



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102201461 A

(43) 申请公布日 2011.09.28

(21) 申请号 201110111195.3

(22) 申请日 2011.04.29

(71) 申请人 杭州天裕光能科技有限公司

地址 310018 浙江省杭州市江干区下沙杭州
经济技术开发区出口加工区 16 号大街

(72) 发明人 李媛 吴兴坤 郝芳 周丽萍
杨晗琼

(74) 专利代理机构 浙江翔隆专利事务所 33206

代理人 胡龙祥

(51) Int. Cl.

H01L 31/0352(2006.01)

H01L 31/18(2006.01)

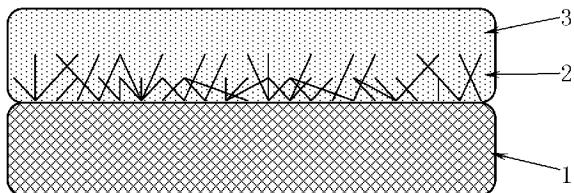
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

多晶硅薄膜及用非晶硅低温诱导制备多晶硅
薄膜的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法，属于薄膜太阳能电池技术领域，现有金属诱导法结晶速率较慢，本发明是在基板上自下而上依次沉积硅化钛纳米线层和非晶硅薄膜层，由所述的硅化钛纳米线层诱导非晶硅薄膜层结晶成为多晶硅薄膜层，由此形成基板、硅化钛纳米线与多晶硅薄膜共存的过渡层、多晶硅薄膜层三层复合结构的多晶硅薄膜。本发明以硅化钛纳米线作为诱导剂，一方面，更容易诱导非晶硅薄膜晶化，晶化温度更低；另一方面，硅化钛纳米线巨大的比表面积，使诱导层有非晶硅之间的接触面积增大，非晶硅晶化初始阶段，形核数目增加，结晶速率得到极大地提高，整个结晶过程在 2 至 4 小时。



1. 多晶硅薄膜，包括基板(1)和多晶硅薄膜层(3)，其特征是：所述的基板(1)与多晶硅薄膜层(3)之间具有与二者复合在一起的硅化钛纳米线与多晶硅薄膜共存的过渡层(2)。
2. 根据权利要求1所述的多晶硅薄膜，其特征是：所述的基板(1)为氧化锡或氧化锌的透明导电氧化物薄膜玻璃，或为不锈钢板。
3. 根据权利要求1所述的多晶硅薄膜，其特征是：所述的硅化钛纳米线包括纳米线、纳米钉、纳米棒、纳米线簇、火箭状纳米线中的至少一种形态。
4. 根据权利要求1所述的多晶硅薄膜，其特征是：所述的硅化钛纳米线为 $TiSi$ 晶相或 $TiSi_2$ 晶相。
5. 用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法，其特征是：在基板(1)上自下而上依次沉积硅化钛纳米线层和非晶硅薄膜层，由所述的硅化钛纳米线层诱导非晶硅薄膜层结晶成为多晶硅薄膜层(3)。
6. 根据权利要求5所述的用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法，其特征是：所述的基板(1)为氧化锡或氧化锌的透明导电氧化物薄膜玻璃，或为不锈钢板。
7. 根据权利要求5所述的用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法，其特征是：所述的硅化钛纳米线层包括纳米线、纳米钉、纳米棒、纳米线簇、火箭状纳米线中的至少一种形态。
8. 根据权利要求5所述的用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法，其特征是：所述的硅化钛纳米线层为 $TiSi$ 晶相或 $TiSi_2$ 晶相。
9. 根据权利要求5所述的用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法，其特征是：所述的非晶硅薄膜层为化学气相沉积或磁控溅射沉积成的薄膜。

多晶硅薄膜及用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法

技术领域

[0001] 本发明属于薄膜太阳能电池技术领域，具体是一种多晶硅薄膜及用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法。

背景技术

[0002] 光伏发电作为一种重要的新型可再生绿色能源，被世界各国广泛研究和利用；在众多太阳能电池中，硅基太阳能电池具有原料丰富、无毒害的优势，成为现今太阳能电池市场的主体，尤其是多晶硅电池，效率高、生产工艺和生产成本相对简单合理。以电池效率和生产成本优先的电池市场研究发展的趋势来看，多晶硅电池必将走向薄膜化。目前，存在大量关于多晶硅薄膜制备方面的研究，然而低温制备大晶粒多晶硅薄膜对研究人员来说一直是个困难的挑战。传统多晶硅薄膜制备方法包括两个步骤：在基板上沉积非晶硅薄膜和非晶硅薄膜晶化。关于非晶硅薄膜晶化的工艺技术主要有固相晶化法、激光结晶法；固相晶化法需对非晶硅薄膜进行整体加热，温度要求加热到硅的熔化点（1414℃），激光结晶法设备成本较高，同时工艺较复杂，激光束的局部高温除了使非晶硅结晶外，对基板也有损伤。近年来，一种金属诱导晶化法备受关注，研究中采用蒸发和溅射方法先在玻璃等基板上沉积一层几百纳米厚的铝、银或金等金属，再在金属层上沉积一层非晶硅薄膜，然后将沉积的薄膜在500至600℃的温度下退火结晶。

[0003] 金属诱导法极大地降低了非晶硅薄膜结晶的温度，但是，500至600℃的结晶温度对于基板的选择具有局限性。同时，这种金属诱导结晶法，其机理是，多晶硅先在金属层上形核，然后这些独立的晶核向四周生长直至相互接触形成一层晶体，这层晶体再诱导与之接触的非晶硅晶化，在这一过程中，仅晶核生长成一层多晶硅晶体就需要90分钟左右的时间，因此结晶速率较慢。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题和提出的技术任务是克服现有金属诱导法结晶速率较慢的缺陷，提供一种多晶硅薄膜及用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法。

[0005] 为达到本发明目的，本发明的多晶硅薄膜包括基板和多晶硅薄膜层，其特征是：所述的基板与多晶硅薄膜层之间具有与二者复合在一起的硅化钛纳米线与多晶硅薄膜共存的过渡层。

[0006] 作为所述多晶硅薄膜的优选技术措施：所述的基板为氧化锡或氧化锌的透明导电氧化物薄膜玻璃，或为不锈钢板。所述的硅化钛纳米线包括纳米线、纳米钉、纳米棒、纳米线簇、火箭状纳米线中的至少一种形态。所述的硅化钛纳米线为 $TiSi$ 晶相或 $TiSi_2$ 晶相。

[0007] 为达到本发明目的，本发明的用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法，是在基板上自下而上依次沉积硅化钛纳米线层和非晶硅薄膜层，由所述的硅化钛纳米线层诱导非晶硅薄膜层结晶成为多晶硅薄膜层。

[0008] 作为所述用非晶硅低温诱导制备多晶硅薄膜的方法的优选技术措施：所述的基板

为氧化锡或氧化锌的透明导电氧化物薄膜玻璃,或为不锈钢板。所述的硅化钛纳米线层包括纳米线、纳米钉、纳米棒、纳米线簇、火箭状纳米线中的至少一种形态。所述的硅化钛纳米线层为 TiSi 晶相或 TiSi₂ 晶相。所述的非晶硅薄膜层为化学气相沉积或磁控溅射沉积成的薄膜。

[0009] 本发明的有益效果是:以硅化钛纳米线作为诱导剂,一方面,硅化钛与晶硅在晶格常数上的失配度较其他金属小,因此更容易诱导非晶硅薄膜晶化,非晶硅在结晶过程中具有更低的形核势垒,晶化温度更低,降到 400℃以下;另一方面,硅化钛纳米线巨大的比表面积,使诱导层与非晶硅之间的接触面积增大,非晶硅晶化初始阶段,形核数目增加,结晶速率得到极大地提高,整个结晶过程在 2 至 4 小时。

附图说明

[0010] 图 1 是本发明多晶硅薄膜的截面结构示意图。

[0011] 图中标号说明:1- 基板,2- 过渡层,3- 多晶硅薄膜层。

具体实施方式

[0012] 以下结合附图通过实施例对本发明做进一步说明。

[0013] 如图 1 所示,本发明的多晶硅薄膜包括基板 1 和多晶硅薄膜层 3,基板 1 与多晶硅薄膜层 3 之间具有与二者复合在一起的硅化钛纳米线与多晶硅薄膜共存的过渡层 2。进一步的,基板为氧化锡或氧化锌的透明导电氧化物薄膜玻璃,或为不锈钢板。硅化钛纳米线包括纳米线、纳米钉、纳米棒、纳米线簇、火箭状纳米线中的至少一种形态。硅化钛纳米线为 TiSi 晶相或 TiSi₂ 晶相。

[0014] 实施例 1:

1) 以氧化锡透明导电玻璃 (F-SNO₂) 为基板 1,采用化学气相沉积法在基板 1 上沉积一层硅化钛薄膜层和硅化钛纳米线复合结构,硅化钛纳米线包括纳米线、纳米钉、纳米棒、纳米线簇,呈 TiSi 晶相;

2) 采用 13.56MHZ 的等离子体化学气相沉积在步骤 1) 制得的硅化钛薄膜和硅化钛纳米线复合结构上沉积一层 1 μm 的非晶硅薄膜层;

3) 将步骤 2) 制得的非晶硅薄膜层于 400℃下退火热处理 1h,使硅化钛纳米线诱导非晶硅薄膜层结晶成为大晶粒的多晶硅薄膜层,最终得到图 1 所示的大晶粒多晶硅薄膜。

[0015] 实施例 2:

1) 以氧化锌透明导电玻璃 (Ag-ZnO) 为基板,采用化学气相沉积法在基板 1 上沉积一层硅化钛薄膜和硅化钛纳米线复合结构,硅化钛纳米线包括纳米线、纳米钉、火箭状纳米线,呈 TiSi 晶相;

2) 采用 13.56MHZ 的等离子体化学气相沉积在步骤 1) 制得的硅化钛薄膜和硅化钛纳米线复合结构上沉积一层 2 μm 的非晶硅薄膜层;

3) 将步骤 2) 制得的非晶硅薄膜层于 400℃下退火热处理 2h,使硅化钛纳米线诱导非晶硅薄膜层结晶成为大晶粒的多晶硅薄膜层,最终得到图 1 所示的大晶粒多晶硅薄膜。

[0016] 实施例 3:

1) 以氧化锡透明导电玻璃 (F-SNO₂) 为基板,采用固相反应法在基板 1 上制备硅化钛

纳米线,硅化钛纳米线包括纳米钉、纳米棒、纳米线簇、火箭状纳米线,呈 $TiSi_2$ 晶相;

2) 采用磁控溅射法在步骤 1) 制得的硅化钛纳米线上沉积 $3\mu m$ 的非晶硅薄膜层;

3) 将步骤 2) 制得的非晶硅薄膜于 $400^\circ C$ 下退火热处理 2h,使硅化钛纳米线诱导非晶硅薄膜层结晶成为大晶粒的多晶硅薄膜层,最终得到图 1 所示的大晶粒多晶硅薄膜。

[0017] 实施例 4:

1) 以氧化锌透明导电玻璃 ($Ag-ZnO$) 为基板,采用固相反应法在基板 1 上制备硅化钛纳米线,硅化钛纳米线包括纳米钉、纳米棒、纳米线簇,呈 $TiSi_2$ 晶相;

2) 采用磁控溅射法在步骤 1) 制得的硅化钛纳米线上沉积 $2\mu m$ 的非晶硅薄膜层;

3) 将步骤 2) 制得的非晶硅薄膜于 $350^\circ C$ 下退火热处理 4h,使硅化钛纳米线诱导非晶硅薄膜层结晶成为大晶粒的多晶硅薄膜层,最终得到图 1 所示的大晶粒多晶硅薄膜。

[0018] 实施例 5:

1) 以不锈钢为基板,采用化学气相沉积法在基板 1 上沉积一层硅化钛薄膜和硅化钛纳米线复合结构,硅化钛纳米线包括纳米线、纳米钉、纳米棒、纳米线簇、火箭状纳米线,呈 $TiSi$ 晶相;

2) 采用磁控溅射法在步骤 1) 制得的硅化钛薄膜和硅化钛纳米线复合结构上沉积 $2\mu m$ 的非晶硅薄膜层;

3) 将步骤 2) 制得的非晶硅薄膜于 $330^\circ C$ 下退火热处理 4h,使硅化钛纳米线诱导非晶硅薄膜层结晶成为大晶粒的多晶硅薄膜层,最终得到图 1 所示的大晶粒多晶硅薄膜。

[0019] 实施例 6:

1) 以不锈钢为基板,采用固相反应法在基板 1 上制备硅化钛纳米线,硅化钛纳米线为纳米线,呈 $TiSi$ 晶相;

2) 采用磁控溅射法在步骤 1) 制得的硅化钛纳米线上沉积 $3\mu m$ 的非晶硅薄膜层;

3) 将步骤 2) 制得的非晶硅薄膜于 $350^\circ C$ 下退火热处理 4h,使硅化钛纳米线诱导非晶硅薄膜层结晶成为大晶粒的多晶硅薄膜层,最终得到图 1 所示的大晶粒多晶硅薄膜。

[0020] 实施例 7:

1) 以氧化锡透明导电玻璃 ($F-SnO_2$) 为基板,采用化学气相沉积法在基板 1 上沉积一层硅化钛薄膜和硅化钛纳米线复合结构,硅化钛纳米线为纳米钉,呈 $TiSi_2$ 晶相;

2) 采用 $13.56MHz$ 的等离子体化学气相沉积在步骤 1) 制得的硅化钛薄膜和硅化钛纳米线复合结构上沉积 $2\mu m$ 的非晶硅薄膜层;

3) 将步骤 2) 制得的非晶硅薄膜于 $350^\circ C$ 下退火热处理 3h,使硅化钛纳米线诱导非晶硅薄膜层结晶成为大晶粒的多晶硅薄膜层,最终得到图 1 所示的大晶粒多晶硅薄膜。

[0021] 经试验,本发明方法可在 $3-4mm$ 厚的基板上沉积或者制备 $4-12nm$ 厚的硅化钛纳米线层,再在硅化钛纳米线层上沉积 $1-3\mu m$ 厚的非晶硅薄膜层,最后在 $330-400^\circ C$ 的温度范围内退火热处理 1-4h 均可达到本发明目的。

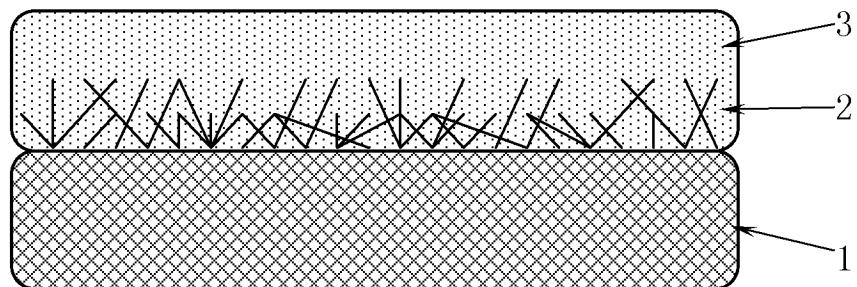


图 1