



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101946212 B

(45) 授权公告日 2013. 11. 27

(21) 申请号 200880127355. X

(22) 申请日 2008. 12. 18

(30) 优先权数据

61/015, 918 2007. 12. 21 US

102008008019. 5 2008. 02. 07 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 08. 23

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/010801 2008. 12. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02009/080279 EN 2009. 07. 02

(73) 专利权人 卡尔蔡司 SMT 有限责任公司

地址 德国上科亨

(72) 发明人 迈克尔·莱 马库斯·德冈瑟

迈克尔·帕特拉 约翰尼斯·万格勒

曼弗雷德·莫尔 达米安·菲奥尔卡

冈杜拉·韦斯

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 邱军

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101086629 A, 2007. 12. 12,

US 2003/0071204 A1, 2003. 04. 17,

US 2001/0030739 A1, 2001. 10. 18,

WO 2006/013814 A1, 2006. 02. 09,

US 5016149 A, 1991. 05. 14,

JP 特开平 11-3849 A, 1999. 01. 06,

审查员 缪顾进

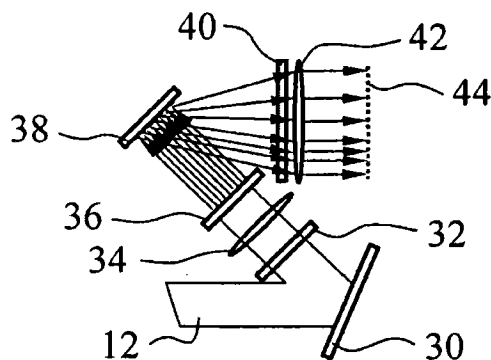
权利要求书5页 说明书30页 附图11页

(54) 发明名称

微光刻投射曝光设备

(57) 摘要

一种微光刻投射曝光设备,包括用来照明物平面中的物场的数个物场点的照明光学部件。就该物场的每一物场点而言,该照明光学部件具有与该物点相关的出射光瞳,其中 $\sin(\gamma)$ 为该出射光瞳的最大边缘角值 (angle value),且其中该照明光学部件包括多镜阵列 (38),其包括用来调整与该些物场点相关的出射光瞳中强度分布的多个镜 (38s)。该照明光学部件进一步包含至少一光学系统 (33a ; 33b ; 33c ; 3d ; 400 ; 822 ; 903 ; 1010 ; 1103 ; 1203) 以用来时间上稳定该多镜阵列 (38) 的照明,使得对于每一物场点,相关出射光瞳中的强度分布偏离了相关出射光瞳中的期望强度分布,在形心角值 $\sin(\beta)$ 上就相关出射光瞳的该最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 而言偏离了小于 2%、和 / 或在椭圆率上偏离了小于 2%、和 / 或在极平衡上偏离了小于 2%。



1. 一种微光刻投射曝光设备,包括:

- 照明物平面中物场的物场点的照明光学部件,其中

— 对于所述物场的每一物场点,该照明光学部件具有与该物场点相关的出射光瞳,其中 $\sin(\gamma)$ 为该出射光瞳的最大边缘角值,且其中

— 该照明光学部件包括多镜阵列,该多镜阵列包括调整与所述物场点相关的出射光瞳中的强度分布的多个镜,

- 将该物场成像在像平面中像场上的投射光学部件,

其特征在于

该照明光学部件包含至少一个光学系统,用来时间上稳定该多镜阵列的照明,使得对于每一物场点,相关出射光瞳中的该强度分布与相关出射光瞳中的期望强度分布偏离,

- 在形心角值 $\sin(\beta)$ 上,就相关出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 而言偏离了小于 2%,和 / 或,

- 在椭圆率上偏离了小于 2%,和 / 或

- 在极平衡上偏离了小于 2%,

其中与物场点相关的该出射光瞳的一照明立体角范围由该多镜阵列的一镜所产生,且具有以该相关出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 来表达的、小于 5% 的最大角范围值。

2. 一种微光刻投射曝光设备,包括:

- 照明物平面中物场的物场点的照明光学部件,其中

— 对于物场的每一物场点,该照明光学部件具有与该物场点相关的出射光瞳,其中 $\sin(\gamma)$ 为该出射光瞳的最大边缘角值,以及其中

— 该照明光学部件包括多镜阵列,所述多镜阵列包括调整与这些物场点相关的出射光瞳中的强度分布的多个镜,

- 将该物场成像在像平面中的像场上的投射光学部件,其特征在于

该照明光学部件包含至少一个光学系统,用来在时间上稳定该多镜阵列的照明,使得对于每一物场点,在外和 / 或内 σ 上,该相关出射光瞳中的第一调整强度分布比在该相关出射光瞳中的第二调整强度分布偏离了小于 0.1,

其中与物场点相关的该出射光瞳的一照明立体角范围由该多镜阵列的一镜所产生,且具有以该相关出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 来表达的、小于 5% 的最大角范围值。

3. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于它具有单位为 [nm] 的操作光波长 λ ,且该多镜阵列的每一个镜经由最大倾斜角值 $\sin(\alpha)$ 关于至少一轴可旋转,并且具有大于 $200[\text{mm} \cdot \text{nm}] \cdot \sin(\alpha) / \lambda$ 的最小边缘长度。

4. 如权利要求 3 的设备,其特征在于该物场具有照明的物场表面,该物场表面具有尺寸 OF,以及在于该多镜阵列的照明表面具有尺寸 AF,其中

$$AF = c \cdot \sin(\gamma') / \sin(\alpha) \cdot OF$$

保持, c 为常数, $0.1 < c < 1$, $\sin(\alpha)$ 为该多镜阵列的这些镜的最大倾斜角值,且 $\sin(\gamma')$ 为与这些物场点相关的出射光瞳的该最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 的中的最大边缘角值。

5. 如权利要求 4 的设备,其特征在于该多镜阵列的填充因子大于 10%,该填充因子定义为所有照明镜的该表面内容的总和对该照明表面 AF 的比率。

6. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于对于 0° 与 60° 之间的入射角,该多镜阵列的所述镜的平均反射率大于 25%。

7. 如权利要求 6 的设备,其特征在于对于 0° 与 60° 之间的入射角,该多镜阵列的所述镜的反射率与该平均反射率的标准偏差小于以该平均反射率表达的 50%。

8. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该多镜阵列的一镜的至少一个边缘厚度大于 $30\text{ }\mu\text{m}$ 。

9. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该设备被配置为作为扫描曝光机来操作,且在于这些物场点的出射光瞳的强度分布是在该扫描过程中被修改。

10. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该多镜阵列包括 2000 至 40,000 个之间的镜。

11. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该多镜阵列具有 2cm^2 至 80cm^2 之间的表面。

12. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于由该多镜阵列的一镜所产生的、与物场点相关的该出射光瞳的所述照明立体角范围具有以该相关出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 来表达的、小于 1% 的最大角范围值。

13. 如权利要求 1 的设备,其特征在于通过该多镜阵列的至少两个镜,在与一物场点相关的出射光瞳中的一立体角范围被照明,具有非零的强度,以及以相关该出射光瞳的最大边缘角值表达的、小于 10% 的角度范围值。

14. 如权利要求 13 的设备,其特征在于通过该多镜阵列的至少四个镜,在与一物场点相关的出射光瞳中的一立体角范围被照明。

15. 如权利要求 13 或 14 的设备,其特征在于,以相关该出射光瞳的最大边缘角值来表达,所述角度范围值小于 2%。

16. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该多镜阵列的每一单独镜被配置为在十分之一秒内调整到一期望角度。

17. 如权利要求 16 的设备,其特征在于该多镜阵列的每一单独镜被配置为在百分之一秒内调整到一期望角度。

18. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该多镜阵列的每一单独镜包括至少一电容式、压阻式或光学传感器,用来测量至少一镜设置或至少一镜位置。

19. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于对于所有物场点,与一物场点相关的出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 大于 0.2。

20. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于在光源与该多镜阵列之间具有照明光线的照明光束,该光学系统通过在该多镜阵列上照明光束的照明光线的叠加而进行该多镜阵列的照明的时间上稳定化。

21. 如权利要求 20 的设备,其特征在于该光学系统被配置用于该多镜阵列的空间均匀照明。

22. 如权利要求 20 的设备,其特征在于该照明光束具有发散度以及从该光源到该多镜阵列的照明光方向,其中,在光学系统之后的照明光方向的照明光束的该发散度,比在光学系统之前的照明光束的该发散度的两倍小。

23. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该光学系统包括至少一光学积分器。

24. 如权利要求 23 的设备,其特征在于该积分器为蜂巢式聚光器。

25. 如权利要求 24 的设备,其特征在于该蜂巢式聚光器具有大于 5m 的焦距。
26. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该光学系统具有远心光束路径,且由至少一个棱镜或镜子折叠。
27. 如权利要求 20 的设备,其特征在于该光学系统配置以在该多镜阵列上产生该照明光束的该照明光线的不相干叠加。
28. 如权利要求 27 的设备,其特征在于该光学系统配置以产生不相干叠加的时间上的修改。
29. 如权利要求 28 的设备,其特征在于该光学系统包括旋转楔形板,其产生不相干叠加的时间上的修改。
30. 如权利要求 27 的设备,其特征在于该光学系统包括用来产生不相干叠加的散射元件和 / 或混和照明光束的混合元件。
31. 如权利要求 30 的设备,其特征在于该散射元件为散射盘,该散射盘具有小于 1mrad 的散射角。
32. 如权利要求 31 的设备,其特征在于该散射元件为散射盘,该散射盘具有小于 0.4mrad 的散射角。
33. 如权利要求 30 的设备,其特征在于该混合元件为衍射光学元件。
34. 如权利要求 27 的设备,其特征在于在光源与该多镜阵列之间具有光轴,且该照明光束的照明光线在该光源与垂直于该光轴的该多镜阵列之间的平面中具有相关于该光轴的高度,其中该照明光线的相位延滞作为相对于该光轴的该照明光线的高度的函数被引入。
35. 如权利要求 34 的设备,其特征在于该照明光线的该相位延滞由配置在该光源与该多镜阵列之间的光学相位元件产生。
36. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于在光源与该多镜阵列之间具有照明光束的照明光线,该多镜阵列的这些镜具有镜表面,且该光学系统包括至少一个光学装置,用来将该照明光束的照明光线集中在该多镜阵列的这些镜的这些镜表面上。
37. 如权利要求 36 的设备,其特征在于该光学装置包括透镜阵列和 / 或镜阵列和 / 或衍射光学元件。
38. 如权利要求 1 或 2 的照明光学部件,其特征在于它包括产生一照明光束的激光,该激光具有多于一个的相干激光模式与激光输出,且该照明光束具有发散度、光线或束分布与偏振状态,其中该光学系统包括光学调节单元,用来修改在该激光输出与该多镜阵列之间的该照明光束的至少该发散度和 / 或该光线分布和 / 或该偏振状态。
39. 如权利要求 38 的设备,其特征在于该光学调节单元包括至少一个变形元件和 / 或非球面元件和 / 或具有自由形式表面的元件和 / 或衍射光学元件。
40. 如权利要求 38 的设备,其特征在于该光学调节单元包括至少一个镜和 / 或分束表面。
41. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于多镜阵列的多个镜具有多边形形状的边界。
42. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该多镜阵列的多个镜具有一边界,其允许多个镜以分面的方式排列。
43. 如权利要求 41 的设备,其特征在于

- 该投射曝光设备被配置为扫描曝光机来操作,
- 该边界具有至少一个对称方向,以及
- 该对称方向不与该扫描方向平行。

44. 如权利要求 42 所述的设备,其特征在于

- 该投射曝光设备被配置为扫描曝光机来操作,
- 该边界具有至少一个对称方向,以及
- 该对称方向不与该扫描方向平行。

45. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该多镜阵列的多个镜具有凹面或凸面表面。

46. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于至少一个镜相较于该多镜阵列的另一个镜具有不同的表面内容。

47. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于至少一个镜相较于该多镜阵列的另一个镜具有不同的表面曲率。

48. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于至少一个镜相较于该多镜阵列的另一镜具有距离最接近相邻镜的不同的最短距离。

49. 如权利要求 1 或 2 的设备,其特征在于该照明光学部件包括至少两个多镜阵列,其相异于一镜的至少一个特性。

50. 如权利要求 49 的设备,其特征在于一装置被提供以选择使用至少两个多镜阵列。

51. 如权利要求 49 的设备,其特征在于一装置被提供以互换所述至少两个多镜阵列。

52. 如权利要求 49 的设备,其特征在于该至少两个多镜阵列可同时操作。

53. 如权利要求 28 的设备,其特征在于该光学系统包括具有镜表面的镜,以及配置为产生该镜表面的至少一部分的倾斜的驱动器。

54. 如权利要求 53 的设备,其特征在于该驱动器被配置以产生镜关于旋转轴的旋转振荡,其相对于所述光学系统的光轴倾斜了与 0° 不同的角度。

55. 如权利要求 53 的设备,其特征在于该光学系统包括偏振相依分束表面以及配置在该分束表面与该镜之间的偏振操纵器。

56. 如权利要求 30 的设备,其特征在于该混合元件包括:

- a) 透明的第一杆,具有第一横向表面,以及
- b) 透明的第二杆,具有邻近该第一杆的该第一横向表面的第二横向表面,

其中,该第一横向表面与该第二横向表面彼此平行,并间隔距离 D ,该距离小到使得该第一杆内的全部内反射所引导的至少一实质部分的光耦合入该第二杆,作为衰减波。

57. 如权利要求 56 的设备,其特征在于配置在该第一横向表面与该第二横向表面之间以维持距离 D 的隔离体元件,其中该第一与该第二杆具有矩形截面。

58. 如权利要求 56 的设备,其特征在于该距离 D 小于 $1\ \mu\text{m}$ 。

59. 如权利要求 58 的设备,其特征在于该距离 D 小于 $0.5\ \mu\text{m}$ 。

60. 如权利要求 56 的设备,其特征在于该距离 D 被决定使得该所引导的至少一实质部分为一半。

61. 如权利要求 30 的设备,其特征在于该混合元件包括:

- a) 透明的第一杆,具有第一横向表面,以及
- b) 透明的第二杆,具有邻近该第一杆的该第一横向表面的第二横向表面,

c) 分束层,其接触该第一横向表面与该第二横向表面。

62. 如权利要求 61 的设备,其特征在于该分束层由液体形成。

63. 如权利要求 62 的设备,其特征在于该分束层由纯水形成。

64. 如权利要求 61 的设备,其特征在于该分束层由电介质分束叠层结构所形成。

65. 如权利要求 30 的设备,其特征在于该混合元件包括:

a) 透明的杆,具有两平行表面,

b) 光束输入耦合装置,该装置被配置以将光束耦合入该杆,使得该光束能够按一入射角而照射在这些表面上,该入射角接近全内反射发生时的入射角,从而实现一部分这些光束由全内反射所反射且另一部分通过表面的效果。

66. 如权利要求 56 的设备,其特征在于该混合元件包括一棱镜或一镜布置,其被配置以在不同方向将从该杆出射的光束倾斜,使得这些光束平行延伸。

微光刻投射曝光设备

技术领域

[0001] 本发明涉及将掩模成像在光敏表面上的微光刻曝光设备。本发明更尤其涉及包含镜阵列的照明光学部件的该种设备。

背景技术

[0002] 微光刻投射曝光设备通常包括照明光学部件,其用来在与物场中的数个物场点相关的出射光瞳中产生一强度分布,该物场由照明光学部件所照明。这样的设备例如可从 US 6, 285, 443B1 见到。出射光瞳的构造(即,产生一期望的强度分布)是由在角度空间中构造一强度分布而起,其由在一平面中的衍射光学元件所产生,该平面通过傅里叶光学部件而与随后的光瞳平面产生傅里叶相关性。在出射光瞳中,该强度分布可描述为光瞳座标的函数,该光瞳座标对应衍射光学元件(Diffractive optical element, DOE)平面中的角度。安排在 DOE 与光瞳平面之间的可变焦距的物镜和/或轴锥体系统,其可被用于选择性地改变 DOE 所产生的角度分布。因而可以例如调整该照明的相干性,例如设置的外和/或内 σ , σ 为更详细描述如下的相干参数。这些可调元件使得可以得到更复杂的出射光瞳构造。变焦距物镜和/或轴锥体系统确保光线对当作对称轴的光瞳平面的光学轴有径向对称或轴向再分布。没有一般性的限定,该轴锥体的对称设置相对于光学轴。

[0003] 就上述的相干参数而言,外 σ 为在出射光瞳中光线填充因子的量度。相反地,内 σ 为在出射光瞳中光线填充区域里面的中央遮蔽或阴影的填充因子的量度,出射光瞳中光线填充区域由外 σ 所描述。至少另一组傅里叶光学部件将作为光瞳平面中光瞳位置的函数的分布转换成在随后物平面中的角度分布,使得构造了照明光学部件的物平面中的物场的这些物场点的出射光瞳。

[0004] 在这些投射曝光设备中的一限制因子在于 DOE 所产生的构造可通过调整变焦物镜的透镜改变透镜或轴锥体系统的元件而仅小范围修改,尤其相对于光学轴的径向对称或轴向对称。如果期望一种完全不同结构的出射光瞳,改变 DOE 是必要的。实际上,为期望的光瞳结构提供合适 DOE 所花的时间可能为数日或甚至数周。该投射曝光设备因此仅仅有限地适合达到快速变化的客户需求。例如,要在不大于一秒的时间内,不可能在非常不同的出射光瞳的结构之间进行改变。

[0005] 微光刻投射曝光设备,具有通过多镜阵列(MMA)来快速改变出射光瞳结构的照明光学部件,其例如可从 WO 2005/026843A2 已知。

[0006] 计算基于成像在掩模母版上掩模结构的投射曝光设备的照明光学部件的出射光瞳结构的方法,例如从 US 6, 563, 566B2 与 US 2004/0265707A1 得知。

发明内容

[0007] 本发明的第一目的为改良在该介绍中所提及类型的投射曝光设备。具体而言,本发明的目的为提供具有多镜阵列(MMA)的投射曝光设备,用来快速且可复制地改变投射曝光设备的照明光学部件的这些物场点的出射光瞳的构造。

[0008] 本目的根据本发明得到,其通过在该介绍中所提及的第一微光刻投射曝光设备,该照明光学部件包括用来时间上稳定多镜阵列(MMA)的照明的至少一个光学系统,使得对于每一物场点,在相关的出射光瞳中的强度分布自相关出射光瞳中的期望强度分布偏离,

[0009] - 对于中心角值 $\sin(\beta)$,偏离了小于两个百分点,以相关出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 来表达,和 / 或,

[0010] - 对于椭圆率,偏离小于两个百分点,和 / 或

[0011] - 对于极平衡,偏离了小于两个百分点。

[0012] 发明人发现,在例如在 US 6,285,443B1 中所描述的传统投射曝光设备中的衍射光学元件(Diffractive optical element,DOE),导致在出射光瞳中的强光混合。在此,强光混合意味着,在出射光瞳中一区域的强度由多条照明光线的叠加所形成,其来自 DOE 的基本所有位置或场点。在有些系统中,光源的时间和 / 或空间波动,例如空间激光抖动,因此可通过 DOE 的强光混合而抵销。在曝光过程期间,这在出射光瞳中产生大致时间上稳定的构造,相对于时间平均构造,其仅仅小范围地波动。对于具有 DOE 的传统投射曝光设备,现在可能以各种各样的方式在出射光瞳中制造这样的时间平均的构造,其近似曝光过程所期望的构造。对很多系统所进行的估计已经展现了,对于投射曝光设备,多镜阵列(MMA)大约需要 80,000 个或更多个镜,以便复制传统的投射曝光设备的 DOE 的光混合特性。为了产生强光混合,具有如此多数量的镜的这样投射曝光设备目前在技术上不可实现。

[0013] 根据本发明,其已经发现,对于具有少于 80,000 个镜的投射曝光设备而言,多镜阵列(MMA)的照明的时间上稳定产生相似好或甚至更好的出射光瞳时间平均的构造。计算作为最佳并被投射曝光设备的使用者所期望的、投射曝光设备的出射光瞳的构造,因此在曝光过程期间通过投射曝光设备高准确度地复制。因此可实现相对于期望构造仅具有非常小的可容忍偏差的出射光瞳构造中的波动。这意味着,本发明的第一实施例有利地允许光瞳中 DOE 的光混合特性被复制,以时间上地稳定出射光瞳的期望构造。该出射光瞳因此能够有利地从该光源的时间和 / 或空间波动(例如准分子激光的激光抖动)解耦(decoupled),通过在该照明光学部件的一位置或场平面中在时间上稳定该照明,该照明光学部件包含例如具有少于 80,000 个镜的 MMA。

[0014] 出射光瞳的构造在意义上等同于出射光瞳中的强度分布。在专业术语中,出射光瞳的构造也被称为设置。

[0015] 在光学教科书中,一物场点的出射光瞳定义为孔径限制的光阑的图像,其起因于通过紧接该光阑的光学部件将该光阑成像到像空间中。以另一方式表达,出射光瞳为孔径限制的光阑的像,因为它以该光阑的向后观察出现,其可从该物场点经过跟随该光阑的光学部件看到。如果孔径限制的光阑距随后光学部件的距离小于随后光学部件的焦距值,那么该出射光瞳为孔径限制的光阑的虚像,并且在光方向上处于所讨论物场点的物平面之前。但是如果光阑距随后光学部件的距离大于这些光学部件的焦距值,那么该出射光瞳为孔径限制的光阑的实像,其可例如由在出射光瞳位置上的荧幕所捕捉或表现。在远心系统中,孔径限制的光阑距该随后光学部件的距离对应该随后光学部件的焦距,使得该出射光瞳被发现作为在所讨论该物场点的该物场平面之前的、在光方向上无限远处的孔径限制的光阑的虚像,以及在所讨论的该物场点的该物场平面之后的、光方向上无限远处的孔径限制的光阑的实像。作为远心系统的出射光瞳的孔径限制的光阑的该虚或实像可容易地由该

物场点的那些照明光线得到,那些照明光线可以在该物场点刚通过孔径限制的光阑(边缘光线),在沿着直线向后或沿着直线向前延伸到无限远。在该情形中,作为物场点的出射光瞳的孔径限制的光阑的虚像或实像中的照明光线的位置,对应在该物场点的物平面中照明光线的相关角度。在此,该对应性使用照明光线角度的切线来进行,该切线同时为在出射光瞳中照明光线的位置距出射光瞳中心的距离与出射光瞳距物场平面的距离的比率。因为这涉及出射光瞳中诸位置相对于出射光瞳中心的距离与物场平面中角度之间经由切线函数的一对一对应性,而除了在光学教科书中出射光瞳的经典定义以外,使用物场平面中诸角度的出射光瞳的替代性定义,在本申请的范围里也视为有效。在本申请范围中的物场点的出射光瞳为物平面中物场点的角度范围或角度空间,其受到照明光学部件的孔径限制的光阑的限制,而且在物平面内,该物场点可接收来自照明光学部件的光线。在本申请范围中,该种出射光瞳定义的优点为,该物平面中的物场点的角度范围或角度空间,比在无穷远处孔径限制的光阑的虚或实像更容易用于测量技术目的,在物平面内,该物场点可接收来自照明光学部件的光线。

[0016] 作为替代,除了在物平面中的角度范围或角度空间的形式之外,出射光瞳也可描述为所谓傅立叶光学部件的光瞳平面形式的傅立叶转换。该傅立叶光学部件例如可以为一种分析出射光瞳的测量仪器的部分,其被引入到该照明光学部件的物平面内。通过傅立叶光学部件的物与光瞳平面之间的傅立叶关系,关于光瞳平面的光轴所测出的傅立叶光学部件的光瞳平面的一点的高度,因而与关于物平面的光轴所测量的照明角度的正弦有关。

[0017] 出射光瞳的构造,或者等同地在出射光瞳中的强度分布,因此可被描述为在孔径限制的光阑的虚或实像的像平面上的强度分布,或者描述为傅立叶光学部件的光瞳平面的表面上的强度分布,或者描述为在一位置/像或场平面的角度范围或角度空间上的强度分布。

[0018] 一般而言,微光刻的投射曝光设备的照明光学部件,在物或掩模母版平面中具有远心光路,其具有距远心条件的小于 50mrad 的偏差。在掩模母版平面中对于远心光路的该近似对于掩模母版为了最佳成像而必须沿着光轴放置的容差而言是有利的。在远心值为 0mrad 的完全远心照明光学部件中,作为照明系统的出射光瞳的孔径限制的光阑的虚或实像位于无穷远处,且所有场点的出射光瞳因此彼此互相一致。在本申请范围中作为出射光瞳的这些物场点的角度范围也同样一致,其中该这些物场点可接收来自照明光学部件的光线。

[0019] 以该物或掩模母版平面的物场上小于 50mrad 的小远心分布,作为出射光瞳的孔径限制的光阑的虚或实像以距照明光学部件的非常大的距离而互相离中心。另外,本申请范围中作为出射光瞳的这些物场点的角度范围在物平面中互相倾斜。为了该原因,且为了照明光学部件的其他成像误差可导致这些物场点的出射光瞳的进一步差异的原因,所以投射曝光设备的照明光学部件的一般出射光瞳在本申请的范围中将不被考虑,而是根据这些物场点的单独出射光瞳与在这些物场点的单独出射光瞳的各强度分布而进行区别。在理想情形中,如已经提及的,这些出射光瞳也可一致。

[0020] 在傅立叶光学部件的光瞳平面或与其共轭的傅立叶平面中,例如在照明光学部件内的光瞳平面中或者在用来分析光瞳的测量光学部件的光瞳平面中,可以影响有关平面中的强度分布或者在那里测量它。在该情形中,这些平面不一定是在字面“平面化”意义中的

平面,而是它们也可呈达到两个空间方向地弯曲。在物/像或场平面中或与其共轭的傅立叶平面中,也同样地可以影响有关平面的角度上的强度分布或在那里测量它。在此再次地,对于光瞳平面所提及的归纳可适用于该词“平面”。

[0021] 作为在投射曝光设备中产生的、物场点的出射光瞳的强度分布与期望强度分布的偏差的量度,尤其可使用与相关出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 有关的两强度分布的形心角值 $\sin(\beta)$ 的差。在本申请范围中的角值 (angle value) 旨在意味着相应角 x 的正弦、 $\sin(x)$ 。边缘角值因此旨在意味着从物场点观看的、出射光瞳边缘点相关于光轴或平行于光轴的轴的角度值的正弦。采用作为物场点的角度范围的出射光瞳的替代定义,在该角度范围内该物场点可接收来自照明光学部件的光,边缘角值为在该应用作为出射光瞳的角度范围的边缘或边界角的正弦。最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 为该出射光瞳的所有边缘点的所有边缘角的最大量值角值,或者在该应用作为出射光瞳的角度范围的所有边缘角的最大量值角值。形心角值 $\sin(\beta)$ 为在出射光瞳的强度分布的形心角 β 的正弦,且这继而是从物场点观看出射光瞳强度分布的形心的方向的角度。

[0022] 观察出射光瞳中强度分布形心的方向也经常被称为中心光线方向。形心角值或中心光线角度的正弦同时是给定强度分布的出射光瞳的远心的量度。

[0023] 在远心的情形中,也经常区分几何与能量远心(见以下)。另外,在几何远心的情形中,区分主光线远心(见以下)与几何远心,该几何远心具有出射光瞳的均匀旋转对称填充。后者在意义上等同于形心角值,或者中心光线角的正弦,在光达到一边界角值的出射光瞳的均匀旋转对称填充的情形中,该边界角可在零与最大边缘角值之间改变。

[0024] 以光线来实质均匀旋转对称填充该出射光瞳,即在出射光瞳中的实质均匀旋转对称强度分布,也被称为所谓的 σ 设置或部分的相干设置。在专家文献中,一设置的外 σ 旨在意味着那角的正弦与最大边缘角的正弦的比率,在最大边缘角,出射光瞳中的光线填满区域急遽地结束。然而,采取一设置的外 σ 的该种定义,在真实照明光学部件中的情况被忽略,特别是成像误差、鬼影与散射光线的存在。在出射光瞳中的亮与暗区域的急遽转变仅可大概地通过使用照明光学部件的光瞳平面中的光阑来产生,因为成像误差、鬼影与散射光线则可以在大多数情况下被忽略。然而,产生设置的照明光学部件的光瞳平面中光阑的使用一定导致光损失,并因此导致欲曝光的基板或晶片通过量的减少。在本申请的范围中,一设置的外 σ 的所提及的定义仅适用于通过光阑产生期望设置的投射曝光设备的照明光学部件。就所有其他照明光学部件,与如上所述的一设置的外 σ (outer σ) 的教科书定义相反,为了以上所述的原因,外 σ 为那角度的正弦与最大边缘角的正弦的比率,在该最大边缘角内存在出射光瞳全部强度的 90%。对于所有其他照明光学部件,以下因而可应用:

[0025] 外 σ = 角度值 (90% 强度) / $\sin(\gamma)$

[0026] 一般而言,由于照明光学部件的成像误差,对于具有不同 σ 设置的远心以及对于给定物场点的主要光线远心,发现了存在于零与少数 mrad 之间的不同值。

[0027] 物场点的主要光线远心旨在意味着在该物场点的位置,主光线相对于光轴或平行于光轴的一轴的角度。该主光线在该情形为在从该物场点观看、出自该出射光瞳的几何中心的光线。

[0028] 相似地,对于具有环状设置的远心值以及对于给定的物场点的主光线远心,通常可得到不同值。环状设置涉及在出射光瞳中的强度分布,该出射光瞳不仅具有用来定界该

出射光瞳中的光线的外 σ ，而言具有内 σ 。设置的内 σ 描述在出射光瞳中的中心阴影或遮蔽的范围。在专家的文献中，设置的内 σ 旨在意味着那角度的正弦与最大边缘角度的正弦的比率，在该最大边缘角度在出射光瞳中的中心阴影或遮蔽急遽结束。对于上述关于外 σ 的相同原因，一设置的内 σ 的该定义非常适合照明光学部件，其中这些设置是由光瞳平面中的光阑产生。对于所有其他照明光学部件的设置的内 σ ，与该定义相反，在本申请的范围中，一设置的内 σ 被视为那角度的正弦与最大边缘角度的正弦的比率，在最大边缘角度内存在出射光瞳的全部强度的 10%。对于所有其它的照明光学部件，以下因此可应用：内 $\sigma = \text{角度值} (10\% \text{强度}) / \sin(\gamma)$ 。

[0029] 另一方面，能量远心起因于具有不同强度值的出射光瞳的不同部分，或者起因于照明光学部件的成像误差所不同畸变的出射光瞳的不同部分，或者优选表达为畸变成像。

[0030] 因为由于考虑的不同方式，远心不是唯一量，在本申请的范围中，形心角值将用作唯一比较量，即形心角或中心光线角的正弦。该量包括出射光瞳中强度分布的中心光线角的能量与几何因素两者，且最后也代表在整个掩模成像的成像过程上，描述形心角或中心光线角的效果的量。

[0031] 在投射曝光设备中所产生、物场点的出射光瞳的强度分布与期望强度分布的偏差的进一步量度，为在该期望强度分布与所实现的强度分布之间的椭圆率差。

[0032] 为了计算出射光瞳的强度分布的椭圆率，出射光瞳被细分为四个象限。在此，有两种传统的选择，用来安排关于在具有 x 方向与 y 方向的物场平面中座标系统的象限。在这些象限的第一安排中，该出射光瞳会由在 x 方向中的一线与在 y 方向中的一线所区分。该区分被称为 xy 区分。

[0033] 在第二安排中，这些线以 45° 对 xy 座标系统延伸。出射光瞳的第二区分 (division) 名为 HV 区分，因为该些象限位于关于物场的水平 (H) 与垂直 (V) 方向。

[0034] 在出射光瞳中的强度分布的椭圆率现在旨在意味着，出射光瞳的两 H 象限中的强度和与在出射光瞳两 V 象限的强度和之间差的量值，乘以一百个百分点，其对于该两和的总和被标准化。该出射光瞳的 XY 区分的椭圆率被相似地定义。

[0035] 在投射曝光设备中产生的，物场点的出射光瞳的强度分布与期望的强度分布的偏差的另一量度为，期望强度分布与所得到的强度分布之间极平衡的差异。为了计算出射光瞳的强度分布的极平衡，根据在出射光瞳中具有强度的极或区域的数目，出射光瞳相应地被细分为关于光学轴径向对称的相等大的部分。这意味着，对于双极设置，双极设置在出射光瞳中具有彼此相对的具有强度的两区域，该出射光瞳被分为两半作为分区。对于四极设置，四极设置在出射光瞳中具有四个具有强度的区域，该出射光瞳被分成四象限作为分区。相似地，对于在出射光瞳中具有 n 个具有强度的区域的 n- 极设置，该出射光瞳会分成 n 个分区。在出射光瞳中强度分布的极平衡现在旨在意味着，在出射光瞳的一分区的最大强度与出射光瞳的一分区的最小强度之间的差值，乘以一百个百分点的值，其相对于来自两个分区的强度的和被标准化。

[0036] 在本申请范围中，光源的时间和 / 或空间波动旨在意味着，由光源所输出的照明光束的以下特性中的尤其时间和 / 或空间的改变：垂直于光源与照明光学部件之间光轴的照明光束的位置、相对于垂直于光源与照明光学部件之间的光轴的剩下的照明光束的部分照明光束的位置、照明光束的方向、相对于剩下照明光束的方向的部分照明光束的方向、照

明光束的强度与偏振、相对于剩下照明光束的强度与偏振的部分照明光束的强度与偏振、以及所述特性的任何组合。

[0037] 波长在 365nm 与 3nm 之间的光源可设想为微光刻投射曝光设备的光源,特别是高压水银蒸汽灯、激光(例如准分子激光,例如 ArF_2 、 KrF_2 激光)或 EUV 光源。在准分子激光作为光源的情形中,其典型波长在本申请的范围中为 248nm、193nm、157nm 与 126nm,光源的激光脉冲的激光模式的模式数量与模式成分的改变也可理解为光源的时间和/或空间波动。

[0038] 在本申请范围中,多镜阵列(MMA)的时间稳定照明旨在意味着在多镜阵列(MMA)平面中或多镜阵列(MMA)上照明光束的空间强度分布,在其空间分布中随时间作为移动系综(ensemble)平均(见以下)或移动时间平均(见以下)改变了仅小于 25 个百分点,尤其在小于 10 个百分点,其以所有整体平均或时间平均的平均或平均化的空间分布表达。在该情形中,移动系综平均为在脉动光源的光脉冲的系综上的移动平均值(见以下)。移动时间平均相应地为在连续光源的特定曝光时间上的移动平均值(见以下)。

[0039] 在多镜阵列(MMA)上的强度分布的整体强度或照明,可在该情形中根据时间(例如从光脉冲到光脉冲)非常大地改变,但并非作为移动系综平均或移动时间平均的在多镜阵列(MMA)上的照明空间分布。另外,作为移动系综平均或为移动时间平均的在多镜阵列(MMA)上强度分布的平均或平均化的整体强度不应大地改变,因为投射曝光设备的像场点的剂量由此大改变,这通常对于曝光是不期望的。

[0040] 移动系综平均旨在意味着在连续发生的 n 个光脉冲的系综上的的一量的移动平均值。在此,移动意味着连续发生的 n 个光脉冲的系综的第一光脉冲为光源的任意光脉冲,因此该系综平均及时随着该系综的第一光脉冲而移动。该情况类似在连续光源的特定曝光时间上的移动时间平均,其中在特定曝光时间上的量的移动平均值及时移动,考虑了曝光时间的起始瞬间。

[0041] 该系综的光脉冲的数目 n ,或特定曝光时间,根据为了曝光欲曝光的工件的像场点所需的光脉冲数量或曝光时间来决定。取决于投射曝光设备,范围从所谓无掩模光刻的投射曝光设备,由所谓的扫描曝光机,到所谓的步进曝光机,该系综可因此总计为在一个光脉冲与数百个光脉冲之间,或者相应的脉冲时间。

[0042] 出射光瞳的构造或出射光瞳的强度分布两者,以及投射曝光设备的物场点的出射光瞳的形心角值、椭圆率、极平衡、外与内 σ ,在本申请的范围中尤其被理解为进一步的移动系综平均值或移动时间平均值。这是因为对于像场点的曝光,仅仅这些移动系综平均值或移动时间平均值是总体相关的,因为只有这才总体表征或描述在曝光工艺期间内普遍的照明或成像情况,曝光工艺具有所需的系综的光脉冲或所需的曝光时间。

[0043] 本发明的上述第一目的的另一第二方案由在该介绍中所提及的第一投射曝光设备所提供,即,投射曝光设备

[0044] - 具有照明光学部件,用来在物平面中照明具有物场点的物场,

[0045] - 具有投射光学部件,用来将物场成像入在像平面中的像场,

[0046] - 该照明光学部件,对于物场的每一物场点,具有与出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 的相关的出射光瞳,

[0047] - 该照明光学部件包含至少一多镜阵列(MMA),其具有用来调整在物场点的相关

出射光瞳中强度分布的多个镜，

[0048] 该照明光学部件包含用来时间上稳定多镜阵列 (MMA) 照明的至少一光学系统

[0049] 使得，对于每一物场点，在相关出射光瞳中的第一调整强度分布与相关出射光瞳中的第二调整强度分布，在外和 / 或内 σ 上偏差小于值 0.1。

[0050] 根据本发明，当相对于光源的时间和 / 或空间波动的环状设置的时间稳定化以多镜阵列 (MMA) 的照明的时间稳定的形式来提供时，可通过具有多镜阵列 (MMA) 的投射曝光设备，尤其好地产生外和 / 或内 σ 稍微不同的环状设置之间的快速改变。

[0051] 根据本发明已经发现，具有小于 80,000 个镜的投射曝光设备的多镜阵列 (MMA) 的照明的时间稳定化，有利于复制 DOE 的光混合性能，如已经结合根据本发明的第一投射曝光设备的描述。因此可以对于仅仅外和 / 或内 σ 稍微不同的两环状设置之间的、投射曝光设备使用者所想要的改变，以高准确性重复实施曝光工艺，不具有大波动并且具有相对于呈环状设置形式的期望构造的最少可能的偏差。根据本发明的投射曝光设备的使用者，因此可在外和 / 或内 σ 仅仅稍微不同的出射光瞳中两环状设置或期望强度分布之间快速且准确、时间上稳定且重复地改变。

[0052] 本发明的其他优点与特征可在与根据本发明所提出投射曝光设备有关的从属权利要求中以及借助图示的示范性实施例说明中发现。

[0053] 本发明的进一步、第二目的为改良微光刻投射曝光设备的照明光学部件，其具有在该介绍所提及类型的多镜阵列 (MMA)，尤其使得该照明光学部件的物场的多个物场点的出射光瞳的强度分布相对于该投射曝光设备的光源的时间和 / 或空间波动是稳定的。

[0054] 本目的由在该介绍中所提及的照明光学部件所实现，即通过微光刻的投射曝光设备的照明光学部件，用于在物平面中均匀照明具有这些物场点的物场，

[0055] 该照明光学部件具有对于该物场的每一物场点的相关的出射光瞳，

[0056] 该照明光学部件包括至少一多镜阵列，其具有多个镜，用来调整在这些物场点的相关出射光瞳中的强度分布，

[0057] 具有在光源与多镜阵列 (MMA) 之间的照明光线的照明光束，

[0058] 该照明光学部件包含时间上稳定多镜阵列的照明的至少一光学系统，且该时间上稳定由在多镜阵列 (MMA) 上照明光束的照明光线的叠加来进行。

[0059] 根据本发明，用于多镜阵列 (MMA) 的照明的光源的照明光束的照明光线的叠加，有利地造成该照明的时间上稳定，且相对于投射曝光设备的光源的时间和 / 或空间波动，造成该出射光瞳的强度分布的稳定。

[0060] 本发明的其他优点与特征可在与根据本发明所提出照明光学部件有关的从属权利要求中以及在借助图示的示范性实施例说明中发现。

[0061] 本发明的进一步的第三目的为改良在该介绍中所提及类型的投射曝光设备的照明光学部件的多镜阵列 (MMA)，该多镜阵列旨在适于快速改变投射曝光设备的照明光学部件的这些物场点的出射光瞳构造。

[0062] 该目的由在该介绍中所提及的多镜阵列 (MMA) 来得到，其适于具有单位为 [nm] 的投射曝光设备的操作光波长 λ 的微光刻投射曝光设备的照明光学部件，

[0063] 多镜阵列的每一个镜可经由最大倾斜角值 $\sin(\alpha)$ 而关于至少一轴可旋转并具有一最小边长，该最小边长大于 $200[\text{mm} \cdot \text{nm}] * \sin(\alpha) / \lambda$ 。

[0064] 本发明人已经发现,在外和 / 或内 σ 仅仅稍微不同的两环状设置之间的快速改变,通过具有多镜阵列 (MMA) 的投射曝光设备而可更容易地以高准确性、时间上稳定且重复性地得到,只要可实现具有大于 40,000 个、边长小于 100 μm 且最大倾斜角大于 4° 的多镜阵列 (MMA),例如利用 193nm 的波长。这是因为出射光瞳的构造则可由单独镜的光点而非常精细地构成,且该投射曝光设备可容纳于使用者可接受的安装空间中,如下面的考虑所示。

[0065] 然而,具体而言,以下考虑也且首先给出了对于具有少于 40,000 个镜和 / 或最大镜倾斜角度小于 4° 的多镜阵列 (MMA) 的处理指令。

[0066] 对于多镜阵列场平面与傅立叶光学部件的光瞳平面之间的理想傅立叶光学部件,多镜阵列 (MMA) 的各个镜的直径的斑点,通过傅立叶光学部件的焦距与离开各个镜的那部分照明光束的全发散角的乘积而在该平面中产生。另一方面,在光瞳平面中的光瞳的半径由傅立叶光学部件的焦距与各别镜的最大倾斜角的乘积所产生。由此得到的是,一单个镜的最大倾斜角对该单个镜后面的照明光束部分的全发散角的比率,适于作为在光瞳平面中分辨率与分级的量度。低发散角与高最大倾斜角因此确保在光瞳中的高分辨率,其是在外或内 σ 仅具有小差异的环状设置之间改变所需的。然而,作为增加光瞳中分辨率的第一种可能方式的低发散角也可确保在光瞳中的小斑点,以及因此同样必要地在光瞳中斑点的光线的小混合。其效果为出射光瞳的构造取决于光源的时间和 / 或空间波动,参见 DOE 的光线混合性能的以上讨论。

[0067] 具有很多的、大于 40,000 个的镜、具有非常低发散角的多镜阵列 (MMA),可确保出射光瞳的区域由许多镜照明,以便实现这些镜上的平均,并因此自光源的时间和 / 或空间的波动解耦。该微光刻投射曝光设备的这样的多镜阵列 (MMA) 具有大约 40,000 个镜,且目前在技术上实现的难度非常大。再者,具有大于 4 的最大倾斜角的高值的多镜阵列 (MMA) 为增加光瞳中分辨率的进一步可能方式。同样地,该多镜阵列 (MMA) 相似地目前在技术上实现的难度也非常大。

[0068] 除了光瞳中的分辨率以外,光瞳的大小也是应被考虑在内的限制。

[0069] 在照明光学部件的光瞳平面中,一般存在具有本征光混合的场定义元件 (Field defining element, FDE) 或者在随后场平面中具有随后光混合的折射光元件 (Refractive optical element, ROE)。在两种情形中,光混合用于产生照明光学部件的物场的均匀照明。在光瞳平面中的这些元件的功能性配置需要光瞳的某些最小尺寸。在光瞳平面中,光瞳的大小是由最大倾斜角度且由多镜阵列 (MMA) 与光瞳平面之间傅立叶光学部件的焦距所决定。如果最大倾斜角度没有进一步增加,因此可以例如增加傅立叶光学部件的焦距。但是因为傅立叶光学部件的焦距的两倍也定义多镜阵列 (MMA) 距随后光瞳平面的距离,所以技术安装空间的界限传统上被放置在任何随意增加的焦距上。

[0070] 除了光瞳中的分辨率与光瞳大小以外,在照明光学部件中的光损耗与在光瞳中的外部光 (extraneous light) 也是应该予以考虑的限制。在照明光学部件中的光损耗造成投射曝光设备的基板或晶片的通过量的减少。例如由散射光或鬼像所造成的、光瞳中的外部光在最糟的情况下造成未实现的出射光瞳的特定期望构造。通常,在光瞳中的外部光也将导致在内或外 σ 上仅稍微不同的环状设置间的不可能的化,因为光瞳中的精细分辨率将被外部光阻止。如果光损耗与外部光在具有多镜阵列 (MMA) 的照明光学部件中可被避免,

那么需要考虑,由于衍射效果,有多镜阵列(MMA)的镜的最小边长的下限,且因此作为投射曝光设备的照明光线的波长 λ 的函数。

[0071] 除了上述的限制以外,照明光学部件的成本应该被考虑作为进一步的限制。由此得到的是,多镜阵列(MMA)以及因此多镜阵列(MMA)各个镜的面积也不能被任意大地制造,因为多镜阵列(MMA)的面积连同最大倾斜角决定了几何通量,其对于随后光学部件的直径以及因此随后光学部件的成本负责。再者,对于给定的数值孔径NA,照明光学部件的物场的大小由此被相似地共同决定。

[0072] 对于具有以[nm]为单位的操作光波长 λ 的照明光学部件,本发明在根据本发明的多镜阵列(MMA)中利用了以上发现。在该情形中,多镜阵列(MMA)的每一个镜会经由最大倾斜角值 $\sin(\alpha)$ 关于至少一轴可旋转,并且具有最小边长,该最小边长大于 $200[\text{mm}\cdot\text{nm}]\cdot\sin(\alpha)/\lambda$ 。以根据本发明的具有该多镜阵列(MMA)的照明光学部件所得到的优点在于,它允许投射曝光设备的照明光学部件的这些物场点的出射光瞳构造的快速改变,其仅在外和/或 σ 上稍微不同。该改变准确、时间上稳定且重复地发生。

[0073] 本发明的其他优点与特征,可在与根据本发明所提出的多镜阵列相关的从属权利要求以及借助图示的示范性实施例说明中发现。

[0074] 本发明进一步的第四目的在于改良一光学系统,其用于微光刻投射曝光设备的照明光学部件的多镜阵列(MMA)的均匀照明。

[0075] 本第四目的由在该介绍中所提及的光学系统实现,该光学系统用于微光刻投射曝光设备的照明光学部件的多镜阵列(MMA)的均匀照明。在该情形中,根据本发明的光学系统具有照明光束,该照明光束具有一发散度与从光源至多镜阵列(MMA)的照明光线方向,在光学系统后面的照明光线方向中照明光束的发散度,小于在光学系统前面的照明光束发散度的五倍。

[0076] 本发明的发明人已经发现,通过照明光学部件的根据本发明的光学系统所产生的照明光学部件的多镜阵列(MMA)的空间均匀照明,确保了多镜阵列(MMA)上照明的时间稳定,以及因此在出射光瞳中强度分布的时间稳定。多镜阵列(MMA)的照明与出射光瞳中的强度分布,因此可通过均匀化光学系统自投射曝光设备光源的时间和/或空间波动解耦。如在上述全发散角与光瞳分辨率的关系的讨论中,本发明人进一步发现,用来使多镜阵列(MMA)上照明均匀化的光学系统必须不显著增加照明光束的发散度(divergence),因为否则的话,对于仅在外和/或内 σ 小程度不同的环状设置的变化,在光瞳中无法得到所需的分辨率。

[0077] 本发明的其他优点与特征,可在与根据本发明所提出的多镜阵列相关的从属权利要求中以及借助图示的示范性实施例说明中发现。

[0078] 本发明的进一步的第五目的在于改良一光学调节单元,其用来调节微光刻投射曝光设备的照明光学部件的激光的照明光束。

[0079] 本第五目的由在该介绍中所提及的光学调节单元所达到实现,光学调节单元用来调节微光刻投射曝光设备的照明光学部件的激光的照明光束。在该情形中,激光具有对于一个的相干激光模式(Coherent Laser mode)与一激光输出。再者,照明光束具有发散度、光线或束分布与偏振状态,根据本发明的光学调节单元至少修改激光输出与多镜阵列(MMA)之间的照明光束的发散和/或光线或束分布和/或偏振状态。

[0080] 本发明人已经发现,在特定环境下,当照明光束抵达多镜阵列(MMA)上时,调节、准备或修改该照明光束的照明的大小和/或发散角和/或偏振状态是有利的,使得这些物场点的出射光瞳构造的快速改变能够在出射光瞳中的两环状设置或期望强度分布之间进行,其仅在外和/或内 σ 上稍微不同。在出射光瞳的强度分布大小极其不同的两环状设置之间改变时,这尤其是有利的。在此,在特定环境下,就两设置之一而言,更有利的是选择多镜阵列(MMA)的镜的不同数量和/或照明光束的不同发散角,请见以上关于镜数量对于在出射光瞳中强度分布的稳定性的影响以及关于镜后面的一部分照明光束的全发散角对于出射光瞳的分辨率的影响的讨论。同样地,对于两设置之一的成像特性,改变偏振状态可能是有利的。当两环状设置在出射光瞳的强度分布的大小上更大地不同时,这也相称地更可能。

[0081] 本发明的其他优点与特征,可在根据本发明所提出的光学调节单元的从属权利要求以及借助图示的示范性实施例的说明中发现。

[0082] 本发明进一步的第六目的在于提供一种微结构元件的微光刻生产的方法,以及一种由此生产的元件。

[0083] 本目的根据本发明通过一种微光刻生产微结构元件的方法来实现,该方法具有以下步骤:

- [0084] - 提供一基板,在基板的至少一些上施加一层光敏材料,
- [0085] - 提供一掩模,其包括欲成像的结构,和/或
- [0086] - 提供用于照明光学部件的光学调节单元,和/或
- [0087] - 提供用于照明光学部件的光学系统,和/或
- [0088] - 提供用于照明光学部件的多镜阵列,和/或
- [0089] - 提供用于投射曝光设备的照明光学部件,和/或
- [0090] - 提供投射曝光设备,
- [0091] - 借助投射曝光设备的投射光学部件,将至少一部分的掩模投射在该层的一区域上,
- [0092] 以及通过该方法所产生的微结构元件。

[0093] 在一实施例中,配置为产生非相干叠加的时间修正的光学系统包括镜和驱动器,该镜具有一镜表面,驱动器配置为产生镜表面的至少部分的倾斜。通过倾斜至少部分镜表面,照明光束也会倾斜并且斜射在光学积分器上。该这导致在随后多镜阵列上所产生的强度分布的水平横向位移。如果光学积分器包括蜂巢式聚光器(honeycomb condenser)的两通道板,那么可以改变照明光线子束所照明的第二板通道上的表面面积。这可以防止由过高强度所引起的第二通道板损坏,如果第一通道板将照明光线子束聚焦在第二通道板上,则会产生该过高强度。

[0094] 如果非相干照明光束的叠加无关紧要,也可使用以时间上变化的入射角将光束引导到光学积分器通道(即微透镜)上的构思。同样在该情形中,该构思避免包括两个板的蜂巢光学积分器的损坏,各板包括多个微透镜。

[0095] 至少一部分镜表面的倾斜可借助弯折镜表面的驱动器来产生。在优选实施例中,该驱动器配置为产生镜关于一旋转轴的旋转振荡,该旋转轴以不是 0° 的角度(优选的 90° 的角度)倾斜于光轴。通过控制旋转振荡的振幅,可以使旋转振荡所产生的镜表面倾

斜适合在操作装置期间可能改变的特殊需求。例如,照明光线子束的发散对在第二通道板的通道上的照明面积大小具有强烈的影响。如果该发散由于种种影响而改变,例如由于加热效应而改变光学元件的光学特性,那么旋转振荡的振幅可以适合该变化的需求。

[0096] 如果该镜应被光学共轭到镜阵列,那么优选将镜与多镜阵列安排在平行表面中的布置。就此而言,如果光学系统包括偏振相依分束表面以及配置在分束表面与镜之间的偏振控制器,那么可能是有利的。那么,可以将偏振相依分束表面用作折叠式镜,该折叠式镜对于自该镜反射并两度通过偏振控制器的光线透明。

[0097] 这些主题的优点可从结合投射曝光设备、照明光学部件、多镜阵列(MMA)、光学系统与光学调节单元的上述优点以及在借助图示的示范性实施例的说明中发现。

附图说明

[0098] 本发明的各个特征与优点可参考结合附图的以下详细说明而更轻易理解,其中:

[0099] 图1示意地显示具有照明光学部件的微光刻投射曝光设备,照明光学部件具有杆作为现有技术的积分器;

[0100] 图2示意地显示具有照明光学部件的微光刻投射曝光设备,照明光学部件具有FDE作为现有技术的积分器;

[0101] 图3示意地显示根据本发明的照明光学部件的根据本发明的光瞳形成单元,其具有根据本发明的多镜阵列(MMA);

[0102] 图4示意地显示根据本发明的光学系统,其用于稳定根据本发明的多镜阵列(MMA)的照明;

[0103] 图5示意地显示根据本发明的光学系统,其用来稳定根据本发明的多镜阵列(MMA)的照明,其具有根据本发明的多镜阵列上的强度分布;

[0104] 图6示意地显示根据本发明的光学系统,其用来稳定根据本发明的多镜阵列(MMA)的照明,其具有根据本发明的周期相位元件;

[0105] 图7示意地显示根据本发明的光学系统,其用来稳定根据本发明的多镜阵列(MMA)的照明,其具有拥有随机相位分布的根据本发明的相位元件;

[0106] 图8示意地显示根据本发明的光学系统,其用来稳定根据本发明多的镜阵列(MMA)的照明,其具有根据本发明的旋转相位元件;

[0107] 图9示意地显示远到根据本发明的光瞳形成单元之后的第一光瞳平面的照明光束的光束路径;

[0108] 图10示意地显示远到根据本发明的光瞳形成单元之后的第一光瞳平面的照明光束的光束路径,该光瞳形成单元具有根据本发明的透镜阵列;

[0109] 图11示意地显示根据本发明的调节单元,其利用根据本发明混合和/或散射元件来调节根据本发明多镜阵列(MMA)的照明;

[0110] 图12示意地显示根据本发明的调节单元,其利用根据本发明混合和/或散射元件和根据本发明的对称化单元来调节根据本发明多镜阵列(MMA)的照明;

[0111] 图13示意地显示根据本发明调节单元的根据本发明的对称化单元;

[0112] 图14示意地显示根据本发明的调节单元,其利用根据本发明混合和/或散射元件和根据本发明的对称化单元和根据本发明的光栏来调节根据本发明多镜阵列(MMA)的照

明；

[0113] 图 15 示意地显示根据本发明调节单元的根据本发明的相位元件；

[0114] 图 16 示意地显示根据本发明的光学系统，其用来稳定根据本发明的多镜阵列 (MMA) 的照明，其具有作为根据本发明积分器的根据本发明蜂巢式聚光器以及根据本发明的远心或中继光学部件；

[0115] 图 17 示意地显示根据本发明的光学系统，其用来稳定根据本发明的多镜阵列 (MMA) 的照明，其具有根据本发明的杆或作为根据本发明积分器的根据本发明的光导以及根据本发明的远心或中继光学部件；

[0116] 图 18 示意地显示根据本发明的光学系统，其用来稳定根据本发明的多镜阵列 (MMA) 的照明，其具有作为根据本发明积分器的根据本发明的板混合聚光器以及根据本发明的远心或中继光学部件；

[0117] 图 19 示意地显示根据本发明的光学系统，其用来稳定根据本发明的多镜阵列 (MMA) 的照明，其具有根据本发明的立方混合器作为根据本发明的光学调节单元，其同时作为根据本发明的简单积分器，以及根据本发明的远心或中继光学部件；

[0118] 图 20 示意地显示通过根据本发明另一实施例的光学系统的子午线截面其用来稳定多镜阵列的照明，包括能够进行旋转振荡的镜；

[0119] 图 21 至 23 示意地显示在三个不同时刻的包括两通道板的蜂巢式聚光器的照明，在三个不同时刻，照明光线子束会按不同的入射角照在第一通道板上；

[0120] 图 24 示意地显示穿过根据一实施例的混合元件的截面，其中瞬逝波在间隔一小距离的两杆之间传播；

[0121] 图 25 示意地显示一混合单元，其包括如图 24 所示的多个混合元件；

[0122] 图 26 示意地显示根据另一实施例的混合元件，其中两杆由一薄层水或另一介电介质隔开；

[0123] 图 27 示意地显示根据又一实施例的混合元件，其包括类似陆末-格尔克 (Lummer-Gehrke) 板的片。

具体实施方式

[0124] 图 1 示意地显示现有技术微光刻投射曝光设备的示例。光源 1 产生照明光束 12，该光束的截面在扩束光学部件 14 中改变。照明光束 12 随后照射在衍射光学元件 3a (DOE) 上。衍射光学元件 3a 布置在照明光学部件的场平面中，其并且根据在衍射光学元件 3a 中所包括的衍射结构来产生照明角分布。然后，以衍射光学元件所施加的照明角分布，照明光束 12 通过光学模块 2 与随后的光瞳平面。该光瞳平面（图 1 中没指出）则配置在折射光学元件 3b 附近。为了进一步修改照明光束 12，光学模块 2 包括由可轴向位移的透镜 22 与一对轴锥元件 21 所示意代表的可变焦距系统。通过彼此收缩轴锥元件 21，可以调整一设置的内 σ ，或者一照明设置的照明光束的截面边界。另一方面，通过改变可变焦距系统的焦距，其涉及至少一透镜 22 沿着光轴的位移，可以调整一照明设置的外 σ ，或者一般而言，照明光束截面的外边界。通过衍射光学元件 3a 的适当构造与轴锥元件 21 与可变焦距透镜 22 的位置的适当选择，可以在光学模块 2 的输出（即设置在折射光学元件 3b 附近的光瞳平面中）产生几乎任何期望的强度分布。

[0125] 折射光学元件 3b 会将场角度分布施加在光瞳平面中照明光束 12 的强度分布上,以便能够在场平面中得到期望的场形状,例如纵横比为 10 : 1 的矩形场形状。在光瞳平面中照明光束 12 的该种场角度分布通过随后场透镜光学部件 4 而转移到在杆 5 的输入的照明场 5e 内。在杆 5 的输入的照明场 5e 位于照明光学部件的场平面中,并且拥有具最大照明角值的照明角分布,该最大照明角值通常,但不一定对应于在前的场透镜光学部件 4 的数值孔径。与在衍射元件 3a 的场相比,场 5e 具有照明光学部件的全几何通量。该几何通量为两倍引进几何通量的结果。首先,光瞳的几何通量由衍射光学元件 3a 引进,以便调整在随后场平面中的照明角分布。在第二步中,该场的几何通量由折射光学元件 3b 引进,以便能够调整在随后场平面中的照明场形状,使得在光学元件 3b 以后,可获得照明光学部件的全几何通量。

[0126] 在杆 5 的输入的照明场 5e 由杆 5 转移到杆的输出,到场 5a 中。在杆输出的场 5a 中的最大照明角度对应于在杆输入的场 5e 中的最大照明角度。在杆 5 的杆壁上的多次全反射,在场 5a 的诸场点的出射光瞳中的杆出口,产生二次光源,在杆出口的场 5e 的场形状作为各单独的二次光源的形状。通过杆 5 的该万花筒效应,场 5a 在该场上的强度分布是均匀化的,因为许多二次光源的光线会在该场 5a 中叠加。

[0127] 场光栏 51 划定在其水平范围中场 5a 的界线,并且确保该场的尖锐的亮-暗转换。随后所谓的 REMA 物镜 6 将场 5a 成像入掩模母版平面 (reticle plane) 7 内。场光栏 51 的亮-暗边缘因而尖锐地转移入物平面或场平面 7。场光栏 51 的尖锐边缘成像到掩模母版或场平面 7 内的该种功能,也同样地称为“掩模母版掩蔽 (reticle masking)”,其造成该物镜的名称 REMA (REticle MAsking)。REMA 物镜 6 例如由聚光器组 61、邻近光瞳平面 62 的光瞳区域、光瞳透镜组 63、偏转镜 64 与随后场透镜组 65。

[0128] 在 REMA 物镜的光瞳区域 62 中,例如,可进行各种不同光瞳的操纵,特别关于传输或偏振化。REMA 物镜 6 确保将具有场光栏 51 的尖锐场边缘的场 5a 成像入掩模母版平面 (即,场平面 7) 内。场 5a 的照明角分布因而也同样地转移为在场平面 7 中的相应照明角分布。在掩模母版平面中 (即场平面 7) 照明场的每一物场点因而获得其照明角分布,或其出射光瞳。

[0129] 一般而言,REMA 物镜 6 远心地照明掩模母版或场平面 7,即,每一物场点的照明角分布关于光轴或平行于光轴的轴对称。在照明光学部件或光源 1 的方向上,在场平面 7 的物场点的照明光线的向后几何延伸,对于该物场点,在无穷远处产生照明光学部件的虚拟出射光瞳。在随后投射光学部件 8 的方向上,在物场平面 7 的物场点的照明角分布的向前投射,对于所考虑的该物场点,在无穷远处产生照明光学部件的真实出射光瞳。在场平面 7 的照明光学部件的远心光束路径的情形中,照明光学部件的虚拟或真实出射光瞳是直接的结果。与物场点的出射光瞳中心有关的出射光瞳的一点的高度在该情形中,由该物场点的照明光束角度的正切乘以该出射光瞳的距离所产生。

[0130] 物场平面 7 代表在投射曝光设备的照明光学部件与投射光学部件 (例如投射物镜 8) 之间的区分平面。照明光学部件具有均匀照明以尖锐边缘来划出界线的场的任务,并且因而根据规格产生物场点的期望照明角分布或出射光瞳。

[0131] 在本申请的范围中,因为物场点的特定照明角度经由正切条件与出射光瞳中的相应位置有关,所以物场点的照明角分布的产生在这里的意义上等同在该物场点的出射光瞳

中的强度分布。

[0132] 芯片生产用的掩模母版或掩模被引入物场平面 7 内。这些掩模通过照明光学部件所产生的照明光束 12 所照明。投射物镜 8 将照明掩模成像入另一场平面内,即像场平面 10。在像场平面 10 配置有基板 9,其在上侧支撑光敏层。该掩模结构由投射物镜 8 转换成光敏层的相应曝光区域。一般而言,在该情形中,有两种不同类型的投射曝光设备,所谓的步进曝光机以及所谓的扫描曝光机,在该步进曝光机中,整个掩模场在一个曝光步骤中转移到光敏基板 9 上,而在该扫描曝光机中,在一曝光步骤中,只有部分的掩模转移到部分基板 9 上,在该情形中的掩模与基板相应地以同步的方式移动,以便转移整个掩模。

[0133] 在曝光工艺步骤以后,曝光基板 9 经历随后的工艺步骤,例如蚀刻。通常,基板 9 随后接收新的光敏层并经历新曝光工艺步骤。这些工艺步骤可重复,直到得到最终的微芯片或最终的微结构元件。

[0134] 图 2 示意地显示现有技术微光刻投射曝光设备的另一示例。与图 1 对应的图 2 的元件由相同参考数字所标示。

[0135] 图 2 中的投射曝光设备与图 1 中的投射曝光设备的不同之处仅在于照明光学部件。在图 2 中的照明光学部件与在图 1 中的照明光学部件不同之处在于,用于产生二次光源的杆 5 不存在。再者,在图 2 中照明光学部件的不同之处在于,场定义元件 (FDE) 3c 不仅确保产生所需的光瞳中的场角度,而且通过建构为两级的蜂巢式聚光器来确保产生二次光源。在图 2 中的场定义元件 3c 因此包括图 1 中的折射光学元件 (ROE) 3b 的功能与图 1 中的杆 5 的功能两者。构造为两级蜂巢式聚光器的场定义元件 3c,在一方面在光瞳平面中引进所需的场角度,且另一方面在光瞳平面中产生二次光源。相应的场形状因此通过二次光源光线的叠加而在照明光学部件的随后场平面中产生,在该场上具有期望的均匀强度分布。

[0136] 图 3 示意地显示根据本发明的光瞳形成单元,其用于光刻投射曝光设备的照明光学部件,如在图 1 或 2 中所代表者。在此,图 3 中的根据本发明的光瞳形成单元作为根据图 1 或 2 的该投射曝光设备的光瞳形成单元 2 的替代物。然而,图 3 的光瞳形成单元的使用并不限于如图 1 或 2 中所代表的这些投射曝光设备。

[0137] 图 3 的光瞳形成单元终止于光瞳平面 44,在图 1 所示的实施例中,其配置在折射光学元件 3b 附近,且在图 2 所示的实施例中,配置在场定义元件 3c 的附近。代替图 1 与 2 的衍射光学元件 3a,多镜阵列 (MMA) 38 产生一照明角分布,其叠加在光瞳平面 44 中,以形成一强度分布于该光瞳平面中。只要采用理想的傅立叶光学部件,光瞳平面 44 的该强度分布就对应出射光瞳中的强度分布,或者物场点的照明角分布。

[0138] 来自光源并且由平面折叠式镜 30 所偏转的照明光束 12 由蜂巢式聚光器 32 分解为单独的照明光线子束,随后并且由中继光学部件 (relay optics) 34 或聚光器 34 (condenser) 引导到透镜阵列 36 上。该透镜阵列 36 将照明光线子束集中到多镜阵列 38 的各个镜上。多镜阵列 38 的各个镜可不同地倾斜,即多镜阵列的至少一些镜关于至少一轴可旋转,以便修改相关照明光线子束的入射角,使得能够在光瞳平面 44 中调整不同的强度分布。来自多镜阵列 38 的镜的照明光线子束通过随后的一散射盘 (scattering disc) 40 与聚光器光学部件 42,使得它们(现在优选具有平行的主光线)与光瞳平面 44 相交。

[0139] 图 4 示意性且以扩大比例地显示平面折叠式镜 30 与多镜阵列 38 之间图 3 的部分。在该图示中,在聚光器光学部件 34 与多镜阵列 38 之间的光学透镜阵列 36 并没有被显

示。图 4 显示照明光束 12 的照明光线子束,当其通过蜂巢式聚光器 32 与聚光器 34 到多镜阵列 38 上时。在本实施例中,聚光器 34 形成具有前焦平面的傅立叶光学部件,在前焦平面中配置有蜂巢式聚光器 32 的第二蜂巢通道板,以及后焦平面,在后焦平面中配置有多镜阵列 38。照明光线子束的选出光线的光线路径以实线与虚线的形式来代表,且光轴以点划线的形式来代表。以实线来代表的光线路径指出以尽可能大的角度来照射蜂巢式聚光器 32 的第一蜂巢通道板的光线。以虚线形式来代表的光线路径则指出平行光轴并因此以尽可能小的角度来照射蜂巢式聚光器 32 的第一蜂巢通道板的光线。

[0140] 在蜂巢式聚光器 32 之前的照明光线子束的发散因此由呈实线形式的照明光线子束的照明光线的光线路径之间的全孔径角给出。该发散在图 4 中由填满的圆 a 象征性地代表。圆 a 的填满区域是照明光线子束的发散的量度。

[0141] 在蜂巢式聚光器 32 之后,以虚线代表的光线路径决定照明光线子束的发散。该发散继而以填满圆 b 的形式来象征性代表。该填满圆圈 b 具有比蜂巢式聚光器之前的填满圆圈 a 更大的面积,且因此代表在照明光线子束上蜂巢式聚光器 32 的发散度增加的效果。

[0142] 图 5 显示照明光束 12 的两照明光线子束(以实线与虚线指出)如何通过蜂巢式聚光器 32 的两蜂巢通道并照射在多镜阵列 38 上。两照明光线子束的两光线路径与平行于光轴到达并因此垂直蜂巢式聚光器的光线有关。鉴于图 5 的协助,可见到的是,两照明光线子束的两光束路径通过聚光器 34 而叠加在多镜阵列 38 上。这也同样地借助来自蜂巢式聚光器 32 的两蜂巢通道的光线路径 12a 与 12b 来显示。光线路径 12a 与 12b 叠加在多镜阵列 38 上的相同位置,尽管它们来自两不同的蜂巢通道。

[0143] 如果图 5 所示两照明光线子束具有高度相互空间相干性,当两照明光线子束叠加在多镜阵列 38 时,这导致多镜阵列 38 上的周期强度变化。该种类的示范性变化通过函数 100 显示于图 5 中。该函数 100 在最大与最小值之间周期性改变,以做为多镜阵列 38 上位置的函数。

[0144] 图 6 示意地显示一实施例,该实施例与图 5 所示实施例的不同之处在于,它包括被用于避免空间相干性的周期性相位元件 33a。图 6 的上部分显示两照明光线子束的光线路径通过蜂巢式聚光器 32 的上部两蜂巢通道,其类似图 5 所示。假定源自与蜂巢式聚光器 32 的两上部蜂巢通道相关的照明光线子束 121 的两照明光线子束,彼此空间相干。

[0145] 然而,由于配置在蜂巢式聚光器 32 的两蜂巢通道板之间的周期性相位元件 33a,蜂巢式聚光器 32 的上部两蜂巢通道的两照明光线子束共同相移,使得除了多镜阵列 38 上的第一空间周期性强度分布以外,还得到了多镜阵列 38 上的第二空间周期性强度,其空间上相对于第一空间周期性强度分布位移。函数 100a 显示在多镜阵列 38 上的这两个在空间上相互位移的周期性强度分布。可清楚看见的是,作为这两周期性强度分布之和的强度不再在最大值与最小值之间变化,但却仅在最大值与平均值之间改变。这意味着由于它的周期性相位函数,相位元件 33a 使导致起因于照明光线子束的空间相干的多镜阵列 38 上的空间干扰现象减少。上文所述相应地适用于下照明光线子束 122,两相互空间相干的照明光线子束源自下照明光线子束 122,并通过蜂巢式聚光器 32 的两个下部蜂巢通道。

[0146] 图 7 示意地显示一替代性实施例,其中具有任意相位函数的相位元件 33b 配置在蜂巢式聚光器 32 之前,以用来减少在多镜阵列 38 上的强度分布的空间干扰现象。在多镜阵列 38 上的所需的第二空间强度分布在该情形中,由通过蜂巢式聚光器 32 的下部两个蜂

巢通道的两个照明光线子束产生。这两照明光线子束在它们进入蜂巢式聚光器 32 之前由相位元件 33b 倾斜。由于在蜂巢式聚光器 32 之前倾斜,源自入射照明光线子束 122 的两个空间互相相干的照明光线子束则在蜂巢式聚光器 32 的第二蜂巢式聚光器板内位移,以便得到在多镜阵列上的空间位移的第二周期性强度分布。

[0147] 函数 100b 代表在多镜阵列 38 上的两个空间相互位移的周期性强度分布。可见到的是,作为两个周期性强度分布总和的总强度,现在不再在最大值与最小值之间变化,而是该强度仅在最大值与平均值之间变化。相对于图 6 所示的实施例,起因于照明光线子束的空间相干性的多镜阵列 38 上的空间强度分布的变化被减小,但并不通过两空间相干照明光线子束,这两空间相干照明光线子束贡献于由于周期相位元件导致的两个分开的、空间上互相位移的强度分布。而是,该减少是由两个照明光线子束所得到,这两个照明光线子束的空间相干性贡献于一周期性强度分布,该周期性强度分布由相位元件 33b 相对于其他空间相干照明光线子束的周期性强度分布位移。

[0148] 图 8 示意地显示另一实施例,其中相位元件 33c 减少在多镜阵列 38 上所产生的强度分布上照明光线子束的空间相干性效果。在该实施例中,相位元件 33c 构造为可旋转楔。该楔确保在多镜阵列 38 上的空间强度分布随时间来回迁移,使得时间平均的总强度分布在最大值与平均值之间改变。图 8 所示的强度分布 100c 代表对于可旋转相位元件 33c 的任意固定位置的多镜阵列 38 上的空间强度分布的瞬时图。当相位元件 33c 旋转时,该强度分布 100c 周期性地多镜阵列 38 上移动,其由图 8 所示的双箭头所指示。因此,在多镜阵列 38 上的强度分布作为时间的函数在多镜阵列 38 的表面上移动,其造成多镜阵列的一镜上的强度在时间上被平均。

[0149] 图 9 示意地显示照明光束 12 的光束路径。光线进入蜂巢式聚光器 32,从多镜阵列的单独的镜 38s 反射,最后并且通过光瞳平面 44。实线所指的光线路径代表通过蜂巢式聚光器 32 的各通道的边缘区域(在光学意义上)的那些照明光线。虚线所指的光线路径代表将恰好通过蜂巢式聚光器 32 的通道边缘的那些照明光线。在图 9 中的点划线代表光轴。

[0150] 从蜂巢式聚光器 32 出射的图 9 所示的所有光线通过聚光器 34,并且落到多镜阵列 38 的各镜 38s 之一上。在从镜 38s 反射以后,这些光线借助另一聚光器 42 而叠加在光瞳平面 44 的表面元件 44a 上。请注意,镜 38s 显示于图 9 中,为了简化起见,犹如它是透明的。实际上,聚光器 42 与光瞳平面 44 沿着一光轴来配置,该光轴相关于蜂巢式聚光器 34 所取中的光轴倾斜。

[0151] 聚光器 42 在照明光束 12 的传播方向上配置在多镜阵列后面,其是选择性的并可省略,尤其如果使用曲面镜 38s。

[0152] 图 10 显示类似图 9 所示的光束路径。然而,在本实施例中,透镜阵列 36 配置在包括各镜 38s 的聚光器 34 与多镜阵列 38 之间。透镜阵列 36 确保在多镜阵列 38 的各个镜 38s 上光线的更强的集中(聚焦)。在图 10 所示的实施例中,以实与虚线指出的光线不再通过随后的聚光器 42 而叠加在光瞳元件 44a 上的光瞳表面 44 中,而是彼此相邻放置,使得它们能够照明光瞳平面 44 中的更大的表面元件 44b。通过适当地取透镜阵列 36 的尺寸、各镜 38s 与聚光器 42 的反射表面的曲率,可以决定通过各个镜而在光瞳表面中照明的表面元件 44b 的尺寸。由于该些取值,在光瞳表面 44 中照明的表面元件 44b 也可等于或小于图 9 中所示实施例中的相应表面元件 44a。

[0153] 图 11 示意地显示本发明的另一实施例。如果显示出照明光束 12, 光线进入光瞳形成单元并照射在光瞳形成单元的多镜阵列 38 上。该实施例的光瞳形成单元包括衍射光学元件 3d 与聚光器或傅立叶光学部件 34。该实施例的多镜阵列 38 包括多个单独的镜 38s, 如在详细图像中所示。各镜 38s 可关于一或更多轴倾斜。因此, 入射在各个镜 38s 上的光线可以在不同、可调整的出射方向反射。

[0154] 衍射光学元件 3d 的任务为将照明光束 12 分解为非常多的照明光线子束, 并借助聚光器 34 将这些照明光线子束叠加在多镜阵列 38 的各个镜 38s 上, 同时并且将它们集中或聚焦在各个镜 38s 上。这是在进一步详图中, 由在多镜阵列 38 的相应的各镜 38s 上照明的区域 381 示意性地代表。

[0155] 图 12 示意地显示光学调节单元 400, 其配置在图 11 所示的光瞳形成单元之前。光学调节单元 400 接收具有特定的强度分布 401 的照明光束 12。在其输出, 光学调节单元 400 产生一照明光束, 其关于光轴 (没显示在图 12 中) 对称, 其中该照明光束分别在光轴上与下具有强度子分布 402 与 403。在包括 DOE 3d、聚光器 34 与多镜阵列 38 的光瞳形成单元的输出, 根据图 11, 发生两强度分布 402 与 403 的叠加。

[0156] 图 13 示意地显示光学调节单元 400 的实施例的详细情形, 其用于图 12 所示的实施例并且产生对称的强度分布 402 与 403。具有强度分布 401 与线性偏振的照明光束 12 部分地传输经过半透明镜 505, 而该线性偏振垂直该图的表面、由图 13 中的小圆圈记号指出。在镜 505 之后, 即在光学调节单元 400 的输出, 该照明光束具有强度分布 402 并以垂直图表面的偏振方向线性偏振。

[0157] 照明光束 12 的其他部分在半透明镜 505 上反射, 同时仍维持偏振。在与照明光束 12 的最初光方向相反的方向, 该反射部分再度由偏振相依光束分束器 504 所反射。该部分的照明光束 12 随后通过 $\lambda/4$ 板 502, 其也可由将偏振方向旋转 45° 的光学旋转器所替代。该部分照明光束 12 的偏振状态因而可转换成圆偏振 (没表示)。照明光束 12 的该转换部分随后在镜 501 反射, 并且在其往返路径上再度通过 $\lambda/4$ 板 502。光线的圆偏振因而转换成一线性偏振, 其偏振方向与图的平面平行。

[0158] 因此, 照明光束 12 的剩下部分可以在返回路径上通过偏振器 504, 作为偏振方向平行于图的平面的线性偏振光。随后的 $\lambda/2$ 板 503 将线性偏振光的偏振方向, 从平行于图平面的取向旋转回到垂直于图的平面的取向, 使得具有与图的平面垂直的线性偏振的第二强度分布 403 能够在光学调节单元 400 的输出得到。该强度分布 403 具有相对于强度分布 402 的镜像对称强度形状。

[0159] 图 14 显示一实施例, 其与图 12 所示实施例的不同之处在于, 设置了一附加的光栏装置 600。该光栏装置 600 被用于限定具有对称强度分布 402 与 403 的照明光束 12, 使得在调节单元 400 中所产生的任何散射光能够有利地被遮拦。

[0160] 图 15 示意地显示一相位元件 701, 其可选地配置在根据图 11、12 与 14 之一的实施例的衍射光学元件 3d 之前。相位元件 701, 可以是或包括非球面透镜元件和 / 或具有自由形式表面的透镜元件, 其用于适配照明光束 12 的波前 700。图 15 显示照明光束 12 在通过相位元件 701 之前的波前 700。图 15 进一步地显示照明光束 12 在相位元件 701 之后的波前 702。可清楚看到的是, 在通过相位元件 701 之后的波前 702 具有例如比照明光束 12 的最初波前 700 更小的曲率。通过适当地选择相位元件 701, 因此可以在照明光束 12 进入微

光刻的投射曝光设备的照明光学部件之前修改照明光束 12 的波前。通过修改照明光束 12 的波前的曲率,也可改变其发散。在图 15 中的相位元件 701 因此不仅用来修改照明光束 12 的波前的曲率,而且也修改或调节照明光束 12 的发散。

[0161] 图 16 示意地显示根据本发明的光瞳形成单元,其包括蜂巢式聚光器 32、聚光器或中继或远心光学部件 34、透镜阵列 36 与多镜阵列 38。因为如图 4 所示的蜂巢式聚光器 32 并没有实质增加照明光束的发散,所以需要具有大焦距的聚光器或中继光学部件 34,以便能够将这些低发散度转换成与多镜阵列 38 上的多个光轴有关的对应高度。就技术安装空间因素而言,对于具有大焦距的该聚光器或中继光学部件 34,因此方便通过棱镜或镜折叠。

[0162] 图 17 示意地显示一替代性光瞳形成单元,其中,相较于图 16 所示的实施例,蜂巢式聚光器 32 已经由适当的杆 32a、光导光纤 32a 或光导光纤束 32a 所取代。

[0163] 图 18 示意地显示根据本发明的光瞳形成单元的另一实施例。在本实施例中,中继或聚光器光学部件 34 分为两个单独的中继光学部件 34a 与 34b。与先前实施例相比,由互相垂直放置的两个薄光学板的多个“辅助透镜”所形成的光学系统,被用作在图 18 中的光混合仪器 32b。互相垂直放置的两薄板确保在多镜阵列 38 上的期望光混合效果。

[0164] 在图 18 所示的实施例中,可选的光束形成单元 31a 确保照明光束的尺寸与发散的适配。由垂直于光线传播方向的两截面 31b 指出,照明光学部件的光瞳形成单元和 / 或调节单元的根据本发明的元件也可位于照明光学部件的壳壁之前,壳壁由 31b 指出。

[0165] 图 19 示意地显示根据本发明的光瞳形成单元的另一实施例。在本实施例中,光学调节单元 32c 被用于对称化在调节单元 32c 的输出的照明光束,而由此无须为了对称化而依靠光线的偏振特性。一部分的照明光束由镜 37a 与 37b 偏转。该部分的照明光束随后通过所谓的道威棱镜 (dove prism) 35。照明光束的真实镜像或对称化在道威棱镜 35 内产生,使得在光学调节单元 32c 的输出,有由两个照明光线子束形成的照明光束,该两个照明光线子束相对于沿着光线传播方向的轴彼此对称。

[0166] 在根据图 19 的示范性实施例中,可以借助另一光混合单元 (例如蜂巢式聚光器或杆) 来进行进一步的光混合。与其他光混合单元 (例如那些所提及的) 结合仍然是有可能的。依据由光源所产生并且形成照明光束 12 的光线的特性,在根据图 19 的实施例中,在没有额外光混合的情况下使用光学调节单元 32c 的对称特性以使多镜阵列 38 的照明均匀化是足够的。

[0167] 图 20 示意地显示光学系统的另一实施例,该光学系统减少在多镜阵列 38 上所产生的强度分布上的照明光线子束的空间相干性的效果。与图 8 所示的实施例对比,其中旋转透明楔被用于倾斜照明光束子束,图 20 所示的实施例使用一镜,其能够进行旋转振荡,以实现类似的效果。然而,在图 20 所示的实施例中,照明光线子束 121、122 仅在图纸的平面中倾斜,而图 8 所示的束 121、122 却进行关于光轴的旋转。除此之外,图 20 中所示的实施例还可以改变 (如果需要) 照明光线子束的最大倾斜角,其将从以下说明而变得明显。

[0168] 在图 20 中所显示的实施例包括分束板 810,其将小部分的入射照明光束 12 分出,并且引领该部分到傅立叶光学部件 812。在已经通过傅立叶光学部件 812 以后,该分出部分照射在发散测量单元 814,其包括一位置分辨传感器,例如 CCD 传感器。发散测量单元 814 被配置来测量照明光束 12 的分出部分的发散度。

[0169] 照明光束 12 的剩下部分通过分束板 810, 并且照射在偏振相依分束立方体 816 上。入射照明光束 12 呈线性偏振状态, 选择该种线性偏振状态使得分束立方体 816 完全反射照明光束 12。该反射束 12 通过四分之一波板 818 并且照射在平面镜 820 上, 该平面镜能够关于旋转轴进行旋转振荡, 该旋转轴垂直于光学系统的光学轴 822 延伸。驱动器 822 耦合到镜 820 并且施力在镜 820 上, 使得它进行旋转振荡, 其由图 20 中的虚线与双箭头指出。驱动器 822 则经由镜控制单元 824 连接到发散测量单元 814。

[0170] 在分束立方体 816 的相反侧上, 中继光学部件 826 被设置, 使得将镜 820 成像到蜂巢式聚光器 32 的第一通道板 828 上。

[0171] 在下文, 将解释图 20 所示光学系统的功能。

[0172] 已经由分束立方体 816 所反射的照明光束 12 部分照射在四分之一波板 818 上。在那里, 线性偏振状态转换成圆形偏振状态。圆形偏振光照射在振荡镜 820 上, 使得, 在一特定的瞬时, 照明光束 12 的传播方向倾斜一角度, 该角度是由镜 820 的瞬间旋转角所决定。

[0173] 在由镜 820 反射以后, 照明光束 12 再度传播经过四分之一波板 818。圆形偏振状态随后转换回线性偏振状态, 然而, 该线性偏振状态却与由分束立方体 816 所反射的照明光束 12 线性偏振状态正交。由于该正交偏振状态, 照明光束 12 现在通过分束立方体 816, 且在通过中继光学部件 826 与蜂巢式聚光器 32 以后, 最后照射在微镜阵列 38 上。

[0174] 由于镜 820 的旋转振荡, 照明光线子束 121、122 倾斜地照在蜂巢式聚光器 32 上。照明光束照在蜂巢式聚光器 32 上的倾斜角度以一周而周期性地随时间改变, 该周期由镜 820 的旋转振荡周期所决定。对于呈实与虚线的照明光线子束 121, 照明光线子束的该连续倾斜显示于图 20 中。

[0175] 照明光线子束 121 的该种连续振荡倾斜的效果, 现将参考图 21、22 与 23 而更详细地解释, 其显示在三个不同的瞬时的照明光线子束 121, 其具有小发散角并且在蜂巢式聚光器 32 上。如在图 21 中所示的, 完全照明蜂巢式聚光器 32 的第一通道板 828 的通道的照明光线子束 121, 朝着第二通道板 830 的相应通道会聚。在图 21 所示的瞬间, 只有第二通道板 830 的该通道的光进入表面 832 的下部分受到照明光线子束 121 的照明。

[0176] 在图 22 中所示的稍后瞬间, 照明光线子束 121 是由镜 820 倾斜, 使得它能够平行于光轴 822 传播。现在, 第二通道板 830 的相应通道的中央部分受到该会聚照明光线子束 821 照明。

[0177] 在稍后的瞬间, 照明光线子束 121 倾斜, 以致使第二通道板 830 的相应通道的上部分被照明, 请见图 23。由此, 显然可以通过适当选择镜 830 的旋转振荡的最大振幅来均匀地照明第二通道板 830 的光进入表面 832。这是有利的, 其因为如果光强度太大, 制造第二通道板 830 的透明材料可能受损。如果照明光线子束 121 通过第一通道板 828 的通道聚焦, 使得焦点能够置于第二通道板 830 的通道内, 则该种大的光强度可能发生。

[0178] 如果照明光线子束 121 的发散度并没有随时间改变, 那么可决定第一通道板 828 的通道的焦距, 使得焦点不在第二通道板 830 的通道内。然而, 在一般的情况下, 照明光线子束 121 的发散度的变化不能完全避免。在那些情况下, 发散度可以改变到导致第二通道板中的强度无法容忍的范围。

[0179] 图 20 所示的光学系统可通过空间上改变在第二通道板 830 的通道的光进入表面 832 上的被照明区域而来避免损坏。

[0180] 为了避免由于照明光线子束 121 发散度改变,在第二通道板 830 的通道上的照明区域变得太小,或者这些区域也延伸到应该避免的相邻通道,光学系统通过发散测量单元 814 来测量进来的照明光束 12 的发散度。该些测量值则传送到镜控制单元 824,该镜控制单元控制由驱动器 822 所产生的旋转振荡的最大振幅,使得图 21 至 23 所示的条件占优,即第二通道板 830 的光进入表面 832 虽然不是在任何随意瞬间上完全被照射,但在时间上积分则完全被照射,或者至少在一区域上被照明,从而防止过高光线强度造成损害。

[0181] 在下文将描述一些替代性实施例。

[0182] 如果发散度已知,或者其变化是在已知范围内,那么可省掉分束板 810、傅立叶光学部件 812 与发散测量单元 814。

[0183] 在另一实施例中,镜 820 并没有进行旋转振荡,但却借助适当的驱动器来弯曲,弯曲轴垂直于图纸的平面延伸。

[0184] 在另一替代性实施例中,可省掉分束立方体 816 与四分之一波板 818。镜 820 的配置使得其表面法线(在中性位置)形成关于进入照明光束 12 方向的一角度。换句话说,镜 820 随后可用作一折叠式镜。由于该倾斜取向,蜂巢式聚光器 32 也可以倾斜的方式来配置,尤其根据沙伊姆弗勒(Scheimpflug)条件。

[0185] 在仍另一实施例,省掉中继光学部件 826。然而,在该情形中,不仅入射角,而且照明光线子束 121 照射在第一通道板 828 上的区域,将随着时间改变。如果这可容忍,中继光学部件 826 的省略明显简化该光学系统的设计。

[0186] 在另一替代性实施例中,四分之一波板 818 由另一偏振操纵器所替代,例如将偏振方向旋转 45° 角的偏振旋转器。该偏振旋转器例如包括光学活性材料。

[0187] 图 24 示意地显示经过混和元件 903 的截面,其可替代图 11 所示配置中的衍射光学元件 903 来使用。混和元件 903 包括对于照明光束透明的第一杆 910 与第二杆 912。第一杆 910 具有第一表面 914,且第二杆 912 具有第二表面 916,该第二表面 916 相邻第一杆 910 的第一表面 914 配置。第一表面 914 与第二表面 916 彼此平行,并分开一距离 D,该距离小到使得在第一杆 910 内的全内反射所引导的至少一实质部分的光耦合入第二杆 912,作为衰减波(evanescent wave)。

[0188] 如果全内反射发生,该衰减波为副作用。衰减波传播穿过两相邻光学介质之间的边界面。在一般情况下,衰减波不传送任何能量。然而,如果两介质之间距离小于几个波长,即有用第三介质填充的薄空隙,衰减波则将能量传送经过空隙而到第二介质内,经过第三介质。距离越小,耦合入第二介质的光线的分数越大。非常类似量子隧穿的该效果也称为受抑全内反射。

[0189] 为了能够维持第一与第二表面 914、916 之间距离 D 小于几个光波长,表面 914、916 应该为平面,因为这简化了表面 914、916 的平行配置,其具有短距离 D。在所示的实施例中,距离 D 由配置在表面 914、916 之间的隔离体 918 所决定。隔离体 918 可通过条状薄膜所形成,例如金膜,或溅射结构。该些杆可以具有几乎任何截面,例如具有纵横比的矩形,使得杆具有薄片的形状。

[0190] 参考数字 920 指照明子束的形心光线。如果该光线 920 以一适当入射角耦合入杆 910 的前端表面 921 内,则可以确保,在其横向表面 923 上的入射角大于临界角,使得在该横向表面 923 上能够发生全内反射。

[0191] 如果从横向表面 923 反射的光线 920 入射在第一表面 914, 一部分光线能够耦合入相邻的第二杆 912, 使得实现分束功能。反射部分再度朝向横向表面 923, 且传送部分照在第二杆 912 的横向表面 925 上。每当光线照在第一或第二表面 914、916 之一上时, 其将以该方式而分成两光线。

[0192] 从杆 910、912 的相对尾端面 927、929, 在光线 920 耦合入杆 910 之前, 有多条光线出射, 其承载一部分的光线 920 的强度。该部分取决于混和元件 903 的几何参数, 尤其取决于距离 D、在前端面 921 上的入射角以及杆 910、912 的长度与厚度。

[0193] 如果混和元件 903 的前端面 921 的更大部分用照明光束照明, 则实现了非常有效的光混和效果, 混和元件 903 具有短的纵向尺寸。该实施例的最显著的优点之一在于, 在光学界面没有任何光损耗。仅有的光损耗则由于杆 910、912 内的光吸收而发生, 如果使用高度透明光学介质则该光吸收可以被保持非常低。

[0194] 为了减少偏振相依性, 传播经过混和元件 903 的光束应该呈 s 状态的线性偏振。

[0195] 在一实施例中, 照明光束的波长为 193nm, 而关于第一与第二表面 914、916 的入射角为 45° , 且距离 D 为 100nm, 即, 大约光波长的一半。这将造成在表面 914、916 的大约 50 : 50 的分束比。具有所需的平坦度与最小粗糙度的杆可例如从瑞士的 Swissoptic 而在商业上得到。

[0196] 图 25 为经过混和单元 950 的示意性截面, 其包括如图 24 所示的多个混和元件 903。在本实施例中的混和元件 903 的厚度在 1mm 至 2mm 的量级, 且长度在 10mm 与 50mm 之间, 并可由氟化钙、氟化镁、石英或熔融硅构成。混和元件 903 的厚度不一定相等。

[0197] 棱镜 952 配置在混和元件 903 的后端面之后。棱镜 952 将按不同方向倾斜从后端面出射的光束, 使得该些光束平行延伸。为此, 棱镜 952 具有两个倾斜端面, 其倾度适合从混和元件 903 出射的光束的角度。替代棱镜 952, 可使用如在本领域中就此而言是已知的适当的镜配置。

[0198] 在图 25 底部示范性显示的强度分布, 显示在混和单元 950 之前与之后的照明光束的强度分布的不均匀性。

[0199] 因为光束按两相反角度从混和元件 903 的后端面出射, 其也可想象为按两相反角度来照射混和元件 903 的前端面。这进一步改善混和单元 950 所得到的光混和效果。为了促进光线耦合入混和元件 903 的前端面, 这些端面可以具有棱镜的形状, 其由在图 25 中最上部混和元件 903 的虚线 954 所指示。

[0200] 在另一替代性实施例中, 多个混和单元 (但没有棱镜 950) 以级联的方式一个接一个地排列, 使得从一单元的后端面出射的光线耦合入一随后单元的前端面。棱镜 950 可以排列在该级联的最后单元后面。

[0201] 图 26 为通过根据又一实施例的光混和元件的示意性截面。如图 24 所示的相似元件以相同参考数字加 100 来指示。光混和元件 1003 与图 24 中所示的光混和元件 903 的主要不同在于, 形成于第一与第二表面 1014、1016 之间的空隙并没有填充空气或其他气体 (混和物), 但却填充介电材料, 例如高度纯化的水或包括多个单独的子层的介电分束层。然后, 不一定将表面 1014、1016 之间的距离 D 维持在数十或数百纳米的量级, 或通常维持在受抑全内反射所发生的距离。这简化了杆 1010、1012 的生产与安装。

[0202] 因为安排在表面 1014、1016 之间的空隙中的介电介质通常比杆 1010、1012 的材料

具有对于照明光束的更高吸收,所以在光混和元件 1003 中的光损耗可在图 24 中所示的实施例稍微高。

[0203] 不用说,光混和元件 1003 也可被用于混和单元 950 中,如图 25 中所示。

[0204] 图 27 为通过根据又一实施例的光混和元件 1103 的示意性截面。光混和元件 1103 包括板 1114,该片具有(集成或形成在)具倾斜前端面 1118 的棱镜部分 1116。如果形心线 1120 所代表的照明光线子束经由其前端面 1118 耦合入板 1114,它将由于其表面上的全内反射而在板 1114 内往返。然而,决定在板 1114 的平行横向表面 1122、1124 上的光线 1120 的入射角,使得入射角能够非常接近临界角。因此,在表面 1122、1124 任一者上的每一反射,一部分的光线 1120 传送并从板 1114 出射,作为折射光线 1120'。在表面 1122、1124 上传输的光线的部分是由入射角与板 1114 与周围介质(通常是空气或另一气体)的折射率决定。板 1114 的功能因此类似在光学领域中用作分光镜的陆末-格尔克(Lummer-Gehrke)板的功能。

[0205] 同样地在本实施例中,折射光线 1120'按两不同角度从板 1114 出射。为了得到平行进行的光束,使用了棱镜 1112a、1112b 与镜 1113a、1113b。

[0206] 与陆末-格尔克板(Lummer-Gehrke plate)对比,应避免折射光束 1120'在远场中产生干涉图样。如果在板 1114 内两反射之间的距离 a 为光线的时间相干长度的量级,则这可以被确保。对于波长 193nm 与带宽 1.5pm 的光线而言, $a = 2.5\text{cm}$ 。附带地,相同的情况也应用在图 24 至 26 所示的实施例。

[0207] 根据本发明图 3、9 与 10 的光瞳形成单元,根据本发明的图 4 至 8 与 16 至 247 的光学系统,与根据本发明的图 11 至 14 的光学调节单元,其通过照明光线子束的叠加,提供微光刻投射曝光设备的照明光学部件的多镜阵列(MMA)38 的照明的时间稳定化。

[0208] 这些各种实施例因此显示微光刻投射曝光设备的根据本发明的照明光学部件,用于在物平面中具有这些物场点的物场的均匀照明,

[0209] 该照明光学部件具有对于该物场的每一物场点的相关出射光瞳,

[0210] 该照明光学部件包含至少一多镜阵列(MMA),其具有多个镜,用来调节在这些物场点的相关出射光瞳中的强度分布,

[0211] 在光源与多镜阵列(MMA)之间具有照明光线的照明光束,

[0212] 该照明光学部件包含时间上稳定多镜阵列(MMA)的照明的至少一光学系统,该时间稳定由在多镜阵列(MMA)上照明光束的照明光线的叠加来进行。

[0213] 需要稳定多镜阵列(MMA)的照明,以便将该照明解耦,以及因此来自光源的时间和/或空间波动的投射曝光设备的这些物场点的出射光瞳。

[0214] 通过该解耦,图 3、9 与 10 的根据本发明的具有光瞳形成单元的投射曝光设备、图 4 至 8 与 16 至 27 的根据本发明的光学系统以及图 11 至 14 的根据本发明的光学调节单元所产生的这些物场点的出射光瞳中的强度分布,可以仅稍微地自相关于形心角值、椭圆率与极平衡的期望强度分布偏离。

[0215] 这些所述实施例显示根据本发明的微光刻设备的投射曝光,

[0216] 具有照明光学部件,用来照明在物平面中具有这些物场点的物场,

[0217] 具有投射光学部件,用来将物场成像在该场平面中的物场内,

[0218] 对于物场的每一物场点,该照明光学部件具有相关的出射光瞳,具有出射光瞳的

最大边缘角值 $\sin(\gamma)$,

[0219] 该照明光学部件包含至少一多镜阵列 (MMA), 其具有多个镜, 用来调整这些物场点的相关出射光瞳中的强度分布,

[0220] 该照明光学部件包含用来时间上稳定多镜阵列 (MMA) 的照明的至少一光学系统, 使得对于每一物场点, 相关出射光瞳中的强度分布从相关出射光瞳中的期望强度分布偏离

[0221] - 在中心角值 $\sin(\beta)$ 上, 按照相关出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 表达偏离了小于两个百分点, 和 / 或,

[0222] - 在椭圆率上, 偏离了小于两个百分点, 和 / 或

[0223] - 在极平衡上, 偏离了小于两个百分点。

[0224] 通过该解耦, 对于通过根据本发明的投射曝光设备的这些物场点的出射光瞳中所产生的第一强度分布, 可以相似地从所产生的第二强度分布在外 σ 或内 σ 上稍微地偏离。

[0225] 上述的实施例因此同样地显示根据本发明的微光刻的投射曝光设备,

[0226] 具有照明光学部件, 用来照明在一物平面中具有这些物场点的物场,

[0227] 具有投射光学部件, 用来将该物场成像入该像平面中的像场,

[0228] 对于物场的每一物场点, 该照明光学部件具有相关的出射光瞳, 具有出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$,

[0229] 该照明光学部件包含至少一多镜阵列 (MMA), 其具有多个镜, 用来调整这些物场点的相关出射光瞳中的强度分布,

[0230] 该照明光学部件包含用来时间上稳定多镜阵列 (MMA) 的照明的至少一光学系统,

[0231] 使得, 对于每一物场点, 在相关出射光瞳中的第一调整强度分布与在相关出射光瞳中的第二调整强度分布, 其在外和 / 或内 σ 值上的偏差值小于 0.1。

[0232] 图 3 至 12、14 与 16 至 27 的根据本发明的多镜阵列 (MMA) 38, 其根据在对该说明的介绍中的上述考量来配置, 以便满足光瞳中的所需分辨率的要求, 以用于仅在外和 / 或内 σ 稍微不同的环状设置之间的改变。另外, 在所示图示的所述实施例中根据本发明的多镜阵列 38, 其尤其满足投射曝光设备的安装空间的要求以及在光瞳平面 44 中该光瞳最小尺寸的要求。

[0233] 该些实施例因此显示微光刻投射曝光设备的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其具有单位为 [nm] 的投射曝光设备的工作光波长 λ ,

[0234] 多镜阵列的每个镜, 其关于至少一轴可旋转经过最大倾斜角值 $\sin(\alpha)$ 并具有最小边缘长度,

[0235] 最小边缘长度大于 $200[\text{mm} \cdot \text{nm}] \cdot \sin(\alpha) / \lambda$

[0236] 图 4 至 8 与 16 至 27 的根据本发明的光学系统确保该照明的均匀化, 其通过在多镜阵列上照明光线子束的叠加, 延伸大于了多镜阵列 (MMA) 38 的照明的纯时间上的稳定化。在该情形中, 为了在该说明书的介绍中的上述原因, 在该些实施例中的根据本发明的光学系统, 在根据本发明的光学系统后面, 引进仅仅少许的额外几何通量, 其呈照明光线子束的增加发散度的形式。

[0237] 该些实施例因此显示出根据本发明的光学系统, 以用来均匀化照明微光刻的投射曝光设备的照明光学部件的多镜阵列, 其具有照明光束的发散度以及从光源到多镜阵列 (MMA) 的照明光方向, 在光学系统后面的照明光方向中的照明光束发散度小于在光学系统

前面的照明光束发散度的五倍。

[0238] 图 11 至 15 的根据本发明的光学调节单元,能够修改激光输出与多镜阵列 (MMA) 38 之间照明光束 12 的位置、发散度和 / 或光线或光束发布和 / 或偏振状态。

[0239] 该些实施例因此显示根据本发明的光学调节单元,用来对于微光刻的投射曝光设备的照明光学部件,调节激光的照明光束,该激光具有大于一个的相干激光模式与一激光输出,且该照明光束具有发散度、光线或光束分布与偏振状态,该光学调节单元至少修改在激光输出与多镜阵列 (MMA) 之间的照明光束的发散度和 / 或光线或光束分布和 / 或偏振状态。

[0240] 本发明不限于在权利要求中所提及的实施例,或者示范性实施例的实施例。

[0241] 由落在权利要求内或者以上述示范性实施例来呈现的各实施例的特征组合所导致的该些实施例,也可考虑由本发明所涵盖。

[0242] 所提及的示例为根据图 16 与 17 的实施例的组合,在该情形中,积分器 32 与 32a 也可通过在光传播方向连续排列而共同地操作。同样举例而言的是,例如结合图 12 至 14 来说明的调节单元 400 与积分器 32 或 32a 的许多组合可能性,在该情形中,在多镜阵列 38 前面,该两单元可在光方向的任何期望顺序而连续地排列在照明光束中。

[0243] 另外,除了由组合上述各实施例的特征得到的实施例以外,同样考虑由本发明涵盖的根据本发明的实施例,也可通过互换来自不同实施例的特征所得。

[0244] 以下句子更概括地描述本发明的这些与其他方面。申请人保留将权利要求指向由这些句子所描述的任一方面的权利:

[0245] 1. 照明物平面中的物场的物场点的微光刻投射曝光设备的照明光学部件,包括:

[0246] a) 蜂巢光学积分器,包括两各板,每个板包括多个微透镜,

[0247] b) 光束倾斜装置,其配置为以时间上改变的入射角来引导光束到光学积分器的微透镜上。

[0248] 2. 如句子 1 的照明光学部件,其中该装置包括具有镜表面的镜,以及驱动器,该驱动器被配置以产生镜表面的移动的,该驱动器具有沿着该装置的光轴的移动元件。

[0249] 3. 如句子 2 的设备,其特征在于该驱动器被配置以产生镜关于旋转轴的旋转振荡,旋转轴相对于该光轴倾斜了与 0° 不同的角度,优选地 90° 的角度。

[0250] 4. 如句子 1 或 2 的设备,其特征在于该光学系统包括偏振相依分束表面以及配置在该分束表面与镜之间的偏振操纵器。

[0251] 5. 微光刻投射曝光设备的照明光学部件,用于在物平面中具有物场点的物场的均匀照明,

[0252] 该照明光学部件具有对于该物场的每一物场点的相关的出射光瞳,

[0253] 该照明光学部件包含至少一多镜阵列 (MMA),该多镜阵列具有多个镜以用来调整在该些物场点的相关出射光瞳中的强度分布,

[0254] 具有在光源与多镜阵列 (MMA) 之间的照明光线的照明光束,

[0255] 其特征在于

[0256] 该照明光学部件包含时间上稳定多镜阵列 (MMA) 的照明的至少一光学系统,该时间上稳定由在多镜阵列 (MMA) 上照明光束的照明光线的叠加来进行。

[0257] 6. 如句子 5 的照明光学部件,其具有单位为 [nm] 的投射曝光设备的工作光波长

λ ,

[0258] 多镜阵列的每一个镜关于至少一轴经过最大倾斜角值 $\sin(\alpha)$ 可旋转,并具有最小边缘长度,

[0259] 其特征在于

[0260] 最小边缘长度大于 $200[\text{mm} \cdot \text{nm}] \cdot \sin(\alpha) / \lambda$ 。

[0261] 7. 如句子 6 的照明光学部件,具有尺寸 OF 的物场的照明物场表面,以及尺寸 AF 的多镜阵列 (MMA) 的照明表面,以及这些物场点的出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$,

[0262] 其特征在于

[0263] $AF = c \cdot \sin(\gamma') / \sin(\alpha) \cdot OF$,

[0264] c 为常数, $0.1 < c < 1$, $\sin(\alpha)$ 为多镜阵列 (MMA) 的各镜的最大倾斜角值,以及 $\sin(\gamma')$ 为物场点的出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 的最大边缘角值。

[0265] 8. 如句子 7 的照明光学部件,其特征在于多镜阵列 (MMA) 的填充因子作为所有照明镜的表面内容的和与该照明表面 AF 的比率,大于 10%。

[0266] 9. 如句子 5 至 8 任一者的照明光学部件,其特征在于入射角在 0° 与 60° 之间的多镜阵列 (MMA) 的镜的平均反射率大于 25%。

[0267] 10. 如句子 9 的照明光学部件,其特征在于入射角在 0° 与 60° 之间的多镜阵列镜的反射率与平均反射率的标准偏差,就平均反射率而言,小于 50%。

[0268] 11. 如句子 5 至 10 任一者的照明光学部件,其特征在于多镜阵列 (MMA) 的镜的至少一边缘厚度大于 $30 \mu\text{m}$ 。

[0269] 12. 如句子 5 至 11 任一者的照明光学部件,该投射曝光设备以所谓的扫描曝光机来操作,其特征在于这些物场点的出射光瞳的强度分布在扫描过程中修改。

[0270] 13. 如句子 5 至 12 任一者的照明光学部件,其特征在于多镜阵列 (MMA) 包括 2000 至 40,000 个之间的微镜。

[0271] 14. 如先前句子任一者的照明光学部件,其特征在于多镜阵列 (MMA) 的表面范围从 2cm^2 至 80cm^2 。

[0272] 15. 如句子 5 至 14 任一者的照明光学部件,具有物场点的出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$,其特征在于多镜阵列 (MMA) 的微镜所产生的物场点的相关出射光瞳的照明立体角范围,具有小于 5%、尤其小于 1%,的最大角范围值,其就相关出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$ 来表示。

[0273] 16. 如句子 5 至 15 任一者的照明光学部件,具有物场点的出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$,其特征在于通过多镜阵列 (MMA) 的至少两个镜,尤其通过多镜阵列 (MMA) 的至少四个镜,在物场点的相关出射光瞳的立体角范围被照射,具有非零强度以及小于 10%、尤其小于 2% 的角度范围值,其就相关出射光瞳的最大边缘角值来表示。

[0274] 17. 如句子 5 至 16 任一者的照明光学部件,其特征在于多镜阵列 (MMA) 的每一单独镜可在十分之一秒、优选地在百分之一秒内调整到一个期望角度。

[0275] 18. 如句子 5 至 17 任一者的照明光学部件,其特征在于多镜阵列 (MMA) 的每一单独镜包括至少一电容式、压阻式或光学传感器,以用来测量至少一镜设置或至少一镜位置。

[0276] 19. 如句子 5 至 18 任一者的照明光学部件,具有一物场点的出射光瞳的最大边缘角值 $\sin(\gamma)$,其特征在于所有物场点的一物场点的相关出射光瞳的最大边缘角值

$\sin(\gamma)$ 大于 0.2。

[0277] 20. 如句子 5 至 19 任一者的照明光学部件,其特征在于该光学系统配置为空间均匀照明多镜阵列 (MMA)。

[0278] 21. 如句子 20 的照明光学部件,具有照明光束的一发散度以及从光源到多镜阵列 (MMA) 的一照明光方向,其特征在于,在光学系统之后的照明光方向的照明光束的发散度,小于在光学系统之前的照明光束发散度的两倍。

[0279] 22. 如先前句子任一者的照明光学部件,其特征在于该光学系统包括至少一光学积分器。

[0280] 23. 如句子 22 的照明光学部件,其特征在于该积分器为蜂巢式聚光器。

[0281] 24. 如句子 23 的照明光学部件,其特征在于该蜂巢式聚光器具有大于 5m 的焦距。

[0282] 25. 如句子 5 至 24 任一者的照明光学部件,其特征在于光学系统具有远心光束路径,且该远心光束路径由至少一棱镜或一镜所折叠。

[0283] 26. 如句子 20 至 25 任一者的照明光学部件,其特征在于该光学系统将照明光束的照明光线叠加在多镜阵列 (MMA) 上。

[0284] 27. 如句子 26 的照明光学部件,其特征在于在多镜阵列 (MMA) 上不相干的照明光束的不相干叠加被在时间上修改。

[0285] 28. 如句子 27 的照明光学部件,其特征在于不相干叠加的时间上修改是由旋转楔形板实现。

[0286] 29. 如句子 26 或 27 的照明光学部件,其特征在于该光学系统包括来散射的光学元件和 / 或用来混和照明光束以产生不相干叠加的光学元件。

[0287] 30. 如句子 29 的照明光学部件,其特征在于该散射光学元件为散射盘,其散射角小于 1mrad (HWHM),尤其小于 0.4mrad (HWHM)。

[0288] 31. 如句子 29 的照明光学部件,其特征在于该混和光学元件为衍射光学元件。

[0289] 32. 如句子 26 或 27 的照明光学部件,其在光源与多镜阵列 (MMA) 之间具有光轴,该照明光束的照明光线在光源与垂直光轴的多镜阵列 (MMA) 之间的平面中具有相关于光轴的高度,其特征在于

[0290] 照明光线的相位延滞引入为相关于光轴的照明光线高度的函数。

[0291] 33. 如句子 32 的照明光学部件,其特征在于照明光线的相位延滞由光源与多镜阵列之间的光学相位元件所产生。

[0292] 34. 如句子 5 至 33 任一者的照明光学部件,具有光源与多镜阵列 (MMA) 之间照明光束的照明光线,多镜阵列 (MMA) 的镜具有镜表面,其特征在于该光学系统包括至少一光学装置,用来将照明光束的照明光线集中在多镜阵列 (MMA) 的镜的镜表面上。

[0293] 35. 如句子 34 的照明光学部件,其特征在于该光学装置包括透镜阵列和 / 或镜阵列和 / 或衍射光学元件 (DOE)。

[0294] 36. 如句子 5 至 33 任一者的照明光学部件,具有用来产生照明光束的激光,该激光具有多于一个的相干激光模式与一激光输出,且该照明光束具有发散度、光线或束分布与偏振状态,其特征在于该光学系统包括光学调节单元,用来修改在该激光的输出与多镜阵列 (MMA) 之间的照明光束的至少发散度和 / 或光线分布和 / 或偏振状态。

[0295] 37. 如句子 36 的微光刻投射曝光设备,其特征在于该光学调节单元包括至少一变

形元件和 / 或非球面元件和 / 或具有自由形式表面的元件和 / 或 DOE。

[0296] 38. 如句子 36 的照明光学部件,其特征在于该光学调节单元包括至少一镜和 / 或分束表面。

[0297] 39. 如句子 5 至 38 任一者的照明光学部件,其特征在于多镜阵列 (MMA) 的多个镜具有由多边形构成的边界。

[0298] 40. 如句子 5 至 38 任一者的照明光学部件,其特征在于多镜阵列 (MMA) 的多个镜具有一边界,该边界允许多个镜以分面的方式排列。

[0299] 41. 如句子 39 至 40 任一者的照明光学部件,其特征在于

[0300] - 投射曝光设备操作当作所谓的扫描曝光机,

[0301] - 该边界具有至少一对称方向以及

[0302] - 该对称方向不与扫描方向平行。

[0303] 42. 如句子 5 至 41 任一者的照明光学部件,其特征在于多镜阵列 (MMA) 的多个镜具有从平面表面偏离的凹面或凸面表面。

[0304] 43. 如句子 5 至 42 任一者的照明光学部件,其特征在于至少一镜具有与多镜阵列 (MMA) 的另一镜不同的表面内容。

[0305] 44. 如句子 5 至 43 任一者的照明光学部件,其特征在于至少一镜具有与多镜阵列 (MMA) 的另一镜不同的表面曲率。

[0306] 45. 如句子 5 至 44 任一者的照明光学部件,其特征在于至少一镜比多镜阵列 (MMA) 的另一镜具有距最近相邻镜的不同的最短距离。

[0307] 46. 如句子 5 至 45 任一者的照明光学部件,其特征在于照明光学部件旨在操作至少两个多镜阵列 (MMA),其在镜的至少一特性上不同。

[0308] 47. 如句子 46 的照明光学部件,其特征在于一装置提供用于选择使用该至少两个多镜阵列 (MMA)。

[0309] 48. 如句子 47 的照明光学部件,其特征在于一装置提供用于使至少两个多镜阵列 (MMA) 的互换。

[0310] 49. 如句子 46 的照明光学部件,其特征在于该至少两多镜阵列 (MMA) 可同时操作。

[0311] 50. 微光刻投射曝光设备的照明光学部件的多镜阵列 (MMA),具有单位为 [nm] 的投射曝光设备的操作光波长 λ ,

[0312] 多镜阵列的每一镜经由最大倾斜角值 $\sin(\alpha)$ 关于至少一轴可旋转且具有最小边长,其特征在于

[0313] 最小边长大于 $200[\text{mm} \cdot \text{nm}] \cdot \sin(\alpha) / \lambda$

[0314] 51. 如句子 50 的照明光学部件的多镜阵列 (MMA),其具有多镜阵列 (MMA) 的表面尺寸与多镜阵列 (MMA) 的镜的最大倾斜角值 $\sin(\alpha)$,

[0315] 其特征在于

[0316] 多镜阵列表面的尺寸由 $c \cdot \text{NA} / \sin(\alpha) \cdot \text{OF}$ 给出,

[0317] c 为常数, $0.1 < c < 1$, NA 为物场平面的照明光学部件的数值孔径, $\sin(\alpha)$ 为多镜阵列 (MMA) 的镜的最大倾斜角值,且 OF 为物场平面的照明光学部件的物场的尺寸。

[0318] 52. 如句子 51 的照明光学部件的多镜阵列 (MMA),其特征在于多镜阵列 (MMA) 的填充因子大于 10%,其为所有镜表面的表面内容的和与多镜阵列 (MMA) 的表面尺寸的比

率。

[0319] 53. 如句子 50 至 52 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于对于在 0° 与 60° 之间的入射角, 多镜阵列 (MMA) 的镜的平均反射比大于 25%。

[0320] 54. 如句子 53 的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于对于在 0° 与 60° 之间的入射角, 多镜阵列 (MMA) 镜的反射率与平均反射率的标准偏差, 以平均反射率来表达的话, 其小于 50%。

[0321] 55. 如句子 50 至 54 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于多镜阵列 (MMA) 的镜的至少一边缘厚度大于 $30\text{ }\mu\text{m}$ 。

[0322] 56. 如句子 50 至 55 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于多镜阵列 (MMA) 包括 2000 至 40,000 个之间的微镜。

[0323] 57. 如句子 50 至 56 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于多镜阵列 (MMA) 的表面范围从 2cm^2 至 80cm^2 。

[0324] 58. 如句子 50 至 57 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于多镜阵列 (MMA) 的每一单独镜可在十分之一秒、优选地在百分之一秒内被调整到一期望角度。

[0325] 59. 如句子 50 至 58 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于多镜阵列 (MMA) 的每一单独镜包括至少一电容式、压阻式或光学传感器, 以用来测量至少一镜设置或至少一镜位置。

[0326] 60. 如句子 50 至 59 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于多镜阵列 (MMA) 的多个镜具有由多边形构成的一边界。

[0327] 61. 如句子 50 至 60 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于多镜阵列 (MMA) 的多个镜具有一边界, 该边界允许多个镜以分面的方式排列。

[0328] 62. 如句子 102 至 103 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于多镜阵列 (MMA) 的多个镜具有自平面表面偏离的凹面或凸面表面。

[0329] 63. 如句子 61 至 62 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于至少一镜具有与多镜阵列 (MMA) 的另一镜不同的表面内容。

[0330] 64. 如句子 50 至 63 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于至少一镜具有与多镜阵列 (MMA) 的另一镜不同的表面曲率。

[0331] 65. 如句子 50 至 64 任一者的照明光学部件的多镜阵列 (MMA), 其特征在于至少一镜比多镜阵列 (MMA) 的另一镜具有距最近相邻镜的不同的最短距离。

[0332] 66. 用来均匀照明微光刻投射曝光设备的照明光学部件的多镜阵列的光学系统, 具有照明光束的发散度以及从光源到多镜阵列 (MMA) 的照明光方向, 其特征在于, 在光学系统后面之后的照明光方向的照明光束发散度小于在光学系统之前的照明光束发散度的五倍。

[0333] 67. 如句子 66 的光学系统, 其特征在于该光学系统包括至少一光学积分器。

[0334] 68. 如句子 67 的光学系统, 其特征在于该积分器为蜂巢式聚光器。

[0335] 69. 如句子 68 的光学系统, 其特征在于该蜂巢式聚光器具有大于 5m 的焦距。

[0336] 70. 如句子 66 至 69 任一者的光学系统, 其特征在于光学系统具有远心光束路径, 且该远心光束路径由至少一棱镜或一镜所折叠。

[0337] 71. 如句子 66 至 70 任一者的光学系统, 其特征在于该光学系统将照明光束的照明

光线不相干地叠加在多镜阵列 (MMA) 上。

[0338] 72. 如句子 71 的光学系统,其特征在于在多镜阵列 (MMA) 上照明光束的不相干叠加被在时间上修改。

[0339] 73. 如句子 72 的光学系统,其特征在于不相干叠加的时间上修改由旋转楔形板实现。

[0340] 74. 如句子 71 或 72 的光学系统,其特征在于光学系统包括用来散射的光学元件和 / 或用来混和照明光束以产生不相干叠加的光学元件。

[0341] 75. 如句子 74 的光学系统,其特征在于该散射光学元件为散射盘,其散射角小于 1mrad (HWHM),尤其小于 0.4mrad (HWHM)。

[0342] 76. 如句子 75 的光学系统,其特征在于该混和光学元件为衍射光学元件。

[0343] 77. 如句子 71 或 72 的光学系统,在光源与多镜阵列 (MMA) 之间具有光轴,

[0344] 该照明光束的照明光线,在光源与垂直光轴的多镜阵列 (MMA) 之间的平面中,具有相关于光轴的高度,

[0345] 其特征在于照明光线的相位延滞被引入为相关于光轴的照明光线的高度的函数。

[0346] 78. 如句子 77 的光学系统,其特征在于照明光线的相位延滞由光源与多镜阵列之间的光学相位元件所产生。

[0347] 79. 如句子 66 至 78 任一者的光学系统,具有光源与多镜阵列 (MMA) 之间照明光束的照明光线,多镜阵列 (MMA) 的镜具有镜表面,其特征在于该光学系统包括至少一光学装置,用来将照明光束的照明光线集中在多镜阵列 (MMA) 的镜的镜表面上。

[0348] 80. 如句子 79 的光学系统,其特征在于该光学装置包括透镜阵列和 / 或镜阵列和 / 或衍射光学元件 (DOE)。

[0349] 81. 用来调节微光刻投射曝光设备的照明光学部件的激光的照明光束的光学调节单元,该激光具有多于一个的相干激光模式与一激光输出,且该照明光束具有发散度、光线或束分布与偏振状态,其特征在于该光学调节单元修改在该激光输出与多镜阵列 (MMA) 之间的照明光束的至少发散度和 / 或光线或束分布和 / 或偏振状态。

[0350] 82. 如句子 81 的光学调节单元,其特征在于该光学调节单元包括至少一变形元件和 / 或非球面元件和 / 或具有自由形式表面的元件和 / 或 DOE。

[0351] 83. 如句子 81 的光学调节单元,其特征在于该光学调节单元包括至少一镜和 / 或分束表面。

[0352] 84. 用于微光刻生产微结构元件的方法,具有以下步骤:

[0353] - 提供一基板,在至少一些基板上施加光敏材料层,

[0354] - 提供一掩模,其包括欲成像的结构,

[0355] - 提供根据权利要求 1 项至 58 项任一项的投射曝光设备,

[0356] - 借助投射曝光设备的投射光学部件,将至少部分掩模投射在该层区域上。

[0357] 85. 微结构元件的微光刻生产的方法,具有以下步骤:

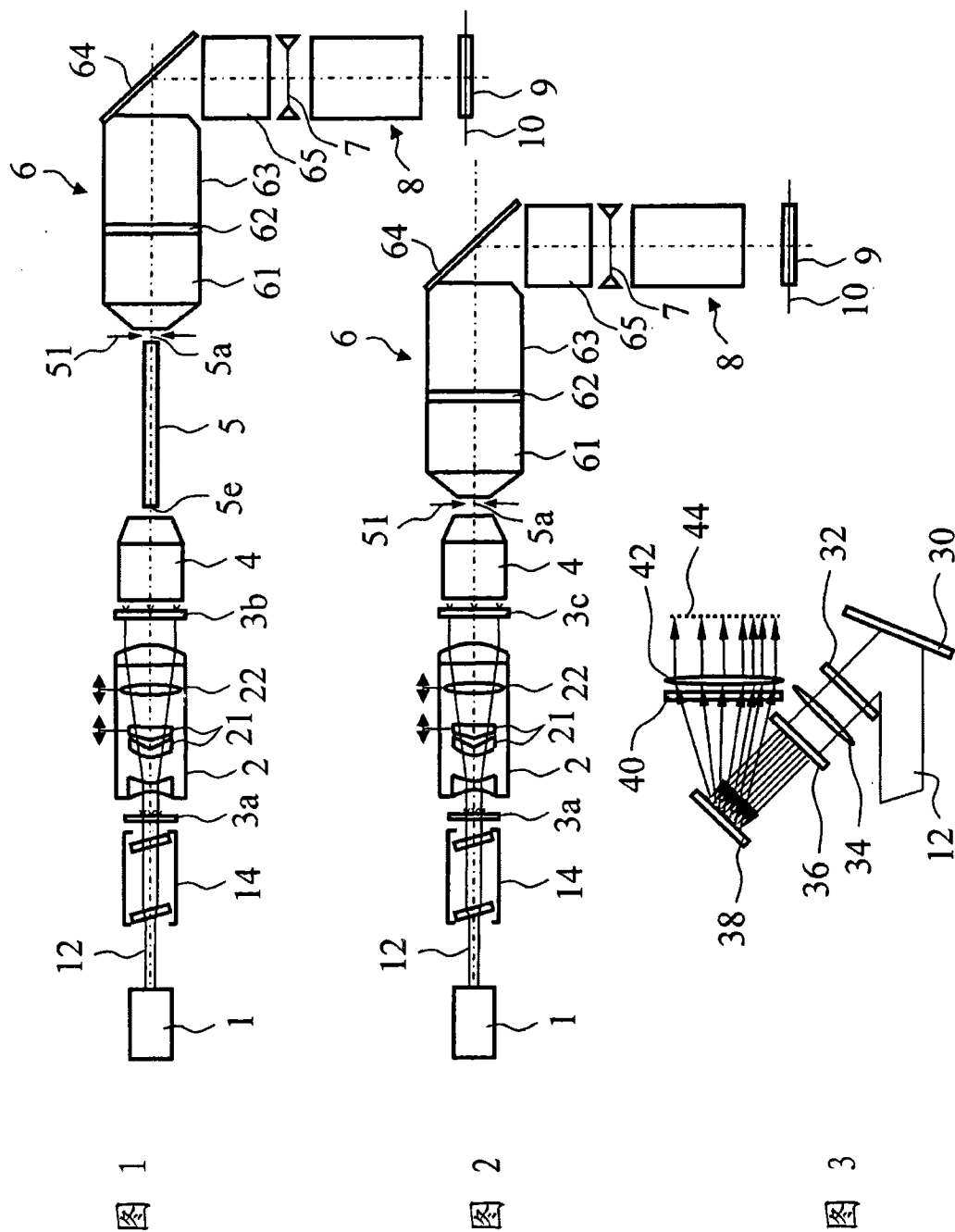
[0358] - 提供一基板,在至少一些基板上施加光敏材料层,

[0359] - 提供一掩模,其包括欲成像的结构,

[0360] - 提供根据句子 5 至 49 任一项的投射曝光设备的照明光学部件,

[0361] - 提供这样的投射曝光设备,

- [0362] - 借助投射曝光设备的投射光学部件,将至少部分的掩模投射在该层区域上。
- [0363] 86. 微结构元件的微光刻生产的方法,具有以下步骤:
- [0364] - 提供一基板,在至少一些基板上施加光敏材料层,
- [0365] - 提供一掩模,其包括欲成像的结构,
- [0366] - 提供根据句子 50 至 65 任一项的照明光学部件的多镜阵列,
- [0367] - 提供投射曝光设备的该照明光学部件,
- [0368] - 提供这样的投射曝光设备,
- [0369] - 借助投射曝光设备的投射光学部件,将至少部分的掩模投射在该层区域上。
- [0370] 87. 微结构元件的微光刻生产的方法,具有以下步骤:
- [0371] - 提供一基板,在至少一些基板上施加光敏材料层,
- [0372] - 提供一掩模,其包括欲成像的结构,
- [0373] - 提供根据句子 66 至 83 任一项的照明光学部件的光学系统,
- [0374] - 提供一投射曝光设备的该照明光学部件,
- [0375] - 提供该投射曝光设备,
- [0376] - 借助投射曝光设备的投射光学部件,将至少部分的掩模投射在该层区域上。
- [0377] 88. 微结构元件的微光刻生产的方法,具有以下步骤:
- [0378] - 提供一基板,在至少一些基板上施加光敏材料层,
- [0379] - 提供一掩模,其包括欲成像的结构,
- [0380] - 提供根据句子 81 至 83 任一项的照明光学部件的光学调节单元,
- [0381] - 提供投射曝光设备的该照明光学部件,
- [0382] - 提供该投射曝光设备,
- [0383] - 借助投射曝光设备的投射光学部件,将至少部分的掩模投射在该层区域上。
- [0384] 89. 微结构元件,其由如句子 84 至 88 任一者的方法所产生。



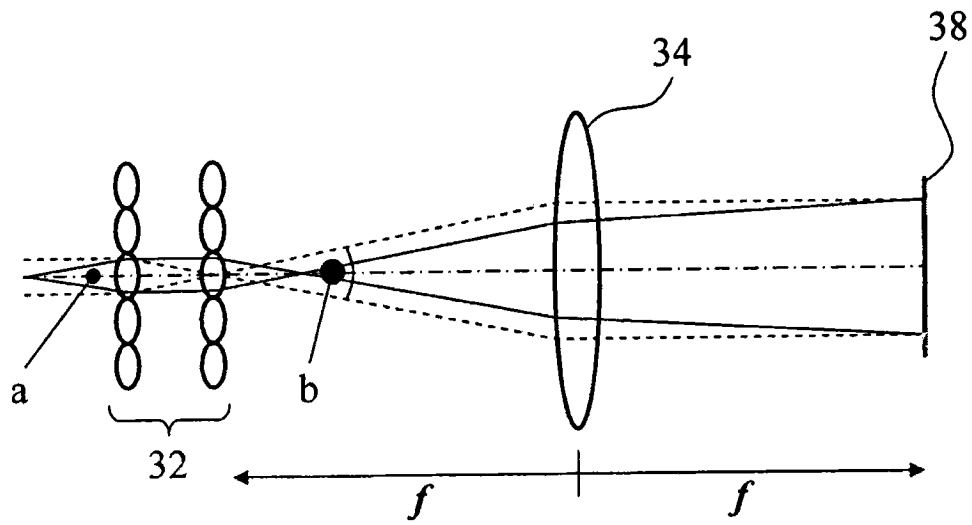


图 4

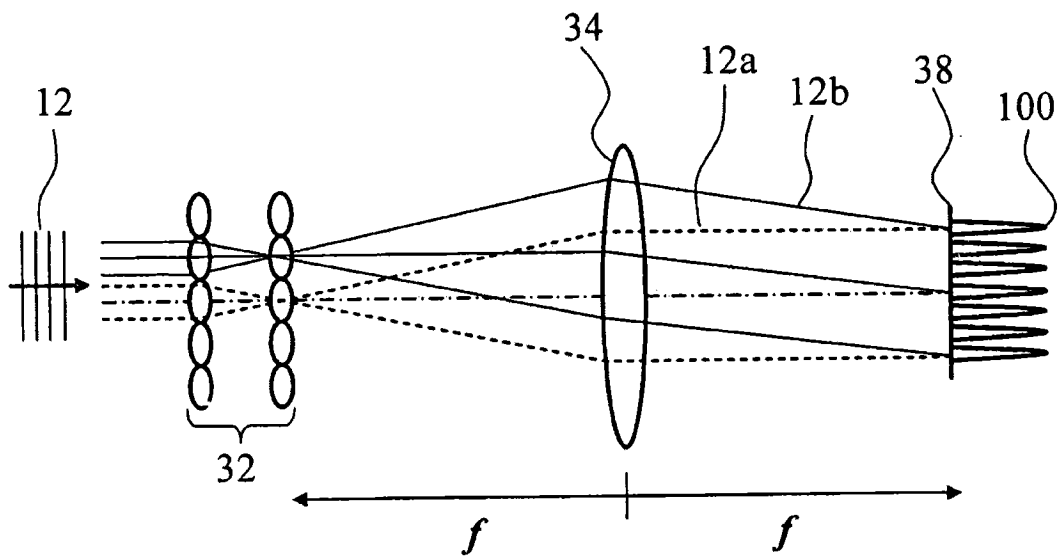


图 5

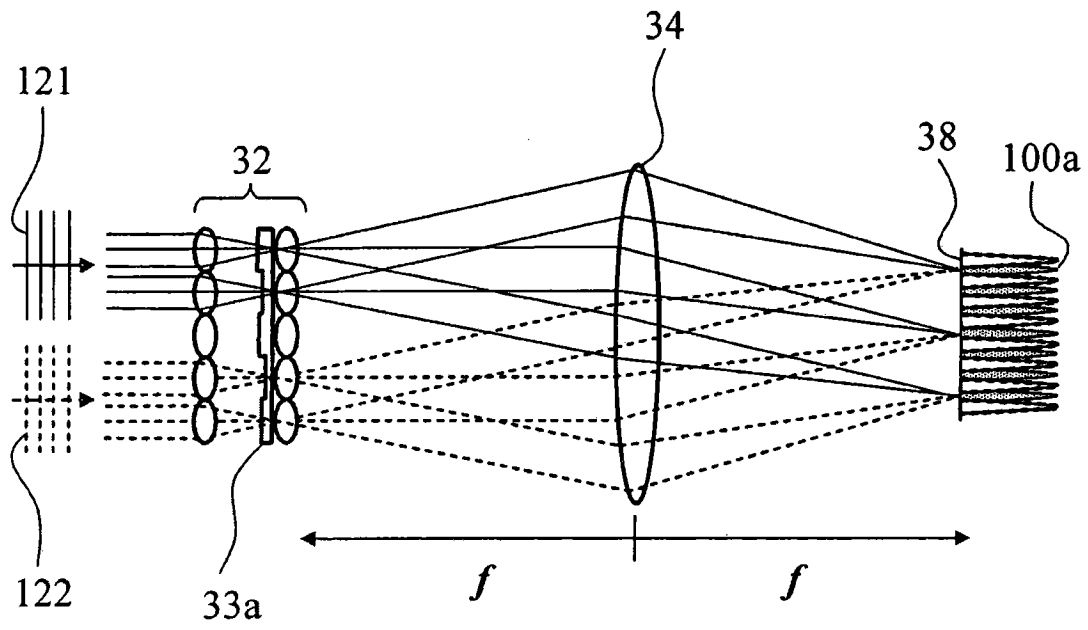


图 6

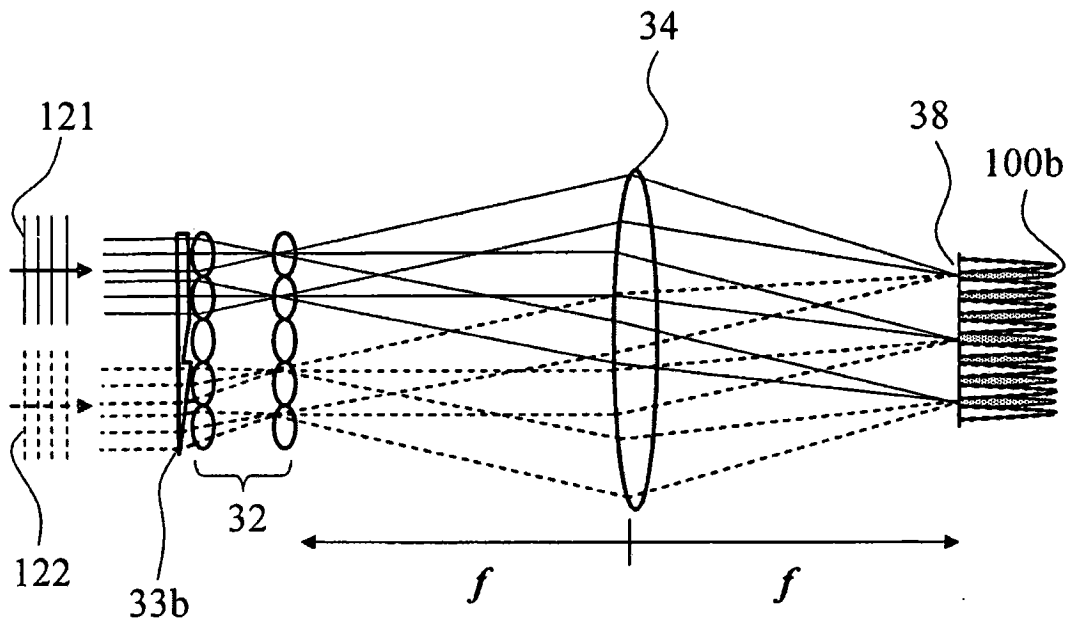


图 7

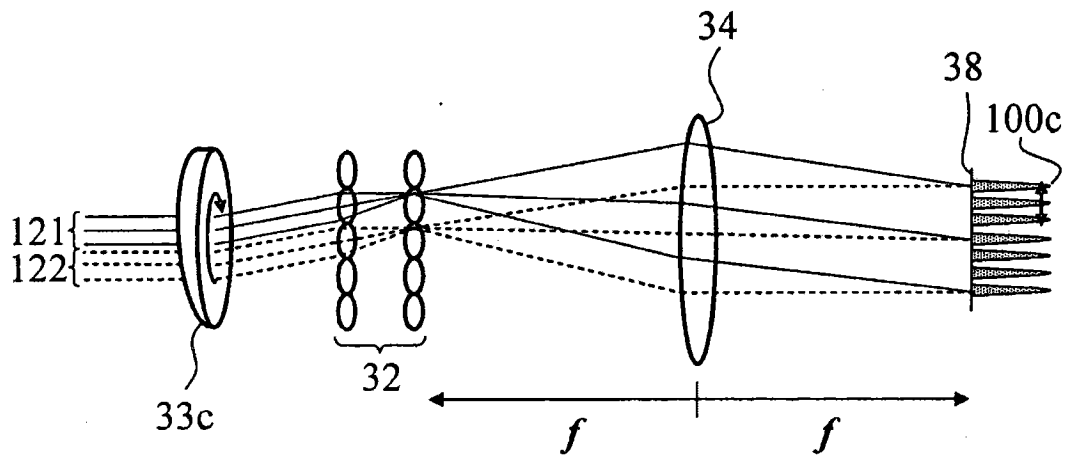


图 8

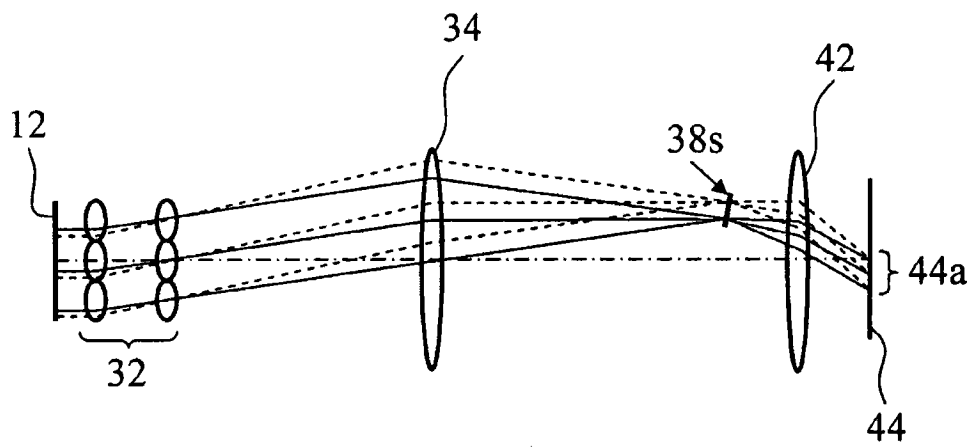


图 9

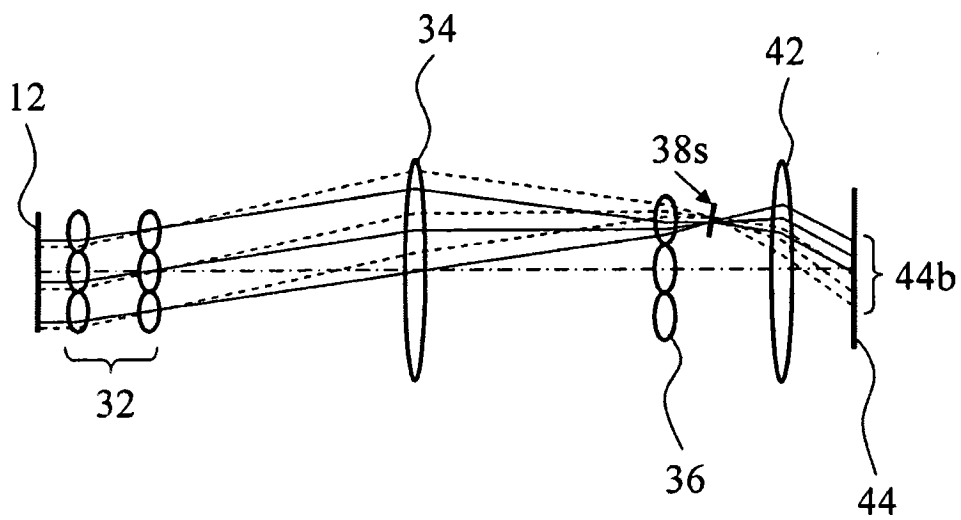


图 10

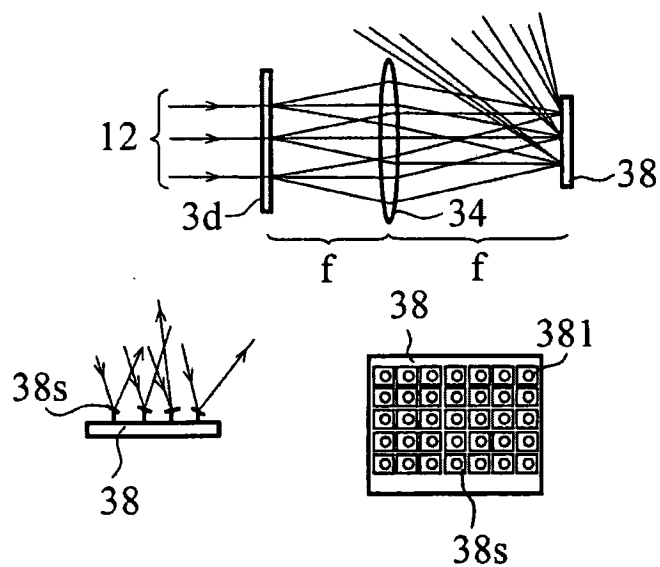


图 11

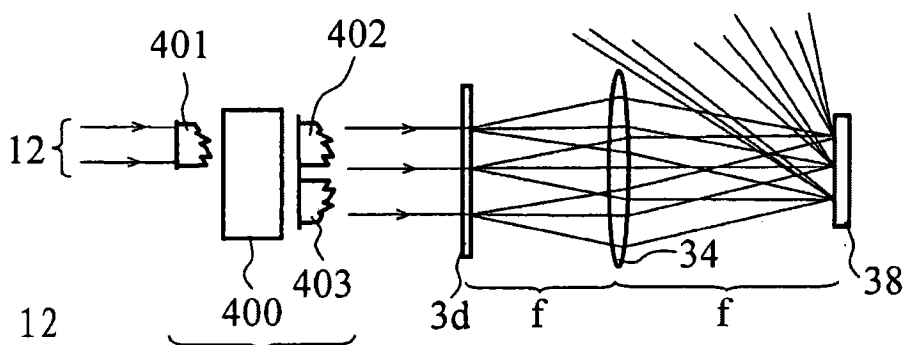


图 12

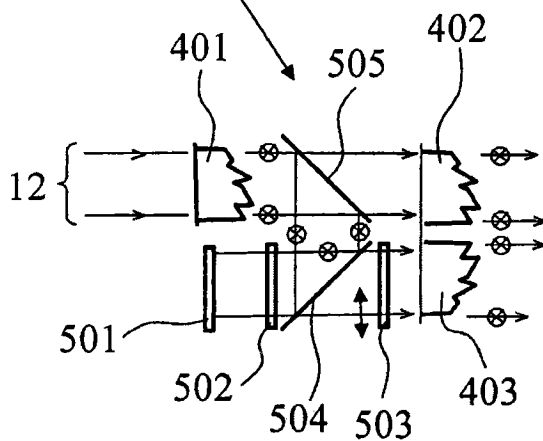


图 13

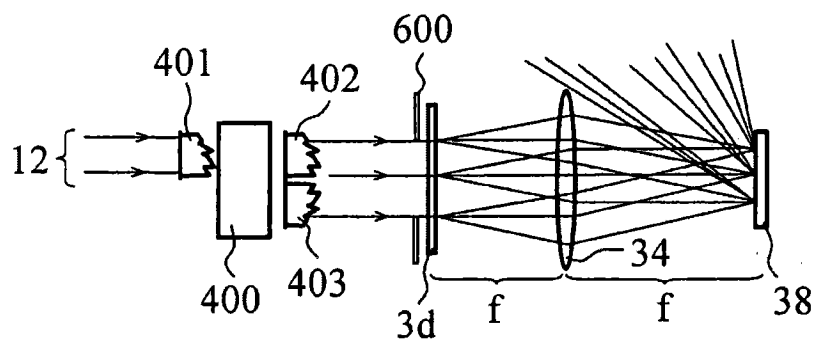


图 14

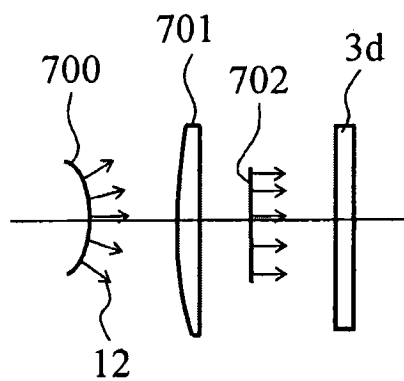


图 15

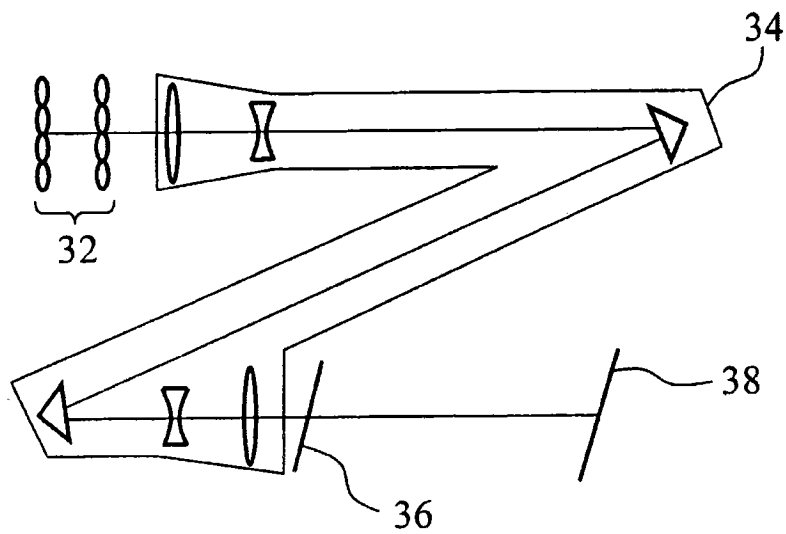


图 16

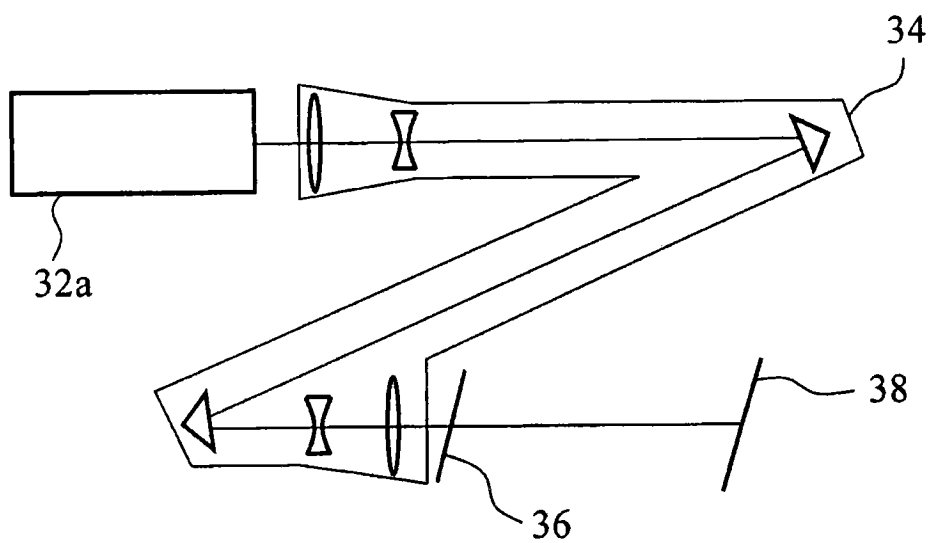


图 17

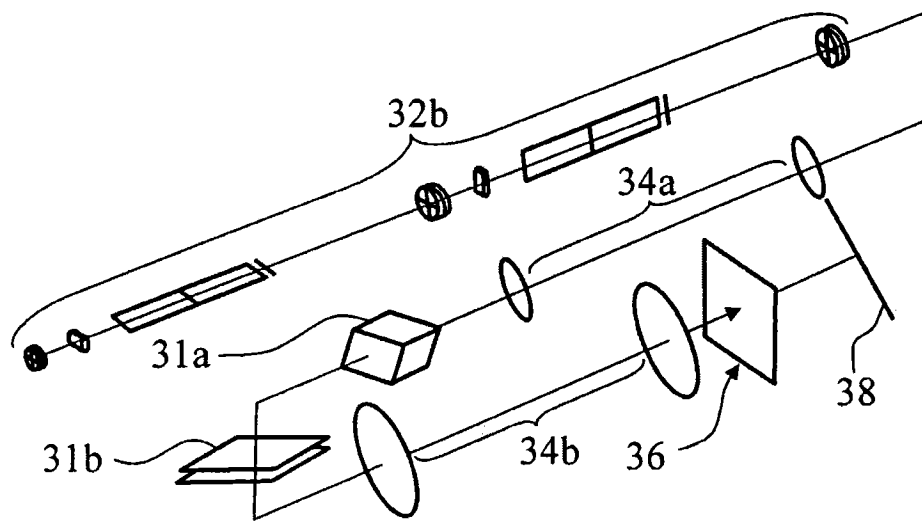


图 18

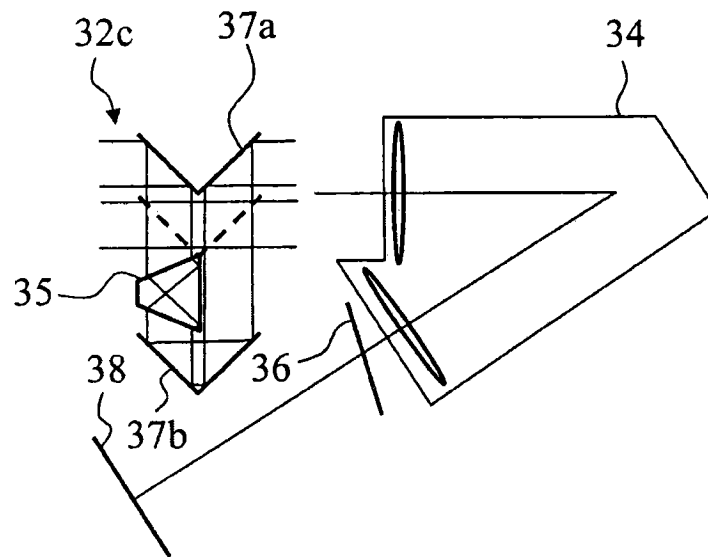


图 19

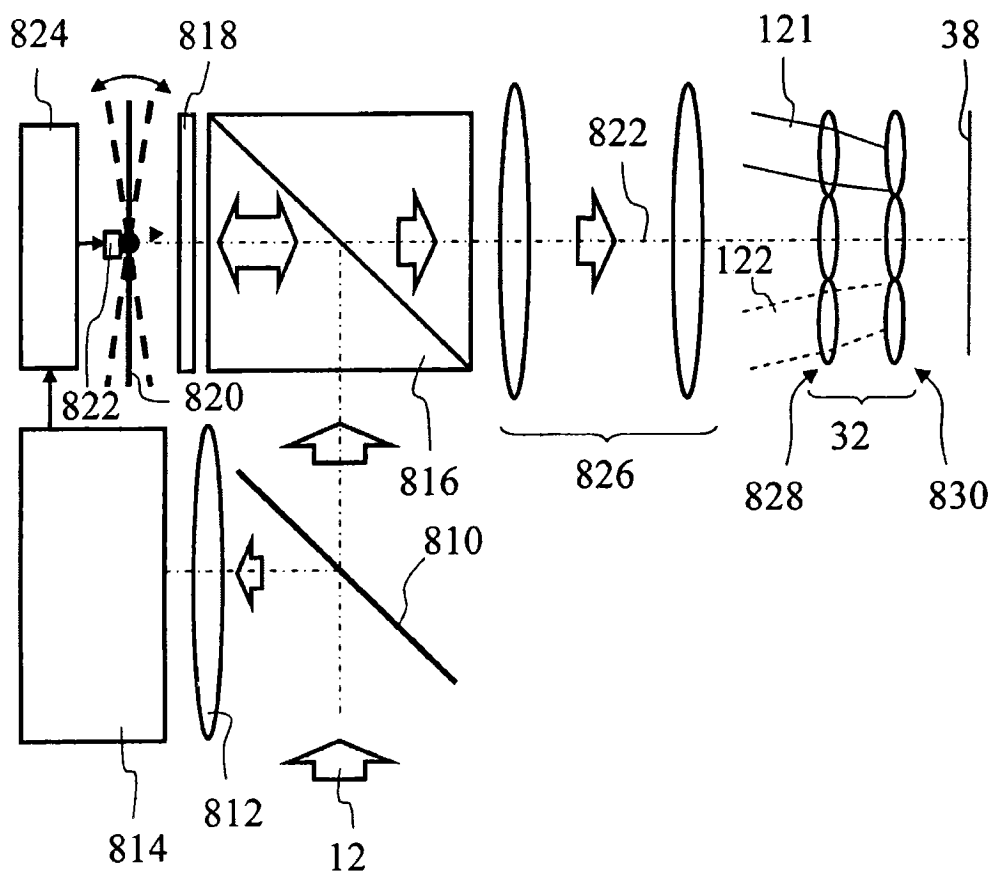


图 20

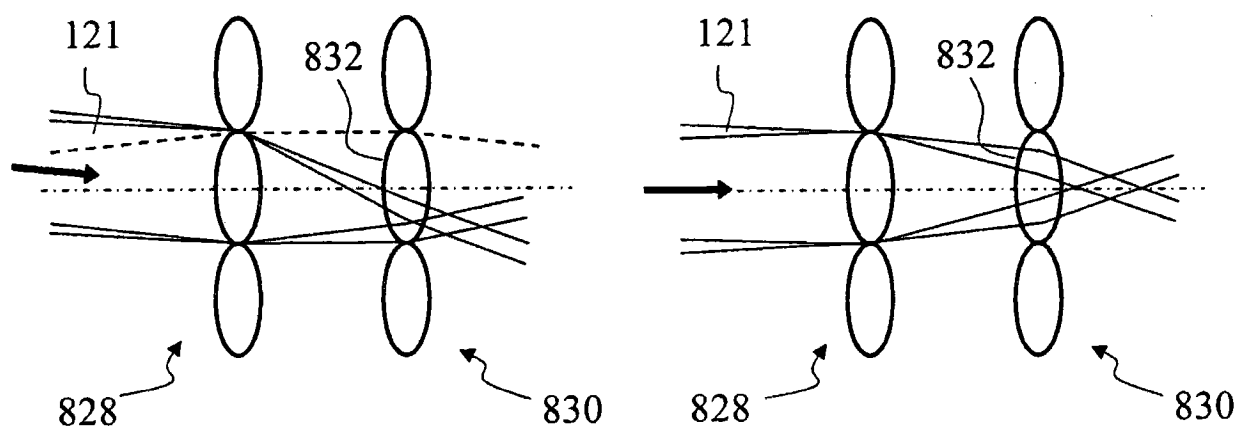


图 21

图 22

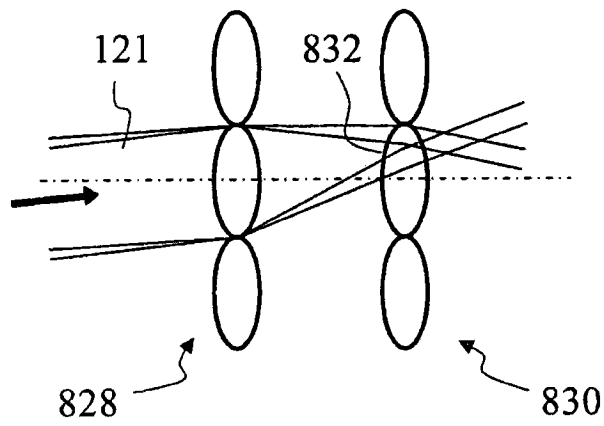


图 23

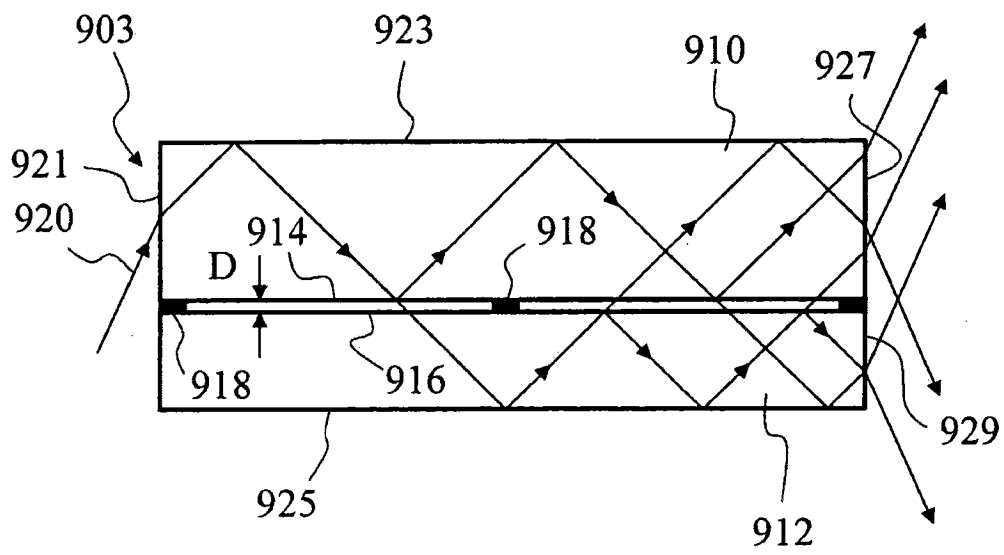


图 24

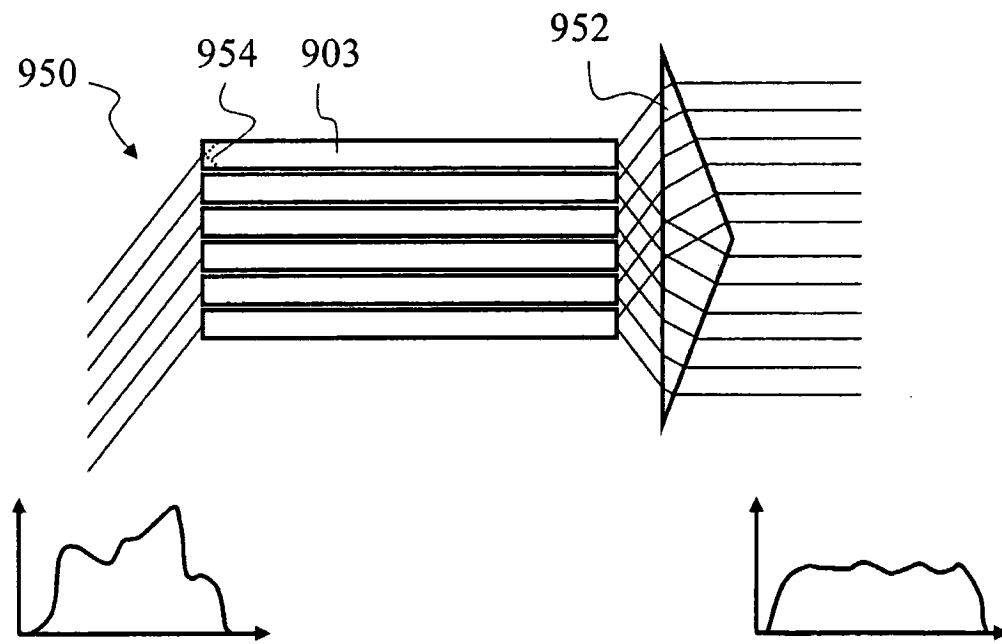


图 25

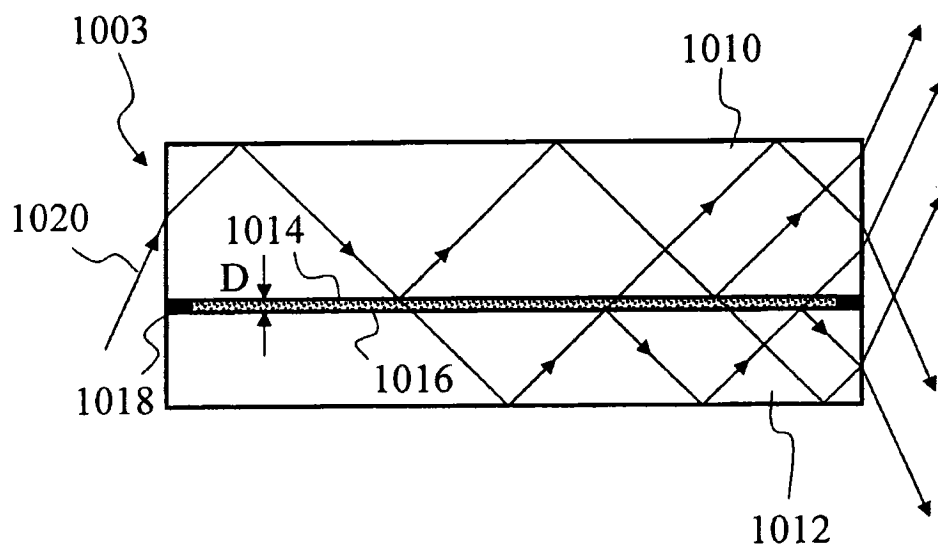


图 26

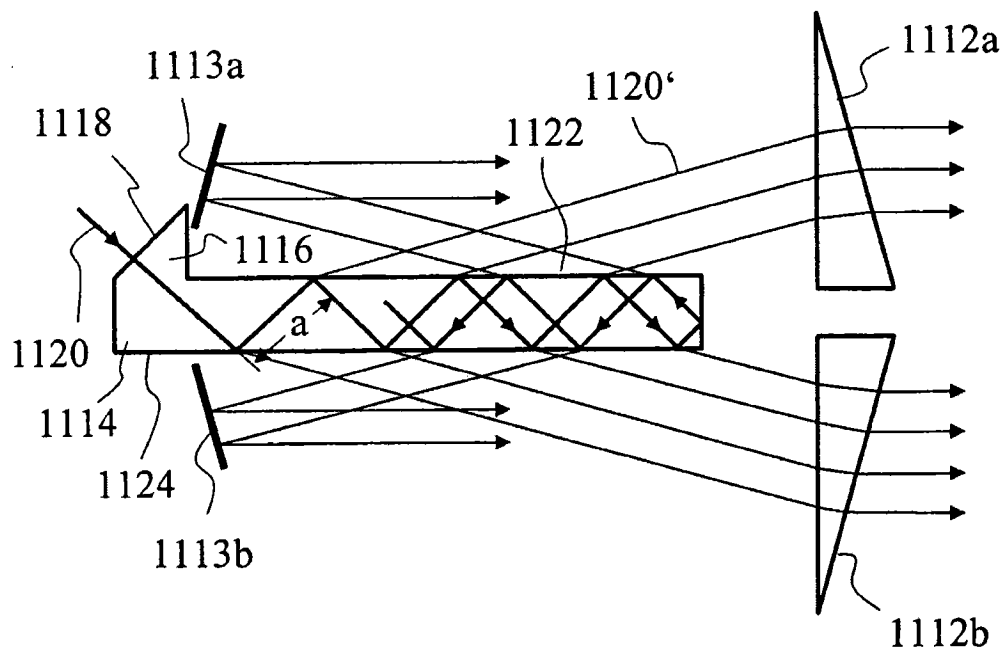


图 27