

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01)

G03F 7/00 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410008010.6

[45] 授权公告日 2009年7月29日

[11] 授权公告号 CN 100520581C

[22] 申请日 2004.3.5

[21] 申请号 200410008010.6

[30] 优先权

[32] 2003.3.7 [33] EP [31] 03075680.3

[73] 专利权人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维尔德霍芬

共同专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

[72] 发明人 R·F·M·肯德里克斯

E·伦德林克 R·蒙肖维

A·M·范德里 G·W·特胡夫特

[56] 参考文献

US5477057A 1995.12.19

US2002/0005969A1 2002.1.17

JP11-54416A 1999.2.26

JP9-113742A 1997.5.2

JP2002-202462A 2002.7.19

JP9-306813A 1997.11.28

WO02/071142A1 2002.9.12

审查员 薛松

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 王波波

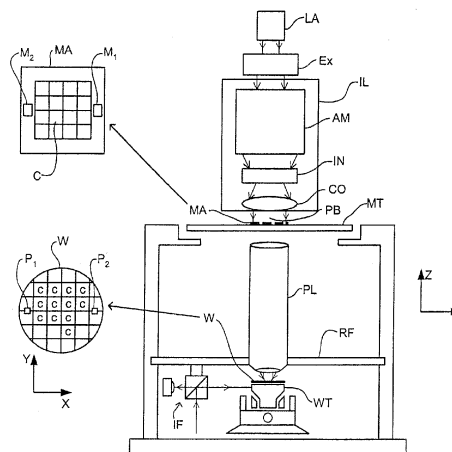
权利要求书3页 说明书17页 附图7页

[54] 发明名称

光刻装置及器件制造方法

[57] 摘要

一种光刻投影装置，包括：-辐射系统，用于产生辐射的投射光束；-支撑结构，用于支撑构图部件，该构图部件用于根据理想的图案而对投射光束构图；-基底台，用于固定基底；-投射系统，用于将带图案的光束投射到基底的靶部上，以及-偏轴对准系统，包括辐射源，该辐射源照射可用于对准的至少一个标记，该标记位于固定在所述基底台的基底上，辐射源包括用于产生具有高亮度和相对较窄的第一波长谱的激光或类似激光射线的第一装置，以及用于引导射线并且产生基本上在该射线波长范围内具有第二波长谱的光的第二装置，其中第二波长谱基本上比第一波长谱宽。



1. 一种光刻投影装置，包括：

- 辐射系统，用于产生辐射的投射光束；
- 支撑结构，用于支撑构图部件，该构图部件用于根据所希望的图案而对投射光束构图；
- 基底台，用于固定基底；
- 投射系统，用于将带图案的光束投射到基底的靶部上，以及
- 偏轴对准系统，包括辐射源和成像系统，辐射源照射可用于对准的至少一个标记，该标记位于固定在所述基底台的基底上，成像系统用于成像与至少一个标记相互作用的光，其特征在于辐射源包括用于产生具有高亮度和相对较窄的第一波长谱的激光或类似激光射线的第一装置，以及用于引导该射线并且产生包含该射线波长范围的具有第二波长谱的光的第二装置，其中第二波长谱比第一波长谱宽；

其中，所述第二装置包括一光纤，所述光纤包括沿其轴向延伸的芯，该芯由折射率低于芯的折射率的介质环绕；并且，所述光纤包括至少一个通道，每个通道沿光纤的轴向延伸，芯本身没有沿光纤轴向延伸的任何通道。

2. 根据权利要求1的光刻投影装置，其特征在于第一装置包括一个激光器。

3. 根据权利要求2的光刻投影装置，其特征在于该激光器包括一个脉冲激光器。

4. 根据权利要求1的光刻投影装置，其特征在于光纤包括多个通道。

5. 根据权利要求4的光刻投影装置，其特征在于这些通道以六边形闭合包装的布局排列。

6. 根据权利要求4或5的光刻投影装置，其特征在于每个通道的直径具有芯直径的数量级。

7. 根据权利要求4或5的光刻投影装置，其特征在于通道直径与通道间距之比在0.4和0.8之间。

8. 根据权利要求1至5中任一项权利要求的光刻投影装置,其特征
在于至少一个通道充满气体或包括真空。

9. 根据权利要求1的光刻投影装置,其特征
在于光纤沿其轴向配置有至少一个锥形。

10. 根据权利要求1至5中任一项的光刻投影装置,其特征
在于第二波长谱基本上对应白光的波长谱。

11. 根据权利要求1至5中任一项的光刻投影装置,其特征
在于,成像系统布置为在至少两个截然不同波长的光上基本上准确地成像到一个单一成像平面上,所述光是从基底上的相位光栅衍射的。

12. 一种用于在可重现地改变依次保持在基底台上的基底的装置中的对准系统,该系统包括辐射源和成像系统,辐射源用于照射保持在所述基底台的基底上的至少一个标记,该标记可用于对准,成像系统用于成像已经与至少一个标记相互作用的光,其特征
在于辐射源包括用于产生具有高亮度和相对较窄的第一波长谱的激光或类似激光射线的第一装置,以及用于引导该射线并且产生包含该射线波长范围的具有第二波长谱的光的第二装置,其中第二波长谱比第一波长谱宽;其中,所述第二装置包括一光纤,所述光纤包括沿其轴向延伸的芯,该芯由折射率低于芯的折射率的介质环绕;并且,所述光纤包括至少一个通道,每个通道沿光纤的轴向延伸,芯本身没有沿光纤轴向延伸的任何通道。

13. 一种器件制造方法,包括步骤;

- 提供基底,该基底至少部分地由辐射敏感材料层覆盖;
- 利用辐射系统提供辐射的投射束;
- 使用构图部件赋予投射束在其横截面处的图案;
- 将带图案的辐射束投射到辐射敏感材料层的靶部上;以及
- 利用偏轴对准系统对准该基底,所述偏轴对准系统包括照射基底上的至少一个可用于对准的标记的辐射源,和成像与至少一个标记相互作用的光的成像系统,所述辐射源包括第一装置和第二装置,其特征
在于所述照射包括
 - 用第一装置产生具有高亮度和相对较窄的第一波长谱的激光或类似激光射线,

- 用第二装置引导该射线;以及产生包含该射线波长范围的具有第二波长谱的光,该第二波长谱比第一波长谱宽,

其中,所述第二装置包括一光纤,所述光纤包括沿其轴向延伸的芯,该芯由折射率低于芯的折射率的介质环绕;并且,所述光纤包括至少一个通道,每个通道沿光纤的轴向延伸,芯本身没有沿光纤轴向延伸的任何通道。

光刻装置及器件制造方法

技术领域

本发明涉及一种光刻技术，特别涉及一种光刻投影装置及器件制造方法。

背景技术

US 5, 371, 570 公开了一种通过镜头的对准系统，该系统利用宽频带辐射照射晶片上的对准标记。但是，对准辐射由卤素灯产生。这种灯产生的光束具有较低的亮度（辐射功率除以表面灯，并且除以对着的立体角），因此难以得到在对准标记上的高光强度的测量，导致较低的信噪比（SNR）。

US 5, 559, 601 公开了一种通过掩模（TTM）的对准系统，该系统利用能够产生如空间相干的单个或多个离散波长的电磁辐射源来照射掩模和晶片标记。相对于掩模扫描晶片，并通过返回辐射的强度进行傅里叶分析得出作为晶片位置函数的对准信息。

US 4, 697, 087 公开了一种具有两个光学通道或光学臂的对准系统，该系统用于探测划线通道中的对准目标，该划线通道位于成像到晶片上的掩模图案的上面和下面。在两个光学通道或光学臂中使用的一部分光路通过投影光学系统将包含电路图案的掩模成像到晶片上。这一系统称为通过镜头的偏轴对准系统。

投影光学系统被设计为最优在光刻光化学波长（即，深 UV）处完成其功能，该波长出于显而易见的原因而不能用于对准。因此，对于不同于光刻光化波长的波长来说，通过镜头的偏轴对准系统中的投影光学系统的性能会稍有损害。

US 5, 477, 057 公开了一种偏轴对准系统，该系统允许使用不能被单色投影透镜系统使用的宽频带对准辐射，因此能够独立于投影光学系统而工作。该系统还允许减小波长引起的误差，所述误差通过与激光相干性有关的干涉现象产生。利用宽频带光源，可以使这些对准误差达到平均数。在这种对准系统中，光点被聚焦到晶片上，并且当所述光点入射到对准标记的边缘时，光发生衍射，根据衍射能够确定边缘的位置。

WO 98/39689 公开了一种偏轴对准系统，该系统利用多个波长和较高衍射级来避免由化学-机械抛光引起对准标记不对称而导致的误差。将每种颜色的光栅的像成像在不同的参考光栅上来得到测量信号。

尽管这些和其他对准系统已经充分实现它们预期的目的，但是仍然需要提高对准系统的精度。当掩模的特征尺寸变得更小，以及晶片的对准随之变得关键时，这种需要特别明显。

发明内容

本发明的一个目的是提供一种改进的对准系统，特别是一种允许使用较小对准标记的对准系统。

本发明的光刻投影装置，包括：

- 辐射系统，用于产生辐射的投射束；
- 支撑结构，用于支撑构图部件，该构图部件用于根据所希望的图案而对投射光束构图；
- 基底台，用于固定基底；
- 投影系统，用于将带图案的光束投射到基底的靶部上，以及
- 对准系统，包括辐射源和成像系统，辐射源照射可用于对准的至少一个标记，该标记位于固定在所述基底台的基底上，成像系统将至少一个标记相互作用的光成像。

这里使用的术语“构图部件”应广义地解释为能够给入射的辐射束赋予带图案的截面的部件，其中所述图案对应于要在基底的靶部上形成的图案；本文中也可使用术语“光阀”。一般地，所述图案与在靶部中形成的器件的特殊功能层相对应，如集成电路或者其它器件（如下文）。这种构图部件的示例包括：

- 掩模。掩模的概念在光刻中是公知的，它包括如二进制型、交替相移型和衰减的相移型，以及各种混合掩模类型。这种掩模在辐射束中的布置使入射到掩模上的辐射能够根据掩模上的图案而选择性的透射（在透射掩模的情况下）或者反射（在反射掩模的情况下）。在使用掩模的情况下，支撑结构一般是一个掩模台，它能够保证掩模保持在入射辐射束中所希望的位置，并且如果需要该台会相对于光束移动；
- 可编程反射镜阵列。这种设备的一个例子是具有粘弹性控制

层和一反射表面的矩阵可寻址表面。这种装置背后的基本原理是（例如）反射表面的寻址区域将入射光作为衍射光反射，而非寻址区域将入射光作为非衍射光反射。利用一个适当的滤光器，可以从反射的光束中滤除所述非衍射光，只保留衍射光；按照这种方式，光束根据矩阵可寻址表面的寻址图案而产生图案。可编程反射镜阵列的另一实施例采用微小反射镜的矩阵排列，通过施加适当的局部电场，或者通过使用压电致动器装置，使得每个反射镜能够独立地关于一轴倾斜。再者，反射镜是矩阵可寻址的，以使寻址的反射镜沿不同的方向将入射的辐射束反射到非寻址反射镜上；按照这种方式，根据矩阵可寻址反射镜的寻址图案对反射光束进行构图。可以用适当的电子装置进行所需的矩阵寻址。在上述两种情况中，构图部件可以包括一个或者多个可编程反射镜阵列。关于这里提到的反射镜阵列的更多信息可以从例如美国专利 US5,296,891 和美国专利 US5,523,193，以及 PCT 专利申请 WO 98/38597 和 WO 98/33096 中获得，这些文献在这里引入作为参照。在可编程反射镜阵列的情况中，所述支撑结构例如可以是框架或者工作台，所述结构可以是固定的或者根据需要是可移动的；以及

- 可编程 LCD 阵列。在美国专利 US 5,229,872 中给出这种结构的例子，它在这里引入作为参照。如上所述，在这种情况下支撑结构例如可以是框架或者工作台，所述结构可以是固定的或者根据需要是可移动的。

为简单起见，本文的其余部分在一定的情况下具体以掩模和掩模台为例；可是，在这样的例子中所讨论的一般原理应适用于上述更宽范围的构图部件。

光刻投影装置可以用于例如集成电路（IC）的制造。在这种情况下，构图部件可产生对应于 IC 一个单独层的电路图案，该图案可以成像在已涂敷辐射敏感材料（抗蚀剂）层的基底（硅晶片）的靶部（例如包括一个或者多个小片）上。一般地，单一的晶片将包含相邻靶部的整个网格，该相邻靶部由投影系统逐个相继辐射。在目前采用掩模台上的掩模进行构图的装置中，有两种不同类型的机器。一类光刻投影装置是，通过将全部掩模图案一次曝光到靶部上而辐射每一靶部；这种装置通常称作品片步进器或者步进重复（step-and-repeat）装置。另一种装置 - 通常称作步进扫描装置 - 通过在投射光束下沿给定

的参考方向（“扫描”方向）依次扫描掩模图案、并同时沿与该方向平行或者反平行的方向同步扫描基底台来辐射每一靶部；因为一般来说，投影系统有一个放大系数 M （通常 <1 ），因此对基底台的扫描速度 V 是对掩模台扫描速度的 M 倍。关于如这里描述的光刻设备的更多信息可以从例如美国专利 US6, 046, 792 中获得，该文献在这里引入作为参考。

在使用光刻投影装置的制造方法中，（例如在掩模中的）图案成像在至少部分由一层辐射敏感材料（抗蚀剂）覆盖的基底上。在这种成像步骤之前，可以对基底进行各种处理，如涂底漆，涂敷抗蚀剂和软烘烤。在曝光后，可以对基底进行其它处理，如曝光后烘烤（PEB）、显影、硬烘烤和测量/检查成像特征。以这一系列工艺为基础，对例如 IC 的器件的单层形成图案。这种构图后的层然后可进行各种处理，如蚀刻、离子注入（掺杂）、镀金属、氧化、化学-机械抛光等完成一个单层所需的所有处理。如果需要多层，那么必须对每一新层重复全部步骤或者其变化。最终，在基底（晶片）上提供器件阵列。然后采用例如切割或者锯断的技术将这些器件彼此分开，单个器件可以安装在载体上，与管脚等连接。关于这些处理的进一步信息可从例如 Peter van Zant 的 “微芯片制造：半导体加工实践入门（Microchip Fabrication: A Practical Guide to Semiconductor Processing）” 一书（第三版，McGraw Hill Publishing Co., 1997, ISBN 0-07-067250-4）中获得，这里作为参考引入。

为了简单起见，投影系统在下文称为“镜头”；可是，该术语应广义地解释为包含各种类型的投影系统，包括例如折射光学装置、反射光学装置和反折射系统。辐射系统还可以包括根据这些设计类型中任一设计的操作部件，该操作部件用于引导、整形或者控制辐射的投射光束，这种部件在下文还可共同地或者单独地称作“镜头”。另外，光刻装置可以具有两个或多个基底台（和/或两个或者多个掩模台）。在这种“多级式”器件中，可以并行使用这些附加台，或者可以在一个或者多个台上进行准备步骤，而一个或者多个其他台用于曝光。例如在 US5, 969, 441 和 W098/40791 中描述的两级光刻装置，这里作为参考引入。

对于在光刻中能够使临界尺寸（CD）不断降低的掩模图案成像的

这种需求迫切需要提高覆盖精度（两个连续层能够以该精度彼此对准）。这使得需要不断提高对准精度。由于对准误差必须远小于临界尺寸，并且对准误差不是影响重叠误差的唯一因素，因此90nm的临界尺寸要求10nm或更小的对准精度。

已知的通过镜头（TTL）的对准系统采用通过激光照射蚀刻到基底上的 $16\mu\text{m}$ 间距的线性相位光栅；然后将衍射光在参考光栅上成像。通过扫描在对准系统下面的基底并检测穿过参考光栅的光作为工作台位置的函数，能够将基底的位置估计到纳米精度。然而，已知的TTL对准系统利用一个波长的激光，并产生过程相关误差。当预先产生的处理层形成影响对准系统中所用波长的衍射结构时，出现上述误差。利用一个波长的光的对准系统受这种误差的强烈影响。由于不同的波长不会受到同样的影响，因此引入第二频率通过平均可以降低这些误差，但并不会完全消除。这种误差还可能通过不对称变形的对准标记而产生。

在以上段落中指明的光刻装置中实现根据本发明的这个和其他目的，其特征在于辐射源包括用于产生具有高亮度和相对较窄的第一波长谱的激光或类似激光射线的第二装置，以及用于引导该射线并且产生基本上在该射线波长尺度内具有第二波长谱的光的第二装置，其中第二波长谱基本上比第一波长谱宽。

这样一种辐射源一般产生激光或类似激光的窄射线，类似激光即具有与激光的空间相干性类似的光。换句话说，第一装置一般包括具有高亮度的“点光源”或者具有高空间相干性的任何其他光源。相对较窄的波长谱可以显示出仅仅在一个或几个波长处的强度。较宽的波长谱显示出在很大量波长处的强度。能够产生高亮度和宽波长谱的点光源的辐射源，允许减小引起误差的波长，所述误差通过干涉现象产生，该辐射源还允许由与对准标记相互作用的光的高强度引起的高S/N比。

应该知道“高亮度”表示亮度应该至少足够引起第二装置的非线性效应，这将在后面谈到，并且进一步允许使用对准系统中的光。特别适用于使辐射源产生的光具有足以实现计划为系统进行对准的高亮度。这样一种亮度至少类似于现有技术中使用的源的亮度，并且优选类似于由第一装置产生的光的亮度。

在本申请中，术语“辐射”和“光束”用于包含所有类型的电磁辐射，包括紫外线辐射（例如波长为 365、248、193、157 或 126nm）和 EUV（远紫外辐射，例如具有 5-20nm 范围内的波长），以及粒子束，如离子束或电子束。术语射线用于专门包括在对准方法中产生的电磁辐射束。

如前面说明的，根据本发明的光刻装置利用与对准标记相互作用之后，由于成像光的高信噪比而提供可靠信息的光。这允许可靠地确定基底的（相对）位置。

根据本发明的辐射源进一步允许在对准系统中使用比较小的场（含有相同的光强度）。由此，这在基底上允许有较小的对准标记，例如在基底上留下更多硅从而用于制造 IC。

与利用这种小的对准标记的对准方法中使用常规灯相比，利用如在根据本发明的光刻装置中使用的辐射源所获得的信噪比已得到明显地改进。这允许在成像系统中使用更简单、更廉价和可能更稳固的探测器。

此外，根据本发明的光刻装置的对准系统，即配置有上述这种辐射源的对准系统，能够设计为具有低的 étendue（由射线对着的立体角乘该射线的横截面面积）和仍然高的信噪比。对准系统的低 étendue 光学设计降低了对透镜的需求，允许更简单的透镜设计。

低 étendue 还降低了对准系统的聚焦依赖性，并最终导致更可靠的对准。

根据本发明的光刻装置中的对准系统的另一个优点涉及“光子预算（photon-budget）”。与常规装置中需要的光相比只需要较少的光来获得充分的信息。

在一个优选实施例中第一装置包括一个激光器。激光器被广泛利用，并相对容易地结合到对准系统中。

进一步优选的是激光器包括脉冲激光器。根据粗略近似，利用这样一个激光器产生的光的波段宽度与脉冲的时间间隔成反比。换句话说，第一波长谱本身可以通过利用激光或类似激光的短脉冲来加宽。

第二装置可以包括一光纤。通过这样一光纤来引导光。导光部分可以具有微米数量级的直径，使光纤尖端充当“点光源”。

进一步优选的是，光纤包括沿其轴向延伸的芯。该光纤的芯基本

上由折射率低于芯的折射率的介质环绕。这使光通过芯-介质界面的内反射被引导。

优选地，光纤包括至少一个通道。每个通道基本上沿光纤的轴向延伸。芯本身没有基本上沿光纤轴向延伸的任何通道。如果有一个通道，则该通道优选基本上环绕芯。那么芯通过它与环绕通道的光纤部分之间的连接而保持在其适当位置处。如果有多个通道，则这些通道排列为环绕芯。通道之间的光纤部分构成芯与环绕多个通道的光纤部分之间的连接，在此处保持芯。环绕芯的一个或多个通道可以充满空气或任何其他合适的气体作为介质。介质也可以是真空。当使用硅石芯时，这种情况下的芯和周围介质的折射率之差可以接近 0.45。当然也可以将通道抽成真空。芯可以具有微米数量级的直径。在这种光纤中，光以单模态传播并且在可见波长处出现大量非线性光学效应，导致极大加宽光的波长谱。

可选择地，或另外，光纤沿着其轴向配置有至少一个锥形。该锥形通过例如在火焰中加热光纤并将其拉伸到光纤获得大约一或几微米的腰部直径的这种程度而形成。在这种情况下，腰部即芯，也由介质如空气或真空来环绕。这在物理上基本类似于芯由一个或多个通道环绕的实施方式。

在较长光纤中出现的许多非线性现象的组合效果产生广谱的光，基本上呈平的形状。该光具有超宽频带单模光学连续谱的特性。那么第二波长谱基本上对应白光的波长谱是可能的。

进一步优选的是对准系统是偏轴对准系统。这使得发明更方便地予以实现。

在根据本发明的具体光刻投影装置中，成像系统布置为将光基本上准确地成像到一个单一像平面上，所述光是从基底上的相位光栅衍射的至少两个截然不同波长的光。

根据本发明的另一个方面，提供一种器件制造方法，包括步骤：

- 提供基底，该基底至少部分地由辐射敏感材料层覆盖；
- 利用辐射系统提供辐射的投射束；
- 使用构图部件赋予投射束在其横截面处的图案；
- 将带图案的辐射束投射到辐射敏感材料层的靶部上；以及
- 利用对准系统对准基底，包括照射基底上的至少一个可用于对

准的标记，和成像与至少一个标记相互作用的光，其特征在于照射包括

- 产生具有高亮度和相对较窄的第一波长谱的激光或类似激光射线，
- 引导该射线；以及
- 产生基本上在射线波长范围内具有第二波长谱的光，该第二波长谱基本上比第一波长谱宽。

根据本发明的另一方面，提供一种用于在可重现地改变依次保持在基底台上的基底的装置中的对准系统，该系统包括辐射源和成像系统，辐射源用于照射保持在所述基底台的基底上的至少一个标记，该标记可用于对准，成像系统用于成像已经与至少一个标记相互作用的光，其特征在于辐射源包括用于产生具有高亮度和相对较窄的第一波长谱的激光或类似激光射线的第一装置，以及用于引导该射线并且产生基本上在射线波长范围内具有第二波长谱的光的第二装置，其中第二波长谱基本上比第一波长谱宽。

应该明确理解，可重现地改变依次保持在基底台上的基底的装置例如也可以是一印刷机。

尽管特定的参考在文中给出，用以在 IC 的制造中使用根据本发明的光刻装置，但是应该明确，这种装置可以具有许多其他的应用。例如，可以用于集成光学系统、制导和探测磁畴存储器的构图、液晶显示板、薄膜磁头等制造中。技术人员知道，在这些其他应用的情况下，上下文中所用的术语“划线板”、“晶片”或“小片”应该认为分别由更普通的术语“掩模”、“基底”和“靶部”代替。

附图说明

现在仅仅通过例子的方式，参考随附的示意图说明本发明的各个具体实施方式，在附图中对应的参考标记表示对应的部件，其中：

图 1 描绘根据本发明一个具体实施例的光刻投影装置；

图 2 是根据本发明第一实施例的对准系统的成像部分的图解；

图 3 是根据本发明第一实施例的对准系统的探测部分的图解；

图 4 是用于说明根据本发明第一实施例的对准系统中的四象限细胞传感器 (quad cell sensor) 的图解；

图 5 和 6 是用于说明探测在对准系统中的正确聚焦的图解；

图 7 是用在根据本发明第一实施例的对准系统中的均质器的图解;

图 8 是可用在本发明任一实施例中的光源的图解;

图 9、10、11 和 12 是可用在图 8 示意性示出的光源中的光纤横截面; 以及

图 13 是根据本发明的第一波长谱和第二波长谱的图解表示。

图中, 对应的参考标记表示对应的部件。

具体实施方式

图 1 示意性地描绘出根据本发明一个具体实施例的光刻投影装置。该装置包括:

- 辐射系统 Ex、IL, 用于提供辐射 (例如紫外线辐射) 的投射束 PB, 在这种具体的情况下, 辐射系统还包括辐射源 LA;

- 第一目标台 (掩模台) MT, 配备有用于保持掩模 MA (例如划线板) 的掩模保持器, 并与用于将该掩模相对于元件 PL 精确定位的第一定位装置连接;

- 第二目标台 (基底台) WT, 配备有用于保持基底 W (例如涂敷了抗蚀剂的硅晶片) 的基底保持器, 并与用于将该基底相对于元件 PL 精确定位的第二定位装置连接;

- 投影系统 (“镜头”) PL (例如镜头组), 用于将掩模 MA 的受辐照部分成像在基底 W 的靶部 C (例如包括一个或多个小片) 上。

如这里描述的, 该装置属于透射型 (即, 具有透射掩模)。可是, 一般来说, 它还可以是例如反射型 (具有反射掩模)。另外, 该装置可以采用其他种类的构图部件, 如上面提到的可编程反射镜阵列型。

辐射源 LA (例如准分子激光器) 产生辐射束。该辐射束例如直接或横穿过如扩束器 Ex 的调节装置后, 再照射到照明系统 (照明器) IL 上。照明器 IL 可包括调节装置 AM, 用于设定光束强度分布的外径和/或内径向量 (通常分别称为 σ -外和 σ -内)。另外, 它一般包括各种其他部件, 如积分器 IN 和聚光器 CO。按照这种方式, 照射到掩模 MA 上的光束 PB 在其横截面上具有所希望的均匀度和强度分布。

应该注意, 对图 1 而言, 辐射源 LA 可以置于光刻投影装置的壳体中 (例如当源 LA 是汞灯时经常是这种情况), 但也可以远离光刻投影装置, 其产生的辐射束 (例如借助于合适的定向反射镜) 引导至该装

置中；当辐射源 LA 是准分子激光器时通常是后面的那种情况。本发明和权利要求书包含这两种情况。

光束 PB 然后与保持在掩模台 MT 上的掩模 MA 相交。横穿掩模 MA 后，光束 PB 通过镜头 PL，该镜头将光束 PB 聚焦在基底 W 的靶部 C 上。利用第二定位装置（和干涉测量装置 IF），基底台 WT 可以精确地移动，例如在光束 PB 的光路中定位不同的靶部 C。类似地，例如在从掩模库中机械取出掩模 MA 之后或在扫描期间，可以使用第一定位装置将掩模 MA 相对于光束 PB 的光路进行精确定位。一般地，用图 1 中未明确表示的长冲程模块（粗略定位）和短冲程模块（精确定位），可以实现目标台 MT、WT 的移动。然而，在晶片分档器（与分步扫描装置相对）的情况下，掩模台 MT 可与短冲程执行装置连接，或者固定。

所示的装置可以按照两种不同模式使用：

1. 在步进模式中，掩模台 MT 基本保持不动，整个掩模图像被一次投影（即单“闪”）到靶部 C 上。然后基底台 WT 沿 x 和/或 y 方向移动，以使不同的靶部 C 能够由光束 PB 照射；

2. 在扫描模式中，基本上为相同的情况，但是所给的靶部 C 没有暴露在单“闪”中。取而代之的是，掩模台 MT 沿给定的方向（所谓的“扫描方向”，例如 y 方向）以速度 v 移动，以使投射光束 PB 扫描整个掩模图像；同时，基底台 WT 沿相同或者相反的方向以速度 $V=Mv$ 同时移动，其中 M 是镜头 PL 的放大率（通常 $M=1/4$ 或 $1/5$ ）。在这种方式中，可以曝光相对大的靶部 C，而不必损害分辨率。

图 2 中概括地示出形成本发明第一实施例的一部分的偏轴对准系统。该对准系统 1 包括光源模块 2，光学模块 3 和检测模块 4。光源模块 2 包括具有低 étendue 的宽频带源 21，这将在下面进一步说明，宽频带源将例如在可见区的宽频带辐射输出到多模光纤 22 中。多模光纤 22 中插入均质器 23，这也在下面进一步说明。多模光纤 22 的输出端固定在支架 (bracket) 24 中，该支架还安装一透镜 25。透镜 25 将照明光输送到光学模块 3 的照明支路 31 中。照明支路 31 包括透镜 312、313，这两个透镜连同光源模块 2 的透镜 25 一起将光纤的输出端以大约为 5 的放大率会聚到小的 45° 反射镜 315 上，该反射镜 315 使光束折叠到光学模块 3 的成像支路 32 中。为了方便地折叠光束，在照明支路 3 中提供反射镜 311 和 314。支架 24 使光纤 22 的末端和透镜 25 以

三维方式放置，以精确定位光源的像。

从底部开始，成像支路 32 包括大数值孔径 (NA) 和长工作距离的显微镜物镜 320。接着是两个场镜 319, 318, 这两个场镜将晶片 W 再次成像到第一中间像平面上，在该像平面上设置视场光阑 317。透镜 318, 319 排列成使成像系统的第一部分在像侧和物侧都是远心的，且放大率正好是 30。在光瞳面提供空间滤光器 321 - 其中心不透明，且孔径 321a 平行于 X 和 Y 方向延伸，从而仅仅选择沿 X 和 Y 方向衍射的级，即，不是通过标记中对角线结构而衍射的级，也不是第零级。这一部分成像系统在物侧 (视场光阑 317) 是远心的，但在像侧不是，在该像侧处设置基准板 324。这使系统的总长度减小。选择和定位透镜 322, 323 使得成像系统从晶片到参考板 324 的平面的总放大率正好是 50。因此成像支路的第二部分的放大率是 $1 \frac{2}{3}$ 。

应该知道，成像系统的放大率与基底标记的间距和参考光栅的间距有关。由于第零级被阻挡，因此，基底掩模的间距 $P_{\text{substrate}}$ ，放大率 M 和参考光栅的间距 P_{ref} 必须满足下面方程式：

$$P_{\text{ref}} = \frac{1}{2} \cdot M \cdot P_{\text{substrate}}$$

光学模块 3 的元件优选刚性地安装到由超低膨胀系数材料如殷钢或微晶玻璃制成的框架 33，并安装在装置的参考框架上。

显微镜物镜 320 构成该光学模块成像支路的第一透镜，并且是对准系统中最重要元件之一。该透镜必须具有足够大的数值孔径以捕获来自晶片上对准标记的足够的衍射级，例如，该透镜可以具有至少 0.8 或 0.9 的数值孔径。另外优选的是在晶片和对准系统之间具有适当的距离，因此优选长工作距离的物镜。可采用商业可用的显微镜物镜。图 2 中示出的装置利用不具有可达到的光瞳面的显微镜物镜。因此，提供透镜 318、319、316 用以将光瞳面再次成像在物理上可达到的位置，在这一位置处可提供一瞳孔光阑 321。如果使用带有物理上可达到的光瞳面的显微镜物镜，则可以获得更加紧凑的装置。

如已知，对准系统的基本原理是将晶片上配置的对准标记成像到系统中配置的对应参考标记上，并且当扫描晶片时，通过测量穿过参考光栅的辐射的强度来得到对准信息。在本发明中，参考标记包括具有菱形单位晶胞的两维光栅，如图 2 中放大部分所示的。参考标记 324

布置为环绕对准系统成像支路的光轴对称。这种对称抑制了彩色放大误差对于已对准的位置的影响。由于放大率的变化导致对称失真，因此光轴两侧的误差相互抵消，这至少适合于小的放大率误差。利用二维光栅能够探测沿 X 和 Y 方向的对准，同时保持环绕光轴的完全对称。注意虽然晶片上的对准标记仍然是线性光栅，但是一次也只能测量一个方向。

视场光阑 317 设置在晶片的第一中间像的位置，由此用作照明和成像的视场光阑。通过将附加的视场光阑放置于参考标记 324 的位置处可以进一步减小成像场。为了将限制该场的影响降为最低，场孔径 317a 呈圆形。视场光阑 317 作为成像系统的视场光阑，确定被探测的标记的面积。在本发明中，探测场小于总的标记尺寸，因此在扫描对准标记的过程中，探测场可以保持在标记中。这表示在对准信号的强度中没有包络，同时改进在探测系统中的配合。视场光阑 317 作为照明支路的视场光阑，限制仅仅稍大于或等于探测场的照明场。这避免同时照射邻近对准标记的结构的可能性，但是可能产生进入成像系统并导致对准信号误差的杂散衍射。

探测模块 4 主要测量透过参考标记 324 的光强度，该参考标记位于系统的像平面上。探测模块还探测聚焦信号，并提供光瞳面和晶片平面的摄像机的像。图 3 中更详细地示出探测模块 4。

探测模块 4 的主信号探测支路包括透镜 411、412，它们将对准系统的圆形场成像在四象限晶胞 (quad cell) 413 的中心。四象限晶胞 413 有四个部分 413a、b、c、d (在图 4 中示出)，因此可以测量在该场中四个不同的点 (由空白的圆示出)。四象限晶胞 413 的每个晶胞是硅光电二极管。通过四象限晶胞中的各晶胞探测到的强度是基底台位置的正弦函数，利用该位置能够以已知的方式进行对准。有效测量点的精确位置取决于该场上的强度分布，一般还取决于光电二极管的布局 and 该场的形状。在四个点同时测量提供以下优点，参考光栅关于晶片光栅的相对放大率和相对转动可以很容易地根据对准扫描来确定。这可以进行该模块的快速初始对准并可以长期监测对准系统的性能。

第二任选的信号探测支路 43 包括使一部分探测光束转向的镀银半透明反射镜 (half-silvered mirror) 431 以及聚集光并使其耦合到

多模光纤 433 中的透镜 432, 所述光纤将光传送到方便地安排在装置的电子模块中的光电倍增管 434。由于光电倍增管可以进行散粒噪声有限探测 (shot noise limited detection) 和对准信号的无噪声放大, 因此可用来探测非常弱的对准标记。

摄像机支路 42 包括分束器 421、422 和 425 以及透镜 423, 这些元件将光转向到达分别位于探测模块的像平面和光瞳面的 CCD 摄像机 424、426 以及分离探测器 427。分离探测器 427 置于参考光栅 324 的光瞳面上。在该平面中有许多衍射点, 这些衍射点的间距由基底和参考光栅的周期来确定, 尺寸由成像系统 3 的孔径来确定。如果成像系统 3 的焦点对准, 即基底和参考光栅位于共轭面, 则在各点的强度分布是均匀的。但是, 散焦会导致不均匀性。这在图 5 的曲线中显示出来, 该曲线显示在光瞳面上随 x 位置的强度。水平直线 a 代表焦点精确对准的系统, 倾斜的直线 b 代表有轻微散焦的系统, 正弦曲线 c 代表有较大程度散焦的系统。如果沿 x -方向扫描光栅, 则强度曲线显示出在光电探测器两个半部之间的相移, 如果系统的焦点没有对准。

这种布置还可以与分成更多部分的探测器一起使用。上面探测散焦的方法取决于相对基底上衍射光栅的高度, 因此不受随后的处理层的影响。

另一种探测聚焦信号的方法利用以下事实, 当没有使对准标记完全聚焦时, 明显的对准位置取决于照射对准标记的角度。位于参考光栅之后对准系统的图像光瞳中的分离探测器分别利用具有正入射角的光束和具有负入射角的光束来测量明显的对准位置。因此明显的对准位置的差表示散焦的程度。

应该注意, 对准信号从来自参考光栅的第一级得到, 因此通过在探测模块的光瞳面上所提供的光瞳滤光器 (未示出) 可以使这些级与光的其余部分分开。

上述对准系统设计为经多模光纤 22 接收光, 并能够利用宽波长范围的光, 从而可以采用光源 21 的许多不同形式。因此, 优选以已知的方式调制光, 例如, 在 50kHz, 从而能够同步探测。

为了提供所希望的角的均匀性, 将均质器 23 设置在多模光纤 22 中, 光纤带来来自光源 21 的照明光。多模光纤 22 提供充分的空间均匀性, 但是即使对于 5 米长的光纤也会保留光源的任何角的不均匀性。

如图 7 所示, 均质器 23 包括透镜 231、232, 它们排列为使输出光纤 22b 的光纤入口位于由透镜 231、232 构成的光学系统的光瞳面上。这可以有效地交换空间坐标和角坐标, 因此通过多模光纤 22 的两个部分 22a、22b 使角坐标和空间坐标均匀化, 而不会引入明显的损耗。

可在上述和其他对准系统中使用的辐射源 21 的例子示于图 8 中。辐射源包括用于产生具有高亮度和第一波长谱的激光或类似激光射线的第二装置 101, 其中第一波长谱相对较窄。辐射源进一步包括将来自第一装置 101 的光引入其中的第二装置 102, 该装置用于引导射线并且产生在射线波长尺度内的具有第二波长谱的光, 该第二波长谱基本上比第一波长谱宽。第一装置可包括激光器, 如钛-蓝宝石激光器 (Titanium-Sapphire laser), 该激光器产生实施中例如 100fs 持续时间, 且具有 800pJ 能量和 790nm 波长的光脉冲。光被引入光纤 102a 中。为了避免光反馈到激光器中, 可以使用光隔离器 110。光纤 102a 的输出端 103 在使用中形成“点光源”。进一步从该点光源 103 引导光, 使得光最终照射基底上存在的至少一个对准标记。这可以如上所述发生。然而, 也可以采用其他合适的路线。

在另一个实施例中, 辐射源 21 直接将光送入照明系统中, 即, 不通过均质器 23。在这种情况下, 光纤 22 (图 2) 是单模光纤, 并可与光纤 102a (图 8) 相对应。这种另外的情况示于图 2 带虚线的方框中。

如图 9 所示, 光纤 102a 一般包括沿光纤 102a 的轴向延伸的芯 104。该光纤 102a 的芯 104 基本上由折射率低于芯 104 的折射率的介质环绕。这允许通过芯-介质界面的内反射来引导光。这种光纤 102a 的可能横截面示于图 9、10 和 11 中。

图 9 示出带有多个通道 105 的光纤的横截面, 这些通道沿光纤 102a 的轴向延伸。芯 104 本身没有基本上沿光纤 102a 的轴向延伸的任何通道。在该实施例中, 这些通道以六边形闭合包装的布局 (hexagonal closed packed configuration) 排列。一般来说, 芯具有微米数量级的直径 d_{core} 。每个通道具有直径 d_{channel} , 该直径或多或少对应于芯的直径。通道直径 d_{channel} 与通道间距 (L) 之比优选在 0.4 和 0.8 之间。通道中存在气体, 如空气, 或者呈真空。因此, 由通道确定的空间的折射率低于芯的折射率。

图 10 示出带有由多个通道 105 形成的一个环的光纤 102a 的横截

面, 这些通道沿光纤 102a 的轴向延伸。通道可以充满气体。两个通道之间的光纤部分 106 构成芯 104 与环绕多个通道的光纤部分之间的连接。光纤部分 106 在其位置保持芯。具有如图 9 所示横截面的光纤的性能与具有如图 10 所示横截面的光纤的性能基本上相似, 如果两者不相等的话。

图 11 示出作为另一种可替换的实施例的光纤 102a 的横截面, 该光纤 102a 包括环绕芯 104 的一个通道 105。那么芯 104 通过在其与光纤 102a 的部分 107 之间的连接 106 而保持在其适当位置处, 光纤 102a 的部分 107 环绕通道 105。光纤包括多个连接而使芯保持在其适当位置处是可能的。这由虚线连接 108 表示。在这种情况下, 光纤 102a 当然包括多个通道 105。芯被多个通道组成的第一环环绕以及多个通道组成的第一环被通道组成的第二环环绕也是可能的。在具有如图 11 示意性示出的横截面的光纤中, 所述连接 106、108 可以如大约 100nm 一样薄。该连接 106、108 的长度可以是大约 5 微米。芯直径 d_{core} 可以是微米数量级。环绕芯的通道 105 的直径 d_c 可以是大约 7 微米。

参考图 9、10 或 11, 环绕芯的一个或多个通道可以充满气体如空气作为介质。由于光纤本身可以放置在真空环境中, 因此通道包括真空也是可能的。芯可以为硅石。通道 105 与部分 107 之间的部分 106、108 也可以为硅石。芯优选具有微米数量级的直径 d_{core} 。在这种情况下, 芯与周围介质之间的折射率之差可以接近 0.45。考虑到产生与直接由激光器 101 产生的光的波长谱相比具有更宽波长谱的光, 因此在这种光纤中, 光以单模传播并且会出现大量非线性光学效应。通过将 100fs 持续时间, 800pJ 的能量以及 790nm 中心波长的脉冲加入到这种光纤的 75cm 长的部分, 可以产生具有从 390 一直到 1600nm 的连续的光。在较长光纤中出现的许多非线性现象的组合效果产生广谱的光, 它基本上呈平的 (flat) 形状。该光具有超宽频带单模光学连续谱的特性。那么第二波长谱基本上对应白光的波长谱是可能的。非线性效应可能包括喇曼散射、自相位调制、二次谐波发生, 四波混合。

如图 9、10 或 11 中所示的光纤可以通过环绕固体硅石棒堆积纯硅石毛细管而制造。然后将所述堆向下拉到光纤中。为了易于处理, 通常添加一固体硅石套而使光纤外部直径增加为 60 到 100 微米。

利用不同的堆积和拉伸技术可以制造具有各种通道直径 d_{channel} , 通

道间距 L ，以及硬芯 (solid core) 直径 d_{core} 的光纤。

图 12 示出如根据本发明的光刻装置中所用的辐射源的另一种光纤 190。在这种情况下，光纤 190 沿其轴向配置有锥形 191。这可以通过例如在火焰中加热一根常规光纤并将其拉伸而形成。那么将该光纤的直径减小到芯变得太小而不能限制光的程度。

移动火焰 (traveling-flame) 技术可以用于产生带有短的过渡区和均匀直径的腰部区域的锥形，腰部区域的长度 T_1 为 100mm 的数量级。获得和使用能控制直径变化的腰部和熔融的锥形耦合器也是可能的。为了物理的保护以及为了防止由设置腰部带来的灰尘引起的损耗而通常将锥形放置于外壳中。在这种情况下，腰部即芯，也由如空气的介质环绕，或者置于真空中。这在物理上基本上类似于芯由一个或多个通道环绕的实施方式。如果通过光纤来引导相对较窄的波长谱的光，则以这种方式逐渐变细成为大约一或几个微米的腰部直径 T_d 的光纤能够产生宽波长谱的光。通过按比例调整适合更大或更小芯直径的光纤尺寸，对于具有 650nm 和 1300nm 之间任何波长的光来说，零 GVD (群速度弥散) 的光纤是可能存在的。

图 12 示意性地表示如利用图 9-12 中示出的光纤产生的第一波长谱 I 和第二波长谱 II 的强度。

应该注意，图 13 中第二波长谱 II 的形状是非常粗略糙的简化。一般来说，当激光的波长比光纤显示 GVD 等于零处的波长大很多时，可以看到最宽的波谱。第二波长谱的平直度和宽度进一步取决于所使用的光强 (power) 和光纤的长度。特别地，采用宽波长谱与窄波长谱交迭。关于将不太宽的波长谱的光导入光纤时产生宽波长谱的光的更多信息由 Wordsworth 等人记述在 J. Opt. Soc. Am. B/vol. 19, No. 9/September 2002 中，该文在此引入作为参考。

尽管迄今为止仅仅描述了由硅石制造的光纤，但是可以知道由其他材料，包括聚合物制造的光纤也可以用于第二装置，所述第二装置用于引导光并产生宽波长谱的光。

该装置还包括如在 US 5477057 中描述的对准系统，其在此引入作为参考。也可以根据本发明来构造说明书中没有提及的其他光刻装置。根据本发明的装置在这些实施方式中也可以配置有这样一种辐射源，其略图示于图 8 中，且其中光纤的可能横截面示于图 9、10、11

或 12 中。

还应该注意，对于可重现地改变依次保持在基底台上的基底的装置，所述辐射源也可以结合到对准系统中。这样一种对准系统理解为属于本发明的范围。

虽然上面已经描述了本发明的具体实施例，但是应该知道，本发明可以按照不同于所描述的方式来实施。说明书不意味着限制本发明。

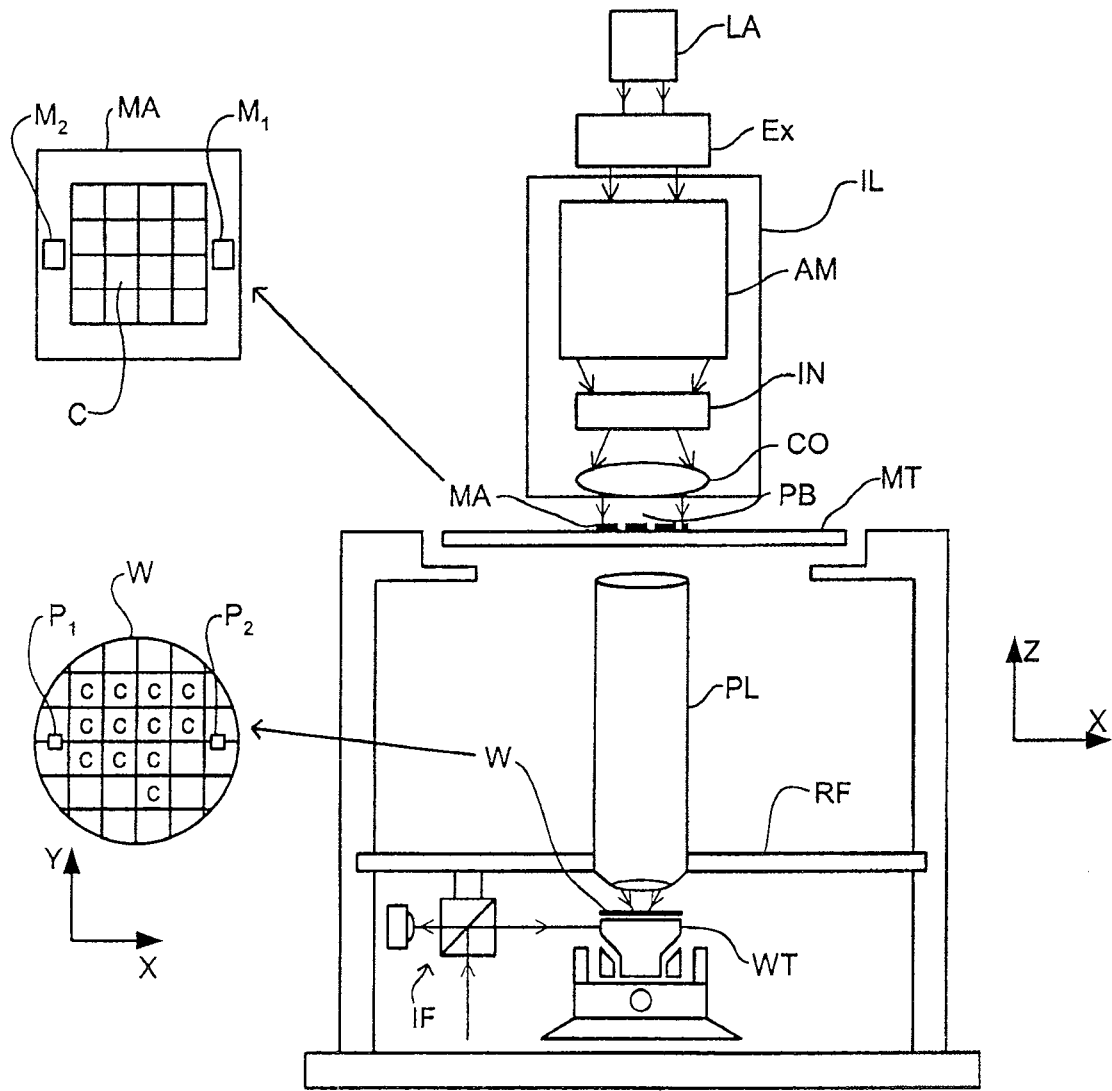


图 1

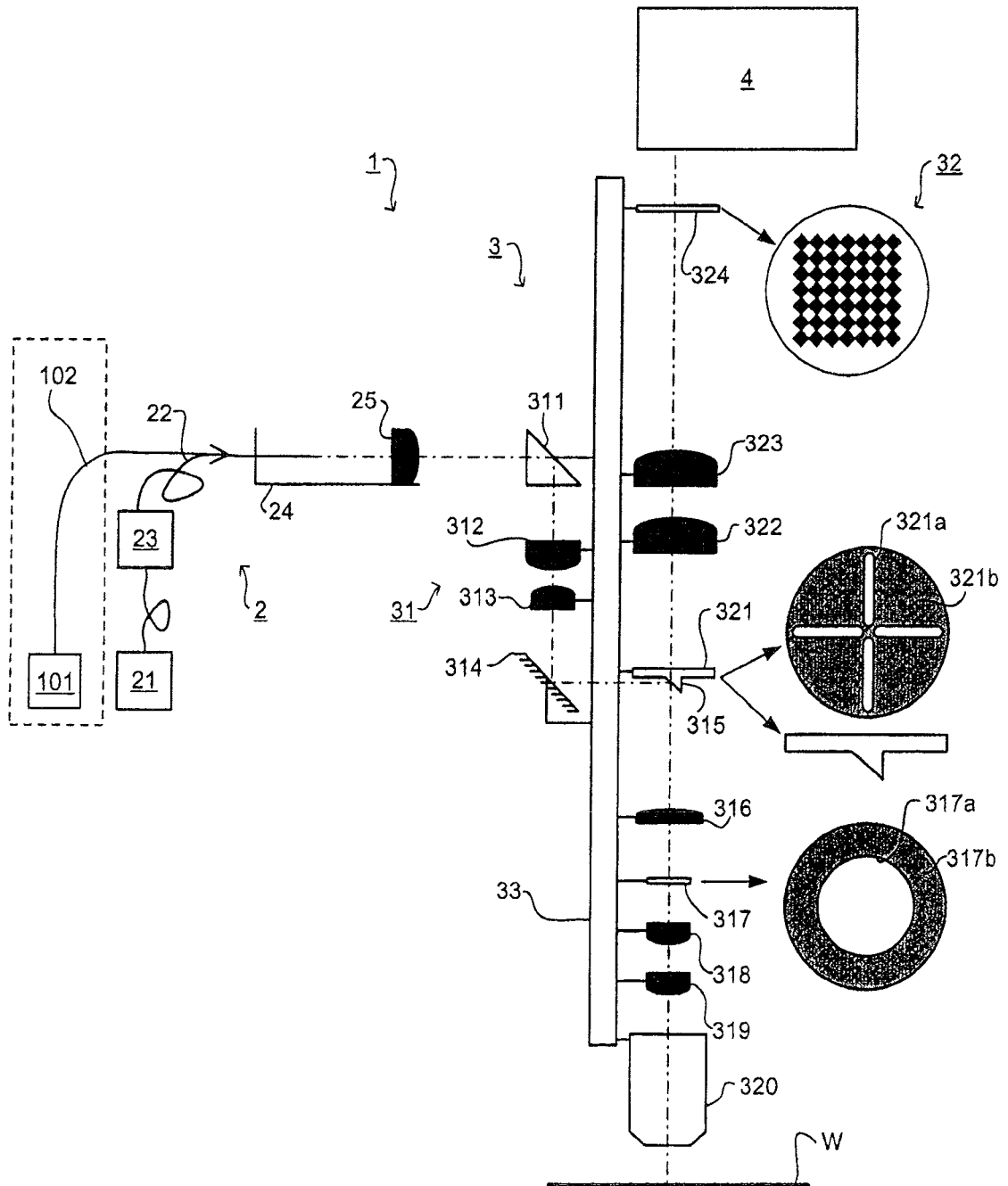


图 2

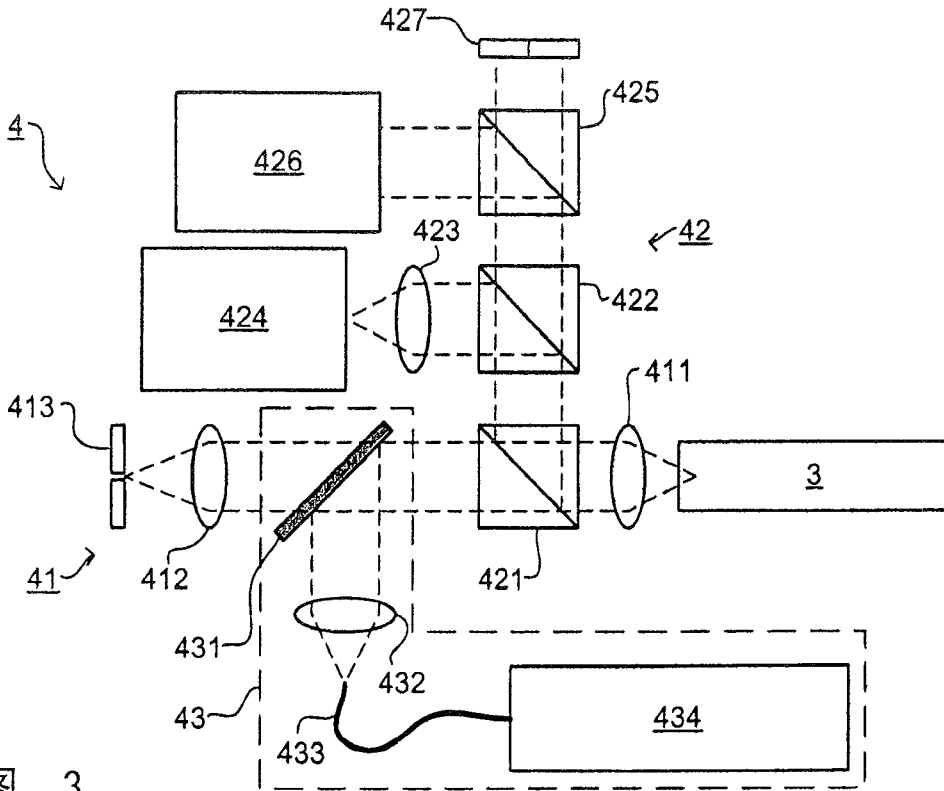


图 3

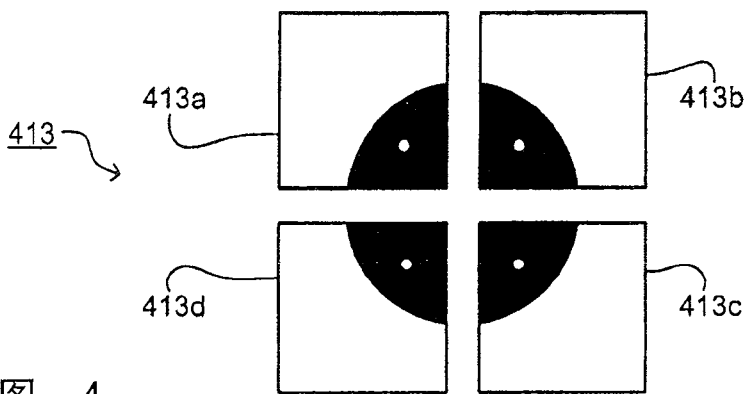


图 4

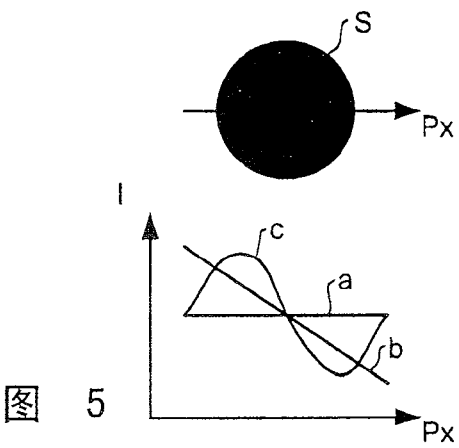


图 5

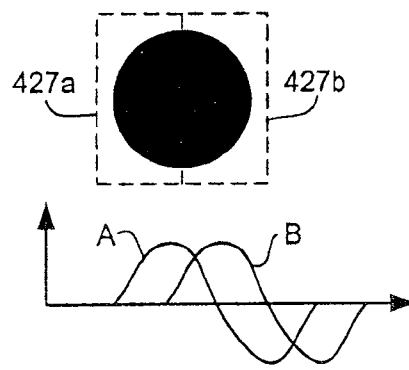


图 6

P-028

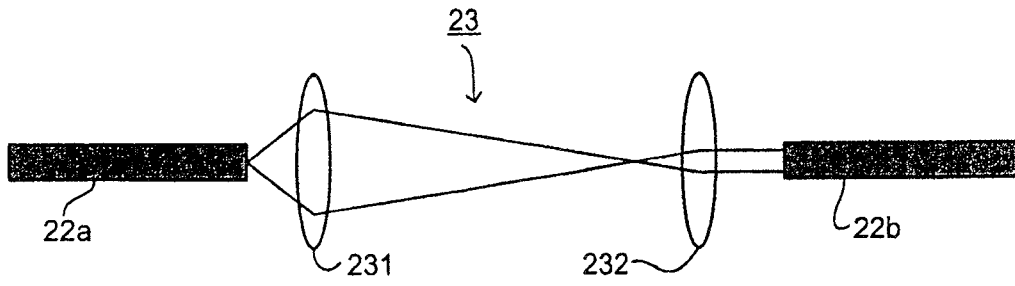


图 7

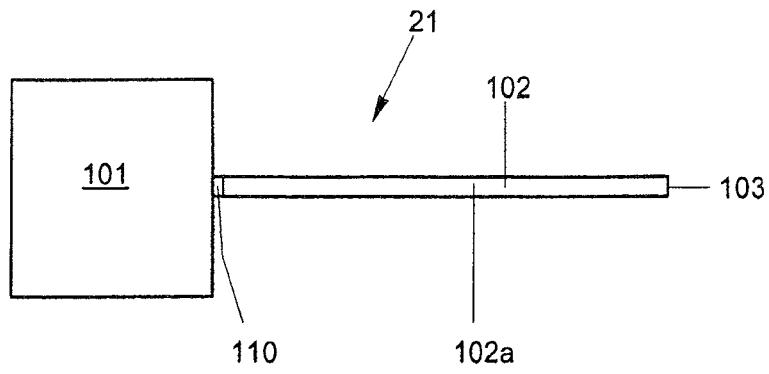


图 8

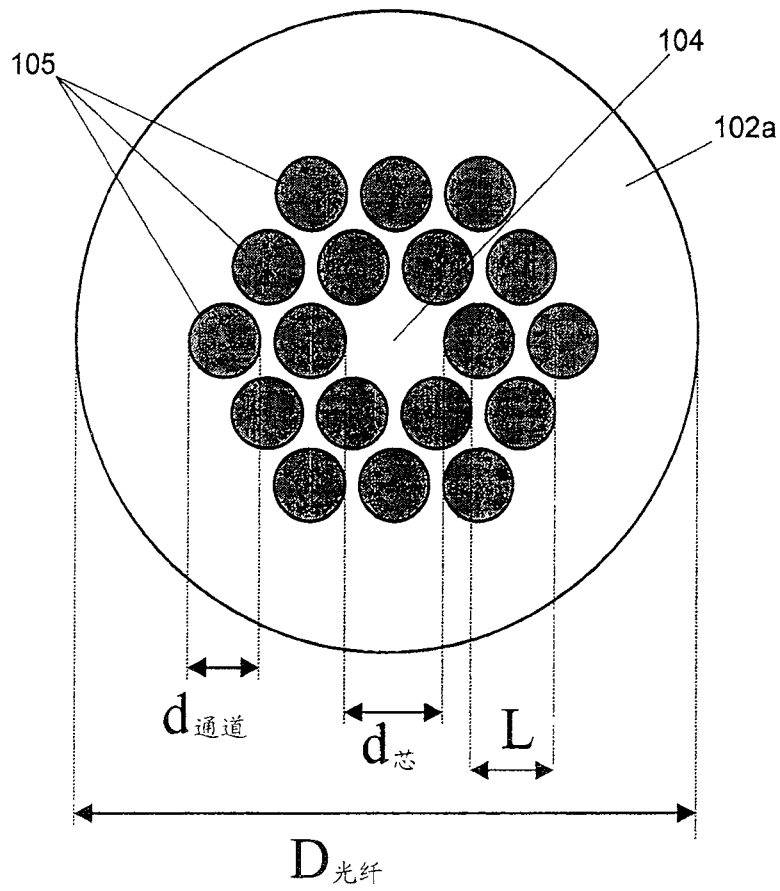


图 9

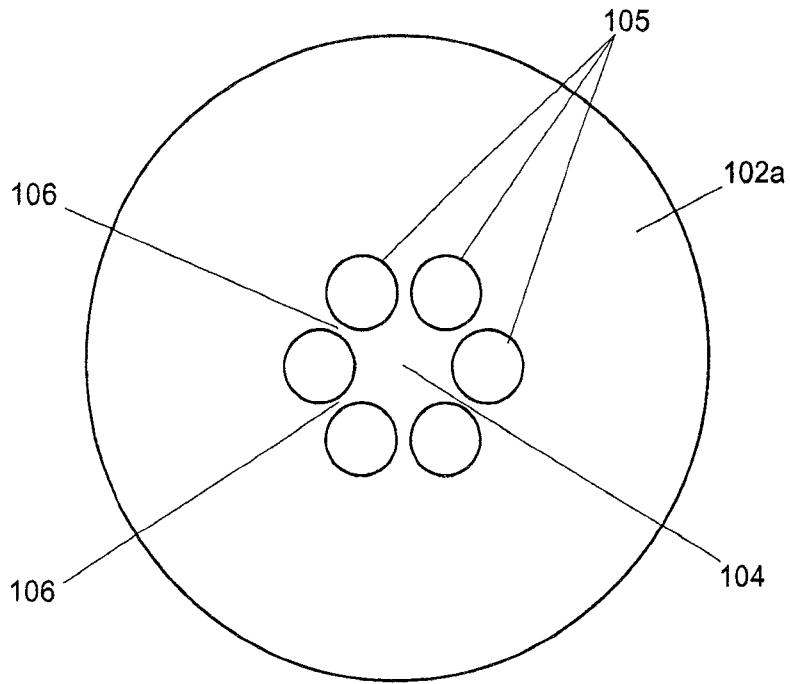


图 10

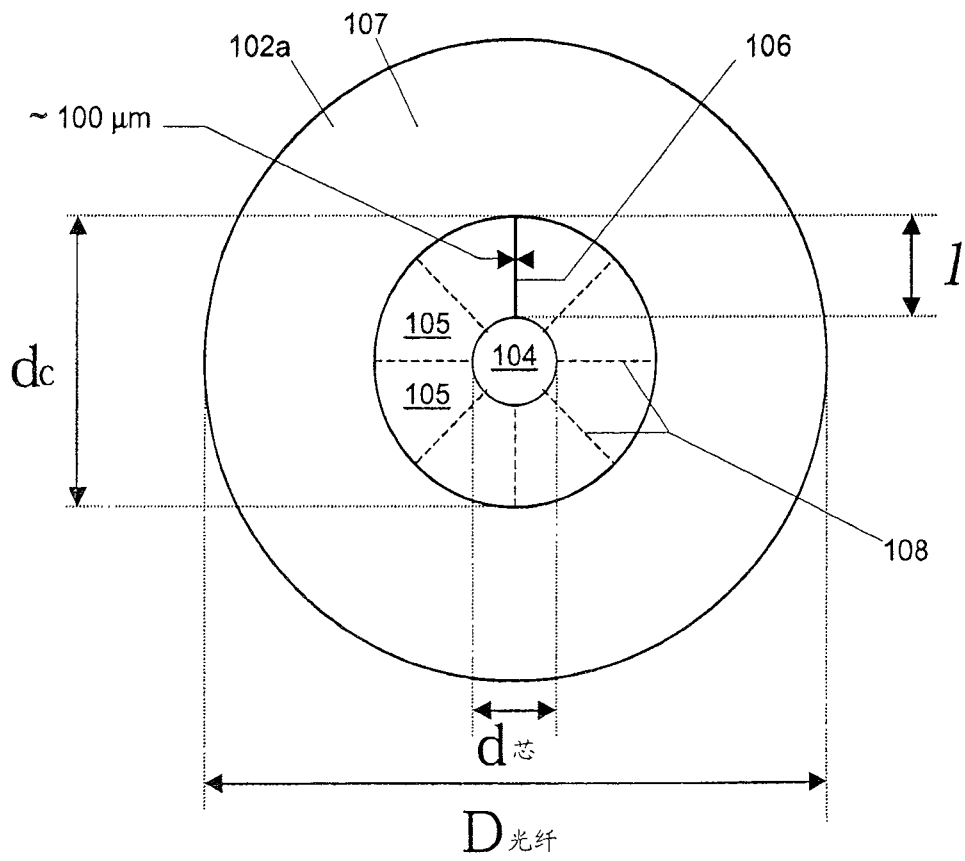


图 11

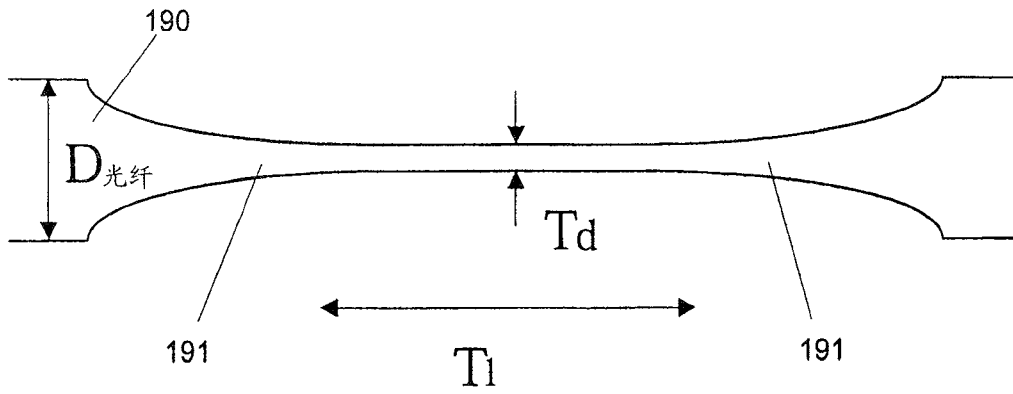


图 12

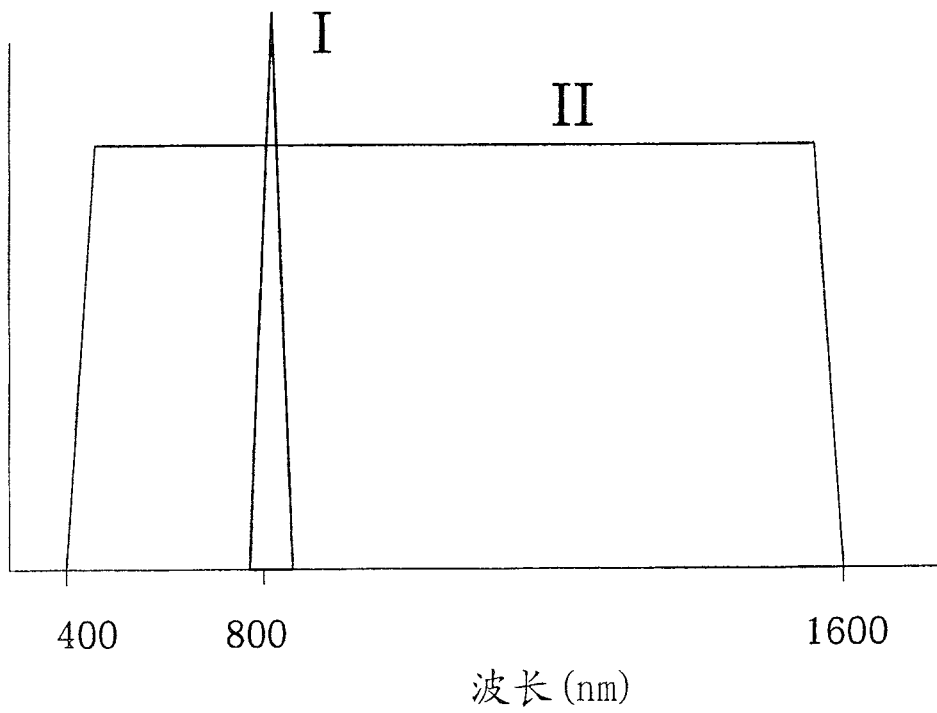


图 13