



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101243360 B

(45) 授权公告日 2011.04.13

(21) 申请号 200680029692.6

(22) 申请日 2006.05.26

(30) 优先权数据

11/151,465 2005.06.14 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.02.14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2006/005079 2006.05.26

(87) PCT申请的公布数据

WO2006/133801 EN 2006.12.21

(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 S · 贝德 W · 辛格

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)

(56) 对比文件

US 6064516 A, 2000.05.16, 全文.

US 20030174301 A1, 2003.09.18, 全文.

WO 2005013009 A1, 2005.02.10, 全文.

US 20040075895 A1, 2004.04.22, 全文.

EP 1089327 A1, 2001.04.04, 全文.

审查员 赵强

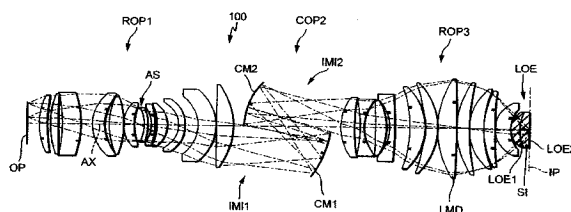
权利要求书 2 页 说明书 49 页 附图 7 页

(54) 发明名称

具有大孔径和平面端面的投影物镜

(57) 摘要

一种适合于微光刻投影曝光机的投影物镜，其用于将该投影物镜的物平面 (OP) 中提供的图案成像到该投影物镜的像平面 (IP) 上，其具有多个光学元件，其对于该投影物镜的工作波长处的辐射是透明的。至少一个光学元件 (LOE1, LOE2) 是由在工作波长处折射率 $n \geq 1.6$ 的高折射率材料制成的高折射率光学元件。



1. 适合于微光刻投影曝光机的投影物镜，其用于将该投影物镜的物平面中提供的图案成像到该投影物镜的像平面上，该投影物镜包括：

多个光学元件，所述光学元件对于在该投影物镜的工作波长处的辐射是透明的；

其中该投影物镜具有最接近像平面的最后一个光学元件；

其中该最后一个光学元件包括平凸复合透镜，该平凸复合透镜具有像方平凸第二透镜元件和物方第一透镜元件，所述像方平凸第二透镜元件具有弯曲的入射表面和基本上是平面的出射表面，所述物方第一透镜元件具有弯曲的入射表面和与所述第一透镜元件的弯曲的入射表面光学接触的弯曲的出射表面，

其中第一透镜元件和第二透镜元件中的至少一个由折射率为 $n > 1.6$ 的高折射率材料构成。

2. 根据权利要求 1 的投影物镜，其中第一透镜元件的弯曲的入射表面的第一曲率半径 $R1$ 大于第二透镜元件的入射表面的第二曲率半径 $R2$ 。

3. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜，其中第一透镜元件具有第一折射率 $n1$ ，其小于第二透镜元件的第二折射率 $n2$ ，使得折射率差 $\Delta n = n2 - n1$ 满足条件 $\Delta n \geq 0.25$ 。

4. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜，其中第二透镜元件由高折射率结晶材料制成，并且第一透镜元件由玻璃状材料制成。

5. 根据权利要求 4 的投影物镜，其中所述结晶材料从包括下述的组中选择：氧化铝 (Al_2O_3)、氧化铍 (BeO)、氧化镁铝 ($MgAlO_4$ 、尖晶石)、氧化镁 (MgO)、氧化钇铝 ($Y_3Al_5O_{12}$)、氧化钇 (Y_2O_3) 和氟化镧 (LaF_3)。

6. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜，其中折射率为 n_1 的浸没介质置于第一透镜元件的出射表面和第二透镜元件的入射表面之间的间隙中。

7. 根据权利要求 6 的投影物镜，其中第一透镜元件具有第一折射率 $n1$ ，其小于第二透镜元件的第二折射率 $n2$ ，使得折射率差 $\Delta n = n2 - n1$ 满足条件 $\Delta n \geq 0.25$ ，并且其中浸没介质的折射率在 $1.3 \leq n_1 \leq 1.6$ 的范围内。

8. 根据权利要求 6 的投影物镜，其中该间隙具有在 $50 \mu m \leq GW \leq 2mm$ 的范围内的最大间隙宽度 GW 。

9. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜，其中该最后一个光学元件包括超半球形透镜，该超半球形透镜具有曲率半径为 $R2$ 的弯曲的入射表面、基本上是平面的出射表面，以及轴向透镜厚度 T ，该轴向透镜厚度 T 定义为沿透镜光轴测得的入射表面和出射表面之间的距离，其中 $T > R2$ 。

10. 根据权利要求 9 的投影物镜，其中该投影物镜的像方数值孔径为 $1.7 \leq NA \leq 1.8$ 。

11. 根据权利要求 9 的投影物镜，其中该超半球形透镜的形状是半球形部分和圆柱形部分的组合，该圆柱形部分的半径等于半球形部分的曲率半径。

12. 根据权利要求 9 的投影物镜，其中该超半球形透镜具有球形的入射表面，该入射表面球形地延伸超过经该球形入射表面的曲率中心的中心截面并垂直于该透镜的光轴。

13. 根据权利要求 9 的投影物镜，其中该超半球形透镜形成复合平凸的最后一个光学元件的像方第二透镜元件。

14. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜，其中该高折射率材料在工作波长处具有折射率 $n \geq 1.8$ 。

15. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中该高折射率材料是蓝宝石。
16. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中物方数值孔径 NA_{Obj} 大于 0.3。
17. 根据权利要求 16 的投影物镜, 其中该物方数值孔径 $NA_{Obj} > 0.36$, 以及绝对缩小比率为 $|\beta| \leq 0.25$ 。
18. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中将该投影物镜设计为参考像差来修改的浸没物镜, 使得最后一个光学元件和像平面之间的像方工作距离充满折射率大于 1 的浸没介质。
19. 根据权利要求 18 的投影物镜, 其中该投影物镜适用于在工作波长处折射率大于 1.4 的浸没流体。
20. 根据权利要求 19 的投影物镜, 其中该投影物镜是为 193nm 工作波长而设计的, 并且其中该浸没流体是环己烷。
21. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中该投影物镜设计为固体浸没物镜, 其具有约为工作波长或以下的有限像方工作距离, 使得能够将该投影物镜的像方出射表面射出的倏逝场用于成像。
22. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中将该投影物镜设计为固体浸没光刻, 其中该投影物镜的像方出射表面与待曝光的衬底相关联的内耦合表面机械接触。
23. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中像方数值孔径 NA 大于 1.3。
24. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中置于最接近像平面的光瞳面位于最接近像平面的光束直径的局部最大值的区域和像平面之间的会聚光束的区域中。
25. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中该投影物镜包括至少一个非球面透镜组, 该非球面透镜组由数量为 N_{ASPL} 的至少两个紧接连续的非球面透镜构成, 所述非球面透镜提供数量为 N_{ASP} 的非球面透镜表面, 其中非球面比率 $AR = N_{ASP}/N_{ASPL}$ 满足条件 $AR > 1$ 。
26. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中像方非球面透镜组直接安排在最后一个光学元件的上游, 该非球面透镜组由数量为 N_{ASPL} 的至少两个紧接连续的非球面透镜构成, 所述非球面透镜提供数量为 N_{ASP} 的非球面透镜表面, 其中非球面比率 $AR = N_{ASP}/N_{ASPL}$ 满足条件 $AR > 1.5$ 。
27. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其中在最后一个光学元件的上游直接提供至少三个紧接连续的非球面透镜表面。
28. 根据权利要求 26 的投影物镜, 其中该像方非球面透镜组包括具有面向像面的凹透镜表面的至少两个连续的凹凸透镜。
29. 根据权利要求 1 或 2 的投影物镜, 其具有第一折射物镜部分, 其用于将物平面中提供的图案成像成第一中间像; 第二物镜部分, 其包括用于将第一中间像成像成第二中间像的至少一个凹面镜; 第三物镜部分, 其用于将第二中间像成像到像平面上。
30. 微光刻投影曝光方法, 其用于将投影物镜的物平面中设置的掩模上提供的图案成像到该投影物镜的像平面中提供的衬底上, 其中使用根据权利要求 1 或 2 的微光刻投影物镜, 并且在微光刻投影物镜的最后一个透镜和待曝光的衬底之间引入浸没流体。
31. 根据权利要求 30 的方法, 其中使用在投影物镜的工作波长处折射率大于 1.4 的浸没流体。
32. 根据权利要求 31 的方法, 其中该浸没流体在工作波长处具有大于 1.5 的折射率。

具有大孔径和平面端面的投影物镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种投影物镜，其用于将该投影物镜的物平面中提供的图案成像到该投影物镜的像平面上。该投影物镜可用于微光刻投影曝光机。本发明尤其涉及用于半导体结构的曝光机，其为浸没 (immersion) 操作而设计，也就是在像方数值孔径 NA 大于 0.1 的孔径范围内。

背景技术

[0002] 在使光学成像缩小的情况下，特别是在投影光刻法的情况下，像方数值孔径 NA 受像空间中的周围介质的折射率的限制。在浸没光刻法中，理论上可能的数值孔径 NA 受浸没介质 (immersion medium) 的折射率的限制。浸没介质可以是液体或固体。在后者的情况中也谈到 (speak of) 固体浸没。

[0003] 但是，出于实际的原因，孔径不应当任意地接近最后一个介质 (即最接近于像的介质) 的折射率，因为传播角会因此变得相对于光轴非常大。已经证明，孔径基本上不超过像方最后一个介质的折射率的大约 95% 是可行的。这对应于相对光轴约为 72° 的传播角。对于 193nm，这对应于在水 ($n_{\text{H}_2\text{O}} = 1.43$) 作为浸没介质的情况下数值孔径为 $\text{NA} = 1.35$ 。

[0004] 在液体的折射率大于最后一个透镜材料的折射率的情况下，或者在固体浸没的情况下，如果最后一个端面 (投影物镜的出射表面) 设计为平面或者仅仅略弯曲，那么最后一个透镜元件 (即，投影物镜中最靠近像的最后一个光学元件) 的材料作为一种限制。平面的设计例如对于测量晶片和物镜之间的距离、对于待曝光的晶片和最后一个物镜表面之间浸没介质的流体动力学性能，以及晶片和物镜的清洁都是有利的。对于固体浸没来说，最后一个端面必须是平面的设计，特别是用以对同样是平面的晶片进行曝光。

[0005] 对于 DUV (工作波长为 248nm 或 193nm) 来说，通常用于最后一个透镜的材料是折射率为 $n_{\text{SiO}_2} = 1.56$ 的熔融的硅石 (合成硅石玻璃， SiO_2) 或者折射率为 $n_{\text{CaF}_2} = 1.50$ 的 CaF_2 。在下文中，该合成硅石玻璃材料也简称为“硅石”。由于在最后几个透镜元件中的高辐射负载，因此在 193nm 处，最后一个透镜优选使用氟化钙，特别是，因为从长远观点来看辐射负载将会损坏合成硅石玻璃。这导致能够达到大约 1.425 的数值孔径 ($n = 1.5$ 时的 95%)。如果接受辐射损伤的缺点，那么硅石玻璃仍然能够达到 1.48 的数值孔径 (对应于在 193nm 处硅石的折射率的大约 95%)。这些关系在 248nm 处是类似的。

发明内容

[0006] 本发明的一个目的在于提供一种大孔径的投影物镜，其防止出现利用诸如水的浸没介质或者诸如熔融的硅石和 CaF_2 的透镜材料的常规设计的缺点。本发明的另一个目的在于提供适合于浸没光刻法且在像方数值孔径至少为 $\text{NA} = 1.35$ 的投影物镜，该投影物镜具有适中的尺寸和材料消耗。

[0007] 作为该目的和其他目的的解决方案，本发明根据一种设计而提供一种适合于微

光刻投影曝光机的投影物镜，其用于将该投影物镜的物平面中提供的图案成像到该投影物镜的像平面上，该投影物镜包括：多个光学元件，这些光学元件对于在该投影物镜的工作波长处的辐射是透明的；其中至少一个光学元件是由在工作波长处折射率为 $n \geq 1.6$ 的高折射率材料制成的高折射率光学元件。

[0008] 一个实施例是防辐射的光刻物镜，其像方数值孔径优选大于或等于 $NA = 1.35$ ，为此至少最后一个透镜元件由高折射率材料构成（折射率 $n > 1.6$ ，特别是 $n > 1.8$ ）。在光刻中习惯的（绝对）4：1（ $|\beta| = 0.25$ ）的缩小比率的情况下，物方（掩模侧）数值孔径因此为 $NA_{obj} \geq 0.33$ ，优选为 $NA_{obj} \geq 0.36$ 。

[0009] 下面利用对于 193nm 的示范性实施例来更详细地说明本发明的各个方面。在这些例子中，最后一个透镜元件或其一部分所使用的材料是蓝宝石（ Al_2O_3 ），而其余透镜由熔融的硅石制成。但是，这些例子适用于（transfer to）其他高折射率透镜材料和其他波长。例如对于 248nm，可以将二氧化锗（ GeO_2 ）用作最后一个透镜或其一部分的材料。与蓝宝石相比，该材料具有不发生双折射的优点。但是，该材料在 193nm 不再是透明的。

[0010] 在浸没液体的情况下，如果使用折射率大于水的较高折射率的浸没液体，那么可以达到 $NA > 1.35$ 。在一些应用例子中，使用环己烷（cyclo-hexane）（折射率为 $n = 1.556$ ）。

[0011] 具有 $n > 1.6$ 的浸没介质目前被认为是很实际的。

[0012] 如果使用浸没液体，那么高折射率液体的厚度优选在 0.1 和 10mm 之间，所述高折射率液体即浸没液体。由于这种高折射率浸没介质通常也表现出较高的吸收，因此在该范围内的较小厚度可能是有利的。

[0013] 在优选实施例中，投影物镜具有最接近像平面的最后一个光学元件，其中该最后一个光学元件至少部分由折射率为 $n > 1.6$ 的高折射率材料制成。在这种情况下，像方数值孔径 NA 可以扩大到接近某些情况下的高折射率材料的折射率。最后一个光学元件可以是由高折射率材料制成的单个（monolytic）平凸透镜。在其他实施例中，最后一个光学元件由沿着分界面（splitting interface）彼此光学接触的至少两个光学元件构成，其中形成最后一个光学元件的至少一个光学元件由折射率为 $n > 1.6$ 的高折射率材料构成。通过利用这种平凸复合透镜可以获得更多的设计自由度。

[0014] 该复合的最后一个光学元件可以具有入射侧平凸透镜元件以及沿着平面的分界面与该平凸透镜元件光学接触的出射侧平面平行板，所述入射侧平凸透镜具有弯曲的入射表面和平面的出射表面。

[0015] 在其他实施例中，最后一个光学元件包括平凸复合透镜，该平凸复合透镜具有像方平凸第二透镜元件和物方第一透镜元件，所述平凸第二透镜元件具有弯曲的入射表面和基本上是平面的出射表面，所述第一透镜元件具有弯曲的入射表面和与其弯曲的入射表面光学接触的弯曲的出射表面。这样得到了弯曲的分界面。优选的是，第一透镜元件的弯曲的入射表面的第一曲率半径 R_1 大于第二透镜元件的入射表面的第二曲率半径 R_2 。这样能够减小随场而变化的像差。第一透镜元件可以具有第一折射率 n_1 ，其小于第二透镜元件的第二折射率 n_2 ，从而使折射率差 $\Delta n = n_2 - n_1$ 满足条件 $\Delta n \geq 0.25$ 。由此在像平面附近折射率沿光传播方向逐步增大。

[0016] 位于像方的第二透镜元件优选使用高折射率结晶材料，而第一透镜元件（在

物方) 优选由玻璃状材料制成。 结晶材料可以从下面的组中选择, 所述组由氧化铝 (Al_2O_3)、氧化铍 (BeO)、氧化镁铝 (MgAlO_4 、尖晶石)、氧化镁 (MgO)、氧化钇铝 ($\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$)、氧化钇 (Y_2O_3) 和氧化镧 (LaF_3) 构成。 二氧化硅 (熔融的硅石、 SiO_2) 优选用于第一透镜元件。

[0017] 通过压扭 (wringing) 可以使第一和第二透镜元件光学接触。 但是在通过压扭而形成的界面处可能出现因第一和第二透镜元件的热膨胀系数差而产生的问题。 因此, 在一些实施例中, 将折射率为 n_1 的浸没介质置于第一透镜元件的出射表面与第二透镜元件的入射表面之间的间隙中, 由此可以将这些透镜元件机械地分离。 可以将折射率在 $1.3 \leq n_1 \leq 1.6$ 范围内的浸没液体用于此目的。 小的间隙宽度可能是优选的, 从而得到在 $50 \mu\text{m} \leq \text{GW} \leq 2\text{mm}$ 的范围内的最大间隙宽度 GW。 这里, 对于第二透镜元件的弯曲的入射表面上的每个点, 将间隙宽度定义为到第一透镜元件的出射表面上的对应点的最小距离。

[0018] 在为 $\text{NA} \geq 1.6$, 例如 $1.7 \leq \text{NA} \leq 1.8$ 的非常大的像方数值孔径而设计的一些实施例中, 已经发现, 有益的是最后一个光学元件包括超半球形透镜, 该超半球形透镜具有曲率半径为 R_2 的弯曲的入射表面、基本上是平面的出射表面, 以及轴向透镜厚度 T , 该轴向透镜厚度 T 定义为沿透镜光轴测得的入射表面和出射表面之间距离, 其中 $T > R_2$ 。 在这种情况下, 入射表面的曲率中心位于该透镜中与出射表面相隔距离 $T - R_2$ 的位置。 该超半球形透镜的形状可以是半球形部分和圆柱形部分的组合, 该圆柱形部分的半径等于半球形部分的曲率半径。 在其他实施例中, 该超半球形透镜具有球形的入射表面, 该入射表面球形地延伸超过经该球形入射表面的曲率中心的中心截面并垂直于该透镜的光轴。 这种透镜可以在两步法中制造, 其中第一步包括由所希望的透镜材料形成球体, 例如 $\text{NA} > 1.6$ 的结晶材料, 第二步是通过从该球体去掉球面拱顶而在该透镜元件上形成平面的出射表面, 例如通过切割。 该超半球形透镜可以用于形成上述复合的平凸的最后一个光学元件的像方第二透镜元件。

[0019] 在一些实施例中, 特别在诸如 $\text{NA} = 1.5$ 或以上的非常大的像方数值孔径是所希望的实施例中, 已经发现, 在投影物镜的选择区域中具有空间上紧密连续的多个非球面透镜表面是有益的, 所述选择区域例如接近物平面和 / 或接近像平面。 为此, 投影物镜的优选实施例包括至少一个非球面透镜组, 该非球面透镜组由数量为 N_{ASPL} 的至少两个紧接连续的非球面透镜构成, 所述非球面透镜提供数量为 N_{ASP} 的非球面透镜表面, 其中非球面比率 $\text{AR} = N_{\text{ASP}} / N_{\text{ASPL}}$ 满足条件 $\text{AR} > 1$ 。 换句话说: 在满足该条件的非球面透镜组中, 非球面的数量大于非球面透镜的数量。 因此, 在该非球面透镜组中形成至少一个“双非球面”。 这里所用的术语“双非球面”描述了两个非球面透镜表面沿光路彼此直接紧随的情况。 该双非球面可以由两个分开且邻近的透镜的彼此面对的非球面来形成, 或者由一个双非球面透镜 (双非球面) 来形成, 该双非球面透镜的两个透镜表面都是非球面。 非球面透镜组也可以包括至少一个三非球面 (三个紧接连续的非球面), 或者更程度的多个非球面, 其中可能存在例如 4、5、6 或更多紧接连续的非球面。

[0020] 在一些实施例中, 刚好在非球面透镜组中存在一个球面, 从而在该非球面透镜组中形成非球面 - 球面 - 非球面的顺序。 在这些情况下, 满足条件 $N_{\text{ASP}} = 2 \cdot N_{\text{ASPL}} - 1$ 。 根据需要, 非球面透镜的数量 N_{ASPL} 例如可以是两个或三个或四个或五个。 由于非球面在

非球面透镜组中的空间密度很大，因此该非球面透镜组在下文中也表示为“大孔径密度透镜组”或“HADLG”。

[0021] 非球面密度大的像方非球面透镜组 (HADLG) 可以直接安排在最后一个光学元件的上游，即光学地接近像平面。该非球面透镜组的非球面透镜表面可以设计成能够校正球面像差和斜球面像差（切向和径向 (sagittal)），同时大孔径基本上满足正弦条件。优选提供至少一个双非球面，其中更优选的是直接在最后一个光学元件的上游提供至少三个或至少四个紧接连续的非球面透镜表面。

[0022] 另外，所希望的是提供直接安排在物平面下游并且设计为如上所述的非球面密度大的透镜组的物方非球面透镜组。这些非球面可以设计成特别是用于校正畸变并且在大的入射侧数值孔径处提供物方远心。优选的是，可以提供至少三个连续的非球面透镜表面，其中四个或更多连续的非球面透镜表面对于校正光瞳面中具有短周期性的非常复杂的波前变型可能是有用的。

[0023] 上述和其他性质不仅在权利要求书中而且在说明书和附图中可以了解到，其中各个特性可以单独地使用或者将其再组合为本发明的实施例来使用，并且可以用在其他领域中，所述各个特性可以单独地代表有利的且可取得专利的实施例。

附图说明

[0024] 图 1 是根据本发明的折反射 (catadioptric) 投影物镜的第一实施例的纵向截面图；

[0025] 图 2 是根据本发明的折反射投影物镜的第二实施例的纵向截面图；

[0026] 图 3 是根据本发明的折反射投影物镜的第三实施例的纵向截面图；

[0027] 图 4 是根据本发明的折反射投影物镜的第四实施例的纵向截面图；

[0028] 图 5 是根据本发明的折反射投影物镜的第五实施例的纵向截面图；

[0029] 图 6 是根据本发明的折反射投影物镜的第六实施例的纵向截面图；

[0030] 图 7 是根据本发明的折反射投影物镜的第七实施例的纵向截面图；

[0031] 图 8 是根据本发明的折反射投影物镜的第八实施例的纵向截面图；

[0032] 图 9 是图 6 中的投影物镜的像方端截面的放大详图；以及

[0033] 图 10 是包括超半球形晶体透镜和浸没层的最后一个光学元件的示意图。

具体实施方式

[0034] 在本发明的优选实施例的下面描述中，术语“光轴”应当指的是通过所包含的光学元件的曲率中心的一条直线或连续的直线段。折叠式反射镜（偏转镜）可以使光轴发生折叠。在这里介绍的例子的情况下，所涉及的物体是承载集成电路的图案或一些其他图案的掩模（掩模版 (reticle)），例如光栅图案。在本文介绍的例子中，将物体的像投射到用作衬底的晶片上，所述晶片涂敷有光致抗蚀剂层，但是其他类型的衬底也是可行的，如液晶显示器的部件或光栅的衬底。

[0035] 提供了一些表来公开图中所示的设计的规格，所述一个或多个表用与各自的图相同的编号来命名。

[0036] 图 1 示出了根据本发明为大约 (ca.) 193nm 的 UV 工作波长而设计的折反射投影

物镜 100 的第一实施例。该折反射投影物镜设计为将物平面 OP 中安排的掩模版（或者掩模）上的图案的像以例如 4 : 1 的缩小比例而投射到像平面 IP 中，同时正好形成两个真实的中间像 IMI1 和 IMI2。第一折射物镜部分 ROP1 设计为将物平面中的图案成像为第一中间像 IMI1，第二折反射（纯反射）物镜部分 COP2 将第一中间像 IMI1 以接近 1 : 1 的放大率成像为第二中间像 IMI2，第三折射物镜部分 ROP3 以强缩小比率将第二中间像 IMI2 成像到像平面 IP 上。第二物镜部分 COP2 包括第一凹面镜 CM1 和第二凹面镜 CM2，第一凹面镜 CM1 的凹镜面面对物方，第二凹面镜 CM2 的凹镜面面对像方。这些镜面都是连续的或未破损的，即它们不具有洞或孔。这些彼此面对的镜面限定了由凹面镜限定的曲面所围起的镜间空间。中间像 IMI1、IMI2 在几何学上都位于该镜间空间的内部，至少旁轴中间像差不多位于适当 (well) 远离这些镜面的镜间空间的中间。

[0037] 凹面镜的每个镜面都限定了“曲率表面”或“曲率的表面”，其是延伸超过物理镜面的边缘并包含该镜面的数学表面。第一和第二凹面镜是具有旋转对称的公共轴的旋转对称的曲率表面的一部分。

[0038] 系统 100 是旋转对称的，并具有所有折射和反射光学部件共有的一条直线光轴 AX。该系统不存在折叠式反射镜。这些凹面镜具有小的直径，使这些凹面镜靠拢而不使其接近位于其中间的中间像。这些凹面镜都构成并解释为轴向对称表面的离轴部分。光束经过面向光轴的凹面镜的边缘，不出现渐晕。

[0039] 例如在 2004 年 1 月 14 日申请的序号为 60/536248、2004 年 7 月 14 日申请的序号为 60/587504 的美国临时申请中，以及在 2004 年 10 月 13 日申请的随后的扩展申请 (subsequent extended application) 中公开了具有这种通用结构的折反射投影物镜。这些申请的内容在此引入作为参考。这种类型的折反射投影物镜的一个特点在于物平面和第一中间像之间、第一和第二中间像之间、以及第二中间像和像平面之间形成光瞳面（在主光线与光轴相交的轴向位置），并且将所有凹面镜安排为光学上远离光瞳面，特别是在成像过程的主光线高度超过该成像过程的边缘光线高度的位置。此外，优选的是，至少第一中间像在几何学上位于在第一凹面镜和第二凹面镜之间的镜间空间中。优选的是，第一和第二中间像在几何学上都位于在凹面镜之间的镜间空间中。

[0040] 下面描述的示范性例子共同具有这些基本特征，这些基本特征使浸没光刻法利用相对少量的光学材料建立的光学系统达到数值孔径为 $NA > 1$ 。

[0041] 图 1 示出了作为第一示范性实施例的用于 193nm 的光刻物镜，其具有蓝宝石透镜和作为浸没介质的环己烷，且像方数值孔径为 $NA = 1.45$ 。该蓝宝石透镜是最接近像平面的最后一个光学元件 LOE。像方工作距离是 1mm。该折反射设计具有两个凹面镜和分别位于这一对反射镜上游和下游的中间像，所述两个凹面镜主要用于色差校正和 Petzval 校正。但是，这些中间像不能被完全校正，其主要用作该设计的几何学限制并用于将朝反射镜传播和反射之后从反射镜传播的两个光束路径分开。（在晶片上的）像场是矩形的。（在晶片侧的）外部场半径是 15.5mm，内部场半径是 4.65mm。其结果是 $26 \times 3.8\text{mm}$ 的矩形场。

[0042] 在第一示范性实施例中，孔径光圈（孔径光阑 AS，系统光阑）安排在第一折射物镜部分 ROP1 中。这是有利的，以便一方面形成较小的可变孔径光圈，另一方面在缩小该孔径光圈时主要保护随后的物镜部分（从物平面（掩模平面）看时）不受无用的且干扰

的辐射负载影响。像方物镜部分 ROP3 中的后光圈平面，即能够放置孔径光阑的位置，位于会聚光束路径中最大直径的透镜 LMD 和像平面 IP 之间的区域中。

[0043] 在物方前折射部分物镜 ROP1 中形成腰部（光束和透镜直径的收缩），其主要用于校正像场曲率（Petzval 总和）。将孔径光阑 AS 安排在该腰部。

[0044] CaF_2 用于最后一个透镜并不是优选的，因为这需要数值孔径尽可能不大于 1.425 (CaF_2 的折射率的 $\sim 95\%$)。在 193nm 处，蓝宝石 (Al_2O_3) 在该例子中用作最后一个透镜元件 LOE 中的高折射率材料。在附图所示的所有实施例中，为了更容易参考，将蓝宝石制成的光学元件都画成灰色阴影。

[0045] 使用蓝宝石时所发生的双折射主要通过将最后一个透镜（最后一个光学元件 LOE）分成两个透镜元件 LOE1 和 LOE2 并使这两个透镜元件绕光轴相对于彼此发生旋转来进行补偿。在这种情况下，分离界面 SI（两个透镜元件 LOE1 和 LOE1 的接触面）优选是弯曲的，从而使这两个透镜元件具有类似的屈光力（refractive power）。可选择的是，为了进行补偿可以使用由蓝宝石制成的第二元件，其位于物镜中按照光学的观点类似地起作用的位置，例如在中间像附近或者在物平面附近。在目前的情况下，将最后一个蓝宝石透镜 LOE 分成实际上起相同作用的两个透镜元件 LOE1 和 LOE2。蓝宝石透镜 LOE 的前半径（即光入射侧的半径）设计成朝向像场中心的孔径光束实际上不发生折射地通过该界面，也就是说实际上垂直地透过该界面（透镜半径实际上与像平面和光轴的交点同中心），所述孔径光束即在会聚光束的周边（parimeter）朝像传播的光束。在分开的蓝宝石透镜的两个透镜元件之间的分界面 SI 的半径是比较平坦的（半径 $>$ 与放置晶片的像平面的距离的 1.3 倍）。

[0046] 在本申请人的专利申请 DE10123725A1（例如对应于 US2004/0190151A1）或 WO 03/077007A2 中详细地描述了通过由双折射材料制成的元件的相对转动来补偿双折射效应。从 US6717722 B 中可以获知将具有最接近像平面的最后一个透镜元件设计为由双折射材料（氟化钙）制成的分开的最后一个透镜的这种折反射投影物镜。

[0047] 图 1 的设计规格概括在表 1 中。最左边的一列列出了折射、反射或其他指定表面的编号，第二列列出了该表面的半径 $r[\text{mm}]$ ，第三列列出了在该表面和下一个表面之间的距离 $d[\text{mm}]$ ，即称作光学元件的“厚度”的参数，第四列列出了用于制作该光学元件所使用的材料，第五列列出了为制作该光学元件而使用的材料的折射率。第六列列出了光学部件的光学可利用的纯半直径（clear semi diameter） $[\text{mm}]$ 。在这些表中，对于具有无穷大半径的平面给出了半径值 $f = 0$ 。

[0048] 在该特定实施例的情况下，第 15 表面是非球面。表 1A 列出了那些非球面的相关数据，根据这些数据，采用下面的方程式可以计算出作为高度 h 的函数的非球面表面形状的矢（sagitta）： $p(h) = [(1/r)h^2]/(1+\text{SQRT}(1-(1+K)(1/r)^2h^2))]+C1 \cdot h^4+C2 \cdot h^6+....$,

[0049] 其中半径的倒数值 $(1/r)$ 是所讨论的表面在该表面的顶点处的曲率， h 是该表面上的点与光轴的距离。因此，矢 $p(h)$ 代表沿 z 方向测量的所述点与所讨论的表面的顶点的距离，所述沿 z 方向即沿光轴。表 1A 中列出了常数 K 、 $C1$ 、 $C2$ 等。

[0050] 同样，按照类似的方式在对应于图 2 的表 2、2A 中，对应于图 3 的表 3、3A 中，对应于图 4 的表 4、4A 中和对应于图 5 的表 5、5A 中列出了下面实施例的规格。

[0051] 依照图 2 的投影物镜 200，位于像方的最后一个光学元件 LOE 具有平凸透镜的

整体形状。该透镜细分成两个光学元件 LOE1 和 LOE2，这两个光学元件沿着平面分界面 SI 接触。特别是，将具有曲率半径为正的入射表面和后平面的硅石玻璃透镜 LOE1 压扭到由蓝宝石制成的一个（或两个）平面平行板 LOE2 上。这使硅石玻璃的 NA 的值不可能更大，但是其优点在于，由于高折射率介质而使孔径最大的最后一个物镜部分中光束传播角减小。当考虑在界面处以及在最后一个端面上的可能的保护层处的反射损失和散射光效应时这是有利的，其构成对于这些其他非常大的传播角的问题。最大的角因此仅出现在硅石透镜 LOE1 和第一高折射率平面平行板 LOE2 之间的压扭面处。对该压扭面（通过压扭使相邻光学元件彼此粘附的接触界面）保护使其不受污染和损坏，并且可将其设计为具有同样对环境影响敏感的涂层。如果利用两个平面平行板来形成平面平行的高折射率元件 LOE2，那么可以使蓝宝石制成的这两个平面平行板实际上理想地绕光轴相对于彼此发生旋转，从而因在 x 和 y 方向上的 S 和 P 偏振而对双折射效应进行补偿，主要需要将所述 S 和 P 偏振用于对半导体结构成像。

[0052] 但是，由于硅石透镜 LOE1 的较低折射率，因此该硅石透镜 LOE1 在本文中的影响为，由于其聚集作用较小，因而甚至对于实际上不是很大的有限总长度的投影物镜的像方数值孔径都需要非常大的透镜直径。在第二示范性实施例中（图 2），孔径是 $NA = 1.35$ ，但是透镜直径大于在第一示范性实施例中的透镜直径。在该实施例中，透镜直径已经大于 143mm，因此实际上是数值孔径的 212 倍，而在图 1 中的示范性实施例中，仅达到该数值孔径的 200 倍。特别是，在图 2 的示范性实施例中，在 143mm 处的最大透镜半径甚至大于在大约 136mm 处的反射镜半径。

[0053] 为了将投影物镜的最大的几个透镜元件的直径减为最小，并且同时使双折射的影响最小，在具有 $NA = 1.45$ 的设计例子的可选择实施例（投影物镜 300）中，最后一个透镜元件 LOE 包括薄的蓝宝石透镜 LOE1，其具有正的屈光力、球面弯曲的入射表面和平面的出射表面，将该薄的蓝宝石透镜 LOE1 压扭到薄的硅石玻璃板 LOE2 上（图 3 中的示范性实施例）。因此，可以将提供物镜出射表面的平面平行硅石玻璃板在由于辐射负载而出现损坏时进行替换（interchange）。被压扭的硅石板因此也作为蓝宝石透镜 LOE1 的可替换的保护，使其不受污染和 / 或划痕或破坏。实施例 3 改用环己烷作为浸没流体，其折射率 ($n = 1.556$) 与接触该浸没流体的板所用的熔融的硅石 ($n = 1.560$) 的折射率相似。

[0054] 在这些情况下，NA 受硅石玻璃的折射率的限制。但是，通过与最后一个透镜由纯硅石玻璃制成的设计相比，结果是在最后一个透镜的上游光束孔径角较小，因此整个物镜的直径也较小，最后一个透镜元件的敏感性（对制造公差的干扰敏感性）较小。在实施例 3 中，在 135mm 处的最大透镜直径现在大约是数值孔径的 186 倍。

[0055] 当然，本发明也能够用于小数值孔径的物镜，以便相当大地减小先前的投影物镜的直径。因为相当大地减少了材料的用量，因此对投影物镜的价格具有有利的影响。

[0056] 示范性的第四实施例（图 4）示出了用于 193nm 的光刻物镜 400，其具有由蓝宝石制成的单块的最后一个透镜，并将水 ($n_{B20} = 1.43$) 用作浸没介质，且 $NA = 1.35$ ，工作距离为 1mm。单块（一个部件，没有分开）蓝宝石透镜 LOE 的顶面（入射侧）是非球面，孔径光阑 AS 位于像方折射物镜部分 ROP3 的后面部分中，并处于具有最大直径的双凸透镜 LMD 处的第三物镜部分 ROP3 中的最大光束直径区域与像平面 IP 之间的会聚辐射

的区域中。将该最大透镜直径限制为小于数值孔径的 190 倍。

[0057] 借助于至少最后一个透镜元件的高折射率材料，甚至比 $NA = 1.45$ 更大的数值孔径也是可能的。

[0058] 第五示范性实施例 500 (图 5) 为固体浸没 (接触投影光刻法) 而设计成具有平凸的蓝宝石透镜 LOE ($n_{\text{蓝宝石}} = 1.92$)，且 $NA = 1.6$ 。因此，原则上甚至达到 $NA > 1.8$ 的数值孔径也是可行的。在该例子中，晶片侧的外部场半径是 15.53mm，内部场半径是 5.5mm，也就是说在该实施例中矩形场的尺寸是 $26 \times 3\text{mm}$ 。

[0059] 由于孔径为 $NA > 0.52$ 的大孔径光束在平面出射表面处从蓝宝石向空气传递时发生全反射，因此对于固体浸没来说，必须实现小于波长的工作距离，以便将倏逝波有效地用于对晶片的曝光。这可以通过将在最后一个透镜表面附近经常暴露在例如 $100\text{nm} (\approx \lambda/2)$ 的晶片进行压扭而在真空中实现。

[0060] 但是，由于根据随距离而按照指数规律下降的功率传输，穿过倏逝场的距离的小变化会导致均匀地强烈波动，这对于使晶片与投影物镜的最后一个端面 (出射表面) 直接机械接触是有利的。为了将晶片曝光，可以将晶片为此目的而压扭在最后一个平面透镜表面 (接触面 CS) 上，以便获得投影物镜的出射表面与和衬底相关联的向内耦合表面之间的机械接触。在这种情况下，步进和扫描模式的曝光或者曝光的缝合法都是优选的，也就是说，在各个步骤中将大于像场的区域曝光，为了对准相应地调整掩模版掩模而不是如先前的惯例那样调整晶片。这也是有利的，因为缩小成像能够以比晶片调整更低的精度来调整掩模版。由此通过掩模版掩模的横向和轴向运动以及转动能够使相互邻接的曝光区域 (目标区) 或者从随后的曝光步骤开始的半导体结构的顺序级 (sequential level) 达到重叠，从而以优于几 nm 的重叠精度将该半导体结构曝光到可能也有缺陷的压扭的晶片上。为此目的，使例如掩模版的对准标记与已经在晶片上曝光的对准标记一致。

[0061] 优选在真空中将晶片从最后一个表面释放。如果需要，薄层 (薄膜 / 膜片) 位于晶片和最后一个平面透镜表面之间，例如在每个曝光步骤之后可以交换该薄层。该薄膜例如也能够保持结合在晶片上，并参与分离，特别是用作最后一个平面透镜表面的保护。此外，后者能够任选地由薄的保护层来进行保护。

[0062] 在固体浸没的情况下，在曝光过程中由于成像干扰的情况可能在最后一个透镜表面的边缘区域中产生高强度的驻波。因此，这对于当使晶片由于压扭而偶然不准确地位于几微米的特定范围内时将结构重复曝光到晶片上是有利的，其通过利用掩模版进行调整能够稍微得以补偿，以便防止系统结构被烧进 (burn into) 最后一个透镜中。

[0063] 如果希望在 193nm 获得 32nm 节点的分辨率，那么像方数值孔径 $1.7 \leq NA \leq 1.75$ 是所希望的。可供该波长使用的通常的抗蚀剂材料具有在上述范围内的折射率，即， $1.7 \leq n \leq 1.75$ 。如果可以使用接近 $n = 1.75$ 的高折射率的抗蚀剂材料，那么利用油浸法或光学近场上的投影可以在例如 $NA = 1.73$ 时将足够的光能耦合到该抗蚀剂材料中。在下文中，介绍多个技术措施，所述技术措施有助于获得在所希望的范围内的 NA 值，特别是对于上面示范性示出的折反射的成行排列的 (in-line) 投影物镜。

[0064] 用于获得非常大的 NA 的一个贡献涉及改进最后一个光学元件的构造，以便适应极大的孔径角。另一个贡献涉及在光学系统中使用非球面透镜表面。

[0065] 图 6 示出了为 193nm 处且像方工作距离为 1mm 的微光刻而设计的投影物镜 600

的第六示范性实施例的子午线透镜截面，其具有在像场尺寸为 $4\text{mm} \cdot 20\text{mm}$ 的像方数值孔径 $\text{NA} = 1.73$ ，其中离轴的矩形像场位于光轴之外 4.375mm 的距离处。轨道长度（在物平面和像平面之间的轴向距离）是 1308.7mm 。像差的光学校正的特征在于波前误差（RMS）小于 $7.0\text{m}\lambda$ 。最接近像平面的光学元件（参见图 9 中的细节）用蓝宝石制成，其中使光学单轴材料的晶轴 CA 平行于透镜元件的光轴。在光学计算中，寻常光束的折射率 (n_o) 与投影辐射的正切偏振结合使用。表 6、6A 中给出了规格。

[0066] 该实施例中解决的一个问题是最后一个光学元件的入射表面的曲率的半径（曲率半径），其应当相当短从而在不引起不可容忍的像差的情况下适应大的 NA。关于像场的所希望的尺寸，为了避免随场变化的像差或将其减为最小，较大的曲率半径是所希望的。但是，提供较大的曲率半径将需要最后一个光学元件的厚度很大（其中，该厚度是沿光轴测得的透镜的入射侧与透镜的出射侧之间的轴向距离）。为了解决这些问题，该实施例的最后一个光学元件 LOE 是平凸复合透镜，其具有像方平凸第二透镜元件 LOE2 和物方第一透镜元件 LOE1，该 LOE2 具有弯曲的入射表面和基本上是平面的出射表面，该 LOE1 具有弯曲的入射表面以及与第二透镜元件 LOE2 的弯曲的入射表面光学接触的弯曲的出射表面。第一透镜元件 LOE1 的弯曲的入射表面的第一曲率半径 R1 大于第二透镜元件 LOE2 的入射表面的第二曲率半径 R2。鉴于最接近像平面的第二透镜元件 LOE2 由具有高的第一折射率 $n_2 = 1.92$ 的蓝宝石制成，因此该第一透镜元件由具有小的第一折射率 $n_1 = 1.52$ 的熔融的硅石制成，因此折射率差 $\Delta n = n_2 - n_1 = 0.40$ 。在这种构形中，具有较大半径的第一透镜元件 LOE1 上的凸的入射表面部分地提供校正的作用，第二透镜元件 LOE2 的较大半径已经具有了该校正作用。

[0067] 使最后一个光学元件的第一和第二透镜元件沿它们的弯曲接触面接触的不同方式都是可能的。在一个实施例（未示出）中，通过压扭使这些透镜元件接触。但是，由于像方第二透镜元件的结晶材料和物方第一元件的玻璃状材料之间的热膨胀系数差，可能会出现一些问题。熔融的硅石的热膨胀系数是大约 $0.52 \cdot 10^{-6}\text{m/K}$ 。相比之下，适合的结晶材料的热膨胀系数要高得多，通常是至少 10 倍。下面的表列出了在 193nm 处透明的多个适合的结晶材料（左列），以及用 10^{-4}m/K 来表示的平行于晶轴的这些材料各自的线性热膨胀系数 β ，（中间列）和垂直于晶轴的这些材料各自的线性热膨胀系数 $\beta_{\perp}$ （右列）。

[0068]

材料	$\beta_{\parallel} [10^{-5}\text{m/K}]$	$\beta_{\perp} [10^{-6}\text{m/K}]$
Al_2O_3	6,65	7,15
BeO	5,64	7,47
MgAlO_4	6,97	9,4
MgO	10,6	10,6
$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$	7,7	7,7
Y_2O_3	6,56	6,56
LaF_3	15,6	11,0

[0069] 鉴于热膨胀的差，将折射率为 n_1 的浸没介质置于第一透镜元件的出射表面与第二透镜元件的入射表面之间的间隙（间隙宽度 $\text{GW} = 0.2\text{mm}$ ）中，从而通过该浸没液体 IL 提供光学接触。优选的是 $1.3 \leq n_1 \leq 1.6$ ，在该实施例中 $n_1 = 1.561$ 。已经发现，包括由玻

璃状材料制成的具有像方凹面的物方凸凹透镜 (negativ meniscus) 以及与浸没体光接触的高折射率结晶材料制成的像方平凸透镜元件的平凸复合透镜能够在不引起显著的像差影响时输送 (transport) 非常大的数值孔径, 如 $NA > 1.6$ 或 $NA > 1.7$, 其中所述高折射率结晶材料与玻璃状材料具有至少 $\Delta n = 0.25$ 的折射率差。这种复合透镜可以用在能够提供在该范围内的像方数值孔径的任何类型的投影物镜中。

[0070] 可能留下剩余像差。特别是, 球面像差和斜球面像差 (切向和径向) 的校正以及满足正弦条件施加了重要的挑战。已经发现, 有益的是, 特别是在接近最后一个光学元件的位置提供空间密度大的非球面, 以获得在像场上基本上恒定的放大倍数。为此, 将像方非球面透镜组 ALCI 直接安排在最后一个光学元件 LOE 的上游, 该最后一个光学元件由两个凹凸透镜 (positive meniscus) 构成, 其具有像方凹面, 其中每个透镜是具有非球面的入射和出射表面的“双球面”, 从而直接在最后一个光学元件 LOE 的上游提供四个紧接连续的非球面透镜表面。根据 $N_{ASPL} = 2$ 和 $N_{ASP} = 4$, 非球面之比 $AR = 2$ 。在其他实施例中, 直接位于最后一个光学元件上游的四个透镜表面中的三个是非球面。

[0071] 其他像差问题在投影物镜的物方得以解决, 其中将直接位于物平面下游的透镜的设计进行优化, 以便提供物方远心和程度非常低的畸变。在物平面和第一光瞳面 P1 (在这里, 主光线 CR 与光轴 AX 相交) 之间设置的第一折射物镜部分 ROP1 的入射侧部分在功能上细分为三个组 G1、G2、G3, 每个组由一个或多个透镜构成。在孔径光阑的上游没有提供负透镜。第一组 G1 由两个正的双非球面弯月透镜形成, 其中在顶点处和光轴外面的局部曲率的曲率半径主要位于像方以保证物方远心。第二组 G2 由一个具有非球面的入射正弦和球面的出射侧的单个正透镜 G2 形成, 该第二组 G2 设计为至少对于大于最大高度的 70% 的透镜表面的外部, 局部曲率半径的曲率中心位于物方。在非球面透镜表面的情况下, 优选的是, 对于超过 90% 最大高度的透镜高度, 局部曲率基本上朝向透镜的边缘而增大。优选的是, 缩短曲率半径 R, 或者将曲率 $1/R$ 从中心 (在光轴上) 朝边缘增大至少 30%。由此提供具有五个紧接连续的非球面透镜表面的物方非球面透镜组 ALGO。对于较小的孔径来说, 四个或三个连续的非球面透镜表面可能是足够的。

[0072] 第三组 G3 由主要为校正球面像差而设计的一个正透镜来形成。由于物方数值孔径很大, 因此这种校正变得极其困难。因此, 优选的是使用直接位于第一光瞳面上游的双非球面透镜, 其中孔径光阑 AS 位于该第一光瞳面。该透镜组的屈光力优选从透镜的中心向边缘减小, 从而提供所需的球面过校正的量。这种透镜优选位于与孔径光阑相隔一定距离处, 该距离小于孔径光阑的直径。

[0073] 第四透镜组 G4 直接位于第一光瞳面 P1 的下游, 该透镜组设计为具有物方凹进入表面的凹凸透镜, 其中该弯月透镜的厚度优选小于其直径的 60%。可以将直接位于第一光瞳面之后的区域中的一个或多个弯月透镜设计为主要校正像壳 (shell) 差和与场有关的像差。曲率半径优选小于该透镜的直径的 1.2 倍。

[0074] 透镜组 G5 具有总的正屈光力, 其直接位于第一凹面镜 CM1 的上游, 从而使辐射朝该反射镜会聚。第五透镜组的每个透镜元件具有平均曲率半径 $R_M = 1/(1/R_1 + 1/R_2)$, 并且曲率中心位于像方, 其中 R_1 和 R_2 分别是透镜的入射侧和出射侧的曲率半径。

[0075] 优选的是, 在第一凹面镜 CM1 之前的最后一个透镜是具有强校正作用的双非球面透镜。

[0076] 第二折反射（纯反射）物镜部分 COP2 由两个非球面凹面镜 CM1、CM2（分别形成组 G6 和 G7）形成，并用作成像子系统以便将第一中间像 IMI1 成像到第二中间像 IMI2 上，其发生强烈畸变。

[0077] 透镜组 G8 直接位于第二凹面镜之后，该透镜组由具有像方凹面的单个凹凸透镜形成。透镜组 G9 具有四个连续的负透镜，这些透镜在双凹负透镜周围的弯曲指向相反，该透镜组向随后的透镜组 G10 的正透镜提供过校正，该透镜组 G10 设计为主要提供大的像方数值孔径。直接位于负透镜组 G9 上游和下游的正透镜的弯曲镜面对称提供了基本上对称分布的屈光力，所述屈光力允许将该场上的不对称成像误差减到最小。已经发现，负透镜组 G9 中的紧密连续的非球面透镜表面对于向该透镜组提供所需的复杂校正作用是有益的。因此，至少三个或至少四个连续的非球面透镜表面在该范围内被认为是有益的。在该实施例中，在出现大的入射角的区域内提供五个连续的非球面表面，由此获得在光束直径上的屈光力的复杂分布。

[0078] 上面已经描述了提供孔径的第十透镜组 G10 的光学作用。值得注意的是，在像方非球面透镜组 ALG1 的上游的区域中，球面透镜表面看来似乎是足够的。在第三光瞳面 P3 上游的最大光束直径的区域内提供具有低屈光力的薄弯月透镜。对于较小的 NA 值，相邻透镜可以提供该透镜的欠校正作用，从而能够省略具有大直径的透镜元件。

[0079] 图 7 中的投影物镜 700 是图 6 的设计的变型，其中除了最后一个光学元件 LOE 之外，透镜和反射镜的数量、类型和顺序与图 6 中基本上相同。在该范围内参考上述描述。表 7、7A 中给出了规格。在对于 193nm 的波前误差为 $7.0\text{m}\lambda$ 且轨道长度为 1332.2mm 的矩形场 ($4.0\text{mm} \times 20\text{mm}$) 中获得像方数值孔径 $\text{NA} = 1.75$ 。一个特征在于，最接近物平面的透镜元件处的上慧差光线 (coma ray) COR 的光线高度与直接位于第一光瞳面 P1 上游最后一个透镜 G3 处的慧差光线高度基本上相同，其中孔径光阑 AS 位于第一光瞳面（最大高度差为 10%）。第三透镜组 G3 设计为双非球面透镜以便提供球面过校正。

[0080] 最后一个光学元件 LOE 包括曲率半径为 R_2 的弯曲的入射表面和基本上是平面的出射表面以及轴向透镜厚度 T 的超半球形透镜 LOE2，轴向透镜厚度定义为沿透镜光轴的弯曲入射表面和出射表面之间的轴向距离，其中 $T > R_2$ （对照图 9）。特别是， T 比凸进入表面的曲率半径大至少 25%，优选大至少 30% 乃至大至少 33%（在该实施例中， T 比 R_2 约大 34.7%）。如果在最后一个光学元件和置于像平面内的衬底表面之间使用浸没层，那么优选的是，该层的厚度包括在厚度 T 中。关于这一方面，参考本申请人于 2005 年 3 月 2 日申请的、题为“Mikrolithographie-Projektionsobjektiv und Projektionsbell-chtungsanlage”的美国临时申请。该申请的公开内容在此被全部引入作为参考。

[0081] 图 8 示出了图 6 和 7 的实施例的变型， $\text{NA} = 1.75$ ，其中波前误差的 RMS 值已经降到小于 $4.5\text{m}\lambda$ 。表 8、8A 中给出了规格。除了投影物镜的入射侧的一个例外，透镜和反射镜的类型和顺序与图 6 和 7 的实施例中基本上相同，其中第一透镜组 G1 现在由具有像方凹面的三个（而不是两个）弯月透镜来形成。每个透镜是双非球面透镜。直接在物平面之后提供七个紧接连续的非球面透镜表面，包括后面的正弯月 G2 的入射表面。由于直接位于孔径光阑 AS 的上游的随后的透镜 G3 是双非球面透镜，因此在五个连续的非球面透镜 ($N_{\text{ASPL}} = 5$) 上提供总共九个非球面 ($N_{\text{ASP}} = 9$)，从而在物平面之后的物方非球

面透镜组 ALGO 满足 $AR = 1.8$ 。利用高阶的单一非球面参数和直接彼此跟随的空间紧密连续的非球面，对于各种光线都能获得对光束直径上的波前的非常复杂的校正作用。该例子还示出如果在非球面透镜组中存在一个球面表面（例如 G2 的凸的出射表面）从而使 $N_{ASP} = 2 \cdot N_{ASPL} - 1$ ，那么非球面透镜组也可以是足够有效的。

[0082] 在第三折射物镜部分 ROP3 的入射侧的收缩区域或腰部附近的透镜组 G9 的负透镜的区域中提供另一个紧密连续的非球面透镜表面。这里，四个负透镜的每一个是非球面透镜 ($N_{ASPL} = 4$)，这些透镜中的三个是双非球面透镜，而一个透镜仅具有一个非球面透镜表面 ($N_{ASP} = 7$)。考虑到随后的透镜组 G10 的第一个透镜的入射侧也是非球面的，因此在 G9 和 G10 中存在 7 个直接连续的非球面透镜，在六个连续的非球面透镜 (G8、G9 和 G10 的第一个透镜) 中存在九个非球面透镜表面 ($N_{ASPL} = 9$)。因此， $AR = 1.5$ 。

[0083] 此外，直接位于最后一个光学元件 LOE 并具有像方凹面的三个凹凸透镜 ($N_{ASPL} = 3$) 提供了五个非球面透镜表面 ($N_{ASP} = 5$)，从而使 $AR = 1.66$ 。此外，由于最后一个光学元件的凸的入射侧也是非球面的，因此接近像平面的位置存在六个紧接连续的非球面透镜表面。

[0084] 最后一个光学元件的构成透镜 LOE1、LOE2 的相互面对的曲面都是球面。平凸透镜元件 LOE2 是超半球形透镜，其具有球形入射表面，该入射表面垂直于光轴球形地延伸超过通过弯曲出射表面的曲率中心的中心面（图 10）。通过首先制造球形元件，其次去掉该球形的较小部分以提供形成出射表面的平面来制造该透镜元件。该平面的出射表面定向为垂直于光学上单轴透镜材料蓝宝石的晶轴 CA。对应的球形出射表面同样是超半球形。熔融的硅石材料分割成使用于插入晶体透镜 LOE2 的开口半径 A 大于被截的球形晶体透镜 LOE2 的半径 R2。在该实施例中，在相互面对的球形透镜表面之间的间隙中提供浸没液体 IL。

[0085] 在具有多个相邻非球面的非球面透镜组中的非球面透镜表面的最佳形状通常根据投影物镜中的非球面的位置而不同。如果相邻非球面的非球面形状不一致但是按照特定方式在连续的非球面中发生变化，那么由紧密连续的非球面透镜表面能够获得复杂的校正作用。在下文中，根据具有非常大的像方数值孔径的图 6 至 8 中示出的实施例的严密分析来介绍关于在非球面透镜组中的相邻透镜表面的特定形状的考虑因素，所述非常大的像方数值孔径例如 $NA > 1.6$ 和 / 或 $NA \geq 1.7$ 。根据物方的严格远心入射光束来进行光学计算。因此，孔径光阑不用于所述计算。

[0086] 非球面形状的特征在于相对于球面参考包络面（包络球体）的 Zernike 系数。对于各自的投影物镜的所有非球面，分别在表 6Z、7Z、8Z 中给出了为图 6、7 和 8 中所示实施例而定义相对于包络球体的 Zernike 表示和 Zernike 系数的选择参数。根据包络球体来计算这些参数，所述包络球体规定为在顶点（光轴上）和在光学上使用的面积上的径向外缘处接触非球面透镜表面的数学球体。光学上使用的面积定义为其直径为 $D_{max} = 2 \cdot H_{max}$ ，其中 H_{max} [mm] 是最大高度。该包络球体具有包络球体半径 R_{ENV} [mm]。非球面透镜表面的特征进一步在于顶点半径 R_v [mm]，其是非球面在光轴上的局部半径，且特征在于形变 D_{ef} [μm]，其在这里定义为根据高度在包络球体和非球面之间的距离的最大值，平行于光轴测量该形变。

[0087] 在利用 Zernike 系数和 Zernike 多项式的表示中，如这里所用的，在非球面上的点

的矢 p 根据下面的方程式表示为与光轴的标准化径向距离 h_n 的函数：

[0088]

$$p(h_n) = \frac{h_n^2}{R(1 + \sqrt{1 - \frac{h_n^2}{R^2}})} + K0 + K4 \cdot Z4 + K9 \cdot Z9 + K16 \cdot Z16 + K25 \cdot Z25 +$$

$$K36 \cdot Z36 + K49 \cdot Z49 + K64 \cdot Z64 + K81 \cdot Z81 + K100 \cdot Z100$$

[0090] 其中非球面透镜表面的半径 R 是固定的，因此 $K4 = 0$ 。在下面的方程式中给出了 Zernike 多项式（其中为了清楚起见，按照简化的方式用参数 h 来表达标准化高度 h_n ）：

$$[0091] \quad Z4 = 2 \cdot h^2 - 1$$

$$[0092] \quad Z9 = 6 \cdot h^4 - 6 \cdot h^2 + 1$$

$$[0093] \quad Z16 = 20 \cdot h^6 - 30 \cdot h^4 + 12 \cdot h^2 - 1$$

$$[0094] \quad Z25 = 70 \cdot h^8 - 140 \cdot h^6 + 90 \cdot h^4 - 20 \cdot h^2 + 1$$

$$[0095] \quad Z36 = 252 \cdot h^{10} - 630 \cdot h^8 + 560 \cdot h^6 - 210 \cdot h^4 + 30 \cdot h^2 - 1$$

$$[0096] \quad Z49 = 924 \cdot h^{12} - 2772 \cdot h^{10} + 3150 \cdot h^8 - 1680 \cdot h^6 + 420 \cdot h^4 - 42 \cdot h^2 + 1$$

$$[0097] \quad Z64 = 3432 \cdot h^{14} - 12012 \cdot h^{12} + 16632 \cdot h^{10} - 11550 \cdot h^8 + 4200 \cdot h^6 - 756 \cdot h^4 + 56 \cdot h^2 - 1$$

$$[0098] \quad Z81 = 12870 \cdot h^{16} - 51480 \cdot h^{14} + 84084 \cdot h^{12} - 72072 \cdot h^{10} + 34650 \cdot h^8 - 9240 \cdot h^6 + 1260 \cdot h^4 - 72 \cdot h^2 + 1$$

$$[0099] \quad Z100 = 48620 \cdot h^{18} - 218790 \cdot h^{16} + 411840 \cdot h^{14} - 420420 \cdot h^{12} + 252252 \cdot h^{10} - 90090 \cdot h^8 + 18480 \cdot h^6 - 1980 \cdot h^4 + 90 \cdot h^2 - 1$$

[0100] 将标准化的半径 h_n 限定为：

[0101]

$$h_n = \frac{\text{离光轴的距离}}{\text{非球面的透镜直径的}/2}$$

[0102] 其中 $0 < h_n \leq 1$ 。

[0103] 由 Zernike 多项式 $Z9$ 产生的表面形状分量促成三阶球面像差。由 Zernike 多项式 $Z16$ 产生的部分有助于校正五阶球面像差。由 Zernike 多项式 $Z25$ 的作用有助于校正七阶球面像差，Zernike 多项式 $Z36$ 的部分有助于校正九阶球面像差。

[0104] 在表 6Z、7Z 和 8Z 中，所有非球面表面的特征在于相对于包络球体的半径的 Zernike 系数。通常，由于必须将对于复杂的波前变型的特定作用重新分配，因此如果从非球面透镜组增加或去掉一个非球面，那么在密集连续的非球面中的特定形状和形状分布将会改变。尽管如此，但是已经发现，一些非球面性的基本形式看来似乎是有益的，即使在非球面透镜组中略微改变了空间紧密的非球面。在下文中，依据为空间密度大的非球面的透镜组选择的 Zernike 系数之间的选择比率来描述非球面性的这些基本形式。

[0105] 首先，考虑该投影物镜的物方。在由直接位于物平面下游的透镜形成并具有至少三个紧接连续的非球面透镜表面的物方非球面透镜组 ALGO 中，优选的是，该非球面透镜组的第一个表面（即，最接近物平面的非球面透镜表面）满足下列条件中的至少一个：

$$[0106] \quad -14 \geq K9/K16 \geq -25$$

[0107] $+2 \leq K16/K25 \leq 8$.

[0108] 在物方非球面透镜组的第一个非球面之后的第二个非球面优选满足下列条件中的至少一个：

[0109] $-3, 5 \geq K9/K16 \geq -7, 5$

[0110] $+7 \leq K16/K25 \leq +25$.

[0111] 如果物方非球面透镜组包括至少四个紧接连续的非球面透镜表面，那么在第一、第二和第三非球面透镜表面之后的第四个非球面透镜表面满足下面两个条件中的至少一个：

[0112] $3 \leq K9/K16 \leq 5$

[0113] $5 \leq K16/K25 \leq 15$.

[0114] 在具有三个、四个、五个或六个紧接连续的非球面透镜表面的物方非球面透镜组中，顶点处的表面曲率优选定向为对于所有的非球面透镜表面来说局部曲率半径的中心位于像方。可选择的是，或者此外，对于物方非球面透镜组的所有非球面透镜表面来说，包络球体的曲率中心优选位于像方。

[0115] 如果物方非球面透镜组满足这些条件中的一个或多个或所有，那么能够以程度非常低的畸变来获得物方远心。用于物方非球面透镜组的优选条件对于具有物方数值孔径为 $N_{A0} > 0.4$ 的投影物镜是特别有用的。

[0116] 已经发现，当非球面的轴向位置从物平面增大时，优选将会出现非球面透镜表面的曲率方向的变化。鉴于最接近物平面的透镜优选具有位于像方的曲率半径中心，第二透镜组 G2 可以定义为从曲率中心位于物方的第一透镜表面开始的透镜组。优选的是，第二组 G2 的第一非球面的曲率中心和 / 或该透镜组的第二非球面透镜表面位于物方。此外，第二组的第一非球面的形状优选满足下面的条件：

[0117] $9 \leq K9/K16 \leq 20$.

[0118] 注意，第二透镜组 G2 由在图 6 至 8 的实施例中具有像方凸面的单个凹凸透镜来形成。第二透镜组可以具有多于一个透镜，例如具有两个透镜。

[0119] 第三透镜组 G3 优选由通常的双凸透镜来形成。优选的是，在第三透镜组中的第一非球面满足下列条件中的至少一个：

[0120] $-20 \geq K9/K6 \geq -25$

[0121] $-2, 5 \geq K16/K25 \geq -3, 5$

[0122] 通常由双凸、双非球面透镜的出射表面形成的第二非球面透镜表面优选满足下列条件中的至少一个：

[0123] $+5, 0 \leq K9/K16 \leq +8, 0$

[0124] $+4 \leq K16/K25 \leq +7$.

[0125] 在第五透镜组 G5 中，该第五透镜组直接安排在图 6 至 8 的实施例中第一中间像的上游，第一非球面透镜表面具有在顶点处的至少一个曲率中心，以及位于在像方的包络球体的曲率中心，并且该第一非球面透镜表面满足下列条件中的至少一个：

[0126] $2, 5 \leq K9/K16 \leq 3$

[0127] $-4 \geq K16/K25 \geq -7$.

[0128] 在 G5 中的倒数第二个非球面透镜表面优选具有位于像方的上述曲率中心，并且

该倒数第二个非球面透镜表面满足下列条件中的至少一个：

[0129] $3 \leq K9/K16 \leq 5$

[0130] $6 \leq K16/K25 \leq 9$.

[0131] 对于第五透镜组（直接位于第一中间像的上游）的最后一个非球面，包络球体的曲率中心优选位于像方，并且该最后一个非球面满足下列条件中的至少一个：

[0132] $12 \leq K9/K16 \leq 18$ ；

[0133] $4 \leq K16/K25 \leq 7$

[0134] $6 \leq K25/K36 \leq 10$.

[0135] 对于为了接收从折反射第二物镜部分 COP2 出射的辐射而设置的第八透镜组 G8 来说，已经发现如果该透镜组的非球面透镜表面满足下列条件中的至少一个，那么其是有益的：

[0136] 2, $5 \leq K9/K16 \leq 4$ ；

[0137] 2, $5 \leq K16/K25 \leq 4$, 0

[0138] 3, $0 \leq K25/K36 \leq 5$.

[0139] 在图 6 至 8 的实施例中，第九透镜组 G9 包括多个负透镜，并且该透镜组设计为形成光束直径的腰部，即光束直径的收缩，由此除了对其他像差的校正作用之外，还能获得对 Petzval 和校正的作用。优选的是，第九组 G9 的第一非球面透镜表面满足下列条件中的至少一个：

[0140] $3 \leq K9/K16 \leq 5$

[0141] $3 \leq K16/K25 \leq 5$.

[0142] 如果第九透镜组 G9 包括至少三个且至多五个相邻非球面透镜表面，那么该组的第一非球面透镜表面（沿光束传播方向）优选满足下列条件中的至少一个：

[0143] $-3 \geq K9/K25 \geq -5$

[0144] $+5 \leq K16/K25 \leq +7$.

[0145] 该透镜组的第二非球面透镜表面优选满足下列条件中的至少一个：

[0146] 0, $3 \leq K9/K16 \leq 0, 5$

[0147] 3, $0 \leq K16/k25 \leq 5.0$

[0148] 该透镜组的第三非球面透镜表面优选满足下列条件中的至少一个：

[0149] $3 \leq K9/K16 \leq 5$

[0150] $-25 \geq K16/K26 \geq -40$.

[0151] 第九组的第四非球面透镜表面优选满足下列条件中的至少一个：

[0152] $+5 \leq K9/K16 \leq +7$

[0153] $-8 \leq K16/K25 \leq -5$.

[0154] 该第九透镜组的第五非球面透镜表面优选满足下列条件中的至少一个：

[0155] 2, $0 \leq K9/K16 \leq 3$

[0156] 10, $0 \leq K16/K25 \leq 15, 0$

[0157] 第十透镜组 G10 直接位于最后一个光学元件 LOE 的上游，其主要设计为提供大的像方数值孔径。为此，该透镜组主要或专门由多个正透镜构成。在该透镜组的正透镜上的第一非球面透镜表面优选满足下列条件中的至少一个：

[0158] $500 \leq K9/K16 \leq 700$

[0159] $0, 2 \leq K16/K25 \leq 0, 3.$

[0160] 在其之后的第二非球面透镜表面优选满足下列条件中的至少一个：

[0161] $-7, 0 \geq K9/K16 \geq -10, 0$

[0162] $1, 3 \leq K16/K25 \leq 1, 8.$

[0163] 优选在具有低屈光力的透镜上形成的在最大光束直径区域内的非球面透镜表面优选满足下列条件中的至少一个：

[0164] $6 \leq K9/K16 \leq 9$

[0165] $12 \leq K16/K25 \leq 17.$

[0166] 如上所述，有益的是，使包括至少三个且至多五个相邻非球面透镜表面的非球面透镜组直接位于会聚光束范围内的最后一个光学元件的上游。该组的第一非球面透镜优选满足下列条件中的至少一个：

[0167] $7, 0 \leq K9/K16 \leq 12$

[0168] $-2, 5 \geq K16/K25 \geq 5, 0.$

[0169] 接近像平面的非球面透镜表面对于校正和非常大的像方数值孔径是特别重要的。根据在该范围内的实际的非球面数量，可能存在直接位于最后一个光学元件上游的该透镜组的第三非球面透镜表面（沿光束传播方向），其可以是该透镜组的倒数第二非球面透镜组。优选的是，该非球面优选满足下列条件中的至少一个：

[0170] $3 \leq K9/K16 \leq 5$

[0171] $10 \leq K16/K25 \leq 15.$

[0172] 根据最后一个光学元件 LOE 是否具有非球面透镜表面，该透镜组的最后一个非球面可以是在像平面之前的投影物镜的最后一个非球面，或者不是该最后一个非球面。该最后一个非球面透镜表面优选满足下列条件中的至少一个：

[0173] $+25 \leq K9/K16 \leq 40$

[0174] $-2 \geq K16/K25 \geq -4.$

[0175] 该投影物镜的最后一个非球面透镜表面可以是直接位于最后一个光学元件上游的透镜组的最后一个非球面透镜表面或者是最后一个光学元件的非球面透镜表面，其优选满足下列条件中的至少一个：

[0176] $-1, 8 \leq K9/K16 \leq 2, 5$

[0177] $+1, 3 \leq K16/K25 \leq 1, 7$

[0178] $+2, 5 \leq K25/K36 \leq 4, 0$

[0179] $+3, 5 \leq K36/K49 \leq 5, 0$

[0180] $+4, 5 \leq K49/K64 \leq 7, 0.$

[0181] 上述关于 Zernike 系数的条件已经从如图 6 至 8 和其他图举例说明的折反射两反射镜成行排列的投影物镜的实施例中得到，该投影物镜具有两个中间像。可以设想，投影物镜的中间区域（例如在透镜组 G4 至 G8 或 G9 中）的非球面透镜表面所满足的条件对于这种类型的投影物镜可以是特定的。但是，也可以设想，为接近物平面的非球面透镜表面（例如，在物方非球面透镜组 ALGO 中）和接近像平面的非球面透镜表面（例如，在直接位于最后一个光学元件上游的透镜组中和 / 或在像方非球面透镜组 ALGI 中）得到的

条件代表不考虑特定结构的投影物镜（折射或折反射，具有或不具有中间像，一个或多个凹面镜等）。特别是，用于像方末端区域的条件被认为是可适用的，如果将投影物镜用在光学极限范围内在 $NA \geq 1.3$ 乃至 $NA \geq 1.4$ 的大像方数值孔径处，在该极限范围内，与像方数值孔径和最后一个光学元件的折射率 n_{LOE} 之间的比率 NA/n_{LOE} 相对应的在最后一个光学元件 LOE 中的孔径 $\sin \alpha$ （角 α 等于最后一个光学元件中的光束张角的一半）满足下面的条件

[0182] $\sin \alpha \geq 0.8$

[0183] 乃至 $\sin \alpha \geq 0.9$ 。

[0184] 因此，这些条件也被认为是有益的，而不取决于在投影物镜的任何部分中使用折射率为 $n \geq 1.6$ 的高折射率材料，特别是在其像方末端。

[0185] 因此，特别是对于非常高的 NA 投影物镜的物方入射区域和像方出射区域而具体获得的原理被认为普遍可用于具有可比较的性能参数的投影物镜，所述性能参数是关于物方数值孔径、放大率、像方数值孔径、物场和像场尺寸等。

[0186] 上面讨论的所有示范性实施例是刚好具有两个凹面镜和刚好具有两个中间像的折反射投影物镜，其中所有光学元件沿着一条直的、未折叠的光轴对准。为解释本发明的优选变型而选择的统一的基本类型的投影物镜是用来帮助说明一些基本的变型以及与本发明的不同变型有关的技术效果和优点。但是，已经证明特别是在用于深紫外线区域 (DUV) 中的工作波长的投影物镜中使用的由高折射率材料（例如， $n \geq 1.6$ 乃至 $n \geq 1.8$ ）制成的透镜或透镜元件并不限于这种类型的投影物镜。本发明也能够并入纯折射的投影物镜中。在那些类型中，最接近像平面的最后一个光学元件通常是例如根据上面针对第一至第五实施例的每一个实施例中的最后一个光学元件 LOE 而制定的规则而设计的平凸透镜。例如在本申请人的序号为 10/931051（也参见 WO03/075049A）、10/931062（也参见 US2004/0004757A1）、10/379809（参见 US 2003/01744408）的美国申请中或在 WO 03/077036A 中给出了多个例子。这些文献的公开内容在此引入作为参考。

[0187] 同样，本发明能够在仅具有一个凹面镜的折反射投影物镜中实现，或者在具有与附图所示的不同布置中的两个凹面镜的折反射投影物镜中实现，或者在具有多于两个凹面镜的实施例中实现。并且，可以在不依赖于光学设计中是否存在折叠式反射镜的情况下使用本发明。例如在本申请人的序号为 60/511673、10/743623、60/530622、60/560267 或 US 2002/0012100A1 中给出了折反射系统的多个例子。在 US2003/0011755A1 和相关的申请中示出了其他例子。

[0188] 同样，本发明能够在不具有中间像的投影物镜中实现，或者在具有根据要求具有任何适当数量的中间像的投影物镜中实现。

[0189] 表 1

[0190] 实施例 1： $NA = 1.45$ ， $\beta = -0.25$ ， $\lambda = 193.4\text{nm}$

[0191]

表面	半径	厚度	材料	折射率	半直径
0	0.000000	37.647680			82.000
1	200.438805	20.912608	SIO2HL	1.56018811	83.110
2	747.538013	7.881173			83.845
3	317.250503	20.945704	SIO2HL	1.56018811	88.831

4	22587.222485	11.951766			88.988
5	-354.957551	49.505975	SIO2HL	1.56018811	87.016
6	-278.404969	31.885410			92.050
7	133.981210	32.856595	SIO2HL	1.56018811	92.150
8	188.155059	11.833855			85.480
9	260.034834	88.111988	SIO2HL	1.56018811	85.440
10	-248.127931	0.945803			84.087
11	97.319012	29.883172	SIO2HL	1.56018811	63.308
12	247.011352	15.182258			54.518
13	0.000000	13.667911			48.858
14	-118.535589	9.039902	SIO2HL	1.56018811	47.472
15	-138.523831	10.289540			49.929
16	-117.840924	9.240335	SIO2HL	1.58018811	50.901
17	-267.170322	7.604882			57.478
18	-147.424814	27.656175	SIO2HL	1.58018811	58.338
19	-83.904407	29.670597			83.295
20	-79.022234	16.329258	SIO2HL	1.58018811	66.670
21	-99.429984	38.001255			76.192
22	-111.093244	49.234984	SIO2HL	1.56018811	86.007
23	-144.921880	0.952550			108.817
24	-6368.151454	44.409555	SIO2HL	1.58018811	119.243
25	-217.880853	270.750638			120.802
26	-219.739583	-239.183412		反射	145.235
27	184.838114	268.507818		反射	128.436
28	197.874974	37.626342	SIO2HL	1.56018811	68.078
29	524.125581	15.614096			81.640
30	-406.239674	6.985971	SIO2HL	1.56018811	81.383
31	108.800801	32.7009894			77.510
32	-1162.348319	30.385148	SIO2HL	1.56018811	78.287
33	-161.881438	8.348534			81.054
34	-166.445156	11.416724	SIO2HL	1.56018811	81.127
35	-1076.211334	42.927908			95.134
36	-548.503260	41.443273	SIO2HL	1.58018811	113.022
37	-173.835591	0.952741			119.110
38	-372.875307	32.537548	SIO2HL	1.58018811	128.490
39	-210.380883	1.042699			131.802
40	303.213120	50.564748	SIO2HL	1.58018811	145.288
41	5349.623071	0.921057			144.413
42	262.055999	33.924888	SIO2HL	1.56018811	133.743
43	733.813747	0.928913			130.461
44	163.353188	39.409378	SIO2HL	1.56018811	116.482
45	349.938998	0.920003			111.971
46	279.917107	28.082402	SIO2HL	1.56018811	109.138
47	11299.235097	0.896338			104.077
48	88.808734	39.730068	SIO2HL	1.58018811	73.898
49	114.284419	0.751321			58.000
50	65.720894	25.021454	蓝宝石	1.92674849	49.523

51	131.441788	25.021469	蓝宝石	1.92674849	39.659
52	0.000000	1.000000	高折射率	1.55600000	18.066
53	0.000000	0.000000	空气	0.00000000	15.503

- [0192] 表 1A
- [0193] 非球面的常数
- [0194]

[0195]

SRF	1	6	8	12	16
K	0	0	0	0	0
C1	-2.263569e-08	5.432610e-08	-7.143508e-09	2.619298e-07	-3.184960e-07
C2	-9.879901e-13	-7.797101e-12	1.564097e-11	-3.814641e-11	-3.142211e-11
C3	3.070713e-17	8.455873e-16	-1.599946e-15	1.148617e-14	-1.728296e-15
C4	-6.018627e-21	-6.875038e-20	3.060476e-19	-4.506119e-18	-1.249207e-18
C5	4.073174e-28	3.863486e-24	-2.788321e-23	-5.794434e-23	-9.678014e.24
C6	1.391778e-29	-1.1112310e-28	1.126553e-27	4.244063e-26	-4.921692e-26
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

SRF	22	26	27	28	31
K	0	0	0	0	0
C1	2.863527e-08	8.694636e-09	-6.654566e-09	5.614883e-08	-1.288689e-07
C2	1.884154e-12	1.385871e-13	-1.686449e-13	1.450774e-12	-4.820574e-12
C3	1.636375e-17	1.727286e-18	-2.470942e-18	1.892047e-16	5.082977e-16
C4	1.888300e-20	4.461465e-23	-2.362157e-22	0.954696e-21	-1.375138e-19
C5	-2.021635e-24	-7.172318e-28	7.757389e-27	-1.108417e-24	1.555422e-23
C6	1.591959e-28	3.081240e-32	-3.330142e-31	2.459404e-28	-2.481857e-28
C7	0.000000+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0196]

SRF	34	36	41	47	49
K	0	0	0	0	0

C1	-1.177998e-07	-2.187776e-09	-1577571e-08	-8.244653e-09	2.024084e-07
C2	-5.683441e-12	-8.068584e-14	3.706857e-13	4.957466e-12	1.422789e-11
C3	-5.647064e-16	8.600815e-17	-1.492063e-17	-2.442972e-16	3.923209e-15
C4	-7.031797e-21	-2.071494e-20	-9.742126e-22	6.741381e-21	4.845684e-19
C5	-1.902336e-24	1.290940e-24	6.498365e-26	2.034640e-25	-2.134986e-22
C6	2.891112e-29	-3.884318e-29	-9.630077e-31	-2.570056e-29	5.591977e-26
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	9.579172e-34	0.000000e+00

[0197] 表 2

[0198] 实施例 2 (b037b) : $NA = 1.35$, $\beta = .025$, $\lambda = 193.4nm$

[0199]

表面	半径	厚度	材料	折射率	半直径
0	0.000000	37.647680			62.000
1	526.196808	49.977602	SIO2HL	1.56018811	75.944
2	-256.668549	1.120100			65.473
3	696.160336	28.649736	SIO2HL	1.56018811	90.668
4	-2056.955285	22.244610			92.750
5	-196.811665	49.974335	SIO2HL	1.56018811	92.870
6	-158.185918	9.821764			101.539
7	138.796255	49.218181	SIO2HL	1.56018811	90.394
8	301.060143	1.660319			80.597
9	161.646552	42.095627	SIO2HL	1.56018811	78.153
10	-406.812049	0.979493			70.852
11	100.020558	24.469422	SIO2HL	1.56018811	52.354
12	102.330592	10.088496			38.573
13	0.000000	10.406389			37.226
14	-157.109979	8.950512	SIO2HL	1.66018811	38.841
15	618.822068	8.847956			46.776
16	-561.300665	33.147649	SIO2HL	1.56018811	51.388
17	-73.150544	9.448760			56.377
18	-69.300574	8.926672	SIO2HL	1.56018811	57.781
19	-88.551998	9.003893			84.608
20	-78.308541	10.360105	SIO2HL	1.56018811	66.592
21	-117.142798	2.915635			75.827
22	-356.673528	46.693825	SIO2HL	1.56018811	86.465
23	-108.386760	266.538313			90.245
24	-177.092218	-236.552198		反射	129.567
25	200.462621	288.213928		反射	136.687
26	604.677438	50.022575	SIO2HL	1.56018811	82.440
27	125.234518	13.901039			73.274
28	257.421526	34.367199	SIO2HL	1.56018811	73.449
29	111.034905	29.307766			73.890
30	-848.480773	29.119950	SIO2HL	1.56018811	74.404
31	-194.073508	7.840952			80.032
32	-225.307336	46.053997	SIO2HL	1.56018811	81.668
33	-535.709449	0.941640			105.651

[0200]

34	-1622.810467	46.410355	SIO2HL	1.56018811	108.373
35	-173.207717	0.932943			113.398
36	-236.921577	22.327373	SIO2HL	1.56018811	116.764
37	-261.220038	0.938270			124.709
38	364.988031	40.938258	SIO2HL	1.56018811	142.520
39	11406.698081	0.943482			142.679
40	379.203162	36.840265	SIO2HL	1.56018811	142.867
41	-33782.420008	0.921857			141.929
42	245.879991	49.886843	SIO2HL	1.56018811	134.831
43	-10061.581161	0.883850			132.020
44	145.995266	39.892414	SIO2HL	1.56018811	105.854
45	375.256079	0.817132			99.565
46	88.107554	37.429431	SIO2HL	1.56018811	73.276
47	215.234027	0.667291			63.094
48	52.718236	26.546970	SIO2HL	1.56018811	42.800
49	0.000000	16.594510	蓝宝石	1.92674849	42.800
50	0.000000	0.999826	水	1.43612686	42.800
51	0.000000	0.000000	空气	0.00000000	15.501

[0201] 表 2A

[0202] 非球面的常数

[0203]

SRF	1	6	9	12	14
K	0	0	0	0	0
C1	-8.448852e-08	-4.108258e-09	-8.153759e-08	4.456016e-07	-6.305745e-07
C2	-4.761055e-12	-9.598657e-12	-1.480269e-11	1.857407e-11	-7.903687e-11
C3	-1.420861e-16	1.072661e-15	1.473191e-15	1.064538e-14	-2.534583e-14
C4	-8.023974e-20	-6.889975e-20	-3.255374e-19	-5.079476e-18	-3.735078e-18
C5	1.173437e-23	2.314066e-24	3.131875e-23	1.056992e-22	1.905659e-22
C6	-1.454073e-27	-3.793935e-29	-6.955428e-28	7.981996e-26	-3.500146e-26
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0204]

SRF	20	24	25	26	29
K	0	0	0	0	0
C1	1.209336e-07	1.259532e-08	-4.077497e-09	1.111414e-07	-8.942189e-08
C2	1.869926e-11	3.424345e-13	-8.690596e-14	3.172584e-13	-1.1116520e-13
C3	1.314270e-15	6.952908e-18	-1.505812e-18	3.429058e-19	4.188290e-16
C4	3.650689e-19	3.744203e-22	-8.583957e-23	-1.068048e-20	-2.231424e-19
C5	-5.603440e-23	-1.203108e-26	2.784182e-27	1.935865e-24	2.267328e-23
C6	9.844086e-27	6.714766e-31	-1.066606e-31	-5.318242e-29	-1.588914e-27
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0205]

SRF	32	34	39	45	47
K	0	0	0	0	0
C1	-9.549663e-08	-5.673614e-09	-1.220571e-08	-2.613273e-08	1.649072e-07
C2	-3.034519e-12	-5.774683e-14	4.574492e-13	4.882999e-12	-4.962295e-13
C3	1.985443e-16	-1.715933e-16	-3.026161e-17	-2.171852e-16	-2.4662341e-16

C4	-1.403621e-20	5.949307e-21	8.480395e-22	8.220913e-21	6.329880e-19
C5	2.496197e-24	1.220843e-25	-5.629908e-27	2.183741e-25	-1.498580e-22
C6	-1.598958e-28	-2.178077e-29	-3.377722e-32	-2.816869e-29	1.552461e-26
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	1.520501e-33	0.000000e+00

[0207] 表 3

[0206] 实施例 3(b037a) : $NA = 1.45$, $\beta = -0.25$, $\lambda = 193.4\text{nm}$

[0207]

表面	半径	厚度	材料	折射率	半直径
0	0.000000	37.647680			62.000
1	178.09858	47.089109	SIO2HL	1.56018811	63.684
2	508.791874	0.982161			66.920
3	260.152118	29.610169	SIO2HL	1.56018811	89.203
4	-897.660969	14.988854			89.348
5	224.555868	50.010854	SIO2HL	1.56018811	89.318
6	-167290149	6.943751			94.603
7	185.350898	29.083481	SIO2HL	1.56018811	84.200
8	181.696842	4.567325			74.817
9	1566.295097	29.687087	SIO2HL	1.56018811	74.801
10	-1628.579737	27.610587			72.999
11	118.709207	25.652869	SIO2HL	1.56018811	57.349
12	3359.816893	2.336800			52.702
13	0.000000	42.058143			60.890
14	-114.711496	34.899486	SIO2HL	1.56018811	53.065
15	-73.282662	4.817213			60.856
16	-72.166685	17.818288	SIO2HL	1.56018811	60.190
17	-80.823907	4.905081			66.269
18	-78.170209	34.842475	SIO2HL	1.58018811	65.802
19	-161.353349	3.907912			83.613
20	-250.115507	50.004289	SIO2HL	1.56018811	87.033
21	-130.504962	244.427626			94.956
22	-1809.721067	-214.432541		反射	135.011
23	179.125663	274.568868		反射	126.490
24	337.886373	47.239794	SIO2HL	1.58018811	107.066
25	-899.516467	5.847365			104.221
26	-2346.009271	43.828445	SIO2HL	1.56018811	101.016
27	101.771490	35.484160			86.055
28	-4439.596410	23.703533	SIO2HL	1.56018811	86.263
29	-254.324560	5.801976			87.609
30	-445.540133	48.164461	SIO2HL	1.56018811	87.772
31	-735.213902	16.951226			100.097
32	-650.817086	49.961292	SIO2HL	1.56018811	102.416
33	-281.005458	31.479288			116.698

[0208]

34	-649.019441	49.768062	SIO2HL	1.56018811	130.316
35	-215.856617	0.928162			134.641

36	312.849138	39.828764	SIO2HL	1.56018811	135.256
37	-1022.199791	0.857904			133.831
38	278.748013	42.635737	SIO2HL	1.56018811	128.369
39	-3295.326556	0.914469			126.650
40	128.856616	61.387113	SIO2HL	1.56018811	106.520
41	-2188.188515	0.730038			100.722
42	90.065507	-18.596750	SIO2HL	1.56018811	69.706
43	93.775489	1.000000			60.097
44	73.203900	33.227474	蓝宝石	1.92674849	55.900
45	0.000000	11.657723	SIO2HL	1.56018811	55.900
46	0.000000	0.9999813	高折射率	1.55800000	55.900
47	0.000000	0.000000	空气	0.00000000	15.520

[0209] 表 3A

[0210] 非球面的常数

[0211]

SRF	1	6	8	12	14
K	0	0	0	0	0
C1	-3.797021e-08	4.091151e-08	9.284044e-09	1.793476e-07	-3.526769e-07
C2	-1.858357e-12	-7.880382e-12	2.927990e-11	-4.710051e-11	-5.029864e-11
C3	6.026920e-17	9.074830e-16	-2.187906e-15	2.197728e-15	-6.353989e-15
C4	-3.792813e-20	-7.153651e-20	3.131133e-19	-3.553387e-18	-2.243484e-18
C5	3.121506e-24	2.884237e-24	-3.422295e-23	-7.638265e-23	1.422334e-23
C6	-1.940311e-28	-4.368943e-29	2.472280e-27	2.576563e-26	-7.652798e-28
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0212]

SRF	16	22	23	24	27
K	0	0	0	0	0
C1	4.805447e-08	1.366493e-08	-7.247654e-09	2.039088e-09	-2.335210e-07
C2	6.053101e-12	3.157722e-13	-1.844324e-13	4.079171e-12	-3.581428e-12
C3	1.864225e-16	4.418704e-18	-3.130608e-18	3.415807e-19	8.204876e-16
C4	1.774391e-19	3.842541e-22	-2.876782e-22	-3.143532e-21	-1.472132e-19
C5	-1.538124e-23	-1.422352e-26	1.047999e-26	-6.009771e-26	1.193755e-23
C6	1.486597e-27	5.625242e-31	-4.798652e-31	5.373759e-30	-5.012203e-28
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0213]

SRF	30	32	37	41	43
K	0	0	0	0	0
C1	-9.015949e-08	-4.710517e-08	2.981775e-08	7.825942e-08	-1.254855e-07
C2	5.963683e-12	1.502154e-12	-1.562632e-15	-5.678508e-12	4.044789e-11
C3	-2.709599e-17	-1.006729e-16	-1.924785e-17	9.897699e-16	5.935178e-15
C4	1.782520e-20	-2.037099e-20	1.470777e-21	-1.257950e-19	-7.518185e-19
C5	-1.313151e-25	1.244695e-24	-9.2870548e-26	1.131690e-23	5.626054e-23
C6	1.114296e-28	-7.926554e-29	2.464712e-30	-6.106697e-28	5.101190e-26
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	1.494562e-32	0.000000e+00

[0214] 表 4

[0215] 实施例 4 : $NA = 1.35$, $\beta = -0.25$, $\lambda = 193.4\text{nm}$

[0216]

表面	半径	厚度	材料	折射率	半直径
0	0.000000	37.647680			62.000
1	213.097095	21.139875	SIO2HL	1.56018811	81.073

2	980.962863	0.933467			81.638
3	312.309311	19.869666	SIO2HL	1.56018811	82.923
4	7050.227976	14.977212			82.853
5	-284.845054	46.899913	SIO2HL	1.56018811	82.842
6	-316.674517	31.820667			87.867
7	127.504953	32.199127	SIO2HL	1.56016811	90.842
8	177.68728	14.089304			84.748
9	233.816949	49.949045	SIO2HL	1.56018811	84.566
10	-272.601570	1.802731			81.010
11	92.974202	24.948435	SIO2HL	1.56018811	61.866
12	228.036841	31.795297			55.983
13	-128.436888	15.028089	SIO2HL	1.56018811	45.986
14	-208.039449	19.686225			50.292
15	-85.822730	9.039605	SIO2HL	1.56018811	51.590
16	-124.923386	5.248146			59.098
17	-134.255203	24.981296	SIO2HL	1.56018811	61.621
18	-86.0281070	70.079618			66.114
19	-91.784845	49.926992	SIO2HL	1.56018811	78.125
20	-130.258172	3.354815			102.297
21	-819.889396	43.461173	SIO2HL	1.56018811	114.993
22	-193.549016	277.291798			117.6901
22	-220.432400	-231.344649		反射	147.536
24	175.171589	261.356424		反射	120.087
25	222.618410	49.895981	SIO2HL	1.66018811	93.866
26	227.634130	10.722465			85.687
27	469.132386	43.799915	SIO2HL	1.56018811	85.491
28	112.693662	31.313114			76.622
29	12293.399547	31.702057	SIO2HL	1.56018811	77.313
30	-155.449841	4.962336			79.575
31	-219.506451	26.268152	SIO2HL	1.56016811	79.827
32	-1377.822971	32.354789			93.063
33	-519.892544	47.183977	SIO2HL	1.56018811	101.635

[0217]

34	-163.140684	1.841108			110.786
35	-340.920966	26.977392	SIO2HL	1.56018811	116.967
36	-214.582539	2.008234			120.143
37	271.181444	53.143321	SIO2HL	1.56018811	127.047
38	-1118.441818	19.790952			125.887
39	0.000000	-14.609943			112.489
40	174.102740	52.205661	SIO2HL	1.56018811	107.954
41	-663.589997	3.836965			104.404
42	84.561977	46.625084	SIO2HL	1.56018811	71.481
43	95.046969	0.694913			51.033
44	64.492898	48.885676	蓝宝石	1.92674849	48.520
45	0.000000	1.000000	水	1.43612886	18.265
46	0.000000	0.000000	空气	0.00000000	15.515

[0218] 表 4A

[0219] 非球面的常数

[0220]

SRF	1	6	8	12	15
K	0	0	0	0	0
C1	-7.766221e-09	3.921777e-08	-1.973978e-08	2.262385e-07	-2.849645e-07
C2	-1.414298e-12	-7.469962e-12	1.686856e-11	-3.111178e-11	-3.795087e-11
C3	2.026799e-16	9.877277e-16	-1.521195e-15	8.999889e-15	-4.195519e-15
C4	-0.311177e-21	-8.240165e-20	2.838141e-19	-4.831502e-18	-2.684995e-18
C5	8.983777e-26	3.883866e-24	-2.893390e-23	7.225241e-23	-2.249016e-23
C6	-5.139250e-30	-1.606542e-28	1.372152e-27	5.035383e-28	-5.606361e-26
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0221]

SRF	19	23	34	25	28
K	0	0	0	0	0
C1	2.306275e-08	9.197905e-09	-7.280789e-09	8.044076e-08	-1.035389e-08
C2	1.672430e-12	1.297990e-13	-2.062090e-13	6.645761e-13	5.752946e-14
C3	-3.451288e-18	1.447412e-18	-3.885785e-18	8.440855e-17	3.412577e-16
C4	3.656429e-20	4.002605e-23	-3.101616e-22	-8.233892e-21	-1.247784e-19
C5	-5.091821e-24	-7.044663e-28	1.113163e-28	1.115110e-24	5.556509e-24
C6	5.148418e-28	3.011922e-32	-6.186058e-31	-3.079026e-29	1.295943e-27
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0222]

SRF	31	33	38	41	44
K	0	0	0	0	0
C1	-1.291718e-07	-4.530057e-08	-1.801990e-08	-2.662021e-08	-1.900216e-07
C2	-4.385607e-12	-2.081953e-13	6.277450e-13	7.381672e-12	-4.832504e-11
C3	-2.255698e-18	1.680387e-16	-6.258278e-17	-3.951877e-18	-1.233010e-14
C4	-2.117620e-21	-4.155797e-20	-4.688822e-21	1.434967e-20	7.440284e-19
C5	-1.322919e-24	3.040355e-24	4.497908e-25	-3.980440e-26	1.430823e-22
C6	1.074049e-28	-1.238033e-28	-9.348185e-30	-2.642973e-29	-3.924075e-25
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	1.163864e-33	0.0000

[0223] 表 5

[0224] 实施例 5 : NA=1.6, $\beta = -0.25$, $\lambda = 193.4\text{nm}$

[0225]

表面	半径	厚度	材料	折射率	半直径
0	0.000000	37.663108			62.000
1	192.084227	26.622297	SIO2V	1.56078570	87.833
2	1075.649718	0.946458			88.233
3	491.402040	19.101530	SIO2V	1.56078570	88.867
4	-934.209447	36.905290			88.935
5	125.340633	9.623977	SIO2V	1.56078570	90.013
6	122.019859	23.963817			87.312
7	252.185057	44.239148	SIO2V	1.56078570	87.669
8	-204.394078	0.923049			87.161
9	102.471834	52.852020	SIO2V	1.58078570	67.768

10	254.533994	9.305878			48.073
11	0.000000	52.418816			46.820
12	-75.641582	66.872834	SIO2V	1.56078570	58.068
13	-124.953275	89.621161			93.864
14	-835.558655	54.318921	SIO2V	1.58078570	126.993
15	-178.850083	0.948020			130.230
16	2111.392648	22.857019	SIO2V	1.56078570	132.098
17	-901.583067	358.679202			132.071
18	-225.015829	-231.613549		反射	160.876
19	168.185189	261.594619		反射	120.144
20	-736.571530	23.114077	SIO2V	1.56078570	81.485
21	182.965130	38.406211			86.933
22	-512.908458	28.535664	SIO2V	1.56078570	87.821
23	-185.099986	6.615931			92.898
24	-544.628556	33.807132	SIO2V	1.58078570	99.839
25	-547.481224	19.995820			114.885
26	-359.224408	99.479683	SIO2V	1.56078570	119.014
27	-168.873887	12.916761			143.505
28	313.449462	92.758623	SIO2V	1.58078570	165.026
29	983.057723	1.167054			158.153
30	227.152511	48.817483	SIO2V	1.56078570	148.584
31	684.382976	0.981700			144.866
32	144.775480	60.829967	SIO2V	1.5078570	121.541
33	1285.387522	0.899534			116.276

[0226]

34	99.002284	39.642669	SIO2V	1.56078570	84.155
35	243.117451	0.805490			74.674
36	65.952055	54.681070	蓝宝石	1.92674849	54.379
37	0.000000	0.000000	空气	0.00000000	15.530

[0227] 表 5A

[0228] 非球面的常数

[0229]

SRF	4	5	10	14	18
K	0	0	0	0	0
C1	4.332466e-08	5.983847e-08	4.678448e-07	-5.502311e-09	9.581997e-09
C2	-4.251613e-12	-1.394334e-11	1.214772e-11	6.759433e-14	1.191548e-13
C3	8.548420e-16	-1.065935e-19	1.462858e-14	-2.777895e-18	5.628084e-19
C4	-7.822847e-20	-2.065935e-19	-5.084805e-18	1.850960e-22	7.255139e-23
C5	3.463295e-24	1.861321e-23	4.192361e-22	-7.883399e-27	-1.691943e-27
C6	-7.495559e-29	-7.372680e-28	1.456331e-26	1.533878e-31	3.619856e-32
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0230]

SRF	19	20	21	24	26
K	0	0	0	0	0
C1	-5.661490e-08	8.762490e-08	-3.207763e-08	-6.520443e-08	4.364974e-09

C2	-1.921628e-13	-1.093121e-11	-5.311243e-12	4.777722e-13	-1.522836e-12
C3	-7.055884e-19	1.359734e-15	6.816058e-16	-7.895875e-17	-6.658442e-18
C4	-6.935220e-22	-2.479964e-19	-2.253013e-19	1.733738e-20	-2.640069e-21
C5	3.152816e-26	2.421781e-23	2.354847e-23	-2.097861e-24	2.889539e-25
C6	-1.191863e-30	-1.346005e-27	-1.003551e-27	1.235456e-28	-1.101803e-29
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0231]

SRF	29	33	35
K	0	0	0
C1	8.788855e-09	3.258556e-08	1.084860e-07
C2	-6.482954e-13	1.588293e-12	6.094001e-12
C3	-1.551858e-17	-1.752790e-16	1.646644e-16
C4	1.099566e-21	1.227022e-20	-9.287322e-20
C5	-1.930245e-26	-5.178475e-25	1.657126e-23
C6	1.160550e-31	1.295964e-29	-1.278529e-27
C7	0.000000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00

[0232] 表 6

[0233]

Shs2034					
表面	半径	厚度	材料	折射率 193.304nm	1/2 直径
0	0.0000000000	13.434225652900		1.00000000	52.000
1	204.3874298230AS	17.365428346000	SIO2	1.56028895	65.838
2	1142.1626550800AS	16.068315513400		1.00000000	66.043
3	86.0159109378AS	25.645556590600	SIO2	1.56028895	75.536
4	137.3169382110AS	35.568722228500		1.00000000	72.244
5	2336.6623042800AS	31.001793035800	SIO2	1.56028895	71.797
6	-139.4399592830	0.700000001770		1.00000000	72.786
7	380.7794975610AS	15.351197739400	SIO2	1.56028895	65.487
8	-224.3812337980AS	31.039821568900		1.00000000	63.930
9	0.0000000000	60.200321556900		1.00000000	53.223
10	-64.2099274206	27.604283673900	SIO2	1.56028895	59.641
11	-79.6540010816	0.700000000000		1.00000000	74.506
12	273.1750003050AS	32.289852713200	SIO2	1.56028895	106.773
13	-2069.8862901100	0.700100443811		1.00000000	107.271
14	165.6617490420AS	76.997028967600	SIO2	1.56028895	110.845
15	-897.7469015400AS	53.895298167500		1.00000000	99.388
16	261.0741714970	256.541672929000		1.00000000	87.549
17	-146.7196028870AS	-256.541672929000		-1.00000000	96.805
反射					
18	261.0741714970AS	256.541672929000		1.00000000	201.836
反射					
19	0.0000000000	30.496109909800		1.00000000	121.258
20	108.0456074120AS	39.156429063400	SIO2	1.56028895	87.427
21	132.3053653420	31.766137286300		1.00000000	77.996
22	801.6162930400AS	8.312069682500	SIO2	1.56028895	74.098
23	165.0526781810	9.338882890150		1.00000000	68.743
24	204.5021848420AS	7.500000000060	SIO2	1.56028895	68.005
25	90.1620315715AS	51.282703485500		1.00000000	63.506
26	-176.5279024460AS	9.804717509200	SIO2	1.56028895	66.348
27	189.2637811660AS	36.506600017800		1.00000000	82.033
28	-201.8303829090AS	16.951309066700	SIO2	1.56028895	86.005
29	-294.2996128650	2.217117105890		1.00000000	100.199
30	1265.9959137700AS	69.614142391400	SIO2	1.56028895	122.039
31	-158.1782206310	0.933343606060		1.00000000	127.287
32	1407.0565305900AS	71.176921112100	SIO2	1.56028895	159.879
33	-286.7741415570	10.539079572600		1.00000000	162.460
34	528.8765359890	20.852268104100	SIO2	1.56028895	160.082
35	620.1839994330AS	0.724062897109		1.00000000	159.105
36	190.2199493410	46.240223494100	SIO2	1.56028895	146.454
37	324.9149551340AS	0.701214555902		1.00000000	142.621
38	154.5074744160	52.370101208200	SIO2	1.56028895	123.749
39	525.8220856250AS	0.700181398503		1.00000000	117.757
40	105.0571199310AS	39.055206860100	SIO2	1.56028895	85.088
41	251.0605459890AS	0.700000009697		1.00000000	77.136
42	61.2471992195AS	8.767875977760	SIO2	1.56028895	55.044
43	36.0000000000	0.200000000000	IMM	1.56100000	36.000
44	35.3477405743	47.730836867600	蓝宝石	1.92803200	35.348
45	0.0000000000	0.000000000000		1.00000000	13.000

[0234] 表 6A

[0235] 非球面的常数

[0236]

表面 NR. 1

K 0.000000000000
 C1 2.15559563865e-007
 C2 3.47269567925e-011
 C3 -1.32743925608e-014
 C4 2.13245136549e-018
 C5 -1.04461360941e-022
 C6 -8.45930586562e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 2

K 0.000000000000
 C1 2.42680157673e-007
 C2 5.78637970516e-014
 C3 -4.66956436865e-015
 C4 3.73035264802e-019
 C5 1.15267036277e-022
 C6 -2.25371431397e-026
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 3

K 0.000000000000
 C1 9.62983836062e-009
 C2 -1.15848618185e-011
 C3 1.45469569660e-015
 C4 -9.24677985263e-020
 C5 6.17618145883e-024
 C6 -1.29171167523e-028
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 4

K 0.000000000000
 C1 3.68219046737e-008
 C2 2.99597572849e-011
 C3 -1.88053833273e-015
 C4 4.65784947865e-019
 C5 -1.81718657348e-023
 C6 2.01146986754e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 5

K 0.000000000000
 C1 -1.02837002998e-007
 C2 -9.89947180534e-011
 C3 2.24018654893e-014
 C4 -2.57279667909e-018
 C5 1.31518529616e-022
 C6 -1.49133855112e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 7

K 0.000000000000
 C1 -9.01134401945e-008
 C2 3.01055087653e-011
 C3 -3.82363758531e-015
 C4 8.33075663400e-019
 C5 -7.35510347731e-022
 C6 1.02885094729e-025
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 8

K 0.000000000000
 C1 2.28096057131e-007
 C2 2.63297748454e-011
 C3 2.89958634508e-015
 C4 2.69025329856e-019
 C5 -4.37286778691e-022
 C6 7.36963882703e-026
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 12

K 0.000000000000
 C1 -1.08578542065e-008
 C2 1.15897820514e-012
 C3 1.61159703971e-017
 C4 -1.98581987305e-021
 C5 4.59387968528e-026
 C6 -7.75179834831e-031
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

[0237]

表面 NR. 14

K 0.000000000000
 C1 4.56717247971e-009
 C2 6.05265329766e-013
 C3 -1.57336406950e-017
 C4 1.73349069478e-021
 C5 -2.24443235811e-026
 C6 -3.21226611551e-032
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 15

K 0.000000000000
 C1 1.24012917431e-007
 C2 6.88679826614e-013
 C3 1.79993705657e-017
 C4 3.28162687874e-021
 C5 -5.12141876726e-026
 C6 1.82676171351e-030
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 17

K -0.141806648213
 C1 1.42797597968e-008
 C2 4.87650527548e-013
 C3 2.67713889789e-018
 C4 1.30093166713e-021
 C5 -5.44526859997e-026
 C6 2.45603797485e-030
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 18

K -0.333522671830
 C1 4.07717280407e-010
 C2 4.97218066225e-015
 C3 3.41161783470e-020
 C4 7.60421041523e-025
 C5 -6.13534482230e-030
 C6 1.46422388270e-034
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 20

K 0.000000000000
 C1 1.09063780649e-009
 C2 2.41347526915e-013
 C3 -3.49022317083e-017
 C4 5.96622397636e-021
 C5 -4.76391067699e-025
 C6 3.36304260357e-029
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 22

K 0.000000000000
 C1 3.28730013300e-008
 C2 2.67725791434e-012
 C3 -8.77612115397e-016
 C4 2.74025083311e-019
 C5 -2.94821254019e-023
 C6 1.38371215675e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 24

K 0.000000000000
 C1 -7.45788707680e-008
 C2 1.23793311020e-011
 C3 -3.18968579478e-015
 C4 -9.46422242864e-019
 C5 2.12313752406e-022
 C6 -1.22943475906e-026
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 25

K 0.000000000000
 C1 -2.93508405651e-009
 C2 2.32860225180e-011
 C3 -2.50652260330e-015
 C4 -1.18381249114e-018
 C5 1.40037428387e-022
 C6 1.47882131747e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

[0238]

表面 NR. 26

K 0.000000000000
 C1 -1.77688857374e-008
 C2 -1.04099845293e-011
 C3 -3.62402222822e-015
 C4 5.23096050239e-019
 C5 -5.56344386153e-023
 C6 2.85184791444e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 27

K 0.000000000000
 C1 2.42141471393e-008
 C2 -1.09079610419e-011
 C3 -4.38567604241e-015
 C4 1.09882688211e-018
 C5 -1.03478683716e-022
 C6 3.81545440937e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 28

K 0.000000000000
 C1 -1.85204408243e-008
 C2 3.92673589370e-012
 C3 2.05047525875e-016
 C4 -2.78920677409e-021
 C5 -3.39994106260e-026
 C6 1.08861694678e-028
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 30

K 0.000000000000
 C1 -3.82792958476e-008
 C2 4.03438821160e-013
 C3 -1.64535675887e-017
 C4 -3.01893664173e-022
 C5 4.34266604202e-026
 C6 -2.08739982859e-030
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 32

K 0.000000000000
 C1 -4.79983324244e-010
 C2 -7.59672446738e-015
 C3 1.13909585954e-019
 C4 5.21104458389e-025
 C5 1.69574498336e-027
 C6 -4.14079584136e-032
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 35

K 0.000000000000
 C1 -1.09859844654e-008
 C2 6.92192966090e-014
 C3 -7.90470393533e-018
 C4 -2.80761708448e-022
 C5 1.46654006207e-026
 C6 -1.61624013736e-031
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 37

K 0.000000000000
 C1 -2.96676883270e-009
 C2 -2.06488328052e-013
 C3 -1.43371546279e-018
 C4 -6.78491894336e-023
 C5 6.97408517528e-027
 C6 4.92679247796e-032
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 39

K 0.000000000000
 C1 7.60133220905e-009
 C2 1.56591482650e-013
 C3 1.01464432332e-016
 C4 -6.41181749755e-021
 C5 2.56797352661e-025
 C6 -4.06394006222e-030
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

[0239]

表面 NR. 40

K	0.000000000000
C1	6.00864999995e-008
C2	1.54951310671e-012
C3	2.95817046515e-016
C4	1.52932567259e-020
C5	-1.91359153221e-025
C6	4.03904851500e-028
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 41

K	0.000000000000
C1	1.28537465592e-007
C2	1.13373406274e-012
C3	4.58603338636e-016
C4	-2.43895218759e-020
C5	-1.87969207694e-024
C6	-1.33020757412e-028
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 42

K	0.000000000000
C1	-1.06506281524e-007
C2	-2.07189661732e-011
C3	-3.34536569101e-015
C4	-5.55548935549e-019
C5	1.27150562286e-022
C6	1.16078588552e-027
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

[0240]

表 6Z

SHS 2034

Nr	Sf	Rv	RUNV	2*Hmax	Def[mp]	Z9	Z16	Z25	Z36	Z49	Z64	Z81	Z100
1:	1	204.39	149.48	128.99	906.0	607.50	-30.79	-8.18	0.00	-1.277	-0.0531	0.00000	0.000000
2:	2	-1142.16	-401.48	129.35	713.2	-473.48	67.25	7.45	2.08	1.245	0.1472	0.00000	0.000000
3:	3	86.02	86.68	146.09	79.6	-60.63	17.67	15.71	1.24	0.404	0.0476	0.00660	0.000548
4:	4	-137.32	-115.59	139.10	1314.6	-832.51	-203.65	-23.90	-4.75	-0.204	-0.0349	0.00011	0.000007
5:	5	2336.66	-454.98	137.35	1759.2	-1184.23	-17.83	22.36	-8.33	1.273	-0.0226	0.00000	0.000000
6:	7	380.78	464.41	126.32	321.0	-184.43	-71.41	-25.43	5.17	3.059	0.4822	0.00000	0.000000
7:	8	224.38	538.02	123.36	1479.9	-976.91	-99.47	-6.46	-4.14	-1.784	-0.2476	0.00000	0.000000
8:	12	273.18	268.56	221.47	365.8	229.33	86.38	-7.92	-1.05	0.047	-0.0094	0.00000	0.000000
9:	14	165.66	160.21	227.80	483.7	312.75	62.66	5.19	0.45	-0.236	-0.0153	-0.00154	-0.000112
10:	15	897.75	-586.24	203.91	3882.4	-2578.70	-108.64	-15.36	-1.35	-0.021	-0.0070	0.00000	0.000000
11:	17	-146.72	-155.15	193.61	511.7	337.75	34.57	3.18	0.34	0.027	0.0054	0.00007	0.000005
12:	18	-261.07	-273.22	403.67	1186.6	756.16	152.09	27.56	4.68	0.727	0.0978	0.01115	0.000814
13:	20	108.05	107.80	178.57	29.2	18.66	4.61	1.52	0.47	0.051	0.0073	-0.00158	-0.000130
14:	22	801.62	559.38	151.29	471.9	306.75	43.57	8.22	0.59	-0.067	0.0810	0.00000	0.000000
15:	24	204.50	255.08	137.49	829.7	-524.53	-128.81	-15.65	4.78	0.108	-0.1886	0.00000	0.000000
16:	25	-90.16	-89.72	127.07	103.4	20.01	62.98	17.79	-2.69	-0.743	-0.0061	0.00015	0.000011
17:	26	-176.53	-155.07	131.42	677.0	-433.47	-102.30	-4.60	0.62	-0.088	0.0233	0.00000	0.000000
18:	27	-189.26	-220.58	157.62	984.7	657.53	108.11	-30.63	-0.11	1.276	-0.3964	0.00000	0.000000
19:	28	-201.83	-212.14	167.14	523.2	312.67	124.00	12.06	1.75	0.330	0.0257	0.00000	0.000000
20:	30	1266.00	-7224.09	227.28	1480.8	-984.52	-7.01	-8.58	-0.84	-0.256	-0.0364	0.00000	0.000000
21:	32	1407.06	1442.79	295.20	36.8	-23.42	11.31	3.38	0.00	-0.169	-0.0281	0.00000	0.000000
22:	35	-620.18	-1014.16	304.16	2167.7	1425.44	173.11	12.99	-6.51	-0.262	0.1667	0.00000	0.000000
23:	37	-324.91	-352.45	282.80	774.1	522.77	46.40	-20.18	-5.86	-0.721	-0.0184	0.00000	0.000000
24:	39	-525.82	-406.99	240.20	1458.2	-940.92	-193.43	-12.92	0.20	-0.503	0.1538	0.00000	0.000000
25:	40	105.06	98.61	175.40	625.2	473.07	34.96	0.09	-4.33	-1.911	-0.5581	-0.09587	-0.008072
26:	41	-251.06	-176.51	163.03	1466.2	-984.32	-14.98	14.30	4.90	0.464	0.0222	0.00000	0.000000
27:	42	61.25	62.75	112.90	143.0	-127.78	49.34	35.43	11.79	2.671	0.4590	0.06114	0.005294

[0241] 表 7

[0242]

Shs2035

表面	半径	厚度	材料	折射率 193.304nm	1/2 DIAM
0	0.0000000000	15.679282349200		1.00000000	52.000
1	188.9361455030AS	18.288674598600	SiO2	1.56028895	68.284
2	694.1043431650AS	13.221429473000		1.00000000	68.292
3	84.8053215142AS	26.533452202300	SiO2	1.56028895	75.689
4	139.9217727560AS	35.813107735000		1.00000000	71.829
5	991.1217961470AS	26.635290884600	SiO2	1.56028895	71.359
6	-152.4471481430	0.705435225252		1.00000000	71.866
7	561.4522817590AS	15.771790808700	SiO2	1.56028895	66.252
8	-188.7715763730AS	31.039821568900		1.00000000	64.663
9	0.0000000000	60.200321556900		1.00000000	53.209
10	-63.2575986324	27.604744379400	SiO2	1.56028895	59.416
11	-80.7157309618	0.700000551729		1.00000000	75.455
12	296.4896501680AS	37.879478386600	SiO2	1.56028895	111.891
13	-763.9145212360	0.700037253092		1.00000000	112.624
14	170.2692851210AS	80.042091181800	SiO2	1.56028895	116.621
15	-952.4975107830AS	66.049513376500		1.00000000	104.125
16	261.0741714970	255.783578603000		1.00000000	89.528
17	-146.1773704860AS	255.783578603000		-1.00000000	97.453
反射					
18	261.0997517790AS	255.783578603000		1.00000000	205.856
反射					
19	0.0000000000	28.735542080900		1.00000000	124.760
20	109.6782509150AS	38.909049290900	SiO2	1.56028895	88.089
21	135.0819403950	34.026191601900		1.00000000	77.262
22	924.4561476110AS	8.069959863570	SiO2	1.56028895	72.489
23	160.5273775430	10.595882904100		1.00000000	67.277
24	235.8718663040AS	7.500000282500	SiO2	1.56028895	66.691
25	91.9041643509AS	53.294023047800		1.00000000	62.768
26	-205.3313455720AS	10.112177939500	SiO2	1.56028895	67.817
27	181.5659153660AS	36.638050799700		1.00000000	84.020
28	-218.8110282430AS	17.002554642700	SiO2	1.56028895	88.472
29	-306.0771138910	2.194650554950		1.00000000	101.900
30	1012.5233622100AS	70.026755238900	SiO2	1.56028895	124.857
31	-164.6431855120	1.440946030220		1.00000000	130.125
32	2428.6611437000AS	73.814351328800	SiO2	1.56028895	162.607
33	-268.7836036320	5.493021022200		1.00000000	165.580
34	488.5298714750	22.840490084300	SiO2	1.56028895	163.904
35	580.9338597070AS	0.700105164493		1.00000000	162.871
36	187.5425527570	48.105092550200	SiO2	1.56028895	148.849
37	309.0482752900AS	0.700000000000		1.00000000	144.793
38	154.7060357500	52.700158760500	SiO2	1.56028895	125.378
39	487.2890983560AS	0.700109862209		1.00000000	119.143
40	108.8519037810AS	38.999967097200	SiO2	1.56028895	86.389
41	255.7300706450AS	0.700000000028		1.00000000	78.106
42	58.8111563603AS	8.208600134150	SiO2	1.56028895	54.205
43	36.0000000000	0.200000000000	IMM	1.56100000	36.000
44	35.5270708244	47.858381827100	蓝宝石	1.92803200	35.527
45	0.0000000000	0.000000000000		1.00000000	13.000

[0243] 表 7A

[0244] 非球面的常数

[0245]

表面 NR. 1

K	0.000000000000
C1	1.86059361768e-007
C2	4.05057017192e-011
C3	-1.31841572067e-014
C4	2.11455178287e-018
C5	-1.37550363215e-022
C6	-3.06548485772e-027
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 2

K	0.000000000000
C1	2.24682809077e-007
C2	-3.80408550218e-013
C3	-5.07763034577e-015
C4	8.78051550397e-019
C5	-3.18680606332e-023
C6	-8.78627241886e-027
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 3

K	0.000000000000
C1	3.08843746784e-008
C2	-1.63321292542e-011
C3	2.56349264518e-015
C4	-1.58876710814e-019
C5	4.77752939064e-024
C6	1.23800518289e-027
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 4

K	0.000000000000
C1	1.07709071403e-007
C2	2.81021734141e-011
C3	-8.15414861895e-016
C4	4.62084903826e-019
C5	-5.11359978782e-024
C6	4.23529675830e-027
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 5

K	0.000000000000
C1	-9.53421881016e-008
C2	-1.03844971388e-010
C3	2.32054024129e-014
C4	-2.55893960085e-018
C5	1.46964131542e-022
C6	-5.68168161656e-027
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 7

K	0.000000000000
C1	-1.42410844113e-007
C2	3.63573091706e-011
C3	-3.59181355360e-015
C4	3.88098016915e-019
C5	-7.68689276860e-022
C6	1.36306743838e-025
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 8

K	0.000000000000
C1	1.82920529853e-007
C2	3.21137729148e-011
C3	1.67685051231e-015
C4	4.42833608238e-019
C5	-5.21173870061e-022
C6	1.01042894894e-025
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 12

K	0.000000000000
C1	-1.09760181303e-008
C2	8.99330099331e-013
C3	2.07163843123e-017
C4	-1.45949776651e-021
C5	-7.59048793631e-027
C6	6.78605969949e-031
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

[0246]

表面 NR. 14

K 0.000000000000
 C1 3.68587285688e-009
 C2 8.03420920687e-013
 C3 -2.41712300553e-017
 C4 2.07350539074e-021
 C5 -4.32523648446e-026
 C6 8.09494371326e-031
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 15

K 0.000000000000
 C1 1.14142103559e-007
 C2 5.38434133214e-013
 C3 3.63169684499e-017
 C4 3.00299527459e-021
 C5 -7.77924941038e-026
 C6 1.73446531567e-030
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 17

K -0.130103822401
 C1 1.51920737571e-008
 C2 5.22604911334e-013
 C3 2.59906899521e-018
 C4 1.63390676191e-021
 C5 -7.55562058166e-026
 C6 3.26060344061e-030
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 18

K -0.337383833302
 C1 4.20663807019e-010
 C2 5.30791743228e-015
 C3 3.12683337206e-020
 C4 1.14513963911e-024
 C5 -1.22569865540e-029
 C6 2.15298250643e-034
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 20

K 0.000000000000
 C1 3.07330350059e-009
 C2 3.51299446462e-013
 C3 -2.73096011107e-017
 C4 7.53235543248e-021
 C5 -5.51768568282e-025
 C6 4.77403823132e-029
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 22

K 0.000000000000
 C1 3.73843386108e-008
 C2 2.42848115213e-012
 C3 -9.69703374779e-016
 C4 3.36358677040e-019
 C5 -3.68962417533e-023
 C6 1.70287625834e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 24

K 0.000000000000
 C1 -7.89532696153e-008
 C2 1.31890077992e-011
 C3 -3.76703391800e-015
 C4 -1.09246682182e-018
 C5 2.62589383473e-022
 C6 -1.51931245274e-026
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 25

K 0.000000000000
 C1 2.60931514972e-008
 C2 2.51002823061e-011
 C3 -3.21559778683e-015
 C4 -1.33762959057e-018
 C5 1.72420265055e-022
 C6 4.07836656337e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

[0247]

表面 NR. 26

K 0.000000000000
 C1 1.03539135151e-008
 C2 -1.16928750430e-011
 C3 -3.73401954915e-015
 C4 6.94086715792e-019
 C5 -8.72530972529e-023
 C6 5.60584760968e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 27

K 0.000000000000
 C1 2.25456278013e-008
 C2 -1.08400561429e-011
 C3 -4.50684319751e-015
 C4 1.09796369033e-018
 C5 -1.01874753749e-022
 C6 3.70973359868e-027
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 28

K 0.000000000000
 C1 -2.36838070001e-008
 C2 4.98343064034e-012
 C3 1.78215458358e-016
 C4 9.85666857804e-022
 C5 -7.70745734815e-026
 C6 8.05694832124e-029
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 30

K 0.000000000000
 C1 -3.85494020143e-008
 C2 3.54826973931e-013
 C3 -1.49388026004e-017
 C4 -1.35039738322e-022
 C5 2.90800216333e-026
 C6 -1.62600691982e-030
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 32

K 0.000000000000
 C1 -6.25892500858e-010
 C2 -1.36988090673e-014
 C3 -9.26633392978e-020
 C4 -6.32699253504e-025
 C5 2.00230743996e-027
 C6 -4.26768706269e-032
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 35

K 0.000000000000
 C1 -1.08959324605e-008
 C2 7.24998109883e-014
 C3 -7.82840684501e-018
 C4 -2.81131614820e-022
 C5 1.42546937787e-026
 C6 -1.52188651619e-031
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 37

K 0.000000000000
 C1 -2.80186987842e-009
 C2 -2.05383027167e-013
 C3 -1.55866356601e-018
 C4 -8.89189354781e-023
 C5 5.35867582708e-027
 C6 9.12022739781e-032
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 39

K 0.000000000000
 C1 7.83474440861e-009
 C2 1.40055971213e-013
 C3 1.00311924761e-016
 C4 -6.35254246763e-021
 C5 2.65703273552e-025
 C6 -4.14720963970e-030
 C7 0.00000000000e+000
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

[0248]

表面 NR. 40

K	0.000000000000
C1	7.46127188025e-008
C2	5.67967381528e-013
C3	4.17445504105e-016
C4	2.57082159937e-021
C5	9.18165436064e-025
C6	3.30686900059e-028
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 41

K	0.000000000000
C1	1.25881731383e-007
C2	1.23553315215e-012
C3	4.54918020734e-016
C4	-1.63322327917e-020
C5	-1.95435442503e-024
C6	-1.52319096577e-028
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 42

K	0.000000000000
C1	-1.20018996760e-007
C2	-2.10066510146e-011
C3	-3.78177102896e-015
C4	-6.06882898398e-019
C5	6.74996127002e-023
C6	2.11373972091e-027
C7	0.00000000000e+000
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

[0249]

表 7Z

SHS2035

[0250]

表 8

[0251]

Nr	SF	RV	RENV	2*HRMax	Def[mu]	Z9	Z16	Z25	Z36	Z49	Z64	Z81	Z100
1:	1	188.94	141.31	132.80	982.0	660.48	-27.25	-12.55	-0.29	-1.470	-0.0290	0.00000	0.000000
2:	2	-694.10	-340.18	132.77	672.2	-444.77	82.07	11.44	3.35	1.328	0.0827	0.00000	0.000000
3:	3	84.81	84.75	146.07	52.7	-14.57	32.69	23.06	1.84	0.662	0.0385	-0.00075	-0.000063
4:	4	-139.92	-109.23	137.98	1788.3	-1127.23	-269.80	-46.42	-8.71	-0.791	-0.0651	0.00027	0.000017
5:	5	991.12	-645.57	136.00	1679.7	-1130.72	-12.02	21.89	-10.13	0.582	-0.0749	0.00000	0.000000
6:	7	561.45	919.25	126.85	346.3	-229.69	-30.57	-4.38	14.97	5.273	0.6767	0.00000	0.000000
7:	8	188.77	344.09	124.03	1454.0	-946.11	-131.28	-20.00	-9.61	-2.938	-0.3664	0.00000	0.000000
8:	12	296.49	293.38	233.48	361.7	226.20	92.62	-12.43	-1.97	0.172	0.0173	0.00000	0.000000
9:	14	170.27	163.16	240.38	713.0	458.23	101.12	8.09	1.35	-0.266	-0.0024	-0.00361	-0.000269
10:	15	952.50	-530.85	214.38	4543.7	-3012.97	-166.17	-23.70	-1.28	0.020	-0.0134	0.00000	0.000000
11:	17	-146.18	-154.88	194.91	540.1	356.25	37.31	3.55	0.38	0.030	0.0071	0.00005	0.000003
12:	18	-261.10	-273.84	411.71	1307.3	828.82	173.55	32.91	5.82	0.937	0.1285	0.01549	0.001146
13:	20	109.68	109.04	179.91	76.7	49.25	12.13	3.19	0.70	0.057	0.0012	-0.00375	-0.000306
14:	22	924.46	594.22	150.88	526.5	341.24	51.73	10.11	0.43	-0.109	0.0959	0.00000	0.000000
15:	24	235.87	315.63	136.97	901.7	-575.18	-133.15	-11.57	6.42	0.152	-0.2210	0.00000	0.000000
16:	25	-91.90	-90.37	126.92	78.8	-7.97	71.75	15.41	-4.50	-1.032	-0.0166	0.00040	0.000029
17:	26	-205.33	-181.02	134.17	653.2	-416.11	-109.56	-1.78	1.16	0.009	0.0611	0.00000	0.000000
18:	27	-181.57	-214.29	160.36	1129.9	754.56	122.15	-34.39	-0.01	1.406	-0.4904	0.00000	0.000000
19:	28	-218.81	-234.75	170.68	696.9	419.02	162.59	14.14	1.91	0.319	0.0255	0.00000	0.000000
20:	30	1012.52	36911.71	229.65	1567.6	-1042.47	-7.39	-8.40	-0.92	-0.261	-0.0328	0.00000	0.000000
21:	32	2428.66	2636.47	300.93	86.8	-58.82	9.88	4.93	0.28	-0.201	-0.0379	0.00000	0.000000
22:	35	-580.93	-960.21	314.89	2562.9	1684.12	216.34	12.53	-9.29	-0.264	0.2550	0.00000	0.000000
23:	37	-309.05	-335.64	290.07	895.0	603.76	63.59	-23.21	-7.82	-1.133	-0.0485	0.00000	0.000000
24:	39	-487.29	-377.21	244.77	1659.7	-1063.94	-231.94	-20.60	-0.98	-0.590	0.2043	0.00000	0.000000
25:	40	108.85	100.56	178.68	771.4	572.59	39.64	4.88	-4.27	-2.024	-0.6384	-0.10717	-0.008993
26:	41	-255.73	-176.91	166.09	1597.2	-1072.00	-24.86	16.01	6.07	0.656	0.0330	0.00000	0.000000
27:	42	58.81	60.03	110.98	253.7	-130.26	55.04	38.29	13.36	3.241	0.5905	0.07998	0.007016

Shs2037

表面	半径	厚度	材料	折射率 193.304nm	1/2 直径
0	0.0000000000	15.810079552000		1.00000000	52.000
1	194.2935381300AS	16.591815204300	SiO2	1.56028895	67.574
2	599.2678445640AS	2.473711578570		1.00000000	67.809
3	123.3563381410AS	15.001953129100	SiO2	1.56028895	71.950
4	121.8236169490AS	3.806346505350		1.00000000	69.340
5	82.6748539660AS	24.540486183000	SiO2	1.56028895	72.939
6	138.0435204550AS	33.844485536400		1.00000000	69.312
7	736.5751676460AS	24.435244066800	SiO2	1.56028895	68.955
8	-147.9088789550	1.468097249530		1.00000000	69.749
9	619.0079534330AS	16.326286757900	SiO2	1.56028895	65.448
10	-194.6423369760AS	31.039821568900		1.00000000	63.961
11	0.0000000000	60.200321556900		1.00000000	53.505
12	-64.0607429593	27.672266151600	SiO2	1.56028895	60.343
13	-81.8994655402	0.700006899642		1.00000000	76.677
14	300.5543810080AS	40.732384742000	SiO2	1.56028895	115.616
15	-701.1892029950	0.785236438990		1.00000000	116.355
16	171.0611545630AS	80.474599206900	SiO2	1.56028895	119.977
17	-952.2103040220AS	74.278789447300		1.00000000	106.915
18	261.1730320490	255.679935727000		1.00000000	90.205
19	-146.0778111080AS	-255.679935727000		-1.00000000	96.734
反射					
20	261.1730320490AS	255.679935727000		1.00000000	205.667
反射					
21	0.0000000000	28.155114662200		1.00000000	124.101
22	107.8029883010AS	39.129136084100	SiO2	1.56028895	87.416
23	126.6127023030	32.978448966500		1.00000000	75.756
24	678.1222765790AS	7.747058572880	SiO2	1.56028895	71.667
25	153.1345348420	10.845550065800		1.00000000	66.710
26	222.0626041440AS	7.561632762300	SiO2	1.56028895	66.165
27	91.0487371180AS	53.450515344400		1.00000000	62.593
28	-210.2033721970AS	9.541566794310	SiO2	1.56028895	68.085
29	182.2045733180AS	36.701106495500		1.00000000	83.677
30	-218.8990245680AS	17.036468896300	SiO2	1.56028895	88.122
31	-309.5664444770	2.224258751360		1.00000000	101.829
32	1031.9633187400AS	70.238501206000	SiO2	1.56028895	124.916
33	-164.4333032990	1.861034823470		1.00000000	130.193
34	2976.9968593000AS	75.107873726000	SiO2	1.56028895	162.498
35	-265.3917616970	5.701896462110		1.00000000	165.855
36	513.4199596720	22.853974648100	SiO2	1.56028895	164.253
37	616.1533487820AS	0.700002451923		1.00000000	163.272
38	186.0855698410	48.359084978500	SiO2	1.56028895	148.755
39	304.7433296040AS	0.700000029556		1.00000000	144.657
40	154.6107905080AS	52.735369452500	SiO2	1.56028895	125.465
41	484.3905957550AS	0.700000000065		1.00000000	119.213
42	108.9325471700AS	39.093034673800	SiO2	1.56028895	86.718
43	257.1050752120AS	0.700000000380		1.00000000	78.362
44	58.5242862716AS	8.064267877490	SiO2	1.56028895	54.011
45	37.0000000000	0.200000000000	IMM	1.56100000	37.000
46	35.7672894016	47.937581141300	蓝宝石	1.92803200	35.767
47	0.0000000000	0.000000000000		1.00000000	13.000

[0252] 表 8A

[0253] 非球面的常数

[0254]

表面 NR. 1

K	0.000000000000
C1	1.52182763898e-007
C2	4.24809796452e-011
C3	-1.44295707455e-014
C4	2.38277641890e-018
C5	-1.66893393445e-022
C6	-3.49842235826e-027
C7	2.80879323580e-031
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 2

K	0.000000000000
C1	2.07422919342e-007
C2	1.38162113780e-012
C3	-5.54862074439e-015
C4	6.87559406824e-019
C5	8.60124142716e-023
C6	-2.47367492302e-026
C7	7.20120427263e-031
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 3

K	0.000000000000
C1	4.05494558278e-008
C2	1.71194535894e-012
C3	7.80239442971e-016
C4	-1.32359674076e-020
C5	-5.92690524210e-024
C6	3.31101767389e-027
C7	2.57626321338e-031
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 4

K	0.000000000000
C1	4.45402219702e-009
C2	6.84303103767e-012
C3	1.97835007511e-015
C4	-2.75826461783e-019
C5	-1.34762459357e-023
C6	-1.52795781921e-027
C7	1.76600445228e-030
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 5

K	0.000000000000
C1	7.59148457617e-009
C2	-1.80215106466e-011
C3	3.38958506925e-015
C4	-1.84290846470e-019
C5	-2.31445731822e-023
C6	7.81157255294e-027
C7	-4.12124997105e-031
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 6

K	0.000000000000
C1	1.61817304740e-007
C2	2.08867647801e-011
C3	-4.63692402231e-018
C4	5.40354655370e-019
C5	3.87822181008e-023
C6	1.86998126066e-028
C7	9.31747340946e-032
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 7

K	0.000000000000
C1	-9.17034086271e-008
C2	-1.12670816401e-010
C3	2.27728356757e-014
C4	-2.56904468427e-018
C5	1.53411865137e-022
C6	-5.07226742096e-027
C7	-2.93943409972e-031
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

表面 NR. 9

K	0.000000000000
C1	-1.55721767088e-007
C2	4.64105217679e-011
C3	-3.23552671170e-015
C4	1.64704321079e-019
C5	-7.84222099542e-022
C6	1.44342488486e-025
C7	1.10578865155e-030
C8	0.00000000000e+000
C9	0.00000000000e+000

[0255]

表面 NR. 10

K 0.000000000000
 C1 1.62873612582e-007
 C2 3.55429302902e-011
 C3 1.09995304587e-015
 C4 3.16759181854e-019
 C5 -5.45588493495e-022
 C6 1.14044535432e-025
 C7 6.72560203300e-031
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 14

K 0.000000000000
 C1 -1.02583520080e-008
 C2 8.62101570431e-013
 C3 2.52617150273e-017
 C4 -1.77821214366e-021
 C5 -3.61838153901e-026
 C6 3.69978552228e-030
 C7 -6.72964835287e-035
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 16

K 0.000000000000
 C1 3.01871225460e-009
 C2 8.64256452997e-013
 C3 -2.20943941443e-017
 C4 1.62155795574e-021
 C5 3.85565127563e-027
 C6 -9.12548831127e-031
 C7 6.03548065056e-035
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 17

K 0.000000000000
 C1 1.10449705662e-007
 C2 6.85842701386e-013
 C3 4.19788193616e-017
 C4 3.22595315304e-021
 C5 -1.81253203352e-025
 C6 1.31589880877e-029
 C7 -1.85153915252e-034
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 19

K -0.124078642688
 C1 1.59263594712e-008
 C2 5.17933205562e-013
 C3 5.10687019487e-018
 C4 1.53696239459e-021
 C5 -8.19270825987e-026
 C6 4.44437653606e-030
 C7 -3.99381634148e-035
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 20

K -0.334751866761
 C1 4.25504836259e-010
 C2 5.12935210806e-015
 C3 4.06630894523e-020
 C4 7.71315257357e-025
 C5 -3.21454909671e-030
 C6 1.03794698087e-034
 C7 5.90630815597e-040
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 22

K 0.000000000000
 C1 1.95889815982e-009
 C2 1.90950690941e-013
 C3 -1.67596486620e-017
 C4 3.97308136282e-021
 C5 -1.65476547584e-026
 C6 -1.02953550293e-029
 C7 2.62676701322e-033
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 24

K 0.000000000000
 C1 3.00346174150e-008
 C2 1.01567816642e-012
 C3 -8.41093683088e-016
 C4 3.44567825340e-019
 C5 -3.51270721176e-023
 C6 1.24599172791e-027
 C7 3.34365288294e-032
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

[0256]

表面 NR. 26

K 0.000000000000
C1 -9.58302401144e-008
C2 1.83907475529e-011
C3 -3.54912600401e-015
C4 -1.24336076571e-018
C5 2.33183759371e-022
C6 -9.34466285683e-027
C7 -1.94663561010e-031
C8 0.00000000000e+000
C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 27

K 0.000000000000
C1 -4.25221078555e-009
C2 2.65084566155e-011
C3 -3.00865415952e-015
C4 -1.16738927967e-018
C5 5.05891961004e-023
C6 2.13721959869e-026
C7 -8.83523197621e-031
C8 0.00000000000e+000
C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 28

K 0.000000000000
C1 2.17234988260e-008
C2 -1.36995475440e-011
C3 -3.17632279806e-015
C4 6.81029382890e-019
C5 -7.78327852134e-023
C6 4.19803398784e-027
C7 9.44775674860e-032
C8 0.00000000000e+000
C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 29

K 0.000000000000
C1 2.62642047061e-008
C2 -9.81419464212e-012
C3 -4.55036921427e-015
C4 1.08147487200e-018
C5 -1.02047434407e-022
C6 3.97968712547e-027
C7 -1.43310787576e-032
C8 0.00000000000e+000
C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 30

K 0.000000000000
C1 -2.66765769286e-008
C2 5.40155188970e-012
C3 1.54518633501e-016
C4 2.79510693226e-021
C5 -2.16525005908e-025
C6 3.48924429453e-029
C7 4.18617804812e-033
C8 0.00000000000e+000

C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 32

K 0.000000000000
C1 -3.84351735665e-008
C2 3.57796213684e-013
C3 -1.36694485987e-017
C4 -6.23150437979e-023
C5 2.34877803839e-026
C6 -1.56652695896e-030
C7 1.06172810900e-035
C8 0.00000000000e+000
C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 34

K 0.000000000000
C1 -6.56830430275e-010
C2 -1.45753876332e-014
C3 -1.37902933975e-019
C4 -1.91648562126e-024
C5 2.02103444011e-027
C6 -4.33600228644e-032
C7 9.12790371661e-038
C8 0.00000000000e+000
C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 37

K 0.000000000000
C1 -1.08694129766e-008
C2 7.33753920405e-014
C3 -7.79938334817e-018
C4 -2.79943871022e-022
C5 1.41988595194e-026
C6 -1.56064111184e-031
C7 1.63994569589e-037
C8 0.00000000000e+000
C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 39

K 0.000000000000
C1 -2.74995147218e-009
C2 -2.04259498199e-013
C3 -1.51365186640e-018
C4 -8.81355353262e-023
C5 5.24995776852e-027
C6 1.00205162500e-031
C7 1.56229882160e-037
C8 0.00000000000e+000
C9 0.00000000000e+000

[0257]

表面 NR. 40

K 0.000000000000
 C1 -2.62325914220e-010
 C2 -4.64364714236e-015
 C3 1.27823808984e-018
 C4 -5.19175820062e-023
 C5 -3.08090505916e-027
 C6 7.16374159432e-032
 C7 1.11953280752e-035
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 41

K 0.000000000000
 C1 7.81918075824e-009
 C2 1.38023573338e-013
 C3 9.99233116072e-017
 C4 -6.36105773586e-021
 C5 2.70762174262e-025
 C6 -4.06755279655e-030
 C7 -1.99740574495e-035
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 42

K 0.000000000000
 C1 7.24747559240e-008
 C2 3.57433450714e-013
 C3 4.10186245339e-016
 C4 -6.14667957577e-022
 C5 1.44698262019e-024
 C6 2.65410265038e-028
 C7 4.61556982659e-033
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 43

K 0.000000000000
 C1 1.25110570297e-007
 C2 1.53034565013e-012
 C3 4.68948451357e-016
 C4 -1.41311581924e-020
 C5 -1.87641445601e-024
 C6 -2.65050647206e-028
 C7 7.88781238216e-033
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

表面 NR. 44

K 0.000000000000
 C1 -1.14201791905e-007
 C2 -1.93083955912e-011
 C3 -2.96305450551e-015
 C4 -9.55272113449e-019
 C5 2.64110397113e-022
 C6 -4.57222488195e-026
 C7 4.83104261929e-030
 C8 0.00000000000e+000
 C9 0.00000000000e+000

[0258]

表 8Z

SHS2037

Nr	SF	RV	RENV	2*RMmax	Def[mu]	Z9	Z16	Z25	Z36	Z49	Z64	Z81	Z100
1:	1	194.29	150.18	131.85	814.6	548.21	-29.97	-12.12	0.19	-1.317	0.0118	0.00278	0.000000
2:	2	-599.27	-327.11	132.27	624.9	-413.30	65.62	5.32	2.16	1.438	0.1083	-0.00749	0.000000
3:	3	123.36	115.70	139.55	483.0	294.49	81.88	24.38	6.41	1.374	0.1563	0.00623	-0.000005
4:	4	-121.82	-116.29	134.72	386.2	-237.64	-68.69	-11.88	-5.93	-2.202	-0.3517	-0.02461	0.000002
5:	5	82.67	83.15	141.10	85.5	-14.55	56.40	25.63	2.70	0.851	0.0333	-0.00673	0.000443
6:	6	-138.04	-106.32	133.65	1726.8	-1087.89	-252.55	-51.29	-7.83	-0.447	-0.0162	-0.00090	0.000015
7:	7	736.58	-705.37	132.28	1832.1	-1227.19	-66.74	18.75	-8.37	0.256	-0.0913	-0.00306	0.000000
8:	9	619.01	877.97	125.56	148.2	-103.05	4.36	-1.43	15.67	5.415	0.6962	0.00500	0.000000
9:	10	194.64	342.28	122.87	1334.2	-865.67	-124.44	-21.34	-11.04	-3.228	-0.3946	-0.00215	0.000000
10:	14	300.55	295.99	237.82	397.1	253.38	90.97	-15.65	-1.73	0.402	-0.0035	-0.00835	0.000000
11:	16	171.06	163.13	244.58	879.3	551.88	147.08	20.77	4.94	0.342	0.0828	0.00637	-0.000404
12:	17	952.21	-505.27	217.80	4938.7	-3266.71	-227.38	-36.86	-4.26	-0.513	-0.0421	0.00563	0.000000
13:	19	-146.08	-154.78	193.47	529.2	349.39	35.33	3.31	0.34	0.029	0.0056	-0.00016	0.000002
14:	20	-261.17	-273.76	411.33	1289.9	817.80	171.36	32.43	5.73	0.922	0.1276	0.01480	0.001130
15:	22	107.80	107.43	178.35	48.3	29.91	9.18	3.15	0.81	0.132	0.0225	0.00073	-0.000208
16:	24	678.12	512.65	149.50	431.7	274.73	54.97	12.80	0.56	-0.098	0.0988	0.00247	0.000000
17:	26	222.06	293.28	136.14	902.9	-567.60	-143.53	-21.47	5.90	0.540	-0.1730	-0.00321	0.000000
18:	27	-91.05	-90.65	126.85	127.9	30.91	74.05	19.94	-3.72	-1.115	-0.0345	0.00482	0.000008
19:	28	-210.20	-188.38	134.82	576.6	-370.00	-95.44	2.79	1.43	0.033	0.0690	0.00133	0.000000
20:	29	-182.20	-212.10	160.24	1079.8	718.14	128.66	-31.62	-0.47	1.290	-0.4727	0.00321	0.000000
21:	30	-218.90	-233.81	170.44	682.6	410.25	161.43	12.40	1.79	0.368	0.0486	0.00252	0.000000
22:	32	1031.96	64064.32	230.20	1532.0	-1032.93	-1.70	-7.44	-0.76	-0.206	-0.0210	0.00078	0.000000
23:	34	2977.00	3330.52	299.00	98.1	-66.92	7.63	4.80	0.44	-0.139	-0.0286	0.00044	0.000000
24:	37	-616.15	-1029.87	310.22	2367.6	1556.05	195.70	13.11	-8.12	-0.371	0.1907	-0.00143	0.000000
25:	39	-304.74	-328.78	284.69	808.7	543.96	60.17	-18.71	-6.45	-0.962	-0.0462	-0.00035	0.000000
26:	40	154.61	154.67	251.84	10.7	0.42	5.28	2.57	1.22	0.391	0.0597	0.00376	0.000023
27:	41	-484.39	-380.95	240.72	1490.8	-957.75	-204.76	-17.04	-0.14	-0.332	0.2038	0.00301	0.000000
28:	42	108.93	100.90	177.03	745.0	533.61	44.13	10.79	-1.44	-1.155	-0.4406	-0.07823	-0.006942
29:	43	-257.11	-178.88	162.60	1512.5	-1012.96	-33.74	11.78	4.88	0.491	0.0091	-0.00223	0.000000
30:	44	58.52	59.65	109.66	197.9	-106.94	50.45	32.94	11.27	2.706	0.4936	0.06818	0.005742

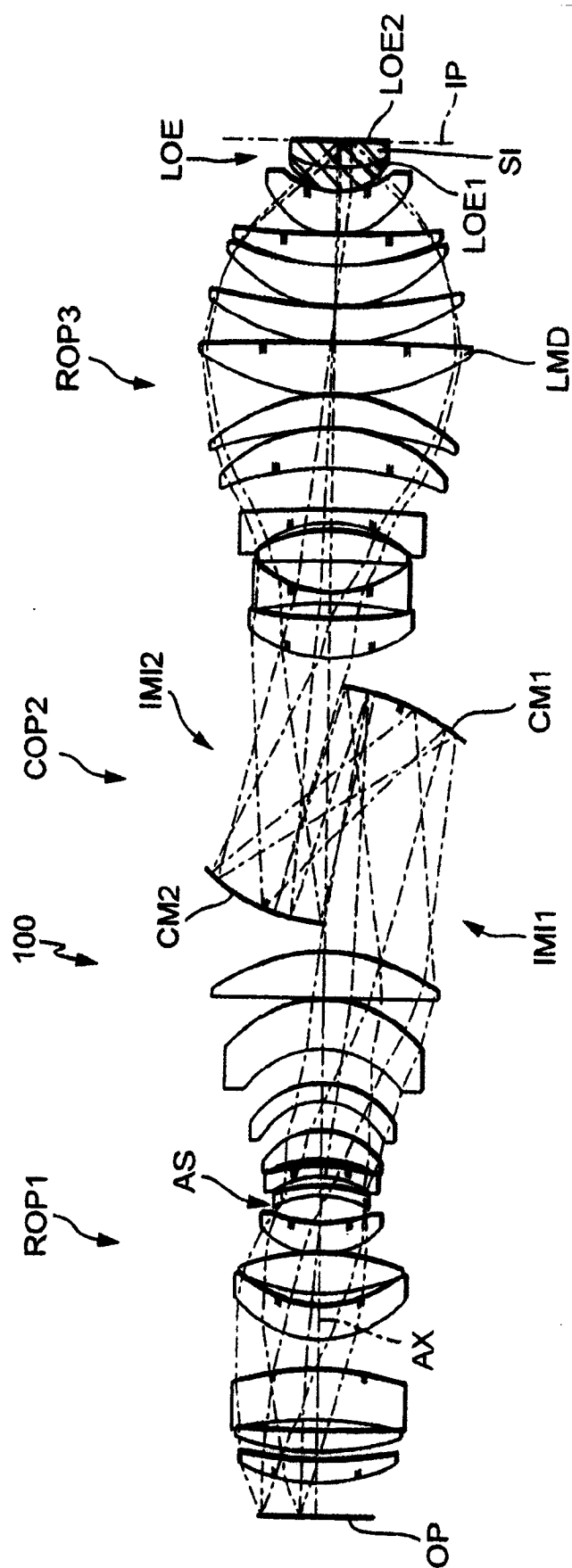


图 1

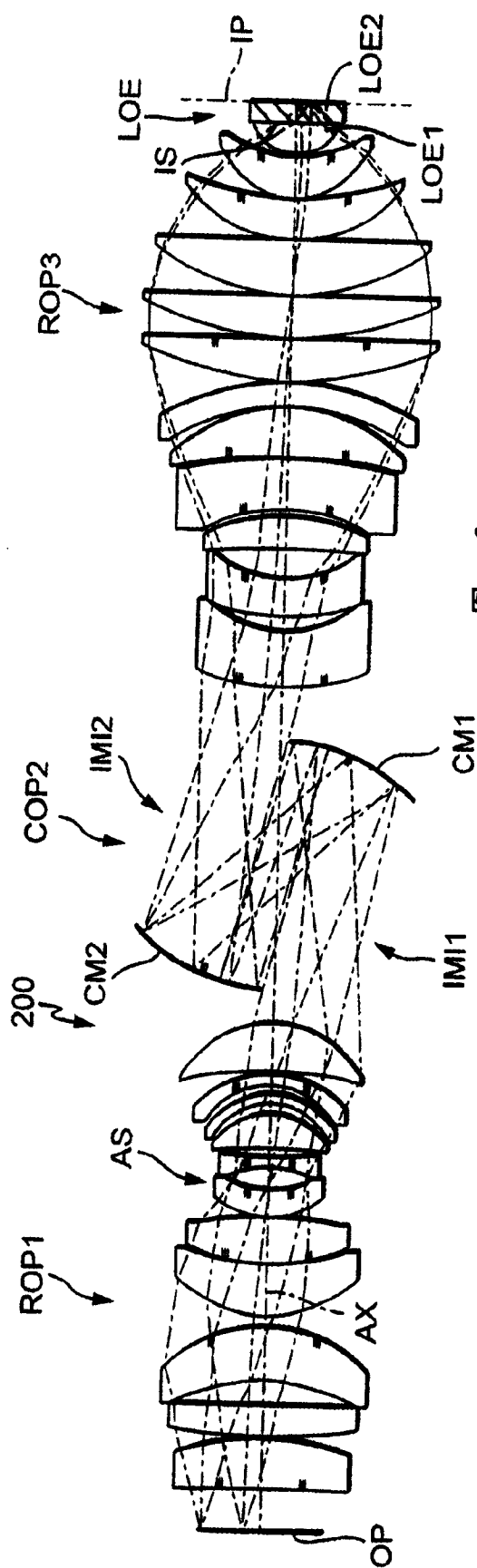


图 2

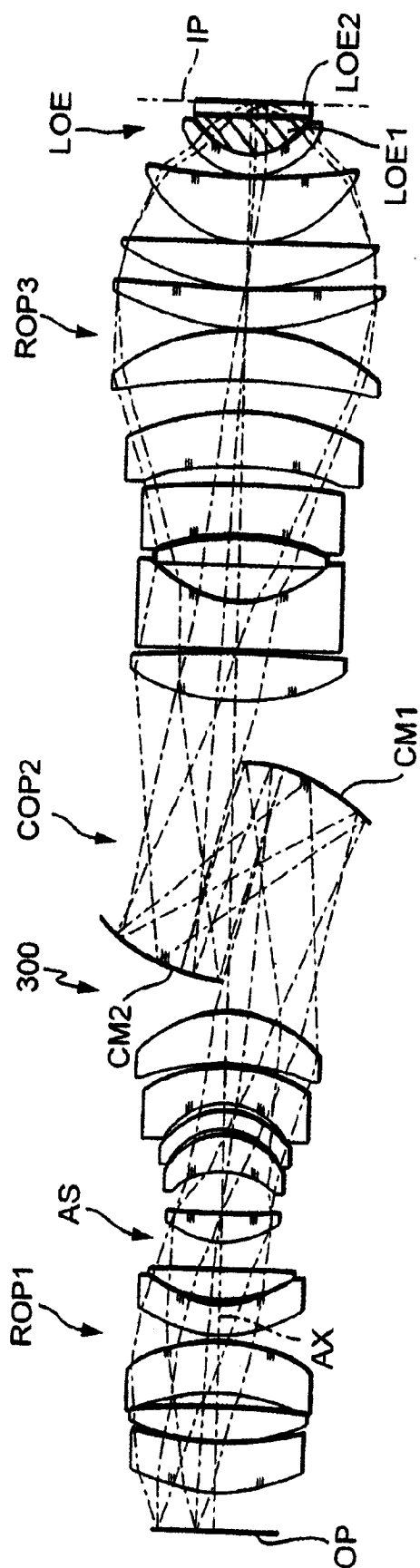


图 3

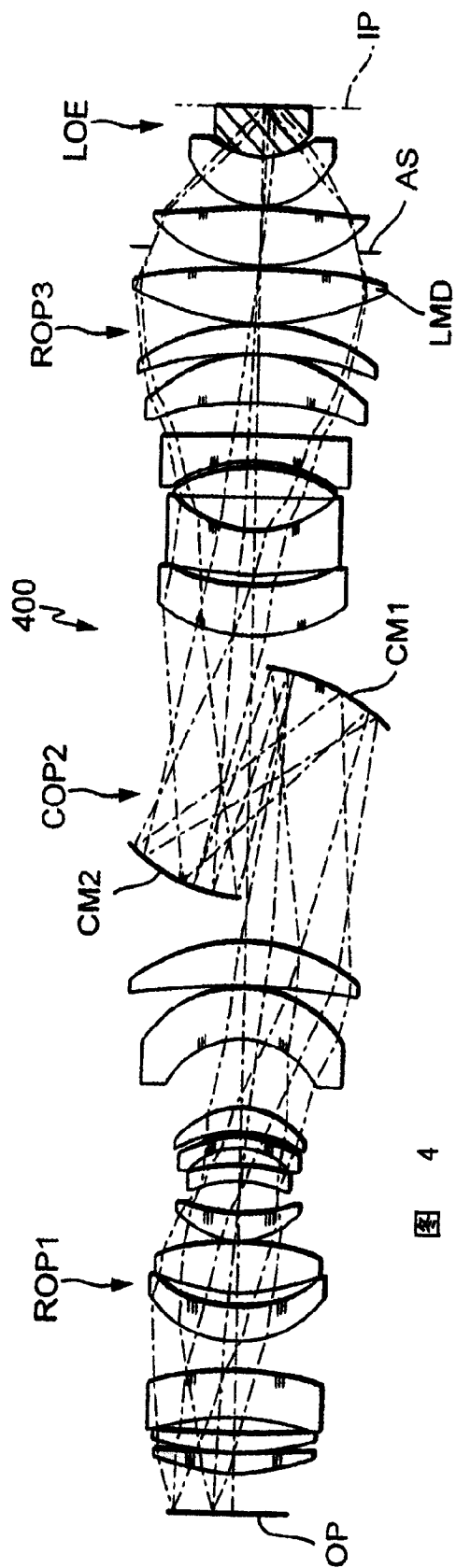


图 4

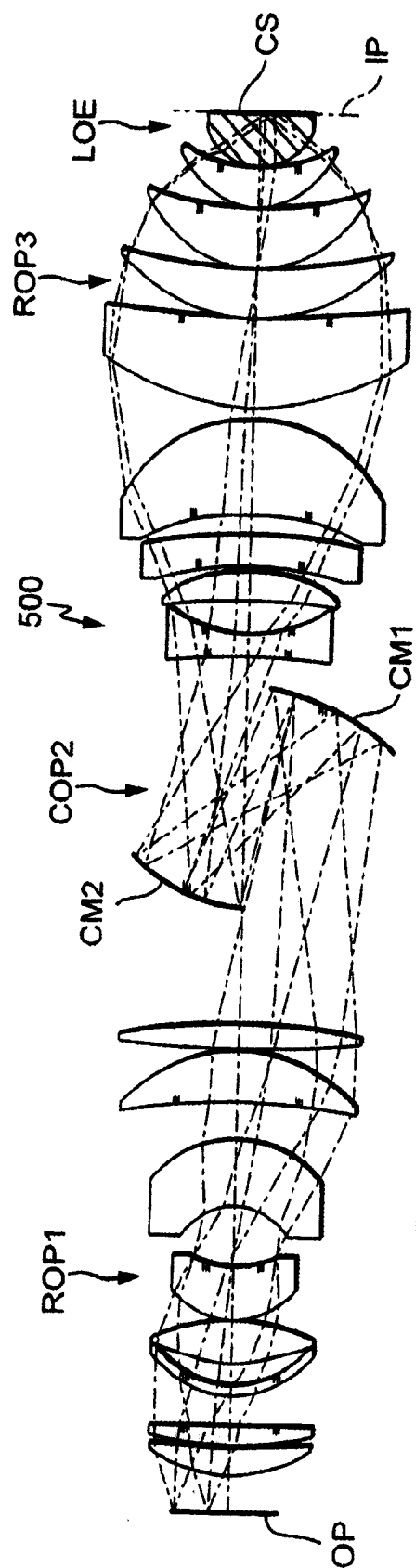


图 5

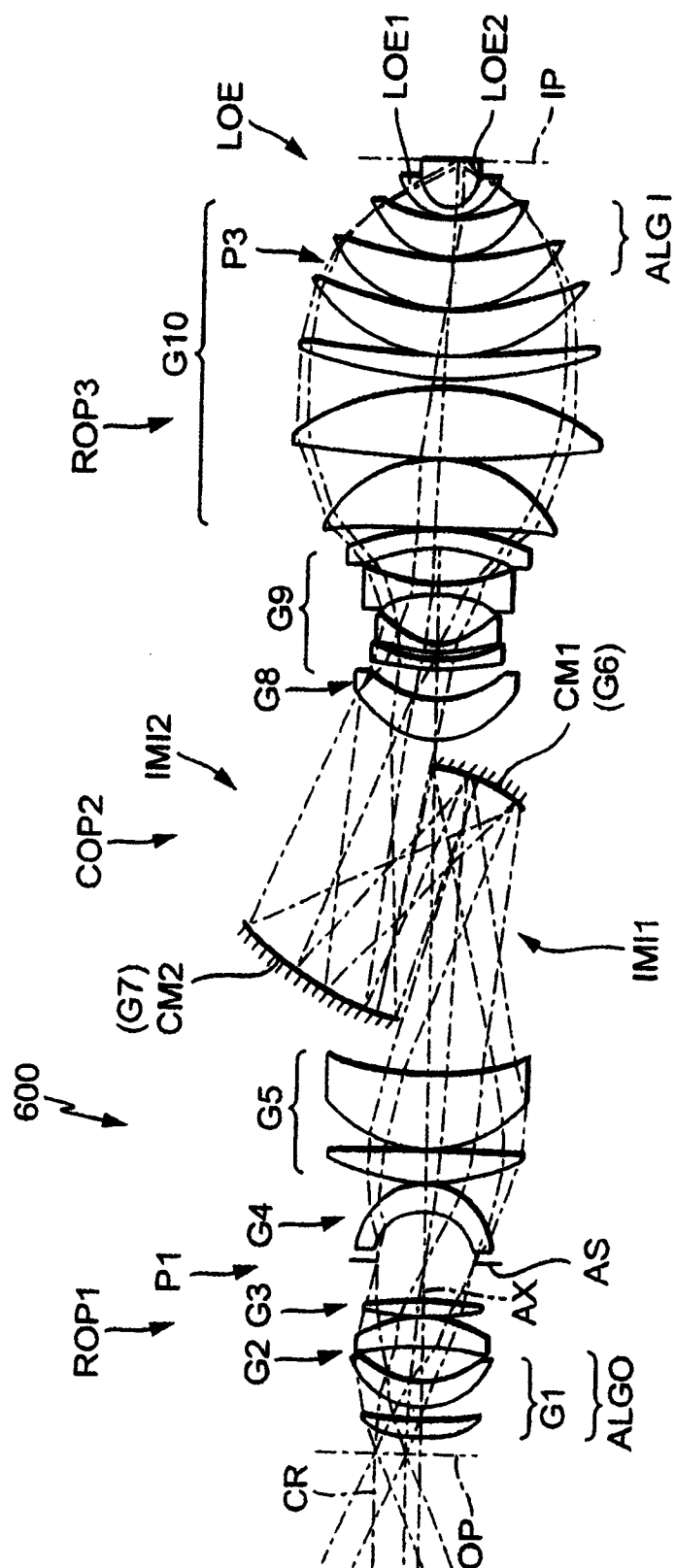


图 6

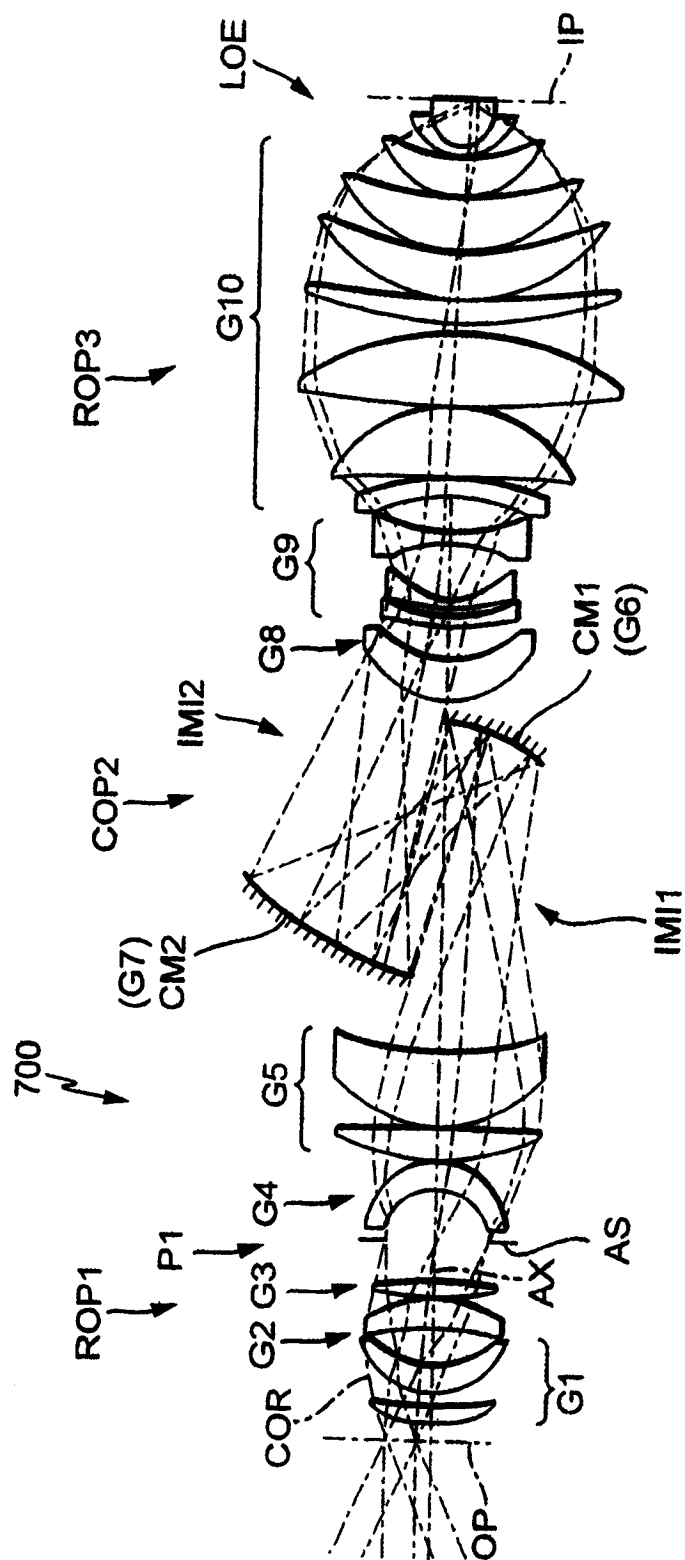


图 7

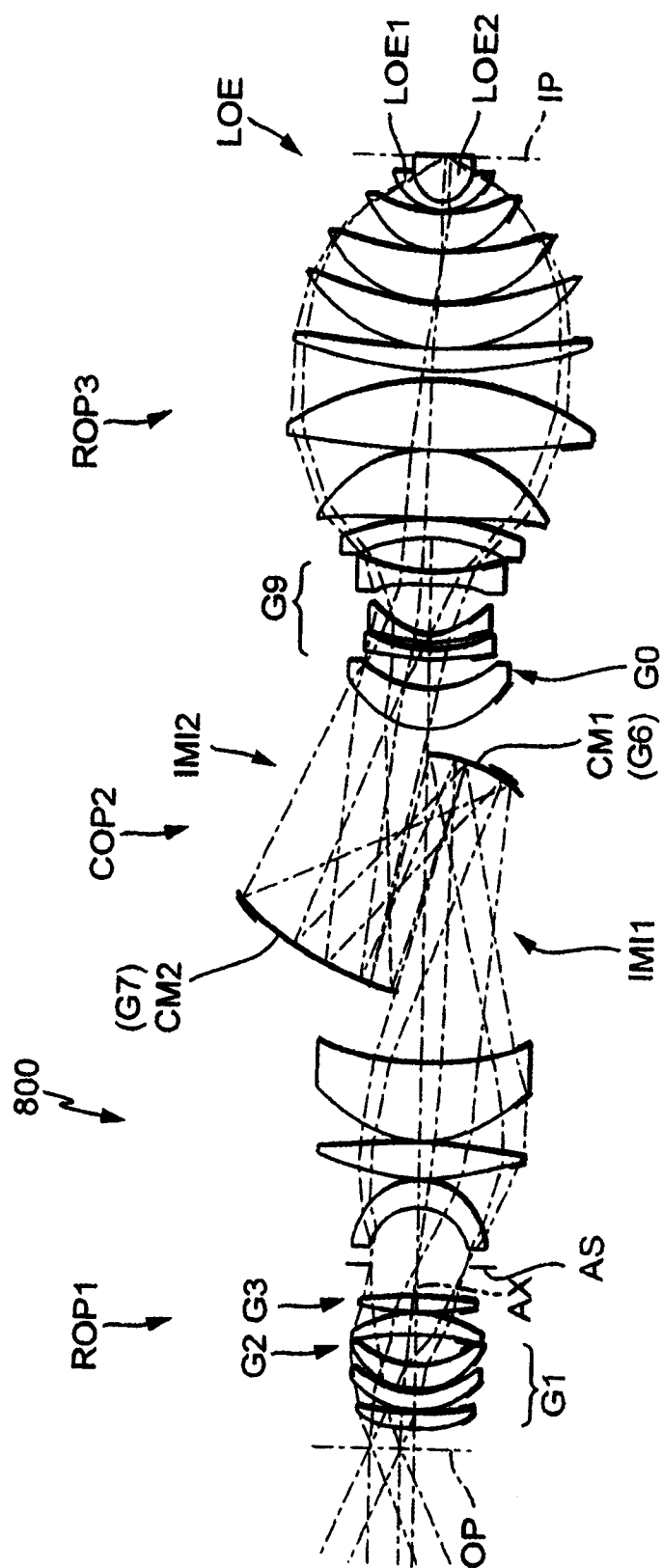


图 8

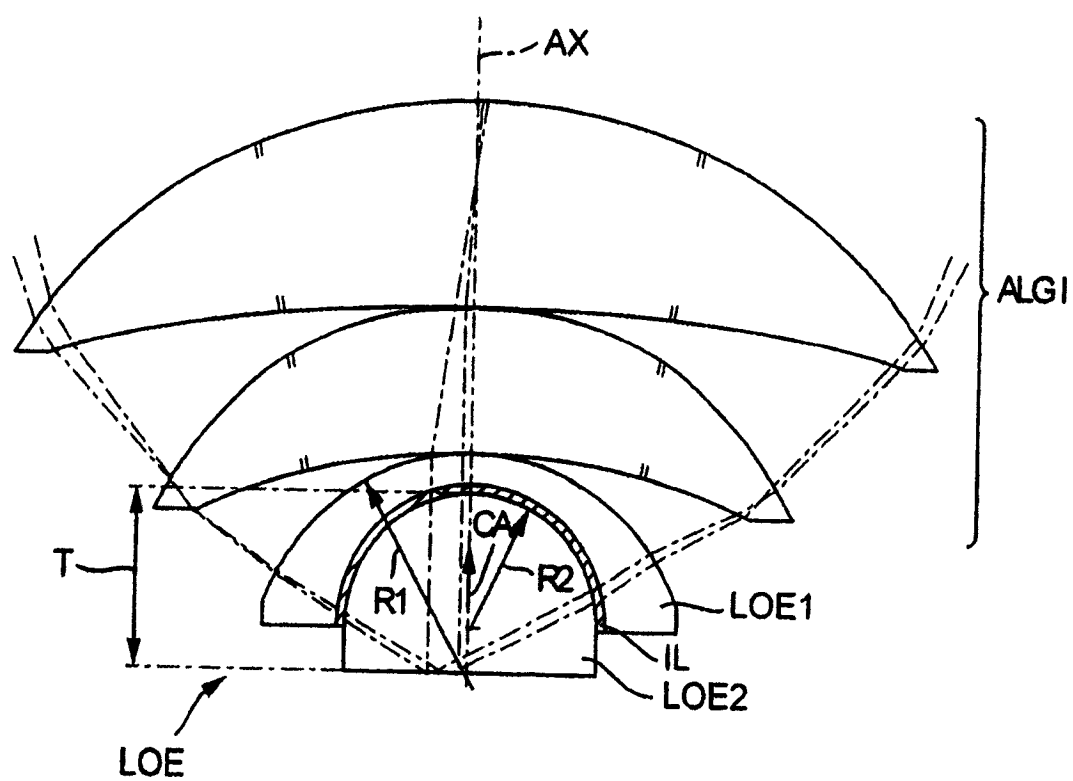


图 9

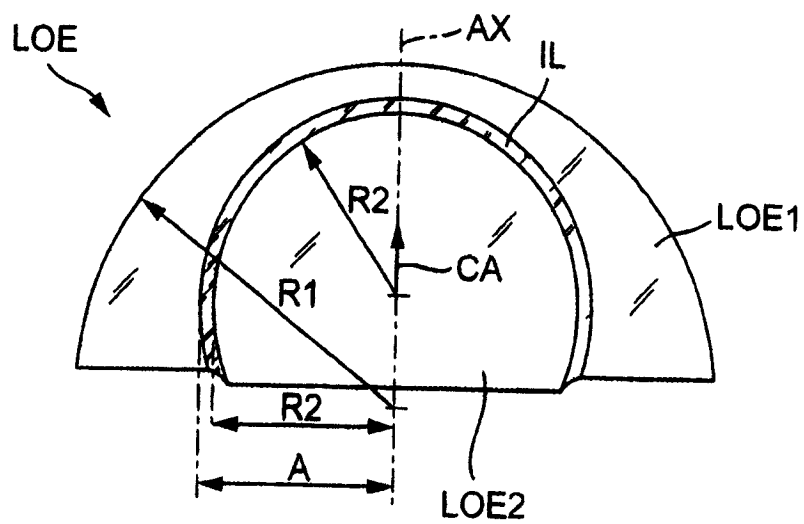


图 10