

(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
2023 年 3 月 30 日 (30.03.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/045171 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 31/0352 (2006.01) **H01L 31/109** (2006.01)
H01L 31/101 (2006.01) **H01L 31/18** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/143373

(22) 国际申请日: 2021 年 12 月 30 日 (30.12.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202111132346.3 2021 年 9 月 26 日 (26.09.2021) CN

(71) 申请人: 华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国

广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(72) 发明人: 李国强(LI, Guoqiang); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。孔德麒(KONG, Deqi); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。王文樑(WANG, Wenliang); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。陈亮(CHEN, Liang); 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(74) 代理人: 广州市华学知识产权代理有限公司(GUANGZHOU HUAXUE INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西 100 号之一富

(54) **Title:** MOLYBDENUM DISELENIDE/INGAN MULTISPECTRAL PHOTODETECTOR, AND PREPARATION METHOD THEREFOR AND APPLICATION THEREOF

(54) 发明名称: 一种二硒化钼/InGaN多光谱光电探测器及其制备方法与应用

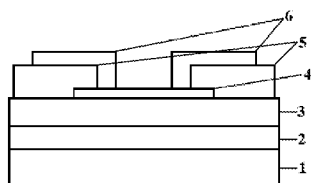


图 1

(57) **Abstract:** The present invention relates to the technical field of photodetectors. Disclosed are a molybdenum diselenide/InGaN multispectral photodetector, and a preparation method therefor and an application thereof. The photodetector comprises a substrate, a buffer layer, an InGaN layer, and a MoSe₂ layer arranged sequentially from bottom to top, the MoSe₂ layer partially covering the InGaN layer; the photodetector further comprises a barrier layer and an electrode layer; the barrier layer is disposed on the InGaN layer not covered by the MoSe₂ layer and part of the MoSe₂ layer, and the electrode layer is disposed on the barrier layer and covers the exposed part on the part of the MoSe₂ layer. Further disclosed in the present invention is a preparation method for the detector. The detector of the present invention achieves simultaneous detection of red light and blue light; the sensitivity-enhancing micro-nano structure design on the surface of a detection chip improves the quantum efficiency of blue light and red light bands, enhances the resonant absorption of the blue light and the red light, and achieves high-sensitivity and high-bandwidth detection. The detector of the present invention is used for multispectral photodetection of the blue light and/or the red light.

(57) **摘要:** 本发明属于光电探测器的技术领域, 公开了一种二硒化钼/InGaN多光谱光电探测器及其制备方法与应用。所述光电探测器包括从下到上依次排布的衬底、缓冲层、InGaN层和MoSe₂层, MoSe₂层部分覆盖InGaN层; 光电探测器还包括阻隔层和电极层; 阻隔层设置在未被MoSe₂层覆盖的InGaN层及部分MoSe₂层上, 电极层设置在阻隔层上并覆盖部分MoSe₂层上裸露部分。本发明还公开了探测器的制备方法。本发明的探测器实现红光与蓝光同时探测; 在探测芯片表面进行增敏微纳结构设计, 提升了蓝光与红光波段的量子效率, 增强蓝光与红光谐振吸收, 实现高灵敏度高带宽探测。本发明的探测器用于蓝光和/或红光多频谱光电探测。

力盈泰广场 A 栋 16 楼 1601-1605、1609-1611
房, Guangdong 510627 (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, IT,
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,
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)。

根据细则 4.17 的声明:

— 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))。

一种二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器及其制备方法与应用

技术领域

本发明涉及可见光探测器领域,具体涉及一种二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器及其制备方法与应用。

背景技术

III 族氮化物半导体材料拥有优良的光学、电学、热学、化学、机械性能,因此,III族氮化物光电器件和功率器件得到了科研人员的广泛关注和重点研究。

作为第三代半导体材料研究热点之一的 InGaN 材料具有良好的物理化学性质。它的电子迁移率高、热稳定性好、化学稳定性好。可以通过调整合金中 In 的组分,实现禁带宽度从 3.4 eV 到 0.7 eV 的连续调节,从而使得 InGaN 探测器能够实现覆盖整个可见光波段的连续探测,相比光电倍增管,InGaN 探测器具有体积小、易携带、易集成、击穿电场高 ($> 1 \text{ MV/cm}$)、工作电压低、节能环保、无需滤光系统等优势。

虽然 InGaN 基探测器材料生长研究取得了一定进展,但是到目前为止还没有实现商品转化。制约 InGaN 探测器发展和应用的根本问题是材料质量问题。一方面,由于 InGaN 和 Si 衬底之间存在着较大的晶格失配($>16.9\%$),因此在 InGaN 外延层中也容易产生较高密度的位错。另一方面,由于 InGaN 材料容易发生分相,特别 In 组分越高越容易发生分相。同时,在 GaN 材料上生长 InGaN,由于 InGaN 与 GaN 之间存在晶格失配,随着厚度增加会发生弛豫,产生缺陷,这些都可以作为俘获载流子。从而降低载流子输运特性,导致 InGaN 探测器的量子效率下降,影响响应速和灵敏度等。

发明内容

为了解决以上问题,本发明的目的在于提供一种二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器及其制备方法。本发明的 MoSe₂/InGaN 多光谱光电探测器具有以下优点:一,通过 AlN/AlGaIn/GaN 缓冲层,降低位错,释放应力,使缺陷密度由 10^8 减小到 10^5 ,使生长的 InGaN 材料质量更好;二,在 InGaN 上生长高质量

二维 MoSe_2 材料，生长的 MoSe_2 为单层结构，厚度低致 1 nm；通过采用 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 功能层结构，使探测器实现蓝光，红光多频谱光电探测。同时二维 MoSe_2 拥有良好的导电性与透光性，相比于传统 InGaN 光电探测器，在蓝光波段 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 结构有更高的载流子注入效率，增强 InGaN 蓝光探测器的响应度，响应时间更快。

本发明的另一目的在于提供上述二硒化钼/ InGaN 多光谱光电探测器的应用。所述二硒化钼/ InGaN 多光谱光电探测器用于蓝光和/或红光多频谱光电探测。

本发明的目的通过以下技术方案实现：

一种二硒化钼/ InGaN 多光谱光电探测器（即 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器），包括从下到上依次排布的衬底、缓冲层、 InGaN 层和 MoSe_2 层， MoSe_2 层部分覆盖 InGaN 层；

所述光电探测器还包括阻隔层和电极层；所述阻隔层设置在未被 MoSe_2 层覆盖的 InGaN 层以及部分 MoSe_2 层上，所述电极层设置在阻隔层上并覆盖部分 MoSe_2 层上裸露部分。

所述 InGaN 层和 MoSe_2 层形成 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 功能层。

所述 MoSe_2 层部分覆盖 InGaN 层是指 MoSe_2 层在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面。所述阻隔层设置在未被 MoSe_2 层覆盖的 InGaN 层以及部分 MoSe_2 层上是指阻隔层设置在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面上以及部分 MoSe_2 层上。

所述阻隔层为 Al_2O_3 阻隔层。

所述缓冲层为从下到上依次排布的 AlN 层、 AlGaN 层和 GaN 层， AlN 层设置在衬底上； InGaN 层设置在 GaN 层上。

所述 InGaN 层的厚度为 100~200 nm， MoSe_2 层的厚度为 1~2 nm。

衬底为 Si 衬底。

所述 AlN 层、 AlGaN 层和 GaN 层的厚度分别为 350~450 nm、650~700 nm、4~5 μm 。

所述 MoSe_2 层位于 InGaN 层上表面的中部即 MoSe_2 层两端在 InGaN 层上都形成台阶状的水平台面。

两台阶状的水平台面以及相邻的部分 MoSe_2 层上分别设有阻隔层。两阻隔层上及部分 MoSe_2 层上设有电极层。

所述电极层的形状为叉指电极；所述电极层为金属电极层，具体为 Ti/Au 金属层， Ti/Au 金属层为从下到上排布的 Ti 金属层和 Au 金属层。 Ti 层靠近阻隔层； Ti 金属层的厚度为 20~30nm、 Au 金属层的厚度为 100~110nm。

所述 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器的制备方法，包括以下步骤：

(1) 采用 MOCVD 方法在衬底上生长缓冲层，再采用 MOCVD 方法在缓冲层上依次生长 InGaN 层、 MoSe_2 层；

(2) 将 MoSe_2 层进行刻蚀，使得 MoSe_2 层在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面；在在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面上以及 MoSe_2 层上进行光刻（即表面匀胶、烘干、曝光、显影和氧离子处理），获得蒸镀阻隔层的区域，通过蒸镀工艺制备 Al_2O_3 阻隔层；

(3) 在 Al_2O_3 阻隔层上进行光刻（即在 Al_2O_3 阻隔层上表面匀胶、烘干、曝光、显影和氧离子处理），获得蒸镀金属电极的区域；通过蒸镀工艺将金属电极蒸镀在 Al_2O_3 阻隔层上。

采用 MOCVD 方法在衬底上从下到上依次外延生长 AlN 层、 AlGaIn 层和 GaInN 层的温度分别为 1100~1200℃、1100~1200℃和 1000~1150℃。 N_2 气流量为 30~40 sccm。

采用 MOCVD 方法在缓冲层上生长 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 层的温度为 600~750℃。

光刻的条件：烘干时间为 40~50 s，曝光时间为 5~10 s，显影时间为 40~50 s，氧离子处理时间为 2~3 min。

Al_2O_3 阻隔层与金属层电极的蒸镀速率各自为 0.23~0.28 nm/min。

所述 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器用于蓝光和/或红光多频谱光电探测。

和现有技术相比，本发明具有以下有益效果和优点：

(1) 本发明先采用 MOCVD 高温外延方法在衬底上生长 $\text{AlN}/\text{AlGaIn}/\text{GaInN}$ 缓冲层，再结合 MOCVD 低温外延方法，在缓冲层上生长 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 功能层，再通过光刻蒸镀工艺，在 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 功能层上由下至上制作 Al_2O_3 阻隔层与 Ti/Au 电极，实现了 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器。本发明的制备方法具有工

艺简单、省时高效以及能耗低的特点，有利于规模化生产。

(2) 本发明的一种 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器通过 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 功能层，实现蓝光，红光多频谱光电探测；在此基础上优化设计探测器与阵列结构，有效提高响应速度。

(3) 本发明的一种 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器通过引入二维 MoSe_2 层，在蓝光波段 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 结构有更高的载流子注入效率，提升了蓝光波段的量子效率，实现高灵敏度高带宽探测。

附图说明

图 1 为本发明提供的 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器的结构剖面示意图；其中，1-衬底；2-缓冲层；3-InGaN 层；4- MoSe_2 层；5- Al_2O_3 阻隔层；6-金属层电极；

图 2 为本发明提供的 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器的电极结构的俯视面示意图；

图 3 为实施例 1 制备的 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器的 I-V 曲线图。

具体实施方式

下面结合实施例，对本发明作进一步地详细说明，但本发明的实施方式不限于此。

本发明的 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器剖面结构示意图如图 1 所示，包括从下到上依次排布的衬底 1、缓冲层 2、InGaN 层 3 和 MoSe_2 层 4， MoSe_2 层在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面；

所述光电探测器还包括阻隔层 5 和电极层 6；所述阻隔层 5 设置在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面上以及部分 MoSe_2 层上，所述电极层 6 设置在阻隔层 5 上并覆盖部分 MoSe_2 层 4 上裸露部分。

所述 InGaN 层和 MoSe_2 层形成 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 功能层。

所述阻隔层 5 为 Al_2O_3 阻隔层。

所述缓冲层 2 为从下到上依次排布的 AlN 层、AlGaIn 层和 GaN 层，AlN 层设置在衬底 1 上；InGaIn 层 3 设置在 GaN 层上。

所述 InGaIn 层的厚度为 100~200 nm， MoSe_2 层的厚度为 1~2 nm。

衬底为 Si 衬底。

所述 AlN 层、AlGaIn 层和 GaN 层的厚度分别为 350~450 nm、650~700 nm、4~5 μ m。

MoSe₂ 层 4 两端在 InGaIn 层 3 上都形成台阶状的水平台面（即 MoSe₂ 层 4 设置在 InGaIn 层 3 上的中部）。

实施例 1

本实施例提供了一种 MoSe₂/InGaIn 多光谱光电探测器，包括从下到上依次排布的衬底、缓冲层、InGaIn 层和 MoSe₂ 层，MoSe₂ 层在 InGaIn 层上形成台阶状的水平台面；所述光电探测器还包括阻隔层和电极层；所述阻隔层设置在 InGaIn 层上形成台阶状的水平台面上以及部分 MoSe₂ 层上，所述电极层设置在阻隔层上并覆盖部分 MoSe₂ 层上裸露部分。MoSe₂ 层两端在 InGaIn 层上都形成台阶状的水平台面（即 MoSe₂ 层设置在 InGaIn 层的中部）。两台阶状的水平台面以及相邻的部分 MoSe₂ 层上分别设有阻隔层。两阻隔层上及部分 MoSe₂ 层上设有电极层。

衬底为 Si 衬底；所述 InGaIn 层的厚度为 150 nm，MoSe₂ 层的厚度为 1.5nm。AlN 层、AlGaIn 层和 GaN 层的厚度分别为 350 nm、675 nm、4.5 μ m。

如图 2 所示，电极的形状为叉指电极，所述电极层为金属电极层，具体为 Ti/Au 金属层，Ti/Au 金属层为从下到上排布的 Ti 金属层和 Au 金属层。Ti 层靠近阻隔层；Ti 金属层的厚度为 25nm、Au 金属层的厚度为 105nm。

所述 MoSe₂/InGaIn 多光谱光电探测器的制备方法，包括以下步骤：

（1）采用 MOCVD 方法在衬底上生长缓冲层，再采用 MOCVD 方法在缓冲层上依次生长 InGaIn 层、MoSe₂ 层；

（2）将 MoSe₂ 层进行刻蚀，使得 MoSe₂ 层在 InGaIn 层上形成台阶状的水平台面；在在 InGaIn 层上形成台阶状的水平台面上以及 MoSe₂ 层上进行光刻（即表面匀胶、烘干、曝光、显影和氧离子处理），获得蒸镀阻隔层的区域，通过蒸镀工艺制备 Al₂O₃ 阻隔层；

（3）在 Al₂O₃ 阻隔层上进行光刻（即在 Al₂O₃ 阻隔层上表面匀胶、烘干、曝光、显影和氧离子处理），获得蒸镀金属电极的区域；通过蒸镀工艺将金属电极蒸镀在 Al₂O₃ 阻隔层上。

所述缓冲层是指采用 MOCVD 方法在衬底上从下到上依次外延生长 AlN 层、AlGaIn 层和 GaN 层，的温度分别为 1150℃、1150℃和 1100℃。N₂ 气流量为 35 sccm。

采用 MOCVD 方法在缓冲层上生长 MoSe₂/InGaIn 层的温度为 700℃。

步骤 (2) 和 (3) 中各自烘干时间为 45 s，曝光时间为 8 s，显影时间为 45 s，氧离子处理时间为 2.5 min。

Al₂O₃ 阻隔层与金属层电极的蒸镀速率各自为 0.25 nm/min。

图 3 为本实施例所得 MoSe₂/InGaIn 多光谱光电探测器的 I-V 曲线，由图可见，制作电极为肖特基接触，在 5V 偏压下，650 nm 红光照射下，光电流达到 21 μA；450 nm 蓝光照射下，光电流为 50 μA。该探测器在蓝光波段与红光波段拥有高速的响应。

实施例 2

本实施例提供了一种 MoSe₂/InGaIn 多光谱光电探测器，包括从下到上依次排布衬底、缓冲层、InGaIn 层和 MoSe₂ 层，MoSe₂ 层在 InGaIn 层上形成台阶状的水平台面；所述光电探测器还包括阻隔层和电极层；所述阻隔层设置在 InGaIn 层上形成台阶状的水平台面上以及部分 MoSe₂ 层上，所述电极层设置在阻隔层上并覆盖部分 MoSe₂ 层上裸露部分。

衬底为 Si 衬底；所述 InGaIn 层的厚度为 100 nm，MoSe₂ 层的厚度为 1.0nm。AlN 层、AlGaIn 层和 GaN 层的厚度分别为 350 nm、650 nm、4.0 μm。

如图 2 所示，电极的形状为叉指电极，所述电极层为金属电极层，具体为 Ti/Au 金属层，Ti/Au 金属层为从下到上排布的 Ti 金属层和 Au 金属层。Ti 层靠近阻隔层；Ti 金属层的厚度为 20nm、Au 金属层的厚度为 100nm。

所述 MoSe₂/InGaIn 多光谱光电探测器的制备方法，包括以下步骤：

(1) 采用 MOCVD 方法在衬底上生长缓冲层，再采用 MOCVD 方法在缓冲层上依次生长 InGaIn 层、MoSe₂ 层；

(2) 将 MoSe₂ 层进行刻蚀，使得 MoSe₂ 层在 InGaIn 层上形成台阶状的水平台面；在在 InGaIn 层上形成台阶状的水平台面上以及 MoSe₂ 层上进行光刻（即表面匀胶、烘干、曝光、显影和氧离子处理），获得蒸镀阻隔层的区域，通过蒸镀工艺制备 Al₂O₃ 阻隔层；

(3) 在 Al_2O_3 阻隔层上进行光刻（即在 Al_2O_3 阻隔层上表面匀胶、烘干、曝光、显影和氧离子处理），获得蒸镀金属电极的区域；通过蒸镀工艺将金属电极蒸镀在 Al_2O_3 阻隔层上。

所述缓冲层是指采用 MOCVD 方法在衬底上从下到上依次外延生长 AlN 层、 AlGaN 层和 GaN 层，生长 AlN 层、 AlGaN 层和 GaN 层的温度分别为 1100°C 、 1100°C 和 1050°C 。 N_2 气流量为 30 sccm。

采用 MOCVD 方法在缓冲层上生长 InGaN 层、 MoSe_2 层的温度为 650°C 。

步骤 (2) 和 (3) 中各自烘干时间为 40 s，曝光时间为 5 s，显影时间为 40 s，氧离子处理时间为 2.0 min。

Al_2O_3 阻隔层与金属层电极的蒸镀速率各自为 0.23 nm/min。

将本实施例制备的 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器进行测试。

本实施例制备的 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器的相关性能和实施例 1 相似，相关性能参数可参照实施例 1 的相应附图。

实施例 3

本实施例提供了一种 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器，包括从下到上依次排布衬底、缓冲层、 InGaN 层和 MoSe_2 层， MoSe_2 层在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面；所述光电探测器还包括阻隔层和电极层；所述阻隔层设置在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面上以及部分 MoSe_2 层上，所述电极层设置在阻隔层上并覆盖部分 MoSe_2 层上裸露部分。

衬底为 Si 衬底；所述 InGaN 层的厚度为 200 nm， MoSe_2 层的厚度为 2.0 nm。 AlN 层、 AlGaN 层和 GaN 层的厚度分别为 450 nm、750 nm、5.0 μm 。

如图 2 所示，电极的形状为叉指电极，所述电极层为金属电极层，具体为 Ti/Au 金属层， Ti/Au 金属层为从下到上排布的 Ti 金属层和 Au 金属层。 Ti 层靠近阻隔层； Ti 金属层的厚度为 20nm、 Au 金属层的厚度为 100 nm。

所述 $\text{MoSe}_2/\text{InGaN}$ 多光谱光电探测器的制备方法，包括以下步骤：

(1) 采用 MOCVD 方法在衬底上生长缓冲层，再采用 MOCVD 方法在缓冲层上依次生长 InGaN 层、 MoSe_2 层；

(2) 将 MoSe_2 层进行刻蚀，使得 MoSe_2 层在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面；在在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面上以及 MoSe_2 层上进行光刻

(即表面匀胶、烘干、曝光、显影和氧离子处理), 获得蒸镀阻隔层的区域, 通过蒸镀工艺制备 Al_2O_3 阻隔层;

(3) 在 Al_2O_3 阻隔层上进行光刻(即在 Al_2O_3 阻隔层上表面匀胶、烘干、曝光、显影和氧离子处理), 获得蒸镀金属电极的区域; 通过蒸镀工艺将金属电极蒸镀在 Al_2O_3 阻隔层上。

所述缓冲层是指采用 MOCVD 方法在衬底上从下到上依次外延生长 AlN 层、 AlGaIn 层和 GaInN 层, 生长 AlN 层、 AlGaIn 层和 GaInN 层的温度分别为 1200°C 、 1200°C 和 1150°C 。 N_2 气流量为 40 sccm。

采用 MOCVD 方法在缓冲层上生长 InGaIn 层、 MoSe_2 层的温度各自为 750°C 。

步骤(2)和(3)中各自烘干时间为 50 s, 曝光时间为 10 s, 显影时间为 50 s, 氧离子处理时间为 3.0 min。

Al_2O_3 阻隔层与金属层电极的蒸镀速率各自为 0.28 nm/min。

将本实施例制备的 $\text{MoSe}_2/\text{InGaIn}$ 多光谱光电探测器进行测试。

本实施例制备的 $\text{MoSe}_2/\text{InGaIn}$ 多光谱光电探测器的相关性能和实施例 1 相似, 相关性能参数可参照实施例 1 的相应附图。

上述实施例为本发明较佳的实施方式, 但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制, 其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化, 均应为等效的置换方式, 都包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1、一种二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器，其特征在于：包括从下到上依次排布的衬底、缓冲层、InGaN 层和 MoSe₂ 层，MoSe₂ 层部分覆盖 InGaN 层；

所述光电探测器还包括阻隔层和电极层；所述阻隔层设置在未被 MoSe₂ 层覆盖的 InGaN 层以及部分 MoSe₂ 层上，所述电极层设置在阻隔层上并覆盖部分 MoSe₂ 层上裸露部分。

2、根据权利要求 1 所述二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器，其特征在于：

所述缓冲层为从下到上依次排布的 AlN 层、AlGaN 层和 GaN 层，AlN 层设置在衬底上；InGaN 层设置在 GaN 层上；

所述 InGaN 层的厚度为 100~200 nm，MoSe₂ 层的厚度为 1~2 nm。

3、根据权利要求 2 所述二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器，其特征在于：

所述 AlN 层、AlGaN 层和 GaN 层的厚度分别为 350~450 nm、650~700 nm、4~5 μm。

4、根据权利要求 1 所述二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器，其特征在于：衬底为 Si 衬底；

所述阻隔层为 Al₂O₃ 阻隔层。

5、根据权利要求 1 所述二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器，其特征在于：所述 MoSe₂ 层部分覆盖 InGaN 层是指 MoSe₂ 层在 InGaN 层上形成台阶状的水平台面；所述 MoSe₂ 层两端在 InGaN 层上都形成台阶状的水平台面；

所述电极层的形状为叉指电极；所述电极层为金属电极层，具体为 Ti/Au 金属层，Ti/Au 金属层为从下到上排布的 Ti 金属层和 Au 金属层，Ti 层靠近阻隔层。

6、根据权利要求 5 所述二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器，其特征在于：Ti 金属层的厚度为 20~30 nm，Au 金属层的厚度为 100~110 nm。

7、根据权利要求 1~6 任一项所述二硒化钼/InGaN 多光谱光电探测器的制备方法，其特征在于：包括以下步骤：

(1) 采用 MOCVD 方法在衬底上生长缓冲层，再采用 MOCVD 方法在缓冲层上依次生长 InGaN 层、MoSe₂ 层；

(2) 将 MoSe₂ 层进行刻蚀，使得 MoSe₂ 层在 InGaN 层上形成台阶状的水

平台面;在在 InGa_N 层上形成台阶状的水平台面上以及 MoSe₂ 层上进行光刻, 获得蒸镀阻隔层的区域, 通过蒸镀工艺制备阻隔层;

(3) 在阻隔层上以及未被阻隔层覆盖的 MoSe₂ 层上进行光刻, 获得蒸镀金属电极的区域, 通过蒸镀工艺将金属电极蒸镀在阻隔层上。

8、根据权利要求 7 所述二硒化钼/InGa_N 多光谱光电探测器的制备方法, 其特征在于: 所述缓冲层是指采用 MOCVD 方法在衬底上从下到上依次外延生长 AlN 层、AlGa_N 层和 Ga_N 层, 生长 AlN 层、AlGa_N 层和 Ga_N 层的温度分别为 1100~1200℃、1100~1200℃和 1000~1150℃;

采用 MOCVD 方法在缓冲层上生长 InGa_N 层、MoSe₂ 层的温度为 600~750℃。

9、根据权利要求 1 所述二硒化钼/InGa_N 多光谱光电探测器的制备方法, 其特征在于: 阻隔层与金属层电极的蒸镀速率各自为 0.23~0.28 nm/min。

10、根据权利要求 1~6 任一项所述二硒化钼/InGa_N 多光谱光电探测器的应用, 其特征在于: 所述二硒化钼/InGa_N 多光谱光电探测器用于蓝光和/或红光多频谱光电探测。

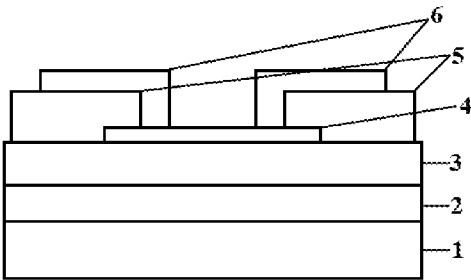


图 1

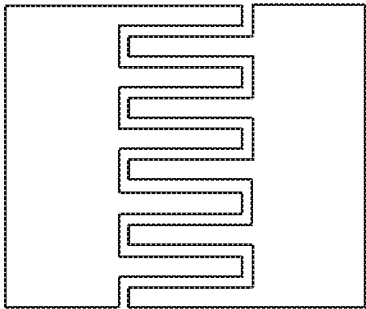


图 2

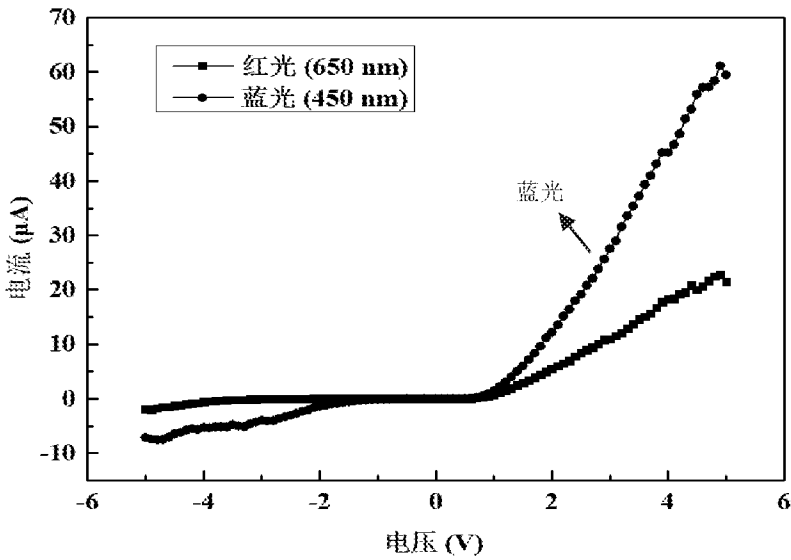


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/143373

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/0352(2006.01)i; H01L 31/101(2006.01)i; H01L 31/109(2006.01)i; H01L 31/18(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)

CNABS; CNTXT; CNKI; WPABS; DWPI; USTXT; WOTXT; EPTXT: 二硒化钼, 光电, 红, 蓝, 兰, MoSe+, InGaN, photoelec+, optoelec+, red, blue, detect+, light, sense+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110444626 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 12 November 2019 (2019-11-12) description, paragraphs [0024]-[0031], and figures 1-4	1-10
A	CN 110581197 A (FUDAN UNIVERSITY) 17 December 2019 (2019-12-17) entire document	1-10
A	CN 105405915 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 16 March 2016 (2016-03-16) entire document	1-10
A	CN 108695436 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 23 October 2018 (2018-10-23) entire document	1-10
A	CN 110690313 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 14 January 2020 (2020-01-14) 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

17 April 2022

Date of mailing of the international search report

25 April 2022

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/143373

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110444626	A	12 November 2019	WO	2021018261	A1	04 February 2021
CN	110581197	A	17 December 2019	None			
CN	105405915	A	16 March 2016	CN	105405915	B	22 March 2017
CN	108695436	A	23 October 2018	None			
CN	110690313	A	14 January 2020	CN	210805801	U	19 June 2020

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/143373

A. 主题的分类

H01L 31/0352(2006.01)i; H01L 31/101(2006.01)i; H01L 31/109(2006.01)i; H01L 31/18(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))

CNABS;CNTXT;CNKI;WPABS;DWPI;USTXT;WOTXT;EPTXT: 二硒化钼, 光电, 红, 蓝, 兰, MoSe+, InGaN, photoelect+, optoelec+, red, blue, detect+, light, sense+

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
A	CN 110444626 A (华南理工大学) 2019年11月12日 (2019 - 11 - 12) 说明书第[0024]-[0031]段、图1-4	1-10
A	CN 110581197 A (复旦大学) 2019年12月17日 (2019 - 12 - 17) 全文	1-10
A	CN 105405915 A (华南理工大学) 2016年3月16日 (2016 - 03 - 16) 全文	1-10
A	CN 108695436 A (电子科技大学) 2018年10月23日 (2018 - 10 - 23) 全文	1-10
A	CN 110690313 A (华南理工大学) 2020年1月14日 (2020 - 01 - 14) 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

2022年4月17日

国际检索报告邮寄日期

2022年4月25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

授权官员

韩增智

电话号码 (86-512) 88995677

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/143373

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	110444626	A	2019年11月12日	WO	2021018261	A1	2021年2月4日
CN	110581197	A	2019年12月17日	无			
CN	105405915	A	2016年3月16日	CN	105405915	B	2017年3月22日
CN	108695436	A	2018年10月23日	无			
CN	110690313	A	2020年1月14日	CN	210805801	U	2020年6月19日