

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101164015 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 24

(21) 申请号 200680013261. 0

(22) 申请日 2006. 04. 19

(30) 优先权数据

11/108, 673 2005. 04. 19 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007. 10. 19

(86) PCT申请的申请数据

PCT/NL2006/000202 2006. 04. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02006/112699 EN 2006. 10. 26

(73) 专利权人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

专利权人 ASML 控股股份有限公司

(72) 发明人 亚历山德·克麦里切克

亨利·西韦尔

路易斯·约翰·马克雅

埃里克·伦洛夫·卢布斯卓

尼古拉斯·腾凯特

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 王新华

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

EP 1489462 A2, 2004. 12. 22, 说明书第 4 页第 0034 段、附图 4.

JP 10-340846 A, 1998. 12. 22, 说明书第 13 栏第 10-22 行、附图 6.

US 20040253547 A1, 2004. 12. 16, 说明书第 3 页第 0047 段至第 0048 段、附图 1.

CN 1501172 A, 2004. 06. 02, 全文.

US 2005068499 A1, 2005. 03. 31, 全文.

EP 1477856 A, 2004. 11. 17, 全文.

审查员 赵强

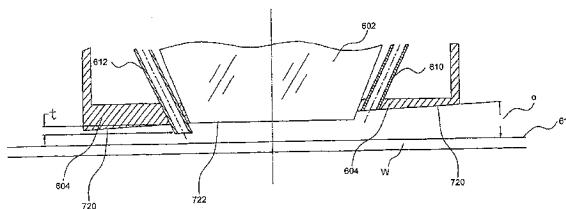
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 10 页

(54) 发明名称

具有相对衬底倾斜的喷洒头的液体浸没光刻系统

(57) 摘要

一种液体浸没式光刻系统, 包括投影光学系统和喷洒头。所述投影光学系统被构造用于以图案化的辐射束对衬底进行曝光。所述喷洒头包括第一喷嘴和第二喷嘴, 所述第一喷嘴和第二喷嘴被设置成在曝光操作过程中与衬底表面相隔不同的距离。



1. 一种浸没式光刻系统,包括:
将图案化的辐射束引导到衬底上的投影光学系统;以及
将液流在投影光学系统和衬底之间传送的喷洒头,
其中,所述喷洒头包括第一喷嘴和第二喷嘴,所述第一喷嘴和所述第二喷嘴所处位置分别与衬底相隔不同的距离,且从第一喷嘴到第二喷嘴的液流方向以一角度倾斜,所述角度至少部分地基于衬底相对于投影光学系统的扫描速度。
2. 根据权利要求1所述的浸没式光刻系统,其中,液流相对于衬底是倾斜的。
3. 根据权利要求1所述的浸没式光刻系统,其中,第一喷嘴和第二喷嘴中的一个喷射喷嘴,而第一喷嘴和第二喷嘴中的另一个是回收喷嘴,所述两个喷嘴的功能是基于衬底相对于投影光学系统的扫描方向被动态地调整;且
与所述回收喷嘴相比,所述喷射喷嘴更远离衬底表面。
4. 根据权利要求1所述的浸没式光刻系统,其中,从喷射喷嘴到回收喷嘴的方向相对于衬底倾斜近似0.06度或近似1至2度。
5. 一种浸没式光刻系统,包括:
被构造用于对衬底进行曝光的投影光学系统;以及
第一喷嘴和第二喷嘴,所述第一喷嘴和所述第二喷嘴所处位置分别与衬底相隔不同的距离,以产生倾斜的液流,所述倾斜的液流具有以一角度倾斜的从第一喷嘴到第二喷嘴的液流方向,所述角度至少部分地基于衬底相对于投影光学系统的扫描速度。
6. 根据权利要求5所述的浸没式光刻系统,其中,倾斜的液流相对于衬底倾斜近似0.06度或近似1至2度。
7. 根据权利要求5所述的浸没式光刻系统,还包括:
控制器,所述控制器被构造用于基于衬底的扫描方向,改变第一喷嘴和第二喷嘴中哪一个喷嘴处于与衬底更近的位置。
8. 根据权利要求7所述的浸没式光刻系统,其中,所述控制器被构造用于移动衬底,以使得第一喷嘴和第二喷嘴中的一个基于衬底的扫描方向处于与衬底更近的位置。
9. 根据权利要求7所述的浸没式光刻系统,其中,所述控制器被构造用于移动第一喷嘴和第二喷嘴中的一个喷嘴,以使得第一喷嘴和第二喷嘴中的所述一个喷嘴基于衬底的扫描方向处于与衬底更近的位置。
10. 一种器件制造方法,包括步骤:
采用投影系统将图案化的辐射束投影到衬底的目标部分上;
采用液体供给系统、用浸没液体至少部分地填充在投影系统和衬底之间的空隙;
通过相对于衬底以一角度定位液体供给系统,产生倾斜液流;以及
使所述角度的度数至少部分地基于衬底相对于投影光学系统的扫描速度。
11. 根据权利要求10所述的方法,还包括步骤:使倾斜方向基于衬底的扫描方向。
12. 根据权利要求10所述的方法,还包括步骤:移动衬底,使得衬底相对于液体供给系统倾斜。
13. 根据权利要求10所述的方法,还包括步骤:移动液体供给系统,以使得液体供给系统相对于衬底倾斜。
14. 根据权利要求10所述的方法,还包括步骤:

使液体供给系统设置有第一喷嘴和第二喷嘴；以及
将第一喷嘴和第二喷嘴中的一个相对于第一喷嘴和第二喷嘴中的另一个移动，以使得第一喷嘴和第二喷嘴中的所述一个更接近衬底表面、以产生倾斜液流。

15. 一种浸没式光刻方法，包括步骤：

- (a) 将浸没液体喷射入投影系统和衬底之间的曝光区段；
- (b) 通过采用投影系统、经过浸没液体将图案化照射引导到衬底上来进行衬底曝光；
- (c) 接收来自在步骤 (b) 之后的曝光区段的浸没液体；以及
- (d) 使实现步骤 (c) 的回收喷嘴定位在与实现步骤 (a) 的喷射喷嘴相比、相对于衬底处于不同高度的位置处，以在步骤 (b) 后的浸没液体回收过程中形成倾斜的浸没液流，且从第一喷嘴到第二喷嘴的液流方向以一角度倾斜，所述角度至少部分地基于衬底相对于投影光学系统的扫描速度。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其中，通过回收喷嘴和喷射喷嘴的平面相对于衬底所在平面成大约 1 或 2 度角。

17. 根据权利要求 15 所述的方法，其中，在步骤 (c) 中基于步骤 (d) 去除浸没流体。

具有相对衬底倾斜的喷洒头的液体浸没光刻系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光刻设备以及一种器件制造方法。

背景技术

[0002] 光刻设备是一种将所需图案应用到衬底上（通常应用到所述衬底的目标部分上）的机器。例如，可以将光刻设备用在集成电路（IC）的制造中。在这种情况下，可以将可选地称为掩模、掩模版（reticle）、可独立控制的元件的阵列等图案形成装置用于在所述 IC 的单层上产生待形成的电路图案。可以将该图案转移到衬底（例如，硅晶片或平板显示器衬底）上的目标部分（例如，包括一个或多个管芯的一部分）。典型地，经由成像将所述图案转移到在所述衬底上设置的辐射敏感材料（抗蚀剂）层上。

[0003] 通常，单个的衬底将包含连续形成图案的相邻目标部分的网络。公知的光刻设备包括：步进机，在所述步进机中，通过将全部图案一次曝光到所述目标部分上来辐射每一个目标部分；以及扫描器，在所述扫描器中，通过沿给定方向（“扫描”方向）的辐射束扫描所述图案、同时沿与该方向平行或反向平行的方向扫描所述衬底来辐射每一个目标部分。还可以通过将所述图案压印（imprinting）到所述衬底上，而将所述图案从所述图案形成装置转移到所述衬底上。

[0004] 高度集成的电路需要小的电路元件。由于辐射图案形成电路元件，所以最小的特征尺寸依赖于在光刻曝光步骤中所获得的分辨率，或者用于将辐射图案投影到衬底上的投影装置的分辨率。根据瑞利准则（Rayleigh criterion），该分辨率正比于投影光的波长 λ 和调整因子 k_1 ，反比于投影光学系统的边缘角或俘获角 θ 的正弦函数，其中：

[0005] 分辨率 = $k_1 * \lambda / \sin(\theta)$

[0006] 分辨率可以通过多种方式降低（提高）。首先，投影光的波长 λ 可以被减小。更短的波长可能需要不同类型的光敏抗蚀剂和投影装置中进行一定的改变，例如采用不同的光源和滤光片，以及针对投影光学系统的特定透镜。第二，分辨率可以通过减小调整因子 k_1 得以降低。降低 k_1 也可能需要使用不同类型的光敏抗蚀剂和高精度的工具。第三，边缘角 θ 可以通过增加投影光学系统的尺寸而增大。增大边缘角 θ 的效果可以通过上述正弦函数限定。减小投影光的波长 λ 的一种方法是通过采用浸没式光刻。

[0007] 已经提出了将光刻投影设备中的所述衬底浸入具有相对较高折射率的液体中（例如，水），以便填充所述投影系统的最终元件和所述衬底之间的空隙。由于曝光辐射在液体中会有更短的波长，因而能够实现更小特征的成像。液体的作用也可以看作允许系统的数值孔径（NA）大于 1，并也可以看作增加了焦深。已经提出了其他的浸没液体，包括其中悬浮固体颗粒（例如，石英）的水。

[0008] 然而，将衬底或衬底和衬底台浸没在液体池中意味着在扫描曝光过程中，必须要使液体的庞大的本体加速。这需要附加的或更有力的电机，并且液体中的湍流可能导致不期望的和无法预见的后果。

[0009] 所提出的解决方案之一是：液体供给系统仅将液体提供到衬底的局部区段和投影

系统的最终元件和衬底之间（通常衬底具有比投影系统的最终元件更大的表面积）。

[0010] 在液体供给系统和衬底之间的间隙允许这些元件彼此之间相对移动。因为该间隙，所以需要在浸没液和至少“喷洒头（showerhead）”或液体供给系统的护罩（hood）部分（在整个描述中喷洒头和护罩交替地使用），以防止浸没液体流出通过或破坏间隙边缘处形成的弯月面（meniscus）。例如，喷洒头可以是包括进口、出口部分和 / 或通道的液体供给系统的一部分。在浸没式光刻系统中可能出现的问题是，在浸没液体和衬底表面以及液体供给系统之间形成小的接触角。所述接触角由流体和表面之间的表面能量限定。小的接触角意味着可能造成流体断缺的大的毛细作用力。

[0011] 在浸没式光刻中的一个需要考虑的问题是确保浸没液体的纯度和使其免受污染。在一个示例中，采用喷射系统将浸没液体再循环，以将液体喷射入投影光学系统和衬底之间的体积中，以及采用提取或吸取系统将液体从曝光区段上提取回进行再循环。然而，例如通过接收来自空气中的颗粒或由于接收来自经过曝光的光敏抗蚀剂中的材料，液体可能被污染。在正常情况下，过滤系统在适当的位置上去除污染物。

[0012] 在再循环示例中，另一个需要考虑的问题是，由于在液体和衬底表面之间存在表面张力，所以实际上并不是所有的喷射入曝光区段的液体都可以被再循环。虽然大多数液体可以采用提取 / 再循环系统的吸取压力被提取，但是一些液滴同它们的污染物一起保留在衬底表面上。通常增加吸取压力不能帮助通过某个点，这是因为尽管这将增加再循环的速度，但是吸取压力的增加不能够解决由液体表面张力造成的问题。

[0013] 在浸没式光刻中的另一个需要考虑的问题是，在一定的扫描速度以上，衬底将沿扫描方向将膜（或液滴）从弯月面拉动，即造成弯月面的破坏。可以通过降低弯月面的高度（例如减小间隙）增加会使该破坏出现的速度，允许更快的扫描，降低弯月面的高度会有几种作用。首先，第一水损失时刻（例如弯月面破坏点）移动至更高的扫描速度。第二，损失的水量得以减少，其中水膜的高度 \sim 弯月面高度 \times 扫描速度 $^{2/3}$ 。无论水什么时候从弯月面中损失，“气刀”都可以用于保持所损失的水。尽管在典型的情况下，减小间隙可以满足要求，但是仍可能出现其他问题。

[0014] 通过气刀的水量依赖于衬底表面上的空气的压力梯度。减小间隙尺寸可以导致压力梯度升高，压力梯度升高能够减少水的损失。于是，在正侧上，减小在护罩和衬底之间的间隙导致水损失的减少。然而，变小的间隙也存在多种负面效应。首先，在衬底表面上方的空气速度可以增加，这能够增强水从表面上蒸发，并能导致衬底的冷却加快，这是所不希望的。第二，气刀可以将“外部”水保持在气刀的外部，但所需要的是当扫描回来时（在前面的弯月面处）该水“流回”（例如被再次收集）进入弯月面。

[0015] 相应地，所需要的是能够确保所有的浸没液体基本上都被提取系统收集，和 / 或确保形成尺寸被优化的间隙以用于减少液体损失并增加间隙处的液体再收集的浸没式光刻系统和方法。

发明内容

[0016] 在本发明的一个实施例中，提供一种包括投影光学系统和喷洒头的浸没式光刻系统。投影光学系统将图案化的辐射束引导到衬底上。喷洒头将液流传送到投影光学系统和衬底之间。喷洒头包括所处位置与衬底相隔不同距离的第一喷嘴和第二喷嘴。

[0017] 在本发明的另一个实施例中,提供一种包括投影光学系统以及第一和第二喷嘴的浸没式光刻系统。投影光学系统被构造用于对衬底进行曝光。第一和第二喷嘴所处位置与衬底相隔不同距离。

[0018] 在本发明的另一个实施例中,一种液体浸没式光刻系统包括用于曝光衬底的投影光学系统以及用于在投影光学系统和衬底之间传送倾斜液流的喷射喷嘴和回收喷嘴(retrieval nozzle)。在一个示例中,液流相对于衬底可以被倾斜大约 0.06 度或大约 1 至 2 度。

[0019] 在本发明的另一个实施例中,一种曝光系统按照光传播的顺序包括辐射源、聚光透镜、掩模(或对比装置)和投影光学系统。液体传送系统将液体提供到投影光学系统下方的曝光区段。曝光系统也包括用于提供液体的倾斜液流的装置。

[0020] 在本发明的另一个实施例中,一种曝光系统按照光传播的顺序包括辐射源、聚光透镜、掩模和投影光学系统。液体传递系统将液体提供到衬底的曝光区段上。衬底相对于水平位置倾斜。

[0021] 本发明的另外的实施例、特征和优势,以及本发明的各种实施例的结构和操作参照附图在下面进行详细描述。

附图说明

[0022] 并入本文中并形成说明书的一部分的附图示出本发明的一个或多个实施例,并结合描述进一步对本发明的原理进行解释,以使得相关领域内的技术人员能够掌握和使用本发明。

[0023] 图 1 示出根据本发明的实施例的光刻设备;

[0024] 图 2 和图 3 示出用于光刻投影设备中的液体供给系统;

[0025] 图 4 示出用于光刻投影设备中的另一个液体供给系统;

[0026] 图 5 示出用于光刻投影设备中的另一个液体供给系统;

[0027] 图 6 示出根据本发明的一个实施例的倾斜喷洒头;

[0028] 图 7 示出图 6 的倾斜喷洒头配置的局部放大图;

[0029] 图 8 是在曝光区段上具有液体的液体浸没式光刻系统的曝光区段的另一个示例;

[0030] 图 9 示出图 8 的弯月面区域 A;

[0031] 图 10 示出图 8 的弯月面区域 B;

[0032] 图 11 示出如图 6-10 所示的实施例的三维等比例图。

[0033] 本发明将在此参照附图进行描述。在附图中,相同的附图标号可以表示相同的或功能上类似的元件。另外,附图标号的最左的数字能区分首先出现所述附图标号的附图。

具体实施方式

[0034] 尽管讨论的是特定的构造和配置,但是应当理解,这仅是出于示意的目的。在相关领域内的技术人员将意识到,在不偏离本发明的精神和保护范围的情况下可以采用其他的构造和配置。对于相关领域内的技术人员,显见本发明也可以在各种其他的应用中使用。

[0035] 发明人已经发现一个很不希望的现象:当在浸没式光刻系统中的液流倾斜时,所述倾斜以及相对应的加在液流上的重力效果足以克服施加在液体上的残余的表面张力。相

应地,在这种倾斜配置下,在曝光区段的特定部分上的浸没液的聚集可以基本上被减少或消除,以减小污染的可能性。该倾斜可以是静态的或是动态的。附加地或替代地,该倾斜可以允许优化在护罩两侧上的护罩和衬底之间的间隙尺寸,以允许减少沿扫描方向通过间隙的弯月面时的水损失,以及当扫描方向反转时允许增加在弯月面处的水的再次收集。

[0036] 图 1 示意性地示出根据本发明的一个实施例的光刻设备。所述设备包括照射系统、支撑结构、衬底台和投影系统。照射系统(照射器)IL 调节辐射束 PB(例如,紫外辐射或极紫外辐射)。支撑结构(例如掩模台)MT 支撑图案形成装置(例如掩模)MA,并与被构造用于根据特定参数精确地定位图案形成装置的第一定位器 PM 相连。衬底台(例如晶片台)WT 保持衬底(例如覆盖有抗蚀剂的晶片或平板衬底)W,并与被构造用于根据特定参数精确地定位衬底的第二定位器 PW 相连。投影系统(例如折射投影透镜系统)PL 将由图案形成装置 MA 赋予辐射束 PB 的图案投影到衬底 W 的目标部分 C(例如包括一根或多根管芯)上。

[0037] 所述照射系统可以包括各种类型的光学部件,例如折射型、反射型、磁性型、电磁型、静电型或其他类型的光学部件、或其任意组合,以引导、成形、或控制辐射。

[0038] 支撑结构以依赖于图案形成装置的取向、光刻设备的设计以及诸如图案形成装置是否保持在真空环境中等其他条件的方式保持图案形成装置。支撑结构可以采用机械的、真空的、静电的或其他夹持技术来保持图案形成装置。支撑结构可以是框架或台,例如,其可以根据需要成为固定的或可移动的。支撑结构可以确保图案形成装置例如相对于投影系统位于所需的位置上。在文中术语“掩模版”或“掩模”都可以认为与更上位的术语“图案形成装置”同义。

[0039] 这里所使用的术语“图案形成装置”应该被广义地理解为能够用于将图案赋予辐射束的横截面中、以便在衬底的目标部分上形成图案的任何装置。应当注意,被赋予辐射束的图案可能不与在衬底目标部分上的所需图案完全对应(例如如果该图案包括相移特征或所谓辅助特征)。通常,被赋予辐射束的图案将与在目标部分上形成的器件中的特定的功能层相对应,例如集成电路。

[0040] 图案形成装置可以是透射式的或反射式的。图案形成装置的示例包括掩模、可编程反射镜阵列以及可编程液晶显示(LCD)面板。掩模在光刻技术中是公知的,并且包括诸如二元掩模类型、交替相移掩模类型、衰减相移掩模类型和各种混合掩模类型之类的掩模类型。可编程反射镜阵列的示例采用小反射镜的矩阵排列,可以独立地倾斜每一个小反射镜,以便沿不同方向反射入射的辐射束。所述倾斜的反射镜将图案赋予由所述反射镜矩阵反射的辐射束。

[0041] 应该将这里使用的术语“投影系统”广义地解释为包括任意类型的投影系统,包括折射型、反射型、反射折射型、磁性型、电磁型和静电型光学系统、或其任意组合,适合于所使用的曝光辐射、或诸如使用浸没式液体或使用真空之类的其他因素。这里使用的术语“投影透镜”可以认为是与更上位的术语“投影系统”同义。

[0042] 如这里所示的,所述设备是透射型的(例如,采用透射掩模)。替代地,所述设备可以是反射型的(例如,采用如上所述类型的可编程反射镜阵列,或采用反射式掩模)。

[0043] 所述光刻设备可以是具有两个(双台)或更多衬底台(和/或两个或更多支撑结构)的类型。在这种“多台”机器中,可以并行地使用附加的台或支撑结构,或可以在将一

个或更多个其他台或支撑结构用于曝光的同时,在一个或更多个台或支撑结构上执行准备步骤。

[0044] 参照图 1,所述照射器 IL 接收从辐射源 S0 发出的辐射束。该源和所述光刻设备可以是分立的实体(例如,该源为准分子激光器时)。在这种情况下,不会认为所述源是所述光刻设备的组成部分,并且通过包括例如合适的引导镜和/或扩束器的束传递系统 BD 的帮助,将所述辐射束从所述源 S0 传到所述照射器 IL。在其他情况下,所述源可以是所述光刻设备的组成部分,例如所述源是汞灯时。可以将所述源 S0 和所述照射器 IL、以及如果需要时的所述束传递系统 BD 一起称作辐射系统。

[0045] 所述照射器 IL 可以包括用于调节所述辐射束的角强度分布的调节器 AD。通常,可以对所述照射器的光瞳面中的强度分布的至少所述外部和/或内部径向范围(一般分别称为 σ -外部和 σ -内部)进行调节。此外,所述照射器 IL 可以包括各种其他部件,例如积分器(integrator) IN 和聚光器 CO。可以将所述照射器用于调节所述辐射束,以在其横截面中具有所需的均匀性和强度分布。

[0046] 所述辐射束 PB 入射到保持在所述支撑结构(例如,掩模台) MT 上的所述图案形成装置 MA 上,并且通过所述图案形成装置来形成图案。已经横穿所述图案形成装置 MA 之后,所述辐射束 PB 通过所述投影系统 PL,所述 PL 将所述束聚焦到所述衬底 W 的目标部分 C 上。在下文进一步描述的浸没护罩 IH 将浸没液体供给到投影系统 PL 的最终元件和衬底 W 之间的空隙。

[0047] 通过第二定位器 PW 和位置传感器 IF(例如,干涉仪装置、线性编码器或电容传感器)的帮助,可以精确地移动所述衬底台 WT,例如以便将不同目标部分 C 定位于所述辐射束 PB 的辐射路径中。类似地,例如在来自掩模库的机械修补之后,或在扫描期间,可以将所述第一定位器 PM 和另一个位置传感器(图 1 中未明确示出)用于将所述图案形成装置 MA 相对于所述辐射束 PB 的辐射路径精确地定位。通常,可以通过形成所述第一定位器 PM 的一部分的长行程模块(粗定位)和短行程模块(精定位)来实现所述支撑结构 MT 的移动。类似地,可以通过形成所述第二定位器 PW 的一部分的长行程模块和短行程模块来实现所述衬底台 WT 的移动。

[0048] 在步进机的情况下(与扫描器相反),所述支撑结构 MT 可以仅与短行程致动器相连,或可以是固定的。可以使用图案形成装置对齐标记 M1、M2 和衬底对齐标记 P1、P2 来对齐图案形成装置 MA 和衬底 W。

[0049] 尽管所示的衬底对齐标记占据了专用目标部分,但是他们可以位于目标部分之间的空隙中(这些公知为划线对齐标记)。类似地,在将多于一个管芯设置在所述图案形成装置 MA 上的情况下,所述图案形成装置对齐标记可以位于所述管芯之间。

[0050] 可以将所述专用设备用于以下模式的至少之一:

[0051] 1. 在步进模式中,在将赋予到所述辐射束的整个图案一次(即,单一的静态曝光)投影到目标部分 C 上的同时,将所述支撑结构 MT 和所述衬底台 WT 保持为实质静止。然后将所述衬底台 WT 沿 X 和/或 Y 方向移动,使得可以对不同目标部分 C 曝光。在步进模式中,曝光场的最大尺寸限制了在单一的静态曝光中成像的所述目标部分 C 的尺寸。

[0052] 2. 在扫描模式中,在将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分 C 上的同时,对所述支撑结构 MT 和所述衬底台 WT 同步地进行扫描(即,单一的动态曝光)。所述衬底台 WT

相对于所述支撑结构 MT 的速度和方向可以通过所述投影系统 PL 的（缩小）放大率和图像反转特征来确定。在扫描模式中，曝光场的最大尺寸限制了单一的动态曝光中的所述目标部分的宽度（沿非扫描方向），而所述扫描运动的长度确定了所述目标位置的高度（沿所述扫描方向）。

[0053] 3. 在另一个模式中，将保持可编程图案形成装置的所述支撑结构 MT 保持为实质静止状态，并且在将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分 C 上的同时，对所述衬底台 WT 进行移动或扫描。在这种模式中，通常采用脉冲辐射源，并且在所述衬底台 WT 的每一次移动之后、或在扫描期间的连续辐射脉冲之间，根据需要更新所述可编程图案形成装置。这种操作的模式易于应用于利用可编程图案形成装置的无掩模光刻中，例如，如上所述类型的可编程反射镜阵列。

[0054] 也可以采用上述使用模式的组合和 / 或变体，或完全不同的使用模式。

[0055] 图 2 和图 3 示出用于光刻投影设备中的液体供给系统。如图 2 和图 3 所示，液体（表示为投影系统 PL 下面的深色区段）由至少一个进口 IN 沿着衬底 W 相对于投影系统 PL 的最终元件的移动方向（以箭头表示）供给到衬底 W 上。液体在从投影系统 PL 下面通过之后，由至少一个出口 OUT 去除。即，当沿 -X 方向在元件下方扫描衬底 W 时，液体在元件的 +X 侧（在该透视图的右侧）供给，并在元件的 -X 侧（在该透视图的左侧）提取。

[0056] 图 2 示意性地示出液体经由进口 IN 供给并由出口 OUT 在元件的另一侧上被取走的配置，所述出口 OUT 与低压源相连。尽管在图 2 的描述中，液体沿着衬底 W 相对于投影系统 PL 的最终元件移动的方向（由箭头表示）供给，但是并不必定是这种情况。

[0057] 位于最终元件周围的进口和出口可能有多种取向和数量。例如，如图 3 所示的配置。在该示例中，在任一侧上的四组出口和进口以规则的形式设置在投影系统 PL 的最终元件的周围。

[0058] 图 4 示出用于光刻投影设备中的另一种液体供给系统。在这个示例中，示出局部的液体供给系统。液体通过在投影系统 PL 的任一侧上的两个沟槽进口 IN 被供给，并通过沿进口 IN 的径向向外设置的多个分立的出口 OUT 去除。进口 IN 和出口 OUT 可以设置在中心带孔的板上，并通过所述板对投影束进行投影。液体通过在投影系统 PL 的一侧上的一个沟槽进口 IN 供给，并通过在投影系统 PL 的另一侧上的多个分立的出口 OUT 去除，以造成在投影系统 PL 和衬底 W 之间的液体薄膜的流动。将进口 IN 和出口 OUT 组合使用的选择可以依赖于衬底 W 的移动方向（进口 IN 和出口 OUT 的其他组合是未激活的）。

[0059] 图 5 示出用于光刻投影设备中的另一个液体供给系统。在该示例中，具有局部液体供给系统解决方案的光刻装置将沿着投影系统 PL 的最终元件和衬底台 WT 之间的空隙的至少一部分边界延伸的液体限制结构 12 提供给液体供给系统。液体限制结构 12 尽管在 Z 方向上（在光轴方向上）可以存在一些相对移动，但是相对于 XY 平面上的投影系统 PL 基本上是静止的。在实施例中，密封 16 在液体限制结构 12 和衬底 W 的表面之间形成。

[0060] 在一个示例中，储液器 10 在投影系统 PL 的像场周围与衬底 W 形成无接触密封，使得液体 11 被限定用于填充在衬底 W 表面和投影系统 PL 的最终元件之间的空隙。储液器 10 由位于投影系统 PL 的最终元件下面和周围的液体限制结构 12 形成。液体 11 被灌入在投影系统 PL 下面的空隙和液体限制结构 12 中。液体限制结构 12 在投影系统 PL 的最终元件上方延伸一点，且液面升高到最终元件的上方，以使得提供液体 11 的缓冲。液体限制结构

12 在上端具有内边缘。在一个示例中, 上端与投影系统 PL 或其最终元件的形状紧密相符, 例如, 可以是圆形的。在底部, 所述内边缘与像场的形状紧密相符, 例如为矩形, 但不必定是这种情况。

[0061] 在一个示例中, 液体 11 由在液体限制结构 12 的底部和衬底 W 表面之间的气体密封 16 限定在储液器 10 中。气体密封 16 由气体形成。在各种示例中, 所述气体可以是空气、合成气体、 N_2 或其他惰性气体, 所述气体在压力下经由进口 15 被供给到液体限制结构 12 和衬底 W 之间的间隙中, 并经由出口 14 提取。设置在气体进口 15 上的过压、在出口 14 上的真空度以及间隙的几何形状, 以使得存在限定液体的向内的高速气流。这种系统在于 2005 年 10 月 4 日授权的美国专利 No. 6, 952, 253 中公开, 该专利所述内容在此以引用的方式整体并入本文中。

[0062] 在欧洲专利申请 No. 03257072. 3 中, 公开了两个或双台浸没式光刻设备的设想, 该专利所述内容在此以引用的方式整体并入本文中。这种设备设置有用于支撑衬底的两个台。台在第一位置处时, 在没有浸没液体的情况下进行水平测量, 而台在第二位置处时, 在浸没液体存在的情况下进行曝光。替代地, 所述设备仅有一个台。

[0063] 典型的倾斜构造

[0064] 图 6 更详细地示出根据本发明的一个实施例的光刻系统的一部分 600。所述部分 600 包括投影光学系统 PL 的最后元件或下部 602、护罩或喷洒头 604 (交替地贯穿使用)、由衬底台 WT 支撑的衬底 W、可选的控制器 606 以及可选的存储装置 610。图 6 示出带有倾斜配置的浸没式光刻系统的所述部分的该实施例的横截面图 (在顶部) 和平面图 (在底部)。

[0065] 喷洒头 604 包括第一喷嘴 610 和第二喷嘴 610。当使用倾斜配置时, 如下所述, 喷嘴 610 或 612 在瞬间的及时操作和 / 或定位可以基于在扫描方向 S 上 (由箭头 S 表示) 喷嘴 610 或 612 中的一个“引导 (leading)”而一个“跟随 (trailing)”的方式。在所示的示例中, 对于所示的扫描方向 S, “跟随”喷嘴是喷嘴 610, 而“引导”喷嘴是喷嘴 612。投影光学系统 PL 的最后元件 602 位于衬底 W 的表面 614 上方。投影光学系统 PL 的最后元件 602 可以是例如棱镜或透镜、玻璃窗或其他。在该示例中, 在曝光区段上的喷射喷嘴 610 和回收喷嘴 612 存在不同的高度 (例如从每个喷嘴 610 和 612 到衬底 W 的表面 614 的距离), 这在图 7 中更详细地示出。由不同的高度所导致的高度差可能造成倾斜配置。

[0066] 在一个示例中, 喷洒头 604 的倾斜可以允许优化在喷洒头 604 的两侧上的喷洒头 604 和衬底 W 之间的间隙的尺寸, 以允许减少在扫描方向 S 上的水损失, 并在扫描方向反转时增加水的收集。例如, 在喷洒头 604 和衬底 W 之间的间隙可以是大约 100 微米, 且每个喷嘴可以沿相反方向被倾斜 50 微米, 使得总共具有 100 微米的倾斜。该斜坡可以超过 90mm, 产生大约 1/1000 的比率 (沿斜坡上升)。该比率允许大约 1 毫弧度或 0.06° 的倾斜, 该倾斜足以优化在喷洒头 640 两侧上的间隙尺寸。

[0067] 在另一个实施例中, 当衬底 W 沿着所示的扫描方向 S 移动时, 在再循环操作中, 液流通过第一喷嘴 610 (例如喷射喷嘴) 进入曝光区段, 并通过第二喷嘴 612 (例如回收或吸取喷嘴) 流出; 与喷嘴 610 相比, 所述第二喷嘴 612 更靠近衬底 W 的表面 614。在一个示例中, 在投影光学系统 PL 的最后元件 602 与衬底 W 的表面 614 之间的间隙的尺寸可以近似为 1 毫米或在大约 0.5 毫米和大约 2 毫米之间的范围内。当扫描方向反转时, 喷嘴 610 和 612 的功能和 / 或位置也可以被反转。

[0068] 附加地或替代地,能够将喷嘴 610 和 612 中的一个留在初始位置上,并相应地提高或降低喷嘴 610 和 612 中的另一个,以便形成倾斜。所述倾斜可以静态地或动态地实现。当静态地实现时,第一或第二喷嘴 610 和 612 中的同一个总是更接近衬底 W 的表面 614。当动态地实现时,第一或第二喷嘴 610 或 612 中哪一个更接近衬底 W 的表面 614 基于预定的浸没式光刻系统的标准进行变化。

[0069] 在典型的动态操作中,分别升高和降低喷嘴或同时升高和降低喷嘴 610 和 612 的操作可以通过由控制器 606 生成的控制信号实现。控制器 606 接收来自投影光学系统 PL 和衬底台 WT 的信号,所述信号对应于扫描特征,例如,扫描速度或扫描方向。基于扫描特征,控制器 606 可以生成控制信号以控制喷头 604 和衬底台 WT 中的一者或两者,以使得喷头 604 相对于衬底台 WT 倾斜。这能允许浸没液体倾斜流动。

[0070] 附加地或替代地,在喷头 604 和衬底 W 之间的倾角和 / 或倾斜方向可以与检测到的扫描特征相关联。例如,确定的扫描速度能够与可以存储在可选的存储装置 608 中的预定倾角相互关联。附加地或替代地,倾角可以基于在校准操作过程中确定的信息、或基于在可以存储在存储装置 6089 中的查找表中的光刻系统 600 的固有特征的基础而计算得到的信息。

[0071] 图 7 示出如图 6 所示的倾斜的喷嘴配置的局部放大图。在一个示例中,喷头 604 的底部表面 720 可以以角度 α 倾斜,所述角度 α 可以是用于优化间隙距离的大约 0.06° 和 / 或用于增加再循环效率的大约 1 至 2° 。在再循环方案中,提取喷嘴,即在本实施例中的第二喷嘴 612,位于投影光学系统 PL 的最后元件 602 的底部表面 722 下面距离 t 处(看图的左手侧)。

[0072] 与图 7 类似,图 8 是液体浸没式光刻系统 600 的曝光区段的另一种描述。然而,图 8 也与装置的实际操作过程中的情况一样,示出在曝光区段上的浸没液体 830。图 8 也示出光刻系统的参数,所述参数包括排放压力(withdrawal pressure) p_w 以及包括两个弯月面区域的两个区域 A 和 B,如下进一步所述。

[0073] 图 9 示出如图 8 所示的弯月面区域 A,包括代表间隙高度的高度“ h ”以及向外的弯月面形状。在与弯月面相邻的浸没液体 830 中的压力(p_m)能够由于表面张力的作用而减小。在该位置处的恰当压力将依赖于弯月面的细节形状,并包括与接触角相关的作用。然而,该压力降低的量级的估计给出如下:

$$[0074] \quad p_m = p_{amb} - p_w - \frac{4\sigma}{h}$$

[0075] 其中, p_{amb} 是环境压力, p_w 是排放压力, σ 是表面张力以及 h 是间隙高度(见图 9)。通常见 J. Fay, Introduction to Fluid Mechanics, MIT Press, Cambridge, MA (1994), 该文献内容以引用的方式整体并入本文中。

[0076] 图 10 示出如图 8 所示的带有在喷头 604 和衬底 W 之间的间隙高度“ H ”的区域 B。

[0077] 注意弯月面为向内的形状,液体中的压力给出如下:

$$[0078] \quad p_M = p_{amb} - p_w - \frac{4\sigma}{H}$$

[0079] 因为 $H > h$, 所以 $p_M > p_m$ 且液体将从具有更大间隙的一侧开始流动。

[0080] 图 11 是如图 6-10 所示的实施例的另一种描述,即在这种情况下的三维等比例图。如图 11 所示的是位于投影系统 PL(仅示出一部分)下面的衬底 W。喷头 604 在图中是可见的,而浸没液体 830 在投影光学系统 PL 下流动。

[0081] 再次参照图 6,附加地或替代地,能够通过倾斜衬底 W 获得倾斜效果。例如,这可以采用控制器 606 控制衬底台 WT 来实现。在正常情况下,衬底 W 被保持基本水平(相对于所示的透视图),以确保良好的图像质量。然而,能够采用衬底台 WT 或其他等价装置倾斜衬底 W,以使得衬底 W 以预定量倾斜,例如约为以上讨论的倾斜角度。如上所述,可以实现倾斜,以便造成在从喷射喷嘴到提取喷嘴的方向上的液体流动,和 / 或允许优化在喷头 604 和衬底 W 之间的间隙高度。

[0082] 附加地或替代地,可以实现光刻系统的倾斜。由于倾斜整个光刻系统可能是不希望的或在机械上存在问题的,所以这种途径实现起来可能比上述实施例更复杂。然而,这种整个光刻系统的倾斜可以达到相同的目的,即,即使在不存在用于提取的吸取压力时也能形成液流方向。

[0083] 附加地或替代地,倾斜效果可以用受力的空气或气体流模拟。例如,即使喷射和提取喷嘴 610 和 / 或 612 相互保持水平且衬底 W 也基本上处于水平,在从第一喷嘴 610 到第二喷嘴 612 的方向上的空气或气体的压力梯度(反之亦然)也可以获得相似的效果,即,克服表面张力,否则会阻碍液流。

[0084] 附加地或替代地,倾斜可以在曝光过程中、在辐射源的脉冲之间、或在其他的光刻周期的间歇部分中被控制。

[0085] 尽管在本文中可以做出特定的参考,将所述光刻设备用于制造 IC,但应当理解,这里所述的光刻设备可以有其他的应用,例如,集成光学系统、磁畴存储器的引导和检测图案、平板显示器、液晶显示器、薄膜磁头等制造。对于普通的技术人员,应该理解的是,在这种替代应用的情况下,可以将其中使用的术语“晶片”或“管芯”分别认为是与更上位的术语“衬底”或“目标部分”同义。这里所指的衬底可以在曝光之前或之后进行处理,例如在轨道(一种典型地将抗蚀剂层涂到衬底上,并且对已曝光的抗蚀剂进行显影的工具)、度量工具和 / 或检验工具中。在可应用的情况下,可以将所述公开内容应用于这种和其他衬底处理工具中。另外,所述衬底可以处理一次以上,例如以便产生多层 IC,使得这里使用的所述术语“衬底”也可以表示已经包含多个已处理层的衬底。

[0086] 这里使用的术语“辐射”和“束”包含全部类型的电磁辐射,包括:紫外(UV)辐射(例如具有约 365、248、193、157 或 126nm 的波长或其他波长)。

[0087] 在情况允许时,所述术语“透镜”可以表示各种类型的光学部件中的任何一种或它们的组合,包括折射式和反射式光学部件。

[0088] 尽管以上已经描述了本发明的特定的实施例,应该理解的是,本发明可以以与上述不同的形式实现。例如,在可应用的领域,本发明可以采取包含一个或更多机器可读指令序列的计算机程序的形式,其中所述机器可读指令序列描述了上述公开的方法,或者采取具有在其中存储的这种计算机程序的数据存储介质的形式(例如,半导体存储器、磁盘或光盘)。

[0089] 可以将本发明的一个或更多的实施例应用于任何浸没式光刻设备中,特别是、但不唯一地对于上述类型的浸没式光刻设备,以及是否浸没液体以池的形式提供或仅仅位于

衬底的局部表面区域上。这里所期望的液体供给系统应当作广义地解释。在确定的实施例中,它可能是将液体提供给在投影系统和衬底和 / 或衬底台之间的空隙的机构或结构组合。它可能包括一个或更多个结构的组合、一个或更多个液体进口、一个或更多个气体进口、一个或更多个气体出口和 / 或一个或更多个液体出口,这些结构将液体提供给空隙。在实施例中,空隙的表面可以是衬底和 / 或衬底台的一部分,或者空隙的表面可以完全地覆盖衬底和 / 或衬底台的表面,或者空隙可以包围衬底和 / 或衬底台。液体供给系统进而可以有选择地包括一个或更多个控制位置、数量、质量、形状、流速或其他任何液体特征的元件。

[0090] 在设备中使用的浸没液体可以根据所需要的属性和所使用的曝光辐射的波长而具有不同的组分。对于 193nm 的曝光波长,可以采用极纯净水或基于水的组分,并且出于该原因,浸没液体有时指水或与水相关的术语,例如亲水的、疏水的、水分含量等都可以使用。

[0091] 尽管在本文中可以做出具体的参考,将所述光刻设备用于制造特定的器件(例如集成电路或平板显示器),但应当理解,这里所述的光刻设备可以有其他的应用。所述应用包括但不限于集成电路、集成光学系统、磁畴存储器的引导和检测图案、平板显示器、液晶显示器、薄膜磁头、微机电系统(MEMS)等的制造。例如,在平板显示器中,本设备可以用于在各种层(例如,薄膜晶体管层和 / 或滤色片层)的形成中起辅助作用。

[0092] 尽管以上已经描述了本发明的特定的实施例,应该理解的是,本发明可以以与上述不同的形式实现。例如,本发明可以采取包含一个或更多机器可读指令序列的计算机程序的形式,其中所述机器可读指令序列描述上述公开的方法,或者采取具有在其中存储的这种计算机程序的数据存储介质的形式(例如,半导体存储器、磁盘或光盘)。

[0093] 尽管以上已经作出了具体的参考,在光刻的情况中使用本发明的实施例,但应该理解的是,本发明可以用于其他应用中,例如压印光刻,并且只要情况允许,不局限于光学光刻。在压印光刻中,图案形成装置中的拓扑限定了在衬底上产生的图案。可以将所述图案形成装置的拓扑印刷到提供给所述衬底的抗蚀剂层上,在其上通过施加电磁辐射、热、压力或其组合来使所述抗蚀剂固化。在所述抗蚀剂固化之后,所述图案形成装置从所述抗蚀剂上移走,并在抗蚀剂中留下图案。

[0094] 结论

[0095] 尽管以上已经描述了本发明的多个实施例,但是应该理解,它们仅仅以示例的方式给出,而不是限制。相关领域的技术人员应当理解,在不背离本发明的精神和保护范围的前提下,可以在其中对形式和细节进行各种修改。因此,本发明的覆盖宽度和保护范围不应受到任何上述典型的实施例的限制,而应当仅根据所附的权利要求及其等同物被限定。

[0096] 应当理解,具体实施方式部分,而不是发明内容和摘要部分,目的在于用于解释权利要求。发明内容和摘要部分可以提出一个或多个实施例,而并不是由发明人设想的本发明的所有实施例,因此,发明内容和摘要部分不以任何方式限制本发明以及所附的权利要求。

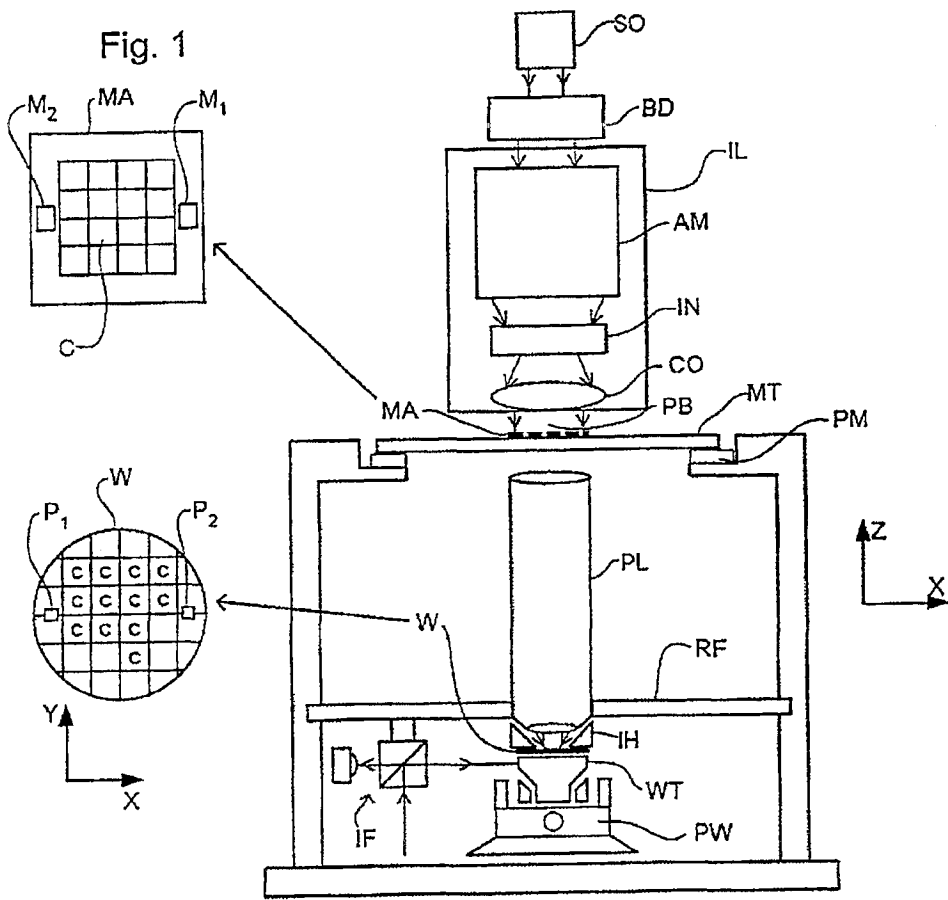


图 1

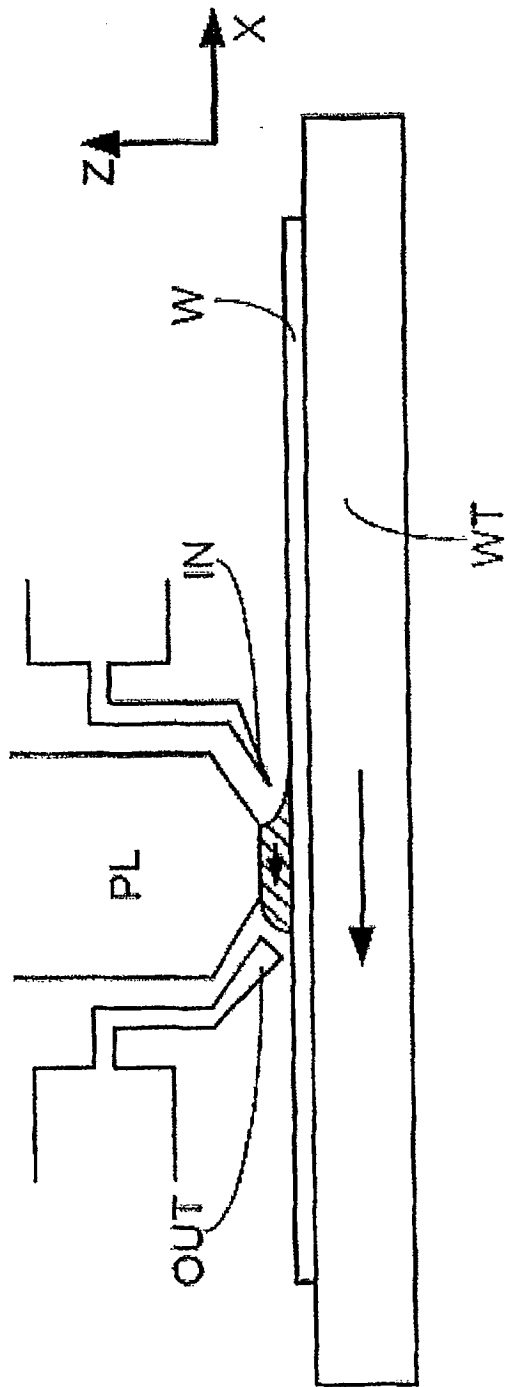


图 2

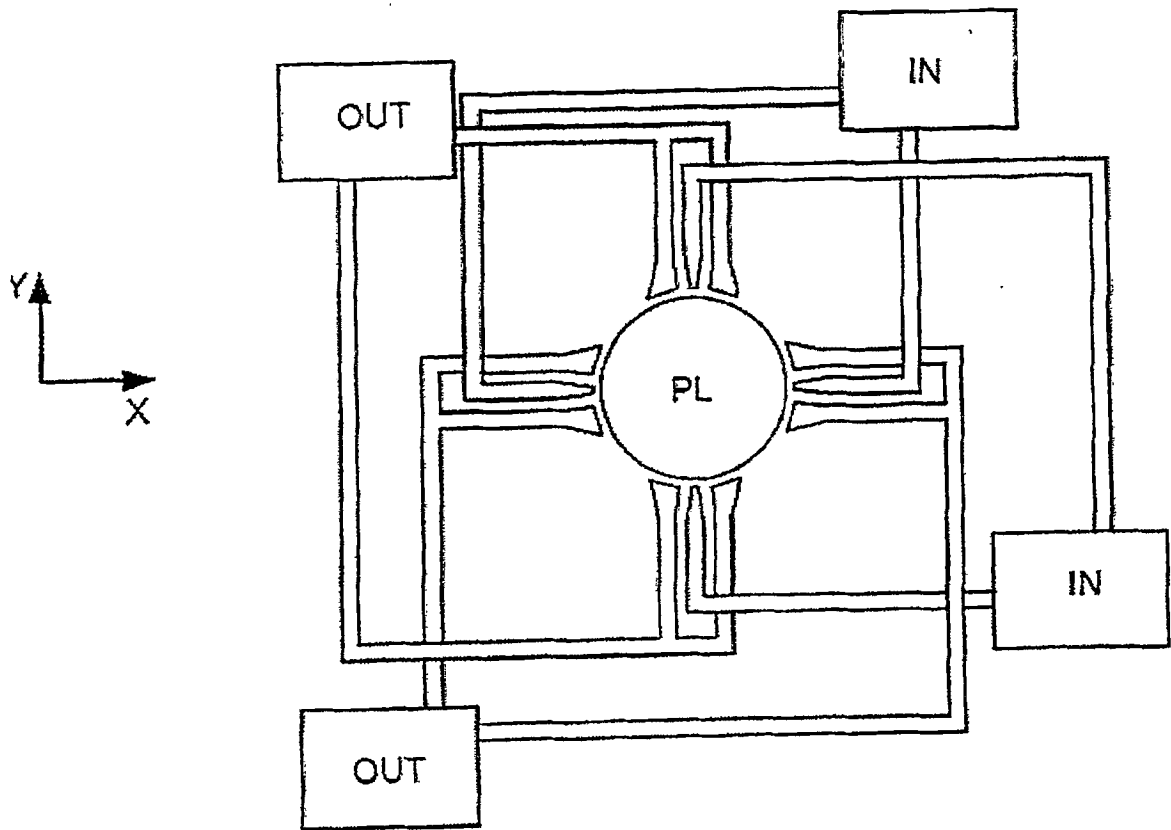


图 3

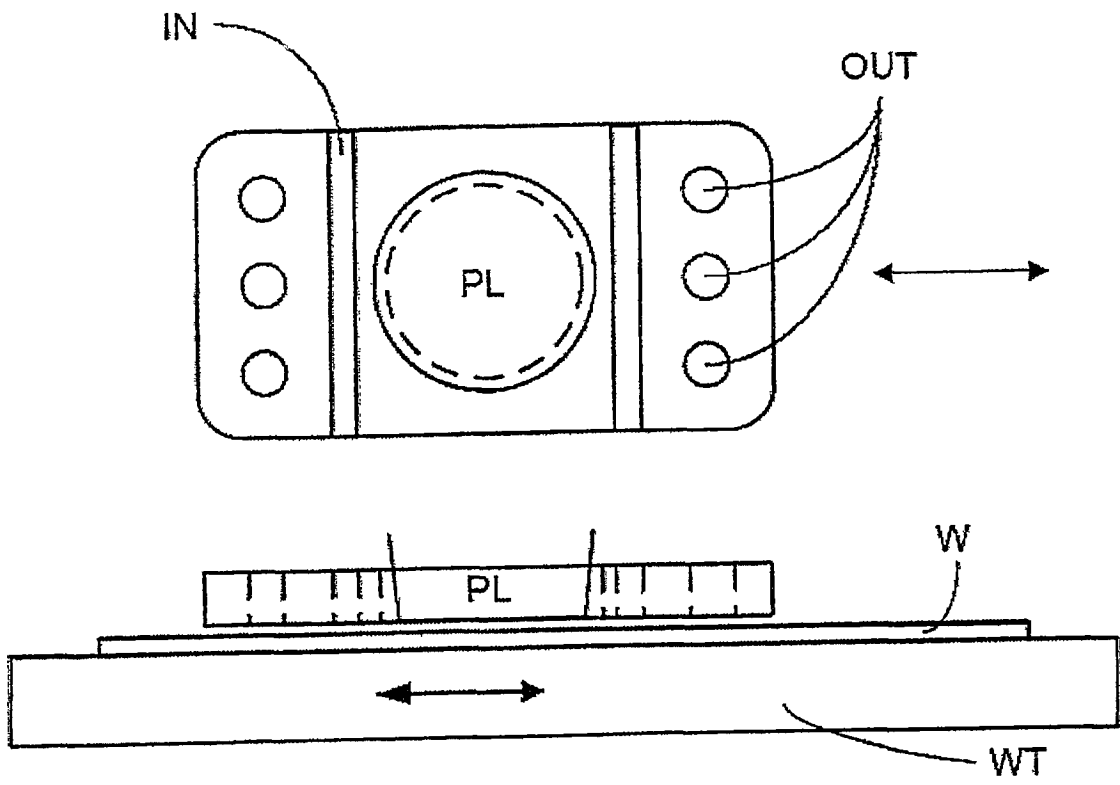


图 4

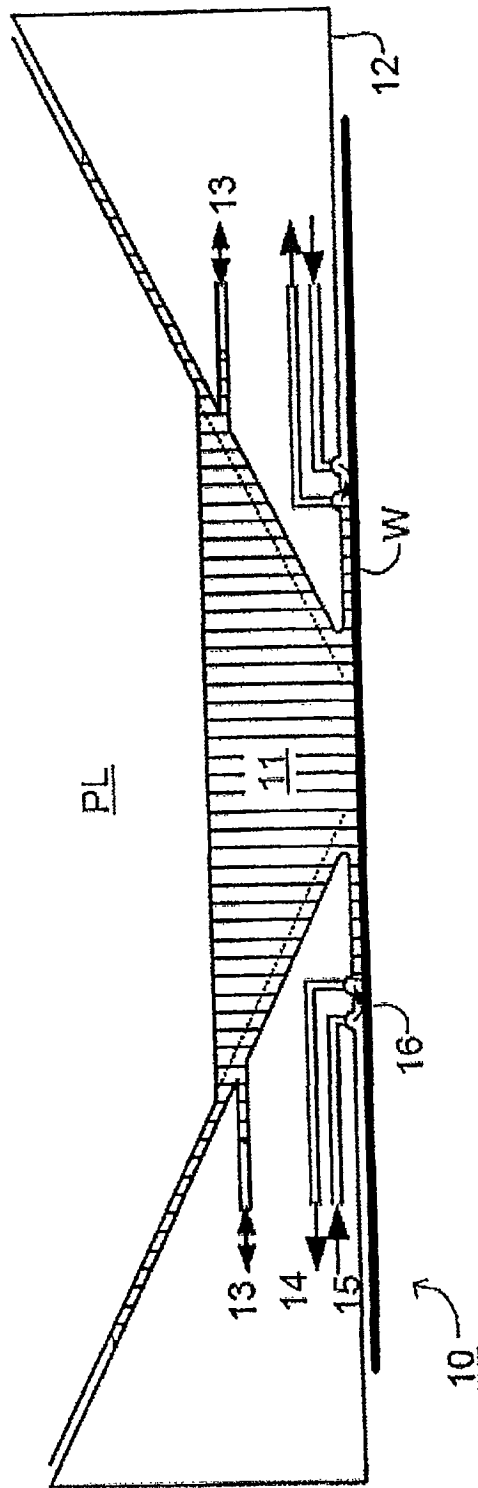


图 5

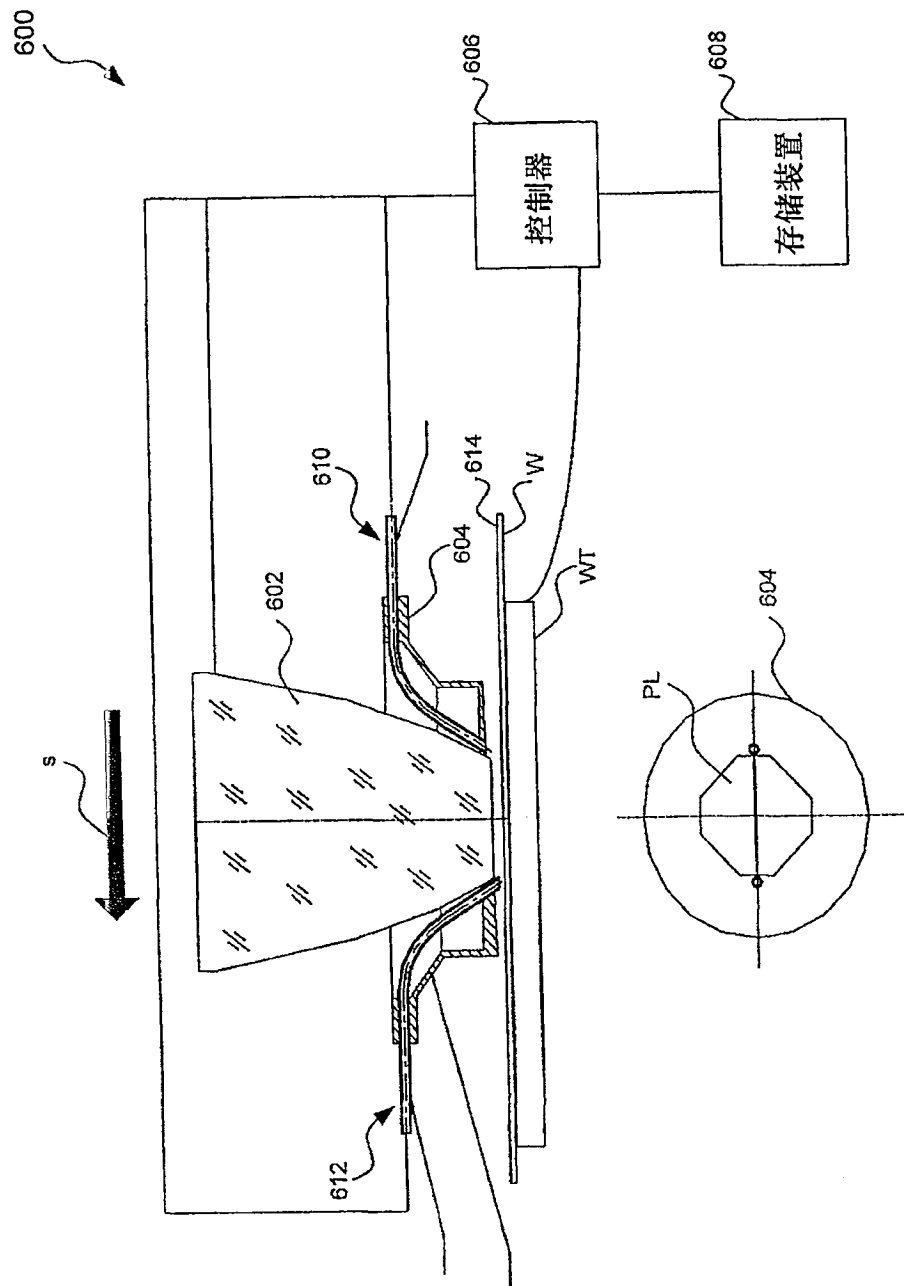


图 6

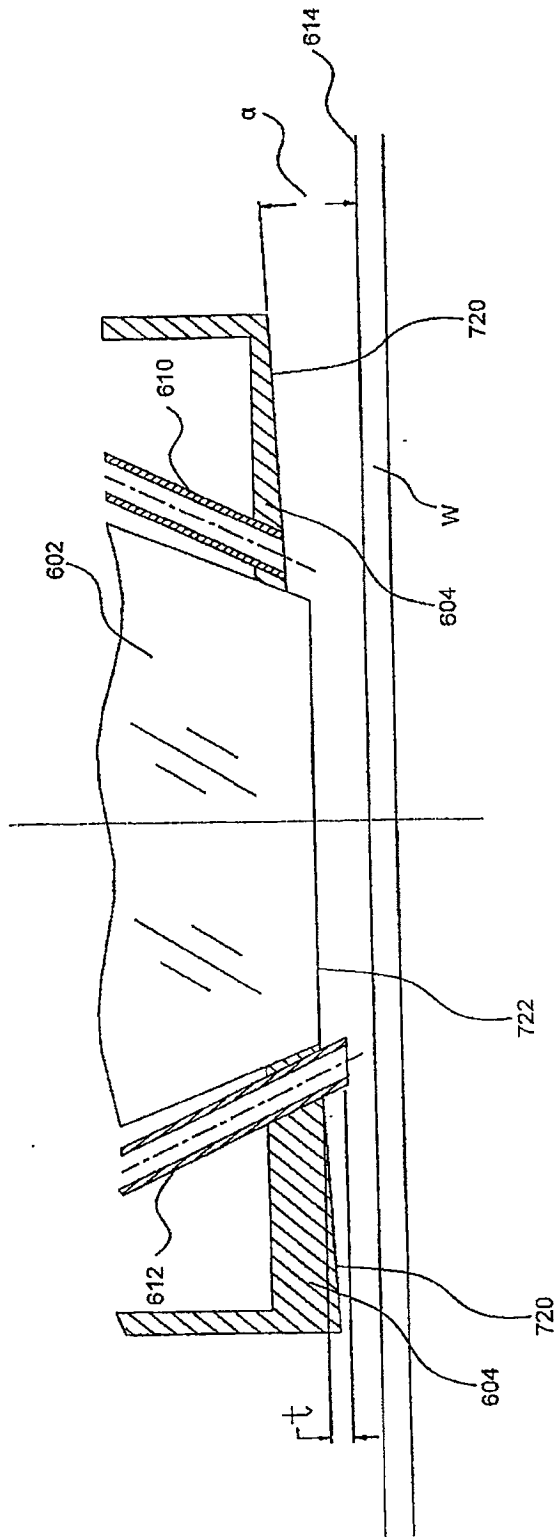


图 7

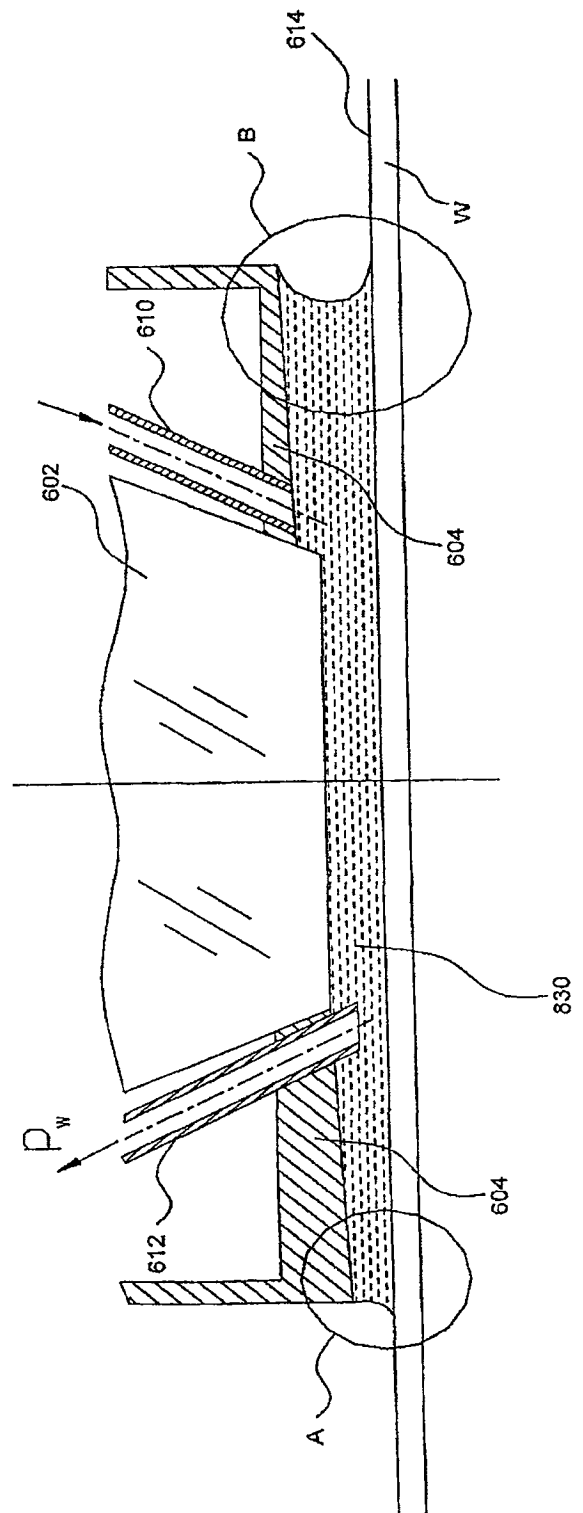


图 8

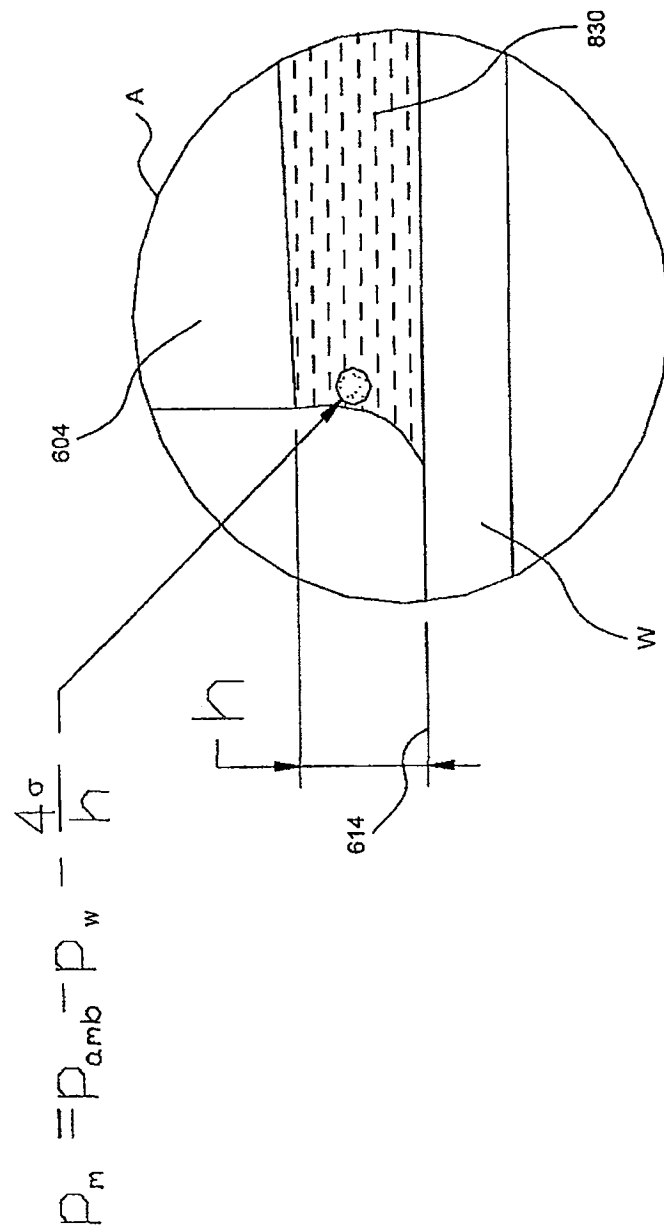


图 9

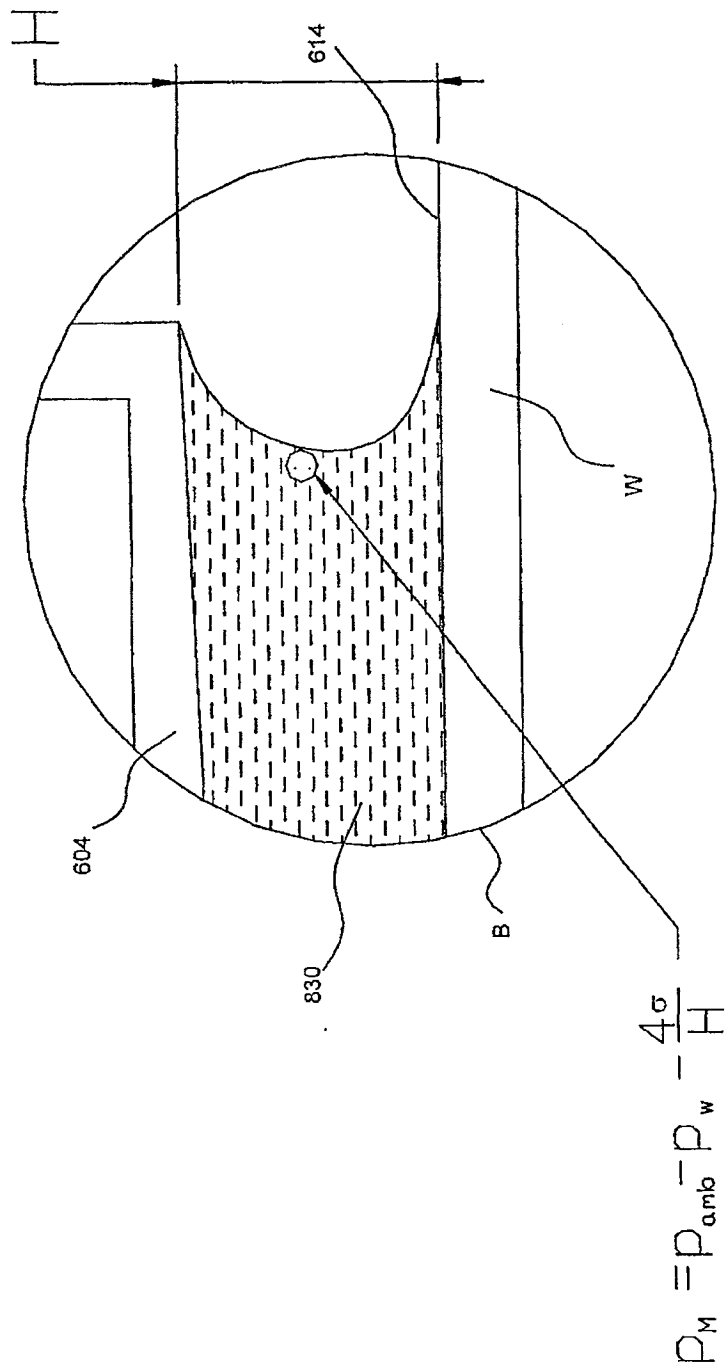


图 10

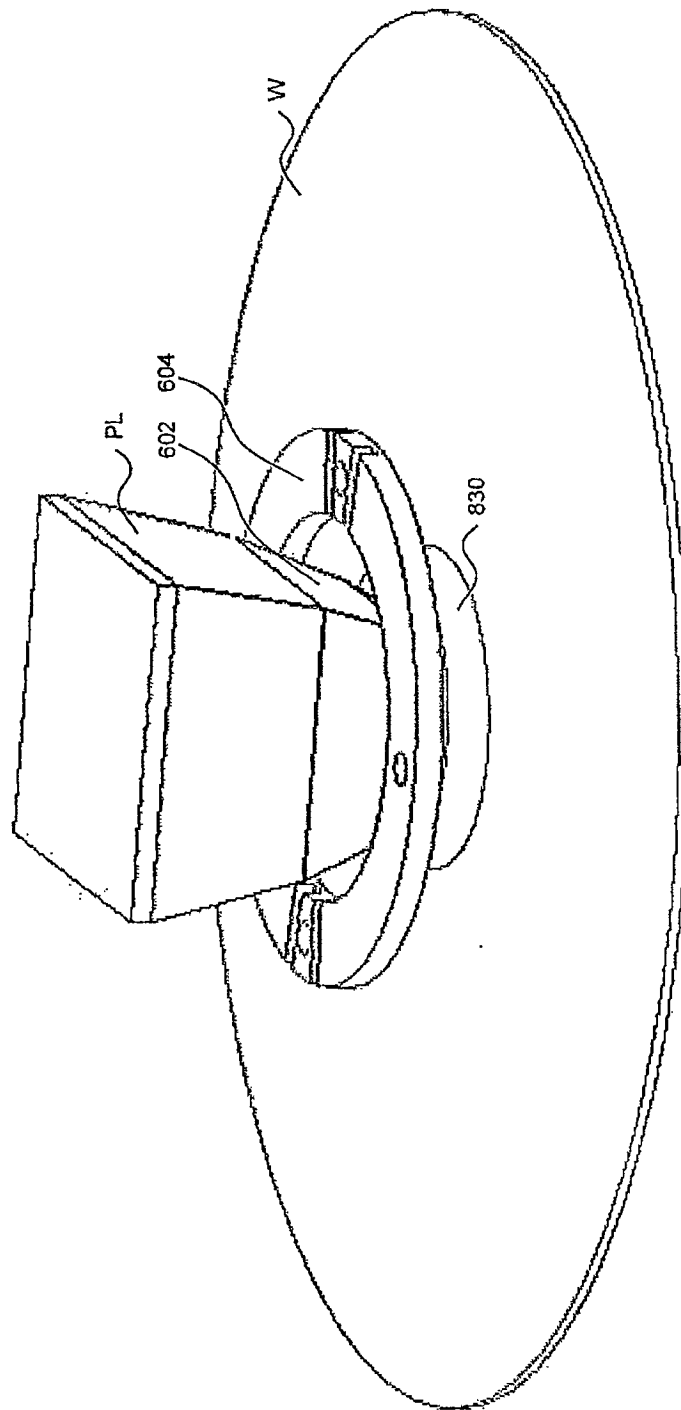


图 11