



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101836263 A

(43) 申请公布日 2010. 09. 15

(21) 申请号 200880108435. 0

(22) 申请日 2008. 09. 26

(30) 优先权数据

60/975, 764 2007. 09. 27 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 03. 24

(86) PCT申请的申请数据

PCT/NL2008/050622 2008. 09. 26

(87) PCT申请的公布数据

W02009/041818 EN 2009. 04. 02

(71) 申请人 ASML 荷兰有限公司

地址 荷兰维德霍温

(72) 发明人 M·M·J·W·范赫彭斯

V·Y·班尼恩 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 王新华

(51) Int. Cl.

G21K 1/10 (2006. 01)

G21K 1/06 (2006. 01)

G03F 7/20 (2006. 01)

G02B 5/20 (2006. 01)

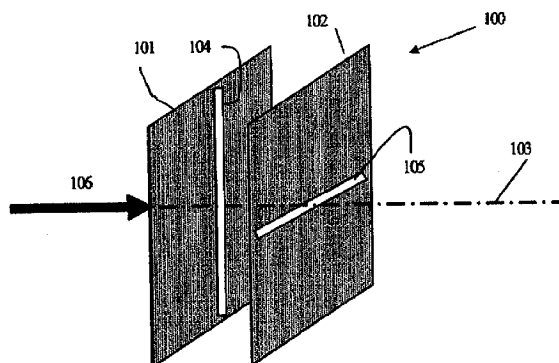
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 4 页

### (54) 发明名称

光谱滤光片、包括这样的光谱滤光片的光刻设备、器件制造方法以及由此制造的器件

### (57) 摘要

公开了一种光刻光谱杂质滤光片，该光刻光谱杂质滤光片包括沿着光轴布置位于依次的位置上的第一和第二滤光片元件。第一滤光片元件具有沿第一方向布置的狭缝。第二滤光片元件具有沿横向于第一方向的第二方向布置的狭缝。光谱滤光片被配置以通过反射第一波长的辐射和允许透射第二波长的辐射来改善辐射束的光谱纯度，所述第一波长大于第二波长。



1. 一种光刻光谱滤光片,所述光刻光谱滤光片包括:

第一滤光片元件,所述第一滤光片元件包括具有沿第一方向布置的平面内长度尺寸的狭缝;和

第二滤光片元件,所述第二滤光片元件沿着到所述第一滤光片元件的第一和第二波长的辐射的光学路径布置在依次的位置上,所述第二滤光片元件包括具有沿横向于所述第一方向的第二方向布置的平面内长度尺寸的狭缝,

其中,所述光谱滤光片被配置以反射第一波长的辐射和允许透射第二波长的辐射,所述第一波长大于所述第二波长。

2. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,其中所述第一和第二滤光片元件的狭缝具有比由所述第一辐射波长限定的衍射极限小的最小平面内开口尺寸。

3. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,其中所述第一滤光片元件包括多个狭缝。

4. 根据权利要求3所述的光刻光谱滤光片,其中由所述第一滤光片元件的狭缝形成的面积和所述第一滤光片元件的总表面积之间形成的比例小于约30%。

5. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,其中所述第二滤光片元件包括多个狭缝。

6. 根据权利要求5所述的光刻光谱滤光片,其中由所述第二滤光片元件的狭缝形成的面积和所述第二滤光片元件的总表面积之间形成的比例小于约30%。

7. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,其中所述第一滤光片元件和/或所述第二滤光片元件的狭缝的宽度从0.5-5微米的范围选出。

8. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,其中所述光谱滤光片被配置以过滤DUV、UV、可见光和IR辐射的任意组合。

9. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,其中所述第一滤光片元件和/或所述第二滤光片元件还包括EUV辐射波导。

10. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,其中所述第一滤光片元件和/或所述第二滤光片元件包括图案化的层和未图案化的层的组合,所述图案化的层包括所述狭缝。

11. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,所述光刻光谱滤光片与所述至少一个掠入射反射镜结合。

12. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,其中所述光谱滤光片被配置以透射具有从约4-20纳米的范围选择出的波长的EUV辐射。

13. 根据权利要求1所述的光刻光谱滤光片,其中所述第一滤光片元件和所述第二滤光片元件沿着所述光学路径被横向地布置在依次的位置上。

14. 一种光刻设备,所述光刻设备包括:

照射系统,所述照射系统被配置以调节辐射束;

支撑件,所述支撑件被配置以支撑图案形成装置,所述图案形成装置被配置以在所述辐射束的横截面中将图案赋予给所述辐射束,以便形成图案化的辐射束;

衬底台,所述衬底台被配置以保持衬底;

投影系统,所述投影系统被配置以将所述图案化的辐射束投影到所述衬底的目标部分上;和

光刻光谱滤光片,所述光刻光谱滤光片包括:

第一滤光片元件,所述第一滤光片元件包括具有沿第一方向布置的平面内长度尺寸的

狭缝 ;和

第二滤光片元件,所述第二滤光片元件沿着到所述第一滤光片元件的第一和第二波长的辐射的光学路径布置在依次的位置上,所述第二滤光片元件包括具有沿横向于所述第一方向的第二方向布置的平面内长度尺寸的狭缝,

其中,所述光谱滤光片被配置以反射第一波长的辐射和允许透射第二波长的辐射,所述第一波长大于所述第二波长。

15. 一种用于改善辐射束的所述光谱纯度的方法,所述方法通过反射第一波长的辐射和允许第二波长的辐射透射穿过光谱滤光片组件,所述第一波长大于所述第二波长,其中,在第一步骤中,具有第一偏振态的所述第一波长的辐射被反射,且在第二步骤中,具有横向于所述第一偏振态的第二偏振态的所述第一波长的辐射被反射。

16. 一种器件制造方法,所述器件制造方法包括步骤:

将图案化的辐射束投影到衬底的目标部分上 ;和

通过反射第一波长的辐射和允许第二波长的辐射透射穿过光谱滤光片组件来改善所述辐射束的光谱纯度,所述第一波长大于所述第二波长,其中在第一步骤中,具有第一偏振态的所述第一波长的辐射被反射,且在第二步骤中,具有横向于所述第一偏振态的第二偏振态的所述第一波长的辐射被反射。

17. 一种根据一种方法制造的器件,所述方法包括步骤:

将图案化的辐射束投影到衬底上 ;和

通过反射第一波长的辐射和允许第二波长的辐射透射穿过光谱滤光片组件来改善所述辐射束的光谱纯度,所述第一波长大于所述第二波长,其中在第一步骤中,具有第一偏振态的所述第一波长的辐射被反射,且在第二步骤中,具有横向于所述第一偏振态的第二偏振态的所述第一波长的辐射被反射。

18. 根据权利要求 17 的器件,其中所述器件选自包括集成电路、集成光学系统、磁畴存储器的引导和检测图案、液晶显示器和薄膜磁头的组。

## 光谱滤光片、包括这样的光谱滤光片的光刻设备、器件制造方法以及由此制造的器件

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种光谱滤光片、一种包括这样的光谱滤光片的光刻设备、一种器件制造方法和由此制造的器件。

### 背景技术

[0002] 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。公知的光刻设备包括:所谓的步进机,在所述步进机中,通过将全部图案一次曝光到所述目标部分上来辐射每一个目标部分;以及所谓的扫描器,在所述扫描器中,通过辐射束沿给定方向(“扫描”方向)扫描所述图案、同时沿与该方向平行或反向平行的方向同步扫描所述衬底来辐射每一个目标部分。也能够以通过将图案压印(imprinting)到衬底的方式从图案形成装置将图案转移到衬底上。

[0003] 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为关键的因素。

[0004] 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:

[0005] 
$$CD = k_1 * \frac{\lambda}{NA_{PS}} \quad (1)$$

[0006] 其中, $\lambda$ 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 $\lambda$ 、通过增加数值孔径 $NA_{PS}$ 或通过减小 $k_1$ 的值。

[0007] 为了缩短曝光波长,并因此使减小可印刷的尺寸,已经提出使用极紫外(EUV)辐射(有时称之为软x射线)。EUV辐射源被配置以输出约13nm的辐射波长(在EUV辐射范围内的波长)。EUV辐射可以构成迈向获得小的特征印刷的非常重要的一步。这样的辐射的可能的源例如包括激光诱导离子体源、放电等离子体源或来自电子储存环的同步加速器辐射。

[0008] 除了EUV辐射之外,用于EUV辐射光刻术中的辐射源可以另外地发射不同波长的辐射。这种非EUV辐射可能对于EUV辐射光刻系统是有害的,且期望使其保持在辐射源的光学路径下游的外面,例如照射系统和投影系统,它们分别用于调节EUV辐射束和将所述束投影到衬底上。因此,期望提供对来自EUV辐射源的辐射的光谱滤波。

[0009] 基于闪耀光栅 (blazed grating) 的光谱滤光片是已知的。这种光栅可能难于制造,这是因为三角形图案的表面品质必须非常高。表面的粗糙度应当低于 1 纳米 RMS。碎片减轻方案也被应用,以抑制来自辐射源的碎片。然而,由于碎片减轻方法(诸如翼片阱和/或气体缓冲器)可能不能确保有效的碎片保护,碎片减轻可能是存在问题的。此外,由于滤光片的易碎性和低热负载阈值,对于 EUV 辐射是透射的薄滤光片(例如 Zr)的使用是困难的。另外,网格上的滤光片所使用的胶对于高真空系统是不被期望的。

[0010] US 专利 No. 6, 456, 362 公开了一种用于 EUV 辐射光刻投影设备中的波导,通过引用将其全部内容并入本文中。

[0011] US 专利 No. 6, 809, 327 公开了一种设备,该设备包括等离子体源,用于产生包括 EUV 辐射的辐射光谱;反射器,用于产生来自辐射光谱的 EUV 辐射束;以及薄膜,用于穿过 EUV 辐射的至少一部分,通过引用将其全部内容并入本文中。

[0012] US 专利申请公开物 No. US 2006/0146413 描述了包括开口的光谱滤光片。在一个示例中,第一波长在红外范围内,而第二波长在 EUV 辐射范围内。在一个实施例中,光谱滤光片包括成狭缝形式的多个开口。

## 发明内容

[0013] 现有的光谱滤光片的问题是它们改变了来自 EUV 辐射源的辐射的方向。因此,如果从 EUV 辐射光刻设备移除光谱滤光片,那么必须添加更换的光谱滤光片,或者必须引入成适合的角度的反射镜。被添加的反射镜将不希望的损失引入到系统中。

[0014] 与针孔相比,光谱滤光片中的狭缝的优点在于,狭缝可以更容易制造且狭缝可以对温度变化具有更好的容许度。在实施例中,狭缝在将具有足够小的波长的辐射(例如 EUV 辐射)透射的同时,对具有应当被抑制的波长的辐射进行反射。为此,光谱滤光片的狭缝应当具有至少为不期望的辐射的波长的二分之一那样小的宽度。由于偏振依赖效应,在这个实施例中仅可以反射一部分不期望的辐射。在根据美国专利申请公开出版物 No. US 2006/0146413 的光谱滤光片的实施例中,通过衍射和吸收的结合来减小不期望的辐射。不期望的辐射被相对强烈地衍射,且随后在一次或更多次内反射之后在狭缝中被吸收。期望的辐射基本上被较少地衍射且相对地未被削弱地穿过滤光片。这个实施例的缺点可能是吸收的辐射会加热滤光片。

[0015] 例如期望进一步地减小不期望的辐射的透射。

[0016] 根据一个方面,提供了一种光刻光谱滤光片,该光刻光谱滤光片包括:

[0017] 第一滤光片元件,该第一滤光片元件包括具有沿第一方向布置的平面内长度尺寸的狭缝;和

[0018] 第二滤光片元件,该第二滤光片元件沿着到所述第一滤光片元件的第一和第二波长的辐射的光学路径布置在依次的位置上,所述第二滤光片元件包括具有沿横向于所述第一方向的第二方向布置的平面内长度尺寸的狭缝,

[0019] 其中,所述光谱滤光片被配置以反射第一波长的辐射和允许透射第二波长的辐射,所述第一波长大于所述第二波长。

[0020] 根据另一方面,提供了一种光刻设备,该光刻设备包括:

[0021] 照射系统,该照射系统被配置以调节辐射束;

[0022] 支撑件,该支撑件被配置以支撑图案形成装置,所述图案形成装置被配置以在所述辐射束的横截面中将图案赋予给所述辐射束,以便形成图案化的辐射束;

[0023] 衬底台,该衬底台被配置以保持衬底;

[0024] 投影系统,该投影系统被配置以将所述图案化的辐射束投影到所述衬底的目标部分上;和

[0025] 光刻光谱滤光片,该光刻光谱滤光片包括:

[0026] 第一滤光片元件,该第一滤光片元件包括具有沿第一方向布置的平面内长度尺寸的狭缝,和

[0027] 第二滤光片元件,该第二滤光片元件沿着到所述第一滤光片元件的第一和第二波长的辐射的光学路径布置在依次的位置上,所述第二滤光片元件包括具有沿横向于所述第一方向的第二方向布置的平面内长度尺寸的狭缝,

[0028] 其中,所述光谱滤光片被配置以反射第一波长的辐射和允许透射第二波长的辐射,所述第一波长大于所述第二波长。

[0029] 根据一个方面,提供了一种用于改善辐射束的所述光谱纯度的方法,该方法通过反射第一波长的辐射和允许第二波长的辐射透射穿过光谱滤光片组件,所述第一波长大于所述第二波长,其中,在第一步骤中,具有第一偏振态的所述第一波长的辐射被反射,和在第二步骤中,具有横向于所述第一偏振态的第二偏振态的所述第一波长的辐射被反射。

[0030] 根据一个方面,提供了一种器件制造方法,该器件制造方法包括:

[0031] 提供辐射束;

[0032] 对辐射束进行图案化;

[0033] 将图案化的辐射束投影到衬底的目标部分上;和

[0034] 通过反射第一波长的辐射和允许第二波长的辐射透射穿过光谱滤光片组件来改善所述辐射束的光谱纯度,所述第一波长大于所述第二波长,其中在第一步骤中,具有第一偏振态的所述第一波长的辐射被反射,且在第二步骤中,具有横向于所述第一偏振态的第二偏振态的所述第一波长的辐射被反射。

[0035] 根据一个方面,提供了一种根据一种方法制造的器件,所述方法包括:

[0036] 提供辐射束;

[0037] 对辐射束进行图案化;

[0038] 将图案化的辐射束投影到衬底上;

[0039] 将图案化的辐射束投影到衬底上;

[0040] 通过反射第一波长的辐射和允许第二波长的辐射透射穿过光谱滤光片组件来改善所述辐射束的光谱纯度,所述第一波长大于所述第二波长,其中在第一步骤中,具有第一偏振态的所述第一波长的辐射被反射,且在第二步骤中,具有横向于所述第一偏振态的第二偏振态的所述第一波长的辐射被反射。

[0041] 光谱滤光片元件可以由不透明的材料片(例如该材料是诸如金(Au)、银(Ag)、铬(Cr)、铝(Al)、钼(Mo)、钌(Ru)或不锈钢)形成。第一光谱滤光片元件中的狭缝具有平面内宽度和横向于所述平面内宽度的长度,该平面内宽度限定了具有第一方向的第一平面内向量,该长度限定了具有第二方向的第二平面内向量。第一和第二平面内向量平行于所述材料片。第一(最小)平面内狭缝尺寸的方向平行于所述第一平面内向量,第二(最大)

平面内开口尺寸的方向平行于所述第二平面内向量的。

[0042] 最小平面内狭缝尺寸 ( $W_1$ ) 小于衍射极限, 衍射极限 ( $W_{\text{最小}}$ ) 由包含目标分量的介质来限定:

[0043]  $W_{\text{最小}} = \text{波长} / (2 * n_{\text{介质}}) (2)$

[0044]  $\lambda$  是真空中波长,  $n_{\text{介质}}$  是在狭缝前面的介质的折射率。

[0045] 由于狭缝具有低于衍射极限的第一平面内尺寸  $W_1$  和超过衍射极限的第二平面内尺寸  $W_2$ , 所以可以存在由第一平面内向量和垂直于第一和第二平面内向量的第三向量组成的透射平面。R 偏振入射辐射是具有正交于狭缝的透射平面的电场的辐射, 其将基本上被狭缝反射。T 偏振入射辐射是具有平行于狭缝的透射平面的电场的辐射, 其将基本上被狭缝透射。

[0046] 相信 T 偏振辐射会透射通过滤光片, 这是因为增强以表面等离子体波的形式出现。这种作用在使用相对宽的狭缝时不会出现。

[0047] 在根据本发明的一实施例的光谱滤光片中, 第二滤光片元件包括第一狭缝, 该第一狭缝具有沿横向于第一方向的第二方向布置的平面内长度尺寸。于是, 由于这种辐射是 R 偏振辐射, 即形成了具有正交于第二滤光片元件中的狭缝的透射平面的电场的辐射, 因此穿过第一滤光片元件的不期望的第一波长的辐射被第二滤光片元件反射。

[0048] 如果狭缝的宽度小于衍射极限, 那么滤光片元件反射辐射。期望地, 狭缝的宽度是从  $0.01 \lambda_r$  至  $0.5 \lambda_r$  的范围内选出的, 其中  $\lambda_r$  是被反射的辐射的最短的波长。如果狭缝的宽度比下边界小很多, 例如  $0.005 \lambda_r$ , 那么狭缝还可能部分地反射期望的辐射。如果宽度远大于上边界, 例如  $0.8 \lambda_r$ , 那么不期望的辐射可能透射穿过狭缝。

[0049] 在实施例中, 光刻光谱滤光片被配置以过滤 DUV、UV、可见光和红外 (IR) 辐射的任意组合。除了 IR 辐射之外, 辐射源可以产生在可见光范围、UV 范围以及 DUV 范围中的不期望的辐射。因此, 期望这些另外的波长范围中的一种或更多种辐射也可以被抑制。在实施例中, 这通过在小于不期望的辐射的最小波长的衍射极限的值处选择第一和 / 或第二滤光片元件的狭缝的宽度来实现。

[0050] 替代通过反射来抑制全部不期望的辐射, 可以通过吸收来抑制一部分不期望的辐射。例如这可以在其中第一和 / 或第二滤光片元件还包括 EUV 辐射波导的实施例中实现。由于在其中包含了波导的滤光片元件的开口处的衍射, 具有相对大波长的辐射与具有相对短波长的期望的辐射相比, 以相对大的角度被衍射。由于这一衍射以大的角度进行, 具有在第一和第二波长之间的波长的辐射, 与具有第二波长或更小的波长的期望的辐射相比, 被以相对于波导的内壁的相对大的角度在波导中被反射。因此, 具有在第一波长和第二波长之间的波长的辐射与期望的辐射相比, 需要更多反射穿过波导。期望的辐射相对未被削弱地透射通过 EUV 辐射波导。

[0051] 在实施例中, 波导由能够吸收在第一波长和第二波长之间的波长范围中的辐射的材料制成。在这一实施例中, 具有在第一波长和第二波长之间的波长的不期望的辐射甚至被以相同长度的波导抑制得更好。可以改善期望的辐射的透射, 同时通过选择更短长度的波导来在波导中保持对不期望的辐射的相同的吸收。假设滤光片元件具有足够的厚度, 则滤光片元件中的狭缝可以已经形成波导。例如, 狭缝可以具有至少为 2 的深度 / 宽度比。期望地, 深度 / 宽度比小于 10, 例如小于 5。基本上更高的深度 / 宽度比 (例如 20) 将导致对

期望的辐射减小过于强烈且可能难于制造。

[0052] 虽然在第一和 / 或第二滤光片元件具有单个狭缝时可以实现光谱滤波作用,但是如果滤光片元件中的一个或更多个具有多个狭缝,也是有利的。这使得可以过滤辐射束的更大的部分或整个辐射束,以便改善了期望的辐射的透射。

[0053] 在光刻光谱滤光片的实施例中,由所述第一滤光片元件的狭缝形成的面积和所述第一滤光片元件的总表面积之间形成的纵横比小于约 50%,小于约 30%,或小于约 15%。

[0054] 在光刻光谱滤光片的实施例中,由所述第二滤光片元件的狭缝形成的面积和所述第一滤光片元件的总表面积之间形成的纵横比小于约 50%,小于约 30%,或小于约 15%。

[0055] 对于期望的辐射的滤光片的透射率,高纵横比是优选的。

[0056] 在具有第一和第二波长之间的范围中的波长的辐射被吸收的情况下,如果仅反射具有第一波长的辐射,将是足够的。在实际应用中,不期望的辐射是由激光诱导等离子体 EUV 辐射源中的  $\text{CO}_2$  激光源来产生的具有约 10 微米的波长的红外辐射。这一范围中的辐射可以被以光刻光谱滤光片有效地反射,其中第一和 / 或第二滤光片元件的狭缝具有从 0.5-5 微米的范围选择出的宽度。在可见光范围中的另外的辐射、近 UV 范围和深 UV 范围可以通过吸收来去除,例如在上文所述的波导中或另一未图案化的类型的吸收滤光片(例如  $\text{Si}_3\text{N}_4$  滤光片)。如果辐射源基本上不产生这样的另外的辐射,和 / 或如果另外的辐射将对其中使用了光刻光谱滤光片的应用不是不利的,那么可不设置用于抑制这样的另外的辐射的机制。

[0057] 光谱滤光片可以位于光刻设备中的收集器的后面。

[0058] 至少一个掠入射滤光片也可以出现在光刻设备中。

[0059] 所制造的器件可以是集成电路、集成光学系统、磁畴存储器的引导和检测图案、液晶显示器或薄膜磁头。

## 附图说明

[0060] 下面仅通过示例的方式,参考示意性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参考标记表示相应的部件,在附图中:

[0061] 图 1 示出根据本发明的实施例的光刻设备;

[0062] 图 2 示出根据本发明的实施例的光刻设备;

[0063] 图 3 示出根据本发明的实施例的光刻光谱杂质滤光片;

[0064] 图 4 示出根据本发明的实施例的光刻光谱杂质滤光片;

[0065] 图 5 示出根据本发明的实施例的光刻光谱杂质滤光片中的滤光片元件;和

[0066] 图 6 示出根据本发明的实施例的光刻光谱杂质滤光片的滤光片元件。

## 具体实施方式

[0067] 在随后的详细描述中对诸多特定的细节进行了阐述,用于提供对本发明的实施例的全面的理解。然而,本领域技术人员应当理解,可以在没有这些特定的细节的情况下实施本发明。在其他的情形中,没有详细地对公知的方法、程序以及部件进行描述,以便不混淆本发明的方面。

[0068] 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:

[0069] 照射系统（照射器）IL，配置用于调节辐射束 B（例如，紫外（UV）辐射或极紫外（EUV）辐射）；

[0070] 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）MA 并与配置用于根据确定的参数精确地定位图案形成装置的第一定位装置 PM 相连；

[0071] 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，并与配置用于根据确定的参数精确地定位衬底的第二定位装置 PW 相连；和

[0072] 投影系统（例如折射式投影透镜系统）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。

[0073] 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。

[0074] 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它条件的方式保持图案形成装置。所述支撑结构 MT 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 MT 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 MT 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）。在这里任何使用的术语“掩模版”或“掩模”都可以认为与更上位的术语“图案形成装置”同义。

[0075] 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。应当注意，被赋予辐射束的图案可能不与在衬底的目标部分上的所需图案完全相符（例如如果该图案包括相移特征或所谓辅助特征）。通常，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。

[0076] 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。

[0077] 这里使用的术语“投影系统”应该广义地解释为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。这里使用的术语“投影透镜”可以认为是与更上位的术语“投影系统”同义。

[0078] 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）。

[0079] 所述光刻设备可以是具有两个（双台）或更多衬底台（和 / 或两个或更多的图案形成装置支撑结构）的类型。在这种“多台”机器中，可以并行地使用附加的台和 / 或支撑结构，或可以在一个或更多个台和 / 或支撑结构上执行预备步骤的同时，将一个或更多个其它台和 / 或支撑结构用于曝光。

[0080] 光刻设备还可以是这样的类型，其中至少一部分衬底被具有相对高的折射率的液体（例如水）覆盖，以便填充投影系统和衬底之间的空间。还可以将浸没液体用于光刻设

备中的其他空间中,例如在掩模和投影系统之间。在本领域中浸没技术用于提高投影系统的数值孔径是公知的。在此处使用的术语“浸没”的意思并不意味着将例如衬底的结构必须浸没在液体中,而是仅是指在曝光期间液体位于投影系统和衬底之间。

[0081] 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 BD 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 BD 一起称作辐射系统。

[0082] 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中的至少外部和/或内部径向范围(一般分别称为 s-外部和 s-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。

[0083] 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。已经穿过图案形成装置 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,例如在从掩模库的机械获取之后,或在扫描期间,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 MA。通常,可以通过形成所述第一定位装置 PM 的一部分的长行程模块(粗定位)和短行程模块(精定位)的帮助来实现图案形成装置支撑结构 MT 的移动。类似地,可以采用形成所述第二定位装置 PW 的一部分的长行程模块和短行程模块来实现所述衬底台 WT 的移动。在步进机的情况下(与扫描器相反),所述图案形成装置支撑结构 MT 可以仅与短行程致动器相连,或可以是固定的。可以使用图案形成装置对准标记 M1、M2 和衬底对准标记 P1、P2 来对准图案形成装置 MA 和衬底 W。尽管所示的衬底对准标记占据了专用目标部分,但是它们可以位于目标部分之间的空间(这些公知为划线对准标记)中。类似地,在将多于一个的管芯设置在图案形成装置 MA 上的情况下,所述图案形成装置对准标记可以位于所述管芯之间。

[0084] 可以将所述设备用于以下模式中的至少一种中:

[0085] 1. 在步进模式中,在将图案形成装置支撑结构 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。在步进模式中,曝光场的最大尺寸限制了在单一的静态曝光中成像的所述目标部分 C 的尺寸。

[0086] 2. 在扫描模式中,在对图案形成装置支撑结构 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 相对于图案形成装置支撑结构 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。在扫描模式中,曝光场的最大尺寸限制了单一动态曝光中所述目

标部分的宽度（沿非扫描方向），而所述扫描运动的长度确定了所述目标部分的高度（沿所述扫描方向）。

[0087] 3. 在另一种模式中，将用于保持可编程图案形成装置的图案形成装置支撑结构 MT 保持为基本静止，并且在所述衬底台 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。

[0088] 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。

[0089] 图 2 显示出根据本发明的实施例的 EUV 辐射光刻设备的侧视图。注意到，虽然所述布置不同于图 1 中显示的设备的布置，但是操作的原理是类似的。设备包括辐射单元 3（例如源收集器模块）、照射系统 IL 和投影系统 PL。辐射单元 3 设置有辐射源 LA，该辐射源 LA 可以采用气体或蒸汽（例如 Xe 气体或 Li 蒸汽），其中产生了非常热的放电等离子体，以便发射处于 EUV 辐射范围中的辐射。通过使得放电中的部分地电离的等离子体在光轴 0 上瓦解来产生放电等离子体。0.1mbar 的 Xe 气体或 Li 蒸汽或任何其它的适合气体或蒸汽的局部压力可以用于有效地产生辐射。由辐射源 LA 发射出的辐射经由气体阻挡件和 / 或翼片阱 9 从源腔 7 进入到收集器腔 8 中。翼片阱包括通道结构，例如在美国专利 No. US6, 614, 505 和 US 6, 359, 969 中描述的，它们的全部内容通过引用并入本文中。收集器腔 8 包括辐射收集器 10，该辐射收集器 10 例如由掠入射收集器形成。穿过收集器 10 的辐射根据本发明的一实施例透射通过光谱滤光片 11。应当注意，与闪耀光谱滤光片相比，光谱滤光片 11 基本上不改变辐射束的方向。在未显示出的一实施例中，因为光谱滤光片 11 可以以掠入射反射镜的形式或在收集器 10 上实施或在收集器 10 上实施，所以光谱滤光片 11 可以反射辐射束。将辐射聚集到收集腔 8 中的开口处或其附近的虚源点 12（即中间焦点）。辐射束 16 从腔 8 经由正入射反射器 13、14 在照射系统 IL 中被反射到图案形成装置支撑结构 MT 上的图案形成装置上。所形成的图案化的束 17，通过投影系统 PL 经由反射元件 18、19 成像到衬底台 WT 上。在照射系统 IL 和 / 或投影系统 PL 中通常可以存在比所显示的元件更多或更少的元件。

[0090] 反射元件 19 中的一个在其前面具有数值孔径盘 20，该数值孔径盘具有从其中穿过的开口 21。开口 21 的尺寸确定了在图案化的辐射束 17 撞击衬底台 WT 时图案化的辐射束 1 所对着的角度  $\alpha_i$ 。

[0091] 图 2 显示出根据本发明的实施例的光谱滤光片 11，其被定位在收集器 10 的下游且在虚源点 12 的上游。在未显示出的一实施例中，光谱滤光片 11 可以被定位在虚源点 12 处或在收集器 10 和虚源点 12 之间的任意点处。

[0092] 图 3 显示出光刻光谱滤光片 100 的一个实施例，该光刻光谱滤光片 100 包括沿着光轴 103 横向地布置在依次的位置上的至少第一和第二滤光片元件 101、102。

[0093] 第一滤光片元件 101 包括沿第一方向布置的第一狭缝 104。狭缝 104 具有低于衍射极限的第一平面内尺寸 W1 和超过衍射极限的第二平面内尺寸 W2。第一平面内尺寸确定了宽度（例如直径），第二平面内尺寸确定了长度。第二滤光片元件 102 包括沿横向于第一方向的第二方向布置的第一狭缝 105。同样地，第二狭缝 105 具有低于衍射极限的第一平

面内尺寸 W1 和超过衍射极限的第二平面内尺寸 W2。第一平面内尺寸确定了宽度（例如直径），第二平面内尺寸确定了长度。光谱滤光片 100 被配置成通过反射第一波长的辐射和允许透射第二波长的辐射来改善辐射束的光谱纯度，所述第一波长大于所述第二波长。通过举例的方式，第一波长在 5-15 微米范围内，例如 10.6 微米，第二波长在 4 至 50 纳米范围内，例如在 4-15 纳米范围内（例如 13.5 纳米）。在示例中，狭缝 104、105 具有在 0.5-2 微米的范围内的宽度和例如 0.5-10 厘米的长度。第一滤光片元件反射不期望的辐射的偏振分量，其 E 场向量平行于所述第一方向。第二滤光片元件反射不期望的辐射的偏振分量，其 E 场向量平行于所述第二方向。光谱滤光片元件 101、102（尤其是光谱滤光片元件 101、102 的狭缝开口的邻近处）期望由金属来提供。金属开口可能有利于反射性质，且另外因此对热导率是有利的。狭缝可以具有在 1-1000 微米范围内的深度。

[0094] 图 4 显示出光谱滤光片 200 的另一实施例。其中对应于图 3 中的部件的部件具有比图 3 中的参考标记的数字大 100 的参考标记。在图 4 的实施例中，第一滤光片元件 201 包括多个狭缝 204。在由第一滤光片元件 201 的狭缝 204 形成的面积和第一滤光片元件 201 的剩余表面积之间形成的比大于约 30%。同样，第二滤光片元件 202 包括多个狭缝 205。在由第二滤光片元件 202 的狭缝 205 形成的面积和第二滤光片元件 202 的剩余表面积之间形成的比大于约 30%。

[0095] 图 5 显示出具有图案化的和未图案化的层的组合的滤光片元件 301，用于提高光谱滤光片 300 的机械强度。在图 5 中，对应于图 3 中的部件的部件的参考标记的数字比图 3 中大 200。在图 5 中，箭头表示 EUV 辐射的方向。如在图 5 中显示的图案化的层 302 和未图案化的层 308 的组合提高了光谱滤光片 300 的机械强度。狭缝 304 形成在图案化的层 302 中。应当注意，通过使用图案化的层 302 和未图案化的层 308，狭缝 304 的图案可以用于抑制较长的波长（例如红外（IR）），而未图案化的层可以用于抑制 UV 波长。

[0096] 在这个实施例中，图案化的层 302 用作未图案化的层 308 的衬底 / 支撑件。此外，光谱滤光片实现为未图案化的滤光片和图案化的滤光片的级联结构（cascade）。因此，所述抑制将比未图案化的滤光片的抑制更好，且对于足够的且稀疏的图案化的层在 EUV 辐射透射上仅有小的降低。图案化的滤光片的抑制是一种几何效应，且随着增加波长而改善了所述抑制。因此，图案化的和未图案化的层 / 堆叠的组合与未图案化的层 / 堆叠相比具有较高的红外抑制潜力。为了抑制红外波长，狭缝 304 可以具有大约 1 微米的宽度。未图案化的层 308 的厚度可以是约 50-100 纳米，图案化的层 302 的厚度可以依赖于是否使用波导效应，在约 1-1000 微米之间变化。

[0097] 因此，与仅具有未图案化的（例如薄片）或图案化的（例如如图 3 和 4 所显示的光谱滤光片）层的光谱滤光片相比，使用未图案化的层和图案化的层改善了机械强度。

[0098] 由于如图 5 显示的光谱滤光片的改善的强度，可以减小未图案化的层的厚度，这导致了 EUV 辐射透射的改善。可以使得厚度减小至约 50-100 纳米。例如，使用  $\text{Si}_3\text{N}_4$  堆叠和减小未图案化的  $\text{Si}_3\text{N}_4$  层的厚度至 50 纳米，导致了 65% 的 EUV 辐射透射和仍然 1.6% 的 DUV 透射（157 纳米波长）。由于未图案化的和图案化的层用作光谱滤光片，所以这导致了光谱滤光片的光学性质的改善。如图 5 显示的实施方式可以用于第一或第二滤光片元件中的一个或上述两者。

[0099] 在图 6 中显示出光谱滤光片元件的另一实施例。在其中对应于图 3 中的部件的部

件的参考标记的数字比图 3 中的参考标记的数字大 300。图 6 中的光谱滤光片元件 401 包括连接至 EUV 辐射波导的狭缝 404, 该波导通过位于真空空间的两侧上的覆层 409 形成。如图 6 所示, 在狭缝 404 后面的波导与开口 404 本身的宽度一样宽。虽然可以使用具有宽度比狭缝 404 更小 / 更大的波导, 但是这导致了对不希望的波长的更大 / 更小的抑制且还导致 EUV 辐射的更小 / 更大的透射。

[0100] 图 6 中显示出的光谱滤光片元件 401 因此是被夹在形成波导的两个覆层 409 之间的薄真空层的 3 层堆叠。

[0101] 针对光谱滤光片元件 401 的适当的操作, 波导的材料应当吸收想要用光谱滤光片抑制的波长。对于材料对 EUV 辐射的透射没有特别的要求。例如, 对于用于抑制 DUV 波长的滤光片,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  是好的候选, 这是因为它对 DUV 具有高的吸收率: 对于 150 纳米的波长为  $-400\text{dB}/\text{cm}$ 。

[0102] 对于单个狭缝, 原侧上厚度可以是无限大的。对于狭缝 / 针孔的阵列, 厚度应当期望比吸收覆层材料中的辐射的衰变长度大, 用于防止在相邻的针孔 / 狭缝中的辐射之间的光学耦合, 这是针对在几百纳米的量级上的足够的吸收材料的。

[0103] 图 6 显示出光谱滤光片元件 401 的操作原理, 其中 EUV 辐射沿着波导行进, UV 辐射透射通过波导的覆层 409。被偏振的 IR 辐射被反射。光谱滤光片元件 401 的波长选择性由在输入开口处的波长选择性衍射与对于更大的掠入射角的在真空界面处的减小的反射的结合来决定。根据衍射理论, 由于衍射, 在狭小的开口 (例如针孔 / 狭缝) 处的发散角与波长 / 宽度的比成比例。因此, 在真空覆层界面处, 更大的波长与更小的波长相比, 具有相对于真空覆层界面的更大的掠入射角。在例如掠入射角小于布儒斯特角 (Brewster angle) 的情形中, 界面处的菲涅耳反射随着掠入射角增加而减小, 另外波导中的每单位传播长度的反射次数随着掠入射角增加而增加。因此, 得知光谱滤光片的透射随着波长增加而减小。

[0104] 图 4 中显示出的光谱滤光片元件 201 的图案可以用于这一实施例中, 且具有不同的狭缝宽度。期望图 6 中显示的狭缝的宽度具有约 1 微米的宽度, 波导在该狭缝的后面, 所述波导用于抑制波长大于 EUV 辐射的辐射。光谱滤光片的性质可以通过改变狭缝的宽度和波导的长度来改善。

[0105] 典型地, 开口的宽度是约 1 微米。例如, 考虑对于具有一定长度的 1 微米宽的狭缝的透射和具有真实的  $\pm 7$  度的角展度的输入束。在沿着波导传播 150 微米之后, EUV 辐射透射是 50% 而相对于 EUV 辐射的 UV 抑制好于  $-10\text{dB}$ 。

[0106] 考虑到实际上光刻设备的中间焦点中的图像具有 10mm 量级的宽度 (直径), 可知开口的阵列 (例如非周期性阵列) 应当被使用, 用于减小 EUV 辐射的传播损失。

[0107] 包括狭缝和 / 或针孔的阵列的光谱滤光片元件的整体透明度由光谱滤光片的透明和不透明的区域之间的比例来确定。例如, 考虑具有每个狭缝  $-3\text{dB}$  (50%) 的 EUV 辐射透射的、1 微米宽和 150 微米长的狭缝。在这种情形中, 80% 的光谱滤光片面积是透明的, 导致了 40% 的总透射。因此, 包括第一和第二滤光片元件的光谱滤光片的透射是 16%。

[0108] 如之前描述的, 通过已知的光刻和 / 或微加工技术可以制造光谱滤光片。例如, 可以使用在顶部具有  $\text{Si}_3\text{N}_4$  层的 Si 衬底。通过从 Si 衬底的后侧蚀刻至  $\text{Si}_3\text{N}_4$  层, 可以限定图案化的层。可以由同一片材料形成图案化和未图案化的层, 或可替代地分离地形成图案化和未图案化的层并且此后将其彼此连接。

[0109] 如上文所述的光谱滤光片可以用于任何适合类型的光刻设备中。然而,光谱滤光片可以与光刻设备中的至少一个掠入射反射镜结合使用。

[0110] 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)、薄膜磁头等制造。本领域技术人员应该理解的是,在这种替代应用的情况下,可以将其中使用的任意术语“晶片”或“管芯”分别认为是与更上位的术语“衬底”或“目标部分”同义。这里所指的衬底可以在曝光之前或之后进行处理,例如在轨道(一种典型地将抗蚀剂层涂到衬底上,并且对已曝光的抗蚀剂进行显影的工具)、量测工具和/或检验工具中。在可应用的情况下,可以将所述公开内容应用于这种和其它衬底处理工具中。另外,所述衬底可以处理一次以上,例如以便产生多层 IC,使得这里使用的所述术语“衬底”也可以表示已经包含多个已处理层的衬底。

[0111] 以上的描述是说明性的,而不是限制性的。因此,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。

[0112] 虽然以上已经做出了具体的参考,在光学光刻术的情况中使用本发明的实施例,但应当理解的是,本发明可以有其它的应用,例如压印光刻术,并且只要情况允许,不局限于光学光刻术。在压印光刻术中,图案形成装置中的拓扑限定了在衬底上产生的图案。可以将所述图案形成装置的拓扑印刷到提供给所述衬底的抗蚀剂层中,在其上通过施加电磁辐射、热、压力或其组合来使所述抗蚀剂固化。在所述抗蚀剂固化之后,所述图案形成装置从所述抗蚀剂上移走,并在抗蚀剂中留下图案。

[0113] 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)、X 射线和极紫外 (EUV) 辐射(例如具有在 5-20nm 范围内的波长)以及粒子束(例如离子束或电子束)。

[0114] 在上下文允许的情况下,所述术语“透镜”可以表示各种类型的光学部件中的任何一种或它们的组合,包括折射式、反射式、磁性式、电磁式以及静电式的光学部件。

[0115] 在权利要求中,措辞“包括”不排除其它的元件或步骤。单个部件或其它单元可以完成权利要求中所引述的几个项目的功能。仅有的事实“在相互的不同权利要求中引述的特定测量”不表示这些测量的组合不能被使用以使得优点突出。权利要求中的任何参考标记不应当用于解释限制保护范围。

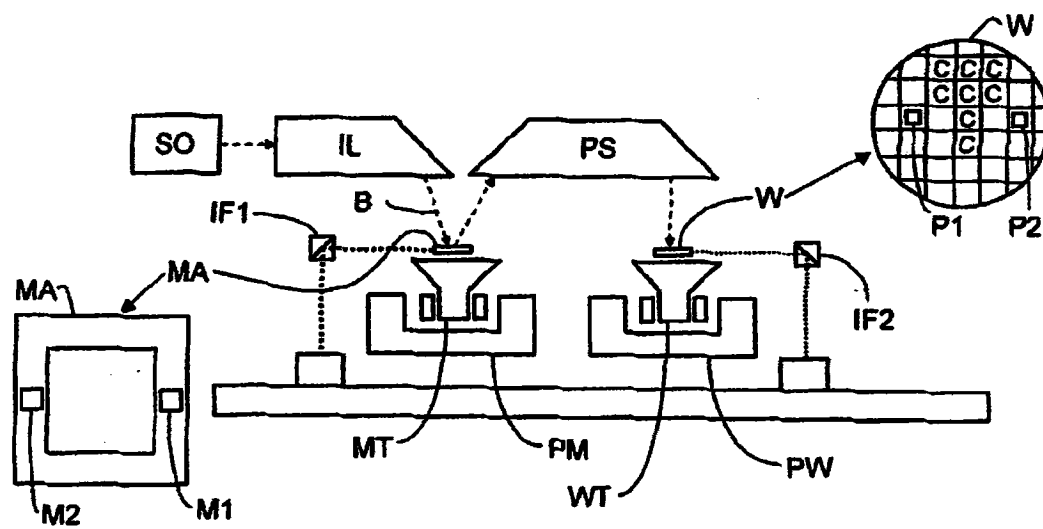


图 1

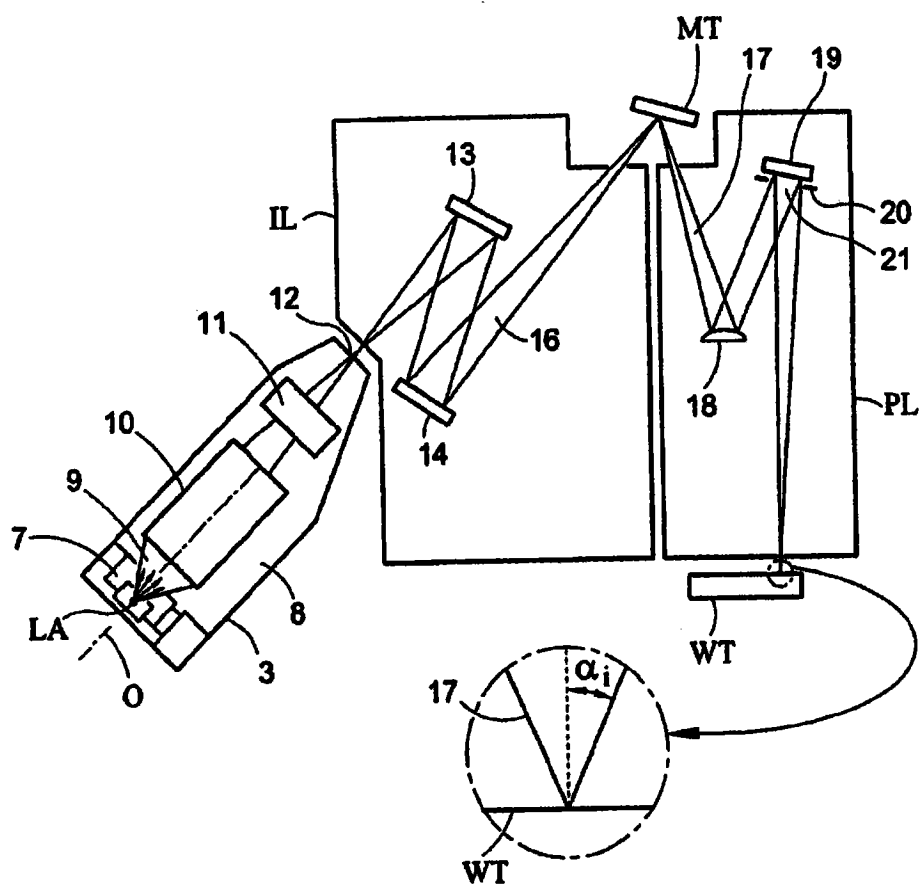
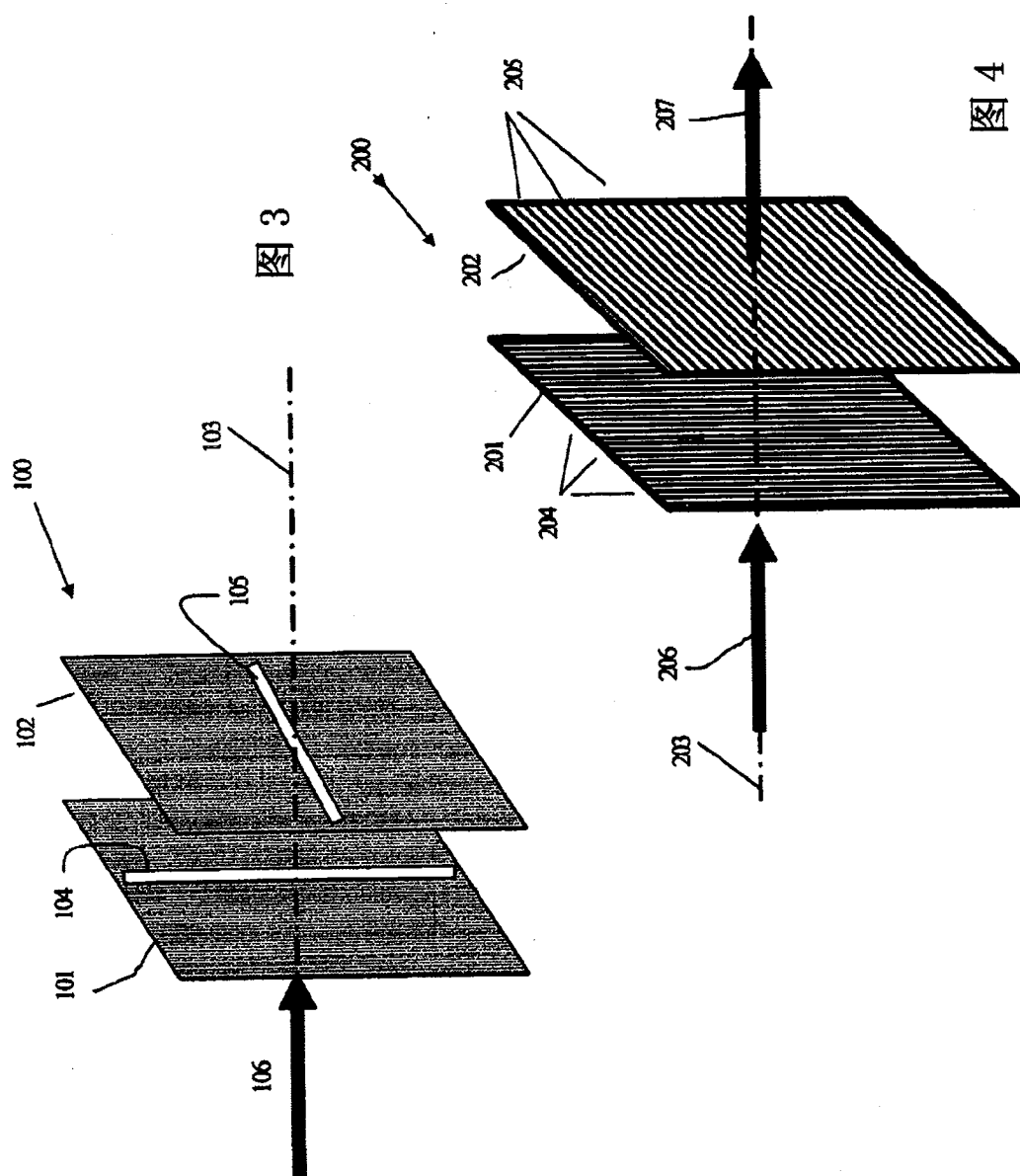


图 2



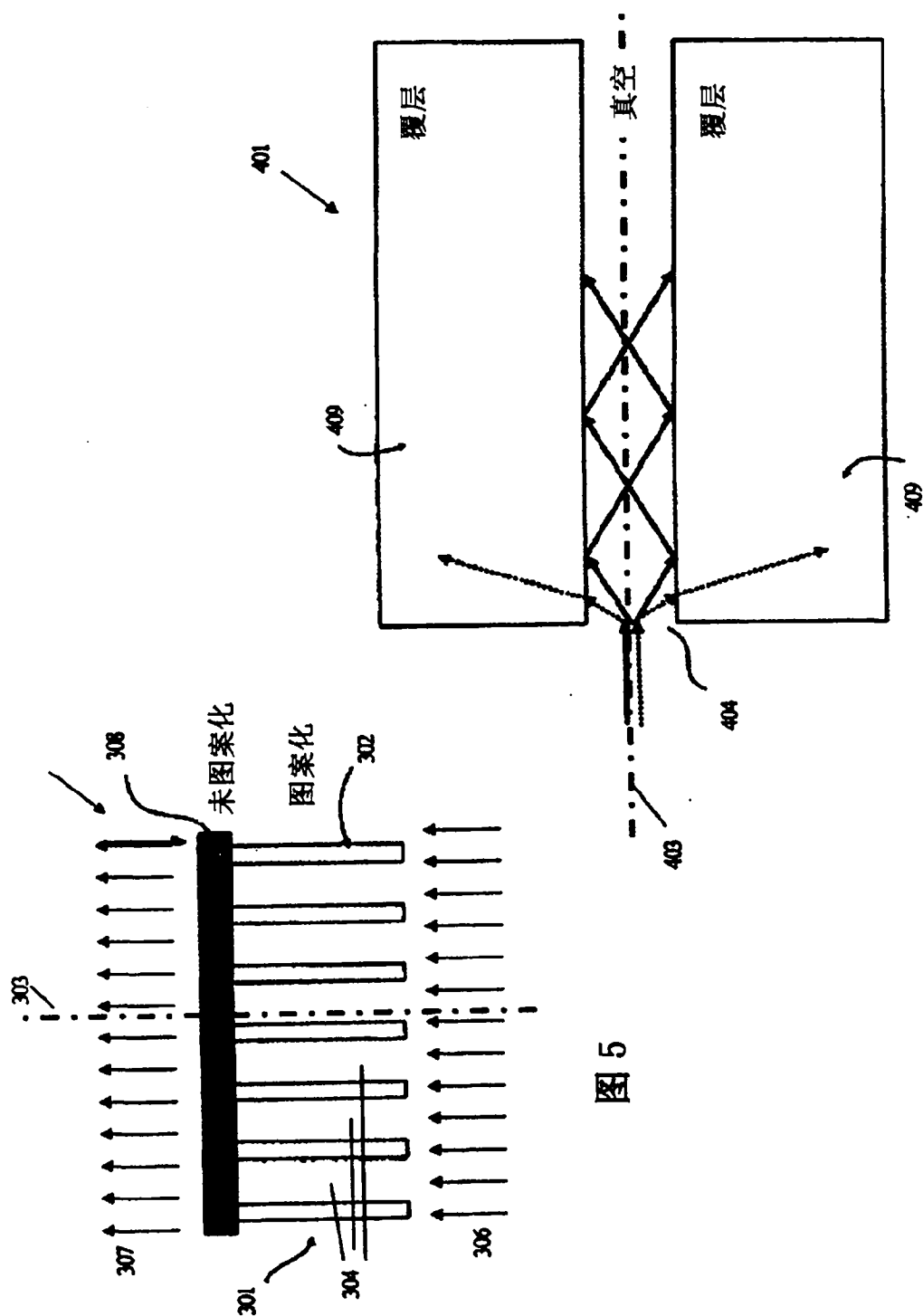


图 5

图 6