



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 215813606 U

(45) 授权公告日 2022. 02. 11

(21) 申请号 202122193530.0

(22) 申请日 2021.09.10

(73) 专利权人 苏州湃矽科技有限公司

地址 215000 江苏省苏州市工业园区霞盛路8号

(72) 发明人 季梦溪 李显尧 孙雨舟

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理有限公司 44224

代理人 史治法

(51) Int. Cl.

G02F 1/065 (2006.01)

G02F 1/061 (2006.01)

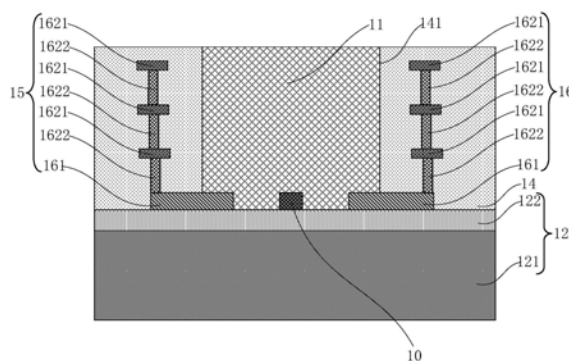
权利要求书1页 说明书7页 附图4页

(54) 实用新型名称

电光调制器

(57) 摘要

本申请具体涉及一种电光调制器,包括:衬底;第一介质层,位于衬底上;第一介质层内形成有开口,开口暴露出部分衬底;波导,位于衬底上,且位于开口的底部或开口的下方;第一电极,位于第一介质层内,且位于波导的一侧,并与波导具有间距;第二电极,位于第一介质层内,且位于波导远离第一电极的一侧,并与波导具有间距;有机电光材料层,至少位于开口内,且至少覆盖于波导上。上述实施例中的电光调制器中,采用不同狭缝波导的普通波导,制作工艺要求较低;通过将有机电光材料层覆盖于波导上,可以使得光场能够最大限度地泄露到有机电光材料中,从而有效减小光学损耗,并具有较高的电光调制效率。



1. 一种电光调制器,其特征在于,包括:
衬底;
第一介质层,位于所述衬底上;所述第一介质层内形成有开口,所述开口暴露出部分所述衬底;
波导,位于所述衬底上,且位于所述开口的底部或所述开口的下方;
第一电极,位于所述第一介质层内,且位于所述波导的一侧,并与所述波导具有间距;
第二电极,位于所述第一介质层内,且位于所述波导远离所述第一电极的一侧,并与所述波导具有间距;
有机电光材料层,至少位于所述开口内,且至少覆盖于所述波导上。
2. 根据权利要求1所述的电光调制器,其特征在于,所述第一电极及所述第二电极均包括:
底层电极,所述底层电极自所述第一介质层内延伸至所述开口的底部,且与所述波导之间具有间隙;
金属叠层结构,位于所述第一介质层内,且位于所述底层电极上,所述金属叠层结构包括若干层间隔排布金属层及若干个互连插塞,位于底层的所述金属层与所述底层电极之间及相邻所述金属层之间均经由所述互连插塞相连接。
3. 根据权利要求2所述的电光调制器,其特征在于,所述底层电极为掺杂硅电极。
4. 根据权利要求2所述的电光调制器,其特征在于,所述底层电极与所述波导的间距为500nm~5000nm。
5. 根据权利要求2所述的电光调制器,其特征在于,所述第一介质层还填满所述底层电极与所述波导之间的间隙。
6. 根据权利要求2所述的电光调制器,其特征在于,所述有机电光材料层还填满所述底层电极与所述波导之间的间隙。
7. 根据权利要求1所述的电光调制器,其特征在于,所述波导为硅波导。
8. 根据权利要求1所述的电光调制器,其特征在于,所述衬底包括:
基底;
第二介质层,位于所述基底上;所述第一介质层及所述波导均位于所述第二介质层上。
9. 根据权利要求8所述的电光调制器,其特征在于,所述基底为硅基底,所述第一介质层及所述第二介质层均为氧化层。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的电光调制器,其特征在于,所述波导的宽度为300nm~1000nm,及/或所述波导的高度为150nm~300nm。

电光调制器

技术领域

[0001] 本申请属于光电技术领域,具体涉及一种电光调制器。

背景技术

[0002] 有机电光材料(譬如SE0100)的电光调制系数比铌酸锂材料的电光调制系数高数倍甚至数十倍,将这类大电光调制系数的有机电光材料与硅光平台的大规模集成优势结合起来,就能突破传统硅基电光调制器的带宽瓶颈。

[0003] 常用的方法是利用在硅的狭缝波导(Slot Waveguide)中填充有机电光材料来实现高速率电光调制器。这种电光调制器虽然具有电场高度集中及电光调制效率极高的优点,但仍然存在如下问题:1.狭缝波导的制作对工艺要求高;2.光学损耗较高。

实用新型内容

[0004] 基于此,有必要针对上述背景技术中的电光调制器由于采用狭缝波导存在的对工艺要求高以及光学损耗较高的问题,提供一种能够解决上述问题的电光调制器。

[0005] 本申请的一方面提供一种电光调制器,包括:

[0006] 衬底;

[0007] 第一介质层,位于所述衬底上;所述第一介质层内形成有开口,所述开口暴露出部分所述衬底;

[0008] 波导,位于所述衬底上,且位于所述开口的底部或所述开口的下方;

[0009] 第一电极,位于所述第一介质层内,且位于所述波导的一侧,并与所述波导具有间距;

[0010] 第二电极,位于所述第一介质层内,且位于所述波导远离所述第一电极的一侧,并与所述波导具有间距;

[0011] 有机电光材料层,至少位于所述开口内,且至少覆盖于所述波导上。

[0012] 上述实施例中的电光调制器中,采用不同狭缝波导的普通波导,制作工艺要求较低;通过将有机电光材料层覆盖于波导上,可以使得光场能够最大限度地泄露到有机电光材料中,从而有效减小光学损耗,并具有较高的电光调制效率。

[0013] 在其中一个实施例中,所述第一电极及所述第二电极均包括:

[0014] 底层电极,所述底层电极自所述第一介质层内延伸至所述开口的底部,且与所述波导之间具有间隙;

[0015] 金属叠层结构,位于所述第一介质层内,且位于所述底层电极上,所述金属叠层结构包括若干层间隔排布金属层及若干个互连插塞,位于底层的所述金属层与所述底层电极之间及相邻所述金属层之间均经由所述互连插塞相连接。

[0016] 在其中一个实施例中,所述底层电极为掺杂硅电极。

[0017] 在其中一个实施例中,所述底层电极与所述波导的间距为500nm~5000nm。

[0018] 本申请中通过使用掺杂硅电极作为底层电极,掺杂硅电极产生的电场可以实现电

光调制;但底层电极与波导的间距不能太远也不能太近,如果底层电极与波导离的太近,底层电极就会对光场有吸收,从而导致光学损耗较高,但如果底层电极与波导离得太远,底层电极产生的电场电光调制的效果又会比较差,通过将所述底层电极与所述波导的间距限定在500nm~5000nm,可以在保证具有较低光学损耗的前提下具有较好的电光调制效率。

[0019] 在其中一个实施例中,所述第一介质层还填满所述底层电极与所述波导之间的间隙。

[0020] 在其中一个实施例中,所述有机电光材料层还填满所述底层电极与所述波导之间的间隙。

[0021] 在其中一个实施例中,所述波导为硅波导。

[0022] 在其中一个实施例中,所述衬底包括:

[0023] 基底;

[0024] 第二介质层,位于所述基底上;所述第一介质层及所述波导均位于所述第二介质层上。

[0025] 在其中一个实施例中,所述基底为硅基底,所述第一介质层及所述第二介质层均为氧化层。

[0026] 在其中一个实施例中,所述波导的宽度为300nm~1000nm,及/或所述波导的高度为150nm~300nm。

[0027] 本申请通过将波导的尺寸限定在上述范围之内,可以使得光场能够最大限度地泄露到有机电光材料中,从而有效减小光学损耗,并具有较高的电光调制效率。

附图说明

[0028] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,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实施例的附图。

[0029] 图1为本申请实施例一中提供的电光调制器的截面结构示意图。

[0030] 图2至图7为本申请实施例一中提供的光电调制器的制备方法中各步骤所得结构的截面结构示意图。

[0031] 图8为本申请实施例二中提供的电光调制器的截面结构示意图。

[0032] 图9为本申请实施例二中提供的电光调制器的制备方法中得到开口后所得结构的截面结构示意图。

[0033] 附图标记说明:10、波导;11、有机电光材料层;12、衬底;121、基底;122、第二介质层;13、硅层;14、第一介质层;141、开口;15、第一电极;16、第二电极;161、底层电极;1621、金属层;1622、互连插塞。

具体实施方式

[0034] 为了便于理解本申请,下面将参照相关附图对本申请进行更全面的描述。附图中给出了本申请的实施例。但是,本申请可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施例。相反地,提供这些实施例的目的是使本申请的公开内容更加透彻全面。

[0035] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本申请。

[0036] 可以理解,本申请所使用的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等可在本文中用于描述各种元件,但这些元件不受这些术语限制。这些术语仅用于将第一个元件与另一个元件区分。举例来说,在不脱离本申请的范围的情况下,可以将第一控制装置称为第二控制装置,且类似地,可将第二控制装置称为第一控制装置。第一控制装置和第二控制装置两者都是控制装置,但其不是同一控制装置。

[0037] 可以理解,以下实施例中的“连接”,如果被连接的电路、模块、单元等相互之间具有电信号或数据的传递,则应理解为“电连接”、“通信连接”等。

[0038] 在此使用时,单数形式的“一”、“一个”和“所述/该”也可以包括复数形式,除非上下文清楚指出另外的方式。还应当理解的是,术语“包括/包含”或“具有”等指定所陈述的特征、整体、步骤、操作、组件、部分或它们的组合的存在,但是不排除存在或添加一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、组件、部分或它们的组合的可能性。同时,在本说明书中使用的术语“和/或”包括相关所列项目的任何及所有组合。

[0039] 实施例一

[0040] 请参阅图1,本申请提供一种电光调制器,电光调制器包括:衬底12;第一介质层14,第一介质层14位于衬底12上;第一介质层14内形成有开口141,开口141暴露出部分衬底12;波导10,波导10位于衬底12上,且位于开口141的底部;第一电极15,第一电极15位于第一介质层14内,且位于波导10的一侧,并与波导10具有间距;第二电极16,第二电极16位于第一介质层14内,且位于波导10远离第一电极15的一侧,并与波导10具有间距;有机电光材料层11至少位于开口14内,且至少覆盖于波导10上,图1中有机电光材料层11覆盖波导10。

[0041] 作为示例,本申请中的波导10可以为任意一种非狭缝波导,由于波导10为不同于现有狭缝波导的非狭缝波导,制作工艺要求较低,光损耗较低;通过将有机电光材料层覆盖于波导上,可以使得光场能够最大限度地泄露到有机电光材料中,从而有效减小光学损耗,并具有较高的电光调制效率。

[0042] 在一个示例中,波导10的工作模式为TM模式,此时波导10的宽度可以根据实际需要进行设定,这里可以不做限定,波导10的高度可以为150nm~300nm,具体的,波导10的高度可以为150nm、200nm、250nm或300nm等等。波导10的工作模式是TM模式时,通过将波导10的高度限制在上述范围之内,可以使得光场能够最大限度地泄露到有机电光材料中,从而有效减小光学损耗,并具有较高的电光调制效率。

[0043] 在另一个示例中,波导10的工作模式为TE模式,此时波导10的高度可以根据实际需要进行设定,这里可以不做限定,波导10的宽度可以为300nm~1000nm,具体的,波导10的宽度可以为300nm、400nm、500nm、600nm、700nm、800nm、900nm或1000nm等等。波导10的工作模式为TE模式时,通过将波导10的宽度限制在上述范围之内,可以使得光场能够最大限度地泄露到有机电光材料中,从而有效减小光学损耗,并具有较高的电光调制效率。

[0044] 在又一个实施例中,波导10的高度可以为150nm~300nm,波导10的宽度可以为300nm~1000nm,具体的,波导10的高度可以为150nm、200nm、250nm或300nm等等,波导10的宽度可以为300nm、400nm、500nm、600nm、700nm、800nm、900nm或1000nm等等。通过将波导10

的高度及宽度分别限制在上述范围内,波导10在工作模式为TE模式或TM模式时,均可以使得光场能够最大限度地泄露到有机电光材料中,从而有效减小光学损耗,并具有较高的电光调制效率。

[0045] 作为示例,衬底12可以包括基底121;第二介质层122,第二介质层122位于基底121上。此时,第一介质层14及波导10均位于第二介质层122上。

[0046] 作为示例,基底121可以为但不仅限于硅基底。第二介质层122可以为但不仅限于氧化层,譬如氧化硅层。具体的,基底121的厚度可以大于第二介质层122的厚度。

[0047] 作为示例,第一电极15的结构与第二电极16的结构可以相同;具体的,本实施例中,第一电极15及第二电极16可以均包括:底层电极161,底层电极161自第一介质层14内延伸至开口141的底部,且与波导10之间具有间隙;金属叠层结构,金属叠层结构位于第一介质层14内,且位于底层电极161上,金属叠层结构包括若干层间隔排布金属层1621及若干个互连插塞1622,位于顶层的金属层1621与底层电极161之间及相邻金属层1621之间均经由互连插塞1622相连接,如图1所示。

[0048] 具体的,底层电极161自第一介质层14内延伸至开口141的底部,可以将底层电极161与波导10的间距调整至所需的最佳范围,从而确保在具有较低光学损耗的前提下具有较好的电光调制效率。

[0049] 具体的,底层电极161与波导10的间距可以根据实际需要进行设定,本实施例中,底层电极161与波导10的间距可以为但不仅限于500nm~5000nm;具体的,底层电极161与波导10的间距可以为500nm、1000nm、2000nm、3000nm、4000nm或5000nm等等。

[0050] 具体的,底层电极161可以为掺杂硅电极,本申请中通过使用掺杂硅电极作为底层电极161,掺杂硅电极产生的电场可以实现电光调制;但底层电极161与波导10的间距不能太远也不能太近,如果底层电极161与波导10离得太近(譬如小于500nm),底层电极161就会对光场有吸收,从而导致光学损耗较高,但如果底层电极161与波导10离得太远(譬如大于5000nm),底层电极161产生的电场电光调制的效果又会比较差,通过将底层电极161与波导10的间距限定在500nm~5000nm,可以在保证具有较低光学损耗的前提下具有较好的电光调制效率。

[0051] 具体的,波导10可以为硅波导。

[0052] 具体的,基底121、第二介质层122、波导10及底层电极161可以基于同一个SOI(Silicon-On-Insulator,绝缘体上硅)衬底得到,具体的,基底121可以为SOI衬底的背衬底,第二介质层122可以为SOI衬底的埋氧层,波导10及底层电极161可以为图形化SOI衬底的顶层硅而得到,更为具体的,波导10为直接刻蚀SOI衬底的顶层硅而得到,底层电极161为刻蚀SOI衬底的顶层硅后进行离子注入进行掺杂而得到。底层电极161具体可以为重掺杂硅电极。

[0053] 作为示例,如图1所示,底层电极161与波导10之间没有第一介质层14,此时,有机电光材料层11填满间隙,即此时底层电极层161与波导10之间填满有机电光材料层11,有机电光材料层11此时填满开口141并延伸填满底层电极层161与波导10之间的间隙。

[0054] 具体的,第一电极15中的金属叠层结构与第二电极16中的金属叠层结构分别位于有机电光材料层11相对的两侧。

[0055] 作为示例,互连插塞1622可以为金属插塞,具体的,互连插塞1622可以包括但并不仅

限于铝插塞、铜插塞、镍插塞或钛插塞等等；金属层1621可以包括铜层、镍层、铝层或钛层等等。

[0056] 作为示例，第一介质层14的上表面可以高于金属叠层结构的上表面，第一介质层14可以起到对金属叠层结构的覆盖保护作用。

[0057] 作为示例，第一介质层14可以包括但不仅限于氧化层，具体的，第一介质层14可以包括但不仅限于氧化硅层。

[0058] 作为示例，所述机电光材料层11可以为但不仅限于聚苯撑乙烯层、聚乙炔层、聚对苯层、聚噻吩层、聚噻吩衍生物层或聚烷基苄层等等。

[0059] 本申请还提供一种电光调制器的制备方法，电光调制器用于制备上述实施例中的电光调制器，电光调制器的制备方法包括如下步骤：

[0060] S10:提供衬底；

[0061] S20:于衬底上形成波导及底层电极，底层电极位于波导相对的两侧，且与波导具有间距；

[0062] S30:形成第一介质层及金属叠层结构，第一介质层覆盖波导及底层电极；金属叠层结构位于第一介质层内，且位于底层电极上，金属叠层结构包括若干层间隔排布的金属层及若干个互连插塞，位于顶层的金属层与底层电极之间及相邻金属层之间经由互连插塞相连接；

[0063] S40:于第一介质层内形成开口，开口暴露出波导及部分衬底；

[0064] S50:于开口内形成机电光材料层，机电光材料层覆盖波导10和部分底层电极161。

[0065] 在步骤S10中，如图2所示，衬底12可以包括基底121；第二介质层122，第二介质层122位于基底121上。

[0066] 在另一个示例中，衬底12可以为SOI(silicon on insulator,绝缘体上硅)衬底，此时，基底121可以为SOI衬底的背衬底，第二介质层122可以为SOI衬底的埋氧层，第二介质层122上形成有顶层硅作为硅层13。

[0067] 在步骤S20中，如图3至图4所示，于衬底12上形成波导10及底层电极161可以包括如下步骤：

[0068] S201:对硅层13进行图形化，以得到图形化后的硅层，如图3所示；具体的，可以采用光刻刻蚀工艺对硅层13进行图形化；图形化后的硅层包括波导10并定义出底层电极161的位置及形状；

[0069] S202:对图形化后的硅层定义出底层电极161的位置及形状的部分进行离子注入，以形成底层电极161，如图4所示。具体的，底层电极161为掺杂硅电极，底层电极161的掺杂浓度可以根据实际需要进行设定，本实施例中，底层电极161可以包括但不仅限于重掺杂硅电极。

[0070] 在步骤S30中，形成第一介质层14及金属叠层结构可以包括如下步骤：

[0071] S301:形成底层介质层，底层介质层覆盖波导10及底层电极161；

[0072] S302:于底层介质层内形成互连通孔，互连通孔暴露出底层电极161；并于互连通孔内形成位于底层的互连插塞1622；

[0073] S303:于底层介质层的上表面形成位于底层的金属层1621，位于底层的金属层

1621与位于底层的互连插塞1622相接触；

[0074] S304:于已形成的介质层的上表面形成层间介质层,层间介质层覆盖已形成金属层1621；

[0075] S305:于层间介质层内形成互连通孔,互连通孔暴露出层间介质层覆盖的金属层1621;并于互连通孔内形成位于层间的互连插塞1622；

[0076] S306:于层间介质层的上表面形成位于层间的金属层1621,位于层间的金属层1621与位于层间的互连插塞1622相接触；

[0077] S307:重复上述步骤若干次；

[0078] S308:于最后形成的层间介质层的上表面形成位于顶层的金属层1621；

[0079] S309:形成顶层介质层,顶层介质层覆盖位于顶层的金属层1621。

[0080] 具体的,步骤S301至步骤S309中的介质层共同构成了第一介质层14,即底层介质层、层间介质层及顶层介质层共同构成第一介质层14;步骤S30所得结构如图5所示。

[0081] 在步骤S40中,可以采用光刻刻蚀工艺形成开口141;步骤S40所得的结构如图6所示。具体的,本实施例中开口141完全暴露出波导10的上表面及侧面,开口141延伸至波导10与底层电极161之间,开口141的底部与波导10的底部相平齐。

[0082] 在步骤S50中,可以采用但不仅限于物理气相沉积工艺、化学气相沉积工艺或原子层沉积工艺等形成有机电光材料层11;此时,有机电光材料层11此时填满开口141并延伸填满底层电极层161与波导10之间的间隙;步骤S50所得的结构如图7所示。

[0083] 实施例二

[0084] 请结合图1参阅图8,本申请还提供一种电光调制器,本实施例中的电光调制器与实施例一中的电光调制器的结构大致相同,二者的区别在于:实施例一中的电光调制器中,波导10位于开口的底部,底层电极161与波导10之间没有第一介质层14,此时,有机电光材料层11填满间隙,即此时底层电极层161与波导10之间填满有机电光材料层11,有机电光材料层11此时填满开口141并延伸填满底层电极层161与波导10之间的间隙;而本实施例中的电光调制器中,波导10位于开口141的下方,第一介质层14还填满间隙,即此时底层电极161与波导10之间具有第一介质层14,此时的有机电光材料层11完全位于波导10的上方,且覆盖波导10的上表面。

[0085] 作为示例,底层电极161的上表面可以与波导10的上表面相平齐;位于底层电极161与波导10之间的第一介质层14的上表面与底层电极161的上表面及波导10的上表面相平齐。

[0086] 本申请还提供一种电光调制器的制备方法,本实施例中的电光调制器的制备方法与实施例一中的电光调制器的制备方法大致相同,二者的区别在于步骤S40及步骤S50,实施例一中步骤S40中形成的开口完全暴露出波导10的上表面及侧面,开口141延伸至波导10与底层电极161之间,开口141的底部与波导10的底部相平齐,步骤S50中形成有机电光材料层11填满开口141并延伸填满底层电极层161与波导10之间的间隙;而本申请中的开口仅暴露出波导10的上表面,开口141并未延伸至波导10与底层电极161之间,开口141的底部与波导10的顶部相平齐,如图9所示;步骤S50中的有机电光材料层11完全位于波导10的上方,且覆盖波导10的上表面。

[0087] 在本说明书的描述中,参考术语“其中一个实施例”、“一些实施例”、“其他实施例”

等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特征包含于本实用新型的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性描述不一定指的是相同的实施例或示例。

[0088] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0089] 以上所述实施例仅表达了本实用新型的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对实用新型专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本实用新型的保护范围。因此,本实用新型专利的保护范围应以所附权利要求为准。

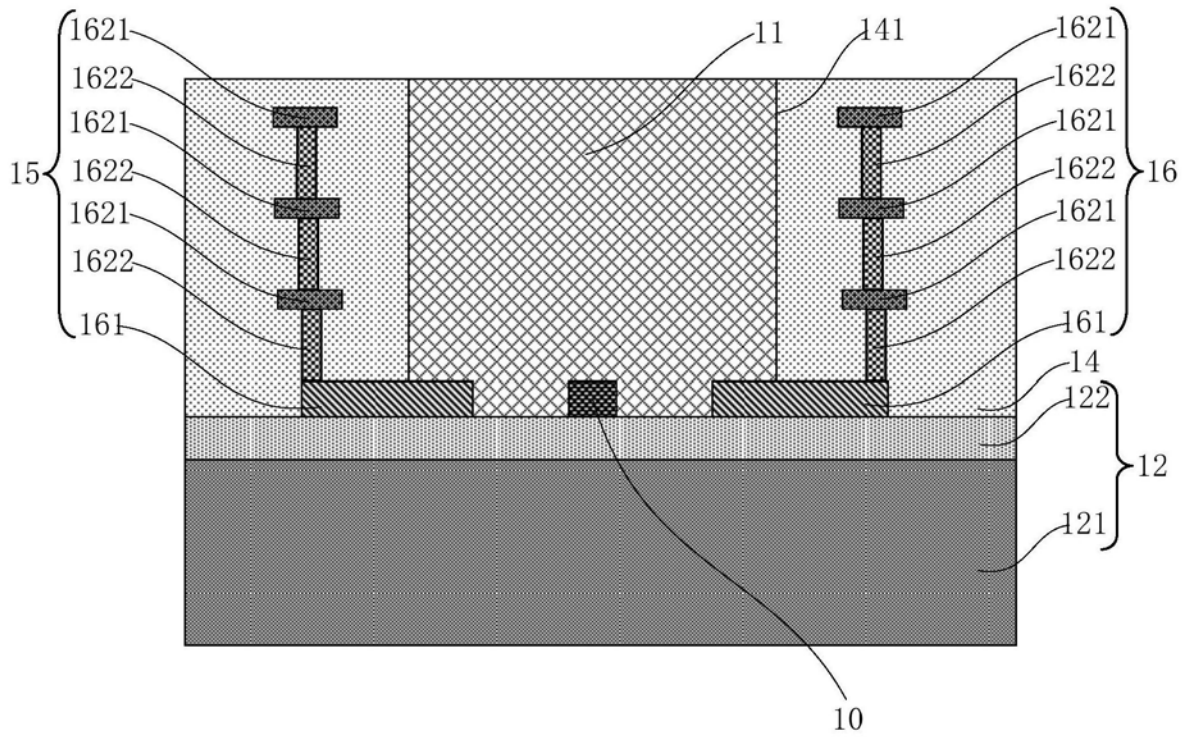


图1

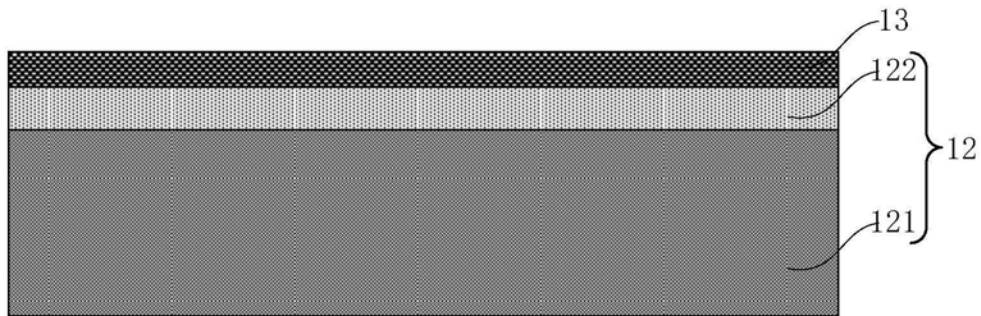


图2

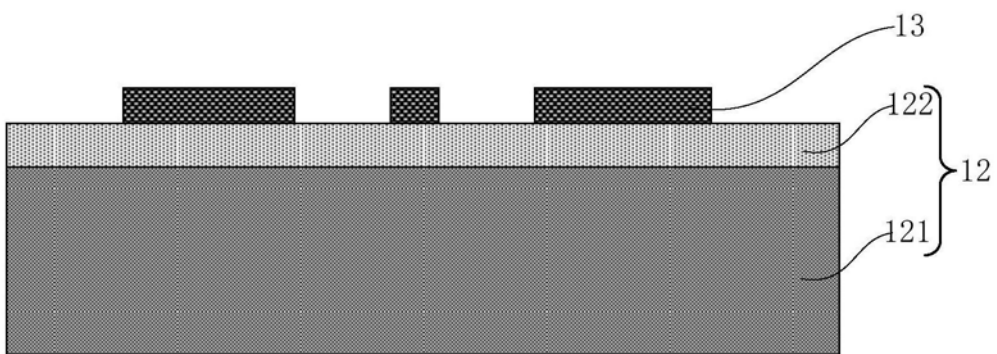


图3

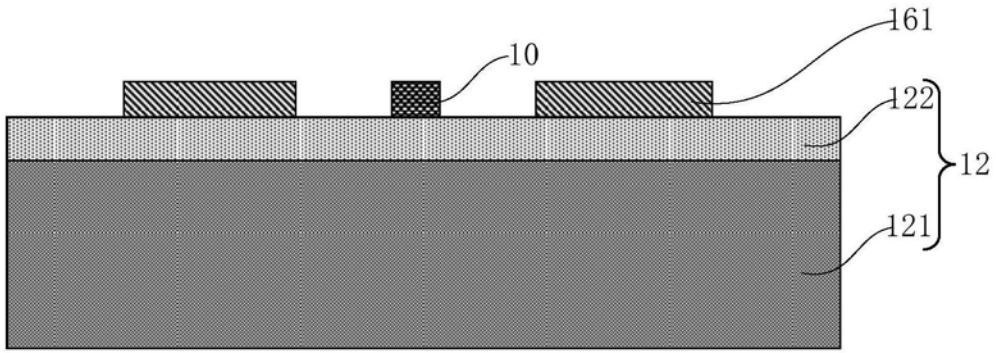


图4

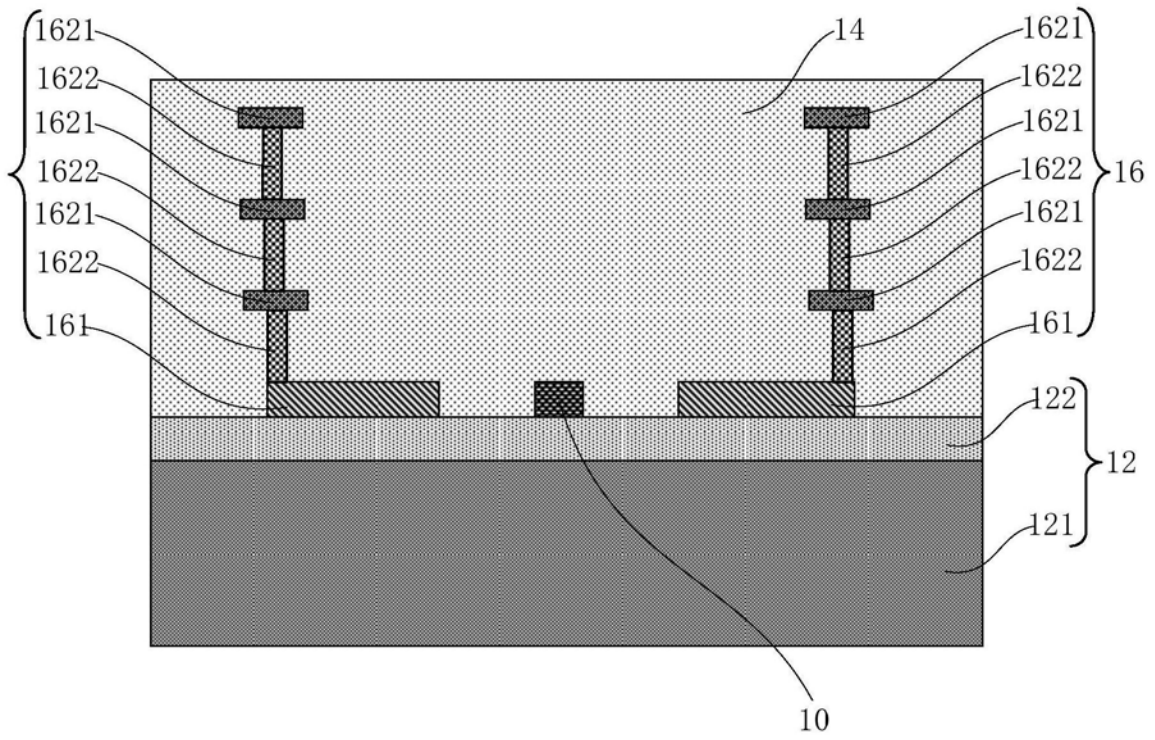


图5

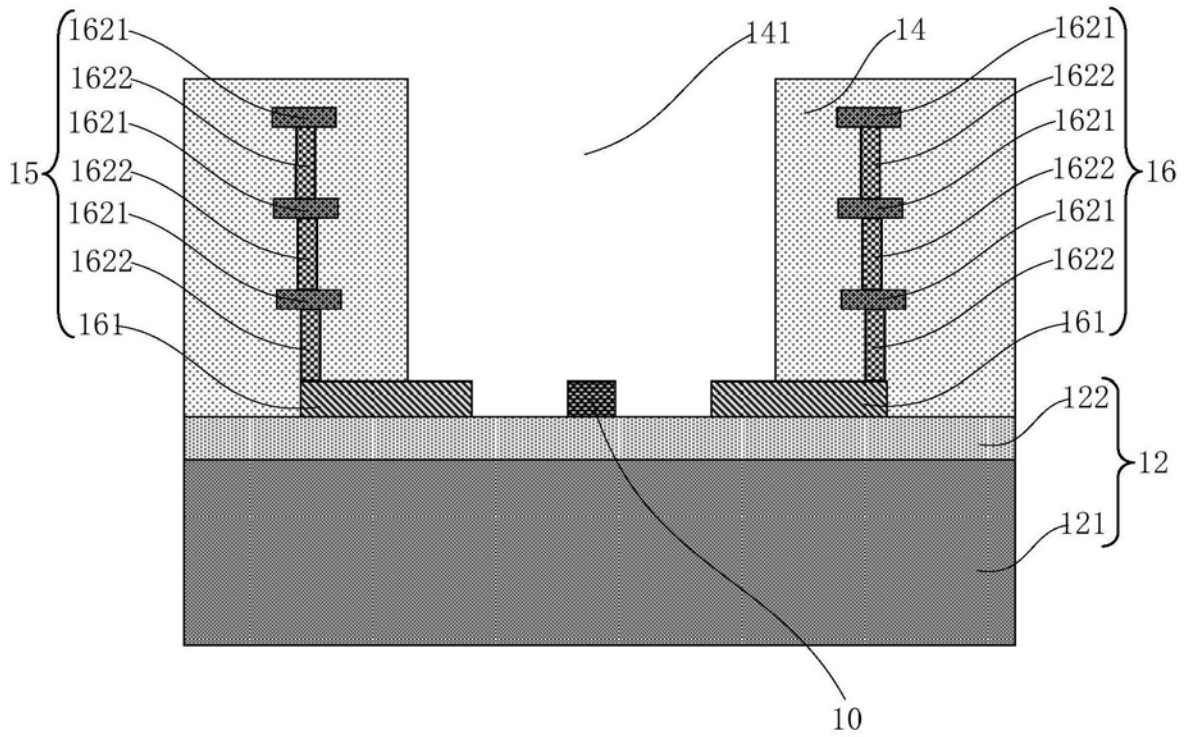


图6

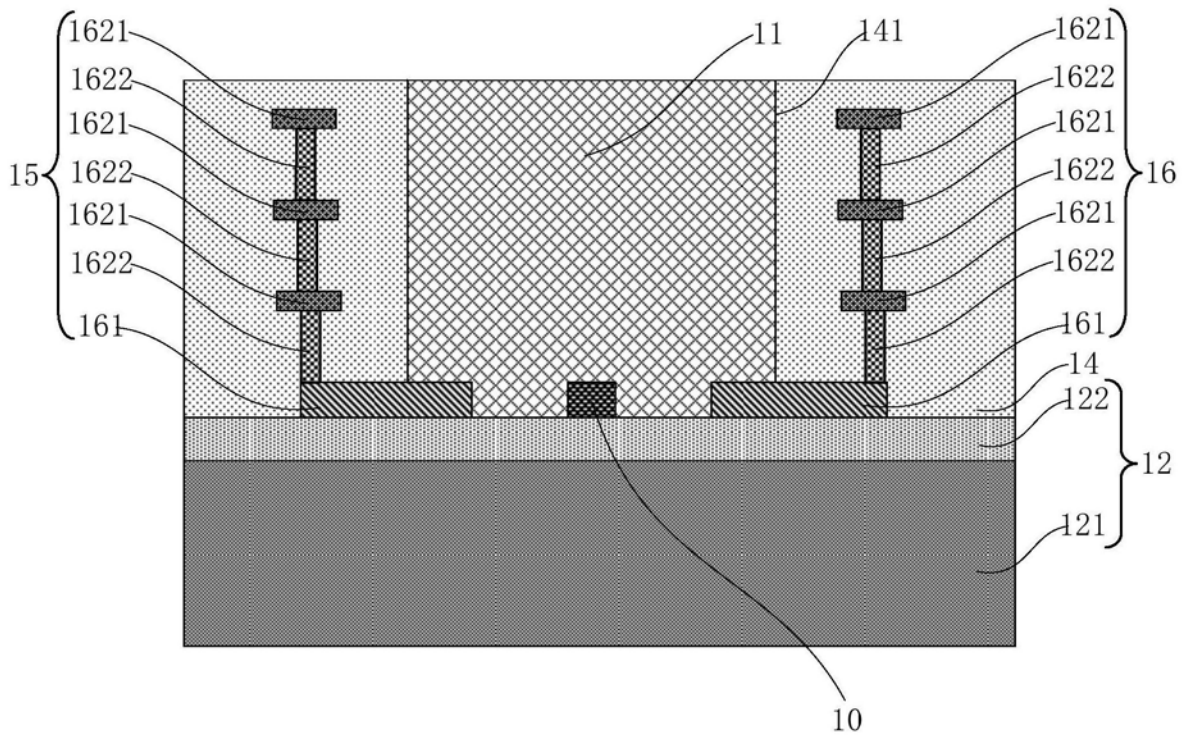


图7

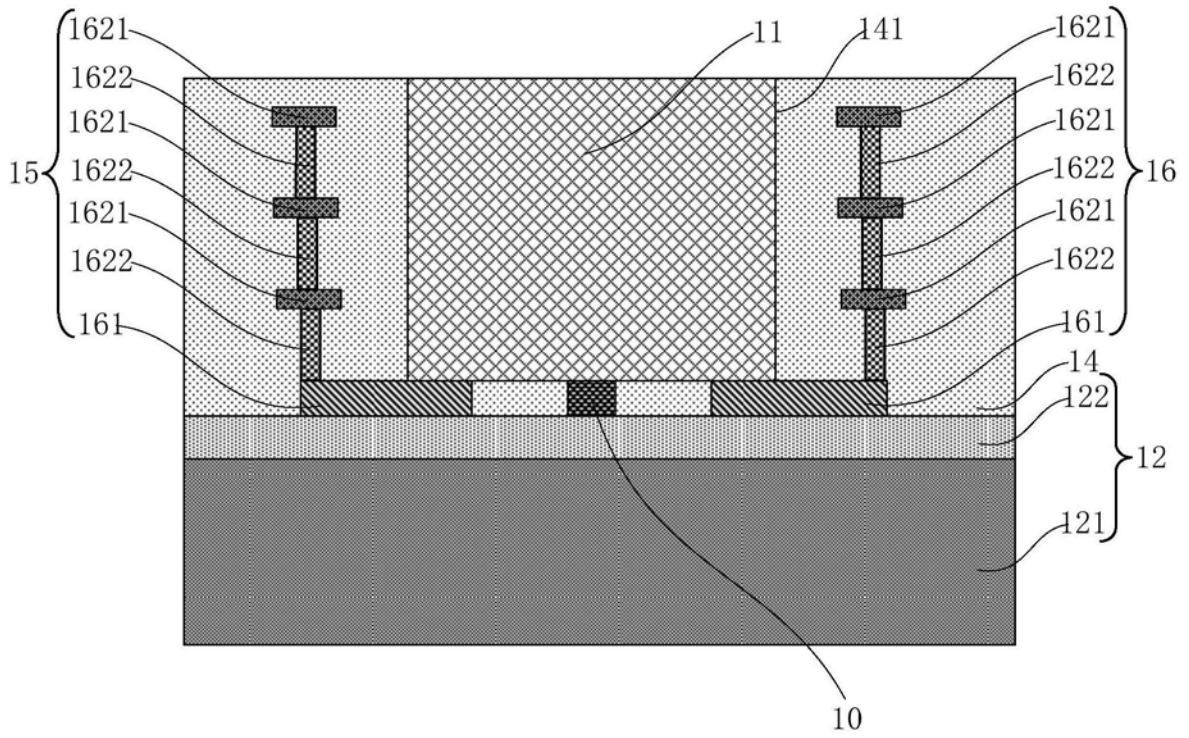


图8

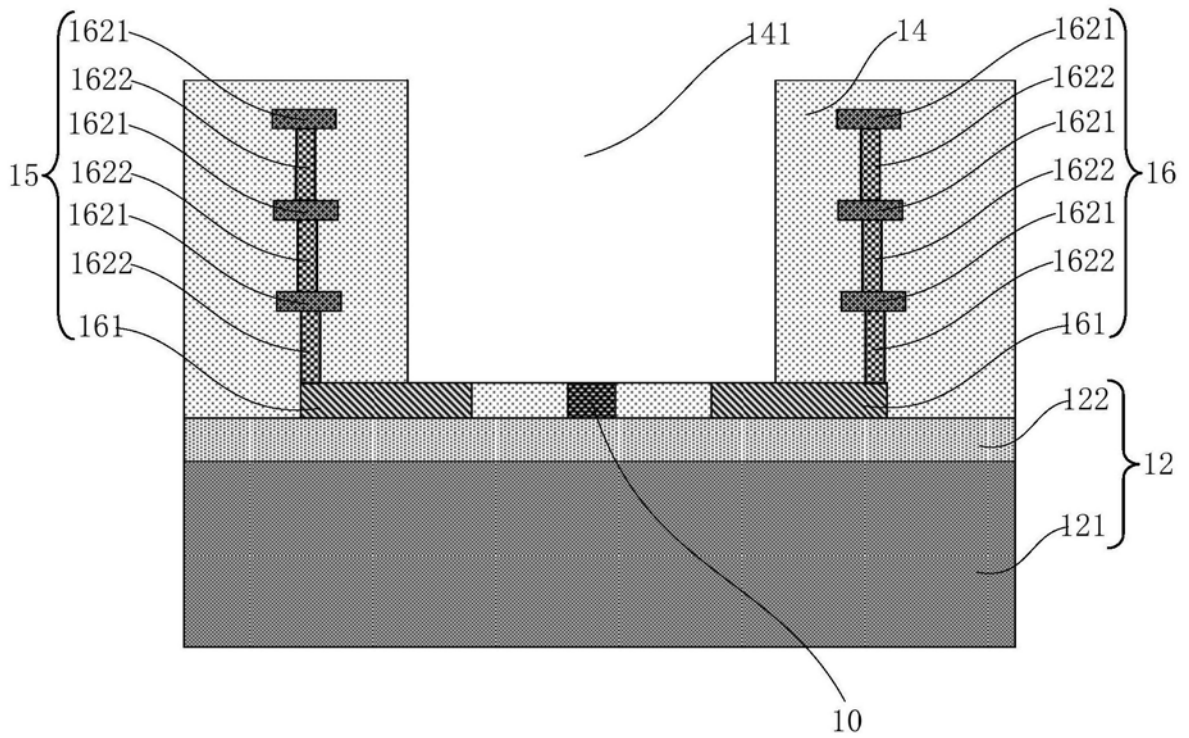


图9