



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104954958 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 30

(21) 申请号 201510130669. 7

A61B 8/00(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 03. 24

(30) 优先权数据

2014-065114 2014. 03. 27 JP

2015-021194 2015. 02. 05 JP

(71) 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 鹤野次郎 船坂司 中村友亮

宫泽弘 伊藤浩 山田昌佳

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 吴孟秋 田喜庆

(51) Int. Cl.

H04R 17/00(2006. 01)

H01L 41/08(2006. 01)

H01L 41/09(2006. 01)

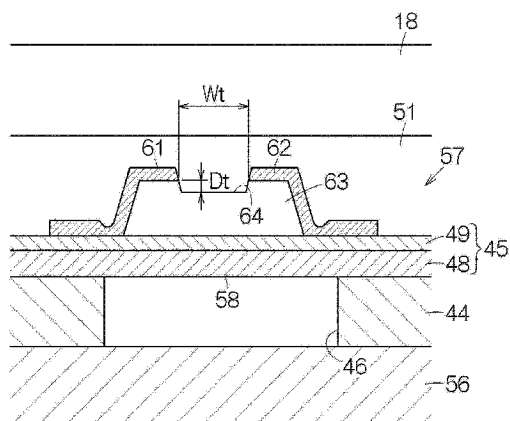
权利要求书3页 说明书13页 附图17页

(54) 发明名称

压电元件、压电器件、探头、电子设备及超声波图像装置

(57) 摘要

本发明提供一种压电元件、压电器件、探头、电子设备及超声波图像装置,其能够避免压电体产生裂纹,最大限度地发挥压电体的压电效应。超声波换能器元件(57)包括:振膜(58);压电体(63),配置在振膜(58)上;第1电极(61),配置在压电体(63)上;第2电极(62),配置在压电体(63)上并且是与第1电极(61)隔开的位置上;以及槽(64),在从振膜(58)的厚度方向观察的俯视下,位于第1电极(61)和第2电极(62)之间,并将压电体(63)的表面分成两个。



1. 一种压电元件,其特征在于,包括:
振膜;
压电体,配置在所述振膜上;
第 1 电极,配置在所述压电体上;
第 2 电极,配置在所述压电体上并且是与所述第 1 电极隔开的位置上;以及
槽,在从所述振膜的厚度方向观察的俯视下,该槽位于所述第 1 电极和所述第 2 电极之间,并将所述压电体的表面分成两个。
2. 根据权利要求 1 所述的压电元件,其特征在于,
所述槽从所述第 1 电极和所述第 2 电极之间向外侧并朝向所述压电体的边缘延伸,并横切所述压电体的一个面。
3. 根据权利要求 1 所述的压电元件,其特征在于,
所述槽从所述第 1 电极和所述第 2 电极之间向外侧并朝向所述压电体的边缘延伸,并在空间和所述压电体的所述边缘之间中断,该空间为所述第 1 电极和所述第 2 电极之间的空间。
4. 根据权利要求 1 至 3 中任一项所述的压电元件,其特征在于,
所述槽在所述俯视下沿穿过所述振膜的重心的直线延伸。
5. 根据权利要求 4 所述的压电元件,其特征在于,
所述振膜形成为在所述俯视下呈矩形,所述槽以与所述矩形的任一边平行的方式延伸设置。
6. 根据权利要求 3 或 4 所述的压电元件,其特征在于,
所述压电体形成为在所述俯视下相对于所述直线呈线对称。
7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的压电元件,其特征在于,
在所述槽中形成有拉伸弹性模量比所述压电体小的保护膜。
8. 根据权利要求 7 所述的压电元件,其特征在于,
所述保护膜是填充在所述槽中的声调节层。
9. 根据权利要求 1 所述的压电元件,其特征在于,
在所述俯视下,所述第 1 电极的沿所述槽的纵长方向的宽度以及所述第 2 电极的沿所述槽的纵长方向的宽度小于所述压电体的沿所述槽的纵长方向的宽度。
10. 根据权利要求 9 所述的压电元件,其特征在于,
在所述俯视下,所述压电体仅配置在所述振膜的区域内。
11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的压电元件,其特征在于,
所述压电体的在所述槽处沿所述厚度方向确定的厚度 t_1 和所述压电体的在所述槽以外处沿所述厚度方向确定的厚度 t_2 之间满足下式关系:

$$0.2 \leq \frac{t_1}{t_2} < 1.0$$

12. 根据权利要求 11 所述的压电元件,其特征在于,
所述厚度 t_1 和所述厚度 t_2 之间满足下式关系:

$$0.3 \leq \frac{t_1}{t_2} \leq 0.6$$

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的压电元件,其特征在於,所述厚度 t_1 和所述厚度 t_2 之间满足下式关系:

$$0.4 \leq \frac{t_1}{t_2}$$

14. 一种压电器件,其特征在於,包括:
 权利要求 1 至 13 中任一项所述的压电元件;
 第 2 振膜;
 第 2 压电体,配置在所述第 2 振膜上;
 第 3 电极,配置在所述第 2 压电体上;
 第 4 电极,配置在所述第 2 压电体上并且是与所述第 3 电极隔开的位置上;
 第 2 槽,在从所述第 2 振膜的厚度方向观察的俯视下,位于所述第 3 电极和所述第 4 电极之间,并将所述第 2 压电体的表面分成两个;以及
 导电体部,对所述第 2 电极和所述第 3 电极进行电连接。

15. 一种压电器件,其特征在於,包括:
 权利要求 1 至 13 中任一项所述的压电元件;
 第 2 振膜;
 第 3 电极,配置在所述第 2 振膜上;
 第 2 压电体,配置在所述第 3 电极上;以及
 第 4 电极,配置在所述第 2 压电体上。

16. 一种探头,其特征在於,具有多个权利要求 1 至 13 中任一项所述的压电元件。

17. 一种探头,其特征在於,具有多个权利要求 14 所述的压电器件。

18. 一种探头,其特征在於,具有多个权利要求 15 所述的压电器件。

19. 一种电子设备,其特征在於,具有多个权利要求 1 至 13 中任一项所述的压电元件。

20. 一种电子设备,其特征在於,具有多个权利要求 14 所述的压电器件。

21. 一种电子设备,其特征在於,具有多个权利要求 15 所述的压电器件。

22. 根据权利要求 19 至 21 中任一项所述的电子设备,其特征在於,所述电子设备包括:

极化电路,与所述压电元件连接,并对所述压电元件供给极化电压;

接收电路,与所述压电元件连接,并根据压电效应从所述压电元件接收电压;以及

开关,切换所述极化电路以及所述接收电路对所述压电元件的连接。

23. 一种超声波图像装置,其特征在於,具有多个权利要求 1 至 13 中任一项所述的压电元件。

24. 一种超声波图像装置,其特征在於,具有多个权利要求 14 所述的压电器件。

25. 一种超声波图像装置,其特征在於,具有多个权利要求 15 所述的压电器件。

26. 根据权利要求 23 至 25 中任一项所述的超声波图像装置,其特征在於,所述超声波图像装置包括:

极化电路,与所述压电元件连接,并对所述压电元件供给极化电压;
接收电路,与所述压电元件连接,并根据压电效应从所述压电元件接收电压;以及
开关,切换所述极化电路以及所述接收电路对所述压电元件的连接。

27. 一种压电元件,其特征在于,包括:

振膜;

压电体,配置在所述振膜上;

第 1 信号电极,配置在所述压电体的一个面上;

第 2 信号电极,配置在所述压电体的所述一个面上并且是与所述第 1 信号电极隔开的位置上;以及

槽,在从所述振膜的厚度方向观察的俯视下,该槽位于所述第 1 信号电极和所述第 2 信号电极之间,并在与所述振膜的表面垂直的方向上缩小所述压电体的厚度。

压电元件、压电器件、探头、电子设备及超声波图像装置

技术领域

[0001] 本发明涉及压电元件以及包含该压电元件的压电器件, 以及利用该压电器件的探头、电子设备以及超声波图像装置等。

背景技术

[0002] 如专利文献 1 所公开那样, 普遍知晓薄膜型的超声波换能器元件。超声波换能器元件具备振膜。在振膜上重叠有压电体膜。在压电体膜的表面上重叠有第 1 电极和第 2 电极。压电体膜以均匀的膜厚形成。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献 1 : 日本特开 2002 - 271897 号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 若压电体容易产生变形, 则变形量针对超声波增大, 生成电压增大。如果该变形恒定, 则生成电压与被电极所夹的压电体膜的厚度成正比增大。但是, 若压电体膜的厚度增大, 则会有在制造过程中容易在压电体膜中产生裂纹这样的问题。

[0008] 鉴于这样的实际情况, 期望一种压电元件, 其能够避免压电体产生裂纹, 最大限度地发挥压电体的压电效应。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] (1) 本发明的一个实施方式涉及一种压电元件, 该压电元件包括: 振膜; 压电体, 配置在所述振膜上; 第 1 电极, 配置在所述压电体上; 第 2 电极, 配置在所述压电体上并且是与所述第 1 电极隔开的位置上; 以及槽, 在从所述振膜的厚度方向观察的俯视下, 该槽位于所述第 1 电极和所述第 2 电极之间, 并将所述压电体的表面分成两个。

[0011] 若超声波作用于振膜, 则振膜进行超声波振动。对应于振膜的超声波振动, 引起压电体的变形。压电体的变形根据压电效应而在电极之间产生电压。若在压电体膜上沿水平方向配置的第 1 电极和第 2 电极的距离增大, 则即使压电体膜的厚度不增加, 生成电压也会增大。此时, 在槽的作用下, 压电体的厚度缩小。对应于厚度的缩小, 振膜的弯曲阻抗也减小, 电极之间产生的变形变大, 因此, 产生大的电压。除此之外, 压电元件中, 与压电体的表面平行地施加电压, 因此和与表面垂直地施加电压的情况相比, 在压电体中充分地残留极化。其结果, 在产生压电效应时, 能够省略 (或者缩小) 极化电压的施加。尤其是, 由于压电体利用槽局部减少厚度, 所以压电体的变形在第 1 电极和第 2 电极之间集中, 能够有效地利用压电效应。

[0012] (2) 也可以是, 所述槽从所述第 1 电极和所述第 2 电极之间向外侧并朝向所述压电体的边缘延伸, 并横切所述压电体的一个面。槽从压电体的边缘向边缘完全横切一个面, 因此压电体的变形最大限度地增大。生成电压最大限度地增大。

[0013] (3) 也可以是,所述槽从所述第 1 电极和所述第 2 电极之间向外侧并朝向所述压电体的边缘延伸,并在空间和所述压电体的所述边缘之间中断,该空间为所述第 1 电极和所述第 2 电极之间的空间。这样,槽也可以不完全横切压电体的一个面。由于压电体的厚度在电极彼此之间局部性减少,所以变形在电极彼此之间增大,能够有效利用压电效应。

[0014] (4) 也可以是,所述槽在所述俯视下沿穿过所述振膜的重心的直线延伸。在振膜中,越靠近重心位置,超声波振动时的弯曲越大。这样,若在容易弯曲的位置配置槽,则生成电压增大。

[0015] (5) 也可以是,所述振膜形成为在所述俯视下呈矩形,所述槽以与所述矩形的任一边平行的方式延伸设置。振膜的弯曲在距相互平行延伸的两条边等距离的中间位置最大。这样,若槽在容易弯曲的位置延伸,则生成电压增大。

[0016] (6) 也可以是,所述压电体形成为在所述俯视下相对于所述直线呈线对称。压电体的动作维持对称性。因而,在振膜振动时,压电体的动作稳定。

[0017] (7) 也可以是,在所述槽中形成有拉伸弹性模量比所述压电体小的保护膜。这样,防止压电体受到水等的影响。由于保护膜的拉伸弹性模量比压电体小,所以不妨碍振膜振动。

[0018] (8) 也可以是,所述保护膜填充在所述槽中的声调节层。这样,声调节层能够兼用作保护膜。

[0019] (9) 也可以是,在所述俯视下,所述第 1 电极的沿所述槽的纵长方向的宽度以及所述第 2 电极的沿所述槽的纵长方向的宽度小于所述压电体的沿所述槽的纵长方向的宽度。能够尽量避免第 1 电极以及第 2 电极和振膜的边缘的重叠。第 1 电极以及第 2 电极不妨碍振膜振动。

[0020] (10) 也可以是,在所述俯视下,所述压电体仅配置在所述振膜的区域内。压电体不妨碍振膜振动。

[0021] (11) 也可以是,所述压电体的在所述槽处沿所述厚度方向确定的厚度 t_1 和所述压电体的在所述槽以外处沿所述厚度方向确定的厚度 t_2 之间满足下式的关系:

$$[0022] \quad 0.2 \leq \frac{t_1}{t_2} < 1.0$$

[0023] 根据发明人的检验,确认到如下情况:若这样的关系成立,则变形在槽处集中,能够实现槽的效果。

[0024] (12) 也可以是,所述厚度 t_1 和所述厚度 t_2 之间满足下式关系:

$$[0025] \quad 0.3 \leq \frac{t_1}{t_2} \leq 0.6$$

[0026] 确认到如下情况:若这样的关系成立,则槽 64 有助于有效提高接收灵敏度。

[0027] (13) 也可以是,所述厚度 t_1 和所述厚度 t_2 之间满足下式关系:

$$[0028] \quad 0.4 \leq \frac{t_1}{t_2}$$

[0029] 若厚度比设定为 0.4 以上,则能够最大限度地提高生产率。

[0030] (14) 压电元件能够组装到压电器件中行使用。此时,压电器件包括:所述压电元

件；第 2 振膜；第 2 压电体，配置在所述第 2 振膜上；第 3 电极，配置在所述第 2 压电体上；第 4 电极，配置在所述第 2 压电体上并且是与所述第 3 电极隔开的位置上；第 2 槽，在从所述第 2 振膜的厚度方向观察的俯视下，位于所述第 3 电极和所述第 4 电极之间，并将所述第 2 压电体的表面分成两个；以及导电体部，对所述第 2 电极和所述第 3 电极进行电连接。由于两个压电元件串联，所以由于变形而产生的电压增加，灵敏度上升。

[0031] (15) 压电元件能够组装到压电器件中。此时，也可以是，压电器件包括：所述压电元件；第 2 振膜；第 3 电极；配置在所述第 2 振膜上；第 2 压电体，配置在所述第 3 电极上；以及第 4 电极，配置在所述第 2 压电体上。由振膜、压电体、第 1 电极以及第 2 电极形成的压电元件能够在接收声波时使用，从而由第 2 振膜、第 2 压电体、第 3 电极以及第 4 电极形成的压电元件能够在发送声波时使用。前者的压电元件与后者的压电元件相比具有高的灵敏度，所以提高了声波的分辨率。

[0032] (16) 压电元件能够组装到探头中使用。此时，可以是，探头具有多个所述压电元件。若在压电体膜上沿水平方向配置的第 1 电极和第 2 电极的距离增大，则即使压电体膜的厚度不增大，生成电压也增大。此时，在槽的作用下，压电体的厚度缩小。对应于厚度的缩小，振膜的弯曲阻抗减小，在电极间产生的变形变大，因此，产生大的电压。除此之外，在压电元件中，与压电体的表面平行地施加电压，因此和与表面垂直地施加电压的情况相比，在压电体中会充分地残留极化。其结果，在产生压电效应时，能够省略（或者缩小）极化电压的施加。

[0033] (17) 压电器件能够组装到探头中使用。此时，可以是，探头具有多个压电器件。在探头中串联有两个压电元件，因此由于变形而产生的电压增加，灵敏度上升。

[0034] (18) 压电器件能够组装到探头中使用。此时，可以是，探头具有多个压电器件。由振膜、压电体、第 1 电极以及第 2 电极形成的压电元件能够在接收声波时使用，从而由第 2 振膜、第 2 压电体、第 3 电极以及第 4 电极形成的压电元件能够在发送声波时使用。前者的压电元件与后者的压电元件相比具有高的灵敏度，因此声波的分辨率上升。

[0035] (19) 压电元件能够组装到电子设备中使用。此时，可以是，电子设备具有多个所述压电元件。若在压电体膜上沿水平方向配置的第 1 电极和第 2 电极的距离增大，则即使压电体膜的厚度不增加，生成电压也增大。此时，在槽的作用下压电体的厚度缩小。对应于厚度的缩小，振膜的弯曲阻抗减少，在电极间产生的变形变大，因此产生大的电压。除此之外，在压电元件中，与压电体的表面平行地施加电压，因此与垂直于表面地施加电压的情况相比，在压电体中会充分地残留极化。其结果，在产生压电效应时，能够省略（或者被缩小极化电压的施加能够被）。

[0036] (20) 压电器件能够组装到电子设备中使用。此时，可以是，电子设备具有多个压电器件。在电子设备中串联有两个压电元件，因此由于变形而产生的电压增加，灵敏度上升。

[0037] (21) 压电器件能够组装到电子设备中使用。此时，可以是，电子设备具有多个压电器件。由振膜、压电体、第 1 电极以及第 2 电极形成的压电元件能够在接收声波时使用，从而由第 2 振膜、第 2 压电体、第 3 电极以及第 4 电极形成的压电元件能够在发送声波时使用。前者的压电元件与后者的压电元件相比具有高的灵敏度，因此提高了声波的分辨率。

[0038] (22) 也可以是，电子设备包括：极化电路，与所述压电元件连接，并对所述压电元件供给极化电压；接收电路，与所述压电元件连接，并根据压电效应从所述压电元件接收电

压 ;以及开关,切换所述极化电路以及所述接收电路对所述压电元件的连接。这样,压电元件根据需要适当地极化。由于适当地维持极化状态,因此适当地维持灵敏度。

[0039] (23) 压电元件能够组装到超声波图像装置中使用。此时,可以是,超声波图像装置具有多个所述压电元件。若在压电体膜上沿水平方向配置的第 1 电极和第 2 电极的距离增大,则即使压电体膜的厚度不增加,生成电压也会增大。此时,在槽的作用下,压电体的厚度缩小。对应于厚度的缩小,振膜的弯曲阻抗减小,在电极间产生的变形变大,因此会产生大的电压。除此之外,由于在压电元件中与压电体的表面平行地施加电压,因此与垂直于表面地施加电压的情况相比,会在压电体中充分地残留极化。其结果,在生成压电效应时,能够省略(或者缩小)极化电压的施加。

[0040] (24) 压电器件能够组装到超声波图像装置中使用。此时,可以是,超声波图像装置具有多个压电器件。在超声波图像装置中,两个压电元件串联,因此由于变形而产生的电压增加,灵敏度上升。

[0041] (25) 压电器件能够组装到超声波图像装置中使用。此时,可以是,超声波图像装置具有多个压电器件。由振膜、压电体、第 1 电极以及第 2 电极形成的压电元件能够在接收声波时使用,从而由第 2 振膜、第 2 压电体、第 3 电极以及第 4 电极形成的压电元件能够在发送声波时使用。前者的压电元件与后者的压电元件相比具有高的灵敏度,提高了声波的分辨率。

[0042] (26) 超声波图像装置包括:极化电路,与所述压电元件连接,并对所述压电元件供给极化电压;接收电路,与所述压电元件连接,并根据压电效应从所述压电元件接收电压;以及开关,切换所述极化电路以及所述接收电路对所述压电元件的连接。这样,压电元件根据需要适当地极化。由于适当地维持极化状态,所以适当地维持灵敏度。

[0043] (27) 本发明的另一实施方式涉及一种压电元件,该压电元件包括:振膜;压电体,配置在所述振膜上;第 1 信号电极,配置在所述压电体的一个面上;第 2 信号电极,配置在所述压电体的所述一个面上并且是与所述第 1 信号电极隔开的位置上;以及槽,在从所述振膜的厚度方向观察的俯视下,该槽位于所述第 1 信号电极和所述第 2 信号电极之间,并在与所述振膜的表面垂直的方向上缩小所述压电体的厚度。

[0044] 若超声波作用于振膜,则振膜进行超声波振动。对应于振膜的超声波振动,引起压电体的变形。压电体的变形是根据压电效应在电极之间产生电压。若相对于压电体膜在水平方向上配置的第 1 电极和第 2 电极的距离增大,则即使压电体膜的厚度不增加,生成电压也增大。此时,在槽的作用下,压电体的厚度缩小。对应于厚度的缩小,振膜的弯曲阻力减小,在电极之间产生的变形变大,因此,产生出大的电压。除此之外,在压电元件中,对压电体的表面平行地施加电压,因此,和对表面垂直施加电压的情况相比,会在压电体上充分地残留极化。其结果,能够在产生压电效应时省略(或者缩小)极化电压的施加。尤其是,压电体在槽处厚度局部减少,因此,压电体的变形在第 1 电极和第 2 电极之间集中,能够有效地利用压电效应。

附图说明

[0045] 图 1 是简要示出一个实施方式中的电子设备一个具体例即超声波诊断装置的外观图。

- [0046] 图 2 是简要示出超声波器件单元的结构放大俯视图。
- [0047] 图 3 是简要示出发送阵列的区域的超声波器件的放大部分俯视图。
- [0048] 图 4 是沿图 1 的 A-A 线截取的放大垂直剖面图。
- [0049] 图 5 是简要示出第 1 实施方式的接收阵列的区域的超声波器件的放大部分俯视图。
- [0050] 图 6 是沿图 5 的 B-B 线截取的垂直剖面图。
- [0051] 图 7 是与图 6 对应地示出压电体膜的变形的垂直剖面图。
- [0052] 图 8 是第 1 超声波换能器元件的制造工序中的、基板的放大剖面图。
- [0053] 图 9 是简要示出第 1 超声波换能器元件的制造工序中的、压电体膜以及底导电膜的基板的放大剖面图。
- [0054] 图 10 是简要示出第 1 超声波换能器元件的制造工序中的、第 1 电极以及第 2 电极的基板的放大剖面图。
- [0055] 图 11 是示出根据与振膜的纵长方向中心线之间的距离来表示变形音压比的曲线图。
- [0056] 图 12 的 (a) 是示出第 1 压电元件的结构接收灵敏度的曲线图, (b) 是示出第 2 压电元件的结构接收灵敏度的曲线图。
- [0057] 图 13 是简要示出在压电体膜中流动的电力线的状态的模拟图像。
- [0058] 图 14 是示出电场强度的磁滞回线的曲线图。
- [0059] 图 15 是示出模拟模型的一个例子的立体图。
- [0060] 图 16 是示出槽以外的压电体膜的厚度 t_2 与接收灵敏度之间的关系曲线图。
- [0061] 图 17 是示出厚度比 ($= t_1/t_2$) 与接收灵敏度 (标准值) 之间的关系曲线图。
- [0062] 图 18 是示出厚度比 ($= t_1/t_2$) 与固有频率之间的关系曲线图。
- [0063] 图 19 是简要示出第 2 实施方式中的接收阵列的区域的超声波器件的放大部分俯视图。
- [0064] 图 20 是简要示出其他实施方式中的超声波诊断装置的电路结构的模块图。
- [0065] 附图标记说明
- [0066] 11 作为电子设备的超声波图像装置 (超声波诊断装置)、12 处理部 (装置终端)、13 探头 (超声波探头)、15 显示装置 (显示面板)、16 机壳、17 压电元件 (超声波器件)、23 第 2 压电元件 (第 2 超声波换能器元件)、24 第 2 振膜 (振膜)、26 第 4 电极 (上电极)、27 第 3 电极 (下电极)、28 第 2 压电体 (压电体膜)、51 保护膜 (声调节层)、57 压电元件 (第 1 超声波换能器元件)、58 振膜、61 第 1 电极、62 第 2 电极、63 压电体 (压电体膜)、64 槽、65 直线、66 虚拟垂直面、82 接收电路、83 开关 (多路复用器)、84 极化电路。

具体实施方式

[0067] 下面,参考附图说明本发明的一个实施方式。另外,下面所说明的本实施方式并不对权利要求书中所记载的本发明的内容作不当的限定,并不限定为本实施方式中所说明的全部结构是本发明的解决手段所必须的。

[0068] (1) 超声波诊断装置的整体结构

[0069] 图 1 简要示出本发明的一个实施方式的电子设备的一个具体例即超声波诊断装

置（超声波图像装置）11 的结构。超声波诊断装置 11 具备装置终端（处理部）12 和超声波探头（探头）13。装置终端 12 和超声波探头 13 利用电缆 14 相互连接。装置终端 12 和超声波探头 13 通过电缆 14 来交换电信号。装置终端 12 中组装有显示面板（显示装置）15。显示面板 15 的画面在装置终端 12 的表面暴露。在装置终端 12 中，根据由超声波探头 13 检测出的超声波来生成图像。图像化的检测结果显示在显示面板 15 的画面上。

[0070] 超声波探头 13 具有机壳 16。机壳 16 内收纳有超声波器件单元 DV。超声波器件单元 DV 具备超声波器件 17。超声波器件 17 具备声透镜 18。声透镜 18 的外表面以局部圆筒面 18a 形成。声透镜 18 由例如硅树脂形成。声透镜 18 具有与生物体的声阻抗接近声阻抗。在机壳 16 上划分形成有窗孔 16a。在窗孔 16a 内配置有声透镜 18。声透镜 18 的外表面在机壳 16 的表面暴露。超声波器件 17 从表面输出超声波并且接收超声波的反射波。

[0071] (2) 超声波器件单元的结构

[0072] 如图 2 所示，超声波器件单元 DV 具备布线基板 WB。超声波器件 17 安装在布线基板 WB 上。在进行这样的安装时，也可以在布线基板 WB 的表面上形成有收纳超声波器件 17 的凹处。凹处从布线基板 WB 的平面凹进即可。超声波器件 17 能够以例如树脂材料固定于布线基板 WB。

[0073] 在超声波器件 17 上形成有接收阵列 RR 以及发送阵列 TR。如后所述那样，接收阵列 RR 以配置成阵列状的第 1 超声波换能器元件（以下称为“第 1 压电元件”）的排列构成。如后所述那样，发送阵列 TR 以配置成阵列状的第 2 超声波换能器元件（以下称为“第 2 压电元件”）的排列构成。接收阵列 RR 以及发送阵列 TR 利用第 1 柔性印刷布线板（以下称为“第 1 布线板”）19a 以及第 2 柔性印刷布线板（以下称为“第 2 布线板”）19b 与布线基板上的布线图案（未图示）电连接。布线图案在布线基板 WB 的背面与连接器连接。以连接于连接器的布线形成电缆 14。

[0074] (3) 发送阵列的结构

[0075] 图 3 简要示出发送阵列 TR 的区域的超声波器件 17 的俯视图。超声波器件 17 具备基体 21。发送阵列 TR 形成于基体 21 的表面。第 2 压电元件 23 的排列以多行多列的矩阵形成。另外，在排列中也可以确立为交错配置。在交错配置中，偶数列的第 2 压电元件 23 组相对于奇数列的第 2 压电元件 23 组错开行间距的 1/2 即可。也可以是奇数列和偶数列中一方元件数相比于另一方元件数少 1 个。

[0076] 各个第 2 压电元件 23 具备振膜 24。在图 3 中，在与振膜 24 的膜面垂直的方向上的俯视图（从布线基板的厚度方向观察的俯视图）中，振膜 24 的轮廓以虚线描绘。在振膜 24 上形成有振子 25。振子 25 由上电极（第 4 电极）26、下电极（第 3 电极）27 以及压电体膜（第 2 压电体）28 构成。针对每个第 2 压电元件 23，在振膜 24 上配置有下电极 27，在下电极 27 上配置有压电体膜 28，在压电体膜 28 上配置有上电极 26。它们以下电极 27、压电体膜 28 以及上电极 26 的顺序重叠。这样，压电体膜 28 夹在上电极 26 和下电极 27 之间。

[0077] 在基体 21 的表面上形成有多个第 1 导体 29。第 1 导体 29 在排列的行方向上以相互平行的方式延伸。对每 1 行第 2 压电元件 23 分配 1 个第 1 导体 29。1 个第 1 导体 29 与排列的行方向上排成的第 2 压电元件 23 的压电体膜 28 均连接。第 1 导体 29 针对每个第 2 压电元件 23 形成上电极 26。第 1 导体 29 的两端分别与一对引出布线 31 连接。引出布线 31 在排列的列方向上以相互平行的方式延伸。因而，所有第 1 导体 29

具有相同的长度。这样,在整个矩阵的第 2 压电元件 23 上均连接有上电极 26。第 1 导电体 29 能够由例如铱 (Ir) 形成。但是,第 1 导电体 29 也可以使用其他导电材料。

[0078] 在基体 21 的表面上形成有多个第 2 导电体 32。第 2 导电体 32 在排列的列方向上以相互平行的方式延伸。针对 1 列的第 2 压电元件 23 分配一个第 2 导电体 32。1 个第 2 导电体 32 均配置于排列的列方向上排成的第 2 压电元件 23 的压电体膜 28。第 2 导电体 32 对各个第 2 压电元件 23 形成有下电极 27。第 2 导电体 32 上能够使用例如钛 (Ti)、铱 (Ir)、铂 (Pt) 以及钛 (Ti) 的层叠膜。但是,在第 2 导电体 32 上也可以使用其他导电材料。

[0079] 按照列切换第 2 压电元件 23 的通电。根据这样的通电的切换,实现线性扫描或扇形扫描。由于 1 列的第 2 压电元件 23 同时输出超声波,所以 1 列的个数即排列的行数能够根据超声波的输出电平来决定。行数设定为例如 10 ~ 15 行左右即可。在图中被省略而描绘为 5 行。排列的列数能够根据扫描的范围的宽度来决定。列数设定为例如 128 列或 256 列即可。在图中被省略而描绘为 8 列。上电极 26 以及下电极 27 的作用也可以更换。即,也可以在整个矩阵的第 2 压电元件 23 上均连接有下电极,另一方面,按照排列的每个列,在第 2 压电元件 23 均连接上电极。

[0080] 基体 21 的轮廓具有由相互平行的 1 对直线隔开且相对的第 1 边 21a 以及第 2 边 21b。在第 1 边 21a 和发送阵列 TR 的轮廓之间配置有 1 行第 1 端子阵列 33a。在第 2 边 21b 和发送阵列 TR 的轮廓之间配置有 1 行第 2 端子阵列 33b。第 1 端子阵列 33a 能够以与第 1 边 21a 平行的方式形成 1 行。第 2 端子阵列 33b 能够以与第 2 边 21b 平行的方式形成 1 列。第 1 端子阵列 33a 由 1 对上电极端子 34 以及多个下电极端子 35 构成。同样,第 2 端子阵列 33b 由 1 对上电极端子 36 以及多个下电极端子 37 构成。在 1 根引出布线 31 的两端上分别连接有上电极端子 34、36。引出布线 31 以及上电极端子 34、36 形成为相对于将发送阵列 TR 分成两个的垂直面呈面对称即可。在 1 根第 2 导电体 32 的两端上分别连接有下电极端子 35、37。第 2 导电体 32 以及下电极端子 35、37 形成为相对于将发送阵列 TR 分成两个的垂直面呈面对称即可。这里,基体 21 的轮廓形成为矩形。基体 21 的轮廓既可以是正方形也可以是梯形。

[0081] 第 1 布线板 19a 与基体 21 连接。第 1 布线板 19a 覆盖在第 1 端子阵列 33a 上。在第 1 布线板 19a 的一端上,与上电极端子 34 以及下电极端子 35 单独对应地形成有导线即第 1 信号线 39。第 1 信号线 39 与上电极端子 34 以及下电极端子 35 单独相对并且单独接合。同样,第 2 布线板 19b 与基体 21 连接。第 2 布线板 19b 覆盖在第 2 端子阵列 33b 上。在第 2 布线板 19b 的一端上,与上电极端子 36 以及下电极端子 37 单独对应地形成有导线即第 2 信号线 42。第 2 信号线 42 与上电极端子 36 以及下电极端子 37 单独相对并且单独接合。

[0082] 如图 4 所示,基体 21 具备基板 44 以及覆盖膜 45。在基板 44 的表面的整个面上形成有覆盖膜 45。在基板 44 上,按照每个第 2 压电元件 23 形成有开口部 46。开口部 46 相对于基板 44 配置成阵列状。配置开口部 46 的区域的轮廓相当于发送阵列 TR 的轮廓。相邻的两个开口部 46 之间被分隔壁 47 划分。相邻的开口部 46 被分隔壁 47 隔开。分隔壁 47 的壁厚相当于开口部 46 的间隔。分隔壁 47 在以相互平行的方式扩展的平面内规定两个壁面。壁厚相当于两个壁面的距离。即,壁厚能够以与壁面垂直并夹在壁面之间的垂线的长度来确定。基板 44 由例如硅基板形成即可。

[0083] 覆盖膜 45 由层叠在基板 44 表面上的氧化硅 (SiO_2) 层 48、层叠在氧化硅层 48 表面上的氧化锆 (ZrO_2) 层 49 构成。覆盖膜 45 与开口部 46 相接。这样,与开口部 46 的轮廓对应地,由覆盖膜 45 的一部分形成振膜 24。振膜 24 是覆盖膜 45 中由于面对开口部 46 而能够沿基板 44 的厚度方向进行膜振动的部分。氧化硅层 48 的膜厚能够根据共振频率来决定。

[0084] 在振膜 24 的表面上依次层叠有下电极 27、压电体膜 28 以及上电极 26。压电体膜 28 能够由例如锆钛酸铅 (PZT) 形成。在压电体膜 28 中也可以使用其他压电材料。这里,在第 1 导电体 29 之下,压电体膜 28 完全覆盖第 2 导电体 32。在压电体膜 28 的作用下,能够避免第 1 导电体 29 和第 2 导电体 32 之间的短路。

[0085] 在基体 21 的表面上层叠有声调节层 51。声调节层 51 覆盖元件阵列 22。声调节层 51 的膜厚根据振膜 24 的共振频率来决定。对于声调节层 51,能够使用例如硅树脂膜。在声调节层 51 上配置有声透镜 18。声透镜 18 与声调节层 51 的表面紧贴。声透镜 18 在声调节层 51 的作用下与基体 21 接合。声透镜 18 的局部圆筒面 18a 具有与第 1 导电体 29 平行的母线。局部圆筒面 18a 的曲率根据从 1 根第 2 导电体 33 连接的 1 列第 2 压电元件 23 发出的超声波的焦点位置来决定。声透镜 18 由例如硅树脂形成。声透镜 18 具有与生物体的声阻抗接近的声阻抗。

[0086] 在基体 21 上固定有保护膜 53。保护膜 53 例如由环氧树脂这样的具有防水性的材料形成。但是,保护膜 53 也可以由其他树脂材料形成。保护膜 53 接触于声透镜 18 以及声调节层 51 接触。在此,保护膜 53 以接触面 53a 夹着声透镜 18 以及声调节层 51,该接触面 53a 以与声透镜 18 的母线平行的方式扩展并且分别沿着与基体 21 呈直角交叉的 2 个虚拟平面 54a、54b。

[0087] 在基体 21 的背面固定有衬垫材料 56。在衬垫材料 56 的表面上重叠有基体 21 的背面。衬垫材料 56 在超声波器件 17 的背面关闭开口部 46。衬垫材料 56 能够具备坚硬的基材。在此,分隔壁 47 与衬垫材料 56 接合。衬垫材料 56 与各个分隔壁 47 至少在一个部位的接合区域接合。在接合时能够使用粘结剂。

[0088] (4) 第 1 实施方式的接收阵列的结构

[0089] 图 5 简要示出涉及接收阵列 RR 的区域的、超声波器件 17 的放大部分俯视图。接收阵列 RR 形成于基体 21 的表面。第 1 压电元件 57 的排列以多行多列的矩阵形成。各个第 1 压电元件 57 具备振膜 58。在图 5 中,从与振膜 58 的膜面垂直的视点观察的俯视图(沿布线基板的厚度方向观察的俯视图。以下简称为“俯视图”)中,以虚线描绘振膜 58 的轮廓。与前述的振膜 24 相同,振膜 58 由基板 44 表面的覆盖膜 45 形成。在振膜 58 上形成有振子 59。振子 59 由第 1 电极 61、第 2 电极 62 以及压电体膜(压电体)63 构成。第 1 电极 61 以及第 2 电极 62 配置在压电体膜 63 上。第 2 电极 62 配置于在压电体膜 63 上与第 1 电极 61 隔开的位置。在此,振膜 58 形成为俯视下呈矩形(包含正方形)。

[0090] 在压电体膜 63 的表面上,在第 1 电极 61 和第 2 电极 62 之间形成有槽 64。槽 64 从第 1 电极 61 和第 2 电极 62 之间向外侧并朝向压电体膜 63 的边缘延伸,横穿压电体膜 63 的一个面。槽 64 不仅在第 1 电极 61 和第 2 电极 62 之间将压电体膜 63 的表面分成两个,而且由于从压电体膜 63 的边缘到边缘完全将一个面横切,所以将压电体膜 63 的一个面分成两个。即,以连接压电体膜 63 的表面的外边缘部 2 个部位的方式延伸设置槽 64。在此,

槽 64 沿着俯视下穿过振膜 58 的重心（轮廓的图心）的直线 65 延伸。直线 65 以与振膜 58 的轮廓的长边平行的方式延伸。此时，第 1 电极 61 以及第 2 电极 62 在与压电体膜 63 的表面垂直并且分隔槽 64 的一端以及另一端的两个虚拟垂直面 66 的内侧扩展。压电体膜 63 在振膜 58 的以与虚拟垂直面 66 平行的方式确定的两个轮廓线的内侧扩展。因而，第 1 电极 61 的沿着槽 64 的纵长方向的宽度以及第 2 电极 62 的沿着槽 64 的纵长方向的宽度小于俯视下压电体膜 63 的沿着槽 64 的纵长方向的宽度。压电体膜 63 在俯视下仅配置在振膜 58 的区域内。压电体膜 63 形成为在俯视下相对于直线 65 线对称。

[0091] 在基体 21 的表面上形成有多根第 3 导电体 67 以及第 4 导电体 68。第 3 导电体 67 以及第 4 导电体 68 在排列的列方向上以相互平行的方式延伸。第 3 导电体 67 以及第 4 导电体 68 交替配置。按照每个相邻的 1 对第 3 导电体 67 和第 4 导电体 68 分配有多列第 1 压电元件 57。在第 3 导电体 67 和第 4 导电体 68 之间，按照每个行串联连接有第 1 压电元件 57。即，在行内相邻的第 1 压电元件 57 中，一个元件的第 1 电极 61 与另一个元件的第 2 电极 62。对于第 1 电极 61、第 2 电极 62、第 3 导电体 67 以及第 4 导电体 68，能够使用相同的材料。例如对于第 1 电极 61、第 2 电极 62、第 3 导电体 67 以及第 4 导电体 68，能够使用钛 (Ti)、铱 (Ir)、铂 (Pt) 以及钛 (Ti) 的层叠膜。但是，对于第 1 电极 61、第 2 电极 62、第 3 导电体 67 以及第 4 导电体 68，也可以使用其他导电材料。

[0092] 在基体 21 的第 1 边 21a 和接收阵列 RR 的轮廓之间配置有一行第 3 端子阵列 69。第 3 端子阵列 69 能够以与第 1 边 21a 平行的方式形成一行。第 3 端子阵列 69 由信号端子 71 以及共用端子 72 构成。信号端子 71 与第 3 导电体 67 连接。共用端子 72 与第 4 导电体 68 连接。在此，第 3 端子阵列 69 与第 1 端子阵列 33a 一起形成一行。第 1 布线板 19a 覆盖在第 1 端子阵列 33a 以及第 3 端子阵列 69 上。在第 1 布线板 19a 的一端上，与信号端子 71 以及共用端子 72 单独对应地形成有导电线即第 3 信号线 73。第 3 信号线 73 相对于信号端子 71 以及共用端子 72 单独相对并单独接合。

[0093] 同样，也可以在基体 21 的第 2 边 21b 和接收阵列 RR 的轮廓之间配置一行第 4 端子阵列（未图示）。第 4 端子阵列与第 2 端子阵列 33b 一起形成一行即可。第 2 布线板 19b 覆盖在第 2 端子阵列 33b 以及第 4 端子阵列上。在第 2 布线板 19b 的一端上，与信号端子以及共用端子单独对应地形成有导电线即第 4 信号线。第 4 信号线相对于信号端子以及共用端子单独相对并单独接合。

[0094] 如图 6 所示，在基体 21 上，针对每个第 1 压电元件 57 形成有开口部 46。开口部 46 在基板 44 上配置成阵列状。配置开口部 46 的区域的轮廓相当于接收阵列 RR 的轮廓。对应于开口部 46 的轮廓，覆盖膜 45 的一部分形成振膜 58。在振膜 58 的表面上固定压电体膜 63。压电体膜 63 能够由例如锆钛酸铅 (PZT) 形成。但是，对于压电体膜 63，也可以使用其他压电材料。在压电体膜 63 的顶端面，槽 64 具有均匀的宽度 W_t 并具有均匀的深度 D_t 即可。第 1 电极 61 和第 2 电极 62 以槽 64 的边缘中断即可。在槽 64 中填充有声调节层（保护膜）51。声调节层 51 具有比压电体膜 63 小的拉伸弹性模量。槽 64 使压电体膜 63 的厚度在与振膜 58 的表面垂直的方向上缩小。

[0095] (5) 超声波诊断装置的动作

[0096] 接着，简单说明超声波诊断装置 11 的动作。在发送阵列 TR 中，对振子 25 供给脉冲信号。脉冲信号通过下电极端子 35、37 以及上电极端子 34、36，按照每个列向第 2 压电元件

23 供给。在各个第 2 压电元件 23 中,在下电极 27 和上电极 26 之间对压电体膜 28 作用有电场。压电体膜 28 以超声波的频率进行振动。压电体膜 28 的振动传递到振膜 24。这样,振膜 24 进行超声波振动。其结果,朝向被检测体(例如人体内部)发出期望的超声波束。

[0097] 在接收阵列 RR 中,按照夹在第 3 导体 67 和第 4 导体 68 间的一组(多个列),切换第 1 压电元件 57 的通电。按照多个列的 1 组,第 1 压电元件 57 接收超声波。超声波的反射波使振膜 58 振动。振膜 58 的超声波振动以期望的频率使压电体膜 63 进行超声波振动。根据振子 59 的压电效应从振子 59 输出电压。在各个第 1 压电元件 57 中,在第 1 电极 61 和第 2 电极 62 之间生成电势。电势从信号端子 71 以及共用端子 72 作为电信号输出。这样检测出超声波。

[0098] 反复进行超声波的发送以及接收。其结果,实现线性扫描或扇形扫描。若结束扫描,则根据输出信号的数字信号来形成图像。所形成的图像显示在显示面板 15 的画面上。

[0099] 若在第 1 压电元件 57 中增大第 1 电极 61 和第 2 电极 62 的距离,则即使压电体膜 63 的厚度不增加,压电体膜 63 的变形量也增大。生成电压增大。此时,在槽 64 的作用下,压电体膜 63 的厚度缩小。如图 7 所示,对应于厚度的缩小,振膜 58 的弯曲阻抗减少,在电极间产生的变形变大,因此,产生大的电压。除此之外,在第 1 压电元件 57 中,与压电体膜 63 的表面平行地施加电压,因此和与表面垂直地施加电压的情况相比,在压电体膜 63 中充分地残留极化。其结果,在生成压电效应时,能够省略(或者缩小)极化电压的施加。尤其是,由于压电体膜 63 利用槽 64 局部减少厚度,所以在第 1 电极 61 和第 2 电极 62 之间,压电体膜 63 的变形集中于电力线的路径,能够有效利用压电效应。

[0100] 在俯视下,槽 64 沿穿过振膜 58 的重心的直线 65 延伸。在振膜 58 中,越靠近重心位置,超声波振动时的弯曲越大。若在这样容易弯曲的位置配置槽 64,则生成电压增大。尤其是,振膜 58 形成为在俯视下呈矩形。在距相互平行延伸的 2 条边等距离的中间位置,振膜 58 的弯曲最大。若槽 64 以与矩形的长边平行的方式延伸,则生成电压增大。在此,槽 64 从压电体膜 63 的边缘到边缘完全横切一个面,因此压电体膜 63 的变形增大到最大限度。生成电压增大到最大限度。压电体膜 63 形成为在俯视下相对于直线 65 呈线对称,压电体膜 63 的动作维持对称性。因而,在振膜 58 振动时,压电体膜 63 的动作稳定。

[0101] 在槽 64 中填充有声调节层 51。声调节层 51 作为保护膜起作用。这样,防止压电体膜 63 受到例如水等的影响。声调节层 51 具有比压电体膜 63 小的拉伸弹性模量,因此并不妨碍振膜 58 的振动。

[0102] 在第 1 压电元件 57 中,第 1 电极 61 以及第 2 电极 62 在两个虚拟垂直面 66 内侧扩展。尽量避免第 1 电极 61 以及第 2 电极 62 和振膜 58 的边缘重叠。第 1 电极 61 以及第 2 电极 62 不妨碍振膜 58 的振动。同样,俯视下的第 1 电极 61 的沿着槽 64 的纵长方向的宽度以及第 2 电极 62 的沿着槽 64 的纵长方向的宽度小于俯视下的压电体膜 63 的沿着槽 64 的纵长方向的宽度。压电体膜 63 仅配置在振膜 58 的区域内。压电体膜 63 不妨碍振膜 58 的振动。

[0103] 在接收阵列 RR 中,在各个行中,与第 1 压电元件 57 的第 1 电极 61 连接有相邻的第 1 压电元件 57 的第 2 电极 62。一行的第 1 压电元件 57 电气串联。因而,由变形产生的电压增加,灵敏度上升。

[0104] 如前所述,在超声波器件 17 中,在接收超声波时能够利用第 1 压电元件 57,在发送

超声波时能够利用第 2 压电元件。第 1 压电元件 57 具有比第 2 压电元件 23 高的灵敏度，所以提高了超声波的析像度。

[0105] (6) 第 1 超声波换能器元件的制造方法

[0106] 接着，简单说明第 1 压电元件 57 的制造方法。如图 8 所示，准备基板 75。基板 75 例如由硅形成。在基板 75 的表面上形成有氧化硅层 76 以及氧化锆层 77。在形成氧化硅层 76 时，例如在基板 75 的表面实施热处理即可。基板 75 上的硅被氧化，形成氧化硅。在形成氧化锆层 77 时，锆膜以均匀的膜厚形成。对锆膜实施氧化处理。这样就能获得基板 44 以及覆盖膜 45。

[0107] 如图 9 所示，在覆盖膜 45 的表面上形成有压电体膜 63 以及底导电膜 78。在平坦膜的压电材料膜上形成底导电膜 78 的图案。接着，对压电材料膜实施蚀刻处理。由压电材料膜形成压电体膜 63。底导电膜 78 层叠在压电体膜 63 的顶端面。

[0108] 如图 10 所示，在底导电膜 78 上形成平坦膜的电极膜。电极膜暴露于蚀刻处理。按照规定的布线图案自电极膜形成第 1 电极 61、第 2 电极 62、第 3 导电体 67 以及第 4 导电体 68。此时，在压电体膜 63 的顶端面上，在第 1 电极 61 和第 2 电极 62 之间对应于过蚀刻形成槽 64。对应于槽 64 的形成，第 1 电极 61 和第 2 电极 62 分离。之后，在基板 75 上从背面形成开口部 46。

[0109] (7) 第 1 超声波换能器元件的检验

[0110] 本发明人检验了压电体膜 63 上的槽 64 的作用。在检验时，计算出变形相对于音压的大小（变形音压比）。在计算时，设定纵横比 10 :1 的振膜。槽的宽度 W_t 相对于振膜 24 的宽度，设定为 17%、42% 以及 67%。作为比较例，在压电体膜上准备无槽的振膜。图 11 中示出振膜的变形音压比根据距纵长方向的中心线的距离变化的状态。确认到在槽中变形根据压电体膜的厚度的减少而增大。而且，观察到有槽相比于无槽，能够抑制振膜在边缘附近变形。

[0111] 本发明人检验了第 1 压电元件的接收灵敏度。在检验时，本发明人试制了第 1 压电元件。在水听器中输入 1 个（或者 10 个）1 ~ 10MHz 频率的正弦波，利用第 1 压电元件接收在水中产生的超声波，此时，测量在第 1 压电元件中产生的电压。本发明人准备了比较例。在比较例中，确定与第 2 压电元件同样的结构。如图 12 所示，确认到与第 2 压电元件相比，第 1 压电元件的接收灵敏度上升。

[0112] 而且，本发明人在第 1 压电元件中检验到压电体膜 63 中的电力线。在检验时，实施了计算机模拟。其结果，如图 13 所示，确认到即使在压电体膜 63 的顶端面设置有第 1 电极 61 以及第 2 电极 62，电力线在整个压电体膜 63 中流通。因而，确认到第 1 压电元件 57 的结构的有效性。

[0113] 而且，本发明人检验了第 1 压电元件中残留极化的大小。在检验时，实施了计算机模拟。本发明人准备了比较例。在比较例中，确认了与第 2 压电元件同样的结构。如图 14 所示，确认到与第 2 压电元件的结构相比，在第 1 压电元件中能够获得大的残留极化。这样，若充分残留极化，则只要实施一次极化处理，就能够在产生压电效应时省略（或者缩小）施加极化电压。若如前所述那样串联第 1 压电元件 57，则虽然对压电体膜 63 的极化会要求高的极化电压，但是只要这样确保大的残留极化，就能够省略接收超声波时的极化电压的施加，从而能够有助于降低消耗电力。

[0114] 本发明人在改变槽 64 的深度 D_t 的同时观察了第 1 压电元件的接收灵敏度。在观察时,实施计算机模拟。如图 15 所示,本发明人构建了模拟模型。第 1 压电元件 57 形成为相对于直线 65 呈线对称,因此模拟模型在直线 65 的一侧构成。振膜 24 以及压电体膜 63 形成为正方形的轮廓。隔开电极 61 和电极 62 的槽 64 的宽度 W_t 设定为 $6\ \mu\text{m}$ 。氧化硅层 48 的膜厚设定为 1070nm 。氧化锆层 49 的膜厚设定为 400nm 。由槽 64 确定的压电体膜 63 的厚度 t_1 设定为 270nm 。在改变深度 D_t 时,改变了在槽 64 以外处确定的压电体膜 63 的厚度 t_2 。第 1 电极 61 以及第 2 电极 62 的膜厚设定为 50nm 。膜厚以及厚度 t_1 、 t_2 都在振膜 24 的厚度方向上确定。

[0115] 如图 16 所示,确认到若在槽 64 以外处厚度 t_2 增加且槽 64 的深度 D_t 增加则接收灵敏度提高。但是,确认到若厚度 t_2 超过 675nm 则接收灵敏度降低。确认到若厚度 t_2 达到 1350nm 则恢复到与均匀厚度 t_2 的压电体膜 63 (无槽) 相等的接收灵敏度。

[0116] 如图 17 所示,容易推测若厚度比 ($= t_1/t_2$) 低于 0.2 则接收灵敏度比均匀厚度 t_2 的压电体膜低。因而,确认到如果下式的关系成立,则在槽中变形集中,能够实现槽的效果。

[0117] 公式 4

$$[0118] \quad 0.2 \leq \frac{t_1}{t_2} < 1.0$$

[0119] 如从图 17 可读取那样,可预测厚度比从 1.0 开始减少直到 0.6 为止,接收灵敏度 (标准化) 的变化仅受厚度比的影响即被槽 64 的形成效果所支配。即,槽状的结构在振膜 24 的中央位置形成,由此,由音压产生的应力在槽 64 的区域集中,第 1 电极 61 和第 2 电极 62 之间,压电体膜 63 的面内变形增大,其结果是由压电效应产生的电压增大。另一方面,发现如下情况:当厚度比低于 0.6 时,妨碍提高接收灵敏度的原因即电极下的压电体膜 63 的厚度 t_2 增大,由此压电元件 57 的整个结构变硬的效果开始产生影响。即,并不是只要槽 64 的深度 D_t 增大就会提高接收灵敏度,而是用于使接收灵敏度最佳的 D_t 有最佳的范围。该范围由槽 64 的压电体膜 63 的厚度 t_1 和电极下的压电体膜 63 的厚度 t_2 之比来确定。从图 17 确认到,若下式成立,则槽 64 会有助于有效提高接收灵敏度。

[0120] 公式 5

$$[0121] \quad 0.3 \leq \frac{t_1}{t_2} \leq 0.6$$

[0122] 从图 17 可知那样,确认到若厚度比达到 0.4,则接收灵敏度提高到最大限度。观察到若厚度比低于 0.4 则接收灵敏度降低。对于槽 64 的形成,深度 D_t 越深,形成的处理时间越增加。生产率下降。除此之外,除去的压电体材料的体积增大。因而,如果设定厚度比在 0.4 以上,则就能够最大限度地提高生产率。

[0123] 如图 18 所示,确认到即使厚度比变化,振膜 24 的固有振动频率也不会有 1MHz 以上大的变化。因而,可知如下情况:即使采用在压电体膜 63 上形成槽 64 来提高接收灵敏度的手段,只要是在本实施方式的范围,压电元件 57 的振动特性就不会变动。固有振动频率与声波的波长成反比,借助波长来确定压电元件 57 的空间分辨率,因此固有振动频率的降低会带来分辨率降低。因此,即使是采用提高接收灵敏度的压电元件 57 的结构,固有振动频率降低在元件的设计上也不优选。

[0124] (8) 第 2 实施方式的接收阵列的结构

[0125] 如图 19 所示,在接收阵列 RR 中,槽 64 从第 1 电极 61 和第 2 电极 62 之间向外侧并朝向压电体膜 63 的边缘延伸,在第 1 电极 61 和第 2 电极 62 间的空间与压电体膜 63 的边缘之间中断。槽 64 虽然延伸到虚拟垂直面 66 的外侧,但是并没有到达压电体膜 63 的边缘。这样,槽 64 也可以不完全横切压电体膜 63 的一个面。即使是在这种情况下,由于压电体膜 63 的厚度在电极 61、62 彼此之间局部减少,所以在电极 61、62 彼此之间,压电体膜 63 的变形集中于电力线的路径,能够有效利用压电效应。

[0126] (9) 其他实施方式的超声波诊断装置

[0127] 图 20 简要示出其他实施方式的超声波诊断装置 11 的电路结构。超声波诊断装置 11 具备与超声波器件 17 的接收阵列 RR 电连接的集成电路芯片 81。集成电路芯片 81 具备接收电路 82、多路复用器(开关)83 以及极化电路 84。多路复用器 83 将接收电路 82 和极化电路 84 选择地连接在第 1 压电元件 57 组上。接收电路 82 根据压电效应,从与成对的第 3 导体 67 以及第 4 导体 68 连接的第 1 压电元件 57 接收电压。根据接收到的电压,检测超声波。极化电路 84 对各个第 1 压电元件 57 供给极化电压。在此,在接收超声波时,极化电路 84 与第 1 压电元件 57 分离。多路复用器 83 对第 1 压电元件 57 切换接收电路 82 的连接以及极化电路 84 的连接。极化电压的供给根据需要适当地实施即可。

[0128] 另外,如上所述详细说明了本实施方式,但是本领域技术人员能够容易理解的是,能够在不脱离本发明的新事项以及效果的情况下进行较多的变形。因而,这样的变形例都包含在本发明的范围内。例如,在说明书或者附图中,至少一次,与更广义或者同义的不同词语一起记载的术语在说明书或者附图的任何一个位置,都能置换成该不同词语。另外,超声波诊断装置 11、装置终端 12、超声波探头 13、显示面板 15、机壳 16、声透镜 18、第 1 以及第 2 布线板 19a、19b、基体 21、第 2 压电元件 23、声调节层 51 等结构以及动作也不限于本实施方式中说明的内容,可进行各种变形。

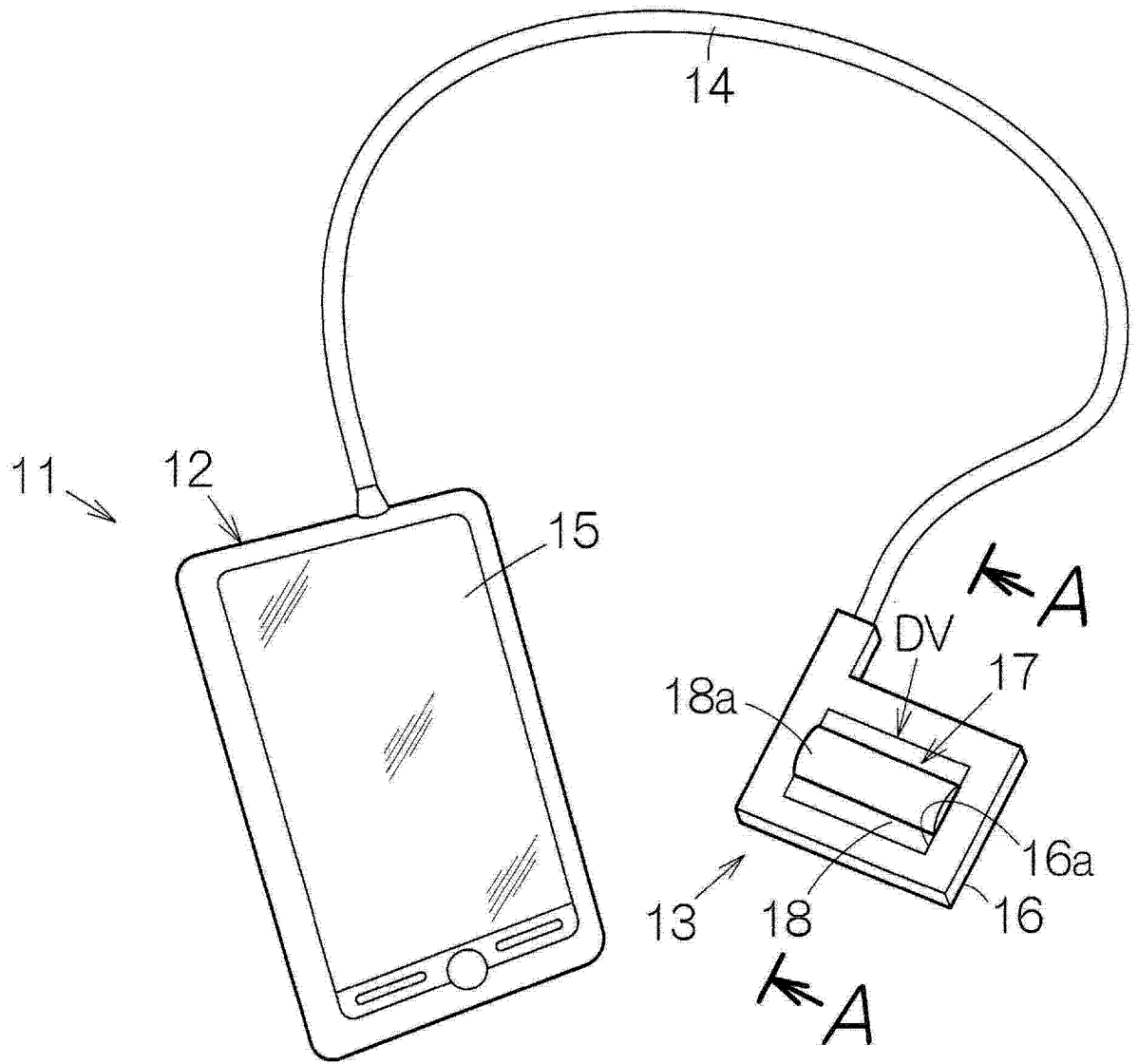


图1

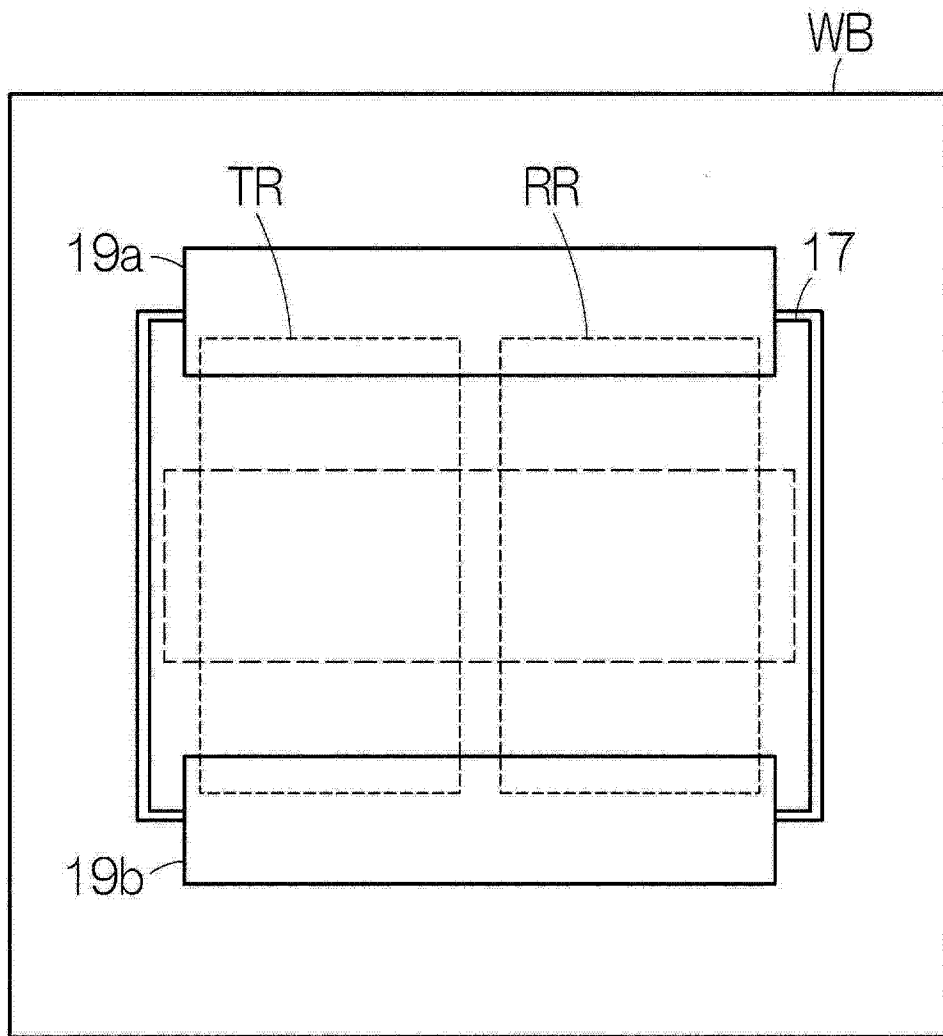


图 2

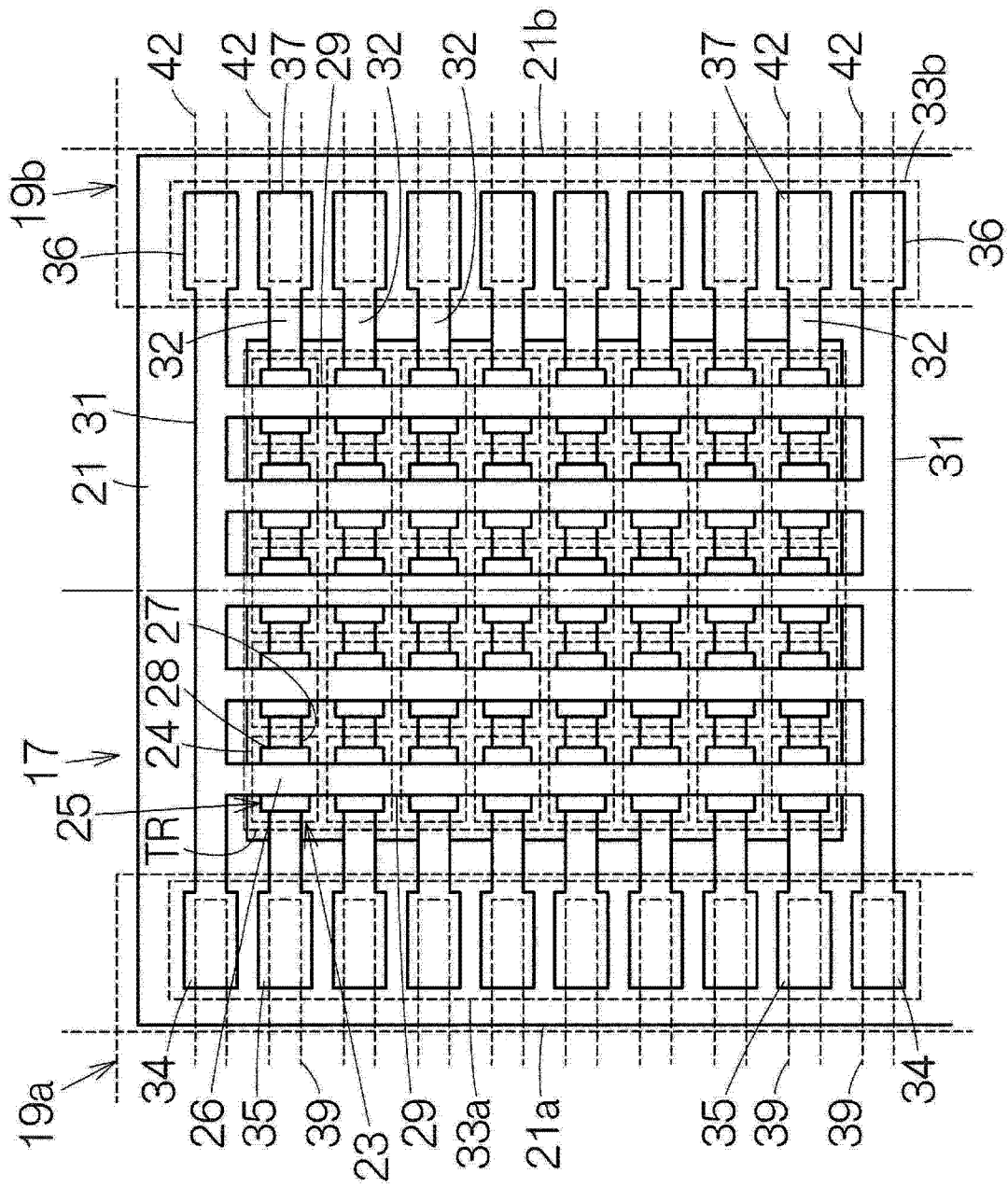


图 3

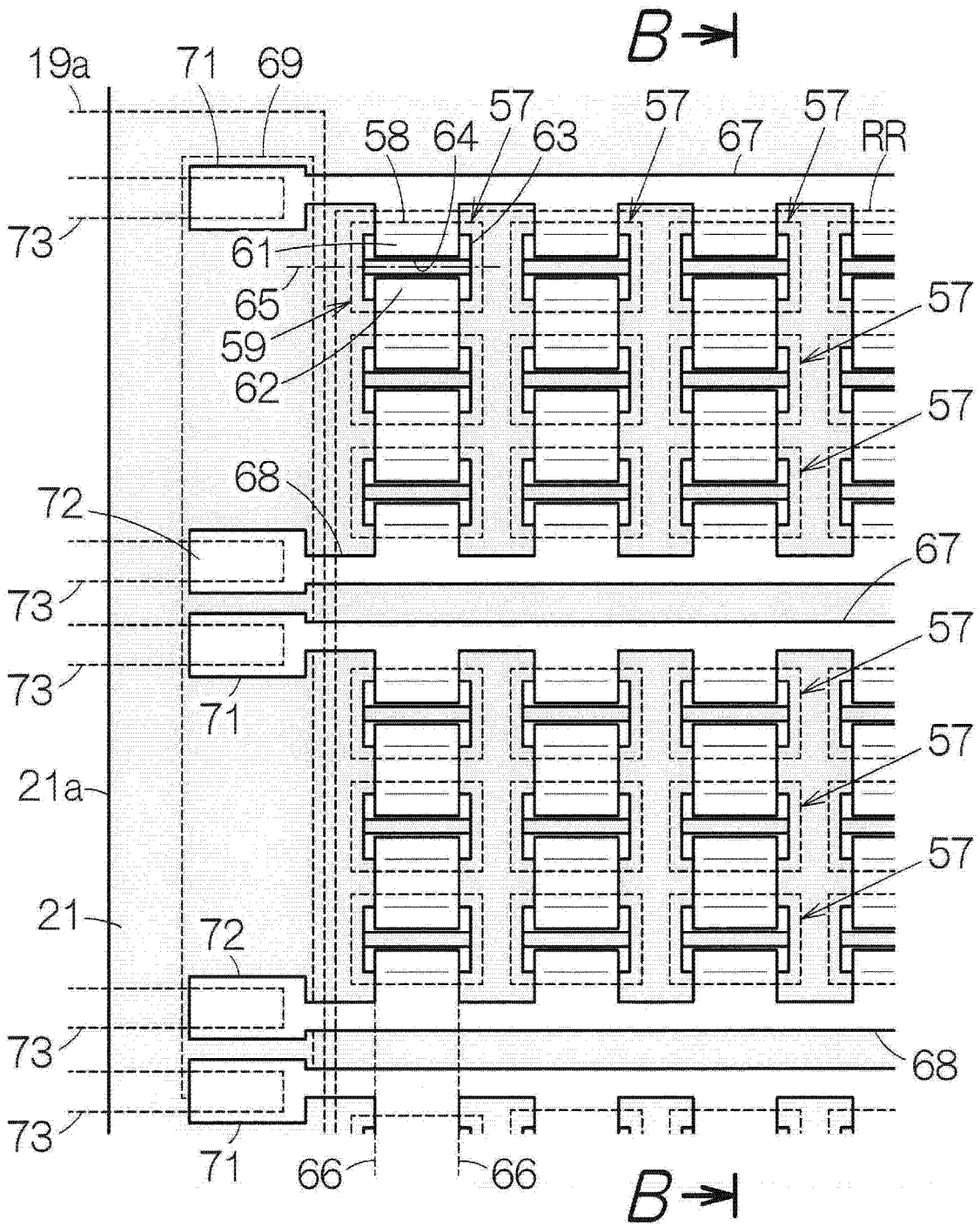


图 5

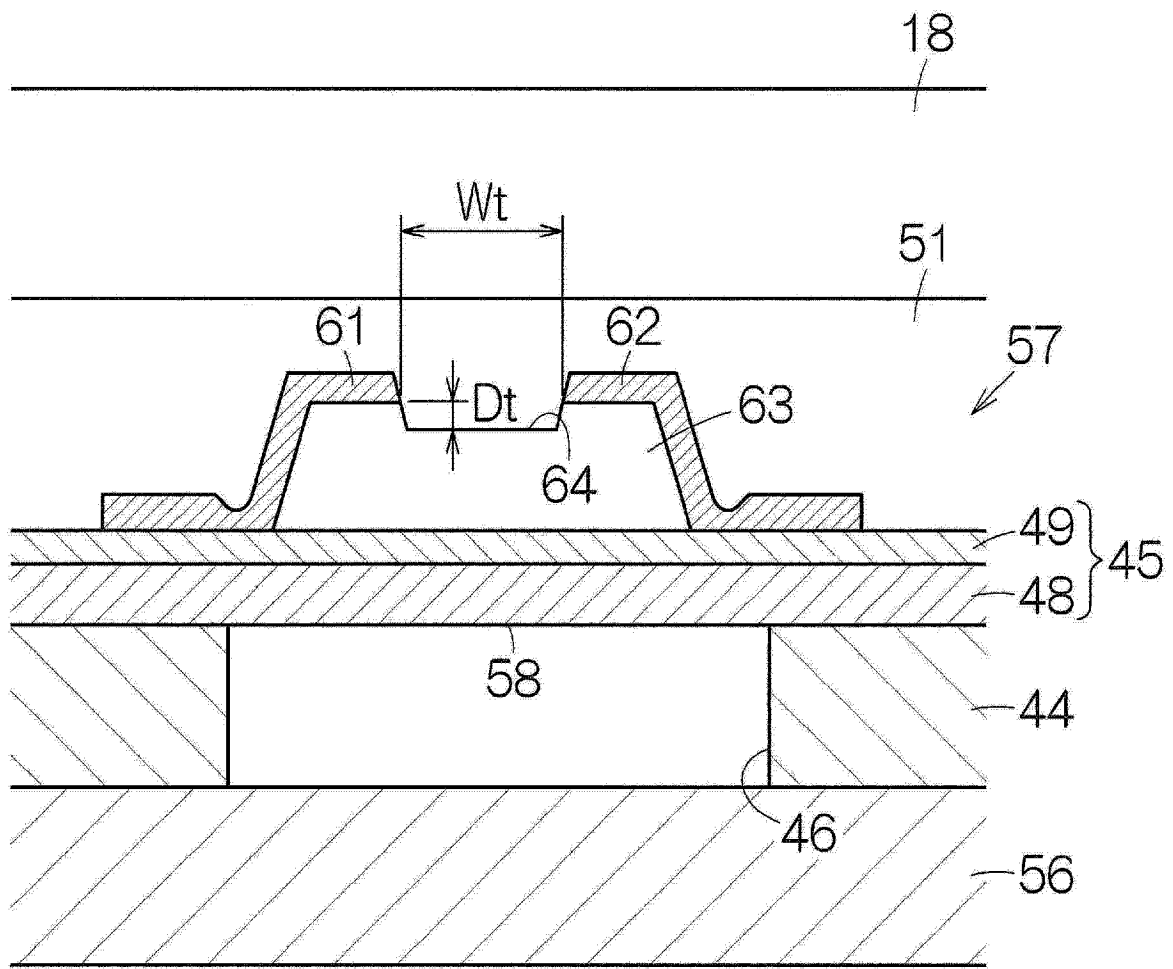


图 6

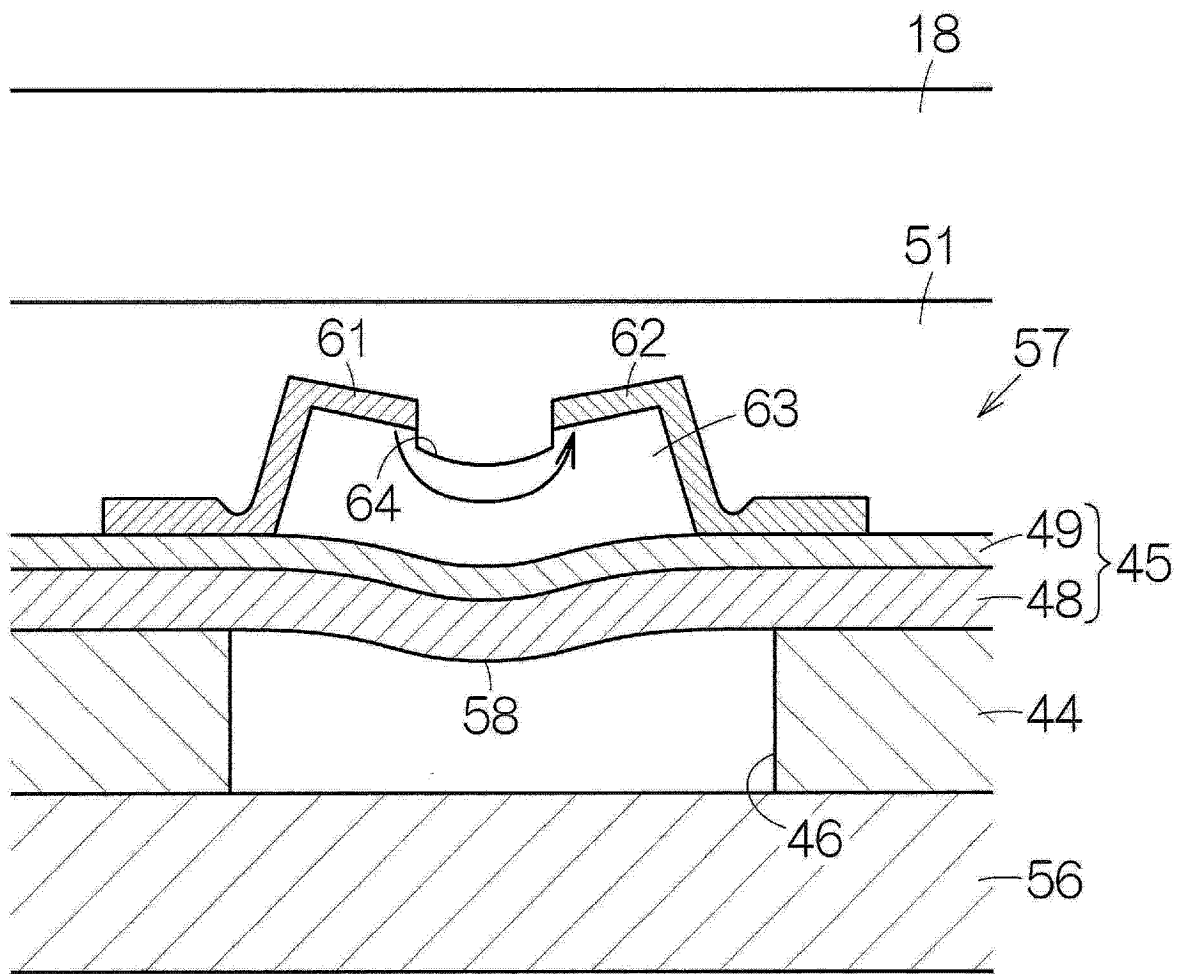


图 7

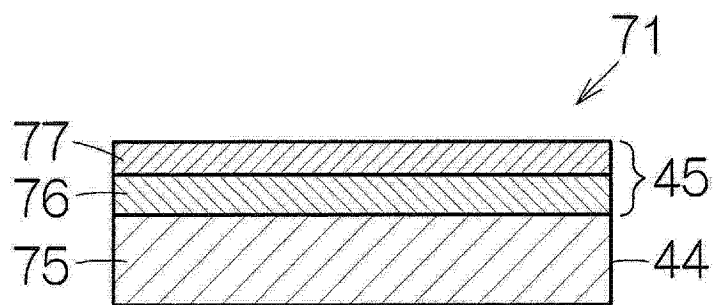


图 8

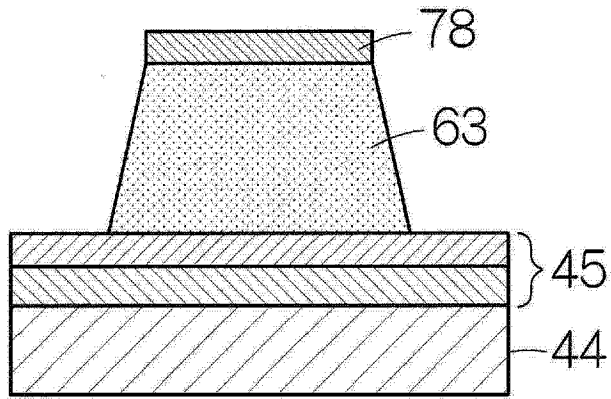


图 9

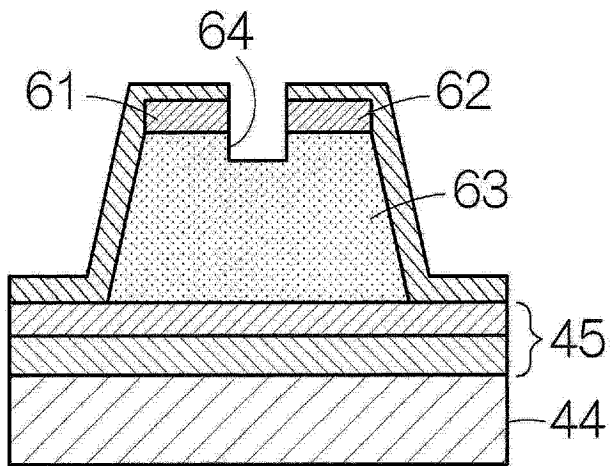


图 10

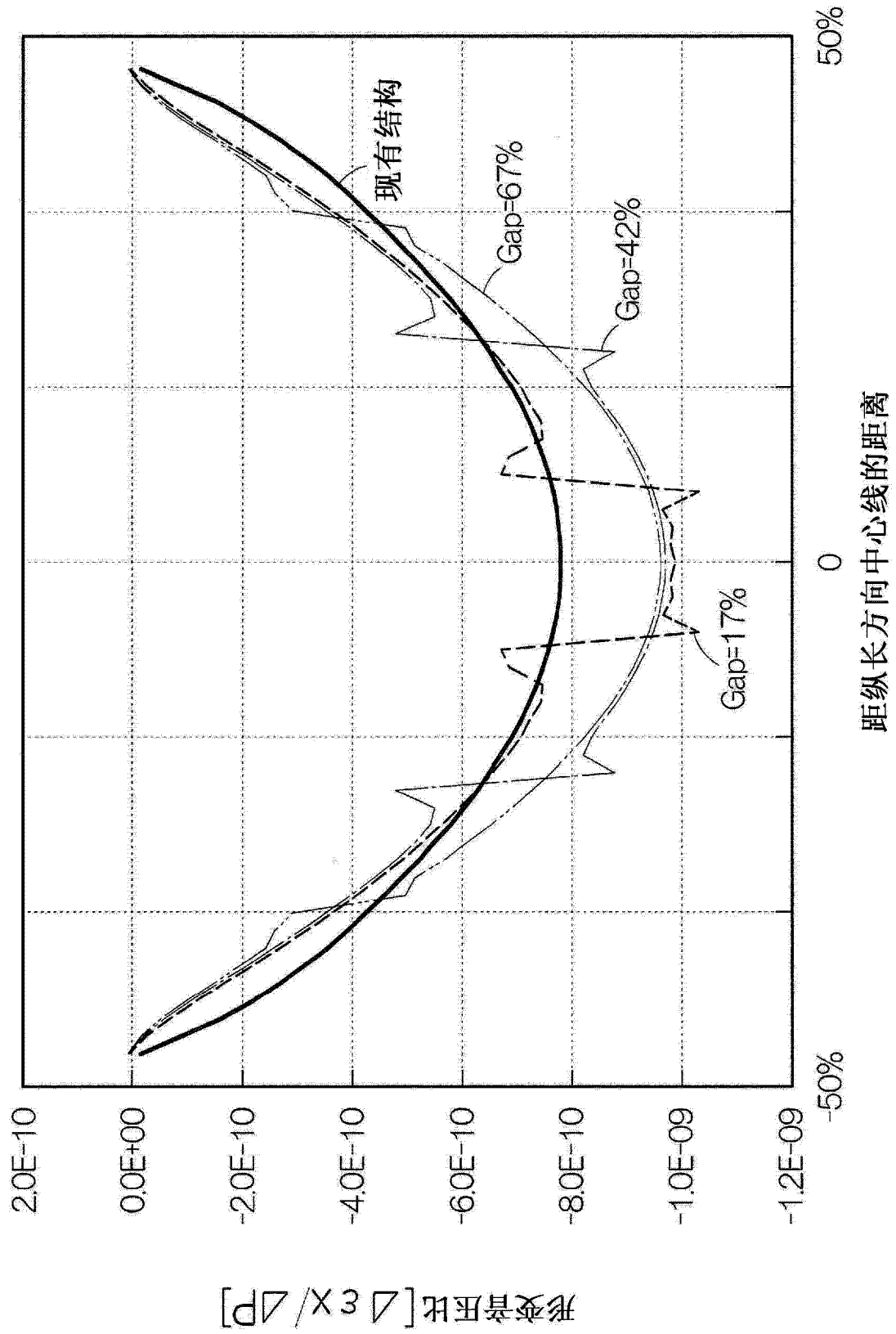
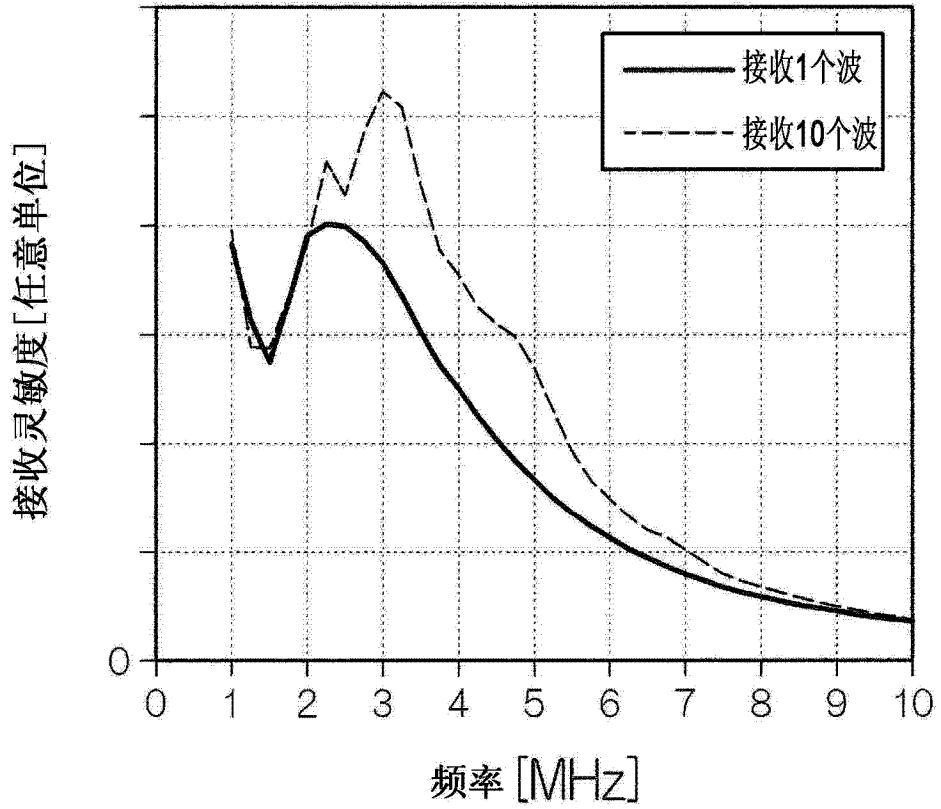


图 11

(a)



(b)

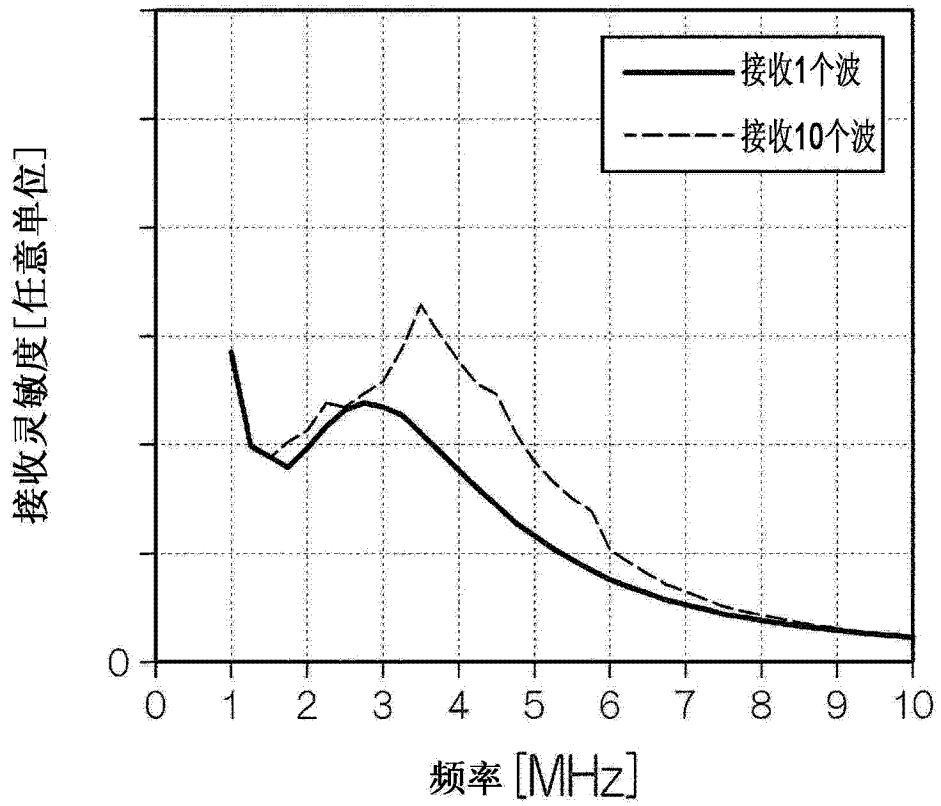


图 12

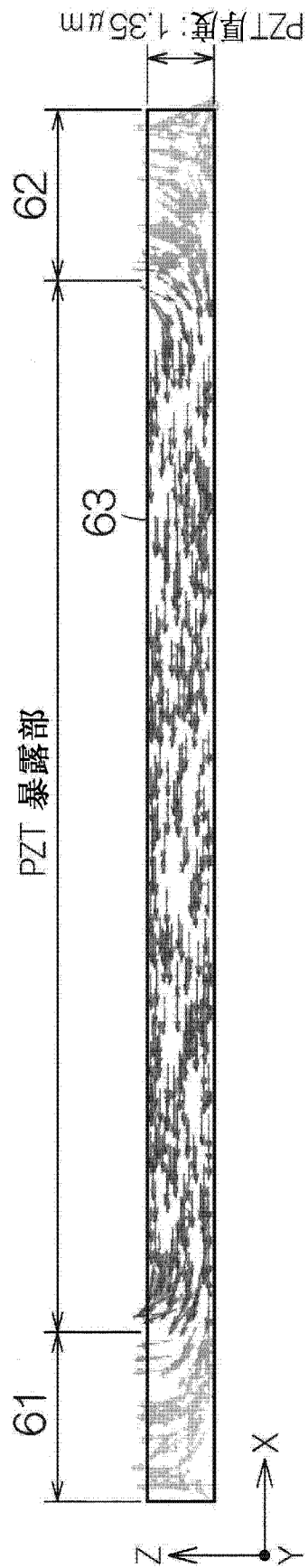


图 13

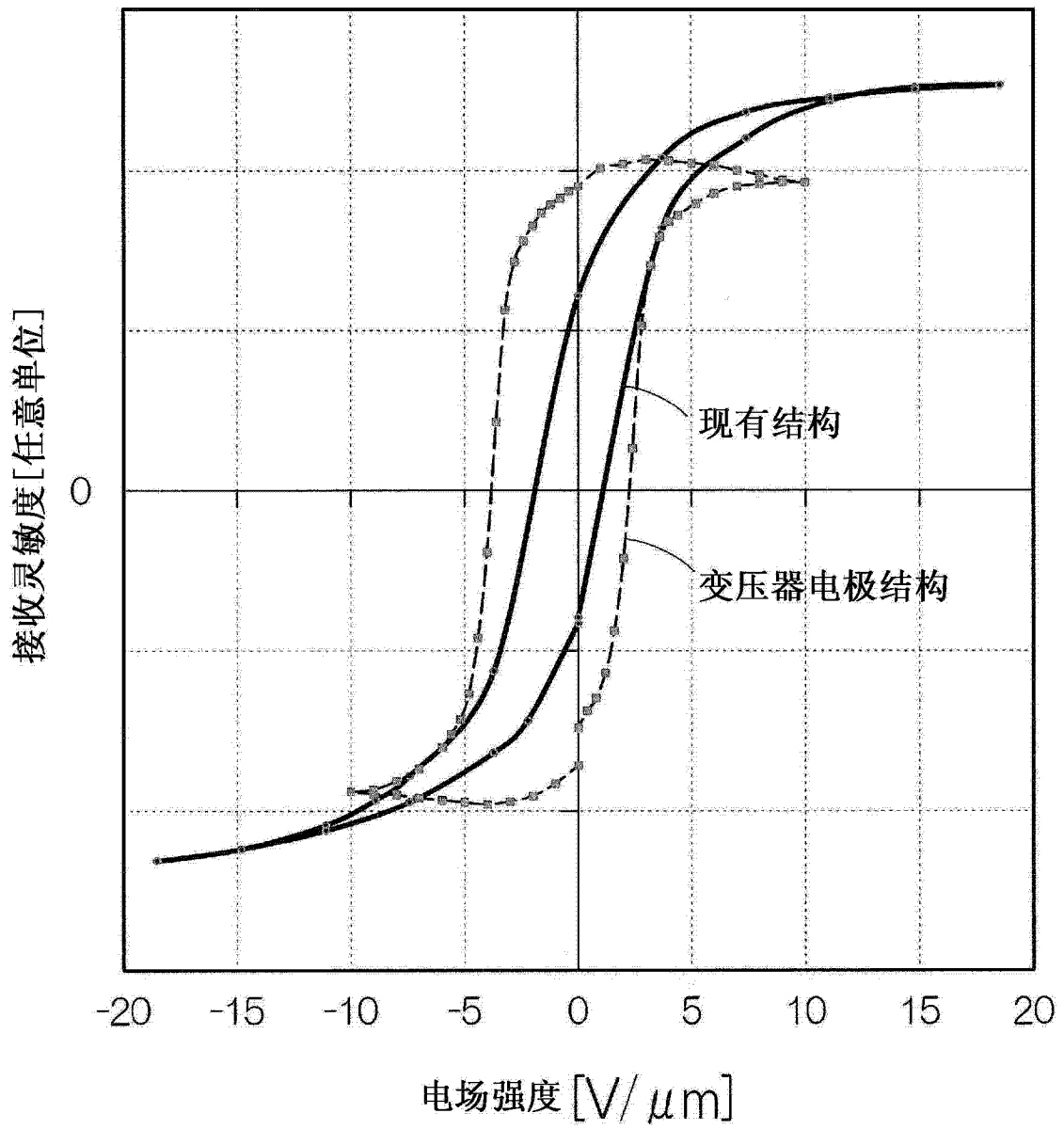


图 14

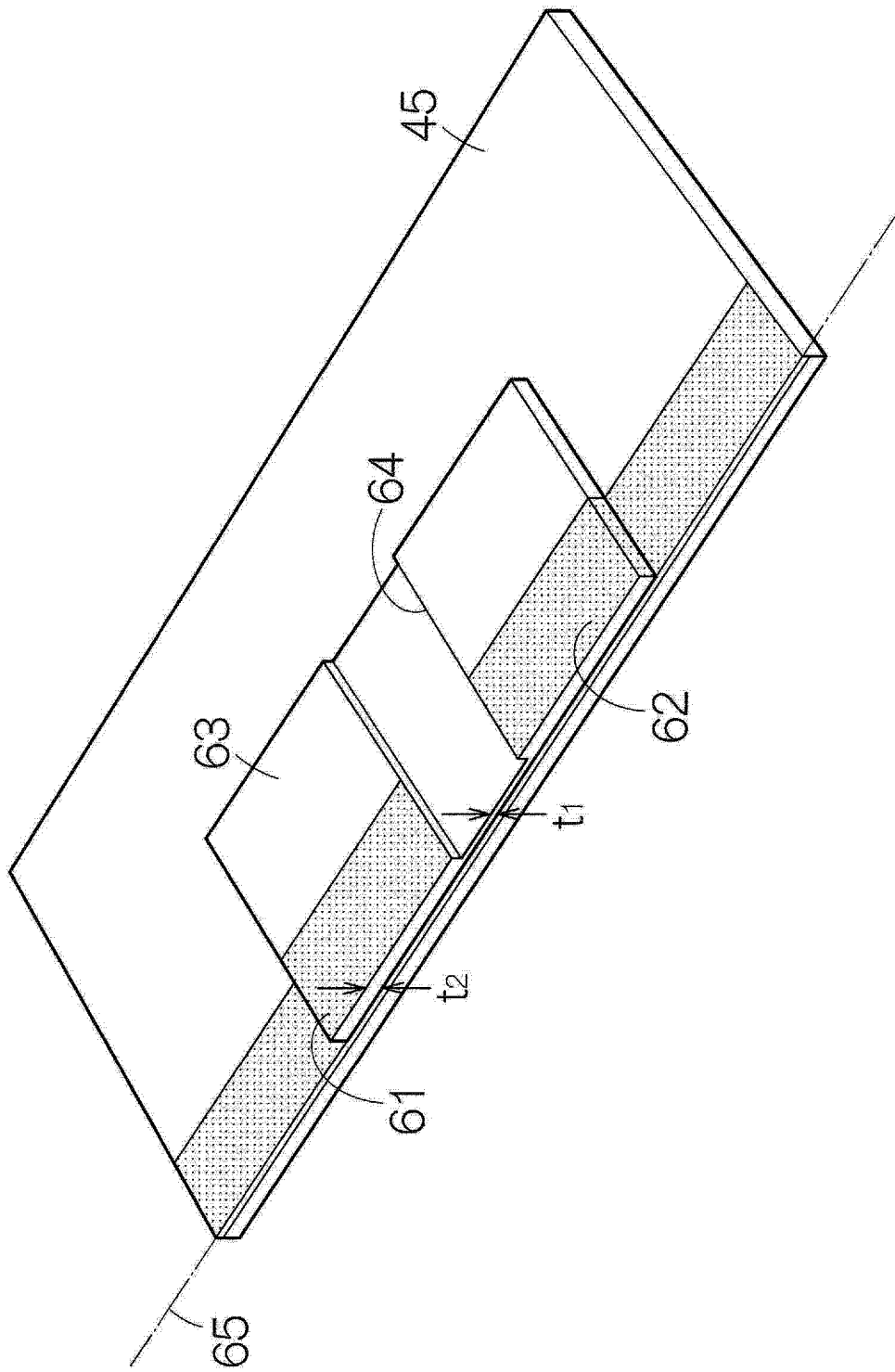


图 15

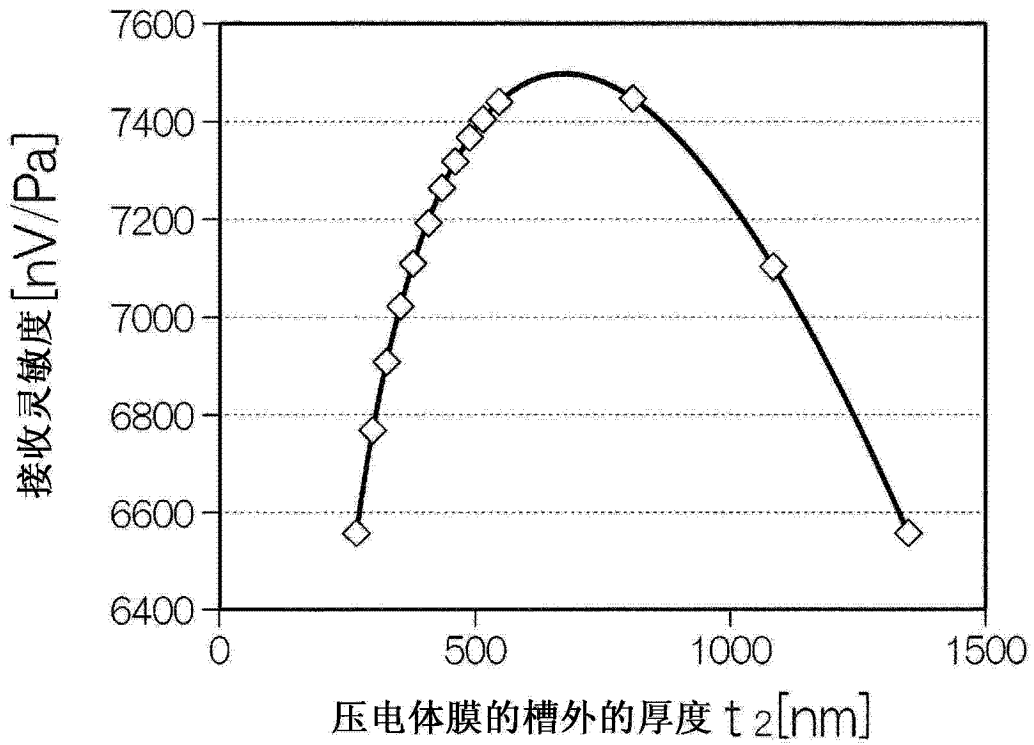


图 16

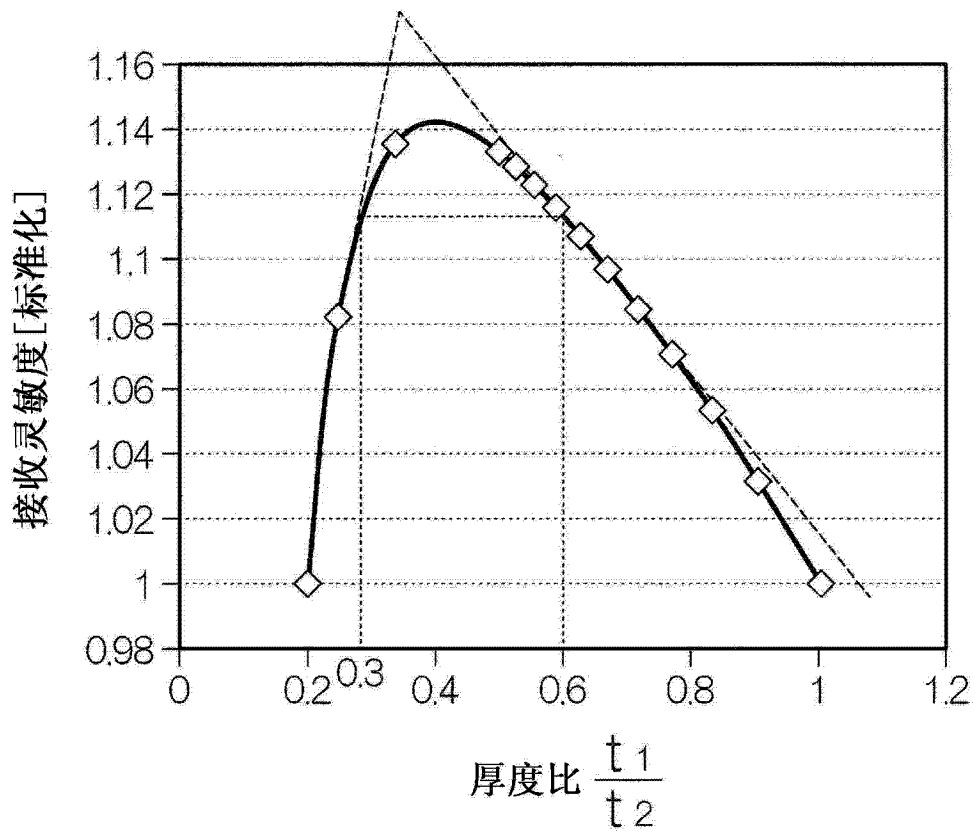


图 17

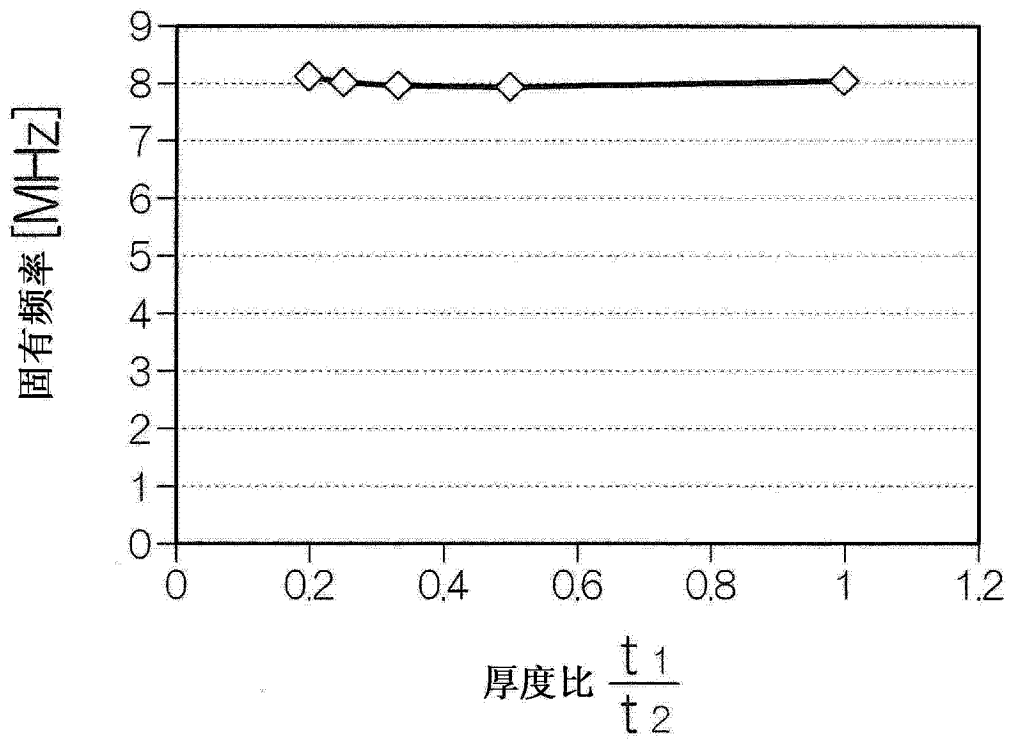


图 18

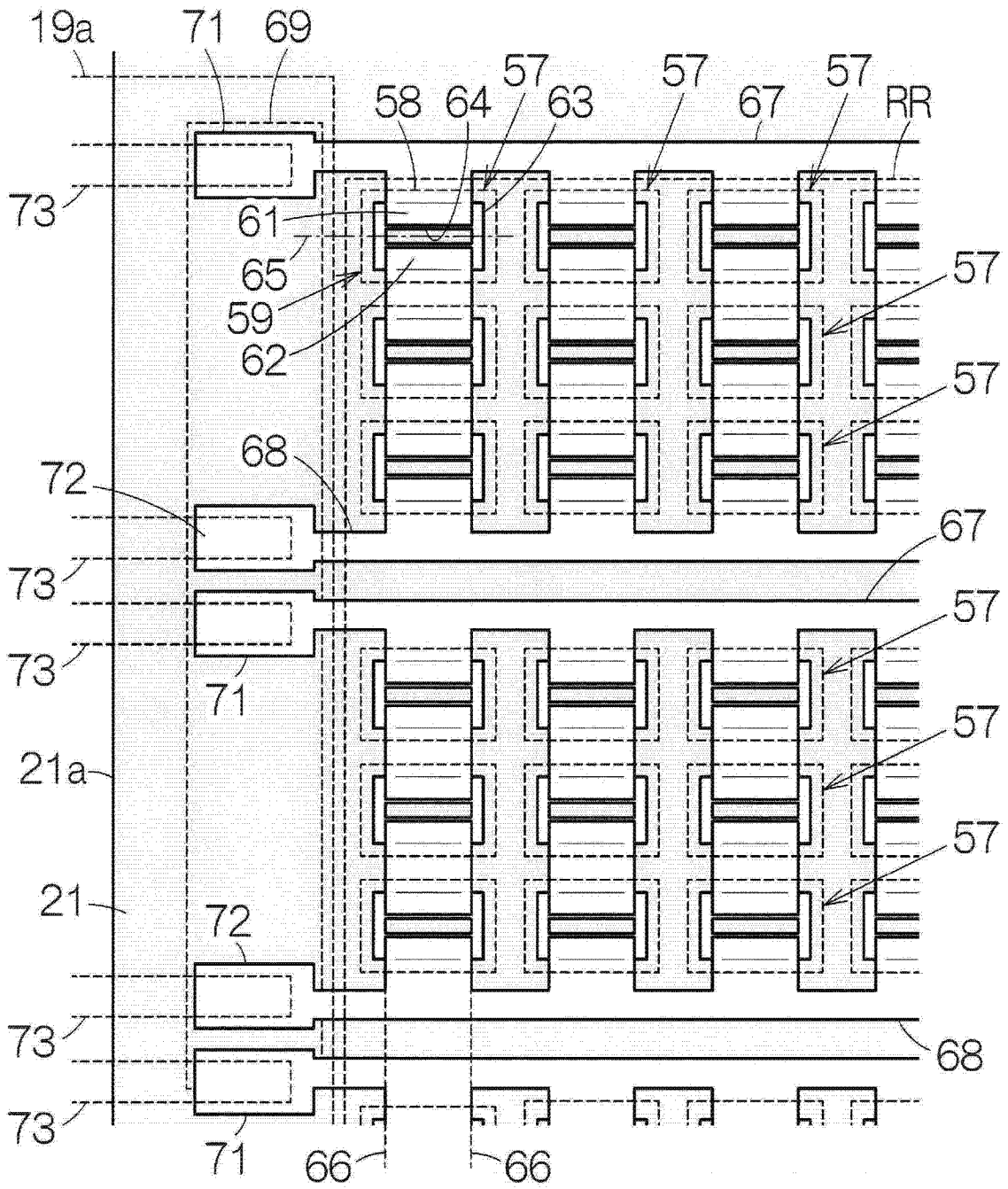


图 19

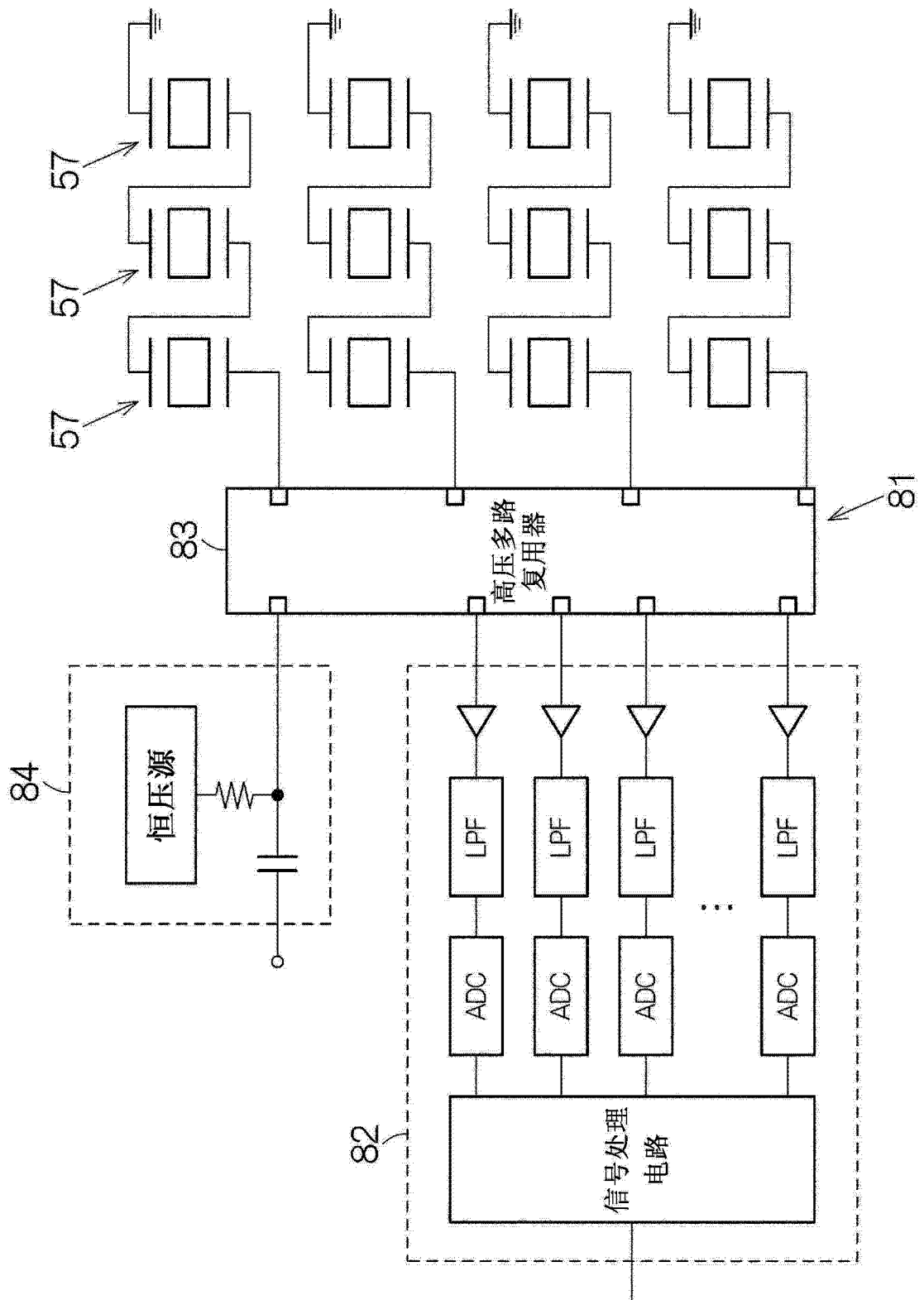


图 20

专利名称(译)	压电元件、压电器件、探头、电子设备及超声波图像装置		
公开(公告)号	CN104954958A	公开(公告)日	2015-09-30
申请号	CN201510130669.7	申请日	2015-03-24
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	鹤野次郎 船坂司 中村友亮 宫泽弘 伊藤浩 山田昌佳		
发明人	鹤野次郎 船坂司 中村友亮 宫泽弘 伊藤浩 山田昌佳		
IPC分类号	H04R17/00 H01L41/08 H01L41/09 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/4488 B06B1/0666 B06B1/067 B06B1/0629 A61B8/4494 A61B8/462 B06B1/0662		
优先权	2015021194 2015-02-05 JP 2014065114 2014-03-27 JP		
其他公开文献	CN104954958B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供一种压电元件、压电器件、探头、电子设备及超声波图像装置，其能够避免压电体产生裂纹，最大限度地发挥压电体的压电效应。超声波换能器元件(57)包括：振膜(58)；压电体(63)，配置在振膜(58)上；第1电极(61)，配置在压电体(63)上；第2电极(62)，配置在压电体(63)上并且是与第1电极(61)隔开的位置上；以及槽(64)，在从振膜(58)的厚度方向观察的俯视下，位于第1电极(61)和第2电极(62)之间，并将压电体(63)的表面分成两个。

