



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101297243 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 03

(21) 申请号 200680028253. 3

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

(22) 申请日 2006. 05. 23

代理人 邱军

(30) 优先权数据

60/686, 784 2005. 06. 02 US

60/790, 616 2006. 04. 10 US

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 02. 01

审查员 孙曙旭

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2006/004876 2006. 05. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02006/128613 EN 2006. 12. 07

(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 海科·费尔德曼 丹尼尔·克雷默

让-克洛德·佩林 朱利安·卡勒

奥雷利安·多多克

弗拉基米尔·卡梅诺夫

奥拉夫·康拉迪 托拉夫·格鲁纳

托马斯·奥孔 亚历山大·埃普勒

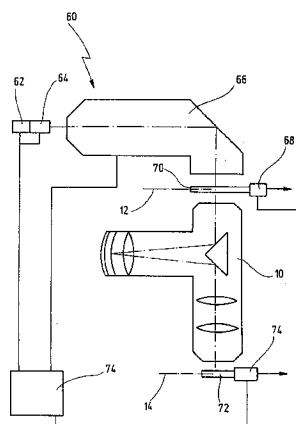
权利要求书 4 页 说明书 13 页 附图 11 页

(54) 发明名称

微光刻投影物镜

(57) 摘要

对于一种用于将布置在物平面的图案成像到像平面的微光刻投影物镜, 相对于抑制这种投影物镜中的虚光进行了描述。



1. 一种用于将布置在物平面的图案成像到像平面的微光刻投影物镜,包含多个光学元件,所述多个光学元件包括至少一个反射镜,其中,能够用于将所述图案成像到所述像平面的成像光路在所述至少一个反射镜的区域内具有相对彼此倾斜前进、在重叠区域内至少部分地彼此重叠并且在所述重叠区域外由间隙彼此间隔开的光路区段,在所述间隙内布置用于抑制虚光的至少一个遮蔽物,所述多个光学元件还包括用以形成折反射物镜的至少一个透镜。

2. 如权利要求 1 所述的投影物镜,其中,所述至少一个遮蔽物被固定在所述第一反射镜上。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的投影物镜,其中,所述多个光学元件沿一光轴布置。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的投影物镜,还包括限定系统孔径并且具有光学有效截面的孔径光阑,其中,所述光学有效截面是可调整的。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的投影物镜,其中,所述多个光学元件包括第一反射镜和至少一个第二反射镜,并且其中所述光路区段中的一个是经所述第二反射镜反射的光路区段,而所述光路区段中的另一个是经所述第一反射镜反射的光路区段,所述至少一个遮蔽物被布置在所述第一反射镜和所述至少一个第二反射镜之间的所述两个反射光路区段之间的间隙中。

6. 如权利要求 5 所述的投影物镜,其中,所述至少一个遮蔽物被固定在所述第一反射镜上。

7. 如权利要求 5 所述的投影物镜,其中,所述至少一个遮蔽物被固定在所述第二反射镜上。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的投影物镜,其中,所述至少一个遮蔽物是板或者孔径。

9. 一种用于将布置在物平面的图案成像到像平面的微光刻投影物镜,包括第一物镜部分、第二物镜部分和至少一个第三物镜部分,所述第二物镜部分限定与所述第一物镜部分中的光传播方向和所述第三物镜部分中的光传播方向不同的光传播方向,并且还包括在所述第一和第二物镜部分之间以及所述第二和第二物镜部分之间的至少一个光束偏折器、以一种方式布置在所述光束偏折器的区域内使得从所述第一物镜部分到所述第二物镜部分中的直接光泄漏减少的至少一个遮蔽物,所述光束偏折器具有彼此成角度布置的第一反射表面和第二反射表面,并且其中所述至少一个遮蔽物从所述光束偏折器的角顶点开始在所述第二物镜部分的方向上延伸。

10. 如权利要求 9 所述的投影物镜,其中,所述遮蔽物不限制所述成像光路。

11. 如权利要求 9 所述的投影物镜,其中,所述遮蔽物是板。

12. 如权利要求 9 或者 11 所述的投影物镜,其中,所述遮蔽物是吸收的或者覆有吸收层。

13. 如权利要求 9 或者 11 所述的投影物镜,其中,在所述第二和/或第二物镜部分内产生至少一个中间图像,并且其中在所述中间图像的区域内布置至少一个另一遮蔽物。

14. 如权利要求 13 所述的投影物镜,其中,所述至少一个另一遮蔽物是不限制所述成像光路的孔径。

15. 如权利要求 9 或者 11 所述的投影物镜,其中,所述第二物镜部分是折反射的。

16. 如权利要求 9 或者 11 所述的投影物镜,其中,所述第三物镜部分是屈光的。

17. 如权利要求 9 或者 11 所述的投影物镜, 其中, 所述至少一个遮蔽物能够调整位置和 / 或能够相对于它的有效截面可变地设置。

18. 如权利要求 17 所述的投影物镜, 其中, 所述遮蔽物的设置能够与限制所述成像光路的所述物镜的孔径的设置一样来执行。

19. 如权利要求 17 所述的投影物镜, 其中, 所述遮蔽物的所述设置是用于成像的像场的尺寸的函数。

20. 如权利要求 17 所述的投影物镜, 其中, 所述遮蔽物的所述设置能够作为所述照明设置的函数而执行。

21. 如权利要求 9 或者 11 所述的投影物镜, 其中, 为遮蔽来自所述物平面的外孔径光而布置至少一个又一遮蔽物。

22. 一种用于将布置在物平面的图案成像到像平面的微光刻投影物镜, 包括多个光学元件, 所述多个光学元件分别具有至少一个光学有效表面, 其中, 存在所述多个光学元件的至少一个第一光学元件, 所述至少一个第一光学元件具有至少一个第一光学工作表面, 在所述投影物镜的操作期间, 所述至少一个第一光学工作表面具有不被用于将所述图案成像到所述像平面的成像光路使用的第一表面区域, 为了抑制虚光, 所述至少一个第一光学工作表面配备有将所述第一光学工作表面的、不被所述成像光路使用的所述第一表面区域屏蔽掉的至少一个第一遮蔽物。

23. 如权利要求 22 所述的投影物镜, 其中, 所述至少一个第一遮蔽物是在紧邻所述至少一个第一光学工作表面附近布置的板。

24. 如权利要求 22 所述的投影物镜, 其中, 所述至少一个第一遮蔽物是在紧邻所述至少一个第一光学工作表面附近布置的孔径, 并且具有适于在所述孔径位置处的所述成像光路的截面形状的开口。

25. 如权利要求 24 所述的投影物镜, 其中, 所述开口基本上是矩形。

26. 如权利要求 22 所述的投影物镜, 其中, 所述至少一个第一遮蔽物是不被所述成像光路使用的第一表面区域上的遮蔽覆层。

27. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜, 其中, 所述至少一个第一遮蔽物对用于成像的所述光的波长来说是反射的。

28. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜, 其中, 所述至少一个第一遮蔽物对用于成像的所述光的波长来说是吸收的, 或者配备有吸收覆层。

29. 如权利要求 28 所述的投影物镜, 其中, 所述遮蔽物的吸收率为至少大约 95%。

30. 如权利要求 28 所述的投影物镜, 其中, 所述遮蔽物的吸收率为至少大约 98%。

31. 如权利要求 28 所述的投影物镜, 其中, 所述至少一个第一遮蔽物具有光催化的性质。

32. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜, 其中, 配备有所述至少一个第一遮蔽物的所述至少一个第一光学工作表面是近场表面, 特别是位于所述成像光路的中间图像附近或者所述像平面或所述物平面附近的表面。

33. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜, 其中, 所述至少一个遮蔽物被布置在所述物平面和所述投影物镜的第一光学元件之间, 和 / 或在所述投影物镜的最后的的光学元件和所述像平面之间。

34. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜,其中,至少一个 光学工作表面配备有所述至少一个遮蔽物的所述至少一个光学元件是反射镜。

35. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜,其中,至少一个光学工作表面配备有所述至少一个遮蔽物的所述至少一个光学元件是透镜。

36. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜,其中,所述至少一个第一遮蔽物能够调整位置和 / 或能够相对于它的有效截面可变地设置。

37. 如权利要求 36 所述的投影物镜,其中,所述至少一个第一遮蔽物的设置能够与限制所述成像光路的所述投影物镜的孔径的设置一样来执行的遮蔽覆层。

38. 如权利要求 36 所述的投影物镜,其中,所述至少一个第一遮蔽物的所述设置是用于成像的像场的尺寸的函数。

39. 如权利要求 36 所述的投影物镜,其中,所述至少一个第一遮蔽物的所述设置能够作为所述照明设置的函数而执行。

40. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜,其中,所述多个光学元件具有至少一个另一光学元件,所述至少一个另一光学元件具有至少一个另一光学工作表面,在所述投影物镜的操作期间,所述至少一个另一光学工作表面具有不被用于将所述图案成像到所述像平面的成像光路使用的另一表面区域,所述至少一个另一光学工作表面配备有将所述另一光学工作表面的、不被所述成像光路使用的所述另一表面区域屏蔽掉的至少一个另一遮蔽物。

41. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜,其中,所述多个光学元件包括至少两个反射镜。

42. 如权利要求 41 所述的投影物镜,其中,所述多个光学元件包括至少四个反射镜。

43. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜,其中,它被设计成浸没物镜。

44. 如权利要求 22 到 26 中任何一项所述的投影物镜,其中,布置至少一个另一遮蔽物,用来遮蔽来自所述物平面的外孔径光。

45. 一种用于将布置在物平面的图案成像到像平面的微光刻投影物镜,包括多个光学元件、第一瞳平面和至少一个第二瞳平面、至少布置在所述第一瞳平面附近的限定系统孔径的第一孔径光阑,还包括至少一个第二孔径光 阑,所述至少一个第二孔径光阑由所述多个光学元件中的光学元件上的非透射性覆层形成。

46. 如权利要求 45 所述的投影物镜,其中,所述至少一个第二孔径光阑被布置在所述第一或者第二瞳平面附近。

47. 如权利要求 46 所述的投影物镜,其中,所述至少一个第二孔径光阑被布置在所述至少一个第二瞳平面内。

48. 如权利要求 45 到 47 中任何一项所述的投影物镜,其中,所述至少一个第二孔径光阑是固定的孔径光阑。

49. 如权利要求 45 到 47 中任何一项所述的投影物镜,其中,所述至少一个第一孔径光阑相对于它的有效截面是可调整的。

50. 如权利要求 45 到 47 中任何一项所述的投影物镜,其中,所述至少一个第二孔径光阑由布置在所述多个光学元件的两个相邻的元件之间的板形成。

51. 如权利要求 45 到 47 中任何一项所述的投影物镜,其中,所述多个光学元件的光学

元件的至少一个具有非球面光学工作表面。

52. 如权利要求 45 到 47 中任何一项所述的投影物镜,其中,在像方具有大于大约 0.8 的数值孔径。

53. 如权利要求 45 到 47 中任何一项所述的投影物镜,其中,在像方具有大于大约 1 的数值孔径。

54. 如权利要求 45 至 47 中任何一项所述的投影物镜,其中,对所述至少一个第二孔径光阑离最靠近所述像平面的所述瞳平面的距离 L 进行选择,使得 $0.5D < L < 2D$,其中 D 是所述多个光学元件中的具有所述光学元件的最大直径的光学元件的直径。

55. 如权利要求 45 到 47 中任何一项所述的投影物镜,具有在所述第一瞳平面和所述至少一个第二瞳平面之间的至少一个中间图像平面。

56. 一种具有如权利要求 1 到 55 中任何一项所述的投影物镜的微光刻投影曝光机。

57. 一种用于制造半导体元件和其它微细结构的组件的方法,其中,提供一种具有规定图案的掩模,用规定波长的紫外光照射所述掩模,并且通过如权利要求 1 到 55 中任何一项所述的投影物镜将所述图案成像到布置在所述投影物镜的像平面的区域内的光敏衬底上。

微光刻投影物镜

背景技术

[0001] 本发明涉及用于将布置在物平面中的图案成像到像平面中的微光刻投影物镜。

[0002] 本发明还涉及具有这种投影物镜的投影曝光机。

[0003] 本发明此外还涉及用于制造半导体元件和其它微细结构的组件的方法。

[0004] 微光刻投影物镜用在制造半导体元件和其它微细结构的元件的投影曝光机中,特别是用在晶片扫描器和晶片步进机中。这种投影曝光机用作将从光掩模或者分度线——其通常设计为掩模或者分划线——获得的图案投影到覆有具有非常高的分辨率的光敏层的物体(衬底)上。在该情况下,该掩模被布置在物平面中,而该衬底被布置在投影物镜的像平面中。

[0005] 公知的投影物镜是那些为折射性和反射性光学元件的组合,特别是透镜和反射镜的组合的投影物镜。这种投影物镜指的是折反射的。

[0006] 文献 DE 101 27 227 A1 公开了折反射投影物镜的实例。从文献 W02004/019128 A2 可以获得折反射投影物镜的另一实例。

[0007] 例如, DE 101 27 227 A1 所公开的折反射投影物镜,从物平面开始具有第一物镜部分和与之相邻的第二物镜部分、和与之相邻的第三物镜部分。在从第一物镜部分到第二物镜部分的过渡中,光束通过在那里由第一折叠式反射镜形成的光束偏折器而发生偏折。第二物镜部分具有凹面镜,其将光再逆反射回该光束偏折器,并且该光束偏折器从在第二物镜部分到第三物镜部分的过渡处具有另一折叠式反射镜,之后将光引导到第三物镜部分。这两个折叠式反射镜彼此成大约 90° 的角度。此外,就这种公知的投影物镜来说,将光学布置构造成在第三物镜部分内产生中间图像。

[0008] 在本发明涵盖的范围内,光束偏折器不仅可由折叠式反射镜形成,而且光束偏折器能够具有,例如,分束器立方体或者其它适于进行光束偏折的光学元件。

[0009] 就具有光束偏折的投影物镜来说,可能产生的问题是,通过投影物镜的光有一部分在光束偏折器处直接从第一物镜部分泄漏到第三物镜部分而忽略掉第二物镜部分。因此,这种杂散光或者虚光(false light)不会穿过投影物镜的所有的光学元件,并且因而不能将布置在投影物镜的物平面的图案正确地成像到投影物镜的像平面中,因为投影物镜被设计成使得仅仅以规定次序穿过所有的光学元件的光才能够对正确成像起作用。

[0010] DE 101 27 227 A1 提出:为了减少杂散光或者虚光,在中间图像的区域布置杂散光光阑。然而,这并不能有效地缓解,仍然较少消除从第一物镜部分进入第三物镜部分的部分直接光泄漏的问题。

[0011] 如上面已经所述的,微光刻投影曝光机被设计成步进机或者扫描器。就步进机来说,在固定的晶片上曝光方形或者矩形场。圆形场具有不能利用完整晶片表面的结果,因此在用于半导体大规模制造的设备中不被使用。

[0012] 就扫描器来说,图案(分划线)和晶片移动,在晶片和分划线上曝光的场为方形或者矩形。在半导体的大规模制造中优选使用扫描器。

[0013] 尽管矩形场的形状由于后面的处理步骤是优选的,特别是在将晶片分划成单片

时,但是由于制造设计,步进机和扫描器中使用的投影物镜通常由圆形透镜元件构造。

[0014] 就矩形场曝光来说,也会出现对投影图案的成像不起作用的虚光。除了具有光束偏折的投影物镜的上述结果之外,就虚光从一个物镜部分泄漏到另一个物镜部分而忽略掉特定的物镜部分来说,通常虚光还能够产生于各个透镜表面和晶片的图案(分划线)表面处的反射,即使在透镜表面上使用了抗反射层,这种反射也不会消失。虚光还因透镜表面和透镜内的散射而产生。

[0015] 不考虑特别的原因,虚光一旦到达晶片上,由于由曝光工艺所成像的结构因虚光背景而加宽,虚光就会干扰平版印刷工艺。换句话说,在投影物镜中传播并且到达投影物镜的像平面的虚光会干扰成像到像平面的图案的对比度。

[0016] 如上面已经所述的,投影物镜仅仅在能够用于成像的成像光路以预定的顺序穿过所有光学工作表面时其功能才能正确地发挥作用。由于虚光不穿过投影物镜的所有光学工作表面,或者虚光实际上穿过投影物镜的所有光学工作表面是以不同于正确成像所需的次序进行的,因此虚像产生在投影物镜中。对于到达晶片的虚光,必须要发生偶数次的额外反射。该额外反射始于被设计成折射的透镜表面处的反射。之后,所述光能够在其它透镜表面逆反射,或者,对于折反射投影物镜来说,是在反射镜上逆反射。

[0017] 将属于该新颖的光路的光学系统叫做“扩展”光学系统。这种“扩展”系统成像就如实际的投影物镜一样。对该成像起作用的虚光无疑减弱了,因为其主要因多数还具有用于减少反射的层的折射表面上的反射而产生。

[0018] 投影物镜的“扩展”光学系统按晶片的方向引导虚光,使得虚像产生在投影物镜的像平面附近。

[0019] 无论如何,投影物镜中的虚光恶化了投影物镜的成像性质,使得对投影物镜来说,需要尽可能有效地抑制虚光。

[0020] 微光刻投影物镜中的另一个问题的产生是与提供整个所用场中一致的孔径的需求相连的。在微光刻的投影物镜中,如同公知的,例如渐晕在拍摄物镜中是不想要的。在现有技术公知的投影物镜中,普遍在投影物镜的瞳平面中提供单个孔径光阑。然而,存在一些光学设计,其中单个孔径光阑不能保证在整个所用场中有想要的一致一致的孔径。

[0021] 在场中不一致的孔径的原因在于存在一些光线,它们以一个大于投影物镜的设计孔径的孔径从物平面开始,然后因强烈的像差而使得它们实际的瞳平面与属于其孔径等于或者小于该设计孔径的光线的瞳平面间隔开。因而,如果光学元件在穿过到光传播的方向上具有足够的延伸,这些所谓的外孔径(over-aperture)光线不一定被系统孔径光阑屏蔽掉,而能够到达像平面。这些外孔径光线通常被强烈地发散,然后,当到达像平面时,会干扰像场的均匀性。

[0022] 在前面提及的问题之外或者与这些问题无关,在微光刻投影物镜中的目的就是能够屏蔽掉投影物镜的光路中的光,使得像平面处于完全未曝光状态。这样做的动机可以是为了获得透镜加热校正的信息而测量衍射强度分布。此外,在曝光工艺的中断期间,可以想象得到,例如,如果需要的话,为了使尽可能一致和旋转对称的投影物镜产生加热,要给投影物镜供应对用于成像的光来说是补充的照明。

发明内容

[0023] 本发明的目的是提供一种开始提及的类型的微光刻投影物镜,其中通过对杂散光或者虚光进行更有效的抑制而改善其成像性质。

[0024] 本发明的另一目的是提供一种具有这种投影物镜的投影曝光机,以及借助于这种投影物镜的辅助制造半导体元件的方法。

[0025] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于将布置在物平面的图案成像到像平面的微光刻投影物镜,包括第一物镜部分、第二物镜部分和至少一个第三物镜部分,该第二物镜部分限定了与第一物镜部分中的光传播方向和第三物镜部分中的光传播方向不同的光传播方向,并且还包括位于第一和第二物镜部分之间以及位于第二和第三物镜部分之间的至少一个光束偏折器和以一种方式布置在该光束偏折器件的区域内使得从第一物镜部分到第三物镜部分中的直接光泄漏至少减少的至少一个遮蔽物。

[0026] 通过在该光束偏折器的区域内提供遮蔽物,能够避免从第一物镜部分到第三物镜部分而忽略第二物镜部分的直接光泄漏。该遮蔽物使直接通过该光束偏折器从第一物镜部分泄漏到第三物镜部分且可能对将该图案伪造(falsify)成像到该像平面起作用的反射变为无害的。通过在该光束偏折器的区域内提供该至少一个遮蔽物,至少减少像平面中杂散光或者虚光的部分。

[0027] 该遮蔽物应该优选被布置和/或设计成使得它不会限制该成像光路。

[0028] 为根据本发明的投影物镜提供的遮蔽物不同于通常为这种投影物镜提供的系统孔径光阑或者孔径光阑。系统孔径光阑限制成像光路,然而,当该遮蔽物被设计为孔径或者没有开口的遮板时,该遮蔽物应该尽可能的不约束或者减少用于成像的光的部分。

[0029] 如果,如已知的投影物镜中的,光束偏折器具有彼此成角度布置的第一反射表面和第二反射表面,该至少一个遮蔽物从该光束偏折器的角顶点开始在第二物镜部分的方向上延伸,也即部分地进入所述第二物镜部分。

[0030] 在该情况下,该遮蔽物优选是板,优选由例如吸收金属的吸收材料制成。或者,该吸收也可以通过板上的吸收层来实现。理想地,将该吸收性质调整到所使用的光的波长。

[0031] 除该遮蔽物之外,在该光束偏折器的区域内,只要该投影物镜在第二和/或第三物镜部分中产生至少一个中间图像,就另外优选在该中间图像的区域布置至少一个另一杂散光遮蔽物。

[0032] 以这种方式,还可以减少进入到该像平面并且恶化该图案在像平面中的图像的杂散光和虚光部分。

[0033] 布置在中间图像区域内的遮蔽物优选是不会限制成像光路的杂散光光阑。

[0034] 此外,优选该至少一个杂散光遮蔽物能够调整位置和/或相对于它的有效截面是可变的。

[0035] 在该情况下,有利的是,通过调整该至少一个杂散光遮蔽物的有效截面的位置和/或设置,例如,通过扩大或者减小例如以板为形式的遮蔽物,能够对各个投影物镜来优化杂散光的减少,在成像光路受限的该优化处理至少基本上不受该至少一个杂散光遮蔽物的位置的调整或者其有效截面的设置的限制或约束。

[0036] 将杂散光遮蔽物的位置的调整和/或其有效截面的设置优选执行为照明模式(设置)、所用的该物场尺寸的孔径的函数。

[0037] 如上面已经提及的,前面说到的杂散光光阑仅仅具有减少投影物镜中的杂散光或

者虚光量的功能,而不会限制成像光路。

[0038] 根据本发明的投影物镜尤其是折反射投影物镜,其中第二物镜部分是例如折反射(catadioptric)的,而第三物镜部分是屈光(dioptric)的,因而后者仅仅由折射的光学元件构造而成。

[0039] 根据本发明另一方面,提供了一种用于将布置在物平面的图案成像到像平面的微光刻投影物镜,包括多个光学元件,所述多个光学元件分别具有至少一个光学工作表面,其中存在多个光学元件的至少一个第一光学元件,该至少一个第一光学元件具有至少一个第一光学工作表面,在该投影物镜的操作期间,该至少一个第一光学工作表面具有不被用于将该图案成像到该像平面的成像光束使用的第一表面区域,为了抑制虚光,该至少一个第一光学工作表面配备有屏蔽掉第一光学工作表面的、不被该成像光路使用的第一表面区域的至少一个第一遮蔽物。

[0040] 本发明这个方面的基本思想是,就特别是用于被设计成步进机/扫描器的投影曝光机中的那些投影物镜以及在晶片上方形或者矩形场被曝光来说,一些可以是透镜或者反射镜的光学元件在它们的整个表面不被成像光路使用。这里为了避免投影物镜中虚光的传播,就根据本发明的投影物镜来说,要将至少一个,优选是很多光学元件,尤其是透镜的未使用的表面区域通过至少一个遮蔽物来屏蔽掉,使得虚光不能传播通过这些光学元件的不被成像光路使用的表面区域。由此可以实现对虚光的有效抑制。

[0041] 在该情况下,优选在至少一个第一遮蔽物是在紧邻所述至少一个第一光学工作表面附近布置的板或者孔径光阑时,所述孔径光阑具有优选适于该孔径位置处的成像光路的截面形状的开口。

[0042] 以板或者具有开口的孔径光阑作为遮蔽物具有如下优点,即板或者孔径能够具有可移动的设计,因此可以通过适当地定位该板或者孔径而优化虚光的抑制。此外,通过借助于简单的装置,该孔径光阑也可以从用于全场照明的投影物镜中拿走。

[0043] 当该至少一个遮蔽物是具有开口的孔径光阑的时候,该开口基本上优选为矩形。

[0044] 借助于该措施,以孔径光阑为形式的该至少一个遮蔽物最佳地适于诸如步进机和扫描器中存在的矩形成像光路。

[0045] 特别优选地,该至少一个第一遮蔽物是该光学元件的该至少一个第一光学工作表面的未被成像光路使用的第一表面区域上的遮蔽覆层。

[0046] 这个措施的优点在于:这种覆层能够在制造该光学元件的时已经提供,这样可以通过计算预先确定光学元件的有用的表面区域。

[0047] 不考虑该至少一个遮蔽物是否是以板或者孔径光阑为形式或者以覆层为形式来提供的,此外,优选使该至少一个第一遮蔽物对用于成像的光的波长是反射的。

[0048] 或者,在对虚光进行反射之外,此外,优选使该至少一个第一遮蔽物对用于成像的光的波长是吸收的,或者其设有吸收覆层。

[0049] 吸收虚光相对反射虚光的优点在于对虚光的抑制甚至更为有效。

[0050] 遮蔽物的吸收率优选为至少大约 95%,优选为至少大约 98%。

[0051] 以这种方式,通过吸收以特别有效的方式抑制虚光,并且大大避免了有害的闪光。

[0052] 此外,就吸收的遮蔽物来说,该至少一个第一遮蔽物优选具有光催化性质。

[0053] 利用光催化性质,就可以使用该至少一个遮蔽物,其为以板或者孔径光阑为形式

或者以该至少一个光学元件的表面上覆层为形式,此外,有利的是分解遮蔽物的表面上的被吸收的物质,或者支持该分解。诸如烃类的有害物质的光催化分解减小了投影物镜的气体空间内这种物质的浓度,并且由此防止了诸如得以需要减少透射或者反射的物质沉淀到例如投影物镜的透镜或者反射镜的有用区域上。

[0054] 在另一个优选改进中,配备有该至少一个第一遮蔽物的该至少一个第一光学工作表面是近场表面,尤其是位于成像光路的中间图像附近或者像平面或物平面的附近的表面。

[0055] 比较投影物镜的其它光学元件,布置在场,尤其是在中间图像附近的光学元件仅仅具有小的光学所用表面,而光学表面的大部分对于成像光路是无用的。确实,这种元件因此特别适于抑制虚光,尤其在那些元件配备有以覆层为形式的遮蔽物时。特别地,能够将遮蔽物设置在物平面和第一透镜之间和/或最后的透镜和像平面之间。

[0056] 其至少一个光学有效表面配备了至少一个遮蔽物的光学元件可以是反射镜或者别的透镜。

[0057] 此外,就根据本发明第一方面的投影物镜来说,优选地,该至少一个第一遮蔽物能够调整位置和/或能够相对于它的有效截面进行可变的设置。

[0058] 同样又优选地,该至少一个第一遮蔽物的设置能够与限制成像光路的投影物镜的孔径的设置一样来执行。

[0059] 在该情况下,该至少一个第一遮蔽物的设置优选是用于成像的像场的尺寸的函数,如在这种情况下,对具有用在步进机或者扫描器中的投影物镜尤其如此。

[0060] 至少一个第一遮蔽物的设置优选作为照明设置的函数来执行。

[0061] 将照明设置理解为所用场的尺寸以及用于照射分划线(图案)的光的角度分布。

[0062] 如在折反射投影物镜的情况一样,有利地使用本发明的第二方面,尤其是对那些在分划线和晶片之间产生中间图像的投影物镜。

[0063] 在这种情况下,多个光学元件具有至少一个另一光学元件,该至少一个另一光学元件具有至少一个另一光学工作表面,在该投影物镜的操作期间,该至少一个另一光学工作表面具有不被用于将该图案成像到该像平面的成像光束使用的另一表面区域,该至少一个另一光学工作表面配备有屏蔽掉另一光学工作表面的、不被该成像光路使用的另一表面区域的至少一个另一遮蔽物。

[0064] 其光学工作表面仅由用于对配备有遮蔽物,特别是以覆层为形式的遮蔽物的晶片上的分划线进行成像的成像光路区段地使用的光学元件越多,虚光越能得到更有效的控制,从而进一步改善投影物镜的成像性质。

[0065] 有利地使用本发明的第二方面,尤其在其多个光学元件具有至少两个反射镜或者至少四个反射镜的投影物镜的情况下。

[0066] 此外,本发明不仅能够应用于所谓的干物镜,而且能够应用于浸没物镜,在该浸没物镜中,在晶片和投影物镜的端元件之间存在用于减小光的有效波长以及用于增加数值孔径的浸液。

[0067] 根据本发明的又一方面,提供一种微光刻投影物镜,其用于将布置在物平面的图案成像到像平面的,并且包括多个光学元件,该多个光学元件包括至少一个反射镜,其中能够用于将图案成像到像平面的成像光路在该至少第一反射镜的区域内具有相对彼此倾斜

前进并且在重叠区域内至少部分地彼此重叠且在该重叠区域外由间隙彼此间隔开的光路区段,在该间隙内布置有助于抑制虚光的至少一个遮蔽物。

[0068] 本发明这个方面的基本思想是,对于具有至少一个反射镜的折反射投影物镜,由于至少一个反射镜的反射,因此存在成像光路至少部分重叠的光路区段,但是在重叠区域外部分离前进并且然后它们之间留下自由的不容否认的窄隙。

[0069] 这种光路区段尤其在具有光路重复通过其中的光学元件的折反射投影物镜碰到。

[0070] 根据本发明的第三方面,为了抑制虚光的传播,正好在这个间隙中引入遮蔽物。用于抑制虚光的该遮蔽物由此填充了两个光束或者光路区段之间的空间。该遮蔽物在该情况下不会干扰正确的成像光路,但是能够防止虚光在该间隙外传播。

[0071] 本发明的第三方面尤其能够有效地应用于这样的投影物镜中:其多个光学元件包括至少一个第一和至少一个第二反射镜,光路区段中的一个经第二反射镜反射的光路区段,而光路区段中的另一个是经第一反射镜反射的光路区段,该至少一个遮蔽物布置在该第一反射镜和该至少一个第二反射镜之间。

[0072] 有利的是,在该情况下布置在这两个反射镜之间的该遮蔽物能够在两侧起作用,这特别是根据这个事实:朝着第二反射镜传播的光束受阻于该遮蔽物的像方,而通过该遮蔽物的光束在第二反射镜反射后受阻于该遮蔽物的物方。

[0073] 遮光效果也能够通过在这两个反射镜之间的空间内相继引入许多遮蔽物来实现。

[0074] 优选地,可以提供板或者具有开口的孔径作为该至少一个遮蔽物,优选将该至少一个遮蔽物固定在第一或者第二反射镜上。

[0075] 然而,有利的是,本发明的第三方面不但能够应用于具有两个反射镜的投影物镜,而且能够应用于具有超过两个反射镜的其它折反射投影物镜。

[0076] 根据本发明的第四方面,提供了一种用于将布置在物平面的图案成像到像平面的微光刻投影物镜,该微光刻投影物镜包括多个光学元件,以及第一瞳平面和至少一个第二瞳平面,限定系统孔径的第一孔径光阑布置在第一瞳平面的至少附近,并且还包括至少一个第二孔径光阑。

[0077] 根据本发明的这个方面,根据本发明的该微光刻投影物镜配备了至少两个孔径光阑,一个限定已经存在于公知的投影物镜中的系统孔径,并且该至少一个另一孔径光阑能够对遮蔽来自物平面的外孔径光尤为有用,因此阻碍该外孔径光到达像平面。优选将该至少一个第二孔径光阑布置在投影物镜的外孔径光线与对成像有用的光线间隔开的位置。

[0078] 优选地,将该至少一个第二孔径光阑布置在该投影物镜的第一或者第二瞳平面附近或者第二瞳平面内,如果外孔径光在这个第二瞳平面内与用于成像的光线分离,尤其如此。

[0079] 如果将该至少一个第二孔径光阑用于屏蔽掉外孔径光,那么优选将其布置在外孔径光线与用于成像的光线之间的分离量最大的位置。

[0080] 优选将该至少一个第二孔径光阑布置在距瞳平面为 L 的距离,其中选择 L 使得 $0.5D < L < 2D$,其中 D 是这多个光学元件中具有光学元件的最大直径的光学元件的直径。

[0081] 在另一优选的实施例中,该至少一个第二孔径光阑通过在这多个光学元件的光学元件上覆上非透射性覆层形成。

[0082] 在没有足够的空间将板引入作为孔径光阑的情况下,该措施具有优点。非透射性覆层能够通过例如将各个光学元件的表面的一部分变黑而形成。

[0083] 该至少一个第二孔径光阑不仅仅能用于屏蔽掉外孔径光线,而且能够用于与系统孔径光阑共同作用切断光路。

[0084] 在投影物镜具有包含非球面光学工作表面的至少一个光学元件的情况下,在投影物镜中提供至少一个第二孔径光阑尤其有利。

[0085] 对投影物镜具有被中间图像平面分离的至少两个瞳平面来说,提供至少一个第二孔径光阑也是有利的。

[0086] 提供至少一个第二孔径光阑的另一优点在于,能够降低由该可调系统孔径光阑提供的最大孔径的机械容差的需求,因为该至少一个第二孔径光阑能够接管用于最大孔径的系统孔径光阑的功能。

[0087] 根据本发明的又一方面,微光刻投影曝光机具有前述类型的投影物镜。

[0088] 根据本发明的又一方面,提供了一种用于制造半导体元件和其它微细结构的元件的方法,其中提供了一个具有规定图案的掩模,用规定波长的紫外光照射该掩模,并且投影物镜将该图案成像到布置在该投影物镜的像平面的区域内的光敏衬底上。

[0089] 另外的优点和特征从下列描述中表现出来。

[0090] 显而易见,还要在下面进行解释的上述特征不仅仅能够用于各个特定情形的组合,而且能够用于其它的组合,或者用于本身不脱离本发明的范围的情况。

附图说明

[0091] 本发明的示例性实施例示于附图中,并且以下参照附图进行更详细的解释。在这些附图中:

[0092] 图 1 以侧视图示出投影物镜的第一示例性实施例;

[0093] 图 2 示出图 1 中的投影物镜在该投影物镜的光束偏折器的区域内的放大的截面;

[0094] 图 3 以侧视图示出投影物镜的另一示例性实施例;

[0095] 图 3A 以放大的比例示出图 3 中的投影物镜的截面;

[0096] 图 4 示出包括图 1 中的投影物镜的投影曝光机的示意图;

[0097] 图 5 示出具有关于虚光抑制的修改的图 1 中的投影物镜;

[0098] 图 6 示出具有虚光抑制措施的投影物镜的另一示例性实施例;

[0099] 图 7 示出具有虚光抑制措施的投影物镜的另一示例性实施例;

[0100] 图 8 示出具有虚光抑制措施的投影物镜的另一示例性实施例;

[0101] 图 9 示出具有虚光抑制措施的投影物镜的另一示例性实施例;

[0102] 图 10 示出具有虚光抑制措施的投影物镜的另一示例性实施例;

[0103] 图 11 示出具有虚光抑制措施的投影物镜的另一示例性实施例;并且

[0104] 图 12 示出根据本发明另一方面的投影物镜的另一示例性实施例。

具体实施方式

[0105] 图 1 示出具有总体的附图标记 10 的微光刻投影物镜,其意在将布置在物平面 12 中的图案(未示出)成像到像平面 14 中。

[0106] 投影物镜 10 具有第一物镜部分 16、第二物镜部分 18 和第三物镜部分 20。

[0107] 第一物镜部分 16 是屈光的,并且由透镜 L_1 形成。

[0108] 第二物镜部分 18 是折反射的,并且具有透镜 L_2 、 L_3 和凹面镜 M_2 。

[0109] 第三物镜部分 20 是屈光的,并且具有透镜 L_4 到 L_{17} 、以及端板 L_{18} 。

[0110] 如图 1 所示,第二物镜部分 18 内的光传播方向与第一物镜部分 12 和第三物镜部分 20 内的光传播方向不同。为此,投影物镜 10 具有光束偏折器 22,其在所示的示例性实施例中是由两个折叠式反射镜 M_1 和 M_3 形成。折叠式反射镜 M_1 将来自第一物镜部分 16 的光束朝着反射镜 M_2 偏折到第二物镜部分 18 中,并且第二折叠式反射镜 M_3 将来自第二物镜部分 18 的光束偏折到第三物镜部分 20 中。

[0111] 第三物镜部分 20 内的光传播方向对应于第一物镜部分 16 内的光传播方向。

[0112] 在光束偏折器 22 的区域内提供不透光的遮蔽物 24,以避免从第一物镜部分 16 到第三物镜部分 20 的直接光泄漏,例如,来自透镜 L_1 表面的反射。特别地,遮蔽物 24 防止光忽略掉第二物镜部分 28 而从第一物镜部分 16 泄漏到第三物镜部分 20,也就是说,防止它不经过透镜 L_2 、 L_3 以及不经反射镜 M_2 反射。

[0113] 如已经提到的,光束偏折器 22 由两个折叠式反射镜 M_1 和 M_3 形成,它们的反射表面被布置为彼此成角度,如图 1 和 2 中所示的。这两个反射表面也就是说反射镜 M_1 和 M_3 根据要达到的光束偏折而被布置为彼此成角度(这里大约为 90°),遮蔽物 24 从两个反射镜 M_1 和 M_3 的角顶点开始以第二物镜部分 18 的方向延伸。

[0114] 遮蔽物 24 是板 26,例如,金属板,其吸收所用的光的波长区域。此外,该板能够设有吸收层。然而,代替金属板,也可以使用由可以被覆有以便吸收光的另一材料制成的元件。根据图 2,两个反射镜 M_1 和 M_3 在角顶点处彼此稍微分开,使得能够将板 26 置于那里且不屏蔽掉有用的光。

[0115] 遮蔽物 24 被设计和布置成使其不会限制或者约束成像光路,也即用于成像的光的光路。相对应地设计板 26 在朝着第二物镜部分 18 的光传播方向上的位置和长度。

[0116] 在第三物镜部分 20 内产生的中间图像 30 的区域内布置另一遮蔽物 28,以进一步减少投影物镜 10 内杂散光的量。

[0117] 遮蔽物 28 包括减少杂散光通过的杂散光光阑 32。然而,杂散光光阑 32 与用来限制成像光路的系统孔径光阑 34 有区别。相比较来说,杂散光光阑 32 不限制成像光路,而是用来减少投影物镜 10 内杂散光部分。

[0118] 优选使遮蔽物 24 和 / 或遮蔽物 28 能够调整位置、和 / 或能够相对于它的有效截面而可变地设置。例如,遮蔽物 24 的板 26 可以是可移动的,并且长度可变,使得能够设置板 26 的最佳位置和最佳有效截面,从而减少杂散光。杂散光遮蔽物的有效截面的位置和 / 或设置的调整作为所使用的照明模式(设置)、物镜的孔径和 / 或物场尺寸的函数来优选执行。

[0119] 例如,就杂散光光阑 32 来说,其能够改变杂散光光阑 32 的开口截面和 / 或配置杂散光光阑 32 使得其能够调整位置以便能够将杂散光光阑 32 置于最佳位置。

[0120] 显而易见的是,为了减少投影物镜 10 中的杂散光的量,能够在投影物镜 10 中提供另一遮蔽物。

[0121] 已经显示,有了合适安装的遮蔽物的辅助,在可能的范围内有大约 30% 或者更多

的杂散光减少量。

[0122] 图 3 示出另一微光刻投影物镜 40, 其将布置在物平面 42 中的图案 (未示出) 成像到像平面 44 中。

[0123] 文献 W0 2004/019128 A2 中公开了投影物镜 40, 该文献对该设计有更精确的描述。

[0124] 与投影物镜 10 一样, 投影物镜 40 是折反射投影物镜, 该投影物镜 40 具有由板 L_1 和透镜 L_2 到 L_{11} 组成的第一物镜部分 46、由透镜 L_{12} 、 L_{13} 和反射镜 M_2 组成的第二物镜部分 48 以及由透镜 L_{14} 到 L_{28} 组成的第三物镜部分 50。

[0125] 与图 1 中的示例性实施例的情况一样, 光束偏折器 52 包括折叠式反射镜 M_1 和折叠式反射镜 M_3 , 被布置在第一物镜部分 46 和第二物镜部分 48 之间或者第二物镜部分 48 与第三物镜部分 50 之间。

[0126] 就投影物镜 40 来说, 其也在偏折器 52 的区域内提供遮蔽物 54, 与投影物镜 10 的遮蔽物 24 相比, 其具有防止杂散光从第一物镜部分 46 泄漏到第三物镜部分 50 的作用。

[0127] 投影物镜 40 在光束偏折器 52 区域内的放大部分示于图 3A。除遮蔽物 54 之外, 就投影物镜 40 来说, 提供另一遮蔽物 54a 和另一遮蔽物 54b, 它们分别被布置在投影物镜 40 的中间图像的区域。遮蔽物 54a 和 54b 被设计为杂散光光阑。

[0128] 至于其他, 关于遮蔽物 54 的配置, 可以参考图 1 中的遮蔽物 24 的描述, 也即遮蔽物 54 的配置对应于遮蔽物 24 的配置。

[0129] 图 4 中总体标记 60 表示其中例如使用了投影物镜 10 的投影曝光机。投影曝光机包括具有使激光带宽变窄的器件 64 的激光光源 62。照明系统 66 产生大的、锐利边界的并且非常匀质照明的像场, 其适于下游的投影物镜 10 的远心需求。照明系统 66 具有用于选择照明模式的器件, 并且能够例如在具有可变的相干程度的常规照明、环形场照明和偶极或者四极照明之间切换。将一个用于保持和操纵掩模 70 的器件 68 布置在照明系统之后, 使得掩模 70 位于投影物镜 10 的物平面 12 内, 并且能够为扫描操作而在该平面内移动。器件 68 相应地包括扫描驱动器。

[0130] 跟随在物平面 12 之后的是投影物镜 10, 其将掩模 70 的图像以减小的比例投影在覆盖有光致抗蚀剂层并且布置在投影物镜 10 的像平面 14 中的衬底或者晶片 72 上。衬底或者晶片 72 由器件 74 保持, 该器件 74 包括扫描器驱动器, 以便与掩模 70 同步移动晶片。所有的系统由控制单元 74 控制。这种系统的设计与它们的操作模式一样, 实质上是公知的, 并且因此在这里不作更详细的描述。

[0131] 就用于制造半导体元件和其它微细结构的组件的方法来说, 掩模 70 设有规定的图案 (未示出)。通过照明器件 66, 掩模 70 受到来自激光 62 的预定波长的紫外光的照射。在该情况下, 可以设置文献中众所周知的各种照明模式。之后, 通过投影物镜 10, 掩模 70 的图案被成像到衬底或者晶片 72 上以及投影物镜 10 的像平面 14 中。在该情况下, 能够设置各种孔径开口。

[0132] 图 5 再次示出图 1 中的投影物镜 10、在投影物镜 10 中提供的抑制虚光的另一措施。

[0133] 为了抑制虚光, 下面要描述的遮蔽物用作屏蔽掉配备有这些遮蔽物的光学元件的各自未使用的表面区域。因此, 这些遮蔽物的功能与上面已经描述的遮蔽物 24 的功能不

同,并且遮蔽物 24 的功能包括防止光忽略第二物镜部分 18 而从第一物镜部分 16 传播到第三物镜部分 20。

[0134] 根据图 5,透镜 L_5 具有一个不被用于将物平面 12 成像到像平面 14 内的成像光路使用的表面区域 U_{L5} 。为了抑制虚光,将屏蔽掉透镜 L_5 的未使用表面区域 U_{L5} 的遮蔽物 80 配备给该未使用的表面区域 U_{L5} 。遮蔽物 80 被设计成覆层 82 的形式,该覆层 82 尤其吸收成像所用的光的波长。在该情况下,遮蔽物 80 的吸收率为至少大约 95%,优选为至少大约 98%。然而,以覆层 82 为形式的遮蔽物 80 还能够具有可选的或者附加的反射性质。

[0135] 遮蔽物 80 还优选具有光催化的性质,以便分解沉积在其上的污染物,例如烃。位于光学元件之间的投影物镜 10 的气体空间由此免受这些污染物的污染。

[0136] 透镜 L_5 设在场平面的附近,具体地是在中间图像 30 的附近。然而,与杂散光光阑 32 对比,遮蔽物 80 被直接配备到透镜 L_5 ,甚至以覆层 82 为形式被直接覆在透镜 L_5 上。

[0137] 适于配备用于抑制虚光的遮蔽物的另一光学元件是透镜 L_6 ,其具有不被成像光路使用的表面区域 U_{L6} 。透镜 L_6 被相对应地配备一个遮蔽物 84,随后以覆层 86 为形式被覆在透镜 L_6 的光学有效表面。

[0138] 最后的透镜元件 L_{18} 与像平面 14 直接相邻,并且具有不被成像光路使用的表面区域 U_{L18} ,如图 5 所示。另一遮蔽物 88 由覆层 90 形成,并且被相对应地配备在最后的透镜元件 L_{18} 的两侧上。就最后的透镜元件 L_{18} 来说,在其上环形地形成覆层 90,使得有用的光能够通过以覆层 90 为形式的遮蔽物 88 中的开口而透射到像平面 14。

[0139] 图 6 示出另一折反射投影物镜 100,其中,如前面参照图 5 所述的,提供了用于抑制假光的措施。投影物镜 100 在 US 2005/0190435 A1 中有公开,该文献对该设计有更精确的描述。

[0140] 投影物镜 100 将物平面 101 成像到像平面 102 上。投影物镜 100 在物平面 101 和像平面 102 之间产生两个中间图像 103 和 104,它们位于折反射物镜部分 105 内,折射物镜部分 106 位于其上游,折射物镜部分 107 位于其下游。

[0141] 在包括透镜和两个反射镜的投影物镜 100 的多个光学元件中有一些光学元件,它们的至少一个光学工作表面具有在投影物镜的操作期间不被用于将物平面 101 成像到像平面 102 中的成像光路使用的表面区域。这些光学元件适于被直接配备遮蔽物。

[0142] 配备有以覆层 112 为形式的遮蔽物 110 的透镜 108 属于这些光学元件。覆层 112 被覆到透镜 108 的像方的光学工作表面,并且又优选具有已参照图 5 描述过的覆层 82、86 和 90 的性质。

[0143] 同样,投影物镜 100 的反射镜 114 具有不被所述光使用并且设有遮蔽覆层 116 的表面区域。

[0144] 与反射镜 114 直接相邻的透镜 118 具有光学工作表面,该光学工作表面具有不被成像光路使用并且相应地设有遮蔽覆层 120 的表面区域。

[0145] 最后,同样,最后的透镜元件 122 设有遮蔽覆层 124。

[0146] 配备有所述遮蔽物的上述光学元件都在场附近,透镜 108、118 和反射镜 116 被布置在中间图像 103 和 104 附近,而最后的透镜元件 122 被布置在像平面 102 附近。这种近场光学元件特别适合直接配备为抑制虚光的目的而屏蔽掉各个光学元件的光学工作表面上的各自未使用的表面区域的遮蔽物。

[0147] 图 7 示出另一个投影物镜 200, 其中提供了可与图 5 和 6 相比的、为抑制虚光的措施。投影物镜 200 同样在 US 2005/0190435 A1 中公开。

[0148] 投影物镜 200 具有将物平面 201 成像到像平面 202 中的多个光学元件。投影物镜 200 具有折射性第一物镜部分 210、由两个反射镜 221 和 222 形成的反射性第二物镜部分 220、以及折射性第三物镜部分 230。

[0149] 中间图像 203 和中间图像 204 产生于反射性物镜部分 220 内。

[0150] 第一物镜部分 210 的最后的透镜 232 设有遮蔽覆层 234。第三物镜部分 230 的第一透镜 236 设有遮蔽覆层 238。最后的透镜元件 240 设有遮蔽覆层 242。

[0151] 这里, 也选择近场光学元件作为抑制虚光的措施。

[0152] 最后, 图 8 示出另一投影物镜 300, 其中提供了用于抑制虚光的措施。投影物镜 300 同样在 US 2005/0190435 A1 中公开。

[0153] 投影物镜 300 是将物平面 301 成像到像平面 302 中的折反射投影物镜。投影物镜 300 具有折射性第一物镜部分 310、反射性第二物镜部分 320 和折射性第三物镜部分 330。

[0154] 反射性物镜部分 320 具有四个反射镜 306、307 和 321、322。

[0155] 投影物镜 300 在反射性物镜部分 320 内产生中间图像。

[0156] 位于所述场附近的位置的透镜 332 具有不被成像光路使用且设有遮蔽覆层 334 的表面区域。另一透镜 336 设有遮蔽覆层 338, 而另一个透镜 340 设有遮蔽覆层 342。

[0157] 最后的透镜元件 344 同样设有遮蔽覆层 346。

[0158] 尤其是当这种投影物镜被设计成浸没物镜时, 优选将最后的透镜元件, 例如透镜元件 344 设有覆层, 该覆层保护最后的透镜元件 344 不受浸液的损伤。在这种情况下, 该保护覆层能够, 特别也被设计成具有遮蔽作用, 也即该保护层不仅用来保护最后的透镜元件 344, 而且用来抑制虚光。

[0159] 图 9 到 11 示出根据本发明的、其中提供抑制虚光的措施的投影物镜。

[0160] 在以下将描述的投影物镜中采取的抑制虚光的措施是基于下面的原理。就具有至少一个反射镜的投影物镜来说, 能够用于将图案成像到像平面的成像光路在该至少一个反射镜的区域内能够具有相对彼此倾斜前进并且至少部分地彼此重叠在重叠区域的光路区段。该光路区段彼此间隔开该重叠区域外的间隙或者自由空间。在该情况下, 为抑制虚光而在间隙中布置遮蔽物。当这种投影物镜在光路区段或光簇 (light bundle) 之间具有许多这种间隙或者自由空间时, 优选将例如以一个或者多个杂散光光阑为形式的遮蔽物引入这些自由空间中的每一个, 使得这些自由空间或者间隙不再能够用于传播虚光。以这种方式, 虚光能够得到有效的抑制。

[0161] 图 9 示出投影物镜 400, 其在物平面 402 和像平面 404 之间具有第一折反射物镜部分 406 和第二屈光物镜部分 408。投影物镜 400 在文献 WO 2004/107011 A1 的图 5 中有描述。

[0162] 折反射物镜部分 406 具有第一反射镜 410 和第二反射镜 412。

[0163] 为了抑制虚光的传播, 以杂散光光阑 416 为形式提供第一遮蔽物 414, 并且以杂散光光阑 420 为形式提供第二遮蔽物 418。杂散光光阑 416 和 420 也能够设计成单一设计的杂散光光阑的一些区段, 如图 9 所呈现的一样位于反射镜 410 和 412 附近, 杂散光光阑 416 延伸到反射镜 410 和 412 之间的区域内。杂散光光阑 420 也具有突进反射镜 410 和 412 之

间区域内的区段 422。安装杂散光光阑 416 和 420,使得在两个反射镜 410 和 412 之间填充光簇之间的自由空间。杂散光光阑 416 和 420 的区段 416a 和 420a 相对于光轴 440 径向延伸,防止虚光从物平面 402 沿着第一反射镜 410 或者在忽略后者时沿着第二反射镜 412 通过,并且防止透镜将第二物镜部分 408 成像到像平面 404 上。

[0164] 图 10 示出投影物镜 500,其也同样示于上述文献 W0 2004/107011A1 的图 9 中,并且在该文献中有描述。

[0165] 投影物镜 500 在物平面 502 和像平面 504 之间具有四个反射镜 506、508、510 和 512,它们属于投影物镜 500 的两个物镜部分 514 和 516,投影物镜 500 由这两个物镜部分构成。

[0166] 就投影物镜 500 来说,为了抑制虚光的传播而提供了遮蔽物 518、520 和 522。遮蔽物 518 是具有能够设计成一个组件的区段 526、528 和 530 的杂散光光阑 524,对于为成像而提供的成像光来说,在杂散光光阑 424 中提供了适当的通路。遮蔽物 520 和 522 同样设计成杂散光光阑的形式,它们被布置在成像光的光簇之间的自由空间内。

[0167] 最后,图 11 示出投影物镜 600,其示于上述文献 W02004/107011A1 的图 14 中,并且在该文献中有描述。

[0168] 该投影物镜在物平面 602 和像平面 604 之间具有总共六个反射镜,具体地在光传播的方向上:第一反射镜 606、第二反射镜 608、第三反射镜 610、第四反射镜 612、第五反射镜 614 和第六反射镜 616。

[0169] 为了防止虚光在投影物镜 600 中传播,在反射镜 606 到 616 的区域内以杂散光光阑 618、620、622 和 624 为形式布置许多遮蔽物,并且这些遮蔽物依次将用于成像的光簇之间的自由空间遮蔽,阻止虚光的传播。

[0170] 图 12 示出用于将布置在物平面 702 的图案成像到像平面 704 的微光刻投影物镜 700 的另一实施例。

[0171] 投影物镜 700 包括多个光学元件 705 到 733,其中光学元件 713、717 和 718 是反射镜,而光学元件 750 到 733 中的其余元件是透镜。

[0172] 投影物镜 700 还具有其中布置有第一孔径光阑 738 的第一瞳平面 736。截面可调整的孔径光阑 738 限定了投影物镜 700 的系统或者设计孔径。第二瞳平面 740 存在于光学元件 707 和 708 之间。

[0173] 在图 12 的图示中,示出了物平面 702 的两个场点 742 和 744,它们示出了物平面 702 中图案的照明区。从场点 742 和 744 开始,光线传播通过光学元件 705 到 733,并且到达像平面 704 的区 746 内。到达像平面 746 的区 746 的光线用于将布置在物平面 702 的图案成像到物平面 704 中。

[0174] 如图 12 所示,光线 748 从物平面 702 内的场点 742 开始,其以比也从场点 742 开始的例如光线 749 的其他光线的孔径大的孔径开始。将一条光线或者多条光线 748 叫做外孔径光线。

[0175] 图 12a 以放大的比例示出第一四个光学元件 705 到 708,其更详细地示出光线从场点 742 和 744 开始。

[0176] 外孔径光线 748 实际上是一小簇光线,传播通过投影物镜 700,部分与用于成像的光线分离,而部分不与用于成像的光线分离,后者到达像平面 704 的区 746 中。替代地,外

孔径光线到达像平面 704 的区 750 中。外孔径光线 748 干扰成像,特别是由于在像平面 704 内产生了非均匀场。

[0177] 为了防止外孔径光线 748 到达像平面 704,如后面要描述的,在投影物镜 700 中还提供除系统孔径光阑 738 之外的至少一个第二孔径光阑。

[0178] 优选将第二孔径光阑布置在投影物镜 700 中的位置处,其中,外孔径光线 748 与有用于成像的“平常”光线分离。这样的位置可以是例如光学元件 706 和光学元件 707 之间的空间(见图 12A 中的箭头 752)和/或光学元件 707 和 708 之间的位置(见图 12A 中的箭头 754)。对于后者来说,因为光学元件 707 和 708 之间的空间小,所以第二孔径光阑能够形成成为光学元件 707 或者 708 上的覆层 756,该覆层对用于曝光操作的光是非透射性的。例如,该覆层能够通过将光学元件 707 的表面的各自部分变黑形成。

[0179] 在箭头 752 所示的位置处,至少一个第二孔径光阑能够形成成为具有合适的遮蔽性的板,用于遮蔽或者屏蔽掉外孔径光线 748。

[0180] 非常适合于布置用于屏蔽掉外孔径光线 748 的至少一个第二孔径光阑的另一位置是在投影物镜 700 的区 758 内,其中外孔径光线 748 与光线 760 明显分离,该光线 760 是用于成像并且相对于光轴具有最大高度的光线。从图 12 可以看出,当从元件 724 出现时,光线 748 远比“平常”光线被强烈折射或者发散。

[0181] 例如,能够将第二或者另一孔径光阑 762 布置在光学元件 725 和光学元件 726 之间,和/或光学元件 726 和 727 之间等。

[0182] 优好选择第二或者另一孔径光阑 762 的位置,使得孔径光阑 762 离系统孔径 738 的距离 L 为 $0.5D < L < 2D$,其中 D 是该区内光学元件的最大直径。

[0183] 当例如布置在箭头 752 所示的位置时,优选使该至少一个第二孔径光阑,或者该孔径光阑 762 为固定的孔径光阑,并且使限定系统孔径的孔径光阑 738 相对于它的有效截面是可调的。

[0184] 投影物镜 700 在第一瞳平面 738 和第二瞳平面 740 之间具有至少一个中间图像平面。此外,投影物镜 700 的光学元件 705 到 733 中的至少一个可以具有非球面光学工作表面。特别是在具有非球面工作表面的元件的投影物镜中,与在没有非球面元件的投影物镜中比,象外孔径光线 748 那样的外孔径光线的发散程度更高。因而,在这种具有非球面元件的投影物镜中提供至少一个第二孔径光阑尤其有利。

[0185] 将要理解的是,如果适合,在图 1 到图 11 所示的投影物镜的任何一个中也能够提供如参照图 12 所述的至少一个第二孔径光阑。反之亦然,在投影物镜 700 内也能够设有参照图 1 到图 11 所述的、用于遮蔽虚光的遮蔽物。

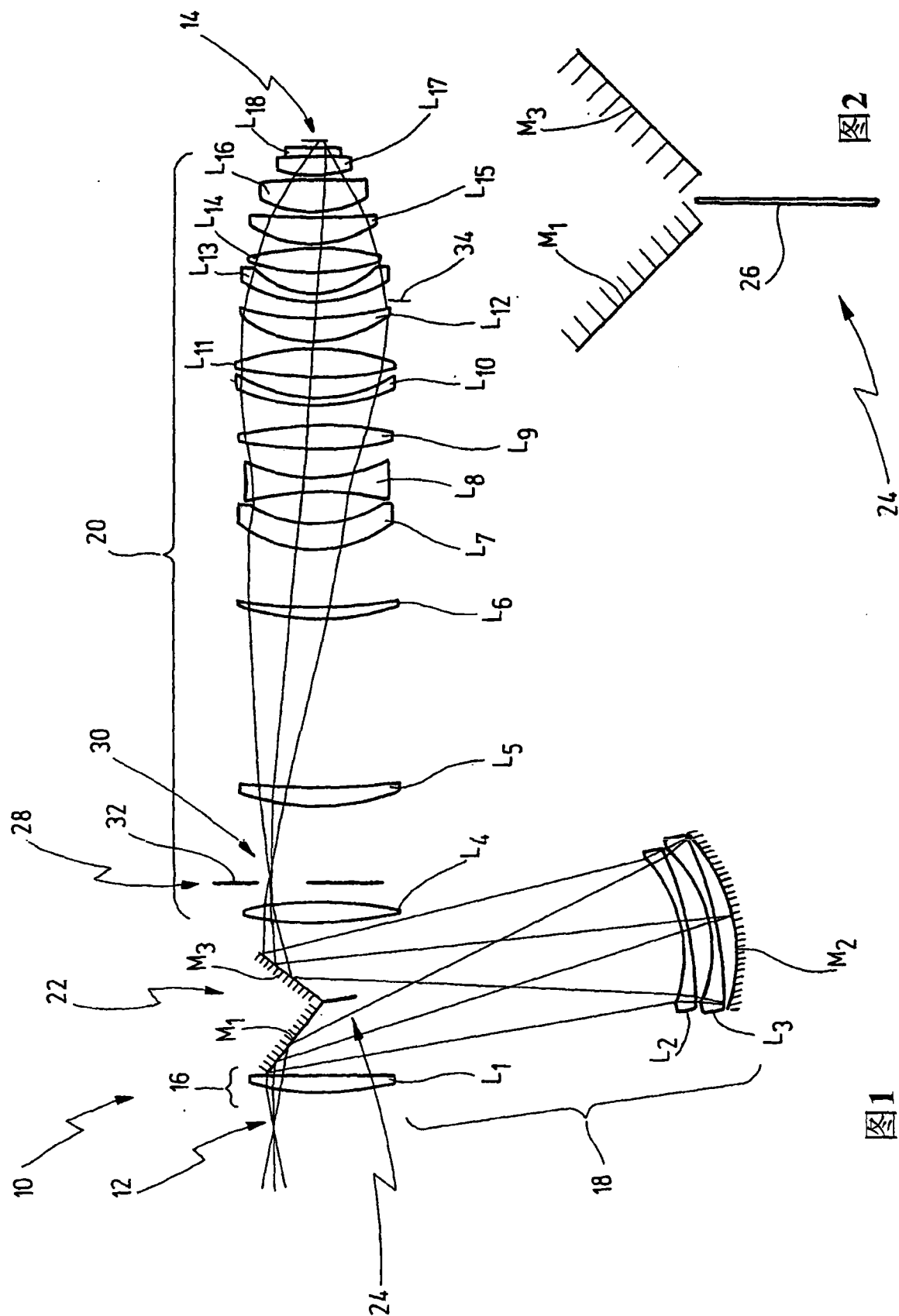


图1

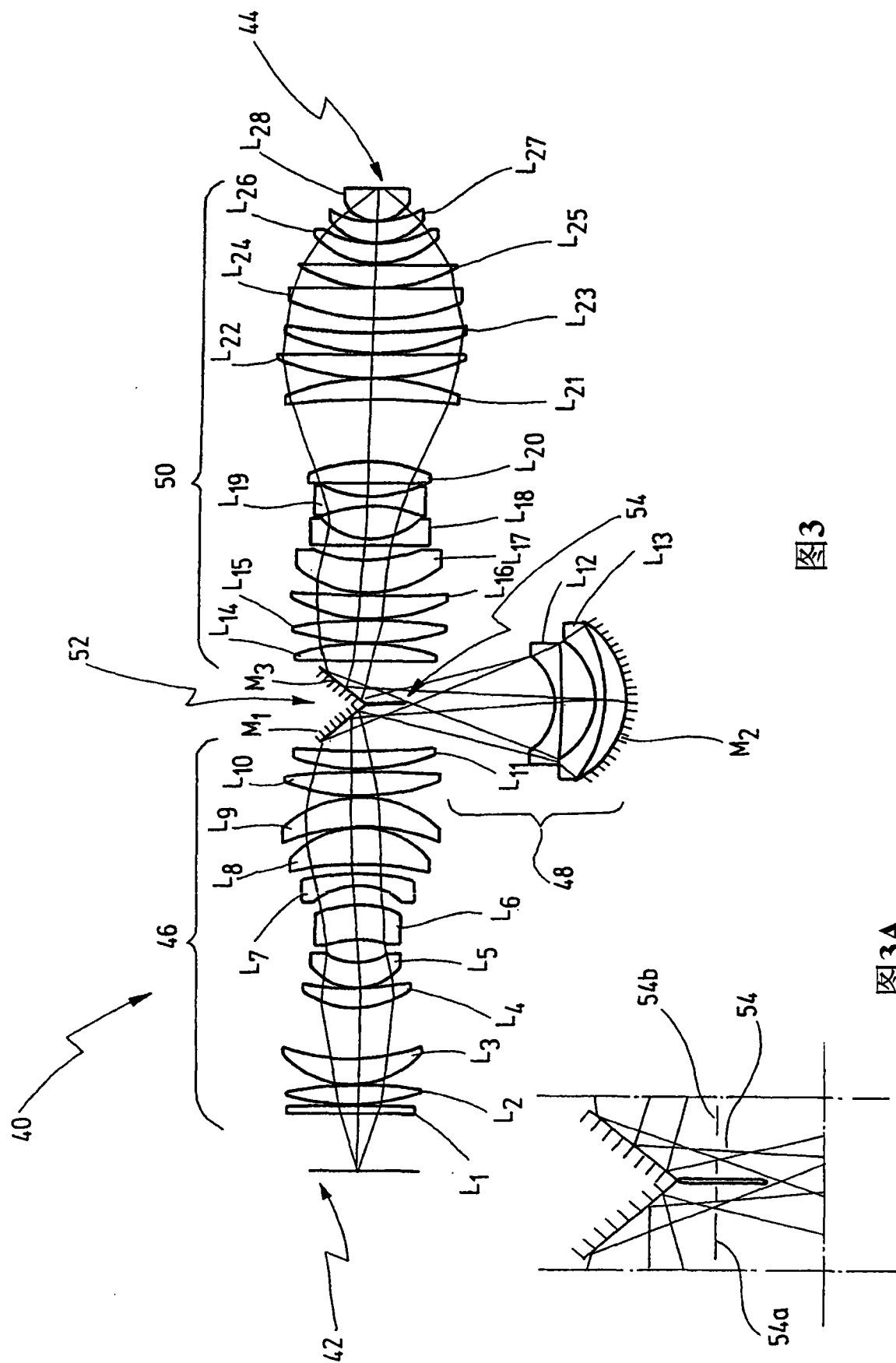


图3A

图3

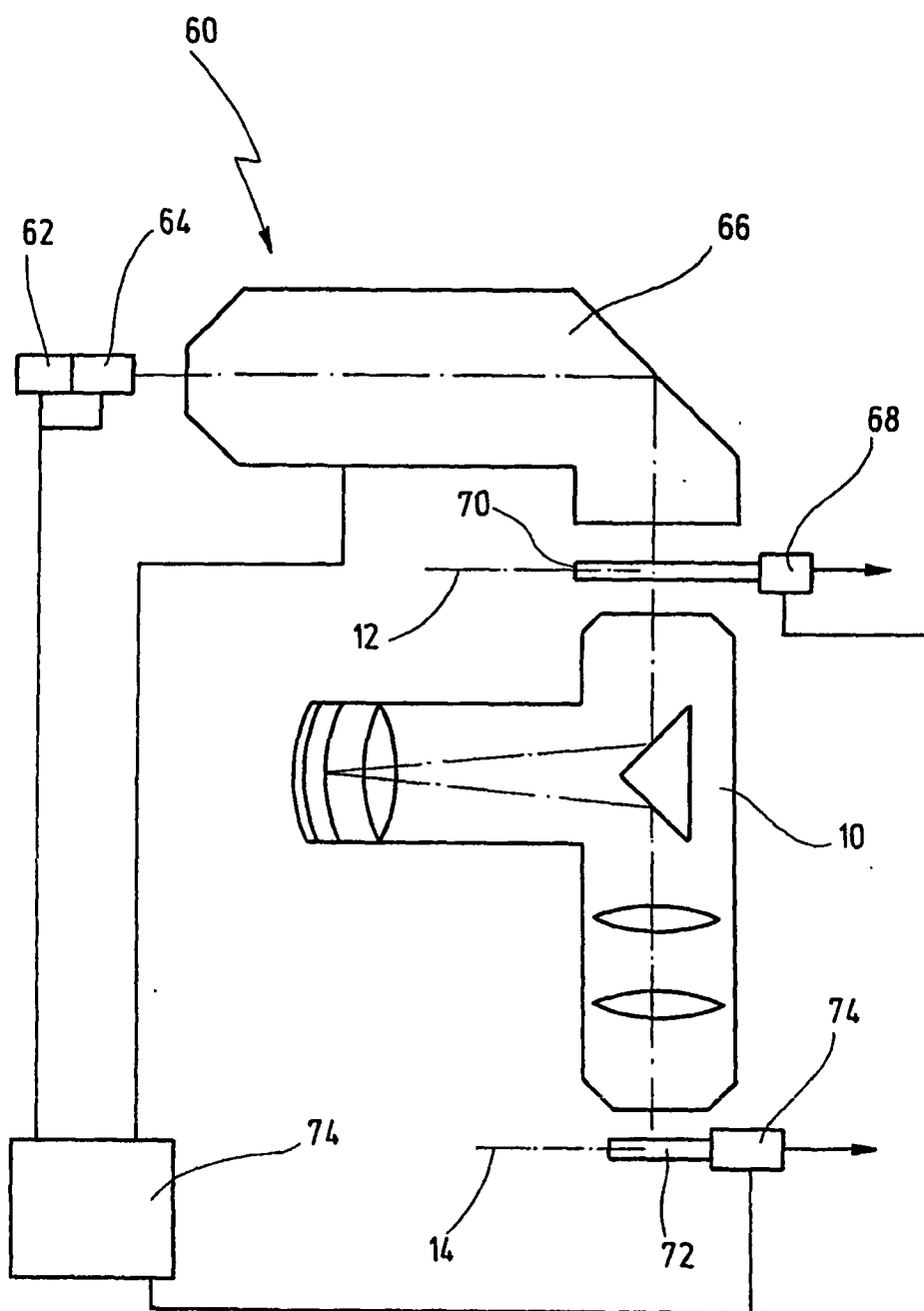


图4

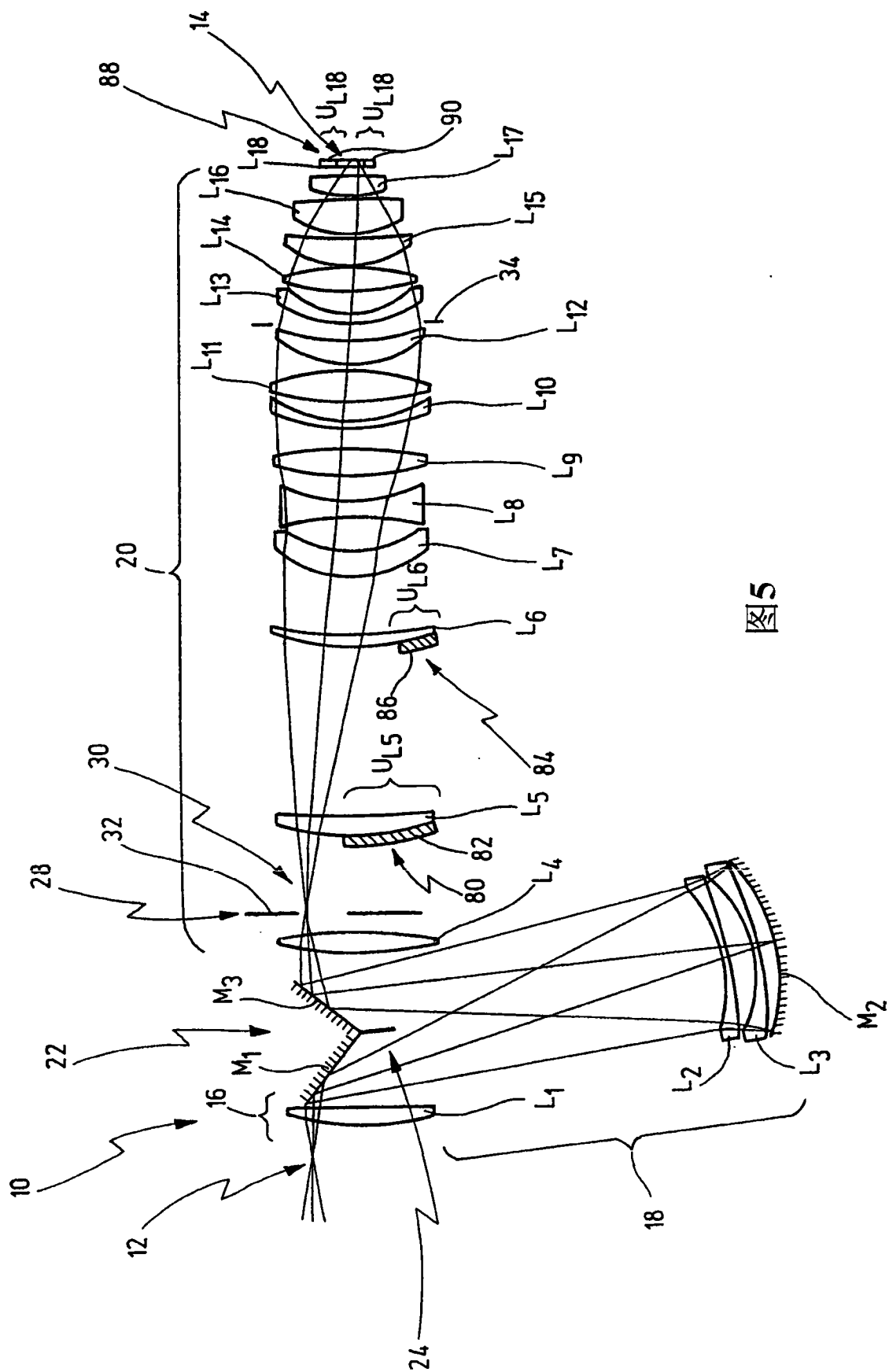
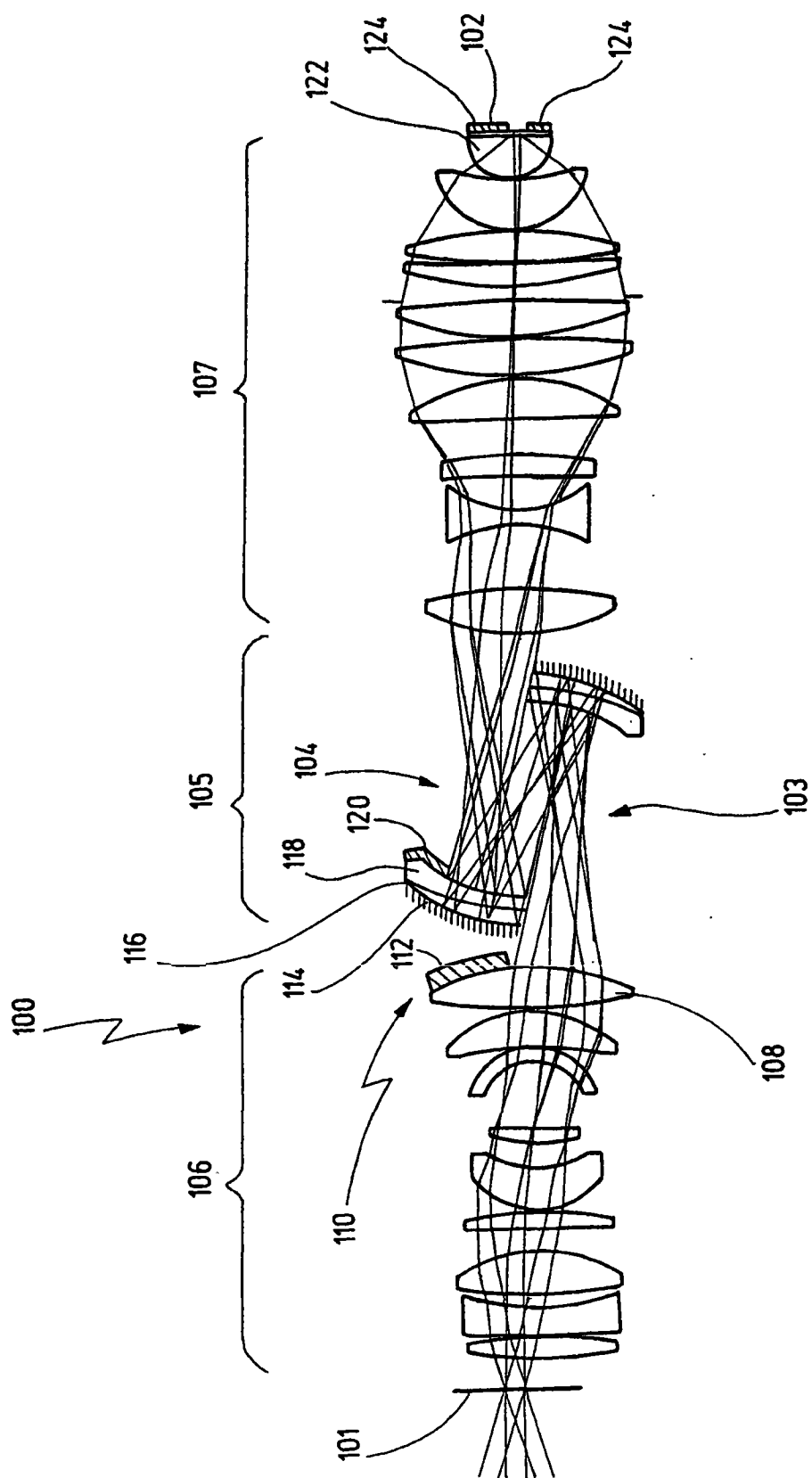


图5



6

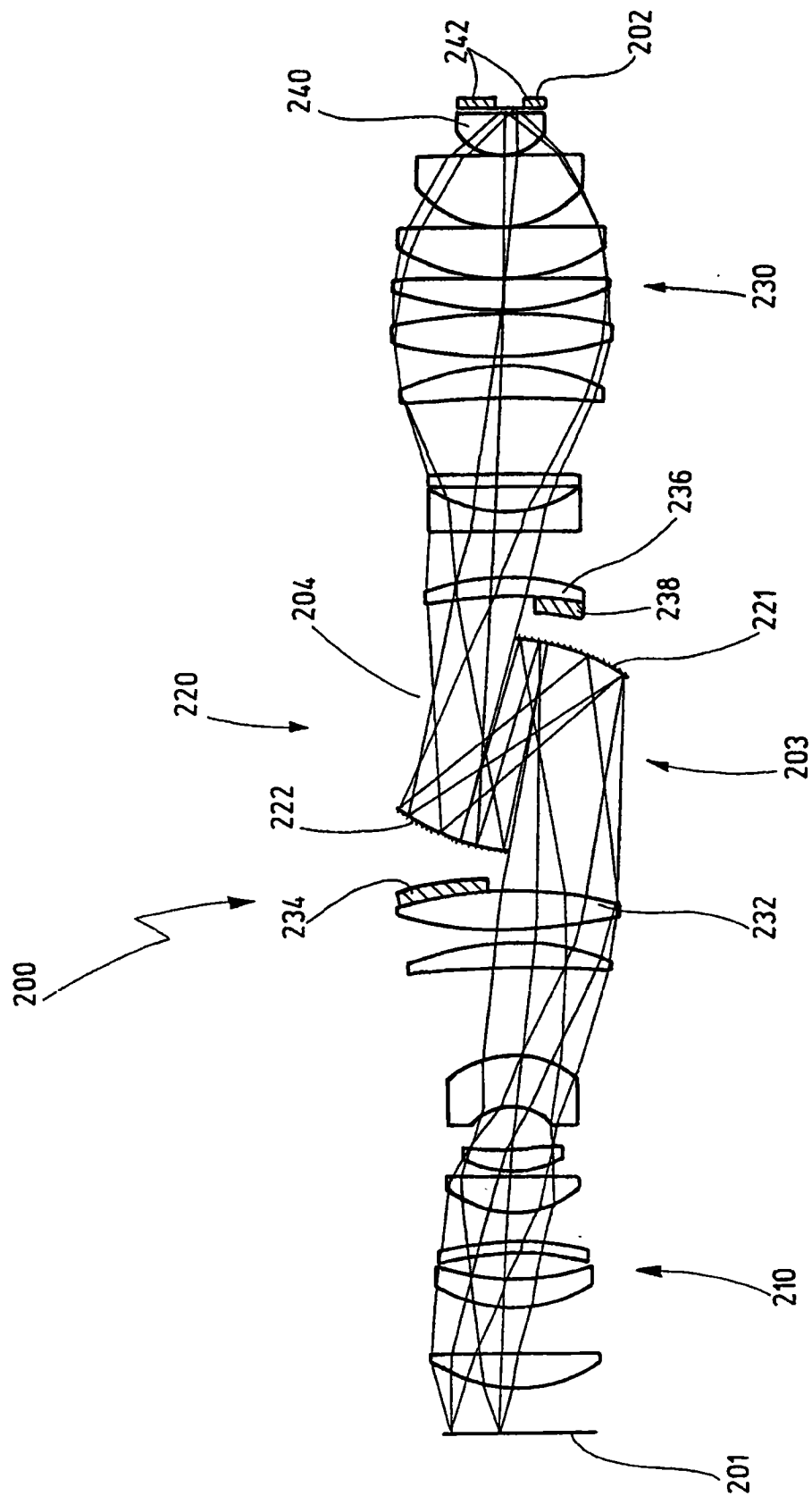
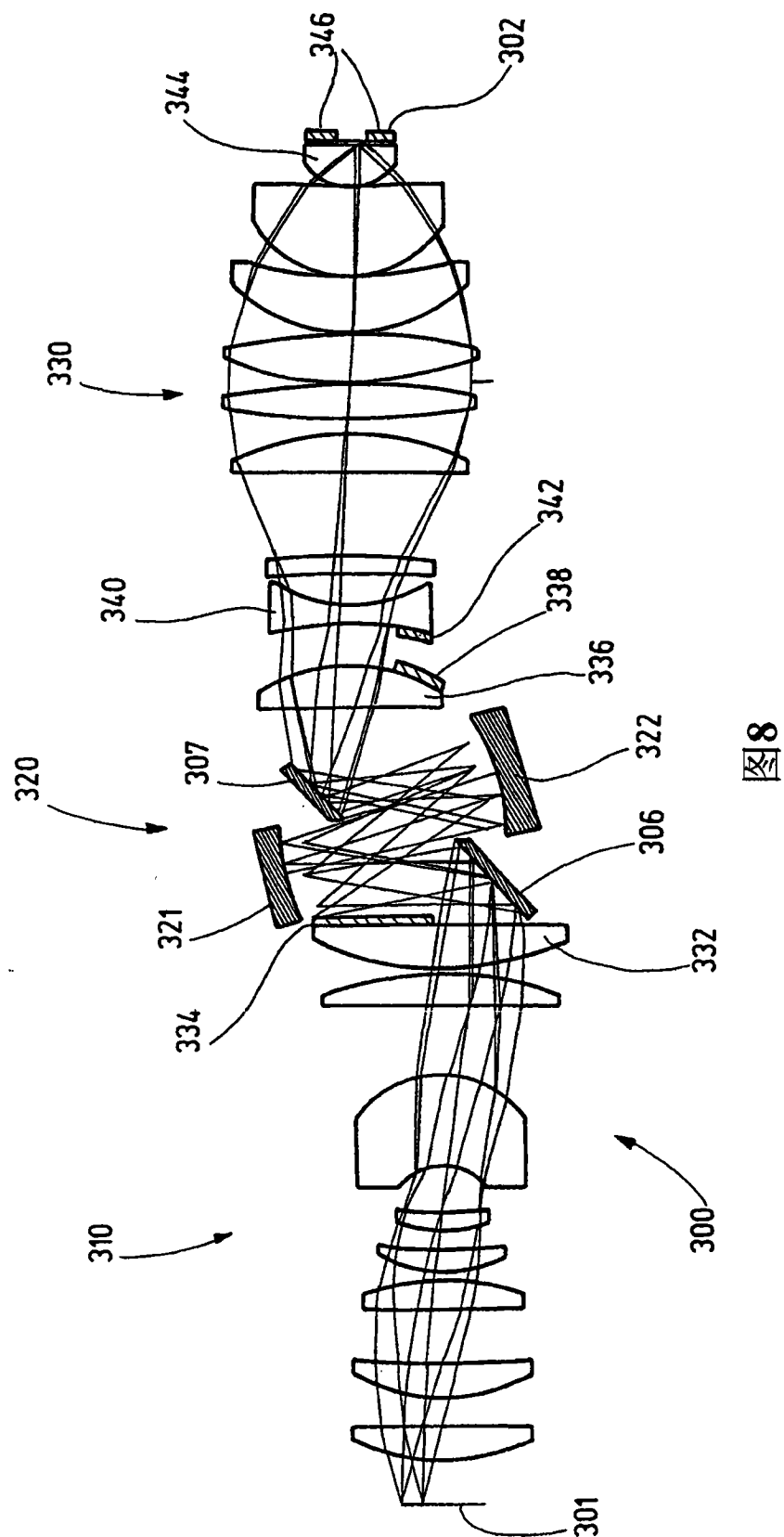


图7



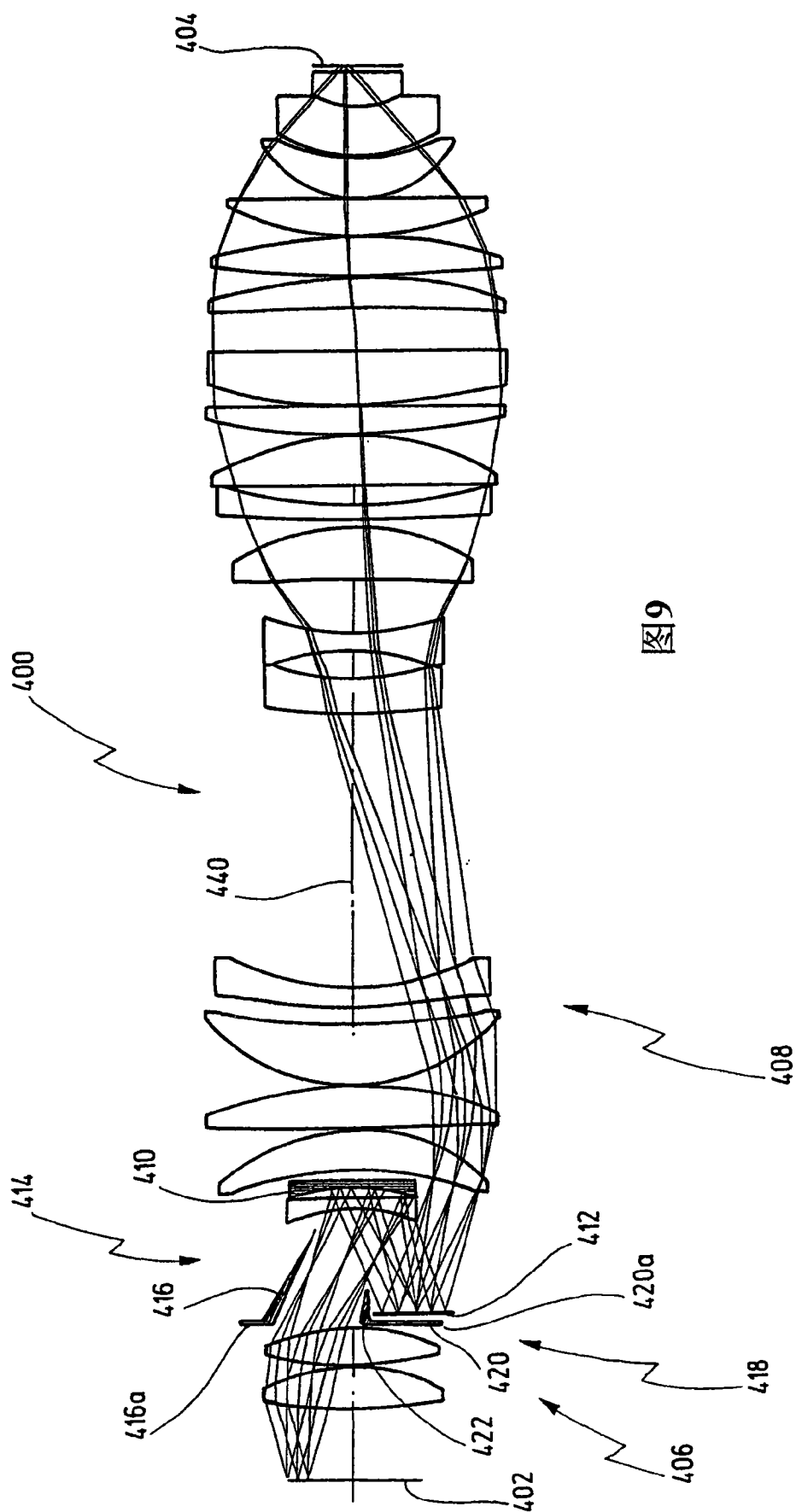
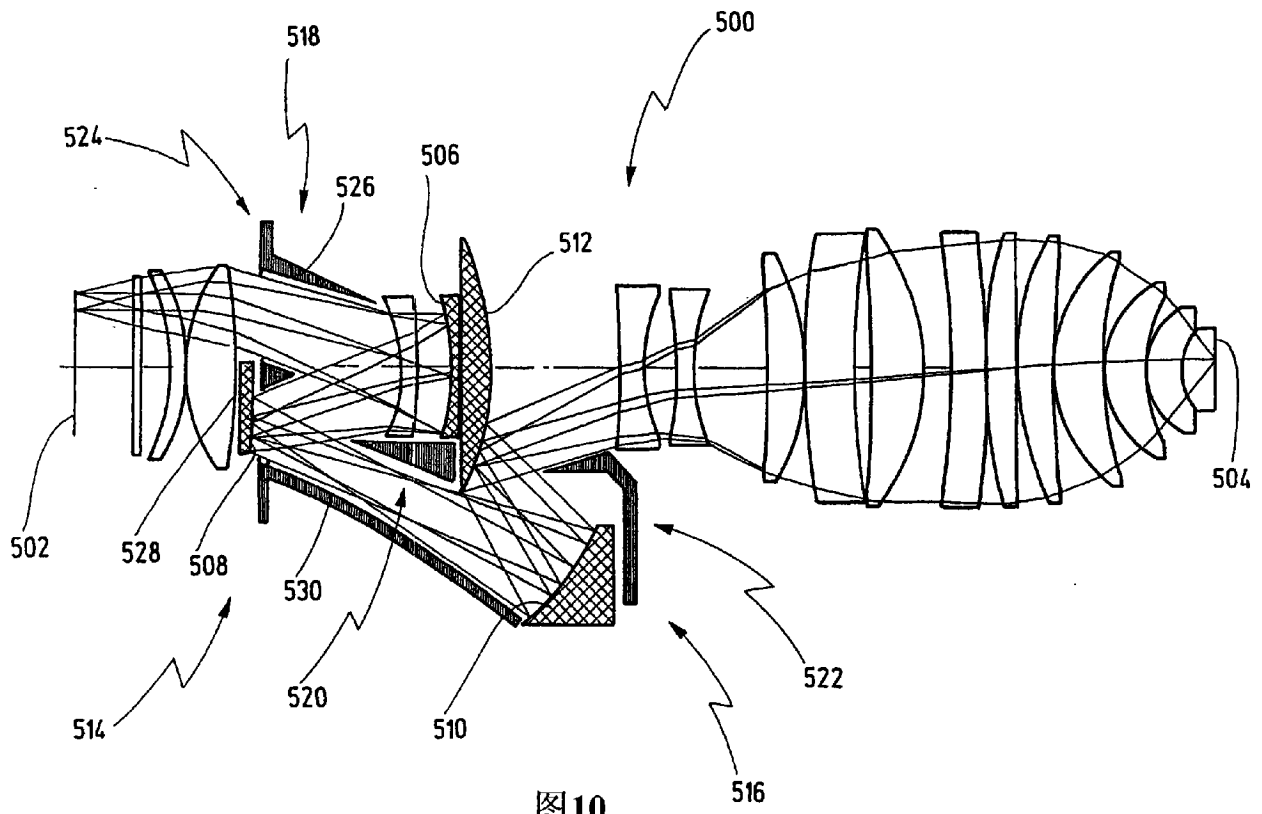
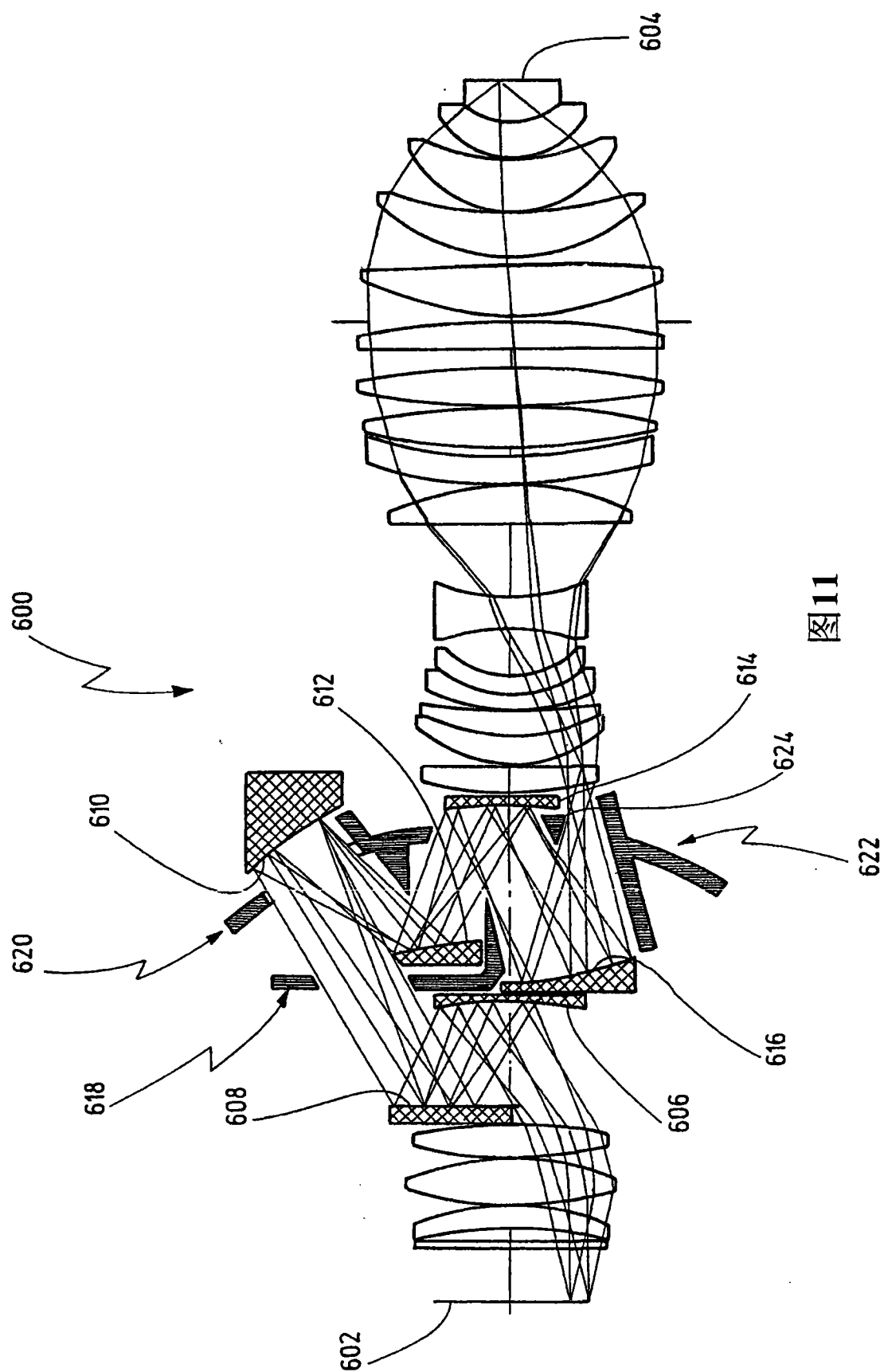


图9





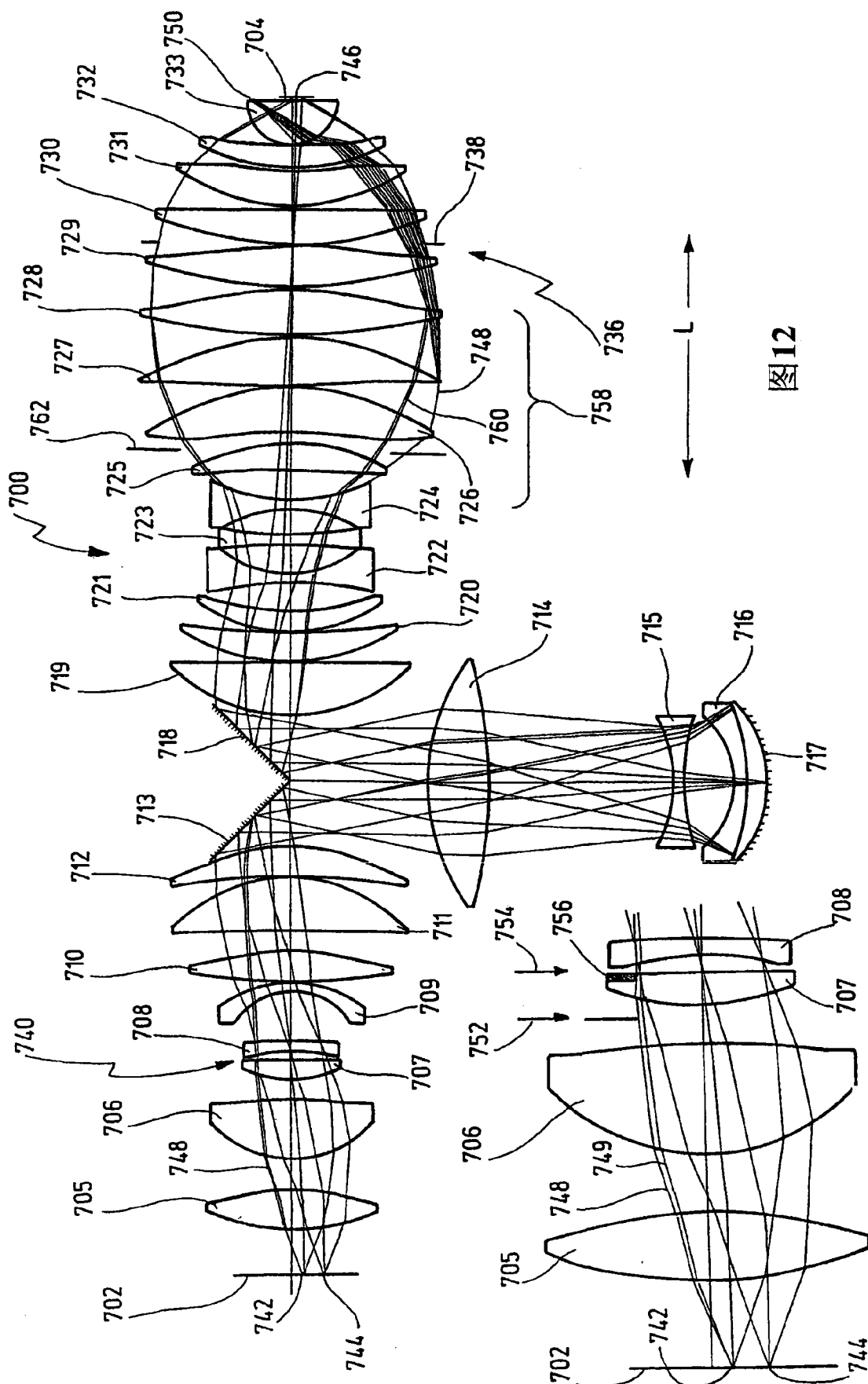


图12A

图12