



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102540701 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201010611749. 1

(22) 申请日 2010. 12. 28

(71) 申请人 中国科学院微电子研究所  
地址 100029 北京市朝阳区北土城西路 3#

(72) 发明人 贺晓彬 杨涛

(74) 专利代理机构 北京蓝智辉煌知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11345

代理人 陈红

(51) Int. Cl.

G03F 7/00(2006. 01)

G03F 7/09(2006. 01)

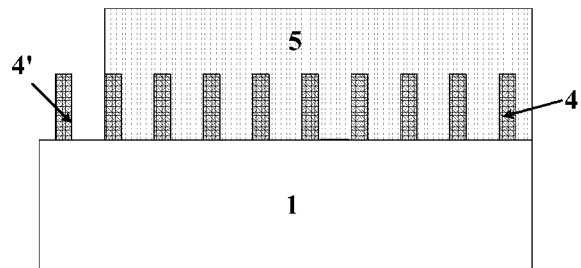
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 3 页

(54) 发明名称

自对准式二次成像方法

(57) 摘要

本发明公开了一种改进自对准式二次成像技术的方法,包括:在衬底上的图像转移层上形成第一光刻胶;进行第一曝光工艺,用以在第一光刻胶上形成第一图形;经过刻蚀把形成的第一图形转移到图像转移层上,并除去表面的第一光刻胶;在图像转移层的第一图形两侧形成侧墙;去除图形转移层,在衬底表面留下侧墙构成的第二图形;在第二图形上再形成另一光刻胶,进行另一曝光工艺,露出不需要的侧墙部分;刻蚀去掉不需要的侧墙部分并除去所述另一光刻胶。由此,改进了自对准式二次成像技术形成的侧墙必须是对称的这一缺点,得到想要的任意条数线条,从而减少在版图设计上的困难。



1. 一种方法,用于改进自对准式二次成像方法,包括:  
在衬底上的图像转移层上形成第一光刻胶;  
进行第一曝光工艺,用以在所述第一光刻胶上形成第一图形;  
经过刻蚀把形成的第一图形转移到所述图像转移层上,并除去表面的所述第一光刻胶;  
在所述图像转移层的所述第一图形两侧形成侧墙;  
去除所述图形转移层,在所述衬底表面留下所述侧墙构成的第二图形;  
在所述第二图形上再形成第二光刻胶,进行第二曝光工艺,露出不需要的侧墙部分;  
刻蚀去掉所述不需要的侧墙部分并除去所述第二光刻胶,留下第三图形。
2. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述衬底为体硅、SOI、SiC、蓝宝石或 SiGe 及其组合。
3. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述图像转移层是氧化硅或无定形碳。
4. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述第一光刻胶底部或顶部还包括抗反射涂层。
5. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述第二图形的线条间距小于所述第一图形的线条间距。
6. 如权利要求 1 所述的方法,其中,形成所述侧墙的步骤包括:  
通过化学气相外延或旋转涂覆的方法在第一图形的两侧形成构成所述侧墙的材料。
7. 如权利要求 6 所述的方法,其中,形成所述侧墙材料之后通过干法刻蚀去除第一图形顶部以及之间底部的侧墙材料而在第一图形侧壁上留下所述侧墙。
8. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述第二图形是偶数条线条,所述第三图形是奇数条线条。
9. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述不需要的侧墙部分是依照版图布局布线需要将要留为空白的线条图形,位于版图边缘或中心处。
10. 如权利要求 1 所述的方法,其中,所述第三和 / 或第二图形的宽度小于所述第一图形的宽度。

## 自对准式二次成像方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体集成电路的光刻制造领域,更具体地,涉及一种自对准式多次成像光刻方法。

### 背景技术

[0002] 光刻是集成电路制造中一个重要环节,也是推动集成电路尺寸减少的主要驱动力。但是当线宽尺寸减小到 32nm 及以下时,现有的光刻设备都已经不能达到所需要的分辨率,因此为了达到 32nm 制程,人们采用了二次成像技术。自对准式二次成像技术 (SADP Double Pattern) 是现在主流的二次成像技术之一,它对机器对准精度的要求比其他的二次成像技术要低,因此受到人们的追捧。但该技术也有一定的缺陷,由于在图形两侧生长的侧墙都是对称的,为版图设计制造了许多困难,例如在版图设计时必须考虑到这种对称结构从而在图形的边缘区域存在冗余线条,从而浪费了有效面积。

[0003] 参考图 1 至图 6,为现有的自对准式二次成像技术,主要用于提高现有光刻设备的分辨率来达到 32nm 以及更细的线条。图 1 到图 4 是通过传统光刻工艺将光刻胶上的图形转移到图形转移层上。具体地,首先如图 1 所示,半导体晶片包括硅衬底 1,在衬底 1 上形成有一层图形转移层 2,其成分可以是氧化硅或无定形碳等材料,以及在图形转移层 2 上形成光致刻蚀剂 3(也称做光刻胶)。其次,如图 2 所示,曝光并显影,其中留下的光刻胶 3 线条部分之间的间距与掩模板相同均为  $D1$ ,其自身宽度为  $D2$ 。接着,如图 3 所示,刻蚀直到暴露出衬底 1。然后,如图 4 所示,去除光刻胶 3,在衬底 1 上留下具有与掩模图形一致的图形转移层 2 部分,得到的图形转移层 2 线条部分之间的间距也为  $D1$ 。图 5 是通过例如化学汽相外延 (CVD) 或旋转涂覆的方法在与掩模图形一致的图形转移层 2 部分的两边生长侧墙 4。图 6 为刻蚀掉图形转移层 2 后的结构,得到的最终线条图形之间的间距为图形转移层 2 留下部分的线条自身宽度  $D2$ ,比图形转移层 2 留下部分的线条间距  $D1$  小,可以看到通过传统的自对准式二次成像技术可以得到等间距的细线条结构。但是由于图形都是由原线条两侧的呈对称分布的侧墙形成的,因此这种技术制备的结构都是双数线条,在某些线条为奇数的线条结构以及一些非平行线条的图形结构中也制造双数线条,浪费了版图面积,使得整体布局布线所需的面积扩大,难以提高集成度,从而提高了版图设计的难度,也间接提高了 IC 制造成本。

[0004] 有鉴于此,需要一种简便的自对准式光刻方法,能够得到非对称的侧墙结构,从而可以得到任意数目特别是奇数数目的线条,消除了布局布线时的冗余线条,减小了版图面积,大大降低了版图设计的难度。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是降低自对准光刻工艺的版图设计难度。

[0006] 为此,本发明提供了一种方法,用于改进自对准式二次成像技术,包括:在衬底上的图像转移层上形成第一光刻胶;进行第一曝光工艺,用以在所述第一光刻胶上形成第一

图形；经过刻蚀把形成的第一图形转移到所述图像转移层上，并除去表面的所述第一光刻胶；在所述图像转移层的所述第一图形两侧形成侧墙；去除所述图形转移层，在所述衬底表面留下所述侧墙构成的第二图形；在所述第二图形上再形成另一光刻胶，进行另一曝光工艺，露出不需要的侧墙部分；刻蚀去掉所述不需要的侧墙部分并除去所述另一光刻胶。

[0007] 其中，所述衬底为体硅、SOI、SiC、蓝宝石或 SiGe 及其组合。所述图像转移层是氧化硅或无定形碳。所述第一光刻胶底部或顶部还包括抗反射涂层。所述第二图形的线条间距小于所述第一图形的线条间距。

[0008] 其中，形成所述侧墙的步骤包括：通过化学汽相外延的方法在第一图形的两侧生长所述侧墙。

[0009] 依照本发明的光刻方法通过引入第二次光刻，用光刻胶保护所需要的侧墙把不必要的使用刻蚀的方法去除掉，主要用来改进自对准式二次成像技术形成的侧墙必须是对称的这一缺点，从而可以得到任意数目特别是奇数数目的线条，能够得到非对称的侧墙结构，无需在某些线条为奇数的线条结构以及一些非平行线条的图形结构中也制造双数线条，消除了布局布线时的冗余线条，减小了版图面积，大大降低了版图设计的难度。

[0010] 本发明所述目的，以及在此未列出的其他目的，在本申请独立权利要求的范围内得以满足。本发明的实施例限定在独立权利要求中，具体特征限定在其从属权利要求中。

#### 附图说明

[0011] 以下参照附图来详细说明本发明的技术方案，其中：

[0012] 图 1 为现有技术的晶片初始结构剖面图；

[0013] 图 2 为现有技术的光刻后光刻胶上图形的剖面图；

[0014] 图 3 为现有技术的通过刻蚀将光刻胶上图形转移到下层的图形转移层的剖面图；

[0015] 图 4 为现有技术的去除掉光刻胶后的图形剖面图；

[0016] 图 5 为现有技术的采用化学汽相外延的方法生长侧墙后的剖面图；

[0017] 图 6 为现有技术的将图形转移层彻底去除后的剖面图；

[0018] 图 7 为依照本发明的将不需要的侧墙暴露出来的剖面图；

[0019] 图 8 为依照本发明的通过刻蚀去除不需要的侧墙后的剖面图；以及

[0020] 图 9 为依照本发明的去除光刻胶后的最终图形。

[0021] 图形的符号说明

[0022] 1 衬底                      2 图形转移层

[0023] 3 第一光刻胶              4CVD 生长的侧墙

[0024] 5 第二光刻胶

#### 具体实施方式

[0025] 以下参照附图并结合示意性的实施例来详细说明本发明技术方案的特征及其技术效果。需要指出的是，类似的附图标记表示类似的结构，本申请中所用的术语“第一”、“第二”、“上”、“下”、“厚”、“薄”等等可用于修饰各种器件结构。这些修饰除非特别说明并非暗示所修饰器件结构的空间、次序或层级关系。

[0026] 首先如图 1 所示，提供半导体晶片，具有衬底 1，可为体硅或绝缘衬底上硅 (SOI)，

也可为 SiC、蓝宝石、SiGe 等。在衬底 1 上形成有图形转移层 2,其成分可以是氧化硅或无定形碳等材料。在图形转移层 2 上旋转涂覆第一光致刻蚀剂 3(也称做第一光刻胶 3)并在一定温度下进行烘烤以固化光刻胶提高附着性,特别地,图 1 中显示的光刻胶 3 为正胶。此外,也可以在图形转移层 2 上先 PVD 沉积 TiN 或氮硅化物来作为底层抗反射涂层(BARC,未示出)然后再涂敷第一光刻胶 3,或是在涂敷第一光刻胶 3 之后在其顶部喷涂顶部抗反射涂层(TAR,未示出),这样可以降低驻波效应,避免线宽增加。

[0027] 其次,如图 2 所示,使用第一掩模板对光刻胶 3 进行曝光,未被第一掩模覆盖的正胶型的光刻胶 3 的部分发生水解,再使用碱性溶液进行显影,被第一掩模覆盖的部分保留下来,随后高温处理以便坚膜,使得留下的光刻胶 3 部分构成第一图形,可以用作后续刻蚀的掩模,其中留下的第一图形线条部分之间的间距与掩模板相同均为 D1,其自身宽度为 D2。

[0028] 再次,如图 3 所示,刻蚀直到暴露出衬底 1。对于大尺寸器件可以使用通常为氢氟酸的刻蚀液湿法刻蚀氧化硅的图形转移层 2,对于小尺寸器件则使用碳氟基等离子体干法刻蚀图形转移层 2 以便提高刻蚀精度。

[0029] 接着,如图 4 所示,使用丙酮和芳香族的有机溶剂或者使用硫酸和双氧水的无机溶剂来去除光刻胶 3,在衬底 1 上留下具有与第一掩模图形一致的图形转移层 2 部分,得到的图形转移层 2 线条部分之间的间距也为 D1。

[0030] 然后,如图 5 所示,通过例如化学汽相外延(CVD)或旋转涂覆的方法在与掩模图形一致的图形转移层 2 部分的两边生长侧墙 4。可先在整个结构上通过 CVD 沉积优选地具有与图形转移层 2 选择比大的材料,例如氮化物,具体地为氮化硅或氮氧化硅,然后进行刻蚀形成图形转移层 2 两侧的侧墙结构 4,也即采用热磷酸进行湿法刻蚀或采用碳氟基等离子体干法刻蚀去除图形转移层 2 线条图形之间的底部以及顶部的氮化物材料,在图形转移层 2 线条图形侧面留下剩余的侧墙结构。也可采用旋转涂敷在图形转移层 2 上形成旋涂玻璃(SOG),热回流使其平整后再刻蚀形成侧墙。侧墙材料还可以是金属,用于形成布线或焊垫。优选地,采用干法刻蚀来形成各种材料的侧墙,以保证线条图形的垂直特性,避免湿法刻蚀对于侧墙的侧向侵蚀使得线条图形的精细度降低。具体地,侧墙结构的宽度为 D3。

[0031] 随后,如图 6 所示,为刻蚀掉图形转移层 2 后的结构,采用氢氟酸湿法去除氧化硅的图形转移层 2 留下不与氢氟酸反应的氮化物,或者使用碳氟基特别是  $\text{CHF}_3$  的等离子体刻蚀气体来干法刻蚀除去图形转移层 2,得到第二图形,第二图形的线条之间的间距为图形转移层 2 留下部分的线条自身宽度 D2。由图 6 可知,由于第二图形是形成在第一图形两侧,因此第二图形包含的线条数目必然是偶数,这就要求版图设计时要充分考虑到对称性,线条之间必须留出足够的冗余且无法为后续布局布线所使用,造成版图面积难以大幅度缩减,提高了版图设计难度。

[0032] 本发明主要是为了改善自对准式二次成像技术的这个弊端,引进了第二步光刻。如图 7 所示,在侧墙结构 4 形成后,再在整个晶片表面上涂覆一层第二光刻胶 5,然后通过与前述的第一光刻类似的传统光刻技术,将不需要的侧墙部分 4' 暴露出来。具体而言,就是使用第二掩模板,其图形是仅暴露出不需要的侧墙部分 4' 而其余绝大部分为掩模遮蔽部分。所述不需要的侧墙部分 4' 指的是那些在版图设计中依据布局布线需要可以留为空白的部分,例如金属连线之间的间隔区域、IC 模块之间的空隙等等,这些不需要的侧墙部分 4' 去

除之后所留下的空白区域,可以作为后续走线的空间,也可以留作绝缘隔离所用。图中显示的不需要的侧墙部分 4' 是位于晶片或版图边缘的单条线条图形,然而可选地,不需要的侧墙部分 4' 也可位于晶片或版图中心区,还可以是任意多条线条图形的组合。

[0033] 然后,如图 8 所示,通过刻蚀的方法将不需要的侧墙部分 4' 去除,具体地,对于氮化物构成的侧墙部分 4',可以采用热磷酸来湿法刻蚀去除,也可以采用碳氟基等离子刻蚀气体来干法刻蚀去除其他材料构成的侧墙。

[0034] 最后使用丙酮和芳香族的有机溶剂或者使用硫酸和双氧水的无机溶剂将第二光刻胶 5 去除就最终得到了留下的侧墙部分 4,构成第三图形,如图 9 所示。通过新加入的第二步光刻可以去掉不希望出现的侧墙,从而得到我们想要的任意条数线条,且能够得到非对称的侧墙结构。由附图 4-6 可以直接毫无疑问地确定,第三图形和 / 或第二图形的宽度  $D_3$  小于第一图形的宽度  $D_2$ 。

[0035] 由此,依照本发明的光刻方法通过引入第二次光刻,用光刻胶保护所需要的侧墙把不需要的使用刻蚀的方法去除掉,主要用来改进自对准式二次成像技术形成的侧墙必须是对称的这一缺点,从而可以得到任意数目特别是奇数数目的线条,能够得到非对称的侧墙结构,无需在某些线条为奇数的线条结构以及一些非平行线条的图形结构中也制造双数线条,消除了布局布线时的冗余线条,减小了版图面积,大大降低了版图设计的难度。

[0036] 尽管已参照一个或多个示例性实施例说明本发明,本领域技术人员可以知晓无需脱离本发明范围而对形成器件结构的方法做出各种合适的改变和等价方式。此外,由所公开的教导可做出许多可能适于特定情形或材料的修改而不脱离本发明范围。因此,本发明的目的不在于限定在作为用于实现本发明的最佳实施方式而公开的特定实施例,而所公开的器件结构及其制造方法将包括落入本发明范围内的所有实施例。

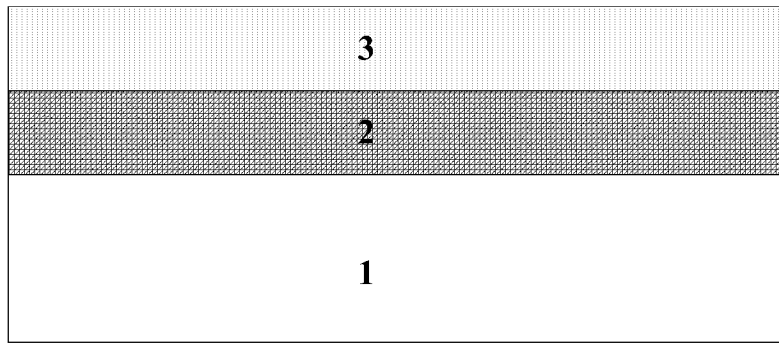


图 1

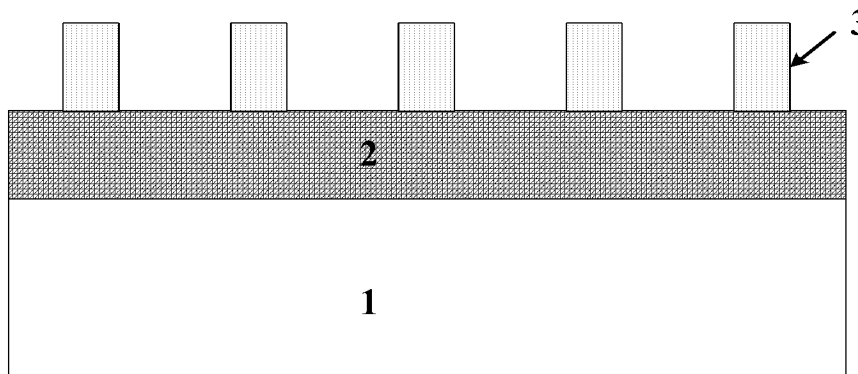


图 2

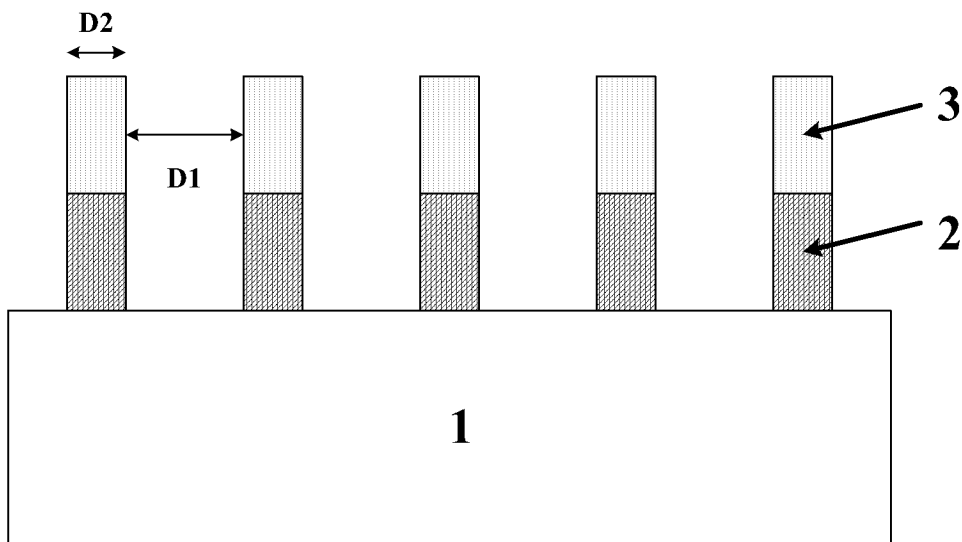


图 3

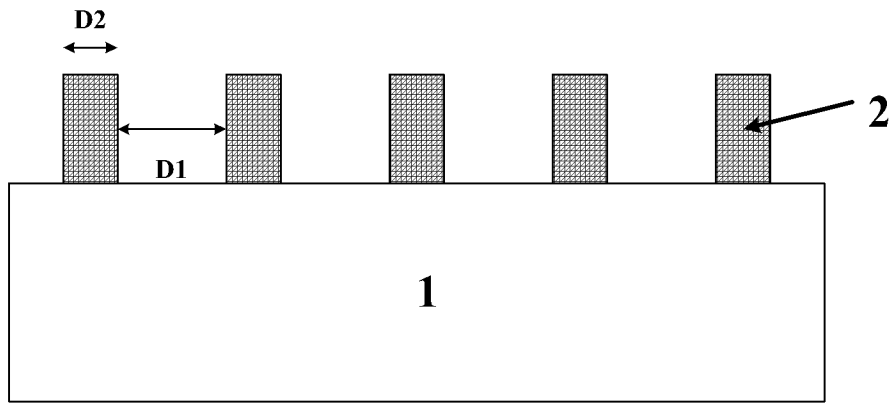


图 4

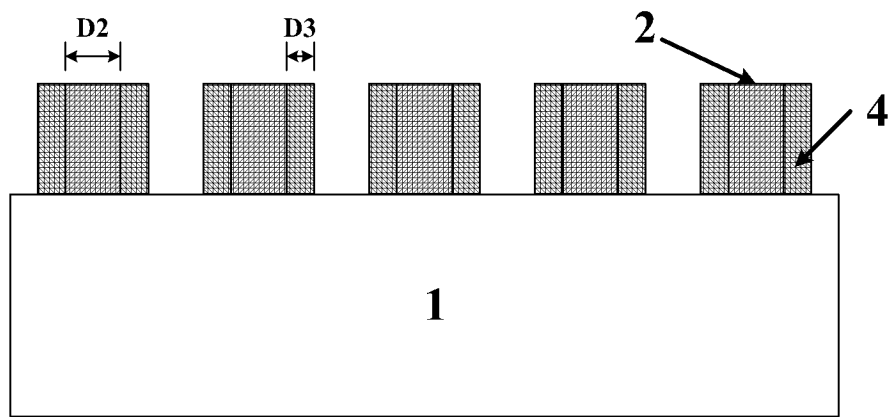


图 5

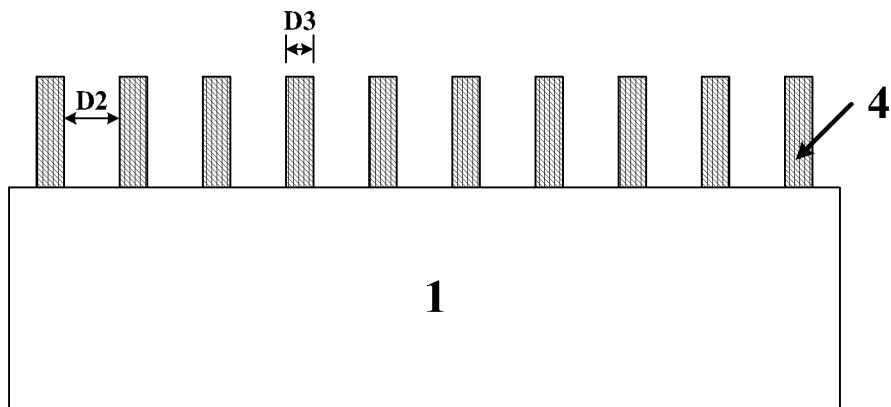


图 6



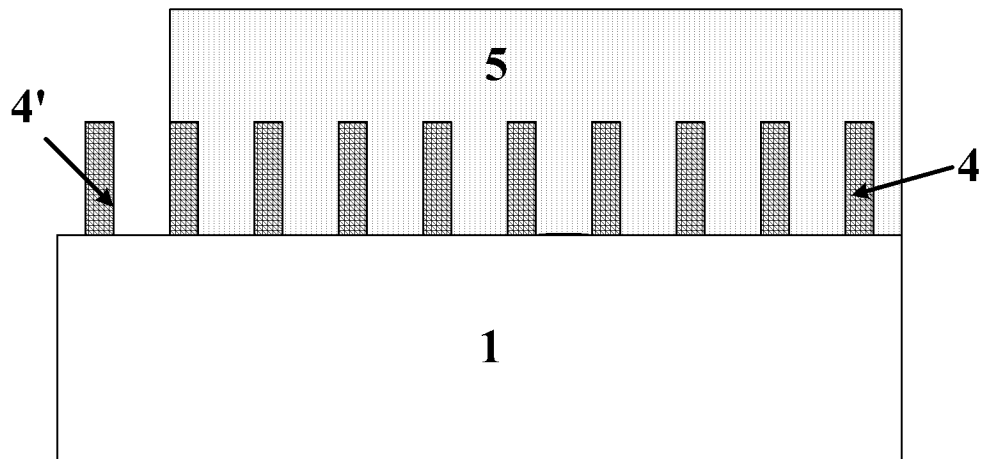


图 7

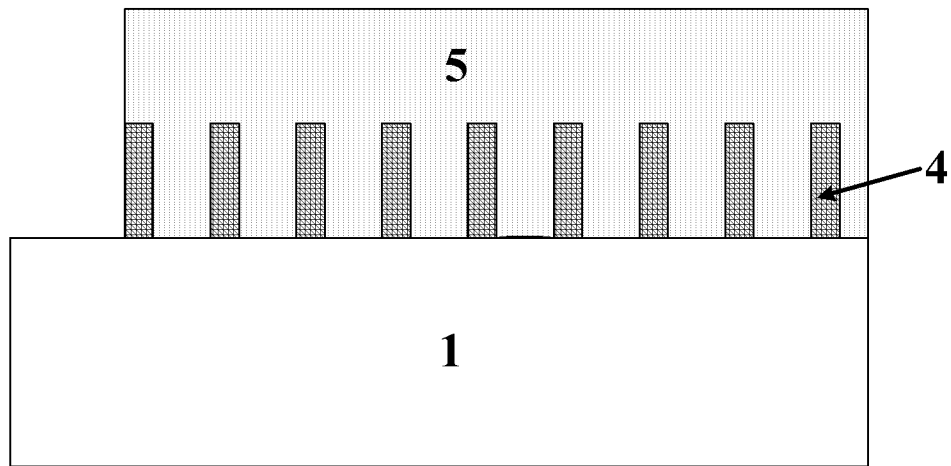


图 8

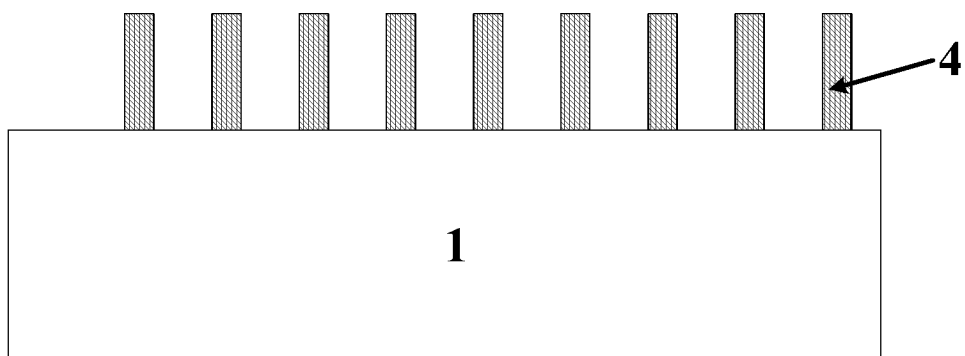


图 9