

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷



[12] 发明专利申请公开说明书

H01L 21/302

H01L 21/304

H01L 21/306

H01L 21/00

B08B 3/00

[21] 申请号 200510071697.2

[43] 公开日 2005 年 12 月 14 日

[11] 公开号 CN 1707758A

[22] 申请日 2005.4.1

[21] 申请号 200510071697.2

[30] 优先权

[32] 2004.4.1 [33] US [31] 10/817398

[71] 申请人 兰姆研究有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 M·科罗利克 J·M·德拉里奥斯

M·拉夫金 J·法伯

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

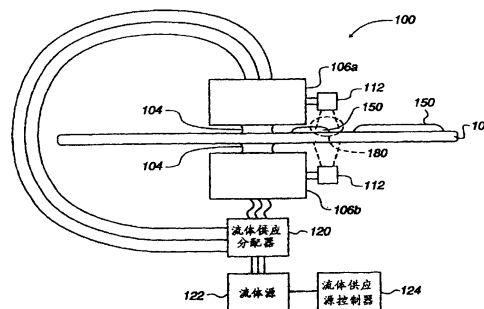
代理人 肖春京

权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 8 页

[54] 发明名称 在使用接近头干燥晶片期间周围环境的控制

[57] 摘要

提供一种处理衬底的方法，包括产生流体弯液面以处理衬底，并且施加流体弯液面到衬底的表面。方法还包括减少在衬底处理环境中从表面蒸发的流体。



ISSN 1008-4274

1. 一种处理衬底的方法, 包括:
产生流体弯液面以处理衬底;
- 5 施加流体弯液面到衬底的表面; 以及
在衬底处理环境中减少流体从表面的蒸发。
2. 如权利要求 1 所述的处理衬底的方法, 其中减少流体的蒸发包括操控衬底处理环境。
3. 如权利要求 2 所述的处理衬底的方法, 其中操控衬底处理环境包括输
10 入气体到衬底处理环境中, 以减少衬底处理环境中的流体蒸发率。
4. 如权利要求 3 所述的处理衬底的方法, 其中气体具有高相对湿度。
5. 如权利要求 4 所述的处理衬底的方法, 其中通过传送气体到液池中并
获得通过液池冒泡的蒸气产生具有高相对湿度的气体。
6. 如权利要求 4 所述的处理衬底的方法, 其中具有高相对湿度的气体具
15 有在大约 50%与大约 100%之间的相对湿度。
7. 如权利要求 4 所述的处理衬底的方法, 其中具有高相对湿度的气体具
有在大约 90%与大约 100%之间的相对湿度。
8. 如权利要求 4 所述的处理衬底的方法, 其中具有高相对湿度的气体具
有大约 100%的相对湿度。
- 20 9. 如权利要求 2 所述的处理衬底的方法, 其中操控衬底处理环境还包括
检测流体表面上的流体厚度。
- 10.如权利要求 3 所述的处理衬底的方法, 其中所述气体维持特定液体在
水中的浓度。
- 11.如权利要求 10 所述的处理衬底的方法, 其中特定液体是乙醇、丙酮和
25 共沸混合物中的一个。
- 12.如权利要求 10 所述的处理衬底的方法, 其中特定液体是异丙醇 (IPA)。
- 13.如权利要求 10 所述的处理衬底的方法, 其中维持特定液体在水中的浓
度的气体是包含蒸气形式的异丙醇 (IPA) 的 N_2 运输气体。
- 14.一种处理衬底的装置, 包括:
30 能够产生流体弯液面以处理衬底表面的接近头; 以及

用于容纳接近头的室，该室还被供应环境控制气体。

15.如权利要求 14 所述的处理衬底的装置，还包括产生环境控制气体的晶片处理环境发生器。

16.如权利要求 14 所述的处理衬底的装置，其中晶片处理环境发生器是起
5 泡器。

17.如权利要求 16 所述的处理衬底的装置，其中起泡器用于将气体输入到液池中，还收集穿过液池的气体。

18.如权利要求 14 所述的处理衬底的装置，其中环境控制气体是高相对湿度气体。

10 19.如权利要求 14 所述的处理衬底的装置，其中环境控制气体维持特定液体在水中的浓度。

20.如权利要求 19 所述的处理衬底的装置，其中特定液体是异丙醇、DIW 和 IPA、乙醇、DIW 和乙醇、酮以及醚中的一种。

21.处理衬底的装置，包括：

15 能够产生流体弯液面以处理衬底表面的接近头；以及
位于接近头的表面上的开口，用于向接近头的前沿侧上的区域施加环境控制气体。

22.如权利要求 21 所述的处理衬底的装置，其中环境控制气体降低流体从接近头表面的蒸发率。

20 23.如权利要求 21 所述的处理衬底的装置，其中环境控制气体是高相对湿度气体。

24.如权利要求 21 所述的处理衬底的装置，其中具有高相对湿度的气体具有在大约 50%与大约 100%之间的相对湿度。

25 25.如权利要求 23 所述的处理衬底的装置，其中具有高相对湿度的气体具有在大约 90%与大约 100%之间的相对湿度。

26.如权利要求 23 所述的处理衬底的装置，其中具有高相对湿度的气体具有大约 100%的相对湿度。

27.如权利要求 21 所述的处理衬底的装置，其中环境控制气体维持特定液体在水中的浓度。

在使用接近头干燥晶片期间周围环境的控制

5 技术领域

本发明涉及半导体晶片处理，更具体地，涉及在晶片表面上更有效地施加和除去流体，同时减少污染并降低晶片清洗成本的装置和技术。

背景技术

在半导体晶片制造工艺中，众所周知需要例如清洗和干燥等操作处理晶片。在每个这类操作中，需要有效地施加和除去晶片操作处理的流体。

例如，在已经进行在晶片表面上留下不需要的残余物制造操作的情况下必须进行晶片清洗。这种制造操作的例子包括等离子体蚀刻（例如，钨回蚀（WEB））和化学机械抛光（CMP）。在CMP中，晶片被放入对着滚动传送带推压晶片表面的夹具中。该传送带使用由化学制剂和研磨材料组成的浆料进行抛光。遗憾的是，该处理会在晶片表面留下浆料颗粒和残余物的堆积。如果留在晶片上，则其中不需要的残余物和颗粒可能在晶片表面上引起缺陷，例如，刮痕，并且在金属化部件之间引起不合适的相互作用。有时，这种缺陷可能导致在晶片上的器件变为不能工作的。为了避免丢弃具有不能工作的器件的晶片的不适当的成本，因此，在留下不需要的残余物的制造操作之后，必需充分又有效地清洗晶片。

在已经湿清洗晶片之后，必须有效地干燥晶片，以防止水或清洗液残迹在晶片上留下残余物。如果允许在晶片表面上的清洗液蒸发，则如通常会发生的，当形成小滴时，以前溶入清洗液的残余物或污染物在蒸发之后保留在晶片表面上（例如，形成水斑）。为了防止发生蒸发，必须尽快除去清洗液，而不在晶片表面上形成小滴。在实现这些的努力中，采用几个不同的干燥技术中的一个，例如，自旋干燥、IPA 或 Marangoni 干燥。所有这些干燥技术利用某种形式在晶片表面上移动液体/气体接触面，如果适当地保持，将导致晶片表面干燥而不会形成小滴。遗憾的是，如果中止移动液体/气体接触面，如同经常发生的那样，对于所有上述干燥方法，发生小滴形成和蒸发，导致污染物留在晶片表面上。

30 现在所用的最普遍的干燥技术是旋转冲洗干燥（SRD）。

图 1A 示出了在 SRD 干燥处理期间，清洗液在晶片 10 上的运动。在该干燥处理中，湿晶片通过旋转 14 以高速旋转。在 SRD 中，通过利用离心力，清洗晶片所用的水或清洗液被从晶片的中心拉到晶片的外部，并最终离开晶片，如流体方向箭头 16 所示。随着清洗液离开晶片，在晶片的中心产生移动液体/气体接触面 12，并且随着干燥处理的进展移到晶片的外部（即，移动液体/气体接触面 12 产生的圆形变得更大）。在图 1 的例子中，由移动液体/气体接触面 12 形成的圆形的内部区域没有流体，由移动液体/气体接触面 12 形成的圆形的外部区域是清洗液。因此，随着干燥处理的延续，移动液体/气体接触面 12 内部的部分（干燥区）增大，同时移动液体/气体接触面 12 外部的区域（湿润区）减小。如上所述，如果移动液体/气体接触面 12 中止，则在晶片上形成清洗液的小滴，并且由于小滴的蒸发可能发生污染。如前所述至关重要是限制小滴形成以及随后的蒸发，以使污染物离开晶片表面。遗憾的是，目前的干燥方法仅部分地在防止移动液体接触面中止上获得成功。

另外，SRD 处理对于疏水性晶片表面的干燥存在困难。因为疏水性晶片表面排斥水和水基（含水的）清洗液，所以难以干燥。因此，随着干燥处理的延续和清洗液离开晶片表面，剩余的清洗液（如果基于含水的）被晶片表面排斥。结果，含水的清洗液将需要最小量的区域与疏水性晶片表面接触。另外，含水的清洗液由于表面张力的结果（即，由于分子氢键的结果）趋于附着它本身。因此，因为疏水性相互作用和表面张力，以不受控制的方式在疏水性晶片表面形成含水的清洗液的球（或小滴）。小滴的形成导致以前讨论的有害的蒸发和污染。SRD 的限制在作用于小滴的离心力最小的晶片中心尤其严重。因此，虽然 SRD 工艺是目前晶片干燥最常见的方法，但是该方法存在难以减少在晶片表面上形成清洗液小滴的问题，尤其是用在疏水性晶片表面上时。晶片的某些部分可能具有不同的疏水特性。

图 1B 示出了示例性晶片干燥工艺 18。在该例子中，晶片 10 的部分 20 具备亲水区域，部分 22 具备疏水区域。部分 20 吸引水，如此流体 26 集中在该区域中。部分 22 是疏水性的，所以该区域排斥水，因此在晶片 10 的该部分上有更薄的水膜。因此，晶片 10 的疏水性部分往往比亲水性部分干得更快。这可能导致不一致的晶片干燥，增加污染程度并因此降低晶片产量。

因此，需要通过能优化液体操控并且施加到晶片，减少沉淀在晶片表面上

的污染，以避免现有技术的问题的方法和装置。现在经常发生的这种沉淀降低了合格的晶片产量并且增加半导体晶片的制造成本。

发明内容

概括地说，本发明通过提供能以有效的方式除去晶片表面上的流体同时降低晶片污染的衬底处理装置满足这些需要。应当理解，可以以多种方式实现本发明，包括作为工艺、装置、系统、器件或方法。以下介绍本发明的几个发明实施例。

在一个实施例中，提供处理衬底的方法，该方法包括产生流体弯液面（fluid meniscus）以处理衬底，并且施加流体弯液面到衬底的表面。该方法还包括减少在衬底处理环境中从表面蒸发的流体。

在另一个实施例中，提供处理衬底的方法，该方法包括产生流体弯液面以处理衬底，并且施加流体弯液面到衬底的表面。方法还包括操控衬底处理环境，因而降低在衬底处理环境中从表面蒸发的流体。

在又一个实施例中，提供处理衬底的装置，该装置包括能产生流体弯液面以处理衬底表面的接近头和容纳接近头的室，该室构造成被供应环境控制气体。

在另一个实施例中，提供处理衬底的装置，包括能产生流体弯液面以处理衬底表面的接近头和位于接近头表面上的管道，以对接近头前沿侧上的区域施加环境控制气体。

本发明的优点是很多的。最值得注意的是，在此介绍的装置和方法有效地处理（例如，清洗、干燥等，涉及包括流体涂覆和从晶片上除去的最佳操控）半导体晶片，同时减少剩余在晶片表面上的不需要的流体和污染物。因此，可以增加晶片处理和产量，并且由于有效的晶片处理可以实现更高的晶片产量。

本发明允许通过流体弯液面的产生和使用以及流体从晶片上蒸发的灵活的操作进行最佳晶片处理。具体地，可以操控围绕晶片处理区的气体环境的相对湿度水平，因而，例如，气体环境的相对湿度水平处于高水平。因此，当晶片处理区的相对湿度水平高时，晶片的流体蒸发是非常易操控的。整个晶片处理室具备高相对湿度水平的受控气体环境。另外，晶片周围的有限的区域具有受控的相对湿度水平，从而保持晶片的流体蒸发处于可操控的水平。

根据以下结合举例说明本发明的原理的附图的详细说明，本发明的其它方

案和优点将显而易见。

附图说明

通过以下结合附图的详细说明，容易理解本发明。为了易于介绍，同样的标号表示同样的构造单元。

- 5 图 1A 示出了在 SRD 干燥处理期间，清洗液在晶片上的运动。
图 1B 示出了示例性晶片干燥工艺。
图 2A 示出了根据本发明的一个实施例的晶片处理系统。
图 2B 示出了根据本发明的一个实施例具有不同蒸发速度的不同部分的区域。

- 10 图 3 示出了在根据本发明的一个实施例的晶片处理操作期间的接近头。
图 4 示出了根据本发明的一个实施例的晶片处理室。
图 5 示出了根据本发明的一个实施例的晶片处理环境。
图 6 示出了根据本发明的一个实施例的晶片处理环境。
图 7 示出了根据本发明的一个实施例的晶片清洗和干燥系统。
15 图 8A 示出了根据本发明的一个实施例进行干燥操作的接近头。
图 8B 示出了根据本发明的一个实施例的接近头的一部分的顶视图。
图 8C 示出了根据本发明的一个实施例的接近头的入口/出口格局。
图 8D 示出了根据本发明的一个实施例的接近头的另一个入口/出口格局。
图 8E 示出了根据本发明的一个实施例的接近头的又一个入口/出口格局。

20 具体实施方式

公开了处理衬底的方法和装置的发明。在以下介绍中，说明大量细节，以便彻底了解本发明。然而，本领域的普通技术人员应当理解，没有这些细节的一部分或全部也可以实施本发明。在其它例子中，没有详细介绍众所周知的处理操作，以便不致不必要地混淆本发明。

- 25 虽然根据几个优选实施例介绍了本发明，但是应当理解，本领域的技术人员通过阅读前述的说明书和研究附图将实现各种变化、添加、置换和它的等价物。因此，本发明试图包括属于本发明的真正的精神和范围的所有这种变化、添加、置换和等价物。

- 30 以下的附图示出了示例性晶片处理系统的实施例。具体地，以下的附图示出了使用接近头在降低晶片处理环境（也称作衬底处理环境）中的湿度水平的

受控环境中产生流体弯液面的示例性晶片处理系统的实施例。应当理解，这里介绍的系统是示例性的，可以利用允许移动接近头接近所用的晶片的任何其它合适类型的结构。在所示实施例中，接近头以直线方式从晶片的中心部分移动到晶片的边缘。应当理解，可以利用接近头以直线方式从晶片的一个边缘移动到晶片的另一个直径方向相对的边缘的其它实施例，或者可以利用其它非直线的移动，例如，以径向运动的方式，以圆周运动的方式，以螺旋运动的方式，以之字形运动的方式等。移动也可以是用户所要求的任何合适的指定移动曲线。另外，在一个实施例中，旋转晶片并且接近头以直线方式移动，因而接近头可以处理晶片的所有部分。还应当理解，可以利用晶片不旋转而接近头以能够处理晶片的所有部分的方式在晶片上移动的其它实施例。另外，可以利用在此介绍的接近头和晶片处理系统清洗和干燥任何形状和尺寸的衬底，例如，200mm 晶片、300mm 晶片、平板等。还应当理解，可以用接近头支持和移动（例如，在晶片上、离开晶片和穿过晶片）流体弯液面。

图 2A 示出了根据本发明的一个实施例的晶片处理系统 100。系统 100 包括如在此论述的产生流体弯液面的接近头 106a 和 106b。在一个实施例中，接近头 106a 在晶片之上靠近晶片，接近头 106b 在晶片下面接近晶片。还应当理解，可以以任何合适的方式构成系统 100，只要接近头移动接近晶片，以产生和控制弯液面。还应当理解，接近可以是离晶片任何合适的距离，只要能维持弯液面。在一个实施例中，接近头 106a 和 106b（以及在此介绍的任何其它接近头）分别位于离晶片大约 0.1mm 到大约 10mm 之间的距离，以在晶片表面上产生流体弯液面。在优选实施例中，接近头 106a 和 106b（以及在此介绍的任何其它接近头）分别离晶片大约 0.5mm 到大约 4.5mm，在晶片表面上产生流体弯液面，在更优选实施例中，接近头 106a 和 106b（以及在此介绍的任何其它接近头）离晶片大约 2mm，在晶片表面上产生流体弯液面。

在一个实施例中，系统 100、接近头 106a 和 106b 从晶片的处理过的部分移动到未处理的部分。应当理解，接近头 106a 和 106b 可以允许接近头 106a 和 106b 以处理晶片所要求的方式移动的任何合适的方式移动。应当理解，虽然所示晶片处理系统 100 具有接近头 106a 和 106b，但是可以使用任何合适数量的接近头，例如，1、2、3、4、5、6 等。晶片处理系统 100 的接近头 106a 和/或 106b 也可以为任何合适的尺寸或形状，例如，如在此介绍的任何接近头

所示。在此介绍的不同的结构在接近头与晶片之间产生流体弯液面。流体弯液面移动穿过晶片，通过对晶片表面施加流体并从表面除去流体处理晶片。如此，依靠施加到晶片的流体，可以实现清洗、干燥、蚀刻和/或镀敷。因此，接近头 106a 和 106b 可以具有如在此所示的任何各种类型的结构或者允许在此介绍的
5 处理的其它结构。还应当理解，系统 100 可以处理晶片的一个表面或者晶片的顶面和底面。

另外，除处理晶片的顶和/或底面之外，系统 100 还可以构造成用一种类型的处理（例如，蚀刻、清洗、干燥、镀敷等）处理晶片的一侧，并且通过输入和输出不同类型的流体或通过使用不同结构的弯液面，使用相同的处理或不
10 同类型的处理处理晶片的另一侧。接近头除处理晶片的顶和/或底面之外还可以处理晶片的斜边。这可以通过移动弯液面离开或到处理斜边的晶片的边缘实现。还应当理解，接近头 106a 和 106b 可以是相同类型的装置或不同类型的接近头。

在示例性晶片处理操作中，通过接近头 106a 和 106b 的线性运动并且通过
15 晶片 108 的旋转，晶片的未处理的区域出现在接近头 106a 和 106b 面前。晶片处理操作本身可以通过接近头中的至少一个进行。因此，在一个实施例中，晶片 108 的处理过的部分随着处理操作的进行以螺旋运动的方式从晶片 108 的中心区域向边缘区域扩大。在另一个实施例中，当接近头 106a 和 106b 从晶片 108 的外围向晶片 108 的中心移动时，晶片 108 的处理过的部分将以螺旋运动的方式
20 从晶片 108 的边缘区域向晶片 108 的中心区域扩大。

在示例性处理操作中，应当理解，接近头 106a 和 106b 可以干燥、清洗、蚀刻和/或涂覆晶片 108。在示例性干燥实施例中，第一入口中的至少一个可以输入去离子水（DIW）（也称作 DIW 入口），第二入口中的至少一个可以输入包含蒸气形式的异丙醇（IPA）的 N_2 输运气体（也称作 IPA 入口），并且至少
25 一个出口可以通过施加真空从晶片与特定的接近头之间的区域除去流体（也称作真空出口）。应当理解，虽然在一些示例性实施例中使用 IPA 蒸气，但是可以利用可以与水易混合的任何其它类型的蒸气，例如，氮、任何合适的酒精蒸气、有机化合物、易挥发的化学试剂等。应当理解，任何合适的乙醇可以是任何合适的具有附着于饱和碳原子的羟基的碳基化学试剂。

30 在示例性清洗实施例中，清洗液可以被 DIW 代替，例如，SC-1、SC-2 等。

另外, 根据所要求的处理操作, 其它类型的溶液也可以输入到第一入口和第二入口中。

应当理解, 只要可以利用在此介绍的稳定的弯液面, 位于接近头表面上的入口和出口可以是任何合适的结构。在一个实施例中, 至少一个 N_2 /IPA 蒸气入口靠近至少一个真空出口, 至少一个真空出口转而靠近至少一个处理流体入口, 以形成 IPA-真空-处理流体排列方向。应当理解, 根据所要求的晶片处理以及要设法增强的晶片处理机构的类型可以利用其它类型的排列方向, 例如, IPA-处理流体-真空、处理流体-真空-IPA、真空-IPA-处理流体等。在另一个实施例中, 可以利用 IPA-真空-处理流体排列方向, 以智能地和有力地产 5 生、控制和移动接近头与晶片之间的弯液面来处理晶片。如果维持上述排列方向, 则可以以任何合适的方式布置处理流体入口、 N_2 /IPA 蒸气入口和真空出口。例如, 除 N_2 /IPA 蒸气入口、真空出口和处理流体入口之外, 在补充的实施例中, 根据接近头所要求的结构, 可以有额外设置的 IPA 蒸气出口、处理流体入口和/或真空出口。应当理解, IPA-真空-处理流体排列方向的确切结构可以根据应用变化。15 例如, IPA 输入、真空和处理流体输入位置之间的距离可以变化, 因而距离是一致或不一致的。另外, 根据接近头 106a 的尺寸、形状和结构以及处理弯液面所要求的尺寸 (即, 弯液面形状和尺寸), IPA 输入、真空和处理流体输出之间的距离可以在数值方面不同。另外, 如在此进一步介绍的, 可以发现示例性 IPA-真空-处理流体排列方向。

20 在一个实施例中, 可以分别接近晶片 108 的顶面和底面定位接近头 106a 和 106b, 并且可以利用 IPA 和 DIW 入口以及真空出口产生晶片处理弯液面与晶片 108 接触, 能够处理晶片 108 的顶面和底面。可以根据在此的介绍产生晶片处理弯液面。基本上在输入 IPA 和处理流体的同时, 接近晶片表面施加真空除去 IPA 蒸气、处理流体和/或在晶片表面上的流体。应当理解, 虽然在示例性 25 实施例中利用 IPA, 但是可以利用与水易混合的任何其它类型的蒸气, 例如, 乙醇、酮、醚、己醇、乙基乙二醇、有机化合物等的任何合适的蒸气。这些流体也被认为作为减小表面张力的流体。在接近头与晶片之间的区域中的处理流体的部分为弯液面。应当理解, 如在此所用的, 术语"输出"指的是从晶片 108 与特定的接近头之间的区域除去流体, 术语"输入"是将流体引入到晶片 108 与 30 特定的接近头之间的区域。

在一个实施例中，系统 100 还包括向接近头 106a 和 106b 提供和从接近头 106a 和 106b 除去流体的流体供应分配器 120。应当理解，流体供应分配器 120 可以是有组织的方式，例如，歧管，供应和接收流体任何合适的装置。在一个实施例中，流体供应分配器 120 接收来自流体供应源 122 的流体。流体供应源 122 可以由能操控流体输入到接近头 106a 和 106b 的任何合适的硬件/软件构成的流体供应控制器 124 操控和控制。接近头 106a 和 106b 可以生产处理晶片 108 的弯液面 104。

在一个示例性晶片处理操作中，晶片 108 可能具有不同蒸发率的不同部分。例如，流体 150 可能积聚在晶片 108 的蒸发率与晶片 108 的具有较高蒸发率的其它部分相比较慢的部分上。当晶片 108 的部分是疏水性（排斥水分子）时，可能出现更高的蒸发率，因此导致流体的薄膜比晶片 108 的亲水性部分（吸引水）更薄。因此，当例如水之类的流体的膜更薄时，那里可能有较少的水分子层从表面蒸发，由于不受控制的蒸发导致露出污染的干燥区域。

在系统 100 的一个实施例中，流体传感器 112 可以监测具有较薄的流体层的晶片部分，因此，通过原地计量具有不同流体蒸发率的不同晶片位置可以监测。应当理解，可以利用能够检测晶片 108 上的液体薄膜的厚度的原地的任何合适的方式。如根据图 2B 进一步详细论述的区域 180 具有如通过确定流体厚度，流体传感器 112 可以检测到的不同蒸发率的不同部分。可以进行环境操控以减少晶片表面的可变流体蒸发率的问题。

如以下讨论的，可以以智能方式控制和操控晶片处理区的环境（例如，紧靠正在处理或即将处理弯液面 104 的晶片周围区域）（也称作衬底处理环境），因而湿度保持在高水平。另外，可以控制和操控正在处理晶片的室，以保持室中的湿度处于高水平。因此，通过智能地操控晶片处理区中的环境，保持湿度处于最佳水平，可以降低晶片 108 的流体蒸发率，从而减少晶片区域的不受控制的干燥。

图 2B 示出了根据本发明的一个实施例具有不同蒸发率的不同部分的区域 180。在一个实施例中，随着接近头 106（如图 2A 所示）向区域 180 移动，区域 180 包括接近接近头 106 的流体 150。流体 150 包括示出了水分子从部分 152 蒸发和横该部分 152 重新吸收的部分 152。因此，部分 152 包括蒸发液体分子 200 和重新吸收液体分子 202。在一个实施例中，液体分子是水分子。区域 180

也示出了晶片 108 的没有流体 150 的更加疏水的区域，因此，在具有流体 150 的区域以前已经干燥。在没有流体 150 的区域中，蒸发的分子 200 抵消重新吸收的分子 200，因此晶片 108 的表面保持干燥。

图 3 示出了在根据本发明的一个实施例的晶片处理操作期间的接近头 5 106。在一个实施例中，接近头 106 产生流体弯液面，以处理晶片 108。在干燥操作的一个实施例中，接近头 106 包括分别输入 IPA/N₂ 和去离子水 (DIW) 的入口 302 和 306。出口 304 可以产生从晶片 108 的表面除去 IPA/N₂ 和 DIW (以及在晶片 108 上的任何其它流体) 的真空。在该示例性实施例中，接近头 106 处理晶片 108，从而干燥湿区域 270，产生干燥区 250。在一个例子中，区域 272 10 是由接近头 106 处理的刚刚干燥的区域，区域 274 是晶片 108 的表面上还有待于处理的部分。在一个例子中，区域 274 具有包括有不同干燥速率的晶片表面的部分的流体 278。由于晶片表面变化，例如，疏水性和亲水性的区域，可以产生不同的干燥速率。在另一个例子中，通过在处理区域 272 期间对晶片 108 应用 IPA/N₂，可以产生不同的干燥速率。在这种处理期间，加到晶片 108 的 15 区域 272 的 IPA/N₂ 可能外流到相邻的区域，例如区域 274。因此，IPA/N₂ 的应用可能产生在区域 274 中出现更高的蒸发率的情况。通过控制正在处理晶片 108 的区域中的气体环境的湿度，可以控制晶片 108 的几乎所有区域的蒸发率，由于晶片 108 的受控的干燥可以减少晶片 108 的污染。

图 4 示出了根据本发明的一个实施例的晶片处理室 300。室 300 包括附着 20 于悬臂 105 的接近头 106，悬臂 105 可以移动接近头 106 靠近晶片 108，用于晶片处理操作，例如，清洗、干燥等。接近头 106 可以产生处理晶片 108 的表面的弯液面 104。通过如在此进一步介绍的处理晶片 108 的装置和方法可以产生示例性的弯液面。

在一个实施例中，晶片处理室 300 包括为室 300 提供基本上纯净的气体环 25 境的 HEPA 过滤器 302。在一个实施例中，HEPA 过滤器 302 可以净化通过输入 310 提供的空气。在另一个实施例中，HEPA 过滤器 302 可以净化任何合适类型的气体环境，例如，IPA/N₂、Ar、N₂、O₂、O₂/N₂、He、Ne、Xe 等。应当理解，术语气体环境可以是可以传送所要求数量的相对湿度的任何合适的气体。室 300 也可以包括提供具有受控的湿度水平的气体环境的输入 306。在一 30 个实施例中，输入 306 可以提供具有足够高的相对湿度水平的气体，以减少晶

片 108 的蒸发。应当理解，可以利用任何合适类型的惰性气体或蒸气作为运载气体，用于传送高相对湿度水平，例如，IPA/N₂、N₂、空气 (CDA)、Ar、O₂/N₂、O₂ 等。在另一个实施例中，为室 300 供应相对湿度在 10%到大约 100%之间的气体环境，例如，空气。在优选实施例中，为室 300 提供的气体环境具有大于 5 80%的相对湿度。因此，在一个实施例中，处理室 300 的受控环境 304 包括高水平的相对湿度的气体环境结合由接近头 106 产生的弯液面 104，以通过操控晶片表面的流体蒸发智能地和有力地控制晶片处理操作。

图 5 示出了根据本发明的一个实施例的晶片处理环境 400。在一个实施例中，晶片处理环境 400 包括包含相对湿度受控的区域的控制包层 404，从而在 10 一个实施例中，在该区域中的气体环境具有高水平的相对湿度。在优选实施例中，气体环境可以包含足够的湿度，从而蒸发到气体环境中的液体分子（例如，水分子）相同或少于在晶片表面上吸收回到液态的液体分子。

在一个实施例中，通过接近头 106 的入口 402 应用具有高相对湿度的合适的气体可以产生控制包层 404。在另一个实施例中，入口 402 可以施加包括共 15 沸混合物的蒸气，以在水中维持一定浓度的特定的液体，例如，IPA/N₂、丙酮、任何合适类型的乙醇等。应当理解，虽然示例性实施例中讨论了 IPA，但是也可以利用允许在此讨论的方法的其它类型的化学试剂。应当理解，任何合适的乙醇可以是包括碳和羟基的任何合适的化合物。共沸比的意思是液体混合物的化学成分的比与来自液体混合物的蒸气的化学成分的比相同。如在此介绍的， 20 具有高相对湿度的气体以及在水中维持一定浓度的特定液体的蒸气/气体被公知为环境控制气体。在一个实施例中，IPA/N₂ 蒸气通过入口 401 加到晶片表面上的水中，以在晶片表面上包括共沸混合物的水中维持一定浓度的 IPA。这可以智能地和有力地减少晶片表面的不需要的蒸发。在一个实施例中，入口 402 在接近头 106 的前沿，并为晶片 108 施加具有高相对湿度的气体。当高相对湿度 25 气体加到晶片表面上的水中时，降低了蒸发率，从而减少了不需要的晶片干燥。接近头 106 的前沿是接近头遇到未处理的晶片表面（例如，在晶片区域 406 中具有流体 278 的晶片表面）的区域。应当理解，具有高水平的相对湿度的气体通过任何合适的装置从任何合适的位置以任何合适的方式施加在控制包层上或附近。因此，入口 402 仅仅是可以施加受控的气体，以减少晶片表面上流体的 30 蒸发的示例性实施例。这样，在特定区域的晶片处理开始以前，晶片区域 406

可以保持在受控的蒸发状态。

另外，在一个实施例中，通过改变具有高相对湿度的气体的流率或通过施加在包括共沸混合物的水中可以维持一定浓度的特定液体（例如，IPA）的气体，可以控制在控制包层中相对湿度的水平。在这种实施例中，可以增加具有
5 高相对湿度的气体的流量，从而增加在控制包层 404 中的整个液体水平。应当理解，可以利用能够在晶片表面上产生所要求的流体蒸发率水平的任何合适类型的气体。在一个实施例中，当使用具有高相对湿度的气体时，可以利用相对湿度高于 50%来控制晶片处理环境，以减少不需要的干燥并降低晶片上的污染程度。在另一个实施例中，气体的相对湿度可以在 90%和 100%之间，在优选
10 实施例中，可以使用相对湿度为大约 100%的气体。

图 6 示出了根据本发明的一个实施例的晶片处理环境 400'。在一个实施例中，晶片处理环境 400'基本上包括全部晶片处理室 300。通过从晶片处理环境发生器 500 输入具有高相对湿度的气体产生晶片处理环境 400'。在晶片处理环境发生器 500 的另一个实施例中，可以维持特定液体在水中的一定浓度的气
15 体输入到晶片处理环境 400'中。在一个特定实施例中，可以在水中维持包括共沸浓度的 IPA 的特定浓度。应当理解，晶片处理环境发生器 500 可以是能够输入气体并且操控和控制控制室 300 中的流体蒸发率的任何合适的装置。还应当理解，可以利用能够输送高水平的相对湿度的任何合适的气体，例如，清洁干燥的空气（CDA）、N₂、Ar 等。在一个实施例中，晶片处理环境发生器 500 可
20 以输入具有从 50%相对湿度到大约 100%相对湿度的气体。在另一个实施例中，相对湿度在大约 90%到大约 100%之间，并且最好气体具有大约 100%的相对湿度。

在一个实施例中，晶片处理环境发生器 500 是至少局部充满液体 504 的起
25 泡器 502。应当理解，液体 504 可以是当气体通过液体 504 时，能够产生具有高相对湿度的气体/蒸气的任何合适的液体或液体的组合。在一个实施例中，输入 506（例如，管道）可以施加气体 508 到液体 504 中。应当理解，液体 504 是可以选择性地包括任何合适的混合物的任何合适类型的液体，包括共沸混合物，例如，DIW 和 HCl、DIW 和 HF、DIW 和 IPA 等。在一个实施例中，液体可以是 DIW，而在另一个实施例中，液体 504 可以是 DIW 和液体 IPA。
30 在又一个实施例中，液体 504 可以是 IPA。气体 508 可以穿过液体 504，然后

冒泡，成为可以是气体或具有高相对湿度的气体的蒸气 510。在一个实施例中，通过在冒泡过程期间气体 508 暴露于液体 504，注入具有高相对湿度成分的气体 508，产生蒸气 510。然后蒸气 510 输入到室 300 中，产生晶片处理环境 400'。一旦气体 508 输入到室 300 中，可以增加室 300 中的气体环境的湿度水平，从而减少室 300 中的流体的蒸发率。因此，在晶片 108 上正由弯液面 104 处理的流体具有低蒸发率。换句话说，控制晶片 108 上的流体，以防止或减少在晶片 108 的未处理部分中产生流体的薄膜。通过增加在气体 508 中潮湿溶解物的浓度，从未处理的晶片表面蒸发到气体环境中的流体分子的数量可以基本上等于碰撞晶片表面并停留在晶片表面上的流体分子的数量，从而减少不需要的蒸发/干燥。

应当理解，在这里介绍的实施例中，其它气体环境条件，例如，环境温度、大气压力等，也可以影响晶片表面的流体的蒸发损失程度。因此，应当理解，对于各自不同类型的大气状况，需要不同程度的湿度，以实现受控制地减少从晶片不需要的蒸发流体损耗。

以下的图描述了具有能够产生流体弯液面的示例性接近头的示例性晶片处理系统。应当理解，具有能够产生流体弯液面的任何合适类型的接近头的任何合适类型的系统可用于在这里介绍的本发明的实施例。

图 7 示出了根据本发明的一个实施例的晶片处理系统 1100。应当理解，可以使用固定或移动晶片的任何合适的方式，例如，辊、销、台板等。该系统 1100 包括能够固定和旋转晶片的辊 1102a、1102b 和 1102c，以允许处理晶片表面。在一个实施例中，系统 1100 还包括能够分别附着于上臂 1104a 和下臂 1104b 的接近头 106a 和 106b。上臂 1104a 和下臂 1104b 是允许沿晶片的半径基本上直线移动接近头 106a 和 106b 的接近头托架组件 1104 的一部分。在一个实施例中，接近头托架组件 1104 可以紧靠着晶片在晶片之上固定接近头 106a，在晶片下面固定接近头 106b。这可以通过使上臂 1104a 和下臂 1104b 以竖直的方式移动来实现，从而一旦接近头水平移动到开始晶片处理的位置，接近头 106a 和 106b 能够竖直地移动到紧靠着晶片的位置。在另一个实施例中，可以在两个接近头 106a 和 106b 之间形成流体弯液面，并且移到晶片的上和下表面上。上臂 1104a 和下臂 1104b 可以以任何合适的方式构成，从而接近头 106a 和 106b 能够移动，以允许如这里介绍的晶片处理。还应当理解，可以以任何合适的方

式构成系统 1100，只要接近头移动接近晶片，以在晶片表面上产生和控制弯液面。在另一个示例性实施例中，接近头 106 可以位于围绕由臂的第二端限定的轴线旋转的臂的第一端。因此，在该实施例中，接近头沿弧形在晶片表面上移动。在又一个实施例中，臂可以以旋转运动与直线运动的组合方式移动。虽然示出了具有用于晶片的每一侧的接近头 106，但是单个头也能够用于晶片的一侧。在没有使用接近头 106 的侧面上可以进行其它表面制备工艺，例如，晶片擦洗刷 (scrub brush)。

在另一个实施例中，系统 1100 可以包括具有靠近晶片的过渡面的接近头停靠站。在该实施例中，流体弯液面可以在停靠站与晶片表面之间以受控制和操控状态转换。此外，如果只有晶片的一侧要求处理，则可以利用具有一个接近头的一个臂。

图 8A 示出了根据本发明的一个实施例的进行晶片处理操作的接近头 106。在一个实施例中，接近头 106 紧靠着晶片 108 的顶面 108a 移动，以进行晶片处理操作。应当理解，根据加到晶片 108 上的流体的类型，由接近头 106 在晶片表面 108a 上产生的流体弯液面 104 可以是任何合适的晶片处理操作，例如，清洁、冲洗、干燥、蚀刻、镀敷等。应当理解，也可以利用接近头 106 处理晶片 108 的底面 108b。在一个实施例中，可以旋转晶片 108，从而可以移动接近头 106，同时流体弯液面处理顶面 108a。在另一个实施例中，晶片 108 可以静止不动，同时接近头 106 在晶片表面上产生流体弯液面。然后，接近头可以在晶片表面上移动或扫描，因此沿晶片表面移动流体弯液面。在又一个实施例中，可以使接近头 106 足够大，从而流体弯液面包含整个晶片的表面区域。在该实施例中，通过施加流体弯液面到晶片表面，可以处理晶片的整个表面而不用移动接近头。

在一个实施例中，接近头 106 包括源入口 1302 和 1306 以及源出口 1304。在该实施例中，在氮气 IPA/N_2 1310 中的异丙醇蒸气通过源入口 1302 加到晶片表面，通过源出口 1304 将真空 1312 加到晶片表面，通过源入口 1306 将处理流体 1314 加到晶片表面。

在一个实施例中，除应用真空 1312 以从晶片表面 108a 除去处理流体 1314 和 IPA/N_2 1310 之外， IPA/N_2 1310 和处理流体 1314 的应用可以产生流体弯液面 104。流体弯液面 104 可以是在接近头 106 与晶片表面之间定义的流体层，可

以以稳定和可控制的方式移动经过晶片表面 108a。在一个实施例中，通过持续的施加和除去处理流体 1314 定义流体弯液面 104。根据源入口 1306、源出口 1304 和源入口 1302 的尺寸、数量、形状和/或格局，限定流体弯液面 104 的流体层可以是任何合适的形状和/或尺寸。

5 另外，根据所要求产生的流体弯液面的类型，可以使用任何合适流量的真空、IPA/N₂、真空和处理流体。在又一个实施例中，根据在接近头 106 与晶片表面之间的距离，当产生和利用流体弯液面 106 时，可以省略 IPA/N₂。在该实施例中，接近头 106 可以不必包括源入口 1312，因此仅通过源入口 1306 施加处理流体 1314 并通过源出口 1304 除去处理流体 1314，产生流体弯液面 104。

10 在接近头 106 的其它实施例中，根据要产生的流体弯液面的外形，接近头 106 的处理表面（源入口和源出口所在的接近头的区域）可以具有任何合适的外形。在一个实施例中，接近头的处理表面可以凹进或突出于周围的表面。

图 8B 示出了根据本发明的一个实施例的接近头 106 的一部分的顶视图。应当理解，如根据图 8B 介绍的接近头 106 的结构本质上是示例性的。因此，
15 可以利用接近头的其它结构产生流体弯液面，只要处理流体可以加到晶片表面并从晶片表面上去掉，在晶片表面上产生稳定的流体弯液面。另外，如以上讨论的，当接近头 106 不使用 N₂/IPA 产生流体弯液面时，接近头 106 的其它实施例不必具有源入口 1316。

在一个实施例的顶视图中，从左至右为一组源入口 1302、一组源出口
20 1304、一组源入口 1306、一组源出口 1304 和一组源入口 1302。因此，当 N₂/IPA 和处理化学试剂输入到接近头 106 与晶片 108 之间的区域中时，真空除去可能在晶片 108 上的 N₂/IPA 和处理化学试剂以及任何液体薄膜和/或污染物。在这里介绍的源入口 1302、源入口 1306 和源出口 1304 也可以为任何合适类型的几何形状，例如，圆形开口、三角形开口、方孔等。在一个实施例中，源入口 1302
25 和 1306 以及源出口 1304 具有圆形开口。应当理解，根据要求产生的流体弯液面 106 的尺寸和形状，接近头 106 可以为任何合适的尺寸、形状和/或结构。在一个实施例中，接近头的延伸范围小于晶片的半径。在另一个实施例中，接近头的延伸范围超过晶片的半径。在另一个实施例中，接近头的延伸范围大于晶片的直径。因此，根据在任何给定时间要求处理的晶片表面区域的尺寸，流体
30 弯液面的尺寸可以为任何合适的尺寸。另外，应当理解，根据晶片处理操作（例

如,水平地、垂直地或在中间的任何其它合适的位置),接近头 106 可以以任何合适的排列方向定位。在可以进行一种或多种类型的晶片处理操作的情况下,接近头 106 也可以合并到晶片处理系统中。

图 8C 示出了根据本发明的一个实施例的接近头 106 的入口/出口格局。在
5 该实施例中,接近头 106 包括源入口 1302 和 1306 以及源出口 1304。在一个实施例中,源出口 1304 可以围绕源入口 1306,源入口 1302 可以围绕源出口 1304。

图 8D 示出了根据本发明的一个实施例的接近头 106 的另一个入口/出口格局。在该实施例中,接近头 106 包括源入口 1302 和 1306 以及源出口 1304。在一个实施例中,源出口 1304 可以围绕源入口 1306,源入口 1302 可以至少部分
10 围绕源出口 1304。

图 8E 示出了根据本发明的一个实施例的接近头 106 的又一个入口/出口格局。在该实施例中,接近头 106 包括源入口 1302 和 1306 以及源出口 1304。在一个实施例中,源出口 1304 可以围绕源入口 1306。在一个实施例中,接近头
15 106 不包括源入口 1302,因为在一个实施例中,接近头 106 能够产生流体弯液面而不用施加 IPA/N₂。应当理解,以上介绍的入口/出口格局本质上是示例性的,并且可以使用任何合适类型的入口/出口格局,只要能够产生稳定和可控制的流体弯液面。

虽然根据几个优选实施例介绍了本发明,但是应当理解,本领域的技术人员通过阅读前述的说明书和研究附图将实现它的各种变化、添加、置换和等价
20 物。因此,本发明试图包括属于本发明的真正的精神和范围的所有这种变化、添加、置换和等价物。

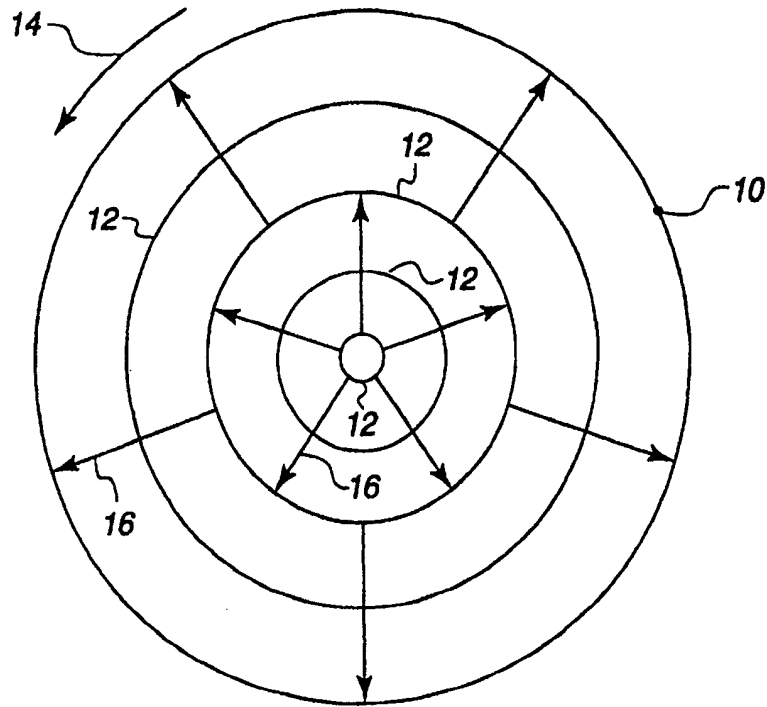


图 1A
(现有技术)

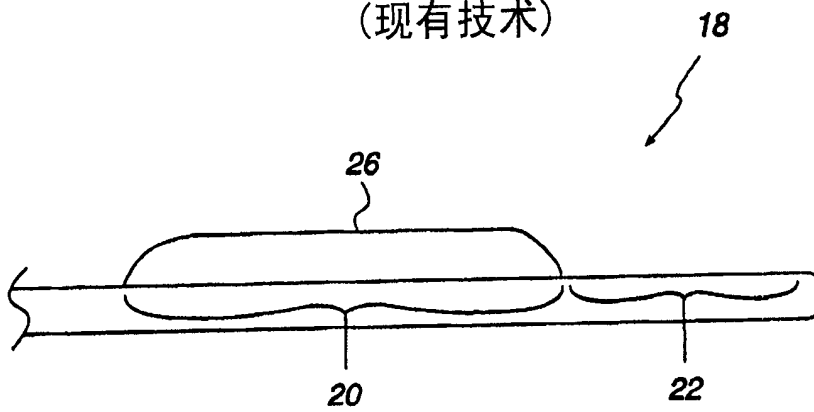


图 1B
(现有技术)

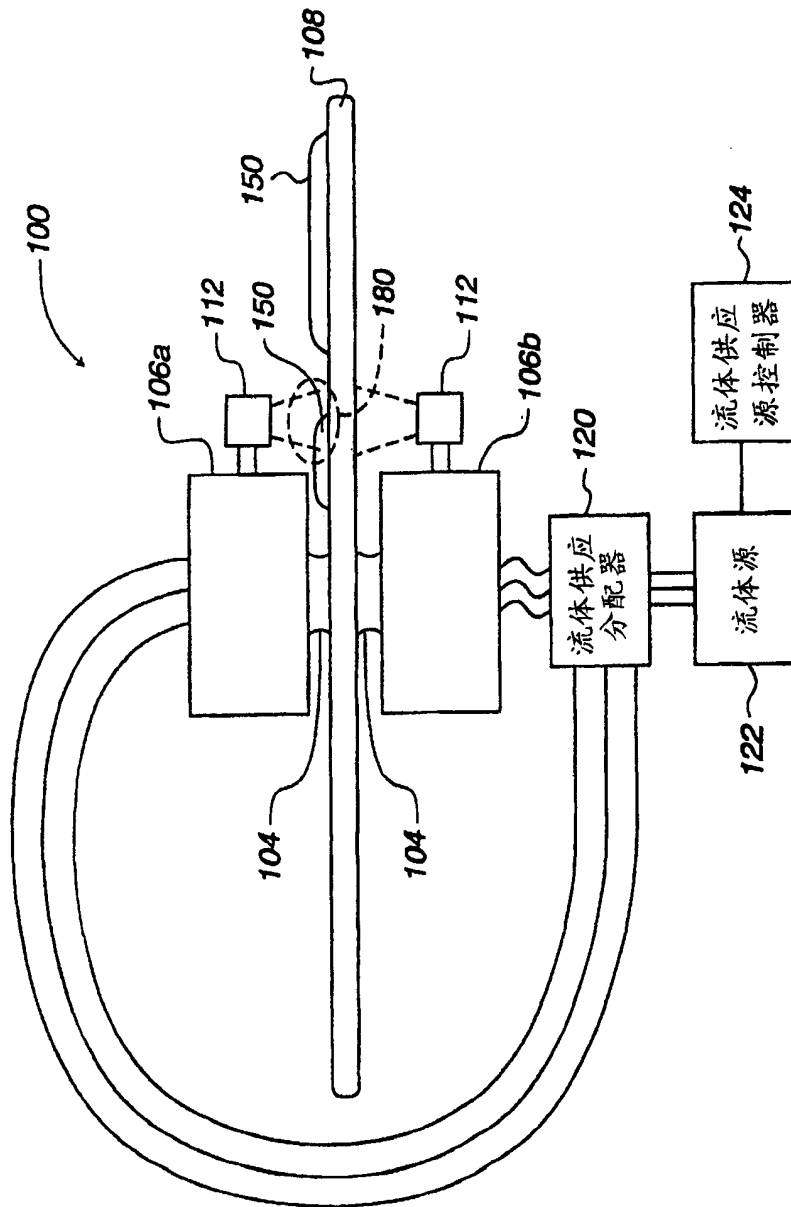


图 2A

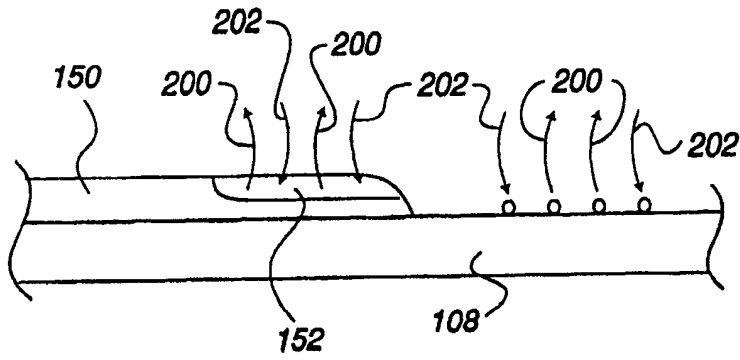


图 2B

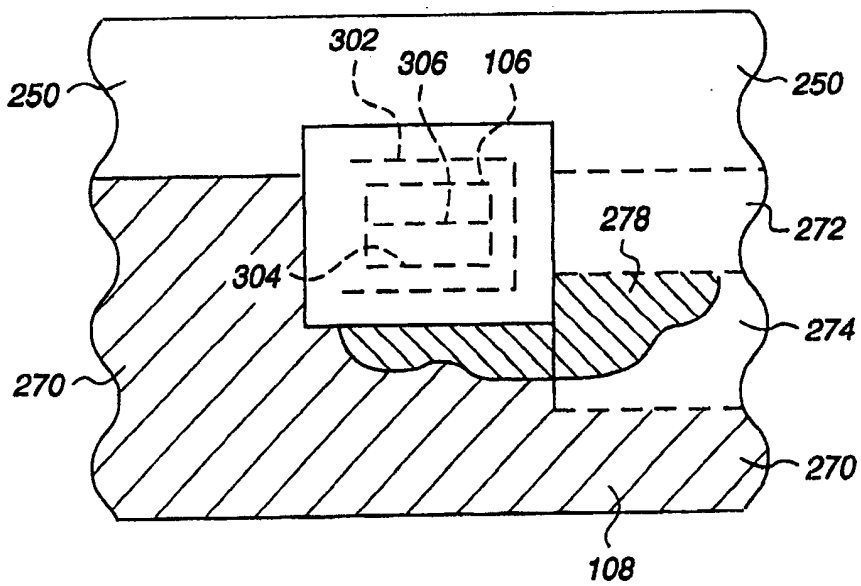


图 3

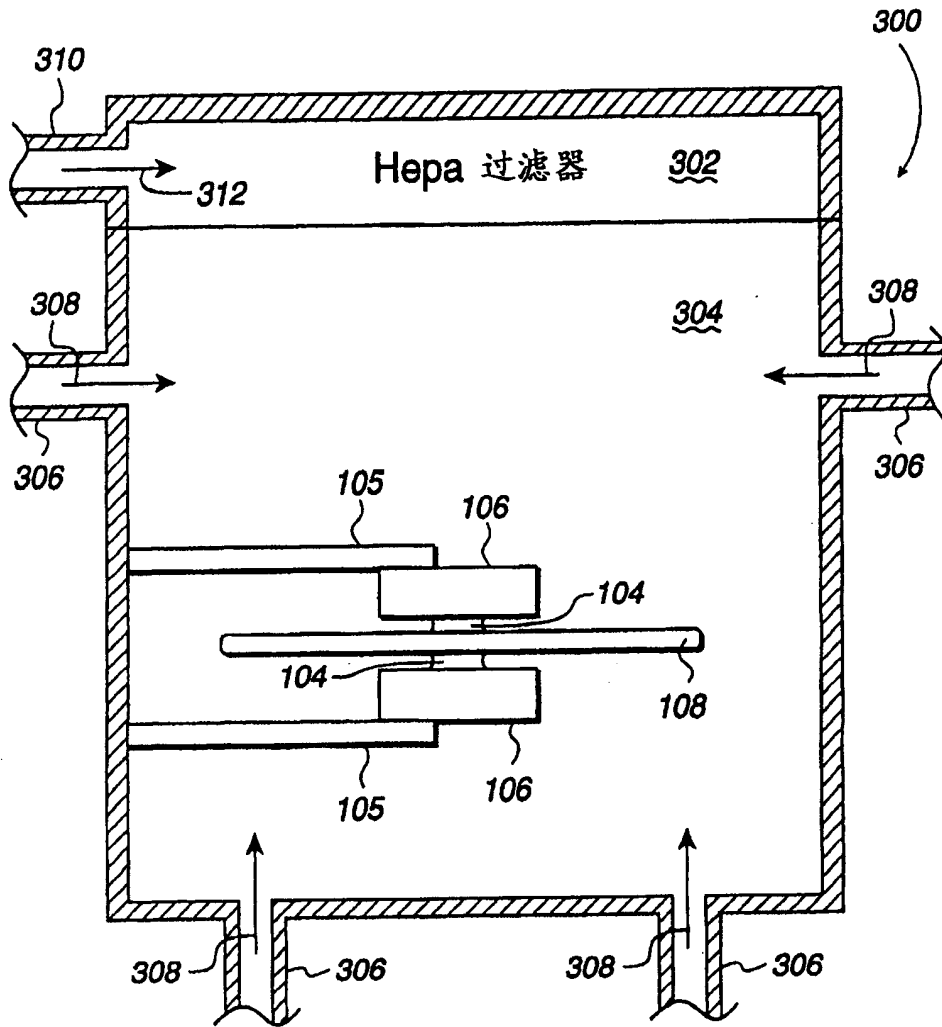


图 4

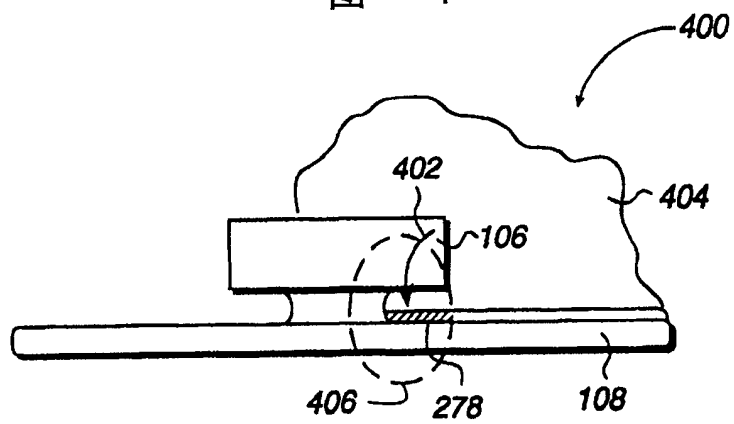


图 5

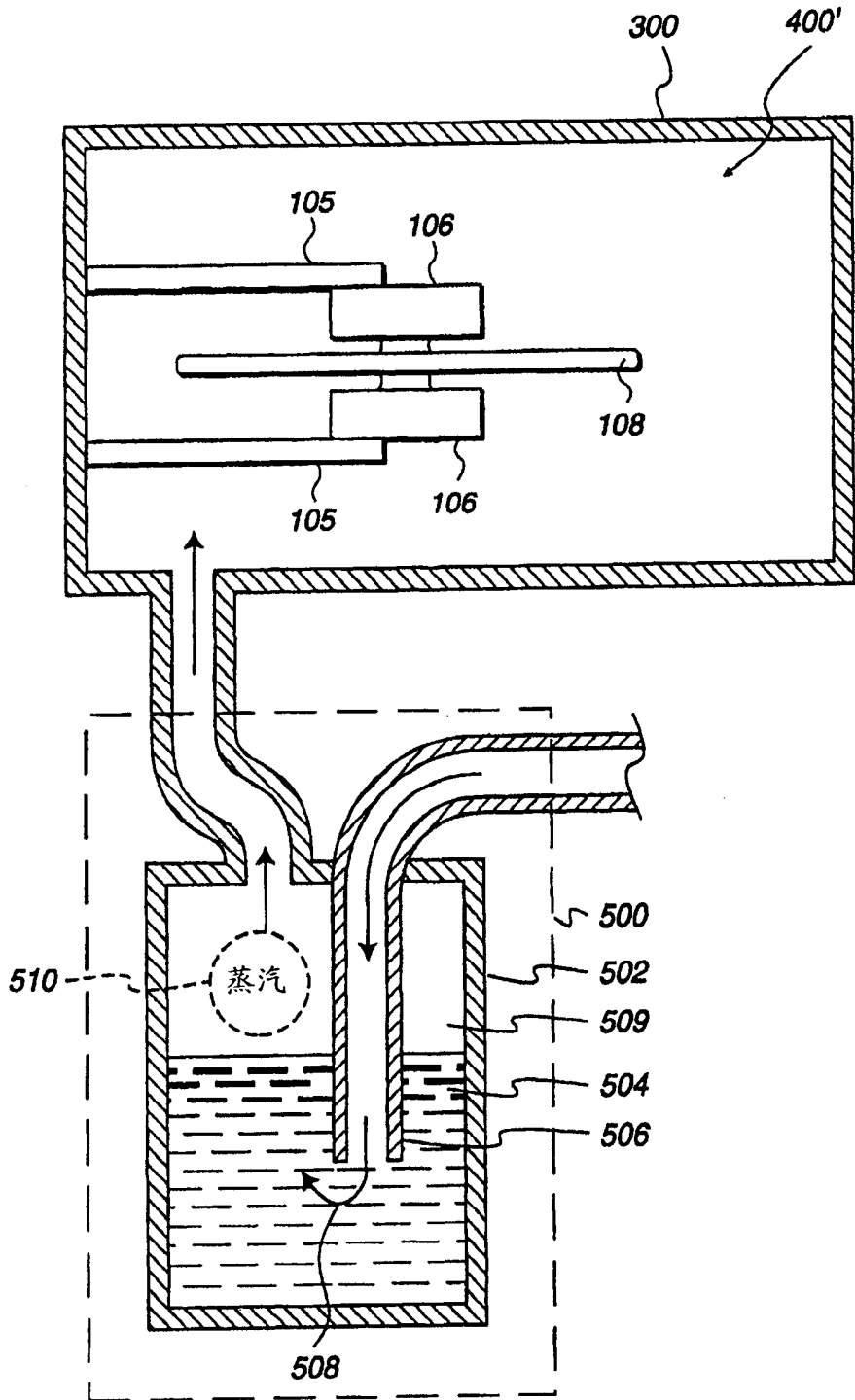


图 6

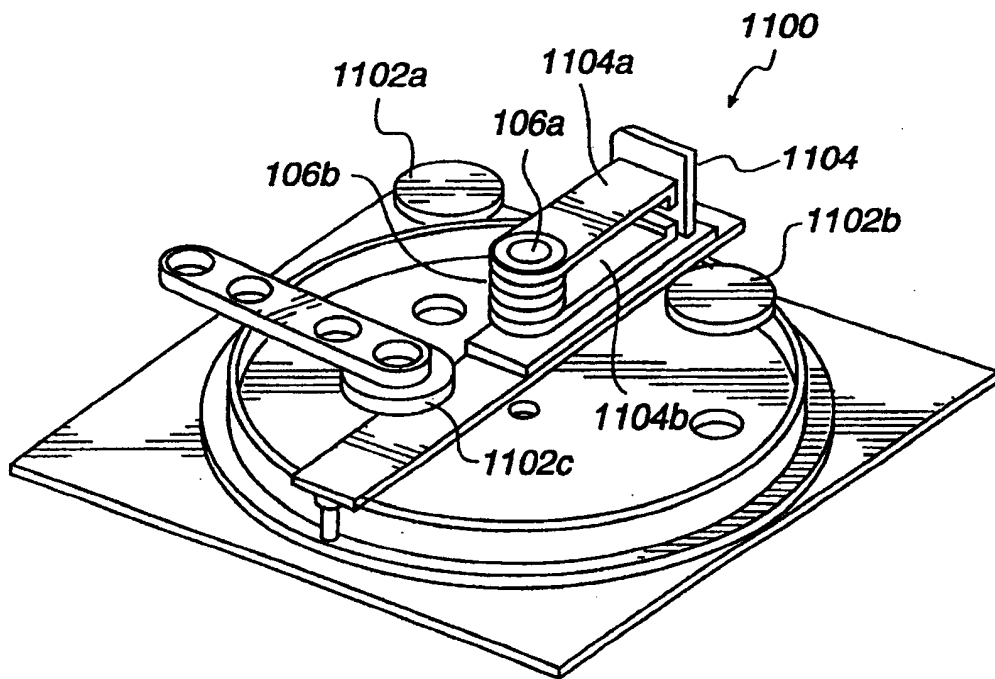


图 7

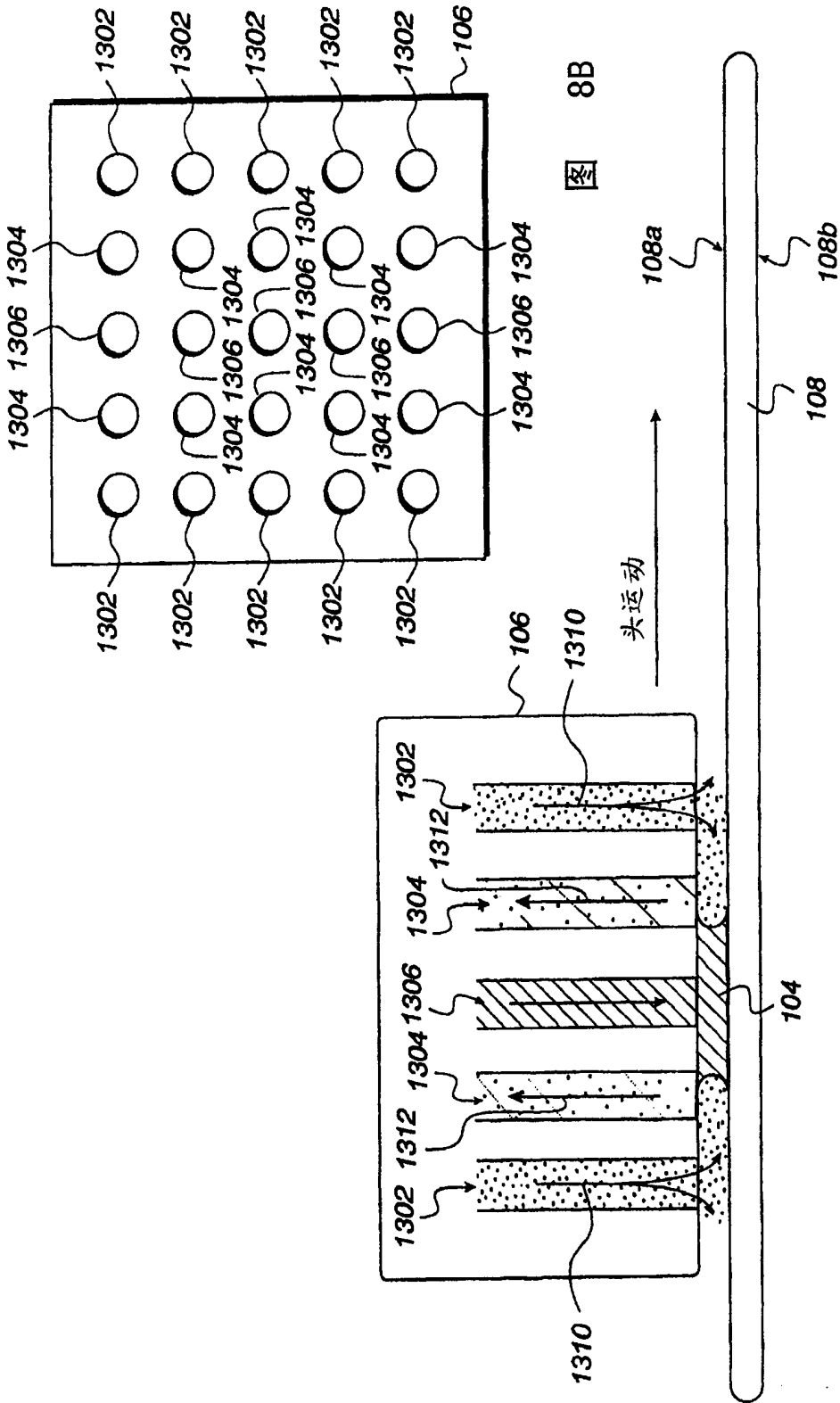


图 8A

图 8B

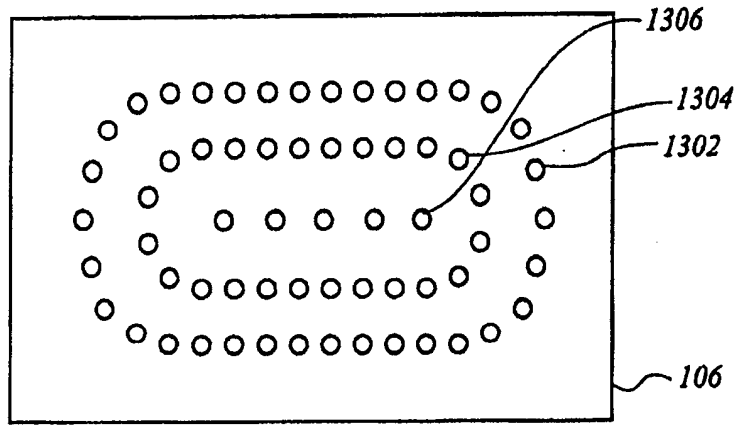


图 8C

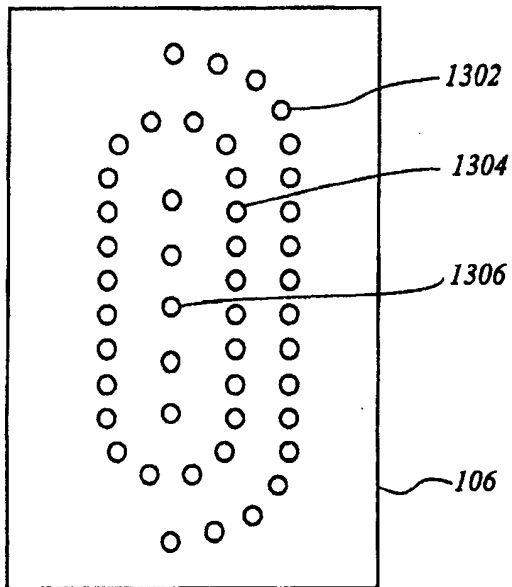


图 8D

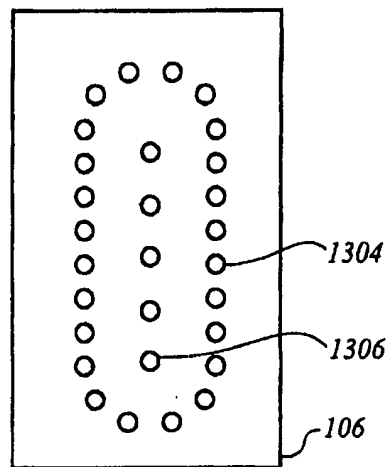


图 8E