



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101950131 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 23

(21) 申请号 201010287946. 2

(22) 申请日 2004. 07. 15

(30) 优先权数据

03254466. 0 2003. 07. 16 EP

(62) 分案原申请数据

200410064067. 8 2004. 07. 15

(73) 专利权人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维尔德霍芬

(72) 发明人 B·斯特里克 A·T·A·M·德克森

J·洛夫 K·西蒙 A·斯特拉艾杰

(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 王波波

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

审查员 朱雅琛

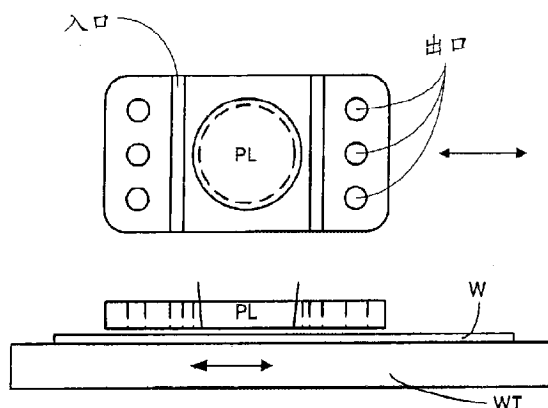
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 4 页

(54) 发明名称

光刻装置以及器件制造方法

(57) 摘要

一种浸没光刻装置,包括温度控制器,它用于将投影系统 PL 的最后元件、基底 W 和液体三者的温度调整到接近公共靶部温度 T4。对这些元件整体温度的控制以及温度梯度的减小改善了成像一致性和一般的性能。采取的措施包括通过一个反馈电路来控制浸液流率和温度。



1. 一种光刻装置,其包括:

支承结构,构造成支承构图装置,该构图装置能够把图案赋予辐射光束的横截面,以形成图案化的辐射光束;

基底台,构造成保持基底;

投影系统,构造成将图案化的辐射光束投影到基底靶部;和

液体供给系统,用于至少部分地对所述投影系统最后元件和所述基底之间的空间填充液体,其特征在于,还包括

投影系统补偿器,构造成根据基底上所形成的图案畸变调整所述投影系统的光学性质,该畸变是由于所述投影系统最后元件、所述基底和所述液体至少之一的温度不同于靶部温度造成的;

所述投影系统补偿器包括图案化辐射光束畸变检测器,用于检测该图案化辐射光束的畸变;

所述图案化辐射光束畸变检测器包括:

光学检测器,设置成检测由所述图案化辐射光束在所述基底上反射的辐射;和

比较器,用于为了探测该图案化辐射光束的所述畸变而对所述检测到的辐射和标准图案进行比较。

2. 根据权利要求1所述的光刻装置,其中所述投影系统补偿器包括:

温度传感器,用于测量所述投影系统最后元件、所述基底和所述液体中至少之一的至少一部分的温度;和

存储设备,能够存储校准数据表,所述校准数据代表根据温度传感器的测量值对所述投影系统的光学性质进行的调整。

3. 根据权利要求2所述的光刻装置,其中所述温度传感器测量所述投影系统最后元件、所述基底和所述液体中至少之一的至少一部分的温度曲线。

4. 根据权利要求1所述的光刻装置,其中所述投影系统补偿器通过设置在其中的一个或者多个可调元件来调整所述投影系统的光学性质。

5. 根据权利要求4所述的光刻装置,其中所述一个或多个可调元件包括可致动透镜或者可移动反射镜。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的光刻装置,其中所述投影系统补偿器结合使用PID控制器,其被配置以保证投影系统最后元件、基底和液体的多个温度中的一个向着靶部温度有效地收敛。

7. 一种光刻装置,其包括:

基底台,构造成保持基底;

投影系统,构造成将图案化的辐射光束投影到基底靶部;

温度传感器,配置成测量所述基底的温度、或者所述投影系统最后元件的温度、或者所述投影系统最后元件和所述基底两者的温度;

液体供给系统,用于至少部分地对所述投影系统和所述基底之间的空间填充液体,所述液体供给系统还包括温度控制器,其被配置为基于所测量的温度将所述基底的温度、所述液体的温度和所述投影系统最后元件的温度调整到基本接近公共靶部温度;

其中,位于投影系统最后元件的下面和四周的密封元件至少部分地限定了水池,并且

液面超过投影系统最后元件的底部；

在密封元件和基底之间非接触式密封将液体限定在水池中,所述非接触式密封为在基底和密封元件之间的间隙由气压形成的气封。

光刻装置以及器件制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光刻装置和一种制造器件的方法。

背景技术

[0002] 光刻装置是将想要的图案施如到基底、通常是基底的靶部上的机器。光刻装置可以用于例如集成电路 (IC) 的制造。这种情况下,采用构图装置 (或者称为掩模或中间掩模版) 来产生形成于 IC 各层的电路图案。该图案可以转印到基底 (硅片) 的靶部 (例如包括一个或者数个管芯的一部分)。这种图案的转印一般是通过在涂敷了辐射敏感材料 (抗蚀剂) 层的基底上成像而实现的。一般的,单个基底包含由相继图案化的相邻靶部构成的网络。已知的光刻装置包括所谓的步进器和扫描装置。前者通过将整个图案一次性曝光在靶部上而使每个靶部受到辐射,后者通过在投射光束下沿给定的方向 (“扫描”方向) 扫描掩模图案、并同时沿与该方向平行或者反平行的方向同步扫描基底而使每个靶部受到辐射。也可以通过将图案压印到基底上实现图案从构图装置到基底的转印。

[0003] 有人提出,将光刻投影装置的基底浸在具有较高折射率的液体如水中,以便基底和投影系统最后元件之间的空间充满液体。这使得更小部件能够成像,因为曝光辐射在液体中波长会变得更短。(也可以认为液体起到了增大系统有效数值孔径 (NA) 和聚焦深度的作用)。也可以采用其它的浸液,包括其中悬浮有固体微粒 (如石英) 的水。

[0004] 但是,将基底或者基底和基底台浸没在液池中 (见美国专利 US4509852,这里全部引入作为参考) 意味着在扫描曝光期间要把一大块液体加速。这需要另外的或者更大功率的电动机,因此液体中会产生不需要和不可预知的湍流。

[0005] 对液体供给系统,所提出的解决方法之一是仅仅在基底的局部区域提供液体以及在投影系统最后元件和采用了液体封闭系统的基底 (基底表面积通常比投影系统最后元件的要大) 之间提供液体。W099/49504 中公开了一种采用这种设置的方法,这里全部引入作为参考。如图 2 和图 3 所示,至少通过一个入口 IN 将液体供给基底,最好是沿着基底相对于最后元件移动的方向供给,并且在液体通过了投影系统后由至少一个出口 OUT 将其除去。就是说,当以 -X 方向扫描最后元件下面的基底时,在该元件的 +X 一侧供给液体并在 -X 一侧将其吸走。图 2 示出该设置的示意图,其中液体通过入口 IN 供给,并且由元件另一侧的、连接到低压源的出口 OUT 除去。图 2 示出了液体是沿着基底相对于最后元件移动的方向供给的,尽管这不是必须的。可以在最后元件周围的各个方向上设置入口和出口,且其数目不限,图 3 示出了一个例子,其中围绕最后元件在每一侧上有规律地设置了四组入口和出口。

[0006] 已经提出的另一个解决方法是,提供带有密封元件的液体供给系统,该密封元件沿着位于投影系统最后元件和基底台之间的空间的至少一部分边界延伸。图 4 示出了这种解决方法。尽管密封元件相对于投影系统在 Z 方向 (光轴方向) 可以有一定的相对运动,但它在 XY 平面内基本上保持不动。密封是在密封元件和基底表面之间形成的。最好是如气封这样的无接触密封。申请号为 03252955.4 的欧洲专利中公开了这种带有气封的系统,

这里全部引入作为参考。

[0007] 欧洲专利申请 No. 03257072.3 阐述了双级浸没光刻装置的概念。这种装置提供了两个支承基底的工作台。由一个工作台在第一位置进行没有浸液的高度测量,而由一个工作台在具有浸液的第二位置进行曝光。或者,该装置仅有一个工作台。

[0008] 由于组件中的温度变化影响成像辐射的路径,因此使其最小化就很重要。光学组件如透镜和反射镜的热胀冷缩可使投影到基底上的像畸变,就象温度导致的浸液折射率变化一样能使像畸变。一般可以通过限制电和机械两方面耗散过程或者其它任何热通量源(也即产生或者吸收热量的源)的程度和接近并保证组件与高热容量元件之间具有良好的热连接来控制组件温度。然而,尽管对光学元件采取了这些措施,由于温度和/或局部光强的变化,还是能检测到图像畸变。

发明内容

[0009] 本发明一个目的是减少由于基底和浸液中存在的温度梯度造成的图像畸变。

[0010] 根据本发明的一个方面提供了一种光刻装置,它包括一个用于调整辐射光束的照明系统;一个用于支承构图装置的支承结构,该构图装置能够在辐射光束的横截面上赋予图案以形成图案化辐射光束;一个用于保持基底的基底台;一个用于把图案化辐射光束投影到基底靶部的投影系统;以及一个液体供给系统,至少部分地将所述投影系统最后元件和所述基底之间的空间填充液体,其中所述液体供给系统包括一个温度控制器,它用于调整所述投影系统的所述最后元件、所述基底和所述液体供给系统三者的温度使之接近一个公共靶部温度。

[0011] 根据本发明的又一方面提供了一种光刻装置,它包括:一个用于调整辐射光束的照明系统;一个用于支承构图装置的支承结构,该构图装置能够在辐射光束的横截面上赋予图案以形成图案化辐射光束;一个用于保持基底的基底台;一个用于把图案化辐射光束投影到基底靶部的投影系统;以及一个液体供给系统,用于至少部分地将所述投影系统最后元件和所述基底之间的空间填充液体;一个投影系统补偿器,用于根据基底上所形成图案畸变调整所述投影系统的光学性质,该畸变是由于所述投影系统最后元件、所述基底和所述液体这三者的温度中至少一个温度与靶部温度的温度差。

[0012] 根据本发明的又一方面提供了一种设备制造方法,包括:提供至少部分地涂覆有一层辐射敏感物质的基底;使用辐射系统提供辐射投影光束;使用构图装置在投影光束横截面上赋予图案;将图案化辐射光束投影到具有该辐射敏感物质层的靶部;提供一个液体供给系统,它至少部分地将所述投影系统最后元件和所述基底之间的空间填充液体;调整所述投影系统的所述最后元件、所述基底和所述液体的温度使之接近一公共靶部温度。

[0013] 尽管本申请中具体地阐述了本发明的光刻装置用于制造 ICs,但是应该理解这里所述的装置可以有許多其它应用。例如,它可用于制造集成光学系统、用于磁畴存储器的引导和检测图案、液晶显示器(LCD)、薄膜磁头等等。本领域的技术人员会理解,在这些可选择的用途中,本文所使用的任何术语“中间掩模版”、“晶片”或者“管芯”应认为可以分别由更普通的术语“掩模”、“基底”和“靶部”替代。

[0014] 在本文件中,使用的术语“辐射”和“光束”包含所有类型的电磁辐射,包括紫外辐射(例如具有 365,248,193,157 或者 126nm 的波长)。

附图说明

[0015] 下面将参照附图仅仅示例性地描述本发明的实施例，附图中同一标记表示同一部件，其中：

[0016] 图 1 示出根据本发明一个实施例的光刻装置；

[0017] 图 2 和图 3 示出用于现有光刻投影装置中的液体供给系统；

[0018] 图 4 示出用于另一现有光刻投影装置中的液体供给系统；

[0019] 图 5 示出本发明一个实施例中的液体供给系统和密封元件；

[0020] 图 6 示出本发明一个实施例中的流率调整装置和液体温度调整装置；

[0021] 图 7 示出本发明一个实施例中的光刻装置，它包括投影系统补偿器、图案化辐射光束畸变检测器、温度传感器和存储装置。

[0022] 附图中，同一附图标记表示同一部件。

具体实施方式

[0023] 图 1 示意性地示出本发明一个实施例中的光刻装置。该装置包括：

[0024] - 照明系统（照明器）IL，用于调整辐射光束 B（例如紫外（UV）或者深紫外（DUV）辐射）；

[0025] - 支承结构（如掩模台）MT，用于支承构图装置（如掩模）MA，并与根据一定参数将构图装置精确定位的的第一定位装置 PM 连接；

[0026] - 基底台（如晶片台）WT，用于保持基底（例如涂敷抗蚀剂的硅晶片）W，并与根据一定参数将基底精确定位的第二定位装置 PW 连接；和

[0027] - 投射系统（例如折射型投射透镜）PS，通过构图装置 MA 将赋予投射光束 B 的图案在基底 W 的靶部 C（例如包括一个或多个管芯（die））上成像。

[0028] 照明系统可以包括各种类型例如折射、反射、磁、电磁、静电或者其它的光学组件或者它们的组合，用于辐射的定向、整形或者控制。

[0029] 支承结构支承也即承受构图装置的重量。它保持构图装置的方式取决于构图装置的方向、光刻装置的设计和其它条件，例如构图装置是否保持在真空环境中。支承结构可以使用机械、真空、静电或者其它固定技术来保持构图装置。支承结构可以是例如框架或者工作台，它可以根据需要固定或者移动。支承结构可保证构图装置位于例如相对于投影系统所需的位置。可以认为这里所使用的术语“中间掩模版”或者“掩模”和更通用的术语“构图装置”意义等同。

[0030] 这里使用的术语“构图装置”应广义地理解为能够给辐射光束的截面赋予图案从而在基底靶部形成图案的任何部件。应指出的是，赋予辐射光束的图案可以不和基底靶部所要的图案完全一致，例如，如果图案包括相移特征或者所谓的辅助特征的话。一般地，赋予辐射光束的图案与在靶部中形成的部件如集成电路这样的特殊功能层相对应。

[0031] 构图装置可以是透射型或者反射型。构图装置的例子包括掩模、可编程反射镜阵列和可编程 LCD 面板。掩模在光刻领域众所周知，掩模类型包括如二进制型、交替相移型和衰减相移型，以及各种混合掩模类型。可编程反射镜阵列的一个例子是采用小型反射镜阵列设置，每个反射镜可以分别倾斜从而能够以不同的方向反射入射光束。倾斜的反射镜赋

予由反射镜矩阵反射的辐射光束一定图案。

[0032] 这里使用的术语“投射系统”应广义地理解为各种类型的投射系统,包括折射、反射、反折射、磁、电磁和静电光学系统,以及它们的任何组合,只要其适合于使用曝光辐射,或者别的因素如使用浸液或者使用真空。这里使用的术语“透镜”应认为和更普通的术语“投射系统”意义等同。

[0033] 如这里所述,该装置为透射型(如采用前面提到的透射掩模)。作为另一个选择,该装置可以为反射型(如采用上述可编程反射镜阵列,或者反射掩模)。

[0034] 光刻装置可以具有两个(双级式)或者多个基底台(和/或两个或者多个掩模台)。在这种“多级式”装置中,可以并行使用附加台,或者可以在一个或者多个台上进行准备步骤,而其他一个或者多个台用于曝光。

[0035] 参照图 1,照明器 IL 从辐射源 SO 接受辐射光束。辐射源和光刻装置可以是单独的构件,例如,辐射源为受激准分子激光器。这种情况下,不认为辐射源是构成光刻装置的一部分,并且,一般地,借助于包括如合适的定向镜和/或光束扩展器这样的光束输送系统 BD,辐射光束从辐射源 SO 到达照明器 IL。在其他情况下,辐射源可以构成该装置整体的一部分,例如辐射源为汞灯。可以把辐射源 SO 和照明器 IL,以及如果需要的话,加上光束输送系统 BD 这三者称作辐射系统。

[0036] 照明器 IL 可以包括用于调整辐射光束角强度分布的调整装置 AD。一般能够调整照明器光瞳平面的强度分布的至少外径和或内径向量(通常分别称为 σ -外和 σ -内)。另外,照明器 IL 可以包括其它各种组件,例如积分器 IN 和聚光器 CO。用照明器调整辐射光束,使其在截面上的均匀性和强度分布符合要求。

[0037] 辐射光束 B 入射到保持在支承结构(如掩模台 MT)中的构图装置(如掩模 MA)上,并且由构图装置图案化。穿过掩模 MA 后,投射光束 B 再穿过投影系统 PS,由其将光束聚焦于基底 W 的靶部 C。借助于第二定位装置 PW 和位置传感器 IF(如干涉仪设备、线性编码器或者电容传感器),能够很精确地将基底台 WT 移动,例如使不同靶部 C 处于辐射光束 B 的路径中。类似地,例如在从掩模库中机械地取出掩模 MA 后或在扫描期间,可以使用第一定位装置 PM 和另一位置传感器(图 1 中未示出)将掩模 MA 相对于辐射光束 B 的光路进行精确定位。一般地,借助于构成第一定位装置 PM 一部分的长行程模块(粗略定位)和短行程模块(精确定位),可以实现掩模台 MT 的移动。类似地,借助于构成第二定位装置 PW 一部分的长行程模块和短行程模块,可以实现基底台 WT 的移动。在晶片步进器中(与步进扫描装置相对),掩模台 MT 只能与短行程致动装置连接或者固定。使用掩模对准标记 M1、M2 和基底对准标记 P1、P2,可以对准掩模 MA 和基底 W。尽管所示的基底对准标记占据了专用靶部,但是也可将它们放在各靶部之间的空间(划线道对准标记)。类似地,当掩模 MA 中有多于一个的管芯(die)时,可将掩模对准标记放在这些小片之间。

[0038] 所示的装置可以按照至少下面模式之一来使用:

[0039] 1. 在步进模式中,掩模台 MT 和基底台 WT 基本保持不动,整个被赋予到辐射光束的图案一次性地投射到靶部 C 上(即单一静态曝光)。然后将基底台 WT 沿 X 和/或 Y 方向移动,以使不同的靶部 C 曝光。在步进模式中,曝光区的最大尺寸限制了在单一静态曝光中成像的靶部 C 的尺寸。

[0040] 2. 在扫描模式中,将掩模台 MT 和基底台 WT 同步扫描,同时,被赋予到辐射光束的

图案投射到靶部 C 上（即单一动态曝光）。基底台 WT 相对于掩模台 MT 的速度和方向取决于投射系统 PS 的放大（缩小）特性和图像反转特性。在扫描模式中，曝光区的最大尺寸限制单一动态曝光中的靶部的宽度（非扫描方向上），而扫描动作的长度决定了靶部的高度（扫描方向上）。

[0041] 3. 在其他模式中，保持可编程构图装置的掩模台 MT 基本保持不动，并将基底台 WT 移动或者扫描，此时将被赋予到辐射光束的图案投射到靶部 C。在该模式下，通常采用脉冲辐射源，并且在每次将基底台 WT 移动之后或者在扫描期间相继的辐射脉冲之间，将可编程构图装置按要求更新。可以容易地将这种操作模式应用于利用可编程构图装置的无掩模光刻中，例如上面所述的可编程反射镜阵列中。

[0042] 也可以将上述模式组合和 / 或变化使用，或者使用完全不同的模式。

[0043] 图 5 和图 6 示出了本发明一个实施例中的液体供给系统 10 和温度控制器部件 21、22 和 23。投影系统 PL、基底 W 和浸液的温度相关性可以影响写到基底 W 的图案的质量。如果不采用防范措施的话，来自各种热源的热通量可使这些元件中一个或多个产生温度偏移甚至温度梯度。热导性和热容性较低的基底（由于所使用的材料以及较薄的几何尺寸）加剧了这种可能性。因所讨论的元件不同，温度梯度导致不同的膨胀 / 收缩梯度，它可以使得所写图像畸变。这是尤为严重的问题，当例如成像光束相对于基底 W 移动，就象基底本身移动一样，而使得温度曲线图发生变化的时候。在采用浸液的情况下，基底 W 上局部的热区或者冷区也可以导致液体中产生温度梯度，即接近于热区 / 冷区的液体温度比远离热区 / 冷区的高 / 低。由于折射率一般取决于温度，因此这会影响成像辐射通过液体的路径并会使图像畸变。通过使用温度控制器，不仅可以保证投影系统温度恒定，还可以保证基底 W 和浸液温度恒定，并且可以减小由于以上因素导致的图像畸变。

[0044] 在所示的实施例中，液体供给系统 10 为投影透镜 PL 和基底 W 之间的像区水池 12 供给液体。选择液体，最好使其折射率基本上比一个目标更高，这相当于投影光束的波长在液体中比在空气或者真空中更短，因此可以分辨出更小的特征。众所周知，投影系统的分辨率尤其取决于投影光束的波长和系统的数值孔径。液体的存在也可以认为是增大了有效数值孔径。

[0045] 位于投影透镜 PL 下面和四周的密封元件 13 至少部分地限定了水池 12。密封元件 13 延伸到投影透镜 PL 最后元件的底部上面一点，并且液面超过了投影透镜 PL 的最后元件的底部。密封元件 13 上部的内边界和投影系统或其最后元件的梯级很一致，例如可以是圆形。底部的内边界和像区的形状如矩形很一致，但可以是任何形状。

[0046] 在密封元件 13 和基底 W 之间，用一非接触式密封 14，例如在基底 W 和密封元件 13 之间的间隙由气压形成的气封，将液体限定在水池中。

[0047] 如上所述，光刻装置的光学元件的物理性质对热致变化极端敏感。这些变化可包括热膨胀 / 收缩或者固有特性如折射率的变化。在象一般的光刻设备这样复杂的装置中，不可避免地存在许多重要的热通量源，它们对临界区域的温度变化起作用。这些热源来自具有或者不具有运动部件的电驱动设备的耗散、外部环境温度的变化、或者液体的蒸发 / 冷凝。一个重要的热源来自基底对成像辐射的吸收（导致重叠误差）。这个热源也可以使保持基底 W 的基底台发热，并由基底通过对流使浸液发热。由于这点，短波长例如 157nm 辐射尤其可以增加总体温度。小心地使得装置内产生的热量最小化并且防止外部环境温度过

度变化,但是很难完全根除这些影响,特别是在光学系统本身产生热耗散的地方。

[0048] 这些温度变化会对应地导致到达基底 W 的图象发生一致性的变化(例如一致性的平移或放大/收缩),或者它们具有使空间相关性更强的作用。后者的变化被认为更具破坏性,因为它们使得图象发生不一致的改变。例如,基底 W 由于受到成像辐射局部加热而更加容易遭受这种温度变化的损害。在浸没光刻系统中,由于液体的折射率随温度而改变,因此浸液也导致光学性质的温度相关性。

[0049] 对这些组件的热学控制并不适用于标准光学元件中采用的这些相同的方法。对于基底 W 而言,有几个重要的因素。首先,片状几何体受到两个因素影响:第一,基底 W 的每部分和其余部分的热接触相对来说较差,因此热量散发得很慢,第二,基底 W 每单位面积的热容量相对更厚的板来说减小了。这两个因素都意味着,为了将基底 W 局部加热或者冷却到一个给定温度,必须使成像辐射或者其它热通量源的能量更少。此外,由于规定了严格的对准公差,并且由于基底 W 需要移动而大大限制了对基底 W 采取机械热连接,因此,上述问题变得复杂了。对于浸液来说,基底 W 和液体之间的热交换由于对流而易于使得加热或者冷却液体不一致,由于温度导致的密度变化而不是传导导致同样的情况。在静止的液体内,这个过程进行的较慢,导致液体中产生相当大的温度(以及由此引起的折射率)梯度。液体和基底之间的接触面积很大,导致这两者之间具有充分的热交换。

[0050] 在图 5 和图 6 所示的实施例,浸液和投影系统 PL 以及基底 W 之间发生热交换。为了除去热的或者冷的液体,须使其流动穿过像区水池 12(如箭头 11)。已经表明,由于层流的影响,对流更容易在靠近与液体接触的热的或者冷的元件的薄层(约 300 μ m)内发生。通过将液流向所讨论的热的或者冷的元件(也即向着图 5 所示实施例中的基底 W)引导可以获得更有效的热交换。特别是基底 W 的温度有意义的时候,将浸液出口置于密封元件 13 下面(如图所示)并向着基底 W 引导也是有利的。这种设置有助于保证基底 W 附近有较新鲜的浸液,并最大限度地减少了流入的过热或者过冷的液体,这些液体可以在像区水池 12 的下边界(密封元件 13 和基底 W 接触处)处流入像区水池。

[0051] 增加流率也可以改善液体和与之接触的元件之间的热交换。为了利用这点,温度控制器可以包括液体流率调整装置 21,它调整液体流率以使公共靶部温度和投影系统 PL 的最后元件、基底 W 和液体三者温度之间的差别最优化。热交换使得投影系统的最后元件和基底的温度接近液体温度。增大这些元件上的液体流率增加了处理的效率。然而,流率达到多高要以它本身通过湍流或者摩擦生热也不损害成像性能为限制。通过改变泵设备的用于使浸液循环的功率,或者通过改变液体供给系统 10 的流动阻力(例如改变其中构成部件的循环通道的横截面)来实施流率控制过程。

[0052] 温度控制器还可以包括液体温度调整设备 22,它调整在液体供给系统 10 中流动的液体的温度以使公共靶部温度和投影系统 PL 的最后元件、基底 W 和液体这三者的温度之间的差别最优化。可以将温度调整设备 22 和温度计 25 一起浸在温度调整水池 24 内,在这个水池中调整浸液的温度。温度调整设备 22 可以起到冷却液体的作用,它利用制冷设备使液体温度接近或者低于公共靶部的温度以补偿液体供给系统 10 中别处液体的热量。或者,温度调整设备 22 可以起到加热液体的作用,例如利用电子加热器使液体温度接近或者高于公共靶部的温度。可以通过水对水热交换器来实现温度调整设备 22 的运行,该热交换器具有通向浸液的第一输入端和提供受到温度控制的水的第二输入端。这种设置的优点在

于,受到温度控制的水可以采用扫描仪其它部件所用过的。例如透镜可以用连续流动的这种水来冷却。此外,温度控制用水不一定要化学上的纯水,因为它被再循环利用。

[0053] 温度控制器可包括PID(比例积分微分)控制器23,一种反馈控制器,用于使温度向着公共靶部温度有效地收敛。可以设置PID控制器23,例如,使之保证投影系统最后元件、基底W和液体的多个温度中的一个向着公共靶部温度有效地收敛(也即尽可能快地并且没有过头)。

[0054] PID控制器23控制流率调整设备21和/或液体温度调整设备22的运行,它把投影系统最后元件的温度曲线图T1(最好在多个位置测得)、基底台和基底的温度曲线图T2(最好在多个位置测得)、液体的温度曲线图T3(最好在多个位置测得)和公共靶部温度T4作为输入。PID控制器23的运行并不限于上述范围,它可以用于调整整个扫描系统的冷却过程。

[0055] 可将公共靶部温度设置在一个预定值。确定该预定值为投影系统已经得到校准的温度。

[0056] 上面已经描述了在光学关键组件例如投影系统PL的最后元件、基底W和浸液中温度发生变化会怎样破坏光刻装置的成像性能。图7示出另一个实施例,其中辐射光束因此发生的畸变通过采用投影系统补偿器28得到校正,该补偿器28用于调整投影系统PL的光学性质,该性质对应于基底W上形成的图案由于投影系统PL的最后元件、基底W和液体这三者至少之一的温度和靶部温度(例如系统已经得到校准的温度)之间的差别所引起的图案畸变。图案化辐射光束的畸变或者温度导致的基底畸变都可以导致基底W上形成的图案的畸变。前者是例如由浸液和/或投影系统PL最后元件的温度不同于靶部温度而引起的;后者是由曝光期间的图案化辐射光束(畸变或者没有畸变的)引起的,当畸变的基底恢复原状时就发生这种畸变。

[0057] 投影系统补偿器28能够通过其中所设置的一个或者多个可调元件来调整投影系统PL的成像性质(例如可致动透镜或者可移动反射镜)。调整是着眼于图案化辐射光束,所得结果可以预先得到校准。这可以通过将每个可调元件在其工作范围内运作并分析图案化的辐射光束所产生的形状来实现。一般来说,辐射光束的畸变可以表达为基本畸变模式的展开式(例如表示为查涅克级数(Zemike series))。校准台包括这种展开式的系数构成的矩阵和每个可调元件的设置。如果选择可调元件以充分覆盖一些主要的畸变,那么将它们一齐使用应该能够补偿多种畸变,这些畸变可能源于浸液和围绕它的元件的温度变化。

[0058] 投影系统补偿器28可以从图案化辐射光束畸变检测器30接收输入,在这个实施例中它连接到投影系统PL内的一个光学检测器36,但是也可以提供另外的装置达到这个目的。这里的光学检测器36用于捕获由主要的图案化辐射光束在基底上反射的杂散光38。分析该杂散光,以确定通过图案化光束畸变检测器30检测到的图案化光束的畸变。这可以通过例如比较器来完成,它将探测到的辐射和在控制条件下得到的标准图案进行比较。分析它背离标准图案的程度以获得图案化光束的畸变特征。这个方法的优点在于它是对温度导致的畸变进行直接测量。它也适用于光刻装置正常运行时在原处不动的情况,并且这使得投影系统补偿器能够实时动态地工作。

[0059] 作为另一个选择或附加的方法就是测量可能引起图案化辐射光束畸变的元件的温度曲线图并从校准措施或者计算中确定所产生的畸变可能是什么。之后,投影系统补偿

器 28 可以如上所述不必直接测量畸变本身来补偿投影系统 PL。图 7 示出温度传感器组件 32a、32b 和 32c 的示意性设置。这些组件 32a、32b 和 32c 以层的形式示出,并且例如,每个可以包括一个或者多个温度计,将它们每个设置以测定投影系统 PL 最后元件、基底 W(和或基底台)和液体中至少一个的至少一部分的温度。每个组件 32a、32b 和 32c 能够通过数据传输线 34a、34b 和 34c 与投影系统补偿器 28 进行通讯。这种情况下,对投影系统 PL 的每个可调元件实施的调整量需要参照位于存储设备 40 中的第二校准表的参考值。这种情况下,校准数据存储了从以前的、记录了给定元件温度或者温度曲线图与所产生的畸变之间的关系的测量结果中得到的数据。一旦建立了预知畸变的情况,投影系统补偿器运行起来就象它已经把畸变信息从图案化辐射光束畸变检测器 28 中发送出来一样。

[0060] 随后描述的过程可以实时进行,以动态地适应像区水池 12 周围的区域中无法预料的和/或不可控制的温度变化。正如所描述的,投影系统补偿器 28 和图案化辐射光束畸变探测设备 30 可以形成一个反馈环路,这可以使辐射光束畸变保持在一个预定的范围内。可以结合使用类似的用于控制浸液温度的 PID 控制器,以保证温度的稳定性和有效收敛性。

[0061] 上面所有的设置的优点在于,它可以对关键元件小的温度变化作出快速反应。该系统可以和一些系统有用地结合在一起使用,这些系统是将温度变化最小化以实现高度温度稳定性和成像精确性的系统。

[0062] 尽管本申请中具体地阐述了本发明的光刻装置用于制造 ICs,但是应该理解这里所述的光刻装置可以有其它应用,例如,它可用于制造集成光学系统、用于磁畴存储器的引导和检测图案、平板显示器、液晶显示器(LCD)、薄膜磁头等等。本领域的技术人员会理解,在这些可选择的用途中,这里所使用的任何术语“晶片”或者“管芯(die)”应认为分别和更普通的术语“基底”和“靶部”意义相同。这里所指的基底可以在曝光之前或者之后在例如轨道(一种在基底上涂布一层光刻胶并使曝光的光刻胶显影的典型装置)、测量装置和/或检测装置中经过处理。在适用的场合中,这里所披露的内容可以应用于这种或者其它基底处理装置中。此外,例如为了产生一个多层 IC,对基底的处理可以多于一次,因此这里使用的术语基底还可以指已经包含多次处理的层。

[0063] 尽管本发明上面的实施例是具体参照了光学印刷术,但是应该理解,本发明可以用于其它方面,例如刻印术,以及范围允许的场合,并不限于光学印刷术。在刻印术中,构图装置中的构形限定了基底上形成的图案。构图装置的构形被压到提供给基底的光刻胶层上,通过施加电磁辐射、热、压力或其组合,光刻胶在基底上固化。在光刻胶固化之后,将构图装置从其上移走,于是上面就留下图案。

[0064] 这里使用的术语“辐射”和“光束”包含所有类型的电磁辐射,包括紫外(UV)辐射(例如具有 365,248,193,157 或者 126nm 的波长)和远紫外辐射(EUV)(例如具有 5-20nm 的波长范围),和粒子束,如离子束或者电子束。

[0065] 术语“透镜”,如果上下文允许的话,可以指任何一种光学组件或者各种光学组件的组合,包括折射、反射、磁、电磁和静电光学组件。

[0066] 上面描述了本发明具体的实施例,但是应理解,本发明可以以不同于上述方式实施。例如,本发明可以采取包含一个或多个机器可读指令序列的计算机程序的形式,该程序编制了上述方法。或者采取存储了上述计算机程序的数据存储介质(例如,半导体存储器,

磁盘或者光盘)的形式。

[0067] 本发明可以应用于任何浸没光刻装置,特别是但不限于上面提到的那些类型。

[0068] 上面的描述只是示例性的,而不是限制性的。因而,对本领域普通技术人员来说,显然,可以在不背离下面提出的权利要求的范畴的前提下对本发明所述作出修改。

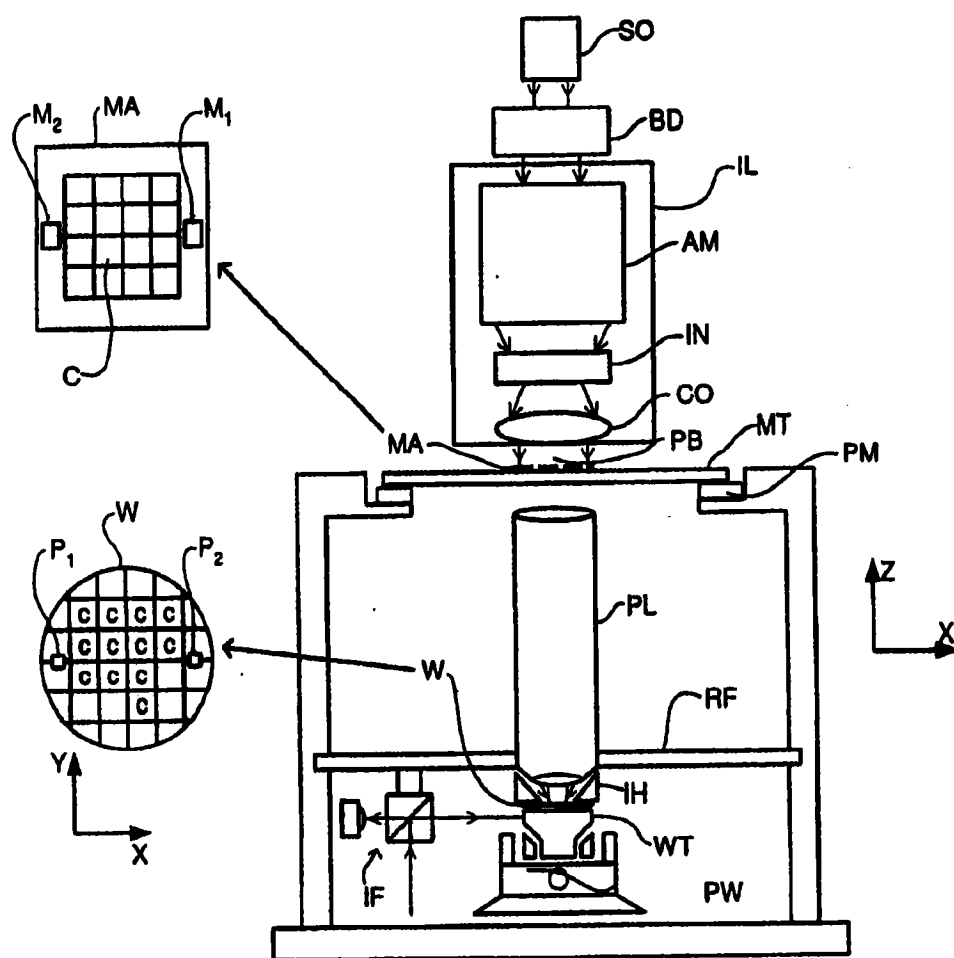


图 1

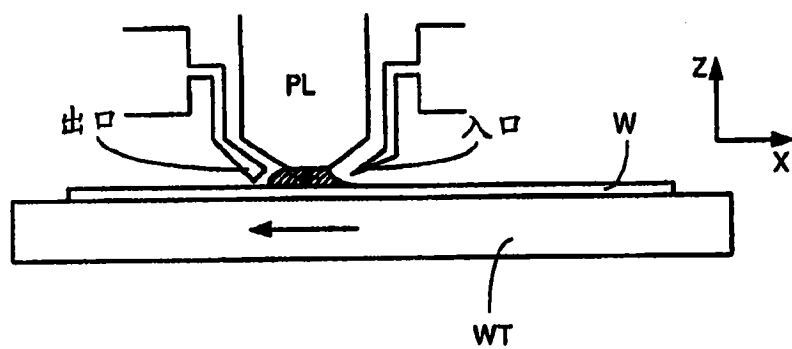


图 2

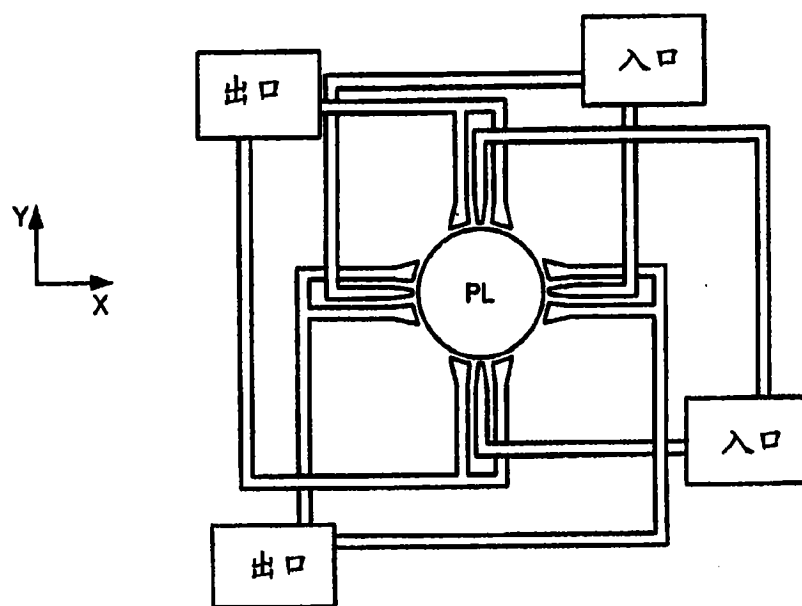


图 3

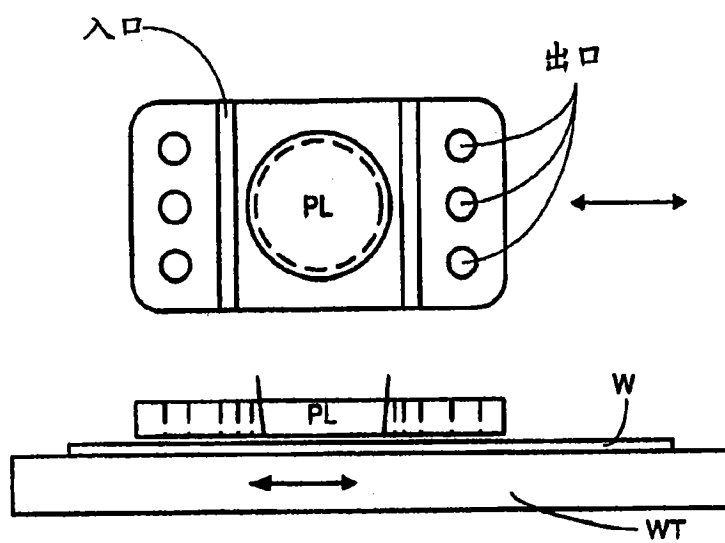


图 4

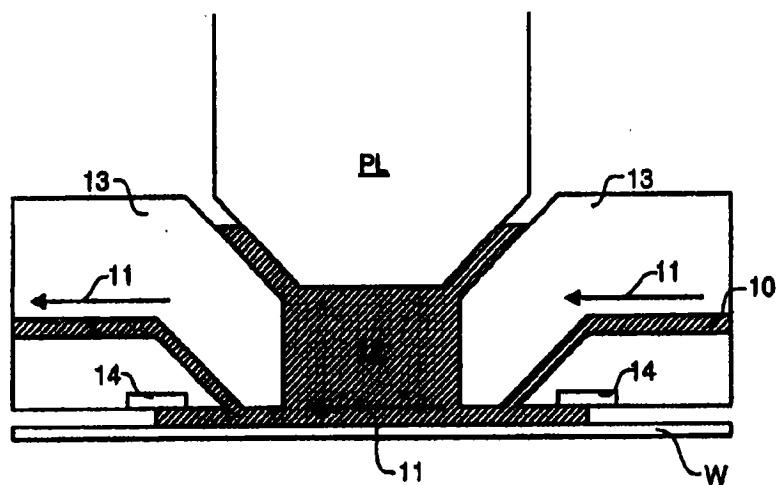


图 5

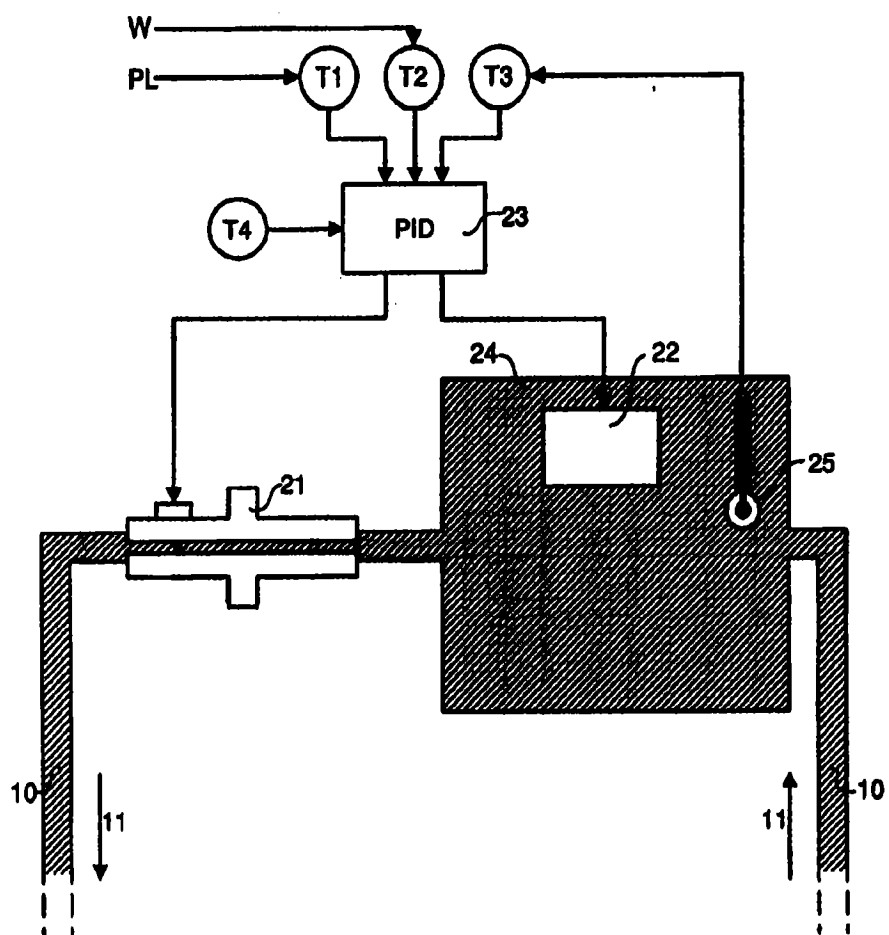


图 6

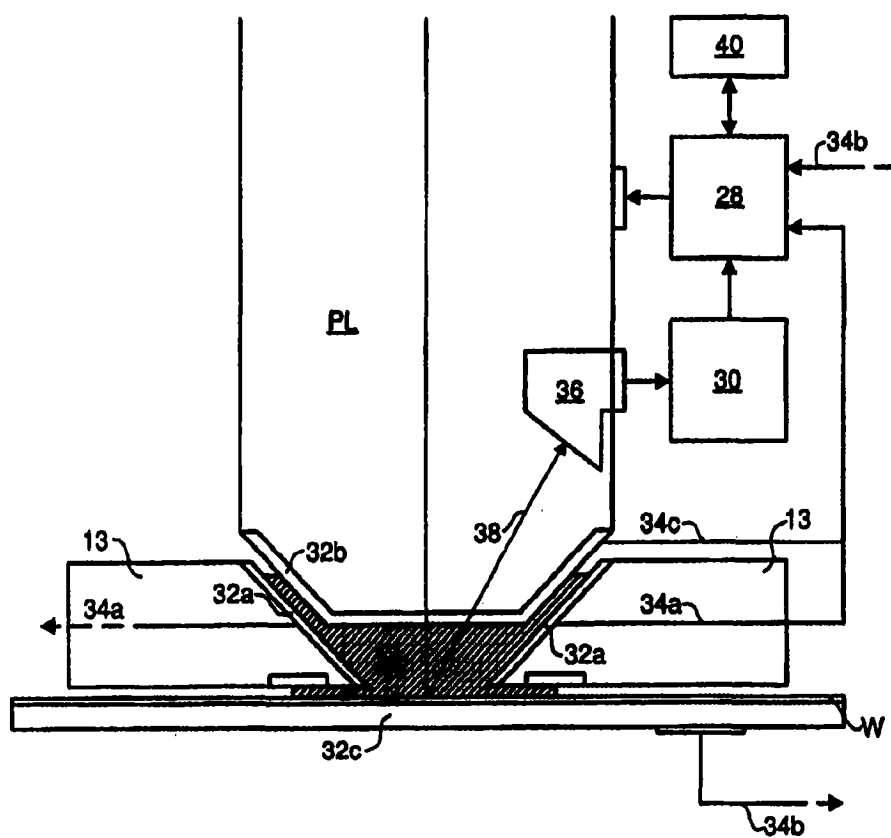


图 7