



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102655627 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 05

(21) 申请号 201210051207. 2

(22) 申请日 2012. 03. 01

(30) 优先权数据

13/037503 2011. 03. 01 US

(71) 申请人 埃普科斯股份有限公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 W. 帕尔 A. 莱德尔 M. 容孔茨

A. 贝尔

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 刘春元 卢江

(51) Int. Cl.

H04R 27/00(2006. 01)

B81B 7/00(2006. 01)

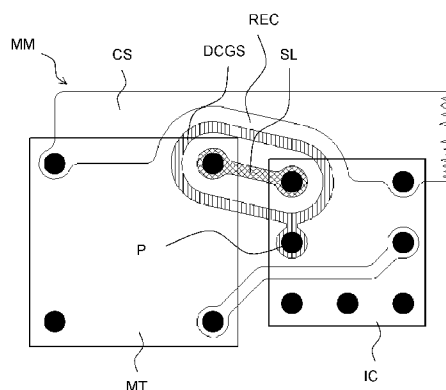
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

MEMS 扩音器

(57) 摘要

本发明涉及 MEMS 扩音器。提供了一种由于减小的 DC 漏电流而具有改善的噪声性能的 MEMS 扩音器。为此,保持 MEMS 扩音器的信号线与其它传导结构之间的最小距离。此外,提供了将信号线的至少一部分围起来的 DC 保护结构。



1. 一种 MEMS 扩音器，
 - 包括具有信号输出端的 MEMS 换能器、具有信号输入端的 IC 芯片、衬底、信号线和传导结构，其中
 - MEMS 换能器和 IC 芯片被布置在衬底上，
 - 信号线将 MEMS 换能器的信号输出端与 IC 芯片的信号输入端电连接，
 - 由 IC 芯片经由信号线向 MEMS 换能器提供 DC 偏置电压，
 - 传导结构被电连接至不同于 DC 偏置电压的 DC 电位，以及
 - 信号线与传导结构之间的最小横向距离被保持在至少 200 μm 。
2. 权利要求 1 的 MEMS 扩音器，其中，信号线与传导结构之间的横向距离为至少 500 μm 。
3. 权利要求 1 的 MEMS 扩音器，其中，传导结构包括在信号线附近具有凹槽以便保持传导结构与信号线之间的最小距离的区域。
4. 权利要求 1 的 MEMS 扩音器，其中
 - MEMS 扩音器具有电磁屏蔽电位，以及
 - 传导结构被电连接至电磁屏蔽电位。
5. 权利要求 1 的 MEMS 扩音器，其中
 - MEMS 扩音器具有接地电位，以及
 - 传导结构被电连接至接地电位。
6. 权利要求 1 的 MEMS 扩音器，还包括形成信号线的一部分的、衬底与 MEMS 换能器之间或衬底与 IC 芯片之间的凸块连接。
7. 权利要求 1 的 MEMS 扩音器，其中
 - 衬底包括两个电介质层和在两个电介质层之间的金属化层，
 - 信号线的一部分被布置在金属化层内。
8. 权利要求 1 的 MEMS 扩音器，还包括将朝向相邻传导结构的信号线的一部分围起来的 DC 保护结构，所述传导结构具有不同于 DC 偏置电压的 DC 电位。
9. 权利要求 1 的 MEMS 扩音器，其中，所述衬底是包括选自 FR-4 材料、FR-5 材料、聚四氟乙烯、以及玻璃纤维加强材料的材料的有机层压件。
10. 一种 MEMS 扩音器，包括
 - 具有信号输出端的 MEMS 换能器、具有信号输入端的 IC 芯片、衬底、信号线和 DC 保护结构，其中
 - MEMS 换能器和 IC 芯片被布置在衬底上，
 - 信号线将 MEMS 换能器的信号输出端与 IC 芯片的信号输入端电连接，
 - 由 IC 芯片经由信号线向 MEMS 换能器提供 DC 偏置电压，
 - DC 保护结构将朝向相邻传导结构的信号线的一部分围起来，所述相邻传导结构具有不同于 DC 偏置电压的 DC 电位。
11. 权利要求 10 的 MEMS 扩音器，还包括
 - 信号放大器、电阻偏置元件和 DC 偏置源，其中
 - MEMS 换能器经由电阻偏置元件被连接至 DC 偏置电压，
 - DC 保护结构被电连接至 DC 偏置源。

12. 权利要求 10 的 MEMS 扩音器,其中,所述 DC 保护结构包括传导材料且信号线的一部分被布置在 DC 保护结构之上或之下。

13. 权利要求 10 的 MEMS 扩音器,其中

—衬底包括两个电介质层、在两个电介质层之间的金属化层,以及

—DC 保护结构的上和下金属化层,

—信号线的一部分被布置在金属化层内,

—信号线的该部分被布置在 DC 保护结构的上金属化和下金属化之间。

14. 权利要求 10 的 MEMS 扩音器,其中,所述 DC 保护结构包括环状地布置在信号线周围的金属化件。

15. 权利要求 10 的 MEMS 扩音器,还包括屏蔽信号线的一部分的电磁屏蔽结构。

16. 权利要求 15 的 MEMS 扩音器,其中,所述电磁屏蔽结构屏蔽 DC 保护结构的一部分。

17. 权利要求 10 的 MEMS 扩音器,其中,所述衬底是包括选自 FR-4 材料、FR-5 材料、聚四氟乙烯、以及玻璃纤维加强材料的材料的有机层压件。

18. 权利要求 1 的 MEMS 扩音器,其中,所述衬底包括选自高温共烧陶瓷、低温共烧陶瓷和玻璃的材料。

19. 一种 MEMS 扩音器,包括

—具有信号输出端的 MEMS 换能器、具有信号输入端的 IC 芯片、衬底、信号线和传导结构,其中

—MEMS 换能器和 IC 芯片被布置在衬底上,

—信号线将 MEMS 换能器的信号输出端与 IC 芯片的信号输入端电连接,

—由 IC 芯片经由信号线向 MEMS 换能器提供 DC 偏置电压,

—信号线和传导结构被电隔离。

MEMS 扩音器

技术领域

[0001] 本发明涉及 MEMS 扩音器。

背景技术

[0002] 朝向例如 MEMS 扩音器 (MEMS = 微机电系统) 的小型化的当前趋势需要较小的电气或机械或机电设备。通常, MEMS 扩音器包括柔性或可移动薄膜以及刚性背板。薄膜和背板充当电容器的电极。接收到的声音及其各自气压变化的影响导致此类 MEMS 电容器的变化的容量。在 MEMS 扩音器中, 借助于施加的在 10V 范围内的 DC 偏置电压来将此变化的容量转换成电信号。

[0003] 各电容器电极的面积提供在 1 pF 范围内的容量。作为小型化的效果, 各电信号水平是相对弱的。因此, 需要诸如具有非常高的输入阻抗的低噪声放大器的信号放大器。信号放大器的输入侧的阻抗通常在 1 TΩ 范围内。

[0004] 从 US 2009/0001553 A1, 已知 MEMS 扩音器。

[0005] 所需的是可以成本高效的方式、尤其是在低成本衬底上产生的低噪声 MEMS 扩音器。

发明内容

[0006] 因此, 本发明的目的是提供一种能够以成本高效的方式产生且可与用于小型化的当前生产技术和手段兼容的低噪声 MEMS 扩音器。

[0007] 独立权利要求提供此类扩音器。从属权利要求提供有利实施例。

[0008] 在第一变体中, 提出了一种 MEMS 扩音器, 其包括具有信号输出端的 MEMS 换能器、具有信号输入端的 IC 芯片、衬底、信号线和传导结构。MEMS 换能器和 IC 芯片被布置在衬底上。信号线将 MEMS 换能器的信号输出端与 IC 芯片的信号输入端电连接。传导结构被电连接至 MEMS 换能器、IC 芯片或电路的参考电位 (例如地) 或通常地至不同于 DC 偏置电压的电位。信号线与传导结构之间的最小距离被保持为至少 200 μm 或更好地至少 500 μm, 以便减小流过由薄膜电位与地之间的电位差 U_{bias} 驱动的绝缘电阻的 DC 漏电流。

[0009] 已发现信号线的设计要求特殊的考虑。信号线主要是高阻抗 MEMS 输出端与高阻抗放大器输入端之间的连接。以下方法能够应用于改善信号线:

方法 1: 将 MEMS、放大器和所述信号线集成在公共芯片上。因此, 能够以类似于氧化物或氮化物的高质量电介质材料来使得信号线非常短且被绝缘。然而, 这种方法需要非常复杂的处理步骤, 这导致高成本和相对低的产率。

[0010] 方法 2: 将 MEMS 和放大器体现为被并排地安装在公共载体衬底上的两个单独芯片。两个芯片上的端子远离衬底并借助于延伸通过空气的芯片间接合线被互连, 空气也是优良的电介质。但是此类导线接合环路要求芯片之上的一定净空高度, 并且从芯片至衬底的诸如电源的其余连接占用芯片旁边的连接盘区 (landing area)。因此, 用这种方法, 可实现的小型化受到限制。

[0011] 方法 3:MEMS 和放大器被体现为两个单独芯片,这些被倒装地安装到公共载体衬底上,端子面朝衬底且被通过在此衬底上或中的导电结构互连。这种方法提供高设计灵活性、小型化和最经济的处理,但是可能受到衬底的电介质性质的危害,导致不足的绝缘电阻。

[0012] 通常,高度灵敏的放大器的任何高阻抗输入端倾向于源自于电荷载流子的统计运动的热噪声。

[0013] 本发明发现—在 MEMS 扩音器电路的情况下一显著的附加噪声源是流过由薄膜电位与地之间的电位差 U_{bias} 驱动的绝缘电阻的 DC 电流,导致叠加换能器信号的噪声电压信号。原因是 DC 漏电流的电荷传输的离散性质。

[0014] 通常,发现 MEMS 扩音器和专用放大器在低成本标准多层层压件(例如“FR4”等)上的倒装组装虽然适合于大多数需要的电子应用,但遭受由于此原因而引起的增加的噪声水平。

[0015] 因此,除上述方法之外,可以有用于改善 MEMS 设备的信号质量的以下特征:

MEMS 换能器可以包括 MEMS 扩音器的组成元件,诸如柔性或可移动薄膜、背板或背面面积。

[0016] IC 芯片可以包括用于处理或建立提供各接收声学信息的电信号的电子电路。IC 芯片可以包括诸如低噪声放大器的信号放大器和用于 MEMS 换能器的柔性或可移动薄膜与背板之间的 DC 偏置电压的 DC 偏置电压源。此外,IC 芯片可以包括模数转换器。然后,可以在 IC 芯片的数字端口处提供声学信息。

[0017] 此外,IC 芯片可以包括用于建立 DC 偏置电压的电荷泵。

[0018] 可以将 MEMS 换能器和 IC 芯片一个挨一个地布置在衬底上。

[0019] 此外,已发现具有高电阻率的衬底允许信号线的良好电绝缘。信号线负责从 MEMS 换能器向 IC 芯片传播非常小的 AC 电压信号。因此,信号线的良好电绝缘对于良好的 MEMS 扩音器而言至关重要。

[0020] 然而,高电阻率的衬底是昂贵的且需要小心处理以便保持其高电阻率。此组衬底的部件是显著地无机材料,诸如陶瓷(HTCC = 高温共烧陶瓷或 LTCC = 低温共烧陶瓷)和玻璃,以及类似于 PTFE(聚四氟乙烯)的氟化聚合物。为了提供可以成本高效的方式产生的 MEMS 扩音器,优选的是使用更便宜的衬底。然而,更便宜的衬底的使用需要为了保持良好 MEMS 扩音器的其它手段。所述更便宜的衬底、特别是类似于基于环氧树脂的层压件的有机材料遭受其表面上及其体积中的水吸收,两者都降低可实现的绝缘电阻。特别地,表面效应是至关重要的。

[0021] 还发现增强信号线与其周围环境的空间隔离改善了信号线的电绝缘且尽管有小型化的趋势但仍是有益的。

[0022] 传导结构可以是诸如接地结构或另一信号线的任何传导结构。

[0023] 在第一变体的一个实施例中,信号线与传导结构之间的距离为至少 $500 \mu\text{m}$ 。

[0024] 在一个实施例中,传导结构包括在信号线的附近具有凹槽以便保持传导结构与信号线之间的最小距离的区域。

[0025] 可以用传导材料覆盖大的区域以便实现各 MEMS 扩音器的良好 RF 屏蔽。然而,必须保持作为传导结构的屏蔽结构与信号线之间的各距离。

[0026] 在一个实施例中, MEMS 扩音器的电路具有电磁屏蔽电位且传导结构充当电磁屏蔽, 并被电连接至屏蔽电位。

[0027] 屏蔽电位可以是 MEMS 扩音器电路的接地电位或具有低源阻抗的任何其它恒定电位。

[0028] 被连接至屏蔽电位的电磁屏蔽能够保护灵敏信号结构免于外部干扰信号影响。

[0029] 在一个实施例中, MEMS 扩音器还包括衬底与 MEMS 换能器之间或衬底与 IC 芯片之间的凸块连接。凸块连接可以形成信号线的一部分。凸块连接或信号线的其它部分与布置在衬底上或中的其它传导结构之间的距离为至少 200 μm , 更优选地至少 500 μm 。

[0030] 朝向小型化的当前趋势导致倒装安装的芯片。此类芯片被经由凸块连接电气地且机械地连接至承载衬底。由被附着于衬底或掩埋在多层衬底中的诸如信号线的传导结构来实现不同芯片之间的电连接。倒装接合的应用允许小型化中的另一步骤。然而, 与接合线相反, 被附着于衬底的信号线的电绝缘由于衬底与信号线之间的直接接触而被减小。

[0031] 在一个实施例中, 衬底包括两个电介质层和两个电介质层之间的金属化层。信号线的至少一部分被布置在两个电介质层之间的金属化层内。此类衬底称为多层衬底。在多层衬底中, 能够通过将信号线嵌入多层衬底的主体中来改善信号线与传导结构之间的隔离。因此, 能够在金属化层中将信号线和其它传导结构结构化。可以经由倒装连接或经由 SMD 连接将诸如电阻元件、电容元件或电感元件的其它电路元件安装到衬底的表面, 或者也可以将其集成到衬底中。

[0032] 在一个实施例中, MEMS 扩音器还包括将朝向相邻传导结构的信号线的至少一部分围起来的 DC 保护结构, 所述相邻传导结构具有不同于 DC 偏置电压的 DC 电位。

[0033] 已发现通过提供 DC 保护结构, 能够显著地减少通过绝缘电阻的漏电流和因此的小型化 MEMS 扩音器的噪声信号。

[0034] DC 保护结构充当缓冲器并提供主要具有与信号线类似的相同 DC 电位的信号线的各部分的环境。结果, 实际上在信号线的各部分与其环境之间不存在 DC 电位差。因此, 实际上消除了通过绝缘电阻的 DC 漏电流和还有因此的噪声信号。

[0035] 出于该目的, 可以在其中信号线面对具有与 DC 偏置电压不同的电位的相邻传导结构的位置处提供 DC 保护结构。然后, DC 保护结构特别地在不能应用上述方法时是有用的。由此, 很明显, DC 保护结构不一定必然是信号线的封闭周围物。相反, 其可以与分别在信号线的接近点或边缘与所述传导结构之间的围栏类似地应用。

[0036] 在一个实施例中, 衬底包括选自 FR-4 材料、FR-5 材料、聚四氟乙烯以及玻璃纤维加强材料的材料。

[0037] 在本发明的另一变体中, 提供了一种 MEMS 扩音器, 其包括具有信号输出端的 MEMS 换能器、具有信号输入端的 IC 芯片、衬底、信号线以及 DC 保护结构。MEMS 换能器和 IC 芯片被布置在衬底上。信号线将 MEMS 换能器的信号输出端与 IC 芯片的信号输入端电连接。在操作期间由 IC 芯片经由信号线向 MEMS 换能器提供 DC 偏置电压。DC 保护结构将朝向相邻传导结构的信号线的至少一部分围起来, 所述相邻传导结构具有与 DC 偏置电压不同的 DC 电位。

[0038] 信号线能够将 MEMS 换能器的或柔性或可移动薄膜与 IC 芯片的信号放大器电连接或将 MEMS 换能器的背板与 IC 芯片的信号放大器电连接。在 MEMS 扩音器的操作期间, 能够

将 DC 偏置电压施加于信号线以及 MEMS 换能器的 MEMS 电容器。出于该目的, IC 芯片可以是 ASIC 芯片(ASIC = 专用集成电路)。IC 芯片可以包括电荷泵或用于提供 DC 偏置电压的任何其它适当电路。电荷泵能够经由电阻元件来提供其 DC 偏置电压。电阻元件的电阻可以在 10 G Ω 的范围内。

[0039] IC 芯片还可以包括被直接连接到电荷泵的 DC 偏置端口。可以将电阻元件电连接在 IC 芯片的信号输入端与 IC 芯片的 DC 偏置端口之间。可以将 DC 保护结构电连接至 DC 偏置端口。这意味着向 DC 保护结构供应相同的 DC 电压。然而, 由于 DC 保护结构和信号线被电阻元件分离, 所以 DC 保护结构充当缓冲器并为信号线的各部分提供主要具有相同 DC 电位的环境。结果, 实际上在信号线的各部分与其环境之间不存在 DC 电位差。因此, 实际上消除了通过绝缘电阻的 DC 漏电流和因此的噪声信号。

[0040] 在本变体的一个实施例中, IC 芯片包括信号放大器、电阻偏置元件和 DC 偏置电压源。MEMS 换能器被经由电阻偏置元件连接至 DC 偏置电压源。DC 保护结构被电连接至电荷泵。此外, 可以将 DC 保护结构直接连接至作为优选 DC 偏置电压源的电荷泵。

[0041] 在一个实施例中, DC 保护结构包括传导材料。信号线的一部分被布置在 DC 保护结构之上或之下。

[0042] 在一个实施例中, 衬底包括两个电介质层、在两个电介质层之间的金属化层以及 DC 保护结构的上和下金属化层。信号线的一部分被布置在金属化层内。信号线的该部分被布置在 DC 保护结构的上金属化和下金属化之间。

[0043] 因此, 通过将各信号线嵌入 DC 保护结构的上金属化与下金属化之间来实现进一步改善的保护效果。在各多层衬底中, 实际上不存在 DC 保护结构所需的其它空间, 因为能够将 DC 保护结构组件嵌入多层衬底中。

[0044] 在一个实施例中, DC 保护结构包括在信号线周围环状地布置、但不一定是圆形的或被封闭的金属化件。可以将 DC 保护结构的信号线和金属化件布置在衬底的表面上。然后, 在相同的金属化层中布置 DC 保护结构的金属化件和信号线。

[0045] 然而, 可能的是 DC 保护结构的金属化件和信号线被布置在多层衬底的不同金属化层内。DC 保护结构可以具有管状形状且可以将信号线或信号线的一部分布置在管状 DC 保护结构内。

[0046] 在一个实施例中, MEMS 扩音器还包括屏蔽信号线的一部分的电磁屏蔽结构。

[0047] 在一个实施例中, 电磁屏蔽结构屏蔽 DC 保护结构的一部分, 即 DC 保护结构或 DC 保护结构的至少一部分被嵌入电磁干扰屏蔽结构内。

[0048] 在一个实施例中, 衬底包括选自 FR-4 材料、FR-5 材料、聚四氟乙烯以及玻璃纤维加强材料的材料。

[0049] 在一个实施例中, 衬底包括选自高温共烧陶瓷、低温共烧陶瓷和玻璃的材料。

[0050] 在另一变体中, MEMS 扩音器包括具有信号输出端的 MEMS 换能器、具有信号输入端的 IC 芯片、衬底、信号线和传导结构。MEMS 传感器和 IC 芯片被布置在衬底上。信号线将 MEMS 换能器的信号输出端与 IC 芯片的信号输入端电连接。由 IC 芯片经由信号线向 MEMS 换能器提供 DC 偏置电压。信号线和传导结构被电隔离。

附图说明

[0051] 在所述附图中

图 1 示出在传导结构中具有凹槽的 MEMS 扩音器的横截面图，

图 2 示出具有 DC 保护结构的 MEMS 扩音器的横截面，

图 3 示出具有电磁干扰屏蔽结构的 MEMS 扩音器的等效电路图，

图 4 示出具有电磁干扰屏蔽结构和 DC 保护结构的 MEMS 扩音器的等效电路图，

图 5 示出包括多层衬底的 MEMS 扩音器的矢状横截面，

图 6 示出在衬底的表面上具有信号线的 MEMS 扩音器的矢状横截面。

具体实施方式

[0052] 为了明了起见，在图中未示出与本发明无关的部分，即使其对于 MEMS 扩音器的功能而言可能是必要的，例如外壳、声端口、外部端子等。

[0053] 图 1 示出 MEMS 扩音器 MM 的横截面。MEMS 扩音器 MM 包括 MEMS 换能器 MT 和 IC 芯片 IC。MEMS 换能器 MT 和 IC 芯片 IC 被两个传导结构 CS 和信号线 SL 电连接。信号线 SL 分别将换能器 MT 的信号输出端 SO 与 IC 芯片 IC 的信号输入端 SI 电连接。传导结构 CS 还将 MEMS 换能器 MT 和 IC 芯片 IC 电连接。传导结构 CS 可以包括到地的连接，或者可以包括另一信号或电源传导结构。

[0054] 图 1 的上部分中所示的传导结构 CS 包括凹槽 REC。凹槽 REC 的形状被以信号线 SL 与传导结构 CS 之间或信号输入端 SI 或信号输出端 SO 端口与传导结构之间的距离保持超过由 x_1 指示的某个最小值的方式布置。此外，图 1 的下部分中所示的信号线 SL 和传导结构被以如 x_2 和 x_3 所指示地保持最小距离的方式布置。这些距离仅仅是示例。更一般地，意指具有除 U_{bias} 之外的其它电位的从信号线的任何点至传导结构的任何点的横向距离。在任何情况下，此距离必须为至少 $200\ \mu\text{m}$ 、更优选地至少 $500\ \mu\text{m}$ 。凹槽 REC 仅仅是意图实现以上条件的各种可能布局的示例。

[0055] 作为这些最小距离的结果，增加了信号线 SL 与另一传导结构 CS 之间的有效电阻。如果适当地选择传导结构的各凹槽或传导结构的布置，则此类最小距离未显著地抵消朝向小型化的趋势。

[0056] 图 2 示出包括图 1 的上传导结构 CS 和 DC 保护结构 DCGS 的 MEMS 扩音器 MM 的横截面。DC 保护结构 DCGS 完全或在某种程度上至少在与衬底平行的平面内环状地围绕信号线 SL，使得 DC 保护结构 DCGS 被至少部分地布置在上传导结构 CS 中的凹槽内。DC 保护结构 DCGS 被电连接至 IC 芯片 IC 的另一端口 P。DC 保护结构 DCGS 减小信号线 SL 与另一围绕的传导结构 CS 之间的漏电流。由于此效果，不再需要保持以上最小距离。此外，由于不存在对保护结构与类似于屏蔽的其它传导结构之间的距离的限制，所以布局得到简化。再次地，凹槽仅仅是用于可能布置的布局示例。

[0057] 图 3 示出包括 MEMS 换能器 MT 中的 MEMS 电容器 MC 和 IC 芯片 IC 中的信号放大器 AMP 的 MEMS 扩音器的等效电路图。信号放大器 AMP 是被集成在 IC 芯片 IC 中的 ASIC (ASIC = 专用集成电路) 的一部分。ASIC 还包括可以是电荷泵 CP 的电压源。电荷泵 CP 具有本征电阻 $R_{chargepump}$ 。ASIC 还包括偏置电阻元件 R_{bias} 。借助于电荷泵 CP，MEMS 电容器 MC 的薄膜被保持在可以在 $10\ \text{V}$ 范围内的某个工作电压。电磁干扰屏蔽结构 EMIS 屏蔽将 MEMS 换能器 MT 与 IC 芯片 IC 电连接的信号线 SL 的至少一部分。在本实施例中，电磁干扰屏蔽结构

EMIS 被电连接至地。电阻元件 R_{SL} 仅仅是虚拟的并表示信号线 SL 的不完美 DC 绝缘。虽然电磁干扰屏蔽结构 EMIS 增加了针对诸如射频信号的电磁信号的保护,但电磁干扰屏蔽结构 EMIS 通常不改善信号线的 DC 绝缘。

[0058] 为此,如在图 4 中能够看到的,提供 DC 保护结构 DCGS。图 4 示出 MEMS 扩音器的一示意性一等效电路图,其中,信号线 SL 的一部分被 DC 保护结构 DCGS 围绕。DC 保护结构 DCGS 被电连接至 ASIC 的电荷泵。因此,DC 保护结构 DCGS 主要被保持在与信号线 SL 相同的 DC 电位。然而,电荷泵 CP 与信号线 SL 之间的电阻元件 R_{bias} 分别缓冲信号线与 DC 保护结构 DCGS 之间的所需电压的变化。由于信号线和 DC 保护结构 DCGS 主要在相同 DC 电位上,所以来自信号线的漏电流的流动被抑制且电阻元件 R_{SL} 不再能够使在信号线 SL 中传播的信号的质量劣化。MEMS 扩音器的噪声水平被降低。

[0059] 此外,电磁干扰屏蔽结构 EMIS 分别保护 DC 保护结构 DCGS 和信号线 SL 免于高频失真。

[0060] 图 5 示出 MEMS 扩音器 MM 的矢状横截面。扩音器 MM 包括多层衬底 ML、MEMS 换能器 MT 和 IC 芯片 IC。MEMS 换能器 MT 和 IC 芯片 IC 被布置在多层衬底 ML 的表面上。多层衬底 ML 包括两个电介质层 DL。在电介质层 DL 之间,布置了金属化层 ML。在金属化层 ML 内,对信号线 SL 进行结构化。信号线借助于多层衬底 ML 中的通孔将 MEMS 换能器 MT 的凸块连接与 IC 芯片 IC 电连接。

[0061] MEMS 换能器 MT 包括换能器芯片 TC。换能器芯片 TC 包括柔性或可移动薄膜 MB 和建立 MEMS 换能器 MT 的 MEMS 电容器的背板 BP。

[0062] 由于信号线 SL 被集成在多层衬底 ML 内,所以改善了信号线的电隔离。尤其是减小了表面漏电流。

[0063] 图 6 示出 MEMS 扩音器 MM 的矢状横截面,其中,信号线 SL 被布置在衬底 SU 的表面上。矢状横截面示出 DC 保护结构 DCGS 的两个部分,其环状地围绕信号线 SL 且被布置在衬底 SU 的表面上。

[0064] 本发明包括用于减小来自 MEMS 扩音器的信号线的 DC 漏电流的装置。本发明的基本概念并不取决于诸如关于 DC 保护结构或信号线和传导结构的布局的几何细节的细节。此外,本发明不受变体或实施例或附图的限制。尤其是基于不同几何构造的实施例也是可能的。例如,可以将信号线布置在衬底上或中。因此,在不脱离本发明的情况下,可以有脱离附图的许多变化。

[0065] 附图标记列表:

AMP :信号放大器

ASIC :专用集成电路

BP :背板

BU :凸块连接

CP :电荷泵 / 电压源

CS :传导结构

DCGS :DC 保护结构

DL :电介质层

EMIS :电磁干扰屏蔽结构

IC :IC 芯片
MB :柔性或可移动薄膜
MC :MEMS 电容器
ML :金属化层
ML :多层衬底
MM :MEMS 扩音器
MT :MEMS 换能器
P :换能器芯片或 IC 芯片的另一端口
 R_{bias} :偏置电阻元件(约 $10\text{ G}\Omega$)
 $R_{chargepump}$:电荷泵的本征电阻(在 $1\text{M}\Omega$ 范围内)
REC :凹槽
RSL :信号线的绝缘电阻
SI :IC 芯片 IC 的信号输入端
SL :信号线
SO :换能器 MT 的信号输出端
SU :衬底
TC :换能器芯片
x1、x2、x3 :信号线与其它传导结构之间的距离。

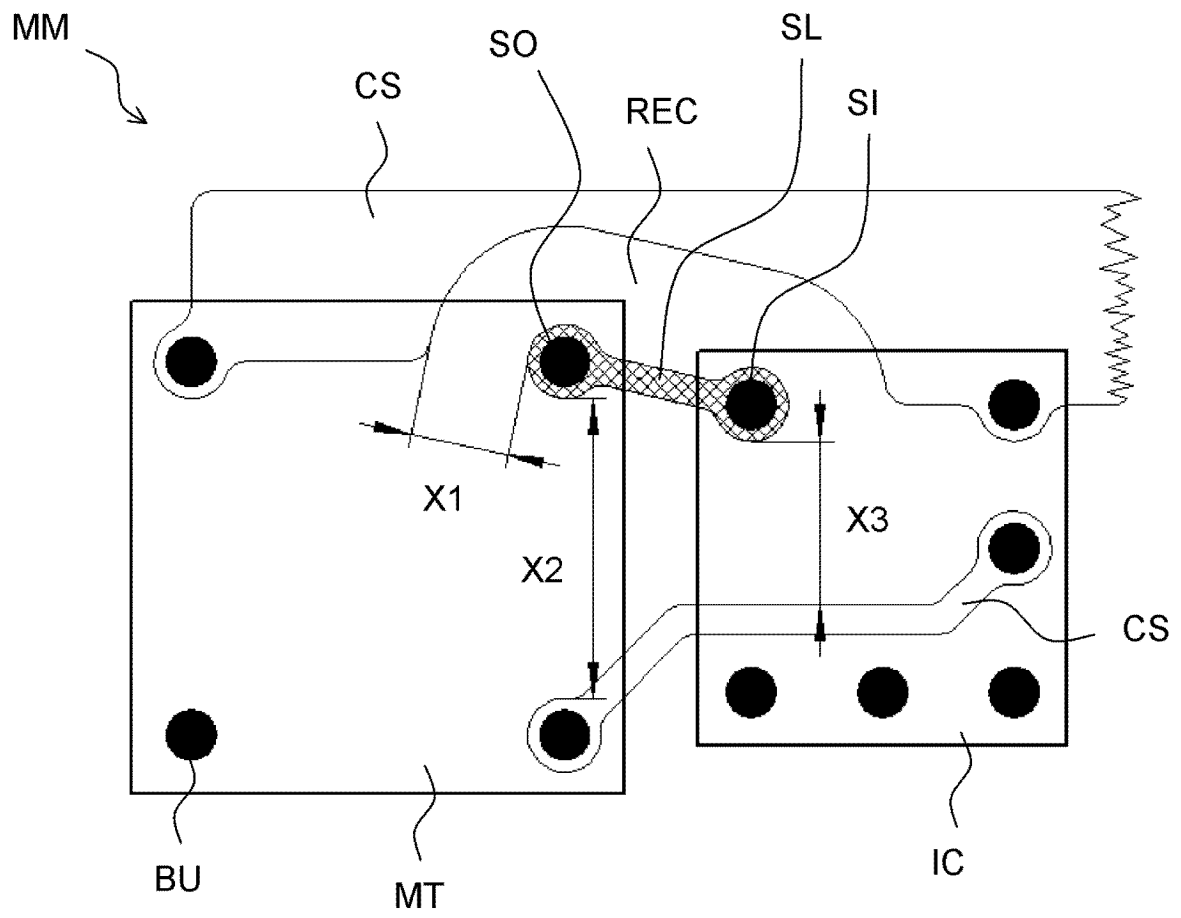


图 1

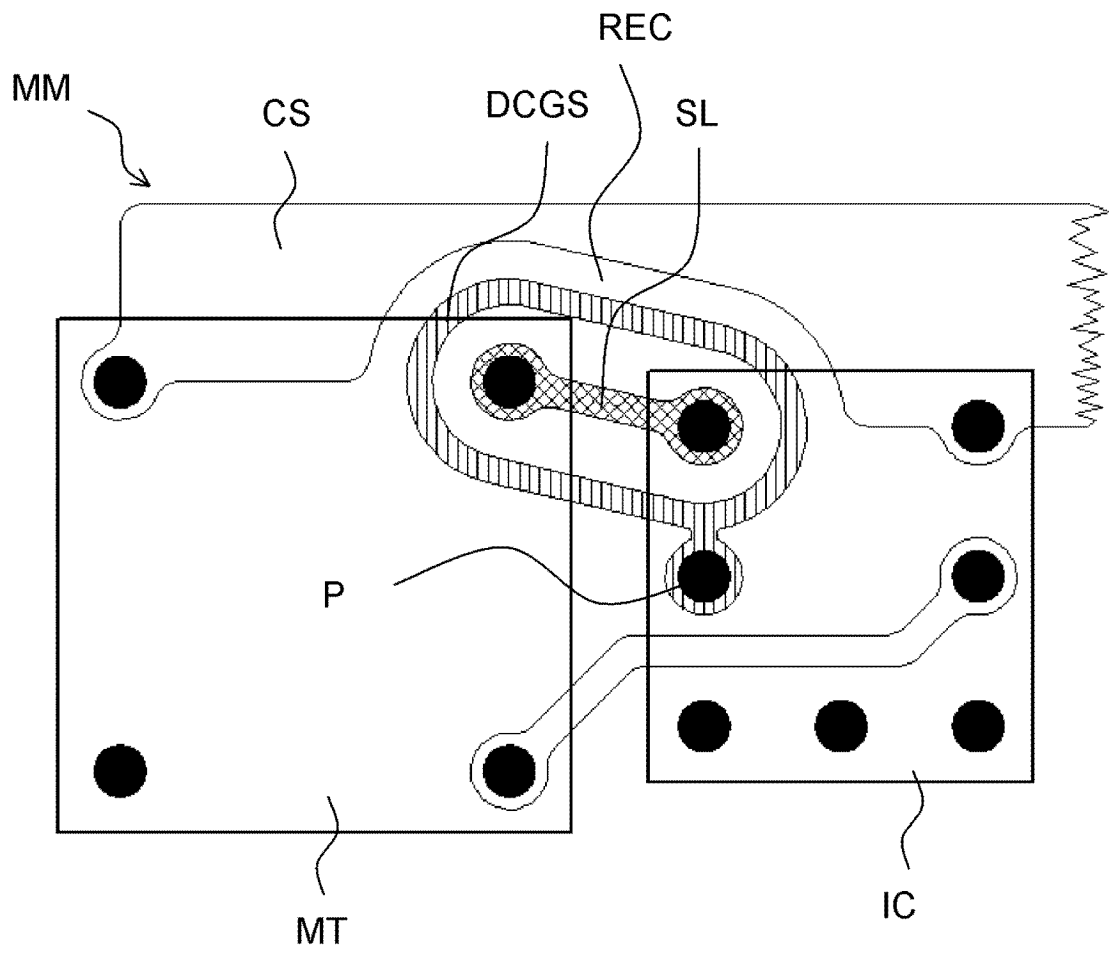


图 2

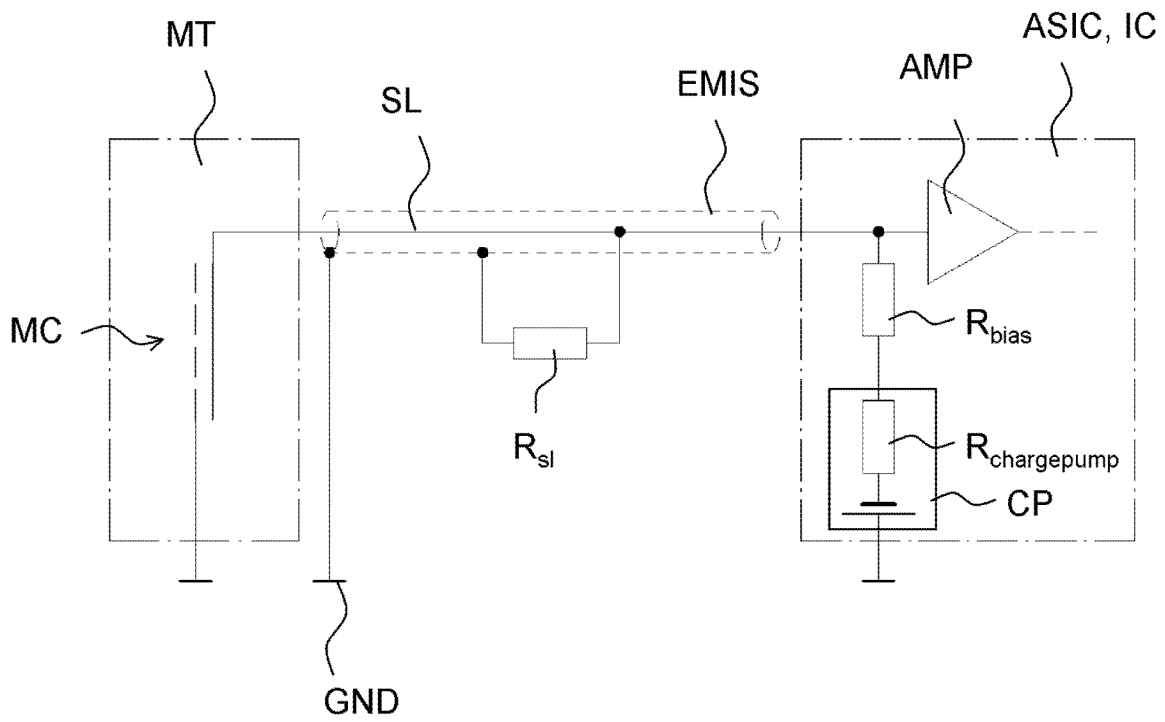


图 3

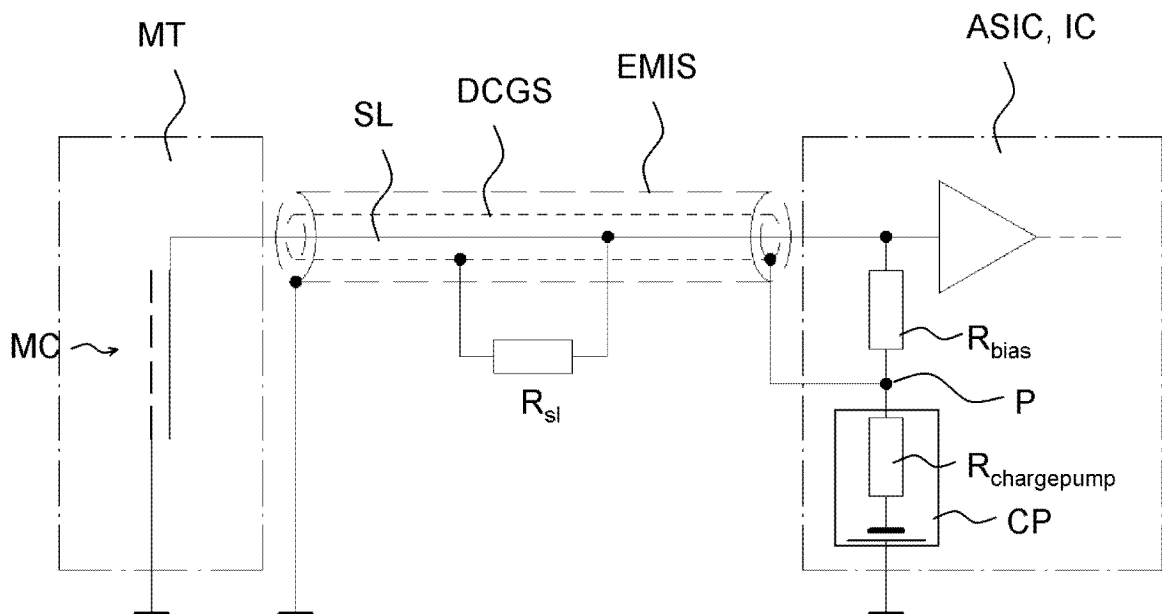


图 4

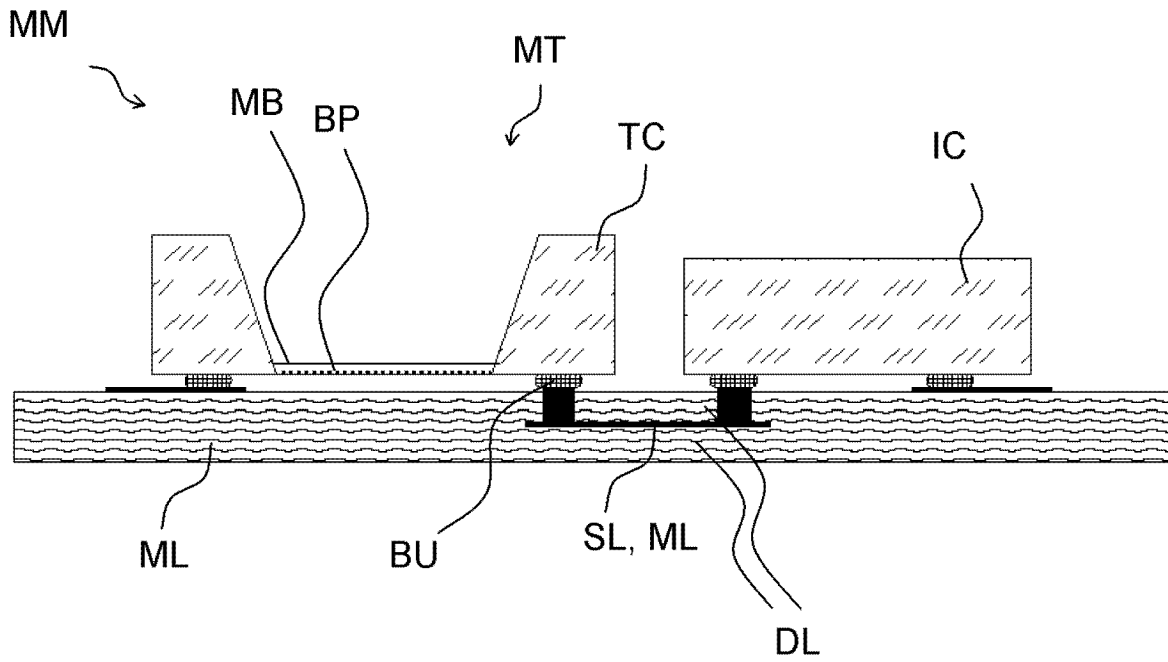


图 5

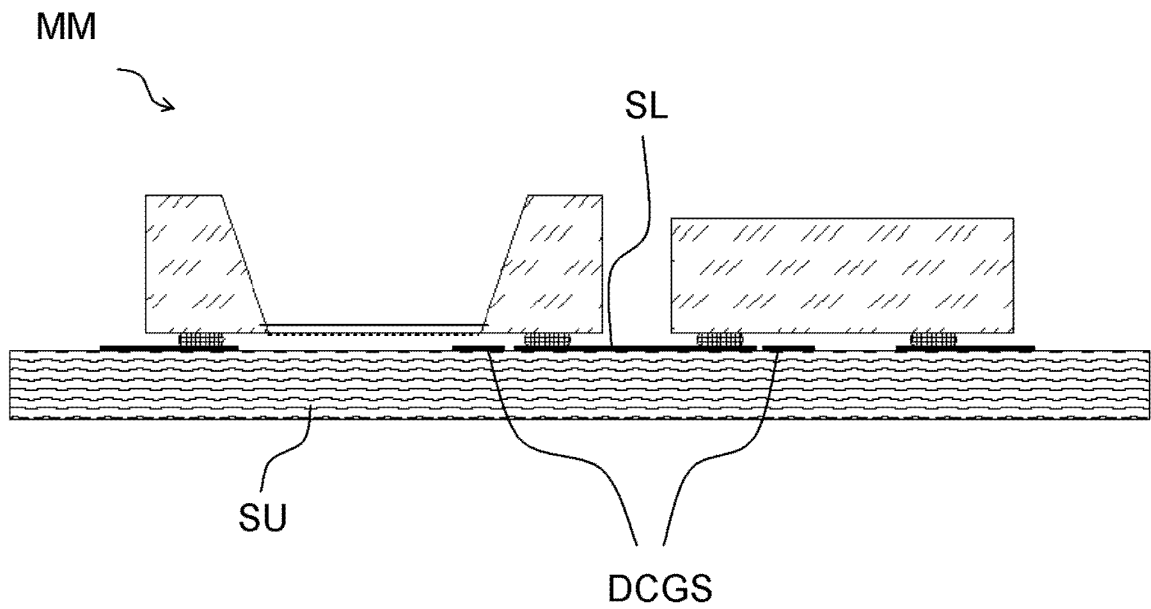


图 6