



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101809193 A

(43) 申请公布日 2010.08.18

(21) 申请号 200880109104.9

代理人 范赤 韦欣华

(22) 申请日 2008.09.16

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

C23C 16/455 (2006.01)

11/861359 2007.09.26 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010.03.26

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/010752 2008.09.16

(87) PCT申请的公布数据

W02009/042044 EN 2009.04.02

(71) 申请人 伊斯曼柯达公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 D·H·莱维 R·S·克尔

J·T·凯里

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

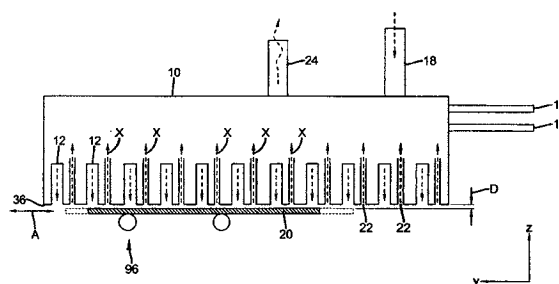
权利要求书 3 页 说明书 20 页 附图 24 页

(54) 发明名称

使用具有空间分隔的反应性气体的气体输送头和移动基材经过输送头的用于形成薄膜的方法和沉积系统

(57) 摘要

公开了一种在基材上沉积薄膜材料的方法,包括向基材表面同时引导来自薄膜沉积系统的输送头的输出面的一系列气流,其中一系列气流包括至少第一反应性气态材料、惰性吹扫气体和第二反应性气态材料,其中第一反应性气态材料能够与用第二反应性气态材料处理的基材表面反应,其中一个或多个该气流提供至少有助于将基材表面与输送头表面分离的压力。还公开了一种能够实施这种方法的系统。



1. 一种在基材上薄膜沉积固体材料的沉积系统,依次包括:
 - (A) 入口部分;
 - (B) 涂布部分,包括:
 - (i) 分别为多种气态材料提供的多个源,包括至少分别为第一、第二和第三气态材料提供的第一、第二和第三源;
 - (ii) 向接收薄膜沉积的基材输送多种气态材料的输送头,该输送头包括:
 - (a) 多个入口,包括至少分别用于接收第一、第二和第三气态材料的第一、第二和第三入口;和
 - (b) 沉积输出面,其与基材隔开一定距离并且包括为第一、第二和第三气态材料各自提供的多个基本平行的细长输出口,其中输送头被设计用来从沉积输出面中的输出口同时输送第一、第二和第三气态材料;
 - (C) 出口部分;
 - (D) 以单向通过方式移动基材通过涂布部分的装置;和
 - (E) 在薄膜沉积期间保持输送头的沉积输出面和基材表面之间距离基本一致的装置,其中涂布部分中的输送头被设计用来向薄膜沉积的基材表面提供一种或多种气态材料的流,也提供将输送头的沉积输出面与基材表面分离的至少部分力,其中任选地入口部分和/或出口部分各自包括具有多个非沉积输出口的非沉积输出面,所述非沉积输出口被设计用来在至少部分通过沉积系统期间向基材表面提供非反应性气体的气流;其中沉积头被设计用来仅在以单一单向通过方式移动基材通过涂布部分期间在基材上提供薄膜沉积。
2. 权利要求1的沉积系统,其中涂布部分中的输送头进一步包括输送头的沉积输出面中的多个排气口,并且其中任选地入口部分和/或出口部分中的非沉积输出面也包括多个排气口。
3. 权利要求1的沉积系统,其中入口部分或出口部分各自分别包括非沉积输出面,非沉积输出面具有用于从该非沉积输出面输出非反应性气体的多个非沉积输出口以及用于从该非沉积输出面排出非反应性气体的多个排气口,其中非沉积输出口被布置为使得各个输出口通过至少一个排气口与至少一个其它非沉积输出口隔开。
4. 权利要求3的沉积系统,其中入口部分或出口部分的非沉积输出面中的非沉积输出口和/或排气口为狭槽、圆孔或方孔。
5. 权利要求1的沉积系统,其中入口部分、涂布部分或出口部分的至少一个的沉积或非沉积输出面,视情况而定,在至少一个方向中具有弯曲的截面。
6. 权利要求2的沉积系统,其中涂布部分中的多个排气口允许再循环多种气态材料用于重复使用,并且入口部分和/或出口部分中的多个排气口允许再循环非反应性气体用于重复使用。
7. 权利要求1的沉积系统,其中移动基材的手段至少部分为重力。
8. 权利要求1的沉积系统,其中基材表面与输送头的沉积输出面的间距保持在0.4mm内。
9. 权利要求1的沉积系统,进一步包括在薄膜沉积期间罩住输送头和基材的室。
10. 权利要求1的沉积系统,其中沉积系统被设计为使得其在薄膜沉积期间不妨碍基

材和输送头对大气开放。

11. 权利要求 2 的沉积系统,其中输送头被设计用来提供基本上由至少惰性吹扫气体流和排气口空间隔开的第一和第二气态材料的流,输送头中的第一和第二气态材料是反应性的,第三气态材料是惰性吹扫气体。

12. 权利要求 1 的沉积系统,其中任选使用惰性气体的气流支撑朝向基材的第二表面布置,该第二表面在朝向输送头的基材的第一表面反面。

13. 权利要求 1 的沉积系统,其中在涂布部分中,在基材与第一输送头的相对侧提供另外的第二输送头,使得基材的两侧可以在基材通过涂布部分期间同时或依次经历薄膜沉积。

14. 权利要求 1 的沉积系统,进一步包括提升或挤压部件,用于提供有助于在薄膜沉积期间保持沉积输出面和基材之间的间距的力。

15. 权利要求 1 的沉积系统,其中涂布部分由多个沉积模块组成,其中多个模块中的每个沉积模块至少部分参与涂布部分的沉积工作,并且其中任选地入口部分和 / 或出口部分由多个非沉积模块组成,其中多个非沉积模块中的每个非沉积模块分别至少部分参与入口或出口部分的输送和 / 或任选的物理处理工作。

16. 权利要求 15 的沉积系统,其中涂布部分内的多个沉积模块的每一个被设计为根据薄膜沉积期间沉积系统的使用需要可与其它分离、可与替代的沉积模块互换、可去除或增加数目。

17. 权利要求 15 的沉积系统,其中涂布部分包括多个沉积模块,其中每个沉积模块含有许多用于基本完成至少一个原子层沉积循环的输出口。

18. 权利要求 15 的沉积系统,其中涂布部分由至少第一和第二沉积模块组成,并且其中第一沉积模块形成的薄膜的组成不同于第二沉积模块所形成的薄膜的组成。

19. 权利要求 15 的沉积系统,其中沉积和 / 或非沉积模块的表面在至少一个方向具有弯曲截面。

20. 权利要求 15 的沉积系统,其中安装沉积模块和 / 或非沉积模块,使得它们的沉积输出面和 / 或非沉积输出面的复合物分别形成弯曲表面。

21. 权利要求 15 的沉积系统,其中对于涂布部分,每个沉积模块含有 10 至 200 个细长输出口,并且其中模块的总数为至少三个。

22. 权利要求 1 的沉积系统,其中入口部分、涂布部分和 / 或出口部分能够被加热或者在基材通过沉积系统期间向基材提供热处理。

23. 权利要求 1 的沉积系统,进一步包括设置在基材与沉积头的相对侧的热源,并且其中该热源能够提供辐射或对流热。

24. 一种在基材上薄膜沉积固体材料的方法,包括:

(A) 将基材输送进入入口部分;

(B) 将基材从入口部分输送到涂布部分;

(C) 将基材输送通过涂布部分,该涂布部分包括:

(i) 分别为多种气态材料提供的多个源,包括至少分别为第一、第二和第三气态材料提供的第一、第二和第三源;

(ii) 向接收薄膜沉积的基材输送多种气态材料的输送头,该输送头包括:

(a) 多个入口,包括至少分别用于接收第一、第二和第三气态材料的第一、第二和第三入口;和

(b) 沉积输出面,其与基材隔开一定距离并且包括为第一、第二和第三气态材料各自提供的多个基本平行的细长输出口,其中所述输送头被设计用来从沉积输出面中的输出口同时输送第一、第二和第三气态材料,其中在薄膜沉积期间保持输送头的沉积输出面和基材表面之间的距离基本一致,其中从输送头到薄膜沉积的基材表面的一种或多种气态材料的流提供将输送头的输出面与基材表面分离的至少部分力;和

(D) 将基材从涂布部分至少部分送入出口部分;

其中在基材上形成至少一种薄膜材料的所需厚度的完成薄膜,所述基材以单一单向通过方式从入口部分经过涂布部分到达出口部分,或者通过单一双向通过方式,其中基材仅一次从入口部分经过涂布部分到达出口部分,并仅一次经过涂布部分返回到入口部分。

25. 权利要求 24 的方法,包括另一步骤 (E):从出口部分或入口部分卸载具有完成的薄膜的基材。

26. 权利要求 24 的方法,其中输送基材包括仅在基材通过涂布部分的部分期间向基材施加力。

27. 权利要求 24 的方法,其中在输送头中,第一和第二气态材料是不同的反应性气体,第三气态材料是惰性吹扫气体,并且其中在薄膜沉积期间,基材的给定区域暴露于第一反应性气态材料的气流一次低于约 500 毫秒。

28. 权利要求 24 的方法,其中薄膜沉积期间基材的温度低于 300°C。

29. 权利要求 24 的方法,其中第一气态材料为含金属反应性气态材料的反应性气体,第二气态材料为与第一气态材料反应形成氧化物或硫化物材料的非金属反应性气态材料的反应性气体,所述氧化物或硫化物材料选自五氧化二钽、氧化铝、氧化钛、五氧化二铌、氧化锆、氧化钪、氧化锌、氧化 lanthium、氧化钇、二氧化铈、氧化钒、氧化钼、氧化锰、氧化锡、氧化铟、氧化钨、二氧化硅、硫化锌、硫化镉、硫化钙、硫化铅或其混合物。

30. 权利要求 24 的方法,其中输送头的沉积输出面中的第一个和最后一个输出口中的第一个和最后一个气流为非反应性气态材料,以避免该方法中使用的反应性气态材料与环境空气混合。

31. 权利要求 24 的方法,其中该方法用来在基材上制造用于晶体管的半导体或电介质薄膜,其中该薄膜包括金属氧化物基材料,该方法包括在 300°C 或更低温度下在基材上形成至少一个金属氧化物基材料层,其中金属氧化物基材料为至少两种反应性气体的反应产物,第一反应性气体包括有机金属前体化合物,第二反应性气体包括反应性含氧气态材料。

32. 权利要求 24 的方法,其中相对于输送头朝向基材的输出口,基材表面与输送头的沉积输出面的距离保持在小于 0.5mm。

33. 权利要求 24 的方法,其中基材和输送头对大气开放。

34. 权利要求 24 的方法,其中涂布部分基本提供空气支撑来承载基材。

35. 权利要求 24 的用于在基材上进行薄膜沉积的方法,进一步包括移动网片经过输送头的沉积输出面以在基材区域上实施薄膜沉积的传送带,其中网片承载另外的基材或为用于薄膜沉积的基材,其中该基材非常接近于输送头的沉积输出面。

使用具有空间分隔的反应性气体的气体输送头和移动基材 经过输送头的用于形成薄膜的方法和沉积系统

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及薄膜材料的沉积,更具体地涉及使用将气流同时引导到基材上的分配头在基材上进行原子层沉积的设备。

背景技术

[0002] 广泛用于薄膜沉积的技术为化学汽相沉积 (CVD),其使用在反应室中反应的化学反应性分子,在基材上沉积所需薄膜。可用于 CVD 应用的分子前体包括要沉积的薄膜的元素(原子)成分,并且通常还包括其它元素。CVD 前体为以气相形式输送至室,以便在基材处反应,在其上形成薄膜的挥发性分子。化学反应沉积具有所需薄膜厚度的薄膜。

[0003] 大多数 CVD 技术通常需要将精确控制的一种或多种分子前体流加入 CVD 反应器。基材在受控压力条件下保持在精确控制的温度,以促进这些分子前体之间的化学反应,同时有效去除副产物。获得最佳的 CVD 性能要求能够在整个工艺中达到并维持气流、温度和压力的稳态条件,并能够使瞬变过程(transient)达到最小或将其消除。

[0004] 特别是在半导体、集成电路和其它电子设备领域,需要超过常规 CVD 技术所能达到的限度的具有优良保形涂布性能的薄膜,特别是较高品质致密薄膜,特别是可以在较低温度下制造的薄膜。

[0005] 原子层沉积 (“ALD”) 是一种可选的薄膜沉积技术,与 CVD 前身相比,原子层沉积可以提供改善的厚度分辨率和保形能力。ALD 方法将常规 CVD 的常规薄膜沉积过程分成单原子层沉积步骤。有利地,ALD 步骤自身终止并且当进行到或超过自身终止暴露时间时可以沉积一个原子层。原子层通常为约 0.1 至约 0.5 个分子单层,典型尺寸数量级为至多几埃。ALD 中,原子层的沉积为反应性分子前体和基材之间的化学反应的结果。在各个分离的 ALD 反应-沉积步骤中,净反应沉积所需原子层并基本消除最初包括在分子前体中的“额外”原子。在其最纯形式中,ALD 在没有其它一种或多种反应前体存在下包括各个前体的吸附和反应。实际上,在任何系统中难以避免产生少量化学汽相沉积反应的不同前体的某种直接反应。任何声称能进行 ALD 的系统的目标是获得与 ALD 系统相当的设备性能和特征,同时认识到可以允许少量 CVD 反应。

[0006] 在 ALD 应用中,通常在分离的步骤中将两种分子前体引入 ALD 反应器。例如,金属前体分子 ML_x 包括键合到原子或分子配体 L 的金属元素 M。例如 M 可以为但不限于 Al、W、Ta、Si、Zn 等。当基材表面被制造来与分子前体直接反应时,金属前体与基材反应。例如,通常基材表面被制备来包括与金属前体具有反应性的含氢配体 AH 等。硫 (S)、氧 (O) 和氮 (N) 为一些典型的 A 物质。气态金属前体分子有效地与基材表面上的所有配体反应,导致金属的单原子层的沉积:

[0007] 基材-AH+ ML_x → 基材- AML_{x-1} +HL

[0008] (1)

[0009] 其中 HL 为反应副产物。该反应期间,初始表面配体 AH 被消耗,表面变为由 L 配体

覆盖,不能与金属前体 ML_x 进一步反应。因此,当表面上的所有初始 AH 配体由 AML_{x-1} 物质取代时,该反应自身终止。反应步骤之后通常为惰性气体吹扫步骤,在单独引入第二反应物气态前体材料之前,惰性气体吹扫步骤从室中清除过量的金属前体。

[0010] 然后用第二分子前体恢复基材对金属前体的表面反应性。这一点例如通过去除 L 配体并再沉积 AH 配体来实现。在这种情况下,第二前体通常包括所需(通常非金属的)元素 A(即 O、N、S),和氢(即 H_2O 、 NH_3 、 H_2S)。接下来的反应如下:

[0011] 基材 $-A-ML+AH_y \rightarrow$ 基材 $-A-M-AH+HL$

[0012] (2)

[0013] 这样将表面转化回到其 AH 覆盖状态。(这里,为了简化起见,化学反应并未配平。)所需的附加元素 A 结合进薄膜中,不希望有的配体 L 作为挥发性副产物被清除。反应重新消耗反应性位点(此时为 L 终止的位点),并在基材上的反应性位点完全消耗时自身终止。然后第二分子前体通过在第二吹扫步骤中流过惰性吹扫气体,从沉积室中去除。

[0014] 于是概括地说,基础 ALD 方法需要顺次地交替改变到基材的化学品流。上述代表性 ALD 方法为一个具有四个不同的工作步骤的循环:

[0015] 1. ML_x 反应;

[0016] 2. ML_x 吹扫;

[0017] 3. AH_y 反应;和

[0018] 4. AH_y 吹扫,然后回到步骤 1。

[0019] ALD 最典型地已经用于沉积无机化合物,其中金属前体为卤化物、醇盐、二酮螯合物或有机金属化合物。当分别沉积氧化物、氮化物或硫化物时,第二前体典型地为氧、氮或硫源。虽然较不常用,但是由 ALD 沉积有机化合物或有机/无机杂化物层也是已知的。在这些情况下,可能仍然具有自身限制反应的交替顺序,除了由这种方法产生的限制层可能为与原子相反的分子层。因此,这种技术也可以称为分子层沉积(MLD),但是基本概念和沉积设备与 ALD 方法和设备相似,因此“ALD”在此也用来表示分子层沉积。有机薄膜的原子层或分子层沉积的实例可以在 Matti Putkonen 等在 Journal of Materials Chemistry(材料化学期刊)中的“Atomic Layer Deposition of Polyimide Thin Films(聚酰亚胺薄膜的原子层沉积)”中找到。

[0020] 这种交替的表面反应和将基材表面恢复至其初始反应状态的前体去除以及插入的吹扫操作的重复顺序是一种典型的 ALD 沉积循环。ALD 工作的关键特征为将基材恢复至其初始表面化学状态。使用这种重复的步骤组合,可以将薄膜以化学动力学、每循环沉积、组成和厚度都相同的等计量层的形式铺设到基材上。

[0021] ALD 可以用作形成多种薄膜电子设备的制造步骤,所述薄膜电子设备包括半导体设备并负载电子元件,例如电阻和电容、绝缘体、总线和其它导电结构。ALD 特别适合于形成电子设备部件中的金属氧化物薄层。可以利用 ALD 沉积的功能材料的一般类别包括导体、电介质或绝缘体,以及半导体。

[0022] 导体可以为任何有用的导电材料。例如导体可以包括透明材料,例如氧化铟锡(ITO)、掺杂氧化锌 ZnO 、 SnO_2 或 In_2O_3 。导体的厚度可以变化,并且根据特殊实施例,其厚度可以为约 50 至约 1000nm。

[0023] 有用的半导体材料的实例为化合物半导体,例如砷化镓、氮化镓、硫化镉、本征氧

化锌和硫化锌。

[0024] 电介质材料使图形电路的各部分电绝缘。电介质层也可以称为绝缘体或绝缘层。可用作电介质的材料的具体实例包括锶酸盐 (strontiate)、钽酸盐、钛酸盐、锆酸盐、氧化铝、氧化硅、氧化钽、氧化钨、氧化钛、硒化锌和硫化锌。此外,这些实例的合金、组合和多层可以用作电介质。这些材料中,氧化铝是优选的。

[0025] 电介质结构层可以包括两个或多个具有不同介电常数的层。这种绝缘体在 US 5,981,970 和共同未决 US 2006/0214154 中讨论,在此将其引入作为参考。电介质材料通常显示大于约 5eV 的带隙。有用的电介质层的厚度可以变化,根据特殊实例,其厚度可以为约 10 至约 300nm。

[0026] 可用上述功能层制造许多设备结构。可以通过选择具有中等至不良导电性的导电材料制造电阻。可以通过在两个导体之间设置电介质制造电容。可以通过在两个导电电极之间设置两个互补载流子类型的半导体制造二极管。也可以在互补载流子类型的半导体之间布置半导体区域,该半导体区域是本征的,表明该区域具有少量自由电荷载流子。也可以通过在两个导体之间设置单一半导体构成二极管,其中导体 / 半导体界面之一产生在一个方向强烈阻碍电流的 Schottky 势垒。可以通过在导体 (栅极) 上设置绝缘层,随后设置半导体层制造晶体管。如果两个或多个其它导体电极 (源极和漏极) 以定距离间隔与顶部半导体层接触设置,则可以形成晶体管。可以以不同构造产生任何上述设备,只要产生必要界面。

[0027] 在薄膜晶体管的一般应用中,需要能够控制电流通过设备的开关。因此,需要在开关接通时,高电流可以通过设备。电流的范围与半导体电荷载流子迁移率有关。当设备切断时,希望电流很小。这与电荷载流子浓度有关。此外,通常优选的是可见光对薄膜晶体管响应几乎没有或者没有影响。为了使其成为现实,半导体带隙必须足够大 ($> 3\text{eV}$),使得暴露于可见光不产生带间跃迁。能够产生高迁移率、低载流子浓度和高带隙的材料为 ZnO。此外,为了在移动网片上大量制造,高度理想的是方法中使用的化学品廉价且低毒,这可以通过使用 ZnO 及其大多数前体来满足。

[0028] 自饱和表面反应使 ALD 对传送不均匀性较不敏感,这可能另外损害表面均匀性,原因是工程偏差和流动系统的限制或者与表面形貌有关 (即沉积成三维高长宽比结构)。一般,反应过程中化学品的不均匀流通常导致在不同表面区域部分完成次数不同。但是利用 ALD 允许各反应在整个基材表面上完成。因此,完成动力学的差异对均匀性没有不利影响。这是因为首先完成反应的区域自身终止反应;其它区域能够继续,直到完全处理的表面经历预定反应。

[0029] 通常,ALD 方法在单一 ALD 循环中沉积约 0.1-0.2nm 薄膜 (利用具有如前所列编号步骤 1 至 4 的一个循环)。为了对于许多或大多数半导体应用提供约 3nm 至 30nm 的均匀薄膜厚度,以及甚至其它应用的更厚薄膜,必须达到有用且经济可行的循环时间。根据工业生产率标准,基材优选在 2 分钟至 3 分钟内处理,这意味着 ALD 循环时间必须为约 0.6 秒至约 6 秒。

[0030] ALD 为达到受控的高度均匀薄膜沉积水平提供相当大的希望。但是,尽管有其固有的技术能力和优点,仍然保留一些技术障碍。一个重要因素涉及所需的循环数。因为其重复反应物和吹扫循环,有效使用 ALD 已经需要一种与快速进行吹扫循环一起能够突然使化

学品流从 ML_x 变为 AH_y 的设备。常规的 ALD 系统被设计用来以所需顺序使不同的气态物质快速循环到基材上。但是,以所需速率且没有某种不希望有的混合的情况下,难以获得将所需系列气态配制料引入室中的可靠方案。此外,为了允许划算地涂布许多基材,ALD 设备必须能够对于许多循环有效和可靠地执行这一快速顺序。

[0031] 为了在任何给定反应温度使 ALD 反应达到自身终止需要的时间减到最少,一种方法使用所谓的“脉冲”系统已使流入 ALD 反应器的化学品流量达到最大。为了使进入 ALD 反应器的化学品流量达到最大,有利的是以最小惰性气体稀释并在高压下将分子前体引入 ALD 反应器中。但是,这些措施对达到短循环时间的需求和从 ALD 反应器中快速去除这些分子前体产生消极影响。快速去除进而要求将 ALD 反应器中的气体停留时间减到最少。气体停留时间 τ 与反应器体积 V 、ALD 反应器中的压力 P 和流量 Q 的倒数成正比,即:

$$[0032] \quad \tau = VP/Q$$

[0033] (3)

[0034] 在一般的 ALD 室中,体积 (V) 和压力 (P) 独立地受机械和泵送限制条件支配,导致难以将停留时间精确控制到低值。因此,降低 ALD 反应器中的压力 (P) 有助于降低气体停留时间和提高从 ALD 反应器去除(吹扫)化学品前体的速率。相反,将 ALD 反应时间减到最少需要在 ALD 反应器内使用高压,使进入 ALD 反应器的化学品前体流量最大。此外,气体停留时间和化学品使用效率与流量成反比。因此,虽然降低流量可以提高效率,但是其也增加了气体停留时间。

[0035] 现有 ALD 方法已经在缩短反应时间的需求和提高化学品使用效率之间采取折衷选择,另一方面,需要使吹扫气体停留和化学品去除时间减到最少。克服“脉冲”输送气态材料的固有限制的一种方法为连续提供各反应气体,并移动基材连续通过含有各气体的区域。在这些系统中,必须使用某种机理以将特定的气体限制在空间区域,以便基材可以在移动过程中采样全部气体,但是互相独立的反应性气体不能混合引起不合要求的 CVD 沉积。这种系统可以称为空间受限 ALD 系统。例如,Yudovsky 的标题为“GAS DISTRIBUTION SYSTEM FOR CYCLICALLY LAYER DEPOSITION(用于周期层沉积的气体分配系统)”的美国专利 6,821,563 描述一种在真空下的处理室,其具有用于前体和吹扫气体的单独气体口,与各气体口之间的真空泵口交替。各气体口将其气流垂直向下引向基材。单独的气流由壁或隔断分隔,用于抽空气体的真空泵在各气流的两侧。各隔断的下部接近基材延伸,例如从基材表面延伸约 0.5mm 或更大。以这种方式,隔断的下部从基材表面分离一定距离,该距离足以允许气流在与基材表面反应之后围绕下部向真空口流动。

[0036] 提供可旋转转盘或其它输送设备用于容纳一个或多个基材晶片。以这种布置,基材在不同的气体流下方往复移动,由此实现 ALD 沉积。在一个实施方案中,基材以线性路径移动通过室,基材在其中来回通过多次。

[0037] 使用连续气流的另一种方法在 Suntola 等人的标题为“METHOD FOR PERFORMING GROWTH OF COMPOUND THIN FILMS(用于形成化合物薄膜的方法)”的美国专利 4,413,022 中说明。气流阵列具有交替的源气体开口、载气开口和真空排气开口。在该阵列上往复移动基材同样实现 ALD 沉积,而不需要脉冲工作。具体地,在图 13 和 14 的实施方案中,通过在源开口的固定阵列上往复移动基材产生基材表面和反应性蒸汽之间的连续相互作用。扩散壁垒由排气开口之间的载气开口形成。Suntola 等人声称这种实施方案甚至可以在大气

压下工作,但是几乎没有或者没有提供该方法或实施例的细节。

[0038] 虽然例如' 563Yudovsky 和' 022Suntola 等人的专利中描述的那些系统可以避免脉冲气体方法固有的一些难题,但是这些系统具有其它缺点。' 563Yudovsky 专利的气流输送装置和' 022Suntola 等人的专利的气流阵列均不能以比约 0.5mm 更接近基材的形式使用。' 563Yudovsky 和' 022Suntola 等人的专利中公开的气流输送装置均未加以布置以便可能用于移动的网片表面,例如可以用作形成例如电子电路、光传感器或显示器的柔性基材。均提供气流和真空的' 563Yudovsky 专利的气流输送装置和' 022Suntola 等人专利的气流阵列的复杂布置使这些解决方案难以实施,缩放比例昂贵,并且限制其在有限尺寸移动基材上沉积应用的潜在可用性。此外,可能很难在阵列中的不同点处保持均匀真空,以及在互补压力下保持同步气流和真空,因此损害提供到基材表面的气流的均匀性。

[0039] Selitser 的美国专利公开 2005/0084610 公开一种大气压原子层化学汽相沉积方法。Selitser 声称通过改变工作压力至大气压额外提高反应速率,这将包括反应物浓度的数量级增加,以及随之而来的表面反应物速率的增加。Selitser 的实施方案包括用于方法各步骤的单独的室,但是 2005/0084610 中的图 10 说明其中去除室壁的实施方案。一系列单独的注射器围绕旋转的圆形基材支架轨道间隔。各注射器结合独立工作的反应物、吹扫和排气歧管,控制和作为在工艺下通过的各基材的一个完全单层沉积和反应物吹扫循环。Selitser 几乎没有或者没有描述气体注射器或歧管的具体细节,尽管声称选择注射器的间距,以便通过吹扫各注射器中结合的气流和排气歧管,防止相邻注射器受到交叉污染。

[0040] 空间限制 ALD 处理设备中的气体的另一种方法在上述美国专利申请 11/392,006 中描述,其公开一种横流 ALD 设备。在这种设备中,彼此平行地引导不同的气体,并因此通过限制逆流程度来限制任何气体混合。

[0041] 使气体分离的一种有效方法为上述美国专利申请 11/620,738 的浮头式 ALD 设备。在该设备中,使反应性和吹扫气体流动的压力用作将涂布头从基材分离的手段。由于这种系统中可能产生的较大压力,气体受力以清晰的路径移动,并因此排除不希望有的气体混合。

[0042] 因为 ALD 沉积过程中的单循环仅沉积大约一个原子的原子层,所以一般的薄膜沉积需要多个增长循环。通常原子层具有大约 1 埃 (Å) 的厚度。因为半导体系统中的许多薄膜约为 1000 Å 或更厚,所以这种增长将需要大约 1000 个或更多 ALD 循环。在很多上述关于空间依赖性 ALD 的参考文献中,建议使用在基材上稍微往复移动或者往复运动的较小沉积区域获得大量 ALD 循环。因此,需要一种沉积系统,其可以消除对涉及这种往复运动的沉积系统的需求并且可以允许更简单和更快速的沉积设备。

发明内容

[0043] 本发明提供一种在基材上沉积薄膜材料的方法,包括向基材表面同时引导来自薄膜沉积系统输送头的沉积输出面的一系列气流,其中一系列气流包括至少第一反应性气态材料、惰性吹扫气体和第二反应性气态材料。第一反应性气态材料能够与用第二反应性气态材料处理的基材表面反应。一个或多个气流提供至少有助于将基材表面与输送头表面分离的压力。

[0044] 本发明的一个方面提供一种在基材上薄膜沉积固体材料的沉积系统,依次包括:

[0045] (A) 入口部分；

[0046] (B) 涂布部分，包括：

[0047] (i) 分别为多种气态材料提供的多个源，包括至少分别为第一、第二和第三气态材料提供的第一、第二和第三源；

[0048] (ii) 向接收薄膜沉积的基材输送多种气态材料的输送头，该输送头包括：

[0049] (a) 多个入口，包括至少分别用于接收第一、第二和第三气态材料的第一、第二和第三入口；和

[0050] (b) 沉积输出面，其与基材隔开一定距离，并且包括为第一、第二和第三气态材料各自提供的多个基本平行的细长输出口，其中输送头被设计用来从沉积输出面中的输出口同时输送第一、第二和第三气态材料；

[0051] (C) 出口部分；

[0052] (D) 以单向通过方式移动基材通过涂布部分的装置；和

[0053] (E) 在薄膜沉积期间保持输送头的沉积输出面和基材表面之间距离基本一致的装置，其中涂布部分中的输送头被设计用来向薄膜沉积的基材表面提供一种或多种气态材料的流，也提供将输送头的沉积输出面与基材表面分离的至少部分力，其中任选地入口部分和/或出口部分各自包括具有多个非沉积输出口的非沉积输出面，所述非沉积输出口被设计用来在至少部分薄膜沉积期间或者另外地在基材通过沉积系统期间向基材表面提供非反应性气体的气流；

[0054] 其中输送系统被设计用来仅在以单一单向通过方式移动基材通过涂布部分期间在基材上提供薄膜沉积。

[0055] 本发明的另一个方面提供一种在基材上薄膜沉积固体材料的方法，包括：

[0056] (A) 将基材输送进入入口部分；

[0057] (B) 将基材从入口部分输送进入涂布部分；

[0058] (C) 将基材输送通过涂布部分，该涂布部分包括：

[0059] (i) 分别为多种气态材料提供的多个源，包括至少分别为第一、第二和第三气态材料提供的第一、第二和第三源；

[0060] (ii) 向接收薄膜沉积的基材输送多种气态材料的输送头，该输送头包括：

[0061] (a) 多个入口，包括至少分别用于接收第一、第二和第三气态材料的第一、第二和第三入口；和

[0062] (b) 沉积输出面，其与基材隔开一定距离并且包括为第一、第二和第三气态材料各自提供的多个基本平行的细长输出口，其中输送头被设计用来从沉积输出面中的输出口同时输送第一、第二和第三气态材料，其中在薄膜沉积期间保持输送头的沉积输出面和基材表面之间的距离基本一致，其中从输送头到薄膜沉积的基材表面的一种或多种气态材料的流提供将输送头的输出面与基材表面分离的至少部分力；和

[0063] (D) 将基材从涂布部分至少部分送入出口部分；

[0064] 其中在基材上形成至少一种薄膜材料的所需厚度的完成薄膜，所述基材以单一单向通过方式从入口部分经过涂布部分到达出口部分，或者通过单一双向通过方式，其中基材仅一次从入口部分经过涂布部分到达出口部分，并仅一次经过涂布部分返回到入口部分。

[0065] 在优选的实施方案中,该系统可以利用经历薄膜沉积的基材的连续移动来工作,其中该系统能够优选在对基本大气压下的环境条件未密封的环境中输送载体或网片经过输送头。

[0066] 本发明的优点为可以提供一种在基材上沉积原子层的紧凑装置,非常适合于许多不同类型的基材和沉积环境。

[0067] 本发明的另一个优点为在优选实施方案中允许在大气压条件下工作。

[0068] 本发明的另一个优点为适合在网片或其它移动基材上沉积,包括在大面积基材上沉积。

[0069] 本发明的另一个优点为可以用于大气压下的低温方法,该方法可以在对环境大气开放的非密封环境中实施。本发明的方法允许以公式 (3) 中较早说明的关系控制气体停留时间 τ ,从而允许在系统压力和体积由单一变量气流控制的情况下减少停留时间 τ 。

[0070] 通过阅读以下详细说明并结合显示和描述本发明示例实施方式的附图,本发明的这些和其它目的、特征和优点将对于本领域技术人员来说变得显而易见。

附图说明

[0071] 虽然本说明书以特别指出并清楚地要求本发明主题的权利要求结束,但是据信本发明将根据以下说明并结合附图得到更好地理解,其中:

[0072] 图 1 为本发明的用于原子层沉积的输送头的一个实施方案的截面侧视图;

[0073] 图 2 为显示提供到经历薄膜沉积的基材的气态材料的一种示例性布置的输送头的一个实施方案的截面侧视图;

[0074] 图 3A 和 3B 为示意性显示伴随沉积工作的输送头的一个实施方案的截面侧视图;

[0075] 图 4 为根据一个实施方案的沉积系统中的输送头的透视分解图;

[0076] 图 5A 为图 4 的输送头的连接板的透视图;

[0077] 图 5B 为图 4 的输送头的气体室板的俯视图;

[0078] 图 5C 为图 4 的输送头的气体引导板的俯视图;

[0079] 图 5D 为图 4 的输送头的基板的俯视图;

[0080] 图 6 为显示一个实施方案中的输送头上的基板的透视图;

[0081] 图 7 为根据一个实施方案的气体扩散单元的分解图;

[0082] 图 8A 为图 7 的气体扩散单元的喷口板的俯视图;

[0083] 图 8B 为图 7 的气体扩散单元的气体扩散板的俯视图;

[0084] 图 8C 为图 7 的气体扩散单元的面板的俯视图;

[0085] 图 8D 为图 7 的气体扩散单元内的气体混合的透视图;

[0086] 图 8E 为使用图 7 的气体扩散单元的换气路径的透视图;

[0087] 图 9A 为使用垂直层叠板的一个实施方案中的输送头的一部分透视图;

[0088] 图 9B 为图 9A 中示出的输送头的部件的分解图;

[0089] 图 9C 为显示使用层叠板形成的输送组合件的俯视图;

[0090] 图 10A 和 10B 分别为图 9A 的垂直板实施方案中使用的隔板的俯视图和透视图;

[0091] 图 11A 和 11B 分别为图 9A 的垂直板实施方案中使用的吹扫板的俯视图和透视图;

[0092] 图 12A 和 12B 分别为图 9A 的垂直板实施方案中使用的排气板的俯视图和透视图;

[0093] 图 13A 和 13B 分别为图 9A 的垂直板实施方案中使用的反应物板的俯视图和透视图；

[0094] 图 13C 为交换方向的反应物板的俯视图；

[0095] 图 14 为显示有关距离尺寸和力方向的输送头的侧视图；

[0096] 图 15 为显示主要的涂布部分以及入口和出口部分的沉积系统的侧视图；

[0097] 图 16 为显示含有符合本发明的模块的沉积系统的透视图；

[0098] 图 17 为说明使用本发明的沉积系统的一个实施方案形成薄膜的透视图；

[0099] 图 18 为具有带曲率的沉积输出面的输送系统的一个实施方案的截面侧视图；

[0100] 图 19A 为本发明的模块沉积系统的一个实施方案的截面侧视图；

[0101] 图 19B 为本发明的模块沉积系统的另一个实施方案的截面侧视图；和

[0102] 图 20 说明包括后部气流支撑的沉积系统的一个实施方案。

[0103] 发明详述

[0104] 本说明书将特别关注形成本发明的装置的一部分或更直接地与该装置配合的元件。应理解并未特别示出或描述的元件可以采用本领域技术人员公知的各种形式。

[0105] 对于以下说明，术语“气体”或“气态材料”用来在广义上包括任何范围的蒸发或气态元素、化合物或材料。在此使用的其它术语，例如：反应物、前体、真空和惰性气体，均具有材料沉积技术领域技术人员公知的常规含义。提供的附图未按比例绘制，而是用来显示本发明的一些实施方案的整体功能和结构布置。

[0106] 对于许多薄膜应用，基材通常被认为是材料片，其可以是或者可以不是平坦的。典型的基材的实例为玻璃、金属或塑料片。另外，要涂布的基材可以为任意形状的刚性物体，只要沉积头能够实现紧密接近该物体的表面。这种物体的实例可以为圆柱形滚筒或球形物体。在基材并非完全平坦的情况下，从头到基材的距离可以为平均值，视沉积区域的情况而定。

[0107] 对于以下说明，叠加具有其常规含义，其中各元件以一个部件的各部分与另一个部件的对应部分对准，并且它们的边缘通常重合的方式，在彼此之上布置或者彼此倚靠布置。

[0108] 当涉及引导气流时，术语“上游”和“下游”具有其常规含义。

[0109] 本发明的装置显著不同于 ALD 的常规方法，使用将气态材料输送到基材表面的改进的分配设备，适合于在较大的和基于网片的或网片支撑的基材上沉积，并且能够以提高的通过速率获得高度一致的薄膜沉积。本发明的装置和方法使用连续（与脉冲相反）气态材料分配。本发明的装置允许在大气压或接近大气压以及真空下工作，能够在未密封或开放空气环境中工作。

[0110] 参照图 1，显示本发明的用于在基材 20 上原子层沉积的输送头 10 的一个实施方案的截面侧视图。输送头 10 具有用作接收第一气态材料的入口的气体入口管道 14，用作接收第二气态材料的入口的气体入口管道 16，和用作接收第三气态材料的入口的气体入口管道 18。这些气体经由具有如随后所述可以包括扩散器的结构布置的输出通道 12 在沉积输出面 36 排出。图 1 和随后的图 2-3B 中的虚线箭头表示从输送头 10 到基材 20 的气体输送。图 1 中，X 箭头也表示排气路径（在该图中显示为向上）和与提供一个排气口的排气管道 24 连通的排气通道 22。为简单说明起见，图 2-3B 中并未标明排气。因为废气仍可能

含有大量未反应的前体,所以使主要含有一种反应性物质的排气流与主要含有另一种物质的排气流混合可能是不合要求的。因此,认识到输送头 10 可以含有若干独立的排气口。

[0111] 在一个实施方案中,气体入口管道 14 和 16 适合于接收在基材表面上依次反应实现 ALD 沉积的第一和第二气体,气体入口管道 18 接收对第一和第二气体惰性的吹扫气体。输送头 10 与可以在基材载体上提供的基材 20 隔开一定距离 D,如随后更详细描述。通过移动基材 20,移动输送头 10,或移动基材 20 和输送头 10 两者,可以在基材 20 和输送头 10 之间提供往复运动。在图 1 中所示的特殊实施方案中,基材 20 通过基材载体 96 以往复方式横跨沉积输出面 36 移动,如图 1 中的箭头 A 和基材 20 的左右两边的虚线轮廓所示。应理解对于使用输送头 10 的薄膜沉积来说,往复运动并不总是必须的。也可以在基材 20 和输送头 10 之间提供其它类型相对运动,例如以一个或多个方向移动基材 20 或输送头 10,如随后更详细描述。

[0112] 图 2 的截面图显示气流排出到输送头 10 的一部分沉积输出面 36 上(如前所述省略排气路径)。在该特殊布置中,各输出通道 12 与图 1 中看到的气体入口管道 14、16 或 18 之一气流连通。各输出通道 12 通常输送第一反应物气态材料 O,或第二反应物气态材料 M,或第三惰性气态材料 I。

[0113] 图 2 显示气体的相对基本或简单的布置。设想的是在薄膜单一沉积中在不同的口可以依次输送多种非金属沉积前体(例如材料 O)或多种含金属前体材料(例如材料 M)。可选地,当制造复杂薄膜材料,例如具有交替的金属层或具有少量混合在金属氧化物材料中的掺杂剂的薄膜材料时,可以在单一输出通道处施加反应性气体的混合物,例如金属前体材料的混合物或金属和非金属前体的混合物。有效地,标记为 I 的也称作吹扫气体的惰性气体的中间流,将其中气体可能互相反应的任何反应物通道分离。第一和第二反应物气态材料 O 和 M 互相反应实现 ALD 沉积,但是反应物气态材料 O 和 M 都不与惰性气态材料 I 反应。图 2 和以下使用的命名表示反应物气体的一些典型类型。例如,第一反应物气态材料 O 可以为氧化气态材料;第二反应物气态材料 M 可以为含金属化合物,例如含锌材料。惰性气态材料 I 可以为氮气、氩气、氦气,或在 ALD 系统中通常用作吹扫气体的其它气体。惰性气态材料 I 对第一或第二反应物气态材料 O 和 M 为惰性。第一和第二反应物气态材料之间的反应可以形成金属氧化物或其它二元化合物,在一个实施方案中,例如氧化锌 ZnO 或 ZnS ,用于半导体。多于两种反应物气态材料之间的反应可以形成三元化合物,例如 ZnAlO 。

[0114] 图 3A 和 3B 的截面图以简化示意性形式显示当输送反应物气态材料 O 和 M 时,基材 20 沿输送头 10 的沉积输出面 36 通过时进行的 ALD 涂布工作。图 3A 中,基材 20 的表面首先接收由被指派为输送第一反应物气态材料 O 的输出通道 12 连续排出的氧化剂。基材的表面现在包含对与材料 M 反应敏感的材料 O 的部分反应形式。然后,随着基材 20 进入第二反应物气态材料 M 的金属化合物的路径,其与 M 发生反应,形成金属氧化物或可以由两种反应物气态材料形成的某些其它薄膜材料。不同于常规的解决方案,图 3A 和 3B 中所示的沉积顺序在对于给定基材或其规定区域进行沉积期间是连续的,而非脉冲的。也即,基材 20 通过输送头 10 的表面,或相反地输送头 10 通过基材 20 的表面时,材料 O 和 M 被连续排出。

[0115] 如图 3A 和 3B 所示,在第一和第二反应物气态材料 O 和 M 的流之间,在交替的输出通道 12 中提供惰性气态材料 I。值得注意地,如图 1 中所示的,在输出通道 12 之间引入排气通道 22,而优选没有真空通道。仅需要使用提供少量抽吸的排气通道 22 来将由输送头

10 排出并用于处理的废气放空。

[0116] 输送头 10 的工作的一种情况涉及相对基材 20 提供气压,以通过施加的压力至少部分保持间距 D。通过在沉积输出面 36 和基材 20 的表面之间保持一定量气压,本发明的装置为输送头 10 自身,或另外地为基材 20,提供至少一部分空气支撑,或更适当地气流支撑。这种布置有助于简化输送头 10 的移动要求,如随后描述的。重要地,允许输送头接近基材,使其由气压支撑的效果有助于分离气流。通过使输送头在这些流上浮动,压力场在反应性和吹扫流区域中建立,使得在几乎没有或没有其它气流混合下将气体从入口引导排气。

[0117] 在一个实施方案中,因为间距 D 较小,所以即使距离 D 的一个小的改变(例如即使 100 微米)也将要求显著改变提供间距 D 的流量和相应的气压。例如,在一个实施方案中,间距 D 加倍,涉及少于 1mm 的改变,将要求提供间距 D 的气体流速增加超过两倍,优选超过四倍。作为一般原理,设想实际上更有利的是将间距 D 减到最小,并由此以降低的流量工作。

[0118] 对于一个实施方案中的整体组合件的一小部分,图 4 的分解图显示如何可由一组带口板构造输送头 10,并显示仅一种气体的一部分的示例性气流路径。输送头 10 的连接板 100 具有一系列输入口 104,用于连接到输送头 10 上游的且在图 4 中未示出的供气源。每个输入口 104 与引导室 102 连通,引导室 102 将接收的气体向下游引导至气体室板 110。气体室板 110 具有与气体引导板 120 上的独立引导通道 122 气流连通的供给室 112。气流从引导通道 122 通过基板 130 上的特殊的细长排气通道 134。气体扩散单元 140 在其沉积输出面 36 提供输入气体的扩散和最终的输送。示例性气流 F1 被描绘为穿过输送头 10 的各个部件组合件。图 4 中示出的 x-y-z 轴方向也应用于本申请中的图 5A 和 7。

[0119] 如图 4 的实例所示,输送头 10 的输送组合件 150 形成如下叠加有孔板的布置:连接板 100、气体室板 110、气体引导板 120 和基板 130。在这种“水平”实施方案中,这些板基本平行于沉积输出面 36 设置。气体扩散单元 140 也可以由叠加有孔板形成,如随后描述的。可以理解图 4 中所示的任何板可以自身由许多叠加板制造。例如,可能有利的是由适当地偶联在一起的四或五个有孔板形成连接板 100。与形成引导室 102 和输入口 104 的机械加工或模塑方法相比,这种布置可能较不复杂。

[0120] 气体扩散单元 140 可用于使通过提供气态材料至基材的输出通道的流量均衡。标题为“DELIVERY DEVICE COMPRISING GAS DIFFUSER FOR THIN FILM DEPOSITION(用于薄膜沉积的包括气体分配器的输送装置)”的共同未决的共同转让的美国专利申请 11/620,740 公开任选可以使用的各种扩散系统,在此将其引入作为参考。可以在输送头中另外提供用于扩散气态材料和/或提供所需反压的其它手段。另外,可以在没有扩散的情况下使用输出通道来提供气态材料,如 Suntola 等人的美国专利 4,413,022 中,在此将其引入作为参考。通过提供未扩散的流,可以以较不均匀沉积为可能代价,获得较高通过量。另一方面,扩散系统特别有利于上述浮动头系统,因为其可以在输送装置内提供帮助头浮动的反压。

[0121] 图 5A 至 5D 显示结合在一起形成图 4 的实施方案中的输送头 10 的各主要部件。图 5A 为显示多个引导室 102 的连接板 100 的透视图。图 5B 为气体室板 110 的俯视图。在一个实施方案中,供给室 113 用于为输送头 10 提供吹扫或惰性气体。在一个实施方案中,供给室 115 提供前体气体(O)的混合;排气室 116 提供该反应性气体的排气路径。类似地,供给室 112 提供另一种所需的反应性气体,金属性前体气体(M);排气室 114 提供该气体的排

气路径。

[0122] 图 5C 为该实施方案中的输送头 10 的气体引导板 120 的俯视图。提供金属性前体材料 (M) 的多个引导通道 122 以一种模式布置,用于连接适当的供给室 112(该视图中未示出)和基板 130。相应的排气引导通道 123 靠近引导通道 122 设置。引导通道 90 提供另一种前体材料 (O) 并具有相应的排气引导通道 91。引导通道 92 提供吹扫气体 (I)。应再次强调图 4 和 5A-5D 显示一个说明性实施方案;许多其它实施方案也是可能的。

[0123] 图 5D 为输送头 10 的基板 130 的俯视图。基板 130 具有多个与排气通道 134 交错的细长喷射通道 132。

[0124] 图 6 为显示由水平板形成的基板 130 和显示输入口 104 的透视图。图 6 的透视图显示从输出侧观察的并具有细长喷射通道 132 和细长排气通道 134 的基板 130 的外表面。参照图 4,图 6 的视图取自面向气体扩散单元 140 的一侧。

[0125] 图 7 的分解图显示用来形成如图 4 的实施方案及随后所述其它实施方案中使用的任选气体扩散单元 140 的一个实施方案的部件的基本布置。这些包括在图 8A 的俯视图中的示出的喷嘴板 142。如图 6、7 和 8A 的视图所示,喷嘴板 142 倚靠基板 130 装配并从细长喷射通道 132 获得其气流。在示出的实施方案中,输出通道 143 提供所需的气态材料。连续的第一排气狭槽 180 在排气路径中提供,如随后描述的。

[0126] 参照图 8B,和板 142 和 148(图 7 中示出)协同扩散的气体扩散板 146 倚靠喷嘴板 142 装配。优化喷嘴板 142、气体扩散板 146 和面板 148 上的各种通道的布置,以提供所需的气流扩散量,同时有效地引导排出气体离开基材 20 的表面区域。狭槽 182 提供排气口。在示出的实施方案中,形成第二扩散输出通道 147 的气体供给狭槽与排气狭槽 182 在气体扩散板 146 中交替。

[0127] 如图 8C 所示的面板 148 则面向基材 20。该实施方案中,提供气体的第三扩散输出通道 149 与排气狭槽 184 同样交替。

[0128] 图 8D 集中于穿过气体扩散单元 140 的气体输送路径;图 8E 则以相应的方式显示排气路径。参照图 8D,对于代表性的气体口组合,显示在一个实施方案中用于充分扩散输出流 F2 的反应性气体的整体布置。经由喷嘴板 142 上的第一输出通道 143 提供来自基板 130(图 4)的气体。气体向下游达到气体扩散板 146 上的第二扩散输出通道 147。如图 8D 所示,在一个实施方案中在通道 143 和 147 之间可以存在垂直偏移(也即使用图 7 中所示的水平板布置,垂直为相对于水平板平面成正交),有助于产生反压并因此促进更均匀的流。气体然后进一步向下游到达面板 148 上的第三扩散输出通道 149。不同的输出通道 143、147 和 149 不仅可以空间偏移,而且也可以具有不同的几何结构以优化混合。

[0129] 在没有任选的扩散单元的情况下,基板中的细长喷射通道 132 可以用作输送头 10 的输出通道 12,代替第三扩散输出通道 149。

[0130] 图 8E 以符号方式描绘在类似的实施方案中为排出气体提供的排气路径,其中下游方向与供给的气体的下游方向相反。流 F3 表示分别穿过连续的第三、第二和第一排气狭槽 184、182 和 180 的排出气体的路径。不同于用于气体供给的流 F2 的更曲折的混合路径,图 8E 中所示的排出布置预期使来自表面的废气快速运动。因此,流 F3 为离开基材表面的相对直的排出气体。

[0131] 再次参照图 4,如连接板 100、气体室板 110、气体引导板 120 和基板 130 所示的部

件的组合可以加以集合,提供输送组合件 150。输送组合件 150 可以存在替代实施方案,包括使用图 4 的相同布置和视图,由垂直而非水平的有孔板形成的输送组合件。

[0132] 参照图 9A,根据仰视图(也即从气体排放侧观察),显示可用于使用相对于沉积输出面 36 垂直配置的许多叠加有孔板的输送组合件 150 的替代布置。为简单说明起见,图 9A 的“垂直实施方案”中所示的输送组合件 150 的部分具有两个细长喷射通道 152 和两个细长排气通道 154。图 9A 至 13C 的垂直板布置可以轻易地扩大,以提供许多喷射和排气通道。如图 9A 和 9B 中有孔板相对于沉积输出面 36 平面垂直配置,各细长喷射通道 152 通过具有随后更详细示出的由隔板界定的侧壁和在侧壁之间居中的反应物板来形成。孔口的正确定位然后提供与气态材料供给源的流体连通。

[0133] 图 9B 的分解图显示用来形成图 9A 中所示的输送组合件 150 的小部分的有孔板的布置。图 9C 为显示具有用于喷射气体的五个细长通道 152 并使用叠加的有孔板形成的输送组合件 150 的俯视图。图 10A 至 13C 然后以俯视图和透视图形式显示各种有孔板。为简单起见,为每一种有孔板给出字母命名:分离器 S、吹扫 P、反应物 R 和排气 E。

[0134] 图 9B 中从左至右为用于引导气体朝向或离开基材的板之间交替的隔板 160(S),其也在图 10A 和 10B 中示出。图 11A 和 11B 中示出了吹扫板 162(P)。图 12A 和 12B 中示出了排气板 164(E)。图 13A 和 13B 中示出了反应物板 166(R)。图 13C 显示通过水平翻转图 13A 的反应物板 166 获得的反应物板 166';这种交换方向也可以根据需要用于排气板 164。当板叠加时,各有孔板中的孔口 168 对准,由此形成管道,以使气体能够如参照图 1 所述的经由输送组合件 150 进入细长喷射输出通道 152 和排气通道 154。

[0135] 返回到图 9B,仅示出输送组合件 150 的一部分。该部分的板结构可以使用先前赋予的字母缩写来表示,也即:

[0136] S-P-S-E-S-R-S-E-(S)

[0137] (该序列中最后的隔板在图 9A 或 9B 中未示出。)如该序列所示,隔板 160(S) 通过形成侧壁来界定各通道。提供用于典型 ALD 沉积的两种反应性气体以及必要的吹扫气体和排气通道的最小的输送组合件 150 将使用完全缩写序列表示:

[0138] S-P-S-E1-S-R1-S-E1-S-P-S-E2-S-R2-S-E2-S-P-S-E1-S-R1-S-E1-S-P-S-E2-S-R2-S-E2-S-P-S-E1-S-R1-S-E1-S-P-S

[0139] 其中 R1 和 R2 表示用于使用的两种不同反应性气体的处于不同方向的反应物板 166, E1 和 E2 相应地表示处于不同方向的排气板 164。

[0140] 排气通道 154 不必为常规意义上的真空口,而是可以仅被提供来抽取来自其相应输出通道 12 的流,由此促进通道内的均一流动模式。仅略微低于相邻细长喷射通道 152 的气压负值的负向抽吸可以有助于促进有序流动。负向抽吸可以例如利用 0.2 至 1.0 大气压的源(例如真空泵)处的抽吸压力工作,而典型的真空例如为低于 0.1 大气压。

[0141] 使用由输送头 10 提供的流动模式提供许多优于单独向沉积室脉冲气体的常规方法的优点,所述常规方法例如先前背景部分中提及的那些。沉积装置的灵活性提高,本发明的设备适于其中基材尺寸超过沉积头尺寸的高容量沉积应用。流体动力学也比先前的方法得到改善。

[0142] 用于本发明的流布置允许如图 1 中所示的输送头 10 和基材 20 之间的距离 D 非常小,优选低于 1mm。沉积输出面 36 可以很接近地位于基材表面约 1 密耳(大约 0.025mm)

内。由反应性气流产生的气压有助于紧密定位。比较起来,CVD 装置要求显著更大的间距。先前的方法,例如前述 Yudovsky 的美国专利 6,821,563 中描述的循环沉积,被限制在对于基材表面 0.5mm 或更大的距离,而本发明的实施方案可以在低于 0.5mm,例如低于 0.450mm 处实施。实际上,将输送头 10 接近于基材表面定位在本发明中是优选的。在特别优选的实施方案中,距基材表面的距离 D 可以为 0.20mm 或更小,优选小于 100 μm 。

[0143] 理想的是当在叠加板实施方案中组装大量板时,输送至基材的气流均匀穿过所有输送气流的通道(I、M 或 O 通道)。这一点可以通过适当设计有孔板来实现,例如在各板的流动模式的某部分中具有节流器,该节流器被精加工以便为各喷射输出或排气通道提供可再现的压降。在一个实施方案中,输出通道 12 沿着开口长度显示至多约 10% 偏差以内的基本相等的压力。甚至可以提供更高的公差要求,例如允许至多约 5% 或甚至低至 2% 的偏差。

[0144] 虽然使用叠加有孔板的方法是构造本发明物品的特别有用的方法,但是制造这种结构的许多其它方法可以用于替代实施方案。例如,可以通过直接机械加工一个金属块或粘合在一起的若干金属块来制造该装置。此外,如本领域技术人员将了解的,可以使用涉及内模特征的模塑技术。也可以使用许多立体光刻(stereolithography)技术的任一种来构造该装置。

[0145] 由本发明的输送头 10 提供的一个优点涉及保持其沉积输出面 36 和基材 20 表面之间的适当间距 D(图 1)。图 14 显示使用由输送头 10 喷射的气流压力保持距离 D 的一些关键条件。

[0146] 图 14 中示出代表性数目的输出通道 12 和排气通道 22。来自一个或多个输出通道 12 的喷射气体的压力产生如由该图中的向下箭头指示的力。为了使这一力向输送头 10 提供有用的缓冲或“空气”支撑(气流支撑),必须存在足够的承载面积,也即可以与基材 20 紧密接触的沿着沉积输出面 36 的实体表面积。承载面积的百分比对应于允许在其下方形成气压的沉积输出面 36 的实体面积的相对量。最简单的,承载面积可以计算为沉积输出面 36 的总面积减去输出通道 12 和排气通道 22 的总表面积。这意味着排除具有宽度 w_1 的输出通道 12 或具有宽度 w_2 的排气通道 22 的气流面积的总表面积必须尽可能达到最大。在一个实施方案中提供 95% 的承载面积。其它实施方案可以使用更小的承载面积值,例如 85% 或 75%。为了改变分离或缓冲力以及由此相应地改变距离 D,也可以调节气体流速。

[0147] 可以理解的是提供气流支撑以使输送头 10 基本保持在高于基材 20 的距离 D 将存在优点。这一点将允许输送头 10 使用任何适当类型的传送机构基本无摩擦的运动。然后随着在材料沉积期间输送头 10 被引导来回扫过基材 20 的表面,输送头 10 可以在基材 20 的表面上方“盘旋”。

[0148] 如图 14 所示,输送头 10 可能过重,以致向下的气体力不足以保持所需间隔。在这种情况下,辅助提升部件,例如弹簧 170、磁铁或其它设备可用于补充提升力。在其它情况下,气流可能足够高,以致产生相反的问题,使得将迫使输送头 10 离开基材 20 的表面过大的距离,除非施加额外的力。在这种情况下,弹簧 170 可以为压缩弹簧,提供额外所需的力以保持距离 D(相对于图 14 的布置为向下)。可选地,弹簧 170 可以为补充向下力的磁铁、弹性体弹簧或某种其它设备。在本发明的一些实施方案中,输送头 10 可以是固定的。在其中输送头 10 固定以及基材允许漂浮的情况下,可以由弹簧 172 向如图 14 所示的基材 20 施

加额外的力。

[0149] 可选地,输送头 10 可以相对于基材 20 定位于某种其它方向。例如,基材 20 可以由对抗重力的空气支撑效应来支撑,使得基材 20 可以在沉积期间沿着输送头 10 移动。图 20 中示出使用空气支撑效应在基材 20 上沉积,基材 20 在输送头 10 上方得到缓冲的一个实施方案。

[0150] 图 20 的替代实施方案显示基材 20 在输送头 10 和气流支撑 98 之间在方向 K 上移动。在该实施方案中,输送头 10 具有空气支撑,或更恰当地气流支撑效应,并且与气流支撑 98 协同,以便保持输送头 10 的沉积输出面和基材 20 之间的所需距离 D。气流支撑 98 可以使用惰性气体或空气或某种其它气态材料的流 F4 来引导压力。应注意在本沉积系统中,基材载体或支架可以在沉积期间与基材接触,基材载体可以为传送基材的装置,例如辊。因此,所处理的基材的绝热并非本系统的必要条件。

[0151] 虽然沉积仅在沉积头的显示交替顺序反应性气体的区域中发生,但是实际情况要求沉积系统具有靠近沉积头的多个部分,以提供在其上装载和卸载基材进入或离开涂布部分的区域,以及任选为延伸超过如图 15 的沉积系统 60 中所示沉积区域的基材部分提供支撑,其中基材 20 的部分以放大部分 21a 和 21b 的形式示出。为了说明起见,鉴于基材移动的方向,入口部分 200 为沉积或涂布部分 220 之前的部分,出口部分 240 为沉积或涂布部分 220 之后的部分。

[0152] 因为沉积头通过气体支撑效应保持接近基材,所以入口和出口部分也使用类似的效应是适当的。这些部分可以具有与沉积部分的配置非常相似的气体输送狭槽(或更通常为口)的配置。实际上,在一些情况下可能的是入口和出口狭槽与沉积区域中的输出狭槽相同,除了它们仅用单一气体供给。

[0153] 入口部分 200 和出口部分 240 可以用对薄膜的制造和性能没有不利影响的用于漂浮的任何气体供给。在很多情况下,可能理想的是使用惰性气体作为入口部分 200 和出口部分 240 的漂浮气体。可选地,因为基材在沉积之前和之后可能接触空气,所以就气体利用率而言,当使用空气作为这些部分之一或两者的漂浮气体可以实现成本节约时,可以是使用空气的时机。

[0154] 入口部分 200 和出口部分 240 可以任选仅使用单一气体供给源,而无需考虑额外的气体控制。在优选的实施方案中,入口部分 200 和出口部分 240 的非沉积输出面具有向入口或出口部分的非沉积输出面供给气体的非沉积输出口 252 的布置以及从非沉积输出面的表面排出气体的排气口 254 的布置。使用排气口 254 允许更稳固地定位基材和保持基材和非沉积输出面之间的适当间隙。

[0155] 如上所述,对于入口部分 200 和出口部分 240,非沉积输出面可以具有根据沉积或涂布部分的需要成狭槽形状的输出口 252 和排气口 254。但是,这些口可以具有任何适当的形状,因为与涂布部分相比,这些部分中不需要将来自一种口的气体与另一种口的气体容纳或分离。其它类型的口的实例将是正方形、五边形,或优选圆形口,仅举几个例子。

[0156] 在其中非沉积输出口 252 和排气口 254 是狭槽的情况下,优选的狭槽布局将是由非沉积输出开口 252 环绕各排气口或通道 254 的每一侧,以及同样地由排气口 254 环绕各非沉积输出开口 252 的每一侧。在优选的实施方案中,入口和出口部分的最远端处的口将为非沉积输出口。在其中非沉积输出口 252 和排气口 254 为圆形口的情况下,这些可以以

提供交替的所述类型口的任何方式布置。一个优选的布局为方形图案的孔洞,其中各输出口 252 由排气口 254 最接近地环绕,同样各排气口由非沉积输出口 252 环绕。

[0157] 可选地,入口和出口部分可以使用多孔材料来向非沉积输出面输送气体。

[0158] 入口、出口和涂布部分可以保持在规定的预先选择的温度或温度范围,任选对于各部分具有不同的温度设定值。

[0159] 其中基材可以反复暴露于来自涂布头的交替顺序的气体的任何方式将引起薄膜的 ALD 增长。现有技术中已经预期了往复运动用于这种增长。但是,往复运动涉及允许基材装载和基材方向反复反转的复杂的机械系统。关于往复运动的较不明显但是仍然重要的问题是至少一部分基材在其增长期间必须在各冲程之间退出沉积区域,导致退出区域暴露于可能不受控制的环境。

[0160] 本发明关于上述问题的解决方案包括设计涂布或输送头具有足够的 ALD 循环,基材仅需要进行单次或至多单次双向通过涂布区域,以便接收特定薄膜所需的沉积量。可见在这种构造中可以实现基材上任何位置的整体 ALD 增长,在一个优选的实施方案中,无须使基材为了沉积目的而发生方向反转。

[0161] 再次参照图 15 的实施方案的沉积系统 60,通过将基材装载进入入口部分 200,移动基材通过入口部分 200,到达并通过涂布部分 220,继续移动基材进入出口部分 240,在其中具有完成的薄膜的基材 20 可以被除去,可以形成所需厚度的完成薄膜层。这一点具有额外的优点,在完成所需层厚之前不存在从涂布区域移出基材的理由。除了避免对不受控制的环境的任何暴露之外,单次通过中的连续增长将增加基材上任何给定点的总沉积速率。

[0162] 上述单向运动的另一个优点是简化了基材移动所需的机械系统。基材移动可以借助于引起线性运动的任何种类设备实现,所述线性运动例如是线性发动机驱动的线性行程、旋转发动机驱动的线性行程、皮带驱动或如本领域技术人员知晓的引入线性运动的任何其它方法。也可以实现移动基材的非接触法。这种方法包括粘滞力,例如引导气流、磁性力和电力。

[0163] 因为该系统无须改变基材方向,并且气体支撑效应产生低摩擦力,所以也可以通过为基材提供初速度,然后允许基材靠其自身惯性至少在一定程度上滑动通过沉积区域,实现基材移动通过沉积区域。可以通过上述任何运动方法赋予基材初速度。

[0164] 也可以通过重力作用赋予基材速率。因此,涂布、入口和出口部分可以倾斜以允许重力给料,以实现部分或全部基材运动。此外,这些部分的倾斜程度可以是机械可调的,使得在沉积过程中,可以通过将涂布部分、入口部分或出口部分的斜度从水平改变至某一斜度水平,使静止的基材加速。

[0165] 虽然为基材移动简单起见,单向单次通过沉积系统可能是优选的,但是对于具有较小脚印 (foot-print) 的沉积系统,双向系统可能是优选的。相对而言,在双向系统的情况下,入口和出口部分将具有与单向系统类似的长度,但是涂布部分将仅需要一半的长度。再次参照图 15,在这种实施方案中,通过装载基材 20 进入入口部分 200,移动基材通过入口部分 200,到达并通过涂布部分 220,继续移动基材进入出口部分 240,在其中基材移动方向将反转并且基材将向后移动通过涂布部分 220,进入入口部分 200,在其中将具有完成的薄膜的基材除去,将形成所需厚度的完成薄膜层。

[0166] 本发明的涂布部分 220、入口部分 200 和出口部分 240 为复杂的机械系统,具有大

量内部通路和沉积输出面口。这些系统常常由大量连接部件构成。此外,为了实现单次通过沉积,涂布部分的长度和沉积输出面狭槽的数目可以非常大。例如,单一沉积循环可能需要八个细长狭槽:吹扫-排气-第一反应性气体-排气-吹扫-排气-第二反应性气体-排气。如果假设单一沉积循环产生 $1 \text{ \AA}$ 的层厚,则为获得 $1000 \text{ \AA}$ 的层厚,将需要 1000 次上述循环。如果我们进一步假定各细长狭槽与其相邻的狭槽隔开 0.025 英寸,则沉积区域的总长度将为 16.7 英尺。此外,如果入口部分和出口部分需要处于某种适当的长度以承载基材,则这些单元很可能超过 5 英尺长。

[0167] 通过制造单一的单块沉积头可能难以制造这种大型沉积区域。困难由一些因素产生。首先,这种长的头将由数千部件组成,并且成功构造的头将需要在没有重大或不可接受的缺陷的前提下组装这许多的部件。此外,主要问题可能在于将非常大的头安装和装载进入整个沉积系统中。最后,如果头在操作中损坏,则替换单个大型头将非常昂贵和费时。

[0168] 单个大型沉积头的替代方案为构造具有独立模块的头。模块可以表示完全部分,例如入口、出口或涂布部分。另外,给定部分可以由许多模块构造。图 16 显示涉及模块构造的一个实施方案的视图。在图 16 中,入口部分 200 由 4 个模块 202a、202b、202c 和 202d 组成。沉积系统 60 的涂布部分 220 由 5 个模块 222a、222b、222c、222d 和 222e 组成。涂布部分的放大部分显示两个模块靠近基材部分 21c,其中为了改善结果,模块的表面相对于基材的布置变化限制在距离 xx 的最大所需变化之内。这些涂布部分模块可以相同或不同,取决于最终沉积系统 60 的设计。从实际目的出发,多个涂布部分模块的每一个至少包含适当数目的输出口和排气口以完成单个 ALD 循环。优选,模块将被设计用于一至五十个完整 ALD 循环。图 16 显示出口部分 240 由单一模块组成。本领域技术人员应理解许多模块组合可用于最终沉积系统的构成,图 16 仅起说明一个说明性实施方案或可能布局的作用,实施方案或布局毫无疑问将取决于并适合于待涂布的具体基材、具体工艺、涉及的材料和薄膜,以及待制造的设备的具体类型。

[0169] 在一个优选的实施方案中,沉积系统可以在涂布部分中包括例如 8 个或更多模块,优选 10 至 100 个模块。这种模块的每一个可以包括在沉积系统中基本分离和独立构造、组装和定位的输送头。

[0170] 为理解模块的数目如何在构造涂布部分中影响产率,研究由 8000 个板组成的涂布部分的实例。假定在组合件中存在缺陷率,使得在组装每 200 个板中,组合件中具有缺陷的概率为 2%。在根据每个模块 200 个板组装这一部分中,将需要 40 个工作模块,因此为生产 40 个可用的模块将需要组装大约 41 个模块(大约 2% 损耗)。为尝试 8000 个板的单一结构,单一结构工作的概率为 $0.98^{40} = 44\%$ 。结果,生产单一工作单元将需要大约 2 个完全的涂布部分(大约 50% 损耗)。本发明的一个实施方案中的本发明模块情况可以显著避免或减少该问题。

[0171] 在优选的实施方案中,本发明的涂布、入口和出口部分全部利用气体支撑效应工作。照此,基材和沉积头之间的间隙可以非常小,有时低到 10 微米。因此非常重要的一部分的沉积输出面的表面没有不连续性。在模块结构中,以图 16 的涂布部分说明的部分的模块必须很好地对准沉积输出面。图 16 的插图的距离 xx 要求小,以便实现这种对准并在位置/高度方面具有极低的错位。距离 xx 将小于 10 微米,优选小于 5 微米,甚至更优选小于 2 微米。

[0172] 有许多方法来获得模块的适当高度定位。模块可以分别安装在位置调整装置上和/或在给定模块的安装物上,该位置调整装置可用于调整沉积输出面的高度至某一所需位置。高度调整装置的实例为旋转微米定位器、压电定位器和本领域中已知的其它装置。

[0173] 经常希望涂布由单一材料组成的薄膜。但是希望的薄膜有这样的薄膜,其中包含许多不同材料层的完成的薄膜可能是有用的。在模块化涂布部分的情况下,可能的是涂布部分内的多个模块能够输送不同气体,因此并非所有的模块产生相同的涂层。图 17 说明沉积系统 60 的一个实施方案,其中涂布部分的模块输送不同的沉积化学品。涂布部分 220 由九个模块组成。模块 232a 适合于输送化学品形成第一薄膜材料,模块 232b 适合于输送化学品形成第二薄膜材料,模块 232c 适合于输送化学品形成第三薄膜材料。模块 232a、232b 和 232c 加以排列,使得进出口部分 240 的完成的薄膜涂层含有在相对于基材部分 21d 显示的整个多重薄膜结构 330 中分别具有第一薄膜材料 332a、第二薄膜材料 332b 和第三薄膜材料 332c 的交替薄膜层。这些层的每一个的厚度由相应的涂布部分 220 模块内的 ALD 循环数决定。本领域技术人员应理解第一、第二和第三材料可以为能够使用前述 ALD 沉积系统适当沉积的任何材料。图 17 不应被认为是限制性的,相反其应作为形成多层薄膜的一种可能结构。图 17 中的出口部分 240 和入口部分 200 中的模块 202a 至 202d 与先前附图中解释的那些相似。

[0174] 为了涂布平坦基材的目的,通常假定涂布装置的沉积输出面也将是平坦的。但是,具有弯曲度的沉积输出面可以具有一些优点。

[0175] 表面的曲率通常可以由曲率半径定义。曲率半径为其中圆形区域与沉积输出面的曲率匹配的圆周半径。在其中表面曲率变化并且不能由单一半径描述的情况下,则最大曲率和曲率的最小半径可以用来定义该系统的曲率的特性半径。

[0176] 对于某些基材,可能有用的是在基材的运动方向沉积头具有一定曲率。这一点可以具有有益的作用,允许基材的前沿具有比基材的其余部分更低的向下力,因为头的曲率将倾向于将基材的前沿拉离涂布部分沉积输出面。

[0177] 对于某些基材,可能有用的是在垂直于基材运动方向的方向中具有曲率。这种弯曲度将具有波纹效应,增加基材的刚性并使涂层更加稳固。

[0178] 在模块化沉积系统的情况下,单个模块的表面可以是或可以不是弯曲的。图 18 显示弯曲的沉积区域的实例,结果是在沉积期间模块沿着与基材的所需弧度匹配的弧度布置和旋转。图 18 中的部件对应于图 16 中的那些,除了相对于与模块的弯曲载体 250 对准的模块,提供曲率。

[0179] 对于在一些工艺中的一些材料的沉积,可能有利的是加热基材。图 19A 和 19B 分别说明辐射和对流热源作为沉积系统的一个实施方案的组成部分。辐射热源 260 可以由如图 19A 中说明的 IR 灯 265 或者本领域中已知的任何辐射热源,例如石英卤素灯来制造。图 19B 中说明的对流热源 270 可以使用加热的吹风机。另外,对流热源 270 可使用冷的吹风机用于冷却基材。图 19A 和 19B 中的其它部件对应于图 16 中的那些,除了仅先前对于图 19A 和 19B 提及的部件。本发明的装置优点在于其能够在宽的温度范围内,包括在一些实施方案中室温或接近室温,在基材上进行沉积。本发明的装置可以在真空环境中工作,但是特别适合于在大气压或接近大气压下工作。

[0180] 在优选的实施方案中,ALD 可以在大气压或接近大气压下,和在宽的环境和基材温

度范围内,优选在低于 300℃ 的温度下进行。优选,为将污染可能性减到最小,需要相对清洁的环境;但是当使用本发明装置的优选实施方案时,获得良好性能将不需要完全“清洁室”条件或充有惰性气体的外罩。

[0181] 再次参照图 15,原子层沉积 (ALD) 系统 60 可以任选具有室或外壳 (未示出) 用于提供相对良好的受控和无污染物环境。沉积系统 60 也可以包括气体源 (未示出),以通过供给管线 (未示出) 向涂布部分 220 提供第一、第二和第三气态材料。优选,这些供给管线将具有快速释放机构;排气管线也优选具有快速释放机构。为简单起见,任选的真空蒸汽回收装置和其它载体部件在图 15 中未示出,但是也可以使用。这种蒸汽回收装置将优选用来再循环入口部分 200 和出口部分 240 中使用的气体。移动子系统 (未示出) 可以沿着入口部分 200、涂布部分 220 和出口部分 240 的非沉积输出面传送基材 20,在 x 方向提供移动,使用本公开内容中使用的坐标轴系统。运动控制以及阀门和其它承载部件的总体控制可以由控制逻辑处理器提供,所述控制逻辑处理器例如是计算机或专用微型处理机组件,例如优选 PLC 或可编程逻辑计算机。使用这种计算机的工艺控制可以用于沉积系统,仅在以单一单向通过方式移动基材通过涂布部分期间在基材上形成薄膜沉积。单向移动可以由移动基材通过涂布部分的装置提供。另外,这种单向移动可以至少部分由工艺控制设备或系统提供,其中薄膜沉积期间输送头的功能或工作和每个基材移动通过沉积系统共同受到控制。

[0182] 在可以特别用于网片制造的另一个实施方案中,ALD 系统可以具有多个输送头,或者具有布置在经历沉积的基材的每侧的两个输送头。可选地可以提供柔性材料的柔性输送头。这一点将提供对沉积表面显示至少一定一致性的沉积装置。

[0183] 在另一个实施方案中,输送头的一个或多个输出通道可以使用先前提及的并且在此引入作为参考的美国申请序列号 11/392,006 中公开的横向气流布置。在这种实施方案中,支持输送头和基材之间的分离的气压可以由一定数目的输出通道,例如由例如喷射吹扫气体的那些通道 (图 2-3B 中标记为 I 的通道) 来维持。横向流于是将用于一个或多个喷射反应性气体的输出通道 (图 2-3B 中标记为 O 或 M 的通道)。

[0184] 同样,虽然空气支撑效应可以用来使输送头从基材表面至少部分分离,但是本发明的装置可以可选地用来使基材从输送头的沉积输出面提升或漂浮。可以可选地使用其它类型的基材固定器,包括例如压板。

[0185] 部件清单

[0186] 10 输送头

[0187] 12 输出通道

[0188] 14、16、18 气体入口管道

[0189] 20 基材

[0190] 21a、21b、21c、21d 部分基材

[0191] 22 排气通道

[0192] 24 排气管道

[0193] 36 沉积输出面

[0194] 60 原子层沉积 (ALD) 系统

[0195] 90 前体材料的引导通道

- [0196] 91 排气引导通道
- [0197] 92 吹扫气体的引导通道
- [0198] 96 基材载体
- [0199] 98 气流支撑
- [0200] 100 连接板
- [0201] 102 引导室
- [0202] 104 输入口
- [0203] 110 气体室板
- [0204] 112、113、115 供给室
- [0205] 114、116 排气室
- [0206] 120 气体引导板
- [0207] 122 前体材料的引导通道
- [0208] 123 排气引导通道
- [0209] 130 基板
- [0210] 132 细长喷射通道
- [0211] 134 细长排气通道
- [0212] 140 气体扩散单元
- [0213] 142 喷嘴板
- [0214] 143、147、149 第一、第二、第三扩散输出通道
- [0215] 146 气体扩散板
- [0216] 148 面板
- [0217] 150 输送组合件
- [0218] 152 细长喷射通道
- [0219] 部件清单 – 续
- [0220] 154 细长排气通道
- [0221] 160 隔板
- [0222] 162 吹扫板
- [0223] 164 排气板
- [0224] 166、166' 反应物板
- [0225] 168 孔口
- [0226] 170、172 弹簧
- [0227] 180 顺序第一排气狭槽
- [0228] 182 顺序第二排气狭槽
- [0229] 184 顺序第三排气狭槽
- [0230] 200 入口部分
- [0231] 202a、202b、202c、202d 入口部分模块
- [0232] 220 涂布部分
- [0233] 222a、222b、222c、222d、222e 涂布部分模块
- [0234] 232a 适合于第一薄膜材料的模块

- [0235] 232b 适合于第二薄膜材料的模块
- [0236] 232c 适合于第三薄膜材料的模块
- [0237] 240 出口部分
- [0238] 250 模块的弯曲载体
- [0239] 252 输出口
- [0240] 254 排气口
- [0241] 260 辐射热源
- [0242] 265IR 灯
- [0243] 270 对流热源
- [0244] 330 完成的薄膜
- [0245] 332a 第一薄膜材料的薄膜
- [0246] 332b 第二薄膜材料的薄膜
- [0247] 332c 第三薄膜材料的薄膜
- [0248] A 箭头
- [0249] D 距离
- [0250] E 排气板
- [0251] F1、F2、F3、F4 气流
- [0252] 部件清单 - 续
- [0253] H 高度
- [0254] I 第三惰性气态材料
- [0255] K 方向
- [0256] M 第二反应物气态材料
- [0257] O 第一反应物气态材料
- [0258] P 吹扫板
- [0259] R 反应物板
- [0260] S 隔板
- [0261] X 箭头

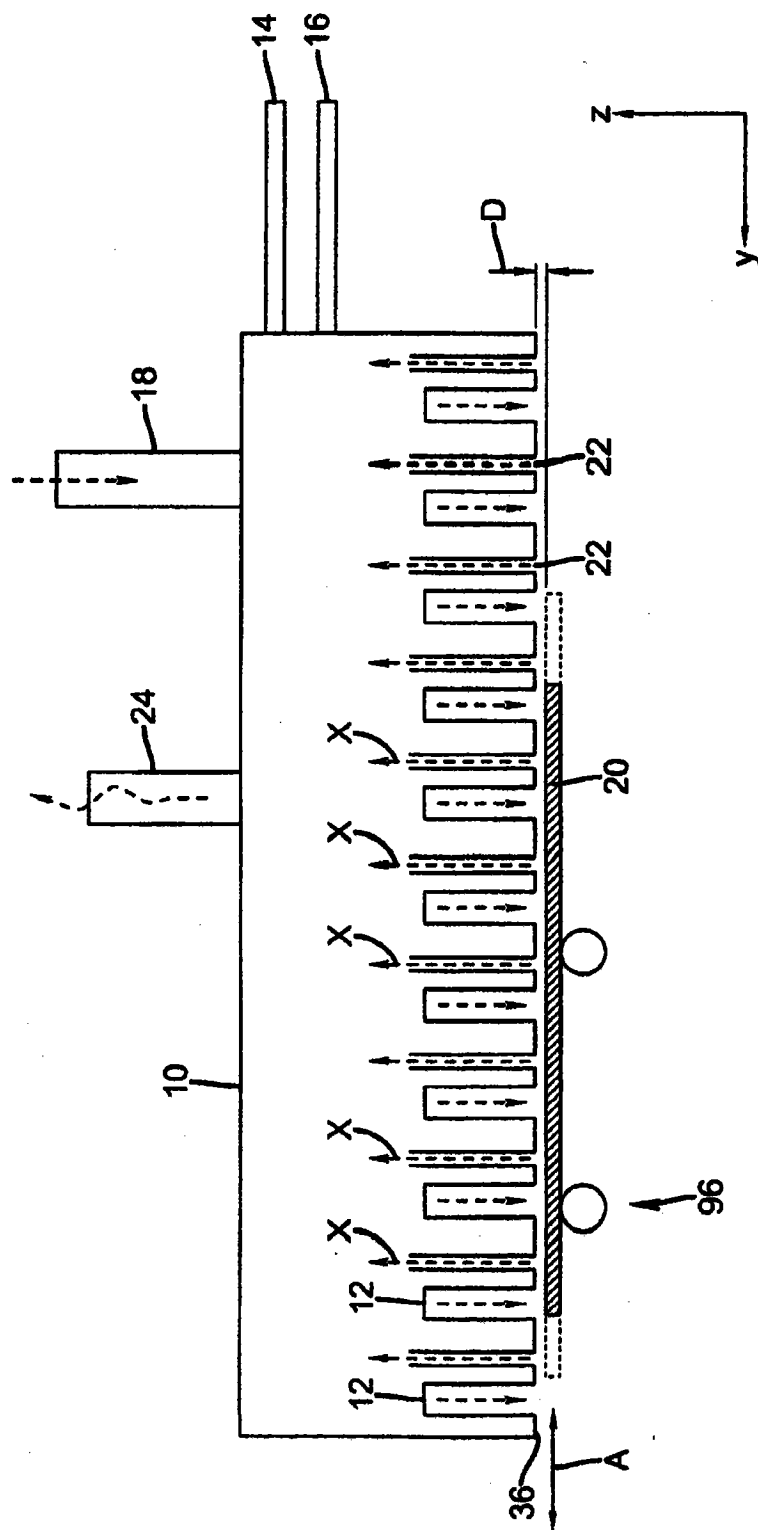


图 1

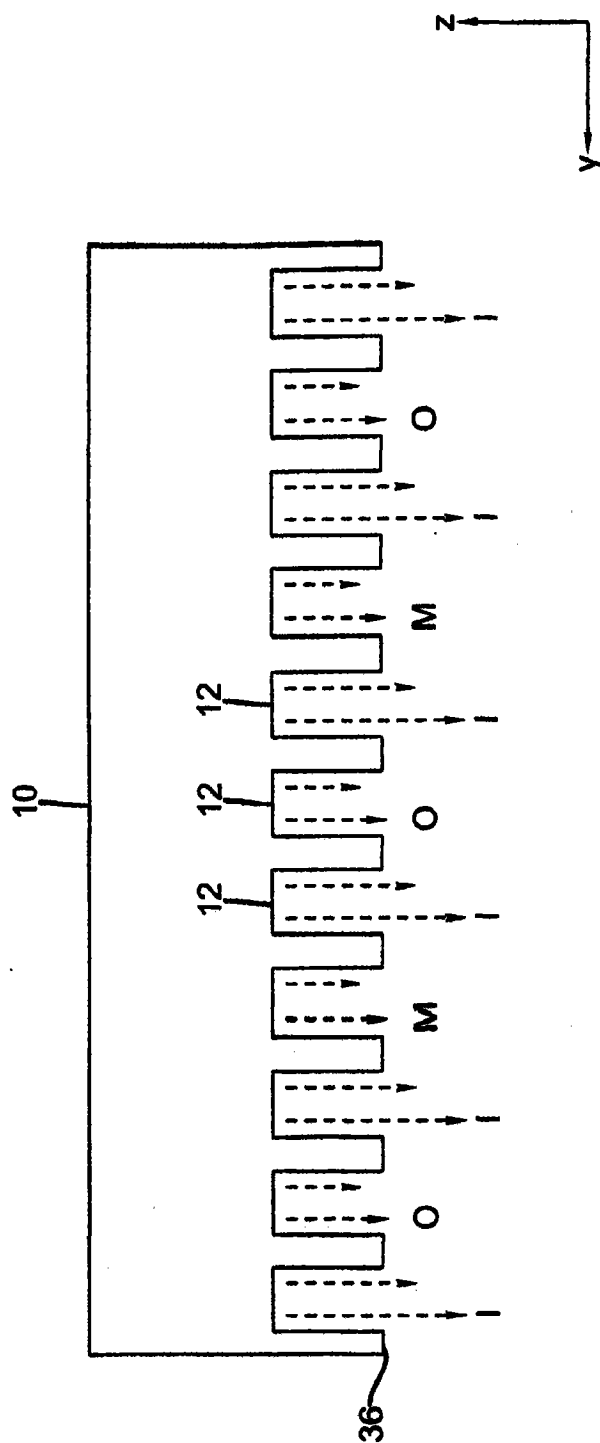


图 2

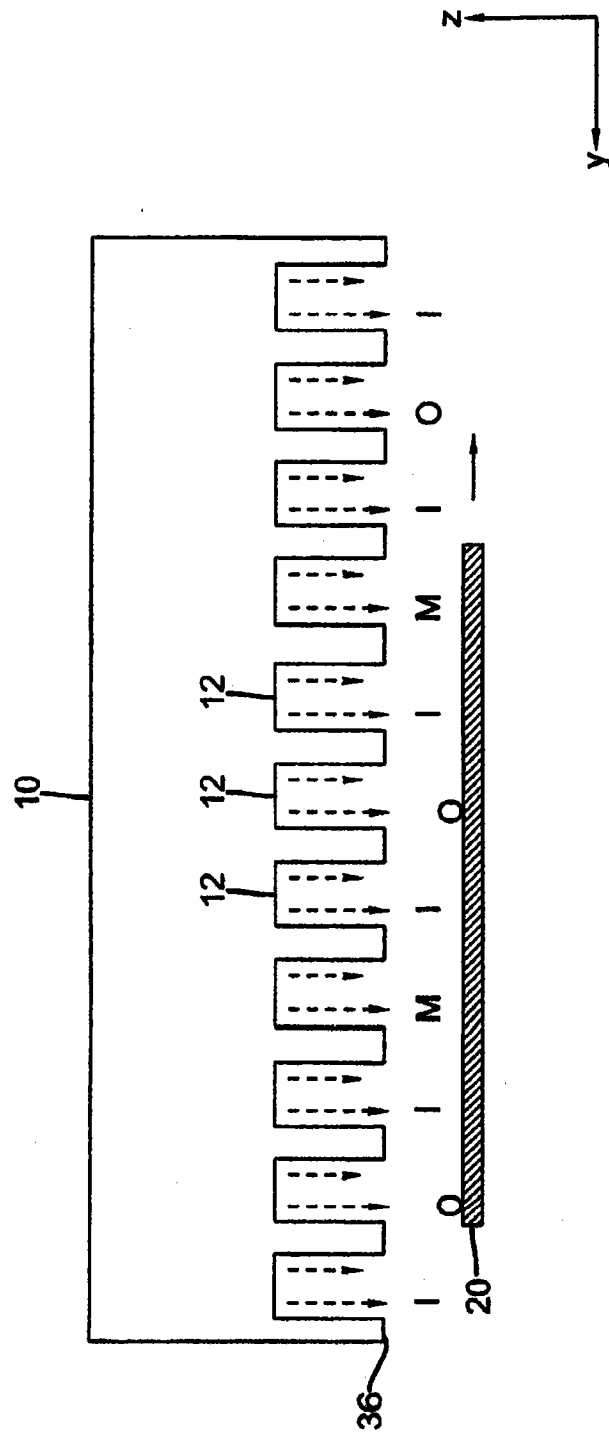


图 3A

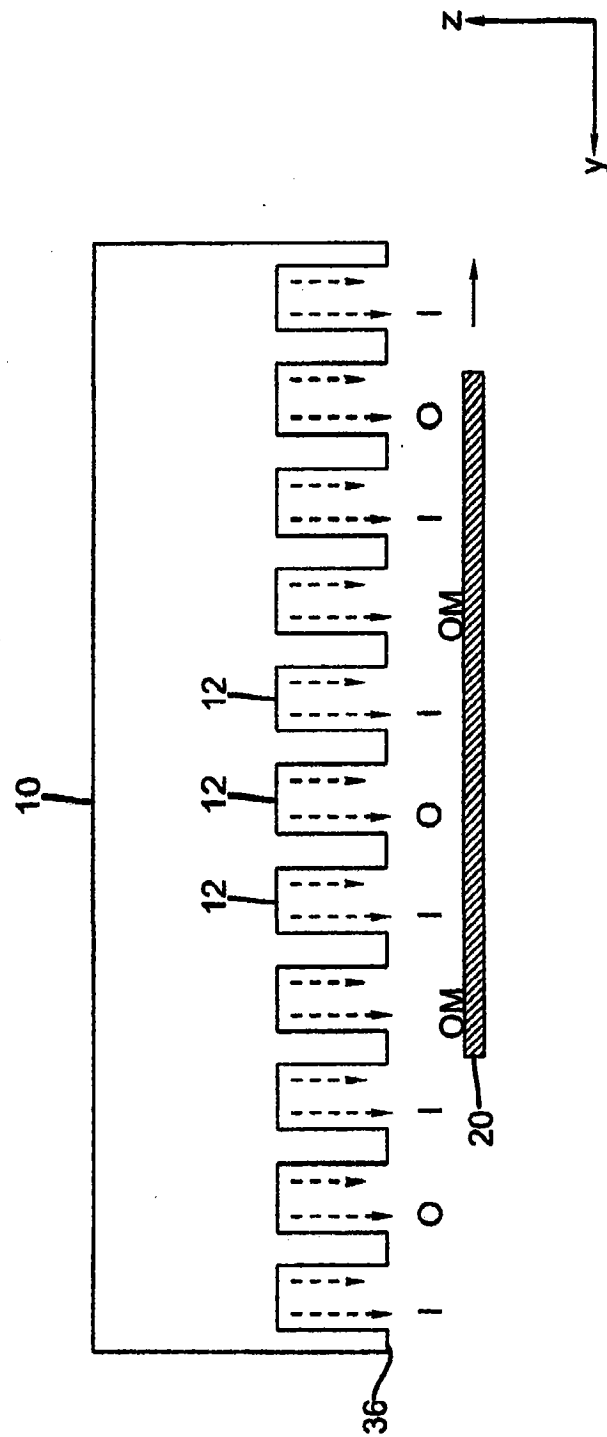


图 3B

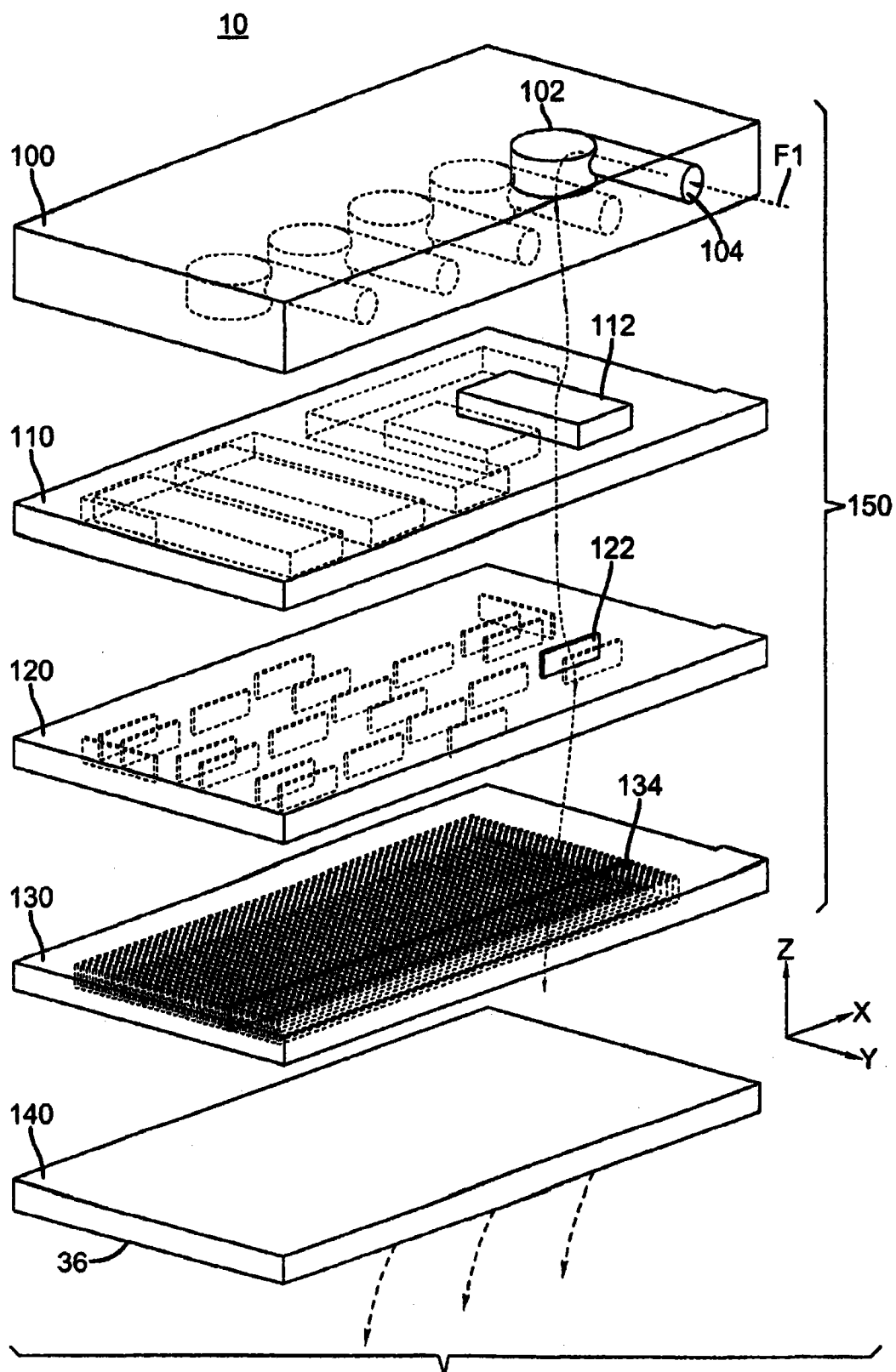


图 4

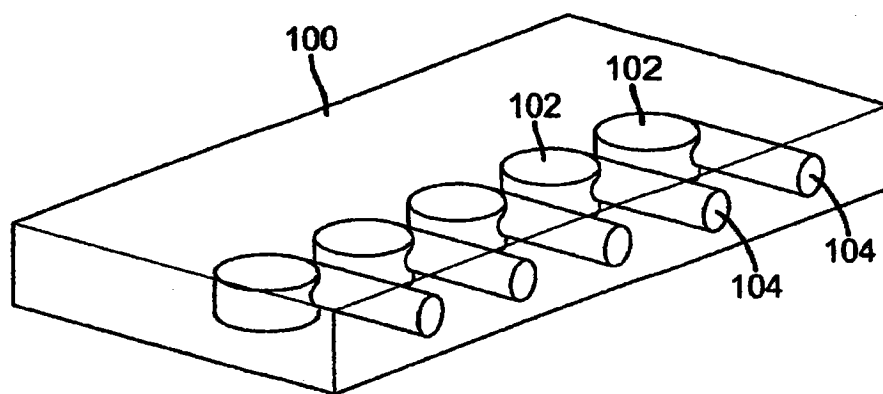


图 5A

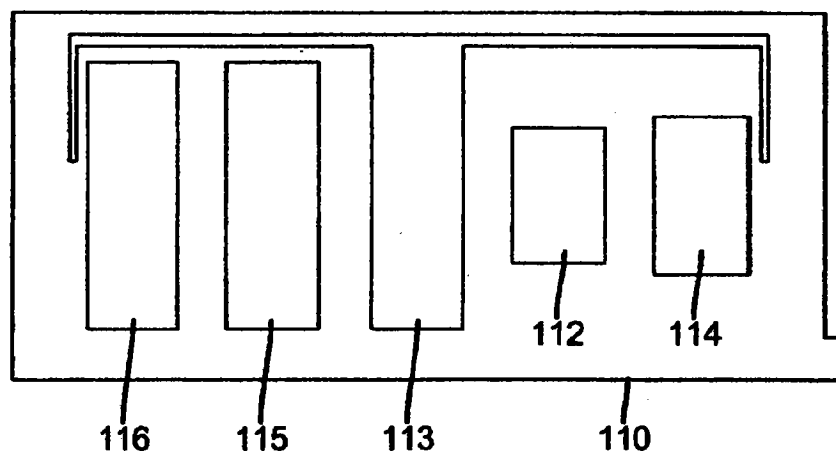


图 5B

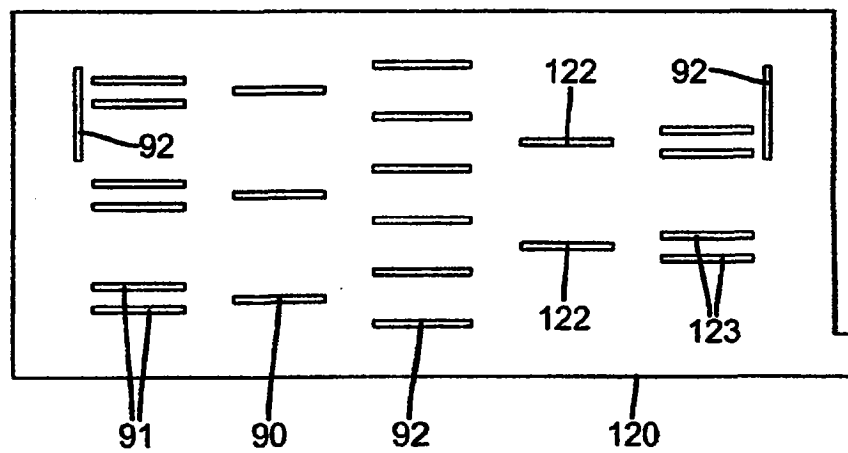


图 5C

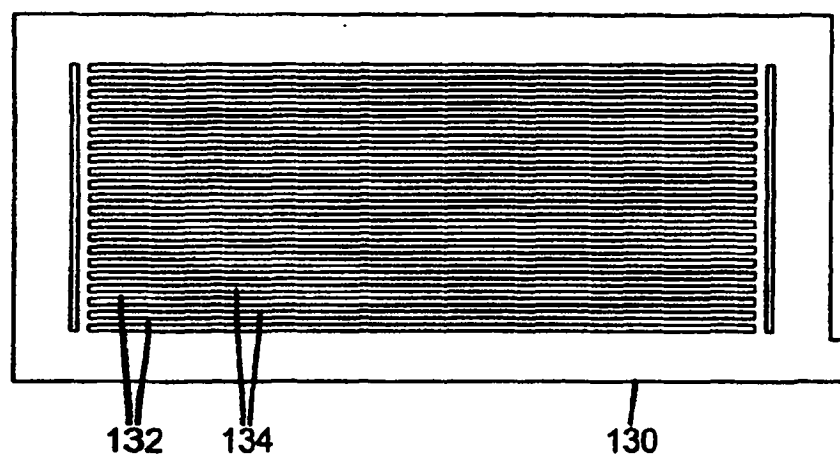


图 5D

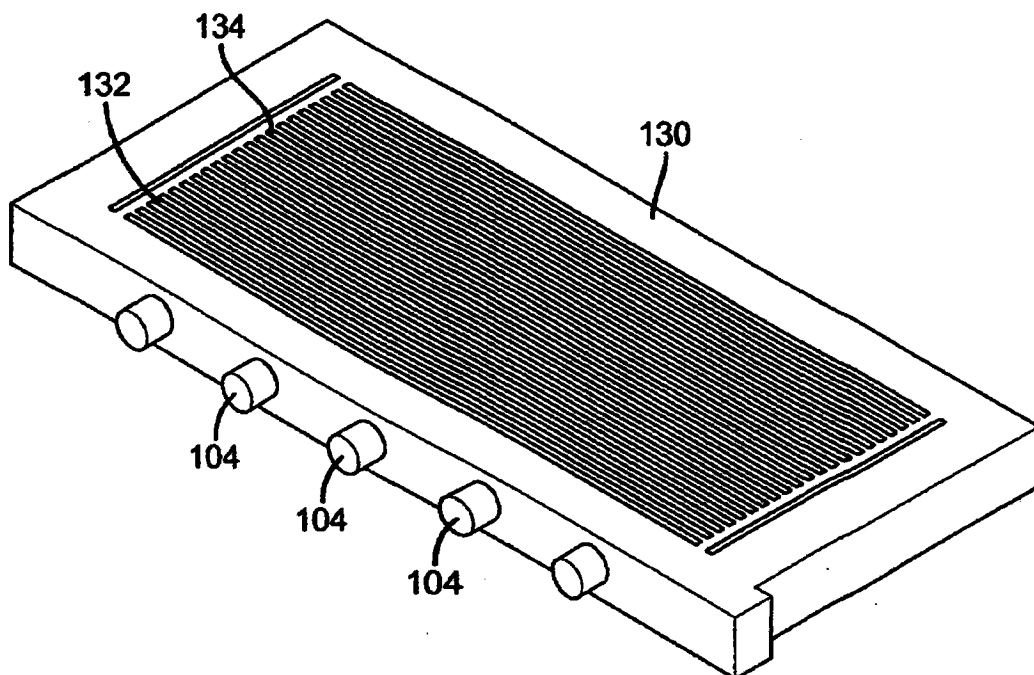


图 6

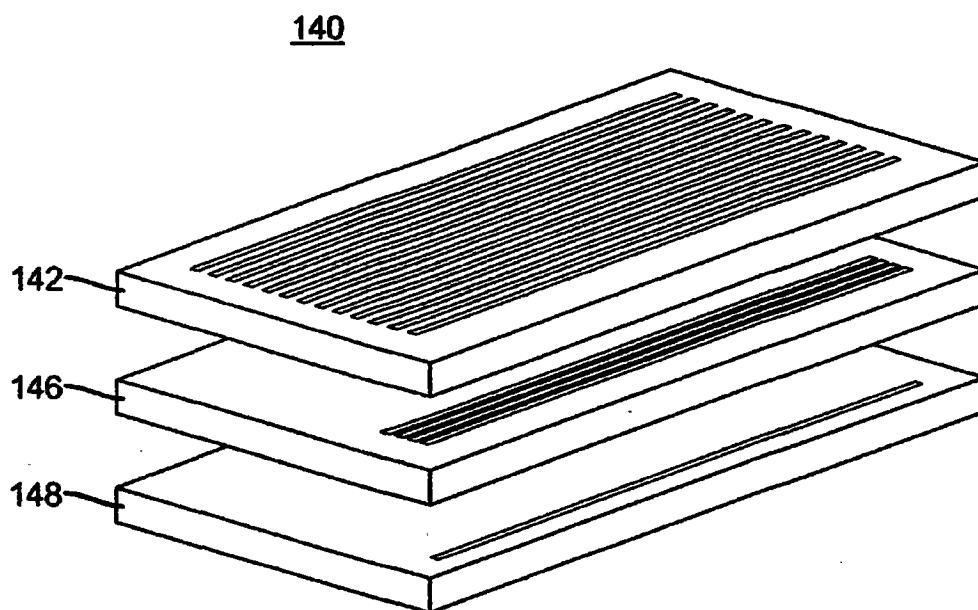


图 7

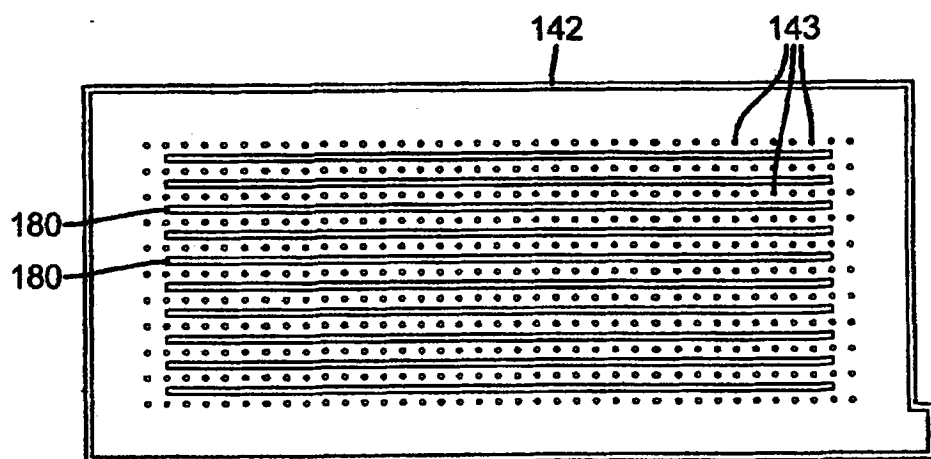


图 8A

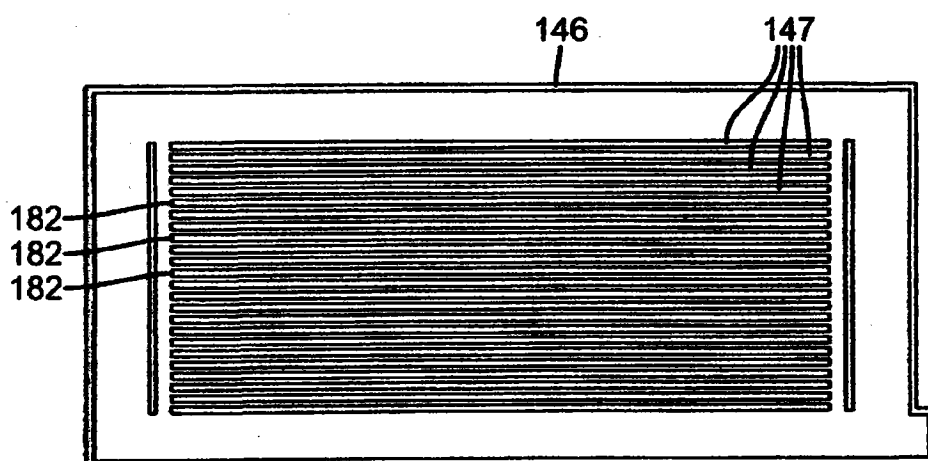


图 8B

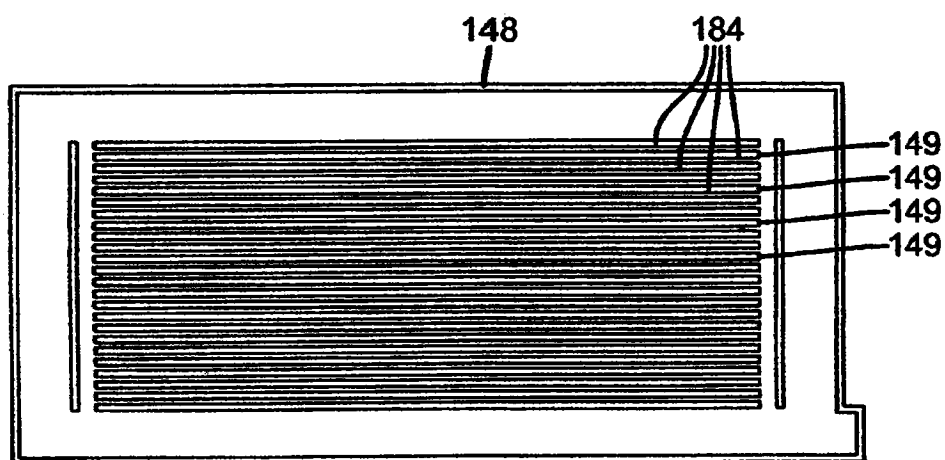


图 8C

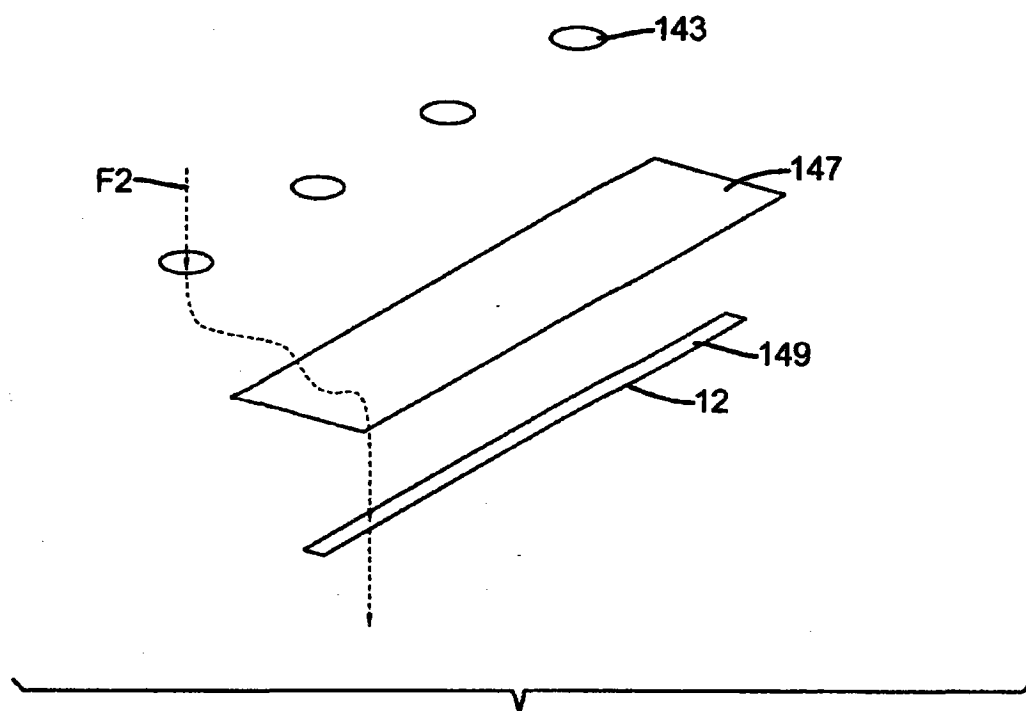


图 8D

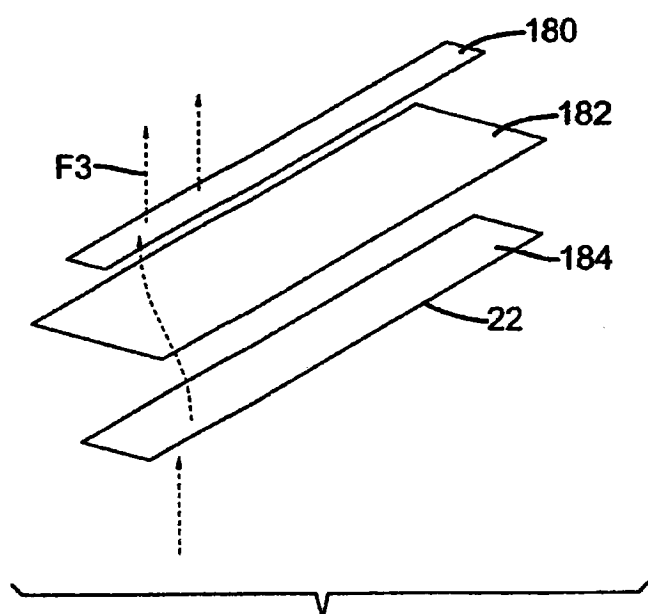


图 8E

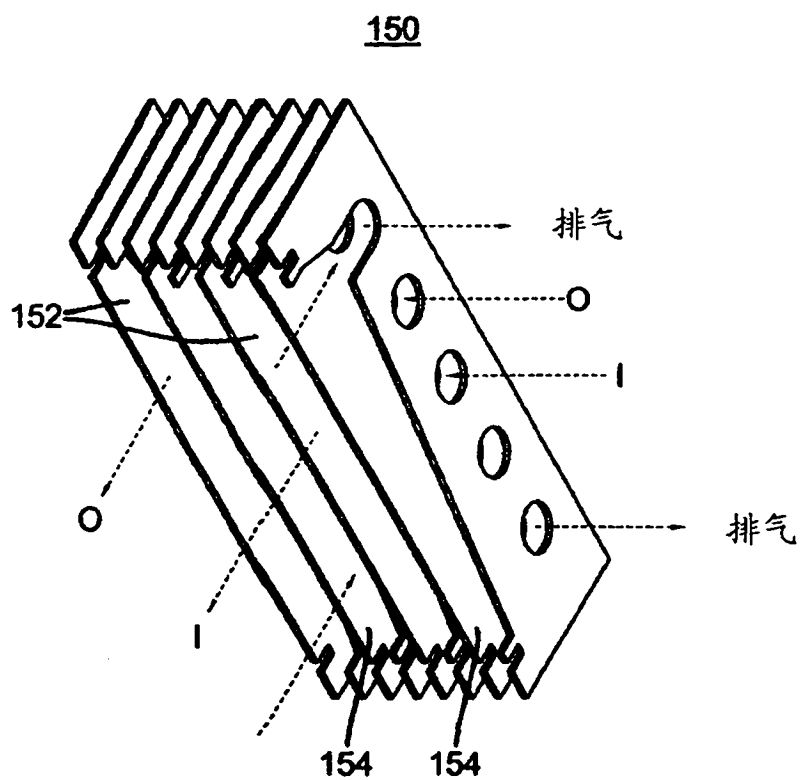


图 9A

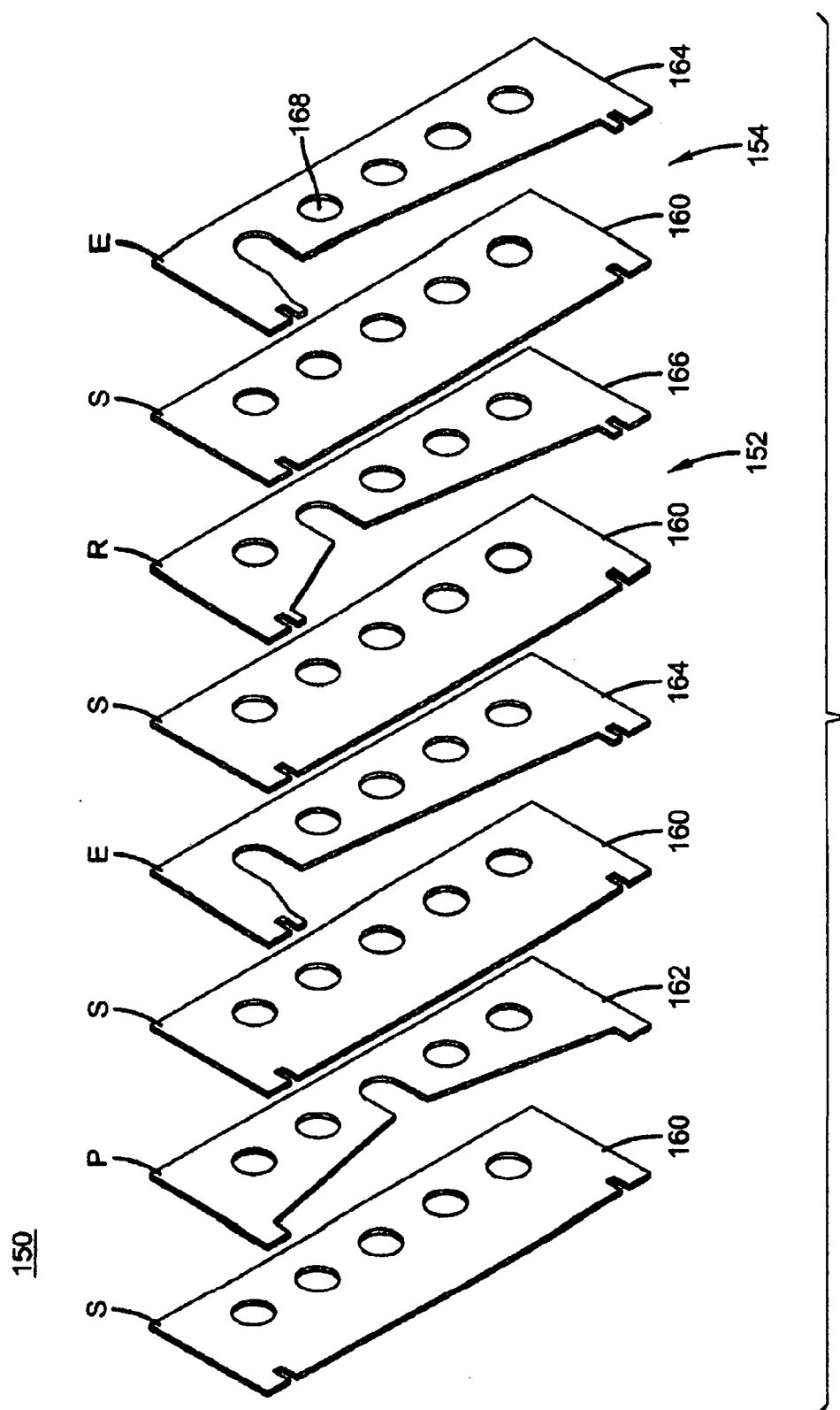


图 9B

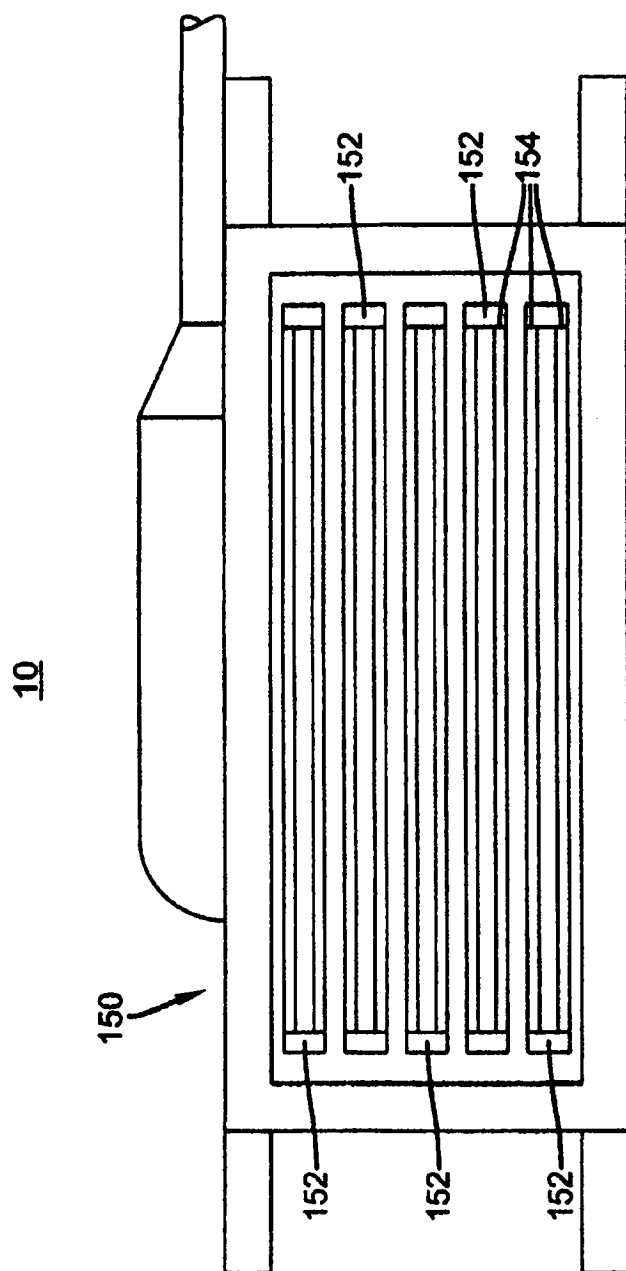


图 9C

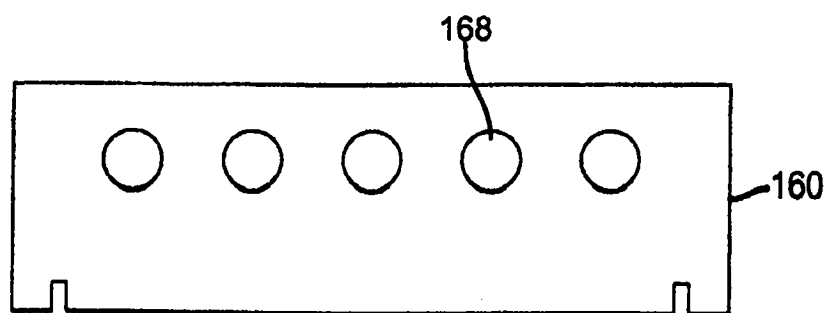


图 10A

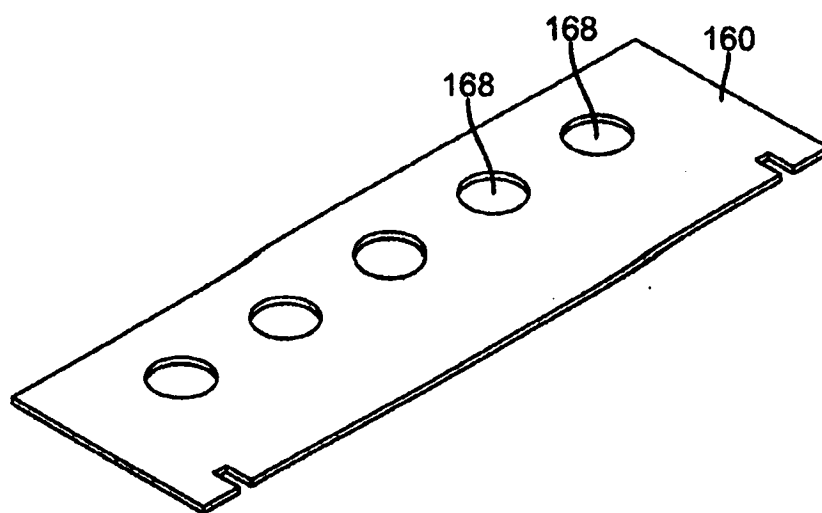


图 10B

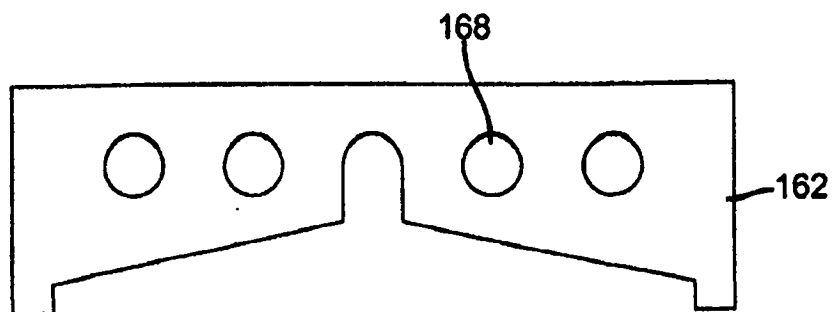


图 11A

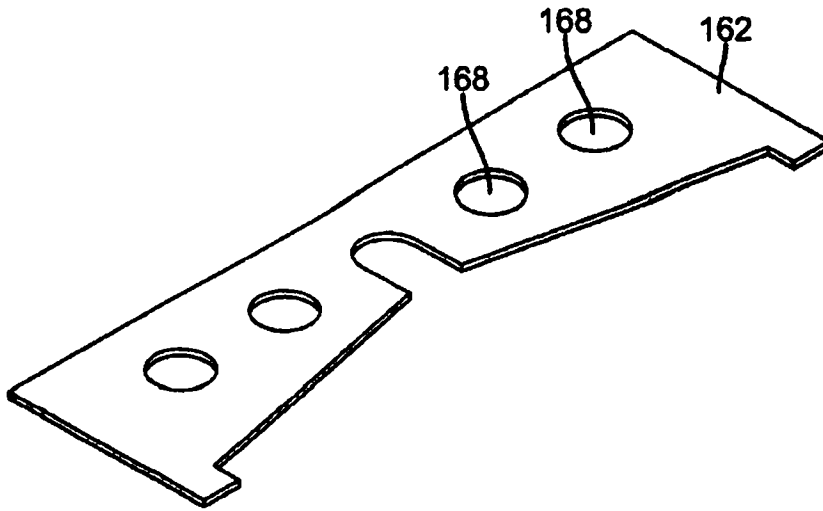


图 11B

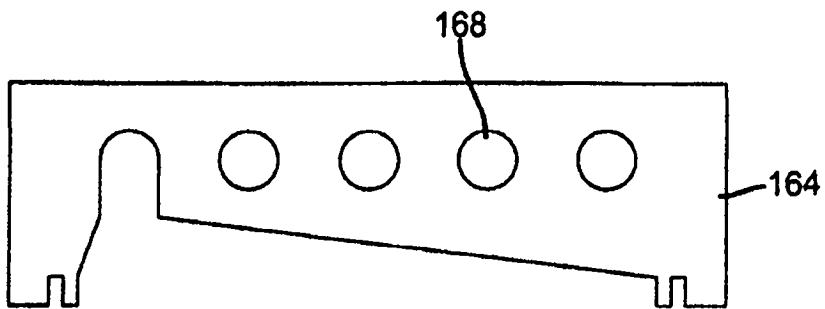


图 12A

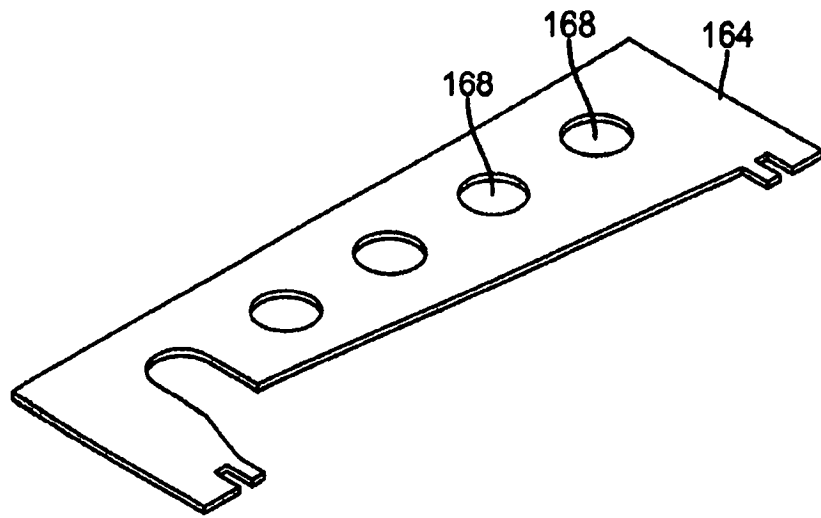


图 12B

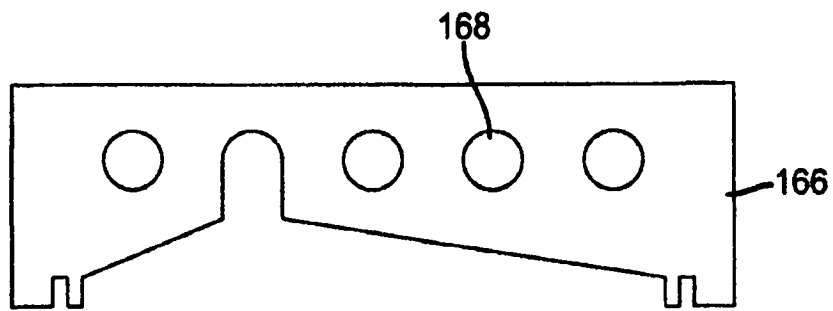


图 13A

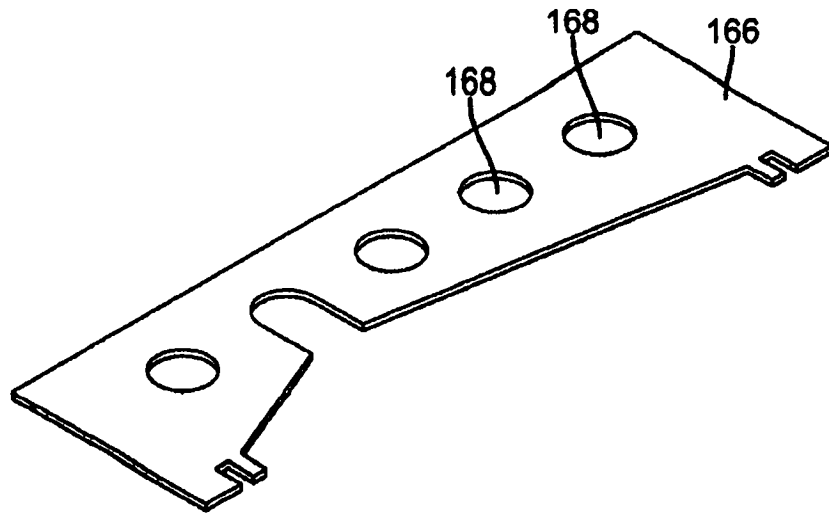


图 13B

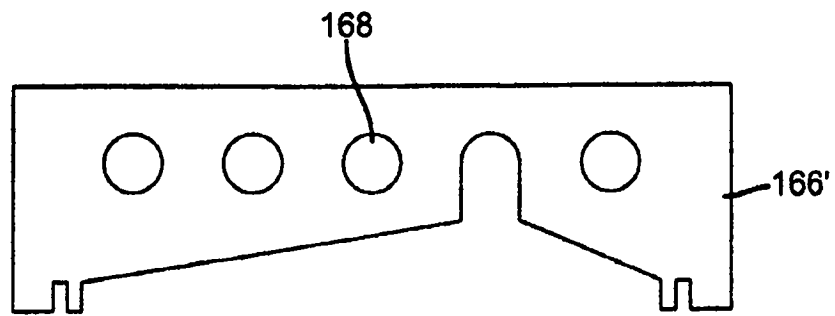


图 13C

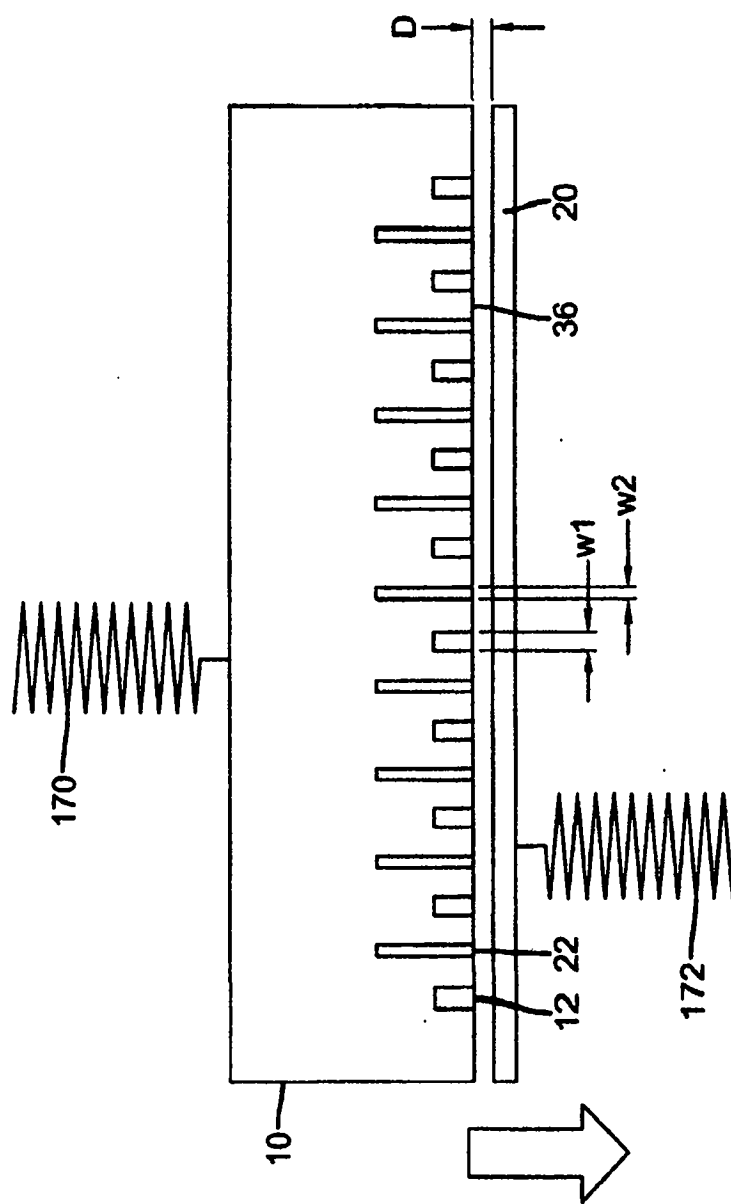


图 14

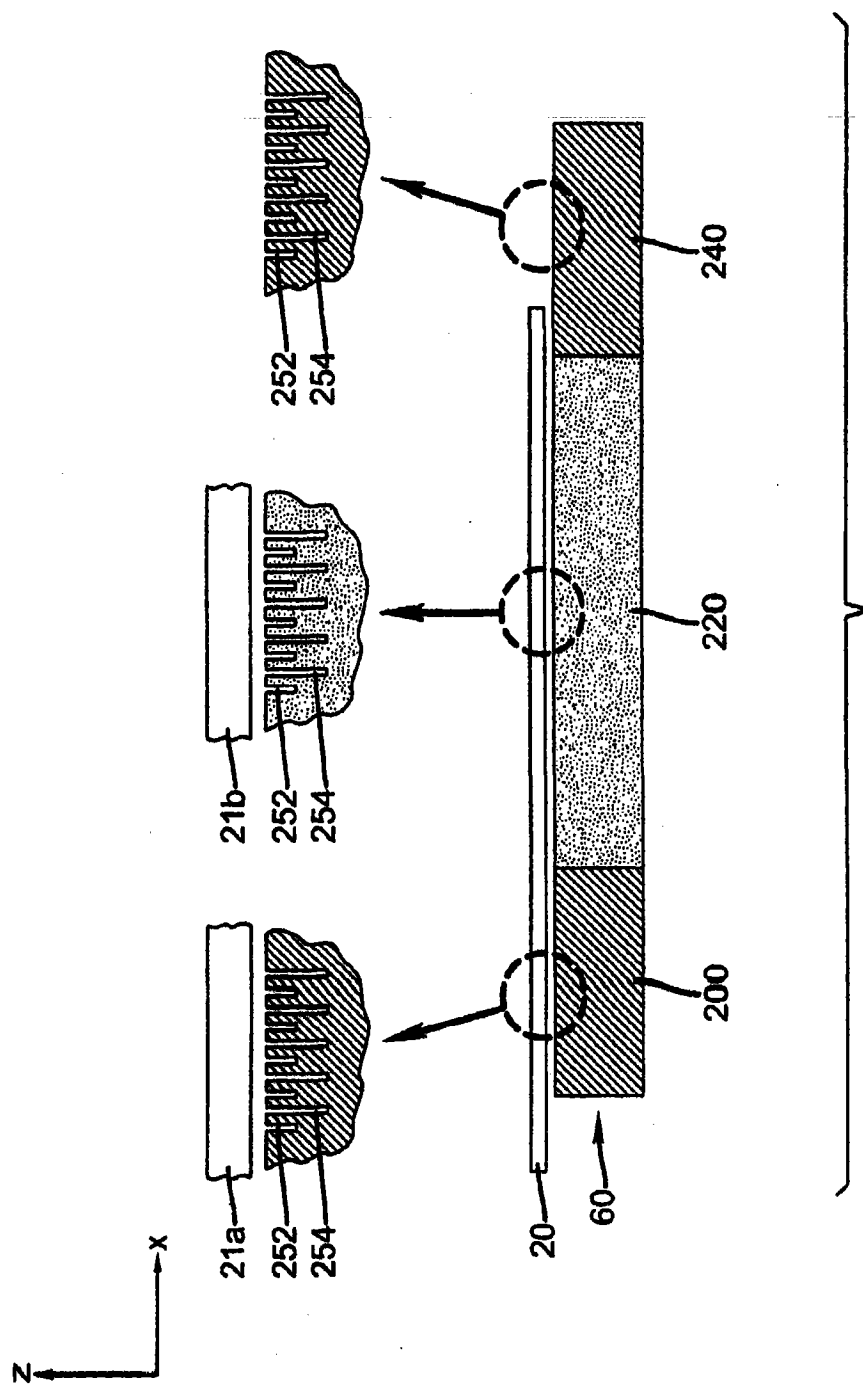


图 15

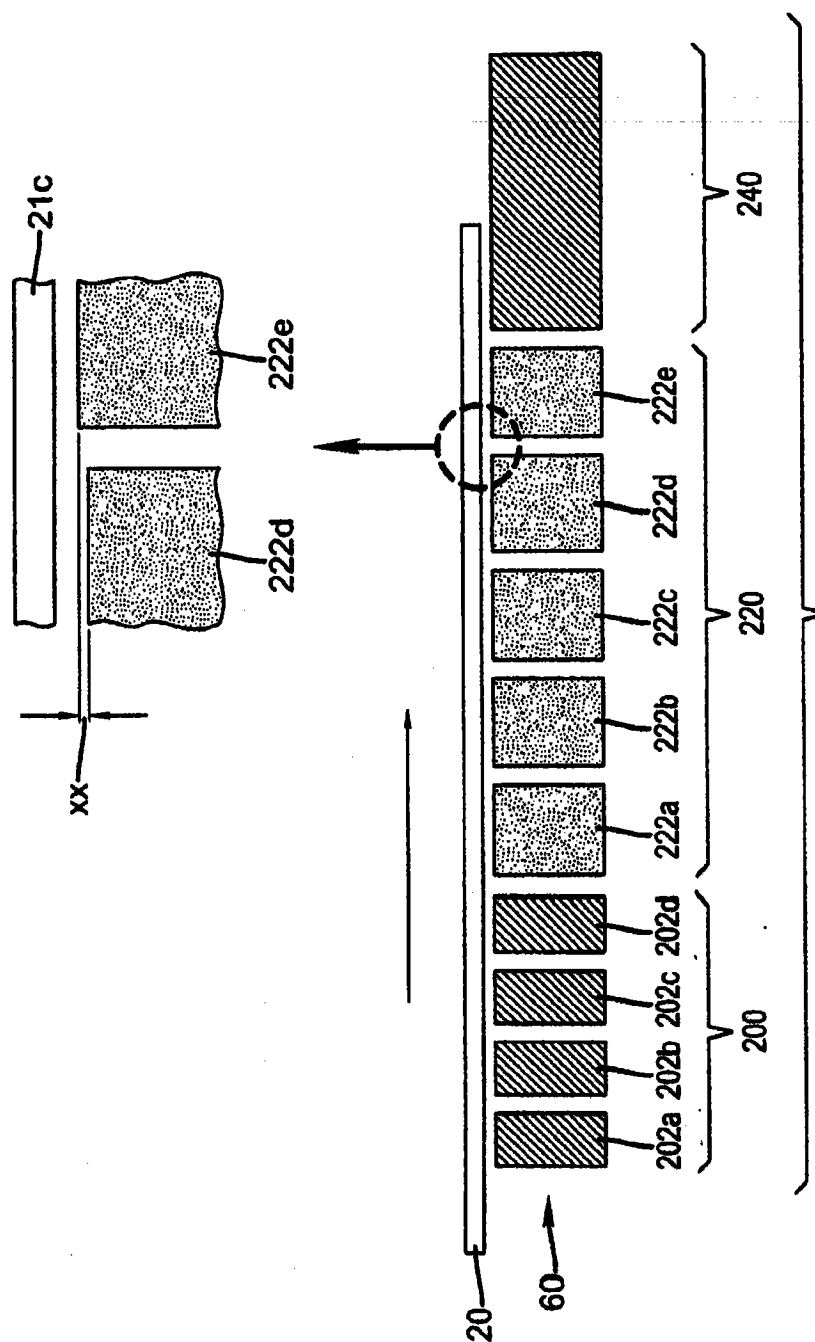


图 16

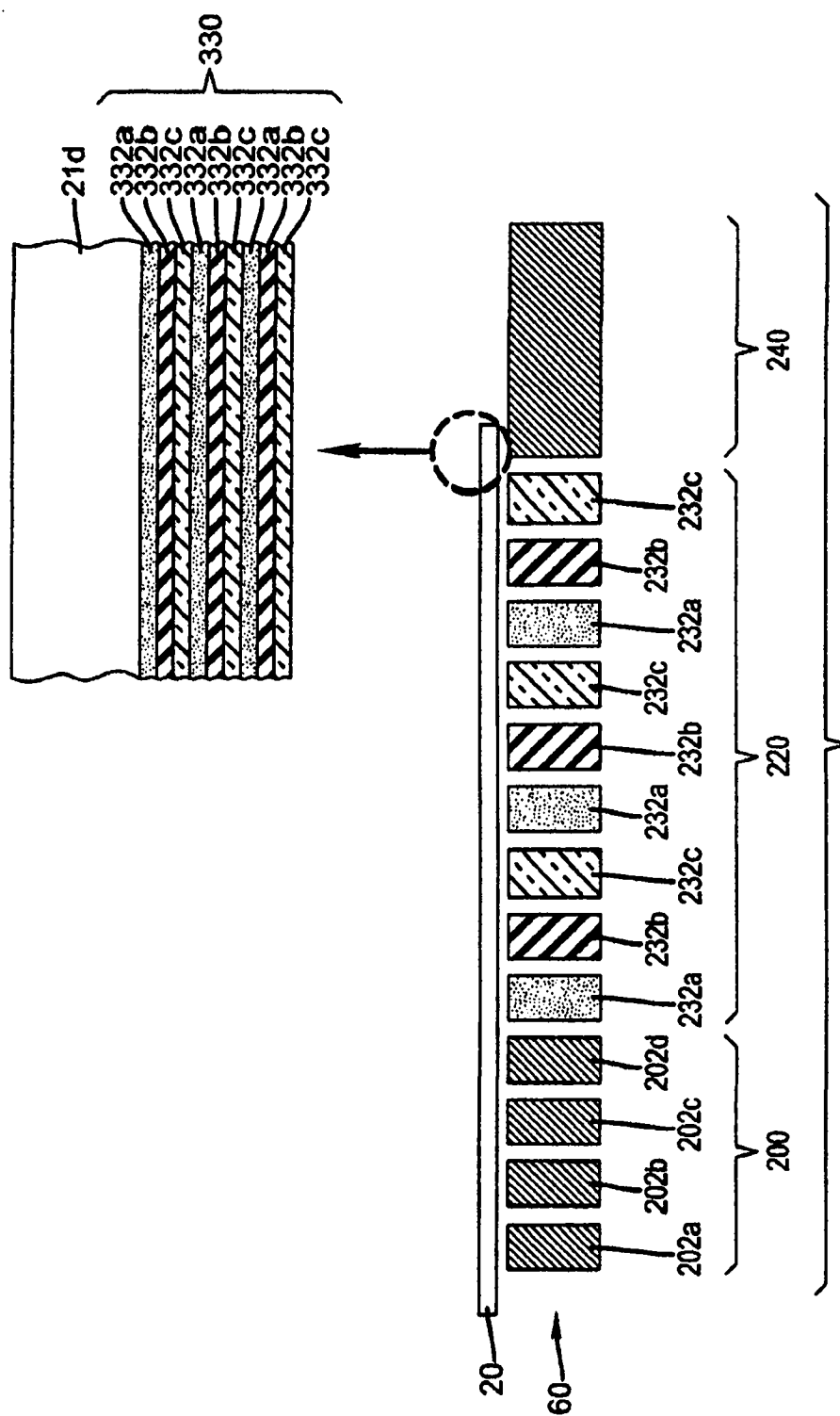


图 17

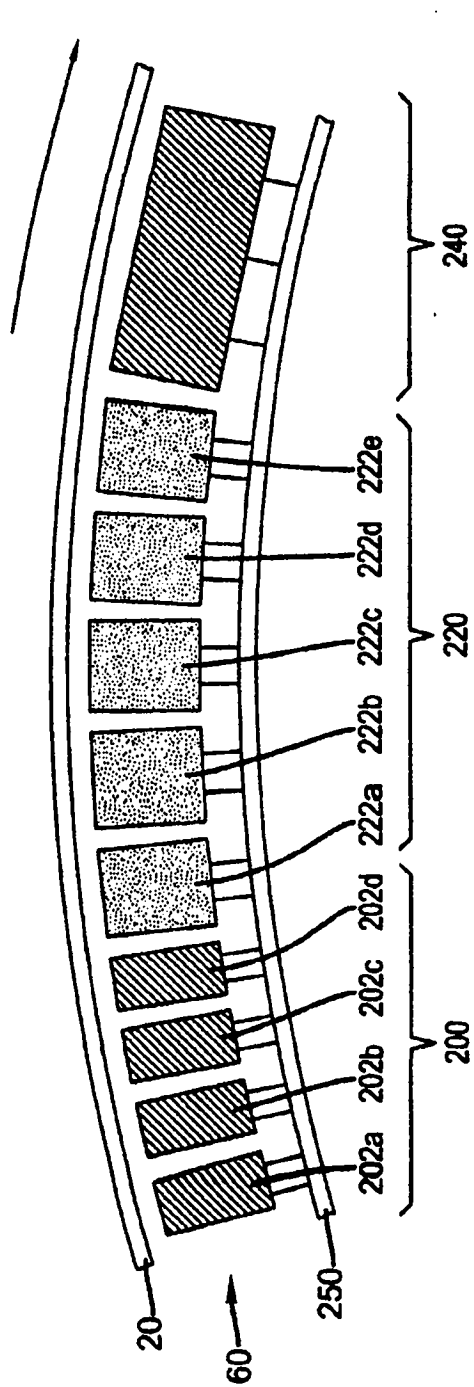


图 18

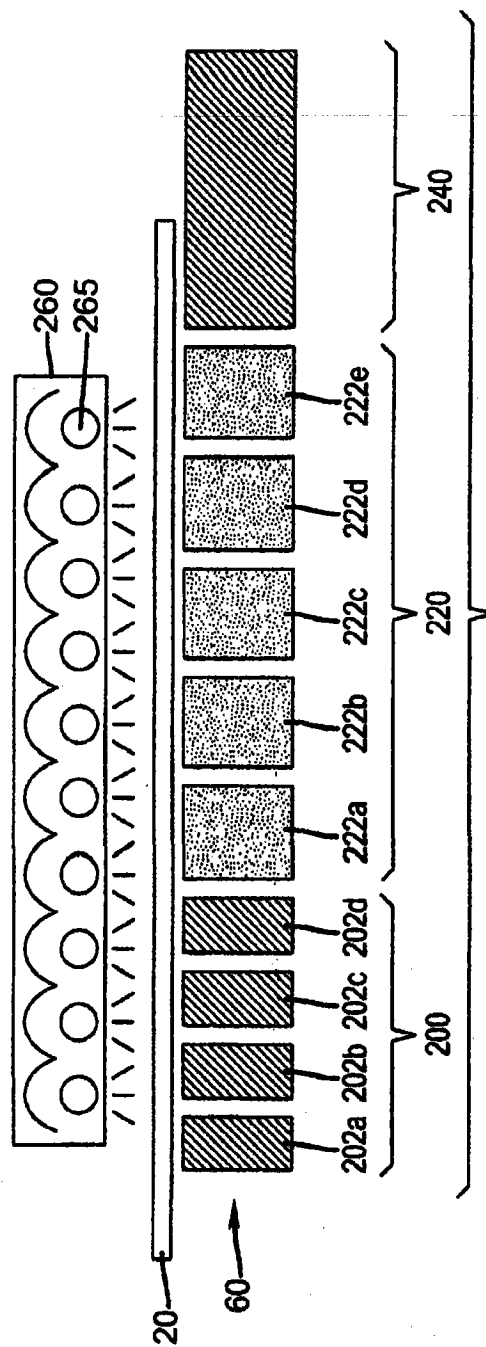


图 19A

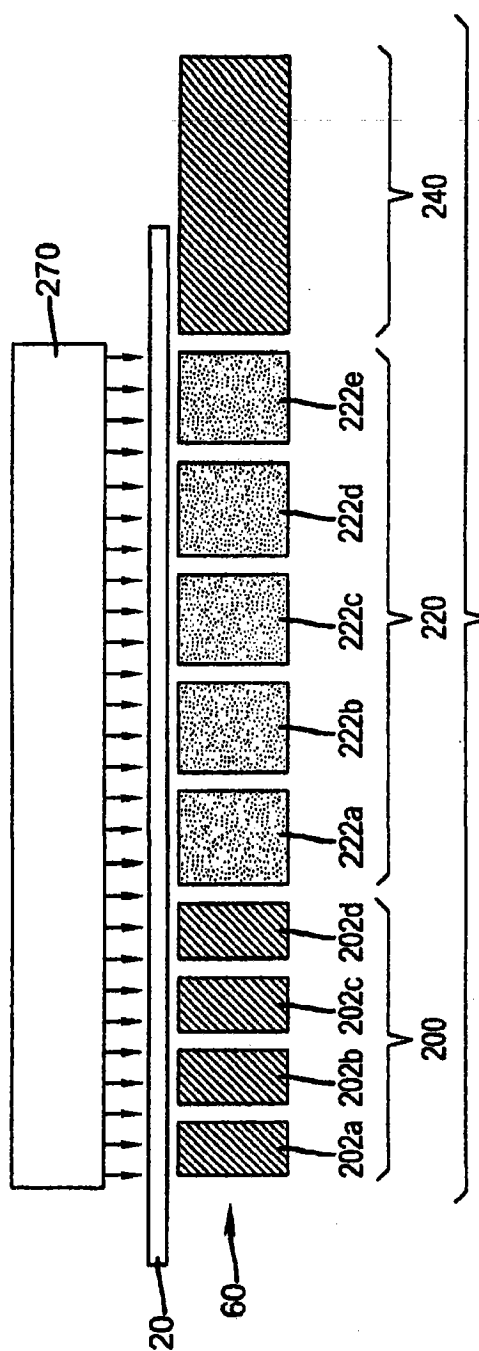


图 19B

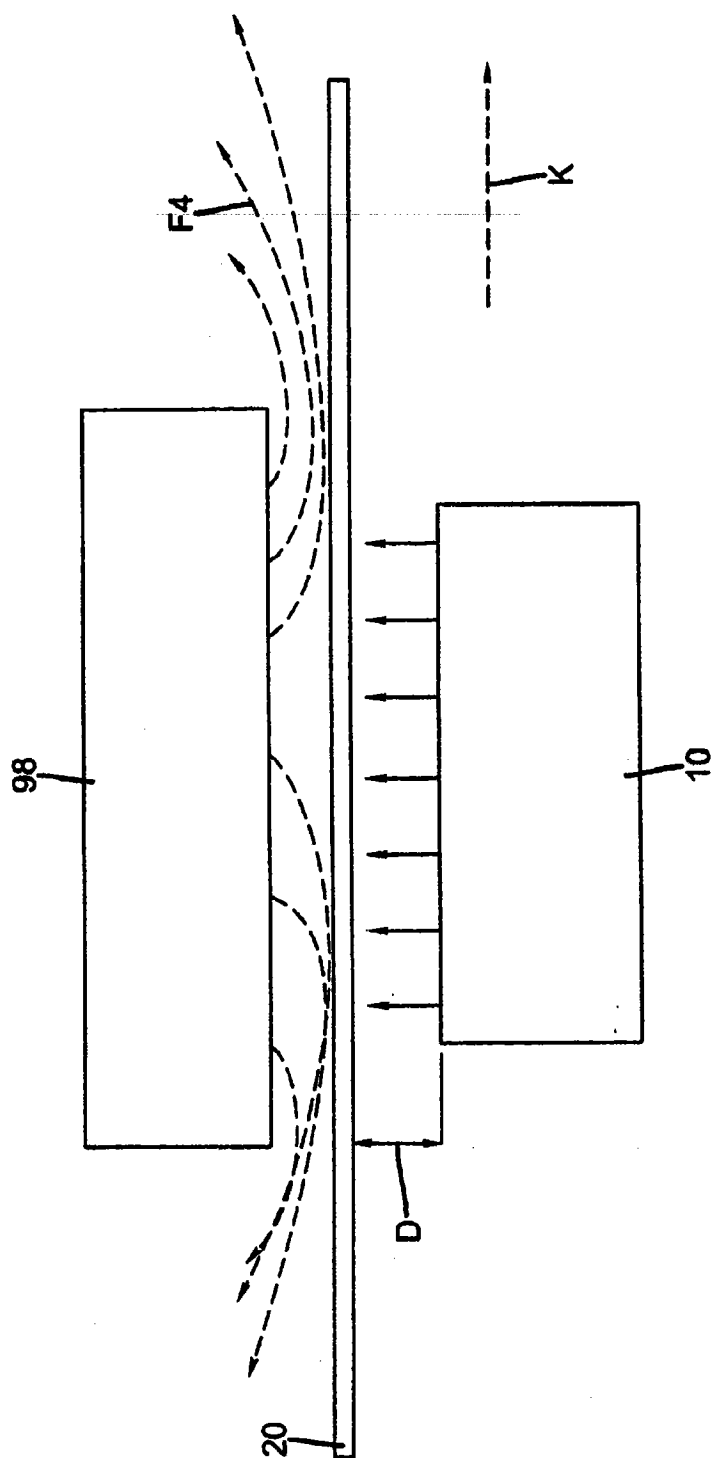


图 27