(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101911839 B
(45)授权公告日 2013.01.23

(21)申请号 200880124729.2
(22)申请日 2008.12.19
(30)优先权数据
61/006,117 2007.12.19 US
(85)PCT申请进入国家阶段日
2010.07.14
(86)PCT申请的申请数据
PCT/NL2008/050820 2008.12.19
(87)PCT申请的公布数据
WO2009/078722 EN 2009.06.25
(73)专利权人 ASML 荷兰有限公司
地址 荷兰维德霍温
(72)发明人 V·Y·班尼恩 M·M·J·W·范赫彭 W·A·索尔
(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.
H05G 2/00(2006.01)
(56)对比文件
CN 1849850 A,2006.10.18,
CN 1849850 A,2006.10.18,
US 2007/085044 A1,2007.04.19,
US 2001/055364 A1,2001.12.27,
US 2007/040511 A1,2007.02.22,
审查员 刘颖

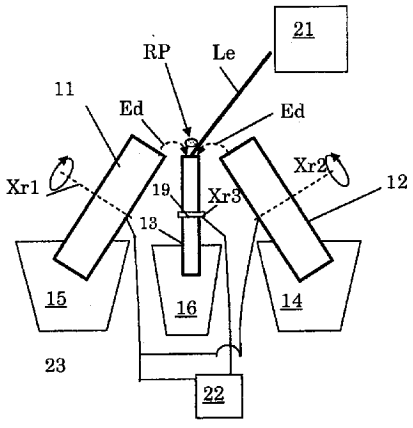
权利要求书 3 页 说明书 13 页 附图 6 页

(54)发明名称

辐射源、光刻设备以及器件制造方法

(57)摘要

一种辐射源，配置用以产生辐射。辐射源包括第一电极(11;61)和第二电极(12;62)，配置成用以在使用期间产生放电，以由等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体。辐射源还包括：燃料供给装置，配置成将等离子体燃料供给到与所述第一电极(11;61)和第二电极(12;62)相关的燃料释放区域；和燃料释放装置，配置成引发从所述燃料释放区域的(由所述燃料供给装置供给的)燃料的释放。所述燃料释放区域与所述第一电极(11;61)和所述第二电极(12;62)间隔分开。



CN 101911839 B

1. 一种辐射源，配置用以产生辐射，所述辐射源包括：

第一电极 (11 ;61) 和第二电极 (12 ;62)，配置成用以在使用期间产生放电 (Ed)，以由等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体 (RP)；

燃料供给装置 (13 ;63)，配置成将等离子体燃料供给到与所述第一电极 (11 ;61) 和第二电极 (12 ;62) 相关的燃料释放区域；和

燃料释放装置 (21)，配置成从所述燃料释放区域引发由所述燃料供给装置供给的燃料的释放，所述燃料释放区域与所述第一电极 (11 ;61) 和所述第二电极 (12 ;62) 间隔开；

其中，所述第一电极 (11) 和所述第二电极 (12) 形成阳极，而所述燃料供给装置 (13) 是放电阴极，或者所述第一电极 (11) 和所述第二电极 (12) 形成阴极，而所述燃料供给装置 (13) 是放电阳极。

2. 根据权利要求 1 所述的源，还包括驱动装置 (19)，所述驱动装置 (19) 配置成旋转所述第一电极 (11 ;61) 或所述第二电极 (12 ;62) 或所述燃料供给装置 (13 ;63)，或其任意组合。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的源，其中所述燃料供给装置 (13 ;63) 包括燃料输送系统或作为燃料输送系统的一部分，所述燃料输送系统配置成从燃料贮存器 (16 ;66) 输送燃料到所述燃料释放区域。

4. 根据权利要求 3 所述的源，其中所述燃料输送系统 (13 ;63) 配置成通过旋转从所述燃料贮存器输送燃料到所述燃料释放装置。

5. 根据权利要求 1 所述的源，其中所述燃料供给装置 (13 ;63) 不是所述第一电极 (11) 或所述第二电极 (12) 的一部分。

6. 根据权利要求 5 所述的源，其中所述燃料供给装置 (13 ;63) 不是所述第一电极 (11 ;61) 和所述第二电极 (12 ;62) 中的任一个的一部分。

7. 根据权利要求 1 所述的源，其中所述燃料供给装置 (13 ;63) 配置成相对于所述第一电极 (11) 和所述第二电极 (12) 的所述放电区域 (Ed) 以对称的关系定位所述燃料释放区域。

8. 根据权利要求 2 所述的源，其中所述驱动装置 (19) 配置成旋转所述第一电极 (11) 和所述第二电极 (12)。

9. 根据权利要求 1 所述的源，还包括第一冷却浴器 (14 ;64)，所述第一冷却浴器 (14 ;64) 用以冷却所述第一电极或所述第二电极或所述燃料供给装置，或其任意组合。

10. 根据权利要求 1 所述的源，其中所述燃料供给装置 (13 ;63) 是旋转轮，或是旋转对称的或圆柱形的燃料供给单元，或连接到高压电源，或其任意组合。

11. 一种辐射源，配置用以产生辐射，所述辐射源包括：

燃料蒸发系统，配置用以产生蒸发的等离子体燃料，所述燃料蒸发系统设置有燃料供给装置；

第一可旋转电极和第二可旋转电极，配置成在使用期间在其之间产生放电 (Ed)，以由蒸发的等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体 (Rp)；和

包括冷却介质的冷却介质贮存器，配置成冷却所述第一可旋转电极和所述第二可旋转电极；

其中，所述第一可旋转电极和所述第二可旋转电极形成阳极，而所述燃料供给装置是

放电阴极，或者所述第一可旋转电极和所述第二可旋转电极形成阴极，而所述燃料供给装置是放电阳极。

12. 根据权利要求 11 所述的源，其中所述源包括配置用以旋转所述燃料供给装置的驱动装置。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的源，其中所述燃料供给装置构造并布置成通过所述燃料供给装置的旋转从燃料贮存器输送燃料到蒸发区域，所述燃料蒸发系统配置成在所述蒸发区域处蒸发所述等离子体燃料。

14. 根据权利要求 11 所述的源，还包括配置用以冷却所述第一可旋转电极和 / 或所述第二电极的冷却浴器。

15. 根据权利要求 11 所述的源，其中所述源包括驱动装置，所述驱动装置配置用以旋转所述第一可旋转电极和 / 或所述第二可旋转电极。

16. 一种用以产生辐射的方法，包括步骤 :

提供至少第一电极 (11 ;61) 和第二电极 (12 ;62) ;

用燃料供给装置 (13 ;63) 输送燃料到与所述第一电极 (11 ;61) 和所述第二电极 (12 ;62) 间隔开的燃料释放区域 ;

引发从所述燃料释放区域朝向与所述第一电极 (11 ;61) 和所述第二电极 (12 ;62) 相关的放电路径的燃料释放 ;和

产生放电 (Ed) 以由已经从所述燃料释放区域释放的燃料产生用于发射辐射的等离子体 ;

其中所述燃料供给装置是第三电极 (13 ;63)，其中在所述第一 (11 ;61) 和第二 (12 ;62) 电极的每一个的一边与所述第三电极 (13 ;63) 的另一边之间激发放电 ;并且所述第一电极 (11) 和所述第二电极 (12) 形成阳极，而所述燃料供给装置 (13) 是放电阴极，或者所述第一电极 (11) 和所述第二电极 (12) 形成阴极，而所述燃料供给装置 (13) 是放电阳极。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，包括相对于彼此定位所述电极，使得在使用时，在所述电极之间延伸的放电路径是基本上弯曲的，以便产生压缩所述用于发射辐射的等离子体的力。

18. 根据权利要求 16 所述的方法，包括相对于彼此定位所述电极，使得在使用时，在所述电极之间延伸的放电路径基本上沿直线延伸。

19. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述电极 (11,12 ;61,62) 的至少一个的至少一部分旋转或连续地移动通过热去除介质。

20. 根据权利要求 16 所述的方法，其中所述燃料供给装置 (13 ;63) 旋转或连续地移动通过热去除介质。

21. 一种器件制造方法，包括步骤 :

产生辐射束，包括

提供至少第一电极 (11 ;61) 和第二电极 (12 ;62)，

用燃料供给装置输送燃料到与所述第一电极 (11 ;61) 和所述第二电极 (12 ;62) 间隔开的燃料释放区域，

引发从所述燃料释放区域朝向与所述第一电极 (11 ;61) 和所述第二电极 (12 ;62) 相关的放电路径的燃料释放，和

产生放电以从已经从所述燃料释放区域释放的燃料产生用于发射辐射的等离子体；

所述燃料供给装置是第三电极（13；63），其中在所述第一（11；61）和第二（12；62）电极的每一个的一边与所述第三电极（13；63）的另一边之间激发放电；

其中，所述第一电极（11）和所述第二电极（12）形成阳极，而所述燃料供给装置（13）是放电阴极，或者所述第一电极（11）和所述第二电极（12）形成阴极，而所述燃料供给装置（13）是放电阳极；

图案化所述辐射束以形成图案化辐射束；和

将所述图案化辐射束投影到衬底上。

22. 一种光刻设备，包括：

辐射源，配置用以产生辐射，所述辐射源包括：

第一电极（11；61）和第二电极（12；62），配置成在使用时用以产生放电，以由等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体；

燃料供给装置，配置成供给等离子体燃料到与所述第一电极（11；61）和第二电极（12；62）相关的燃料释放区域；和

燃料释放装置，配置成从所述燃料释放区域引发由所述燃料供给装置供给的燃料的释放，所述燃料释放区域与所述第一电极（11；61）和所述第二电极（12；62）间隔开；

所述第一电极（11）和所述第二电极（12）形成阳极，而所述燃料供给装置（13）是放电阴极，或者所述第一电极（11）和所述第二电极（12）形成阴极，而所述燃料供给装置（13）是放电阳极；

图案形成装置，配置成图案化所述辐射；和

投影系统，配置成将图案化辐射投影到衬底的目标部分上。

23. 一种光刻设备，包括：

辐射源，配置用以产生辐射，所述辐射源包括：

燃料蒸发系统，配置成产生蒸发的等离子体燃料，所述燃料蒸发系统设置有燃料供给装置；

第一可旋转电极和第二可旋转电极，配置成在使用期间在其之间产生放电，以由蒸发的等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体，和

包括冷却介质的冷却介质贮存器，配置用以冷却所述第一可旋转电极和所述第二可旋转电极；

所述第一可旋转电极和所述第二可旋转电极形成阳极，而所述燃料供给装置是放电阴极，或者所述第一可旋转电极和所述第二可旋转电极形成阴极，而所述燃料供给装置是放电阳极；

图案形成装置，配置成图案化所述辐射；和

投影系统，配置成将图案化辐射投影到衬底的目标部分上。

辐射源、光刻设备以及器件制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2007 年 12 月 19 日递交的美国临时申请 61/006,117 的权益，这里以参考的方式全文并入。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种辐射源和方法、一种光刻设备以及用于制造器件的方法。

背景技术

[0004] 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。所述图案的转移通常是通过将图案成像到提供到衬底上的辐射敏感材料（抗蚀剂）的层上而实现的。通常，单个衬底将包含连续形成图案的相邻目标部分的网络。

[0005] 光刻术被广泛地认为是 IC 和其他器件和 / 或结构制造中的关键步骤之一。然而，随着使用光刻术制造的特征的尺寸不断变小，光刻术成为能够制造小型 IC 或其他器件和 / 或结构的更为重要的因素。

[0006] 图案印刷的极限的理论估计可以由分辨率的瑞利准则 (Rayleigh criterion) 给出，如等式 (1) 所示：

[0007] $$CD = k_1 * \frac{\lambda}{NA_{PS}} \quad (1)$$

[0008] 其中 λ 是所用辐射的波长，NA_{PS} 是用来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，而 CD 是印刷的特征的特征尺寸（或临界尺寸）。从等式 (1) 可以得出，最小可印刷的特征尺寸的减小可以通过三种方式来获得：缩短曝光波长 λ、提高数值孔径 NA_{PS} 或减小 k_1 的值。

[0009] 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 辐射源配置用以输出大约 13nm 的辐射波长。因此，EUV 辐射源可以为获得小的特征印刷提供重要一步。这种辐射被称为极紫外或软 X 射线，可以使用的源包括例如激光产生的等离子体源、放电等离子体源或由电子储能环产生的同步加速器辐射。

[0010] 在特定的辐射源中，箍缩位于一个放电电极处或附近。这对于碎片减少系统（例如，位置敏感的翼片阱）和自遮蔽电极可能是不利的。

发明内容

[0011] 本发明旨在提供一种改进的辐射源。例如，在 EUV 光刻技术中，由 EUV 辐射源辐射的能量依赖于源的尺寸。通常，期望收集尽可能多的由源辐射的能量，因为大的辐射能量的收集效率意味着由源提供的能量可以减小，这有利于源的使用寿命。源的尺寸与收集角一

起形成源的集光率。仅在源的集光范围内发射的辐射可以被考虑，并且用于照射图案形成装置。

[0012] 根据一实施例，提供一种辐射源，配置用以产生辐射。辐射源包括第一电极和第二电极，配置成用以在使用期间产生放电、以由等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体。辐射源还包括燃料供给装置，配置成供给等离子体燃料到与所述第一电极和第二电极相关的燃料释放区域。辐射源还包括燃料释放装置，配置成从所述燃料释放区域激发由所述燃料供给装置供给的燃料的释放。所述燃料释放区域与所述第一电极和所述第二电极间隔分开。

[0013] 根据一实施例，提供一种辐射源，配置用以产生辐射。所述辐射源包括燃料蒸发系统，配置用以产生蒸发的等离子体燃料。所述辐射源还包括第一可旋转电极和第二可旋转电极，配置成在使用期间在其之间产生放电、以由蒸发的等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体。所述辐射源还包括包括冷却介质的冷却介质贮存器，冷却介质配置成冷却所述第一可旋转电极和所述第二可旋转电极。

[0014] 根据一实施例，提供一种产生辐射的方法。所述方法包括提供至少第一电极和第二电极，和用燃料供给装置输送燃料到与所述第一电极和所述第二电极间隔分开的燃料释放区域。所述方法还包括激发从所述燃料释放区域朝向与所述第一电极和所述第二电极相关的放电路径的燃料释放。所述方法还包括产生放电以从已经从所述燃料释放区域释放的燃料产生用于发射辐射的等离子体。

[0015] 根据一实施例，提供一种产生辐射的方法。所述方法包括：提供第一可移动或可旋转电极和第二可移动或可旋转电极，旋转或移动每个电极通过热去除介质，以及蒸发在所述电极附近的等离子体燃料。所述方法还包括在所述电极之间产生放电，以由蒸发的等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体。

[0016] 根据一实施例，提供一种器件制造方法，包括：产生辐射束；图案化所述辐射束以形成图案化辐射束；以及将所述图案化辐射束投影到衬底上。产生辐射束包括：提供至少第一电极和第二电极，用燃料供给装置输送燃料到与所述第一电极和所述第二电极间隔分开的燃料释放区域，激发从所述燃料释放区域朝向与所述第一电极和所述第二电极相关的放电路径的燃料释放，和产生放电以从已经从所述燃料释放区域释放的燃料产生用于发射辐射的等离子体。

[0017] 根据一实施例，提供一种器件制造方法，包括：产生辐射束，图案化所述辐射束以形成图案化辐射束；以及将所述图案化辐射束投影到衬底上。产生辐射束包括：提供第一可移动或可旋转电极和第二可移动或可旋转电极；旋转或移动每个电极通过热去除介质；蒸发在所述电极附近的等离子体燃料；和在所述电极之间产生放电、以由蒸发的等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体。

[0018] 根据一实施例，提供一种光刻设备，包括：辐射源，配置用以产生辐射。所述辐射源包括第一电极和第二电极，配置成在使用时产生放电，以由等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体；燃料供给装置，配置成供给等离子体燃料到与所述第一电极和第二电极相关的燃料释放区域；和燃料释放装置，配置成激发从所述燃料释放区域释放由所述燃料供给装置供给的燃料的释放。所述燃料释放区域与所述第一电极和所述第二电极间隔分开。所述光刻设备还包括：图案形成装置，配置成图案化所述辐射；和投影系统，配置成将图案

化辐射投影到衬底的目标部分上。

[0019] 根据一实施例，提供一种光刻设备，包括：辐射源，配置用以产生辐射。所述辐射源包括：燃料蒸发系统，配置成产生蒸发的等离子体燃料；第一可旋转电极和第二可旋转电极，配置成在使用期间在其之间产生放电，以由蒸发的等离子体燃料产生用于发射辐射的等离子体；和包括冷却介质的冷却介质贮存器，冷却介质配置用以冷却所述第一可旋转电极和所述第二可旋转电极。所述光刻设备还包括：图案形成装置，配置成图案化所述辐射；和投影系统，配置成将图案化辐射投影到衬底的目标部分上。

附图说明

[0020] 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标记表示相应的部件，在附图中：

[0021] 图 1 示出根据本发明实施例的光刻设备；

[0022] 图 2 示意地示出根据图 1 的光刻投影设备的投影光学系统和 EUV 照射系统的侧视图；

[0023] 图 3 示意地示出辐射源的一个实施例；

[0024] 图 4a 示意地示出了辐射源的实施例的正面图；

[0025] 图 4b 示出了图 4a 中的实施例的一部分的俯视图；

[0026] 图 5a 示意地示出了辐射源的实施例的俯视图；

[0027] 图 5b 示意地示出了图 5a 的实施例的一部分的侧视图；

[0028] 图 6 示出了与辐射源相关的污染物阱的几何结构；

[0029] 图 7 示意地示出了辐射源的实施例的自遮蔽；

[0030] 图 8 示意地示出了辐射源的实施例的自遮蔽；和

[0031] 图 9 示意地示出了具有燃料液滴产生装置的辐射源的实施例。

具体实施例

[0032] 图 1 示意地示出了根据本发明的一个非限定的实施例的光刻设备。所述设备包括：照射系统（照射器）IL，其配置用于调节辐射束 B（例如极紫外 (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。

[0033] 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。

[0034] 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。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）。

[0035] 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。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。

[0036] 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。

[0037] 术语“投影系统”可以包括任意类型的投影系统，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。可以期望对 EUV 或电子束辐射使用真空，因为其他气体会吸收太多的辐射或电子。因此，通过借助真空壁和真空泵在整个束路径上提供真空环境。

[0038] 如这里所示的，所述设备是反射型的（例如，采用反射式掩模）。替代地，所述设备可以是透射型的（例如，采用透射式掩模）。

[0039] 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。

[0040] 参照图 1，所述照射器 IL 接收从辐射源 SO 发出的辐射束。源 SO 和光刻设备可以是分立的实体（例如当源是准分子激光器）。在这种情况下，不会将源考虑成形成光刻设备的一部分，并且通过包括例如合适的定向反射镜和 / 或扩束器的束传递系统 BD 的帮助，将所述辐射束从所述源 SO 传到所述照射器 IL。在其它情况下，所述源可以是所述光刻设备的组成部分（例如当源是汞灯）。源 SO 和照射器 IL 与需要时的束传递系统一起可以称为辐射系统。

[0041] 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 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。

[0042] 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。已经由图案形成装置（例如掩模）MA 反射之后，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 IF2（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 IF1 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。

[0043] 可以将所示的设备用于以下模式中的至少一种中：

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 3. 在另一个模式中，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。

[0047] 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。

[0048] 图 2 详细地示出投影设备，包括辐射系统 42、照射光学系统单元 44 以及投影系统 PS。辐射系统 42 包括可以由放电等离子形成的辐射源 SO。EUV 辐射可以由气体或蒸汽形成，例如氙气、锂蒸汽或锡蒸汽，其中产生极高温等离子体以发射在电磁光谱的 EUV 范围内的辐射。通过例如放电引起至少部分电离的等离子体，由此产生所述极高温等离子体。为了充分产生辐射需要例如 10Pa 分压的氙、锂、锡蒸汽或任何其他合适的气体或蒸汽。由辐射源 SO 发射的辐射由源室 47 经由定位在源室 47 中的开口内或后面的气体阻挡件或污染物阱（例如翼片阱）49 而传递进入收集器室 48。污染物阱 49 可以包括通道结构 (channel structure)。污染物阱 49 还可以包括气体阻挡件或气体阻挡件和通道结构的组合。在一个实施例中，如图 3 所示，锡 (Sn) 源被用作 EUV 源。

[0049] 收集器室 48 包括辐射收集器 50，其可以由掠入射收集器形成。辐射收集器 50 具有上游辐射收集器侧 50a 和下游辐射收集器侧 50b。辐射收集器 50 包括反射器 142、143 和外反射器 146，如图 2 所示。通过收集器 50 的辐射可以由光栅光谱滤光器 51 反射，以在位于收集器室 48 的孔处的虚源点 52 内聚焦。离开收集器室 48，辐射束 56 在照射光学系统单元 44 内经由正入射反射器 53、54 反射到定位在支撑结构 MT 上的图案形成装置 MA。形成图案化的束 57，其在投影系统 PS 内经由反射元件 58、59 成像到衬底台 WT 上。通常在照射光学系统单元 44 和投影系统 PS 内存在比示出的更多的元件。光栅光谱滤光器 51 可以是可选的，这依赖于光刻设备的类型。此外，可以存在比图 2 中示出的更多的反射镜，例如可以存在比反射元件 58、59 多 1-4 个的更多的反射元件。

[0050] 应该认识到，辐射收集器 50 可以在外反射器 146 的外表面上具有更多的特征或在外反射器 146 外周具有更多特征，例如保护性保持装置、加热器等。附图标记 180 表示两个反射器之间的空间，例如反射器 142 和 143 之间的空间。每个反射器 142、143、146 可以包括至少两个相邻的反射表面，相对于较靠近源 SO 的反射表面，较远离源 SO 的反射表面相对于光轴 O 以较小的角度放置。在这种方式中，掠入射收集器 50 配置成产生沿光轴 O 传播的 (E)UV 辐射束。

[0051] 代替用掠入射反射镜作为收集器反射镜 50，可以使用正入射收集器。如这里在一实施例中更详细地被描述为具有反射器 142、143 和 146 的巢状收集器并且尤其是在图 2 中示意性示出的收集器反射镜 50 在此还用作收集器（或收集器反射镜）的示例。因而，在可应用的情形中，作为掠入射收集器的收集器反射镜 50 还可以解释为一般意义的收集器，并且在具体实施例中还可以作为正入射收集器。

[0052] 此外，代替光栅 51，如图 2 中示意地示出的，可以应用透射滤光器。对 EUV 透射且对 UV 辐射不太透射或甚至基本上吸收 UV 辐射的滤光器在本领域是公知的。因此，“光栅光谱纯度滤光器”在这里还表示为“光谱纯度滤光器”，其包括光栅或透射滤光器。在图 2 中未示出，但是也被包括为可选的光学元件可以是 EUV 透射滤光器，例如布置在收集器反射镜 50、或照射单元 44 中的光学 EUV 透射滤光器和 / 或投影系统 PS 的上游。

[0053] 正如认识到的，污染物阱 49、和 / 或辐射收集器 50 和 / 或光谱纯度滤光器 51 可以是照射光学系统 44 的一部分。类似地，反射元件 53 和 54 可以是辐射系统 42 的一部分。

[0054] 在图 1 和 2 的实施例中，光刻设备 1 是无掩模设备，其中图案形成装置 MA 是可编程反射镜阵列。这种阵列的一个示例是具有粘弹性控制层和反射表面的矩阵可寻址表面。这种设备所依据的基本原理在于 :例如反射表面的被寻址区域将入射辐射反射成衍射辐射，而未被寻址的区域将入射辐射反射成非衍射辐射。使用适当的滤光器，从反射束中过滤掉所述非衍射辐射，仅留下衍射辐射。以这种方式，辐射束根据所述矩阵可寻址表面的所述寻址图案被图案化。可编程反射镜阵列的替换的实施例采用微反射镜矩阵布置，通过应用合适的局部电场或通过使用压电致动装置每个微反射镜可以围绕轴线单独地倾斜。再一次地，反射镜是矩阵可寻址的，使得被寻址的反射镜沿与未被寻址的反射镜不同的方向反射入射辐射束。以这种方式，反射束可以根据矩阵可寻址反射镜的寻址图案进行图案化。所需的矩阵寻址可以使用合适的电子装置执行。在上述两种情形中，图案形成装置可以包括一个或更多个可编程反射镜阵列。与这里相关的有关反射镜阵列的更多信息可以参照例如美国专利第 5296891 号和第 5523193 号以及 PCT 出版物第 WO98/38597 号和第 WO98/33096 号。在可编程反射镜阵列的情形中，可以将支撑结构实施为框架或台，例如其可以根据需要是固定的或可移动的。

[0055] 在可编程反射镜阵列中的反射镜的尺寸通常大于在传统（反射型或透射型）掩模中存在的图案的临界尺寸。同样，无掩模光刻设备通常需要具有比非无掩模设备的倍减因数 (de-multipication factor) 高的倍减因数的投影透镜。例如，无掩模光刻设备的倍减因数是大约 100，而非无掩模光刻设备的倍减因数是大约 4。因而，对于投影系统的给定数值孔径，由无掩模设备中的投影系统 PS 收集的图案化辐射束远小于使用传统（反射型或透射型）掩模的光刻设备的图案化辐射束。这依次限制了无掩模设备的集光率。

[0056] 已有的开发用于传统的图案形成装置应用的 EUV 源 SO 的源集光率可以显著地大于无掩模光刻设备的源集光率。如果源的集光率大于光刻设备的集光率，辐射会损失。结果，每个衬底的曝光时间可能更长。这会影响衬底的产出。

[0057] 由于无掩模设备的小的集光率，因此希望由等离子体辐射源 SO 发射的所有辐射都被光刻设备 1 收集以减小辐射损失。为了确保基本上所有由源 SO 发射的辐射照射图案形成装置 MA 并且由投影系统 PS 收集，期望是源 SO 的集光率与光刻设备 1 的集光率匹配。例如，在图 1 和 2 的实施例中，期望将源的集光率限制在低于大约 0.03mm^2 球面度 (steradian)

的范围内。

[0058] 图 3 示意地示出配置用以产生辐射的辐射源。例如，源可以用作上述的光刻设备的源 SO。源还可以用于与光刻不同的领域。在图 3 的实施例中，源具有第一旋转电极 111 和第二旋转电极 112。电极 111、112 的旋转轴线分别用虚线 Xr1、Xr2 表示。电极 111、112 的下部延伸到对应的冷却池 14、15 中，以便通过容纳在池 14、15 内的冷却介质冷却。池 111 中的一个还可以用作等离子体燃料贮存器（即对应的冷却介质还可以用作等离子体燃料）。例如等离子体燃料贮存器池 14 可以容纳液态的等离子体燃料，例如液态锡 (Sn)。例如，在本申请中，等离子体燃料可以是锡 (Sn)、氙 (Xe)、锂 (Li)、钆 (GD)、铽 (Tb) 或任何合适的成分或这些元素的合金或组合，或不同的合适的燃料。在运行过程中，在相应的池 14 中的等离子体燃料可以浸湿相应的旋转电极 111（即燃料的层粘附到旋转电极 111 的外表面）。另一池 15 可以容纳与燃料池 14 中相同的材料，或不同的材料（尤其是液态的）。源还设置有高压电源 22，其经由合适的高压连接线 23 连接到电极 111、112 以诱发电极 111、112 之间的放电 Ed。例如，连接线 23 可以直接接触电极 111、112（例如经由相应的旋转轴，或经由合适的低摩擦接触），如图 3-4 所示。替换地，连接线 23 可以例如经由池 14、15 非直接接触电极 111、112，并且具体地经由容纳在这些池 14、15（图 5a 也可以看到）内的（冷却）介质，只要这些介质是导电的。

[0059] 设置燃料释放装置 21 或燃料释放引导装置。燃料释放装置 21 配置成引入由燃料供给电极 111 从燃料释放区域供给的燃料的蒸汽以产生用于发射辐射的等离子体 RP。在本实施例中，燃料释放区域是旋转等离子体燃料供给电极 111 的浸湿表面的一部分或一区段，该部分由燃料释放装置 21 限定。具体地，燃料释放装置可以是发射激光束 Le 到电极 111 的浸湿表面（由此限定燃料释放区域）以实现从所述区域释放燃料的激光源。例如，激光束 Le 的功率足够高以便从电极 111 热移除至少一部分燃料。在该实施例中，照射燃料释放区域的激光束是一个电极 111 的部分。在运行过程中，优选电极 111、112 设置在低压环境内，例如真空中，使得释放的燃料可以从燃料释放区域迅速地蒸发，且使得可以使用释放的燃料在电极之间产生放电。在根据图 4a、4b 的源运行过程中，从所述区域释放的燃料可以到达相对的旋转电极 112，在其他电极之间提供电流路径。由电源 22 提供的电极 111、112 之间的高压经由电流路径点燃电极 111、112 之间的放电 Ed（由虚线示出），放电 Ed 产生发射辐射（例如在燃料为锡、或其他适于产生 EUV 辐射的燃料的情况下，发射 EUV 辐射）的用于发射辐射的等离子体 RP。如图 3 所示，在该实施例中，等离子体 RP 具有椭圆形形状，其导致相对大的集光率。在放电过程中，图 3 的实施例中的等离子体的密度将不是相对于电极对称的（即燃料蒸发电极 111 附近的等离子体密度将高于另一电极 112 附近的等离子体密度）。

[0060] 图 7 示出与图 3 中实施例类似的实施例，其包括两个旋转电极 111’、112’ 以及对应的池 14’ 15’；在这种情形中，每个电极 111’、112’ 具有锐利的倾斜边缘，每个电极 111’、112’竖直地放置，并且相互对齐。在图 7 的实施例中，电极 111’、112’对来自电极表面的弹道碎片的发射是“自遮蔽的”（相对于期望的辐射发射路径的下游部分）。换句话说，电极 111’、112’ 布置使得它们物理地阻塞沿通常期望的辐射发射方向 RD（沿光轴）的碎片发射路径的一部分。

[0061] 具体地，在具有旋转盘电极的源设计（例如见图 3、7）中，通过从电极中的一个

（例如阴极）激光蒸发液态燃料（例如锡）触发放电。这导致在放电时刻燃料等离子体非对称分布，即电极 111、111’的燃料蒸发位置附近等离子体密度最高。结果，不是在电极之间中间位置处形成（例如 EUV）箍缩，但是非常靠近阴极。这种短的距离需要可选的下游污染物减少装置 49 的翼片间隔非常靠近，以便解决箍缩和阴极。从阴极 111、111’进行激光蒸发不是最优方案的另一应用是前面提到的自遮蔽电极。这是因为等离子体沿垂直于电极表面的方向膨胀，并且该方向不平行于自遮蔽电极情形中的放电方向。这限制了自遮蔽电极的保护角。

[0062] 图 4a、4b 示意地示出改进的辐射源实施例，其可以提供相对小的集光率。此外，根据图 4a、4b 的实施例可以提供更均匀的等离子体，或至少具有更对称地分布的密度的等离子体。图 4a、4b 中的实施例与图 3 的实施例不同，其中燃料释放区域与第一和第二旋转电极 14、15 中的每一个是间隔分开的。

[0063] 图 4a、4b 中的实施例通过提供减小的源的 EUV 发射区域（即等离子体 RP）的轴线尺寸可以提供减小的源集光率。等离子体源的调整（例如，减小）的集光率可以导致源的集光率与光刻设备 1 的集光率的匹配。

[0064] 在另一实施例中，燃料供给装置 13 包括燃料输送系统的一部分或作为燃料输送系统的一部分，其配置成将燃料从燃料贮存器输送到燃料释放区域。同样，根据一实施例，辐射源可以包括一个或更多个配置用以旋转燃料供给装置 13 的驱动机构 19。在图 4a、4b 的实施例中，具体地，燃料供给电极 13 不是至少第一和第二放电电极 11、12 的一部分。

[0065] 具体地，图 4a、4b 中的实施例设置有至少三个旋转电极 11、12、13（在本实施例中三个），配置用以在使用时产生放电 Ed 以产生辐射。在这种情形中，提供两个外电极 11、12 和一个第三电极 13，其在外电极 11、12 之间延伸。电极 11、12、13 的每一个是旋转电极，其在运行过程中围绕相应的旋转轴线 Xr1、Xr2、Xr3 旋转。用以驱动（即旋转）电极 11、12、13 的驱动装置未示出。这种驱动装置可以以多种方式配置，并且可以包括合适的轴承、直接地或间接地连接到电极 11、12、13 的电动机（例如承载相应的电极 13 的轮轴电动机 19，或其他电动机类型）、传动装置、电极承载装置和 / 或其他的合适的电极旋转引导装置，正如本领域技术人员可以认识到的。在一实施例中，电极 11、12、13 可以彼此相互连接，使得单个驱动单元可以同时驱动电极 11、12、13。可以彼此独立地驱动电极 11、12、13。在一个实施例中，电极 11、12、13 在运行过程中可以具有相同的旋转速度。在一个实施例中，例如第三电极的旋转速度比外电极 11、12 的旋转速度高或低。

[0066] 电极 11、12、13 的每一个可以以多种方式配置和成形。例如，电极 11、12、13 的每一个可以是旋转的轮。电极 11、12、13 的每一个可以是旋转对称或圆柱形单元。每个电极 11、12、13 可以由导电材料构成或包括导电材料，例如一种或几种金属。优选地，每个电极 11、12、13 由可以在高热和高电载荷的条件下工作的材料构成。外电极 11、12 可以彼此相同地或不同地配置或成形。此外，第三（或内）旋转电极 13 可以配置且成形为与外电极 11、12 中的一个或每一个相同或不同。在本实施例中，例如，内电极 13 的直径小于外电极 11、12 的直径。替换地，内电极 13 的直径可以等于、或大于外电极 11、12 的直径。

[0067] 在一实施例中，例如，电极的旋转轴线可以相互平行。然而在本实施例中，旋转轴线 Xr1、Xr2、Xr3 沿不同方向延伸。此外，例如旋转轴线 Xr1、Xr2、Xr3 可以全部沿相同的大致竖直的平面延伸（与本实施例类似），或沿不同的大致竖直的平面延伸。在本实施例中，

外电极 11、12 相对于第三电极 13 倾斜，使得电极的下端之间的距离大于电极 11、12、13 的相反的（上）放电端之间的距离。在本实施例中，第三电极 13 布置成相对于所述至少第一和第二电极的放电区域以对称关系定位对应的或各自的燃料释放区域（见下文）。具体地，为了实现这个目的，第三电极 13 的顶部（在燃料释放过程中）与外电极 11、12 的每一个的顶部附近间隔开相等的距离 L1（见图 4b）。

[0068] 在本实施例中，电极 11、12、13 的（下）部分延伸进入（即，浸入、接触）容纳在相应的第一池 14、15 和第二池 16 中的液体中。与第三电极 13 相关的第二池 16 用作等离子体燃料贮存器，即容纳在该池 16 内的液体还用作等离子体燃料。例如，等离子体燃料贮存器 16 可以容纳液态的等离子体燃料，例如液态锡，或不同的合适的燃料。例如，激光器 21 结合第三电极 13 和燃料贮存器 16 可以被称为“燃料蒸发系统 13、16、21”，其配置用以产生蒸发的等离子体燃料。在一实施例中，燃料蒸发系统可以设置成：例如在蒸发系统设置有燃料液滴产生装置或燃料射流产生装置的情况下不包括燃料传送单元 13 移动或旋转通过的燃料池（例如下文中的示例，见图 9）。

[0069] 在运行过程中，等离子体燃料 16 可以浸湿对应的旋转的第三电极 13（即，燃料层粘附到旋转电极 13 的外表面）。其他（第一）池 14、15 可以容纳与燃料池 16 中相同的材料，或不同的材料（尤其是一种液体）。在本实施例中，三个不同的池 14、15、16 分别与三个旋转电极 11、12、13 相关。替换地，例如可以设置较少数量的池，例如设置容纳介质的单个池，每个电极 11、12、13 部分地延伸进入该介质，或者设置一个提供燃料给第三电极 13 的等离子体燃料贮存器 16，和一个容纳与外电极 11、12 接触的介质的第二贮存器。在本实施例中，容纳在池 14、15、16 中的每一个内的液体用作相应的旋转电极 11、12、13 的冷却介质。此外，池 14、15、16 可以设置有冷却介质温度调节系统（未示出），例如制冷系统和 / 或冷却介质再循环系统，以调节容纳在池中的冷却介质的温度，如本领域技术人员认识到的。

[0070] 图 4a、4b 中的实施例还设置有高压电源 22，其经由合适的高压连接线 23 连接到电极 11、12、13，以分别在外电极 11、12 和第三电极 13 之间诱发放电 Ed。例如，第一和第二电极 11、12 可以用作阳极，而第三电极可以用作阴极，反之亦然。

[0071] 可以设置燃料释放装置 21 或燃料释放激发装置，例如激光器装置。燃料释放装置 21 可以配置成发射激光束 Le 到第三电极 13 的浸湿表面（由此将燃料释放区域与电极 13 的相应的燃料浸湿外表面区分开），以实现来自该区域的燃料的释放。在运行过程中，电极 11、12、13 可以位于低压环境中，例如真空中，使得释放的燃料可以即刻从燃料释放区域蒸发，并且可以使用释放的燃料在电极之间产生放电。

[0072] 图 4a、4b 中的源的操作可以是光刻器件制造方法的一部分，但并不是必须的。源的操作可以是用以产生辐射的方法，其中旋转燃料供给电极 13 供给燃料（从贮存器 16）给与第一和第二电极 11、12 间隔分开的相应的燃料释放区域。激光器单元 21 激发从燃料释放区域朝向与其他电极 11、12 相关的放电路径的燃料释放。随后，电极 11、12、13 之间的放电 Ed 从释放的燃料产生用于发射辐射的等离子体 RP。具体地，在第一和第二电极 11、12 的每一个的一边与第三电极 13 的另一边之间激发放电。此外，在使用过程中，电极 11、12、13 已经相对于彼此定位成使得在使用时在电极之间延伸的放电路径基本上是曲线的，以便产生压缩用于发射辐射的等离子体 RP 的力。在一实施例中，每个电极 11、12、13 的至少一部分旋转或连续地移动通过由相应的池 13、14、15 保持的热去除介质。

[0073] 例如，在根据图 4a、4b 的源操作过程中，所有电极 11、12、13 旋转，并且通过冷却燃料（经由冷却池 14、15、16 浸湿电极）进行冷却。第三电极 13 可以用作燃料输送装置，以从相应的池 16 输送燃料到可以由激光器 21 照射的区域（在本实施例中，即电极顶部）。在激光照射下，燃料从第三旋转电极 13 释放。从第三电极 13 释放的燃料可以到达外电极 11、12 的附近部分的表面，由此在电极之间提供多个电流路径 Ed。电极 11、12、13 之间由电源 22 提供的高压经由电流路径点燃电极 11、12、13 之间的放电 Ed（用虚线表示），所述放电 Ed 产生发射辐射（例如，在燃料是锡或其他适于发射 EUV 辐射的情况下是 EUV 辐射）的用于发射辐射的等离子体 RP。辐射发射的控制可以例如通过控制激光器 21 和 / 或电源 22 来实现。例如，可以操作源以连续地、半连续地、间隔地、类似脉冲方式（脉冲源）周期地和 / 或不同的方式提供辐射，正如本领域技术人员熟知的。

[0074] 如图 4a 所述，在本实施例中，等离子体 RP 相对于图 3 中示出的形状具有减小的轴向形状。可以认为，图 4a、4b 中的实施例可以提供曲线的放电 Ed 的曲线的电路径（见图 4a），这导致经过电磁相互作用的用于发射辐射的等离子体 RP 的轴线限制。因此，可以获得期望的相对小的源集光率。

[0075] 因此，本实施例提供一种场结构，其防止从一个电极到另一电极的箍缩传播。此外，根据另一实施例，可以匹配集光率使得可以以相同的输入（电）功率输送相对大量的有用的辐射功率，由此提高产出，并降低热负载和所需基础设施。

[0076] 图 5a、5b 示出另一辐射源的一个实施例的非限定示例。图 5a、5b 的源结构与图 4a、4b 中的结构基本上相同。不同之处在于第三旋转元件（即燃料供给装置）63 不是电极，或在辐射发射操作时至少没有电连接到高压源 22。在图 5a、5b 的实施例中，由供给单元 63 提供的各自燃料释放区域也与旋转的第一和第二电极 61、62 中的每一个间隔分开。具体地，在这种情况下，燃料供给装置 63 不是第一和第二放电电极 61、62 的一部分。

[0077] 图 5 的实施例可以提供改进的辐射源实施例，其可以提供相对于电极 61、62 的相对大的保护角度（见图 8、9）和相对于电极 61、62 的相对对称的等离子体分布。

[0078] 图 5a、5b 的实施例设置有至少三个旋转单元 61、62、63（在本实施例中三个），其中外单元 61、62 配置用以在用以产生辐射的过程中在其之间产生放电 Ed。用以驱动（即旋转）电极 61、62 的驱动装置用附图标记 19’示意地表示。这种驱动装置可以以多种方式配置，并且可以包括直接地或间接地连接到这些单元的合适的轴承、电动机，正如本领域技术人员认识到的。

[0079] 在图 5a、5b 中示出的实施例中，（两个）电极 61、62 的（下）部分延伸进入（即浸入，接触）容纳在相应的第一池 64、65 中的冷却液体。与第三旋转单元 63 对应的第二池 66 用作等离子体燃料贮存器，即容纳在该池 66 中的液体还用作等离子体燃料。在操作过程中，等离子体燃料 66 可以浸湿相应的旋转第三单元 63。其他（第一）池 64、65 可以包含与燃料池 66 中相同的材料，或不同的材料（尤其是液体）。在本实施例中，三个不同的池 64、65、66 与三个旋转单元 61、62、63 相关。在一实施例中，可以设置较少数量的池（如前面提到的）。在本实施例中，容纳在每个池 64、65 中的液体用作相应的旋转电极 61、62 的冷却介质。如上面所述，例如，冷却池 64、65 可以设置有冷却介质温度调节系统（未示出），例如制冷系统和 / 或冷却介质再循环系统，以便调节容纳在池内的冷却介质的温度，正如本领域技术人员熟知的。与旋转燃料供给单元 63 相关的燃料池 66 不必用作用以冷却所述单元的

冷却池，或可以具有比其他池 64、65 提供的冷却容量小的低冷却容量。

[0080] 图 5a、5b 的实施例还设置有高压电源 22，其经由合适的高压连接线 23 连接到电极 61、62，以在电极 61、62 之间诱发放电 Ed。在该实施例中，例如，连接线 23 经由池 64、65 间接地电耦合至电极 61、62，具体地，经由容纳在这些池 64、65 中的导电冷却介质（例如液态金属，例如锡）间接地电耦合至电极 61、62。

[0081] 再次，提供燃料释放装置 21，或燃料释放激发装置，例如激光器装置，并且配置成发射激光束 Le 到旋转燃料供给装置 63 的浸湿表面，以实现从该区域蒸发燃料。

[0082] 旋转单元 61、62、63 每一个可以以多种形式配置且成形。例如，电极 61、62 的每一个可以是旋转的轮。电极 61、62 的每一个可以是旋转对称或圆柱形单元。每个电极 61、62 可以由导电材料构成或包括导电材料，例如一种或几种金属。电极 61、62 可以彼此相同地或不同地配置或成形。在本实施例中，第三（或内）旋转单元 63 的直径小于外电极 61、62 的直径。如图 5b，第三单元 63 的顶部位于低于电极 61、62 的顶部下面的水平位置处。第三单元 63 的顶部可以位于电极 61、62 的旋转轴的水平位置以下的水平位置处。此外，由第三单元 63 提供的燃料供给区域位于电极 61、62 的旋转轴线的水平位置下面。

[0083] 如图 5a 所示，两个电极 61、62 的旋转轴线沿不同方向延伸，并且电极 61、62 可以相对于燃料供给装置 63 的相对的表面倾斜，使得两个电极 61、62 的前（放电）部之间的距离大于电极 61、62 的相对（后）部之间的距离。燃料供给装置 63 可以布置成相对于至少第一和第二电极 61、62 的放电区域以对称的关系定位对应的燃料释放区域。具体地，为了实现这个目的，（在操作过程中）燃料供给装置 63 的（燃料释放）表面与电极 61、62 的每一个的邻近边缘间隔开相等的距离（如图所示）。

[0084] 源可以设置有一个或更多个遮蔽物 80（如图 5a 所示的虚线矩形），例如板或其他元件，以至少部分地将燃料蒸发位置（即由激光束 Le 照射的燃料释放区域）与下游辐射收集场（图 5b 中用角度 β 表示）遮挡开。辐射收集场的顶部（可以是锥形收集场，或具有不同布置或形状的场）可以与用于发射辐射的等离子体 RP 的中心同心（见图 5a）。已经发现，这种遮蔽物对于特定的应用是有利的，例如位置敏感的污染物阱 49 和自遮蔽电极（如下面所述的）。这种遮蔽可以防止由激光蒸发产生的微粒行进到收集角 / 场 β 内。

[0085] 例如，根据一非限定实施例，源系统可以包括在操作过程中旋转通过相应的锡 (Sn) 池 64、65 的盘形电极 61、62、旋转通过另一锡池 66 的盘形目标 63 以及激光束 Le。优选地，目标 63 和池 66 与电极 61、62 和它们的池 64、65 是电隔离的。目标 63 和激光束 Le 可以以这种方式配置使得融化的燃料到达两个电极 61、62 的期望的放电位置处。这可以对称地完成，使得蒸汽同时到达两个电极 61、62 并且可以在电极 61、62 之间的中间处形成“箍缩”RP。而且，优选地，目标单元 63 定位在收集角 β 的外侧，使得其不会阻塞可收集的辐射。正如上面提到的，池 64、65 中的液体（用于保护和冷却电极 61、62）不需要是与燃料池 66 中的液体相同的液体（用作源的燃料）。例如，在一实施例中，在电极池 64、65 中的液体可以是另一种低熔点金属，例如 Ga、In、Sn、Bi、Zn 或这些金属的合金。

[0086] 图 5a、5b 中的实施例的操作可以是用以产生辐射的方法，其中旋转燃料供给装置 63（从贮存器 66）供给燃料到对应的与第一和第二电极 61、62 间隔分开的燃料释放区域。激光束 Le 在旋转的燃料供应单元 63 的燃料膜限定表面上限定燃料释放区域，以朝向在两个旋转电极 61、62 之间延伸（以基本上直线）的放电路径蒸发燃料（蒸发的燃料用图 5a-8

中的点云表示）。随后，电极 61、62 之间的放电 Ed 从已经到达放电路径的蒸发的燃料的一部分产生用于发射辐射的等离子体 RP。电极 61、62 的每一个可以旋转（或连续地移动）通过由相应的池 64、65 保持的热去除介质。

[0087] 由电源 22 提供的电极 61、62 之间的高压经由电流路径点燃电极 61、62 之间的放电 Ed（由虚线表示），其中放电 Ed 产生发射辐射的用于发射辐射的等离子体 RP。最终的等离子体具有相对于电极 61、62 的良好的对称的密度分布。

[0088] 因此，图 5a、5b 中的实施例可以从专用的目标 63 而不是从电极 61、62 中的一个提供等离子体燃料的蒸发。例如，专用的目标 63 可以是旋转通过分立的液体锡 (Sn) 池的第三盘 63。

[0089] 如图 9 所示，目标是喷射到位于旋转电极 61、62 之间（并且与电极 61、62 的每一个间隔分开）的蒸发区域的锡 (Sn) 液滴或射流。在后一种情况中，例如系统可以设置有配置用以产生蒸发的等离子体燃料的燃料蒸发系统 21、41，其中蒸发系统包括燃料液滴或燃料射流产生装置 41（或分配装置），和用以至少部分地蒸发已经由燃料液滴或燃料射流产生装置 41 分配且已经到达蒸发区域的燃料的激光器 21。例如，目标可以包括由与激光器 21 同步的液滴产生装置 41 产生的锡 (Sn) 液滴 45（优选质量有限），使得在期望的位置处（在旋转电极 61、62 之间，以产生用于发射辐射的等离子体 RP）蒸发液滴 45。在还一实施例中，目标包括连续的锡 (Sn) 射流。

[0090] 图 5a、5b 中的实施例可以与下游污染物减少系统 49（例如翼片阱）结合使用（见图 1、2）。例如，在污染物阱 49 是翼片阱的情况下，特定的翼片间隔要求可以放松，使得可以改善燃料处理并且显著地提高光透射率（通常从 60％到 90％）。

[0091] 所谓的保护角（在图 8 中用φ表示）可以延伸以覆盖整个收集角 β，并且电极 61、62 可以变得较不易受腐蚀的影响。前面提到的保护角φ与（自遮蔽）电极 61、62 相关，并且通过电极表面产生特定碎片的取向进行限定。在特定的系统中（例如根据图 7 的系统），保护角可以被限定成相当小的值（例如＜ 45° ），因为从一个电极 111’蒸发的燃料蒸汽应该被引导朝向另一电极 112’。因此，期望的大的保护角φ可能不存在。图 5a、5b 中的实施例（还见图 8）可以提供从电极 61、62 的倾斜边缘看的相等的等离子体燃料分布，这导致显著的较大的保护角φ。

[0092] 源系统可以与（位置敏感的）污染物减少装置 49（例如翼片阱）结合使用。在这种情况下，源箍缩 RP 可以位于电极间隙（在电极 61、62 的最靠近的边缘或部分之间延伸）的中心或其附近（例如在期望的光路 OP 的中心），如图 6 所示的，而不是靠近电极的一个。因此，箍缩 RP 和电极 61、62 的碎片发射表面之间的间隔增大。这允许下游翼片阱 49（相对于光学路径 OP 共心地设置）的污染物减少翼片的较大的间隔，这改善了光学透射率并且改善了源燃料处理。例如，根据一非限定的实施例，通常，滤光器宽度（图 6 中的 s）可以增大到相对大的值（例如大于 1mm 的值）。滤光器宽度可以与翼片阱尺寸和源布置相关，如下式φ：

[0093] $$s = \frac{2r_2}{r_2 - r_1} d$$

[0094] 其中，r1 是箍缩 RP 和上游翼片阱端之间沿光轴方向测得的距离，r2 是箍缩 RP 和下游翼片阱端之间沿光轴测量的距离，d 是在上游翼片阱端处的翼片间距（相对于光轴垂

直地测量）。因此，翼片的间距与滤光器宽度成比例。因此，当滤光器宽度增大 4 倍，翼片间距也增大 4 倍，因而翼片前面的光损失减小 4 倍。例如，在通常的结构中，光透射率可以从大约 60％增大到超过 90％。

[0095] 图 8 示出类似图 5a、5b 的实施例的一实施例。图 8 的实施例设置有两个旋转电极 61’、62’ 以及各自的池 64’、65’。在这种情况下，每个电极 61’、62’ 具有急剧倾斜的边缘，每个电极 61’、62’例如被竖直地定位，并且是相互对准的（一个接着另一个）。在该实施例中，电极 61’、62’ 是自遮蔽的。此外，在图 8 的实施例中，源包括具有对应的燃料池 66’ 的专用的旋转目标单元 63’。在操作过程中，从目标单元 63’ 发射的燃料蒸汽到达两个电极 61’、62’。在图 8 的实施例中，保护角φ可以很大以致于跨过整个收集角 β。这种配置的附加的优点在于其使得自遮蔽电极 61’、62’更不容易被腐蚀。例如，在图 7 的实施例中，由于小的电极间隙和高压电场，在电极 14’、15’的锐角附近发生放电。因此，角部在一段时间后会变钝，这会损害电极 14’、15’抑制碎片的性能。在图 8 的实施例中，电极表面上的放电的位置可以被更好地控制，因此可以布置成较远离锐角。

[0096] 因此，本发明的实施例可以提供具体的（优选是对称的）等离子体密度分布，尤其是具有旋转通过液态燃料池的旋转的盘形电极。本发明可以在应用位置敏感碎片减少装置 49 的情形中，导致“放松的”滤光器间隔要求，并且可以在应用自遮蔽电极的情况下增大保护角。

[0097] 虽然在本文中详述了光刻设备用在制造 ICs（集成电路）中，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。

[0098] 虽然上面详述了本发明的实施例在光刻设备的应用，应该注意到，本发明可以有其它的应用，例如压印光刻，并且只要情况允许，不局限于光学光刻。

[0099] 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 126nm 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。

[0100] 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计算机程序的形式，或具有存储其中的所述计算机程序的数据存储介质（例如半导体存储器、磁盘或光盘）的形式。

[0101] 以上的描述是说明性的，而不是限制性的。因此，本领域的技术人员应当理解，在不背离所附的权利要求的保护范围的条件下，可以对本发明进行修改。

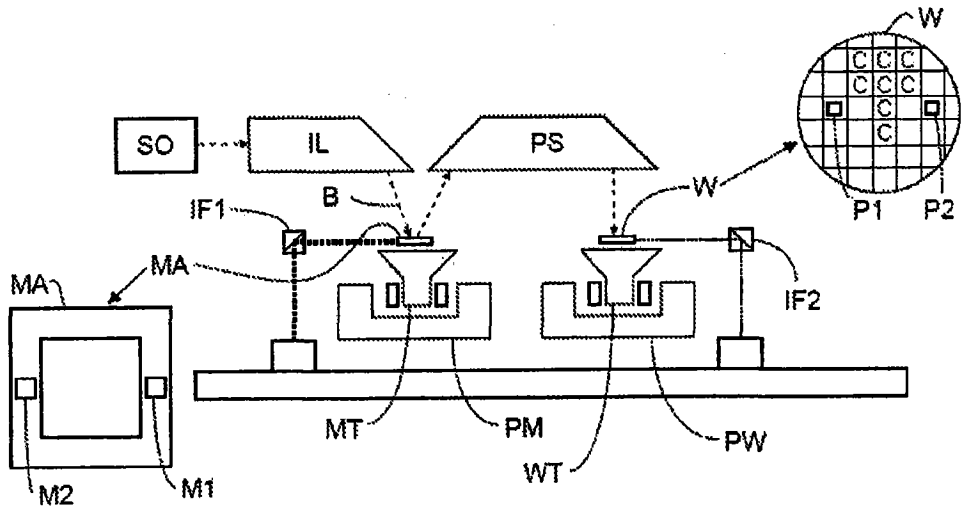

W
SO
IL
PS
B
IF1
W
P1
P2
MA
MA
IF2
MT
PM
PW
WT
M2
M1

图 1

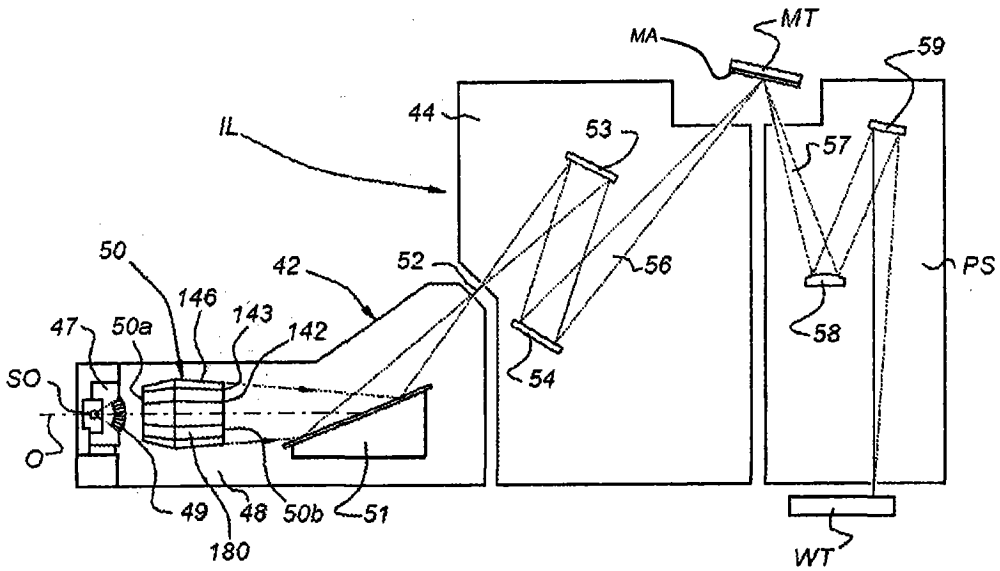

MA
MT
59
44
IL
53
57
50
42
52
56
PS
146
143
142
47
50a
58
SO
54
O
49
48
50b
51
180
WT

图 2

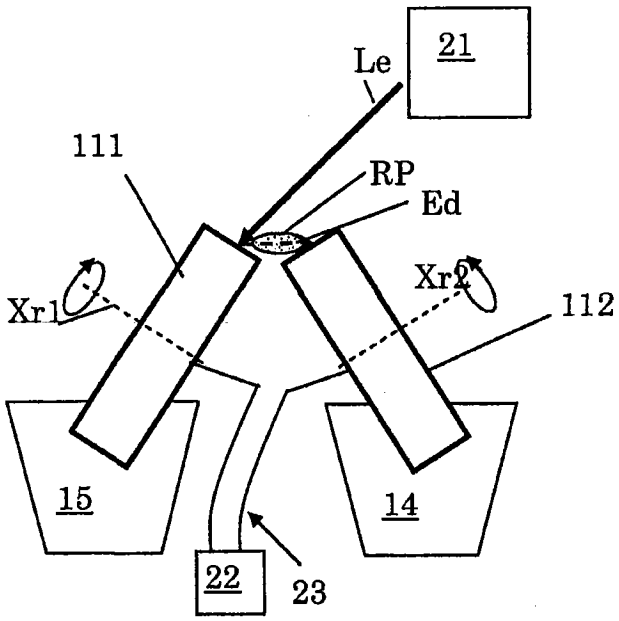

21
Le
111
RP
Ed
Xr1
Xr2
112
15
14
22
23

图 3

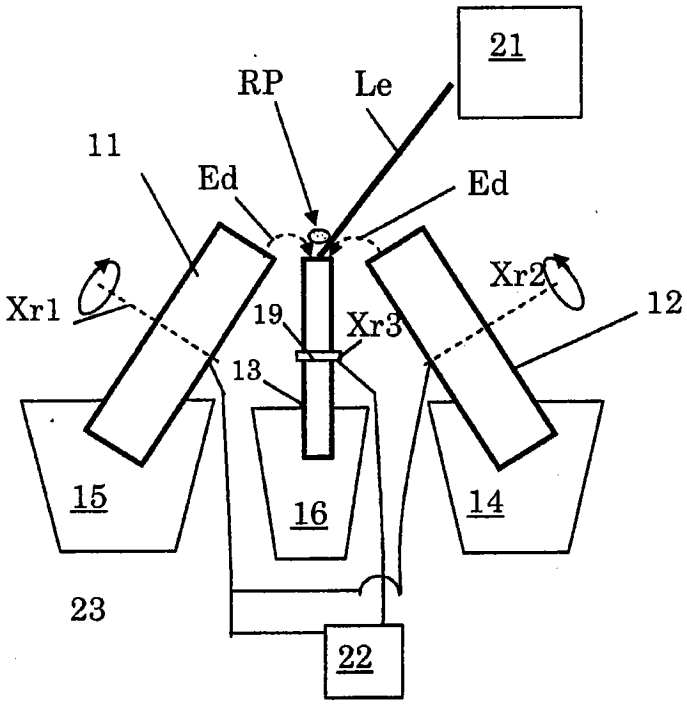

21
RP
Le
11
Ed
Ed
Xr1
Xr2
19
Xr3
12
13
15
16
14
23
22

图 4a

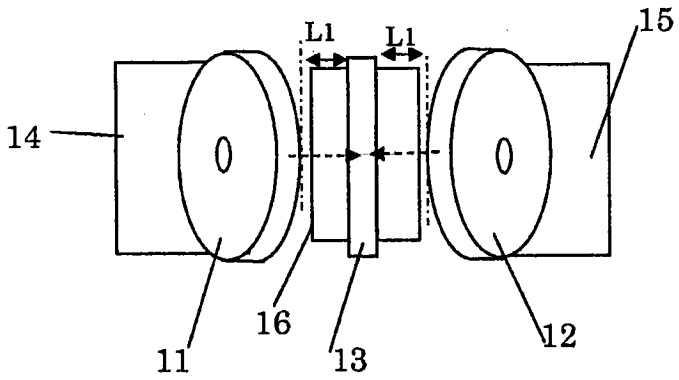


图 4b

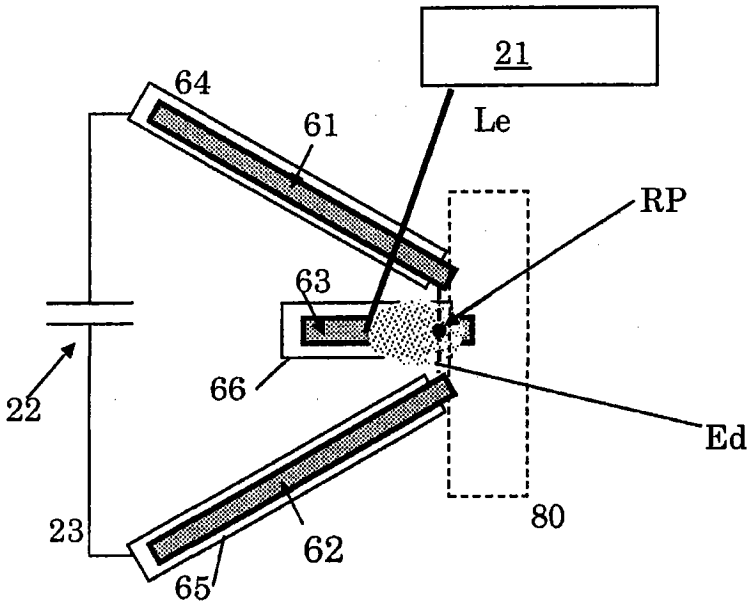


图 5a

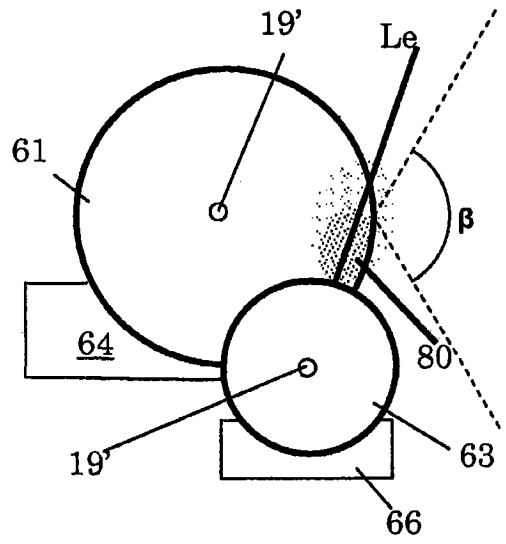


图 5b

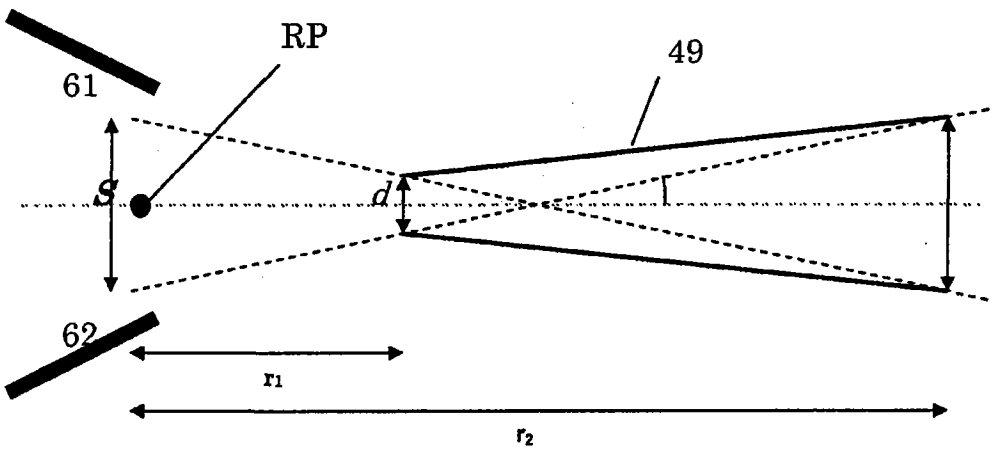


图 6

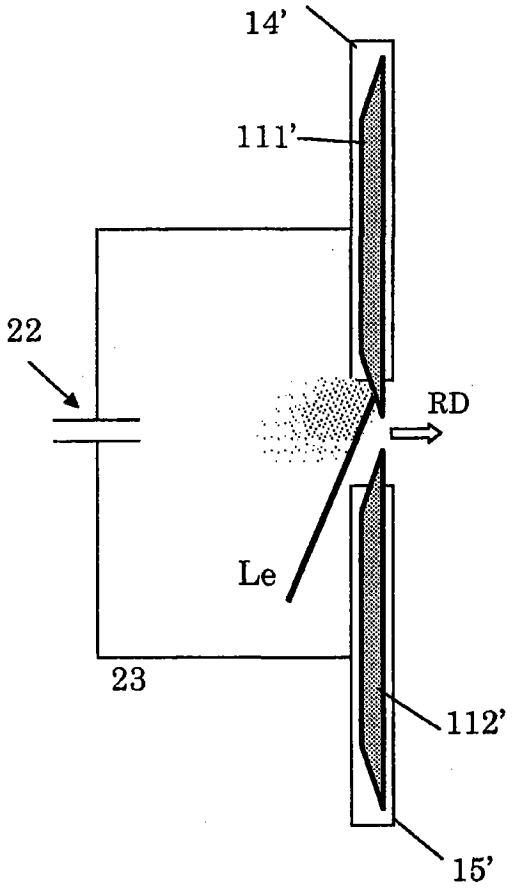


图 7

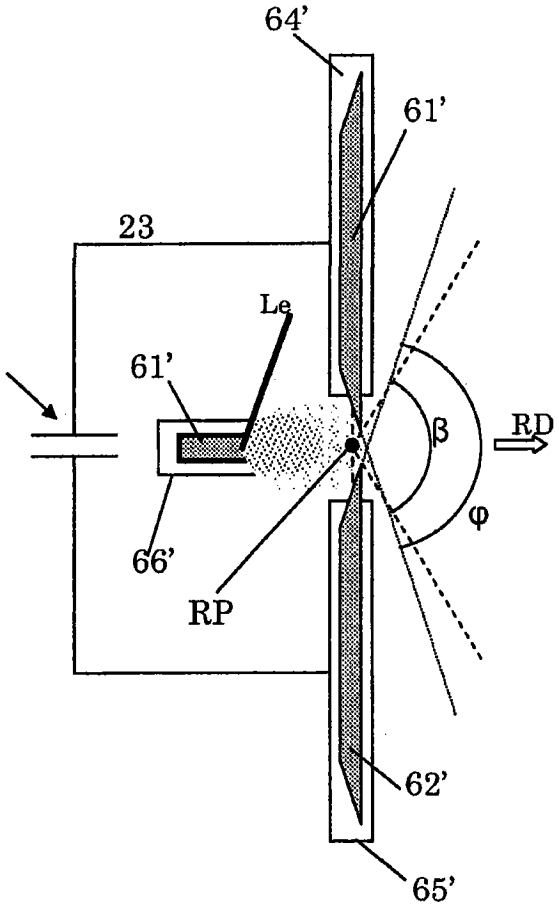


图 8

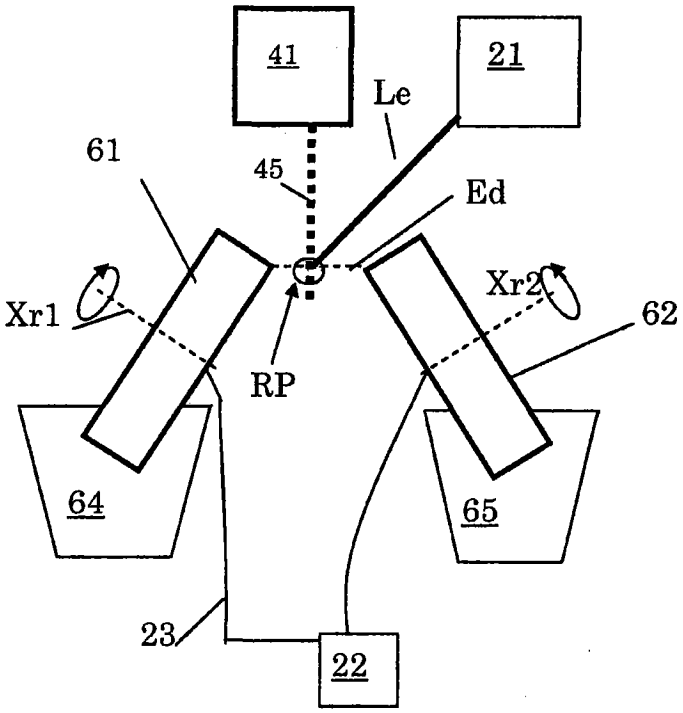


图 9