



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104157713 A

(43) 申请公布日 2014. 11. 19

(21) 申请号 201410114256. 5

(22) 申请日 2014. 03. 25

(30) 优先权数据

61/823, 138 2013. 05. 14 US

14/154, 299 2014. 01. 14 US

(71) 申请人 三星 SDI 株式会社

地址 韩国京畿道龙仁市

(72) 发明人 杨政烨 南政圭

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司

公司 11286

代理人 尹淑梅 韩芳

(51) Int. Cl.

H01L 31/05 (2014. 01)

H01L 31/0224 (2006. 01)

H01L 31/18 (2006. 01)

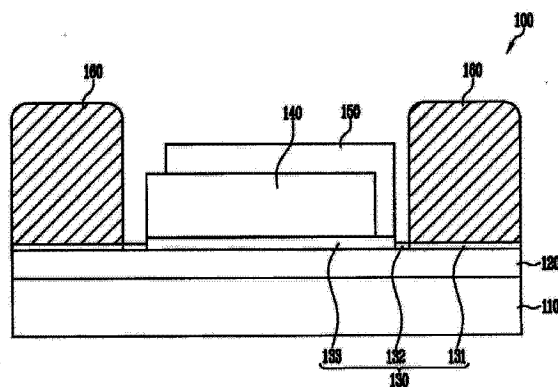
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

太阳能电池

(57) 摘要

提供了一种太阳能电池,所述太阳能电池包括:基板;第一电极,位于基板上;中间连接层,位于第一电极上,中间连接层包括第一区域和第三区域;光吸收层,位于中间连接层的第三区域上;以及布线,位于中间连接层的第一区域上,其中,中间连接层的第一区域的厚度与中间连接层的第三区域的厚度不同。



1. 一种太阳能电池,所述太阳能电池包括:
基板;
第一电极,位于基板上;
中间连接层,位于第一电极上,中间连接层包括第一区域和第三区域;
光吸收层,位于中间连接层的第三区域上;以及
布线,位于中间连接层的第一区域上,
其中,中间连接层的第一区域的厚度与中间连接层的第三区域的厚度不同。
2. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,其中,中间连接层的第一区域的厚度比中间连接层的第三区域的厚度薄。
3. 如权利要求 2 所述的太阳能电池,其中,中间连接层还包括第二区域,第二区域未被光吸收层和布线覆盖并且位于第一区域和第三区域之间。
4. 如权利要求 3 所述的太阳能电池,其中,中间连接层的第二区域的厚度与中间连接层的第一区域的厚度几乎相等。
5. 如权利要求 3 所述的太阳能电池,其中,中间连接层的第二区域的厚度与中间连接层的第三区域的厚度几乎相等。
6. 如权利要求 3 所述的太阳能电池,其中,中间连接层的第二区域保护第一电极的表面不渗透湿气。
7. 如权利要求 2 所述的太阳能电池,其中,光吸收层包括 CIGS 材料。
8. 如权利要求 7 所述的太阳能电池,其中,第一电极包括钼。
9. 如权利要求 8 所述的太阳能电池,其中,中间连接层包括 MoSe_x 化合物,其中, x 是自然数。
10. 如权利要求 2 所述的太阳能电池,其中,中间连接层的第一区域的厚度为 0.1nm 至 30nm。
11. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,其中,布线包括铅、锡、铜、铝、银、金、铂、镍、钴、钽、钛和它们的合金中的至少一种。
12. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,其中,中间连接层连续地设置在第一电极上。
13. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,其中,布线通过钎焊、超声波钎焊、超声波熔焊、银胶和导电胶带中的至少一种与中间连接层的第一区域结合。
14. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,其中,布线直接位于中间连接层的第一区域上。
15. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,所述太阳能电池还包括位于光吸收层和中间连接层的第三区域中的至少一个上的第二电极。
16. 如权利要求 15 所述的太阳能电池,其中,第二电极位于光吸收层和中间连接层的第三区域上。
17. 如权利要求 15 所述的太阳能电池,所述太阳能电池还包括位于光吸收层和第二电极之间的缓冲层。
18. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,其中,布线通过中间连接层的第一区域电连接到第一电极。
19. 如权利要求 18 所述的太阳能电池,其中,光吸收层通过中间连接层的第三区域电连接到第一电极。

20. 如权利要求 1 所述的太阳能电池,其中,中间连接层的第一区域和中间连接层的第三区域之间的厚度差通过选择性地蚀刻中间连接层的与第一区域相对应的部分来实现。

太阳能电池

[0001] 本申请要求在美国专利商标局于 2013 年 5 月 14 日提交的第 61/823,138 号美国临时申请和于 2014 年 1 月 14 日提交的第 14/154,299 号美国非临时申请并且标题为“SOLAR CELL (太阳能电池)”的优先权,这些申请通过引用全部包含于此。

技术领域

[0002] 实施例涉及一种太阳能电池。

背景技术

[0003] 随着对能量需求的增大,对用于将太阳光能量转换成电能的太阳能电池的需求也增大。太阳能电池是利用作为几乎无限的能源的太阳来发电的清洁能源。太阳能电池已经作为具有高的年工业增长率的新增长点而备受关注。

发明内容

[0004] 实施例涉及一种太阳能电池。

[0005] 实施例可以通过提供一种太阳能电池来实现,该太阳能电池包括:基板;第一电极,位于基板上;中间连接层,位于第一电极上,中间连接层包括第一区域和第三区域;光吸收层,位于中间连接层的第三区域上;以及布线,位于中间连接层的第一区域上,其中,中间连接层的第一区域的厚度与中间连接层的第三区域的厚度不同。

[0006] 中间连接层的第一区域的厚度可以比中间连接层的第三区域的厚度薄。

[0007] 中间连接层还可以包括第二区域,第二区域未被光吸收层和布线覆盖并且位于第一区域和第三区域之间。

[0008] 中间连接层的第二区域的厚度可以大约等于中间连接层的第一区域的厚度。

[0009] 中间连接层的第二区域的厚度可以大约等于中间连接层的第三区域的厚度。

[0010] 中间连接层的第二区域可以保护第一电极的表面不渗透湿气。

[0011] 光吸收层可以包括 CIGS 材料。

[0012] 第一电极可以包括钼。

[0013] 中间连接层可以包括 MoSe_x 化合物,其中, x 是自然数。

[0014] 中间连接层的第一区域的厚度可以为大约 0.1nm 至大约 30nm。

[0015] 布线可以包括铅、锡、铜、铝、银、金、铂、镍、钴、钽、钛和它们的合金中的至少一种。

[0016] 中间连接层可以连续地设置在第一电极上。

[0017] 布线可以通过钎焊、超声波钎焊、超声波熔焊、银胶和导电胶带中的至少一种与中间连接层的第一区域结合。

[0018] 布线可以直接位于中间连接层的第一区域上。

[0019] 太阳能电池还可以包括位于光吸收层和中间连接层的第三区域中的至少一个上的第二电极。

[0020] 第二电极可以位于光吸收层和中间连接层的第三区域上。

- [0021] 太阳能电池还可以包括位于光吸收层和第二电极之间的缓冲层。
- [0022] 布线可以通过中间连接层的第一区域电连接到第一电极。
- [0023] 光吸收层可以通过中间连接层的第三区域电连接到第一电极。
- [0024] 中间连接层的第一区域和中间连接层的第三区域之间的厚度差可以通过选择性地蚀刻中间连接层的与第一区域相对应的部分来实现。

附图说明

- [0025] 通过参照附图详细地描述示例性实施例,特征对于本领域技术人员来说将变得明显,在附图中:
- [0026] 图 1 示出了根据实施例的太阳能电池的剖视图。
- [0027] 图 2A 示出了在图 1 中设置第三区域之前的状态的剖视图。
- [0028] 图 2B 示出了在图 2A 中设置第三区域之后的状态的剖视图。
- [0029] 图 3 示出了根据另一实施例的太阳能电池的剖视图。
- [0030] 图 4 示出了根据实施例制造太阳能电池的方法的流程图。
- [0031] 图 5 示出了显示根据中间连接层的厚度的电阻的图。

具体实施方式

[0032] 现在将参照附图在下文中更充分地描述示例实施例;然而,它们可以以不同的形式来实施并且不应被解释为限制于这里阐述的实施例。相反,提供这些实施例,使得该公开将是彻底的和完全的,并将向本领域技术人员充分地传达示例性的实施方式。在附图中,为清楚地示出,可能夸大层和区域的尺寸。

[0033] 在下面的详细描述中,通过示出的方式仅简单地示出并描述了本发明的特定实施例。如本领域技术人员将意识到的,在所有不脱离本发明的精神或范围的情况下,可以以各种不同的方式修改所描述的实施例。因此,附图和描述将被认为实质上是说明性的而不是限制性的。此外,当元件被称为“在”另一元件“上”时,该元件可以直接在所述另一元件上,或者可以间接在所述另一元件上并且使一个或更多个中间元件插入在它们之间。另外,当元件被称为“连接到”另一元件时,该元件可以直接连接到所述另一元件,或者可以间接连接到所述另一元件并且使一个或更多个中间元件插入在它们之间。在下文中,同样的附图标记表示同样的元件。

[0034] 图 1 示出了根据实施例的太阳能电池的剖视图。参照图 1,根据这个实施例的太阳能电池 100 可以包括基板 110、在基板 110 上的第一电极层 120、在第一电极层 120 上的合金层或中间连接层 130 以及连接到中间连接层 130 的布线 160。在实施方式中,布线 160 可以直接附着或连接到中间连接层 130。第二电极层 150 的一部分和 / 或光吸收层可以形成在中间连接层 130 上。

[0035] 基板 110 可以是例如玻璃基板、陶瓷基板、金属基板、聚合物基板等。例如,基板 110 可以是其中包括诸如钠(Na)、钾(K)和 / 或铯(Cs)的碱金属元素的玻璃基板。在实施方式中,基板 110 可以是钠钙玻璃基板。在制造太阳能电池 100 的工艺期间,基板 110 中包括的碱金属元素可以扩散到光吸收层 140 中,从而使光吸收层 140 中电子的浓度增大,因此有利地提高了光电转换效率。

[0036] 第一电极层 120 可以由导体(例如,金属)制成。例如,第一电极层 120 可以由具有高导电性并且在高温下具有优异的安全性的材料制成。第一电极层 120 可以利用与基板 110 和光吸收层 140 具有优异的接合性能的材料形成,其中,基板 110 和光吸收层 140 分别设置在第一电极层 120 上和下方。在实施方式中,第一电极层 120 可以由钼(Mo)制成。

[0037] 中间连接层 130 可以连续地形成在第一电极 120 的上部上,并且位于光吸收层 140 和第一电极层 120 彼此接触的界面处,从而保护第一电极层 120 的表面。中间连接层 130 可以通过执行硒化工艺来形成。例如,可以通过在第一电极层 120 的上部上形成光吸收层 140,然后通过硒化工艺使第一电极层 120 与硒(Se)反应来形成中间连接层 130。例如,硒(Se)可以与第一电极层 120 的表面直接反应,或者可以从光吸收层 140 的上表面向下扩散以与第一电极层 120 的表面反应,从而形成中间连接层 130。例如,在第一电极层 120 由钼(Mo)制成的情况下,中间连接层 130 可以是硒化钼化合物(MoSe_x) (其中, x 是自然数)。

[0038] 光吸收层 140 可以是吸收光从而在其中形成电荷的层。光吸收层 140 可以由例如 CIS、CGS 或 CIGS (这里, C 表示铜(Cu), I 表示铟(In), G 表示镓, S 表示硫(S) 和硒(Se) 中的一种或更多种) 的化合物半导体制成。光吸收层 140 可以用作 p 型半导体。

[0039] 第二电极层 150 可以是导电层,并且可以用作 n 型半导体。例如,第二电极层 150 可以由透明导电氧化物(TCO)制成。在实施方式中,第二电极层 150 可以由氧化锌(ZnO)制成。

[0040] 尽管图 1 中未示出,但是在光吸收层 140 和第二电极层 150 之间还可以形成缓冲层。形成在缓冲层下方的光吸收层 140 可以用作 p 型半导体,形成在缓冲层上的第二电极层 150 可以用作 n 型半导体,从而可以在光吸收层 140 和第二电极层 150 之间形成 p-n 结。在这种情况下,缓冲层可以具有介于光吸收层 140 和第二电极层 150 之间的中间水平的能带间隙,从而可以在光吸收层 140 和第二电极层 150 之间形成令人满意的结(junction)。

[0041] 在根据本实施例的太阳能电池 100 中,中间连接层 130 可以包括第一区域 131、第二区域 132 和第三区域 133。布线 160 可以在第一区域 131 上,光吸收层 140 和 / 或第二电极层 150 可以在第三区域 133 上。在这种情况下,第二区域 132 可以使第一区域 131 和第三区域 133 彼此分隔开。例如,在形成太阳能电池 100 的中间步骤中,第一区域 131 和第三区域 133 可以被覆盖,第二区域 132 可以被暴露在第一区域 131 和第三区域 132 之间。在实施方式中,在完成的太阳能电池中,第一区域 131 和第三区域 133 可以被覆盖,第二区域 132 可以被暴露于包封太阳能电池的包封剂。例如,第一区域 131 可以被布线 160 覆盖,第三区域可以被第一光吸收层 140 和 / 或第二电极 150 覆盖,第二区域 132 可以是中间连接层 130 的与布线 160 和光吸收层 140 之间的空间和 / 或布线 160 与第二电极 150 之间的空间相对应的区域。第一区域 131、第二区域 132 和第三区域 133 中的至少一个区域可以具有与其他区域的厚度不同的厚度。

[0042] 图 2A 示出了在图 1 中设置第三区域之前的状态的剖视图。图 2B 示出了在图 2A 中设置第三区域之后的状态的剖视图。

[0043] 参照图 2A 和图 2B,可以在第一电极层 120 的表面上形成中间连接层 130。在这种情况下,光吸收层 140 和 / 或第二电极层 150 可以形成在中间连接层 130 的一部分上。可选择地,光吸收层 140 和第二电极层 150 可以均不形成在中间连接层 130 的另一部分上,中间连接层 130 的一部分可以被暴露。布线 160 可以用作太阳能电池 100 中产生的电流通过

其传递到太阳能电池 100 的外部的通道。布线 160 可以由诸如金属的导体制成。

[0044] 位于第一电极层 120 上的中间连接层 130 可以具有大致相似的厚度。然后,可以去除中间连接层 130 的一部分,可以在具有从其去除了中间连接层 130 的部分的区域处形成布线 160,例如,中间连接层 130 可以被分成第一区域 131、第二区域 132 和第三区域 133。

[0045] 中间连接层 130 的第一区域 131 可以是布线 160 在此处附着到中间连接层 130 的这部分。在实施方式中,可以通过蚀刻来去除中间连接层 130 的与第一区域 131 相对应的区域。例如,可以通过机械方法、分层法、等离子体法和湿式蚀刻法中的任意一种来执行蚀刻。第一区域 131 的厚度 T1 可以比第三区域 133 的厚度 T3 薄,第二区域 132 的厚度 T2 可以与第三区域 133 的厚度 T3 相似或大致相等。

[0046] 在形成太阳能电池的其他方法中,可以利用刀等从布线附着到合金层或中间连接层的部分处去除整个合金层或中间连接层,第一电极层和布线可以彼此直接接触。另一方面,为了去除整个合金层或中间连接层,必要时可以执行去除合金层或中间连接层的工艺数次,为了去除合金层或中间连接层的剩余部分,必要时可以执行额外的清洁工艺等。同样地,必要时可以执行多个工艺以去除整个合金层或中间连接层。执行这些工艺会花费很长一段时间。因此,会使工艺效率降低。

[0047] 在从第一电极层去除整个合金层或中间连接层的情况下,布线可以接触第一电极层的一部分,但是第一电极层的一部分可以被按原样暴露。因此,湿气等可能会渗透到第一电极层中,从而使太阳能电池的电效率降低。在布线与第一电极层直接接触的情况下,由于形成布线的金属和形成第一电极层的金属之间的热膨胀系数不同,导致可能在热循环试验(TC 试验)中将接触部分拉开。另一方面,合金层或中间连接层可以是半导体层,合金层或中间连接层可以用作在第一电极层和布线之间的电流的流动的电阻器。因此,在设置布线同时将合金层或中间连接层维持成原样的情况下,会降低太阳能电池的电效率。

[0048] 在根据实施例的太阳能电池中,可以通过简化前述的去除中间连接层的部分的工艺来改善工艺效率。另外,可以控制中间连接层的厚度,从而使电流在第一电极层和布线之间的流动最佳,并且可以保护第一电极层的表面,从而提高太阳能电池的效率。

[0049] 可以将布线 160 连接到第一区域 131。例如,第一区域 131 的厚度可以为大约 0.1nm 至大约 30nm。将第一区域 131 的厚度 T1 维持在大约 0.1nm 或更大可以有助于确保不需要多个工艺来实现第一区域 131 的期望厚度。因此,可以维持太阳能电池 100 的生产率。此外,将第一区域 131 的厚度 T1 维持在大约 0.1nm 或更大可以有助于确保第一区域 131 不是太薄,从而有助于确保减少和 / 或防止湿气等渗透到第一电极层 120 中。将第一区域 131 的厚度维持在大约 30nm 或更小可以有助于确保第一区域 131 的厚度不是太厚,并且有助于确保在第一电极层 120 和布线 160 之间的电流的平稳流动。在实施方式中,第一区域 131 的厚度可以为大约 15nm。在第一区域 131 的厚度为 15nm 的情况下,能够有助于防止湿气等渗透到第一电极层 120 中并且有助于改善电流在第一电极层 120 和布线 160 之间的流动的效率。另外,能够简化去除中间连接层 130 的多个部分的工艺,从而使太阳能电池 100 的生产率和电特性最佳。

[0050] 布线 160 可以包括从 Pd、Sn、Cu、Al、Ag、Au、Pt、Ni、Co、Ta、Ti 以及它们的合金的组中选择的任意一种。布线 160 可以利用钎焊、超声波钎焊、超声波熔焊、Ag 胶和导电胶带中的任意一种或多种附着到中间连接层 130 的第一区域 131。在实施方式中,布线 160 可以

利用超声波钎焊附着到中间连接层 130 的第一区域 131。在布线 160 利用超声波钎焊附着到中间连接层 130 的第一区域 131 的情况下,一部分焊料可以借助于超声能量穿过第一区域 131 并到达第一电极层 120,因此中间连接层 130 的第一区域 131 可以具有期望地降低的电阻。

[0051] 第二区域 132 可以在第一区域 131 和第三区域 133 之间。在实施方式中,可以与第一区域 131 一起去除中间连接层 130 的与第二区域 132 相对应的部分,从而第二区域 132 的厚度与第一区域 131 的厚度相似或大致相等。第二区域 132 可以形成在第一电极层 120 上,从而保护第一电极层 120 免受湿气的渗透。在实施方式中,光吸收层 140 和第二电极层 150 可以顺序地形成在第三区域 133 的至少一部分中,并且仅第二电极层 150 可以形成第三区域 133 的另一部分中。

[0052] 在下文中,将参照图 3 来描述另一实施例。除了下面的内容以外,这个实施例的内容与参照图 1 至图 2B 描述的实施例的内容相似,因此,可以省略重复的详细描述。

[0053] 图 3 示出了根据另一实施例的太阳能电池的剖视图。参照图 3,根据本实施例的太阳能电池 200 可以包括基板 210、在基板 210 上的第一电极层 220、在第一电极层 220 上的中间连接层 230 以及直接连接到中间连接层 230 的布线 260。

[0054] 中间连接层 230 可以包括第一区域 231、第二区域 232 和第三区域 233。布线 260 可以连接到第一区域 231,光吸收层 240 和第二电极层 250 可以形成在第三区域 233 上。可选择地,可以省略光吸收层 240,第二电极层 250 可以形成在第三区域 233 上。第二区域 232 可以位于第一区域 231 和第三区域 233 之间,从而使得第一区域 231 和第三区域 233 彼此分隔开。

[0055] 在本实施例中,第一区域 231 的厚度可以与第二区域 232 和第三区域 233 的厚度不同。例如,可以仅去除中间连接层 230 的第一区域 231 的上层,第一区域 231 的厚度 S1 可以比第二区域 232 的厚度 S2 和第三区域 233 的厚度 S3 薄。第二区域 232 的厚度 S2 可以与第三区域 233 的厚度 S3 大致相同。

[0056] 第一区域 231 可以是中间连接层 230 连接到布线 260 所处的部分。在实施方式中,考虑到电流在布线 260 和第一电极层 220 之间的流动以及第一区域 231 与布线 260 之间的粘附性等,第一区域 231 的厚度 S1 可以为大约 0.1nm 至大约 30nm。将第一区域 231 的厚度 S1 维持在大约 0.1nm 或更大可以有助于确保去除中间连接层 230 的与第一区域 231 相对应的部分所需要的时间不增加。另外,将第一区域 231 的厚度 S1 维持在大约 0.1nm 或更大可以有助于确保布线 160 在 TC 试验期间不因第一区域 231 与布线 260 之间的粘附性降低而脱离,第一区域 231 与布线 260 之间的粘附性降低可能是因分别构成第一区域 231 和布线 260 的材料之间的热膨胀系数的差异而造成的。将第一区域 231 的厚度 S1 维持在大约 30nm 或更小可以有助于确保布线 260 和第一电极层 220 之间的电阻不增大,从而维持太阳能电池的电流效率。

[0057] 在根据本实施例的太阳能电池 200 中,第二区域 232 的厚度 S2 可以与第三区域 233 的厚度 S3 相似或大致相等。因此,在与第二区域 232 相对应的区域中可以省略去除中间连接层 230 的多个部分的工艺,从而提高了太阳能电池的工艺效率。另外,在第二区域 232 中,仅中间连接层 230 可以大致形成在第一电极层 220 上,因此,第二区域 232 的厚度 S2 可以维持很厚。因此,能够提高防护湿气渗透到第一电极层的能力等。

[0058] 图 4 示出了根据实施例制造太阳能电池的方法的流程图。参照图 4, 根据本实施例的方法可以包括: 在基板上形成第一电极层(步骤 1)、在第一电极层上形成中间连接层(步骤 2)、通过去除中间连接层的一部分来形成具有不同厚度的第一区域、第二区域和第三区域(步骤 3)。所述方法还可以包括在形成第一区域、第二区域和第三区域(步骤 3)之后将布线附着到第一区域。第一区域的厚度可以比第三区域的厚度薄。

[0059] 所述方法还可以包括在第一电极层上形成中间连接层(步骤 2)之前在第一电极层的一部分上形成光吸收层。可以通过硒化工艺来执行在第一电极层上形成中间连接层的步骤(步骤 2)。例如, 基板可以包括玻璃, 第一电极层可以包括 Mo, 可以从另一元件(例如, 光吸收层)提供硒。在这种情况下, 通过硒化工艺形成的中间连接层可以包括 MoSe_x (其中, x 是自然数)。

[0060] 在形成第一区域、第二区域和第三区域的步骤(步骤 3)中, 可以通过去除中间连接层的一部分来形成第一区域。可以通过机械法、激光法、等离子体法和湿式蚀刻法中的任意一种来执行去除中间连接层的一部分的步骤。第一区域的厚度可以为大约 0.1nm 至大约 30nm。中间连接层的第二区域可以有助于防止湿气渗透到第一电极层中。

[0061] 布线可以用作通过其将太阳能电池中产生的电流释放到太阳能电池的外部的通道。例如, 布线可以由从 Pb、Sn、Cu、Al、Ag、Au、Pt、Ni、Co、Ta、Ti 以及它们的合金的组中选择的一种制成。布线可以利用导电胶带、钎焊、超声波钎焊、超声波熔焊和 Ag 胶中的任意一种附着到第一区域。在实施方式中, 布线可以利用超声波钎焊附着到第一区域。在这种情况下, 第一区域的厚度可以为大约 0.1nm 至大约 30nm, 第一区域的厚度很薄, 因此焊料的一部分可以因超声能量而穿过第一区域并到达第一电极层。因此, 布线和第一电极层之间的电荷流动可以通过焊料来容易地执行, 使得减小电阻, 从而改善电流的流动性。

[0062] 提供下面的示例和比较示例, 从而使一个或更多个实施例的特性显著, 但是将理解的是, 示例和比较示例不被解释为限制实施例的范围, 也不应将比较示例解释为在实施例的范围之外。另外, 将理解的是, 实施例不限于在示例和比较示例中描述的特定细节。

[0063] 由 Mo 制成的第一电极形成在玻璃基板上。由 CIG (例如, CuGa/In 或 CuInGa) 制成的光吸收层形成在第一电极上。然后, 可以对具有第一电极和光吸收层的基板执行硒化工艺。在执行硒化工艺之后, Se 扩散到光吸收层中, 在第一电极层的表面上形成由 MoSe_2 制成的中间连接层。如下面的表 1 中所述, 改变在使 MoSe_2 暴露的部分处附着有布线的第一区域的厚度。在这种情况下, 布线由导电胶带制成, 在导电胶带中导电层被构造有诸如 Ni 或 Ag 的金属颗粒, 并且利用刀来机械地减小第一区域的厚度。导电胶带附着于第一区域, 然后测量 MoSe_2 的电阻。可选择地, 作为预示的示例, 可以通过执行硫化工艺来形成由 CIGSeS 制成的光吸收层, 从而得到高电压。

[0064] 表 1

[0065]

MoSe ₂ 的厚度	200nm	30nm	20nm	0.1nm	0nm
电阻 (mΩ · cm ²)	18.9	1.843	1.84	1.81	25
TC 试验	良好	良好	良好	良好	不好

[0066] 表 1 示出了关于布线附着到 MoSe_2 中间连接层的第一区域处的部分的厚度的电阻。此外,表 1 示出了热循环(TC)试验的结果。在 TC 试验中,良好表示在 TC 试验期间布线很好地附着而没有与中间连接层脱离,不好表示在 TC 试验期间布线与中间连接层脱离。

[0067] 在表 1 中,通过执行硒化工艺并且不去除所得到的 MoSe_2 中间连接层的方法来制备 MoSe_2 的厚度为 200nm 的示例。在 MoSe_2 中间连接层的厚度为 200nm 至 0.1nm 的示例中,执行布线和 MoSe_2 中间连接层之间的粘附。因此,不执行金属之间的粘附,而是执行 MoSe_2 中间连接层和作为金属的布线之间的粘附。因此,可以看出,由于因 TC 试验中金属之间的(金属)热膨胀系数的差异导致的粘附性的降低最小化,因此在 TC 试验中结果良好。另一方面,当 MoSe_2 中间连接层的厚度太厚(即,在 MoSe_2 中间连接层的厚度为 200nm 的情况下),布线和第一电极层之间的电阻增大。因此,可以看出,电流效率大大降低。

[0068] MoSe_2 中间连接层的厚度为 0nm 的示例是从布线的附着部分完全去除 MoSe_2 中间连接层的示例。布线反而与第一电极层直接接触,因此电阻非常低。另一方面,可以看出,在 TC 测试期间,第一电极层的 Mo 和布线的 Cu 之间的热膨胀系数的差异使布线(Cu)与第一电极层(Mo)容易地分离。执行利用刀去除 MoSe_2 中间连接层的工艺数次,从而去除整个 MoSe_2 中间连接层,利用铬酸和 / 或激光另外执行清洗工艺,从而去除整个剩余的 MoSe_2 中间连接层。为了去除整个 MoSe_2 中间连接层,多次执行去除工艺,因此制造工艺持续很长一段时间。另外,可以看出,TC 试验的结果不好。由于第一电极层的一部分被按原样地暴露,因此可以看出,湿气等渗透到第一电极层中。

[0069] 当 MoSe_2 中间连接层的厚度分别为 30nm、20nm 和 0.1nm 时,可以看出,TC 试验的所有结果都是良好,电阻分别为几乎接近的 1.843、1.84 和 1.81。例如,可以看出,在 0.1nm 至 30nm 的厚度内电阻几乎接近,在 0.1nm 至 30nm 的厚度内 MoSe_2 中间连接层和布线之间的粘附相近。此外,去除 MoSe_2 中间连接层,使得 MoSe_2 中间连接层的厚度分别为 30nm、20nm 和 0.1nm,并且保留 MoSe_2 中间连接层的一部分,从而高效地执行去除 MoSe_2 中间连接层的工艺。

[0070] 图 5 示出了显示根据中间连接层的厚度的电阻的图。

[0071] 例如,表 1 中示出了在 MoSe_2 中间连接层的厚度为 200nm 的实例 A 和在 MoSe_2 中间连接层的厚度为 30nm 的实例 B 中的接触电阻。参照图 5,可以看出,在附着布线而没有去除 MoSe_2 的实例 A 中的电阻大约是在去除 MoSe_2 中间连接层的一部分而仅剩余 30nm 之后附着布线的实例 B 中的电阻的 10 倍。

[0072] 当布线(例如,Pb 布线)附着到具有 30nm 的厚度的 MoSe_2 中间连接层时,在下面的表 2 中比较了利用导电胶带执行附着的示例和利用超声波钎焊执行附着的示例。

[0073] 表 2

[0074]

布线附着方法	导电胶带	超声波钎焊
MoSe_2 的厚度	30nm	30nm
电阻 ($\text{m}\Omega \cdot \text{cm}^2$)	1.843	1.56
TC 试验	良好	良好

[0075] 参照表 2,当 MoSe_2 的厚度为 30nm 时,可以看出,在 TC 试验中,在布线利用导电胶

带附着到 MoSe_2 的示例和布线利用超声波钎焊附着到 MoSe_2 的示例中的结果都是良好。另一方面,可以看出,在布线利用超声波钎焊附着到 MoSe_2 的示例中的电阻比布线利用导电胶带附着到 MoSe_2 的示例的电阻小。在不受理论约束的情况下,认为这是由于在超声波钎焊期间焊料的一部分可以通过超声能量渗透到 MoSe_2 中,并且通过渗透的焊料可以更有效地执行电流的流动。

[0076] 通过总结和回顾的方式,铜-镉-镓-(双)硒(CIGS)太阳能电池是可以实现为薄膜并且可以不使用 Si 的太阳能电池。因此,CIGS 太阳能电池可以通过降低太阳能电池的生产成本在传播太阳能中起重要作用。另外,CIGS 太阳能电池可以是热稳定的。因此,随着时间流逝不会发生效率降低。从而,已经进行了各种研究以增大 CIGS 太阳能电池的发电容量。

[0077] 实施例提供了一种具有新结构的太阳能电池。实施例还提供了一种具有改善的发电效率的太阳能电池。

[0078] 这里已经公开了示例实施例,尽管采用了特定的术语,但是仅以普通的和描述性的含义来使用和解释这些术语,而不是出于限制的目的。在某些情况下,如本领域普通技术人员将清楚的,自提交本申请之时起,除非另外具体地指出,否则结合具体实施例描述的特征、特性和/或元件可以单独地使用或者与结合其他实施例描述的特征、特性和/或元件组合使用。因此,本领域技术人员将理解的是,在不脱离如权利要求所阐述的本发明的精神和范围的情况下,可以进行形式和细节上的各种改变。

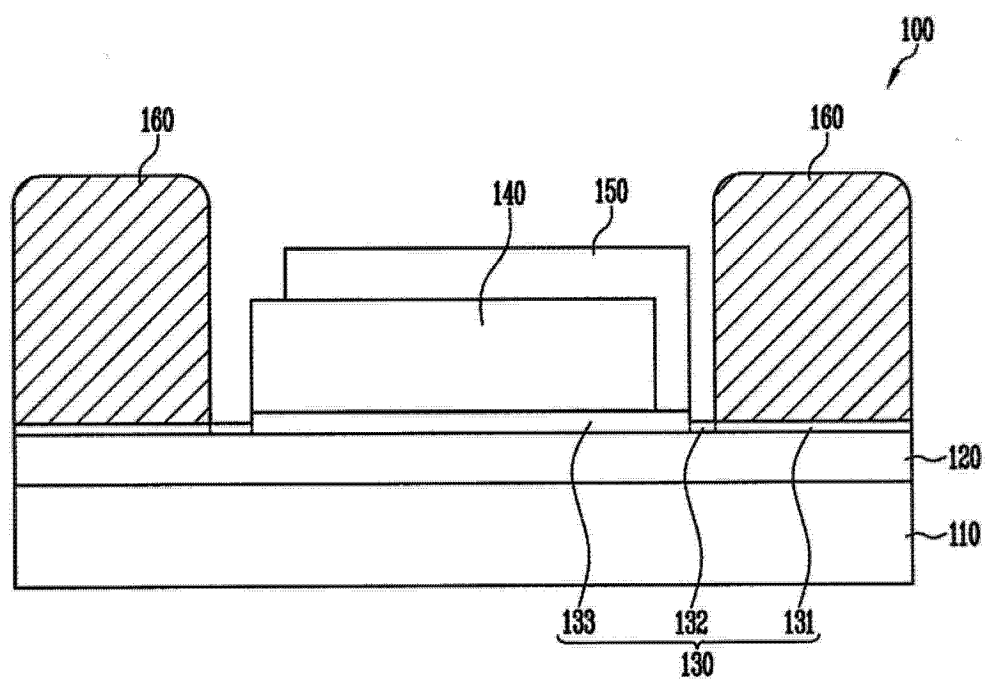


图 1

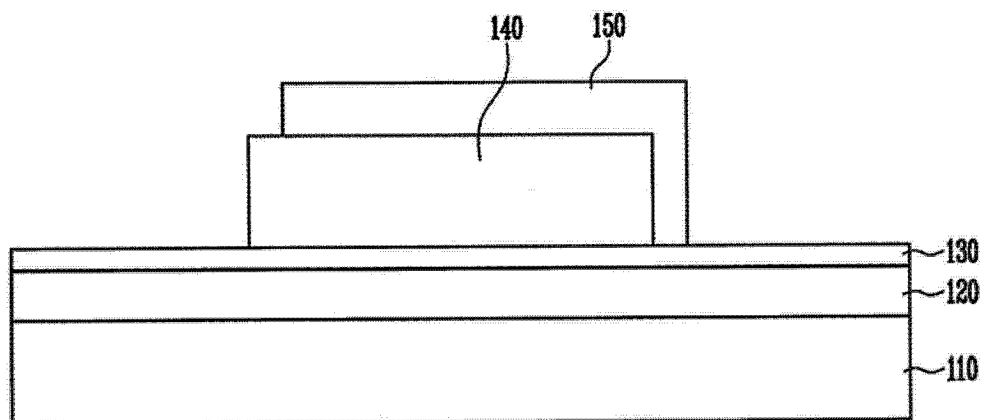


图 2A

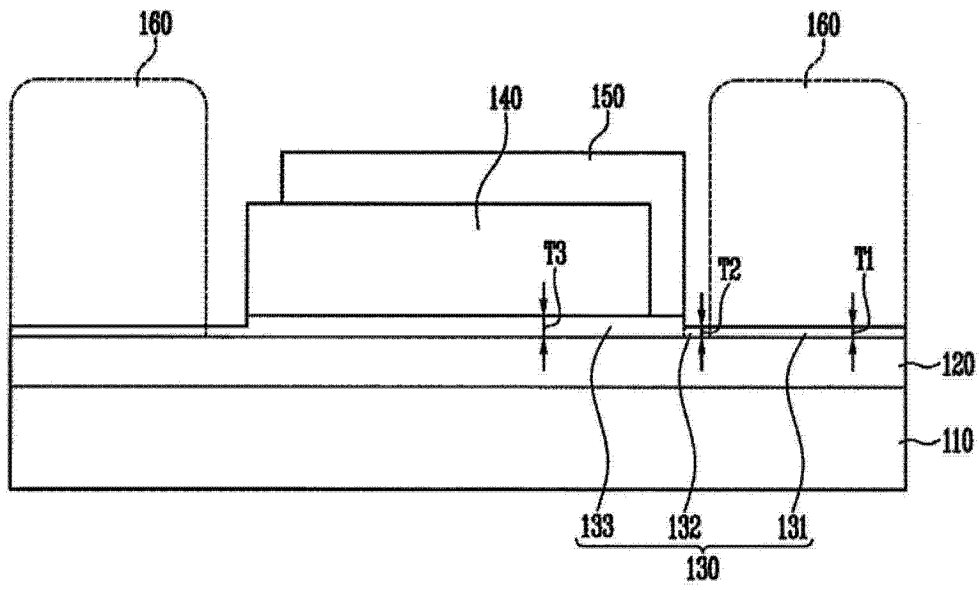


图 2B

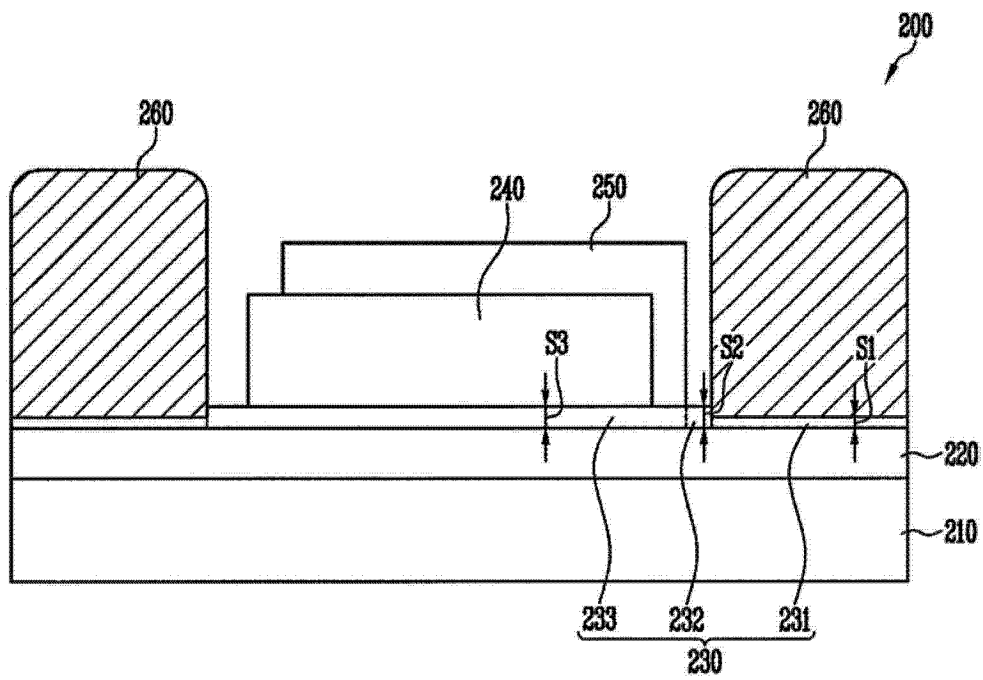


图 3

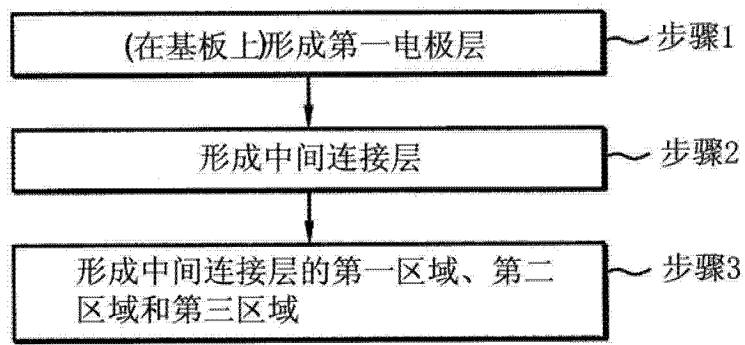


图 4

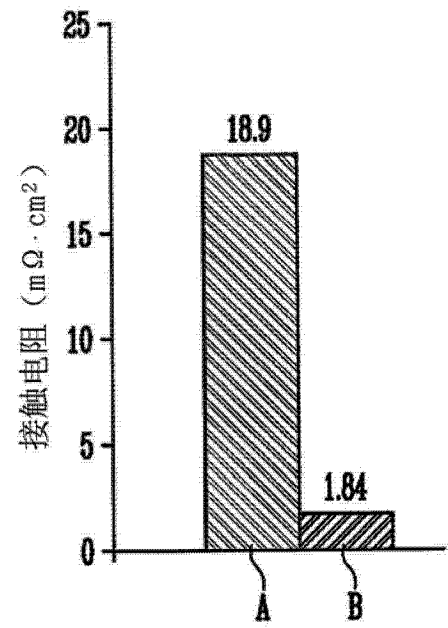


图 5