



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102315287 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 02

(21) 申请号 201110191540. 9

CN 1050793 A, 1991. 04. 17,

(22) 申请日 2011. 06. 29

US 2003/0011047 A1, 2003. 01. 16,

US 2003/0029848 A1, 2003. 02. 13,

(30) 优先权数据

12/825800 2010. 06. 29 US

审查员 祁恒

(73) 专利权人 初星太阳能公司

地址 美国科罗拉多州

(72) 发明人 S·D·费尔德曼 - 皮博迪

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 柯广华 朱海煜

(51) Int. Cl.

H01L 31/0224(2006. 01)

H01L 31/073(2012. 01)

H01L 31/18(2006. 01)

H01L 31/046(2014. 01)

(56) 对比文件

US 4808242 , 1989. 02. 28,

US 4542255 , 1985. 09. 17,

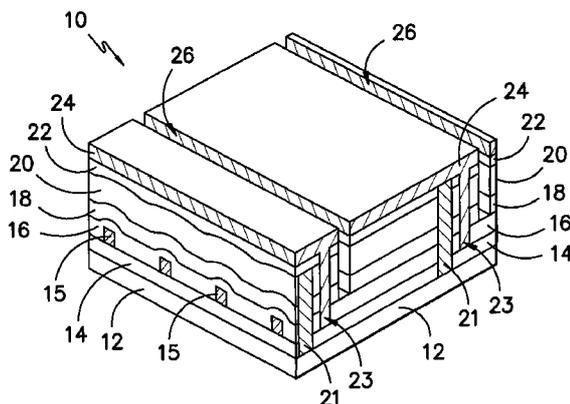
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

基于碲化镉的薄膜光伏装置的作为前接触的
金属网格线

(57) 摘要

一般描述了基于碲化镉的薄膜光伏装置。该装置可以包括在衬底上的透明导电氧化物层。多个金属网格线可以直接接触透明导电氧化物层，并且可以取向在第一方向上。硫化镉层可以被包括在透明导电氧化物层上，并且碲化镉层可以被包括在硫化镉层上。多个划刻线可以被限定为通过硫化镉层与碲化镉层的厚度以限定多个光伏电池，使得多个划刻线取向在与第一方向相交的第二方向上。



1. 一种基于碲化镉的薄膜光伏装置 (10), 其包括:
衬底 (12);
透明导电氧化物层 (14), 其在所述衬底 (12) 上;
多个金属网格线 (15), 其直接接触所述透明导电氧化物层 (14), 其中所述多个金属网格线 (15) 取向在第一方向上;
硫化镉层 (18), 其在所述透明导电氧化物层 (14) 上; 以及
碲化镉层 (20), 其在所述硫化镉层 (18) 上;
其中多个划刻线被限定为通过所述硫化镉层 (18) 与所述碲化镉层 (20) 的厚度以限定多个光伏电池, 使得所述多个划刻线取向在与所述第一方向相交的第二方向上。
2. 如权利要求 1 所述的装置 (10), 其中所述第一方向基本垂直于所述第二方向。
3. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其中所述金属网格线 (15) 包括锡、镉、镍、铬、金、银、铂、铜、铝、钯、或者其组合或者其合金。
4. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其中所述金属网格线 (15) 在所述衬底 (12) 与所述透明导电氧化物层 (14) 之间。
5. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其中所述金属网格线 (15) 在所述透明导电氧化物层 (14) 的厚度内。
6. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其中所述金属网格线 (15) 在所述透明导电氧化物层 (14) 上以被安置在所述透明导电氧化物层 (14) 与所述硫化镉层 (18) 之间。
7. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其中所述金属网格线 (15) 具有 $50\ \mu\text{m}$ 至 $250\ \mu\text{m}$ 的平均宽度。
8. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其中所述金属网格线 (15) 具有 $75\ \mu\text{m}$ 至 $125\ \mu\text{m}$ 的平均宽度。
9. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其中所述金属网格线具有少于 $1\ \mu\text{m}$ 的厚度。
10. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其中所述金属网格线具有 $0.1\ \mu\text{m}$ 至 $0.5\ \mu\text{m}$ 的厚度。
11. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其进一步包括:
在所述透明导电氧化物层 (14) 与所述硫化镉层 (18) 之间的高阻透明缓冲层 (16)。
12. 如权利要求 11 所述的装置 (10), 其中所述金属网格线 (15) 被安置于所述透明导电氧化物层 (14) 与所述高阻透明缓冲层 (16) 之间。
13. 如权利要求 1 或 2 所述的装置 (10), 其进一步包括:
石墨层 (22), 其在所述碲化镉层 (20) 上; 以及
金属接触层 (24), 其在所述石墨层 (22) 上,
其中所述石墨层 (22) 与所述金属接触层 (24) 形成所述装置 (10) 上的背接触。
14. 如权利要求 13 所述的装置 (10), 其中多个划刻线包括第一隔离划刻 (21), 其将所述透明导电氧化物层 (14) 隔离至个体光伏电池中, 串联连接用划刻 (23) 将邻近个体光伏电池彼此串联地电连接, 并且第二隔离划刻 (26) 将背接触隔离至个体光伏电池中。
15. 如权利要求 14 所述的装置, 其中所述第一隔离划刻 (21) 包括光阻剂材料并且越过所述透明导电氧化物层 (14) 以及所述金属网格线 (15)、所述硫化镉层 (18)、以及所述碲化镉层 (20)。

16. 如权利要求 14 所述的装置, 其中所述串联连接用划刻 (23) 包括导电金属材料以将邻近光伏电池彼此串联地电连接并且越过硫化镉层、所述碲化镉层、以及所述石墨层。

17. 如权利要求 14 所述的装置, 其中所述第二隔离划刻 (26) 越过所述金属接触层 (24)、所述石墨层 (22)、所述碲化镉层 (20)、以及所述硫化镉层 (18)。

基于碲化镉的薄膜光伏装置的作为前接触的金属网格线

技术领域

[0001] 本文公开的主题一般涉及光伏装置及其制作方法,光伏装置包括作为前接触的金属网格线。更具体地,本文公开的主题涉及碲化镉薄膜光伏装置及其制作方法,碲化镉薄膜光伏装置包括结合导电透明氧化物膜层作为前接触的金属网格线。

背景技术

[0002] 基于与硫化镉 (CdS) 配对的碲化镉 (CdTe) 作为光敏部件的薄膜光伏 (PV) 模块 (还称为“太阳能面板”)正在产业中获得广泛的接受以及兴趣。CdTe 是半导体材料,其具有特别适合太阳能到电的转换的特性。例如,CdTe 具有约 1.45eV 的能量带隙,其使它相比较低带隙的过去在太阳能电池应用中所使用的半导体材料(如,硅的约 1.1eV)能够从太阳能光谱转换更多的能量。而且,CdTe 相比较低带隙材料在较低或者漫射光条件下转换辐射能量并且,因而,相比其他传统材料在一天过程中或者在阴天条件下具有较长的有效转换时间。当 CdTe PV 模块暴露给光能量(例如日光)时,n-型层与 p-型层的结一般贡献于电动势与电流的产生。特别地,碲化镉 (CdTe) 层与硫化镉 (CdS) 形成 p-n 异质结,其中 CdTe 层用作 p-型层(如,阳极,电子接受层)以及 CdS 层用作 n-型层(如,阴极,电子贡献层)。

[0003] 透明导电氧化物 (“TCO”) 层通常在窗口玻璃与形成结的层之间使用。该 TCO 层提供该装置一侧上的前电接触并且用于收集以及运载由电池产生的电荷。当 TCO 层典型地从具有相对低电阻率的材料(如,锡酸镉)产生时,TCO 层仍然在装置中提供电阻给一系列电池。在 TCO 层中的电阻能抑制通过装置的电子的流动,从而有效地妨碍光伏装置(尤其是基于碲化镉的光伏装置)的效率。增加 TCO 层的厚度能减少前接触的电阻,但也能导致增加的材料成本以及粗糙的表面形态,其会不利地影响装置随后的沉积层。

[0004] 同样地,需要以极小电流损失以及不增加 TCO 层的厚度来减少在光伏装置(特别是基于碲化镉的光伏装置)中的前电接触(如,TCO 层)的串联电阻。

发明内容

[0005] 本发明的方面以及优点在下面接下来的说明中被阐明,或者从本说明可以是明显的,或者可通过本发明的实践而习得。

[0006] 一般描述了基于碲化镉的薄膜光伏装置。该装置可以包括在衬底上的透明导电氧化物层。多个金属网格线可以直接接触透明导电氧化物层,并且可以取向在第一方向上。硫化镉层可以被包括在透明导电氧化物层上,并且碲化镉层可以被包括在硫化镉层上。多个划刻线可以被限定为通过硫化镉层与碲化镉层的厚度以限定多个光伏电池,使得多个划刻线取向在与第一方向相交的第二方向上。

[0007] 本发明这些和其他特征、方面和优点参考接下来的说明以及附上的权利要求可以被更好地理解。附图(其包含在本说明书中并且组成本说明书的一部分)图示了本发明的实施例并且,与本说明一起,适用于解释本发明的原理。

附图说明

[0008] 针对本领域技术人员的本发明的完整以及实现性公开（包括其最佳模式）在本说明书中参考附上的附图被阐明，其中：

[0009] 图 1 图示根据本发明的一个实施例的示例性的碲化镉薄膜光伏装置的横截面视图的一般示意；

[0010] 图 2 示出图 1 的示例性的碲化镉薄膜光伏装置的透视图；

[0011] 图 3 示出根据本发明的一个实施例的另一示例性的碲化镉薄膜光伏装置的横截面视图的一般示意；

[0012] 图 4 示出图 3 的示例性的碲化镉薄膜光伏装置的透视图；

[0013] 图 5 示出根据本发明的一个实施例的又另一示例性的碲化镉薄膜光伏装置的横截面视图的一般示意；

[0014] 图 6 示出图 5 的示例性的碲化镉薄膜光伏装置的透视图；

[0015] 图 7 示出根据图 1-6 的任一个的示例性的碲化镉薄膜光伏装置的顶视图；以及

[0016] 图 8 示出与根据图 1、3、与 5 的示例性的碲化镉薄膜光伏装置的在图 1、3、与 5 中所示的视图垂直的横截面视图的一般示意。

[0017] 在本说明书以及附图中参考符号的重复使用被规定为代表相同的或者相似的特征或者元件。

具体实施方式

[0018] 现将详细地参照本发明的实施例，其一个或者多个示例在附图中所图示。每个示例通过本发明的解说的方式而被提供，不是对本发明的限制。事实上，对本领域内技术人员而言，很明显，在本发明中可以进行各个修改以及变更而未脱离其范围或者精神。例如，作为一个实施例的部分所图示或者所描述的特征可被用于另一实施例以得到又另外的实施例。因此，目的在于本发明包含这样的修改以及变更，它们落入附上的权利要求以及其等同的范围内。

[0019] 在本公开中，当层被描述为“在另一层或者衬底上”或者“在另一层或者衬底之上”时，应理解，这些层可以直接彼此接触或者在这些层之间具有另一层或者特征。因而，这些术语简单地说明这些层相对彼此的相对位置并且不一定意味“在... 上面”，因为相对位置在上面或在下面取决于装置对观察者的取向。另外，尽管本发明不限于任何特定的膜厚度，描述光伏装置的任何膜层的术语“薄”一般涉及具有厚度少于约 10 微米（“micron”或者“ μm ”）的膜层。

[0020] 应理解，本文提到的范围与限制包括位于规定限制内的所有范围（如，子范围）。例如，从约 100 至约 200 的范围还包括从 110 至 150、170 至 190、153 至 162、以及 145.3 至 149.6 的范围。更进一步地，达到约 7 的限制还包括达到约 5、达到 3、以及达到约 4.5 的限制，以及在限制内的范围，例如从约 1 至约 5，以及从约 3.2 至约 6.5。

[0021] 基于碲化镉的薄膜光伏装置一般提供为具有与透明导电氧化物层直接接触的多个金属网格线。每个金属网格线一般取向在与装置中分离个体电池的划刻线的方向交叉的方向上。因而，多个金属网格线可以减少在电流的方向（如，从一个电池到由划刻线分离的邻近电池）上的透明导电氧化物层的电阻以增加装置的效率。减少 TCO 层的电阻（尤其是

在电流流动的方向上)还可以允许在装置中形成的较大的电池,从而有效地增加装置的有效区域以导致较大的效率。

[0022] 图 1-6 每个示出基于碲化镉的薄膜光伏装置 10,其包括金属网格线 15,其取向在与装置中分离个体电池的划刻线的方向交叉的方上并且直接与 TCO 层 14 接触。尽管所示如一般垂直于划刻线 21、23、以及 26,金属网格线 15 可以以任何角度来取向,只要每个金属网格线 15 可以越过个体电池以增强 TCO 层 14 的导电性即可。

[0023] 为了直接接触透明导电氧化层 14,金属网格线 15 可以邻近透明导电氧化物层 14(如,直接在其上或者直接在其下)被安置。例如,图 1 与 2 示出在透明导电氧化物层 14 与高阻透明缓冲层(resistivetransparent buffer layer)16 之间被安置的金属网格线 15。在另一方面,图 3 与 4 示出在透明导电氧化物层 14 与玻璃衬底 12 之间被安置的金属网格线 15。备选地,金属网格线 15 可以在透明导电氧化物层 14 的厚度内被安置(如图 5 与 6 中所示)。

[0024] 金属网格线一般可以从导电金属或者金属合金来构造。例如,金属网格线可以包括锡、镉、镍、铬、金、银、铂、铜、铝、钯、或者其组合或者其合金。当然,任何合适的导电金属材料可以被利用以形成金属网格线。因而,金属网格线可以适用于增加 TCO 层的电传导性并且减少 TCO 层的电阻,而不增加 TCO 层的厚度。

[0025] 图 7 示出示例性的基于碲化镉的薄膜光伏装置的一个特定实施例的顶视图,其中金属网格线 15 基本上垂直于划刻线 26。

[0026] 不管金属网格线关于 TCO 层 14 的特定位置如何,金属网格线 15 与划刻 21、23、26 的尺寸以及间距可以被配置成使光伏装置的效率最大化。因为金属网格线 15 邻近 TCO 层 14 被安置并且形成窗口层的一部分,金属网格线 15 将阻挡光能量的某些部分到达下面的碲化镉层 20。因而,金属网格线 15 的间距以及尺寸(如,宽度)可以被最小化以减少这样的光阻挡的效果。例如,在某些实施例中,金属网格线 15 的宽度可以是约 $10\ \mu\text{m}$ 至约 $250\ \mu\text{m}$,例如约 $50\ \mu\text{m}$ 至约 $150\ \mu\text{m}$ 。在一个特定的实施例中,金属网格线 15 的宽度可以是约 $75\ \mu\text{m}$ 至约 $125\ \mu\text{m}$,例如约 $100\ \mu\text{m}$ 。

[0027] 金属网格线 15 的厚度可以是相对小以减少对随后层的影响。例如,金属网格线 15 的厚度可以是约 $0.01\ \mu\text{m}$ 至约 $1\ \mu\text{m}$,例如约 $0.05\ \mu\text{m}$ 至约 $0.5\ \mu\text{m}$ 。因而,随后沉积的层在 TCO 层 14 与金属网格线 15 上可以在厚度上保持基本均匀。不过,图 1 与 3 每个示出金属网格线 15 的厚度引起随后沉积的层(如,RTB 层 16、硫化镉层 18、以及碲化镉层 20)具有轻微不平的表面。然而,因为金属网格线 15 的厚度与网格线的间距相比相对小,不平表面的影响在随后层被沉积之后可以被最小化,从而极大地减少任何可能被引起的不利影响。

[0028] 图 8 示出示例性的基于碲化镉的薄膜光伏装置 10 的横截面。装置 10 被示出包括玻璃衬底 12、TCO 层 14、高阻透明缓冲层 16、硫化镉层 18、碲化镉层 20、石墨层 22、以及金属接触层 24。

[0029] 光伏装置 10 一般包括多个被划刻线所分离的电池,划刻线一般经由激光划刻过程形成。例如,激光划刻过程可以使得将第一隔离划刻限定为通过光敏层(如,硫化镉层 18 与碲化镉层 20)以及下面的层(如,通过 TCO 层 14)向下至玻璃衬底 12。为了确保 TCO 层 14 在电池之间被电隔离,第一隔离划刻线 21 然后在背接触层的施加之前用介电材料来填充。例如,第一隔离划刻 21 可以使用光阻剂显影过程来填充,其中液体负性光阻剂(NPR)

材料通过喷涂、辊涂、丝网印刷术、或者任何其他合适的施加过程被涂覆在碲化镉层 20 上。衬底 12 然后曝露于来自下面的光,使得在第一隔离划刻 21 中的 NPR 材料(以及在碲化镉材料 20 中的任何针孔)暴露给光,从而促使暴露的 NPR 聚合物以交联并且“硬化”。衬底 12 然后在过程中“显影”,其中化学显影剂被施加在碲化镉层 20 以溶解任何未硬化的 NPR 材料。换句话说,未暴露给光的不透明材料通过显影剂从碲化镉层 20 被洗掉,从而留下以 NPR 材料填充的第一隔离划刻 21。

[0030] 串联连接用划刻 23 可以采用激光切穿石墨层 22 至 TCO 层 14 并且用金属接触层 24 的导电金属材料填充以将邻近的电池彼此串联电连接。当然,任何导电材料可以被包括在串联连接用划刻 23 中。特别地,串联连接用划刻 23 可以允许金属接触层 24 接触 TCO 层 14,从而提供在背接触(如,石墨层 22 与金属接触层 24)与前接触材料(如,TCO 层 14 与金属网格线 15)之间的直接电连接。

[0031] 最后,第二隔离划刻 26 可以采用激光切穿背接触(如,石墨层 22 与金属接触层 24)与光敏层(如,硫化镉层 18 与碲化镉层 20)以将背接触隔离至个体电池中。

[0032] 如所述的,金属网格线 15 可以在任何碲化镉薄膜光伏装置 10 中使用。图 1-6 与 8 的示例性的装置 10 包括用作衬底的玻璃 12 的顶表面。在该实施例中,玻璃 12 可以被称为“上板(superstrate)”,因为它是随后的层在其上形成的衬底,但是当碲化镉薄膜光伏装置 10 在使用中时它面朝向辐射源(如,太阳)。玻璃 12 的顶板可以是高透光玻璃(如,高透光硼硅酸盐玻璃)、低铁浮法玻璃(low-iron float glass)、或者其他高透明玻璃材料。该玻璃一般足够厚以提供对随后的膜层(如,从约 0.5mm 到约 10mm 厚)的支撑,并且基本是平的以提供良好的表面以用于形成随后的膜层。在一个实施例中,玻璃 12 可以是低铁浮法玻璃,其包含按重量少于约 0.15% 的铁(Fe),并且可在有兴趣的光谱(如,波长从约 300nm 至约 900nm)中具有约 0.9 或以上的透光率。

[0033] 透明导电氧化物(TCO)层 14 在示例性的装置 10 的玻璃 12 上被示出。TCO 层 14 允许光以极小吸收度穿过,同时还允许由装置 10 产生的电流从侧旁行至不透明的金属导体(未示出)。例如,TCO 层 14 可以具有少于 30 欧姆每平方的表面电阻,例如从约 4 欧姆每平方至约 20 欧姆每平方(如,从约 8 欧姆每平方至约 15 欧姆每平方)。TCO 层 14 一般包括至少一个导电氧化物,例如氧化锡、氧化锌、或者铟锡氧化物、或者其混合物。另外,TCO 层 14 可以包括其他导电、透明的材料。TCO 层 14 还可以包括锡酸锌和 / 或锡酸镉。

[0034] TCO 层 14 可以通过溅射、化学气相沉积、喷涂热解(spraypyrolysis)、或者任何其他合适沉积方法来形成。在一个特定实施例中,TCO 层 14 可以通过溅射(DC 溅射或者 RF 溅射)在玻璃 12 上形成。例如,锡酸镉层可以通过将包含 SnO_2 与 CdO 的化学计量的量的热压靶以约 1 比约 2 的比率溅射在玻璃 12 上来形成。锡酸镉可以备选地通过由喷涂热解使用醋酸镉以及氯化锡(II)前驱物来制备。

[0035] 在某些实施例中,TCO 层 14 可以具有在约 $0.1 \mu\text{m}$ 与约 $1 \mu\text{m}$ 之间、例如从约 $0.1 \mu\text{m}$ 至约 $0.5 \mu\text{m}$ 、例如从约 $0.25 \mu\text{m}$ 至约 $0.35 \mu\text{m}$ 的厚度。具有在上板表面上形成的 TCO 层 14 的合适的平玻璃衬底可以从各个玻璃制造商以及供应商处商业采购。例如,包括 TCO 层 14 的特别合适的玻璃 12 包括从 Pilkington North America Inc. (Toledo, Ohio) 以名称 TEC 15 TCO 的商业可获得的玻璃,其包括具有 15 欧姆每平方的表面电阻的 TCO 层。金属网格线 15 可以被添加在这样的商业产品的 TCO 层 14 上(如图 1 与 2 中所示)。

[0036] 高阻透明缓冲层 16 (RTB 层) 在示例性的碲化镉薄膜光伏装置 10 上的 TCO 层 14 上被示出。RTB 层 16 一般比 TCO 层 14 阻性更大并且可以帮助保护装置 10 免于在装置 10 的处理期间 TCO 层 14 与随后的层之间的化学相互作用。例如,在某些实施例中,RTB 层 16 可以具有比约 1000 欧姆每平方更大的表面电阻,例如从约 10 千欧姆每平方至约 1000 兆欧姆每平方。RTB 层 16 还可以具有宽的光带隙(如,比约 2.5eV 大,例如从约 2.7eV 至约 3.0eV)。

[0037] 不希望被特定的理论所限制,应相信,在 TCO 层 14 与硫化镉层 18 之间 RTB 层 16 的存在可以通过减少在 TCO 层 14 与碲化镉层 22 之间产生分流的界面缺陷(如,在硫化镉层 18 中的针孔)的可能性而允许相对薄的硫化镉层 18 被包括在装置 10 中。因而,应相信,RTB 层 16 允许在 TCO 层 14 与碲化镉层 22 之间改进的粘附和/或相互作用,因而允许在其上形成相对薄的硫化镉层 18 而无相当大的不利影响,该影响否则将由在 TCO 层 14 上直接形成的这样的相对薄的硫化镉层 18 产生。

[0038] RTB 层 16 可以包括,例如,氧化锌 (ZnO) 与氧化锡 (SnO₂) 的组合,其可以被称为锌锡氧化物层 (“ZTO”)。在一个特定的实施例中,RTB 层 16 可以包括比氧化锌更多的氧化锡。例如,RTB 层 16 可以具有以在约 0.25 至约 3 之间的 ZnO/SnO₂ 的化学计量比率的成分,例如以氧化锡与氧化锌的大约一比二 (1 : 2) 的化学计量比率。RTB 层 16 可以通过溅射、化学气相沉积、喷涂热解、或者任何其他合适的沉积方法来形成。在一个特定的实施例中,RTB 层 16 可以在 TCO 层 14 上通过溅射 (DC 溅射或者 RF 溅射) 来形成。例如,RTB 层 16 可以使用 DC 溅射方法被沉积,该方法通过将 DC 电流施加至金属源材料(如,元素锌、元素锡、或者其混合物)并且在氧化(如, O₂ 气)气氛的存在中将金属源材料溅射在 TCO 层 14 上。当氧化气氛包括氧气(如, O₂) 时,该气氛可以大于约 95% 的纯氧,例如大于约 99%。

[0039] 在某些实施例中,RTB 层 16 可以具有在约 0.075 μm 与约 1 μm 之间、例如从约 0.1 μm 至约 0.5 μm 的厚度。在特定的实施例中,RTB 层 16 可以具有在约 0.08 μm 与约 0.2 μm 之间、例如从约 0.1 μm 至约 0.15 μm 的厚度。

[0040] 硫化镉层 18 在示例性的装置 10 的高阻透明缓冲层 16 上被示出。硫化镉层 18 是 n- 型层,其一般包括硫化镉 (CdS), 且还可包括其他材料,例如硫化锌、硫化锌镉、等等、及其混合物以及掺杂物与其他杂质。在一个特定实施例中,硫化镉层可包括以原子百分比计达到约 25%、例如以原子百分比计从约 5% 至约 20% 的氧。为了允许最大的辐射能量(如,太阳能辐射)穿过,硫化镉层 18 可以具有宽的带隙,如,从约 2.25eV 至约 2.5eV、例如约 2.4eV。如此,硫化镉层 18 被认为是在装置 10 上的透明层。

[0041] 硫化镉层 18 可以通过溅射、化学气相沉积、化学浴沉积、或者其他合适的沉积方法来形成。在一个特定的实施例中,硫化镉层 18 可以通过溅射(直流电 (DC) 溅射或者射频 (RF) 溅射) 来在高阻透明层 16 上形成。溅射沉积一般涉及从靶(其是材料源)喷射材料,并且将喷射的材料沉积在衬底上以形成膜。DC 溅射一般涉及在溅射室内将电压施加于在衬底(如,阳极)附近安置的金属靶(如,阴极)以形成直流电放电。溅射室可以具有活性气氛(如,氧气氛、氮气氛、氟气氛),其形成在金属靶与衬底之间的等离子场。活性气氛的压力可以在约 1mTorr 与约 20mTorr 之间以用于磁控溅射 (magnetron sputtering)。当金属原子基于电压的施加从靶释放时,金属原子可以与等离子起反应并且沉积在衬底的表面上。例如,当气氛包含氧时,从金属靶释放的金属原子可以在衬底上形成金属氧化物层。反

过来, RF 溅射一般涉及通过在靶(如,陶瓷源材料)与衬底之间施加交流电(AC)或者射频(RF)信号来激发电容性放电。溅射室可以具有惰性气氛(如,氩气氛),其具有在约 1mTorr 与约 20mTorr 之间的压力。

[0042] 由于高阻透明层 16 的存在,硫化镉层 18 可以具有少于约 0.1 μm 、例如在 10nm 与约 100nm 之间、例如从约 50nm 至约 80nm 的厚度,且在高阻透明层 16 与硫化镉层 18 之间针孔的极小存在。另外,具有少于约 0.1 μm 厚度的硫化镉层 18 减少任何辐射能量被硫化镉层 18 的吸收,从而有效地增加到达下面的碲化镉层 22 的辐射能量。

[0043] 碲化镉层 20 在图 1 的示例性的碲化镉薄膜光伏装置 10 中的硫化镉层 18 上被示出。碲化镉层 20 是 p- 型层,其一般包括碲化镉(CdTe),且还可包括其他材料。如装置 10 的 p 型层,碲化镉层 20 是光伏层,其与硫化镉层 18(如, n- 型层)相互作用以通过由于其高吸收系数吸收穿入装置 10 的辐射能量的大部分以及产生电子-空穴对来产生来自辐射能量的吸收的电流。例如,碲化镉层 20 一般可以从碲化镉形成并且可以具有定制的带隙以吸收辐射能量(如,从约 1.4eV 至约 1.5eV,例如约 1.45eV)以基于辐射能量的吸收用最高的电动势(电压)产生最大数量的电子-空穴对。电子可从 p- 型侧(如,碲化镉层 20)跨过结行进至 n- 型侧(如,硫化镉层 18)并且,反过来,空穴可从 n- 型侧穿至 p- 型侧。因而,在硫化镉层 18 与碲化镉层 20 之间形成的 p-n 结形成二极管,其中电荷不平衡导致跨 p-n 结的电场的产生。传统的电流被允许在仅一个方向上流动并且使光生电子-空穴对分离。

[0044] 碲化镉层 20 可以通过任何已知的过程(例如气相输送沉积(vapor transport deposition)、化学气相沉积(CVD)、喷涂热解、电沉积、溅射、近空间升华(CSS)、等等)来形成。在一个特定的实施例中,硫化镉层 18 通过溅射来沉积以及碲化镉层 20 通过近空间升华来沉积。在特定的实施例中,碲化镉层 20 可以具有在约 0.1 μm 与约 10 μm 、例如从约 1 μm 与约 5 μm 之间的厚度。在一个特定的实施例中,碲化镉层 20 可以具有在约 2 μm 与约 4 μm 之间、例如约 3 μm 的厚度。

[0045] 一系列形成后的处理可以被应用于碲化镉层 20 的暴露表面。这些处理可以定制碲化镉层 20 的功能性并且使其表面为与背接触层 22 以及 24 的随后的粘附做准备。例如,碲化镉层 20 可以在充分时间(如,从约 1 至约 10 分钟)内在高温(如,从约 350 $^{\circ}\text{C}$ 至约 500 $^{\circ}\text{C}$,例如从约 375 $^{\circ}\text{C}$ 至约 424 $^{\circ}\text{C}$)下退火以产生碲化镉的高质量 p- 型层。不希望被理论所限制,应相信,将碲化镉层 20(以及装置 10)退火将通常的 n- 型碲化镉层 20 转换成具有相对低电阻率的 p- 型碲化镉层 20。另外,碲化镉层 20 可以在退火期间再结晶并且经历晶体生长。

[0046] 为了用氯离子掺入碲化镉层 20,将碲化镉层 20 退火可以在氯化镉的存在中实施。例如,碲化镉层 20 可以用包含氯化镉的水溶液冲洗然后在高温下退火。

[0047] 在一个特定的实施例中,在氯化镉的存在中将碲化镉层 20 退火之后,表面可以被冲洗以去除任何在表面上形成的镉氧化物。该表面制备可以通过从表面去除氧化物(例如 CdO、CdTeO₃、CdTe₂O₅,等等)而在碲化镉层 20 上留下富 Te 的表面。例如,该表面可以用合适的溶剂(如,乙二胺,也已知为 1,2-氨基乙烷或者“DAE”)冲洗以从表面去除任何镉氧化物。

[0048] 另外,铜可以被添加至碲化镉层 20。连同合适的蚀刻,对碲化镉层 20 的铜的添加可以在碲化镉层 20 上形成铜-碲的表面以获得在碲化镉层 20(如, p- 型层)与背接触层

之间的低电阻的电接触。特别地,铜的添加可以在碲化镉层 20 与背接触层 22 之间产生碲化亚铜 (Cu_2Te) 的表面层。因而,碲化镉层 20 的富 Te 的表面通过在碲化镉层 20 与背接触层 22 之间较低的电阻率可以增强由装置所产生的电流的收集。

[0049] 铜可以通过任何过程被施加于碲化镉层 20 的暴露表面。例如,铜可以被喷涂在碲化镉层 20 的表面上或者在具有合适溶剂(甲醇、水、或者类似物、或者其组合)的溶液中进行碲化镉层 20 的表面上冲洗,接下来是退火。在特定的实施例中,铜可在以氯化铜、碘化铜、或者醋酸铜形式的溶液中被供应。退火温度足以允许铜离子扩散进入碲化镉层 20,例如在从约 125°C 至约 300°C (如,从约 150°C 至约 200°C) 长达从约 5 分钟至约 30 分钟(例如从约 10 至约 25 分钟)。

[0050] 背接触从在碲化镉层 20 上示出的石墨层 22 与金属接触层 22 来形成并且一般适用作背电接触,关于对面,TCO 层 14 适用作前电接触。背接触在碲化镉层 20 上形成,并且在在一个实施例中与碲化镉层 20 直接接触。

[0051] 石墨层 22 可以包括聚合物共混物或者碳糊并且可以通过任何合适的用于将共混物或者糊散布的方法(例如丝网印刷术、喷涂或者通过“医生”刀片)被施加于半导体装置。在石墨共混物或者碳糊的施加之后,装置 10 可以被加热以将共混物或者糊转换成导电石墨层 22。石墨层 22 可以(在特定实施例中)在厚度上为从约 $0.1\ \mu\text{m}$ 至约 $10\ \mu\text{m}$,例如从约 $1\ \mu\text{m}$ 至约 $5\ \mu\text{m}$ 。

[0052] 金属接触层 24 适宜地从一个或者多个高导电材料(例如元素镍、铬、铜、锡、铝、金、银、钨或者其合金或者其混合物)来制得。金属接触层 24 如果由一个或者多个金属构成或者包含一个或者多个金属,则通过例如溅射或者金属蒸发的技术被适宜地施加。金属接触层 24 在厚度上可以从约 $0.1\ \mu\text{m}$ 至约 $1.5\ \mu\text{m}$ 。

[0053] 其他部件(未示出)可以被包括在示例性的装置 10 中,例如汇流条(buss bar)、外部配线、激光蚀刻、等等。例如,当装置 10 形成光伏模块的光伏电池时,多个光伏电池为了实现所希望的电压可以例如通过电配线连接被串联连接。串联连接的电池的每一端可以与合适的导体(例如电线或者汇流条)附连以引导光伏产生的电流至便利的位置以用于使用产生的电与装置或者其他系统的连接。用于实现这样串联连接的便利的手段是激光划刻该装置以将装置划分成一系列通过互连连接的电池。在一个特定的实施例中,例如,激光可以被用于划刻半导体装置的沉积层以将装置划分成多个串联连接的电池(如以上根据图 8 所述)。

[0054] 该书面描述使用示例公开本发明(其中包括最佳模式),并且还能使本领域的任何技术人员实践本发明,包括制作和使用任何设备或者系统,以及实施任何包含的方法。本发明的专利范围由权利要求所限定,且可包括本领域技术人员想到的其他示例。这些其他的示例如果包含与该权利要求书的字面语言无不同的结构单元,或者它们包含了与权利要求的字面语言无实质区别的等同结构单元则被规定为在该权利要求书的范围内。

[0055] 部件列表

[0056]

10	光伏装置	12	玻璃衬底
----	------	----	------

[0057]

14	透明导电氧化物层	15	金属网格线
16	高阻透明缓冲层	18	硫化镉层
20	碲化镉层	21	第一隔离划刻线
22	石墨层	23	串联连接用划刻 23
24	金属接触层	26	第二隔离划刻

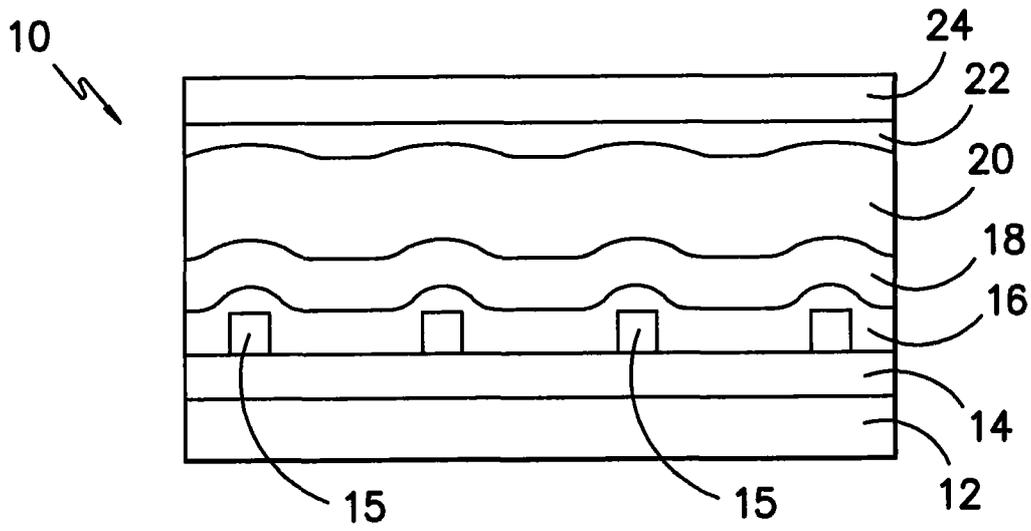


图 1

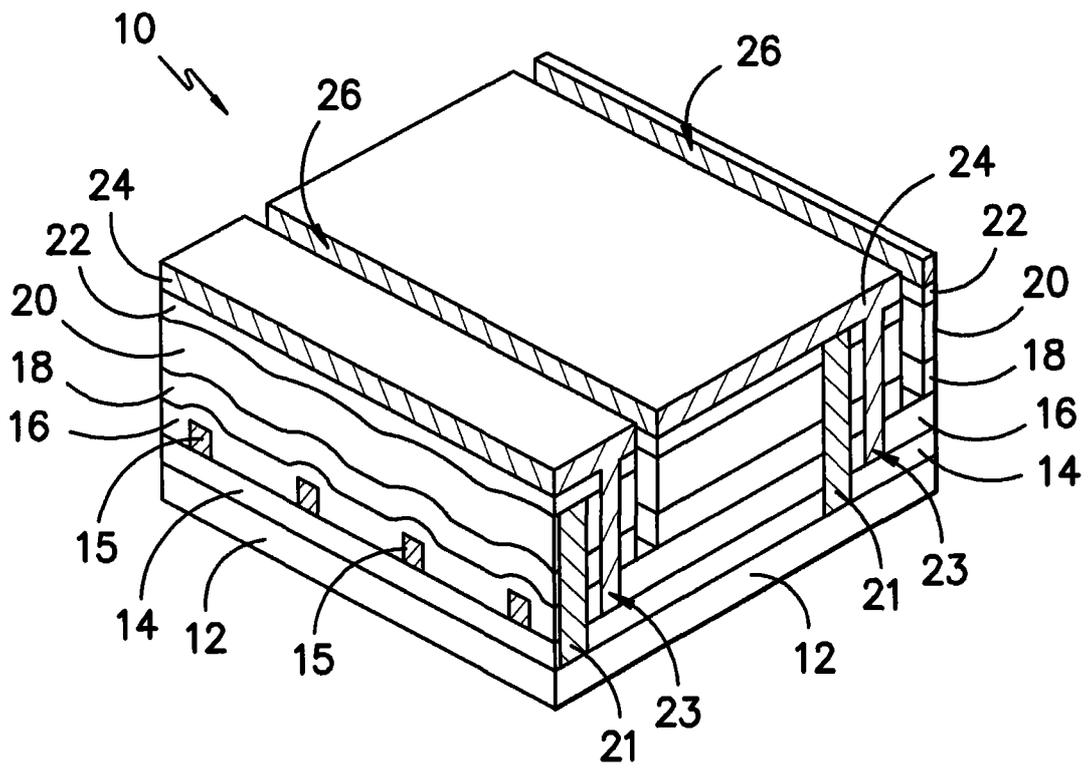


图 2

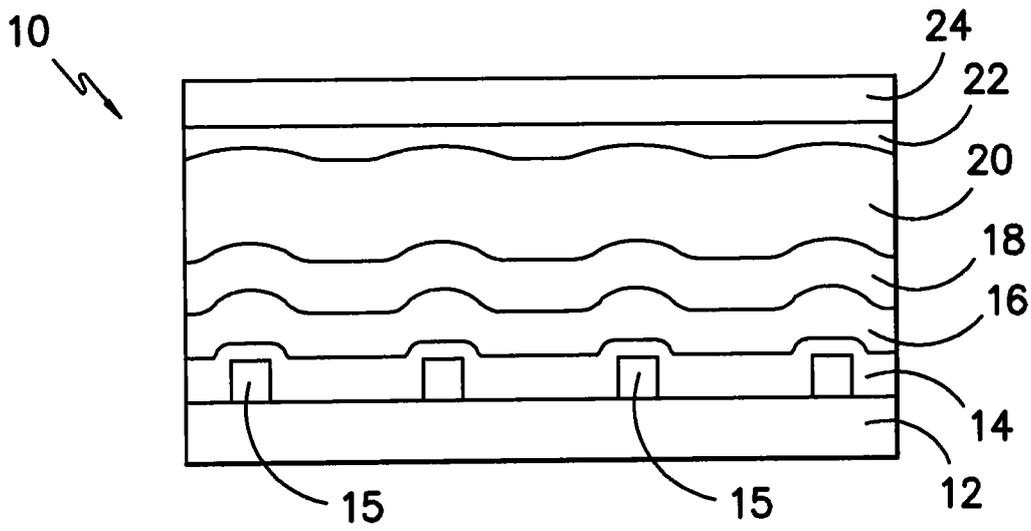


图 3

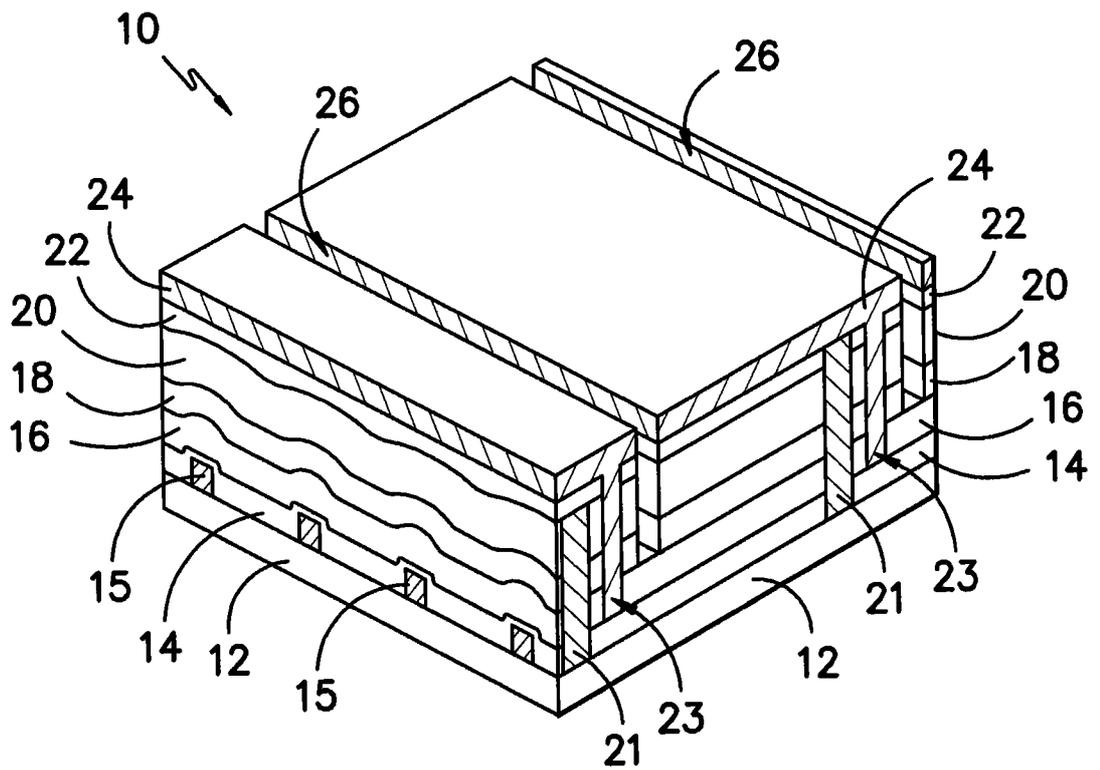


图 4

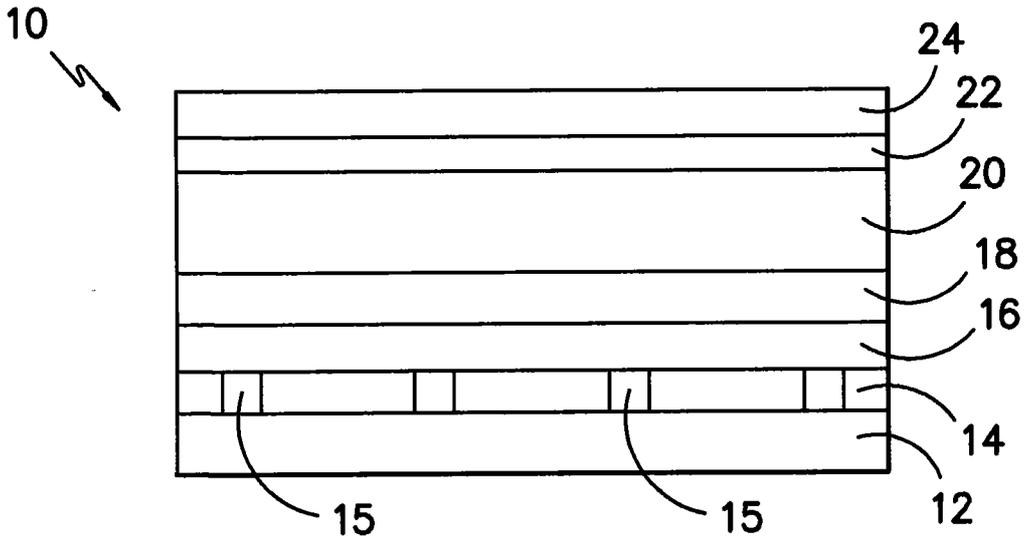


图 5

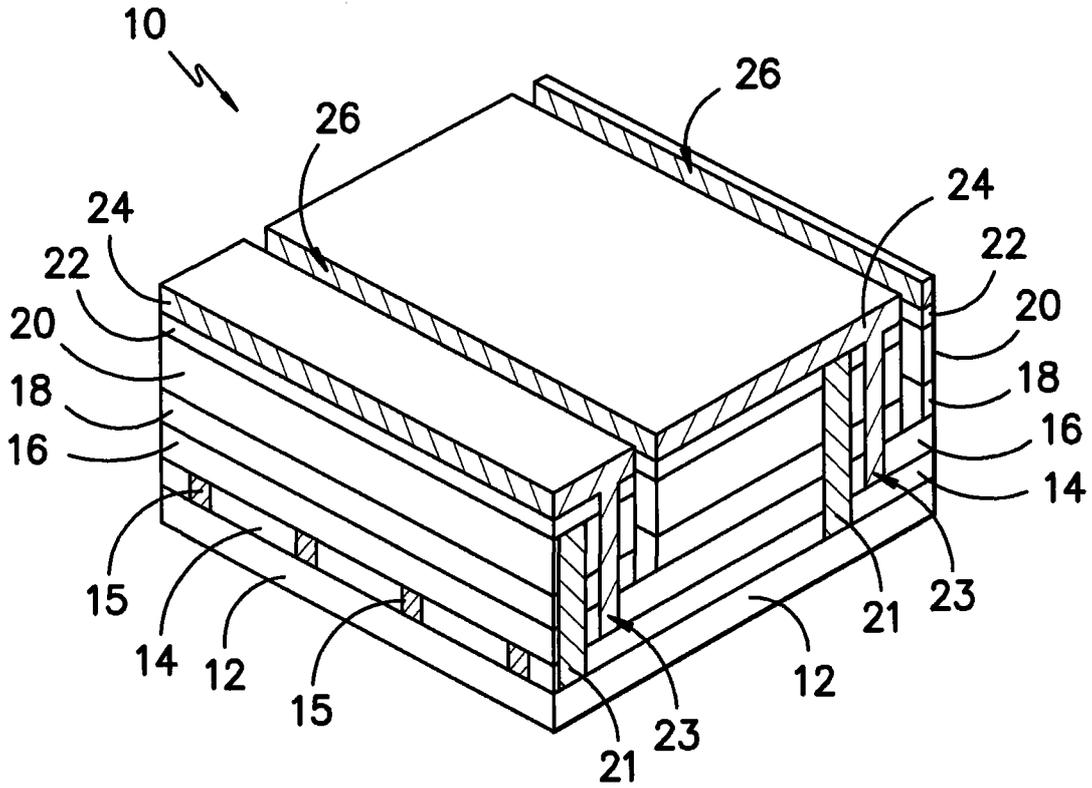


图 6

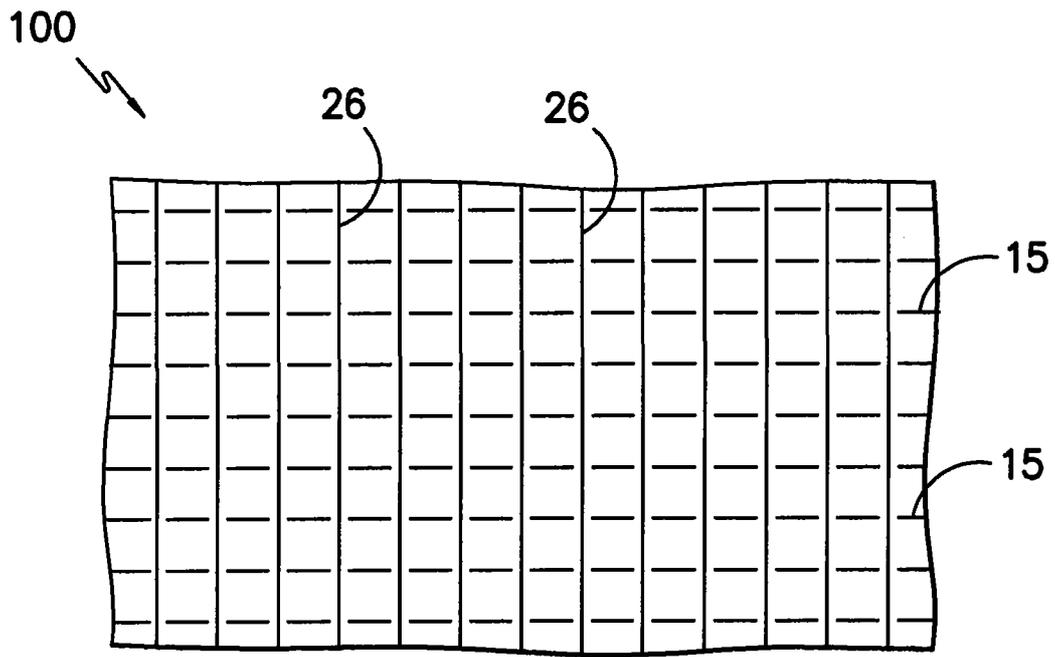


图 7

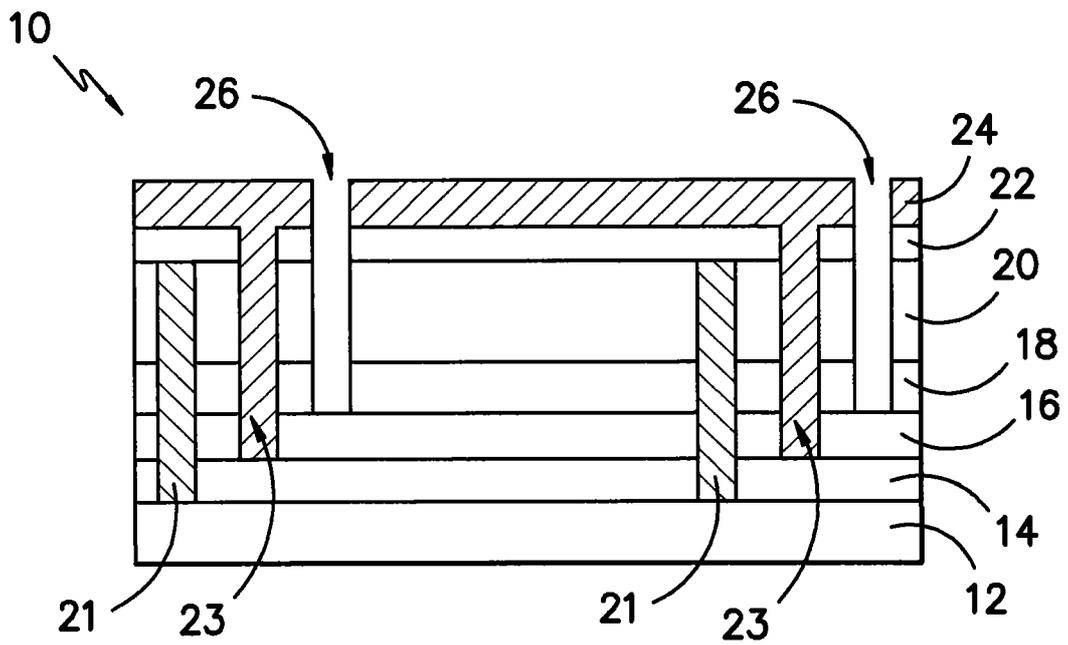


图 8