



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102787298 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 21

(21) 申请号 201210157290. 1

(22) 申请日 2012. 05. 18

(30) 优先权数据

11305604. 8 2011. 05. 18 EP

(71) 申请人 瑞必尔

地址 法国贝松

(72) 发明人 J-L·居约克斯 F·施特梅伦

C·德奥利维拉

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 吴鹏 马江立

(51) Int. Cl.

G23C 14/24 (2006. 01)

G23C 16/448 (2006. 01)

G23C 16/52 (2006. 01)

G23C 14/54 (2006. 01)

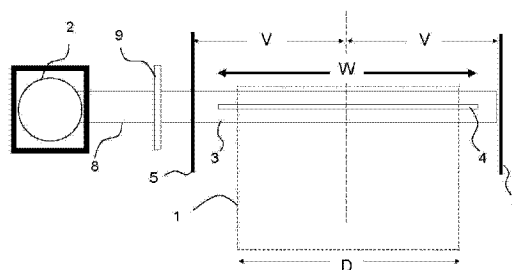
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于真空蒸发沉积系统的喷射器

(57) 摘要

本发明涉及一种用于真空蒸发沉积系统的喷射器,所述喷射器包括喷射导管和扩散器,所述喷射导管适于接纳来自真空蒸发源的蒸发物质,所述扩散器包括多个喷嘴以便将所述蒸发物质扩散至真空沉积室中,每一喷嘴包括适于将所述喷射导管连接至所述沉积室的通道。根据本发明,所述扩散器具有空间上变化的喷嘴分布。本发明还涉及用于校准喷射器的方法和用于制造喷射器的扩散器的方法。



1. 一种用于真空蒸发沉积系统的喷射器(3),所述喷射器包括:
喷射导管,所述喷射导管适于接纳来自真空蒸发源(2)的蒸发物质,以及
扩散器(4),所述扩散器包括多个喷嘴以便将所述蒸发物质扩散至真空沉积室(5)中,
每一喷嘴包括适于将所述喷射导管连接至所述沉积室(5)的通道(13),
其特征在于,所述扩散器(4)具有空间上变化的喷嘴分布。
2. 根据权利要求1所述的喷射器(3),其特征在于,所述喷射器包括至少两个具有不同通道几何形状的喷嘴。
3. 根据权利要求1或2所述的喷射器(3),其特征在于,所述扩散器包括至少三个喷嘴,所述至少三个喷嘴沿纵轴排成一线并在两个相邻喷嘴之间具有不同间距。
4. 根据权利要求1至3的任一项所述的喷射器(3),其特征在于,至少一个所述喷嘴包括至少一个可拆除的扩散器插入件(9),所述扩散器(4)包括扩散器插入件接纳装置,而所述扩散器插入件(9)包括附接装置(15),所述附接装置适于装配至所述接纳装置。
5. 根据权利要求4所述的喷射器(3),其特征在于,所述扩散器插入件(9)包括在所述通道(13)的一端并形成在所述喷射导管内部的至少一个输入孔隙(11、11a、11b、11c)和在所述通道(13)的另一端并形成在所述喷射导管外部的至少一个输出孔隙(12)。
6. 根据权利要求4所述的喷射器(3),其特征在于,所述扩散器包括至少一个适于塞住喷嘴的扩散器插入件(9c)。
7. 根据权利要求4至6的任一项所述的喷射器(3),其特征在于,所述扩散器(3)接纳装置包括内螺纹,且所述扩散器插入件(9)附接装置包括装配至所述扩散器内螺纹的外螺纹(15)。
8. 根据权利要求4至6的任一项所述的喷射器(3),其特征在于,所述扩散器(3)接纳装置包括外螺纹,且所述扩散器插入件(9)附接装置包括装配至所述扩散器外螺纹的内螺纹。
9. 一种真空沉积系统,所述系统包括真空蒸发源、根据权利要求1至8的任一项所述的喷射器以及真空沉积室。
10. 一种用于校准根据权利要求1至8的任一项所述的喷射器的方法,所述方法包括以下步骤:
 - (a) 按照初始构型布置扩散器,所述扩散器包括沿纵轴分布的多个喷嘴;
 - (b) 利用处于所述初始构型中的所述扩散器将蒸发物质沉积在基底上;
 - (c) 测量所述沉积物质的均匀度特征;
 - (d) 根据所测的均匀度特征改变所述喷嘴的空间分布,从而减少沉积物质的不均匀度。
11. 根据权利要求10所述的方法,所述方法包括对步骤(b)至(d)的重复执行。
12. 根据权利要求10或11所述的方法,其中至少一个所述喷嘴包括至少一个可拆除的扩散器插入件,而对所述喷嘴的空间分布的改变包括用另一可拆除的扩散器插入件替换该可拆除的扩散器插入件。
13. 用于制造扩散器的方法,所述扩散器用于根据权利要求1至8的任一项所述的用于真空沉积系统的喷射器,所述方法包括以下步骤:
 - (e) 制造用于真空沉积系统的喷射器,所述喷射器包括扩散器,所述扩散器包括沿纵轴排成一线的至少多个扩散器插入件接纳装置,

(f) 制造包括附接装置的可拆除的扩散器插入件,所述附接装置适于装配至所述扩散器的所述接纳装置,

(g) 将所述可拆除的扩散器插入件组装至所述扩散器。

14. 用于制造扩散器的方法,所述扩散器用于真空沉积系统的喷射器,所述方法包括以下步骤:

(h) 提供包括扩散器的喷射器,所述扩散器包括喷射导管和沿纵轴排成一线的至少多个扩散器插入件接纳装置;

(i) 利用扩散流动模型模拟扩散器插入件的扩散特征;

(j) 根据每一插入件沿所述扩散器的纵轴的各自的位置来校正一组多个插入件的扩散特征;

(k) 将希望的扩散特征与该组扩散器插入件的模拟的扩散特征比较;

(l) 根据希望的扩散特征确定扩散器插入件的分布;

(m) 将包括附接装置的扩散器插入件插入对应的接纳装置中,所述附接装置适于装配至所述扩散器的所述接纳装置。

用于真空蒸发沉积系统的喷射器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于真空沉积系统的喷射器。

背景技术

[0002] 已知的真空沉积系统用于在大尺寸的基底或面板上制造薄膜结构。例如这种系统被用来沉积 CIGS (铜铟镓硒) 太阳能电池或 OLED (有机发光装置) 二极管。真空沉积系统通常包括连接至真空沉积室的蒸发源。真空蒸发源蒸发或升华物质, 该物质以气态形式被输送至真空沉积室。特别地, 这种真空蒸发源被用来蒸发硒以供玻璃基底在水平的自上而下或自下而上的队列系统中的硒化。真空沉积室适于接纳待由蒸发物质覆盖的基底从而制作面板。不同的腔室构型使得能够在布置于腔室中的单个基底上或者多个基底上沉积。基底可以是固体的 (例如玻璃薄片) 或柔性的 (例如金属或塑料膜)。当基底是柔性的时, 这种真空沉积系统可与卷对卷工艺兼容。

[0003] 已知的真空沉积系统还包括连接至蒸发源并布置在基底前面的喷射器。喷射器使得能够通过孔隙或喷嘴在大的表面上喷涂蒸发物质。喷射器的几何形状取决于待覆盖的基底的尺寸和几何形状。对于大面积矩形平坦的基底, 喷射器包括纵向延伸的喷射器导管。现有技术的喷射器包括沿纵轴等距并对齐的相同的喷嘴。喷射器导管的长度至少与基底的长度或宽度一样大。

[0004] 图 1 示意性地示出沉积系统和基底 (1) 的俯视图。沉积系统包括连接至喷射器 (3) 的蒸发源 (2)。真空沉积室并未示出。纵向的喷射器 (3) 与机械装置组合使用, 所述机械装置用于在方向 (Y) 上传递喷射器 (3) 和基底 (1) 之间的相对运动, 所述方向 (Y) 横切于喷射器 (3) 的纵轴 (X)。在沉积期间, 基底 (1) 或喷射器 (3) 沿垂直于喷射器 (3) 的纵轴 (X) 的方向 (Y) 移动。这种构型使得能够在整个基底表面上沉积蒸发物质。

[0005] 图 2 示意性地示出沿如图 1 所示的沉积系统的纵向截面的视图。沉积系统包括蒸发源 (2), 所述蒸发源 (2) 连接至在真空沉积室 (5) 中的喷射器 (3) 的导管。喷射器 (3) 包括沿其纵轴延伸的扩散器 (4)。待由沉积物质覆盖的基底 (1) 放置在真空沉积室 (5) 中。在自上而下的构型中, 喷射器 (3) 在待由沉积层覆盖的基底 (1) 的上方, 喷射器 (3) 和基底 (1) 之间的距离为约 50mm。但是, 喷射器和基底之间的距离可根据待蒸发的物质和预期的沉积能力而变化。基底 (1) 位于滚子 (6a、6b) 上, 所述滚子 (6a、6b) 处于与喷射器 (3) 的纵轴 (X) 平行的平面中。纵向的喷射器 (3) 通过在所述喷射器的一端的输入端口 (未示出) 接纳来自源 (2) 的蒸发物质。扩散器 (4) 沿扩散器的长度将所述蒸发物质喷涂在基底 (1) 上。

[0006] 沉积的均匀度对于薄膜沉积过程 (例如半导体、平板显示器、有机发光装置或太阳能电池的制造) 来说是最重要的。但是, 利用现有技术的真空沉积系统仍然难以在基底的表面上获得高的沉积均匀度, 特别是随着基底尺寸趋于增大时。尤其地, 沿与扩散器平行的纵轴 X 的沉积均匀度由于若干因素而难以获得, 这些因素将在下文详述。

[0007] 此外, 某些蒸发物质并未沉积在基底上而是扩散至沉积室中并最终沉积在腔室的壁上。尤其地, 在扩散器末端处扩散的物质的绝大部分被认为损失了。因此在现有技术的真

空沉积系统中的蒸发物质的扩散导致物质的显著损失。平均沉积能力目前限于约 85%。

[0008] 并且,用在蒸发沉积系统中的蒸发物质(例如硒或硫)是腐蚀性的。扩散器会被这些物质腐蚀。这种腐蚀的结果是,喷嘴的几何形状被改变,这随着时间推移改变了扩散型式。因此,现有技术的扩散器还存在扩散特征随着时间推移的重复能力的问题。

[0009] 此外,在沉积过程期间,一部分蒸发物质在喷嘴的内壁上分解。分解的物质会堵塞喷嘴的出口孔隙。真空蒸发沉积装置中的单个喷嘴孔隙的堵塞会损害沉积在基底上的物质的厚度和 / 或组分的均匀度。在这种情况下,需要清洗喷嘴。

[0010] 此外,同一沉积装置会用于不同类型的应用、或用于具有变化的尺寸的不同基底。根据应用,有时候需要用另一扩散器来替换扩散器,该另一扩散器具有优化的喷嘴出口孔隙数量、优化的喷嘴位置、几何形状和 / 或生产能力。

[0011] 扩散器清洗或更换操作通常需要关闭真空蒸发沉积装置。但是,每一加工步骤的停机时间转而变成了增加的制造成本。因此,每一加工工件的停机时间都被严格控制并且必须保持在最低限度。

发明内容

[0012] 本发明的目的之一是改进蒸发物质的沉积均匀度,特别是沿喷射器的轴线的沉积均匀度。相对于沉积层的厚度(所述厚度在最高的极大值 Th_{max} 和最低的极小值 Th_{min} 之间变化)而将沉积均匀度定义为正比于:

$$[0013] \quad \frac{Th_{max} - Th_{min}}{Th_{max} + Th_{min}}$$

[0014] 该均匀度必须尽可能最低。

[0015] 本发明的另一目的是增加蒸发沉积系统的沉积能力。

[0016] 本发明的另一目的是改进沉积过程随时间推移的重复能力。

[0017] 本发明的另一附带目的是减少清洗或替换扩散器所需的真空蒸发沉积装置停机时间。

[0018] 本发明的另一附带目的是改进真空蒸发沉积装置的扩散器对不同应用的通用性。

[0019] 因此,本发明提供了一种用于真空蒸发沉积系统的喷射器,所述喷射器包括喷射导管和扩散器,所述喷射导管适于接纳来自真空蒸发源的蒸发物质,所述扩散器包括多个喷嘴以便将所述蒸发物质扩散至真空沉积室中,每一喷嘴包括通道,所述通道适于将所述喷射导管连接至所述沉积室。根据本发明,所述扩散器具有在空间上变化的喷嘴分布。

[0020] 根据本发明的各个方面,在空间上变化的喷嘴分布意为:

[0021] - 所述扩散器包括至少两个喷嘴,所述至少两个喷嘴具有不同的通道几何形状; 和 / 或

[0022] - 所述扩散器包括至少三个喷嘴,所述至少三个喷嘴沿纵轴排成一线并在两个相邻喷嘴之间具有不同的间距。

[0023] 根据本发明的优选实施例,至少一个所述喷嘴包括至少一个可拆除的扩散器插入件,所述扩散器包括扩散器插入件接纳装置且所述扩散器插入件包括附接装置,所述附接装置适于装配至所述接纳装置。

[0024] 根据本发明的优选实施例的不同方面:

[0025] - 所述扩散器插入件包括在通道一端处的至少一个输入孔隙和在所述通道另一端处的至少一个输出孔隙,所述输入孔隙形成在所述喷射导管的内部,所述输出孔隙形成在所述喷射导管的外部;

[0026] - 所述扩散器包括至少一个适于封闭喷嘴的扩散器插入件;

[0027] - 所述扩散器接纳装置包括内螺纹,而所述扩散器插入件附接装置包括装配至所述扩散器内螺纹的外螺纹;

[0028] - 所述扩散器接纳装置包括外螺纹,而所述扩散器插入件附接装置包括装配至所述扩散器外螺纹的内螺纹。

[0029] 本发明还涉及一种真空沉积系统,所述系统包括真空蒸发源、喷射器和真空沉积室,所述喷射器包括喷射导管和扩散器,所述喷射导管适于接纳来自真空蒸发源的蒸发物质,所述扩散器包括多个喷嘴以便将所述蒸发物质扩散至真空沉积室中,每一喷嘴包括适于将所述喷射导管连接至所述沉积室的通道,其中所述扩散器具有在空间上变化的喷嘴分布。

[0030] 本发明还涉及一种用于校准喷射器的方法,所述方法包括以下步骤:

[0031] (a) 按照初始构型布置扩散器,所述扩散器包括沿纵轴分布的多个喷嘴;

[0032] (b) 利用处于所述初始构型中的所述扩散器将蒸发物质沉积在基底上;

[0033] (c) 测量所述沉积物质的均匀度特征;

[0034] (d) 根据所述所测的均匀度特征而改变所述喷嘴的空间分布,从而减少沉积物质的不均匀度。

[0035] 所述方法可包括重复执行步骤(b)至(d)直至均匀度特征令人满意。有利地,执行对步骤(b)至(d)的重复直至获得预先确定的 $\pm 7\%$ 或更佳的均匀度。

[0036] 对所述喷嘴的空间分布的改变包括:

[0037] - 改变至少一个喷嘴通道的几何形状;或

[0038] - 改变两个通道之间的间距。

[0039] 根据优选的变型,至少一个所述喷嘴包括至少一个可拆除的扩散器插入件,而对所述喷嘴的空间分布的改变包括用另一可拆除的扩散器插入件来替换该可拆除的扩散器插入件。

[0040] 有利地,根据本发明的方法的优选实施例,每一所述喷嘴包括一个如在上文已公开的可拆除扩散器插入件,从而使对所述喷嘴的空间分布的改变变得容易且仅包括用其它可拆除的扩散器插入件来替换该可拆除的扩散器插入件。

[0041] 本发明还涉及一种用于制造扩散器的方法,所述扩散器用于真空沉积系统的喷射器,所述方法包括以下步骤:

[0042] (e) 制造用于真空沉积系统的喷射器,所述喷射器包括扩散器,所述扩散器包括沿纵轴排成一线的至少多个扩散器插入件接纳装置,

[0043] (f) 制造包括附接装置的可拆除的扩散器插入件,所述附接装置适于装配至所述扩散器的所述接纳装置,

[0044] (g) 将所述可拆除的扩散器插入件组装至所述扩散器。

[0045] 本发明的还有另一方面涉及用于制造扩散器的方法,所述扩散器用于真空沉积系统的喷射器,所述方法包括以下步骤:

[0046] (h) 提供包括扩散器的喷射器,所述扩散器包括喷射导管和沿纵轴排成一线的至少多个扩散器插入件接纳装置;

[0047] (i) 利用扩散流动模型模拟扩散器插入件的扩散特征;

[0048] (j) 根据每一插入件沿所述扩散器的纵轴的各自的位置来校正一组多个插入件的扩散特征;

[0049] (k) 将希望的扩散特征与该组扩散器插入件的模拟的扩散特征比较;

[0050] (l) 根据希望的扩散特征确定扩散器插入件的分布;

[0051] (m) 将包括附接装置的扩散器插入件插入对应的接纳装置中,所述附接装置适于装配至所述扩散器的所述接纳装置。

[0052] 本发明特别适用于真空蒸发沉积系统以便执行 CIGS 类型太阳能电池的硒化步骤。

[0053] 本发明还涉及在下文的描述中公开的特征,所述特征将被单独考虑或根据任何可行的技术组合而考虑。

附图说明

[0054] 本说明仅出于非限制的示例性目的而给出,且在参考附图时将更好地被理解,其中:

[0055] 图 1 示意性地示出沉积系统和待由蒸发物质覆盖的基底的俯视图;

[0056] 图 2 示意性地示出图 1 的沉积系统沿纵向截面的侧视图;

[0057] 图 3 示出在基底上沿喷射器纵轴的位置测量的沉积层厚度;

[0058] 图 4 示意性地示出沉积系统和待覆盖的基底的仰视图;

[0059] 图 5A 和图 5B 示意性地示出具有不同的通道几何形状的不同喷嘴;

[0060] 图 6 根据本发明的实施例示意性地示出扩散器插入件,所述插入件附接至扩散器;

[0061] 图 7 示出根据本发明的实施例的相对于待覆盖基底的插入件位置的构型;

[0062] 图 8 根据本发明的实施例示意性地示出喷射器的局部剖视图;

[0063] 图 9 根据本发明的实施例示出可拆除的扩散器插入件的立体图。

具体实施方式

[0064] 图 3 示出由例如图 1 和图 2 所示的现有技术的真空沉积系统获得的沉积层的均匀度分布曲线。更确切地,图 3 的均匀度分布曲线是通过这样获得的:根据在玻璃基底(1)上沿喷射器(3)的纵轴 X 的位置而测量硒层的厚度。玻璃基底(1)的总体尺寸为 60×40cm。位置 X=0 对应于面向喷射器(3)的输入端口(3a)的基底边界。位置 X=60cm 对应于面向喷射器(3)的对面端(3b)的基底边界。从图 3 的均匀度分布曲线得出几个观察结果。首先,在基底的边界处、即分别在位置 X=0 和 X=60cm 处所沉积的硒的厚度是类似的(约 2.3 μm)。但是,在基底上的沉积是显然不均匀的。分布曲线示出在基底中央(X=30cm)处的局部峰值厚度和在侧部的两个局部极小值。此外,分布曲线不是关于轴 Y 对称的,该轴 Y 穿过基底的中央。不均匀度衡量了最小、最大和平均厚度之间的统计差异。在图 3 中厚度的不均匀度共计约 ±8.9%。

[0065] 图4根据本发明的实施例示意性地示出沉积系统和基底(1)的俯视图。蒸发源(2)经由连接管(8)和连接凸缘(9)连接至喷射器(3)。喷射器(3)包括沿其纵轴延伸的扩散器(4)。待由沉积物质覆盖的基底(1)放置在真空沉积室(5)中。真空沉积室具有宽度 $2*V$ 。扩散器(4)具有长度 W 。基底(1)具有宽度 D 。扩散器长度 W 略大于基底宽度 D 。真空沉积室的宽度 $2*V$ 大于扩散器(4)的长度 W 。在某些构型中,若干个基底可并排放置在真空沉积室中以便增加生产能力。例如,两个具有 $D/2$ 的宽度的基底可彼此相邻地放置在同一沉积室中,以便同时接纳来自单个扩散器(4)的蒸发沉积物质。

[0066] 图4示出了真空沉积系统。源(2)在物质的蒸发或升华温度之上将该物质蒸发或升华。源的温度为约 350°C 。喷射器(3)被加热以防止蒸发物质在喷射器内凝结。可能地,沉积室(5)的壁也被加热。基底(1)因此接收来自喷射器(3)和来自沉积室(5)的任何其他炽热部件的热辐射。但是,由基底接收的热辐射并不在基底的表面上均匀分布。该不均匀的加热导致基底温度在空间上的变化。可以测量基底温度的不均匀度。所测的基底上的温度通常并不关于轴 Y 对称,该轴 Y 穿过沉积室的中央并横切于纵轴 X 。结果,蒸发物质趋向于在具有相对较低温度的位置上凝结,而沉积在较高温度位置上的物质更容易倾向于再扩散或再蒸发。

[0067] 另一方面涉及到如图4所示的喷射器(3)的几何形状。喷射器导管接纳来自输入端口的蒸发物质,所述输入端口在喷射器纵轴的一端(3a)处。但是,由于从输入端口(3a)至喷射器(3)的对面端(3b)的压降,沿喷射器的轴线的物质流动不是恒定的。

[0068] 基底温度的空间上变化连同喷射器构型转而导致蒸发物质在基底(1)上沿喷射器纵轴的不均匀沉积。图3中的所测厚度分布曲线因而可能起因于不对称喷射和基底温度不均匀度的组合影响。

[0069] 根据本发明的一个方面,扩散器(4)包括不同几何形状的喷嘴和/或喷嘴沿喷射器纵轴的空间上不均匀分布,以减少基底上的沉积物质厚度的不均匀度。更确切地,扩散器(4)包括至少两个具有不同通道几何形状的喷嘴或至少三个喷嘴,所述至少三个喷嘴沿纵轴排成一线并在两个相邻喷嘴之间具有不同间隔。

[0070] 图5A根据本发明的实施例示意性地示出扩散器(4)的纵向剖视图。喷射器(3)的形状是具有圆形横截面和纵轴 X 的空心圆柱。可在喷射器本体的一侧上机加工扩散器(4)。扩散器(4)也可以是单独的机械部件,并附接至喷射器(3)的本体中的开口。扩散器(4)包括沿纵轴 X 排成一线的多个喷嘴(9a、9b、……、9j)。每一喷嘴(9a、9b、……、9j)通常包括通道(13)、在喷射导管内部的输入孔隙(11)和在喷射导管外部的输出孔隙(12)。现有技术的扩散器通常具有相同喷嘴沿纵轴的周期性分布,在相邻喷嘴之间具有恒定的距离。

[0071] 根据本发明的实施例,扩散器的不同喷嘴具有不同的几何特征。图5A示意性地示出不同类型的插入件,插入件在插入扩散器接纳装置时构成了喷嘴。例如插入件和喷嘴(9a)以及插入件和喷嘴(9b)具有直通道、一个输入孔隙和一个输出孔隙。但是,喷嘴(9b)的通道的直径大于喷嘴(9a)的通道的直径,因此喷嘴(9b)比喷嘴(9a)产生更大的扩散流量。不同的喷嘴可具有不同的输出孔隙尺寸和/或不同形状的通道、输入和/或输出孔隙。插入件和喷嘴(9a)具有带圆形横截面的圆柱形通道;另一插入件和喷嘴(9k)可具有圆锥形通道。喷嘴可包括呈斜面的输入和/或输出孔隙。扩散器(4)可包括具有不同通道长度的不同喷嘴。

[0072] 另一插入件和喷嘴(9f)包括将单个输入孔隙连接至多个输出孔隙的通道。相反,另一喷嘴可包括将多个输入孔隙连接至单个输出孔隙的通道。另一喷嘴可包括多个通道,每一通道连接一个或若干个孔隙。根据一个实施例,插入件和喷嘴(9i)包括圆柱形通道,所述通道具有垂直于纵轴X的中心轴,且该喷嘴包括多个侧向输出孔隙。根据另一实施例,不同的插入件和喷嘴(9d、9g)包括的通道相对于纵轴具有不同的通道轴角度。在特定的实施例中,通道轴的角度根据喷嘴沿扩散器纵轴的位置而变化。例如,在扩散器(4)的两端处的喷嘴(9d、9e、9g和9h)可向沉积室的中央倾斜。

[0073] 图5B示意性地示出另一类型的喷嘴(9m),该喷嘴插入扩散器接纳装置。喷嘴(9m)包括直通道、输入径向孔隙和输出孔隙。

[0074] 具有不同喷嘴几何形状的扩散器构型使得能够改变通过扩散器的蒸发物质的流量以减少沉积物质的不均匀度。该扩散器构型使得能够补偿温度和/或蒸发物质流量的不均匀度。喷嘴的几何形状和分布还使得能够减少沉积在沉积室壁(5)上的物质的损失。

[0075] 根据本发明的另一方面,相邻喷嘴之间的间距不是恒定的。为此,可用预先确定的喷嘴位置间的间距来制造扩散器。根据优选的实施例,扩散器包括等间距的喷嘴位置,但某些喷嘴被塞住。带有端盖的特定插入件(9c)可用于实现喷嘴的局部堵塞。图7示出基底和扩散器构型的俯视图。扩散器包括沿扩散器长度分布的几十个喷嘴。每一喷嘴由黑色方块或圆点代表,所述方块或圆点对应于具有两种截然不同喷嘴几何形状的喷嘴。箭头代表个别具有端盖的喷嘴,该喷嘴被塞住以便改变蒸发物质在基底的边界附近的沉积。

[0076] 现在将参考图8和图9描述本发明的优选实施例。图8示意性地示出具有扩散器(4)的喷射器(3)的局部剖视图。喷射器(3)包括喷射导管,该喷射导管是具有圆形横截面的空心圆柱。扩散器(4)包括多个通孔(14)。优选地,每一孔(14)包括带螺纹部分。根据该实施例,扩散器包括插入每一孔(14)中的可拆除的扩散器插入件(9)。当扩散器插入件(9)插入孔(14)中时,它形成了喷嘴。

[0077] 图9根据本发明的优选实施例示出可拆除的扩散器插入件(9)的立体图。扩散器插入件(9)具有大致圆柱形的形状。扩散器插入件(9)包括将多个输入孔隙(11a、11b、11c)连接至输出孔隙(12)的内部通道(13)。扩散器插入件(9)包括外螺纹(15)。扩散器插入件包括法兰六角头以使用普通扳手将所述扩散器插入件拧至扩散器孔(14)中。插入件(9)因此可轻松地插入和从扩散器(4)拆除。带有相同的螺纹孔(14)的扩散器(4)适于接纳如在上文中参考图5A至图5B详述的具有各种几何特征的扩散器插入件。

[0078] 在蒸发物质导致扩散器插入件(9)的腐蚀的情况下,被腐蚀的扩散器插入件被轻松地由新的扩散器插入件替换。扩散器插入件(9)的替换比整个扩散器(4)或喷射器(3)的替换更便宜。

[0079] 示于图5A的特定的扩散器插入件(9c)设置有端盖,由此防止了任何蒸发物质的扩散。这种具有端盖的插入件充当塞子以便封闭扩散器孔(14)。可将多个这种具有端盖的插入件塞入几个扩散器孔(14),而将正常的通道敞开的扩散器插入件插入其它扩散器孔。由此可严密地控制蒸发物质通过扩散器的空间分布。例如,在形成如图3所示的沉积分布曲线的沉积系统中,可在扩散器的中央和靠近两端处塞入带有端盖的插入件,以减少沉积厚度的局部峰值。这种具有端盖的插入件还可用于调节运行的扩散器长度以适应基底的实际尺寸。这使得标准扩散器的制造和所述扩散器为每一应用的定制成为可能。

[0080] 根据图 6 所示的可供选择的扩散器插入件实施例,扩散器(4)包括外螺纹部分以便接纳扩散器插入件,而扩散器插入件(9k')包括内螺纹部分。

[0081] 根据本发明的另一实施例,扩散器插入件的空间分布沿扩散器(4)的纵轴变化。例如,以某一密集度来实现喷嘴,该密集度根据预期的局部扩散流量而变化:孔隙的较高密集度对应于较高的扩散流量。根据特定的实施例,具有端盖的扩散器插入件可用于改变相邻的通道敞开的扩散器插入件之间的距离。

[0082] 根据本发明的一个方面,扩散器是区别于喷射器的机械部件,具有预先确定的扩散插入件空间分布。优选地,喷射器由镀铬或电抛光的不锈钢制成。扩散器插入件由适于承受高温蒸发物质的腐蚀的材料制成。优选地,扩散器插入件由石墨或陶瓷制成。

[0083] 本发明的另一方面涉及喷射器的校准过程。在第一步骤中,按照初始构型(例如具有恒定距离的相同的喷嘴或扩散器插入件)来布置扩散器,利用该扩散器初始构型来执行蒸发物质在基底上的沉积。随后,测量所述沉积物质的均匀度特征。根据所测的不均匀度,一个或几个扩散器插入件被替换为其它喷嘴/扩散器插入件或具有端盖的扩散器插入件。若有必要,重复沉积和测量步骤直至获得令人满意的均匀度。例如,定义了最大不均匀度的数值可用于确定操作条件。不均匀度的标准可用于控制沉积状况随时间推移的重复能力并确定何时需要替换扩散器插入件。

[0084] 本发明的还有另一方面涉及用于制造扩散器的过程。在第一步骤中,利用扩散流动模型模拟了扩散器插入件的扩散特征。在第二步骤中,根据每一插入件沿所述扩散器纵轴的各自的位置而校正了一组多个插入件的扩散特征。在另一步骤中,将希望的扩散特征与所模拟的该组扩散器插入件的扩散特征相比较。

[0085] 本发明适用于薄膜 CIGS 太阳能电池的硒层的沉积过程。喷射器可用于其它化学元素或物质、特别是例如镉、碲、锌、磷或镁的沉积。

[0086] 本发明使得能够改进沉积材料沿喷射器(3)的纵轴的均匀度。

[0087] 利用本发明,同一沉积装置可用于不同类型的应用或用于具有变化的尺寸的不同基底。

[0088] 根据应用,可替换扩散器和/或扩散器插入件以优化喷嘴输出孔隙数量、位置和/或生产能力。更换扩散器插入件较快,因而真空沉积装置的停机时间保持在最低限度。

[0089] 本发明使得能够改进由真空蒸发沉积装置沉积的材料的均匀度随时间推移的重复能力。

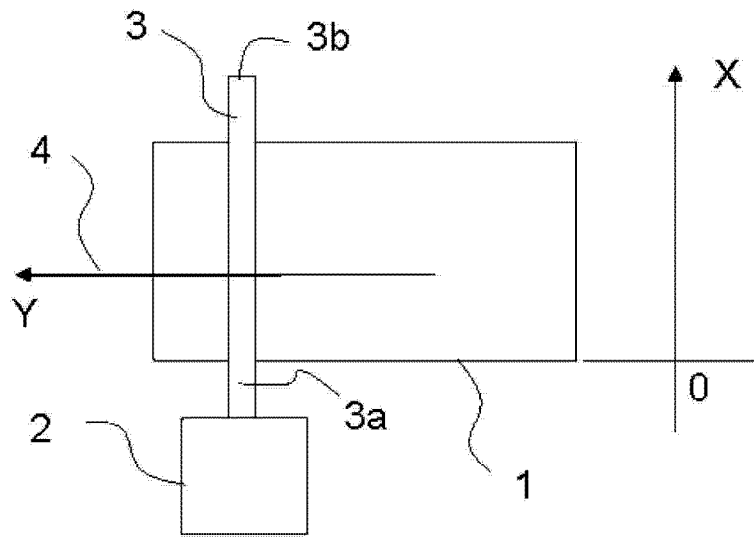


图 1

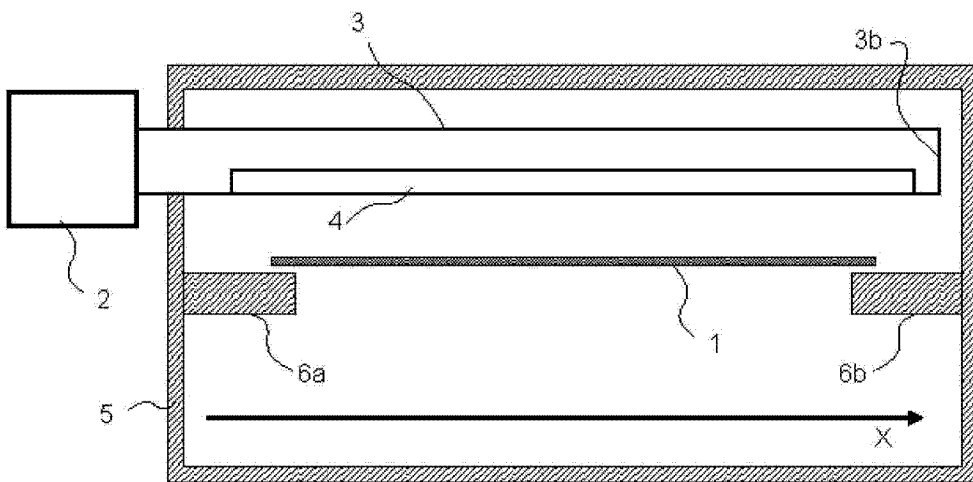


图 2

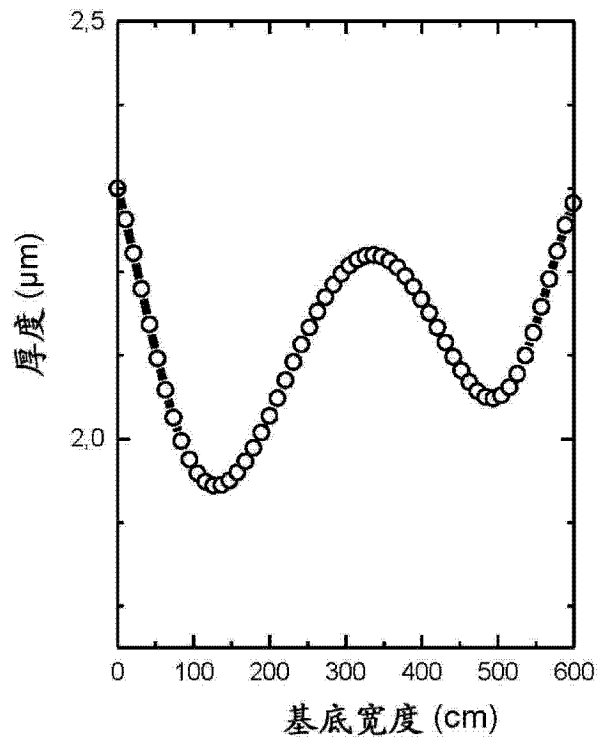


图 3

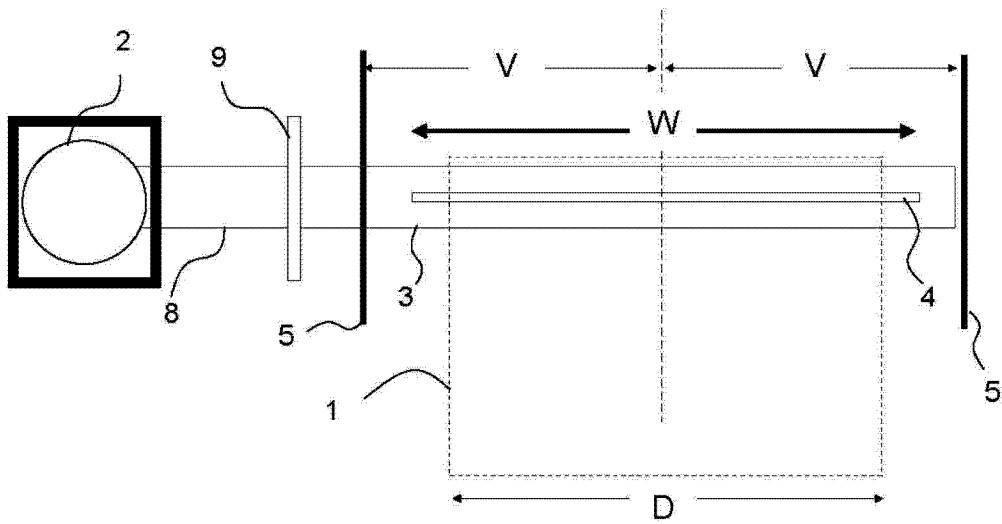


图 4

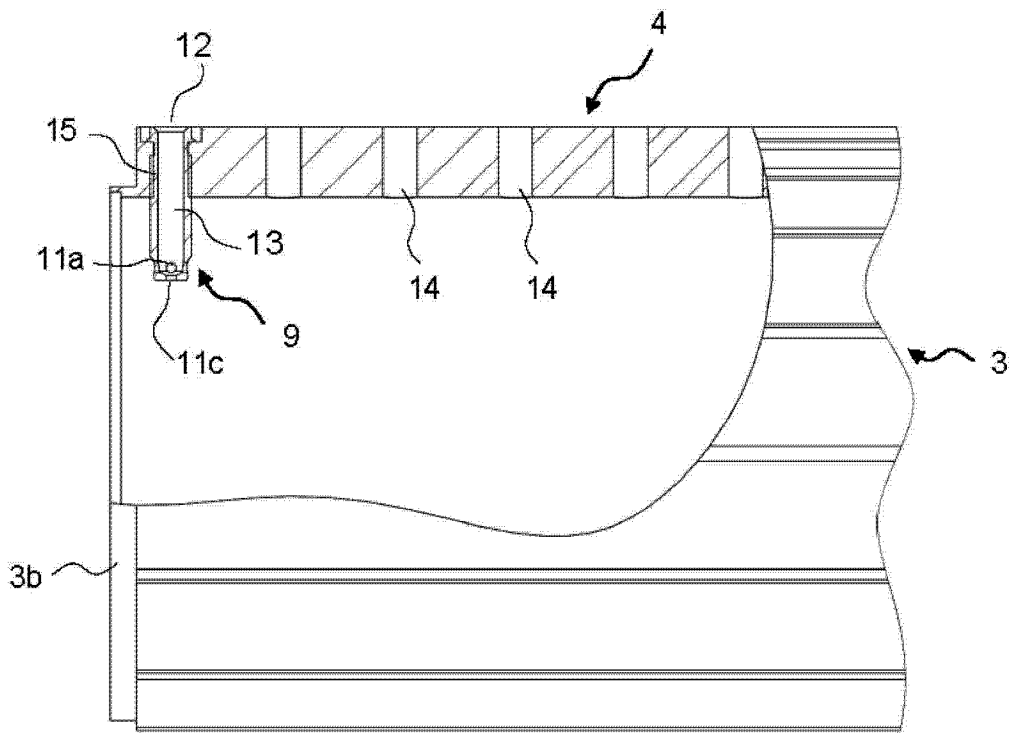


图 8

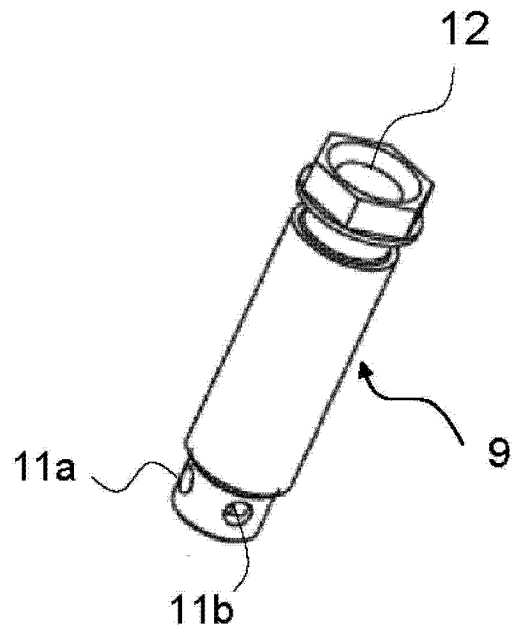


图 9