(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
2019 年 10 月 24 日 (24.10.2019)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2019/200629 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 31/0224 (2006.01) *H01L 31/0352* (2006.01)
H01L 31/032 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/085934

(22) 国际申请日: 2018 年 5 月 8 日 (08.05.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810356878.7 2018年4月20日 (20.04.2018) CN

(71) 申请人: 华中科技大学(HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。

(72) 发明人: 曾祥斌(ZENG, Xiangbin); 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。 王文照(WANG, Wenzhao); 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。 郭振宇(GUO, Zhenyu); 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。 吴少雄(WU, Shaoxiong); 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。 曾洋(ZENG, Yang); 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。 胡一说(HU, Yishuo); 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。 周广通(ZHOU, Guangtong); 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。 靳雯(JIN, Wen); 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。 任婷婷(REN, Tingting); 中国湖北省武汉洪山珞喻路1037号, Hubei 430074 (CN)。

(54) **Title:** NANO-LAYERED AND TRANSVERSELY HOMOGENEOUS PN DIODE, MANUFACTURING METHOD THEREFOR AND APPLICATION THEREOF

(54) 发明名称: 一种纳米层状横向同质PN二极管及其制备方法与应用

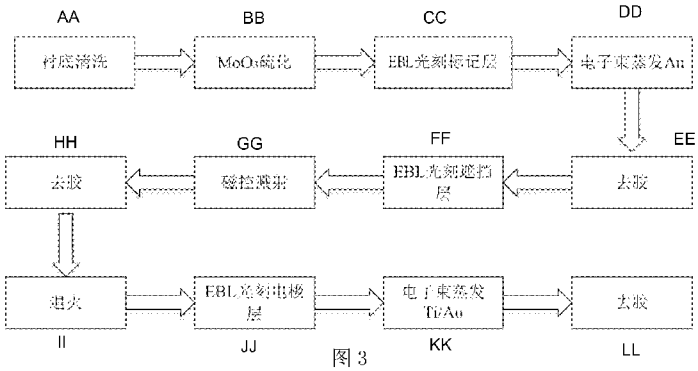

图 3

AA	SUBSTRATE CLEANING
BB	MOO3 VULCANIZATION
CC	EBL LITHOGRAPHIC MARKING LAYER
DD	ELECTRON BEAM EVAPORATION OF AU
EE	PHOTORESIST REMOVAL
FF	MAGNETRON SPUTTERING
GG	EBL LITHOGRAPHIC SHIELDING LAYER
HH	PHOTORESIST REMOVAL
II	ANNEALING
JJ	EBL LITHOGRAPHIC ELECTRODE LAYER
KK	ELECTRON BEAM EVAPORATION OF TI/AU
LL	PHOTORESIST REMOVAL

(57) **Abstract:** Disclosed are a nano-layered and transversely homogeneous PN diode, a manufacturing method therefor and an application thereof. A p-type transition metal chalcogenide film and an n-type transition metal chalcogenide film are both located on the upper surface of a dielectric layer, and are transversely connected. An electrode layer is longitudinally or transversely connected to the p-type transition metal chalcogenide film and the n-type transition metal chalcogenide film separately. The p-type transition metal chalcogenide film and the n-type transition metal chalcogenide film consist of the same transition metal chalcogenides. According to

[见续页]

WO 2019/200629 A1

(74) 代理人：华中科技大学专利中心 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PATENT AGENCY CENTER)；中国湖北省武汉洪山区珞瑜路1037号华中科技大学东一楼340室, Hubei 430074 (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, 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。

(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))。

the present invention, the manufacturing method is simple, high-efficiency and low-damage p-type doping of transition metal chalcogenides can be implemented for oxygen plasma by means of magnetron sputtering, and therefore, effective and controllable doping is implemented, and the obtained diode achieves faster photoresponse and higher detection rate when used in a photoelectric detector.

(57) 摘要：本发明公开了一种纳米层状横向同质PN二极管及其制备方法与应用。所述p型过渡金属硫族化合物膜和n型过渡金属硫族化合物膜均位于介质层的上表面，且横向连接；电极层分别与p型过渡金属硫族化合物膜和n型过渡金属硫族化合物膜纵向连接或横向连接；所述p型过渡金属硫族化合物膜和n型过渡金属硫族化合物膜由相同过渡金属硫族化合物组成。本发明制备方法简单，采用磁控溅射使氧等离子体实现过渡金属硫族化合物高效率低损伤的p型掺杂，实现了有效、可控掺杂，得到的二极管用于光电探测器具有更快光响应和更高探测率。

一种纳米层状横向同质 PN 二极管及其制备方法与应用

[技术领域]

本发明属于光探测器领域，更具体地，涉及一种纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管及其制备方法与应用。

[背景技术]

二维过渡金属硫族化合物层状材料（TMDs），因具有极高的电子迁移率和其他优异的光、电、机械、化学、声、力学等特性而倍受关注。过渡金属硫族化合物化学结构类似，显示为半导体特性的过渡金属硫族化合物各项性能也相仿，例如都具有随层数变化的带隙。以 MoS_2 为例，MoS_2 是一种本征为 n 型的半导体材料并且带隙（1.29eV-1.8eV）随层数变化。MoS_2 有优良的载流子迁移率，单层载流子迁移率可达 410 cm^2 V^{-1} s^{-1}，多层载流子迁移率高达 500 $cm^2V^{-1}s^{-1}$。MoS_2 还具有很强的吸光能力，据报道 MoS_2 可吸收可见光到近红外波段的入射光（350-950 nm），约 1 nm 厚的 MoS_2 就可以吸收约 5-10%的入射光，其吸收效率比 GaAs 和 Si 的吸收效率大约高一个数量级。MoS_2 薄膜在光电探测器上展现出优异的特性，最近报道的利用铁电体做栅介质的 MoS_2 光电晶体管探测器光响应度可以达到 2570A/W，最短光响应时间只有 1.8ms，探测波长范围从可见光到近红外（1.55um），探测率达到 2.2×10^{12} Jones。

目前大部分二维过渡金属硫族化合物光电探测器是光电晶体管型和异质结型，但是基于光电晶体管的过渡金属硫族化合物光探测器的性能受许多因素影响，如栅介质与过渡金属硫族化合物薄膜的界面接触，异质结型光电探测器性能受制于不同材料间接触良好与否和不同材料间定点转移的复杂工艺等等。因此结构更简单，工艺可控、易操作，界面接触更好，有更大潜能展现优异性能的同质结型过渡金属硫族化合物光电探测器成为研究热点。

目前主要采用等离子体注入方法对过渡金属硫族化合物掺杂制备同质横向或纵向 PN 光电二极管，离子体注入掺杂具有高度选择性和掺杂可控性的优点，

但是由于过渡金属硫族化合物具有较弱的结合键和较强的化学活性，在离子轰击过程中会产生物理刻蚀和化学刻蚀破坏过渡金属硫族化合物物理结构，使得掺杂成功率低且制备横向或纵向同质 PN 二极管光电探测器性能下降。

[发明内容]

本发明解决了现有技术制备过渡金属硫族化合物同质 PN 二极管成功率低、制备工艺复杂和光响应慢的技术问题。

根据本发明的第一方面，提供了一种纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，所述 PN 二极管包括单晶硅、介质层、p 型过渡金属硫族化合物膜、n 型过渡金属硫族化合物膜和电极层；所述介质层位于单晶硅的上表面；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜均位于介质层的上表面，且 p 型过渡金属硫族化合物和 n 型过渡金属硫族化合物膜横向连接；所述电极层由两层金属电极构成；所述电极层位于 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜的上表面，且分别与 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜纵向连接；或所述电极层位于 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜的边界外侧，且分别与 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型二过渡金属硫族化合物膜横向连接；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜由相同过渡金属硫族化合物组成。

优选地，所述单晶硅厚度为 300 μm-500 μm；所述介质层厚度为 50 nm-300 nm；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜的厚度均为 0.65 nm-2 nm。

优选地，所述电极层的上层为 Au 金属层，所述 Au 金属层厚度为 50 nm-120 nm；所述电极层与 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜接触的是 Ti 金属层，所述 Ti 金属层厚度为 5 nm-15 nm。

优选地，所述单晶硅为 p 型单晶硅；所述介质层为二氧化硅介质层；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜为 p 型 MoS_2 膜；所述 n 型过渡金属硫族化合物膜为 n 型 MoS_2 膜。

按照本发明的另一方面，提供了一种纳米层状过渡金属硫族化合物横向同

质 PN 二极管的制备方法，包含以下步骤：

（1）选取上表面有介质层的单晶硅作为衬底，在介质层上制备层状 n 型过渡金属硫族化合物膜，形成样品 A；

（2）在步骤（1）所述样品 A 的 n 型过渡金属硫族化合物膜上旋涂光刻胶，经 EBL 曝光及显影后，采用电子束蒸发在光刻胶上制备重金属膜，去胶后获得 n 型过渡金属硫族化合物膜表面留有坐标标记的样品 B；

（3）在步骤（2）所述样品 B 的 n 型过渡金属硫族化合物膜表面旋涂光刻胶，经 EBL 曝光及显影，获得 n 型过渡金属硫族化合物膜至少有部分暴露在外，且不是全部暴露在外的样品 C；

（4）采用磁控溅射使氧等离子体对步骤（3）所述的样品 C 进行掺杂，去除步骤（3）旋涂的光刻胶，得到样品 D；

（5）在惰性气体环境下，将步骤（4）得到的样品 D 在 400℃-500℃条件下退火，退火时间为 50 min-90 min；使 n 型过渡金属硫族化合物膜暴露在外的部分掺杂氧离子，形成 p 型过渡金属硫族化合物膜，得到样品 E；

（6）在步骤（5）得到的样品 E 上表面旋涂光刻胶，经 EBL 曝光及显影，获得 n 型过渡金属硫族化合物膜和 p 型过渡金属硫族化合物膜上表面分布的电极区域，或者 n 型过渡金属硫族化合物膜和 p 型过渡金属硫族化合物膜边界外侧的电极区域，得到样品 F；

（7）在步骤（6）所述的样品 F 的电极区域采用电子束蒸发制备电极层；所述电极层为两层金属层，得到样品 G；

（8）将步骤（7）所述的样品 G 去胶，即得到纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管。

优选地，步骤（1）所述单晶硅厚度为 300 μm-500 μm；步骤（1）所述介质层厚度为 50 nm-300 nm；步骤（1）所述 n 型过渡金属硫族化合物膜厚度为 0.65 nm-2 nm；步骤（5）所述 p 型过渡金属硫族化合物膜厚度 0.65 nm-2 nm；步骤（1）所述层状 n 型过渡金属硫族化合物膜的制备方法为气相沉积法。

优选地，步骤（7）所述电极层的上层为 Au 金属层，所述 Au 金属层厚度为

50 nm-120 nm；步骤（7）所述电极层与 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜接触的是 Ti 金属层，所述 Ti 金属层厚度为 5 nm-15 nm。

优选地，步骤（1）所述单晶硅为 p 型单晶硅；步骤（1）所述介质层为二氧化硅介质层；步骤（5）所述 p 型过渡金属硫族化合物膜为 p 型 MoS_2 膜；步骤（1）所述 n 型过渡金属硫族化合物膜为 n 型 MoS_2 膜。

优选地，步骤（4）所述掺杂的过程为向磁控溅射装置中通入气流量为 60sccm-100sccm 的氧气作为起辉气体，起辉后氧气电离为氧等离子体，所述氧等离子体在电场加速下轰击样品 C 的表面；所述轰击的时间为 10 秒-60 秒；所述氧气的压力 10Pa-15Pa；所述磁控溅射装置的射频功率 10W-40W。

按照本发明的另一方面，提供了所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管用于光电探测器。

总体而言，通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比，能够取得下列有益效果：

（1）本发明公开了一种纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管及其制备方法与应用。所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 结采用原位生长 n 型过渡金属硫族化合物薄膜、对 n 型过渡金属硫族化合物薄膜光刻留出 p 型区域、低功率磁控溅射掺杂、退火形成 p 型过渡金属硫族化合物区域、p 型过渡金属硫族化合物与原 n 型过渡金属硫族化合物构成同质 PN 结方法合成。所述的电极层为双层金属，采用电子束蒸发工艺制备而成，电极层与过渡金属硫族化合物表面接触紧密，接触电阻小。

（2）本发明制备纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的方法，省去目前常用的定向转移工艺，使得制备方法简单；本发明所述二极管结构简单，现有技术通过转移堆叠 p 型过渡金属硫族化合物和 n 型过渡金属硫族化合物形成 PN 结，本发明 PN 结通过掺杂后自然形成，使得本发明制备方法简单，且本发明所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管性能稳定、光响应好，能够实现对可见光的高效探测；本发明利用磁场调控掺杂离子成分与掺杂程度，使得制备工艺可控易操作；使用的掺杂气体为氧气，使得制备成本

较低，掺杂过程对过渡金属硫族化合物膜损坏小，制备得到的二极管性能稳定、光响应好，能够实现对可见光的高效探测。

（3）本发明所述纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的制备方法工艺简单可控，采用 EBL 光刻和电子束蒸发金属，先在生长有过渡金属硫族化合物的样品上表面沉积金属坐标，再根据坐标确定过渡金属硫族化合物位置进行定点光刻，采用磁控溅射通过磁场调控氧等离子的成分、调节射频功率与氧气压强使氧离子体在低能量下轰击过渡金属硫族化合物，实现低损耗掺杂，使得制备成功率提高。

（4）本发明所述纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的制备方法，由于采用磁控溅射工艺，采用具有较低化学活性且较高掺杂效率的氧等离子体实现过渡金属硫族化合物高效率低损伤的 p 型掺杂，实现了有效、可控掺杂，得到的二极管应用于光电探测器时，具有更快光响应和更高探测率。

（5）本发明过渡金属硫族化合物层作为二维材料层间迁移率远大于垂直迁移率，且横向迁移率可与硅材料比拟。本发明经过定位掺杂构成同质 PN 结，与常见垂直同质结光电探测器不同的是横向同质 PN 结内横向电流更大，光响应更好，可以实现对可见光高效探测。

（6）本发明所制备的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，电极层采用双层金属，且与过渡金属硫族化合物薄膜接触的金属为钛，与过渡金属硫族化合物的功函数匹配，形成良好欧姆接触，提高器件性能。同时金具有很高的导电性，防止内层金属被氧化。与 MoS_2 薄膜接触的金属材料的功函数与 MoS_2 的功函数匹配，可以与 MoS_2 形成良好的欧姆接触。

[附图说明]

图 1 是本发明电极层位于 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜上表面的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管结构示意图。

图 2 是本发明电极层与 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型二过渡金属硫族化合物膜边界相连接的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管结构示

意图。

图 3 是本发明制备纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管工艺流程图。

图 4 是本发明制备纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管工艺流程图的对应示意图。

其中 1-单晶硅；2-介质层；3-p 型过渡金属硫族化合物膜；4-n 型过渡金属硫族化合物物膜；5-金属层。

[**具体实施方式**]

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

图 3 是本发明制备纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管工艺流程图。图 4 是本发明制备纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管工艺流程图的对应示意图。本发明提供的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的制备方法具体步骤如下：

（1）采用丙酮溶液对表面有 SiO_2 介质层的 p 型单晶硅片，进行超声清洗，去除衬底表面的有机污垢，并采用酒精对所述衬底进行超声清洗去除所述衬底表面的丙酮，去离子水冲洗 3 次。

（2）采用缓冲蚀刻液 BOE 清洗上述衬底，去除表面自然氧化层，然后去离子水冲洗，用氮气吹干。清洗后的表面有 SiO_2 介质层的单晶硅片记作衬底 A。

（3）对三氧化钼粉末 MoO_3 和硫粉采用化学气相沉积法 CVD 在衬底 A 上制备 n 型层状 MoS_2 薄膜，形成附有 n 型 MoS_2 薄膜的样品 B。

（4）在样品 B 附有 MoS_2 薄膜上表面旋涂光刻胶，经 EBL 曝光及显影获得上表面有坐标标记的样品 C。

（5）在 C 的具有光刻胶的上表面采用电子束蒸发制备厚度为 80nm-300nm 的金薄膜获得样品 D。

（6）采用专用去胶液对样品 D 去胶，获得表面留有金属标记的样品 E。

（7）表面留有金标的样品 E 上表面旋涂光刻胶，经 EBL 曝光及显影获得上表面 MoS_2 晶体有一半遮挡层一半暴露在外的样品 F。

（8）采用磁控溅射设备，将样品 F 放置在靶材位中心，通入氧气作为起辉气体，气流量 60sccm-100sccm，调节工作压力 10 Pa-15 Pa 之间，射频功率 10W-40W 之间。使氧等离子体在电场加速下轰击样品 F 表面 10 秒-60 秒，n 型 MoS_2 膜暴露在外的部分掺杂氧离子，形成 p 型 MoS_2 膜，掺杂后的样品记样品 G。

（9）采用专用去胶液对样品 G 去胶，获得样品 H。

（10）将样品 H 在 Ar 气氛下退火。退火温度为 500℃，退火处理时间为 60 min；退火后的样品记作样品 I。

（11）在样品 I 附有 MoS_2 薄膜上表面旋涂光刻胶，经 EBL 曝光及显影获得上表面有电极区域的样品 J。

（12）样品 J 上表面含有 MoS_2，其上采用电子束蒸发制备厚度为 5 nm-15 nm 的钛薄膜，再在其上制备 50 nm-120 nm 的金薄膜构成上电极，获得样品 K。

（13）采用专用去胶液对样品 K 去胶，经过 lift-off 去胶，获得表面留有电极的的样品 L。

现借助具体实施例进一步详细说明本发明提供的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管光电探测器制备方法。

实施例 1

本发明一种制备纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的方法，包括以下步骤：

（1）采用丙酮溶液对表面有 50 nm 厚 SiO_2 介质层的厚度 300 μm p 型单晶硅片，进行超声清洗，去除衬底表面的有机污垢，并采用酒精对所述衬底进行超声清洗去除所述衬底表面的丙酮，去离子水冲洗 3 次。

（2）采用缓冲蚀刻液 BOE 清洗上述衬底，去除表面自然氧化层，然后去离子水冲洗，用氮气吹干。清洗后的表面有 SiO_2 介质层的单晶硅片记作衬底 A。

（3）对三氧化钼粉末 MoO_3 和硫粉采用化学气相沉积法 CVD 在衬底 A 上制备

n 型层状 MoS_2 薄膜，形成附有 n 型 MoS_2 薄膜的样品 B。

（4）在样品 B 附有 MoS_2 薄膜上表面旋涂浓度为 4%PMMA 光刻胶，保持转速为 2000r/min，旋转时间为 60s，使样品 B 上均匀覆盖一层厚度为 400nm 的 PMMA。再放在加热板保持 170℃烘烤 3 分 30 秒。再进行 EBL 曝光，曝光后将样品 B 泡于 MIBK 溶液中 30 秒再移至异丙醇溶液中浸泡 70 秒，最后用去离子水冲洗干净，再用氮气枪吹干。获得上表面有坐标标记的样品 C。

（5）在 C 的具有 PMMA 光刻胶的上表面采用电子束蒸发制备厚度为 80 nm 的金薄膜获得样品 D。

（6）将样品 D 泡于丙酮溶液中 20 分钟对样品 D 去胶，获得表面留有金属坐标标记的样品 E。

（7）表面留有金标的样品 E 上表面旋涂 zep520A 原液光刻胶，保持转速为 4000r/min，旋转时间为 60s，使样品 E 上均匀覆盖一层厚度为 340 nm 的 zep 胶。再放在加热板上保持 180℃烘烤 3 分钟。根据步骤（6）的坐标标记，采用 n 型 MoS_2 薄膜有部分暴露在外的曝光版图，进行 EBL 曝光，曝光后将样品 B 泡于二甲苯溶液中 70 秒再移至异丙醇溶液中浸泡 30 秒，再用氮气枪吹干，显影后获得 n 型过渡金属硫族化合物膜至少有部分暴露在外，且不是全部暴露在外的样品。

（8）采用磁控溅射设备，将样品 F 放置在靶材位中心，通入氧气作为起辉气体，气流量 60sccm，调节工作压力 10 Pa，射频功率 10 W。使氧等离子体在电场加速下轰击样品 F 表面 30 秒，n 型 MoS_2 膜暴露在外的部分掺杂氧离子，形成 p 型 MoS_2 膜，掺杂后的样品记样品 G。

（9）用 NMP 浸泡 G 片 5 分钟后，用去离子水冲洗干净，再用氮气枪吹干获得样品 H。

（10）将样品 H 在 Ar 气氛下退火。退火温度为 500℃，退火处理时间为 60 min；退火后的样品记作样品 I。

（11）在样品 I 附有 MoS_2 薄膜上表面旋涂浓度为 4%PMMA 光刻胶，保持转速为 2000r/min，旋转时间为 60s，使样品 I 上均匀覆盖一层厚度为 400nm 的 PMMA。再放在加热板上保持 170℃烘烤 3 分 30 秒。根据步骤（6）的坐标标记，采用使

电极区域位于 n 型 MoS_2 膜和 p 型 MoS_2 膜边界上表面的曝光版图，进行 EBL 曝光。曝光后将样品 I 泡于 MIBK 溶液中 30 秒再移至异丙醇溶液中浸泡 70 秒，最后用去离子水冲洗干净，再用氮气枪吹干。获得 n 型 MoS_2 膜和 p 型 MoS_2 膜上表面分布的电极区域的样品 J。

（12）样品 J 上表面含有 MoS_2，其上采用电子束蒸发制备厚度为 5 nm 的钛薄膜，再在其上制备 50 nm 的金薄膜构成上电极，获得样品 K。

（13）将样品 K 泡于丙酮溶液中 20 分钟对样品 K 去胶，经过 lift-off 去胶，获得表面留有电极的的样品 L。

实施例 2

本发明一种制备纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的方法，包括以下步骤：

（1）采用丙酮溶液对表面有 80 nm 厚 SiO_2 介质层的厚度 325 μm 的 p 型单晶硅片，进行超声清洗，去除衬底表面的有机污垢，并采用酒精对所述衬底进行超声清洗去除所述衬底表面的丙酮，去离子水冲洗 3 次。

（2）采用缓冲蚀刻液 BOE 清洗上述衬底，去除表面自然氧化层，然后去离子水冲洗，用氮气吹干。清洗后的表面有 SiO_2 介质层的单晶硅片记作衬底 A。

（3）对三氧化钼粉末 MoO_3 和硫粉采用化学气相沉积法 CVD 在衬底 A 上制备 n 型层状 MoS_2 薄膜，形成附有 n 型 MoS_2 薄膜的样品 B。

（4）在样品 B 附有 MoS_2 薄膜上表面旋涂浓度为 4%PMMA 光刻胶，保持转速为 2000r/min，旋转时间为 60s，使样品 B 上均匀覆盖一层厚度为 400nm 的 PMMA。再放在加热板保持 170℃烘烤 3 分 30 秒。再进行 EBL 曝光，曝光后将样品 B 泡于 MIBK 溶液中 30 秒再移至异丙醇溶液中浸泡 70 秒，最后用去离子水冲洗干净，再用氮气枪吹干。获得上表面有坐标标记的样品 C。

（5）在 C 的具有 PMMA 光刻胶的上表面采用电子束蒸发制备厚度为 100 nm 的金薄膜获得样品 D。

（6）将样品 D 泡于丙酮溶液中 20 分钟对样品 D 去胶，获得表面留有金属坐标标记的样品 E。

（7）表面留有金标的样品 E 上表面旋涂 zep520A 原液光刻胶，保持转速为 4000r/min，旋转时间为 60s，使样品 E 上均匀覆盖一层厚度为 340nm 的 zep 胶。再放在加热板上保持 180℃烘烤 3 分钟。根据步骤（6）的坐标标记，采用 n 型 MoS_2 薄膜有部分暴露在外的曝光版图，进行 EBL 曝光。曝光后将样品 B 泡于二甲苯溶液中 70 秒再移至异丙醇溶液中浸泡 30 秒，再用氮气枪吹干，显影后获得 n 型过渡金属硫族化合物膜至少有部分暴露在外，且不是全部暴露在外的样品。

（8）采用磁控溅射设备，将样品 F 放置在靶材位中心，通入氧气作为起辉气体，气流量 60sccm，调节工作压力 11Pa，射频功率 15W。使氧等离子体在电场加速下轰击样品 F 表面 30 秒，n 型 MoS_2 膜暴露在外的部分掺杂氧离子，形成 p 型 MoS_2 膜，掺杂后的样品记样品 G。

（9）用 NMP 浸泡 G 片 5 分钟后，用去离子水冲洗干净，再用氮气枪吹干获得样品 H。

（10）将样品 H 在 Ar 气氛下退火。退火温度为 500℃，退火处理时间为 60 min；退火后的样品记作样品 I。

（11）在样品 I 附有 MoS_2 薄膜上表面旋涂浓度为 zep520A 原液光刻胶，保持转速为 4000r/min，旋转时间为 60s，使样品 I 上均匀覆盖一层厚度为 340nm 的 zep 胶。再放在加热板上保持 180℃烘烤 3 分钟。根据步骤（6）的坐标标记，采用使电极区域位于 n 型 MoS_2 膜和 p 型 MoS_2 膜边界外侧的曝光版图，进行 EBL 曝光。曝光后将样品 I 泡于二甲苯溶液中 70 秒再移至异丙醇溶液中浸泡 30 秒，再用氮气枪吹干。获得上表面有与 n 型 MoS_2 膜和 p 型 MoS_2 膜边界横向相连接的电极区域的样品 J。

（12）样品 J 上表面含有 MoS_2，其上采用电子束蒸发制备厚度为 6 nm 的钛薄膜，再在其上制备 60nm 的金薄膜构成上电极，获得样品 K。

（13）将样品 K 泡于 NMP 溶液中 5 分钟对样品 K 去胶，经过 lift-off 去胶，获得表面留有电极的的样品 L。

由于制备步骤是相同的，各个实施例之间的区别仅仅是各个参数的区别的，上述实施例仅仅给出了个别实施例中的参数；具体实施例如下表所示，下表示

出了纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的制备方法所用参数及光刻胶。

编号		1	2	3	4	5	6	7	8
p 型单晶硅厚度（μm）		300	325	350	375	400	425	450	500
SiO_2 厚度（nm）		50	80	100	150	200	250	280	300
步骤（4）所用光刻胶		PMMA	PMMA	zep	zep	PMMA	zep	PMMA	zep
步骤（5）制备 Au 薄膜厚度（nm）		80	100	150	180	200	250	280	300
磁控溅射掺杂	O_2 气流量（sccm）	60	60	65	70	75	80	85	100
	工作压力（Pa）	10	11	12	13	13.5	14	14.5	15
	射频功率（W）	10	15	18	20	25	30	35	40
	溅射时间（s）	30	30	25	20	10	40	50	60
步骤（11）所用光刻胶		PMMA	zep	PMMA	zep	PMMA	zep	PMMA	zep
金属 Ti 电极厚度（nm）		5	6	7	8	9	10	12	15
金属 Au 电极厚度（nm）		50	60	70	80	90	100	110	120

图 1 为实施例 1 制备得到的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，所示的二极管在工作时电流在过渡金属硫族化合物同质 PN 结中横向流动，在电极中垂直流动；图 2 为实施例 2 制备得到的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，所示的二极管工作时电流在过渡金属硫族化合物同质 PN 结中横向流动到达电极处仍横向流动。

实施例 3

一种纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，所述 PN 二极管包括单晶硅 1、介质层 2、p 型过渡金属硫族化合物膜 3、n 型过渡金属硫族化合物膜 4 和电极层 5；所述介质层 2 位于单晶硅 1 的上表面；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 均位于介质层 2 的上表面，且 p 型

过渡金属硫族化合物 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 横向连接；所述电极层 5 由两层金属电极构成；所述电极层 5 位于 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的上表面，且分别与 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 纵向连接；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 由相同过渡金属硫族化合物组成。所述单晶硅 1 厚度为 300 μm；所述介质层 2 厚度为 50 nm；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的厚度均为 0.65 nm。所述电极层 5 的上层为 Au 金属层，厚度为 50 nm；所述电极层 5 与 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的接触层为 Ti 金属层，厚度为 5 nm。所述单晶硅 1 为 p 型单晶硅；所述介质层 2 为二氧化硅介质层；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 为 p 型 MoS_2 膜；所述 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 为 n 型 MoS_2 膜。

实施例 4

一种纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，所述 PN 二极管包括单晶硅 1、介质层 2、p 型过渡金属硫族化合物膜 3、n 型过渡金属硫族化合物膜 4 和电极层 5；所述介质层 2 位于单晶硅 1 的上表面；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 均位于介质层 2 的上表面，且 p 型过渡金属硫族化合物 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 横向连接；所述电极层 5 由两层金属电极构成；所述电极层 5 位于 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的边界外侧，且分别与 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型二过渡金属硫族化合物膜 4 横向连接；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 由相同过渡金属硫族化合物组成。所述单晶硅 1 厚度为 400 μm；所述介质层 2 厚度为 100 nm；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的厚度均为 1 nm。所述电极层 5 的上层为 Au 金属层，厚度为 100 nm；所述电极层 5 与 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的接触层为 Ti 金属层，厚度为 10 nm。所述单晶硅 1 为 p 型单晶硅；所述介质层 2 为二氧化硅介质层；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 为 p 型 MoS_2 膜；所述 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 为 n 型 MoS_2 膜。

实施例 5

一种纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，所述 PN 二极管包括单晶硅 1、介质层 2、p 型过渡金属硫族化合物膜 3、n 型过渡金属硫族化合物膜 4 和电极层 5；所述介质层 2 位于单晶硅 1 的上表面；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 均位于介质层 2 的上表面，且 p 型过渡金属硫族化合物 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 横向连接；所述电极层 5 由两层金属电极构成；所述电极层 5 位于 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的上表面，且分别与 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 纵向连接；或所述电极层 5 位于 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的边界外侧，且分别与 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型二过渡金属硫族化合物膜 4 横向连接；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 由相同过渡金属硫族化合物组成。所述单晶硅 1 厚度为 500 μm；所述介质层 2 厚度为 300 nm；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的厚度均为 2 nm。所述电极层 5 的上层为 Au 金属层，厚度为 120 nm；所述电极层 5 与 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 和 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 的接触层为 Ti 金属层，厚度为 15 nm。所述单晶硅 1 为 p 型单晶硅；所述介质层 2 为二氧化硅介质层；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜 3 为 p 型 MoS_2膜；所述 n 型过渡金属硫族化合物膜 4 为 n 型 MoS_2膜。

本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，其特征在于，所述 PN 二极管包括单晶硅（1）、介质层（2）、p 型过渡金属硫族化合物膜（3）、n 型过渡金属硫族化合物膜（4）和电极层（5）；所述介质层（2）位于单晶硅（1）的上表面；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜（3）和 n 型过渡金属硫族化合物膜（4）均位于介质层（2）的上表面，且 p 型过渡金属硫族化合物（3）和 n 型过渡金属硫族化合物膜（4）横向连接；所述电极层（5）由两层金属电极构成；所述电极层（5）位于 p 型过渡金属硫族化合物膜（3）和 n 型过渡金属硫族化合物膜（4）的上表面，且分别与 p 型过渡金属硫族化合物膜（3）和 n 型过渡金属硫族化合物膜（4）纵向连接；或所述电极层（5）位于 p 型过渡金属硫族化合物膜（3）和 n 型过渡金属硫族化合物膜（4）的边界外侧，且分别与 p 型过渡金属硫族化合物膜（3）和 n 型二过渡金属硫族化合物膜（4）横向连接；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜（3）和 n 型过渡金属硫族化合物膜（4）由相同过渡金属硫族化合物组成。

2、如权利要求 1 所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，其特征在于，所述单晶硅（1）厚度为 300μm-500μm；所述介质层（2）厚度为 50 nm-300 nm；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜（3）和 n 型过渡金属硫族化合物膜（4）的厚度均为 0.65 nm-2 nm。

3、如权利要求 1 所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管，其特征在于，所述电极层（5）的上层为 Au 金属层，所述 Au 金属层厚度为 50 nm-120 nm；所述电极层（5）与 p 型过渡金属硫族化合物膜（3）和 n 型过渡金属硫族化合物膜（4）接触的是 Ti 金属层，所述 Ti 金属层厚度为 5 nm-15 nm。

4、如权利要求 1 所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二

极管，其特征在于，所述单晶硅（1）为 p 型单晶硅；所述介质层（2）为二氧化硅介质层；所述 p 型过渡金属硫族化合物膜（3）为 p 型 MoS_2 膜；所述 n 型过渡金属硫族化合物膜（4）为 n 型 MoS_2 膜。

5、一种纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的制备方法，其特征在于，包含以下步骤：

（1）选取上表面有介质层的单晶硅作为衬底，在介质层上制备层状 n 型过渡金属硫族化合物膜，形成样品 A；

（2）在步骤（1）所述样品 A 的 n 型过渡金属硫族化合物膜上旋涂光刻胶，经 EBL 曝光及显影后，采用电子束蒸发在光刻胶上制备重金属膜，去胶后获得 n 型过渡金属硫族化合物膜表面留有坐标标记的样品 B；

（3）在步骤（2）所述样品 B 的 n 型过渡金属硫族化合物膜表面旋涂光刻胶，经 EBL 曝光及显影，获得 n 型过渡金属硫族化合物膜至少有部分暴露在外，且不是全部暴露在外的样品 C；

（4）采用磁控溅射使氧等离子体对步骤（3）所述的样品 C 进行掺杂，去除步骤（3）旋涂的光刻胶，得到样品 D；

（5）在惰性气体环境下，将步骤（4）得到的样品 D 在 400℃-500℃条件下退火，退火时间为 50 min-90 min；使 n 型过渡金属硫族化合物膜暴露在外的部分掺杂氧离子，形成 p 型过渡金属硫族化合物膜，得到样品 E；

（6）在步骤（5）得到的样品 E 上表面旋涂光刻胶，经 EBL 曝光及显影，获得 n 型过渡金属硫族化合物膜和 p 型过渡金属硫族化合物膜上表面分布的电极区域，或者 n 型过渡金属硫族化合物膜和 p 型过渡金属硫族化合物膜边界外侧的电极区域，得到样品 F；

（7）在步骤（6）所述样品 F 的电极区域采用电子束蒸发制备电极层；所述电极层为两层金属层，得到样品 G；

（8）将步骤（7）所述的样品 G 去胶，即得到纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管。

6、如权利要求 5 所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的制备方法，其特征在于，步骤（1）所述单晶硅厚度为 300μm-500μm；步骤（1）所述介质层厚度为 50 nm-300 nm；步骤（1）所述 n 型过渡金属硫族化合物膜厚度为 0.65 nm-2 nm；步骤（5）所述 p 型过渡金属硫族化合物膜厚度 0.65 nm-2 nm；步骤（1）所述层状 n 型过渡金属硫族化合物膜的制备方法为气相沉积法。

7、如权利要求 5 所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的制备方法，其特征在于，步骤（7）所述电极层的上层为 Au 金属层，所述 Au 金属层厚度为 50 nm-120 nm；步骤（7）所述电极层与 p 型过渡金属硫族化合物膜和 n 型过渡金属硫族化合物膜接触的是 Ti 金属层，所述 Ti 金属层厚度为 5 nm-15 nm。

8、如权利要求 5 所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的制备方法，其特征在于，步骤（1）所述单晶硅为 p 型单晶硅；步骤（1）所述介质层为二氧化硅介质层；步骤（5）所述 p 型过渡金属硫族化合物膜为 p 型 MoS_2 膜；步骤(1)所述 n 型过渡金属硫族化合物膜为 n 型 MoS_2 膜。

9、如权利要求 5 所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管的制备方法，其特征在于，步骤（4）所述掺杂的过程为向磁控溅射装置中通入气流量为 60sccm-100sccm 的氧气作为起辉气体，起辉后氧气电离为氧等离子体，所述氧等离子体在电场加速下轰击样品 C 的表面；所述轰击的时间为 10 秒-60 秒；所述氧气的压力 10Pa-15Pa；所述磁控溅射装置的射频功率 10W-40W。

10、如权利要求 1 所述的纳米层状过渡金属硫族化合物横向同质 PN 二极管用于光电探测器。

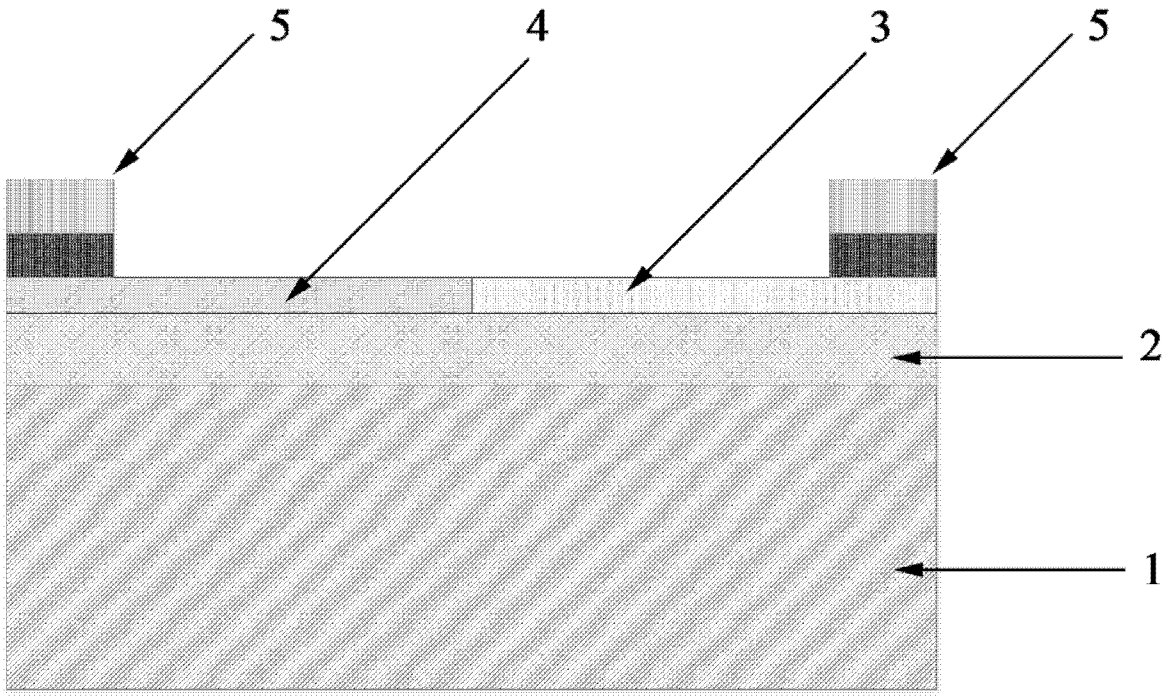

图 1

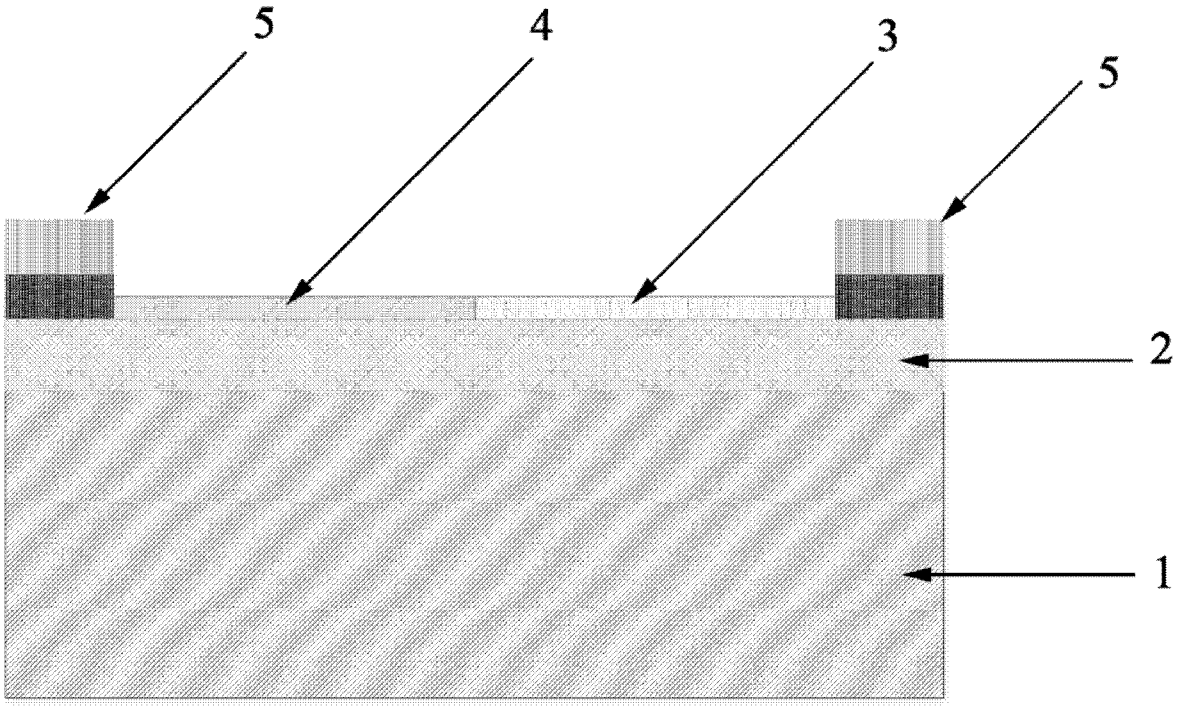

图 2

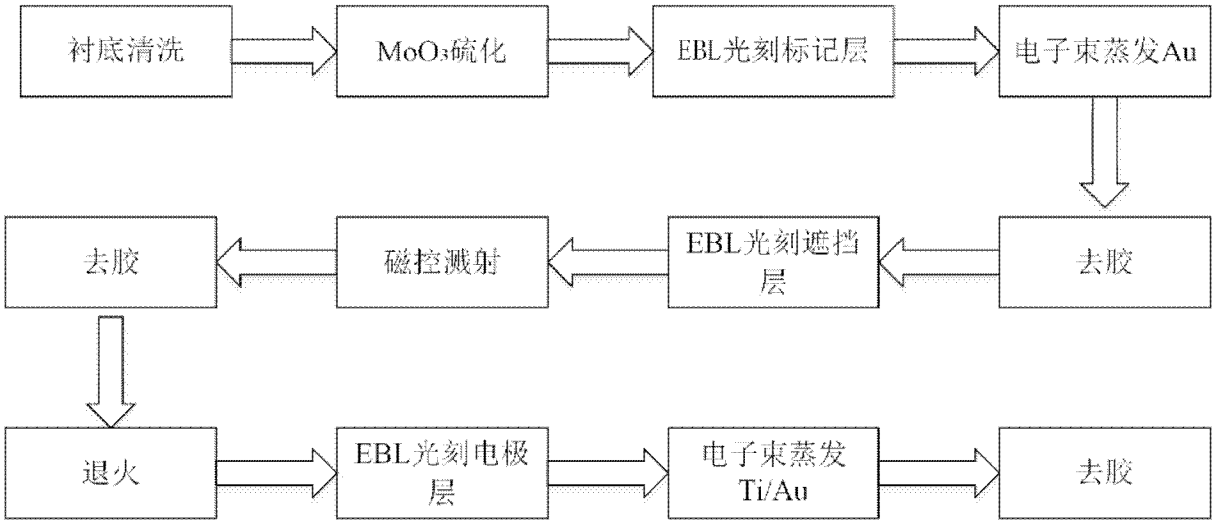
衬底清洗
MoO3硫化
EBL光刻标记层
电子束蒸发Au
去胶
EBL光刻遮挡层
磁控溅射
去胶
退火
EBL光刻电极层
电子束蒸发Ti/Au
去胶

图 3

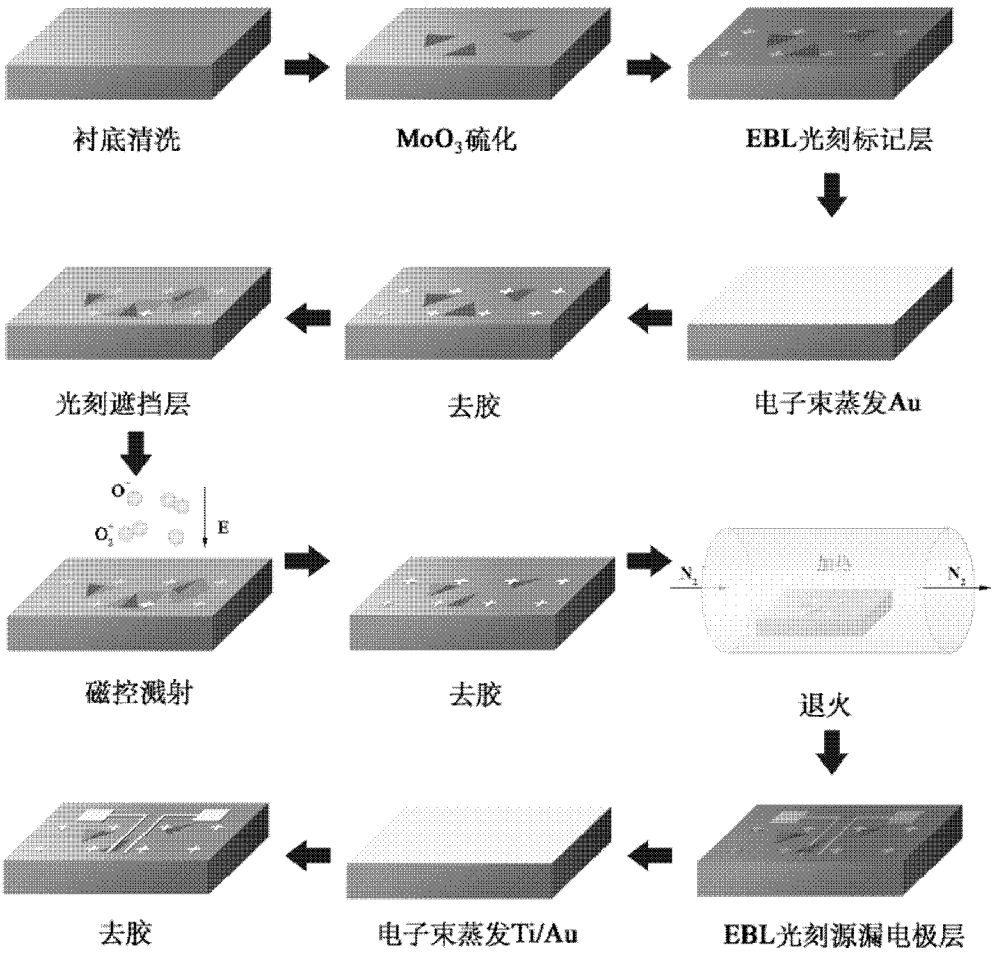
衬底清洗
MoO3硫化
EBL光刻标记层
电子束蒸发Au
去胶
光刻遮挡层
磁控溅射
去胶
退火
EBL光刻源漏电极层
电子束蒸发Ti/Au
去胶

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/085934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/0224(2006.01)i; H01L 31/032(2006.01)i; H01L 31/0352(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)

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)

DWPI, SIPOABS, CNKI, CNABS, CNTXT, IEEE: 二极管, 横向, 同质, 过渡金属, 硫化物, 掺杂, 等离子, 二维材料, 纳米, 硫化钼, nano, sheet, diode, homojunction, chalcogenide, transition, metal, mos2, dope, plasma, two dimension, moly sulfide

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 106549064 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY BEIJING) 29 March 2017 (2017-03-29) description, paragraphs 6-31, and figures 1-3	1-10
Y	CN 107634106 A (BEIJING UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 26 January 2018 (2018-01-26) description, paragraphs 7-23, and figure 1	1-10
Y	CN 106129112 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 16 November 2016 (2016-11-16) description, paragraphs 58-60	1-10
A	US 2016308006 A1 (PARK ET AL.) 20 October 2016 (2016-10-20) entire document	1-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
17 January 2019	**24 January 2019**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
State Intellectual Property Office of the P. R. China **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing** **100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/085934

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 106549064 A	29 March 2017	None	
CN 107634106 A	26 January 2018	None	
CN 106129112 A	16 November 2016	TW 201813087 A	01 April 2018
		WO 2018006779 A1	11 January 2018
US 2016308006 A1	20 October 2016	KR 20160124017 A	26 October 2016
		EP 3082152 A1	19 October 2016
		CN 106048556 A	26 October 2016

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/085934

A. 主题的分类

H01L 31/0224(2006.01)i；H01L 31/032(2006.01)i；H01L 31/0352(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)

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））

DWPI，SIPOABS,CNKI,CNABS,CNTXT,IEEE:二极管，横向，同质，过渡金属，硫化物，掺杂，等离子，二维材料，纳米，硫化钼，nano,sheet, diode,homojunction, chalcogenide, ,transition, metal, mos2, dope, plasma, two dimension, moly sulfide

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN 106549064 A (北京科技大学) 2017年 3月 29日 (2017-03-29) 说明书第6-31段；附图1-3	1-10
Y	CN 107634106 A (北京工业大学) 2018年 1月 26日 (2018-01-26) 说明书第7-23段；附图1	1-10
Y	CN 106129112 A (华为技术有限公司) 2016年 11月 16日 (2016-11-16) 说明书第58-60段	1-10
A	US 2016308006 A1 (PARK 等) 2016年 10月 20日 (2016-10-20) 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	国际检索报告邮寄日期
2019年 1月 17日	2019年 1月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
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	彭丽娟
传真号 (86-10)62019451	电话号码 62412343

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/085934

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	106549064	A	2017年 3月 29日	无			
CN	107634106	A	2018年 1月 26日	无			
CN	106129112	A	2016年 11月 16日	TW	201813087	A	2018年 4月 1日
				WO	2018006779	A1	2018年 1月 11日
US	2016308006	A1	2016年 10月 20日	KR	20160124017	A	2016年 10月 26日
				EP	3082152	A1	2016年 10月 19日
				CN	106048556	A	2016年 10月 26日