



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03805657.7

[43] 公开日 2005 年 7 月 13 日

[11] 公开号 CN 1638883A

[22] 申请日 2003.3.11 [21] 申请号 03805657.7

[30] 优先权

[32] 2002.3.12 [33] DE [31] 10211611.3

[86] 国际申请 PCT/EP2003/002464 2003.3.11

[87] 国际公布 WO2003/076086 德 2003.9.18

[85] 进入国家阶段日期 2004.9.10

[71] 申请人 卡尔蔡司 SMT 股份公司

地址 德国上科亨

[72] 发明人 J·吕德克 C·查策克

A·帕茨迪斯 J·乌尔曼

A·米尔普福尔德特 M·蒂尔

S·维斯纳

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

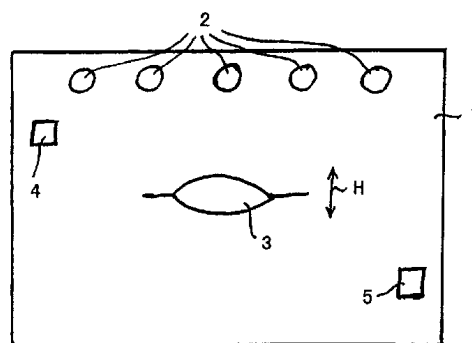
代理人 刘维升 马崇德

权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

[54] 发明名称 清洁光学表面的方法和装置

[57] 摘要

本发明涉及一种利用 UV 射线在清洁气体中对射束导向透镜的表面进行去污的方法和装置。按照本发明,所用的 UV 射线的波长在强吸收氧的区域,清洁气体中的氧浓度低于空气中的氧浓度。



1.一种对射束导向镜片的表面，特别是微光刻投影曝光仪的光学部件的表面进行去污的方法，其中

- 5 -在一种清洁气体中用 UV 射线对待清洁的表面进行辐照，
其特征在於：

-作为 UV 清洁射线，选择其波长位于强吸收氧的区域，作为清洁气体，选择其氧浓度小于空气中的氧浓度。

- 2.如权利要求 1 的方法，其特征还在于：清洁气体中的氧浓度低于 1%，
10 优选低于 0.1%。

3.如权利要求 1 或 2 的方法，其特征还在于：作为 UV 清洁射线，采用波长大约为 172 纳米的 Xe 放电灯的受激二聚物射线，或者一种 Hg 低压灯的射线。

- 4.一种用于对射束导向镜片的表面，特别是微光刻投影曝光仪的光学部件
15 的表面去污的装置，包括

-一个或多个 UV 辐射源 (2)，用于产生 UV 清洁射线，
-用于提供可预先规定的清洁气体的设备 (4、5)，
其特征在於：

- UV 清洁射线的波长在强吸收氧的范围内，所述用于提供清洁气体的设备
20 的设计使得该清洁气体中的氧的浓度低于空气中的氧浓度。

5.如权利要求 4 的装置，其特征还在于：所述用于提供清洁气体的设备的设计使得其提供氧浓度低于 1%，优选 0.1%的清洁气体。

6.如权利要求 4 或 5 的装置，其特征还在于：各 UV 射线源包括其辐射波长大约为 172 纳米的 Xe 放电灯，或者低压汞灯。

- 25 7.如权利要求 4 至 6 中任一项的装置，其特征还在于：包括清洁室 (1)，该室具有清洁区，该区域内可放入待清洁的物品，还包括多个在清洁室内隔开设置的并作用在所述清洁区的 UV 射线源 (2)，所述提供清洁气体的设备包括用于引导清洁气流穿过所述清洁区的设备。

8.如权利要求 4 至 6 中任一项的装置，其特征还在于：其整装在光学结构组件中。

- 30 9.如权利要求 8 的装置，其特征还在于：所述光学结构组件为微光刻投影曝光仪的一部分。

清洁光学表面的方法和装置

5 本发明涉及一种用于清洁射束导向镜片（Optiken）表面的方法和装置，其在一种清洁气体中使用 UV 射线进行清洁。这种方法和装置例如用于清洁透镜的表面以及在射束导向镜片中的其它光学部件的表面，例如微光刻（Mikrolithographie）投影曝光仪中的光学部件的表面。

现代的微光刻投影曝光仪以波长非常短的射线工作，这种波长非常短的射线在大约 100 纳米至大约 300 纳米之间的超紫外线（DUV）区，尤其是例如 157 纳米的激光束。在这种曝光仪中，在曝光射线射到的射束导向镜片的表面上的污物会由于吸收和/或散射造成很大的干扰。所述清洁方法就是用于将这种污物去除或至少将其减少到合格的程度。

在 DE19830438A1 中描述了一种用于此目的的清洁方法以及附属组装在微光刻投影曝光仪中的清洁装置。在该文献所描述的技术中，除了用作曝光光源的 DUV 受激二聚物激光器外，还设置了第二 UV 光源作为清洁光源，例如宽带 DUV 受激二聚物激光器，或者 222 纳米的 UV 受激二聚物灯。组装在投影曝光仪中的清洁光源在曝光光源的曝光脉冲中被激活。与此同时，将清洁气流对准需清洁的表面，该文献建议使用含臭氧或含氧气流。特别是使用含氧量高于空气的气流，因为清洁效果是以清洁气流中相当高的含氧浓度为条件的。

已知这种将 UV 射线与富氧或含臭氧的气体组合使用达到的清洁作用也可用于清洁基底表面，例如玻璃基底和晶片的表面。例如参看 JP07288109A 公开件，该文献中建议将 Xe 受激二聚物射线（例如 172 纳米波长的）与一种含臭氧的清洁气体或空气组合。氧气被认为对于氧化有机污物并形成相应浓度的亲水基团是必不可少的。由于大量的氧气吸收，172 纳米波长范围内的 UV 清洁射线的射程比较小，克服这一难点的办法是，将被清洁的表面移动到离 UV 清洁光源足够近，例如小于 3mm 的距离，或者采用较大波长的 UV 清洁射线，例如 185 纳米或 254 纳米。

采用相同波长的激光来清洁导向波长较短的激光射线（例如 157 纳米）的射束导向镜片的表面虽然是可行的，但是施行起来非常昂贵，并仅限于几平方

毫米之小的待清洁表面。

对此本发明的目的是提供一种开头所述的方法和装置，利用这种方法和装置，可以可靠地从射束导向镜片的表面，特别是导向波长范围为等于或小于 157 纳米的 DUV 激光束的射束导向镜面的表面清除掉干扰性污物，其成本较低，

5 而且可适用于较大的表面区域。

本发明通过提供一种具有权利要求 1 的特征的方法及一种具有权利要求 4 的特征的装置来解决该问题。

按照本发明，将一种具有一定波长的紫外线用于清洁，该波长在氧吸收较强的范围内，并通过采用一种比空气中的氧浓度低的气体作为清洁气体，来解决由于吸收大而导致清洁射线的射程小的问题。研究表明，通过将一种这样的清洁射线与一种贫氧或无氧的清洁气体组合，对于那种导向短波 UV 激光射线（例如 157 纳米）的射束导向镜片，例如以 DUV 射线工作的微光刻投影曝光仪的射束导向镜片，也可以达到充分好的清洁效果。

在按照权利要求 2 或 5 的本发明的有利扩展方案中，清洁气体中的氧浓度
15 低于 1%，优选低于 0.1%。

在按照权利要求 3 和 6 的有利的方案中，清洁射线由具有 172 纳米波长的 Xe 放电灯或由汞低压灯产生。在这两种情况下，与采用波长范围在大约 157 纳米的短波激光射线相比，可以在清洁效果足够的情况下，将成本降低很多。

按照权利要求 7 的扩展的清洁装置包括清洁室，该室带有可放置为清洁其
20 表面的例如光学部件的清洁区。多个隔开一定距离设置的 UV 辐射源用于清洁，它们在所述清洁区工作，一种贫氧或无氧的清洁气体可以流过整个清洁区。

在按照权利要求 8 的本发明的有利的扩展方案中，该清洁装置整装在光学结构组件中，使得其光学部件的表面在所述结构组件运行后有时也可被清洁。在这种措施的有利的实施形式中，按照权利要求 9 的光学结构组件为微光刻投影曝光仪的一部分，使得其光学部件的表面可以按需被清洁。
25

本发明的几个有利的实施方案在附图中示出，下面将对其描述。

图 1 为要在其中放置光学部件的用于表面清洁的清洁室的侧视图。

图 2 为曲线图，示出在图 1 所示的装置中以不同的氧分压的清洁气体清洁的光学部件的总透射率与波长的关系。

30 图 3 为比较曲线图，比较用图 1 所示的装置清洁的光学元件与以 157 纳米

的激光射束清洁的光学部件的清洁时间与透射率的关系。

图 1 示出了按照本发明的用于清洁光学部件表面的装置的一部分。正如图 1 所示, 该清洁装置包括气密的清洁室 1, 多个 UV 辐射源 2 彼此隔开地设置在室 1 内的上侧, 以使 UV 射线射向该室的中部, 该中部为清洁区。可以将光学部件放在该清洁区域内, 以对其表面去污或清洁, 作为一个例子, 图 1 中示出的光学部件为透镜 3 及其所属的支架。清洁气流可以流过室 1 中的该清洁区, 为此, 在室 1 的第一侧壁区中设置有气体入口 4, 在相对的第二侧壁区设置有气体出口 5。所采用的气体输入和送出系统是公知技术, 因此, 在图 1 中没有详细示出。

用氙放电灯作为 UV 辐射源 2, 其辐射出受激二聚物射线, 作为中心波长为 172 纳米、带宽为约 13 纳米的连续光谱。由于多个 UV 辐射源 2 隔开设置, 所以去污射线以不同的角度射出, 在整个清洁区域射线强度是相当均匀的, 因此, 各被清洁的光学部件 3 的朝向 UV 辐射源 2 的表面可以大面积地、均匀地接收去污射线。这样, 不仅可以可靠地清洁基本上平的表面, 而且可以清洁明显不平的表面。为了增大强度, 在背面上装上适合的反射物。可以理解, 根据不同的应用情况, 可以不像图示的那样, 在室 1 的一侧设置 UV 辐射源 2, 而是以另一种方法, 将其分布在清洁室 1 的适合的位置上。

优选的是, 在清洁区设置未示出的支架, 将各被清洁的光学部件 3 装在其上, 该支架在室 1 中可以很灵活地移动, 正如在图 1 中以升降箭头 H 示出的。根据要求, 可以使该支架具有附加的可移动性, 例如, 可以使被清洁的光学部件 3 在室 1 的清洁区内旋转。

事实证明, 为 UV 辐射源 2 所选用的 172 纳米的射线波长对于产生臭氧特别有效, 因为其对于分子氧(O_2)的吸收几乎最大。为此所用的 Xe 放电灯的 UV 辐射率高, 这使得被清洁的光学部件 3 的热负荷低。有不同结构形式的市售的 Xe 受激二聚物辐射源都适用, 例如 Wipperfurth 的 Radium 公司出厂的。也可以采用辐射谱线在 185 纳米至 254 纳米范围内的低压水银灯, 其谱线强度在非常低的 (VUV) 波长范围内, 但比所有的 Xe 放电灯都要低。

对于由 Xe 放电灯 2 发出的约 172 纳米波长的 UV 射线, 氧气的吸收系数在 5 cm^{-1} 的数量级, 这相当于在纯氧气中 1.4mm 的半值射程和在空气中大约 7 mm 的半值射程。可以根据应用场合选用 0%至空气中的氧气浓度之间的任意

5 的浓度值作为清洁气体, 优选最高大约 1%, 更优选最高 0.1%。对于后者, 半值射程为 10cm 或者更大, 这样, 在弯曲程度很大的表面上, 或者很小的部件的表面上也可毫无问题地引入足够量的去污射线。已表明, 严重弄污的表面在大约 0.1%的氧气浓度的情况下也可以得到有效的清洁。作为清洁气流, 将一种尽可能干净的惰性气体, 例如氮气引导穿过清洁区, 与氧混合以达所需的较低氧浓度。

需要清除的, 例如在 VUV 区工作的光刻镜片中引起干扰的污物首先是烃 (C_xH_y) 和水 (H_2O)。已表明在由烃造成的污染小的情况下, 通常可以根本不在惰性气体清洁气流中加入氧气, 这时, 在惰性气体中的残余氧含量通常只有 10 几 ppm, 甚至于达氧浓度低于 0.1ppm 的, 几乎无氧的气体。于是, 172 纳米的去污射线的射程不再受到吸收的限制, 完全由 UV 射线 2 的几何排列得到。

为了保持干净的清洁气体, 清洁室 1 的各壁由一种能够耐 VUV 射线的材料, 例如去脂并电解抛光的不锈钢构成。例如 5slm 至 50slm 的气流适合于用作清洁气流。清洁气流入口 4 可以设计成气体喷淋, 通过该喷淋, 清洁气流可以 15 对准被清洁的表面引入。

在氧气浓度很小的情况下的清洁效果是归因于烃分子键受到 UV 辐射后的活化或分裂, 然后, 其中的一部分作为 C_xH_y 分子被解吸, 另一部分被由可能存在的残余而形成的臭氧氧化为 CO_2 和 H_2O , 然后又被解吸。已表明通过这种将用于大面积辐射的 UV 辐射场 2 与贫氧或无氧的清洁气体相组合的去污技 20 术, 可以对光学部件和由此构成的组件进行充分有效的并且经济的去污。与采用 157 纳米的激光射线清洁相比, 在此所使用的去污工艺成本明显低, 并且能够进行不限于几个 mm^2 的大面积的清洁。

图 2 和 3 以具体的用图表示的清洁结果证明了按照本发明所获得的清洁效果。特别是在图 2 中示出了一系列试验的结果, 这些结果是在使用不同氧分压 25 的清洁气体的情况下, 用如上所述的 172 纳米的 Xe 受激二聚物射线对涂有抗反射层的同样的光学部件表面进行清洁的试验结果。接着, 测定辐射在所清洁的光学部件上的射线的总透射率, 与波长范围在 120 纳米至 230 纳米之间的波长的关系, 该总透射率, GT, 即反射部分 R 与透射部分 T 的总和。在此使用了四种在 0.34%与 15.8%的不同氧浓度的清洁气体。如图 2 所示, 在所有四种 30 情况下, 都得到了相似的良好清洁效果, 对于 157 纳米的激光射线, 总透射

率大约为 80%，对于更大的波长，则总透射率更高，几乎提高到 100%。

图 3 示出了用昂贵的且只能小面积实现的 157 纳米激光射线清洁与本发明的比较。图 3 所示的试验系列一方面基于按照本发明的清洁工艺，使用了 172 纳米的 Xe 受激二聚物射线，另一方面基于使用能量密度为 $2\text{mJ (兆焦尔)}/\text{cm}^2$ 的 157 纳米激光射线的清洁工艺。两种情况下都是对涂有抗反射涂层的光学部件表面进行清洁。图 3 以清洁过程之后所得到的与清洁辐射时间有关的光学部件透射度的曲线示出了清洁效果。如图 3 所示，按照本发明的使用成本较低
5 的 172 纳米 Xe 受激二聚物射线的清洁过程的效果与昂贵的 157 纳米激光射线的效果相同，按照本发明的去污工艺，如果辐射时间长些，还会得到更好的透射度。
10 度。

在图 1 所示的实施例中，在各个光学部件或组件在实际用于以相应镜片进行射束导向之前，该去污装置用于清洁装在清洁室 1 中的各个光学部件或组件，而在本发明的另一实施方案中，也可以按照本发明的方法对组装或运行后的射束导向镜片进行去污。为此，去污装置构成包括射束导向镜片的装置的整体部
15 分。例如，去污装置可以是微光刻投影曝光仪的一部分，在该曝光仪中，除了射束导向镜片以外，还在适当的位置上设置了一个或多个 UV 去污射线源，并包括清洁气体喷射系统，如在开头所提到的现有技术中所述的去污装置，因此，这里不需给出详细的描述和图示。在这种情况下，不仅在生产过程中的涂覆工艺之前、期间和之后，而且在镜片的安装和曝光仪投产后的调整期间和之后，
20 均可用例如 172 纳米的 Xe 受激二聚物射线与贫氧甚至无氧的清洁气体组合对透镜和投影仪组件的其它光学部件时而进行表面去污处理。

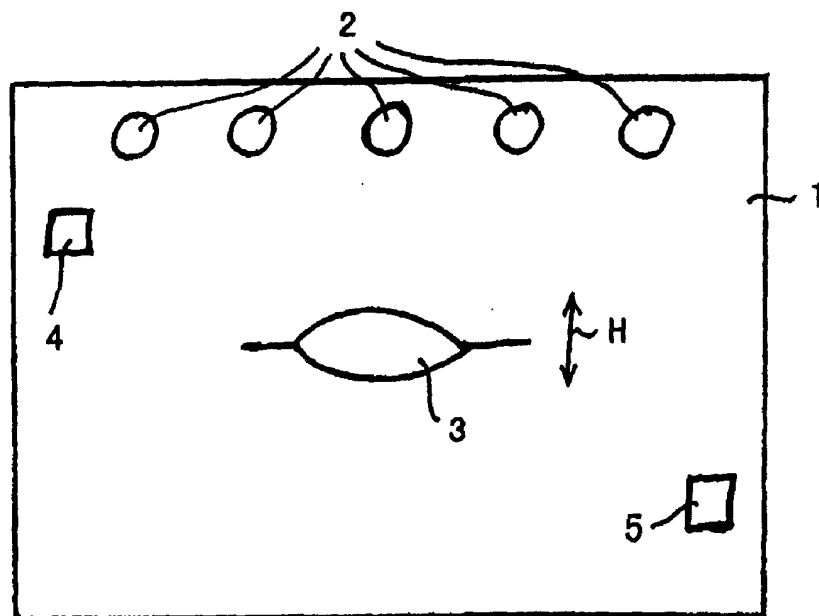


图 1

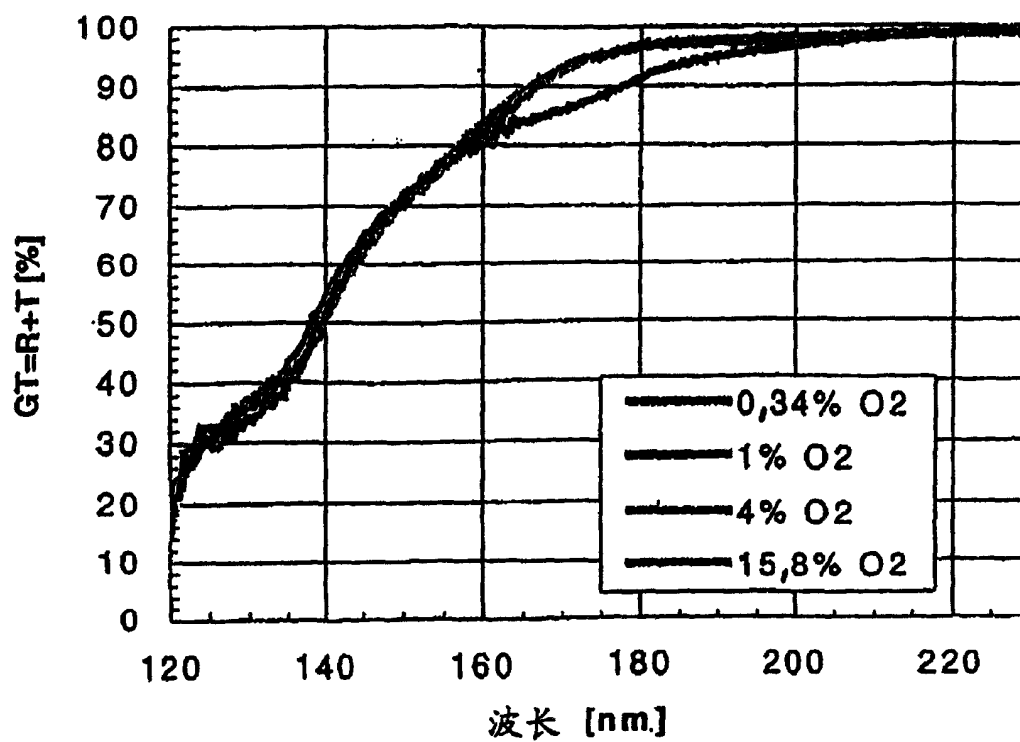


图 2

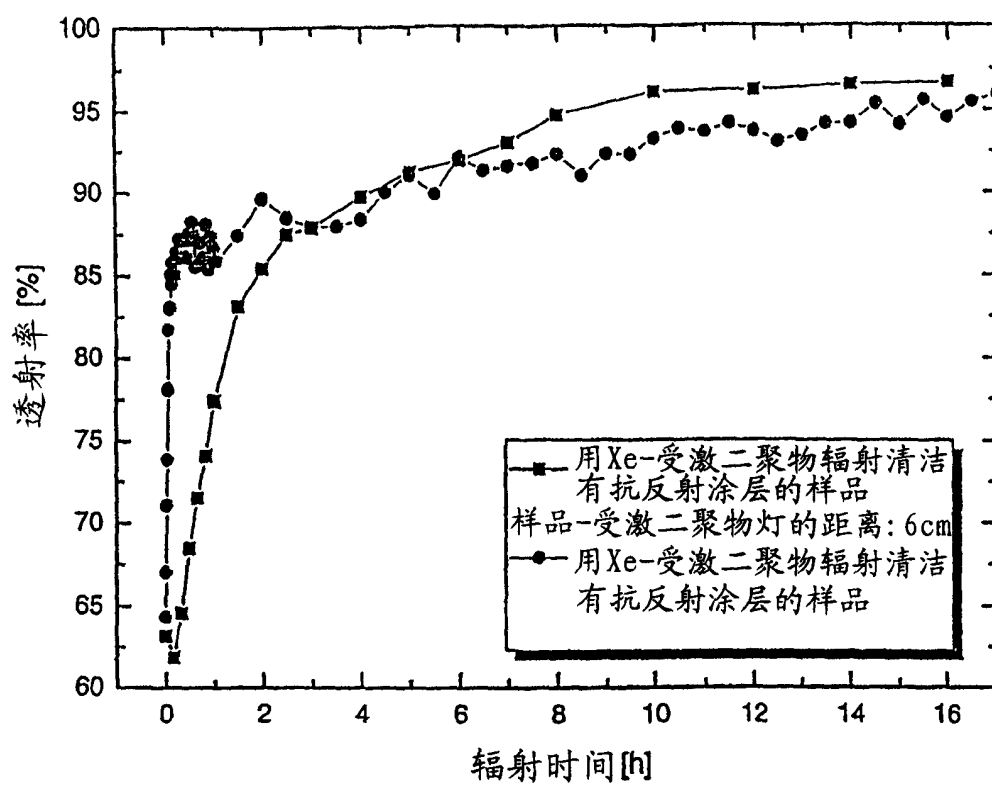


图 3