



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104103760 B

(45)授权公告日 2018.04.06

(21)申请号 201410143904.X

(22)申请日 2014.04.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104103760 A

(43)申请公布日 2014.10.15

(30)优先权数据

2013-081990 2013.04.10 JP

2014-043640 2014.03.06 JP

(73)专利权人 索尼公司

地址 日本东京

(72)发明人 森胁俊贵 宇高融

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司
11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51)Int.Cl.

H01L 51/44(2006.01)

H01L 27/30(2006.01)

(56)对比文件

US 2007/0120045 A1, 2007.05.31, 全文.

EP 0390551 A1, 1990.10.03, 全文.

CN 1897324 A, 2007.01.17, 全文.

CN 101295771 A, 2008.10.29, 全文.

CN 102208430 A, 2011.01.05, 全文.

审查员 王朝政

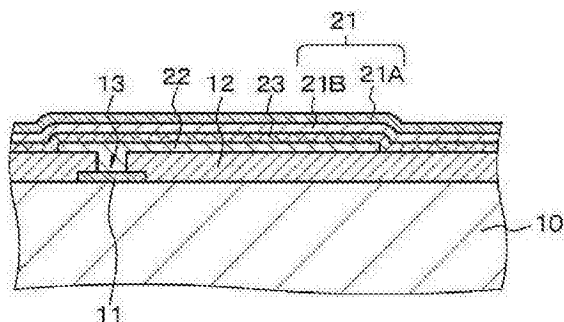
权利要求书2页 说明书14页 附图7页

(54)发明名称

电子设备、固态成像装置及制造用于该设备的电极的方法

(57)摘要

本发明公开了电子设备、固态成像装置及制造用于该设备的电极的方法。所述电子设备包括：第一电极、第二电极和被夹持在所述第一电极和所述第二电极之间的光电变换层，所述第一电极包括非晶氧化物，所述非晶氧化物由铟、镓和/或铝、锌和氧的至少四元化合物构成，以及所述第二电极的功函数值与所述第一电极的功函数值之间的差为0.4eV以上。



1. 一种电子设备,包括:

第一电极、第二电极和光电变换层,所述光电变换层被夹持在所述第一电极和所述第二电极之间,

所述第一电极包括非晶氧化物,所述非晶氧化物由铟、镓和/或铝、锌和氧的至少四元化合物构成,

所述第一电极具有层压结构,所述层压结构包括从所述光电变换层侧起的第一B层和第一A层,以及

所述第一电极的所述第一A层的功函数值低于所述第一电极的所述第一B层的功函数值。

2. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,所述第一电极(21)的所述第一A层(21A)的所述功函数值与所述第一电极(21)的所述第一B层(21B)的所述功函数值之间的差为0.1eV到0.2eV。

3. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,

所述第二电极的功函数值与所述第一电极的所述第一A层的功函数值之间的差为0.4eV以上。

4. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,

所述第一电极具有 1×10^{-8} m至 1×10^{-7} m的厚度,以及

所述第一电极的所述第一A层的厚度与所述第一电极的所述第一B层的厚度之间的比率为9/1至1/9。

5. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,

所述第二电极的功函数值与所述第一电极的功函数值之间的差被设定为0.4eV以上,以及

基于功函数值的所述差,在所述光电变换层中产生内部电场,以提高内部量子效率。

6. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,

所述第一电极的所述功函数值为4.1eV至4.5eV。

7. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,

所述第一电极由铟镓复合氧化物、掺杂铟的镓锌复合氧化物、掺杂氧化铝的氧化锌或者掺杂镓的氧化锌构成。

8. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,

所述第二电极由铟锡复合氧化物、铟锌复合氧化物或氧化锡构成。

9. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,

所述第一电极在400nm至660nm的波长下具有80%以上的透光率。

10. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,

所述第一电极具有 $3 \times 10 \Omega$ /平方到 $1 \times 10^3 \Omega$ /平方的薄层电阻值。

11. 根据权利要求1所述的电子设备,其中,

所述第一电极的氧含有率低于化学计量组成的氧含有率。

12. 根据权利要求1至11中的任一项所述的电子设备,其中,所述电子设备为光电变换元件。

13. 一种固态成像装置,包括:根据权利要求1至11中的任一项所述的电子设备。

14. 一种制造用于电子设备的电极的方法, 所述电子设备包括第一电极、第二电极和光电变换层, 所述光电变换层被夹持在所述第一电极和所述第二电极之间,

所述第一电极包括非晶氧化物, 所述非晶氧化物由铟、镓和/或铝、锌和氧的至少四元化合物构成,

所述第一电极具有层压结构, 所述层压结构包括从所述光电变换层侧起的第一B层和第一A层, 以及

所述第一电极的所述第一A层的功函数值低于所述第一电极的所述第一B层的功函数值,

当通过溅射法来形成所述第一电极时控制氧气导入量以控制所述第一电极的功函数值。

15. 根据权利要求14所述的制造用于电子设备的电极的方法, 其中,

其中, 所述第一电极(21)的所述第一A层(21A)的所述功函数值与所述第一电极(21)的所述第一B层(21B)的所述功函数值之间的差为0.1eV到0.2eV。

16. 根据权利要求14所述的制造用于电子设备的电极的方法, 其中,

所述第二电极的功函数值与所述第一电极的所述第一A层的功函数值之间的差为0.4eV以上。

17. 根据权利要求14所述的制造用于电子设备的电极的方法, 其中,

所述第一电极具有 $1 \times 10^{-8} \text{m}$ 至 $1 \times 10^{-7} \text{m}$ 的厚度, 以及

所述第一电极的所述第一A层的厚度与所述第一电极的所述第一B层的厚度之间的比率为9/1至1/9。

18. 根据权利要求14所述的制造用于电子设备的电极的方法, 其中,

所述第二电极的功函数值与所述第一电极的功函数值之间的差被设定为0.4eV以上, 以及

基于功函数值的所述差, 在所述光电变换层中产生内部电场, 以提高内部量子效率。

19. 根据权利要求14所述的制造用于电子设备的电极的方法, 其中,

所述第一电极由铟镓复合氧化物、掺杂铟的镓锌复合氧化物、掺杂氧化铝的氧化锌或者掺杂镓的氧化锌构成。

20. 根据权利要求14所述的制造用于电子设备的电极的方法, 其中,

所述第一电极的氧含有率低于化学计量组成的氧含有率。

电子设备、固态成像装置及制造用于该设备的电极的方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2013年4月10日提交的日本在先专利申请JP2013-081990的权益,通过引用将其全部内容结合于此。

技术领域

[0003] 本发明涉及电子设备、安装电子设备的固态成像装置以及制造用于电子设备的电极的方法。

背景技术

[0004] 通常,包括诸如图像传感器的光电变换元件的电子设备具有光电变换部位被夹持在两个电极之间的结构。这种光电变换元件从日本专利申请特开NO.2007-067194中已众所周知。在日本专利特开NO.2007-067194中公开的有机光电变换元件由下部电极、有机层和上部电极(按照该次序层压)构造。下部电极和上部电极的至少一个是透明电极。其中一个电极收集电子,并且另一个电极收集空穴以读取光电流。收集电子的一个电极是透明电极,并且具有4.5eV以下的功函数。另一方面,收集空穴的另一个电极具有4.5eV以上的功函数。

发明内容

[0005] 日本专利申请特开NO.2007-067194规定了收集电子的一个电极的功函数值和收集空穴的另一个电极的功函数值。然而,没有有关于收集电子的一个电极的功函数值与收集空穴的另一个电极的功函数值之间的差的描述。另外,没有关于收集电子的电极的功函数的最优化的描述。此外,从内部量子效率提高的观点来看也没有关于在有机层中产生内部电场的描述。

[0006] 人们期望提供一种具有能够最优化两个电极的功函数值之间的差并且能够提高内部量子效率的构造的电子设备、安装电子设备的固态成像装置以及制造用于电子设备的电极的方法。此外,还期望提供一种具有能够最优化收集电子的电极的功函数的构造的电子设备、安装电子设备的固态成像装置以及制造用于电子设备的电极的方法。

[0007] 根据本发明的第一实施方式,提供一种电子设备,包括:第一电极、第二电极和被夹持在第一电极与第二电极之间的光电变换层。

[0008] 第一电极包括由铟(In)、镓(Ga)和/或铝(Al)、锌(Zn)与氧(O)的至少四元化合物(quaternary compound)构成的非晶氧化物。

[0009] 根据本发明的第二实施方式,提供一种电子设备,包括:第一电极、第二电极和被夹持在第一电极与第二电极之间的光电变换层。

[0010] 第一电极包括由铟(In)、镓(Ga)和/或铝(Al)、锌(Zn)与氧(O)的至少四元化合物构成的非晶氧化物。

[0011] 第一电极从光电变换层侧具有包括第一B层和第一A层的层压结构。

- [0012] 第一电极的第一A层的功函数值低于第一电极的第一B层的功函数值。
- [0013] 根据本发明的第一或第二实施方式,提供了将上述第一或第二电子设备安装在其上的固态成像装置。
- [0014] 根据本发明的第一实施方式,提供了一种制造用于电子设备的电极的方法,该电子设备包括第一电极、第二电极和被夹持在第一电极与第二电极之间的光电变换层。
- [0015] 第一电极包括由铟(In)、镓(Ga)和/或铝(Al)、锌(Zn)与氧(O)的至少四元化合物构成的非晶氧化物。
- [0016] 第二电极的功函数值与第一电极的功函数值之间的差为0.4eV以上。
- [0017] 当通过溅射法形成第一电极时,控制氧气导入量(氧气分压)以控制第一电极的功函数值。
- [0018] 根据本发明的第二种实施方式,提供了一种制造用于电子设备的电极的方法,该电子设备包括第一电极、第二电极和被夹持在第一电极与第二电极之间的光电变换层。
- [0019] 第一电极包括由铟(In)、镓(Ga)和/或铝(Al)、锌(Zn)与氧(O)的至少四元化合物构成的非晶氧化物。
- [0020] 第一电极从光电变换层侧具有包括第一B层和第一A层的层压结构。
- [0021] 第一电极的第一A层的功函数值低于第一电极的第一B层的功函数值。
- [0022] 当通过溅射法形成第一电极时,控制氧气导入量(氧气分压)以控制第一电极的第一A层和第一B层的功函数值。
- [0023] 在根据本发明的第一实施方式的电子设备或固态成像装置中,规定第二电极的功函数值与第一电极的功函数值之间的差。当在第一电极与第二电极之间施加偏置电压时,能够提高内部量子效率,并且能够抑制暗电流。在根据本发明的第二实施方式的电子设备或固态成像装置中,第一电极具有第一A层和第一B层的双层,并且规定第一B层的功函数值与第一A层的功函数值之间的差。因此,能够最优化第一电极的功函数,从而交换(移动)载流子(carrier)更加容易。
- [0024] 在根据本发明的第一实施方式制造用于电子设备的电极的方法中,当通过溅射法形成第一电极时,控制氧气导入量(氧气分压),以控制第一电极的功函数值。因此,基于功函数值之间的差可在光电变换层中产生较大的内部电场,从而提高内部量子效率。此外,电子设备能够简单抑制暗电流的产生。在根据本发明的第二实施方式制造用于电子设备的电极的方法中,当通过溅射法形成第一电极时,控制氧气导入量(氧气分压),以控制第一电极的第一A层和第一B层的功函数值。因此,能够最优化第一电极的功函数。
- [0025] 通过对如在附图中示出的本发明的最佳模式实施方式的以下详细描述,本发明的这些和其他目的、特征和优势将变得显而易见。

附图说明

- [0026] 图1A和图1B分别是用于说明制造根据第一实施方式的电子设备的方法和制造用于根据第一实施方式的电子设备的电极的方法的基板的一部分示意截面图;
- [0027] 图1C是根据第二实施方式的电子设备的一部分示意性截面图;
- [0028] 图2A是示出当通过溅射法形成第一电极时的氧气导入量(氧气分压)与第一电极的功函数值之间的关系的曲线图;

[0029] 图2B是示出根据第一实施方式、第二实施方式和第一比较实施方式的电子设备的I-V曲线的曲线图；

[0030] 图3A和图3B分别是根据第一实施方式和第一比较实施方式的电子设备的能量图的概念图；

[0031] 图3C和图3D分别是示出根据第一实时方式和第一比较实施方式的电子设备的功函数值与能量图之间的差的相关性的概念图；

[0032] 图4A是示出根据第一实施方式的电子设备的内部量子效率与功函数值之间的差的相关性的曲线图；

[0033] 图4B是示出根据第一实施方式的电子设备的暗电流和功函数值之间的差的相关性的曲线图；

[0034] 图5A是示出根据第二实施方式的电子设备的内部量子效率与功函数值之间的差的相关性的曲线图；

[0035] 图5B是示出根据第二实施方式的电子设备的暗电流与功函数值之间的差的相关性的曲线图；

[0036] 图6是根据第三实施方式的固态成像装置的概念图。

具体实施方式

[0037] 下文中,将参照附图描述根据本发明的实施方式。应注意,本发明并不限于下列描述的实施方式。在实施方式中引用的标号 and 材料仅是说明性的。将按下列次序描述本公开内容的实施方式。

[0038] 1. 根据本发明的第一或第二实施方式的电子设备、固态成像装置和制造用于电子设备的电极的方法,一般性说明

[0039] 2. 第一实施方式(根据本发明的第一实施方式的电子设备和制造用于电子设备的电极的方法)

[0040] 3. 第二实施方式(根据本发明的第二实施方式的电子设备和制造用于电子设备的电极的方法)

[0041] 4. 第三实施方式(根据本发明的第一或第二实施方式的固态成像装置),其他

[0042] 【根据本发明的第一或第二实施方式的电子设备、固态成像装置和制造用于电子设备的电极的方法,一般性说明】

[0043] 根据本发明的第一实施方式的电子设备、根据本发明的第一实施方式的配置固态成像装置的电子设备以及根据本发明的第一实施方式的由制造用于电子设备的电极的方法所提供的电子设备可在下文中统称为“根据本发明的第一实施方式的电子设备”。根据本发明的第二实施方式的电子设备、根据本发明的第二实施方式配置固态成像装置的电子设备以及根据本发明的第二实施方式的由制造用于电子设备的电极的方法所提供的电子设备可在下文中统称为“根据本发明的第二实施方式的电子设备”。根据本发明的第一实施方式的制造用于电子设备的电极的方法以及根据本发明的第二实施方式的制造用于电子设备的电极的方法可在下文中统称为“根据本发明的制造电子设备中的电极的方法”。

[0044] 在根据本发明的第一实施方式的电子设备或根据本发明的第一实施方式的制造用于电子设备的电极的方法中,第二电极的功函数值与第一电极的功函数值之间的差为

0.4eV以上。从而,基于功函数值之间的差,在光电变换层中产生内部电场以提高内部量子效率。

[0045] 在根据本发明的第二实施方式的电子设备中或在根据本发明的第二实施方式的制造用于电子设备的电极的方法中,期望第一电极的第一A层的功函数值与第一电极的第一B层的功函数值之间的差为0.1eV至0.2eV,并且第二电极的功函数值与第一电极的功函数值之间的差为0.4eV以上。

[0046] 在根据本发明的第二实施方式的电子设备中或者在根据本发明的第二实施方式制造用于电子设备的电极的方法中,第一电极的厚度为 1×10^{-8} m至 1×10^{-7} m。第一电极的第一A层的厚度和第一电极的第一B层的厚度之间的比率可以为9/1至1/9。为了减少氧原子或者氧分子对光电变换层的影响,期望第一电极的第一B层比第一电极的第一A层更薄。在根据包括以上描述的实施方式的本发明的第一实施方式的电子设备中或者在根据本发明的第一实施方式制造用于电子设备的电极的方法中,第一电极的厚度为 1×10^{-8} m至 1×10^{-7} m。

[0047] 在根据包括以上描述的实施方式的本发明的第二实施方式的电子设备中或者在根据本发明的第二实施方式制造用于电子设备的电极的方法中,第二电极的功函数值和第一电极的第一A层的功函数值之间的差是0.4eV以上,因此基于功函数值之间的差,在所述光电变换层中产生内部电场以期地提高内部量子效率。

[0048] 在根据包括多个以上描述的实施方式的本发明的第一至第二实施方式的电子设备中和在根据本发明制造电子设备中的电极的方法中,并不限制第一电极的功函数值,而是可以例如为4.1eV至4.5eV之间。

[0049] 在根据包括多个以上描述的实施方式的本发明的第一至第二实施方式的电子设备中和在根据本发明制造电子设备中的电极的方法中,第一电极是由透明导电材料构成,所述透明导电材料例如为铟镓复合氧化物(IGO)、掺杂铟的镓锌复合氧化物(IGZO, In-GaZnO₄)、掺杂氧化铝的氧化锌(AZO)、铟锌复合氧化物(IZO)和掺杂镓的氧化锌(GZO)。由透明导电材料构成的第一电极的功函数值例如为4.1eV至4.5eV。在根据本发明的第一至第二实施方式的电子设备中或者在根据本发明制造电子设备中的电极的方法中,第二电极由铟锡复合氧化物(ITO)、铟锌复合氧化物(IZO)和氧化锡(SnO₂)构成。由所述透明导电材料构成的第二电极的功函数值例如为4.8eV至5.0eV。

[0050] 在根据本发明的第一至第二实施方式的电子设备中或者在根据本发明制造电子设备中的电极的方法中,第一电极在400nm至660nm的波长下具有80%以上的期望透光率。另外,第二电极在400nm至660nm的波长下具有80%以上的期望透光率。此外,在根据本发明的第一至第二实施方式的电子设备中或者在根据包括以上描述的实施方案和构造的本发明制造电子设备中的电极的方法中,第一电极的期望薄层电阻值为 $3 \times 10^2 \Omega / \text{平方}$ 至 $1 \times 10^3 \Omega / \text{平方}$ 。

[0051] 在根据包括以上描述的实施方案和构造的本发明的第一至第二实施方式的电子设备中,当通过溅射法形成第一电极时控制氧气导入量(氧气分压),从而控制第一电极的功函数值。另外,当通过溅射法形成第一电极时控制氧气导入量(氧气分压),从而控制第一电极的第一A层和第一B层的功函数值。此外,在根据包括以上描述的实施方案和构造的本发明的第一至第二实施方式的电子设备中,第一电极的氧含有率小于化学计量组成的氧含有率。基于所述氧含有率,可以控制第一电极的功函数值。第一电极的氧含有率比化学计量

组成的氧含有率(例如氧缺陷越高)越低,功函数值就越低。第一电极的第一A层的氧含量低于第一电极的第一B层的氧含量。

[0052] 在根据包括以上描述的実施方式和构造的本发明的第一至第二實施方式的电子设备中,所述电子设备为光电变换元件。在根据本发明制造电子设备中的电极的方法中,所述电极能被用于光电变换元件。

[0053] 在根据包括多个實施方式的本发明制造电子设备中的电极的方法中,第一电极的氧含有率低于化学计量组成的氧含有率。在根据本发明的第二實施方式制造用于电子设备的电极的方法中,所述第一电极的第一A层的氧含量低于第一电极的第一B层的氧含量。

[0054] 在根据包括以上描述的實施方式和构造的本发明的第一到第二實施方式的电子设备(下文中可统称为“根据本发明的电子设备”)中,第一电极形成在基板上,光电变换层形成在第一电极上,以及第二电极形成在光电变换层上,或者第二电极形成在所述基板上,光电变换层形成在第二电极上,以及第一电极形成在所述光电变换层上。换言之,本电子设备具有包括第一电极和第二电极的二端电子设备结构。然而,本电子设备不限于此,并且本电子设备可以具有还包括控制电极的三端电子设备结构。当电压被施加到控制电极时,流动电流可被调制。三端电子设备结构的实例可包括与所谓的底栅/底接触型、底栅/顶接触型、顶栅/底接触型或顶栅/顶接触型的场效应晶体管(FET)具有相同的结构或构造。第一电极可以用作阴极(负)电极(换句话说,用于取出电子的电极),并且第二电极可以用作阳极(正)电极(换句话说,用于取出空穴的电极)。可以层压包括具有不同的光吸收频谱的光电变换层的多个电子设备。例如,基板可以是硅半导体基板。在所述硅半导体基板上,可以设置用于电子设备的驱动电路和光电变换层。电子设备可以被层压在所述硅半导体基板上。

[0055] 所述光电变换层可以是非晶的或者结晶状态。作为光电变换层,可以使用有机半导体材料、有机金属化合物、有机半导体微粒、金属氧化物半导体、无机半导体微粒、包括覆盖有壳构件的芯构件的材料和有机-无机杂化化合物。

[0056] 有机半导体材料的实例包括:例如喹吖啶酮和其衍生物的有机染料、其中前一个周期(金属左侧的元素周期表)离子与诸如 Alq_3 【三(8-羟基喹啉)铝(III)】等有机材料螯合的染料、由过渡金属离子和诸如酞菁锌(II)有机材料所形成的有机金属染料复合物、萘噻吩并噻吩(DNTT)等。

[0057] 作为有机金属化合物,可以使用其中前一个周期离子与有机材料螯合的染料或者由过渡金属离子和有机材料所形成的有机金属染料复合物。所述有机半导体微粒的实例包括:诸如以上描述的喹吖啶酮及其衍生物的有机染料聚合体、其中前一个周期离子与有机材料螯合的染料聚合体、由过渡金属离子和有机材料所形成的有机金属染料聚合体、其中金属离子与氰基基团交联的普鲁士蓝或其复合的聚合体。

[0058] 金属氧化物半导体和无机半导体微粒的实例包括ITO、IGZO、ZnO、IZO、 IrO_2 、 TiO_2 、 SnO_2 、 SiO_x 、包含硫族【例如硫磺(S)、硒(Se)、碲(Te)】的金属硫族半导体(特别地,CdS、CdSe、ZnS、CdSe/CdS、CdSe/ZnS、PbSe)、ZnO、CdTe、GaAs和Si。

[0059] 包括覆盖有壳构件的核构件(即,核构件和壳构件的组合)的材料的实例包括:诸如聚苯乙烯和聚苯胺的有机材料以及难于或者易于离子化的金属材料。有机-无机杂化化合物的实例包括:其中金属离子与氰基基团交联的普鲁士蓝及其衍生物、与吡啶(pipyridines)无休止地交联的金属离子、作为与诸如草酸和红氨酸的多价离子的酸交联

的金属离子的总称的配位聚合物。

[0060] 根据所使用的材料由涂布法、物理气相淀积法 (PVD) 或者包括MOCVD方法的各种化学气相淀积 (CVD) 方法形成光电变换层。涂布法的实例包括: 各种印制方法, 例如旋涂法、油浸法、流延法、丝网印刷法、喷墨印刷法、胶版印刷法和凹版印刷法; 邮票法; 喷射法; 各种涂布法, 例如气刀涂布法、刮板涂布法、棒涂法、刮刀涂布法、挤压涂布法、逆辊涂布法、转移辊涂法、凹版涂布法、吻涂法、流延涂布法、喷雾涂布法、狭缝喷嘴涂布法和日历涂布法。在涂布方法中, 可以使用非极性或低极性有机溶剂, 如甲苯、氯仿、己烷、乙醇等。PVD法的实例包括: 各种真空蒸镀法, 如电子束加热法、电阻加热法和闪蒸蒸汽沉积; 等离子体气相沉积法; 各种溅射法, 如二极管溅射方法、DC (直流) 溅射法、DC磁控溅射法、高频溅射法、磁控溅射法、离子束溅射法和偏置电压溅射法; 以及各种离子电镀法, 如DC法、RF法、多阴极法、活化反应法、电场气相沉积法、高频离子电镀法以及反应性离子镀法。

[0061] 所述光电变换层的厚度不限制在 1×10^{-10} m至 5×10^{-7} m之间。

[0062] 通过溅射法形成第一电极。具体地, 所述溅射法包括磁控溅射法、平行平板溅射法和使用DC放电或者RF放电的等离子体产生法。根据本发明, 可以通过氧气流量 (氧气的导入量、氧气分压) 有利地控制功函数。

[0063] 通过诸如真空蒸镀法、反应性气相沉积法、各种溅射法、电子束气相沉积法和离子镀法等PVD法、高温溶胶法、热能分解有机金属化合物的方法、喷射法、浸渍法、包括MOCVD方法的各种CVD法、无电解电镀法和电解电镀法等来形成第二电极。

[0064] 基板的材料的实例包括有机聚合物 (具有聚合物材料如塑料膜、塑料片和具有该聚合物材料组成的柔韧性塑料基板的构造), 所述有机聚合物包括: 聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚乙烯醇 (PVA)、聚乙烯醇 (PVP)、聚醚砜 (PES)、聚酰亚胺、聚碳酸酯 (PC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯 (PEN)。当使用柔韧性聚合材料构成的基板时, 所述电子设备可以并入或者与例如具有弯曲形状的电子设备集成。另外, 基板的实例包括: 各种玻璃基板、每一个都具有形成在每个表面上的绝缘膜的各种玻璃基板、石英衬底、石英基板具有形成在表面上的绝缘膜、硅半导体基板、硅半导体基板具有形成在表面上的绝缘膜以及由合金或包括不锈钢的金属构成的金属基板。所述绝缘膜的实例包括: 氧化硅材料 (SiO_x 和旋压氧化硅 (SOG)); 氮化硅 (SiN_y); 氮氧化硅 (SiON); 氧化铝 (Al_2O_3); 金属氧化物和金属盐。另外, 可以使用具有形成在其表面上的绝缘膜的导电基板 (金属基板包括金、铝等或者高度定向石墨基板)。期望基板表面平滑, 但是只要光电变换层的特性不受不利影响, 基板表面也可以是粗糙的。在基板的表面上, 由硅烷连结法形成硅烷醇衍生物, 由SAM法形成由硫醇衍生物、羧酸衍生物、磷酸衍生物等构成的薄膜, 或者由CVD法形成由绝缘金属盐或者金属络合物构成的薄膜, 从而提高第一电极或者第二电极与基板之间密着性 (adhesion)。

[0065] 在一些情况下, 第一电极或者第二电极可以涂覆有涂层。所述涂层的实例包括: 无机绝缘材料, 例如包括氧化硅材料、氮化硅 (SiN_y) 和氧化铝 (Al_2O_3) 的金属氧化物的高电介质绝缘膜; 有机绝缘材料 (有机聚合物) 例如聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚乙烯 (苯) 酚 (PVP)、聚乙烯醇 (PVA)、聚酰亚胺、聚碳酸酯 (PC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚苯乙烯、包括N-2 (氨基乙基)-3-氨基丙基三甲氧基硅烷 (AEAPTMS) 的硅烷醇衍生物、3-巯基丙基三甲氧基硅烷 (MPTMS) 和十八烷基三氯硅烷 (OTS); 具有能够在包括十八烷硫醇和十二烷基异

氰酸酯基的一端结合到控制电极的官能基团的直链烃；以及它们的组合。所述氧化硅材料的实例包括氧化硅(SiO_x)、BPSG、PSG、BSG、AsSG、PbSG、氮氧化硅(SiON)、SOG(旋压玻璃)和低介电材料(例如聚芳醚、环全聚合物、苯并环丁烯、环状氟树脂、聚四氟乙烯、氟代芳醚、氟代聚酰亚胺、非晶碳和有机SOG)。可以由多种上述PVD法、多种上述化学气相沉积法、旋涂法、如上所述的多种涂布方法、溶胶-凝胶法、电沉积法、阴影掩模法或喷雾法形成绝缘层。

[0066] 根据本发明的实施方式的电子设备能被用于光学传感器和图像传感器以及例如电视摄像机的成像装置(固态成像装置)。

[0067] 【第一实施方式】

[0068] 第一实施方式涉及根据本发明第一实施方式的电子设备，以及制造用于根据本发明第一实施方式的电子设备的电极的方法。图1B示出电子设备的一部分示意性截面图。

[0069] 具体地，根据如下所述的第一实施方式或者第二实施方式的电子设备包括光电变换元件，并且光电变换元件具有第一电极21、第二电极22以及被夹持在第一电极21和第二电极22之间的光电变换层23。第一电极21包括由铟(In)、镓(Ga)和/或铝(Al)、锌(Zn)以及氧(O)的至少四元化合物 $[\text{In}_a(\text{Ga}, \text{Al})_b\text{Zn}_c\text{O}_d]$ 构成的非晶氧化物。这里，“a”、“b”、“c”以及“d”可以具有各种值。更准确地说，在根据第一实施方式的电子设备中，第二电极22形成在由硅半导体基板构成的基板10上，光电变换层23形成在第二电极22上，并且第一电极21形成在光电变换层23上。如此，根据第一实施方式或者如下所述的第二实施方式的电子设备具有包括第一电极21以及第二电极22的两端电子设备结构。在根据第一实施方式或者如下所述的第二实施方式的电子设备中，第二电极22的功函数值和第一电极21的功函数值之间的差是0.4eV以上。通过将第二电极22的功函数值和第一电极21的功函数值之间的差设定为0.4eV以上，基于功函数值之间的所述差，在光电变换层23中产生内部电场，以提高内部量子效率。第一电极21可以起阴极(负)电极的作用。换言之，第一电极21可以起用于取出电子的电极的作用。另一方面，第二电极22可以起阳极(正)电极的作用。换言之，第二电极22可以起用于取出空穴的电极的作用。光电变换层23由厚度为100 μm 的噻吩吡酮构成。

[0070] 更具体地，根据第一实施方式，第一电极21由例如掺铟的镓锌复合氧化物(IGZO)的透明导电材料构成。第二电极22由例如铟锡复合氧化物(ITO)的透明导电材料构成。根据膜形成条件，IGZO具有的4.1eV至4.2eV的功函数值。根据膜形成条件，ITO具有4.8eV至5.0eV的功函数值。第一电极21的其他材料包括铟镓复合氧化物(IGO)、掺氧化铝的氧化锌(AZO)、铟锌复合氧化物(IZO)以及掺镓的氧化锌(GZO)。第二电极22的其他材料包括铟锌复合氧化物(IZO)以及氧化锡(SnO_2)。上述说明同样适用于如下所述的第二实施方式。

[0071] 在根据第一实施方式或者如下所述的第二实施方式的电子设备中，在400nm至660nm的波长，第一电极21具有80%以上的透光率。同样在400nm至660nm的波长，第二电极22具有80%以上的透光率。第一电极21和第二电极22的透光率可以通过在透明玻璃板上形成第一电极21和第二电极22来测量。第一电极21具有 $3 \times 10^2 \Omega/\text{平方}$ 至 $1 \times 10^3 \Omega/\text{平方}$ 的薄层电阻值。更具体地，第一电极21由具有100 μm 的厚度的IGZO构成，具有800 $\Omega/\text{平方}$ 的薄层电阻值。

[0072] 在下文中，将参考图1A和1B描述制造用于根据第一实施方式的电子设备的电极的方法，具体地，制造第一电极的方法。由制造用于根据第一实施方式的电子设备的电极的方

法提供的电极是用于光电变换元件的电极。

[0073] 【工艺100】

[0074] 制备由硅半导体基板构成的基板10。基板10包括用于电子设备的驱动电路(未示出)以及光电变换层(未示出),以及配线11。在基板10的表面上,形成绝缘层12。绝缘层12具有开口13,在此配线11在底部暴露。在绝缘层12上并且在开口13内,通过溅射法(见图1A)形成(膜形成)由ITO构成的第二电极22。

[0075] 【工艺110】

[0076] 随后,图案化第二电极22。此后,在整个表面上,通过真空蒸镀法形成(膜形成)由喹吖啶酮构成的光电变换层23。此外,在光电变换层23上,通过溅射法形成(膜形成)由IGZO构成的第一电极21。以这种方法,可以提供具有在根据第一实施方式的图1B中所示的结构

的电子设备。
[0077] 当第一电极21由溅射法形成时控制氧气导入量(氧气分压),以控制第一电极21的功函数值。图2A是示出第一电极21的氧气分压和功函数值之间的关系的曲线图。氧气分压的值越高,即氧缺陷越低,第一电极21的功函数值越高。氧气分压的值越低,即氧缺陷越高,第一电极21的功函数值越低。对于溅射装置,使用平行平板溅射装置或者DC磁控溅射装置。对于工艺气体,使用氩(Ar)气。对于目标,使用InGaZnO4烧结体。

[0078] 以这种方法,在根据第一实施方式的电子设备中,当第一电极21由溅射法形成时控制氧气导入量(氧气分压),以便控制第一电极21的功函数值。第一电极21的氧含有率小于化学计量组成的氧含有率。

[0079] 图2B是示出根据第一实施方式以及第一比较实施方式的电子设备(光电变换元件)的I—V曲线的曲线图。在图2B中,“A”表示根据第一实施方式的电子设备的测量结果,“B”表示根据如下所述的第二实施方式的电子设备的测量结果,并且“C”表示根据第一比较实施方式的电子设备的测量结果。除了第一电极21是由ITO而不是IGZO构成之外,根据第一比较实施方式的电子设备与根据第一实施方式的电子设备相似。图2B揭示在根据第一实施方式或者如下所述的第二实施方式的电子设备中,电流值在在比1伏电压小一点的逆偏置电压(在比-1伏电压小一点的逆偏置电压)急剧增加。表格1示出根据第一实施方式以及第一比较实施方式的电子设备的内部量子效率的值以及开/关比率的值。内部量子效率η是入射光子数与所产生电子数的比率,并且可以通过以下等式表示。

[0080]
$$\eta = \{ (h \cdot c) / (q \cdot \lambda) \} (I/P) = (1.24/\lambda) (I/P)$$

[0081] 其中

[0082] h:普朗克常数

[0083] c:光速

[0084] q:电子电荷

[0085] λ:入射光的波长(μm)

[0086] I:光电流;在第一实施方式中测量的1伏的逆偏置电压下的电流值(安培/cm²)

[0087] P:入射光的功率(安培/cm²)

[0088] 【表格1】

[0089]

	内部量子效率(%)	开/关比率
--	-----------	-------

第一实施方式	39	2.6
第二实施方式	55	3.4
第一比较实施方式	5.4	1.4

[0090] 在根据其中第一和第二电极都由ITO构成的第一比较实施方式的电子设备中,在如图3B中的能量图的概念图中所示的第二电极的功函数值和第一电极的功函数值之间没有差。因此,空穴容易从第二电极流动到第一电极,这导致增加的暗电流。此外,因为在第二电极的功函数值和第一电极的功函数值之间没有差,当取出电子和空穴时不存在电位梯度(换言之,在光电变换层中没有产生内部电场),这导致难以平稳地取出电子和空穴(参见图3D中的概念图)。另一方面,在根据其中第一电极是由IGZO构成并且第二电极由ITO构成的第一实施方式的电子设备中,第二电极的功函数值和第一电极的功函数值之间的差是0.4eV以上。图3A示出能量图的概念图。因此,防止空穴从第二电极流向第一电极,这抑制暗电流的产生。此外,因为在第二电极的功函数值和第一电极的功函数值之间有0.4eV以上的差,当取出电子和空穴时产生电位梯度(换言之,在光电变换层中产生内部电场)。通过利用电位梯度,可以平稳地取出电子和空穴(参见图3C中的概念图)。

[0091] 此外,图4A是示出内部量子效率和功函数值之间的差的相关性的曲线图。图4B是示出暗电流(在第一实施方式中测量的1伏的逆偏置电压下没有光照射时提供的电流值)与功函数值之间的差的相关性的曲线图。在每个图4A和图4B中的横轴表示第二电极22的功函数值和第一电极21的功函数值之间的差。在如下所述的每个图5A和图5B中的横轴表示第一电极21的第一B层21B的功函数值与第一电极21的第一A层21A的功函数值之间的差。图4A和图4B揭示在功函数值之间的差在0.4eV周围,内部量子效率明显地增加,并且暗电流明显地减少。

[0092] 如上所述,因为规定在根据第一实施方式的电子设备中的第二电极的功函数值之间的差和第一电极的功函数值之间的差,所以当在第一电极和第二电极之间施加偏置电压(具体地,逆偏置电压)时,基于功函数值之间的差,在光电变换层中可以产生较大的内部电场。因此,可以提高内部量子效率,即可以增加光电流。此外,可以抑制暗电流。在制造用于根据第一实施方式的电子设备的电极的方法中,当由溅射法形成第一电极21时控制氧气导入量(氧气分压),以便控制第一电极的功函数值。因此,基于功函数值之间的差,在光电变换层中可以产生较大的内部电场,从而提高内部量子效率,即可以增加光电流。此外,电子设备能够简单地抑制暗电流的产生。

[0093] 【第二实施方式】

[0094] 第二实施方式涉及根据本发明的第二实施方式的电子设备以及制造用于该电子设备的电极的方法。图1C是根据第二实施方式的电子设备的一部分示意截面图。

[0095] 在根据第二实施方式的电子设备中,从光电变换层一侧第一电极21具有包括第一B层21B和第一A层21A的层压结构。第一电极21的第一A层21A的功函数值低于第一电极21的第一B层21B的功函数值。具体地,第一电极21的第一A层21A的功函数值与第一电极21的第一B层21B的功函数值之间的差为0.1eV至0.2eV,更具体地,为0.15eV。第二电极22的功函数值与第一电极21的第一A层21A的功函数值的差为0.4eV以上。第一电极21的厚度为 1×10^{-8} m至 1×10^{-7} m,更具体地,为50nm。第一电极21的第一A层21A的厚度与第一电极21的第一B层21B的厚度之间的比率为9/1至1/9,具体地,为9/1。另外,根据本发明的第二实施方式,第二电

极22的功函数值与第一电极21的第一A层21A的功函数值之间的差设定为0.4eV以上,从而,基于功函数值之间的差,在光电变换层产生内部电场以提高内部量子效率。当第一A层21A的组成为 $\text{In}_a(\text{Ga}, \text{Al})_b\text{Zn}_c\text{O}_d$ 以及第一B层21b的组成为 $\text{In}_a(\text{Ga}, \text{Al})_b\text{Zn}_c\text{O}_d$ 时, $a=a'$, $b=b'$, $c=c'$ 和 $d<d'$ 。表1示出了根据第二实施方式的电子设备的内部量子效率值和开/关比率值。图2B示出了根据第二实施方式的电子设备(光电变换元件)的I-V曲线。图5A是内部量子效率和功函数值之间的差的相关性的曲线图。图5B是示出暗电流(也在第二实施方式中测量出1伏的逆偏置电压下没有光照射时提供的电流值)与功函数值之间的差的相关性的曲线图。图5A和图5B揭示了当第一电极的第一A层的功函数值与第一电极的第一B层的功函数值之间的差增加至0.2eV附近时,内部量子效率明显增加,暗电流明显降低。

[0096] 在根据第二实施方式制造用于电子设备的电极的方法中,当通过在相似于第一实施方式中的【工艺-110】的工艺中的溅射法来形成第一电极时控制氧气导入量,从而控制第一电极21的第一A层21A和第一B层21B的功函数值,如图2A中的曲线图所示。

[0097] 在根据第二实施方式的电子设备中,第一电极具有第一A层和第一B层,以及规定第一A层和第一B层的功函数值之间的差。因此,可以最优化第一电极的功函数,从而交换(移动)载流更容易。

[0098] 【第三实施方式】

[0099] 第三实施方式涉及根据本发明的实施方式的固态成像装置。根据第三实施方式的固态成像装置包括根据第一实施方式或第二实施方式的电子设备(具体地,光电变换元件)。

[0100] 图6是根据第三实施方式的固态成像装置(固态成像元件)的概念图。根据第三实施方式的固态成像装置40由成像区域41组成,其中,第一实施方式或第二实施方式中所描述的电子器件(光电变换元件)30以二维阵列布置在半导体基板(例如,硅半导体基板)上,垂直驱动电路42、列信号处理电路43、水平驱动电路44、输出电路45以及控制电路46等所有电路均是外围电路。这些电路可以由众所周知的电路构成。将理解的是,可以使用其他电路构造(例如,现有技术中的CCD成像装置和CMOS成像装置中使用的各种电路)。

[0101] 控制电路46产生时钟信号和控制信号,用于基于垂直同步信号、水平同步信号和主时钟来操作垂直驱动电路42、列信号处理电路43和水平驱动电路44。所产生的时钟信号和控制信号被输入至垂直驱动电路42、列信号处理电路43和水平驱动电路44。

[0102] 垂直驱动电路42由例如移位寄存器组成,并在垂直方向上每行地顺序选择并扫描成像区域41中的相应的电子器件30。基于取决于相应电子器件30中接收的光量所产生的电流(信号)的像素信号经由垂直信号线47被发送至列信号处理电路43。

[0103] 列信号处理电路43布置在例如电子器件30的每列,并通过从每个电子器件的黑基准像素(未示出,围绕有效像素区域周围形成)发出信号来执行信号处理,例如,以行为单位从电子器件30中输出的信号噪声移除和信号放大。水平选择开关(未示出)被设置并连接在列信号处理电路43的输出级和水平信号线48之间。

[0104] 水平驱动电路44由例如移位寄存器构成,并顺序输出水平扫描脉冲,以顺序选择相应的列信号处理电路43并从相应的列信号处理电路43输出信号至水平信号线48。

[0105] 输出电路45执行信号处理,以将信号经由水平信号线48从相应的列信号处理电路43顺序地提供并将其输出。

[0106] 虽然光电变换层取决于光电变换层的材料,但光电变换层本身可起滤色器的作用。因此,当没有设置滤色器时,颜色分离是可能的。然而,根据情况而定,透过特定波长,例如,红色、绿色、蓝色、青色、红紫色、黄色等的众所周知的滤色器可在光入射侧设置在电子设备30之上。固态成像装置可以是表面照射型或者背面照射型。另外,根据需要,可设置遮板,以控制入射在电子设备30上的光。

[0107] 虽然本文参考示例性实施方式描述了本发明,但应当理解,本发明不限于此。用于本实施方式中所描述的电子设备(光电变换元件)和固态成像装置的结构、构造、制造条件、制造方法和材料是说明性的并可以根据需要进行改变。当根据本发明的电子设备用作太阳能电池时,可利用光照射光电变换层而在第一电极和第二电极之间不施加电压。根据本发明的实施方式的电子设备可用于光学传感器和图像传感器以及成像装置(固态成像装置),例如,电视摄像机。

[0108] 本发明可具有如下构造:

[0109] **【A01】**<<电子设备:第一实施方式>>

[0110] 一种电子设备,包括:

[0111] 第一电极、第二电极和光电变换层,所述光电变换层被夹持在所述第一电极和所述第二电极之间,

[0112] 所述第一电极包括非晶氧化物,所述非晶氧化物由铟、镓和/或铝、锌和氧的至少四元化合物构成,以及

[0113] 所述第二电极的功函数值与所述第一电极的功函数值之间的差为0.4eV以上。

[0114] **【A02】**根据以上**【A01】**所述的电子设备,其中,

[0115] 所述第二电极的功函数值与所述第一电极的功函数值之间的差被设定为0.4eV以上,以及

[0116] 基于所述功函数值的所述差,在所述光电变换层中产生内部电场,以提高内部量子效率。

[0117] **【B01】**<<电子设备:第二实施方式>>

[0118] 一种电子设备,包括:

[0119] 第一电极、第二电极和光电变换层,所述光电变换层被夹持在所述第一电极和所述第二电极之间,

[0120] 所述第一电极包括非晶氧化物,所述非晶氧化物由铟、镓和/或铝、锌和氧的至少四元化合物构成,

[0121] 所述第一电极从光电变换层侧来看具有包括第一B层和第一A层的层压结构,以及

[0122] 所述第一电极的所述第一A层的功函数值低于所述第一电极的所述第一B层的功函数值。

[0123] **【B02】**根据以上**【B01】**所述的电子设备,其中,所述第一电极(21)的所述第一A层(21A)的所述功函数值与所述第一电极(21)的所述第一B层(21B)的所述功函数值之间的差为0.1eV到0.2eV。

[0124] **【B03】**根据以上**【B01】**或**【B02】**所述的电子设备,其中,

[0125] 所述第二电极的功函数值与所述第一电极的所述第一A层的功函数值之间的差为0.4eV以上。

- [0126] 【B04】根据以上【B01】至【B03】的任一项所述的电子设备,其中,
- [0127] 所述第一电极具有的厚度为 $1 \times 10^{-8} \text{m}$ 至 $1 \times 10^{-7} \text{m}$,以及
- [0128] 所述第一电极的所述第一A层的所述厚度与所述第一电极的所述第一B层的所述厚度之间的比率为9/1至1/9。
- [0129] 【B05】根据以上【B01】至【B04】的任一项所述的电子设备,其中,
- [0130] 所述第二电极的功函数值与所述第一电极的功函数值之间的差被设定为0.4eV以上,以及
- [0131] 基于所述功函数值的所述差,在所述光电变换层中产生内部电场,以提高内部量子效率。
- [0132] 【C01】根据以上【A01】至【B05】的任一项所述的电子设备,其中,
- [0133] 所述第一电极的所述功函数值为4.1eV至4.5eV。
- [0134] 【C02】根据以上【A01】至【C01】的任一项所述的电子设备,其中,
- [0135] 所述第一电极由铟镓复合氧化物、掺杂铟的镓锌复合氧化物、掺杂氧化铝的氧化锌或掺杂镓的氧化锌构成。
- [0136] 【C03】根据以上【A01】至【C02】的任一项所述的电子设备,其中,
- [0137] 所述第二电极由铟锡复合氧化物、铟锌复合氧化物或氧化锡构成。
- [0138] 【C04】根据以上【A01】至【C03】的任一项所述的电子设备,其中,
- [0139] 所述第一电极在400nm至660nm条件下具有80%以上的透光率。
- [0140] 【C05】根据以上【A01】至【C04】的任一项所述的电子设备,其中,
- [0141] 所述第一电极具有的薄层电阻值为 $3 \times 10 \Omega / \text{平方}$ 到 $1 \times 10^3 \Omega / \text{平方}$ 。
- [0142] 【C06】根据以上【A01】至【C05】的任一项所述的电子设备,其中,
- [0143] 所述第一电极的氧含有率低于所述化学计量组成的氧含有率。
- [0144] 【C07】根据以上【A01】至【C06】的任一项所述的电子设备,其中,
- [0145] 所述第一电极的氧含有率低于所述化学计量组成的氧含有率。
- [0146] 【C08】根据以上【A01】至【C07】的任一项所述的电子设备,为光电变换元件。
- [0147] 【D01】一种固态成像装置,包括:根据以上【A01】至【C08】的任一项所述的电子设备。
- [0148] 【E01】<<制造用于电子设备的电极的方法:第一实施方式>>
- [0149] 一种制造用于电子设备的电极的方法,所述电子设备包括:第一电极、第二电极和光电变换层,所述光电变换层被夹持在所述第一电极和所述第二电极之间,
- [0150] 所述第一电极包括非晶氧化物,所述非晶氧化物由铟、镓和/或铝、锌和氧的至少四元化合物构成,以及
- [0151] 所述第二电极的功函数值与所述第一电极的功函数值之间的差为0.4eV以上,
- [0152] 当通过溅射法来形成所述第一电极时控制氧气导入量以控制所述第一电极的所述功函数值。
- [0153] 【E02】根据【E01】所述的制造用于所述电子设备的电极的方法,其中,
- [0154] 所述第二电极的功函数值与所述第一电极的功函数值之间的差被设定为0.4eV以上,以及
- [0155] 基于所述功函数值的所述差,在所述光电变换层中产生内部电场,以提高内部量

子效率。

[0156] 【E03】<<制造用于电子设备的电极的方法：第二实施方式>>

[0157] 一种制造用于电子设备的电极的方法，所述电子设备包括：第一电极、第二电极和光电变换层，所述光电变换层被夹持在所述第一电极和所述第二电极之间，

[0158] 所述第一电极包括非晶氧化物，所述非晶氧化物由铟、镓和/或铝、锌和氧的至少四元化合物构成，

[0159] 所述第一电极从光电变换层侧来看具有包括第一B层和第一A层的层压结构，以及

[0160] 所述第一电极的所述第一A层的功函数值低于所述第一电极的所述第一B层的功函数值。

[0161] 当通过溅射法来形成所述第一电极时控制氧气导入量以控制所述第一电极的所述功函数值。

[0162] 【E04】根据【E03】所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，其中

[0163] 所述第二电极的功函数值与所述第一电极的所述第一A层的功函数值之间的差为0.4eV以上。

[0164] 【E05】根据【E03】或【E04】所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，其中

[0165] 所述第一电极具有的厚度为 $1 \times 10^{-8} \text{m}$ 至 $1 \times 10^{-7} \text{m}$ ，以及

[0166] 所述第一电极的所述第一A层的所述厚度与所述第一电极的所述第一B层的所述厚度之间的比率为9/1至1/9。

[0167] 【E06】根据【E03】至【E05】的任一项所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，其中

[0168] 所述第二电极的功函数值与所述第一电极的功函数值之间的差被设定为0.4eV以上，以及

[0169] 基于所述功函数值的所述差，在所述光电变换层中产生内部电场，以提高内部量子效率。

[0170] 【E07】根据【E01】至【E06】的任一项所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，其中

[0171] 所述第一电极的氧含有率低于所述化学计量组成的氧含有率。

[0172] 【E08】根据【E01】至【E06】的任一项所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，其中

[0173] 所述第一电极的所述功函数值为4.1eV至4.5eV。

[0174] 【E09】根据【E01】至【E08】的任一项所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，其中，

[0175] 所述第一电极由铟镓复合氧化物、掺杂铟的镓锌复合氧化物、掺杂氧化铝的氧化锌或掺杂镓的氧化锌构成。

[0176] 【E10】根据【E01】至【E09】的任一项所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，其中，

[0177] 所述第二电极由铟锡复合氧化物、铟锌复合氧化物或氧化锡构成。

[0178] 【E11】根据【E01】至【E10】的任一项所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，其中，

[0179] 所述第一电极在400nm至660nm条件下具有80%以上的透光率。

[0180] 【E12】根据【E01】至【E11】的任一项所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，其中，

[0181] 所述第一电极具有的薄层电阻值为 $3 \times 10 \Omega / \text{平方}$ 到 $1 \times 10^3 \Omega / \text{平方}$ 。

[0182] 【E13】根据【E01】至【E12】的任一项所述的制造用于所述电子设备的电极的方法，所述电子设备为光电变换元件。

[0183] 本领域的技术人员应当理解，根据设计要求和因素可进行各种变型、组合、子组合和修改，只要它们在所附权利要求的范围或其等同物内。

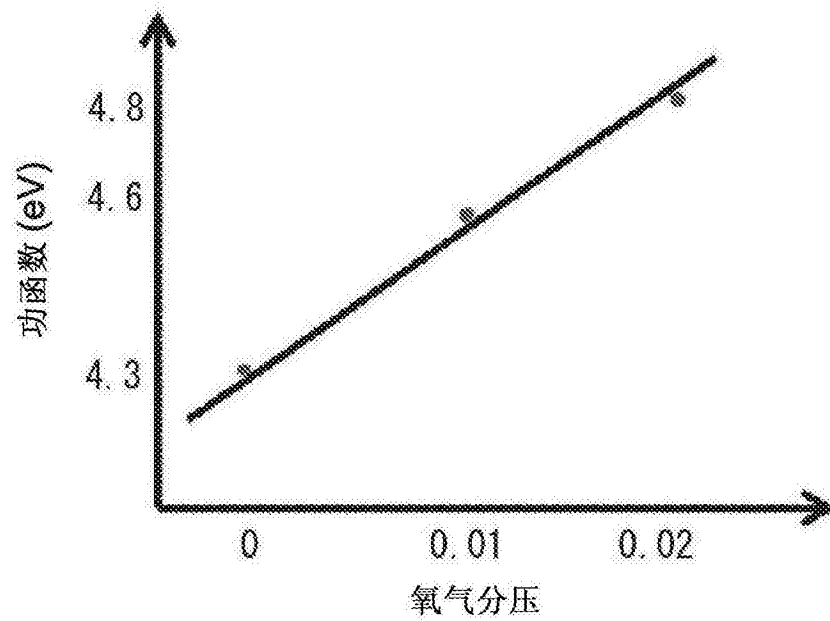


图2A

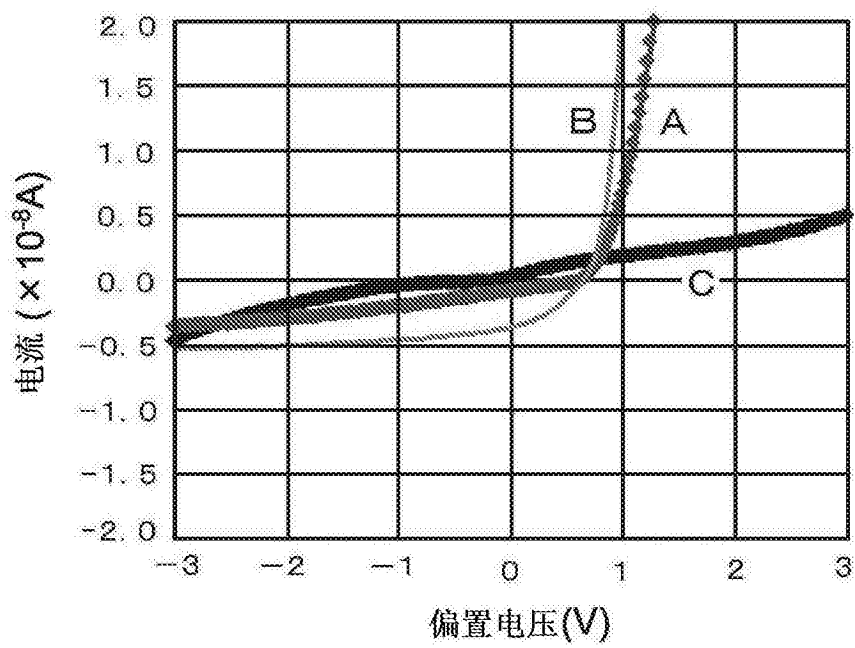


图2B

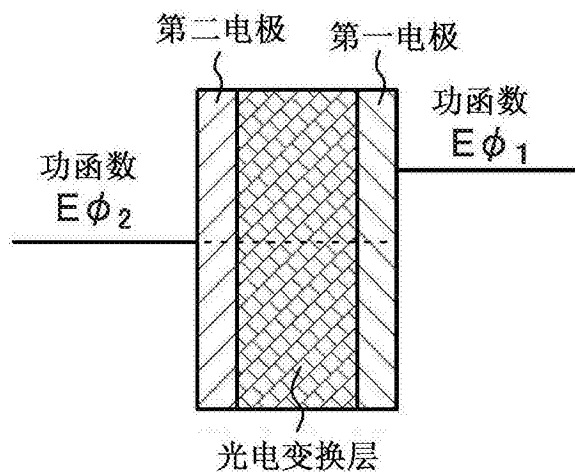


图3A

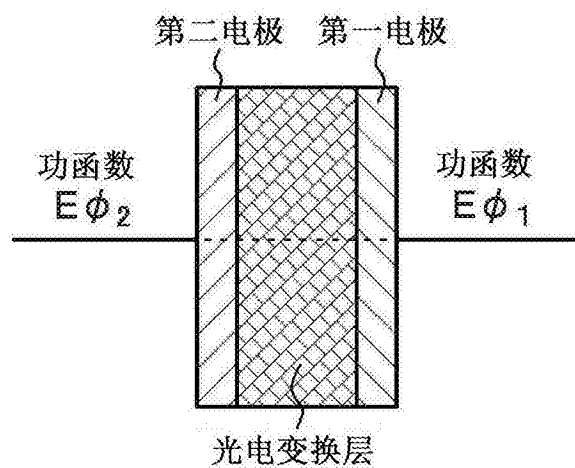


图3B

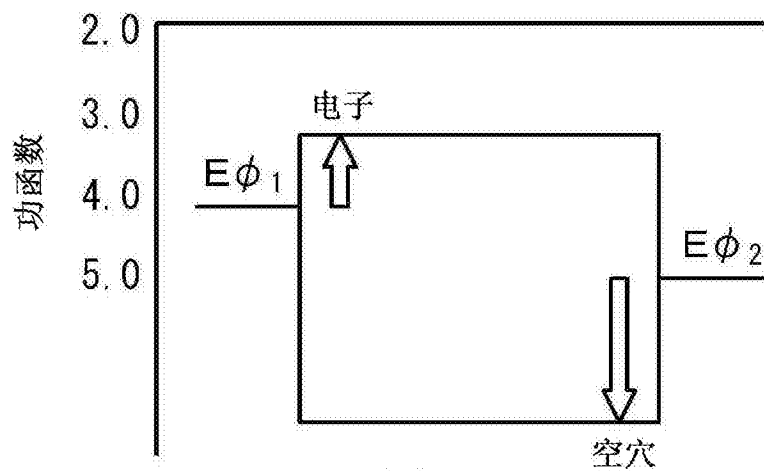


图3C

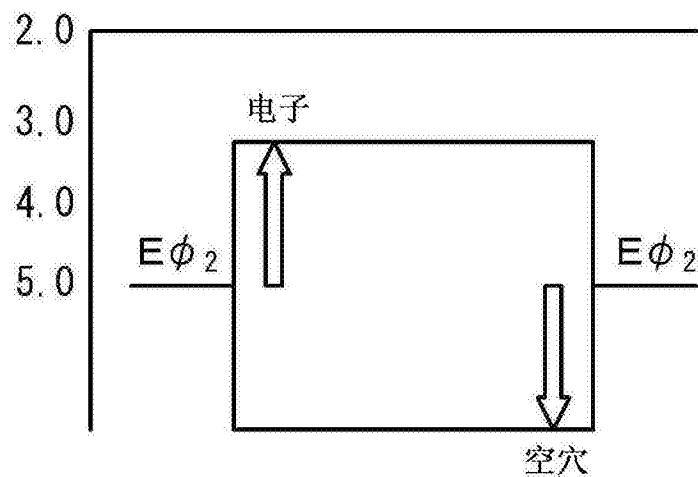


图3D

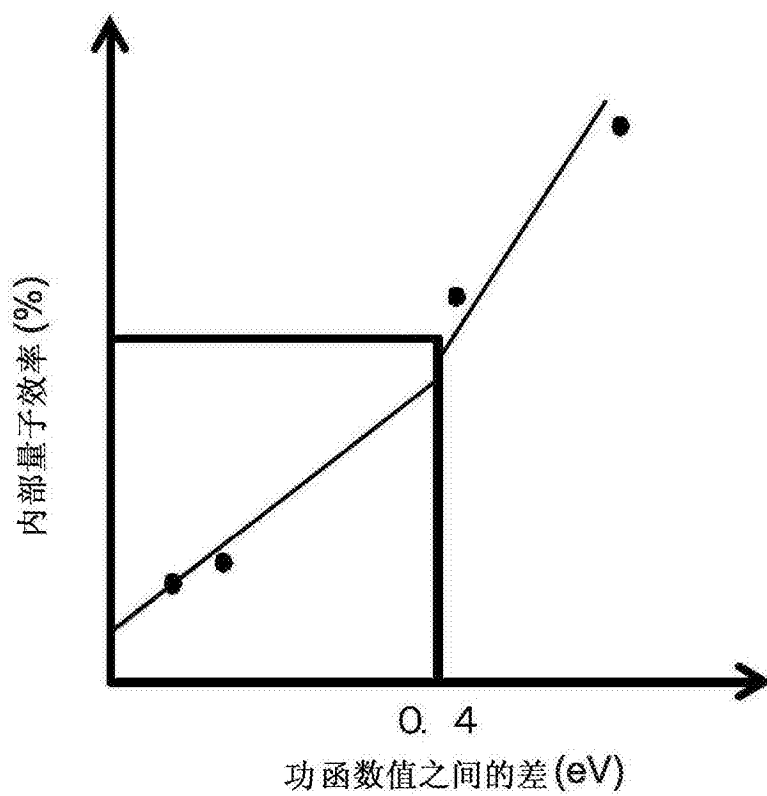


图4A

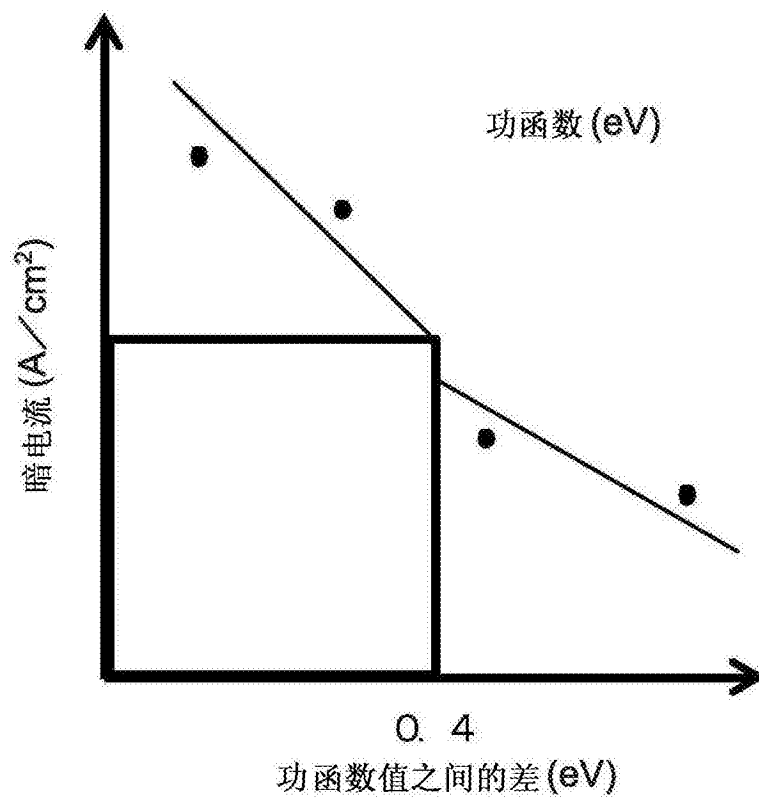


图4B

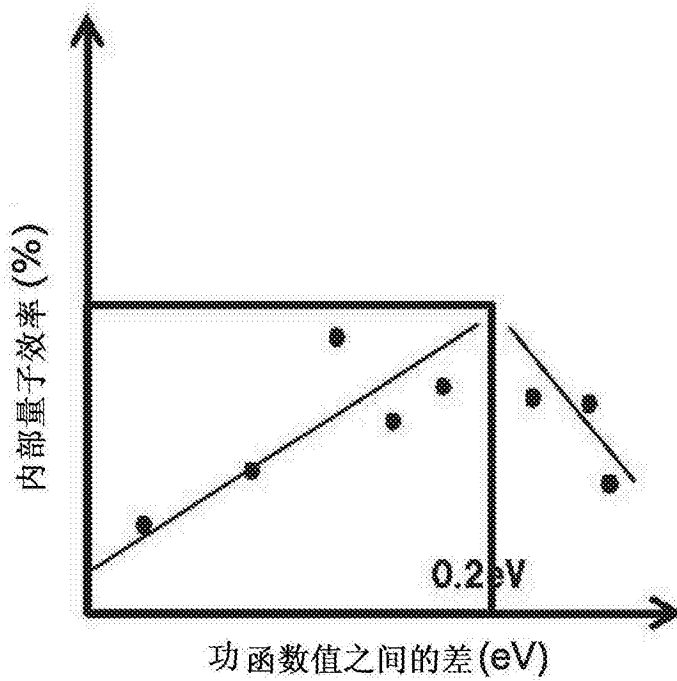


图5A

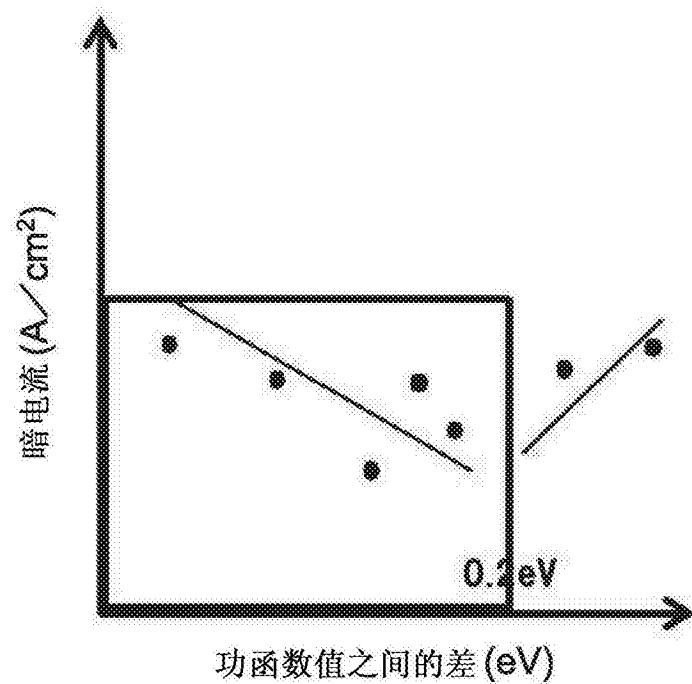


图5B

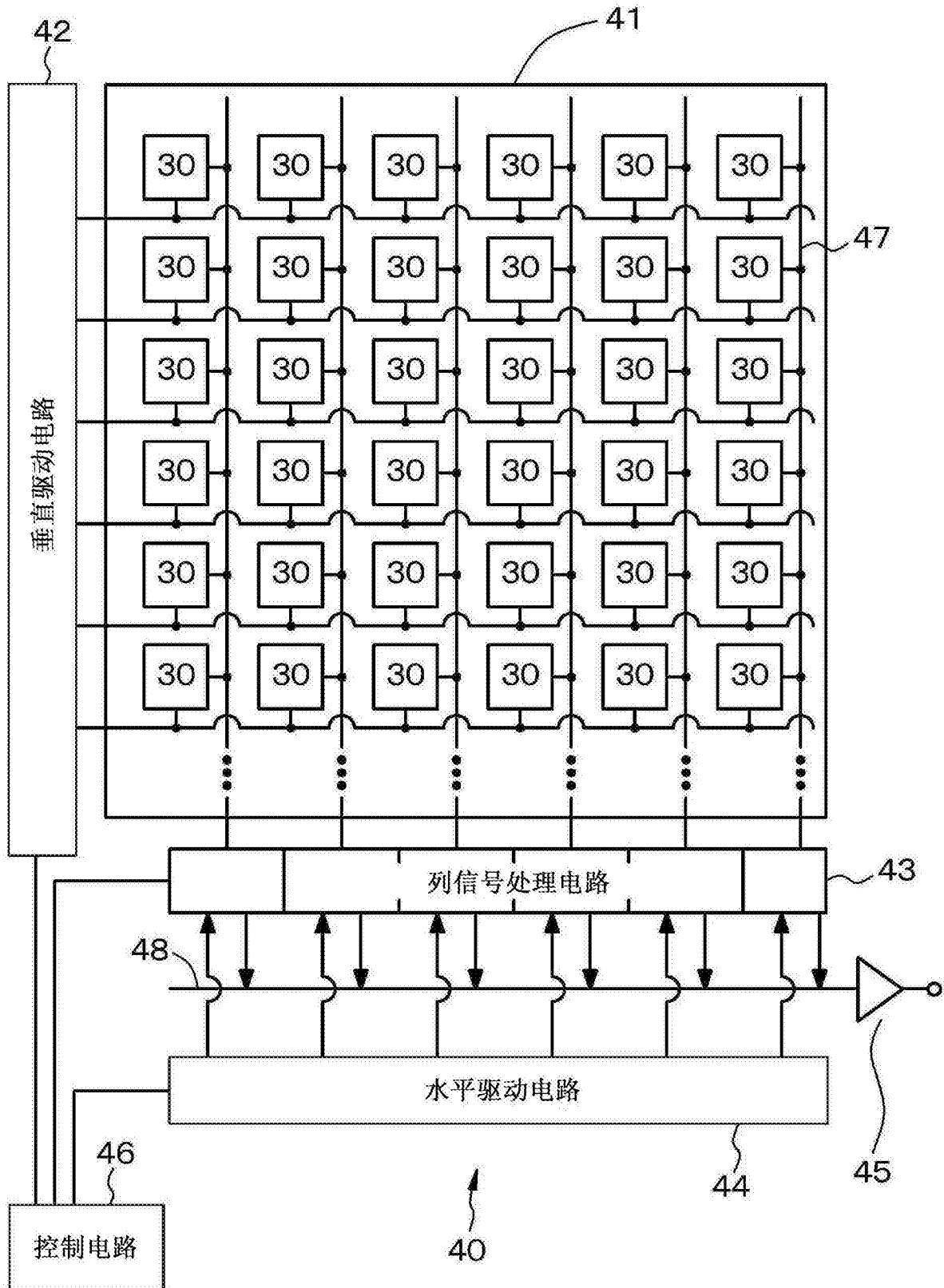


图6