



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107885044 B

(45)授权公告日 2020.07.03

(21)申请号 201711051798.2

(22)申请日 2012.10.12

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107885044 A

(43)申请公布日 2018.04.06

(30)优先权数据
61/561,117 2011.11.17 US

(62)分案原申请数据
201280056174.9 2012.10.12

(73)专利权人 ASML荷兰有限公司
地址 荷兰维德霍温

(72)发明人 M·兰詹 C·路吉腾 F·詹森
M·切尼斯霍夫

(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 王慧忠

(51)Int.Cl.
G03F 7/20(2006.01)

(56)对比文件
US 2005069433 A1,2005.03.31,说明书第
0036-0098段以及附图7.

US 2005069433 A1,2005.03.31,说明书第
0036-0098段以及附图7.

US 2005140946 A1,2005.06.30,说明书第
0036-0098段以及附图7.

EP 1326139 A2,2003.07.09,说明书第
0062-0068段以及附图1.

审查员 赵子甲

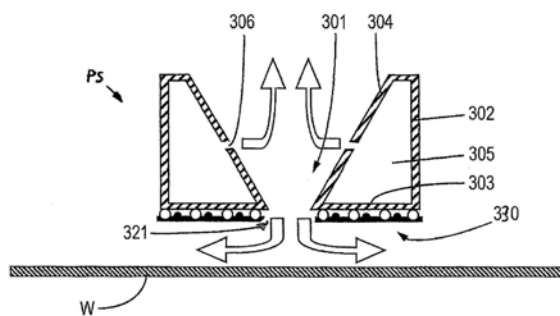
权利要求书1页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

光刻设备及器件制造方法

(57)摘要

一种光刻设备(100)包括:衬底台(WT),构造以保持衬底(W);投影系统(PS),配置成通过开口(301)投影图案化辐射束并且将图案化辐射束投影到衬底的目标部分上;和导管(305、306),具有在开口中的出口(306)。所述导管配置成将气体传输至开口。光刻设备包括温度控制设备(330),其由控制系统控制并且配置成控制在投影系统和衬底之间的空间中的气体的温度,尤其是冷却所述气体。



1. 一种光刻设备,包括:
衬底台,构造成保持衬底;
投影系统,配置成通过开口投影图案化辐射束并且将所述图案化辐射束投影到衬底的目标部分上;
导管,配置成将气体传输至所述开口并且将在所述开口外的所述气体的气流提供至所述投影系统和衬底台之间的空间,并以足够高以致使在限定导管的壁的开口处气体的温度低于限定导管的壁的的温度的速度提供到衬底上;
其中限定壁的开口被构造成和布置成将气体与投影系统的壁热绝缘;
其中,所述光刻设备设置有温度控制设备,所述温度控制设备设置在投影系统和衬底台之间的空间中,所述温度控制设备配置成径向可变地控制在所述气体通过所述开口之后在所述空间中的气体的温度,使得气体对衬底的热作用被减小。
2. 根据权利要求1所述的光刻设备,其中所述温度控制设备包括温度控制装置,所述温度控制装置包括加热装置和冷却装置两者。
3. 根据权利要求2所述的光刻设备,其中所述加热装置和冷却装置安装在定位在所述空间中的支撑构件上。
4. 根据权利要求3所述的光刻设备,其中所述支撑构件安装在投影系统的面对所述衬底台的表面上。
5. 根据权利要求2所述的光刻设备,其中所述加热装置包括至少一个电阻加热元件。
6. 根据权利要求5所述的光刻设备,其中所述至少一个电阻加热元件包括多个独立可控分段。
7. 根据权利要求2所述的光刻设备,其中所述加热装置包括多个独立可控的加热元件。
8. 根据权利要求2所述的光刻设备,其中所述冷却装置包括至少一个冷却元件。
9. 根据权利要求8所述的光刻设备,其中所述至少一个冷却元件包括布置成运载在远距离源处冷却的冷却流体的热管。
10. 根据权利要求2所述的光刻设备,其中所述温度控制装置配置成通过控制加热装置来控制冷却的量。
11. 根据权利要求1所述的光刻设备,还包括度量设备,所述度量设备配置成测量通过光刻设备投影到衬底上的图案的重叠,其中度量设备的输出被用作构造成且布置成控制温度控制设备的操作的控制系统的控制输入。
12. 根据权利要求1所述的光刻设备,还包括测量设备,所述测量设备配置成测量衬底的红外反射率,其中所测量的衬底的反射率被用作构造成且布置成控制温度控制设备的操作的控制系统的控制输入。
13. 一种使用根据权利要求1-12中任一项所述的光刻设备进行的器件制造方法,包括:
通过投影系统中的开口将图案化辐射束投影到衬底上;
经由导管将气体传输至投影系统中的开口并传输到衬底的表面上;和
控制在气体通过所述导管的出口之后的所述气体的温度,使得气体的温度在投影系统和衬底之间的空间被控制。
14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述温度控制包括冷却,所述冷却通过使用冷却器的过冷却和使用加热器的加热来实现。

光刻设备及器件制造方法

[0001] 本申请是申请日为2012年10月12日、申请号为201280056174.9、发明名称为“光刻设备及器件制造方法”的专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求于2011年11月17日申请的美国临时申请61/561,117的权益,通过引用将其全部内容并入本文中。

技术领域

[0004] 本发明涉及光刻设备和用于制造器件的方法。

背景技术

[0005] 光刻设备是一种将所需图案应用到衬底上,通常是衬底的目标部分上的机器。光刻设备可用于例如集成电路(IC)制造过程中。在这种情况下,可以将可选地称为掩模或掩模版的图案形成装置用于生成待形成在所述IC的单层上的电路图案。可以将该图案转移到衬底(例如,硅晶片)上的目标部分(例如,包括一部分管芯、一个或多个管芯)上。通常,通过将图案成像到设置在衬底上的辐射敏感材料(抗蚀剂)层上而实现图案的转移。通常,单一衬底将包括相邻目标部分的网络,所述相邻目标部分被连续地图案化。

[0006] 光刻术被广泛地看作制造IC和其他器件和/或结构的关键步骤之一。然而,随着通过使用光刻术制造的特征的尺寸变得越来越小,光刻术正变成允许制造微型IC或其他器件和/或结构的更加关键的因素。

[0007] 图案印刷的极限的理论估计可以由用于分辨率的瑞利法则给出,如等式(1)所示:

$$[0008] \quad CD = k_1 * \frac{\lambda}{NA} \quad (1)$$

[0009] 其中 λ 是所用辐射的波长,NA是用以印刷图案的投影系统的数值孔径, k_1 是依赖于工艺的调节因子,也称为瑞利常数,CD是所印刷的特征的特征尺寸(或临界尺寸)。由等式(1)知道,特征的最小可印刷尺寸的减小可以由三种途径实现:通过缩短曝光波长 λ 、通过增大数值孔径NA或通过减小 k_1 的值。

[0010] 为了缩短曝光波长并因此减小最小可印刷尺寸,已经提出使用极紫外(EUV)辐射源。EUV辐射是波长在5-20nm范围内的电磁辐射,例如波长在13-14nm范围内,例如波长在5-10nm范围内,例如6.7nm或6.8nm的波长。可用的源包括例如激光产生的等离子体源、放电等离子体源或基于由电子存储环提供的同步加速器辐射的源。

[0011] 可以通过使用等离子体产生EUV辐射。用于产生EUV辐射的辐射系统可以包括用于激发燃料以提供等离子体的激光器和用于容纳等离子体的源收集器模块。等离子体可以例如通过引导激光束至燃料来产生,燃料例如是合适的材料(例如锡)的颗粒,或合适的气体或蒸汽的流,例如氙气或锂蒸汽。所形成的等离子体发射输出辐射,例如EUV辐射,其通过使用辐射收集器收集。辐射收集器可以是反射镜式正入射辐射收集器,其接收辐射并将辐射聚焦成束。源收集器模块可以包括包围结构或腔,所述包围结构或腔布置成提供真空环境

以支持等离子体。这种辐射系统通常称为激光产生等离子体 (LPP) 源。

[0012] 为了使用EUV光刻设备以期望的精度将图案投影到衬底上,期望控制衬底的温度。这是因为衬底温度的不受控制的改变可能会导致衬底膨胀或收缩,使得被投影的图案在衬底上没有以期望的精度定位(例如,没有以期望的精度在已经设置在衬底上的图案上进行覆盖)。关于这一点已知的问题是,源自被曝光的抗蚀剂和/或晶片台隔间的用于防止污染物的清洗气体在晶片表面上造成了净负的热负载。该热负载又可能导致晶片的大不期望的热变形。

发明内容

[0013] 根据本发明的一个方面,提供了一种光刻设备,包括:衬底台,构造成保持衬底;投影系统,配置成通过开口投影图案化辐射束并且将所述图案化辐射束投影到衬底的目标部分上;和导管,配置成将气体传输至所述开口并且将在所述开口外面的气体的气流提供至所述投影系统和衬底台之间的空间;其中,所述光刻设备设置有温度控制设备,所述温度控制设备配置成控制在所述气体穿过所述开口之后在所述空间中的气体的温度。

[0014] 在本发明的实施例中,温度控制设备包括温度控制装置或温度控制器,其包括加热装置或加热器、和冷却装置或冷却器两者。加热和冷却装置配置成给气体提供净冷却作用。

[0015] 期望地,加热装置和冷却装置设置在投影系统和衬底台之间的空间中。加热装置和冷却装置可以安装在位于空间中的支撑构件上。支撑构件可以安装在投影系统的面对衬底台的表面上,并且或者与所述表面热连通或者与所述表面热绝缘。

[0016] 加热装置可以包括至少一个电阻加热元件。期望地,所述至少一个电阻加热元件包括多个独立可控的分段。在其他实施例中,可以有多个独立可控的电阻加热元件。

[0017] 期望地,冷却装置包括至少一个冷却元件,其可以期望地是布置成运载在远距离源处冷却的冷却流体的至少一个热管。

[0018] 在本发明的实施例中,温度控制装置配置成通过控制加热装置来控制冷却的量。

[0019] 本发明的一些实施例还可以包括度量设备,所述度量设备配置成测量通过光刻设备投影到衬底上的图案的重叠,其中控制系统配置成基于度量设备的输出确定对温度控制设备的操作的调节。光刻设备还可以包括测量设备,所述测量设备配置成测量衬底的红外反射率。控制系统可以配置成基于衬底的被测量的反射率确定对温度控制设备的操作的调节。

[0020] 根据本发明的另一方面,提供了一种器件制造方法,包括:通过投影系统中的开口将图案化的辐射束投影到衬底上;经由导管将气体传输至投影系统中的开口,其中所述方法还包括控制所述气体的温度,使得气体的温度在气体穿过所述开口之后在投影系统和衬底之间的空间中被控制。

[0021] 期望地,所述温度控制包括冷却,所述冷却通过使用冷却装置的过冷却和使用加热装置加热来实现。

附图说明

[0022] 现在将参考随附的示意性附图仅通过举例的方式描述本发明的实施例,其中相应

的参考标记表示相应的部件,在附图中:

[0023] 图1示意性地显示了根据本发明的实施例的光刻设备;

[0024] 图2示意性地显示了图1的设备的更详细的视图,包括放电产生等离子体的源收集器模块;

[0025] 图3示意性地显示了图1的设备的可替代的源收集器模块的视图,所述替代是激光产生等离子体源收集器模块;

[0026] 图4示意性地显示了光刻设备的投影系统的一部分和由衬底台保持的衬底;

[0027] 图5是显示加热和冷却装置的图4的一部分的细节视图。

具体实施方式

[0028] 图1示意地示出了根据本发明一个实施例的光刻设备100。所述设备包括:照射系统(照射器)IL,其配置成调节辐射束B(例如EUV辐射);支撑结构(例如掩模台)MT,其构造用于支撑图案形成装置(例如掩模或掩模版)MA,并与配置用于精确地定位图案形成装置的第一定位装置PM相连;衬底台(例如晶片台)WT,其构造用于保持衬底(例如涂覆有抗蚀剂的晶片)W,并与配置用于精确地定位衬底的第二定位装置PW相连;和投影系统(例如反射式投影系统)PS,其配置成用于将由图案形成装置MA赋予辐射束B的图案投影到衬底W的目标部分C(例如包括一根或更多根管芯)上。

[0029] 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、静电型或其它类型的光学部件、或其任意组合,以引导、成形、或控制辐射。

[0030] 所述支撑结构MT以依赖于图案形成装置的方向、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MA。所述支撑结构可以采用机械的、真空的、静电的或其它夹持技术保持图案形成装置。所述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。所述支撑结构可以确保图案形成装置位于所需的位置上(例如相对于投影系统)。

[0031] 术语“图案形成装置”应该被广义地理解为表示能够用于将图案在辐射束的横截面上赋予辐射束、以便在衬底W的目标部分上形成图案的任何装置。被赋予辐射束的图案可以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。

[0032] 图案形成装置可以是透射式或反射式的。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。掩模在光刻术中是公知的,并且包括诸如二元掩模类型、交替型相移掩模类型、衰减型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布置,每一个小反射镜可以独立地倾斜,以便沿不同的方向反射入射的辐射束。所述已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。

[0033] 与照射系统类似,投影系统可以包括多种类型的光学部件,例如折射型、反射型、磁性型、电磁型和静电型光学部件、或其它类型的光学部件,或其任意组合,如对于所使用的曝光辐射所适合的、或对于诸如使用真空之类的其他因素所适合的。可以期望将真空环境用于EUV辐射,因为气体可能会吸收太多的辐射。因此可以借助真空壁和真空泵在整个束路径上提供真空环境。一些气体可以设置在光刻设备的某些部分中,例如用于允许所使用的气流减小污染物到达光刻设备的光学部件的概率。

[0034] 如此处所示,所述设备是反射型的(例如采用反射式掩模)。

[0035] 光刻设备可以是具有两个(双平台)或更多衬底台(和/或两个或更多的掩模台)的类型。在这种“多平台”机器中,可以并行地使用附加的台,或可以在一个或更多个台上执行预备步骤的同时,将一个或更多个其它台用于曝光。

[0036] 参照图1,所述照射器IL接收从源收集器模块S0发出的极紫外(EUV)辐射束。用于产生EUV光的方法包括但不必限于将材料转换为等离子体状态,该材料具有至少一种元素(例如氙、锂或锡),其中在EUV范围内具有一个或更多个发射线。在一种这样的方法中,通常称为激光产生等离子体(“LPP”),所需的等离子体可以通过以激光束照射燃料来产生,燃料例如是具有所需线发射元素的材料液滴、流或簇团。源收集器模块S0可以是包括用于提供激光束激发燃料的激光器(图1中未示出)的EUV辐射系统的一部分。所形成的等离子体发射输出辐射,例如EUV辐射,其通过使用设置在源收集器模块内的辐射收集器收集。激光器和源收集器模块可以是分立的实体(例如当使用CO₂激光器提供用于燃料激发的激光束时)。

[0037] 在这种情况下,不会将激光器考虑成形成光刻设备的一部分,并且通过包括例如合适的引导反射镜和/或扩束器的束传递系统的帮助,将所述辐射束从激光器传到源收集器模块。在其它情况下,所述源可以是源收集器模块的组成部分(例如当所述源是放电产生的等离子体EUV产生器(通常称为DPP源)时)。

[0038] 所述照射器IL可以包括用于调整所述辐射束的角强度分布的调整器。通常,可以对所述照射器的光瞳平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)进行调整。此外,所述照射器IL可以包括各种其它部件,例如琢面场反射镜装置和琢面光瞳反射镜装置(或称为多小平面反射镜装置和多小平面光瞳反射镜装置)。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。

[0039] 所述辐射束B入射到保持在支撑结构(例如,掩模台)MT上的所述图案形成装置(例如,掩模)MA上,并且通过所述图案形成装置MA来形成图案。已经被图案形成装置(例如,掩模)MA反射后,所述辐射束B穿过投影系统PS,所述投影系统将辐射束B聚焦到所述衬底W的目标部分C上。通过第二定位装置PW和位置传感器PS2(例如,干涉仪器件、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,例如以便将不同的目标部分C定位于所述辐射束B的路径中。类似地,可以将所述第一定位装置PM和另一个位置传感器PS1用于相对于所述辐射束B的路径精确地定位图案形成装置(例如,掩模)MA。可以使用掩模对准标记M1、M2和衬底对准标记P1、P2来对准图案形成装置(例如,掩模)MA和衬底W。

[0040] 示出的设备可以用于下列模式中的至少一种:

[0041] 1. 在步进模式中,在将支撑结构(例如掩模台)MT和衬底台WT保持为基本静止的同时,将赋予所述辐射束的整个图案一次投影到目标部分C上(即,单一的静态曝光)。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。

[0042] 2. 在扫描模式中,在对支撑结构(例如掩模台)MT和衬底台WT同步地进行扫描的同时,将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分C上(即,单一的动态曝光)。衬底台WT相对于支撑结构(例如掩模台)MT的速度和方向可以通过所述投影系统PS的(缩小)放大率和图像反转特征来确定。

[0043] 3. 在另一模式中,将用于保持可编程图案形成装置的支撑结构(例如掩模台)MT保持为基本静止,并且在对所衬底台WT进行移动或扫描的同时,将赋予所述辐射束的图案投影到目标部分C上。在这种模式中,通常可以采用脉冲辐射源,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。这种操作模式可易于应用于利用可编程图案形成装置(例如,如上所述类型的可编程反射镜阵列)的无掩模光刻术中。

[0044] 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。

[0045] 图2更详细地示出光刻设备100,包括源收集器模块S0、照射系统IL以及投影系统PS。源收集器模块S0构造并布置成使得在源收集器模块S0的包围结构202内可以保持真空环境。可以通过放电产生的等离子体源来形成发射EUV辐射的等离子体210。可以通过例如Xe气体、Li蒸汽或Sn蒸汽等气体或蒸汽来产生EUV辐射,其中产生温度非常高的等离子体210用于发射在电磁光谱的EUV范围内的辐射。例如通过导致至少部分电离的等离子体的放电来产生温度非常高的等离子体210。例如分压为10Pa的Xe、Li、Sn蒸汽或任何其它的适合的气体或蒸汽对于有效地产生辐射可能是需要的。在一实施例中,被激励的锡(Sn)的等离子体被提供用于产生EUV辐射。

[0046] 由高温的等离子体210发射的辐射从源腔211经由可选的气体阻挡件或污染物阱230(在一些情况下也称作作为污染物阻挡件或翼片阱)到达收集器腔212中,所述气体阻挡件或污染物阱定位在源腔211的开口中或其后面。污染物阱230可以包括通道结构。污染物阱230还可以包括气体阻挡件或气体阻挡件和通道结构的组合。在此处被进一步显示的污染物阱或污染物阻挡件230至少包括本领域中已知的通道结构。

[0047] 收集器腔212可以包括辐射收集器C0,其可以是所谓的掠入射收集器。辐射收集器C0具有上游辐射收集器侧251和下游辐射收集器侧252。横越收集器C0的辐射可以被反射离开光栅光谱滤光片240,以被聚焦到虚源点IF处。虚源点IF通常被称作为中间焦点,源收集器模块被布置成使得中间焦点IF定位在包封结构220的开口221处或附近。虚源点IF是发射辐射的等离子体210的像。

[0048] 随后,辐射横越照射系统IL,其可以包括琢面场反射镜装置22和琢面光瞳反射镜装置24,琢面场反射镜装置22和琢面光瞳反射镜装置24布置成提供在图案形成装置MA处的辐射束21的期望的角度分布以及在图案形成装置MA处的辐射强度的期望的均匀性。在由支撑结构MT保持的图案形成装置MA处反射辐射束21时,形成了图案化的束26,通过投影系统PS将图案化的束26经由反射元件28、30成像到由晶片平台或衬底台WT保持的衬底W上。

[0049] 比图示更多的元件可以通常设置在照射光学装置单元IL和投影系统PS中。光栅光谱滤光片240可以依赖于光刻设备的类型被可选地设置。另外,可以设置比图示更多的反射镜,例如在投影系统PS中设置比图2显示的多1-6个额外的反射元件。

[0050] 如图2中所显示的收集器光学装置C0被显示为具有掠入射反射器253、254和255的巢状收集器,仅作为收集器(或收集器反射镜)的示例。掠入射反射器253、254和255围绕光轴O轴向对称设置,这一类型的收集器光学装置C0期望与通常称为DPP源的放电产生等离子体源组合使用。

[0051] 可替代地,源收集器模块S0可以是图3中显示的激光产生等离子体(LPP)辐射系统的一部分。激光器LA布置成沉积激光能量到燃料中,诸如氙(Xe)、锡(Sn)或锂(Li),从而产

生具有几十eV的电子温度的高度电离的等离子体210。在这些离子的去激励和再复合期间产生的高能辐射由等离子体发射,被近正入射收集器光学装置C0收集且被聚焦到包封结构220中的开口221上。

[0052] 图4示意性地示出了投影系统PS的下部的横截面,即面对衬底保持器WT的部分。投影系统PS包括开口301,通过该开口301在使用中图案化的辐射束被投影到衬底的目标部分上。开口可以通过开口限定壁302的倾斜的内表面304来形成。壁302是中空的且限定了环形腔305,该环形腔接收来自气体供给装置(例如经由未显示的传输管)的气体并且将气体通过在倾斜的内表面304中所形成的环形缝306传输至开口301。传输管、腔305和缝306可以一起被认为是用于形成将气体传输至开口301的导管。所述导管可以具有任何其他合适的形式,其用于将气体供给至开口301。

[0053] 环形缝306是出口的一个示例。出口可以具有任何合适的形式。出口可以例如包括多个孔。多个孔可以围绕出口分布。孔可以是矩形的、方形的、圆形的或可以具有任何其他合适形状。图4中的标记306可以是指任何这样的出口;出口将还可以被指下文的出口306。

[0054] 期望是减小污染物(例如来自衬底W上的抗蚀剂的气相有机化合物)将从衬底W行进到投影系统PS的内部中的可能性。这是因为该污染物可能在诸如反射镜28、30等的光学表面上聚集并且导致这样的表面的反射率降低。这又可能降低可用于投影到衬底W上的EUV辐射的强度,因此降低了光刻设备的生产量(即通过光刻设备每一小时可以图案化的衬底的数量)。

[0055] 通过环形缝306被供给至开口301的气体用作清洗气体,其降低了污染物从衬底W穿过开口301进入投影系统PS的可能性。气流由图4中的箭头示意性地表示。气体行进到环形腔305中和环形腔305内,使得在环形缝306的进口处的气体压力在环形腔305的周边附近大致相等。在环形腔305的周围的压力可能会有一些变化,并且为了纠正这种情况,所述腔可以包括用作促进气体在环形腔内行进的隔板(未显示),由此帮助均衡环形腔内的气体压力。气体穿过环形缝306并且进入到开口301中。气体的一部分向上行进到投影系统PS中。气体的剩余部分向下行进,流到开口301的外面并且之后在投影系统PS和衬底W之间的空隙或空间中行进远离开口。从开口301流出的气流防止或抑制了污染物从衬底W通过到投影系统PS中。

[0056] 期望控制衬底W的温度。这是因为衬底温度的不受控制的变化可能导致衬底膨胀或收缩,使得投影的图案没有以期望的精度定位到衬底上(例如,没有以期望的精度覆盖在已经出现在衬底上的图案上)。从开口301到衬底W上的气流可能会以下文将进一步描述的不希望的方式加热衬底。可能期望防止气流以不希望的方式加热衬底。另外,所述衬底的至少一部分可能由于EUV所引起的加热和入射到衬底的一部分上的红外辐射而经历较高的温度。红外辐射可能例如源自发射EUV的等离子体210或在发射EUV的等离子体的生成中所使用的激光器LA(参见图3)。

[0057] 在一实施例中,气体在其从开口301流至衬底W的边缘时被冷却。为了在气体从开口301流至衬底W的边缘时提供对气体的冷却,光刻设备包括在下文详细描述的温度控制设备330。温度控制设备330配置成在气体穿过开口301之后控制在投影系统PS和衬底W之间的空间中的气体的温度。气体的温度可以被控制,使得衬底W的温度没有被气体改变以致于其导致了在光刻设备中出现不可接受的重叠误差的程度。可以认识到,为了描述在所述设备

没有处于使用中时的实施例的技术特征的目的,投影系统PS和衬底W之间的空间等同于投影系统和衬底台WT之间的空间。鉴于这种等同,在之后描述本发明时没有对该空间的两个定义进行区分。

[0058] 光刻设备可以具有参考温度,其可以例如是大约295开尔文(例如大约是在20和23℃之间的室温)或可以是一些其它温度。参考温度可以是光刻设备的一个或更多的部件在光刻设备的操作期间所保持的温度。光刻设备可以将衬底W、衬底台WT、投影系统壁和开口限定壁302中的一个或更多个保持(或努力保持)在参考温度。如果光刻设备在没有气流的情况下操作,那么衬底W、衬底台WT、投影系统壁和开口限定壁302可以处于参考温度(或大致处于参考温度)。其的例外可能是衬底的被曝光的部分,其可能由于由EUV引起的加热和入射到衬底的所述部分上的红外辐射而具有更高的温度。红外辐射可以例如源自发射EUV的等离子体210或在发射EUV的等离子体的生成中所使用的激光器LA(参见图3)。

[0059] 在气体正流过所述设备时,其可能导致加热衬底W,即使如果被引入到腔305中的气体最初具有与光刻设备的其他部件相同的温度。这是因为气体在其行进至衬底W时获取热量,所述热量之后被从气体传递至衬底。对衬底的这种加热可能导致在衬底的曝光期间出现不可接受的重叠误差。

[0060] 在气体行进至衬底W时获取热量所依据的机制是气体行进速度的结果。正在通过传输管行进至环形腔305的气体将具有相对高的速度(例如100m/s或更大)。这种相对高速度的气体将导致其在正流至腔时的气体温度降低。这可以通过考虑气体是绝热(即,在传输管和气体之间没有发生热传递)的示例来理解。如果气体是绝热的,那么气体的总能量必定保持恒定。如果在其进入传输管时气体是静止的或正缓慢流动的,那么气体的所有能量是热能,并且这被显示为气体的温度。然而,当气体正以相对高的速度在传输管中行进时,气体由于其速度具有显著大的动能。因为气体的总能量保持相同,所以气体的热能(并且因此其的温度)被减小。因此,在绝热的情形中,当气体以相对高的速度流动时,气体的温度将降低。

[0061] 在本发明的实施例中,气体可以以相对高的速度流过传输管,由于这种相对高的速度,气体的静态温度被降低。如果气体和投影系统壁两者具有相同的初始温度(所述初始的气体温度是在其流过传输管之前的气体的温度),那么在气体正流过传输管时其将具有低于投影系统壁的温度静态温度。因为气体具有比投影系统壁更低的静态温度,所以热量将在气体行进通过传输管时从投影系统壁流至所述气体。在可替代的实施例中,所述气体可以以相对低的速度流过传输管,在该情形中,气体的温度将不会降低。然而,当气体流过环形缝306时气体的温度将被降低。

[0062] 环形缝306(气体通过环形缝进入到开口301中)是相对受限制的。因此,气体将以相对高的速度行进通过环形缝306,这将导致气体的温度降低(例如降低几开尔文或甚至高达数十开尔文)。如果气体在其行进通过环形缝306时具有比开口限定壁304更低的温度,那么热量将被从开口限定壁传递至气体。

[0063] 当气体进入开口301中时,气体可以具有相对高的速度。然而,当其入射到衬底W的表面上时,气体将减速,这是因为衬底防止了气体继续向下行进并且迫使气体改变方向。由于这种减速,气体的动能被转换成热能。因为热量已经被传递至来自传输管和开口限定壁304的气体,所以气体具有比其进入传输管之前的总温度更高的总温度。气体的总温度可以

例如比光刻设备的参考温度更高。正是气体的这种较高的总温度可能导致对衬底W的不期望的加热。

[0064] 在一实施例中,开口限定壁302可以被绝热,以减小可以从投影系统壁(或光刻设备的其他部分)流至开口限定壁的热量。这减小了在气体穿过环形缝306时可以被传递至气体的热量。所述绝热可以例如包括提供在开口限定壁302和投影系统壁(后者未在图4中显示)之间的间隙和/或绝热材料。

[0065] 在一实施例中,开口限定壁302可以由绝热材料构造。例如,开口限定壁302可以由陶瓷(例如Marcor陶瓷)构造,其是美国的科宁的Corning Inc.公司销售的(或一些其它的合适陶瓷)。开口限定壁302可以由玻璃形成。开口限定壁302可以由金属形成,该金属具有比一些其它金属更低的热导率。例如,开口限定壁302可以由不锈钢形成,其可以提供结构强度并且其具有比铝的导热率显著低的导热率。

[0066] 在图4的实施例中,腔305具有环形下壁303,其平行于衬底W并且与衬底W一起限定了气体流过的间隙。被固定至下壁303的是成环形盘形式的支撑构件320,其承载下文将描述的温度控制装置(或温度控制器),并且与温度控制装置一起为前述的温度控制设备330的一部分。支撑构件320设置有开口321,该开口321与开口301是邻接的,以便于不阻碍气流或阻挡曝光辐射束。支撑构件320用于支撑温度控制装置,如下文所描述的,尽管环形盘是支撑构件的特别便利的形式,其可以采取任何其他的合适形式。

[0067] 图5更加详细地显示了从开口321的边缘延伸至支撑构件320的外周的支撑构件320的截面。被支撑构件320所支撑的是至少一个加热装置322(或加热器)和至少一个冷却装置323(或冷却器)。冷却装置323可以采取任何适合的形式,例如具有圆形或矩形的横截面,但是期望包括从远距离的冷却单元(例如经由热管连接的帕尔贴冷却器)供给的管承载的冷却流体。冷却或冷量可以通过例如但不限于使用热管或诸如水或乙二醇等单相冷却流体的方式进行传输。加热装置322可以包括至少一个电阻加热元件。支撑构件320期望由导热材料形成,期望是具有低排气的材料,以便于没有给在支撑构件320下方的衬底W增加污染物的风险。适合的材料包括铝、钢和陶瓷,诸如氮化铝或碳化硅。

[0068] 应当注意,在图5中,加热和冷却装置都显示在支撑构件320的下方,而在图4中他们都被显示在支撑构件320的上方。两种选择都是可以的。

[0069] 支撑构件320期望被固定至腔305的下壁303,尽管其还可以通过其他方式保持适当的位置,而不必接触壁303。可选地,在本发明的一些实施例中,所述系统可以被布置以在腔305中预先冷却气体。这可以通过确保支撑构件320与下壁303良好热接触来实现。相反,在腔305中预先冷却气体可能具有一些缺点,这些缺点在于:所述冷却可能不期望地冷却其的相邻的子模块或部件。在这种情况下,支撑构件320可以被单独地安装,使得其与下壁303相邻但是不与下壁303接触,或其可以被固定至下壁303,在他们之间具有热绝缘材料。

[0070] 虽然设置了加热装置和冷却装置两者,但是主要目的在于提供在气体从开口301流至衬底W的边缘时对气体的可变的冷却作用。提供加热装置和冷却装置两者的潜在的优点在于可以改善系统的响应时间。冷却装置的响应时间通常比加热装置的响应时间慢得多。本发明的实施例通过使用冷却装置323提供了具有快速响应时间的冷却,以过冷所述气体(即,用于提供独立地将气体冷却至比期望的温度更低的温度的冷却度)并且之后使用加热装置322加热所述气体,使得具有净冷却作用。通过将所述过冷却保持大致恒定,正是加

热装置322控制冷所述净冷却,在加热装置具有相对快的响应时间时,系统的响应时间是相对快的。可选地,可以仅设置冷却或仅设置加热,但是最佳的结果可能通过过冷却结合加热来获得,以产生可以精确地控制的可变的冷却。

[0071] 如所说明的,所述系统可以提供气体的过冷却,与加热结合。这提供了对具有快速响应时间的冷却的宽范围的控制。所述过冷却期望保持不变,控制通过调节所述加热来提供。控制通过提供温度反馈或前馈信号至被构造和布置以控制温度控制设备的操作的控制系统的(在任何图中未显示)来实现。特别地,控制系统可以构造和布置以设定或调节加热装置322和冷却装置323的各自的温度。所述信号可以通过一个或更多的温度传感器来获得,所述温度传感器位于盘320上或邻近盘320。在本发明的一些实施例中,电阻加热元件本身可以通过监控加热元件的电阻率而用作一个或更多的温度传感器。

[0072] 在本发明的实施例中,控制信号还可以从光刻设备的其他支配模块提供至控制系统。例如,表示用于晶片曝光的辐射能量和晶片卡盘的温度的信号可以被提供作为反馈控制的一部分。

[0073] 加热和冷却装置322、323可以被以宽范围的不同的配置方式配置在盘320上。在特定的简单的配置中,可以仅有单个加热元件和单个冷却元件,但是期望提供最大程度的控制,可以具有多个独立可控的加热元件或单个加热元件被细分成独立可控的多个分段。提供独立可控的加热元件或细分的独立的可控的多个分段可以允许在支撑构件的不同部分上控制净冷却的程度。通常,例如,在气体在该点是最热时,将具有对邻近开口301的较大的冷却程度。类似地,可以具有多个冷却元件以提供最大程度的控制。在一些实施例中,在支撑构件320上的加热和冷却装置322、323可以被设置成多个不同的独立可控的区段,每个区段包括至少一个加热元件或独立可控的加热元件分段和至少一个冷却元件或其一部分。

[0074] 在一实施例中,温度控制设备330冷却气体所至的温度可以被使用(至少部分地)以调整通过光刻设备所实现的重叠。重叠可以被认为是对精度的度量,使用该精度光刻设备将图案投影到已经出现在衬底上的图案的顶部上。通过光刻设备所实现的重叠可以在衬底的曝光之后通过利用度量设备(其可以形成光刻设备的一部分)进行测量,以测量被投影的图案相对于之前出现在衬底上的图案的位置。如果最佳重叠被发现,其的图案表示衬底具有太高的温度,那么可以增加通过温度控制设备330所提供的冷却。相反,如果最佳重叠被发现,其的图案表示衬底具有过低的温度,那么可以减小由温度控制设备330所提供的冷却或可以增加补偿加热的量。由温度控制设备330所提供的冷却可以被周期地调整,用于维持期望的重叠精度。

[0075] 衬底对EUV辐射的吸收可以是相对恒定的和可预测的。然而,衬底对IR的吸收可能依赖于衬底的表面的形式显著大地变化。例如,如果结构之前已经被曝光且在衬底上被处理,那么衬底对IR辐射的吸收将依赖于所述结构的形式。如果所述结构由金属形成,那么对IR辐射的吸收将小于如果所述结构由半导体材料形成所将有的吸收。对从温度控制设备330所传输的气体的温度的调整可以考虑正在被光刻设备曝光(或将被曝光)的衬底的红外辐射的反射率和吸收率。在一实施例中,衬底(其可以是表示多个衬底)的红外辐射的反射率和吸收率可以在通过光刻设备对衬底(或多个衬底)的曝光之前在测量设备中被执行。测量设备可以形成光刻设备的一部分。例如,设备可以将红外辐射束引导到衬底并且检测从衬底反射的辐射,由此允许确定衬底对红外辐射的反射率。还可以测量吸收率。红外辐射可

以例如是 $10.6\mu\text{m}$,并且可以例如通过激光器来提供。所述设备可以例如是用于执行对衬底的其他性质的测量的设备(这样的设备可以被称为度量设备)。控制系统可以调整加热装置322、333的温度,以考虑通过光刻设备将被曝光(或正被曝光)的衬底的IR反射率和吸收率(例如,如果气体正被用于提供至少部分地补偿由IR辐射所引起的对衬底的加热的冷却)。

[0076] 加热装置322和冷却装置323可以被旋转对称地设置在支撑构件320上。这在气体在所有方向上等同地从开口301径向向外流动的情况下是尤其有用的。然而,通过独立控制加热元件或加热元件的分段的方式,或者通过将加热和冷却元件定位成特定的选定的配置的方式,可以获得特定的冷却模式,其可能在由于任何原因需要提供这样的特定冷却模式的特定应用中是适合的。

[0077] 本发明的实施例允许在正对出口301的位置处可以具有局部相对升高的晶片温度的可能性。这是可以接受的,因为这样的具有局部较高温度的中心区域可以通过围绕中心区域布置的较低温度的环形区域来补偿,由此开发具有相对高的导热性的典型的硅晶片。

[0078] 虽然在本文中详述了光刻设备用于制造IC(集成电路),但是应该理解到这里所述的光刻设备可以有其他的应用,例如制造集成光学系统、磁畴存储器的引导和检测图案、平板显示器、液晶显示器(LCD)、薄膜磁头等。本领域技术人员应该认识到,在这种替代应用的情况下,可以将这里使用的任何术语“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)、量测工具和/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。

[0079] 在允许的情况下,术语“透镜”可以表示不同类型的光学部件中的任何一种或其组合,包括折射式的、反射式的、磁性的、电磁的和静电的光学部件。

[0080] 术语“EUV辐射”可以认为是包含波长在5-20nm范围内的电磁辐射,例如波长在13-14nm的范围内,或例如在5-10nm的范围内,诸如6.7nm或6.8nm。

[0081] 尽管以上已经描述了本发明的具体实施例,但应该认识到,本发明可以以与上述不同的方式来实现。例如,本发明可以采取包含用于描述上述公开的方法的一个或更多个机器可读指令序列的计算机程序的形式,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)。上文描述意图是说明性的,而不是限制性的。因此,本领域技术人员应当理解在不背离所附的权利要求的范围的情况下,可以对所述的本发明进行修改。

