

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 10 月 20 日 (20.10.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/165608 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02F 1/025 (2006.01) *H01L 21/02* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/079060
- (22) 国际申请日: 2016 年 4 月 12 日 (12.04.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510175428.4 2015 年 4 月 14 日 (14.04.2015) CN
- (71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 华锋 (HUA, Feng); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。王会涛 (WANG, Huitao); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。许鹏 (XU, Peng); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。吴东平 (WU, Dongping); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业

园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。付超超 (FU, Chaochao); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。王言 (WANG, Yan); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦中兴通讯股份有限公司转交, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京安信方达知识产权代理有限公司 (AFD CHINA INTELLECTUAL PROPERTY LAW OFFICE); 中国北京市海淀区学清路 8 号 B 座 1601A, Beijing 100192 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: SILICON-BASED MODULATOR AND METHOD FOR FABRICATION THEREOF

(54) 发明名称: 一种硅基调制器及其制备方法

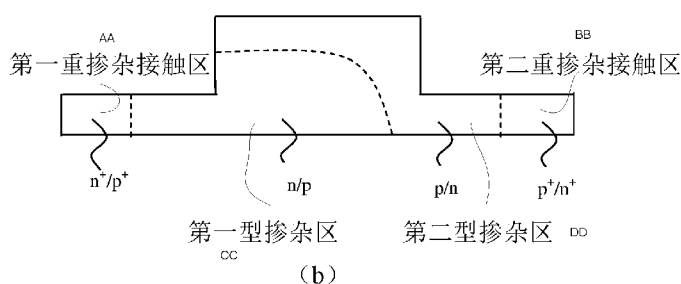


图 2

AA FIRST HEAVILY DOPED CONTACT REGION
BB SECOND HEAVILY DOPED CONTACT REGION
CC FIRST TYPE DOPED REGION
DD SECOND TYPE DOPED REGION

(57) Abstract: Provided are a silicon-based modulator and a method for fabricating said silicon-based modulator, said silicon-based modulator comprising: a first heavily doped contact region and a second heavily doped contact region, and a modulation arm work area consisting of a first type doped region and a second type doped region; the first heavily doped contact region and the second heavily doped contact region are located at the left and right sides of said modulation arm work area, respectively; the first heavily doped contact region is connected to the first type doped region; a PN junction is formed in the contact region of the first type doped region and the second type doped region; the area of the contact region formed between the first type doped region and the second type doped region in the modulation arm work area is greater than the area of the smallest contact region between the first type doped region and the second type doped region.

(57) 摘要: 一种硅基调制器及制备所述硅基调制器的方法, 所述硅基调制器包括: 第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区, 以及由第一型掺杂区和第二型掺杂区组成的调制臂工作区, 所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区分别位于所述调制臂工作区的左右两侧, 所述第一重掺杂接触区与所述第一型掺杂区相连, 所述第一型掺杂区和第二型掺杂区的接触区域形成 PN 结, 所述调制臂工作区中的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间形成的接触区域的面积大于第一型掺杂区和第二型掺杂区之间最小接触区域的面积。



WO 2016/165608 A1



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

- 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))
- 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种硅基调制器及其制备方法

技术领域

本文涉及硅基光电子技术领域，尤其涉及一种硅基调制器及其制备方法。

5

背景技术

光调制器作为硅基光电子系统中的关键器件，最开始使用的是光源内调制方式，由于受到带宽的限制，渐渐演变为外调制方式。目前，商用的外调制器结构为马赫-曾德尔干涉仪（Mach-Zehnder interferometer, MZI）结构，
10 为了和硅基集成电路有效的集成，硅基 MZI 结构光电调制器应运而生。对于硅基 MZI 结构，又分为积累型、注入型和耗尽型三种方式，由于耗尽型方式的响应时间最短，带宽最大，所以耗尽型 MZI 调制器是目前最常用的调制器结构。

目前，常见的耗尽型 MZI 调制器的结构是简单的纵向单个 PN 结结构，
15 如图 1 所示，该结构包括：第一、第二两个重掺杂接触区和调制臂的第一型掺杂区和第二型掺杂区。重掺杂接触区位于调制臂的左右两侧，中间为调制臂工作区，调制臂中第一型掺杂区和第二型掺杂区纵向对称分布，PN 结位于第一型掺杂区和第二型掺杂区的接触区域，由于该结构的 PN 结的长度短，作用范围小，所以调制效率低，需要很长的器件长度才能有效的实现调制，
20 不利于器件的集成。

发明内容

为解决相关技术存在的调制效率低的技术问题，本发明实施例提供一种硅基调制器及其制备方法。

25 为了解决上述技术问题，采用如下技术方案：

本发明实施例提供了一种硅基调制器，所述硅基调制器包括：第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区，以及由第一型掺杂区和第二型掺杂区组成的调制臂工作区，所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区分别位于所述调

制臂工作区的左右两侧，所述第一重掺杂接触区与所述第一型掺杂区相连，所述第一型掺杂区和第二型掺杂区的接触区域形成 PN 结，所述调制臂工作区中的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间形成的接触区域的面积大于第一型掺杂区和第二型掺杂区之间最小接触区域的面积。

5 本发明实施例中，所述第一重掺杂接触区、第一型掺杂区、第二型掺杂区、第二重掺杂接触区分别为 p+、p、n、n+ 区、或分别为 n+、n、p、p+ 区。

一个实施例中，所述调制臂工作区中的第二型掺杂区半包围住第一型掺杂区，且所述调制臂工作区的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线呈现类似 J 型的曲线；

10 其中，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面。

一个实施例中，俯视所述硅基调制器时，所述调制臂工作区中存在多个条形的第一型掺杂区和多个条形的第二型掺杂区，所述条形的第一型掺杂区与所述条形的第二型掺杂区交替连续分布，所有所述条形的第一型掺杂区间相互贯通，所有所述条形的第二型掺杂区间相互贯通，且所述调制臂工作区
15 的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线呈现为类似矩形波的折线；

其中，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面。

其中，所述条形的第一型掺杂区以及所述条形的第二型掺杂区、均与所述
20 第一重掺杂接触区或第二重掺杂接触区与调制臂工作区之间的接触面相平行。

一个实施例中，俯视所述硅基调制器时，所述调制臂工作区中的第二型掺杂区点阵式分布在所述第一型掺杂区中；所述调制臂工作区的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线有的呈现为类似矩形波的折线，有的呈现为类似 L 型折线，且所述第一型掺杂区整体贯通相连，所
25 述第二型掺杂区整体贯通相连；

其中，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面；所述呈现为类似矩形波折线的相交线对应的所述第一平面与呈现为类似 L 型折线的相交线对应的所述第一平面为两个不同的平面。

本发明实施例还提供了一种硅基调制器的制备方法，包括：形成第一型掺杂衬底，并利用刻蚀工艺将所述第一型掺杂衬底制备成光波导；

- 利用刻蚀工艺形成光波导两边的接触区，然后分别利用离子注入方法向所述两个接触区分别注入设定浓度的第一型离子或第二型离子，形成第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区；该方法还包括：

直接利用离子注入方法形成第二型掺杂区，得到调制臂工作区；或者，

利用刻蚀工艺设定第二型掺杂区在水平面上的图案，然后利用离子注入方法注入设定浓度的第二型离子，并退火形成第二型掺杂区，得到调制臂工作区；

- 其中，所述调制臂工作区中的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间形成的接触区域的面积大于第一型掺杂区和第二型掺杂区之间最小接触区域的面积。

一个实施例中，所述直接利用离子注入方法形成第二型掺杂区，得到调制臂工作区，包括：

- 在设定的角度范围内向所述光波导单次或多次注入第二型离子，然后退火激活注入的所述第二型离子，形成设定离子浓度的第二型掺杂区，得到调制臂工作区；

其中，所述设定的角度范围为：与竖直方向呈现 15-75 度、且与所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区之间水平连线平行。

- 一个实施例中，所述利用刻蚀工艺和离子注入方法形成第二型掺杂区，得到调制臂工作区，包括：

利用刻蚀工艺设定第二型掺杂区在水平面上的图案，所述图案为多个相互间隔的条形；

- 向所述第二型掺杂区对应的图案区域垂直纵向注入第二型离子，去除所述第一型掺杂区上的感光材料；

在设定的角度范围内向所述光波导单次或多次注入第二型离子；

退火激活注入的所述第二型离子，形成设定离子浓度的第二型掺杂区，得到调制臂工作区；

其中，所述设定的角度范围为：与竖直方向呈现 15-75 度、且与所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区之间水平连线平行。

一个实施例中，所述利用刻蚀工艺和离子注入方法形成第二型掺杂区，得到调制臂工作区，包括：

5 利用刻蚀工艺设定第二型掺杂区在水平面上的图案，所述图案为点阵形；

向所述第二型掺杂区对应的图案区域垂直纵向注入第二型离子，去除所述第一型掺杂区上的感光材料；

在设定的角度范围内向所述光波导单次或多次注入第二型离子；

10 退火激活注入的所述第二型离子，形成设定离子浓度的第二型掺杂区，得到调制臂工作区；

其中，所述设定的角度范围为：与竖直方向呈现 15-75 度、且与所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区之间水平连线平行。

本发明实施例提供的硅基调制器及其制备方法，所述硅基调制器包括：

15 第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区，以及由第一型掺杂区和第二型掺杂区组成的调制臂工作区，所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区分别位于所述调制臂工作区的左右两侧，所述第一重掺杂接触区与所述第一型掺杂区相连，所述第一型掺杂区和第二型掺杂区的接触区域形成 PN 结，所述调制臂工作区中的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间形成的接触区域的面积大
20 于第一型掺杂区和第二型掺杂区之间最小接触区域的面积。本发明实施例硅基调制器的 PN 结作用范围相比传统的硅基调制器的 PN 结有所增大，调整效率大大提高，有利于器件的集成。另外，本发明实施例所述硅基调制器制备方法稳定且可靠，可重复性高。

25 附图概述

在附图（其不一定是按比例绘制的）中，相似的附图标记可在不同的视图中描述相似的部件。具有不同字母后缀的相似附图标记可表示相似部件的不同示例。附图以示例而非限制的方式大体示出了本文中所讨论的各个实施

例。

图 1 (a) 为传统耗尽型 MZI 调制器 (纵向单个 PN 结) 的俯视结构示意图;

图 1 (b) 为传统耗尽型 MZI 调制器 (纵向单个 PN 结) 沿图 1 (a) A1-A2 5 线的剖视结构示意图;

图 2 (a) 为本发明一实施例所述硅基调制器的俯视结构示意图;

图 2 (b) 为图 2 (a) 所述硅基调制器沿 A1-A2 线的剖视结构示意图;

图 3 (a) 为本发明另一实施例所述硅基调制器的俯视结构示意图;

图 3 (b) 为图 3 (a) 所述硅基调制器沿 A1-A2 线的剖视结构示意图;

10 图 4 (a) 为本发明另一实施例所述硅基调制器的俯视结构示意图;

图 4 (b) 为图 4 (a) 所述硅基调制器沿 A1-A2 线的剖视结构示意图;

图 4 (c) 为图 4 (a) 所述硅基调制器沿 B1-B2 线的剖视结构示意图;

图 5 至图 8 为传统硅基调制器制备流程中对应的几种中间结构剖视图;

图 9 为实施例四所述硅基调制器离子注入得到的结构剖视图;

15 图 10 为实施例五所述硅基调制器第一次离子注入得到的结构剖视图;

图 11 为实施例五所述硅基调制器第二次离子注入得到的结构剖视图;

图 12 为实施例六所述硅基调制器第一次离子注入得到的结构剖视图;

图 13 为实施例六所述硅基调制器第二次离子注入得到的结构剖视图。

20 本发明的较佳实施方式

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

本发明的实施例提出一种硅基调制器, 所述硅基调制器包括: 第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区, 以及由第一型掺杂区和第二型掺杂区组成的
25 调制臂工作区, 所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区分别位于所述调制臂工作区的左右两侧, 所述第一重掺杂接触区与所述第一型掺杂区相连,

所述第一型掺杂区和第二型掺杂区的接触区域形成 PN 结，所述调制臂工作区中的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间形成的接触区域的面积大于第一型掺杂区和第二型掺杂区之间最小接触区域的面积。

5 本发明实施例中，所述第一型掺杂区和第二型掺杂区之间最小接触区域可为：图 1 中所示纵向对称分布的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的接触区域。

本发明实施例中，所述第一重掺杂接触区、第一型掺杂区、第二型掺杂区、第二重掺杂接触区分别为 p+、p、n、n+ 区、或分别为 n+、n、p、p+ 区。

10 在一个实施例中，所述调制臂工作区中的第二型掺杂区半包围住第一型掺杂区，且所述调制臂工作区的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线呈现类似 J 型的曲线；

其中，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面。

15 在一个实施例中，俯视所述硅基调制器时，所述调制臂工作区中存在多个条形的第一型掺杂区和多个条形的第二型掺杂区，所述条形的第一型掺杂区与所述条形的第二型掺杂区交替连续分布，所有所述条形的第一型掺杂区间相互贯通，所有所述条形的第二型掺杂区间相互贯通，且所述调制臂工作区的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线呈现为类似矩形波的折线；

其中，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面。

20 其中，所述条形的第一型掺杂区以及所述条形的第二型掺杂区、均可与所述第一重掺杂接触区或第二重掺杂接触区与调制臂工作区之间的接触面相平行。

25 在一个实施例中，俯视所述硅基调制器时，所述调制臂工作区中的第二型掺杂区点阵式分布在所述第一型掺杂区中；所述调制臂工作区的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线有的呈现为类似矩形波的折线，有的呈现为类似 L 型折线，且所述第一型掺杂区整体贯通相连，所述第二型掺杂区整体贯通相连；

其中，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面；所述呈现为类似矩

形波折线的相交线对应的所述第一平面与呈现为类似 L 型折线的相交线对应的所述第一平面为两个不同的平面。

本发明实施例硅基调制器的 PN 结作用范围相比传统的硅基调制器的 PN 结有所增大，调整效率大大提高，有利于器件的集成。

5 下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步详细说明。

实施例一

图 2 为本发明一实施例所述硅基调制器的结构示意图，如图 2 所示，所述硅基调制器包括：第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区，以及由第一型掺杂区和第二型掺杂区组成的调制臂工作区，所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区分别位于所述调制臂工作区的左右两侧，所述第一重掺杂接触区与所述第一型掺杂区相连，所述第一型掺杂区和第二型掺杂区的接触区域形成 PN 结；其中，所述调制臂工作区中的第二型掺杂区半包围住第一型掺杂区，且所述调制臂工作区的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线呈现类似 J 型的曲线；

15 其中，结合图 2 (a) (b) 所示，所述第一平面为：俯视所述硅基调制器时，沿所述 A1-A2 线进行剖切形成的。

其中，所述第一重掺杂接触区、第一型掺杂区、第二型掺杂区、第二重掺杂接触区分别为 p+、p、n、n+ 区、或分别为 n+、n、p、p+ 区。

实施例二

20 图 3 为本发明另一实施例所述硅基调制器的结构示意图，如图 3 所示，所述硅基调制器包括：第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区，以及由第一型掺杂区和第二型掺杂区组成的调制臂工作区，所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区分别位于所述调制臂工作区的左右两侧，所述第一重掺杂接触区与所述第一型掺杂区相连，所述第一型掺杂区和第二型掺杂区的接触区域形成 PN 结；其中，俯视所述硅基调制器时，所述调制臂工作区中存在多个条形的第一型掺杂区和多个条形的第二型掺杂区，所述条形的第一型掺杂区与所述条形的第二型掺杂区交替连续分布，所有所述条形的第一型掺杂区间相互贯通，所有所述条形的第二型掺杂区间相互贯通，且所述调制臂工作

区的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线呈现为类似矩形波的折线；

其中，结合图 3 (a) (b) 所示，所述第一平面为：俯视所述硅基调制器时，沿所述 A1-A2 线进行剖切形成的；所述条形的第一型掺杂区以及所述条形的第二型掺杂区、均与所述第一重掺杂接触区或第二重掺杂接触区与调制臂工作区之间的接触面相平行。

实施例三

图 4 为本发明另一实施例所述硅基调制器的结构示意图，如图 4 所示，所述硅基调制器包括：第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区，以及由第一型掺杂区和第二型掺杂区组成的调制臂工作区，所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区分别位于所述调制臂工作区的左右两侧，所述第一重掺杂接触区与所述第一型掺杂区相连，所述第一型掺杂区和第二型掺杂区的接触区域形成 PN 结；其中，俯视所述硅基调制器时，所述调制臂工作区中的第二型掺杂区点阵式分布在所述第一型掺杂区中；所述调制臂工作区的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线有的呈现为类似矩形波的折线，有的呈现为类似 L 型折线，且所述第一型掺杂区整体贯通相连，所述第二型掺杂区整体贯通相连；

其中，结合图 4 (a)、(b) 和 (c) 所示，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面；所述呈现为类似矩形波折线的相交线对应的所述第一平面与呈现为类似 L 型折线的相交线对应的所述第一平面为两个不同的平面，所述呈现为类似矩形波折线的相交线位于沿所述 A1-A2 线进行剖切形成的截面上；所述呈现为类似 L 型折线的相交线位于沿所述 B1-B2 线进行剖切形成的截面上。

下面对本发明实施例所述硅基调制器的制备方法进行描述。

首先对图 1 中所示传统硅基调制器的制备方法进行简单描述，其包括如下包括：

步骤一：提供第一型 (n 或 p 型) 掺杂 SOI 衬底，直接使用掺杂浓度为

1E17cm⁻³—1E19cm⁻³之间的衬底,或者使用离子注入方法将掺杂浓度调整到该范围内,如图5所示;

步骤二:利用光刻刻蚀工艺制备光波导,即得到图6所示的结构;

5 步骤三:利用光刻刻蚀工艺设定光波导两边的接触区,然后分别利用离子注入方法注入相应的离子,实现浓度为1E19cm⁻³—1E21cm⁻³的重掺杂区域,如图7所示;

步骤四:利用光刻刻蚀工艺设定第二型(p或n型)离子掺杂区域;

步骤五:垂直纵向注入第二型离子,退火激活注入的离子,退火后的第二掺杂浓度范围为1E17cm⁻³—1E19cm⁻³,结构如图8所示。

10 基于上述传统的制备方法,本发明实施例还提供了一种硅基调制器的制备方法,包括:

形成第一型掺杂衬底,并利用刻蚀工艺将所述第一型掺杂衬底制备成光波导;

15 利用刻蚀工艺形成光波导两边的接触区,然后分别利用离子注入方法向所述两个接触区分别注入设定浓度的第一型离子或第二型离子,形成第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区;

该方法还包括:

直接利用离子注入方法形成第二型掺杂区,得到调制臂工作区;或者,

20 利用刻蚀工艺设定第二型掺杂区在水平面上的图案,然后利用离子注入方法注入设定浓度的第二型离子,并退火形成第二型掺杂区,得到调制臂工作区;

其中,所述调制臂工作区中的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间形成的接触区域的面积大于第一型掺杂区和第二型掺杂区之间最小接触区域的面积。

25 第一型掺杂区和第二型掺杂区通过掺杂形成PN结中的P区和N区。

由于此时的掺杂区是非特殊形状,因此第一型掺杂区衬底可以通过离子扩散工艺或者离子注入工艺形成。

形成重掺杂区和第二型掺杂区的所有工艺完成之后, 剩余第一型掺杂区衬底部分即为第一型掺杂区。

一个实施例中, 所述直接利用离子注入方法形成第二型掺杂区, 得到调制臂工作区, 包括:

- 5 在设定的角度范围内向所述光波导单次或多次注入第二型离子, 然后退火激活注入的所述第二型离子, 形成设定离子浓度的第二型掺杂区, 得到调制臂工作区;

其中, 所述设定的角度范围为: 与竖直方向呈现 15-75 度、且与所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区之间水平连线平行。

- 10 一个实施例中, 所述利用刻蚀工艺和离子注入方法形成第二型掺杂区, 得到调制臂工作区, 包括:

利用刻蚀工艺设定第二型掺杂区在水平面上的图案, 所述图案为多个相互间隔的条形;

- 15 向所述第二型掺杂区对应的图案区域垂直纵向注入第二型离子, 去除第一型掺杂区上的感光材料;

在设定的角度范围内向所述光波导单次或多次注入第二型离子;

退火激活注入的所述第二型离子, 形成设定离子浓度的第二型掺杂区, 得到调制臂工作区;

- 20 其中, 所述设定的角度范围为: 与竖直方向呈现 15-75 度、且与所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区之间水平连线平行。

一个实施例中, 所述利用刻蚀工艺和离子注入方法形成第二型掺杂区, 得到调制臂工作区, 包括:

利用刻蚀工艺设定第二型掺杂区在水平面上的图案, 所述图案为点阵形;

- 25 向所述第二型掺杂区对应的图案区域垂直纵向注入第二型离子, 去除第一型掺杂区上的感光材料;

在设定的角度范围内向所述光波导单次或多次注入第二型离子;

退火激活注入的所述第二型离子, 形成设定离子浓度的第二型掺杂区,

得到调制臂工作区；

其中，所述设定的角度范围为：与竖直方向呈现 15-75 度、且与所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区之间水平连线平行。

下面结合附图及具体实施例对本发明进行详细描述。

5 实施例四

本实施例所述硅基调制器的结构为图 2 所示，其制备方法如下：

步骤一至步骤三的方法与上文传统硅基调制器的制备方法完全相同，此处不再详述。

10 步骤四：调整离子注入的角度（与竖直方向呈现 15-75 度，且与图 2 所述 A1-A2 线平行），单次或者多次注入第二型离子（可通过调整注入角度或者增大左侧重掺杂接触区，即 n+/p+ 区域的面积，确保不要注入到左侧的第一型掺杂区，即：n/p 区域），调整第二型离子注入的能量和剂量来控制 PN 结的深度（能量越高深度越大）和浓度（剂量越高浓度越大），最终使得 PN 结区域尽量靠近调制臂工作区的中间位置；然后退火激活注入的离子，退火
15 后的第二型离子的掺杂浓度范围为 $1\text{E}17\text{cm}^{-3}$ — $1\text{E}19\text{cm}^{-3}$ ，如图 9 所示。

本发明实施例与传统的纵向单个 PN 结调制器相比有下面优点：

1) 本实施例所述调制器的 PN 结作用范围更大(长度及面积均有所增加)，利用 COMSOL 有限元软件模拟可以发现，当掺杂浓度为 $1\text{E}18\text{cm}^{-3}$ 时，所述
20 图 2 所示折线 PN 结结构的 MZI 调制器调制效率是传统的纵向单个 PN 结调制器的两倍；

2) 折线 PN 结结构 MZI 调制器的制备过程省去了现有的“利用光刻技术设定第二型离子掺杂区域”步骤，有效的减少了制备成本，还免去了此步骤带来的误差和成品率的问题；

25 3) 折线 PN 结结构 MZI 调制器的第二型掺杂区域是通过调整离子注入的角度实现的，而传统的纵向单个 PN 结调制器的第二型掺杂区域是由光刻步骤设定出来的，在实际情况中，调整离子注入的角度比光刻步骤的可靠性、稳定性、一致性更高，所以折线 PN 结结构 MZI 调制器的制备整体上的重复性可靠性更高。

实施例五

本实施例所述硅基调制器的结构为图 3 所示，其制备方法如下：

步骤一至步骤三的方法与上文传统硅基调制器的制备方法完全相同，此处不再详述。

5 步骤四：利用光刻技术设定条形第二型掺杂区在水平面上的图案；

该步骤中，本领域技术人员可知在设定第二型掺杂区在水平面上的图案时，需要进行感光材料，如：光刻胶的涂布，形成第二型掺杂区在水平面上的图案后，所述第一型掺杂区上的光刻胶还未去除，以防止后续第一次第二型离子注入时将第二型离子注入到所述第一型掺杂区。

10 步骤五：第一次第二型离子注入：垂直纵向注入，得到图 10 所示的单结或多结的条形注入结构，然后去除第一型掺杂区上的光刻胶；

步骤六：第二次第二型离子注入：调整离子注入的角度（与竖直方向呈现 15-75 度，且与图 3 所述 A1-A2 线平行），单次或者多次注入第二型离子，将多个条形结构穿通起来，如上文所述，调整离子注入的能量和剂量来控制
15 PN 结的深度和浓度，注入深度尽量靠近调制臂工作区的表面位置；退火激活注入的第二型离子，退火后的第二掺杂浓度范围为 $1\text{E}17\text{cm}^{-3}$ — $1\text{E}19\text{cm}^{-3}$ ，得到图 11 所示的结构，调整光波导中的 PN 结位置，实现尽量大的调制效率。

本发明实施例与传统的纵向单个 PN 结调制器相比有下面优点：

1)所述条形 PN 结结构 MZI 调制器的 PN 结作用范围更大，利用 COMSOL
20 有限元软件模拟可以发现，当掺杂浓度为 $3\text{E}18\text{cm}^{-3}$ 时，条形 PN 结结构 MZI 调制器调制效率是传统的纵向单个 PN 结调制器的三倍；

2) 条形 PN 结结构 MZI 调制器的制备过程虽然增加了步骤“第二次第二型离子注入”，但是该步骤的工艺成本和复杂度不高，可靠性和一致性很好，所以由于此步骤引起代价较低。

25 实施例六

本实施例所述硅基调制器的结构为图 4 所示，其制备方法如下：

步骤一至步骤三的方法与上文传统硅基调制器的制备方法完全相同，此处不再详述。

步骤四：利用光刻技术设定点阵形第二型掺杂区在水平面上的图案；

该步骤中，本领域技术人员可知在设定第二型掺杂区在水平面上的图案时，需要进行感光材料，如：光刻胶的涂布，形成第二型掺杂区在水平面上的图案后，所述第一型掺杂区上的光刻胶还未去除，以防止后续第一次第二型离子注入时将第二型离子注入到所述第一型掺杂区。

步骤五：第一次第二型离子注入：垂直纵向注入，实现多柱形的注入结构，，然后去除第一型掺杂区上的光刻胶，得到图 12 所示的结构（其为硅基调制器沿图 4 中 A1-A2 线的剖视图）；

步骤六：第二次第二型离子注入：调整离子注入的角度（与竖直方向呈现 15-75 度，且与图 3 所述 A1-A2 线平行），单次或者多次注入，将多条柱形结构穿通起来，调整离子注入的能量和剂量来控制 PN 结的深度和浓度，注入深度尽量靠近调制臂工作区的表面位置；退火激活注入的第二型离子，退火后的第二掺杂浓度范围为 $1\text{E}17\text{cm}^{-3}$ — $1\text{E}19\text{cm}^{-3}$ ，得到图 13 所示的结构，调整光波导中的 PN 结位置，实现尽量大的调制效率。

本发明实施例与传统的纵向单个 PN 结调制器相比有下面优点：

1) 所述点阵 PN 结结构 MZI 调制器的 PN 结作用范围更大，可以有效的提高调制器的调制效率；

2) 所述点阵 PN 结结构 MZI 调制器的制备过程虽然增加了步骤“第二次第二型离子注入”，但是该步骤的工艺成本和复杂度不高，可靠性和一致性很好，所以由于此步骤引起代价较低。

在阅读并理解了附图和详细描述后，可以明白其他方面。

本领域内的技术人员应明白，本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本发明可采用硬件实施例、软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器和光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

5 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程
10 和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。
15

以上所述，仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。

工业实用性

20 本发明实施例提供的硅基调制器及其制备方法，所述硅基调制器包括：第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区，以及由第一型掺杂区和第二型掺杂区组成的调制臂工作区，所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区分别位于所述调制臂工作区的左右两侧，所述第一重掺杂接触区与所述第一型掺杂区相连，所述第一型掺杂区和第二型掺杂区的接触区域形成 PN 结，所述调制臂工作区中的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间形成的接触区域的面积大于第一型掺杂区和第二型掺杂区之间最小接触区域的面积。本发明实施例硅基调制器的 PN 结作用范围相比传统的硅基调制器的 PN 结有所增大，调整效率大大提高，有利于器件的集成。另外，本发明实施例所述硅基调制器制备方法稳定且可靠，可重复性高。因此本发明具有很强的工业实用性。
25

权 利 要 求 书

1、一种硅基调制器，所述硅基调制器包括：第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区，以及由第一型掺杂区和第二型掺杂区组成的调制臂工作区，所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区分别位于所述调制臂工作区的左右
5 两侧，所述第一重掺杂接触区与所述第一型掺杂区相连，所述第一型掺杂区和所述第二型掺杂区的接触区域形成 PN 结，其中，所述调制臂工作区中的所述第一型掺杂区和所述第二型掺杂区之间形成的接触区域的面积大于所述第一型掺杂区和所述第二型掺杂区之间最小接触区域的面积。

2、根据权利要求 1 所述的硅基调制器，其中，所述第一重掺杂接触区、
10 第一型掺杂区、第二型掺杂区、第二重掺杂接触区分别为 p+、p、n、n+区、或分别为 n+、n、p、p+区。

3、根据权利要求 1 所述的硅基调制器，其中，所述调制臂工作区中的所述第二型掺杂区半包围住所述第一型掺杂区，且所述调制臂工作区的所述第一型掺杂区和所述第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线呈现类似 J
15 型的曲线；

其中，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面。

4、根据权利要求 1 所述的硅基调制器，其中，俯视所述硅基调制器时，所述调制臂工作区中存在多个条形的第一型掺杂区和多个条形的第二型掺杂区，多个所述条形的第一型掺杂区与多个所述条形的第二型掺杂区交替连续
20 分布，所有条形的第一型掺杂区间相互贯通，所有条形的第二型掺杂区间相互贯通，且所述调制臂工作区的所述第一型掺杂区和所述第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线呈现为类似矩形波的折线；

其中，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面。

5、根据权利要求 4 所述的硅基调制器，其中，多个所述条形的第一型掺杂区以及多个所述条形的第二型掺杂区、均与所述第一重掺杂接触区或所述
25 第二重掺杂接触区与所述调制臂工作区之间的接触面相平行。

6、根据权利要求 1 所述的硅基调制器，其中，俯视所述硅基调制器时，所述调制臂工作区中的所述第二型掺杂区点阵式分布在所述第一型掺杂区

中；所述调制臂工作区的所述第一型掺杂区和所述第二型掺杂区之间的 PN 结与第一平面的相交线有的呈现为类似矩形波的折线，有的呈现为类似 L 型折线，且所述第一型掺杂区整体贯通相连，所述第二型掺杂区整体贯通相连；

5 其中，所述第一平面为所述硅基调制器的纵向截面；所述呈现为类似矩形波折线的相交线对应的所述第一平面与呈现为类似 L 型折线的相交线对应的所述第一平面为两个不同的平面。

7、一种硅基调制器的制备方法，包括：

形成第一型掺杂衬底，并利用刻蚀工艺将所述第一型掺杂衬底制备成光波导；

10 利用刻蚀工艺形成所述光波导两边的接触区，然后分别利用离子注入方法向所述两个接触区分别注入设定浓度的第一型离子或第二型离子，形成第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区；

该方法还包括：

直接利用离子注入方法形成第二型掺杂区，得到调制臂工作区；或者，

15 利用刻蚀工艺设定所述第二型掺杂区在水平面上的图案，然后利用离子注入方法注入设定浓度的第二型离子，并退火形成所述第二型掺杂区，得到所述调制臂工作区；

20 其中，所述调制臂工作区中的第一型掺杂区和第二型掺杂区之间形成的接触区域的面积大于所述第一型掺杂区和所述第二型掺杂区之间最小接触区域的面积。

8、根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述直接利用离子注入方法形成第二型掺杂区，得到调制臂工作区的步骤包括：

25 在设定的角度范围内向所述光波导单次或多次注入所述第二型离子，然后退火激活注入的所述第二型离子，形成设定离子浓度的所述第二型掺杂区，得到所述调制臂工作区；

其中，所述设定的角度范围为：与竖直方向呈现 15-75 度、且与所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区之间水平连线平行。

9、根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述利用刻蚀工艺设定所述第二

型掺杂区在水平面上的图案，然后利用离子注入方法注入设定浓度的第二型离子，并退火形成所述第二型掺杂区，得到所述调制臂工作区的步骤包括：

利用刻蚀工艺设定第二型掺杂区在水平面上的图案，所述图案为多个相互间隔的条形；

- 5 向所述第二型掺杂区对应的图案区域垂直纵向注入所述第二型离子，去除所述第一型掺杂区上的感光材料；

在设定的角度范围内向所述光波导单次或多次注入所述第二型离子；

退火激活注入的所述第二型离子，形成设定离子浓度的所述第二型掺杂区，得到所述调制臂工作区；

- 10 其中，所述设定的角度范围为：与竖直方向呈现 15-75 度、且与所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区之间水平连线平行。

10、根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述利用刻蚀工艺设定所述第二型掺杂区在水平面上的图案，然后利用离子注入方法注入设定浓度的第二型离子，并退火形成所述第二型掺杂区，得到所述调制臂工作区的步骤包括：

- 15 利用刻蚀工艺设定第二型掺杂区在水平面上的图案，所述图案为点阵形；

向所述第二型掺杂区对应的图案区域垂直纵向注入第二型离子，去除所述第一型掺杂区上的感光材料；

在设定的角度范围内向所述光波导单次或多次注入所述第二型离子；

- 20 退火激活注入的所述第二型离子，形成设定离子浓度的所述第二型掺杂区，得到所述调制臂工作区；

其中，所述设定的角度范围为：与竖直方向呈现 15-75 度、且与所述第一重掺杂接触区和第二重掺杂接触区之间水平连线平行。

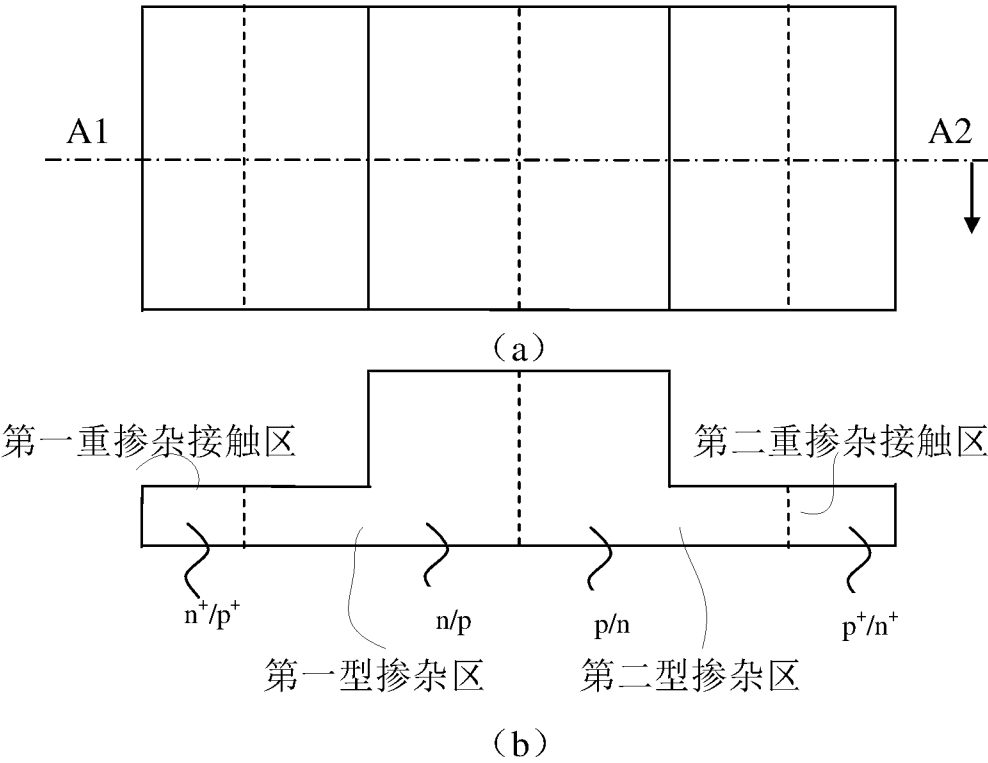


图 1

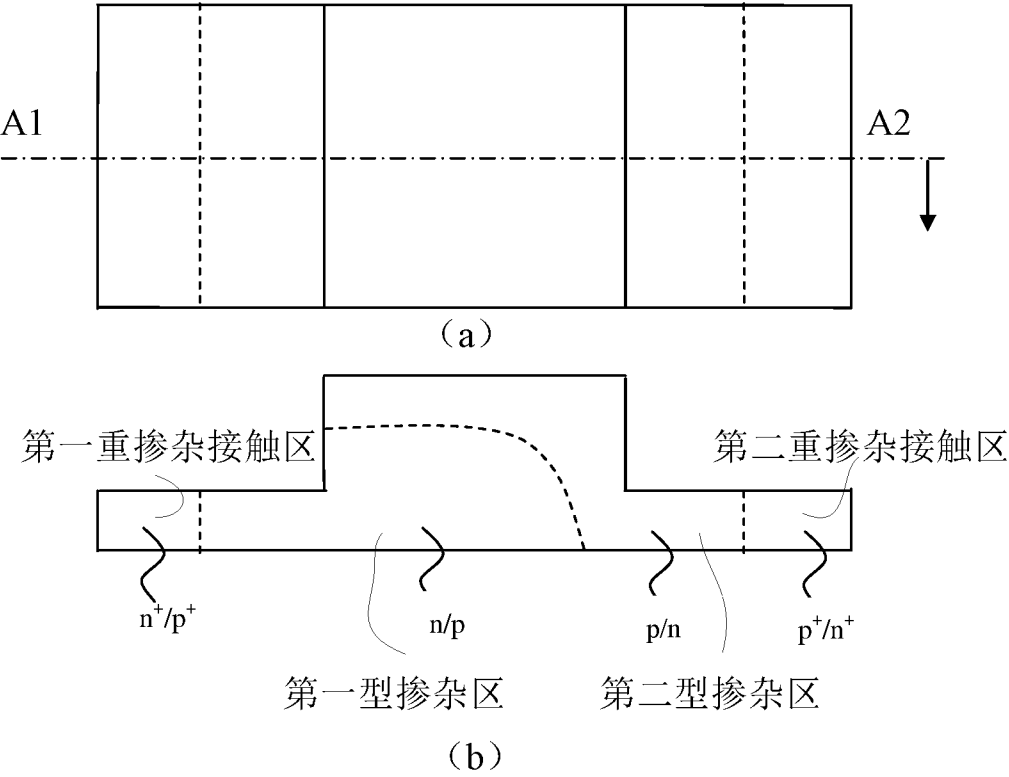


图 2

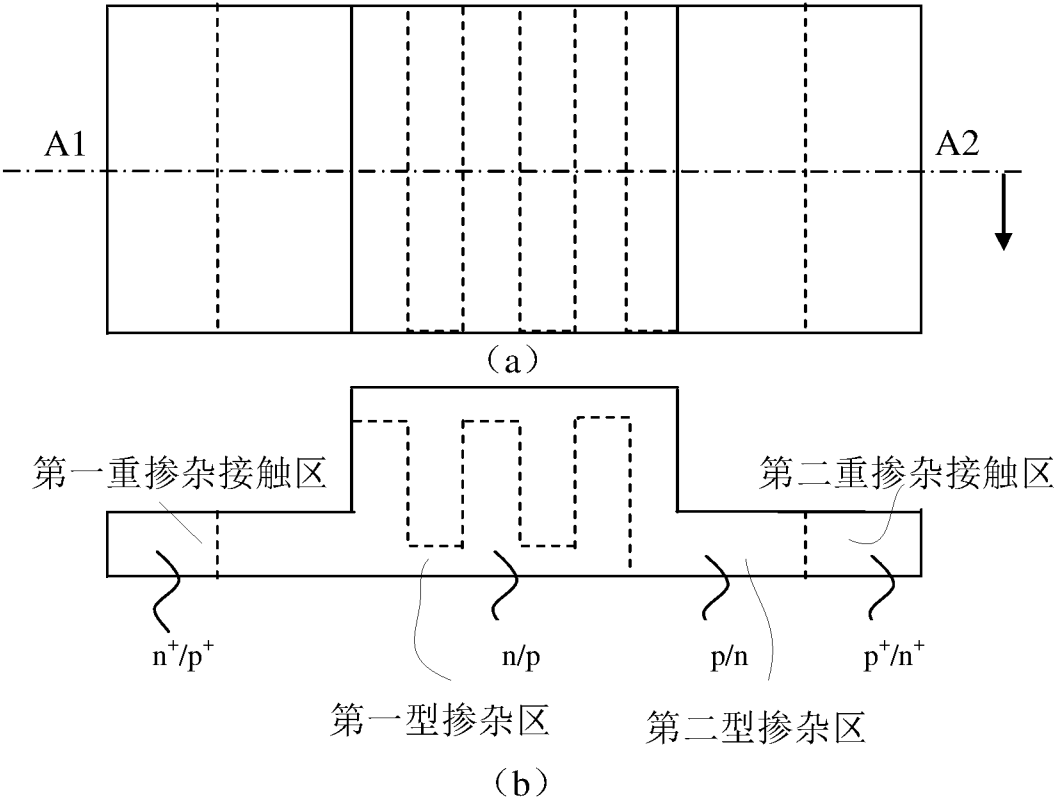


图 3

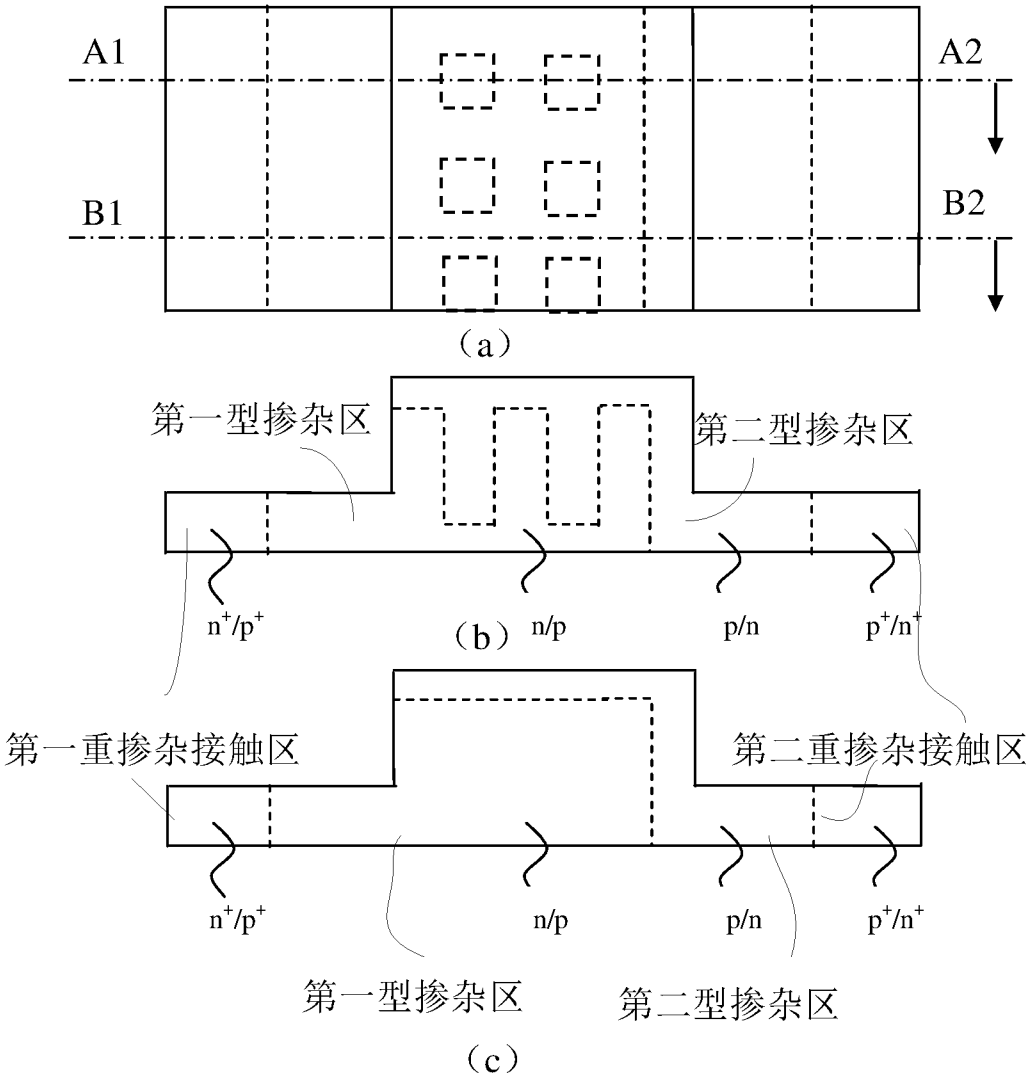


图 4

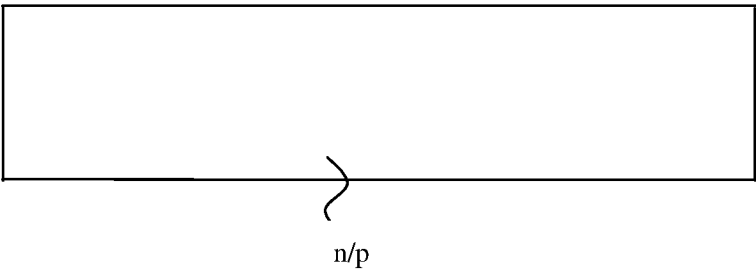


图 5

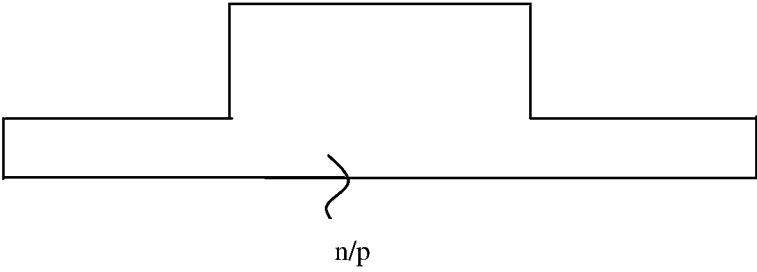


图 6

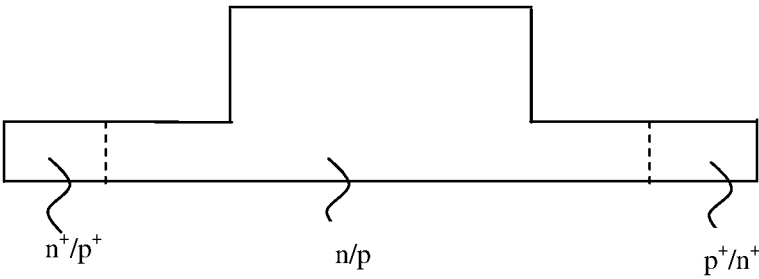


图 7

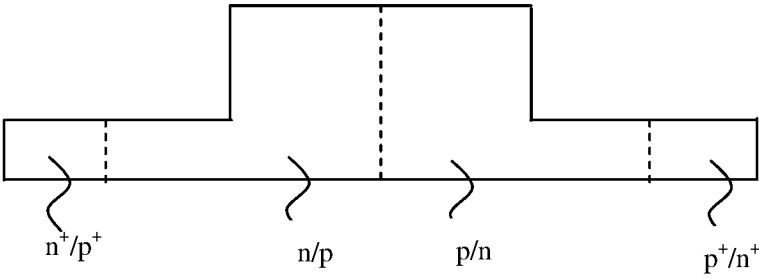


图 8

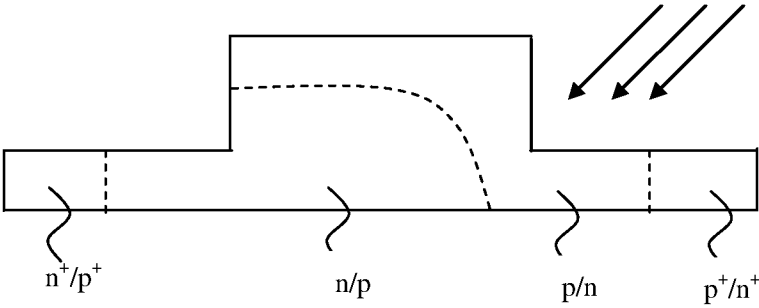


图 9

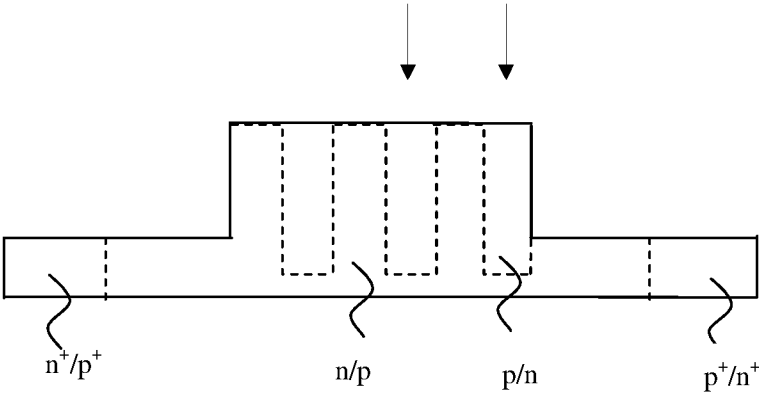


图 10

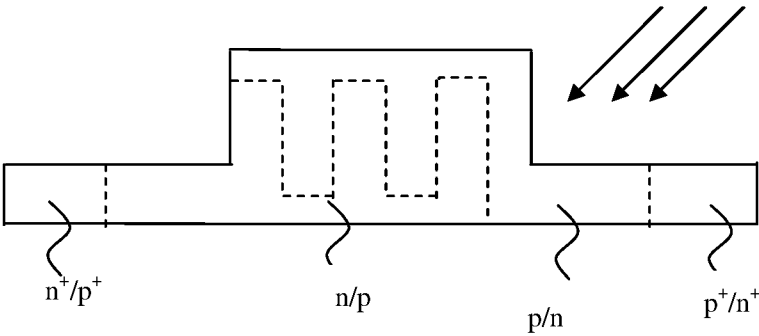


图 11

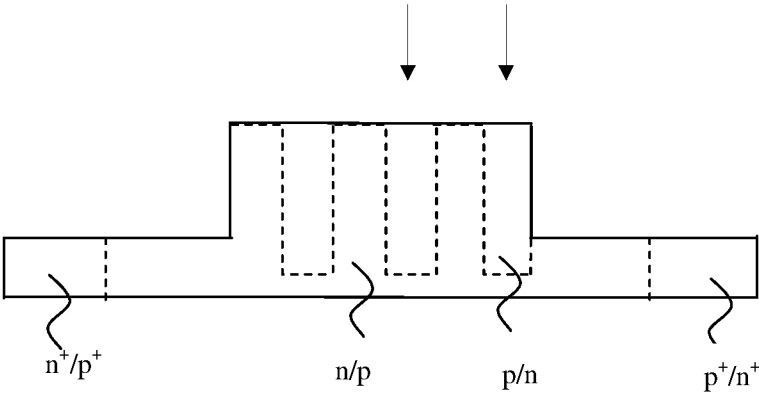


图 12

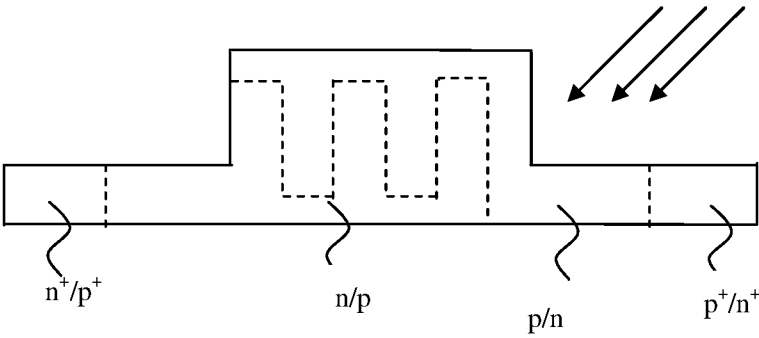


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/079060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F 1/025 (2006.01) i; H01L 21/02 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F, H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, EPODOC, WPI: ZTE; HUA, Feng; WANG, Huitao; XU, Peng; WU, Dongping; FU, Chaochao; WANG, Yan; contact, PN w junction, area?, modulator?

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2014185951 A1 (SILICON LIGHTWAVE SERVICES), 20 November 2014 (20.11.2014), description, paragraphs [0008]-[0021], and figure 4A	1-10
X	CN 103226252 A (INSTITUTE OF SEMICONDUCTORS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES), 31 July 2013 (31.07.2013), claims 1-4, description, paragraph [0026], and figures 1-2	1-10
X	CN 204155033 U (JIANGSU SUNFY OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD. et al.), 11 February 2015 (11.02.2015), description, paragraphs [0008], [0012], and figures 1-2	1-10
A	CN 202563200 U (SOUTHEAST UNIVERSITY), 28 November 2012 (28.11.2012), the whole document	1-10
A	US 2006008223 A1 (LUXTERA, INC.), 12 January 2006 (12.01.2006), the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 June 2016 (14.06.2016)	Date of mailing of the international search report 06 July 2016 (06.07.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer CHEN, Lin Telephone No.: (86-10) 62413561

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/079060

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2014185951 A1	20 November 2014	US 2014341497 A1	20 November 2014
		SG 11201509355S A	30 December 2015
		EP 2997415 A1	23 March 2016
		US 2016062156 A1	03 March 2016
		CN 105474077 A	06 April 2016
		US 9158138 B2	13 October 2015
CN 103226252 A	31 July 2013	CN 103226252 B	18 May 2016
CN 204155033 U	11 February 2015	None	
CN 202563200 U	28 November 2012	None	
US 2006008223 A1	12 January 2006	WO 2006022931 A2	02 March 2006
		US 7116853 B2	03 October 2006
		EP 1779161 A2	02 May 2007
		US 2005036791 A1	17 February 2005
		US 7039258 B2	02 May 2006
		WO 2005017609 A2	24 February 2005
		EP 1660923 A2	31 May 2006
		US 7085443 B1	01 August 2006
		US 7136544 B1	14 November 2006
		US 7251408 B1	31 July 2007
		US 2007280576 A1	06 December 2007
		US 7450787 B2	11 November 2008
		US 2009022500 A1	22 January 2009
		US 2013094865 A9	18 April 2013
		US 7515775 B1	07 April 2009
		US 2009148094 A1	11 June 2009
		US 7899276 B2	01 March 2011
		US 2012177380 A1	12 July 2012
		US 9136946 B2	15 September 2015
		US 2012177378 A1	12 July 2012
		US 8577191 B2	05 November 2013
		US RE44829 E1	08 April 2014
		US RE45215 E1	28 October 2014
		US RE45214 E1	28 October 2014
		US RE45390 E1	24 February 2015
		US 2016006514 A1	07 January 2016

A. 主题的分类 G02F 1/025 (2006.01) i; H01L 21/02 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G02F, H01L 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNKI, CNPAT, EPODOC, WPI: 中兴通讯, 华锋, 王会涛, 许鹏, 吴东平, 付超超, 王言, 调制器, PN 结, 接触, 面积, PN w junction, area?, moduator?.																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2014185951 A1 (SILICON LIGHTWAVE SERVICES) 2014年 11月 20日 (2014 - 11 - 20) 说明书第[0008]–[0021]段, 附图4A</td> <td>1–10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 103226252 A (中国科学院半导体研究所) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 权利要求1–4, 说明书第[0026]段, 附图1–2</td> <td>1–10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 204155033 U (江苏尚飞光电科技有限公司等) 2015年 2月 11日 (2015 - 02 - 11) 说明书第[0008], [0012]段, 附图1–2</td> <td>1–10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 202563200 U (东南大学) 2012年 11月 28日 (2012 - 11 - 28) 全文</td> <td>1–10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2006008223 A1 (LUXTERA, INC.) 2006年 1月 12日 (2006 - 01 - 12) 全文</td> <td>1–10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	WO 2014185951 A1 (SILICON LIGHTWAVE SERVICES) 2014年 11月 20日 (2014 - 11 - 20) 说明书第[0008]–[0021]段, 附图4A	1–10	X	CN 103226252 A (中国科学院半导体研究所) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 权利要求1–4, 说明书第[0026]段, 附图1–2	1–10	X	CN 204155033 U (江苏尚飞光电科技有限公司等) 2015年 2月 11日 (2015 - 02 - 11) 说明书第[0008], [0012]段, 附图1–2	1–10	A	CN 202563200 U (东南大学) 2012年 11月 28日 (2012 - 11 - 28) 全文	1–10	A	US 2006008223 A1 (LUXTERA, INC.) 2006年 1月 12日 (2006 - 01 - 12) 全文	1–10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	WO 2014185951 A1 (SILICON LIGHTWAVE SERVICES) 2014年 11月 20日 (2014 - 11 - 20) 说明书第[0008]–[0021]段, 附图4A	1–10																		
X	CN 103226252 A (中国科学院半导体研究所) 2013年 7月 31日 (2013 - 07 - 31) 权利要求1–4, 说明书第[0026]段, 附图1–2	1–10																		
X	CN 204155033 U (江苏尚飞光电科技有限公司等) 2015年 2月 11日 (2015 - 02 - 11) 说明书第[0008], [0012]段, 附图1–2	1–10																		
A	CN 202563200 U (东南大学) 2012年 11月 28日 (2012 - 11 - 28) 全文	1–10																		
A	US 2006008223 A1 (LUXTERA, INC.) 2006年 1月 12日 (2006 - 01 - 12) 全文	1–10																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																				
国际检索实际完成的日期 2016年 6月 14日		国际检索报告邮寄日期 2016年 7月 6日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10) 62019451		授权官员 陈琳 电话号码 (86-10) 62413561																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/079060

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
WO	2014185951	A1	2014年 11月 20日	US	2014341497	A1	2014年 11月 20日
				SG	11201509355S	A	2015年 12月 30日
				EP	2997415	A1	2016年 3月 23日
				US	2016062156	A1	2016年 3月 3日
				CN	105474077	A	2016年 4月 6日
				US	9158138	B2	2015年 10月 13日
CN	103226252	A	2013年 7月 31日	CN	103226252	B	2016年 5月 18日
CN	204155033	U	2015年 2月 11日	无			
CN	202563200	U	2012年 11月 28日	无			
US	2006008223	A1	2006年 1月 12日	WO	2006022931	A2	2006年 3月 2日
				US	7116853	B2	2006年 10月 3日
				EP	1779161	A2	2007年 5月 2日
				US	2005036791	A1	2005年 2月 17日
				US	7039258	B2	2006年 5月 2日
				WO	2005017609	A2	2005年 2月 24日
				EP	1660923	A2	2006年 5月 31日
				US	7085443	B1	2006年 8月 1日
				US	7136544	B1	2006年 11月 14日
				US	7251408	B1	2007年 7月 31日
				US	2007280576	A1	2007年 12月 6日
				US	7450787	B2	2008年 11月 11日
				US	2009022500	A1	2009年 1月 22日
				US	2013094865	A9	2013年 4月 18日
				US	7515775	B1	2009年 4月 7日
				US	2009148094	A1	2009年 6月 11日
				US	7899276	B2	2011年 3月 1日
				US	2012177380	A1	2012年 7月 12日
				US	9136946	B2	2015年 9月 15日
				US	2012177378	A1	2012年 7月 12日
				US	8577191	B2	2013年 11月 5日
				US	RE44829	E1	2014年 4月 8日
				US	RE45215	E1	2014年 10月 28日
				US	RE45214	E1	2014年 10月 28日
				US	RE45390	E1	2015年 2月 24日
				US	2016006514	A1	2016年 1月 7日