

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101772845 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 23

(21) 申请号 200880100889. 3

(22) 申请日 2008. 09. 24

(30) 优先权数据
60/974, 981 2007. 09. 25 US

(85) PCT申请进入国家阶段日
2010. 01. 28

(86) PCT申请的申请数据
PCT/US2008/011029 2008. 09. 24

(87) PCT申请的公布数据
W02009/042125 EN 2009. 04. 02

(73) 专利权人 第一太阳能有限公司
地址 美国俄亥俄州

(72) 发明人 大卫·伊格尔沙姆

(74) 专利代理机构 北京铭硕知识产权代理有限公司 11286
代理人 韩明星 薛义丹

(51) Int. Cl.
H01L 31/072(2012. 01)
H01L 31/18(2006. 01)

(56) 对比文件
US 4039357 A, 1977. 08. 02, 第 5 栏第 15 行

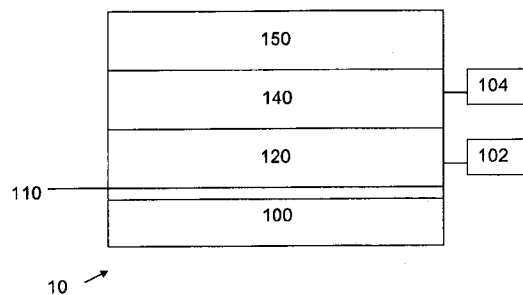
到第 6 栏第 5 行 .
US 5501744 A, 1996. 03. 26, 全文 .
US 4039357 A, 1977. 08. 02, 第 5 栏第 15 行
到第 6 栏第 5 行 .
CN 1965452 A, 2007. 05. 16, 全文 .
AFZAAL et al. Recent developments in
II-VI and III-VI semiconductors and their
applications in solar cell. 《Journal
of Materials Chemistry》. 2006, 第 16 卷
1597-1602.

审查员 凌宇飞

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称
包括异质结的光伏装置

(57) 摘要
一种光伏电池可以包括半导体层之间的异质结。



1. 一种光伏装置,所述光伏装置包括:

透明导电层,位于基底上;

第一半导体层,包含 III-V 化合物半导体,所述第一半导体层位于所述透明导电层上;

第二半导体层,包含 II-VI 化合物半导体,所述第二半导体层位于第一半导体层和背金属接触之间,

其中,所述装置还包括界面层,所述界面层改善所述 III-V 化合物半导体和所述 II-VI 化合物半导体之间的整流结。

2. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述 II-VI 化合物是碲化镉。

3. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述 III-V 化合物是镓氮化物。

4. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述 II-VI 化合物是碲化镉的合金。

5. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述 II-VI 化合物是碲化镉的掺杂组合物。

6. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述 III-V 化合物是镓氮化物的合金。

7. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述 III-V 化合物是镓氮化物的掺杂组合物。

8. 如权利要求 3 所述的装置,其中,所述镓氮化物是氮化镓。

9. 如权利要求 1 所述的装置,其中,所述界面层包含氧化物。

10. 如权利要求 9 所述的装置,其中,所述氧化物是掺杂的氧化锡。

11. 如权利要求 10 所述的装置,其中,所述掺杂的氧化锡是掺锌的氧化锡。

12. 如权利要求 10 所述的装置,其中,所述掺杂的氧化锡是掺镉的氧化锡。

13. 如权利要求 9 所述的装置,其中,所述氧化物是掺杂的氧化锌。

14. 如权利要求 9 所述的装置,其中,所述氧化物是镉锌氧化物。

15. 一种制造光伏装置的方法,包括以下步骤:

在基底上沉积第一半导体层,所述第一半导体层包含 III-V 化合物半导体;

在所述第一半导体层和背金属接触之间沉积第二半导体层,所述第二半导体层包含 II-VI 化合物半导体,

其中,所述方法还包括:在所述第一半导体层和所述第二半导体层之间沉积界面层,以改善所述 III-V 化合物半导体和所述 II-VI 化合物半导体之间的整流结。

16. 一种用于产生电能的系统,所述系统包括多层光伏电池;第一电连接件,连接到透明导电层;第二电连接件,连接到与第二半导体层相邻的背面金属电极,所述多层光伏电池包括:

透明导电层,位于基底上,

第一半导体层,包含 III-V 化合物半导体,所述第一半导体层位于所述透明导电层上,

第二半导体层,包含 II-VI 化合物半导体,所述第二半导体层位于第一半导体层和背金属接触之间,

其中,所述系统还包括界面层,所述界面层在所述 III-V 化合物半导体和所述 II-VI 化合物半导体之间形成整流结。

17. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述 II-VI 化合物是碲化镉。

18. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述 III-V 化合物是镓氮化物。

19. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述 II-VI 化合物是碲化镉的合金。

20. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述 II-VI 化合物是碲化镉的掺杂组合物。

21. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述 III-V 化合物是镓氮化物的合金。
22. 如权利要求 16 所述的系统,其中,所述 III-V 化合物是镓氮化物的掺杂组合物。
23. 如权利要求 18 所述的系统,其中,所述镓氮化物是氮化镓铝。
24. 如权利要求 18 所述的系统,其中,所述界面层包含氧化物。
25. 如权利要求 24 所述的系统,其中,所述氧化物是掺杂的氧化锡。
26. 如权利要求 25 所述的系统,其中,所述掺杂的氧化锡是掺锌的氧化锡。
27. 如权利要求 25 所述的系统,其中,所述掺杂的氧化锡是掺镉的氧化锡。
28. 如权利要求 24 所述的系统,其中,所述氧化物是掺杂的氧化锌。
29. 如权利要求 24 所述的系统,其中,所述氧化物是镉锌氧化物。

包括异质结的光伏装置

[0001] 本申请要求于 2007 年 9 月 25 日提交的序号为 60/974,981 的临时美国专利申请的优先权,该申请通过引用被包含于此。

技术领域

[0002] 本发明涉及光伏装置。

背景技术

[0003] 在光伏装置的制造过程中,可以将半导体材料的层涂覆到基底,其中,基底具有用作窗口层的一层和用作吸收层的第二层。窗口层可以使太阳辐射穿过以到达吸收层,在吸收层,光功率被转换为电功率。一些光伏装置可以使用透明薄膜,其中,透明薄膜也是电荷的导体。导电薄膜可以包括透明导电层,透明导电层包含诸如掺氟的氧化锡、掺铝的氧化锌或氧化铟锡之类的透明导电氧化物(TCO)。TCO可以使光穿过半导体窗口层以到达活性光吸收材料,并且还用作欧姆接触来传送光生载流子离开光吸收材料。可以在半导体层的背表面上形成背电极。背电极可以包含导电材料,例如金属银、镍、铜、铝、钛、钯、铬、钼或它们的任何实际组合。

发明内容

[0004] 通常,光伏装置可以包括:透明导电层,位于基底上;第一半导体层,包含 III-V 化合物半导体,所述第一半导体层位于所述透明导电层上;第二半导体层,包含 II-VI 化合物半导体,所述第二半导体层位于第一半导体层和背金属接触之间。所述 II-VI 化合物和所述 III-V 化合物可以形成异质结。

[0005] 光伏装置还可以包括界面层,所述界面层改善所述 III-V 化合物半导体和所述 II-VI 化合物半导体之间的结的整流特性。所述 II-VI 化合物可以是碲化镉。所述 II-VI 化合物可以是碲化镉的合金或掺杂组合物。所述 III-V 化合物可以是镓氮化物。所述 III-V 化合物可以是镓氮化物的合金或掺杂组合物。所述镓氮化物可以是氮化镓铝。所述界面层可以包含氧化物或其掺杂的组合物。所述氧化物可以是掺杂的氧化锡。掺杂的氧化锡可以是掺锌的氧化锡。掺杂的氧化锡可以是掺镉的氧化锡。所述氧化物可以是掺杂的氧化锌。比如,所述氧化物可以是镉锌氧化物。

[0006] 一种制造光伏装置的方法可以包括:在基底上沉积第一半导体层,所述第一半导体层包含 III-V 化合物半导体;在所述第一半导体层和背金属接触之间沉积第二半导体层,所述第二半导体层包含 II-VI 化合物半导体。所述方法还可以包括:在所述第一半导体层和所述第二半导体层之间沉积界面层,以改善所述 III-V 化合物半导体和所述 II-VI 化合物半导体之间的整流结。

[0007] 一种用于产生电能的系统可以包括多层光伏电池;第一电连接件,连接到透明导电层;第二电连接件,连接到与第二半导体层相邻的背面金属电极。所述多层光伏电池包括:透明导电层,位于基底上;第一半导体层,包含 III-V 化合物半导体,所述第一半导体层

位于所述透明导电层上；第二半导体层，包含 II-VI 化合物半导体，所述第二半导体层位于第一半导体层和背金属接触之间。一种系统还可以包括界面层，所述界面层改善所述 III-V 化合物半导体和所述 II-VI 化合物半导体之间的整流结。

[0008] 在下面的附图和描述中阐述了一个或多个实施例的细节。根据描述和附图及权利要求书，其他特征、目的和优点将是显而易见的。

附图说明

[0009] 图 1 是具有多个层的光伏装置的示意图。

[0010] 图 2 是用于生成电能的系统的示意图。

具体实施方式

[0011] 光伏装置可以在 p 型或高电阻率的 CdTe 和掺杂或未掺杂的 n 型 CdS 之间包括整流结。n 型 CdS 可以用高电阻率缓冲层覆盖，高电阻率缓冲层可以包含掺杂或未掺杂的透明氧化物，例如 SnO₂、SiO₂、SnO₂:Cd、SnO₂:Zn 或 CdZnO₂。

[0012] 在某些情况下，界面层可以与含 CdTe 的半导体层接触。CdTe 的价带极大值 (VBM) 为大约 5.74eV，低于真空能级，然而当前已知的是，没有金属具有如此高的逸出功。过去，研究人员已经在半导体层和背金属接触层之间采用界面层，从而意图通过隧穿到金属电极中来实现空穴传输。

[0013] 具有半导体层（例如，含 CdTe 的半导体层）的整流结和低电阻结都可以包括被设计成提高装置的电性能的薄膜界面层。例如，界面层可以包括光伏装置的 CdTe 和金属电极之间的氧化物。可以通过湿化学、溅射蚀刻和溅射沉积，电子束蒸发，然后进行热退火、化学浴沉积、原子层沉积方法和本领域技术人员已知的其他方法来沉积界面层。

[0014] CdS 层可以是 CdTe 层的宽带隙 n 型异质结配对。然而，厚的 CdS 层吸收除了可由 CdTe 吸收的大约 30mA/cm² 之外的等于大约 6mA/cm² 的光子。因此，研究人员已经发现，会有利的是使用薄的 CdS 层，以使能量高于 CdS 带隙的光穿过。关于 CdS 层厚度的下限可取决于以下要求：异质结配对包含足够的电荷，以平衡 CdTe 中的负空间电荷。因此，CdTe 的 n 型结通常可以包含第二高电阻率 n 型缓冲层，第二高电阻 n 型缓冲层位于 CdS 层的与 CdTe 层相对的一侧上。例如，用于 CdTe 表面的 n 型掺杂剂可以包括 B、Al、Ga、In、Tl、F、Cl、Br 或 I。高电阻率缓冲层可以增加正空间电荷，并可减小通过 CdS 膜的分流 (shunt) 的影响。例如，在美国专利 5,279,678 中描述了这样的缓冲层，通过引用将该专利的全部内容包含于此。

[0015] 以前已经生产的包含 CdTe 的整流异质结具有包含周期表的第 VIA 列（例如，硫系）的至少一种元素的化合物。同样，已经生产的光伏装置具有包含周期表的第 IIIA 列和第 VA 列中每一列的一种元素的各种异质结（称作 III-V 化合物）。然而，研究人员还未在 II-VI 材料和 III-V 材料之间形成结。

[0016] 与以前的装置和方法相比，本发明的装置和方法包含半导体的创新性组合，并采用了克服现有装置结构的局限性并实现改进的光伏装置性能的装置体系。

[0017] 参照图 1，光伏装置 10 可以包括位于基底 100 上的透明导电层 110、第一半导体层 120 和第二半导体层 140，第一半导体层包括 III-V 化合物半导体 102，第一半导体层位于透

明导电层上,第二半导体层包括 II-VI 化合物半导体 104,第二半导体层位于第一半导体层和背金属接触 150。

[0018] 参照图 2,用于产生电能的系统 200 可以包括多层光伏电池 20、第一电连接件 280b 和第二电连接件 280a,多层光伏电池 20 包括位于基底 230 上的透明导电层 210、第一半导体层 220 和第二半导体层 240,第一半导体层包括 III-V 化合物半导体 202,第一半导体层位于透明导电层上,第二半导体层包括 II-VI 化合物半导体 204,第二半导体层位于第一半导体层和背金属接触 250 之间,第一电连接件 280b 连接到透明导电层,第二电连接件 280a 连接到与第二半导体层相邻的背金属电极。系统还可以包括界面层 260,界面层 260 改善 III-V 化合物半导体和 II-VI 化合物半导体之间的整流结。

[0019] 第一半导体层可以包括 III-V 化合物或它们的合金。III-V 化合物可以是化学式为 XY 的材料,其中, X 选自包括硼、铝、镓、铟和铊的组, Y 选自包括氮、磷、砷、锑和铋的组。例如, III-V 化合物可以是镓氮化物。镓氮化物可以是氮化镓。

[0020] 第一半导体层可以包括宽带隙半导体。第二半导体层可以包括 II-VI 化合物或它们的合金。II-VI 可以是化学式为 X'Y' 的材料,其中, X' 选自包括锌、镉和汞的组, Y' 选自包括氧、硫、硒、碲和钋的组。例如, II-VI 化合物可以是碲化镉。

[0021] 异质结可以形成在 II-VI 化合物和 III-V 化合物之间。界面层可以改善整流结,例如 II-VI 化合物和 III-V 化合物之间的整流异质结。界面层可以包括氧化物或其掺杂的组合物。例如,氧化物可以是氧化锌。氧化物可以是氧化汞。氧化物可以是氧化锡。氧化物可以是掺杂的氧化锡。掺杂的氧化锡可以是掺锌的氧化锡。掺杂的氧化锡可以是掺镉的氧化锡。氧化物可以是掺杂的氧化锌。例如,氧化物可以是镉锌氧化物、氧化铜、氧化铁、氧化镁、氧化镍、氧化钡、氧化银、氧化铟、氧化钛、氧化钒。

[0022] 界面层可以位于第一半导体层和第二半导体层之间,以在 III-V 化合物半导体和 II-VI 化合物半导体之间形成整流结。

[0023] 界面层可以位于半导体层的任一侧上或位于半导体层的两侧上。例如,半导体层可以包括 CdTe。通过使用高逸出功材料,可以实现半导体层和金属接触之间或者半导体层和另一半导体层之间的低电阻空穴传输。

[0024] 制造光伏装置的方法可以包括:在基底上沉积第一半导体层,第一半导体层包括 III-V 化合物半导体;在第一半导体层和背金属接触之间沉积第二半导体层,第二半导体层包括 II-VI 化合物半导体。该方法还可以包括在第一半导体层和第二半导体层之间沉积界面层,以改善 III-V 和 II-VI 化合物半导体之间的整流结。

[0025] 用于产生电能的系统可以包括多层光伏电池、第一电连接件和第二电连接件,多层光伏电池包括位于基底上的透明导电层、第一半导体层和第二半导体层,第一半导体层包括 III-V 化合物半导体,第一半导体层位于透明导电层上,第二半导体层包括 II-VI 化合物半导体,第二半导体层位于第一半导体层和背金属接触之间,第一电连接件连接到透明导电层,第二电连接件连接到与第二半导体层相邻的背金属电极。系统还可以包括界面层,界面层改善 III-V 化合物半导体和 II-VI 化合物半导体之间的整流结。

[0026] 光伏装置可以包括 p 型或高电阻率 CdTe 和掺杂的或未掺杂的 n 型 CdS 之间的整流结。n 型 CdS 可以用高电阻率缓冲层覆盖,高电阻率缓冲层可以包含掺杂的或未掺杂的透明氧化物,例如 SnO₂、SiO₂、SnO₂:Cd、SnO₂:Zn 或 CdZnO₂。以前在构建 CdTe 和各种 II-VI n

型半导体之间的结方面的努力没有实现商业可行的性能。同样,以前在构建 CdTe 至 p 型材料(包括例如 Cu_2Te 和 ZnTe) 之间的结方面的努力没有实现商业可行的性能。

[0027] 在某些情况下,界面层可以与包含 CdTe 的半导体层接触。CdTe 的价带极大值(VBM)为大约 5.74eV , 低于真空能级,然而当前已知的是,没有金属具有如此高的逸出功。半导体层和背金属接触层之间的界面层通过隧穿到金属电极中而能够实现空穴传输。

[0028] 以前尝试处理半导体层的表面通常需要用铜大量进行掺杂。例如,半导体可以被设置为相邻于掺杂铜的 ZnTe 膜。可选地,未掺杂的 ZnTe 膜可以被设置为相邻于 CdTe 层,第二简并掺杂铜的 ZnTe 膜可以被设置到未掺杂的 ZnTe 膜的相对侧。利用以前的方法,不清楚的是,将 CdTe 膜和 ZnTe 膜的 VBM 相匹配起到什么作用,铜掺杂剂起到什么作用。以前的方法不包括使用高逸出功的 p 型 TCO 来处理半导体层,这部分是由于难以生产具有足够高的导电性和透光性的 p 型 TCO,从而在其他半导体装置中起到 n 型 TCO 的作用。带隙大于 CdTe 并与 CdTe 的 VBM 匹配的半导体也用于从 CdTe- 宽带隙界面反射 CdTe 内的电子。

[0029] 第一半导体层和第二半导体层之间或者半导体层和金属层之间的界面对装置性能产生显著影响。例如,界面会带来产生中间隙能阶(mid-gap energy level)而促进来自导带的电子与来自价带的空穴复合的电缺陷。电子和空穴的复合可能是光伏装置的损失机理。界面对装置性能的负面影响可以通过若干方式来减小,比如,谨慎选择异质结配对以使两种材料之间的晶格失配最小化,将材料组合物分级为一种异质结材料和另一种异质结材料,并利用氧、硫、氢或其他材料来钝化界面以缚牢造成中间隙能级态的悬空键。

[0030] 两亲分子也可以用在界面处,从而通过在表面上或在界面处产生偶极层来改变电性能。此外,即使没有晶格失配,晶格的对称性由于在电性质不同的两种材料之间存在界面而仍会变形,从而由于异质结配对的原子之间的化学键的性质差异而在界面处形成偶极层。

[0031] 具有半导体层(例如,包含 CdTe 的半导体层)的整流结和低电阻结可以包括被设计成改善装置的电性能的薄膜界面层。例如,界面层可以包括光伏装置的 CdTe 和金属电极之间的氧化物。可以通过湿化学、溅射蚀刻和溅射沉积,电子束蒸发,然后热退火、化学浴沉积或原子层沉积方法来沉积界面层。

[0032] 以前的装置采用传统的 CdS 层作为 CdTe 层的宽带隙 n 型异质结配对。然而,厚的 CdS 层吸收除了可由 CdTe 吸收的大约 $30\text{mA}/\text{cm}^2$ 之外的等于大约 $6\text{mA}/\text{cm}^2$ 的光子。因此,可能有利的是使用薄的 CdS 层使能量高于 CdS 带隙的光穿过。关于 CdS 层厚度的下限可取决于以下要求:异质结配对包含足够的电荷,以平衡 CdTe 中的负空间电荷。因此, CdTe 的 n 型结可以包含第二高电阻率 n 型缓冲层,第二高电阻率 n 型缓冲层位于 CdS 层的与 CdTe 层相对的一侧上。高电阻率缓冲层可以增加正空间电荷,并可减小通过 CdS 膜的分流的影响。例如,在美国专利 5, 279, 678 中描述了这样的缓冲层,通过引用将该专利的全部内容包含于此。

[0033] 以前已经生产的包含 CdTe 的整流异质结具有包含周期表的第 VIA 列(例如,硫系)的至少一种元素的化合物。同样,已经生产的光伏装置具有包含周期表的第 IIIA 列和第 VA 列中每一列的一种元素的各种异质结(称作 III-V 化合物)。然而,研究人员还未在 II-VI 材料和 III-V 材料之间形成结。

[0034] 改进的光伏装置可以包括在半导体层(例如, CdTe 层)与高逸出功或宽带隙半导

体之间的界面处的界面层,界面层用于解释半导体(例如,Cd)的化学电位。然而,以前的装置特别尝试通过大量掺杂或通过减小Cd的化学电位而在p型电极或空穴集电极的附近引入 p^+ 区域,改进的光伏装置能够特定地保持半导体(例如,Cd)的高化学电位,以使Cd空位及其相关的缺陷复合体的形成最少化。在半导体层和背金属电极之间的界面层中使用高逸出功或宽带隙的半导体,能够实现半导体层(例如,CdTe层)和背金属电极之间的空穴的低电阻传输。

[0035] 光伏电池可以具有多层。所述多层可以包括底层(即,可以是透明导电层)、覆盖层、窗口层、吸收层和顶层。可以根据需要在每个位置使用单独的沉积气体供应和真空密封沉积室在生产线的不同沉积位置来沉积每一层。可以通过滚动传送带将基底从一个沉积位置传递到另一沉积位置,直到所有期望的层都被沉积为止。可以使用其他技术(例如,溅射)添加另外的层。可以将导体分别连接到顶层和底层,以收集当太阳能入射到吸收层上时产生的电能。可以将顶部基底层放置在顶层的顶部上,以形成夹层结构,并完成光伏电池。

[0036] 底层可以是透明导电层,并且可以是例如透明导电氧化物(例如,氧化锡或者掺杂有氟的氧化锡)。在高温下直接在透明导电氧化物层上沉积半导体层可以导致对光伏装置的性能和稳定性产生负面影响的反应。沉积化学稳定性高的覆盖层材料(例如,氧化硅、三氧化二铝、二氧化钛、三氧化二硼和其他类似物质)可以显著减小这些反应对装置性能和稳定性的影响。由于所使用的材料的高电阻率,因此应该使覆盖层的厚度最小化。否则,会出现与期望的电流流动反向的电阻块(resistive block)。通过将透明导电氧化物层的表面的不规则进行填补,覆盖层可以降低透明导电氧化物层的表面粗糙度,这能够有助于窗口层的沉积并且可以使窗口层具有更薄的横截面。降低的表面粗糙度可以有助于改善窗口层的均匀性。在光伏电池中包括覆盖层的其他优点可以包括改善光学清晰度、改善带隙的连续性、在结点提供更好的场强以及提供通过开路电压损失测量的更好的装置效率。例如,在第20050257824号美国专利公开中描述了覆盖层,通过引用将其全部内容包含于此。

[0037] 例如,窗口层和吸收层可以包含诸如II-VI族、III-V族或IV族半导体的二元半导体,例如ZnO、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdO、CdS、CdSe、CdTe、MgO、MgS、MgSe、MgTe、HgO、HgS、HgSe、HgTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs、InSb、TiN、TiP、TiAs、TiSb或它们的混合物。窗口层和吸收层的示例可以是由CdTe层涂覆的CdS层。顶层可以覆盖半导体层。顶层可以包含诸如铝、钼、镍、钛、钨或它们的合金的金属。

[0038] 例如,在第5,248,349、5,372,646、5,470,397、5,536,333、5,945,163、6,037,241和6,444,043号美国专利中描述了在光伏装置的制造中半导体层的沉积,通过引用将这些美国专利的全部内容包含于此。沉积可以包括蒸气从供应源到基底的传输,或者固体在密闭系统中的升华。用于制造光伏电池的设备可以包括传送带(例如具有辊子的滚动传送带)。其他类型的传送带是可用的。传送带将基底传送到一系列的一个或多个沉积位置,所述沉积位置用于在基底的暴露表面上沉积材料层。在第11/692,667号美国临时申请中描述了传送带,通过引用将该申请的全部内容包含于此。

[0039] 可以将沉积室加热至达到不低于大约450°C且不高于大约700°C的处理温度,例如温度范围在450°C-550°C、550°C-650°C、570°C-600°C、600°C-640°C之间或在高于450°C和低于大约700°C的任何其他范围之间。沉积室包括连接到沉积蒸气供应器的沉积分

布器。分布器可以连接到用于沉积各个层的多个蒸气供应器,或者可以通过具有其自己的蒸气分布器和供应器的多个不同的沉积位置移动基底。分布器可以是具有不同喷嘴尺寸的喷雾嘴的形式,以有助于蒸气供应的均匀分布。

[0040] 光伏电池的底层可以是透明导电层。薄的覆盖层可以在透明导电层的顶部上,并且至少部分地覆盖透明导电层。接下来沉积的层是第一半导体层,其用作窗口层并且根据透明导电层和覆盖层的使用而可以更薄。接下来沉积的层是用作吸收层的第二半导体层。其他层(例如,包含掺杂剂的层)可以在整个制造工艺中根据需要而沉积或者放置在基底上。

[0041] 透明导电层可以是透明导电氧化物(例如,类似氧化锡的金属氧化物),透明导电氧化物可以被例如氟掺杂。可以在前接触和第一半导体层之间沉积该层,并且该层可以具有足够高的电阻率以减小第一半导体层中的针孔影响。第一半导体层中的针孔会导致在第二半导体层和第一接触之间形成分流,进而导致在围绕针孔的局部场上形成漏端。该通路的电阻的微小增加可以显著地减少受到分流影响的区域。

[0042] 可以提供覆盖层以供应电阻的这种增加。覆盖层可以由化学稳定性高的材料制成的非常薄的层。与具有相同厚度的半导体材料的可比较的厚度相比,覆盖层可以具有更高的透明度。适合用作覆盖层的材料的示例包括二氧化硅、三氧化二铝、二氧化钛、三氧化二硼和其他类似物质。覆盖层还可以起到将透明导电层与第一半导体层电学地且化学地隔离的作用,从而防止在高温下出现的会对性能和稳定性产生消极影响的反应。覆盖层还能提供可以更支持第一半导体层沉积的导电表面。例如,覆盖层可以提供表面粗糙度减小的表面。

[0043] 第一半导体层可以用作第二半导体层的窗口层。第一半导体层可以比第二半导体层薄。通过变得更薄,第一半导体层可以使波长更短的入射光更大程度地穿透至第二半导体层。

[0044] 第一半导体层可以是 II-VI 族、III-V 族或 IV 族半导体,例如 ZnO、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdO、CdS、CdSe、CdTe、MgO、MgS、MgSe、MgTe、HgO、HgS、HgSe、HgTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs、InSb、TlN、TlP、TlAs、TlSb 或它们的混合物。第一半导体层可以是二元半导体,例如其可以是 CdS。第二半导体层可以沉积到第一半导体层上。当第一半导体层用作窗口层时,第二半导体层可以用作入射光的吸收层。与第一半导体层相似,第二半导体层也可以是 II-VI 族、III-V 族或 III-IV 族半导体,例如 ZnO、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdO、CdS、CdSe、CdTe、MgO、MgS、MgSe、MgTe、HgO、HgS、HgSe、HgTe、AlN、AlP、AlAs、AlSb、GaN、GaP、GaAs、GaSb、InN、InP、InAs、InSb、TlN、TlP、TlAs、TlSb 或它们的混合物。

[0045] 已经描述了多个实施例。但是,应该理解的是,在不脱离本发明的精神和范围的情况下可以做出各种修改。例如,半导体层可以包括各种其他材料,用作缓冲层和覆盖层的材料也是可以的。另外,所述装置可以包括第二半导体层和背金属电极之间的界面层,从而减少第二半导体和背金属电极之间的界面处的电阻损耗和复合损耗。因此,其他实施例在权利要求的范围内。

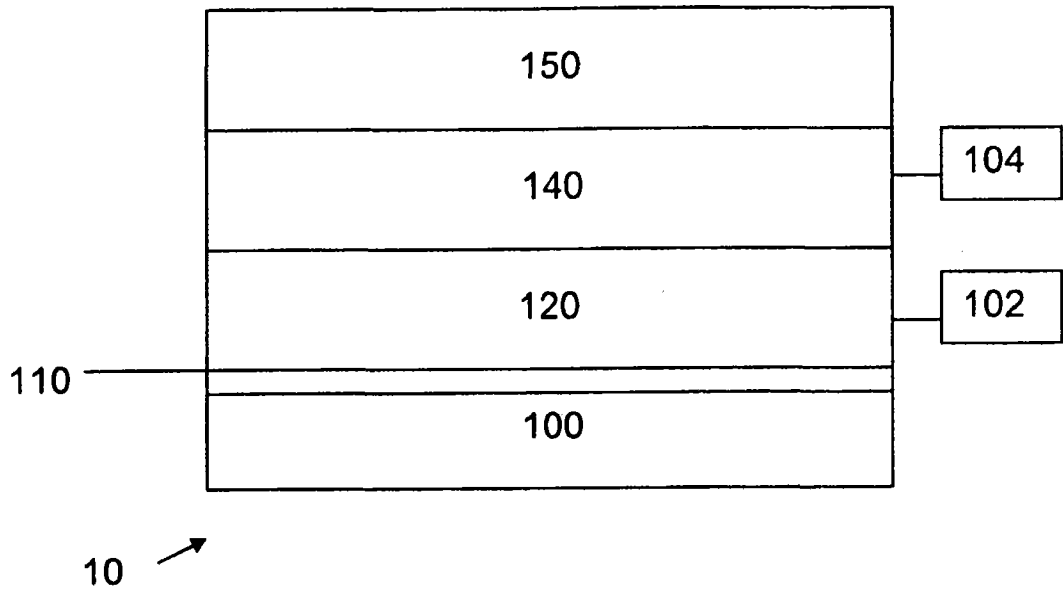


图 1

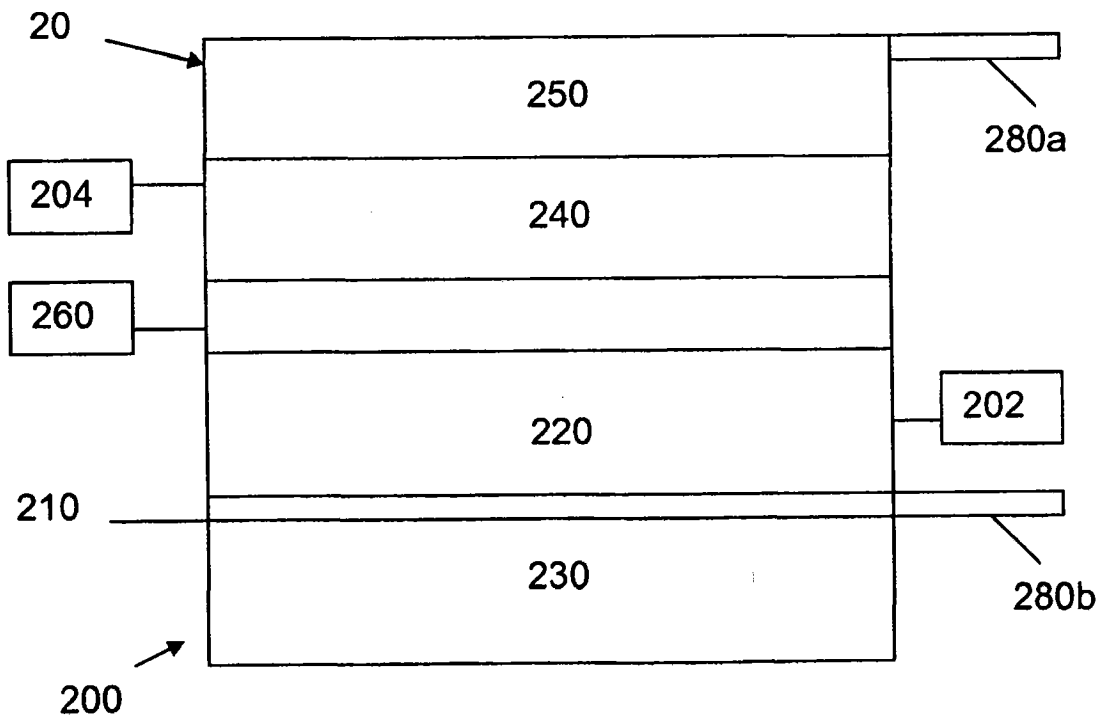


图 2