



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102691049 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201210154370. 1

C23C 14/22 (2006. 01)

(22) 申请日 2012. 03. 23

C23C 14/54 (2006. 01)

(30) 优先权数据

13/070, 661 2011. 03. 24 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 S·D·费尔德曼-皮博迪

F·H·西摩尔 E·J·利特尔

M·J·帕沃尔 C·拉思韦格

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 严志军 谭祐祥

(51) Int. Cl.

C23C 16/44 (2006. 01)

C23C 16/52 (2006. 01)

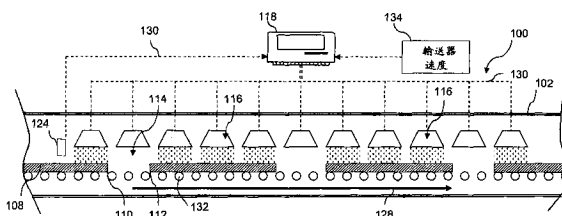
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 6 页

(54) 发明名称

用于线性输送的基底的可变的加热或冷却的动力系统

(57) 摘要

本发明涉及用于线性输送的基底的可变的加热或冷却的动力系统。提供了系统 (100), 用于加热或冷却分立的、线性输送的基底 (108), 其在第一基底的后缘 (112) 和输送方向上的下一基底的前缘 (110) 之间具有间隙 (114)。该系统包括腔室 (102) 和可操作地配置在腔室内用于以输送速率移动基底的输送器 (132)。多个单独控制的温度控制单元 (116), 例如加热或冷却单元, 沿着输送方向线性地设置在腔室内。控制器 (118) 与各个温度控制单元 (116) 通信而按照腔室内的基底的前缘和后缘相对于温度控制单元的位置的函数使来自稳态温度输出的单元的输出沿着输送方向连续地循环, 以减少基底中的边缘引起的温度差异。



1. 一种系统 (100), 用于分立的线性输送的基底 (108) 的可变的加热或冷却, 其补偿所述基底中的边缘引起的温度差异, 所述系统包括:

腔室 (102);

所述腔室内的输送器 (132), 用于以输送速率移动所述基底通过所述腔室, 相对于通过所述腔室的输送方向 (128), 所述基底具有前缘 (110) 和后缘 (112);

多个单独控制的温度控制单元 (116), 沿着所述输送方向线性地设置在所述腔室内; 以及,

与所述温度控制单元通信的控制器 (118), 所述控制器配置成按照所述腔室内的所述基底的所述前缘和后缘相对于所述温度控制单元的位置的函数使来自稳态温度输出的所述温度控制单元的输出沿着所述输送方向连续地循环, 以减少所述基底中的边缘引起的温度差异。

2. 根据权利要求 1 所述的系统 (100), 其特征在于, 所述温度控制单元 (116) 包括加热器单元 (120), 各个所述加热器单元限定加热区域并包括多个可控制的加热器元件 (122)。

3. 根据权利要求 1 所述的系统 (100), 其特征在于, 所述腔室 (102) 包括多个对齐的处理模块 (20, 28), 所述基底被线性地输送通过所述处理模块, 各个所述模块还包括至少一个所述温度控制单元 (116)。

4. 根据权利要求 3 所述的系统 (100), 其特征在于, 所述处理模块 (20, 28) 在光伏 (PV) 模块制造线 (10) 中限定了预热处理区段 (18) 或冷却处理区段 (26) 中的一个。

5. 根据权利要求 1 所述的系统 (100), 其特征在于, 所述控制器 (118) 配置成: 基于预定的基底长度和所述输送器的输送速率, 按照移动通过所述腔室的所述基底 (108) 的所述前缘 (110) 和后缘 (112) 的计算的位置的函数, 使所述温度控制单元 (116) 循环。

6. 根据权利要求 1 所述的系统 (100), 其特征在于, 还包括设置在所述腔室中的位置的边缘检测器 (124), 用以检测基底 (108) 之间的后缘 (110) 和前缘 (112), 所述边缘检测器与所述控制器 (118) 通信, 以向所述控制器提供边缘位置信号。

7. 根据权利要求 1 所述的系统 (100), 其特征在于, 所述控制器 (118) 配置成按照移动通过所述腔室 (102) 的所述基底 (108) 的实际检测的前缘 (110) 和后缘 (112) 的函数使所述温度控制单元 (116) 循环, 并且还包括沿着所述输送方向设置在所述腔室内的多个边缘检测器 (125, 126, 127), 所述边缘检测器与所述控制器 (118) 通信。

8. 一种系统 (10), 用于光伏 (PV) 模块基底 (14) 上的薄膜层的气相沉积, 包括:

真空腔室 (16), 所述真空腔室还包括配置成用于在被输送通过其的基底的上表面上沉积升华的源材料的薄膜的气相沉积装置 (24);

输送器系统 (66), 可操作地设置在所述真空腔室内, 并且配置成用于以受控制的不变的输送速度输送顺序排列的所述基底通过所述气相沉积装置, 在相邻的基底之间具有间隙 (114); 以及,

预热区段 (18), 沿着所述基底的输送方向设置在所述气相沉积装置的上游的所述真空腔室内, 所述预热区段包括:

多个单独控制的加热器单元 (21), 沿着所述输送方向线性地设置在所述腔室内; 以及,

与所述加热器单元中的每一个通信的控制器 (52), 所述控制器配置成按照所述腔室内

的所述基底的所述前缘 (110) 和后缘 (112) 相对于所述加热器单元的位置的函数使所述加热器单元的输出连续地循环,以减少所述基底中的边缘引起的温度差异。

9. 根据权利要求 8 所述的系统 (10),其特征在于,所述预热区段 (18) 包括多个对齐的加热器模块 (20),所述基底被线性地输送通过所述加热器模块,各个所述加热器模块还包括至少一个所述加热器单元 (21),所述控制器配置成按照移动通过所述腔室的所述基底的所述前缘 (110) 和后缘 (112) 的计算的位置的函数使所述加热器单元循环。

10. 根据权利要求 9 所述的系统 (10),其特征在于,还包括设置在所述腔室中的位置的边缘检测器 (125, 126, 127),用以检测基底 (14) 之间的后缘 (110) 和前缘 (112),所述边缘检测器与所述控制器 (52) 通信,以向所述控制器提供边缘位置信号。

11. 根据权利要求 9 所述的系统 (10),其特征在于,所述控制器 (52) 配置成当所述基底移动通过所述腔室 (16) 时按照所述基底 (14) 的实际检测的前缘 (110) 和后缘 (112) 相对于所述加热器单元的函数使所述加热器单元 (21) 循环,并且还包括沿着所述输送方向线性地设置在所述预热区段 (18) 内的多个边缘检测器 (126, 127),所述边缘检测器与所述控制器通信。

12. 根据权利要求 8 所述的系统 (10),其特征在于,还包括设置在所述气相沉积装置 (24) 的下游的所述腔室 (16) 内的冷却区段 (26),所述冷却区段包括沿着所述输送方向线性地设置在所述腔室内的多个单独控制的冷却单元 (29),所述冷却单元中的每一个与所述控制器 (52) 通信,所述控制器配置成按照所述腔室内的所述基底 (14) 的所述前缘 (110) 和后缘 (112) 相对于所述冷却单元的函数连续地降低所述冷却单元的冷却效果,以减少沿着所述基底的边缘引起的温度差异。

13. 根据权利要求 12 所述的系统 (10),其特征在于,所述冷却区段 (26) 包括多个对齐的冷却模块 (28),所述基底 (14) 被线性地输送通过该冷却模块,各个所述冷却模块还包括至少一个所述冷却单元 (29)。

14. 根据权利要求 12 所述的系统 (10),其特征在于,所述控制器 (52) 配置成按照移动通过所述腔室的所述基底 (14) 的所述前缘 (110) 和后缘 (112) 的计算的位置的函数使所述冷却单元 (29) 循环。

15. 根据权利要求 12 所述的系统 (10),其特征在于,所述控制器 (52) 配置成当所述基底 (14) 移动通过所述腔室 (16) 时按照实际检测的前缘 (110) 和后缘 (112) 相对于所述冷却单元的函数使所述冷却单元 (29) 循环。

用于线性输送的基底的可变的加热或冷却的动力系统

技术领域

[0001] 本主题通常涉及用于加热或冷却被输送通过其的构件的系统,并且更加特定地涉及用于加热或冷却诸如光伏(PV)模块的生产中的玻璃基底的线性输送的基底的系统。

背景技术

[0002] 各种制造工艺要求输送通过腔室的构件的受控的加热或冷却,意图实现沿着构件的均匀的温度分布。这种工艺的一个示例是薄膜光伏(PV)模块(“面板”)的生产,其中,在光反应性材料的薄膜层沉积到基底的表面上之前,单独的玻璃基底被线性地输送通过预热级。重要的是,在沉积过程之前获得基底的均匀加热。不均匀的加热导致了处理问题,例如基底的弯曲、薄膜层的不均匀的沉积、不一致的薄膜性能特征等,所有这些不利地影响PV模块的整体性能。

[0003] 诸如单独的玻璃基底的分立的构件通过稳态加热或冷却腔室的连续的线性流动倾向于在构件中产生温度不均匀性。这些不均匀性可能是多因素的组合的结果,包括存在于构件之间的间隙或空间、移动构件越过静止的加热或冷却元件以及构件的不均匀的输送速率。关于构件之间的间隙,因为与构件的内部或中心区域相比,构件的边缘具有更大的表面积,所以边缘区域具有减少的热质量,并且当它们被输送越过稳态加热或冷却元件时,将更快地加热或冷却。常规的稳态加热或冷却腔室并不足以补偿这些边缘引起的温度不规则。

[0004] 沿着基底的温度差异的另一潜在原因是,在某些系统中,基底被快速地输送到加热腔室中,使得当开始加热基底的前缘和后缘时,之间产生了可以忽略的时间差。此后,以相对不变的速度输送基底通过该腔室。当基底线性地移出加热区域时,这导致了沿着基底的长度增加的温度梯度,因为后缘部分比前缘部分在加热区域中保持更长。

[0005] 因此,在工业中,对于用于分立的、线性输送的构件(特别是在PV模块的生产期间被输送通过加热或冷却腔室的玻璃基底)的均匀的加热或冷却的改进的系统和方法,存在着持续的需求。

发明内容

[0006] 本发明的方面和优点将部分地阐述在下面的描述中,或者根据描述可能是明显的,或者可以通过实践本发明来学习。

[0007] 根据本发明的实施例,提供了一种系统,用于加热或冷却被线性地输送通过该系统的分立的基底,在第一基底的边缘和输送方向上的下一基底的前缘之间具有间隙。该系统配置成补偿基底的边缘区域处的较多的热质量,以减少基底中的边缘引起的温度差异。在特定的实施例中,该系统配置为预热或冷却处理区段,用于在光伏(PV)模块制造线中加热及/或冷却玻璃基底。该系统包括腔室和位于腔室内用于以输送速率移动基底通过腔室的输送器,输送速率可以是不变的或变化的。多个单独控制的温度控制单元(例如,加热或冷却单元)沿着输送方向线性地设置在腔室内。控制器与各个温度控制单元通信,并且配

置成按照腔室内的基底的前缘和后缘相对于相应的温度控制单元的位置的函数使来自稳态温度输出的温度控制单元的输出沿着输送方向连续地循环。以这种方式,当相邻的基底之间的间隔开的边缘经过或靠近各个相应的温度控制单元时,温度控制单元循环下降。因此,应当意识到,当基底被输送通过腔室时,它们不是以不变的稳态温度被加热。

[0008] 在基底被系统加热的实施例中,温度控制单元包括加热器单元,各个加热器单元还包括一个或更多加热器元件。例如,各个加热器单元可以限定相应的单独控制器加热区域,其包括多个加热器元件。加热器元件可以作为一组或单独地被控制。

[0009] 特别是在 PV 模块制造系统中,腔室可以由多个对齐的模块限定,各个模块还包括至少一个单独控制的温度控制单元。

[0010] 在特定的实施例中,控制器可以配置成:基于预定的基底长度间隙和输送器的输送速率(测量的或预定的),按照移动通过腔室的基底的前缘和后缘的计算的位置的函数,使温度控制单元循环。在其它实施例中,控制器可以配置成当基底移动通过腔室时按照实际检测的前缘和后缘的函数使温度控制单元循环。为了该目的,任何数量和布置的边缘检测器/传感器可以相对于温度控制单元沿着腔室设置。

[0011] 对上述的系统组件的实施例的变化和修改落在本发明的范围和要旨内,并且可以在此进一步描述。

[0012] 参照下列描述和所附的权利要求,本发明的这些和其它的特征、方面及优点将变得更好理解。

附图说明

[0013] 本发明的完整且能够实现的公开,包括其最佳模式,阐述在参照了附图的说明书中,在附图中:

[0014] 图 1 是根据本发明的方面的系统的实施例的侧视平面图;

[0015] 图 2 是显示基底通过系统的前进的图 1 的实施例的侧视平面图。

[0016] 图 3 是根据本发明的方面的系统的另一实施例的侧视平面图;

[0017] 图 4 是根据本发明的方面的系统的又一不同的实施例的侧视平面图;

[0018] 图 5 是常规的 PID 控制器的框图;

[0019] 图 6 是 PID 控制回路的框图和相关联的图例,其利用空间调制函数进行修改,以说明温度处理腔室内的基底的相对的空间位置;

[0020] 图 7 是并入本发明的方面的光伏 (PV) 制造系统的侧视平面图;以及,

[0021] 图 8 是图 7 的系统的透视图。

[0022] 部件列表:

[0023]

10	气相沉积系统
14	基底
16	真空腔室
18	预热区段
20	预热模块
21	加热器单元
22	气相沉积模块
24	气相沉积装置
26	冷却区段
28	冷却模块
29	冷却单元
30	后加热区段
32	后加热模块
34	真空锁定站(vacuum lock station)
36	负载模块
38	缓冲模块
40	出口真空锁定站
42	出口缓冲模块
44	出口锁定模块
46	负载输送机
48	供给系统
52	控制器
54	系统控制器
56	真空泵
58	真空泵
60	真空泵
62	阀

[0024]

65	输送机
66	输送机
68	传感器
100	系统
102	腔室
104	入口
106	出口
108	基底
110	前缘
112	后缘
114	间隙
116	温度控制单元
118	控制器
120	加热器单元
122	加热器元件
124	初始边缘检测器
125	边缘检测器
126	边缘检测器
127	边缘检测器
128	输送方向
130	传输线
132	输送机
134	输送机速度输入
136	检测器输入

具体实施方式

[0025] 现在将详细地提及本发明的实施例,其一个或更多示例显示在附图中。以本发明的解释而不是本发明的限制的方式提供各个示例。实际上,对于本领域技术人员将显而易见的是,在不脱离本发明的范围或要旨的情况下,能够做出各种修改和变化。例如,作为一个实施例的部分所显示或所描述的特征能够与另一实施例一起使用而产生又一实施例。因此,意图是,当落在所附的权利要求及其等同的范围内时,本发明涵盖这样的修改和变化。

[0026] 图 1 和图 2 显示用于加热或冷却通过腔室 102 线性地输送的分立的基底 108 的系

统 100 的示例性实施例。基底 108 在通过腔室 102 的输送方向 128 上具有前缘 110 和后缘 112。应当意识到,本发明不限于任何特定类型的基底 108,并且在期望获得沿着分立的、线性输送的物品的均匀的温度分布的任何制造或处理应用中具有实用性。如下面更加详细地描述的,本发明特别好地适合于在 PV 模块制造系统中处理玻璃基底。

[0027] 基底 108 由任何方式的合适的输送器 132(例如辊式输送器、带式输送器、链式输送器、分立的输送器的组合等)输送通过腔室 102。输送器被期望地控制而以相对不变的输送速率输送基底 108 通过腔室 102。然而,本系统 100 也可以适应变化的输送速率,包括阶梯式输送。

[0028] 腔室 102 也不是本发明的限制因素,而可以是适合于基底 108 的温度差异处理的任何方式的封闭体。腔室 102 可以是单一的结构,如图 1 至图 3 所示,或者可以由在基底 108 的输送方向上相邻地对齐的多个结构或模块限定,如下面参照图 4 的实施例描述的。

[0029] 基底 108 在输送器 132 上间隔开,使得间隙 114 被限定在第一基底 108 的后缘 112 和下一基底 108 的前缘 110 之间。期望的是,该间隙 114 沿多个基底 108 是均匀的,虽然系统能够配置成适应间隔变化的间隙 114。

[0030] 多个温度控制单元 116 沿着输送方向 128 线性地设置在腔室 102 内。这些单元 116 设置成大体上横过腔室 102 的宽度并且间隔开,使得当基底 108 前进通过腔室 102 时,向它们施加相对均匀的温度处理。单元 116 可以设置在基底 108 之上,如图 1 至图 3 所示,或者在基底之下,例如如果基底 108 被头上的输送器 132 输送的话。温度控制单元 116 的类型将取决于系统 100 的功能。在一特定实施例中,系统 100 被设计成加热基底,并且单元 116 是包含一个或更多加热器元件 122(图 3)的加热器单元 120。加热器元件 122 可以是任何类型的常规加热元件或其组合,包括电阻加热器、石英灯、电子束加热器、激光器等。响应更快的加热元件,例如石英灯,对于基底 108 通过腔室 102 的更大的输送速率可能更加有用。

[0031] 在系统 100 被设计成向基底 108 施加受控的强制冷却的实施例中,温度控制单元 116 可以是任何配置的常规的冷却元件,包括再循环致冷系统、气体系统、强制空气系统等。应当意识到,加热器元件 122 也可以应用在冷却过程中,以控制基底的冷却速率。

[0032] 温度控制单元 116 是被单独控制的,使得它们的输出能够按照腔室 102 内的基底 108 的相对位置的函数循环下降及回升(或者上升及回落)。单元 116 的“循环”可以包括简单地打开及关闭单元,以及单元 116 的输出的任何其它相对的减少和增加(包括相位角或调制/包线控制(modulated/envelope control))。

[0033] 控制器 118 与各个温度控制单元 116 通信(经由传输线 130),以按照相邻的基底 108 的前缘 110 和后缘 112 的位置(从而基底 108 之间的间隙间隔 114)的函数沿着输送方向 128 连续地改变单元 116 的输出。换言之,控制器 118 使单元与边缘 112、110(间隙 114)通过腔室 102 的移动同步地循环。当间隙 114 穿过温度控制单元 116 的有效温度区域时,单元循环下降(例如,降低的输出或关闭)。当间隙 114 超出温度区域时,单元 116 循环回升。

[0034] 应当意识到,术语“控制器”118 一般用于涵盖用于实现本文中描述的期望的功能的任何方式的硬件和软件配置。例如,控制器 118 可以涵盖与单独的子控制器通信的中央系统控制器等,该子控制器与各个相应的温度控制单元 116 相关联。

[0035] 图 1 和图 2 基本上描绘了处于不同的连续的时间的相同腔室 102。在图 1 中,基底 108 位于腔室 102 内的相关位置,并且间隔开的边缘 11、110(间隙 114)之上的温度控制单元 116 功率降低(如由某些单元 116 之下的阴影的缺少所表示的)。在图 2 中,基底 108 已通过腔室 102 进一步前进,并且先前功率降低的单元 116 已经循环回升,同时相邻的单元 116(在输送方向 128 上)循环降低。单元 116 的这种连续的循环与间隙 114 通过腔室 102 的移动相协调。

[0036] 因此,应当意识到,基底 108 的前缘 110 和后缘 112 区域受到温度控制单元 116 的较小程度的温度差异效果的影响,这补偿了由于沿着边缘的热质量差异导致的边缘区域的相对更快的加热/冷却。当基底 108 前进通过腔室 102 时,对于它们而言,实现了更加“平的”和均匀的线性温度分布。

[0037] 温度控制单元 116 的控制可以以各种方式配置。例如,在针对图 1 中的示例描绘的一个实施例中,当基底 108 移动通过腔室 102 时,控制器 118 按照基底边缘 112、110 的计算的位置的函数使单元 116 循环。例如,有源或无源的边缘检测器 124 可以设置在腔室 102 内的位置,以在基底移动到腔室 102 中时检测前缘 110 和后缘 112。利用由检测器 124 提供的边缘信号,控制器可以为间隙 114 计算实际的宽度尺寸(间隔)。作为备选,控制器可以设有预定的间隙宽度值。控制器 118 也可以接收来自实际速度监测器的输送机速度信号 134 或预定的速度输入变量。作为备选,利用预定的间隙宽度,输送机速度可以利用来自边缘检测器 124 的输入来计算。基于间隙宽度和输送速度,控制器能够精确地计算边缘 112、110 移动通过腔室 102 时间隙 114 的位置,从而按照计算的边缘位置的函数来控制温度单元 116。在该实施例中,实际的输送机速度信号 134 将补偿输送机速度的差异。

[0038] 在针对图 3 中的示例描绘的备选实施例中,控制器 118 配置成:当基底 108 移动穿过腔室 102 时,按照边缘 112、110 的检测的实际位置的函数使温度控制单元 116 循环。利用该实施例,多个边缘检测器 126 可以在相关位置线性地设置在腔室 102 内,以检测基底 108 的出现或消失,从而检测基底 108 之间的间隙 114 的出现。检测器 126 向控制器 118 提供信号 136。例如,检测器 126 可以是在基本上位于基底 108 的输送平面中的水平上沿着腔室 102 的壁设置的有源的发送器/接收器。间隙 114 的出现(基底的消失)允许活跃的信号横过输送器的传送,并且该信号的消失或接收指示间隙 114 的出现。因此,检测器 126 的连续的激活/失活提供了基底边缘 112、110 通过腔室 102 的移动的实际指示。

[0039] 应当意识到,检测器 126 可以是能够承受腔室 102 的操作环境的任何方式的有源的发射器/接收器,包括红外线、无线电频率、激光器以及其它有源的装置。检测器 126 可以是检测从基底(108)的侧缘反射的信号的单一的发射器/接收器单元,或者可以具有检测穿过间隙 114 的信号的远程接收器。还应当懂得,在备选实施例中,检测器可以定位在基底 108 的上方或下方。

[0040] 检测器 126 也可以是无源的接触装置。例如,检测器 126 可以包括偏置的调整片(biased tab),并且沿着腔室 102 的壁设置成使得调整片靠着基底 108 的侧缘接合。调整片在间隙 114 中的偏移将产生由控制器 118 接收的对应的信号。

[0041] 图 3 还描绘了作为包括多个单独的元件 122(例如单独的加热器元件)的各个温度控制单元 116。这些元件 122 可以作为共同的组在任何给定的单元 116 内操作,或者可以在单元 116 内被单独地控制,以在任何给定的温度区域内提供更加精确的温度控制。

[0042] 图 4 描绘了系统 100 的实施例,其中,腔室 102 被分成多个相邻地对齐的模块。模块可以是,例如在 PV 模块制造线的真空腔室中位于气相沉积模块 22 之前的预热模块 20,如下面参照图 7 和图 8 更加详细地讨论的。与各个模块 20 相关联的温度控制单元 116 可以包括一个或更多独立控制的加热器单元 120,加热器单元将基底的温度增加到足够用于气相沉积模块 22 中的其上的半导体的薄膜层的气相沉积的水平。

[0043] 一旦模块 38 和模块 20 之间的压力相等,基底 108 就由输送器 132 从缓冲站 / 模块 38 输送到第一模块 20 中,并且随后以相对不变的输送速率被输送通过模块 20。一旦第一模块 20 中的初始位置是“清楚的”,缓冲模块 38 中的下一后续基底 108 就以明显比基底 108 通过模块 20 的不变的输送速率更大的输送速率被快速地输送(“指引”)到第一模块 20 中。实质上,基底 108 进入第一模块 20 中的初始输送速率可以认为是“即时”的,因为在基底的前缘 110 和后缘 112 之间几乎没有显著的加热差异。一旦基底 108 已被快速地指引到第一模块 20 中,那么然后它以其它基底 108 的不变的输送速率被输送,在其前缘 110 和相邻的上游基底 108 的后缘 112 之间有间隙 114。

[0044] 仍然参照图 4,因而应当意识到,当基底 108 移动通过模块 20 并被逐渐加热时,与前缘部分相比,各个基底的后续部分在模块 20 中花费更多的时间。这将导致基底中的在纵向上(在输送方向上)引起的增加的温度梯度。换言之,在气相沉积模块 22 中,基底 108 的后续部分将处于比前缘部分更高的温度,这对基底 108 的表面上的薄膜层的均匀沉积是有害的。

[0045] 系统 100 被设计成:通过按照基底相对于单元 120 的空间位置的函数减少一个或更多加热器单元 120 的热输出来补偿上述的输送引起的温度差异,使得与前缘相比,更少的热量被传递到后续部分。例如,参照图 4 的实施例,边缘检测器 125 设置在腔室 102 内的第一位置,以检测从第一模块 20 输送的基底 108 的前缘 110。在该检测中,当基底的后续部分被输送通过第一模块 20 时,控制器 118 可以将第一模块 20 中的加热器单元 120(单独地或者作为一组)的输出减少设定量(例如,%稳态输出的减少),或者甚至关闭单元 120。以这种方式,后续部分被加热至更少程度。当前缘 110 到达下游的边缘检测器 127 时,加热器单元 120 的输出返回到它们的稳态情形。因此,通过按照基底 108 相对于单元的空间位置的函数使加热器单元 120 的输出循环,从而补偿否则将在基底中产生的温度梯度。

[0046] 应当意识到,补偿过程不必发生在第一模块 20 中。该过程也可以在其它模块 20 中的任何一个或组合中完成,目标是,在输送到气相沉积腔室 22 中之前实现基底 108 中的均匀的线性温度分布。例如,该过程可以在第一模块 20 和下一相邻的模块 20 等中实施。

[0047] 在图 4 的实施例中,补偿过程由基底 108 相对于循环的加热器单元 120 的实际位置的检测(经由边缘检测器 125、127)进行控制。在备选实施例中,控制器 118 可以配置成基于例如限定的输送速率、基底之间的间隔、基底长度等来计算空间位置。

[0048] 图 4 描绘了另外的边缘检测器 126,其可以与根据上面关于减少基底中的边缘引起的温度差异讨论的过程的控制器 118 一起起作用。不同的补偿过程可以在腔室 102 中并行地实施。

[0049] 温度控制单元 116 的控制可以以各种方式完成。在一特定实施例中,控制器 118 可以利用 PID(比例积分微分)控制算法来实现本文中描述的温度补偿过程中的任何一个或组合,该 PID 控制算法被调制为基底 108 通过处理腔室的速度速率和相对于温度控制单

元 116 的空间位置的函数。PID 控制器是一般的控制回路反馈机构,其广泛地用在处理应用中,以计算作为测量的过程值 (PV) (例如温度) 和期望的设定点值 (SP) 之间的差异的“误差”。控制器试图通过调整过程控制输入来减小误差。PID 控制器通常用于各种制造应用中的温度控制。

[0050] 图 5 是 PID 控制算法的框图,这是众所周知的,并且在此不必详细地解释。通常, PID 控制算法涉及三个独立的参数:比例 (P) 值、积分 (I) 值以及微分 (D) 值。这些值结合而从 PID 控制器提供作为时间的函数的被控的变量 (MV(t)) 输出。在时域 (time realm) 中,比例 (P) 值 (也称为“增益”(gain)) 对输出 (MV) 做出改变,其与乘以可调的比例增益因子 K_p 的设定点 (SP) 和过程 (PV) 值之间的当前误差值 ($e(t)$) 成比例:

$$[0051] \quad P_{out} = K_p e(t)$$

[0052] 积分 (I) 值 (也称为“重置”(reset)) 对输出 (MV) 做出改变,通过随着时间对误差积分并用可调的积分增益因子 K_i 乘以该值,其与误差的大小和持续时间成比例:

$$[0053] \quad I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau$$

[0054] 积分 (I) 项加速了向着设定点的过程,并且消除了随着仅仅成比例的控制器的固有的稳态误差。

[0055] 微分 (D) 值 (也称为“比率”(rate)) 对输出 (MV) 做出改变,按照误差随时间的斜率乘以可调的微分增益因子 K_d 的函数:

$$[0056] \quad D_{out} = K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

[0057] 微分 (D) 项减缓了控制器输出的变化速率,并且减小了由积分 (I) 项产生的超调量的大小。

[0058] 加上比例 (P)、积分 (I) 以及微分 (D) 项,以计算 PID 控制器的输出 ($u(t)$):

$$[0059] \quad u(t) = MV(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

[0060] 通过调整不同的增益值 (K_p, K_i, K_d),控制回路被“调谐”成符合过程的具体要求,以实现优化的控制响应。对于这种“回路调谐”,存在着各种已知的方法。

[0061] 图 6 是可以在用于加热或冷却被输送通过处理腔室的基底的系统中实施的反馈控制回路的框图 (带有图例),其中,温度控制单元 116 如上所述被控制,以补偿边缘引起的温度差异或输送差异 (图 4)。在图 6 所示的特定实施例中,调制标准的 PID 控制器,以适应按照基底相对于单元 116 的空间位置的函数随时间变化的温度设定点。如在与图 6 中的框图一起提供的图例中解释的,标准的 PID 传递函数 $G(s)$ 由空间调制的传递函数 $G_2(s)$ 进行修改, $G_2(s)$ 由处理腔室 102 内的基底 108 的相对位置触发,该相对位置可以由与控制器 118 通信的边缘检测器 124-127 的任何组合来检测。空间调制的传递函数 $G_2(s)$ 可以是例如斜坡函数,当被触发时,其与 PID 传递函数 $G(s)$ 的输出相结合而改变被控信号 $U(s)$,从而当相邻的基底 108 的边缘 112、110 在单元 116 之下经过时,减少 / 增加温度控制单元 116 的输出 (例如,限定的 % 减少和随后的增加),如上面讨论的。

[0062] 应当意识到,本发明不限于任何特定类型的反馈控制,并且在此描述的调制的 PID 控制算法是为了示例性的目的。

[0063] 图 7 和图 8 显示了气相沉积系统 10 的实施例,其配置成用于被输送通过系统 10 的 PV 模块基底 14 上的薄膜层(通常小于大约 10 微米(μm))的气相沉积。薄膜可以是例如碲化镉(CdTe)的薄膜层。如下面更加详细地描述的,系统 10 可以并入根据本发明的方面的一个或更多温度控制腔室 102。

[0064] 系统 10 包括可以由任何配置的构件限定的真空腔室 16。在特定的所示的实施例中,真空腔室 16 由多个互连的模块限定,如下面更加详细地讨论的。通常,真空腔室 16 可以被认为是系统 10 的区段或部分,在其中,真空被抽吸及维持,用于气相沉积过程的各种方面。

[0065] 系统 10 包括真空腔室 16 内的预热区段 18。预热区段 18 可以是一个或多个构件,其在基底 14 被输送通过真空腔室 16 时预热基底。在所示的实施例中,预热区段 18 由多个互连的模块 20 限定,其限定了用于通过真空腔室 16 的基底 14 的加热的输送路径。各个模块 20 可以包括多个单独控制的加热器 21,加热器 21 限定了多个不同的加热区域。特定的加热区域可以包括多于一个加热器 21,并且加热器 21 可以包括多个单独控制的加热元件,如上面关于图 3 讨论的。预热区段 18 如上所述受控制,使得加热器 21 按照被输送通过预热区段的基底 14 之间的间隙的相对位置的函数循环下降或上升。

[0066] 各个预热模块 20 还包括单独控制的输送器 66。加热器 21 和输送器 66 针对各个模块 20 被控制,以实现在基底 14 输送到下游的气相沉积模块 22 中之前确保基底 14 的期望的温度的基底 14 通过预热区域 18 的输送速率。

[0067] 真空腔室 16 还包括在基底 14 的输送方向上位于预热区段 18 的下游的气相沉积装置 24。该装置 24 可以配置为气相沉积模块 22,并且是其中诸如颗粒状 CdTe 材料的源材料升华且作为薄膜层沉积在基底 14 上的构件配置。应当容易地意识到,在本领域中,已知各种气相沉积系统和工艺,例如上述的 CSS 系统,并且气相沉积装置 24 不限于任何特定类型的气相沉积系统或工艺。

[0068] 真空腔室 16 还包括气相沉积装置 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 在被从系统 10 移除之前被输送通过冷却模块 28。冷却模块 28 在真空腔室 16 内限定了纵向延伸的区段,其中,在基底 14 被从系统 10 移除之前,其上沉积有升华的源材料的薄膜的基底被允许以受控的冷却速率冷却。冷却模块 28 具有单独控制的输送器 66。各个模块 28 可以包括一个或更多单独控制的冷却单元 29,单元 29 限定了多个不同的冷却区域。特定的冷却区域可以包括多于一个冷却单元 29,并且冷却单元 29 可以包括多个单独控制的冷却元件,如上面关于图 3 讨论的。冷却区段 26 可能如上所述受控制,使得冷却单元 29 按照基底 14 之间的间隙的相对位置的函数循环下降或上升,或者以补偿输送引起的温度差异。

[0069] 系统 10 还包括可操作地设置在真空腔室 16 内的输送器系统。在所示的实施例中,该输送器系统 16 包括多个单独的输送器 66,系统 10 中的各个模块包括相应的其中一个输送器 66。应当意识到,输送器 66 的类型或配置不是本发明的限制因素。在所示的实施例中,输送器 66 是由电动机驱动的辊式输送器,该电动机被控制,以实现基底 14 通过相应的模块和系统 10 整体的期望的输送速率。

[0070] 系统 10 还包括供给系统 48(图 8),其与气相沉积装置 24 一起配置成向装置 24 供应诸如颗粒状 CdTe 材料的源材料。供给系统 48 可以采取本发明的范围和要旨内的各种结

构和功能,以在不中断气相沉积装置 24 内的连续的气相沉积过程或基底 14 通过气相沉积装置 24 的输送的情况下供应源材料。

[0071] 单独的基底 14 最初放置在负载输送器 46 上,其可以包括例如用在其它系统模块中的相同类型的被驱辊式输送器 66。基底 14 首先被输送通过位于真空腔室 16 的上游的入口真空锁定站 34。在所示的实施例中,真空锁定站 34 包括在基底 14 的输送方向上位于缓冲模块 38 的上游的负载模块 36。“粗略的”(即,初始的)真空泵 56 与负载模块 36 一起配置成抽吸初始的真空度,并且“精细的”(即,高的)真空泵 58 与缓冲模块 38 一起配置成将缓冲模块 38 中的真空增加到基本上真空腔室 16 内的真空度。阀 62(例如门式狭缝阀或旋转式插板阀)可操作地设置在负载输送器 46 和负载模块 36 之间,在负载模块 36 和缓冲模块 38 之间,以及在缓冲模块 38 和真空腔室 16 之间。这些阀 62 被电动机或其它类型的致动机构 64 连续地致动,以将基底 14 以步进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。

[0072] 在正常操作条件下,通过真空泵 58、56 和 60 的任何组合,在真空腔室 16 中维持操作的真空。为了将基底 14 引入真空腔室 16 中,负载模块 36 和缓冲模块 38 之间的阀 62 最初是关闭的,并且负载模块被放空。缓冲模块 38 和第一预热模块 20 之间的阀 62 是关闭的。负载模块 36 和负载输送器 46 之间的阀 62 是打开的,并且相应的模块中的单独的输送器 66 被控制,以使基底 14 前进至负载模块 36 中。在该点,第一阀 62 被闭上,并且基底 14 被隔离在负载模块 36 中。然后,低真空泵 56 在负载模块 36 中抽吸初始真空。在这个过程中,高真空泵 58 在缓冲模块 38 中抽吸真空。当负载模块 36 和缓冲模块 38 之间的真空大致相等时,模块之间的阀 62 打开,并且基底 14 被移动到缓冲模块 38 中。模块之间的阀 62 关闭,并且高真空泵 58 增加缓冲模块 38 中的真空,直到它与相邻的预热模块 20 大致相等。缓冲模块 38 和预热模块 20 之间的阀 62 然后打开,并且基底被移动到预热模块 20 中。对于输送到真空腔室 16 中的各个基底 14,该过程重复。

[0073] 根据上面的描述,应当意识到,由于负载过程,真空腔室 16 内的基底 14 因而将在相邻的基底之间具有间隙。

[0074] 在所示的实施例中,气相沉积装置 24 包括模块 22,在其中,基底 14 暴露于诸如 CdTe 的升华的源材料的薄膜沉积在基底 14 的上表面上的气相沉积环境。单独的基底 14 以受控的不变的线性速度被输送通过气相沉积模块 22。换言之,基底 14 并未停止或者保持在模块 24 内,而是以受控的线性速率连续地移动通过模块 22。基底 14 的输送速率可以在例如大约 10mm/sec 至大约 40mm/sec 的范围中。在一特定实施例中,该速率可以是例如大约 20mm/sec。该线性速度可被简单地调节(例如,在每分钟内小于 5 秒)为针对基底的“赶上”调整。以这种方式,输送方向上的基底 14 的前方区段和后方区段在气相沉积模块 22 内暴露至相同的气相沉积状况。基底 14 的顶表面的所有区域暴露至相同的气相状况,以实现基底 14 的上表面上的升华的源材料的薄膜层的大致均匀的厚度。

[0075] 气相沉积模块 22 包括相应的输送器 65,其可以与多个上游和下游模块中的输送器 66 不同。输送器 65 可以特别地配置成支持模块 22 内的气相沉积过程。在所示的实施例中,为了该目的,环状的板条式输送器 65 配置在模块 22 内。然而,应当容易意识到,也可以使用任何其它类型的合适的输送器。

[0076] 气相沉积装置 24 与供给系统 48(图 8)一起配置成以方式向装置 24 连续地供应

源材料,以不中断气相沉积过程或者不停止基底 14 通过模块 22 的输送。供给系统 48 不是本发明的限制因素,并且可以设计任何合适的供给系统 48,以将源材料供应到模块 22 中。

[0077] 在所示的实施例中,后加热区段 30 被限定在真空腔室 16 内,直接位于气相沉积模块 22 的下游。该后加热区段 30 可以由配置有加热器单元 21 的一个或更多后加热模块 32 限定。加热单元 21 可以包括多个单独控制的加热区域,各个区域具有一个或更多加热器。当基底 14 的前方区段被输送到气相沉积模块 24 外时,它移动到后加热模块 32 中。后加热模块 32 维持基底的受控的加热分布直到整个基底被移到气相沉积模块 22 外,以防止对基底的损害,例如由不受控制的或急剧的热应力导致的翘曲或开裂。如果基底 14 的前方区段在它离开模块 22 时被允许以过度的速率冷却,那么潜在的破坏性的温度梯度将沿着基底 14 纵向地产生。该情形能够导致源自热应力的基底开裂。

[0078] 后加热区段 30 可以如上所述被控制,使得当基底前进通过后加热区段时,加热器 21 按照基底 14 之间的间隙的相对位置的函数循环下降及上升。

[0079] 出口真空锁定站 40 配置在冷却区段 26 的下游。该出口站 40 基本上与上述的入口真空锁定站 34 相反而运转。例如,出口真空锁定站 40 可以包括出口缓冲模块 42 和下游的出口锁定模块 44。连续操作的阀 62 设置在缓冲模块 42 和冷却区段 26 中的最后一个模块 28 之间,在出口缓冲模块 42 和出口锁定模块 44 之间,以及在出口锁定模块 44 和出口输送器 50 之间。高真空泵 58 与出口缓冲模块 42 一起配置,并且低真空泵 56 与出口锁定模块 44 一起配置。泵 58、56 和阀 62 被连续地操作(基本上与入口封闭站 34 相反),以将基底 14 以步进的方式移出真空腔室 16,而没有真空腔室 16 内的真空状态的损失。

[0080] 如所提及的,在所示的实施例中,系统 10 由多个互连的模块限定,各个模块为特别的功能服务。为了控制的目的,各个单独的模块可以配置有相关联的单独的控制单元 52,以控制相应的模块的单独的功能。多个控制单元 52 可以依次与中央系统控制器 54 通信,如图 7 所示。中央系统控制器 54 能够监测并控制(经由单独的控制单元 52)其中任何一个模块的功能,以实现通过系统 10 的基底 14 的总的期望的输送速率和处理。控制单元 52 和 54 可以独自或组合地作为上面在图 1 至图 4 中提及的控制单元 118 起作用,以根据本文中描述的原理控制预热区段 18、后加热区段 30 以及冷却区段 26。

[0081] 参照图 7,对于单独的相应输送器 66 的单独控制,各个模块可以包括任何方式的有源或无源的传感器 68,其在基底 14 被输送通过模块时检测基底的出现。传感器 68 与模块控制器 52 通信,该模块控制器继而与中央控制器 54 通信。以这种方式,单独的相应输送器 66 可以被控制而确保基底 14 之间的适当的间隔被维持并且基底 14 以期望的不变的输送速率被输送通过真空腔室 16。传感器 68 还可以作为上面参照图 3 的实施例所述的检测器 126 起作用。

[0082] 该书面描述使用示例来公开本发明,包括最佳实施方式,并且也使得本领域技术人员能够实践本发明,包括做出和使用任何装置或系统以及执行任何合并的方法。本发明的可专利性范围由权利要求限定,并且可以包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这样的其它示例包括与权利要求的字面语言没有差异的结构要素,或者如果它们包括与权利要求的字面语言有非实质性差异的等同结构要素,那么这样的其它示例意图落在权利要求的范围内。

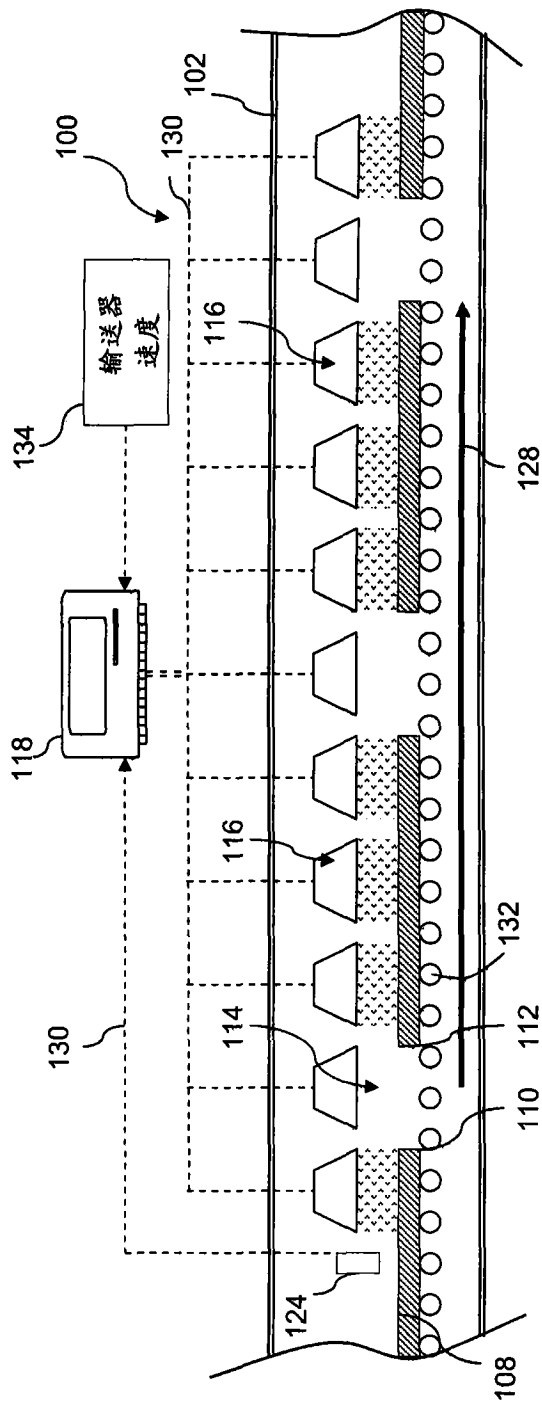


图 1

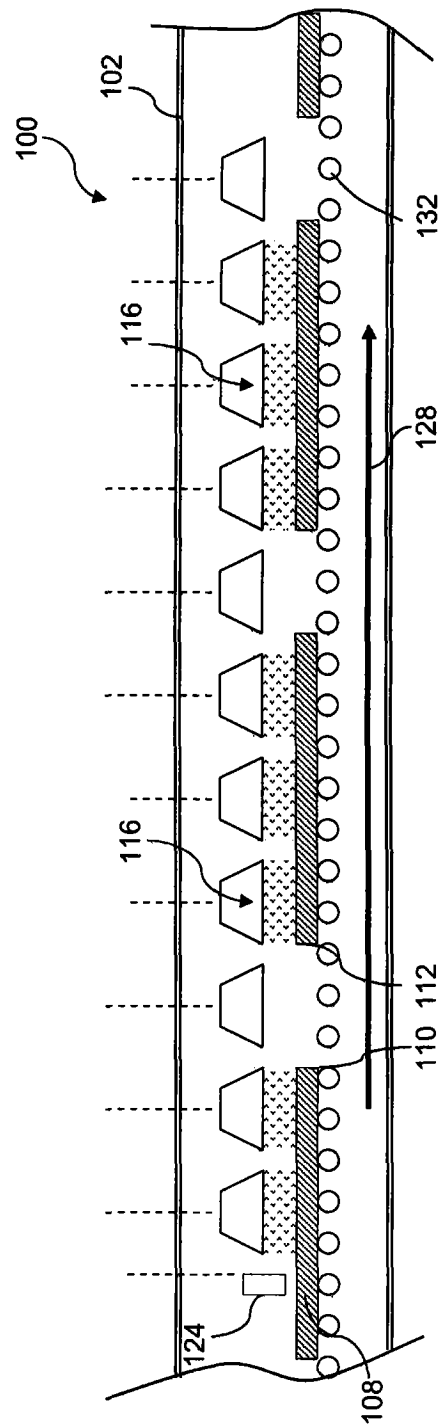


图 2

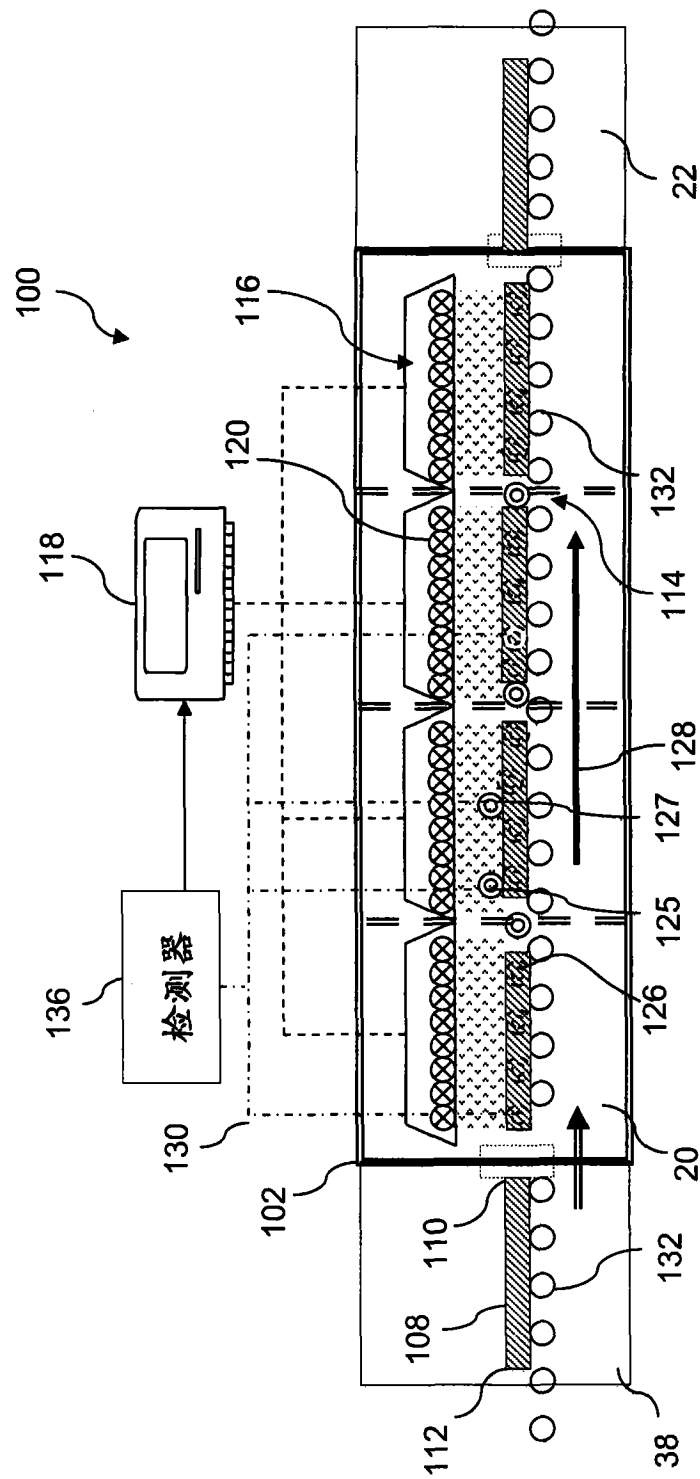


图 4

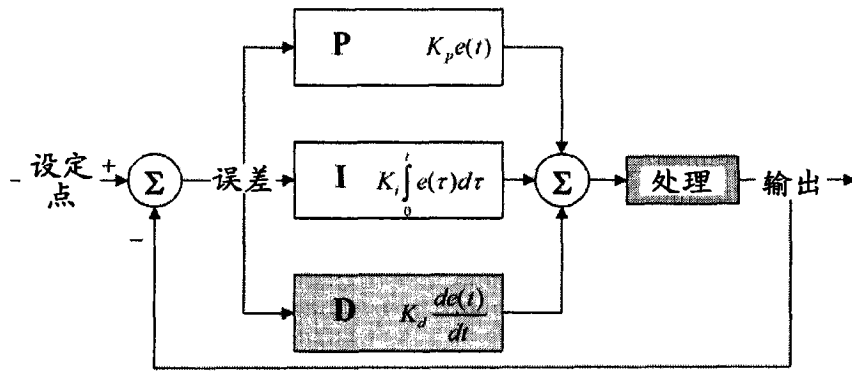
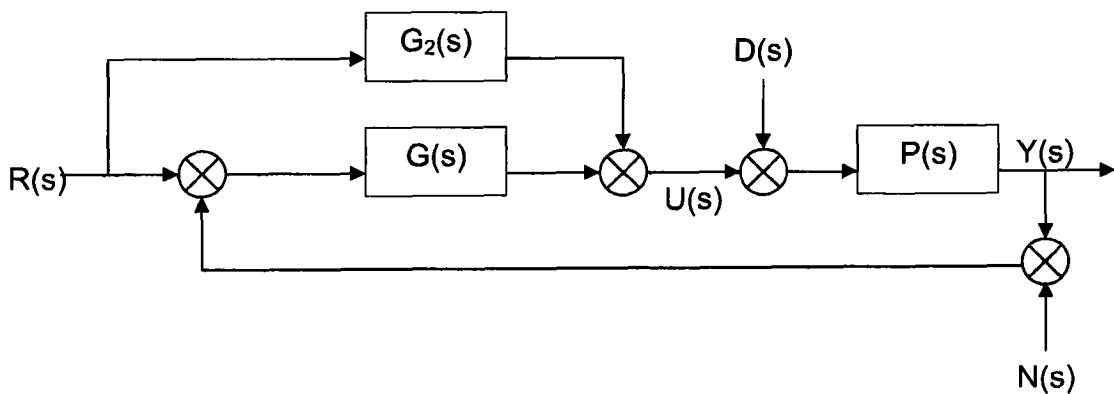


图 5



其中:

$R(s)$ =参考设定点温度

$U(s)$ =被控信号(即, MV)

$D(s)$ =扰动信号

$Y(s)$ =输出信号(即, PV)

$N(s)$ =噪声信号

$B(s)$ =修改的过程变量(PV)

$P(s)$ =车间过程函数(plant process function); 对于加热器建模过程,

函数可以是:

$$\frac{1}{LCs^2 + RCs + 1}$$

$G(s)$ =标准的 PID 传递函数

$G_2(s)$ =正反馈结构中的空间调制传递函数; 对于由基底相对于加热器的空间位置触发的斜坡函数, 函数可以是:

$$K_{p2}(1/s^2)$$

其中 K_{p2} 是斜坡常数

其中: 闭环传递函数变为:

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{[G(s) + G_2(s)]P(s)}{1 + G(s)P(s)}$$

图 6

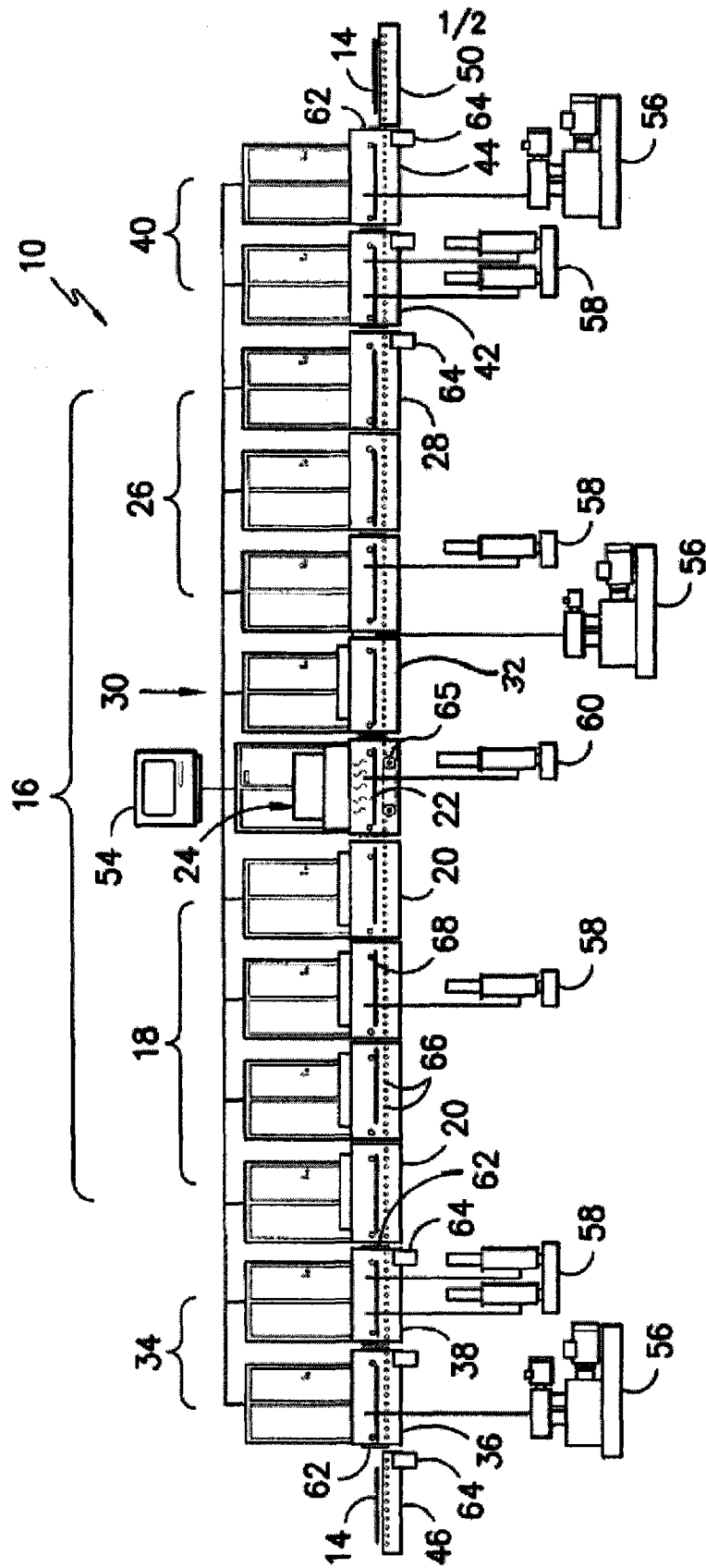


图 7

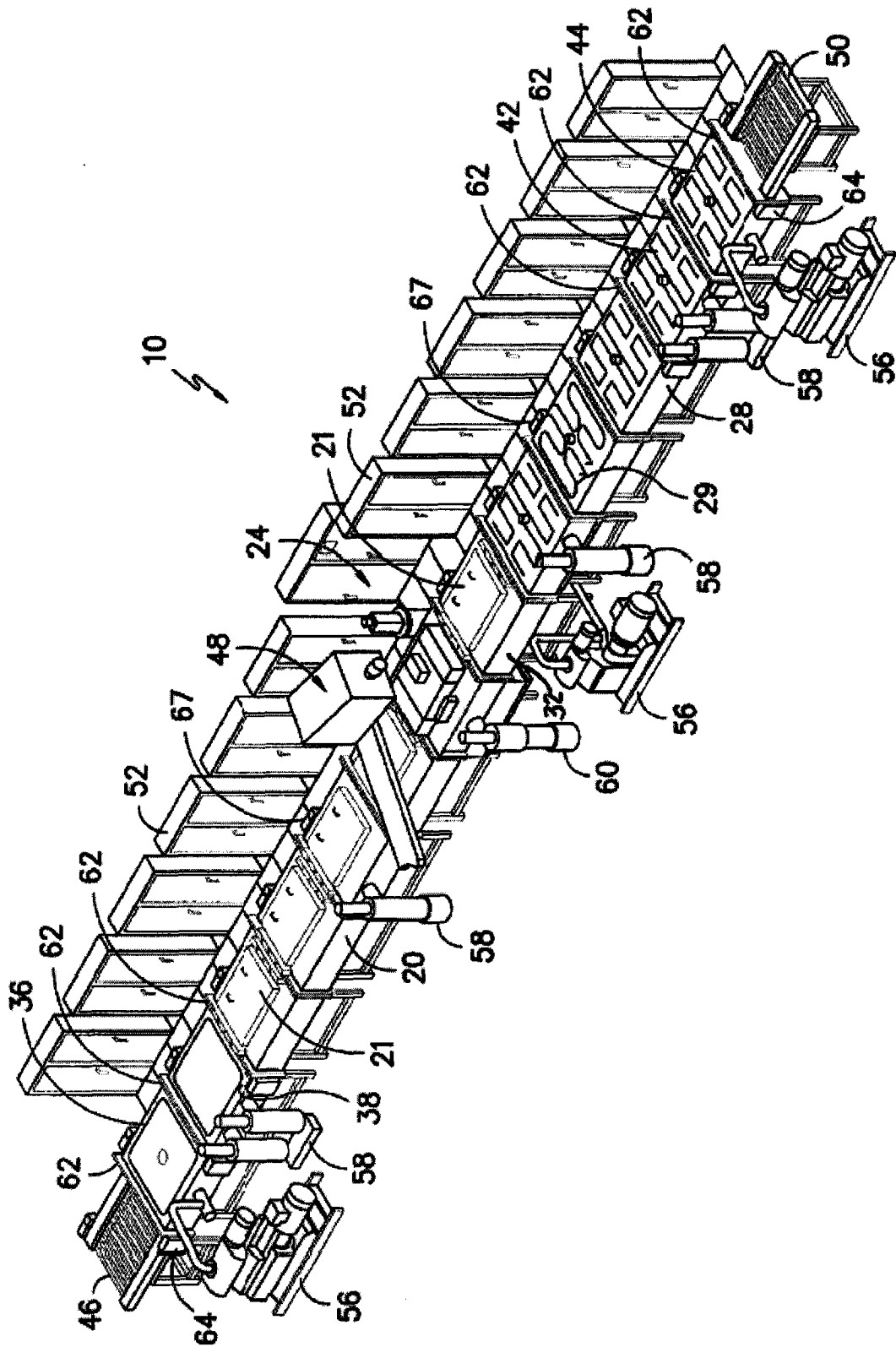


图 8