



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106328531 B

(45)授权公告日 2019.07.02

(21)申请号 201510377770.2

H01L 29/78(2006.01)

(22)申请日 2015.07.01

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

US 5756383 A,1998.05.26,

申请公布号 CN 106328531 A

US 5776806 A,1998.07.07,

(43)申请公布日 2017.01.11

CN 1385895 A,2002.12.18,

(73)专利权人 中芯国际集成电路制造(上海)有限公司

审查员 徐晨

地址 201203 上海市浦东新区张江路18号

(72)发明人 周飞

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 吴敏

(51)Int.Cl.

H01L 21/336(2006.01)

H01L 29/06(2006.01)

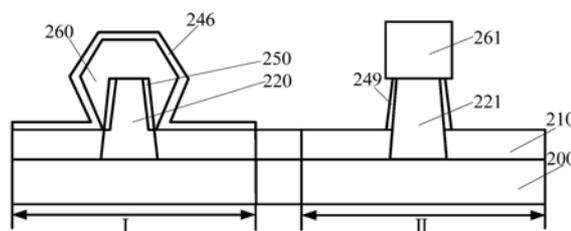
权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54)发明名称

鳍式场效应晶体管的形成方法

(57)摘要

一种鳍式场效应晶体管的形成方法,包括:提供有P型区域和N型区域的半导体衬底,P型区域半导体衬底表面有第一鳍部和横跨第一鳍部的第一栅极结构,N型区域半导体衬底表面有第二鳍部和横跨第二鳍部的第二栅极结构;对第一栅极结构两侧的第一鳍部进行第一轻掺杂注入,形成第一轻掺杂区;第一轻掺杂注入后,在第一栅极结构两侧形成第一侧墙;在第一鳍部表面形成第一源漏区;在第二栅极结构两侧形成第二侧墙,第二侧墙覆盖部分第二鳍部,第二侧墙比第一侧墙薄;在第二鳍部表面形成第二源漏区,第二源漏区中有第二离子,且使第二离子扩散进入第二侧墙覆盖的第二鳍部中,形成第二轻掺杂区。鳍式场效应晶体管的形成方法提高了鳍式场效应晶体管的性能。



1. 一种鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,包括:

提供半导体衬底,半导体衬底具有P型区域和N型区域,P型区域的半导体衬底表面具有第一鳍部和横跨第一鳍部的第一栅极结构,第一栅极结构覆盖部分第一鳍部的顶部表面和侧壁,N型区域的半导体衬底表面具有第二鳍部和横跨第二鳍部的第二栅极结构,第二栅极结构覆盖部分第二鳍部的顶部表面和侧壁;

对第一栅极结构两侧的第一鳍部进行第一轻掺杂注入,形成第一轻掺杂区;

第一轻掺杂注入之后,在第一栅极结构两侧侧壁表面形成第一侧墙,第一侧墙覆盖部分第一轻掺杂区;

在第一栅极结构两侧的第一鳍部表面形成第一源漏区,第一源漏区紧邻第一侧墙的侧壁;

在第二栅极结构两侧侧壁表面形成第二侧墙,第二侧墙的厚度小于第一侧墙的厚度,第二侧墙覆盖部分第二鳍部;

在第二栅极结构两侧的第二鳍部表面形成第二源漏区,第二源漏区紧邻第二侧墙的侧壁,第二源漏区中掺杂有第二离子,且使得第二离子扩散进入第二侧墙覆盖的第二鳍部中,形成第二轻掺杂区;

所述第二侧墙的厚度为10nm~20nm。

2. 根据权利要求1所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,采用第三离子注入在第二源漏区下部的第二鳍部中注入第三离子,形成第三源漏区,且使得第三离子扩散进入第二轻掺杂区;所述第三离子和第二离子相同。

3. 根据权利要求2所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述第三离子注入采用的离子为P离子,注入能量范围为1KeV~8KeV,注入剂量范围为 $2E14atom/cm^2 \sim 2E15atom/cm^2$ ,注入角度为0度~10度。

4. 根据权利要求2所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,第三离子注入采用的离子为As离子,注入能量范围为2KeV~10KeV,注入剂量范围为 $2E14atom/cm^2 \sim 2E15atom/cm^2$ ,注入角度为0度~10度。

5. 根据权利要求2所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述第三源漏区在第二鳍部中的深度为30nm~60nm。

6. 根据权利要求1所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,形成所述第一侧墙的方法为:形成覆盖P型区域和N型区域的第一侧墙材料层;形成覆盖N型区域的第一阻挡层,所述第一阻挡层位于N型区域的第一侧墙材料层表面;以第一阻挡层为掩膜刻蚀P型区域的第一侧墙材料层,在P型区域的第一栅极结构两侧形成第一侧墙。

7. 根据权利要求6所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,形成第一源漏区的方法包括:以第一阻挡层为掩膜刻蚀去除第一栅极结构两侧的部分第一鳍部,使得第一鳍部的高度降低;去除第一阻挡层;在刻蚀后的第一鳍部表面外延生长第一源漏区材料层;对第一源漏区材料层掺杂第一离子。

8. 根据权利要求7所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,在外延生长所述第一源漏区材料层的同时原位掺杂第一离子。

9. 根据权利要求7所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,形成所述第二侧墙的方法为:去除N型区域的第一侧墙材料层;形成覆盖P型区域和N型区域的第二侧墙材料

层;形成覆盖P型区域的第三阻挡层,第三阻挡层位于P型区域的第二侧墙材料层的表面;以第三阻挡层为掩膜刻蚀N型区域的第二侧墙材料层,在N型区域的第二栅极结构两侧形成第二侧墙。

10.根据权利要求9所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,形成第二源漏区的方法包括:以第三阻挡层为掩膜刻蚀去除第二栅极结构两侧的部分第二鳍部,使得第二鳍部的高度降低;去除第三阻挡层;在刻蚀后的第二鳍部表面外延生长第二源漏区材料层;对第二源漏区材料层掺杂第二离子。

11.根据权利要求10所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,在外延生长所述第二源漏区材料层的同时原位掺杂第二离子。

12.根据权利要求1或10所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述第二离子为N型离子。

13.根据权利要求12所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述N型离子为P或As。

14.根据权利要求1所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述第一侧墙的厚度为25nm~40nm。

15.根据权利要求1所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述第一侧墙的材料为氮化硅。

16.根据权利要求1所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述第二侧墙的材料为氮化硅。

17.根据权利要求1所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述第一轻掺杂注入采用的离子为B离子,注入能量范围为1KeV~5KeV,注入剂量范围为 $1E14atom/cm^2 \sim 2E15atom/cm^2$ ,注入角度为0度~20度。

18.根据权利要求1所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述第一源漏区中掺杂有P型离子。

19.根据权利要求1所述的鳍式场效应晶体管的形成方法,其特征在于,所述第一栅极结构包括横跨第一鳍部的第一栅介质层和位于第一栅介质层表面的第一栅电极层;所述第二栅极结构包括横跨第二鳍部的第二栅介质层和位于第二栅介质层表面的第二栅电极层。

## 鳍式场效应晶体管的形成方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造领域,尤其涉及一种鳍式场效应晶体管的形成方法。

### 背景技术

[0002] MOS晶体管是现代集成电路中最重要的元件之一。MOS晶体管的基本结构包括:半导体衬底;位于衬底表面的栅极结构,位于栅极结构两侧半导体衬底内的源漏区。MOS晶体管通过在栅极施加电压,调节通过栅极结构底部沟道的电流来产生开关信号。

[0003] 随着半导体技术的发展,传统的平面式的MOS晶体管对沟道电流的控制能力变弱,造成严重的漏电流。鳍式场效应晶体管(Fin FET)是一种新兴的多栅器件,它一般包括凸出于半导体衬底表面的鳍部,覆盖部分所述鳍部的顶部表面和侧壁的栅极结构,位于栅极结构两侧的鳍部内的源漏区。

[0004] 形成鳍式场效应晶体管的方法包括:提供半导体衬底,所述半导体衬底表面具有凸起的鳍部和横跨所述鳍部的栅极结构,所述栅极结构覆盖部分所述鳍部的顶部和侧壁;在栅极结构两侧侧壁形成侧墙;以侧墙和栅极结构为掩膜对栅极结构两侧的鳍部进行离子注入形成重掺杂的源漏区。

[0005] 随着特征尺寸进一步缩小,现有技术形成的鳍式场效应晶体的性能和可靠性较差。

### 发明内容

[0006] 本发明解决的问题是提供一种鳍式场效应晶体管的形成方法,以提高鳍式场效应晶体的性能和可靠性。

[0007] 为解决上述问题,本发明提供一种鳍式场效应晶体管的形成方法,包括:提供半导体衬底,半导体衬底具有P型区域和N型区域,P型区域的半导体衬底表面具有第一鳍部和横跨第一鳍部的第一栅极结构,第一栅极结构覆盖部分第一鳍部的顶部表面和侧壁,N型区域的半导体衬底表面具有第二鳍部和横跨第二鳍部的第二栅极结构,第二栅极结构覆盖部分第二鳍部的顶部表面和侧壁;对第一栅极结构两侧的第一鳍部进行第一轻掺杂注入,形成第一轻掺杂区;第一轻掺杂注入之后,在第一栅极结构两侧侧壁表面形成第一侧墙,第一侧墙覆盖部分第一轻掺杂区;在第一栅极结构两侧的第一鳍部表面形成第一源漏区,第一源漏区紧邻第一侧墙的侧壁;在第二栅极结构两侧侧壁表面形成第二侧墙,第二侧墙的厚度小于第一侧墙的厚度,第二侧墙覆盖部分第二鳍部;在第二栅极结构两侧的第二鳍部表面形成第二源漏区,第二源漏区紧邻第二侧墙的侧壁,第二源漏区中掺杂有第二离子,且使得第二离子扩散进入第二侧墙覆盖的第二鳍部中,形成第二轻掺杂区。

[0008] 可选的,采用第三离子注入在第二源漏区下部的第二鳍部中注入第三离子,形成第三源漏区,且使得第三离子扩散进入第二轻掺杂区;所述第三离子和第二离子相同。

[0009] 可选的,所述第三离子注入采用的离子为P离子,注入能量范围为1KeV~8KeV,注入剂量范围为 $2E14atom/cm^2 \sim 2E15atom/cm^2$ ,注入角度为0度~10度。

[0010] 可选的,第三离子注入采用的离子为As离子,注入能量范围为2KeV~10KeV,注入剂量范围为 $2E14\text{atom}/\text{cm}^2\sim 2E15\text{atom}/\text{cm}^2$ ,注入角度为0度~10度。

[0011] 可选的,所述第三源漏区在第二鳍部中的深度为30nm~60nm。

[0012] 可选的,形成所述第一侧墙的方法为:形成覆盖P型区域和N型区域的第一侧墙材料层;形成覆盖N型区域的第一阻挡层,所述第一阻挡层位于N型区域的第一侧墙材料层表面;以第一阻挡层为掩膜刻蚀P型区域的第一侧墙材料层,在P型区域的第一栅极结构两侧形成第一侧墙。

[0013] 可选的,形成第一源漏区的方法包括:以第一阻挡层为掩膜刻蚀去除第一栅极结构两侧的部分第一鳍部,使得第一鳍部的高度降低;去除第一阻挡层;在刻蚀后的第一鳍部表面外延生长第一源漏区材料层;对第一源漏区材料层掺杂第一离子。

[0014] 可选的,在外延生长所述第一源漏区材料层的同时原位掺杂第一离子。

[0015] 可选的,形成所述第二侧墙的方法为:去除N型区域的第一侧墙材料层;形成覆盖P型区域和N型区域的第二侧墙材料层;形成覆盖P型区域的第三阻挡层,第三阻挡层位于P型区域的第二侧墙材料层的表面;以第三阻挡层为掩膜刻蚀N型区域的第二侧墙材料层,在N型区域的第二栅极结构两侧形成第二侧墙。

[0016] 可选的,形成第二源漏区的方法包括:以第三阻挡层为掩膜刻蚀去除第二栅极结构两侧的部分第二鳍部,使得第二鳍部的高度降低;去除第三阻挡层;在刻蚀后的第二鳍部表面外延生长第二源漏区材料层;对第二源漏区材料层掺杂第二离子。

[0017] 可选的,在外延生长所述第二源漏区材料层的同时原位掺杂第二离子。

[0018] 可选的,所述第二离子为N型离子。

[0019] 可选的,所述N型离子为P或As。

[0020] 可选的,所述第一侧墙的厚度为25nm~40nm。

[0021] 可选的,所述第二侧墙的厚度为10nm~20nm。

[0022] 可选的,所述第一侧墙的材料为氮化硅。

[0023] 可选的,所述第二侧墙的材料为氮化硅。

[0024] 可选的,所述第一轻掺杂注入采用的离子为B离子,注入能量范围为1KeV~5KeV,注入剂量范围为 $1E14\text{atom}/\text{cm}^2\sim 2E15\text{atom}/\text{cm}^2$ ,注入角度为0度~20度。

[0025] 可选的,所述第一源漏区中掺杂有P型离子。

[0026] 可选的,所述第一栅极结构包括横跨第一鳍部的第一栅介质层和位于第一栅介质层表面的第一栅电极层;所述第二栅极结构包括横跨第二鳍部的第二栅介质层和位于第二栅介质层表面的第二栅电极层。

[0027] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有以下优点:

[0028] 本发明提供的鳍式场效应晶体管的形成方法,在具有P型区域和N型区域的鳍式场效应晶体管中,进行第一轻掺杂区注入之后,没有紧接着进行第二轻掺杂注入,而是在第一栅极结构两侧侧壁表面形成第一侧墙;在第一栅极结构两侧的第一鳍部表面形成第一源漏区,第一源漏区紧邻第一侧墙的侧壁;在第二栅极结构两侧侧壁表面形成第二侧墙,第二侧墙的厚度小于第一侧墙的厚度,第二侧墙覆盖部分第二鳍部;在第二栅极结构两侧的第二鳍部表面形成第二源漏区,第二源漏区紧邻第二侧墙的侧壁,第二源漏区中掺杂有第二离子,且使得第二离子扩散进入第二侧墙覆盖的第二鳍部中,形成第二轻掺杂区。由于所述第

二侧墙的厚度较小,第二源漏区和第二栅极结构之间的距离较小,所以第二源漏区的第二离子能够扩散进入第二侧墙覆盖的第二鳍部中,形成第二轻掺杂区。从而避免了采用离子注入的方式形成第二轻掺杂区,避免了第二轻掺杂区存在注入损伤,提高了鳍式场效应晶体管的性能。

[0029] 进一步的,在第二源漏区下部的第二鳍部中注入第三离子,形成第三源漏区,所述第三离子和第二离子相同,第三源漏区中的第三离子能够扩散进入第二轻掺杂区,尤其是第三离子能够扩散进入在第二鳍部底部区域的第二轻掺杂区,使得在第二轻掺杂区中分布的第二离子的浓度梯度减小,第二离子在第二轻掺杂区中分布更加均匀。

## 附图说明

[0030] 图1至图3为本发明一实施例中鳍式场效应晶体管的结构示意图。

[0031] 图4至图30为本发明另一实施例中鳍式场效应晶体管的形成过程的结构示意图。

## 具体实施方式

[0032] 现有技术形成的鳍式场效应晶体管的性能和可靠性较差。

[0033] 图1至图3为本发明一实施例中鳍式场效应晶体管的结构示意图。

[0034] 鳍式场效应晶体管的形成方法包括以下步骤:结合参考图1至图3,提供半导体衬底100,半导体衬底100具有P型区域(I区域)和N型区域(II区域),P型区域的半导体衬底100表面具有第一鳍部120和横跨第一鳍部120的第一栅极结构130,第一栅极结构130覆盖部分第一鳍部120的顶部表面和侧壁;N型区域的半导体衬底100表面具有第二鳍部121和横跨第二鳍部121的第二栅极结构133,所述第二栅极结构133覆盖部分第二鳍部121的顶部表面和侧壁;对第一栅极结构130两侧的第一鳍部120进行第一轻掺杂注入,在第一鳍部120中形成第一轻掺杂区150;对第二栅极结构133两侧的第二鳍部121进行第二轻掺杂注入,在第二鳍部121中形成第二轻掺杂区151;在第一栅极结构130两侧的第一偏移侧墙140表面形成第一侧墙142;在第一栅极结构130的第一鳍部120表面形成第一源漏区160,第一源漏区160紧邻第一侧墙142的侧壁;在第二栅极结构133两侧的第二偏移侧墙141的侧壁表面形成第二侧墙143;在第二栅极结构133两侧的第二鳍部121表面形成第二源漏区161,第二源漏区161紧邻第二侧墙143的侧壁。

[0035] 图1为鳍式场效应晶体管沿着I区域第一鳍部延伸方向的剖视图;图2为鳍式场效应晶体管沿着II区域第二鳍部延伸方向的剖视图;图3为鳍式场效应晶体管沿着I区域和II区域平行于第一栅极结构和第二栅极结构延伸方向且通过第一鳍部和第二鳍部的剖视图。

[0036] 第一栅极结构130包括横跨第一鳍部120的第一栅介质层131和覆盖第一栅介质层131的第一栅电极层132,第二栅极结构133包括横跨第二鳍部121的第二栅介质层134和覆盖第二栅介质层134的第二栅电极层135。

[0037] 第一栅极结构130和第二栅极结构133相互电学隔离。

[0038] 半导体衬底100上还具有隔离结构110,隔离结构110的表面低于第一鳍部120和第二鳍部121的顶部表面,隔离结构110用于电学隔离第一鳍部120,且电学隔离第二鳍部121。

[0039] 第一轻掺杂注入采用的离子为B,第二轻掺杂注入采用的离子为As或P。

[0040] 第一侧墙142的厚度等于第二侧墙143的厚度。

[0041] 研究发现,上述方法形成的鳍式场效应晶体管依然存在性能和可靠性差的原因在于:

[0042] 在具有P型区域和N型区域的鳍式场效应管晶体管中,对鳍式场效应晶体管进行第二轻掺杂注入的过程中采用的离子为P或As,相对于第一轻掺杂注入采用的B离子,P或As的相对原子质量较大,所以第二轻掺杂注入对第二鳍部会造成较大的注入损伤,即形成的第二轻掺杂区中存在较大的注入损伤,且在后续进行退火处理的过程中所述注入损伤也难以得到修复。

[0043] 为了降低第二轻掺杂区中的注入损伤,可以采用热离子注入形成所述第二轻掺杂区,但是采用热离子注入形成所述第二轻掺杂区会增加工艺的复杂度,原因为:热离子注入需要较高的温度,通常温度范围为400摄氏度至500摄氏度,需要增加热源;光阻在所述温度范围内会发生严重变形,不能作为热离子注入的掩膜,所以需要形成硬掩膜层作为热离子注入的掩膜,而形成所述硬掩膜层还需要使用光阻来定义所述硬掩膜层的图案,增加了工艺次数和复杂度;在去除硬掩膜层的过程中容易对鳍部造成损伤。

[0044] 本发明提供了另一实施例的鳍式场效应晶体管的形成方法,包括:提供半导体衬底,半导体衬底具有P型区域和N型区域,P型区域的半导体衬底表面具有第一鳍部和横跨第一鳍部的第一栅极结构,第一栅极结构覆盖部分第一鳍部的顶部表面和侧壁,N型区域的半导体衬底表面具有第二鳍部和横跨第二鳍部的第二栅极结构,第二栅极结构覆盖部分第二鳍部的顶部表面和侧壁;对第一栅极结构两侧的第一鳍部进行第一轻掺杂注入,形成第一轻掺杂区;第一轻掺杂注入之后,在第一栅极结构两侧侧壁表面形成第一侧墙,第一侧墙覆盖部分第一轻掺杂区;在第一栅极结构两侧的第一鳍部表面形成第一源漏区,第一源漏区紧邻第一侧墙的侧壁;在第二栅极结构两侧侧壁表面形成第二侧墙,第二侧墙的厚度小于第一侧墙的厚度,第二侧墙覆盖部分第二鳍部;在第二栅极结构两侧的第二鳍部表面形成第二源漏区,第二源漏区紧邻第二侧墙的侧壁,第二源漏区中掺杂有第二离子,且使得第二离子扩散进入第二侧墙覆盖的第二鳍部中,形成第二轻掺杂区。

[0045] 在具有P型区域和N型区域的鳍式场效应晶体管中,进行第一轻掺杂区注入之后,没有紧接着进行第二轻掺杂注入,而是在第一栅极结构两侧侧壁表面形成第一侧墙;在第一栅极结构两侧的第一鳍部表面形成第一源漏区,第一源漏区紧邻第一侧墙的侧壁;在第二栅极结构两侧侧壁表面形成第二侧墙,第二侧墙的厚度小于第一侧墙的厚度,第二侧墙覆盖部分第二鳍部;在第二栅极结构两侧的第二鳍部表面形成第二源漏区,第二源漏区紧邻第二侧墙的侧壁,第二源漏区中掺杂有第二离子,且使得第二离子扩散进入第二侧墙覆盖的第二鳍部中,形成第二轻掺杂区。由于所述第二侧墙的厚度较小,第二源漏区和第二栅极结构之间的距离较小,所以第二源漏区的第二离子能够扩散进入第二侧墙覆盖的第二鳍部中,形成第二轻掺杂区。从而避免了采用离子注入的方式形成第二轻掺杂区,避免了第二轻掺杂区存在注入损伤,提高了鳍式场效应晶体管的性能。

[0046] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施例做详细的说明。

[0047] 结合参考图4至图7,提供半导体衬底200,半导体衬底200具有P型区域(I区域)和N型区域(II区域),P型区域的半导体衬底200表面具有第一鳍部220和横跨第一鳍部220的第一栅极结构230,第一栅极结构230覆盖部分第一鳍部220的顶部表面和侧壁,N型区域的半

导体衬底表面200具有第二鳍部221和横跨第二鳍部221的第二栅极结构233,第二栅极结构233覆盖部分第二鳍部221的顶部表面和侧壁。

[0048] 图5为鳍式场效应晶体管沿着图4中I区域第一鳍部延伸方向(A-A1轴线)的剖视图;图6为鳍式场效应晶体管沿着图4中II区域第二鳍部延伸方向(A2-A3轴线)的剖视图;图7为鳍式场效应晶体管沿着图4中I区域和II区域平行于第一栅极结构和第二栅极结构延伸方向且通过第一鳍部和第二鳍部(B-B1轴线)获得的剖视图。

[0049] 所述半导体衬底200可以是单晶硅,多晶硅或非晶硅;半导体衬底200也可以是硅、锗、锗化硅、砷化镓等半导体材料;所述半导体衬底200可以是体材料,也可以是复合结构,如绝缘体上硅;所述半导体衬底200还可以是其它半导体材料,这里不再一一举例。本实施例中,所述半导体衬底200的材料为硅。

[0050] 本实施例中,第一鳍部220和第二鳍部221的形成方法为:在半导体衬底200表面沉积鳍部材料层,然后以半导体衬底200为刻蚀停止层刻蚀鳍部材料层,形成第一鳍部220和第二鳍部221。

[0051] 在另一个实施例中,第一鳍部220和第二鳍部221与半导体衬底200是一体的,形成第一鳍部220和第二鳍部221的方法为:在半导体衬底200表面形成具有图案化的掩膜层,所述图案化的掩膜层定义第一鳍部220和第二鳍部221的位置,以所述图案化的掩膜层为掩膜刻蚀半导体衬底200,形成第一鳍部220和第二鳍部221。

[0052] 本实施例中,以P型区域具有一个第一鳍部220作为示例,以N型区域具有一个第二鳍部221作为示例。实际工艺中可以根据需要在P型区域形成多个第一鳍部220,在N型区域形成多个第二鳍部221。

[0053] 第一栅极结构230包括横跨第一鳍部220的第一栅介质层231和覆盖第一栅介质层231的第一栅电极层232。第二栅极结构233包括横跨第二鳍部221的第二栅介质层234和覆盖第二栅介质层234的第二栅电极层235。

[0054] 所述第一栅介质层231位于隔离结构210表面、覆盖部分第一鳍部220顶部表面和侧壁,所述第一栅电极层232位于第一栅介质层231的表面。所述第二栅介质层234位于隔离结构210表面、覆盖部分第二鳍部221顶部表面和侧壁,所述第二栅电极层235位于第二栅介质层234的表面。

[0055] 本实施例中,第一栅介质层231和第二栅介质层234的材料为氧化硅,第一栅电极层232和第二栅电极层235的材料为多晶硅。在其它实施例中,第一栅介质层231和第二栅介质层234的材料为高K介质材料(K大于3.9),如 $\text{HfO}_2$ 、 $\text{HfSiON}$ 、 $\text{HfAlO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 或 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,第一栅电极层232和第二栅电极层235的材料为金属材料,如Al、Cu、Ag、Au、Pt、Ni、Ti、TiN、Ta、TaN、W、WN或WSi。

[0056] 形成第一栅极结构230和第二栅极结构233的方法为:形成覆盖所述隔离结构210、第一鳍部220和第二鳍部221的栅介质材料层;在所述栅介质材料层表面形成栅电极材料层;在所述栅电极材料层表面形成图形化的掩膜层(未图示),所述图形化的掩膜层定义形成的第一栅极结构230和第二栅极结构233的位置;以所述图形化的掩膜层作为掩膜,采用刻蚀工艺刻蚀所述栅介质材料层和栅电极材料层,形成第一栅极结构230和第二栅极结构233。所述第一栅极结构230两侧暴露出部分第一鳍部220,所述第二栅极结构233两侧暴露出部分第二鳍部221。

[0057] 需要说明的是,在形成第一栅极结构230和第二栅极结构233的过程中,可以不去掉定义第一栅极结构230和第二栅极结构233位置的掩膜层,在第一栅极结构230和第二栅极结构233顶部表面保留所述掩膜层(未图示),在后续形成第一源漏区和第二源漏区的过程中可以保护第一栅极结构230和第二栅极结构233。

[0058] 半导体衬底200表面还具有隔离结构210,隔离结构210的表面低于第一鳍部220和第二鳍部221的顶部表面,隔离结构210用于电学隔离第一鳍部220,且电学隔离第二鳍部221。

[0059] 所述第一鳍部220和第二鳍部221还可以掺杂不同的杂质离子,用于调节鳍式场效应晶体管的阈值电压。在P型区域(I区域)的第一鳍部220中掺杂N型离子,在N型区域(II区域)的第二鳍部221中掺杂P型离子。

[0060] 结合参考图8和图9,在第一栅极结构230两侧侧壁表面形成第一偏移侧墙240,在第二栅极结构233两侧侧壁表面形成第二偏移侧墙241。

[0061] 形成第一偏移侧墙240和第二偏移侧墙241的方法为:在P型区域(I区域)和N型区域(II区域)沉积偏移侧墙材料层,采用各向异性干法刻蚀工艺刻蚀偏移侧墙材料层,在第一栅极结构230两侧侧壁表面形成第一偏移侧壁240,同时在第二栅极结构233两侧侧壁表面形成第二偏移侧墙241。

[0062] 所述第一偏移侧墙240保护第一栅极结构230,所述第二偏移侧墙241保护第二栅极结构233。

[0063] 第一偏移侧墙240和第二偏移侧墙241的材料包括氮化硅,氧化硅或者氮氧化硅等绝缘材料。本实施例中第一偏移侧墙240和第二偏移侧墙241的材料为氮化硅。

[0064] 需要说明的是,形成第一偏移侧墙240的同时形成第二偏移侧墙233,能够简化工艺。在其它实施例中,第二栅极结构233两侧侧壁表面可以不形成第二偏移侧墙241,只在第一栅极结构230两侧侧壁表面形成第一偏移侧墙240。

[0065] 结合参考图8至图10,对第一栅极结构230两侧的第一鳍部220进行第一轻掺杂注入,形成第一轻掺杂区250。

[0066] 第一轻掺杂区250位于第一栅极结构230两侧的第一鳍部220中,第一轻掺杂区250位于第一鳍部220的侧部和上部。

[0067] 第一鳍部220的上部指的是在第一鳍部220内靠近第一鳍部220顶部表面的区域,所述上部中的点到第一鳍部220顶部表面的距离小于等于二分之一的第一鳍部220的厚度;第一鳍部220的侧部指的是在第一鳍部220内靠近第一鳍部220侧壁表面的区域,所述侧部中的点到第一鳍部220侧壁表面的距离小于等于二分之一的第一鳍部220厚度。第一鳍部220的厚度为平行于第一栅极结构230延伸方向的尺寸。

[0068] 形成覆盖N型区域(II区域)的第一掩膜层(未图示),以N型区域(II区域)的第一掩膜层、第一栅极结构230、第一偏移侧墙240为掩膜对第一栅极结构230两侧的第一鳍部220进行第一轻掺杂注入,在P型区域(I区域)形成第一轻掺杂区250,第一轻掺杂区250位于第一鳍部220的上部和侧部。

[0069] 所述第一掩膜层选用光刻胶。

[0070] 在本实施例中,第一轻掺杂注入采用的离子为B,注入能量范围为1KeV~5KeV,注入剂量范围为 $1E14\text{atom}/\text{cm}^2\sim 2E15\text{atom}/\text{cm}^2$ ,注入角度为0度~20度。

[0071] 所述第一轻掺杂区250用于降低后续形成的第一源漏区的横向电场强度,减小热载流子效应。

[0072] 在所述第一轻掺杂注入之后,可以对注入的离子进行退火处理,激活掺杂离子和消除注入缺陷。也可以在后续形成第一源漏区和第二源漏区之后一并进行退火处理。

[0073] 对鳍式场效应晶体管进行第一轻掺杂注入的过程中采用的离子为B离子,而后续形成的第二轻掺杂区中掺杂的离子为P或As,P或As的相对原子质量较大,如果采用离子注入的方式在鳍部中形成第二轻掺杂区,会对第二鳍部产生较大的注入损伤,即形成的第二轻掺杂区中存在较大的注入损伤,且在后续退火的过程中该注入损伤也难以得到修复。为了避免采用离子注入的方式在第二鳍部中形成第二轻掺杂区,使得形成的第二轻掺杂区不存在注入损伤,在第一轻掺杂注入之后不会紧接着形成第二轻掺杂区,而是后续在第二栅极结构两侧形成厚度较小的第二侧墙,使得后续形成的第二源漏区和第二栅极结构之间的距离减小,由于第二侧墙的厚度较小,后续形成的第二源漏区中掺杂的第二离子可以通过扩散在第二栅极结构两侧的第二鳍部中形成第二轻掺杂区。

[0074] 结合参考图11至图13,形成覆盖P型区域(I区域)和N型区域(II区域)的第一侧墙材料层242;形成覆盖N型区域(II区域)的第一阻挡层243,第一阻挡层243位于N型区域(II区域)第一侧墙材料层242表面。

[0075] 所述第一阻挡层243的材料为光刻胶。

[0076] 所述第一侧墙材料层242的材料包括氮化硅,氧化硅或者氮氧化硅等绝缘材料。本实施例中,第一侧墙材料层242的材料为氮化硅。

[0077] 采用沉积工艺,如等离子体增强化学气相沉积或原子层沉积,沉积第一侧墙材料层242,所述第一侧墙材料层242覆盖整个P型区域(I区域)和N型区域(II区域)。

[0078] 形成第一侧墙材料层242之后,在N型区域(II区域)的第一侧墙材料层242表面形成第一阻挡层243。

[0079] 第一阻挡层243作为后续刻蚀P型区域(I区域)的第一侧墙材料层242的掩膜层,使得在后续形成第一侧墙的过程中N型区域(II区域)的第一侧墙材料层242不被刻蚀。

[0080] 结合参考图14和图15,刻蚀P型区域(I区域)的第一侧墙材料层242(参考图11和图13),在P型区域(I区域)第一栅极结构230两侧的第一偏移侧墙240侧壁表面形成第一侧墙244。

[0081] 以第一阻挡层243(参考图12和图13)为掩膜,采用各向异性干法刻蚀工艺刻蚀P型区域(I区域)的第一侧墙材料层242,在P型区域(I区域)的第一栅极结构230两侧的第一偏移侧墙240侧壁表面形成第一侧墙244。

[0082] 所述第一侧墙244的厚度为25nm~40nm。

[0083] 需要说明的是,可以调整刻蚀的工艺参数,使得在P型区域(I区域),除了第一栅极结构230两侧的部分第一侧墙材料层242保留以形成第一侧墙244,其余位置处的第一侧墙材料层242均被刻蚀去除。在P型区域(I区域)第一栅极结构230两侧的第一鳍部220被完全暴露出来(参考图15),后续在P型区域(I区域)暴露的第一鳍部220表面形成第一源漏区,第一源漏区中的材料具有应力,第一源漏区的材料中的应力可以更好的施加到第一栅极结构230底部的沟道中。

[0084] 所述第一侧墙244保护第一栅极结构230并定义后续形成的第一源漏区与第一栅

极结构230之间的距离,以及定义第一侧墙244覆盖的第一轻掺杂区250的宽度。所述宽度指的是沿着第一鳍部220延伸方向的尺寸。

[0085] 结合参考图16和图17,在第一栅极结构230两侧的第一鳍部220表面形成第一源漏区260,第一源漏区260紧邻第一侧墙244的侧壁。

[0086] 形成第一源漏区260的方法为:以第一阻挡层243为掩膜刻蚀去除第一栅极结构230两侧的部分第一鳍部220,使得第一鳍部220的高度降低;去除覆盖N型区域(II区域)的第一阻挡层243;在刻蚀后的第一鳍部220表面外延生长第一源漏区材料层;对第一源漏区材料层掺杂第一离子。

[0087] 在一个实施例中,在外延生长所述第一源漏区材料层的同时原位掺杂第一离子。

[0088] 在另一个实施例中,在外延生长第一源漏区材料层之后进行第一离子注入,在第一源漏区材料层中掺杂第一离子。

[0089] 所述第一源漏区材料层的材料为锗化硅。

[0090] 所述第一离子为P型离子,如B或In。

[0091] 第一源漏区260紧邻第一侧墙244的侧壁指的是第一源漏区260的侧壁表面与第一侧墙244的侧壁表面之间的最小距离为零。

[0092] 结合参考图18至图20,形成覆盖P型区域(I区域)第二阻挡层245,以第二阻挡层245为掩膜,刻蚀去除N型区域(II区域)的第一侧墙材料层242(参考图12和图17)和第一偏移侧墙241(参考图12)。

[0093] 所述第二阻挡层245的材料为光刻胶。

[0094] 第二阻挡层245作为刻蚀去除N型区域(II区域)的第一侧墙材料层242和第一偏移侧墙241的掩膜层,保护P型区域(I区域)不受到刻蚀的影响。

[0095] 采用干法刻蚀去除N型区域(II区域)的第一侧墙材料层242和第一偏移侧墙241,具体的工艺参数为:采用的气体包括 $\text{CH}_3\text{F}$ 和 $\text{O}_2$ , $\text{CH}_3\text{F}$ 的流量为 $50\text{sccm}\sim 350\text{sccm}$ , $\text{O}_2$ 的流量为 $10\text{sccm}\sim 40\text{sccm}$ ,射频源功率为100瓦 $\sim$ 500瓦,偏置电压100V $\sim$ 500V,刻蚀腔室压强为40mtorr $\sim$ 250mtorr。

[0096] 去除N型区域(II区域)的第一侧墙材料层242和第一偏移侧墙241之后,把第二阻挡层245通过灰化工艺去除,后续在N型区域(II区域)的第二栅极结构233两侧形成较薄的第二侧墙。

[0097] 需要说明的是,本实施例中,为了简化工艺,将N型区域(II区域)的第一侧墙材料层242和第一偏移侧墙241一并去除。在其它实施例中,也可以只将N型区域(II区域)第一侧墙材料层242去除。

[0098] 参考图21至图23,形成覆盖P型区域(I区域)和N型区域(II区域)的第二侧墙材料层246;形成覆盖P型区域(I区域)的第三阻挡层247,第三阻挡层247位于P型区域(I区域)的第二侧墙材料层246的表面。

[0099] 第二侧墙材料层246的材料包括氮化硅,氧化硅或者氮氧化硅等绝缘材料。本实施例中,第二侧墙材料层246的材料为氮化硅。

[0100] 采用沉积工艺,如等离子体增强化学气相沉积或原子层沉积,形成第二侧墙材料层246,所述第二侧墙材料层246覆盖整个P型区域(I区域)和N型区域(II区域)。

[0101] 形成第二侧墙材料层246之后,在P型区域(II区域)的第二侧墙材料层246表面形

成第三阻挡层247。

[0102] 所述第三阻挡层247的材料为光刻胶。

[0103] 第三阻挡层247作为后续刻蚀N型区域(II区域)的第二侧墙材料层246的掩膜层,使得在后续形成第二侧墙的过程中P型区域(I区域)的第二侧墙材料层246不被刻蚀。

[0104] 结合参考图24和图25,刻蚀N型区域(II区域)的第二侧墙材料层246,在N型区域(II区域)的第二栅极结构233两侧侧壁表面形成第二侧墙248,所述第二侧墙248覆盖部分第二鳍部221,所述第二侧墙248的厚度小于第一侧墙244的厚度。

[0105] 以第三阻挡层247为掩膜,采用各向异性干法刻蚀工艺刻蚀N型区域(II区域)的第二侧墙材料层246,在N型区域(II区域)的第二栅极结构233两侧侧壁表面形成第二侧墙248,具体的工艺参数为:采用的气体包括 $\text{CH}_3\text{F}$ 和 $\text{O}_2$ , $\text{CH}_3\text{F}$ 的流量为 $50\text{sccm}\sim 350\text{sccm}$ , $\text{O}_2$ 的流量为 $10\text{sccm}\sim 40\text{sccm}$ ,射频源功率为100瓦 $\sim$ 500瓦,偏置电压100V $\sim$ 500V,刻蚀腔室压强为 $40\text{mtorr}\sim 250\text{mtorr}$ 。

[0106] 需要说明的是,可以调整刻蚀的工艺参数,使得在N型区域(II区域),第二栅极结构233两侧保留部分第二侧墙材料层246以形成第二侧墙248,同时,在第二鳍部221两侧侧壁保留部分第二侧墙材料层246以在第二鳍部221两侧侧壁形成第二鳍部侧墙249,第二鳍部侧墙249低于第二鳍部221的顶部表面。在其它实施例中,也可以将N型区域(II区域)第二鳍部221表面的第二侧墙材料层246全部去除,将N型区域(II区域)第二栅极结构233两侧的第二鳍部221完全暴露出来。

[0107] 所述第二侧墙248保护第二栅极结构233并定义后续形成的第二源漏区与第二栅极结构233之间的距离,以及定义第二侧墙248覆盖的第二鳍部221的宽度。所述宽度指的是沿着第二鳍部221延伸方向的尺寸。

[0108] 所述第二侧墙248的厚度小于第一侧墙的244的厚度,使得第二侧墙248覆盖的第二鳍部221的区域减小,从而使得第二栅极结构233和后续形成的第二源漏区之间的距离减小。

[0109] 本实施例中,所述第二侧墙248的厚度为 $10\text{nm}\sim 20\text{nm}$ 。

[0110] 由于在形成第二侧墙248之前去除了N型区域的第一侧墙材料层242,然后在第二栅极结构233两侧侧壁表面形成厚度较小的第二侧墙248,使得第二侧墙248的厚度小于第一侧墙244的厚度,使得第二栅极结构233和后续形成的第二源漏区之间的距离减小,由于第二侧墙248的厚度较小,后续形成的第二源漏区中掺杂的第二离子可以扩散进入第二侧墙248覆盖的第二鳍部221中,在第二栅极结构233两侧的第二鳍部221中形成第二轻掺杂区。避免采用离子注入的方式形成第二轻掺杂区,从而避免了形成的第二轻掺杂区中存在注入损伤,以提高待形成的鳍式场效应晶体管的性能。

[0111] 需要说明的是,本实施例中,形成厚度较小的第二侧墙248采用先形成覆盖P型区域(I区域)第二阻挡层245,以第二阻挡层245为掩膜,刻蚀去除N型区域(II区域)的第一侧墙材料层242和第二偏移侧墙241;然后形成覆盖P型区域(I区域)和N型区域(II区域)的第二侧墙材料层246,形成覆盖P型区域(I区域)第二侧墙材料层246表面的第三阻挡层247;以第三阻挡层247为掩膜采用各向异性刻蚀工艺刻蚀第二侧墙材料层246,在N型区域(II区域)第二栅极结构233两侧形成第二侧墙248,所述第二侧墙248的厚度小于第一侧墙244的厚度。采用上述方法可以形成厚度较小的第二侧墙248,另外,在形成厚度较小的第二侧墙

248时,减小了刻蚀对第二鳍部221的损伤,且形成的第二侧墙248不会暴露出第二栅极结构233的部分侧壁。

[0112] 在另一个实施例中,先形成覆盖P型区域(I区域)和N型区域(II区域)的第二侧墙材料层;形成覆盖P型区域(I区域)的第二阻挡层;然后以第二阻挡层为掩膜采用各向异性刻蚀工艺刻蚀N型区域(II区域)的第一侧墙材料层和第二侧墙材料层,由于第一侧墙材料层和第二侧墙材料层的总厚度较厚,难以形成较薄的第二侧墙,原因在于:如果待形成的第二侧墙厚度较薄,需要增加对第一侧墙材料层和第二侧墙材料层的刻蚀程度,造成对第二鳍部的刻蚀损伤,且暴露出第二栅极结构的部分侧壁。

[0113] 结合参考图26至图28,在第二栅极结构233两侧的第二鳍部221表面形成第二源漏区261,所述第二源漏区261紧邻第二侧墙248的侧壁,第二源漏区261中掺杂有第二离子,且使得第二离子扩散进入第二侧墙248覆盖的第二鳍部221中,形成第二轻掺杂区251。

[0114] 所述第二轻掺杂区251位于第二栅极结构233两侧的第二鳍部221中,第二轻掺杂区251位于第二鳍部221的侧部和上部,所述第二侧墙248覆盖第二轻掺杂区251。

[0115] 第二鳍部221的上部指的是在第二鳍部221内靠近第二鳍部221顶部表面的区域,所述上部中的点到第二鳍部221顶部表面的距离小于等二分之一的第二鳍部221厚度的区域;第二鳍部221的侧部指的是在第二鳍部221内靠近第二鳍部221侧壁表面的区域,所述侧部中的点到第二鳍部221侧壁表面的距离小于等于二分之一的第二鳍部221厚度的区域。

[0116] 第二鳍部221的厚度为平行于第二栅极结构233延伸方向的尺寸。

[0117] 形成第二源漏区261的方法为:以第三阻挡层247(参考图25)为掩膜刻蚀第二栅极结构233两侧的部分第二鳍部221,使得刻蚀后的第二鳍部221高度与第二鳍部侧墙249齐平;去除覆盖P型区域(I区域)的第三阻挡层247;在刻蚀后的第二鳍部221表面外延生长第二源漏区材料层;对第二源漏区材料层掺杂第二离子。

[0118] 在一个实施例中,在外延生长所述第二源漏区材料层的同时原位掺杂第二离子。

[0119] 在另一个实施例中,在外延生长第二源漏区材料层之后进行第二离子注入,在第二源漏区材料层中掺杂第二离子。

[0120] 所述第二源漏区材料层的材料为碳化硅。

[0121] 所述第二离子为N型离子,如P或As。

[0122] 第二源漏区261紧邻第二侧墙248的侧壁指的是第二源漏区261的侧壁表面与第二侧墙248的侧壁表面之间的最小距离为零。

[0123] 由于第二侧墙248的厚度小于第一侧墙244的厚度,使得第二源漏区261和第二栅极结构233之间的距离减小,第二源漏区261中掺杂的第二离子可以扩散进入第二侧墙248覆盖的第二鳍部221中,在第二栅极结构233两侧的第二鳍部221中形成第二轻掺杂区251,所述第二轻掺杂区251位于第二栅极结构233两侧的第二鳍部221的上部和侧部,所述第二侧墙248覆盖第二轻掺杂区251。避免采用离子注入的方式形成第二轻掺杂区251,从而避免了第二轻掺杂区251中存在注入损伤,使得鳍式场效应晶体管的性能提高。

[0124] 形成第二源漏区261后,进行退火处理。

[0125] 需要说明的是,第二离子扩散后,在第二源漏区261底部的第二鳍部221中也分布第二离子,未作图示。

[0126] 需要说明的是,当没有形成第二鳍部侧墙249,第二栅极结构233两侧的第二鳍部

221底部的侧壁会暴露出来,此时形成第二源漏区261的方法为:以第三阻挡层247(参考图25)为掩膜刻蚀第二栅极结构233两侧的部分第二鳍部221,使得第二鳍部221的高度降低;去除覆盖P型区域(I区域)的第三阻挡层247;在刻蚀后的第二鳍部221表面外延生长第二源漏区材料层;对第二源漏区材料层掺杂第二离子。

[0127] 在外延生长所述第二源漏区材料层的同时原位掺杂第二离子,或者在外延生长第二源漏区材料层之后进行第二离子注入,在第二源漏区材料层中掺杂第二离子。

[0128] 由于没有形成第二鳍部侧墙249,使得第二栅极结构233两侧的第二鳍部221底部的侧壁暴露出来,然后在第二鳍部221的表面形成第二源漏区261,使得第二源漏区261中的第二离子能够充分的扩散到第二鳍部221的底部区域,形成第二轻掺杂区251,第二轻掺杂区251位于第二栅极结构233两侧的第二鳍部221的上部和侧部,所述第二侧墙248覆盖第二轻掺杂区251,第二轻掺杂区251中的第二离子分布更加均匀。

[0129] 形成第二源漏区261后,进行退火处理。

[0130] 为了减小第二离子在第二轻掺杂区251中的浓度梯度,使得第二离子在第二轻掺杂区251中分布均匀,需要增加第二离子在第二鳍部221底部区域的第二轻掺杂区251中的掺杂浓度,所述鳍式场效应晶体管的形成方法还包括:采用第三离子注入在第二源漏区下部的第二鳍部中注入第三离子,形成第三源漏区,且使得第三离子扩散进入第二轻掺杂区;第二离子和第二离子相同。

[0131] 所述第二源漏区261的下部指的是位于第二源漏区261以外靠近第二源漏区261底部表面的区域,所述下部中的点到第二源漏区261底部表面的距离小于等于二分之一的第二源漏区261高度的区域。所述高度指的是沿着垂直于半导体衬底200方向的尺寸。

[0132] 参考图29和图30,采用第三离子注入在第二源漏区261下部的第二鳍部221中注入第三离子,形成第三源漏区271,且使得第三离子扩散进入第二轻掺杂区251,所述第三离子和第二离子相同。

[0133] 在一个实施例中,所述第三离子注入采用的离子为P离子,注入能量范围为1KeV~8KeV,注入剂量范围为 $2E14\text{atom}/\text{cm}^2\sim 2E15\text{atom}/\text{cm}^2$ ,注入角度为0度~10度。

[0134] 在另一个实施例中,所述第三离子注入采用的离子为As离子,注入能量范围为2KeV~10KeV,注入剂量范围为 $2E14\text{atom}/\text{cm}^2\sim 2E15\text{atom}/\text{cm}^2$ ,注入角度为0度~10度。

[0135] 所述第三源漏区271在第二鳍部221中的深度为30nm~60nm。

[0136] 由于在第二源漏区261下部的第二鳍部221中注入第三离子,形成第三源漏区271,所述第三离子和第二离子相同,第三源漏区271中的第三离子能够扩散进入第二轻掺杂区251,尤其是第三离子能够扩散进入在第二鳍部221底部区域的第二轻掺杂区251,且第三离子和第二离子相同,使得第二轻掺杂区251中分布的第二离子的浓度梯度减小,第二离子在第二轻掺杂区251中的分布更加均匀。

[0137] 本发明具有以下优点:

[0138] 本发明提供的鳍式场效应晶体管的形成方法,在具有P型区域和N型区域的鳍式场效应晶体管中,进行第一轻掺杂区注入之后,没有紧接着进行第二轻掺杂注入,而是在第一栅极结构两侧侧壁表面形成第一侧墙;在第一栅极结构两侧的第一鳍部表面形成第一源漏区,第一源漏区紧邻第一侧墙的侧壁;在第二栅极结构两侧侧壁表面形成第二侧墙,第二侧墙的厚度小于第一侧墙的厚度,第二侧墙覆盖部分第二鳍部;在第二栅极结构两侧的第二

鳍部表面形成第二源漏区,第二源漏区紧邻第二侧墙的侧壁,第二源漏区中掺杂有第二离子,且使得第二离子扩散进入第二侧墙覆盖的第二鳍部中,形成第二轻掺杂区。由于所述第二侧墙的厚度较小,第二源漏区和第二栅极结构之间的距离较小,所以第二源漏区的第二离子可以通过扩散在第二栅极结构两侧的第二鳍部中形成第二轻掺杂区。从而避免了采用离子注入的方式形成第二轻掺杂区,避免了第二轻掺杂区存在注入损伤,提高了鳍式场效应晶体管的性能。

[0139] 进一步的,在第二源漏区下部的第二鳍部中注入第三离子,形成第三源漏区,所述第三离子和第二离子相同,第三源漏区中的第三离子能够扩散进入第二轻掺杂区,尤其是第三离子能够扩散进入在第二鳍部底部区域的第二轻掺杂区,使得在第二轻掺杂区中分布的第二离子的浓度梯度减小,第二离子在第二轻掺杂区中分布更加均匀。

[0140] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

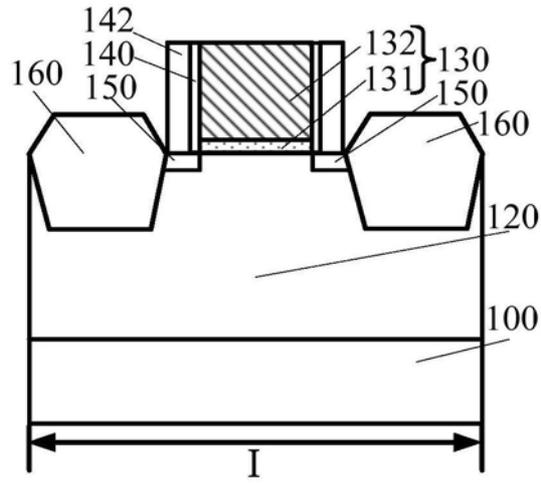


图1

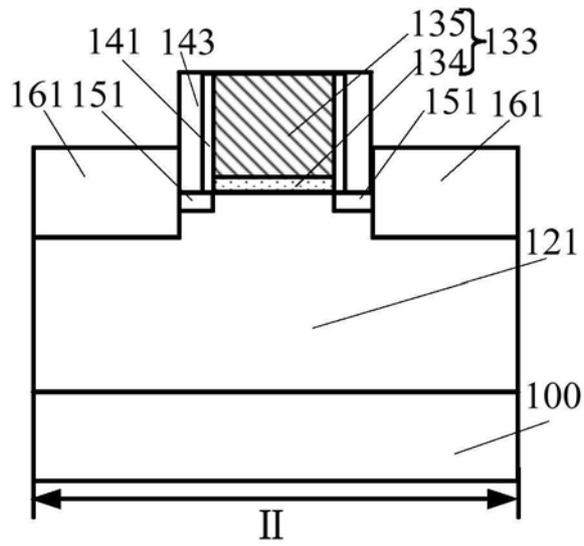


图2

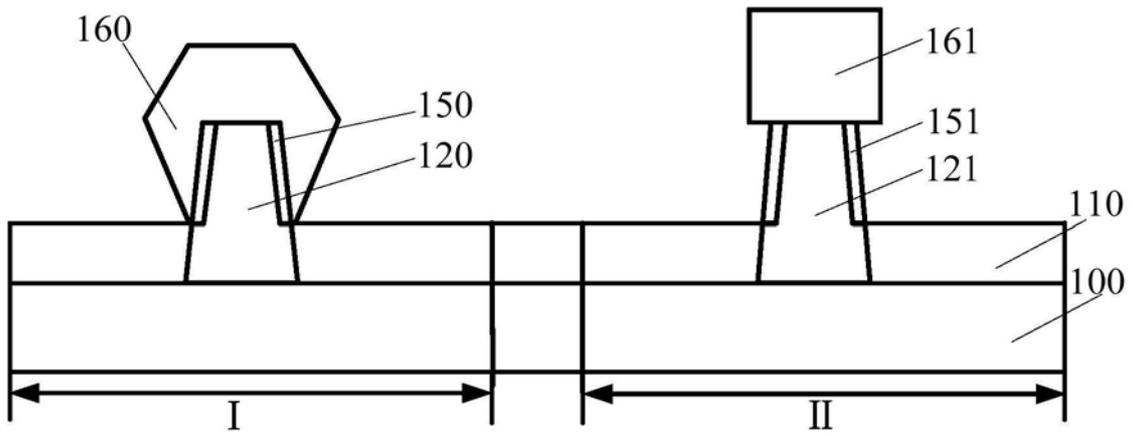


图3

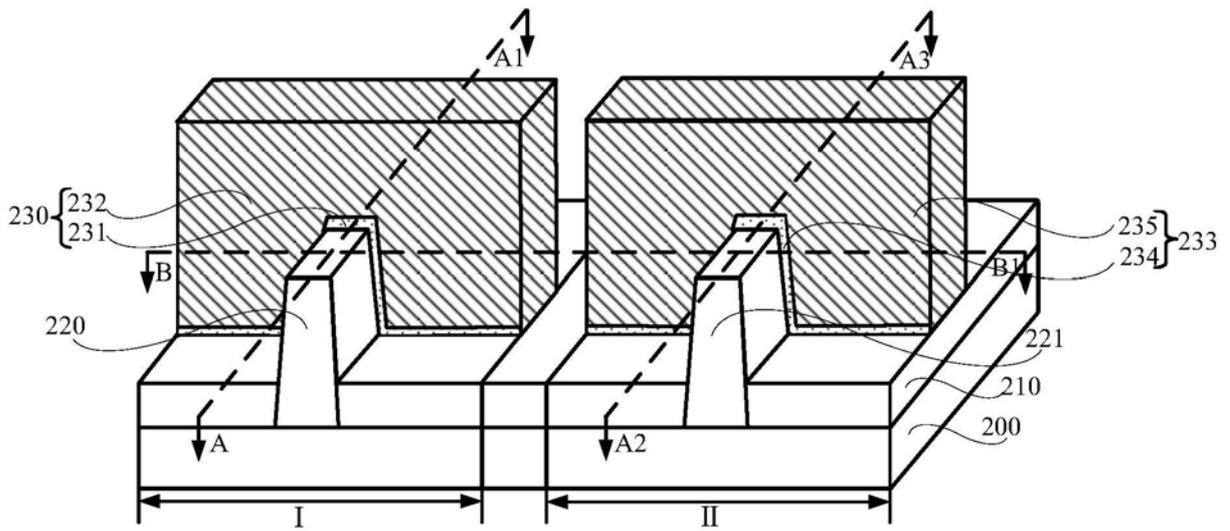


图4

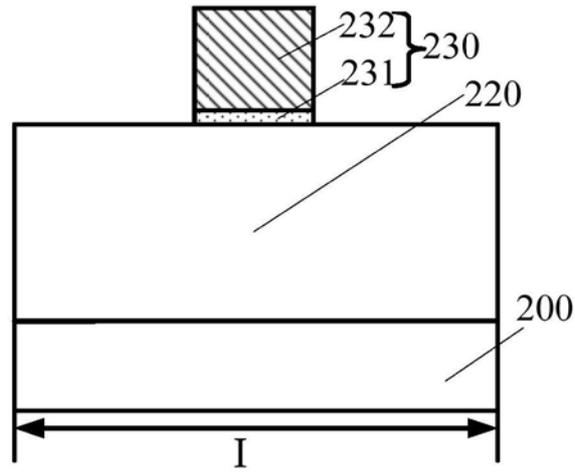


图5

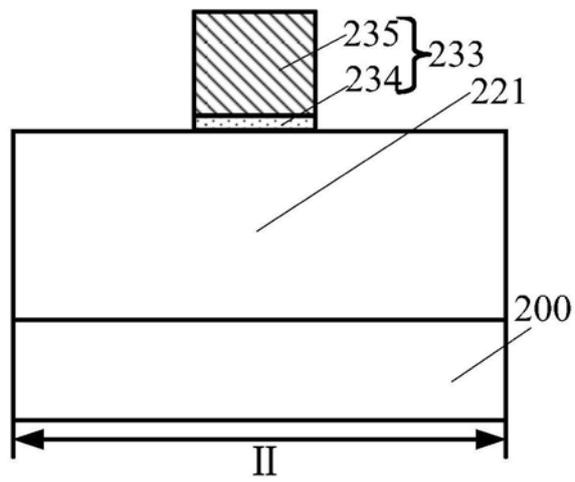


图6

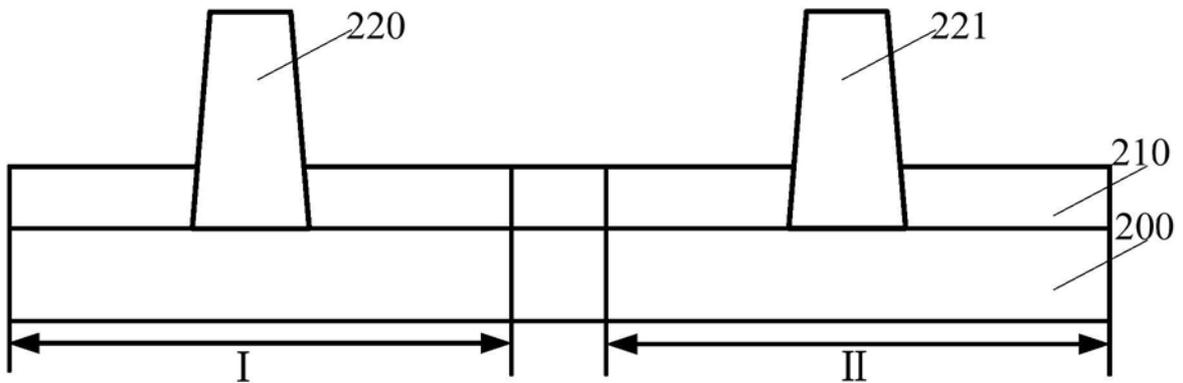


图7

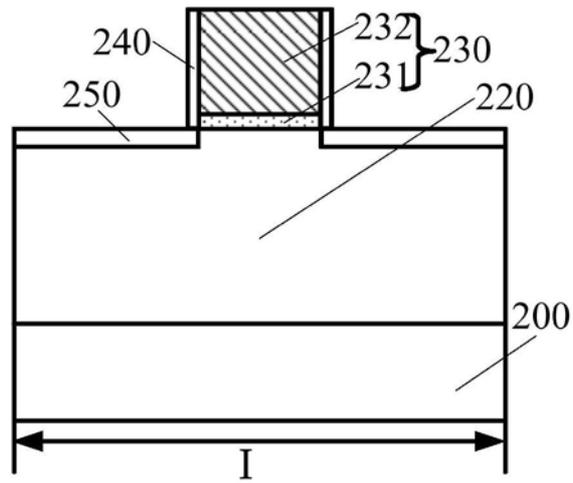


图8

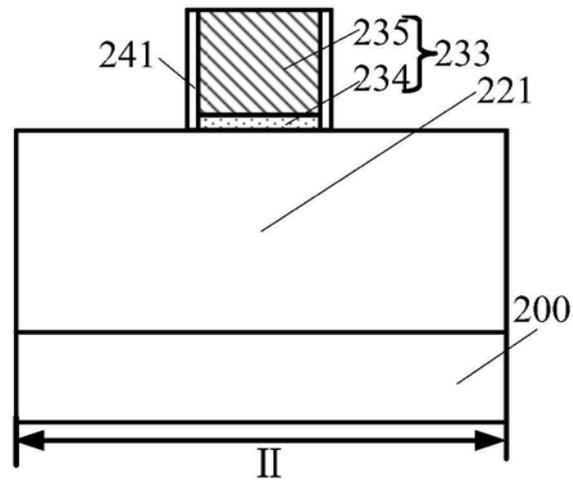


图9

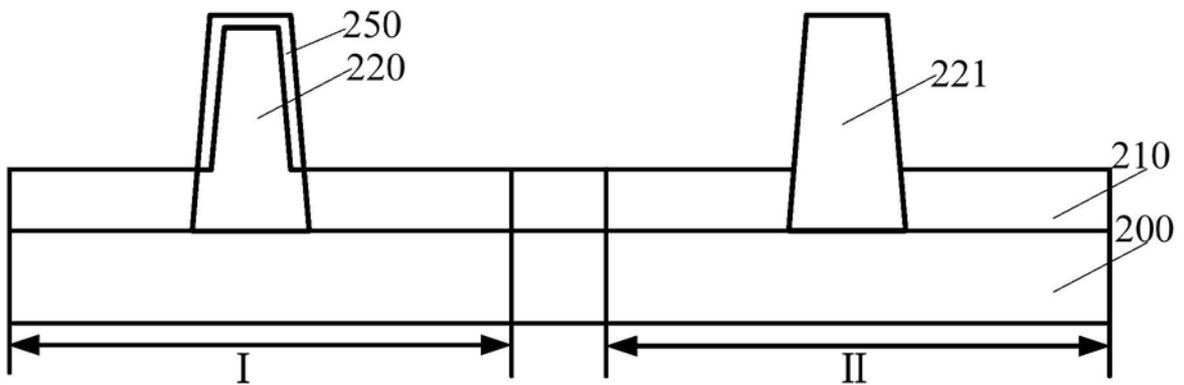


图10

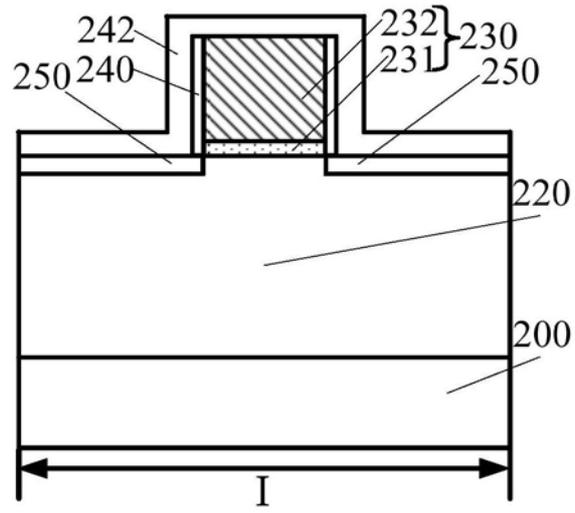


图11

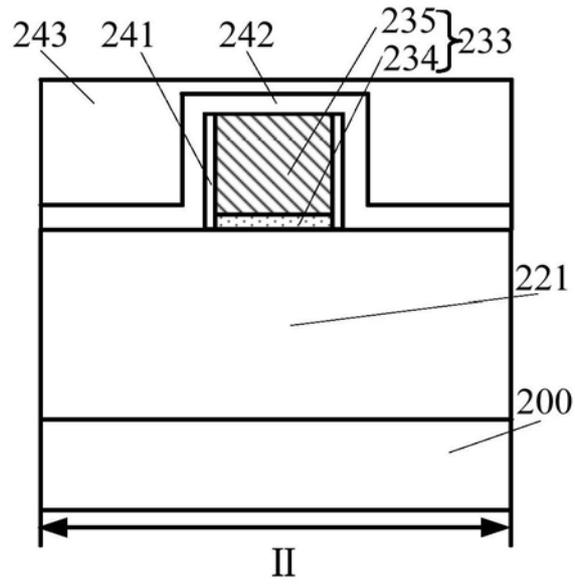


图12

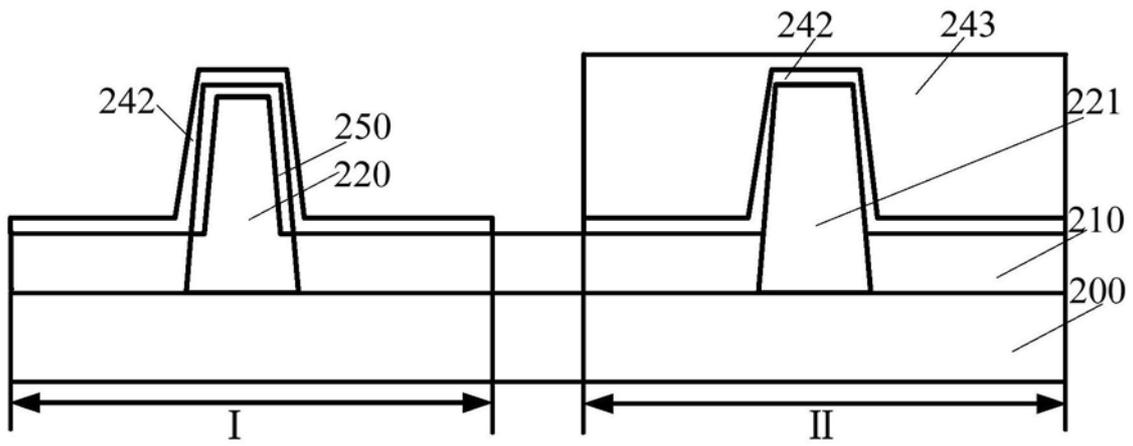


图13

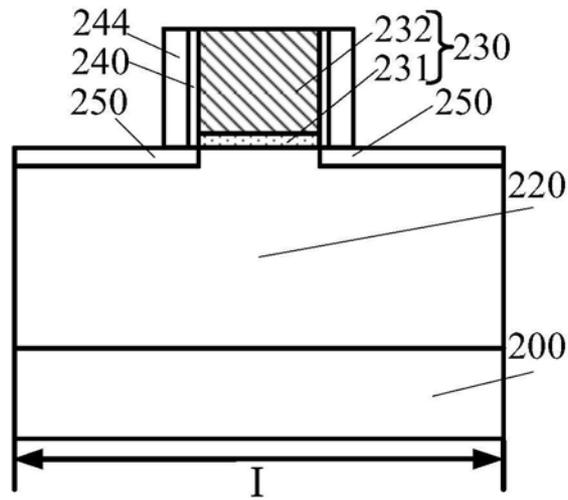


图14

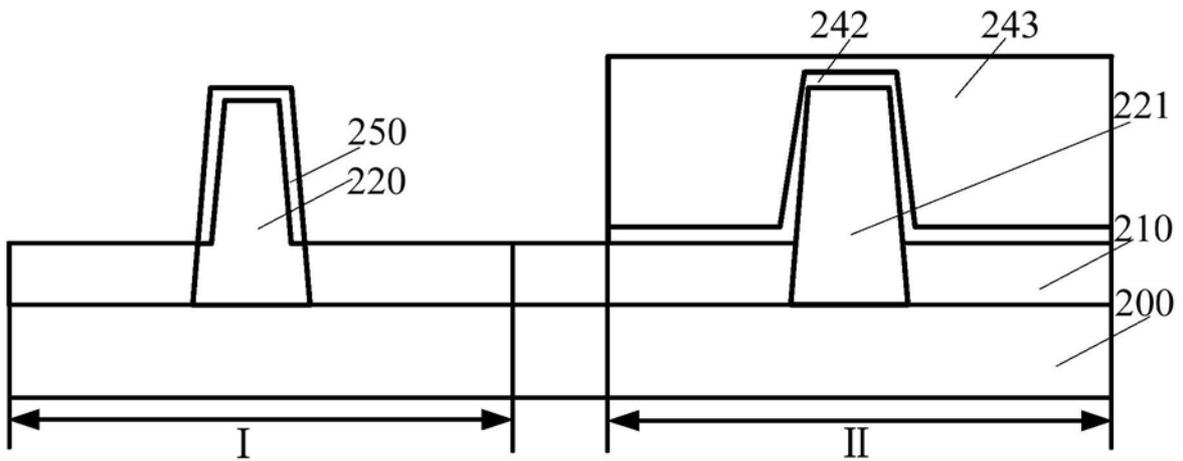


图15

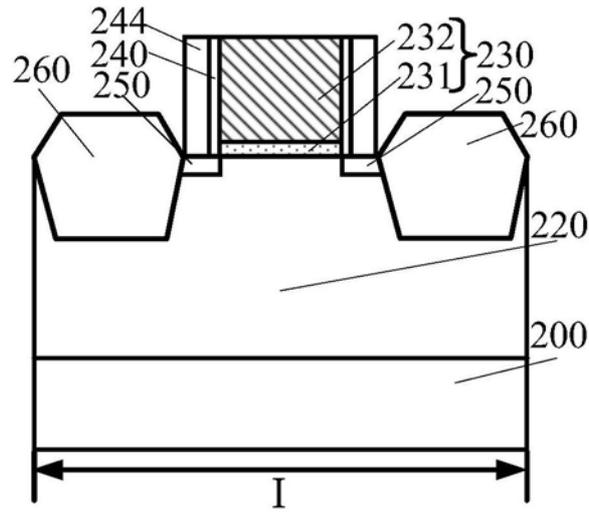


图16

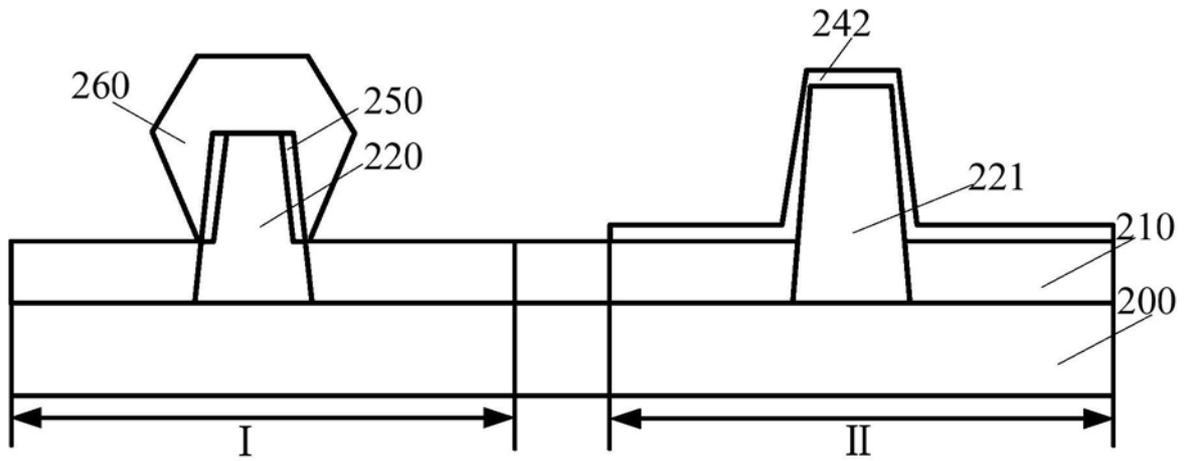


图17

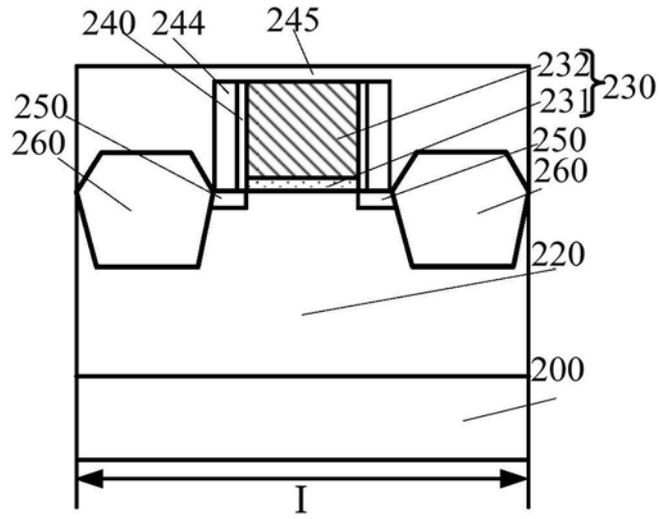


图18

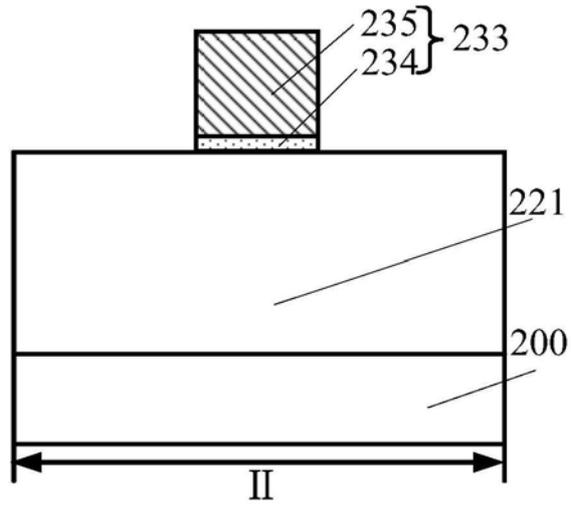


图19

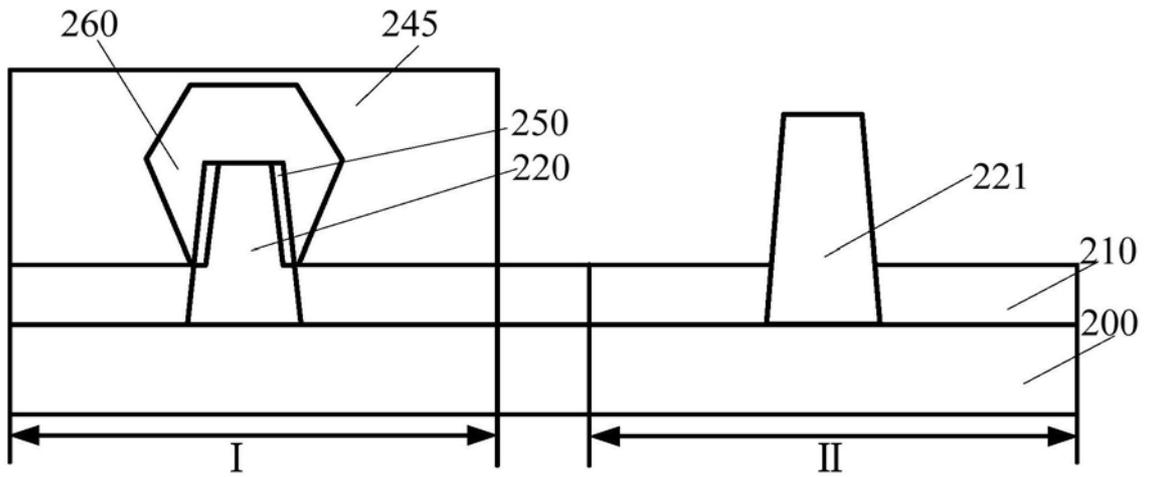


图20

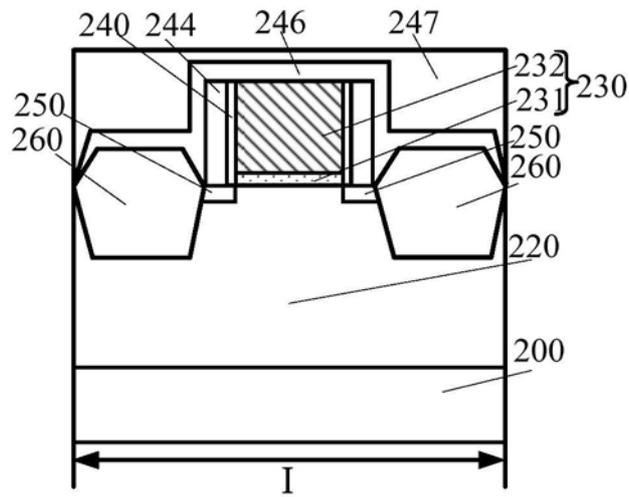


图21

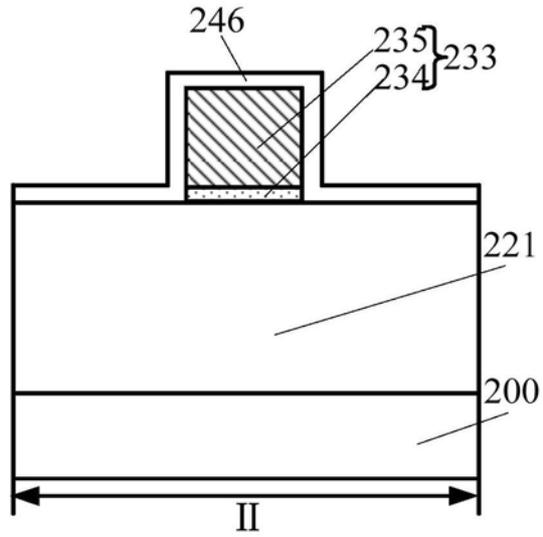


图22

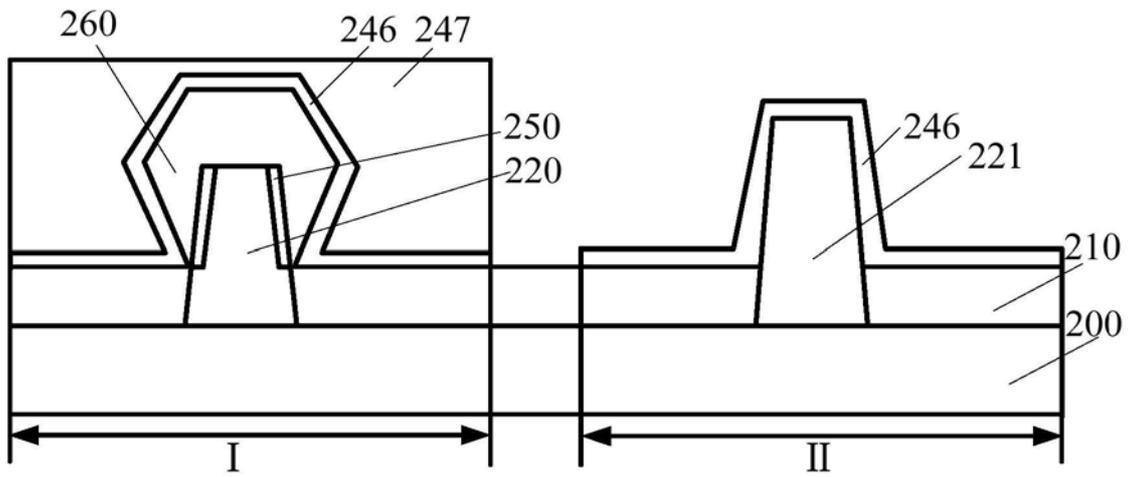


图23

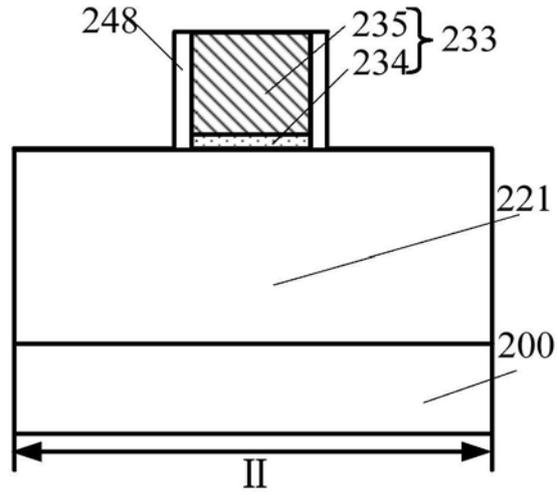


图24

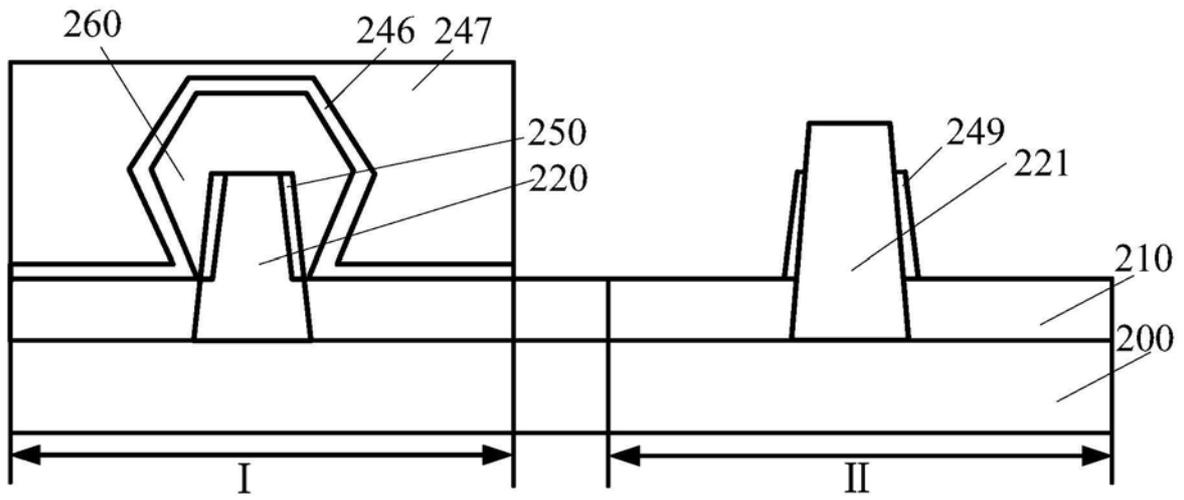


图25

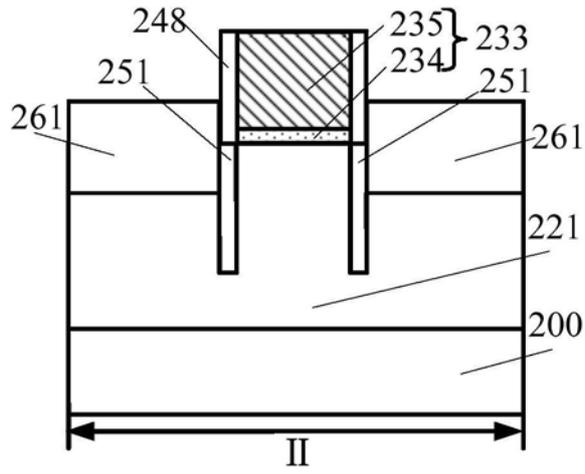


图26

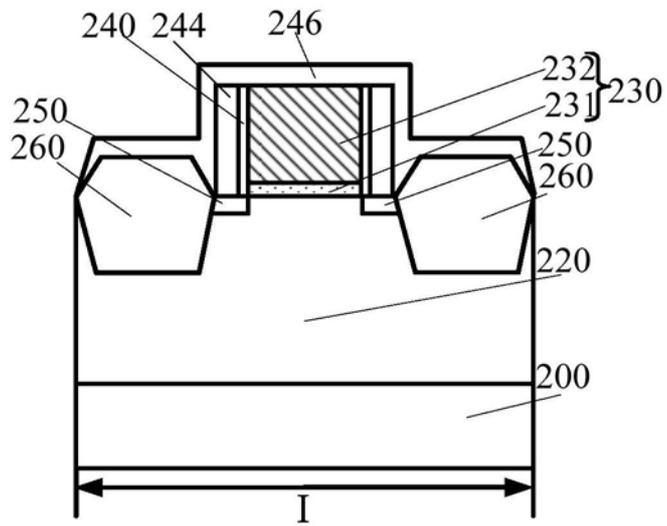


图27

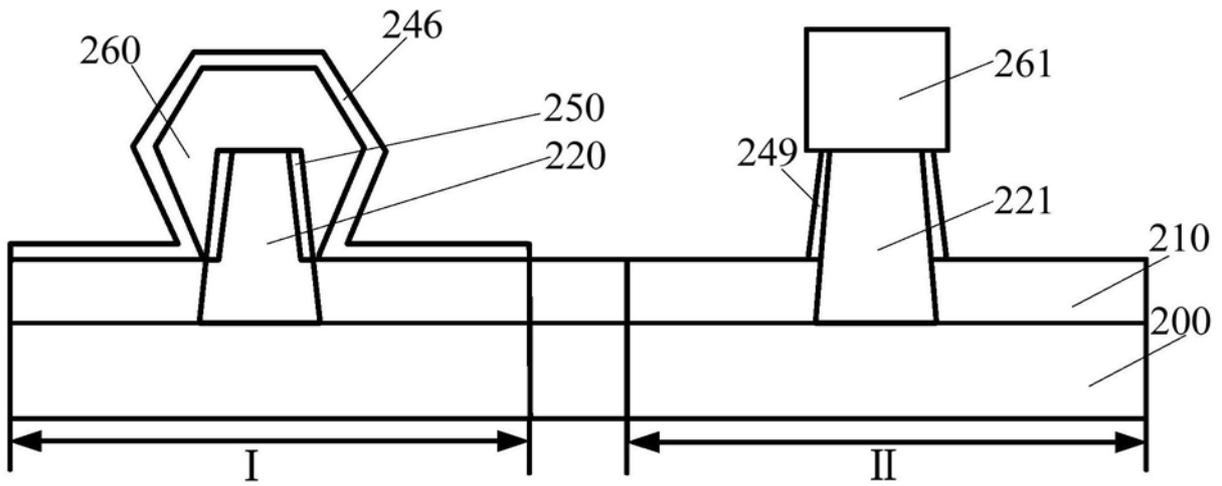


图28

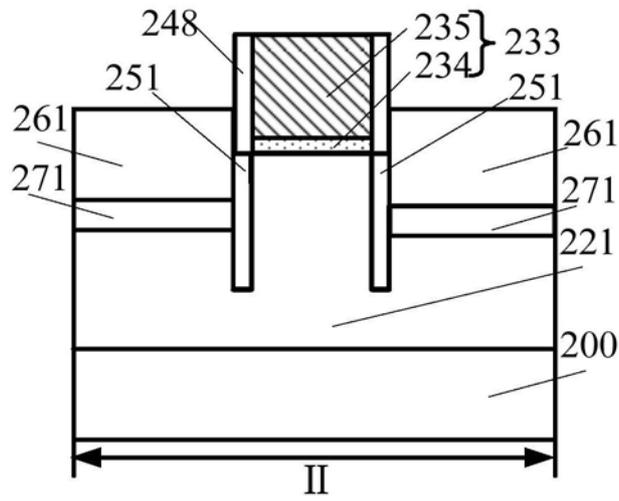


图29

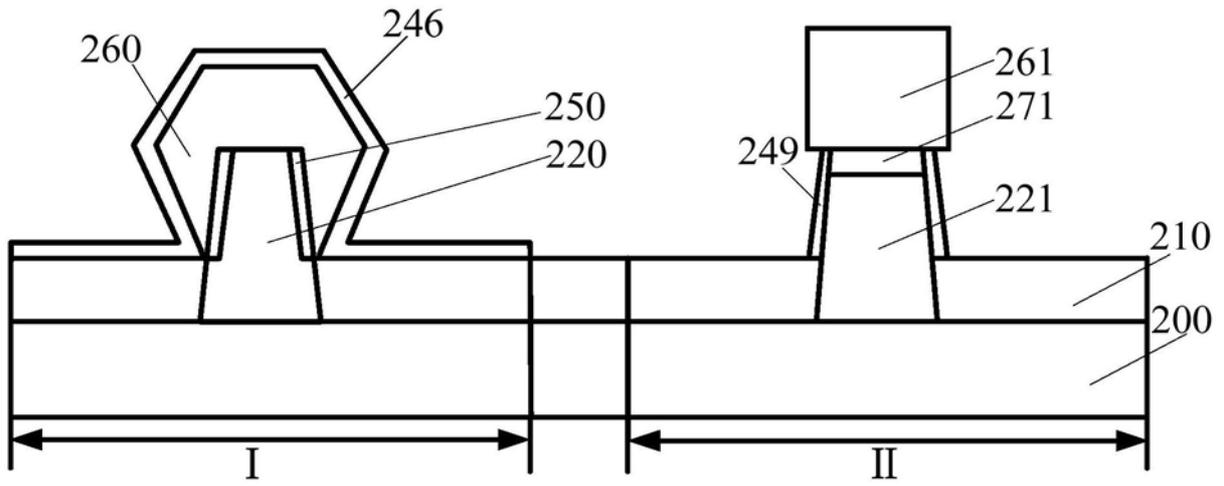


图30