



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113555228 B

(45) 授权公告日 2022.06.24

(21) 申请号 202110825193.4

审查员 李慧

(22) 申请日 2021.07.21

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113555228 A

(43) 申请公布日 2021.10.26

(73) 专利权人 江苏创芯海微科技有限公司

地址 214135 江苏省无锡市新区菱湖大道  
200号中国传感网国际创新园E2座112

(72) 发明人 陈贵东 戴鑫 毛海央

(74) 专利代理机构 苏州国诚专利代理有限公司

32293

专利代理师 韩凤

(51) Int. Cl.

H01G 11/36 (2013.01)

H01G 11/86 (2013.01)

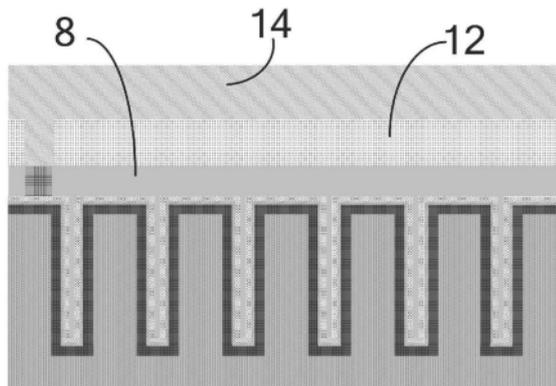
权利要求书2页 说明书10页 附图12页

(54) 发明名称

基于纳米森林的MEMS超级电容及其制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于纳米森林的MEMS超级电容及其制备方法。按照本发明提供的技术方案,所述基于纳米森林的MEMS超级电容,包括电容基底、与所述电容基底适配的纳米森林结构以及与纳米森林结构适配连接的电容单元体,所述电容单元体包括依次淀积设置在纳米森林结构内的下电极层、电容介质层以及上电极层,上电极层与下电极层间通过电容介质层绝缘隔离;下电极层与电容基底欧姆接触,通过下电极层与电容基底配合能得到MEMS电容的下电极;通过上电极层以及与所述上电极层电连接的上电极引出单元能形成MEMS电容的上电极。本发明能与现有工艺兼容,制备得到的电容具有大的容量体积比,高电容密度,同时成本低廉。



1. 一种基于纳米森林的MEMS超级电容的制备方法,其特征是,所述MEMS超级电容的制备方法包括如下步骤:

步骤1、提供电容基底,并制备与所述电容基底适配的纳米森林结构;

步骤2、制备所需的电容单元体,所述电容单元体包括依次淀积并覆盖纳米森林结构的下电极层、电容介质层以及上电极层,其中,下电极层覆盖在纳米森林结构上,电容介质层覆盖在下电极层上,上电极层覆盖在电容介质层,下电极层与电容基底欧姆接触;

步骤3、在上述电容单元体上制备上电极引出单元,所述上电极引出单元覆盖在上电极层上,上电极引出单元与上电极层的电连接,以能形成电容的上电极;

步骤3中,上电极引出单元的具体制备过程包括如下步骤:

步骤3.1、淀积电容单元第一钝化保护层,所述电容单元第一钝化保护层覆盖在上电极层上;

步骤3.2、选择性地掩蔽和刻蚀所述电容单元第一钝化保护层,以能得到贯通所述电容单元第一钝化保护层的电容单元第一钝化保护连接孔,通过电容单元第一钝化保护连接孔能使得与所述电容单元第一钝化保护连接孔正对应的上电极层露出;

步骤3.3、在所述电容单元第一钝化保护连接孔内填充有上电极第一引出连接体,所述上电极第一引出连接体与上电极层电连接;

步骤3.4、在上述电容单元第一钝化保护层上设置电容单元第二钝化保护层;

步骤3.5、选择性地掩蔽和刻蚀所述电容单元第二钝化保护层,以能得到贯通所述电容单元第二钝化保护层的电容单元第二钝化保护连接孔,电容单元第二钝化保护连接孔与上电极第一引出连接体对应,以能通过电容单元第二钝化保护连接孔露出所述上电极第一引出连接体;

步骤3.6、在上述电容单元第二钝化保护层上淀积上电极引出连接层,所述上电极引出连接层覆盖在电容单元第二钝化保护层上,且能填充在电容单元第二钝化保护连接孔内,上电极引出连接层能与上电极第一引出连接体接触,上电极引出连接层通过上电极第一引出连接体能与上电极电连接。

2. 根据权利要求1所述基于纳米森林的MEMS超级电容的制备方法,其特征是,步骤1,具体包括如下步骤:

步骤1.1、提供用于形成电容基底的纳米森林载体基底,并在所述纳米森林载体基底上设置载体基底掩膜层;

步骤1.2、对所述载体基底掩膜层进行刻蚀,以能利用所述载体基底掩膜层形成所需的基底掩膜层纳米森林;

步骤1.3、利用所述基底掩膜层纳米森林为掩膜,对纳米森林载体基底进行刻蚀,以得到位于所述纳米森林载体基底内的载体基底内纳米森林;

步骤1.4、去除所述基底掩膜层纳米森林,以利用载体基底内纳米森林形成所需的纳米森林结构。

3. 根据权利要求1所述基于纳米森林的MEMS超级电容的制备方法,其特征是,步骤1,具体包括如下步骤:

步骤a、提供用于形成电容基底的纳米森林支撑基底,并在所述纳米森林支撑基底上设置支撑基底掩膜层;

步骤b、对所述支撑基底掩膜层进行刻蚀,以能利用所述支撑基底掩膜层形成所需的掩膜层本体纳米森林,所述掩膜层本体纳米森林内的掩膜层本体纳米柱的高度与支撑基底掩膜层的厚度相一致,以利用所述掩膜层本体纳米森林能形成所需的纳米森林结构。

4. 根据权利要求1所述基于纳米森林的MEMS超级电容的制备方法,其特征是,制备下电极层、电容介质层以及上电极层所采用的淀积工艺包括原子层沉积。

5. 根据权利要求1至4任一项所述基于纳米森林的MEMS超级电容的制备方法,其特征是,还包括与电容基底电连接的下电极引出单元,所述下电极引出单元与上电极引出单元位于电容基底的同一侧,或分别位于电容基底相对应的两侧。

## 基于纳米森林的MEMS超级电容及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种MEMS超级电容及其制备方法,尤其是一种基于纳米森林的MEMS超级电容及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 目前,在MEMS能源储能领域中,常见的微型电容器有陶瓷电容器、有机薄膜介质电容器、钽电解电容器和铝电解电容器等。随着微能源应用领域越来越广泛,对储能器件在恶劣环境方面提出了更为苛刻的要求。储能器件面临环境适应性差和容量体积比小等技术瓶颈问题,现有陶瓷电容器承受瞬态高压脉冲的能力较弱,易被脉冲电压击穿;有机薄膜介质电容器电容量小、损耗较大、耐高温能力差;铝电解电容器对温度和使用频率要求敏感、容量误差大、泄露电流较大。因此,在微能源系统中,MEMS电容器具备的微型化、高可靠性、高性能等特点以成为21世纪储能器件的关键核心特点。

[0003] MEMS电容器的技术难点在于如何在衬底上制备出具有高比表面积的结构,以实现电容器的大容量体积比。目前,MEMS电容器在制备时,普遍采用的方法是以二氧化硅为掩膜的深硅刻蚀技术,深硅刻蚀技术是利用氧化硅作为掩膜在硅片表面刻蚀硅柱作为电容器下电极。但这种制备工艺存在如下问题:1)、设备成本高昂,并且单一;2)、容易发生黑硅,刻蚀负载效应现象;3)、去掩膜工艺复杂,二氧化硅去除会影响性能。

[0004] 综上,在保证成本的情况,如何制备大容量体积比的MEMS电容器是目前急需解决的难题。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术中存在的不足,提供一种基于纳米森林的MEMS超级电容及其制备方法,其能与现有工艺兼容,制备得到的电容具有大的容量体积比以及较高的电容密度,降低成本的同时又能确保MEMS电容器的性能。

[0006] 按照本发明提供的技术方案,所述基于纳米森林的MEMS超级电容,包括电容基底、与所述电容基底适配的纳米森林结构以及与所述纳米森林结构适配连接的电容单元体,所述电容单元体包括依次淀积并覆盖所述纳米森林结构的下电极层、电容介质层以及上电极层,上电极层与下电极层间通过电容介质层绝缘隔离;下电极层与电容基底欧姆接触,通过下电极层与电容基底配合能得到MEMS电容的下电极;通过上电极层以及与所述上电极层电连接的上电极引出单元能形成MEMS电容的上电极。

[0007] 所述纳米森林结构能制备于电容基底内或者支撑于所述电容基底上;纳米森林结构制备于电容基底内时,纳米森林结构内纳米柱的高度不大于电容基底的厚度。

[0008] 还包括与电容基底适配连接的下电极引出单元,所述下电极引出单元与上电极引出单元位于电容基底的同一侧,或分别位于电容基底相对应的两侧。

[0009] 所述上电极引出单元包括设置于上电极层上的电极引出绝缘层以及位于所述电极引出绝缘层上方的电容互连层,所述电容互连层通过电极引出绝缘层内的上电极引出连

接体能与上电极层电连接。

[0010] 一种基于纳米森林的MEMS超级电容的制备方法,所述MEMS超级电容的制备方法包括如下步骤:

[0011] 步骤1、提供电容基底,并制备与所述电容基底适配的纳米森林结构;

[0012] 步骤2、制备所需的电容单元体,所述电容单元体包括依次淀积并覆盖纳米森林结构的下电极层、电容介质层以及上电极层,其中,下电极层覆盖在纳米森林结构上,电容介质层覆盖在下电极层上,上电极层覆盖在电容介质层,下电极层与电容基底欧姆接触;

[0013] 步骤3、在上述电容单元体上制备上电极引出单元,所述上电极引出单元覆盖在上电极层上,上电极引出单元与上电极层的电连接,以能形成电容的上电极。

[0014] 步骤1,具体包括如下步骤:

[0015] 步骤1.1、提供用于形成电容基底的纳米森林载体基底,并在所述纳米森林载体基底上设置载体基底掩膜层;

[0016] 步骤1.2、对所述载体基底掩膜层进行刻蚀,以能利用所述载体基底掩膜层形成所需的基底掩膜层纳米森林;

[0017] 步骤1.3、利用所述基底掩膜层纳米森林为掩膜,对纳米森林载体基底进行刻蚀,以得到位于所述纳米森林载体基底内的载体基底内纳米森林;

[0018] 步骤1.4、去除所述基底掩膜层纳米森林,以利用载体基底内纳米森林形成所需的纳米森林结构。

[0019] 步骤1,具体包括如下步骤:

[0020] 步骤a、提供用于形成电容基底的纳米森林支撑基底,并在所述纳米森林支撑基底上设置支撑基底掩膜层;

[0021] 步骤b、对所述支撑基底掩膜层进行刻蚀,以能利用所述载体基底掩膜层形成所需的掩膜层本体纳米森林,所述掩膜层本体纳米森林内的掩膜层本体纳米柱的高度与支撑基底掩膜层的厚度相一致,以利用所述掩膜层本体纳米森林能形成所需的纳米森林结构。

[0022] 制备下电极层、电容介质层以及上电极层所采用的淀积工艺包括原子层沉积。

[0023] 步骤3中,上电极引出单元的具体制备过程包括如下步骤:

[0024] 步骤3.1、淀积电容单元第一钝化保护层,所述电容单元第一钝化保护层覆盖在上电极层上;

[0025] 步骤3.2、选择性地掩蔽和刻蚀所述电容单元第一钝化保护层,以能得到贯通所述电容单元第一钝化保护层的电容单元第一钝化保护连接孔,通过电容单元第一钝化保护连接孔能使得与所述电容单元第一钝化保护连接孔正对应的上电极层露出;

[0026] 步骤3.3、在所述电容单元第一钝化保护连接孔内填充有上电极第一引出连接体,所述上电极第一引出连接体与上电极层电连接;

[0027] 步骤3.4、在上述电容单元第一钝化保护层上设置电容单元第二钝化保护层;

[0028] 步骤3.5、选择性地掩蔽和刻蚀所述电容单元第二钝化保护层,以能得到贯通所述电容单元第二钝化保护层的电容单元第二钝化保护连接孔,电容单元第二钝化保护连接孔与上电极第一引出连接体对应,以能通过电容单元第二钝化保护连接孔露出所述上电极第一引出连接体;

[0029] 步骤3.6、在上述电容单元第二钝化保护层上淀积上电极引出连接层,所述上电极

引出连接层覆盖在电容单元第二钝化保护层上,且能填充在电容单元第二钝化保护连接孔内,上电极引出连接层能与上电极第一引出连接体接触,上电极引出连接层通过上电极第一引出连接体能与上电极电连接。

[0030] 还包括与电容基底电连接的下电极引出单元,所述下电极引出单元与上电极引出单元位于电容基底的同一侧,或分别位于电容基底相对应的两侧。

[0031] 本发明的优点:通过MEMS工艺能制备得到纳米森林结构,纳米森林结构与电容基底适配,利用纳米森林结构制备得到所需的电容单元体,即电容单元体与纳米森林结构对应,从而使得制备得到的电容单元体具有纳米森林的特性,即制备得到的电容具有大的容量体积比,确保MEMS电容器的性能,与现有工艺兼容,成本低。

## 附图说明

[0032] 图1~图14为本发明实施例1的具体实施步骤示意图,其中

[0033] 图1为本发明纳米森林载体基底的示意图。

[0034] 图2为本发明得到载体基底掩膜层后的示意图。

[0035] 图3为本发明得到基底掩膜层纳米森林后的示意图。

[0036] 图4为本发明得到载体基底内纳米森林后的示意图。

[0037] 图5为本发明去除基底掩膜层纳米森林后的示意图。

[0038] 图6为本发明得到下电极层后的示意图。

[0039] 图7为本发明得到电容介质层后的示意图。

[0040] 图8为本发明得到上电极层后的示意图。

[0041] 图9为本发明得到电容单元第一钝化保护层后的示意图。

[0042] 图10为本发明得到电容单元第一钝化保护连接孔后的示意图。

[0043] 图11为本发明得到上电极第一引出连接体后的示意图。

[0044] 图12为本发明得到电容单元第二钝化保护层后的示意图。

[0045] 图13为本发明得到电容单元第二钝化保护连接孔后的示意图。

[0046] 图14为本发明得到上电极引出连接层后的示意图。

[0047] 图15~图16为本发明实施例2的实施步骤示意图,其中

[0048] 图15为本发明得到电容单元第一钝化保护连接孔以及电容单元第二钝化保护连接孔后的示意图。

[0049] 图16为本发明得到上电极第一引出连接体以及下电极引出连接体后的示意图。

[0050] 图17~图27为本发明实施例3的具体实施步骤示意图,其中

[0051] 图17为本发明纳米森林支撑基底以及支撑基底掩膜层的示意图。

[0052] 图18为本发明利用支撑基底掩膜层得到掩膜层本体纳米森林后的示意图。

[0053] 图19为本发明得到下电极层后的示意图。

[0054] 图20为本发明得到电容介质层后的示意图。

[0055] 图21为本发明得到上电极层后的示意图。

[0056] 图22为本发明得到电容单元第一钝化保护层后的示意图。

[0057] 图23为本发明得到电容单元第一钝化保护连接孔后的示意图。

[0058] 图24为本发明得到上电极第一引出连接体后的示意图。

[0059] 图25为本发明得到电容单元第二钝化保护层后的示意图。

[0060] 图26为本发明得到电容单元第二钝化保护连接孔后的示意图。

[0061] 图27为本发明得到上电极引出连接层后的示意图。

[0062] 附图标记说明:1-纳米森林载体基底、2-载体基底掩膜层、3-基底掩膜层纳米森林、4-载体基底内纳米柱、5-载体基底内纳米柱槽、6-下电极层、7-电容介质层、8-上电极层、9-电容单元第一钝化保护层、10-电容单元第一钝化保护连接孔、11-上电极第一引出连接体、12-电容单元第二钝化保护层、13-电容单元第二钝化保护连接孔、14-电容互连层、15-纳米森林支撑基底、16-支撑基底掩膜层、17-掩膜层本体纳米柱、18-掩膜层本体纳米柱槽、19-电容单元第二钝化保护连接孔、20-下电极引出连接体。

### 具体实施方式

[0063] 下面结合具体附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0064] 为了能使得电容具有大容量体积比,确保电容的性能,本发明包括电容基底、与上述电容基底适配的纳米森林结构以及与所述纳米森林结构适配连接的电容单元体,所述电容单元体包括依次淀积并覆盖所述纳米森林结构的下电极层6、电容介质层7以及上电极层8,上电极层6与下电极层8间通过电容介质层7绝缘隔离;下电极层6与电容基底欧姆接触,通过下电极层6与电容基底配合能得到MEMS电容的下电极;通过上电极层8以及与所述上电极层8电连接的上电极引出单元能形成MEMS电容的上电极。

[0065] 具体地,电容基底可以采用现有常用的半导体材料,如硅基底等,当采用硅基底时,所述硅基底宜采用低阻硅或者重掺杂后的硅,具体材料类型可根据实际需要选择,此处不再赘述。纳米森林结构与电容基底适配,具体地,所述纳米森林结构能制备于电容基底内或者支撑于所述电容基底上。当纳米森林结构制备于电容基底内时,纳米森林结构内纳米柱的高度不大于电容基底的厚度,即纳米森林结构与电容基底成一体,纳米森林结构与电容基底连接呈一体后,提高纳米森林结构的强度以及便于实施后续的工艺,当然,也能方便下电极层6与电容基底的欧姆接触。

[0066] 本发明实施例中,电容单元体与纳米森林结构适配,即电容单元体的形状与纳米森林结构相一致。具体地,通过在纳米森林结构的区域依次淀积下电极层6、电容介质层7以及上电极层8,通过下电极层6、电容介质层7以及上电极层8配合能形成电容单元体。下电极层6覆盖纳米森林结构,电容介质层7覆盖在下电极层6上,上电极层8覆盖在电容介质层7上。具体实施时,下电极层6与电容基底欧姆接触,从而通过电容基底能将下电极层6引出,以便形成MEMS电容的下电极。在电容单元体上方设置上电极引出单元,上电极引出单元能与上电极层8电连接,即通过上电极引出单元能将上电极层8引出,以便能形成MEMS电容的上电极。通过下电极、上电极以及电容介质层形成MEMS电容,所述配合形成MEMS电容的形式与现有电容的结构相一致,由于纳米森林结构具有较大的表面比,当电容单元体与纳米森林结构适配时,从而使得制备得到的MEMS电容具有大容量的体积比。

[0067] 进一步地,还包括与电容基底适配连接的下电极引出单元,所述下电极引出单元与上电极引出单元位于电容基底的同一侧,或分别位于电容基底相对应的两侧。

[0068] 本发明实施例中,下电极层6与电容基底欧姆接触,此时,可以通过电容基底能直接实现下电极层6的引出。当然,当需要采用其他的引出形式,还可以通过下电极引出单元

将下电极层6引出,下电极引出单元与电容基底欧姆接触,进而实现与下电极层6的电连接。具体实施时,下电极引出单元与上电极引出单元位于电容基底的同一侧,或分别位于电容基底相对应的两侧,下电极引出单元与上电极引出单元间的具体位置关系可以根据实际需要选择,此处不再赘述。

[0069] 进一步地,所述上电极引出单元包括设置于上电极层8上的电极引出绝缘层以及位于所述电极引出绝缘层上方的电容互连层14,所述电容互连层14通过电极引出绝缘层内的上电极引出连接体能与上电极层8电连接。

[0070] 本发明实施例中,在上电极层8上设置电极引出绝缘层,在电极引出绝缘层上设置电容互连层14,利用电极引出绝缘层能实现对上电极层8的保护与绝缘隔离,电容互连层14能与上电极层8电连接,即通过电容互连层14能将上电极层8引出,即能方便形成MEMS电容的上电极,通过电容互连层14能方便与外部电路连接。上电极引出单元的具体结构以及制备工艺,可通过下述具体制备工艺过程的说明进行具体说明,此处不再赘述。

[0071] 当然,在具体实施时,可以存在多个纳米森林结构,在每个纳米森林结构上均设置电容单元体后,即可形成多个MEMS电容。当形成多个MEMS电容时,利用电容互连层14能将所有的MEMS电容相互连接成一体,即将多个MEMS电容相互并联,通过控制单个MEMS电容的容值,可以实现不同容值的电容传感器。

[0072] 综上,上述基于纳米森林的MEMS超级电容,可以通过下述工艺步骤制备得到,具体地,所述MEMS超级电容的制备方法包括如下步骤:

[0073] 步骤1、提供电容基底,并制备与所述电容基底适配的纳米森林结构;

[0074] 具体地,电容基底一般为常用的半导体材料,具体制备得到纳米森林结构以及所述纳米森林结构与电容基底间的配合,通过下述的具体实施例进行说明。

[0075] 步骤2、制备所需的电容单元体,所述电容单元体包括依次淀积设置在纳米森林结构内的下电极层6、电容介质层7以及上电极层8,其中,下电极层覆盖纳米森林结构,电容介质层7覆盖在下电极层6上,上电极层8覆盖在电容介质层7,下电极层6与电容基底欧姆接触;

[0076] 具体地,对于电容单元体制备并覆盖纳米森林结构的过程等,均通过下述的工艺过程具体说明。

[0077] 步骤3、在上述电容单元体上制备上电极引出单元,所述上电极引出单元覆盖在上电极层8上,上电极引出单元与上电极层8的电连接,以能形成电容的上电极。

[0078] 步骤3中,上电极引出单元的具体制备过程包括如下步骤:

[0079] 步骤3.1、淀积电容单元第一钝化保护层9,所述电容单元第一钝化保护层9覆盖在上电极层8上;

[0080] 步骤3.2、选择性地掩蔽和刻蚀所述电容单元第一钝化保护层9,以能得到贯通所述电容单元第一钝化保护层9的电容单元第一钝化保护连接孔10,通过电容单元第一钝化保护连接孔10能使得与所述电容单元第一钝化保护连接孔10正对应的上电极层8露出;

[0081] 步骤3.3、在所述电容单元第一钝化保护连接孔10内填充有上电极第一引出连接体11,所述上电极第一引出连接体11与上电极层8电连接;

[0082] 步骤3.4、在上述电容单元第一钝化保护层9上设置电容单元第二钝化保护层12;

[0083] 步骤3.5、选择性地掩蔽和刻蚀所述电容单元第二钝化保护层12,以能得到贯通所

述电容单元第二钝化保护层12的电容单元第二钝化保护连接孔13,电容单元第二钝化保护连接孔13与上电极第一引出连接体11对应,以能通过电容单元第二钝化保护连接孔13露出所述上电极第一引出连接体11;

[0084] 步骤3.6、在上述电容单元第二钝化保护层12上淀积上电极引出连接层14,所述上电极引出连接层14覆盖在电容单元第二钝化保护层12上,且能填充在电容单元第二钝化保护连接孔13内,上电极引出连接层14能与上电极第一引出连接体11接触,上电极引出连接层14通过上电极第一引出连接体11能与上电极层8电连接。

[0085] 具体地,电容单元第一钝化保护层9以及电容单元第二钝化保护层12能形成电极引出绝缘层,电极第一引出连接体11以及上电极引出连接层14填充于电容单元第二钝化保护连接孔13内的部分能形成上电极引出连接体。上电极引出单元的具体结构以及具体制备工艺过程可以由下述具体实施例进行具体详细说明。

[0086] 实施例1

[0087] 如图1~图14所示,具体制备方法包括如下步骤:

[0088] 步骤1-1、提供用于形成电容基底的纳米森林载体基底1,并在所述纳米森林载体基底1上设置载体基底掩膜层2;

[0089] 具体地,纳米森林载体基底1可以为硅,载体基底掩膜层2可以为PI(聚酰亚胺),载体基底掩膜层2可以通过旋涂等方式设置在纳米森林载体基底1的正面,如图1和图2所示。载体基底掩膜层2的厚度一般可为 $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ ,具体旋涂设置在纳米森林载体基底1正面工艺过程与现有相一致,具体为本技术领域人员所熟知,此处不再赘述。

[0090] 步骤1-2、对所述载体基底掩膜层2进行刻蚀,以能利用所述载体基底掩膜层2形成所需的基底掩膜层纳米森林3;

[0091] 具体地,采用本技术领域常用的技术手段对载体基底掩膜层2进行刻蚀,并在刻蚀后能得到基底掩膜层纳米森林3,如图3所示。对载体基底掩膜层2刻蚀,形成基底掩膜层纳米森林3内纳米柱的高度 $3\mu\text{m}\sim 7\mu\text{m}$ ,基底掩膜层纳米森林3内纳米柱的宽度为 $100\text{nm}\sim 500\text{nm}$ ,其中,基底掩膜层纳米森林3内纳米柱的高度小于与载体基底掩膜层2的厚度,即通过基底掩膜层纳米森林3内纳米柱间的间隙能使得纳米森林载体基底1相对应的正面露出,以便能在后续工艺中实现对纳米森林载体基底1进行刻蚀。

[0092] 步骤1-3、利用所述基底掩膜层纳米森林3为掩膜,对纳米森林载体基底1进行刻蚀,以得到位于所述纳米森林载体基底1内的载体基底内纳米森林;

[0093] 具体地,利用基底掩膜层纳米森林3为掩膜,对纳米森林载体基底1进行刻蚀,以能在纳米森林载体基底1内制备得到载体基底纳米森林,如图4所示。其中,载体基底纳米森林与基底掩膜层纳米森林3正对应,载体基底纳米森林包括载体基底内纳米柱4以及载体基底内纳米柱槽5,其中,载体基底内纳米柱4能与基底掩膜层纳米森林3内纳米柱正对应,载体基底内纳米柱槽5与基底掩膜层纳米森林3内纳米柱间的间隙正对应。载体基底内纳米柱4的高度小于纳米森林载体基底1的厚度,即利用未被刻蚀的纳米森林载体基底1能实现对载体基底内纳米柱4的支撑,利用基底掩膜层纳米森林3为掩膜对纳米森林载体基底1刻蚀得到载体基底内纳米森林的具体工艺过程以及工艺条件均可与现有相一致,具体为本技术领域人员所熟知,此处不再赘述。一般地,载体基底内纳米柱4的高度为 $5\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 。

[0094] 步骤1-4、去除所述基底掩膜层纳米森林3,以利用载体基底内纳米森林形成所需

的纳米森林结构。

[0095] 具体地,采用本技术领域常用的技术手段去除基底掩膜层纳米森林3,并在去除基底掩膜层纳米森林3后,利用上述载体基底内纳米森林形成所需的纳米森林结构,如图5所示。

[0096] 具体实施时,通过上述步骤1-1至步骤1-4相对应的工艺过程,即能够实现步骤1的目的,即在电容基底上制备得到纳米森林结构。

[0097] 步骤1-5、进行下电极层材料的淀积,以能得到下电极层6,其中,下电极层6的材料可为氮化钛、银、钛和/或钨,下电极层6的厚度一般可为10nm~20nm。下电极层6能支撑在纳米森林载体基底1上,并覆盖载体基底内纳米森林;覆盖纳米森林载体基底1上的下电极层6,上位于所述载体基底内纳米森林的外圈,且下电极层6能覆盖载体基底内纳米柱4上以及填充在载体基底内纳米柱槽5,如图6所示。下电极层6与纳米森林载体基底1欧姆接触,即能实现下电极层6与电容基底间的欧姆接触。

[0098] 步骤1-6、进行电容介质材料的淀积,以能得到电容介质层7,电容介质层7覆盖在下电极层6上,如图7所示。电容介质层7可以采用氧化铝等常用的电容介质材料,还可以采用高K材料,如氧化铪,氧化钛等,具体材料类型可以根据需要选择。电容介质层7的厚度一般可为5nm~20nm。

[0099] 步骤1-7、进行上电极层材料的淀积,以能得到上电极层8,上电极层8覆盖在电容介质层7上,如图8所示,上电极层8的材料具体也可以为氮化钛,上电极层8的厚度为20nm~50nm。上电极层8以及电容介质层7在纳米森林载体基底1以及载体基底内纳米森林内的分布状态与下电极层6的具体分布状态相一致。

[0100] 具体地,通过上述步骤1-5至步骤1-8相对应的工艺过程,能实现上述步骤2的目的,即制备得到电容单元体,一般地,电容单元体的厚度小于载体基底内纳米柱槽5的槽宽。上述步骤1-5至步骤1-8中,具体淀积的工艺方式可以采用原子层沉积(ALD),原子层沉积的具体工艺过程以及工艺条件均可根据实际需要选择,具体为本技术领域人员所熟知,此处不再赘述。

[0101] 步骤1-8、进行钝化保护层材料的淀积,以能得到电容单元第一钝化保护层9,电容单元第一钝化保护层9具体可以采用现有常用的钝化保护材料制成,如二氧化硅等,具体可以根据需要选择,此处不再赘述。电容单元第一钝化保护层9覆盖在上电极层8上,当电容单元体的厚度小于载体基底内纳米柱槽5的宽度时,则电容单元第一钝化保护层9也会填充在载体基底内纳米柱槽5内,如图9所示。电容单元第一钝化保护层9的厚度可大于电容单元体的厚度,电容单元第一钝化保护层9的厚度可为50nm~200nm。

[0102] 步骤1-9、选择性地掩蔽和刻蚀电容单元第一钝化保护层9,以能得到贯通电容单元第一钝化保护层9的电容单元第一钝化保护连接孔10,如图10所示。一般地,电容单元第一钝化保护连接孔10位于载体基底内纳米森林外,通过电容单元第一钝化保护连接孔10能使得正对应的上电极层10露出。电容单元第一钝化保护连接孔10的具体大小以及位置可以根据实际需要选择,此处不再赘述。

[0103] 步骤1-10、在所述电容单元第一钝化保护连接孔10内填充有上电极第一引出连接体11,所述上电极第一引出连接体11与上电极层8电连接,如图11所示。上电极第一引出连接体11可以采用现有常用的金属材料,如铝硅铜合金,具体材料类型可以根据需要选择,只要

能满足填充在电容单元第一钝化保护连接孔10内并与上电极层8电连接均可,此处不再赘述。上电极第一引出连接体11的高度可与电容单元第一钝化保护层9位于纳米森林载体基底1上的厚度相一致。

[0104] 步骤1-11、在上述电容单元第一钝化保护层9上设置电容单元第二钝化保护层12,所述电容单元第二钝化保护层12能同时覆盖电容单元第一钝化保护层9以及上电极第一引出连接体11,如图12所示。电容单元第二钝化保护层12具体可以采用现有常用的材料,如氮化硅,具体制备电容单元第二钝化保护层12的工艺及方式均可以根据需要选择,具体为本技术领域人员所熟知,此处不再赘述。电容单元第二钝化保护层12的厚度一般可为 $1.5\mu\text{m}\sim 2\mu\text{m}$ 。

[0105] 步骤1-12、选择性地掩蔽和刻蚀所述电容单元第二钝化保护层12,以能得到贯通所述电容单元第二钝化保护层12的电容单元第二钝化保护连接孔13,电容单元第二钝化保护连接孔13与上电极第一引出连接体11对应,以能通过电容单元第二钝化保护连接孔13露出所述上电极第一引出连接体11,如图13所示。

[0106] 具体地,可采用本技术领域常用的技术手段实现对电容单元第二钝化保护层12的刻蚀,一般地,电容单元第二钝化保护连接孔13位于上电极第一引出连接体11的正上方,以能使得上电极第一引出连接体11的端部处于全露出状态。

[0107] 步骤1-13、在上述电容单元第二钝化保护层12上淀积电极引出连接层14,所述上电极引出连接层14覆盖在电容单元第二钝化保护层12上,且能填充在电容单元第二钝化保护连接孔13内,上电极引出连接层14能与上电极第一引出连接体11接触,上电极引出连接层14通过上电极第一引出连接体11能与上电极层8电连接。

[0108] 如图14所示,上电极引出连接层14具体可以采用现有常用的引出连接金属材料,如镍,具体材料类型可以根据需要选择,此处不再赘述。上电极引出连接层14的厚度一般可为 $5\mu\text{m}\sim 10\mu\text{m}$ 。上电极引出连接层14能覆盖在电容单元第二钝化保护层12上,填充在电容单元第二钝化保护连接孔13可形成上电极第二引出连接体,电极第二引出连接体与上电极第一引出连接体11接触,即能实现上电极引出连接层14通过通过上电极第一引出连接体11能与上电极层8电连接,从而实现了将上电极层8的引出。

[0109] 由上述说明可知,上述电容单元第一钝化保护层9以及电容单元第二钝化保护层12能共同形成电极引出绝缘层,上电极引出连接层14由电极引出绝缘层支撑。

[0110] 实施例2

[0111] 如图15和图16所示,为实施例2中的实施步骤示意图,图15中,为在制备得到电容单元第一钝化保护连接孔10时,也能同时制备得到电容单元第二钝化保护连接孔19,通过电容单元第二钝化保护连接孔19能使得纳米森林载体基底1露出,即电容基底的正面露出。当然,在纳米森林载体基底1制备得到电容单元第一钝化保护层9的过程以及方式均可以参考上述说明,此处不再赘述。当然,可以采用本技术领域常用的技术手段能同时制备得到电容单元第一钝化保护连接孔10以及电容单元第二钝化保护连接孔19,具体工艺过程以及工艺条件均为本技术领域人员所熟知,此处不再赘述。

[0112] 如图16所示,在电容单元第一钝化保护连接孔10内填充得到上电极第一引出连接体11时,也同时能得到填充在电容单元第二钝化保护连接孔19内的下电极引出连接体20,下电极引出连接体20与纳米森林载体基底1欧姆接触,从而通过纳米森林载体基底1能实现

与下电极层6的电连接。即下电极引出单元包括下电极引出连接体20。

[0113] 后续制备电容单元第二钝化保护层12、电容单元第二钝化保护连接孔13以及上电极引出连接层14的过程均与上述工艺步骤相一致,具体可以参考上述说明。当然,在具体实施时,可参考上电极引出连接层14通过上电极第一引出连接体11与上电极层8的电连接形式,即能得到下电极引出单元与下电极引出连接体20的连接配合形式,此处不再赘述。

[0114] 综上,实施例2中,上电极引出单元与下电极引出单元均位于电容衬底的同一侧,即均位于电容衬底的正面一侧。实施例1中,上电极引出单元与下电极引出单元位于电容衬底的两侧。

[0115] 实施例3

[0116] 如图17~图27所示,所述实施例的具体工艺包括如下步骤:

[0117] 步骤a、提供用于形成电容基底的纳米森林支撑基底15,并在所述纳米森林支撑基底15上设置支撑基底掩膜层16;

[0118] 如图17所示,纳米森林支撑基底15可以为硅基底,支撑基底掩膜层16为能制备纳米森林的材料,如PI等,具体可以根据需要选择,此处不再赘述。

[0119] 步骤b、对所述支撑基底掩膜层16进行刻蚀,以能利用所述载体基底掩膜层16形成所需的掩膜层本体纳米森林,所述掩膜层本体纳米森林内的掩膜层本体纳米柱17的高度与支撑基底掩膜层16的厚度相一致,以利用所述掩膜层本体纳米森林能形成所需的纳米森林结构。

[0120] 具体地,可以采用现有常用的纳米森林刻蚀工艺对支撑基底掩膜层16进行刻蚀,以在刻蚀后能形成掩膜层本体纳米森林,其中,掩膜层本体纳米森林具有若干掩膜层本体纳米柱17以及掩膜层本体纳米柱槽18,如图18所示。利用步骤a以及步骤b能实现上述步骤1的目的。

[0121] 当利用支撑基底掩膜层16形成掩膜层本体纳米森林作为纳米森林结构时,需要对支撑基底掩膜层16刻蚀通,即掩膜层本体纳米柱17的高度与刻蚀后的支撑基底掩膜层16厚度相一致,即直接能在纳米森林支撑基底15制备得到纳米森林结构,纳米森林支撑基底15支撑所述制备得到的纳米森林结构,通过掩膜层本体纳米柱槽18能使得纳米森林支撑基底15相对应的区域露出,以便后续下电极层6能与纳米森林支撑基底15欧姆接触。

[0122] 步骤c、制备得到与掩膜层本体纳米森林相适配下电极层6,如图19所示。具体制备得到下电极层6的工艺以及作为纳米森林结构的掩膜层本体纳米森林配合,均可以参考上述说明,此处不再赘述。

[0123] 步骤d、制备得到电容介质层7,电容介质层7覆盖在下电极层6上,如图20所示,具体制备得到电容介质层7以及与下电极层6配合的过程均可以参考上述实施例1的说明,此处不再赘述。

[0124] 步骤e、制备得到上电极层8后,上电极层8覆盖在电容介质层7上,如图21所示,具体制备工艺过程均可以参考上述实施例1的说明,此处不再赘述。

[0125] 步骤f、制备得到电容单元第一钝化保护层9,所述电容单元第一钝化保护层9覆盖在上电极层8上,如图22所示,具体工艺过程参考上述说明,此处不再赘述。

[0126] 步骤g、制备得到电容单元第一钝化保护连接孔10,所述电容单元第一钝化保护连接孔10贯通电容单元第一钝化保护层9,如图23所示,具体制备得到电容单元第一钝化保护

连接孔10的过程可以参考上述实施例1说明,此处不再赘述。

[0127] 步骤h、在所述电容单元第一钝化保护连接孔10内填充有上电极第一引出连接体11,如图24所示,具体得到上电极第一引出连接体11的过程可以参考上述说明,此处不再赘述。

[0128] 步骤i、在上述电容单元第一钝化保护层9上设置电容单元第二钝化保护层12,如图25所示,具体可以参考上述说明,此处不再赘述。

[0129] 步骤j、选择性地掩蔽和刻蚀所述电容单元第二钝化保护层12,以能得到贯通所述电容单元第二钝化保护层12的电容单元第二钝化保护连接孔13,电容单元第二钝化保护连接孔13与上电极第一引出连接体11对应,如图26所示,具体可以参考上述说明,此处不再赘述。

[0130] 步骤k、上述电容单元第二钝化保护层12上淀积电极引出连接层14,所述上电极引出连接层14覆盖在电容单元第二钝化保护层12上,且能填充在电容单元第二钝化保护连接孔13内,上电极引出连接层14能与上电极第一引出连接体11接触,上电极引出连接层14通过上电极第一引出连接体11能与上电极层8电连接,如图27所示,具体工艺过程可以参考上述说明,此处不再赘述。

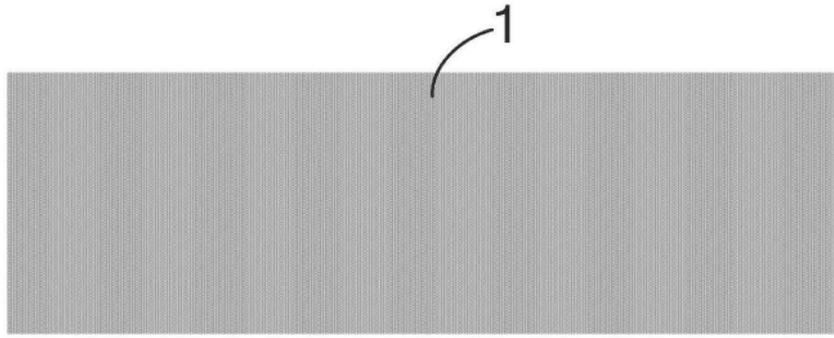


图1

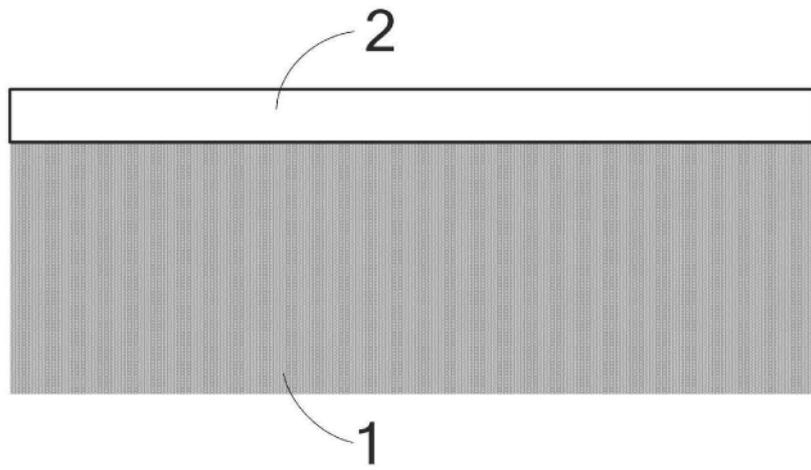


图2

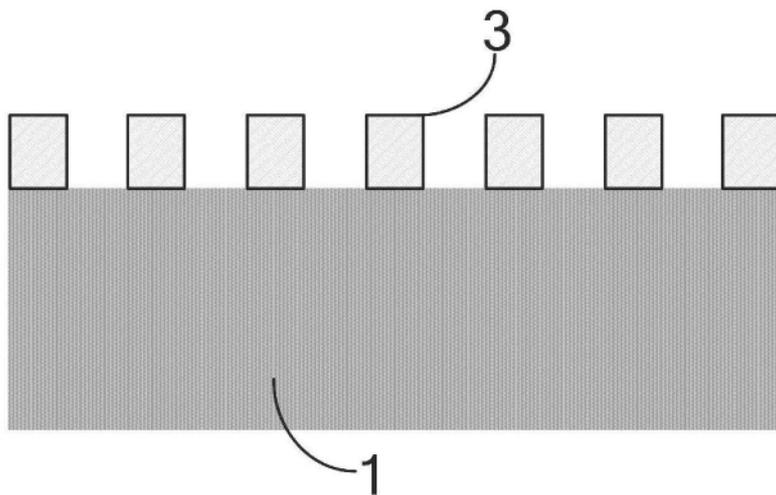


图3

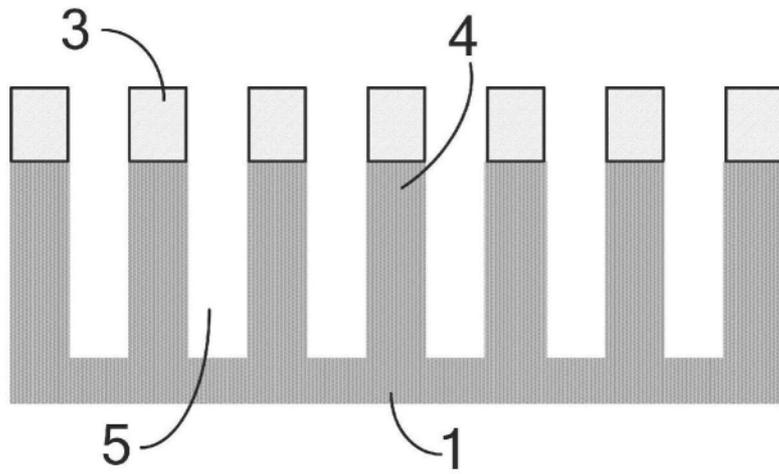


图4

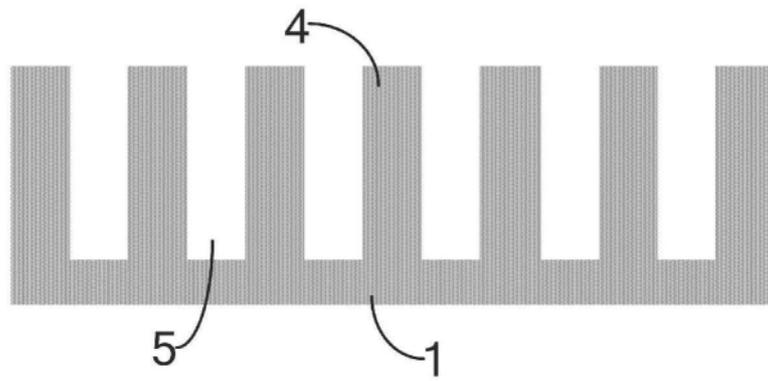


图5

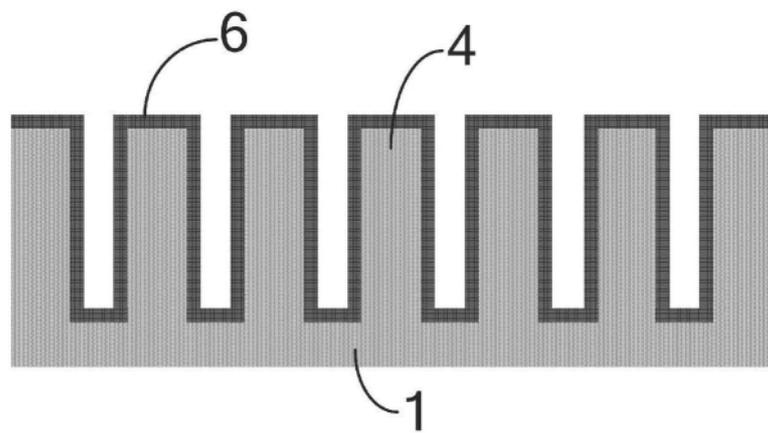


图6

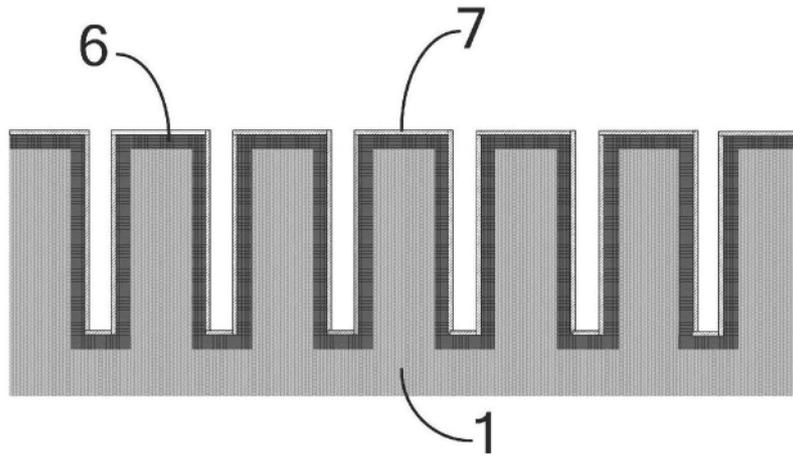


图7

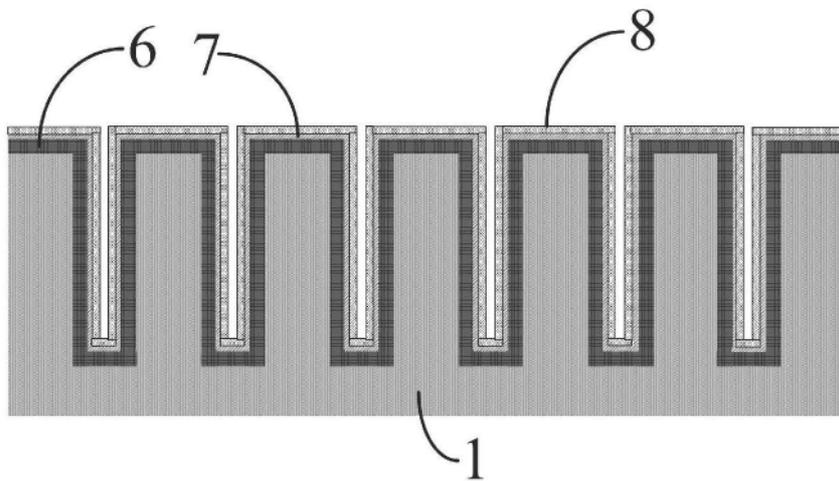


图8

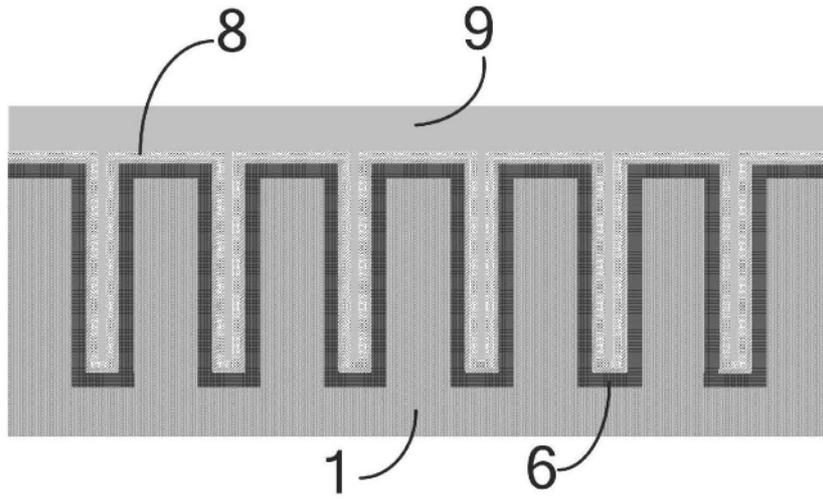


图9

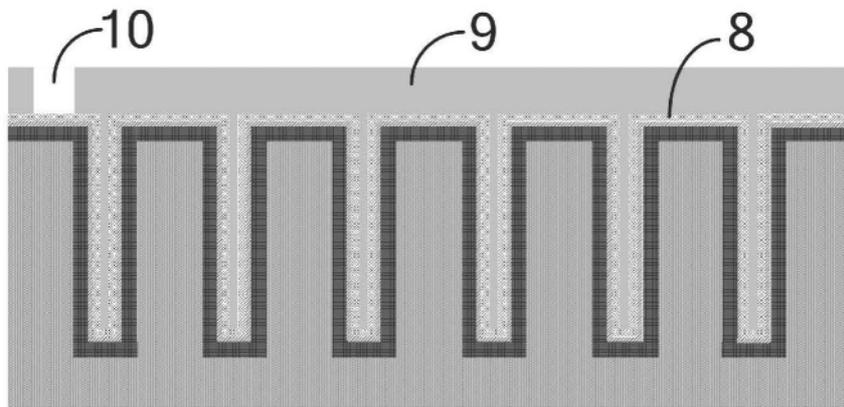


图10

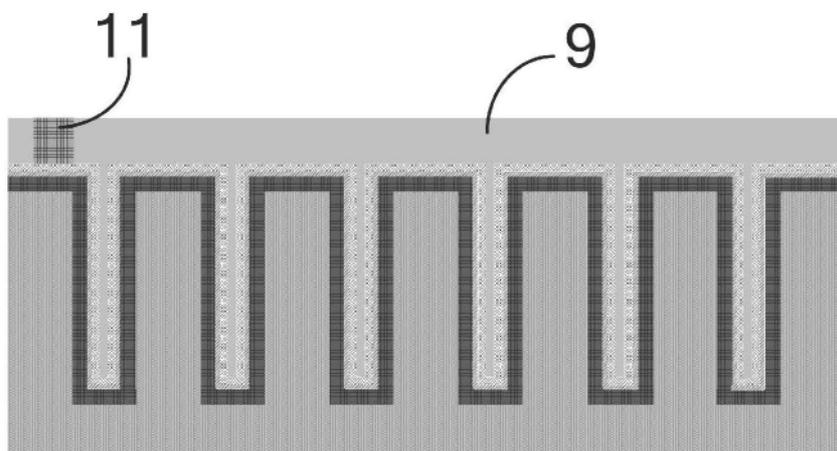


图11

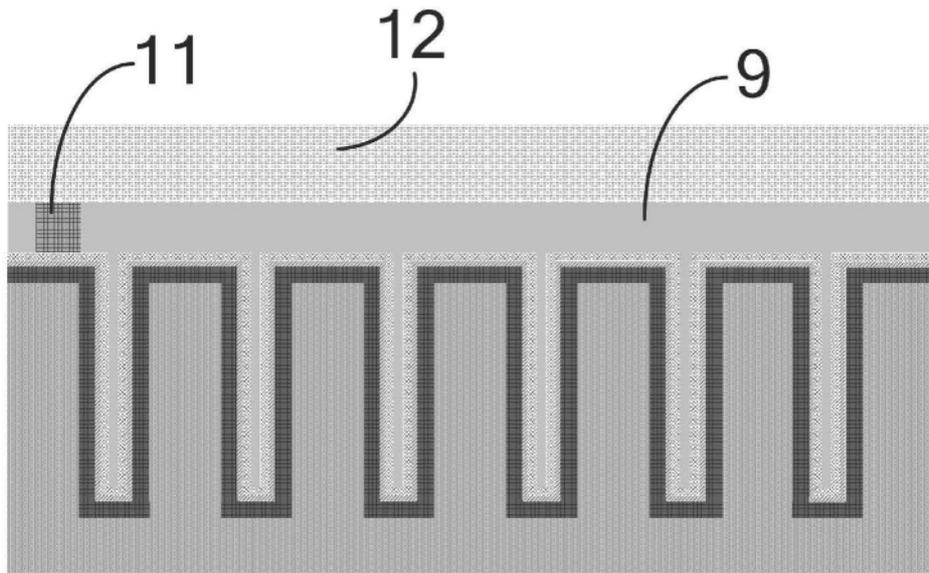


图12

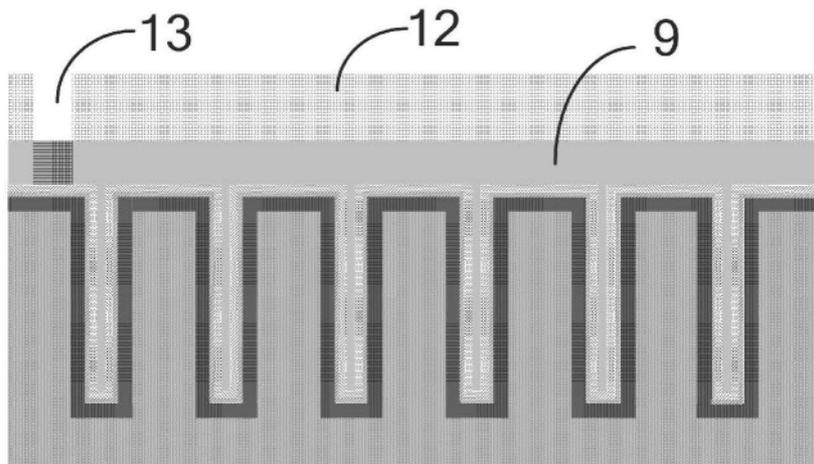


图13

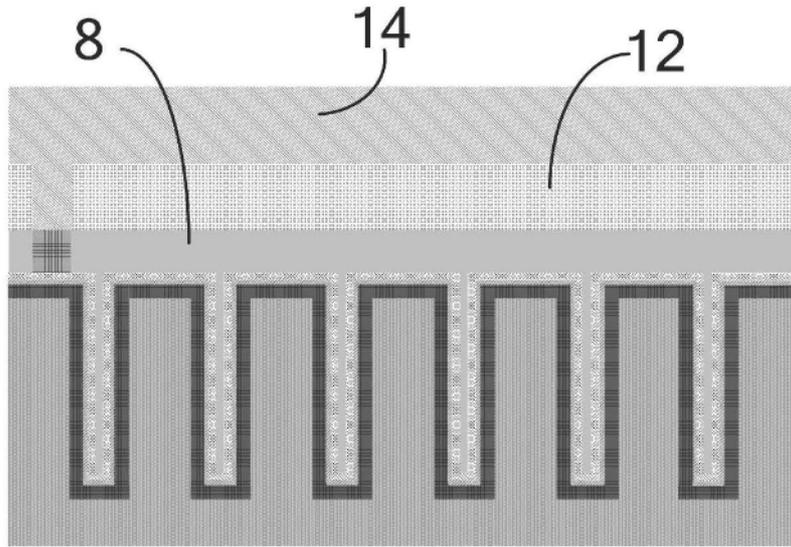


图14

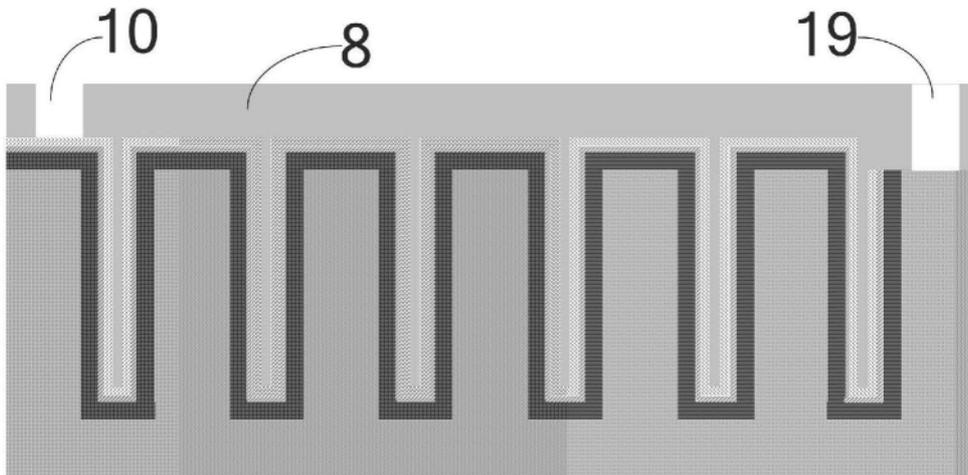


图15

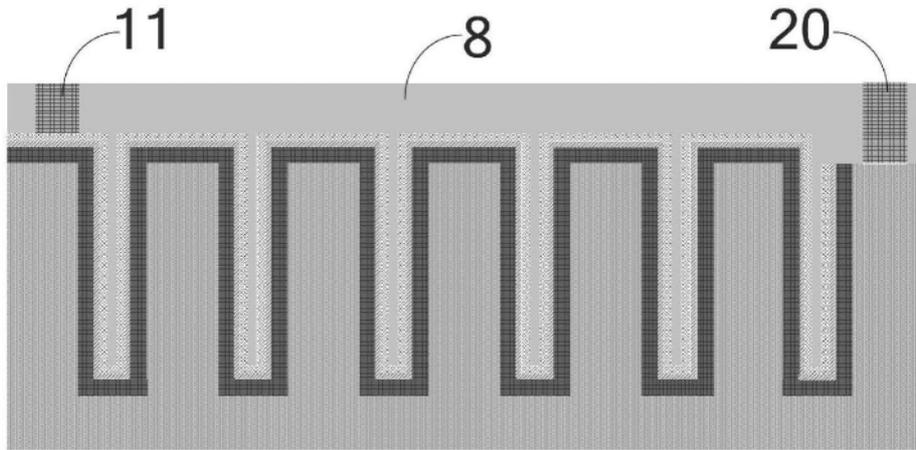


图16

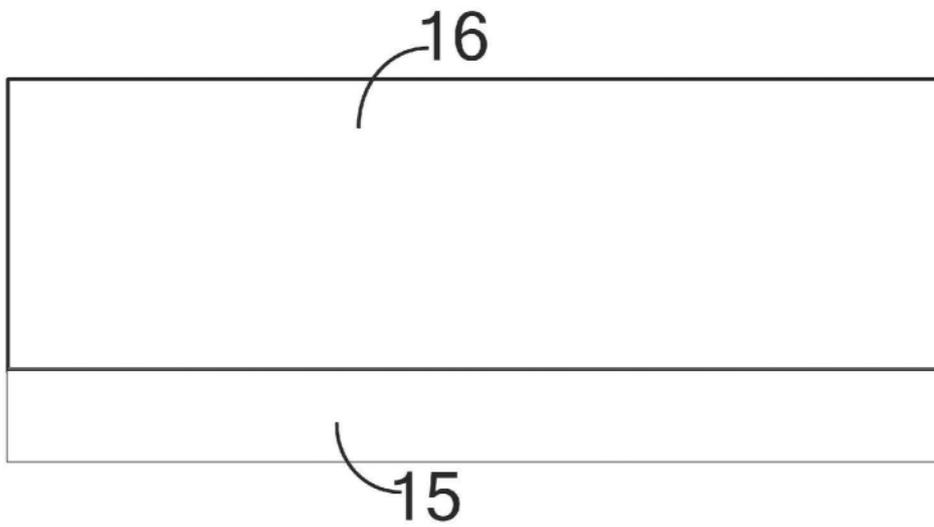


图17

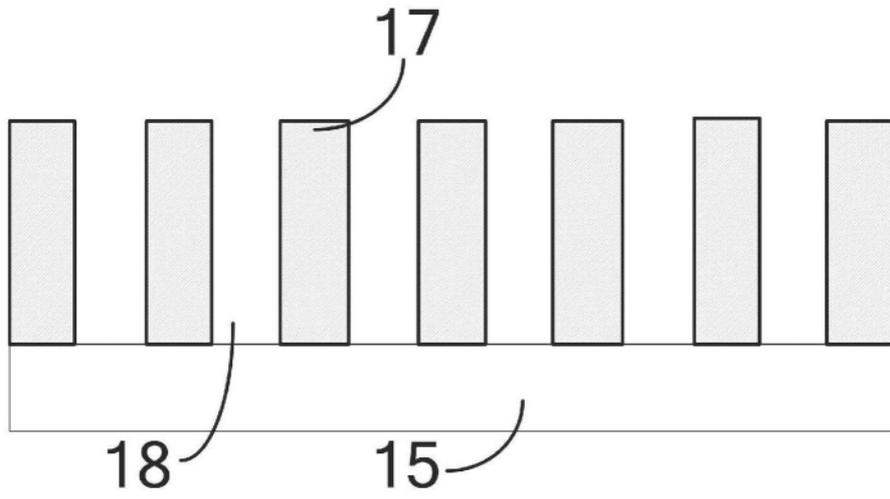


图18

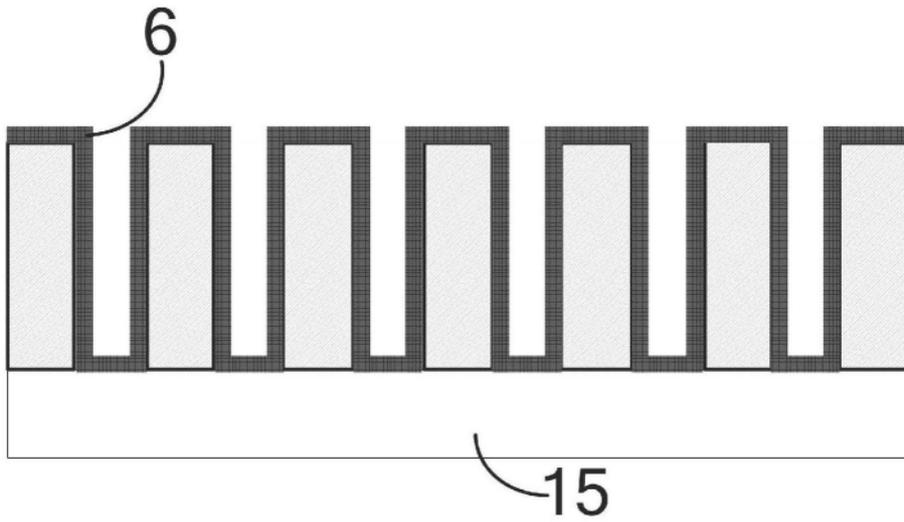


图19

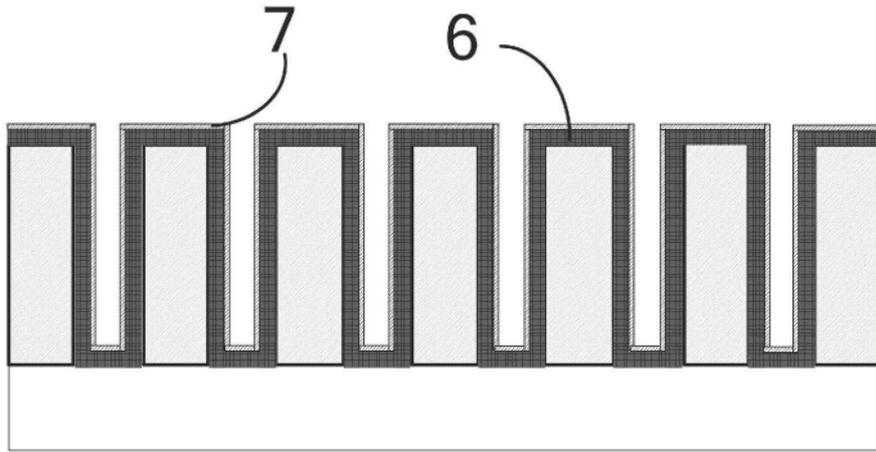


图20

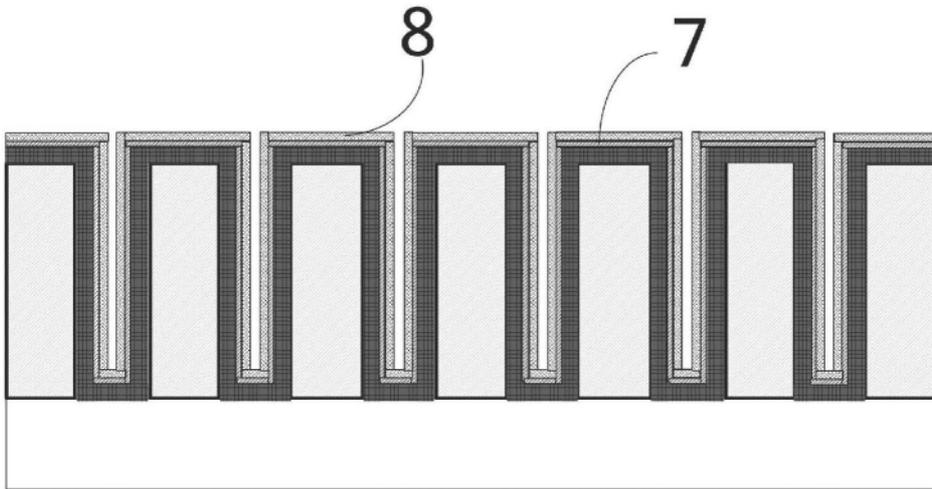


图21

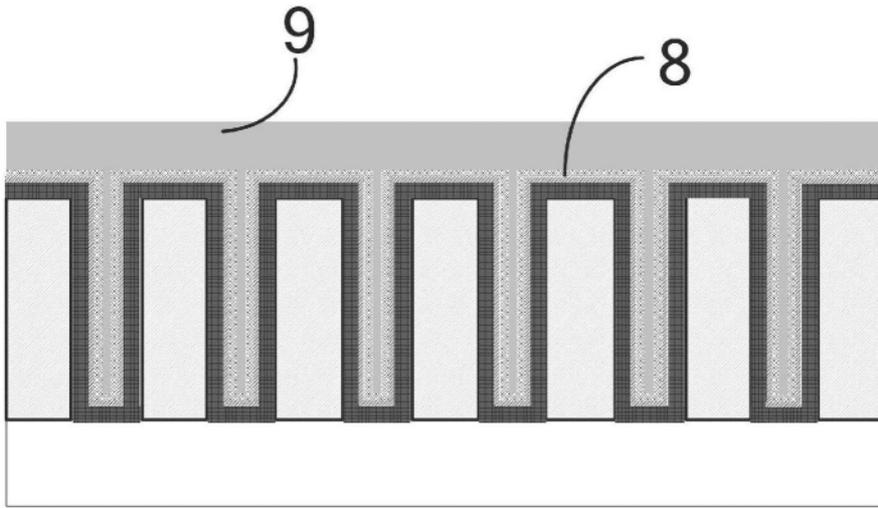


图22

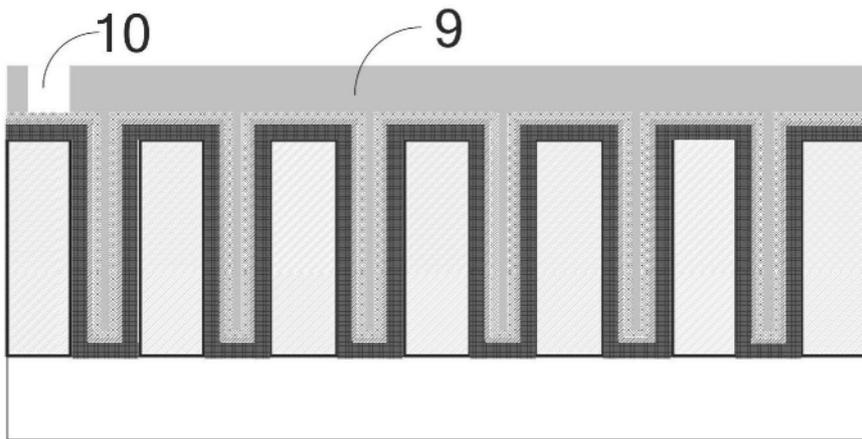


图23

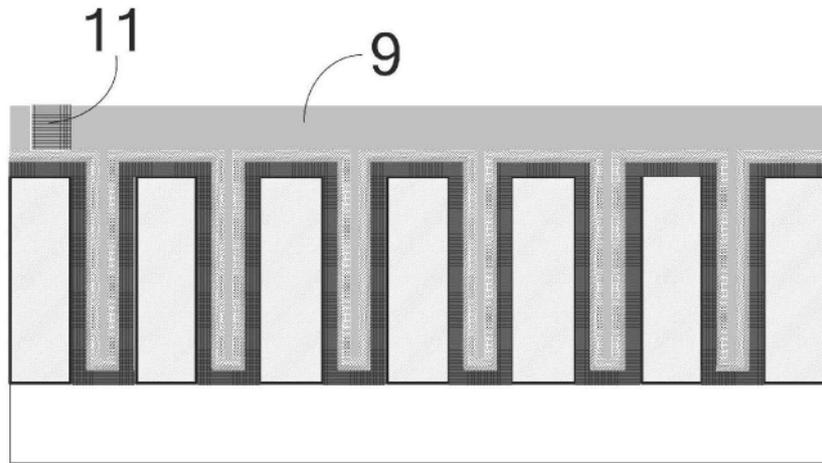


图24

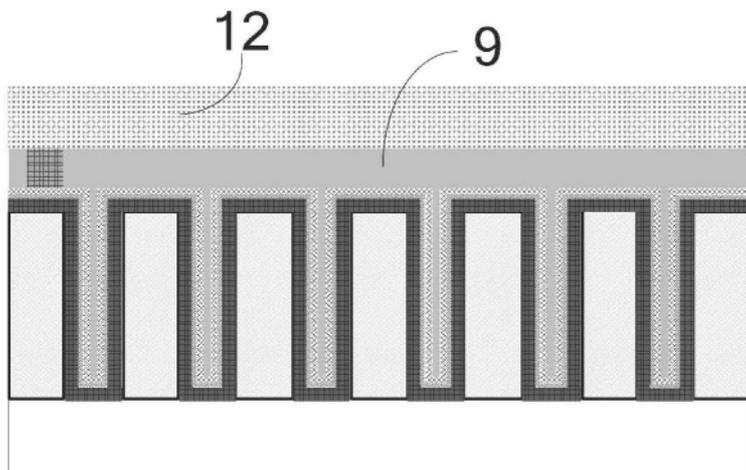


图25

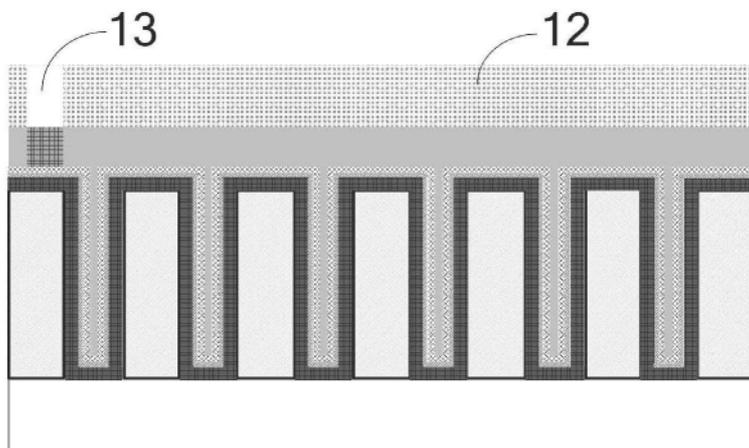


图26

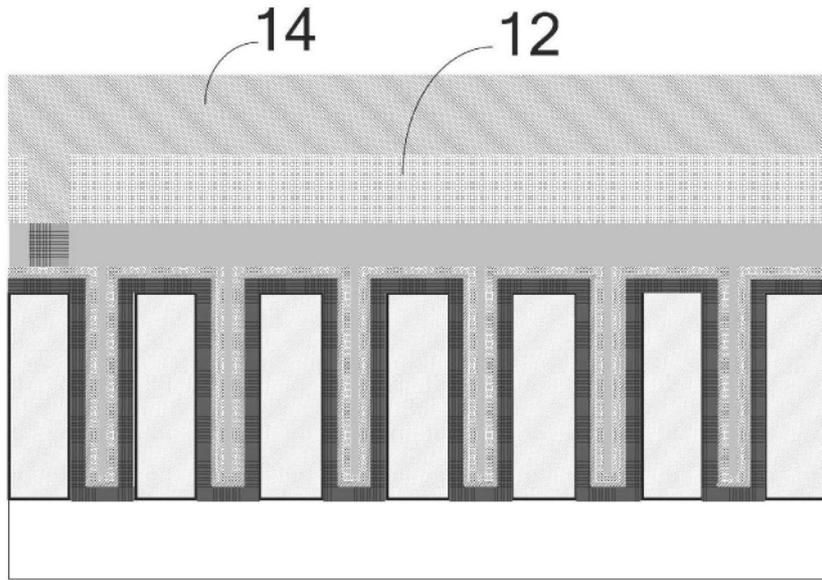


图27