

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04R 1/00 (2006.01)

H04R 19/04 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880020602.6

[43] 公开日 2010 年 3 月 31 日

[11] 公开号 CN 101690255A

[22] 申请日 2008.8.8

[21] 申请号 200880020602.6

[30] 优先权

[32] 2007.8.10 [33] JP [31] 209123/2007

[86] 国际申请 PCT/JP2008/002181 2008.8.8

[87] 国际公布 WO2009/022459 日 2009.2.19

[85] 进入国家阶段日期 2009.12.17

[71] 申请人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 大塚泰雄

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 葛 飞

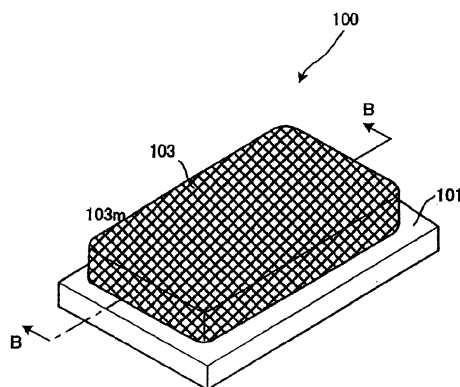
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图 11 页

[54] 发明名称

麦克风设备及其制造方法

[57] 摘要

考虑到当前的情况，一种麦克风设备具有优秀的频率特性以及高保真的声音拾取能力。该麦克风设备包括使用半导体制造工艺制造的声音拾取元件、根据声音拾取元件的输出信号进行特定的算术运算处理的信号处理部分以及被布置成以盖住声音拾取元件和信号处理部分的盖子，并且所述盖子的至少一部分形成具有传送声音特性的导电构件。



1. 一种麦克风设备, 包含:

使用半导体制造工艺制造的麦克风元件;

信号处理器, 该信号处理器用于基于所述麦克风元件的输出信号进行预定的算术处理; 以及

盖子, 该盖子被布置成以盖住所述麦克风元件和信号处理器, 该盖子包括在其至少一部分中的传送声音的导电构件。

2. 如权利要求 1 所述的麦克风设备, 其中所述盖子被形成为矩形的平行六面体形状, 并且包括在与所述麦克风元件相对的表面的至少一部分中的传送声音的导电构件。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的麦克风设备, 其中传送声音的导电构件是由具有多个孔的导电材料形成。

4. 如权利要求 3 所述的麦克风设备, 其中所述传送声音的导电构件包含网格构件。

5. 如权利要求 3 所述的麦克风设备, 其中所述传送声音的导电构件包含多孔构件。

6. 如权利要求 3 所述的麦克风设备, 其中所述传送声音的导电构件包含烧结金属。

7. 如权利要求 3 所述的麦克风设备, 其中所述传送声音的导电构件包含多孔的导电材料。

8. 如权利要求 1 到 7 中的任一个所述的麦克风设备, 其中所述麦克风元件和所述信号处理器被集成在共用基片内。

9. 如权利要求 8 所述的麦克风设备, 其中所述基片被布置成通过插入隔板与所述传送声音的导电材料相对, 并且所述基片和所述导电材料具有相同的外形。

10. 如权利要求 1 到 8 中的任一个所述的麦克风设备, 其中所述盖子是通过 MEMS 工艺处理半导体基片形成的。

11. 一种制造麦克风设备的方法, 该方法包含步骤:

使用半导体制造工艺形成麦克风元件;

基于所述麦克风元件的输出信号形成用于进行预定算术处理的信号处

理器;

形成盖子, 该盖子包括在其至少一部分中的传送声音的导电构件; 以及

将所述麦克风元件和信号处理器安装在所述盖子内以便使用盖子盖住所述麦克风元件和信号处理器。

12. 如权利要求 11 所述的制造麦克风设备的方法, 其中形成盖子的步骤包括通过给金属板冲孔而在该金属板中形成多个孔的步骤。

13. 如权利要求 11 所述的制造麦克风设备的方法, 其中形成盖子的步骤包括通过金属材料形成网格构件的步骤。

14. 如权利要求 11 所述的制造麦克风设备的方法, 包含将所述麦克风元件和所述信号处理器集成并形成到共用基片内的步骤。

15. 如权利要求 14 所述的制造麦克风设备的方法, 包含步骤:

在半导体晶片上形成多组麦克风元件和信号处理器;

将具有多个孔的金属板对准所述半导体晶片, 并且通过插入隔板将所述金属板粘结到所述半导体晶片, 以便形成粘结体; 以及

沿着切割线分割粘结体,

因此形成了包括所述麦克风元件和所述信号处理器的麦克风设备。

16. 如权利要求 15 所述的制造麦克风设备的方法, 其中形成粘结体的步骤包括步骤:

通过给金属板冲孔形成多个孔并且通过折叠所述金属板形成用作隔板的突起; 以及

将所述突起粘结到所述半导体晶片。

麦克风设备及其制造方法

技术领域

本发明涉及一种麦克风设备及其制造方法，特别涉及一种具有优良频率特性的麦克风设备。

背景技术

屏蔽盖通常用来保护例如安装在基片上的芯片的电子部件受到来自外部的粉尘或电磁波噪声等的影响。

图 10 表示传统的 MEMS 麦克风的外形透视图。图 11 (a) 是传统的 MEMS 麦克风的侧视图。图 11 (b) 是传统的 MEMS 麦克风的平面视图。图 11 (c) 是表示传统的 MEMS 麦克风的纵向剖视图（沿着图 10 的线 A-A 的剖视图）。

示于图 10 和 11 的传统的 MEMS 麦克风 300 包括基片 301、MEMS 芯片 200 和屏蔽盖 303。在此，MEMS 芯片 200 是一种构成用于将声音信号转化为电信号的麦克风元件的芯片。

这种 MEMS 麦克风 300 安装在例如移动电话的主基片上。在此情况下，为了确保声音信号的通道，麦克风被安装成使得移动电话壳体的麦克风的孔和屏蔽盖的顶部 303a 中的孔 303c 重叠。而且，MEMS 麦克风 300 通过连接到该顶部 303a 的侧板 303b 的端部 303d 处的粘结剂 303c（例如，参见专利参考文件 1）粘结到基片 301。

[专利参考文件 1] JP-A-2000-165998。

发明内容

本发明所要解决的问题

在该 MEMS 麦克风中，发现所述麦克风的频率特性具有以下不足，即输出值具有在 12kHz 区域附近的峰值（最大点），该峰值大约比在 1kHz 的峰值大 10dB 或更多。

实质上，希望麦克风具有平坦的频率特性以便准确地拾取声音，但是

具有该频率特性的峰值的麦克风会因为高区域（高频率的区域）发音而具有难于准确地拾取声音的问题。

这或许是因为施加到振动板上的声音压力（根据空气的振动由声音产生的压力改变）会因为是在盖中的孔和振动板之间形成的空腔（前气室）用作共振器所以在共振点的频率处变大。

鉴于上述问题实施本发明，本发明的目的是要提供一种麦克风设备，其具有良好的频率特性并且能够准确地拾取声音。

解决技术问题的方法

根据本发明，提供了一种麦克风设备，其包括：用半导体制造工艺制造的麦克风元件；基于麦克风元件的输出信号进行预定数学运算的信号处理器；以及被布置成盖住麦克风元件和信号处理器的盖子，该盖子包括在其至少一部分中的传送声音的导电构件（conductive structure）。

通过该结构，所述盖子的至少一部分包括传送声音的导电构件（即，孔），以使麦克风设备能够被构造成不会形成引起上述共振的共振器。而且，在被连接到移动电话等的盒子的盖子中，不需要盖子的孔对准移动电话的孔并且便于连接。

在使用硅 LSI 的微型制造技术（MEMS 技术）制造的电容麦克风元件中，处理准确度高于通过组装机机械部件制造的麦克风元件的处理准确度，并且声电转化的准确度高且稳定。使用该优点，通过半导体制造工艺制造的麦克风元件可容纳在小型盖子内并且构造成麦克风设备（麦克风模块）。然而，该盖子易于形成赫尔姆霍茨（Helmholtz）共振器。本发明通过构造赫尔姆霍茨共振频率不会发生在可听到的频率范围内的构件改进了频率特性。因此，具有高准确度的稳定频率特性能够通过将麦克风元件容纳在具有传送声音的导电构件的盖子中得以实现。

通过该结构，能够解决上述缺点。另外，信号处理器在此可被构造成仅进行阻抗变换。

也就是说，通过该结构，本发明通过调节麦克风的频率特性并且设定峰值在可听见的频率范围（20Hz 到 20kHz）之外的共振频率解决上述缺点。

根据赫尔姆霍茨原理由下面的公式给出共振频率。

[公式 1]

$$f_r = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi d^2}{4V(l+0.6d)}} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{Vd'}} \quad \dots(\text{公式 1.1})$$

在此, f_r 是共振频率; c 是声速; π 是圆周率; d 是孔的直径; V 是前气室的体积; l 是孔的长度 (即, 孔的盖子的厚度); s 是孔的面积; d' 是 $l+0.6d$ 。

在满足 $l \ll 0.6d$, $d' \approx 0.6d$ 的情况下, 由公式 1.1 可得下面的公式:

$$f_r \propto \sqrt{d} \dots (\text{公式 1.2})$$

并且, 满足 $s \propto d^2$, 从而在 $l \ll 0.6d$ 的情况下, 由公式 1.1 和公式 1.2 可得下面的公式:

$$f_r \propto \sqrt[4]{s} \dots (\text{公式 1.3})$$

$$l \ll 1.2\sqrt{s/\pi} \dots (\text{公式 1.4})$$

并且, 当满足公式 1.4 时, 公式 1.3 还可应用于孔不是构造一个孔的情况。在所述孔不是被构造一个孔的情况下, s 是这些孔的总面积。

当满足公式 1.4 时, 换句话说, 公式 1.3 表示共振频率和孔的面积的四次方根高度地成比例。

例如, 在共振频率为 12kHz 并且满足公式 1.4 的麦克风中, 当孔的面积被设定为 16 倍那么大时, 共振频率加倍并且可设置在可听见范围之外的 24kHz, 因此能解决上述缺点。

而且, 例如, 在孔的长度 (即, 孔的盖子的厚度) 是 0.1 毫米的麦克风中, 孔的直径为 0.6 毫米, 具有形成在盖子中的孔的表面的面积是 12 平方毫米, 共振频率是 12kHz, 当具有在盖子中的孔的表面的孔径比设定为 25% 或更大时, 共振频率能设定在可听见的范围之外, 因此能解决上述缺点。

孔的直径, 换句话说, 孔的宽度是根据体积确定的以便满足公式 1。

例如, 当例如 $f_r > 20\text{kHz}$ 的孔的直径 d 得以满足并且其被设定成大于孔的直径 d 时, 共振点表示在可听见频率范围之外, 因此能避免赫尔姆霍茨共振。

例如, 当在上述的公式 1 中设定 $d=2$ 毫米时, f_r 为 24kHz 并且共振点在可听见的频率范围之外。

并且, 当设定 $d=2$ 毫米并且孔面积 $s=3$ 平方毫米以及具有形成在盖

子中的孔的表面的尺寸被设定为 4×3 时, 具有在盖子形成的孔的表面的孔径比可以是大约 25%。

也就是说, 具有孔的表面的孔径比可被构造成变为 25% 或更大。孔径比的上限取决于材料的机械强度。也就是说, 孔径比可以在能够保持机械强度的范围予以确定。

本发明包括麦克风设备, 其中盖子的形状是矩形的平行六面体形状, 并且盖子包括传送声音的导电构件, 其位于与麦克风元件相对的表面的至少一部分中。

通过该结构能有效地避免赫尔姆霍茨共振。

本发明包括麦克风设备, 其中传送声音的导电构件是通过具有多个孔的导电材料形成。

通过该结构, 能够通过一定间隔或尺寸的孔抑制赫尔姆霍茨共振的发生, 从而也使得容易设计。

本发明包括麦克风设备, 其中传送声音的导电构件包含网格构件。

通过该结构, 能容易地制造麦克风设备并且通过调节形成网格的导线材料的尺寸能容易地抑制赫尔姆霍茨共振的发生, 从而也使得容易设计。并且, 网格形成了盖子的一部分, 以使希望能够具有电磁波噪声的屏蔽效果以及将来自声源的声音导引到麦克风元件。因此, 网格是由导电材料(金属)形成的并且能获得电磁屏蔽效果。

本发明包括麦克风设备, 其中传送声音的导电构件包括多孔的构件。

通过该结构, 通过一定间隔或尺寸的孔能够有效抑制赫尔姆霍茨共振的发生, 同时通过调节用于打孔的穿孔机维持一定的机械强度, 从而也使得容易设计。

本发明包括麦克风设备, 其中传送声音的导电构件包含烧结金属。

通过该结构, 能够容易地制造麦克风设备。

本发明包括麦克风设备, 其中传送声音的导电构件包含多孔的导电材料。

通过该结构, 能够容易地制造麦克风设备。

本发明包括麦克风设备, 其中麦克风元件和信号处理器集成在共用基片的内部。

根据上述结构, 在通过将麦克风元件和信号处理器集成形成在共用基

片内部减小传送损失的同时能够实现小型化。希望地是，麦克风元件和信号处理器的 LSI 得以实现，并且其 LSI 被盖子盖住，该盖子具有通过 MEMS 工艺形成的多个孔，并且因此能够获得具有优良的共振频率的非常紧凑的麦克风设备。而且，通过该结构能够实现进一步的小型化。

本发明包括麦克风设备，其中所述基片被布置成以便通过插入隔板而与传送声音的导电材料相对，并且基片和导电材料具有相同的外形。

通过该结构，通过晶片级的 CSP 容易形成多个麦克风设备。通过使用传送声音的导电材料，因此容易和孔对准，以使在连接到壳体时便于定位，并且能在可操作性更好的情况下实现连接。

本发明包括麦克风设备，其中盖子是通过由 MEMS 工艺处理半导体基片得以形成的。

通过该结构，使用光刻法，能容易地形成具有希望的直径和孔径比的孔，并且还能够在保持较高的磁屏蔽效果。根据上述结构，能够进一步地小型化和变薄。

根据本发明，提供了一种制造麦克风设备的方法，该方法包括以下步骤：使用半导体制造工艺形成麦克风元件；基于麦克风元件的输出信号形成用于实现预定算术运算处理的信号处理器；形成一种盖子，该盖子在其至少一部分中包括传送声音的导电构件；以及将麦克风元件和信号处理器安装在盖子内以使用盖子盖住麦克风元件和信号处理器。

本发明包括制造麦克风设备的方法，其中形成盖子的步骤包括通过给金属板冲孔而在金属板中形成多个孔的步骤。

本发明包括制造麦克风设备的方法，其中形成盖子的步骤包括由金属材料形成网格构件的步骤。

本发明包括制造麦克风设备的方法，其包括将麦克风元件和信号处理器整合并形成在共用基片内的步骤。

本发明包括制造麦克风设备的方法，其包括将多组麦克风元件和信号处理器形成在半导体晶片上的步骤；将具有多个孔的金属板对准于半导体晶片；以及经由隔板将金属板粘结到半导体晶片，以便形成粘结体；以及沿着切割线将粘结体分开，因此形成包括麦克风元件和信号处理器的麦克风设备。

本发明包括制造麦克风设备的方法，其中形成所述粘结体的步骤包括

以下步骤：通过在金属板中进行冲孔工艺形成多个孔并且通过进行折叠工艺形成用作隔板的突起部；以及将突起部粘结到半导体晶片。

本发明的优点

根据本发明，通过将使用 MEMS 技术制造的具有高准确度和优良稳定性的 MEMS 麦克风元件容纳到包括传送声音的导电构件的盖中，能够避免处于可听见的频率范围的赫尔姆霍茨共振，并且能够获得平坦的频率特性以及甚至在高区域中能够容易准确地拾取声音。

换句话说，通过形成在盖子中的网格构件能够避免可听见的频率范围的赫尔姆霍茨共振。

并且，通过接收除了盖子内的麦克风元件的信号处理器可获得能以高准确度和稳定的声音拾取的一个模块化的麦克风设备。

并且，通过形成导电网格能够获得电磁波噪声的屏蔽效果。

并且，实现了便于连接到移动电话等的壳体的麦克风设备以及在安装情况下便于定位。

而且，通过经由晶片级 CSP 安装盖子能够提供具有优良频率特性的非常小型的麦克风设备。

附图说明

图 1 是表示本发明的第一实施例的麦克风设备的截面图；

图 2 是用于解释通过图 1 所示的硅 LSI 的制造工艺制造的麦克风元件（MEMS 麦克风元件）的结构的截面图；

图 3 表示本发明的第二实施例的麦克风设备；

图 4 表示本发明的第三实施例的麦克风设备；

图 5 表示本发明的第四实施例的麦克风设备；

图 6 表示本发明的第四实施例的麦克风设备的制造步骤；

图 7 表示本发明的第四实施例的麦克风设备的制造步骤；

图 8 表示使用本发明的第五实施例的麦克风设备的移动电话；

图 9 是沿着图 8 中的线 A-A 得到的截面视图；

图 10 是表示传统例子的结构的截面图；

图 11 是表示传统例子的结构的截面视图；

图 12 分别表示传统例子和本发明的实施例的麦克风设备的频率特

性。

具体实施方式

附图标记和符号的描述

100 MEMS 麦克风

101 基片

102 MEMS 芯片

103 屏蔽盖

103m 网格构件

103s 盖体

150 移动电话

151 壳体

152 壳体的孔

154 垫片

155 移动电话的主（主要）基片

实现本发明的最佳模式

接下来，将参照附图描述本发明的实施例。

（第一实施例）

图 1 表示第一实施例的 MEMS100 的外形透视图。图 2 表示 MEMS 麦克风 100 的纵向截面图（沿着图 1 的线 B-B 得到的截面图）。如图 1 和 2 所示，MEMS100 具有基片 101、MEMS 芯片 102 和盖子 103。图 1 和 2 是表示包括传送声音的网格构件的盖子的例子的截面图，图 2 是表示在此使用的 MEMS 构件的麦克风元件的截面图。

该麦克风设备包括使用半导体制造工艺制造的麦克风元件、基于麦克风元件的输出信号执行预定算术运算处理的信号处理器，以及盖子 103，该盖子包括用于容纳麦克风元件和信号处理器并且防止在如图 1 所示的可听见频率范围的赫尔姆霍茨共振的可透过声音（传送声音）的网格构件。附图标记 101 是一种基片，在该基片上安装有麦克风元件和信号处理器。

如所示，所述实施例的麦克风设备采用了一种将可透过声音（传送声音）的网格构件作为盖子 103 的盖子。

声音实质上直接穿过并且没有发生衍射现象，除非在预定条件下发生

通道干涉。因此，整个盖子包括可透过声音（传送声音）的网格构件（该网格具有一种具有多个孔的结构，这些孔具有不会由声音的衍射引起的不良影响的那种程度的直径）并且来自声源的声音按照它们原来的样子直接通过并且抵达每个麦克风元件。另外，整个盖子包括在此的网格构件（网格构件 103m），但是网格构件可仅仅形成在与麦克风元件相对的区域中。而且，盖子 103 可通过由例如钛、镍或铬金属或（烧结）金属的氮化物等或氧化物做成的烧结体构造而成。在此情况下，盖子 103 可通过在一部分或所有的盖子中具有多个孔的多孔烧结导电材料构造而成。

因此，来自声源的声音按照它们原来的样子直接通过并且抵达每个麦克风元件，而不会被麦克风设备的盖子 130 挡住。也就是说，能够准确地拾取声音，而不会有由赫尔姆霍茨共振引起的不良影响。

并且，通过经由处理例如具有导电性的金属的材料而形成的网格构件能够获得电磁波噪声的屏蔽效果，以使屏蔽电磁波噪声的问题不会发生。

基片 101 是一种印刷电路板，该印刷电路板上安装有 MEMS 芯片 102。基片 101 的安装面的尺寸是例如 3 毫米长和 4 毫米宽。

MEMS 芯片 102 是用于将通过振动膜电极 43 俘获的声音信号转化为如图 2 所示的电信号的芯片。具体地说，MEMS 芯片 102 通过将第一绝缘层 42 插入到其间而使振动膜电极 43 和驻极体膜 44 位于硅基片 41 上，并且 MEMS 芯片 102 还具有固定电极 46，其中孔 47 是通过将第二绝缘层 45 插入其间得以形成的。并且由蚀刻硅基片 41 形成的后气室 55 形成在振动膜电极 43 的后表面的侧部处。MEMS（微机电系统）芯片是一种机电元件芯片，其是通过使用半导体的微型制造技术形成的小型部件构造成的。

振动膜电极 43 是通过具有导电性的掺杂质的多晶硅形成的，并且驻极体膜 44 是通过氮化硅膜或氧化硅膜形成的，并且固定电极 46 是通过掺杂质的多晶硅构造而成并且形成在基片上，其中氧化硅膜和氮化硅膜作为第一和第二绝缘层 42 被层叠在硅基片 41 上。

而且，用于使来自 MEMS 芯片 102 的电信号得以放大的放大器 48 通过电线 49 被电连接。MEMS 芯片 102 和放大器 48 被屏蔽盖 103 覆盖。

在制造过程中，作为用于基于麦克风元件的输出信号进行预定算术运算处理的信号处理器的半导体芯片 48 得以形成，同时使用半导体制造工艺形成作为麦克风元件的 MEMS 芯片 102。在这些芯片安装在基片 101 上

并且通过导线粘结得以电连接之后，包括金属网格构件的盖子 103 被连接，因此能够容易地进行成形。

在使用硅 LSI 的微型制造技术（MEMS 技术）制造的电容性麦克风元件（MEMS 麦克风元件）中，处理准确度比由组装机械部件制造的麦克风元件的处理准确度要高，并且声电转化的准确度高且稳定。利用该优点，通过半导体制造工艺制造的麦克风元件由盖子 103 容纳，并且构造成了麦克风设备（麦克风模块）。然而，当该盖子构造共振室时，频率特性降低，并且声音不能被准确地拾取，以使在所述实施例中采用了具有网格结构的盖子。

本发明的麦克风设备通过由传送声音的网格构件构造成为微囊体能够避免可听见的频率范围处的赫尔姆霍茨共振。

（第二实施例）

图 3 是表示本发明的麦克风设备的另一例子的截面图。在图 3 中，相同的附图标记被分配给与第一实施例中描述的图中相同的部分。

图 2 所示的第一实施例的盖子的整个表面是通过网格构件构造而成的，但是在本实施例中，网格构件 103m 仅仅布置在与 MEMS 芯片 102 对应的区域中，并且包括侧面的另一区域是由如图 3 所示的金属基片做成的。

其他部分以和所述第一实施例类似的方式得以形成。在此，网格构件 103m 布置在形成于盖体 103s（特别地，使声音抵达麦克风元件的振动板的区域）的一部分中的开口中，并且使用粘结剂得以粘结。

例如，网格构件 103m 是使用粗网格片（布）形成的。作为粗网格片，能够使用编织状的网格，其包含编织导电线状材料的针线或者能够使用可在薄的金属板中冲出细小的孔的冲孔网格片，并且其网格粗度的一个间距的宽度适合于大约为 0.5 毫米到 5.0 毫米。

通过将盖子 103 的至少一部分形成在可透过声音（传送声音）的网格构件中，因此能够避免在盖子的内部形成共振室的情形，并且能够获得准确的拾取特性。

而且，通过形成导电网格能够获得电磁波噪声的屏蔽效果。

（第三实施例）

图 4 是本发明的麦克风设备的另一例子的截面图。在图 4 中，相同的

附图标记被分配给在第一和第二实施例中描述的示意图所共有的部分。

图 2 所示的第一实施例的盖子的整个表面是通过网格构件构造成的，但是该实施例的特征在于盖子 103 具有穿孔结构，其中孔 103h 形成在与如图 4 所示的 MEMS 芯片 102 相对的区域中。

另一部分以和第一实施例类似的方式得以形成。

孔 103h 形成为以使例如孔径比为 25 % 或更大。

在此，在被构造成以使可听见的频率被设定在 20kHz 的情况下，并且可获得例如孔宽度 d 的参数从而大于可听见的频率，并且共振点大于其孔宽度 d ，赫尔姆霍茨共振不会发生。

如上所述，该共振频率由以下公式给出：

[公式 2]

$$f_r = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\pi d^2}{4V(l+0.6d)}} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{s}{Vd'}} \quad \dots (\text{公式 1.1})$$

在此， f_r 是共振频率； c 是声速； π 是圆周率； d 是孔的直径； V 是前气室的体积； l 是孔的长度（即，孔的盖子的厚度）； s 是孔的面积；以及 d' 是 $l+0.6d$ 。

在满足 $l \ll 0.6d$ ， $d' \approx 0.6d$ 的情况下，由公式 1.1 可得下面的公式：

$$f_r \propto \sqrt{d} \quad \dots (\text{公式 1.2})$$

并且，满足 $s \propto d^2$ ，从而在 $l \ll 0.6d$ 的情况下，由公式 1.1 和公式 1.2 可得下面的公式：

$$f_r \propto \sqrt[4]{s} \quad \dots (\text{公式 1.3})$$

$$l \ll 1.2\sqrt{s/\pi} \quad \dots (\text{公式 1.4})$$

例如，当在上述的公式 1.1 中设定 $d=2$ 毫米时， f_r 为 24kHz，并且共振点在可听见的频率范围之外。

并且，当设定 $d=2$ 毫米且孔的面积 $S=3$ 平方毫米以及具有盖子的孔的表面的尺寸为 4×3 时，具有孔的表面的孔径比可以为大约 25%。

也就是说，具有孔的表面的孔径比可以是 25 % 或更大。该孔径比的上限取决于材料的机械强度。也就是说，孔径比可在能够保持机械强度的范围内予以确定。

当使用本发明的麦克风设备时，共振频率示于下表 1 中。

表 1

		单位		单位
c	340	米/秒		
π	3.141493			
d	2	毫米	0.002	M
V	12	立方毫米	0.000000012	立方毫米
l	0.1	毫米	0.0001	M
f_r	24.28352	kHz		

另一方面当使用传统的麦克风设备时，共振频率表示在下面的表 2 中。

表 2

		单位		单位
c	340	米/秒		
π	3.141493			
d	0.6	毫米	0.0006	M
V	12	立方毫米	0.000000012	立方毫米
l	0.1	毫米	0.0001	M
f_r	12.24689	kHz		

通过在盖子 103 的至少一部分中形成具有可透过声音（传送声音）的开口的结构，因此能够避免在盖子的内部形成共振室的情形，并且能够获得准确的拾取特性。

图 12 表示在关于是否具有引起赫尔姆霍茨共振的盖子的状态下麦克风的频率特性。附图标记 ‘a’ 表示引起赫尔姆霍茨共振的盖子的频率特性；附图标记 ‘b’ 表示没有引起赫尔姆霍茨共振的盖子的频率特性；通过包括如本发明中所述的传送声音的导电构件，如曲线 ‘a’ 所示，在可用频率范围不会发生赫尔姆霍茨共振，因此能够实现准确地拾取声音。

而且，通过在导电底部基片中形成孔能够获得电磁波噪声的屏蔽效果。

而且，盖子 103 可包括盖子，在盖子中多孔材料充满包括金属粒子的

溶剂。或者，该盖子可被构造成以使包括例如金属的导电粒子的材料得以模制并且因此该盖子具有多孔。

另外，在上述实施例中，麦克风元件芯片和信号处理电路芯片通过安装在基片上得以形成，但是具有高准确度和优良稳定性的 MEMS 麦克风元件的 LSI 可在平行布置的状态下得以实现。而且，可以采用由硅做成的盖子，其中细孔是在把相同的硅基片用作将麦克风元件和信号处理电路作为原始材料安装在其中的 LSI 芯片的 MEMS 过程中通过光刻工艺得以形成。

（第四实施例）

图 5 是本发明的第四实施例的麦克风设备的截面图。在图 5 的实施例中，相同附图标记表示和第一实施例中所述的图共有的部分。

本实施例的特征在于麦克风元件芯片和信号处理电路芯片的 LSI 得以实现，并且形成在相同硅基片上的 MEMS 芯片容纳在由多孔基片构造成的盖子 103 中。

MEMS 芯片 102 是一种用于以和图 2 所示的第一实施例的 MEMS 芯片 102 类似的方式将通过振动膜电极 43 俘获的声音信号转化成电信号的芯片，并且除了作为信号处理电路的例如放大器 48S 的电子电路集成到该芯片中之外，MEMS 芯片 102 以和第一实施例类似的方式形成，相同的附图标记表示相同的部分。

而且，用于放大 MEMS 芯片 102 的电信号的放大器 48 通过通孔（未示出）连接到固定电极 46。而且，也集成有该放大器 48S 的 MEMS 芯片 102 覆盖有由多孔构件构造而成的屏蔽盖 103。

在制造过程中，如图 6（a）和 6（b）所示，元件区域形成在硅片 1 中。在每个元件区域中，例如放大器 48S 的信号处理电路和麦克风元件是使用半导体制造工艺得以集成的。在附图中，由虚拟切割线（virtual dicing lines）DL 包围的区域 43 对应于 MEMS 芯片 102。

另一方面，如图 7（a）和 7（b）所示，冲孔 103h 是通过给晶片尺寸的金属板 103W 冲孔得以形成的，并且利用金属模制对金属板 103W 进行形状处理从而在芯片尺寸中具有突起部分。

在该情况下，形成有元件区域的硅片 1 被对准以便和形成有冲孔 103h 的晶片尺寸的金属板 103W 的切割线 DL 重叠。

以这种方式，在以晶片状等级进行安装之后，其沿着切割线被分割成

单独的麦克风设备。结果，完成了如图 5 所示的麦克风设备。

根据该结构，能够非常容易地获得具有可靠的声音拾取特性的麦克风模块。而且，该设备是芯片尺寸的麦克风设备，从而能够获得非常精美的外形。

另外，在上述实施例中，多孔结构被用作盖子，但是网格构件可由金属材料构造而成并且以相同的方式予以安装。

而且，在形成粘结在形成有麦克风元件和信号处理电路的硅片以及实现了多孔结构的形状处理的晶片等级的金属板之间的主体的情况下，采用了使用金属模制形成突起部分的金属板，但是隔板可由其他构件形成，或者用作隔板的突起部可通过进行折叠工艺得以形成。

（第五实施例）

将描述在移动电话中使用本发明的 MEMS 麦克风 100 的例子。图 8 是安装有 MEMS 麦克风 100 的移动电话 150 的外形透视图。图 9 是移动电话 150 的麦克风部分附近的主截面图（沿着图 8 的线 E-E 得到的截面图）。

在图 8 所示的麦克风 150 的壳体 151 中，麦克风的孔 152 形成在用户嘴附近的位置中。

垫片 154 被夹在壳体 151 的内表面和 MEMS 麦克风 100 的屏蔽盖的顶部 103a 之间。如图 9 所示，金属网格构件的盖子 103（103m）定位在壳体 151 的孔 152 的周边中，从而不需要盖子的孔对准移动电话的孔。

而且，孔 154a 以与形成于封壳中的孔 152 大致相同的形状形成在垫片 154 中。而且，声阻材料 154b 形成在孔 154a 的壳体侧的端部中。该声阻材料 154b 减小了声音信号的传播速度，并且实现了在此调节 MEMS 麦克风 100 的声音特性的功能。

垫片 154 的厚度稍微厚于壳体 151 的内表面和顶部 103a 之间的间隙，并且以从屏蔽盖 103 到顶部 103a 紧密接触的方式夹持垫片 154。

换句话说，作为夹持垫片 154 的区域，从屏蔽盖的孔 103c 到顶部 103a 的每个端部的距离被设计成以分别具有 1 毫米或更大的间隔，从而在夹住垫片 154 之后确保气密性。

因此，从壳体的孔 152 进入的声音信号在壳体 151 的内表面和顶部 103a 之间的间隙中没有泄露，并且 MEMS 麦克风 100 的声音特性没有受

到损坏。

从壳体的孔 152 进入的声音穿过声阻材料 154b 并且穿过金属网格构件的盖子 103 进而传播到 MEMS 芯片的振动膜电极 43。通过振动膜电极 43 和固定电极 46 构造成的平行板电容器的电容会变化，并且声音被读取为电压的变化。

根据该结构，小型化的 MEMS 麦克风 100 能够安装在移动电话中，以使整个移动电话 150 的形状能得以最小化并且变薄。

因此，不用加入特殊步骤并且不需要高精度的对准，能够以非常好的可操作性进行安装，并且能够获得高可靠性的小型 MEMS 麦克风设备 100。

工业应用

本发明能够形成具有优秀的声音拾取特性的麦克风设备并且通过非常简单的结构能够避免可听见的频率范围的赫尔姆霍茨共振，以使本发明可用作超小型的麦克风设备（例如，超小型的驻极体电容麦克风阵列模块）。

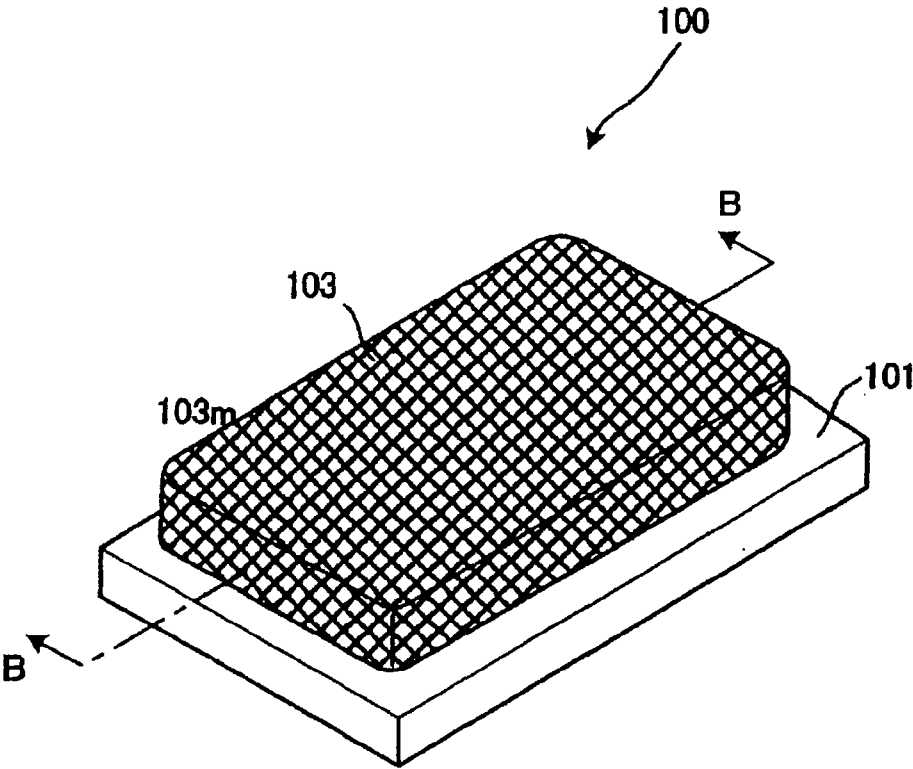


图 1

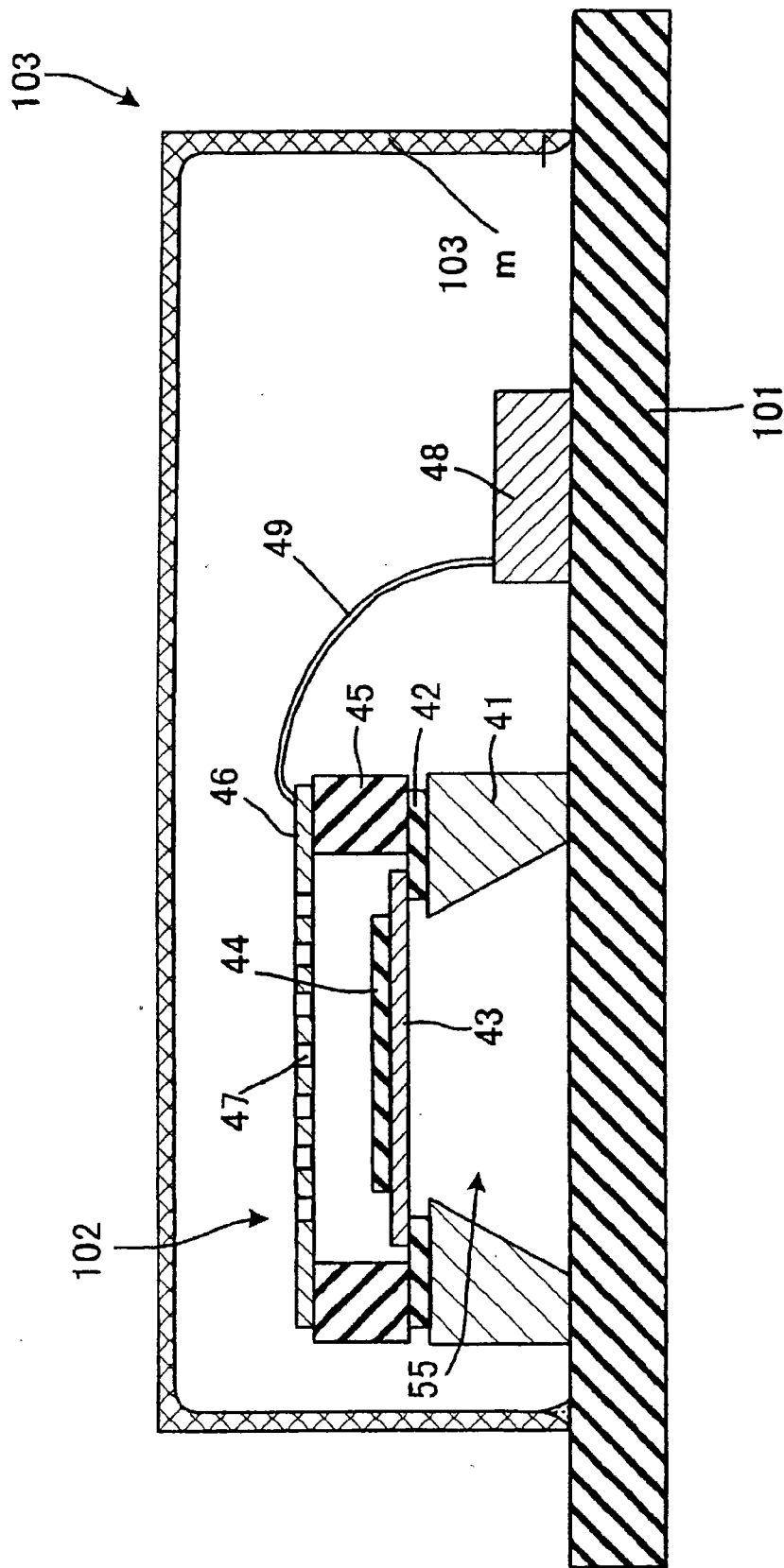


图 2

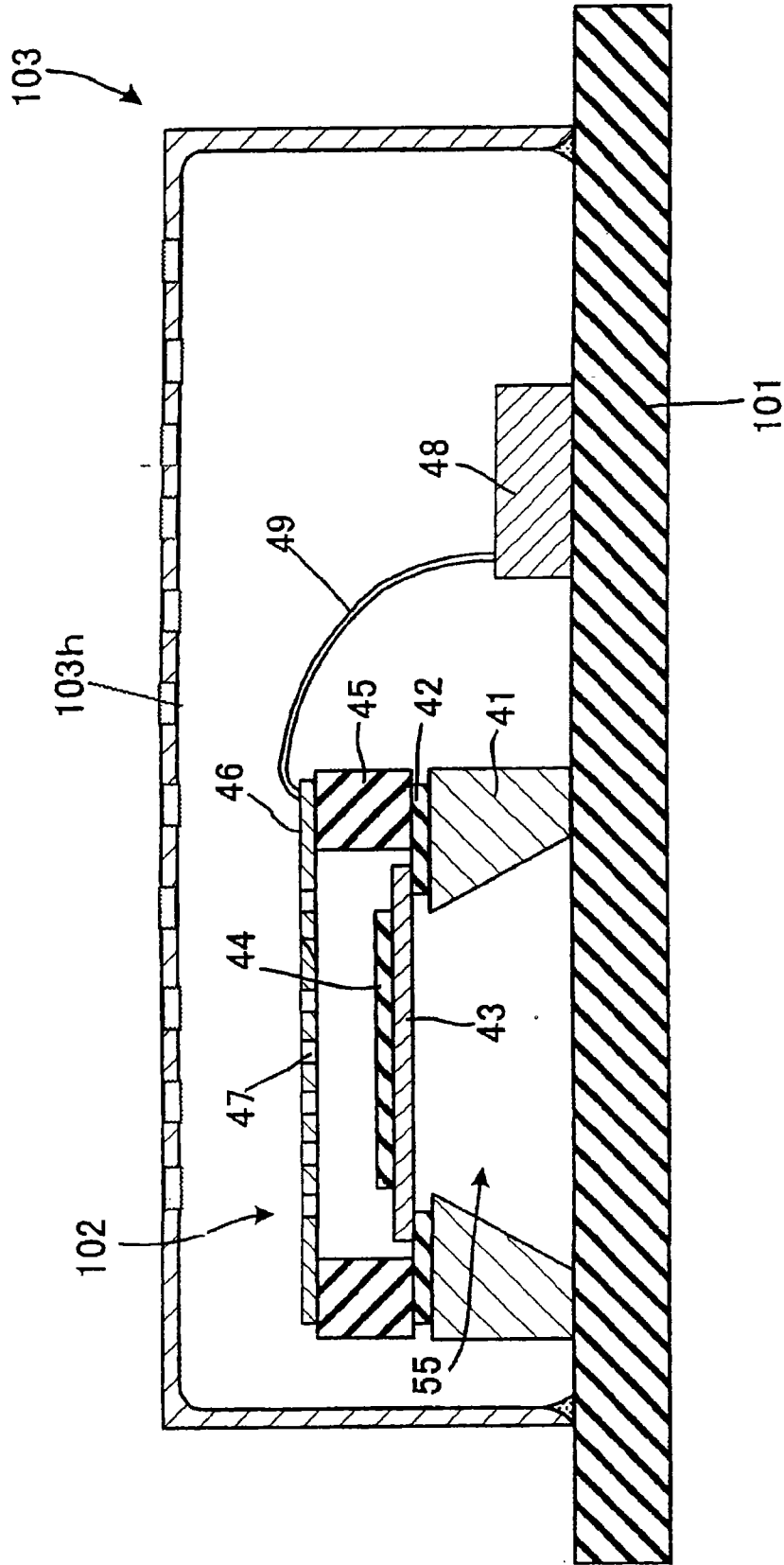


图 4

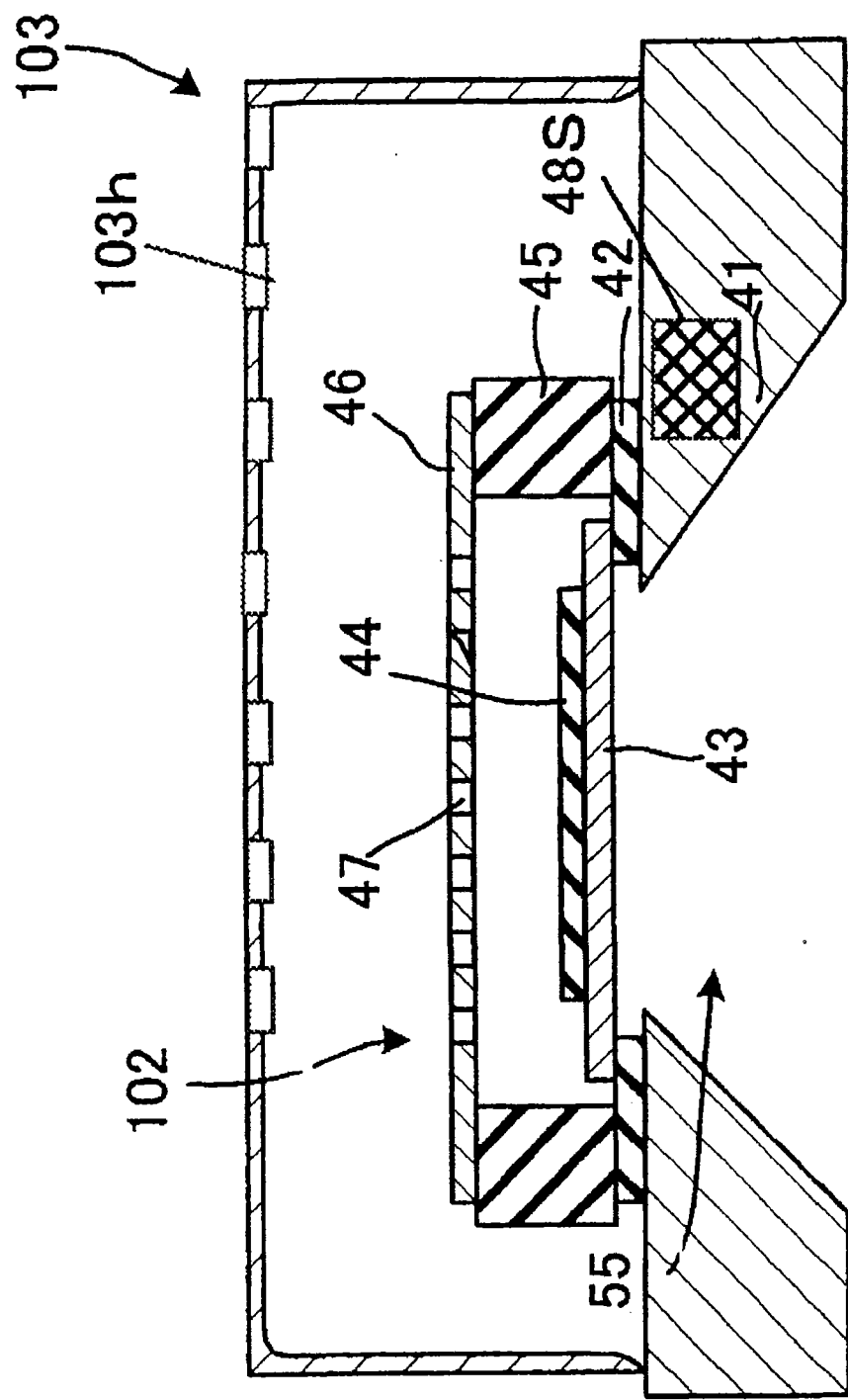


图 5

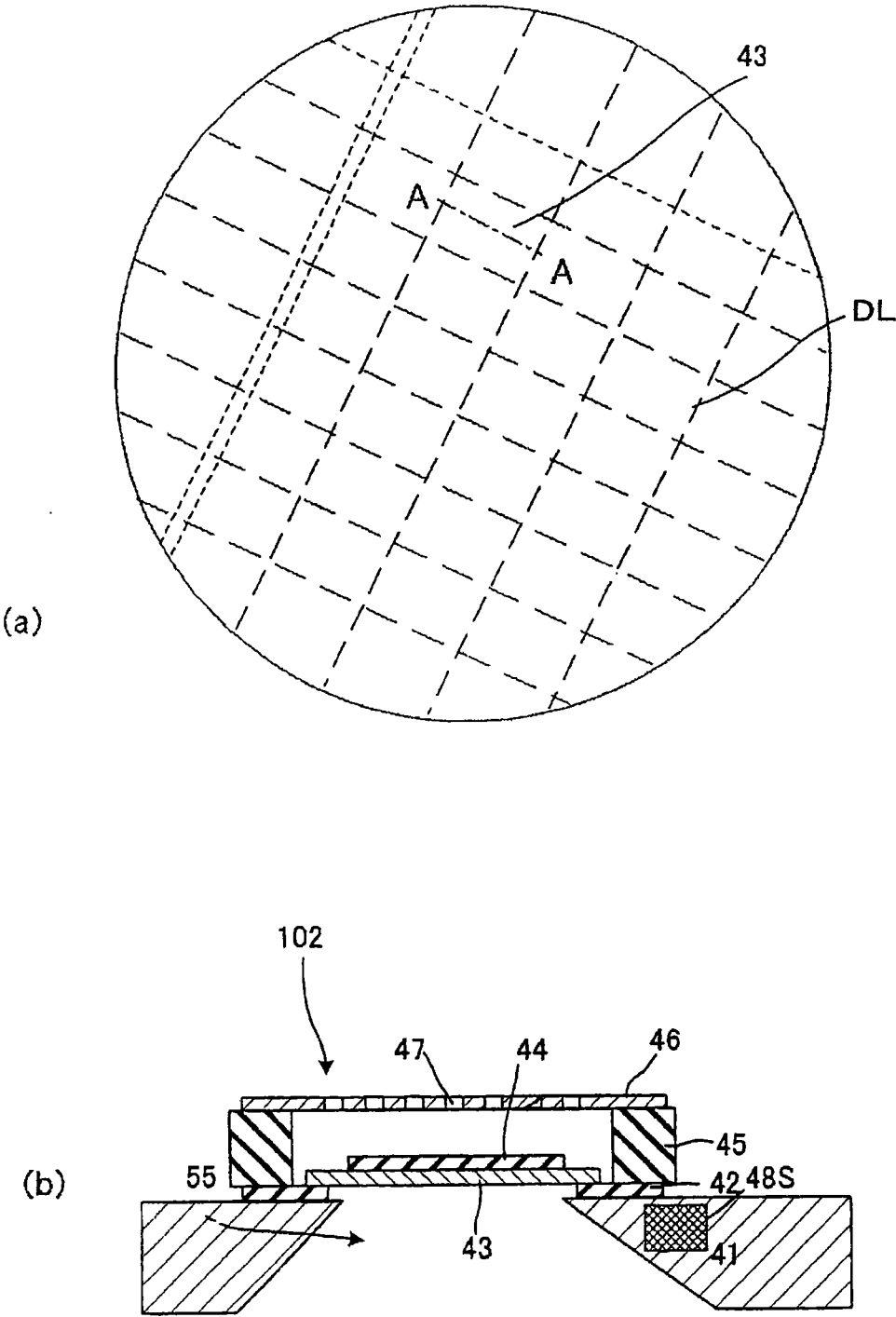


图 6

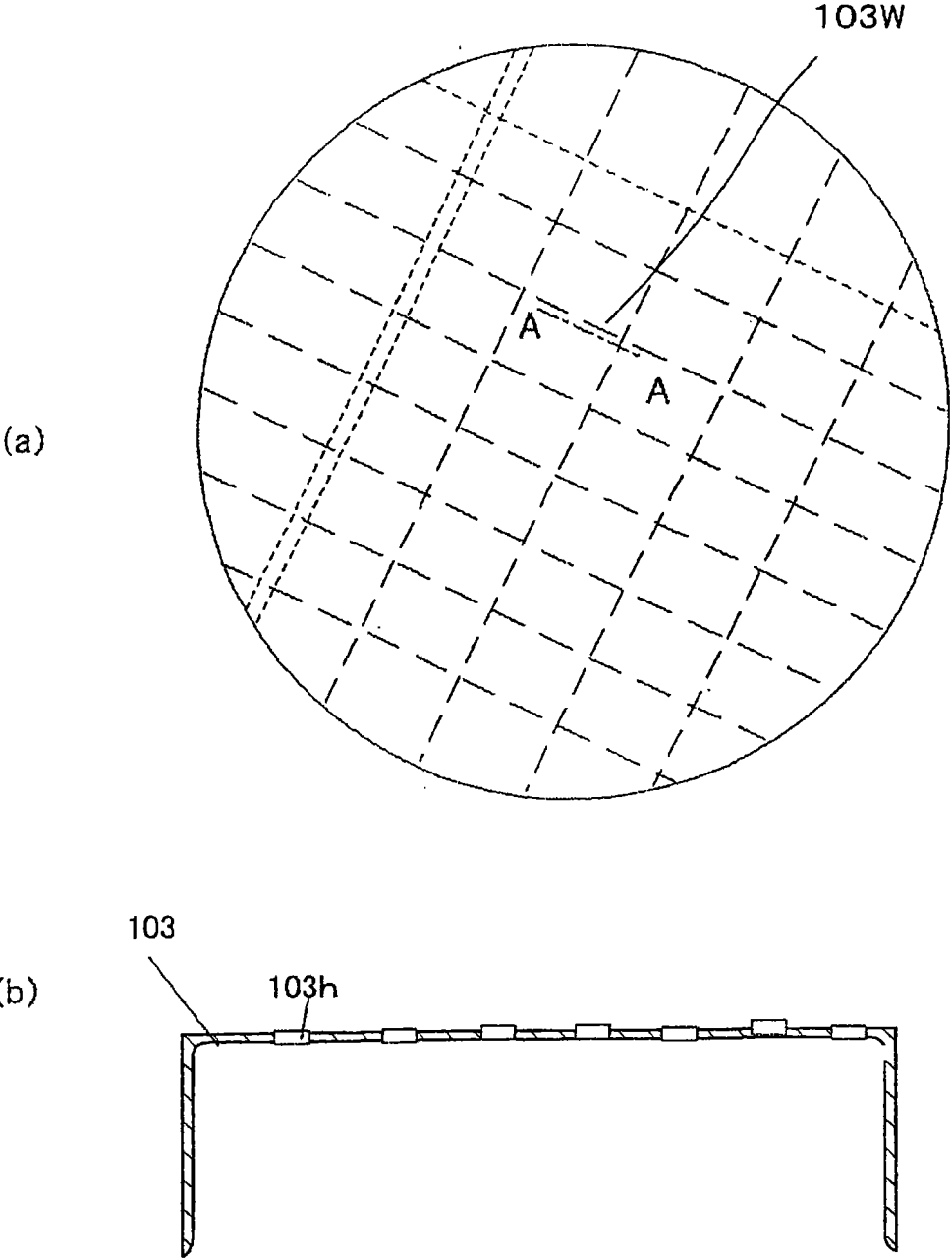


图 7

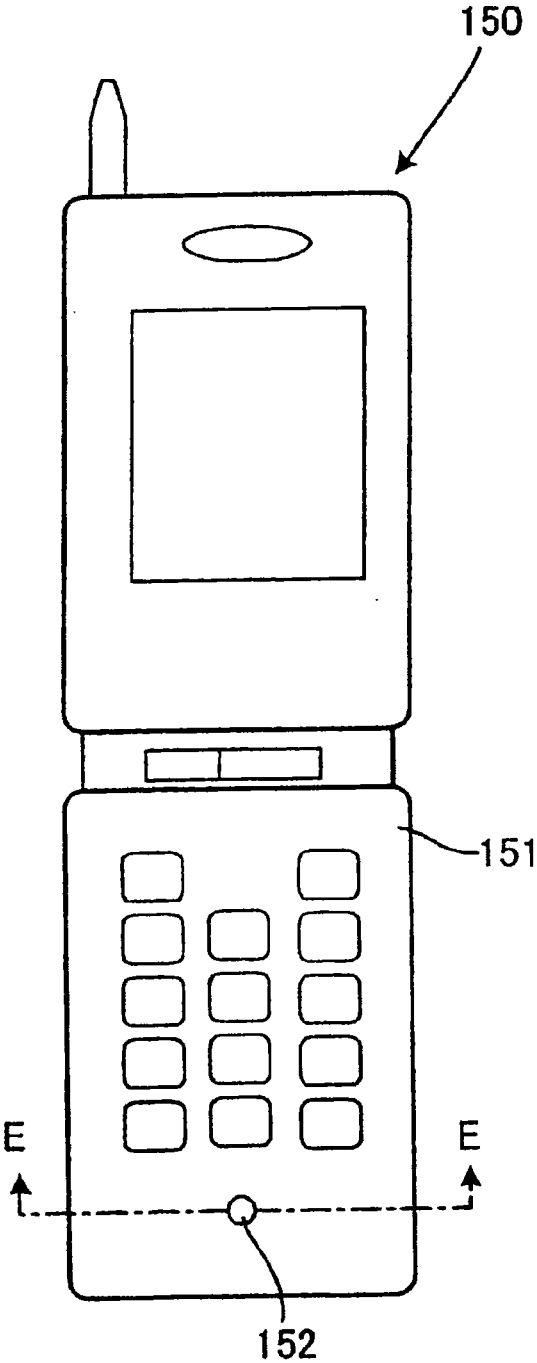


图 8

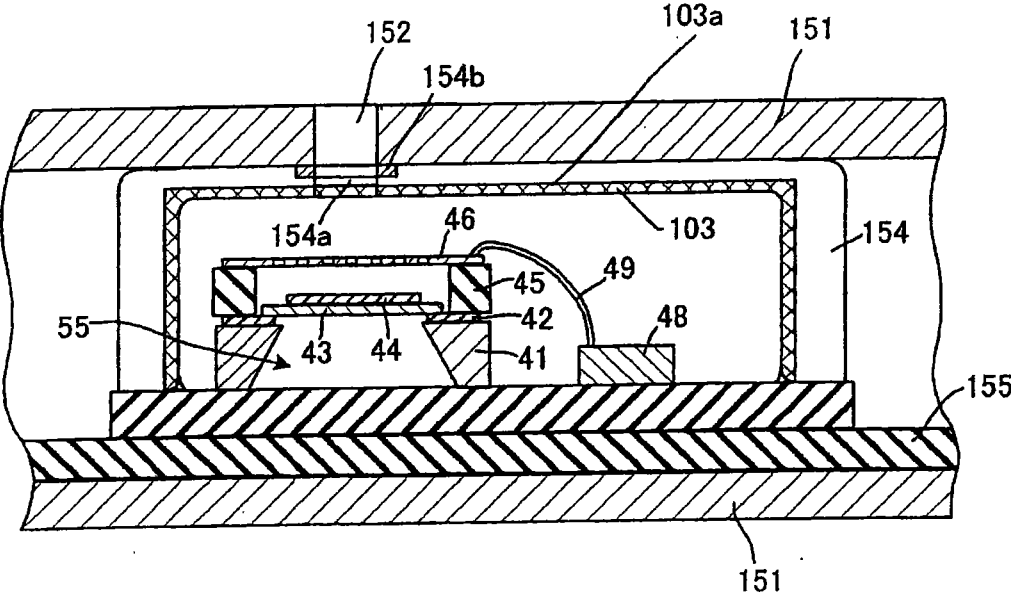


图 9

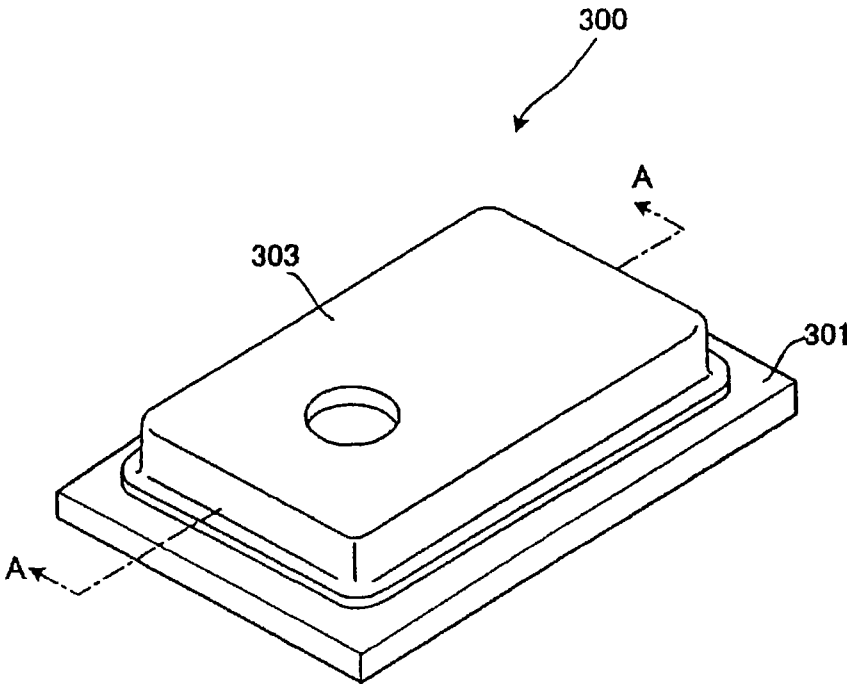


图 10

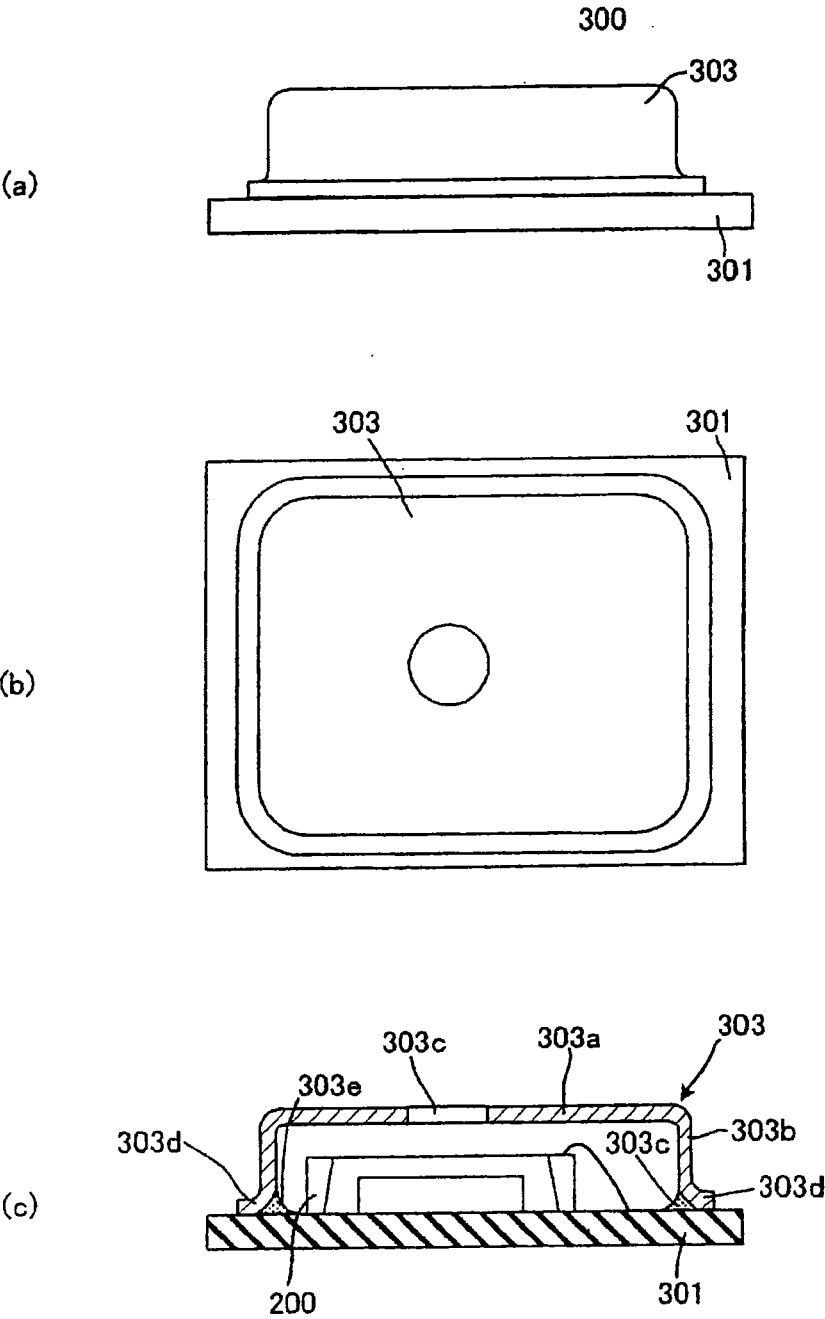


图 11

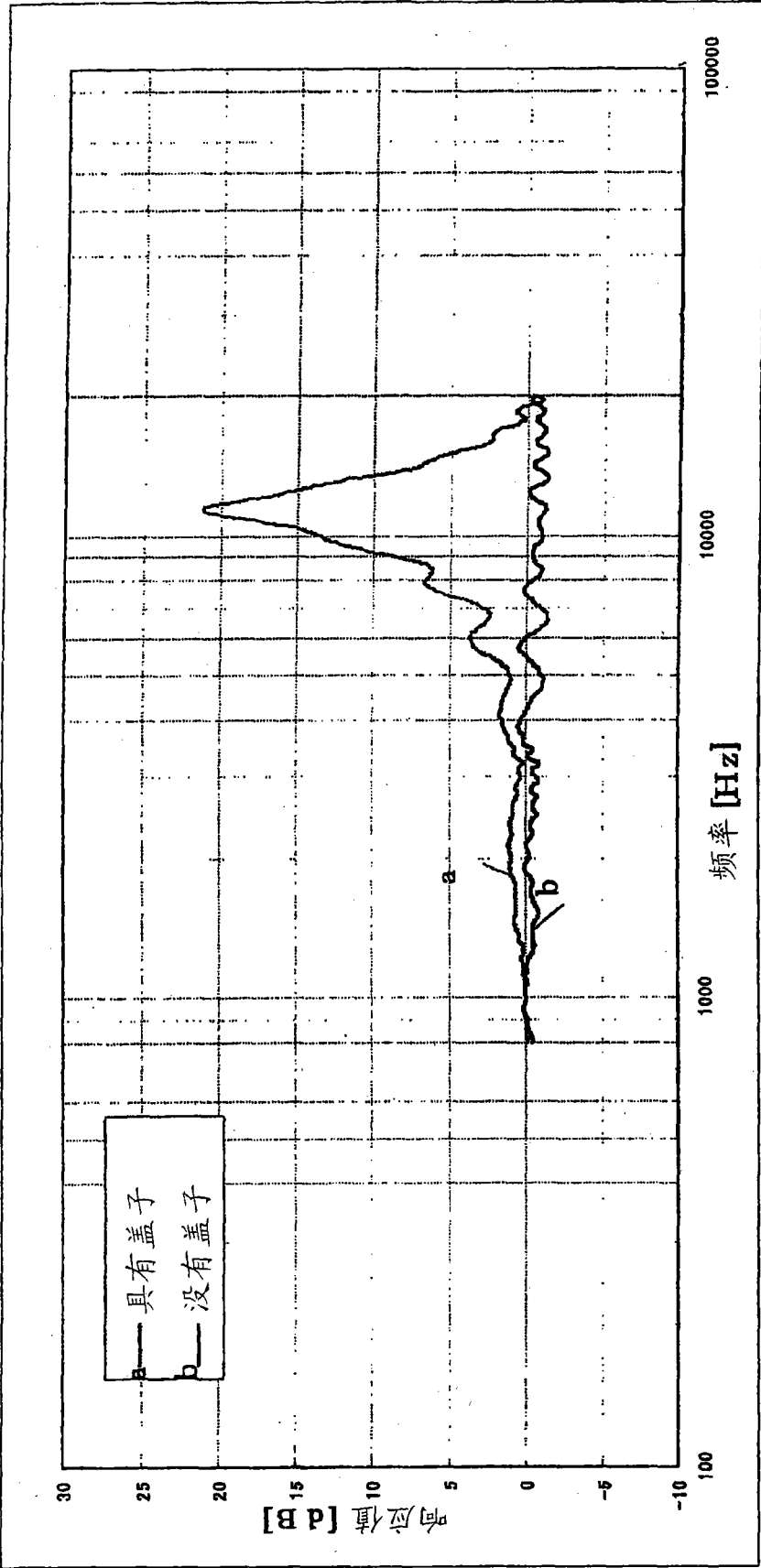


图 12