

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103415912 A

(43) 申请公布日 2013. 11. 27

(21) 申请号 201280012307. 2

代理人 张欣

(22) 申请日 2012. 03. 01

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H01L 21/205(2006. 01)

13/037, 992 2011. 03. 01 US

13/189, 692 2011. 07. 25 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 09. 09

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2012/027238 2012. 03. 01

(87) PCT申请的公布数据

W02012/118946 EN 2012. 09. 07

(71) 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·约德伏斯基 G·K·翁 M·常

A·N·恩古耶 D·汤普森

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

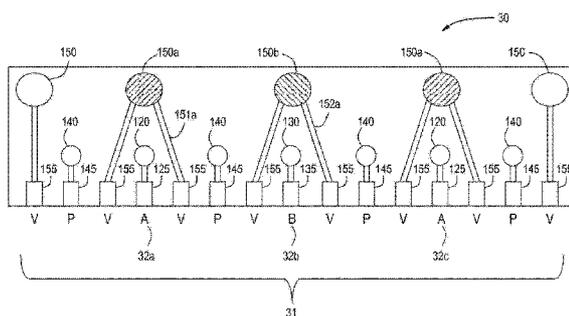
权利要求书3页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

用于原子层沉积的设备与工艺

(57) 摘要

本发明提供包括气体分配板的原子层沉积设备及方法,所述气体分配板包含至少一个气体喷射器单元。每一气体喷射器单元包含多个狭长气体喷射器,所述多个狭长气体喷射器包括至少两个第一反应气体喷射器及至少一个第二反应气体喷射器,所述至少两个第一反应气体喷射器围绕所述至少一个第二反应气体喷射器。本发明也提供包括气体分配板的原子层沉积设备及方法,所述气体分配板具有多个气体喷射器单元。



1. 一种原子层沉积系统,所述系统包含:

处理腔室;

气体分配板,所述气体分配板位于所述处理腔室内,所述气体分配板包含至少一个气体喷射器单元,每一气体喷射器单元包含多个狭长气体喷射器,所述多个狭长气体喷射器包括与第一反应气体流体连通的至少两个第一反应气体喷射器及与第二反应气体流体连通的至少一个第二反应气体喷射器,所述第二反应气体不同于所述第一反应气体,所述至少两个第一反应气体喷射器围绕所述至少一个第二反应气体喷射器;以及

基板载体,所述基板载体相对于所述气体喷射器单元在垂直于所述狭长气体喷射器的轴的往复运动中往复移动基板。

2. 如权利要求 1 所述的原子层沉积系统,其中所述气体分配板具有一个气体喷射器单元,所述气体喷射器单元实质上依序由引导第一反应气体喷射器、第二反应气体喷射器及尾接第一反应气体喷射器组成。

3. 如权利要求 1 所述的原子层沉积系统,其中存在范围为 2 至 24 个气体喷射器单元。

4. 如前述权利要求中任一项所述的原子层沉积系统,其中所述气体喷射器中的每一个实质上依序由引导第一反应气体喷射器、第二反应气体喷射器及尾接第一反应气体喷射器组成。

5. 如前述权利要求中任一项所述的原子层沉积系统,所述原子层沉积系统进一步包含基板载体,所述基板载体在处理期间以直线往复路径介于第一范围与第二范围之间传送基板并移动,其中介于所述第一范围与所述第二范围之间的距离约等于所述基板的长度除以气体喷射器单元的数目。

6. 如前述权利要求中任一项所述的原子层沉积系统,其中所述基板载体旋转所述基板。

7. 一种处理基板的方法,所述方法包含以下步骤:

将基板的部分以第一方向传送越过气体喷射器单元,使得所述基板的所述部分依序暴露于引导第一反应气流、不同于所述第一反应气流的第二反应气流及尾接第一反应气流,以沉积第一层;以及

将所述基板的所述部分以与所述第一方向相反的第二气体方向传送越过所述气体喷射器单元,使得所述基板的所述部分依序暴露于所述尾接第一反应气流、所述第二反应气流及所述引导第一反应气流,以产生第二层。

8. 如权利要求 7 所述的方法,其中所述基板被划分为多个部分,所述多个部分的范围为约 2 至约 24 个,且每一单独部分大体同时暴露于所述气流。

9. 一种用于处理基板的原子层沉积系统,所述系统包含:

处理腔室;

往复运动的基板载体,所述往复运动的基板载体位于所述处理腔室内;以及

一组气体喷射器,所述一组气体喷射器位于所述处理腔室内且邻近所述往复运动的基板载体,所述一组气体喷射器包括第一反应气体喷射器、第二反应气体喷射器及第三反应气体喷射器,所述第一反应气体喷射器及所述第二反应气体喷射器与第一反应气体 A 流体连通以将气体 A 喷射至所述处理腔室内,且所述第三反应气体喷射器与第二反应气体 B 流体连通以喷射气体 B 至所述处理腔室内;

其中所述往复运动的基板载体以第一方向在所述反应气体喷射器中的每一个的下方运送所述基板,以 ABA 的顺序将所述基板暴露于气体,且其中所述往复运动的基板载体以第二方向在所述反应气体喷射器中的每一个的下方运送所述基板,以所述 ABA 的顺序将所述基板暴露于气体。

10. 如权利要求 9 所述的原子层沉积系统,所述一组气体喷射器进一步包括第四及第五反应气体喷射器,所述第四反应气体喷射器与所述第一反应气体 A 流体连通以喷射气体 A 至所述处理腔室内,且所述第五反应气体喷射器与所述第二反应气体 B 流体连通以喷射气体 B 至所述处理腔室内;

其中所述往复运动的基板载体以第一方向在所述反应气体喷射器中的每一个的下方运送所述基板,以 ABABA 的顺序将所述基板暴露于气体,且其中所述往复运动的基板载体以第二方向在所述反应气体喷射器中的每一个的下方运送所述基板,以所述 ABABA 的顺序将所述基板暴露于气体。

11. 如权利要求 9 或 10 所述的原子层沉积系统,所述原子层沉积系统包含位于所述处理腔室内且邻近所述往复运动的基板载体的 n 组额外气体喷射器,所述 n 组额外气体喷射器中的每一个包括第四反应气体喷射器、第五反应气体喷射器及第六反应气体喷射器,所述第四反应气体喷射器及所述第五反应气体喷射器与所述第一反应气体 A 流体连通以喷射气体 A 至所述处理腔室内,且所述第六反应气体喷射器与所述第二反应气体 B 流体连通以喷射气体 B 至所述处理腔室内;

其中所述往复运动的基板载体以第一方向在所述反应气体喷射器中的每一个的下方运送所述基板,以 ABAABA 的顺序将所述基板暴露于气体,且其中所述往复运动的基板载体以第二方向在所述反应气体喷射器中的所述每一个的下方运送所述基板,以所述 ABAABA 的顺序将所述基板暴露于气体。

12. 一种用于处理基板的原子层沉积系统,所述系统包含:

处理腔室;

往复运动的基板载体,所述往复运动的基板载体位于所述处理腔室内;以及

一组气体喷射器,所述一组气体喷射器位于所述处理腔室内且邻近所述往复运动的基板载体,所述一组气体喷射器包括一个或多个第一反应气体喷射器、一个或多个第二反应气体喷射器及第三反应气体喷射器,所述一个或多个第一反应气体喷射器与第一反应气体 A 流体连通以喷射气体 A 至所述处理腔室内,所述一个或多个第二反应气体喷射器与第二反应气体 B 流体连通以喷射气体 B 至所述处理腔室内,所述第三反应气体喷射器与第三反应气体 C 流体连通以喷射气体 C 至所述处理腔室内;

其中所述往复运动的基板载体以第一方向在所述反应气体喷射器中的每一个的下方运送所述基板,在不同时间将所述基板暴露于气体 A、B 及 C,且其中所述往复运动的基板载体以第二方向在所述反应气体喷射器中的每一个的下方运送所述基板,将所述基板暴露于气体 A、B 及 C。

13. 如权利要求 12 所述的原子层沉积系统,其中所述至少一个第一反应气体喷射器、所述至少一个第二反应气体喷射器及所述第三反应气体喷射器相对于所述往复运动的基板载体布置,使得所述往复运动的基板以第一方向在所述反应气体喷射器中的每一个的下方运送所述基板时,以 ABACABA 的顺序将所述基板暴露于气体,且其中所述往复运动的

基板载体以第二方向在所述反应气体喷射器中的每一个的下方运送所述基板时,以所述 ABACABA 的顺序将所述基板暴露于气体。

14. 一种在处理腔室内处理基板的方法,所述处理腔室具有第一反应气体喷射器、第二反应气体喷射器、第三反应气体喷射器及运送所述基板的往复运动的基板载体,所述方法包含以下步骤:

以第一方向在所述第一反应气体喷射器下方于往复运动的基板载体上移动所述基板,所述第一反应气体喷射器喷射气体 A 至所述基板上;

以所述第一方向在所述第二反应气体喷射器下方于往复运动的基板载体上移动所述基板,所述第二反应气体喷射器喷射气体 B 至所述基板上;以及

以所述第一方向在所述第三反应气体喷射器下方于往复运动的基板载体上移动所述基板,所述第三反应气体喷射器喷射气体 A 至所述基板上。

15. 如权利要求 14 所述的方法,所述方法包含以下步骤:

以与所述第一方向相反的第二方向在所述第三反应气体喷射器下方于往复运动的基板载体上移动所述基板,所述第三反应气体喷射器喷射气体 A 至所述基板上;

以所述第二方向在所述第二反应气体喷射器下方于往复运动的基板载体上移动所述基板,所述第二反应气体喷射器喷射气体 B 至所述基板上;以及

以所述第二方向在所述第一反应气体喷射器下方于往复运动的基板载体上移动所述基板,所述第一反应气体喷射器喷射气体 A 至所述基板上。

## 用于原子层沉积的设备与工艺

### 背景技术

[0001] 本发明的实施例大体而言涉及一种用于沉积材料的设备及方法。更具体而言,本发明的实施例涉及具有直线往复运动的原子层沉积腔室。

[0002] 在半导体处理、平板显示器处理或其他电子装置处理领域,气相沉积工艺在沉积材料于基板上起重要作用。随着电子装置的几何结构持续缩小且装置的密度持续增加,特征结构的尺寸及高宽比正变得更加具有挑战性,例如,特征结构尺寸为  $0.07\ \mu\text{m}$  且高宽比为 10 或更大。因此,共形沉积材料以形成这些装置正变得日益重要。

[0003] 在原子层沉积 (ALD) 工艺期间,反应气体经引入至包含基板的处理腔室内。一般而言,第一反应物经引入至处理腔室中且吸附于基板表面上。第二反应物经引入至处理腔室中且与第一反应物反应以形成沉积的材料。可执行净化步骤以确保仅有的反应发生在基板表面上。净化步骤可为用载气持续净化或在反应气体传输之间的脉冲净化。

[0004] 本技术领域正面临改良藉由原子层沉积用于处理基板的设备与方法的需求。

### 发明内容

[0005] 本发明的实施例涉及包含处理腔室的原子层沉积系统。气体分配板位于处理腔室内。气体分配板包含至少一个气体喷射器单元。每一气体喷射器单元包含多个狭长气体喷射器,所述多个狭长气体喷射器包括至少两个第一反应气体喷射器及至少一个第二反应气体喷射器,所述至少两个第一反应气体喷射器与第一反应气体流体连通,所述至少一个第二反应气体喷射器与不同于第一反应气体的第二反应气体流体连通。所述至少两个第一反应气体喷射器围绕着至少一个第二反应气体喷射器。基板载体设置为相对于气体喷射器单元在垂直于狭长气体喷射器的轴的往复运动中往复移动基板。在具体实施例中,基板载体经设置以旋转基板。

[0006] 在详细实施例中,多个气体喷射器进一步包含至少一个第三气体喷射器,至少两个第一气体喷射器围绕至少一个第三气体喷射器。

[0007] 在一些实施例中,至少一个气体喷射器单元进一步包含至少两个净化气体喷射器,每一净化气体喷射器介于至少一个第一气体喷射器与至少一个第二气体喷射器之间。在详细实施例中,至少一个气体喷射器单元进一步包含至少四个真空埠,每一真空埠置于至少一个第一反应气体喷射器、至少一个第二反应气体喷射器及至少两个净化气体喷射器中的每一个之间。

[0008] 在一些实施例中,气体分配板具有一个气体喷射器单元。气体喷射器单元实质上依序由引导第一反应气体喷射器、第二反应气体喷射器及尾接第一反应气体喷射器组成。在详细实施例中,气体分配板进一步包含介于引导第一反应气体喷射器与第二反应气体喷射器之间的净化气体喷射器及介于第二反应气体喷射器与尾接第一反应气体喷射器之间的净化气体喷射器,每一净化气体喷射器通过真空与反应气体喷射器分离。在具体实施例中,气体分配板在引导第一反应气体喷射器之前及第二第一反应气体喷射器之后进一步依序包含真空埠、净化气体喷射器及另一真空埠。在特定实施例中,气体分配板进一步包含第

一真空通道及第二真空通道,第一真空通道与邻近第一反应气体喷射器的真空埠流体连通且第二真空通道与邻近第二反应气体喷射器的真空埠流体连通。

[0009] 在一些实施例中,至少一个气体喷射器单元进一步包含至少两个真空埠,所述至少两个真空埠置于至少一个第一反应气体喷射器与至少一个第二反应气体喷射器之间。

[0010] 在一个或多个实施例中,基板载体设置为将基板从气体分配板前方区域传送至气体分配板后方区域,使得整个基板表面穿过由气体分配板所占据的区域。

[0011] 根据一些实施例,气体喷射器单元范围为 2 至 24 个。在详细实施例中,每一气体喷射器实质上依序由引导第一反应气体喷射器、第二反应气体喷射器及尾接第一反应气体喷射器组成。在具体实施例中,系统进一步包含基板载体,所述基板载体设置为在处理期间以直线往复路径介于第一范围与第二范围之间传送及移动基板,所述第一范围与所述第二范围之间的距离约等于基板的长度除以气体喷射器单元的数目。在特定实施例中,基板载体设置为在第一范围外传送基板至载入位置。

[0012] 本发明的额外实施例涉及包含处理腔室的原子层沉积系统。气体分配板位于处理腔室内。气体分配板包含多个气体喷射器。所述多个气体喷射器实质上依序由真空埠、与净化气体流体连通的净化气体喷射器、真空埠、与第一反应气体流体连通的第一反应气体喷射器、真空埠、与净化气体流体连通的净化气体喷射器、真空埠、与不同于第一反应气体的第二反应气体流体连通的第二反应气体喷射器、真空埠、与净化气体流体连通的净化气体喷射器、真空埠、与第一反应气体流体连通的第一反应气体喷射器、真空埠、与净化气体流体连通的净化气体喷射器及真空埠组成。基板载体设置为相对于气体分配板在沿着轴的往复运动中往复移动基板,所述轴垂直于狭长气体喷射器的轴。

[0013] 本发明的进一步实施例涉及处理基板的方法。基板的部分以第一方向传送越过气体喷射器单元,使得所述基板的部分依序暴露于引导第一反应气流、不同于第一反应气流的第二反应气流及尾接第一反应气流,以沉积第一层。基板的部分以与第一方向相反的第二方向传送越过气体喷射器单元,使得所述基板的部分依序暴露于尾接第一反应气流、第二反应气流及引导第一反应气流,以产生第二层。

[0014] 在一些实施例中,基板的部分进一步暴露于介于第一反应气流与第二反应气流的每一个之间的净化气流。在详细实施例中,以第一方向传送基板的部分的步骤使得所述基板的部分依序暴露于引导第一反应气流、引导第二反应气流、第一中间第一反应气流、第三反应气流、第二中间第一反应气流、尾接第二反应气流及尾接第一反应气流,且以第二方向传送基板的部分的步骤使得所述基板的部分以相反顺序暴露于气流。在具体实施例中,基板被划分为范围约为 2 至约 24 个的多个部分,且每一单独部分大体上同时暴露于气流。

#### 附图说明

[0015] 可藉由参考本发明的实施例来详细理解本发明的上述特征,本发明更为特定的说明而简短概述于上文,这些实施例在附图中示出。然而,应注意,附图仅示出本发明的典型实施例,因此附图不应被视为会对本发明的范围构成限制,因为本发明可允许其他等效实施例。

[0016] 图 1 图示根据本发明的一个或多个实施例的原子层沉积腔室的示意性侧视图;

[0017] 图 2 图示根据本发明的一个或多个实施例的基座;

- [0018] 图 3 图示根据本发明的一个或多个实施例的原子层沉积腔室的部分透视图；
- [0019] 图 4A 及图 4B 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的视图；
- [0020] 图 5 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性横截面视图；
- [0021] 图 6 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性横截面视图；
- [0022] 图 7 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性横截面视图；
- [0023] 图 8 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性横截面视图；
- [0024] 图 9 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性横截面视图；
- [0025] 图 10 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性横截面视图；
- [0026] 图 11 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性横截面视图；
- [0027] 图 12 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性横截面视图；
- [0028] 图 13 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性横截面视图；
- [0029] 图 14 图示根据本发明的一个或多个实施例的处理腔室的部分俯视图；
- [0030] 图 15A 及图 15B 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板的示意性视图；以及
- [0031] 图 16 图示根据本发明的一个或多个实施例的群集工具。

### 具体实施方式

[0032] 本发明的实施例涉及原子层沉积设备及方法,这些设备及方法提供改良的基板运动。本发明的具体实施例涉及原子层沉积设备(也称为循环沉积),所述原子层沉积设备包含具有详细设置与往复直线运动的气体分配板。

[0033] 图 1 是根据本发明的一个或多个实施例的原子层沉积系统 100 或反应器的示意性横截面图。系统 100 包括载入锁腔室 10 及处理腔室 20。处理腔室 20 大体为可密封外壳,在真空或至少低压下操作处理腔室 20。处理腔室 20 通过隔离阀 15 与载入锁腔室 10 隔离。隔离阀 15 在关闭位置时将处理腔室 20 密封隔开载入锁腔室 10 且允许基板 60 自载入锁腔室 10 经由所述阀传送至处理腔室 20,隔离阀 15 在打开位置时情况反过来也是一样的。

[0034] 系统 100 包括气体分配板 30,气体分配板 30 能跨过基板 60 分配一种或多种气体。气体分配板 30 可以是本领域技术人员所知晓的任何适当分配板,且所描述的具体气体分配板不应被视为对本发明的范围的限定。气体分配板 30 的输出表面面对基板 60 的第一表面 61。

[0035] 用于本发明的实施例的基板可为任何适当基板。在详细实施例中,基板为刚性的、分立的,大体平面的基板。如在本说明书及附随权利要求书中所使用的,术语“分立的”涉及基板时意味着所述基板具有固定尺寸。具体实施例的基板为半导体晶圆,诸如 200mm 或 300mm 直径的硅晶圆。

[0036] 气体分配板 30 包含多个气体埠及多个真空埠,所述多个气体埠设置为传送一个或多个气流至基板 60,所述多个真空埠置于每一气体埠之间且设置为传送气流到处理腔室 20 外。在图 1 的详细实施例中,气体分配板 30 包含第一前驱物喷射器 120、第二前驱物喷射器 130 及净化气体喷射器 140。喷射器 120、130、140 可由诸如主机之类的系统计算机(未图示)控制,或由诸如可编程逻辑控制器之类的特定于腔室的控制器控制。前驱物喷射器 120 设置为将化合物 A 的反应前驱物的连续(或脉冲)流经由多个气体埠 125 喷射至处理腔

室 20 内。前驱物喷射器 130 设置为将化合物 B 的反应前驱物的连续(或脉冲)流经由多个气体埠 135 喷射至处理腔室 20 内。净化气体喷射器 140 设置为将不反应或净化气体的连续(或脉冲)流经由多个气体埠 145 喷射至处理腔室 20 内。净化气体设置为自处理腔室 20 移除反应物质及反应副产品。净化气体通常为惰性气体,诸如,氮、氩及氦。气体埠 145 置于气体埠 125 与气体埠 135 之间,以便化合物 A 的前驱物与化合物 B 的前驱物分离,从而避免前驱物之间的交叉污染。

[0037] 在另一方面中,远端等离子体源(未图示)可在喷射前驱物至腔室 20 内之前连接至前驱物喷射器 120 及前驱物喷射器 130。反应种类的等离子体可藉由施加电场至远端等离子体源内的化合物产生。可使用能活化预定化合物的任何功率源。举例而言,可使用利用基于 DC、射频(RF)及微波(MW)的放电技术的功率源。若使用 RF 功率源,则所述功率源可为电容耦合或感应耦合。活化也可藉由基于热处理的技术、气体解离技术、高强度光源(例如,UV 能量),或暴露于 X 射线源产生。例示性远端等离子体源可购自诸如 MKS Instruments, Inc. 及 Advanced Energy Industries, Inc. 之类的供应商。

[0038] 系统 100 进一步包括泵送系统 150,泵送系统 150 连接至处理腔室 20。泵送系统 150 大体设置为经由一个或多个真空埠 155 将气流排出处理腔室 20。真空埠 155 置于每一气体埠之间以便在气流与基板表面反应后将气流排出处理腔室 20 且进一步限制前驱物之间的交叉污染。

[0039] 系统 100 包括多个隔板 160,隔板 160 置于处理腔室 20 上、介于每一埠之间。每一隔板的下部分延伸靠近基板 60 的第一表面 61,例如距离第一表面 61 约 0.5mm。此距离应使得隔板 160 的下部分与基板表面分离一距离,所述距离足以允许气流与基板表面反应后朝向真空埠 155 环绕流下部分。箭头 198 指示气流的方向。由于隔板 160 作为对气流的实体障壁操作,因此隔板 160 也限制前驱物之间的交叉污染。所示的布置仅为说明性的且不应被视为对本发明的范围的限制。本领域技术人员应理解所图示的气体分配系统仅为一个可能的分配系统且可使用其他类型的喷淋头及气体分配系统。

[0040] 在操作中,传送基板 60(例如,藉由机器人)至载入锁腔室 10 且置于载体 65 上。打开隔离阀 15 后,载体 65 沿轨道 70 移动,轨道 70 可为轨道或框架系统。一旦载体 65 进入处理腔室 20,隔离阀 15 即关闭,密封处理腔室 20。载体 65 随后移动穿过处理腔室 20 用于处理。在一个实施例中,载体 65 以直线路径移动穿过腔室。

[0041] 当基板 60 移动穿过处理腔室 20 时,基板 60 的第一表面 61 重复暴露于来自气体埠 125 的化合物 A 的前驱物及来自气体埠 135 的化合物 B 的前驱物,来自气体埠 145 的净化气体介于前驱物之间。喷射净化气体的目的在于在将基板表面 110 暴露于下一前驱物之前移除来自上一前驱物的未反应物质。每次暴露于各种气流(例如,前驱物或净化气体)后,气流经由真空埠 155 藉由泵送系统 150 排出。由于真空埠可置于每一气体埠的两侧,因此气流经由两侧真空埠 155 排出。因此,气流自各个气体埠流出垂直向下朝向基板 60 的第一表面 61,跨过第一表面 110 且围绕隔板 160 的下部分,且最终向上朝向真空埠 155。以此方式,每一气体可跨过基板表面 110 均匀分布。箭头 198 指示气流的方向。当基板 60 暴露于各种气流时,也可旋转基板 60。旋转基板可用于防止在形成的层中形成条带。可以连续或不连续步骤旋转基板。

[0042] 大体在处理腔室 20 的末端提供充分的空间以便确保藉由最后气体埠在处理腔室

20 中的完全暴露。一旦基板 60 到达处理腔室 20 的末端(即,第一表面 61 在腔室 20 中已完全暴露于每一个气体埠),则基板 60 以朝向载入锁腔室 10 的方向返回。当基板 60 朝向载入锁腔室 10 回移时,基板表面可以与第一次暴露相反的顺序再次暴露于化合物 A 的前驱物、净化气体及化合物 B 的前驱物。

[0043] 基板表面 110 暴露于每一气体的程度可藉由以下因素决定:例如,每一气体自气体埠流出的流速及基板 60 的移动速率。在一个实施例中,每一气体的流速经设置以便不从基板表面 110 移除吸附的前驱物。每一隔板之间的宽度、置于处理腔室 20 上的气体埠数目及基板来回传递的次数也可决定基板表面 110 暴露于各种气体的程度。因此,沉积的薄膜的数量及品质可藉由改变上述引用的因素而最佳化。

[0044] 在另一实施例中,系统 100 可包括前驱物喷射器 120 及前驱物喷射器 130,不包括净化气体喷射器 140。因此,当基板 60 移动穿过处理腔室 20 时,基板表面 110 将交替暴露于化合物 A 的前驱物及化合物 B 的前驱物,而不暴露于介于前驱物之间的净化气体。

[0045] 图 1 所图示的实施例具有位于基板上方的气体分配板 30。虽然已对于此垂直方向描述且图示了实施例,但应理解相反方向也是可能的。在此情况下,基板 60 的第一表面 61 将面向下方,同时将向上引导朝向基板的气流。

[0046] 在又一实施例中,系统 100 可设置为处理多个基板。在此实施例中,系统 100 可包括第二载入锁腔室(置于载入锁腔室 10 的对端)及多个基板 60。基板 60 可传递至载入锁腔室 10 且自第二载入锁腔室返回。

[0047] 在一个或多个实施例中,至少一个辐射热灯 90 定位为加热基板的第二侧。辐射热源大体定位于气体分配板 30 远离基板的对侧。在这些实施例中,气体缓冲板由允许传输来自辐射热源的至少一些光的材料制成。举例而言,气体缓冲板可由石英制成,允许来自可见光源的辐射能量透过气体缓冲板且接触基板的背侧且引起基板的温度升高。

[0048] 在一些实施例中,载体 65 是用于传送基板 60 的基座 66。一般而言,基座 66 是帮助形成跨过基板的均匀温度的载体。基座 66 可在载入锁腔室 10 及处理腔室 20 之间双向移动(相对于图 1 的布置从左至右及从右至左)。基座 66 具有用于传送基板 60 的顶表面 67。基座 66 可为加热的基座使得基板 60 可被加热用于处理。举例而言,基座 66 可由置于基座 66 下方的辐射热灯 90、加热板、电阻线圈或其他加热装置加热。

[0049] 在又一实施例中,如图 2 所图示,基座 66 的顶表面 67 包括凹槽 68,凹槽 68 设置为接受基板 60。基座 66 厚度大体大于基板的厚度使得基板下方存在基座材料。在详细实施例中,凹槽 68 设置为使得基板 60 置于凹槽 68 内时基板 60 的第一表面 61 与基座 66 的顶表面 67 齐平。换言之,一些实施例的凹槽 68 设置为使得基板 60 置于凹槽 68 内时,基板 60 的第一表面 61 未突出于基座 66 的顶表面 67 上方。

[0050] 图 3 图示根据本发明的一个或多个实施例的处理腔室 20 的部分横截面视图。处理腔室 20 具有气体分配板 30,气体分配板 30 具有至少一个气体喷射器单元 31。如在本说明书及附随权利要求书中所使用的,术语“气体喷射器单元”用于描述气体分配板 30 中的一系列气体出口,所述一系列气体出口能够沉积不连续薄膜于基板表面上。举例而言,若不连续薄膜由两个组分组合沉积,则单个气体喷射器单元将包括用于至少这两个组分的出口。气体喷射器单元 31 也可包括位于气体出口内及环绕气体出口的任何净化气体埠或真空埠,这些气体出口能沉积不连续薄膜。下文相对于图 9 详细说明此内容。图 1 所图示的

气体分配板 30 由单个气体喷射器单元 31 组成,但应理解多于一个气体喷射器单元 31 可为气体分配板 30 的部分。

[0051] 在一些实施例中,处理腔室 20 包括基板载体 65,所述基板载体 65 设置为沿直线往复路径移动基板,所述直线往复路径沿着垂直于狭长气体喷射器的轴。如在本说明书及附随权利要求书中所使用的,术语“直线往复路径”是指直线或略微弯曲的路径,在所述直线或略微弯曲的路径中,基板可往复移动。换言之,基板载体可设置为相对于气体喷射器单元在垂直于狭长气体喷射器的轴的往复运动中往复移动基板。如图 3 所图示,载体 65 支撑于轨道 74 上,轨道 74 能够从左至右且从右至左往复移动载体 65,或能够在移动期间支撑载体 65。移动可藉由本领域技术人员所知晓的许多机构实现。举例而言,步进电动机可驱动轨道中的一个,轨道随后可与载体 65 互动,以产生基板 60 的往复运动。在详细实施例中,基板载体设置为沿直线往复路径移动基板 60,所述直线往复路径沿着垂直于且位于狭长气体喷射器 32 下方的轴。在具体实施例中,基板载体 65 设置为将基板 60 自气体分配板 30 前方的区域 76 传送至气体分配板 30 后方的区域 77,使得整个基板 60 的表面穿过由气体分配板 30 所占据的区域 78。

[0052] 图 4A 图示根据本发明的一个或多个实施例的气体分配板 30 的底部透视图。参阅图 3 及图 4,每一气体喷射器单元 31 包含多个狭长气体喷射器 32。狭长气体喷射器 32 可为图 4A 所图示的示例的任何适当形状或设置。附图左边的狭长气体喷射器 32 为一系列紧密间隔的孔。这些孔位于形成于气体分配板 30 的表面内的沟槽 33 的底部。沟槽 33 图示为延伸至气体分配板 30 的末端,但应理解此举仅出于说明的目的且所述沟槽无需延伸至边缘。处于中间的狭长气体喷射器 32 为一系列紧密间隔的矩形孔口。此喷射器图示为直接在气体分配板 30 与位于沟槽 33 内相对表面上。详细实施例的沟槽约 8mm 深且约 10mm 宽。位于图 4A 右边的狭长气体喷射器 32 图示为两个狭长通道。图 4B 图示气体分配板 30 的部分的侧视图。图 11 包括较大部分及描绘。图 4B 图示单个抽取充气部 150a 与真空埠 155 的关系。抽取充气部 150a 经由两个通道 151a 连接至这些真空埠 155。这些通道 151 藉由图 4A 图示的狭长喷射器 32 与真空埠 155 流体连通。在具体实施例中,狭长喷射器 32 具有约 28 个孔,孔直径约为 4.5mm。在各种实施例中,狭长喷射器 32 具有范围约 10 至约 100 个孔,或具有范围约 15 至约 75 个孔,或具有范围约 20 至约 50 个孔,或大于 10 个孔、20 个孔、30 个孔、40 个孔、50 个孔、60 个孔、70 个孔、80 个孔、90 个孔或 100 个孔。在实施例的分类中,孔的直径范围约 1mm 至约 10mm,或范围约 2mm 至约 9mm,或范围约 3mm 至约 8mm,或范围约 4mm 至约 7mm,或范围约 5mm 至约 6mm,或大于 1mm、2mm、3mm、4mm、5mm、6mm、7mm、8mm、9mm 或 10mm。孔可以分散或均匀分布的方式排列成两行或更多行,或排列成单行。气体供应充气部 120a 藉由两个通道 121a 连接至狭长气体喷射器 32。在详细实施例中,气体供应充气部 120a 直径为约 14mm。在各种实施例中,气体供应充气部直径范围约 8mm 至约 20mm,或范围约 9mm 至约 19mm,或范围约 10mm 至约 18mm,或范围约 11mm 至约 17mm,或范围约 12mm 至约 16mm,或范围约 13mm 至约 15mm,或大于 4mm、5mm、6mm、7mm、8mm、9mm、10mm、11mm、12mm、13mm、14mm、15mm、16mm、17mm、18mm、19mm 或 20mm。在具体实施例中,这些通道(自充气部)直径为约 0.5mm 且有约 121 个这样的通道排成两行,或交错或均匀间隔。在各种实施例中,直径范围约 0.1mm 至约 1mm,或范围约 0.2mm 至约 0.9mm,或范围约 0.3mm 至约 0.8mm 或范围约 0.4mm 至约 0.7mm,或大于 0.2mm、0.3mm、0.4mm、0.5mm、0.6mm、0.7mm、0.8mm、0.9mm 或

1mm。尽管气体供应充气部 120a 与第一前驱物气体数字相关,但应理解第二反应气体及净化气体可制造为类似设置。不受到任何特定操作原理的约束,应相信充气部、通道及孔的尺寸可界定通道的传导性及均匀性。

[0053] 图 5 至图 13 图示根据本发明的各种实施例的气体分配板 30 的侧面部分横截面视图。用于这些附图的字母代表可用于所述系统的一些不同气体。作为参考, A 是第一反应气体, B 是第二反应气体, C 是第三反应气体, P 是净化气体及 V 是真空。如在本说明书及附随权利要求书中所使用的, 术语“反应气体”是指可与基板、基板表面上的薄膜或部分薄膜反应的任何气体。反应气体的非限制性示例包括铅前驱物、水、铈前驱物、过氧化物、钛前驱物、臭氧、等离子体、第 III-V 族元素。净化气体为任何气体, 所述任何气体与所接触的物种或表面不反应。净化气体的非限制性示例包括氩、氮及氦。气体分配板 30 任一端的反应气体喷射器为相同的, 以使得经过气体分配板 30 的基板所经历的第一及最后反应气体为相同的。举例而言, 若第一反应气体为 A, 则最后反应气体也将为 A。若切换气体 A 及 B, 则基板所经历的第一及最后气体将为气体 B。

[0054] 参阅图 5, 一些实施例的气体喷射器单元 31 包含多个狭长气体喷射器, 所述多个狭长气体喷射器包括至少两个第一反应气体喷射器 A 及至少一个第二反应气体喷射器 B, 第二反应气体喷射器 B 的气体不同于第一反应气体喷射器的气体。第一反应气体喷射器 A 与第一反应气体流体连通, 且第二反应气体喷射器 B 与不同于第一反应气体的第二反应气体流体连通。至少两个第一反应气体喷射器 A 围绕至少一个第二反应气体喷射器 B, 使得由左移动至右的基板将依序经历引导第一反应气体 A、第二反应气体 B 及尾接第一反应气体 A, 导致基板上形成完全的层。沿相同路径返回的基板将以相反顺序经历反应气体, 导致每一完全循环形成两个层。作为有用的缩写, 此设置可被称为 ABA 喷射器设置。往复移动跨过此气体喷射器单元 31 的基板将经历以下脉冲顺序:

[0055] AB AAB AAB(AAB)<sub>n</sub>... AABA

[0056] 形成均匀薄膜组成 B。由于第二反应气体 B 不会跟随在后, 因此在顺序末端处暴露于第一反应气体 A 不具有重要性。本领域技术人员应理解当 B 代表薄膜组成时, 所述薄膜组成确为反应气体 A 及反应气体 B 的表面反应产物的产物且描述所述薄膜时仅使用 B 是出于方便的目的。

[0057] 图 6 图示类似于图 5 实施例的另一实施例, 在此实施例中有两个第二反应气体 B 喷射器, 每一第二反应气体 B 喷射器由第一反应气体 A 喷射器所围绕。往复移动跨过此气体喷射器单元 31 的基板将经历以下脉冲顺序:

[0058] ABAB AABAB(AABAB)<sub>n</sub>... AABABA

[0059] 形成均匀薄膜组成 B。图 6 与图 5 实施例的主要区别在于每一完全循环(一个往复移动)将产生四个层。

[0060] 类似地, 图 7 图示喷射器单元 31 的另一实施例, 在此实施例中有三个第二反应气体 B 喷射器, 每一第二反应气体 B 喷射器由第一反应气体 A 喷射器所围绕。往复移动跨过此气体喷射器单元 31 的基板将经历以下脉冲顺序:

[0061] ABABAB AABABAB(AABABAB)<sub>n</sub>... AABABABA

[0062] 导致形成均匀薄膜组成 B。跨过此气体喷射器单元 31 的完全循环将导致形成六层 B。图 5、图 6 及图 7 实施例的主要区别在于重复 AB 单元的数目。在每一种情况下气体

喷射器单元中的第一反应气体及最后反应气体是第一反应气体 A 喷射器。增加额外 AB 单元可用于提高产量,且设计的复杂性方面仅有相对小的变化。

[0063] 图 8 图示本发明的另一实施例,在此实施例中多个气体喷射器 32 进一步包含用于第三反应气体 C 的至少一个第三气体喷射器。至少两个第一反应气体 A 喷射器围绕至少一个第三反应气体喷射器。往复移动跨过此气体喷射器单元 31 的基板将经历以下脉冲顺序:

[0064] AB AC AB AAB AC AB(AAB AC AB)<sub>n</sub>...AAB AC ABA

[0065] 形成 BCB(BCB)<sub>n</sub>...BCB 薄膜组成。再一次,最终暴露于第一反应气体 A 不具有重要性。

[0066] 图 9 图示本发明的另一实施例,在此实施例中至少一个气体喷射器单元进一步包含至少两个净化气体 P 喷射器。每一净化气体 P 喷射器介于至少一个第一反应气体 A 喷射器与至少一个第二反应气体 B 喷射器之间。由于净化气体 P 不与第一反应气体 A 或者第二反应气体 B 反应,因此暴露于此顺序的基板将具有与图 5 相同的薄膜形成。使用净化气体 P 可尤其有助于帮助防止第一反应气体 A 及第二反应气体 B 邻近基板的表面反应,而是依序在基板表面上 / 与基板表面反应。

[0067] 在具体实施例中,气体喷射器单元 31 实质上依序由引导第一反应气体 A 喷射器 32a、第二反应气体 B 喷射器 32b 及尾接第一反应气体 A 喷射器 32c 组成。如在本说明书及附随权利要求书中所使用的,术语“实质上由.....组成”等意味着气体喷射器单元 31 不包括额外反应气体喷射器,但不排除不反应气体喷射器,例如净化气体及真空管线。因此,在图 5 所图示的实施例中,增加净化气体(参见例如,图 9)仍将实质上由 ABA 组成,然而增加第三反应气体 C 喷射器(参见例如,图 8)将不会实质上由 ABA 组成。图 10 与图 9 的设置相同,不同之处在于用真空埠 P 代替净化气体 P 喷射器。

[0068] 图 11 图示本发明的又一实施例,在此实施例中多个气体喷射器 32 进一步包含四个第二反应气体 B 喷射器及一个第三反应气体 C 喷射器。第二反应气体 B 喷射器及第三反应气体 C 喷射器中的每一个藉由第一反应气体 A 喷射器分离。喷射器设置此处图示为 ABABACABABA。往复移动跨过此气体喷射器单元 31 的基板将经历以下脉冲顺序:

[0069] AB AB AC AB AB(AAB AB AC AB AB)<sub>n</sub>...AAB AB AC AB ABA

[0070] 导致形成薄膜组成 BBC(BBBB)<sub>n</sub>...CBB。再一次,最终暴露于第一反应气体 A 不具有重要性。

[0071] 图 12 图示包括额外气体喷射器 32 的实施例,在此实施例中气体喷射器单元 31 实质上由 ABA 设置组成。在此实施例中,净化气体 P 喷射器 32d 介于引导第一反应气体 A 喷射器 32a 与第二反应气体 B 喷射器 32b 之间。净化气体 P 喷射器 32e 介于第二反应气体 B 喷射器 32b 与尾接第一反应气体 A 喷射器 32c 之间。每一净化气体 P 喷射器藉由真空埠 V 而与反应气体喷射器分离。如在图 5 的实施例中,基板暴露于此设置将导致薄膜 B 均匀形成。更详细的实施例,在引导第一反应气体 A 喷射器 32a 之前及尾接第一反应气体 A 喷射器 32c 之后进一步依序包含真空埠 V、净化气体 P 喷射器及另一真空埠 P。

[0072] 图 13 图示气体分配板 30 的详细实施例。如此处所图示,气体分配板 30 包含单个气体喷射器单元 31,气体喷射器单元 31 可包括外部净化气体 P 喷射器及外部真空 V 埠。在所图示的详细实施例中,气体分配板 30 包含至少两个连接至泵送系统 150 的抽取充气部。第一抽取充气部 150a 与邻近(在任一侧)气体埠 125 的真空埠 155 流体连通,气体埠 125 与

第一反应气体 A 喷射器 32a、32c 相关联。第一抽取充气部 150a 经由两个真空通道 151a 连接至真空埠 155。第二抽取充气部 150b 与邻近(在任一侧)气体埠 135 的真空埠 155 流体连通,气体埠 135 与第二反应气体 B 喷射器 32b 相关联。第二抽取充气部 150b 经由两个真空通道 152a 连接至真空埠 155。以此方式,实质上阻止第一反应气体 A 及第二反应气体 B 在气相中反应。与末端真空埠 155 流体连通的真空通道可为第一真空通道 150a 或第二真空通道 150b,或第三真空通道。抽取充气部 150、150a、150b 可具有任何适当尺寸。真空通道 151a、152a 可为任何适当尺寸。在具体实施例中,真空通道 151a、152a 直径为约 22mm。末端真空充气部 150 实质上仅收集净化气体。额外真空管线收集来自腔室内的气体。这四个排放口(A、B、净化气体及腔室)可分别或联合向下游流向一个或多个泵排气,或与两个分离泵任意联合。

[0073] 本发明的具体实施例涉及原子层沉积系统,所述原子层沉积系统包含内部具有气体分配板的处理腔室。气体分配板包含多个气体喷射器,所述多个气体喷射器实质上依序由真空埠、净化气体喷射器、真空埠、第一反应气体喷射器、真空埠、净化埠、真空埠、第二反应气体喷射器、真空埠、净化埠、真空埠、第一反应气体喷射器、真空埠、净化埠及真空埠组成。

[0074] 在一些实施例中,气体充气部及气体喷射器可与净化气体供应(例如,氮)连接。此举允许清除充气部及气体喷射器的残余气体使得可切换气体设置,从而允许 B 气体可自 A 充气部及喷射器流出,反过来也是一样的。另外,气体分配板 30 可包括额外真空埠,额外真空埠沿着侧面或边缘以帮助控制不期望的气体泄漏。当喷射器下的压力大于腔室的压力约 1 托时,额外真空埠可帮助阻止反应气体泄露进入腔室。在一些实施例中,气体分配板 30 也包括一个或多个加热器或冷却器。

[0075] 本发明的额外实施例涉及原子层沉积系统,所述原子层沉积系统包含具有多于一个的气体喷射器单元 31 的气体分配板 30。图 14 图示处理腔室 20,气体分配板 30 位于处理腔室 20 内。气体分配板 30 图示为具有四个单独气体喷射器单元 31,每一气体喷射器单元藉由三条平行线表示。尽管图示了四个气体喷射器单元 31,但气体喷射器单元可为任意数目,这取决于期望的处理而定。在详细实施例中,气体喷射器单元范围可为约 2 至约 24 个。

[0076] 在一个实施例中,每一单独气体喷射器单元 31 具有 ABA 设置中的一系列气体喷射器。在具体实施例中,每一气体喷射器单元 31 实质上依序由引导第一反应气体 A 喷射器、第二反应气体 B 喷射器及尾接第一反应气体 A 喷射器组成。

[0077] 在如图 14 所图示的系统中,基板不需要行进气体分配板 30 的全长度以完全处理层。此工艺可称为短冲程工艺、短冲程原子层沉积 (SS-ALD) 或其他类似名称。为使用图 13 的布置处理基板,基板 60 将需要从第一范围 97 移动至第二范围 98。第一范围 97 为短冲程运动的起点且第二范围 98 为短冲程运动的终点。对于此实施例,图 15A 图示处于第一范围 97 的基板 60。在图 15A 中基板 60 从左至右移动。对于此实施例,图 15B 图示处于第二范围 98 的基板。基板已移动足够远使得基板的每一部分已暴露于气体喷射器单元中的一个。基板的每一部分沉积有一条薄膜且冲程的长度足够将这些条连接成连续薄膜。

[0078] 完全冲程(往复路径)将导致完全循环(2 层)暴露于基板。在此短冲程设置中,基板载体可设置为在处理期间以直线往复路径在第一范围及第二范围之间移动。基板 60 在

处理期间总是位于气体分配板下方。第一范围 97 及第二范围 98 之间的距离约等于基板长度除以气体喷射器单元的数目。因此在图 15A 及图 15B 所图示的实施例中,基板已移动约基板总长的 1/4。对于 300mm 的基板,基板将移动约 75mm 的距离。对于具有较大数目的气体喷射器单元 31 的气体分配板 30 而言,行进距离成比例地减少。在某些实施例中,也可在每次冲程后或在多次冲程后使用旋转移动。旋转移动可为不连续移动,例如 10 度、20 度、30 度、40 度或 50 度移动或其他适当增量的旋转移动。这种伴随直线移动的旋转移动可提供形成更均匀的薄膜于基板上。

[0079] 在详细实施例中,基板载体设置为传送基板在第一范围 97 外至载入位置。在一些实施例中,基板载体设置为传送基板在第二范围 98 外至卸载位置。如有必要,载入及卸载位置可互换。

[0080] 本发明的额外实施例涉及处理基板的方法。基板的部分在第一方向上传送越过气体喷射器单元。如在本说明书及附随权利要求书中所使用的,术语“传送越过”意味着基板已经被移动至气体分配板上方、下方等,使得来自气体分配板的气体可与基板或基板上的层反应。在第一方向上移动基板过程中,基板依序暴露于引导第一反应气流、第二反应气流及尾接第一反应气流以沉积第一层。基板的部分随后以与第一方向相反的方向传送越过气体喷射器单元,使得所述基板的部分依序暴露于尾接第一反应气流、第二反应气流及引导第一反应气流,以产生第二层。若仅存在一个气体喷射器单元,则基板将在气体分配板的整个相关部分下方传送。反应气体喷射器外部的的气体分配板区域并非所述相关部分的部分。在存在多于一个气体喷射器单元的实施例中,基板将基于气体喷射器单元的数目来移动基板的部分长度。因此,对于每  $n$  个气体喷射器单元,基板将移动基板总长度的  $1/n$ 。

[0081] 在详细实施例中,方法进一步包含以下步骤:暴露基板的部分至介于第一反应气流及第二反应气流中的每一个之间的净化气流。一些实施例的气体连续地流动。在一些实施例中,当基板在气体分配板下方移动时气体是脉冲形式。

[0082] 根据一个或多个实施例,以第一方向传送基板的部分的步骤使所述基板的部分依序暴露于引导第一反应气流、引导第二反应气流、第一中间第一反应气流、第三反应气流、第二中间第一反应气流、尾接第二反应气流及尾接第一反应气流,且以第二方向传送基板的部分的步骤使所述基板的部分以相反顺序暴露于气流。

[0083] 本发明的额外实施例涉及群集工具,群集工具包含所描述的至少一个原子层沉积系统。群集工具具有中心部分,自所述中心部分延伸出一个或多个分支。分支为沉积或处理设备。包含短冲程运动的群集工具实质上比具有常规沉积腔室的工具所需空间更少。群集工具的中心部分可包括至少一个机械臂,所述机械臂能将基板从载入锁腔室移动进入处理腔室且在处理后将基板移回至载入锁腔室。参阅图 16,例示性群集工具 300 包括中心传送腔室 304,所述中心传送腔室 304 大体包括多基板机器人 310,所述多基板机器人 310 适于传送多个基板进出载入锁腔室 320 及各种处理腔室 20。尽管群集工具 300 图示为具有三个处理腔室 20,但本领域技术人员应理解可具有多于或少于三个处理腔室。另外,处理腔室可用于不同类型(例如,原子层沉积 (atomic layer deposition;ALD)、化学气相沉积 (chemical vapor deposition;CVD)、物理气相沉积 (physical vapor deposition;PVD)) 的基板处理技术。

[0084] 尽管此处已参阅特定实施例描述本发明,但应理解这些实施例仅说明本发明的原

理及应用。本领域技术人员将显而易见的是：在不偏离本发明的精神及范围的情况下，可对本发明的方法及设备作出各种修改及变化。因此，预期本发明包括在所附权利要求及所附权利要求等效物的范围内的修改及变化。

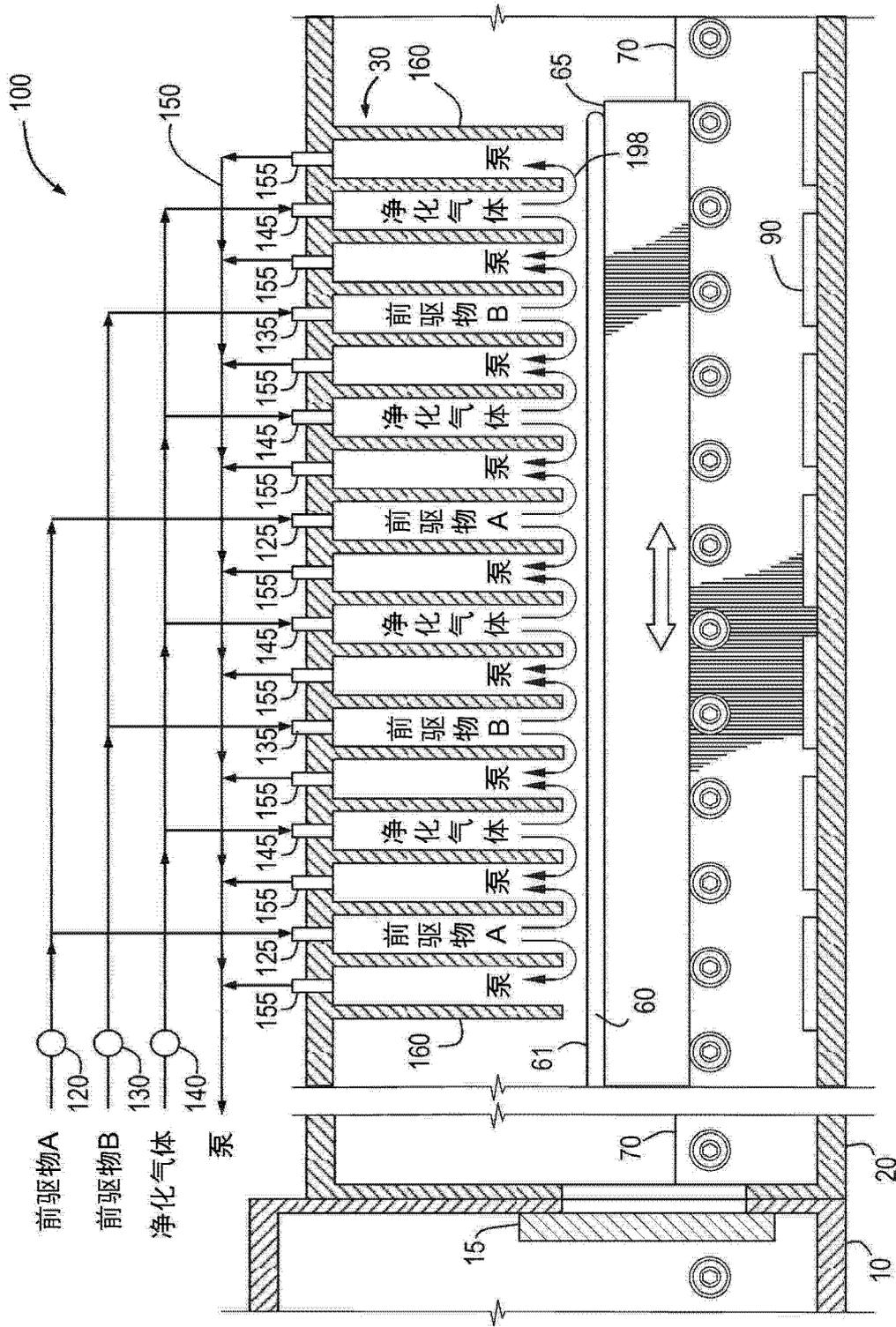


图 1

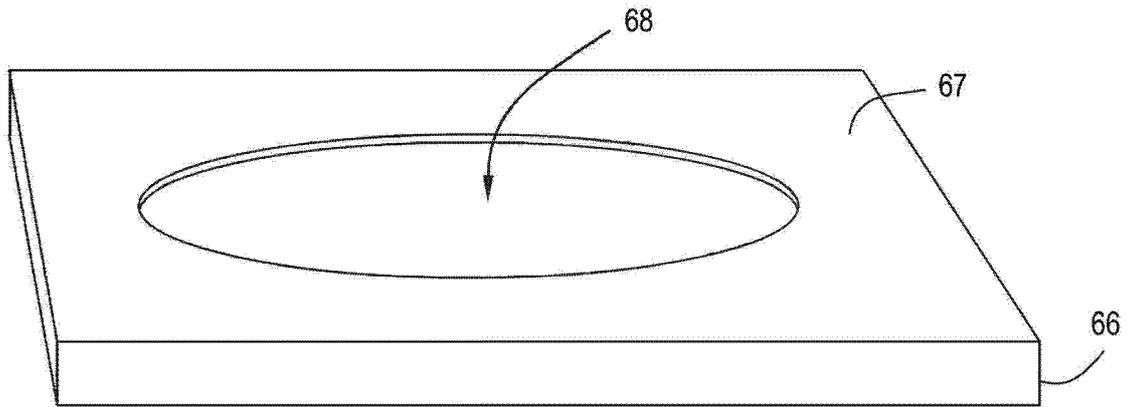


图 2

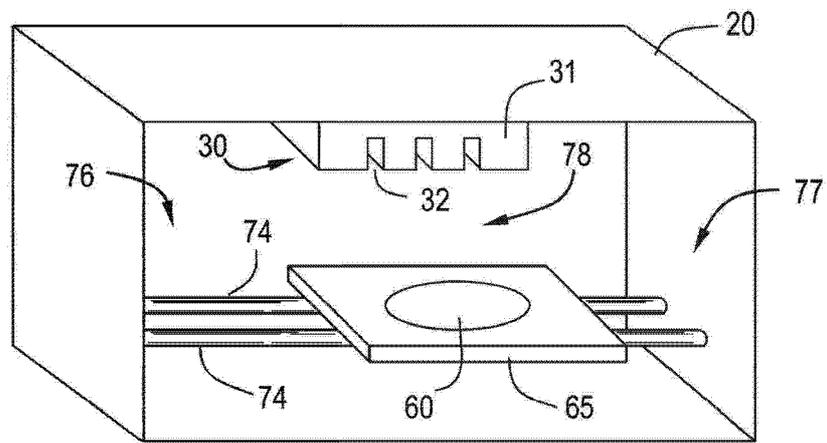


图 3

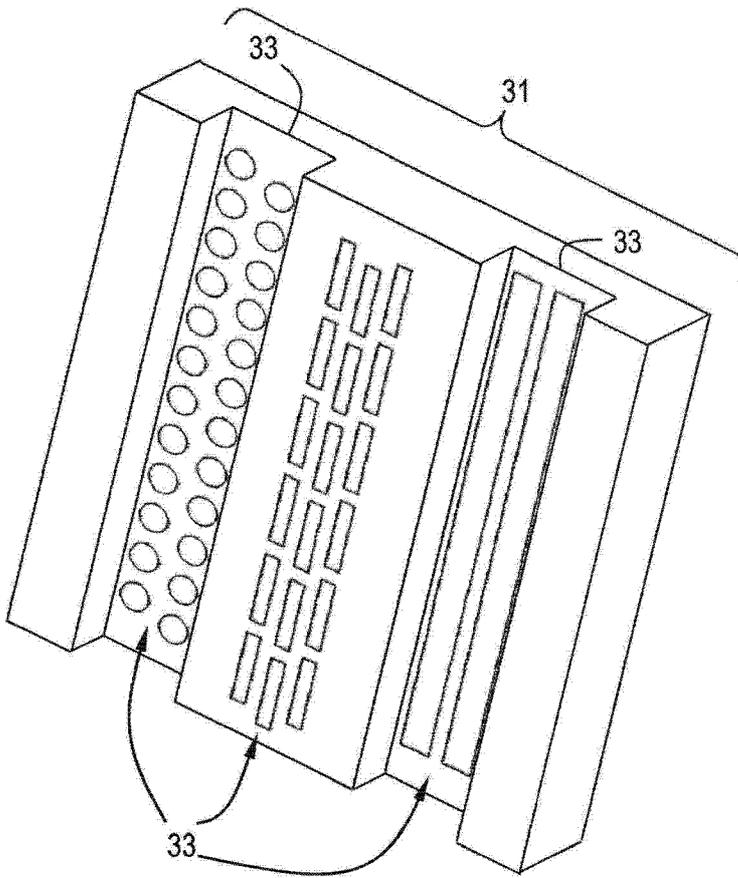


图 4A

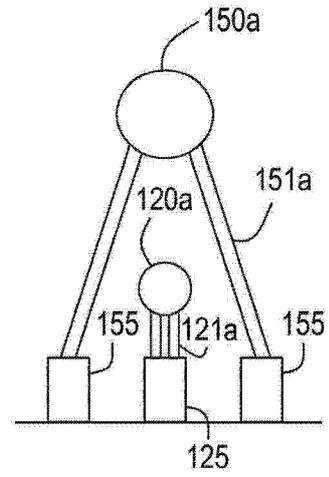


图 4B

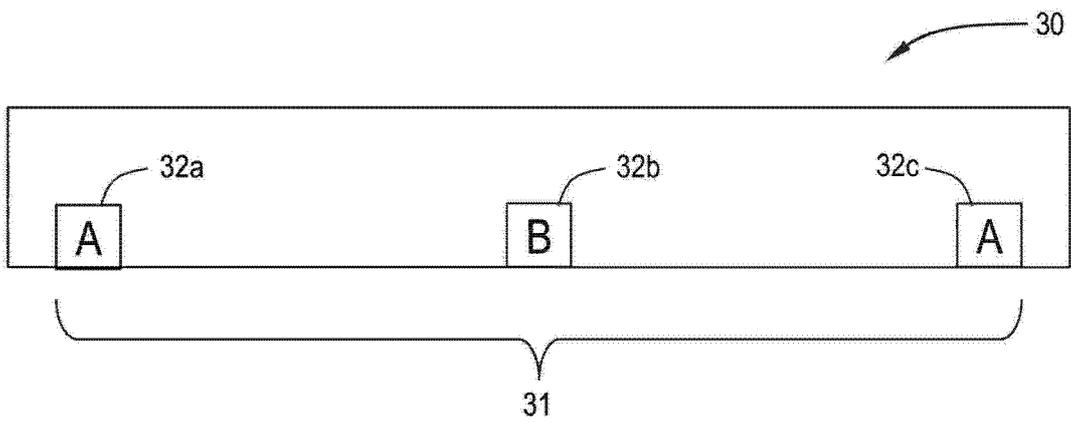


图 5

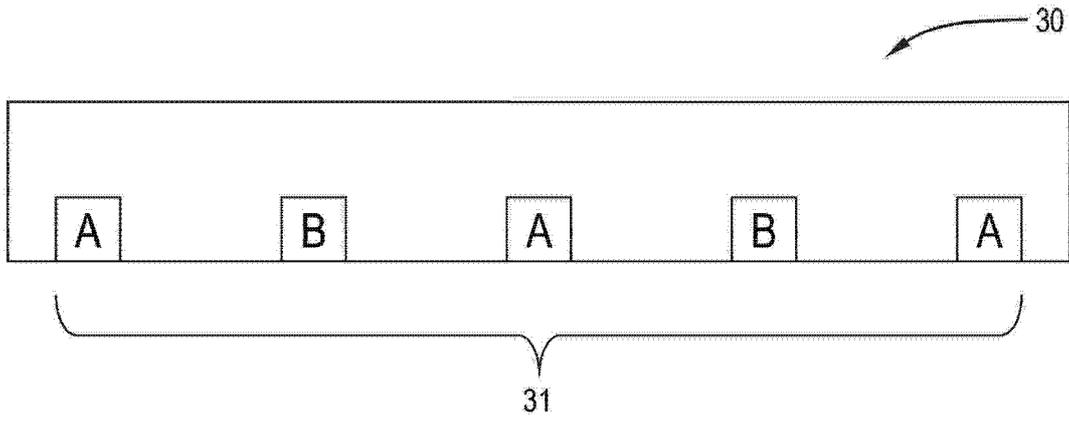


图 6

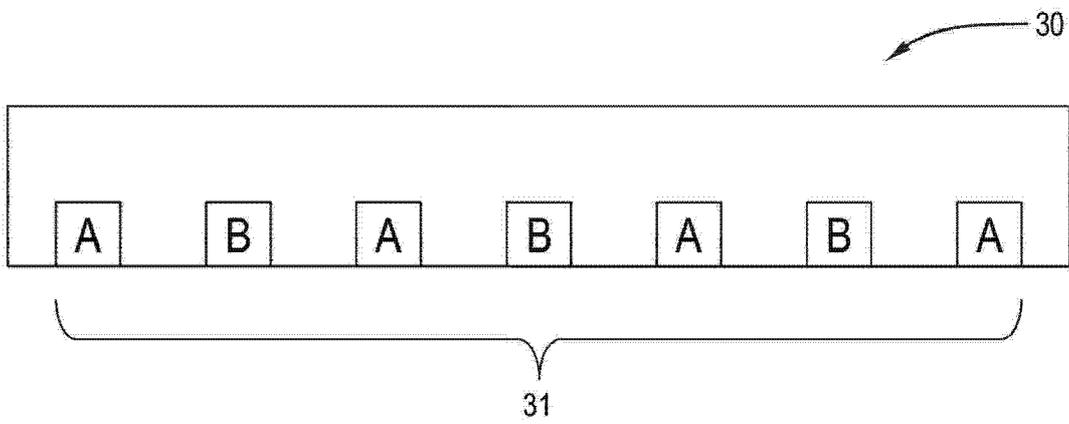


图 7

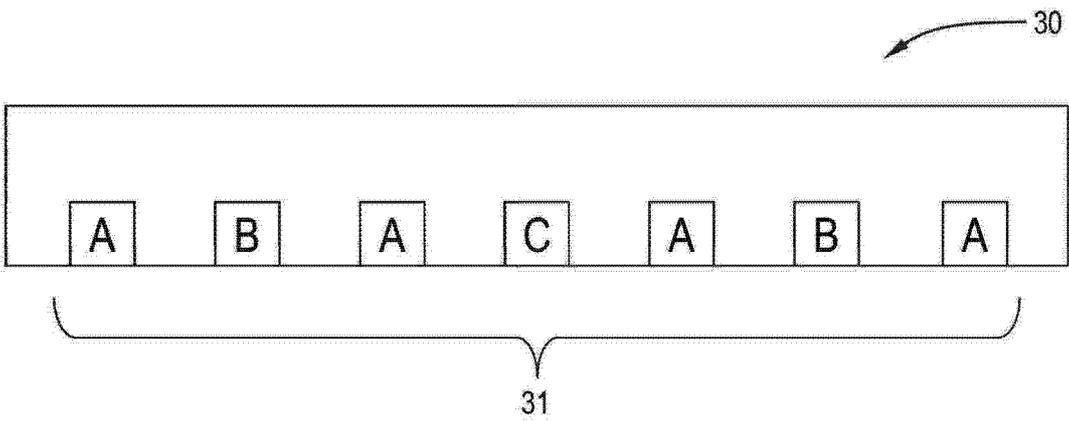


图 8

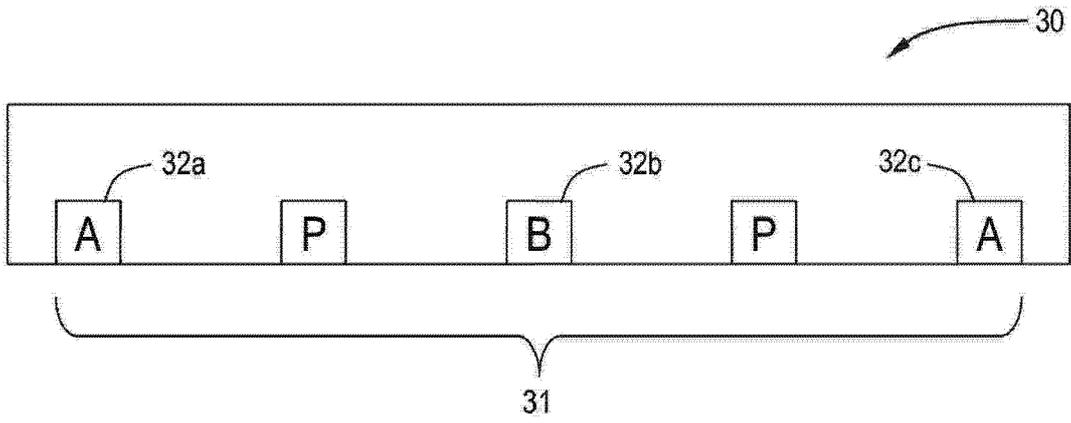


图 9

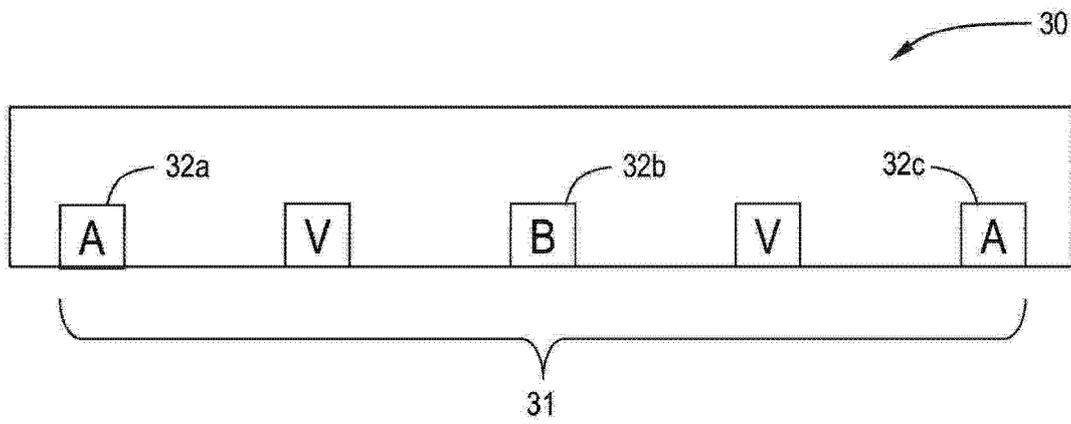


图 10

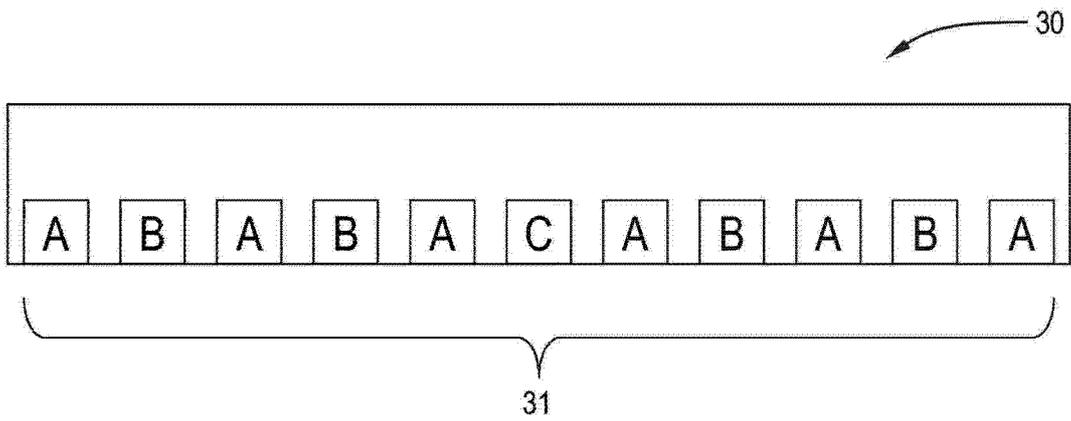


图 11

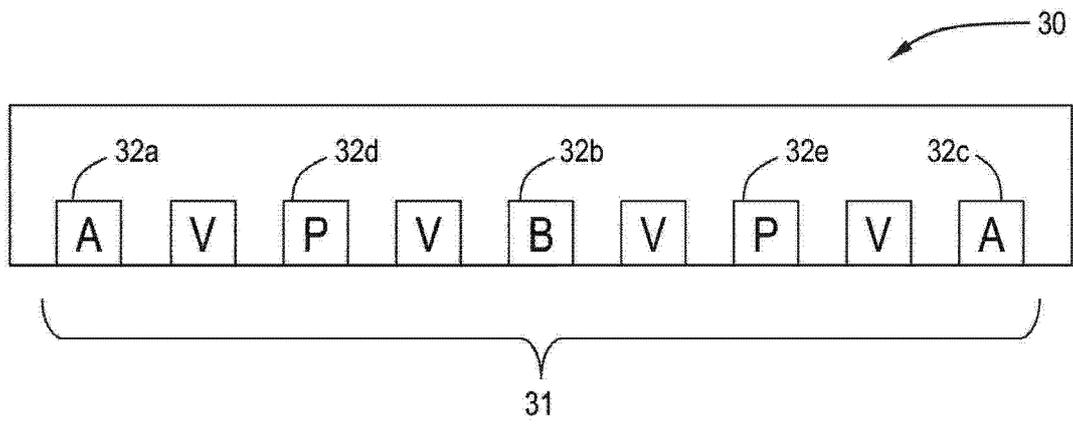


图 12

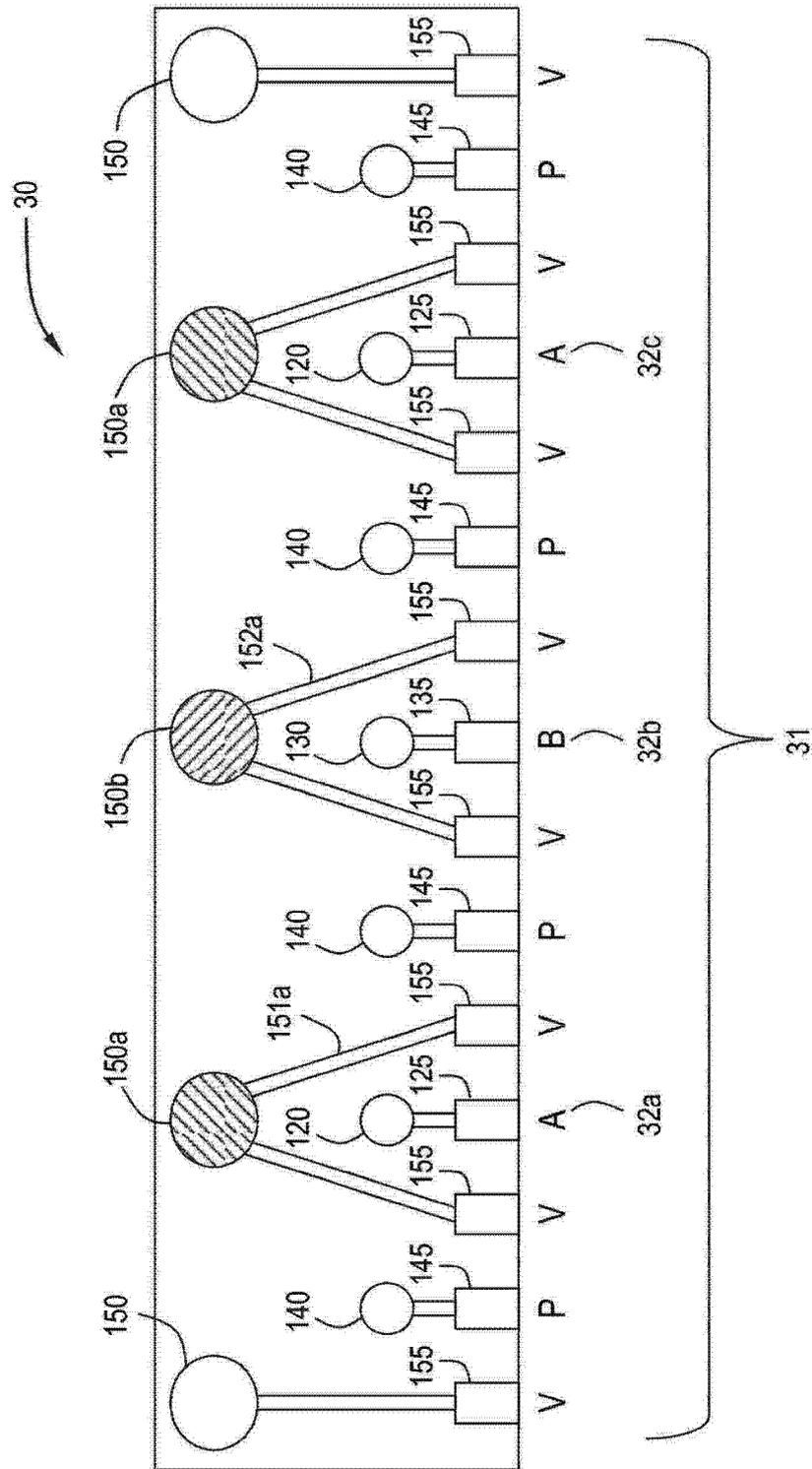


图 13

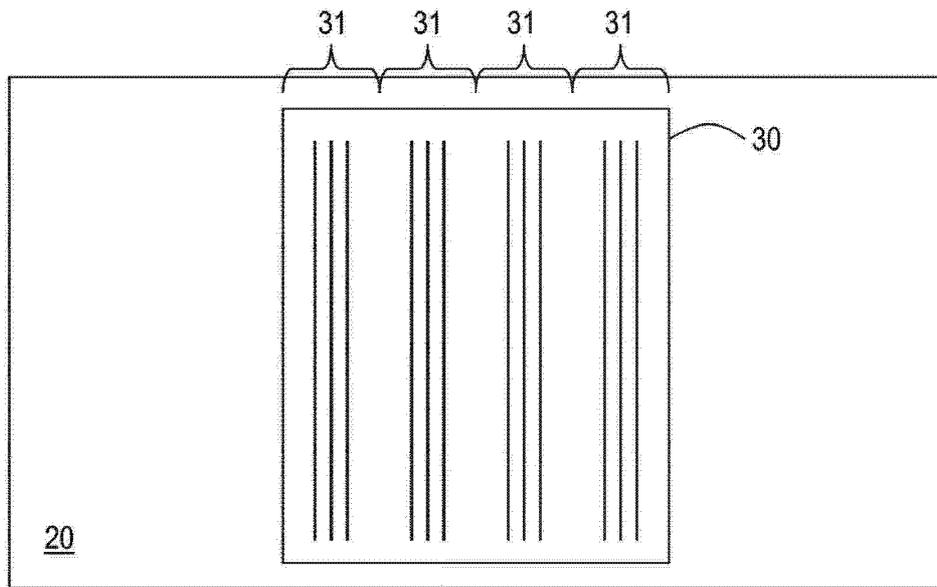


图 14

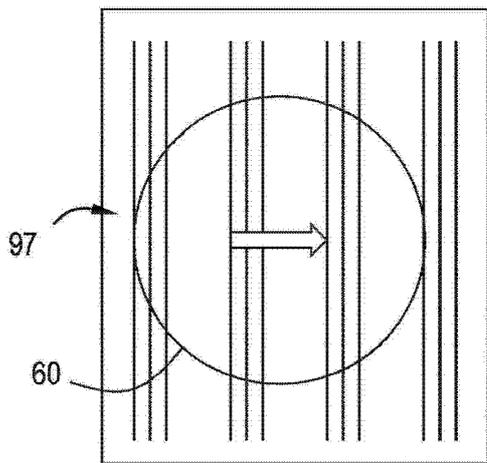


图 15A

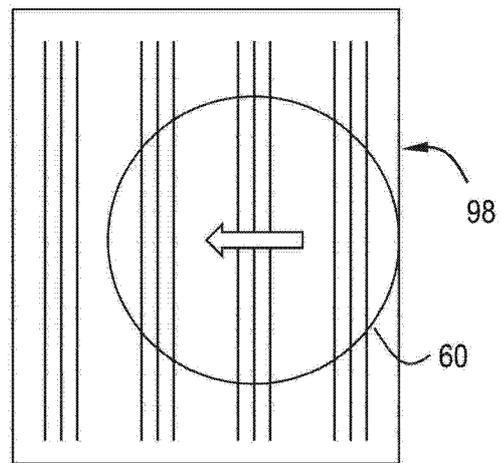


图 15B

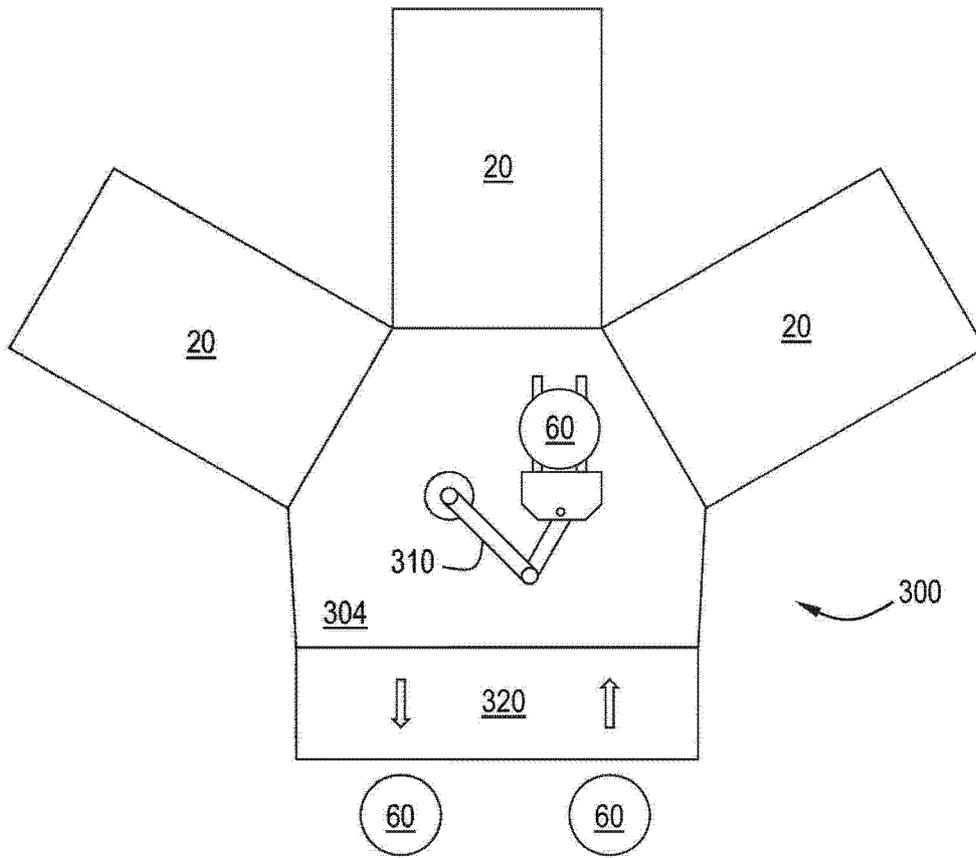


图 16