



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101243359 B

(45) 授权公告日 2011.04.06

(21) 申请号 200680029609.5

(22) 申请日 2006.08.04

(30) 优先权数据

60/706,903 2005.08.10 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.02.13

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2006/065070 2006.08.04

(87) PCT申请的公布数据

WO2007/017473 DE 2007.02.15

(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 K · -H · 舒斯特

(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)

G02B 1/00 (2006.01)

(56) 对比文件

WO 2005/059617 A2, 2005.06.30, 权利要求 18
说明书第 1 页第 9-15 行 第 10 页第 20 行至第 13
页第 11 行、图 2, 5.

审查员 陈凯

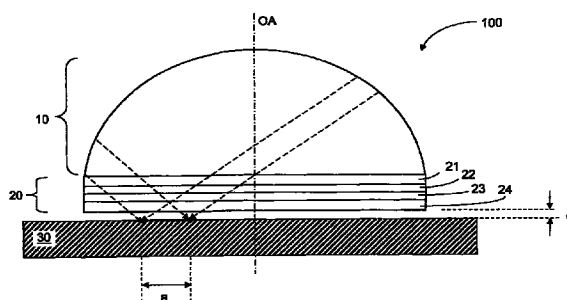
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

成像系统、特别是显微光刻投影曝光设备的
投影物镜

(57) 摘要

本发明涉及一种成像系统、特别是显微光刻的投影曝光设备的投影物镜，具有至少一个光学元件 (100)，所述光学元件包含在预定工作波长情况下折射率 n 大于 1.6 的立方晶体材料，并且具有图像侧的小于折射率 n 的数值孔径 NA，其中在所述折射率 n 与成像系统的数值孔径之间的差 ($n-NA$) 最大为 0.2。



1. 成像系统,包括显微光刻投影曝光设备的投影物镜,具有
 - 至少一个光学元件 (100),所述光学元件 (100) 具有立方晶体材料,所述立方晶体材料在预定的工作波长的情况下具有大于 1.6 的折射率 n ;
 - 和图像侧的数值孔径 NA,所述数值孔径 NA 小于所述折射率 n ;
 - 其中在所述折射率 n 与所述成像系统的数值孔径 NA 之间的差 ($n-NA$) 最大为 0.2。
2. 成像系统,包括显微光刻投影曝光设备的投影物镜,具有
 - 至少一个光学元件 (100),所述光学元件 (100) 具有立方晶体材料,所述立方晶体材料在预定的工作波长的情况下具有折射率 n ;
 - 和图像侧的至少为 1.50 的数值孔径 NA,其中所述数值孔径 NA 小于折射率 n ;
 - 其中在所述折射率 n 与所述成像系统的数值孔径 NA 之间的差 ($n-NA$) 最大为 0.2。
3. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统,其特征在于,
在所述折射率 n 与所述数值孔径 NA 之间的差 ($n-NA$) 位于 0.05 至 0.20 的范围内。
4. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统,其特征在于,
所述立方晶体材料具有氧化物。
5. 按照权利要求 4 所述的成像系统,其特征在于,
所述立方晶体材料具有蓝宝石 (Al_2O_3) 和氧化钾、或蓝宝石 (Al_2O_3) 和氧化钙。
6. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统,其特征在于,
所述立方晶体材料具有从以下组中选出的至少一种材料,所述组包含 $7Al_2O_3 \cdot 12CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot K_2O$ 、 $Al_2O_3 \cdot 3CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot K_2O$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2K$ 和 $Al_2O_3 \cdot 3CaO \cdot 6H_2O$ 。
7. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统,其特征在于,
所述立方晶体材料具有钙、钠和氧化硅。
8. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统,其特征在于,
所述立方晶体材料具有从包含 $CaNa_2SiO_4$ 、 $CaNa_4Si_3O_9$ 、 $Sr(NO_3)_2$ 、 $MgONa_2O \cdot SiO_2$ 和 $Ca(NO_3)_2$ 的组中选出的至少一种材料。
9. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统,其特征在于,
所述光学元件 (100) 是所述成像系统的图像侧的最后的折射透镜。
10. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统,其特征在于,所述光学元件 (100) 具有平的光出射面。
11. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统,其特征在于,所述光学元件 (100) 具有物侧凸曲的光入射面。
12. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统,其特征在于,
所述光学元件 (100) 由带有折射力的第一分元件 (10) 和基本上无折射力的第二分元件 (20) 组成。
13. 按照权利要求 12 所述的成像系统,其特征在于,
所述第一分元件 (10) 是基本上平凸的透镜。
14. 按照权利要求 12 所述的成像系统,其特征在于,
所述第二分元件 (20) 是平面平行板。
15. 按照权利要求 12 所述的成像系统,其特征在于,
所述立方晶体材料被设置在所述第一分元件 (10) 中,其中在基本上无折射力的第二

分元件 (20) 中设置第二材料, 所述第二材料与第一分元件 (10) 中的材料相比具有较大的折射率。

16. 按照权利要求 15 所述的成像系统, 其特征在于,

所述第二材料从包含镁尖晶石 (MgAl_2O_4)、钇铝石榴石 ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)、氧化镁 (MgO) 和铈铝石榴石 ($\text{Sc}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$) 的组中选出。

17. 按照权利要求 12 所述的成像系统, 其特征在于,

所述第二分元件 (20) 具有元件轴和至少两个部分区域 (21, 22), 所述部分区域 (21, 22) 具有相同的晶体切片并且以绕所述元件轴相对旋转的方式来布置。

18. 按照权利要求 17 所述的成像系统, 其特征在于,

第一部分区域 (21) 和第二部分区域 (22) 分别具有 (111) 晶体切片并且以绕所述元件轴相对旋转 $60^\circ + k \cdot 120^\circ$ 的方式布置, $k = 0, 1, 2, \dots$ 。

19. 按照权利要求 17 所述的成像系统, 其特征在于,

第一部分区域和第二部分区域分别具有 (100) 晶体切片并且以绕所述元件轴相对旋转 $45^\circ + l \cdot 90^\circ$ 的方式布置, $l = 0, 1, 2, \dots$ 。

20. 按照权利要求 12 所述的成像系统, 其特征在于,

所述第二分元件具有元件轴和至少四个部分区域 (21-24), 其中第一部分区域 (21) 和第二部分区域 (22) 分别具有 (111) 晶体切片并且以绕所述元件轴相对旋转 $60^\circ + k \cdot 120^\circ$ 的方式布置, 其中 $k = 0, 1, 2, \dots$, 并且其中第三部分区域 (23) 和第四部分区域 (24) 分别具有 (100) 晶体切片并且以绕所述元件轴相对旋转 $45^\circ + l \cdot 90^\circ$ 的方式布置, 其中 $l = 0, 1, 2, \dots$ 。

21. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统, 其特征在于,

所述工作波长小于 250nm。

22. 按照权利要求 1 或 2 所述的成像系统, 其特征在于,

所述工作波长小于 200nm。

23. 具有投影物镜的显微光刻投影曝光设备, 所述投影物镜是按照上述权利要求之一所述的成像系统。

24. 用于以显微光刻方式制造微结构化器件的方法, 具有以下步骤:

- 提供衬底 (206), 在所述衬底 (206) 上至少部分地涂覆由光敏材料组成的层;
- 提供掩模 (204), 所述掩模 (204) 具有要成像的结构;
- 提供按照权利要求 23 所述的投影曝光设备 (200);
- 借助于所述投影曝光设备 (200) 将所述掩模 (204) 的至少一部分投影到所述层的区域上。

25. 微结构化器件, 所述微结构化器件按照根据权利要求 24 的方法来制造。

成像系统、特别是显微光刻投影曝光设备的投影物镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种成像系统、特别是显微光刻投影曝光设备的投影物镜。本发明特别地涉及一种投影物镜,所述投影物镜在限制固有双折射对成像特性的负面影响的情况下能够应用高折射率的晶体材料。

现有技术

[0002] 在目前的显微光刻物镜、特别是数值孔径 (NA) 的值大于 1.0 的浸没物镜中,日益增长地存在对应用具有高折射率的材料的需求。这里,如果折射指数的值在给定波长的情况下超过石英的值(在波长为 193nm 的情况下具有值约为 1.56),则该折射指数被视为“高的”。已知一系列材料,其折射指数在 DUV 和 VUV 波长 ($< 250\text{nm}$) 的情况下大于 1.6,例如在波长为 193nm 时折射指数约为 1.87 的镁尖晶石、或者在 193nm 时其折射指数约为 2.0 的氧化镁。

[0003] 在使用这种材料作为透镜元件时问题在于,所述材料由于其立方晶体结构而具有固有双折射,所述固有双折射随着波长变短而增加,其中例如针对镁尖晶石的 IDB 条件延迟的测量在波长为 193nm 的情况下得出了 52nm/cm 的值,针对氧化镁的 IDB 条件延迟在 193nm 的情况下被估计约为 72nm/cm 。根据设计条件,这种延迟在图像场中可能导致横向的光线偏差,所述光线偏差是要成像的结构宽度的 3 至 5 倍。

[0004] 为了减少氟化物晶体透镜中固有双折射对光学成像的负面影响,例如根据 US 2004/0105170 A1 和 WO 02/093209 A2 等已知,以相对旋转的方式布置相同晶体切片的氟化物晶体透镜(所谓的“定时(clocking)”),以及还附加将多组具有不同晶体切片的这种布置(例如由 100 透镜和 111 透镜组成)相互组合。

[0005] 尽管通过这种方法在上述高折射率的立方材料中也能够实现对固有双折射的负面影响的一定补偿,但另一问题在于,如果相应“补偿路径”(例如在相同晶体切片的相对旋转的区域中的发生干扰的光线的相应光路)不同,则通过上述“定时”的补偿就是不完全的,如特别是例如在图像侧在最后的平凸透镜中在外轴光束的情况下是这样的。固有双折射的效应越强,这种状况的影响也越强,这恰恰使得难以在光刻物镜的近图像区域中例如作为最后的透镜元件以在那里出现的大辐射角应用上述高折射率材料,其中在所述大辐射角的情况下在 (100) 和 (111) 晶体切片中的固有双折射也特别高。

发明内容

[0006] 本发明的任务是,提供一种成像系统、特别是显微光刻投影曝光设备的投影物镜,所述成像系统能够在限制固有双折射的负面影响的情况下应用高折射率的晶体材料。

[0007] 依照本发明的一个方面,根据本发明的成像系统、特别是显微光刻投影曝光设备的投影物镜包括至少一个光学元件,所述光学元件包含在预定工作波长时折射率 n 大于 1.6 的立方晶体材料,并且所述成像系统具有图像侧的数值孔径 NA,其中在所述折射率 n 与成像系统的数值孔径之间的差 ($n-\text{NA}$) 最大为 0.2。

[0008] 本发明在此首先基于以下认识,即固有双折射的效应随着波长缩短不是线性增加,而是更确切地说首先缓慢地开始,然后随着波长下降而剧烈地增加。相应的工作波长越接近相关材料的吸收边缘(在 UV 范围内),这种非线性越强烈地显现出来。

[0009] 依照本发明,具有尽可能高的折射率的材料的潜能现在并没有被充分利用,而是所述折射率被选择得恰好如所需要的那样高(并且不是更高),以便即使在最大出现的辐射角的情况下还使投影光在几何学上耦合穿过投影物镜,并成像。同时,根据本发明,利用对折射率大小的适度要求,用以选择这样的材料(其吸收边缘在 UV 中更深),使得因此相比于在具有较高吸收边缘的材料时的情况,固有双折射在工作波长的范围内还更小低或更少地增加。

[0010] 在例如 $NA = 1.5$ 的数值孔径的情况下,依照本发明,尽管可用在 193nm 的典型工作波长时透明的、具有例如 $n = 1.87$ (镁尖晶石)及更高的高折射率的材料,但有意地放弃选择尽可能高折射的晶体材料,而是根据本发明宁可搜寻和发现以下材料,即在所述材料的情况下,折射率 n 与成像系统的(位于更深处的)图像侧数值孔径之间隔更小,但是恰好仍足以也在最大出现的辐射角的情况下还使投影光耦合穿过成像系统或者成像。

[0011] 依照另一方面,成像系统、特别是显微光刻投影曝光设备的投影物镜包括至少一个光学元件,所述光学元件包含在预定工作波长时具有折射率 n 的立方晶体材料,并且所述成像系统具有至少为 1.50 的图像侧数值孔径 NA ,其中在所述折射率 n 与成像系统的数值孔径 NA 之间的差 $(n-NA)$ 最大为 0.2。

[0012] 依照另一方面,成像系统、特别是显微光刻投影曝光设备的投影物镜包括至少一个包含立方晶体材料的光学元件,所述立方晶体材料在预定工作波长时具有折射率 n 并且具有平的光出射面,并且所述成像系统具有小于折射率 n 的图像侧数值孔径 NA ,其中在所述折射率 n 与成像系统的数值孔径 NA 之间的差 $(n-NA)$ 最大为 0.2。

[0013] 优选地,在光学元件的折射率 n 与成像系统的数值孔径 NA 之间的差 $(n-NA)$ 处于 0.05 至 0.20 的范围内、优选处于 0.05 至 0.15 的范围内、并且特别优选地处于 0.05 至 0.10 的范围内。在此,通过如上述的折射率上限来实现对固有双折射的限制,而通过折射率下限来实现对投影物镜的总透镜容积(Gesamtlinsevolumen)的限制。

[0014] 由根据本发明应用的材料优选要满足的其他准则是相对于空气湿度和 UV 光的足够的稳定性、高的硬度、和好的光学可加工性、以及尽可能无毒的组成部分。

[0015] 在一种优选的实施方案中,所述立方晶体材料具有氧化物,对此在较高折射率的情况下获得了足够的透射。

[0016] 在一种优选的实施方案中,所述立方晶体材料具有蓝宝石(Al_2O_3)和氧化钾或氧化钙。

[0017] 特别地,所述立方晶体材料优选地具有从组中选出的至少一种材料,所述组包含 $7Al_2O_3 \cdot 12CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot K_2O$ 、 $Al_2O_3 \cdot 3CaO$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot K_2O$ 、 $Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 2K$ 和 $Al_2O_3 \cdot 3CaO \cdot 6H_2O$ 。

[0018] 在此,蓝宝石(Al_2O_3)的分量在同时提高折射率的情况下导致扩宽带隙(Bandlücke)或者推移 UV 范围内的吸收边缘,使得折射率下降的其他组成部分补充所述混合晶体,这导致固有双折射的上述减小。

[0019] 在另一优选的实施方案中,所述立方晶体材料具有钙、钠和氧化硅。特别地,所述立方晶体材料优选地具有包含 $CaNa_2SiO_4$ 和 $CaNa_4Si_3O_9$ 的组中的至少一种材料。

[0020] 在另一优选的实施方案中,所述立方晶体材料具有包含 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{MgONa}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 和 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 的组中的至少一种材料。

[0021] 所述光学元件优选地是所述成像系统的图像侧最后的折射透镜。

[0022] 依照一种优选的实施形式,所述光学元件由带有折射力的第一分元件和基本上无折射力的第二分元件组成。优选地,在此所述第一分元件是基本上平凸的透镜,而所述第二分元件是平面平行板。

[0023] 所述光学元件的这种结构具有以下优点,即特别有效地校正球面像差,所述球面像差典型地是在高孔径的情况下是对成像误差的要克服的最大份额。在所述光学元件区域内的远心光程的情况下,特别地可以通过平面平行的分元件以有利的方式来实现对球面像差的在图像场上均匀的校正。

[0024] 相比于带有折射力的第一分元件(也就是特别是平凸的透镜),在基本上无折射力的第二分元件中,在由相同晶体切片的相对旋转的部分区域构造的情况下,对于相应的部分区域分别出现基本上相同的补偿路径,使得就这点而言在“定时方案”的路径中可以有效地校正固有双折射。因此,有利的是,在基本上无折射力的第二分元件中设置比第一区域中的材料具有更大折射率的第二材料,其中该较大折射率特别地也可以超然于与数值孔径的上述间隔。

[0025] 因此,在一种优选的实施形式中,从镁尖晶石(MgAl_2O_4)、钇铝石榴石($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)、 MgO 和钪铝石榴石($\text{Sc}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)的组中选出第二材料。

[0026] 为了补偿固有双折射(为了实现所述定时方案),第二分元件具有元件轴和至少两个部分区域,所述部分区域具有相同的晶体切片并且以绕元件轴相对旋转的方式布置。

[0027] 在一种实施方案中,第一部分区域和第二部分区域分别具有(111)晶体切片,并且以绕元件轴相对旋转 $60^\circ + k * 120^\circ$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) 的方式布置。

[0028] 在另一实施方案中,第一部分区域和第二部分区域分别具有(100)晶体切片,并且以绕元件轴相对旋转 $45^\circ + l * 90^\circ$ ($l = 0, 1, 2, \dots$) 的方式布置。

[0029] 在另一实施方案中,第二分元件具有元件轴和至少四个部分区域,其中第一部分区域和第二部分区域分别具有(111)晶体切片而且以绕元件轴相对旋转 $60^\circ + k * 120^\circ$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) 的方式布置,并且其中第三部分区域和第四部分区域分别具有(100)晶体切片,并且以绕元件轴相对旋转 $45^\circ + l * 90^\circ$ ($l = 0, 1, 2, \dots$) 的方式布置。

[0030] 此外,本发明涉及一种显微光刻投影曝光设备、一种用于制造显微光刻器件的方法和一种微结构化器件。

[0031] 此外,本发明也涉及用于制造显微光刻投影曝光设备的投影物镜中的光学元件的、作为原材料的材料的应用,其中所述材料从以下组中选出,所述组包含 $7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2\text{K}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{K}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}_6\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{CaNa}_2\text{SiO}_4$ 、 $\text{CaNa}_4\text{Si}_3\text{O}_9$ 、 $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ 、 $\text{MgONa}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ 和 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 。

[0032] 工作波长小于 250nm。工作波长小于 200nm。

[0033] 本发明的其他扩展可以从说明书以及从属权利要求中得出。

[0034] 下面根据附图中所示的实施例更详细地说明本发明。

附图说明

[0035] 图 1 示出了用于说明优选实施形式中根据本发明的成像系统内的光学元件的结构示意图;并且

[0036] 图 2 示出了显微光刻投影曝光设备的原理性结构的示意图,所述显微光刻投影曝光设备可以具有根据本发明的投影物镜。

具体实施方式

[0037] 图 1 仅示意地示出根据本发明的成像系统中的光学元件 100 的结构。所述光学元件 100 优选地特别是显微光刻投影物镜中的图像侧的最后的透镜,所述投影物镜的基本结构还将参考图 2 加以说明。

[0038] 依照图 1,所述光学元件 100 由平凸透镜形式的第一分元件 10 和平面平行板形式的第二分元件 20 构成,其中第二分元件 20 的光入射面以直接邻接第一分元件 10 的光出射面的方式布置,并且优选地在所述光出射面上打开 (aufgesprengt)。

[0039] 同样在图 1 中示意示出了第二分元件 20 的结构,所说第二分元件 20 由平面平行板 20、22、23 和 24 形式的总共四个部分区域组成。在此,第一部分板 21 和第二部分板 22 分别具有 (111) 晶体切片,并且以绕元件轴 (在图 1 中与光轴 0A 一致) 相对旋转 60° (或者一般地 $60^\circ + k * 120^\circ$, $k = 0, 1, 2, \dots$) 的方式布置。第三部分板 23 和第四部分板 24 分别具有 (100) 晶体切片,并且以绕元件轴相对旋转 45° (或一般地 $45^\circ + l * 90^\circ$, $l = 0, 1, 2, \dots$) 的方式布置。

[0040] 在另一实施方案中,第二分元件 20 总共具有两个部分区域,所述部分区域具有相同的晶体切片并以绕元件轴相对旋转的方式布置。例如这些部分区域可以分别具有 (100) 晶体切片并以绕元件轴相对旋转 $45^\circ + l * 90^\circ$ ($l = 0, 1, 2, \dots$) 的方式布置,或者所述部分区域可以分别具有 (111) 晶体切片,并且以绕元件轴相对旋转 $60^\circ + k * 120^\circ$ ($k = 0, 1, 2, \dots$) 的方式布置。

[0041] 第一分元件 10 由具有这种折射率的立方晶体材料制成,所述折射率根据成像系统的数值孔径 NA 如此来选择,使得该折射率 n 与成像系统的数值孔径 NA 之间的差 ($n-NA$) 最大为 0.2。

[0042] 如果基于投影物镜的示范性数值孔径 $NA = 1.5$,则因此第一分元件的立方晶体材料的折射率 n 最大为 $n = 1.7$ 。

[0043] 下面的表 1 给出了关于依照本发明特别适当的材料的列表。在此,在第 2 列中分别说明了在波长 $\lambda = 589\text{nm}$ 时属于晶体材料的折射率 n_d ;在此要指明,在 $\lambda = 193\text{nm}$ 的常见工作波长时折射率典型地约大 0.1。

[0044] 表 1:

[0045]

材料	折射率 n_d (在 $\lambda = 589\text{nm}$ 时)
$7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{CaO}$	1.608
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{K}_2\text{O}$	1.603
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO}$	1.701
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2\text{K}$	1.540
$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 2\text{K}$	

$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO} \cdot \text{H}_2\text{O}$	1.604
$\text{CaNa}_2\text{SiO}_4$	1.60
$\text{CaNa}_4\text{Si}_3\text{O}_9$	1.571
$\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$	1.5667
$\text{MgONa}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$	1.523
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	1.595

[0046] 依照图 2, 投影曝光设备 200 具有照明装置 201 和投影物镜 202。投影物镜 202 包括带有孔径光阑 AP 的透镜装置 203, 其中通过仅示意说明的透镜装置 203 来定义光轴 OA。在照明装置 201 与投影物镜 202 之间布置有掩模 204, 所述掩模 204 借助于掩模支架 205 被保持在光程中。用于显微光刻中的这种掩模 204 具有微米至纳米范围内的结构, 所述结构借助于投影物镜 202 例如以缩小 4 或 5 倍的方式被成像到图像面 IP 上。在图像面 IP 中保持有由衬底支架 207 所定位的光敏衬底 206 或晶片。仍可分辨的最小结构依赖于为照明所采用的光的波长 λ 以及投影物镜 202 的图像侧数值孔径, 其中投影曝光设备 200 的最大可达分辨率随着照明装置 201 的波长 λ 的减少、并且随着投影物镜 202 的图像侧数值孔径的增加而增加。

[0047] 所述投影物镜 202 被设计为依照本发明的成像系统。在图 2 中仅仅示意地用虚线指明了本发明光学元件 100 的可能的大概位置, 其中所述光学元件在这里依照一种优选的实施形式是投影物镜 202 的图像侧的最后的光学元件, 并且因此被布置在较高的孔径角的范围内。所述光学元件具有根据图 1 所阐明的结构, 并因此依照上面描述的実施形式特别是由平凸透镜形式的第一分元件 10 和平面平行板形式的第二分元件 20 构成。

[0048] 如果本发明也根据特定的实施形式予以说明, 则对于技术人员来说推断出各种变型和可替代的实施形式, 例如通过组合和 / 或交换单个实施形式的特征。据此, 对于技术人员应当理解的是, 这类变型和可替代实施形式一起被包括在本发明内, 并且本发明的作用范围仅按照所附的权利要求及其等价物中来限制。

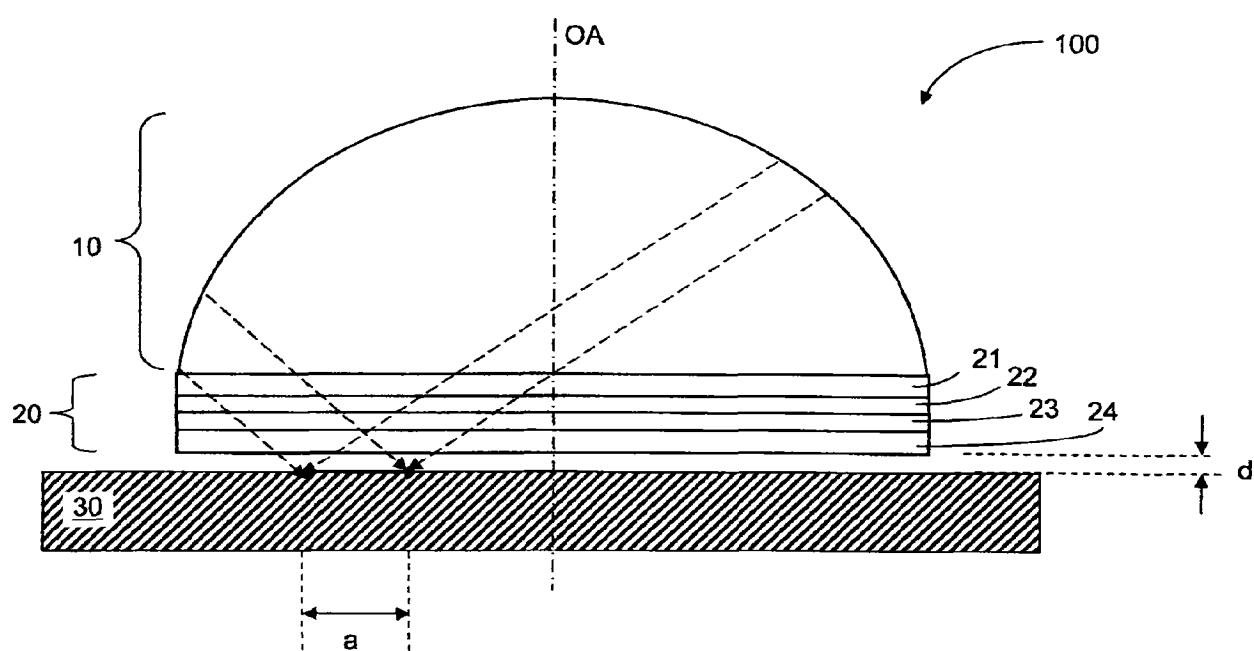


图 1

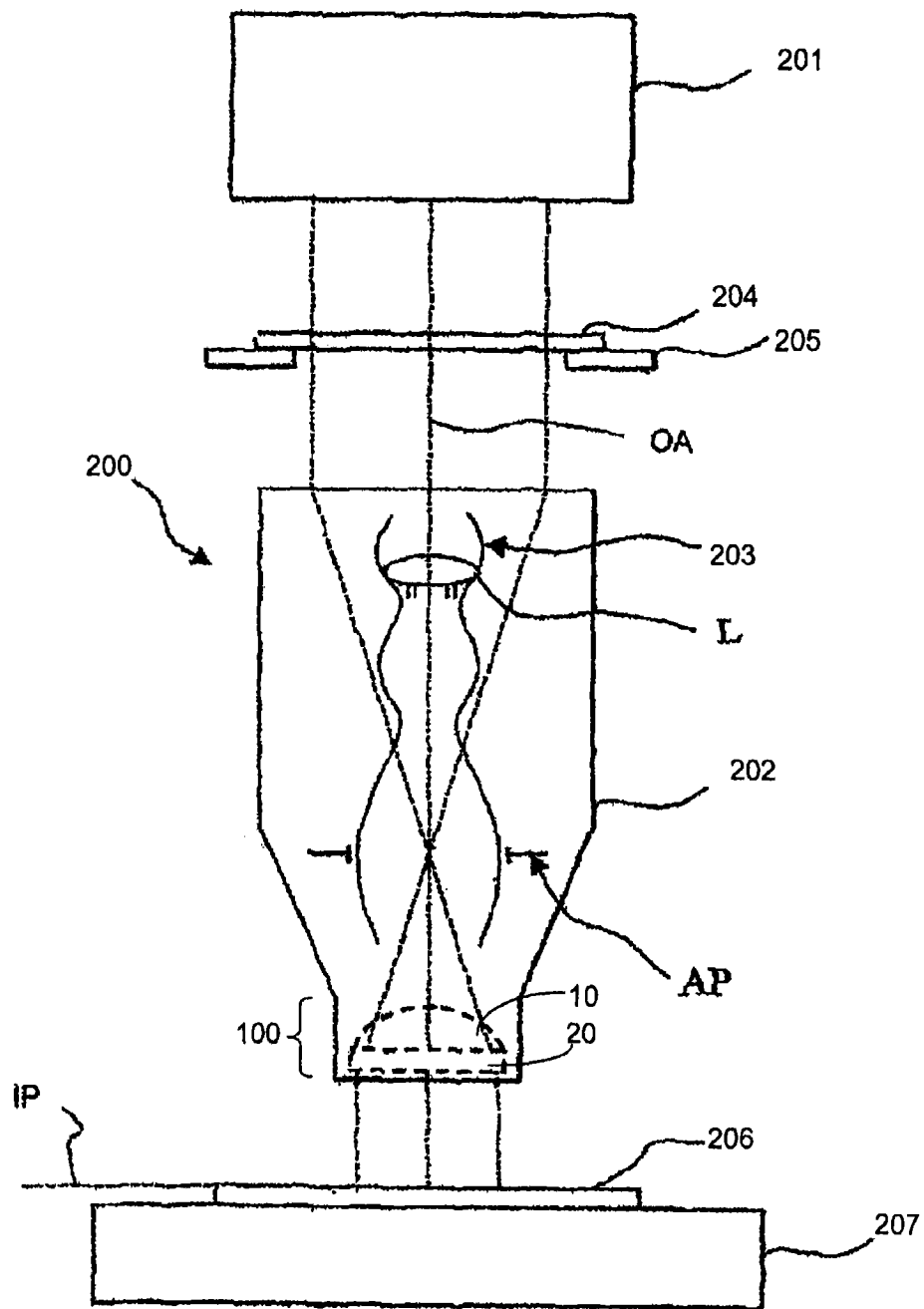


图 2