



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102867860 A

(43) 申请公布日 2013. 01. 09

(21) 申请号 201210337801. 8

(22) 申请日 2012. 09. 12

(71) 申请人 厦门神科太阳能有限公司

地址 361000 福建省厦门市火炬高新区创业
园伟业楼南楼 S102A 室

(72) 发明人 李艺明 田宏波

(74) 专利代理机构 厦门市首创君合专利事务所
有限公司 35204

代理人 张松亭

(51) Int. Cl.

H01L 31/0352(2006. 01)

H01L 31/18(2006. 01)

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种用于 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用于 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层及其制备方法,包括提供钠钙玻璃基板,还包括形成覆盖钠钙玻璃基板表面区域的一过渡层,形成覆盖过渡层的钼层,形成覆盖钼层的具有黄铜矿结构的光吸收层,形成覆盖光吸收层的缓冲层,形成覆盖缓冲层的窗口层。本发明在玻璃基板表面沉积一过渡层可有效解决钼电极层与玻璃基板之间的粘接问题,同时又可防止钠物质不受控的扩散进入光吸收层。

1. 一种 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层,其特征在于:所述的过渡层设于钠钙玻璃基板表面和钼层之间,过渡层由硅、锆和钛中的至少一种元素与钼组成的至少两种元素的氧化物、氮化物或氮氧化物组成。

2. 根据权利要求 1 所述的一种 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层,其特征在于:过渡层由一层或多层组成,其中多层的层数为 2-10 层。

3. 根据权利要求 1 所述的一种 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层,其特征在于:过渡层的厚度为 3-150nm。

4. 根据权利要求 1 所述的一种 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层,其特征在于:过渡层的厚度为 5-30nm。

5. 根据权利要求 1 所述的一种 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层,其特征在于:在过渡层中,靠近钠钙玻璃基板一侧含有 10%~100%的硅、锆和钛中的两种或两种以上元素的氧化物、氮化物或氮氧化物。

6. 根据权利要求 1 所述的一种 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层,其特征在于:在过渡层中,远离钠钙玻璃基板一侧含有 20%~100%的钼的氧化物、氮化物或氮氧化物。

7. 根据权利要求 1 所述的一种 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层,其特征在于:在过渡层中,靠近钠钙玻璃基板一侧含有 80%~100%的硅、锆和钛中的两种或两种以上元素的氧化物、氮化物或氮氧化物。

8. 根据权利要求 1 所述的一种 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层,其特征在于:在过渡层中,远离钠钙玻璃基板一侧含有 80%~100%的钼的氧化物、氮化物或氮氧化物。

9. 根据权利要求 1 所述的一种 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层,其特征在于:过渡层采用溅射沉积、真空蒸镀沉积或溶胶-凝胶法涂覆沉积。

10. 一种 CIGS 基薄膜光伏电池的制备方法,其特征在于:包括提供钠钙玻璃基板,还包括形成覆盖钠钙玻璃基板表面区域的具有权利要求 1-9 任一项所述的过渡层,形成覆盖过渡层的钼层,形成覆盖钼层的具有黄铜矿结构的光吸收层,形成覆盖光吸收层的缓冲层,形成覆盖缓冲层的窗口层;其中,所述的过渡层直接沉积在钠钙玻璃基板表面。

一种用于 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及薄膜太阳能电池技术领域,特别是一种具有黄铜矿结构的铜铟镓硒(硫)薄膜电池的过渡层及其制备方法。

背景技术

[0002] 随着全球气候变暖、生态环境恶化和常规能源的短缺,越来越多的国家开始大力发展太阳能利用技术。太阳能光伏发电是零排放的清洁能源,具有安全可靠、无噪音、无污染、资源取之不尽、建设周期短、使用寿命长等优势,因而备受关注。铜铟镓硒(CIGS)是一种直接带隙的P型半导体材料,其吸收系数高达 $10^5/\text{cm}$,2 μm 厚的铜铟镓硒薄膜就可吸收90%以上的太阳光。CIGS薄膜的带隙从1.04eV到1.67eV范围内连续可调,可实现与太阳光谱的最佳匹配。铜铟镓硒薄膜太阳电池作为新一代的薄膜电池具有成本低、性能稳定、抗辐射能力强、弱光也能发电等优点,其转换效率在薄膜太阳能电池中是最高的,可接近20%的转化率,因此日本、德国、美国等国家都投入巨资进行研究和产业化。

[0003] 太阳能在环境上是清洁的并且从某种角度上已经成功,但是,在使其进入普通百姓的家庭之前,仍有许多问题有待解决。例如,单晶硅太阳能电池能够将光能转化为电能,然而,单晶硅材料是比较昂贵的。在使用薄膜技术制造太阳能电池时,也存在一些问题,如薄膜的可靠性较差,并且在传统的环境应用中不能长时间使用,薄膜难以彼此有效的结合在一起等。

[0004] 铜铟镓硒薄膜太阳能电池基本采用如下结构,先在一基板上沉积钼电极层,接着在其上沉积铜铟镓硒光吸收层,接着沉积硫化镉缓冲层,接着沉积透明导电氧化物窗口层,接着是沉积金属栅状电极和减反射层。传统的结构会存在如下问题:1)若基板为钠钙玻璃时,在CIGS制备过程中,由于温度较高,基板中的钠物质会不受控的扩散通过钼电极层进入光吸收层中,这会影响光吸收层的结晶状态,从而影响电池的转化效率;2)存在钼电极层与基板之间的粘接不牢固的问题,容易使膜层剥落。

[0005] 为了解决钠不受控的扩散进入光吸收层,可在玻璃基板表面沉积一层阻挡层,一般该阻挡层选用氧化硅、氮化硅等,虽然该阻挡层可一定程度上阻挡钠的扩散,但其要起到良好的阻挡效果则需要较厚的阻挡层,而且该阻挡层不能解决钼电极层与玻璃基板之间的粘接不牢问题。中国专利CN200880109995.8公开了一种防止钠不受控的扩散进入光吸收层的方法,即在钠钙玻璃基板上先沉积一层氮化硅膜层来阻挡钠的扩散,该方法需要沉积至少50nm以上厚度的氮化硅膜层才对钠的扩散有一定的阻挡作用。而沉积较厚的氮化硅膜层时,氮化硅膜层会产生较大的应力,使其与基板和膜层之间的粘接性能恶化。该公开专利中未解决钼电极层与基板之间的粘接牢固性的问题。

发明内容

[0006] 本发明的主要目的在于解决现有技术中存在的问题:在CIGS制备过程中,由于温度较高,玻璃基板中的钠物质会不受控的扩散进入光吸收层,造成光吸收层的结晶状态不

佳,从而导致电池的转化效率变低。

[0007] 本发明的另一目的在于解决现有技术中存在的问题:金属钼电极层与玻璃基板之间的结合不够牢固的问题。

[0008] 本发明为解决现有技术中存在的问题采用如下技术方案:所述的过渡层设于钠钙玻璃基板表面和钼层之间,过渡层由硅、锆和钛中的至少一种元素与钼组成的至少两种元素的氧化物、氮化物或氮氧化物组成。

[0009] 所述的过渡层 3a 由一层或多层组成,其中多层的层数为 2-10 层,每层的厚度可以为 1-50nm。

[0010] 所述的过渡层 3a 厚度为 3-150nm,优选厚度为 3-60nm,更优选厚度为 5-30nm,最优选厚度为 6-20nm。

[0011] 所述的过渡层 3a 中靠近钠钙玻璃基板一侧的 p1 含有 10%~100% 的硅、锆和钛中的两种或两种以上元素的氧化物、氮化物或氮氧化物,优选含有 50%~100% 的硅、锆和钛中的两种或两种以上元素的氧化物、氮化物或氮氧化物,更优选含有 70%~100% 的硅、锆和钛中的两种或两种以上元素的氧化物、氮化物或氮氧化物,最优选含有 80%~100% 的硅、锆和钛中的两种或两种以上元素的氧化物、氮化物或氮氧化物。

[0012] 所述的过渡层 3a 中远离钠钙玻璃基板一侧的 p2 含有 20%~100% 的钼的氧化物、氮化物或氮氧化物,优选含有 50%~100% 的钼的氧化物、氮化物或氮氧化物,更有选含有 70%~100% 的钼的氧化物、氮化物或氮氧化物,最优选含有 80%~100% 的钼的氧化物、氮化物或氮氧化物。

[0013] 所述的过渡层 3a 可采用溅射沉积、真空蒸镀沉积、溶胶-凝胶法涂覆沉积,优选采用磁控溅射沉积,沉积过渡层 3a 时需通入氩气和氧气,也可通入氮气。

[0014] 一种 CIGS 基薄膜光伏电池的制备方法,其包括提供钠钙玻璃基板,还包括形成覆盖钠钙玻璃基板表面区域的前述的过渡层,形成覆盖过渡层的钼层,形成覆盖钼层的具有黄铜矿结构的光吸收层,形成覆盖光吸收层的缓冲层,形成覆盖缓冲层的窗口层;其中,所述的过渡层直接沉积在钠钙玻璃基板表面。

[0015] 其中,光吸收层可以选用具有黄铜矿结构的铜铟镓硒(硫)膜层或铜铟硒(硫)膜层,缓冲层可以选用硫化镉、氧化锌、硫化锌、硫化铟或锌镁氧化物中的一种,窗口层可以选用 ITO (Sn 掺杂 In_2O_3)、AZO (Al 掺杂 ZnO)、GZO (Ga 掺杂 ZnO)、IZO (In 掺杂 ZnO)、FTO (F 掺杂 SnO_2)、ATO (Sb 掺杂 SnO_2) 透明导电膜中的至少一种。

[0016] 本发明提供了一种用于 CIGS 基薄膜光伏电池的过渡层及其制备方法,即在钠钙玻璃基板表面沉积一层较薄的过渡层 3a,就能使钠钙玻璃基板与钼电极实现牢固结合,且能够有效防止钠钙玻璃基板中的钠物质不受控的扩散进入光吸收层。

[0017] 与现有技术相比本发明具有以下优点:

[0018] 1、钠钙玻璃基板与钼金属电极层之间沉积过渡层 3a,在光吸收层进行硒化或硫化热处理过程,可有效阻挡钠钙玻璃基板中的钠物质不受控的通过钼电极层扩散进入光吸收层。用本发明的过渡层 3a 做钠物质扩散的阻挡层比单独用氧化硅或氮化硅膜层效果更好,其用较薄的厚度就可起到很好的阻挡钠物质从钠钙玻璃基板扩散进入光吸收层;单独用氧化硅或氮化硅膜层时,为达到较良好地阻挡钠物质扩散的效果,氧化硅或氮化硅膜层的厚度一般要求比较厚,而膜层较厚会带来一些问题,如膜层应力增大问题等。

[0019] 2、钠钙玻璃基板与钼金属电极之间沉积本发明的过渡层 3a,可有效解决钼电极层与钠钙玻璃基板之间粘接不牢的问题,使钼电极层能够与钠钙玻璃基板实现牢固结合。在过渡层 3a 中,靠近钠钙玻璃基板一侧的 p1 含有硅、锆和钛中的两种或两种以上元素的氧化物、氮化物或氮氧化物,使得其与钠钙玻璃基板实现牢固结合;在远离钠钙玻璃基板一侧的 p2 含有钼的氧化物、氮化物或氮氧化物,使得其与金属钼电极层的结合更牢固,所以本发明的过渡层 3a 起到了钠钙玻璃基板与金属钼电极层之间良好过渡连接的作用。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明铜铟镓硒薄膜太阳能电池的多层膜结构示意图;

[0021] 图 2 为过渡层结构示意图;

[0022] 图 3 为玻璃基板只沉积钼电极层的结构示意图;

[0023] 图 4 为玻璃基板上沉积氧化硅和钼电极层的结构示意图;

[0024] 图 5 为玻璃基板上沉积氮化硅和钼电极层的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。

[0026] 在此先定义,本发明中的百分比含量都是指原子百分比含量,在整个说明书中都使用“%”表示。

[0027] 正如众所周知的,在钠钙玻璃基板上沉积光伏材料,光伏材料的晶粒生长受益于基板中钠物质的存在。然而,已经知道,由钠钙玻璃基板过量的供给钠物质给光伏材料,将会引起光伏材料结晶的晶粒结构劣化和电池的开路电压、短路电流的降低。尤其是在硒化或硫化热处理形成光吸收层过程,钠钙玻璃基板内的钠将会容易的不控制的扩散进入光吸收层。在钠钙玻璃基板上直接沉积钼电极层,这将会使钠钙玻璃基板与钼电极层之间的结合牢固性方面存在问题,因为钠钙玻璃为非金属材料,而钼电极层为金属材料,两者的性能差别较大,容易造成钼电极层的剥离。本发明将在钠钙玻璃基板表面沉积一过渡层,其能有效阻挡钠物质不受控的扩散进入光吸收层,同时与钼电极层又能起到良好的过渡连接作用,使膜层与钠钙玻璃基板之间结合得更牢固。

[0028] 以下涉及实施例及对比例,均是在干净的钠钙玻璃原片的空气面上依次沉积上各膜层。

[0029] 评价膜层粘接性能的实验定义

[0030] 将沉积有膜层的玻璃基板的膜面和厚度为 0.76mm 的 PVB、另外一片厚度为 3.0mm 的玻璃基板层压在一起,形成夹层玻璃。而形成的夹层玻璃通过敲击实验,该实验是衡量膜层与玻璃、PVB 之间粘结性能的检测方法。Solutia Europes. a. 公司将夹层玻璃敲击标准分为 9 级。根据敲击后碎玻璃粘在 PVB 上的量从少到多,规定标准等级为第 1 级至第 9 级。敲击等级越高,表明膜层与玻璃、PVB 的粘接性能越好。

[0031] 敲击实验步骤为:

[0032] a)、从整个夹层玻璃上切下两块 100×300mm 的试验片;b)、将两试样放置在 -18℃ ± 2℃ 下保存至少 2 小时;c)、将试样从上述低温处取出放置在常温下 1-2 分钟,便放在试样箱上用铁锤敲击;d)、敲击后试样允许恢复到室温再与标准样片对照,但要等到冷

凝水挥发后 ;e)、将试样认真与标准样片比较,就可以判断出敲击实验的等级。

[0033] 评价钠物质扩散程度的实验定义

[0034] 为了评价钠物质扩散程度,对膜层进行银离子交换,其中银与任何扩散通过该膜层的钠进行离子交换。利用 X 射线荧光对所产生的银离子浓度进行测量。将银辐射线的净强度来做比较。

[0035] 为了测定膜层在阻止钠物质扩散方面的效果,将涂覆有膜层的玻璃样品在 590℃ 的真空环境下加热 10-15min,以促进钠物质由玻璃基板向膜层扩散迁移。在试样冷却到室温后,将它们在 160℃ 下加热 20min。接着,将试样的涂层表面在 160℃ 下用由 35% 摩尔浓度硝酸银和 65% 摩尔浓度硝酸钾混合溶液处理 90min,以使银与任何所存在的钠发生离子交换。试样冷却到室温,并将硬化的硝酸盐混合物冲洗掉。最后,用 X 射线荧光对涂层表面进行分析,以测量所存在的银离子浓度,它与由玻璃基板扩散进入涂层的钠的数量成正比例。银离子浓度以 Ag (cps) 来表示。

[0036] 实施例 1

[0037] 在厚度为 3.0mm 的钠钙玻璃基板上依次沉积厚度为 15nm 的过渡层 3a,厚度为 400nm 的钼电极层。过渡层 3a 和钼电极层的沉积都采用磁控溅射沉积,其中过渡层 3a 的沉积使用三种靶材:含硅 25%、锆 70%、钼 5% 的合金靶材为第一溅射靶,含硅 35%、锆 30%、钼 35% 的合金靶材为第二溅射靶,含硅 10%、锆 5%、钼 85% 的合金靶材为第三溅射靶材。将钠钙玻璃基板依次通过第一溅射靶材、第二溅射靶材和第三溅射靶材的下方,在溅射沉积过程通入氩气和氧气,形成每层厚度约 5nm,总厚度为 15nm 的过渡层 3a。由此获得具有如图 2 所示结构的过渡层。

[0038] 将镀膜玻璃、0.76mm 的 PVB 和另一 3.0mm 的玻璃原片层压在一起,制作成夹层玻璃。对夹层玻璃做敲击实验,敲击实验等级为 3 级,说明膜层与玻璃基板、PVB 的附着力都很好。

[0039] 将沉积有过渡层 3a 和钼电极层的镀膜玻璃在 590℃ 的真空环境下加热 10min,而后再用银进行离子交换以用银取代任何扩散的钠,之后用 X 荧光测定银,测试获得银离子的浓度为 520cps。

[0040] 实施例 2

[0041] 在厚度为 3.0mm 的钠钙玻璃基板上依次沉积厚度为 15nm 的过渡层 3a,厚度为 400nm 的钼电极层。过渡层 3a 和钼电极层的沉积都采用磁控溅射沉积,其中过渡层 3a 的沉积使用三种靶材:含硅 20%、锆 70%、钛 10% 的合金靶材为第一溅射靶,含硅 35%、锆 30%、钼 35% 的合金靶材为第二溅射靶,含钼 100% 的靶材为第三溅射靶材。将钠钙玻璃基板依次通过第一溅射靶材、第二溅射靶材和第三溅射靶材的下方,在溅射沉积过程通入氩气和氮气,形成每层厚度约 5nm,总厚度为 15nm 的过渡层 3a。由此获得具有如图 2 所示结构的过渡层。

[0042] 将镀膜玻璃、0.76mm 的 PVB 和另一 3.0mm 的玻璃原片层压在一起,制作成夹层玻璃。对夹层玻璃做敲击实验,敲击实验等级为 3 级,说明膜层与玻璃基板、PVB 的附着力都很好。

[0043] 将沉积有过渡层 3a 和钼电极层的镀膜玻璃在 590℃ 的真空环境下加热 10min,而后再用银进行离子交换以用银取代任何扩散的钠,之后用 X 荧光测定银,测试获得银离子的浓度为 563cps。

[0044] 实施例 3

[0045] 在厚度为 3.0mm 的钠钙玻璃基板上依次沉积厚度为 15nm 的过渡层 3a, 厚度为 400nm 的钼电极层。过渡层 3a 和钼电极层的沉积都采用磁控溅射沉积, 其中过渡层 3a 的沉积使用靶材为含硅 15%、锆 60%、钼 25% 的合金靶材。将钠钙玻璃基板通过溅射靶材的下方, 在溅射沉积过程通入氩气、氧气和氮气, 形成厚度为 15nm 的过渡层 3a。由此获得具有如图 2 所示结构的过渡层。

[0046] 将镀膜玻璃、0.76mm 的 PVB 和另一 3.0mm 的玻璃原片层压在一起, 制作成夹层玻璃。对夹层玻璃做敲击实验, 敲击实验等级为 3 级, 说明膜层与玻璃基板、PVB 的附着力都很好。

[0047] 将沉积有过渡层 3a 和钼电极层的镀膜玻璃在 590℃ 的真空环境下加热 10min, 而后用银进行离子交换以用银取代任何扩散的钠, 之后用 X 荧光测定银, 测试获得银离子的浓度为 587cps。

[0048] 实施例 4

[0049] 在厚度为 3.0mm 的钠钙玻璃基板上采用磁控溅射沉积厚度为 400nm 的钼电极层。由此获得具有如图 3 所示结构的镀膜玻璃。

[0050] 将镀膜玻璃、0.76mm 的 PVB 和另一 3.0mm 的玻璃原片层压在一起, 制作成夹层玻璃。对夹层玻璃做敲击实验, 敲击实验等级为 1 级, 说明膜层与玻璃基板、PVB 的附着力不好, 膜层容易脱落。

[0051] 将沉积有钼电极层的镀膜玻璃在 590℃ 的真空环境下加热 10min, 而后用银进行离子交换以用银取代任何扩散的钠, 之后用 X 荧光测定银, 测试获得银离子的浓度为 2235cps。

[0052] 实施例 5

[0053] 在厚度为 3.0mm 的钠钙玻璃基板上依次磁控溅射沉积厚度为 15nm 的氮化硅膜层, 厚度为 400nm 的钼电极层。由此获得具有如图 5 所示结构的镀膜玻璃。

[0054] 将镀膜玻璃、0.76mm 的 PVB 和另一 3.0mm 的玻璃原片层压在一起, 制作成夹层玻璃。对夹层玻璃做敲击实验, 敲击实验等级为 1 级, 说明膜层与玻璃基板、PVB 的附着力不好, 膜层容易脱落。

[0055] 将沉积有氮化硅和钼电极层的镀膜玻璃在 590℃ 的真空环境下加热 10min, 而后用银进行离子交换以用银取代任何扩散的钠, 之后用 X 荧光测定银, 测试获得银离子的浓度为 1560cps。

[0056] 实施例 6

[0057] 在厚度为 3.0mm 的钠钙玻璃基板上依次磁控溅射沉积厚度为 15nm 的氧化硅膜层, 厚度为 400nm 的钼电极层。由此获得具有如图 4 所示结构的镀膜玻璃。

[0058] 将镀膜玻璃、0.76mm 的 PVB 和另一 3.0mm 的玻璃原片层压在一起, 制作成夹层玻璃。对夹层玻璃做敲击实验, 敲击实验等级为 1 级, 说明膜层与玻璃基板、PVB 的附着力不好, 膜层容易脱落。

[0059] 将沉积有氧化硅和钼电极层的镀膜玻璃在 590℃ 的真空环境下加热 10min, 而后用银进行离子交换以用银取代任何扩散的钠, 之后用 X 荧光测定银, 测试获得银离子的浓度为 1657cps。

[0060] 从实施例 1-6 可以看出本发明的过渡层 3a 可以起到很好的阻挡玻璃基板中的钠扩散,同时又可以起到膜层与基板之间的良好粘接的作用。

[0061] 实施例 7

[0062] 在钠钙玻璃基板上采用磁控溅射沉积 15nm 的过渡层 3a,其中过渡层 3a 的沉积使用三种靶材:含硅 25%、锗 70%、钼 5% 的合金靶材为第一溅射靶,含硅 35%、锗 30%、钼 35% 的合金靶材为第二溅射靶,含硅 10%、锗 5%、钼 85% 的合金靶材为第三溅射靶材,将钠钙玻璃基板依次通过第一溅射靶材、第二溅射靶材和第三溅射靶材的下方,在溅射沉积过程通入氩气和氧气;接着在过渡层 3a 上采用磁控溅射沉积 400nm 的金属钼电极层;接着在钼电极层上采用磁控溅射沉积 1.5 μ m 厚的铜铟镓金属预制层,接着采用磁控溅射在金属预制层上沉积一定量的含钠物质层,然后将其放入到加热炉中进行硒化热处理,从而形成具有黄铜矿结构的铜铟镓二硒光吸收层;在光吸收层上采用化学浴(CBD)方法沉积 50nm 的 CdS 膜层作为缓冲层;在缓冲层上采用 RF 溅射沉积 40nm 的本征 ZnO 膜层,接着采用磁控溅射沉积 500nmAZO (Al 掺杂 ZnO)膜层作为透明导电窗口层。由此制得具有如图 1 所示结构的 CIGS 基薄膜光伏电池。

[0063] 实施例 8

[0064] 在钠钙玻璃基板上采用磁控溅射沉积 15nm 的过渡层 3a,其中过渡层 3a 的沉积使用三种靶材:含硅 20%、锗 70%、钛 10% 的合金靶材为第一溅射靶,含硅 35%、锗 30%、钼 35% 的合金靶材为第二溅射靶,含钼 100% 的靶材为第三溅射靶材,将钠钙玻璃基板依次通过第一溅射靶材、第二溅射靶材和第三溅射靶材的下方,在溅射沉积过程通入氩气、氧气和氮气;接着在过渡层 3a 上采用磁控溅射沉积 400nm 的金属钼电极层;接着在钼电极层上采用磁控溅射沉积 1.5 μ m 厚的铜铟镓金属预制层,接着采用磁控溅射在金属预制层上沉积一定量的含钠物质层,然后将其放入到加热炉中进行硫化热处理,从而形成具有黄铜矿结构的铜铟镓二硫光吸收层;在光吸收层上采用化学浴(CBD)方法沉积 50nm 的 CdS 膜层作为缓冲层;在缓冲层上采用 RF 溅射沉积 40nm 的本征 ZnO 膜层,接着采用磁控溅射沉积 500nmAZO (Al 掺杂 ZnO)膜层作为透明导电窗口层。由此制得具有如图 1 所示结构的 CIGS 基薄膜光伏电池。



图 1

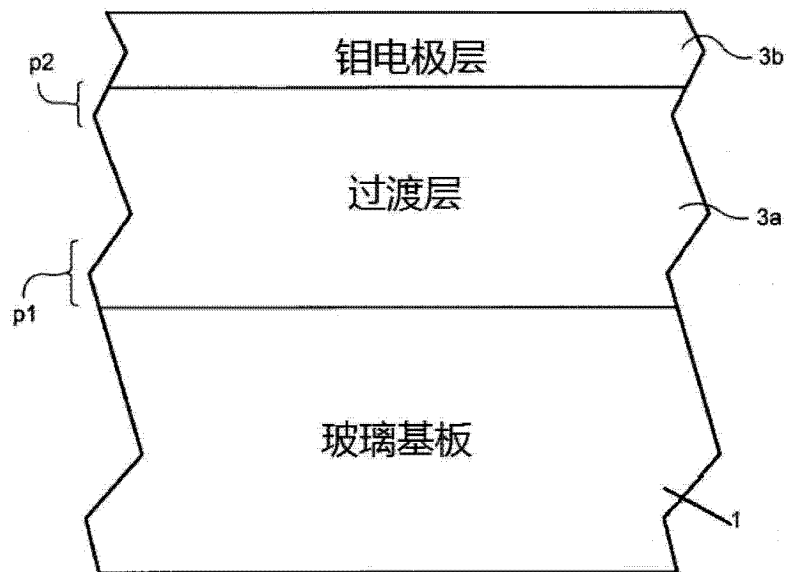


图 2



图 3



图 4

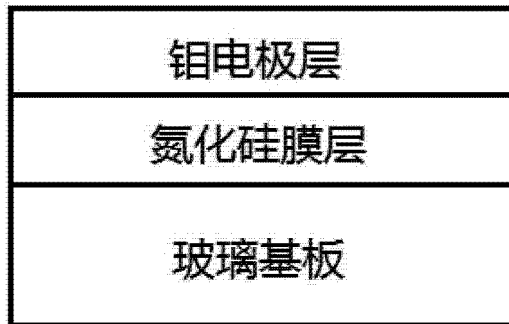


图 5