



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03801405. X

[43] 公开日 2005 年 2 月 9 日

[11] 公开号 CN 1579005A

[22] 申请日 2003.9.30 [21] 申请号 03801405. X

[30] 优先权

[32] 2002. 9. 30 [33] US [31] 10/261,839

[32] 2003. 6. 30 [33] US [31] 10/611,140

[86] 国际申请 PCT/US2003/031136 2003.9.30

[87] 国际公布 WO2004/030052 英 2004.4.8

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.27

[71] 申请人 拉姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 约翰·M·德拉芮奥

詹姆士·P·加西亚 卡尔·武德

麦克·拉夫金 弗利茨·雷德克

约翰·博伊德 阿夫辛·尼克宏

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

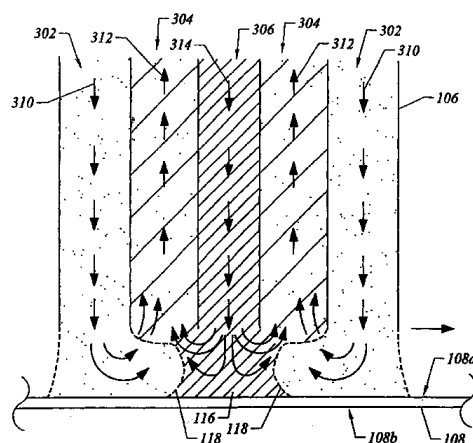
代理人 李 辉

权利要求书 4 页 说明书 37 页 附图 36 页

[54] 发明名称 利用接近晶片表面的多个入口和出口干燥半导体晶片表面的方法和设备

[57] 摘要

提供了衬底制备系统的多个实施例中的一种，该系统包括具有头部表面的头部，其中该头部表面接近衬底表面。该系统还包括用于通过该头部向所述衬底表面输送第一流体的第一导管和用于通过该头部向所述衬底表面输送第二流体的第二导管，其中第二流体不同于第一流体。该系统还包括用于从所述衬底表面去除第一流体和第二流体的第三导管，其中第一导管、第二导管和第三导管基本上同时起作用。在另一个实施例中，提供了一种用于处理衬底的方法，该方法包括在衬底表面上产生流体弯液面并向该流体弯液面施加声能。该方法还包括在衬底表面上移动流体弯液面以处理衬底表面。



- 1、一种衬底制备系统，包括：
具有头部表面的头部，该头部表面被配置成在工作时接近衬底的表面；
5 第一导管，用于通过所述头部向所述衬底表面输送第一流体；
第二导管，用于通过所述头部向所述衬底表面输送第二流体，该第二导管不同于所述第一导管；以及
第三导管，用于从所述衬底表面去除所述第一流体和所述第二流体，
10 第一导管、第二导管和第三导管被配置为在工作时基本上同时起作用。
- 2、根据权利要求1所述的衬底制备系统，其中，所述衬底移动，从而所述头部横越所述衬底表面。
- 3、根据权利要求1所述的衬底制备系统，其中，所述头部移动，以横越所述衬底表面。
- 15 4、根据权利要求1所述的衬底制备系统，其中，所述头部的尺寸大至衬底的直径。
- 5、根据权利要求1所述的衬底制备系统，其中，所述头部的长度大于衬底的直径。
- 6、根据权利要求1所述的衬底制备系统，其中，在所述头部的相对
20 侧设置有一第二头部，该第二头部被配置成在工作时接近衬底的下表面。
- 7、根据权利要求1所述的衬底制备系统，其中，所述第一流体是去离子水（DIW）和清洗流体中的一种。
- 8、根据权利要求1所述的衬底制备系统，其中，所述第二流体是异丙醇（IPA）蒸气、氮气、有机化合物、己醇、乙基乙二醇、以及易与水
25 混合的化合物中的一种。
- 9、一种用于处理衬底的方法，包括以下步骤：
把第一流体施加到衬底表面上；
把第二流体施加到所述衬底表面上，接近于所述第一流体而施加所述第二流体；以及

从所述衬底表面去除第一流体和第二流体，所述去除是在把第一流体和第二流体施加到衬底表面上的同时进行的；

其中，所述施加和所述去除形成一受控的弯液面。

10、根据权利要求 9 所述的用于处理衬底的方法，其中，所述第一
5 流体是 DIW 和清洗流体中的一种。

11、根据权利要求 9 所述的用于处理衬底的方法，其中，所述第一流体是异丙醇（IPA）蒸气、氮气、有机化合物、己醇、乙基乙二醇、以及和易与水混合的化合物中的一种。

12、根据权利要求 9 所述的用于处理衬底的方法，其中，去除第一
10 流体和第二流体包括接近所述衬底表面施加真空。

13、根据权利要求 12 所述的用于处理衬底的方法，其中，施加真空包括调节真空的强度以形成稳定的弯液面。

14、一种在衬底处理操作中使用的衬底制备设备，包括：

被配置成朝向衬底表面移动的接近头，该接近头包括：

15 至少一个第一源入口，该第一源入口被配置成当所述接近头处于接近所述衬底表面的位置时向所述衬底表面施加第一流体，

至少一个第二源入口，该第二源入口被配置成当所述接近头处于接近所述衬底表面的位置时向所述衬底表面施加第二流体，以及

20 至少一个源出口，该源出口被配置成当所述接近头处于接近所述衬底表面的位置时施加真空压力，以从所述衬底表面去除所述第一流体和第二流体。

15、根据权利要求 14 所述的衬底制备设备，其中，所述第一源入口被配置成向衬底导入异丙醇（IPA）蒸气。

16、根据权利要求 14 所述的衬底制备设备，其中，所述第二源入口
25 被配置成向衬底导入去离子水（DIW）。

17、根据权利要求 14 所述的衬底制备设备，其中，所述接近头被配置成当该接近头移动到接近衬底的位置时在该衬底上产生弯液面。

18、根据权利要求 14 所述的衬底制备设备，还包括：

接近头载具组件，被配置成沿着衬底的半径以线性移动方式移动所

述接近头。

19、一种在衬底处理操作中使用的衬底制备设备，包括：

接近头载具组件，被配置成沿着衬底的半径按线性移动方式运动，

该接近头载具组件包括：

5 设置在衬底上方的第一接近头；

设置在衬底下方的第二接近头；

与第一接近头连接的上臂，该上臂被配置成使第一接近头可移动到接近衬底上方的位置处，以便开始衬底制备；以及

与第二接近头连接的下臂，该下臂被配置成使第二接近头可移动到
10 接近衬底下方的位置处，以便开始衬底制备。

20、一种用于处理衬底的方法，包括以下步骤：

在衬底表面上产生流体弯液面；

向所述流体弯液面施加声能；和

在所述衬底表面上移动所述流体弯液面，以处理该衬底表面。

15 21、根据权利要求 20 所述的用于处理衬底的方法，其中，向所述流体弯液面施加声能的步骤包括由向换能器中的压电晶体施加的射频产生声能。

22、根据权利要求 20 所述的用于处理衬底的方法，其中，向所述流体弯液面施加声能的步骤在流体弯液面中产生了气穴。

20 23、根据权利要求 20 所述的用于处理衬底的方法，其中，产生流体弯液面的步骤包括：

向所述衬底表面的第一区域施加第一流体；

向所述衬底表面的第二区域施加第二流体；和

从所述衬底表面去除第一流体和第二流体，该去除步骤是在大致包
25 围第一区域的第三区域发生的，

其中，第二区域大致包围第三区域的至少一部分，并且所述施加和所述去除形成了所述流体弯液面。

24、根据权利要求 23 所述的用于处理衬底的方法，其中，第一流体是清洗流体。

25、根据权利要求 23 所述的用于处理衬底的方法，其中，第二流体是异丙醇（IPA）蒸气、有机化合物、己醇、乙基乙二醇和易与水混合的化合物中的一种。

26、根据权利要求 23 所述的用于处理衬底的方法，其中，去除第一
5 流体和第二流体的步骤包括接近所述衬底表面施加真空。

27、根据权利要求 20 所述的用于处理衬底的方法，其中，所述声能是兆声波和超声波中的至少一种。

28、一种在衬底制备设备中使用的头部，包括：

至少一个第一源入口，用于通过所述头部向所述衬底表面输送第一
10 流体；

至少一个第二源入口，用于通过所述头部向所述衬底表面输送第二流体，该第二流体不同于第一流体；以及

至少一个源出口，用于从所述衬底表面去除所述第一流体和第二流体，其中该至少一个源出口的至少一部分位于所述至少一个第一源入口
15 与所述至少一个第二源入口之间，并且所述至少一个第一源入口、所述至少一个第二源入口和所述至少一个源出口被配置成在工作时基本上同时起作用；以及

换能器，其能够向第一流体施加声能；

其中，所述至少一个第二源入口至少包围所述至少一个源出口的后
20 缘侧。

29、根据权利要求 28 所述的在衬底制备设备中使用的头部，其中，第一流体是清洗化学剂。

30、根据权利要求 28 所述的在衬底制备设备中使用的头部，其中，所述换能器包括一主体和限定在该主体内的压电晶体。

25 31、根据权利要求 30 所述的在衬底制备设备中使用的头部，其中，所述换能器连接在 RF 电源上，并且该换能器内的压电晶体能够接收 RF 并产生所述声能。

32、根据权利要求 28 所述的在衬底制备设备中使用的头部，其中，所述声能是超声波和兆声波中的至少一种。

利用接近晶片表面的多个入口和出口 干燥半导体晶片表面的方法和设备

5

技术领域

本发明涉及半导体晶片的清洗和干燥，更具体来说，涉及用于从晶片表面更有效地去除流体同时减少污染和降低晶片清洗成本的设备和技

10

背景技术

在半导体芯片制造工艺中，众所周知，需要清洗和干燥已经进行了制造操作的晶片，该制造操作在晶片表面上留下了不希望的残余物。这种制造操作的例子包括等离子体刻蚀（例如，钨回蚀（WEB））和化学机械抛光（CMP）。在 CMP 中，把晶片放在支座中，支座将晶片表面推向滚动的传送带。该传送带使用包含化学剂和研磨材料的研浆来进行抛光。不幸的是，该工艺往往在晶片表面上留下研浆颗粒和残余物。如果留在晶片上，不希望的残余材料和颗粒可能产生缺陷，尤其是如晶片表面上的刮痕以及金属化结构之间的不适当的相互作用。在有些情况下，这种缺陷可能导致晶片上的器件变得失效。为了避免丢弃具有失效器件的晶片的不适当成本，必须在留下了不希望的残余物的制造操作之后适当且有效地清洗晶片。

湿法清洗晶片之后，必须有效地干燥该晶片以防止水分或清洗流体残余物留在晶片上。如果允许蒸发晶片表面上的清洗流体，如当小滴形成时通常发生的那样，先前溶解在清洗流体中的残余物或污染物在蒸发之后将保留在晶片表面上（例如，并且形成斑点）。为了防止发生蒸发，必须在不在晶片表面上形成小滴的情况下尽可能快地去除清洗流体。在尝试着实现这一点时，采用了几种不同的干燥技术，如离心干燥、IPA 或 Marangoni 干燥。所有这些干燥技术都利用了晶片表面上的某种形式的

运动液体/气体界面，如果适当保持的话，这将导致在不形成小滴的情况下干燥晶片。不幸的是，如果运动液体/气体界面破裂，如利用前述干燥方法经常发生的那样，将形成小滴并发生蒸发，导致在晶片表面上留下污染物。

5 现在使用的最普遍的干燥技术是离心清洗干燥（SRD）。图 1A 示出了在 SRD 干燥处理期间清洗流体在晶片 10 上的运动。在该干燥处理中，由旋转 14 使湿晶片以高速旋转。在 SRD 中，利用离心力，将用于清洗晶片的水或清洗流体从晶片的中心甩到晶片的外部，并最终使其脱离晶片，如流体方向箭头 16 所示。在将清洗流体甩脱晶片时，随着干燥处理的进
10 行，在晶片的中心产生了运动液体/气体界面 12，并且该液体/气体界面 12 向晶片的外部移动（即，由运动液体/气体界面 12 产生的圆圈渐渐变大）。在图 1A 的例子中，由运动液体/气体界面 12 形成的圆圈的内侧区域没有流体，而由该运动液体/气体界面 12 形成的圆圈的外侧区域是清洗流体。因此，随着干燥处理的继续进行，运动液体/气体界面 12 的内
15 侧部分（干燥区域）增大，同时该运动液体/气体界面 12 的外侧区域（湿区域）减小。如前所述，如果运动液体/气体界面 12 破裂，则将在晶片上形成清洗流体的小滴，并且可能会由于小滴的蒸发而产生污染。因此，限制小滴形成和后来的蒸发以保持晶片表面无污染是事在必行的。不幸的是，该干燥方法只在防止运动液体界面的破裂上部分地获得成功。

20 此外，SRD 工艺在干燥疏水性的晶片表面上有困难。疏水性的晶片表面可能难以干燥，因为这种表面排斥水和水基（含水的）清洗液。因此，在干燥处理继续进行和从晶片表面甩掉清洗流体时，剩余的清洗流体（如果是水基的）将被晶片表面排斥。结果，含水清洗流体将要以最小面积与疏水性的晶片表面接触。此外，由于表面张力的作用（即，由于分子
25 氢键合的作用），含水清洗液会抱在一起。因此，由于疏水性的相互作用和表面张力，会不可控制地在疏水性的晶片表面上形成含水清洗流体的球体（或小滴）。这种小滴的形成将导致前述的有害蒸发和污染。SRD 的这些限制在晶片中央特别严重，在那里作用在小滴上的离心力最小。因而，尽管 SRD 工艺是目前最通用的晶片干燥方法，但是这种方法很难减

少在晶片表面上形成清洗流体小滴，特别是当在疏水性晶片表面上使用时更是如此。

使用声能是一种高度先进的、非接触式的清洗技术，用于从衬底（如各种制造状态中的半导体晶片、平板显示器、微机电系统（MEMS）、微光电机机械系统（MOEMS）等）上去除小颗粒。该清洗工艺通常包括通过液体介质传播声能以从衬底表面去除颗粒和清洗衬底表面。兆声（megasonic）能通常在约 600KHz（0.6 兆赫（MHz））到约 1.5MHz（包含 0.6MHz 和 1.5MHz）之间的范围内传播。能够使用的典型液体介质是去离子水或者几种衬底清洗化学剂中的任何一种或多种及其组合，如 DI 水中稀释的氢氧化氨/过氧化氢溶液。声能在液体介质中的传播主要通过以下过程来实现非接触式的衬底清洗：在液体介质中由溶解的气体形成气泡和使气泡破裂，这里称为气穴现象；微流；当化学剂通过强化的质量输运而用作液体介质时，化学反应增强；优化 ζ 电势以利于在液体介质中携带颗粒并阻止再沉积；或者提供活化能以便于进行化学反应。

图 1B 是典型的批量衬底清洗系统 10 的示意图。图 1C 是批量衬底清洗系统 10 的俯视图。槽 11 中充满清洗液 16，如去离子水或其它衬底清洗化学剂。衬底载具 12（通常是衬底盒）夹持将要清洗的一批衬底 14。一个或更多个换能器 18A、18B、18C 产生通过清洗液 16 传播的发射声能 15。对于每批衬底 14 来说，通过接触和定位所述载具 12 的定位夹具 19A、19B，使衬底 14 与换能器 18A、18B 和 18C 之间的相对位置和距离通常基本保持恒定。

如果使用了清洗化学剂，不管有没有控制颗粒再粘接的适当化学性，发射能量 15 都通过气穴、声流和强化质量输运而实现了衬底清洗。批量衬底清洗工艺通常需要较长的处理时间，并且会消耗过量的清洗化学剂 16。此外，难以实现一致性和不同衬底间的控制。

图 1D 是提供给换能器 18A、18B、18C 中的一个或更多个的 RF 供给源的现有技术示意图 30。可调压控振荡器（VCO）32 按选定频率向 RF 发生器 34 输出信号 33。RF 发生器 34 将该信号 33 放大以产生具有更高功率的信号 35。信号 35 被输出到换能器 18B。功率传感器 36 监测该信号

35. 换能器 18B 输出发射能量 15。

不幸的是，典型的兆声系统具有化学交换速度慢和有效反应室容积大的问题。这可能导致污染物留在兆声反应室中从而再沉积在晶片上。因而，这可能导致无效的清洗并降低晶片处理合格率。此外，由于声波
5 从衬底和槽壁的反射产生的有益或无益的干涉的作用，可能在批量清洗系统中产生热点或冷点。这些热点或冷点可能破坏衬底中的敏感结构，或者引起低效或不均匀的清洗。

因此，需要一种方法和设备，其能够快速和有效地清洗半导体晶片，同时减少在清洗操作后污染物在晶片上的再沉积，并且使用少量清洗流
10 体以及在无热点或冷点的情况下向衬底提供均匀的功率密度输送，从而避免了现有技术中存在的问题。如目前经常发生的，这种污染物的沉积降低了合格晶片的产量，并且提高了半导体晶片的制造成本。

因此，还需要一种方法和设备，其能够快速且高效地清洗和干燥半导体晶片，同时减少各种水或清洗流体小滴的形成，由此避免了现有技术中存在的问题，其中所述小滴可能使污染物沉积在晶片表面上。如目前经常发生的，这种沉积物降低了合格晶片的产量，并且提高了半导体晶片的制造成本。
15

发明内容

20 广义地说，本发明通过提供能够从晶片表面快速去除流体同时降低晶片污染的清洗和干燥设备而满足了这些需要。应该理解本发明可以采用多种方式来实现，包括作为工艺、设备、系统、装置或方法来实现。下面说明本发明的几个创造性的实施例。

在一个实施例中，提供了一种衬底制备系统，其包括具有头部表面的头部，其中在工作时头部表面接近衬底表面。该系统还包括用于通过
25 头部向所述衬底表面输送第一流体的第一导管和用于通过头部向所述衬底表面输送第二流体的第二导管，其中第二导管不同于第一导管。该系统还包括用于从所述衬底表面去除第一流体和第二流体的第三导管，其中当工作时第一导管、第二导管和第三导管基本上同时起作用。

在另一实施例中，提供了一种用于处理衬底的方法，该方法包括向衬底表面施加第一流体和向该衬底表面施加第二流体，其中接近第一流体而施加第二流体。该方法还包括从所述衬底表面去除第一流体和第二流体，其中在向所述衬底表面施加第一流体和第二流体的同时进行所述
5 去除处理。该施加和该去除形成受控的弯液面。

在又一实施例中，提供了一种在衬底处理操作中使用的衬底制备设备。该设备包括接近头，该接近头被配置成朝向衬底表面移动。该接近头包括至少一个第一源入口，其中当接近头处于接近所述衬底表面的位置处时，该第一源入口向所述衬底表面施加第一流体。该设备还包括至
10 少一个第二源入口，其中该第二源入口被配置成在接近头处于接近所述衬底表面的位置处时向所述衬底表面施加第二流体。该设备还包括至少一个源出口，其中该源出口被配置成：当接近头处于接近所述衬底表面的位置处时该源出口施加真空压力以便从所述衬底表面去除第一流体和第二流体。

15 在再一实施例中，提供了一种在晶片制造操作中使用的晶片清洗器和干燥器，它包括沿着晶片半径进行线性运动的接近头载具组件。该接近头载具组件包括能够设置在晶片上方的第一接近头和能够设置在晶片下方的第二接近头。该接近头载具组件还包括与第一接近头连接的上臂，其中该上臂被配置成使得第一接近头可以在晶片上方移动接近晶片以开
20 始晶片清洗和晶片干燥中的一种。该接近头载具组件还包括与第二接近头连接的下臂，其中下臂被配置成使得第二接近头可以在晶片下方移动接近晶片以开始晶片清洗和晶片干燥中的一种。

在另一实施例中，提供了一种用于清洗和干燥半导体晶片的方法。在本实施例中，该方法提供接近头，该接近头包括至少一个第一源入口、
25 至少一个第二源入口和至少一个源出口。该方法还包括向晶片表面移动接近头，和当接近头处于接近晶片表面的第一位置处时在位于晶片表面上的流体膜上产生第一压力。该方法还包括当接近头处于接近晶片表面的第一位置时在位于晶片表面上的流体膜上产生第二压力，以及当接近头处于第一位置处时在位于晶片表面上的流体膜上引入第三压力。该方

法还包括产生压力差，其中第一压力和第二压力大于第三压力，并且该压力差使得从晶片表面去除了流体膜。

在另一实施例中，提供了一种在衬底处理操作中使用的衬底制备设备。该设备包括被配置成沿着晶片半径进行线性运动的接近头载具组件。

- 5 该接近头载具组件包括设置在衬底上方的第一接近头和设置在衬底下方的第二接近头。该组件还包括与第一接近头连接的上臂，其中该上臂被配置成使得第一接近头可以在晶片上方移动接近晶片以开始晶片制备。该组件还包括与第二接近头连接的下臂，其中该下臂被配置成使得第二接近头可以在晶片下方移动接近晶片以开始晶片制备。

- 10 在一个实施例中，提供了一种用于处理衬底的方法，该方法包括在衬底表面上产生流体弯液面和向该流体弯液面施加声能。该方法还包括使衬底表面上的流体弯液面运动以处理衬底表面。

- 在另一实施例中，提供了一种在衬底制备设备中使用的头部。该头部包括用于通过该头部向衬底表面输送第一流体的至少一个第一源入口、和用于通过该头部向所述衬底表面输送第二流体的至少一个第二源入口，该第二流体不同于第一流体。该头部还包括用于从所述衬底表面去除第一流体和第二流体的至少一个源出口，其中所述至少一个源出口的至少一部分位于所述至少一个第一源入口与所述至少一个第二源入口之间。当工作时，所述至少一个第一源入口、所述至少一个第二源入口和所述至少一个源出口基本上同时起作用。该头部还包括能够向第一流体施加声能的换能器。所述至少一个第二源入口至少包围所述至少一个源出口的后缘侧。
- 15
- 20

- 在又一实施例中，提供了一种用于制备晶片表面的管簇。该管簇包括位于该管簇的第一部分中的清洗区，该清洗区被配置成在晶片表面产生第一流体弯液面。该管簇还包括被限定在清洗区内并能够向第一流体弯液面施加声能的换能器。该头部还包括位于管簇的第二部分中的干燥区，该干燥区被配置成在晶片表面上产生第二流体弯液面。
- 25

本发明的优点很多。特别是，这里所述的设备和方法可以有效且高效地清洗半导体晶片，同时减少留在晶片表面上的流体和污染物。因而，

由于污染水平较低的高效晶片清洗，可以提高晶片处理和生产的效率并实现更高的晶片合格率。本发明结合流体输入和兆声施加来使用真空流体去除，实现了改进的清洗。与其它清洗技术相比，由上述各种力在晶片表面上产生的压力能够最佳地去除晶片表面上的污染物，显著地减少污染物的再沉积。本发明可向晶片表面施加异丙醇（IPA）蒸气和清洗化学剂，且基本上同时在晶片表面附近产生真空。这能产生和智能地控制弯液面，并且减小清洗化学剂界面的水表面张力，因此能在不留下污染物的情况下从晶片表面最佳地去除流体。可基本上同时地将兆声波施加于该弯液面上以提供基于兆声的晶片清洗而不存在一般兆声应用中存在的问题。此外，通过输入 IPA、清洗化学剂和输出流体而产生的清洗弯液面可以沿着晶片表面移动，从而清洗晶片。而且，在附加的实施例中，与现有技术的清洗和干燥系统相比，这里所述的设备和方法可以清洗和干燥晶片，同时减少留在晶片表面上的污染物。因此，本发明能以极高效率清洗晶片表面同时显著减少污染物的形成。

其它优点包括干燥和清洗半导体晶片同时减少晶片表面上留下的流体和污染物的高效性。因而，由于污染水平较低的高效晶片干燥，可以提高晶片处理和制造的效率并可以实现更高的晶片合格率。本发明使用结合流体输入的真空流体去除，实现了改进的干燥和清洗。与其它清洗和干燥技术相比，通过上述各种力在晶片表面的流体膜上产生的压力实现了对晶片表面的流体的最佳去除，并显著地减少了残留的污染物。此外，本发明可基本上同时向晶片表面施加异丙醇（IPA）蒸气和去离子水且在晶片表面附近产生真空。这能产生并智能地控制弯液面，并且减小去离子水界面的水表面张力，因此能够在不留下污染物的情况下最佳地从晶片表面去除流体。通过输入 IPA、DIW 和输出流体而产生的弯液面可沿着晶片表面移动以清洗和干燥晶片。因此，本发明以极高效率从晶片表面去除流体，同时显著减少了由于低效干燥（例如，离心干燥）造成的污染物形成。

由以下的详细说明，结合附图，可以更加清楚地理解本发明的其它方面和优点。附图以示例的方式解释了本发明的原理。

附图说明

通过下面结合附图的详细说明更容易理解本发明。为了便于进行该说明，使用相同的标号来表示相同的结构元件。

图 1A 表示在 SRD 干燥处理期间晶片上的清洗流体的运动。

5 图 1B 是典型的批量衬底清洗系统的示意图。

图 1C 是批量衬底清洗系统的俯视图。

图 1D 是表示向一个或多个换能器供电的现有技术 RF 电源的示意图。

图 2A 表示根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统。

10 图 2B 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的另一个视图。

图 2C 是根据本发明一个实施例的载有晶片的晶片清洗和干燥系统的侧视特写图。

15 图 2D 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的另一侧视特写图。

图 3A 是根据本发明一个实施例的具有双接近头的晶片清洗和干燥系统的俯视图。

图 3B 是根据本发明一个实施例的具有双接近头的晶片清洗和干燥系统的侧视图。

20 图 4A 是根据本发明一个实施例的具有用于晶片特定表面的多个接近头的晶片清洗和干燥系统的俯视图。

图 4B 是根据本发明一个实施例的具有用于晶片特定表面的多个接近头的晶片清洗和干燥系统的侧视图。

25 图 5A 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的俯视图，该晶片清洗和干燥系统具有在晶片 108 的直径上水平配置的接近头。

图 5B 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的侧视图，该晶片清洗和干燥系统具有在晶片 108 的直径上水平配置的接近头。

图 5C 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的俯视图，该晶片清洗和干燥系统具有水平配置的接近头，配置成清洗和/或干燥固定

的晶片。

图 5D 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的侧视图，该晶片清洗和干燥系统具有水平配置的接近头，配置成清洗和/或干燥固定的晶片。

- 5 图 5E 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的侧视图，该晶片清洗和干燥系统具有水平配置的接近头，配置成清洗和/或干燥固定的晶片。

图 5F 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的另一侧视图，该侧视图相对图 5E 所示的侧视图旋转了 90 度。

- 10 图 5G 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的俯视图，该晶片清洗和干燥系统具有横跨晶片半径延伸的水平配置的接近头。

图 5H 是根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统的俯视图，该晶片清洗和干燥系统具有横跨晶片半径延伸的水平配置的接近头。

- 15 图 6A 显示了根据本发明一个实施例的可用于清洗和干燥晶片的接近头入口/出口方向。

图 6B 显示了根据本发明一个实施例的可用于清洗和干燥晶片的另一接近头入口/出口方向。

图 6C 显示了根据本发明一个实施例的可用于清洗和干燥晶片的又一接近头入口/出口方向。

- 20 图 6D 显示了根据本发明一个实施例的可由接近头执行的晶片干燥处理的优选实施例。

图 6E 显示了根据本发明一个实施例的可由接近头执行的利用另一源入口/出口方向的另一晶片干燥处理。

- 25 图 6F 显示了根据本发明一个实施例的另一源入口和出口方向，其中可以利用一附加源出口来输入附加流体。

图 7A 显示了根据本发明一个实施例的进行干燥操作的接近头。

图 7B 显示了根据本发明一个实施例的接近头的一部分的俯视图。

图 7C 显示了根据本发明一个实施例的具有用于进行干燥操作的多个倾斜源入口的接近头。

图7D显示了根据本发明一个实施例的具有用于进行干燥操作的多个倾斜源入口和倾斜源出口的接近头。

图8A显示了根据本发明一个实施例的在双晶片表面清洗和干燥系统中使用的接近头的侧视图。

5 图8B显示了根据本发明一个实施例的双晶片表面清洗和干燥系统中的接近头。

图9A显示了根据本发明一个实施例的圆形接近头的俯视图。

图9B显示了根据本发明一个实施例的圆形接近头的侧视图。

图9C显示了根据本发明一个实施例的圆形接近头 106-1 的仰视图。

10 图10A显示了根据本发明一个实施例的长椭圆形接近头。

图10B显示了根据本发明一个实施例的长椭圆形接近头的俯视图。

图10C显示了根据本发明一个实施例的长椭圆形接近头的侧视图。

图11A显示了根据本发明一个实施例的方形接近头的俯视图。

图11B显示了根据本发明一个实施例的方形接近头的侧视图。

15 图11C显示了根据本发明一个实施例的方形接近头的仰视图。

图12A显示了根据本发明一个实施例的部分方形和部分圆形的接近头。

图12B显示了根据本发明一个实施例的部分方形和部分圆形的接近头的后视图。

20 图12C显示了根据本发明一个实施例的部分方形和部分圆形的接近头的俯视图。

图13A显示了根据本发明一个实施例的类似于图9A中所示接近头的圆形接近头的俯视图。

图13B显示了根据本发明一个实施例的仰视的接近头。

25 图13C显示了根据本发明一个实施例的侧视的接近头。

图14A显示了根据本发明一个实施例的接近头，该接近头的形状类似于图12A中所示的接近头。

图14B显示了根据本发明一个实施例的其中一端为方形而另一端为圆形的接近头的俯视图。

图 14C 显示了根据本发明一个实施例的接近头的方形端的侧视图。

图 15A 显示了根据本发明一个实施例的 25 孔接近头的仰视图。

图 15B 显示了根据本发明一个实施例的 25 孔接近头的俯视图。

图 15C 显示了根据本发明一个实施例的 25 孔接近头的侧视图。

5 图 16A 显示了根据本发明一个实施例的在晶片表面兆声清洗系统中使用的接近头的侧视图。

图 16B 显示了根据本发明一个实施例的在双晶片表面兆声清洗系统中使用的接近头的侧视图。

图 17 显示了根据本发明一个实施例的兆声换能器位于源出口和源入口之间的接近头的侧视图。

图 18 显示了根据本发明一个实施例的具有图 7A 所示结构的接近头的侧视图，其中兆声换能器位于前缘侧的源出口和源入口之间。

图 19A 显示了根据本发明一个实施例的清洗/兆声区和干燥区相组合的接近头的侧视图。

15 图 19B 显示了根据本发明一个实施例的在清洗/兆声区中具有双兆声换能器的接近头的侧视图。

图 20 显示了根据本发明一个实施例的具有多个源入口和多个源出口的示例处理窗口。

图 21 显示了根据本发明一个实施例的基本上为方形的接近头的俯视图。

具体实施方式

公开了本发明的用于清洗和/或干燥晶片的方法和设备。在下面的说明中，为了提供对本发明的全面理解而列举了很多具体细节。然而，本领域普通技术人员应该理解，在缺少一些或所有这些具体细节的情况下也可以实施本发明。在其它例子中，为了防止使本发明不清楚而没有详细介绍公知的工艺操作。

虽然根据几个优选实施例对本发明进行了说明，但是应该理解，本领域技术人员通过阅读前述说明并研究附图将能实现本发明的各种替

换、添加、变换及其等效形式。因此本发明将包括落入本发明的精神和范围内的所有这种替换、添加、变换和等效形式。

下面的图 2A-2D 显示了示例晶片处理系统的实施例。应该理解，该系统是示例性的，可以采用能够移动接近头使其接近晶片的任何其它合适类型的结构。在所示实施例中，（多个）接近头可以按线性方式从晶片中央部分向晶片边缘运动。应该理解也可以采用其它实施例，其中，（多个）接近头可以按线性方式从晶片的一个边缘向晶片在直径上的另一相对边缘运动，或者可以采用其它非线性运动，例如，圆周运动、螺旋型运动、之字形运动等。此外，在一个实施例中，可以使晶片旋转并且使接近头以线性方式运动，从而使接近头可以处理晶片的所有部分。还应该理解，也可以采用其它实施例，其中，晶片不旋转，而将接近头构成为按能够处理晶片的所有部分的方式在晶片上方运动。此外，这里所述的接近头和晶片清洗和干燥系统可以用于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。该晶片清洗和干燥系统可用于清洗和/或干燥晶片，这取决于该系统的配置。

图 2A 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100。系统 100 包括滚轮 102a、102b 和 102c，这些滚轮可保持和旋转晶片以干燥晶片表面。该系统 100 还包括接近头 106a 和 106b，在一个实施例中，分别把这些接近头安装到上臂 104a 和下臂 104b。上臂 104a 和下臂 104b 是接近头载具组件 104 的一部分，该接近头载具组件 104 能使接近头 106a 和 106b 沿着晶片的半径基本上做线性运动。

在一个实施例中，将接近头载具组件 104 配置成将接近头 106a 保持在晶片上方并将接近头 106b 保持在晶片下方，接近晶片。这可以通过以下方式来实现：使上臂 104a 和下臂 104b 可按垂直方式运动，从而一旦将所述接近头水平地移动到开始晶片处理的位置处，就可将接近头 106a 和 106b 垂直移动到接近晶片的位置处。可用任何合适的方式构成上臂 104a 和下臂 104b，以便可以移动接近头 106a 和 106b 以进行这里所述的晶片处理。应该理解，可用任何合适的方式构成系统 100，只要所述（多个）接近头可以移动接近晶片，从而产生并控制如下面参照图 6D-8B 所

述的弯液面即可。还应理解，所述接近可以是距离晶片任何合适的距离，只要进一步参照图 6D-8B 讨论的弯液面可保持不变即可。在一个实施例中，接近头 106a 和 106b（以及这里所述的任何其它接近头）可分别移动到距离晶片为约 0.1mm 到约 10mm 之间的距离，从而开始晶片处理操作。

- 5 在一优选实施例中，接近头 106a 和 106b（以及这里所述的任何其它接近头）可各移动到距离晶片约 0.5mm 到约 4.5mm 之间的距离，从而开始晶片处理操作，并且在一更优选的实施例中，接近头 106a 和 106b（以及这里所述的任何其它接近头）可移动到距离晶片约 2mm 的距离，从而开始晶片处理操作。

- 10 图 2B 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100 的另一个示意图。在一个实施例中，系统 100 具有接近头载具组件 104，该载具组件 104 被配置成能使接近头 106a 和 106b 从晶片中心向晶片边缘移动。应该理解，可用任何合适的方式移动接近头载具组件 104，从而使接近头 106a 和 106b 移动以按照希望的那样清洗和/或干燥晶片。在一个实
15 施例中，接近头载具组件 104 可以利用电机驱动以便从晶片中心向晶片边缘移动接近头 106a 和 106b。应该理解，尽管所示的晶片清洗和干燥系统 100 具有接近头 106a 和 106b，但是可以使用任何合适数量（例如 1、2、3、4、5、6 等）的接近头。晶片清洗和干燥系统 100 的接近头 106a 和/或 106b 还可以是任何合适尺寸或形状的，如参照图 6-15 所讨论的接
20 近头 106、106-1、106-2、106-3、106-4、106-5、106-6、106-7。这里所述的不同结构在接近头与晶片之间产生流体弯液面。通过向晶片表面施加流体和从该表面去除流体，流体弯液面可横跨晶片移动，从而清洗和干燥晶片。因此，接近头 106a 和 106b 可具有如这里所示的任何多种类型的结构或能进行这里所述的处理的其它结构。还应该理解，系统 100
25 可清洗和干燥晶片的一个表面或者晶片的顶面和底面两者。

此外，除了清洗或干燥晶片的顶面和底面之外，如果需要的话，通过输入和输出不同类型的流体，还可以将系统 100 配置成清洗晶片的一侧和干燥晶片的另一侧。应该理解，根据所希望的操作，系统 100 可在顶面和底面上分别在接近头 106a 和 106b 中施加不同的化学剂。除了清

洗和/或干燥晶片的顶面和/或底面之外，还可将所述接近头配置成清洗和干燥晶片的斜边。这可以通过移动弯液面使其离开晶片的边缘而实现，这清洗了斜边。还应该理解接近头 106a 和 106b 可以是相同类型的头部或不同类型的头部。

5 图 2C 示出了根据本发明一个实施例的夹持有晶片 108 的晶片清洗和干燥系统 100 的侧面特写图。晶片 108 可由滚轮 102a、102b 和 102c 以任何合适的方向夹持和旋转，只要该方向能使所希望的接近头接近要被清洗或干燥的晶片 108 的一部分即可。在一个实施例中，可通过使用转轴 111 使滚轮 102b 旋转，可由滚轮臂 109 支撑并旋转滚轮 102c。滚轮 102a
10 也可由它自己的转轴(如图 3B 所示)来旋转。在一个实施例中，滚轮 102a、102b 和 102c 沿顺时针方向旋转，以便沿逆时针方向旋转晶片 108。应该理解，所述滚轮可以沿顺时针或逆时针方向旋转，这取决于所希望的晶片旋转方向。在一个实施例中，由滚轮 102a、102b 和 102c 施加给晶片 108 的旋转用于将未经处理的晶片区域移动接近接近头 106a 和 106b。然
15 而，旋转本身并不会干燥晶片或使晶片表面上的流体向晶片边缘移动。因此，在一个示例性的干燥操作中，通过接近头 106a 和 106b 的线性运动并且通过晶片 108 的旋转，将晶片的湿区域呈现给接近头 106a 和 106b。干燥或清洗操作本身通过至少一个接近头来进行。因而，在一个实施例中，随着干燥操作的进行，在螺旋运动中，晶片 108 的干燥区域将从晶片 108 的中心区扩展到其边缘区。通过改变系统 100 的配置和接近头 106a
20 和/或接近头 106b 的方向和运动，可改变干燥运动以容纳几乎任何合适类型的干燥路径。

应该理解，可将接近头 106a 和 106b 配置成具有：配置成输入去离子水 (DIW) 的至少一个第一源入口 (也被称为 DIW 入口)、配置成输入
25 蒸气形式的异丙醇 (IPA) 的至少一个第二源入口 (也被称为 IPA 入口)、以及配置成通过施加真空而从晶片与特定接近头之间的区域输出流体的至少一个源出口 (也被称为真空出口)。应该理解，这里所使用的真空也可以是抽吸。此外，也可以将其它类型的溶液 (例如清洗液、氨水、HF 等) 输入到第一源入口和第二源入口中。应该理解，尽管在一些示例实

施例中使用了 IPA 蒸气,也可以使用任何其它类型的蒸气,例如氮气、任何合适的乙醇蒸气、以及易与水混合的有机化合物等。

在一个实施例中,所述至少一个 IPA 蒸气入口与所述至少一个真空出口相邻,而所述至少一个真空出口又与所述至少一个 DIW 入口相邻,从而形成 IPA-真空-DIW 方向。应该理解,根据所希望的晶片处理以及想要增强什么类型的晶片清洗和干燥机构,可采用其它类型的方向,如 IPA-DIW-真空、DIW-真空-IPA、真空-IPA-DIW 等。在一优选实施例中,可采用 IPA-真空-DIW 方向,以便巧妙且有效地产生、控制和移动接近头与晶片之间的弯液面,从而清洗和干燥晶片。如果上述方向保持不变,可以用任何合适方式来布置 DIW 入口、IPA 蒸气入口和真空出口。例如,除了 IPA 蒸气入口、真空出口和 DIW 入口之外,在一附加实施例中,可以有另外的多组 IPA 蒸气出口、DIW 入口和/或真空出口,这取决于所希望的接近头的结构。因此,其它实施例可采用 IPA-真空-DIW-DIW-真空-IPA,或者和参照图 6D 说明的优选实施例一起参照图 7-15 对具有 IPA 源入口、真空源出口和 DIW 源入口结构的其它示例性实施例进行了说明。

图 2D 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100 的另一侧向特写示意图。在本实施例中,通过使用接近头载具组件 104,已将接近头 106a 和 106b 定位成分别接近晶片 108 的顶面 108a 和底面 108b。一旦处于这个位置处,接近头 106a 和 106b 就可利用所述 IPA 和 DIW 源入口和(多个)真空源出口来产生与晶片 108 接触的晶片处理弯液面,这能够从顶面 108a 和底面 108b 去除流体。可根据参照图 6-9B 的描述来产生晶片处理弯液面,其中将 IPA 蒸气和 DIW 输入到晶片 108 与接近头 106a 和 106b 之间的区域中。基本上与此同时,输入 IPA 和 DIW,可以接近晶片表面施加真空,以输出 IPA 蒸气、DIW 和可能位于晶片表面上的流体。应该理解,尽管在该示例实施例中使用了 IPA,但是也可以使用任何其它合适类型的蒸气,例如氮气、任何合适的丙醇蒸气、有机化合物、己醇、乙基乙二醇等易与水混合的物质。处于接近头与晶片之间区域中的 DIW 的部分是弯液面。应该理解,如这里所使用的,术语“输出”可以指从晶片 108 与特定接近头之间的区域去除流体,术语“输入”可以

指向晶片 108 与特定接近头之间的区域引入流体。

在另一示例实施例中，接近头 106a 和 106b 可以按一定方式运动，以便在不旋转晶片 108 的情况下清洗和/或干燥晶片 108 的所有部分。在这个实施例中，可将接近头载具组件 104 配置成能移动接近头 106a 和 5 106b 中的任一个或全部两个使其接近晶片 108 的任何合适区域。在一个实施例中，可将接近头配置成按螺旋方式从晶片 108 的中心向其边缘移动或按相反方向移动。在另一实施例中，可将接近头 106a 和 106b 配置成以线性方式横跨晶片 108 来回移动，从而可以处理晶片表面 108a 和/或 108b 的所有部分。在又一实施例中，可采用下面参照图 5C-5F 所讨论 10 的结构。因而，为了实现晶片处理操作的最佳化，很多不同结构的系统 100 都可以采用。

图 3A 示出了根据本发明一个实施例的具有双接近头的晶片清洗和干燥系统 100 的俯视图。如前面参照图 2A-2D 所述，可将上臂 104a 配置成将接近头 106a 移动并保持在接近晶片 108 上方的位置处。还可将上臂 15 104a 配置成按基本上线性的方式 113 从晶片 108 的中心部分向晶片 108 的边缘移动接近头 106a。因而，在一个实施例中，随着晶片 108 如旋转 112 所示那样运动，接近头 106a 能够使用参照图 6-8 进一步详细说明了的工艺从晶片 108 的顶面 108a 去除流体膜。因此，接近头 106a 可在晶片 108 上方沿基本螺旋路径来干燥晶片 108。在参照图 3B 所示的另一实施 20 例中，可以有位于晶片 108 下方的第二接近头，以从晶片 108 的底面 108b 去除流体膜。

图 3B 示出了根据本发明一个实施例的具有双接近头的晶片清洗和干燥系统 100 的侧视图。在本实施例中，系统 100 包括能够处理晶片 108 的顶面的接近头 106a 和能够处理晶片 108 的底面的接近头 106b。在一个 25 实施例中，转轴 111a 和 111b 连同滚轮臂 109 可分别旋转滚轮 102a、102b 和 102c。滚轮 102a、102b 和 102c 的该旋转可旋转晶片 108，从而可以把晶片 108 的基本上所有表面都呈现给接近头 106a 和 106b，以进行干燥和/或清洗。在一个实施例中，在晶片 108 旋转时，分别由臂 104a 和 104b 使接近头 106a 和 106b 接近晶片表面 108a 和 108b。一旦接近头 106a 和

106b 接近晶片 108, 就开始进行晶片干燥或清洗。在操作中, 通过向晶片 108 的顶面和底面施加 IPA、去离子水和真空, 如参照图 6 所述那样, 接近头 106a 和 106b 可各从晶片 108 去除流体。

在一个实施例中, 通过使用接近头 106a 和 106b, 系统 100 可在少于
5 3 分钟的时间内干燥 200mm 的晶片。应该理解, 通过增大接近头 106a 和 106b 从晶片 108 的中心向晶片 108 的边缘运行的速度, 可以减少干燥或清洗的时间。在另一实施例中, 使用接近头 106a 和 106b 并结合更快的晶片旋转速度, 以便在更短的时间内干燥晶片 108。在又一实施例中, 可以一起调节晶片 108 的旋转和接近头 106a 和 106b 的运动, 以便获得最
10 佳干燥/清洗速度。在一个实施例中, 接近头 106a 和 106b 可以按约 5mm 每分钟到约 500mm 每分钟之间的速度从晶片 108 的中心区域向晶片 108 的边缘线性地运动。

图 4A 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100' 的俯视图, 该晶片清洗和干燥系统 100' 包括用于晶片 108 的特定表面的多个接近头。在本实施例中, 系统 100' 包括上臂 104a-1 和上臂 104a-2。如
15 图 4B 所示, 系统 100' 还可包括分别与接近头 106b-1 和 106b-2 相连的下臂 104b-1 和下臂 104b-2。在系统 100' 中, 接近头 106a-1 和 106a-2 (如果要进行顶部和底部表面处理, 还有 106b-1 和 106b-2) 联合工作, 从而利用两个接近头来处理晶片 108 的特定表面。可将干燥时间或清洗时间
20 减少到约一半的时间。因此, 在操作中, 在晶片 108 旋转时, 接近头 106a-1、106a-2、106b-1 和 106b-2 在晶片 108 的中心附近开始处理晶片 108, 并基本上按线性方式朝着晶片 108 的边缘向外移动。通过这种方式, 由于晶片 108 的旋转 112 使晶片 108 的所有区域接近接近头, 从而将处理晶片 108 的所有部分。因此, 随着接近头 106a-1、106a-2、106b-1 和 106b-2
25 的线性运动和晶片 108 的旋转运动, 正被干燥的晶片表面以螺旋方式从晶片 108 的中心向晶片 108 的边缘运动。

在另一实施例中, 接近头 106a-1 和 106b-1 可以开始处理晶片 108, 并且在它们已从晶片 108 的中心区域移开之后, 接近头 106a-2 和 106b-2 可移动到晶片 108 的中心区域, 从而增强晶片处理操作。因此, 通过使

用多个接近头来处理特定晶片表面，可以显著地减少晶片处理时间。

图 4B 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100' 的侧视图，该晶片清洗和干燥系统 100' 包括用于晶片 108 的特定表面的多个接近头。在本实施例中，系统 100' 包括能够处理晶片 108 的顶面 108a 5 的两个接近头 106a-1 和 106a-2 以及能够处理晶片 108 的底面 108b 的接近头 106b-1 和 106b-2。如系统 100 中那样，转轴 111a 和 111b 连同滚轮臂 109 可分别旋转滚轮 102a、102b 和 102c。滚轮 102a、102b 和 102c 的这种旋转可使晶片 108 旋转，从而可以使晶片 108 的基本上所有表面都接近接近头 106a-1、106a-2、106b-1 和 106b-2，以进行晶片处理操作。

10 在操作中，每个接近头 106a-1、106a-2、106b-1 和 106b-2 可通过向晶片 108 的顶面和底面施加 IPA、去离子水和真空而从晶片 108 去除流体，例如如图 6-8 中所示。通过在晶片每侧使用两个接近头，可在更少的时间内完成晶片处理操作（即清洗和/或干燥）。应该理解，如利用参照图 3A 和 3B 所述的晶片处理系统那样，可将晶片的旋转速度改变到任何合适速度，只要该配置能够进行恰当的晶片处理即可。在一个实施例 15 中，当使用晶片 108 的一半旋转来干燥整个晶片时，可减少晶片处理时间。在这种实施例中，晶片处理速度可以大约是晶片每侧只用一个接近头时的处理速度的一半。

图 5A 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100'' 的俯视图，该晶片清洗和干燥系统 100'' 具有在晶片 108 的直径上延伸的水平设置的接近头 106a-3。在本实施例中，接近头 106a-3 由横跨晶片 108 20 的直径延伸的上臂 104a-3 支撑。在本实施例中，可通过上臂 104a-3 的垂直运动而将接近头 106a-3 移动到清洗和/或干燥位置，以便接近头 106a-3 可处于接近晶片 108 的位置处。一旦接近头 106a-3 接近晶片 108，25 就可进行晶片 108 的顶面的晶片处理操作。

图 5B 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100'' 的侧视图，该晶片清洗和干燥系统 100'' 具有横跨晶片 108 的直径延伸的水平设置的接近头 106a-3 和 106b-3。在本实施例中，接近头 106a-3 和接近头 106b-3 都是长形的，从而能够横跨晶片 108 的直径。在一个实施例

中，当晶片 108 正在旋转时，分别通过上臂 104a 和下臂 104b 使接近头 106a-3 和 106b-3 接近晶片表面 108a 和 108b。由于接近头 106a-3 和 106b-3 横跨晶片 108 延伸，所以清洗/干燥晶片 108 只需要全转的一半。

图 5C 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100''' 的俯视图，该晶片清洗和干燥系统 100''' 具有配置成清洗和/或干燥固定的晶片 108 的水平设置的接近头 106a-3 和 106b-3。在本实施例中，晶片 108 可以由任何合适类型的晶片夹持设备（例如，边缘夹具、具有边缘固定器的指状物等）保持固定。将接近头载具组件 104''' 配置成可从晶片 108 在直径上的一边跨越晶片 108 的直径移动到晶片 108 另一侧的边缘。采用这种方式，接近头 106a-3 和/或接近头 106b-3（如下面参照图 5D 所示）可沿着晶片 108 的直径从一边向相对边横跨晶片移动。应该理解，接近头 106a-3 和/或 106b-3 可按从晶片 108 的一边向直径上相对的另一边移动的任何合适方式移动。在一个实施例中，接近头 106a-3 和/或接近头 106b-3 可沿方向 121（例如，图 5C 中从顶部向底部或从底部向顶部的方向）移动。因此，晶片 108 可固定不动而没有任何旋转或运动，并且接近头 106a-3 和/或接近头 106b-3 可移动接近晶片，并且利用在晶片 108 上方的一次通过，清洗/干燥晶片 108 的顶面和/或底面。

图 5D 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100''' 的侧视图，该晶片清洗和干燥系统 100''' 具有被配置为清洗和/或干燥固定晶片 108 的水平设置的接近头 106a-3 和 106b-3。在本实施例中，接近头 106a-3 水平设置，晶片 108 也水平设置。通过使用至少横跨晶片 108 的直径的接近头 106a-3 和接近头 106b-3，可通过沿如参照图 5C 所述的方向 121 移动接近头 106a-3 和 106b-3 而在一次通过中清洗和/或干燥晶片 108。

图 5E 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100'''' 的侧视图，该晶片清洗和干燥系统 100'''' 具有被配置为清洗和/或干燥固定晶片 108 的垂直设置的接近头 106a-3 和 106b-3。在本实施例中，接近头 106a-3 和 106b-3 垂直设置，并且接近头 106a-3 和 106b-3 被配置成从左向右或从右向左移动，从晶片 108 的第一边缘开始向晶片 108 的与

该第一边缘在直径上相对的第二边缘运动。因此，在这种实施例中，接近头载具组件 104''' 可将接近头 106a-3 和 106b-3 移动接近晶片 108，并使接近头 104a-3 和 104b-3 从一个边缘向另一个边缘横跨晶片运动，从而可以在一次通过中处理晶片 108，由此减少清洗和/或干燥晶片 108 的时间。

图 5F 示出了根据本发明一个实施例的从图 5E 所示的侧视图旋转 90 度的晶片清洗和干燥系统 100'''' 的另一侧视图。应该理解，可以使接近头载具组件 104''' 按任何合适方式定向，例如使接近头载具组件 104''' 相对于图 5F 所示的方向旋转 180 度。

图 5G 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100-5 的俯视图，该晶片清洗和干燥系统 100-5 具有横跨晶片 108 的半径延伸的水平设置的接近头 106a-4。在一个实施例中，接近头 106a-4 的跨距小于正被处理的衬底的半径。在另一实施例中，接近头 106a-4 在正被处理衬底的半径上延伸。在一优选实施例中，接近头 106a-4 在晶片 108 的半径上延伸使该接近头可以覆盖并处理晶片 108 的中心点和晶片 108 的边缘，从而使该接近头 106a-4 可覆盖并处理晶片的中心点和晶片的边缘。在本实施例中，可通过上臂 104a-4 的垂直运动将接近头 106a-4 移动到清洗 / 干燥位置处，从而可使该接近头 106a-4 处于接近晶片 108 的位置处。一旦接近头 106a-4 接近晶片 108，就开始进行晶片 108 的顶面的晶片处理操作。在一个实施例中，由于接近头 106a-4 在晶片的半径上延伸，所以可以在一转中清洗 / 干燥晶片。

图 5H 示出了根据本发明一个实施例的晶片清洗和干燥系统 100-5 的侧视图，该晶片清洗和干燥系统 100-5 具有横跨晶片 108 的半径延伸的水平设置的接近头 106a-4 和 106b-4。在本实施例中，接近头 106a-4 和接近头 106b-4 都是细长的，以跨越并超出晶片 108 的半径。如参照图 5G 所述，根据所希望的实施例，接近头 106a-4 的跨距可短于晶片 108 的半径、正好等于该半径或者长于该半径。在一个实施例中，在晶片 108 旋转的同时，分别通过上臂 104a 和下臂 106b-4 使接近头 106a-4 和 106b-4 接近晶片表面 108a 和 108b。在一个实施例中，由于接近头 106a-4 和

106b-4 超出晶片 108 的半径，所以只需要一次完整旋转来清洗 / 干燥晶片 108。

图 6A 示出了根据本发明一个实施例的可用于清洗和干燥晶片 108 的接近头入口/出口方向 117。在一个实施例中，方向 117 是接近头 106 的一部分，其中，除了所示方向 117 之外，可使用其它源出口 304 和其它源入口 302 和 306。方向 117 可包括前缘 109 上的源入口 306，其中源出口 304 处于源入口 306 和源出口 302 之间。

图 6B 示出了根据本发明一个实施例的可用于清洗和干燥晶片 108 的另一接近头入口/出口方向 119。在一个实施例中，方向 119 是接近头 106 的一部分，其中，除了所示方向 119 以外，还可以使用其它源出口 304 和其它源入口 302 和 306。方向 119 可包括前缘 109 上的源出口 304，其中源入口 302 处于源出口 304 和源入口 306 之间。

图 6C 示出了根据本发明一个实施例的可用于清洗和干燥晶片 108 的又一接近头入口/出口方向 121。在一个实施例中，方向 121 是接近头 106 的一部分，其中，除了所示方向 121 以外，还可以使用其它源出口 304 和其它源入口 302 和 306。方向 119 可包括前缘 109 上的源入口 306，其中源入口 302 处于源出口 304 和源入口 306 之间。

图 6D 示出了根据本发明一个实施例的可由接近头 106 执行的晶片干燥处理的优选实施例。尽管图 6 示出了被干燥顶面 108a，但是应该理解，对于晶片的底面 108b 可以基本上采用相同的方式来实现晶片干燥处理。在一个实施例中，可用源入口 302 向晶片 108 的顶面 108a 施加异丙醇（IPA）蒸气，并且可用源入口 306 向晶片 108 的顶面 108a 施加去离子水（DIW）。此外，可用源出口 304 向接近晶片表面的区域施加真空，以便去除可能位于顶面 108a 上或附近的流体或蒸气。应该理解，可以使用源入口和源出口的任何合适组合，只要存在至少一个源入口 302 与至少一个源出口 304 相邻、而至少一个源出口 304 又与至少一个源入口 306 相邻的至少一个组合。IPA 可以处于任何合适的形态，例如，IPA 蒸气，其中利用 N_2 气输入处于蒸气形态的 IPA。而且，尽管这里使用了 DIW，也可以使用可进行或增强晶片处理的任何其它合适的流体，例如按其它方

式纯化的水、清洗流体等。在一个实施例中，通过源入口 302 提供 IPA 入流 310，可通过源出口 304 施加真空 312，并且可通过源入口 306 施加 DIW 入流 314。因此，利用了前面参照图 2 所述的 IPA-真空-DIW 方向的实施例。因而，如果在晶片 108 上留下流体膜，可通过 IPA 入流 310 向晶片表面施加第一流体压力，可通过 DIW 入流 314 向晶片表面施加第二流体压力，并可通过真空 312 施加第三流体压力，从而去除晶片表面上的 DIW、IPA 和流体膜。

因此，在一个实施例中，随着向晶片表面施加 DIW 入流 314 和 IPA 入流 310，晶片表面上的任何流体都与 DIW 入流 314 混合。此时，向晶片表面施加的 DIW 入流 314 与 IPA 入流 310 相遇。IPA 与 DIW 入流 314 形成界面 118（也被称为 IPA/DIW 界面 118），并且连同真空 312 一起对从晶片 108 的表面去除 DIW 入流 314 与任何其它流体起到辅助作用。在一个实施例中，IPA/DIW 界面 118 减小了 DIW 的表面张力。在操作中，向晶片表面施加 DIW，并且通过由源出口 304 施加的真空立即将该 DIW 与晶片表面上的流体一起去除。向晶片表面施加并在接近头和晶片表面之间的区域中驻留一定时间的 DIW 与晶片表面上的任何流体一起形成弯液面 116，其中弯液面 116 的边界是 IPA/DIW 界面 118。因此，弯液面 116 是向该表面施加并与晶片表面上的任何流体基本上同时去除的恒定流体流。从晶片表面几乎立即去除 DIW 防止了在被干燥的晶片表面的区域上形成流体小滴，由此减少污染物在晶片 108 上变干的可能性。向下注入的 IPA 的压力（由 IPA 的流速产生的）也有助于限制弯液面 116。

IPA 的流速有助于将水流移出或推出接近头和晶片表面之间的区域并进入源出口 304，通过源出口 304 可从接近头输出流体。因此，随着 IPA 和 DIW 被推到源出口 304 中，构成 IPA/DIW 界面 118 的边界就不是连续的边界，因为气体（例如，空气）与流体一起被推到源出口 304 中。在一个实施例中，由于来自源出口 304 的真空牵引 DIW、IPA 和晶片表面上的流体，进入源出口 304 的流是不连续的。当对流体和气体的组合施加真空时，这个流动的不连续性类似于通过细管来上拉流体和气体。因而，随着接近头 106 移动，弯液面也和接近头一起移动，并且先前由弯

液面占据的区域由于 IPA/DIW 界面 118 的移动而被干燥。还应该理解，可以使用任何合适数量的源入口 302、源出口 304 和源入口 306，这取决于设备的配置和所希望的弯液面尺寸和形状。在另一实施例中，液体流速和真空流速使得进入真空出口的总液体流是连续的，而没有气体流入真空出口。

应该理解，对于 IPA、DIW 和真空可以使用任何合适的流速，只要可以保持弯液面 116 即可。在一个实施例中，通过一组源入口 306 的 DIW 的流率在约 25ml 每分钟到约 3000ml 每分钟之间。在一优选实施例中，通过所述一组源入口 306 的 DIW 的流率为约 400ml 每分钟。应该理解，流体的流率可以根据接近头的尺寸而改变。在一个实施例中，较大接近头的流体流率大于较小接近头的流体流率。在一个实施例中，这可能是因为更大的接近头具有更多的源入口 302 和 306 和源出口 304，因此更大的接近头具有更大的流量。

在一个实施例中，通过一组源入口 302 的 IPA 蒸气的流速在约 1 标准立方英尺每分钟 (SCFM) 到约 100SCFM 之间。在一优选实施例中，IPA 流速在约 10SCFM 到 40SCFM 之间。

在一个实施例中，通过一组源出口 304 的真空的流速在约 10 标准立方英尺每小时 (SCFH) 到约 1250SCFH 之间。在一优选实施例中，通过所述一组源出口 304 的真空的流速约为 350SCFH。在示例实施例中，可使用流量计来测量 IPA、DIW 和真空的流速。

图 6E 示出了根据本发明一个实施例的可由接近头 106 执行的使用另一源入口/源出口方向的另一晶片干燥处理。在本实施例中，接近头 106 可以在晶片 108 的顶面 108a 上方移动，从而弯液面可沿着晶片表面 108a 移动。该弯液面将流体施加于晶片表面并从该晶片表面去除流体，由此同时清洗和干燥晶片。在本实施例中，源入口 306 向晶片表面 108a 施加 DIW 流 314，源入口 302 向晶片表面 108a 施加 IPA 流 310，而源出口 312 从晶片表面 108a 去除流体。应该理解，在这里所述的接近头 106 的本实施例以及其它实施例中，其它数量和类型的源入口和源出口可以与图 6E 中所示的源入口 302 和 306 以及源出口 304 的方向一起使用。此外，在

本实施例以及其它接近头实施例中，通过控制流向晶片表面 108a 的流体流量并控制所施加的真空，可以采用任何合适的方式来管理和控制弯液面。例如，在一个实施例中，通过增加 DIW 流 314 和/或减少真空 312，通过源出口 304 的出流几乎可以全是 DIW 以及从晶片表面 108a 去除的流体。在另一实施例中，通过减少 DIW 流 314 和/或增加真空 312，通过源出口 304 的出流基本上可以全是 DIW 和空气以及从晶片表面 108a 去除的流体的组合。

图 6F 示出了根据本发明一个实施例的另一源入口和出口方向，其中附加源出口 307 可用于输入附加流体。图 6F 中所示的入口和出口的方向基本上是参照图 6D 所详细描述的方向，除了包括在源出口 304 的相对侧与源入口 306 相邻的附加源出口 307 之外。在这个实施例中，可以通过源入口 306 输入 DIW，同时通过源入口 307 输入不同的溶液，例如清洗液。因此，可使用清洗液流 315 来增强晶片 108 的清洗，并且基本上同时干燥晶片 108 的顶面 108a。

图 7A 示出了根据本发明一个实施例的进行干燥操作的接近头 106。在一个实施例中，接近头 106 移动，同时接近晶片 108 的顶面 108a，以便进行清洗和/或干燥操作。应该理解，接近头 106 还可以用于处理（例如，清洗、干燥等）晶片 108 的底面 108b。在一个实施例中，晶片 108 旋转，以便接近头 106 可以按线性方式随头部运动而移动，同时从顶面 108a 去除流体。通过经源入口 302 施加 IPA310、经源出口 304 施加真空 312、和经源入口 306 施加去离子水 314，可以产生如参照图 6 所述的弯液面 116。

图 7B 示出了根据本发明一个实施例的接近头 106 的一部分的俯视图。在一个实施例的俯视图中，从左向右依次为一组源入口 302、一组源出口 304、一组源入口 306、一组源出口 304 和一组源入口 302。因此，在将 IPA 和 DIW 输入到接近头 106 和晶片 108 之间的区域中时，真空将去除 IPA 和 DIW 以及可能驻留在晶片 108 上的任何流体膜。这里所述的源入口 302、源入口 306、和源出口 304 还可以具有任何合适类型的几何形状，例如，圆形开口、方形开口等。在一个实施例中，源入口 302 和

306 和源出口 304 具有圆形开口。

图 7C 示出了根据本发明一个实施例的进行干燥操作的具有倾斜的源入口 302' 的接近头 106。应该理解, 这里所述的源入口 302' 和 306 和 (多个) 源出口 304 可以按任何合适的方式倾斜, 以便优化晶片清洗和/或干燥处理。在一个实施例中, 向晶片 108 输入 IPA 蒸气的倾斜源入口 302' 向源入口 306 倾斜, 以便引导 IPA 蒸气流使其限定弯液面 116。

图 7D 示出了根据本发明一个实施例的进行干燥操作的具有倾斜源入口 302' 和倾斜源出口 304' 的接近头 106。应该理解, 这里所述的源入口 302' 和 306 以及倾斜源出口 304' 可以按任何合适的方式倾斜, 以便优化晶片清洗和/或干燥处理。

在一个实施例中, 向晶片 108 上输入 IPA 蒸气的倾斜源入口 302' 按角度 θ_{500} 向源入口 306 倾斜, 以便引导 IPA 蒸气流使其限定弯液面 116。在一个实施例中, 倾斜源出口 304' 可以按角度 θ_{502} 向弯液面 116 倾斜。应该理解, 角度 θ_{500} 和 θ_{502} 可以是可优化弯液面 116 的管理和控制的任何合适的角度。在一个实施例中, 角度 θ_{500} 大于 0 度并小于 90 度, 角度 θ_{502} 大于 0 度并小于 90 度。在一优选实施例中, 角度 θ_{500} 约为 15 度, 在另一优选实施例中, 以角度 θ_{502} 倾斜的角度约为 15 度。可以按任何合适的方式来调节角度 θ_{500} 和角度 θ_{502} , 以便优化弯液面的管理。在一个实施例中, 角度 θ_{500} 和角度 θ_{502} 可以相同, 在另一实施例中, 角度 θ_{500} 和角度 θ_{502} 可以不同。通过使 (多个) 倾斜源入口 302' 和/或 (多个) 源出口 304' 倾斜, 可以更清楚地限定弯液面的边界, 并由此控制被处理表面的干燥和/或清洗。

图 8A 示出了根据本发明一个实施例的在双晶片表面清洗和干燥系统中使用的接近头 106a 和 106b 的侧视图。在本实施例中, 通过使用源入口 302 和 306 分别输入 IPA 和 DIW, 同时用源出口 304 提供真空, 可以产生弯液面 116。此外, 在源入口 306 的与源入口 302 相对的一侧, 可以有源出口 304, 以去除 DIW 并保持弯液面 116 完整。如上所述, 在一个实施例中, 源入口 302 和 306 可分别用于 IPA 入流 310 和 DIW 入流 314, 而源出口 304 可用于施加真空 312。应该理解, 可以使用源入口 302、源出口

304 和源入口 306 的任何合适的配置。例如，接近头 106a 和 106b 可具有类似于参照图 7A 和 7B 所述配置的源入口和源出口的配置。此外，在其它实施例中，接近头 106a 和 106b 可以具有如下面参照 9-15 所示的配置。通过将弯液面 116 移动进入和离开表面，可以干燥与弯液面 116 接触的任何合适表面。

图 8B 示出了根据本发明一个实施例的双晶片表面清洗和干燥系统中的接近头 106a 和 106b。在本实施例中，接近头 106a 处理晶片 108 的顶面 108a，接近头 106b 处理晶片 108 的底面 108b。通过由源入口 302 和 306 分别输入 IPA 和 DIW，并且利用来自源出口 304 的真空，可以在接近头 106a 和晶片 108 之间以及在接近头 106b 和晶片 108 之间产生弯液面 116。接近头 106a 和 106b 以及弯液面 116 可以按一定方式在晶片表面的湿区域上移动，从而可以干燥整个晶片 108。

图 9-15 示出了接近头 106 的示例实施例。如下列示例图所示，接近头可以具有能够执行如图 6-8 所述的流体去除处理的任何合适的结构或尺寸。因此，这里所述的任何、一些或所有接近头都可以在任何合适的晶片清洗和干燥系统（例如，如参照图 2A-2D 所述的系统 100 或其变型）中使用。此外，接近头还可具有任何合适数量或形状的源出口 304 和源入口 302 和 306。应该理解，从俯视图所示的接近头的一侧是接近晶片以进行晶片处理的一侧。图 9-15 中所述的所有接近头都能使用如参照图 2 和 6 所述的 IPA-真空-DIW 方向或其变型。此外，这里所述的接近头可用于清洗或干燥操作，这取决于从源入口 302 和 306 以及源出口 304 输入和输出的流体。此外，这里所述的接近头可具有多个入口管线和多个出口管线，这些入口管线和出口管线具有控制液体和/或蒸汽和/或气体流过出口和入口的相对流速的能力。应该理解，每组源入口和源出口都可对流量进行独立的控制。

应该理解，源入口和出口的尺寸以及位置可以改变，只要产生的弯液面是稳定的即可。在一个实施例中，源入口 302、源出口 304 和源入口 306 的开口的直径尺寸在约 0.02 英寸到约 0.25 英寸之间。在一优选实施例中，源入口 302 和源出口 304 的开口的尺寸约为 0.03 英寸，源入口 306

的开口的尺寸约为 0.06 英寸。

在一个实施例中，多个源入口 302、306 以及多个源出口 304 隔开约 0.03 英寸和约 0.5 英寸。在一优选实施例中，多个源入口 306 彼此以 0.125 英寸的间隔隔开，多个源出口 304 以 0.03 英寸的间隔隔开，多个源入口
5 302 以约 0.03 英寸的间隔隔开。

图 9A 示出了根据本发明一个实施例的圆形接近头 106-1 的俯视图。在本实施例中，接近头 106-1 包括三个源入口 302，在一个实施例中，该三个源入口 302 向晶片 108 的表面施加 IPA。接近头 106-1 还包括位于头部 106-1 的中央部分的三个源出口 304。在一个实施例中，一个源入口
10 306 位于与源入口 302 和源出口 304 相邻的位置处。在本实施例中，另一个源入口 306 位于源出口 304 的另一侧。

在本实施例中，接近头 106-1 示出了三个源出口 304 位于中央部分并位于接近头 106-1 的顶面的凹槽内。此外，源入口 302 位于与源入口 306 不同的水平面上。接近头 106-1 的该侧是接近晶片 108 以进行清洗和
15 /或干燥操作的一侧。

图 9B 示出了根据本发明一个实施例的圆形接近头 106-1 的侧视图。接近头 106-1 具有位于底部 343 的多个输入口，该多个输入口通向源入口 302 和 306 以及源出口 304，如参照图 9C 进一步详细讨论的那样。在一个实施例中，接近头 106-1 的顶部 341 在圆周上小于底部 343。如前所
20 述，应该理解，这里所述的接近头 106-1 以及其它接近头可以具有任何合适的形状和/或结构。

图 9C 示出了根据本发明一个实施例的圆形接近头 106-1 的仰视图。接近头 106-1 还包括端口 342a、342b 和 342c，在一个实施例中，这些端口分别对应于源入口 302、源出口 304 和源入口 306。通过经端口 342a、
25 342b 和 342c 输入或去除流体，可以经源入口 302、源出口 304 和源入口 306 输入或输出流体，如参照图 9A 所述的那样。

应该理解，用于这里所述的任何接近头的端口 342a、342b 和 342c 可以具有任何合适的方向和尺寸，只要可由源入口 302、源出口 304 和源入口 306 产生并保持稳定的弯液面即可。这里所述的端口 342a、342b 和

342c 的实施例可适用于这里所述的任何接近头。在一个实施例中，端口 342a、342b 和 342c 的端口直径尺寸可以在约 0.03 英寸到约 0.25 英寸之间。在一优选实施例中，端口直径尺寸约为 0.06 英寸到 0.18 英寸。在一个实施例中，端口之间的距离在约 0.125 英寸到约 1 英寸之间。在一
5 优选实施例中，端口之间的距离在约 0.25 英寸到约 0.37 英寸之间。

图 10A 示出了根据本发明一个实施例的长椭圆形接近头 106-2。接近头 106-2 包括源入口 302、源出口 304 和源入口 306。在本实施例中，源入口 302 能够向晶片表面区域施加 IPA，源入口 306 能够向晶片表面区域施加 DIW，源出口 304 能够向接近晶片 108 的表面的区域施加真空。通过
10 施加真空，可以去除可能驻留在晶片表面上的 IPA、DIW 和任何其它类型的流体。

接近头 106-2 还包括端口 342a、342b 和 342c，在一个实施例中，这些端口分别对应于源入口 302、源出口 304 和源入口 306。通过经端口 342a、342b 和 342c 输入或去除流体，可以经源入口 302、源出口 304 和
15 源入口 306 输入或输出流体。尽管在这个示例实施例中端口 342a、342b 和 342c 与源入口 302、源出口 304 和源入口 306 相对应，应该理解，端口 342a、342b 和 342c 可从任何合适的源入口或源出口输送或去除流体，这取决于所希望的结构。由于源入口 302 和 306 以及源出口 304 的结构，可以在接近头 106-2 和晶片 108 之间形成弯液面 116。弯液面 116 的形状
20 可以根据接近头 106-2 的结构和尺寸而改变。

图 10B 示出了根据本发明一个实施例的长椭圆形接近头 106-2 的俯视图。在图 10B 中，示出了源出口 304 和源入口 302 和 306 的图案。因此，在一个实施例中，接近头 106-2 包括位于多个源出口 304 外侧的多个源入口 302，而多个源出口 304 又位于多个源入口 306 的外侧。因此，多个
25 源入口 302 大致包围多个源出口 304，而多个源出口 304 又大致包围多个源入口 306，从而实现了 IPA-真空-DIW 方向。在一个实施例中，源入口 306 位于接近头 106-2 的长轴的中部的下面。在这种实施例中，源入口 302 和 306 分别向正被干燥和/或清洗的晶片 108 的区域输入 IPA 和 DIW。本实施例中的源出口 304 在接近正被干燥的晶片 108 的区域处抽真空，

由此输出来自源入口 302 和 306 的 IPA 和 DIW, 以及来自正被干燥晶片 108 的区域的流体。因此, 在一个实施例中, 可以发生如参照图 6 所述的干燥和/或清洗动作, 从而以更有效的方式清洗/干燥晶片 108。

图 10C 示出了根据本发明一个实施例的长椭圆形接近头 106-2 的侧视图。应该理解, 接近头 106-2 实际上是示例性的, 可以具有任何合适的尺寸, 只要源入口 302 和 306 以及源出口 304 被构成得能够按照如这里所述方式来清洗和/或干燥晶片 108 即可。

图 11A 示出了根据本发明一个实施例的方形接近头 106-3 的俯视图。在本实施例中, 如图 11A 所示, 接近头 106-3 包括位于图上部的两行源入口 302、位于源入口 302 下方的一行源出口 304、位于源出口 304 下方的一行源入口 306、以及位于源入口 306 下方的一行源出口 304。在一个实施例中, 可分别经源入口 302 和 306 将 IPA 和 DIW 输入到正被干燥的晶片 108 的区域。源出口 304 可用于从晶片 108 的表面去除诸如 IPA 和 DIW 的流体以及晶片 108 表面上的其它流体。

图 11B 示出了根据本发明一个实施例的方形接近头 106-3 的侧视图。接近头 106-3 包括端口 342a、342b 和 342c, 在一个实施例中, 这些端口可用于经源入口 302 和 306 以及源出口 304 输入和/或输出流体。应该理解, 在这里所述的任何接近头中可使用任何合适数量的端口 342a、342b 和 342c, 这取决于所希望的结构以及源入口和出口。

图 11C 示出了根据本发明一个实施例的方形接近头 106-3 的仰视图。接近头 106-3 包括背部上的端口 342a、342b 和 342c, 而底部的连接孔 340 可用于将接近头 106-3 安装到如参照图 2A-2D 所述的上臂 104a 上。

图 12A 示出了根据本发明一个实施例的部分方形和部分圆形的接近头 106-4。在本实施例中, 接近头 106-4 包括一行源入口 306, 在该一行源入口 306 的两侧与之相邻有多行源出口 304。该多行源出口 304 中的一行与两行源入口 302 相邻。垂直于上述行并且位于上述行的端部的是多行源出口 304。

图 12B 示出了根据本发明一个实施例的部分方形和部分圆形的接近头 106-4 的后视图。在一个实施例中, 接近头 106-4 包括位于背侧的端

口 342a、342b 和 342c，如后视图所示，其中该背侧是接近头 106-4 的方形端。端口 342a、342b 和 342c 可用于经源入口 302 和 306 以及源出口 304 输入和/或输出流体。在一个实施例中，端口 342a、342b 和 342c 分别对应于源入口 302、源出口 304 和源入口 306。

5 图 12C 示出了根据本发明一个实施例的部分方形和部分圆形的接近头 106-4 的俯视图。如该图所示，接近头 106-4 包括能使用 IPA-真空-DIW 方向的源入口 302 和 306 以及源出口 304 的配置。

图 13A 示出了根据本发明一个实施例的类似于图 9A 中所示的接近头 106-1 的圆形接近头 106-5 的俯视图。在本实施例中，源入口和源出口的
10 图案与接近头 106-1 的相同，但是如图 13B 所示，接近头 106-5 包括连接孔 340，在该连接孔 340 处接近头 106-5 可与能使接近头向晶片移动的设备连接。

图 13B 示出了根据本发明一个实施例的仰视看到的接近头 106-5。根据该仰视图，接近头 106-5 具有位于底端上的不同位置处的多个连接孔
15 340。如果在如参照图 2A-2D 所示的系统 100 中使用接近头 106-5，所述底端可以连接到上臂 106a 或下臂 106b 上。应该理解，接近头 106-5 可具有任何合适数量或类型的连接孔，只要可将接近头 106-5 固定到可以移动接近头 106-5 的如参照图 2A-2D 所述的任何合适设备上即可。

图 13C 示出了根据本发明一个实施例的侧视看到的接近头 106-5。接近头 106-5 的一侧圆周比移动接近晶片 108 的一侧圆周大。应该理解，
20 接近头 106-5（以及这里所述的接近头 106 的其它实施例）的圆周可以具有任何合适的尺寸，并且可以根据在任何给定时间内希望处理的晶片 108 的表面的大小而改变。

图 14A 示出了根据本发明一个实施例的一端为方形而另一端为圆形的接近头 106-6。在本实施例中，接近头 106-6 具有类似于如参照图 12A
25 所示的接近头 106-4 的图案的源入口 302 和 306 以及源出口 304 的图案，除了还有可从图 14B 的俯视图看到的附加的几行源入口 302 之外。

图 14B 示出了根据本发明一个实施例的一端为方形而另一端为圆形的接近头 106-6 的俯视图。在一个实施例中，接近头 106-6 包括由源入

口 302 和 306 以及源出口 304 构成的双层表面, 使得能够在晶片处理过程中实现 IPA-真空-DIW 方向。

图 14C 示出了根据本发明一个实施例的接近头 106-6 的方形端部的侧视图。在本实施例中, 接近头 106-6 包括能够向和从源入口 302 和 306 以及源出口 304 输入和输出流体的端口 342a、342b 和 342c。

图 15A 示出了根据本发明一个实施例的 25 孔接近头 106-7 的仰视图。在本实施例中, 接近头 106-7 包括 25 个开口, 其中任何一个开口都可用作端口 342a、342b 和 342c, 这取决于所希望的结构。在一个实施例中, 七个开口用作端口 342a, 六个开口用作源出口 342b, 三个开口用作端口 342c。在本实施例中, 其它九个开口保留没有使用。应该理解, 可将其它孔用作端口 342a、342b 和/或 342c, 这取决于接近头 106-7 的结构和希望功能的类型。

图 15B 示出了根据本发明一个实施例的 25 孔接近头 106-7 的俯视图。由图 15B 所示的接近头 106-7 的一侧是接近晶片 108 以在晶片 108 上进行干燥和/或清洗操作的一侧。接近头 106-7 包括位于接近头 106-7 的中央部分的 IPA 输入区 382、真空出口区 384、和 DIW 输入区 386。在一个实施例中, IPA 输入区 382 包括一组源入口 302, 多个真空出口区 384 各包括一组源出口 304, DIW 输入区 386 包括一组源入口 306。

因此, 在一个实施例中, 当接近头 106-7 工作时, 多个源入口 302 向 IPA 输入区输入 IPA, 多个源出口 304 在真空出口区 384 中产生负压(例如, 真空), 多个源入口 306 向 DIW 输入区 386 输入 DIW。通过这种方式, 就可以利用 IPA-真空-DIW 方向来巧妙地干燥晶片。

图 15C 示出了根据本发明一个实施例的 25 孔接近头 106-7 的侧视图。如这个图所示, 接近头 106-7 的顶面具有双水平面。在一个实施例中, 多个源入口 302 的水平面低于多个源出口 304 和多个源入口 306 的水平面。

图 16A 示出了根据本发明一个实施例的在晶片表面兆声清洗系统中使用的接近头 106a 和 106b 的侧视图。在本实施例中, 通过使用分别用于输入 N_2 /IPA 和清洗化学剂的源入口 302 和 306' 与用于提供真空的源出

口 304, 可以产生弯液面 116。应该理解, 可以使用与接近头 106a 和 106b 的材料相容的能够清洗晶片表面的任何合适类型的化学剂。此外, 在源入口 306' 的与源入口 302 相对的一侧, 可以有源出口 304 以去除清洗化学剂并保持弯液面 116 不变。源入口 302 和 306' 可分别用于 IPA 入流 310 和清洗化学剂入流 314', 而源出口 304 可用于施加真空 312。应该理解, 可以使用源入口 302、源出口 304 和源入口 306 的任何合适的配置。例如, 接近头 106a 和 106b 可具有类似于参照图 6A 所述的配置的源入口和源出口的配置。此外, 在其它实施例中, 接近头 106a 和 106b 可以具有如参照图 6B-8B 所示的结构。在另一实施例中, 接近头 106a 和 106b 可具有不同的结构。通过使弯液面 116 接近和远离与其接触的任何表面, 可以利用弯液面 116 来清洗所述表面。

可通过使用兆声来增强晶片 108 的清洗。在一个实施例中, 可将换能器 406 限定在 (多个) 接近头 106a 内。在一优选实施例中, 可将换能器 406 限定在源出口 304 和源入口 306' 之间的接近头 106a 内。一旦形成弯液面 116, RF 电源 408 就可向换能器 406 提供能量。换能器 406 将来自 RF 电源 408 的能量转换成声能。应该理解, 该换能器可具有能将 RF 转换成声能的任何合适配置。在一个实施例中, 换能器 406 是接合到主体 406b 上的压电晶体 406a。在一优选实施例中, 该换能器涂覆有例如 Teflon 的物质, 以便保护晶体 406a 和主体 406b 不受可能存在于正被清洗的晶片表面上的清洗化学剂和污染物的影响。声能可产生兆声 (600kHz-1.5MHz) 或超声 (600kHz 以下) 波。在一优选实施例中, 换能器 406 产生兆声波, 以便在弯液面 116 中产生气穴。包括弯液面 116 的清洗化学剂的气穴增强了弯液面 116 的清洗性能。因此, 由弯液面 116 从晶片洗掉的污染物通过源出口 304 脱离晶片。通过与可控弯液面 116 一起使用兆声, 这里所述的设备和方法可以使用兆声在小体积空间内进行清洗, 由此可以在清洗期间以强化的质量输运进行快速的化学交换。

图 16B 示出了根据本发明一个实施例的用于双晶片表面兆声清洗系统的接近头 106a 和 106b 的侧视图。在本实施例中, 通过使用源入口 302 和 306' 分别输入 N_2 /IPA 和清洗化学剂, 同时由源出口 304 提供真空, 可

以分别由晶片顶面和底面上的头部 106a 和 106b 来产生弯液面 116。在一个实施例中，接近头 106b 可具有与接近头 106a 基本相同的结构，除了接近头 106b 被定位成用于处理晶片 108 的另一侧之外。此外，可将兆声换能器 406 限定在每个头部 106a 和 106b 内。RF 电源可为压电晶体 406a 提供 RF 能量，以便转换成声能。然后可将声能施加给晶片的顶面和底面上的弯液面 116。因而，可以进行双面兆声弯液面清洗。

图 17 示出了根据本发明一个实施例的接近头 106 的侧视图，在该接近头 106 中，在源出口 304 和源入口 306' 之间设置有兆声换能器 406。在一个实施例中，接近头 106 具有 IPA-真空-液体-兆声-真空结构。在操作中，通过源入口 302 输入 IPA/N₂，通过源出口 304 施加真空，通过源入口 306' 施加液体，并由换能器 406 向弯液面 116 施加兆声声波，并且由源出口 304 在接近头 106 的前缘侧施加真空。因此，通过这种方式，可以形成包含清洗化学剂的弯液面 116，并且与弯液面 116 直接接触的兆声换能器 406 可施加超声或兆声声波。如上所述，声波可在弯液面 116 中产生气穴，由此增强与晶片 108 的表面接触的清洗化学剂的清洗性能。

图 18 示出了根据本发明一个实施例的具有类似于参照图 7A 所述结构的接近头 106 的侧视图，其中兆声换能器 406 位于源出口 304 和前缘侧的源入口 306' 之间。在本实施例中，弯液面 116 可由前缘和接近头 106 的后缘上的 IPA 蒸气来限制。弯液面 116 位于源入口 306' 的前缘侧。

图 19A 示出了根据本发明一个实施例的具有清洗/兆声区 442 和干燥区 440 的组合的接近头 106a 和 106b 的侧视图。在一个实施例中，清洗/兆声区 442 包括源入口 302、源出口 304 和源入口 306'。兆声换能器 406 被按如下方式限定在头部 106a 中：使换能器 406 可与清洗/兆声区 442 中的弯液面 116 接触。在一优选实施例中，与干燥区 440 的位置相比，清洗区 442 位于接近头 106 的前缘侧。在一个实施例中，干燥区 440 包括源入口 302、源出口 304 和源入口 306。在这种实施例中，源入口 306 输入去离子水。通过这种方式，可以以高度有效的方式来清洗晶片 108。

图 19B 示出了根据本发明一个实施例的在清洗/兆声区 442 中具有双兆声换能器的接近头 106a 和 106b 的侧视图。在一个实施例中，接近头

106a 和 106b 各包括可将 RF 转换成声能的换能器。在一个实施例中，接近头 106b 具有与接近头 106a 基本相同的结构，除了接近头 106b 被定位成用于处理晶片 108 的另一侧。在一个实施例中，头部 106a 和 106b 的换能器 406 都可被配置成直接向弯液面 116 输出兆声波。在一优选实施例中，可将换能器 406 配置成直接给晶片 108 两侧的弯液面 116 输出兆声波。还应该理解，该换能器可位于接近头 106a 和 106b 的能向正在清洗晶片的弯液面 116 直接输出兆声波的任何部分中。在一优选实施例中，换能器 406 的位置可处于前面参照图 19A 所述的位置。

图 20 示出了根据本发明一个实施例的具有多个源入口 302 和 306 以及多个源出口 304 的示例性处理窗口 538。在一个实施例中，在例如晶片清洗操作期间，操作中的处理窗口 538 可沿方向 546 横跨晶片移动。处理窗口 538 是其中可形成弯液面 116 的位置。在这种实施例中，接近头 106 可能在前缘区 548 上遇到晶片表面上的污染区。前缘区 548 是在清洗处理期间接近头 106 的首先遇到污染物的区域。相反，后缘区 560 是接近头 106 的最后遇到被处理区域的区域。当接近头 106 和包含在其中的处理窗口 538 沿方向 546 横跨晶片移动时，晶片表面的脏区（或干燥操作中的湿区）通过前缘区 548 进入处理窗口 538。然后，在由处理窗口 538 产生、可控制地保持和管理的弯液面对晶片表面的未清洗区（或干燥处理中的湿区）进行处理之后，对该未清洗区进行清洗，并且晶片（或衬底）的已清洗区通过接近头 106 的后缘区 560 离开处理窗口 538。在一另选实施例中，对湿区进行干燥，并且晶片的已干燥区通过接近头 106 的后缘区 560 离开处理窗口 538。

在一个实施例中，可将换能器 406 限定在源入口和源出口之间。因此，可按如下的方式将换能器 406 限定在处理窗口 538 内：使换能器 406 能够向由处理窗口 538 形成的弯液面直接施加声波。因此，构成弯液面 116 的清洗化学剂和形成在弯液面 116 内的气穴可最佳地清洗晶片表面。

应该理解，上述接近头 106 的任何不同实施例都可用作参照图 2A-5H 所述的接近头 106a 和 106b 中的一个或全部两个。接近头可以具有能进行上述的流体去除和/或清洗处理的任何合适的结构或尺寸。此外，示例

性的接近头及源入口 302 和 304 和源出口 306 的相应图案可参见美国专利申请 No. 10/261839、10/404270 和 10/330897，这里并入作为参考。因此，这里所述的任何、一些或所有接近头都可用在任何合适的晶片清洗和干燥系统中，例如用在参照图 2A-2D 所述的系统 100 及其变型中。此外，接近头还可以具有任何合适数量或形状的源出口 304 和源入口 302 和 306。而且，换能器 406 可以具有任何合适的尺寸、形状和数量，只要换能器 406 能向弯液面 116 施加声波即可。应该理解，从俯视图所示的接近头的一侧是接近晶片以进行晶片处理的一侧。

图 21 中所述的接近头是能采用上述 IPA-真空-液体方向的管簇。此外，这里所述的接近头可用于清洗或干燥操作，这取决于从源入口 302 和 306 以及源出口 304 输入和输出的流体。此外，这里所述的接近头可具有多个入口管线和多个出口管线，这些管线能够控制通过出口和入口的液体和/或蒸气和/或气体的相对流速。应该理解，每组源入口和源出口可对流量进行独立的控制。

应该理解，可以改变源入口和出口的尺寸和位置，只要产生的弯液面是稳定的即可。在一个实施例中，源入口 302、源出口 304 和源入口 306 的开口的直径尺寸在约 0.02 英寸到约 0.25 英寸之间。在一优选实施例中，源入口 306 和源出口 304 的开口的尺寸约为 0.06 英寸，源入口 302 的开口的尺寸约为 0.03 英寸。

在一个实施例中，多个源入口 302、306 和多个源出口 304 隔开约 0.03 英寸和约 0.5 英寸。在一优选实施例中，多个源入口 306 彼此隔开 0.125 英寸，多个源出口 304 隔开 0.125 英寸，多个源入口 302 隔开约 0.06 英寸。在一个实施例中，可以采用一个或更多个槽或通道的形式而非多个开口的形式来组合多个源入口 302、多个源出口 304。例如，可以按一个或更多个通道的形式来组合多个源出口 304，使得至少部分地包围用于弯液面部分的多个源出口 306 的区域。同样地，可以将多个 IPA 出口 302 组合成位于多个源出口 304 的区域的外侧的一个或更多个通道。也可以将多个源出口 306 组合成一个或更多个通道。

此外，接近头在结构上不必是“头部”，可以具有任何合适的结构、

形状和/或尺寸，例如管簇、圆盘压轮 (circular puck)、棒、正方形、椭圆压轮 (oval puck)、管子、板等，只要源入口 302 和 306 以及源出口 304 可被配置成能产生可控的、稳定的、可管理的流体弯液面即可。单个接近头也可包括足够多的源入口 302 和 306 以及源出口 304，以便该单个接近头也可支持多个弯液面。该多个弯液面可同时执行单独的功能（例如，刻蚀、冲洗和干燥处理）。在一优选实施例中，接近头可以是如参照附图所述的管簇形式的，或者是其它合适结构的。接近头的尺寸可根据所希望的应用而改变为任何合适尺寸。在一个实施例中，接近头的长度（由示出处理窗口的俯视图可见）可以在 1.0 英寸到约 18.0 英寸之间，宽度（由示出处理窗口的俯视图可见）可以在约 0.5 英寸到约 6.0 英寸之间。而且，当接近头可被优化以处理任何合适尺寸的晶片时，例如 200mm 晶片、300 晶片等时，可以按任何合适的方式来设置接近头的处理窗口，只要这种结构可产生可控的、稳定的和可管理的流体弯液面即可。

图 21 示出了根据本发明一个实施例的大致为方形的接近头 106-1 的俯视图。在本实施例中，接近头 106-1 包括三个源入口 302，在一个实施例中，这三个源入口 302 向晶片 108 的表面施加 IPA。

在本实施例中，源入口 302 能够向晶片表面区域施加 IPA，源入口 306 能够向晶片表面区域施加清洗化学剂，源出口 304 能够向接近晶片 108 的表面的区域施加真空。通过施加真空可以去除可能驻留在晶片表面上的 IPA、清洗化学剂以及任何其它类型的流体。

接近头 106-1 还包括端口 342a、342b 和 342c，在一个实施例中，这些端口分别对应于源入口 302、源出口 304 和源入口 306。通过经端口 342a、342b 和 342c 输入或去除流体，可经源入口 302、源出口 304 和源入口 306 输入或输出流体。尽管端口 342a、342b 和 342c 在本示例实施例中对应于源入口 302、源出口 304 和源入口 306，但是应该理解，端口 342a、342b 和 342c 可从任何合适源入口或源出口提供或去除流体，这取决于所希望的结构。由于源入口 302 和 306 以及源出口 304 的配置，可以在接近头 106-1 和晶片 108 之间形成弯液面 116。弯液面 116 的形状可根据接近头 106-1 的结构和尺寸而改变。

应该理解，用于这里所述的任何接近头的端口 342a、342b 和 342c 可以具有任何合适的方向和尺寸，只要可由源入口 302、源出口 304 和源入口 306 产生并保持稳定的弯液面即可。这里所述的端口 342a、342b 和 342c 的实施例可应用于这里所述的任何接近头。在一个实施例中，端口 5 342a、342b 和 342c 的端口直径尺寸可在约 0.03 英寸到约 0.25 英寸之间。在一优选实施例中，端口的直径尺寸为约 0.06 英寸到 0.18 英寸。在一个实施例中，端口之间的距离在约 0.125 英寸到约 1 英寸之间。在一优选实施例中，端口之间的距离在约 0.25 英寸到约 0.37 英寸之间。

在一个实施例中，换能器 406 位于源入口 306 和源出口 304 之间。10 应该理解，换能器 406 可位于头部 106-1 的任何合适区域中，只要换能器 406 可向弯液面施加声波即可。因此，如上所述，换能器 406 可向弯液面 116 施加声波，例如超声波和/或兆声波。因而，通过使用清洗化学剂和兆声，可以巧妙地优化和增强晶片表面的清洗。

虽然已经采用几个优选实施例对本发明进行了说明，但是应该理解，15 本领域技术人员通过阅读前述说明并研究附图将能实现各种替换、添加、变换及其等效形式。因此，本发明将包括落入本发明的精神和范围内的所有这些替换、添加、变换及其等效形式。

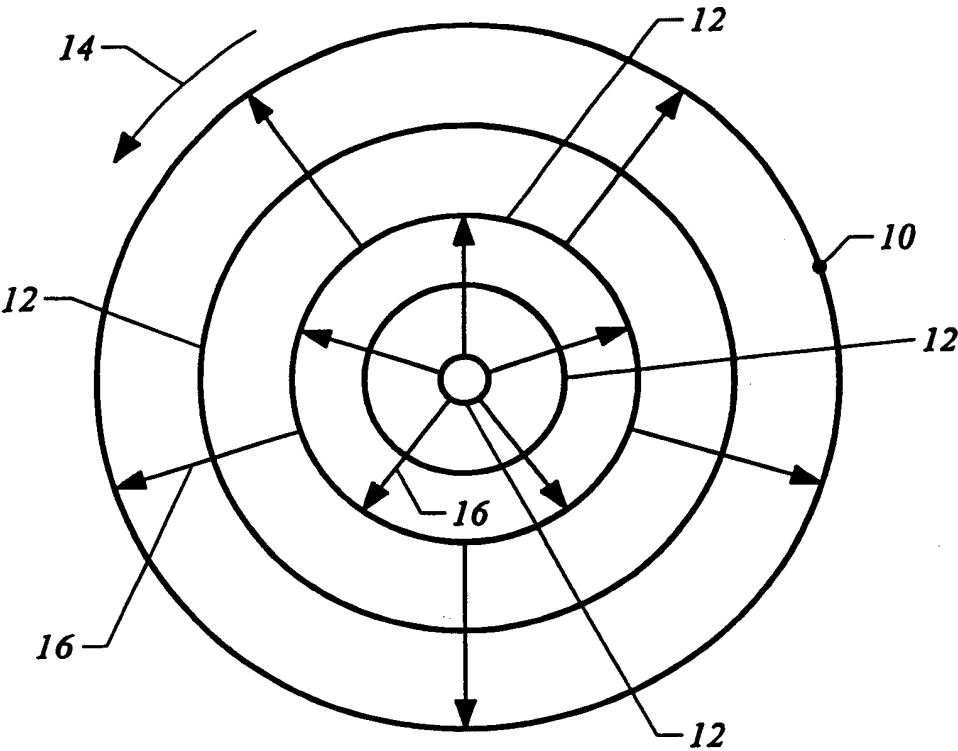


图 1A
(现有技术)

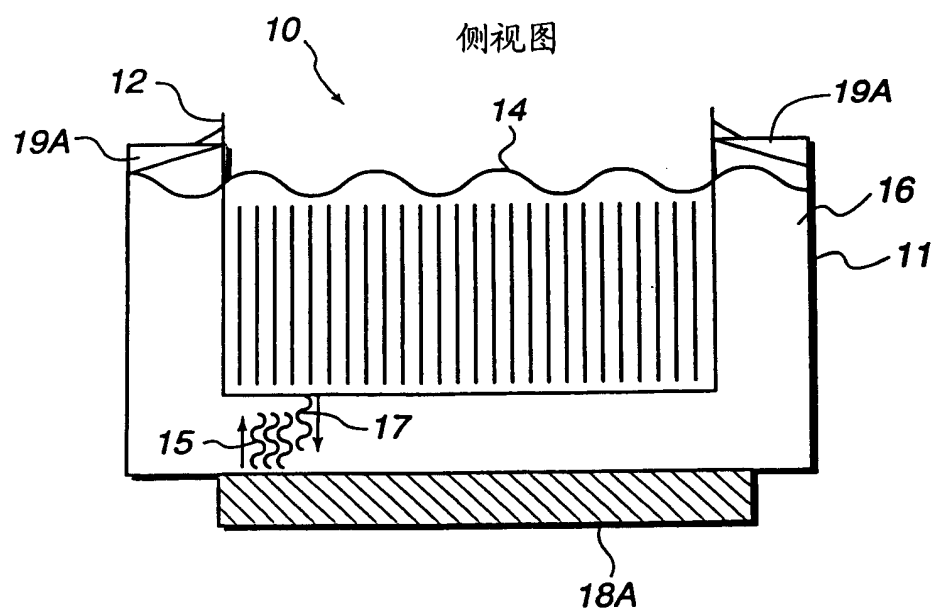


图 1B
(现有技术)

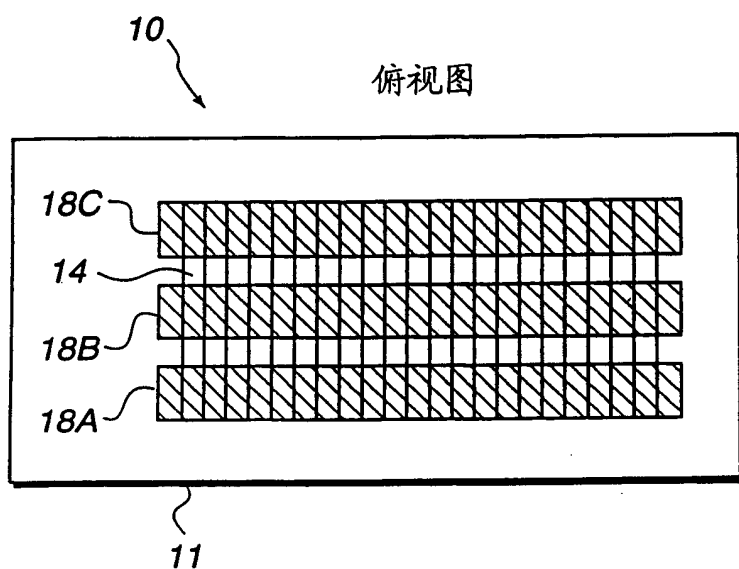


图 1C
(现有技术)

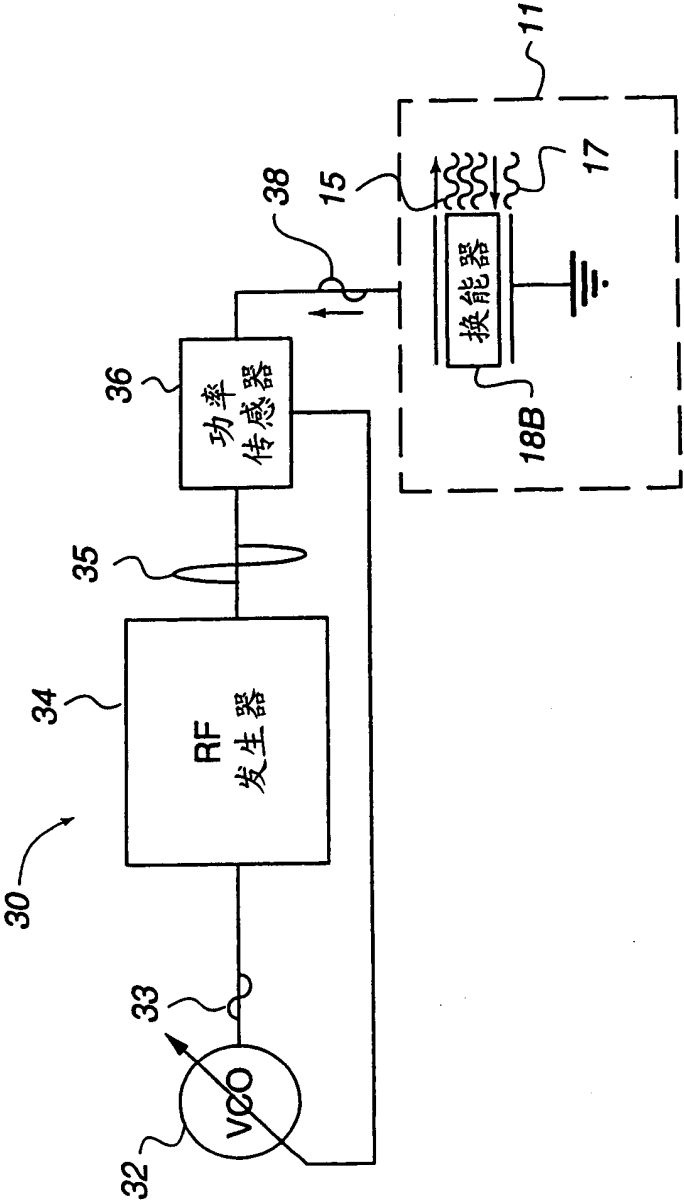


图 1D
(现有技术)

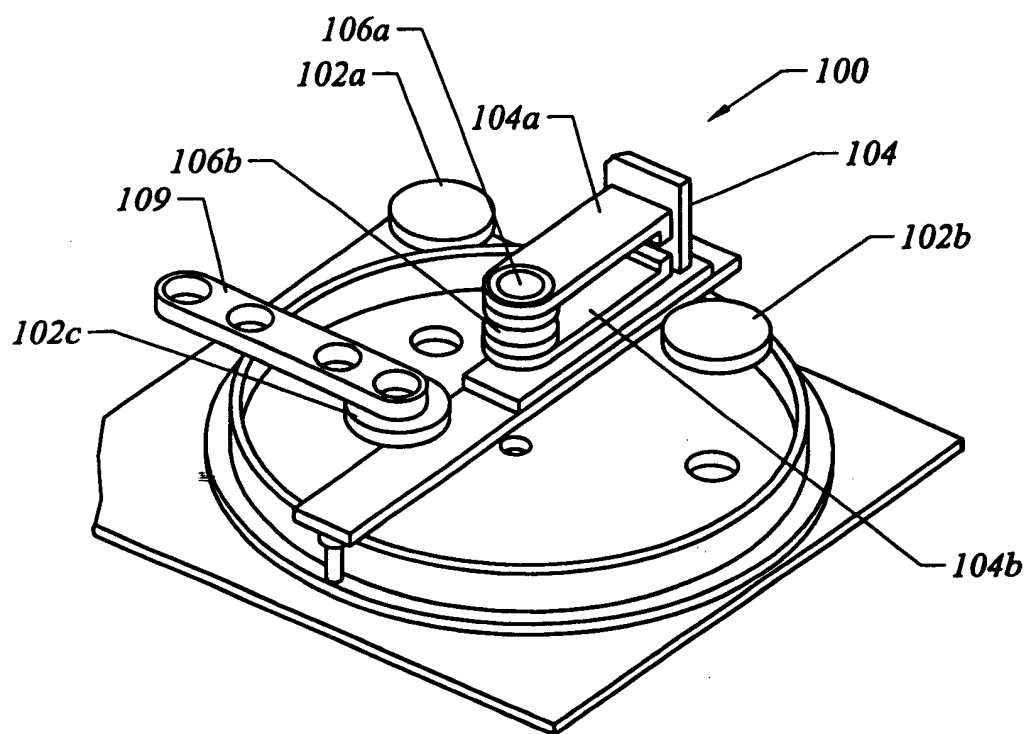


图 2A

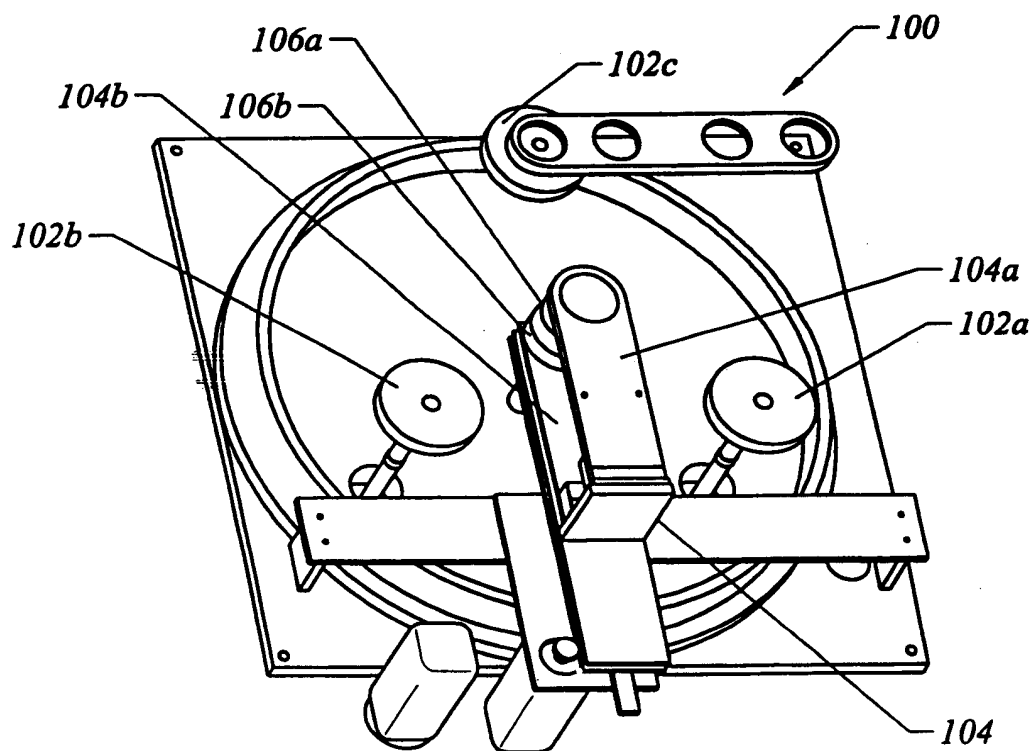


图 2B

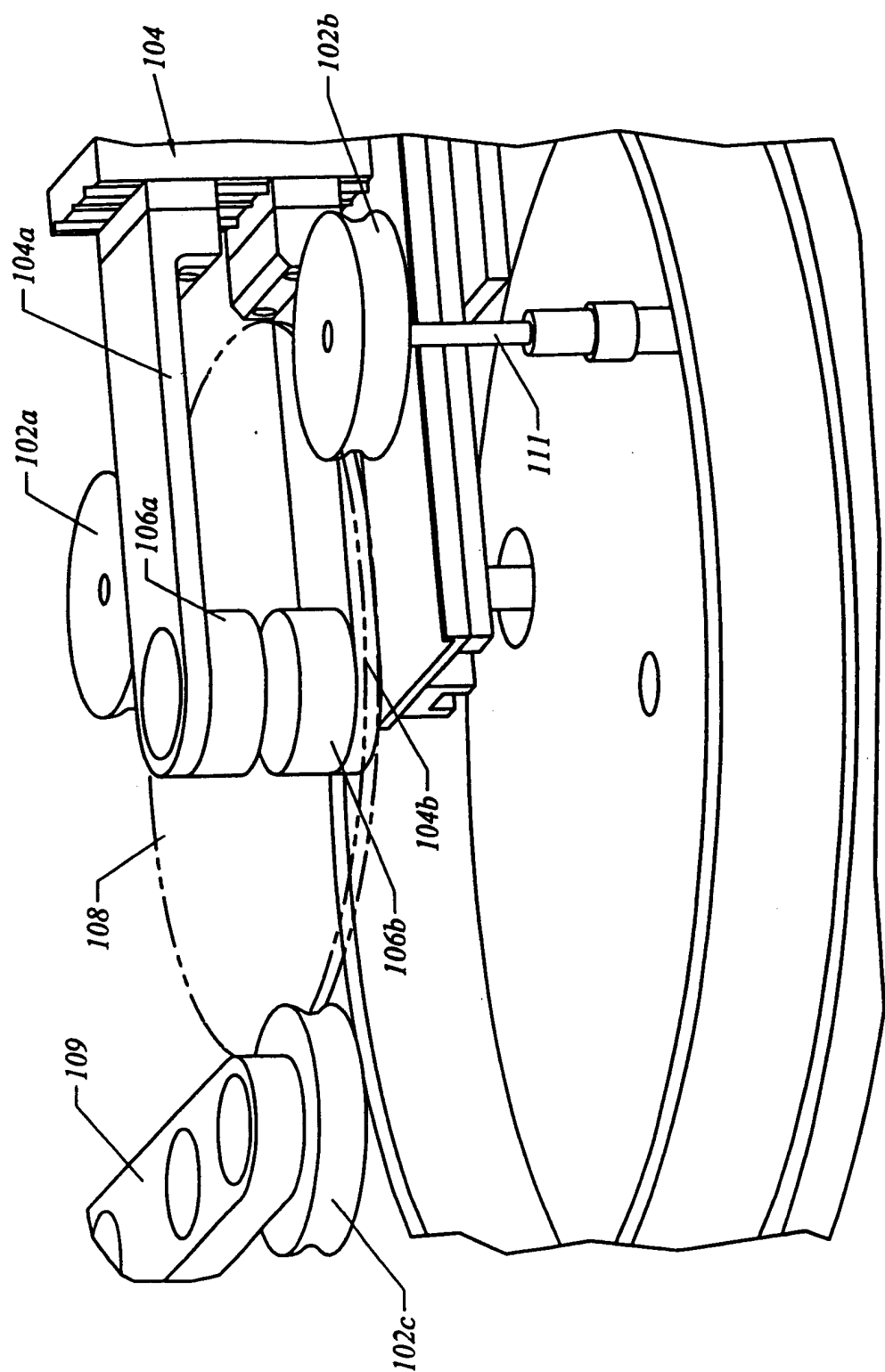


图 2C

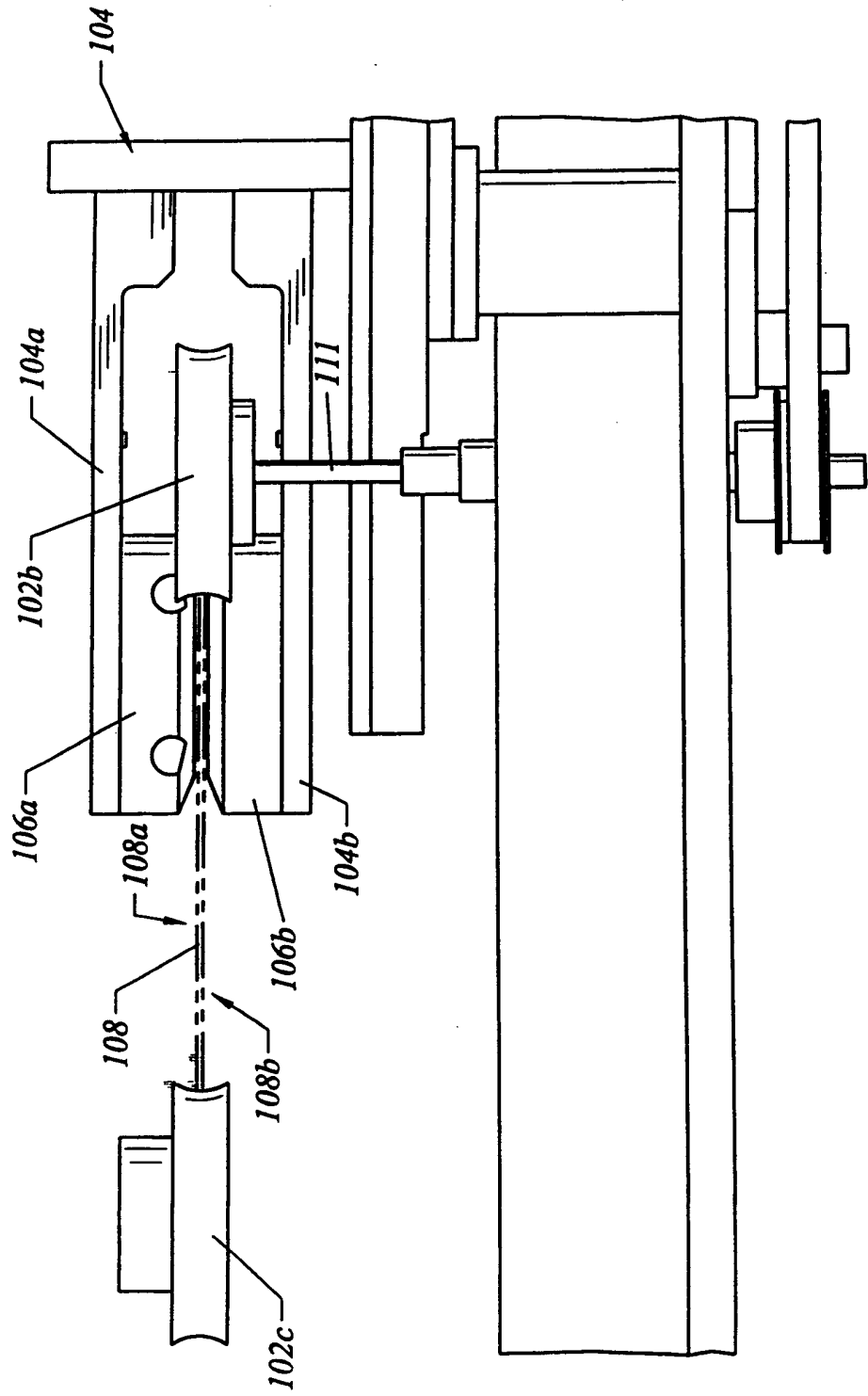


图 2D

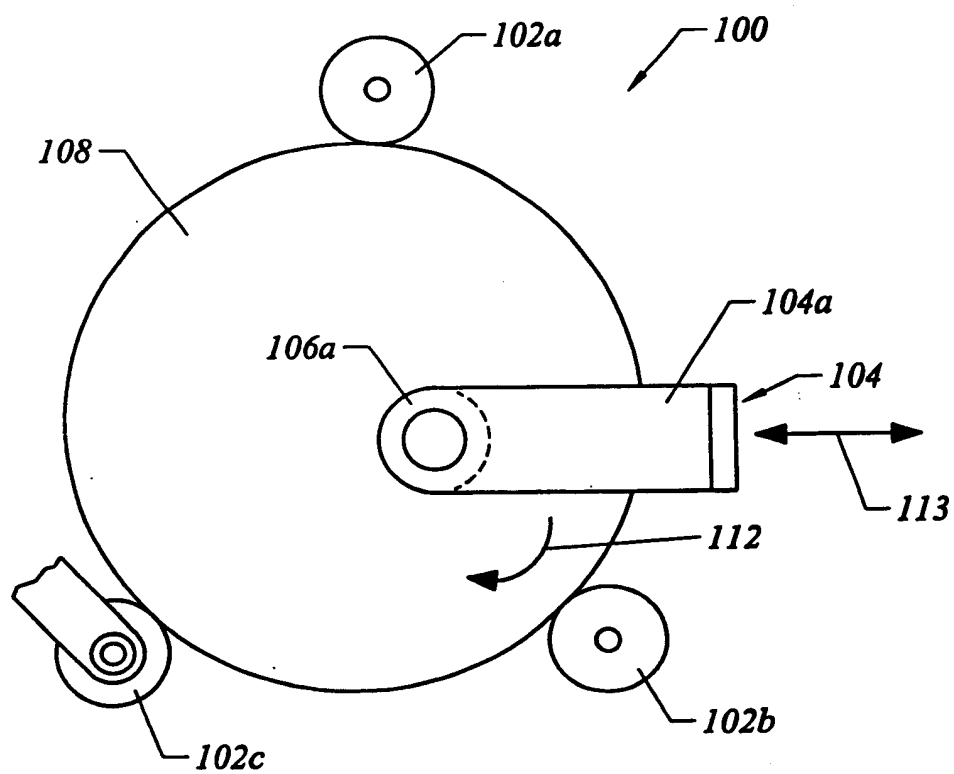


图 3A

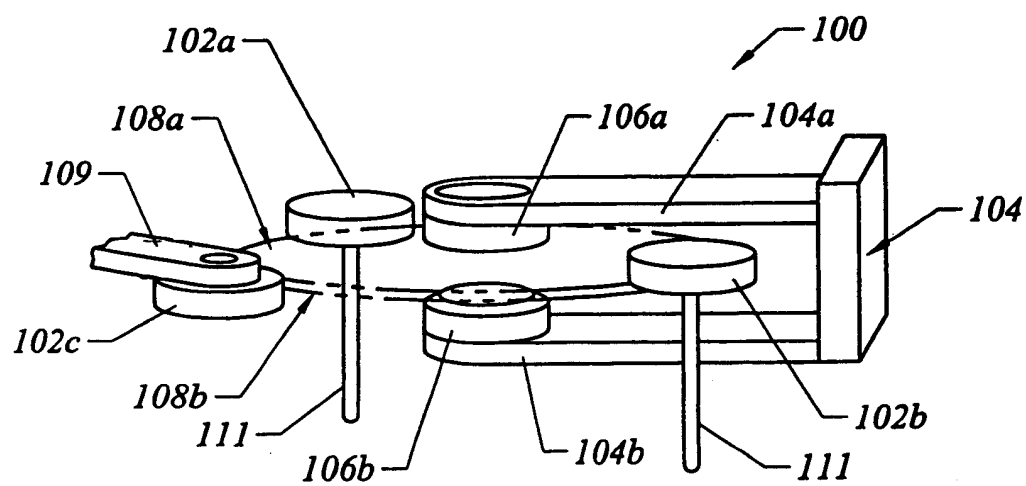


图 3B

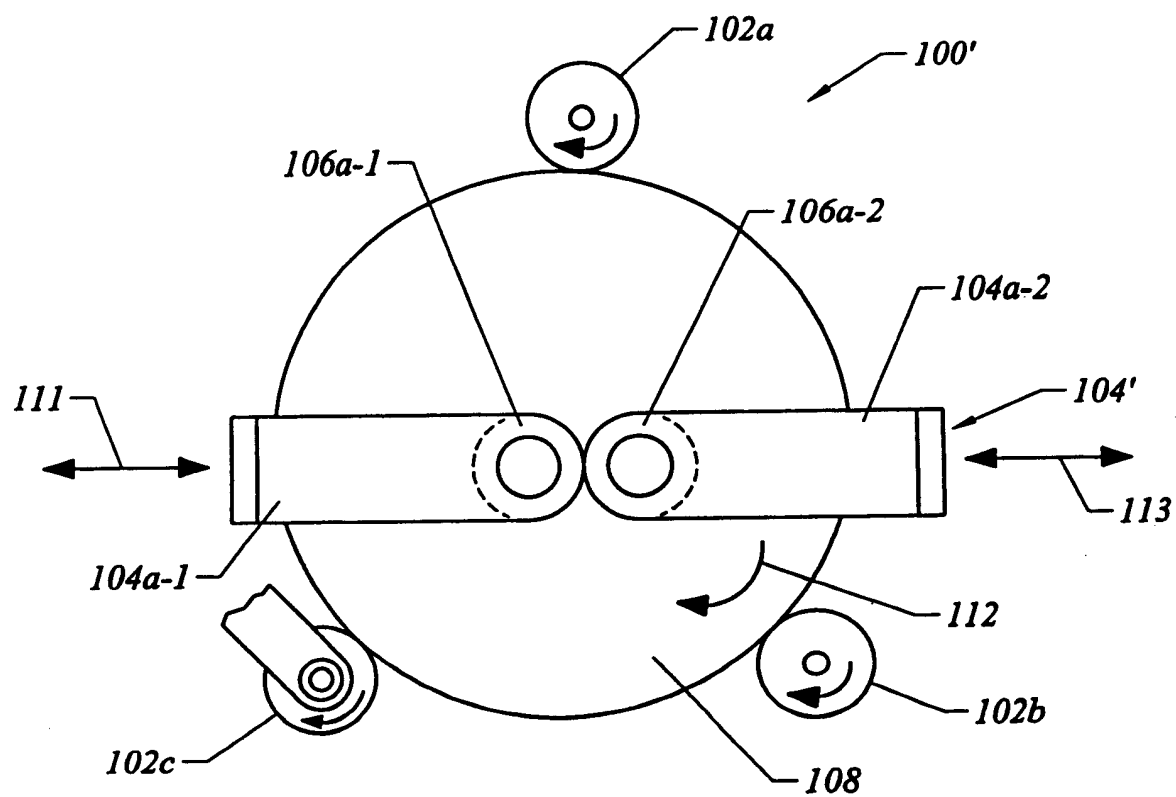


图 4A

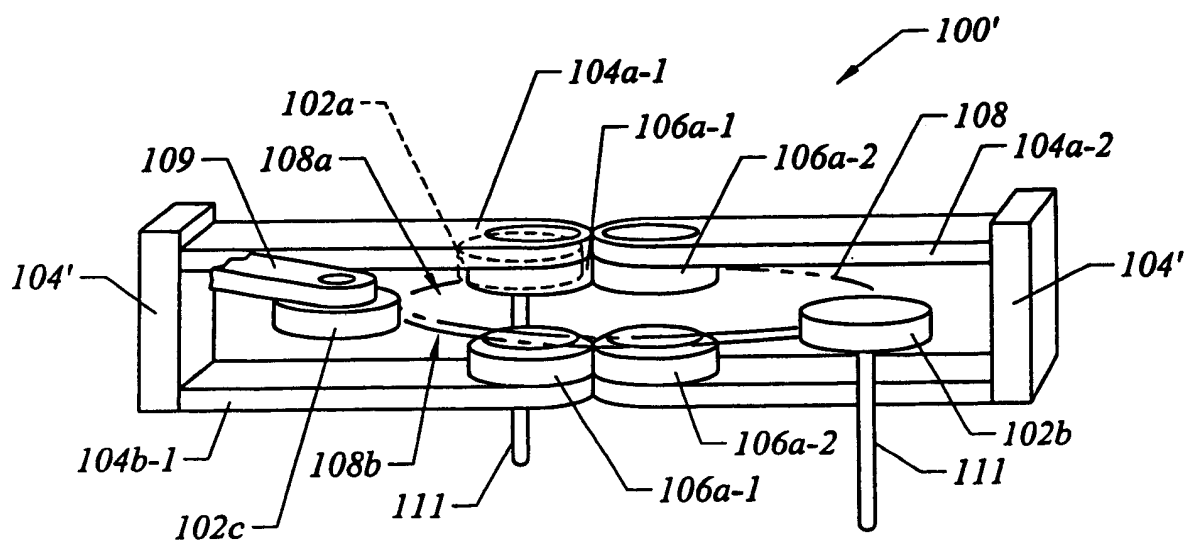


图 4B

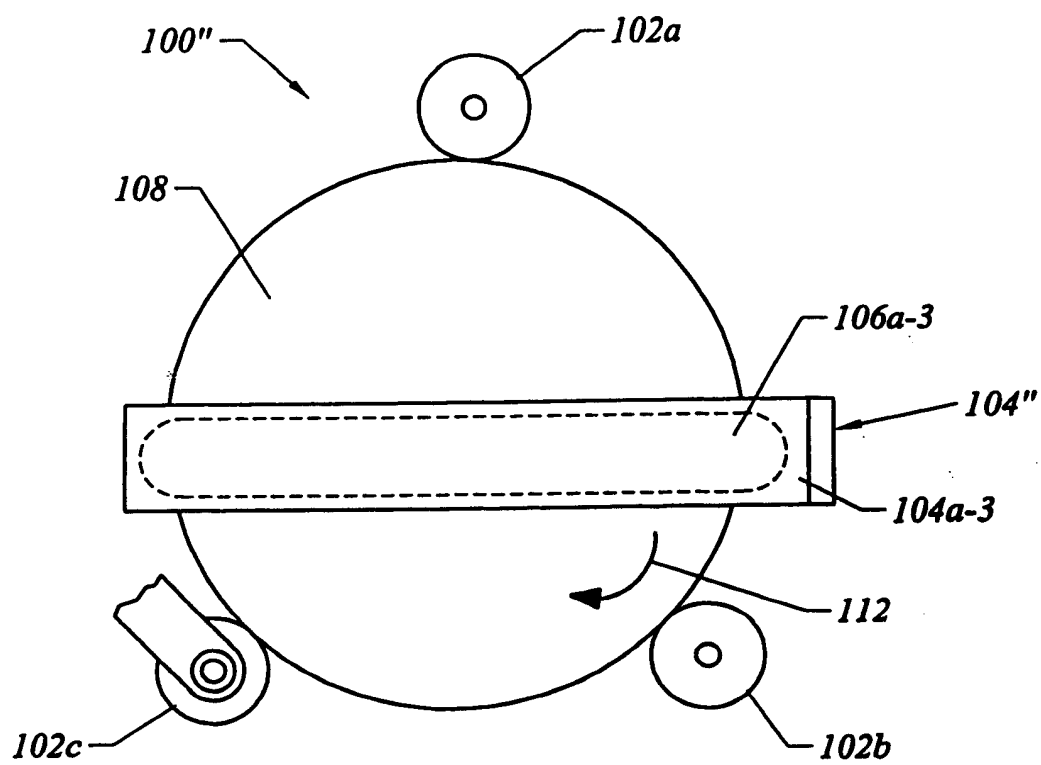


图 5A

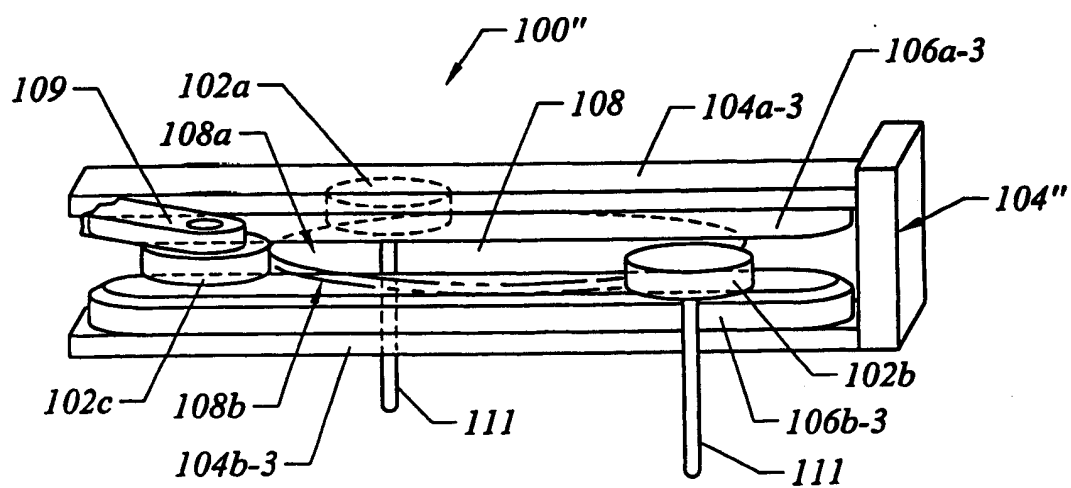


图 5B

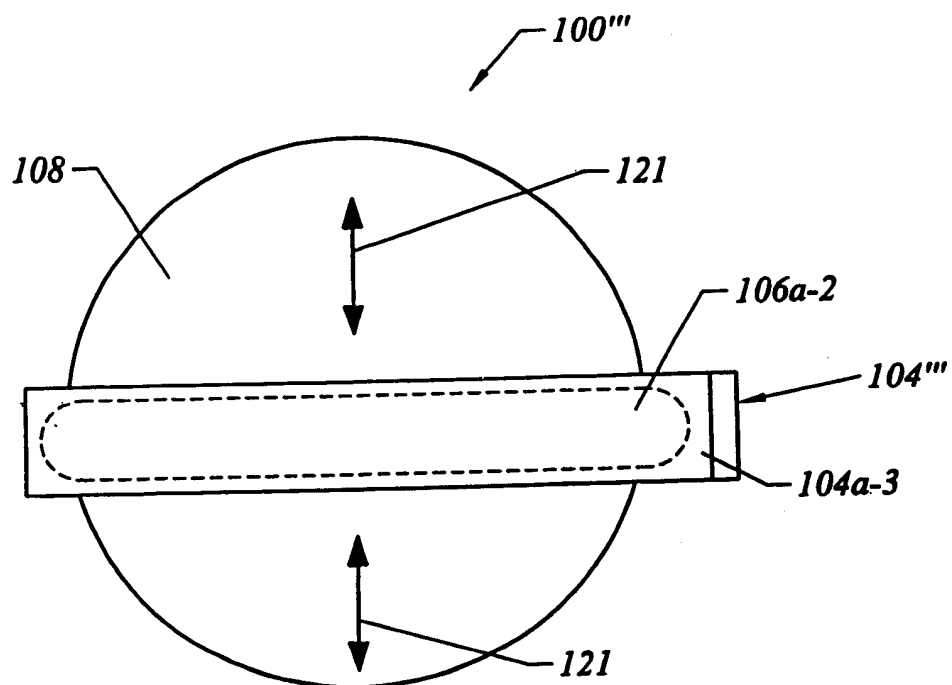


图 5C

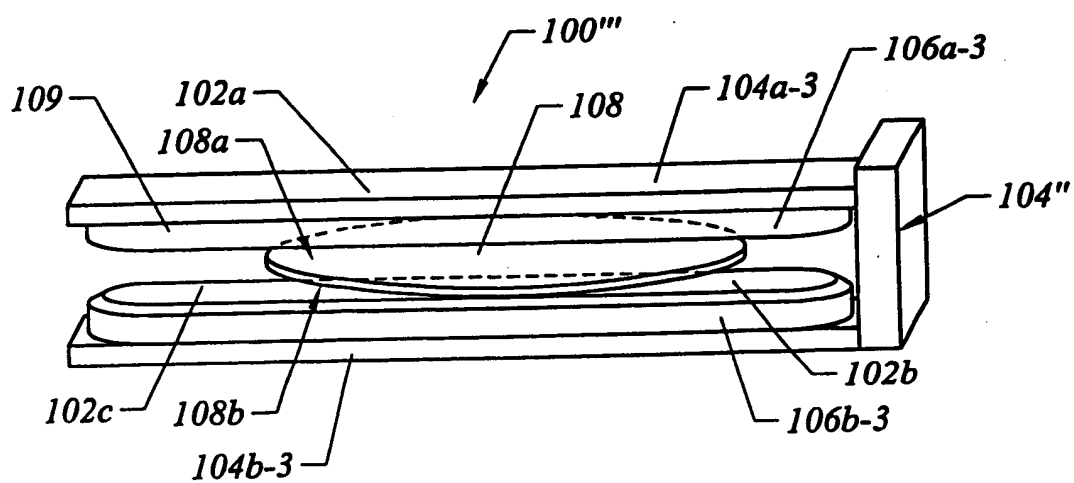


图 5D

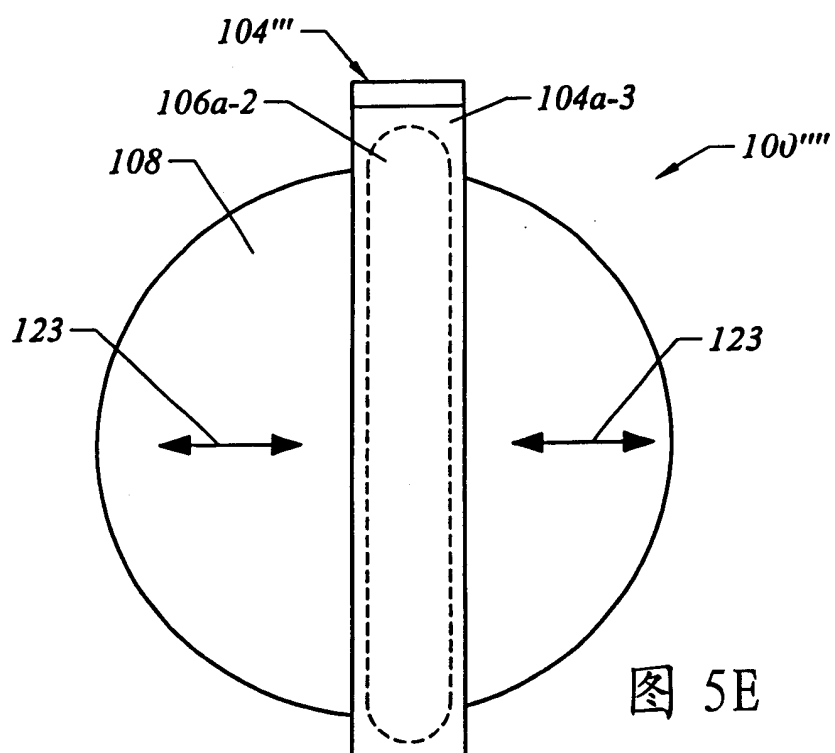


图 5E

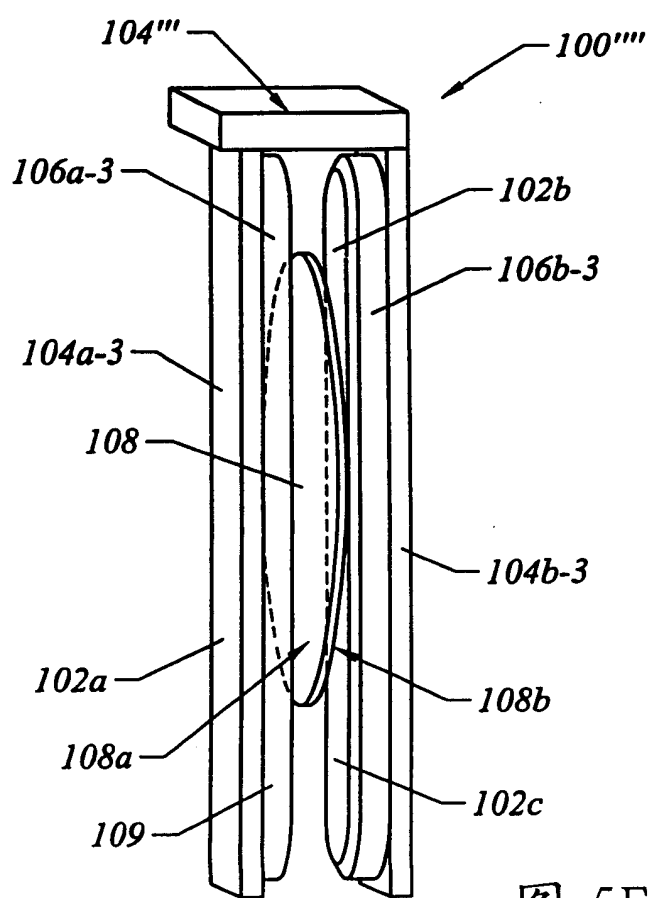


图 5F

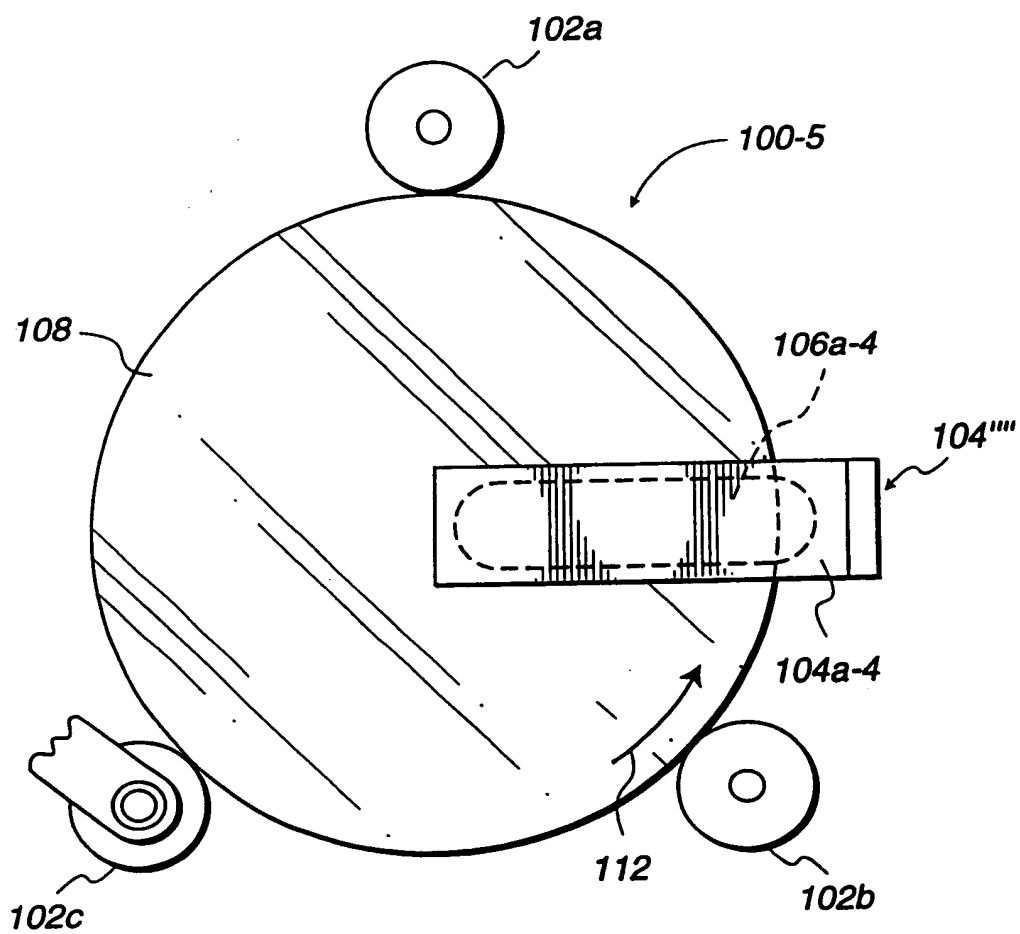


图 5G

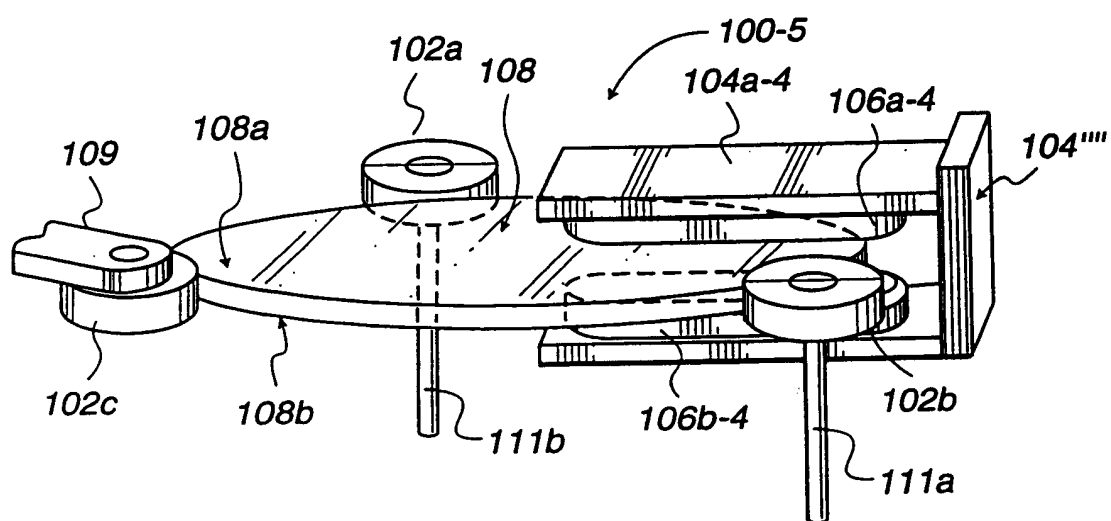


图 5H

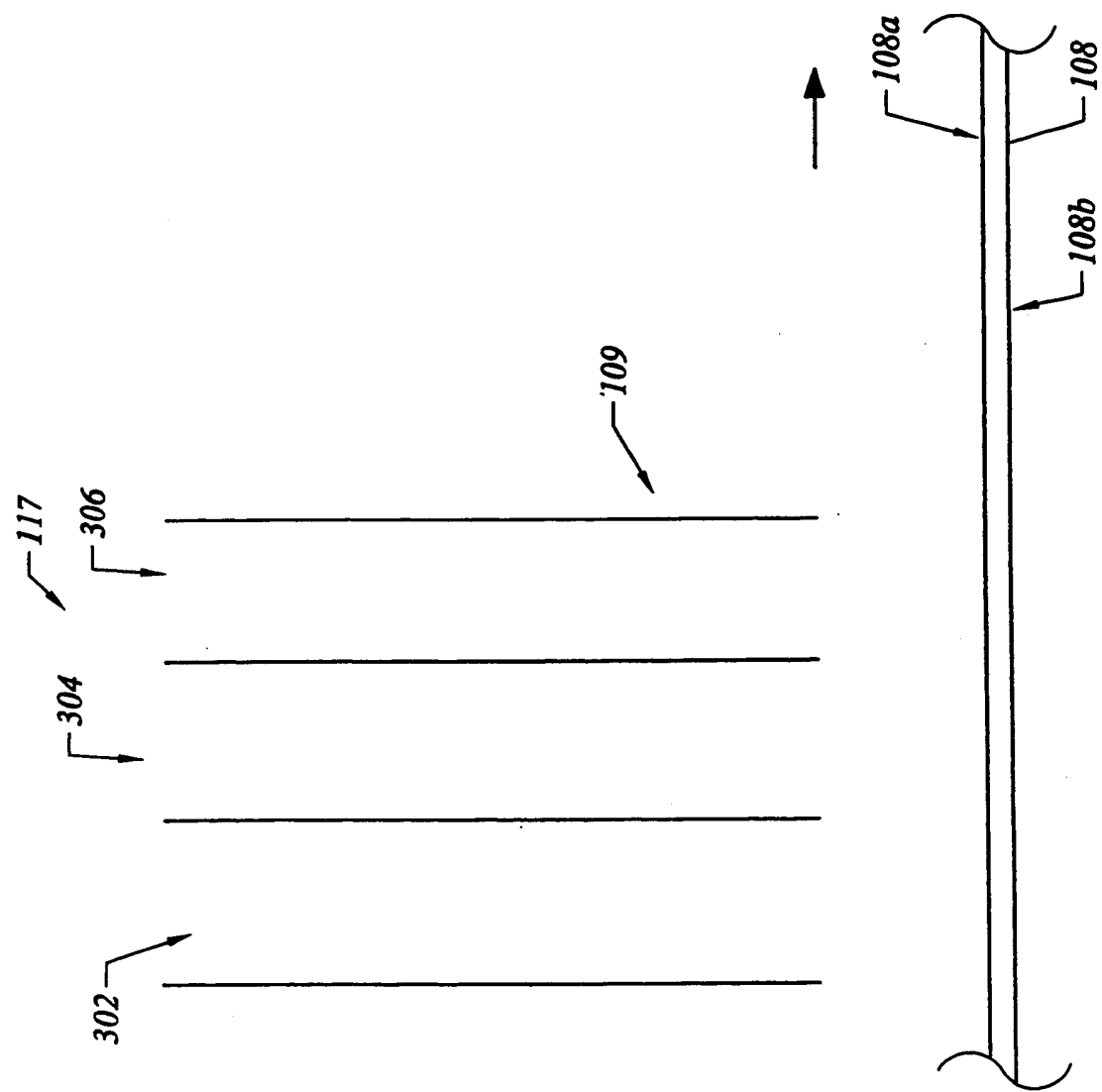


图 6A

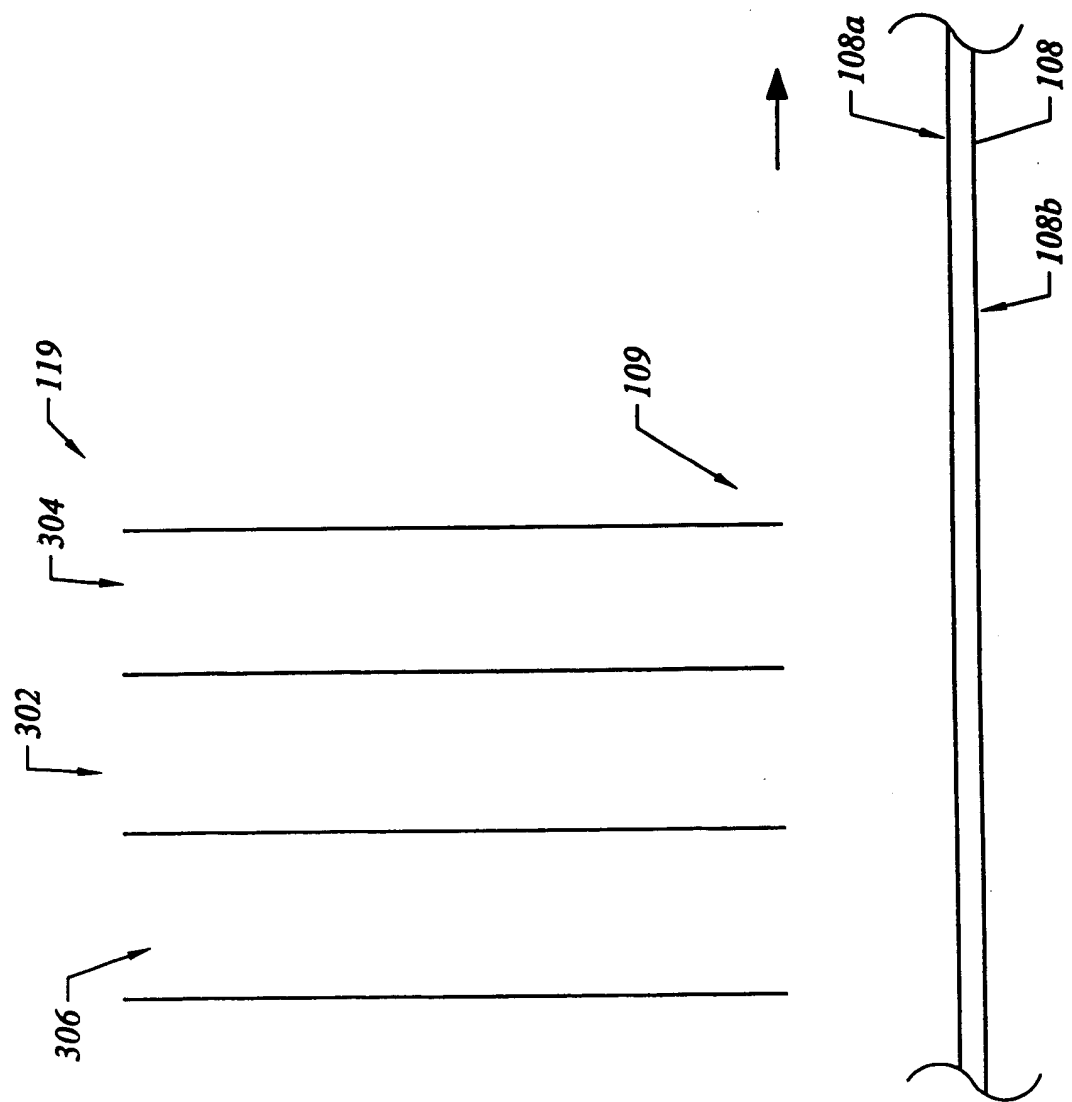


图 6B

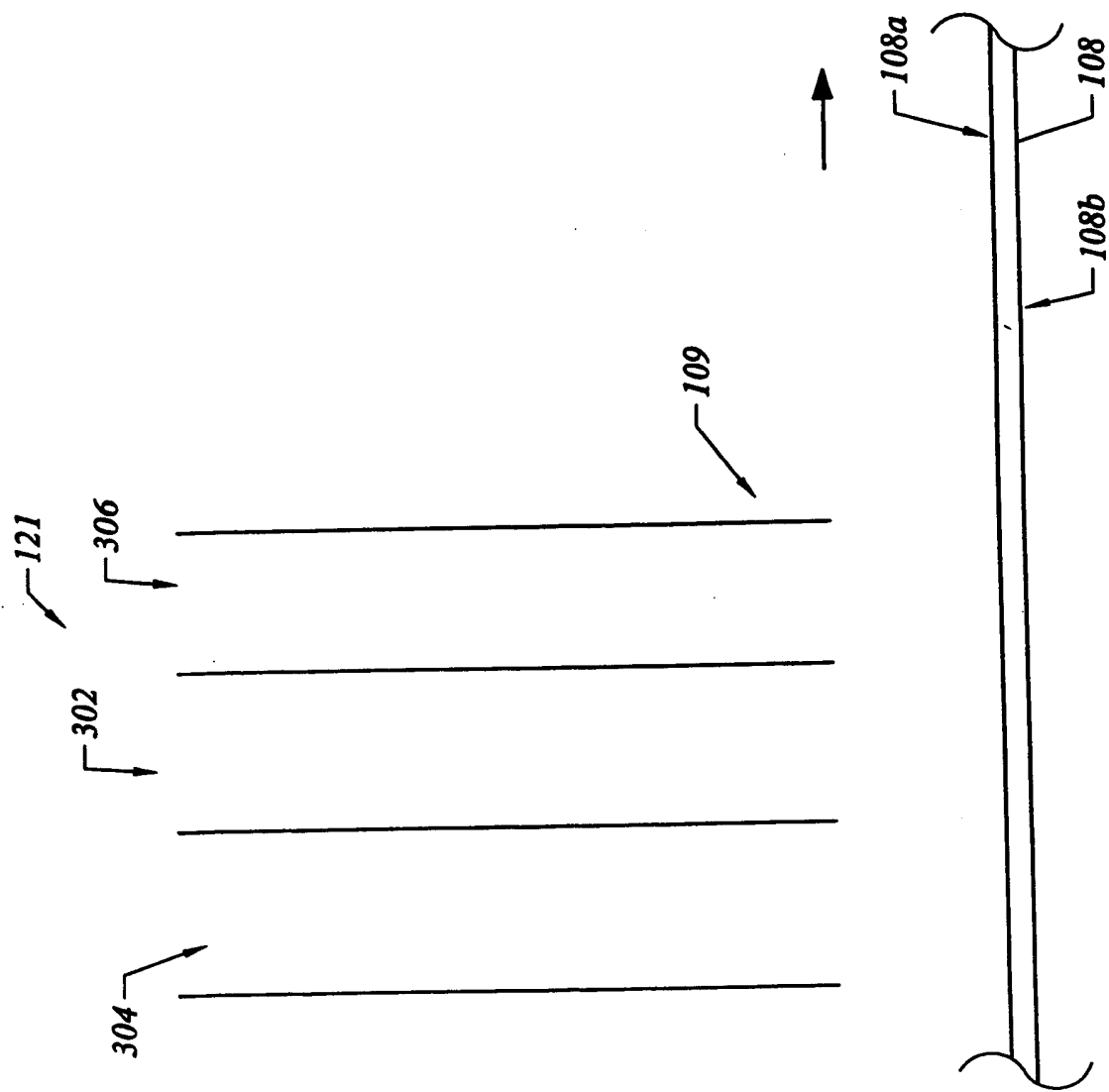


图 6C

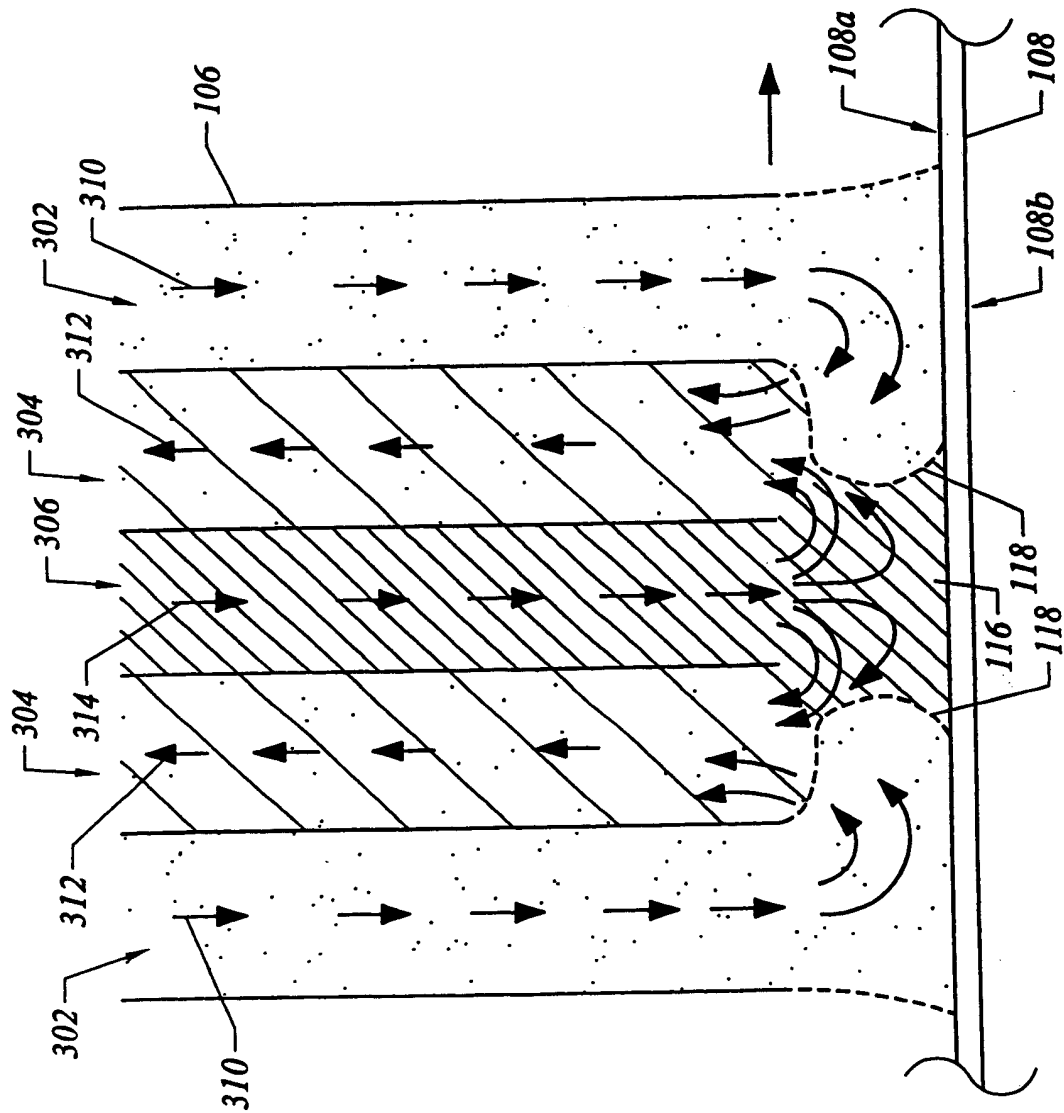


图 6D

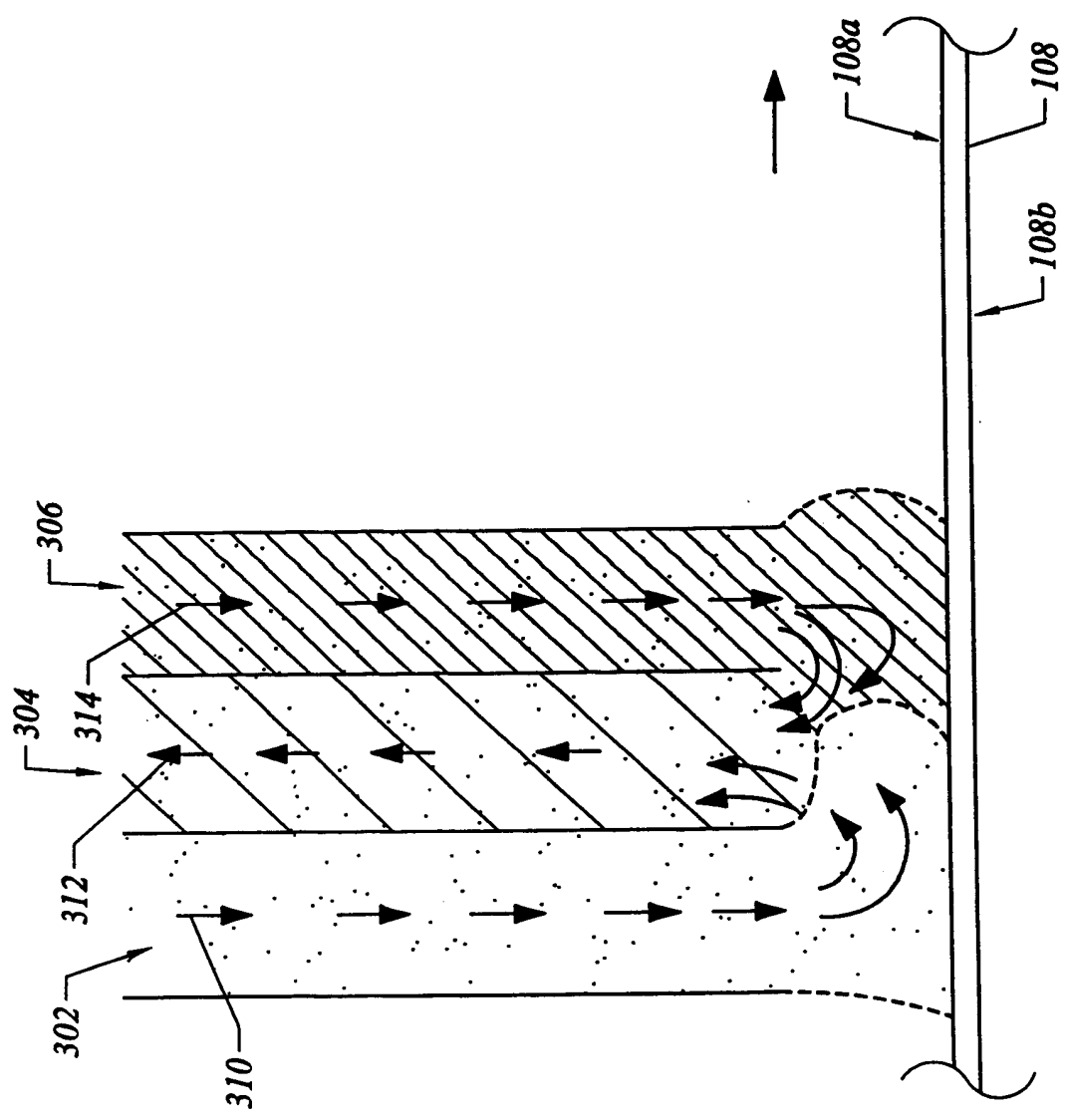


图 6E

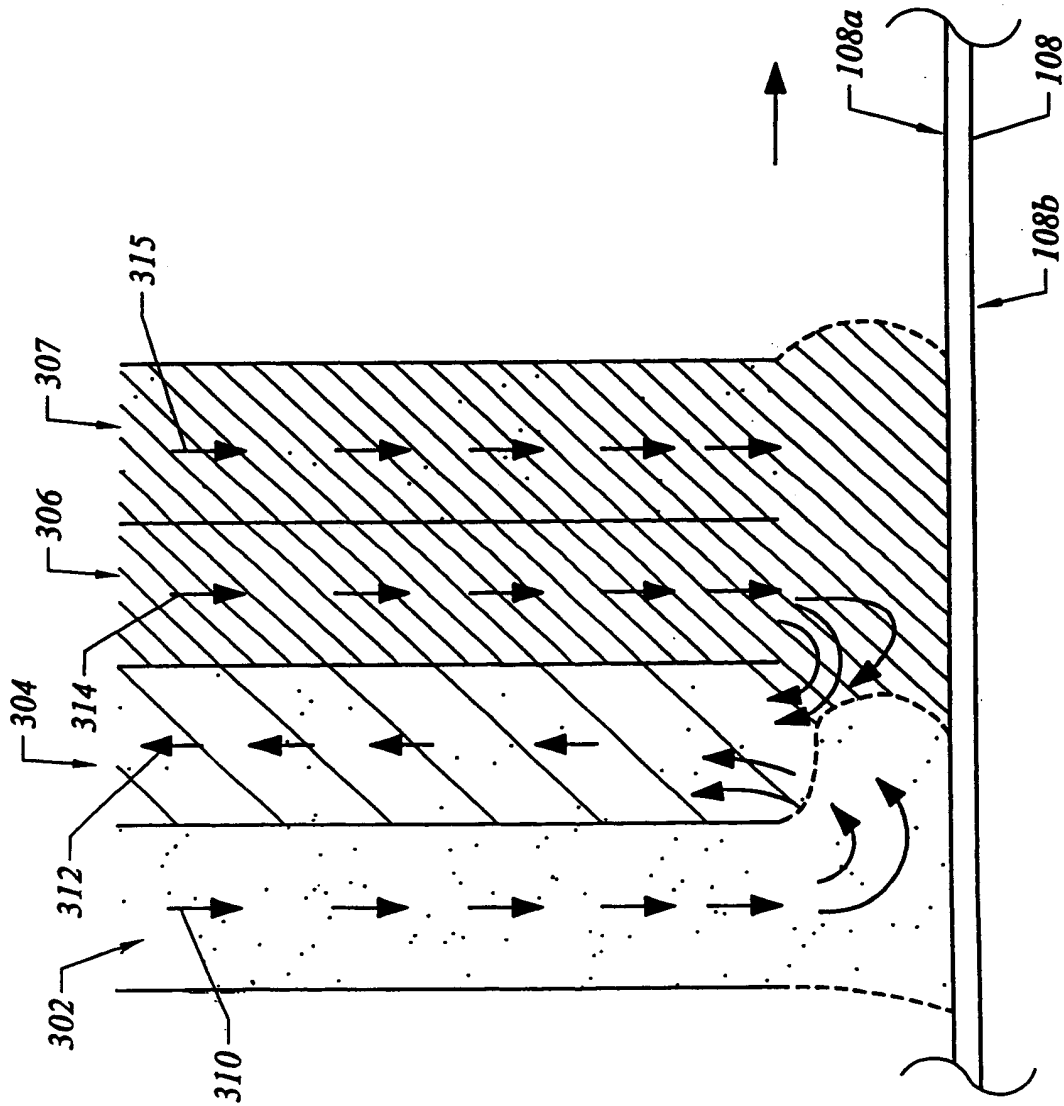
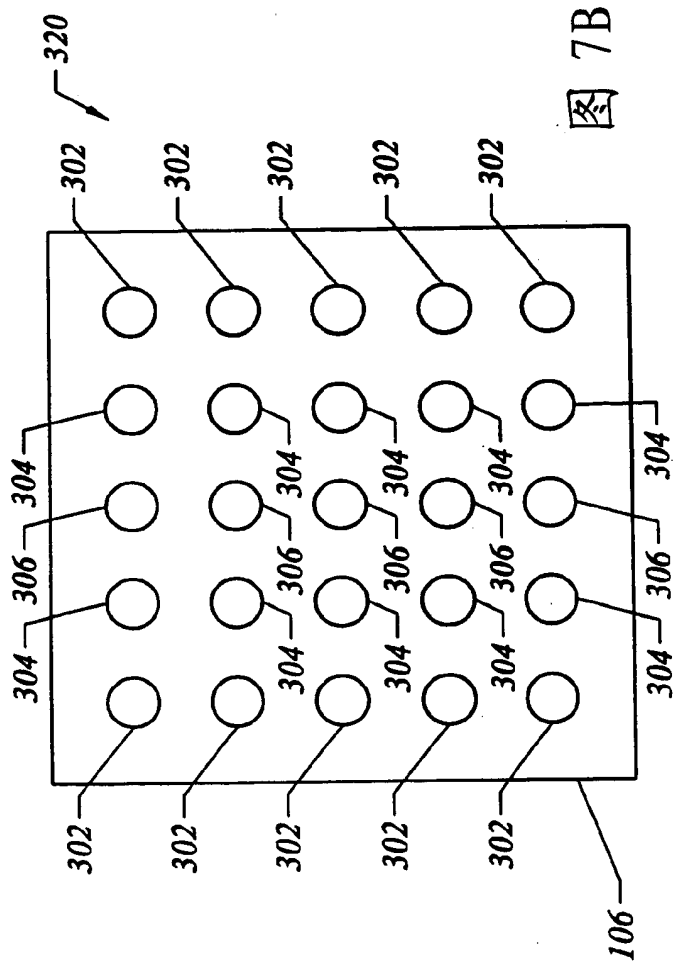
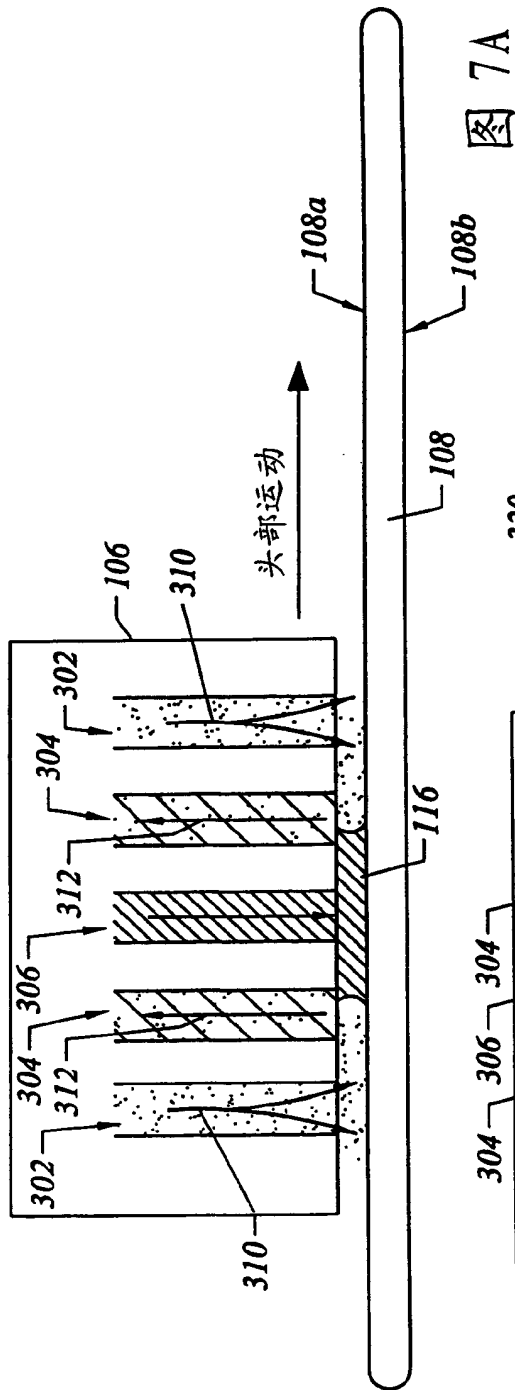


图 6F



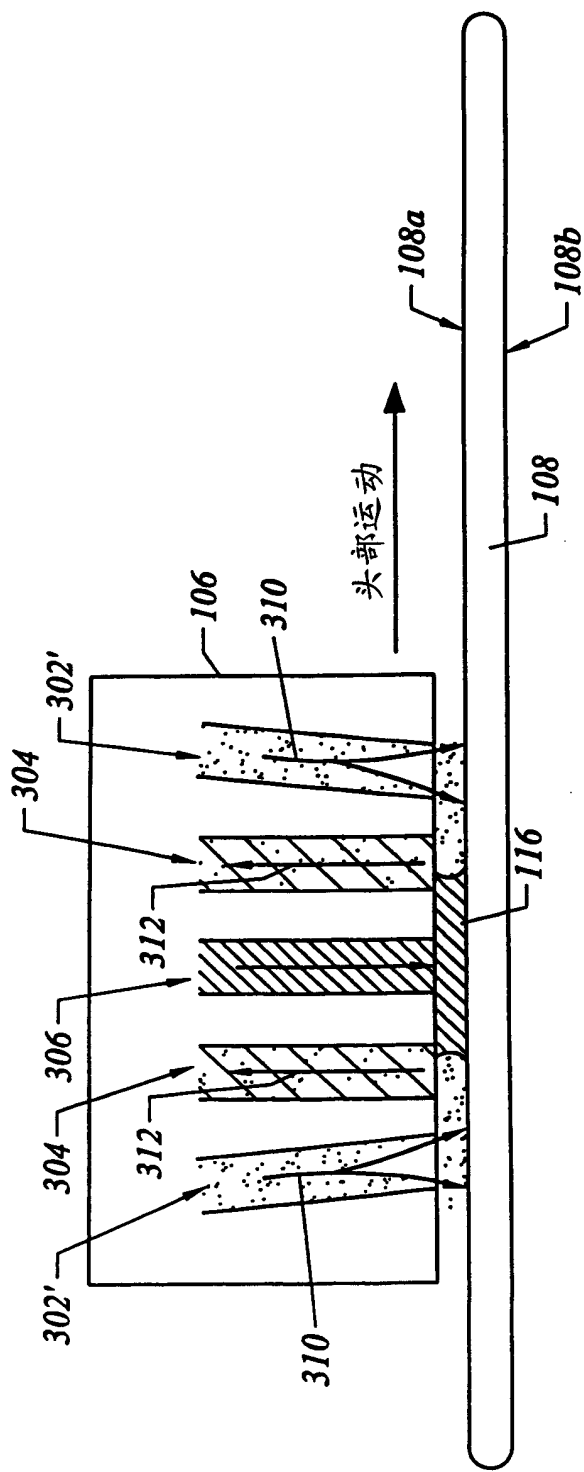


图 7C

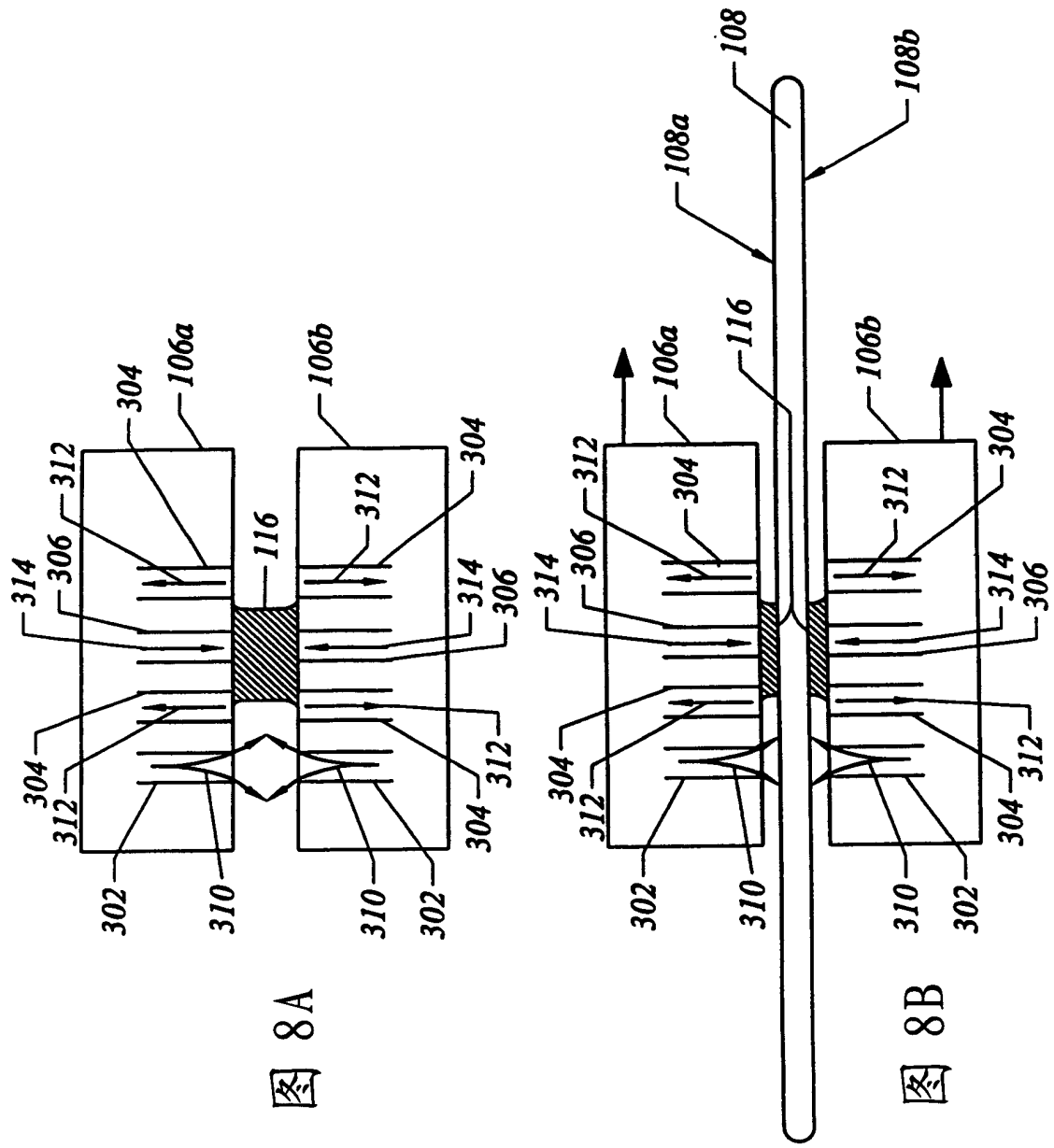


图 8A

图 8B

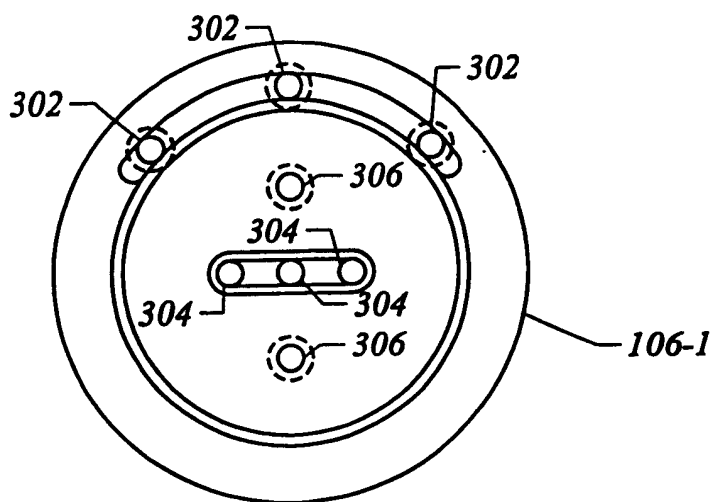


图 9A

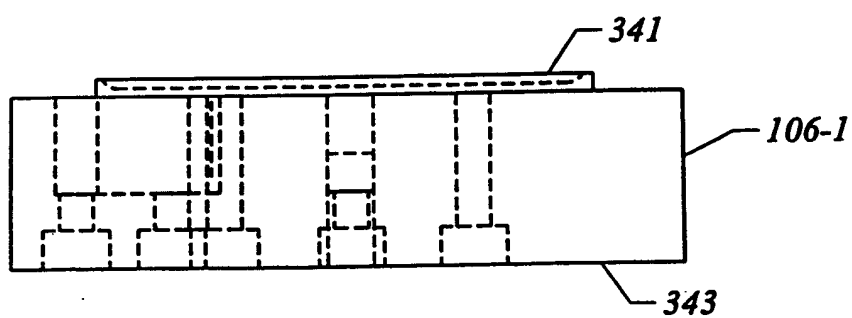


图 9B

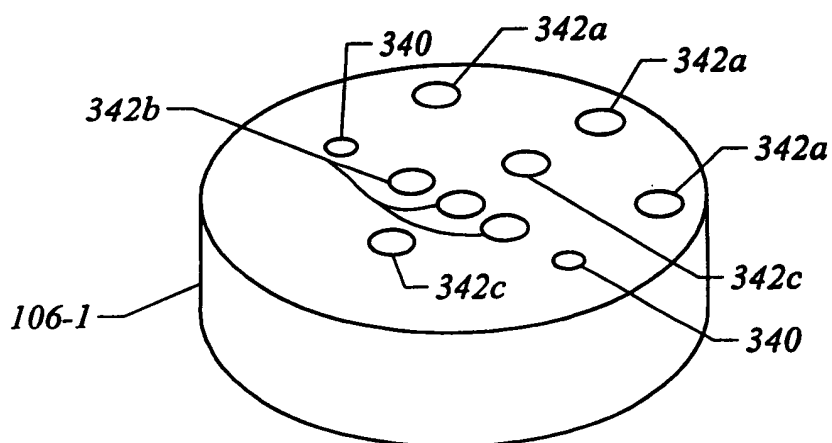


图 9C

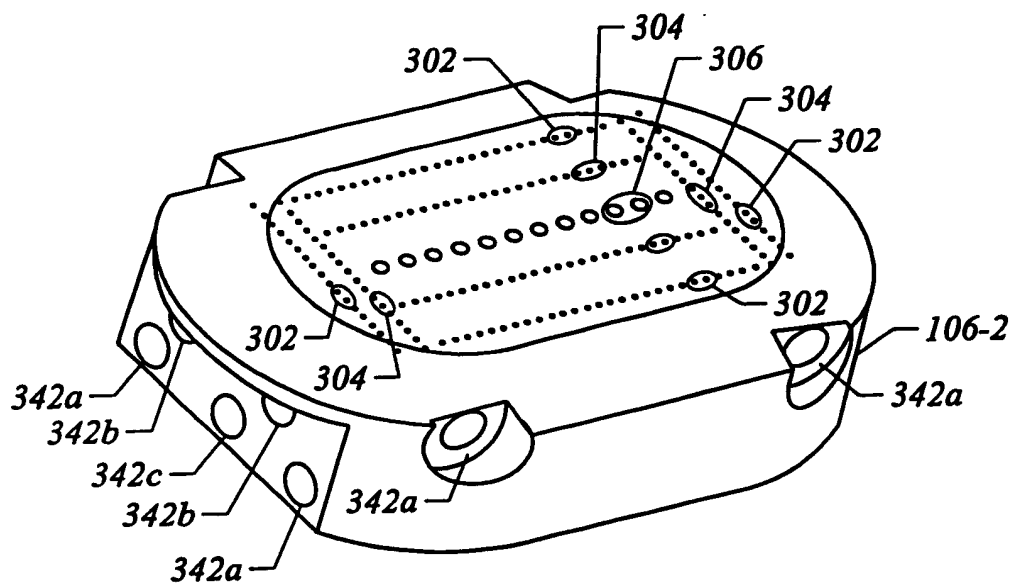


图 10A

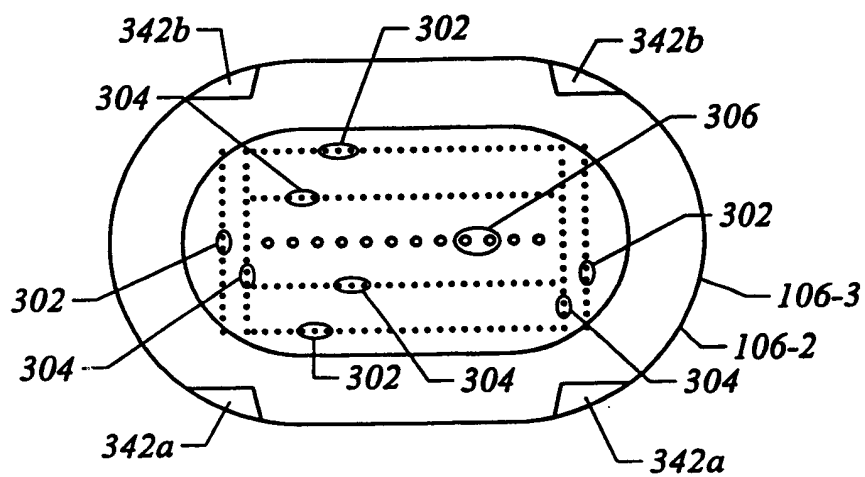


图 10B

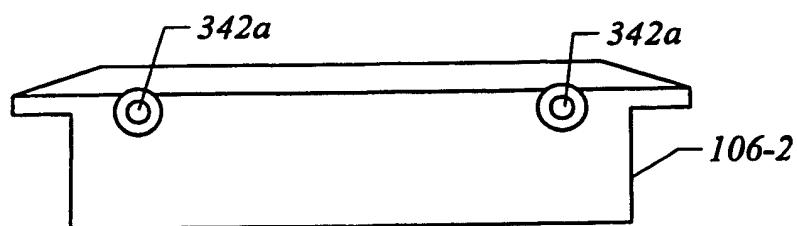


图 10C

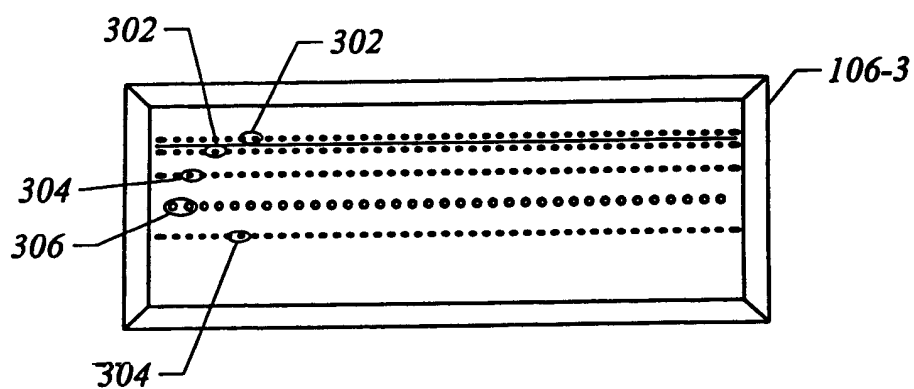


图 11A

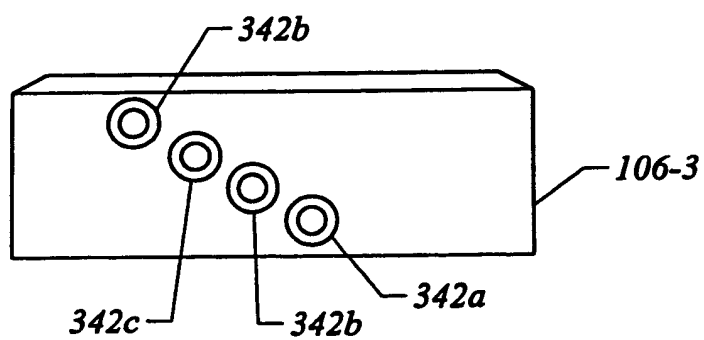


图 11B

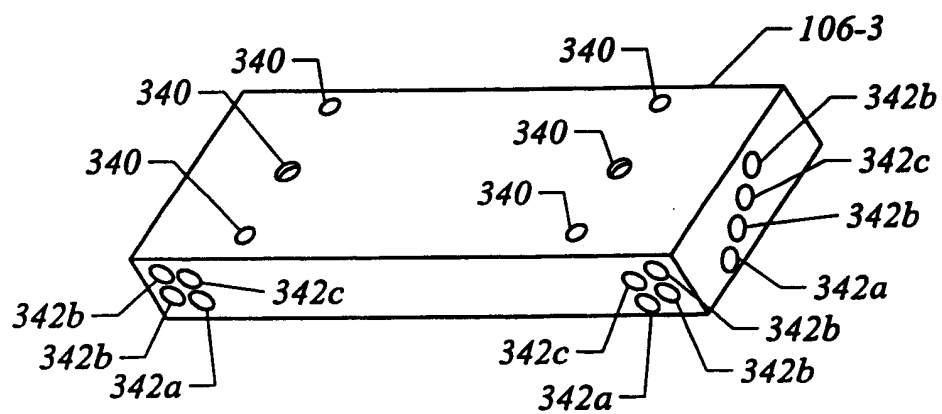
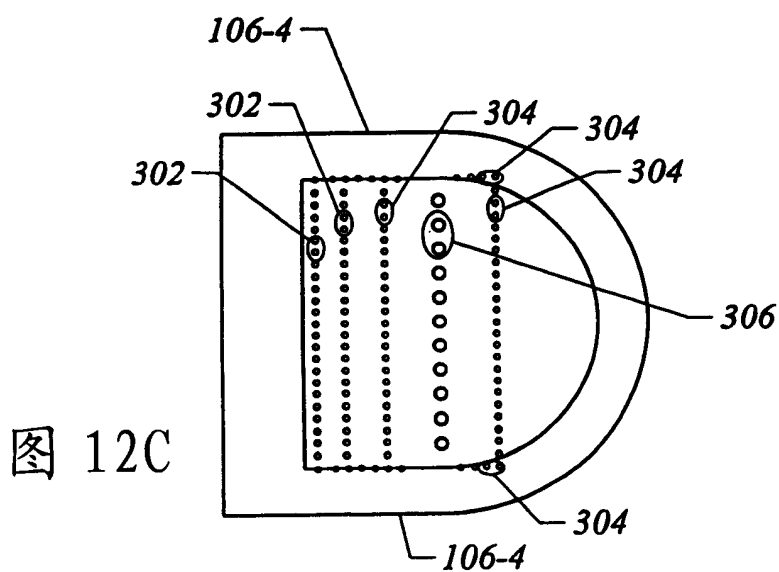
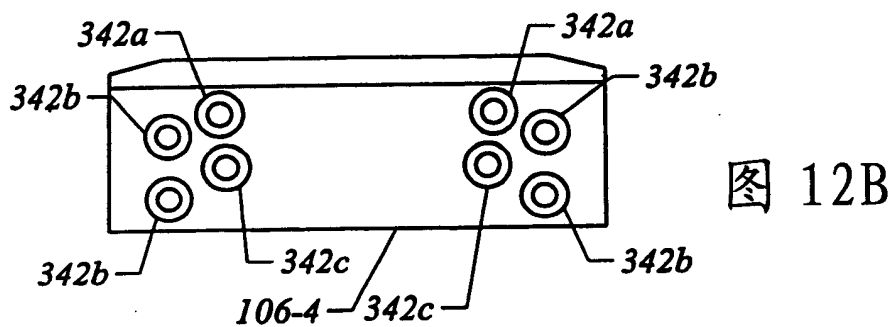
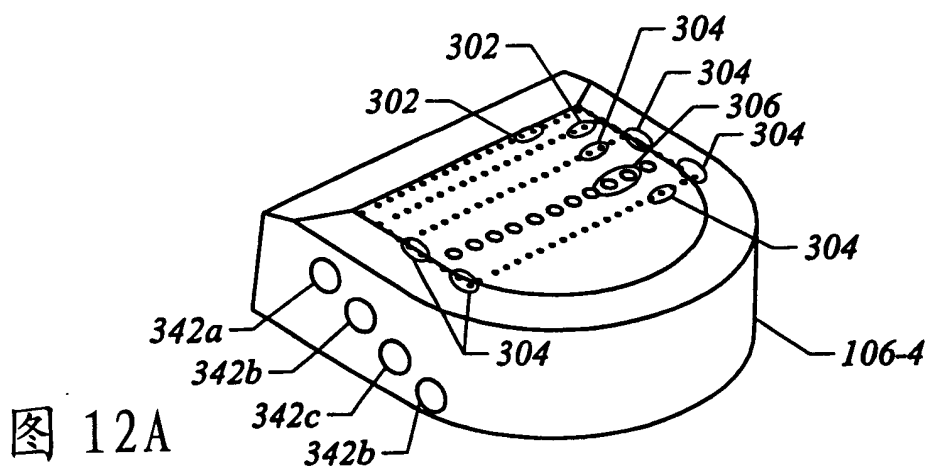
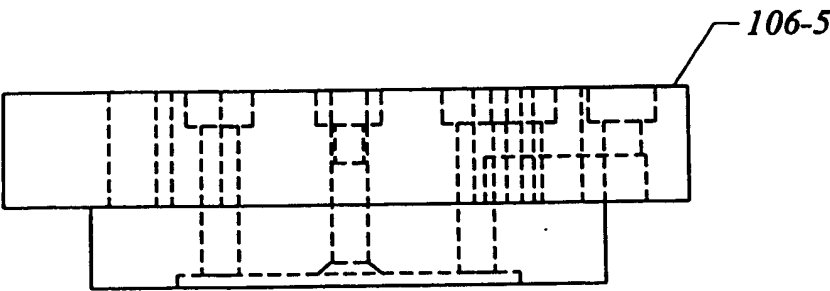
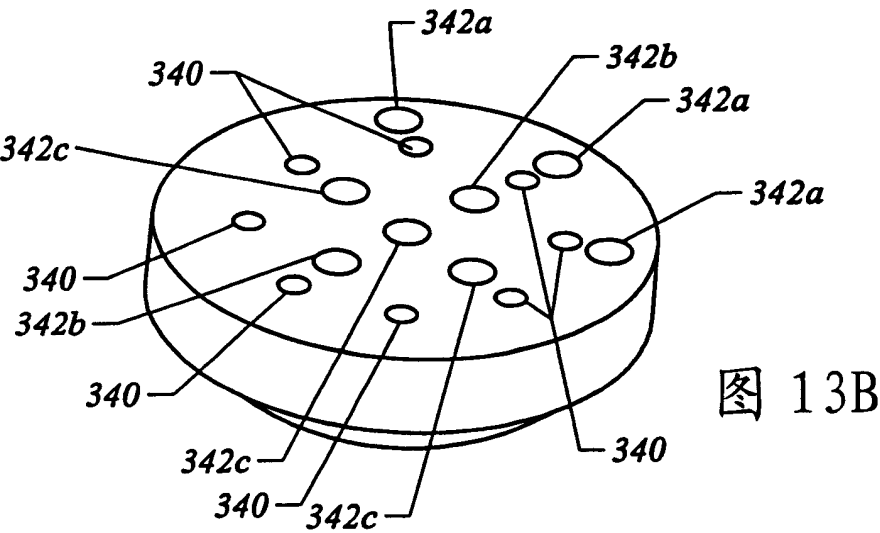
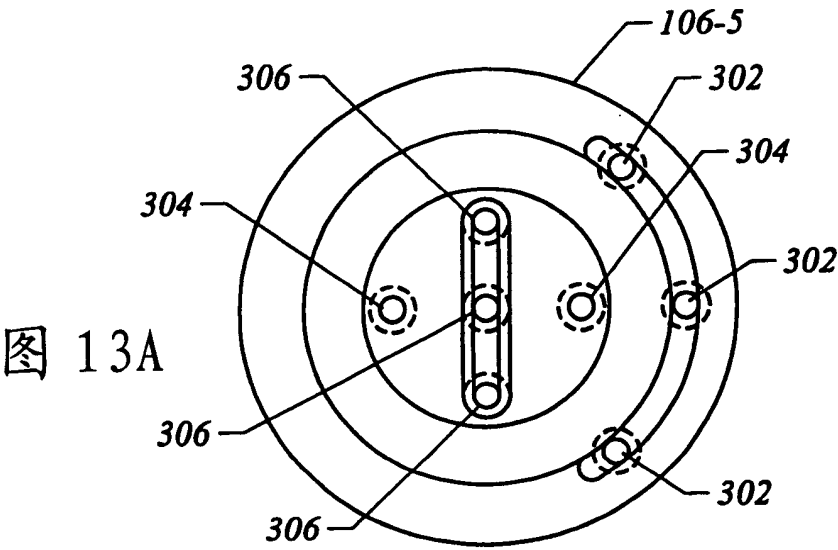


图 11C





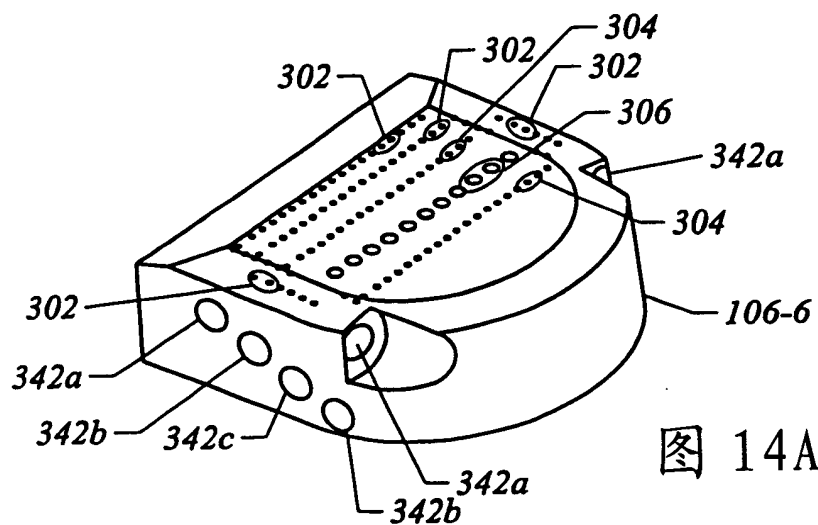


图 14A

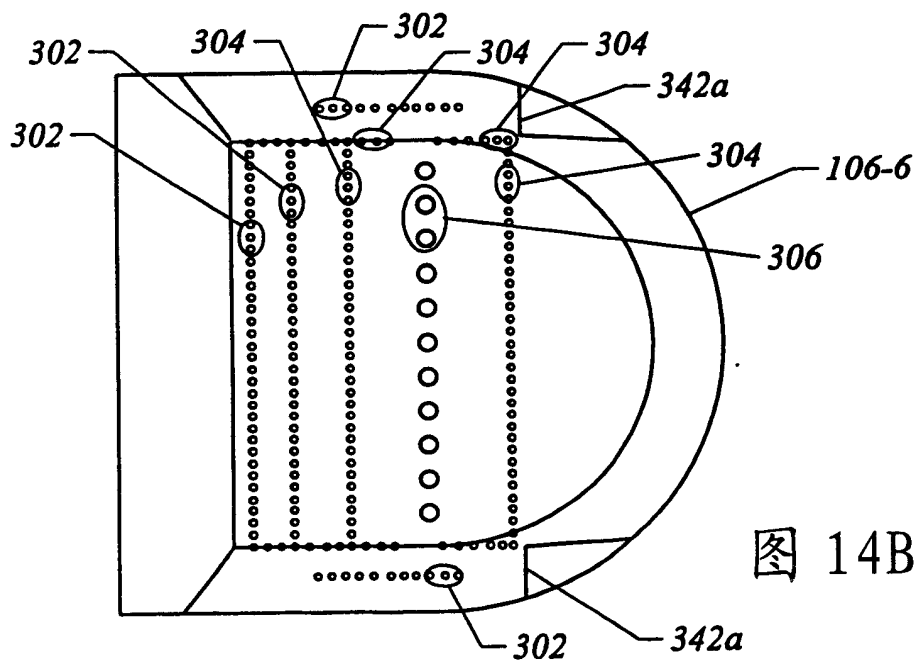


图 14B

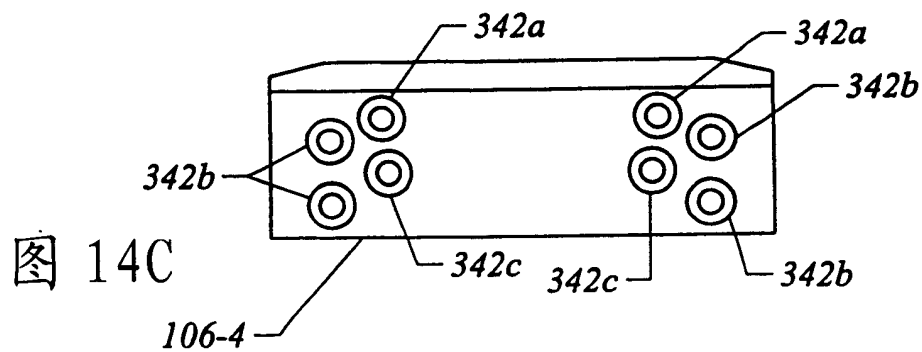


图 14C

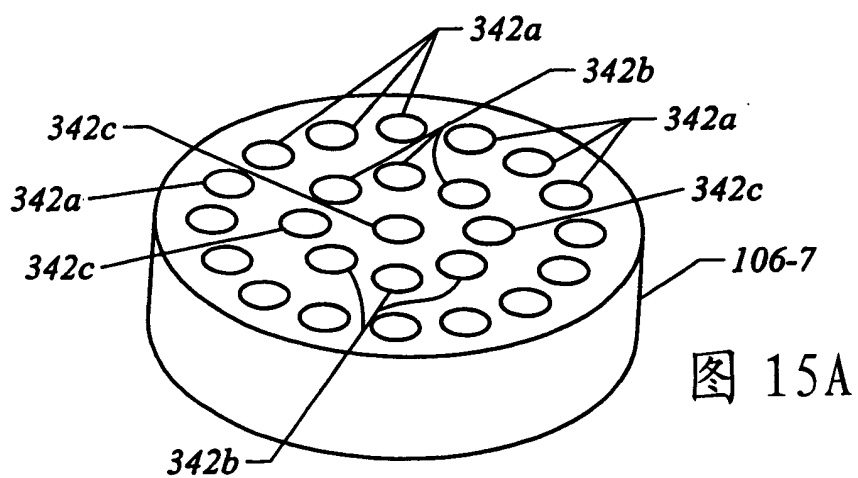


图 15A

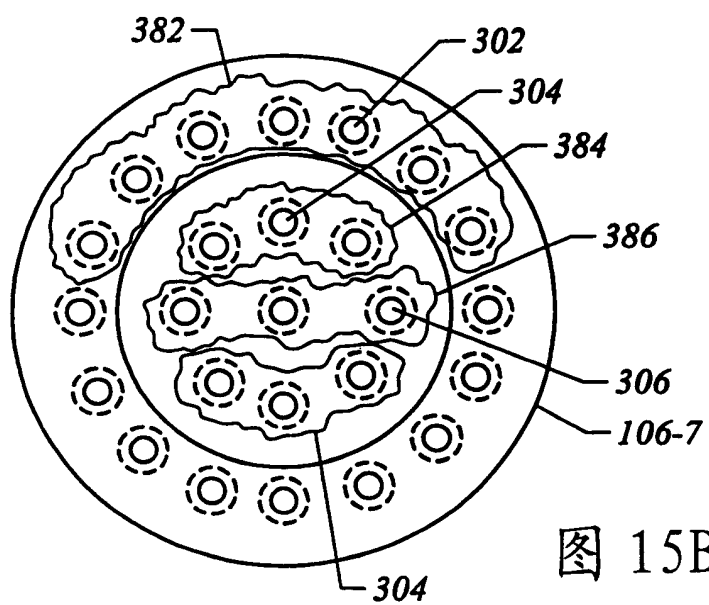


图 15B

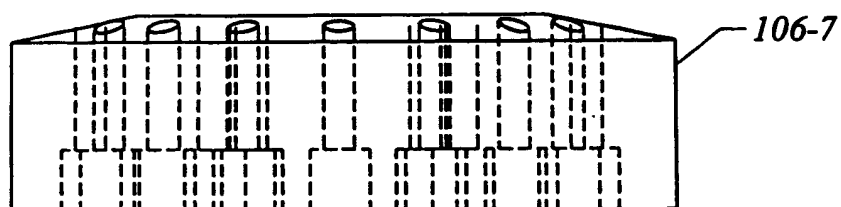


图 15C

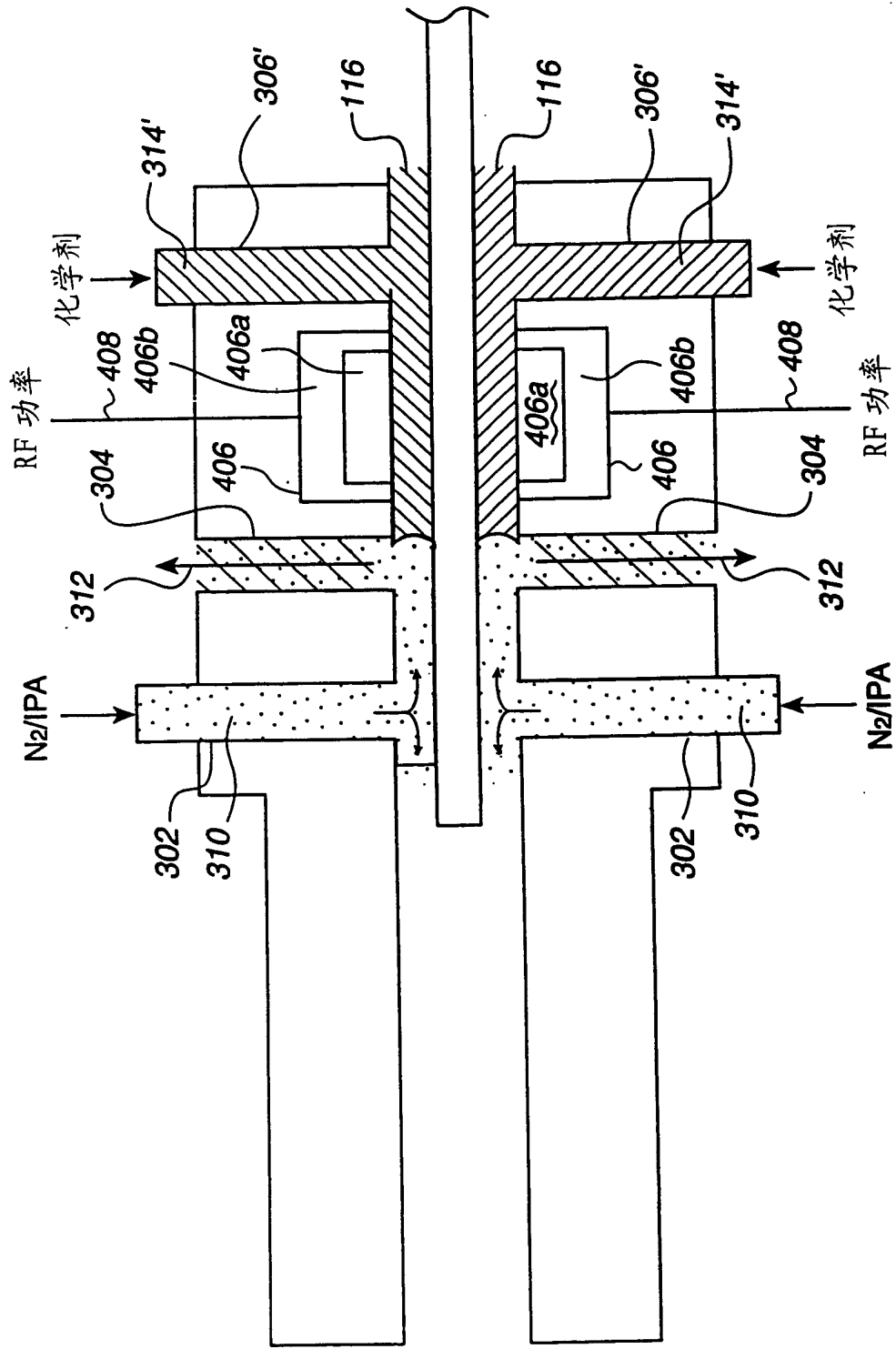


图 16B

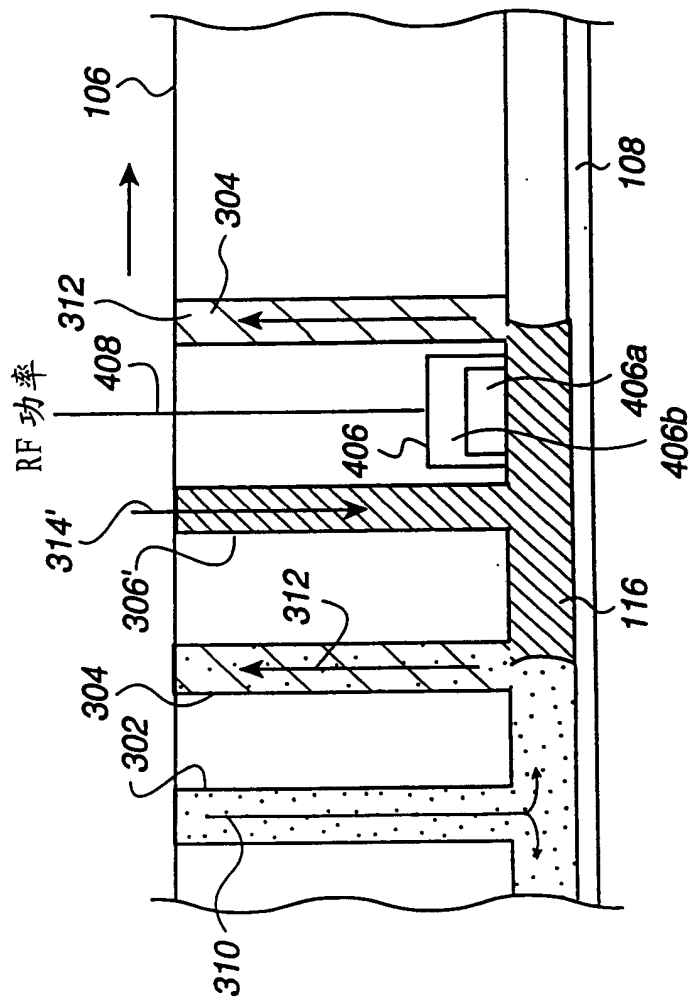
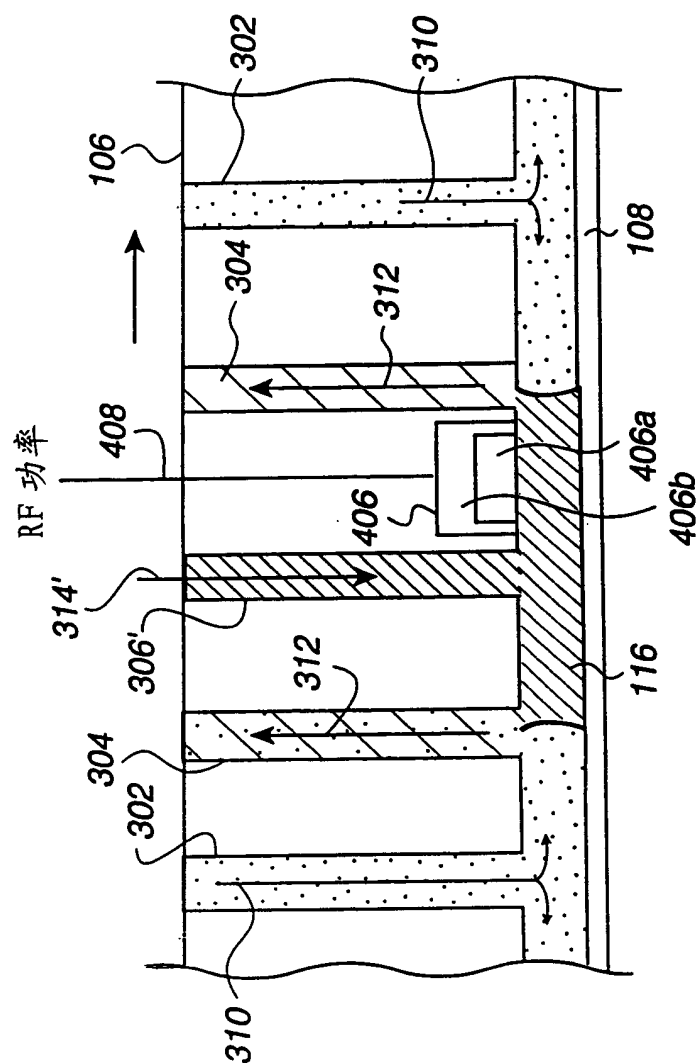


图 17



18

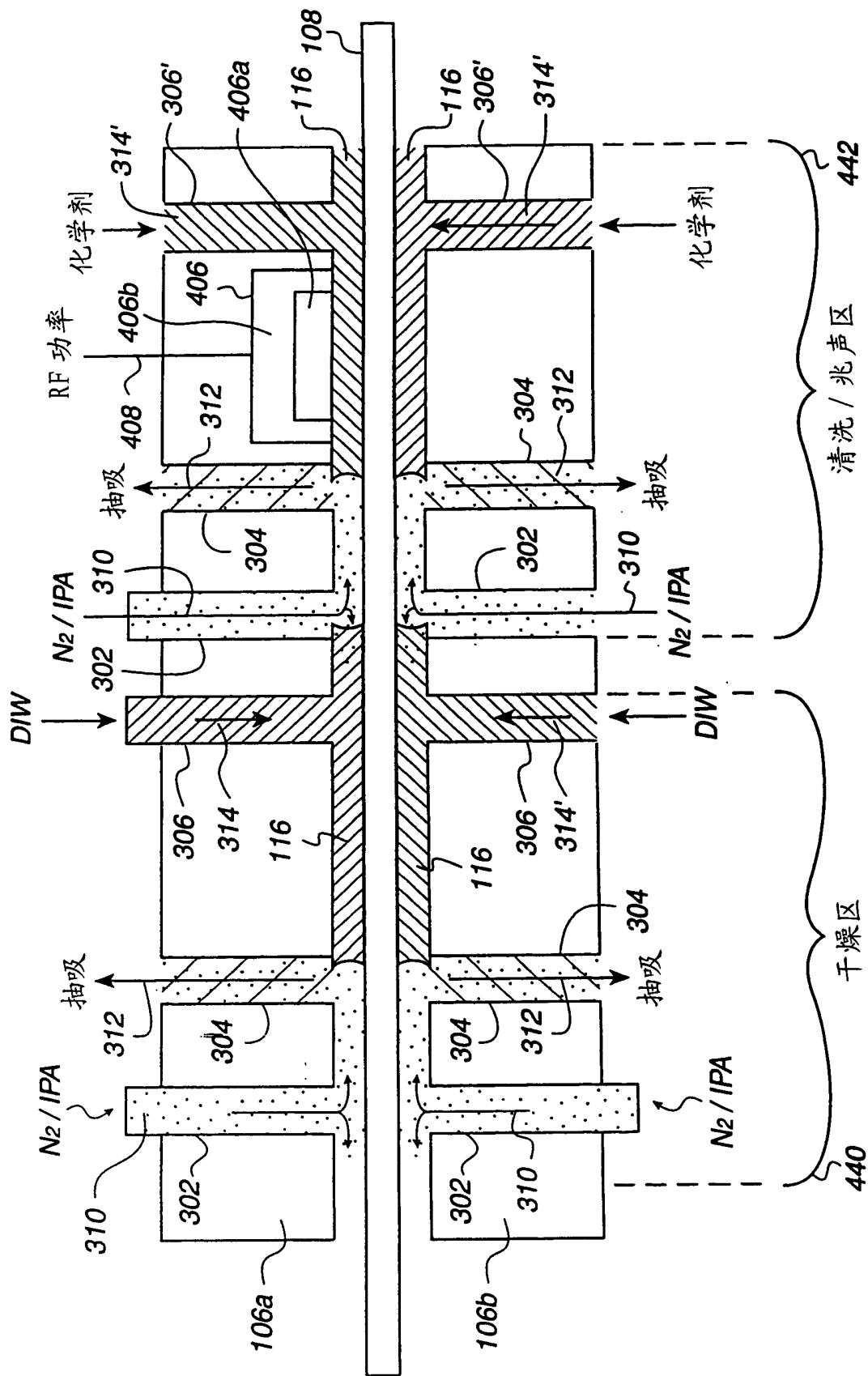


图 19A

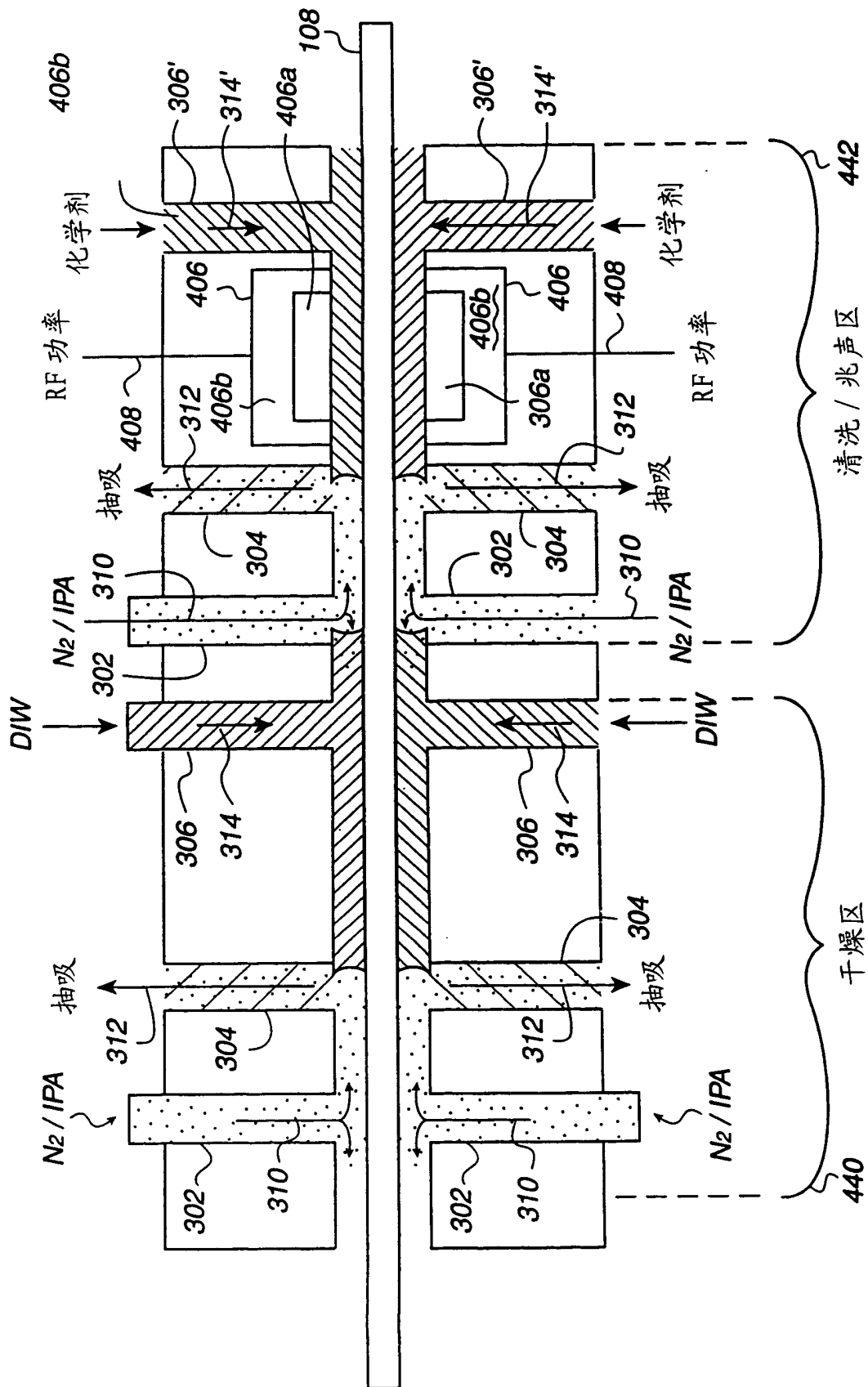


图 19B

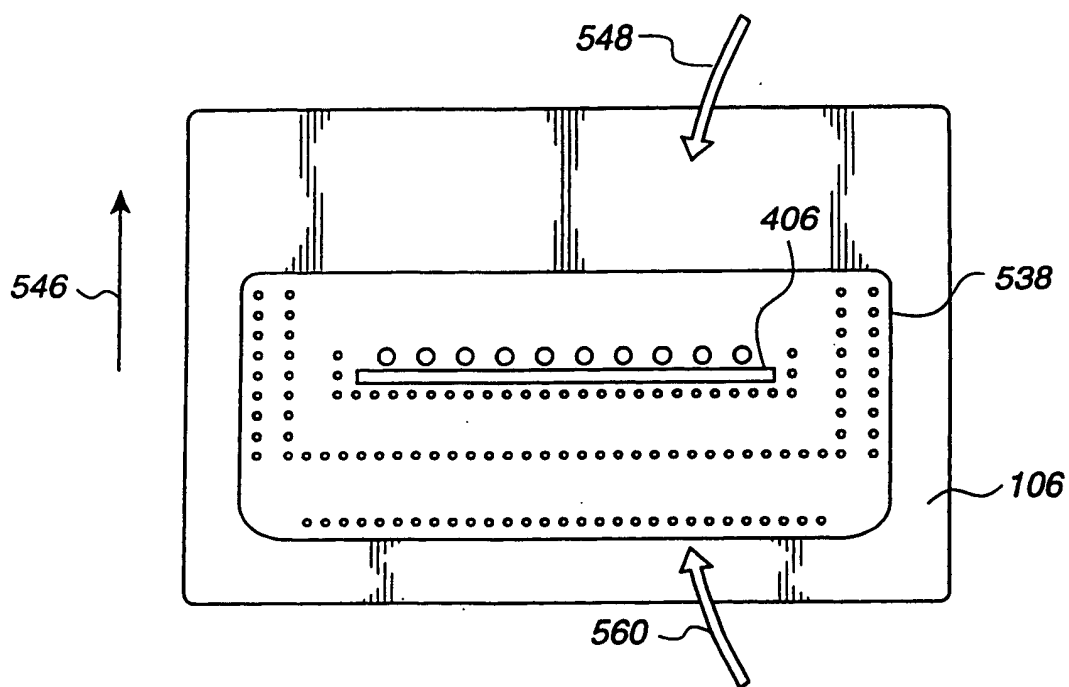


图 20

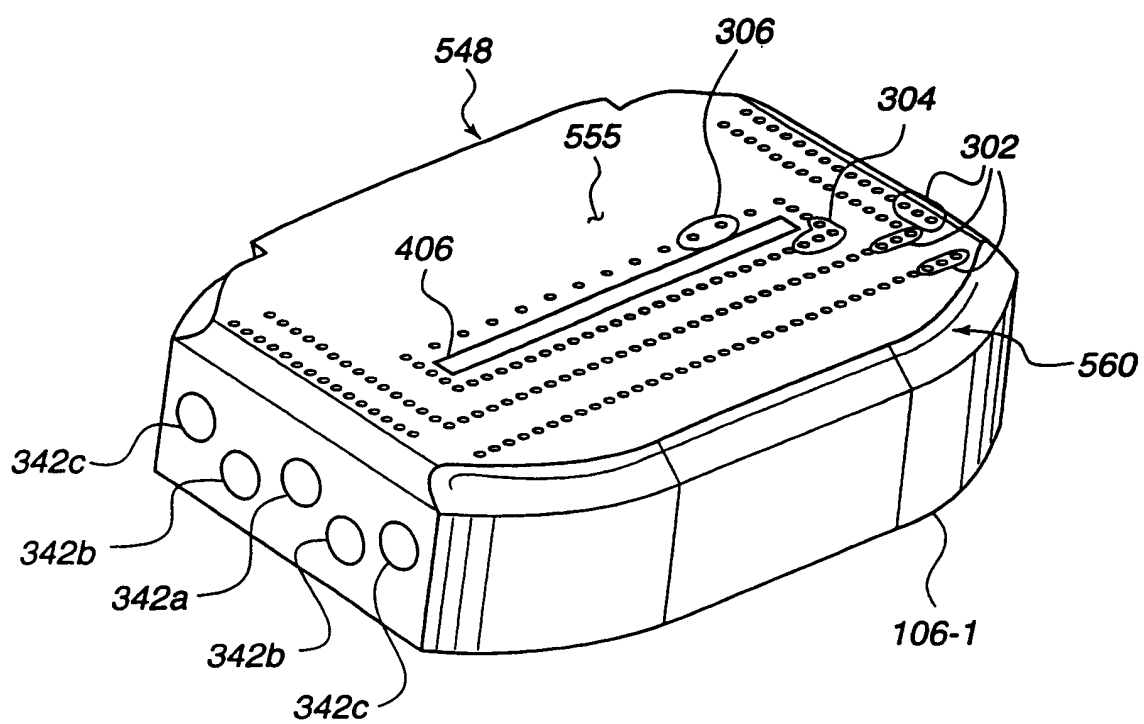


图 21