



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103180969 A

(43) 申请公布日 2013. 06. 26

(21) 申请号 201180051092. 0

(22) 申请日 2011. 10. 19

(30) 优先权数据

12/911, 833 2010. 10. 26 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 04. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2011/068254 2011. 10. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02012/055737 EN 2012. 05. 03

(71) 申请人 国际商业机器公司

地址 美国纽约

(72) 发明人 王克嘉 G·苏普拉提克

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 贺月娇 于静

(51) Int. Cl.

H01L 31/18 (2006. 01)

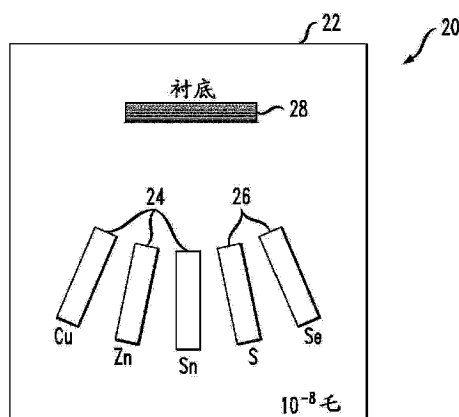
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

薄膜太阳能电池的 Kesterite 层制造

(57) 摘要

在衬底上真空沉积 Kesterite 膜并对其进行退火。沉积在低温下进行以提供良好的组分控制和有效的金属使用。在高温下进行短时长的退火。可采用在高真空环境中热蒸发、电子束蒸发或溅射作为沉积方法的一部分。



1. 一种方法,包括:

提供衬底;

将所述衬底置于高真空环境;

在将所述衬底的温度保持在足够低的范围内以使得沉积于所述衬底上的材料的再蒸发不显著的同时,通过热蒸发将硫和硒中的至少一种以及铜、锌、锡沉积在所述衬底的表面上,从而形成适合太阳能电池应用的吸收层;以及

在显著高于所述沉积步骤期间保持的温度的第二温度下,对所述衬底上沉积的所述吸收层进行退火。

2. 根据权利要求1的方法,其中沉积期间的温度范围介于100-200℃之间,且所述第二温度高于500℃。

3. 根据权利要求2的方法,其中在存在硫的条件下对所述衬底进行退火。

4. 根据权利要求2的方法,其中通过泻流室沉积所述铜、锌和锡。

5. 根据权利要求4的方法,其中通过裂化室沉积硫和/或硒。

6. 根据权利要求5的方法,其中在所述衬底上同时沉积所述铜、锌、锡以及硫和/或硒。

7. 根据权利要求6的方法,其中所述衬底包括玻璃,所述玻璃的表面包括钼涂层,所述吸收层被沉积在所述钼涂层上。

8. 根据权利要求1的方法,还包括以下步骤:

在所述吸收层上设置发射层,以及

在所述发射层上沉积窗层。

9. 根据权利要求1的方法,还包括在热蒸发之前,以非元素形式提供所述硫和硒中的至少一种以及所述铜、锌、锡中的一种或多种。

10. 根据权利要求1的方法,其中所述硫和硒中的至少一种以及所述铜、锌、锡以约3至5nm/分钟的速率沉积。

11. 一种方法,包括:

提供具有基本平面表面的衬底;

在将所述衬底的温度保持在足够低的范围内以使得沉积于所述衬底上的材料的再蒸发不显著的同时,将硫和硒中的至少一种以及铜、锌、锡真空沉积在所述衬底的所述基本平面表面上,从而形成适合太阳能电池应用的吸收层;

在超过300℃的温度下对所述衬底上真空沉积的所述吸收层进行退火;

在所述吸收层上设置发射层;以及

在所述发射层上方设置窗层。

12. 根据权利要求11的方法,其中以元素形式将所述铜、锌、锡中的至少一种以及硫和硒中的至少一种真空沉积在所述基本平面表面上。

13. 根据权利要求11的方法,还包括在将所述铜、锌、锡中的每一种以及所述硫和硒中的至少一种真空沉积在所述衬底的所述基本平面表面上的同时,控制所述铜、锌、锡中的每一种以及所述硫和硒中的至少一种的流量。

14. 根据权利要求11的方法,其中所述衬底的所述基本平面表面包括钼。

15. 根据权利要求11的方法,其中当将所述硫和硒中的至少一种以及所述铜、锌、锡真空沉积在所述基本平面表面上时,所述衬底被保持在100-200℃之间。

16. 根据权利要求 15 的方法,其中通过裂化室将硫沉积在所述衬底的所述基本平面表面上,且通过泻流室将铜、锌和锡同时地真空沉积在所述基本平面表面上。

17. 根据权利要求 15 的方法,其中所述衬底包括玻璃,且所述衬底的所述基本平面表面包括钼。

18. 根据权利要求 16 的方法,其中在保持在 10^{-6} 毛和 10^{-8} 毛之间的真空中以 3-5nm/分钟的速率真空沉积所述硫、铜、锌和锡。

19. 根据权利要求 16 的方法,其中所述发射层包括 CdS 并通过化学浴沉积提供,所述窗层包括 i-ZnO 和 Al-ZnO,所述窗层通过溅射提供。

20. 一种方法,包括:

提供具有基本平面表面的衬底;

将所述衬底的温度保持在 100-200°C 之间;

将 S 和 Se 中的至少一种以及 Cu、Zn、Sn 真空沉积在所述衬底的所述基本平面表面上,从而在所述基本平面表面上形成适合太阳能电池应用的吸收层;以及

在 300-600°C 之间的温度下对所述衬底上真空沉积的所述吸收层进行退火。

21. 根据权利要求 20 的方法,其中所述基本平面表面包括钼。

22. 根据权利要求 20 的方法,包括在高于 500°C 的温度下对所述吸收层进行持续五至二十分钟的退火。

23. 根据权利要求 20 的方法,还包括在所述吸收层上设置发射层,以及在所述发射层之上设置窗层。

24. 根据权利要求 20 的方法,其中在保持在 10^{-6} 毛和 10^{-8} 毛之间的真空中通过热蒸发沉积包括所述吸收层的元素。

25. 根据权利要求 20 的方法,其中通过溅射沉积包括所述吸收层的所述元素中的至少一个。

薄膜太阳能电池的 Kesterite 层制造

技术领域

[0001] 本发明涉及物理科学。更具体地说,本发明涉及制造技术以及类似的技术。

背景技术

[0002] 目前,(联)硒化铜铟镓(也称为 $\text{Cu}_2\text{InGa}(\text{S}, \text{Se})_4$ 或 CIGS)以及碲化镉(CdTe)是为用于薄膜太阳能电池(solar cell)而开发的主要材料。对于 CIGS 材料而言,铟和镓的价格很高。由于近年来对平板显示用氧化铟锡(ITO)的需求不断增加,铟的价格也在持续上涨。对于 CdTe 而言,镉具有毒性,而碲十分稀有。当相对丰富的铜和锌替代 CIGS 材料中发现的镓和铟时,包含铜、锌、锡、硫和 / 或硒的吸收材料提供更经济的候选者。

发明内容

[0003] 本发明的原理提供在衬底上形成吸收层的技术;例如,在用于太阳能电池的衬底上沉积 $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_x\text{Se}_{4-x})$ (其中 x 在 0 至 4 之间变化)薄膜(“CZTSSe”)。在一方面,一种示例性方法包括提供衬底,将所述衬底置于高真空环境,在将所述衬底的温度保持在足够低的范围内以使得沉积于所述衬底上的材料的再蒸发不显著的同时,通过热蒸发将硫和硒中的至少一种以及铜、锌、锡沉积在所述衬底的表面上,从而形成适合太阳能电池应用的吸收层,并且在显著高于所述沉积步骤期间保持的温度的第二温度下,对所述衬底上沉积的所述吸收层进行退火。

[0004] 在另一方面,一种示例性方法包括以下步骤:提供具有基本平面表面的衬底,在将所述衬底的温度保持在足够低的范围内以使得沉积于所述衬底上的材料的再蒸发不显著的同时,将硫和硒中的至少一种以及铜、锌、锡真空沉积在所述衬底的所述基本平面表面上,从而形成适合太阳能电池应用的吸收层,在超过 300°C 的温度下对所述衬底上沉积的所述吸收层进行退火,在所述吸收层上设置发射层,以及在所述发射层上方设置窗层。

[0005] 在本发明的又一方面,一种示例性方法包括提供具有基本平面表面的衬底;将所述衬底的温度保持在 $100\text{--}200^\circ\text{C}$ 之间;将 S 和 Se 中的至少一种以及 Cu、Zn、Sn 真空沉积在所述衬底的所述基本平面表面上,从而在所述基本平面表面上形成适合太阳能电池应用的吸收层,以及在 $300\text{--}600^\circ\text{C}$ 之间的温度下对所述衬底上真空沉积的所述吸收层进行退火。

[0006] 如在此使用的那样,“便于”某个动作包括执行动作,使动作更简单,有助于实施动作或导致动作被执行。因此,通过实例而非限制,在一个处理器上执行的指令可以便于通过发送导致或帮助执行操作的合适数据或命令来通过一个制造或测试设备或在远程处理器上执行的指令而实施的某个动作。为避免疑义,在动作者便于某个动作而非执行该动作时,该动作仍然由某个实体或实体组合来执行。

[0007] 本发明的一个或多个实施例或它们的要素(例如,对沉积、退火或相关制造或测试方法的计算机控制)可以包括计算机可读存储介质的计算机产品的形式实现,所述计算机可读存储介质具有用于执行所述方法步骤的计算机可用程序代码。此外,本发明的一个或多个实施例或它们的要素可以系统(或设备)的形式实现,所述系统(或设备)包括存储器、

至少一个处理器,所述处理器与所述存储器耦合并被操作为执行示例性方法步骤。

[0008] 仍进一步地,在再一方面,本发明的一个或多个实施例或它们的要素可以用于执行此处描述的一个或多个方法步骤的装置(means)的形式实现;所述装置可以包括(i)硬件模块;(ii)软件模块,或者(iii)硬件和软件模块的组合;(i)-(iii)中的任一项实现此处阐述的特定技术,并且所述软件模块被存储在计算机可读存储介质(或者多个此类介质)中。

[0009] 本发明的技术可提供大量有益的技术效应。例如,一个或多个实施例可以提供以下优点中的一个或多个:

[0010] ●在真空沉积期间,可单独控制每种元素的通量以实现精确组成;

[0011] ●可在沉积期间加热衬底;

[0012] ●可同时沉积包括 kesterite 材料的所有元素;

[0013] ●所采用的方法是对环境安全的。

附图说明

[0014] 现在将参考附图,仅通过实例描述本发明的实施例,在附图中:

[0015] 图 1 是用于通过热蒸发沉积吸收层的系统的示意性示例;

[0016] 图 2-10 示出示例性方法流程的连续步骤;

[0017] 图 11 示出根据示例性方法流程制造的太阳能电池器件;

[0018] 图 12 示出根据本发明制造的太阳能电池的电流电压特性;

[0019] 图 13 示出根据本发明制造的太阳能电池的量子效率谱,以及

[0020] 图 14 示出在实现本发明的一个或多个方面和 / 或要素中可使用的计算机系统。

具体实施方式

[0021] Kesterite(也称为 $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_x\text{Se}_{x-4}$ 或 CZTSSe)有希望实现低成本、可再生的太阳能电池,这是因为所用的全部元素都很廉价且储量丰富。与需要相对昂贵元素铟和镓的 CIGS 吸收体不同,锌和锡可容易地以合理价格获取,已通过各种技术沉积 kesterite 膜,这些技术包括热蒸发、溶液法、电镀、溅射和类似的技术。溶液法可获取联氨,联氨兼具爆炸性与毒性。溅射技术和电镀典型地包括 Cu/Zn/Sn 合金的沉积以及随后使用 H_2S 或 S 进行退火超过两小时。

[0022] 大多数制造流程需要进行高温退火($>500^\circ\text{C}$)以生长用于 kesterite 吸收层的大颗粒。常用的高温退火法包括在具有流动的 H_2S 气体的炉中执行退火,以及在具有足够 S 蒸气压的密封管内执行退火。这些方法可出现温度不均匀、高温下 Sn、S 和 / 或 Se 的损耗,表面光滑度和颗粒尺寸控制的一种或多种问题。此外,它们通常需要长时间来进行退火处理,例如在退火温度下从 1 到 3 小时,另外还需要 1-3 小时的冷却时间。替代高温退火,另一方法是在高衬底温度($>400^\circ\text{C}$)下沉积材料。此方法不需要长时间退火,但是 Sn/Zn 损耗很大,材料利用不充分。本发明的一个或多个实施例通过使用热板,只需要五(5)至二十(20)分钟的退火时间。不需要 H_2S 密封舱。

[0023] 热蒸发是这样一种技术:其一般包括在高真空条件下加热固体源以产生迁移到被加热的衬底的原子或原子团。这些原子在衬底表面上扩散并在其上形成膜。用于进行热蒸

发的系统一般包括聚焦在衬底加热器上的泻流室(effusion cell)。泻流室包含用于形成所述膜的组成元素。可设置用于旋转衬底以提高薄膜形成均匀性的机构。使用热蒸发沉积技术的系统是所属领域技术人员公知的。现在参考图1,该图提供了对用于通过热蒸发沉积 kesterite 的元素的系统 20 的示意性示例。出于该应用的目的,将使用术语“kesterite”表示由硫和硒中的至少一种以及铜、锌、锡的组合。kesterite 可以包含硫但不包含硒,包含硒但不包含硫,或者既包含硫也包含硒。将相应地使用术语“CZTS”表示包含硫但不包含硒的 kesterite,使用术语“CZTSe”表示包含硒但不包含硫的 kesterite。既包含硫也包含硒的 kesterite 应被表示为“CZTSSe”。本发明的原理适用于形成可用于太阳能电池应用的 CZTS、CZTSe 和 CZTSSe 吸收层。系统 20 包括能够保持高真空的真空室 22。在下面描述的示例性方法中,真空室保持在 10^{-8} 托。优选 10^{-6} 托至 10^{-8} 托的范围,但其它真空范围也可提供可接受的结果。为铜、锌和锡提供泻流室 24。为硫和硒提供裂化室(cracking cell)26。如果将形成于衬底 28 上的吸收层不包含硒,则只需一个裂化室。优选地采用用于旋转衬底 28 的装置,但本图中未示出该装置。

[0024] 图 2-10 示出使用本发明的原理在制造光伏器件中使用的优选方法的示例性处理步骤。该示例性方法中的衬底 28 包括厚度为 1 至 3mm,上面通过溅射涂有钼的钠钙玻璃(SLG)30。在该实例中厚度为约 600nm 至 $1\mu\text{m}$ 的钼层 32 形成基本平面的衬底表面,如图 3 所示。衬底 28 被置于真空室 22 内并被加热到 100–200℃。在示例性方法中,衬底温度保持在低于 200℃下(优选地为 100℃)并以 10–20rpm 的速度旋转。

[0025] 优选地,在高真空环境中通过热蒸发从泻流室 24 将铜、锌和锡沉积于钼涂层上,但溅射工艺和电子束蒸发是可替代地采用的其它真空沉积法。将理解,可采用标准坩埚来替代泻流室以实现热蒸发。在示例性方法中,每种元素以 3–5nm/分钟的速率沉积。铜、锌和硒的沉积速率通过泻流室温度控制,从而确保这些元素的化学计量正确。低衬底温度减少了再蒸发,使得由再蒸发造成的沉积材料损耗不显著,从而便于化学计量膜的产生。

[0026] 假设硫和硒元素都被用于形成 CZTSSe 吸收层 34,那么在裂化室 26 的体区(bulk zone)(未示出)中存储和加热这两种元素。采用针阀(needle valve)(未示出)来控制 S/Se 流量。每个裂化室的裂化区例如都可以将 S_8 裂化为 S_4 或 S_2 ,或者将 Se_4 裂化为 Se_2 。包括 CZTSSe 吸收层的所有元素共蒸发并以上述速率同时沉积,从而形成图 4 所示的结构。控制铜、锌和锡的共蒸发,以实现最终吸收层的精确组成。如上所述,相对较低的衬底温度减少这些元素(尤其是锡和锌)的蒸发损耗,从而便于控制化学计量。在需要 300℃或更高的高衬底温度的工艺中,很难精确地补偿这些元素的蒸发损耗。对硫和 / 或硒水平的精确控制据信较不苛刻,并且可在超过吸收层的目标化学计量组成的量时提供此控制。示例性工艺中形成的 CZTSSe 吸收层的厚度在 650–3000nm 之间。所属领域的技术人员将理解,吸收层的组成元素的沉积可使用待沉积材料的元素形式(elemental form)或其它形式实现,所述其它形式包括——但不限于——ZnS、ZnSe、CuS、SnS 和 SnSe。上述真空沉积工艺提供平滑的表面,良好的组分控制,不会产生可察觉的锡损耗,是一种安全、清洁的工艺。因此其是优选的。可在这样的高真空环境和低衬底温度下通过与热蒸发相对的溅射或电子束蒸发沉积一种或多种元素。

[0027] 接下来参考图 5,对现在包括 CZTSSe 沉积层 34 的衬底进行快速退火处理,其中在热板上将衬底加热到 300–600℃之间并持续少于三十(30)分钟。优选地在超过 500℃(优

选地为 500–550℃) 的温度下加热持续约五至二十分钟。在示例性方法中, 在 540℃ 下加热五分钟。该快速热退火可在惰性气体环境(例如, 氮气或氩气) 中执行。可在退火期间提供 S 或 Se 蒸气。替代地, 还可在退火处理期间提供 H_2S 或 H_2Se 蒸气。已经发现, 在这种高温退火期间的沉积材料损耗并不显著, 这很可能是因为材料在沉积过程中被形成为小颗粒。真空沉积期间的低衬底温度与之后在显著较高的温度下的快速退火的组合便于材料损耗的避免、良好的组分控制以及快速的处理。用于退火的温度不应超过衬底熔点。可采用除了钠钙玻璃之外的具有不同熔点的衬底。

[0028] 退火之后, 可使用附加的制造步骤制造太阳能电池器件, 这些制造步骤包括: 通过 CdS (60–70nm 厚) 或其它材料的化学浴沉积, 生长发射层 36 (参见图 6); 沉积 i-ZnO 薄层 38 (80–100nm) (图 7); 通过溅射沉积透明导电氧化物 (TCO) 层 40 (参见图 8), 例如 Al-ZnO 或 ITO (氧化铟锡) 层; 使用遮蔽掩模, 通过蒸发形成顶部金属接触或电极 42 (例如, Ni/Al); 以及通过机械/激光划片, 使光伏器件孤立化(图 10)。机械划片可通过诸如不锈钢的各种金属刀片完成。CZTSSe 是软性材料并且可在不损坏 Mo 衬底的情况下轻松地进行物理去除。对于激光划片, 激光光子能量应该高于 CZTSSe 膜的带隙能量。例如, 波长为 532nm 的绿激光是对 CZTSSe 膜进行划片的良好选择。激光功率的典型工作范围为 $0.05\text{--}10\text{J}/\text{cm}^2$ 。所用的实际功率取决于激光波长和激光脉冲时长。

[0029] 图 11 提供可根据示例性方法制造的光伏器件的剖面图。该图示例出通过扫描电子显微镜所拍摄的图像中示出的层以及这些层与上述各层的对应。

[0030] 现在将介绍非限制性实验结果。参考图 12, 提供了在黑暗和模拟光照下 CZTS 太阳能电池的 I-V (电流-电压) 特性。图 13 示出外部和内部量子效率谱。

[0031] 根据目前的介绍, 将理解, 一般地说, 示例性方法包括组合低温真空沉积和快速高温退火以在衬底上形成适合太阳能电池应用的 kesterite 吸收层。在优选实施例中, 通过在高真空环境中进行溅射和/或热蒸发和/或电子束蒸发或组合的方法来实现该低温沉积。热蒸发是实现组分控制和有效使用组成金属的优选方法。高温退火可使用热板或其它加热方法实现, 以便快速地对吸收层进行退火, 优选地在三十分钟内退火, 更优选地在二十分钟或更短时间内退火。这种退火可在没有特殊炉和 H_2S 的情况下实现。在一个或多个实施例中, 热的施加可包括通过与热板(未示出) 接触而直接向衬底 28 施加热。在这些情况下, 热经由通过衬底 104 的传导而间接地施加到 kesterite 膜层 34。

[0032] 另外, 根据目前的介绍, 将理解, 一般地说, 示例性方法(例如, 用于制造太阳能电池的方法) 包括提供衬底, 将衬底置于高真空环境, 将衬底加热到第一温度, 通过热蒸发、电子束蒸发和/或溅射在被加热的衬底的表面上沉积硫和硒中的至少一种以及铜、锌、锡以形成适合太阳能电池应用的吸收层, 以及在显著高于第一温度的第二温度下对衬底进行退火。更具体地说, 第一温度介于 100–200℃ 之间, 从而再蒸发损耗不显著, 因此在第二温度为 300℃ 或更高以便于快速退火时, 再蒸发损耗不会成为问题。

[0033] 其它步骤包括在退火之后生长发射层, 在发射层上沉积透明导电氧化物层, 在透明导电氧化物层上沉积顶部金属接触, 以及进行器件孤立化以获得多个太阳能电池。

[0034] 例如, 可以在制造诸如太阳能电池等时使用如上所述一种或多种方法、技术和/或处理。

[0035] 示例性系统和制造品细节

[0036] 所属技术领域的技术人员知道,本发明的方面(例如,用于控制沉积、退火、制造或测试过程的方面)可以实现为系统、方法或计算机程序产品。因此,本公开的特定部分可以采取实现完全硬件的实施例、完全软件的实施例(包括固件、驻留软件、微代码等)或者硬件和软件方面结合的形式,本文将所有这些形式一般称为“电路”、“模块”或“系统”。此外,本发明的方面还可以实现为在一个或多个计算机可读介质中的计算机程序产品的形式,该计算机可读介质中包含计算机可读的程序代码。

[0037] 本发明的部分的一个或多个实施例或它们的要素可以装置的形式实现,所述装置包括存储器和至少一个处理器,所述处理器与存储器相连并可操作为执行或便于示例性方法步骤。

[0038] 一个或多个实施例可以利用在通用计算机或工作站上运行的软件。参考图 12,这种实现例如可以采用处理器 1402、存储器 1404 以及例如由显示器 1406 和键盘 1408 形成的输入 / 输出接口。在此使用的术语“处理器”旨在包括任何处理设备,例如,包括 CPU (中央处理单元)和 / 或其它形式处理电路的处理设备。此外,术语“处理器”可以表示多于一个的单独处理器。术语“存储器”旨在包括与处理器或 CPU 关联的存储器,例如 RAM (随机存取存储器)、ROM (只读存储器)、固定存储器件(例如,硬盘)、可移动存储器件(例如,软盘)、闪存等。此外,在此使用的术语“输入 / 输出接口”旨在包括例如一个或多个用于将数据输入到处理单元的机构(例如,鼠标)以及一个或多个用于提供与处理单元关联的结果的机构(例如,打印机)。处理器 1402、存储器 1404 以及诸如显示器 1406 和键盘 1408 的输入 / 输出接口例如可以通过作为数据处理单元 1412 的部件的总线 1410 互连。例如通过总线 1410 的适当互连还可以被提供到网络接口 1414 (例如可被设置为与计算机网络接口的网卡)以及介质接口 1416 (例如可被设置为与介质 1418 接口的软盘或 CD-ROM 驱动器)。

[0039] 还可以提供与传感器(例如,压力传感器、力传感器、温度传感器)、致动器等的接口,用于控制退火、制造和 / 或测试过程或它们的任何部分。

[0040] 因此,本文中描述的包括用于执行本发明方法的指令或代码的计算机软件可存储在一个或多个关联的存储器件(例如,ROM、固定存储器或可移动存储器)中,当准备使用时,其被部分或全部加载(例如,加载到 RAM 中)并由 CPU 执行。此类软件可以包括——但不限于——固件、驻留软件、微代码等。

[0041] 适合于存储和 / 或执行程序代码的数据处理系统将包括通过系统总线 1410 而被直接或间接耦合到存储器元件 1404 的至少一个处理器 1402。所述存储器元件可以包括在程序代码的实际执行期间采用的本地存储器、大容量存储装置以及提供至少某些程序代码的临时存储以减少必须在执行期间从大容量存储装置检索代码的次数的高速缓冲存储器。

[0042] 输入 / 输出或 I/O 设备(包括——但不限于——键盘 1408、显示器 1406、指点设备等)可以直接(例如,通过总线 1410)或通过居间的 I/O 控制器(为清晰起见,已省略)而被耦合到系统。

[0043] 诸如网络接口 1414 的网络适配器也可以被耦合到系统以使所述数据处理系统能够通过居间的私用或公用网络而变得与其它数据处理系统或远程打印机或存储设备相耦合。调制解调器、电缆调制解调器和以太网卡只是当前可用的网络适配器类型中的少数几种。

[0044] 如此处(包括权利要求)使用的那样,“服务器”包括运行服务器程序的物理数据处

理系统(例如,图 6 所示的系统 1412)。将理解,此类物理服务器可以包括,也可以不包括显示器和键盘。

[0045] 应注意,本发明的各方面还可以采取在一个或多个计算机可读介质中体现的计算机程序产品的形式,所述计算机可读介质中包含计算机可读的程序代码。可以采用一个或多个计算机可读的介质的任意组合。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或计算机可读存储介质。计算机可读存储介质例如可以是——但不限于——电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件,或者上述的任意合适的组合。介质框 1418 是非限制性实例。计算机可读存储介质的更具体的例子(非穷举的列表)包括:具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM 或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本文件中,计算机可读存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。

[0046] 计算机可读的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号,其中承载了计算机可读的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式,包括——但不限于——电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机可读的信号介质还可以是计算机可读存储介质以外的任何计算机可读介质,该计算机可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。

[0047] 计算机可读介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输,包括——但不限于——无线、电线、光缆、RF 等等,或者上述的任意合适的组合。

[0048] 可以以一种或多种程序设计语言的任意组合来编写用于执行本发明的各方面操作的计算机程序代码,所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言——诸如 Java、Smalltalk、C++,还包括常规的过程式程序设计语言——诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算机上执行、部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中,远程计算机可以通过任意种类的网络——包括局域网(LAN)或广域网(WAN)——连接到用户计算机,或者,可以连接到外部计算机(例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接)。

[0049] 本文中将参照本发明实施例的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图和/或框图描述本发明的各方面。应当理解,流程图和/或框图的每个方框以及流程图和/或框图中各方框的组合,都可以由计算机程序指令实现。这些计算机程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理装置的处理器,从而生产出一种机器,这些计算机程序指令通过计算机或其它可编程数据处理装置执行,产生了实现流程图和/或框图中的方框中规定的功能/操作的装置。

[0050] 也可以把这些计算机程序指令存储在能使得计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备以特定方式工作的计算机可读介质中,这样,存储在计算机可读介质中的指令就产生出一个包括实现流程图和/或框图中的方框中规定的功能/操作的指令的制造品(manufacture)。

[0051] 也可以把计算机程序指令加载到计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备

上,使得在计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备上执行一系列操作步骤,以产生计算机实现的过程,从而使得在计算机或其它可编程装置上执行的指令能够提供实现流程图和 / 或框图中的方框中规定的功能 / 操作的过程。

[0052] 附图中的流程图和框图显示了根据本发明的多个实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上,流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或代码的一部分,所述模块、程序段或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意,在有些作为替换的实现中,方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如,两个连续的方框实际上可以基本并行地执行,它们有时也可以按相反的顺序执行,这依所涉及的功能而定。也要注意的,框图和 / 或流程图中的每个方框、以及框图和 / 或流程图中的方框的组合,可以用执行规定的功能或操作的专用的基于硬件的系统来实现,或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

[0053] 需要指出,此处描述的任何方法可以包括提供一种系统的额外步骤,该系统包括包含在计算机可读存储介质中的独特软件模块;这些模块例如可以包括执行、控制和 / 或便于此处描述的任何退火、制造或测试(例如,控制退火热源)的模块。然后可以使用上述在一个或多个硬件处理器 1402 上执行的系统的独特软件模块和 / 或子模块执行方法步骤。此外,计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质,该介质包含适合于被实现为执行此处描述的一个或多个方法步骤的代码,其中包括为系统提供独特软件模块。

[0054] 在任何情况下都应该理解,此处示例的组件可通过各种形式的硬件、软件或它们的组合来实现;例如,专用集成电路(ASIC)、功能电路、包含相关存储器等的一个或多个适当编程的通用数字计算机。给出此处提供的本发明教导之后,所属领域的普通技术人员将能够构想本发明组件的其它实施方式。

[0055] 在此使用的术语是仅仅用于描述具体实施例的目的,而不旨在限制本发明。在此使用的单数形式的“一”、“一个”和“该”旨在也包括复数形式,除非上下文中明确地另外指出。还应理解,在用于该说明书中时,术语“包括”和 / 或“包含”规定所述特征、整体、步骤、操作、元件和 / 或部件的存在,但不排除一个或多个其他特征、整体、步骤、操作、元件、部件和 / 或其组合的存在或附加。

[0056] 在下面的权利要求中的所有装置或步骤加功能要素的对应结构、材料、动作和等价物旨在包括用于与具体地要求保护的其他要求保护的要素组合地执行功能的任何结构、材料或动作。本发明的说明书是为了示例和说明的目的而给出的,而不旨在以所公开的形式穷举或限制本发明。只要不脱离本发明的范围和精神,多种修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显而易见的。为了最好地解释本发明的原理和实际应用,且为了使本领域的其他普通技术人员能够理解本发明的具有适于所预期的特定用途的各种修改的各种实施例,选择和描述了实施例。

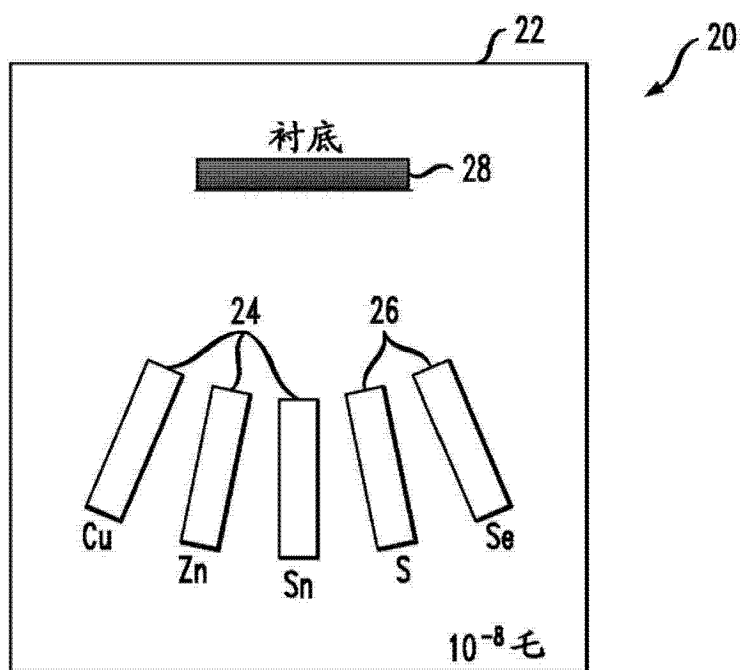


图 1

示例性方法流程

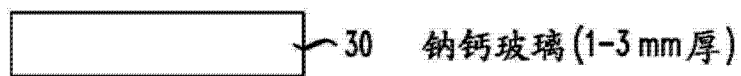


图 2

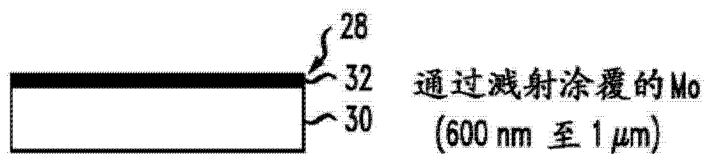


图 3

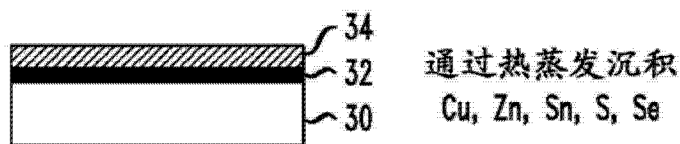


图 4

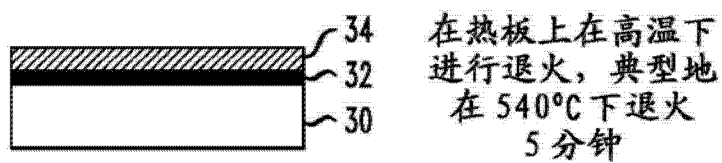


图 5



图 6

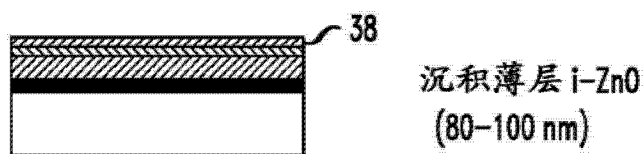


图 7

示例性方法流程

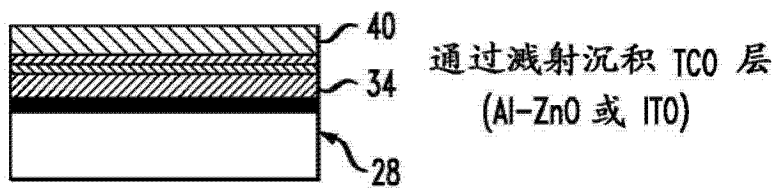


图 8

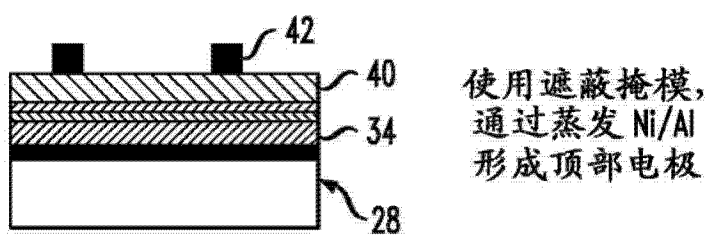


图 9

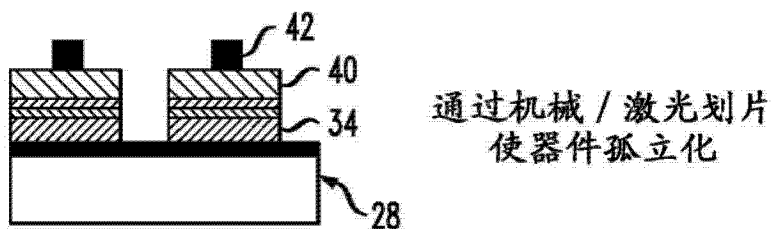


图 10

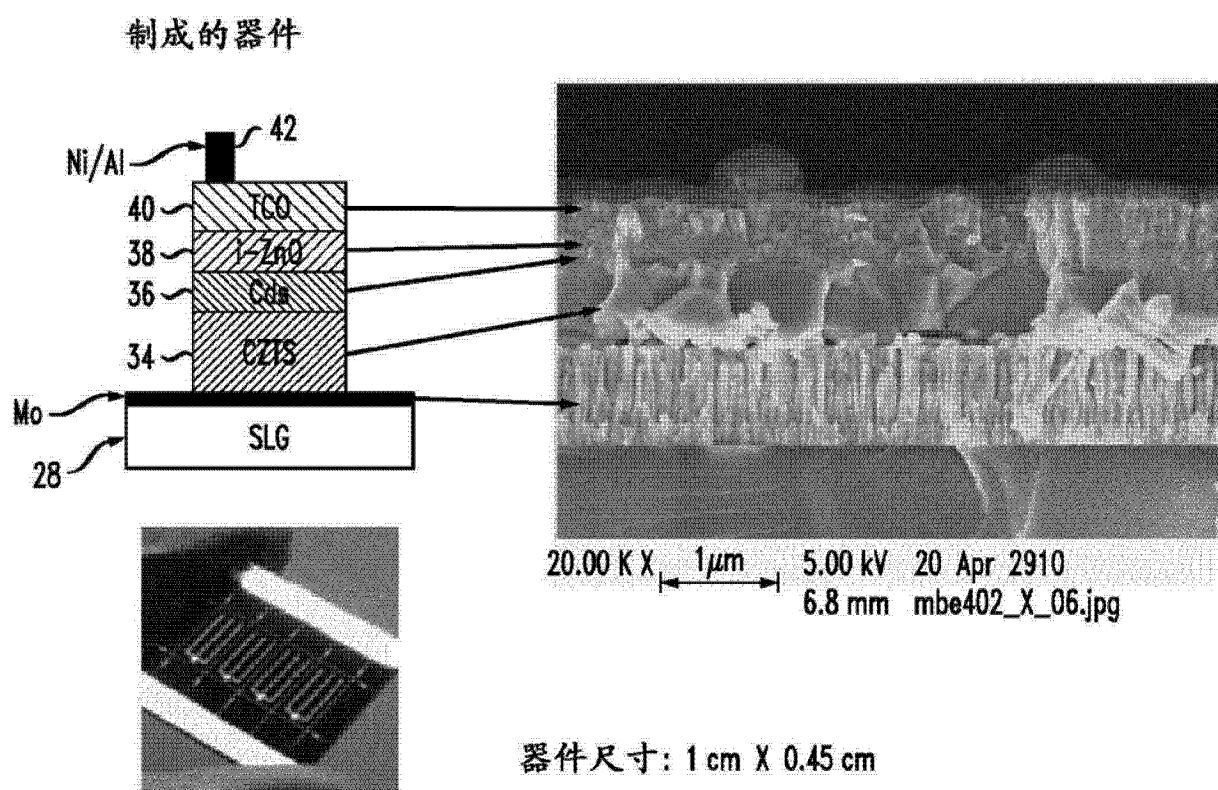


图 11

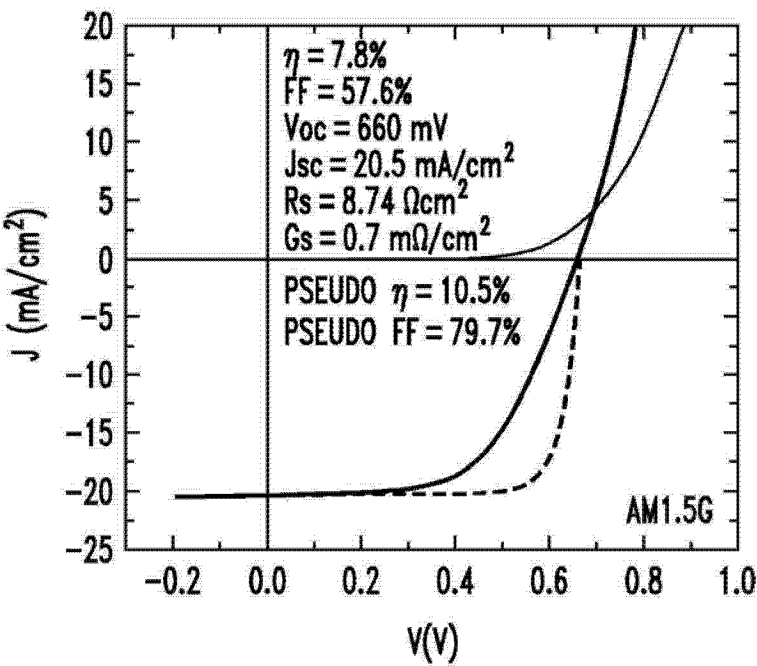


图 12

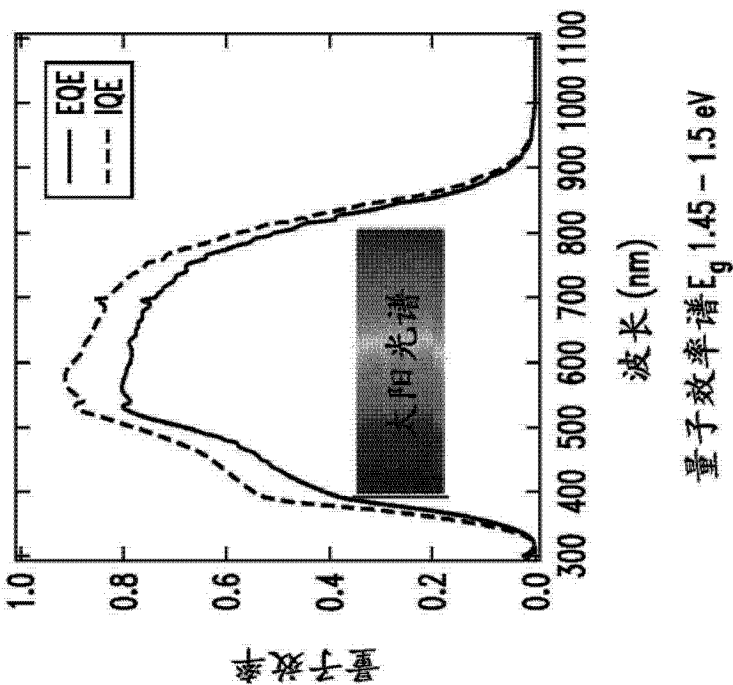


图 13

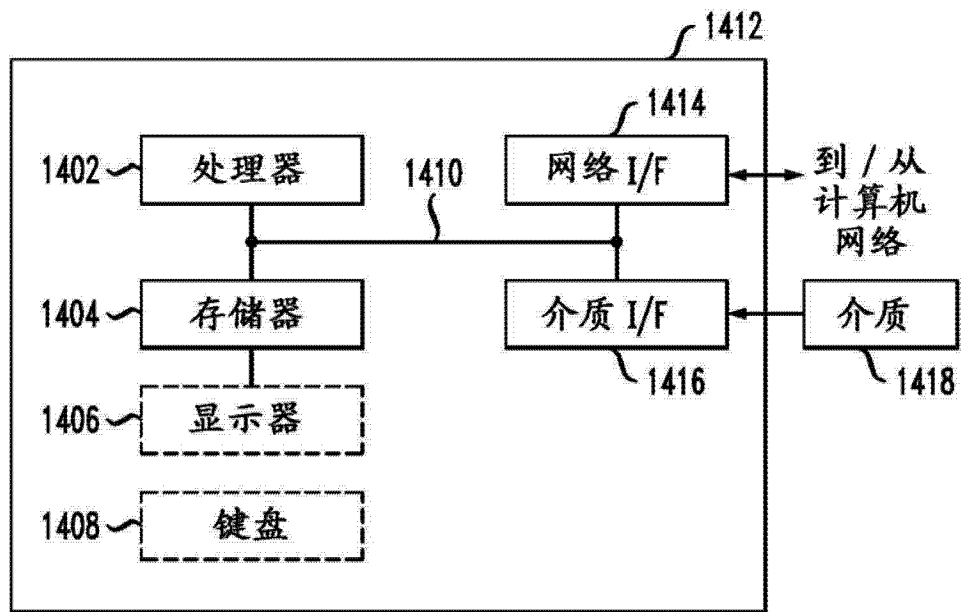


图 14