



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102127747 A

(43) 申请公布日 2011. 07. 20

(21) 申请号 201010625160. 7

C23C 14/24 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 12. 15

(30) 优先权数据

12/638687 2009. 12. 15 US

(71) 申请人 初星太阳能公司

地址 美国科罗拉多州

(72) 发明人 M·J·帕沃尔 R·W·布莱克

B·R·墨菲 C·拉思维格

E·J·利特尔 M·W·里德

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 朱铁宏 谭祐祥

(51) Int. Cl.

C23C 14/56 (2006. 01)

C23C 14/06 (2006. 01)

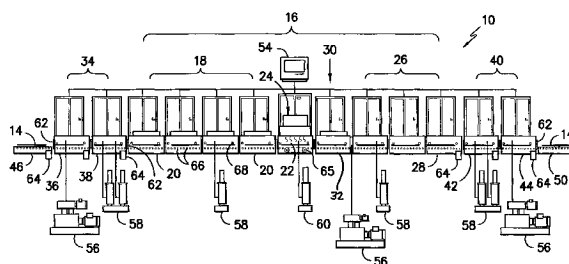
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

(54) 发明名称

用于连续沉积薄膜层到基底上的模块系统和
方法

(57) 摘要

本发明涉及用于连续沉积薄膜层到基底上的模块系统和方法。具体而言,一种用于在光电(PV)模块基底(14)上汽相沉积薄膜层的系统(10)及相关方法,包括建立真空腔室(16)以及将基底单独地引入真空腔室中。传送器系统可操作地布置在真空腔室中并且构造成用于以串接布置在受控的恒定线速度下将基底传送经过汽相沉积设备。后加热区段布置在所述真空腔室中,在基底传送方向上直接位于汽相沉积设备的下游。后加热区段构造成用以将传送自汽相沉积设备的基底维持在期望的加热温度轮廓,直到整个基底引出汽相沉积设备。



1. 一种用于汽相沉积薄膜层到光电 (PV) 模块基底 (14) 上的方法, 包括:

以串接布置传送基底经过真空腔室 (16) 中的汽相沉积设备 (22), 在其中, 升华的源材料的薄膜沉积在所述基底的上表面上, 所述基底以受控的恒定线速度传送经过所述汽相沉积设备, 使得在传送方向上所述基底的前部区段和后部区段在所述汽相沉积设备内经受相同的汽相沉积条件;

当所述基底传送出所述汽相沉积设备时, 对所述基底后加热, 以便沿所述基底的长度维持大致均匀的温度, 直到整个所述基底传送出所述汽相沉积设备; 以及,

在所述后加热步骤之后冷却所述基底。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述基底 (14) 从所述汽相沉积设备 (22) 传送到后加热模块 (32) 中用于所述后加热步骤, 以及所述方法还包括在所述后加热模块的整个纵向长度上维持大致恒定的温度轮廓。

3. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 所述基底 (14) 以第一传送速率传送经过所述汽相沉积设备 (22) 并进入所述后加热模块 (32) 中, 并且以显著更大的第二传送速率从所述后加热模块传送进入下游的冷却区段 (26), 所述第二传送速率对于防止沿所述基底的长度产生热梯度是有效的。

4. 一种用于汽相沉积薄膜层到光电 (PV) 模块基底 (14) 上的方法, 包括:

以串接布置传送基底经过真空腔室 (16) 中的汽相沉积设备 (22), 在其中, 升华的源材料的薄膜沉积在所述基底的上表面上, 所述基底以受控的恒定线速度传送经过所述汽相沉积设备, 使得在传送方向上所述基底的前部区段和后部区段在所述汽相沉积设备中经受相同的汽相沉积条件;

当所述基底以一定方式传送出所述汽相沉积设备时, 对所述基底后加热, 使得沿所述基底的长度产生受控的逐渐减小的温度梯度, 直到整个所述基底传送出所述汽相沉积设备; 以及,

在所述加热步骤之后冷却所述基底。

5. 根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述基底 (14) 从所述汽相沉积设备 (22) 传送进入到后加热模块 (32) 中用于所述后加热步骤, 并进入冷却区段 (26) 中用于所述冷却步骤。

6. 根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述方法还包括沿所述后加热模块 (32) 的纵向长度维持减小的温度轮廓, 其中, 所述温度轮廓在其入口处具有从大约 400 摄氏度到大约 600 摄氏度的温度, 以及在其出口处具有从大约 200 摄氏度到大约 500 摄氏度的温度。

7. 一种用于在光电 (PV) 模块基底 (14) 上汽相沉积薄膜层的系统 (10), 包括:

真空腔室 (16), 所述真空腔室还包括汽相沉积设备 (22), 所述汽相沉积设备 (22) 构造成用于将升华的源材料的薄膜沉积到经由其传送的基底的上表面上;

传送器系统 (66), 其可操作地布置在所述真空腔室中并且构造成用于以串接布置在受控的恒定线速度下将所述基底传送经过所述汽相沉积设备; 以及

后加热区段 (18), 其布置在所述真空腔室中, 在所述基底的传送方向上直接位于所述汽相沉积设备的下游, 所述后加热区段构造成用以将传送自所述汽相沉积设备的所述基底维持在期望的加热温度轮廓, 直到整个所述基底引出所述汽相沉积设备。

8. 根据权利要求7所述的系统(10),其特征在于,所述后加热区段(18)构造成用以加热所述基底使其具有一定的温度轮廓,以便沿所述基底的长度维持大致均匀的温度,直到整个所述基底传送出所述汽相沉积设备(22)。

9. 根据权利要求8所述的系统(10),其特征在于,所述系统还包括冷却区段(26),所述冷却区段(26)在所述基底的传送方向上位于所述后加热区段(30)的下游,所述传送器系统(66)构造成用以按第一传送速率传送所述基底(14)经过所述汽相沉积设备(22)并进入所述后加热区段,以及按显著更大的第二传送速率将所述基底从所述后加热区段传送并进入所述冷却区段,所述第二传送速率对于防止沿所述基底的长度产生热梯度是有效的。

10. 根据权利要求7所述的系统(10),其特征在于,所述后加热区段(30)构造成用以加热所述基底(14)使其具有一定的温度轮廓,以便沿所述基底的长度产生受控的逐渐减小的温度梯度,直到整个所述基底传送出所述汽相沉积设备(22),以及还包括在所述基底的传送方向上位于所述后加热模块下游的冷却区段(26),所述传送器系统(66)构造成用以按大致相同的恒定线速度传送所述基底经过所述汽相沉积设备,进入并经过所述后加热区段,以及进入并经过所述冷却区段。

用于连续沉积薄膜层到基底上的模块系统和方法

技术领域

[0001] 本文所公开的主题主要涉及将诸如半导体材料层的薄膜层沉积到基底上的薄膜沉积工艺领域。更具体而言,所公开的主题涉及一种用于在形成光电(PV)模块时沉积光反应材料的薄膜层到玻璃基底上的系统和方法。

背景技术

[0002] 基于硫化镉(CdS)配以碲化镉(CdTe)作为光反应构件的薄膜光电(PV)模块(也称为“太阳能板”或“太阳能模块”)在行业中获得广泛的认可和关注。CdTe是具有尤其适用于将太阳能(太阳光线)转换成电的特性的半导体材料。例如,CdTe具有1.45eV的能量带隙(bandgap),这使其比历史上用于太阳能电池应用的较低带隙(1.1eV)的半导体材料能够从太阳光谱中转换更多的能量。另外,在较少光照或漫射光的条件下,CdTe相比于较低带隙的材料更为高效地转换能量,且因此相比于其它常规材料,在一天期间或较少光照(例如,多云)的情况下具有更长的有效转换时间。

[0003] 根据产生每瓦功率的成本,使用CdTe PV模块的太阳能系统通常认作是成本效益最为合算的市售系统。然而,CdTe不能耐受持续性商业使用和接受太阳能作为工业用电或居民用电的辅助电源或主要电源,其优点取决于以大规模和成本效益合算的方式制造有效的PV模块的能力。

[0004] 某些因素在模块的成本和发电性能方面影响CdTe PV模块的效率。例如,CdTe相对昂贵,且因此材料的有效利用(即,最少的浪费)成为主要的成本因素。此外,模块的能量转换效率是沉积的CdTe膜层的某些特性的因素。膜层的不均匀或缺陷可显著地减少模块的输出,从而增加每单位功率的成本。另外,以经济地切合实际的商业规模处理相对较大基底的能力也是至关重要的考虑因素。

[0005] CSS(近间隔升华或近空间升华)是一种公知的用于生产CdTe模块的商用汽相沉积工艺。例如,请参看美国专利No. 6,444,043和美国专利No. 6,423,565。在CSS工艺中的沉积腔室内,将基底引至以相对较小的距离(即大约2mm至3mm)与CdTe源相对的相对位置处。CdTe材料升华并沉积到基底的表面上。在上文引用的美国专利No. 6,444,043的CSS系统中,CdTe材料为粒状的形式,且保持在汽相沉积腔室内的加热容器中。升华的材料移动穿过置于容器上的盖中的孔,且沉积到静止的玻璃表面上,该静止的玻璃表面以最小的可能距离(1mm至2mm)保持在盖构架的上方。该盖经加热直至高于容器的温度。

[0006] 尽管CSS工艺具有优点,但该系统实质上为分批处理,其中,将玻璃基底引入汽相沉积腔室中,在腔室内保持有限的时长,在此时长内形成膜层,以及随后引出腔室。该系统更适用于表面面积相对较小的基底的分批处理。该过程必须周期性地中断,以便再填充CdTe源,这对大规模的生产过程不利。此外,沉积过程不能以受控的方式容易地停止和重启,从而导致在将基底引入和引出腔室期间以及在将基底定位在腔室内所需的任何步骤期间明显未对CdTe材料加以利用(也即浪费)。

[0007] 因此,行业中持续需要一种用于经济可行地大规模生产高效的PV模块、尤其是基

于 CdTe 的模块的改进系统及方法。

发明内容

[0008] 本发明的方面和优点将在以下说明中部分地阐述,或可根据该说明而清楚,或可通过实施本发明而懂得。

[0009] 根据本发明的实施例,提供了一种用于将薄膜层如 CdTe 层汽相沉积到光电 (PV) 模块基底上的方法。在本领域中,“薄”膜层通常认作是小于 10 微米 (μm),但本发明不限于任何特定的膜厚。该方法包括以串接布置传送基底经过真空腔室中的汽相沉积设备,在该汽相沉积设备中,升华的源材料的薄膜沉积在基底的上表面上。基底以受控的恒定线速度传送经过汽相沉积设备,使得基底的在传送方向上的前部区段和后部区段在汽相沉积设备内经受相同的汽相沉积条件。当基底传送出汽相沉积设备时,对基底进行后加热,使得沿基底的长度维持大致均匀的温度轮廓(或分布, profile),直到整个基底传送出汽相沉积设备。然后,在从真空腔室移除基底之前,对基底进行可控地冷却。

[0010] 在备选的方法实施例中,当基底以一定方式传送出汽相沉积设备时,对基底进行后加热,以便沿基底的长度产生受控的逐渐降低的温度梯度,直到整个基底传送出汽相沉积设备。该降低的温度梯度具有一定特性以便防止对基底的损坏,例如翘曲、破损等。

[0011] 对于上述方法的变型和改进在本发明的范围和精神内,且可在本文中进一步描述。根据本发明的另一实施例,提供了一种用于将薄膜层如 CdTe 膜层汽相沉积到光电 (PV) 模块基底上的系统。该系统包括真空腔室,在特定的实施例中,该真空腔室可由多个互连的模块限定。真空腔室包括汽相沉积设备,该汽相沉积设备构造成用于将升华的源材料的薄膜沉积到传送穿过其的基底的上表面上。传送器系统可操作地布置在真空腔室内,并且构造成用于以串接布置在受控的恒定线速度下将基底传送经过汽相沉积设备。后加热区段布置在所述真空腔室内,在基底传送方向上紧接位于汽相沉积设备的下游。后加热区段构造成用以将传送自汽相沉积设备的基底维持在期望的加热温度轮廓以防止热损伤基底,直到整个基底已引出汽相沉积设备。后加热区段可包括一个或多个具有可控加热区的后加热模块。

[0012] 在特定的实施例中,后加热区段构造成用以加热基底,使得沿基底的长度维持大致均匀的温度轮廓,直到整个基底传送出汽相沉积设备。

[0013] 在备选的实施例中,后加热区段构造成以一定方式加热基底,使得沿着基底的长度产生受控的逐渐降低的温度梯度轮廓,直到整个基底传送出汽相沉积设备。

[0014] 对于上述系统组件的实施例的变型和改进在本发明的范围和精神内,且可在本文中进一步描述。

[0015] 参照以下说明和所附权利要求,本发明的这些及其它特征、方面和优点将会得到更好的理解。

[0016] 零件清单

[0017] 10 系统

[0018] 12

[0019] 14 基底

[0020] 16 真空腔室

[0021]	18	预热区段
[0022]	20	预热模块
[0023]	21	加热器元件
[0024]	22	汽相沉积设备
[0025]	24	汽相沉积模块
[0026]	26	冷却区段
[0027]	28	冷却模块
[0028]	30	后加热区段
[0029]	32	后加热模块
[0030]	34	进入真空闸站
[0031]	36	负载模块
[0032]	38	缓冲模块
[0033]	40	引出真空闸站
[0034]	42	引出缓冲器
[0035]	44	引出模块
[0036]	46	负载传送器
[0037]	48	馈送系统
[0038]	50	引出传送器
[0039]	52	控制器
[0040]	54	中央控制器
[0041]	56	粗真空泵
[0042]	58	细真空泵
[0043]	60	真空泵
[0044]	62	阀
[0045]	64	控制器
[0046]	65	沉积模块传送器
[0047]	66	传送器
[0048]	67	传送器驱动器
[0049]	68	传感器

附图说明

[0050] 在参照附图的说明书中阐述了本发明包括其最佳模式的完整和能够实现的公开内容,在附图中:

[0051] 图 1 为根据本发明的方面的系统的实施例的平面视图;以及,

[0052] 图 2 为图 1 中系统的实施例的透视图。

具体实施方式

[0053] 现将详细地参照本发明的实施例,其中的一个或多个实例在附图中示出。各实例均是以阐述本发明的方式提供的,而并不限制本发明。实际上,本领域的技术人员很清楚,

在不脱离本发明的范围或精神的情况下,可在本发明中作出各种修改和变型。例如,示为或描述为一个实施例的一部分的特征可结合另一实施例来使用,以产生又一个实施例。因此,期望的是,本发明包含归入所附权利要求及其等同方案范围内的这些修改和变型。

[0054] 图 1 和图 2 示出了系统 10 的实施例,该系统 10 构造成用于将薄膜层汽相沉积到光电 (PV) 模块基底 14(下文称为“基底”)上。例如,该薄膜可为碲化镉 (CdTe) 膜层。尽管本发明不限于所提到的任何特定的膜厚,但在本领域中一般认为 PV 模块基底上的“薄”膜层通常小于大约 10 微米 (μm)。应当认识到的是,本系统不限于汽相沉积特定类型的膜层,以及 CdTe 仅是一种可通过系统 10 进行沉积的膜层。

[0055] 参看图 1,系统 10 包括真空腔室 16,该真空腔室 16 可由任何构件构造限定。在所示的特定实施例中,真空腔室 16 由多个互连的模块限定,如在下文中更为详细地论述。通常,真空腔室 16 可认作是系统 10 的区段或部分,在其中,为了汽相沉积过程的各个方面而抽取和保持真空。

[0056] 系统 10 包括处于真空腔室 16 内的预热区段 18。预热区段 18 可为在传送基底 14 穿过真空腔室 16 时对该基底预热的一个或多个构件。在所示的实施例中,预热区段 18 由基底 14 传送穿过其的多个互连模块 20 限定。

[0057] 真空腔室 16 还包括在基底 14 传送方向上处于预热区段 18 下游的汽相沉积设备 24。该设备 24 可构造为汽相沉积模块 22,且为诸如粒状的 CdTe 材料的源材料在其中升华并沉积到基底 14 上作为薄膜层的构件构造。应当容易认识到的是,各种汽相沉积系统和工艺是本领域中所公知的,如上述 CSS 系统,以及汽相沉积设备 24 不限于任何特定类型的汽相沉积系统或工艺。

[0058] 真空腔室 16 还包括位于汽相沉积设备 24 下游的冷却区段 26。在所示的实施例中,冷却区段 26 由多个互连的冷却模块 28 限定,基底 14 在从系统 10 移除之前传送穿过该多个互连的冷却模块 28,如在下文中更为详细地描述。

[0059] 系统 10 还包括可操作地设置在真空腔室 16 内的传送器系统。在所示的实施例中,该传送器系统 16 包括多个单独的传送器 66,而系统 10 中的各模块均包括相应的一个传送器 66。应当认识到的是,传送器 66 的类型或构造并非是本发明的限制因素。在所示的实施例中,传送器 66 为由马达驱动器 67(图 2)驱动的辊式传送器,其中,马达驱动器 67(图 2)经受控制以便实现基底 14 穿过相应的模块以及整个系统 10 的期望传送速率。

[0060] 系统 10 还包括馈送系统 48(图 2),该馈送系统 48 构造成结合汽相沉积设备 24 用以向该设备 24 运送诸如粒状 CdTe 材料的源材料。馈送系统 48 可采用本发明的范围和精神内的各种构造,以及进行工作用以运送源材料而不会中断汽相沉积设备 24 内的连续汽相沉积过程或基底 14 穿过汽相沉积设备 24 的传送。

[0061] 参看图 1 和图 2,大体上而言,单独的基底 14 最初放置在负载传送器 46 上,该负载传送器 46 例如可包括在其它系统模块中使用的相同类型的从动辊式传送器 66。基底 14 首先传送穿过真空腔室 16 上游的进入真空闸站(lock station)34。在所示的实施例中,真空闸站 34 包括在基底 14 传送方向上处于缓冲模块 38 上游的负载模块 36。“粗”(即,初始的)真空泵 56 构造为结合负载模块 36 用以抽取初始真空水平,而“细”(也即高)真空泵 58 构造为结合缓冲模块 38 用以将缓冲模块 38 中的真空基本上提高至真空腔室 16 内的真空水平。阀 62(例如,闸门型槽缝阀或旋转型挡板阀)可操作地设置在负载传送器 46 与

负载模块 36 之间、负载模块 36 与缓冲模块 38 之间,以及缓冲模块 38 与真空腔室 16 之间。这些阀 62 依序由马达或其它类型的促动机构 64 促动,以便将基底 14 以逐步(或分步)的方式引入真空腔室 16 中,而不会不利地影响腔室 16 内的真空。

[0062] 在正常操作条件下,通过真空泵 58、56 和 60 的任何组合而在真空腔室 16 中保持操作真空。为了将基底 14 引入真空腔室 16 中,负载模块 36 与缓冲模块 38 之间的阀 62 最初是闭合的,而负载模块是通风(或开放)的。缓冲模块 38 与第一预热模块 20 之间的阀 62 是闭合的。负载模块 36 与负载传送器 46 之间的阀 62 开启,且相应模块中的单独传送器 66 受到控制以便使基底 14 行进到负载模块 36 中。此时,第一阀 62 关闭且基底 14 隔离在负载模块 36 中。然后,粗真空泵 56 在负载模块 36 中抽取初始真空。在此时期,细真空泵 58 在缓冲模块 38 中抽取真空。当负载模块 36 与缓冲模块 38 之间的真空大致平衡时,模块之间的阀 62 开启,且基底 14 移入缓冲模块 38 中。模块之间的阀 62 闭合,且细真空泵 58 提高缓冲模块 38 中的真空(度)直到该缓冲模块 38 与相邻的预热模块 20 大致平衡。缓冲模块 38 与预热模块 20 之间的阀 62 然后开启,且基底移入预热模块 20 中。对于传送到真空腔室 16 中的各基底 14 而言将重复该过程。

[0063] 在所示的实施例中,预热区段 18 由多个互连的模块 20 限定,该多个互连的模块 20 限定用于基底 14 穿过真空腔室 16 的加热传送通路。各模块 20 均可包括多个独立受控的加热器 21,且加热器 21 限定多个不同的加热区。特定的加热区可包括一个以上的加热器 21。

[0064] 各预热模块 20 还包括独立受控的传送器 66。对于各模块 20 而言,加热器 21 和传送器 66 受到控制以便实现基底 14 穿过预热区段 18 的传送速率确保在基底 14 传送到下游的汽相沉积模块 22 中之前基底 14 具有期望的温度。

[0065] 在所示的实施例中,汽相沉积设备 24 包括基底 14 在其中经受汽相沉积环境的模块 22,在该汽相沉积环境中,诸如 CdTe 的升华的源材料的薄膜沉积到底部 14 的上表面上。单独的基底 14 以受控的恒定线速度传送穿过汽相沉积模块 22。换言之,基底 14 未停止或保持于模块 22 内,而是以受控的线速率连续不断地移动穿过模块 22。基底 14 的传送速率例如可在大约 10 毫米/秒(mm/sec)至大约 40mm/sec 的范围内。在特定的实施例中,该速率例如可为大约 20mm/sec。以此方式,基底 14 的沿传送方向的前部区段和后部区段在汽相沉积模块 22 内经受相同的汽相沉积条件。基底 14 顶面的所有区域都经受相同的汽相条件,以便在基底 14 的上表面上获得大致均匀的升华源材料的薄膜层厚度。

[0066] 汽相沉积模块 22 包括相应的传送器 65,该传送器 65 可不同于多个上游模块和下游模块中的传送器 66。传送器 65 可具体构造成用以支持模块 22 内的汽相沉积过程。在所示的实施例中,循环式板条传送器 65 出于此目的而构造在模块 22 内。然而,应当容易认识到的是,还可使用任何其它类型的适合的传送器。

[0067] 汽相沉积设备 24 构造成结合馈送系统 48(图 2)用以按一定方式向设备 24 连续不断地供送源材料以便不中断汽相沉积过程或基底 14 穿过模块 22 的不间断传送。馈送系统 48 并非是本发明的限制因素,以及任何适合的馈送系统 48 都可设计成用以将源材料供送到模块 22 中。例如,馈送系统 48 可包括依序操作的真空闸,其中,外部材料源作为计量用量按分步的方式引导穿过真空闸并进入汽相沉积设备 24 内的容器中。源材料的供送认作是“连续的”,因为汽相沉积过程不必为了向设备 24 再次供送源材料而停止或中止。只

要保持外部供送,则馈送系统 48 便将连续不断地供送分批的或计量用量的材料到汽相沉积设备 24 中。

[0068] 在所示的实施例中,后加热区段 30 限定在真空腔室 16 内紧接位于汽相沉积模块 22 的下游。该后加热区段 30 可由一个或多个后加热模块 32 限定,该后加热模块 32 具有构造与其结合的加热器单元 21。加热单元 21 可包括多个独立受控的加热区,且各加热区均具有一个或多个加热器。当基底 14 的前部区段传送出汽相沉积模块 24 时,其移动进入后加热模块 32。后加热模块 32 维持基底的受控加热轮廓直到整个基底已移出汽相沉积模块 22,以防止损坏基底,例如由不受控的或过度热应力引起的翘曲或破损。如果基底 14 的前部区段容许当其离开模块 22 时以过快的速率冷却,则将会沿基底 14 纵向地产生潜在的具有破坏性的温度梯度。这种情况会导致基底由于热应力而破损。

[0069] 在特定的实施例中,后加热区段 30 经控制以在整个区段 30 上产生大致均匀或恒定的温度。例如,在后加热区段 30 包括模块 32 和加热器单元 21 的实施例中,该加热器单元沿模块 32 的纵向维度维持恒定的温度。在该构造中,当基底 14 传送出汽相沉积设备 24 并经过后加热模块 32 时,在基底 14 中产生大致均匀的温度轮廓,直到整个基底 14 传送出汽相沉积设备 24。

[0070] 在基底维持在均匀的温度轮廓下经过后加热模块 32 的实施例中,基底可以第一传送速率传送进入模块 32 中,并以显著更大的第二传送速率从后加热模块 32 传送进入相邻的冷却区段 26 中(例如,进入第一冷却模块 28 中),该第二传送速率对于防止沿基底 14 的长度产生热梯度是有效的。换言之,基底 14 以沿基底的长度不会产生破坏性热梯度的这样的速率移动进入冷却区段 26 中。实质上,整个基底 14 基本上同时经受冷却条件,从而不会在基底材料中引发热应力。在特定的实施例中,第一传送速率为大约 10 毫米/秒(mm/sec)至大约 40mm/sec,而第二传送速率为大约 200mm/sec 至大约 600mm/sec。基底 14 然后可以大约第一传送速率传送经过冷却区段 26。

[0071] 在涉及后加热过程的备选实施例中,后加热区段(例如,后加热模块 32)以一定方式受控以便沿基底 14 的长度产生受控的逐渐降低的温度梯度轮廓,直到整个基底传送出汽相沉积设备 24。换言之,相较于基底的后面部区段,随着基底移动经过模块 32,基底 14 的前部区段将具有降低的温度。该降低的温度梯度小心谨慎地经受控制以便不会产生过度和有潜在破坏性的梯度。应当认识到的是,基底 14 可耐受一定程度的热梯度而不会受到损坏,以及该特定的实施例通过容许基底 14 的前部区段进行一定的初始冷却而利用该特性。该实施例容许基底 14 以大致相同的恒定线速度传送经过汽相沉积设备 24、进入并经过后加热模块 32,以及进入并经过冷却区段 26。

[0072] 上面讨论的用于基底 14 的逐渐降低的温度梯度可通过沿后加热区段的长度在其入口处维持大约 400 摄氏度到大约 600 摄氏度的温度轮廓以及在其出口处维持大约 200 摄氏度到大约 500 摄氏度的温度轮廓而实现。后加热区段 30 中的单独的加热区可经控制而沿后加热区段 30 的长度以线性或分步的方式产生该轮廓。参看上文所述,冷却区段 26 在真空腔室 16 内处于后加热区段 30 的下游。冷却区段 26 可包括具有独立受控的传送器 66 的一个或多个冷却模块 28。冷却模块 28 在真空腔室 16 内限定沿纵向延伸的区段,在其中,在基底 14 从系统 10 移除之前,容许以受控的冷却速率来冷却升华的源材料薄膜沉积于其上的基底。各模块 28 均可包括强制冷却系统,在其中,诸如冷冻水、制冷剂或其它介质的冷

却介质经泵送而穿过构造结合模块 28 的冷却盘管 (coil) 29, 如具体在图 2 中所示。

[0073] 引出真空闸站 40 构造在冷却区段 26 的下游。该引出站 40 基本上与上述进入真空闸站 34 相反地操作。例如, 引出真空闸站 40 可包括引出缓冲模块 42 和下游引出闸模块 44。依序操作的阀 62 设置在缓冲模块 42 与冷却区段 26 中的最后一个模块 28 之间、引出缓冲模块 42 与引出闸模块 44 之间, 以及引出闸模块 44 与引出传送器 50 之间。细真空泵 58 构造结合引出缓冲模块 42, 而粗真空泵 56 构造结合引出闸模块 44。泵 58、56 和阀 62 依序操作 (基本上与进入闸站 34 相反), 以便按分步的方式将基底 14 引出真空腔室 16, 而不会损失真空腔室 16 内的真空状态。

[0074] 如上文所述, 在所示的实施例中, 系统 10 由多个互连的模块限定, 而各模块均起到特定的功能。例如, 模块 36 和 38 用来将单独的基底 14 引入真空腔室 16 中。构造为结合这些相应模块的传送器 66 以及阀 62 和相关促动器 64 出于此目的而受到适当地控制。与预热区段 18 中的多个模块 20 相关的传送器 66 和加热器单元 21 受到控制以将基底 14 预热至期望的温度, 以及确保基底 14 以期望的受控恒定线性传送速率引入汽相沉积模块 22 中。出于控制的目的, 各单独模块均可具有构造成与其结合的相关的独立控制器 52, 以便控制相应模块的单独功能。如图 1 中所示, 多个控制器 52 依序可与中央系统控制器 54 进行通信。中央系统控制器 54 可监测和控制 (经由独立的控制器 52) 任何一个模块的功能, 以便实现总体期望的传送速率和基底 14 穿过系统 10 的过程。

[0075] 参看图 1, 对于单独的相应传送器 66 的独立控制而言, 各模块均可包括任何方式的主动或被动式传感器 68, 该传感器 68 在基底传送穿过模块时检测基底 14 的存在。传感器 68 与模块控制器 52 进行通信, 而模块控制器 52 又与中央控制器 54 进行通信。以此方式, 单独的相应传送器 66 可受到控制以确保在基底 14 之间保持适当的间距, 以及确保基底 14 以期望的恒定传送速率传送穿过真空腔室 16。

[0076] 本发明还包含用于将薄膜层汽相沉积到光电 (PV) 模块基底上的各种方法实施例。该方法可利用上述各种系统实施例, 或通过适合的系统构件的任何其它构造来实施。因此, 应当认识到的是, 根据本发明的方法实施例不限于本文所述的系统构造。

[0077] 在特定的实施例, 该方法包括构建汽相腔室和将 PV 基底单独地引入腔室中。基底在其以串接布置传送穿过真空腔室时预热至期望的温度。预热的基底然后传送穿过真空腔室内的汽相沉积设备, 在该真空腔室中, 诸如 CdTe 的升华源材料的薄膜沉积到基底的上表面上。基底以受控的恒定线速度传送穿过汽相沉积设备, 使得基底的沿传送方向的前部区段和后部区段在汽相沉积设备内经受相同的汽相沉积条件, 以便在基底的上表面上实现均匀的薄膜层厚度。

[0078] 在特有的实施例中, 按一定方式向汽相沉积设备运送源材料以便不中断汽相沉积过程或基底穿过汽相沉积设备的传送。

[0079] 该方法还可包括在随后从真空腔室移除各冷却的基底之前在真空腔室内于汽相沉积设备下游冷却该基底。

[0080] 可能期望的是, 在冷却基底之前, 当将基底引出汽相沉积设备时对基底进行后加热, 使得基底在传送方向上的前部区段不经受冷却直到整个基底已引出汽相沉积设备。以此方式, 在基底的后续区段在汽相沉积设备内经受沉积处理的同时, 该基底沿其纵向长度保持相对恒定的温度。

[0081] 如上文所述,基底以恒定的线速度传送穿过汽相沉积设备。在特有的实施例中,基底可在可变的速度下传送穿过真空腔室的其它区段。例如,当基底在汽相沉积设备之前预热时,或当基底在汽相沉积设备之后冷却时,基底可在较慢或较快的速度下或分步地传送。

[0082] 该方法还可包括通过进入真空闸过程和引出真空闸过程而将基底单独地引入和引出真空腔室,其中,真空腔室内的真空状态不会中断或不会有任何显著程度的改变。

[0083] 为了保持连续的汽相沉积过程,该方法还可包括从外部可再填充的馈送系统将源材料供给汽相沉积设备。该馈送过程可包括从馈送系统将计量用量的源材料连续不断地引入汽相沉积设备中,而不会中断汽相沉积过程。例如,计量用量的源材料可经由相继的真空闸引入并沉积到汽相沉积设备内的容器中。以此方式,汽相沉积过程不需要中断来再填充源材料到汽相沉积设备内。

[0084] 本书面说明使用了包括最佳模式的实例来公开本发明,且还使本领域的技术人员能够实施本发明,包括制作和使用任何装置或系统,以及执行任何相结合的方法。本发明可取得专利的范围由权利要求限定,并且可包括本领域技术人员所构思出的其它实例。如果这些其它的实例具有与权利要求的书面语言并无不同的结构元件,或者如果这些其它实例包括与权利要求的书面语言无实质差异的同等结构元件,则认为这些实例处在权利要求的范围之内。

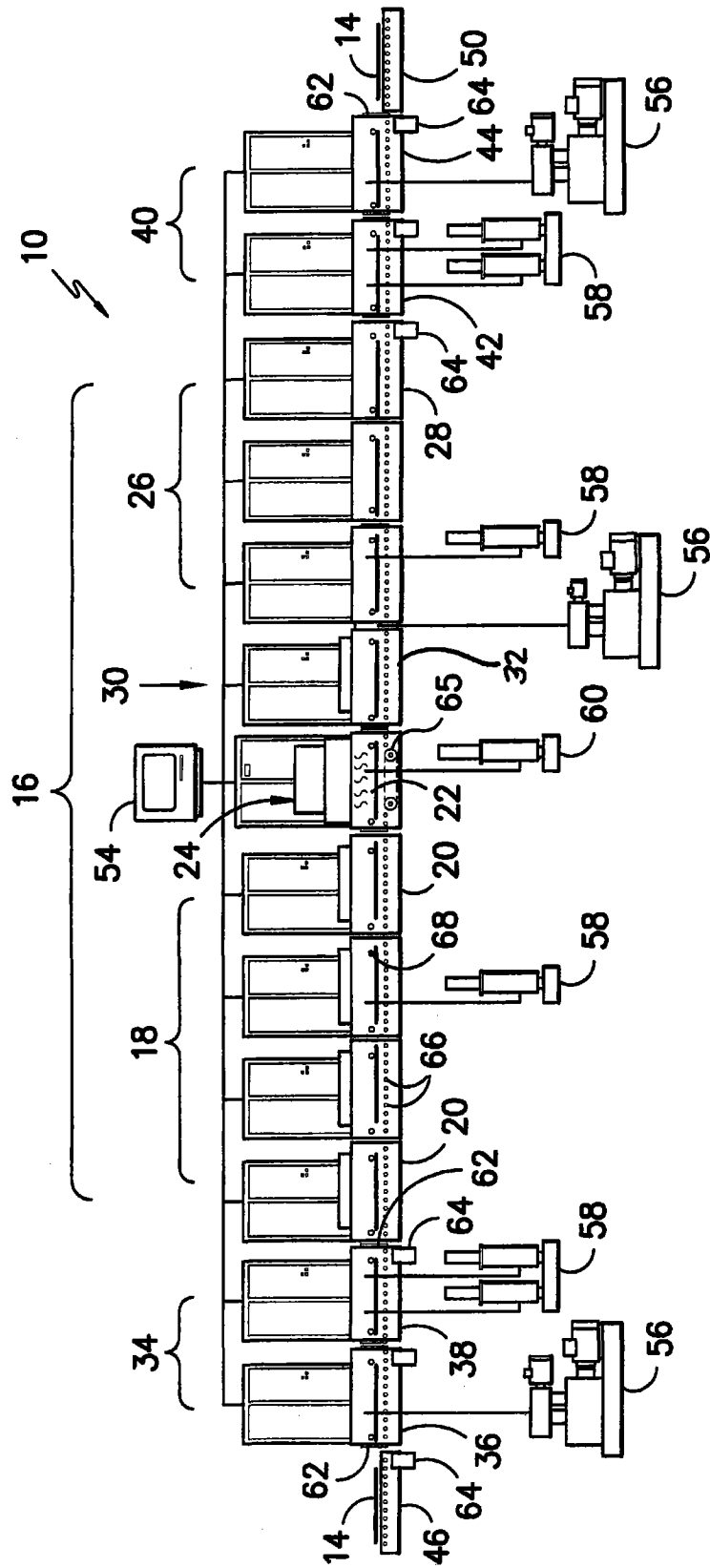


图 1

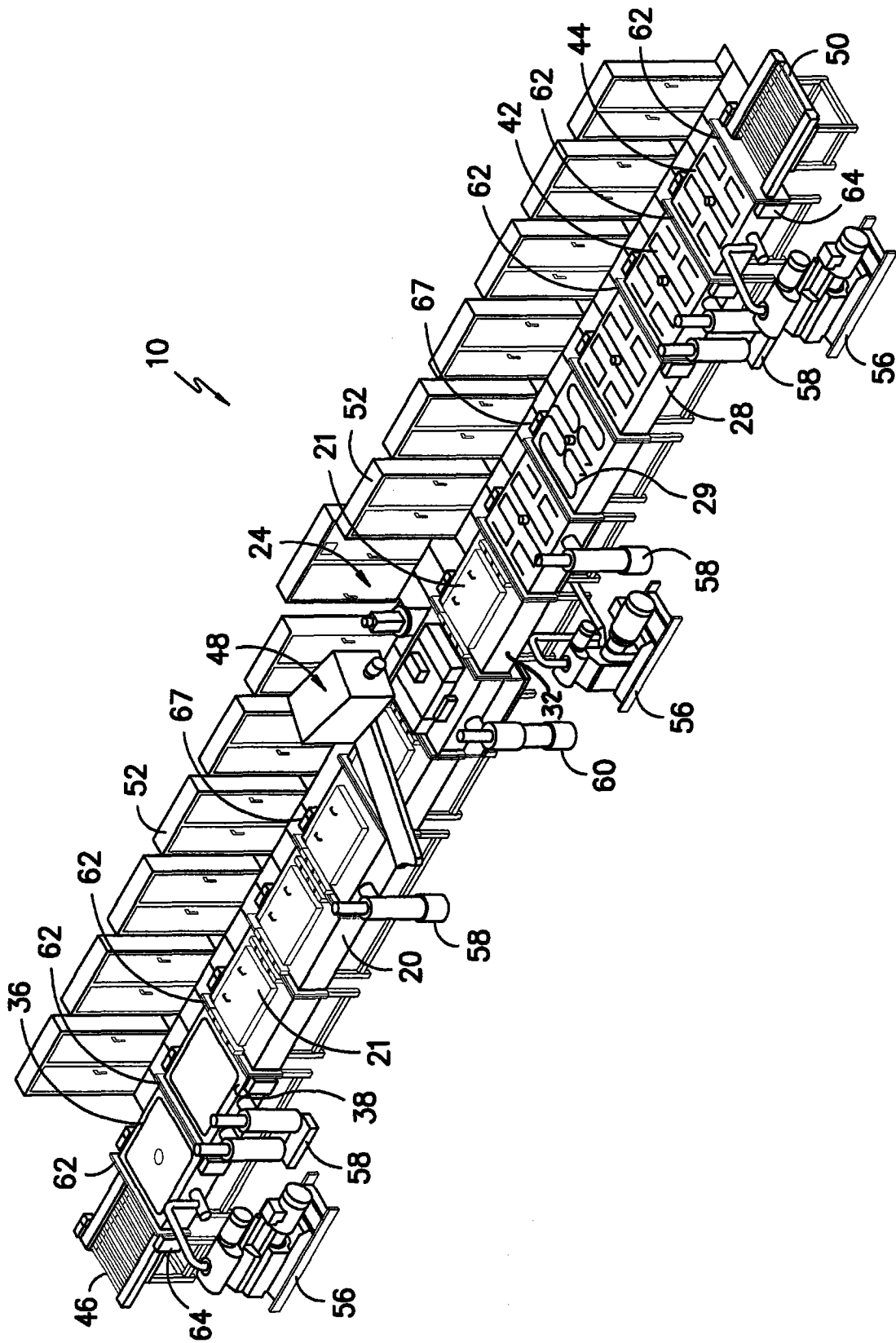


图 2