

(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
2021 年 9 月 2 日 (02.09.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/168942 A1

(51) 国际专利分类号:
G02F 1/035 (2006.01) **G02B 6/122** (2006.01)
G02F 1/21 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/080124

(22) 国际申请日: 2020 年 3 月 19 日 (19.03.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010111302.1 2020年2月24日 (24.02.2020) CN

(71) 申请人: 上海交通大学 (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国上海市东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 北京大学 (BEIJING UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国北京市海淀区颐和园路 5 号, Beijing 100871 (CN)。

(72) 发明人: 邹卫文 (ZOU, Weiwen); 中国上海市东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 王静 (WANG, Jing); 中国上海市东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 徐绍夫 (XU, Shaofu); 中国上海市东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 王兴军 (WANG, Xingjun); 中国北京市海淀区颐和园路 5 号, Beijing 200240 (CN)。

(74) 代理人: 上海恒慧知识产权代理事务所 (特殊普通合伙) (SHANGHAI HENGHUI INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国上海市徐汇区桂平路 555 号 45 号楼 603 单元, Shanghai 200233 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: HIGH-SPEED LOW-VOLTAGE ELECTRO-OPTIC MODULATOR BASED ON LITHIUM NIOBATE-SILICON WAFER

(54) 发明名称: 基于铌酸锂-硅晶圆的高速低电压电光调制器

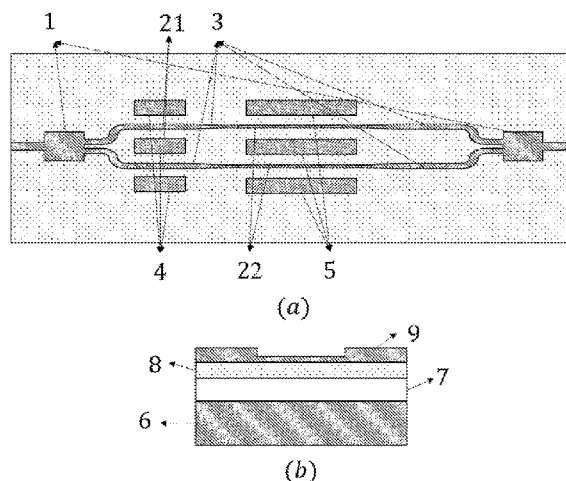


图 1

(57) Abstract: A high-speed low-voltage electro-optic modulator based on a lithium niobate-silicon wafer. The silicon wafer is located above a lithium niobate wafer (8). A lithium niobate-silicon hybrid waveguide is formed by etching a silicon waveguide layer (9). Changing the structure of a silicon waveguide allows light waves to have different energy distribution in the lithium niobate-silicon hybrid waveguide. When the silicon waveguide has more energy distribution, it is suitable for realizing a compact demultiplexing function, a multiplexing function and a thermo-optic modulation function; when the lithium niobate waveguide has a higher energy distribution, it is suitable for realizing a high-speed low-voltage electro-optic modulation function. The advantages of a lithium niobate and a silicon material platform are exerted, so as to obtain an electro-optic modulator suitable for high-speed low-voltage.

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种基于铌酸锂-硅晶圆的高速低压电光调制器, 硅晶圆位于铌酸锂晶圆 (8) 上方, 通过刻蚀硅波导层 (9), 形成铌酸锂-硅混合波导, 通过改变硅波导的结构使得光波在铌酸锂-硅混合波导中具有不同的能量分布。当硅波导中具有更多的能量分布时, 适用于实现紧凑的分波功能、合波功能与热光调制功能; 当铌酸锂波导中具有更高的能量分布时, 适用于实现高速、低电压的电光调制功能。分别发挥铌酸锂和硅材料平台的优势, 获得适用于高速低电压的电光调制器。

基于铌酸锂-硅晶圆的高速低电压电光调制器

技术领域

本发明属于光子异质集成技术领域，特别是一种铌酸锂-硅晶圆上的高速低电压电光调制器。

技术背景

电光调制器是光纤通信中重要的功能器件，其作用是将电信号加载至光信号上，从而在光域上实现信号传输、处理等。利用互补金属氧化物半导体集成技术，在硅晶圆上制备的纯硅基调制器是光信号处理系统中最为常见的调制器。然而随着光纤通信技术的发展，纯硅基调制器已经难以满足高速、低电压、低损耗等需求。近年来得益于铌酸锂薄膜制备技术的发展，将铌酸锂调制器代替纯硅基调制器可以进一步提高调制器的调制速率、降低电压、降低调制器损耗。薄膜铌酸锂调制器的工作原理是利用了铌酸锂波导的线性电光效应，即在外部电场的作用下，铌酸锂波导的折射率发生改变，进而完成相位调制或者强度调制。

现有的利用铌酸锂波导进行调制的方式包括两类，一是在铌酸锂晶圆上刻蚀铌酸锂晶圆形成脊型铌酸锂波导的纯薄膜铌酸锂调制器（参见文献 1：Wang, Cheng, et al. "Integrated lithium niobate electro-optic modulators operating at CMOS-compatible voltages." *Nature* 562.7725 (2018): 101.），该方式利用脊型铌酸锂波导束缚光波的传输；二是硅-铌酸锂波导调制器（参见文献 2：Weigel, Peter O., et al. "Bonded thin film lithium niobate modulator on a silicon photonics platform exceeding 100 GHz 3-dB electrical modulation bandwidth." *Optics express* 26.18 (2018): 23728-23739.）或者氮化硅-铌酸锂波导调制器（参见文献 3：Jin, Shilei, et al. "LiNbO₃ thin-film modulators using silicon nitride surface ridge waveguides." *IEEE Photonics Technology Letters* 28.7 (2015): 736-739.），利用硅波导或者氮化硅波导引导光波的传输，同时束缚在铌酸锂波导中的光波将会受到电光调制的作用。而随着片上系统的出现，利用异质集成技术能够发挥各种材料的优势，使得硅与其它材料结合实现多功能的光子器件集成。因而第二种类型的调制器将在片上系

统中实现高速、低压的电光调制功能，从而提升片上系统的性能。

发明内容

本发明在于针对现有技术的不足，提出一种基于铌酸锂-硅晶圆高速低电压的电光调制器，该器件改变光波在硅波导和铌酸锂波导中的能量，发挥硅波导折射率大，实现器件紧凑的优势，同时发挥铌酸锂波导具有较大电光系数，实现电光调制的优势。此外该方法利用了铌酸锂-硅晶圆和成熟的硅光集成技术，硅晶圆位于铌酸锂晶圆上方，通过刻蚀硅晶圆形成铌酸锂-硅混合波导从而控制光波的传输，与此同时避免了铌酸锂晶圆的刻蚀。

本发明的技术解决方案如下：

一种铌酸锂-硅晶圆高速低电压电光调制器，其特点在于：由下到上包括硅衬底层、二氧化硅隔离层、铌酸锂晶圆层和硅波导层，在所述的硅波导层刻蚀形成多模干涉仪、热调移相臂、模斑转换器、电调移相臂、直流偏置电极和射频电极，从输入端到输出端依次是高折射率区、模斑转换区、电光调制区、模斑转换区、高折射率区，所述的多模干涉仪、热调移相臂位于高折射率区域，所述的模斑转换器位于所述的模斑转换区，所述的电调移相臂位于所述的电光调制区；所述的多模干涉仪、热调移相臂、模斑转换器、电调移相臂构成波导结构组件，所述的直流偏置电极形成在所述的热调移相臂附近，所述的射频电极形成在所述的电调移相臂附近。

所述的波导结构组件包括两个多模干涉仪、四个模斑转换器、两个热调移相臂、两个电调移相臂、直流偏置电极和射频电极，所述的两个多模干涉仪分别作为合波器与分波器，所述的合波器的两个输出端口分别与所述的两个热调移相臂的一端相连，该两个热调移相臂的另一端分别与两个模斑转换器的一端相连，该两个模斑转换器的另一端分别与两个电调移相臂的一端相连，该两个电调移相臂的另一端分别与另两个模斑转换器的一端相连，该两个模斑转换器另一端与所述的合波器相连。

所述的模斑转换器可以通单层锥形耦合器或者双层锥形耦合器实现。

所述的波导结构组件依次是多模干涉仪、热调移相臂、模斑转换器、电调移相臂和多模干涉仪。

所述的波导结构组件依次是多模干涉仪、模斑转换器、电调移相臂和多模干涉仪。

一种基于铌酸锂-硅晶圆的高速低电压的电光调制器，其特点在于从调制器的输入端到输出端分别是高折射率区、模斑转换区、电光调制区、模斑转换区、高折射率区。

在高折射率区，大部分光波的能量位于硅波导中；在模斑转换区，光波的能量从硅波导转移至铌酸锂波导中；在电光调制区，大部分光波的能量位于铌酸锂波导中，以进行电光调制。

本发明的技术效果如下：

本发明通过改变硅波导的结构使得光波在铌酸锂-硅混合波导中具有不同的能量分布。当硅波导中具有更多的能量分布时，适用于实现紧凑的分波功能、合波功能与热光调制功能；当铌酸锂波导中具有更高的能量分布时，适用于实现高速、低电压的电光调制功能。

在高折射率区，大部分光波的能量位于硅波导中；在模斑转换区，光波的能量从硅波导转移至铌酸锂波导中；在电光调制区，大部分光波的能量位于铌酸锂波导中，以进行电光调制。

本发明改变光波在硅波导和铌酸锂波导中的能量，发挥硅波导折射率大，实现器件紧凑的优势，同时发挥铌酸锂波导具有较大电光系数，实现电光调制的优势。

本发明利用铌酸锂-硅晶圆和成熟的硅光集成技术，硅晶圆位于铌酸锂晶圆上方，通过刻蚀硅晶圆形成铌酸锂-硅混合波导从而控制光波的传输，与此同时避免了铌酸锂晶圆的刻蚀。

附图说明

图 1 为本发明铌酸锂-硅晶圆高速低电压电光调制器结构示意图，其中(a)为俯视图，(b)为剖视图。

图 2 为本发明模斑转换器 3 的结构示意图，其中(a)为三维结构图，(b)为剖视图，(c)为俯视图。

图 3 为本发明在模斑转换器输入输出端口的光波的能量分布示意图即模场

分布示意图，其中(a)为大部分光波能量在硅波导中的模场分布图，(b)为大部分光波能量分布在铌酸锂波导中的模场分布图。

图 4 为本发明在电光调制区的横向剖视图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本发明作详细说明，给出了详细的实施方式和结构，但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

图 1 所示为本发明马赫-曾德干涉结构的电光调制器，由俯视图 (a) 可以看到本发明电光调制器位于同一铌酸锂-硅晶圆上，其结构包含多模干涉仪 1、移相臂 2、模斑转换器 3、直流偏置电极 4 与射频电极 5 等组件，其中移相臂 2 包括热条移相臂 21 和电调移相臂 22。多模干涉仪 1、热调移相臂 21 和直流偏置电极 4 位于高折射率区，模斑转换器 3 位于模斑转换区，电调移相臂 22 和射频电极 5 位于电光调制区；由剖视图 (b) 可以看到，本发明电光调制器由下到上包括硅衬底层 6、二氧化硅隔离层 7、铌酸锂晶圆层 8、硅波导层 9。对所述硅波导层 10 进行刻蚀形成多模干涉仪 1、移相臂 2 与模斑转换器 3。

图 2 所示为本发明所述的模斑转换器 3 的结构示意图。由三维结构图 (a) 可以看到，本发明所述的模斑转换器 3 由两层锥形耦合器组成；由剖视图 (b) 可以看到本发明模斑转换器的输入端与输出端具有不同的波导厚度；由俯视图 (c) 可以看到本发明模斑转换器 3 的输入端与输出端具有不同的波导宽度。

图 3 所示为本发明铌酸锂-硅晶圆高速、低电压电光调制器在模斑转换区输入输出端口的光波的能量分布示意图即模场分布示意图由光场分布示意图可以看到，通过模斑转换器，束缚在硅波导中的大部分光波传输至铌酸锂波导中。

图 4 所示为本发明在电光调制区的纵向截面图。本发明电光调制器由下到上包括硅衬底层 6、二氧化硅隔离层 7、铌酸锂晶圆层 8、硅波导层 9 与射频电极 5，其中电调移相臂 4 位于射频电极 5 之间。

实施例 1

本发明基本结构是马赫-曾德调制器，包括两个多模干涉仪 1，两个模斑转换器 3，两个热调移相臂 21、两个电调移相臂 22、直流偏置电极 4 与射频电极 5。其中多模干涉仪为 1×2 多模干涉仪，两个多模干涉仪 1 分别作为合波器与分波

器。合波器的两个输出端口分别与两个热调移相臂 21 相连，两个热调移相臂 21 分别与两个模斑转换器 3 的一端相连，该两个模斑转换器 3 的另一端分别与两个电调移相臂 22 相连，两个电调移相臂 22 分别与两个模斑转换器相连，两个模斑转换器 3 最终与合波器相连。所述的直流偏置电极 4 形成在热调移相臂 21 附近，而所述的射频电极 5 形成在电调移相臂 22 附近。本发明最大的特征在于铌酸锂晶圆上存在硅晶圆，通过成熟的互补金属氧化物集成工艺刻蚀硅晶圆，形成铌酸锂-硅混合波导。通过控制硅波导的刻蚀宽度与刻蚀深度，使得光波能在硅波导和铌酸锂波导中传输。

实施例 2

针对高速、低电压调制器的偏置点控制方法，在本发明的实施例中，热调移相臂 21 位于高折射率区域，用于高速、低电压调制器的偏置点控制。因此从调制器的一端口到另一端口，波导结构组件分别是多模干涉仪 1、热调移相臂 21、模斑转换器 3、电调移相臂 22、多模干涉仪 1。

实施例 3

在本发明的另一实施例中，热调移相器 21 位于低折射率区域，用于高速、低电压调制器的偏置点控制。因此从调制器的一端口到另一端口，波导结构组件分别是多模干涉仪 1、模斑转换器 3、热调移相臂 21、电调移相臂 22、多模干涉仪 1。

实施例 4

在本发明的其它实施例中，利用电调移相臂进行高速、低电压调制器的偏置点控制。因此从调制器的一端口到另一端口，波导结构组件分别是多模干涉仪 1、模斑转换器 3、电调移相臂 22、多模干涉仪 1。

针对模斑转换方式，在本发明的实施例中，由于在高折射率区与电光调制区，硅波导具有不同的刻蚀宽度和高度，因而使用两层锥形耦合器作为模斑转换器 3 进行光波的转移与传输。在本发明的其它实施例中，在高折射率区与电光调制区硅波导具有同样的刻蚀宽度，因而可以使用一层锥形耦合器作为模斑转换器 3 进行光波的转移与传输。

权利要求书

1、一种铌酸锂-硅晶圆高速低电压电光调制器，其特征在于：由下到上包括硅衬底层(6)、二氧化硅隔离层(7)、铌酸锂晶圆层(8)和硅波导层(9)，在所述的硅波导层(9)刻蚀形成多模干涉仪(1)、移相臂(2)、模斑转换器(3)、直流偏置电极(4)和射频电极(5)，从输入端到输出端依次是高折射率区、模斑转换区、电光调制区、模斑转换区和高折射率区，所述移相臂(2)包括热调移相臂(21)和电调移相臂(22)，所述的多模干涉仪(1)、热调移相臂(21)位于高折射率区域，所述的模斑转换器(3)位于所述的模斑转换区，所述的电调移相臂(22)位于所述的电光调制区；所述的多模干涉仪(1)、移相臂(2)、模斑转换器(3)构成波导结构组件，所述的直流偏置电极(4)形成在所述的热调移相臂(21)附近，所述的射频电极(5)形成在所述的电调移相臂(22)附近。

2、根据权利要求1所述的铌酸锂-硅晶圆高速低电压电光调制器，其特征在于：所述的波导结构组件包括两个多模干涉仪(1)、四个模斑转换器(3)、两个热调移相臂(21)、两个电调移相臂(22)、直流偏置电极(4)和射频电极(5)，所述的两个多模干涉仪(1)分别作为合波器与分波器，所述的合波器的两个输出端口分别与所述的两个热调移相臂(21)的一端相连，该两个热调移相臂(21)的另一端分别与两个模斑转换器(3)的一端相连，该两个模斑转换器(3)的另一端分别与两个电调移相臂(22)的一端相连，该两个电调移相臂(22)的另一端分别与另两个模斑转换器(3)的一端相连，该两个模斑转换器(3)另一端与所述的合波器相连。

3、根据权利要求1所述的铌酸锂-硅晶圆高速低电压电光调制器，其特征在于：所述的模斑转换器(3)可以通过单层锥形耦合器或者双层锥形耦合器实现。

4、根据权利要求1所述的铌酸锂-硅晶圆高速低电压电光调制器，其特征在于：所述的波导结构组件依次是多模干涉仪(1)、热调移相臂(21)、模斑转换器(3)、电调移相臂(22)和多模干涉仪(1)。

5、根据权利要求1所述的铌酸锂-硅晶圆高速低电压电光调制器，其特征在于：所述的波导结构组件依次是多模干涉仪(1)、模斑转换器(3)、电调移相臂(22)和多模干涉仪(1)。

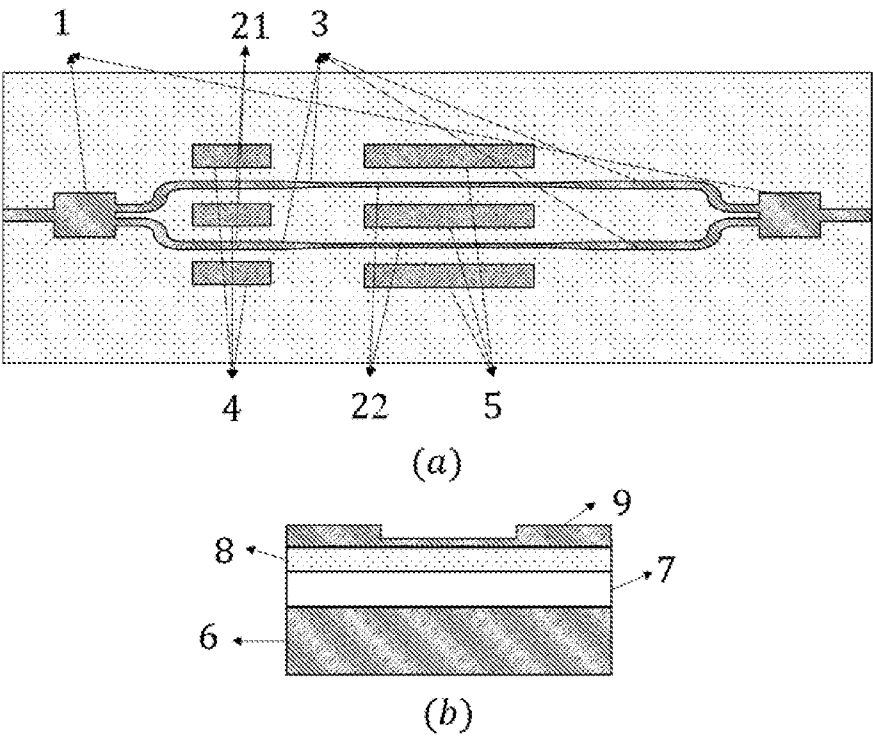


图 1

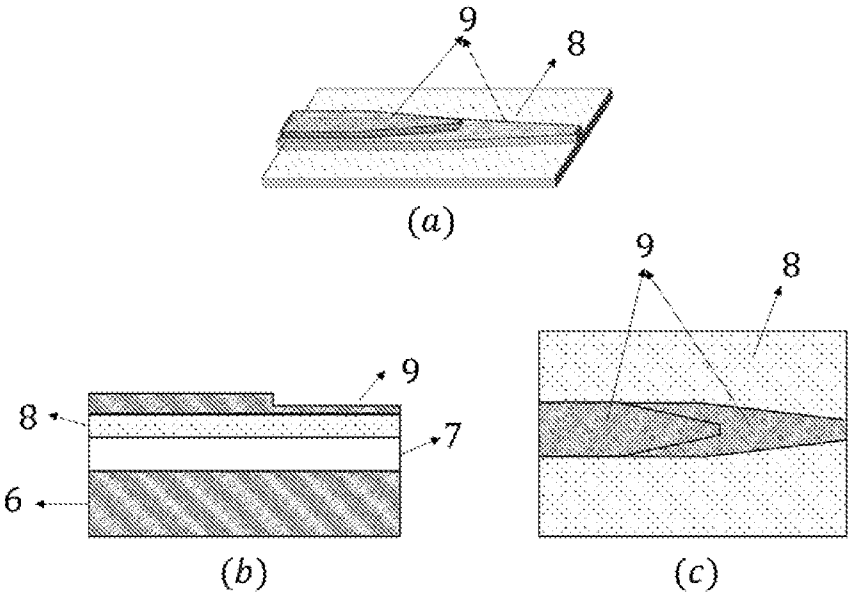


图 2

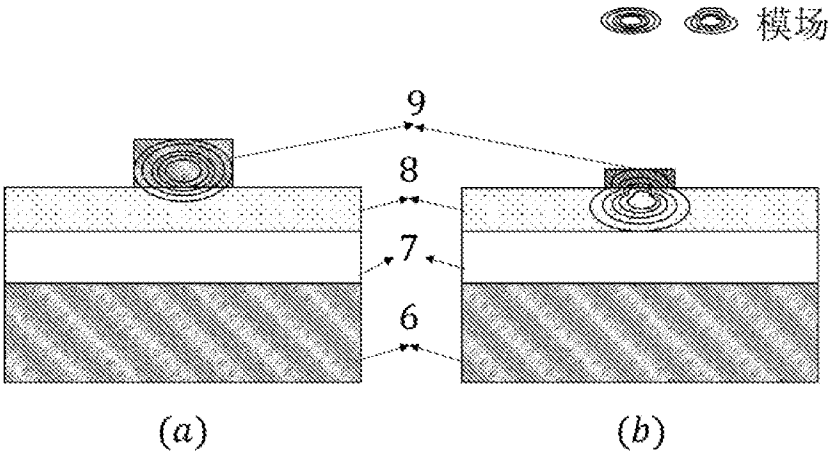


图 3

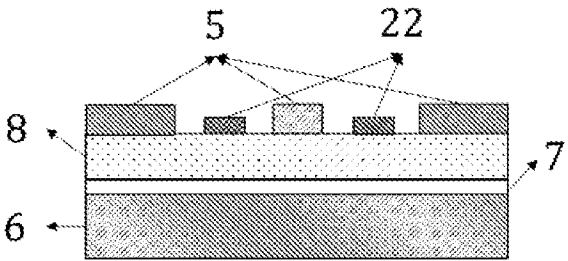


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/080124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F 1/035(2006.01)i; G02F 1/21(2006.01)i; G02B 6/122(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)

G02F1,G02B6

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)

CNABS; CNTXT; VEN; USXTX; CNKI: 多模, 模式, 干涉, 相移, 铌酸锂, 移相, 模斑, 调制, 直流电极, 射频电极, 硅波导, lithium w niobate, silicon, ridge, wedge, waveguide, modulat+, electrode, Mach-Zehnder, interferometer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 110187526 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 30 August 2019 (2019-08-30) description, paragraphs 37-51, figures 1-4	1-5
Y	CN 109613723 A (SUZHOU JUZHEN PHOTOELECTRIC CO., LTD.) 12 April 2019 (2019-04-12) description paragraph 44, figure 1	1-5
A	CN 102472900 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE CORPORATION) 23 May 2012 (2012-05-23) entire document	1-5
A	CN 208060765 U (SUZHOU YILANWEI OPTOELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 November 2018 (2018-11-06) entire document	1-5
A	CN 103048733 A (SHANGHAI SILIGHT TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 April 2013 (2013-04-17) entire document	1-5
A	US 2018364416 A1 (SKORPIOS TECH INC) 20 December 2018 (2018-12-20) entire document	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 November 2020

Date of mailing of the international search report

20 November 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/080124

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5421935 B2 (ANRITSU CORP.) 19 February 2014 (2014-02-19) entire document	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/080124

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110187526	A	30 August 2019	None			
CN	109613723	A	12 April 2019	None			
CN	102472900	A	23 May 2012	JP	WO2011004615	A1	20 December 2012
				EP	2453295	B1	10 September 2014
				US	2012106888	A1	03 May 2012
				EP	2453295	A4	26 September 2012
				US	8965146	B2	24 February 2015
				JP	5161370	B2	13 March 2013
				WO	2011004615	A1	13 January 2011
				CN	102472900	B	01 April 2015
				EP	2453295	A1	16 May 2012
CN	208060765	U	06 November 2018	None			
CN	103048733	A	17 April 2013	CN	103048733	B	24 May 2017
US	2018364416	A1	20 December 2018	US	2020124797	A1	23 April 2020
				EP	3149522	A1	05 April 2017
				US	2017351028	A1	07 December 2017
				US	10345521	B2	09 July 2019
				EP	3149522	A4	21 February 2018
				US	10001600	B2	19 June 2018
				WO	2015183992	A1	03 December 2015
				US	2015346430	A1	03 December 2015
				US	9658401	B2	23 May 2017
				US	9885832	B2	06 February 2018
				US	2015346429	A1	03 December 2015
JP	5421935	B2	19 February 2014	JP	2012145894	A	02 August 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/080124

A. 主题的分类 G02F 1/035 (2006.01) i; G02F 1/21 (2006.01) i; G02B 6/122 (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) G02F1, G02B6 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)) CNABS; CNTXT; VEN; USXTX; CNKI: 多模, 模式, 干涉, 相移, 铌酸锂, 移相, 模斑, 调制, 直流电极, 射频电极, 硅波导, lithium w niobate, silicon, ridge, wedge, waveguide, modulat+, electrode, Mach-Zehnder, interferometer																										
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>Y</td> <td>CN 110187526 A (上海交通大学) 2019年 8月 30日 (2019 - 08 - 30) 说明书第37-51段, 附图1-4</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109613723 A (苏州矩阵光电有限公司) 2019年 4月 12日 (2019 - 04 - 12) 说明书第44段, 附图1</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102472900 A (日本电信电话株式会社) 2012年 5月 23日 (2012 - 05 - 23) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 208060765 U (苏州易缆微光电技术有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103048733 A (上海圭光科技有限公司) 2013年 4月 17日 (2013 - 04 - 17) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2018364416 A1 (SKORPIOS TECH INC) 2018年 12月 20日 (2018 - 12 - 20) 全文</td> <td>1-5</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 5421935 B2 (ANRITSU CORP) 2014年 2月 19日 (2014 - 02 - 19) 全文</td> <td>1-5</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	Y	CN 110187526 A (上海交通大学) 2019年 8月 30日 (2019 - 08 - 30) 说明书第37-51段, 附图1-4	1-5	Y	CN 109613723 A (苏州矩阵光电有限公司) 2019年 4月 12日 (2019 - 04 - 12) 说明书第44段, 附图1	1-5	A	CN 102472900 A (日本电信电话株式会社) 2012年 5月 23日 (2012 - 05 - 23) 全文	1-5	A	CN 208060765 U (苏州易缆微光电技术有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-5	A	CN 103048733 A (上海圭光科技有限公司) 2013年 4月 17日 (2013 - 04 - 17) 全文	1-5	A	US 2018364416 A1 (SKORPIOS TECH INC) 2018年 12月 20日 (2018 - 12 - 20) 全文	1-5	A	JP 5421935 B2 (ANRITSU CORP) 2014年 2月 19日 (2014 - 02 - 19) 全文	1-5
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
Y	CN 110187526 A (上海交通大学) 2019年 8月 30日 (2019 - 08 - 30) 说明书第37-51段, 附图1-4	1-5																								
Y	CN 109613723 A (苏州矩阵光电有限公司) 2019年 4月 12日 (2019 - 04 - 12) 说明书第44段, 附图1	1-5																								
A	CN 102472900 A (日本电信电话株式会社) 2012年 5月 23日 (2012 - 05 - 23) 全文	1-5																								
A	CN 208060765 U (苏州易缆微光电技术有限公司) 2018年 11月 6日 (2018 - 11 - 06) 全文	1-5																								
A	CN 103048733 A (上海圭光科技有限公司) 2013年 4月 17日 (2013 - 04 - 17) 全文	1-5																								
A	US 2018364416 A1 (SKORPIOS TECH INC) 2018年 12月 20日 (2018 - 12 - 20) 全文	1-5																								
A	JP 5421935 B2 (ANRITSU CORP) 2014年 2月 19日 (2014 - 02 - 19) 全文	1-5																								
☐ 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 2020年 11月 16日		国际检索报告邮寄日期 2020年 11月 20日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (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		受权官员 王睿爽 电话号码 86-(010)-62085607																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/080124

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)
CN	110187526	A	2019年 8月 30日	无			
CN	109613723	A	2019年 4月 12日	无			
CN	102472900	A	2012年 5月 23日	JP	W02011004615	A1	2012年 12月 20日
				EP	2453295	B1	2014年 9月 10日
				US	2012106888	A1	2012年 5月 3日
				EP	2453295	A4	2012年 9月 26日
				US	8965146	B2	2015年 2月 24日
				JP	5161370	B2	2013年 3月 13日
				WO	2011004615	A1	2011年 1月 13日
				CN	102472900	B	2015年 4月 1日
				EP	2453295	A1	2012年 5月 16日
CN	208060765	U	2018年 11月 6日	无			
CN	103048733	A	2013年 4月 17日	CN	103048733	B	2017年 5月 24日
US	2018364416	A1	2018年 12月 20日	US	2020124797	A1	2020年 4月 23日
				EP	3149522	A1	2017年 4月 5日
				US	2017351028	A1	2017年 12月 7日
				US	10345521	B2	2019年 7月 9日
				EP	3149522	A4	2018年 2月 21日
				US	10001600	B2	2018年 6月 19日
				WO	2015183992	A1	2015年 12月 3日
				US	2015346430	A1	2015年 12月 3日
				US	9658401	B2	2017年 5月 23日
				US	9885832	B2	2018年 2月 6日
				US	2015346429	A1	2015年 12月 3日
JP	5421935	B2	2014年 2月 19日	JP	2012145894	A	2012年 8月 2日