



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114521297 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 20

(21) 申请号 202080070616.X

(22) 申请日 2020.10.06

(30) 优先权数据

2019-189074 2019.10.16 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.04.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2020/037813 2020.10.06

(87) PCT国际申请的公布数据

W02021/075308 JA 2021.04.22

(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 平口和男

(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 41/053 (2006.01)

H01L 41/047 (2006.01)

H01L 41/23 (2013.01)

H01L 41/29 (2013.01)

H04R 17/00 (2006.01)

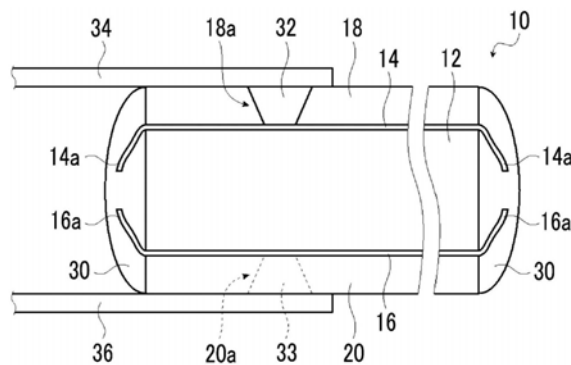
权利要求书2页 说明书20页 附图8页

(54) 发明名称

压电薄膜及压电薄膜的制造方法

(57) 摘要

本发明的课题在于提供一种在压电体层的两面具有电极层及保护层的压电薄膜中,能够防止因从压电体层突出的电极而引起的短路的压电薄膜及该压电薄膜的制造方法。本发明通过如下压电薄膜来解决课题,所述压电薄膜具有:层叠膜,具有压电体层、设置于压电体层的两面的电极层及覆盖电极层的保护层;及绝缘性端面包覆层,覆盖层叠膜的端面的至少一部分。



1. 一种压电薄膜,其特征在于,具有:
层叠膜,该层叠膜具有压电体层、设置于所述压电体层的两面的电极层及覆盖所述电极层的保护层;及
绝缘性端面包覆层,该绝缘性端面包覆层覆盖所述层叠膜的端面的至少一部分。
2. 根据权利要求1所述的压电薄膜,其中,
所述端面包覆层覆盖所述层叠膜的整个端面。
3. 根据权利要求1或2所述的压电薄膜,其具有:
导电性连接部件,贯通所述保护层而与所述电极层连接;及
引出电极,直接或间接地与所述连接部件电连接且延伸到所述层叠膜的面方向的外部。
4. 根据权利要求3所述的压电薄膜,其中,
在所述引出电极与所述层叠膜之间,具有从所述层叠膜的端部突出的绝缘性电极绝缘部件。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的压电薄膜,其中,
在所述层叠膜中的所述压电体层与至少一个所述电极层之间的端部的至少一部分具有绝缘性层间绝缘部件。
6. 根据权利要求5所述的压电薄膜,其中,
所述层间绝缘部件中的至少一部分从所述层叠膜的端部突出。
7. 根据权利要求5或6所述的压电薄膜,其中,
在从所述层叠膜引出电极的一侧的端部具有所述层间绝缘部件。
8. 根据权利要求5至7中任一项所述的压电薄膜,其中,
在所述层叠膜的端部整个区域具有所述层间绝缘部件。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的压电薄膜,其中,
所述压电体层为在包含高分子材料的基质中包含压电体粒子的高分子复合压电体。
10. 一种压电薄膜的制造方法,其特征在于,包括:
薄膜制作工序,制作具有压电体层、设置于所述压电体层的两面的电极层及覆盖所述电极层的保护层的层叠膜;
包覆层形成工序,覆盖所述层叠膜的端面的至少一部分而形成绝缘性端面包覆层;及
通电工序,进行所述包覆层形成工序之后,对所述层叠膜的所述电极层通电。
11. 根据权利要求10所述的压电薄膜的制造方法,其中,
在所述包覆层形成工序中,在所述层叠膜的端面的整个区域形成所述端面包覆层。
12. 根据权利要求10或11所述的压电薄膜的制造方法,其还包括:
贯穿孔形成工序,在所述层叠膜的至少一个所述保护层中形成通到所述电极层的贯穿孔;
连接部形成工序,形成贯通所述贯穿孔且与所述电极层连接的导电性连接部件;及
电极形成工序,形成与所述连接部件连接且延伸到所述层叠膜的面方向的外部的引出电极。
13. 根据权利要求10至12中任一项所述的压电薄膜的制造方法,其中,
所述薄膜制作工序包括:压电体层形成工序,在具有所述保护层及所述电极层的第2层

叠体的所述电极层的表面形成所述压电体层;及

层叠工序,以使所述电极层与所述压电体层对面的方式,在所述压电体层的表面上层叠具有所述电极层及所述保护层的第1层叠体。

压电薄膜及压电薄膜的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电声转换薄膜等中所使用的压电薄膜及该压电薄膜的制造方法。

背景技术

[0002] 应对液晶显示器和有机EL (Electro Luminescence:电致发光) 显示器等、显示器的薄型化及轻量化,对用于这些薄型显示器的扬声器也要求薄型化及轻量化。并且,应对使用塑料等挠性基板的柔性显示器的开发,对用于柔性显示器的扬声器也要求挠性。

[0003] 以往的扬声器的形状通常为漏斗状的所谓的锥形及球面状的圆顶型等。然而,若欲将这种扬声器内置于上述薄型显示器中,则无法充分地实现薄型化,并且,可能会损害轻量化性和挠性。并且,当外部安装扬声器时,携带等方面麻烦。

[0004] 因此,作为薄型且不损害轻量化性和挠性便能够与薄型的显示器及柔性显示器等一体化的扬声器,提出了使用片状且具有挠性并且具有响应于施加电压而伸缩的性质的压电薄膜。

[0005] 例如,本案申请人作为片状且具有挠性并且能够稳定地播放高音质的声音的压电薄膜,提出了专利文献1中所公开的压电薄膜(电声转换薄膜)。

[0006] 专利文献1中所公开的压电薄膜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构成的粘弹性基质中而成的高分子复合压电体(压电体层)、形成于高分子复合压电体的两面的电极层、及形成于电极层的表面的保护层。并且,专利文献1中所公开的压电薄膜具有如下特征:当通过X射线衍射法评价高分子复合压电体时的、源自压电体粒子的(002)面峰值强度与(200)面峰值强度的强度比率 $\alpha_1 = \frac{(002) \text{面峰值强度}}{((002) \text{面峰值强度} + (200) \text{面峰值强度})}$ 为0.6以上且小于1。

[0007] 以往技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1:国际公开第2017/018313号

发明内容

[0010] 发明要解决的技术课题

[0011] 这些压电薄膜例如以弯曲的状态维持,由此作为压电扬声器而发挥作用。即,将压电薄膜以弯曲状态维持并且在电极层上施加驱动电压,由此通过压电体粒子的伸缩来伸缩高分子复合压电体,并且为了吸收该伸缩而振动。压电薄膜通过该振动使空气振动,将电信号转换成声音。

[0012] 该压电薄膜在压电体层的两面具有电极层,并且具有在其两面上设置保护层的结构。在这些压电薄膜中,压电体层例如优选为300 μm 以下,且非常薄。

[0013] 因此,若在压电体层的两面形成的电极层从压电体层的端部突出,则导致压电体层的两面的电极短路,并且导致压电薄膜不能正常地工作。

[0014] 发明的目的在于提供一种通过解决这些以往技术的课题在压电体层的两面具有

电极层及保护层的压电薄膜中能够防止因从压电体层突出的电极而引起的短路的压电薄膜及该压电薄膜的制造方法。

[0015] 用于解决技术课题的手段

[0016] 为了解决该课题,本发明具有以下结构。

[0017] [1]一种压电薄膜,其特征在于,具有:层叠膜,具有压电体层、设置于压电体层的两面的电极层及覆盖电极层的保护层;及

[0018] 绝缘性端面包覆层,覆盖层叠膜的端面的至少一部分。

[0019] [2]根据[1]所述的压电薄膜,其中,

[0020] 端面包覆层覆盖层叠膜的整个端面。

[0021] [3]根据[1]或[2]所述的压电薄膜,其具有:

[0022] 导电性连接部件,贯通保护层而与电极层连接;及

[0023] 引出电极,直接或间接地与连接部件电连接且直至到达层叠膜的面方向的外部。

[0024] [4]根据[3]所述的压电薄膜,其中,

[0025] 在引出电极与层叠膜之间,具有从层叠膜的端部突出的绝缘性电极绝缘部件。

[0026] [5]根据[1]至[4]的任一项所述的压电薄膜,其中,

[0027] 在层叠膜中的至少一个的压电体层与电极层之间的端部的至少一部分具有绝缘性层间绝缘部件。

[0028] [6]根据[5]所述的压电薄膜,其中,

[0029] 层间绝缘部件中的至少一部分从层叠膜的端部突出。

[0030] [7]根据[5]或[6]所述的压电薄膜,其中,

[0031] 在从层叠膜引出电极的一侧的端部具有层间绝缘部件。

[0032] [8]根据[5]至[7]的任一项所述的压电薄膜,其中,

[0033] 在层叠膜的端部整个区域具有层间绝缘部件。

[0034] [9]根据[1]至[8]的任一项所述的压电薄膜,其中,

[0035] 压电体层为在包含高分子材料的基质中包含压电体粒子的高分子复合压电体。

[0036] [10]一种压电薄膜的制造方法,其特征在于,包括:

[0037] 薄膜制作工序,制作具有压电体层、设置于压电体层的两面的电极层及覆盖电极层的保护层的层叠膜;

[0038] 包覆层形成工序,覆盖层叠膜的端面的至少一部分而形成绝缘性端面包覆层;及

[0039] 通电工序,进行包覆层形成工序之后,对层叠膜的电极层通电。

[0040] [11]根据[10]所述的压电薄膜的制造方法,其中,

[0041] 在包覆层形成工序中,在层叠膜的端面的整个区域形成端面包覆层。

[0042] [12]根据[10]或[11]所述的压电薄膜的制造方法,其还包括:

[0043] 贯穿孔形成工序,在层叠膜的保护层中的至少一个上形成通到电极层的贯穿孔;

[0044] 连接部形成工序,形成贯通贯穿孔且与电极层连接的导电性连接部件;及

[0045] 电极形成工序,形成与连接部件连接且直至到达层叠膜的面方向的外部的引出电极。

[0046] [13]根据[10]至[12]的任一项所述的压电薄膜的制造方法,其中,

[0047] 薄膜制作工序包括:压电体层形成工序,在具有保护层及电极层的第2层叠体的电

极层的表面形成压电体层;及

[0048] 层叠工序,在压电体层的表面上层叠具有电极层及保护层的第1层叠体以使电极层与压电体层对面。

[0049] 发明效果

[0050] 根据本发明,在压电体层的两面具有电极层及保护层的压电薄膜中能够防止因从压电体层突出的电极而引起的短路。

附图说明

[0051] 图1是概念性地表示本发明的压电薄膜的一例的剖视图。

[0052] 图2是概念性地表示本发明的压电薄膜中所使用的压电体层的一例的图。

[0053] 图3是用于说明图1所示的压电薄膜的制造方法的概念图。

[0054] 图4是用于说明图1所示的压电薄膜的制造方法的概念图。

[0055] 图5是用于说明图1所示的压电薄膜的制造方法的概念图。

[0056] 图6是用于说明图1所示的压电薄膜的制造方法的概念图。

[0057] 图7是用于说明图1所示的压电薄膜的制造方法的概念图。

[0058] 图8是用于说明图1所示的压电薄膜的制造方法的概念图。

[0059] 图9是用于说明图1所示的压电薄膜的制造方法的概念图。

[0060] 图10是概念性地表示本发明的压电薄膜的另一例的图。

[0061] 图11是概念性地表示本发明的压电薄膜的另一例的图。

[0062] 图12是概念性地表示本发明的压电薄膜的另一例的图。

[0063] 图13是概念性地表示压电薄膜的另一例的图。

[0064] 图14是概念性地表示压电薄膜的另一例的图。

[0065] 图15是概念性地表示压电薄膜的另一例的图。

[0066] 图16是概念性地表示使用本发明的压电薄膜的压电扬声器的一例的图。

具体实施方式

[0067] 以下,根据附图所示的优选实施方式,对本发明的压电薄膜及压电薄膜的制造方法进行详细说明。

[0068] 以下所记载的构成要件的说明有时是基于本发明的代表性实施方式而进行,但本发明并不限于这种实施方式。并且,以下所示的图均为用于说明本发明的概念性的图,各层的厚度、构成部件的尺寸及构成部件的位置关系等与实际的对象不同。

[0069] 另外,本说明书中,使用“~”表示的数值范围是指将记载于“~”的前后的数值作为下限值及上限值而包含的范围。

[0070] 本发明的压电薄膜具有如下如下结构:在压电体层的两面具有电极层,并且用端面包覆层包覆覆盖两者的电极层来设置保护层的层叠膜的端面。

[0071] 在以下说明中,将这些层叠膜也称为“在压电体层的两面层叠电极层及保护层而成的层叠膜”。

[0072] 这些本发明的压电薄膜作为一例用作电声转换薄膜。具体而言,本发明的压电薄膜用作压电扬声器、麦克风及声音传感器等电声转换器的振动板。

[0073] 电声转换器中,通过对压电薄膜施加电压,压电薄膜沿面方向伸长时,为了吸收该伸长量,压电薄膜向上方(声音的放射方向)移动。相反,通过对压电薄膜施加电压,压电薄膜沿面方向收缩时,为了吸收该收缩量,压电薄膜向下方移动。

[0074] 电声转换器是通过该压电薄膜的反复伸缩引起的振动来转换振动(声音)和电信号。这些电声转换器作为一例被利用于通过向压电薄膜输入电信号且与电信号对应的振动所引起的声音的播放、通过接收声波而将压电薄膜的振动转换成电信号及通过振动所引起的触感赋予或物体的输送等。

[0075] 具体而言,作为利用本发明的压电薄膜的电声转换器的用途,可举出全频扬声器、高音扬声器、中音扬声器及低音扬声器等扬声器、头戴式耳机用扬声器、噪音消除器、麦克风以及吉他等乐器中所使用的拾音器(乐器用传感器)等各种音响器件。并且,由于本发明的压电薄膜为非磁性体,因此在噪音消除器中能够适合用作MRI用噪音消除器。

[0076] 并且,由于使用本发明的压电薄膜的电声转换器薄、轻且弯曲,因此适合用于具有作为帽子、围巾及衣服之类的穿戴式产品、电视及数字标牌等薄型显示器、以及音响机器等的功能的建筑物、汽车的天花板、窗帘、雨伞、壁纸、窗户及床等。

[0077] 图1中以剖视图概念性地示出本发明的压电薄膜的一例。图1等中,简略附图并且明确地示出了结构,因此省略阴影线。

[0078] 另外,在以下的说明中,除非另有说明,“截面”是指压电薄膜的厚度方向的截面。压电薄膜的厚度方向是指各层的层叠方向。

[0079] 本发明的压电薄膜具有如下结构:用端面包覆层包覆在压电体层的两面层叠电极层及保护层而成的层叠膜的端面。

[0080] 图1所示的压电薄膜10中,层叠膜具有压电体层12、层叠于压电体层12的其中一个面的第1电极层14、层叠于第1电极层14的第1保护层18、层叠于压电体层12的另一个面的第2电极层16及层叠于第2电极层16的第2保护层20。

[0081] 压电薄膜10具有通过绝缘性端面包覆层30包覆这些层叠膜的端面的全面的结构。

[0082] 并且,压电薄膜10具有第1保护层18贯通至第1电极层14的贯穿孔18a。在该贯穿孔18a中与第1电极层14连接而设置有导电性第1连接部件32。并且,与第1连接部件32连接而设置用于将压电薄膜10连接于外部的电源的第1引出电极34。

[0083] 第2保护层20也具有相同的贯穿孔20a,并且在贯穿孔20a中设置有导电性第2连接部件33。并且,同样地与该第2连接部件33连接而设置用于将压电薄膜10连接于外部的电源的第2引出电极36。

[0084] 本发明的压电薄膜10中,压电体层12能够利用各种公知的压电体层。

[0085] 本发明的压电薄膜10中,如图2概念性地所示,压电体层12优选为在包含高分子材料的高分子基质24中包含压电体粒子26的高分子复合压电体。

[0086] 在此,高分子复合压电体(压电体层12)优选为具备以下事情。另外,在本发明中,常温为0~50℃。

[0087] (i) 挠性

[0088] 例如,当以携带用途,如报纸或杂志那样以文件感觉轻轻弯曲的状态把持时,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,则产生相应的大的弯曲应力,在分子基质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。

[0089] (ii) 音质

[0090] 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,则最低共振频率 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大。

[0091] 众所周知,扬声器用振动板的最低共振频率 f_0 由下述式给出。在此, s 为振动系统的刚性, m 为质量。

[0092] [数式1]

$$[0093] \quad \text{最低共振频率: } f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{m}}$$

[0094] 此时,压电薄膜的弯曲程度即弯曲部的曲率半径越大,机械刚性 s 越减小,因此最低共振频率 f_0 减小。即,扬声器的音质(音量、频率特性)根据压电薄膜的曲率半径而变化。

[0095] 综上所述,要求高分子复合压电体相对于20Hz~20kHz的振动展现硬性,而相对于数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的大。

[0096] 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系数(杨氏模量)的下降(松弛)或损失弹性系数的极大(吸收)。其中,通过非晶区的分子链的微布朗运动引起的松弛称为主分散,出现非常大的松弛现象。发生该主分散的温度为玻璃化转变点(T_g),并最显著地显现出粘弹性松弛机制。

[0097] 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、换言之在常温下具有粘弹性的高分子材料用作基质,从而实现相对于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,在适当地显现该行为等的观点上,优选为将在频率1Hz下的玻璃化转变点 T_g 处于常温的高分子材料用于高分子复合压电体的基质。

[0098] 成为高分子基质24的高分子材料在常温下通过动态粘弹性试验而得的频率1Hz下的损耗角正切 $\tan\delta$ 的极大值优选为0.5以上。

[0099] 由此,在分子复合压电体通过外力而缓慢地弯曲时,最大弯曲力矩部中的高分子基质/压电体粒子界面的应力集中得到松弛,能够期待高的挠性。

[0100] 并且,成为高分子基质24的高分子材料通过动态粘弹性测定而得的频率1Hz下的储存弹性系数(E')优选在0℃下为100MPa以上,在50℃下为10MPa以下。

[0101] 由此,能够减小在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。

[0102] 并且,成为高分子基质24的高分子材料更优选为在25℃下相对介电常数为10以上。由此,向分子复合压电体施加电压时,对高分子基质中的压电体粒子施加更高的电场,因此能够期待大的变形量。

[0103] 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。

[0104] 作为满足这种条件的高分子材料,可适当地例示氰乙基化聚乙烯醇(氰乙基化PVA)、聚乙酸乙烯酯、聚偏二氯乙烯共聚丙烯腈、聚苯乙烯-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。

[0105] 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。

[0106] 作为构成高分子基质24的高分子材料,优选为使用具有氰乙基的高分子材料,尤其优选为使用氰乙基化PVA。即,在本发明的压电薄膜10中,压电体层12作为高分子基质24优选为使用具有氰乙基的高分子材料,尤其优选为使用氰乙基化PVA。

[0107] 在以下说明中,将以氰乙基化PVA为代表之上述高分子材料也统称为“常温下具有粘弹性的高分子材料”。

[0108] 另外,这些在常温下具有粘弹性的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。

[0109] 在本发明的压电薄膜10中,压电体层12的高分子基质24中视需要可以同时使用多种高分子材料。

[0110] 即,构成高分子复合压电体的高分子基质24中,以调节介电特性和机械特性等为目的,除了上述在常温下具有粘弹性的高分子材料,视需要,还可以添加其他介电性高分子材料。

[0111] 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、亚乙烯基二氰-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、氰乙基羟基支链淀粉、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、氰乙基支链淀粉、氰乙基聚羟基亚甲基、氰乙基缩水甘油支链淀粉、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。

[0112] 其中,优选使用具有氰乙基的高分子材料。

[0113] 并且,在压电体层12的高分子基质24中,这些介电性高分子材料不限于1种,也可以添加多种。

[0114] 并且,除了介电性高分子材料以外,以调节高分子基质24的玻璃化转变点Tg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、脲树脂、三聚氰胺树脂、醇酸树脂及云母等热固化性树脂等。

[0115] 此外,以提高粘结性为目的,可以添加松香酯、松香、萜烯、萜烯酚及石油树脂等增粘剂。

[0116] 在压电体层12的高分子基质24中,对添加除了在常温下具有粘弹性的高分子材料以外的高分子材料时的添加量并无限制,但优选为以高分子基质24中所占的比例设为30质量%以下。

[0117] 由此,不损害高分子基质24中的粘弹性松弛机构就能够显现所添加的高分子材料的特性,因此在高介电率化、耐热性的提高、压电体粒子26或电极层的密接性提高等方面能

够获得优选的结果。

[0118] 成为压电体层12的高分子复合压电体在这些高分子基质中包含压电体粒子26。压电体粒子26分散于高分子基质中,优选为均匀地(基本上均匀地)分散。

[0119] 压电体粒子26优选为由具有钙钛矿型或纤锌矿型的结晶结构的陶瓷粒子构成。

[0120] 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)、锆钛酸镧酸铅(PLZT)、钛酸钡(BaTiO_3)、氧化锌(ZnO)及钛酸钡与铁酸铋(BiFeO_3)的固溶体(BFBT)等。

[0121] 压电体粒子26的粒径根据压电薄膜10的尺寸或用途来适当地选择即可。压电体粒子26的粒径优选为1~10 μm 。

[0122] 通过将压电体粒子26的粒径设在上述范围,在能够兼顾高压电特性和可挠性等方面能够获得优选的结果。

[0123] 在压电薄膜10中,压电体层12中的高分子基质24与压电体粒子26的量比根据压电薄膜10的面方向的大小或厚度、压电薄膜10的用途、压电薄膜10所要求的特性等来适当地设定即可。

[0124] 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50~80%。

[0125] 通过将高分子基质24与压电体粒子26的量比设在上述范围,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。

[0126] 并且,在压电薄膜10中,压电体层12的厚度并无限制,根据压电薄膜10的尺寸、压电薄膜10的用途、压电薄膜10所要求的特性等来适当地设定即可。

[0127] 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 。

[0128] 通过将压电体层12的厚度设在上述范围,在兼顾刚性的确保和适当的柔软性等方面能够获得优选的结果。

[0129] 压电体层12优选为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。

[0130] 另外,本发明的压电薄膜10中,并不限于压电体层12如上述的在由在如氰基乙基化PVA的常温下具有粘弹性的高分子材料构成的高分子基质24中包含压电体粒子26的高分子复合压电体。

[0131] 即,本发明的压电薄膜10中,压电体层能够利用各种公知的压电体层。

[0132] 作为一例,在上述的聚偏二氟乙烯、偏二氟乙烯-四氟乙烯共聚合体及偏二氟乙烯-三氟乙烯共聚合体等包含介电性高分子材料的基质中也能够利用包含相同的压电体粒子26的高分子复合压电体、由聚偏二氟乙烯构成的压电体层、由除了聚偏二氟乙烯以外的氟树脂构成的压电体层以及层叠由聚L乳酸构成的薄膜及由聚D乳酸构成的薄膜而成的压电体层等。

[0133] 然而,如上述,从能够相对于20Hz~20kHz的振动较硬并且相对于数Hz以下的缓慢振动较柔和地动作而获得优异的音响特性的挠性优异等观点考虑,上述的如氰基乙基化PVA的由常温下具有粘弹性的高分子材料构成的高分子基质24中优选地利用包含压电体粒子26的高分子复合压电体。

[0134] 图1所示的压电薄膜10的层叠膜具有如下结构:在这些压电体层12的一个表面具有第2电极层16,在第2电极层16的表面具有第2保护层20,在压电体层12的另一个表面具有

第1电极层14,并且在第1电极层14的表面具有第1保护层18。在压电薄膜10中,第1电极层14与第2电极层16形成电极对。

[0135] 换言之,构成本发明的压电薄膜10的层叠膜具有如下结构:被电极对即第1电极层14及第2电极层16夹持压电体层12的两面,进而被第1保护层18及第2保护层20夹持。

[0136] 如上所述,被第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驱动。

[0137] 另外,本发明中,第1电极层14及第2电极层16等中的第1及第2是为了说明本发明的压电薄膜10而方便起见标注的。

[0138] 因此,本发明的压电薄膜10中的第1及第2中并无技术性含义,并且,与实际使用状态无关系。

[0139] 本发明的压电薄膜10除了这些层以外,例如还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。

[0140] 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的高分子材料即与高分子基质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侧中的一个。

[0141] 压电薄膜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。即,在本发明的压电薄膜10中,包含高分子基质24和压电体粒子26的压电体层12相对于缓慢的弯曲变形显示非常优异的挠性,另一方面,根据用途存在刚性或机械强度不足的情况。压电薄膜10为了弥补其不足而设置第1保护层18及第2保护层20。

[0142] 第2保护层20及第1保护层18仅仅配置位置不同,而结构相同。因此,在以下说明中,在无需区分第2保护层20及第1保护层18的情况下,将两个部件也统称为保护层。

[0143] 保护层并无限制,能够使用各种片状物,作为一例,适当地例示各种树脂薄膜。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)、聚酰胺(PA)、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构成的树脂薄膜。

[0144] 保护层的厚度也无限制。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。

[0145] 若保护层的刚性过高,则不仅限制压电体层12的伸缩,挠性也受损。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,保护层越薄越有利。

[0146] 若第1保护层18及第2保护层20的厚度分别为压电体层12的厚度的2倍以下,则在兼顾刚性的确保和适当的柔软性等方面获得优选的结果。

[0147] 例如,压电体层12的厚度为50 μm 且第2保护层20及第1保护层18由PET构成的情况下,第2保护层20及第1保护层18的厚度分别优选为100 μm 以下,更优选为50 μm 以下,进一步优选为25 μm 以下。

[0148] 压电薄膜10(层叠膜)中,在压电体层12与第1保护层18之间形成第1电极层14,在压电体层12与第2保护层20之间形成第2电极层16。第1电极层14及第2电极层16为了对压电薄膜10(压电体层12)施加电场而设置。

[0149] 其中,如图1所示,第1电极层14及第2电极层16局部具有在面方向上从压电体层12(层叠膜)突出的部分(毛刺14a及毛刺16a)。关于该点,将在后面进行详细叙述。

[0150] 第2电极层16及第1电极层14除了位置不同以外,基本相同。因此,在以下说明中,在无需区分第2电极层16及第1电极层14的情况下,将两个部件也统称为电极层。

[0151] 在本发明的压电薄膜中,电极层的形成材料并无限制,能够使用各种导电体。具体而言,可例示碳、钨、铁、锡、铝、镍、铂、金、银、铜、铬、钼、它们的合金、氧化铟锡及PEDOT/PPS(聚乙烯二氧噻吩-聚苯乙烯磺酸)等导电性高分子等。

[0152] 其中,优选地例示铜、铝、金、银、铂及氧化铟锡。其中,从导电性、成本及挠性等等的观点考虑,更优选为铜。

[0153] 并且,电极层的形成方法也无限制,能够利用基于真空蒸镀及溅射等气相沉积法(真空成膜法)的成膜、基于镀覆的成膜、贴附由上述材料形成的箔的方法及基于涂布的方法等公知的方法。

[0154] 其中,尤其出于能够确保压电薄膜10的挠性等原因,通过真空蒸镀成膜的铜或铝的薄膜可优选用作电极层。其中,尤其可优选地利用通过真空蒸镀形成的铜的薄膜。

[0155] 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。

[0156] 在此,与上述保护层相同地,若电极层的刚性过高,则不仅限制压电体层12的伸缩,挠性也受损。因此,只要在电阻不会变得过高的范围内,电极层越薄越有利。

[0157] 在本发明的压电薄膜10中,若电极层的厚度与杨氏模量的乘积低于保护层的厚度与杨氏模量的乘积,则挠性不会严重受损,因此优选。

[0158] 例如,在保护层由PET(杨氏模量:约6.2GPa)组成且电极层由铜(杨氏模量:约130GPa)构成的组合的情况下,若保护层的厚度为25 μm ,则电极层的厚度下优选为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。

[0159] 压电薄膜10具有如下结构:使压电体层12被第1电极层14及第2电极层16夹持,进而将第1保护层18及第2保护层20夹持。

[0160] 这种压电薄膜10优选为在常温下存在通过动态粘弹性测定而得的频率1Hz下的损耗角正切($\text{Tan}\delta$)成为0.1以上的极大值。

[0161] 由此,即使压电薄膜10从外部受到数Hz以下的比较缓慢的较大的弯曲变形,也能够有效地将应变能作为热量向外部扩散,因此能够防止在高分子基质与压电体粒子的界面产生龟裂。

[0162] 压电薄膜10通过动态粘弹性测定而得的频率1Hz下的储存弹性系数(E')优选为在0 $^{\circ}\text{C}$ 下为10~30GPa,在50 $^{\circ}\text{C}$ 下为1~10GPa。

[0163] 由此,在常温下压电薄膜10在储存弹性系数(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。

[0164] 并且,压电薄膜10的厚度与通过动态粘弹性测定而得的频率1Hz下的储存弹性系数(E')的乘积优选为在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 $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^6 \text{N/m}$ 。

[0165] 由此,压电薄膜10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。

[0166] 此外,压电薄膜10在由动态粘弹性测定获得的主曲线中,在25℃、频率1kHz下的损耗角正切(Tan δ)优选为0.05以上。

[0167] 由此,使用压电薄膜10的扬声器的频率特性变得平滑,也能够减小最低共振频率 f_0 随着扬声器(压电薄膜10)的曲率的变化而变化时的音质的变化量。

[0168] 如图1所示,压电薄膜10具有第1保护层18贯通至第1电极层14的贯穿孔18a。在该贯穿孔18a中与第1电极层14连接而设置有导电性第1连接部件32。并且,与第1连接部件32连接而设置有用于将压电薄膜10连接于外部的电源的第1引出电极34。

[0169] 同样地,第2保护层20也具有相同的贯穿孔20a,并且在该贯穿孔20a中与第2电极层16连接而设置有导电性第2连接部件33。并且,同样地与第2连接部件33连接而设置有用于将压电薄膜10连接于外部的电源的第2引出电极36。

[0170] 第1引出电极34及第2引出电极36在压电薄膜10(层叠膜)的面方向上设置于不同的位置(参考图10等)。图1中,第1引出电极34及第2引出电极36设置于与图中纸面正交的方向不同的位置。

[0171] 另外,图示例中,第1引出电极34及第2引出电极36沿相同方向引出的本发明并不限于此,能够利用各种结构。

[0172] 例如,第1引出电极34及第2引出电极36可以沿相反的方向引出,也可以以第1引出电极34与第2引出电极36正交的方式引出。

[0173] 第1电极层14中的电极的引出方法及第2电极层16中的电极的引出方法相同,因此以第1电极层14为例进行以下说明。

[0174] 为了形成连接第1电极层14及第1引出电极34的第1连接部件32,贯穿孔18a(贯穿孔20a)为穿孔于第1保护层18(第2保护层20)的贯穿孔。

[0175] 贯穿孔18a的尺寸并无限制,根据第1电极层14及第1引出电极34的形成材料、第1引出电极34的尺寸、压电薄膜10的尺寸等,只要适当设定能够形成获得充分的导通的第1连接部件32的尺寸即可。

[0176] 贯穿孔18a的形状也无限制。因此,贯穿孔能够利用圆锥台状、圆筒状及方筒状等各种的形状。

[0177] 贯穿孔18a的形成方法也能够利用根据第1保护层18的形成材料的公知的各种方法。

[0178] 作为一例,可例示如下方法:通过利用二氧化碳激光器的波长10.6 μm 的激光等激光进行燃烧(烧蚀)来去除第1保护层18,形成贯穿孔18a。例如,用激光扫描第1保护层18中的贯穿孔18a的形成位置,由此只要在第1保护层18的所期望的位置形成贯穿孔18a即可。此时,通过调节激光的强度或扫描速度等,能够形成所期望的厚度的贯穿孔18a。扫描速度的调节即基于激光的处理时间的调节。

[0179] 并且,也能够利用通过使用有机溶剂溶解第1保护层18来形成贯穿孔18a的方法。例如,若第1保护层18为PET,则能够使用六氟异丙醇等来形成贯穿孔18a。使用溶剂的情况下,与光微影等中的蚀刻同样地使用掩模等,由此在所期望的位置形成贯穿孔18a即可。此时,通过调节处理时间及有机溶剂的浓度等,能够形成所期望的厚度的贯穿孔18a。

[0180] 贯穿孔18a上设置第1连接部件32(第2连接部件33)。第1连接部件32电连接第1电极层14及第1引出电极34。

[0181] 本发明的压电薄膜10中,第1连接部件32能够利用各种由能够插入到贯穿孔18a的具有导电性的材料构成的部件。

[0182] 具体而言,可例示将银、铜及金等金属粒子分散于由环氧树脂、聚酰亚胺等热固性树脂构成的粘合剂而成的金属浆料、将相同的金属粒子分散于由丙烯酸树脂等在室温左右下固化的树脂构成的粘合剂而成的金属浆料、通过络合物金属由金属单体热固化的金属浆料、铜箔带等金属带以及能够插入到贯穿孔18a的金属部件等。

[0183] 第1引出电极34(第2引出电极36)为电连接于第1连接部件32且用于电连接于外部的电源和压电薄膜10的配线。因此,第1引出电极34直至到达层叠压电体层12、电极层及保护层而成的层叠膜的面方向的外部。

[0184] 第1引出电极34也并无限制,能够利用各种铜箔等金属箔及各种金属配线等用于将电极等与电源和外部装置电导通的配线的公知的电极。

[0185] 并且,层叠膜的面方向的外部中的第1引出电极34的长度根据压电薄膜10的用途、压电薄膜10所连接的设备、压电薄膜10的设置位置等适当设定即可。

[0186] 另外,根据需要,可以贴附第1引出电极34和第1连接部件32。只要通过公知的方法进行第1引出电极34和第1连接部件32的贴附即可。

[0187] 作为一例,可例示使用导电性贴附剂(粘结剂、粘合剂)的方法及使用导电性两面胶带的方法等。并且,也能够利用如下方法:连接部件32中使用银浆料等金属浆料,将铜箔及导电性钢丝等使用于第1引出电极34,由此使其具有粘接性,贴附第1引出电极34和第1连接部件32。

[0188] 图1所示的压电薄膜10中,作为容易将后述的端面包覆层30形成于层叠膜的整个端面的优选的方式,在保护层上形成贯穿孔,在贯穿孔上设置电极连接部件,并且连接电极连接部件与引出电极,由此进行用于连接于外部的电源的电极的引出。

[0189] 然而,本发明的压电薄膜并不限于此,电极的引出能够利用各种结构。

[0190] 例如,也可以在保护层与压电体层之间或电极层与保护层之间设置棒状及片状(薄膜状、板状)等的引出用配线,在该引出用配线上连接引出电极。或者,可以将引出用配线直接用作引出电极。或者,也可以使保护层及电极层的一部分在面方向上从压电体层突出,将所突出的电极层作为引出用配线,在此连接引出电极。

[0191] 本发明的压电薄膜10具有如下结构:用绝缘性端面包覆层30覆盖由设置于这些压电体层12、压电体层12的两面的第1电极层14及第2电极层16以及形成于电极层的表面的第1保护层18及第2保护层20构成的层叠膜的整个端面。

[0192] 端面包覆层30的形成材料并无限制,只要是具有绝缘性并且相对于用于去除后述的毛刺的第1电极层14与第2电极层16的短路具有充分的耐热性的材料,则能够利用公知的各种材料。

[0193] 作为一例,可例示聚酰亚胺及耐热性聚对苯二甲酸乙二酯等。

[0194] 端面包覆层30的厚度也并无限制,只要适当设定充分埋设后述的第1电极层14及第2电极层16的毛刺(毛刺14a及毛刺16a)而能够与空气隔绝的厚度即可。

[0195] 端面包覆层30形成于层叠膜的端面的方法并无限制,能够利用根据端面包覆层30的形成材料的公知的形成方法(成膜方法)。

[0196] 作为一例,可例示贴附绝缘性粘合胶带的方法、涂布溶解有成为端面包覆层30的

材料而成的液体来进行干燥的方法、涂布加热熔融有成为端面包覆层30的材料而成的液体来进行固化的方法及将成为端面包覆层30的树脂溶解于溶剂中进行涂布并且使其干燥的方法等。作为绝缘性粘合胶带,可例示由聚酰亚胺及聚对苯二甲酸乙二酯等构成的粘合胶带。

[0197] 此时的液体的涂布方法并无限制,能够利用各种公知的方法。作为一例,可例示喷雾涂布及浸渍涂布等。

[0198] 并且,根据需要,端面包覆层30也可以形成至第1保护层18及/或第2保护层20的主面。例如,以从第1保护层18及第2保护层20的主面包裹端面的方式贴附聚酰亚胺制的单面胶带,由此也可以形成端面包覆层30。主面是指片状物(层、薄膜、板状物)的最大表面。

[0199] 另外,将本发明的压电薄膜10设为如后述的压电薄膜10的层叠体的情况下,形成压电薄膜10的层叠体之后,同样地也可以在层叠膜的端面上形成端面包覆层30。

[0200] 本发明的压电薄膜10中,根据需要,将端面包覆层30的水蒸气渗透性设为 $100\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{day})$ 以下,也可以使端面包覆层30具有阻气性。通过具有这些端面包覆层30,构成压电体层12的成分因水分而劣化的情况下,也能够防止压电体层12的劣化。

[0201] 并且,本发明的压电薄膜10中,根据需要,将端面包覆层30设为一定程度的硬度,将端面包覆层30作为压电体层12、第1电极层14及第2电极层16的保护层而发挥作用。

[0202] 本发明的压电薄膜10具有用这些端面包覆层30包覆在压电体层12的两面层叠电极层和保护层而成的层叠膜的端面的结构,由此防止第1电极层14与第2电极层16的短路(短络)。

[0203] 如上述,压电薄膜10中,第1电极层14及第2电极层16非常薄。因此,如后述,使用保护层与电极层的层叠体,在该层叠体上形成压电体层12,并且在压电体层上层叠相同的层叠体来制作压电薄膜10(层叠膜)。

[0204] 在此,为了制作所期望的形状(也包括尺寸)的压电薄膜10,需要将保护层与电极层的层叠体切断(冲切)成作为目标的形状的切片。该切断时,通过金属所具有的延展性引出电极层,从而从保护层突出,导致产生所谓的毛刺。

[0205] 在制作压电薄膜10时,电极层的毛刺的朝向多为未知。

[0206] 因此,在所层叠的第1电极层14和第2电极层16中,从层叠膜突出的毛刺14a和毛刺16a沿彼此接近的方向弯曲并且也有时彼此面对。

[0207] 如上述,压电体层12非常薄。该结果,面对的毛刺14a和毛刺16a接触,第1电极层14和第2电极层16短路,导致压电薄膜无法正常地工作(参考图9)。

[0208] 另一方面,在进行基于所谓的卷对卷的制造及使用大于作为目标的形状的切片来进行制造的情况等中,制作在压电体层的两面层叠电极层和保护层而成的层叠膜之后,将层叠膜切断成所期望的形状来设为切片状。

[0209] 此时,在第1电极层14的毛刺14a和第2电极层16的毛刺16a中,弯曲的方向一致。因此,在第1电极层14和第2电极层16中,毛刺不会彼此面对,与上述情况相比,很难产生短路。

[0210] 然而,如上述,压电体层12的厚度为 $8\sim 300\mu\text{m}$ 左右且非常薄。因此,第1电极层14的毛刺14a和第2电极层16的毛刺16a接触而依然存在导致短路的情况。

[0211] 此外,该情况下,也存在如下情况:例如形成贯穿孔18a等时,通过受到外力等,改变毛刺的朝向,沿第1电极层14的毛刺14a和第2电极层16的毛刺16a接近的方向弯曲而面

对,并且接触。

[0212] 相对于此,本发明的压电薄膜10中,在压电体层12的两面层叠电极层和保护层而成的层叠膜的端面上具有绝缘性端面包覆层30。

[0213] 通过本发明的压电薄膜10具有这些端面包覆层30,制造时预先使第1电极层14和第2电极层16短路,由此消除第1电极层14的毛刺14a与第2电极层16的毛刺16a的接触,并且防止所制作的压电薄膜10中的第1电极层14与第2电极层16的短路。

[0214] 以下,参考概念性地表示本发明的压电薄膜的制造方法的一例的图3~图9,对端面包覆层30进行详细说明。

[0215] 首先,如图3所示,准备在第2保护层20的表面形成有第2电极层16的第2层叠体42。

[0216] 另外,准备图5中概念性地表示的在第1保护层18的表面形成有第1电极层14的第1层叠体40。

[0217] 第2层叠体42只要通过真空蒸镀、溅射及镀覆等在第2保护层20的表面形成铜薄膜等作为第2电极层16来制作即可。同样地,第1层叠体40只要通过真空蒸镀、溅射及镀覆等在第1保护层18的表面形成铜薄膜等作为第1电极层14来制作即可。

[0218] 或者,可以将保护层上形成铜薄膜等的市售品的片状物用作第2层叠体42及/或第1层叠体40。

[0219] 第2层叠体42及第1层叠体40可以相同,也可以不同。

[0220] 另外,当保护层非常薄而操作性差等时,视需要可以使用带有隔板(伪支撑体)的保护层。另外,作为隔板,能够使用厚度25~100 μm 的PET等。隔板在热压接电极层及保护层之后去除即可。

[0221] 接着,如图4所示,在第2层叠体42的第2电极层16上形成压电体层12,制作层叠第2层叠体42和压电体层12而成的压电层叠体46(压电体层形成工序)。

[0222] 压电体层12通过公知的方法形成即可。

[0223] 例如,只要是图2所示的在聚合物基质24分散有压电体粒子26的压电体层,则作为一例,如下制作。

[0224] 首先,在有机溶剂中溶解上述的氰基乙基化PVA等高分子材料,进而添加PZT粒子等压电体粒子26,进行搅拌来制作涂料。有机溶剂并无限制,能够利用二甲基甲酰胺(DMF)、甲基乙基酮及环己酮等各种有机溶剂。

[0225] 准备第2层叠体42,并且制备涂料之后,将该涂料铸造(涂布)于第2层叠体42,并且使有机溶剂蒸发而进行干燥。由此,如图4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上层叠压电体层12而成的压电层叠体46。

[0226] 涂料的流延方法并无限制,棒涂布机、滑动式涂布机及刮刀等公知的方法(涂布装置)全部都能够利用。

[0227] 或者,若高分子材料为能够加热熔融的物质,则将高分子材料加热熔融,制备向其中添加压电体粒子26而成的熔融物,通过挤出成型等,在图7所示的第2层叠体42上挤出成片状,并进行冷却,由此可以制作如图8所示的压电层叠体46。

[0228] 如上所述,在压电薄膜10中,高分子基质24中除了在常温下具有粘弹性的高分子材料以外,还可以添加PVDF等高分子压电材料。

[0229] 向高分子基质24中添加这些高分子压电材料时,只要溶解添加到上述涂料中的高

分子压电材料即可。或者,向加热熔融的在常温下具有粘弹性的高分子材料中添加要添加的高分子压电材料并进行加热熔融即可。

[0230] 形成压电体层12之后,根据需要,也可以进行压光处理。压光处理可以为1次,也可以进行多次。

[0231] 众所周知,压光处理是指通过加热压制或加热滚等对被处理面进行加热的同时进行挤压来实施平坦化等的处理。

[0232] 并且,对在第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而成的压电层叠体46的压电体层12进行极化处理(Poling)。

[0233] 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。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。

[0234] 并且,在制造本发明的压电薄膜10时,极化处理在厚度方向上进行极化,而不是在压电体层12的面方向进行。

[0235] 接着,如图5所示,在进行极化处理的压电层叠体46的压电体层12侧层叠预先准备的第1层叠体40,以使第1电极层14朝向压电体层12(层叠工序)。

[0236] 另外,以夹持第2保护层20及第1保护层18的方式使用加热压制装置及加热滚等将该层叠体进行热压接,贴合压电层叠体46和第1层叠体40。

[0237] 由此,制作由设置于压电体层12、压电体层12的两面的第1电极层14及第2电极层16以及形成于电极层的表面的第1保护层18及第2保护层20构成的层叠膜(薄膜制作工序)。

[0238] 进行这些制作工序来制作的本发明的压电薄膜10在厚度方向上极化,而不是在面方向上极化,并且即使在极化处理后不进行延伸处理也可获得较大的压电特性。因此,本发明的压电薄膜10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。

[0239] 接着,如图6所示,在层叠膜的整个端面形成端面包覆层30(包覆层形成工序)。另外,根据需要,也可以在形成端面包覆层30之前,将层叠膜切断成所期望的形状。

[0240] 接着,如图7所示,在第1保护层18上形成贯穿孔18a,在第2保护层20上形成贯穿孔20a(贯穿孔形成工序)。

[0241] 接着,如图8所示,在贯穿孔18a上形成第1连接部件32并且连接第1引出电极34,进而在贯穿孔20a上形成第2连接部件33并且连接第2引出电极36(连接部形成工序、电极形成工序)。

[0242] 另外,端面包覆层30、贯穿孔18a及贯穿孔20a、第1连接部件32及第2连接部件33以及第1引出电极34及第2引出电极36的形成方法如上述。

[0243] 形成第1引出电极34及第2引出电极36之后,将第1引出电极34及第2引出电极36连接于电源,与第1电极层14及第2电极层16通电(通电工序)。

[0244] 通过该通电,第1电极层14的毛刺14a与第2电极层16的毛刺16a消除接触,防止所制作的压电薄膜10中的第1电极层14与第2电极层16的短路。

[0245] 如上述,在层叠膜的端面中,如图9的上段所示,第1电极层14的毛刺14a和第2电极层16的毛刺16a具有接触的可能性。另外,在图1~图8中,省略了第1电极层14的毛刺14a及

第2电极层16的毛刺16a。

[0246] 若第1电极层14的毛刺14a和第2电极层16的毛刺16a在接触的状态下进行通电,则第1电极层14和第2电极层16短路。在此,层叠膜的端面被端面包覆层30包覆。即,第1电极层14的毛刺14a及第2电极层16的毛刺16a不会与空气接触。并且,第1电极层14及第2电极层16非常薄。

[0247] 因此,通过该短路,第1电极层14的毛刺14a与第2电极层16的毛刺16a的接触部被烧坏,成为所谓的飞散的状态而消失。该结果,如图9的下段(图1)所示,第1电极层14的毛刺14a和第2电极层16的毛刺16a完全分开。另外,因该短路而烧坏时,残留的第1电极层14的毛刺14a及第2电极层16的毛刺16a的至少先端部成为如烧焦的黑色。

[0248] 因此,本发明的压电薄膜10能够适当地防止因第1电极层14的毛刺14a及第2电极层16的毛刺16a而引起的短路。

[0249] 通过毛刺用于使第1电极层14和第2电极层16短路而通电的电力并无限制。

[0250] 优选为施加比假设的稳定的压电薄膜10的工作中所施加的电压高的电压,使第1电极层14和第2电极层16短路。例如,在稳定的压电薄膜10的工作电压为50V的情况下,通电工序中用于使第1电极层14和第2电极层16短路的电压优选设为150~200V。

[0251] 图1所示的例中,作为优选的方式,在压电体层12的两面层叠电极层及保护层而成的层叠膜的整个端面形成端面包覆层30。

[0252] 然而,本发明并不限于此。例如,在制作层叠膜的时点,通过预先确认产生如成为短路的原因的毛刺的端面,可以仅在需要防止短路的端面形成端面包覆层30。

[0253] 其中,从能够更可靠地防止因毛刺而引起的第1电极层14与第2电极层16的短路的观点考虑,端面包覆层30优选为形成于层叠膜的整个端面。

[0254] 本发明的压电薄膜中,在压电体层12与第1电极层14之间及/或压电体层12与第2电极层16之间,可以在面方向的端部设置层间绝缘部件。

[0255] 本发明的压电薄膜中,通过在层叠膜的端面具有端面包覆层30,能够适当地防止因第1电极层14的毛刺14a和第2电极层16的毛刺16a引起的第1电极层14与第2电极层16的短路。除此以外,通过具有层间绝缘部件,能够更适当地防止因电极层的毛刺而引起的第1电极层14与第2电极层16的短路。

[0256] 图10中示出其中一例。另外,以下所示的例中,经常使用与图1等所示的压电薄膜10相同的部件。因此,在以下说明中,相同的部件中标注相同的符号,主要对不同的部位进行说明。

[0257] 图10所示的压电薄膜10A在第1电极层14与压电体层12之间的端部附近具有与压电体层12的端部整个区域对应的矩形棒状层间绝缘部件50。

[0258] 通过具有这些层间绝缘部件50,排斥第1电极层14的毛刺14a,并且抑制朝向第2电极层16侧,能够更适当地防止因第1电极层14的毛刺14a和第2电极层16的毛刺16a引起的第1电极层14与第2电极层16的短路。

[0259] 另外,层间绝缘部件50中,面方向的端部的位置可以与压电体层12(第1电极层14)的端部一致。

[0260] 然而,层间绝缘部件50的至少一部分优选为在面方向上比压电体层12突出。该层间绝缘部件50的突出可以为局部,但是如图10所示,层间绝缘部件50的整个区域优选为从

压电体层12的端部突出。

[0261] 关于该点,后述的图11所示的层间绝缘部件52也相同。

[0262] 层间绝缘部件50的厚度并无限制。关于层间绝缘部件50的厚度,只要适当设定不会妨碍压电体层12与第1电极层14的接触并且能够妨碍毛刺彼此的接触的厚度即可。层间绝缘部件50的厚度优选为5~30 μm ,更优选为5~15 μm 。

[0263] 层间绝缘部件50的面方向的宽度也无限制。关于层间绝缘部件50的面方向的宽度,同样地适当设定不会妨碍压电体层12与第1电极层14的接触并且能够妨碍毛刺彼此的接触的厚度即可。层间绝缘部件50的面方向的宽度优选为0.2~10mm,更优选为0.5~5mm。另外,此处所述的面方向的宽度是指不包括从压电体层12的突出部的压电体层12的面内的宽度。

[0264] 如上述,层间绝缘部件50优选为从压电体层12的端部突出。层间绝缘部件50从压电体层12的端部突出的量并无限制,只要略微从压电体层12的端部突出,则能够提高层间绝缘部件50的毛刺彼此的接触防止效果。层间绝缘部件50从压电体层12的端部突出的量优选为0.05~5mm,更优选为0.1~2mm。

[0265] 另外,关于以上的点,图11所示的压电薄膜10B的层间绝缘部件52也相同。

[0266] 在图10所示的例中,将层间绝缘部件50设置于压电体层12侧,并且层叠压电体层12和第1电极层14,但是本发明并不限于此。即,本发明中,可以将层间绝缘部件50设置于第1电极层14侧,并且层叠压电体层12和第1电极层14。

[0267] 并且,在图10所示的例中,层间绝缘部件50设置于压电体层12与第1电极层14之间,但是本发明并不限于此。例如,层间绝缘部件50可以设置于压电体层12与第2电极层16之间或也可以在压电体层12与第1电极层14之间及压电体层12与第2电极层16之间这两者上。从能够更适当地防止基于毛刺的短路的观点考虑,层间绝缘部件50优选为设置于压电体层12与第1电极层14之间及压电体层12与第2电极层16之间这两者中。

[0268] 关于以上的点,图11所示的压电薄膜10B的层间绝缘部件52也相同。

[0269] 图11概念性地表示具有层间绝缘部件的压电薄膜的另一例。

[0270] 图11所示的压电薄膜10B中,仅将层间绝缘部件52设置于第1引出电极34及第2引出电极36的形成侧的端部。即,本例中,在从压电薄膜(层叠膜)引出电极的一侧的端部设置层间绝缘部件52。

[0271] 如上述,制作在压电体层12的两面层叠电极层和保护层而成的层叠膜之后,将层叠膜切断成预定的形状的情况下,在第1电极层14的毛刺14a及第2电极层16的毛刺16a中,弯曲的方向一致。

[0272] 但是,在电极的引出侧、即第1引出电极34及第2引出电极36的形成侧上,贯穿孔18a及贯穿孔20a的穿孔、第1连接部件32及第2连接部件33的形成、第1引出电极34及第2引出电极36的形成等各种加工工序时,从外部受到振动、外力及弯曲等。其结果,如图9的上段,仅在第1引出电极34及第2引出电极36的形成侧具有第1电极层14的毛刺14a和第2电极层16的毛刺16a在接近的方向上弯曲并接触的情况。

[0273] 此时,例如如图示例,第1电极层14与压电体层12之间的第1引出电极34及第2引出电极36的形成侧的端部设置层间绝缘部件52,由此控制第1电极层14的毛刺14a所弯曲的方向,并且能够防止第1电极层14的毛刺14a与第2电极层16的毛刺16a的接触。

[0274] 该层间绝缘部件52也优选从压电体层12的端部突出,这与上述的图10所示的层间绝缘部件50相同。

[0275] 图12概念性地表示本发明的压电薄膜的另一例。

[0276] 图12所示的压电薄膜10C中,在第1引出电极34与第1保护层18之间具有第1电极绝缘部件56,在第2引出电极36与第2保护层20之间具有第2电极绝缘部件58。

[0277] 第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58均为设置于引出电极与保护层(层叠膜)之间的从保护层的端部突出的绝缘部件。

[0278] 第1引出电极34及第2引出电极36也多为具有挠性。

[0279] 此时,也具有位于上下方向的上侧的引出电极垂下并且与另一个电极层侧的毛刺接触的可能性。例如,第1引出电极34为上侧的情况下,也存在第1引出电极34垂下并且与第2电极层16的毛刺16a等接触的情况。并且,也存在引出电极被弯曲并且与另一个电极层侧的毛刺接触的情况。

[0280] 相对于此,通过具有第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58,即使任一个引出电极垂下的情况及弯曲的情况下,与电极层的毛刺接触的是电极绝缘部件,因此不会短路。

[0281] 第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58的厚度并无限制。即,第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58的厚度根据形成材料适当设定获得充分的绝缘性的厚度即可。

[0282] 第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58的厚度优选为0.01~1mm,更优选为0.02~0.1mm。

[0283] 第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58的厚度可以相同,也可以彼此不同。

[0284] 第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58从层叠膜(保护层)突出的量也无限制。即,第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58从层叠膜突出的量根据压电体层12的厚度等适当设定能够防止引出电极与另一个电极层的毛刺的接触及与另一个引出电极的接触的长度即可。

[0285] 第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58从层叠膜突出的量优选为0.01~10mm,更优选为0.05~5mm。

[0286] 另外,第1电极绝缘部件56及第2电极绝缘部件58从层叠膜突出的量可以相同,也可以彼此不同。

[0287] 图12所示的压电薄膜10C中,作为优选的方式,具有与第1引出电极34对应的第1电极绝缘部件56及与第2引出电极36对应的第2电极绝缘部件58这两者,但是本发明并不限于此。

[0288] 即,本发明的压电薄膜可以为仅具有与第1引出电极34对应的第1电极绝缘部件56及与第2引出电极36对应的第2电极绝缘部件58中的任一个。

[0289] 上述的层间绝缘部件及电极绝缘部件的形成材料并无限制,能够利用各种为了进行电性绝缘而使用的公知的绝缘部件中所使用的材料。作为一例,能够利用上述的端面包覆层30中例示的材料。

[0290] 并且,层间绝缘部件及电极绝缘部件根据所使用的形成材料通过公知的方法形成即可。

[0291] 另外,通过具有上述的层间绝缘部件,即使不具有端面包覆层30,也能够防止第1电极层14的毛刺14a与第2电极层16的毛刺16a的接触。并且,通过具有上述的电极绝缘部

件,即使不具有端面包覆层30,也能够防止引出电极与另一个电极层的毛刺的接触。

[0292] 即,具有由压电体层12、设置于压电体层12的两面的第1电极层14及第2电极层16及形成于电极层的表面的第1保护层18及第2保护层20构成的层叠膜的压电薄膜中,如图13及图14概念性地所示,即使不具有端面包覆层30,通过具有上述的层间绝缘部件,能够防止第1电极层14的毛刺14a与第2电极层16的毛刺16a的接触。

[0293] 并且,具有该层叠膜的压电薄膜即使不具有端面包覆层30,通过具有上述的电极绝缘部件,如图15概念性地所示,即使不具有端面包覆层30,也能够防止引出电极与另一个电极层的毛刺的接触。

[0294] 图16中示出利用本发明的压电薄膜10的平板型的压电扬声器的一例的概念图。

[0295] 该压电扬声器60为将本发明的压电薄膜10用作将电信号转换为振动能的振动板的平板型的压电扬声器。另外,压电扬声器60也能够用作麦克风及传感器等。

[0296] 压电扬声器60构成为具有压电薄膜10、外壳62、粘弹性支撑体64及框体68。

[0297] 外壳62为由塑胶等形成的一面开放的薄的壳体。作为壳体的形状,可例示长方形状、立方体状及圆筒状。

[0298] 框体68为在中央具有与外壳62的开放面相同形状的贯穿孔的与外壳62的开放面侧卡合的框部件。

[0299] 粘弹性支撑体64具有适当的粘性及弹性,支撑压电薄膜10并且对压电薄膜的任一部位赋予恒定的机械偏压,由此将压电薄膜10的伸缩运动没有浪费地转换成前后运动(与薄膜的表面垂直的方向的运动)。作为一例,可例示羊毛的毡及包含PET等的羊毛的毡等不织布以及玻璃棉等。并且,也能够利用减压或加压的气体来代替粘弹性支撑体。

[0300] 压电扬声器60构成为:在外壳62中收容粘弹性支撑体64,通过压电薄膜10覆盖外壳62及粘弹性支撑体64,通过框体68将压电薄膜10的周边挤压到外壳62的上端面的状态下,将框体68固定于外壳62。

[0301] 其中,压电扬声器60中,粘弹性支撑体64的高度(厚度)比外壳62的内面的高度厚。

[0302] 因此,在压电扬声器60中,粘弹性支撑体64的周边部中,粘弹性支撑体64通过压电薄膜10挤压到下方而厚度变薄的状态下保持。并且,同样地粘弹性支撑体64的周边部中,压电薄膜10的曲率急剧变动,压电薄膜10上形成朝向粘弹性支撑体64的周边变低之上升部。另外,压电薄膜10的中央区域被挤压到方形柱状的粘弹性支撑体64而成为平面状(大致平面状)。

[0303] 压电扬声器60中,若通过对第2电极层16及第1电极层14施加驱动电压,压电薄膜10沿面方向上伸长,则为了吸收该伸长量,压电薄膜10的上升部通过粘弹性支撑体64的作用在上升的方向上改变角度。该结果,具有平面状的部分的压电薄膜10向上方移动。

[0304] 相反地,若通过向第2电极层16及第1电极层14施加驱动电压,压电薄膜10在面方向上收缩,则为了吸收该收缩量,压电薄膜10的上升部在倾斜的方向(与平面接近的方向)改变角度。该结果,具有平面状的部分的压电薄膜10向下方移动。

[0305] 压电扬声器60通过该压电薄膜10的振动而产生声音。

[0306] 另外,在本发明的压电薄膜10中,通过保持为使压电薄膜10弯曲的状态也能够实现从伸缩运动向振动的转换。

[0307] 因此,本发明的压电薄膜10不是作为具有如图16所示的刚性的平板状的压电扬声

器60发挥作用,而是简单地保持在弯曲状态也能够作为具有挠性的压电扬声器发挥作用。

[0308] 利用这种本发明的压电薄膜10的压电扬声器能够具有良好的挠性,例如通过卷起或折叠而收容到包等中。因此,根据本发明的压电薄膜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。

[0309] 并且,如上所述,本发明的压电薄膜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,本发明的压电薄膜10无论向哪个方向弯曲,音质的变化都小,并且,对曲率的变化音质的变化也小。因此,利用本发明的压电薄膜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,通过将本发明的压电薄膜10以弯曲状态安装于西服等服装品及包等携带品等,能够实现所谓的佩戴式扬声器。

[0310] 此外,如上所述,通过将本发明的压电薄膜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,也能够用作显示设备的扬声器。

[0311] 如上述,本发明的压电薄膜10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音响特性。

[0312] 通过层叠多张显现这种良好的音响特性即由压电引起的高的伸缩性能的本发明的压电薄膜10,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。

[0313] 作为一例,也可以将压电薄膜10的层叠体贴附于振动板,从而作为通过压电薄膜10的层叠体使振动板振动而输出声音的扬声器。即,在此情况下,将压电薄膜10的层叠体用作通过使振动板振动来输出声音的所谓的励磁机。

[0314] 通过对层叠的压电薄膜10施加驱动电压,各个压电薄膜10沿面方向伸缩,通过各压电薄膜10的伸缩,压电薄膜10的层叠体整体沿面方向伸缩。通过压电薄膜10的层叠体的面方向的伸缩,贴附有层叠体的振动板挠曲,其结果,振动板沿厚度方向振动。通过该厚度方向的振动,振动板产生声音。振动板根据施加到压电薄膜10的驱动电压的大小来振动,并产生与施加到压电薄膜10的驱动电压相应的声音。

[0315] 因此,此时,压电薄膜10本身不输出声音。

[0316] 即使每1张压电薄膜10的刚性低、伸缩力小,通过层叠压电薄膜10,刚性也提高,作为层叠体整体,伸缩力也增大。其结果,压电薄膜10的层叠体中,即使振动板具有一定程度的刚性,也能够以较大的力使振动板充分挠曲,并使振动板沿厚度方向充分振动,从而在振动板上产生声音。

[0317] 在压电薄膜10的层叠体中,压电薄膜10的层叠张数并无限制,例如根据振动的振动板的刚性等适当地设定获得充分的振动量的张数即可。

[0318] 另外,只要具有充分的伸缩力,则也能够将1张本发明的压电薄膜10同样地用作励磁机(压电振动元件)。

[0319] 由本发明的压电薄膜10的层叠体振动的振动板也无限制,能够利用各种片状物(板状物、薄膜)。

[0320] 作为一例,可例示由聚对苯二甲酸乙二酯(PET)等树脂材料构成的树脂薄膜、由发泡聚苯乙烯等构成的发泡塑料、瓦楞纸板等纸质材料、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。

[0321] 压电薄膜10的层叠体优选为通过贴附层(贴附剂)贴附相邻的压电薄膜彼此。并

且,压电薄膜10的层叠体和振动板也优选贴附层贴附。

[0322] 贴附层并无限制,可利用各种能够贴附成为贴附对象的物品彼此。因此,贴附层可以由粘合剂组成,也可以由粘结剂组成。优选为,使用贴附后可获得固体且硬的贴附层的、由粘结剂构成的粘结剂层。

[0323] 关于以上方面,将后述长形的压电薄膜10折叠而成的层叠体也相同。

[0324] 在压电薄膜10的层叠体中,对层叠的各压电薄膜10的极化方向并无限制。另外,如上所述,本发明的压电薄膜10的极化方向为厚度方向的极化方向。

[0325] 因此,在压电薄膜10的层叠体中,极化方向在所有压电薄膜10中可以为相同方向,也可以存在极化方向不同的压电薄膜。

[0326] 在此,在压电薄膜10的层叠体中,优选为以相邻的压电薄膜10彼此的极化方向彼此相反的方式层叠压电薄膜10。

[0327] 在压电薄膜10中,施加于压电体层12的电压的极性与极化方向对应。因此,即使为极化方向从第1电极层14朝向第2电极层16的情况下,还是在从第2电极层16朝向第1电极层14的情况下,所层叠的所有压电薄膜10中,将第1电极层14的极性及第2电极层16的极性设为相同极性。

[0328] 因此,通过使相邻的压电薄膜10彼此的极化方向彼此相反,即使相邻的压电薄膜10的电极层彼此接触,接触的电极层为相同极性,因此不用担心发生短路。

[0329] 压电薄膜10的层叠体也可以设为通过将长形的压电薄膜10折叠1次以上、优选为多次来层叠多个压电薄膜10的结构。

[0330] 将长形压电薄膜10折叠而层叠的结构具有如下优点。

[0331] 即,在将切片状的压电薄膜10层叠多张的而成的层叠体中,需要对每1张压电薄膜,将第1电极层14及第2电极层16连接于驱动电源。相对于此,在将长形的压电薄膜10折叠而层叠的结构中,能够仅由一张长形的压电薄膜10构成层叠体。并且,在将长形的压电薄膜10折叠而层叠的结构中,用于施加驱动电压的电源为1个即可,而且从压电薄膜10引出电极的位置也可是一个。

[0332] 此外,在将长形的压电薄膜10折叠而层叠的结构中,必需使相邻的压电薄膜10彼此的极化方向彼此相反。

[0333] 以上,对本发明的压电薄膜及压电薄膜的制造方法进行了详细说明,但本发明并不限于上述例子,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。

[0334] 产业上的可利用性

[0335] 能够适当地用于扬声器及麦克风等。

[0336] 符号说明

[0337] 10、10A、10B、10C-压电薄膜,12-压电体层,14-第1电极层,14a、16a-毛刺,16-第2电极层,18-第1保护层,18a、20a-贯穿孔,20-第2保护层,24-高分子基质,26-压电体粒子,32-第1连接部件,33-第2连接部件,34-第1引出电极,36-第2引出电极,40-第1层叠体,42-第2层叠体,46-压电层叠体,50、52-层间绝缘部件,56-第1电极绝缘部件,58-第2电极绝缘部件,60-压电扬声器,62-外壳,64-粘弹性支撑体,68-框体。

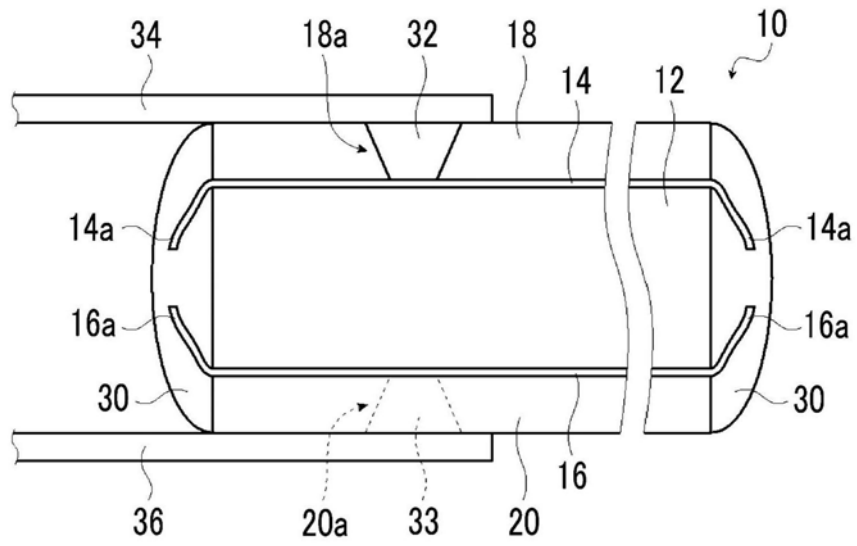


图1

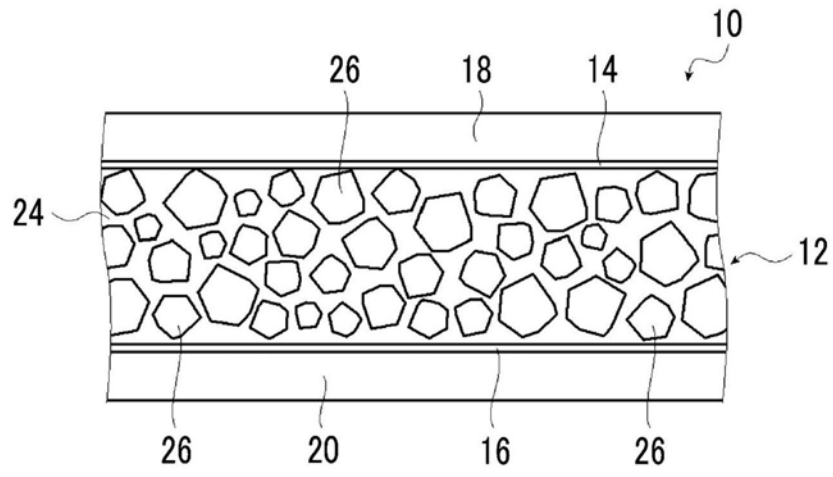


图2

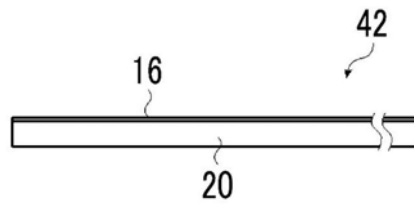


图3

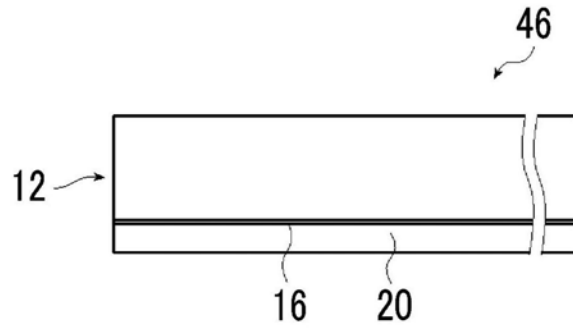


图4

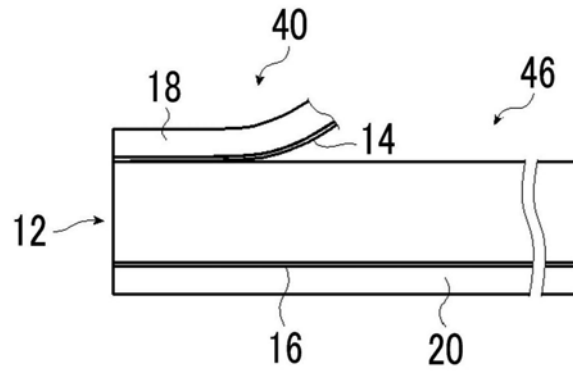


图5

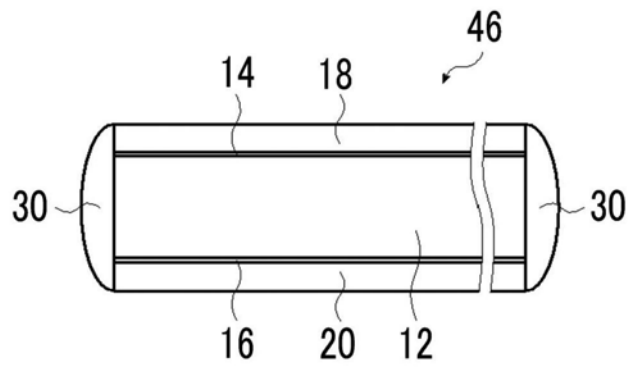


图6

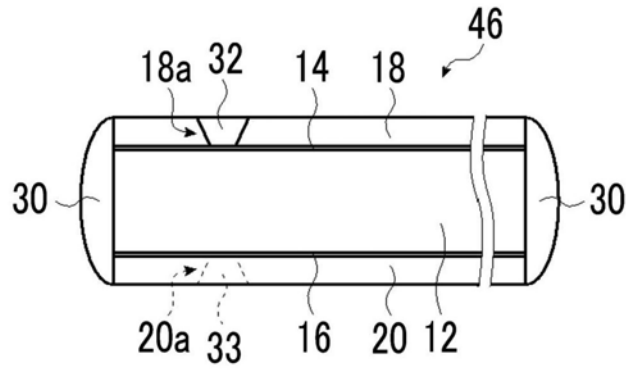


图7

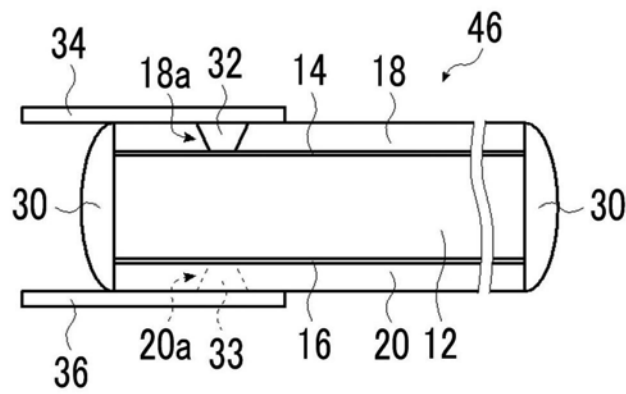


图8

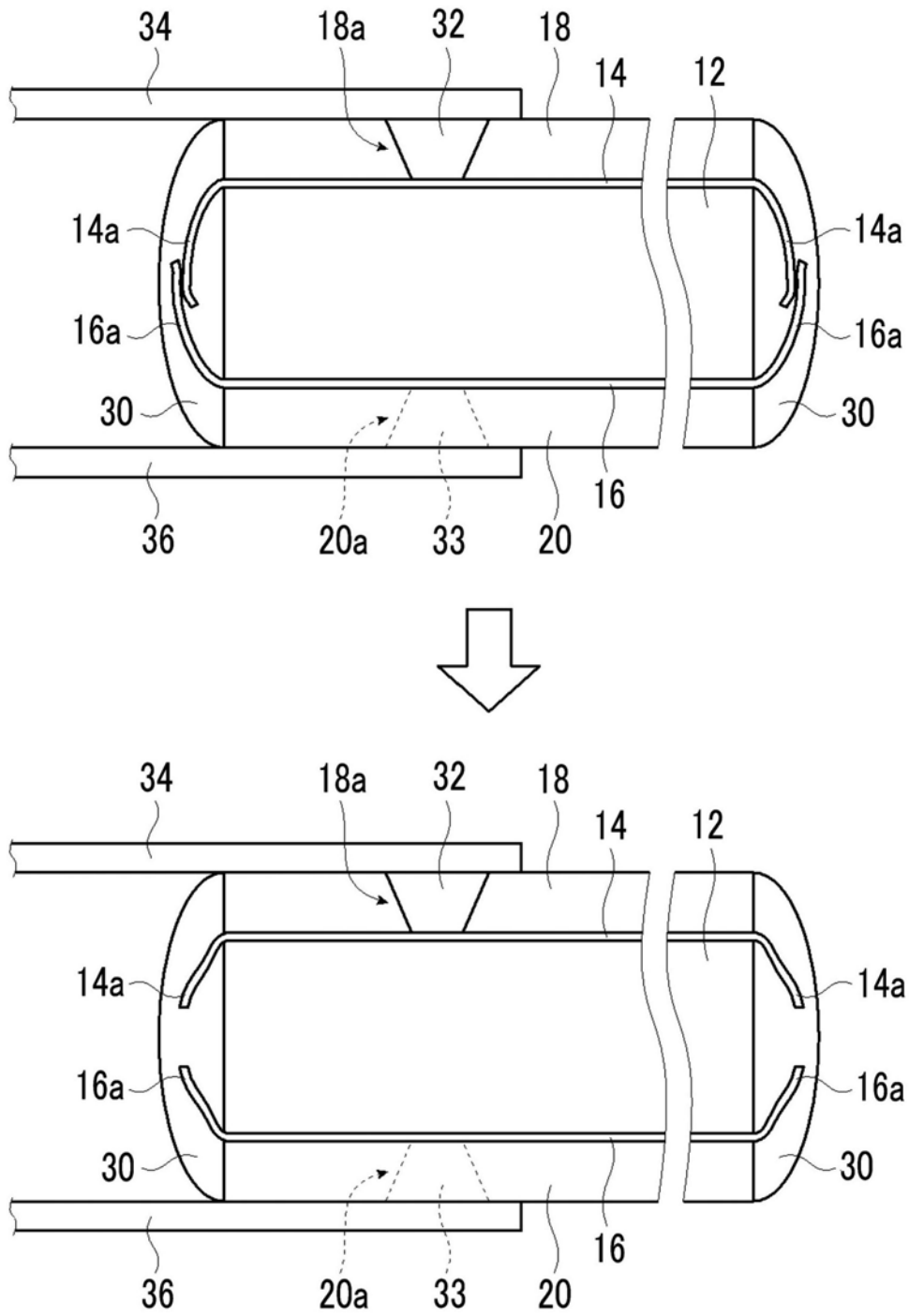


图9

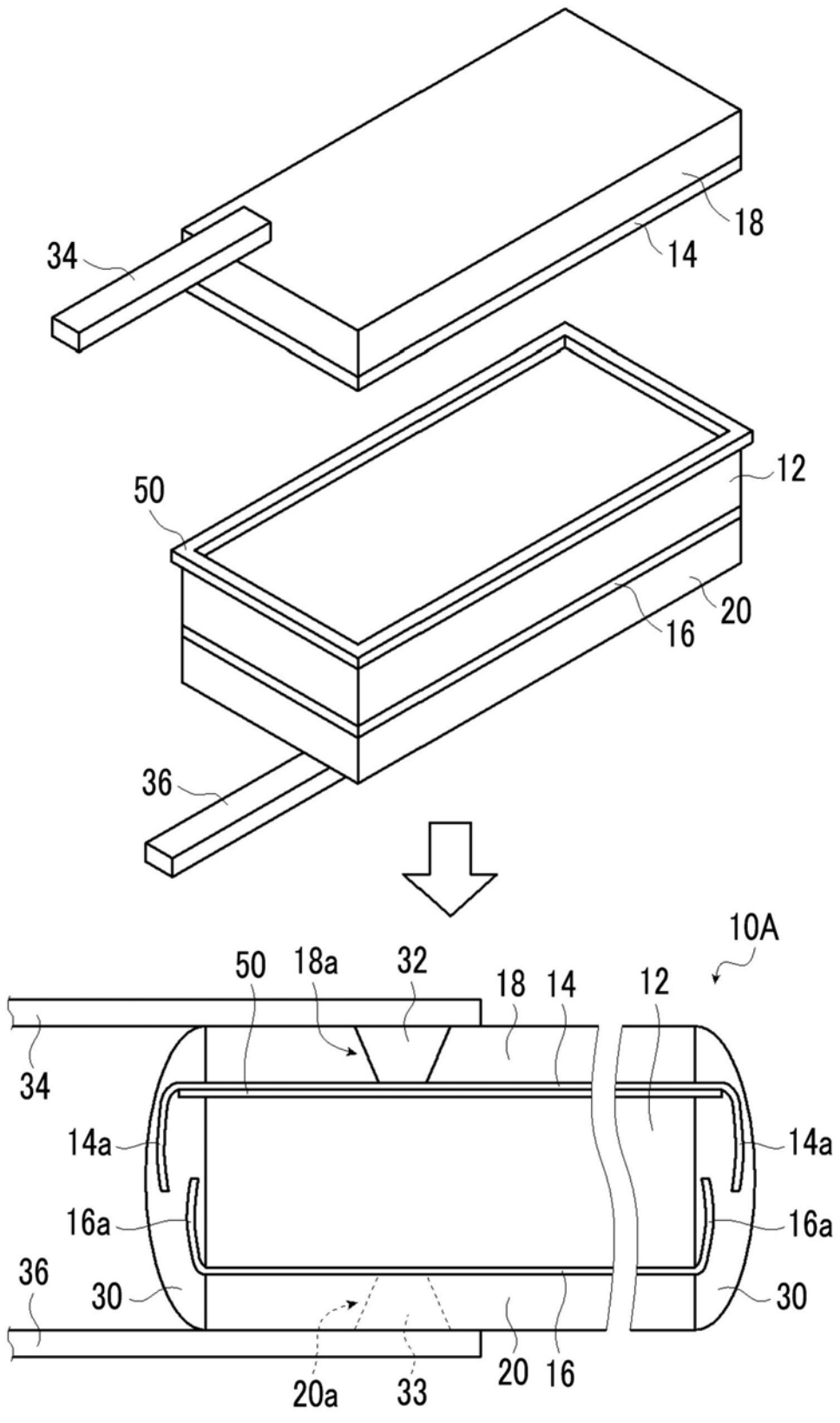


图10

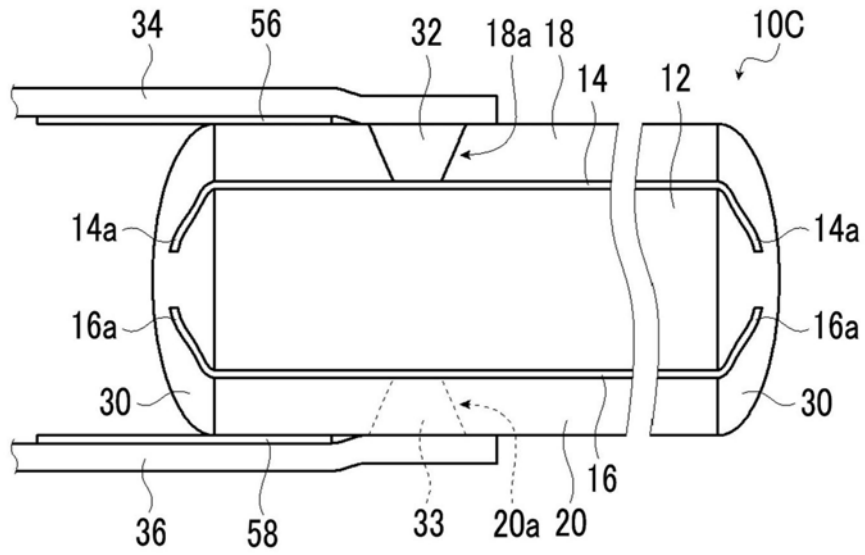


图12

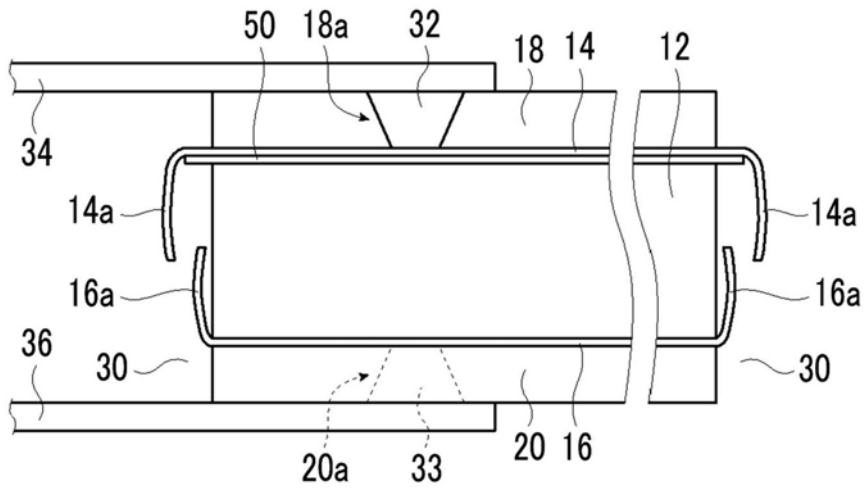


图13

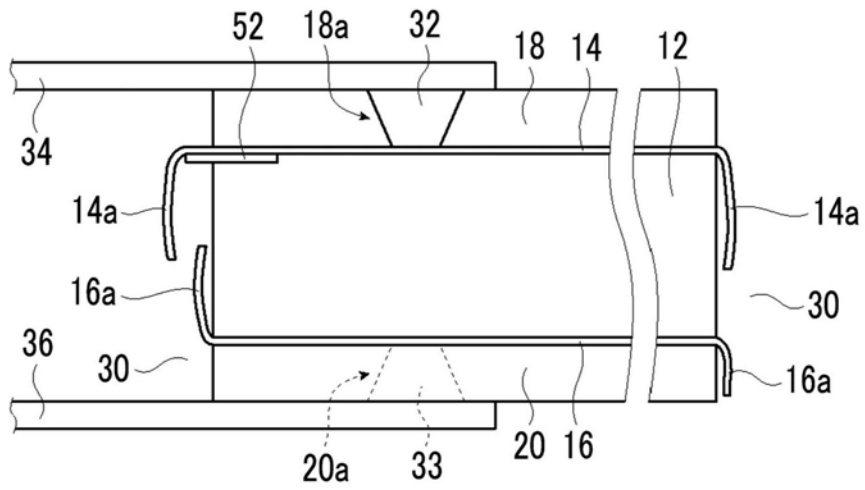


图14

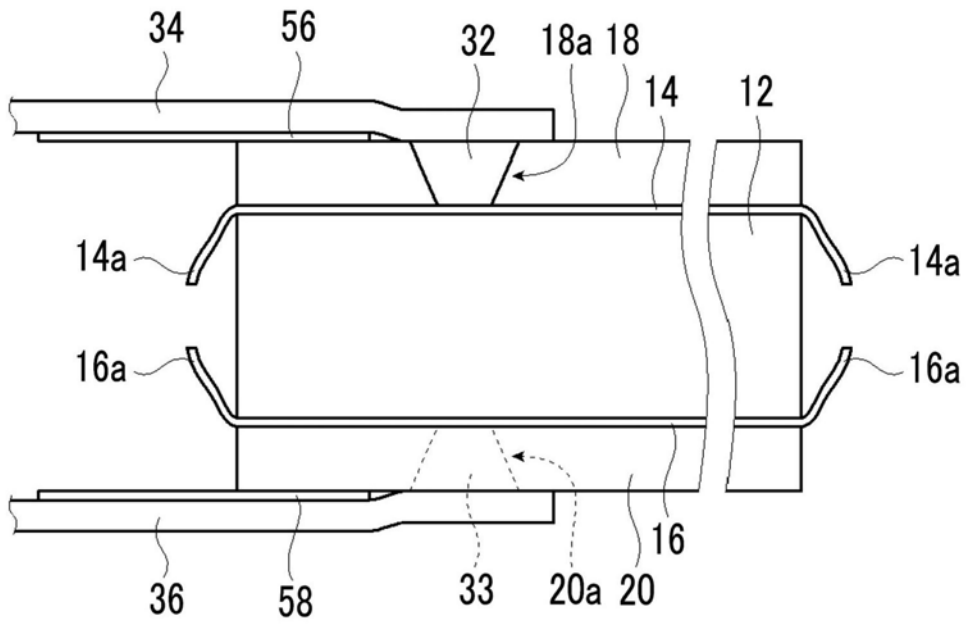


图15

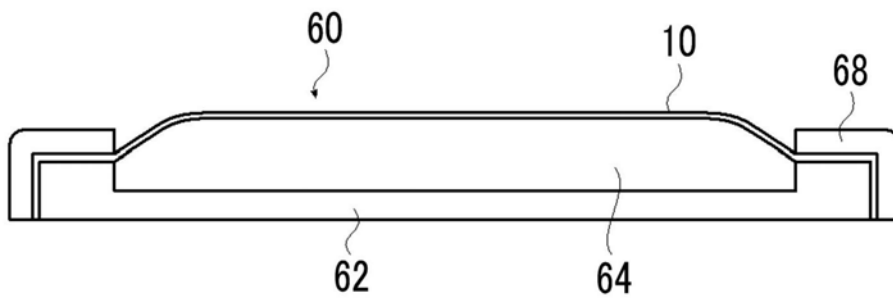


图16