



(21) 申请号 202180019823.7

(22) 申请日 2021.03.02

(30) 优先权数据

2020-049274 2020.03.19 JP

2020-212292 2020.12.22 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.09.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/007901 2021.03.02

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/187086 JA 2021.09.23

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 芦川辉男 平口和男 香川裕介

三好哲

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

11127

专利代理师 张志楠 庞东成

(51) Int.Cl.

H01L 41/09 (2006.01)

H04R 7/04 (2006.01)

H04R 17/00 (2006.01)

H01L 41/047 (2006.01)

H01L 41/053 (2006.01)

H01L 41/083 (2006.01)

H01L 41/18 (2006.01)

H01L 41/193 (2006.01)

H01L 41/253 (2006.01)

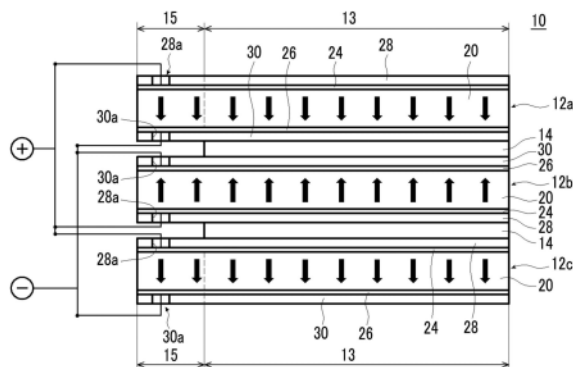
权利要求书2页 说明书34页 附图27页

(54) 发明名称

层叠压电元件及电声换能器

(57) 摘要

本发明提供一种可获得高压电特性,并且容易确保与电极层的电接点的层叠压电元件及电声换能器。该层叠压电元件,其层叠2层以上的压电膜而成,该压电膜依次层叠第1保护层、第1电极层、压电体层、第2电极层和第2保护层而成,各压电体层沿厚度方向极化,在各压电膜中,在压电体层的极化方向的上游侧配置有第1电极,在下游侧配置有第2电极,2层以上的压电膜分别具有:与相邻的压电膜粘接的粘接部;及至少第1电极层和第1保护层或第2电极层和第2保护层从粘接部朝向面方向的外侧突出且不与相邻的压电膜粘接的突出部,在各压电膜的突出部形成有各压电膜的第1电极层彼此电连接的第1接点及各压电膜的第2电极层彼此电连接的第2接点中的至少一个。



1. 一种层叠压电元件,其层叠2层以上的压电膜而成,该压电膜依次层叠第1保护层、第1电极层、压电体层、第2电极层和第2保护层而成,

各所述压电体层沿厚度方向极化,

在各所述压电膜中,在所述压电体层的极化方向的上游侧配置有所述第1电极,在下游侧配置有所述第2电极,

2层以上的所述压电膜分别具有:

与相邻的所述压电膜粘接的粘接部;及

突出部,该突出部是至少所述第1电极层和所述第1保护层或所述第2电极层和所述第2保护层从所述粘接部朝向面方向的外侧突出且不与相邻的所述压电膜粘接的突出部,

在各所述压电膜的所述突出部形成有各所述压电膜的所述第1电极层彼此电连接的第1接点及各所述压电膜的所述第2电极层彼此电连接的第2接点中的至少一个。

2. 根据权利要求1所述的层叠压电元件,其中,

所述突出部具有:层叠有所述第1保护层、所述第1电极层、所述压电体层、所述第2电极层和所述第2保护层的结构。

3. 根据权利要求1或2所述的层叠压电元件,其中,

各所述压电膜的所述突出部配置成在面方向上至少一部分彼此不重叠。

4. 根据权利要求1或2所述的层叠压电元件,其中,

各所述压电膜的所述突出部在面方向上从所述粘接部的相同位置突出,并且突出方向的长度彼此不同。

5. 根据权利要求1或2所述的层叠压电元件,其中,

各所述压电膜的所述突出部在与突出方向正交的方向上的宽度与所述粘接部的宽度相同。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的层叠压电元件,其中,

2层以上的所述压电膜中的至少1层为至少折叠1次的波纹管形状。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的层叠压电元件,其中,

所述压电膜的所述突出部与所述粘接部的连接部的角部设置有0.5mm以上的R结构。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的层叠压电元件,其中,

该层叠压电元件配置成相邻的所述压电膜的所述第1电极侧彼此或所述第2电极侧彼此相对置。

9. 根据权利要求8所述的层叠压电元件,其中,

相邻的所述压电膜中的一者的所述突出部向突出方向弯曲。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的层叠压电元件,其中,

在各所述压电膜的所述突出部贴合有将所述第1电极层彼此或者所述第2电极层彼此连接的导电性膜,

各所述压电膜的所述突出部向所述粘接部中的一个主面侧弯曲。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的层叠压电元件,其中,

关于所述突出部在与突出方向正交的方向上的宽度,前端侧比所述粘接部侧窄。

12. 根据权利要求11所述的层叠压电元件,其中,

所述突出部的宽度随着远离所述粘接部而逐渐变窄。

13. 根据权利要求12所述的层叠压电元件, 其中,
从与所述粘接部的主面垂直的方向观察时所述突出部为梯形。

14. 一种电声换能器, 其具有: 权利要求1至13中任一项所述的层叠压电元件及固定有
所述层叠压电元件的振动板。

15. 根据权利要求14所述的电声换能器, 其中,
所述振动板与所述层叠压电元件通过贴合剂而贴合。

16. 根据权利要求15所述的电声换能器, 其中,
所述振动板为至少1组对向的2边被固定的四边形状,
当将所述对向的2边的固定端之间的距离设为L时, 在从所述固定端间隔开“ $0.1 \times L$ ”以
上的位置将所述层叠压电元件贴合于所述振动板。

17. 根据权利要求16所述的电声换能器, 其中,
所述振动板为长方形或正方形。

18. 根据权利要求16或17所述的电声换能器, 其中,
所述振动板的弹簧常数为 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^7 \text{N/m}$ 。

层叠压电元件及电声换能器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种层叠压电元件及电声换能器

背景技术

[0002] 压电元件作为通过与各种物品接触并安装来使物品振动并发出声音的所谓激发器(激子)在各种用途中所利用。例如,能够通过图像显示面板、屏幕等中安装激发器以使这些振动来代替扬声器发出声音。

[0003] 在柔性的图像显示装置、能够卷取的屏幕等中安装激发器的情况下,激发器本身至少在不使用时也需要是柔性的(可卷曲)。

[0004] 作为柔性的压电元件,提出了以电极层及保护层夹持压电体层的压电膜。

[0005] 例如,在专利文献1中记载了一种电声转换膜,其具有:压电层叠体,其具有将压电体粒子分散于由在常温下具有粘弹性的高分子材料组成的粘弹性矩阵中而成的高分子复合压电体、形成于高分子复合压电体的一个面的面积为高分子复合压电体的面积以下之上部薄膜电极、形成于上部薄膜电极的表面的面积为上部薄膜电极的面积以上之上部保护层、形成于高分子复合压电体之上部薄膜电极的相反面的面积为高分子复合压电体的面积以下的下部薄膜电极及形成于下部薄膜电极的表面的面积为下部薄膜电极的面积以上的下部保护层;用于引出上部电极的金属箔,其层叠于上部薄膜电极的一部分,并且至少一部分位于高分子复合压电体的面方向外部;及用于引出下部电极的金属箔,其层叠于下部薄膜电极的一部分,并且至少一部分位于高分子复合压电体的面方向外部。

[0006] 这些压电膜为膜状且弹簧常数有限,因此在用作激发器的情况下,导致输出不足。因此,可以考虑通过层叠压电膜来增加弹簧常数以提高输出。

[0007] 以往技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2014-209724号公报

发明内容

[0010] 发明要解决的技术课题

[0011] 然而,可知存在如下情况:在层叠以电极层及保护层夹持如上所述的压电体层的压电膜的情况下,通过压电膜的压电体层的极化方向及电极的极性的朝向而层叠压电元件的输出下降,或者整体上不变形。

[0012] 并且,关于如上所述的压电膜,若电极层过厚,则压电体层的变形受到阻碍而输出下降。由此,电极层形成得非常薄。为了设为以薄的电极层夹持压电体层的结构,在制作如上所述的压电膜时,电极层以形成于成为支撑体的保护层上的状态提供。由此,压电膜的两个主面的最外层成为保护层,并且难以确保对电极层的电接点。

[0013] 本发明的课题在于解决这些以往技术的问题点,并提供一种可获得高压电特性,并且能够容易确保对电极层的电接点的层叠压电元件。

[0014] 用于解决技术课题的手段

[0015] 为了解决这些问题,本发明具有以下结构。

[0016] [1]一种层叠压电元件,其层叠2层以上的压电膜而成,该压电膜依次层叠第1保护层、第1电极层、压电体层、第2电极层和第2保护层而成,

[0017] 各压电体层沿厚度方向极化,

[0018] 在各压电膜中,在压电体层的极化方向的上游侧配置有第1电极,在下游侧配置有第2电极,

[0019] 2层以上的压电膜分别具有:与相邻的压电膜粘接的粘接部;及至少第1电极层和第1保护层或第2电极层和第2保护层从粘接部朝向面方向的外侧突出且不与相邻的压电膜粘接的突出部,

[0020] 在各压电膜的突出部形成有各压电膜的第1电极层彼此电连接的第1接点及各压电膜的第2电极层彼此电连接的第2接点中的至少一个。

[0021] [2]如[1]所述的层叠压电元件,其中,突出部具有层叠有第1保护层、第1电极层、压电体层、第2电极层和第2保护层的结构。

[0022] [3]如[1]或[2]所述的层叠压电元件,其中,各压电膜的突出部配置成在面方向上至少一部分彼此不重叠。

[0023] [4]如[1]或[2]所述的层叠压电元件,其中,各压电膜的突出部在面方向上从粘接部的相同位置突出,并且突出方向的长度彼此不同。

[0024] [5]如[1]或[2]所述的层叠压电元件,其中,各压电膜的突出部在与突出方向正交的方向上的宽度与粘接部的宽度相同。

[0025] [6]如[1]至[5]的任一项所述的层叠压电元件,其中,2层以上的压电膜中的至少1层为至少折叠1次的波纹管形状。

[0026] [7]如[1]至[6]的任一项所述的层叠压电元件,其中,压电膜的突出部与粘接部的连接部的角部设置有0.5mm以上的R结构。

[0027] [8]如[1]至[7]的任一项所述的层叠压电元件,其配置成相邻的压电膜的第1电极侧彼此或第2电极侧彼此相对置。

[0028] [9]如[8]所述的层叠压电元件,其将相邻的压电膜中的一者的突出部向突出方向弯曲。

[0029] [10]如[1]至[9]的任一项所述的层叠压电元件,其中,在各压电膜的突出部贴合有将第1电极层彼此或者第2电极层彼此连接的导电性膜,

[0030] 各压电膜的突出部向粘接部中的一个主面侧弯曲。

[0031] [11]如[1]至[10]的任一项所述的层叠压电元件,其中,突出部在与突出方向正交的方向上的宽度在前端侧比粘接部侧窄。

[0032] [12]如[11]所述的层叠压电元件,其中,突出部的宽度随着远离粘接部而逐渐变窄。

[0033] [13]如[12]所述的层叠压电元件,其中,从与粘接部的主面垂直的方向观察时突出部为梯形。

[0034] [14]一种电声换能器,其具有[1]至[13]中任一项所述的层叠压电元件及固定有层叠压电元件的振动板。

- [0035] [15]如[14]所述的电声换能器,其中,振动板与层叠压电元件通过贴合剂而贴合。
- [0036] [16]如[15]所述的电声换能器,其中,振动板为至少1组对向的2边被固定的四边形状,将对向的2边的固定端之间的距离设为L时,在从固定端间隔开“ $0.1 \times L$ ”以上的位置将层叠压电元件贴合于振动板。
- [0037] [17]如[16]所述的电声换能器,其中,振动板为长方形或正方形。
- [0038] [18]如[16]或[17]所述的电声换能器,其中,振动板的弹簧常数为 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^7 \text{N/m}$ 。
- [0039] 发明效果
- [0040] 根据这些本发明,能够提供一种可获得高压电特性,并且能够容易确保对电极层的电接点的层叠压电元件。

附图说明

- [0041] 图1是示意地表示本发明的层叠压电元件的一例的图。
- [0042] 图2是示意地表示构成图1所示的层叠压电元件的压电膜的一例的图。
- [0043] 图3是用于说明压电膜的制作方法的一例的示意图。
- [0044] 图4是用于说明压电膜的制作方法的一例的示意图。
- [0045] 图5是用于说明压电膜的制作方法的一例的示意图。
- [0046] 图6是用于说明压电膜的制作方法的一例的示意图。
- [0047] 图7是用于说明压电膜的制作方法的一例的示意图。
- [0048] 图8是示意地表示使用本发明的层叠压电元件的电声换能器的一例的图。
- [0049] 图9是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0050] 图10是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0051] 图11是图10的分解图。
- [0052] 图12是表示图10的层叠压电元件所具有的压电膜的图。
- [0053] 图13是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0054] 图14是图14的分解图。
- [0055] 图15是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0056] 图16是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0057] 图17是图16的局部放大图。
- [0058] 图18是图16的局部放大图。
- [0059] 图19是图16的局部放大图。
- [0060] 图20是图16的局部放大图。
- [0061] 图21是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0062] 图22是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0063] 图23是图22的沿B-B线剖切的剖视图。
- [0064] 图24是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0065] 图25是图24的局部放大图。
- [0066] 图26是图24的局部放大图。
- [0067] 图27是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。

- [0068] 图28是示意地表示波纹管形状的压电膜的一例的图。
- [0069] 图29是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0070] 图30是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0071] 图31是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0072] 图32是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0073] 图33是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0074] 图34是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0075] 图35是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0076] 图36是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0077] 图37是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0078] 图38是图37的顶视图。
- [0079] 图39是图37的侧视图。
- [0080] 图40是表示图37的层叠压电元件所具有的压电膜的图。
- [0081] 图41是表示将导电性膜贴合于图37的层叠压电元件的一例的图。
- [0082] 图42是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0083] 图43是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0084] 图44是图43的侧视图。
- [0085] 图45是示意地表示本发明的电声换能器的另一例的图。
- [0086] 图46是示意地表示本发明的电声换能器的另一例的图。
- [0087] 图47是示意地表示本发明的电声换能器的另一例的图。
- [0088] 图48是示意地表示本发明的电声换能器的另一例的图。
- [0089] 图49是基于图45中示出的电声换能器的振动板的振动的模拟结果。
- [0090] 图50是用于说明图49的示意图。
- [0091] 图51是用于说明本发明的电声换能器的另一例的示意图。
- [0092] 图52是用于说明本发明的电声换能器的另一例的示意图。
- [0093] 图53是用于说明本发明的电声换能器的另一例的示意图。
- [0094] 图54是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0095] 图55是放大表示图54中示出的层叠压电元件的一部分的立体图。
- [0096] 图56是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。
- [0097] 图57是放大表示图56中示出的层叠压电元件的一部分的立体图。

具体实施方式

[0098] 以下,基于图示中所示出的优选实施方式,对本发明的层叠压电元件进行详细地说明。

[0099] 以下所记载的构成要件的说明有时根据本发明的代表性实施方式而完成的,但本发明并不限于这种实施方式。

[0100] 另外,在本说明书中,使用“~”表示的数值范围是指包含记载于“~”的前后的数值作为下限值及上限值的范围。

[0101] 本发明的层叠压电元件为如下:其层叠2层以上的压电膜而成,该压电膜依次层叠

第1保护层、第1电极层、压电体层、第2电极层和第2保护层而成，

[0102] 各压电体层沿厚度方向极化，

[0103] 在各压电膜中，在压电体层的极化方向的上游侧配置有第1电极，在下游侧配置有第2电极，

[0104] 2层以上的压电膜分别具有：与相邻的压电膜粘接的粘接部；及至少所述第1电极层和所述第1保护层或所述第2电极层和所述第2保护层从粘接部朝向面方向的外侧突出且不与相邻的压电膜粘接的突出部，

[0105] 在各压电膜的突出部形成有各压电膜的第1电极层彼此电连接的第1接点及各压电膜的第2电极层彼此电连接的第2接点中的至少一个。

[0106] 图1中，示意地表示本发明的层叠压电元件的一例。

[0107] 图1所示的层叠压电元件10具有如下结构，即，层叠3片压电膜12a、12b、12c，并利用粘接层（贴合层）14贴合了相邻的压电膜。各压电膜与施加使压电膜伸缩的驱动电压的电源连接。

[0108] 另外，图1所示的层叠压电元件10为层叠了3层压电膜而成的元件，但本发明并不限于此。即，若本发明的层叠压电元件为层叠了2层以上的压电膜而成的元件，则压电膜的层叠数可以为2层或者也可以为4层以上。关于该点，后述的层叠压电元件也相同。

[0109] 在图2中，通过剖视图示意地表示压电膜12。另外，在图1中，压电膜12a、12b及12c除了层叠顺序及上下方向的朝向不同以外具有相同的结构，因此，在以下说明中，不需要区别压电膜的情况下，也统称为压电膜12。

[0110] 如图2所示，压电膜12具备具有压电性的片状物即压电体层20、层叠于压电体层20的一个面的第1电极层24、层叠于第1电极层24上的第1保护层28、层叠于压电体层20的另一面的第2电极层26及层叠于第2电极层26上的第2保护层30。即，压电膜12具有依次层叠第1保护层28、第1电极层24、压电体层20、第2电极层26及第2保护层30的结构。如后述，压电膜12（压电体层20）向厚度方向极化。将压电膜12的极化方向的上游侧的电极层及保护层设为第1电极层24及第1保护层28，将下游侧的电极层及保护层设为第2电极层26及第2保护层30。

[0111] 在压电膜12中，作为优选方式，如图2中示意地表示，压电体层20由高分子复合压电体组成，该高分子复合压电体为将压电体粒子36分散于由在常温下具有粘弹性的高分子材料组成的粘弹性矩阵34中而成。另外，在本说明书中，“常温”是指0～50℃左右的温度范围。

[0112] 其中，高分子复合压电体（压电体层20）优选具备以下要件。

[0113] (i) 柔性

[0114] 例如，作为可携式以如报纸或杂志那样的文件感觉缓慢弯曲的状态把持的情况下，从外部不断受到数Hz以下的相对缓慢且较大的弯曲变形。此时，若高分子复合压电体较硬，则产生其相对程度的较大的弯曲应力而在高分子矩阵与压电体粒子的界面产生龟裂，最终有可能导致破坏。因此，对高分子复合压电体要求适当的柔软性。并且，若能够将应变能作为热向外部扩散，则能够松弛应力。因此，要求高分子复合压电体的损耗角正切适当大。

[0115] 综上所述，要求用作激发器的柔性的高分子复合压电体对于20Hz～20kHz的振动

较硬地动作,对于数Hz以下的振动展现较柔软地动作。并且,要求相对于20kHz以下的所有频率的振动,高分子复合压电体的损耗角正切适当大。

[0116] 进而,优选通过配合所粘附的对象材料(振动板)的刚性(硬度、刚度、弹簧常数)来层叠,能够简便地调节弹簧常数,此时,粘接层14越薄,越能够提高能量效率。

[0117] 通常,高分子固体具有粘弹性松弛机构,并随着温度的上升或者频率的下降,大规模的分子运动作为储存弹性模量(杨氏模量)的下降(松弛)或者损失弹性模量的极大化(吸收)而被观察到。其中,通过非晶质区域的分子链的微布朗(Micro Brown)运动引起的松弛被称作主分散,可观察到非常大的松弛现象。该主分散产生的温度为玻璃化转变点(T_g),粘弹性松弛机构明显突出。

[0118] 在高分子复合压电体(压电体层20)中,通过将玻璃化转变点在常温下的高分子材料,换言之,在常温下具有粘弹性的高分子材料用于矩阵中,实现对于20Hz~20kHz的振动较硬地动作,对于数Hz以下的慢振动较软地动作的高分子复合压电体。尤其,在优选地发现该动作等方面,优选将频率1Hz中的玻璃化转变点在常温即0~50℃下的高分子材料用于高分子复合压电体的矩阵中。

[0119] 作为在常温下具有粘弹性的高分子材料,能够利用公知的各种材料。优选为,在常温即0~50℃下,使用基于动态粘弹性试验而得的频率1Hz中的损耗角正切 $\tan\delta$ 的极大值为0.5以上的高分子材料。

[0120] 由此,高分子复合压电体通过外力而被缓慢弯曲时,最大弯曲力矩部中的高分子矩阵与压电体粒子的界面的应力集中得到松弛,能够期待高柔性。

[0121] 并且,在常温下具有粘弹性的高分子材料优选为如下,即,基于动态粘弹性测定而得的频率1Hz中的储存弹性模量(E') 在0℃下为100MPa以上,在50℃下为10MPa以下。

[0122] 由此,能够减小高分子复合压电体通过外力而被缓慢弯曲时产生的弯曲力矩的同时,能够对于20Hz~20kHz的音响振动展现较硬地动作。

[0123] 并且,若在常温下具有粘弹性的高分子材料的相对介电常数在25℃下为10以上,则更为优选。由此,对高分子复合压电体施加电压时,对高分子矩阵中的压电体粒子需要更高的电场,因此能够期待较大的变形量。

[0124] 然而,另一方面,若考虑确保良好的耐湿性等,则高分子材料的相对介电常数在25℃下为10以下也为优选。

[0125] 作为满足这些条件的在常温下具有粘弹性的高分子材料,例示出氰乙基化聚乙烯醇(氰乙基化PVA)、聚乙酸乙烯酯、聚偏二氯乙烯丙烯腈、聚苯乙烯-乙烯基聚异戊二烯嵌段共聚物、聚乙烯基甲基酮及聚甲基丙烯酸丁酯等。并且,作为这些高分子材料,也能够优选地利用Hibler5127(KURARAY CO., LTD制)等市售品。其中,作为高分子材料,优选使用具有氰乙基的材料,尤其优选使用氰乙基化PVA。

[0126] 另外,这些高分子材料可以仅使用1种,也可以同时使用(混合)使用多种。

[0127] 使用这些在常温下具有粘弹性的高分子材料的粘弹性矩阵34根据需要可以同时使用多种高分子材料。

[0128] 即,以调节介电特性或机械特性等为目的,向粘弹性矩阵34加入氰乙基化PVA等粘弹性材料,根据需要也可以添加其他介电性高分子材料。

[0129] 作为能够添加的介电性高分子材料,作为一例,例示出聚偏二氟乙烯、偏二氟乙

烯-四氟乙烯共聚物、偏二氟乙烯-三氟乙烯共聚物、聚偏二氟乙烯-三氟乙烯共聚物及聚偏二氟乙烯-四氟乙烯共聚物等氟系高分子、偏二氰乙烯-乙酸乙烯酯共聚物、氰乙基纤维素、氰乙基羟基蔗糖、氰乙基羟基纤维素、氰乙基羟基普鲁兰、甲基丙烯酸氰乙酯、丙烯酸氰乙酯、氰乙基羟乙基纤维素、氰乙基直链淀粉、氰乙基羟丙基纤维素、氰乙基二羟丙基纤维素、氰乙基羟丙基直链淀粉、氰乙基聚丙烯酰胺、氰乙基聚丙烯酸酯、氰乙基普鲁兰、氰乙基聚羟基亚甲基、氰乙基缩水甘油普鲁兰、氰乙基蔗糖及氰乙基山梨糖醇等具有氰基或氰乙基的聚合物以及腈橡胶或氯丁橡胶等合成橡胶等。

[0130] 其中,优选地利用具有氰乙基的高分子材料。

[0131] 并且,在压电体层20的粘弹性矩阵34中,除了氰乙基化PVA等在常温下具有粘弹性的材料以外所添加的介电性聚合物并不限定于1种,可以添加多种。

[0132] 并且,以调节玻璃化转变点 T_g 为目的,除了介电性聚合物以外,也可以向粘弹性矩阵34添加氯乙烯树脂、聚乙烯、聚苯乙烯、甲基丙烯酸树脂、聚丁烯及异丁烯等热塑性树脂以及酚醛树脂、尿素树脂、三聚氰胺树脂、醇酸树脂及云母等热固性树脂。

[0133] 进而,以提高粘合性为目的,也可以添加松香酯、松香、萜烯类、萜烯酚及石油树脂等增粘剂。

[0134] 在压电体层20的粘弹性矩阵34中,添加除了氰乙基化PVA等具有粘弹性的高分子材料以外的材料时的添加量并无特别限定,但优选以在粘弹性矩阵34中所占比例计为30质量%以下。

[0135] 由此,不损害粘弹性矩阵34中的粘弹性松弛机构便能够发现所添加的高分子材料的特性,因此,在高介电常数化、耐热性的提高、与压电体粒子36及电极层的密合性提高等方面能够获得优选的结果。

[0136] 压电体粒子36由具有钙钛矿型或纤锌矿型的晶体结构的陶瓷粒子组成。

[0137] 作为构成压电体粒子36的陶瓷粒子,例如例示出锆钛酸铅(PZT)、锆钛酸铅镧(PLZT)、钛酸钡($BaTiO_3$)、氧化锌(ZnO)及钛酸钡与铁酸铋($BiFeO_3$)的固体溶液(BFBT)等。

[0138] 对于这些压电体粒子36的粒径并无限制,根据压电膜12的尺寸及层叠压电元件10的用途等适当进行选择即可。压电体粒子36的粒径优选为 $1\sim 10\mu m$ 。

[0139] 通过将压电体粒子36的粒径设在该范围内,在压电膜12能够兼顾高压电特性和柔性等方面能够获得优选的结果。

[0140] 另外,在图2中,压电体层20中的压电体粒子36均匀且具有规则性地分散于粘弹性矩阵34中,但是本发明并不限定于此。

[0141] 即,压电体层20中的压电体粒子36优选为,若均匀地被分散,则也可以不规则地分散于粘弹性矩阵34中。

[0142] 在压电膜12中,压电体层20中的粘弹性矩阵34与压电体粒子36的量比并无限制,根据压电膜12的面方向的大小及厚度、层叠压电元件10的用途以及压电膜12中所要求的特性等而适当进行设定即可。

[0143] 压电体层20中的压电体粒子36的体积分率优选为30~80%,更优选为50%以上,因此进一步优选设为50~80%。

[0144] 通过将粘弹性矩阵34与压电体粒子36的量比设在上述范围内,在能够兼顾高压电特性和柔性等方面能够获得优选的结果。

[0145] 在以上的压电膜12中,作为优选方式,压电体层20为将压电体粒子分散于粘弹性矩阵中而成的高分子复合压电体层,该粘弹性矩阵包含在常温下具有粘弹性的高分子材料。然而,本发明并不限于此,作为压电膜的压电体层,能够利用公知的压电元件中所使用的公知的各种压电体层。

[0146] 作为一例,可例示由聚偏二氟乙烯(PVDF)及偏二氟乙烯-四氟乙烯共聚物之上述的介电性高分子材料组成的压电体层、以及由PZT、PLZT、钛酸钡、氧化锌及BFBT等上述的压电体组成的压电体层等。

[0147] 在压电膜12中,压电体层20的厚度并无特别限定,根据层叠压电元件10的用途、层叠压电元件10中的压电膜的层叠数、压电膜12中所要求的特性等适当进行设定即可。

[0148] 压电体层20越厚,在所谓片状物的刚度等刚性等方面越有利,但是为了使压电膜12以相同量伸缩而所需的电压(电位差)变大。

[0149] 压电体层20的厚度优选为10~300 μm ,更优选为20~200 μm ,进一步优选为30~150 μm 。

[0150] 通过将压电体层20的厚度设在上述范围内,在兼顾刚性的确保与适当的柔软性等方面能够获得优选的结果。

[0151] 如图2所示,图示例的压电膜12具有如下结构,即,在这些压电体层20的一个面具有第1电极层24,在其之上具有第1保护层28,在压电体层20的另一个面具有第2电极层26,在其之上具有第2保护层30而成。其中,第2电极层26与第1电极层24形成电极对。

[0152] 另外,压电膜12除了这些层以外,例如可以具有还覆盖侧面等的压电体层20露出的区域以防止短路等的绝缘层等。

[0153] 即,压电膜12具有如下结构,即由电极对即第1电极层24及第2电极层26夹持压电体层20的两个表面,并且由第1保护层28及第2保护层30夹持该层叠体而成。

[0154] 如此,在压电膜12中,由第1电极层24及第2电极层26夹持的区域根据所施加的电压而伸缩。

[0155] 另外,如前所述,第1电极层24及第1保护层28以及第2电极层26及第2保护层30是根据压电体层20的极化方向而标注名称的。因此,第1电极层24与第2电极层26以及第1保护层28与第2保护层30具有基本上相同的结构。

[0156] 在压电膜12中,第1保护层28及第2保护层30涂覆第2电极层26及第1电极层24的同时,起到对压电体层20赋予适当的刚性和机械强度的作用。即,在压电膜12中,由粘弹性矩阵34和压电体粒子36组成的压电体层20对于缓慢弯曲变形显出非常优异的柔性,另一方面根据用途存在刚性或机械强度不足的情况。压电膜12中设置有第1保护层28及第2保护层30以对其进行弥补。

[0157] 第1保护层28及第2保护层30并无限制,能够利用各种片状物,作为一例,优选地例示出各种树脂膜。

[0158] 其中,根据具有优异的机械特性及耐热性等理由,由聚对苯二甲酸乙二酯(PET)、聚丙烯(PP)、聚苯乙烯(PS)、聚碳酸酯(PC)、聚苯硫醚(PPS)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚醚酰亚胺(PEI)、聚酰亚胺(PI)、聚萘二甲酸乙二酯(PEN)、三乙酰纤维素(TAC)及环状烯烃系树脂等组成的树脂膜被优选地利用。

[0159] 对于第1保护层28及第2保护层30的厚度也并无限制。并且,第1保护层28及第2保

护层30的厚度基本上相同,但是也可以不同。

[0160] 其中,若第1保护层28及第2保护层30的刚性过高,则不仅限制压电体层20的伸缩,也会损害柔性。因此,去除要求机械强度或作为片状物的良好的操作性的情况,第1保护层28及第2保护层30越薄越有利。

[0161] 在压电膜12中,若第1保护层28及第2保护层30的厚度为压电体层20的厚度的2倍以下,则在兼顾刚性的确保与适当的柔软性等方面能够获得优选的结果。

[0162] 例如,在压电体层20的厚度为50 μm 且第1保护层28及第2保护层30由PET组成的情况下,第1保护层28及第2保护层30的厚度优选为100 μm 以下,更优选为50 μm 以下,进一步优选为25 μm 以下。

[0163] 在压电膜12中,在压电体层20与第1保护层28之间形成第1电极层24,在压电体层20与第2保护层30之间形成第2电极层26。为了对压电体层20(压电膜12)施加电压而设置第1电极层24及第2电极层26。

[0164] 在本发明中,对于第1电极层24及第2电极层26的形成材料并无限制,能够利用各种导电体。具体而言,例示出碳、钽、铁、锡、铝、镍、铂、金、银、铜、钛、铬及钼等金属、这些合金、这些金属及合金的层叠体及复合体以及氧化铟锡等。其中,作为第1电极层24及第2电极层26优选地例示铜、铝、金、银、铂及氧化铟锡。

[0165] 并且,对于第1电极层24及第2电极层26的形成方法也并无限制,能够利用各种基于真空蒸镀及溅射等气相沉积法(真空成膜法)或电镀而形成的膜或贴合由上述材料所形成的箔的方法等公知的方法。

[0166] 其中,根据能够确保压电膜12的柔性等理由,作为第1电极层24及第2电极层26,尤其可优选地利用通过真空蒸镀所成膜的铜及铝等薄膜。其中,尤其可优选地利用基于真空蒸镀而形成的铜的薄膜。

[0167] 对于第1电极层24及第2电极层26的厚度并无限制。并且,第1电极层24及第2电极层26的厚度基本上相同,但是也可以不同。

[0168] 其中,与所述的第1保护层28及第2保护层30相同地,若第1电极层24及第2电极层26的刚性过高,则不仅限制压电体层20的伸缩,也会损害柔性。因此,若在电阻不会变得过高的范围内,则第1电极层24及第2电极层26越薄越有利。

[0169] 在压电膜12中,若第1电极层24及第2电极层26的厚度与杨氏模量的乘积低于第1保护层28及第2保护层30的厚度与杨氏模量的乘积,则不会严重损害柔性,因此为优选。

[0170] 例如,在第1保护层28及第2保护层30由PET(杨氏模量:约6.2GPa)组成且第1电极层24及第2电极层26由铜(杨氏模量:约130GPa)组成的组合的情况下,若设为第1保护层28及第2保护层30的厚度为25 μm ,则第1电极层24及第2电极层26的厚度优选为1.2 μm 以下,更优选为0.3 μm 以下,其中优选设为0.1 μm 以下。

[0171] 如上所述,压电膜12具有如下结构,即,由第1电极层24及第2电极层26夹持将压电体粒子36分散于包含在常温下具有粘弹性的高分子材料的粘弹性矩阵34中而成的压电体层20,进而由第1保护层28及第2保护层30夹持该层叠体而成。

[0172] 这些压电膜12优选在常温下具有基于动态粘弹性测定而得的频率1Hz中的损耗角正切($\text{Tan}\delta$)的极大值,更优选在常温下具有成为0.1以上的极大值。

[0173] 由此,即使压电膜12从外部不断受到数Hz以下的相对缓慢且较大的弯曲变形,也

能够将应变能有效地作为热而扩散到外部,因此能够防止在高分子矩阵与压电体粒子的界面产生龟裂。

[0174] 压电膜12优选为如下,即,基于动态粘弹性测定而得的频率1Hz中的储存弹性模量(E') 在0℃下为10~30GPa,在50℃下为1~10GPa。

[0175] 由此,在常温下压电膜12在储存弹性模量(E') 中能够具有较大的频率分散。即,能够对于20Hz~20kHz的振动展现较硬地动作,对于数Hz以下的振动展现较柔软地动作。

[0176] 并且,压电膜12优选为如下,即,厚度与基于动态粘弹性测定而得的频率1Hz中的储存弹性模量(E') 的乘积在0℃下为 $1.0 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^6$ N/m,在50℃下为 $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^6$ N/m。

[0177] 由此,压电膜12在不损害柔性及音响特性的范围内能够具备适当的刚性和机械强度。

[0178] 进而,压电膜12优选为如下,即,从动态粘弹性测定所获得的主曲线中,在25℃下频率1kHz中的损耗角正切($\tan \delta$) 为0.05以上。

[0179] 由此,使用了压电膜12的扬声器的频率特性变得平滑,也能够减小随着扬声器的曲率的变化而最低谐振频率 f_0 变化时的音质的变化量。

[0180] 以下,参考图3~图7,对压电膜12的制造方法的一例进行说明。

[0181] 首先,如图3所示,准备在第1保护层28之上形成有第1电极层24的片状物11a。关于该片状物11a,可以通过真空蒸镀、溅射及电镀等,在第1保护层28的表面上形成铜薄膜等作为第1电极层24来进行制作。

[0182] 关于第1保护层28非常薄,且操作性差时等,根据需要可以使用带隔板(伪支撑体)的第1保护层28。另外,作为隔板,能够使用厚度为25~100 μ m的PET等。在热压接第2电极层26及第2保护层30之后且在第1保护层28层叠任何部件之前,去除隔板即可。

[0183] 另一方面,制备如下涂料,即,将氰乙基化PVA等在常温下具有粘弹性的高分子材料溶解于有机溶剂,进而添加PZT粒子等压电体粒子36,搅拌并进行分散而成。在以下说明中,将氰乙基化PVA等在常温下具有粘弹性的高分子材料还称作“粘弹性材料”。

[0184] 对于有机溶剂并无限制,能够利用二甲基甲酰胺(DMF)、甲基乙基酮、环己酮等各种有机溶剂。

[0185] 准备片状物11a且制备了涂料之后,将该涂料浇铸(casting)(涂布)于片状物11a上,蒸发并干燥有机溶剂。由此,如图4所示,制作在第1保护层28之上具有第1电极层24且在第1电极层24之上形成压电体层20而成的层叠体11b。

[0186] 对于该涂料的浇铸方法并无特别限定,能够利用滑动式涂布机(slide coater)及刮刀(doctor knife)等所有的公知的涂布方法(涂布装置)。

[0187] 另外,若粘弹性材料为如氰乙基化PVA那样能够加热熔融的物质,则可以制作加热熔融粘弹性材料且对其添加并分散压电体粒子36而成的熔融物,通过挤压成型等而在图3所示的片状物11a之上挤压成薄片状并进行冷却,由此制作如图4所示那样在第1保护层28之上具有第1电极层24且在第1电极层24之上形成压电体层20而成的层叠体11b。

[0188] 如上所述,在压电膜12中,向粘弹性矩阵34,除了氰乙基化PVA等粘弹性材料以外,还可以添加PVDF等高分子压电材料。

[0189] 在向粘弹性矩阵34添加这些高分子压电材料时,溶解添加于上述涂料的高分子压

电材料即可。或者,向上述的加热熔融的粘弹性材料添加需添加的高分子压电材料并进行加热熔融即可。

[0190] 制作了在第1保护层28之上具有第1电极层24且在第1电极层24之上形成压电体层20而成的层叠体11b之后,进行压电体层20的极化处理(poling)。

[0191] 对于压电体层20的极化处理的方法并无限制,能够利用公知的方法。作为优选的极化处理的方法,例示出图5及图6所示的方法。

[0192] 在该方法中,如图5及图6所示,在层叠体11b的压电体层20的上表面20a之上隔开间隔g例如1mm而设置能够沿着该上表面20a移动的棒状或者线状的电晕电极40。并且,将该电晕电极40及第1电极层24与直流电源42连接。

[0193] 进而,准备加热保持层叠体11b的加热机构,例如加热板。

[0194] 然后,在通过加热机构例如在温度100℃下加热保持压电体层20的状态下,从直流电源42向第1电极层24与电晕电极40之间施加数kV例如6kV的直流电压来产生电晕放电。进而,在维持间隔g的状态下,沿着压电体层20的上表面20a移动(扫描)电晕电极40来进行压电体层20的极化处理。

[0195] 由此,压电体层20向厚度方向极化。基于该极化处理的第1电极层24侧设为极化方向的上游侧。

[0196] 在利用这些电晕放电的极化处理中,电晕电极40的移动使用公知的棒状物的移动机构即可。在以下说明中,为了方便起见,将利用电晕放电的极化处理还称作电晕极化处理。

[0197] 并且,在电晕极化处理中,对于移动电晕电极40的方法也并无制限。即,可以设置固定电晕电极40且移动层叠体11b的移动机构,使该层叠体11b移动而进行极化处理。该层叠体11b的移动也使用公知的片状物的移动机构即可。

[0198] 并且,极化处理并不限制于电晕极化处理,也能够利用对进行极化处理的对象直接施加直流电场的通常的电场极化。但是,在进行该通常的电场极化的情况下,进行极化处理之前需要形成第2电极层26。

[0199] 因此,进行层叠体11b的压电体层20的极化处理,另一方面,准备在第2保护层30之上形成了第2电极层26的片状物11c。关于该片状物11c,可以通过真空蒸镀、溅射及电镀等在第2保护层30的表面上形成铜薄膜等作为第2电极层26来制作。

[0200] 接着,如图7所示,将第2电极层26朝向压电体层20,将片状物11c层叠于已进行压电体层20的极化处理的层叠体11b上。

[0201] 进而,以由第2保护层30和第1保护层28夹持该层叠体11b与片状物11c的层叠体的方式利用热压装置或加热辊对等进行热压接。然后,通过切割成所期望的形状来制作具有突出部15的压电膜12。

[0202] 另外,即使不是片状,也能够使用网状即片材以长的状态卷绕而成来进行至此为止的工序。层叠体11b和片状物11c均能够以网状如上述那样进行热压接。此时,压电膜12在该时点制作成网状。

[0203] 此外,在贴合层叠体11b和片状物11c时,还可以设置特殊的胶层。例如,可以在片状11c的第2电极层26的面设置胶层。最优选的胶层为与粘弹性矩阵34相同的原材料。还能够将相同的原材料涂敷于第2电极层26的面,并进行贴合。

[0204] 如前所述,本发明的层叠压电元件10具有如下结构,即,将这些压电膜12层叠并利用粘接层14将其贴合。其中,在图1中示出的例子中,由标注在压电体层20的箭头所示,相邻的压电膜12中的极化方向彼此相反。在图1所示的例子中,层叠压电元件10具有如下结构,即,将相邻的压电膜12的极化方向设为彼此相反,层叠3层的压电膜12并利用粘接层14贴合了相邻的压电膜12。

[0205] 具体而言,在图1中示出的例子中,如图中的箭头所示,图1中上侧的第1层的压电膜12a的极化方向朝下。因此,在图1中上侧配置有第1电极层24及第1保护层28,在图1中下侧配置有第2电极26及第2保护层30。并且,如图中箭头所示,与第1层的压电膜12a的第2保护层30侧的面相邻配置的第2层的压电膜12b的极化方向朝上。因此,在图1中下侧配置有第1电极层24及第1保护层28,在图1中上侧配置有第2电极26及第2保护层30。并且,如图中箭头所示,与第2层的压电膜12b的第1保护层28侧的面相邻配置的第3层的压电膜12c的极化方向朝下。因此,在图1中上侧配置有第1电极层24及第1保护层28,在图1中下侧配置有第2电极26及第2保护层30。

[0206] 其中,在本发明的层叠压电元件10中,各压电膜具有与相邻的压电膜粘接的粘接部及从粘接部朝向面方向的外侧突出的不与相邻的压电膜粘接的突出部。

[0207] 图1中示出的例子中,第1层的压电膜12a与第2层的压电膜12b通过粘接层14而除了图1中左侧的端部以外的区域被粘接,图1中左侧的端部的区域未粘接。在以下说明中,将各压电膜中与相邻的压电膜粘接的区域设为粘接部13,将未粘接的区域设为突出部15。突出部15可视为从粘接部13向压电膜的主面的面方向的外侧突出的区域。

[0208] 相同地,第2层的压电膜12b与第3层的压电膜12c通过粘接层14而除了图1中左侧的端部以外的区域被粘接,图1中左侧的端部的区域未粘接。

[0209] 在各压电膜的突出部15中设置有电接点。在图1中示出的例子中,在各压电膜的突出部15中形成有贯穿第1保护层28的孔部28a,并且形成有贯穿第2保护层30的孔部30a。通过第1保护层28形成有孔部28a而第1电极部24露出。并且,突出部15不与相邻的压电膜粘接。因此,能够在该孔部28a内的第1电极层24连接配线等。以下,也将孔部28a(孔部28a内的第1电极层24)称为第1接点。相同地,通过第2保护层30形成有孔部30a而第2电极部26露出。并且,突出部15不与相邻的压电膜粘接。因此,能够在该孔部30a内的第2电极层26连接配线等。以下,也将孔部30a(孔部30a内的第2电极层26)称为第2接点。

[0210] 在图1中示出的例子中,由于第1层的压电膜12a配置成第1电极层24侧在图1中上侧,因此在突出部15的上侧的面具有第1接点28a,且在下侧的面具有第2接点30a。由于第2层的压电膜12b配置成第1电极层24侧在图1中下侧,因此在突出部15的上侧的面具有第2接点30a,且在下侧的面具有第1接点28a。由于第3层的压电膜12c配置成第1电极层24侧在图1中上侧,因此在突出部15的上侧的面具有第1接点28a,且在下侧的面具有第2接点30a。另外,上述说明中的上下方向与图1中的上下方向对应,将图中上侧的压电膜设为第1层的压电膜,将第1层的压电膜侧设为上侧。这一点在以下说明中也相同。

[0211] 如图1所示,在本发明的层叠压电元件10中,设置于各压电膜的突出部15的第1接点28a彼此相互连接,并且第2接点30a彼此相互连接。另外,在图1中示出的例子中,虽然图1示出第1接点28a连接到正极且第2接点30a连接到负极,但表示第1接点28a连接到电源的相同极性,并且第2接点30a彼此连接到电源的另一个相同极性。例如,在与交流电源连接情况

下,所有的第1接点28a连接到交流电源的一个极性,所有的第2接点30a连接到交流电源的另一个极性。

[0212] 在各压电膜12的第1电极层24及第2电极层26中,经由第1接点28a及第2接点30a而连接有用于施加使压电膜12伸缩的驱动电压的电源。

[0213] 对于电源并无限制,可以为直流电源也可以为交流电源。并且,关于驱动电压,也根据各压电膜的压电体层20的厚度及形成材料等,将能够适当地驱动各压电膜的驱动电压适当进行设定即可。

[0214] 如前所述,在层叠以电极层及保护层夹持压电体层的压电膜的情况下,存在如下情况:通过压电膜的压电体层的极化方向及电极的极性的朝向而层叠压电元件的输出下降,并且整体上不变形。具体而言,例如,2个压电膜层叠成极化方向相反的情况下,若将同一侧的电极层彼此进行连接,则施加电压时,在某相位中,一个压电膜收缩,另一个压电膜拉伸。即,2个压电膜的伸缩的行为成为相反相位。由此,导致压电膜的伸缩彼此抵消,并且层叠压电元件整体上变形少。

[0215] 并且,在这些压电膜中,若电极层过厚,则压电体层的变形受到阻碍而输出下降,因此电极层形成得非常薄。为了设为由薄的电极层夹持压电体层的结构,如上述,在制作压电膜时,电极层以形成于成为支撑体的保护层上的状态提供。由此,存在如下问题:压电膜的两个主面的最外层成为保护层,并且难以确保对电极层的电接点。

[0216] 例如,可以考虑到从各压电膜仅引出电极层,但如前所述,在压电膜中,由于电极层非常薄,因此难以从压电膜仅引出电极层。

[0217] 相对于此,本发明的层叠压电元件在各压电膜中,在压电体层20的极化方向的上游侧配置有第1电极24、在下游侧配置有第2电极26、各压电膜具有不与相邻的压电膜粘接的突出部15、在各压电膜的突出部15形成有各压电膜的第1电极层24彼此电连接的第1接点28a及各压电膜的第2电极层26彼此电连接的第2接点30a。

[0218] 通过设置不与相邻的压电膜粘接的突出部15且在突出部15设置第1接点28a及第2接点30a,能够容易连接第1电极层24彼此及第2电极层26彼此。

[0219] 并且,通过在所有的压电膜中将各压电膜的极化方向及电极层的极性的关系设为相同,从而能够向各压电膜施加相同相位的电压。即,在向层叠压电元件施加电压时,所有的压电膜的伸缩的行为成为相同相位。由此,能够增强各压电膜的伸缩,并且能够增加层叠压电元件整体上的变形(输出)。即,可以获得高压电特性。

[0220] 并且,在本发明中,各压电膜具有保护层。例如,作为在突出部15的保护层设置孔部而形成电接点为有利的点,可以举出以下点。在相邻的层中极化方向成为相对相反的情况下,相同电极性的接点成为对向。由此,通过保护层而除了需要的接点以外的部分被绝缘,从而只要仅移动接点部分则保护层彼此接触,具有不需要进行绝缘处理的优点。并且,极化方向在相邻的层成为相同朝向的情况下,虽然不同电极性的电极层成为对向,但由于存在保护层,因此不需要进行绝缘处理。

[0221] 在本发明中,若能够贴合相邻的压电膜12,则能够利用各种公知的粘接层14。

[0222] 因此,粘接层14可以为由贴合时具有流动性而之后变成固态的粘接剂组成的层,也可以为由贴合时为凝胶状(橡胶状)的柔软的固态而之后也保持凝胶状的状态的粘合剂组成的层,还可以为由具有粘接剂与粘合剂这两者的特征的材料组成的层。

[0223] 其中,关于本发明的层叠压电元件10,通过使所层叠的多片压电膜伸缩,例如如后述使振动板50振动而发出声音。因此,本发明的层叠压电元件10中,优选为各压电膜的伸缩直接被传递。若在压电膜之间存在如松弛振动的具有粘性的物质,则会导致压电膜的伸缩能量的传递效率变低而导致层叠压电元件10的驱动效率下降。

[0224] 若考虑到这一点,则相比由粘合剂组成的粘合剂层,粘接层14优选为由可获得固态且较硬的粘接层14的粘接剂组成的粘接剂层。作为更优选的粘接层14,具体而言,可优选地例示出由聚酯系粘接剂及苯乙烯·丁二烯橡胶(SBR)系粘接剂等热塑性类型的粘接剂组成的贴合层。

[0225] 粘接与粘合不同,在要求高粘接温度时有用。并且,热塑性类型的粘接剂兼备“相对低温、短时间及强粘接”,因此为优选。

[0226] 在本发明的层叠压电元件10中,对于粘接层14的厚度并无限制,根据粘接层14的形成材料,可以适当设定能够显出充分的贴合力(粘接力、粘合力)的厚度。

[0227] 其中,关于本发明的层叠压电元件10,粘接层14越薄越提高压电体层20的伸缩能量(振动能量)的传递效果,能够提高能量效率。并且,若粘接层14厚且刚性高,则有可能会限制压电膜的伸缩。进而,如后述,本发明的层叠压电元件10的相邻的压电膜12彼此不会导致短路,因此能够使粘接层14变薄。

[0228] 若考虑到这一点,则粘接层14优选薄于压电体层20。即,在本发明的层叠压电元件10中,粘接层14优选为硬且薄。

[0229] 具体而言,关于粘接层14的厚度,贴合后的厚度优选为 $0.1\sim 50\mu\text{m}$,更优选为 $0.1\sim 30\mu\text{m}$,进一步优选为 $0.1\sim 10\mu\text{m}$ 。

[0230] 在本发明的层叠压电元件10中,若粘接层14的弹簧常数高,则有可能会限制压电膜12的伸缩。因此,粘接层14的弹簧常数优选与压电膜12的弹簧常数等同或者为其以下。另外,弹簧常数为“厚度 $\times$ 杨氏模量”。

[0231] 具体而言,优选为粘接层14的厚度与基于动态粘弹性测定而得的频率1Hz中的储存弹性模量(E')的乘积在 0°C 下为 $2.0\times 10^6\text{N/m}$ 以下,在 50°C 下为 $1.0\times 10^6\text{N/m}$ 以下。

[0232] 并且,优选为贴合层的基于动态粘弹性测定而得的频率1Hz中的内部损耗在由粘合剂组成的粘接层14的情况下在 25°C 下为1.0以下,在由粘接剂组成的粘接层14的情况下在 25°C 下为0.1以下。

[0233] 作为一例,如图8中示意地表示,这些本发明的层叠压电元件10可以用作用于通过粘接层52粘接于振动板50来从振动板50发出声音的激发器。换言之,振动板50与层叠压电元件10经由贴合层52彼此接触而被固定,层叠压电元件10用作用于从振动板50产生声音的激发器。即,图8中示出具有本发明的层叠压电元件10的本发明的电声换能器的一例。

[0234] 如上所述,在本发明的层叠压电元件10中,构成层叠有2层以上的压电膜的压电体层20为将压电体粒子36分散于粘弹性矩阵34中而成的层。并且,设置有第1电极层24及第2电极层26,以在厚度方向上夹着压电体层20。

[0235] 若对具有这些压电体层20的压电膜的第1电极层24及第2电极层26施加电压,则根据所施加的电压而压电体粒子36向极化方向伸缩。其结果,压电膜(压电体层20)向厚度方向收缩。同时,由于泊松比的关系,压电膜也向面方向伸缩。

[0236] 该伸缩为 $0.01\sim 0.1\%$ 左右。

[0237] 如上所述,压电体层20的厚度优选为10~300 μm 左右。因此,厚度方向的伸缩最大也只是0.3 μm 左右,伸缩非常小。

[0238] 相对于此,压电膜即压电体层20在面方向上具有明显大于厚度的尺寸。因此,例如,若压电膜的长度为20cm,则通过施加电压,压电膜最大伸缩0.2mm左右。

[0239] 如上所述,振动板50通过粘接层52贴合于层叠压电元件10。因此,通过压电膜的伸缩来弯曲振动板50,其结果,振动板50向厚度方向振动。

[0240] 通过该厚度方向的振动,振动板50发出声音。即,振动板50根据施加于压电膜的电压(驱动电压)的大小来进行振动,并根据施加于压电膜的驱动电压来发出声音。

[0241] 其中,已知由PVDF等高分子材料组成的通常的压电膜通过在极化处理后沿单轴方向进行拉伸处理来对拉伸方向取向分子链并作为结果在拉伸方向上可获得较大的压电特性。因此,通常的压电膜的压电特性中具有面内各向异性,施加了电压时的面方向的伸缩量有各向异性。

[0242] 相对于此,将压电体粒子分散于粘弹性矩阵中而成的具有高分子复合压电体的压电膜即使在极化处理后不进行拉伸处理也可获得较大的压电特性,因此压电特性中不具有面内各向异性,并在面方向上向所有方向各向同性地伸缩。即,压电膜在二维上各向同性地伸缩。层叠在二维上这些各向同性地伸缩的压电膜而成的层叠压电元件10与层叠了仅向一个方向大幅度伸缩的PVDF等通常的压电膜的情况相比,能够以较大的力振动振动板50,并且能够发出更大且优美的声音。

[0243] 如上所述,本发明的层叠压电元件为层叠多片这些压电膜而成的元件。

[0244] 因此,即使每1片的压电膜的刚性低且伸缩力小,但通过层叠压电膜,刚性变高,作为层叠压电元件10的伸缩力也变大。其结果,本发明的层叠压电元件10即使为振动板50具有一定程度的刚性的元件,也以较大的力使振动板50充分地弯曲并使振动板50充分地向厚度方向振动,从而能够使振动板50发出声音。

[0245] 并且,压电体层20越厚,压电膜的伸缩力变得越大,但是使其伸缩相同量所需的驱动电压相应地变大。其中,如上所述,在本发明的层叠压电元件10中,优选的压电体层20的厚度最大也只有300 μm 左右,因此即使施加于各个压电膜的电压小也能够充分地伸缩压电膜。

[0246] 在使用本发明的层叠压电元件的本发明的电声换能器中,对于贴合层叠压电元件10与振动板50的粘接层52并无限制,能够利用公知的各种粘合剂及粘接剂。

[0247] 作为一例,例示出与上述的贴合层14相同的例子。优选的贴合层52(贴合剂)也与贴合层14相同。

[0248] 在使用本发明的层叠压电元件的本发明的电声换能器中,对于振动板50也并无限制,能够利用各种物品。

[0249] 作为振动板50,作为一例,例示出树脂制的板及玻璃板等板材、广告牌等广告通知介质、桌子、白板及投影用屏幕等办公室设备及家具、有机电致发光(OLED(Organic Light Emitting Diode)显示器及液晶显示器等显示装置、控制台、A柱、天花板及保险杆等汽车等车辆的部件以及住宅的墙壁等建材等。

[0250] 在本发明的电声换能器中,贴合本发明的层叠压电元件10的振动板50优选具有柔性,更优选能够卷绕。

[0251] 作为具有柔性的振动板50,可以尤其优选例示出柔性显示面板等具有柔性的面板状的显示装置。并且,显示装置也更优选能够卷绕。

[0252] 其中,本发明的电声换能器优选为如下:在振动板50被卷绕时,为了不使层叠压电元件10从振动板50剥离,根据振动板50的卷绕的曲率而层叠压电元件10也与振动板50一同弯曲。另外,由于压电膜12也具有优选的柔性,因此本发明的层叠压电元件10基本上也显现出良好的柔性。

[0253] 此时,振动板50的卷绕曲率基本上为特定的曲率,但振动板50的卷绕曲率可以是可变的。

[0254] 在本发明的电声换能器中,将显示装置设为振动板50时,层叠压电元件10优选贴合于显示装置的背面侧即显示装置的非图像显示面侧。

[0255] 此时,贴合层52的面方向的尺寸优选为与层叠压电元件10的平面形状的尺寸相同的尺寸,或者其以外的尺寸。

[0256] 另外,在本发明的电声换能器中,作为振动板50而利用显示装置时,可以将柔性显示面板等显示装置本身设为振动板50,或者也可以将设置于显示装置的板状的部件或与显示装置接合的板状的部件设为振动板50。

[0257] 并且,在显示装置中利用本发明的电声换能器时,可以将本发明的电声换能器装入显示装置中,或者也可以用本发明的电声换能器的振动板50使设置于显示装置的板状的部件振动,或者也可以将本发明的电声换能器与显示装置一起装入壳体等中。

[0258] 在本发明的电声换能器中,振动板50能够卷绕的情况下,当以不卷绕振动板50的状态,驱动电流向层叠压电元件10通电,并且振动板50被卷绕时,优选为层叠压电元件10中不通电。

[0259] 并且,在本发明的电声换能器中,振动板50在如显示装置那样进行电气驱动的情况下,以不卷绕振动板50的状态,驱动电流向层叠压电元件10及/或振动板50通电,并且振动板50被卷绕时,优选为层叠压电元件10和/或振动板50中不通电。

[0260] 切换这些通电及断电的方法能够利用各种公知的方法。

[0261] 如上所述,本发明的电声换能器是使用贴合层52而向振动板50贴合(固定)层叠压电元件10而成。

[0262] 这些本发明的电声换能器有时将振动板50的端部(端边)固定于壁等和/或通过固定机构而将端部固定于梁等。

[0263] 并且,在本发明的电声换能器中,对于振动板50的形状并无限制,为四边形的情况较多。例如,如上所述,在本发明的电声换能器中,作为振动板50,还能够优选地利用有机电致发光显示器等显示装置。在将显示装置设为振动板的情况下,通常,振动板50为长方形。

[0264] 在振动板50为长方形及正方形等四边形的情况下,为了稳定地固定振动板50,如图45中示意地表示那样,通过固定机构80将对向的2个边进行固定来支撑振动板50的情况也较多。

[0265] 其中,如图45中示意地表示那样,将四边形的振动板50的对向的2个边进行固定的2个固定机构80的距离即振动板50的固定端之间的距离设为L。

[0266] 在本发明的电声换能器中,将四边形的振动板50的对向的2个边进行固定的情况下,优选为将层叠压电元件10从固定机构80的振动板内方侧的端部即振动板50的固定端间

隔开 $0.1 \times L$ 以上地贴合于振动板50。

[0267] 即,在将四边形的振动板50的对向的2个边进行固定的情况下,优选在振动板50的固定端与层叠压电元件10之间具有一些间隙。

[0268] 通过具有这些结构,振动板50的固定能够抑制阻碍上述层叠压电元件10的伸缩,并更优选地振动振动板50而输出声压更高的声音。

[0269] 另外,此时,如图8所示,在层叠压电元件10的端部在面方向上向粘接层52的外方突出的情况下,将粘接层52的端部视为层叠压电元件10的端部。即,此时,贴合层叠压电元件,以使粘接层52的端部从振动板50的固定端间隔 $0.1 \times L$ 以上。

[0270] 相反地,在层叠压电元件10的端部在面方向上位于粘接层52的内部的情况下,只要贴合层叠压电元件,以使层叠压电元件10的端部从振动板50的固定端间隔 $0.1 \times L$ 以上即可。

[0271] 图49中示出在四边形的振动板上贴合各种大小的层叠压电元件时的、从振动板的固定端至层叠压电元件为止的距离与振动板的位移之间的关系模拟结果。

[0272] 振动板使用大小为 $10 \times 10\text{mm}$ 、厚度为 0.3mm 的不锈钢制的正方形板材来固定了对向的2边的端部(端边)。

[0273] 层叠压电元件使用了通过层叠4层正方形的图2中示出的压电膜12并通过贴合层来贴合各层而成的东西。

[0274] 在层叠压电元件中,在整个面上设置贴合层,并使各边的方向一致并贴合于振动板的中心。因此,若层叠压电元件的大小不同,则从振动板的固定端至层叠压电元件为止的距离不同。

[0275] 图49中的面积比是指,如图50中示意地表示那样,将振动板的固定端之间的距离 L 设为100%时的一维的面积比。即,面积比100%是指,从振动板的固定端至固定端为止,在整个面贴合了层叠压电元件的情况。并且,面积比60%是指,如图50的上段所示,从振动板的固定端间隔 $0.2 \times L_{\text{mm}}$,并在振动板上贴合层叠压电元件的情况。进而,面积比20%是指,如图50的下段所示,从振动板的固定端间隔 $0.4 \times L_{\text{mm}}$,并在振动板上贴合层叠压电元件的情况。

[0276] 在图49中,虚线是在振动板中不存在层叠压电元件的区域,实线是在振动板中贴合了层叠压电元件的区域。

[0277] 如图49所示,面积比100%即从振动板的固定端至固定端为止贴合了层叠压电元件的情况下,振动板的位移即振动小。

[0278] 相对于此,通过面积比80%即从振动板的固定端分离 $0.1 \times L_{\text{mm}}$,并将层叠压电元件贴合于振动板,能够使振动板充分大地振动,即可获得高声压。

[0279] 并且,在本例中,将面积比设为60%的情况下,即从振动板的固定端分离 $0.2 \times L_{\text{mm}}$,并将层叠压电元件贴合于振动板的情况下,振动板50的位移更大,即可获得更高的声压。

[0280] 如上述,在本发明的电声换能器中,将四边形的振动板的对向的2个边进行固定时,通过从振动板的固定端分离 $0.1 \times L_{\text{mm}}$ 以上,并在振动板上贴合层叠压电元件,能够更优选地振动振动板,并输出声压更高的声音。

[0281] 在本发明的电声换能器中,对于将振动板50的边进行固定的固定机构80并无限

制,能够利用将板状物(片状物、膜)的边(端边)进行固定的公知的各种机构。作为一例,例示出能够支撑板状物的边的梁(包括悬臂梁)、用于支撑投影用屏幕的边的固定部件及例如设置于如暗盒那样引出及卷取自如地收容缠绕的片状物的容器的片材进出口的片状物的固定机构等。

[0282] 并且,振动板50的固定不限制于使用固定机构80。例如,可以通过使用贴合剂等将振动板50的端部(端面)直接贴合于作为壁及支撑体的板状物等来固定振动板50。此时,振动板的端部成为振动板50的固定端。

[0283] 本发明的电声换能器并不限于具有1个层叠压电元件10。

[0284] 例如,在电声换能器中,在立体播放即在2个声道播放声音的情况下,如图46中示意地表示那样,将2个层叠压电元件10向固定端间的距离L方向分开地贴合于振动板50。此时,优选将2个固定机构80的距离即振动板50的固定端之间的距离设为L,并从振动板50的固定端间隔开 $0.1 \times L$ 以上并在振动板50上贴合层叠压电元件10。

[0285] 并且,在本发明的电声换能器中,例如如边框那样,可以将长方形(正方形)的振动板50的4个边全部固定。

[0286] 此时,也相同地,优选将1个对向的2个边进行固定的固定机构80a及将另一个对向的2个边进行固定的固定机构80b的各个对应地以相同方式确定层叠压电元件10的固定位置。

[0287] 此时,如图47中示意地表示那样,将振动板50中的一个对向的边进行固定的2个固定机构80a的距离即该对向的边中的振动板50的固定端之间的距离设为L1。并且,将振动板50中的另一个对向的边进行固定的2个固定机构80b的距离即该对向的边中的振动板50的固定端之间的距离设为L2。

[0288] 此外,如图47所示,在振动板50中,优选在固定机构80a的端部即基于固定机构80a的从固定端间隔开 $0.1 \times L1$ 以上且基于固定机构80b的端部即固定机构80b的从固定端间隔开 $0.1 \times L2$ 以上的位置贴合层叠压电元件50。

[0289] 在本发明的电声换能器中,将长方形的振动板50的4边全部进行固定的情况下,也不限于仅具有1个层叠压电元件10。

[0290] 例如,在电声换能器中,还具有如立体播放声音,并且设置中央扬声器那样,以2.5个声道播放的情况。此时,如图48中示意地表示那样,位于长固定端之间的距离L1的方向上且在端部附近可以设置2个立体播放用层叠压电元件10,并且在中央设置中央扬声器用层叠压电元件10。

[0291] 此时,关于层叠压电元件10,优选根据基于将一个对向的边进行固定的固定机构80a的固定端之间的距离L1与基于将另一个对向的边进行固定的固定机构80b的固定端之间的距离L2,在从基于固定机构80a的固定端间隔开 $0.1 \times L1$ 以上,并且从基于固定机构80b的固定端间隔开 $0.1 \times L2$ 以上的位置贴合3个层叠压电元件50。

[0292] 如上所述,在本发明的电声换能器中,优选将层叠压电元件10从将四边形的振动板50的对向的边进行固定的固定机构的端部即四边形的振动板50的对向的边的固定端间隔开 $0.1 \times L$ 以上地贴合于振动板。

[0293] 其中,从可获得更高的声压即振动板50的位移量等的观点出发,从振动板50的固定端至层叠压电元件10为止的距离更优选为 $0.15 \times L$ 以上,进一步优选为 $0.2 \times L$ 以上。

[0294] 另一方面,若层叠压电元件10的位置从振动板50的固定端过度分开,则可能产生如下问题:变得无法将所需要的大小的层叠压电元件10贴合于振动板50、变得无法将所需要的数量的层叠压电元件10贴合于振动板50、变得难以立体播放等多频道播放以及在多频道化时层叠压电元件10彼此的距离过近而发生串音等不便。

[0295] 若考虑这一点,则从振动板50的固定端至层叠压电元件10的距离优选为 $0.4 \times L$ 以下,更优选为 $0.3 \times L$ 以下。

[0296] 基于将振动板50进行固定而对振动板的振动的影响,根据振动板50的刚性而不同,振动板50的刚性越高,则影响越大。即,关于将层叠压电元件10的固定位置从振动板50的固定端间隔开的效果,在振动板50的刚性高的情况下,能够获得更大效果。

[0297] 若考虑这一点,则将四边形的振动板50的对向的2个边进行固定,并且从振动板50的固定端间隔开 $0.1 \times L$ 以上并将层叠压电元件10贴合于振动板50的情况下,优选为振动板50的刚性在一定程度上高。

[0298] 具体而言,将振动板50的对向的2个边进行固定,并且将层叠压电元件10的固定位置从振动板50的固定端间隔开 $0.1 \times L$ 以上的情况下,振动板50的弹簧常数优选为 $1 \times 10^4 \sim 1 \times 10^7 \text{N/m}$,更优选为 $1 \times 10^5 \sim 1 \times 10^6 \text{N/m}$ 。另外,如振动板那样的板状物的弹簧常数能够通过将形成材料的杨氏模量乘以板状物的厚度来计算。

[0299] 在本发明中,振动板的形状并不限于长方形及正方形,能够利用菱形、梯形及平行四边形等各种形状的四边形。

[0300] 此时,如图51中例示出振动板50a并示意地表示那样,在通过固定机构80而固定的对向的2个边之间,在另一个对向的边的分开方向的多个位置,如 L_1 、 L_2 、 L_3 ……那样,设定固定端之间的距离 L 。

[0301] 然后,将振动板50a中的层叠压电元件10的贴合位置确定为如下即可:在固定端之间的距离为 L_1 的位置,使层叠压电元件10从固定端间隔开 $0.1 \times L_1$ 以上,在固定端之间的距离为 L_2 的位置,使层叠压电元件10从固定端间隔开 $0.1 \times L_2$ 以上,在固定端之间的距离为 L_3 的位置,使层叠压电元件10从固定端间隔开 $0.1 \times L_3$ 以上……。

[0302] 另外,在本发明的电声换能器中,振动板50的四边形、尤其长方形及正方形并不限于完整的四边形。

[0303] 即,在本发明中,四边形的振动板50可以将角部设为倒角的形状,也可以将角部设为曲线状(R形、外圆形)的形状,也可以为椭圆形。

[0304] 并且,在发明的电声换能器中,四边形的振动板中的对抗的2边的固定并不限于边的所有区域,可以根据振动板的刚性及振动板的大小等来固定边的一部分区域。

[0305] 此时,优选将1个边的50%以上的区域进行固定,更优选将1个边的70%以上的区域进行固定,进一步优选将1个边的90%以上的区域进行固定,尤其优选将1个边的所有区域进行固定。

[0306] 并且,如上所述,四边形的角部被设为倒角的情况及设为曲线状的情况下,可以将未设为倒角等的区域作为1个边的所有区域,或者也可以包括设为倒角等的区域作为1个边的所有区域。

[0307] 在本发明的电声换能器中,振动板的形状并不限于四边形,能够利用圆形、椭圆形及除了四边形以外的多边形等各种形状的振动板。

[0308] 其中,在固定了振动板的情况下,通过从振动板的固定端间隔开一定程度将层叠压电元件10贴合于振动板而可获得高声压等的优选效果与振动板的形状无关,在除了四边形以外的各种振动板中也相同。

[0309] 例如,如振动板为六边形及八边形等那样,在具有对向的边的多边形形状的情况下,优选在对向的2个边进行固定,并且与四边形的振动板50的情况相同地设定固定端之间的距离L,将层叠压电元件10从固定端间隔开 $0.1 \times L$ 以上贴合于振动板50。

[0310] 并且,在如图52中示意地表示那样的圆形的振动板50b的情况下,可以考虑设置圆形(圆环状)的固定机构80c以围绕振动板50b的整个周。此时,由于固定机构80c的内侧成为固定端,因此只要将固定机构80c的内径 ϕ 设为固定端之间的距离L,并且在从振动板50的固定端间隔开 $0.1 \times L$ 以上的位置贴合层叠压电元件10即可。

[0311] 并且,还可以考虑在如图52中示出的圆形的振动板50b中,如图52中与圆环状的固定机构80c重叠并用阴影线表示的固定机构80d及固定机构80e那样,用圆弧状的固定机构进行振动板50b的固定。此时,也相同地将固定机构的圆弧的内径 ϕ 作为固定端之间的距离L,并将层叠压电元件10贴合于从振动板50b的固定端间隔开 $0.1 \times L$ 以上的位置即可。

[0312] 如三角形及五边形那样,振动板还存在不具有对向的边的多边形的情况。此时,可以考虑将多边形的1个边及对向的顶点进行固定。

[0313] 例如,如图53中示意地表示那样,可以考虑在振动板50c为三角形的情况下,用固定机构80将三角形的一边进行固定,并用固定机构80f将与该一边对向的顶点进行固定。

[0314] 此时,从用固定机构80f进行固定的顶点将垂线P下降到被固定的对向的边为止,并将从顶点固定的边为止的垂线的距离设为固定端之间的距离L,将层叠压电元件10贴合于从振动板50c的固定端(一个是顶点)间隔开 $0.1 \times L$ 以上的位置即可。

[0315] 另外,关于用作这些激发器的压电元件向振动板的贴合位置,在用作激发器的压电元件由1片压电膜构成的情况及用作激发器的压电元件为层叠切片状的压电膜,优选为贴合相邻的压电膜的层叠压电元件的情况下,也相同。

[0316] 其中,在图1中示出的例子中,相邻的压电膜的极化方向彼此相反。即,层叠为压电膜的极化方向成为交替。然而,本发明并不限于此。如图9中示出的例子,相邻的压电膜的极化方向可以彼此一致。

[0317] 在图9中示出的例子中,如图中箭头所示,图9中上侧的第1层的压电膜12d的极化方向朝下。因此,在图9中上侧配置有第1电极层24及第1保护层28,在图9中下侧配置有第2电极26及第2保护层30。并且,如图中箭头所示,与第1层的压电膜12d的第2保护层30侧的面相邻配置的第2层的压电膜12e的极化方向朝下。因此,在图9中上侧配置有第1电极层24及第1保护层28,在图9中下侧配置有第2电极26及第2保护层30。并且,如图中箭头所示,与第2层的压电膜12e的第2保护层30侧的面相邻配置的第3层的压电膜12f的极化方向朝下。因此,在图9中上侧配置有第1电极层24及第1保护层28,在图9中下侧配置有第2电极26及第2保护层30。

[0318] 在图9中示出的例子中,由于第1层的压电膜12d配置成第1电极层24侧成为图9中上侧,因此在突出部15的上侧的面且在第1保护层28设置有成为第1接点28a的孔部,在下侧的面且在第2保护层30设置有成为第2接点30a的孔部。由于第2层的压电膜12e配置成第1电极层24侧成为图9中上侧,因此在突出部15的上侧的面且在第1保护层28设置有成为第1接

点28a的孔部,在下侧的面且在第2保护层30设置有成为第2接点30a的孔部。由于第3层的压电膜12f配置成第1电极层24侧成为图9中上侧,因此在突出部15的上侧的面且在第1保护层28设置有成为第1接点28a的孔部,在下侧的面且在第2保护层30设置有成为第2接点30a的孔部。

[0319] 如图9所示,设置于各压电膜的突出部15的第1接点28a彼此相互连接,并且第2接点30a彼此相互连接。

[0320] 另外,在相邻的压电膜的压电体层20的极化方向彼此相反的层叠压电元件10中,相邻的压电膜12中,在一个面上第2电极层26彼此相对置,在另一面上第1电极层24彼此相对置。由此,在即使相邻的压电膜的电极层彼此接触也不会短路(short circuit)的方面而言,为优选。

[0321] 并且,如上所述,为了以良好的能量效率伸缩层叠压电元件10,优选将粘接层14做得薄以使粘接层14不妨碍压电体层20的伸缩。相对于此,在相邻的压电膜的压电体层20的极化方向彼此相反的层叠压电元件10中,由于即使相邻的压电膜的电极层彼此接触也不会导致短路,因此能够将粘接层14做得极薄。因此,能够以更高能量效率伸缩层叠压电元件10。

[0322] 另外,如上所述,在压电膜中,厚度方向的压电体层20的伸缩的绝对量非常小,压电膜的伸缩实质上仅在面方向进行。

[0323] 因此,即使所层叠的压电膜的极化方向相反,只要施加于第1电极层24及第2电极层26的电压的极性正确,则所有的压电膜沿相同方向伸缩。

[0324] 另外,在本发明的层叠压电元件10中,利用d33计(Meter)等检测压电膜的极化方向即可。

[0325] 或者,根据上述情况的电晕极化处理的处理条件,可知压电体层20的极化方向。

[0326] 在使用本发明的层叠压电元件的电声换能器中,对于贴合层叠压电元件10与振动板50的粘接层并无限制,能够利用公知的各种粘合剂及粘接剂。作为一例,例示出与上述的粘接层14相同的例子。

[0327] 在使用本发明的层叠压电元件的电声换能器中,对于振动板50也并无限制,能够利用各种物品。

[0328] 作为振动板50,作为一例,例示出树脂制的板及玻璃板等板材、广告牌等广告·通知介质、桌子、白板及投影用屏幕等办公室设备及家具、有机电致发光(OLED(Organic Light Emitting Diode)显示器及液晶显示器等显示装置、控制台、A柱、天花板及保险杆等汽车等车辆的部件以及住宅的墙壁等建材等。

[0329] 在图示例的层叠压电元件10中,优选为,制作长条(大面积)的压电膜,将长条的压电膜切断来作为各个压电膜。因此,此时,构成层叠压电元件10的多片的压电膜均相同。

[0330] 然而,本发明并不限于此。即,本发明的层叠压电元件能够利用各种结构,例如,层叠了不同的层结构的压电膜的结构及层叠了压电体层20的厚度不同的压电膜的结构等。

[0331] 接着,关于压电膜的突出部的结构及接点彼此的连接方法的例子,进行具体说明。

[0332] 图10是示意地表示本发明的层叠压电元件的一例的图。图11是图10的分解图。图12是表示图10的层叠压电元件所具有的2层以上压电膜的图。

[0333] 在图10及图11中示出的例子中,具有层叠了5片压电膜的结构。各压电膜层叠为极

化方向成为交替。在图11及图12中,在压电膜的第2保护层侧的面标注阴影线来示出。即,在图11中,图11中上侧的第1层的压电膜12g将第1保护层28侧朝向上方层叠、第2层的压电膜12h将第2保护层30侧朝向上方层叠、第3层的压电膜12i将第1保护层28侧朝向上方层叠、第4层的压电膜12j将第2保护层30侧朝向上方层叠、第5层的压电膜12k将第1保护层28侧朝向上方层叠。

[0334] 如图11及图12所示,各压电膜具有长方形的粘接部13及从粘接部13的长边侧朝向面方向的外侧突出的2个突出部15。2个突出部15设置成从粘接部13的相对向的长边分别突出。在图示例中,各压电膜的粘接部13的大小大致相同。

[0335] 如图12所示,在第1层的压电膜12g中,在长边侧的一个端部侧形成有突出部15。在第2层的压电膜12h中,在从第1层的压电膜12g的突出部15的位置向另一个端部侧错位的位置形成有突出部15。在第3层的压电膜12i中,在从第2层的压电膜12h的突出部15的位置向另一个端部侧错位的位置形成有突出部15。在第4层的压电膜12j中,在从第3层的压电膜12i的突出部15的位置向另一个端部侧错位的位置形成有突出部15。在第5层的压电膜12k中,在从第4层的压电膜12j的突出部15的位置向另一个端部侧错位的位置形成有突出部15。

[0336] 在图12中示出的例子中,各压电膜的突出部为大致相同大小的形状。并且,各压电膜的突出部形成于从相邻的压电膜的突出部的位置错位1个突出部的位置。

[0337] 并且,在各压电膜的一个长边侧的突出部15设置有贯穿第1保护层28的孔部28a,在孔部28a内露出第1电极层24。并且,在各压电膜的另一个长边侧的突出部15设置有贯穿第2保护层30的孔部30a,在孔部30a内露出第2电极层26。即,在各压电膜的一个长边侧的突出部15形成有第1接点28a,并且在另一个长边侧的突出部15形成有第2接点30a。

[0338] 若这些5个压电膜以使粘接部13的面方向的位置一致的方式被层叠,则如图11所示,各压电膜的突出部15在面方向上配置成彼此不重叠。

[0339] 并且,在各压电膜的一个长边侧(图11中右侧的长边侧)的突出部15中均形成有第1接点28a。如前所述,第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠,因此第1接点28a形成于彼此相反侧的面。

[0340] 在形成有这些第1接点28a的5个的突出部15,从表面到背面贴合有导电性膜60a。由此,各压电膜的第1接点28a容易地电连接。

[0341] 相同地,在各压电膜的另一个长边侧(图11中左侧的长边侧)的突出部15中均形成有第2接点30a。如前所述,第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠,因此第2接点30a形成于彼此相反侧的面。

[0342] 在形成有这些第2接点30a的5个的突出部15中,从表面到背面贴合有导电性膜60b。由此,各压电膜的第2接点30a容易地电连接。

[0343] 形成于突出部15的第1保护层28的孔部28a及形成于第2保护层30的孔部30a的形状只要能够可靠地连接到电极层,则并无特别限定,能够设为圆形、椭圆形、长方形、多边形、非规则形状等各种形状。

[0344] 并且,只要能够可靠地连接到电极层,则孔部28a及孔部30a的大小也并无特别限定。当量圆直径优选为0.5mm~10mm,更优选为1mm~5mm。

[0345] 并且,对于孔部(第1接点)28a及孔部(第2接点)30a的形成位置也并无特别限定,

从设为能够容易连接各压电膜的接点彼此的观点出发,各压电膜的孔部(第1接点)28a及孔部(第2接点)30a优选分别形成于粘接部13的相同边侧。

[0346] 作为导电性膜60a及60b,例如只要使用铜箔膜等由具有导电性的金属材料形成的片状物即可。并且,可以介由银浆料等导电性涂料来连接导电性膜与第1接点28a、第2接点30a。

[0347] 其中,在图10~图12中示出的例子中,设为各压电膜具有2个突出部、2个突出部15的中一个中形成有第1接点28a、在另一个中形成有第2接点30a的结构,但并不限于此。各压电膜也可以设为具有1个突出部且在1个突出部15形成有第1接点28a及第2接点30a的结构。并且,该情况下,可以为面方向上的第1接点28a和第2接点30a形成于重叠的位置的结构,但如图13及图14所示,优选形成于不同的位置。

[0348] 图13是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的立体图。图14是放大图13的一部分的分解图。

[0349] 图13及图14中示出的层叠压电元件具有层叠有5片压电膜(12l~12p)的结构。各压电膜层叠为极化方向成为交替。即,在图14中,在图14中上侧的第1层的压电膜12l将第1保护层28侧朝向上方层叠、第2层的压电膜12m将第2保护层30侧朝向上方层叠、第3层的压电膜12n将第1保护层28侧朝向上方层叠、第4层的压电膜12o将第2保护层30侧朝向上方层叠、第5层的压电膜12p将第1保护层28侧朝向上方层叠。

[0350] 如图13及图14所示,各压电膜具有长方形的粘接部及从粘接部的长边侧朝向面方向的外侧突出的1个突出部15。1个突出部15设置成向从粘接部的一个长边从粘接部分开的方向突出。在图示例中,各压电膜的粘接部的大小大致相同。

[0351] 如图14所示,在第1层的压电膜12l中,在一个长边侧的端部侧形成有突出部15。在第2层的压电膜12m中,在从第1层的压电膜12l的突出部15的位置向另一个端部侧错位的位置形成有突出部15。在第3层的压电膜12n中,在从第2层的压电膜12m的突出部15的位置向另一个端部侧错位的位置形成有突出部15。在第4层的压电膜12o中,在从第3层的压电膜12n的突出部15的位置向另一个端部侧错位的位置形成有突出部15。在第5层的压电膜12p中,在从第4层的压电膜12o的突出部15的位置向另一个端部侧错位的位置形成有突出部15。

[0352] 在图14中示出的例子中,各压电膜的突出部为大致相同大小的形状。并且,各压电膜的突出部形成于从相邻的压电膜的突出部的位置错位1个突出部的位置。

[0353] 并且,如图14所示那样,在各压电膜的突出部15的根侧(粘接部侧)设置有贯穿第1保护层28的孔部28a,在孔部28a内露出第1电极层24。并且,在各压电膜的突出部15的前端侧设置有贯穿第2保护层30的孔部30a,在孔部30a内露出第2电极层26。即,在各压电膜的突出部15的表面及背面分别形成有第1接点28a及第2接点30a。

[0354] 若这些5个压电膜以使粘接部的面方向上的位置一致的方式被层叠,则如图14所示,各压电膜的突出部15在面方向上配置成彼此不重叠。

[0355] 并且,在各压电膜的突出部15的根侧均形成有第1接点28a。如前所述,第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠,因此在层叠状态下,第1接点28a形成于彼此相反侧的面。相同地,在各压电膜的突出部15的前端侧均形成有第2接点30a。如前所述,第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠,因此在层叠状态下,第2接点30a形

成于彼此相反侧的面。

[0356] 在这些5个突出部15的根侧的第1接点28a的位置中,从表面到背面贴合有导电性膜60a。由此,各压电膜的第1接点28a容易地电连接。相同地,在5个突出部15的前端侧的第2接点30a的位置中,从表面到背面贴合有导电性膜60b。由此,各压电膜的第2接点30a容易地电连接。此时,连接第1接点28a的导电性膜与连接第2接点30a的导电性膜配置成不连接。

[0357] 其中,在图10~图12中示出的例子中,各压电膜层叠为压电体层的极化方向成为交替。相对于此,在各压电膜层叠为压电体层的极化方向成为相同方向的情况下,形成于压电膜的突出部15的第1接点28a形成为朝向一个相同面侧,并且形成为第2接点30a朝向另一个相同面侧。

[0358] 例如,图15是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的立体图。

[0359] 在图15中示出的层叠压电元件中,具有层叠有5片压电膜的结构。各压电膜层叠为极化方向成为相同朝向。

[0360] 如图15所示,各压电膜具有长方形的粘接部及从粘接部的长边侧朝向面方向的外侧突出的1个突出部15。1个突出部15设置成向从粘接部的一个长边从粘接部分开的方向突出。在图示例中,各压电膜的粘接部的大小大致相同。

[0361] 在图15中示出的各压电膜的结构除了第2层及第4层的层叠的朝向不同以外,与图13及图14中示出的压电膜相同。即,在各压电膜中,在一个长边侧的端部侧形成有突出部15。各压电膜的突出部15形成于从相邻的压电膜的突出部15的位置向形成有突出部15的粘接部的端边的长度方向错位1个突出部的位置。

[0362] 如图15所示那样,在各压电膜的突出部15的根侧(粘接部侧)设置有贯穿第1保护层28的孔部28a,在孔部28a内露出第1电极层24。并且,在各压电膜的突出部15的前端侧设置有贯穿第2保护层30的孔部30a,在孔部30a内露出第2电极层26。即,在各压电膜的突出部15的表面及背面分别形成有第1接点28a及第2接点30a。

[0363] 若这些5个压电膜以使粘接部的面方向上的位置一致的方式被层叠,则如图15所示,各压电膜的突出部15在面方向上配置成彼此不重叠。

[0364] 并且,在各压电膜的突出部15的根侧均形成有第1接点28a。如前所述,由于所有的压电膜以相同的朝向层叠,因此在层叠状态中,所有的第1接点28a形成于相同朝向的面。相同地,在各压电膜的突出部15的前端侧均形成有第2接点30a。如前所述,由于所有的压电膜以相同的朝向层叠,因此在层叠状态中,所有的第2接点30a形成于相同朝向的面。

[0365] 在形成有这些5个突出部15的根侧的第1接点28a的一个面上贴合有导电性膜。由此,各压电膜的第1接点28a容易地电连接。相同地,在形成有5个突出部15的前端侧的第2接点30a的一个面上贴合有其他导电性膜。由此,各压电膜的第2接点30a容易地电连接。此时,连接第1接点28a的导电性膜与连接第2接点30a的导电性膜配置成不连接。

[0366] 并且,在图10~12中示出的例子中,各压电膜的突出部15均设为在面方向上配置于彼此不重叠的位置的结构,但是并不限于此。

[0367] 图16是示意地表示本发明的层叠压电元件的一例的图。图17是放大图16中示出的层叠压电元件的右侧的一部分的图。图18是从背面侧观察图17的图。图19是放大图16中示出的层叠压电元件的左侧的一部分的图。图20是从背面侧观察图19的图。

[0368] 在图16~图20中示出的层叠压电元件中,具有层叠有5片压电膜的结构。各压电膜

层叠为极化方向成为交替。

[0369] 如图16所示,各压电膜具有长方形的粘接部及从粘接部的长边侧朝向面方向的外侧突出的2个突出部15。2个突出部15分别形成于粘接部的长边的一个端部侧及另一个端部侧。在图示例中,各压电膜的粘接部的大小大致相同。

[0370] 图16中示出的例子中,在图16中右侧的端面侧形成的突出部15中形成有第1接点,在形成于图16中左侧的端面侧的突出部15中形成有第2接点。

[0371] 如图17及图18所示,关于在图16中右侧的端面侧形成的突出部15,第2层与第3层以及第4层与第5层形成于面方向上的相同位置。

[0372] 在形成于第2层的突出部15的第1接点朝向第3层侧,并且,在形成于第3层的突出部的第1接点朝向第2层侧。即,第2层的第1接点与第3层的第1接点相对。

[0373] 相同地,在形成于第4层的突出部15的第1接点朝向第5层侧,并且,在形成于第5层的突出部的第1接点朝向第4层侧。即,第4层的第1接点与第5层的第1接点相对。

[0374] 并且,形成于第1层的突出部15的第1接点朝向与第2层相反的一侧。

[0375] 以这种方式形成于各突出部15的第1接点通过导电性膜60a而彼此连接。具体而言,如图17及图18所示,导电性膜60a配置成覆盖第1层的突出部的第1接点,并且被夹在第2层与第3层之间,进而被夹在第4层与第5层之间。由此,第1层~第5层的第1接点被连接。

[0376] 另一方面,如图19及图20所示,关于在图16中左侧的端面侧形成的突出部15,第2层与第3层以及第4层与第5层形成于面方向上的相同位置。

[0377] 形成于第2层的突出部15的第2接点朝向与第3层相反的一侧,并且,形成于第3层的突出部的第2接点朝向与第2层相反的一侧。即,在层叠有第2层及第3层的突出部的部分在两个表面形成有第2接点。

[0378] 相同地,形成于第4层的突出部15的第2接点朝向与第5层相反的一侧,并且,形成于第5层的突出部的第2接点朝向与第4层相反的一侧。即,在层叠有第4层及第5层的突出部的部分在两个表面形成有第2接点。

[0379] 并且,形成于第1层的突出部15的第2接点朝向第2层侧。

[0380] 以这种方式形成于各突出部15的第2接点通过导电性膜60b而彼此连接。具体而言,如图19及图20所示,导电性膜60b从各突出部的表面侧贴合到背面侧。由此,第1层~第5层的第2接点被连接。

[0381] 其中,在图10~12中示出的例子中,各压电膜的突出部设为在面方向上配置于彼此不重叠的位置的结构,但并不限于此。各压电膜的突出部可以为在面方向上从粘接部的相同位置突出,并且突出方向的长度彼此不同的结构。

[0382] 图21是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的立体图。图21为分解图。

[0383] 在图21中示出的层叠压电元件中,具有层叠有5片压电膜(12q~12u)的结构。各压电膜层叠为极化方向成为交替。即,在图21中,在图21中上侧的第1层的压电膜12q将第1保护层28侧朝向上方层叠、第2层的压电膜12r将第2保护层30侧朝向上方层叠、第3层的压电膜12s将第1保护层28侧朝向上方层叠、第4层的压电膜12t将第2保护层30侧朝向上方层叠、第5层的压电膜12u将第1保护层28侧朝向上方层叠。

[0384] 如图21所示,各压电膜具有长方形的粘接部及从粘接部的短边朝向面方向的外侧突出的2个突出部15。2个突出部15设置于短边的一个端部及另一个端部。在图示例中,各压

电膜的粘接部的大小大致相同。

[0385] 首先,在图21中,对在左侧的端部形成的突出部进行说明。如图21所示,第1层的压电膜12q中,在短边的左侧的端部形成有突出部15。在第2层的压电膜12r中,形成有从与第1层的压电膜12q的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第2层的突出部15在突出方向上的长度比第1层的突出部15长。在第3层的压电膜12s中,形成有从与第2层的压电膜12r的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第3层的突出部15的长度与第2层的突出部15相同。在第4层的压电膜12t中,形成有从与第3层的压电膜12s的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第4层的突出部15在突出方向上的长度比第3层的突出部15长。在第5层的压电膜12u中,形成有从与第4层的压电膜12t的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第5层的突出部15的长度与第4层的突出部15相同。

[0386] 在这些图21中左侧的突出部15中设置有贯穿第1保护层28的孔部28a,并且在孔部28a内露出第1电极层24。即,在各突出部15中,形成有第1接点28a。

[0387] 如前所述,第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠。由此,如图21所示,第2层的第1接点与第3层的第1接点相对。相同地,第4层的第1接点与第5层的第1接点相对。

[0388] 以这种方式形成于各突出部15的第1接点通过导电性膜(未图示)而彼此连接。具体而言,通过配置覆盖第1层的突出部的第1接点的导电性膜、被夹在第2层与第3层的突出部15之间的导电性膜、被夹在第4层与第5层的突出部15之间的导电性膜,并连接3个导电性膜,从而第1层~第5层的第1接点被连接。关于导电性膜的配置,与后述的图24~图26的例子相同。

[0389] 接着,在图21中,对在右侧的端部形成的突出部进行说明。如图21所示,第1层的压电膜12q中,在短边的右侧的端部形成有突出部15。在第2层的压电膜12r中,形成有从与第1层的压电膜12q的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第2层的突出部15的长度与第1层的突出部15相同。在第3层的压电膜12s中,形成有从与第2层的压电膜12r的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第3层的突出部15在突出方向上的长度比第2层的突出部15长。在第4层的压电膜12t中,形成有从与第3层的压电膜12s的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第4层的突出部15的长度与第3层的突出部15相同。在第5层的压电膜12u中,形成有从与第4层的压电膜12t的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第5层的突出部15在突出方向上的长度比第4层的突出部15长。

[0390] 在这些图21中右侧的突出部15中设置有贯穿第2保护层30的孔部30a,并且在孔部30a内露出第2电极层26。即,在各突出部15中,形成有第2接点30a。

[0391] 如前所述,第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠。由此,如图21所示,第1层的第2接点与第2层的第2接点相对。相同地,第3层的第2接点与第4层的第2接点相对。

[0392] 以这种方式形成于各突出部15的第2接点通过导电性膜(未图示)而彼此连接。具体而言,通过配置被夹在第1层与第2层之间的导电性膜、被夹在第3层与第4层之间的导电性膜及覆盖第5层的突出部的第2接点的导电性膜,并连接3个导电性膜,从而第1层~第5层的第2接点被连接。关于导电性膜的配置,与后述的图24~图26的例子相同。

[0393] 如此,通过设为使相邻的导电性膜的第1接点彼此或者第2接点彼此相对置并在其

之间配置导电性膜的结构,能够减少实质上引出电极的数量(导电性膜的数量)。

[0394] 其中,在图21中示出的例子中,各压电膜层叠为极化方向成为交替的结构,并且各压电膜的突出部在面方向上,从与粘接部相同的位置突出而突出方向上的长度彼此不同的结构的情况下,设为使相邻的压电膜的接点彼此相对置并彼此连接的结构,但并不限于此。可以设为将相邻的压电膜的一个突出部向突出方向弯曲的结构。

[0395] 图22是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的局部放大立体图。图23是图22的沿B-B线剖切的剖视图。

[0396] 在图22中示出的层叠压电元件中,具有层叠有5片压电膜(12q、12v、12s、12w、12u)的结构。各压电膜层叠为极化方向成为交替。即,在图22中,在图22中上侧的第1层的压电膜12q将第1保护层28侧朝向上方层叠、第2层的压电膜12v将第2保护层30侧朝向上方层叠、第3层的压电膜12s将第1保护层28侧朝向上方层叠、第4层的压电膜12w将第2保护层30侧朝向上方层叠、第5层的压电膜12u将第1保护层28侧朝向上方层叠。另外,在图22中示出的层叠压电元件的压电膜中,第1、3、5层的压电膜具有与图21中示出的层叠压电元件的第1、3、5层的压电膜的结构相同的结构。

[0397] 如图22所示,各压电膜具有长方形的粘接部及从粘接部的短边侧朝向面方向的外侧突出的2个突出部15。2个突出部15设置于短边的一个端部及另一个端部。在图示例中,各压电膜的粘接部的大小大致相同。

[0398] 在图22中,使用图23对在左侧的端部形成的突出部进行说明。如图22所示,第1层的压电膜12q中,在短边的左侧的端部形成有突出部15。在第2层的压电膜12v中,形成有从与第1层的压电膜12q的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。其中,如图23所示,第2层的突出部15向突出方向折叠。由此,第2层的突出部的第1保护层侧的面朝向第1层的压电膜12q侧。即,第2层的第1接点28a配置成朝向第1层的压电膜12q侧。第2层的突出部15的折叠的部位配置于不与第1层的突出部15重叠的位置。在第3层的压电膜12s中,形成有从与第2层的压电膜12r的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第3层的突出部15比第2层的突出部15的折叠的状态下的长度长。在第4层的压电膜12w中,形成有从与第3层的压电膜12s的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。其中,如图23所示,第4层的突出部15向突出方向折叠。由此,第4层的突出部的第1保护层侧的面朝向第1层的压电膜12q侧。即,第4层的第1接点28a配置成朝向第1层的压电膜12q侧。第4层的突出部15的折叠的部位配置于不与第3层的突出部15重叠的位置。在第5层的压电膜12u中,形成有从与第4层的压电膜12t的突出部15的位置相同的位置突出的突出部15。第5层的突出部15比第4层的突出部15的折叠的状态下的长度长。

[0399] 如此,在各压电膜层叠为极化方向成为交替的结构中,通过将相邻的压电膜即极化方向成为一个方向的压电膜的突出部15设为向突出方向弯曲的结构,能够将各压电膜的第1接点28a配置于相同面侧。由此,通过贴合导电性膜等来连接各压电膜的第1接点28a变得更容易。

[0400] 在图22中,关于形成于右侧的端部的突出部,也能够通过基本上与上述相同的结构而将各压电膜的第2接点配置于同一面侧。在图22中示出的例子中,形成于右侧的端部的突出部15中,设置有第2接点,并通过将第1、3、5层的压电膜的突出部15向突出方向折叠,能够将各压电膜的第2接点30a配置于同一面侧。

[0401] 另外,在图21及图22中示出的例子中,设为各压电膜层叠为极化方向成为交替的结构,但并不限于此,即使在设为各压电膜层叠为极化方向成为相同的情况下,也可以设为各压电膜的突出部在面方向上从粘接部的相同位置突出而突出方向上的长度彼此不同的结构。此时,重叠的所有的突出部的长度不同,在朝向突出部的同一侧的面上形成有各第1接点(或者第2接点)。

[0402] 其中,在图21中示出的例子中,设为各压电膜的突出部在面方向上从粘接部的同一位置突出并且突出方向上的长度彼此不同的结构,但并不限于此。各压电膜的突出部可以为在面方向上从粘接部的相同位置突出,并且突出方向的长度相同的结构。

[0403] 图24是示意地表示本发明的层叠压电元件的一例的立体图。图25是将图24的左侧的突出部的一部分放大的放大图。图26是将图24的右侧的突出部的一部分放大的放大图。

[0404] 在图24中示出的层叠压电元件中,具有层叠有5片压电膜的结构。各压电膜层叠为极化方向成为交替。

[0405] 如图24所示,各压电膜具有长方形的粘接部及从粘接部的短边朝向面方向的外侧突出的2个突出部15。2个突出部15设置于短边的一个端部及另一个端部。在图示例中,各压电膜的粘接部的大小大致相同。

[0406] 首先,在图24中,使用图25对在左侧的端部形成的突出部进行说明。

[0407] 在这些图24中左侧的突出部15中设置有贯穿第1保护层28的孔部28a,并且在孔部28a内露出第1电极层24。即,在各突出部15中,形成有第1接点28a。

[0408] 第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠。由此,第2层的第1接点与第3层的第1接点相对。相同地,第4层的第1接点与第5层的第1接点相对。

[0409] 在这些突出部15中配置有3个导电性膜。具体而言,通过配置覆盖第1层的突出部15的第1接点的导电性膜61a、被夹在第2层与第3层的突出部15之间的导电性膜61b及被夹在第4层与第5层的突出部15之间的导电性膜61c以使导电性膜61a与导电性膜61b接触,并且使导电性膜61b与导电性膜61c接触。由此,第1层~第5层的第1接点被连接。

[0410] 相同地,在图24中,使用图26对在右侧的端部形成的突出部进行说明。

[0411] 在图24中右侧的突出部15中设置有贯穿第2保护层30的孔部30a,并且在孔部30a内露出第2电极层26。即,在各突出部15中,形成有第2接点30a。

[0412] 第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠。由此,第1层的第2接点与第2层的第2接点相对。相同地,第3层的第2接点与第4层的第2接点相对。

[0413] 在这些突出部15中配置有3个导电性膜。具体而言,通过配置被夹在第1层与第2层的突出部15之间的导电性膜61d、被夹在第3层与第4层的突出部15之间的导电性膜61e、覆盖第5层的突出部15的第2接点的导电性膜61f而使导电性膜61d与导电性膜61e接触,并且使导电性膜61e与导电性膜61f接触。由此,第1层~第5层的第2接点被连接。

[0414] 并且,在上述各例子中,各压电膜的突出部均设为形成于形成有该突出部的粘接部的端边的宽度方向上的一部分,即设为突出部在与突出方向正交的方向上的宽度比形成有突出部的粘接部的端边的宽度短的结构,但并不限于此。关于各压电膜的突出部,与突出方向正交的方向上的宽度可以与形成有该突出部的粘接部的端边的宽度相同。

[0415] 图27是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的局部放大立体图。

[0416] 在图27中示出的层叠压电元件中,具有层叠有5片压电膜的结构。各压电膜层叠为

极化方向成为交替。

[0417] 在图27中示出的层叠压电元件中,各压电膜具有长方形的粘接部及从粘接部的短边朝向面方向的外侧突出的1个突出部15。突出部15具有与短边的宽度相同的宽度。

[0418] 在该突出部15的左侧端部形成有贯穿第1保护层28的孔部28a(第1接点28a)。

[0419] 第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠。由此,第2层的第1接点与第3层的第1接点相对。相同地,第4层的第1接点与第5层的第1接点相对。

[0420] 在这些第1接点28a的位置配置有3个导电性膜(61a、61b、61c)。3个导电性膜(61a、61b、61c)的配置与图25中的相同。即,具有覆盖第1层的压电膜的第1接点28a的导电性膜61a、与被夹在第2层与第3层之间的各第1接点28a连接的导电性膜61b及与被夹在第4层与第5层之间的各第1接点28a连接的导电性膜61c,并且使3个导电性膜(61a、61b、61c)接触,由此第1层~第5层的第1接点被连接。

[0421] 并且,在突出部15的右侧端部形成有贯穿第2保护层30的孔部30a(第2接点30a)。

[0422] 第1、3、5层的压电膜与第2、4层的压电膜以相反方向层叠。由此,第1层的第2接点与第2层的第2接点相对。相同地,第3层的第2接点与第4层的第2接点相对。

[0423] 在这些第2接点30a的位置配置有3个导电性膜(61d、61e、61f)。3个导电性膜(61d、61e、61f)的配置与图26中的相同。即,具有与被夹在第1层与第2层之间的各第2接点30a连接的导电性膜61d、与被夹在第3层与第4层之间的各第2接点30a连接的导电性膜61e及覆盖第5层的压电膜的各第2接点30a的导电性膜61f,并且使3个导电性膜(61d、61e、61f)接触,由此第1层~第5层的第2接点被连接。

[0424] 另外,在突出部在与突出方向正交的方向上的宽度比形成有突出部的粘接部的端边的宽度短的结构的情况下,在突出部与粘接部的连接部的角部优选设置有R结构。R优选为0.3mm以上,更优选为0.5mm以上。由于各压电膜的厚度薄,因此导致未层叠的突出部从根部下垂。能够通过突出部与粘接部的连接部的角部设置R结构来抑制该情况。

[0425] 并且,该R结构为表示在形成突出部的直线与形成粘接部的直线的交点且在上述半径规定内,存在突出部的棱线的形状变化的部分的结构,R结构可以不是圆。即,也可以具有在突出部与粘接部的连接部中,突出部从前端侧朝向根部而宽度逐渐变宽的区域。更详细而言,将突出部的棱线和粘接部的棱线适用于坐标中。描绘与由将从突出部与粘接部的连接部分开5mm以上的部分的直线进行延长的线制作的坐标轴正切的R0.5,将由正切的R0.5与坐标轴包围的区域规定为A,实际由形成于突出部的宽度变宽的区域棱线和坐标轴包围的区域B优选大于区域A。

[0426] 其中,突出部在与突出方向正交的方向上的宽度(以下,也简称为“突出部的宽度”)优选前端侧比粘接部侧(根侧)窄,优选随着远离粘接部而逐渐变窄。并且,作为突出部的具体形状,从垂直于粘接部的主面的方向观察时(以下,也称为“在俯视下”)优选为梯形。

[0427] 关于这一点,使用图54~图57进行说明。

[0428] 图54是表示突出部为长方形的层叠压电元件的一例的示意图。图55是放大表示图54的层叠压电元件的一部分的图。图56是表示突出部为梯形的层叠压电元件的一例的示意图。图57是放大表示图56的层叠压电元件的一部分的图。

[0429] 在图54中示出的层叠压电元件中,在分别层叠5片压电膜12时,在成为相同侧的边侧具有突出部15。各压电膜12的突出部15分别形成于在沿形成有突出部15的边的方向上错

位的位置,以使从与主面垂直的方向观察时不重叠。并且,在图54中示出的层叠压电元件的突出部15在与突出方向正交的方向上的宽度在粘接部侧(根侧)和前端侧相同。即,在俯视下的突出部的形状为长方形。

[0430] 如前所述,在各突出部15形成有电接点,并且各接点被电连接。由此,各突出部15优选形成在相近的位置。即,在面方向上的突出部15彼此的间隔优选为窄。然而,由于压电膜12即突出部15非常薄,因此突出部15容易弯曲。由此,在突出部的形状为长方形的情况下,若突出部15彼此之间的间隔窄,则在突出部15弯曲等时,突出部15的侧面容易彼此接触,并且一个突出部15的第1电极层与另一个突出部15的第2电极层接触而可能导致发生短路。

[0431] 为了防止这些突出部15彼此的接触,可以考虑通过减小突出部15的宽度来增加突出部15之间的间隔,但若突出部15的宽度小,则流过突出部15的电流的电流密度增加并容易发热,因此不优选。

[0432] 并且,在突出部15的形状为长方形的情况下,如图55所示,为了形成突出部15而切割了压电膜时,容易发生过度切削。若层叠这些压电膜时,施加压力,则过度切削的部位15a与相邻的压电膜12干涉而可能导致发生短路。

[0433] 另一方面,在图56中示出的层叠压电元件在分别层叠5片压电膜12时,在成为相同侧的边侧具有突出部15。各压电膜12的突出部15分别形成于在沿形成有突出部15的边的方向上错位的位置,以使从与主面垂直的方向观察时不重叠。并且,在图56中示出的层叠压电元件的突出部15在与突出方向正交的方向上的宽度在前端侧比粘接部侧(根侧)窄。在图示例中,在俯视下的突出部的形状为梯形。

[0434] 如此,若突出部15的宽度在前端侧为窄的形状,则在突出部15弯曲的情况等时,突出部15的侧面彼此也变得难以接触。由此,即使将突出部15彼此的间隔变窄,也能够防止发生短路。并且,由于突出部15的根部的宽度大,因此能够抑制流过突出部15的电流的电流密度变高,并且能够抑制发热。

[0435] 并且,在突出部15的形状为梯形的情况下,如图57所示,为了形成突出部15而切割了压电膜时,难以发生过度切削。由此,即使层叠压电膜时施加压力,过度切削的部位与相邻的压电膜12干涉而能够防止发生短路。

[0436] 另外,在图56中示出的例子中,虽然将突出部的形状设为梯形,但并不限于此,只要使前端侧的宽度比根侧的宽度窄即可。例如,突出部的与粘接部接触的边可以为曲线状。并且,突出部的宽度也可以为从根侧朝向前端侧而阶段性地变窄的形状(阶段状)。

[0437] 其中,在上述的各例中,将各压电膜设为1层的单叶状,但并不限于此。2层以上的压电膜的至少1层可以为至少折叠1次的波纹管形状。

[0438] 在图28中示出波纹管形状的压电膜的例子。

[0439] 在图28中示出的压电膜为通过将压电膜折叠多次来将压电膜层叠2层以上的膜。并且,作为优选方式,通过折叠而层叠的压电膜可以通过粘接层而贴合各层。

[0440] 通过折叠并层叠向厚度方向极化的1片压电膜,在层叠方向上相邻(相对)的压电膜的极化方向变成相反的方向。

[0441] 通过该结构,用于施加驱动电压的电源可以仅使用1个,进而,从压电膜引出电极也可以是1处。

[0442] 由此,层叠压电元件通过设为具有波纹管形状的压电膜的格栅,以减少器件数量且简化结构来提高作为压电元件(模组)的可靠性,进而能够实现降低成本。

[0443] 如图28中示出的压电膜那样,在折叠了压电膜的压电膜中,通过将折叠的次数设为偶数次,并且设为层叠有奇数层的结构,从而在一个表面中第1保护层28成为表面,另一个表面中第2保护层30成为表面。由此,通过在第1保护层28侧的表面形成第1接点28a,并且在第2保护层30侧的表面形成第2接点30a,能够容易地引出电极。

[0444] 在图29~图36中示出包含1片以上这些波纹管形状的压电膜的层叠压电元件的例子。

[0445] 在图29~图32中示出的层叠压电元件均具有将波纹管形状的压电膜12L与单叶状的压电膜12进行层叠而成的结构。波纹管形状的压电膜12L具有未与单叶状的压电膜12粘接的突出部15,在该突出部15形成有第1接点及第2接点(未图示)。在第1接点中连接有导电性膜62a。并且,在第2接点中连接有导电性膜62b。

[0446] 单叶状的压电膜12具有未与波纹管形状的压电膜12L粘接的突出部15,在该突出部15形成有第1接点及第2接点(未图示)。在第1接点中连接有导电性膜62c。并且,在第2接点中连接有导电性膜62d。

[0447] 在图29中示出的例子中,单叶状的压电膜12的极化方向与波纹管形状的压电膜12L的与单叶状的压电膜12接触的层中的极化方向一致。并且,单叶状的压电膜12的突出部15与波纹管形状的压电膜12L的突出部15形成于面方向上的不同位置。

[0448] 在图30中示出的例子中,单叶状的压电膜12的极化方向与波纹管形状的压电膜12L的与单叶状的压电膜12接触的层中的极化方向相反。并且,单叶状的压电膜12的突出部15与波纹管形状的压电膜12L的突出部15形成于面方向上的不同位置。

[0449] 在图31中示出的例子中,单叶状的压电膜12的极化方向与波纹管形状的压电膜12L的与单叶状的压电膜12接触的层中的极化方向一致。并且,单叶状的压电膜12的突出部15与波纹管形状的压电膜12L的突出部15形成于面方向上的相同位置。

[0450] 在图32中示出的例子中,单叶状的压电膜12的极化方向与波纹管形状的压电膜12L的与单叶状的压电膜12接触的层中的极化方向相反。并且,单叶状的压电膜12的突出部15与波纹管形状的压电膜12L的突出部15形成于面方向上的相同位置。

[0451] 在图33~图36中示出的层叠压电元件均具有层叠有2片波纹管形状的压电膜的结构。波纹管形状的压电膜12La具有未与波纹管形状的压电膜12Lb粘接的突出部15,在该突出部15形成有第1接点及第2接点(未图示)。在第1接点中连接有导电性膜62a。并且,在第2接点中连接有导电性膜62b。

[0452] 波纹管形状的压电膜12Lb具有未与波纹管形状的压电膜12La粘接的突出部15,在该突出部15形成有第1接点及第2接点(未图示)。在第1接点中连接有导电性膜62e。并且,在第2接点中连接有导电性膜62f。

[0453] 在图33中示出的例子中,波纹管形状的压电膜12La的与波纹管形状的压电膜12Lb接触的层中的极化方向与波纹管形状的压电膜12Lb的与波纹管形状的压电膜12La接触的层中的极化方向彼此相反。并且,2个波纹管形状的压电膜的突出部15形成于面方向上的相同位置。并且,波纹管形状的压电膜12La的突出部15形成于未与波纹管形状的压电膜12Lb接触的侧的层。一方面,波纹管形状的压电膜12Lb的突出部15形成于与波纹管形状的压电

膜12La接触的侧的层。

[0454] 在图34中示出的例子中,波纹管形状的压电膜12La的与波纹管形状的压电膜12Lb接触的层中的极化方向与波纹管形状的压电膜12Lb的与波纹管形状的压电膜12La接触的层中的极化方向彼此相反。并且,2个波纹管形状的压电膜的突出部15形成于面方向上的相同位置。并且,波纹管形状的压电膜12La的突出部15形成于未与波纹管形状的压电膜12Lb接触的侧的层。并且,波纹管形状的压电膜12Lb的突出部15形成于未与波纹管形状的压电膜12La接触的侧的层。

[0455] 在图35中示出的例子中,波纹管形状的压电膜12La的与波纹管形状的压电膜12Lb接触的层中的极化方向与波纹管形状的压电膜12Lb的与波纹管形状的压电膜12La接触的层中的极化方向彼此相反。并且,2个波纹管形状的压电膜的突出部15形成于面方向上的不同位置。并且,波纹管形状的压电膜12La的突出部15形成于未与波纹管形状的压电膜12Lb接触的侧的层。一方面,波纹管形状的压电膜12Lb的突出部15形成于与波纹管形状的压电膜12La接触的侧的层。

[0456] 在图36中示出的例子中,波纹管形状的压电膜12La的与波纹管形状的压电膜12Lb接触的层中的极化方向与波纹管形状的压电膜12Lb的与波纹管形状的压电膜12La接触的层中的极化方向彼此相反。并且,2个波纹管形状的压电膜的突出部15形成于面方向上的不同位置。并且,波纹管形状的压电膜12La的突出部15形成于未与波纹管形状的压电膜12Lb接触的侧的层。并且,波纹管形状的压电膜12Lb的突出部15形成于未与波纹管形状的压电膜12La接触的侧的层。

[0457] 如此,在2层以上的压电膜的至少1层为至少折叠1次的波纹管形状的情况下,各压电膜的层结构及突出部的形成位置等也能够设为各种结构。

[0458] 其中,在图1等中示出的例子中,突出部15设为具有层叠有第1保护层28、第1电极层24、压电体层20、第2电极层26及第2保护层30的结构,即突出部15设为具有与压电膜12的层结构相同的层结构,但并不限于此。突出部可以具有至少层叠有第1电极层24及第1保护层28或第2电极层26及第2保护层30的结构。

[0459] 图37是示意地表示本发明的层叠压电元件的另一例的图。图38是图38的顶视图。图39是图38的侧视图。图40是分别表示图37的层叠压电元件所具有的2层以上的压电膜的图。

[0460] 在图37~图39中示出的例子中,具有层叠了3片压电膜的结构。各压电膜层叠为极化方向成为相同。在图37~图39中,在图37中上侧的第1层的压电膜72a层叠成将第1保护层28侧朝向上方,第2层的压电膜72b层叠成将第1保护层28侧朝向上方,第3层的压电膜72c层叠成将第1保护层28侧朝向上方。

[0461] 如图37所示,各压电膜具有长方形的粘接部73及从粘接部73的长边侧朝向面方向的外侧突出的2个突出部75a及75b。突出部75a具有层叠有第1保护层28及第1电极层24的结构。突出部75a设置成从粘接部73的一个长边朝向外侧突出。突出部75b具有层叠有第2保护层30及第2电极层26的结构。突出部75b设置成从粘接部73的另一个长边朝向外侧突出。

[0462] 在图示例中,各压电膜的粘接部13的大小大致相同。

[0463] 并且,各压电膜以分别使配置有由第1保护层28及第1电极层24组成的突出部75a的长边及配置有由第2保护层30及第2电极层26组成的突出部75b的长边在面方向上一致的

方式被层叠。

[0464] 如图40所示,在第1层的压电膜72a中,在粘接部73的一个长边的一个端部侧形成有突出部75a,在另一个长边的一个端部侧形成有突出部75b。在第2层的压电膜72b中,在从第1层的压电膜72a的突出部各自的位置向另一个端部侧错位的位置分别形成有突出部75a及75b。在第3层的压电膜72c中,在从第2层的压电膜72b的突出部各自的位置向另一个端部侧错位的位置分别形成有突出部75a及75b。

[0465] 在图40中示出的例子中,各压电膜的突出部为大致相同大小的形状。并且,各压电膜的突出部形成于从相邻的压电膜的突出部的位置错位1个突出部的位置。

[0466] 如图40所示,各压电膜的一个长边侧的突出部75a中,在图中侧的面露出第1电极层24。并且,在各压电膜的另一个长边侧的突出部75b中,露出第2电极层26。即,形成于各压电膜的一个长边的突出部75a的露出的第1电极层24成为第1接点,形成于另一个长边的突出部75b的露出的第2电极层26成为第2接点。

[0467] 若这些3个压电膜以使粘接部73的面方向上的位置一致的方式被层叠,则如图37所示,各压电膜的突出部75a及75b在面方向上配置成彼此不重叠。

[0468] 并且,在各压电膜的一个长边侧的突出部75a中均形成有第1接点(第1电极层24)。

[0469] 如图41所示,在这些突出部75a的第1接点(第1电极层24)侧的面上贴合有导电性膜63a。由此,各压电膜的第1接点容易地电连接。

[0470] 相同地,在各压电膜的另一个长边侧的突出部75b中均形成有第2接点(第2电极层26)。

[0471] 如图41所示,在这些突出部75b的第2接点(第2电极层26)侧的面上贴合有导电性膜63b。由此,各压电膜的第2接点容易地电连接。

[0472] 如此,即使在突出部设为至少具有层叠有第1电极层24及第1保护层28或第2电极层26及第2保护层30的结构的情况下,通过设置与相邻的压电膜粘接的突出部,并在突出部设置第1接点或第2接点,从而能够分别使第1电极层24彼此及第2电极层26彼此容易地连接。

[0473] 其中,在图38中示出的例子中,各压电膜的突出部设为配置成在面方向上不重叠的结构,但并不限于此,如图42所示,相邻的压电膜的突出部也可以设为配置成在面方向上一部分重叠的结构。

[0474] 并且,在图37中示出的例子中,各压电膜设为层叠为极化方向相同的结构,但并不限于此,各压电膜也可以层叠为极化方向交替。此时,与图16中示出的例子相同地,相邻的压电膜的突出部75a彼此或突出部75b彼此也可以在面方向上形成于相同位置。

[0475] 并且,在突出部至少具有层叠有第1电极层24及第1保护层28或第2电极层26及第2保护层30的结构的情况下,也可以设为与上述的图21中示出的例子相同地,压电膜的突出部75a和/或突出部75b分别在面方向上从粘接部的相同位置突出,并且突出方向上的长度彼此不同的结构。

[0476] 并且,在各压电膜层叠为极化方向交替,并且压电膜的突出部75a和/或突出部75b分别在面方向上从粘接部的相同位置突出的情况下,也可以设为与图23的例子相同地,将突出部向突出方向弯曲并将各压电膜的第1接点或第2接点配置于同一面侧。

[0477] 并且,也可以为与图24中示出的例子相同地,各压电膜的突出部75a和/或突出部

75b分别在面方向上从粘接部的相同位置突出,并且突出方向的长度相同,并使用2层以上的导电性膜来连接的结构。

[0478] 并且,至少1个压电膜为波纹管形状的压电膜,并且波纹管形状的压电膜可以设为具有由第1保护层28及第1电极层24组成的突出部75a及由第2保护层30及第2电极层26组成的突出部75b的结构。

[0479] 并且,用导电性膜分别连接各压电膜的第1接点及第2接点的结构中,如图43及图44所示,可以将突出部向粘接部的一个主面侧弯曲。通过弯曲突出部而能够节约空间。另外,在图44中,省略了电极层的图示。

[0480] 关于这一点,在上述的突出部具有层叠有第1保护层28、第1电极层24、压电体层20、第2电极层26及第2保护层30的结构的情况下也相同。

[0481] 如图40所示,在压电膜中,作为形成仅电极层及保护层向面方向突出的突出部的方法,能够利用日本特开2014-209724号的[0082]~[0084]段中记载的方法等。

[0482] 以上对本发明的层叠压电元件及电声换能器进行了详细地说明,但是本发明并不限于上述例,在不脱离本发明的主旨的范围内,理所应当可以进行各种改良或变更。

[0483] 产业上的可利用性

[0484] 作为与各种部件抵接而使其发出声音的激发器等能够优选地利用。

[0485] 符号说明

[0486] 10、70、70b-层叠压电元件,11a、11c-片状物,11b-层叠体,12、12a~12w、12L、12La、12Lb、72a~72c-压电膜,13、73-粘接部,14、52-粘接层,15、75a、75b-突出部,20-压电体层,24-第1电极层,26-第2电极层,28-第1保护层,28a-孔部(第1接点),30-第2保护层,30a-孔部(第2接点),34-粘弹性矩阵,36-压电体粒子,40-电晕电极,42-直流电源,50、50a~50c-振动板,60a~60b、61a~61f、62a~62f、63a、63b-导电性膜,80、80a~80f-固定机构。

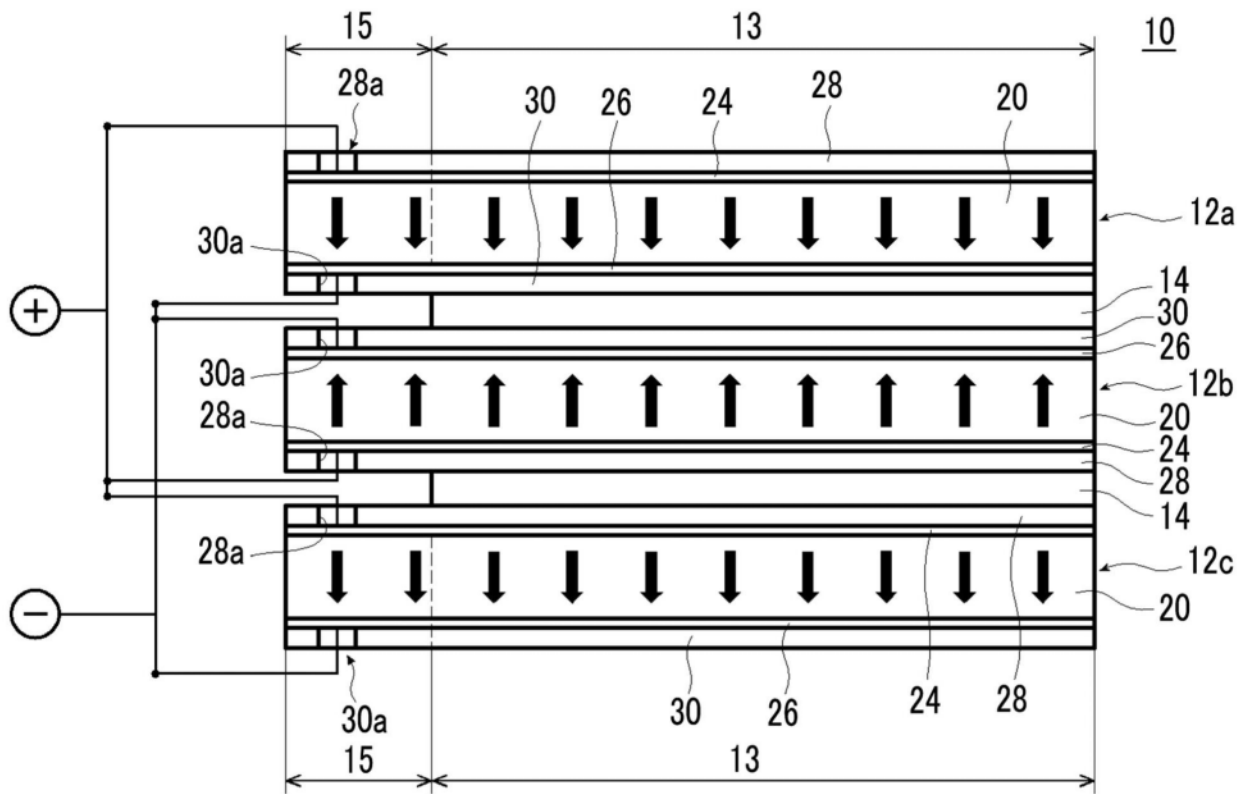


图1

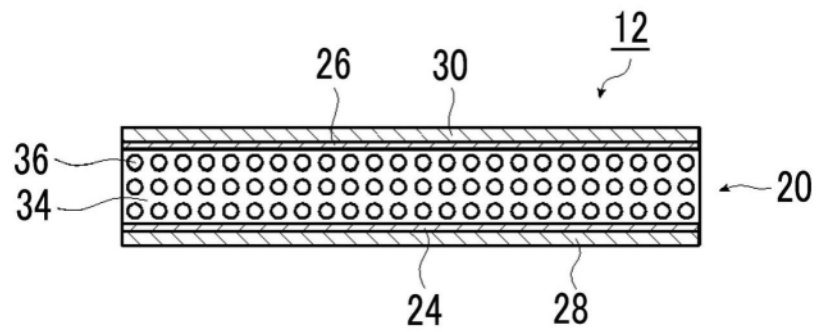


图2

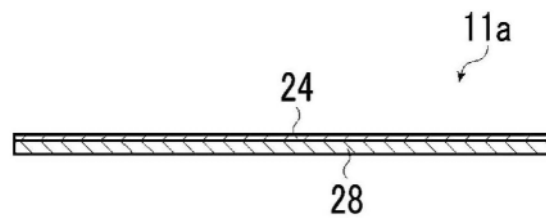


图3

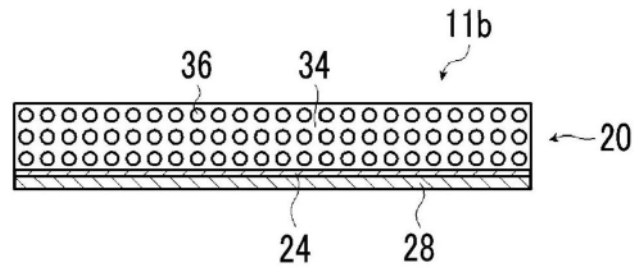


图4

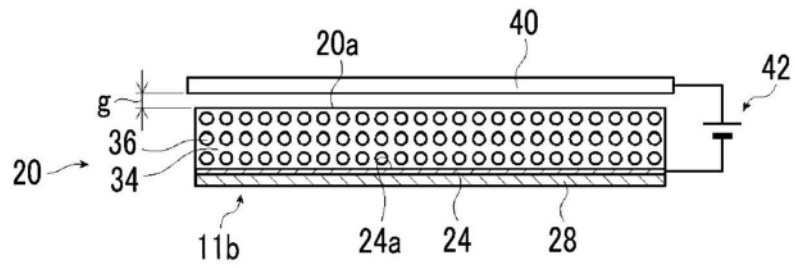


图5

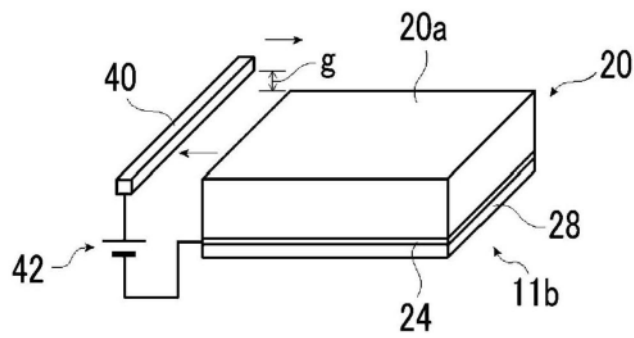


图6

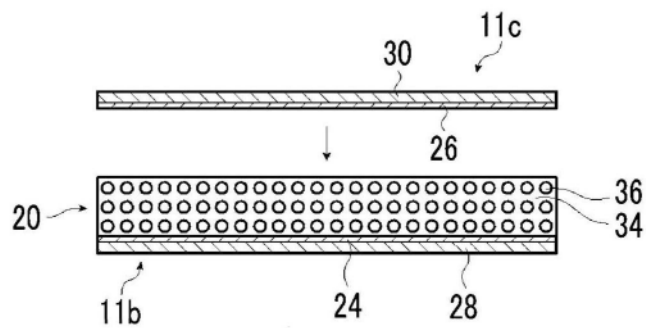


图7

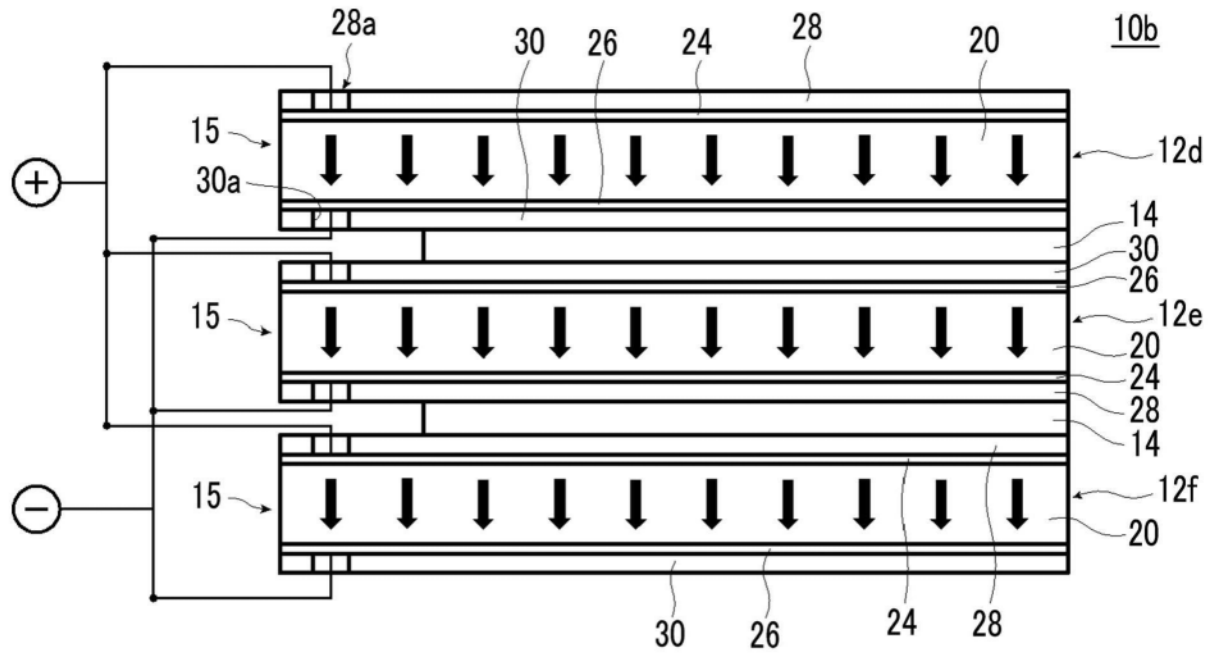


图9

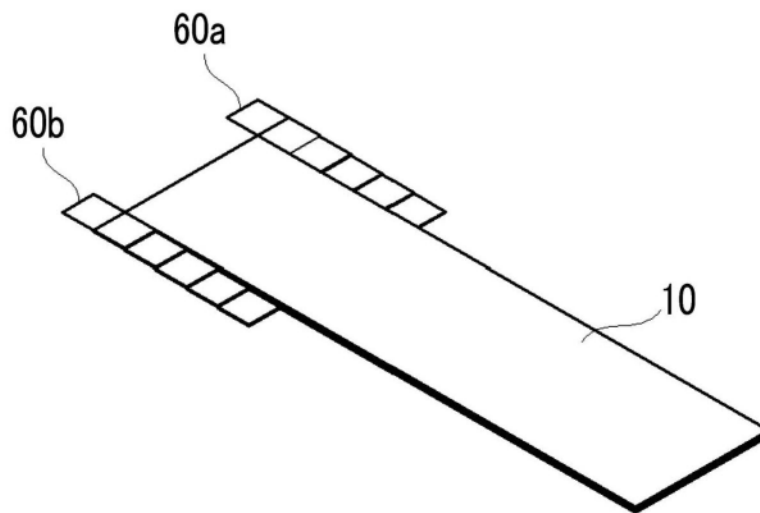


图10

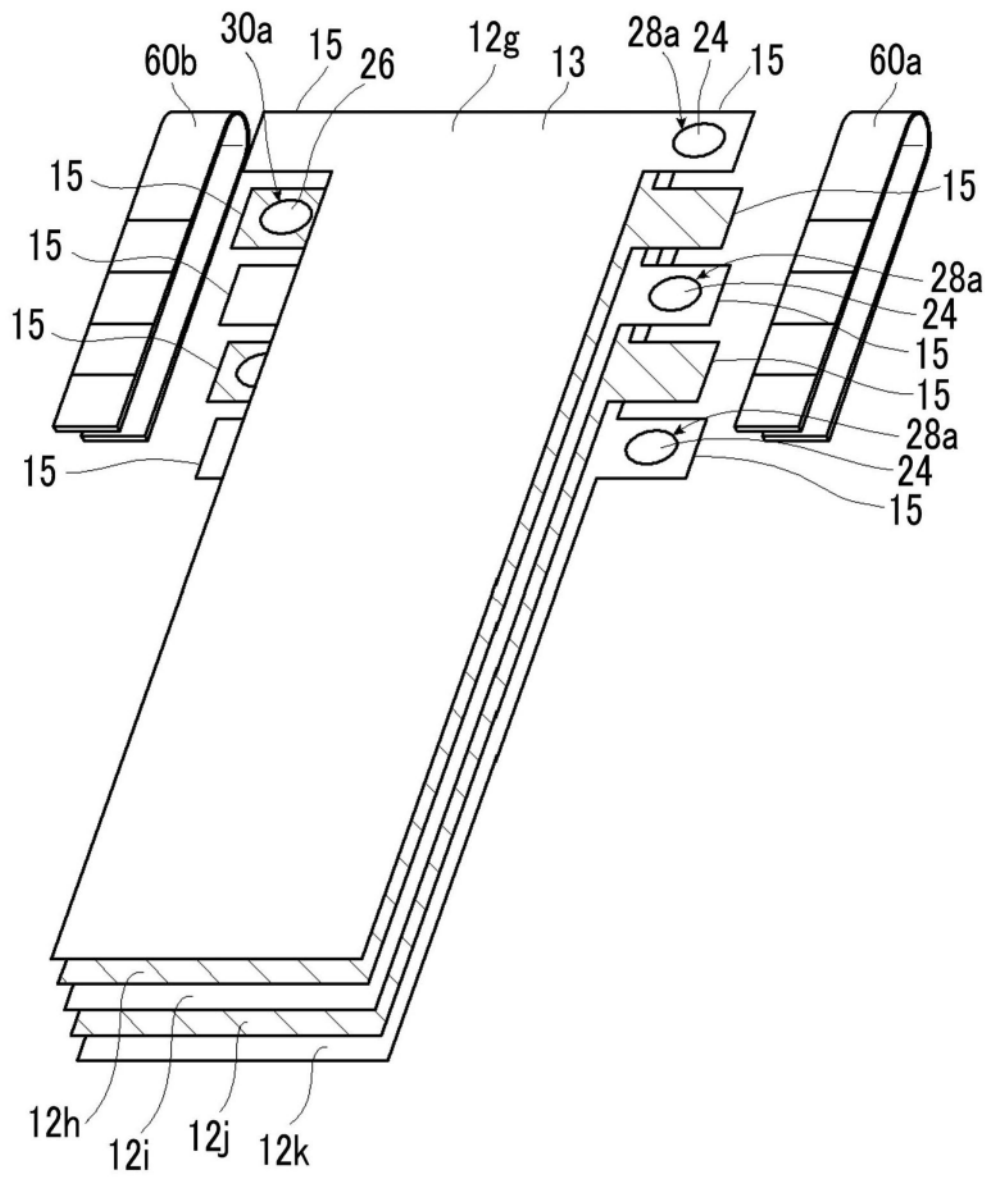


图11

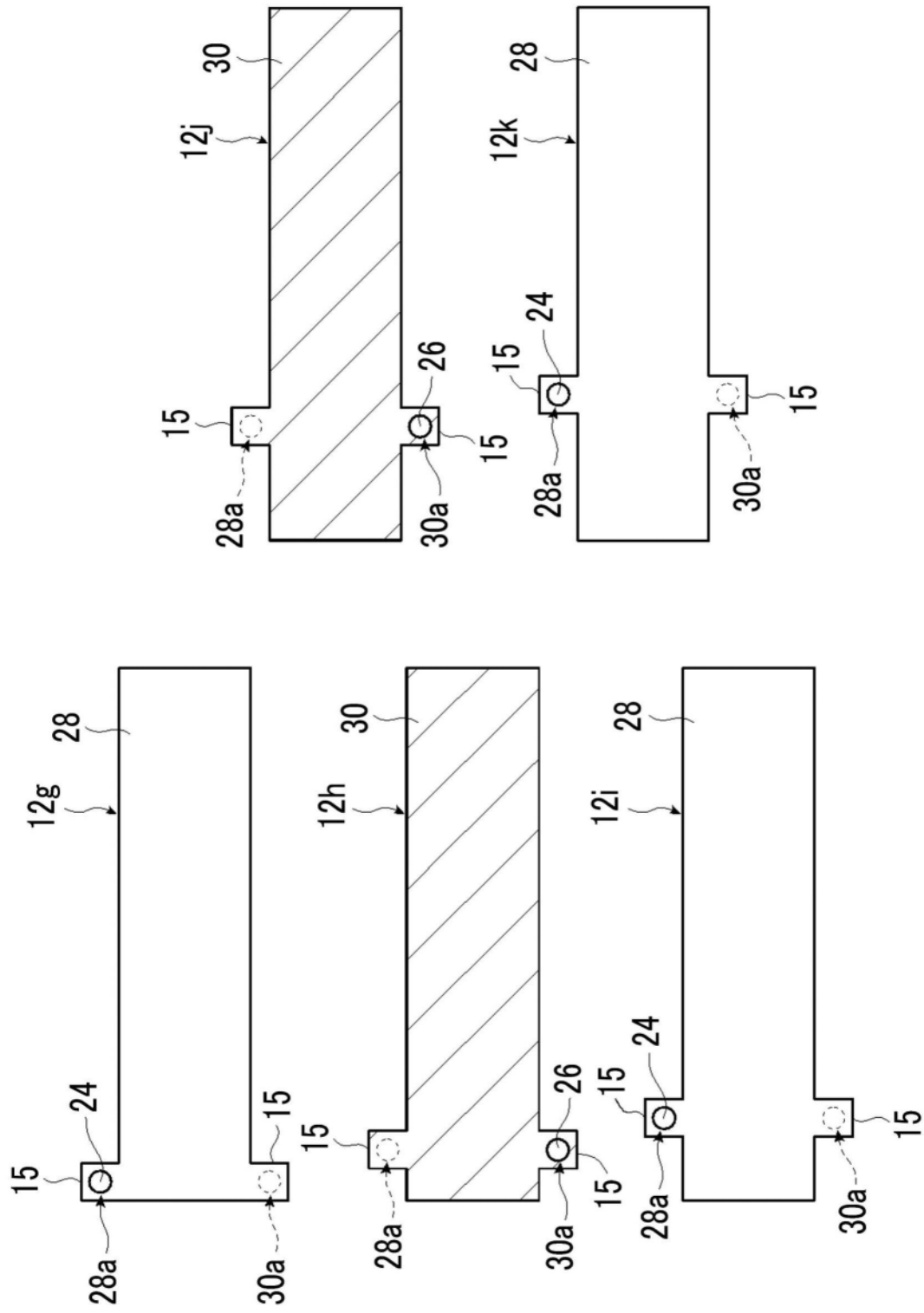


图12

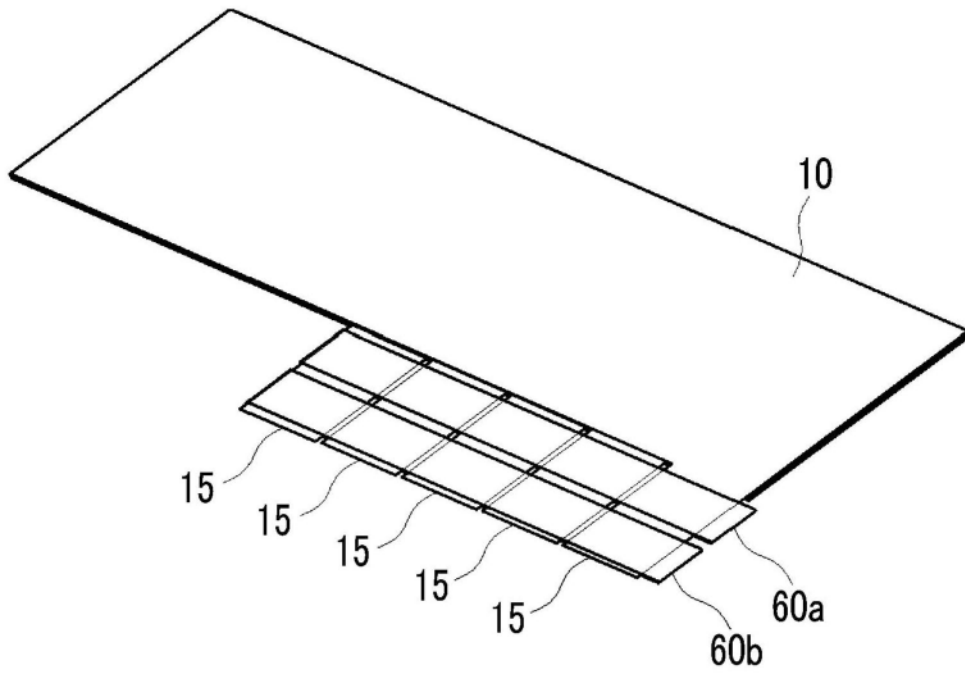


图13

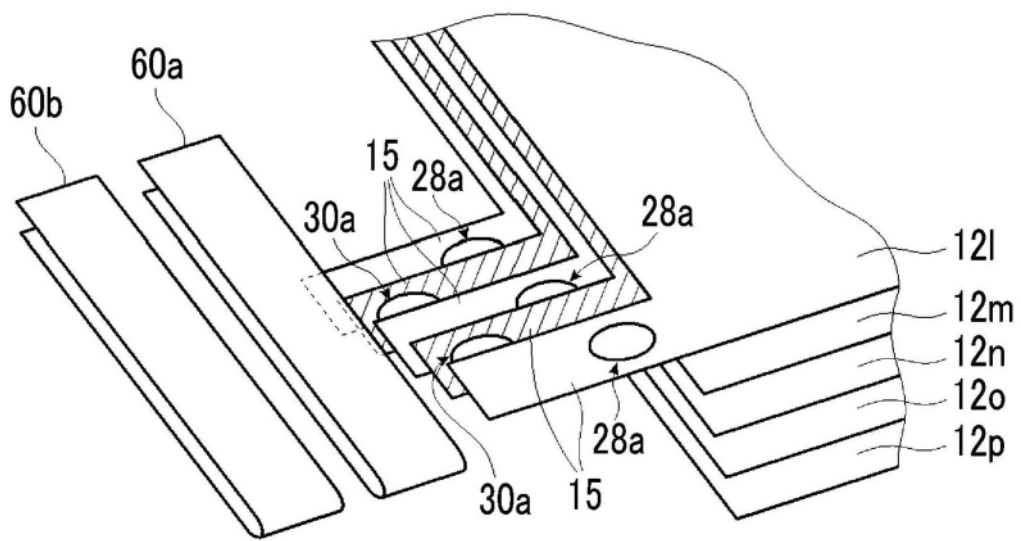


图14

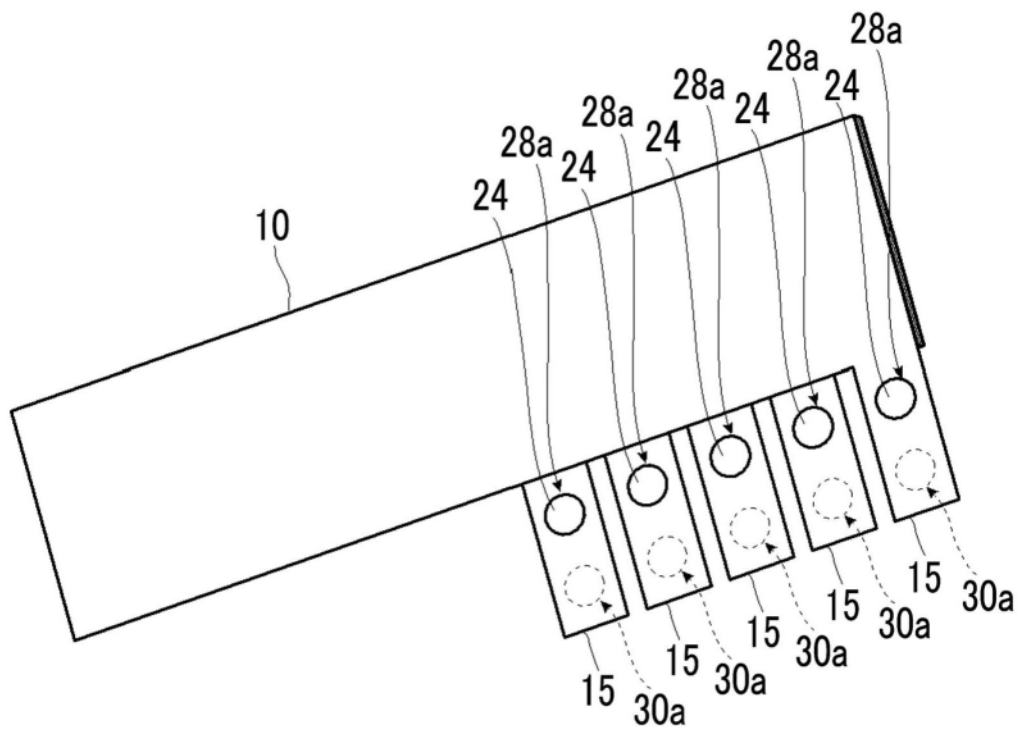


图15

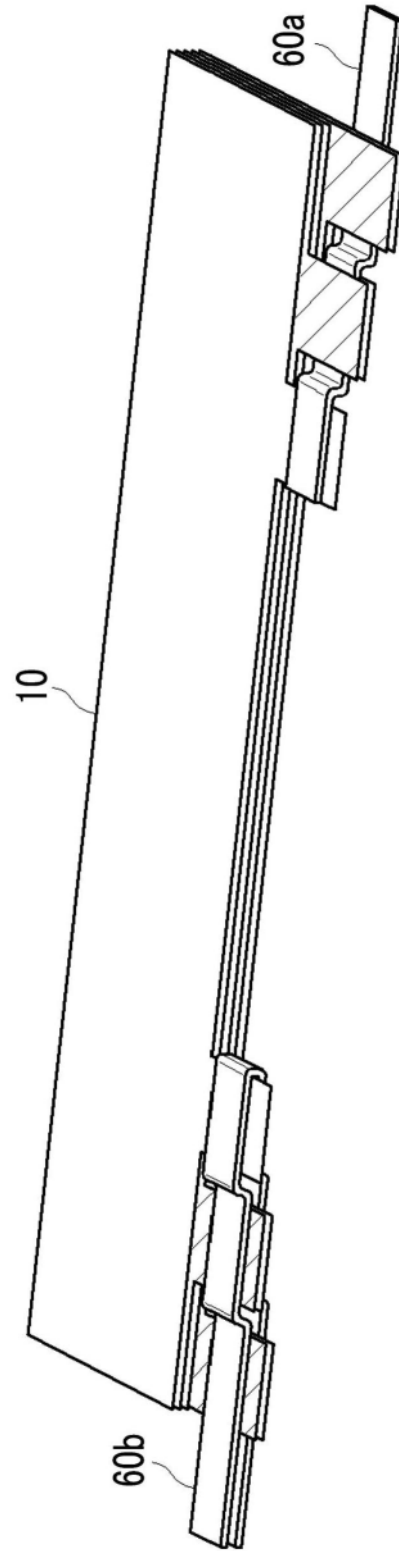


图16

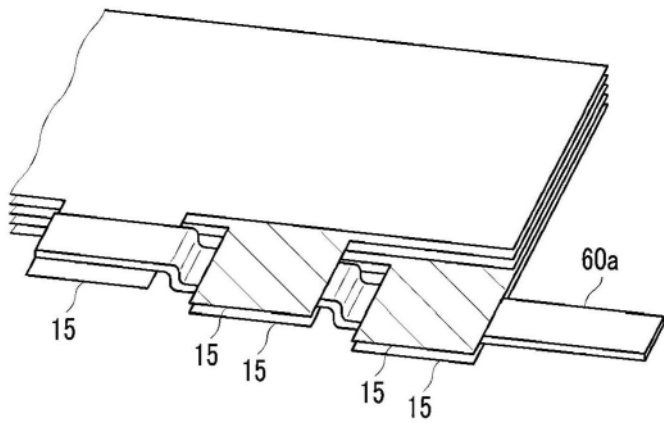


图17

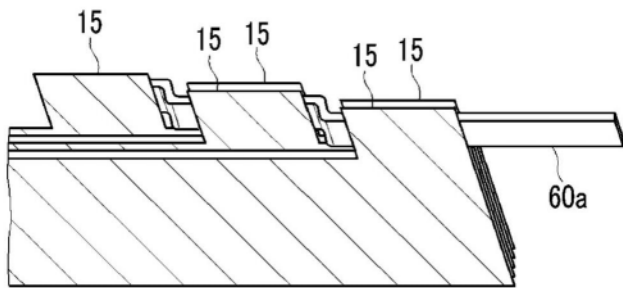


图18

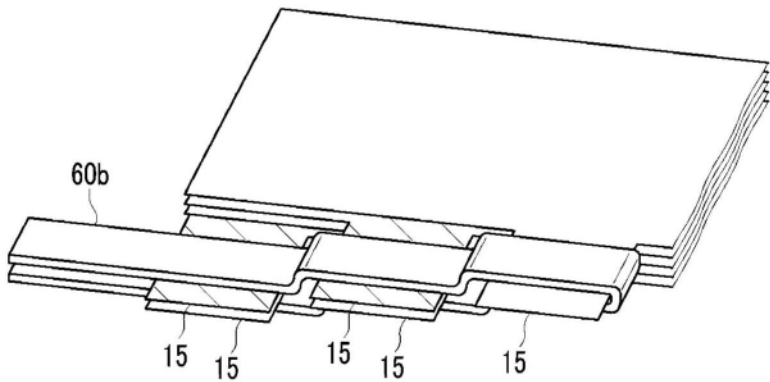


图19

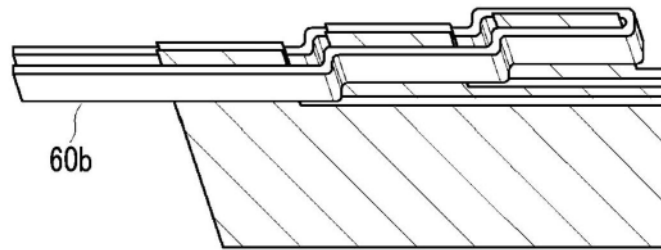


图20

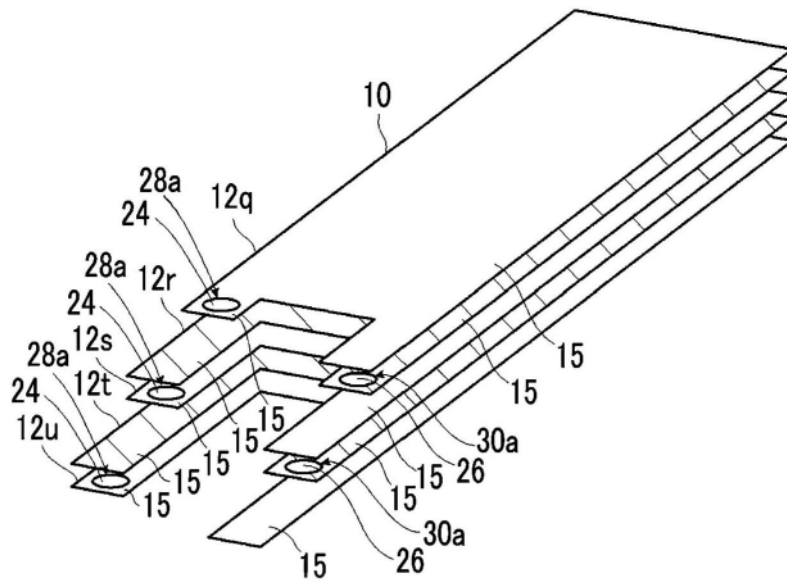


图21

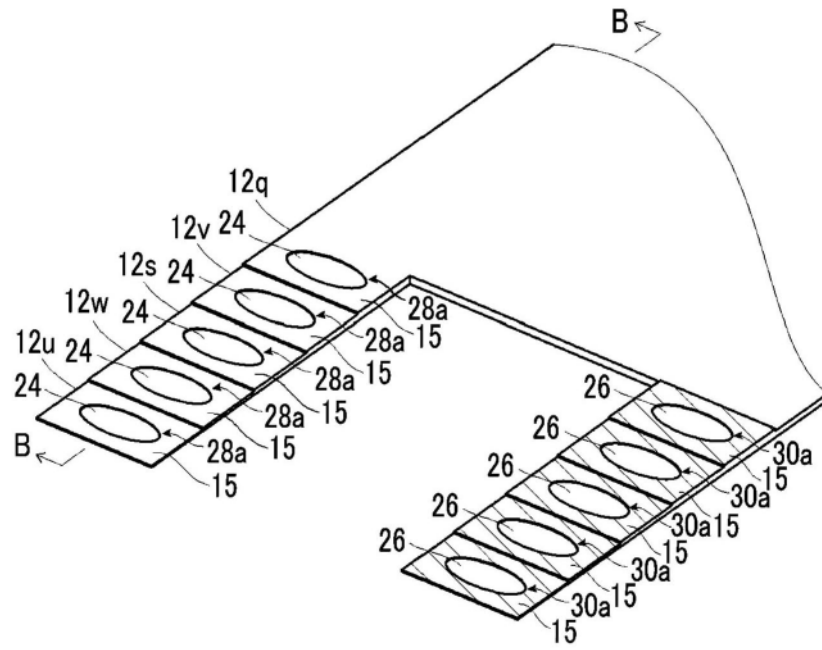


图22

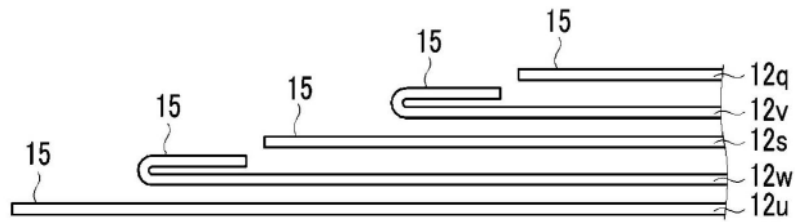


图23

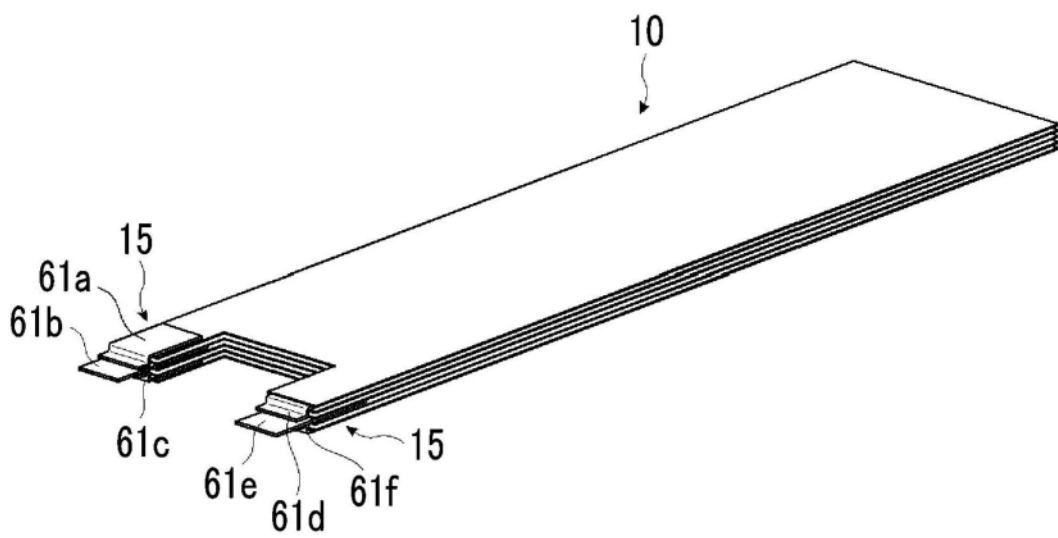


图24

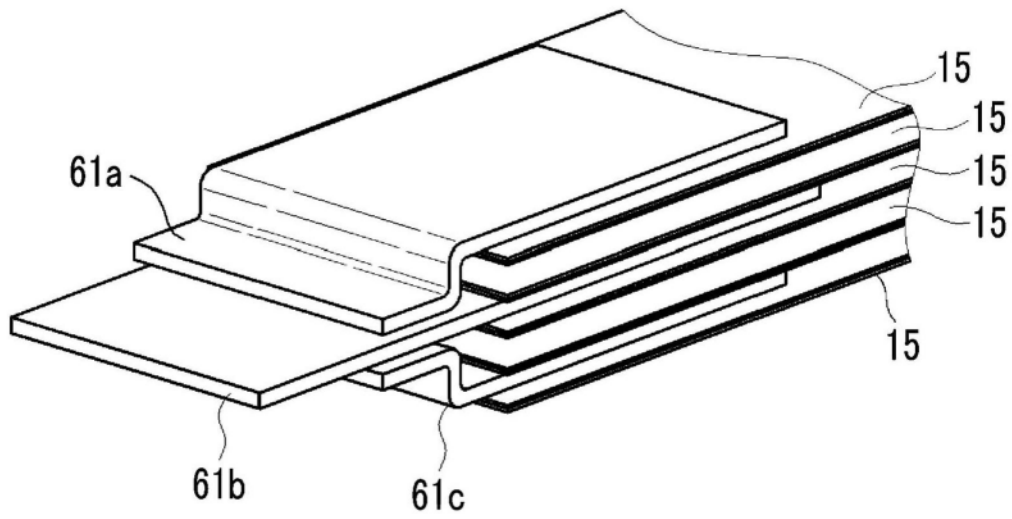


图25

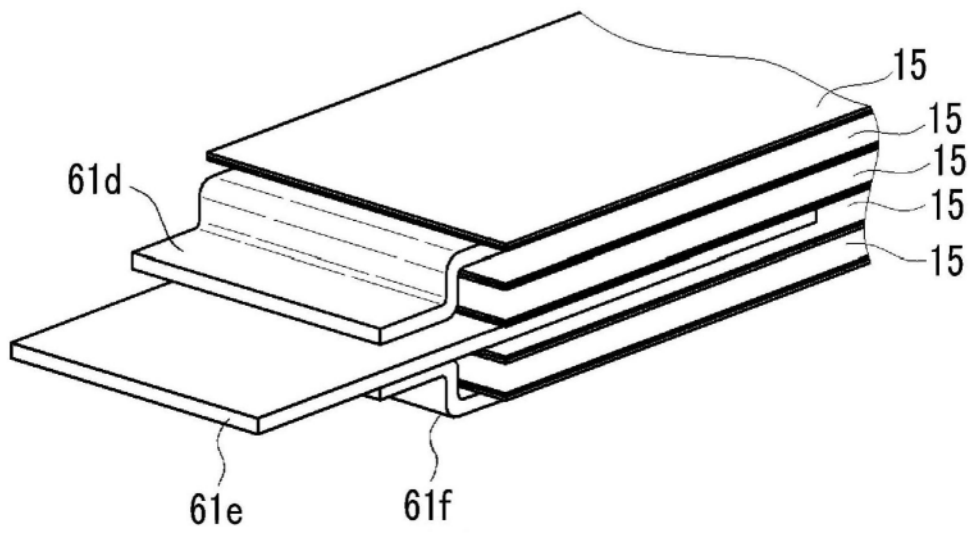


图26

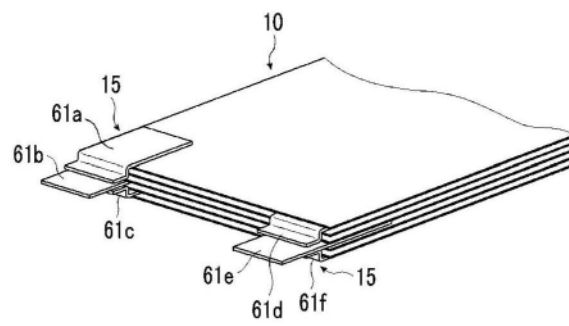


图27

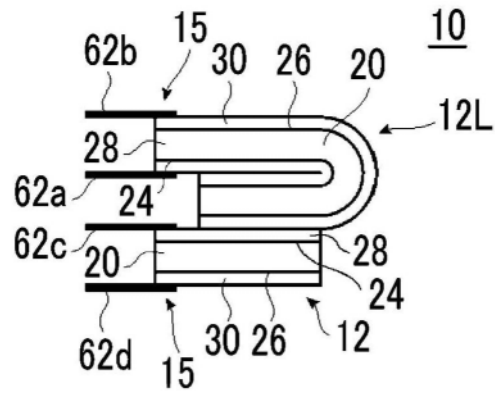


图31

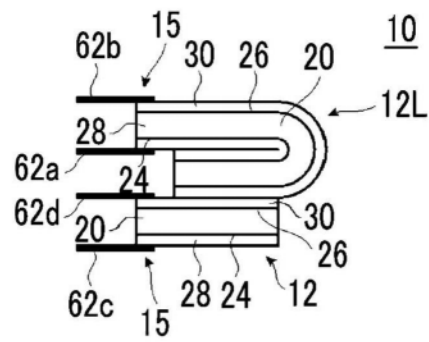


图32

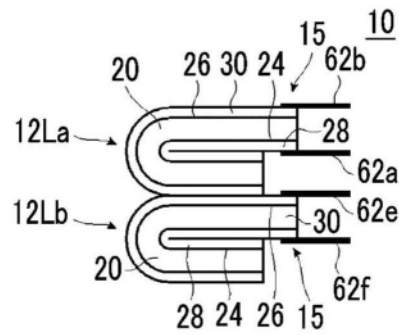


图33

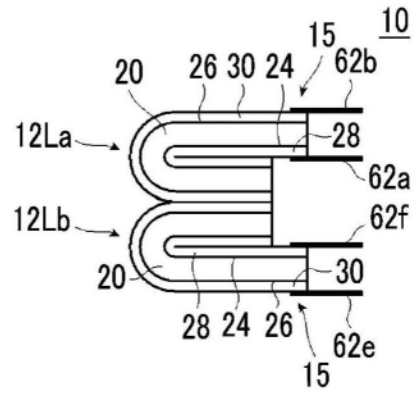


图34

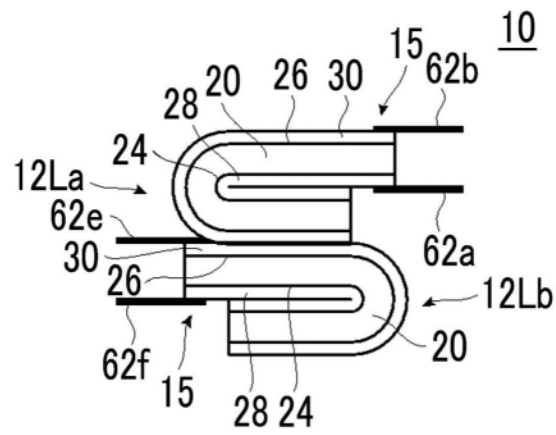


图35

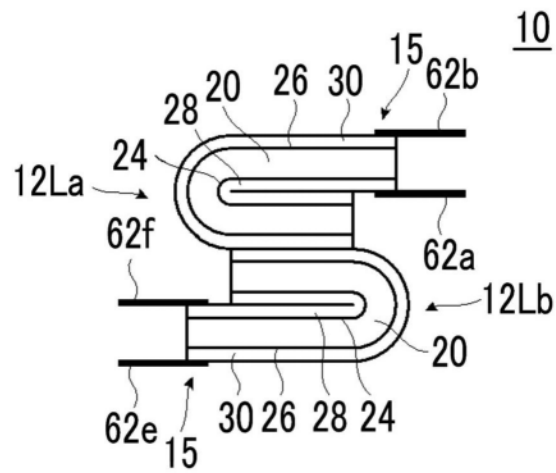


图36

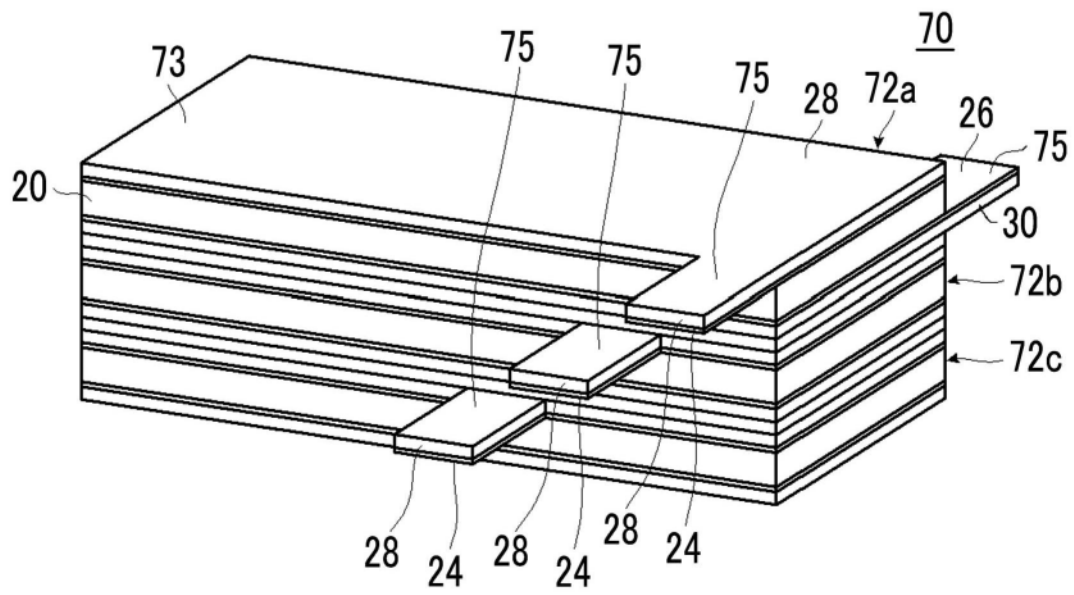


图37

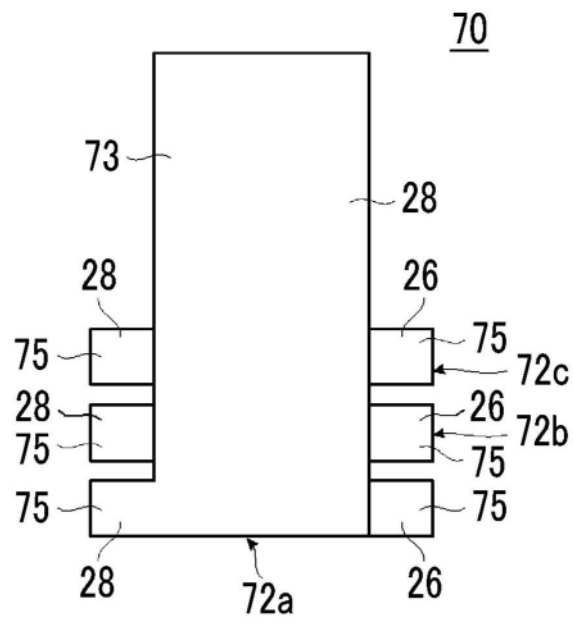


图38

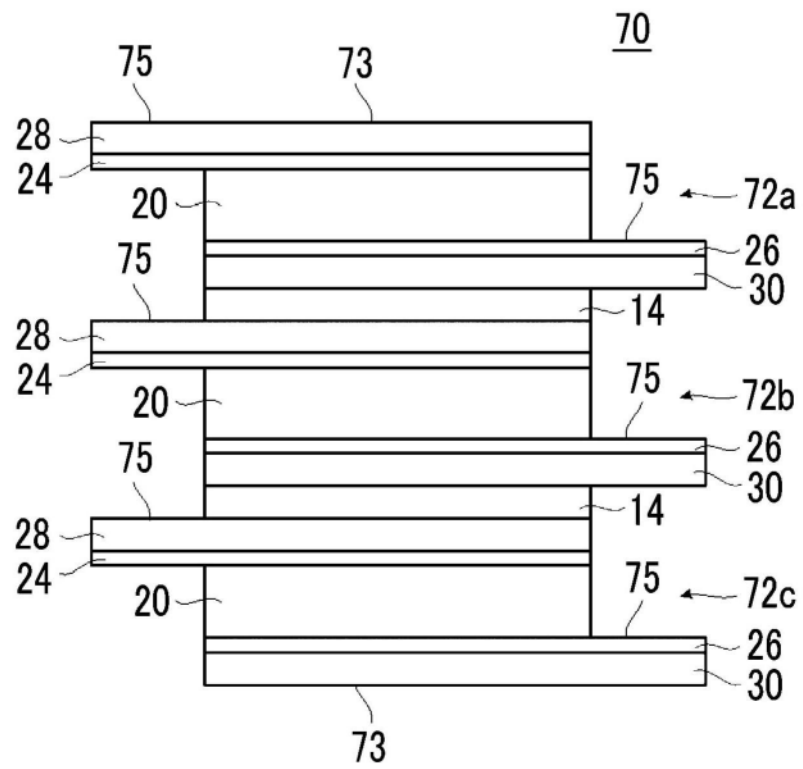


图39

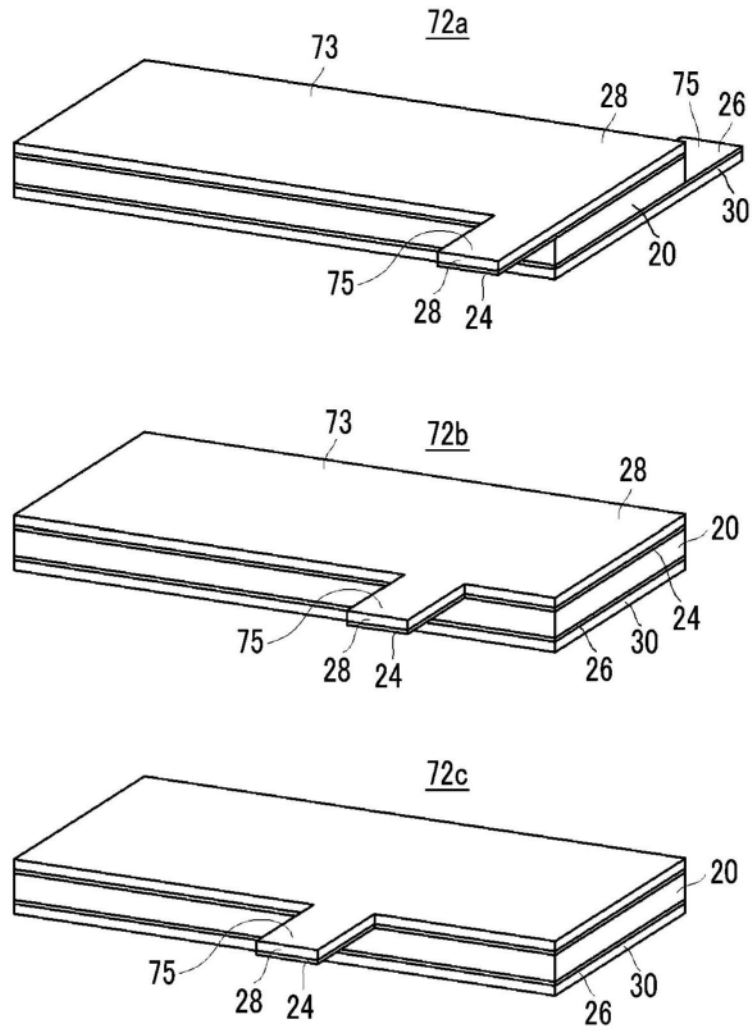


图40

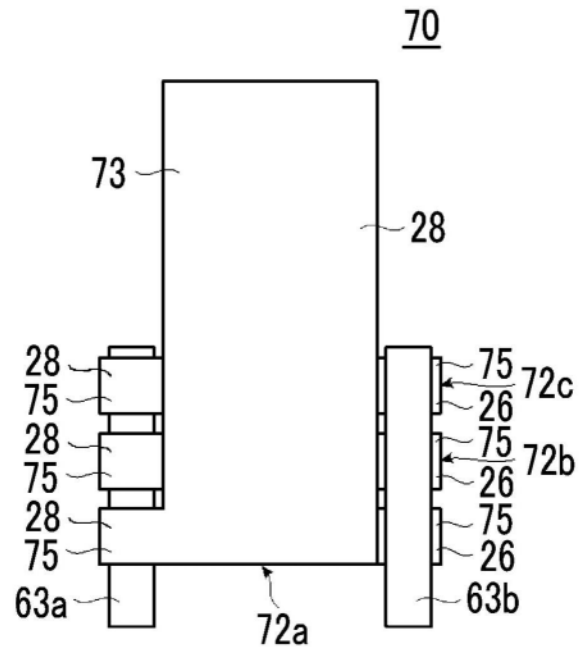


图41

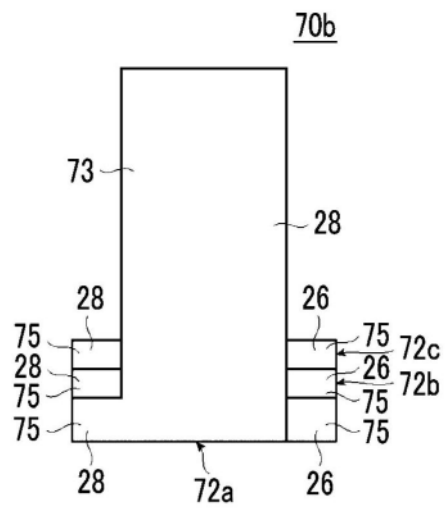


图42

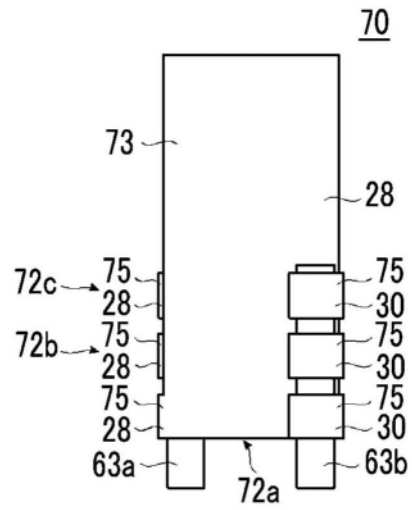


图43

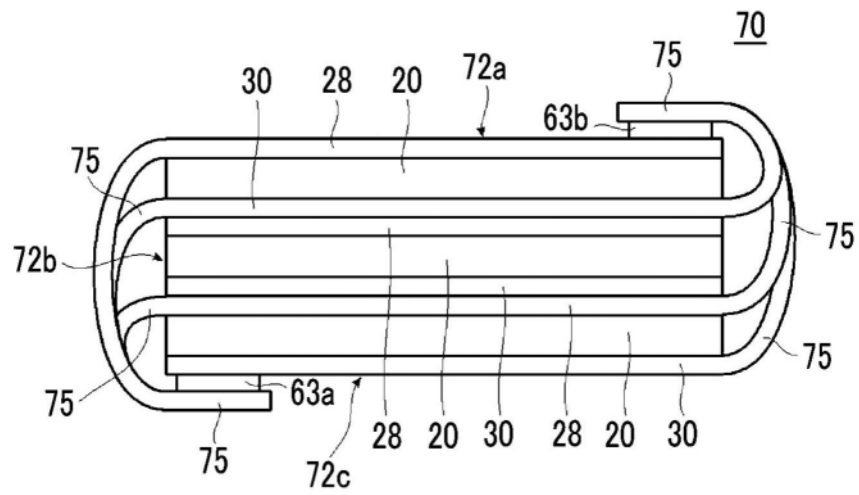


图44

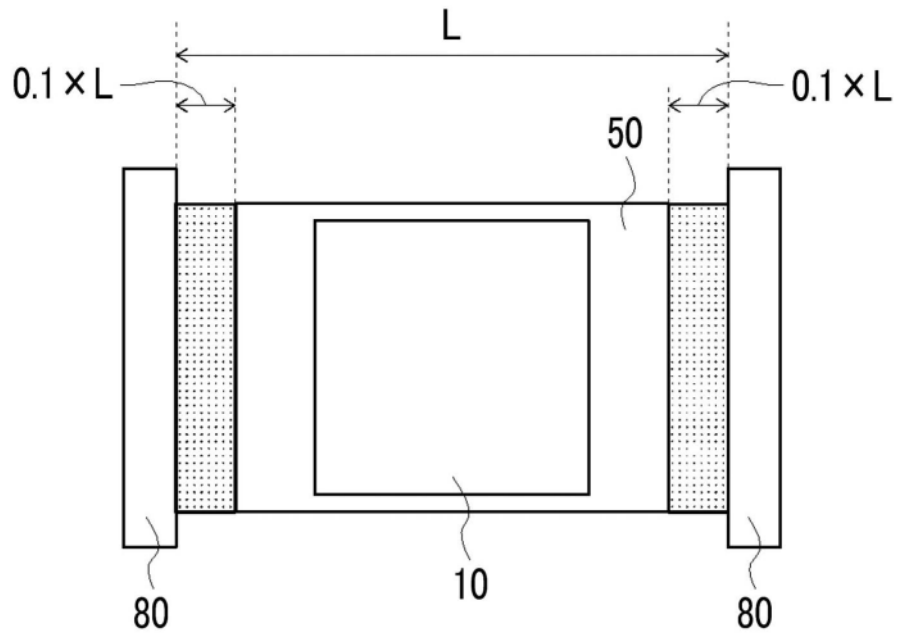


图45

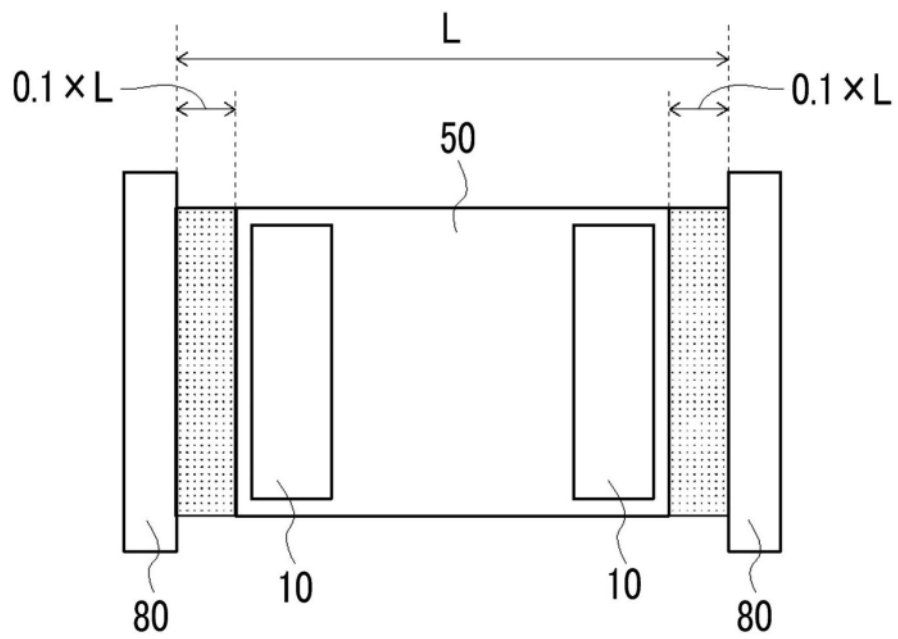


图46

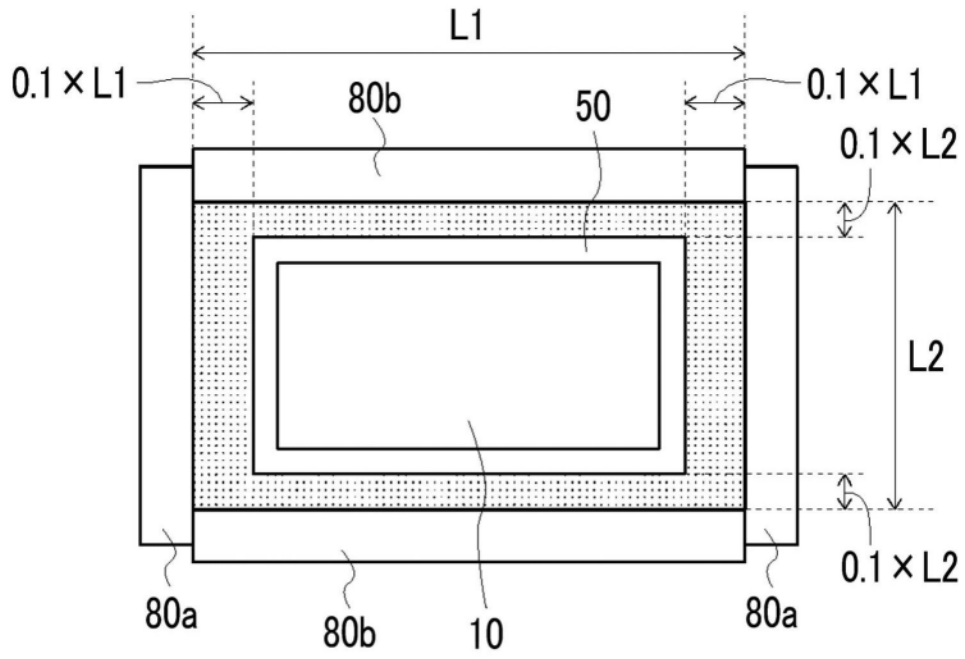


图47

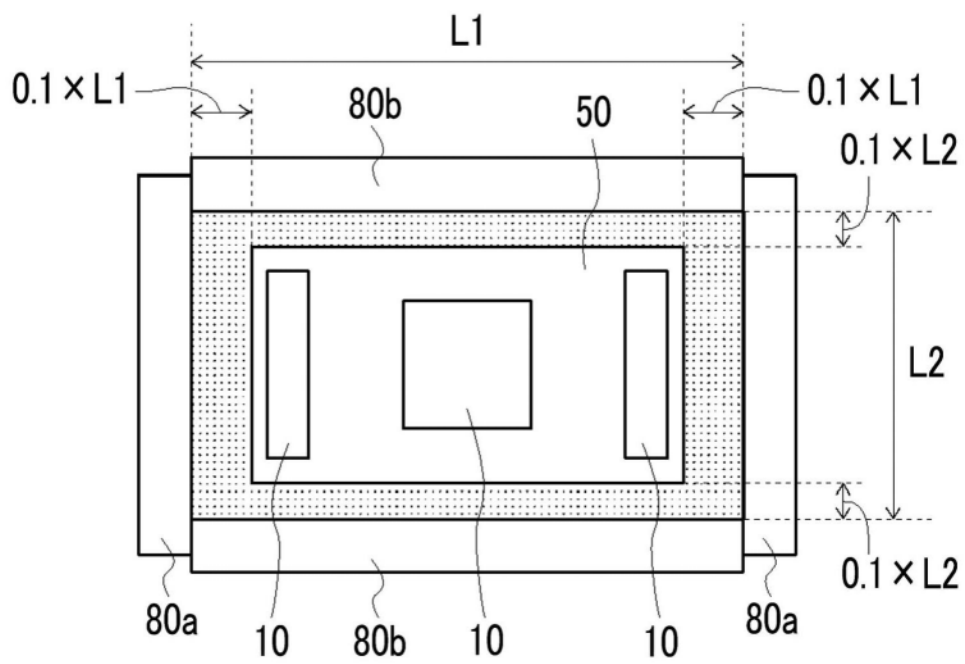


图48

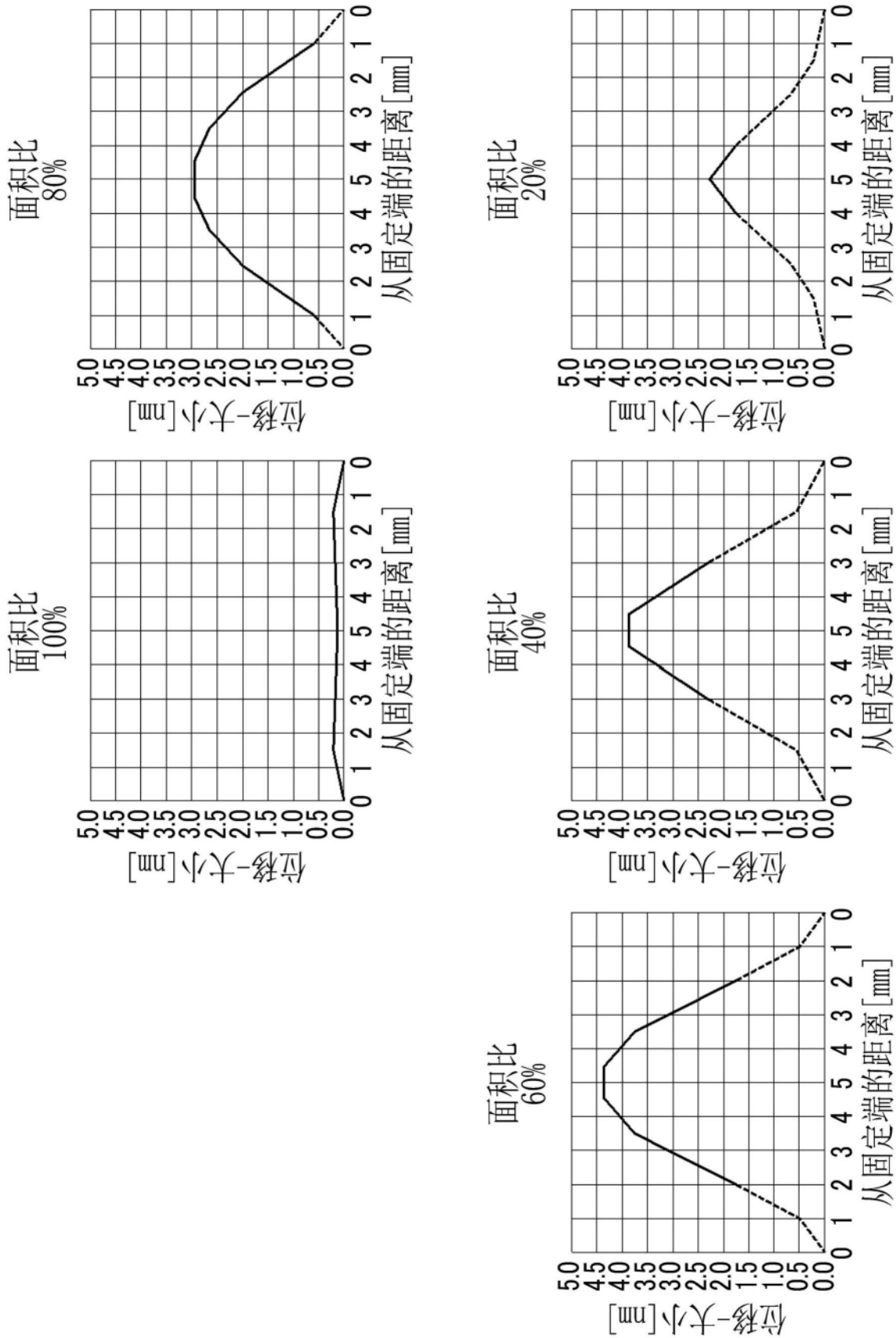


图49

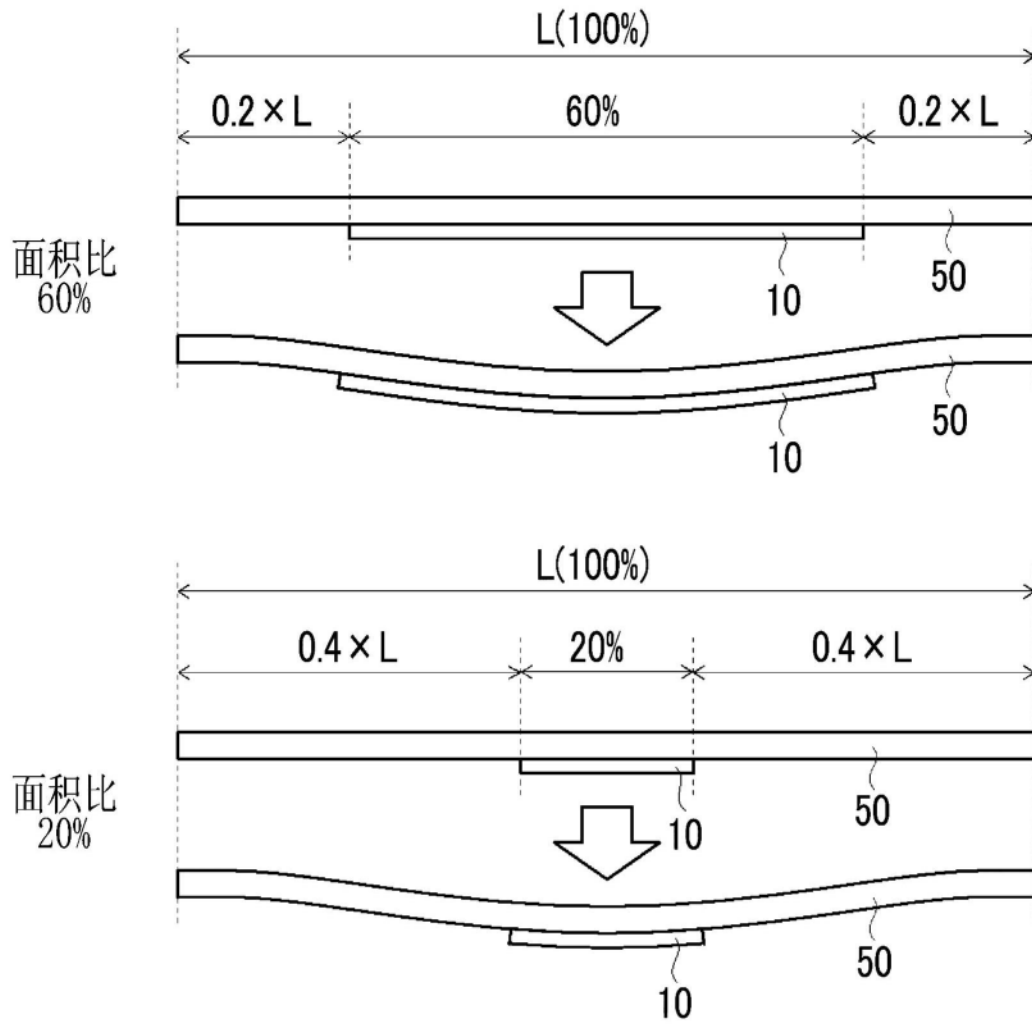


图50

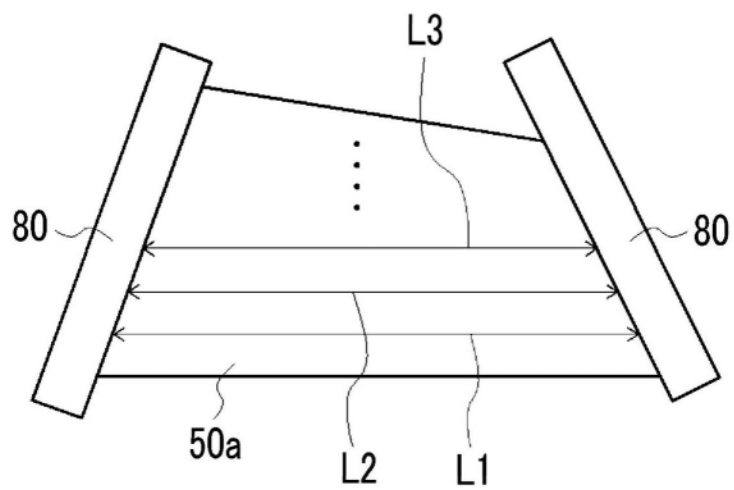


图51

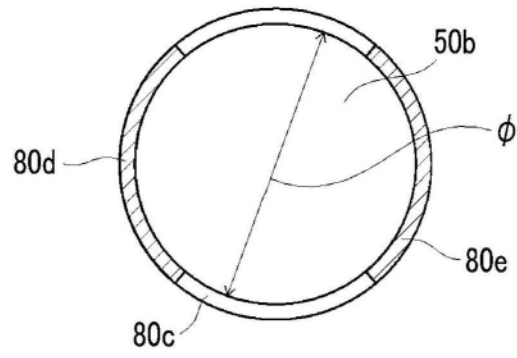


图52

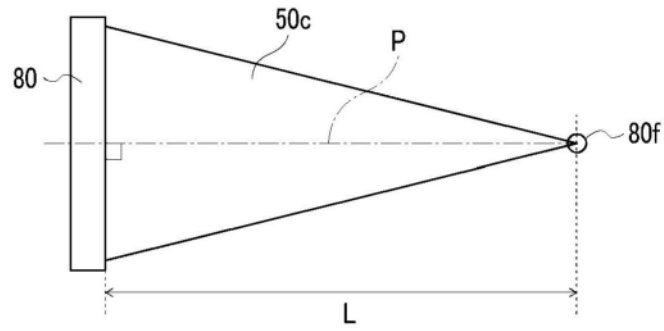


图53

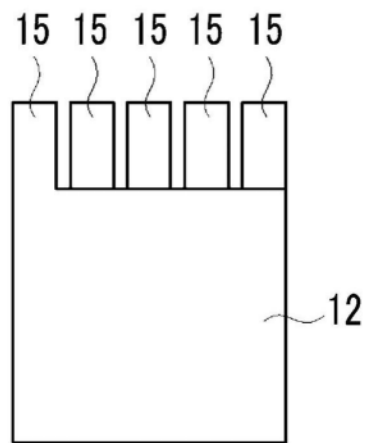


图54

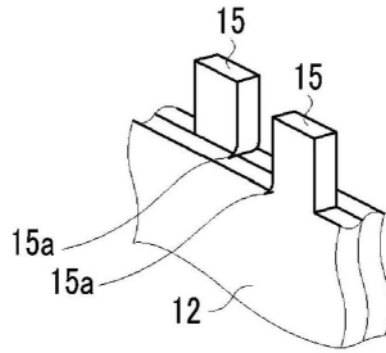


图55

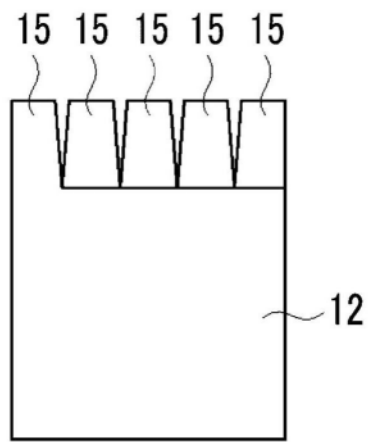


图56

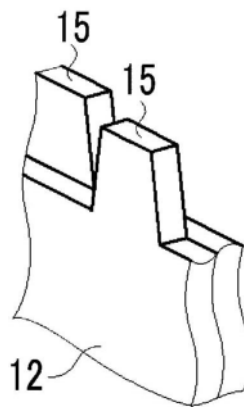


图57