

(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
2018 年 6 月 7 日 (07.06.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/099322 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 31/10 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/112762

(22) 国际申请日: 2017 年 11 月 24 日 (24.11.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201611071705.8 2016 年 11 月 29 日 (29.11.2016) CN

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

(72) 发明人: 唐江(TANG, Jiang); 中国湖北省武汉市洪山路喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 潘伟程(PAN, Weicheng); 中国湖北省武汉市洪山路喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 巫皓迪(WU, Haodi); 中国湖北省武汉市洪山路喻路 1037 号,

Hubei 430074 (CN)。 罗家俊(LUO, Jiajun); 中国湖北省武汉市洪山路喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 牛广达(NIU, Guangda); 中国湖北省武汉市洪山路喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 周英(ZHOU, Ying); 中国湖北省武汉市洪山路喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(74) 代理人: 华中科技大学专利中心 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PATENT AGENCY CENTER); 中国湖北省武汉市洪山区珞瑜路 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,

(54) Title: SEMICONDUCTOR RADIATION DETECTOR BASED ON BI-BASED QUATERNARY HALIDE SINGLE CRYSTAL, AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 基于Bi基四元卤化物单晶的半导体辐射探测器及制备方法

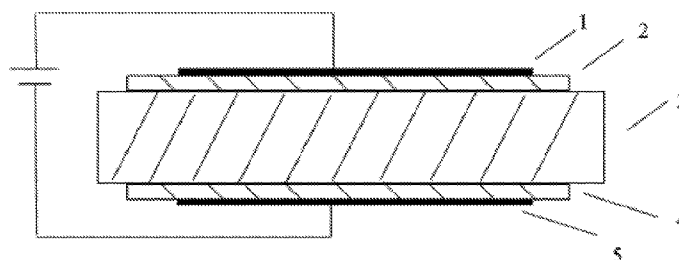


图 1

(57) Abstract: The present invention relates to the technical field of X-ray imaging detectors prepared from semiconductor materials, and provides a semiconductor radiation detector based on a Bi-based quaternary halide single crystal, and a preparation method therefor. The semiconductor radiation detector comprises a Bi-based quaternary halide single crystal serving as a ray absorption layer; an electron selective contact layer and a hole selective contact layer are adhered to two surfaces of the ray absorption layer, respectively; two electrodes are in contact with the two selective charge contact layers, respectively and serve as a positive electrode and a negative electrode of the device. The semiconductor radiation detector of the present invention has advantages of high sensitivity, environment friendliness, stability and the like.

(57) 摘要: 本发明公开了一种基于Bi基四元卤化物单晶的半导体辐射探测器及其制备方法, 涉及半导体材料制备的射线成像探测器技术领域。所述的半导体辐射探测器结构包括以Bi基四元卤化物单晶作为射线吸光层, 电子选择性接触选择层, 空穴选择性接触层, 分别贴合在所述吸光层的两面, 两个电极分别与两个选择性电荷接触层接触, 作为器件的正极和负极。本发明的半导体辐射探测器具备高灵敏度, 环境友好, 稳定等优点。

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))。

基于 Bi 基四元卤化物单晶的半导体辐射探测器及制备方法

[技术领域]

本发明属于以半导体材料制备的射线成像探测器技术领域，更具体地，涉及一种利用 Bi 基四元卤化物单晶制备 X 射线及 Gama 射线的成像探测器及制备方法。

[背景技术]

射线成像技术是放射性射线（如 X 射线和 γ 射线等）作为媒介，获得以图像形式展现的检测对象的结构或功能信息，为相应行业提供各种对所观察对象进行诊断、检测和监测的技术手段，广泛应用于医疗卫生、公共安全和高端制造业等行业。探测器是射线成像设备的重要组成部分。用于探测放射性射线的探测器一般有气体探测器、闪烁探测器、半导体探测器等类型，其中半导体探测器能得到最好的能量分辨率。

半导体探测器是直接吸收放射性射线，通过光电效应、康普顿散射、电子对产生三种作用方式产生电子-空穴对，它们在外加电场中运动产生探测器的基本电信号。对于这样一种半导体辐射探测器，其吸光层根据不同的用处可以使用多种半导体材料，如硅（Si），非晶硒（a-Se）等，但这些材料具有需要加大偏压，工艺复杂，灵敏度低等缺点。因此寻找一种对于放射性射线具有高灵敏度的材料作为半导体辐射探测器的吸收层是非常迫切和必要的。

[发明内容]

本发明提出一种基于 Bi 基四元卤化物单晶的半导体辐射探测器及制备方法，目的在于获得高性能、无毒、稳定的半导体辐射探测器，解决现有技术存在的工艺复杂、灵敏度低、环境污染和稳定性差等问题，以及灵敏

度、工作偏压、稳定性和环境污染等指标不能兼顾问题。

特别的，本发明提供了一种基于全无机双钙钛矿单晶的半导体辐射探测器，包括：

以 Bi 基四元卤化物单晶作为所述半导体辐射探测器的吸光层，以吸收高能射线，产生电子-空穴对；

两个选择性电荷接触层，分别贴合在所述吸光层的两面，从而选择性抽取收集所述吸光层产生的电子-空穴对；和

两个电极，分别与两个所述选择性电荷接触层直接接触，以作为所述半导体辐射探测器的正极和负极（正极与电子选择性接触层直接接触，负极接空穴选择性接触层）。

优选地，Bi 基四元卤化物单晶化学组成为 $\text{Cs}_2\text{AgBiX}_6$ ，X 为 Cl 或 Br。

优选地，两个所述的选择性电荷接触层分别为电子选择性接触层和空穴选择性接触层。

优选地，所述电子选择性接触层包括碳六十（ C_{60} ）、富勒烯衍生物（PCBM）、二氧化钛（ TiO_2 ）或氧化锌（ ZnO ）中的一种，多种或无。

优选地，所述的空穴选择性接触层包括氧化镍（ NiO ）或无。

优选地，所述的电极两个电极为金。

按照本发明的另一方面，还提出所述的半导体辐射探测器的制作方法，包括如下步骤：

（1）按 2:1:1 的摩尔比称取 CsX 、 AgX 、 BiX_3 ，其中 X 为 Cl 或 Br，加入到卤化氢溶液（HX，X=Br，Cl）中，将溶液加热到 130°C – 110°C 充分溶解后，以小于 1°C/h 的速度降温，当温度降低到 70°C – 50°C 时，晶体析出，得到 Bi 基四元卤化物单晶晶体；

（2）将得到的晶体烘干；

（3）在晶体的上下面分别制备金电极。

优选地，在步骤（2）之后，步骤（4）之前，在晶体的上、下面制备

电子选择性接触层和空穴选择性接触层。

本发明提出以 Bi 基四元卤化物单晶作为导体辐射探测器的吸光层，具有如下优点：

Bi 基四元卤化物单晶材料，具有合适的禁带宽度，高的迁移率和载流子寿命，稳定性高，是一种全新的半导体辐射探测器的吸光层材料。相较于传统的碲化镉、非晶硒、硅的辐射探测器具有高的灵敏度和低的工作偏压，相较于最近提出的甲胺铅溴，Bi 基四元卤化物单晶在保证性能的同时无毒且具有高的稳定性。

[附图说明]

图 1 是依照本发明的半导体辐射探测器结构的横段面示意图；

图 2 是理论计算的不同材料对于 30KeV 能量射线的吸收与厚度关系的曲线；

图 3 是依照本发明的半导体辐射探测器功能的解释性示意图；

图 4 是测量得到的 $\mu * \tau$ 值；

图 5 是测量得到的 IT 曲线图。

[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。

下面通过实施例，对本发明作进一步的说明。

图 1 是显示一种半导体辐射探测器结构的横断面示意图；图 2 是理论计算的不同材料对于不同能量高能射线的吸收系数曲线；图 3 是依照本发

明的半导体辐射探测器功能的解释性示意图；图 3 是依照本发明的半导体辐射探测器功能的解释性示意图；图 4 是测量得到的 $\mu * \tau$ 值（ μ 是载流子迁移率， τ 是载流子寿命，两者相乘大，说明加较小的偏压，就能将载流子导出，从而使得探测器具有较好的灵敏度）；图 5 是测量得到的 IT 曲线图，由 IT 图可看到探测器在射线开和关的条件下的电流变化。

如图 1 所示，本实例中的半导体辐射探测器包括 Bi 基四元卤化物单晶作为吸光层 3，在吸光层的上下侧有电子选择性接触层 2 和空穴选择性接触层 4，在电子选择性接触层 2 和空穴选择性接触层 4 上分别有电极 1 和电极 5。电子选择性接触层 2 和空穴选择性接触层 4 也可以无，由 Bi 基四元卤化物单晶上下两侧直接接触两个电极。

电子选择性接触层 2 和空穴选择性接触层 4 是为了利用半导体中对载流子的电子和空穴之间的电荷转移作用显著不同而抑制暗电流。其中正偏压施加在施压电极 1 上，为了抑制空穴的注入，使用如碳六十（ C_{60} ）、富勒烯衍生物（PCBM）、二氧化钛（ TiO_2 ）、氧化锌（ ZnO ）等作为电子选择性接触层。反向偏压施加于电极 5 上，为了抑制电子的注入，使用氧化镍（ NiO ）作为空穴选择性接触层。

在本实例中的半导体辐射探测器向电极 1 施加正偏压，高能射线从电极 1 入射穿过电子选择性接触层 2 被 Bi 基四元卤化物单晶吸光层 3 吸收，并在 Bi 基四元卤化物单晶吸光层 3 中产生电子空穴对，分别向两个电极移动产生电流。

如图 2 所示，以 Bi 基四元卤化物单晶作为半导体辐射探测器的吸光层，其吸收系数比硅（Si）要大，和碲化镉（CdTe），有机无机钙钛矿（ $MAPbI_3$ ）相比差不多，因此该材料作为半导体辐射探测器的吸光层在吸收上具有一定的优势，即在相同厚度的情况下 Bi 基四元卤化物能够吸收高能射线的效率只略低于碲化镉（CdTe），高于有机无机钙钛矿（ $MAPbI_3$ ）和 硅（Si）。

如图 3 所示，当施加一个正偏压以便在射线入射一侧的电极（即

电压施加电极 6) 有一个比载流子电极 1 更高的电位时, 由高能射线入射生成的电子移向 X 射线入射一侧, 而空穴移向相反的一侧。在这个过程中产生的电子-空穴对能付达到对应的电极导出由载流子迁移率 μ 、载流子寿命 τ 和外加偏压 E 决定, 当 $\mu * \tau$ 的值比较大时, 导出电子-空穴的外加偏压就会更小, 以此材料作为半导体辐射探测器的吸光层, 探测器灵敏度就会越高。目前所用的半导体辐射探测器的吸光层 $\mu * \tau = 10^5 - 10^8$, 所需工作偏压为 Kv 数量级, 而我们提出的 Bi 基四元卤化物单晶 ($\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$) $\mu * \tau = 10^2$, (如图 4 所示), 只需要 1V-10V 的工作偏压就能导出载流子, 具有高的灵敏度。图 4 示出在同一高能射线的照射下, 改变偏压得到的光电流随电压变化的曲线, 通过曲线拟合求得 $\mu * \tau = 10^2$, 远高于半导体辐射探测器吸光层的常用材料 $\mu * \tau = 10^5 - 10^8$; 表明本发明与其他材料相比, 在 $\mu * \tau$ 这一关键值相当规模上具有明显优势。

如图 5 所示, 在偏压 0.1V 条件下, 在 35keV 的 X 射线的照射下的 IT 曲线图。图中光电流上升时表示 X 射线打开, 关闭表示 X 射线关闭。图 5 是一个测试实例, 说明具有探测器具有较好的光暗电流比, 探测性能好。

实施案例 1:

本实例将介绍铯银铋溴 ($\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$) 晶体的制备和以该晶体制备半导体辐射探测器:

取溴化银 (AgBr , 0.188g, 1mmol), 溴化铋 (BiBr_3 , 0.449g, 1mmol) 和溴化铯 (CsBr , 0.426g, 2mmol) 加入到 10ml 的氢溴酸 (HBr) 溶液中, 将溶液加热到 130°C , 使得溶液充分溶解, 之后再以 1°C/h 的速度降温到 60°C , 析出晶体, 从而得到铯银铋溴 ($\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$) 晶体。

再在该晶体的上下表面用热蒸发蒸上 80nm 厚的金电极。

实施案例 2:

本实例将介绍铯银铋溴 ($\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$) 晶体的制备, 并在该晶体上加电荷选择性接触层以制备半导体辐射探测器:

取溴化银 (AgBr , 0.188g, 1mmol), 溴化铋 (BiBr_3 , 0.449g, 1mmol) 和溴化铯 (CsBr , 0.426g, 2mmol) 加入到 10ml 的氢溴酸 (HBr) 溶液中, 将溶液加热到 130°C , 使得溶液充分溶解, 之后再以 1°C/h 的速度降温到 60°C , 析出晶体, 从而得到铯银铋溴 ($\text{Cs}_2\text{AgBiBr}_6$) 晶体。

在晶体的上表面通过热蒸发蒸上碳六十 (C_{60})。

再在该晶体的上下面用热蒸发蒸上 80nm 厚的金电极。

实施案例 3:

本实例将介绍铯银铋氯 ($\text{Cs}_2\text{AgBiCl}_6$) 晶体的制备和以该晶体制备半导体辐射探测器:

取氯化银 (AgCl , 0.144g, 1mmol), 氯化铋 (BiBr_3 , 0.317g, 1mmol) 和氯化铯 (CsCl , 0.382g, 2mmol) 加入到 10ml 的盐酸 (HCl) 溶液中, 将溶液加热到 120°C , 使得溶液充分溶解, 之后再以 0.5°C/h 的速度降温到 60°C , 析出晶体, 从而得到铯银铋氯 ($\text{Cs}_2\text{AgBiCl}_6$) 晶体。

再在该晶体的上下面用热蒸发蒸上 80nm 厚的金电极。

实施例可知, 本发明所制备的半导体辐射探测器具有高灵敏度, 稳定性, 环境友好等优点。

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、一种基于 Bi 基四元卤化物单晶的半导体辐射探测器，其特征在于，包括吸光层和两个电极；其中：

所述吸光层是 Bi 基四元卤化物单晶晶体制成，用于吸收高能射线，产生电子-空穴对；

所述两个电极，分别与吸光层直接接触，作为所述半导体辐射探测器的正极和负极。

2、根据权利要求 1 所述的半导体辐射探测器，其特征在于，所述吸光层与电极之间，设有选择性电荷接触层，便于电子、空穴的分离和导出。

3. 根据权利要求 1 所述的半导体辐射探测器，其特征在于，所述 Bi 基四元卤化物为 $\text{Cs}_2\text{AgBiX}_6$ ，其中 X 为 Cl 或 Br。

4. 根据权利要求 2 所述的半导体辐射探测器，其特征在于，所述两个电荷选择性接触层，分别为电子选择性接触层和空穴选择性接触层；所述电子选择性接触层用于导出吸光层产生的电子，空穴选择性接触层用于导出吸光层产生的空穴。

5. 根据权利要求 3 或 4 所述的半导体辐射探测器，其特征在于，所述的电子选择性接触层包括碳六十 (C_{60})、富勒烯衍生物 (PCBM)、二氧化钛 (TiO_2) 或氧化锌 (ZnO) 中的一种。

6. 根据权利要求 3 或 4 所述的半导体辐射探测器，其特征在于，所述的空穴选择性接触层为氧化镍 (NiO)。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的半导体辐射探测器，其特征在于，所述的两个电极为金材料制备而成。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的半导体辐射探测器，其特征在于，所述的高能射线包括 X 射线和 Gama 射线, 能量大于 20Kev。

8、一种权利要求 1 所述的半导体辐射探测器的制作方法，其特征在于，

包括如下步骤：

(1) 按 2:1:1 的摩尔比称取 CsX, AgX, BiX₃, 其中 X 为 Cl 或 Br, 加入到卤化氢溶液 (HX, X=Br, Cl) 中, 将溶液加热到 110° C-130° C 充分溶解后, 以小于 1° C/h 的速度降温, 当温度降低到 70° C-50° C 时, 晶体析出, 得到 Bi 基四元卤化物单晶晶体;

(2) 将得到的晶体烘干;

(3) 在晶体的上下面分别制备金电极。

9、一种权利要求 2 所述的半导体辐射探测器的制作方法, 其特征在于, 包括如下步骤:

(1) 按 2:1:1 的摩尔比称取 CsX, AgX, BiX₃, 其中 X 为 Cl 或 Br, 原料加入到卤化氢 (HX, X=Br, Cl) 中, 将溶液加热到 110° C-130° C 充分溶解后, 以小于 1° C/h 的速度降温, 当温度降低到 70° C-50° C 时, 晶体析出, 得到 Bi 基四元卤化物单晶晶体;

(2) 将得到的晶体烘干;

(3) 在晶体的上、下面制备电子选择性接触层和空穴选择性接触层;

(4) 在晶体的上、下面分别制作电极。

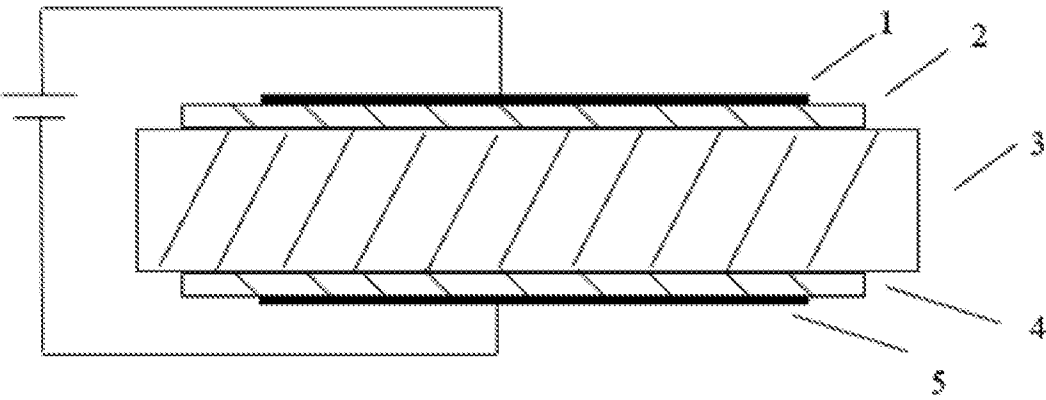


图 1

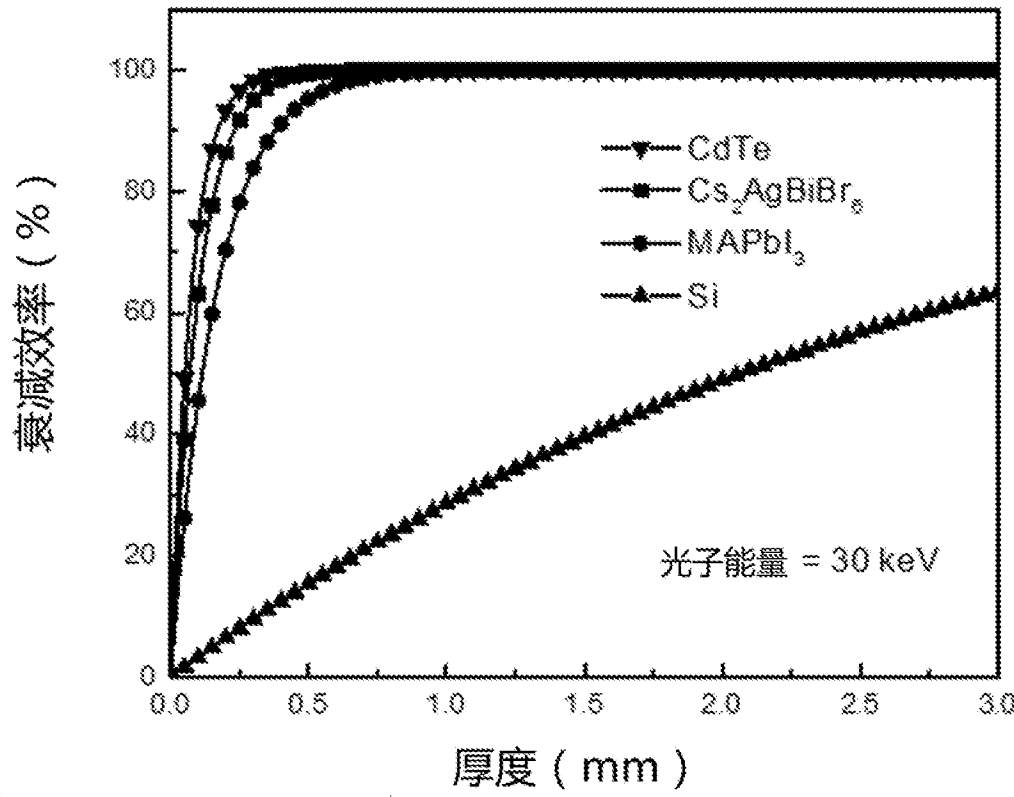


图 2

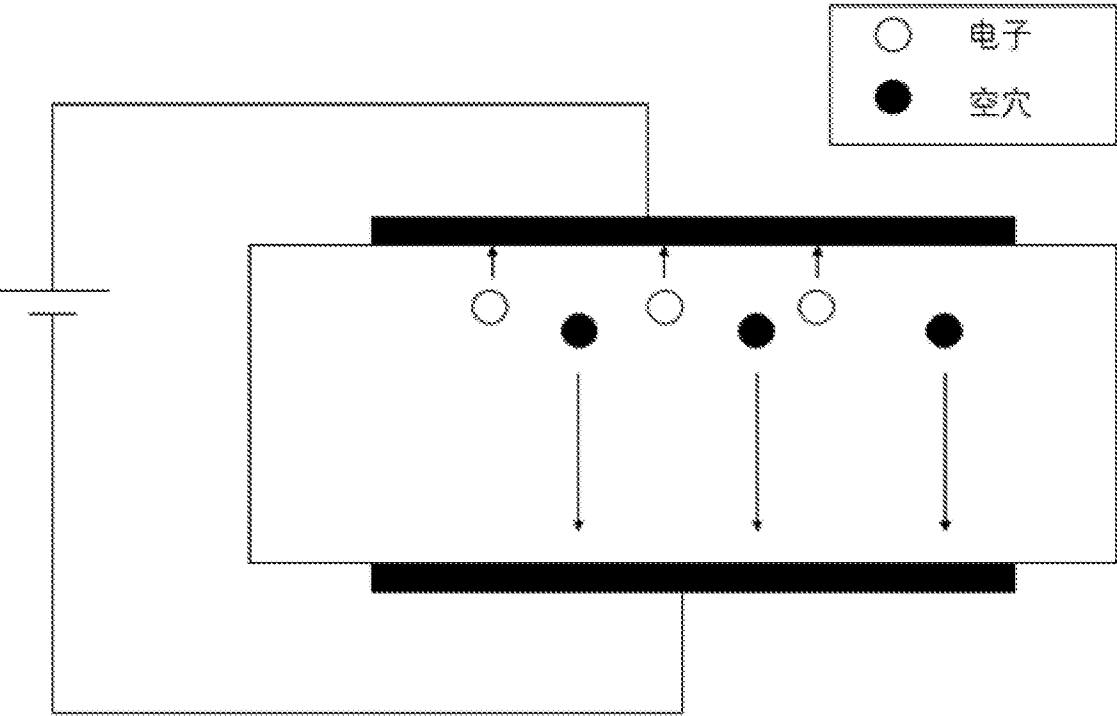


图 3

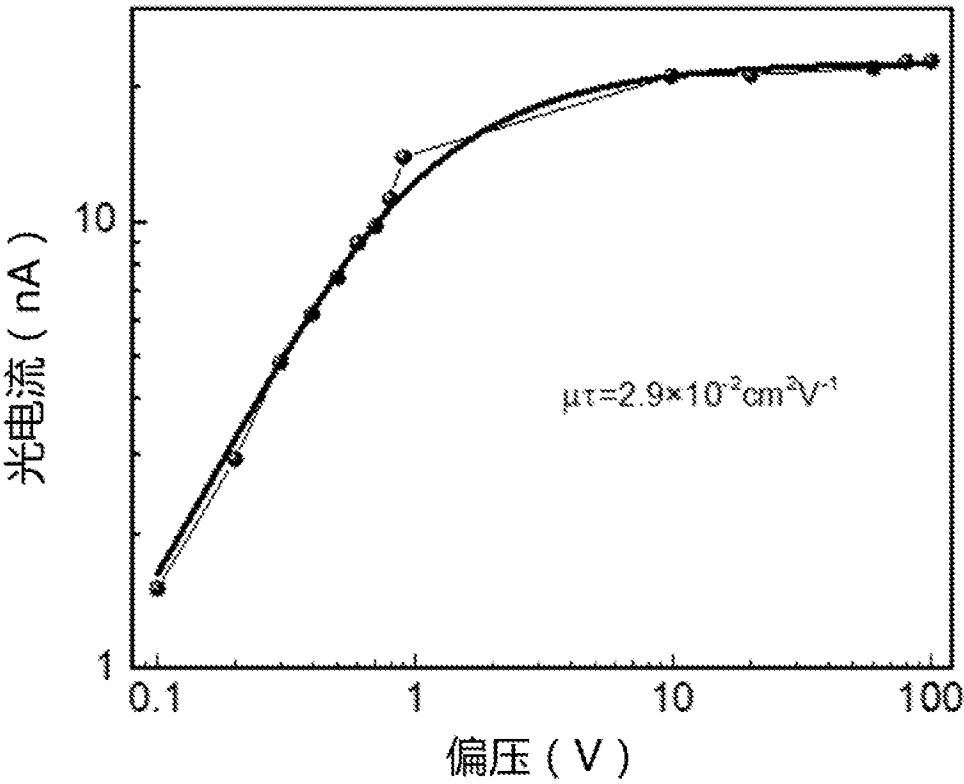


图 4

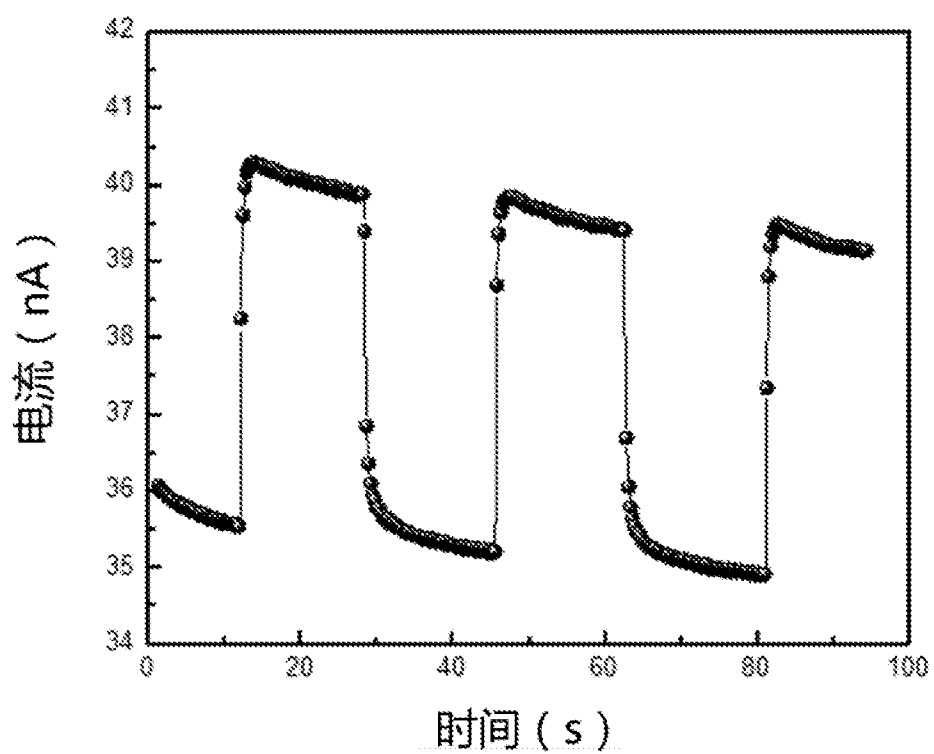


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/112762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/10 (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 31/-

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, CNKI, SIPOABS, DWPI: 探测器, 探测仪, 半导体, 卤化物, 电极, 辐射, 射线, 晶体, 电子, 正极, 负极, DETECTOR, SEMICONDUCTOR, HALIDES, ELECTRODE, ERADIATE, RADIAL, CRYSTAL, ELECTRON, ANODE, CATHODE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106711272 A (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY) 24 May 2017 (24.05.2017), claims 1-10, description, paragraphs [0005]-[0046], and figures 1-5	1-9
A	CN 105829913 A (SIEMENS AG) 03 August 2016 (03.08.2016), entire document	1-9
A	CN 105555916 A (UNIVERSITY OF TENNESSEE RESEARCH FOUNDATION) 04 May 2016 (04.05.2016), entire document	1-9

☐ 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 06 February 2018	Date of mailing of the international search report 12 February 2018
Name and mailing address of the ISA 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 WANG, Shaofeng Telephone No. (86-10) 62411714

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/112762

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106711272 A	24 May 2017	None	
CN 105829913 A	03 August 2016	WO 2015091196 A1	25 June 2015
		DE 102014212424 A1	18 June 2015
		US 2016313452 A1	27 October 2016
		US 9874642 B2	23 January 2018
CN 105555916 A	04 May 2016	US 2017190969 A1	06 July 2017
		US 9695356 B1	04 July 2017
		WO 2015010055 A1	22 January 2015
		US 2016168458 A1	16 June 2016
		DE 112014003342 T5	31 March 2016
		US 9624429 B2	18 April 2017
		WO 2015010055 A4	19 March 2015
		JP 2016531170 A	06 October 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/112762

A. 主题的分类

H01L 31/10(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 31/-

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, CNKI, SIPOABS, DWPI: 探测器, 探测仪, 半导体, 卤化物, 电极, 辐射, 射线, 晶体, 电子, 正极, 负极, DETECTOR, SEMICONDUCTOR, HALIDES, ELECTRODE, ERADIATE, RADIAL, CRYSTAL, ELECTRON, ANODE, CATHODE

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
PX	CN 106711272 A (华中科技大学) 2017年 5月 24日 (2017 - 05 - 24) 权利要求1-10, 说明书第0005-0046段、附图1-5	1-9
A	CN 105829913 A (西门子保健有限责任公司) 2016年 8月 3日 (2016 - 08 - 03) 全文	1-9
A	CN 105555916 A (田纳西大学研究基金会) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-9

☐ 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

2018年 2月 6日

国际检索报告邮寄日期

2018年 2月 12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

受权官员

王少锋

传真号 (86-10)62019451

电话号码 (86-10)62411714

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/112762

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	106711272	A	2017年 5月 24日	无			
CN	105829913	A	2016年 8月 3日	WO	2015091196	A1	2015年 6月 25日
				DE	102014212424	A1	2015年 6月 18日
				US	2016313452	A1	2016年 10月 27日
				US	9874642	B2	2018年 1月 23日
CN	105555916	A	2016年 5月 4日	US	2017190969	A1	2017年 7月 6日
				US	9695356	B1	2017年 7月 4日
				WO	2015010055	A1	2015年 1月 22日
				US	2016168458	A1	2016年 6月 16日
				DE	112014003342	T5	2016年 3月 31日
				US	9624429	B2	2017年 4月 18日
				WO	2015010055	A4	2015年 3月 19日
				JP	2016531170	A	2016年 10月 6日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)