



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102804070 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 28

(21) 申请号 201080028143. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2010. 05. 20

G03F 7/20 (2006. 01)

(30) 优先权数据

B08B 7/00 (2006. 01)

61/219, 618 2009. 06. 23 US

H01L 21/02 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

B08B 5/02 (2006. 01)

2011. 12. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/057008 2010. 05. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02010/149438 EN 2010. 12. 29

(71) 申请人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72) 发明人 N·拉默斯 L·斯卡克卡巴拉兹

(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 吴敬莲

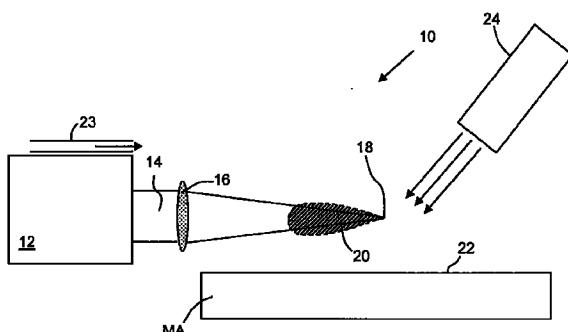
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

光刻设备和器件制造方法

(57) 摘要

一种光刻投影设备可以包括一种激光清洁装置。所述激光清洁装置构造且布置成清洁表面。所述激光清洁装置包括：激光源，构造成且布置成产生辐射；和光学元件，构造成且布置成将所述辐射聚焦到焦点上，用于在所述表面的上方在背景气体中产生清洁等离子体。所述激光清洁装置还设置有气体供给装置，所述气体供给装置构造成且布置成在靠近所述等离子体的位置处产生保护气体的射流。



1. 一种激光清洁装置,其构造且布置用于清洁表面,所述激光清洁装置包括:
光源,构造成且布置成产生辐射;
光学元件,构造成且布置成将所述辐射聚焦到焦点上,用于在所述表面的上方在背景气体中产生清洁等离子体;和
气体供给装置,构造成且布置成在靠近所述等离子体的位置处产生保护气体的射流。
2. 根据权利要求1所述的激光清洁装置,其中所述光源被构造且布置成在所述焦点上产生脉冲,所述脉冲的能量为每脉冲能量在大约0.001焦和大约2焦之间,优选地在大约0.1焦和大约2焦之间。
3. 根据前述权利要求中任一项所述的激光清洁装置,其中所述光源布置成在至少大致平行于所述衬底表面的方向上产生所述辐射。
4. 根据前述权利要求中任一项所述的激光清洁装置,其中所述气体供给装置构造成且布置成以相对于所述表面的法线的在大约30°和大约60°之间的角度来引导所述保护气体,优选地以相对于所述表面的法线的大约45°的角度来引导所述保护气体。
5. 根据前述权利要求中任一项所述的激光清洁装置,其中所述气体供给装置被布置成沿着大致平行于一平面的方向引导所述保护气体的射流,所述平面延伸穿过所述表面的法线且平行于由光源产生的辐射。
6. 根据权利要求5所述的激光清洁装置,其中所述保护气体的射流的方向在与所述辐射的方向相反的方向上具有相当大的分量。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的激光清洁装置,其中所述装置设置有气体供给装置,所述气体供给装置构造成且布置成产生其中产生了所述等离子体的气体。
8. 一种光刻投影设备,所述光刻投影设备包括根据前述权利要求中任一项所述的激光清洁装置。
9. 根据权利要求8所述的光刻投影设备,还包括构造成保持图案形成装置的支撑结构,所述图案形成装置能够在辐射束的横截面中将图案赋予辐射束,以形成图案化的辐射束,其中所述激光清洁装置构造成且布置成清洁所述图案形成装置。
10. 根据权利要求8或9所述的光刻投影设备,还包括构造成保持衬底的衬底台,其中所述激光清洁装置被构造且布置成清洁所述图案形成装置。
11. 一种用于清洁表面的方法,所述方法包括以下步骤:
产生辐射;
将所述辐射聚焦到焦点上用于在背景气体中产生清洁等离子体;和
将保护气体的射流引导至靠近所述等离子体的位置处。
12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述辐射是脉冲式的。
13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述脉冲辐射包括脉冲,所述脉冲的能量为每脉冲的能量在约0.001焦和大约2焦之间,优选地在大约0.1焦和大约2焦之间。
14. 根据权利要求11-13中任一项所述的方法,其中所述气体供给装置构造成且布置成以相对于所述表面的法线的在大约30°和大约60°之间的角度来引导所述保护气体,优选地以相对于所述表面的法线的大约45°的角度来引导所述保护气体。
15. 根据权利要求1-7中任一项所述的激光清洁装置,根据权利要求8、9或10所述的光刻投影设备或根据权利要求11-14中任一项所述的方法,其中所述保护气体是氩气。

光刻设备和器件制造方法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2009 年 7 月 23 日申请的美国临时申请 61/219,618 的权益，且通过引用将其全部内容并入本文中。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种光刻设备和制造器件的方法。

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提供到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。

[0005] 已广泛地承认光刻术是 IC 和其它的器件和 / 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，光刻术成为了使微型的 IC 或其它器件和 / 或结构能够被制造的更加关键的因素。

[0006] 通过如等式 (1) 中所示出的分辨率的瑞利准则来给出图案印刷的限制的理论估计：

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

[0008] 其中， λ 是所使用的辐射的波长， NA_{PS} 是用于印刷图案的投影系统的数值孔径， k_1 是依赖于工艺的调整因子，也称为瑞利常数，以及 CD 是被印刷的特征的特征尺寸（或临界尺寸）。从等式 (1) 可以得出，可以以三种方式实现减小特征的最小可印刷尺寸：通过缩短曝光波长 λ 、通过增加数值孔径 NA_{PS} 或通过减小 k_1 的值。

[0009] 为了显著地缩短曝光波长，并因此使最小的可印刷尺寸减小，已经提出使用极紫外 (EUV) 辐射源。EUV 辐射源配置成输出约 13nm 的辐射波长。因此，EUV 辐射源可以构成迈向获得小的特征印刷的非常重要的一步。这样的辐射用术语极紫外或软 x 射线来表示，可能的源例如包括激光诱导等离子体源、放电等离子体源或来自电子储存环的同步加速器辐射。

[0010] EUV 辐射的性质是所有的已知的材料对 EUV 辐射是高度不透明的。因此，反射元件替代透镜被用在光刻投影设备的任何光学系统中。为此，图案形成装置典型地是反射性的而不是透射性的。

[0011] 在使用 EUV 辐射时，不容易被反射光学元件替换的透射光学元件是薄皮。在现有技术中薄皮是已知的，例如从美国专利申请公开出版物 No. US2005/0280789 可知。污染物沉积到薄皮上，同时辐射透射穿过薄皮。因为薄皮定位在距离图案形成装置特定的预定距

离处,所以污染物将是离焦的,因此将不会被投影到衬底的目标部分上。因为薄皮对将被图案化的辐射的透射率会对于薄皮发挥适合的功能是有贡献的,所以在 EUV 被使用时不能使用薄皮。因此,薄皮不会对图案形成装置上的污染物沉积提供可接受的方案。

发明内容

[0012] 期望提供薄皮的使用的替代方案,其在 EUV 被用作将被图案化的辐射时也是适合应用的。

[0013] 根据本发明的一个方面,提供了一种光刻投影设备,所述光刻投影设备包括一种激光清洁装置,所述激光清洁装置被构造且布置成清洁表面。所述激光清洁装置包括:激光源,构造成且布置成产生辐射;和光学元件,构造成且布置成将所述辐射聚焦到焦点上,用于在所述表面的上方在背景(background)气体中产生清洁等离子体。所述激光清洁装置还设置有气体供给装置,所述气体供给装置构造成且布置成在靠近所述等离子体的位置处产生保护气体的射流。

[0014] 根据本发明的一个方面,提供了一种激光清洁装置,其构造且布置成清洁表面。所述激光清洁装置包括:激光源,构造成且布置成产生辐射;和光学元件,构造成且布置成将所述辐射聚焦到焦点上,用于在所述表面的上方在背景气体中产生等离子体。所述激光清洁装置还设置有气体供给装置,所述气体供给装置构造成且布置成在靠近所述等离子体的位置处产生保护气体的射流。

[0015] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于清洁表面的方法。所述方法包括以下步骤:产生辐射;将所述辐射聚焦到焦点上用于在背景气体中产生清洁等离子体;和将保护气体的射流引导至靠近所述等离子体的位置处。

附图说明

[0016] 现在参照随附的示意性附图,仅以举例的方式,描述本发明的实施例,其中,在附图中相应的附图标记表示相应的部件,且其中:

[0017] 图 1 示出了包括激光清洁装置的光刻设备;

[0018] 图 2 示意性地示出了 EUV 光刻投影设备;

[0019] 图 3 是激光清洁装置的实施例的示意图;

[0020] 图 4A 示意性地示出了激光清洁装置的实施例的侧视图和俯视图;和

[0021] 图 4B 是图 4A 示出的激光清洁装置的俯视图。

具体实施方式

[0022] 图 1 示意性地示出根据本发明的一个实施例的光刻设备。所述设备包括:照射系统(照射器)IL,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,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,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,所述投影系统 PS 配置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。

[0023] 所述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。

[0024] 所述支撑结构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它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来保持图案形成装置。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)。

[0025] 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。

[0026] 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。

[0027] 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、或对于诸如使用真空之类的其他因素所适合的。可能期望针对于EUV或电子束辐射采用真空,这是因为其他的气体可能吸收太多的辐射或电子。因此,可以在真空壁和真空泵的帮助下,将真空环境提供至整个束路径。

[0028] 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)。

[0029] 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。

[0030] 参照图1,所述照射器IL接收从辐射源S0发出的辐射束。该源和所述光刻设备可以是分立的实体(例如当该源为准分子激光器时)。在这种情况下,不会将该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的帮助,将所述辐射束从所述源S0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(例如当所述源是汞灯时)。可以将所述源S0和所述照射器IL、以及如果需要时设置的所述束传递系统一起称作辐射系统。

[0031] 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。

[0032] 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。在被图案形成装置(例如掩

模)MA之后,所述辐射束B通过投影系统PS,所述投影系统PS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,例如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。

[0033] 可以将所述设备用于以下模式中的至少一种中:

[0034] 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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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。

[0038] 图2是实际的EUV光刻投影设备的示意侧视图。注意到,虽然物理布置不同于图1中显示的设备的布置,但是操作原理是相似的。所述设备包括源-收集器-模块或辐射单元42、照射系统IL和投影系统PS。辐射单元42设置有辐射源S0,其可以采用气体或蒸汽,诸如例如Xe气体或Li、Gd或Sn的蒸汽,其中产生了非常热的放电等离子体,以便发射在电磁辐射光谱的EUV范围中的辐射。放电等离子体是通过使得放电的部分电离的等离子体在光轴0上瓦解来产生。例如10Pa分压的Xe、Li、Gd、Sn蒸汽或任何其它适合的气体或蒸汽对于辐射的有效产生可能是需要的。在一实施例中,Sn源被用作EUV源。

[0039] 对于这一类型的源,一个例子是LPP源,其中CO₂激光器或其它激光器的激光被引导和聚焦到燃料点燃区域中。在附图的左下部中示意性显示这一类型源的一些细节。点燃区域47a被从燃料传递系统47b供给等离子体燃料,例如熔化的Sn的滴。激光束产生器47c可以是具有红外波长的CO₂激光,例如波长是9.4μm或10.6μm。可替代地,可以使用其它适合的激光,例如具有在1-11μm的范围内的对应的波长。在与激光束相互作用时,燃料滴被转换成等离子体状态,其可以发射例如6.7nm的辐射,或波长从5-20nm的范围选择的任何其它的EUV辐射。在等离子体中产生的辐射被椭圆形或其它适合的收集器7d收集,以产生源辐射7e。

[0040] 来自源腔47的由辐射源S0发出的辐射借助于成气体屏障或“翼片阱”形式的污染物阱49传递到收集器腔48中。这将在下文中进一步描述。收集器腔48可以包括辐射收

集器 50, 其例如是掠入射收集器, 包括所谓掠入射反射器 142, 143 和 146 的巢状阵列, 在这些反射器之间特定的空间 180 保持是敞开的, 用于辐射穿过。适合于这一目的的辐射收集器在现有技术中是已知的。可替代地, 所述设备可以包括正入射收集器, 用于收集辐射。这样的正入射收集器的例子是在图 2 的左下部中显示的收集器 7d。从收集器 50 发射的 EUV 辐射束将具有特定的角度分布, 可能在光轴 0 的任一侧是多达 10 度。

[0041] 来自收集腔 48 中的孔阑的辐射被聚焦到虚点 52(即中间焦点)。来自腔 48 的辐射束 56 在照射系统 IL 中被借助于正入射反射器 53、54 反射到在掩模版或掩模台 MT 上定位的掩模版或掩模上。图案化的束 57 被形成, 其通过投影系统 PS 借助于反射元件 58、59 成像到晶片平台或衬底台 WT 上。比所示出的元件更多的元件通常可以设置在照射系统 IL 和投影系统 PS 中。

[0042] 如已经在引述中提及的, 如果图案形成装置 MA(例如掩模)可以在没有薄皮的情况下操作, 那么将是便利的。因此, 图案形成装置可能受到有机和无机颗粒污染物的影响。这些颗粒优选地被从图案形成装置移除, 这是因为它们可能导致在晶片台 WT 上的晶片处被投影的图像中的严重缺陷。这样的颗粒可以具有小如 20nm 的直径。

[0043] 图 3 是激光清洁装置 10 的示意图。激光清洁装置 10 包括激光源 12, 其被构造且布置成产生辐射 14, 该辐射 14 如在图 3 中所显示地, 可以具有大致平行于衬底表面的方向。激光清洁装置 10 还包括光学元件(在图 3 中是透镜 16), 所述光学元件被构造且布置成将辐射 14 聚焦到焦点 18 上用于在图案形成装置 MA 的表面 22 上方在背景气体(诸如氮气或空气等)中产生清洁等离子体 20。气体供给装置 23 被设置以产生其中产生了等离子体 20 的气体。另外的气体供给装置 24 被设置以在靠近等离子体 20 的位置处产生保护气体(例如氩气)的射流。

[0044] 典型地, 激光源 12 被构造且布置成在焦点中产生脉冲, 该脉冲具有每脉冲在大约 0.1 焦和大约 2 焦之间的能量, 如果激光源是钕掺杂的钇铝石榴石(Nd:YAG)激光器, 该能量范围被通常认为是适合的范围。替代地, 如果飞秒激光器被用作激光源 12, 则每脉冲高于 0.001 焦的能量通常被认为是适合的。然而, 应当明白, 可以应用除了上文提及的例子之外的激光源。

[0045] 在辐射 14 的脉冲被聚焦到焦点 18 中时, 等离子体 20 被产生, 且其的膨胀被朝向激光源 12 偏移。为了避免在图案形成装置 MA 的表面 22 上的损坏, 应当在表面 22 和等离子体 20 产生所在的焦点 18 之间保持足够量的距离。

[0046] 避免这样的损坏的另一方法是提供在靠近等离子体 20 的位置处提供保护气体(诸如氩气)的射流。在图 3 的实施例中, 射流由气体供给装置 24 提供。

[0047] 氩气被认为是适合的保护气体, 这是因为它是容易电离的, 尽管其化学惰性比氦气大, 但它由于是单原子气体而不会阻碍冲击波。然而, 替代氩气或除氩气之外, 可以使用其它气体, 例如氮气或空气或它们的混合物。

[0048] 图 4A 和 4B 示意性地显示了激光清洁装置的另一实施例的侧视图和俯视图。图 4A 和 4B 的实施例与参考图 3 公开的实施例非常相似。在图 4A 和 4B 中显示, 在这一实施例中, 保护气体的射流的方向在与辐射的方向相反的方向上具有很大的分量。

[0049] 在图 4A 中, 还可以看到, 气体供给装置 24 布置成以相对于表面 22 的法线的大约 45° 的角度来引导保护气体。通常, 虽然保护气体射流可以被证明从其它角度是有效的,

但是已经发现保护气体在保护气体的射流被以相对于表面 22 的法线的在大约 30° 和大约 60° 之间的范围内的角度来引导时是最有效的。

[0050] 在图 4B 中,显示了图 4A 的激光清洁装置的俯视图。从图 4B 可以看到,气体供给装置被布置成沿着大致平行于一平面 V 的方向引导保护气体,所述平面 V 延伸穿过表面 22 的法线且平行于由激光源产生的辐射。

[0051] 尽管在本文中可以做出具体的参考,将所述光刻设备用于制造 IC,但应当理解这里所述的光刻设备可以有其他的应用,例如,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)、薄膜磁头等的制造。

[0052] 尽管以上已经做出了具体的参考,在光学光刻术的情形中使用本发明的实施例,但应该理解的是,本发明可以用于其他应用中,例如压印光刻术,并且只要情况允许,不局限于光学光刻术。

[0053] 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(例如具有在 5–20nm 的范围内的波长) 以及粒子束,诸如离子束或电子束。

[0054] 尽管以上已经描述了本发明的特定的实施例,但是应该理解的是本发明可以与上述不同的形式实现。例如,由激光清洁装置清洁的表面可以是正入射或掠入射反射镜的表面或晶片的表面。

[0055] 虽然气体供给装置被构造成且布置成产生其中生成了等离子体的背景气体,但是这样的气体供给装置不一定被设置。充足量的空气压力可以由于其它因素而出现在等离子的位置上,这使特制定的气体供给装置是冗余的。

[0056] 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)。

[0057] 以上的描述是说明性的,而不是限制性的。因此,本领域的技术人员将明白,在不背离所附的权利要求的保护范围的条件下,可以对所述的本发明进行上文未提及的修改。

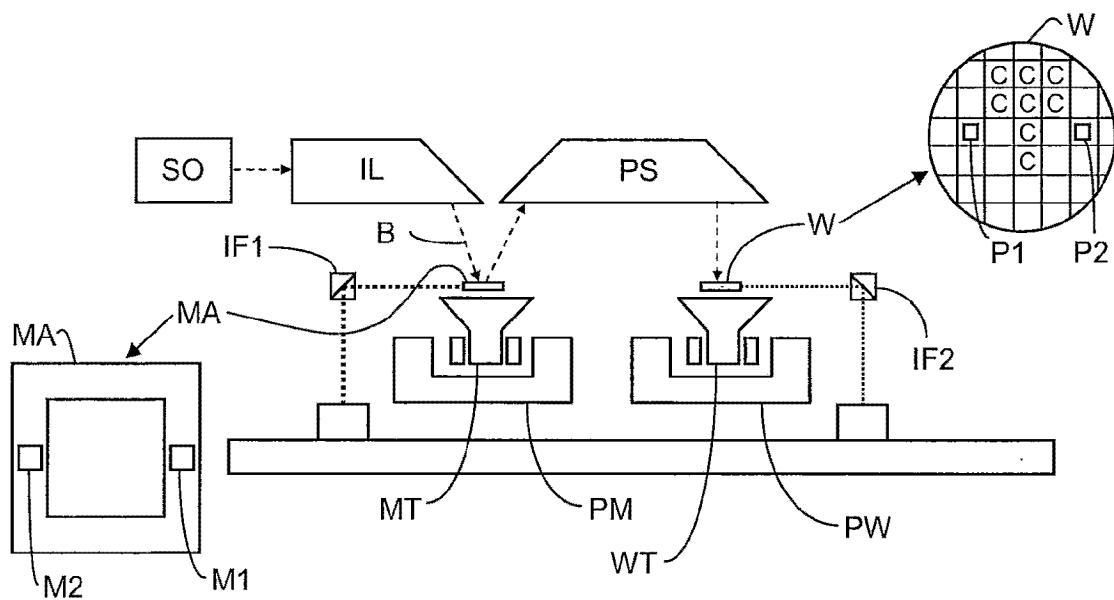


图 1

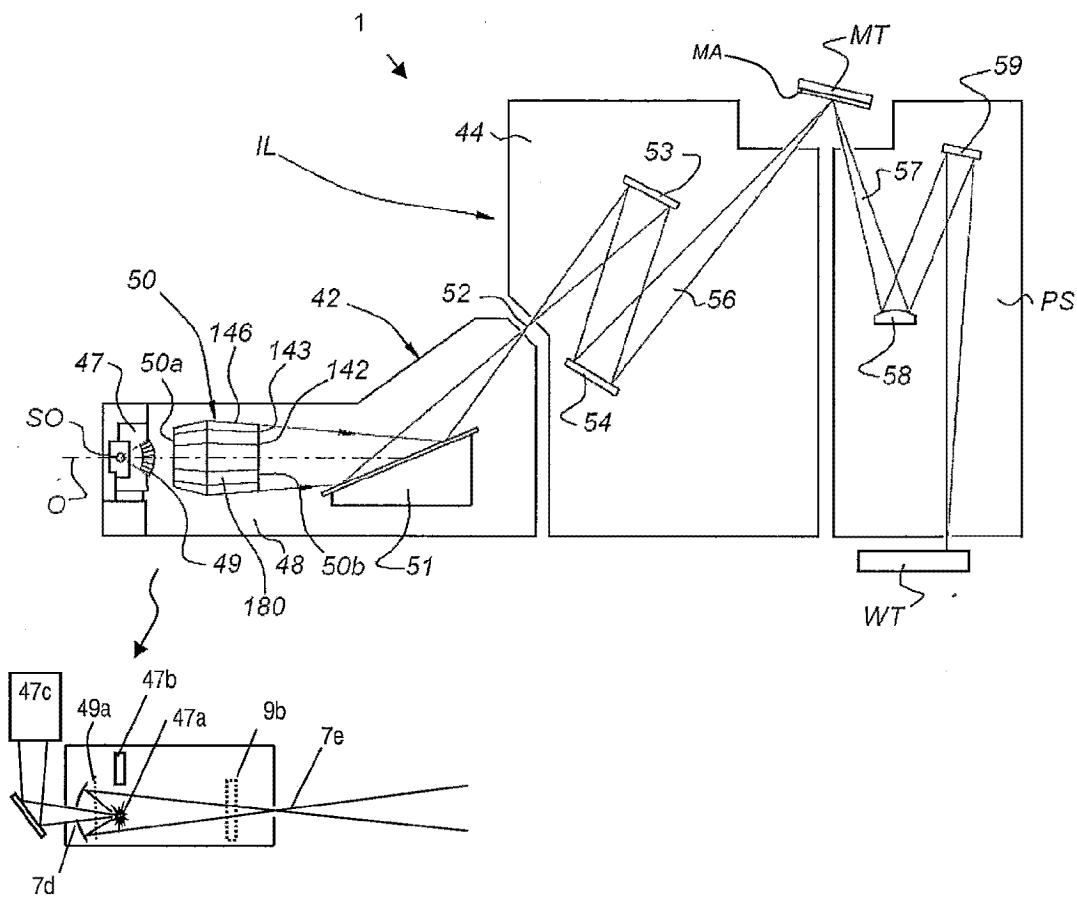


图 2

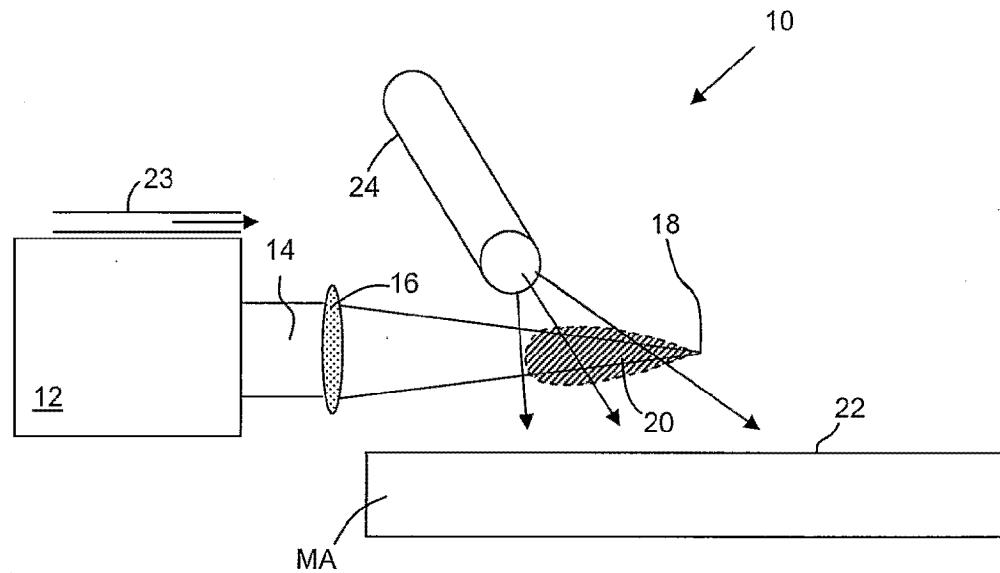


图 3

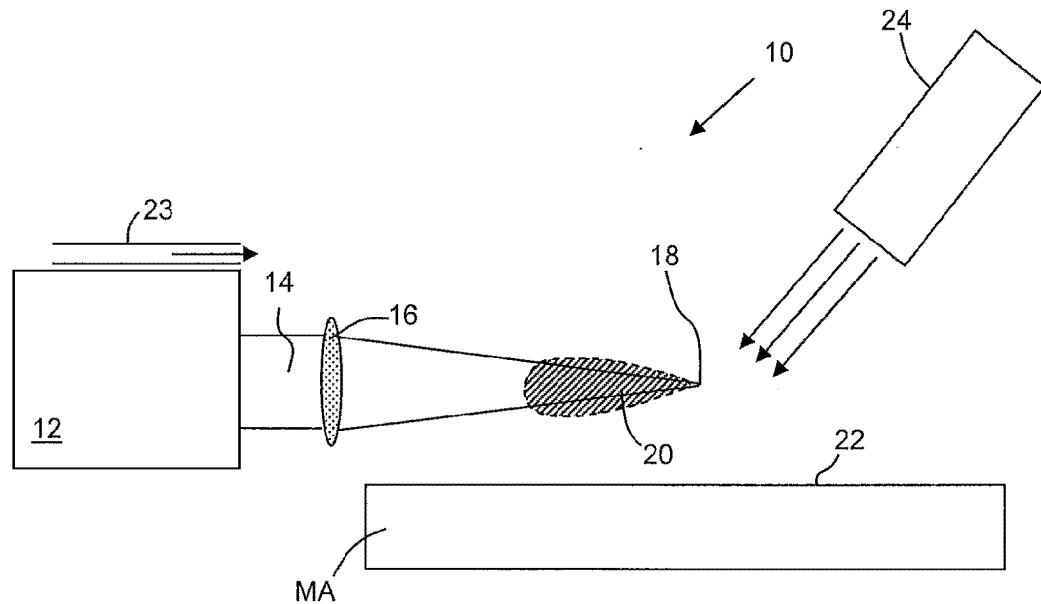


图 4A

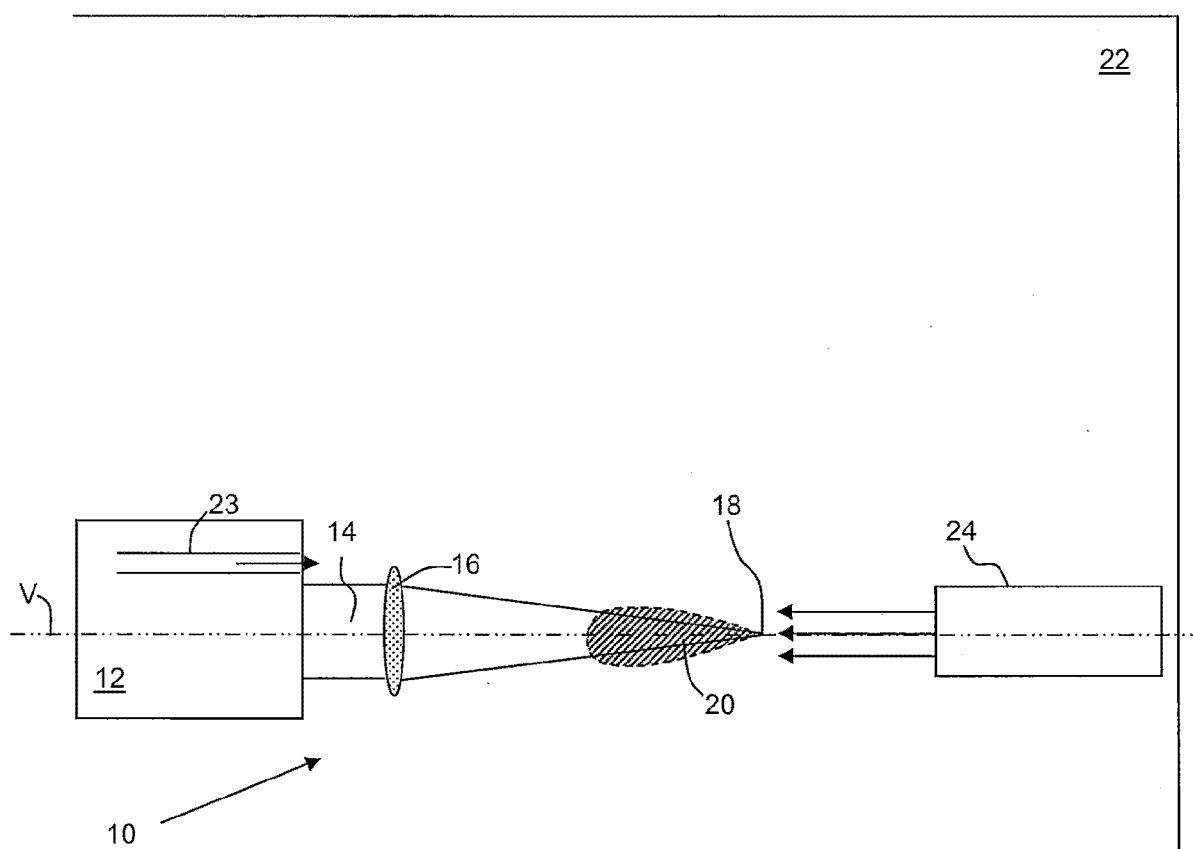


图 4B