(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103329575 B
(45)授权公告日 2016.08.10

(21)申请号 201180064105.8
(22)申请日 2011.12.22
(30)优先权数据
2011-002313 2011.01.07 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2013.07.04
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2011/079843 2011.12.22
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2012/093598 JA 2012.07.12
(73)专利权人 欧姆龙株式会社
地址 日本京都府
专利权人 ST微电子公司
(72)发明人 笠井隆 佐藤正武 内田雄喜
I. 帕多瓦尼 F. 戴维 S. 康蒂
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 刘晓迪
(51)Int.Cl.
H04R 19/04(2006.01)
(56)对比文件
CN 101785325 A,2010.07.21,
JP 2003028740 A,2003.01.29,
CN 101242682 A,2008.08.13,
审查员 商晓莉

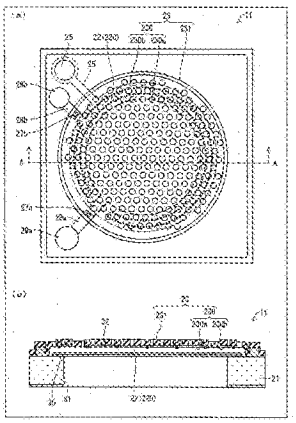
权利要求书2页 说明书12页 附图12页

(54)发明名称

音响转换器及使用该音响转换器的麦克风

(57)摘要

一种音响转换器及使用该音响转换器的麦克风。音响传感器(11)在半导体基板(21)的上面形成有振动膜(22)及固定膜(23),根据振动膜(22)的振动电极(220)与固定膜(23)的固定电极(230)之间的静电容量的变化,将声波转换成电信号进行输出。音响传感器(11)对振动电极(220)及固定电极(230)中的至少一方进行分割,从被分割后的多个电极分别输出多个电信号。



CN 103329575 B

1.一种音响转换器，在基板的上面形成有振动膜及固定膜，根据该振动膜的振动电极与所述固定膜的固定电极之间的静电容量的变化来检测声波并将其转换为电信号进行输出，其特征在于，

所述基板具有在所述上面开设的开口部，

在所述开口部的上方对所述振动电极及所述固定电极的至少一方进行分割，

从被分割后的多个电极分别输出多个所述电信号，

其中，所述振动电极及所述固定电极双方被分割，所述振动电极及所述固定电极中的一方与被分割后的电极电气短路。

2.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述被分割后的多个电极的至少两个电极检测所述声波的灵敏度不同。

3.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述被分割后的多个电极的至少两个电极的面积不同。

4.如权利要求3所述的音响转换器，其特征在于，

所述面积不同的电极中与面积大的电极对应的所述振动膜的区域相比于与面积小的电极对应的所述振动膜的区域，所述声波产生的振动的振幅的平均值大。

5.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述被分割后的多个电极为被分隔为两个电极。

6.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述振动电极及所述固定电极的间隔一定。

7.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述振动电极及所述固定电极分别为均一的厚度。

8.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述振动膜的基部为矩形。

9.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述振动膜的基部为圆形。

10.如权利要求8所述的音响转换器，其特征在于，

所述振动膜具备从所述基部向外侧延伸的延伸部，通过该延伸部固定于所述基板或所述固定膜上。

11.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述振动膜在被分割后的振动电极的边界区域或与被分割后的固定电极的边界区域相对的区域形成有缝隙。

12.如权利要求11所述的音响转换器，其特征在于，

所述缝隙的宽度为10μm以下。

13.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

在所述振动膜及所述基板之间存在空隙。

14.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述振动膜中的与所述被分割后的多个电极对应的多个区域中的至少两个区域与固定于所述基板或所述固定膜的固定部分的该区域的面积比不同。

15.如权利要求1所述的音响转换器，其特征在于，

所述开口部设置在与所述振动膜的中央部相对的区域，

声波从该开口部入射。

16.一种麦克风，其具备音响转换器和IC，所述音响转换器在基板的上面形成有振动膜及固定膜，根据该振动膜的振动电极与所述固定膜的固定电极之间的静电容量的变化来检测声波并将其转换为电信号进行输出，所述IC向所述音响转换器供电，并且将来自所述音响转换器的电信号放大后向外部输出，其特征在于，

所述基板具有在所述上面开设的开口部，

所述音响转换器在所述开口部的上方对所述振动电极及所述固定电极中的至少一方进行分割，

从被分割后的多个电极分别向所述IC输出多个所述电信号，

所述振动电极及所述固定电极双方被分割，所述振动电极及所述固定电极中的一方与被分割后的电极电气短路。

音响转换器及使用该音响转换器的麦克风

技术领域

[0001] 本发明涉及将声波转换为电信号的音响转换器(acoustic transducer)和使用该音响转换器的麦克风。本发明尤其是涉及使用MEMS(Micro Electro Mechanical System)技术制作的微小尺寸的音响转换器等。

背景技术

[0002] 目前,作为搭载于手机等的小型麦克风,广泛使用有ECM(Electret Condenser Microphone)。但是,ECM的耐热差,另外与数字化的对应、小型化、高功能、多功能化、省电这些方面,MEMS麦克风更加优异。因此,目前正在普及MEMS麦克风。

[0003] MEMS麦克风具备检测声波并将其转换为电信号(检测信号)的电容型的音响传感器(音响转换器)、对该音响传感器施加电压的驱动电路、对来自上述音响传感器的检测信号进行放大等信号处理并向外部输出的信号处理电路。上述音响传感器使用MEMS技术制造。另外,上述驱动电路及信号处理电路使用半导体制造技术,作为ASIC(Application Specific Integrated Circuit)而一体制造。

[0004] 近来,要求麦克风以高品质检测并输出大的声音。通常,最大输入声压(动态范围)受谐波失真率(Total Harmonic Distortion,下称“THD”)限制。这是因为如果利用麦克风检测大的声音,则在输出信号产生谐波失真,破坏音质。因此,如果减小THD,则可以增加最大输入声压。

[0005] 然而,一般的麦克风中,声波的检测灵敏度和THD为折衷的关系。因此,高灵敏度的麦克风的THD增大,最大输入声压减小。这是因为高灵敏度的麦克风的输出信号增大容易产生THD。另一方面,低灵敏度的麦克风的THD减小,最大输入声压增大。然而,低灵敏度的麦克风难以以高品质检测小的声音。

[0006] 对于这样的问题点,探讨了利用检测灵敏度不同的多个音响传感器的麦 克风(例如,参照专利文献1～4)。

[0007] 在专利文献1、2中公开有设置多个音响传感器,根据声压来切换或融合来自该多个音响传感器的多个信号的麦克风。特别是,在专利文献1中公开有通过对可检测声压级(SPL)为20dB～110dB的高灵敏度的音响传感器和可检测声压级为50dB～140dB的低灵敏度的音响传感器进行切换并利用,可检测的声压级为20dB～140dB的麦克风。另外,在专利文献3、4中公开有在一个芯片上形成有独立的多个音响传感器的结构。

[0008] 专利文献1:美国专利申请公开第2009/0316916号说明书(2009年12月24日公开)

[0009] 专利文献2:美国专利申请公开第2010/0183167号说明书(2010年07月22日公开)

[0010] 专利文献3:日本公开专利公报“特开2008－245267号公报(2008年10月09日公开)”

[0011] 专利文献4:美国专利申请公开第2007/0047746号说明书(2007年03月01日公开)

[0012] 但是,在专利文献3、4记载的上述结构的情况下,由于各音响传感器分别独立地形成,故而在音响特性上产生偏差及失配。在此,音响特性的偏差是指芯片间的音响传感器彼

此的音响特性的偏差。另外，音响特性的失配是指同一芯片中的多个音响传感器彼此的音响特性的偏移。

[0013] 具体而言，各音响传感器因为所形成的薄膜的弯曲的偏差等，独立地产生关于检测灵敏度的芯片间的偏差。其结果，与音响传感器间的检测灵敏度之差相关的芯片间的偏差变大。另外，各音响传感器个别地形成后腔及通气孔，故而在由于该后腔及通气孔而受到影响的频率特性、相位等音响特性上产生芯片内的失配。

发明内容

[0014] 本发明是鉴于上述问题点而设立的，其目的在于提供一种能够将声波转换成多个电信号，并且能够抑制与音响特性相关的芯片间的偏差及芯片内的失配的音响转换器等。

[0015] 本发明的音响转换器在基板的上面形成有振动膜及固定膜，根据该振动膜的振动电极与所述固定膜的固定电极之间的静电容量的变化来检测声波并 将其转换为电信号进行输出，其中，为了解决上述课题，对所述振动电极及所述固定电极的至少一方进行分割，从被分割后的多个电极分别输出多个所述电信号。

[0016] 根据上述结构，由于振动电极及固定电极中的至少一方被分割，故而在所述振动电极及所述固定电极之间形成多个可变电容器。因此，通过从被分割后的多个电极分别输出多个电信号，能够实现可将声波转换成电信号的音响转换器。

[0017] 另外，所述多个可变电容器形成于相同的振动膜及固定膜内。因此，与独立地形成多个振动膜及固定膜的现有技术相比，各可变电容器的影响检测灵敏度的芯片间的偏差是大致相同的，其结果，能够抑制与所述可变电容器间的检测灵敏度之差相关的芯片间的偏差。另外，各可变电容器共用所述振动膜及所述固定膜，其结果，能够抑制与频率特性、相位等音响特性相关的芯片内的失配。

[0018] 如上所述，本发明的音响转换器通过对振动电极及固定电极的至少一方进行分割，从而在所述振动电极及上述固定电极之间形成有所述可变电容器，因此，能够实现通过从被分割后的多个电极分别输出多个电信号而可将声波转换成多个电信号的音响转换器。另外，由于所述多个可变电容器形成在相同的振动膜及固定膜内，故而能够抑制与各可变电容器间的检测灵敏度之差相关的芯片间的偏差，并且能够抑制与频率特性、相位等音响特性相关的芯片内的可变电容器的失配。

附图说明

[0019] 图1是表示本发明一实施方式的MEMS麦克风中的音响传感器的概略结构的平面图及剖视图；

[0020] 图2是表示上述MEMS麦克风的概略结构的平面图及正面图；

[0021] 图3是上述MEMS麦克风的电路图；

[0022] 图4是表示本发明另一实施方式的MEMS麦克风中的音响传感器的概略结构的平面图及剖视图；

[0023] 图5是表示本发明再一实施方式的MEMS麦克风中的音响传感器的概略结构的平面图；

[0024] 图6是表示上述音响传感器的振动膜的振动量的平面图；

[0025] 图7是表示本发明又一实施方式的MEMS麦克风中的音响传感器的概略结构的平面图；

[0026] 图8是上述音响传感器的剖视图；

[0027] 图9是表示上述音响传感器的振动膜的概略结构的平面图；

[0028] 图10是上述音响传感器的分解组装图；

[0029] 图11是表示上述音响传感器的振动膜相对于施加于该振动膜的声压的平均位移量的变化的图表；

[0030] 图12是表示MEMS麦克风的典型的频率特性的图表；

[0031] 图13是表示本发明其它实施方式的MEMS麦克风的音响传感器的振动膜的概略结构的平面图；

[0032] 图14是上述音响传感器的分解组装图。

[0033] 标记说明

[0034] 10:MEMS麦克风

[0035] 11:音响传感器

[0036] 12:ASIC

[0037] 13:配线基板

[0038] 14:罩

[0039] 15:金属线

[0040] 16:连接端子

[0041] 17:贯通孔

[0042] 21:半导体基板

[0043] 22:振动膜

[0044] 23:固定膜

[0045] 24:接触部

[0046] 25:配线

[0047] 26:连接端子

[0048] 27:接触部

[0049] 28:配线

[0050] 29:连接端子

[0051] 30:绝缘层

[0052] 31:开口部

[0053] 32:音孔部

[0054] 50:角部

[0055] 51:延伸部

[0056] 51a:固定部

[0057] 52:端部

[0058] 52a:固定部

[0059] 110:低灵敏度可变电容器

[0060] 111:高灵敏度可变电容器

[0061] 120:充电泵

[0062] 121:低灵敏度用放大器

[0063] 122:高灵敏度用放大器

[0064] 123、124:ADC

[0065] 125:缓冲器

[0066] 220:振动电极

[0067] 220a:中央电极

[0068] 220c:延伸电极

[0069] 221:缝隙

[0070] 230:固定电极

[0071] 230a:中央电极

[0072] 230b:周边电极

[0073] 230c:延伸电极

[0074] 231:保护膜

[0075] 232:突起部

具体实施方式

[0076] 〔实施方式1〕

[0077] 参照图1～图3对本发明一实施方式进行说明。图2表示本实施方式的MEMS麦克风的概略构成,图2(a)为对上部进行剖切而表示的平面图,图2(b)、(c)为对前部进行剖切而表示的正面图。另外,图2(c)为图2(b)的变形例。

[0078] 如图2所示,MEMS麦克风10具备音响传感器(音响转换器)11、ASIC12、配线基板13以及罩14。

[0079] 音响传感器11检测声波将其转换成电信号(检测信号),是使用MEMS技术制造的MEMS芯片。ASIC12是具有向音响传感器11供电的电源功能和适当处理来自音响传感器11的电信号并将其向外部输出的信号处理功能的IC。ASIC12是使用半导体制造技术制造的半导体芯片。音响传感器11及ASIC12配置在配线基板13上并被罩14覆盖。

[0080] 配线基板13与音响传感器11及ASIC12的电气连接典型地由金属线15进行,也可以通过金属补片接合等进行。另外,在配线基板13上设有用于与外部电气连接的连接端子16。连接端子16用于从外部供给电力、向外部输出信号等。配线基板13典型地通过表面回流安装而安装于各种设备上,通过连接端子16电气连接。

[0081] 罩14具有保护音响传感器11及ASIC12不受来自外部的噪声、物理性接触等影响的功能。因此,罩14在表层或内部设有电磁屏蔽层。另外,为了使来自外部的声波到达音响传感器11,在罩14上形成有贯通孔17。另外,图2(b)中,贯通孔17形成于罩14的上面,但也可以形成于罩14的侧面,还可以如图2(c)所示地形成在配线基板13中设有音响传感器11的区域。

[0082] 图1表示本实施方式的音响传感器11的概略结构,图1(a)为平面图,图1(b)为在图1(a)的A－A线剖视且沿箭头方向观察到的图。

[0083] 如图1所示,在音响传感器11中,在半导体基板21的上面设有振动膜22,另外,以覆

盖振动膜22的方式设有固定膜23。振动膜22为导电体，作为振动电极220而起作用。另一方面，固定膜23由导电体即固定电极230和用于保护固定电极230的绝缘体即保护膜231构成。振动电极220及固定电极230经由空隙而相对，作为电容器发挥作用。

[0084] 振动膜22的外缘部经由绝缘层30安装在半导体基板21上。绝缘层30离散且均等地配置在振动膜22的外缘部与半导体基板21之间。由此，在振动膜22的外缘部与半导体基板21之间存在空隙(通气孔)。

[0085] 另外，半导体基板21具有使与振动膜22的中央部相对的区域开口的开口部(后腔)31。另外，固定膜23具有多个形成有音孔的音孔部32。通常，音孔部32以等间隔有规律地排列，各音孔部32的音孔的尺寸大致相等。

[0086] 另外，在图2(b)的情况下，声波通过贯通孔17和固定膜23的音孔部32到达振动膜22。另外，在图2(c)的情况下，典型地将贯通孔17和音响 传感器11的开口部31连接，声波通过贯通孔17和开口部31到达振动膜22。在该情况下，与图2(b)的情况相比，能够抑制开口部31的体积效果导致的灵敏度及频率特性的特性恶化。

[0087] 在上述构成的音响传感器11中，来自外部的声波经由固定膜23的音孔部32或开口部31到达振动膜22。此时，振动膜22由于被施加到达的声波的声压而振动，所以振动电极220及固定电极230的间隔(气隙)发生变化，振动电极220及固定电极230间的静电容量发生变化。通过将该静电容量的变化转换成电压或电流的变化，音响传感器11能够检测来自外部的声波并将其转换成电信号(检测信号)。

[0088] 在上述构成的音响传感器11中，在固定膜23上具有多个音孔部32，但该音孔部32如上所述地除了使来自外部的声波通过并到达振动膜22以外，具有下述功能。

[0089] (1)由于到达固定膜23的声波通过音孔部32，故而减轻了施加于固定膜23的声压。

[0090] (2)由于振动膜22及固定膜23之间的空气经由音孔部32出入，故而减轻了热杂音(空气波动)。另外，由于减轻了由上述空气导致的振动膜22的衰减，所以减轻了该衰减导致的高频特性的劣化。

[0091] (3)使用表面微细加工技术在振动电极220及固定电极230之间形成空隙的情况下，可以作为蚀刻孔而使用。

[0092] 此外，在实施例中，半导体基板21的厚度约为400μm，是由单晶硅等生成的半导体。振动膜22的厚度约为0.7μm，是由多晶硅等生成的导电体，作为振动电极220发挥作用。固定膜23由固定电极230和保护膜231构成。固定电极230的厚度约为0.5μm，是由多晶硅等生成的导电体。另一方面，保护膜231的厚度约为2μm，是由氮化硅等生成的绝缘体。另外，振动电极220和固定电极230的空隙约为4μm。

[0093] 在本实施方式中，如图1所示，固定电极230被分割为设于固定膜23的中央部的中央电极230a和设于固定膜23的周边部的周边电极230b，且被电气分离。中央电极230a经由接触部27a及配线28a与连接端子29a连接。另一方面，周边电极230b经由接触部27b及配线28b与连接端子29b连接。另外，振动电极220经由配线25与连接端子26连接。

[0094] 由此，通过振动电极220和固定电极230而发挥作用的上述电容器被分 割成通过中央电极230a和振动电极220的中央部发挥作用的中央电容器、和通过周边电极230b和振动电极220的周边部发挥作用的周边电容器。因此，本实施方式的音响传感器11可以将来自外部的声波转换为来自上述中央电容器的电信号和来自上述周边电容器的电信号。

[0095] 另外，振动膜22利用外缘部固定，故而中央部的振动位移增大，周边部的振动位移减小。由此，上述中央电容器成为检测灵敏度高的高灵敏度电容器，上述周边电容器成为检测灵敏度低的低灵敏度电容器。因此，本实施方式的音响传感器11可以将来自外部的声波转换为检测灵敏度不同的两种电信号。由此，与仅包含一种可变电容器的现有的音响传感器相比，能够扩大可检测的声压级。另外，中央电极230a与周边电极230b相比，面积扩大。因此，能够进一步扩大上述可检测的声压级。

[0096] 另外，在本实施方式中，固定电极230被分割，但振动膜22及保护膜231是共同的。因此，本实施方式的音响传感器11与振动膜及保护膜分别设置的现有的音响传感器相比，影响上述中央电容器及上述周边电容器的检测灵敏度的芯片间的偏差大致相同。其结果，能够抑制与上述中央电容器及上述周边电容器间的检测灵敏度的差相关的芯片间的偏差。

[0097] 另外，上述中央电容器及上述周边电容器共用振动膜22及保护膜231，其结果能够抑制与频率特性、相位等音响特性相关的芯片内的失配。另外，上述中央电容器及上述周边电容器共用上述后腔、上述气隙以及上述通气孔，故而还能够抑制与上述音响特性相关的芯片内的失配。

[0098] 但是，在专利文献3、4记载的上述结构的情况下，芯片尺寸增大在一个芯片上形成独立的多个音响传感器的量。另外，由于从各音响传感器至ASIC的配线的数量及长度增加，故而寄生容量和寄生电阻增大，各种特性(例如，检测灵敏度、SNR(信号噪声比)等)恶化。

[0099] 对此，在本实施方式中，由于上述中央电容器及上述周边电容器形成于振动膜22及固定膜23中，故而与现有技术相比，能够抑制芯片尺寸的大型化。另外，由于能够抑制配线的长度，故而能够抑制上述各种特性的恶化。

[0100] 另外，在本实施方式中，振动膜22静止时的上述气隙一定。因此，上述中央电容器及上述周边电容器的振动电极220及固定电极230的间隔共通，故而还能够抑制与上述音响特性相关的芯片内的失配。另外，能够简化音响传感器11的制造工序中的振动电极220及固定电极230的形成。

[0101] 另外，在本实施方式中，振动电极220及固定电极230分别以均一的厚度形成。由此，能够使制作的偏差导致的影响上述中央电容器及上述周边电容器的的检测灵敏度相关的芯片间的偏差更加一致，能够进一步抑制与上述中央电容器及上述周边电容器间的检测灵敏度之差相关的芯片间的偏差。

[0102] 另外，在本实施方式中，由于振动膜22的基部是圆形，故而与振动膜的基部为矩形的情况相比，能够减轻在振动膜22产生的应力集中。其结果，对外部应力及内部应力的耐久性提高。

[0103] 另外，在本实施方式中，由于存在上述通气孔，故而与不存在上述通气孔的构成相比，能够增大振动膜22的位移，能够提高检测灵敏度。另外，即使半导体基板21因外力等而变形，振动膜22也难以变形，故而音响特性不易变动。另外，能够缓和外气压的变动造成的影响。

[0104] 另外，本实施方式的音响传感器11的制造方法与现有的音响传感器的制造方法相比，仅改变用于形成固定电极的掩膜的形状以分开形成中央电极230a及周边电极230b，其它相同。

[0105] 即，首先，在成为半导体基板21的单晶硅基板的上面形成保护层(SiO_2)。接着，通

过在该保护层之上形成多晶硅层并进行蚀刻，形成振动膜22。然后，以覆盖振动膜22的方式再形成保护层。

[0106] 接着，以覆盖该保护层的方式形成多晶硅层及氮化硅层并进行蚀刻，由此，形成由固定电极230和保护膜231构成的固定膜23。在此，通过利用掩膜图案等在中央部及周边部分开形成多晶硅层，将固定电极230分开形成为中央电极230a及周边电极230b。

[0107] 接着，通过对上述单晶硅基板进行蚀刻而形成开口部31。而且，通过经由音孔部32进行上述保护层的蚀刻，形成振动膜22及固定膜23间的气隙，形成绝缘层30，完成音响传感器11。

[0108] 图3为图2所示的MEMS麦克风10的电路图。如图3所示，音响传感器11为具备容量根据声波而变化的低灵敏度可变电容器110及高灵敏度可变电容器111的构成。低灵敏度可变电容器110对应于上述周边电容器，高灵敏度可变电容器111对应于上述中央电容器。

[0109] 另外，ASIC12具备充电泵120、低灵敏度用放大器121、高灵敏度用放大器122、ΣΔ(ΔΣ)型ADC(Analog－to－Digital Converter)123、124以及缓冲器125。

[0110] 通过将来自充电泵120的高电压HV施加于音响传感器11的可变电容器110、111，声波通过可变电容器110、111而被转换成电信号。由低灵敏度可变电容器110转换的电信号被低灵敏度用放大器121放大，通过ΣΔ型ADC123转换成数字信号。同样地，由高灵敏度可变电容器111转换的电信号被高灵敏度用放大器122放大，通过ΣΔ型ADC124转换成数字信号。由ΣΔ型ADC123、124转换的数字信号经由缓冲器125作为PDM(脉冲密度调制)信号向外部输出。

[0111] 另外，在图3的例子中，混载由ΣΔ型ADC123、124转换的两个数字信号，向一个数据1线上输出，但也可以将上述两上数字信号向各数据线上输出。

[0112] 在本实施方式中，固定电极230被分割，振动电极220未被分割。在该情况下，与固定电极230及振动电极220双方均被分割的情况相比，与ASIC12的连接数减少，因此，生产性提高。另外，由于与ASIC12的连接端子的数量减少，故而能够减小由该连接端子引起的寄生容量，提高特性。另外，由于由充电泵120施加的电压为一种即可，故而能够减小包含充电泵120的ASIC12的尺寸，或降低制作成本，或抑制充电泵120的制作偏差导致的检测灵敏度之差的偏差。

[0113] 〔实施方式2〕

[0114] 以下，参照图4对本发明另一实施方式进行说明。图4表示本实施方式的音响传感器11的概略结构，图4(a)为平面图，图4(b)为在图4(a)的B－B线剖切并沿箭头方向观察到的图。

[0115] 图4所示的音响传感器11与图1所示的音响传感器11相比，在省略了绝缘层30，振动膜22的边缘未固定于半导体基板21这一方面、和从固定膜23的保护膜231突出至振动膜22的突起部232沿周边电极230b离散地设置这一方面不同，其它构成相同。另外，对具有与在上述实施方式中说明的结构同样功能的结构标注相同的标记并省略其说明。

[0116] 振动膜22未固定于半导体基板21，但在振动膜22(振动电极220)与固定电极230之间施加电压时，通过静电将振动膜22保持在突起部232。由此，能够减轻向振动膜22施加的外部应力及内部应力的影响。另外，由于通过突起部232来限制振动膜22的周边部的振动，故而能够进一步降低通过周边电极230b和振动电极220的周边部发挥作用的周边电容器的

检测灵敏度。其结 果，能够进一步增大中央电容器的检测灵敏度和周边电容器的检测灵敏度的灵敏度差。

[0117] 〔实施方式3〕

[0118] 接着，参照图5及图6对本发明另一实施方式进行说明。图5是表示本实施方式的音响传感器11的概略结构的平面图。另外，在该图中省略了固定膜23的保护膜231。

[0119] 图5所示的音响传感器11与图1所示的音响传感器11相比，振动膜22的形状不同，因此，固定膜的形状也不同。另外，其它构成相同。

[0120] 图1所示的音响传感器11的振动膜22为圆形，通过其外缘部固定于半导体基板21上。对此，本实施方式的音响传感器11的振动膜22如图5所示地具有大致正方形的基部，其角部50分别从中心向外延伸，通过该延伸部51固定在半导体基板21上。

[0121] 图6表示规定的声波到达上述构成的振动膜22的情况下的振动膜22的振动量。在该图中，随着振动量增多而清楚地显示。如图所示，振动膜22在角部50及延伸部51其振动减少。因此，如图5所示，本实施方式的固定电极230的形状为大致正方形，中央部成为中央电极230a，角部和将该角部彼此连结的连结部成为周边电极230b。这样，无论振动膜22(振动电极220)为哪种形状，中央电极230a都能够以与振动膜22的中央区域相对的方式形成，周边电极230b以与振动膜22固定于半导体基板21的部位附近的区域相对的方式形成即可。

[0122] 在本实施方式中，由于振动膜22的基部为正方形，故而能够有效地利用矩形的芯片上的区域。另外，与基部为圆形的振动膜22相比，能够对振动膜22和半导体基板21的固定部分进行各种变更，故而能够对检测灵敏度进行各种变更。另外，与基部为圆形的振动膜22相比，声波到达时的振动膜22变形成大致平板状，且与固定膜23大致平行地变形，故而作为与根据声压而使电极的间隔变化的平行平板电容器类似的电容器发挥作用。因此，静电容量变化相对于声压的线形性良好。

[0123] 〔实施方式4〕

[0124] 接着，参照图7～图12对本发明又一实施方式进行说明。图7是表示本实施方式的音响传感器11的概略结构的平面图，图8是在图7的C－C线剖视并沿箭头方向观察到的图。另外，图9是表示本实施方式的音响传感器11 的振动膜22的概略结构的平面图。另外，图10是本实施方式的音响传感器11的分解组装图。另外，在图7中，固定膜23的保护膜231仅图示了和半导体基板21设置的轮廓。

[0125] 图7～图10所示的音响传感器11与图5所示的音响传感器11相比，在振动膜22及固定膜23从上述基部向侧方进一步延伸这一方面和固定膜23的固定电极230的分离形状不同，其它的结构相同。

[0126] 代替周边电极230b，固定膜23的固定电极230在向上述侧方延伸的侧方延伸部设有延伸电极230c。即，固定电极230被分割为中央电极230a和延伸电极230c。同样地，代替接触部27b、配线28b以及连接端子29b而设有接触部27c、配线28c以及连接端子29c。另外，振动电极220经由接触部24及配线25与连接端子26连接。

[0127] 振动膜22的上述基部比上述侧方延伸部宽。另外，振动膜22的上述基部通过延伸部51的前端部的固定部51a而固定，另一方面，上述侧方延伸部通过前后方向的端部52的固定部52a而固定。未由振动膜22的边缘固定的部位成为空隙(通气孔)。即，振动膜22的上述基部的固定部51a相对于该基部的区域的面积比比上述侧方延伸部的固定部52a相对于该

侧方延伸部的区域的面积比小。由此，上述基部比上述侧方延伸部更大地位移。另外，在图9的例子中，前方右侧的固定部51a和前方的固定部52a连接。

[0128] 图11通过图表示振动膜22相对于施加于振动膜22的声压的每个区域的平均位移量的变化。另外，声压的单位为Pa，平均位移量的单位为μm。参照图11能够理解上述基部的平均位移量比上述侧方延伸部大。因此，通过振动膜22的上述基部和固定膜23的中央电极230a形成的可变电容器作为能够良好地检测小的声音的高灵敏度可变电容器发挥作用。

[0129] 另外，参照图11，在上述基部的图表中，平均位移量相对于声压的倾斜度直至声压达到120Pa时是一定的，声压超过120Pa时慢慢减小。另一方面，在上述侧方延伸部的图表中可理解为平均位移量相对于声压的倾斜度即使在声压达到200Pa时也是一定的。因此，由振动膜22的上述侧方延伸部和固定膜23的延伸电极230c形成的可变电容器作为能够良好地检测大的声音的低灵敏度可变电容器发挥作用。

[0130] 另外，振动膜22与固定膜23中的中央电极230a及延伸电极230c的边界区域相对而形成有缝隙221。另外，缝隙221仅形成在与上述边界区域相对 的区域的一部分，故而上述基部及上述侧方延伸部物理及电气地连接。

[0131] 但是，在未形成有缝隙221的情况下，上述基部和上述侧方延伸部连续，故而上述基部的位移和上述侧方延伸部的位移相互影响。对此，在本实施方式中，由于形成有缝隙221，故而上述基部和上述侧方延伸部大部分断开，上述基部的位移和上述侧方延伸部的位移之差更显著。

[0132] 另外，在开口部31及上述气隙的气压不同的情况下，空气经由缝隙221从开口部31及上述气隙的一方向另一方流动，由此能够降低二者的气压差。因此，能够降低由气压的变化造成的音响传感器11的特性变化，并且能够降低风造成的杂音等、外部流体的变化造成的特性的变化及噪声等。

[0133] 另外，缝隙221的宽度过宽时，通风效果增强，经由缝隙221的空气的排出过大，产生衰落频率的降低，低频特性可能变差。以下对该点进行详细说明。

[0134] 图12表示MEMS麦克风的典型的频率特性。该图的纵轴为声波的频率(单位:Hz)，横轴为相对灵敏度(单位:dBr)。该图中，图表水平的范围由于上述相对灵敏度不依赖于上述声波的频率，故而成为能够良好地检测声波的范围。该范围的下限的频率为衰落频率$f_{roll-off}$。

[0135] 通常，衰落频率$f_{roll-off}$依赖于通风孔的音响阻力$R_{ventholl}$、后腔(开口部31)内的空气的柔性(空气弹性常数)$C_{backchamber}$，用下式表示。

[0136] $$f_{roll-off} \propto 1/(R_{ventholl} \times C_{backchamber}) \cdots (1)$$

[0137] 音响阻力$R_{ventholl}$也受缝隙221的长度影响，但缝隙221的宽度宽时则降低。因此，根据上述式(1)，衰落频率$f_{roll-off}$上升，其结果，低频特性变差。例如，只要缝隙221宽度为1μm，则衰落频率$f_{roll-off}$为50Hz以下，但只要为10μm，则为500Hz。因此，缝隙221的宽度超过10μm时，低频特性显著变差，音质被破坏。因此，优选缝隙221的宽度为10μm以下。

[0138] 〔实施方式5〕

[0139] 接着，参照图13及图14对本发明的其它实施方式进行说明。图13是表示本实施方式的音响传感器11的振动膜22的概略结构的平面图，图14是本实施方式的音响传感器11的分解组装图。

[0140] 本实施方式的音响传感器11与图7～图10所示的音响传感器11相比，在将固定电极230的中央电极230a及延伸电极230c连接，另一方面，振动电极220在上述基部及上述侧方延伸部分别分离为中央电极220a及延伸电极 220b这一方面不同，其它的构成相同。这样，也能够分离振动电极220。该情况下，中央电极220a及延伸电极220b与ASIC12的放大器121、122连接。

[0141] 本发明不限于上述的各实施方式，在权利要求要求保护的范围内可进行各种变更，对于适当组合在不同的实施方式中分别公开的技术方法得到的实施方式也包含于本发明的技术的范围。

[0142] 例如，在上述实施方式中，音孔部32的截面为圆形，但也能够形成为三角形、四边形等任意的形状。

[0143] 另外，在上述实施方式中，将振动电极220及固定电极230的任一方分割成两个，但也能够分割成三个以上。但是，被分割后的电极的数量增加时，需要增加用于传递来自该电极的信号的配线、ASIC12中用于处理上述信号的电路等，音响传感器11及MEMS麦克风10的尺寸增大。因此，上述被分割后的电极的数量优选为例如两个等这样较少的一方。

[0144] 另外，也能够将振动电极220及固定电极230二者均分割。在该情况下，根据ASIC12的放大器121、122的特性，只要将振动电极220及固定电极230中的任一方的被分割的电极与放大器121、122连接，另一方的被分割的电极短路即可。或者也能够设置多个ASIC12的充电泵120，与任一方的被分割的各电极连接，将放大器121、122与另一方的被分割的电极连接。

[0145] 如上所述，本发明的音响转换器在基板的上面形成有振动膜及固定膜，根据该振动膜的振动电极与上述固定膜的固定电极之间的静电容量的变化，检测声波并将其转换成电信号进行输出，为了解决上述问题，上述振动电极及上述固定电极的至少一方被分割，从被分割后的多个电极分别输出多个上述电信号。

[0146] 根据上述结构，通过对振动电极及固定电极的至少一方进行分割，在上述振动电极及上述固定电极之间形成多个可变电容器。因此，通过从被分割后的多个电极分别输出多个电信号，能够实现可将声波转换成多个电信号的音响转换器。

[0147] 另外，上述多个可变电容器形成在相同的振动膜及固定膜内。因此，与独立形成多个振动膜及固定膜的现有技术相比，各可变电容器的影响检测灵敏度的芯片间的偏差大致相同，其结果，能够抑制与上述可变电容器间的检测灵敏度之差相关的芯片间的偏差。另外，各可变电容器共用上述振动膜及上述固定膜，其结果，能够抑制与频率特性、相位等音响特性相关的芯片内的失配。

[0148] 另外，各可变电容器优选可检测的声压级不同。因此，包含上述多个可变电容器的音响传感器与仅包含一个可变电容器的现有的音响传感器相比，能够扩大可检测的声压级。

[0149] 使各可变电容器的可检测的声压级不同时，例如只要使上述被分割后的多个电极的至少两个检测上述声波的灵敏度不同即可。

[0150] 或者，只要使上述被分割的多个电极的至少两个电极的面积不同即可。另外，上述面积不同的电极中的与面积大的电极对应的上述振动膜的区域相比于与面积小的电极对应的上述振动膜的区域，上述声波的振动的振幅的平均值大即可。该情况下，能够使可检测

的声压级进一步不同，能够进一步扩大可检测的声压级。

[0151] 另外，上述被分割后的电极的数量增加时，需要增加用于传递来自该电极的信号的配线、用于处理该信号的电路等，音响转换器及麦克风的尺寸增大。因此，上述被分割后的多个电极优选为被分割成少数的少数的电极，例如，被分割成两个电极。

[0152] 在本发明的音响转换器中，优选上述振动电极及上述固定电极的间隔一定。该情况下，各可变电容器的上述振动电极及上述固定电极的间隔为共通的，因此，能够进一步抑制与上述音响特性相关的芯片内的失配。另外，能够简化上述音响转换器的制造工序中的上述振动电极及上述固定电极的形成。

[0153] 在本发明的音响转换器中，上述振动电极及上述固定电极优选一方被分割。该情况下，与双方均被分割的情况相比，与外部电路的连接数量减少，故而生产性提高。另外，由于与外部的连接端子的数量减少，故而能够减小该连接端子引起的寄生容量，使特性提高。另外，从外部的充电泵施加的电压为一种即可，因此，能够减小包含该充电泵的外部的电路的尺寸，或降低制作成本，或抑制外部的充电泵的制造偏差造成的检测灵敏度之差的偏差。

[0154] 另外，即使上述振动电极及上述固定电极双方均被分割，如果上述振动电极及上述固定电极中的一方被分割后的电极电气短路，则起到与上述同样的效果。

[0155] 在本发明的音响转换器中，优选上述振动电极及上述固定电极分别为均一的厚度。该情况下，能够使制造偏差造成的影响上述各可变电容器的检测 灵敏度的芯片间的偏差更加一致，能够进一步抑制与上述可变电容器间的检测灵敏度之差相关的芯片间的偏差。

[0156] 在本发明的音响转换器中，上述振动膜的基部也可以为矩形。通常，由于芯片为矩形，故而在上述结构的情况下，能够有效地利用芯片上的区域。另外，与基部为圆形的振动膜相比，能够对振动膜和基板的固定部分进行各种变更，故而能够对检测灵敏度进行各种变更。另外，与基部为圆形的振动膜相比，声波到达时的振动膜变形成大致平板状，且变形为与固定膜大致平行，故而作为与电极的间隔根据声压变化的平行平板电容器类似的电容器发挥作用。因此，静电容量变化相对于声压的线形性良好。

[0157] 在本发明的音响转换器中，上述振动膜的基部也可以为圆形。该情况下，与基部为矩形的振动膜相比，能够减少在振动膜产生的应力集中，故而相对于外部应力及内部应力的耐久性提高。

[0158] 在本发明的音响转换器中，优选上述振动膜具备从上述基部向外侧延伸的延伸部，利用该延伸部固定在上述基板或上述固定膜。该情况下，能够增大振动膜的位移量。

[0159] 在本发明的音响转换器中，上述振动膜也可以在与被分割后的振动电极的边界区域、或被分割后的固定电极的边界区域相对的区域形成缝隙。通过上述缝隙，关于上述多个可变电容器，上述振动膜的位移量之差增大，因此能够增大检测灵敏度之差。另外，由于空气经由上述缝隙而出入，故而能够抑制上述振动膜的振动导致的气压的变动，能够抑制该气压的变动产生的特性变动。

[0160] 另外，优选上述缝隙的宽度为10μm以下。该情况下，能够抑制低频特性显著恶化。

[0161] 在本发明的音响转换器中，优选在上述振动膜及上述基板之间存在空隙。该情况下，与不存在上述空隙的结构相比，能够增大振动膜的位移，能够提高检测灵敏度。另外，即使上述基板因外力等而变形，上述振动膜也难以变形，故而音响特性不易变动。另外，能够

缓和外气压变动带来的影响。

[0162] 在本发明的音响转换器中，关于上述振动膜，也可以使与上述被分割后的多个电极对应的多个区域的至少两个相对于固定于上述基板或上述固定膜的固定部分的该区域对应的面积比不同。

[0163] 通常，振动膜的相对于声压的位移根据上述固定部分的形状而变化。例 如，上述固定部分越多，相对于上述声压的位移越小，检测灵敏度越低。因此，在上述结构的情况下，上述多个可变电容器通过使上述面积比不同，能够使检测灵敏度不同。

[0164] 在本发明的音响转换器中，也可以在上述基板上，在与上述振动膜的中央部相对的区域设有开口部，声波从该开口部入射。该情况下，由于各可变电容器的上述开口部是共同的，故而能够进一步抑制与频率特性、相位等音响特性相关的芯片内的失配。另外，由于声波从上述开口部入射，故而与声波从上述固定膜入射的情况相比，能够抑制上述开口部的体积效应造成的灵敏度及频率特性的特性恶化。

[0165] 另外，若为具备上述结构的音响转换器、向该音响转换器供电并将来自上述音响转换器的电信号放大后将其向外部输出的IC的麦克风，则能够起到与上述相同的效果。

[0166] 产业上的可利用性

[0167] 如上所述，本发明的音响转换器通过实现能够在相同的振动膜及固定膜内将声波转换成多个电信号的音响转换器，由此，能够抑制音响特性的偏差，因此，能够适用于任意的MEMS型音响传感器。

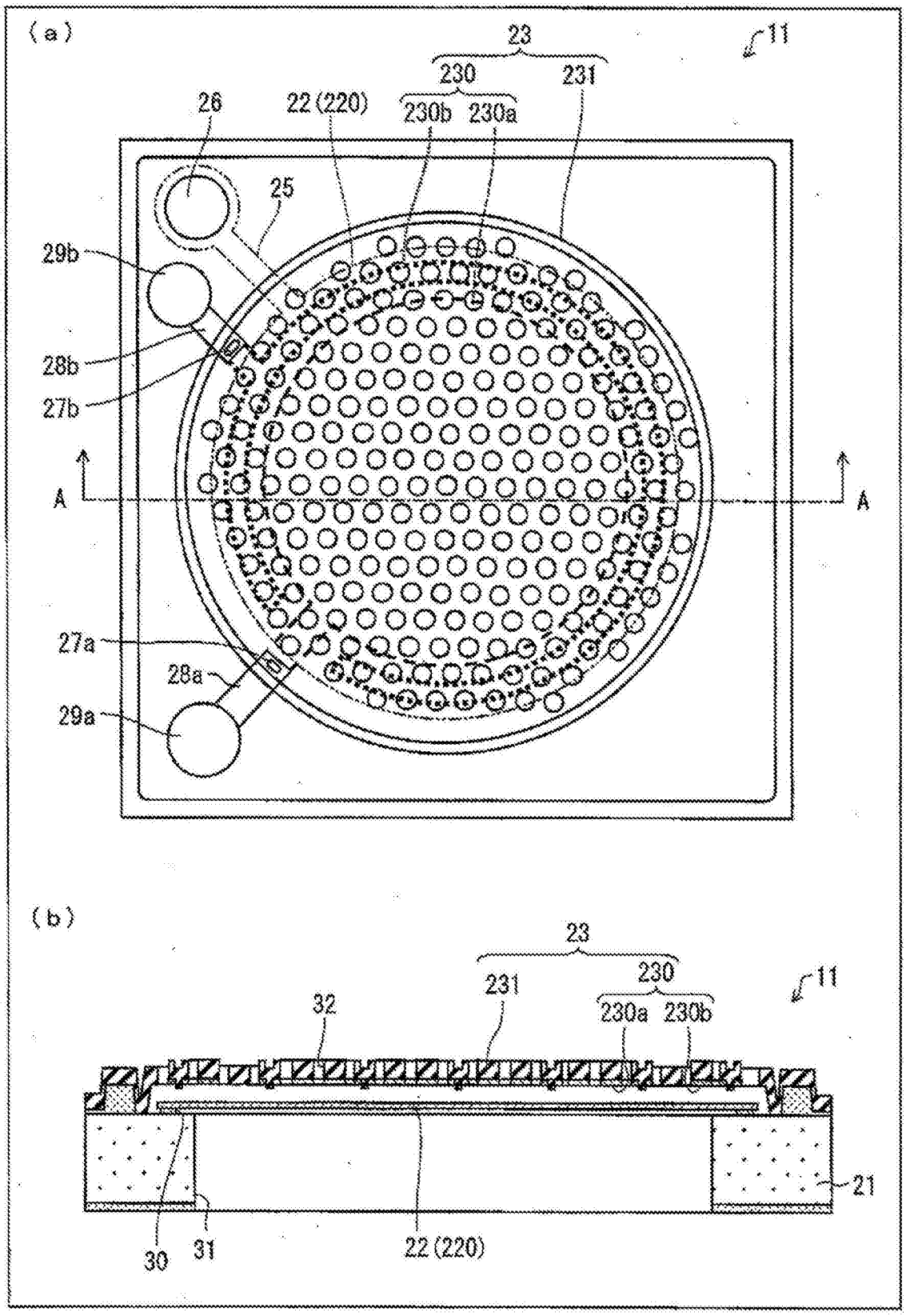

(a)
11
23
230
231
26
22(220)
230b
230a
25
29b
28b
27b
A
A
27a
28a
29a
(b)
23
231
230
11
32
230a
230b
21
30
31
22(220)

图1

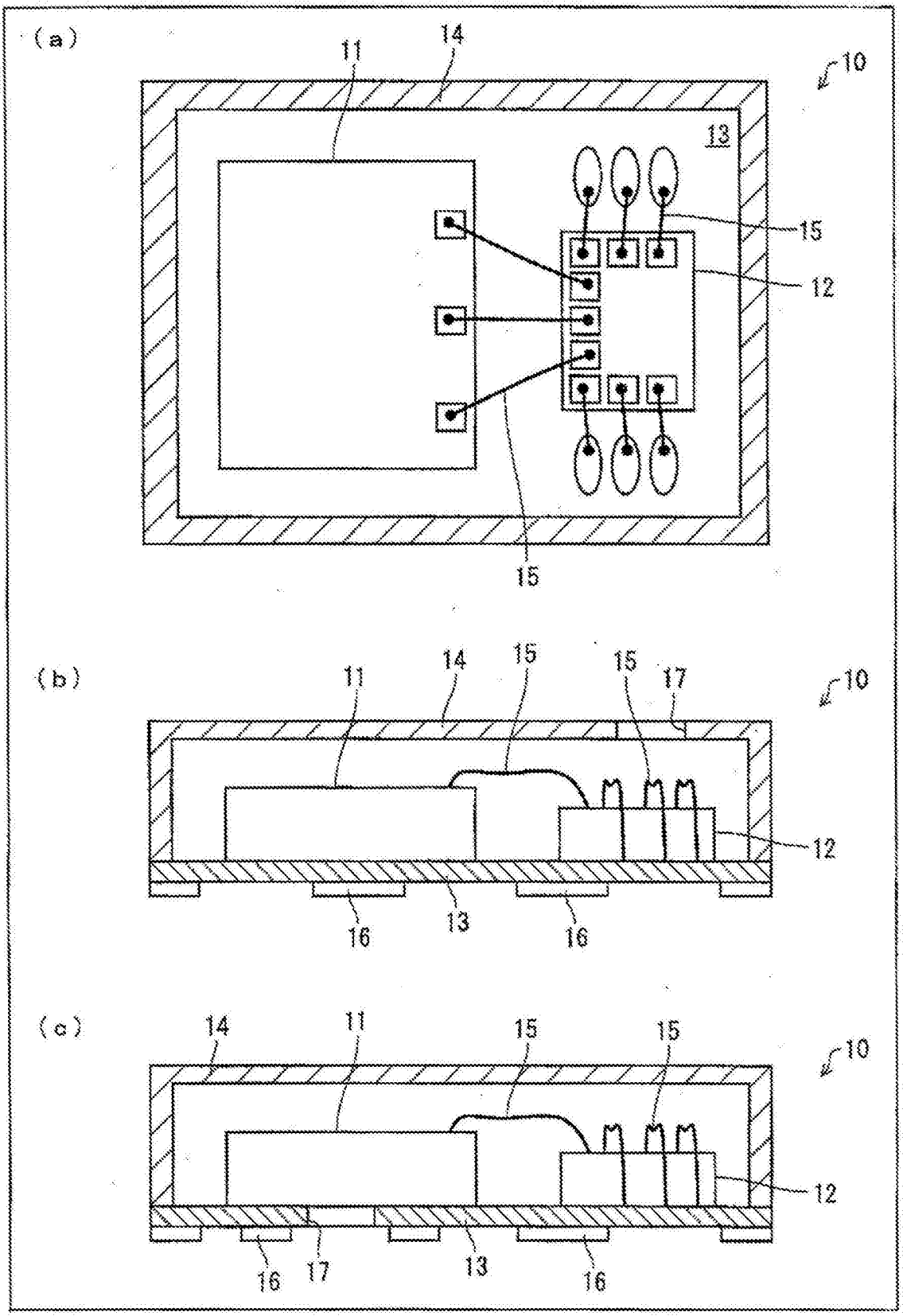

(a)
11
14
10
13
15
12
15
(b)
11
14
15
15
17
10
12
16
13
16
(c)
14
11
15
15
10
12
16
17
13
16

图2

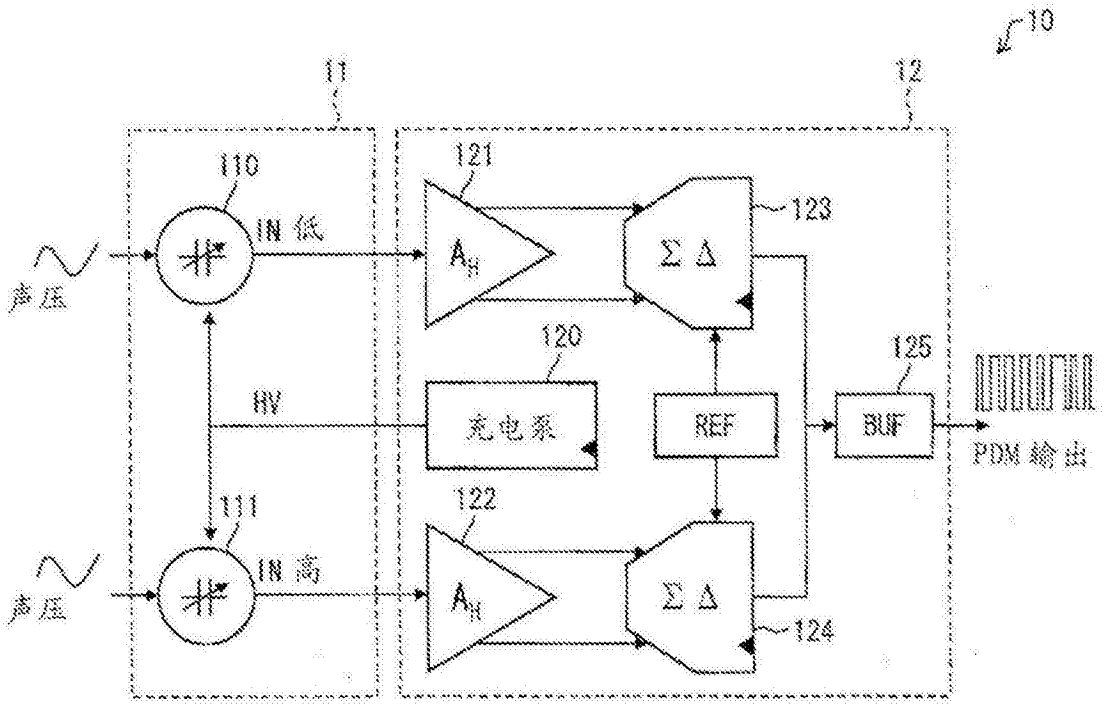

10
11
12
110
IN 低
声压
121
123
Σ Δ
120
125
HV
充电泵
REF
BUF
PDM 输出
111
IN 高
声压
122
124
Σ Δ

图3

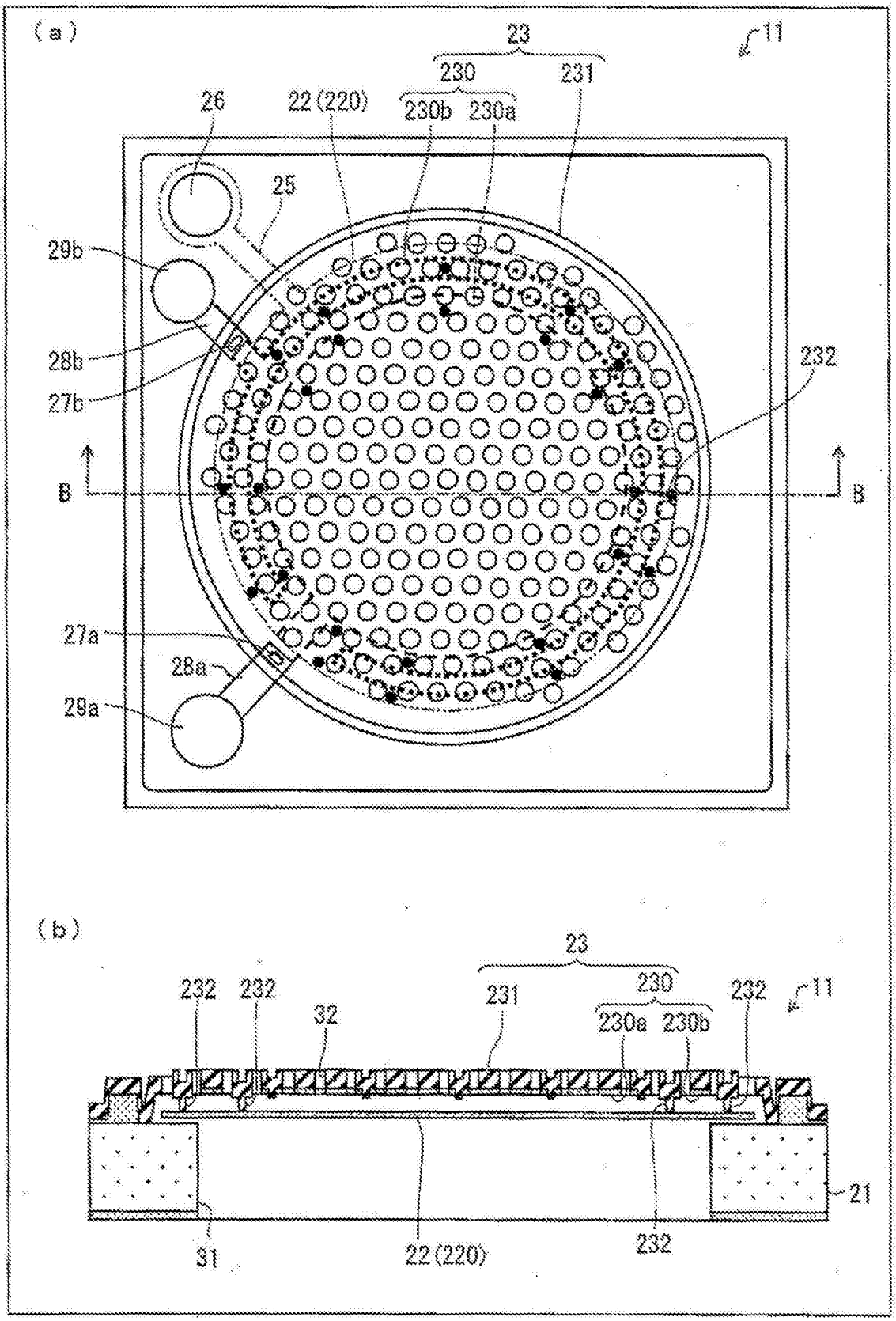

(a)
11
23
230
231
26
22(220)
230b
230a
25
29b
28b
27b
232
B
B
27a
28a
29a
(b)
23
232
232
231
230
232
11
32
230a
230b
21
31
22(220)
232

图4

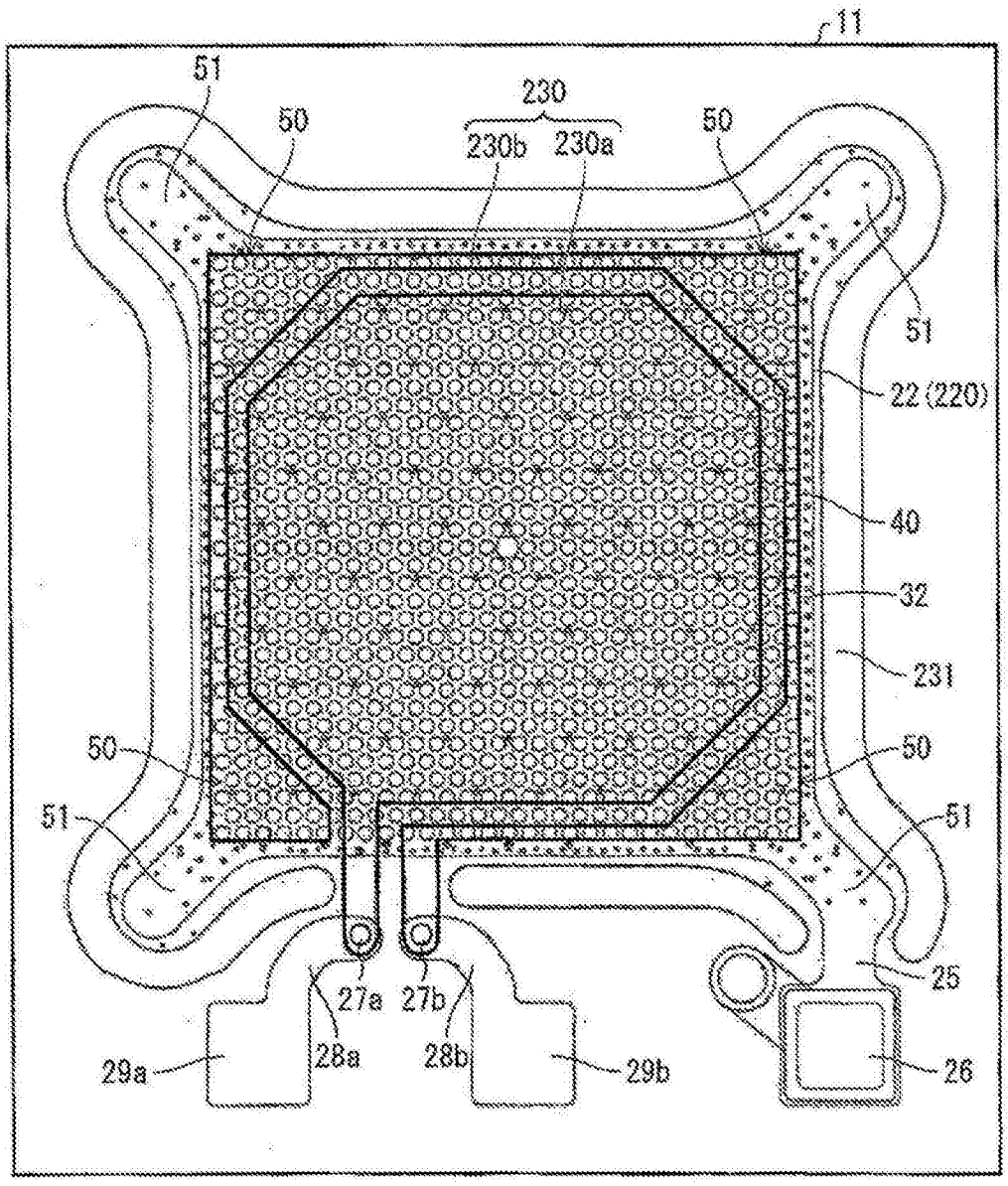

11
51
50
230
230b
230a
50
51
22 (220)
40
32
231
50
51
50
51
25
27a
27b
28a
28b
29a
29b
26

图5

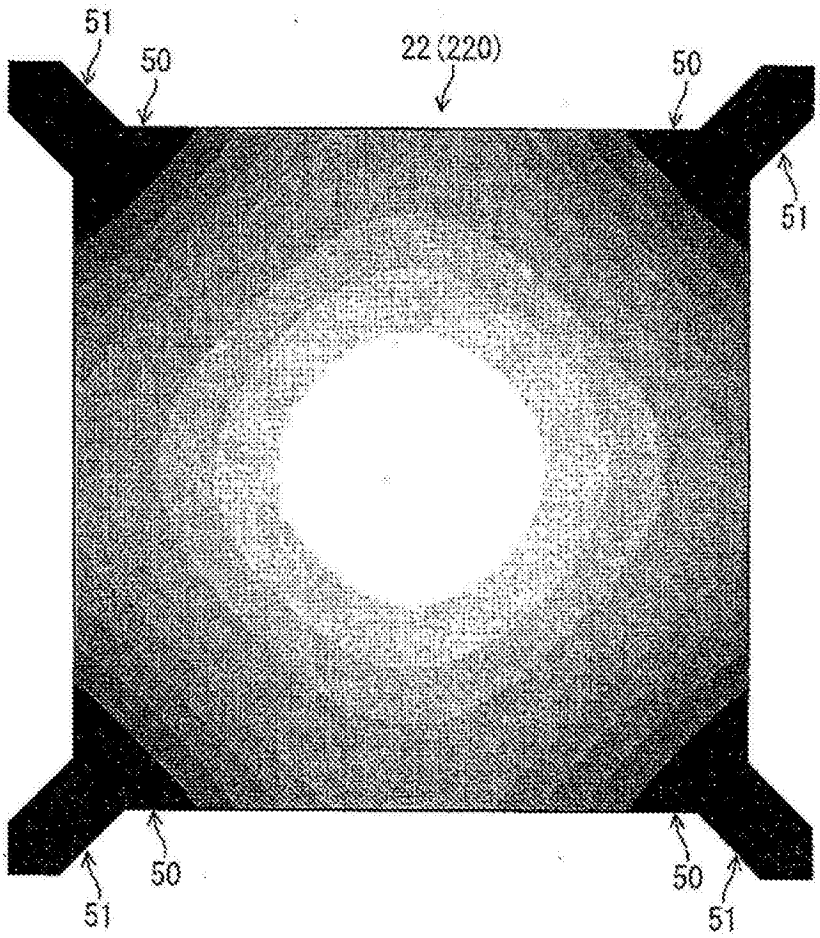


图6

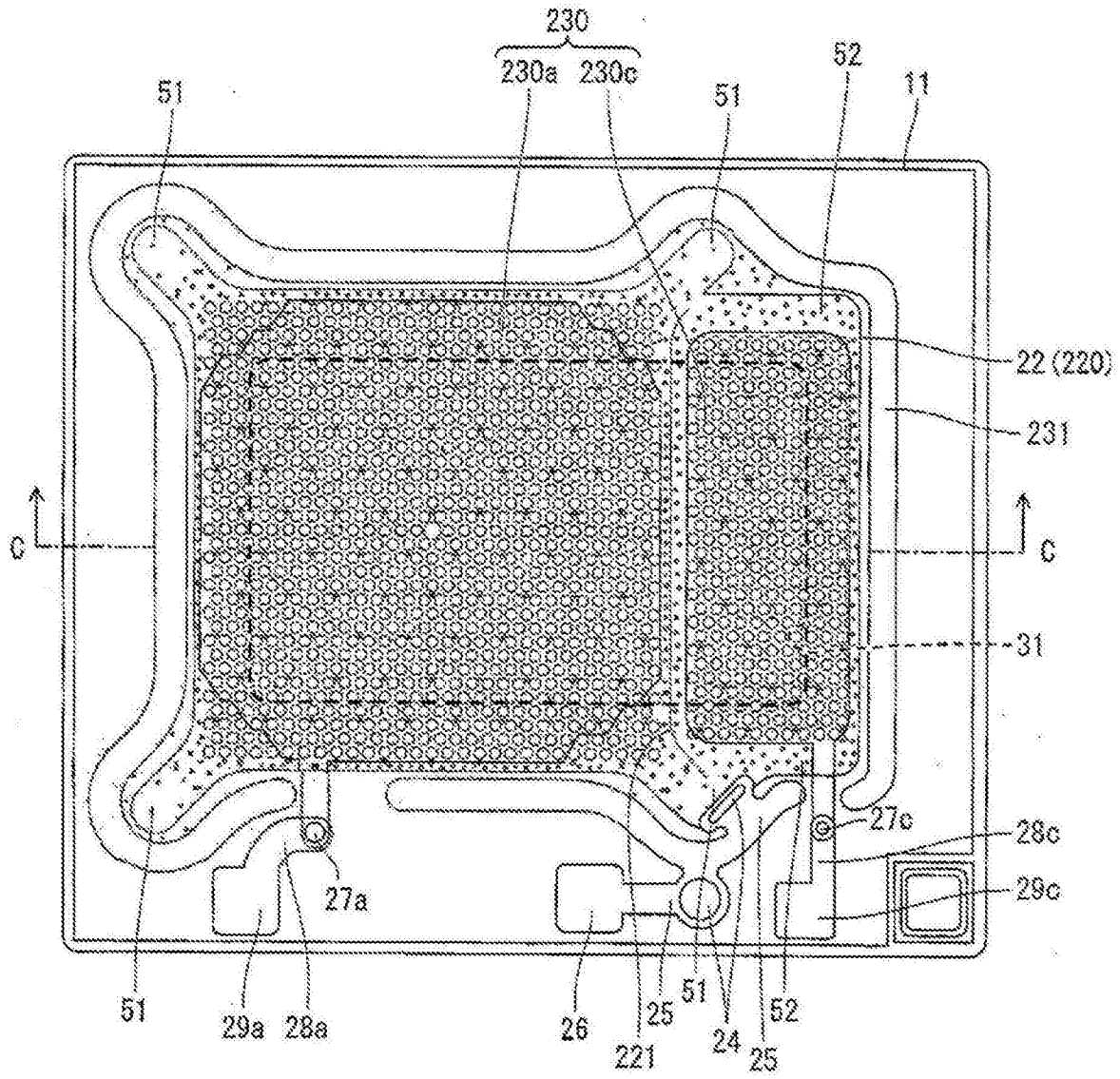

230
230a
230c
51
51
52
11
22 (220)
231
C
C
31
27c
28c
29c
27a
51
29a
28a
26
221
25
51
24
25
52

图7

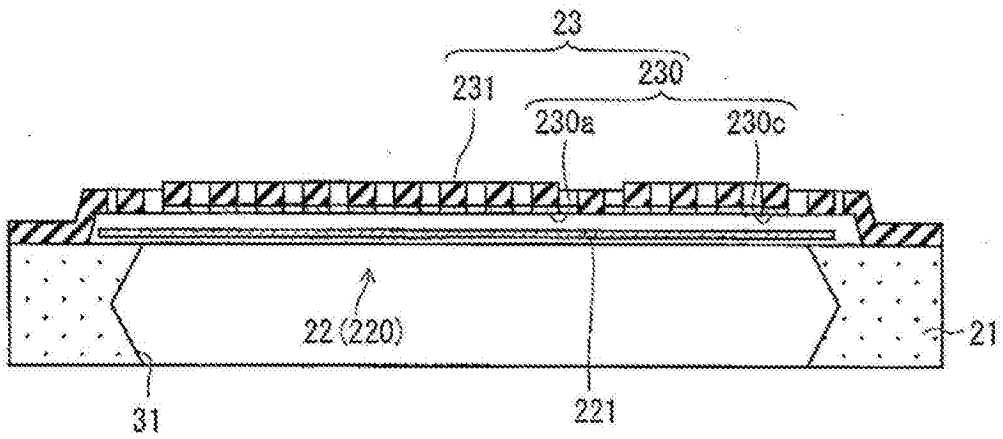

23
231
230
230a
230c
22 (220)
21
31
221

图8

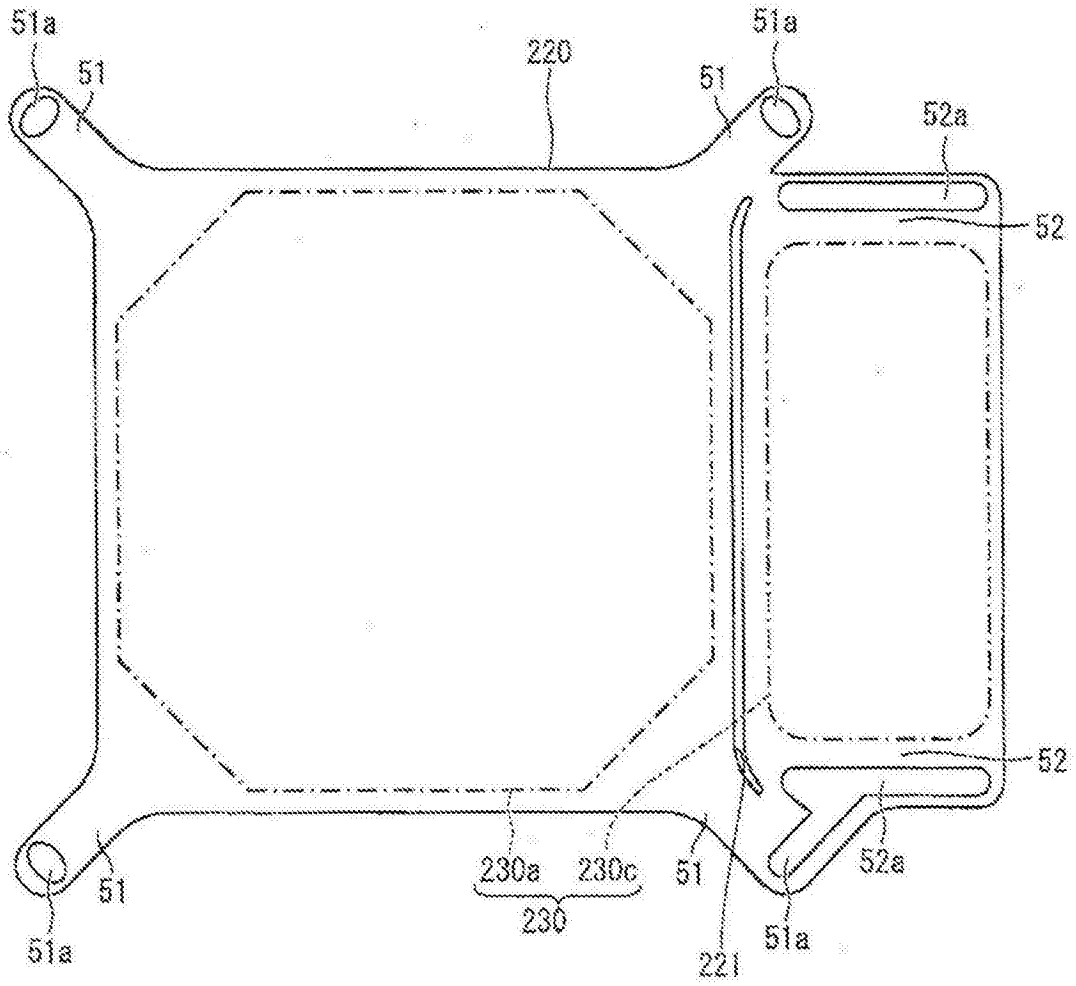


图9

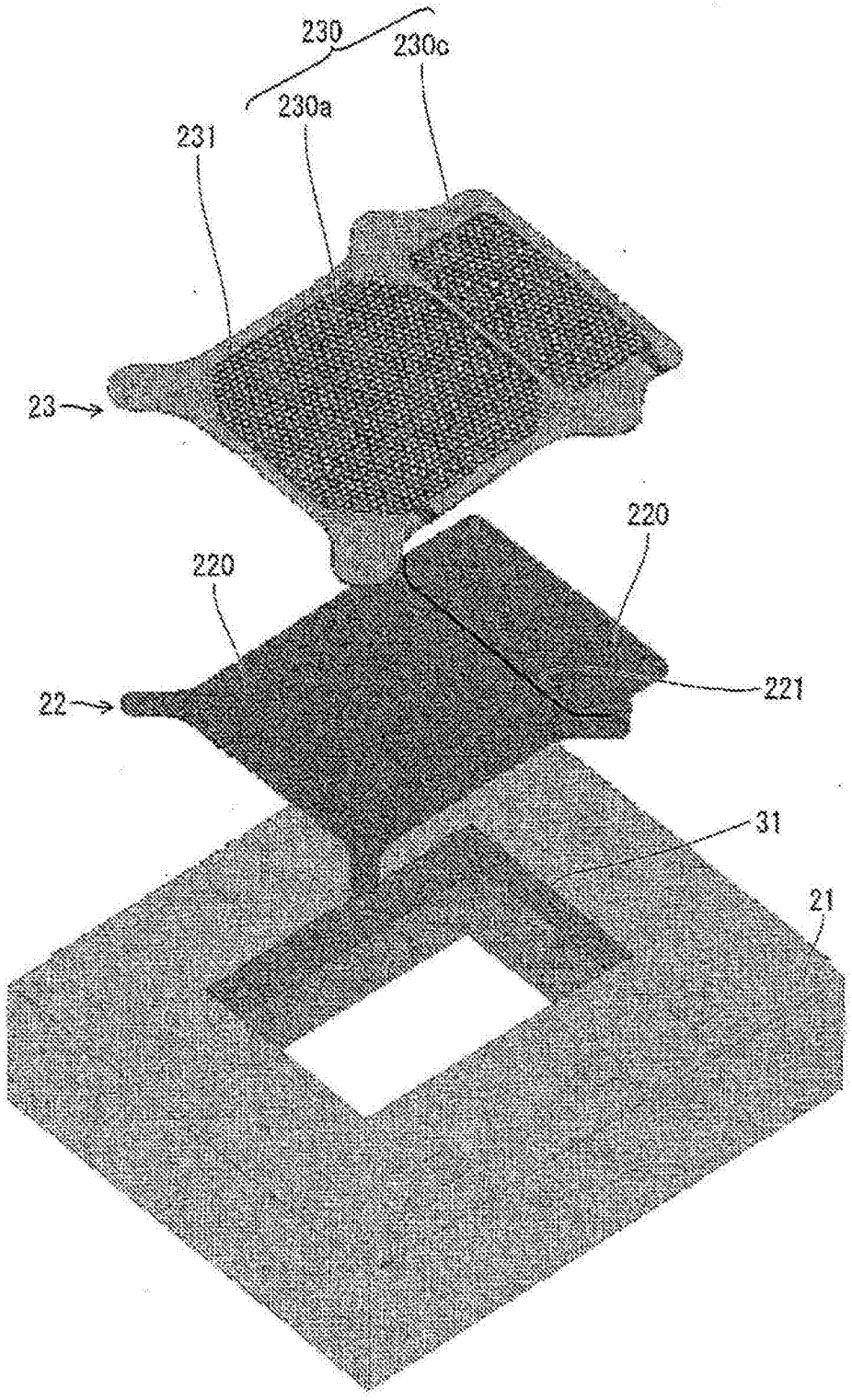


图10

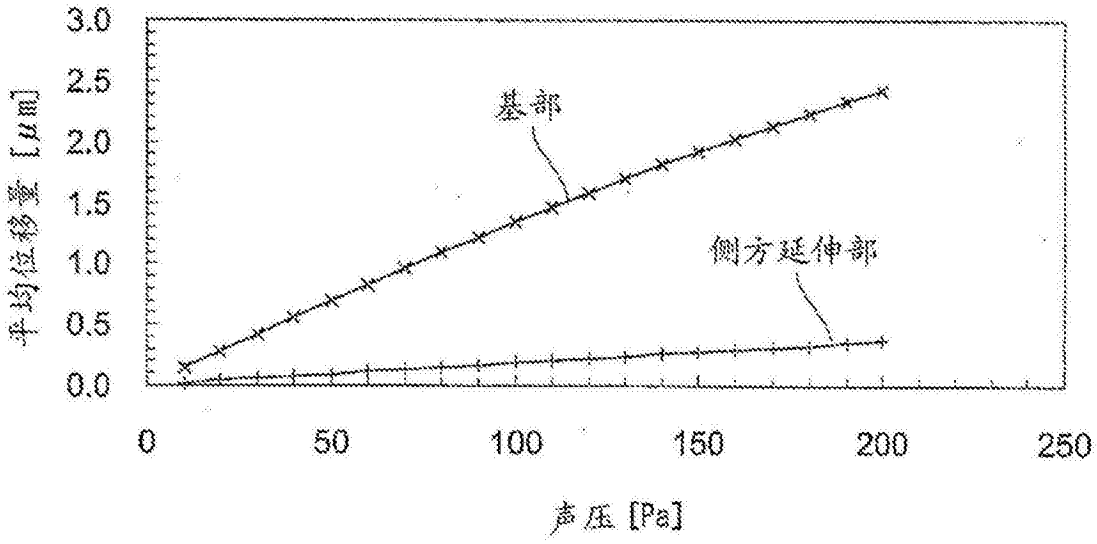

3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
平均位移量 [μm]
基部
侧方延伸部
0
50
100
150
200
250
声压 [Pa]

图11

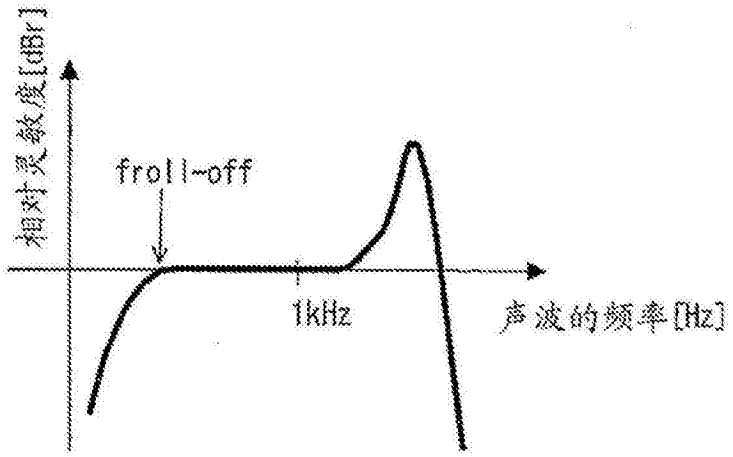

相对灵敏度[dBr]
froll-off
1kHz
声波的频率[Hz]

图12

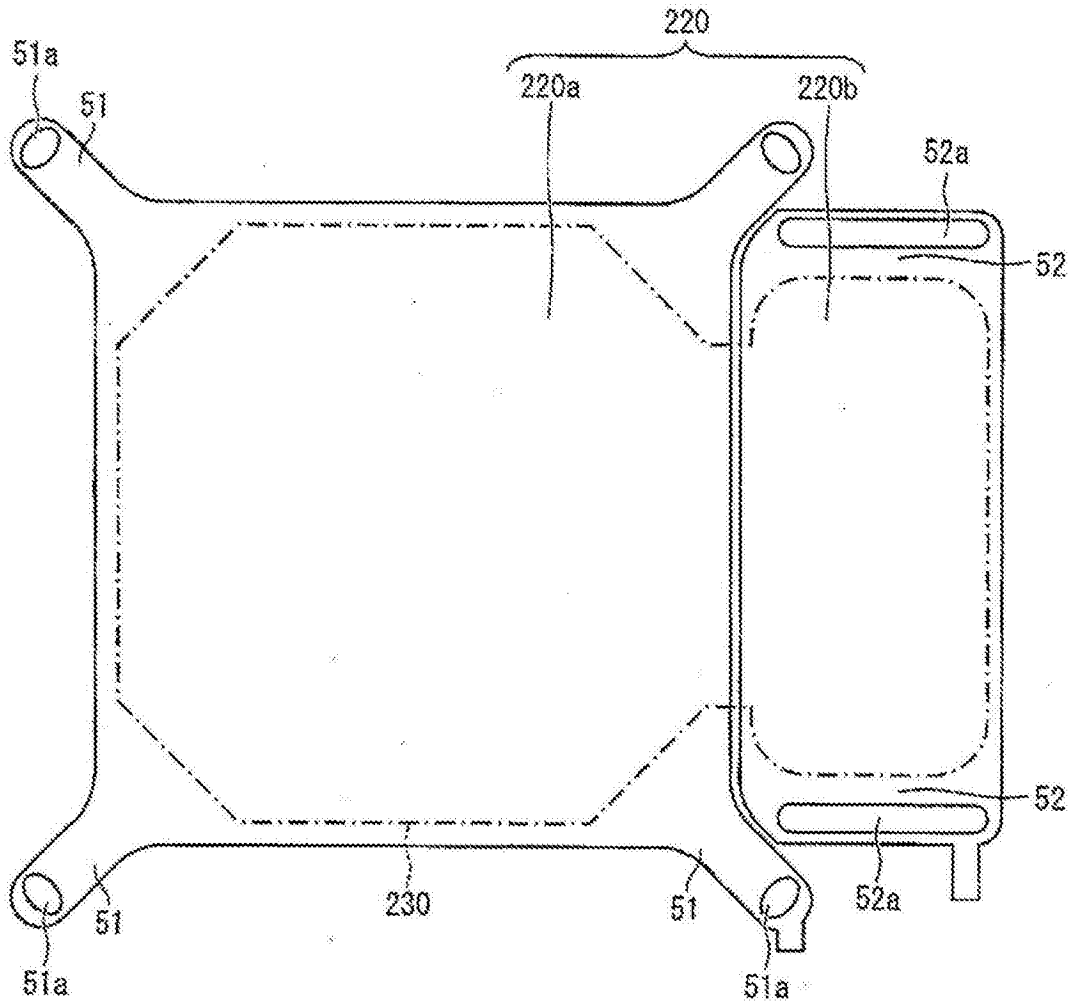


图13

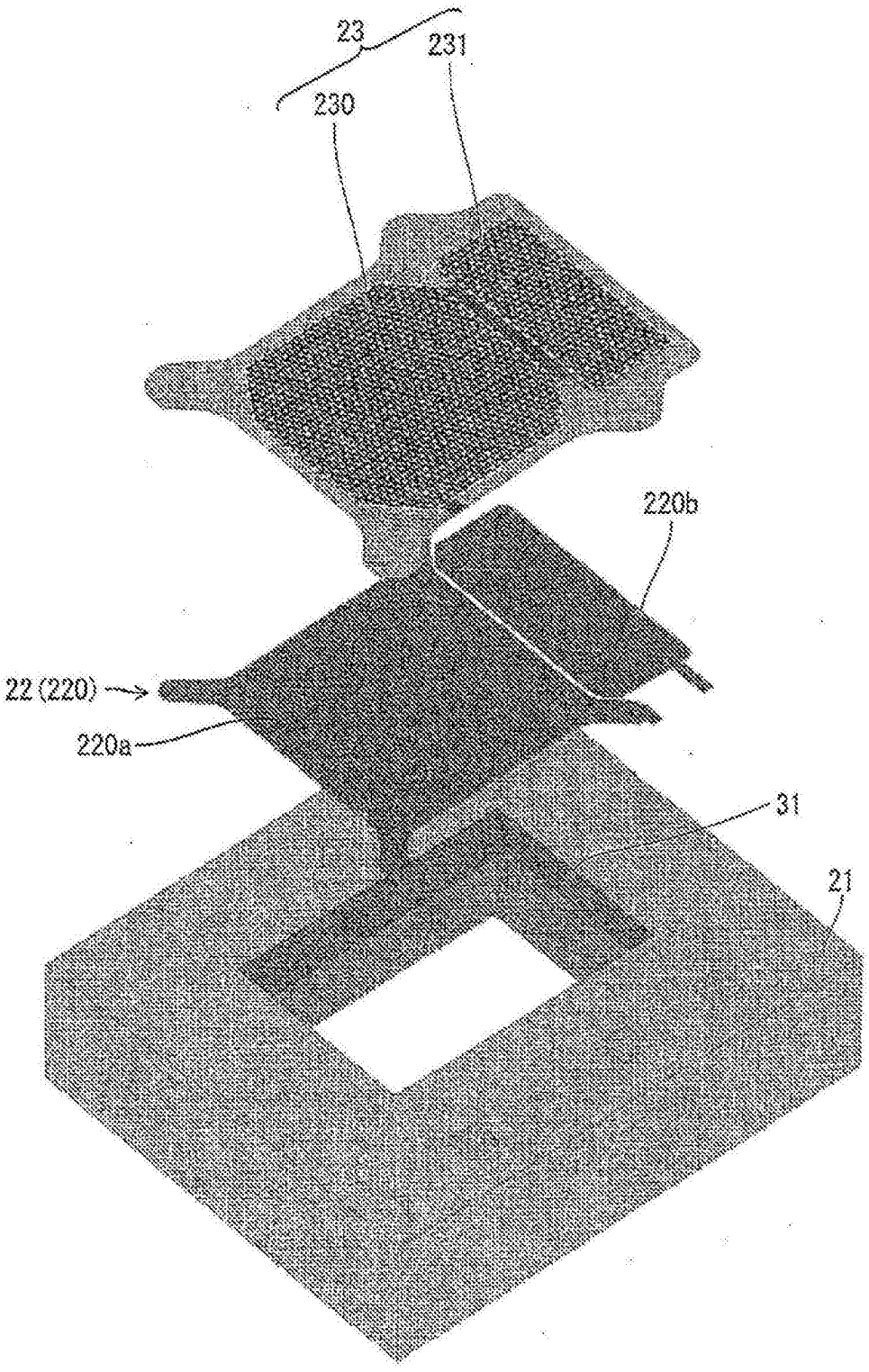


图14