
本发明提供了一种光电二极管，其包括有一第一型基底，而第一型基底内包含一第二型掺杂井与一第二型掺杂区，并形成一隔离层包围第二型掺杂井且与第二型掺杂井并不接触；第二型掺杂区形成于第二型掺杂井内，并且从第二型掺杂井的表面延伸；一保护层，覆盖第一型基底；一接触导体，贯穿保护层，并且包括一接触层与一导电条；该接触层形成于该导电条的一端，接触并连接该第二型掺杂区。与先前技术相比较，本发明光电二极管的隔离区域与第二型掺杂井并不接触，以避免隔离层与主动区域之间界面缺陷所可能导致的暗电流干扰。

说明书

光电二极管

技术领域

本发明一种影像感测元件，尤其涉及一种光电二极管。

背景技术

互补式金属氧化物半导体影像传感器主要利用一包括光二极管元件的主动像素阵列(active pixel matrix)或影像感测元(image sensor cell)阵列，而这两种阵列能将入射的影像光能转换成数位资料。传统的影像感测元(image sensor cell)包括感测光照强度的光电二极管 (photodiode)以及邻近的晶体管。

上述晶体管连带周边区域的其他额外的元件包括控制与信号处理电路以及周边的逻辑电路构成光二极管互补式金属氧化物半导体影像感测元件(photodiode-type CMOS image sensor)。因此，为降低制造成本与制程的复杂度，二极管互补式金属氧化物半导体影像感测元件周边的电路与主要区域内影像感测元的晶体管于相同的制程步骤中形成。

然而，上述方法往往造成主要光感测区域内影像感测元的晶体管电性不良的影响。更明确地说，在半导体与氧化层界面会因硅悬键缺陷(Si dangling bond defect)，产生表面复合中心(recombination centers)而降低元件少数载子生命周期，产生漏电流现象。而当形成自对准硅化物(silicide, self-aligned silicidation)于周边电路(例如 CMOS 逻辑电路)的闸极与汲极/源极区域时，同时该自对准硅化物亦形成于光二极管元件的表面，则会加深此缺陷。这样，将导致该影像感测元生成不必要的暗电流(dark current)，进而降低信号/噪声(S/N or SNR, Signal-to-noise ratio)的比值，影响传感器装置的质量。

随着半导体制程技术进步，互补式金属氧化半导体(COMS, Complementary Metal Oxide Semiconductor)元件制程技术对缩小元件与高精度的要求下，元件间干扰越来越明显，被用来作为元件之间绝缘的浅沟槽隔离制程(STI, Shallow Trench Isolation)也就变得愈来愈重要。在熟知的光电二极管元件中，位于围绕光电二极管元件的隔离层与主动区域之间界面的缺陷可能会导致暗电流，而位于光电二极管侧面部分周围或邻近于硅基板表面的硅悬键亦会导致暗电流。也就是说，在无入射光的情况下，围绕光电二极管的界面部分，符合表面物理学理论所存在晶界的悬键(dangling bonds)，电荷载子在界面移动时，某些载子将被随

机捕捉，然后以此能阶释放，导致暗电流的产生以致影像传感器所撷取的影像的质量降低。

发明内容

本发明的目的在于提供一种光电二极管，通过布局(layout)的设计，使隔离层与井区分离一定距离设置，解决了现有技术中的光电二极管元件的隔离层因高应力造成邻近N型井区晶格错位而导致漏电流((Leakage Current))的问题。

本发明是这样实现的，一种光电二极管，包括：

一第一型基底，包含一上表面；

一第二型掺杂井，设置于该第一型基底内，该第一型基底与该第二型掺杂井相邻接面区域为一PN连接界面；

一第二型掺杂区，形成于该第二型掺杂井内，并且从该第二型掺杂井的表面延伸；

一隔离区域，形成于该第一型基底内，并且不接触该第二型掺杂井；

一保护层，形成于该第一型基底的上表面，并且覆盖该第二型掺杂区与该第二型掺杂井；以及

一接触导体，贯穿该保护层，并且包括一接触层与一导电条，其中该接触层形成于该导电条的一端，并且接触及连接该第二型掺杂区。

具体地，该第一型基底为一P型基底。

具体地，该第二型掺杂井为一相对低浓度掺杂，该第二型掺杂区为一相对高浓度掺杂。

具体地，该接触层为一金属硅化层。

具体地，该隔离区域为氮化硅或氧化硅。

具体地，该隔离区域为局部氧化层、浅沟槽隔离层或场氧化层。

具体地，该保护层包含一透明导电氧化物层与一多晶硅层，该透明导电氧化物层设置于该多晶硅层上方。

具体地，该多晶硅层厚度为0.1 μm 。

具体地，该多晶硅层电连接于该第一型基底。

具体地，该接触导体为一接触插塞。

与先前技术相比较，本发明光电二极管的隔离区域与第二型掺杂井并不接触，以避免隔离层与主动区域之间界面缺陷所可能导致的暗电流干扰。

附图说明

图 1 是本发明一实施例的光电二极管的俯视图；

图 2 是图 1 中沿 A-A 方向的剖面示意图，并说明其组件的分布；

图 3 是本发明一实施例的光电二极管的剖面示意图，并说明图 2 间隔区的形成方式；

图 4 是本发明一实施例的光电二极管的剖面示意图。

光电二极管... 100

第一型基底... 102

接触导体... 103

隔离区域... 106

PN 连接界面... 107

空乏区... 109

第二型掺杂井... 118

第二型掺杂区... 119

接触层... 120

间隔区... 212

钝化层... 213

透明导电氧化物层... 214

多晶硅层... 215

电极... 216

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。

图 1 为本发明一实施例的光电二极管的主视图，图 2 是图 1 中沿 A-A 方向的剖面示意图。本发明光电二极管 100 包括第一型基底 102、第二型掺杂井 118、第二型掺杂区 119、空乏区 109、PN 连接界面 107、隔离区域 106、接触层 120、接触导体 103 以及保护层（图中未示出）。第一型基底 102，具有一上表面作为光线入射面，该保护层形成于该第一型基底 102 的上表面。第二型掺杂井 118 设置于第一型基底 102 内，第一型基底 102 与第二型掺杂井 118 相邻接面区域形成一 PN 连接界面 107。第二型掺杂区 119 形成于该第二型掺杂井 118 内，并

且从该第二型掺杂井 118 的表面延伸而裸露于第二型掺杂井 118 的表面。该接触导体 103 为一接触插塞。

于一实施例中，上述第一型基底 102 为 P 型基底(P-substrate)，第二型掺杂井 118 是 N 型掺杂井(N-well)。第二型掺杂区 119 则设置于该第二型掺杂井 118 内的表面上，为相对高浓度的 N 型掺杂区。

上述空乏区 109 为图示中虚线所包含的区域，该区域由第一型基底 102 与第二型掺杂井 118 相邻接 PN 连接界面 107 周围区域所定义。

上述第一型基底 102 内具有一隔离区域 106，作为光电二极管 100 的隔离元件且并不接触该第二型掺杂井 118。详细而言，本发明的隔离区域 106 与第二型掺杂区 119 之间具有一间隔区 212，该间隔区 212 为空乏区 109 所涵盖范围的部分区域，间隔区 212 的内部组成结构则与空乏区 109 的内部组成结构相同。因此根据本发明的实施例，提供一种光电二极管 100，将隔离区域 106 与第二型掺杂区 119 隔离设置，即隔离区域 106 不与第一型基底 102 与第二型掺杂井 118 相邻接区域的 PN 连接界面 107 接触，隔离区域 106 形成于空乏区 109 侧面扩散范围的限制。其中，隔离区域 106 可为选自氮化硅或氧化硅的材质所组成，且由局部氧化(LOCOS)、浅沟槽隔离物(STI)以及场氧化区(FOX)等方式所形成的隔离层。

该保护层覆盖第二型掺杂井 118 与第二型掺杂区 119。第一型基底 102 的上表面另形成有一接触导体 103，接触导体 103 包含一接触层 120 与一导电条(图中未示出)，接触层 120 形成于该导电条的另一端。当接触导体 103 贯穿保护层而与第二型掺杂区 119 接触时，通过导电条下端的接触层 120 与第二型掺杂区 119 接触及电连接。

因此，当第二型掺杂井 118 的上表面吸收光子时，空乏区 109 内的多数自由电子-电洞对开始吸收光子的能量，同时使电子-电洞对的电子与电洞相互分离而产生电流。隔离区域 106 用以定义电流产生区域所产生的电流则经由设置于第二型掺杂区 119 上的接触导体 103 导引至 CMOS 电路。

请参阅图 3，由于上述隔离区域 106 与第二型掺杂区 119 为分离设置，隔离区域 106 与第二型掺杂区 119 之间形成一间隔区 212。于一实施例中，间隔区 212 宽度范围可为 50um 以上。这样，隔离区域 106 与第二型掺杂区 119 并不接触，可避免隔离区域 106 因蚀刻、化学机械研磨(CMP)、低压化学气相沉积

(LPCVD)等隔离制程，所造成对沟槽侧壁结构的损坏与结构中机械应力(mechanical stress)而引发如差排(dislocation)等缺陷，导致邻近 N 型井区晶格漏电流增加的问题。

请参阅图 3，于本发明一实施例中，于第一型基底 102 内形成隔离区域 106 后于进行离子布值(ion implantation)之前，设置一钝化层 213。此钝化层 213 设置于间隔区 212 与隔离区域 106 上，作为后续离子布值(ion implantation)的遮幕层(mask)，防止离子布值的杂质(impurities)进入隔离区域 106 与第二型掺杂区 119 之间间隔区 212。这样可减少离子布值杂质于介电材质中扩散造成污染与破坏而产生隔离区域 106 与第二型掺杂区 119 之间的漏电流问题。

请参阅图 2，本发明提供一种光电二极管 100，于第一型基底 102 的上表面形成有一保护层（图中未示出），保护层覆盖第二型掺杂井 118 与第二型掺杂区 119。接触导体 103 包含一接触层 120 与一导电条（图中未示出），接触层 120 形成于导电条的另一端。当接触导体 103 贯穿保护层而与第二型掺杂区 119 接触时，通过导电条下端的接触层 120 与第二型掺杂区 119 接触及电连接。

上述接触层 120 为使用自动对准硅化物(salicide, Self-Aligned Silicidation)制程所制成的金属硅化层(silicide layer)，可使用各种类型的金属包括钛 (Ti)、钴 (Co)、镍 (Ni)、钯 (Pd) 或铂 (Pt)，以及合金，例如，钛/钨、钛/钼、钴/钨或钴/钼。

为了降低光电二极管 100 表面的金属硅化物成为漏电流(leakage)来源与减低表面复合中心(recombination center)现象。于一实施例中，本发明提供一种光电二极管 100，其接触层 120 的大小范围不超出接触导体 103 下表面周围所界定的区域。通过去除位于光电二极管 100 表面上而未被接触导体 103 所覆盖即延伸出接触导体 103 的部分金属硅化物接触层 120，以减少此接触层 120 所形成的漏电流影响。

另外，入射光在光电二极管中的吸收深度与入射光的波长有关，波长较短的光在靠光电二极管表面部分被吸收，波长较长的光具有较深的吸收深度(absorption path)。光二极管互补式金属氧化物影像感测元件对光谱的感测以红外光(700~800nm)为最佳，最好的量子效率的波长为 850 nm。光谱响应曲线是随着光波长的增加而提升，因长波长光子穿透深度较深，接近 PN 接面因此转换效率提升(因 PN 接面内部电场可有效率的拆解吸收光子后的电子电洞对)，而当光波

长为短波长时，表示吸收光落在表面附近容易被复合而使响应度下降。因此当光电二极管吸收入射波长较短的光，如蓝光时，因表面吸收(surface absorption)与产生电子电洞对再复合(recombination)现象，对应用于如红外光等较长波长光源为主要吸收光能来源的光电二极管造成一定程度的干扰。

本发明通过对保护层的构成设计，应用于以如红外光的长波长为主要吸收光能来源的光电二极管 100。请参阅图 5，为本发明一实施例，其中保护层为包含一透明导电氧化物层 214 与一多晶硅层 215 的叠合结构，该透明导电氧化物层 214 设置于该多晶硅层 215 上方。多晶硅层 215 与透明导电氧化物层 214 电连接于该第一型基底 102，将透明导电氧化物层 214 与多晶硅层 215 吸收短波长入射光后所产生的光电流(photoelectric current)，通过与多晶硅层 215 电连接的电极 216 接地排除。使透明导电氧化物层 214 与多晶硅层 215 具滤除短波长迷光(stray light)的功能。

上述透明导电氧化物层 214 为金属化合物导电膜层，最佳一实施例为铟锡氧化物(ITO, Indium Tin Oxide)导电膜层。

上述的透明导电氧化物层 214 与多晶硅层 215 上下叠置形成于该接触导体 103 周围与第一型基底 102 的上表面，此区域为原习知场氧化区(FOX)等隔离物的设置区域。长波长光如 850 nm 的红外光在硅材质的吸收深度约为 13 μm ，而第二型掺杂井 118 深度却只有 2 μm (井离子布值深度)。因此大部分的长波长光落在空乏区外电场收集不到的第一型基底 102 中。多晶硅层 215 的设置具有使原第二型掺杂井 118 的掺杂浓度峰值(peak concentration)更深的作用，借以提升吸收深度较深的长波长光于第二型掺杂井 118 的光子吸收效率(absorption efficiency)。

以上所述是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

权利要求书

1. 一种光电二极管，其特征在于，包括：
 - 一第一型基底，包含一上表面；
 - 一第二型掺杂井，设置于该第一型基底内，该第一型基底与该第二型掺杂井相邻接面区域为一PN连接界面；
 - 一第二型掺杂区，形成于该第二型掺杂井内，并且从该第二型掺杂井的表面延伸；
 - 一隔离区域，形成于该第一型基底内，并且不接触该第二型掺杂井；
 - 一保护层，形成于该第一型基底的上表面，并且覆盖该第二型掺杂区与该第二型掺杂井；以及
 - 一接触导体，贯穿该保护层，并且包括一接触层与一导电条，其中该接触层形成于该导电条的一端，并且接触及连接该第二型掺杂区。
2. 根据权利要求1所述的光电二极管，其特征在于，该第一型基底为一P型基底。
3. 根据权利要求1所述的光电二极管，其特征在于，该第二型掺杂井为一相对低浓度掺杂，该第二型掺杂区为一相对高浓度掺杂。
4. 根据权利要求1所述的光电二极管，其特征在于，该接触层为一金属硅化层。
5. 根据权利要求1所述的光电二极管，其特征在于，该隔离区域为氮化硅或氧化硅。
6. 根据权利要求1所述的光电二极管，其特征在于，该隔离区域为局部氧化层、浅沟槽隔离层或场氧化层。
7. 根据权利要求1所述的光电二极管，其特征在于，该保护层包含一透明导电氧化物层与一多晶硅层，该透明导电氧化物层设置于该多晶硅层上方。
8. 根据权利要求7所述的光电二极管，其特征在于，该多晶硅层厚度为0.1 μm 。
9. 根据权利要求7所述的光电二极管，其特征在于，该多晶硅层电连接于该第一型基底。
10. 根据权利要求1所述的光电二极管，其特征在于，该接触导体为一接触插塞。

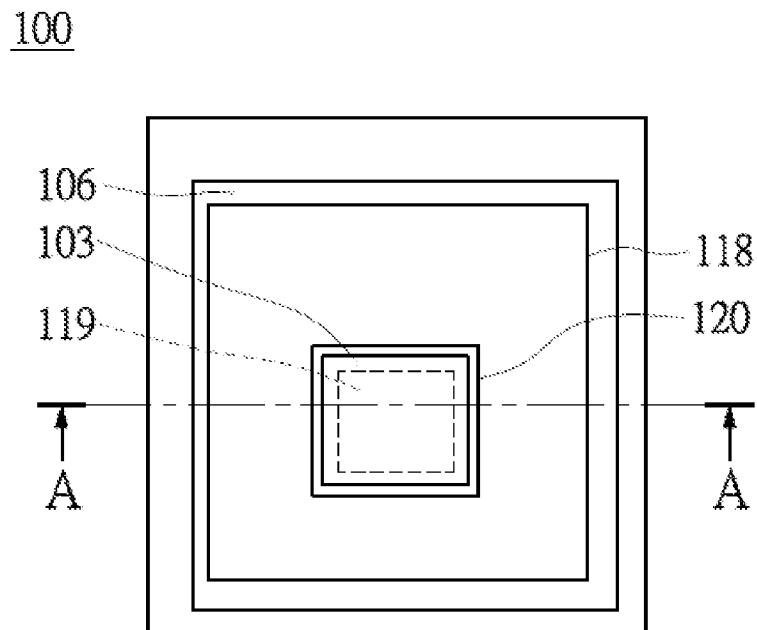


图 1

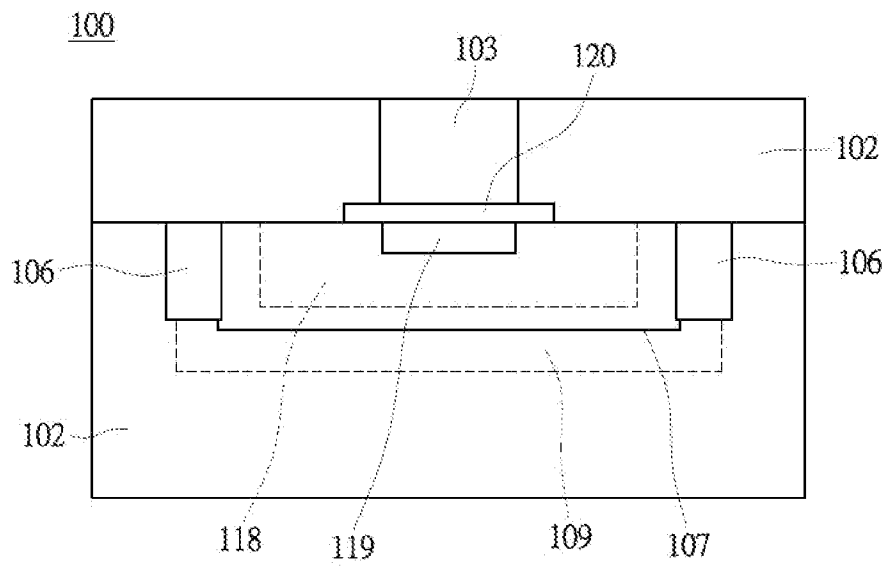


图 2

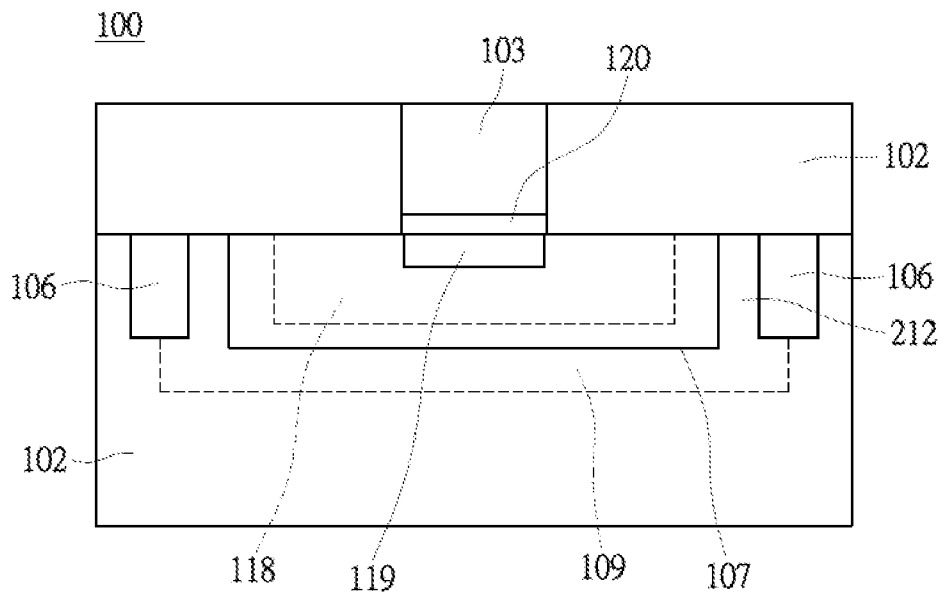


图 3

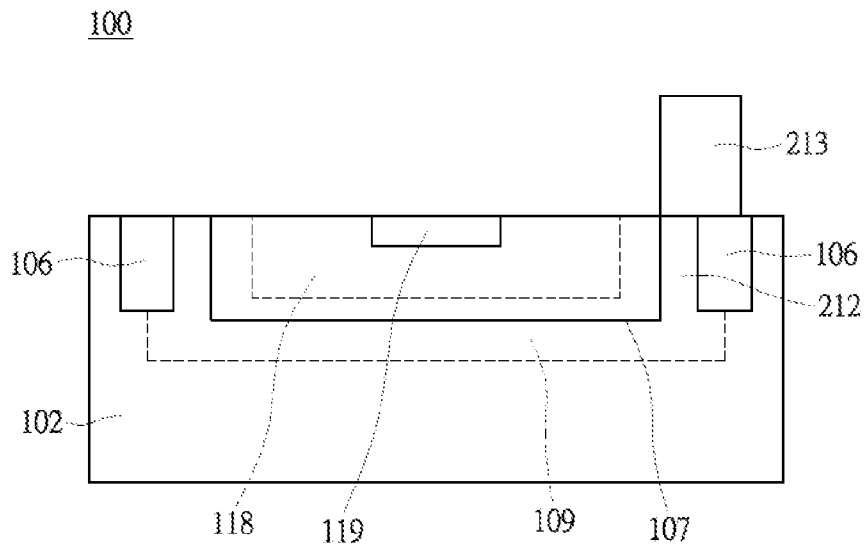


图 4

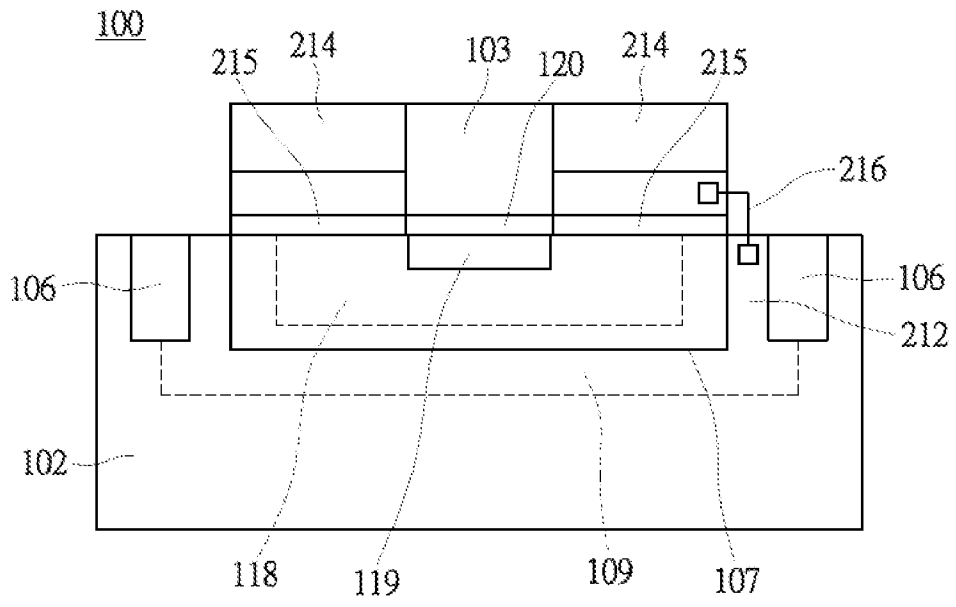


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/078087

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/-

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, VEN, CNTXT, USTXT: CMOS, transparent conducting, PD, PHOTODIODE, IMAGE SENS+, WELL, SUBSTRATE, DOP+, POLYSILICON, TCO, ITO

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 103325881 A (LIN, Dawei et al.), 25 September 2013 (25.09.2013), the whole description	1-10
X	US 2008/0217666 A1 (UNITED MICROELECTRONICS CORP.), 11 September 2008 (11.09.2008), description, paragraphs [0047]-[0069], and figures 2-5	1-6, 10
X	JP 2010-177273 A (OKI SEMICONDUCTOR CO., LTD.), 12 August 2010 (12.08.2010), description, paragraphs [0011]-[0041], and figures 1-10	1, 3, 10
A	CN 101286518 A (SHANGHAI GRACE SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CORP.), 15 October 2008 (15.10.2008), the whole description	1-10
A	CN 101304005 A (SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL (SHANGHAI) CORPORATION), 12 November 2008 (12.11.2008), the whole description	1-10
A	CN 101901849 A (PANASONIC CORPORATION), 01 December 2010 (01.12.2010), the whole description	1-10

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>
---	---

Date of the actual completion of the international search
29 November 2013 (29.11.2013)

Date of mailing of the international search report
02 January 2014 (02.01.2014)

Name and mailing address of the ISA/CN:
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
GUO, Qiang
Telephone No.: (86-10) **62412914**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/078087

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102334199 A (HAMAMATSU PHOTONICS KK), 25 January 2012 (25.01.2012), the whole description	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/078087

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103325881 A	25.09.2013	None	
US 2008/0217666 A1	11.09.2008	None	
JP 2010-177273 A	12.08.2010	JP 5215887 B2	19.06.2013
CN 101286518 A	15.10.2008	CN 101286518 B	16.03.2011
CN 101304005 A	12.11.2008	CN 100561711 C	18.11.2009
CN 101901849 A	01.12.2010	US 2010301442 A1	02.12.2010
		JP 2010278045 A	09.12.2010
CN 102334199 A	25.01.2012	WO 2010098225 A1	02.09.2010
		US 2011291218 A1	01.12.2011
		JP 518520782 B2	17.04.2013
		TW 201101469 A	01.01.2011
		KR 20110136789 A	21.12.2011
		JP 2010226073 A	07.10.2010
		EP 2403013 A1	04.01.2012

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2013/078087

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 31/103 (2006.01) i

H01L 31/0352 (2006.01) i

A. 主题的分类		
参见附加页		
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: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, VEN, CNTXT, USTXT: 光电二极管, 影像感测, CMOS, 阱 or 井, 衬底, 掺杂, 多晶硅, 透明导电, PD, PHOTODIODE, IMAGE SENS+, WELL, SUBSTRATE, DOP+, POLYSILICON, TCO, ITO		
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
E	CN103325881A(林大伟 等)25.9月 2013 (25.09.2013), 说明书全文	1-10
X	US2008/0217666A1(UNITED MICROELECTRONICS CORP.) 11.9月 2008 (11.09.2008) 说明书第【0047】-【0069】段及附图 2-5	1-6, 10
X	JP2010-177273A(OKI SEMICONDUCTOR CO., LTD.)12.8月 2010(12.08.2010) 说明书第【0011】-【0041】段及附图 1-10	1, 3, 10
A	CN101286518A(上海宏力半导体制造有限公司) 15.10月 2008 (15.10.2008) 说明书全文	1-10
A	CN101304005A(中芯国际集成电路制造(上海)有限公司)12.11月 2008 (12.11.2008) 说明书全文	1-10
A	CN101901849A(松下电器产业株式会社)01.12月 2010(01.12.2010) 说明书全文	1-10
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在 C 栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型:		“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
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件		“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
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利		“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
“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)		“&” 同族专利的文件
“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		
国际检索实际完成的日期 29.11月 2013 (29.11.2013)		国际检索报告邮寄日期 02.1月 2014 (02.01.2014)
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		受权官员 郭强 电话号码: (86-10) 62412914

C(续). 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	CN102334199A(滨松光子学株式会社) 25.1 月 2012(25.01.2012) 说明书 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/078087

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN103325881A	25.09.2013	无	
US2008/0217666A1	11.09.2008	无	
JP2010-177273A	12.08.2010	JP5215887B2	19.06.2013
CN101286518A	15.10.2008	CN101286518B	16.03.2011
CN101304005A	12.11.2008	CN100561711C	18.11.2009
CN101901849A	01.12.2010	US2010301442A1 JP2010278045A	02.12.2010 09.12.2010
CN102334199A	25.01.2012	WO2010098225A1 US2011291218A1 JP5185207B2B2 TW201101469A KR20110136789A JP2010226073A EP2403013A1	02.09.2010 01.12.2011 17.04.2013 01.01.2011 21.12.2011 07.10.2010 04.01.2012

A. 主题的分类

H01L31/103(2006.01)i

H01L31/0352(2006.01)i