



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105097980 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201410203029. X

(22) 申请日 2014. 05. 14

(71) 申请人 香港中文大学

地址 中国香港新界

(72) 发明人 肖旭东 杨世航 马续航

(74) 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 余朦 王艳春

(51) Int. Cl.

H01L 31/076(2012. 01)

H01L 31/0749(2012. 01)

H01L 31/20(2006. 01)

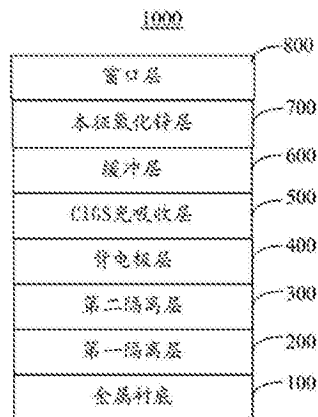
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

薄膜太阳能电池及其制造方法

(57) 摘要

本申请提供了一种薄膜太阳能电池,其包括金属衬底、布置在金属衬底上的第一隔离层、布置在第一隔离层上的第二隔离层、布置在第二隔离层上的背电极层、布置在背电极层上的铜铟镓硒光吸收层,其中,第一隔离层和第二隔离层用于阻止金属衬底中的金属元素进入铜铟镓硒光吸收层,并且第二隔离层中包括钠元素,其中,钠元素能够被补充至铜铟镓硒光吸收层以修复在铜铟镓硒光吸收层中由于缺硒导致的点缺陷。此外,本申请还提供了一种制造薄膜太阳能电池的方法。



1. 一种薄膜太阳能电池,包括:

金属衬底;

第一隔离层,布置在所述金属衬底上;

第二隔离层,布置在所述第一隔离层上;

背电极层,布置在所述第二隔离层上;以及

铜铟镓硒光吸收层,布置在所述背电极层上;

其中,所述第一隔离层和所述第二隔离层用于阻止所述金属衬底中的金属元素进入所述铜铟镓硒光吸收层,以及,

其中,所述第二隔离层中包括能够补充至所述铜铟镓硒光吸收层以修复在其中由于缺硒导致的点缺陷的钠元素。

2. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池,其中,所述第一隔离层为三氧化二铝层或氧化硅层。

3. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池,其中,所述第二隔离层包括含钠玻璃层。

4. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池,其中,所述金属衬底为柔性衬底,构成所述柔性衬底的材料包括不锈钢、钛和铝中的一种或多种。

5. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池,其中,所述背电极层为钼背电极导电层。

6. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池,其中,所述第一隔离层和所述第二隔离层通过射频磁控溅射工艺被制造为分别具有1-2微米的厚度和200-300纳米的厚度。

7. 如权利要求1所述的薄膜太阳能电池,还包括缓冲层、窗口层和位于所述缓冲层和窗口层之间的本征氧化锌层,

其中,所述缓冲层设置在所述铜铟镓硒光吸收层和所述窗口层之间,以降低所述铜铟镓硒光吸收层与所述窗口层之间的晶格失配,以及其中,所述窗口层设置在所述本征氧化锌层上,用于接收所述铜铟镓硒光吸收层生成的带负电荷的载流子,从而防止所述薄膜太阳能电池发电时产生的漏电。

8. 一种制造薄膜太阳能电池的方法,包括:

在金属衬底上通过溅射法生成第一隔离层;

在所述第一隔离层上通过溅射法生成第二隔离层;

在所述第二隔离层上通过溅射法生成背电极层;以及

在所述背电极层上形成铜铟镓硒光吸收层;

其中,所述第一隔离层和所述第二隔离层用于阻止所述金属衬底中的金属元素进入所述铜铟镓硒光吸收层,并且所述第二隔离层中包括能够被补充至所述铜铟镓硒光吸收层以修复在所述铜铟镓硒光吸收层中由于缺硒导致的点缺陷的钠元素。

9. 如权利要求8所述的方法,其中,在所述背电极层上形成铜铟镓硒光吸收层的步骤包括通过溅射后硒化形成铜铟镓硒光吸收层或通过共蒸发沉积形成铜铟镓硒光吸收层。

10. 如权利要求8所述的方法,其中,所述第一隔离层为三氧化二铝层或氧化硅层,并且具有1-2微米的厚度。

11. 如权利要求8所述的方法,其中,所述第二隔离层包括含钠玻璃层,并且具有200-300纳米的厚度。

12. 如权利要求8所述的方法,其中,所述金属衬底为柔性衬底,构成所述柔性衬底的

材料包括不锈钢、钛和铝中的一种或多种。

13. 如权利要求 8 所述的方法,还包括:

在所述铜铟镓硒光吸收层上通过化学水浴法生成缓冲层;

在所述缓冲层上通过溅射法生成本征氧化锌层;以及

在所述本征氧化锌层上生成窗口层。

薄膜太阳能电池及其制造方法

技术领域

[0001] 本申请涉及太阳能电池领域,具体地,涉及一种铜铟镓硒薄膜太阳能电池及其制造方法。

背景技术

[0002] 铜铟镓硒 ($\text{Cu}(\text{In}, \text{Ga})\text{Se}_2$, 简称 CIGS) 薄膜太阳能电池最近三十年发展迅速,其具有成本低、效率高和稳定性好的特点。CIGS 薄膜太阳能电池为多层薄膜层叠结构,其一般包括衬底、背电极层、光吸收层(溅射后硒化、或者共蒸发沉积的 P 型半导体 $\text{CuIn}_x\text{Ga}(1-x)\text{Se}_2$)、缓冲层(例如水浴法生产的 CdS)、本征氧化锌层(溅射法生成的本征氧化锌)和窗口层(溅射法生成的掺铝氧化锌)。最外侧的光入射面还有栅格电极,用于引出光电流。

[0003] 由于 CIGS 是 P 型半导体,所以其中往往会存在点缺陷,一般表现为缺硒。这样的缺陷可以通过将钠原子引入该点来修复,钠的扩散可以优化 CIGS 光吸收层的性能。在现有技术中通常在背电极层与 CIGS 光吸收层之间增加一层氟化钠来向光吸收层补充微量的钠元素。氟化钠薄膜一般采用热蒸发获得,厚度约 10nm,沉积速度慢,并且很难沉积均匀。而且,氟化钠具有很强的毒性和强腐蚀性,增加了生产过程中的不安全因素。

发明内容

[0004] 本申请提供了一种至少能够部分改善上述现有技术中的缺陷的薄膜太阳能电池。

[0005] 根据本申请的一个实施方式,提供了一种薄膜太阳能电池,其包括金属衬底、布置在金属衬底上的第一隔离层、布置在第一隔离层上的第二隔离层、布置在第二隔离层上的背电极层、布置在背电极层上的铜铟镓硒光吸收层,其中,第一隔离层和第二隔离层用于阻止金属衬底中的金属元素进入铜铟镓硒光吸收层,并且第二隔离层中包括钠元素,钠元素被补充至铜铟镓硒光吸收层。

[0006] 根据本申请的另一实施方式,提供了一种制造薄膜太阳能电池的方法,包括:提供金属衬底;在金属衬底上通过溅射法生成第一隔离层;在第一隔离层上通过溅射法生成第二隔离层;在第二隔离层上通过溅射法生成背电极层;以及在背电极层上形成铜铟镓硒光吸收层;其中,第一隔离层和第二隔离层用于阻止金属衬底中的金属元素进入铜铟镓硒光吸收层,第二隔离层中包括钠元素,钠元素被补充至铜铟镓硒光吸收层。

[0007] 如上所述,在本申请提供的薄膜太阳能电池中,由于采用的双层隔离层,因此能够更好地阻止金属衬底中的金属元素、特别是铁元素进入铜铟镓硒光吸收层,从而保护该光吸收层的半导体特性不受到破坏,转换效率不会降低。而且,由于第二隔离层中包含钠元素,所以还能够在阻止铁元素的同时向光吸收层补充钠元素以优化铜铟镓硒光吸收层的性能。

附图说明

[0008] 图 1 为根据本申请一个实施方式的薄膜太阳能电池的多层结构示意图;

[0009] 图 2 为根据本申请另一实施方式的制造薄膜太阳能电池的方法的流程图;以及
[0010] 图 3 为根据本申请一个实施方式的薄膜太阳能电池与现有技术中的薄膜太阳能电池的效率对比示意图。

具体实施方式

[0011] 为了更好地理解本申请,将参考附图对本申请的各个方面做出更详细的说明。可以理解,所述附图和详细说明只是对本申请优选实施方案的描述,而非以任何方式限制本申请的范围。

[0012] 图 1 示出了根据本申请一个实施方式的薄膜太阳能电池 1000 的多层结构示意图。如图 1 所示,薄膜太阳能电池 1000 包括金属衬底 100、布置在金属衬底 100 上的第一隔离层 200、布置在第一隔离层 200 上的第二隔离层 300、布置在第二隔离层 300 上的背电极层 400 和布置在背电极层 400 上的铜铟镓硒 (CIGS) 光吸收层 500。

[0013] 金属衬底 100 可以是柔性衬底,其中构成柔性金属衬底的材料一般包括不锈钢、纯钛、铝等金属中的一种或多种。柔性金属衬底具有重量轻、可弯曲的优点。在本实施方式中,金属衬底 100 可为不锈钢衬底。

[0014] 在一个实施方式中,第一隔离层 200 可为绝缘体隔离层,其例如包括三氧化二铝层、氧化硅层、铬层和纯钛层中的一种或多种。第一隔离层 200 可例如通过射频磁控溅射工艺形成在金属衬底 100 上,在一个实施方式中其厚度通常可例如为 1-2 微米。第一隔离层 200 还可以例如为三氧化二铝层。第一隔离层 200 可用于阻止金属衬底 100 中的金属元素、特别是铁元素进入 CIGS 光吸收层。

[0015] 在一个实施方式中,第二隔离层 300 可为绝缘体隔离层,其例如包括含钠玻璃薄层 (SLGTF)。第二隔离层 300 可例如通过射频磁控溅射工艺形成在第一隔离层 200 上,其厚度通常可为 200-300 纳米。在本实施方式中,第二隔离层 300 为采用溅射法溅射靶材钠钙玻璃沉积形成的含钠玻璃薄层。第二隔离层 300 不仅可用于进一步阻止金属衬底 100 中的金属元素、特别是铁元素进入 CIGS 光吸收层,而且第二隔离层 300 中包括钠元素,其中,钠元素能够被补充至 CIGS 光吸收层以修复在 CIGS 光吸收层中由于缺硒导致的点缺陷。

[0016] 使用三氧化二铝层和含钠玻璃薄层分别制造第一隔离层 200 和第二隔离层 300,可以使这些隔离层具有良好的化学稳定性、高的沉积速率,并且与衬底和背电极之间的热膨胀系数匹配较好,成本低。而且,三氧化二铝层和含钠玻璃薄层可以采用统一的射频磁控溅射工艺来形成,工艺设备和条件简单。与现有技术中的氟化钠相比,含钠玻璃薄层不仅能够阻挡金属衬底 100 中的铁元素进入 CIGS 光吸收层,还能够以安全、可靠、无毒且成本低的方式向 CIGS 光吸收层提供钠元素,从而提高光吸收层的转换效率。

[0017] 在一个实施方式中,背电极层 400 可以为金属钼背电极导电层,也可采用射频磁控溅射生成金属钼背电极层。背电极层 400 可用于接收带有正电荷的载流子。

[0018] 回到图 1,根据本申请的一个实施方式的薄膜太阳能电池 1000 还可包括布置在 CIGS 光吸收层 500 上的缓冲层 600、布置在缓冲层 600 上的本征氧化锌层 700 和布置在本征氧化锌层 700 上的窗口层 800。其中,缓冲层 600 可例如为通过水浴法生产的硫化镉 (Cds) 缓冲层,本征氧化锌层 700 可例如为通过溅射法生成的本征氧化锌高阻层,窗口层 800 可例如为通过溅射法生成的掺铝氧化锌导电层。

[0019] 在根据本申请一个实施方式的薄膜太阳能电池工作时,阳光穿过窗口层 800、本征氧化锌层 700、缓冲层 600,被 CIGS 光吸收层 500 吸收产生光生载流子。在内建电场的作用下于光吸收层 500 接近缓冲层 600 的区域,不同电荷的载流子分离,负电荷走向窗口层 800,正电荷走向背电极层 400。由此太阳能源源不断地转为可供使用的电力。

[0020] 缓冲层 600 用于减缓 CIGS 光吸收层 500 和窗口层 800 之间晶格匹配不好而影响电池输出性能的问题,同时能有效地阻止窗口层 800 在制备过程中对 CIGS 光吸收层 500 的损伤,可消除由此引起的电池短路现象。低功率溅射的本征氧化锌层 700 有两个作用,一个是防止窗口层建设时对缓冲层的溅射伤害,另外一个是高电阻的本征氧化锌层起到防止电池漏电的作用。窗口层 800 用于接收带负电荷的载流子,从而防止 CIGS 薄膜太阳能电池发电时,因漏电问题导致器件性能下降。

[0021] 图 2 示出根据本申请另一实施方式的制造薄膜太阳能电池的方法 2000 的流程图。如图 2 所示,在步骤 S201 中,提供金属衬底 100。如上所述,在本申请的一些实施方式中,可使用不锈钢箔形成柔性金属衬底 100。

[0022] 在步骤 S202 中,在金属衬底 100 上通过溅射法生成第一隔离层 200,其中,溅射法可包括射频磁控溅射工艺。在本实施方式中,通过射频磁控溅射工艺在金属衬底 100 上溅射一层三氧化二铝作为第一隔离层 200,其厚度例如约为 1-2 微米。

[0023] 在步骤 S203 中,在第一隔离层 200 上通过溅射法生成第二隔离层 300。在本实施方式中,通过射频磁控溅射工艺溅射靶材钠钙玻璃,然后沉积形成含钠玻璃薄层作为第二隔离层 200,其厚度约为 200-300 纳米。含钠玻璃中含铁量很少,因此不会对 CIGS 光吸收层造成污染。

[0024] 在步骤 S204 中,在第二隔离层 300 上通过溅射法生成背电极层 400。在本实施方式中,使用射频磁控溅射工艺溅射钼金属靶材,从而沉积形成钼背电极层作为背电极层 400。

[0025] 在步骤 S205 中,在背电极层 400 上形成 CIGS 光吸收层 500。其中,可通过溅射后硒化或通过共蒸发沉积来形成 CIGS 光吸收层 500。在本实施方式中,使用射频磁控溅射硒化制备 CIGS 光吸收层,沉积的光吸收层厚度约为 2 微米。

[0026] 此外,如图 2 所示,在步骤 S206 中,在 CIGS 光吸收层 500 上使用化学水浴法沉积 Cds(硫化镉)缓冲层 600。应注意,也可使用其他能够替代 Cds 的材料作为缓冲层。在步骤 S207 中,在缓冲层 600 上使用溅射法生成本征氧化锌层 700。在本实施方式中,在硫化镉缓冲层 600 上使用射频磁控溅射工艺溅射氧化锌陶瓷靶材,从而沉积本征氧化锌高阻层作为本征氧化锌层 700。在步骤 S208 中,在本征氧化锌层 700 上生成窗口层 800。其中,可使用掺铝氧化锌导电层作为窗口层 800,也可通过使用 n 型的石墨烯薄膜作为导电窗口层 800。n 型的石墨烯薄膜包括多层层叠设置的单层石墨烯。

[0027] 图 3 示出根据本申请一个实施方式的薄膜太阳能电池 1000 与现有技术中的薄膜太阳能电池的效率对比示意图。从图 3 中可以看出,设有根据本申请一个实施方式的三氧化二铝层(第一隔离层 200)和含钠玻璃薄层(第二隔离层 300)的薄膜太阳能电池 1000 的效率明显高于未设有该双层隔离层的太阳能电池。

[0028] 以上参照附图对本申请的示例性的实施方案进行了描述。本领域技术人员应该理解,上述实施方案仅仅是为了说明的目的而所举的示例,而不是用来进行限制。凡在本申请的教导和权利要求保护范围下所作的任何修改、等同替换等,均应包含在本申请要求保护

的范围内。

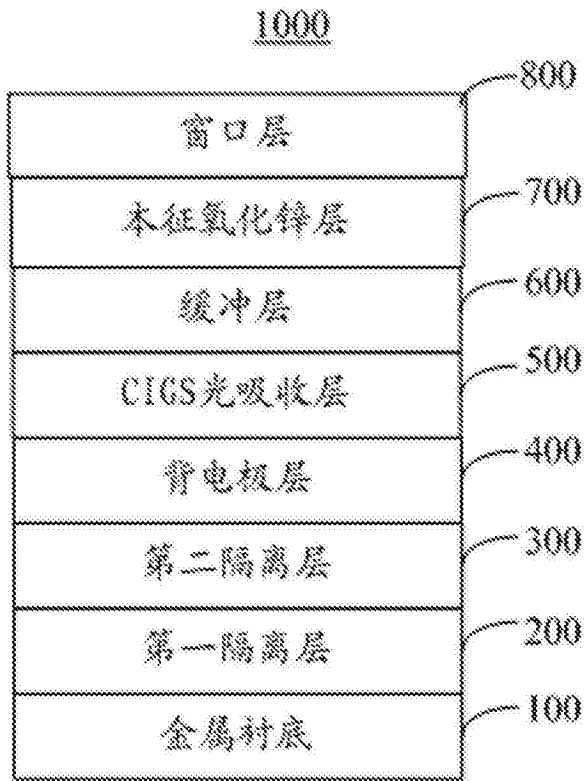


图 1

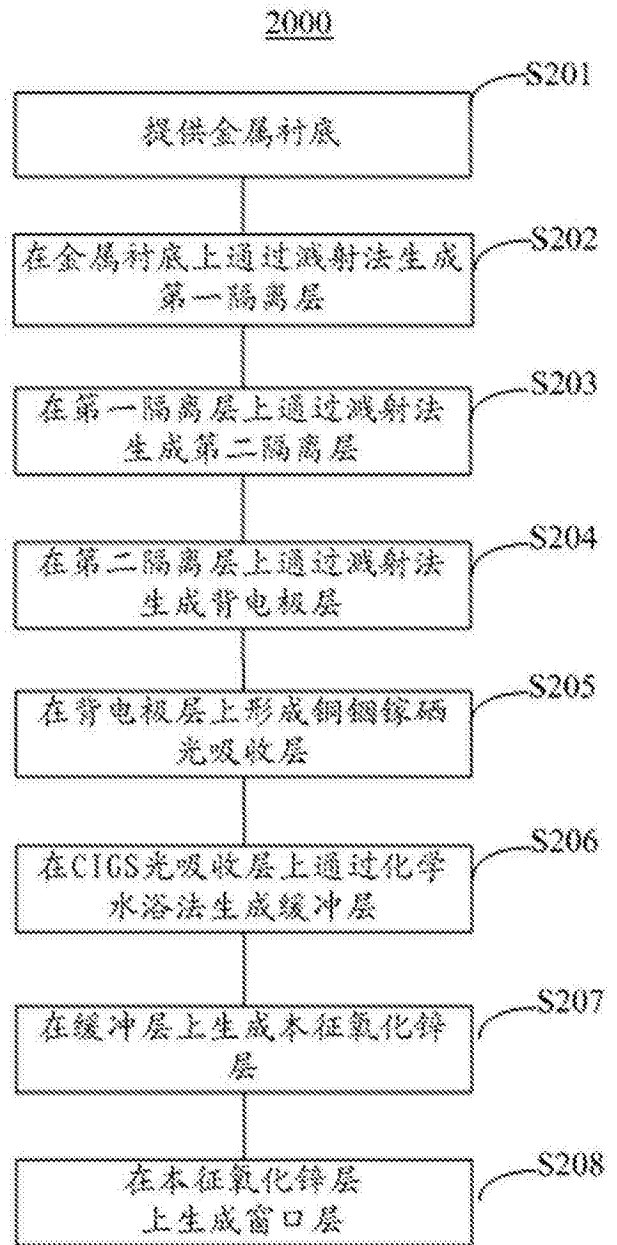


图 2

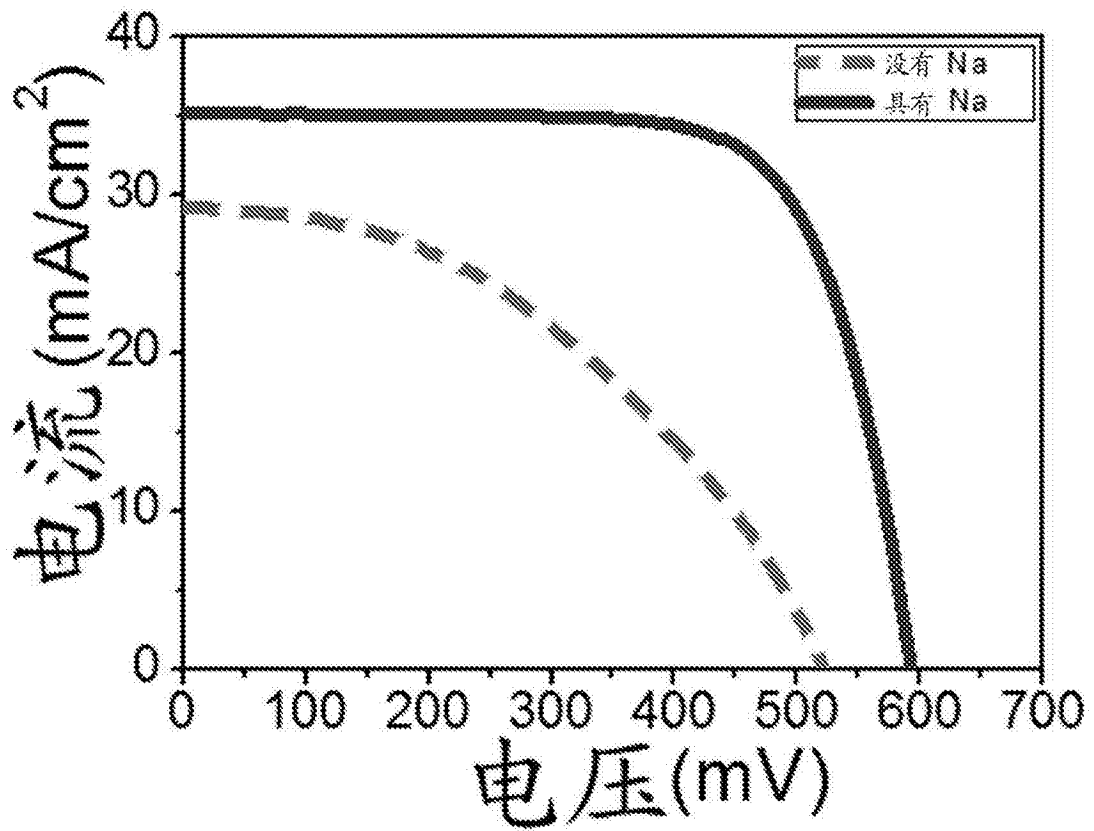


图 3