—走纸辊, 660—控制部, 670—操作面板, 700—第 1 薄膜压电谐振器, 701—基板, 702—通孔, 703—弹性层, 704—第 1 导电层, 705—压电体层, 706—第 2 导电层, 708—配线, 709—电极, 710—衬垫, 800—第 2 薄膜压电谐振器, 801—基板, 802—气隙, 803—弹性层, 804—第 1 导电层, 805—压电体层, 806—第 2 导电层。

具体实施方式

以下, 参照附图, 对适用于本发明的实施方式进行说明。

1. 第 1 实施方式

1-1. 首先, 对第 1 实施方式中的压电元件 10 进行说明。

图 1 是表示压电元件 10 的剖面图。压电元件 10 包含: 基板 1, 在基板 1 上形成的阻挡层 2, 在阻挡层 2 上形成的硬质层 3, 在硬质层 3 上形成的第 1 导电层 4, 在第 1 导电层 4 上形成的压电体层 5 和在压电体层 5 上形成的第 2 导电层 6。

作为基板 1 可以采用例如 (110) 取向的硅基板等。作为阻挡层 2 可以采用例如氧化硅层等。阻挡层 2 在例如, 为了形成喷墨式记录头 50 (图

9 参照) 的墨室 521, 在从背面侧蚀刻基板 1 的工序中, 起到阻挡蚀刻的作用。另外, 阻挡层 2 和硬质层 3, 在喷墨式记录头 50 中, 起作为弹性层 55 的作用。硬质层 3 可以采用例如氧化钇稳定氧化锆, 氧化铈, 氧化锆等。

第 1 导电层 4 包含低电阻层 40, 在低电阻层 40 上形成的缓冲层 41, 和在缓冲层 41 上形成的导电性氧化层 42。第 1 导电层 4 是用于在压电体层 5 外加电压的一个电极。第 1 导电层 4, 可以形成例如, 和压电体层 5 相同的平面形状。

低电阻层 40 由电阻率比 La 层状化合物低的导电材料构成的。该导电材料, 可以包含例如, 金属, 该金属的氧化物, 以及由该金属构成的合金中的至少 1 种。其中, 作为金属, 可以采用例如, Pt, Ir, Ru, Ag, Au, Cu, Al 和 Ni 中的至少 1 种。作为金属的氧化物, 可以举出例如, IrO_2 , RuO_2 等。作为由金属构成的合金, 可以举出例如, Pt-Ir, Ir-Al, Ir-Ti, Pt-Ir-Al, Pt-Ir-Ti, Pt-Ir-Al-Ti 等。本实施方式中, 不只局限于该导电材料的结晶取向, 也可以在例如, (111) 取向。低电阻层 40 的膜厚可以为例如 50nm~150nm 程度。

缓冲层 41 可以由在 (001) 优先取向镧系层状钙钛矿型化合物 (La 层状化合物) 构成。La 层状化合物可以包含例如, La_2NiO_4 , $\text{La}_3\text{Ni}_2\text{O}_7$, $\text{La}_4\text{Ni}_3\text{O}_{10}$ 和 La_2CuO_4 , 以及, 这些中的至少 2 种构成的固溶体中的至少 1 种。La 层状化合物的 A 位置最好被 Pb 置换。由此, 能够降低结晶温度。这在由溶胶凝缴法形成缓冲层 41 时是特别有效的。被 Pb 置换的量, 如果考虑缓冲层 41 的导电性, 可以为例如, 10at% 以下。缓冲层 41 的膜厚可以为例如 10nm~50nm 程度。

导电性氧化层 42 是由具有钙钛矿结构的导电性氧化物构成的。导电性氧化物在 (001) 优先取向。并且, 导电性氧化物的面内方向的结晶取向是随机的。导电性氧化物可以包含例如 CaRuO_3 , SrRuO_3 , BaRuO_3 , SrVO_3 , (La, Sr) MnO_3 , (La, Sr) CrO_3 , (La, Sr) CoO_3 , 和 LaNiO_3 , 以及, 这些中的至少 2 种构成的固溶体中的至少 1 种。特别是, 由于 LaNiO_3 易于在 (001) 自己取向令人满意。其中, LaNiO_3 的 A 位置最好被 Pb 置换。由此, 能够降低结晶温度。这在由溶胶凝缴法形成导电性氧化层 42 是特别有效的。另外, 通过 A 位置被 Pb 置换, 能够使导电性氧化物的晶

格常数，接近构成压电体层 5 的压电体的晶格常数。即，能够降低导电性氧化层 42 和压电体层 5 的晶格失配。A 位置被 Pb 置换的量，如果考虑导电性氧化层 42 的导电性，可以为例如，10% 以下。导电性氧化层 42 膜厚，可以为例如 0nm~140nm 程度。

压电体层 5 是由具有钙钛矿结构的压电体构成的。构成压电体层 5 的压电体最后是菱形晶，或者，正方晶体和菱形晶的混晶，并且 (001) 优先取向。这样的压电体构成的压电体层 5 具有高的压电常数。

该压电体可以用例如通式 ABO_3 表示。其中，A 可以包含 Pb，B 可以包含 Zr 和 Ti 中的至少一种。此外，B 还可以包含 V，Nb 和 Ta 中的至少一种。此时，该压电体，可以 Si 和 Ge 中的至少一种。更具体的说，压电体包含，例如，锆酸钛酸铅 ($Pb(Zr, Ti)O_3$)，铌酸锆酸钛酸铅 ($Pb(Zr, Ti, Nb)O_3$)，钛酸铅镧 ($(Pb, La)TiO_3$)，锆酸钛酸铅镧 ($(Pb, La)ZrTiO_3$)，镁铌酸钛酸铅 ($Pb(Mg, Nb)TiO_3$)，镁铌酸锆酸钛酸铅 ($Pb(Mg, Nb)(Zr, Ti)O_3$)，锌铌酸钛酸铅 ($Pb(Zn, Nb)TiO_3$)，钪铌酸钛酸铅 ($Pb(Sc, Nb)TiO_3$) 和镍铌酸钛酸铅 ($Pb(Ni, Nb)TiO_3$) 中的至少一种。铌酸锆酸钛酸铅 ($Pb(Zr, Ti, Nb)O_3$)，为例如，锆酸钛酸铅 ($Pb(Zr_xTi_y)O_3(x+y=1)$) 的 B 位置处的 Zr 的一部分由 Nb 置换的物质，可以由 $Pb(Zr_x - zNb_zTi_y)O_3$ 表示。其中，B 位置的组成比最好为

$$0.4 \leq x \leq 0.6$$

$$0.6 \geq y \geq 0.4$$

$$0 < z \leq 0.3$$

如果 x, y, z 在上述范围内，x, y, z 成为压电体层 5 的结晶结构的相界 (MPB: Morphotropic Phase Boundary) 的值，或者 MPB 附近的值。所谓相界是指菱形晶和正方晶体相转变的界限。压电常数 (d_{31}) 在相界附近取极大值。因此，如果 x, y, z 在上述范围内，就可以容易控制压电体层 5 为菱形晶，或者正方晶体和菱形晶的混晶，能够表现出高的压电特性。

另外，压电体可以包含，例如， $(Ba_{1-x}Sr_x)TiO_3$ ($0 \leq x \leq 0.3$)， $Bi_4Ti_3O_{12}$ ， $SrBi_2Ta_2O_9$ ， $LiNbO_3$ ， $LiTaO_3$ 和 $KNbO_3$ 中的至少 1 种。另外，压电体层 5 的膜厚可以为例如 400nm~5000nm 程度。

第2导电层6包含,其他导电性氧化层(以下,称为“第2导电性氧化层”)46和在第2导电性氧化层46上形成的其他低电阻层(以下,称为“第2低电阻层”)47。第2导电层6是用于对压电体层5外加电压的另一个电极。通过第2导电层6包含第2导电性氧化层46和第2低电阻层47,可以将第2导电层6和第1导电层4,设为关于压电体层5大致对称。即,可以使压电元件10的对称性变好。并且,第2导电层6可以由第2导电性氧化层46或者第2低电阻层47中任意一个构成。第2导电层6可以形成例如,与压电体层5相同的平面形状。

第2导电性氧化层46可以由例如,具有钙钛矿结构的导电性氧化物(以下,称为“第2导电性氧化物”)构成。作为第2导电性氧化物,可以采用例如,构成上述的导电性氧化层42的导电性氧化物。第2导电性氧化层46的膜厚可以为例如0nm~200nm程度。

第2低电阻层47可以由例如,电阻率比第2导电性氧化物低的导电材料构成。作为该导电材料可以采用例如,构成上述低电阻层40的导电材料。第2低电阻层47的膜厚可以为例如0nm~200nm程度。

1—2.接着,参照图1,对本实施方式中的压电元件10的制造方法进行说明。

首先,准备(110)取向的硅基板作为基板1。

接着,在基板1上形成阻挡层2。阻挡层2可以通过例如,热氧化法,CVD法等形成。

接着,在阻挡层2上形成硬质层3。硬质层3可以通过例如CVD法,溅射法,蒸镀法等形成。

接着,在硬质层3上形成低电阻层40。如上所述,在本实施方式中,由于构成低电阻层40的导电材料的结晶取向没有特别的限定,可以适当地选择低电阻层40的制造条件和制造方法。例如,低电阻层40可以通过溅射法,真空蒸镀法等形成。另外,进行低电阻层40形成时的温度,可以为例如,室温~600℃程度。

接着,在低电阻层40上形成缓冲层41。缓冲层41可以通过例如溅射法,溶胶凝缴法,CVD法,激光烧蚀法,分子束外延法等形成。进行缓冲层41形成时的温度可以为例如,250℃~500℃程度。

接着，在缓冲层 41 上形成导电性氧化层 42。导电性氧化层 42 可以通过例如溅射法，溶胶凝缴法等形式形成。通过以上工序，形成第 1 导电层 4。

接着，在导电性氧化层 42 上形成压电体层 5。压电体层 5 可以由例如溅射法，溶胶凝缴法等形式形成。

接着，在压电体层 5 上形成第 2 导电性氧化层 46。第 2 导电性氧化层 46 可以通过例如溅射法，溶胶凝缴法等形式形成。

接着，在第 2 导电性氧化层 46 上形成第 2 低电阻层 47。第 2 低电阻层 47 可以通过例如溅射法，真空蒸镀法等形式形成。通过以上工序形成第 2 导电层 6。

通过以上工序可以制造本实施方式中的压电元件 10。

1-3. 通过本实施方式中的压电元件 10，能够得到良好的压电特性。其理由如下。

本实施方式中的压电元件 10 具有由 La 层状化合物构成的缓冲层 41。由于 La 层状化合物是层状结构，可以不依赖与构成衬底的低电阻层 40 的导电材料的结晶方位，容易在 (001) 优先取向。即，缓冲层 41 中几乎没有例如，(111)，(110) 等取向的 La 层状化合物的结晶的混入。这样，通过 La 层状化合物结晶的大部分在 (001) 上取向，在缓冲层 41 上形成导电性氧化层 42 时，导电性氧化层 42，可以继承缓冲层 41 的结晶取向，在 (001) 优先取向。并且，在导电性氧化层 42 上形成压电体层 5 时，压电体层 5 可以继承导电性氧化层 42 的结晶取向，在 (001) 优先取向。由此，压电元件 10 可以具有压电常数高，对外加电压形成大的变形的压电体层 5。即，通过本实施方式中的压电元件 10，能够得到良好的压电特性。

另外，如上所述，导电性氧化层 42 最好由易于在 (001) 上自己取向的 LaNiO_3 构成。但是，例如，作为导电性氧化层 42 的衬底，不形成缓冲层 41 时，通过 LaNiO_3 的制造条件和制造方法，在导电性氧化层 42 中有时会混入 (110) 等上取向的 LaNiO_3 结晶。与此相对，通过本实施方式中的压电元件 10 的制造方法，如上所述，由于将 La 层状化合物构成的缓冲层 41 作为衬底，形成导电性氧化层 42， LaNiO_3 能够更可靠地在 (001) 上自己取向。由此，在由 LaNiO_3 构成的导电性氧化层 42 上形成压电体层 5 时，构成压电体层 5 的结晶更多，可以继承导电性氧化层 42 的结晶取向，

在(001)上取向。

另外,在本实施方式中的压电元件10中,在导电性氧化层42上形成压电体层5形成。即,根据压电体层5的材质种类,可以适当地选择导电性氧化层42的材质。由此,可以使例如,构成压电体层5的压电体的晶格常数和构成导电性氧化层42的导电性氧化物的晶格常数大致相同。即,可以降低压电体层5和导电性氧化层42晶格失配。其结果,可以降低施加在压电体层5上的应力。

另外,在本实施方式中的压电元件10中,第1导电层4具有低电阻层40。低电阻层40,由电阻率比La层状化合物低导电材料构成。由此,比较例如第1导电层4没有低电阻层40时和第1导电层4具有低电阻层40时,将第1导电层4作为同样形状的情况,第1导电层4具有低电阻层40时(即,本实施方式的情况),第1导电层4整体的电阻小。因此,通过本实施方式中的压电元件10,能够得到良好的压电特性。

1-4. 接着,参照附图,对本实施方式中的压电元件10的变形例进行说明。并且,对与上述图1所示的压电元件10的不同点进行说明,省略了相同点的说明。图2~图6是分别示意性表示压电元件10的变形例的一个例子的剖面图。

例如,如图2所示,第1导电层4可以没有导电性氧化层42。即,第1导电层4可以由低电阻层40和缓冲层41构成。此时,在缓冲层41上形成压电体层5时,压电体层5可以继承缓冲层41的结晶取向,在(001)优先取向。

另外,例如,如图2所示,第2导电层6可以只由第2低电阻层47构成。另外,例如,图中没有表示,第2导电层6也可以只由第2导电性氧化层46构成。在这些情况下,第2导电层6和第1导电层4,可以关于压电体层5大致对称。

另外,例如,如图3所示,第1导电层4可以没有低电阻层40。即,第1导电层4由缓冲层41和导电性氧化层42构成。

另外,例如,如图4所示,第1导电层4可以没有低电阻层40和导电性氧化层42。即,第1导电层4可以只由缓冲层41构成。

另外，例如，如图 5 所示，第 1 导电层 4 可以由 2 层缓冲层 41 和被它们夹着的低电阻层 40 构成。另外，例如，图中没有表示，第 1 导电层 4 也可以由 2 层缓冲层 41 和被它们夹着的导电性氧化层 42 构成。

另外，例如，如图 6 所示，第 1 导电层 4 可以包含缓冲层 41，在缓冲层 41 上形成的导电性氧化层 42 和在导电性氧化层 42 上形成的低电阻层 40。此时，在导电性氧化层 42 上形成低电阻层 40 时，低电阻层 40 可以继承导电性氧化层 42 的结晶取向，在 (001) 优先取向。进行低电阻层 40 形成时的温度可以为例如， $600^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ 程度。并且，在低电阻层 40 上形成压电体层 5 时，压电体层 5 可以继承低电阻层 40 的结晶取向，在 (001) 优先取向。

另外，例如，如图 7 所示，第 1 导电层 4 可以包含缓冲层 41 和在缓冲层 41 上形成的低电阻层 40。

另外，例如，如图 8 所示，第 1 导电层 4 可以包含低电阻层 40 和在低电阻层 40 上形成的导电性氧化层 42。此时，在导电性氧化层 42 上形成压电体层 5 时，压电体层 5 可以继承导电性氧化层 42 的结晶取向，在 (001) 优先取向。导电性氧化层 42 可以由易于在 (001) 上自己取向的导电性氧化物（例如， LaNiO_3 等）构成。

另外，例如，图中没有表示，第 1 导电层 4 可以包含导电性氧化层 42 和在导电性氧化层 42 上形成的低电阻层 40。此时，在导电性氧化层 42 上形成低电阻层 40 时，低电阻层 40 可以继承导电性氧化层 42 的结晶取向，在 (001) 优先取向。导电性氧化层 42 可以由易于在 (001) 上自己取向的导电性氧化物（例如， LaNiO_3 等）构成。并且，在低电阻层 40 上形成压电体层 5 时，压电体层 5 可以继承低电阻层 40 的结晶取向，在 (001) 优先取向。

并且，上述变形例只是一个例子，不局限于这些，例如，各层的层叠顺序，层数等可以适当地改变。

2. 第 2 实施方式

2-1. 接着，对具有第 1 实施方式中的压电元件 10 的喷墨式记录头的一个实施方式进行说明。图 9 是表示本实施方式中的喷墨式记录头的概略构成的侧剖面图，图 10 是该喷墨式记录头的分解立体图。并且，图 10

是与通常使用的状态下相反表示的。

喷墨式记录头（以下，称为“头”）50 包含如图 9 所示，头主体 57 和设置在头主体 57 上的压电部 54。并且，如图 9 所示的压电部 54 相当于图 1 所示的压电元件 10 中的第 1 导电层 4，压电体层 5 和第 2 导电层 6。本实施方式中的喷墨式记录头中，压电元件 10 可以起到作为压电激励器的作用。所谓压电激励器是具有推动物体功能的元件。

另外，图 1 所示的压电元件 10 中的阻挡层 2 和硬质层 3 相当于图 9 中的弹性层 55。基板 1（参照图 1）成为构成头主体 57 的主要部分的物体。

即，头 50 的构成如图 10 所示，包含喷嘴板 51，墨室基板 52，弹性层 55 和连接在弹性层 55 上的压电部（振动源）54，它们放在基体 56 中。并且，该头 50 构成按需型的压电喷墨式头。

喷嘴板 51 是由例如不锈钢制的轧制板等构成的，并形成一系列用于喷出墨滴的多个喷嘴 511。这些喷嘴 511 间的间距根据打印精度适当地设定。

墨室基板 52 被粘着（固定）在喷嘴板 51。墨室基板 52 通过基板 1（参照图 1）形成的。墨室基板 52 是由喷嘴板 51，侧壁（隔壁）522，和弹性层 55 划分形成多个空腔（墨室）521，贮存室 523，供给口 524 的。贮存室 523 暂时贮存由墨盒 631（图 13 参照）供给的墨水。由供给口 524，从贮存室 523 向各空腔 521 供给墨水。

空腔 521 如图 9 和图 10 所示，对应各喷嘴 511 进行配设。空腔 521 通过弹性层 55 的振动使得各自的容积可变。空腔 521 以通过该容积变化喷出墨水的方式构成。

作为用于得到墨室基板 52 的母材，即基板 1（参照图 1）采用（110）取向的硅单晶基板。由于该（110）取向的硅单晶基板适用于异向性蚀刻法，能够容易且可靠地形成墨室基板 52。

在与墨室基板 52 的喷嘴板 51 相反侧配设弹性层 55。

并且，在与弹性层 55 的墨室基板 52 相反侧设置多个压电部 54。在弹性层 55 的规定位置，如图 10 所示，形成贯通弹性层 55 的厚度方向的通孔 531。通过通孔 531，从墨盒 631 向贮存室 523 供给墨水。

各压电部 54 电气以连接在后面所述的压电元件驱动电路上，根据压电元件驱动电路的信号，进行动作（振动，变形）的方式构成。即，各压

电部 54 起到作为各自振动源（头激励器）的功能。弹性层 55 通过压电部 54 的振动（弯曲），振动（弯曲），起到瞬间提高空腔 521 的内部压力的功能。

基体 56 由例如各种树脂材料，各种金属材料等形成。如图 10 所示，墨室基板 52 被固定、支撑在该基体 56 上。

2—2. 接着，对本实施方式中的喷墨式记录头 50 的动作进行说明。本实施方式中的头 50，在没有通过压电元件驱动电路，输入规定的喷出信号状态，即，压电部 54 的第 1 导电层 4 和第 2 导电层 6 之间的没有外加电压的状态下，如图 11 所示，在压电体层 5 上不产生变形。因此，弹性层 55 不产生，空腔 521 也不产生容积变化。因此，不会从喷嘴 511 喷出墨滴。

另一方面，在通过压电元件驱动电路，输入规定的喷出信号的状态，即，压电部 54 的第 1 导电层 4 和第 2 导电层 6 之间外加电压的状态下，如图 12 所示，在压电体层 5 中，产生向其短轴方向（如图 12 所示的箭头 S 方向）弯曲变形。由此，弹性层 55 弯曲，空腔 521 的容积发生变化。此时，空腔 521 内的压力瞬间增高，从喷嘴 511 喷出墨滴 58。

即，如果外加电压，压电体层 5 的晶格在相对于面方向垂直的方向（图 12 所示的箭头 d 的方向）上被拉伸，同时在面方向上被压缩。在该状态下，对压电体层 5 而言，拉伸应力 f 作用在面内。因此，通过该拉伸应力 f ，使弹性层 55 偏离，产生弯曲。空腔 521 短轴方向上的压电体层 5 的位移量（绝对值）越来越大，弹性层 55 的弯曲量变大，可以更有效地喷出墨滴。

如果 1 次墨水喷出结束，压电元件驱动电路停止对第 1 导电层 4 和第 2 导电层 6 外加电压。由此，压电部 54 回复如图 11 所示的原来的形状，空腔 521 的容积增大。并且，此时，从墨盒 631 向喷嘴 511 的压力（正方向的压力）作用在墨水上。因此，能够防止空气从喷嘴 511 进入空腔 521，与墨水的喷出量平衡量的墨水从墨盒 631 经过贮存室 523 供给空腔 521。

这样，对没有进行墨滴喷出位置的压电部 54，通过压电元件驱动电路，依次输入喷出信号，能够打印任意的（要求的）文字和图形等。

2-3. 接着, 对本实施方式中的喷墨式记录头 50 的制造方法的一个例子进行说明。

首先, 准备成为墨室基板 52 的母材, 即由 (110) 取向的硅单晶基板构成的基板 1。接着, 如图 1 所示, 在基板 1 上依次形成阻挡层 2, 硬质层 3, 第 1 导电层 4, 压电体层 5, 和第 2 导电层 6。

接着, 使第 2 导电层 6, 压电体层 5 和第 1 导电层 4, 如图 11 和图 12 所示, 对应各自空腔 521, 制作图案, 如图 9 所示, 形成对应空腔 521 数量的压电部 54。

接着, 对成为墨室基板 52 的母材 (基板 1) 制作图案, 在对应压电部 54 的位置分别形成成为空腔 521 的凹部, 另外, 在规定位置形成成为贮存室 523 和供给口 524 的凹部。

本实施方式中, 由于作为母材 (基板 1) 采用了 (110) 取向的硅基板, 适合采用使用高浓度碱水溶液的湿法蚀刻 (异向性蚀刻法)。通过高浓度碱水溶液进行湿法蚀刻时, 如上所述, 可以使阻挡层 2 起到阻止蚀刻的功能。因此, 可以更容易进行墨室基板 52 的形成。

这样, 通过蚀刻去除母材 (基板 1), 直到在其厚度方向上露出弹性层 55, 形成墨室基板 52。此时, 没有被蚀刻剩下的部分成为侧壁 522。

接着, 以使形成了多个喷嘴 511 的喷嘴板 51 对应各喷嘴 511 成为各空腔 521 的凹部的方式, 使其位置对准, 以这种状态连接。由此, 形成多个空腔 521, 贮存室 523 和多个供给口 524。对于喷嘴板 51 的连接可以采用例如通过粘接剂的粘接法和融着法。接着, 将墨室基板 52 安装在基体 56 上。

通过以上工序, 可以制造本实施方式中的喷墨式记录头 50。

2-4. 通过本实施方式中的喷墨式记录头 50, 如上所述, 压电部 54 的压电体层 5 的压电常数 (d_{31}) 高, 成为对应外加的电压, 产生更大的变形的元件。即, 压电部 54 具有良好的压电特性。由此, 弹性层 55 的弯曲量变大, 能够更有效地喷出墨滴。其中, 有效意味着以更少的电压可以喷相同量的墨滴。即, 由于可以简化驱动电路, 同时可以降低消耗的电力, 可以喷嘴 511 的间距变为更高密度地形成。因此, 高密度打印和高速打印成为可能。此外, 由于可以缩短空腔 521 的长轴长度, 能使头整体小型化。

3. 第3实施方式

3-1. 接着,对具有第2实施方式中的喷墨式记录头50喷墨打印机的一个实施方式进行说明。图13是表示本实施方式中的喷墨打印机600的概略构成图。喷墨打印机600起到作为可以在纸等上打印的打印机的功能。并且,以下说明中,图13中的上侧称为“上部”,下侧称为“下部”。

喷墨打印机600具有装置主体620,在上部后方具有设置打印用纸P的送纸器621,在下部前方具有排出用纸P的排出口622,在上部面上具有操作面板670。

在装置主体620内部主要设置了具有往复运动的头部件630的打印装置640,每次输入一张打印用纸P到打印装置640的供纸装置650,控制打印装置640和供纸装置650的控制部660。

打印装置640包含:头部件630,成为头部件630的驱动源的字车电动机(carriage motor)641,接受字车电动机641的旋转,使头部件630往复运动的往复运动机构642。

头部件630具有:在其下部具有上述多个喷嘴511的喷墨式记录头50,向该喷墨式记录头50供给墨水的墨盒631,装载喷墨式记录头50和墨盒631的字车632。

往复运动机构642具有其两端由框架(图中没有表示)支撑的字车导向轴643,与字车导向轴643平行延伸的齿形带644。字车632被支撑在在字车导向轴643上自由往复运动的同时,被固定在齿形带644的一部分上。通过字车电动机641的动作,通过滑车,使齿形带644正反向移动,由字车导向轴643引导,头部件630往复运动。该往复运动时,由喷墨式记录头50喷出适当的墨水,进行对打印用纸P的打印。

给纸装置650具有成为其驱动源的给纸电动机651和由给纸电动机651的动作产生旋转的走纸辊652。走纸辊652由夹着打印用纸P的输送通道(打印用纸P)上下对着的从动辊652a和驱动辊652b构成,驱动辊652b连接在给纸电动机651上。

3-2. 通过本实施方式中的喷墨打印机600,如上所述,由于具有可以高性能,喷嘴高密度化打印的喷墨式记录头50,高密度打印和高速打印成为可能。

并且,本发明的喷墨打印机 600 可以使用作为工业用的液滴喷出装置。此时,作为喷出的墨水(液状材料),可以将各种功能性材料通过溶剂和分散剂调整为适当的粘度来使用。

4. 第 4 的实施方式

4-1. 接着,参照附图,对具有第 1 实施方式中的压电元件 10 的压电泵的一个实施方式进行说明。图 14 和图 15 是本实施方式中的压电泵 20 的概略剖面图。在本实施方式中的压电泵 20 中,压电元件可以起到压电激励器的功能。如图 14 和图 15 所示的压电部 22 是由图 1 所示的压电元件 10 中的第 1 导电层 4,压电体层 5,和第 2 导电层 6 构成的,图 1 所示的压电元件 10 中的阻挡层 2 和硬质层 3,在图 14 和图 15 中,成为振动板 24。另外,基板 1(参照图 1),成为构成压电泵 20 的主要部分的基体 21。压电泵 20 包含基体 21,压电部 22,泵室 23,振动板 24,吸入侧逆止阀 26a 和喷出侧逆止阀 26b,和吸入口 28a 和喷出口 28b。

接着,对上述压电泵的动作进行说明。

首先,如果向压电部 22 供给电压,电压就会外加到压电体层 5(参照图 1)的膜厚方向。并且,如图 14 所示,压电部 22 向泵室 23 扩大的方向(图 14 所示的箭头 a 的方向)弯曲。另外,与压电部 22 一起,振动板 24 也向泵室 23 扩大的方向弯曲。因此,泵室 23 内的压力变化,通过逆止阀 26a, 26b 的作用,流体从吸入口 28a 流入泵室 23 内(图 14 所示的箭头 b 的方向)。

接着,如果停止向压电部 22 供给电压,就停止了向压电体层 5(参照图 1)的膜厚方向外加电压。并且,如图 15 所示,压电部 22 向使泵室 23 缩小的方向(图 15 所示的箭头 a 的方向)弯曲。另外,与压电部 22 一起,振动板 24 也向泵室 23 缩小方向弯曲。因此,泵室 23 内的压力变化,通过逆止阀 26a, 26b 的作用,流体从喷出口 28b 向外部喷出(图 15 所示的箭头 b 的方向)。

压电泵 20 可以作为电子仪器,例如个人计算机用,最好是笔记本式个人计算机用的水冷模块使用。水冷模块具有包含使用上述压电泵 20 驱动冷却液的压电泵 20 和循环水路等。

4-3. 通过本实施方式中的压电泵 20,如上所述,由于压电部 22 的

压电体层 5 具有良好的压电特性，可以有效地进行流体的吸入、喷出。因此，通过本实施方式中的压电泵 20，可以具有大的喷出压力和喷出量。另外，压电泵 20 可以高速动作。并且，能够谋求压电泵 20 整体的小型化。

5. 第 5 实施方式

5-1. 接着，参照附图，对适用于本发明的第 5 实施方式中的表面弹性波元件的一个例子进行说明。

作为本实施方式的一个例子的表面弹性波元件 30，如图 16 所示，包含：基板 11，第 1 导电层 14，压电体层 15，保护层 17 和第 2 导电层 16。基板 11，第 1 导电层 14，压电体层 15 和保护层 17 构成基体 18。

作为基板 11，可以采用例如，(100) 单晶硅基板。作为第 1 导电层 14，可以由如图 1 所示的压电元件 10 中的第 1 导电层 4 构成。压电体层 15 可以由如图 1 所示的压电元件 10 中的压电体层 5 构成。保护层 17 可以由例如，氧化物或者氮化物等构成。保护层 17 还起到温度补偿层的功能。作为第 2 导电层 16 可以由如图 1 所示的压电元件 10 中的第 2 导电层 6 构成。第 2 导电层 16 是交叉指状型电极 (Inter-Digital Transducer: 以下，称为“IDT 电极”)。第 2 导电层 16 如果从上部观察，具有例如图 17 和图 18 所示的 IDT 电极 141, 142, 151, 152, 153 那样的形状。并且，IDT 电极上以可以再形成保护层。

5-2. 通过本实施方式中的表面弹性波元件 30，由于由在图 1 所示的压电元件 10 中的压电体层 5 构成的压电体层 15 具有良好的压电特性，表面弹性波元件 30 自身也变为高性能的元件。

6. 第 6 实施方式

6-1. 接着，参照附图，对适用于本发明的第 6 实施方式中的频率滤波器的一个例子进行说明。图 17 是示意性表示本实施方式的一个例子中的频率滤波器的图。

如图 17 所示，频率滤波器具有基体 140。作为该基体 140，可以采用图 16 所示的表面弹性波元件 30 的基体 18。

在基体 140 的上面形成 IDT 电极 141, 142。另外，以夹着 IDT 电极 141, 142 的方式，在基体 140 上面形成吸音部 143, 144。吸音部 143, 144 是吸收在基体 140 表面传播的表面弹性波的部分。高频信号源 145 连接在

基体 140 上形成的 IDT 电极 141，信号线连接在 IDT 电极 142 上。

6-2. 接着，对上述频率滤波器的动作进行说明。

在上述构成中，如果从高频信号源 145 输出高频信号，该高频信号外加到 IDT 电极 141 上，由此，在基体 140 上面产生表面弹性波。从 IDT 电极 141 向吸音部 143 侧传播的表面弹性波，在吸音部 143 被吸收，向 IDT 电极 142 侧传播的表面弹性波中，根据 IDT 电极 142 的间距，规定的特定频率或者特定范围的频率的表面弹性波被转换为电气信号，通过信号线，在端子 146a, 146b 被取出。并且，上述特定频率或者特定范围频率以外的频率成分，大部分通过 IDT 电极 142，在吸音部 144 被吸收。这样，供给具有本实施方式的频率滤波器的 IDT 电极 141 的电气信号中，能够只得到特定频率或者特定范围频率的表面弹性波（滤波）。

7. 第 7 实施方式

7-1. 接着，参照附图，对适用于本发明的第 7 实施方式中的振荡器的一个例子进行说明。图 18 是示意性表示作为本实施方式的一个例子的振荡器的图。

如图 18 所示，振荡器具有基体 150。作为该基体 150，与上述频率滤波器一样，可以使用图 16 所示的表面弹性波元件 30 的基体 18。

在基体 150 上面，形成 IDT 电极 151，并且，以夹着 IDT 电极 151 的方式，形成 IDT 电极 152, 153。高频信号源 154 连接在构成 IDT 电极 151 的一个梳齿状电极 151a 上，信号线连接在另一个梳齿状电极 151b 上。并且，IDT 电极 151，相当于外加电气信号用电极，IDT 电极 152, 153 相当于使由 IDT 电极 151 产生的表面弹性波的特定频率成分或者特定范围频率成分共振的共振用电极。

7-2. 接着，对上述振荡器的动作进行说明。

在上述构成中，如果由高频信号源 154 输出高频信号，该高频信号，外加到 IDT 电极 151 的一个梳齿状电极 151a 上，由此在基体 150 上面产生向 IDT 电极 152 侧传播的表面弹性波和向 IDT 电极 153 侧传播的表面弹性波。这些表面弹性波中的特定频率成分的表面弹性波，在 IDT 电极 152 和 IDT 电极 153 被反射，在 IDT 电极 152 和 IDT 电极 153 之间产生驻波。通过该特定频率成分的表面弹性波在 IDT 电极 152, 153 反复反射，特定

频率成分或者特定范围的频率成分共振，增大振幅。该特定频率成分或者特定范围频率成分的表面弹性波的一部分，从 IDT 电极 151 的另一个梳齿状电极 151b 取出，与 IDT 电极 152 和 IDT 电极 153 的共振频率相应频率（或者，具有某种程度范围的频率）的电气信号可以在端子 155a 和端子 155b 取出。

7-3. 图 19 和图 20 是示意性表示将上述振荡器应用于 VCISO (Voltage Controlled SAW Oscillator: 电压控制 SAW 振荡器) 的一个例子的图，图 19 是侧面透视图，图 20 是上面透视图。

VCISO 装配在金属制 (Al 或者不锈钢制) 框体 60 内部构成的。IC (Integrated Circuit) 62 和振荡器 63 装配在基板 61 上。此时，IC62 是根据从外部电路 (图中没有表示) 输入的电压值，控制外加给振荡器 63 的频率的振动电路。

振荡器 63，在基体 64 上形成 IDT 电极 65a~65c，其构成和图 18 所示的振荡器几乎一样。作为基体 64，和上述图 18 所示的振荡器一样，可以使用图 16 所示的表面弹性波元件 30 的基体 18。

在基板 61 上制作用于电连接 IC62 和振荡器 63 的配线 66 的图案。IC62 和配线 66，通过例如金线等导线 67 连接，振荡器 63 和配线 66 由金线等导线 68 连接。由此，IC62 和振荡器 63 通过配线 66 电连接。

并且，VCISO 可以将 IC62 和振荡器 63 层叠在同一基板形成。图 21 表示 IC62 和振荡器 63 层叠在同一基板 61 上的 VCISO 的概略图。

如图 21 所示，VCISO，对于 IC62 和振荡器 63 而言，共同拥有基板 61 来形成。作为基板 61，可以使用例如图 16 所示的表面弹性波元件 30 的基板 11。IC62 和，振荡器 63 具有的电极 65a，由图中没有表示的元件电气的连接。作为电极 65a，可以使用例如图 16 所示的表面弹性波元件 30 的第 2 导电层 16。作为构成 IC62 的晶体管，可以采用 TFT (薄膜晶体管)。

图 19~图 21 所示的 VCISO 可以作为例如，图 22 所示的 PLL 电路的 VCO (Voltage Controlled Oscillator) 使用。在这里，对 PLL 电路进行简单地说明。

图 22 是表示 PLL 电路基本构成的框图。PLL 电路由，相位比较器 71，低通滤波器 72，增幅器 73 和 VCO74 构成。相位比较器 71 是比较从输入端子 70 输入的信号的相位(或者频率)和从 VCO74 输出的信号的相位(或者频率)，根据此差，输出设定值的误差电压信号的元件。低通滤波器 72 是只让从相位比较器 71 输出的误差电压信号位置的低频成分通过的元件。增幅器 73 是放大从低通滤波器 72 输出信号的元件。VCO74 是根据输入的电压值，使振动的频率在某个范围内连续变化的振动电路。

在这样的构成下，PLL 电路以减少从输入端子 70 输入的相位(或者频率)和从 VCO74 输出的信号的相位(或者频率)之差的方式进行动作，使从 VCO74 输出的信号的频率与从输入端子 70 输入的信号的频率同步。如果从 VCO74 输出的信号的频率与从输入端子 70 输入的信号的频率同步，然后，去掉一定的相位差，与从输入端子 70 输入的信号一致，另外，输出顺应输入信号变化那样的信号。

8. 第 8 实施方式

接着，参照附图，对适用于本发明的第 8 实施方式中的电子电路和电子仪器的一个例子进行说明。图 23 是表示作为本实施方式的一个例子的电子仪器 300 的电气构成的框图。电子仪器 300 是例如便携式电话机。

电子仪器 300 具有电子电路 310，送话部 80，受话部 91，输入部 94，显示部 95 和天线部 86。电子电路 310 具有发送信号处理电路 81，发送混合器 82，发送滤波器 83，发送电力增幅器 84，接受发送分波器 85，低杂音增幅器 87，接收滤波器 88，接收混合器 89，接收信号处理电路 90，频率合成器 92 和控制电路 93。

在电子电路 310 中，作为发送滤波器 83 和接收滤波器 88，可以使用如图 17 所示的频率滤波器。滤波的频率(通过的频率)，根据由发送混合器 82 输出的信号中的需要的频率，以及，根据接收混合器 89 中需要的频率，用发送滤波器 83 和接收滤波器 88 分别设定。另外，作为设置在频率合成器 92 内的 PLL 电路(参照图 22)的 VCO74，可以使用如图 18 所示的振荡器，或者如图 19~图 21 所示的 VCSO。

送话部 80 是由将例如声波信号转换为电气信号的麦克风等实现的部

件。发送信号处理电路 81，是对由送话部 80 输出的电气信号，实施例如 D / A 转换处理，调制处理等处理的电路。发送混合器 82 是使用由频率合成器 92 输出信号，混音由发送信号处理电路 81 输出的信号的部件。发送滤波器 83 是只让中间频率（以下，标明为“IF”）需要的频率信号通过，剪掉不需要的频率的信号的部件。由发送滤波器 83 输出的信号，通过转换电路（图中没有表示）被转换为 RF 信号。发送电力增幅器 84 是放大由发送滤波器 83 输出的 RF 信号的电力，向接受发送分波器 85 输出的部件。

接受发送分波器 85 是将由发送电力增幅器 84 输出的 RF 信号向天线部 86，由天线部 86 以电波的形式发送的部件。另外，接受发送分波器 85 是分开由天线部 86 接收的接收信号，向低杂音增幅器 87 输出的部件。低杂音增幅器 87 是放大来自接受发送分波器 85 的接收信号的部件。由低杂音增幅器 87 输出的信号通过转换电路（图中没有表示）转换为 IF。

接收滤波器 88，只让通过转换电路（图中没有表示）转换后的 IF 的需要的频率的信号通过，剪掉不需要的频率信号的。接收混合器 89 使用由频率合成器 92 输出的信号，对由接收滤波器 88 输出的信号进行混音的部件。接收信号处理电路 90 是对由接收混合器 89 输出的信号，实施例如 A / D 转换处理，解调处理等处理的电路。受话部 91 是用例如将电气信号转换为声波的小型扬声器等实现的部件。

频率合成器 92 是生成向发送混合器 82 供给的信号，以及，向接收混合器 89 供给的信号的电路。频率合成器 92 具有 PLL 电路，分频由该 PLL 电路输出的信号，生成新的信号。控制电路 93 控制发送信号处理电路 81，接收信号处理电路 90，频率合成器 92，输入部 94，和显示部 95。显示部 95 对例如便携式电话机的使用者显示机器状态。输入部 94 输入例如便携式电话机的使用者的指示。

并且，上述例子中，作为电子仪器，例举便携式电话机，作为电子电路，例举了设置再便携式电话机内的电子电路，作为其一个例子，进行了说明，但是本发明不局限于便携式电话机，适用于各种移动体通信仪器以及设置在其内部的电子电路。

此外，不仅是移动体通信仪器，也能够适用于在接收 BS 和 CS 广播

的调谐器等的安置状态使用的通信仪器，以及设置在其内部的电子电路。并且，作为通信载体，不仅是使用在空中传播的电波的通信仪器，也能够适用于使用在同轴电缆中传播的高频信号或者在光缆中传播的光信号的HUB等电子仪器和设置在其内部的电子电路。

9. 第9实施方式

接着，参照附图，对适用于本发明的第9实施方式中的薄膜压电谐振器的一个例子进行说明。

9-1. 图24是示意性表示作为本实施方式一个例子的第1薄膜压电谐振器700的图。第1薄膜压电谐振器700是振动膜型薄膜压电谐振器。

第1薄膜压电谐振器700包含基板701，弹性层703，第1导电层704，压电体层705和第2导电层706。薄膜压电谐振器700中的基板701，弹性层703，第1导电层704，压电体层705和第2导电层706，分别相当于图1所示的压电元件10中的基板1，阻挡层2与硬质层3，第1导电层4，压电体层5以及第2导电层6。即，第1薄膜压电谐振器700具有图1所示的压电元件10。并且，弹性层703相当于阻挡层2和硬质层3。

在基板701上形成贯通基板701的通孔702。在第2导电层706上设置配线708。配线708通过在弹性层703上形成的电极709和衬垫710电连接。

9-2. 通过本实施方式中的第1薄膜压电谐振器700，压电体层705的压电特性良好，因此，具有高的电气机械结合系数。由此，可以在高频领域使用薄膜压电谐振器700。另外，可以使薄膜压电谐振器700小型（薄型）化，并且，良好地动作。

9-3. 图25是示意性表示作为本实施方式一个例子的第2薄膜压电谐振器800的图。第2薄膜压电谐振器800与图24所示的第1薄膜压电谐振器700主要的不同之处在于不形成通孔，在基板801和弹性层803之间形成气隙802。

第2薄膜压电谐振器80包含基板801，弹性层803，第1导电层804，压电体层805和第2导电层806。薄膜压电谐振器800中的基板801，弹性层803，第1导电层804，压电体层805和第2导电层806分别相当于图1所示的压电元件10中的基板1，阻挡层2与硬质层3，第1导电层4，

压电体层 5，以及第 2 导电层 6。即，第 2 薄膜压电谐振器 800 具有图 1 所示的压电元件 10。并且，弹性层 803 相当于阻挡层 2 和硬质层 3。气隙 802 是在基板 801 和弹性层 803 之间形成的空间。

9-4. 通过本实施方式中的第 2 薄膜压电谐振器 800，压电体层 805 的压电特性良好，因此，具有高的电气机械结合系数。由此，可以在高频领域使用薄膜压电谐振器 800。另外，可以使薄膜压电谐振器 800 小型（薄型）化，并且良好地动作。

9-5. 本实施方式中的压电薄膜谐振器（例如，第 1 薄膜压电谐振器 700 和第 2 薄膜压电谐振器 800）可以起到作为谐振器，频率滤波器，或者，振荡器的功能。并且，例如，在图 23 所示的电子电路 310 中，可以使用起到作为发送滤波器 83 和接收滤波器 88，作为频率滤波器功能的本实施方式中的压电薄膜谐振器。另外，作为具有频率合成器 92 的振荡器，可以使用起到作为振荡器功能的本实施方式中的压电薄膜谐振器。

如上所述，对本发明的实施例进行了详细地说明，但是可以有很多实际上没有脱离本发明的新发明的内容和效果的变形，这对于本领域的技术人员能够容易理解的。因此，这样的变形例全都包含在本发明的范围内。例如，本发明中的压电元件，不仅适用于上述装置，可以适用于各种装置。例如，本发明中的压电元件，可以作为照相机（包括装载在携带式电话机或者 PDA: Personal Digital Assistant 等中的。）的光学变焦机构中的透镜驱动用的压电激励器使用。

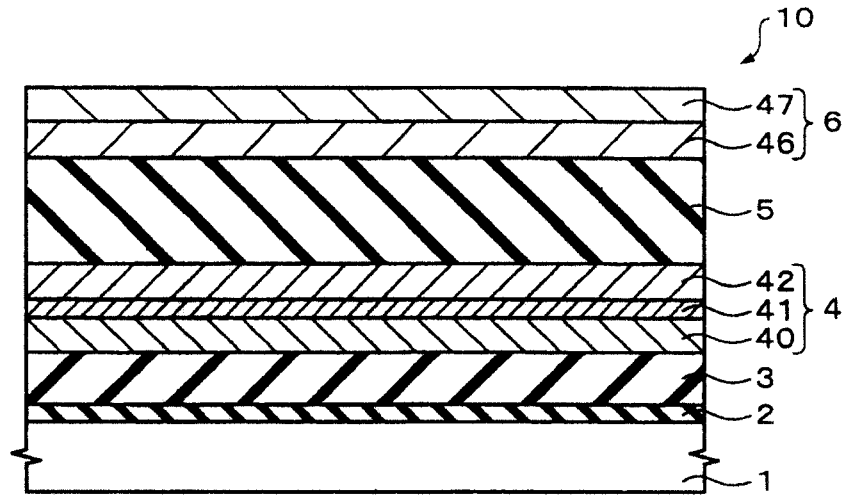


图 1

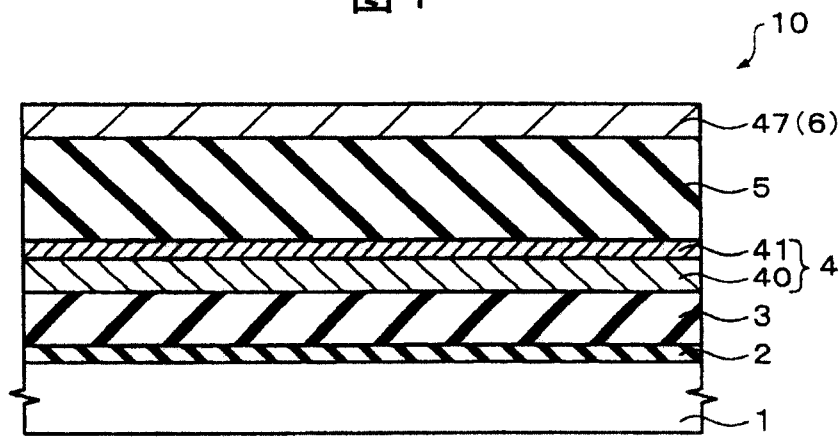


图 2

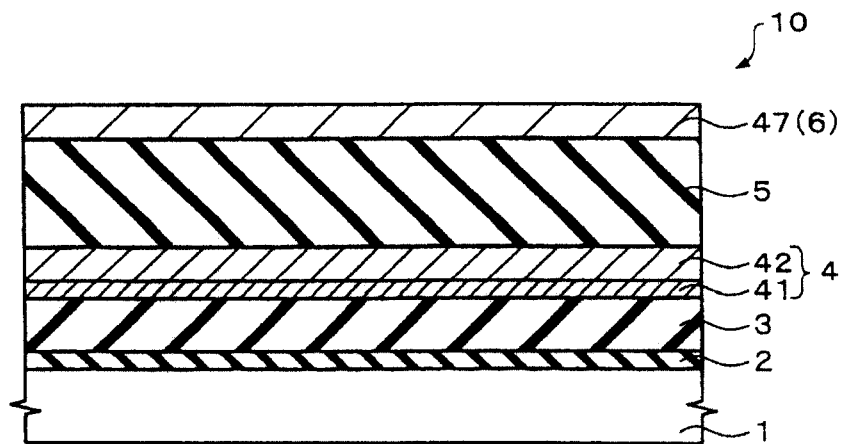


图 3

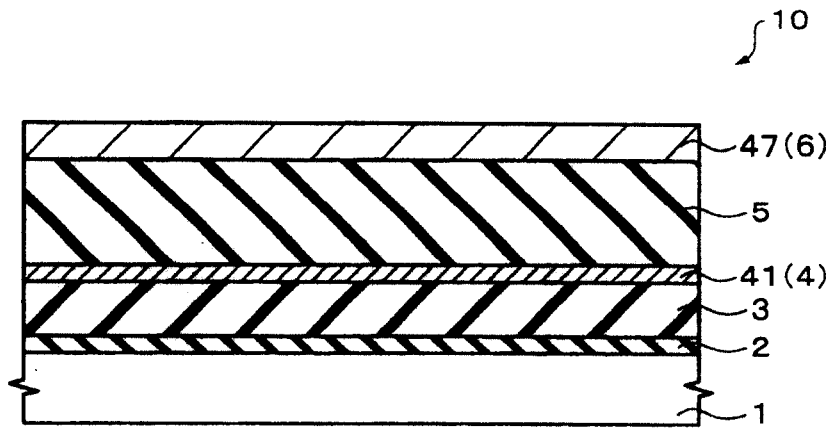


图 4

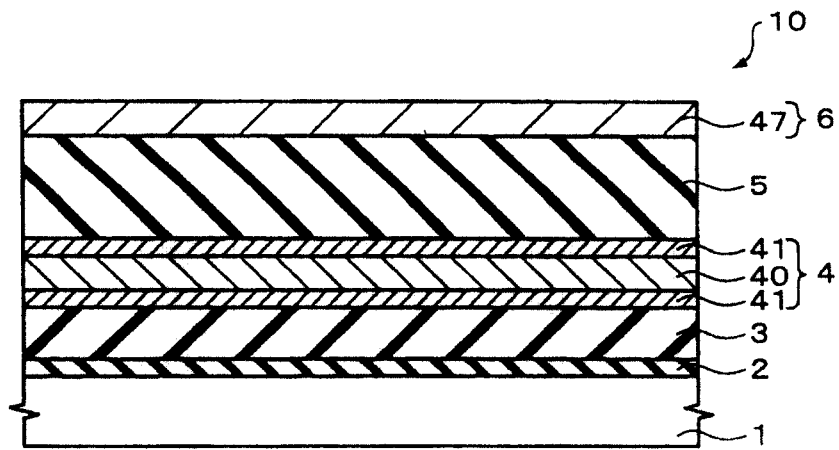


图 5

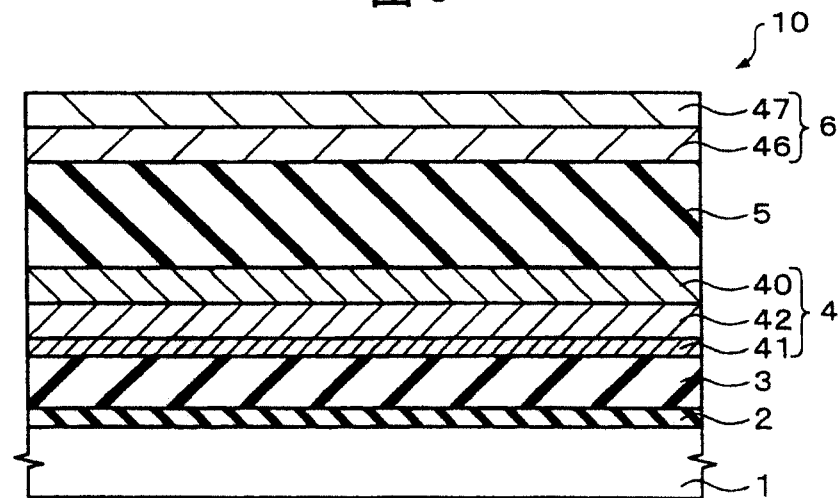


图 6

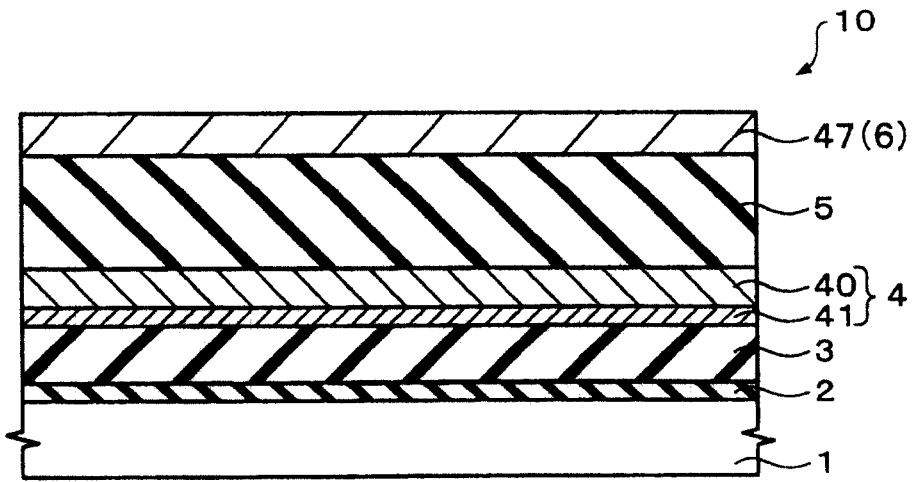


图 7

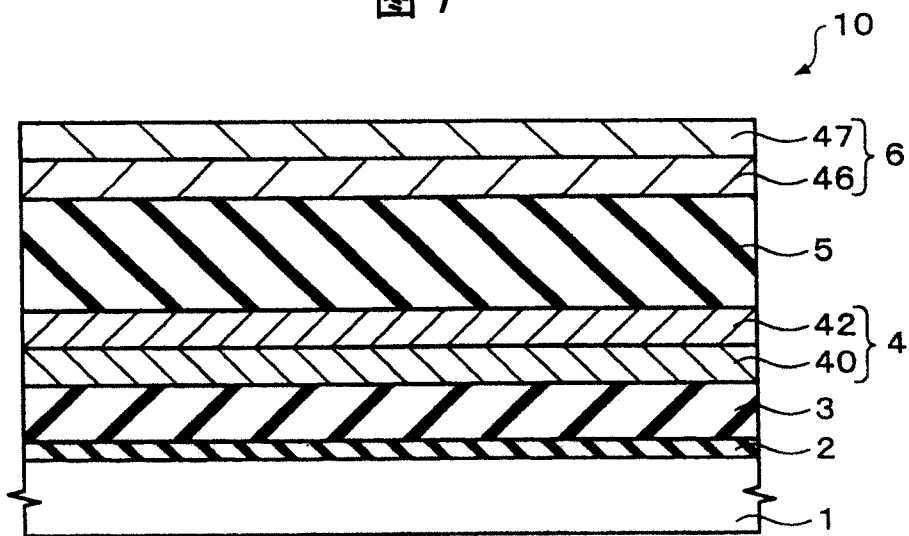


图 8

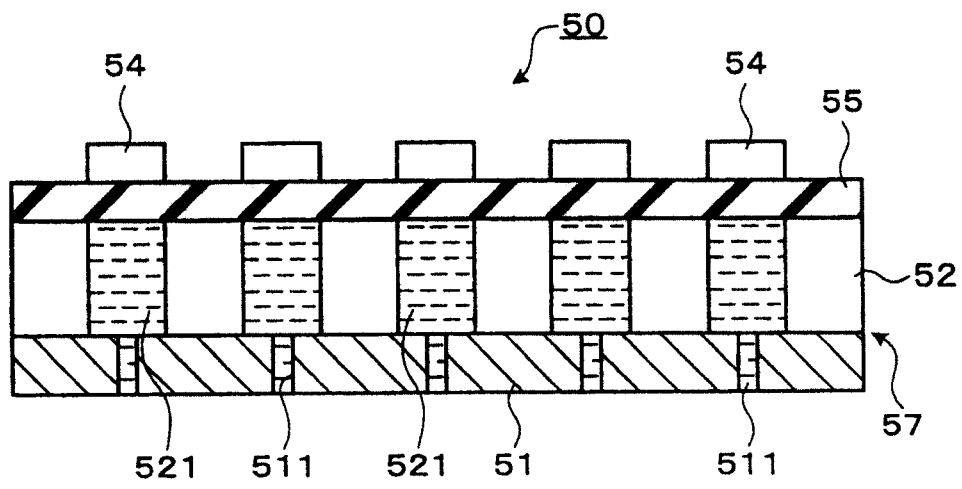


图 9

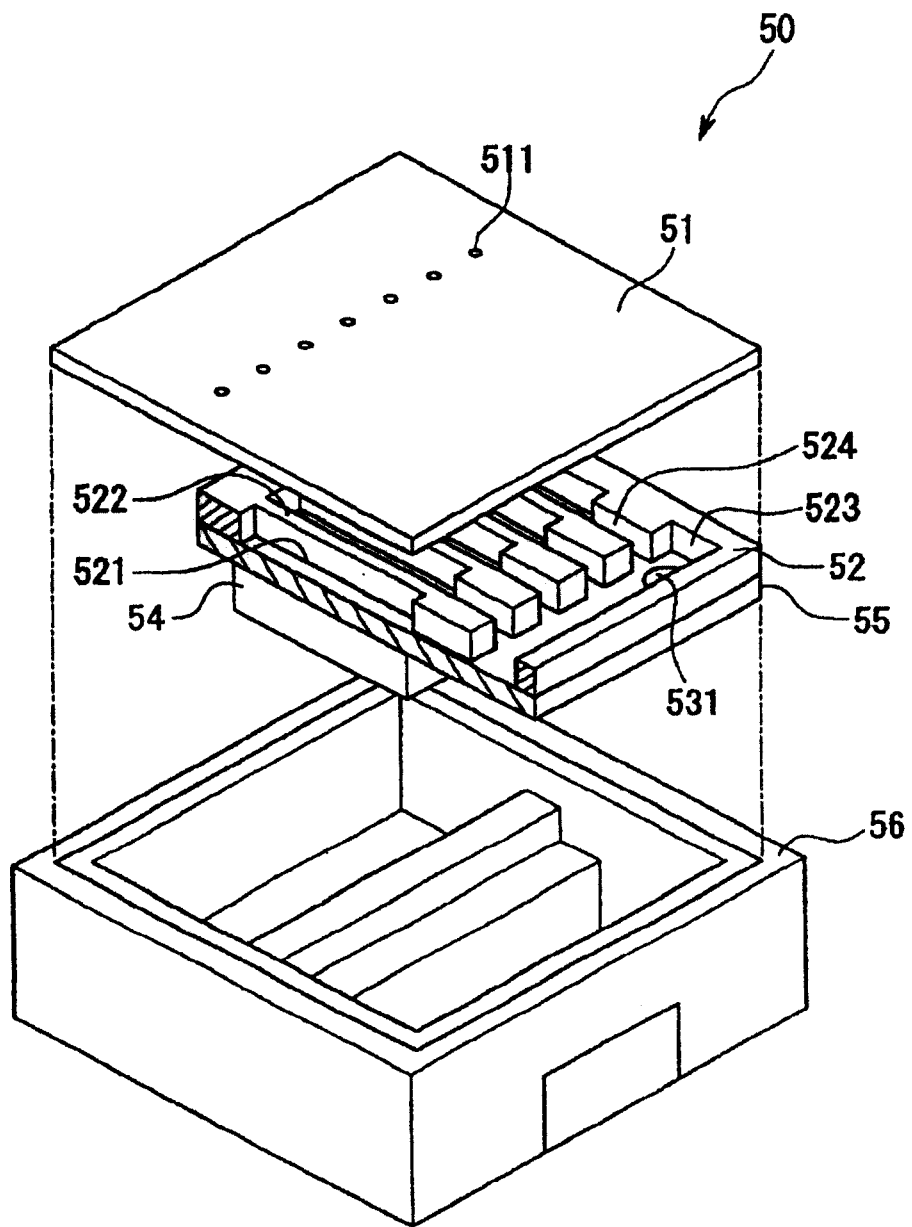


图 10

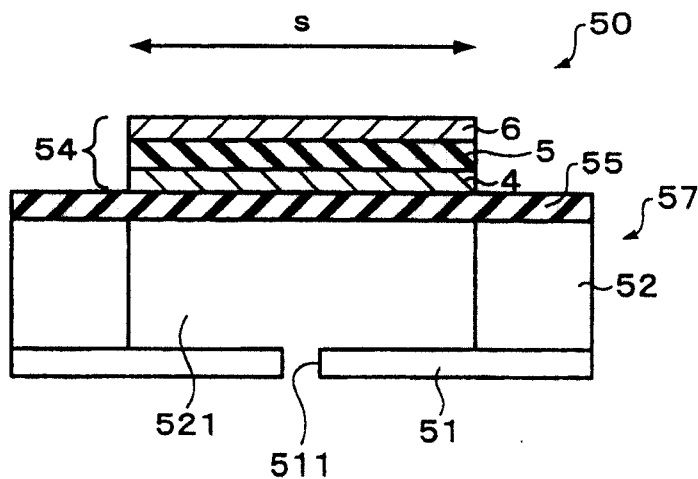


图 11

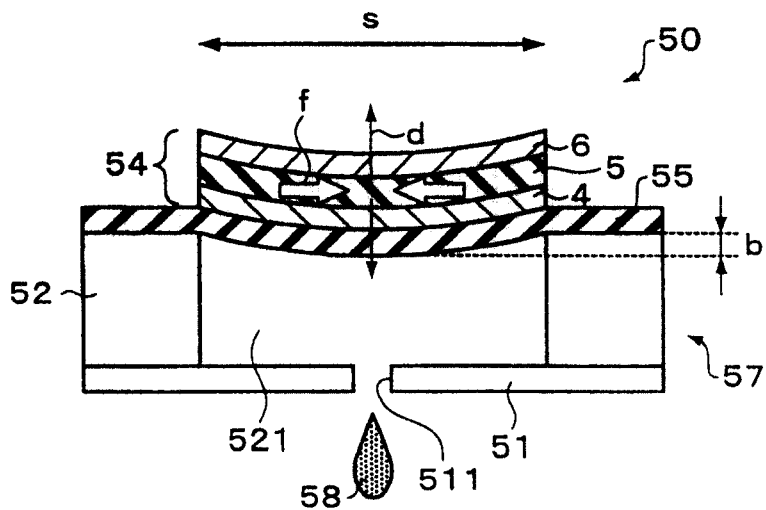


图 12

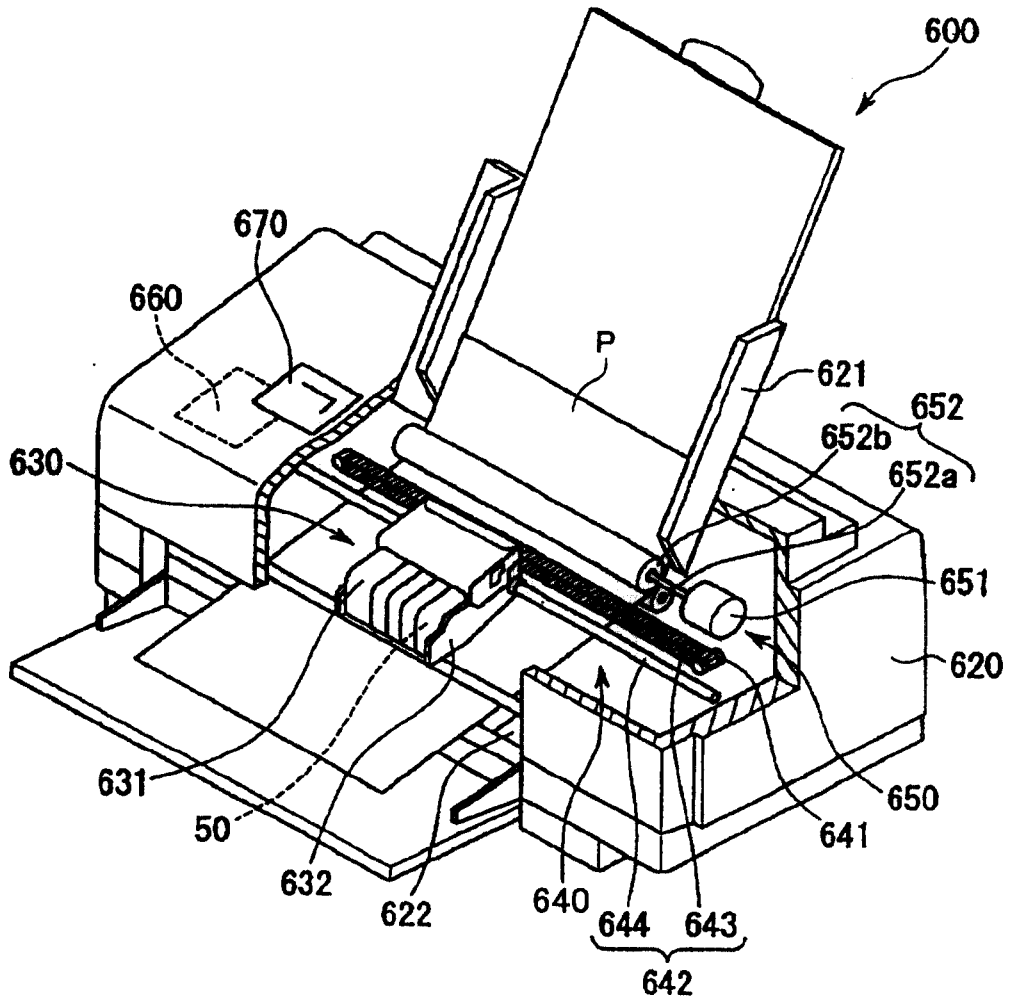


图 13

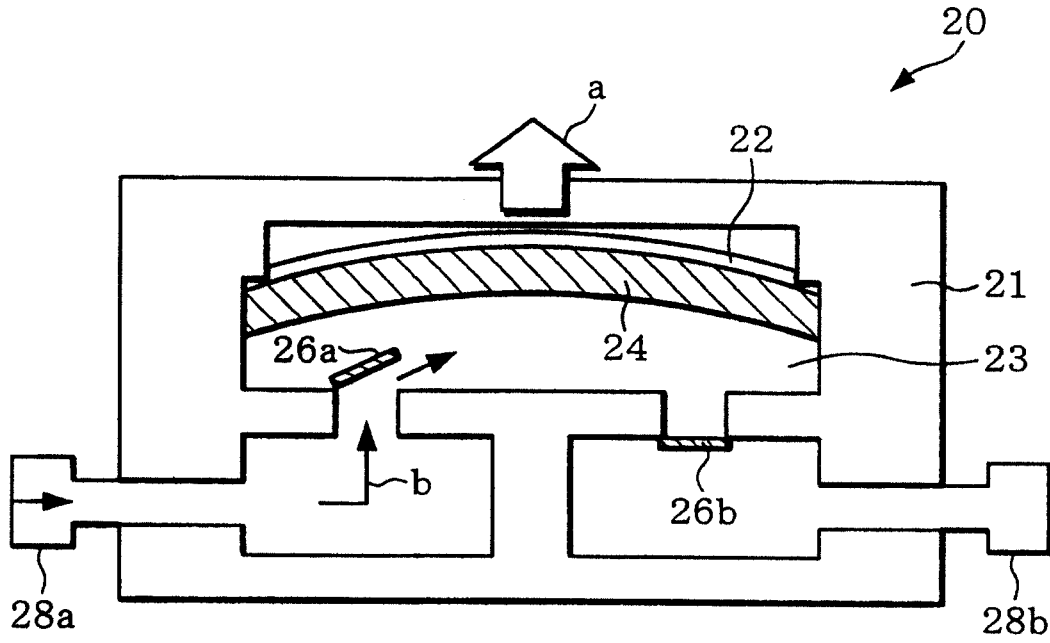


图 14

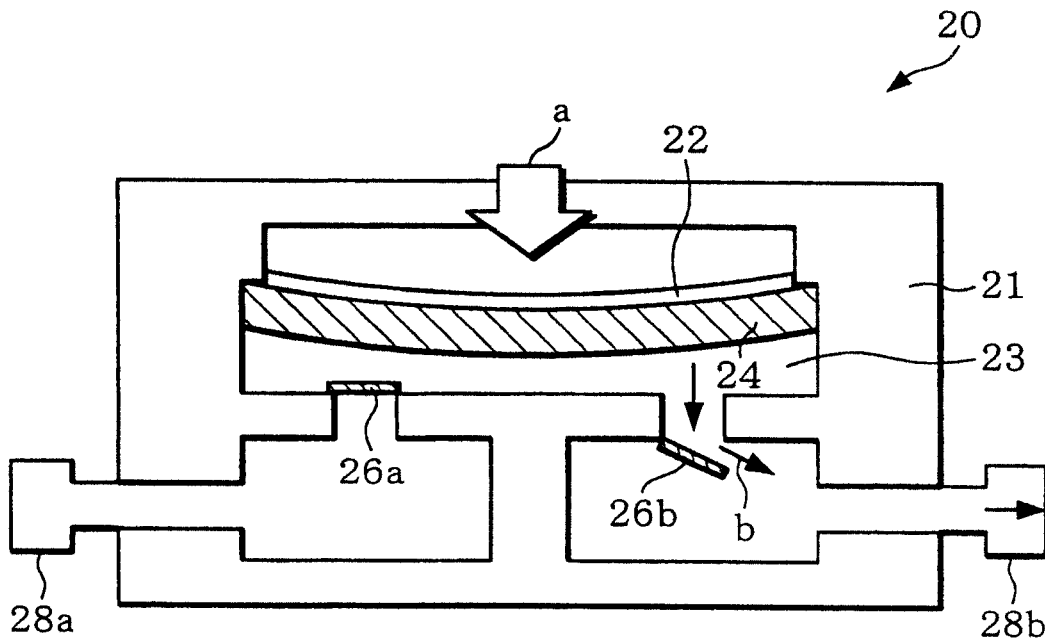


图 15

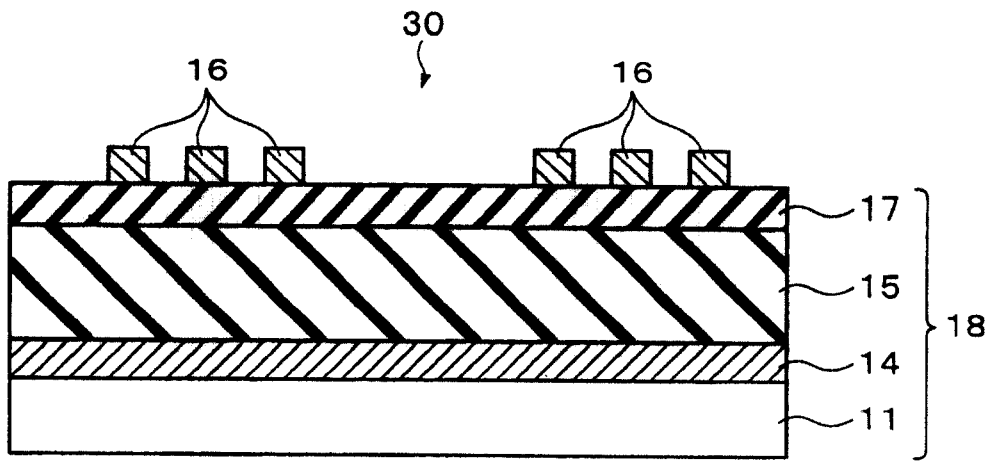


图 16

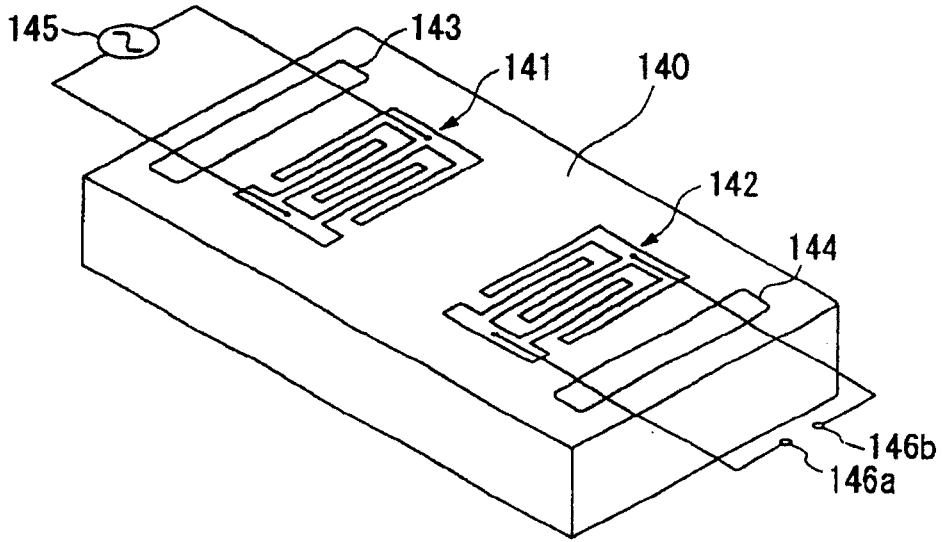


图 17

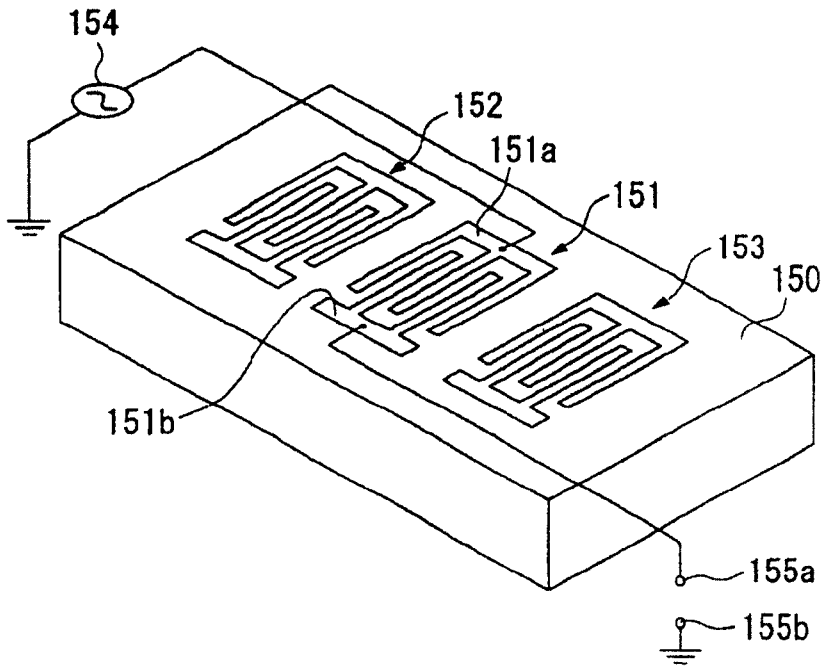


图 18

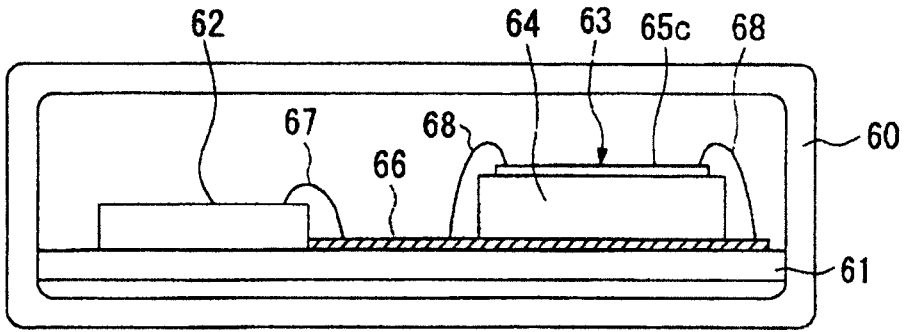


图 19

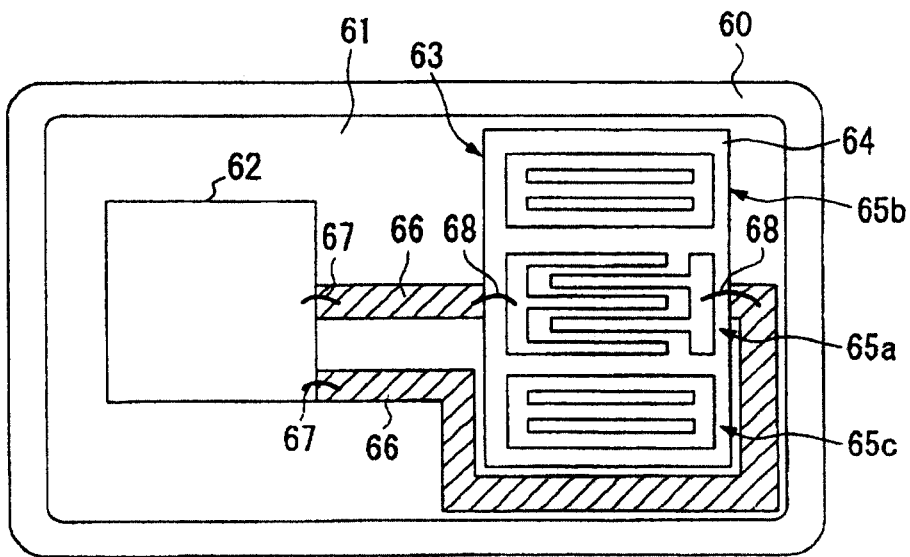


图 20

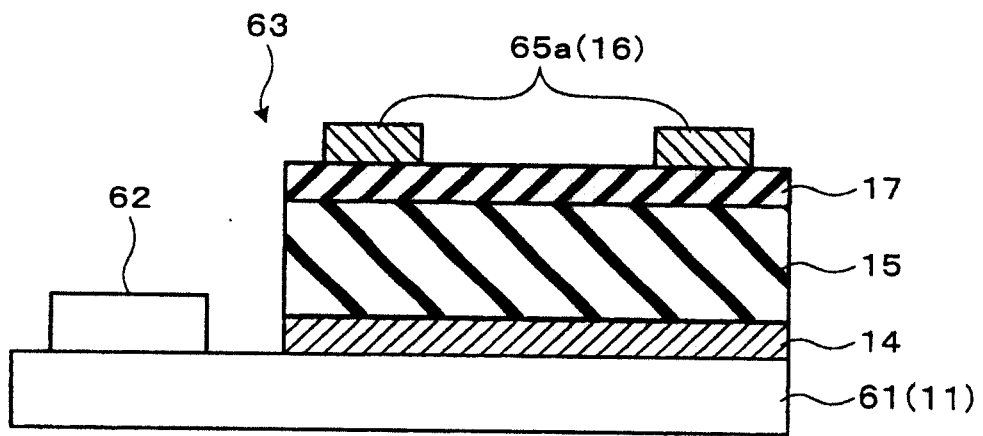


图 21

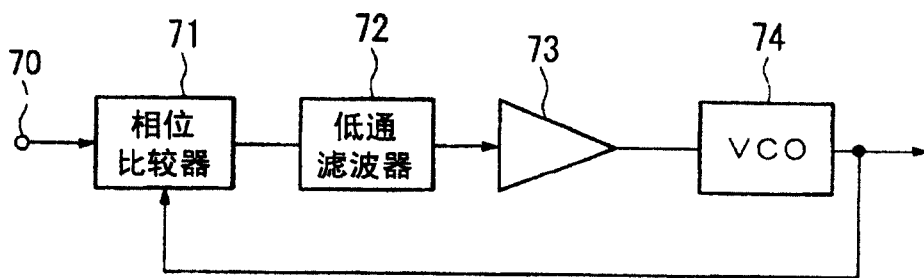


图 22

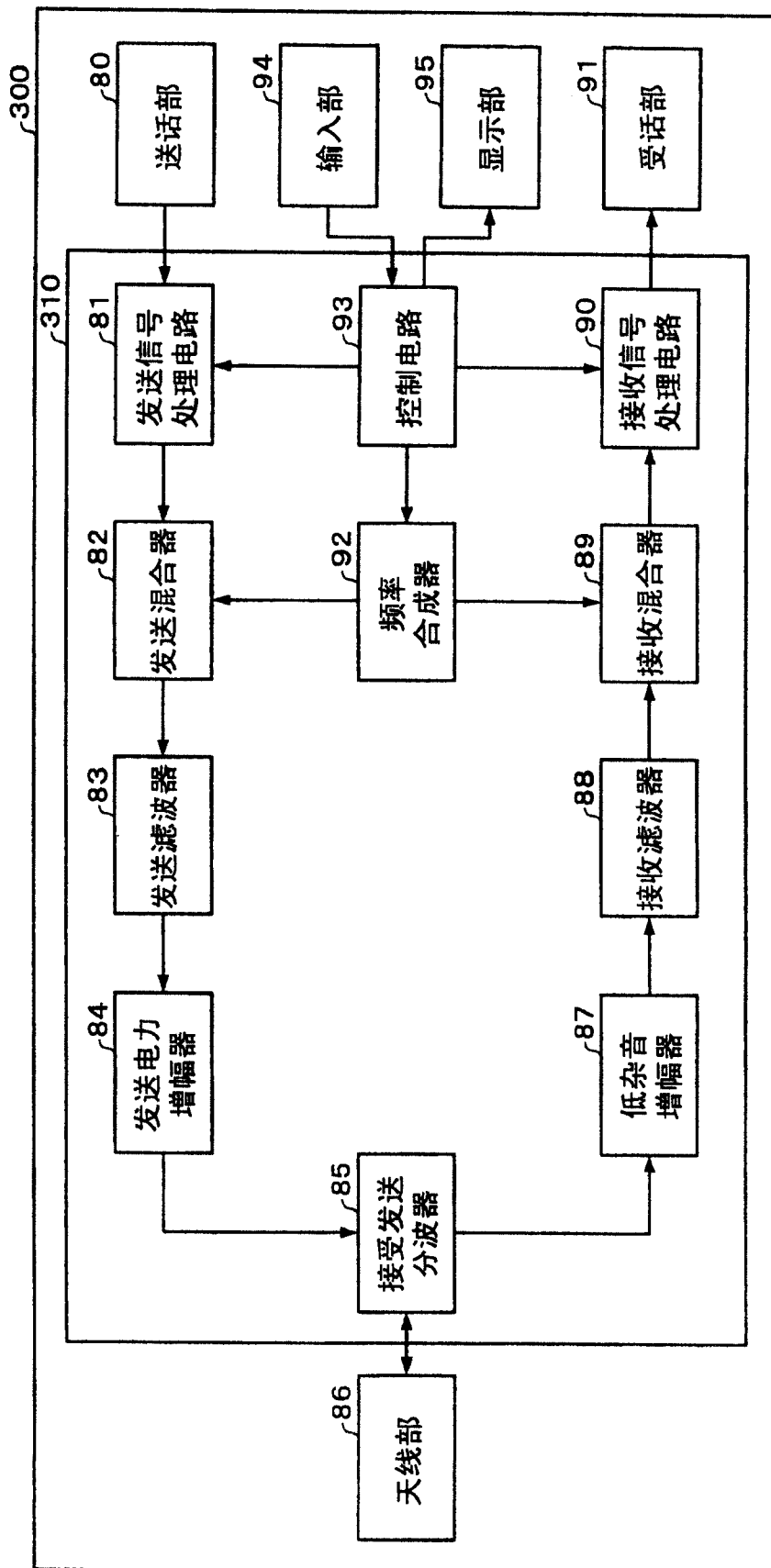


图 23

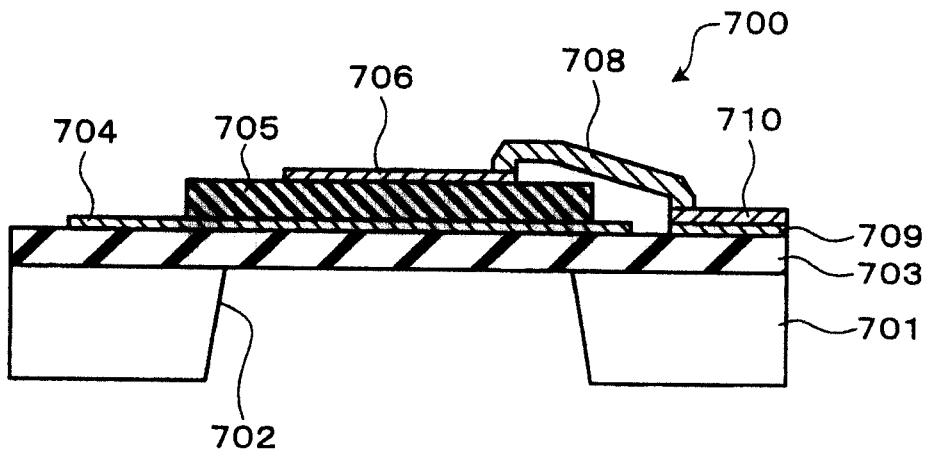


图 24

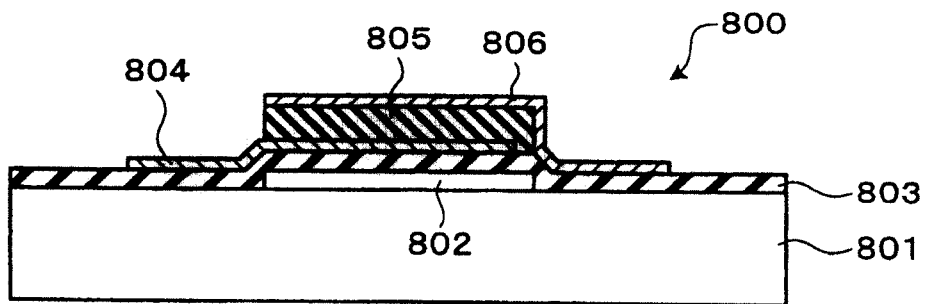


图 25