



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101444148 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 27

(21) 申请号 200780017732. X

(22) 申请日 2007. 05. 08

(30) 优先权数据

06113972. 1 2006. 05. 16 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 11. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2007/051716 2007. 05. 08

(87) PCT申请的公布数据

W02007/135587 EN 2007. 11. 29

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 J·琼克斯 D·M·沃德雷芬格

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 谭祐祥

(51) Int. Cl.

H05G 2/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2005/0178985 A1, 2005. 08. 18, 全文.

WO 2005/025280 A2, 2005. 03. 17, 全文.

CN 1539254 A, 2004. 10. 20, 全文.

CN 1306673 A, 2001. 08. 01, 全文.

CN 1650676 A, 2005. 08. 03, 全文.

审查员 赵延瑞

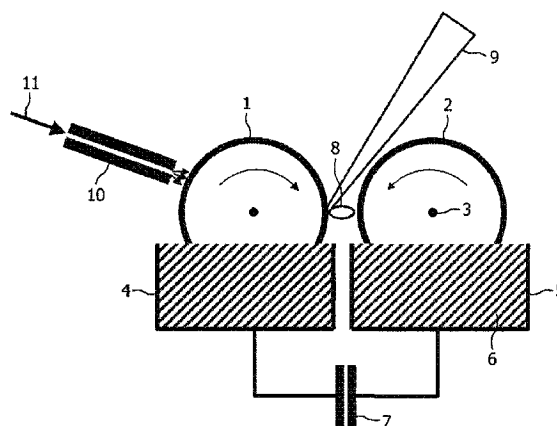
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

提高 EUV 和 / 或软 X 射线灯的转换效率的方法及相应装置

(57) 摘要

本发明涉及提高 EUV 和 / 或软 X 射线灯的转换效率的方法, 其中发射 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的放电等离子体 (8) 在由放电空间中的已蒸发液态材料形成的气态介质中产生, 所述液态材料被设置在所述放电空间中的一个表面上, 并且在能量束 (9) 的作用下至少部分蒸发。本发明还涉及相应的用于产生 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的装置。在该方法中, 由其质量数小于液态材料的化学元素的化学元素构成的气体 (11) 通过至少一个喷嘴 (10) 以受引导的方式被供应到所述放电空间和 / 或通向放电空间的供应路径上的液态材料, 以便减小在所述放电空间中的已蒸发液态材料的密度。借助本方法和相应的装置能够提高灯的转换效率。



1. 一种提高 EUV 和 / 或软 X 射线灯的转换效率的方法, 其中 : 发射 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的放电等离子体 (8) 在由放电空间中的已蒸发液态材料形成的气态介质中产生, 所述放电空间被设置在两个电极 (1,2) 之间, 所述液态材料被提供于放电空间中的一个表面上, 并且在能量束 (9) 的作用下至少部分蒸发,

其特征在于 : 由元素周期表的第一至第三排的气体 (11) 通过至少一个喷嘴 (10) 以受引导的方式被局部供应到所述放电空间和 / 或通向所述放电空间的供应路径上的液态材料, 以便减小在放电空间中的已蒸发液态材料的密度, 所述液态材料为融化的锡。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于 : 所述能量束 (9) 是激光束, 并且所述液态材料是通过所述激光束的至少一个激光脉冲蒸发的。

3. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于 : 所述气体 (11) 是氧气。

4. 如权利要求 1-3 中任一项所述的方法, 其特征在于 : 所述液态材料是通过至少一个旋转轮供应到放电空间, 并且所述至少一个喷嘴 (10) 被设置成以受引导的方式将所述气体 (11) 供应到被所述液态材料覆盖的旋转轮表面。

5. 一种用于借助电致放电产生 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的装置, 包括 : 至少两个电极 (1,2), 所述电极被设置成彼此相隔一距离以便允许在所述电极 (1,2) 之间的放电空间的气态介质中产生等离子体 (8) ; 用于将液态材料施加到所述放电空间中的一个表面上的设备 ; 以及能量束设备, 其适于将能量束 (9) 引导至所述表面上, 从而使所述施加的液态材料至少部分蒸发, 因此形成所述气态介质,

其特征在于 : 至少一个用于供应元素周期表的第一至第三排的气体 (11) 的喷嘴 (10) 被设置在该装置中以便以受引导的方式将所述气体 (11) 局部供应到所述放电空间和 / 或通向放电空间的供应路径上的液态材料, 以便减小在所述放电空间中的已蒸发液态材料的密度, 所述液态材料为融化的锡。

6. 如权利要求 5 所述的装置, 其特征在于 : 所述用于施加液态材料的设备适于将液态材料施加到所述电极 (1,2) 的一个表面上。

7. 如权利要求 6 所述的装置, 其特征在于 : 所述电极 (1,2) 被设计成可转动的轮子, 其可在操作过程中被转动。

8. 如权利要求 7 所述的装置, 其特征在于 : 所述电极 (1,2) 在转动的同时浸入装有液态材料的容器 (4,5) 中。

提高 EUV 和 / 或软 X 射线灯的转换效率的方法及相应装置

技术领域

[0001] 本发明涉及提高远紫外线 (EUV) 和 / 或软 X 射线灯的转换效率的方法, 其中发射 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的放电等离子体在由放电空间中的已蒸发液态材料形成的气态介质中产生, 所述液态材料被设置在放电空间中的一个表面上, 并且在能量束的作用下至少部分蒸发。本发明还涉及一种用于借助电致放电产生 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的装置, 所述装置包括: 至少两个电极, 所述电极被设置成彼此相隔一距离以便允许在所述电极之间的放电空间的气态介质中形成等离子体; 用于将液态材料施加到所述放电空间的一个表面上的设备; 以及能量束设备, 其适于将能量束引导至所述表面上, 所述能量束使所述施加的液态材料至少部分蒸发, 从而形成所述气态介质。

背景技术

[0002] 在 EUV 刻蚀领域中尤其需要发射 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的辐射源。这种辐射是从由脉冲电流产生的高温等离子体中发出的。迄今为止已知的最大功率的 EUV 灯是用金属蒸汽进行工作的以便产生所要求的等离子体。在 W02005/025280A2 中示出了这种 EUV 灯的一个例子。在这种已知的 EUV 灯中, 金属蒸汽由施加到电极之间的放电空间中的一个表面上并且在能量束、尤其激光束的作用下至少部分蒸发的金属熔化物产生。在此 EUV 灯的一个优选实施例中, 两个电极以可转动的方式安装, 从而形成在灯的操作期间被转动的电极轮。该电极轮在转动过程中浸入具有金属熔化物的容器中。脉冲激光束被直接引至其中一个电极的所述表面上以从所施加的金属熔化物上产生金属蒸汽, 并且激发电致放电。金属蒸汽通过几 kA 至大约 10kA 的电流进行加热, 以便激发所需要的离子化阶段, 并且发出所需波长的辐射。

[0003] 已知的 EUV 和 / 或软 X 射线灯的共有问题是将所供应的电转换为具有所需小带宽的 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的效率很低。尤其在用于半导体工业的光刻领域, 需要约 13.5nm 的具有 2% 带宽的 EUV 辐射。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种提高 EUV 和 / 或软 X 射线灯的转换效率的方法以及用于以提高的转换效率产生 EUV 和 / 或软 X 射线辐射的装置或灯。

[0005] 该目的通过下述的方法和装置来实现。在该方法中: 发射 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的放电等离子体在由放电空间中的已蒸发液态材料形成的气态介质中产生, 所述放电空间被设置在两个电极之间, 所述液态材料被提供于放电空间中的一个表面上, 并且在能量束的作用下至少部分蒸发, 其中由元素周期表的第一至第三排的气体通过至少一个喷嘴以受引导的方式被局部供应到所述放电空间和 / 或通向所述放电空间的供应路径上的液态材料, 以便减小在放电空间中的已蒸发液态材料的密度, 所述液态材料为融化的锡。并且该装置包括: 至少两个电极, 所述电极被设置成彼此相隔一距离以便允许在所述电极之间的放电空间的气态介质中产生等离子体; 用于将液态材料施加到所述放电空间中的一个表面

上的设备 ;以及能量束设备,其适于将能量束引导至所述表面上,从而使所述施加的液态材料至少部分蒸发,因此形成所述气态介质,其中至少一个用于供应元素周期表的第一至第三排的气体的喷嘴被设置在该装置中以便以受引导的方式将所述气体局部供应到所述放电空间和 / 或通向放电空间的供应路径上的液态材料,以便减小在所述放电空间中的已蒸发液态材料的密度,所述液态材料为融化的锡。

[0006] 该方法和装置的有利实施例为从属权利要求的主题,并且在以下描述和用于实施本发明的实例中得到描述。

[0007] 在本发明中,发射 EUV 辐射和 / 或软 X 射线的放电等离子体在由放电空间中的已蒸发液态材料形成的气态介质中产生,其中所述液态材料被设置在放电空间的一个表面上,并且在能量束、尤其激光束的作用下至少部分蒸发。该方法的特征在于:由其质量数比液态材料的化学元素小的化学元素构成的气体通过至少一个喷嘴以受引导的方式局部被供应到所述放电空间和 / 或通向放电空间的供应路径上的液态材料,以便减小在所述放电空间中的已蒸发液态材料的密度。

[0008] 通过使用不产生非常多辐射的元素来减小已蒸发液态材料、优选金属熔化物的密度,能够提高 EUV 和 / 或软 X 射线灯的转换效率。这些在下文中通过以熔化的锡为液态材料,也叫做燃料,的实例来进行解释。通过用锡作 EUV 灯中的燃料,能够产生约 13.5nm 的 2% 带宽的 EUV 辐射。然而,锡蒸汽等离子的整个发射谱包括 10^6 量级的谱线。因此,该等离子体也在对所需要的 EUV 辐射不作贡献的波长范围内进行发射。另外,所产生的辐射中的相当一部分不会离开等离子体,而是被吸收在该等离子体内部。这对处于较长波长的辐射具有相对大的贡献,其中所述较长波长落在可被用于收集或偏转 EUV 辐射的普通光学元件利用的带宽之外。然而,通过添加根据本发明的气体,燃料的一部分被所供应的气体的较轻元素所代替。这减少了燃料对 EUV 辐射的吸收,因此提高了等离子体的效率。通过这种方式,等离子体的总辐射损失可被减小,这将导致得到较高的等离子体温度。更高温的等离子体产生更多的处于 EUV 和 / 或软 X 射线灯所需要的较短波长的辐射。

[0009] 然而,不能将附加气体供应到 EUV 灯的整个真空室,因为例如作为首选气体的氧气会明显减小这种灯的昂贵的光学器件的寿命。为了避免这种问题,根据本方法,仅在局部通过至少一个喷嘴以受引导的方式将气体供应到放电空间和 / 或通向放电空间的供应路径上的液态材料。由于靠近放电空间局部施加气体,可以避免更多数量的气体扩散到灯的光学部件上。尽管如此,所供应的气体减小了等离子体中的燃料密度,从而使灯的转换效率更高。喷嘴可被设置成直接将气体供应到放电空间或者将气体供应到液态材料以便气体被这种液态材料传送到放电空间。在后一种情况下,气体被选择成被溶解到液态材料中或者可与液态材料结合。

[0010] 基于 EUV 和 / 或软 X 射线辐射所需要的波长范围,进一步选择气体和液态材料(燃料)以便在此波长范围内转换效率发生所需要的增长。这意味着必须使用燃料和气体的不同组合以便在不同的波长范围内提高灯的转换效率。原则上,可以使用元素周期表的第一至第三排的气体。

[0011] 所提出的装置包括:至少两个电极,这些电极被设置在真空室中并且彼此相隔一距离以便允许在所述电极之间的气态介质中产生等离子体;用于将液态材料施加到放电空间中的一个表面上的设备;以及能量束设备,其适于将能量束引导至所述表面上,以便至少

部分蒸发所述被施加的液态材料,从而产生所述气态介质。该装置的特征在于:至少一个用于供应气体的喷嘴被设置在该装置中以便以受引导的方式将所述气体局部供应到放电空间和/或通向放电空间的供应路径上的液态材料,从而减小在放电空间中的已蒸发液态材料的密度。

[0012] 如 WO 2005/025280A2 中所公开的装置被用在该装置和所提出的方法的优选实施例中,并且配有一个或多个用于供应气体的喷嘴,其中所述文献以参考的方式并入本文中。

[0013] 在本说明书和权利要求书中,词语“包括”不排除其他元素或步骤,并且使用“一个”并不排除多个。权利要求中的任何参考标记也将不被解释为对这些权利要求的范围的限制。

附图说明

[0014] 在下文中参考附图描述了本方法和装置的一个实例,并且不应被解释成对权利要求的范围的限制。这些图示出了根据本发明的 EUV 灯的示意图。

具体实施方式

[0015] 这些图示出了所提出的灯的示意图,并且也指出了本方法的原理。EUV 灯包括设置在真空室内的两个电极 1、2。碟形的电极 1、2 以可转动的方式安装,即它们在操作期间围绕旋转轴 3 转动。在转动过程中,电极 1、2 部分浸入相应的容器 4、5 中。这些容器 4、5 中的每一个装有金属熔化物 6,在本例中为液态锡。金属熔化物 6 保持在约 300°C 的温度,即略高于锡的熔点 230°C。容器 4、5 中的金属熔化物通过与这些容器相连的加热设备或冷却设备(未在图中示出)维持在上述操作温度上。在转动过程中,电极 1、2 的表面被液态材料浸湿,从而在所述电极上形成液态金属膜。电极上的液态金属层的厚度可通过刮板(未在图中示出)进行控制。电极的电流通过金属熔化物 6 来供应,其通过绝缘馈线与电容器组 7 相连。

[0016] 激光脉冲 9 在两个电极之间的最窄点的位置被聚焦于电极 1、2 中的一个上,如图所示。因此,电极 1、2 上的金属膜的一部分蒸发并且填补电极间隙。这导致在这个点上发生击穿放电,并且引起来自电容器组 7 的非常高的电流。该电流将金属蒸汽或燃料加热至足够高的温度,以使得后者被离子化,并且在电极 1、2 之间的放电空间内的箍缩等离子体 8 中发射所需要的 EUV 辐射。

[0017] 极小的喷嘴 10 被设置在第一电极 1 附近以便将由其质量数小于锡的化学元素构成的气体 11 供应给电极 1 的表面上的液态锡薄膜。在本实例中,所供应的气体是氧气,其将电极轮上的锡氧化以便氧气结束于该箍缩中。通过这种方式,灯的总氧气负载较小,并且氧化锡仅出现在电极上。虽然在本实例中仅示出了一个喷嘴 10,但是也可以以同样的方式将两个或更多喷嘴设置在第一和第二电极 1、2 附近。喷嘴 10 被放置成非常靠近电极轮表面,例如相距 10mm 或更少,以避免氧气扩散到灯的其他部件上。

[0018] 初步实验证实:在操作期间添加少量氧气使灯的转换效率从 2.0% 提高到 2.3%。

[0019] 参考符号列表

[0020] 1 第一电极

[0021] 2 第二电极

-
- | | | |
|--------|----|--------|
| [0022] | 3 | 旋转轴 |
| [0023] | 4 | 第一容器 |
| [0024] | 5 | 第二容器 |
| [0025] | 6 | 锡熔化物 |
| [0026] | 7 | 电容器组 |
| [0027] | 8 | 箍缩等离子体 |
| [0028] | 9 | 激光脉冲 |
| [0029] | 10 | 气体喷嘴 |
| [0030] | 11 | 气体 |

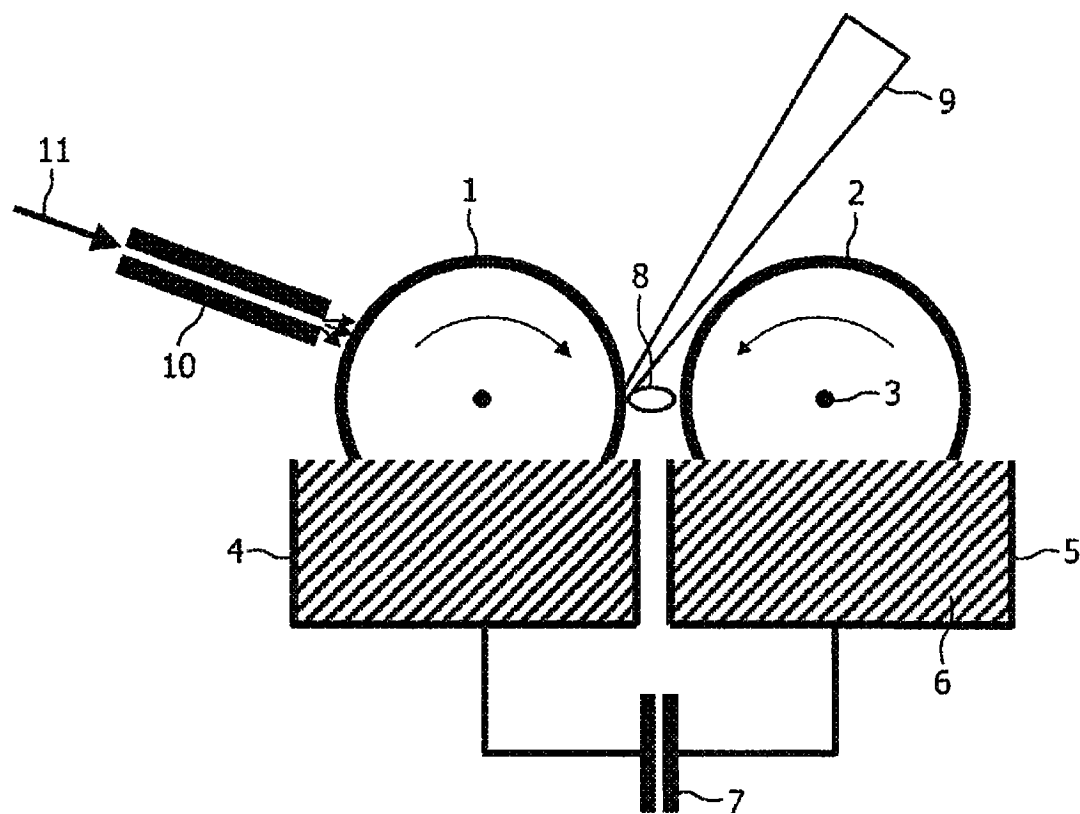


图 1