

(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



(10) 国际公布号
WO 2014/169518 A1

(43) 国际公布日
2014 年 10 月 23 日 (23.10.2014) **WIPO | PCT**

- (51) 国际专利分类号:
H01L 31/20 (2006.01) *H01L 31/115* (2006.01)
H01L 27/144 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/077512
- (22) 国际申请日: 2013 年 6 月 20 日 (20.06.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310139580.8 2013 年 4 月 19 日 (19.04.2013) CN
- (71) 申请人: 京东方科技集团股份有限公司 (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区酒仙桥路 10 号, Beijing 100015 (CN)。
- (72) 发明人: 郭炜 (GUO, Wei); 中国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。 任庆荣 (REN, Qingrong); 中国北京市经济技术开发区地泽路 9 号, Beijing 100176 (CN)。
- (74) 代理人: 北京市柳沈律师事务所 (LIU, SHEN & ASSOCIATES); 中国北京市朝阳区北辰东路 8 号汇宾大厦 A0601, Beijing 100101 (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, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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))。

(54) Title: PHOTODIODE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR, AND X-RAY DETECTOR SUBSTRATE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 光电二极管及其制造方法、X 射线探测器基板及其制造方法

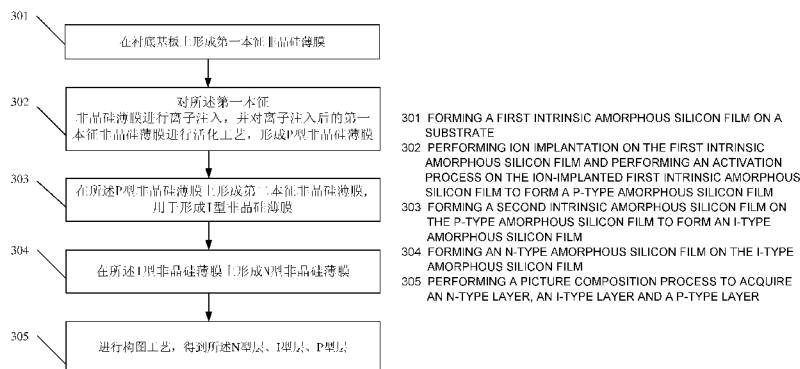


图 3 / FIG. 3

(57) Abstract: A photodiode and a manufacturing method therefor, and an X-ray detector substrate and a manufacturing method therefor. The manufacturing method for a photodiode comprises: forming a photodiode on a substrate, wherein the photodiode comprises an N-type layer, an I-type layer and a P-type layer which is formed through the ion implantation and activation process. The I-type layer is positioned on the P-type layer, and the N-type layer is positioned on the I-type layer. By changing the manufacturing order of the photodiode, the pollution of an intrinsic amorphous silicon because of the implantation of boron ions is avoided, thereby improving the photoelectric performance of the photodiode.

(57) 摘要: 一种光电二极管及其制造方法、X 射线探测器基板及其制造方法。所述光电二极管的制造方法包括: 在衬底基板上形成光电二极管, 所述光电二极管包括 N 型层、I 型层以及经过离子注入和活化工艺形成的 P 型层, 所述 I 型层位于所述 P 型层之上, 所述 N 型层位于所述 I 型层之上, 通过改变光电二极管的制作顺序, 避免了因硼离子的注入造成对本征非晶硅的污染, 从而提高了光电二极管的光电性能。

WO 2014/169518 A1

光电二极管及其制造方法、X射线探测器基板及其制造方法

技术领域

- 5 本发明的实施例涉及半导体制造技术领域，具体涉及一种光电二极管及其制造方法、X射线探测器基板及其制造方法。

背景技术

- 10 X射线检测广泛应用于医疗、安全、无损检测、科研等领域，在国计民生中日益发挥着重要作用。目前，比较常见的X射线检测技术是20世纪90年代末出现了X射线数字照相（Digital Radio graphy, DR）检测技术。X射线数字照相系统中使用了平板探测器（flat panel detector），其像元尺寸可小于0.1mm，因而其成像质量及分辨率几乎可与胶片照相媲美，同时还克服了胶片照相中表现出来的缺点，也为图像的计算机处理提供了方便。根据电子
15 转换模式不同，数字化X射线照相检测可分为直接转换型(Direct DR)和间接转换型（Indirect DR）。

光电二极管是间接型X射线探测基板的关键组成，其决定了可见光的吸收效率，对于X射线剂量、X射线成像的分辨率、图像的响应速度等关键指标有很大影响。

- 20 光电二极管是在掺杂浓度很高的P（Positive）型和N(Negative)型半导体之间生成一层掺杂很低的本征I(Intrinsic)型层。由于I型层吸收系数很小，入射光可以很容易的进入材料内部被充分吸收而产生大量的电子-空穴对，因此有较高的光电转换效率。此外，I层两侧的P层和N层很薄，光生载流子漂移时间很短，使器件的响应速度较高。当光电二极管加有反向偏压时，则外加电场和内部电场区内的电场方向相同。当有光照射二极管时，并且此外加
25 光电子能量大于禁带宽度 E_g ，那么价带上的电子就会吸收光子能量跃迁到导带上，从而形成电子-空穴对，在耗尽层即本征层内的电子空穴对，在强电场作用下，电子向N区漂移，空穴向P区漂移，从而形成光电流，光功率变化时电流也随之线性变化，从而将光信号转变为电信号。

- 30 目前光电二极管可采用离子注入和活化工艺来制备。离子注入的方法就

是在真空中、低温下，把杂质离子加速，获得很大动能的杂质离子即可以直接进入半导体中；同时也会在半导体中产生一些晶格缺陷，因此在离子注入后需用低温进行退火或激光退火来消除这些缺陷。离子注入工艺目的是为了掺杂硼原子，在离子注入工艺结束后进行活化工序，目的是消除晶格损伤，并使杂质原子占据晶格位置而被激活。图 1 为 PIN 光电二极管离子注入的示意图，如图 1 所示，该光电二极管包括从上至下依次设置的 P 型层、I 型层和 N 型层，在进行离子注入的过程中，杂质会掺入到 P 型层，杂质浓度分布一般呈现为高斯分布，并且浓度最高处不是在表面 P 型层，而是在表面以内的一定深度处即在距表面 R_p 处的次表面的 I 型层处。 R 表示入射离子的平均路程。

然而，在采用硼烷 (B_2H_6) 进行离子注入制作光电二极管的时候，由于硼离子的注入会渗入到 I 型层，即本征非晶硅中，从而造成对本征非晶硅的污染，进一步会降低光电二极管的光电性能。

发明内容

本发明的实施例提供一种光电二极管及其制造方法、X 射线探测器基板及其制造方法，通过改变光电二极管的制作顺序，避免了因硼离子的注入造成对本征非晶硅的污染，从而提高光电二极管的光电性能。

根据本发明第一方面，提供一种光电二极管的制作方法，该方法包括：在衬底基板上形成光电二极管，所述光电二极管包括 N 型层、I 型层以及经过离子注入和活化工序的 P 型层，所述 I 型层位于所述 P 型层之上，所述 N 型层位于所述 I 型层之上。

在一个示例中，所述在衬底基板上形成光电二极管包括：

在衬底基板上形成第一本征非晶硅薄膜；

对所述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入，并对离子注入后的第一本征非晶硅薄膜进行活化工序，形成 P 型非晶硅薄膜；

在所述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜，用于形成 I 型非晶硅薄膜；

在所述 I 型非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜；

进行构图工艺，得到所述 P 型层、I 型层和 N 型层。

在一个示例中，对所述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入包括：

对所述第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。

根据本发明第二方面，，提供一种 X 射线探测器的基板的制造方法，该方法包括：

- 5 在衬底基板上形成薄膜晶体管、光电二极管，所述光电二极管包括 N 型层、I 型层以及经过离子注入和活化工艺形成的 P 型层，所述 I 型层位于所述 P 型层之上，所述 N 型层位于所述 I 型层之上，所述 P 型层与所述薄膜晶体管的漏电极电连接。

- 10 在一个示例中，该方法还包括：在衬底基板上形成电极引线，所述电极引线与所述 N 型层电连接。

在一个示例中，所述薄膜晶体管包括栅电极、有源层图形、源电极和漏电极，所述在衬底基板上形成薄膜晶体管、光电二极管包括：

在衬底基板上形成栅电极、栅绝缘层、有源层图形和源漏金属层；

在所述源漏金属层上形成第一本征非晶硅薄膜；

- 15 对所述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入，并对离子注入后的第一本征非晶硅薄膜进行活化工艺，形成 P 型非晶硅薄膜；

在所述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜，用于形成 I 型非晶硅薄膜；

在所述 I 型非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜；

- 20 在所述 N 型非晶硅薄膜上形成第一透明电极层；

进行构图工艺，形成第一透明电极、N 型层、I 型层和 P 型层、源电极和漏电极。

在一个示例中，所述在衬底基板上形成电极引线包括：

形成保护层，并在保护层上形成过孔；

- 25 依次形成第二透明电极层和电极引线层，所述第二透明电极层和所述电极引线填充于所述过孔内，以使所述电极引线通过所述第二透明电极层和第一透明电极与所述 N 型层电连接。

在一个示例中，所述薄膜晶体管包括栅电极、有源层图形、源电极和漏电极；

- 30 所述在衬底基板上形成薄膜晶体管、光电二极管包括：

在衬底基板上形成栅电极、栅绝缘层、有源层图形、源电极和漏电极；

在形成有源电极和漏电极的衬底基板上形成第一本征非晶硅薄膜；

对所述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入，并对离子注入后的第一本征非晶硅薄膜进行活化工艺，形成 P 型非晶硅薄膜；

5 在所述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜，用于形成 I 型非晶硅薄膜；

在所述 I 型非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜；

在所述 N 型非晶硅薄膜上形成第一透明电极层；

进行构图工艺，形成第一透明电极层和光电二极管。

10 在一个示例中，所述在衬底基板上形成电极引线包括：

形成保护层，并在保护层上形成过孔；

依次形成第二透明电极层、电极引线层和第二树脂层，所述电极引线通过所述第二透明电极层和第一透明电极与所述 N 型层电连接。

在一个示例中，所述对所述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入包括：

15 对所述第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。

根据本发明第三方面，提供一种光电二极管，包括：N 型层、I 型层以及经过离子注入和活化工艺形成的 P 型层，所述 I 型层位于所述 P 型层之上，所述 N 型层位于所述 I 型层之上。

20 根据本发明第四方面，还提供一种 X 射线探测器的基板，包括衬底、位于所述衬底上的薄膜晶体管和光电二极管，所述光电二极管包括：N 型层、I 型层以及经过离子注入和活化工艺形成的 P 型层，所述 I 型层位于所述 P 型层之上，所述 N 型层位于所述 I 型层之上，所述光电二极管的 N 型层与所述薄膜晶体管电连接。

25 附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案，下面将对实施例的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅涉及本发明的一些实施例，而非对本发明的限制。

图 1 为现有技术中光电二极管离子注入的示意图；

30 图 2 为本发明实施例一提供的一种光电二极管的结构示意图；

图 3 为本发明实施例二提供的一种光电二极管的制造方法流程图；

图 4 为本发明实施例三提供的一种 X 射线探测器的基板的结构示意图；

图 5 为本发明实施例五提供的一种 X 射线探测器的基板的制造方法的流程图；

5 图 6 为本发明实施例六提供的一种 X 射线探测器的基板的制造方法的流程图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，
10 所描述的实施例是本发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

实施例一

15 本发明实施例一提供了一种光电二极管的制造方法，该方法包括：在衬底基板上形成光电二极管，光电二极管包括 N 型层、I 型层以及经过离子注入和活化工艺的 P 型层，I 型层位于 P 型层之上，N 型层位于 I 型层之上。

图 2 为本发明实施例一中光电二极管的结构示意图，如图 2 所示，该光电二极管包括：位于衬底基板上的 P 型层、位于 P 型层上的 I 型层及位于 I
20 型层上的 N 型层。其中，P 型层通过离子注入和活化工艺制作得到，采用离子注入用于掺杂硼离子，活化工艺用于消除晶格损伤，使杂质原子占据晶格位置而被激活。

本发明实施例通过首先制作 P 型层，使硼离子掺杂到 P 型层，再制作 I
25 型层和 N 型层，可以有效避免因硼离子的注入造成对本征非晶硅的污染，提高光电二极管的光电性能。

实施例二

图 3 为本发明实施例二提供的一种光电二极管的制造方法的流程图，如图 3 所示，该方法包括如下步骤：

30 步骤 301：在衬底基板上形成第一本征非晶硅薄膜。

例如：可以采用 PECVD 等方法，在衬底上形成第一本征非晶硅薄膜。

步骤 302：通过对第一本征非晶硅薄膜进行离子注入，并对离子注入后的第一本征非晶硅薄膜进行活化工序，形成 P 型非晶硅薄膜；

5 离子注入的方式可以是离子沐浴掺杂（Ion shower dop）或者离子注入掺杂（Ion implantation dop）。活化工序可以采用退火炉退火（OVEN）或者采用快速热退火（rapid thermal anneal, RTA）。

优选地，对第一本征非晶硅薄膜进行离子注入可包括：对上述第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。在实际生产中，可采用硼烷（B₂H₆）对第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。

10 步骤 303：在 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜，用于形成 I 型非晶硅薄膜；

例如：可以采用 PECVD 等方法，在 P 型非晶硅薄膜形成第二本征非晶硅薄膜。

步骤 304：在 I 型非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜；

15 例如：可以采用 PECVD 等方法，在 I 型非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜。

步骤 305：进行构图工艺，得到 N 型层、I 型层和 P 型层。

例如，对 N 型非晶硅薄膜进行光刻胶涂覆、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀、光刻胶剥离，从而得到光电二极管中的 N 型层、I 型层和 P 型层。优选地，N 型层的厚度为 200 Å~700 Å，I 型层的厚度为 5000 Å~15000 Å，所述 P 型层的厚度为 200 Å~700 Å。

20

在本发明实施例中所提及的构图工艺，可以包括光刻胶涂覆、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀、光刻胶剥离等部分或全部的工艺过程，还可以包括其他工艺过程，以形成所需构图的图形为准，在此不做限定。例如，在显影之后和刻蚀之前还可以包括后烘工艺。其中，刻蚀可以为干法刻蚀或者湿法刻蚀。

25

本实施例提供的光电二极管的制造方法中，通过对第一本征非晶硅薄膜进行离子注入，并对离子注入后的第一本征非晶硅薄膜进行活化工序，形成 P 型非晶硅薄膜，在 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜，用于形成 I 型非晶硅薄膜，并在 I 型非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜，最后进行构

30

图工艺, 得到 N 型层、I 型层和 P 型层, 通过改变 N 型层、I 型层和 P 型层制作顺序, 制作得到新结构的光电二极管, 可以有效避免因硼离子的注入造成对本征非晶硅的污染, 提高光电二极管的光电性能。

5 实施例三

本发明实施例三提供了一种 X 射线探测器的基板的制造方法, 该方法包括: 在衬底基板上形成薄膜晶体管、光电二极管以及电极引线, 光电二极管包括 N 型层、I 型层以及经过离子注入和活化工艺形成的 P 型层, I 型层位于 P 型层之上, N 型层位于 I 型层之上, P 型层与薄膜晶体管的漏电极电连接, 10 电极引线与 N 型层电连接。

本实施例提供的 X 射线探测器的基板的制造方法, 在衬底基板上形成薄膜晶体管、光电二极管以及电极引线, P 型层与薄膜晶体管的漏电极电连接, 电极引线 with N 型层电连接, 通过采用新结构顺序的光电二极管, 提高了光电二极管的光电性能, 从而提高了 X 射线探测器的基板的性能。

15

实施例四

图 4 为本发明实施例四中的一种 X 射线探测器的基板的结构示意图。如图 4 所示, 该 X 射线探测器的基板包括: 衬底基板 20; 形成在衬底基板上的栅电极 1; 形成在栅电极 1 上的栅绝缘层 2; 形成在形成有栅电极 1 的衬底基板 20 上的有源层图形; 源电极 51 和漏电极 52; 有源层图形包括非晶硅层 3 20 和 N 型非晶硅层 4, N 型非晶硅层 4 即为欧姆接触层; 形成在漏电极 52 上的光电二极管 7, 光电二极管 7 的 P 型层与漏电极 52 电连接; 形成在光电二极管 7 上的第一透明电极 9, 第一透明电极 9 可以采用透明导电材料制成, 例如可以是铟锡氧化物 (ITO) 或铟锌氧化物 (IZO) 等; 形成在源电极 51、25 漏电极 52、第一透明电极 9 之上的保护层, 保护层包括钝化层 6 和第一树脂层 8, 第一树脂层 8 位于钝化层 6 上, 保护层上形成有过孔, 该过孔位于光电二极管 7 的上方, 具体地形成于钝化层 6 和第一树脂层 8 中; 形成在第一树脂层 8 上的第二透明电极层 10, 第二透明电极层 10 可以采用透明导电材料制成, 可以和第一透明电极 9 的材料相同或不同, 例如可以是铟锡氧化物 30 (ITO) 或铟锌氧化物 (IZO) 等; 形成在第二透明电极层 10 上的电极引线

11; 电极引线 11 通过过孔与光电二极管 7 的 N 型层连接。具体地, 在过孔区域, 电极引线 11 通过第一透明电极 9 和第二透明电极层 10 与光电二极管 7 的 N 型层进行电连接; 形成在第二透明电极层 10 和电极引线 11 上的第二树脂层 12。

- 5 本实施例提供的 X 射线探测器的基板, 采用新结构顺序的光电二极管, 提高了光电二极管的光电性能, 从而提高了 X 射线探测器的基板的性能。

实施例五

10 图 5 为本发明实施例五的一种 X 射线探测器的基板的制造方法的流程图, 如图 5 所示, 该制造方法包括如下步骤:

步骤 501: 在衬底基板上形成栅电极、栅绝缘层、有源层图形和源漏金属层。

15 首先, 提供一衬底基板, 在衬底基板上形成栅金属层, 之后对栅金属层进行光刻胶涂覆、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀、光刻胶剥离, 从而形成栅电极; 然后, 在完成上述步骤之后的衬底基板上形成栅绝缘层; 其次, 在栅绝缘层上依次形成非晶硅层和 N 型非晶硅层, 之后对 P 型非晶硅层进行涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀、光刻胶剥离, 从而形成有源层图形; 最后, 在形成有有源层图形的衬底基板上形成源漏金属层。在形成栅电极的过程中, 还可以同时形成与栅电极相连的栅线。其中, 栅金属层可以

20 是单层金属层; 或者栅金属层也可以是金属复合层, 则栅金属层的材料可以是 AlNd/Cr/CrNx、AlNd/Mo、Mo/AlNd/Mo、Al、Al/Mo 或 Mo/Al/Mo, 也可以是由 Cu 和其他缓冲金属组成, 例如 Mo、Nb 和 Ti 等。

步骤 502: 在源漏金属层上形成第一本征非晶硅薄膜。

25 例如: 可以采用 PECVD 等方法, 在上述源漏金属层上形成第一本征非晶硅薄膜。

步骤 503: 通过对上述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入, 并对离子注入后的第一本征非晶硅薄膜进行活化工艺, 形成 P 型非晶硅薄膜。

离子注入的方式可以是离子沐浴掺杂 (Ion shower dop) 或者离子注入掺杂 (Ion implantation dop), 活化工艺可以采用退火炉退火 (OVEN), 或者采

30 用快速热退火 (rapid thermal anneal, 简称: RTA)。

优选地，对第一本征非晶硅薄膜进行离子注入可包括：对上述第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。在实际生产中，可采用硼烷（ B_2H_6 ）对第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。

步骤 504：在上述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜。

- 5 例如：可以采用 PECVD 等方法，在上述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜。

步骤 505：在上述第二本征非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜。

例如：可以采用 PECVD 等方法，在上述第二本征非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜。

- 10 步骤 506：在上述 N 型非晶硅薄膜上形成第一透明电极层。

第一透明电极层的材料可以采用 ITO 或 IZO。

步骤 507：进行构图工艺，形成第一透明电极、光电二极管、源电极和漏电极。

例如，步骤 507 可包括：

- 15 首先，对第一透明电极层进行涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀以及剥离形成第一透明电极；然后，在完成上述步骤的衬底基板上进行光刻胶涂覆、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀以及剥离形成光电二极管的图形；最后，在完成上述步骤之后的衬底基板上涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀以及剥离形成源电极和漏电极的图形。

- 20 在光电二极管中，N 型层的厚度为 $200\text{Å} \sim 700\text{Å}$ ，I 型层的厚度为 $5000\text{Å} \sim 15000\text{Å}$ ，P 型层的厚度为 $200\text{Å} \sim 700\text{Å}$ 。

在形成源电极和漏电极的过程中，还可以同时形成与源电极相连的数据线。

可选地，第一透明电极可通过构图工艺单独形成。

- 25 步骤 508：形成保护层，并在保护层上形成过孔。

保护层包括：钝化层和第一树脂层。依次形成钝化层和第一树脂层，采用掩模板对第一树脂层进行曝光、显影，然后对暴露的钝化层进行刻蚀，得到过孔。

- 30 其中，钝化层材料可以是以下的一种或多种的组合物： SiN_x （氮化硅）、 SiO_x （氧化硅）、 SiO_xN_y （氮氧化硅）。

步骤 509: 形成第二透明电极层和电极引线, 第二透明电极层和电极引线填充于过孔内, 以使电极引线通过第二透明电极层和第一透明电极与 N 层电连接。

首先, 在第一树脂层上形成第二透明电极层; 为避免对第一树脂层造成破坏, 第二透明电极层可以采用低温形成; 然后, 在第二透明电极层上形成引线金属, 对引线金属进行涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影以及刻蚀形成电极引线; 最后, 在电极引线之上形成第二树脂层。可选地, 根据需要, 还可以对第二树脂层进行涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影以及刻蚀形成第二树脂层的图形。其中, 第二透明电极层的材料可以采用 ITO 或 IZO。引线金属的材料可以是 Mo、AlNd/Mo、Mo/AlNd/Mo、Al、Al/Mo 或 Mo/Al/Mo, 或者还可以是由 Cu 和其他缓冲金属组成, 例如 Mo、Nb 和 Ti 等。

本实施例提供的 X 射线探测器的基板的制造方法, 通过先形成光电二极管之后, 再形成薄膜晶体管的源电极和漏电极, 采用离子注入和活化工艺制作得到新结构的光电二极管, 可以避免硼离子注入造成对本征非晶硅的污染, 提高了光电二极管的光电性能, 从而提高 X 射线探测器的基板的性能。

实施例六

图 6 为本发明实施例六提供的一种 X 射线探测器的基板的制造方法, 该制造方法包括如下步骤:

步骤 601: 在衬底基板上形成栅电极、栅绝缘层、有源层图形、源电极和漏电极。

首先, 提供一衬底基板, 在衬底基板上形成栅金属, 之后对栅金属层进行涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影以及刻蚀形成栅电极, 然后, 在完成上述步骤之后的衬底基板上形成栅绝缘层, 其次, 在栅绝缘层上依次形成非晶硅层和 P 型非晶硅层, 之后在完成上述步骤之后的衬底基板上涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影以及刻蚀形成有源层图形, 最后, 在形成有源层图形的衬底基板上形成源漏金属层, 之后, 在完成上述步骤的衬底基板上涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀及剥离形成源电极和漏电极的图形。在形成栅电极的过程中, 还可以同时形成与栅电极相连的栅线, 以及与源电极相连的数据线。其中, 栅金属层可以是单层金属层; 或者栅金属

层也可以是金属复合层,则栅金属层的材料可以是 AlNd/Cr/CrNx、AlNd/Mo、Mo/AlNd/Mo、Al、Al/Mo 或 Mo/Al/Mo,也可以是由 Cu 和其他缓冲金属组成,例如 Mo、Nb 和 Ti 等。

5 步骤 602: 在形成有源电极和漏电极的衬底基板上形成第一本征非晶硅薄膜。

可以采用 PECVD 等方法,在形成有源电极和漏电极的衬底基板上形成第一本征非晶硅薄膜。

步骤 603: 通过对上述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入,并对离子注入后的第一本征非晶硅薄膜进行活化工艺,形成 P 型非晶硅薄膜。

10 离子注入的方式可以是离子沐浴掺杂 (Ion shower dop) 或者离子注入掺杂 (Ion implantation dop),活化工艺可以采用退火炉退火 (OVEN),或者采用快速热退火 (rapid thermal anneal, RTA)。

15 优选地,对第一本征非晶硅薄膜进行离子注入具体可包括: 对上述第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。在实际生产中,可采用硼烷 (B₂H₆) 对第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。

步骤 604: 在上述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜。

可以采用 PECVD 等方法,在上述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜。

步骤 605: 在上述第二本征非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜。

20 可以采用 PECVD 等方法,在上述第二本征非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜。

步骤 606: 在上述 N 型非晶硅薄膜上形成第一透明电极层。

第一透明电极层可以采用 ITO 或 IZO。

步骤 607: 进行构图工艺,形成第一透明电极、光电二极管。

25 首先,对第一透明电极层进行涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀以及剥离形成第一透明电极,然后,在完成上述步骤的衬底基板上涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影、刻蚀以及剥离形成光电二极管的图形。

在光电二极管中,N 型层的厚度为 200 Å~700 Å,I 型层的厚度为 5000 Å~15000 Å,P 型层的厚度为 200 Å~700 Å。

可选地，第一透明电极可通过构图工艺单独形成。

步骤 608：形成保护层，并在保护层上形成过孔。

保护层包括钝化层和第一树脂层，对第一树脂层进行掩模板掩模、曝光、显影后，再对暴露的钝化层进行刻蚀，得到过孔。

- 5 其中，钝化层材料可以是以下的一种或多种组合物：SiNx（氮化硅）、SiOx（氧化硅）、SiOxNy（氮氧化硅）。

步骤 609：形成第二透明电极层和电极引线，第二透明电极层和电极引线填充于过孔内，以使电极引线通过第二透明电极层和第一透明电极与 N 型层电连接。

- 10 首先，在第一树脂层上形成第二透明电极层；为避免对第一树脂层造成破坏，第二透明电极层可以采用低温形成，然后，在第二透明电极层上形成引线金属，对引线金属上进行涂覆光刻胶、掩模板对掩模、曝光、显影以及刻蚀形成电极引线的图形，最后，在电极引线的图形之上形成第二树脂层，根据需要，还可以对第二树脂层进行涂覆光刻胶、掩模板掩模、曝光、显影以及刻蚀形成第二树脂层的图形。其中，第二透明电极层可以采用 ITO 或 IZO。引线金属的材料可以是 Mo、AlNd/Mo、Mo/AlNd/Mo、Al、Al/Mo 或 Mo/Al/Mo，或者还可以是由 Cu 和其他缓冲金属组成，例如 Mo、Nb 和 Ti 等。本实施例提供的 X 射线探测器的基板的制造方法，通过先形成源电极和漏电极，再形成光电二极管，可以有效避免因硼离子的注入造成对本征非晶硅的污染，提高了光电二极管的光电性能，从而提高了 X 射线探测器的基板的性能。
- 15 20 25 30

实施例五和实施例六的区别在于：实施例五中，先形成光电二极管的图形之后，再形成源电极和漏电极的图形，在实施例六中，先形成源电极和漏电极的图形，再形成光电二极管的图形。

- 25 可以理解的是，本发明任一实施例中的电极引线、第一透明电极 9、第二透明电极层 10 以及光电二极管 7 的 N 型层相互间通过过孔的方式进行电连接，这些过孔的区域可以相互重叠，可以相互独立；相应的，过孔的方式可以相同或不同，以实现相互间的电连接为准，在此不做限定。优选的，在同一过孔区域（即同一过孔）实现电连接，这样可以采用相同的过孔方式实现，节省工艺，例如：在上述实施例中，只需在光电二极管 7 的 N 型层区域
- 30

的保护层上形成有一次过孔，后续在该过孔区域形成相应的电极引线、第一透明电极 9、第二透明电极层 10 即可。

可以理解的是，本发明任一实施例中的所述保护层可以仅包括钝化层和第一树脂层的其中之一。

- 5 可以理解的是，本发明任一实施例中的第一树脂层和第二树脂层的材料可以相同或可以不同，其作用为起到平坦化的目的，可以采用无机绝缘膜，例如氮化硅等，或有机绝缘膜，例如树脂材料等。

实施例七

- 10 本发明实施例七提供了一种光电二极管，该光电二极管采用上述实施例一或实施例二中的光电二极管的制造方法制造。

本实施例提供的光电二极管，通过改变光电二极管的制作顺序得到新结构的光电二极管，可以有效避免因硼离子的注入造成对本征非晶硅的污染，提高光电二极管的光电性能。

- 15 实施例八

本发明实施例八提供了一种 X 射线探测器的基板，该 X 射线探测器的基板通过采用上述实施例三、实施例四、实施例五或实施例六中的 X 射线探测器的基板制造方法制造，其具体实施方式请参见实施例三、实施例四、实施例五或实施例六，此处不再赘述。

- 20 本实施例提供的一种 X 射线探测器的基板，通过采用新结构的光电二极管，可以有效避免因硼离子的注入造成对本征非晶硅的污染，提高了光电二极管的光电性能，从而提高了 X 射线探测器的基板的性能。

- 25 在本发明的所有实施例中，在对间接型 X 射线探测器基板的制作方法中，可以利用低温多晶硅（Low Temperature Poly Silicon, 简称：LTPS）产线中的离子注入设备对第一本征非晶硅薄膜进行离子注入，以形成 P 型非晶硅薄膜，避免了 TFT-LCD 工厂中 PECVD 没有硼烷（B₂H₆）而不能进行基板中光电二极管制作的问题，从而不影响在产线上对 X 射线探测器的基板进行大规模生产。

- 30 需要说明的是，本发明技术方案中的阵列基板是以底栅型阵列基板（即：栅极位于有源层图形的下方）为例进行描述的，其仅是一种示例性描述，不

应成为对本发明保护范围的限制。在实际应用中可根据需要对阵列基板的结构进行变更，例如：本发明技术方案中的阵列基板还可以采用顶栅型阵列基板（即：栅极位于有源层图形的上方）。

5 以上光电二极管及其制造方法、X射线探测器基板及其制造方法，通过采用离子注入和活化工艺制作光电二极管，并且利用该制造方法得到的光电二极管来制作X射线探测器基板，通过改变光电二极管的制作顺序，避免了因硼离子的注入造成对本征非晶硅的污染，从而提高了光电二极管的光电性能。

10 以上所述仅是本发明的示范性实施方式，而非用于限制本发明的保护范围，本发明的保护范围由所附的权利要求确定。

权利要求书

1、一种光电二极管的制造方法，包括：在衬底基板上形成光电二极管，
所述光电二极管包括 N 型层、I 型层以及经过离子注入和活化工艺形成的 P
5 型层，所述 I 型层位于所述 P 型层之上，所述 N 型层位于所述 I 型层之上。

2、根据权利要求 1 所述的光电二极管的制造方法，其中所述在衬底基板
上形成光电二极管包括：

在衬底基板上形成第一本征非晶硅薄膜；

10 对所述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入，并对离子注入后的第一本征
非晶硅薄膜进行活化工艺，形成 P 型非晶硅薄膜；

在所述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜，用于形成 I 型非晶
硅薄膜；

在所述 I 型非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜；

15 进行构图工艺，得到所述 N 型层、I 型层和 P 型层。

3、根据权利要求 2 所述的光电二极管的制造方法，其中所述对所述第一
本征非晶硅薄膜进行离子注入包括：

对所述第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。

20

4、一种 X 射线探测器的基板的制造方法，包括：

在衬底基板上形成薄膜晶体管、光电二极管，所述光电二极管包括 N 型
层、I 型层以及经过离子注入和活化工艺形成的 P 型层，所述 I 型层位于所述
P 型层之上，所述 N 型层位于所述 I 型层之上，所述 P 型层与所述薄膜晶体
25 管的漏电极电连接。

5、根据权利要求 4 所述的 X 射线探测器的基板的制造方法，还包括：
在衬底基板上形成电极引线，所述电极引线与所述 N 型层电连接。

30 6、根据权利要求 5 所述的 X 射线探测器的基板的制造方法，其中所述

薄膜晶体管包括栅电极、有源层图形、源电极和漏电极，所述在衬底基板上形成薄膜晶体管、光电二极管包括：

在衬底基板上形成栅电极、栅绝缘层、有源层图形和源漏金属层；

在所述源漏金属层上形成第一本征非晶硅薄膜；

- 5 对所述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入，并对离子注入后的第一本征非晶硅薄膜进行活化工艺，形成 P 型非晶硅薄膜；

在所述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜，用于形成 I 型非晶硅薄膜；

在所述 I 型非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜；

- 10 在所述 N 型非晶硅薄膜上形成第一透明电极层；

进行构图工艺，形成第一透明电极、N 型层、I 型层和 P 型层、源电极和漏电极。

- 15 7、根据权利要求 5 所述的 X 射线探测器的基板的制造方法，其中所述在衬底基板上形成电极引线包括：

形成保护层，并在保护层上形成过孔；

依次形成第二透明电极层和电极引线层，所述第二透明电极层和所述电极引线填充于所述过孔内，以使所述电极引线通过所述第二透明电极层和第一透明电极与所述 N 型层电连接。

20

8、根据权利要求 5 所述的 X 射线探测器的基板的制造方法，其中所述薄膜晶体管包括栅电极、有源层图形、源电极和漏电极；所述在衬底基板上形成薄膜晶体管、光电二极管包括：

在衬底基板上形成栅电极、栅绝缘层、有源层图形、源电极和漏电极；

- 25 在形成有源电极和漏电极的衬底基板上形成第一本征非晶硅薄膜；

对所述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入，并对离子注入后的第一本征非晶硅薄膜进行活化工艺，形成 P 型非晶硅薄膜；

在所述 P 型非晶硅薄膜上形成第二本征非晶硅薄膜，用于形成 I 型非晶硅薄膜；

- 30 在所述 I 型非晶硅薄膜上形成 N 型非晶硅薄膜；

在所述 N 型非晶硅薄膜上形成第一透明电极层；
进行构图工艺，形成第一透明电极层和光电二极管。

9、根据权利要求 5 所述的 X 射线探测器的基板的制造方法，其中所述
5 在衬底基板上形成电极引线包括：

形成保护层，并在保护层上形成过孔；

依次形成第二透明电极层、电极引线层和第二树脂层，所述电极引线通过所述第二透明电极层和第一透明电极与所述 N 型层电连接。

10 10、根据权利要求 6 或 8 所述的 X 射线探测器的基板的制造方法，其中
所述对所述第一本征非晶硅薄膜进行离子注入包括：

对所述第一本征非晶硅薄膜进行硼离子注入。

11、一种光电二极管，包括：N 型层、I 型层以及经过离子注入和活化
15 工艺形成的 P 型层，所述 I 型层位于所述 P 型层之上，所述 N 型层位于所述 I 型层之上。

12、一种 X 射线探测器的基板，包括衬底基板、位于所述衬底基板上的
薄膜晶体管和光电二极管，其中所述光电二极管包括：N 型层、I 型层以及
20 经过离子注入和活化工艺形成的 P 型层，所述 I 型层位于所述 P 型层之上，
所述 N 型层位于所述 I 型层之上，所述光电二极管的 N 型层与所述薄膜晶体管电连接。

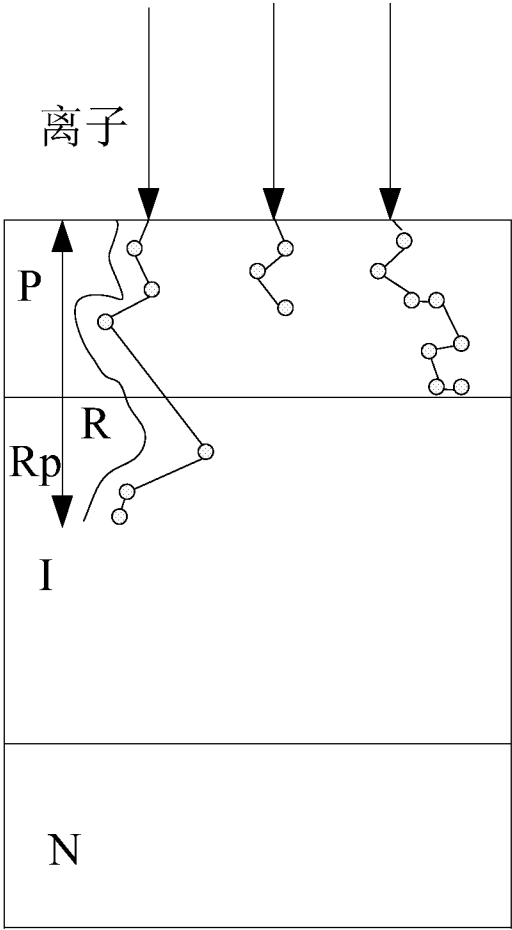


图 1



图 2

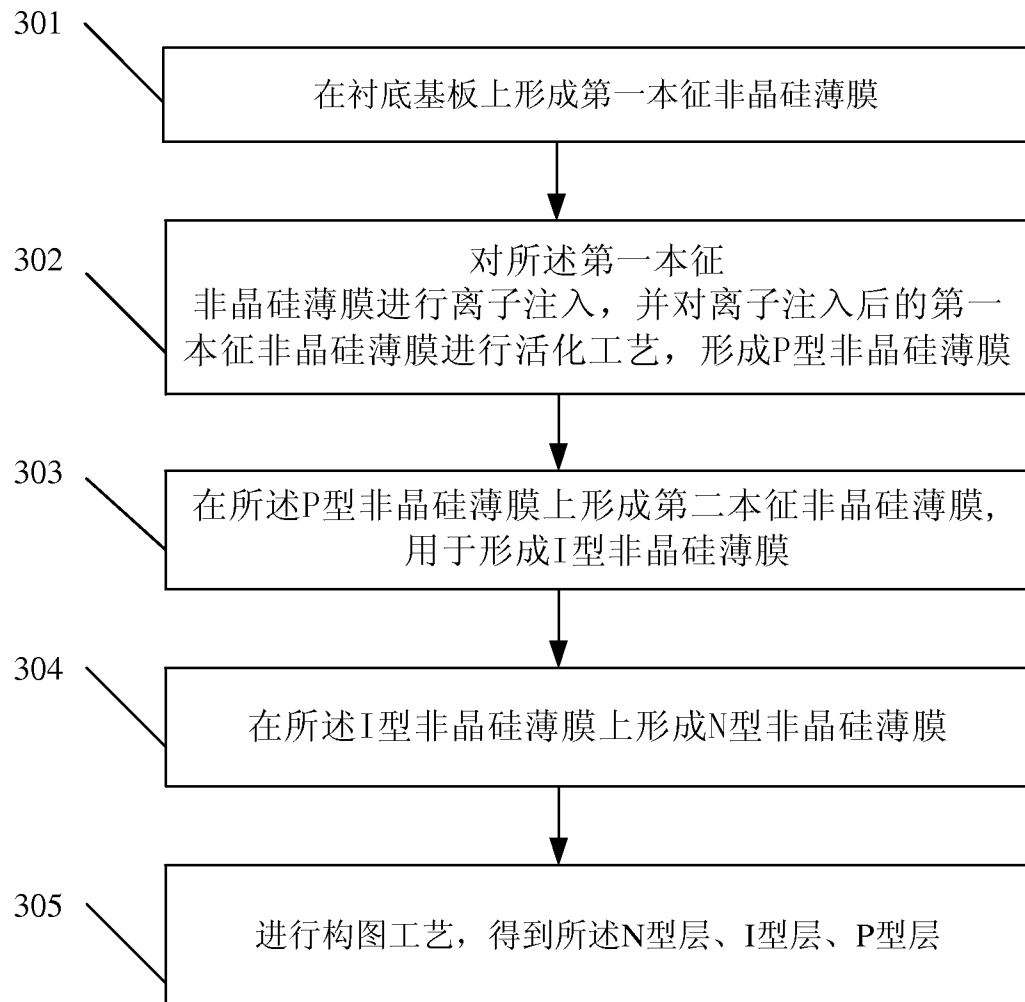


图 3

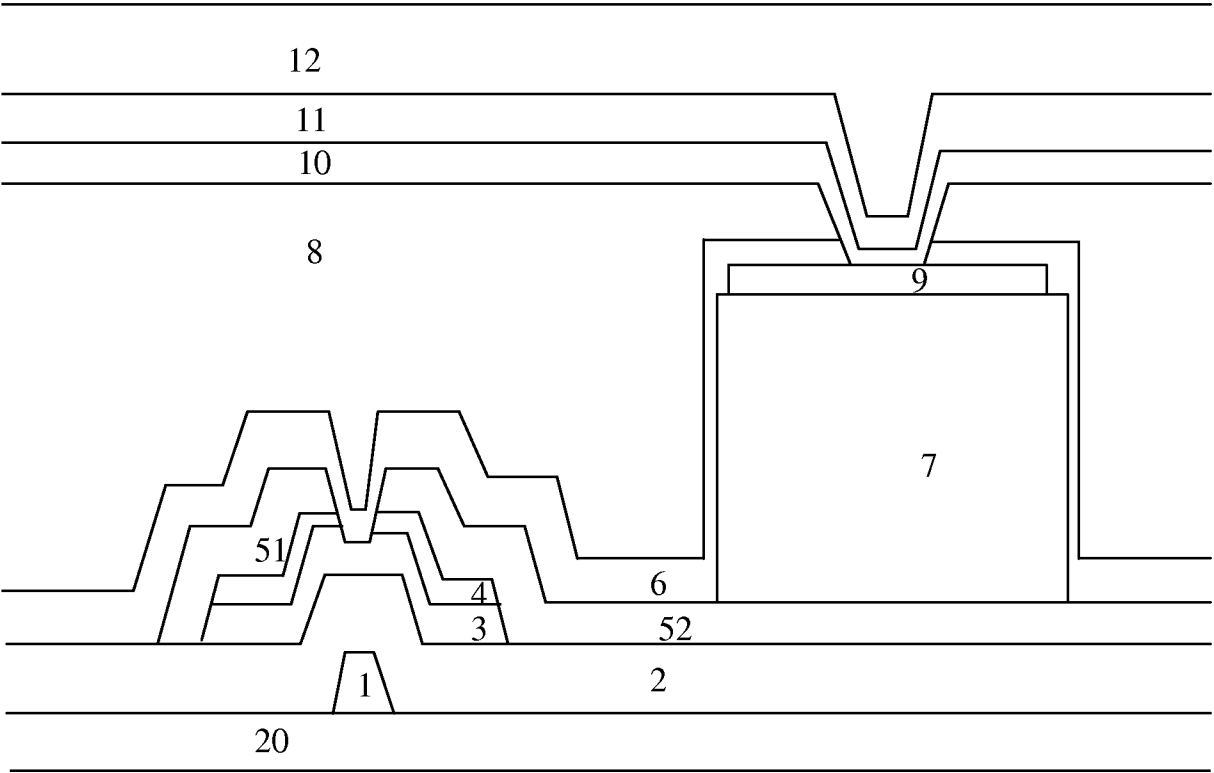


图 4

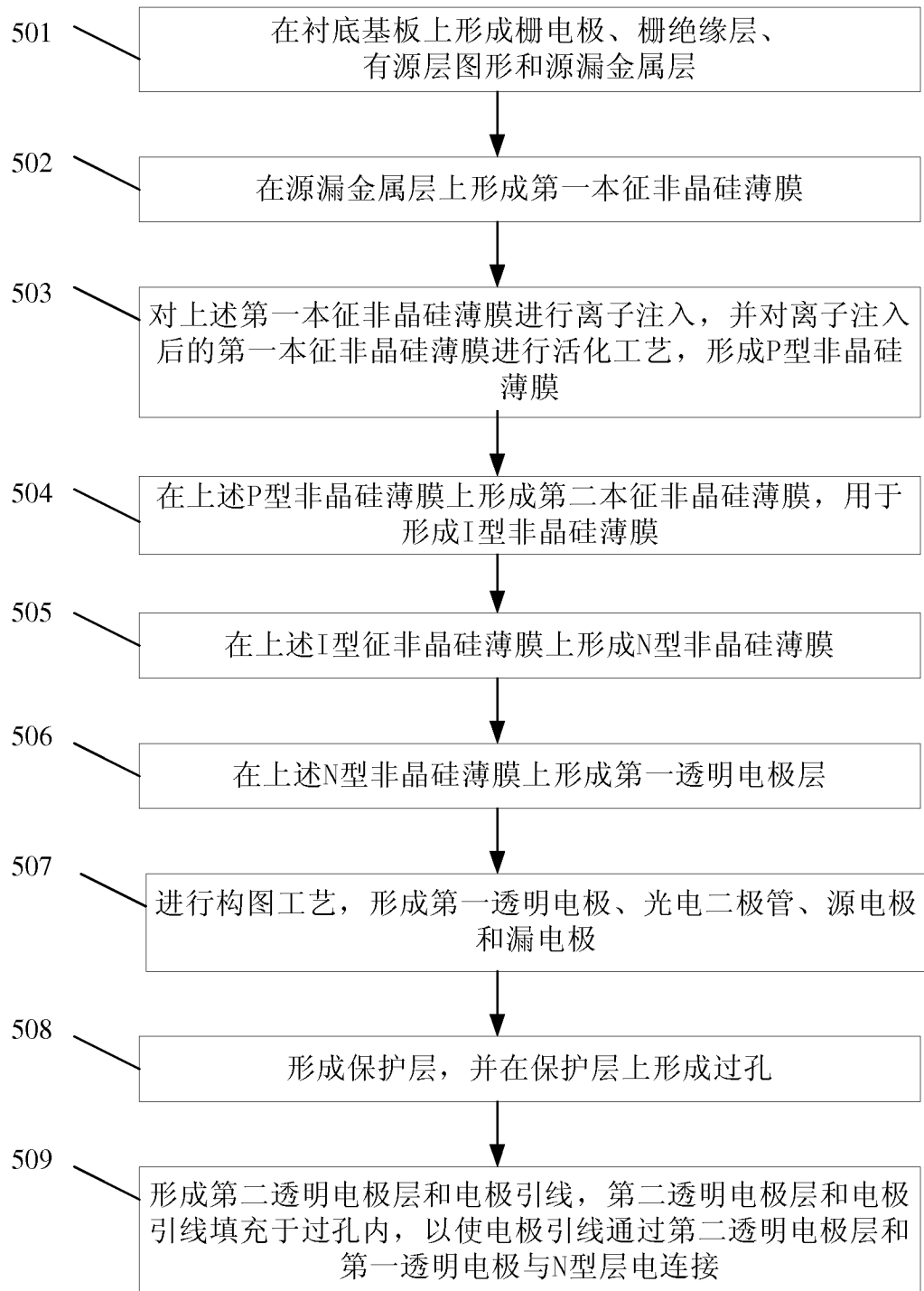


图 5

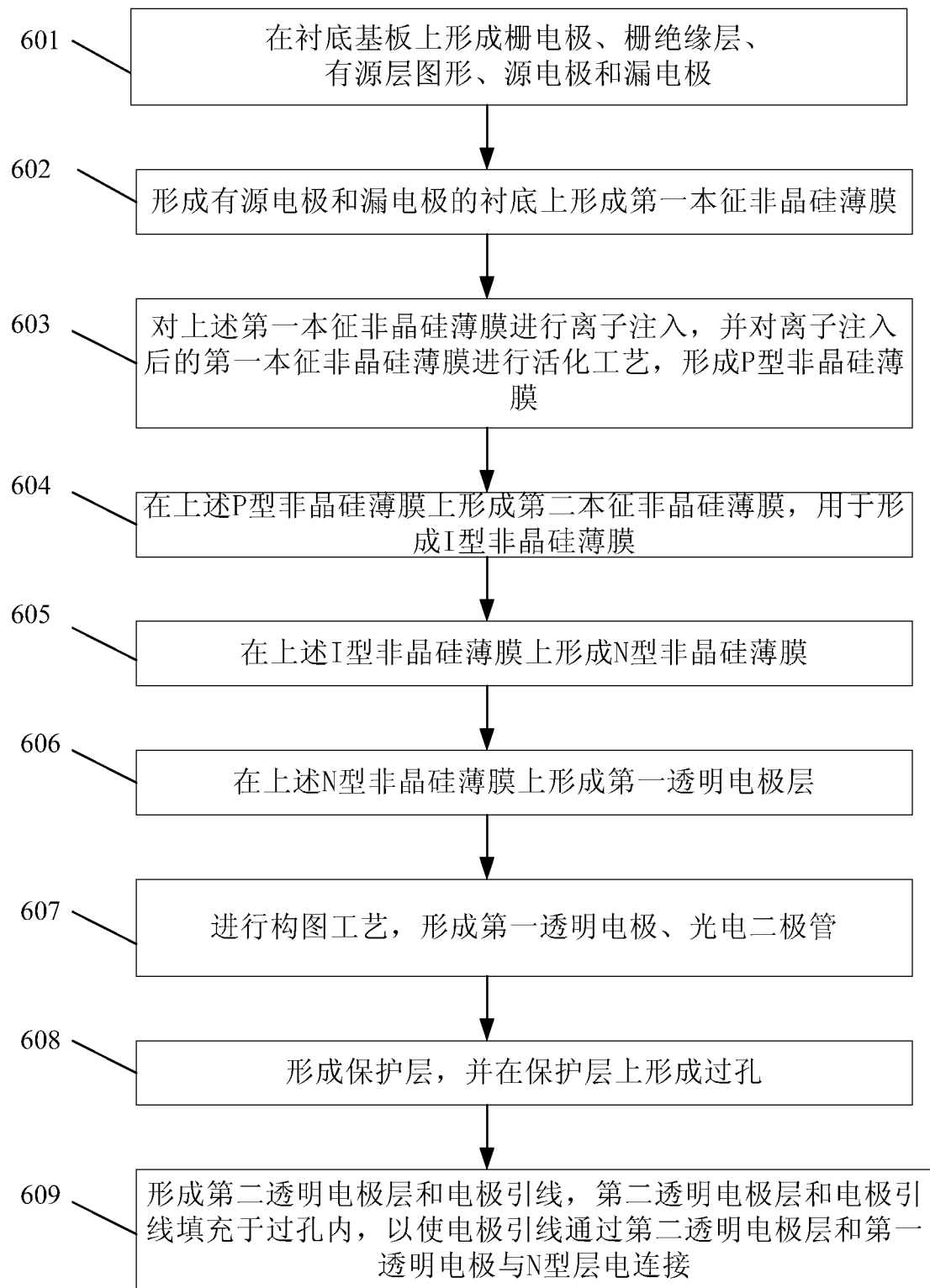


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/077512

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

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)

IPC: H01L 21/-; H01L 31/-; H01L 27/-

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)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: p, i, n, pin, photoelectric, diode, photodiode, positive w intrinsic w negative, ion, inject+, type, boron, substrate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102800735 A (SONY CORP.) 28 November 2012 (28.11.2012) description, paragraphs [0037]-[0058], and figures 1, 2A-2M	1, 11
Y		2-10, 12
Y	CN 102856441 A (BOE TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 02 January 2013 (02.01.2013) description, paragraphs [0045]-[0129], and figures 1-3	2-10, 12
A	JP 2002076425 A (MINOLTA CAMERA KK) 15 March 2002 (15.03.2002) the whole document	1-12
A	CN 102790067 A (BEIJING BOE OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO.) 21 November 2012 (21.11.2012) the whole document	1-12

☐ 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 11 November 2013 (11.11.2013)	Date of mailing of the international search report 12 December 2013 (12.12.2013)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimengqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer ZHANG, Dun Telephone No. (86-10) 61648476

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/077512

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 102800735 A	28.11.2012	US 2012/0299070 A1	29.11.2012
		JP 2013012696 A	17.01.2013
CN 102856441 A	02.01.2013	None	
JP 2002076425 A	15.03.2002	None	
CN 102790067 A	21.11.2012	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/077512

Continuation of : A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/20 (2006.01) i

H01L 27/144 (2006.01) i

H01L 31/115 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/077512

A. 主题的分类

见附加页

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)

IPC:H01L21/-; H01L31/-; H01L27/-

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))

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: 光电二极管, p, i, n, 衬底, 基板, 基底, 基材, 离子注入, 活化, 硼, pin, photoelectric, diode, photodiode, positive w intrinsic w negative, ion, inject+, type

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
X	CN 102800735 A (索尼公司) 28.11 月 2012 (28.11.2012) 说明书第 37-58 段, 附图 1, 2A-2M	1, 11
Y		2-10, 12
Y	CN 102856441 A (京东方科技集团股份有限公司) 02.1 月 2013 (02.01.2013) 说明书第 45-129 段, 附图 1-3	2-10, 12
A	JP 2002076425 A (MINOLTA CAMERA KK) 15.3 月 2002 (15.03.2002) 全文	1-12
A	CN 102790067 A (北京京东方光电科技有限公司) 21.11 月 2012(21.11.2012) 全文	1-12



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

11.11 月 2013 (11.11.2013)

国际检索报告邮寄日期

12.12 月 2013 (12.12.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

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

张礲

电话号码: (86-10) 61648476

国际申请号	PCT/CN2013/077512
-------	--------------------------

PCT/ISA/210 表(同族专利附件) (2009 年 7 月)

续：主题的分类

H01L 31/20 (2006.01) i

H01L 27/144 (2006.01) i

H01L 31/115 (2006.01) i