

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

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



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880004740.5

[43] 公开日 2009 年 12 月 16 日

[11] 公开号 CN 101606104A

[22] 申请日 2008.2.14

[21] 申请号 200880004740.5

[30] 优先权

[32] 2007.2.14 [33] US [31] 11/705,822

[86] 国际申请 PCT/NL2008/050082 2008.2.14

[87] 国际公布 WO2008/100143 英 2008.8.21

[85] 进入国家阶段日期 2009.8.12

[71] 申请人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

[72] 发明人 V·M·克里夫特逊

V·Y·班尼恩 V·V·伊娃诺夫

E·D·克洛普 K·N·克什烈夫

Y·V·斯戴尼克夫 O·雅克什夫

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

代理人 王新华

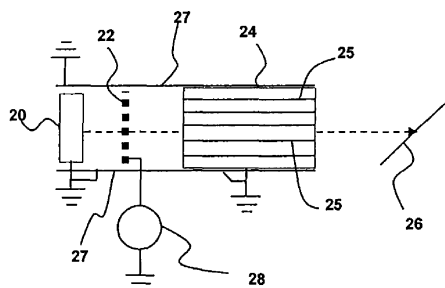
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 7 页

[54] 发明名称

具有等离子体辐射源的设备 and 形成辐射束的方法以及光刻设备

[57] 摘要

一种用于形成电磁辐射束的设备包括等离子体辐射源(24)和翼片阱(25)，该翼片阱设置有基本上平行于等离子体源(20)的辐射的方向延伸的多个薄翼片(20)。在等离子体辐射源(20)和翼片阱(24)之间设置格栅(22)。在格栅(22)和翼片阱(24)之间设置空间。该设备还包括电势应用电路(28)，其构造并布置成施加电势到格栅(22)上，使得格栅(22)排斥由等离子体辐射源(22)发射的电子并在格栅(20)和翼片阱(24)之间产生正的空间电荷，以使由等离子体辐射源(20)发射的离子偏转到翼片阱(24)。



1. 一种用于形成电磁辐射束的设备，所述设备包括：

等离子体辐射源；

翼片阱，所述翼片阱设置有基本上平行于所述等离子体源的辐射的方向延伸的多个薄翼片；

格栅，所述格栅设置在所述等离子体辐射源和所述翼片阱之间，其中在所述格栅和所述翼片阱之间设置空间；

电势应用电路，所述电势应用电路构造并布置成施加电势到所述格栅，使得所述格栅排斥由所述等离子体辐射源发射的电子，并且在所述格栅和所述翼片阱之间产生正的空间电荷，以将由所述等离子体辐射源发射的离子偏转到所述翼片阱。

2. 根据权利要求1所述的设备，其中，所述电势应用电路包括电压源，所述电压源配置成在所述格栅和所述等离子体辐射源面向所述格栅的至少一个表面之间施加电压差，所述电压差具有一个极性使得所述格栅相对于所述等离子体辐射源的所述表面上的电势处于负的电势。

3. 根据权利要求1所述的设备，其中，所述电势应用电路配置成施加相同的电势到所述格栅和所述等离子体辐射源面对所述格栅的表面。

4. 根据权利要求1所述的设备，其中，所述格栅具有与球面的一部分一致的弯曲形状，或具有根据虚拟球面部分分布的相对于彼此成角度的多个平面部分。

5. 根据权利要求1所述的设备，还包括至少一个分隔件，所述至少一个分隔件将所述格栅和所述翼片阱之间的空间分成隔间，每个隔间具有大于所述翼片阱的翼片之间的空间的尺寸，所述隔间从所述格栅朝向所述翼片阱延伸。

6. 根据权利要求5所述的设备，其中，所述至少一个分隔件是所述翼片阱的所述翼片中的一个的延伸。

7. 根据权利要求5所述的设备，其中，所述隔间的直径在所述格栅和

所述翼片阱之间的距离的大约一半和两倍之间。

8. 根据权利要求 5 所述的设备, 其中, 所述至少一个分隔件包括从所述等离子体辐射源发出的多条线相互成角度地延伸的多个分隔件。

9. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中, 所述格栅包括伸长的格栅元件, 所述伸长的格栅元件在从所述等离子体源到所述翼片阱的第一方向上比在横截所述第一方向的第二方向上延伸更远。

10. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中, 所述格栅的格栅开口的尺寸小于或等于: 在运行期间在所述格栅的等离子体侧由所述等离子体产生的等离子体的德拜长度、乘以 1 减去所述格栅的电势除以位于所述格栅的等离子体源侧的所述等离子体和所述等离子体源的所述电势之间的电势差所得的比值的差值的平方根。

11. 根据权利要求 1 所述的设备, 其中, 所述格栅和所述翼片阱之间的距离至少等于所述翼片阱的半径的一半。

12. 根据权利要求 1 所述的设备, 还包括所述格栅和所述等离子体源之间的第二格栅和第二电势应用电路, 所述第二电压应用电路配置成施加高于由所述电势应用电路施加到所述格栅上的电势的另一电势到所述第二格栅。

13. 一种用于形成辐射束的方法, 所述方法包括步骤:

从等离子体辐射源产生辐射;

使所述辐射传播通过翼片阱; 和

通过施加电势到位于所述等离子体源和所述空间之间的格栅上, 而在所述翼片阱和所述等离子体源之间的空间中产生带正电的离子的净空间电荷, 所述电势的水平使得格栅排斥由所述等离子体辐射源发射的电子。

14. 根据权利要求 13 所述的方法, 还包括相对于所述等离子体源面对所述格栅的表面的电势施加负的电势到所述格栅。

15. 根据权利要求 13 所述的方法, 还包括施加相同的电势到所述格栅和所述等离子体源面对所述格栅的表面。

16. 根据权利要求 13 所述的方法, 还包括将所述格栅和所述翼片阱之间的空间电荷分成位于多个分隔的隔间内的分隔的空间电荷。

17. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中, 所述格栅和所述翼片阱之间

的距离至少等于所述翼片阱的半径的一半。

18. 根据权利要求 13 所述的方法, 还包括步骤: 在所述格栅和所述等离子体源之间用第二格栅收集电子。

19. 一种光刻设备, 包括:

束形成设备, 构造并布置成形成电磁辐射束, 所述束形成设备包括:

等离子体辐射源,

翼片阱, 所述翼片阱设置有基本上平行于来自所述等离子体源的辐射的方向延伸的多个薄翼片, 和

格栅, 所述格栅设置在所述等离子体辐射源和所述翼片阱之间, 其中在所述格栅和所述翼片阱之间设置空间, 和

电势应用电路, 其构造并布置成施加电势到所述格栅上, 使得所述格栅排斥由所述等离子体辐射源发射的电子, 并在所述格栅和所述翼片阱之间产生正的空间电荷, 以将由所述等离子体辐射源发射的离子偏转到所述翼片阱;

图案形成装置, 构造并布置成图案化电磁辐射束; 和

投影系统, 构造并布置成将所述图案化的电磁辐射束投影到衬底上。

20. 一种形成辐射束的方法, 所述方法包括步骤:

从等离子体辐射源产生辐射;

使所述辐射传播穿过翼片阱; 和

施加电势到位于所述等离子体辐射源和所述翼片阱之间的格栅, 所述电势的水平是使得格栅排斥由所述等离子体辐射源发射的电子, 其中在所述翼片阱和所述等离子体源之间的空间内产生带正电的离子的空间电荷。

具有等离子体辐射源的设备和形成辐射束的方法以及光刻设备

技术领域

本发明涉及一种用于使用等离子体辐射源形成辐射束的设备、一种形成辐射束的方法以及一种光刻设备。

背景技术

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。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或掩模版的图案形成装置用于生成在所述 IC 的单层上待形成的电路图案。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，图案的转移是通过把图案成像到设置在衬底上的辐射敏感材料（抗蚀剂）层上进行的。通常，单独的衬底将包含被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：所谓步进机，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；以及所谓扫描器，在所述扫描器中，通过辐射束沿给定方向（“扫描”方向）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。也可能通过将图案压印（imprinting）到衬底上的方式从图案形成装置将图案转移到衬底上。

美国专利申请出版物第 2005/0279946 号描述了等离子体源用于产生用于光刻的 EUV 辐射。该文中记载，等离子体源还发射不想要的离子和电子，这些离子和电子会引起收集所产生的 EUV 辐射的收集装置反射镜的损坏。人们提出了多种方法来消除这种颗粒。首先，提出一种位于等离子体源和收集装置反射镜之间的 EUV 辐射路径上的与磁场结合的翼片阱。作为替换，提出一种位于从等离子体源到收集装置反射镜的 EUV 路径上的与磁场结合的格栅。格栅横穿 EUV 辐射传播的方向延伸。格栅用作减

慢传播穿过格栅的离子，以使得它们的轨迹对磁场更敏感。

美国专利第 6,906,788 号中描述了使用设置在辐射系统和光学元件之间的束路径上的第一掩蔽物。施加正电压到第一掩蔽物上以将带正电的粒子从光学元件排斥走。在束的路径上、该掩蔽物的至少一侧设置第二掩蔽物，施加负电压到第二掩蔽物上以将带负电的粒子从第一掩蔽物上排斥离开。

已经发现，翼片阱可以有效地防御慢离子。不幸的是，翼片阱不能有效地防御很快的离子（例如具有对应大于 10keV 的动能的离子）。

发明内容

本发明旨在减少对使用等离子体源产生 EUV 辐射的光刻设备中的反射镜的损坏。

根据本发明的一方面，提供一种用于形成电磁辐射束的设备。该设备包括等离子体辐射源和翼片阱，该翼片阱设置有基本上沿平行于所述等离子体源的辐射的方向延伸的多个薄翼片。在所述等离子体辐射源和所述翼片阱之间设置格栅。在所述格栅和所述翼片阱之间设置空间。该设备还包括电势应用电路，所述电势应用电路构造并布置成施加电势到所述格栅，使得所述格栅排斥由所述等离子体辐射源发射的电子并且在所述格栅和所述翼片阱之间产生正的空间电荷，以将由所述等离子体辐射源发射的离子偏转到所述翼片阱。

根据本发明的另一方面，提供一种用于形成辐射束的方法。所述方法包括步骤：从等离子体辐射源产生辐射；使所述辐射传播通过翼片阱；施加电势到位于所述等离子体源和所述翼片阱之间的格栅上，电势的水平使得格栅排斥由所述等离子体辐射源发射的电子，其中在所述翼片阱和所述等离子体源之间的空间内产生带正电的离子的空间电荷。

根据本发明的另一方面，提供一种用于形成辐射束的方法。该方法包括步骤：从等离子体辐射源产生辐射；使所述辐射传播穿过翼片阱；和通过施加电势到位于所述等离子体源和所述空间之间的格栅上，而在所述翼片阱和所述等离子体源之间的空间产生带正电的离子的净空间电荷，电势的水平使得格栅排斥由所述等离子体辐射源发射的电子。

根据本发明的还一方面，提供一种光刻设备，其包括：用于形成电磁辐射束的包括等离子体辐射源的设备 and 设置有基本上沿平行于来自所述等离子体源的辐射的方向延伸的多个薄翼片阱。格栅设置在所述等离子体辐射源和所述翼片阱之间。在所述格栅和所述翼片阱之间设置空间。所述设备还包括电势应用电路，所述电势应用电路构造并布置成施加电势到所述格栅上，使得所述格栅排斥由所述等离子体辐射源发射的电子并在所述格栅和所述翼片阱之间产生正的空间电荷，以将由所述等离子体辐射源发射的离子偏转到所述翼片阱。所述光刻设备还包括：构造并布置成图案化电磁辐射束的图案形成装置；和构造并布置成将所述图案化的电磁辐射束投影到衬底上的投影系统。

附图说明

下面仅通过示例的方式，参考附图对本发明的实施例进行描述，其中示意性附图中相应的附图标记表示相应的部件，在附图中：

图 1 示出根据本发明实施例的光刻设备；

图 2 示出根据本发明实施例的用于形成辐射束的设备；

图 3a 示出根据本发明另一实施例的用于形成辐射束的设备；

图 3b 示出图 3a 中示出的设备的一部分的横截面视图；

图 4 示出根据本发明另一实施例的用于形成辐射束的设备；

图 5a 示出根据本发明另一实施例的用于形成辐射束的设备的一部分；

和

图 5b 示出图 5a 中示出的设备的一部分的横截面视图。

具体实施方式

图 1 示意地示出了根据本发明的一个实施例的光刻设备。所述光刻设备包括：照射系统（照射器）IL，其配置成用于调节辐射束 B（例如，紫外（UV）辐射或极紫外（EUV）辐射）；支撑结构（例如掩模台）MT，其构造成用于支撑图案形成装置（例如掩模）MA，并与配置用于根据确定的参数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，其构造成用于保持衬底（例如涂覆有抗蚀剂的晶片）W，

并与配置用于根据确定的参数精确地定位衬底 W 的第二定位装置 PW 相连；和投影系统（例如折射式投影透镜系统）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（例如包括一根或多根管芯）上。

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。

所述支撑结构 MT 支撑，也就是负载图案形成装置 MA 的重量。支撑结构 MT 以依赖于图案形成装置 MA 的方向、光刻设备的设计以及诸如图案形成装置 MA 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。支撑结构 MT 可以采用机械的、真空的、静电的或其它夹持技术以保持图案形成装置 MA。所述支撑结构 MT 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 MT 可以确保图案形成装置 MA 位于所需的位置上（例如相对于投影系统）。在这里任何使用的术语“掩模”或“掩模版”都可以认为与更上位的术语“图案形成装置”同义。

这里所使用的术语“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的目标部分上的所需图案完全相符（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。

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。

这里使用的术语“投影系统”应该广义地解释为包括任意类型的投影

系统，投影系统的类型可以包括折射型、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，如对于所使用的曝光辐射所适合的、或对于诸如使用浸没液或使用真空之类的其他因素所适合的。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。

如这里所示的，所述设备可以是反射型的（例如，采用反射式掩模）。替代地，所述设备是透射型的（例如，采用透射式掩模）。

所述光刻设备可以是具有两个（双台）或更多衬底台（和/或两个或更多的掩模台）的类型。在这种“多台”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。

参照图 1，所述照射器 IL 接收从辐射源 SO 发出的辐射束。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 AD。通常，可以对所述照射器 IL 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，例如积分器和聚光器。可以将所述照射器 IL 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。

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来形成图案。已经穿过掩模 MA 之后，所述辐射束 B 通过投影系统 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 IF（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，例如在从掩模库的机械获取之后，或在扫描期间，可以将所述第一定位装置 PM 和另一个位置传感器 IF1 用于相对于所述辐射束 B 的路径精确地定位掩模 MA。通常，可以通过形成所述第一定位装置 PM 的一部分的长行程模块（粗定位）和短行程模块（精定位）的帮助来实现掩模台 MT 的移动。类似地，可以采用形成所述第二定位装置 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。在步进机的情况下（与扫描器相反），掩模台 MT 可以仅与短行程致动器相连，或可以是固定的。可以使用掩模对准标记 M1、M2 和衬底

对准标记 P1、P2 来对准掩模 MA 和衬底 W。尽管所示的衬底对准标记占据了专用目标部分，但是它们可以位于目标部分之间的空间（这些公知为划线对齐标记）中。类似地，在将多于一个的管芯设置在掩模 MA 上的情况下，所述掩模对准标记可以位于所述管芯之间。

可以将所示的设备用于以下模式中的至少一种中：

1. 在步进模式中，在将掩模台 MT 和衬底台 WT 保持为基本静止的同时，将赋予所述辐射束 B 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。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。

2. 在扫描模式中，在对掩模台 MT 和衬底台 WT 同步地进行扫描的同时，将赋予所述辐射束 B 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。在扫描模式中，曝光场的最大尺寸限制了单一动态曝光中所述目标部分 C 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部分 C 的高度（沿所述扫描方向）。

3. 在另一个模式中，将用于保持可编程图案形成装置的掩模台 MT 保持为基本静止，并且在所述衬底台 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。

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。

图 2 示出辐射源组件，按照图中顺序包括等离子体源 20、格栅 22、翼片阱 24 和收集装置反射镜 26，设置成允许电磁辐射（这里简称辐射，优选是 EUV 辐射）在壁 27 之间从等离子体源 20 传递到收集装置反射镜 26。此外，辐射源包括耦合在格栅 22 和等离子体源 20 之间的电压源 28。翼片阱 24 可以包括基本上平行于从等离子体源 20 到收集装置反射镜 26 的辐射的方向延伸的薄翼片。在示出的实施例中，翼片阱 24 包括翼片 25，

每个翼片沿来自等离子体源 20 的辐射的方向延伸，每个翼片具有横贯辐射方向的平面内的横截面，其中该横截面比在辐射方向上的翼片面积小，例如小于该面积大小的十分之一，或小于该面积大小的百分之一。在翼片 25 之间，来自等离子体源 20 的辐射可以传播到收集装置反射镜。翼片 25 用作捕获传播方向偏离 EUV 辐射的传播方向的带电粒子。可以从 EP 1391785 中获得有关翼片阱的更多信息。格栅 22 和翼片阱 24 彼此以预定距离放置。该距离选择成足够大以允许在格栅 22 和翼片阱 24 之间形成离子的净空间电荷，净空间电荷足够大以便产生以足够角度偏转快离子以使这些离子从它们直的路径偏离并将这些离子捕获到翼片阱 24 的翼片上的电场。在一个实施例中，预定距离在大约 10 到大约四十毫米之间。优选地，格栅 22 是平的平面格栅，但是可选地，可以使用弯曲的格栅。至少部分格栅 22 具有横贯从等离子体源 20 到翼片阱 24 的虚拟线的切面（也就是，与该线正交或与该线成不等于 90 度的非零角）。在一个实施例中，使用具有与该虚拟线成非 90 度角的平面的至少部分平面格栅。这样可以避免旋转对称轴线。没有轴对称且没有沿 EUV 束方向具有零偏转电场对偏转快离子是有益的。

应该说明的是，示出了相对简单的布置，其仅覆盖小的立体角（众所周知，立体角是在三维空间中连续的方向收集）。在实际使用中，可以使用来自等离子体源 20 的跨过更宽的立体角的辐射。在这种情况下，可以使用在这样更宽的立体角上延伸的格栅 22，格栅具有形状为球面的一扇区的表面（例如，从极点到某一纬度）。可选地，可以使用由多个直的平面格栅部分组成的格栅，其中以非零角相对彼此设置这些部分，使得该组部分接近球面扇区。类似地，翼片阱 24 可以在更大的立体角上以实际上已知的方式延伸。

电压源 28 用作施加电势到格栅 22 的电势应用电路。格栅 22 具有开口，开口的尺寸使得在由电压源 28 施加的电势下格栅 22 可用作从等离子体源 20 到达格栅 22 的电子的阻挡装置。电压源 28 具有耦合到格栅 22 的第一端子和耦合到地的第二端子。等离子体源 20 的电极和翼片阱 24 也耦合到地。电压源 28 设计成使第一端子（从而是格栅）的电势低于面向格栅 22 的等离子体源 20 的表面的电势。该表面的电势可以随时间变化。在

这种情况中，在从等离子体源 20 扩展的等离子体达到格栅 22 时，第一端子（从而是格栅）的电势被形成为低于等离子体源 20 的表面的电势。在这时，等离子体源的阳极和阴极通常处于相同的电位。作为可选的实施例，等离子体源 20 和翼片阱 24 可以处于浮动电势。

正如所提到的，在扩展的等离子体到达格栅 22 时，等离子体源 20 的阳极-阴极系统的两个电极可以具有相同的电势。等离子体源内的主要的产生 EUV 的放电将在该时刻结束。应该理解到，等离子体源 20 的这种被称为“等离子体源电势”的电势不一定是地电势或周围的壁 27 的电势。相反，它是格栅 22 和等离子体源 20 面向格栅 22 的表面之间的电势差。应该认识到，电压源 28 的第二端子、等离子体源 20 和翼片阱 24 的接地仅是用以控制这种电势差的一种可能的电学配置的示例。

在运行时，格栅 22 被施以电势，该电势引起格栅 22 产生对方向为从等离子体源 20 到格栅 22 的正电荷施加作用力的电场，以便使格栅排斥电子而吸引（带正电的）离子。最终的场阻止至少一部分由等离子体源 20 发射的电子通过格栅 22。电势使得格栅 22 通过（甚至加速）来自等离子体源 20 的正离子。结果，至少在来自等离子体源 20 的平均净等离子体电流为零的时候，在格栅 22 和翼片阱 24 之间的空间中建立了净的正的空间电荷。

建立在格栅 22 和翼片阱 24 之间的空间中的净的正的空间电荷产生偏转从等离子体源 20 朝向翼片阱 24 传播的离子的电场。结果，相对于无格栅的情况，通过翼片阱 24 应该捕获更多的离子。已经发现，这种效应还有效地捕获不能有效地通过没有前面所述的格栅 22 的常规翼片阱中途截取的快离子。例如在使用 Z 箍缩等离子源的情况中快离子可以是特定的问题。为了实现偏转效应，在格栅 22 和翼片阱 24 之间需要特定最小量的空间，以给空间电荷提供空间。在翼片阱的立体角小时，格栅 22 和翼片阱 24 之间的距离优选至少与翼片阱 24 的直径的大小处于相同量级，例如是横贯等离子体源 20 和翼片阱 24 之间的虚拟线的翼片阱 24 的横截面的半径的至少四分之一，更优选地，是该半径的至少一半。在一般的示例中，使用至少 10 毫米的距离。在大的立体角上收集辐射时，可以使用类似的距离，但应该是至少等于翼片阱的连续翼片之间距离的多倍（例如 10 倍）。

格栅 22 和翼片阱 24 之间的距离的上限通常由可用的空间决定，而不由偏转的有效性的因素来确定。在通常的示例中，可以使用达到四十毫米的距离，但是如果空间允许，则可以使用更大的距离。在一个实施例中，电压源 28 配置成相对地施加 0 到五百伏负电势到格栅 22，或在等离子体源 20 的外部不是地电势的情况下施加相对于等离子体源的 0 到五百伏负电势到格栅 22。

偏转电场归因于格栅 22 上的正电荷的梯度。为了增大这个梯度，设备可以包括邻近等离子体源 20 和格栅 22 之间的空间的壁 27。在一个实施例中，使用导电壁，并且导电壁保持与格栅 22 相同的电势。离子的净空间电荷趋向于在壁 27 附近形成，因而在那里产生对其他离子具有偏转效应的少量的正电荷。当在一个大的立体角上收集 EUV 辐射时，壁 27 的使用更有利。

当翼片阱 24 具有浮动电势时，翼片阱 24 将带正电，也增大了系统的有效性，尽管在这种情况下存在寄生崩溃（parasitic breakdown）的风险，这可以引入附加类型的碎片粒子。

在另一实施例中，格栅 22 可以设置成地电势（或者更一般地，设置成与等离子体源 20 的面对的表面电势相同）。在这种情况下，电压源 28 可以是简单的接地。本实施例起作用是因为等离子体倾向于相对于周围结构（例如等离子体源 20 的面对的表面）形成净的正的电势，因为电子比带正电的离子倾向于更快被吸收。因此，即使格栅 22 与等离子体源 20 的表面处于相同电势（例如，地电势），格栅 22 将对电子具有排斥效应（对离子具有吸引效应）。感兴趣的是格栅 22 对等离子体中的电子的排斥效应（和其相应地对离子的吸引效应）。然而，相对于周围结构对格栅 22 使用负电势可以使得空间电荷的产生更有效并且可以允许使用具有更大的网眼间距的格栅 22。

在一个实施例中，格栅 22 由平行导电元件的至少两个阵列组成，不同阵列的元件彼此交叉。导电元件可以是格栅的组成部分，或者是网织状元件。可选地，可以使用将机加工的孔刻蚀到其中的格栅。因而，格栅具有开口。作为另一变体，在格栅 22 中可以仅使用平行的导电元件的阵列。任何结构的格栅 22 都是可以的，只要其提供大的光透明度和用作阻挡电

子的有限尺寸的电开口。

在一个实施例中，开口的尺寸（这里定义为从格栅的（直的或弯曲的）平面中的点到位于格栅 22 的导电元件上的最靠近的点的最大间距）优选为非常小，以便电子在任何位置被格栅 22 排斥。这可以通过使得所述尺寸小于或等于位于格栅 22 的等离子体源一侧上的等离子体的德拜长度数量级的长度。正如所熟知的，德拜长度是等离子体的固有性质。随着离电荷的距离增加，等离子体逐渐增大屏蔽带电区域（例如格栅 22 的元件）的效果。依赖于等离子体中的扩散系数和电子迁移率的德拜长度表示特征距离，在该特征距离处的这种屏蔽开始凸现出来。

通过给格栅 22 施加更大的负电势，可以使用具有更大尺寸的开口并且仍然排斥电子。大尺寸的开口具有通过更多 EUV 辐射的优点。负的电势有助于增大开口中心处对电子的阻挡。最大尺寸 L 优选小于或等于（更优选地，基本上等于）：

$$L = R_d * \sqrt{1 - V_g / V_p}$$

其中，“ R_d ”是等离子体的德拜长度，“ $\sqrt{}$ ”是平方根函数， V_g 是格栅电势， V_p 是等离子体电势（等离子体电势和等离子体源 20 的外部电势之间的差值，或在等离子体源在相关时间点处位于地电势的实施例中等离子体电势和地电势之间的差值）。因而，对于零格栅电压和负格栅电压，最大的格栅开口优选至少等于等离子体的德拜长度（ R_d ）。当格栅 22 的负电势更低时，可以使用更大的开口，这允许更多的辐射通过。在一个典型的示例中，L 选择在大约 0.05 到大约 1 毫米范围内。这提供用以基本上阻挡电子的足够小的开口和充分大的光透明度。

在使用时，通过快离子对格栅 22 的刻蚀可能是问题，这必须定期替换格栅 22。通过使用具有更大厚度（例如具有大约 100 μm 的尺寸）的格栅 22 并且格栅 22 沿穿过格栅传播的方向的长度为大约 1mm，可以延长替换周期。

图 3a 示出一个实施例，其中附加的分隔件 30（示出一个）已经包括在格栅 22 和翼片阱 24 之间的空间内。优选地，分隔件 30 是导电的，并

且优选地，它们的电势保持与格栅 22 的电势相等。图 3b 示出分隔件 30 的横截面。在一个实施例中，分隔件 30 可以通过延长翼片阱 24 的翼片的一部分进入整个翼片阱 24 和格栅 22 之间的空间来实现。分隔件 30 将格栅 22 和翼片阱 24 之间的空间内的空间电荷分成独立的空间电荷。可以看到，所述空间电荷的边缘附近的边缘区域对于偏转离子最有效。当使用大面积的空间电荷，空间电荷的直径大于所述边缘区域，使得空间电荷区域的一部分不会最佳地有利于偏转。位于格栅 22 和翼片阱 24 之间的空间内的分隔件 30 具有形成更小空间电荷区域的效果，其中具有最佳偏转性能的边缘区域形成更大的部分。因而，实现了更有效的偏转。优选地，分隔件 30 将格栅 22 和翼片阱 24 之间的空间分成大约相同长度（沿从格栅 22 到翼片阱 24 的方向）相同宽度（横贯所述方向）的隔间。已经发现，这能获得最佳的结果。在一个示例中，分隔件 30 之间（当沿径向设置分隔件时，是分隔件的径向顶端之间）可以使用大约 10 到大约 40 毫米的距离。在一个实施例中，隔间的直径（在与从格栅 22 到翼片阱的虚拟线相正交的平面中相邻分隔件 30 之间的最长虚拟线的长度）是格栅 22 和翼片阱 24 之间的距离的大约一半到两倍之间。

翼片阱 24 的连续翼片 25 之间的距离通常比分隔件 30 之间的距离小得多，使得连续翼片 25 之间不会形成在翼片阱 24 内具有相关的偏转效应的空间电荷。在一个示例中，连续的翼片之间的距离（在径向顶端处）大约是一毫米或两毫米。相反，在分隔件 30 之间应该使用足够的空间，以允许形成空间电荷。因而，当通过延长翼片阱 24 的翼片来形成分隔件 30 时，应该仅仅延长翼片阱 24 的部分翼片 25（例如 5 到 30 个翼片之间一个延长）以形成分隔件 30。作为替换，可以使用不是翼片阱 24 的延长的分隔件 30。然而，使用延长的翼片阱 24 作为分隔件 30 可以简化构造。

格栅 22 可以是基本上平的格栅（其中开口的尺寸大于格栅的厚度）。在另一实施例中，开口的尺寸小于格栅的厚度。因而，开口的壁沿从格栅 22 到翼片阱 24 的方向延伸一段距离，该距离大于它们的横贯该方向的尺寸。这对改善格栅 22 的冷却有利。然而，优选地，对格栅的元件沿格栅 22 到翼片阱 24 方向的延伸进行限制以防止格栅 22 用作了捕获离子的加强的翼片阱。当用格栅 22 在格栅 22 和翼片阱 24 之间的空间内从等离子体

源 20 传播到格栅 22 的离子形成空间电荷，不希望格栅 22 捕获太多的离子。优选地，在格栅 22 中使用最多 10 倍于开口直径的开口程度。

虽然已经示出了具有格栅和翼片阱的单一结构，应该理解到，在实施例中可以使用这类多个连接结构，彼此相邻设置以覆盖大立体角的 EUV 源。图 5a 和 5b 示出了具有多个分隔件 30 的实施例，这些分隔件设置成以规则的间隔覆盖从等离子体源（未示出）到翼片阱（未示出）的辐射的横截面（例如如图 5b 所示的分隔件 30 的蜂巢结构的横截面）。可以使用其他布置，以二维的隔间来分隔格栅 22 到翼片阱之间的空间。正如所示出的，格栅 22 可以具有球的一部分的形状，覆盖了大的立体角，或者格栅可以包括平的平面部分。分隔件 30 可以是方向平行于从等离子体源到分隔件 30 位置的束的一组多个平的表面（flat surface）。这样，代替如图 3b 所示的所有分隔件从其延伸的单个中心线，存在多个中心线，每条中心线对应于一组从该中心线延伸的分隔件。这些中心线是从等离子体源 20 发射出的虚拟的线（例如沿二维方向格栅）。在图 5b 的示例中，分隔件之间的交叉形成这样的线。

在实施例中，引入气流到翼片阱 24 中以去除来自格栅 22 和翼片阱 24 的二次飞溅碎片。在这个实施例或另一实施例中，可以在等离子体源 20 和格栅 22 之间增加附加的翼片阱（例如，转动的翼片阱，未示出）。这进一步减少了离子的数量和格栅的污染物的数量。

图 4 示出一个实施例，其中在等离子体源 20 和格栅 22 之间增加了附加格栅 40。附加格栅 40 通过附加的电压源 42 耦合到地。附加格栅 40 用来减少被格栅 22 吸引的电子的数量。附加格栅 40 形成比等离子体源 20 和壁更靠近格栅 22 的等离子体电子的接收器。这增大了格栅 22 后面的体积空间电荷，从而增大了偏转电场。附加格栅 40 导致更有效的电子捕获。没有附加格栅 40，等离子体电子将仅在离格栅 22 更大距离处在等离子体源或壁上被捕获。这些结构的电阻将会是大的，这减小被捕获的电子和空间电荷的数量。优选地，附加格栅 40 具有比格栅 22 大的空间范围（例如沿朝向等离子体源 20 的方向上，提供与等离子体的较好接触）并且附加格栅 40 具有比格栅 22 更大的开口尺寸。

虽然在本文中详述了光刻设备用在制造 ICs（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（LCDs）、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，例如为产生多层 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。

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、355、248、193、157 或 126 nm 的波长）和极紫外（EUV）辐射（例如具有 5-20nm 范围的波长），以及粒子束，例如离子束或电子束。

在允许的情况下，术语“透镜”可以表示不同类型的光学构件中的任何一种或其组合，包括折射式的、反射式的、电磁式的和静电光学构件。

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，本发明可以采用包含用于描述一种如上面公开的方法的一个或更多个机器可读指令序列的一个或更多个计算机程序的形式，或具有存储其中的所述一个或更多个计算机程序的一个或更多个数据存储介质（例如半导体存储器、磁盘或光盘）的形式。

以上描述旨在进行解释，而不是限制性的。因而，本领域普通技术人员可以理解，在不脱离下述权利要求的保护范围的前提下可以对所描述的发明进行变更。

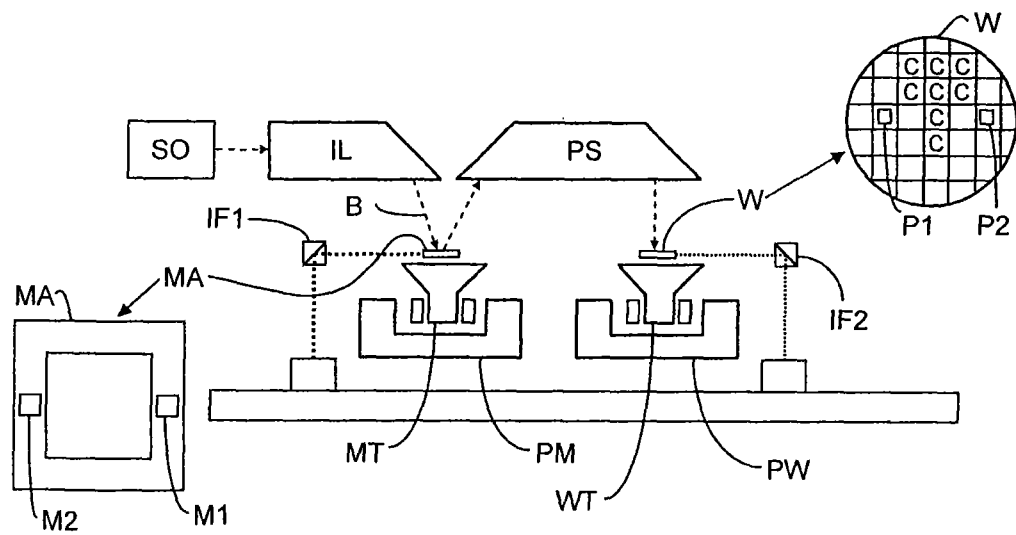


图 1

—

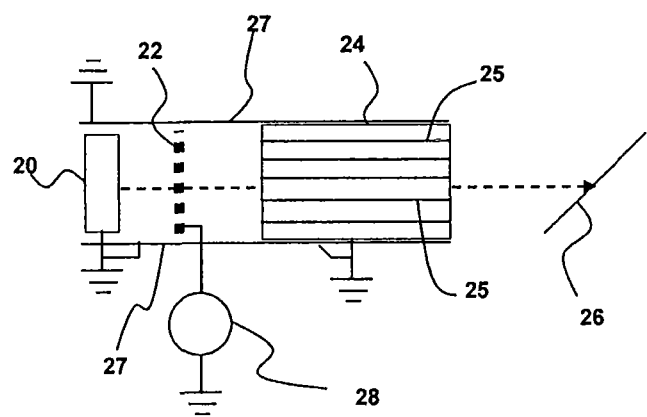


图 2

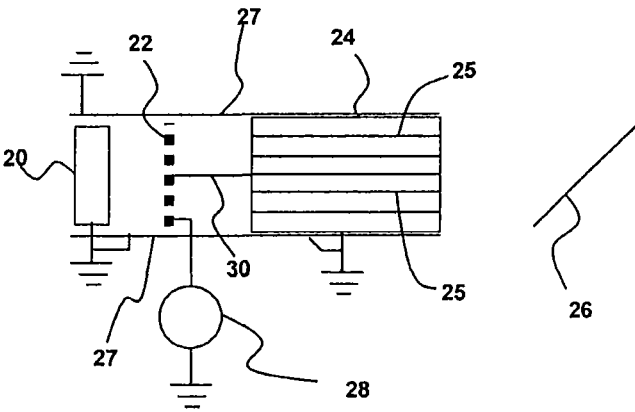


图 3a

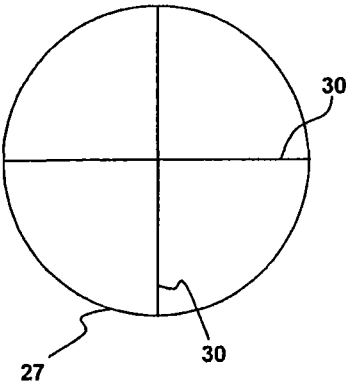


图 3b

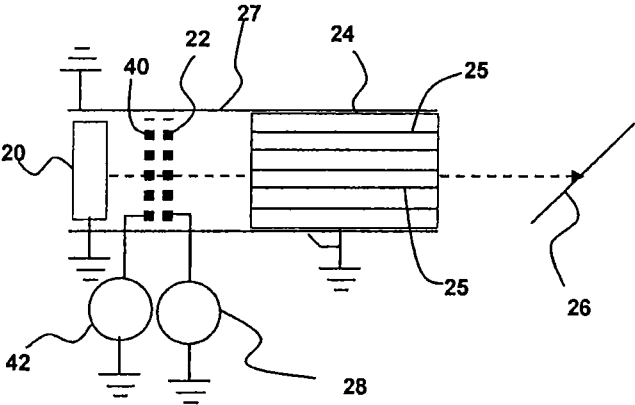


图 4

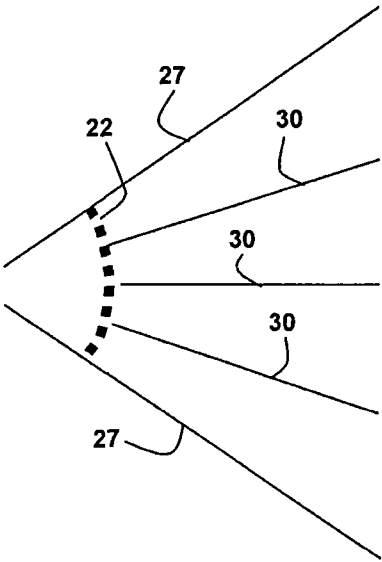


图 5a

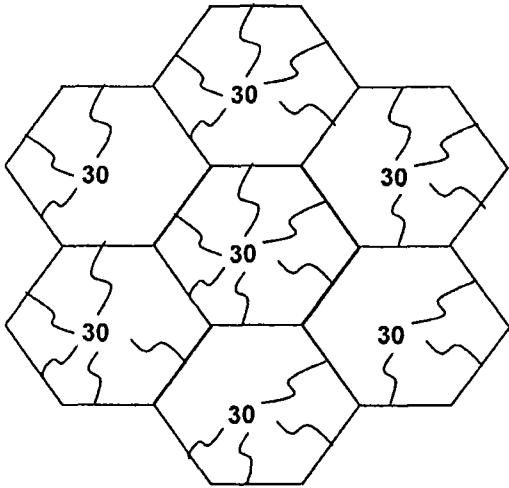


图 5b