



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103839957 A

(43) 申请公布日 2014. 06. 04

(21) 申请号 201410098283. 8

(22) 申请日 2014. 03. 17

(71) 申请人 上海华虹宏力半导体制造有限公司  
地址 201203 上海市浦东新区张江高科技园  
区祖冲之路 1399 号

(72) 发明人 令海阳

(74) 专利代理机构 上海思微知识产权代理事务  
所(普通合伙) 31237  
代理人 郑玮

(51) Int. Cl.  
H01L 27/146(2006. 01)

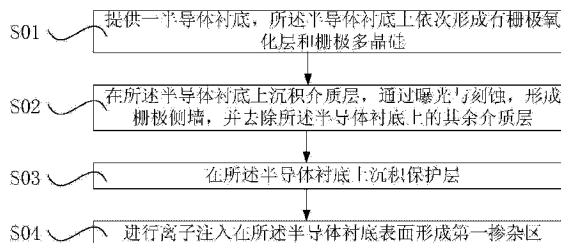
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

COMS 图像传感器及其制作方法

(57) 摘要

本发明提供了一种 COMS 图像传感器及其制作方法,其中,所述制作方法包括:提供一半导体衬底,所述半导体衬底上依次形成有栅极氧化层和栅极多晶硅;在所述半导体衬底上沉积介质层,通过曝光与刻蚀,形成栅极侧墙,并去除所述半导体衬底上的其余介质层;在所述半导体衬底上沉积保护层;进行离子注入在所述半导体衬底表面形成第一掺杂区。本发明通过在沉积保护层之后再进行离子注入在半导体衬底表面形成第一掺杂区,第一掺杂区与第三掺杂区构成感光二极管,防止离子注入对感光二极管表面的半导体衬底表面造成损伤,从而避免因半导体损伤造成的 COMS 图像传感器白点,提高 COMS 图像传感器的质量。



1. 一种 COMS 图像传感器的制作方法,其特征在于,包括:  
提供一半导体衬底,所述半导体衬底上依次形成有栅极氧化层和栅极多晶硅;  
在所述半导体衬底上沉积介质层,通过曝光与刻蚀,形成栅极侧墙,并去除所述半导体衬底上的其余介质层;  
在所述半导体衬底上沉积保护层;  
进行离子注入在所述半导体衬底表面形成第一掺杂区。
2. 如权利要求 1 所述的 COMS 图像传感器的制作方法,其特征在于,所述介质层包括第一氧化硅层、氮化硅层以及第二氧化硅层。
3. 如权利要求 2 所述的 COMS 图像传感器的制作方法,其特征在于,栅极侧墙的形成步骤包括:在所述介质层表面形成光刻胶层;对所述光刻胶层进行曝光与显影形成图案化的光刻胶层;以图案化的光刻胶层为掩膜,对所述介质层进行刻蚀,然后去除所述图案化的光刻胶层。
4. 如权利要求 1 所述的 COMS 图像传感器的制作方法,其特征在于,所述保护层为硅化物阻挡膜。
5. 如权利要求 4 所述的 COMS 图像传感器的制作方法,其特征在于,所述保护层的厚度为 $150\text{\AA}\sim 250\text{\AA}$ 。
6. 如权利要求 1 所述的 COMS 图像传感器的制作方法,其特征在于,在半导体衬底上形成栅极氧化层和栅极多晶硅之前,还包括:进行离子注入在所述半导体衬底表面形成第二掺杂区,所述第二掺杂区位于栅极多晶硅一侧。
7. 如权利要求 6 所述的 COMS 图像传感器的制作方法,其特征在于,还包括:进行离子注入在所述半导体衬底内部形成第三掺杂区,所述第三掺杂区位于所述栅极多晶硅的另一侧,与所述第二掺杂区的掺杂类型相反。
8. 如权利要求 7 所述的 COMS 图像传感器的制作方法,其特征在于,所述第一掺杂区位于所述第三掺杂区的上方,与所述第三掺杂区的掺杂类型相反,所述第一掺杂区与第三掺杂区构成感光二极管。
9. 如权利要求 8 所述的 COMS 图像传感器的制作方法,其特征在于,在形成第一掺杂区之后还包括,对第二掺杂区进行离子注入,在所述第二掺杂区中形成第四掺杂区,所述第四掺杂区与所述第二掺杂区的掺杂类型相反,构成浮置扩散区。
10. 一种使用权利要求 1 ~ 9 所述的 COMS 图像传感器的制作方法制作的 COMS 图像传感器,其特征在于,包括:  
半导体衬底;  
位于所述半导体衬底中的浮置扩散区、传输晶体管、感光二极管;  
所述浮置扩散区包括所述第二掺杂区和所述第四掺杂区,所述第二掺杂区与所述第四掺杂区的掺杂类型相反,所述第四掺杂区位于所述第二掺杂区中;  
所述感光二极管包括第一掺杂区和第三掺杂区,所述第一掺杂区与所述第三掺杂区的掺杂类型相反,所述第一掺杂区位于所述第三掺杂区上方;所述第一掺杂区与第三掺杂区的掺杂类型相反;  
所述传输晶体管包括:位于所述半导体衬底上的栅极氧化层及栅极多晶硅,位于所述

栅极多晶硅周围的侧墙;所述第一掺杂区与第二掺杂区位于栅极多晶硅的两侧。

## COMS 图像传感器及其制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体技术领域,特别涉及一种 COMS 图像传感器及其制作方法。

### 背景技术

[0002] 图像传感器是组成数字摄像头的重要组成部分。根据元件的不同,可分为 CCD (Charge Coupled Device, 电荷耦合元件) 和 CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor, 金属氧化物半导体元件)两大类。随着 CMOS 集成电路制造工艺特别是 CMOS 图像传感器设计及制造工艺的不断发展,CMOS 图像传感器已经逐渐取代 CCD 图像传感器成为主流。CMOS 图像传感器相比较具有工业集成度更高、功率更低等优点。

[0003] 在 CMOS 图像传感器中,采用传输管 (transfer transistor, TX) 来传输光电二极管中的光生电子。

[0004] 图 1 示出了现有技术中 CMOS 图像传感器的结构示意图。

[0005] 如图 1 所示,现有技术中 CMOS 图像传感器的结构包括:半导体衬底 1、感光二极管区 2、感光二极管表面 P 型掺杂层 5 (用于降低暗电流)、浮置扩散区 7 (包括阱区掺杂 7a 与源区掺杂 7b)、栅极多晶硅 3、栅极氧化层 4、栅极侧墙 6。其中,半导体衬底 1 上布置了感光二极管区 2、感光二极管表面 P 型掺杂层 5 以及浮置扩散区 7;感光二极管区表面 P 型掺杂层 5 以及浮置扩散区 7 位于半导体衬底的表面区域;感光二极管区 2 位于感光二极管区表面 P 型掺杂层 5 下方。栅极多晶硅 3、栅极介质层 4、栅极侧墙 6 构成位于半导体衬底上方的栅极结构。

[0006] 现有技术中,制作 CMOS 图像传感器的方法包括:在半导体衬底 1 的表面区域形成浮置扩散区 7 的源区掺杂 7b;随后在半导体衬底 1 上依次形成栅极氧化层 4 和栅极多晶硅 3;利用图案化的光刻胶以及栅极 3 进行第一次离子注入,在半导体衬底 1 内部形成感光二极管区 2;接着在所述半导体衬底 1 上沉积一层介质层通过曝光与刻蚀形成栅极侧墙 6,包括在所述介质层表面形成图案化的光刻胶层,以此为掩膜对所述介质层进行刻蚀形成,去除所述图案化的光刻胶层,并去除介质层;接着利用图案化的光刻胶以及栅极 3 进行第二次离子注入,在所述源区掺杂 7b 中形成阱区掺杂 7a;最后再进行第三次离子注入在半导体衬底 1 的表面区域形成感光二极管区表面 P 型掺杂层 5。

[0007] 在现有技术的 CMOS 图像传感器的制造方法中,由于离子注入会对半导体衬底表面造成损伤,从而导致 CMOS 图像传感器出现白点。

### 发明内容

[0008] 本发明提供了一种 COMS 图像传感器及其制作方法,以解决现有技术中半导体衬底表面损伤造成 COMS 图像传感器出现白点的问题。

[0009] 本发明提供的 COMS 图像传感器的制作方法,包括:

[0010] 提供一半导体衬底,所述半导体衬底上依次形成有栅极氧化层和栅极多晶硅;

[0011] 在所述半导体衬底上沉积介质层,通过曝光与刻蚀,形成栅极侧墙,并去除所述半

导体衬底上的其余介质层；

[0012] 在所述半导体衬底上沉积保护层；

[0013] 进行离子注入在所述半导体衬底表面形成第一掺杂区。

[0014] 进一步的,所述介质层包括第一氧化硅层、氮化硅层以及第二氧化硅层。

[0015] 进一步的,栅极侧墙的形成步骤包括:在所述介质层表面形成光刻胶层;对所述光刻胶层进行曝光与显影形成图案化的光刻胶层;以图案化的光刻胶层为掩膜,对所述介质层进行刻蚀,然后去除所述图案化的光刻胶层。

[0016] 进一步的,所述保护层为硅化物阻挡膜。

[0017] 进一步的,所述保护层的厚度为 $150\text{\AA}\sim 250\text{\AA}$ 。

[0018] 进一步的,在半导体衬底上形成栅极氧化层和栅极多晶硅之前,还包括:进行离子注入在所述半导体衬底表面形成第二掺杂区,所述第二掺杂区位于栅极多晶硅一侧。

[0019] 进一步的,还包括:进行离子注入在所述半导体衬底内部形成第三掺杂区,所述第三掺杂区位于所述栅极多晶硅的另一侧,与所述第二掺杂区的掺杂类型相反。

[0020] 进一步的,所述第一掺杂区位于所述第三掺杂区的上方,与所述第三掺杂区的掺杂类型相反,所述第一掺杂区与第三掺杂区构成感光二极管。

[0021] 进一步的,在形成第一掺杂区之后还包括,对第二掺杂区进行离子注入,在所述第二掺杂区中形成第四掺杂区,所述第四掺杂区与所述第二掺杂区的掺杂类型相反,构成浮置扩散区。

[0022] 相应的,本发明还提出一种使用以上 COMS 图像传感器的制作方法制作的 COMS 图像传感器,包括:

[0023] 半导体衬底;

[0024] 位于所述半导体衬底中的浮置扩散区、传输晶体管、感光二极管;

[0025] 所述浮置扩散区包括所述第二掺杂区和所述第四掺杂区,所述第二掺杂区与所述第四掺杂区的掺杂类型相反,所述第四掺杂区位于所述第二掺杂区中;

[0026] 所述感光二极管包括第一掺杂区和第三掺杂区,所述第一掺杂区与所述第三掺杂区的掺杂类型相反,所述第一掺杂区位于所述第三掺杂区上方;所述第一掺杂区与第三掺杂区的掺杂类型相反;

[0027] 所述传输晶体管包括:位于所述半导体衬底上的栅极氧化层及栅极多晶硅,位于所述栅极多晶硅周围的侧墙;所述第一掺杂区与第二掺杂区位于栅极多晶硅的两侧。

[0028] 发明人发现在侧墙刻蚀去除介质层以后,后续进行感光二极管表面掺杂层的离子注入会对感光二极管表面的半导体衬底造成损伤,而白点对于感光二极管表面质量及完整性非常敏感,半导体衬底的损伤会导致 CMOS 图像传感器出现白点。

[0029] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0030] 1、本发明通过在沉积保护层之后再进行离子注入在半导体衬底表面形成第一掺杂区,第一掺杂区与第三掺杂区构成感光二极管,防止离子注入对感光二极管表面的半导体衬底表面造成损伤,从而避免因半导体损伤造成的 COMS 图像传感器白点,提高 COMS 图像传感器的质量;

[0031] 2、本发明在 COMS 图像传感器的制作过程中没有增加新的工艺步骤,在不增加成本的前提下即可克服因半导体表面损伤造成的白点,并且方法简单,便于操作,不会对 COMS

图像传感器的性能造成影响。

### 附图说明

[0032] 图 1 是现有技术中 CMOS 图像传感器的结构示意图。

[0033] 图 2 为本发明一实施例所提供的 COMS 图像传感器的制作方法流程示意图。

[0034] 图 3 ~ 9 为本发明一实施例所提供的 COMS 图像传感器的制作方法各步骤结构示意图。

### 具体实施方式

[0035] 由背景技术可知,现有技术形成的 CMOS 图像传感器因为离子注入对半导体衬底表面造成损伤,从而导致出现白点。发明人针对上述问题进行研究发现,在侧墙刻蚀去除介质层以后,后续进行感光二极管表面掺杂层的离子注入会对感光二极管表面的半导体衬底造成损伤,而白点对于感光二极管表面质量及完整性非常敏感,半导体衬底的损伤会导致 CMOS 图像传感器出现白点。

[0036] 经过进一步研究,发明人提出了一种 CMOS 图像传感器及其制作方法。

[0037] 以下结合附图和具体实施例对本发明提出的 CMOS 图像传感器及其制作方法做进一步详细说明。根据下面说明和权利要求书,本发明的优点和特征将更清楚,需说明的是,附图均采用非常简化的形式且均使用非精准的比率,仅用于方便、明晰地辅助说明本发明实施例的目的。

[0038] 图 2 为本发明一实施例所提供的 CMOS 图像传感器的制作方法流程示意图,如图 2 所示,本发明提出的一种 CMOS 图像传感器及其制作方法,包括以下步骤:

[0039] 步骤 01:提供一半导体衬底,所述半导体衬底上依次形成有栅极氧化层和栅极多晶硅;

[0040] 步骤 02:在所述半导体衬底上沉积介质层,通过曝光与刻蚀,形成栅极侧墙,并去除所述半导体衬底上的其余介质层;

[0041] 步骤 03:在所述半导体衬底上沉积保护层;

[0042] 步骤 04:进行离子注入在所述半导体衬底表面形成第一掺杂区。

[0043] 图 3 ~ 9 为本发明一实施例提供的 COMS 图像传感器的制作方法各步骤结构示意图,请参考图 2 所示,并结合图 3 ~ 图 9,详细说明本发明提出的沟槽功率器件的制作方法:

[0044] 步骤 01:提供一半导体衬底 1,所述半导体衬底 1 上依次形成有栅极氧化层 4 和栅极多晶硅 3。在本实施例中,所述半导体衬底可以是单晶硅、单晶锗或者单晶锗硅,或者本领域技术人员所知的其他半导体衬底。以下详细介绍本步骤的主要工艺:

[0045] 首先,进行离子注入在所述半导体衬底 1 表面形成第二掺杂区 2,如图 3 所示。

[0046] 对所述半导体衬底 1 进行离子注入形成第二掺杂区 2 的方法包括:在所述半导体衬底 1 上形成第一图形化的光刻胶层(图中未示出),定义出第二掺杂区 2 的位置;以所述第一图形化的光刻胶层为掩膜,对所述半导体衬底 1 进行离子注入形成第二掺杂区 2;去除第一图形化的光刻胶层。本发明具体实施例中,第二掺杂区 2 为 p 型掺杂区,离子注入工艺中注入的离子为 p 型离子,例如硼(B),但不限于硼。第二掺杂区 2 位于浮置扩散区所在的区域。

[0047] 其次,在所述半导体衬底 1 上依次形成栅极氧化层 4 和栅极多晶硅 3,构成传输晶体管,所述第二掺杂区 2 位于栅极多晶硅 3 一侧,如图 4 所示。

[0048] 在半导体衬底 1 上依次形成氧化层和多晶硅层,然后依次对氧化层和多晶硅层进行图形化形成栅极多晶硅 3 和栅极氧化层 4。栅极材料也可以是金属,栅极氧化层 4 的材料为氧化硅等本领域技术人员公知的技术。

[0049] 最后,进行离子注入在所述半导体衬底 1 内部形成第三掺杂区 5,所述第三掺杂区 5 位于所述栅极多晶硅 3 的另一侧,与第二掺杂区 2 的掺杂类型相反,如图 5 所示。

[0050] 本实施例中,具体的,对所述半导体衬底 1 进行离子注入,在所述半导体衬底 1 中,所述第二掺杂区 2 与所述栅极多晶硅 3 相对的另一侧形成第三掺杂区 5 的方法包括:在所述半导体衬底 1、栅极多晶硅 3 和栅极氧化层 4 形成的表面上形成第二图形化的光刻胶层(图中未示出),定义出第二掺杂区的位置,以所述第二图形化的光刻胶层为掩膜对所述半导体衬底进行第二次离子注入,在所述半导体衬底 1 中、所述第一掺杂区 2 与所述栅极多晶硅 3 相对的另一侧形成第三掺杂区 5;去除所述第二图形化的光刻胶层。本发明具体实施例中,第三掺杂区 5 为 n 型掺杂区。

[0051] 步骤 02:在所述半导体衬底 1 上沉积一层介质层,通过曝光与刻蚀,形成栅极侧墙 6,并去除所述半导体衬底 1 上的其余介质层,如图 6 所示。

[0052] 本实施例中,所述介质层包括第一氧化硅层、氮化硅层以及第二氧化硅层,本发明的其他实施例中,可以是氧化硅层、氮化硅层等其他的组合。所述侧墙 6 的形成步骤包括:在所述介质层表面形成光刻胶层(图中未示出);对所述光刻胶层进行曝光与显影形成图案化的光刻胶层;以图案化的光刻胶层为掩膜,对所述介质层进行刻蚀形成侧墙 6,然后去除所述图案化的光刻胶层。本实施例中,去除所述半导体衬底 1 上除栅极侧墙 6 之外的所有的介质层。

[0053] 步骤 03:在所述半导体衬底 1 上沉积保护层 7,形成如图 7 所述的图形。

[0054] 本实施例中,所述保护层 7 为硅化物阻挡膜,厚度为  $150\text{\AA}\sim 250\text{\AA}$ ,例如  $150\text{\AA}$ 、 $200\text{\AA}$ 、 $250\text{\AA}$ ,较佳的厚度为  $200\text{\AA}$ 。

[0055] 步骤 04:进行离子注入在所述半导体衬底 1 表面形成第一掺杂区 8,如图 8 所示

[0056] 所述第一掺杂区 8 的形成方法与上述第三掺杂区 5 的形成方法相似。所述第一掺杂区 8 为 p 型掺杂,离子注入工艺中注入的离子为硼(B)离子,也可以是其他已知的 p 型离子。所述第一掺杂区 8 与第三掺杂区 5 构成感光二极管。

[0057] 离子注入时,半导体衬底 1 上存在有  $200\text{\AA}$  厚度的保护层 7,不会对半导体的表面造成损伤,从而不会影响感光二极管的表面。

[0058] 接着,对所述第二掺杂区 2 进行离子注入,在所述第二掺杂区 2 中形成第四掺杂区 9,所述第四掺杂区 9 与所述第二掺杂区 2 的掺杂类型相反。第一掺杂区 2 和所述第四掺杂区 9 构成浮置扩散区,形成如图 9 所示的图形。

[0059] 本发明具体实施例中,第四掺杂区 9 与第三掺杂区 5 的掺杂类型相同,都为 n 型掺杂区;第一掺杂区 8 与第二掺杂区 2 的掺杂类型相同,都为 p 型掺杂。后续还包括保护层 7 的刻蚀等工艺步骤,最终形成 COMS 图像传感器。

[0060] 相应的,通过上述 COMS 图像传感器的制作方法形成的 COMS 图像传感器,参考图 9,

包括：

[0061] 半导体衬底 1；

[0062] 位于所述半导体衬底中的浮置扩散区、传输晶体管、感光二极管；

[0063] 所述浮置扩散区包括所述第二掺杂区 2 和所述第四掺杂区 9，所述第二掺杂区 2 与所述第四掺杂区 9 的掺杂类型相反，所述第四掺杂区 9 位于所述第二掺杂区 2 中；

[0064] 所述感光二极管包括第三掺杂区 5 和第一掺杂区 8，所述第三掺杂区 5 与所述第一掺杂区 8 的掺杂类型相反，所述第一掺杂区 8 位于所述第三掺杂区 5 的上方；所述第三掺杂区 5 与第一掺杂区 8 的掺杂类型相反；

[0065] 所述传输晶体管包括：位于所述半导体衬底上的栅极氧化层 4 及栅极多晶硅 3，位于所述栅极多晶硅 3 周围的侧墙 6；所述第一掺杂区 8 与第二掺杂区 2 位于栅极多晶硅的两侧。

[0066] 综上所述，本发明通过在沉积保护层之后再进行离子注入在半导体衬底表面形成第一掺杂区，第一掺杂区与第三掺杂区构成感光二极管，防止离子注入对感光二极管表面的半导体衬底表面造成损伤，从而避免因半导体损伤造成的 COMS 图像传感器白点，提高 COMS 图像传感器的质量；本发明在 COMS 图像传感器的制作过程中没有增加新的工艺步骤，在不增加成本的条件下即可克服因半导体表面损伤造成的白点，并且方法简单，便于操作，不会对 COMS 图像传感器的性能造成影响。

[0067] 上述描述仅是对本发明较佳实施例的描述，并非对本发明范围的任何限定，本发明领域的普通技术人员根据上述揭示内容做的任何变更、修饰，均属于权利要求书的保护范围。



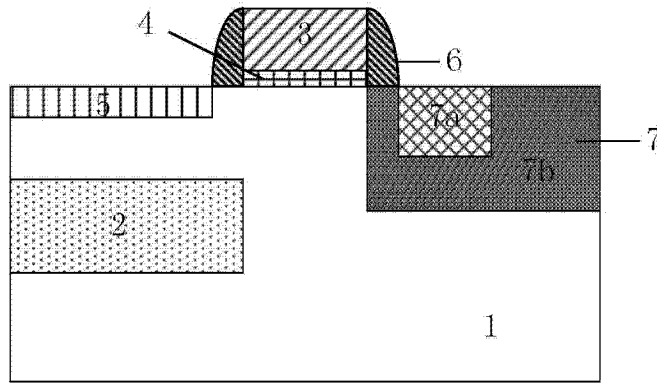


图 1

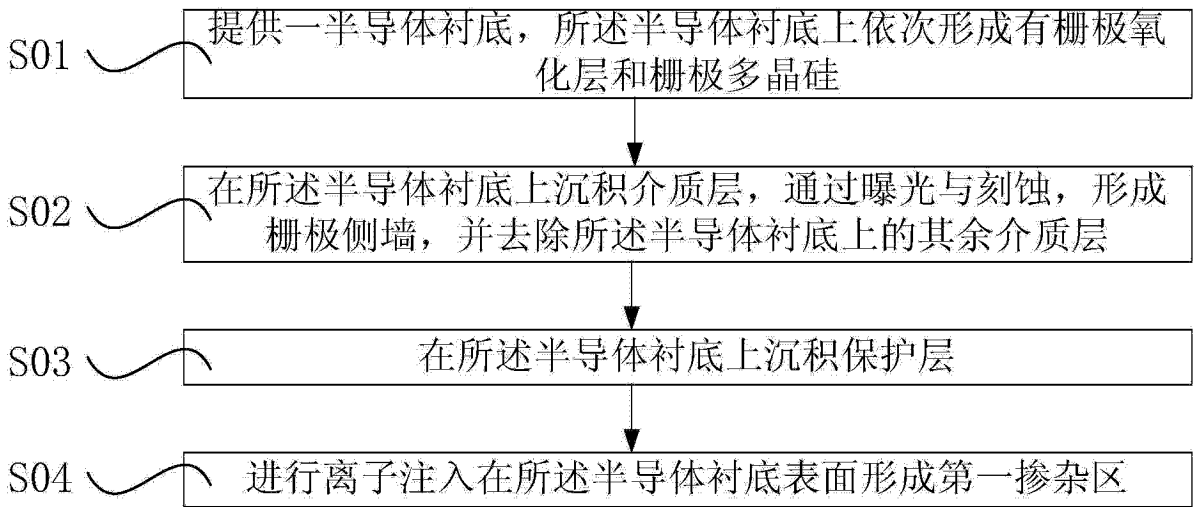


图 2

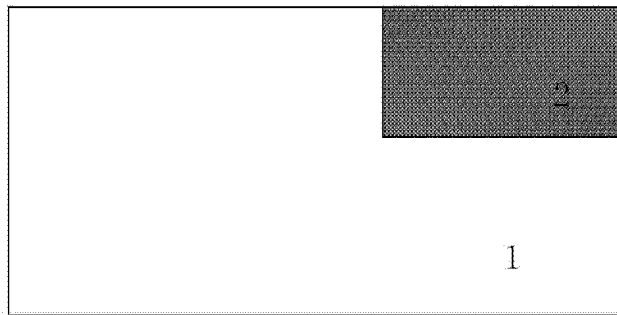


图 3

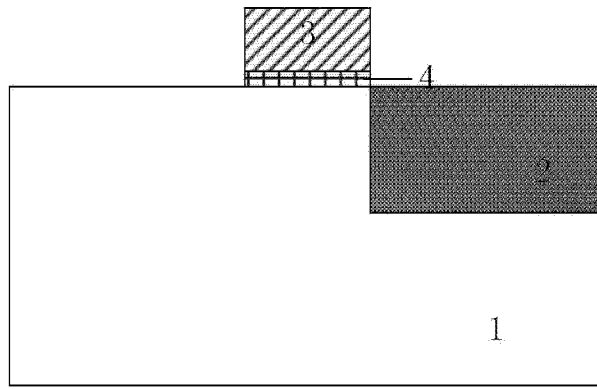


图 4

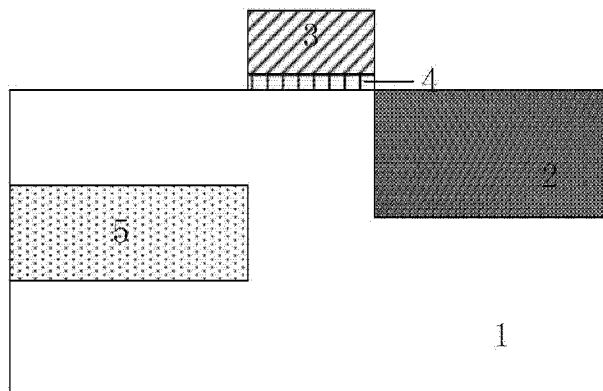


图 5

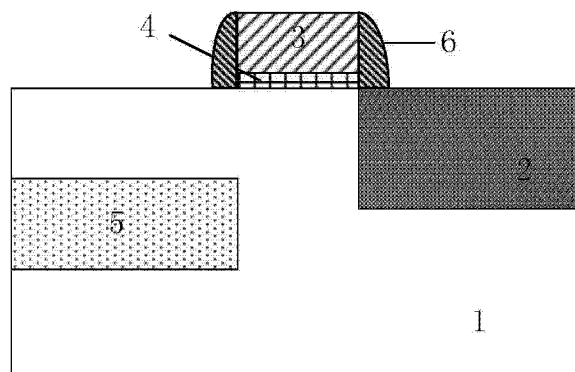


图 6

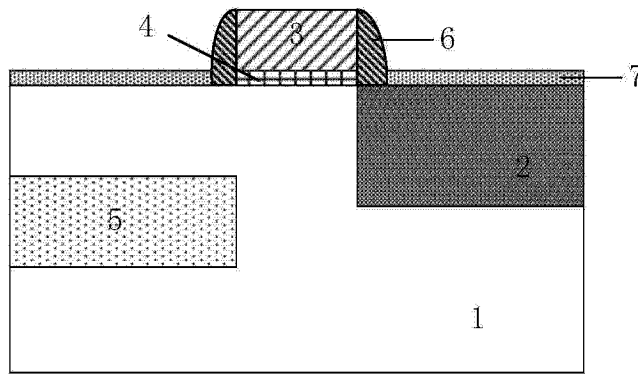


图 7

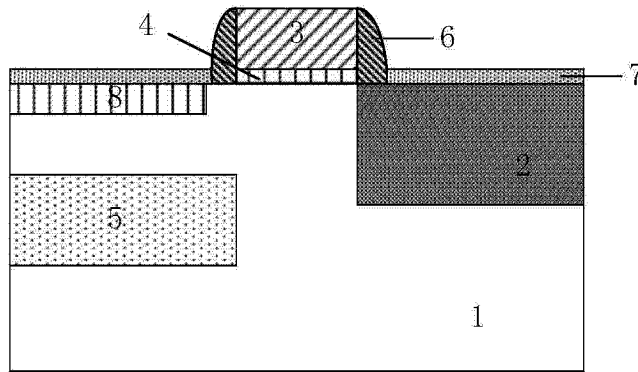


图 8

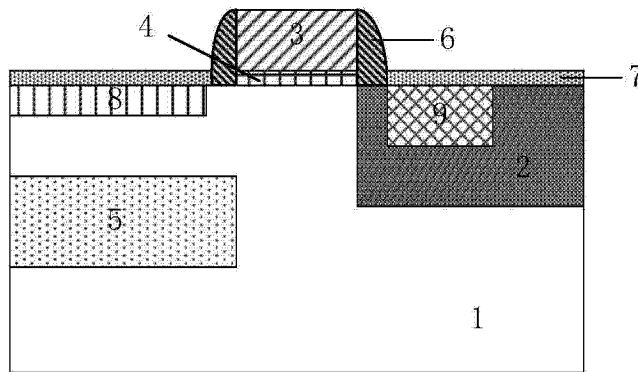


图 9