



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115700063 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 03

(21) 申请号 202180042057.6

(22) 申请日 2021.05.25

(30) 优先权数据

2020-109721 2020.06.25 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.12.13

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/019822 2021.05.25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/261154 JA 2021.12.30

(71) 申请人 富士胶片株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 香川裕介

(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 褚瑶杨

(51) Int.Cl.

H10N 30/87 (2023.01)

H10N 30/20 (2023.01)

H10N 30/857 (2023.01)

H04R 17/00 (2006.01)

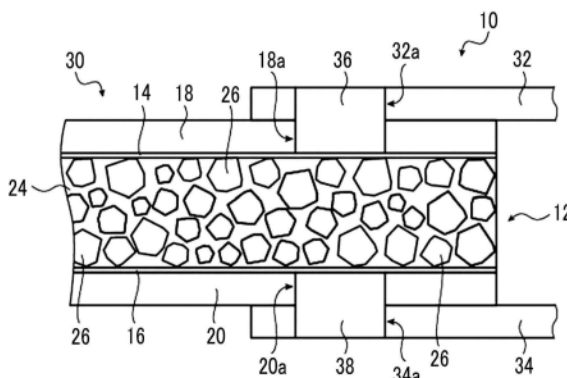
权利要求书1页 说明书23页 附图11页

(54) 发明名称

压电元件

(57) 摘要

本发明的课题在于提供一种压电元件,其使用在压电体层的两面具有电极层并且在电极层的表面设置有保护层的压电膜,所述压电元件能够以高生产性进行电极层与引线等导电性部件的连接,连接的电阻也低。本发明通过如下解决课题:在压电膜的保护层及导电性部件上形成贯穿孔,使两个贯穿孔中的至少一部分重叠,在保护层的贯穿孔上填充导电性填充部件并且使其到达至导电性部件的贯穿孔。



1. 一种压电元件,其特征为,具有:

压电膜,其具有压电体层、电极层及保护层,该电极层设置于所述压电体层的两面,该保护层设置于所述电极层的与所述压电体层相反的一侧的表面并且设置有1个以上的贯穿孔;

导电性填充部件,其填充于所述压电膜的所述保护层的所述贯穿孔;及

导电性部件,其与所述压电膜的所述保护层接触而设置,

所述导电性部件具有1个以上的贯穿孔,所述导电性部件的所述贯穿孔与所述压电膜的所述保护层的所述贯穿孔在所述压电膜的面方向上至少部分重叠,并且所述填充部件的至少一部分与内壁面接触。

2. 根据权利要求1所述的压电元件,其中,

所述导电性部件的与所述压电膜的所述保护层接触的接触面的表面粗糙度Ra为0.8 μ m以上。

3. 根据权利要求1或2所述的压电元件,其中,

所述压电膜以多层层叠。

4. 根据权利要求3所述的压电元件,其通过折叠1次以上所述压电膜而层叠多层所述压电膜而成。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的压电元件,其中,

所述导电性部件的所述贯穿孔中的至少1个被所述填充部件填满。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的压电元件,其中,

所述填充部件与所述导电性部件的至少一个主面接触。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的压电元件,其中,

所述压电膜的所述保护层的所述贯穿孔中的至少1个在所述压电膜的面方向上内包所述导电性部件的所述贯穿孔中的至少1个。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的压电元件,其中,

所述导电性部件的所述贯穿孔中的至少1个在所述压电膜的面方向上内包所述压电膜的所述保护层的所述贯穿孔中的至少1个。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的压电元件,其中,

所述压电膜的所述保护层的所述贯穿孔中的至少1个与所述导电性部件的所述贯穿孔中的至少1个在所述压电膜的面方向上一致。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的压电元件,其具有保护部件,该保护部件覆盖所述导电性部件的所述贯穿孔。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的压电元件,其中,

所述压电体层为在包含高分子材料的基体中包含压电体粒子的高分子复合压电体。

压电元件

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电声转换器等中所使用的压电元件。

背景技术

[0002] 正在开发有机电致发光(EL)显示器等、使用塑胶等挠性基板的柔性显示器。

[0003] 在将这种柔性显示器用作如电视接收机等与图像一同再生声音的图像显示装置兼声音产生装置的情况下,需要作为用于产生声音的音响装置的扬声器。

[0004] 在此,作为以往的扬声器形状,通常为漏斗状的所谓的锥形或球面状的圆拱形等。然而,若将这些扬声器内置于上述柔性显示器,则有可能对作为柔性显示器的优点的轻量性或挠性带来损害。并且,在外置扬声器的情况下,存在携带等不便且有可能很难设置于曲面状的壁而有损美观。

[0005] 相对于此,作为能够用作不损害轻量性及挠性而能够与柔性显示器一体化的扬声器的压电元件,已知有专利文献1中所记载的压电膜(电声转换膜)。

[0006] 该压电膜为如下的膜:具有由在常温下具有粘弹性的高分子材料构成的粘弹性基体中分散压电体粒子而成的压电体层(高分子复合压电体)、形成于压电体层的两面的电极层(薄膜电极)及形成于电极层的表面的保护层,并且基于动态粘弹性测量的在频率1Hz下的损耗角正切成为0.1以上的极大值存在于0~50℃的温度范围内。

[0007] 以往技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:日本特开2015-29270号公报

发明内容

[0010] 发明要解决的技术课题

[0011] 在专利文献1中所记载的压电膜具有优异的压电特性。并且,该压电膜的压电体层为使压电体粒子分散于高分子材料而成的层,因此使用该压电体层的压电膜具有良好的挠性。

[0012] 因此,根据该压电膜,例如能够实现能够用于柔性扬声器等的具有挠性且具有良好的压电特性的电声转换膜等。

[0013] 为了驱动这种在压电体层的两面具有电极层且在电极层的表面具有保护层的压电膜,需要用引线连接电极层及驱动用电源装置等外部装置。

[0014] 作为将引线连接于压电膜的电极层的方法,可考虑各种方法。然而,即使为任一方法,优选电极层与引线的连接的电阻低并且能够以高生产性连接电极层与引线。

[0015] 本发明的目的在于解决这种以往技术的问题点,并且在于提供一种压电元件,其使用在压电体层的两面具有电极层并且在电极层的表面设置有保护层的压电膜,能够以高生产性进行电极层与引线等的连接,而且电极层与引线的连接的电阻也低。

[0016] 用于解决技术课题的手段

- [0017] 为了解决该课题,本发明具有以下结构。
- [0018] [1]一种压电元件,其特征为,具有:
- [0019] 压电膜,其具有压电体层、设置于压电体层的两面的电极层及设置于电极层的与压电体层相反的一侧的表面的设置有1个以上的贯穿孔的保护层;
- [0020] 导电性填充部件,其填充于压电膜的保护层的贯穿孔;及
- [0021] 导电性部件,其与压电膜的保护层接触而设置,
- [0022] 导电性部件具有1个以上的贯穿孔,导电性部件的贯穿孔与压电膜的保护层的贯穿孔在压电膜的面方向上至少部分重叠,并且填充部件的至少一部分与内壁面接触。
- [0023] [2]根据[1]所述的压电元件,其中,导电性部件与压电膜的保护层的接触面的表面粗糙度Ra为0.8 μ m以上。
- [0024] [3]根据[1]或[2]所述的压电元件,其中,压电膜层叠为多层。
- [0025] [4]根据[3]所述的压电元件,其通过折叠1次以上压电膜而层叠多层压电膜而成。
- [0026] [5]根据[1]至[4]中任一项所述的压电元件,其中,导电性部件的贯穿孔中的至少1个被填充部件填满。
- [0027] [6]根据[1]至[5]中任一项所述的压电元件,其中,填充部件与导电性部件的至少一个主面接触。
- [0028] [7]根据[1]至[6]中任一项所述的压电元件,其中,压电膜的保护层的贯穿孔中的至少1个在压电膜的面方向上内包导电性部件的贯穿孔中的至少1个。
- [0029] [8]根据[1]至[7]中任一项所述的压电元件,其中,导电性部件的贯穿孔中的至少1个在压电膜的面方向上内包压电膜的保护层的贯穿孔中的至少1个。
- [0030] [9]根据[1]至[8]中任一项所述的压电元件,其中,压电膜的保护层的贯穿孔中的至少1个与导电性部件的贯穿孔中的至少1个在压电膜的面方向上一致。
- [0031] [10]根据[1]至[9]中任一项所述的压电元件,其具有保护部件,其覆盖导电性部件的贯穿孔。
- [0032] [11]根据[1]至[10]中任一项所述的压电元件,其中,压电体层为在包含高分子材料的基体中包含压电体粒子的高分子复合压电体。
- [0033] 发明效果
- [0034] 根据本发明,可提供一种压电元件,其在使用在压电体层的两面具有电极层并且在电极层的表面设置有保护层的压电膜的压电元件中,能够以高生产性进行电极层与引线等的连接,而且电极层与引线的连接电阻也低。

附图说明

- [0035] 图1是示意地表示本发明的压电元件的一例的图。
- [0036] 图2是图1所示的压电元件的概略平面图。
- [0037] 图3是示意地表示本发明的压电元件的另一例的局部放大图。
- [0038] 图4是示意地表示本发明的压电元件的另一例的局部放大图。
- [0039] 图5是示意地表示本发明的压电元件的另一例的局部放大图。
- [0040] 图6是示意地表示本发明的压电元件的另一例的局部放大图。
- [0041] 图7是示意地表示本发明的压电元件的另一例的局部放大图。

- [0042] 图8是示意地表示本发明的压电元件的另一例的局部放大图。
- [0043] 图9是示意地表示本发明的压电元件的另一例的局部放大图。
- [0044] 图10是用于说明图1所示的压电元件的制作方法的概念图。
- [0045] 图11是用于说明图1所示的压电元件的制作方法的概念图。
- [0046] 图12是用于说明图1所示的压电元件的制作方法的概念图。
- [0047] 图13是用于说明图1所示的压电元件的制作方法的概念图。
- [0048] 图14是用于说明图1所示的压电元件的制作方法的概念图。
- [0049] 图15是用于说明图1所示的压电元件的制作方法的概念图。
- [0050] 图16是用于说明图1所示的压电元件的制作方法的概念图。
- [0051] 图17是示意地表示本发明的压电元件的另一例的图。
- [0052] 图18是示意地表示使用图17所示的压电元件的扬声器的一例的图。
- [0053] 图19是用于说明实施例中的电阻的测量方法的概念图。

具体实施方式

- [0054] 以下,根据图式所示的优选实施例,对本发明的压电元件,进行详细说明。
- [0055] 以下所记载的构成要件的说明根据本发明的代表性的实施方式而完成,但是本发明并不限于这种实施方式。
- [0056] 在本说明书中,用“~”来表示的数值范围是指包括记载于“~”前后的数值作为下限值及上限值的范围。
- [0057] 并且,以下所示的图均为用于说明本发明的示意性图,各层的厚度、贯穿孔的大小、各部件(部位)的位置关系及各部件的大小等与实物不同。
- [0058] 图1及图2中示意地示出本发明的压电元件的一例。
- [0059] 图1是示意地表示沿厚度方向切断压电元件的截面的图,图2是图1所示的压电元件的平面图。另外,压电元件(压电膜)的厚度方向为后述的压电膜中的压电体层、电极层及保护层的层叠方向。并且,平面图为从厚度方向观察本发明的压电元件的图。
- [0060] 如图1所示,压电元件10具有压电膜30、第1引线32、第2引线34、第1填充部件36及第2填充部件38。第1引线32及第2引线34为本发明中的导电性部件。
- [0061] 并且,压电膜30具有压电体层12、层叠于压电体层12的其中一个表面的第1电极层14、层叠于第1电极层14的表面的第1保护层18、层叠于压电体层12的另一个表面的第2电极层16及层叠于第2电极层16的表面的第2保护层20。
- [0062] 第1引线32设置为层叠于压电膜30的第1保护层18。
- [0063] 第1保护层18上形成有贯穿孔18a,第1引线32上形成有贯穿孔32a。贯穿孔18a和贯穿孔32a为直径相等的圆筒状且在面方向上使中心一致。第1填充部件36以填满贯穿孔18a及贯穿孔32a的方式即以完全填埋的方式填充于两个贯穿孔。
- [0064] 第2引线34设置为层叠于压电膜30的第2保护层20。
- [0065] 第2保护层20上形成有贯穿孔20a,第2引线34上形成有贯穿孔34a。贯穿孔20a和贯穿孔34a为直径相等的圆筒状且在面方向上使中心一致。第2填充部件38以填满贯穿孔20a及贯穿孔34a的方式即以完全填埋的方式填充于两个贯穿孔。
- [0066] 在本发明中,面方向为压电膜30的主表面的面方向。主表面为片状物(膜、板状物、

层)的最大面,且为厚度方向的两面。

[0067] 本发明的压电元件10中,压电膜30的压电体层12在包含高分子材料的基体24中包含作为压电体粒子的压电体粒子26。即,压电体层12为高分子复合压电体。

[0068] 在此,高分子复合压电体(压电体层12)例如用于电声转换膜。用于电声转换膜的高分子复合压电体优选具备以下用件。另外,在本发明中,常温为0~50℃。

[0069] (i) 挠性

[0070] 例如,作为可携式,当以如报纸或杂志那样文档似地松松弯曲的状态把持时,不断地从外部受到数Hz以下的比较缓慢且较大的弯曲变形。此时,若高分子复合压电体硬,则产生其相应的大的弯曲应力,在分子基体与压电体粒子的界面产生龟裂,结果有可能会破坏。因此,要求高分子复合压电体具有适当的柔软性。并且,若能够将应变能作为热量向外部扩散,则能够缓解应力。因此,要求高分子复合压电体的损耗角正切适当地大。

[0071] (ii) 音质

[0072] 扬声器中,使压电体粒子以20Hz~20kHz的音频频带的频率振动,通过其振动能,整个振动板(高分子复合压电体)成为一体而进行振动,由此播放声音。因此,为了提高振动能的传递效率,要求高分子复合压电体具有适当的硬度。并且,若扬声器的频率特性平滑,则最低谐振频率 f_0 随着曲率的变化而变化时的音质的变化量也变小。因此,要求高分子复合压电体的损耗角正切适当地大。

[0073] 众所周知,扬声器用振动板的最低谐振频率 f_0 由下述式给出。在此,s为振动系统的刚度,m为质量。

[0074] [数式1]

[0075] 最低谐振频率:
$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{m}}$$

[0076] 此时,压电膜的弯曲程度即弯曲部的曲率半径越大,机械刚度s越减小,因此最低谐振频率 f_0 减小。即,扬声器的音质(音量、频率特性)根据压电膜的曲率半径而变化。

[0077] 综上所述,要求用作电声转换膜的柔性的分子复合压电体相对于20Hz~20kHz的振动展现硬性,相对于数Hz以下的振动展现柔软性。并且,要求高分子复合压电体的损耗角正切相对于20kHz以下的所有频率的振动适当地大。

[0078] 通常,高分子固体具有粘弹性松弛机构,伴随温度上升或频率下降,大规模的分子运动被观测为储存弹性模量(杨氏模量)的下降(松弛)或损失弹性模量的极大(吸收)。其中,由非晶区的分子链的微布朗运动引起的松弛称为主分散,可以看到非常大的松弛现象。引起该主分散的温度为玻璃化转变点(Tg),最显著地显现粘弹性松弛机构。

[0079] 高分子复合压电体(压电体层12)中,将玻璃化转变点处于常温的高分子材料用于基体,由此实现相对于20Hz~20kHz的振动展现硬性,而相对于数Hz以下的缓慢的振动展现柔软性的高分子复合压电体。尤其,从优选地发现该动作等方面考虑,将频率1Hz中的玻璃化转变点在常温即0~50℃下的高分子材料优选用于高分子复合压电体的基体中。另外,玻璃化转变点处于常温的高分子材料换言之为在常温下具有粘弹性的高分子材料。

[0080] 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的材料。优选在常温即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 δ 的极大值为

0.5以上的高分子材料。

[0081] 由此,当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基体与压电体粒子的界面的应力集中得到松弛,并且能够期待高挠性。

[0082] 并且,在常温下具有粘弹性的高分子材料的基于动态粘弹性测量而得频率1Hz中的储存弹性模量(E')优选在0℃下为100MPa以上,在50℃下为10MPa以下。

[0083] 由此,能够减小在高分子复合压电体通过外力缓慢地弯曲时产生的弯曲力矩,同时能够相对于20Hz~20kHz的音响振动展现硬性。

[0084] 并且,在常温下具有粘弹性的高分子材料更优选在25℃下相对介电常数为10以上。由此,在对高分子复合压电体施加电压时,对高分子基体中的压电体粒子施加更高的电场,因此能够期待较大的变形量。

[0085] 然而,另一方面,若考虑良好的耐湿性的确保等,则高分子材料也优选在25℃下相对介电常数为10以下。

[0086] 作为满足这种条件的在常温下具有粘弹性的高分子材料,可例示氰乙基化聚乙烯醇(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,也能够适当地使用HYBRAR5127(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。

[0087] 另外,基体24中,这些高分子材料可以仅使用1种,也可以同时使用(混合)多种进行使用。

[0088] 使用这种在常温下具有粘弹性的高分子材料的基体24根据需要可以同时使用多种高分子材料。

[0089] 即,在基体24中,以调节介电特性或机械特性等为目的,除了氰乙基化PVA等在常温下具有粘弹性的高分子材料以外,根据需要也可以添加其他介电性高分子材料。

[0090] 作为可添加的介电性高分子材料,作为一例,可例示聚偏二氟乙烯-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类高分子、偏二氰乙基-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、氰乙基羟基普鲁兰多糖、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、氰乙基普鲁兰多糖、氰乙基聚羟基亚甲基、氰乙基缩水甘油普鲁兰多糖、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丁腈橡胶及氯丁二烯橡胶等合成橡胶等。

[0091] 其中,具有氰乙基的高分子材料优选被利用。

[0092] 并且,在压电体层12的基体24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,也可以添加多种。

[0093] 并且,基体24中除了介电性高分子材料以外,以调节玻璃化转变点 T_g 为目的,可以添加氯乙烯树脂、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。

[0094] 此外,以提高粘合性为目的,可以添加松香酯、松香、萜烯、萜烯酚及石油树脂等增粘剂。

[0095] 在压电体层12的基体24中,对添加除了氰乙基化PVA等在常温下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,但是优选以在基体24中所占比例设为30质量%以下。

[0096] 由此,不损害基体24中的粘弹性缓解机构便能够显现所添加的高分子材料的特性,因此在高介电常数化、提高耐热性、提高与压电体粒子26及电极层的密合性等方面能够获得优选的结果。

[0097] 在本发明的压电元件10中,压电体层12在这种基体24中包含压电体粒子26。

[0098] 压电体粒子26能够利用公知的粒子,优选由具有钙钛矿型或纤锌矿型的结晶结构的陶瓷粒子组成。

[0099] 作为构成压电体粒子26的陶瓷粒子,例如可例示锆钛酸铅(PZT)、锆钛酸铅镧(PLZT)、钛酸钡(BaTiO_3)、氧化锌(ZnO)及钛酸钡与铁酸铋(BiFe_3)的固溶体(BFBT)等。

[0100] 对于这种压电体粒子26的粒径并无限制,根据压电体层12(压电膜30)的尺寸及压电元件10的用途等适当进行选择即可。压电体粒子26的粒径优选为1~10 μm 。

[0101] 从压电膜30能够兼顾高压电特性和柔性等方面出发,通过将压电体粒子26的粒径设在该范围内,能够获得优选的结果。

[0102] 另外,在图1中,压电体层12中的压电体粒子26无规则地分散于基体24中,但是本发明并不限于此。

[0103] 即,压电体层12中的压电体粒子26优选为若均匀地分散,则可以无规则地分散于基体24中,也可以有规则地分散于基体24中。

[0104] 另外,压电体粒子26的粒径可以均匀,也可以不均匀。

[0105] 在压电膜30中,对于压电体层12中的基体24与压电体粒子26的量比并无限制,根据压电膜30的面方向的大小及厚度、压电元件10的用途以及压电膜30中所要求的特性等适当进行设定即可。

[0106] 压电体层12中的压电体粒子26的体积分率优选为30~80%,更优选为50%以上。因此,压电体层12中的压电体粒子26的体积分率进一步优选设为50~80%。

[0107] 从能够兼顾高压电特性和柔性等方面出发,通过将基体24与压电体粒子26的量比设在上述范围,能够获得优选的结果。

[0108] 在压电元件10中,对于压电体层12的厚度并无特别限定,根据压电元件10的用途、压电元件10中所要求的特性等适当设定即可。

[0109] 压电体层12越厚,在所谓片状物的刚度等刚性等方面越有利,但是为了使压电元件10以相同量伸缩而所需的电压(电位差)变大。

[0110] 压电体层12的厚度优选为8~300 μm ,更优选为8~200 μm ,进一步优选为10~150 μm ,尤其优选为15~100 μm 。

[0111] 从兼顾刚性的确保与适当的柔软性等方面出发,通过将压电体层12的厚度设在上述范围内,能够获得优选的结果。

[0112] 压电体层12优选在厚度方向上被极化处理(Poling)。关于极化处理,将在后面进行详细叙述。

[0113] 另外,在本发明的压电元件中,压电体层12并不限于如图示例的高分子复合压电体,能够利用公知的压电材料。

[0114] 作为能够用于本发明的压电元件的压电材料,作为一例可例示聚偏二氟乙烯、除了聚偏二氟乙烯以外的氟树脂及由聚L乳酸构成的膜与由聚D乳酸构成的膜的层叠膜等。

[0115] 然而,从获得优异的音响特性的挠性优异等方面考虑,如图示例的将压电体粒子26分散于包含高分子材料的基体24中而成的高分子复合压电体优选用作压电体层12。

[0116] 如图1所示,在图示例的压电元件10中,压电膜30在这种压电体层12的一个表面具有第1电极层14,在其表面具有第1保护层18。并且,压电膜30具有如下结构:在压电体层12的与第1电极层14相反的一侧的表面具有第2电极层16,在其表面具有第2保护层20而成。换言之,第1保护层18设置于第1电极层14的与压电体层12相反的一侧的表面。并且,第2保护层20设置于第2电极层16的与压电体层12相反的一侧的表面。

[0117] 在压电膜30中,第1电极层14与第2电极层16形成电极对。即,压电膜30具有如下结构:通过电极对即第1电极层14及第2电极层16夹持压电体层12的两面,通过第1保护层18及第2保护层20夹持该层叠体。

[0118] 在这种压电膜30中,由第1电极层14及第2电极层16夹持的区域根据所施加的电压而伸缩。

[0119] 另外,本发明中,第1电极层14及第1保护层18以及第2电极层16及第2保护层20中的第1及第2是为了说明压电元件10而方便起见标注的名称。因此,压电元件10的各部件中的第1及第2中并无技术性含义,并且,与上下方向的位置等实际的使用状态无关。

[0120] 在该方面,后述的引线及填充部件也相同。

[0121] 压电膜30(压电元件10)中,第1保护层18及第2保护层20包覆第1电极层14及第2电极层16,并且起到对压电体层12赋予适当的刚性和机械强度的作用。即,在压电膜30中,由基体24及压电体粒子26构成的压电体层12对与缓慢弯曲变形显示出非常优异的挠性,另一方面根据用途存在刚性或机械强度不足的情况。压电元件10为了弥补其不足而设置第1保护层18及第2保护层20。

[0122] 对于第1保护层18及第2保护层20并无限制,能够利用各种片状物,作为一例,优选地例示各种树脂膜。

[0123] 其中,通过具有优异的机械特性及耐热性等原因,可优选利用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)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)、三乙酰纤维素(TAC)及环状烯烃系树脂等组成的树脂膜。

[0124] 对于第1保护层18及第2保护层20的厚度也并无限制。并且,第1保护层18及第2保护层20的厚度基本相同,但是也可以不同。

[0125] 在此,若第1保护层18及第2保护层20的刚性过高,则不仅限制压电体层12的伸缩,还会损害挠性。因此,除了要求机械强度或作为片状物的良好的操作性的情况以外,第1保护层18及第2保护层20越薄越有利。

[0126] 在压电元件10中,从兼顾刚性的确保与适当的柔软性等方面出发,若第1保护层18及第2保护层20的厚度为压电体层12的厚度的2倍以下,则能够获得优选的结果。

[0127] 例如,在压电体层12的厚度为50 μm 且第1保护层18及第2保护层20由PET构成的情况下,第1保护层18及第2保护层20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。

[0128] 在压电元件10的压电膜30中,在压电体层12与第1保护层18之间设置第1电极层14,在压电体层12与第2保护层20之间设置第2电极层16。

[0129] 第1电极层14及第2电极层16为了对压电体层12施加电压而设置。

[0130] 本发明中,第1电极层14及第2电极层16的形成材料并无限制,能够利用各种导电体。具体而言,可例示碳、钨、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14及第2电极层16可优选地例示铜、铝、金、银、铂及氧化铟锡。

[0131] 并且,对于第1电极层14及第2电极层16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)的成膜、基于电镀的成膜以及贴附由上述材料形成的箔的方法等公知的方法。

[0132] 其中尤其,从能够确保压电元件10的挠性等理由出发,作为第1电极层14及第2电极层16优选地利用通过真空蒸镀所成膜的铜及铝等薄膜。其中,尤其可优选地利用通过真空蒸镀形成的铜的薄膜。

[0133] 第1电极层14及第2电极层16的厚度并无限制。并且,第1电极层14及第2电极层16的厚度基本相同,但是也可以不同。

[0134] 其中,与前述第1保护层18及第2保护层20同样地,若第1电极层14及第2电极层16的刚性过高,则不仅限制压电体层12的伸缩,也会损害挠性。因此,只要在电阻不会变的过高的范围内,则第1电极层14及第2电极层16越薄越有利。

[0135] 在压电膜30(压电元件10)中,只要第1电极层14及第2电极层16的厚度与杨氏模量的乘积低于第1保护层18及第2保护层20的厚度与杨氏模量的乘积,则不会严重损害挠性,因此而优选。

[0136] 作为一例,在第1保护层18及第2保护层20为PET,第1电极层14及第2电极层16为铜的情况下,PET的杨氏模量为约6.2Gpa,铜的杨氏模量为约130GPa。因此,此时,若第1保护层18及第2保护层20的厚度为25 μm ,则第1电极层14及第2电极层16的厚度优选为1.2 μm 以下,更优选为0.3 μm 以下,进一步优选为0.1 μm 以下。

[0137] 如上所述,压电膜30具有如下结构:通过第1电极层14及第2电极层16夹持在包含在常温下具有粘弹性的高分子材料的基体24中具有压电体粒子26的压电体层12,进而通过第1保护层18及第2保护层20夹持该层叠体而成。

[0138] 这种压电膜30优选在常温下具有基于动态粘弹性测量而得的频率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。

[0139] 由此,即使压电膜30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基体与压电体粒子的界面产生龟裂。

[0140] 压电膜30优选为基于动态粘弹性测量而得的频率1Hz中的储存弹性模量(E') 在0 $^{\circ}\text{C}$ 下为10~30GPa,在50 $^{\circ}\text{C}$ 下为1~10GPa。

[0141] 由此,在常温下压电膜30在储存弹性模量(E')中能够具有较大的频率分散。即,能够相对于20Hz~20kHz的振动展现硬性,相对于数Hz以下的振动展现柔软性。

[0142] 并且,压电膜30优选为厚度与基于动态粘弹性测量而得的频率1Hz中的储存弹性模量(E')的积在0 $^{\circ}\text{C}$ 下为 $1.0 \times 10^6 \sim 2.0 \times 10^6 \text{N/m}$,在50 $^{\circ}\text{C}$ 下为 $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^6 \text{N/m}$ 。

[0143] 由此,压电膜30在不损害挠性及音响特性的范围内能够具备适当的刚性和机械强度。

[0144] 进而,压电膜30在通过动态粘弹性测量所获得的主曲线中,在25℃下频率1kHz中的损耗角正切(Tan δ)优选为0.05以上。

[0145] 由此,使用压电膜30的扬声器的频率特性变得平滑,也能够减小最低谐振频率 f_0 随着扬声器的曲率的变化而变化时的音质的变化量。

[0146] 构成本发明的压电元件10的压电膜30除了电极层及保护层以外,例如也可以具有用于贴附电极层和压电体层12的贴附层及用于贴附电极层和保护层的贴附层。

[0147] 贴附剂可以为粘结剂,也可以为粘合剂。并且,贴附剂也能够优选地使用从压电体层12去除压电体粒子26的高分子材料即与基体24相同的材料。另外,贴附层可以设置于第1电极层14侧及第2电极层16侧这两者,也可以仅设置于第1电极层14侧及第2电极层16侧中的一侧。

[0148] 本发明的压电元件为了驱动压电膜30与保护层接触,并且具有用于电连接压电膜30的电极层及驱动电源等外部装置的引线等导电性部件。导电性部件通过填充于压电膜30的保护层中所形成的贯穿孔的导电性填充部件与电极层电连接。

[0149] 在此,本发明的压电元件中,导电性部件也具有贯穿孔。导电性部件的贯穿孔在面方向上使至少一部分与保护层的贯穿孔重叠,填充材料中的至少一部分与内壁面接触。

[0150] 图示例的压电元件10作为导电性部件具有层叠于第1保护层18的第1引线32及层叠于第2保护层20的第2引线34。在图示例中,第1引线32及第2引线34作为一例为板状。

[0151] 第1保护层18上形成有贯穿孔18a,第1引线32上形成有贯穿孔32a。贯穿孔18a及贯穿孔32a为相同直径的圆筒状,作为优选的方式,上下面的中心在面方向上一致。另一方面,第2保护层20上形成有贯穿孔20a,第2引线34上形成有贯穿孔34a。贯穿孔20a及贯穿孔34a为相同直径的圆筒状,作为优选的方式,上下面的中心在面方向上一致。

[0152] 在第1保护层18的贯穿孔18a中填充有第1填充部件36。第1填充部件36的至少一部分与第1引线32的贯穿孔32a的内壁面接触。由此,第1引线32及第1电极层14连接。在图示例中,作为优选的方式,第1填充部件36以不仅填满第2保护层20的贯穿孔18a还填满第1引线32的贯穿孔32a的方式即以完全填埋的方式进行填充。

[0153] 另一方面,在第2保护层20的贯穿孔20a上填充有第2填充部件38。第2填充部件38的至少一部分与第2引线34的贯穿孔34a的内壁面接触。由此,第2引线34及第2电极层16连接。在图示例中,作为优选的方式,第2填充部件38以不仅填满第2保护层20的贯穿孔20a还填满第2引线34的贯穿孔34a的方式即以完全填埋的方式进行填充。

[0154] 本发明的压电元件具有这种结构,由此在使用如上述的压电膜的压电元件中,降低用于与外部装置连接的导电性部件与电极层的连接的电阻,并且提高电极层与导电性部件的连接的生产性。

[0155] 如专利文献1中所记载已知有在压电体层的两面设置电极层并且以覆盖电极层的方式设置保护层的压电膜。为了驱动该压电膜,需要在电极层上连接用于连接驱动电源等外部装置及电极层的引线等。

[0156] 电极层与引线的连接方法可考虑各种方法。在此,如上所述压电膜具有良好的挠性,因此优选电极层与引线的连接部也具有挠性。

[0157] 作为满足这种要求的连接方法,可例示如下连接方法:在保护层设置贯穿孔,在该贯穿孔中填充导电性糊料等导电性填充部件,并且以覆盖贯穿孔(填充部件)的方式设置引线。

[0158] 在此,在使用压电膜的压电元件中,要求电极层与引线的连接的电阻低及以高生产性进行电极层与引线的连接。

[0159] 然而,在以在保护层设置贯穿孔而填充导电性糊料等并且覆盖贯穿孔的方式设置引线的构成中,无法增大填充部件与引线的接触面积,并且无法将电极层与引线的连接成为低电阻。

[0160] 并且,如上所述,树脂膜可优选地用于压电膜的保护层。因此,作为成为填充部件的导电性糊料,无法使用通过加热/烧结而固化的类型的对象,而可使用通过溶剂的挥发而固化的类型。因此,在以在保护层设置贯穿孔而填充导电性糊料等并且覆盖贯穿孔的方式设置引线的构成中,导电性糊料的溶剂挥发及固化需要时间而生产性低。

[0161] 相对于此,在本发明的压电元件中,在引线(导电性部件)上还设置贯穿孔,使保护层的贯穿孔和引线的贯穿孔在面方向上至少部分重叠,并且使导电性糊料(填充部件)中的至少一部分与引线的贯穿孔的内壁接触。

[0162] 优选为,如图1及图2所示使保护层的贯穿孔和引线的贯穿孔在面方向上完全重叠,或者如后述其中一个内包另一个并且在引线的贯穿孔也被导电性糊料填满即完全填埋。

[0163] 因此,根据本发明的压电元件,与上述方法相比,能够增大填充部件与引线的接触面积,其结果,能够降低电极层与引线的连接的电阻。

[0164] 并且,引线也具有贯穿孔,至少一部分在面方向上与保护层的贯穿孔重叠,由此使填充于贯穿孔的导电性糊料处于暴露在大气状态。其结果,大幅缩短导电性糊料的溶剂挥发及固化时所需的时间,并且能够以高生产性进行电极层与引线的连接。

[0165] 如上所述,在本发明的压电元件10中,对于电极层、保护层、引线及填充部件中的第1及第2并无技术性含义。

[0166] 并且,第1电极层14与第1引线32的连接的结构和第2电极层16与第2引线34的连接的结构基本上相同。

[0167] 因此,以下的说明中,在不需要区别第1电极层14侧和第2电极层16侧的情况下,将第1电极层14侧作为代表例进行说明。

[0168] 在图示例的压电元件10中,如上所述,在第1保护层18(第2保护层20)上形成贯穿孔18a(贯穿孔20a),在第1引线32(第2引线34)上形成贯穿孔32a(贯穿孔34a)。两个贯穿孔的一部分在面方向上重叠。在图示例中,作为优选的方式,两个贯穿孔为相同直径的圆筒状且在面方向上使中心一致。

[0169] 在贯穿孔18a中填充第1填充部件36(第2填充部件38)。该第1填充部件36中的至少一部分与第1引线32的贯穿孔32a的内壁面接触,由此连接第1引线32和第1电极层14。在图示例中,作为优选的方式,第1填充部件36以不仅填满第1保护层18的贯穿孔18a还填满第1引线32的贯穿孔32a的方式即以完全填埋的方式进行填充。

[0170] 因此,在压电元件10中,成为填充于第1保护层18的贯穿孔18a的第1填充部件36(第2填充部件)的导电性糊料通过第1引线32的贯穿孔32a暴露在大气。其结果,大幅缩短导

电性糊料的溶剂挥发及固化时所需的时间,并且能够以高生产性进行电极层与引线的连接。尤其,如图示例,使贯穿孔18a和贯穿孔32a在面方向上一致,由此能够更促进导电性糊料的固化而提高生产性。

[0171] 并且,第1填充部件36与第1引线32的贯穿孔32a接触,优选为填满贯穿孔32a,因此,也能够充分确保第1填充部件36与第1引线32的接触面积,还能够降低第1电极层14与第1引线的连接的电阻。

[0172] 在图示例的压电元件10中,第1保护层18的贯穿孔18a和第1引线32的贯穿孔32a为相同直径的圆筒状,并且在面方向上中心一致。即,贯穿孔18a和贯穿孔32a在面方向上完全重叠(一致)。

[0173] 然而,本发明的压电元件10并不限于此,能够利用各种结构。

[0174] 作为一例,可例示如图3示意地所示,第1保护层18的贯穿孔18a为比第1引线32的贯穿孔32a的直径大的圆筒状的结构。

[0175] 作为另一例,可例示如图4示意地所示,相反地,第1引线32的贯穿孔32a为比第1保护层18的贯穿孔18a的直径大的圆筒状的结构。

[0176] 图3及图4所示的例中,第1保护层18的贯穿孔18a与第1引线32的贯穿孔32a的中心一致。然而,在贯穿孔18a和贯穿孔32a中,其中一个在面方向上内包另一个的结构并不限于此,只要其中一个内包另一个,则贯穿孔18a与贯穿孔32a的中心可以不同。

[0177] 并且,以上的例中,第1保护层18的贯穿孔18a和第1引线32的贯穿孔32a在面方向上一致或其中一个贯穿孔在面方向上内包另一个贯穿孔,但是本发明也不限于此。

[0178] 本发明的压电元件即使为贯穿孔18a与贯穿孔32a的直径相同的情况及贯穿孔18a与贯穿孔32a的直径不同的情况中的任一种,如图5示意地所示,贯穿孔18a和贯穿孔32a可以在面方向上偏移。即,贯穿孔18a与贯穿孔32a的面方向的重叠可以为一部分。

[0179] 然而,从能够缩短成为第1填充部件36的导电性糊料的固化时间而提高生产性、能够减少所使用的导电性糊料的使用量而抑制成本等的方面出发,优选还包括其中一个贯穿孔内包于另一个贯穿孔的结构,贯穿孔18a和贯穿孔32a在面方向上完全重叠。

[0180] 另外,在以上的例中,第1保护层18的贯穿孔18a及第1引线32的贯穿孔32a均为圆筒状(圆柱状),但是本发明并不限于此。

[0181] 例如,贯穿孔18a和/或贯穿孔32a可以为三棱柱及四棱柱等棱柱状,也可以为椭圆柱状。即,只要贯穿孔18a在厚度方向上贯穿第1保护层18,只要贯穿孔32a在厚度方向上贯穿第1引线32,则形状均并无限制。

[0182] 然而,从加工容易性、成为第1填充部件36的导电性糊料的填充容易性等的方面出发,贯穿孔18a及贯穿孔32a优选为圆筒状。

[0183] 并且,贯穿孔18a和/或贯穿孔32a可以为面方向的尺寸在厚度方向上逐渐变化的形状。

[0184] 例如,贯穿孔18a和/或贯穿孔32a可以为朝向压电体层12逐渐缩小直径或放大直径的圆锥台状、椭圆锥台状及棱锥台状等。此时,也从与上述相同的理由考虑,贯穿孔的形状优选为圆锥台状。

[0185] 若第1保护层18的贯穿孔18a及第1引线32的贯穿孔32a的贯穿孔的大小例如为图示例,则对于圆筒的直径也并无限制。

[0186] 即,贯穿孔18a及贯穿孔32a的大小根据压电膜30的尺寸及第1引线32的带的宽度等适当设定能够确保充分的导电性的大小即可。

[0187] 并且,如图3及图4所示,在贯穿孔18a与贯穿孔32a的大小不同的情况下,对于其差也并无限制。但是,在本发明中,需要适当考虑贯穿孔18a与贯穿孔32a的大小之差、贯穿孔18a或进而贯穿孔32a中的导电性糊料等的填充量及贯穿孔18a或进而贯穿孔32a中的导电性糊料等的填充方法等,以使填充于贯穿孔18a的第1填充部件36中的至少一部分与贯穿孔32a的内壁面确实地接触。

[0188] 并且,根据需要,可以设置多个第1保护层18的贯穿孔18a和/或第1引线32的贯穿孔32a。

[0189] 此时,对于贯穿孔18a及贯穿孔32a的数量并无限制,根据压电膜30的大小、第1引线32的大小、连接所需的导电性等适当设定即可。并且,贯穿孔18a的个数和贯穿孔32a的个数可以相同,也可以不同。例如,贯穿孔18a可以为1个且贯穿孔32a可以为2个以上。

[0190] 另外,在设置多个贯穿孔18a和/或贯穿孔32a的情况下,1个贯穿孔18a和1个贯穿孔32a可以重叠(内包),1个贯穿孔18a和多个贯穿孔32a也可以重叠,多个贯穿孔18a和1个贯穿孔32a也可以重叠,多个贯穿孔彼此也可以重叠。并且,在设置多个贯穿孔18a和/或贯穿孔32a的情况下,一部分在面方向上重叠的贯穿孔彼此和在面方向上完全重叠(内包)的贯穿孔彼此也可以混合。

[0191] 在以上的例中,第1填充部件36以不仅填满第1保护层18的贯穿孔18a还填满第1引线32的贯穿孔32a的方式进行填充。

[0192] 然而,本发明的压电元件并不限于此,第1填充部件36的至少一部分填充于贯穿孔32a并且与贯穿孔32a的内壁面接触即可。

[0193] 例如,如图6示意地所示,可以为第1填充部件36填满贯穿孔18a而直至贯穿孔32a的厚度方向的中途为止的结构。

[0194] 然而,从增大第1填充部件36与第1引线32的接触面积、能够更减小第1电极层14与第1引线32的连接电阻的方面出发,优选以除了填满贯穿孔18a还填满贯穿孔32a的方式填充第1填充部件36。

[0195] 进而,如图7示意地所示,第1填充部件36可以设为如下:除了填满第1保护层18的贯穿孔18a以外还填满第1引线32的贯穿孔32a,进而溢出,并且可以与第1引线32的与第1保护层18相反的一侧的主表面接触。

[0196] 通过具有这种结构,增大第1填充部件36与第1引线32的接触面积,从而能够更减小第1电极层14与第1引线32的连接电阻。

[0197] 并且,如图8示意地所示,第1填充部件36可以存在于第1保护层18与第1引线32之间。即,第1填充部件36可以与第1引线32的第1保护层18侧的主表面接触。后述的第1保护层18的贯穿孔18a中填充成为第1填充部件36的导电性填料之后,根据将第1引线32层叠于第1保护层18的制作方法,能够容易制作该结构的压电元件。

[0198] 与图7所示的结构相同地,通过具有这种结构,增大第1填充部件36与第1引线32的接触面积,从而能够更减小第1电极层14与第1引线32的连接电阻。

[0199] 另外,图7所示的结构和图8所示的结构可以同时使用。

[0200] 在本发明的压电元件10中,对于第1填充部件36(第2填充部件38)并无限制,只要

能够填充于贯穿孔,则能够利用各种公知的导电性材料。

[0201] 在本发明中,作为优选的一例,第1填充部件36具有导电性填料、粘合剂(树脂)及溶剂等,并且使用通过溶剂的挥发而固化的导电性糊料来形成。

[0202] 本发明中所使用的导电性糊料只要具有导电性填料、粘合剂及溶剂,并且通过溶剂的挥发而固化,则能够利用各种公知的导电性糊料。作为一例,可例示银糊、铜糊、镍糊、碳糊及金糊等。

[0203] 并且,关于导电性糊料,也能够优选地利用FUJIKURAKASEI CO.,LTD.制造的DOTITE系列等市售品。

[0204] 对于第1引线32(第2引线34)并无限制,能够利用各种用于两点之间的电连接的公知的引线(导线)。作为引线,作为一例可例示铜箔、在铜箔的表面实施了镍等导电性的电镀的引线及如FPC(Flexible Printed Circuits,挠性印刷电路)基板那样铜等导体在膜状基材上被图案化的基板等。

[0205] 并且,第1引线32并不限于板状(带状),只要能够形成贯穿孔32a,则可以为棒状等。

[0206] 在本发明的压电元件中,用于连接压电膜的电极层和电源装置等外部装置的导电性部件并不限于引线,只要能够电连接电极层和外部装置,则能够利用各种部件。

[0207] 作为除了引线以外的导电性部件,作为一例,可例示FPC基板等。

[0208] 但是,即使为任一个导电性部件,设置于导电性部件的贯穿孔也需要包括配线等、导电性部件所具有的导电部中的至少一部分。

[0209] 并且,包括第1引线32在内,导电性部件即使为任何材料及形态,也优选具有挠性。

[0210] 在本发明的压电元件10中,第1引线32(第2引线34(导电性部件))的与第1保护层18抵接的表面的表面粗糙度Ra(算术平均粗糙度Ra)优选为 $0.8\mu\text{m}$ 以上。

[0211] 另外,该表面粗糙度Ra无需为第1引线32的与第1保护层18的抵接面的整个表面。即,第1引线32在与第1保护层18的接触面中,与至少第1填充部件36的接触部的表面粗糙度Ra为 $0.8\mu\text{m}$ 以上即可。

[0212] 在本发明的压电元件10中,如上述图8所示的结构,第1填充部件36也优选存在于第1保护层18与第1引线32之间。

[0213] 此时,若第1引线32的与第1保护层18抵接的表面的表面粗糙度Ra为 $0.8\mu\text{m}$ 以上,则能够更增大第1填充部件36与第1引线32的接触面积。其结果,能够更减小第1电极层14与第1引线32的连接电阻。

[0214] 并且,如图3所示,在第1保护层18的贯穿孔18a大于第1引线32的贯穿孔的情况下,若第1引线32的与第1保护层18抵接的表面的表面粗糙度Ra为 $0.8\mu\text{m}$ 以上,则能够更增大第1填充部件36与第1引线32的接触面积。其结果,能够更减小第1电极层14与第1引线32的连接电阻。

[0215] 第1引线32的与第1保护层18抵接的表面的表面粗糙度Ra更优选为 $1.0\mu\text{m}$ 以上。第1引线32的与第1保护层18抵接的表面的表面粗糙度Ra的上限并无限制,优选为 $100\mu\text{m}$ 以下。

[0216] 另外,根据需要,在对第1引线32的与第1保护层18的抵接面进行粗面化的情况下,粗面化处理通过公知的方法进行即可。

[0217] 作为第1引线32的粗面化处理的方法,作为一例,可例示喷砂及蚀刻等。

[0218] 第1引线32的与第1保护层18抵接的表面的表面粗糙度Ra根据JIS B 0601:1994测量表面粗糙度Ra(算术平均粗糙度Ra)即可。

[0219] 另外,该第1引线32的与第1保护层18抵接的表面的表面粗糙度Ra的测量例如在将第1引线32贴附于第1保护层18之前进行即可。

[0220] 并且,如上所述,第1引线32至少与第1填充部件36的接触部的表面粗糙度Ra为0.8 μm以上即可。然而,通常第1引线32的与第1保护层18抵接的表面的表面粗糙度在整个表面上均匀。因此,在所完成的压电元件10中,利用从压电膜30突出的部分,也可以测量第1引线32的与第1保护层18抵接的表面的表面粗糙度Ra。

[0221] 对于第1引线32(第2引线34)的安装位置也并无限制,只要与第1保护层18(第2保护层20)抵接并且根据第1引线32的长度等能够在面方向上从压电膜30突出,则可以为第1保护层18中的任何位置。

[0222] 在此,如上所述,压电膜30非常薄。因此,若第1引线32和第2引线34在面方向上靠近,则存在引线彼此接触而导致短路的可能性。

[0223] 因此,第1引线32和第2引线34优选在面方向上分开而设置,以使这两者在面方向上不重叠。另外,第1引线32和第2引线34在面方向上不重叠是指,换言之,从与压电膜30的主表面正交的方向观察时,未看到第1引线32和第2引线34重叠。

[0224] 如图9示意地所示,本发明的压电元件中,在第1引线32(第2引线34)的表面可以具有覆盖第1填充部件36(第2填充部件38)并且用于保护第1填充部件36的保护部件42。

[0225] 通过具有这种保护部件42,保护第1填充部件36,进而能够防止第1填充部件36的腐蚀。并且,通过防止第1填充部件36的腐蚀,也可以防止第1电极层14(第2电极层16)的腐蚀,并且还能够保护第1电极层14。

[0226] 对于保护部件42并无限制,只要为具有绝缘性且优选为具有一定程度的阻气性(水蒸气阻隔性),则能够利用公知的各种片状物。

[0227] 作为一例,可例示由聚酰亚胺制造的贴附胶带及绝缘防湿性涂层材料等。这些也能够优选地利用市售品。

[0228] 对于保护部件42的大小并无限制,根据第1引线32的贯穿孔32a或存在于第1引线32的主表面的第1填充部件36的大小,适当设定充分覆盖这些的大小即可。

[0229] 并且,对于保护部件42的厚度也并无限制,根据保护部件42的形成材料,适当设定充分发挥作为目的的作用的厚度即可。

[0230] 以下,参考图10~图16的概念图,对图1所示的压电元件10的制造方法的一例进行说明。

[0231] 首先,如图10所示,准备在第2保护层20上形成有第2电极层16的片状物50。通过真空蒸镀、溅射及电镀等在第2保护层20的表面形成铜薄膜等而作为第2电极层16来制作该片状物50即可。

[0232] 在第2保护层20非常薄而操作性等差时,根据需要可以使用带有隔板(伪支撑体)的第2保护层20。另外,作为隔板,能够使用厚度25~100 μm的PET等。在热压接第1电极层14及第1保护层18之后,且在第1保护层18层叠任何部件之前去除隔板即可。

[0233] 另一方面,制备如下涂料: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26并且进行搅拌而分散而成。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也称为“粘弹性材料”。

[0234] 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。

[0235] 当准备片状物50且制备涂料时,将该涂料浇铸(casting)(涂布)于片状物50上,蒸发并干燥有机溶剂。由此,如图11所示,制作在第2保护层20上具有第2电极层16并且在第2电极层16上形成压电体层12而成的层叠体52。

[0236] 该涂料的浇铸方法并无特别限定,能够利用所有的滑动式涂布机(slide coater)及刮刀(doctor knife)等公知的涂布方法(涂布装置)。

[0237] 另外,只要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向其添加并分散压电体粒子26而成的熔融物,通过挤压成形等,在图10所示的片状物50上挤压成片状并且进行冷却,由此制作如图11所示的在第2保护层20上具有第2电极层16并且在第2电极层16上形成压电体层12而成的层叠体52。

[0238] 如上述,在压电元件10中,基体24中除了氰乙基化PVA等粘弹性材料以外,也可以添加聚偏二氟乙烯等介电性高分子材料。当向基体24中添加这些高分子压电材料时,溶解添加到上述的涂料中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所添加的高分子压电材料进行加热熔融即可。

[0239] 制作在第2保护层20上具有第2电极层16并且在第2电极层16上形成压电体层12而成的层叠体52之后,进行压电体层12的极化处理(Poling)。

[0240] 对于压电体层12的极化处理的方法并无限制,能够利用公知的方法。例如,可例示直接对进行极化处理的对象施加直流电场的电场极化处理。另外,在进行电场极化的情况下,也可以在极化处理之前形成第1电极层14,并且利用第1电极层14及第2电极层16进行电场极化处理。

[0241] 并且,在制造本发明的压电元件10时,极化处理优选在厚度方向上进行,而不是在压电体层12的面方向进行。

[0242] 另外,在该极化处理之前,也可以实施使用加热辊等使压电体层12的表面平滑化的压光处理。通过实施该压光处理,顺利地进行后述的热压接工序。

[0243] 另一方面,准备在第1保护层18上形成第1电极层14的片状物54。该片状物54可以与上述片状物50相同。

[0244] 接着,如图12所示,将第1电极层14朝向压电体层12将片状物54层叠于结束了压电体层12的极化处理的层叠体52。

[0245] 进而,以通过第2保护层20及第1保护层18夹持该层叠体52与片状物54的层叠体的方式,利用热压机装置或加热辊对等对其进行热压接来制作如图1所示的压电膜30。

[0246] 或者,使用贴附剂贴合层叠体52及片状物54,优选为可以进一步进行压接而制作压电膜30。

[0247] 如此制作的压电膜30在厚度方向上被极化,而不是在面方向上被极化,并且,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,压电膜30在压电特性上没有面内各向异性,若施加驱动电压,则在面方向上向所有方向各向同性地伸缩。

[0248] 这种压电膜30可以使用切片状的片状物50及片状物54等来制造,或者,也可以使用长条的片状物50及片状物54等通过卷对卷(Roll to Roll)来制造。

[0249] 接着,在压电膜30的第1保护层18上安装第1引线32,在第2保护层20上安装第2引线34。

[0250] 另外,第1引线32的安装和第2引线34的安装能够相同地进行,因此由上述相同地,将第1引线32的安装作为代表例进行说明。

[0251] 首先,如图13所示,在第1保护层18(第2保护层20)上形成贯穿孔18a(贯穿孔20a)。

[0252] 对于贯穿孔18a的形成方法并无限制,根据第1保护层18的形成材料通过公知的方法进行即可。作为贯穿孔18a的形成方法,作为一例可例示激光加工、使用溶剂的溶解去除及机械研磨等机械加工等方法。

[0253] 接着,如图14所示,在贯穿孔18a中填充成为第1填充部件36的材料例如导电性糊料36a。

[0254] 另外,导电性糊料36a以填满贯穿孔18a的方式优选为以还填满第1引线32的贯穿孔32a的方式填充充分的量。

[0255] 另一方面,准备形成有贯穿孔32a(贯穿孔34a)的第1引线32(第2引线34)。对于贯穿孔32a的形成方法并无限制,根据第1引线32的形成材料,通过公知的方法进行即可。作为贯穿孔32a的形成方法,作为一例可例示激光加工以及机械研磨及冲孔等机械加工等方法。

[0256] 接着,如从图15至图16所示,进行第1保护层18的贯穿孔18a与第1引线32的贯穿孔32a的位置对准,在第1保护层18上层叠第1引线32。

[0257] 由此,导电性糊料36a流入贯穿孔32a,优选为填满贯穿孔32a。另外,在导电性糊料36a未填满贯穿孔32a的情况下,根据需要,也可以进一步向贯穿孔32a填充导电性糊料36a。

[0258] 并且,虽省略图示,在该层叠时,也可以在第1保护层18与第1引线32之间挤出导电性糊料36a。另外,优选为在该层叠时,导电性糊料36a从贯穿孔32a溢出,还与第1引线32的与第1保护层18相反的一侧的主表面接触。另外,从贯穿孔32a溢出的剩余的导电性糊料36a根据需要也可以通过擦拭等去除。

[0259] 最后,通过挥发导电性糊料36a的溶剂使其固化,将导电性糊料36a作为第1填充部件36(第2填充部件38)完成压电元件10。

[0260] 在此,在本发明的压电元件10中,第1引线32具有贯穿孔32a,因此如上所述导电性糊料36a暴露在大气,能够迅速进行溶剂的挥发即导电性糊料36a的固化。其结果,本发明的压电元件10能够以高生产性进行电极层与引线的连接。

[0261] 并且,虽省略图示,但根据该制造方法,如图8所示,也将第1填充部件36(导电性糊料36a)设置于第1保护层18与第1引线32之间,因此增大第1填充部件36与第1引线32的接触面积,从而能够减小电极层与引线的连接的电阻。优选为通过还使第1填充部件36(导电性糊料36a)与第1引线32的与第1保护层18相反的一侧的主表面接触,增大第1填充部件36与第1引线32的接触面积,从而能够减小电极层与引线的连接的电阻。

[0262] 另外,在本发明的压电元件10中,第1保护层18(第2保护层20)与第1引线32(第2引线34)的贴附通过公知的方法进行即可。

[0263] 作为一例,利用第1填充部件36(第2填充部件38)即导电性糊料36a等所具有的贴附力,贴附第1保护层18和第1引线32即可。并且,可以使用由粘结剂及粘合剂(粘合片)等构成的贴附层来贴附第1保护层18和第1引线32。并且,覆盖第1引线32中的至少一部分,并且将贴附胶带贴附于第1引线32和第1保护层18上,由此可以贴附第1保护层18和第1引线32。

或者,同时使用多个这些方法,也可以贴附第1保护层18和第1引线32。另外,在覆盖第1引线32中的至少一部分并且将贴附胶带贴附于第1引线32和第1保护层18的方法中,以覆盖第1填充部件36的方式设置贴附胶带,由此该贴附胶带也可以作为上述保护部件42而发挥作用。

[0264] 另外,本发明的压电元件的制造方法并不限于图10~图16所示的方法,能够利用各种方法。

[0265] 例如,如图14所示,在贯穿孔18a中填充导电性糊料36a之前,将第1引线32层叠于第1保护层18,之后,也可以在贯穿孔18a及贯穿孔32a中填充成为第1填充部件的导电性糊料36a。

[0266] 但是,在该制造方法中,很难在第1保护层18与第1引线32之间设置第1填充部件36,在该方面,上述图10~16所示的制造方法更有利。

[0267] 这种本发明的压电元件10中,作为一例,能够优选地用作电声转换器(电声转换膜)。

[0268] 在压电元件10中,通过对第1电极层14及第2电极层16施加驱动电压,压电膜30在面方向上伸缩。

[0269] 在弯曲压电膜30的状态下保持这种压电元件10。在弯曲状态下保持的压电膜30中,通过施加电压,压电膜30在面方向上伸长时,为了吸收该伸长量,压电膜30向凸侧(声音的放射方向)移动。相反,通过对压电膜30施加电压,压电膜30在面方向上收缩时,为了吸收该收缩量,压电膜30向凹侧移动。

[0270] 即,通过在弯曲状态下保持压电膜30,能够将压电膜30的伸缩运动转换成压电膜30的厚度方向上的振动。

[0271] 压电元件10能够通过因该压电膜的伸缩的反覆引起的振动来转换振动(声音)和电信号。

[0272] 这种本发明的压电元件10能够用于进行基于根据输入到压电膜30的电信号的振动的声音的再生的压电扬声器及将基于接收声波的压电膜30的振动转换成电信号的声音传感器等。另外,本发明的压电元件10也能够用作检测除了声波以外的振动的振动传感器。

[0273] 利用这种压电元件10的压电扬声器能够产生良好的挠性,例如通过卷起或折叠而容纳到包等中。因此,根据压电元件10,即使为一定程度的大小,也能够实现可容易携带的压电扬声器。

[0274] 并且,如上所述,压电元件10的柔软性及挠性优异,并且在面内不具有压电特性的各向异性。因此,压电元件10无论向哪个方向弯曲,音质的变化均小,并且,对曲率的变化音质的变化也小。因此,利用压电元件10的压电扬声器的设置位置的自由度高,并且,如上所述,能够安装于各种物品。例如,通过将压电元件10以弯曲状态装设于西服等服装及包等携带品等,能够实现所谓的可佩戴的扬声器。

[0275] 此外,如上所述,通过将本发明的压电元件10贴附于具有挠性的有机EL显示设备及具有挠性的液晶显示设备等具有挠性的显示设备,也能够用作具有挠性的显示设备的扬声器。

[0276] 并且,利用本发明的压电元件10的扬声器并不限于这种柔性的扬声器,能够利用公知的各种结构。

[0277] 作为一例,可例示如日本特开2015-109627号公报的图3所示的上表面开口的外壳中容纳羊毛的毡及玻璃棉等粘弹性支撑体并且通过本发明的压电元件10的压电膜按压粘弹性支撑体而使其固定的扬声器。

[0278] 本发明的压电元件可以为层叠多层压电膜30的元件。

[0279] 作为层叠有多层压电膜30的本发明的压电元件,作为一例可例示以层叠压电膜30的方式层叠多层图1及图2所示的压电元件10,优选为如后所示通过贴附层进行贴附的结构。

[0280] 作为层叠有多层压电膜30的本发明的压电元件,可例示优选通过如图17示意地所示的压电元件60那样折叠1次以上1片压电膜30、优选为折叠多次1片压电膜30而层叠有多层压电膜30的压电元件。通过折叠1片压电膜30而层叠,尽管层叠多层压电膜30,但第1引线32及第2引线34均有1个即可。

[0281] 如上所述,在压电元件10中,压电膜30通过电压的施加在面方向上伸缩,通过该面方向的伸缩在厚度方向上适当地振动,因此例如用于压电扬声器等时,显现能够输出升压高的声音的良好的音响特性。

[0282] 通过层叠多张显现良好的音响特性即由压电引起的高的伸缩性能的压电膜30,例如作为使振动板等被振动体振动的压电振动元件也良好地发挥作用。

[0283] 作为一例,如图18示意地所示,可以设为将层叠有压电膜30的压电元件60贴附于振动板62并且通过压电膜30的层叠体使振动板62振动而输出声音的扬声器。即,此时,将层叠有压电膜30的压电元件60层叠体作为通过使振动板62振动来输出声音的所谓的激发器而发挥作用。

[0284] 通过对层叠的压电膜30施加驱动电压,各个压电膜30沿面方向伸缩,通过各压电膜30的伸缩,所层叠的压电膜30整体在面方向上伸缩。

[0285] 通过压电膜30的层叠体的面方向的伸缩,贴附有层叠体的振动板62挠曲,其结果,振动板62沿厚度方向振动。通过该厚度方向的振动,振动板62产生声音。振动板62根据施加到压电元件60的驱动电压的大小来振动,并产生与施加到压电元件60的驱动电压相应的声音。

[0286] 因此,此时,压电元件60(压电膜30)本身不输出声音。

[0287] 即使每张压电膜30的刚性低、伸缩力小,通过层叠压电膜30,刚性也提高,作为层叠体整体的伸缩力也增大。

[0288] 其结果,作为压电膜30的层叠体的压电元件60中,即使振动板62具有一定程度的刚性,也能够以较大的力使振动板62充分挠曲,并使振动板62沿厚度方向充分振动,从而在振动板62上产生声音。

[0289] 在层叠有压电膜30的压电元件60中,压电膜30的层叠张数并无限制,例如根据振动的振动板62的刚性等适当地设定可获得充分的振动量的张数即可。

[0290] 另外,只要具有充分的伸缩力,则也能够将如图1及图2所示的1片压电元件10同样地用作激发器(压电振动元件)。

[0291] 在图17及图18中,符号64为贴附在层叠方向上相邻的压电膜30的贴附层。

[0292] 如上所述,关于压电元件60,通过使所层叠的多层压电膜30伸缩,例如使振动板46振动而产生声音。因此,在层叠有多层压电膜30的本发明的压电元件60中,优选直接传递各

层的压电膜30的伸缩。相对于此,通过具有贴附相邻的压电膜30的贴附层64,能够直接传递各层的压电膜30的伸缩,并且能够大幅提高作为压电元件60整体的伸缩及驱动效率。

[0293] 另外,在层叠有多层压电膜30的本发明的压电元件中,贴附层64不是必要的构成要件。

[0294] 然而,在不具有贴附层64的情况下,导致各层压电膜30独立而伸缩。如此,在每个压电膜30独立而伸缩的情况下,导致作为层叠压电元件的驱动效率降低而作为压电元件整体的伸缩变小,有可能导致无法充分地振动所抵接的振动板62等。

[0295] 因此,如图17等所示,层叠有多层压电膜30的本发明的压电元件优选具有贴附相邻的压电膜30的贴附层64。

[0296] 在本发明中,若能够贴附相邻的压电膜30,则能够利用各种公知的贴附层64。

[0297] 因此,贴附层64可以由粘结剂构成的层,也可以由粘合剂构成的层,也可以为由具有粘结剂与粘合剂这两者的特征的材料构成的层。粘结剂为贴合时具有流动性,之后成为固体的贴附剂。粘合剂为贴合时为凝胶状(橡胶状)的软固体且之后也不会改变凝胶状的状态的贴附剂。

[0298] 在此,如上所述,在层叠有多层压电膜30的压电元件中,优选直接传递各层的压电膜30的伸缩。若考虑到这一点,则相比由粘合剂组成的粘合剂层,贴附层64优选为由可获得固态且较硬的贴附层64的粘结剂组成的粘结剂层。

[0299] 并且,在压电元件60中,贴附层64的厚度并无限制,根据形成贴附层64的粘结层等适当设定能够显现充分的贴附力(粘结力、粘合力)的厚度即可。

[0300] 关于以上的贴附层64及后述的贴附层68,层叠有多层图1及图2所示的压电元件10的本发明的压电元件、即层叠有多层切片状压电膜30的本发明的压电元件也相同。

[0301] 在将层叠有多层压电膜30的压电元件用作激发器的情况下,对于通过压电元件10的层叠体振动的振动板也并无限制,能够利用各种片状物(板状物、膜)。

[0302] 作为一例,可例示由聚对苯二甲酸乙二酯(PET)等组成的树脂膜、由发泡聚苯乙烯等组成的发泡塑胶、硬纸板材料等纸质材料、玻璃板及木材等。此外,只要能够充分挠曲,则作为振动板,也可以使用显示设备等机器。

[0303] 在图18中,符号68为作为优选的方式设置的贴附本发明的压电元件60和振动板62的贴附层。通过具有贴附压电元件60和振动板62的贴附层68,直接将压电元件60(压电膜30的层叠体)的伸缩传递到振动板62,并且能够有效地振动振动板62。

[0304] 在将本发明的压电元件60用作激发器的电声转换器中,对于贴附压电元件60与振动板62的贴附层68并无限制,能够利用公知的由各种粘合剂及粘结剂构成的层。

[0305] 作为贴附层68的形成材料,作为一例可例示与上述贴附层64相同的材料。优选的贴附层68(贴附剂)也与贴附层64相同。

[0306] 以上,对本发明的压电元件进行了详细说明,但是本发明并不限于上述例,在不脱离本发明的宗旨的范围内,当然可以进行各种改良和变更。

[0307] 实施例

[0308] 以下,举出本发明的具体的实施例,对本发明的压电元件进行更详细的说明。

[0309] [压电膜的制作]

[0310] 通过球磨机,湿式混合氧化铅粉末、氧化锆粉末及氧化钛粉末12小时,制备了原料

混合粉。此时,各氧化物的量相对于Pb=1摩尔设为Zr=0.52摩尔、Ti=0.48摩尔。

[0311] 将该原料混合粉投入到坩锅中,在800℃下进行5小时的煅烧,制作了PZT粒子的原料粒子。

[0312] 通过上述图10~图12所示的方法,制作了具有在压电体层的两面具有电极层并且覆盖电极层的保护层的如图1所示的压电膜。

[0313] 首先,以下述的成分比,将氰乙基化PVA (Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd.制造、CR-V) 溶解于甲基乙基酮(MEK)。之后,向该溶液以下述的成分比添加PZT粒子,并且通过螺旋桨式搅拌混合器(转速2000rpm)进行分散,从而制备了用于形成压电体层的涂料。

[0314] • PZT粒子 • • • • • 300质量份

[0315] • 氰乙基化PVA • • • • • 30质量份

[0316] • DMF • • • • • 70质量份

[0317] 另一方面,准备了2片在厚度4μm的PET膜上真空蒸镀厚度0.1μm的铜薄膜而成的片状物。即,在本例中,第1电极层及第2电极层为厚度0.1μm的铜蒸镀薄膜,第1保护层及第2保护层成为厚度4μm的PET膜。

[0318] 使用滑动式涂布机在1片的片状物的第2电极层(铜蒸镀薄膜)上涂布了预先制备的用于形成压电体层的涂料。另外,以干燥后的涂膜的膜厚成为40μm的方式涂布了涂料。

[0319] 接着,在120℃的加热板上加热干燥将涂料涂布于片状物的物质,由此使DMF蒸发。由此,制作了PET制的第2保护层上具有铜制的第2电极层并且在其上具有厚度为40μm的压电体层的层叠体。

[0320] 对所制作的压电体层在厚度方向上进行了极化处理。

[0321] 在进行了极化处理的层叠体上,将第1电极层(铜薄膜侧)朝向压电体层而层叠另一片的片状物。

[0322] 接着,使用层压装置,将层叠体与片状物的层叠体在温度120℃下进行热压接,由此贴附并粘结压电体层及第1电极层来制作了如图1所示的压电膜。

[0323] 将所制作的压电膜切断成200×70mm的矩形。

[0324] [实施例1]

[0325] 准备了厚度为35μm、宽度为12mm、长度为15mm的第1引线及第2引线。关于该引线,在铜箔的表面上实施了厚度0.5μm的镍电镀而成。

[0326] 在引线的长度方向的端部附近并且宽度方向的中心,通过冲孔机设置有5mm的贯穿孔。

[0327] 使用二氧化碳激光,在所切断的压电膜的第1保护层上形成有直径5mm的贯穿孔。贯穿孔形成为中心距离压电膜的长边方向中的其中一个端部为10mm、距短边方向的其中一个端部为20mm的位置。

[0328] 该贯穿孔中填充有导电性糊料(FUJIKURAKASEI CO.,LTD.制造、DOTITED550)。导电性糊料的填充量设为除了填满保护层的贯穿孔以外还充分填满第1引线的贯穿孔的量。关于该方面,根据引线的贯穿孔的直径等,另一实施例也相同。

[0329] 接着,在面方向上使彼此的贯穿孔的中心一致,在第1保护层上层叠而安装有第1引线。

[0330] 以与第1引线相同的方式在第2保护层上层叠而安装第2引线,在相对于压电膜的

长边方向的中心成为线对称的位置上制作了如图1及图2所示的压电元件(参考图19)。

[0331] [实施例2]

[0332] 将引线的贯穿孔的直径设为2mm,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。

[0333] 即,如图3所示的例,该压电元件具有在面方向上保护层的贯穿孔内包引线的贯穿孔的结构。

[0334] [实施例3]

[0335] 将引线的贯穿孔的直径设为8mm,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。

[0336] 即,如图4所示的例,该压电元件具有在面方向上引线的贯穿孔内包保护层的贯穿孔的结构。

[0337] [实施例4]

[0338] 将引线的贯穿孔的中心向压电膜的短边方向的外侧移动3mm,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。

[0339] 即,如图5所示,该压电元件具有引线的贯穿孔和保护层的贯穿孔在面方向上一部分重叠的结构。

[0340] [实施例5]

[0341] 将保护层的贯穿孔的直径设为2mm,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。

[0342] 即,如图4所示的例,该压电元件具有在面方向上引线的贯穿孔内包保护层的贯穿孔的结构。

[0343] [实施例6]

[0344] 将保护层的贯穿孔的直径设为8mm,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。

[0345] 即,如图3所示的例,该压电元件具有在面方向上保护层的贯穿孔内包引线的贯穿孔的结构。

[0346] [实施例7]

[0347] 减少填充于保护层的贯穿孔的导电性糊料的量,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。

[0348] 在该压电元件中,导电性糊料填充至引线的贯穿孔的约一半的位置。

[0349] [实施例8]

[0350] 未擦拭从引线的贯穿孔溢出的导电性糊料,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。

[0351] 即,在该压电元件中,如图7所示的例,导电性糊料填满引线的贯穿孔,并且也与引线的与保护层相反的一侧的主表面接触。

[0352] [实施例9]

[0353] 通过喷砂对引线的主表面的一个表面进行了粗面化。

[0354] 根据JIS B 0601:1994,测量了经粗面化的引线的表面粗糙度Ra的结果,表面粗糙度Ra为1.2 μ m。另外,同样地测量了经粗面化之前的引线的主表面的表面粗糙度Ra的结果,

表面粗糙度Ra为0.2 μ m。

[0355] 将经粗面化的表面朝向保护层而使用将该引线,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。

[0356] [比较例1]

[0357] 使用不具有贯穿孔的引线,并且将填充于保护层的贯穿孔的导电性糊料的量设为从保护层的贯穿孔稍微溢出的量,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。

[0358] [比较例2]

[0359] 使用对与实施例9相同的一个表面进行粗面化的引线,除此以外,以与比较例1相同的方式制作了压电元件。

[0360] [比较例3]

[0361] 将引线的贯穿孔的直径设为10mm,除此以外,以与实施例1相同的方式制作了压电元件。另外,导电性糊料的填充量设为与实施例1相同的量。

[0362] 在本例中,导电性糊料未与引线的贯穿孔的内壁面接触。

[0363] [电阻的测量]

[0364] 针对所制作的压电元件,使用LCR计测量了第1电极层与第1引线的连接部的电阻。

[0365] 如图19示意地所示,以相对于压电膜的短边方向的中止线成为线对称的方式安装相同的引线来测量引线之间的电阻,由此进行了电阻的测量。因此,成为测量的对象的贯穿孔的中心间距离为30mm。

[0366] 并且,在将第1引线层叠于第1保护层之后立即,从引线层叠于第1保护层经过12小时之后,相同的经过24小时之后及经过48小时之后进行了电阻的测量。

[0367] 将测量结果示于下述表1中。

[0368] [表1]

	引线		保护层	贯穿孔位置偏移 [mm]	导电性糊料的状态	经时的电阻 [Ω]				
	贯穿孔直径 [mm]	表面粗糙度	贯穿孔直径 [mm]			紧后	12小时	24小时	48小时	72小时
实施例 1	5	平滑	5	0	填满贯穿孔	OL	3	1	1	1
实施例 2	2	平滑	5	0	填满贯穿孔	OL	4	2	1	1
实施例 3	8	平滑	5	0	填满贯穿孔	OL	2	1	1	1
[0369] 实施例 4	5	平滑	5	3	填满贯穿孔	OL	4	2	1	1
实施例 5	5	平滑	2	0	填满贯穿孔	OL	3	1	1	1
实施例 6	5	平滑	8	0	填满贯穿孔	OL	3	1	1	1
实施例 7	5	平滑	5	0	贯穿孔的一半	OL	4	2	2	2
实施例 8	5	平滑	5	0	也与引线主表面接触	OL	3	0.8	0.8	0.8
实施例 9	5	粗糙面	5	0	填满贯穿孔	OL	3	0.5	0.5	0.5
比较例 1	无	平滑	5	0	与引线接触	OL	10	7	4	4
比较例 2	无	粗糙面	5	0	与引线接触	OL	8	6	3	3
比较例 3	10	平滑	5	0	未与引线接触	OL	OL	OL	OL	OL

[0370] 该表中,导电性糊料的状态下的贯穿孔为引线的贯穿孔。

[0371] OL (Over load) 表示电阻过高而无法测量。

[0372] 如表1所示,根据本发明的压电元件,与作为在引线上不具有贯穿孔的以往的压电元件的比较例1及比较例2相比,能够降低电极层与引线的连接部的电阻,进而还能够缩短导电性糊料的干燥时间。

[0373] 其中,如实施例1、实施例2及实施例4所示,通过使引线的贯穿孔和保护层的贯穿孔一致,能够优选地缩短导电性糊料的干燥时间。其中,尤其如实施例3所示,通过使引线的贯穿孔大于保护层的贯穿孔,能够更缩短导电性糊料的干燥时间。

[0374] 并且,如实施例1及实施例7所示,通过用导电性糊料即填充部件填满引线的贯穿孔,能够更降低电极层与引线的连接部的电阻。如实施例8所示,通过还使导电性糊料即填充部件与引线的主表面接触,能够进一步降低电极层与引线的连接部的电阻。如实施例9所示,通过将引线的与保护层的接触面的表面粗糙度设为 $0.8\mu\text{m}$ 以上,能够进一步降低电极层与引线的连接部的电阻。

[0375] 另外,即使在引线上具有贯穿孔,导电性糊料即填充部件也不会与引线接触的比较例3中,电极层无法与引线的导通,电阻过高而无法进行测量。

[0376] 根据以上的结果,本发明的效果较为明显。

[0377] 产业上的可利用性

[0378] 能够优选地用于扬声器等电声转换器及振动传感器等。

[0379] 符号说明

[0380] 10、60-压电元件,12-压电体层,14-第1电极层,16-第2电极层,18-第1保护层,18a、20a、32a、34a-贯穿孔,20-第2保护层,24-基体,26-压电体粒子,30-压电膜,32-第1引线,34-第2引线,36-第1填充部件,36a-导电性糊料,38-第2填充部件,50、54-片状物,52-层叠体,62-振动板。

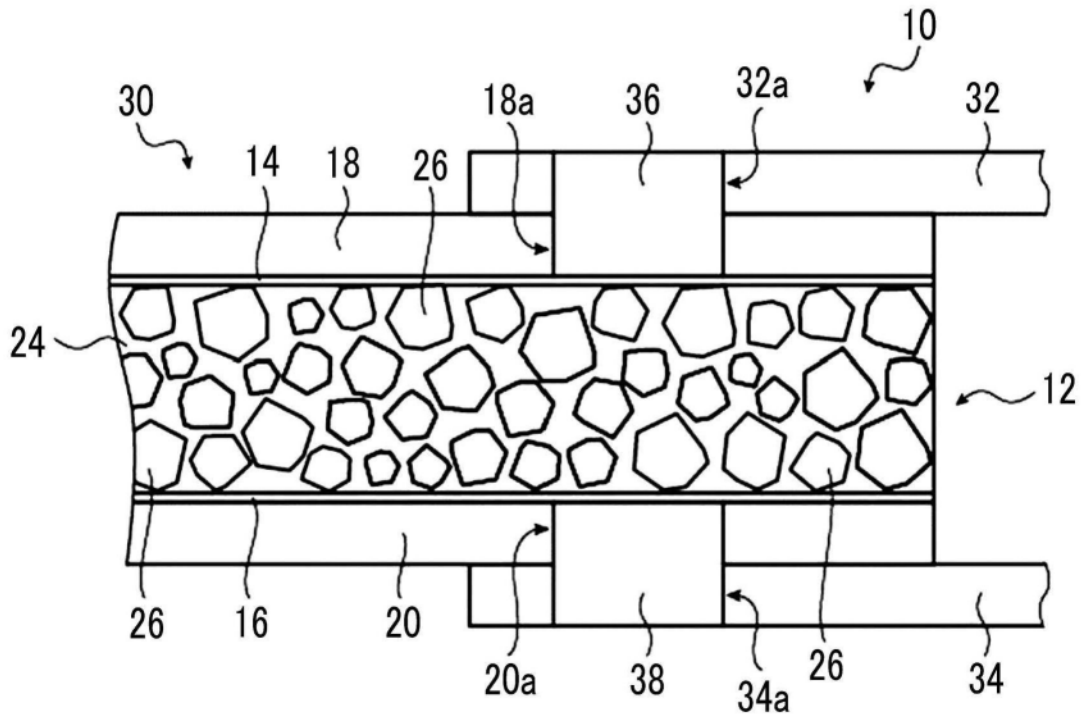


图1

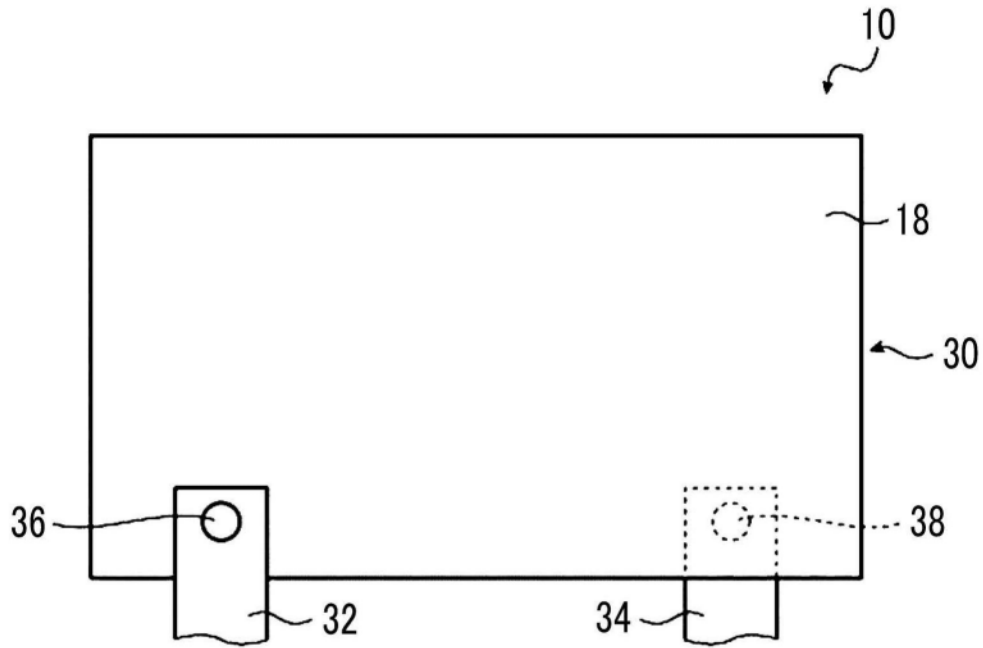


图2

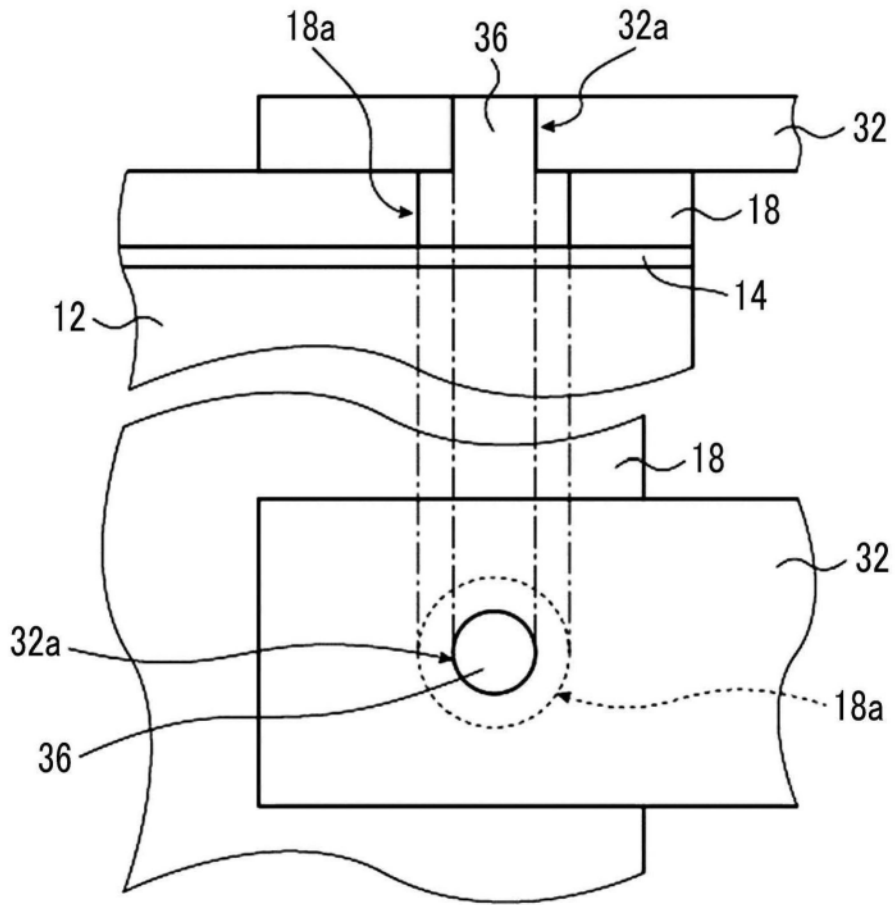


图3

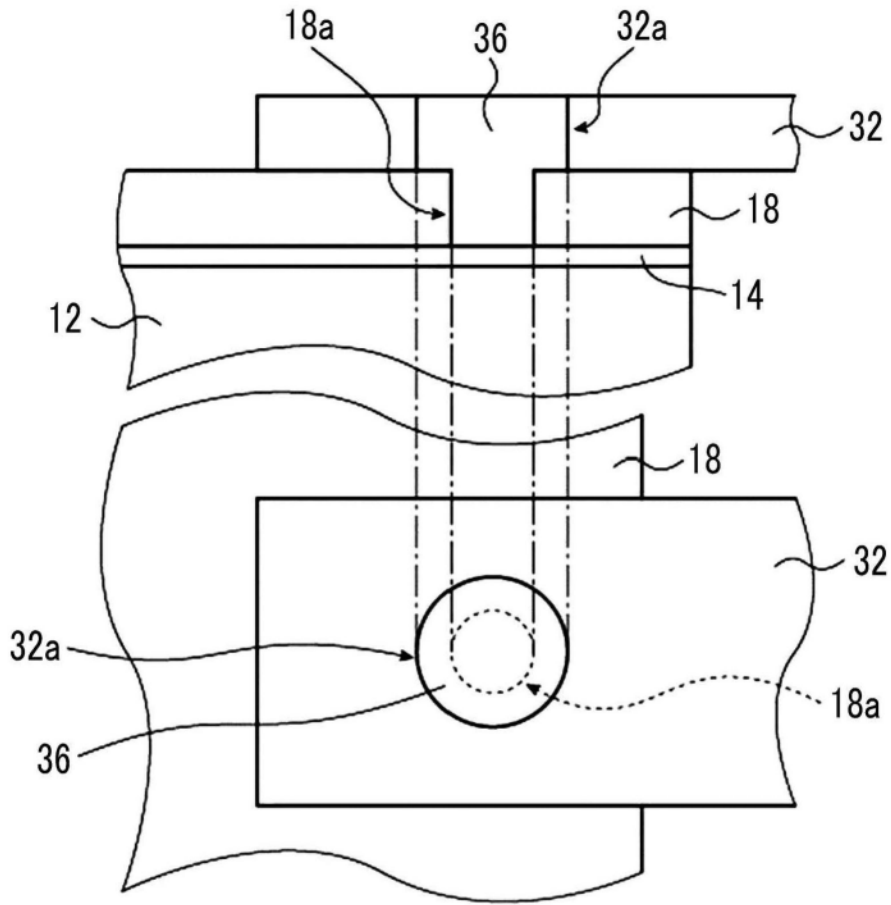


图4

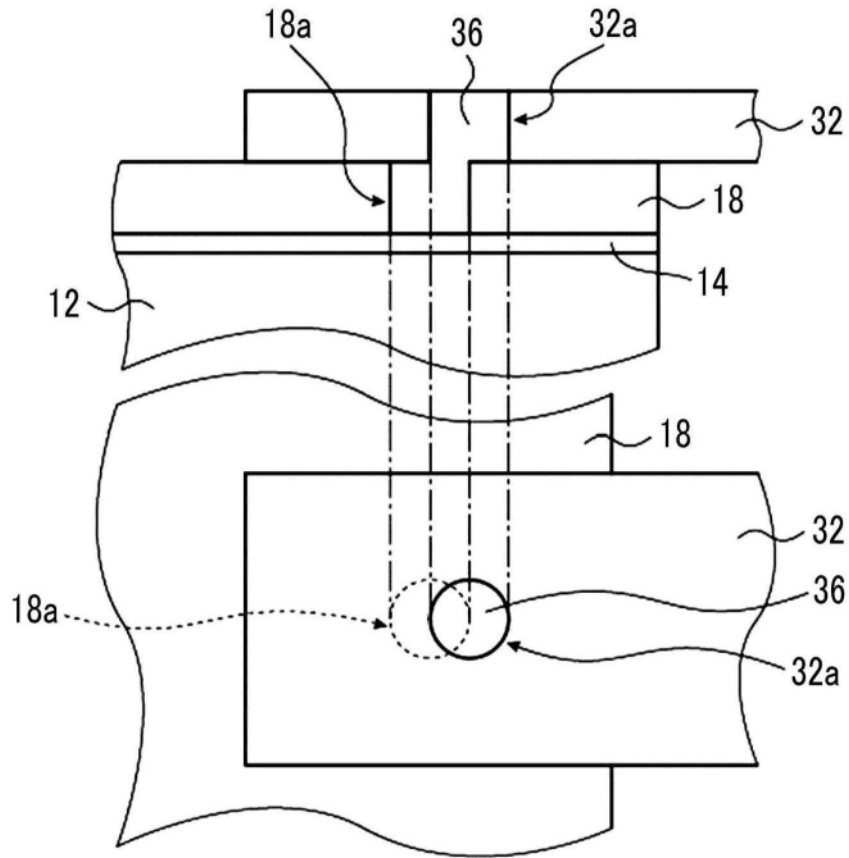


图5

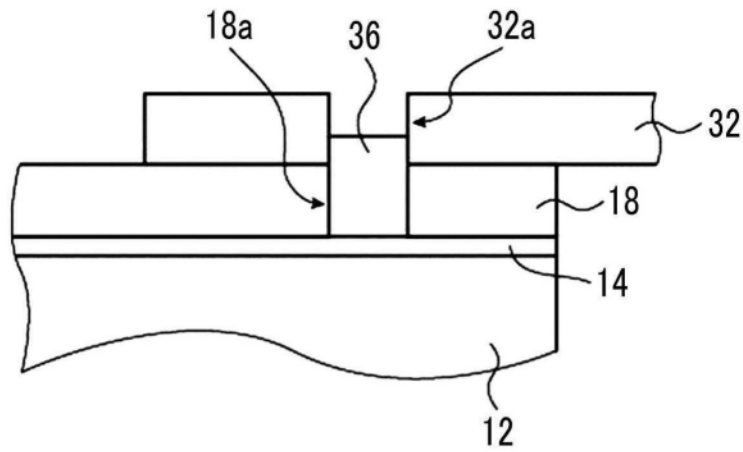


图6

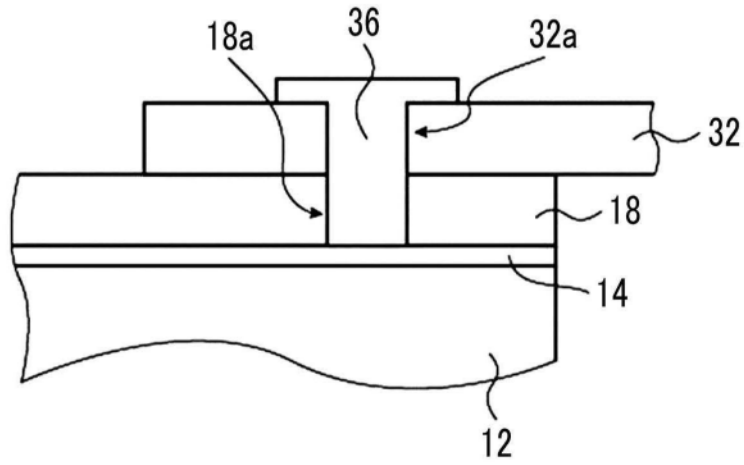


图7

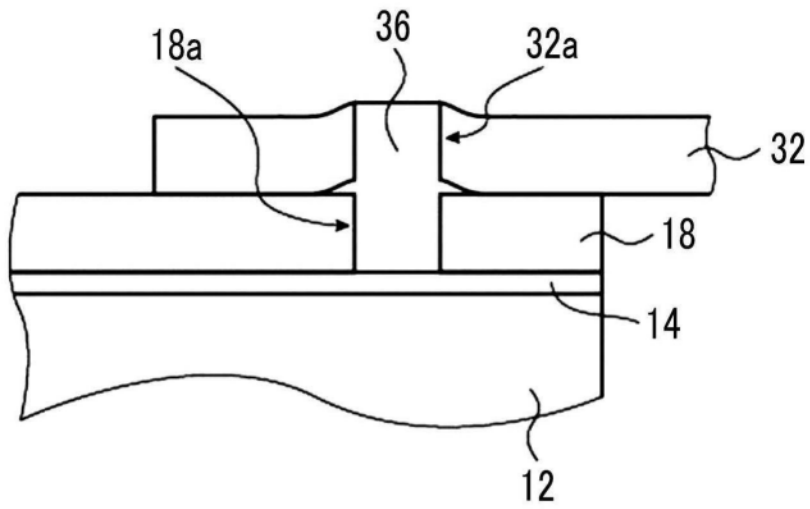


图8

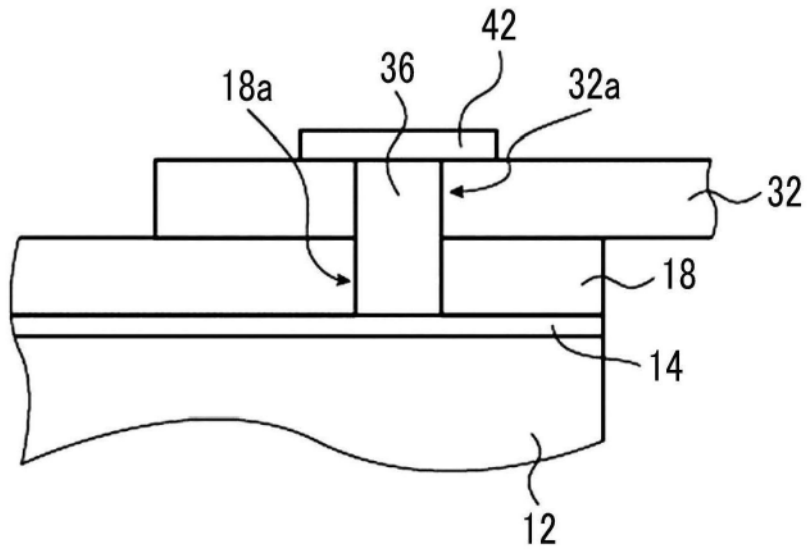


图9

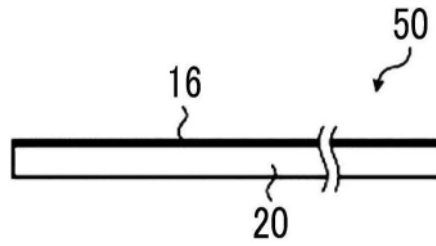


图10

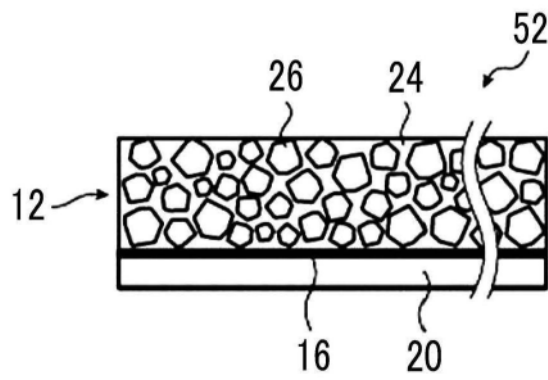


图11

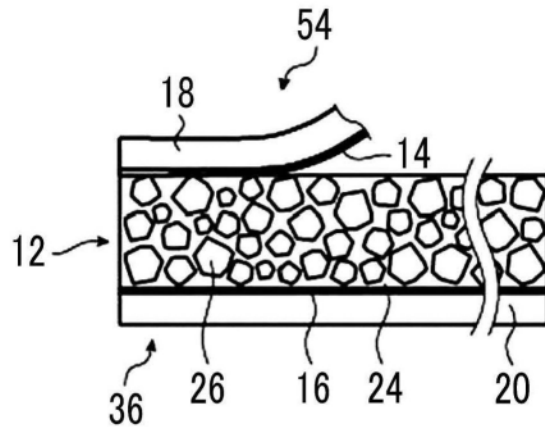


图12

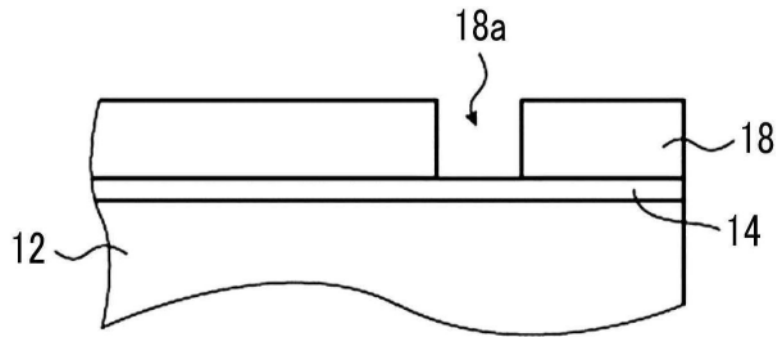


图13

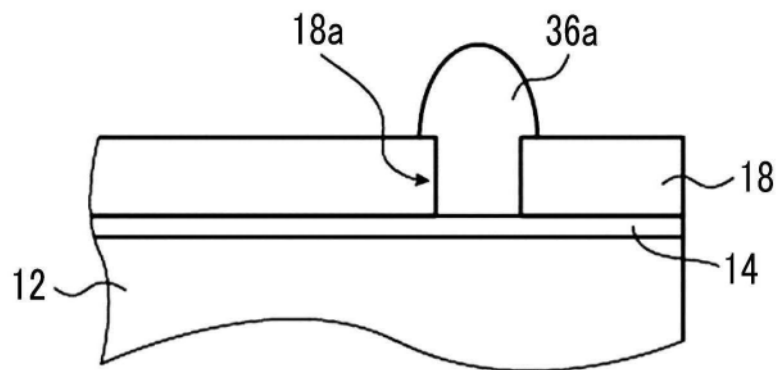


图14

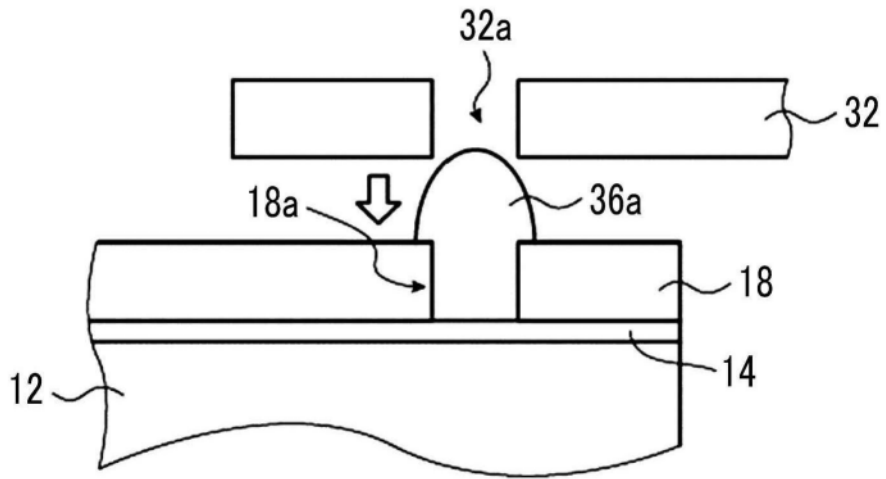


图15

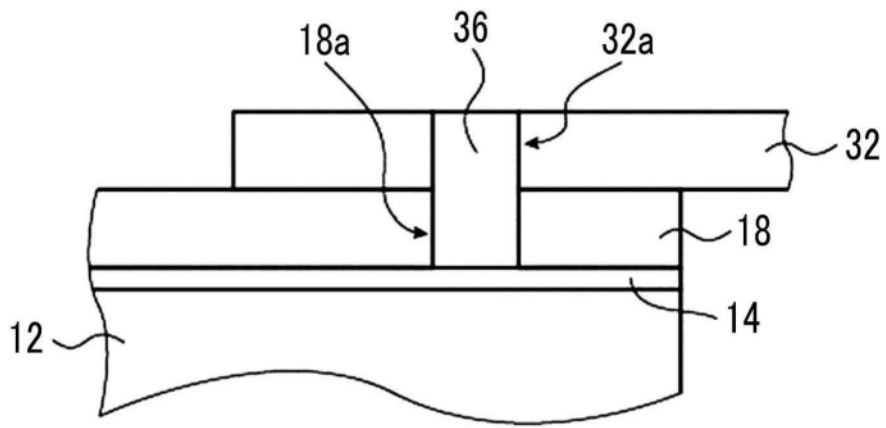


图16

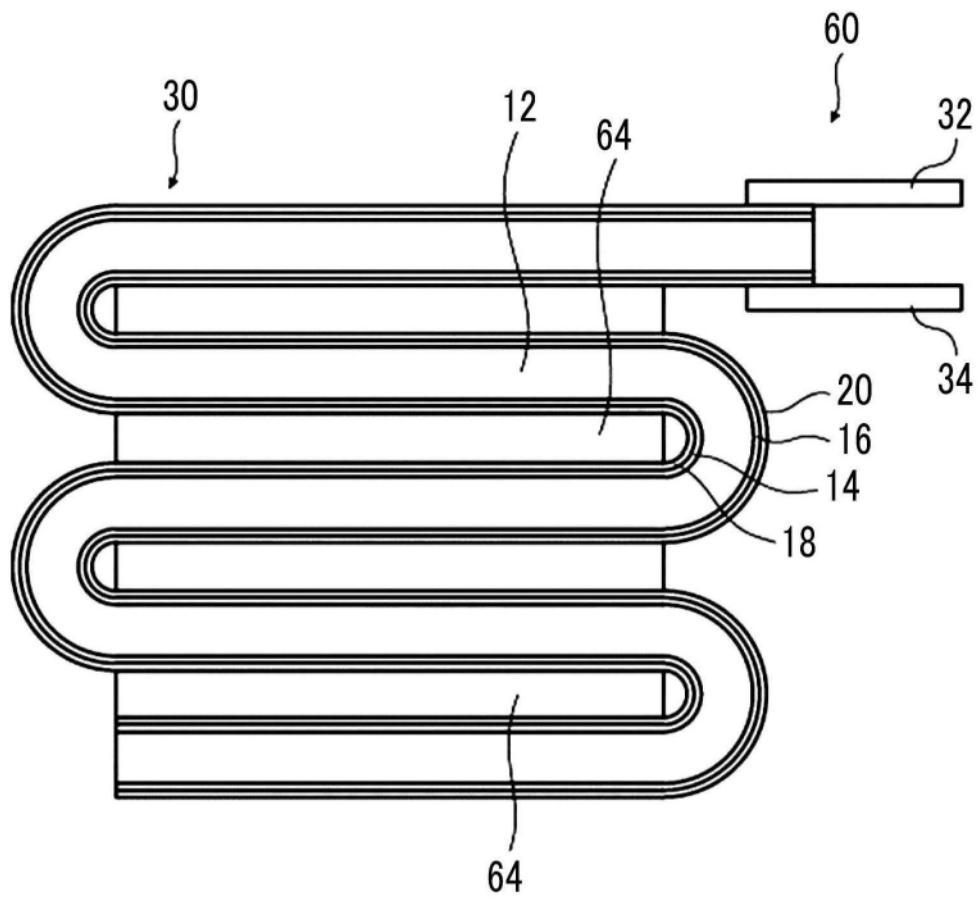


图17

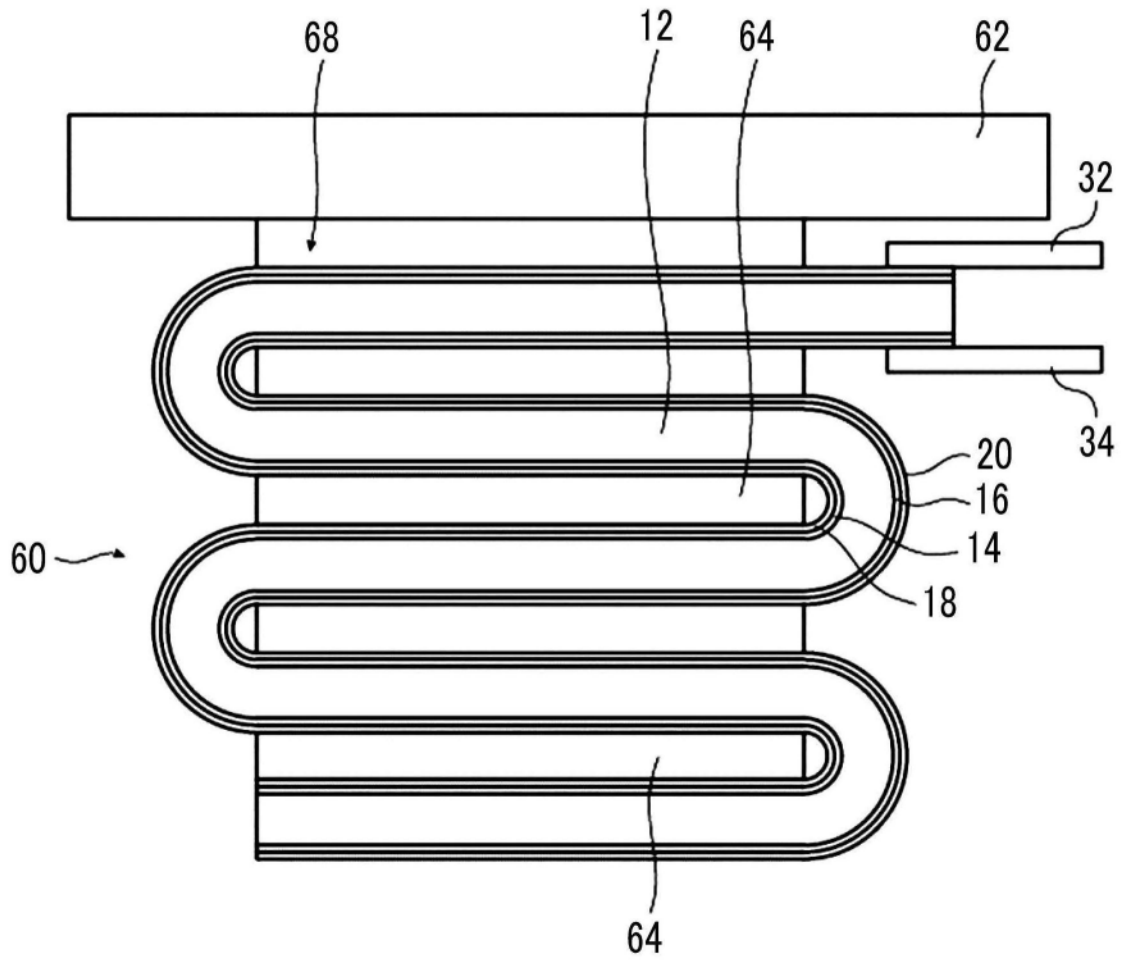


图18

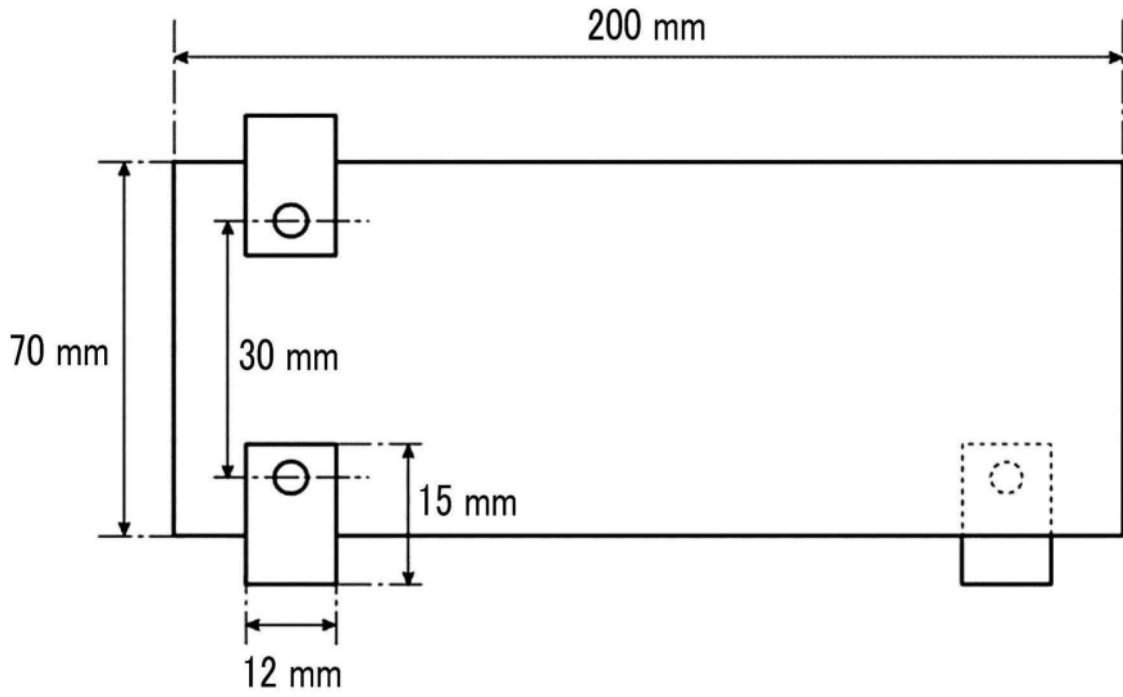


图19