

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C23C 16/448 (2006.01)

C23C 16/52 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710089827.4

[43] 公开日 2007 年 10 月 10 日

[11] 公开号 CN 101050524A

[22] 申请日 2007.4.5

[21] 申请号 200710089827.4

[30] 优先权

[32] 2006.4.5 [33] US [31] 11/278,700

[71] 申请人 杰努斯公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 J·J·多尔顿 M·Z·卡里姆

A·R·隆德甘

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商
标事务所

代理人 何腾云

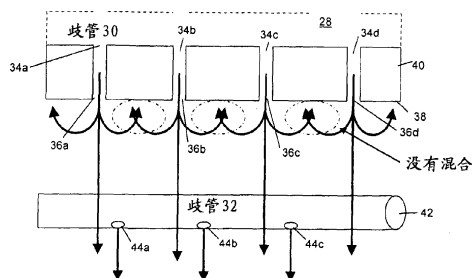
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 3 页

[54] 发明名称

用于向反应器输送均匀气体的方法和设备

[57] 摘要

一种用于反应器的气体分配系统，包括至少两个沿一轴彼此位移的截然不同的气源喷口阵列，该轴由从气源喷口阵列朝工件沉积表面的气流方向限定，使得至少较低气源喷口阵列位于较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间。较高气源喷口阵列中的喷口之间的间距平均为较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间的距离的 0.2-0.8 倍，而较低气源喷口阵列中的喷口之间的间距平均为较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间的距离的 0.1-0.4 倍。



1.一种用于反应器的气体分配系统，包括至少两个沿一轴彼此位移的截然不同的气源喷口阵列，该轴由从气源喷口阵列朝工件沉积表面的气流方向限定，使得至少较低气源喷口阵列位于较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间。

2.如权利要求 1 所述的气体分配系统，其中，较高气源喷口阵列中的喷口之间的间距平均为较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间的距离的 0.2-0.8 倍。

3.如权利要求 1 所述的气体分配系统，其中，较低气源喷口阵列中的喷口之间的间距平均为较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间的距离的 0.1-2 倍。

4.如权利要求 1 所述的气体分配系统，其中，较高气源喷口阵列包括平面源。

5.如权利要求 4 所述的气体分配系统，其中，平面源包括喷头。

6.如权利要求 1 所述的气体分配系统，其中，较高气源喷口阵列包括在面板上基本均匀分布的喷口。

7.如权利要求 6 所述的气体分配系统，其中，较低气源喷口阵列包括一个或多个导管，所述导管关于平面喷头的半径轴对称地分布。

8.如权利要求 1 所述的气体分配系统，其中，较低气源喷口阵列包括一个或多个导管，所述导管关于较高气源喷口阵列轴对称地分布。

9.如权利要求 8 所述的气体分配系统，其中，较低气源喷口阵列包括从轴向中心进给导管引出的若干辐条导管，各个辐条导管包括若干独立喷口，各个喷口之间的间距平均为较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间的距离的 0.1-2 倍。

10.一种用于将气体引入反应器内的方法，包括：使吹扫气体从第一气源喷口阵列流入反应器，该第一气源喷口阵列沿一轴设置在距工件表面第一距离处，所述轴由从第一气源喷口阵列到工件表面的气流限定；同时，使第一反应前体从第二气源喷口阵列流入反应器，该第

二气源喷口阵列与第一气源喷口阵列分开，并沿由气流限定的轴设置在距工件表面第二距离处，所述第二距离小于所述第一距离。

11.如权利要求 10 所述的方法，还包括：停止从第二气体源阵列流出第一反应前体。

12.如权利要求 11 所述的方法，还包括：使吹扫气体从第一气源喷口阵列和第二气源喷口阵列中的一个或多个流入反应器。

13.如权利要求 11 所述的方法，还包括：使第二反应前体通过第一气源喷口阵列流入反应器，同时，使吹扫气体通过第二气源喷口阵列流入反应器。

14.如权利要求 13 所述的方法，还包括：停止从第一气源阵列流出第二反应前体。

15.如权利要求 14 所述的方法，还包括：使吹扫气体从第一气源喷口阵列和第二气源喷口阵列中的一个或多个流入反应器。

16.如权利要求 15 所述的方法，还包括：从反应器排出未使用的第二反应前体量。

17.如权利要求 11 所述的方法，还包括：从反应器排出未使用的第二反应前体量。

18.一种用于将气体引入反应器内的方法，包括：使载气和反应前体从第一气源喷口阵列流入反应器，该第一气源喷口阵列沿一轴设置在距工件表面第一距离处，所述轴由从第一气源喷口阵列到工件表面的气流限定；同时，使第二反应前体从第二气源喷口阵列流入反应器，该第二气源喷口阵列与第一气源喷口阵列分开，并沿由气流限定的轴设置在距工件表面第二距离处，所述第二距离小于所述第一距离。

19.如权利要求 18 所述的方法，其中，第二反应前体经由第二气源喷口阵列以脉冲的方式流入反应器。

20.如权利要求 18 所述的方法，还包括：停止反应前体向反应器内的流动，同时，使吹扫气体从第一气源喷口阵列和第二气源喷口阵列中的一个或两个流入反应器。

21.一种用于将气体引入反应器内的方法，包括：使第一气体从第

一气源喷口阵列流入反应器，该第一气源喷口阵列沿一轴设置在距工件表面第一距离处，所述轴由从第一气源喷口阵列到工件表面的气流限定；同时，使第二气体从第二气源喷口阵列流入反应器，第二气源喷口阵列与第一气源喷口阵列分开，并沿由气流限定的轴设置在距工件表面第二距离处，所述第二距离小于所述第一距离。

22.如权利要求 21 所述的方法，其中，第一气体包括反应前体。

23.如权利要求 21 所述的方法，其中，第一气体包括反应前体和载气。

24.如权利要求 21 所述的方法，其中，第二气体包括反应前体。

25.如权利要求 21 所述的方法，其中，第二气体包括反应前体和载气。

26.如权利要求 22 所述的方法，其中，第二气体包括第二反应前体。

27.如权利要求 22 所述的方法，其中，第二气体包括第二反应前体和载气。

28.如权利要求 22 所述的方法，其中，第二气体包括吹扫气体。

29.如权利要求 24 所述的方法，其中，第一气体包括吹扫气体。

30.如权利要求 23 所述的方法，其中，第二气体包括第二反应前体。

31.如权利要求 23 所述的方法，其中，第二气体包括第二反应前体和第二载气。

32.如权利要求 23 所述的方法，其中，第二气体包括吹扫气体。

33.如权利要求 29 所述的方法，其中，第二气体包括反应前体。

34.如权利要求 29 所述的方法，其中，第二气体包括反应前体和载气。

35.如权利要求 29 所述的方法，其中，第二气体包括吹扫气体。

用于向反应器输送均匀气体的方法和设备

技术领域

本发明涉及一种用于原子层沉积或化学气相沉积处理系统的气体分配系统，其中气相前体（precursor）从上游源输送到基板上的反应空间。

背景技术

将固态薄膜从气态（气相）化学前体化学沉积到固体基板上，这在许多领域都有应用，包括半导体制造、磁数据存储、毫微技术等等。特别是，原子层沉积（ALD）和化学气相沉积（CVD）工艺通常用于将电介质和金属膜沉积在半导体基板上。这些应用愈加要求：沉积膜要满足整个基板上的厚度均匀性和厚度在多个基板上的可重复性方面的严格标准，同时要求工艺设备提供高的膜沉积比率，以免给整个制造工艺中带来瓶颈。

为了使 CVD 和 ALD 设备满足这些要求，必须严格地控制和成形蒸汽前体至基板的通量。通常，可以存在必须进行反应以形成所希望的膜的多种气态前体，所有这些气态前体必须以精确和可控制的方式传送至基板。在有些情况下，有利的是，在将这些多种前体引入反应器腔内之前，将这些多种前体混合在一起。在另一些情况下，优选的是，将这些前体保持相互隔离，直到它们接触基板，以便防止任何不期望的过早反应。

一般来说，通过在气源与基板之间提供带有多个小孔的平板（即所谓的喷头），试图使前体均匀地流入反应室中。在 deBoer 等的美国专利 4,798,165 中较早地公开了用于朝基板提供轴对称气流的装置。扩散板或喷头可以具有独立的区域，这样，一些孔用于引入一种前体，而其它孔用于引入另一种前体。这样，前体保持分开，以便在前体进入邻近基板的反应空间之前不会出现混合。

一种这样的喷头描述在 Salvador P. Umotoy 的美国公开专利申请 2006-0021703 中。在该结构中，喷头面板具有若干气体通路，以便为工艺区域提供多种气体，不会使这些气体混合。耦合有气体分配歧管，以向面板中的各个气孔提供不同的气体。

在美国专利号 5,595,606 中描述了另一种用于将气体保持在独立的通路中、直到它们从分配板排出至工艺区域的设计。该喷头包括多块叠片，所述多块叠片将两种气体明显地保持在分开的通路中，直到它们从分配板排出至工艺区域。

虽然上述种类的喷头声称能够维持用于 ALD 和 CVD 的各种气体的分开，但是，本发明人已经注意到，如果没有精心地设计流过相邻孔的不同前体的相对流量，可能会沿着孔之间的喷头面板发生再循环。图 1 示出了这种情况。该示图中显示了喷头设备 10 的剖视图，所述喷头设备 10 具有整体标记为 12 和 14 的两个独立的气体歧管。上歧管 12 包括气体通路 16a 和 16b，气体通路 16a 和 16b 提供了用于歧管 12 中的气体的装置，以经由喷头 10 的面板 20 上的孔 18a 和 18b 排出。同样，下歧管 14 包括气体通路 22a 和 22b，气体通路 22a 和 22b 提供了用于歧管 14 中的气体的装置，以经由面板 20 上的孔 24a 和 24b 排出。

如图所示，众所周知，不同前体气体的再循环沿着与不同歧管 12 和 14 相联的孔之间的喷头面板 20 发生。前体的这种不期望混合可能引起其间不期望的反应，并减少邻近的基板上的膜均匀性。此外，当在单个喷头中存在多个区域时，不同区域的出口孔之间的间距受到流动均匀性所需的孔的数量和尺寸的限制。

这种喷头构造的另一个问题是，因为两种前体在到达面板 20 之前两者流过同一定模板 26，所以难以或不可能维持两种前体之间的温度差。多数情况下，所希望的是，将前体维持在不同温度下，直到它们在基板表面进行反应。

发明内容

所以，需要一种能够克服传统喷头的这些局限的气体分配系统。

本发明的一个实施例提供了一种用于反应器的气体分配系统，包括至少两个沿一轴彼此位移（displace）的截然不同的气源喷口阵列，该轴由从气源喷口阵列朝工件沉积表面的气流方向限定，使得至少较低气源喷口阵列位于较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间。从上气源喷口阵列（或较低气源喷口阵列）到工件沉积表面的准确距离取决于若干因素，包括每个阵列上的各个喷口的形状和每个阵列的气体流速。一般而言，喷口阵列位于反应器内部，这样，利用必要的气体和用于要沉积的特定层的流速，可以实现工件表面上的较均匀沉积。除与工件表面的距离之外，每个阵列的各个喷口之间的间距也会影响沉积层的性质和质量。因此，上气源喷口阵列中的喷口之间的间距，平均为较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间的距离的0.2-0.8倍；而较低气源喷口阵列中的喷口之间的间距，平均为较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间的距离的0.1-2倍。

较高气源喷口阵列可以为平面喷头，平面喷头具有基本上均匀分布在其面板上的喷口。较低气源喷口阵列可以包括一个或多个导管，所述导管关于平面喷头的半径轴对称地分布。例如，较低气源喷口阵列可以包括从轴向中心进给导管引出的若干辐条导管（spoke conduit），各个辐条导管包括若干独立喷口，各个喷口之间的间距平均为较高气源喷口阵列与工件沉积表面之间的距离的0.1-2倍。

本发明的另一个实施例提供一种用于将气体引入反应器内的方法，包括：使吹扫气体流出第一气源喷口阵列，该第一气源喷口阵列沿一轴设置在距工件表面第一距离处，所述轴由从第一气源喷口阵列到工件表面的气流限定；同时，使第一反应前体从第二气源喷口阵列流入反应器，该第二气源喷口阵列与第一气源喷口阵列分开，并沿由气流限定的轴设置在距工件表面第二距离处，所述第二距离在所述第一距离之间。在适当的时间，可以停止从第二气体源阵列流出第一反应前体，然后使吹扫气体从第一气源喷口阵列和第二气源喷口阵列中的一个或多个流入反应器。当未使用的第一反应前体部分已经从反应器排出时，第二反应前体可以从第一气源喷口阵列流入反应器，同时

吹扫气体通过第二气源喷口阵列流入反应器。尔后，可以停止从第一气体源阵列流出第二反应前体，排出未使用的第二反应前体部分，同时使吹扫气体从第一气源喷口阵列和第二气源喷口阵列中的一个或多个流入反应器。根据需要重复该循环，以在反应器内部的基板上形成膜。

尽管上述描述了其在 ALD 工序上的应用，但是，本发明也可用于 CVD 和/或脉冲 CVD 操作，如下面进一步所述。

附图说明

本发明通过举例而非限制性的方式示出在附图中，其中：

图 1 显示了当使用传统喷头时发生不期望的气体再循环和混合的例子，所述传统喷头在单个平面内具有带有排出孔的气体通路；

图 2 显示了依照本发明实施例构成的喷头的一个例子，通过将气体通路出口孔设置在单独平面内，防止或减少这种不期望的气体再循环和混合，这些单独平面沿气体注入轴限定的轴彼此位移；

图 3 显示了依照本发明的实施例构成的喷头的一个例子，其中一径向辐条气体注入导管设置在平面气体分配板下方；和

图 4 显示了 ALD 反应器的一个例子，ALD 反应器具具有依照本发明的实施例构成的气体分配系统；和

图 5 示出了图 4 所示 ALD 系统的变形例，其中在单个反应器中处理多个晶片。

具体实施方式

在此描述的是用于 ALD、CVD 和/或其它处理系统的气体分配系统，其中气相前体或其它气体（例如惰性载气）从上游源传送到基板上的反应空间。与过去的分配系统不同，本分配系统由两个或以上的物理上分开的气源喷口组成。也就是说，本发明的实施例在沿着从喷口到基板表面的气体路径的轴的、与基板表面不同的位移上提供了气源喷口。观察到的不同是，气源喷口（其可以由构造成向各个喷口分别提供气体或前体的同一歧管提供）沿限定气体在喷口与基板之间行进的路径的轴彼此分开。

本发明的实施例提供了反应前体的物理隔离和热隔离，直到它们紧密接近基板。这不仅避免了沿喷头面板的不期望的反应，而且也容许各种前体在各自最佳的温度下传送。此外，依照本发明构成的系统为制造商在设计用于每种前体的气流歧管时提供了更大的柔性，与其它的几何限制无关。

现在转到图 2，显示了依照本发明的实施例构成的气体分配系统 28 的一个例子。注意，虽然该图描绘了带有两个歧管（在此有时称为气源喷口阵列）的气体分配系统，但是，本发明并不局限于这样的系统。可以使用任意数量的歧管。在有些情况下，气体分配系统具有多个设置在单个平面中的气体喷口（例如，在图 1 所示系统的情况下），另外还具有设置在不同平面中的其它气体喷口（如下所述）。在有些情况下，可以提供沿气体注入轴彼此分开设置的三个或以上这样的喷口阵列。因而，采用彼此位移的两个这样的阵列的系统的描绘仅仅用来说明体现本发明的构思，不应当将本发明范围局限于这样的配置。

图 2 是气体分配系统 28 的剖视图，气体分配系统 28 具有整体标记为 30 和 32 的两个独立的气体歧管。上歧管 30 包括气体通路 34a-34d，气体通路 34a-34d 提供了用于歧管 30 中的气体的装置，以经由分配板 40 的面板 38 上的孔 36a-36d 排出。下歧管 32 包括基本上为圆柱形的气体通路 40，气体通路 40 提供了用于歧管 32 中的气体的装置，以经由孔 44a-44c 排出。

当然，各个歧管不局限于示出的这些构造，一般而言，任何适当的构造都可能用来实现接近基板的反应空间内部的所希望的气体分配轮廓。因而，平面、弧形、波状、圆柱或其它歧管/分配设备都可以采用。例如，上歧管 30 的面板 38 不一定必须是图中所示的平（或较平）表面。作为替代，面板 38 可以具有波状乃至锯齿轮廓。更进一步，不管面板 38 是平的还是非平的，都不必要求其必须是平面的。作为替代，本发明的各种实施例可以出现用于弧形（例如，较凹或较凸）面板 38 的特定应用。

下歧管 32 可以是除圆柱形气体通路之外的其它通路。例如，下歧

管可以是较平的扩散板。作为选择，下歧管 32 可以是一系列径向突出的圆筒，类似于自行车车轮的辐条（如后面的附图所示和下文进一步所述的）。在有些情况下，各个辐条状喷口阵列可以具有不同的长度和/或直径，其布置成向基板提供所希望的气流。辐条状阵列可以彼此独立，或者通过方位（azimuthally）定向或弦状元件和/或气源喷口阵列彼此耦合在一起。

在有些情况下，下歧管 32 与上歧管 30 之间的距离是可调的。例如，下歧管 32 可以通过一个或多个伸缩（例如，气动或液压）支撑件悬挂在上歧管 30 的下方，所述伸缩支撑件在控制器的控制下进行操作，以便将下歧管设置在离开上歧管 30 的面板 38 一段所希望的距离处。作为选择，支撑件或其它调节歧管之间的间隔距离的装置也可以手动构成。不同的 CVD 和/或 ALD 工艺可能需要歧管之间具有不同的间距，以便在基板上实现所希望的沉积特征。

不管是否可调，上歧管与下歧管之间的最佳距离取决于其中存在的各个喷口的特征。因此，为了提供各种各样的应用，本发明包括在一个或两个歧管上的不同类型的喷口的使用。一些喷口为基本上圆柱形的横截面，而其它喷口可以为更加漏斗状的横截面，以便比其它利用具有圆柱形横截面的喷口的情况更宽地使排出喷口的气体扩散。同样也可以调节各个歧管中的孔的数量，以在进行处理的工件表面上提供所希望的气体分配轮廓。为了在基板的整个表面上提供较均匀的沉积率，可以在一个或两个歧管的不同径向区域上配置不同的喷口类型和数量。各个喷口可以是圆形、长方形、正方形、三角形等等的横截面。

虽然不同类型的喷口的这些各种配置对本发明不是决定性的，但是不应当忽视提供气体输送系统的总体目标，该气体输送系统构造成在整个基板表面上实现基本均匀的沉积、同时避免前体气体的不期望的相互混合。在具有用于气体分配的径向辐条状喷口阵列的下歧管的情况下，减小了各个喷口之间的间距，意味着在整个阵列中具有更多的辐条。这不一定希望：带有较少独立喷口的较宽间距为前体气体沿

下气体分配阵列的臂的不期望的混合提供了较少的机会，因此，减少了污染物颗粒的总体形成。

如图 2 所示，歧管 32 沿从每个歧管的各个孔注入气体的方向的轴（Z）从歧管 30 位移（displaced）。因此，不同前体气体从不同歧管的再循环，不会导致前体沿分配板 40 的面板 38 的不期望的混合。这与那些使用传统喷头的系统相比改善了采用系统 28 的系统的膜沉积特征。

图 3 显示了气体分配系统 28 的立体图。上歧管由较平的分配板 40 组成，较平的分配板 40 在面板 38 中带有多个通孔 36 中，以允许前体蒸汽和吹扫气体进入反应器（未显示）。下歧管 32 构造成一排与中心入口 50 相连的径向管 48。管 48 具有一系列出口孔（在该附图中未详细显示），以均匀传送前体和吹扫气体。管 48 可以构造成一个或多个导管，所述导管关于平面分配板 40 的半径轴对称地分布。

图 4 示出了 ALD 反应器 52 的一个例子，ALD 反应器 52 具有依照本发明的实施例构成的气体分配系统。在该剖视图中，晶片 54 位于气体分配系统 28 下方的接收器 56（其可沿 Z 轴垂直地移动，还包括加热器）上。气体分配系统 28 可以是用于反应器 52 的盖组件的一部分，或者可以单独形成。如上所述，气体分配系统包括构造成从上游源接收前体 A 的上歧管 30 和构造成从一分开上游源接收前体 B 的下歧管 32。各个歧管也可以构造成接收吹扫气体。歧管 30 通过面板 38 上的孔（在该视图中未显示）朝基板 54 分配前体 A，而歧管 32 通过径向臂 48 上的孔（在该视图中也未显示）朝基板 54 分配前体 B。径向臂经由中心入口 50 进料。歧管 32 沿朝向基板 54（Z 轴）的气体注入轴设置在歧管 30 的面板 38 下方的一段距离“d”处。

图 5 示出了上述系统的变形，其中多个晶片或其它基板 60 收容在单个反应器 52 中。晶片 60 可以支撑在线性阵列 56' 上。做为选择，晶片可以放置在类似圆盘传送带的径向阵列中。因此，可以沿相对于圆形支撑元件的中心的径向方向对齐晶片 60。这种类型的多晶片反应器可以用于容许背侧沉积（或其它补偿）的地方，并可以改善总体产量。

同样,诸如反应器 52 的反应器可以构造成用于独立式工具或多单晶片工具或分组 (cluster) 工具中。

重要的是,下歧管 48 不一定必须是具有如图所示的构造的径向辐条。在有些情况下,下歧管可以是点源 (即,具有基本上圆形或其它横截面的气体喷口)。作为选择,下歧管 48 可以是平面 (或较平的) 源、具有凹形横截面的源或带有不同长度辐条的径向辐条构造。此外,下歧管 48 可以比如图所示小或大。也就是说,下歧管 48 的直径可以等于或大于基板 54 的直径,或者,下歧管的直径可以小于基板的直径,如图所示。

此外,前体 B 不一定必须经由单一的中心供给管线供给至下歧管 32。作为替代,有些构造使前体 B 通过侧向管线或其它非中心轴对称进给管线供给至喷口阵列。从外部气体供应源供给气体的这种气体进给管线的细节对本发明不是关键性的。

在本发明的一个实施例中,歧管 30 的面板 38 坐落于距离进行沉积的基板 54 表面一段距离 “L” 处。实际上,由于面板表面和基板 54 表面的不均匀性,“L” 是由面板 38 限定的预定平面与基板 54 表面之间的平均距离,面板 38 上的任意点与所述表面之间的各个距离实际上为 (reside at) 距离 $L \pm \delta 1$ 。优选地,前体 A 气体通过面板 38 上的孔引入反应器 52,这些孔彼此平均间隔开 $L \pm \delta 1$ 的 0.2-0.8 倍。在更进一步的实施例中,歧管 32 中的这些孔彼此平均间隔开 $L \pm \delta 1$ 的 0.1-2 倍。注意,通过选择歧管 32 的不同径向臂 48 的定位,可以实现后一个间距。

此外,从下歧管 32 到基板 54 表面的距离是 L 的某个分式 (fraction)。在本发明的各种实施例中,该距离可以为 $0.3-0.9*L$,在简化实施的一个实施例中为 $0.7L$ 。典型地,L 大约为一英寸。

在使用本气体分配组件的典型的 ALD 工艺中,歧管 30 流动吹扫气体,而歧管 32 流动反应前体 B。在该工艺的下一步骤中,歧管 30 和 32 流动吹扫气体,以帮助除去反应器 52 中的任何未反应的前体。未使用的前体和吹扫气体从反应器 52 经由泵装置 (未显示) 排出。然

后，通过歧管 30 引入前体 A，吹扫气体流过歧管 32。最后，两个歧管 30 和 32 都流动吹扫气体，以帮助除去任何未反应的前体。在整个沉积工艺中，以这种方式可以交替地流动前体和吹扫气体，以允许基板 54 连续地暴露于每种前体下，而不会使前体在气相中混合。

上述工艺通过穿过带有多个通孔的平板引入反应物质中的一种，同时将第二反应物质通过从位于中心的入口向外辐射的一组导管引入，以此允许均匀地传送前体蒸汽。导管定位成位于平板与基板之间。这提供了两种反应物的传送，同时可保持化学物之间的热隔离和物理隔离。

在某些 ALD 工艺中，一种 ALD 半反应物为软浸透，而另一种为非软浸透。在此情况下，所希望的是，通过上歧管引入与软浸透半反应物相关联的前体。例如，如经由较平的上气体喷口阵列引入所实现的一样，与软浸透反应物相关联的前体需要更均匀的分配。相反，与 ALD 工艺中的强浸透半反应物相联的前体对经由诸如下歧管的不均匀气体喷口阵列的分配比较不敏感。但是，不一定总是这样，因为还要必须考虑相对气体流速。

除 ALD 工艺之外，本发明也可以用于 CVD 和/或脉冲 CVD 工艺。在典型的 CVD 工艺中，两个歧管 30 和歧管 32 都可以流动吹扫气体和/或反应前体（大概带有各自的载气）。当已经实现所希望的沉积时，停止反应前体的流动，一个或两个歧管 30 和 32 可以流动吹扫气体，以帮助除去反应器 52 中的任何剩余前体。

在脉冲 CVD 工艺中，通过歧管 30 连续引入第一前体和载气，通过下歧管 32 以脉冲的方式引入第二前体。优选地，经由下歧管引入的前体是 CVD 期间具有主导表面反应物的前体。如前所述，一旦已经实现所希望的沉积，则未使用的前体和吹扫气体就从反应器 52 排出，同时吹扫气体流过一个或两个歧管。

在进一步的实施例 中，操作两个歧管，以在 ALD、CVD 或其它工艺的不同时间流入不同的反应前体、前体和载气和/或吹扫气体，以便在反应器内部的基板上形成所希望的沉淀。例如，当经由上歧管（有

或者没有载气)引入前体时,下歧管可以用来引入第二前体(有或者没有自己的载气)或吹扫气体,反之亦然。

因而,描述了由截然不同、物理上分开的源喷口组成、以便向基板供给前体蒸汽和惰性气体的气体分配系统。截然不同的气源定向成使一个喷口坐落于基板与另一个喷口之间。这防止在通过相邻喷口注入前体蒸汽和惰性气体的时候传统喷头经常出现的气体再循环,并防止在通过单一喷口引入前体和吹扫气体的时候经常出现的过早反应。换句话说,与传统的喷头相比,依照本发明构成的气体分配系统在分开的气体歧管的出口喷口之间没有形成气体再循环区域。这改善了吹扫,并可以使气相混合和湍流达到最小,气相混合和湍流都可能引起不希望膜沉积或颗粒形成。

从前述可明显看出,不局限于单个平板的分开气体源喷口的使用,允许在设计每个前体歧管的尺寸和形状方面更加自由。当两个前体歧管都限制成在与传统喷头相同的水平面内具有出口喷口时,设计者不能实现用于两种前体的最佳流动均匀性。至少,设计者可以借助于复合歧管和气流通道的实现均匀流动。但是,当将前体歧管分开成不在同一平面内的截然不同的喷口时,依照本发明,更容易地获得单一气流通道的流动均匀性。当然,虽然参照示出的实施例已经描述了本发明,但是这些例子不应当用于限制如下权利要求书所阐明的本发明的更宽范围。

图1

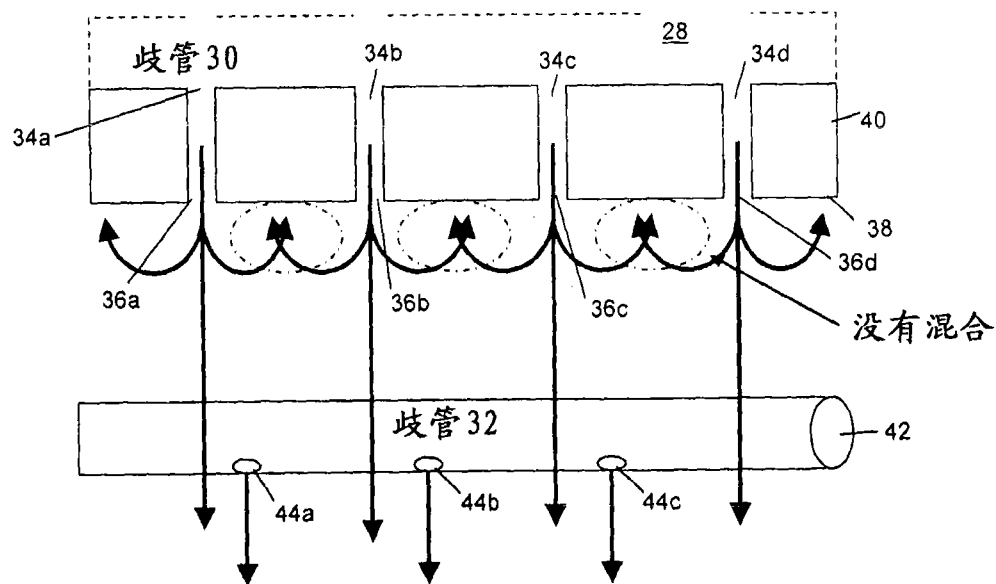
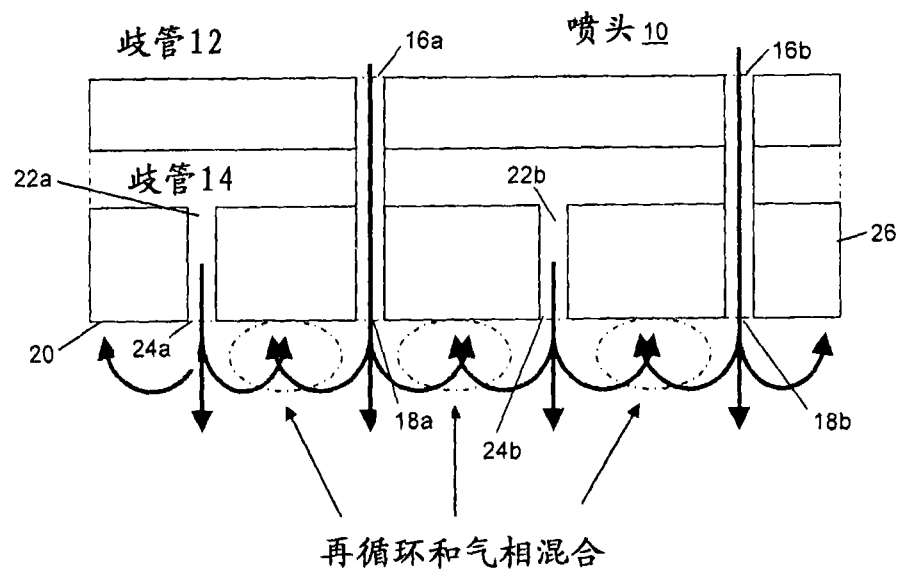


图2

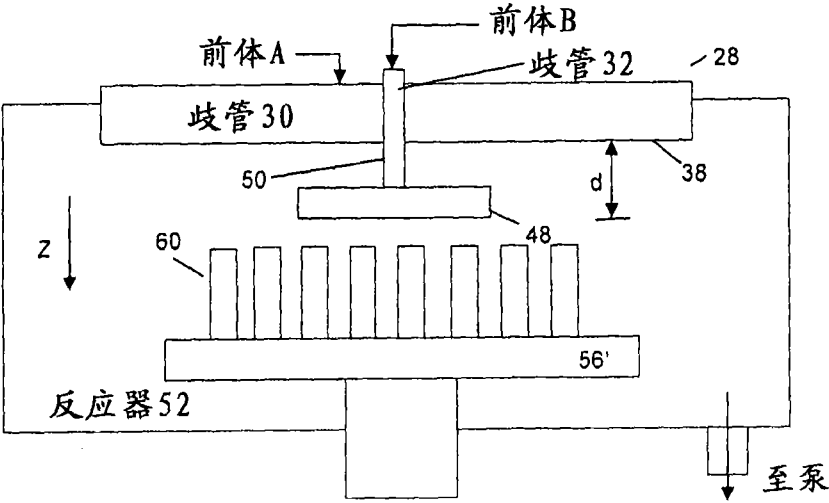


图5