(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114514620 A
(43)申请公布日 2022.05.17

(21)申请号 202080069544.7

(22)申请日 2020.10.06

(30)优先权数据
2019-185390 2019.10.08 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2022.03.31

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/037846 2020.10.06

(87)PCT国际申请的公布数据
WO2021/070809 JA 2021.04.15

(71)申请人 索尼集团公司
地址 日本东京都

(72)发明人 中丸啓 中田哲博 中尾道子
后藤義夫 行本智美

(74)专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理有限公司 11006
专利代理师 王玉双

(51)Int.Cl.
H01L 41/047(2006.01)
B06B 1/02(2006.01)
B32B 25/00(2006.01)
B32B 25/04(2006.01)
H01L 41/083(2006.01)
H01L 41/09(2006.01)
H01L 41/297(2013.01)
H02N 11/00(2006.01)

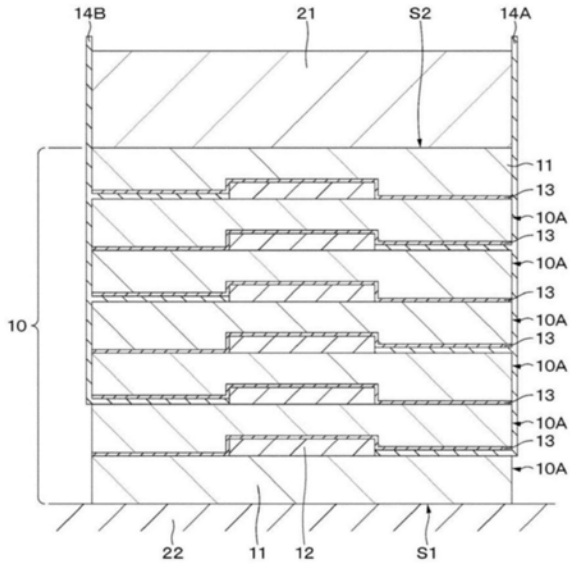
权利要求书2页 说明书14页 附图13页

(54)发明名称

致动器、制造致动器的方法、驱动设备和电子设备

(57)摘要

一种致动器，包括多个层叠电极片以及设置在彼此相邻的电极片之间的粘合层。每一个电极片包括弹性体层以及设置在弹性体层上的电极。多个电极片被层叠使得弹性体层与电极被交替布置，并且粘合层比电极更薄。



CN 114514620 A

1.一种致动器,包括:

层叠的多个电极片;以及

设置在相邻的所述电极片之间的粘合层,其中

所述电极片包括:

弹性体层;以及

设置在所述弹性体层上的电极,

多个所述电极片被层叠使得所述弹性体层与所述电极交替定位,并且

所述粘合层比所述电极薄。

2.根据权利要求1所述的致动器,其中所述电极的厚度D2与所述弹性体层的厚度D1之比(D2/D1)是1/2或更小。

3.根据权利要求1所述的致动器,其中所述电极和所述粘合层包含相同种类的材料。

4.根据权利要求1所述的致动器,其中所述弹性体层、所述电极以及所述粘合层包含相同种类的材料。

5.根据权利要求3所述的致动器,其中所述相同种类的材料是硅基材料。

6.根据权利要求1所述的致动器,其中所述粘合层覆盖所述电极。

7.根据权利要求1所述的致动器,其中所述电极片进一步包括设置在所述弹性体层与所述电极之间的粘合层。

8.根据权利要求1所述的致动器,进一步包括第一引出电极和第二引出电极,其中

所述第一引出电极连接到层叠的多个所述电极片中的、当从所述致动器的一个主表面观察时位于奇数位置的所述电极片的所述电极,

所述第二引出电极连接到层叠的多个所述电极片中的、当从所述致动器的一个主表面观察时位于偶数位置的所述电极片的所述电极,并且

所述第一引出电极和所述第二引出电极从层叠的所述电极片的边缘部分之间引出到外部。

9.根据权利要求1所述的致动器,进一步包括第一引出电极和第二引出电极,其中

所述第一引出电极连接到层叠的多个所述电极片中的、当从所述致动器的一个主表面观察时位于奇数位置的所述电极片的所述电极,

所述第二引出电极连接到层叠的多个所述电极片中的、当从所述致动器的一个主表面观察时位于偶数位置的所述电极片的所述电极,

层叠的多个所述电极片具有在所述致动器的厚度方向上延伸的第一孔部和第二孔部,并且

所述第一引出电极和所述第二引出电极分别通过所述第一孔部和所述第二孔部引出到外部。

10.根据权利要求1所述的致动器,其中所述电极片进一步包括设置在所述弹性体层上的虚拟电极。

11.一种包含根据权利要求1所述的致动器的驱动设备。

12.一种包含根据权利要求1所述的致动器的电子设备。

13.一种用于制造致动器的方法,包括:

在第一弹性体层上形成电极;

在所述电极上形成粘合层;以及

用所述粘合层将第二弹性体层粘合到所述第一弹性体层上,

其中所述粘合层比所述电极薄。

14.根据权利要求13所述的用于制造致动器的方法,其中所述电极的形成方法是丝网印刷,凹版印刷或凸版印刷。

致动器、制造致动器的方法、驱动设备和电子设备

技术领域

[0001] 本公开内容涉及致动器、用于制造致动器的方法、驱动设备以及电子设备。

背景技术

[0002] 近年来，将电能转换成机械能的聚合物致动器已经广为人知。存在这样一种聚合物致动器，其是将电极和弹性体层交替层叠的叠层型致动器(例如参见专利文献1)。

[0003] 引用文献列表

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：第WO2016/031137号国际公布

发明内容

[0006] 发明要解决的技术问题

[0007] 然而，在叠层型致动器中，电极与弹性体层之间的粘合性很差。因此，叠层型致动器的介电强度很低。

[0008] 本公开内容的目的是提供一种能够提高电极与弹性体层之间的粘合性的致动器、用于制造该致动器的方法、驱动设备以及电子设备。

[0009] 解决问题的手段

[0010] 为了解决上述问题，第一公开内容是一种致动器，包括：

[0011] 层叠的多个电极片；以及

[0012] 设置在彼此相邻的电极片之间的粘合层，

[0013] 其中每一个电极片包括：

[0014] 弹性体层；以及

[0015] 设置在所述弹性体层上的电极，

[0016] 所述多个电极片被层叠使得所述弹性体层与所述电极被交替布置，并且

[0017] 所述粘合层比所述电极薄。

[0018] 第二公开内容是一种包含了第一公开内容的致动器的驱动设备。

[0019] 第三公开内容是一种包含了第一公开内容的致动器的电子设备。

[0020] 第四公开内容是一种用于制造致动器的方法，包括：

[0021] 在第一弹性体层上形成电极；

[0022] 在所述电极上形成粘合层；以及

[0023] 用所述粘合层将第二弹性体层粘接到所述第一弹性体层上，

[0024] 其中所述粘合层比所述电极薄。

附图说明

[0025] 图1是显示了根据本公开内容的第一实施方式的致动器的构造示例的剖视图。

[0026] 图2A、2B、2C、2D、2E和2F是描述用于制造根据本公开内容的第一实施方式的致动

器的方法示例的流程图。

[0027] 图3A和3B是描述用于制造根据本公开内容的第一实施方式的致动器的方法示例的流程图。

[0028] 图4是显示了根据本公开内容的第一实施方式的一个修改示例的致动器的构造示例的剖视图。

[0029] 图5是显示了根据本公开内容的第一实施方式的一个修改示例的致动器的构造示例的剖视图。

[0030] 图6是显示了根据本公开内容的第一实施方式的一个修改示例的致动器的构造示例的剖视图。

[0031] 图7是显示了根据本公开内容的第二实施方式的致动器的外部形状的示例的透视图。

[0032] 图8是沿着图7中的线条VIII-VIII截取的剖视图。

[0033] 图9是显示了根据本公开内容的第二实施方式的致动器的构造示例的分解透视图。

[0034] 图10是显示了根据本公开内容的第二实施方式的一个修改示例的致动器的构造示例的剖视图。

[0035] 图11是显示了根据本公开内容的第二实施方式的一个修改示例的致动器的构造示例的分解透视图。

[0036] 图12是显示了作为一个应用示例的拍摄设备的构造示例的剖视图。

[0037] 图13A是显示了透镜和用于保持透镜的支架的构造示例的平面图。图13B是沿着图13A中的线条XIIIB-XIIIB截取的剖视图。

[0038] 图14是显示了图13B中的区域R的放大剖视图。

[0039] 图15是显示了作为一个应用示例的显示设备的构造示例的剖视图。

[0040] 图16是显示了作为一个应用示例的多点触觉显示器的构造示例的剖视图。

[0041] 图17是显示了施加的电场与示例1的介电弹性体致动器产生的应力之间的关系的曲线图。

具体实施方式

[0042] 本公开内容的实施方式和应用示例将会按照以下顺序来描述。此外，在以下实施方式和应用示例的所有附图中，相同或相应的部分会用相同的附图标记来表示。

[0043] 1、第一实施方式(关于致动器的示例)

[0044] 2、第二实施方式(关于致动器的示例)

[0045] 3、应用实例(关于拍照设备的示例)

[0046] 4、应用实例(关于显示设备的示例)

[0047] 5、应用实例(关于多点触觉显示器的示例)

[0048] <1、第一实施方式>

[0049] [致动器的构造]

[0050] 首先，参考图1来描述根据本公开内容的第一实施方式的致动器10的构造示例。致动器10是叠层型介电弹性体致动器(dielectric elastomer actuator,DEA)。致动器10具

有矩形片材形状。致动器10具有彼此面对的第一主表面S1和第二主表面S2。并且，在本公开内容中，片材被定义成包括膜。

[0051] 致动器10包括多个电极片10A、粘合层13、引出电极14A以及引出电极14B。并且，根据需要可以设置或者不设置引出电极14A和14B。

[0052] 致动器10被构造成通过施加电压而在致动器10的面内方向上是可伸缩的。也就是说，致动器10被构造成在致动器10的厚度方向上是可位移的。

[0053] 致动器10可被应用于不同的驱动设备或电子设备。在这种情况下，致动器10固定在驱动设备或电子设备的基材22上。更进一步，驱动设备或电子设备的被驱动物21被固定在致动器10上。致动器10和基材22是通过粘合剂(未显示)粘接的，并且致动器10和被驱动物21是通过粘合剂(未显示)粘接的。并且，在本公开内容中，压敏粘合被定义成是一种粘合类型。

[0054] 可以应用有致动器10的驱动设备的具体示例包括但不局限于透镜驱动设备、图像稳定设备、振动设备(触觉显示器、振动器以及声学换能器(扬声器等等))。可以应用有致动器10的电子设备的具体示例包括但不局限于个人计算机、移动设备、移动电话、平板计算机、显示设备、照相设备、音频设备、游戏设备、工业工具以及机器人等等。

[0055] (电极片)

[0056] 多个电极片10A被层叠以形成层叠体。每一个电极片10A包括弹性体层11以及设置在弹性体层11上的电极12。多个电极片10A被层叠使得弹性体层11与电极12被交替布置。从绝缘性的角度来看，致动器10的第一和第二主表面S1和S2优选用弹性体层11覆盖。

[0057] (弹性体层)

[0058] 弹性体层11在致动器10的面内方向上具有弹性。每一个弹性体层11被夹在一组电极12之间。弹性体层11是介电弹性体层，并且是具有矩形形状的片材。例如，弹性体层11含有用作绝缘弹性材料的绝缘弹性体。例如，绝缘弹性体包括以下各项中的至少一种：丙烯酸橡胶、硅橡胶、三元乙丙橡胶(EPDM)、天然橡胶(NR)、丁基橡胶(IIR)、异戊二烯橡胶(IR)、丙烯腈-丁二烯共聚物橡胶(NBR)、氢化丙烯腈-丁二烯共聚物橡胶(H-NBR)、醇基橡胶、氯丁橡胶(CR)、氟橡胶以及聚氨酯橡胶等等。

[0059] 如有需要，弹性体层11可以包含添加剂。例如，添加剂是交联剂、增塑剂、抗老化剂、表面活性剂、粘度调节剂、增强剂以及着色剂等等中的至少一种。

[0060] (电极)

[0061] 电极12在致动器10的面内方向上具有弹性。因此，电极12可以依照弹性体层11的伸缩来伸缩。弹性体层11被夹在在致动器10的厚度方向上的彼此相邻的电极12之间。每一个电极片10A中包含的电极12在致动器10的厚度方向上彼此重叠。电极12的形状的示例包括多边形(例如矩形)、圆形以及椭圆形等等。

[0062] 电极12的厚度D2与弹性体层11的厚度D1的比值(D2/D1)优选是1/2或更小，并且更优选地是1/10或更大并且1/2或更小。当比值(D2/D1)超过1/2时，位移量会由于电极12的刚性的影响而显著减小。另一方面，当比值(D2/D1)小于1/10时，电极12的电阻将会增大并且其响应性会劣化。

[0063] 电极12含有导电材料。例如，该导电材料是导电填料和导电聚合物中的至少一种。导电填料的形状的示例包括球形、椭圆形、针形、板形、鳞片形、管形、线形、棒形、纤维形以

及不规则形等等，但其并不特别局限于此。此外，可以使用具有一种形状的导电填料，或者也可以组合使用具有两种或更多种形状的导电填料。

[0064] 例如，导电填料包含碳基填料、金属基填料、金属氧化物基填料以及金属包覆填料中的至少一种。在这里，金属被定义成包括半金属。

[0065] 例如，碳基填料包括以下的至少一种：炭黑(例如科琴黑、乙炔黑等等)、多孔碳、碳纤维(例如PAN基、沥青基等等)、碳纳米纤维、富勒烯、石墨烯、气相生长碳纤维(VGCF)、碳纳米管(例如SWCNT、MWCNT等等)、碳微线圈以及碳纳米角。

[0066] 例如，金属基填料包括以下的至少一种：铜、银、金、铂、钯、镍、锡、钴、铑、铱、铁、钌、锇、锰、钼、钨、铌、钽、钛、铋、锑以及铅。

[0067] 例如，金属氧化物基填料包括氧化铟锡(ITO)、氧化锌、氧化铟、添加了锑的氧化锡、添加了氟的氧化锡、添加了铝的氧化锌、添加了镓的氧化锌、添加了硅的氧化锌、氧化锌-氧化锡、氧化铟-氧化锡、或氧化锌-氧化铟-氧化镁。

[0068] 金属包覆填料是涂覆有金属的基础填料。例如，基础填料是云母、玻璃珠、玻璃纤维、碳纤维、碳酸钙、氧化锌或氧化钛。例如，涂覆基础填料的金属包括Ni和Al中的至少一种。

[0069] 例如，导电聚合物包括聚乙烯二氧噻吩/聚苯乙烯磺酸(PEDOT/PSS)、聚苯胺、聚乙炔以及聚吡咯中的至少一种。

[0070] 如有需要，电极12可以进一步包含粘结剂、凝胶、悬浮液以及油中的至少一种。该粘结剂具有弹性。优选地，该粘合剂是弹性体。对于弹性体，可以列举与弹性体层11相同的弹性体。

[0071] 如有需要，电极12可以进一步包含添加剂。对于添加剂，可以列举与弹性体层11的添加剂相同的添加剂。

[0072] 电极12可以包含复合材料。例如，复合材料包括以下的至少一项：由弹性体以及导电聚合物和导电填料中的至少一种制成的复合材料、弹性离子导电材料与电解质的复合材料、由聚合物悬浮液(丙烯酸乳液等等)以及导电聚合物和导电填料中的至少一种制成的复合材料、由嵌段共聚物以及导电聚合物和导电填料中的至少一种制成的复合材料、以及由聚合物凝胶和离子导体制成的复合材料。

[0073] (粘合剂层)

[0074] 粘合层13设置在相邻的电极片10A之间，并且其将相邻的电极片10A粘合在一起。该粘合层13在相邻电极片10A的弹性体层11与电极12之间提供粘合性。为了提高相邻电极片10A之间的粘合性，粘合层13优选覆盖电极12，更优选的是覆盖设置有电极12的弹性体层11的整个的一个主表面。该粘合层13比电极12薄。因此可以减小致动器10的驱动电压。该粘合剂层13优选包含硅基粘合剂。

[0075] 为了提高相邻电极片10A之间的粘合性(即，相邻电极片10A的电极12与弹性体层11之间的粘合性)，优选的是电极12和粘合层13包含相同种类的材料，更优选的是弹性体层11、粘合剂层13以及电极12包含相同种类的材料。在这种情况下，包含在粘合剂层13中的粘合剂和包含在电极12中的粘合剂可以由相同的材料制成。该相同种类的材料优选是硅基材料。

[0076] (引出电极)

[0077] 引出电极14A、14B优选具有弹性。因此，引出电极14A和14B可以依照致动器10的伸缩来伸缩。相应地，引出电极14A和14B可以抑制由于致动器10的伸缩而导致的引出电极14A和14B的断裂或是从弹性体层11剥离。

[0078] 引出电极14A、14B将层叠电极片10A的电极12和外部电压源(未显示)电连接。引出电极14A连接到多个层叠电极片10A中的、在从致动器10的第一主表面S1观察时位于奇数位置的电极片10A的电极12。引出电极14B连接到多个层叠电极片10A中的、在从致动器10的第一主表面S1观察时位于偶数位置的电极片10A的电极12。引出电极14A和引出电极14B从层叠弹性体层11之间的层叠电极片10A的外围部分之间引出到外部。引出电极14A和14B从层叠电极片10A的外围边缘的不同位置(例如从相对的位置)引出。

[0079] 引出电极14A和14B包含导电材料。对于导电材料，可以列举与电极12的材料相同的材料。如有需要，引出电极14A和14B可以包含具有弹性的粘合剂。该粘合剂优选是弹性体。作为弹性体，可以列举与弹性体层11相同的弹性体。例如，引出电极14A和14B具有线性形状。

[0080] [致动器操作]

[0081] 接下来将描述根据本公开内容的第一实施方式的致动器10的操作的示例。

[0082] 当在电极12之间施加驱动电压时，由库仑力引起的吸引力会作用在插有弹性体层11的相邻电极12之间。因此，夹在电极12之间的弹性体层11的一部分会在厚度方向上被压缩且变得更薄。相应地，第二主面S2的位置(即，被驱动物21的位置)会向下位移。在本说明书中，术语“向下”表示从第二主表面S2到第一主表面S1的致动器10的厚度方向。

[0083] 另一方面，当施加在插有弹性体层11的彼此相邻的电极12之间的驱动电压被释放时，由于库仑力所引起的吸引力不再作用在电极12之间。因此，弹性体层11的夹在电极12之间的部分的厚度会恢复到原始厚度。相应地，第一主面S1的位置(即，被驱动物21的位置)会向上位移并返回到原始位置。在本说明书中，术语“向上”表示从第一主表面S1到第二主表面S2的致动器10的厚度方向。

[0084] 在将致动器10应用于各种驱动设备或电子设备时，致动器10的默认状态(初始状态)可以是预先对致动器10施加预定电压的状态，或者可以是没有对致动器10施加电压的状态。

[0085] [用于制造致动器的方法]

[0086] 接下来将参考图2A到2F、3A和3B来描述用于制造根据本公开内容的第一实施方式的致动器10的方法的示例。

[0087] (用于形成弹性体层的涂料的制备处理)

[0088] 用于形成弹性体层的涂料是通过将弹性体加入溶剂中并使其分散来制备的。如有需要，在溶剂中可以添加除了弹性体之外的树脂材料以及至少一种添加剂。举例来说，出于提高用于在基材(剥离基材)上形成弹性体层的涂料的涂布性和适用期的目的，如有需要，可以添加诸如表面活性剂、粘度调节剂以及分散剂之类的添加剂。作为分散方法，优选使用的是搅拌、超声波分散、珠粒分散、捏合或均化器处理等等。

[0089] 对于溶剂并没有特别限制，只要它可以分散弹性体即可。举例来说，溶剂的示例包括：水、乙醇、甲乙酮、异丙醇、丙酮、阴离子(环己酮和环戊酮)、烃(己烷)、酰胺(DMF)、硫化物(DMSO)、丁基溶纤剂、丁基三甘醇、丙烯乙二醇单甲醚、丙二醇单乙醚、乙二醇单乙醚、乙

二醇单丙醚、乙二醇单异丙醚、二乙二醇单丁醚、二乙二醇单乙醚、二乙二醇单甲醚、二乙二醇二乙醚、二丙二醇单甲醚、三丙二醇乙二醇单甲醚、丙二醇单丁醚、丙二醇异丙醚、二丙二醇异丙醚、三丙二醇异丙醚、甲基乙二醇、萜品醇、丁基卡必醇乙酸酯等。

[0090] (导电涂料的制备处理)

[0091] 通过向溶剂中添加导电材料并将其分散，制备了用于形成电极的涂料的导电涂料。如有需要，在溶剂中可以进一步添加粘合剂以及至少一种添加剂。举例来说，出于提高导电涂料在弹性体层21A和22A上的涂布性和适用期的目的，如有需要，可以添加诸如表面活性剂、粘度调节剂和分散剂之类的添加剂。导电涂料可以是导电油墨或导电膏。作为分散方法，可以列举与上述用于形成弹性体层的涂料的制备方法相同的方法。更进一步，对于溶剂并没有特别限制，只要它可以分散导电材料即可。举例来说，可以列举与上述用于形成弹性体层的涂料的制备处理相同的溶剂。

[0092] (弹性体层的形成处理(1))

[0093] 首先，如图2A所示，在基材31上施加用于形成弹性体层的涂料，以便形成弹性体层11。

[0094] (电极的形成处理)

[0095] 接着，如图2B所示，在弹性体层11上施加用于形成电极的涂料，以便形成电极12。作为用于施加形成电极的涂料的方法(形成电极12的方法)，丝网印刷、凹版印刷或凸版印刷都是优选的。

[0096] (弹性体层的形成处理(2))

[0097] 接着，如图3A所示，通过施加用于形成弹性体层的涂料，在基材32上形成弹性体层11，然后，如图3B所示，弹性体层11被从基材32上剥离，并且移动到基材33上。由此得到了层叠体34。基材33包含氟树脂，例如聚四氟乙烯(PTFE)。因此，弹性体层11能够很容易地从基材33上剥离。

[0098] (层叠处理)

[0099] 接着，如图2C所示，在形成有电极12的弹性体层11上形成未固化的粘合层13。接着，如图2D所示，将层叠体34置于未固化状态的粘合层13上，其中层叠体34的弹性体层11位于粘合层13一侧，然后将粘合层13固化(例如通过热处理)。由此，层叠体34被粘接到弹性体层11中形成有电极12的一个主表面。在粘合层13固化之后，基材33从弹性体层11上剥离。随后，如图2E和2F所示，交替重复如上所述的电极的形成处理和如上所述的弹性体层(2)的形成处理，以便形成层叠体。由此得到介电弹性体致动器10。

[0100] [效果]

[0101] 如上所述，根据第一实施方式的致动器10包括多个层叠的电极片10A以及设置在相邻的电极片之间的粘合层13。因此，相邻电极片10A之间的粘合性(即，相邻电极片10A的电极12与弹性体层11之间的粘合性)可以得到提升。相应地，致动器10的介电强度可以得到提升。

[0102] 进一步，在根据第一实施方式的致动器10中，粘合层13比电极12薄。结果，致动器10的驱动电压可以减小。

[0103] [修改示例]

[0104] (修改示例1)

[0105] 在如上所述的第一实施方式中已经描述了从层叠的电极片10A的外围部分之间将引出电极14A和14B引出的情形，但是引出电极14A和14B的构造并不局限于此。举例来说，如图4所示，多个层叠的电极片10A可以具有从第二主表面S2沿着致动器10的厚度方向延伸的孔部11A和孔部11B，或者引出电极14A和引出电极14B可以分别从第二主表面S2经由孔部11A和孔部11B引出到外部。

[0106] (修改示例2)

[0107] 如图5所示，电极片10A可以进一步包括设置在弹性体层11上提供的虚拟电极(虚拟层)12A。虚拟电极12A设置在电极12的周围。虚拟电极12A优选在致动器10的面内方向上具有弹性。由此，虚拟电极12A可以依照弹性体层11的伸缩来伸缩。虚拟电极12A既可以用与电极12相同的材料制成，也可以用不同的材料制成，但是优选是用与电极12相同的材料制成的。在虚拟电极12A用与电极12相同的材料制成的情况中，可以同时形成电极12和虚拟电极12A，并且由此可以简化致动器10的制造处理。在虚拟电极12A具有导电性的情况中，电极12与虚拟电极12A是相互分离的。虚拟电极12A的厚度优选与电极12的厚度相同或基本相同。

[0108] 通过如上所述的提供具有虚拟电极12A电极片10A，可以抑制在电极12周围产生台阶。相应地，相邻的电极片10A之间的粘合性可以得到提高。此外，由于能够维持弹性体层11的平坦性，因此能够提供高质量的致动器10。

[0109] (修改示例3)

[0110] 如图6所示，电极片10A可以进一步包括设置在弹性体层11与电极12之间的粘合层16。粘合层16的材料与第一实施方式中的粘合层13的材料是相同的。电极片10A具有如上所述的构造，并且由此可以提高构成电极片10A的弹性体层11与电极12之间的粘合性。相应地，致动器10的介电强度可以得到进一步提高。

[0111] (修改示例4)

[0112] 在如上所述的第一实施方式中已经描述了致动器10具有矩形片材形状的情形，但是致动器10的形状并不局限于此，并且可以是除了矩形形状之外的多边形形状、圆形形状或椭圆形状等等。

[0113] <2、第二实施方式>

[0114] [致动器的构造]

[0115] 参考图7到9来描述根据本公开内容的第二实施方式的致动器110的构造示例。致动器110是叠层介电弹性体致动器(DEA)。致动器10具有矩形片材形状。致动器110具有彼此面对的第一主表面S1和第二主表面S2。致动器110包括层叠体111、引出电极114A以及引出电极114B。根据需要，可以设置也可以不设置引出电极114A和114B。并且，在第二实施方式中，与第一实施方式中相同的部分会用相同的附图标记表示，并且其描述将被省略。

[0116] 引出电极114A、114B经由布线(未显示)电连接到电压源(未显示)。致动器110被构造成通过施加电压而在致动器110的面内方向上是可伸缩的。也就是说，致动器110被构造成在致动器110的厚度方向上是可位移的。

[0117] (层叠体)

[0118] 层叠体111包括多个电极片110A、多个电极片110B以及多个粘合层13。多个电极片110A和多个电极片110B被层叠使得电极片110A和电极片110A被交替定位，以便形成层叠体

111。粘合层13设置在彼此相邻的电极片110A和110B之间。每一个电极片110A都包括弹性体层11以及设置在弹性体层11上的多个电极112A。每一个电极片110B都包括弹性体层11以及设置在弹性体层11上的多个电极112B。此外，在图9中没有显示粘合层13。在以下描述中，如果没有特别区分电极112A和电极112B，则将其称为电极112。

[0119] 电极片110A的电极112A与电极片110B的弹性体层11隔着粘合层13彼此面对，并且电极片110B的电极112B与电极片110A的弹性体层11隔着粘合层13彼此面对。每一个弹性体层11都被夹在一组电极112A与112B之间。从绝缘性的角度来看，致动器110的第一和第二主表面S1和S2优选被弹性体层11覆盖。

[0120] (电极)

[0121] 电极112A和112B在致动器110的面内方向上具有弹性。因此，电极112A和112B可以依照弹性体层11的伸缩来伸缩。多个电极112A和多个112B以条纹的形状布置。电极112B面对电极112A。也就是说，每一个电极片110A中包含的电极112A和每一个电极片110B中包含的电极112B在致动器10的厚度方向上相互重叠。所提供的电极112A延伸到弹性体层11的第一长边。所提供的电极112B延伸到弹性体层11的第二长边。因此，电极112A的端部从致动器110中位于第一长边侧的侧表面暴露，并且电极112B的端部从致动器110中位于第二长边侧的侧表面暴露。

[0122] 多个电极112A被粘合层13覆盖。更进一步，多个电极112B被粘合层13覆盖。粘合层13比电极112A和112B薄。由此可以减小致动器110的驱动电压。

[0123] 电极112A和112B的材料与第一实施方式中的电极12的材料相同。

[0124] (引出电极)

[0125] 引出电极114A、114B优选具有弹性。因此，引出电极114A和114B可以依照致动器110的伸缩来伸缩。相应地，可以抑制引出电极114A和114B从驱动器110在第一和第二长边侧的侧表面剥离。

[0126] 引出电极114A设置在致动器110中位于第一长边侧的侧表面上。引出电极114A与从致动器110中位于第一长边侧的侧表面暴露的电极112A的端部接触。引出电极114B设置在致动器110中位于第二长边侧的侧表面上。引出电极114B与从致动器110中位于第二长边侧的侧表面暴露的电极112B的端部接触。

[0127] 引出电极114A和114B包含导电材料。作为导电材料，可以列举与第一实施方式中的电极12的材料相同的材料。如有需要，引出电极114A和114B可以包含具有弹性的粘合剂。该粘合剂优选是弹性体。作为该弹性体，可以列举与第一实施方式中的弹性体层11的材料相同的材料。

[0128] [效果]

[0129] 如上所述，根据第二实施方式的致动器110包括交替层叠的多个电极片110A和电极片110B，以及设置在相邻电极片110A和110B之间的粘合层13。由此，相邻电极片110A和110B之间的粘合性(即，电极片110A的电极112A与电极片110B的弹性体层11之间的粘合性，以及电极片110B的电极112B与电极片110A的弹性体层11之间的粘合性)可以得到提升。相应地，致动器110的介电强度可以得到提高。

[0130] [修改示例]

[0131] (修改示例1)

[0132] 如图10和11所示，电极片110A可以进一步包括多个虚拟电极112C，并且电极片110B可以进一步包括多个虚拟电极112D。虚拟电极112C和112D在致动器110的面内方向上具有弹性。因此，虚拟电极112C和112D可以依照弹性体层11的伸缩来伸缩。

[0133] 虚拟电极112C设置在弹性体层11上的相邻电极112A之间的间隙中。多个虚拟电极112C以条纹形状布置在弹性体层11的一个主表面上。虚拟电极112C设置在弹性体层11上的相邻电极112B之间的间隙中。多个虚拟电极112C以条纹形状布置在弹性体层11的一个主表面上。

[0134] 如上所述，电极片110A进一步包括多个虚拟电极112C，并且电极片110B进一步包括多个虚拟电极112D，由此可以抑制在电极112A之间的间隙部分以及电极112B之间的间隙部分中产生台阶。相应地，相邻电极片110A和110B之间的粘合性可以得到进一步提升。此外，由于能够提高弹性体层11的平坦度，因此可以提供高质量的致动器10。

[0135] (修改示例2)

[0136] 在如上所述的第二实施方式中已经描述了以条纹的形状来布置多个电极112A和112B的情形，但是多个电极112A和112B的布置形式并不局限于此，并且它们可以被布置成网眼形状、网格形状、点状、蜿蜒形状、放射形状、几何图案形状、蜿蜒形状、同心形状(例如同心圆形状)、螺旋形状、蜘蛛网形状、树状、鱼骨状或网状等等。

[0137] <3、应用示例>

[0138] 图12是显示了作为一个应用示例的拍摄设备300的构造示例的剖视图。拍摄设备300是所谓的单反相机，并且包括相机机身310以及可以附着于相机机身以及与之分离的拍摄透镜320。拍摄设备300是电子设备的一个示例。

[0139] (相机机身)

[0140] 相机机身310包括成像元件311、监视器312以及电子取景器313等等。成像元件311对穿过拍摄透镜320的入射光L形成的物体光图像进行光电转换，以便产生捕获图像信号。例如，成像元件311是由CCD图像传感器或CMOS图像传感器构成的。

[0141] 从成像元件311输出的捕获图像信号经历由图像处理单元(未显示)执行的图像处理(例如分辨率转换)，并被显示在监视器312和电子取景器313上。更进一步，在按下快门按钮时，捕获图像信号会经历压缩处理和记录编码处理，然后被存储在记录介质(未显示)中。

[0142] 监视器312和电子取景器313是由诸如有机电致发光(EL)显示器或液晶显示器之类的显示设备构成的。

[0143] (拍摄透镜)

[0144] 拍摄透镜320包括透镜光学系统321以及透镜控制单元(未显示)。透镜光学系统321包括多个透镜321A、321B和321C，支撑这些透镜321A、321B和321C的多个支架(支撑构件)322A、322B、322C等等。支架322A包括根据第一实施方式或是其修改示例的多个致动器10，并且借助这些致动器10来支撑透镜321A。然而，支架322A可以包括根据第二实施方式或是其修改示例的致动器110，来代替根据第一实施方式或是其修改示例的致动器10。

[0145] 图13A是显示了透镜321A以及保持透镜321A的支架322A的构造示例的平面图。图13B是沿着图13A中的线条XIIIB-XIIIB截取的剖视图。图14是显示了图13B中的区域R的放大剖视图。透镜321A是自动对焦透镜。支架322A包括透镜支撑部分331、多个致动器10以及支架主体332。

[0146] 透镜支撑部分331具有环形形状。透镜支撑部分331将透镜321A支撑在其内圆周表面上。被驱动物由透镜支撑部分331和透镜321A构成。支架主体332具有环形形状。支架主体332借助多个致动器10来支撑透镜支撑部分331。支架主体332是支撑由透镜支撑部分331和透镜321A构成的被驱动物的基材的一个示例。

[0147] 致动器10是自动对焦致动器。致动器10在入射光L的光轴方向上移动透镜321A。致动器10的第二主表面S2固定于透镜支撑部分331。致动器10的第一主表面S1固定于支架主体332。

[0148] 透镜321C是图像稳定透镜。支架322C包括图像稳定致动器(未显示)。图像稳定致动器在与入射光L的光轴垂直的平面中移动透镜321C。

[0149] 透镜控制单元控制自动对焦致动器10和图像稳定致动器。

[0150] <4、应用示例>

[0151] 图15是显示了作为一个应用示例的显示设备400的构造示例的剖视图。显示设备400是所谓的平面扬声器，并且包括背部底架401、显示面板402、根据第二实施方式或是其修改示例的致动器110、以及控制单元(未显示)等等。并且，显示设备400可以包括根据第一实施方式或其修改示例的多个致动器10，来代替根据第二实施方式或其修改示例的致动器110。显示设备400是关于电子设备或驱动设备的一个示例。

[0152] 背部底架401是支撑致动器110并构成显示设备400的后表面的基材的示例。背部底架401设置在致动器110的第一主表面S1上。背部底架401具有面向显示面板402的支撑表面401S。

[0153] 显示面板402是由致动器110驱动的被驱动物的一个示例，例如，该显示面板是有机EL面板或液晶面板。显示面板402设置在致动器110的第二主表面S2上。显示面板402具有面向背部底架401的后表面402S。

[0154] 致动器110的第一主表面S1固定于支撑表面401S。致动器110的第二主表面S2固定于后表面402S。致动器110驱动显示面板402发出平面波(声波)。控制单元对显示面板402和致动器110的驱动进行控制。

[0155] <5、应用示例>

[0156] 图16是显示了作为一个应用示例的多点触觉显示器500的构造示例的剖视图。除了具有管状形状之外，多点触觉显示器500与根据第二实施方式或其修改示例的致动器110相类似。多点触觉显示器500是驱动设备的一个示例。

[0157] 多点触觉显示器500的内圆周表面S1附着于人体部分501。被多点触觉显示器500附着的人体部分501的示例包括但不局限于手臂、腿以及手指等等。

[0158] [实施例]

[0159] 以下将会参考实施例来具体描述本公开内容，但是本公开内容并不局限于这些实施例。

[0160] [实施例1]

[0161] (弹性体层的形成处理(1))

[0162] 首先，在真空状态下搅拌基于两种液体的混合物的加聚型有机硅材料并对其进行除泡，然后通过涂膜机将其施加在基材(PET片材(高射投影仪(overhead projector,OHP)片材))，以便形成具有方形片材形状的弹性体层。

[0163] (电极形成处理)

[0164] 接着,制备具有以下成分的用于形成电极的涂料,并且通过丝网印刷机将其印刷在弹性体层上,以便形成方形电极。

[0165] <用于形成电极的涂料的成分>

[0166] 加聚型有机硅材料(由Toray Dow Corning Co.,Ltd.制造,MS-1003):4质量份

[0167] 乙炔黑(由Denka Co.,Ltd.制造,Li-100):0.8质量份

[0168] 甲基硅氧烷(由Dow Corning Co.,Ltd.制造,OS-10):36质量份

[0169] (弹性体层(2)的形成处理)

[0170] 接着,在基材(PET片材(高射投影仪(OHP)片材))上以与上述的弹性体层(1)的形成处理相同的方式形成弹性体层,然后从基材上剥离弹性体层,并且将其转移到聚四氟乙烯(PTFE)片材上。由此获得了片材层叠体。

[0171] (层叠处理)

[0172] 接着,在形成有电极的弹性体层上,将与电极的有机硅粘合剂相同的加聚型有机硅材料(由Toray Dow Corning Co.,Ltd.制造,MS-1003)在整个表面上薄薄地涂覆一次,以便形成未固化的粘合层。接着,将片材层叠体置于未固化的粘合层上,以使片材层叠体的弹性体层面朝电极,然后在110℃的条件下固化该粘合层。由此,片材层叠体的弹性体层被粘接到形成有电极的弹性体层的一个主表面上。在固化之后,PTFE片材从弹性体层上剥离。随后,交替重复电极的形成处理和弹性体层(2)的形成处理,并且形成弹性体层/电极/弹性体层/电极/弹性体层/电极/弹性体层这样总共7层的层叠体。因此获得了目标介电弹性体致动器。

[0173] [比较例1]

[0174] 除了在层叠处理中省略形成粘合层之外,介电弹性体致动器是以与实施方式1中相同的方式获得的。

[0175] [评价]

[0176] (弹性体层的厚度)

[0177] 实施例1和比较例1的弹性体层的厚度是从剖面的观察照片中测得的。在这里,弹性体层的厚度表示其在致动器未被拉伸的状态下的厚度(初始厚度)。此外,电极和弹性体层已被确认是分离的。

[0178] (粘合性)

[0179] 根据JIS-K-5600,通过25质量(mass)的横切试验对实施例1和比较例1的致动器执行了剥离试验。结果发现了以下情况。在弹性体层和电极之间不包含粘合层的比较例1的介电弹性体层中,在电极部分处(弹性体层和电极之间)很多弹性体层发生了剥离。另一方面,在弹性体层和电极之间具有粘合层的致动器(实施例1)中,在充当底层的基材(PET片材表面)上许多弹性体层发生了剥离。相应地,与在弹性体层与电极之间不包含粘合层的致动器相比,在弹性体层与电极之间具有粘合层的致动器中能够获得更高的弹性体层与电极之间的粘合性。

[0180] (击穿介电强度)

[0181] 实施例1的致动器的击穿介电强度是以如下方式测量的。击穿介电强度是在电场强度以每1伏/微米10秒的速度增大的情况下,通过测量在具有4厘米x 4厘米的面积的致动

器的弹性体层击穿时施加的电场强度确定的。所述击穿是通过点亮高压发生器(由NF Circuit Design Block Co.,Ltd.制造,HVA4321)的过载灯来确定的。

[0182] (静电电容)

[0183] 为了确认是否正确地形成了电极,对实施例1的致动器的静电电容进行了测量。该静电电容是在100Hz的条件下使用由NF Circuit Design Block Co.Ltd.制造的LCR仪表测量的。结果,如表1所示,所获取的静电电容是2.54nF。该静电电容与通过针对实施例1的致动器计算得出的静电电容(2.5nF)基本相同。从该结果可以认为,在此次制造的第一实施方式的致动器中恰当地形成了电极。

[0184] (所产生的应力)

[0185] 实施例1的致动器产生的应力是以如下方式测量的。将致动器固定于Shimadzu Corporation制造的万能试验机Autograph AGS-X上,并且将在沿单轴方向拉伸1.1倍的条件下施加电场时在负荷传感器中产生的力定义成是所产生的应力。

[0186] 图17显示了所施加的电场与所产生的应力之间的关系。图17还显示了通过假设由矩形结构导致的阻尼系数为0.6时计算的理论值。从图17中可以确认,所获得的结果与理论值几乎相等。几乎没有观察到被认为会由弹性体层与电极之间的界面造成的损失等等。随着电场强度的增大,测量值与理论值的偏差趋于增大,这一点被认为是归因于屈曲的影响。

[0187] 表1显示了实施例1与比较例1的致动器的构造和评价结果。

[0188] 表1

[0189]

	致动器构造						击穿介电强度[V/μm]	静电电容[nF]
	弹性体层厚度[um]	弹性体层数量	电极厚度[um]	电极数量	粘合层存在	拉伸幅度		
实施例 1	42	4	3.8	3	是	1.0	91	2.54
比较例 1	42	4	3.8	3	否	1.0	-	-

[0190] 表2显示了关于实施例1的致动器的评价结果。

[0191] 表2

[0192]

	拉伸幅度	静电电容[nF]	应力测量测试	
			生成的应力[kPa]	施加的电场[V/μm]
实施例 1	1.1	2.48	1.7	8.9
			4.4	17.8
			9.4	26.7
			12.2	31.1
			15.0	35.6
			17.8	40.0
			19.4	44.4
			24.4	48.9
			26.1	53.3

[0193] 在表1和2中,拉伸比是被拉伸的致动器的每一侧的长度L1与未被拉伸的致动器的每一侧的长度L0的比值(L1/L0)。

[0194] 在上文中已经具体描述了本公开内容的实施方式和修改示例,但是本公开内容并

不局限于上述实施方式和修改示例，并且基于本公开内容的技术思想的各种修改都是可行的。例如，在上述实施方式和修改示例中给出的构造、方法、工艺、形状、材料以及数值等等都仅仅是示例，如有需要，不同的构造、方法、工艺、形状、材料以及数值等等都是可以使用的。在不脱离本公开内容的主旨的情况下，上述实施方式和修改示例中的构造、方法、处理、形状、材料以及数值等等可以相互组合。除非另有说明，否则在上述实施方式和修改示例中举例说明的材料既可以单独使用，也可以以两种或更多种的组合的方式使用。

[0195] 更进一步，本公开内容还可以采用以下构造。

[0196] (1)一种致动器，包括：

[0197] 层叠的多个电极片；以及

[0198] 设置在相邻的所述电极片之间的粘合层，其中

[0199] 所述电极片包括：

[0200] 弹性体层；以及

[0201] 设置在所述弹性体层上的电极，

[0202] 多个所述电极片被层叠使得所述弹性体层与所述电极交替定位，并且

[0203] 所述粘合层比所述电极薄。

[0204] (2)根据(1)所述的致动器，其中所述电极的厚度D2与所述弹性体层的厚度D1之比(D2/D1)是1/2或更小。

[0205] (3)根据(1)或(2)所述的致动器，其中所述电极和所述粘合层包含相同种类的材料。

[0206] (4)根据(1)或(2)所述的致动器，其中所述弹性体层、所述电极以及所述粘合层包含相同种类的材料。

[0207] (5)根据(3)或(4)所述的致动器，其中所述相同种类的材料是硅基材料。

[0208] (6)根据(1)到(5)中任一项所述的致动器，其中所述粘合层覆盖所述电极。

[0209] (7)根据(1)到(6)中任一项所述的致动器，其中所述电极片进一步包括设置在所述弹性体层与所述电极之间的粘合层。

[0210] (8)根据(1)到(7)中任一项所述的致动器，进一步包括第一引出电极和第二引出电极，其中

[0211] 所述第一引出电极连接到层叠的多个所述电极片中的、当从所述致动器的一个主表面观察时位于奇数位置的所述电极片的所述电极，

[0212] 所述第二引出电极连接到层叠的多个所述电极片中的、当从所述致动器的一个主表面观察时位于偶数位置的所述电极片的所述电极，并且

[0213] 所述第一引出电极和所述第二引出电极从层叠的所述电极片的边缘部分之间引出到外部。

[0214] (9)根据(1)到(7)中任一项所述的致动器，进一步包括第一引出电极和第二引出电极，其中

[0215] 所述第一引出电极连接到层叠的多个所述电极片中的、当从所述致动器的一个主表面观察时位于奇数位置的所述电极片的所述电极，

[0216] 所述第二引出电极连接到层叠的多个所述电极片中的、当从所述致动器的一个主表面观察时位于偶数位置的所述电极片的所述电极，

[0217] 层叠的多个所述电极片具有在所述致动器的厚度方向上延伸的第一孔部和第二孔部,并且

[0218] 所述第一引出电极和所述第二引出电极分别通过所述第一孔部和所述第二孔部引出到外部。

[0219] (10)根据(1)到(9)中任一项所述的致动器,其中所述电极片进一步包括设置在所述弹性体层上的虚拟电极。

[0220] (11)一种包含了根据(1)到(10)中任一项所述的致动器的驱动设备。

[0221] (12)一种包含了根据(1)到(10)中任一项所述的致动器的电子设备。

[0222] (13)一种用于制造致动器的方法,包括:

[0223] 在第一弹性体层上形成电极;

[0224] 在所述电极上形成粘合层;以及

[0225] 用所述粘合层将第二弹性体层粘合到所述第一弹性体层上,

[0226] 其中所述粘合层比所述电极薄。

[0227] (14)根据(13)所述的用于制造致动器的方法,其中所述电极的形成方法是丝网印刷,凹版印刷或凸版印刷。

[0228] 附图标记

[0229]	10,110	致动器
[0230]	11	弹性体层
[0231]	11A,11B	孔部
[0232]	12,112A,112B	电极
[0233]	13	粘合层
[0234]	14A,14B	引出电极
[0235]	12A,112C,112D	虚拟电极
[0236]	111	层叠体
[0237]	300	拍摄设备(电子设备)
[0238]	400	显示设备(电子设备或驱动设备)
[0239]	500	多点触觉显示器(驱动设备)
[0240]	S1	第一主表面
[0241]	S2	第二主表面

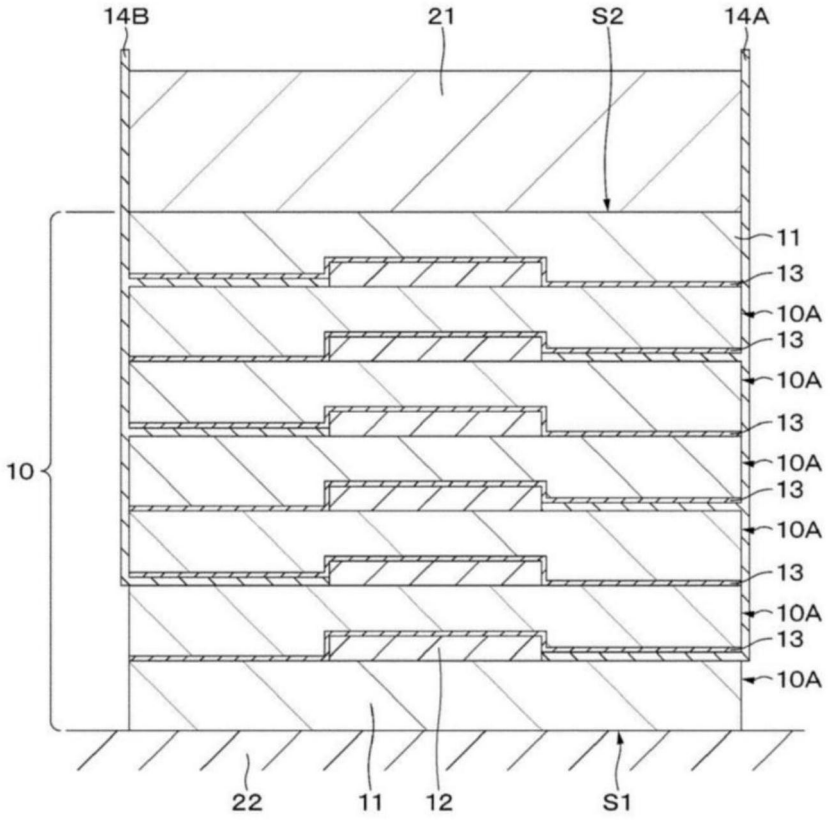

14B
21
S2
14A
11
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
10
22
11
12
S1

图1

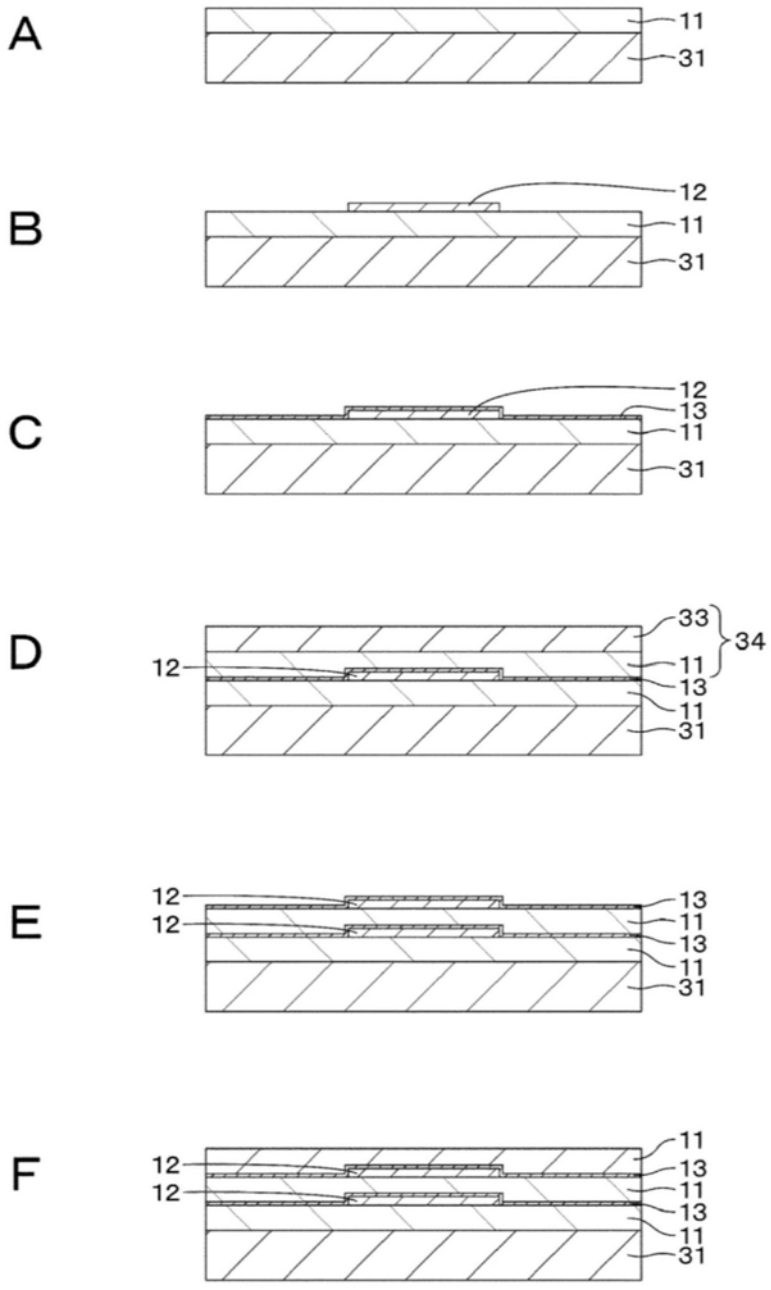

A
11
31
B
12
11
31
C
12
13
11
31
D
33
34
12
11
13
11
31
E
12
12
13
11
13
11
31
F
11
12
13
12
11
13
11
31

图2

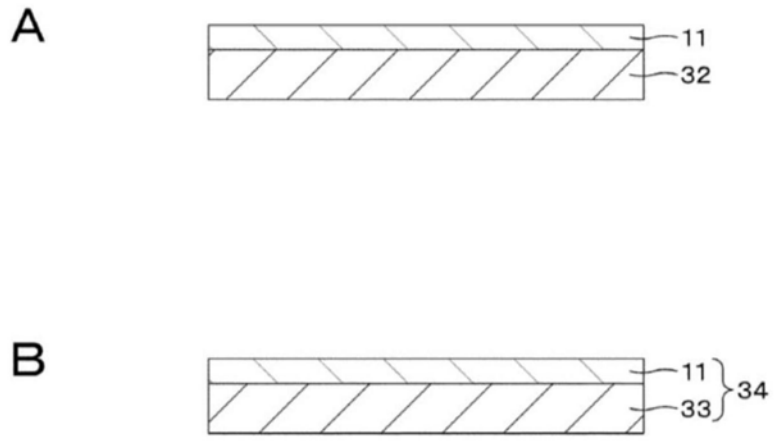

A
11
32
B
11
33
34

图3

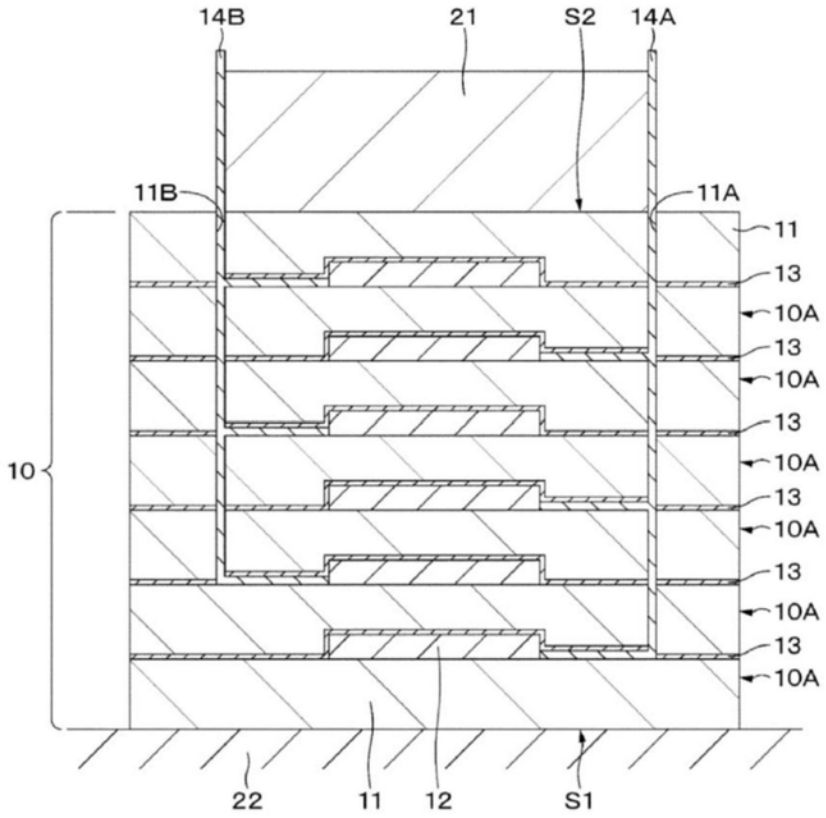

14B
21
S2
14A
11B
11A
11
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
10
22
11
12
S1

图4

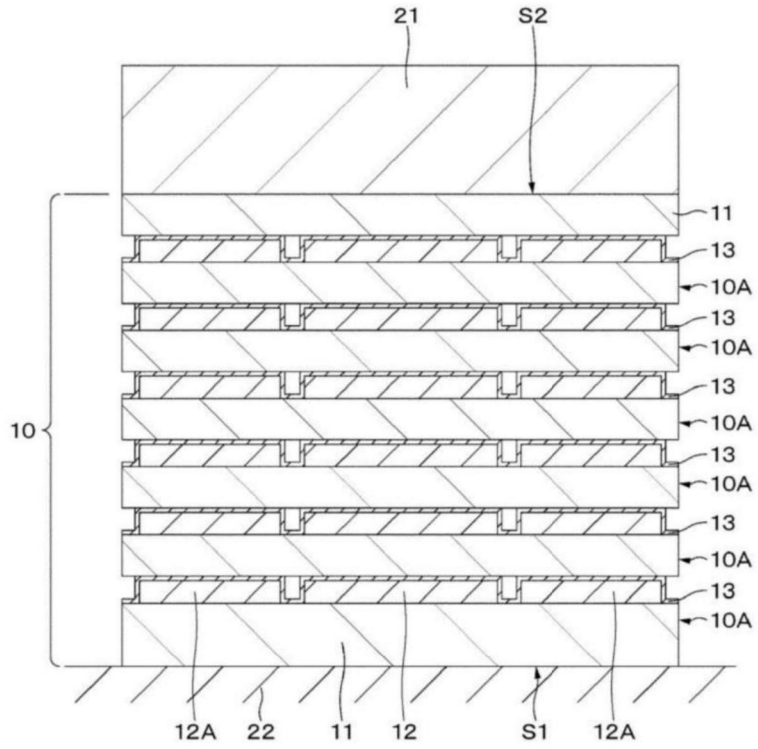

21
S2
11
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
13
10A
10
12A
22
11
12
S1
12A

图5

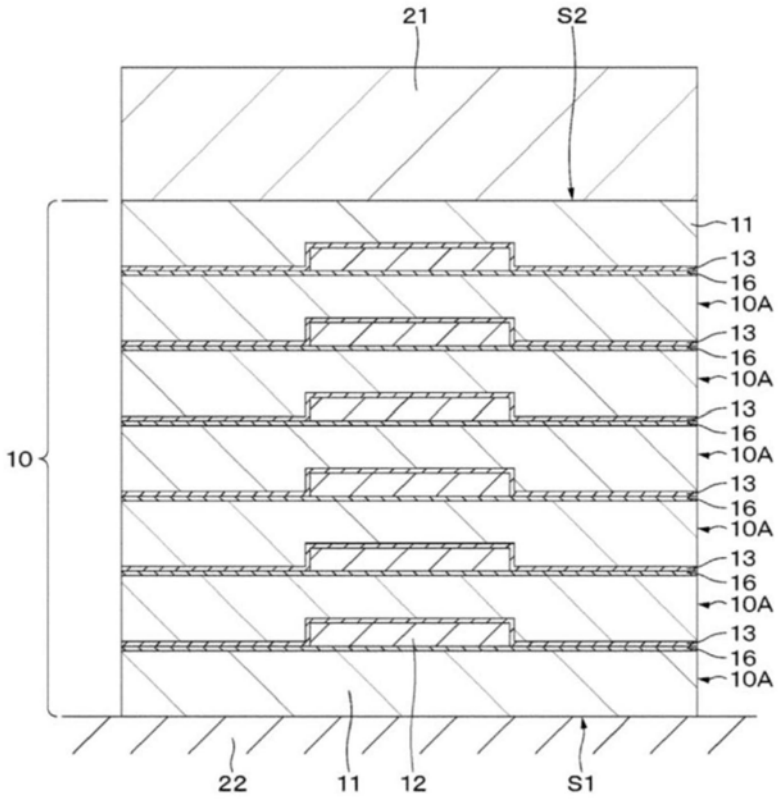

21
S2
11
13
16
10A
13
16
10A
13
16
10A
13
16
10A
13
16
10A
13
16
10A
10
22
11
12
S1

图6

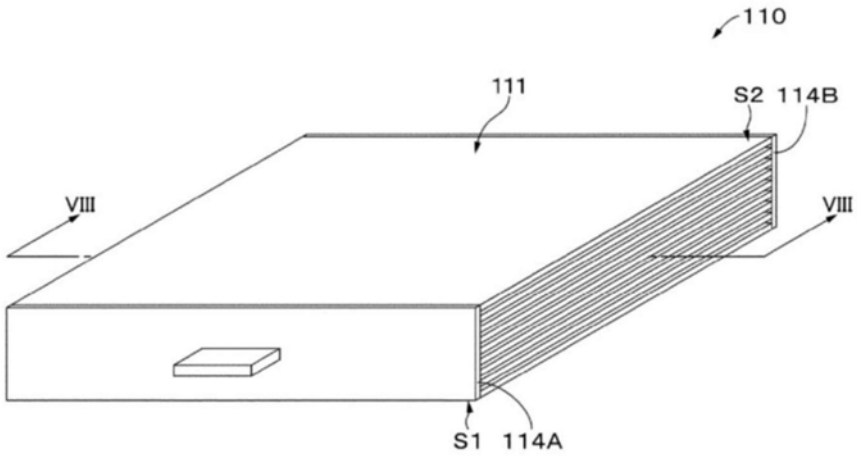


图7

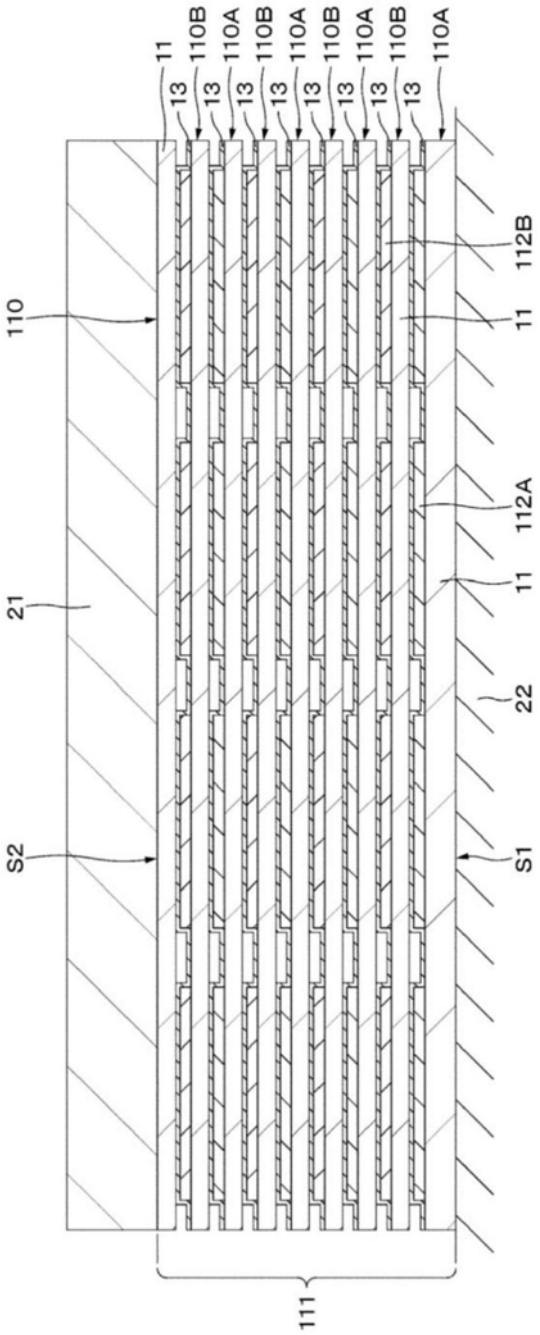

11
110B
13
110A
110B
110A
110B
110A
110B
110A
112B
110
11
112A
21
11
22
S2
S1
111

图8

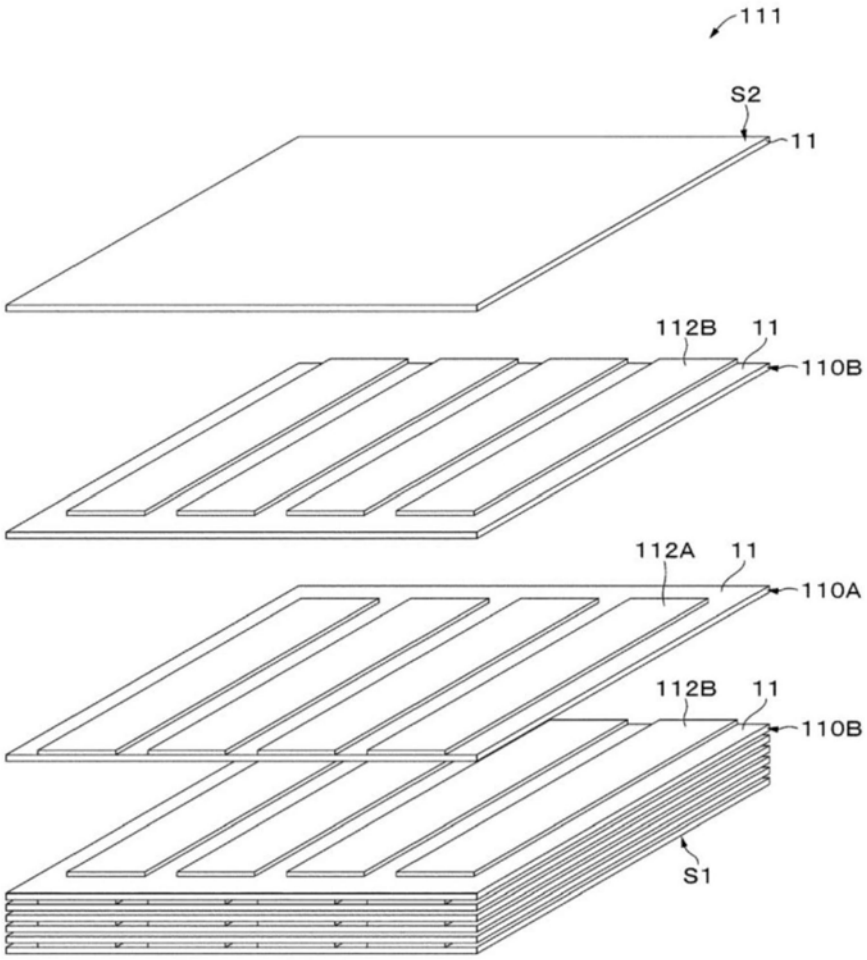


图9

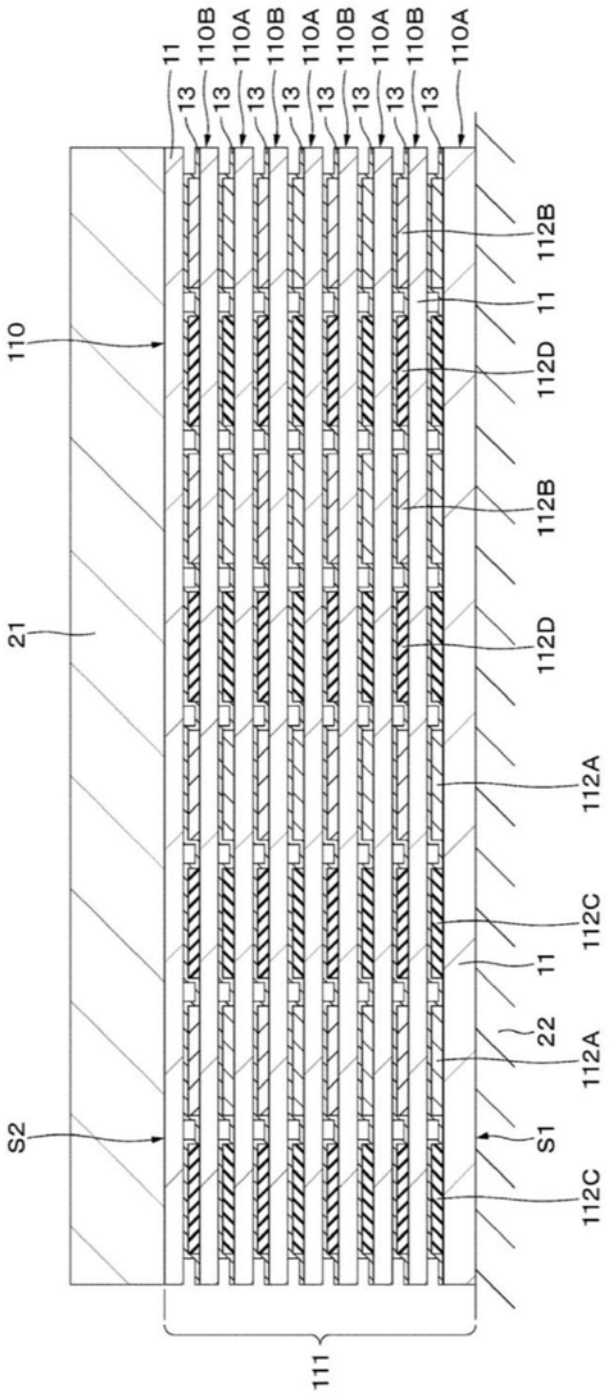


图10

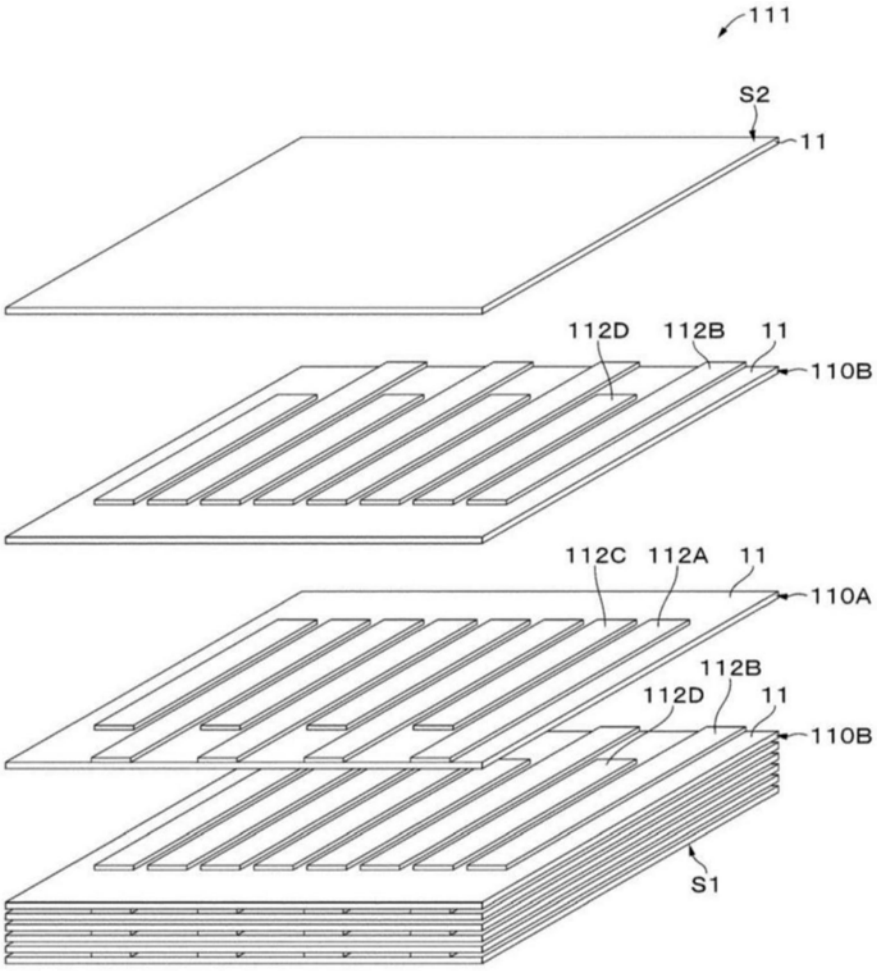

111
S2
11
112D
112B
11
110B
112C
112A
11
110A
112B
112D
11
110B
S1

图11

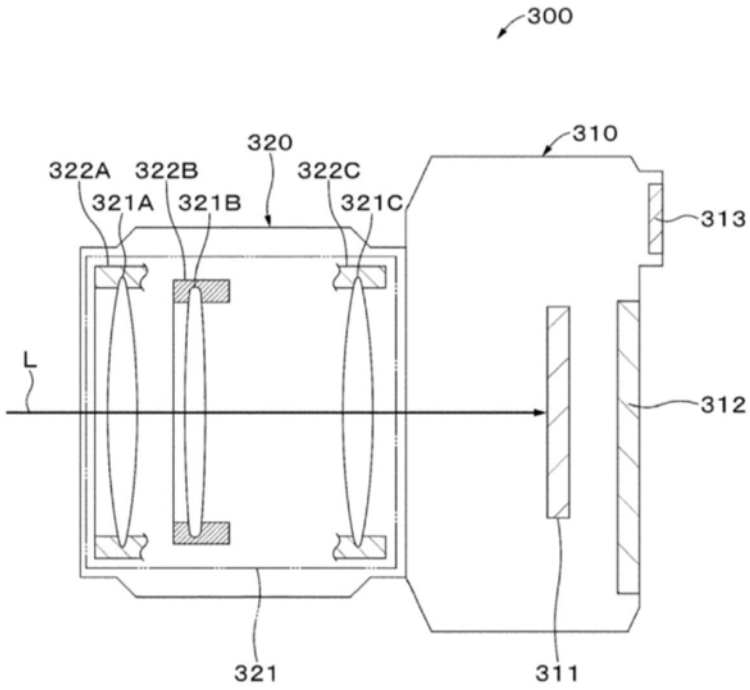


图12

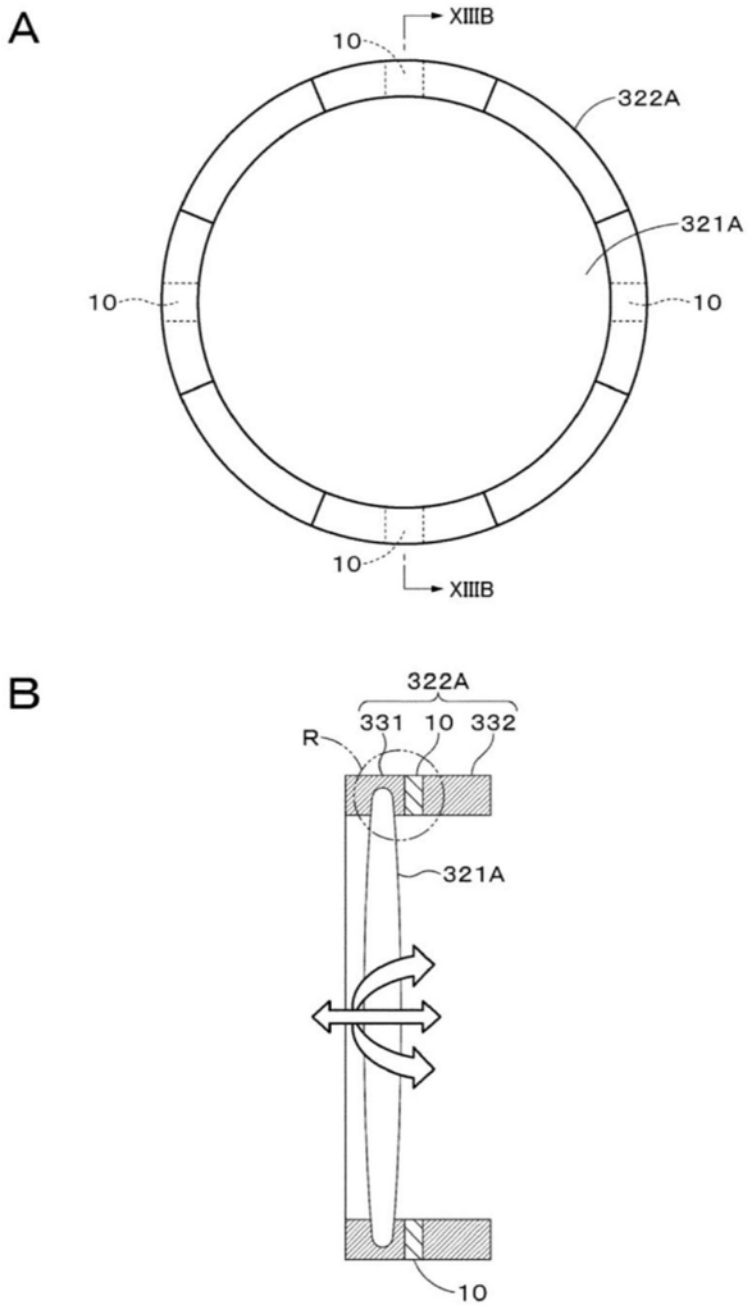


图13

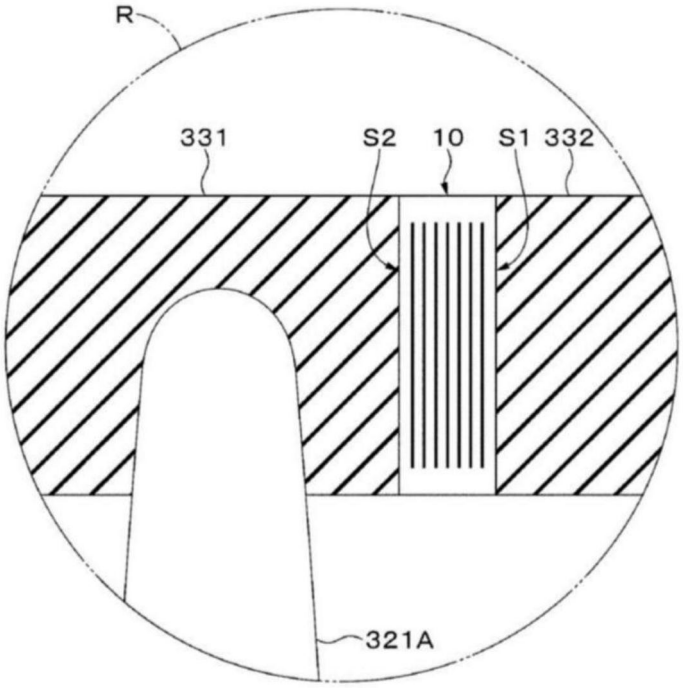


图14

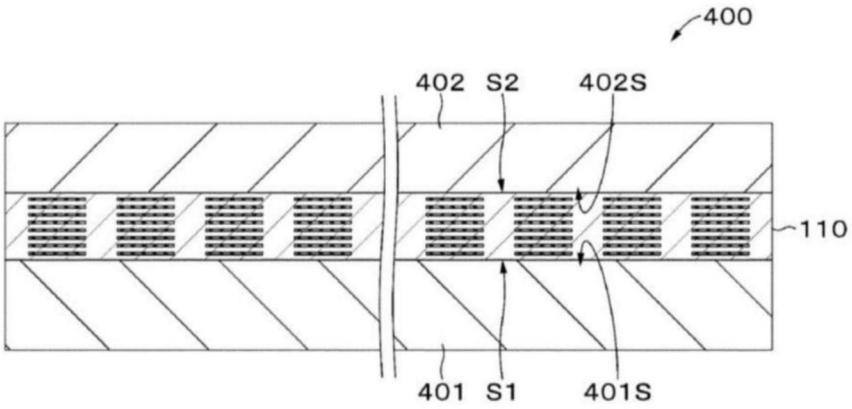


图15

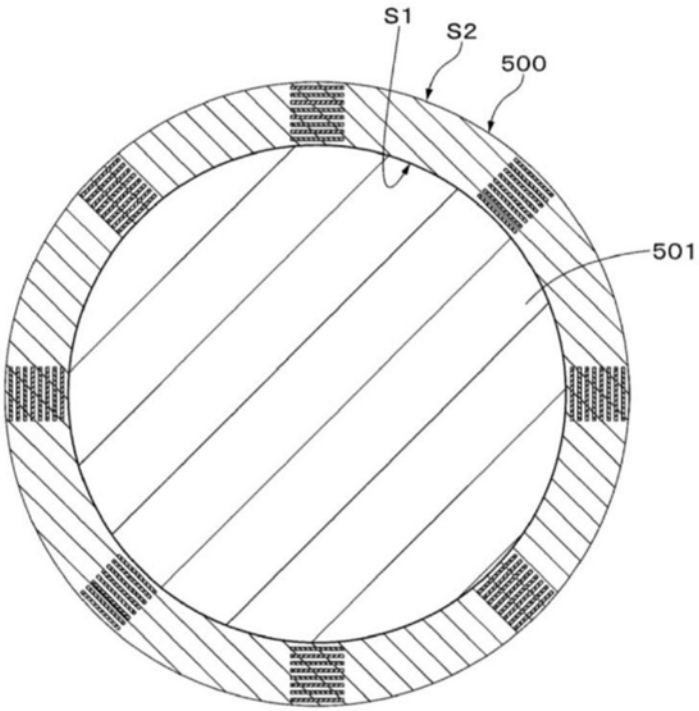

S1
S2
500
501

图16

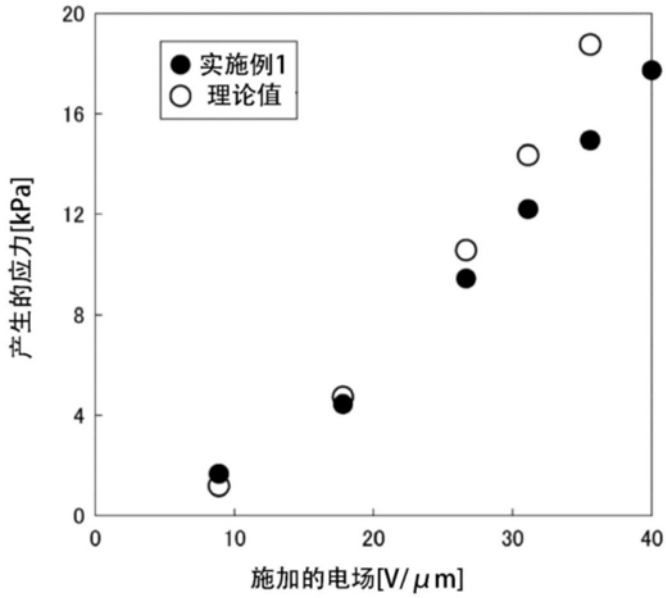

实施例1
理论值
产生的应力[kPa]
施加的电场[V/μm]
0
4
8
12
16
20
0
10
20
30
40

图17