

一种谐振器及其制备方法

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2024 年 10 月 12 日提交中国专利局的申请号为 2024114260756 且名称为“一种谐振器及其制备方法”的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

5 技术领域

本申请涉及谐振器技术领域，具体而言，涉及一种谐振器及其制备方法。

背景技术

随着无线通讯技术的快速发展，更高频段收发信息的设备越来越多，对射频前端电路的要求越来越苛刻，因此高性能滤波器市场需求越来越大。体声波滤波器凭借其高品质因子、带外抑制好、高矩形系数等特点，正逐渐成为市场的主流。

体声波滤波器是由多个谐振器按特定电路级联构成。高性能滤波器需要高性能谐振器，高性能谐振器具有高品质因子，高品质因子能让滤波器具有更小的插入损耗和更陡峭的滚降特性，拥有更优越的滤波性能。综上所述，制备稳定性高、性能优越的谐振器非常重要。

由于谐振器材料机电耦合系数的限制，体声波滤波器的带宽较小，在实际应用中通常外加电容或电感等无源器件作为匹配电路或增加滤波器的带宽、调节滤波特性等。表贴电容器件广泛应用于手机、计算机、平板电脑、电视机、数码相机、音响设备、汽车电子等各种电子产品中，然而，在滤波器中使用时需要连接进谐振器滤波电路，需要额外的走线，并且其尺寸相比谐振器较大，使得滤波器性能下降、面积无法减小，极大的限制了薄膜体声波滤波器的性能。

申请内容

20 本申请的目的在于，针对上述现有技术中的不足，提供一种谐振器及其制备方法。

为实现上述目的，本申请实施例采用的技术方案如下：

本申请实施例的一方面，提供一种谐振器，包括衬底以及依次层叠至衬底的第一电极层、第一压电层和第二电极层，第一电极层、第一压电层和第二电极层沿层叠方向形成第一交叠区域，在第一压电层上设置有位于第一交叠区域外的电容堆叠层，在第二电极层上方设置有钝化层，钝化层延伸于电容堆叠层上方。

25 可选地，电容堆叠层包括依次层叠至第一压电层上的下电极、介质层和上电极；谐振器还包括第一引出部和第二引出部，第一引出部贯穿钝化层并与下电极接触，第二引出部贯穿钝化层并与上电极接触，第一引出部和第二引出部在层叠方向上不交叠。

30 可选地，下电极和上电极在层叠方向具有第二交叠区域，第一引出部和第二引出部均位于第二交叠区域外。

可选地，电容堆叠层包括多个上电极以及依次层叠至第一压电层上的下电极和介质层，多个上电极设置于介质层背离下电极的一侧，且多个上电极相互间隔设置，多个上电极配合下电极形成多个电容。

35 可选地，谐振器还包括第三引出部和多个第四引出部，第三引出部贯穿钝化层并与下电极接触，多个第四引出部分别贯穿钝化层并与多个上电极一一接触。

可选地，谐振器还包括多个第四引出部，多个第四引出部分别贯穿钝化层并分别与多个上电极一一接触。

可选地，在第一压电层和电容堆叠层之间设置有绝缘层。

可选地，在第一压电层和第二电极层之间设置有位于第一交叠区域的质量负载层。

40 可选地，在衬底和第一电极层之间设置有第二压电层。

可选地，在衬底和第一压电层之间还设置有第一空腔和第二空腔，第一空腔至少部分位于第一交叠区域内，第二空腔位于电容堆叠层的正下方。

可选地，在第二空腔内填充有氧化物层。

45 本申请实施例的另一方面，提供一种谐振器制备方法，方法包括：

在衬底上依次形成层叠的第二压电层、第一电极层和第一压电层；

在第一压电层上形成质量负载层；

在质量负载层上形成第二电极层以及在第一压电层上形成下电极，其中，第二电极层和下电极间隔设置；

在下电极上形成介质层；

50 在介质层上形成至少一个上电极，其中，下电极、介质层和至少一个上电极形成电容堆叠层；

在第二电极层上形成钝化层，且钝化层延伸于电容堆叠层上方。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

- 5 图1为本申请实施例提供的一种谐振器制备方法的状态示意图之一；
图2为本申请实施例提供的一种谐振器制备方法的状态示意图之二；
图3为本申请实施例提供的一种谐振器制备方法的状态示意图之三；
图4为本申请实施例提供的一种谐振器制备方法的状态示意图之四；
10 图5为本申请实施例提供的一种谐振器制备方法的状态示意图之五；
图6为本申请实施例提供的一种谐振器制备方法的状态示意图之六；
图7为本申请实施例提供的一种谐振器制备方法的状态示意图之七；
图8为本申请实施例提供的一种谐振器的结构示意图之一；
图9为本申请实施例提供的一种谐振器的结构示意图之二；
15 图10为本申请实施例提供的一种谐振器的结构示意图之三；
图11为本申请实施例提供的一种谐振器的结构示意图之四；
图12为本申请实施例提供的一种谐振器的结构示意图之五；
图13为本申请实施例提供的一种谐振器的结构示意图之六。

- 20 图标：101-衬底；102-牺牲层；103-第二压电层；104-第一电极层；105-第一压电层；106-电极引出孔；107-质量负载层；108-第一金属层；109-第二电极层；110-第二金属层；111-下电极；112-介质层；113-上电极；114-电容堆叠层；115-钝化层；116-第一引出部；117-第二引出部；118-第六引出部；119-第五引出部；120-第一空腔；121-绝缘层；122-第二空腔；123-第三引出部；124-第四引出部。

具体实施方式

- 25 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

- 30 因此，以下对在附图中提供的本申请的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本申请的范围，而是仅仅表示本申请的选定实施例。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请的实施例中的各个特征可以相互结合，结合后的实施例依然在本申请的保护范围内。

应注意到：相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项，因此，一旦某一项在一个附图中被定义，则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

- 35 在本申请的描述中，需要说明的是，术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，或者是该申请产品使用时惯常摆放的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。此外，术语“第一”、“第二”、“第三”等仅用于区分描述，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

- 40 此外，术语“水平”、“竖直”等术语并不表示要求部件绝对水平或悬垂，而是可以稍微倾斜。如“水平”仅仅是指其方向相对“竖直”而言更加水平，并不是表示该结构一定要完全水平，而是可以稍微倾斜。

- 在本申请的描述中，还需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“设置”、“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；
45 可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

- 本申请实施例的一方面，提供一种谐振器，参照图8至图13中的任一幅，包括衬底101以及设置于衬底101上的压电堆叠层，其中，压电堆叠层包括依次层叠至衬底101的第一电极层104、
50 第一压电层105和第二电极层109，方便在第一电极层104和第二电极层109施加电信号后，借助第一压电层105实现电能和机械能的相互转换。应当知晓的是，本申请中的层叠方向即为图8至图

13 中任一幅的竖直方向，亦或是，衬底 101 的厚度方向。

继续参照图 8 至图 13 中的任一幅，第一电极层 104、第一压电层 105 和第二电极层 109 沿层叠方向形成有第一交叠区域，通常第一交叠区域也作为谐振器的有效谐振区域或有效工作区域。

5 为了优化谐振器的性能，如图 8 至图 13 中的任一幅，在第一压电层 105 上设置有电容堆叠层 114，这样能够在谐振器内部集成电容，实现片上直接集成电容，相比于外加电容面积更小、无需额外引入引出路径避免了相应电学寄生，从而提高谐振器、滤波器的性能。

10 在集成电容堆叠层 114 时，可以使得电容堆叠层 114 和第一交叠区域尽量相互独立，因此，电容堆叠层 114 可以位于第一交叠区域外，比如电容堆叠层 114 的正下方不具有第一电极层 104，换言之，电容堆叠层 114 与第一电极层 104 在层叠方向不相交，这样能够使得片上集成的电容堆叠层 114 不影响谐振器的第一交叠区域。

在此基础上，如图 8 至图 13 中的任一幅，在整个器件上方（背离衬底 101 的一侧）可以设置有钝化层 115，以此对谐振器的其它基础层级提供钝化保护，具体的，钝化层 115 可以位于第二电极层 109 上方，并且钝化层 115 还延伸于电容堆叠层 114 和第一压电层 105 上方。这里需要特别说明的是，在本申请中，钝化层 115 和电容堆叠层 114 相互独立，因此，电容堆叠层 114 内部介质层 112 的材质厚度可以不受器件对于钝化需求的限制，所以电容堆叠层 114 内部介质层 112 的材质厚度既可以根据性能进行优选，也可以根据需求灵活多变。

上述的电容堆叠层 114 应当指能够具备电容特性的结构，关于其具体结构，可以根据实际需求进行合理选择和设置。当然，为便于理解，本申请将结合附图对其中的部分示例进行描述。

20 请参照图 8，电容堆叠层 114 位于第一交叠区域外，具体可以位于第一交叠区域的右侧。电容堆叠层 114 包括下电极 111、介质层 112 和上电极 113，其中，下电极 111 位于第一压电层 105 上表面，介质层 112 位于下电极 111 上方，上电极 113 位于介质层 112 上方，由此，通过下电极 111、介质层 112 和上电极 113 形成单电容结构。

为了顺利将电容堆叠层 114 的下电极 111 和上电极 113 引出，继续参照图 8，谐振器还包括第一引出部 116 和第二引出部 117，其中，第一引出部 116 贯穿钝化层 115 并与下电极 111 接触，第二引出部 117 贯穿钝化层 115 并与上电极 113 接触，这样能够通过第一引出部 116 和第二引出部 117 将电容堆叠结构接入电路。并且第一引出部 116 和第二引出部 117 在层叠方向上不交叠，换言之，下电极 111 和第一引出部 116 接触的部分与上电极 113 和第二引出部 117 接触的部分在层叠方向上错位从而形成不相交的状态，这样能够使得上电极 113 和下电极 111 更方便引出。

30 电容堆叠层 114 的下电极 111 和上电极 113 在层叠方向会形成第二交叠区域，以满足电容的设置要求。在此基础上，可以优化电容堆叠层 114 的性能，比如第一引出部 116 和第二引出部 117 均位于第二交叠区域外，这样能够避免第一引出部 116 与上电极 113 正对，也能够避免第二引出部 117 与下电极 111 正对，从而改善第一引出部 116 与上电极 113 之间可能形成的寄生电容，第二引出部 117 和下电极 111 同理。

35 请参照图 9 或图 11，电容堆叠层 114 位于第一交叠区域外，具体可以位于第一交叠区域的右侧。电容堆叠层 114 包括下电极 111、介质层 112 和多个上电极 113，其中，下电极 111 层叠至第一压电层 105 上，介质层 112 层叠至下电极 111 上，多个上电极 113 则平铺于介质层 112 背离下电极 111 的一侧表面，并且多个上电极 113 中，两两相互间隔设置。每个上电极 113 都具有与下电极 111 正对的部分，这样一个上电极 113 就可以配合下电极 111 形成一个电容，同理，多个上电极 113 就可以配合下电极 111 分别形成多个电容。具体的，例如图 9 或图 11 中，电容堆叠层 114 包括一个下电极 40 111、一个介质层 112 和两个上电极 113，其中，下电极 111 层叠至第一压电层 105 上，介质层 112 层叠至下电极 111 上，两个上电极 113 平铺于介质层 112 上，并且两个上电极 113 左右间隔设置。左边的上电极 113 配合下方的下电极 111 形成一个电容，右边的上电极 113 配合下方的下电极 111 形成另一个电容。

45 为了满足不同的电容连接需求，可以选择性的对下电极 111 进行引出或不引出，以下将分别结合附图进行说明：

例如参照图 9 所示，可以对下电极 111 进行引出，具体的：谐振器还包括第三引出部 123 和多个第四引出部 124，其中，第三引出部 123 贯穿钝化层 115 并与下电极 111 接触，多个第四引出部 124 分别贯穿钝化层 115 并与多个上电极 113 一一接触。这样，下电极 111 可以经过第三引出部 123 引出，每一个上电极 113 都可以经过一个第四引出部 124 引出。这样在将电容堆叠层 114 接入电路时，可以根据需求，灵活的选择将下电极 111 和至少一部分上电极 113 接入，比如当需要接入一个电容时，可以将下电极 111 和一个上电极 113 接入，当需要接入两个电容时，可以将下电极 111 和

两个上电极 113 均接入电路。此外还应该理解的是, 当将下电极 111 也引出时, 能够使得接入电路中的电容形成串联或并联等多种连接形式。

又例如参照图 11 所示, 可以不对下电极 111 引出, 具体的: 谐振器还包括多个第四引出部 124, 其中, 多个第四引出部 124 分别贯穿钝化层 115 并分别与多个上电极 113 一一接触。这样, 下电极 111 可以不作引出, 每一个上电极 113 都可以经过一个第四引出部 124 引出。这样在将电容堆叠层 114 接入电路时, 其中的两个电容能够通过下电极 111 形成串联关系, 比如图 11 中, 左边的上电极 113 与下电极 111 形成一个电容, 右边的上电极 113 与下电极 111 形成一个电容, 在接入电路时, 可以仅通过两个电容的两个第四引出部 124 接入, 这样两个电容便可以形成串联关系。

当电容堆叠层 114 能够形成多个电容时, 可以通过外部引线调整不同电容之间的串联或者并联, 从而调整电容数值, 满足制备工艺中电容精度的要求。例如图 10 所示, 示出了两个电容, 其中, 可以将右侧电容作为主电容 a, 将左侧电容作为辅助电容 b, 为了满足制备工艺中电容精度要求, 在后续封装测试中, 如果主电容 a 的精度达不到要求, 此时将通过外部引线的连接实现主电容 a 与辅助电容 b 的串联或者并联, 从而调整电容数值。

这里辅助电容的电容数值为主电容的电容数值的 10-30%, 以便于使得电容数值的调整范围更容易满足实际需求。

在一些可能的实施方式中, 在第一压电层 105 和电容堆叠层 114 之间设置有绝缘层 121, 这样能够通过绝缘层 121 对电容堆叠层 114 进行隔离, 以提高电容堆叠层 114 的性能。比如图 12 中, 在第一压电层 105 和电容堆叠层 114 之间设置有绝缘层 121。应当理解的是, 在图 9 至图 11 任一种相同或相似的谐振器中, 均可以在第一压电层 105 和电容堆叠层 114 之间设置有绝缘层 121, 以便于优化谐振器的性能。

在一些可能的实施方式中, 如图 8 至图 13 所示, 在第一压电层 105 和第二电极层 109 之间设置有位于第一交叠区域的质量负载层 107。通过质量负载层 107 能够对谐振器的频率进行调节。并且当质量负载层 107 位于第一压电层 105 和第二电极层 109 之间时, 可以使得质量负载层 107 的材质与第二电极层 109 的材质相同, 从而能够简化制备工艺。

在一些可能的实施方式中, 如图 8 至图 13 所示, 在衬底 101 和第一电极层 104 之间设置有第二压电层 103, 通过第二压电层 103 能够提高后续的第一电极层 104 的形成质量。

在一些可能的实施方式中, 如图 8 至图 13 所示, 在衬底 101 和第一电极层 104 之间还具有第一空腔 120, 并且第一空腔 120 大体位于第一交叠区域内, 这样能够通过第一空腔 120 对第一交叠区域内的声波进行反射, 从而提高谐振器的性能。应当知晓的是, 在衬底 101 和第一电极层 104 之间还具有第一空腔 120 时, 第一交叠区域为空腔、第一电极层 104、第一压电层 105 和第二电极层 109 沿层叠方向形成。

在一些可能的实施方式中, 如图 13 所示, 在衬底 101 和第一压电层 105 之间还设置有第二空腔 122, 第二空腔 122 位于电容堆叠层 114 的正下方, 如此, 能够通过第二空腔 122 隔离衬底 101 和电容堆叠层 114 所形成的电容区域的影响, 改善电容堆叠层 114 所形成电容的性能。

在一些可能的实施方式中, 在第二空腔 122 内填充有氧化物层, 这样能够通过氧化物层对第二空腔 122 进行填充, 提高电容堆叠层 114 下方的支撑强度, 尤其对于多电容的结构, 有助于提高工艺稳定性。

在一些可能的实施方式中, 如图 8 至图 13 所示, 为了方便对第一电极层 104 进行引出, 还可以设置有第一金属层 108 和第二金属层 110 组成的第五引出部 119, 第五引出部 119 穿过钝化层 115 和第一压电层 105 后与第一电极层 104 接触。同理, 为了方便对第二电极层 109 进行引出, 可以设置有第二金属层 110 形成的第六引出部 118, 第六引出部 118 穿过钝化层 115 后与第二电极层 109 接触。

本申请实施例的另一方面, 提供一种谐振器制备方法, 方法包括:

S10: 在衬底 101 上依次形成层叠的第二压电层 103、第一电极层 104 和第一压电层 105。

如图 1 所示, 在衬底 101 上形成第二压电层 103 后, 再在第二压电层 103 上沉积金属层, 并经金属层图形化后形成第一电极层 104, 然后再在第一电极层 104 上形成第一压电层 105。

可以理解的是, 当需要形成第一空腔 120 和/或第二空腔 122 时, 可以通过刻蚀在衬底 101 上形成第一空腔 120 和/或第二空腔 122, 然后再在第一空腔 120 和/或第二空腔 122 内填充牺牲层 102 (氧化物层), 以使得衬底 101 表面平整, 这样能够便于提高后续层级的便利性。

为了方便对第一电极层 104 进行引出, 可以通过刻蚀第一压电层 105, 从而形成贯穿第一压电层 105 的电极引出孔 106。

S20: 在第一压电层 105 上形成质量负载层 107。

如图 2 所示, 在第一压电层 105 上通过沉积和图形化形成质量负载层 107, 其一般位于第一交叠区域内。对应的, 为了简化工艺, 可以使得质量负载层 107 为金属材质, 这样可以通过沉积整层金属层, 通过图形化形成间隔的质量负载层 107 和第一金属层 108, 其中, 第一金属层 108 位于电极引出孔 106 内。

S30: 在质量负载层 107 上形成第二电极层 109 以及在第一压电层 105 上形成下电极 111, 其中, 第二电极层 109 和下电极 111 间隔设置。

如图 3 所示, 在质量负载层 107 上沉积整层金属, 从而在图形化后分别形成第二电极层 109、第一压电层 105 上的下电极 111 以及第一金属层 108 上的第二金属层 110, 三者相互间隔。

S40: 在下电极 111 上形成介质层 112。

如图 4 所示, 在下电极 111 上形成介质层 112, 以便于构建电容的介质。

S50: 在介质层 112 上形成至少一个上电极 113, 其中, 下电极 111、介质层 112 和至少一个上电极 113 形成电容堆叠层 114。

如图 5 所示, 在介质层 112 上形成一个上电极 113, 其中, 下电极 111、介质层 112 和一个上电极 113 形成电容堆叠层 114。当然, 在需要构建多个电容时, 可以形成多个上电极 113。

S60: 在第二电极层 109 上形成钝化层 115, 且钝化层 115 延伸于电容堆叠层 114 上方。

如图 6 所示, 在图 5 所示的器件上方沉积整层钝化层 115, 以便于提供钝化保护。为了方便对所需的电极进行引出, 可以分别根据前述不同谐振器的需求, 设置第一引出部 116、第二引出部 117、第三引出部 123、第四引出部 124、第五引出部 119 和第六引出部 118。

如图 7 所示, 最终通过形成连通至牺牲层 102 的释放孔, 从而形成第一空腔 120 和/或第二空腔 122。

应当理解的是, 谐振器的制备方法能够用于制备前述的谐振器。

以上所述仅为本申请的优选实施例而已, 并不用于限制本申请, 对于本领域的技术人员来说, 本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本申请的保护范围之内。

工业实用性

本申请提供的谐振器及其制备方法能够实现片上直接集成电容, 相比于外加电容面积更小、无需额外引入引出路径避免了相应电学寄生, 从而提高谐振器、滤波器的性能。并且钝化层和电容堆叠层相互独立, 因此, 电容堆叠层内部介质层的材质厚度可以不受器件对于钝化需求的限制, 所以电容堆叠层内部介质层的材质厚度既可以根据性能进行优选, 也可以根据需求灵活多变, 还可以针对集成电容实现电容数值的微调, 克服工艺集成中的缺陷。

权利要求书

- 1.一种谐振器，其特征在于，包括衬底以及依次层叠至所述衬底的第一电极层、第一压电层和第二电极层，所述第一电极层、所述第一压电层和所述第二电极层沿层叠方向形成第一交叠区域，在所述第一压电层上设置有位于所述第一交叠区域外的电容堆叠层，在所述第二电极层上方设置有钝化层，所述钝化层延伸于所述电容堆叠层上方。
- 2.如权利要求1所述的谐振器，其特征在于，所述电容堆叠层包括依次层叠至所述第一压电层上的下电极、介质层和上电极；
- 所述谐振器还包括第一引出部和第二引出部，所述第一引出部贯穿所述钝化层并与所述下电极接触，所述第二引出部贯穿所述钝化层并与所述上电极接触，所述第一引出部和所述第二引出部在所述层叠方向上不交叠。
- 3.如权利要求2所述的谐振器，其特征在于，所述下电极和所述上电极在所述层叠方向具有第二交叠区域，所述第一引出部和所述第二引出部均位于所述第二交叠区域外。
- 4.如权利要求1所述的谐振器，其特征在于，所述电容堆叠层包括多个上电极以及依次层叠至所述第一压电层上的下电极和介质层，多个所述上电极设置于所述介质层背离所述下电极的一侧，且多个所述上电极相互间隔设置，多个所述上电极配合所述下电极形成多个电容。
- 5.如权利要求4所述的谐振器，其特征在于，所述谐振器还包括第三引出部和多个第四引出部，所述第三引出部贯穿所述钝化层并与所述下电极接触，多个所述第四引出部分别贯穿所述钝化层并与多个所述上电极一一接触。
- 6.如权利要求4所述的谐振器，其特征在于，所述谐振器还包括多个第四引出部，多个所述第四引出部分别贯穿所述钝化层并分别与多个所述上电极一一接触。
- 7.如权利要求1至6任一项所述的谐振器，其特征在于，在所述第一压电层和所述电容堆叠层之间设置有绝缘层；
- 和/或，在所述第一压电层和所述第二电极层之间设置有位于所述第一交叠区域的质量负载层；
- 和/或，在所述衬底和所述第一电极层之间设置有第二压电层。
- 8.如权利要求1至6任一项所述的谐振器，其特征在于，在所述衬底和所述第一压电层之间还设置有第一空腔和第二空腔，所述第一空腔至少部分位于所述第一交叠区域内，所述第二空腔位于所述电容堆叠层的正下方。
- 9.如权利要求8所述的谐振器，其特征在于，在所述第二空腔内填充有氧化物层。
- 10.一种谐振器制备方法，其特征在于，所述方法包括：
- 在衬底上依次形成层叠的第二压电层、第一电极层和第一压电层；
- 在所述第一压电层上形成质量负载层；
- 在所述质量负载层上形成第二电极层以及在所述第一压电层上形成下电极，其中，所述第二电极层和所述下电极间隔设置；
- 在所述下电极上形成介质层；
- 在所述介质层上形成至少一个上电极，其中，所述下电极、所述介质层和所述至少一个上电极形成电容堆叠层；
- 在所述第二电极层上形成钝化层，且所述钝化层延伸于所述电容堆叠层上方。