

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5600128号
(P5600128)

(45) 発行日 平成26年10月1日(2014. 10. 1)

(24) 登録日 平成26年8月22日(2014. 8. 22)

(51) Int. Cl.	F I
GO 2 B 17/08 (2006. 01)	GO 2 B 17/08 A
GO 2 B 13/18 (2006. 01)	GO 2 B 13/18
HO 1 L 21/027 (2006. 01)	HO 1 L 21/30 5 1 5 D
GO 3 F 7/20 (2006. 01)	GO 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 7 外国語出願 (全 47 頁)

(21) 出願番号	特願2012-23476 (P2012-23476)	(73) 特許権者	503263355
(22) 出願日	平成24年1月19日(2012. 1. 19)		カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー
(62) 分割の表示	特願2007-520725 (P2007-520725)		エムペーハー
原出願日	平成17年7月8日(2005. 7. 8)		ドイツ連邦共和国、7 3 4 4 7 オーバー
(65) 公開番号	特開2012-108540 (P2012-108540A)		コッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ
(43) 公開日	平成24年6月7日(2012. 6. 7)	(74) 代理人	100082005
審査請求日	平成24年2月20日(2012. 2. 20)		弁理士 熊倉 禎男
(31) 優先権主張番号	60/587, 504	(74) 代理人	100067013
(32) 優先日	平成16年7月14日(2004. 7. 14)		弁理士 大塚 文昭
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100086771
(31) 優先権主張番号	60/591, 775		弁理士 西島 孝喜
(32) 優先日	平成16年7月27日(2004. 7. 27)	(74) 代理人	100109070
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 須田 洋之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カタディオプトリック投影対物系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

投影対物系の物体面に設けられたパターンを投影対物系の像面上に結像するためのカタディオプトリック投影対物系であって、

前記物体面に設けられたパターンを第1中間像に結像するための第1屈折対物系部分と

、

前記第1中間像を第2中間像に結像するための第2対物系部分と、

前記第2中間像を前記像面上に結像するための第3屈折対物系部分を有し、

前記第2対物系部分が、第1連続鏡面を有する第1凹面鏡と第2連続鏡面を有する第2凹面鏡を有しており、

瞳面が、前記物体平面と前記第1中間像の間と、前記第1及び第2中間像の間と、前記第2中間像と前記像平面の間に形成されていて、

全ての凹面鏡が、光軸から最も遠い最外視野点から進む主光線高さが光軸に最も近い内部視野点から進む周縁光線高さを超えている位置に配置されていて、

前記第1対物系部分が第1の数である $N1_{AS}$ 個の非球面レンズを有し、

前記第3対物系部分が第2の数である $N3_{AS}$ 個の非球面レンズを有し、

非球面レンズ比 $ASR = N1_{AS} / N3_{AS}$ が1よりも小さく、

像側開口数 NA が1.2よりも大きい、カタディオプトリック投影対物系。

【請求項 2】

投影対物系の物体面に設けられたパターンを投影対物系の像面上に結像するためのカタ

ディオプトリック投影対物系であって、

前記物体面に設けられたパターンを第 1 中間像に結像するための第 1 屈折対物系部分と

、

前記第 1 中間像を第 2 中間像に結像するための第 2 対物系部分と、

前記第 2 中間像を前記像面上に結像するための第 3 屈折対物系部分を有し、

前記第 2 対物系部分が、第 1 連続鏡面を有する第 1 凹面鏡と第 2 連続鏡面を有する第 2 凹面鏡を有し、

瞳面が、前記物体平面と前記第 1 中間像の間と、前記第 1 及び第 2 中間像の間と、前記第 2 中間像と前記像平面の間に形成されていて、

全ての凹面鏡が、光軸から最も遠い最外視野点から進む主光線高さが光軸に最も近い内部視野点から進む周縁光線高さを超えている位置に配置されていて、

10

前記第 1 対物系部分が、第 1 の数である $N1_{AS}$ 個の非球面レンズを有し、

前記第 3 対物系部分が、第 2 の数である $N3_{AS}$ 個の非球面レンズを有し、

非球面レンズ比 $ASR = N1_{AS} / N3_{AS}$ が 0.5 より小さい、カタディオプトリック投影対物系。

【請求項 3】

条件 $NA1, 2$ が像側開口数 NA に当てはまる、請求項 2 に記載の投影対物系。

【請求項 4】

投影対物系の物体面に設けられたパターンを投影対物系の像面上に結像するためのカタディオプトリック投影対物系であって、

20

前記物体面に設けられたパターンを第 1 中間像に結像するための第 1 屈折対物系部分と

、

前記第 1 中間像を第 2 中間像に結像するための第 2 対物系部分と、

前記第 2 中間像を前記像面上に結像するための第 3 屈折対物系部分を有し、

前記第 2 対物系部分が、第 1 連続鏡面を有する第 1 凹面鏡と第 2 連続鏡面を有する第 2 凹面鏡を有しており、

瞳面が、前記物体平面と前記第 1 中間像の間と、前記第 1 及び第 2 中間像の間と、前記第 2 中間像と前記像平面の間に形成されていて、

全ての凹面鏡が、光軸から最も遠い最外視野点から進む主光線高さが光軸に最も近い内部視野点から進む周縁光線高さを超えている位置に配置されていて、

30

前記第 1 対物系部分が第 1 の数である $N1_{AS}$ 個の非球面レンズを有し、条件 $N1_{AS} < 3$ が当てはまる、カタディオプトリック投影対物系。

【請求項 5】

前記第 3 対物系部分が第 2 の数である $N3_{AS}$ 個の非球面レンズを有し、非球面レンズ比 $ASR = N1_{AS} / N3_{AS}$ が 1 よりも小さい、請求項 4 に記載の投影対物系。

【請求項 6】

照明系とカタディオプトリック投影対物系を有するマイクロソグラフィでの使用のための投影露光系であって、前記投影対物系が請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載されたように構成されている、投影露光系。

【請求項 7】

40

半導体装置や他の種類のマイクロデバイスを製造するための方法であって、

予め定められたパターンを有するマスクを準備する工程と、

予め定められた波長を有する紫外光でマスクを照明する工程と、

パターンの像を、投影対物系の像平面の近傍に配置された感光性基板上に、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載されたカタディオプトリック投影対物系を用いて投影する工程とを有する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、物体面に配置されたパターンを像面上に結像するためのカタディオプトリッ

50

ク投影対物系に関する。

【背景技術】

【0002】

この種類の投影対物系は、投影露光系、とくに半導体装置や他の種類のマイクロデバイスの製造に使用されるウェーハスキャナやウェーハステッパに利用されており、以後一般に「マスク」又は「レチクル」というフォトマスク又はレチクルのパターンを、感光性コーティングを有する物体上に超高分解能で縮小スケールで投影するのに役立っている。

【0003】

より微細な構造を製造する目的で、関連する投影対物系の像側端開口数（NA）を増加させるとともに、より短い波長、好ましくは約260nm未満の波長を有する紫外光を利用することが求められている。

10

【0004】

しかしながら、その波長領域で要求される光学素子の製造に利用可能な十分に透過性の材料、とくに合成石英ガラスと結晶性フッ化物は、ほとんど存在しない。利用可能なこれらの材料のアップベ数は互いにかなり近いため、十分に良く色補正された（色収差のために補正された）純粋屈折性の系を提供するのは困難である。

【0005】

リソグラフィにおいて半導体ウェーハのような平面状の基板を露光するためには、平面状の（平面の）像が必須である。しかしながら、一般に光学系の像面は湾曲しており、湾曲の程度はペッツバル和により決定されている。ペッツバル和の補正は、増加された分解能で平面状の面に大きな物体視野を投影することが求められている点で、より重要になっている。

20

【0006】

平面状の像面と良好な色補正を得るための1つのアプローチは、カタディオプトリック系の使用であり、これはレンズのような屈折素子と、鏡のような反射素子の両方を組み合わせていて、好ましくは少なくとも1つの凹面鏡を有している。正の屈折力と負の屈折力のレンズが光学系での全屈折力に寄与するのに対し、面曲率と色収差は互いに反対であり、凹面鏡は、正パワーレンズのような正のパワーを有するが、色収差に寄与することなく面曲率に逆の効果を与える。

【0007】

30

更に、大きなレンズを製造するのに充分大きな寸法の関連材料の高額な値段と、フッ化カルシウム結晶の有限の利用可能性が問題となっている。こうして、レンズの個数と寸法を減少させることを可能にして同時に結像の正確性を保持して更なる改良に寄与する手段が、望まれている。

【0008】

少なくとも2つの凹面鏡を有するカタディオプトリック投影対物系が提案されていて、良好な色補正と適度なレンズ量の要求を系に提供している。US 6,600,608 B1の特許は、投影対物系の物体平面に配置されたパターンを第1中間像に結像するための第1純粋屈折対物系部分と、第1中間像を第2中間像に結像するための第2対物系部分と、第2中間像を直接すなわち更なる中間像なしで像平面に結像するための第3対物系部分を有する。第2対物系部分は、中心穴を有する第1凹面鏡と、中心穴を有する第2凹面鏡を有するカタディオプトリック対物系部分であり、これらの凹面鏡は互いに対向しいて間に鏡間空間又はカタディオプトリックキャビティを画定する鏡面を有する。第1中間像は、物体平面の隣の凹面鏡の中心穴内に形成されており、第2中間像は、物体平面の隣の凹面鏡の中心穴内に形成されている。対物系は、軸方向対称性を有していて、良好な色補正を軸方向及び横方向に提供する。しかしながら、これらの凹面鏡の反射面はそれらの穴で中断されているため、系の瞳は不明瞭になっている。

40

【0009】

EP 1 069 448 B1の特許は、互いに対向した2つの凹面鏡を有するもう1つのカタディオプトリック投影対物系を開示している。これらの凹面鏡は、凹面鏡の近

50

傍に位置付けられた中間像上に物体を結像する第1カタディオプトリック対物系部分の一部である。これは第2純粋屈折対物系部分により像平面に結像される中間像に過ぎない。物体は、カタディオプトリック結像系の像と同様に、互いに対向したこれらの鏡により画定された鏡間空間の外側に位置付けられている。2つの凹面鏡と、共通の真っ直ぐな光軸と、カタディオプトリック結像系によって形成されこれらの凹面鏡のうちの1つのそばに位置付けられた1つの中間像を有する類似の系が、特開2002-208551号公報と米国特許出願US 2002/00241 A1に開示されている。

【0010】

欧州特許出願EP 1 336 887 (US 2004/0130806 A1に対応する)は、1つの共通の真っ直ぐな光軸を有するカタディオプトリック投影対物系を示し、その順で、中間像を生成するための第1カタディオプトリック対物系部分と、第1中間像から第2中間像を生成するための第2カタディオプトリック対物系部分と、第2中間像から像を形成する屈折第3対物系部分を有する。各カタディオプトリック系は、互いに対向した2つの凹面鏡を有する。中間像が、凹面鏡で画定された鏡間空間の外側にある。凹面鏡が、投影対物系の中間像よりも、瞳面により近い瞳面に光学的に近くに位置付けられている。

10

【0011】

国際特許出願WO 2004/107011 A1は、カタディオプトリック投影対物系を開示していて、これらは、1つの共通する真っ直ぐな光軸と2つ以上の中間像を有していて、 $NA = 1$ 、2までの開口数で液浸リソグラフィに適している。少なくとも1つの凹面鏡が、投影対物系の中間像よりも瞳面のそれにより近い瞳面の光学的に近くに位置付けられている。

20

【0012】

T. Matsuyama、T. Ishiyama、Y. Ohmuraによる「ニコン投影レンズアップデート」、SPIE 5377.65 (2004) 予稿集、光学マイクロリソグラフィXVII、B. W. Smith提供において、カタディオプトリック投影レンズの構成例が示されていて、これは従来の屈折光学DUV系と、DUV系のレンズ群の間に挿入された6鏡EUV反射光学系の組み合わせである。第1中間像は、凸面鏡の上流の反射光学(純粋反射)群の第3鏡の後方に形成されている。第2中間像が、純粋屈折(反射光学)第2対物系部分により形成されている。第3対物系部分は、純粋屈折性であり、ベッツバル和補正のための第3対物系部分内の最小ビーム直径のウエストのところで負の屈折力を特徴付けている。

30

【0013】

特開2003-114387号公報と国際特許出願WO 01/55767 Aは、共通の1つの真っ直ぐな光軸と、第1中間像を形成する第1カタディオプトリック投影対物系と、中間像をこの系の像平面上に結像するための第2カタディオプトリック対物系部分を有するカタディオプトリック対物系部分を開示している。凹及び凸面鏡が組み合わせて使用されている。

【0014】

D. Dejagerによる「傾斜凹面鏡正立素子を使用したカメラビューファインダ」、SPIE Vol. 237 (1980) p. 292-298は、1:1望遠鏡正立リレー系の素子としての2つの凹面鏡からなるカメラビューファインダを開示している。この系は無限での物体を実像に結像するように構成されており、これは正立であり、接眼レンズを通して見ることができる。反射光学リレー系の上流及び下流の屈折系部分の別体の光軸は、互いに平行にずれている。互いに対向した凹面鏡を有する系を構成する目的で、鏡は傾斜されなければならない。著者らはこの種類の物理的に実現可能な系は、低い像品質を有すると結論付けている。

40

【0015】

国際特許出願WO 92/05462及びWO 94/06047とOSA/SPIE 予稿集(1994)389頁以下「革新的広視野双眼鏡構成」は、とくに単一の折り曲げ

50

られない光軸を有するインライン系として構成された双眼鏡及び他の検査装置を開示している。幾つかの実施例は、光軸の一方の側に配置された物体側鏡面を有する第1凹面鏡と、第1鏡に対向して光軸の反対側に配置された鏡面を有する第2凹面鏡を有し、これらの凹面鏡の面曲率は、鏡間空間を画定している。前側屈折群は、第1鏡の近くの第1中間像を形成し、第2中間像は2つの向かい合う鏡により形成されたスペースの外側に形成されている。垂直方向よりもより大きい水平方向にある狭い視野は、光軸光軸に対してずれて配置されている。物体側屈折群はコリメートされた入力を入力を有し、像側屈折群はコリメートされた出力を有し、テレセントリックでない入射及び射出瞳が形成される。瞳形状は、円形でかつ光軸に中心付けられなければならないリソグラフィ投影レンズの瞳面と違って、半円形である。

10

【0016】

PCT出願であるWO 01/044682 A1は、マンジャンミラーとして構成された1つの凹面鏡を有するウェーハ検査のためのカタディオプトリックUV結像系を開示している。

【0017】

1つの単一凹面鏡を有して入射側及び射出側屈折結像部分系の間に配置されたカタディオプトリック結像部分系を有するカタディオプトリック投影対物系（いわゆるR-C-R系）が、例えば出願人により2004年5月17日に開示されたUS出願シリアルナンバー60/573,533に開示されている。R-C-R系の他の例が、US 2003/0011755、WO 03/036361又はUS 2002/0197946に示されている。

20

【0018】

2005年1月14日に開示されたUS仮出願60/536,248；2004年7月14日に開示されたUS 60/587,504；2004年10月13日に開示された60/617,674；2004年7月27日に開示された60/591,775；及び2004年9月24日に開示された60/612,823に基づいて）出願された「カタディオプトリック投影対物系」のUS特許出願は、非常に高いNAを有してNA>1で最大値NA=1,2を有する液浸リソグラフィに適したカタディオプトリック投影対物系を開示している。投影対物系は、物体平面に設けられたパターンを第1中間像に結像するための第1対物系部分と、第1中間像を第2中間像に結像するための第2対物系部分と、第2中間像を直接像平面上に結像するための第3対物系部分からなる。第2対物系部分は、第1連続鏡面を有する第1凹面鏡と、第2連続鏡面を有する第2凹面鏡と、互いに対向して鏡間空間を画定する凹面鏡面を有する。全ての凹面鏡は瞳面から光学的に離れて位置付けられている。系は、適度なレンズ量消費で非常に高い開口数の可能性を有する。この文献とその優先書類の全開示は、言及によりこの出願書類に含まれる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0019】

【特許文献1】US 6,600,608 B1

40

【特許文献2】EP 1 069 448 B1

【特許文献3】特開2002-208551号公報

【特許文献4】US 2002/00241 A1

【特許文献5】EP 1 336 887

【特許文献6】US 2004/0130806 A1

【特許文献7】WO 2004/107011 A1

【特許文献8】特開2003-114387号公報

【特許文献9】WO 01/55767 A

【特許文献10】WO 92/05462

【特許文献11】WO 94/06047

50

【特許文献12】WO 01/044682 A1

【特許文献13】US 出願シリアルナンバー60/573,533

【特許文献14】US 2003/0011755

【特許文献15】WO 03/036361

【特許文献16】US 2002/0197946

【特許文献17】US 仮出願60/536,248

【特許文献18】U.S. 60/587,504

【特許文献19】U.S. 60/617,674

【特許文献20】U.S. 60/591,775

【特許文献21】U.S. 60/612,823

10

【非特許文献】

【0020】

【非特許文献1】T. Matsuyama、T. Ishiyama、Y. Ohmuraによる「Nikon投影レンズアップデート」、SPIE 5377.65(2004)予稿集、光学マイクロリソグラフィXVII、B.W. Smith提供

【非特許文献2】D. Dejagerによる「傾斜凹面鏡正立素子を使用したカメラビューファインダ」、SPIE Vol. 237(1980) p. 292-298

【非特許文献3】OSA/SPIE予稿集(1994)389ff頁「革新的広視野双眼鏡構成」

【発明の概要】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0021】

本発明の目的の1つは、開口数 $NA > 1$ で液浸リソグラフィを可能にする値に達し得る非常に高い像側開口数の可能性を有する、真空紫外(VUV)領域での使用に適したカタディオプトリック投影対物系を提供することである。もう1つの目的は、比較的少量の光学素子で構成され得るカタディオプトリック投影対物系を提供することである。更なる目的は、適度な寸法を有するコンパクトな高開口カタディオプトリック投影対物系を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0022】

30

これらの及び他の目的に対する解決手段として、本発明は、1つの明確な記述によれば、投影対物系の物体面に設けられたパターンを投影対物系の像面上に結像するためのカタディオプトリック投影対物系であって、

物体平面に設けられたパターンを第1中間像に結像するための第1屈折対物系部分と、第1中間像を第2中間像に結像するための少なくとも1つの凹面鏡を有する第2対物系部分と、

第2中間像を像平面上に結像するための第3屈折対物系部分を有し、

投影対物系が、最大レンズ直径 D_{max} と、最大像視野高さ Y' と、像側開口数 NA を有し、 $COMP1 = D_{max} / (Y' \cdot NA^2)$ であり、

次の条件

40

$COMP1 < 1.0$

が当てはまる、カタディオプトリック投影対物系を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明による投影対物系の第1実施例の長手断面図である。

【図2】本発明による投影対物系の第1実施例の長手断面図である。

【図3】本発明による投影対物系の第1実施例の長手断面図である。

【図4】本発明による投影対物系の第1実施例の長手断面図である。

【図5】本発明による投影対物系の第1実施例の長手断面図である。

【図6】本発明による投影対物系の第1実施例の長手断面図である。

50

【図 7】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

【図 8】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

【図 9】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

【図 10】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

【図 11】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

【図 12】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

【図 13】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

【図 14】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

【図 15】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

【図 16】本発明による投影対物系の第 1 実施例の長手断面図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0024】

一般に、投影対物系の寸法は、像側開口数 NA が増加されるにつれて劇的に増加する。経験的に、最大レンズ直径 D_{max} は、 $D_{max} \sim NA^k$ ($k > 1$) にしたがって、 NA の一次の増加よりも多く増加する傾向にあることが分かった。値 $k = 2$ は、この出願のために使用された近似値である。更に、最大レンズ直径 D_{max} は、(像視野高さ Y' により表される) 像視野の寸法に比例して増加することが分かった。一次の依存性は、この出願のために仮定されている。これらの事項に基づいて、第 1 コンパクト性パラメータ $COMP1$ は、次のように定義される。

【0025】

20

$$COMP1 = D_{max} / (Y' \cdot NA^2)$$

像視野高さ及び開口数の所与の値に対して、第 1 コンパクト性パラメータ $COMP1$ は、もしコンパクトな構成が望まれるなら、可能な限り小さくあるべきことは明らかである。

【0026】

投影対物系を提供するために必要な全材料消費を考慮すれば、レンズの絶対数 N_L もまた問題となる。典型的には、少数のレンズを有する系は多数のレンズを有する系よりも好ましい。それゆえ、第 2 コンパクト性パラメータ $COMP2$ は、次のように定義される。

【0027】

$$COMP2 = COMP1 \cdot N_L$$

30

また、小さい値の $COMP2$ はコンパクトな光学系を示している。

【0028】

更に、本発明による投影対物系は、入射側視野平面を光学的に共役な射出側視野平面に結像するための少なくとも 3 つの対物系部分を有し、結像対物系部分は中間像で連結されている。典型的には、レンズの個数と投影対物系を構成するのに必要な材料は、光学系の結像対物系部分の個数 N_{OP} が大きければ大きい程、増加する。対物系部分毎のレンズの個数の平均 N_L / N_{OP} を可能な限り小さく維持するのが好ましい。それゆえ、第 3 コンパクト性パラメータ $COMP3$ は次のように定義される。

【0029】

$$COMP3 = COMP1 \cdot N_L / N_{OP}$$

40

低光学材料消費の投影対物系もまた、小さい値の $COMP3$ で特徴付けられる。

【0030】

値 $COMP1 < 10$ であることは、非常にコンパクトな構成を意味している。 $COMP1 < 9.6$ となる値さえも、幾つかの実施例で得られている。幾つかの実施例においては、開口数が 1, 2 より大きい (すなわち $NA > 1, 2$)、低いコンパクト性が得られる。 $NA = 1, 3$ 又は $NA = 1, 35$ を有する幾つかの実施例が可能であり、超高分解能液浸リソグラフィが可能である。

【0031】

幾つかの実施例において、低い値の第 2 コンパクト性パラメータを得ることができる。幾つかの実施例において、 $COMP2 < 260$ 及び / 又は $COMP2 < 240$ が得られる

50

。COMP2 < 220 の実施例が可能である。

【0032】

代わりに、又は追加的に、低い値の第3コンパクト性パラメータCOMP3が可能である。幾つかの実施例において、COMP3 < 80、及び低い値のCOMP3 < 70もまた可能である。

【0033】

好ましい実施例において、第1連続鏡面を有する第1凹面鏡と第2連続鏡面を有する少なくとも1つの第2凹面鏡が、第2対物系部分に配置されていて、瞳面が、前記物体平面と前記第1中間像の間と、前記第1及び第2中間像の間と、前記第2中間像と前記像平面の間に形成されていて、全ての凹面鏡が瞳面から光学的に離れて配置されている。

10

【0034】

これらの実施例において、光軸の周りで中心付けられた円形の瞳が、中心付けられた光学系に設けられている。系部分の2以上の凹面鏡が第2中間像を形成するのに寄与して設けられていて、凹面鏡の使用領域は、軸方向対称照明からかなり逸脱している。好ましい実施例においては、ちょうど2つの凹面鏡が設けられていて、優秀な結像品質と非常に高い開口数を得るのに充分である。1つの共通の折り曲げられない（真っ直ぐな）光軸を有する系が設けられることが可能であり、これは製造、調整及びフォトリソグラフィ投影系への一体化を容易にする。平面状の折り曲げ鏡は必要ない。もっとも、1又はそれより多い平面の折り曲げ鏡がよりコンパクトな構成を得るために利用され得る。

【0035】

20

全ての凹面鏡は、瞳面から「光学的に離れて」配置されていて、これはそれらが瞳面の光学的近傍の外側に配置されることを意味している。それらは、瞳面よりも視野面に光学的に近くに配置されてもよい。瞳面から光学的に離れた（すなわち瞳面の光学的近傍の外側の）好ましい位置は、光線高さ比 $H = h_c / h_m > 1$ により特徴付けられてもよく、ここで h_c は主光線の高さであり、 h_m は結像プロセスの周縁光線高さである。周縁光線高さ h_m は、（光軸に最も近い）内部視野点から開口絞りの縁へ進む周縁光線高さであり、主光線高さ h_c は、（光軸から最も遠い）最外視野点から、光軸に対して平行又は小さな角度で進み、開口絞りが位置付けられる瞳面位置において光軸と交差する主光線の高さとすることができる。換言すれば、全ての凹面鏡は、主光線高さが周縁光線高さを超えている位置にある。

30

【0036】

瞳面から「光学的に離れた」位置は、光ビームの断面形状が、瞳面で又はその直近で見出される円形形状からかなり逸脱している位置である。ここで使用される用語「光ビーム」は、物体面から像面に進む全ての光線の束を表している。瞳面から光学的に離れた鏡位置は、光ビームの伝播方向に直交する相互に垂直な方向で光ビームのビーム直径が互いから50%より多く又は100%逸脱した位置として定められてもよい。換言すれば、凹面鏡の照明された領域は、円からかなり逸脱した形状を有してもよく、ウェーハスキャナ用のリソグラフィ投影対物系での好ましい視野形状に対応する高アスペクト比の矩形に類似する形状を有してもよい。それゆえ、1つの方向が他よりもかなり小さなコンパクトな矩形又は矩形に近い形状を有する小さな凹面鏡が使用されてもよい。高開口光ビームがそれゆえ鏡の縁での口径食無しで系の中を導かれることができる。

40

【0037】

明細書を通じて、「対物系部分」の用語は、投影対物系の結像部分系を意味しており、これは部分系の物体面の物体を部分系の物体面に光学的に共役な部分系の像面に結像可能である。部分系（すなわち対物系部分）により結像される物体は、投影対物系の物体面の物体又は中間像であってもよい。

【0038】

「上流」又は「下流」の用語がこの明細書において使用されているときは、これらの用語は、対物系の物体平面から像平面に進む光ビームの光学パスに沿った相対的な位置を意味する。それゆえ、第2中間像の上流の位置は、光学的に物体平面と第2中間像の間の位

50

置である。

【0039】

「中間像」の用語は、一般に完全光学系により形成されて物体面と光学的に共役な面に位置する「近軸中間像」を意味する。それゆえ、中間像の位置(location)や位置(position)についてどこが参照されても、物体面と光学的に共役なこの面の軸方向の位置(position)を意味する。

【0040】

本発明のもう1つの態様によれば、投影対物系の物体面に設けられたパターンを投影対物系の像面上に結像するためのカタディオプトリック投影対物系が、

物体面に設けられたパターンを第1中間像に結像するための第1屈折対物系部分と、

第1中間像を第2中間像に結像するための第2対物系部分と、

第2中間像を像面上に結像するための第3屈折対物系部分を有し、

第1連続鏡面を有する第1凹面鏡と第2連続鏡面を有する第2凹面鏡が、第2中間像の上流に配置されており、

瞳面が、物体平面及び第1中間像の間と、第1及び第2中間像の間と、第2中間像と像面の間に形成されており、

全ての凹面鏡が瞳面から光学的に離れて配置されており、

第1対物系部分が第1の数である N_{1AS} 個の非球面レンズを有し、

第3対物系部分が第2の数である N_{3AS} 個の非球面レンズを有し、

非球面レンズ比 $ASR = N_{1AS} / N_{3AS}$ が1よりも小さく、

像側開口数 NA が1, 2よりも大きい。

【0041】

製造の観点から、球面レンズ面のみを有するレンズを有することが望まれるが、一定数の非球面レンズが像収差の十分な補正を得るために要求されるのは明らかである。第3対物系部分が第1対物系部分よりも多く非球面レンズを有する構成は、投影対物系における非球面レンズの個数 N_{AS} を、非球面レンズの製造が製造されるべき非球面レンズの数が大きいゆえに決定的な問題となる許容限界を超えて増加させることなく良好な補正状況を得る可能性を有することが分かった。

【0042】

幾つかの実施例において、第1対物系部分は球面レンズのみを有し、 $N_{1AS} = 0$ となるようになっている。全て球面の屈折対物系部分は、とくに製造容易である。全て球面の第1対物系部分は、1又はそれより多い非球面レンズ、例えば1つ又は2つ又は3つ又は4つ又は5つのレンズを有する第3対物系部分と組み合わせられてもよい。好ましくは条件 $1 \leq N_{3AS} \leq 7$ が満たされる。

【0043】

好ましくは、第1対物系部分は、4つ以下の非球面レンズを有し、すなわち $N_{1AS} \leq 4$ である。

【0044】

第1対物系部分は、多くの場合、少数のレンズで構成されることが可能であり、これにより第1対物系部分のレンズ材料消費ととくに軸方向におけるコンパクトな寸法が最適化されることが分かった。幾つかの実施例において、第1対物系部分は、5つ以下のレンズを有し、第1対物系部分のレンズの個数 N_{1L} は、条件 $N_{1L} \leq 5$ を満たすようになっている。 $N_{1L} = 4$ を有する実施例が可能である。もっとも、 $N_{1L} = 5$ が多くの場合好ましいようである。

【0045】

幾つかの実施例において、第1対物系部分は正レンズのみを有し、これにより、第1中間像の形成が、第1対物系部分で小さな最大レンズ直径で達成され得る。他の実施例において、少なくとも1つの負レンズが、とくに第1対物系部分内の補正を改善するために有利だろう。ちょうど1つの負レンズがその目的のためにしばしば好ましい。負レンズは、像側で凹形のレンズ面を有してもよく、第1対物系部分の瞳面と第1中間像の間に設けら

10

20

30

40

50

れてもよい。

【0046】

レンズ、鏡及び／又は板の本質的に平らな面、プリズム等のような光学素子に設けられた非球面が、光学系の補正状況と全寸法と材料消費の両方を改善するのに利用され得ることが分かる。幾つかの実施例において、投影対物系は、第1非球面と、第1非球面に直近の第2非球面を含む少なくとも1つの「2重非球面」を含み、これにより、伝播するビームが、中間の球面又は平面状の面を通過することなく、2つの非球面を通過することが可能となる。2重非球面は、いくつかの実施例において、非常に強力な補正手段であることが分かった。

【0047】

2重非球面は、非球面入射面と非球面射出面を有する両非球面レンズの構造を取ってもよい。幾つかの好ましい実施例において、2重非球面は2つの続いているレンズの隣接する非球面を対向させることにより形成される。これにより、入射及び射出側の両方で非球面により画定された「エアスペース」を得ることができる。「エアスペース」は、屈折率 n が約1である別のガスのエアで満たされ得る。2重非球面の非球面が、続いているレンズの対向するレンズ面に分布している場合、非球面は、もし望まれるなら非常に近くに一緒に位置付けられ得る。2重非球面の第1及び第2非球面の間で光軸に沿って測定された光学的距離は、それゆえ2重非球面を形成する連続するレンズのうちのより薄い方の（光軸に沿って測定された）厚さよりも小さくてもよい。屈折力の複合放射分布は、こうして光軸に沿った軸方向に狭い領域で画定された位置で、得られることが可能である。

【0048】

幾つかの実施例において、第3対物系部分は、少なくとも1つの2重非球面を有する。好ましくは、この2重非球面は、光学的に第2中間像と第3対物系部分の瞳面の間に位置付けられ、これにより好ましくは一般に発散するビームの領域での光線角度に影響を与える。第2の2重非球面がこの対物系部分に設けられてもよい。

【0049】

代わりに、又は組み合わせて、第1対物系部分は、少なくとも1つの2重非球面を有してよい。2重非球面は第1対物系部分内に設けられる場合、第1対物系部分の2重非球面が第1対物系部分の瞳面又は該瞳面の光学的に近くに位置付けられるとき、有利であることが分かった。

【0050】

先に指摘されたように、レンズにおける多数の非球面を避けることは、投影対物系の製造を容易化することに寄与するだろう。一定の条件下で、単一の非球面の補正作用は、大きい入射角度の光線がその面で生じている1又はそれより多い球面で近似されることが可能である。幾つかの実施例において、第1対物系部分は、レンズ面を通過する光線の入射角度が 60° より大きな入射角度を含むレンズ面を有する少なくとも1つのレンズを有する。好ましくは、その面は瞳面に光学的に近くてもよい。この場合の入射の角度（入射角度）は、レンズ面に光線が入射する点でのレンズ面の法線とその光線で囲まれる角度で定義される。この種の高入射角度面は、非球面の数を減少させるために用いられてもよい。

【0051】

先の及び他の特性は、特許請求の範囲においてだけでなく、明細書及び図面においても見出すことが可能であり、個々の特徴は、単独又はそれらの組み合わせで、本発明の実施例のように及び他の分野で使用されてもよく、有利で特許可能な実施例を個別に表わしてもよい。

【実施例】

【0052】

以下に示す本発明の好ましい実施例の説明において、「光軸」の用語は、関係する光学素子の曲率中心を通過する直線又は一連の直線部分をいうものとする。光軸は、折り曲げ鏡（偏向鏡）又は他の反射面により折り曲げられる。ここで提示された例において、関係する物体は、集積回路のパターン又は何らかの他のパターン、例えば格子パターンを所持

10

20

30

40

50

するマスク（レチクル）である。ここで表現された例において、物体の像は、液晶ディスプレイの構成部品又は光学格子のための基板のような他の種類の基板もまた可能であるけれども、フォトリソの層で覆われた基板としての役割を果たすウェーハ上に投影される。

【0053】

図面に示された構成の仕様を開示するための表が与えられている場合、その表は、図面と同一の数字により示されている。図面において対応する構成は、理解を容易にするため類似又は同一の参照符号で指示されている。レンズが指示される場合、L3-2は、（光伝播方向で見たとき）第3対物系部分の第2レンズを意味する。

【0054】

図1は、約193nm紫外作動波長のために構成された本発明によるカタディオプトリック投影レンズ100の第1実施例を示す。これは、平面状の物体面OS（物体面）に配置されたレチクル上のパターンの像を、平面状の像面IS（像面）に例えば4:1の縮小スケールで投影するために構成されており、ちょうど2つの実中間像IMI1、IMI2を生成している。第1屈折対物系部分OP1は、物体面のパターンを第1中間像IMI1に拡大スケールで結像するために構成されている。第2反射光学（純粹反射）対物系部分OP2は、IMI2を1:1に近い倍率で結像する。第3屈折対物系部分OP3は、第2中間像IMI2を像面IS上に強い縮小比で結像する。第2対物系部分OP2は、物体側を向いた凹面鏡面を有する第1凹面鏡CM1と、像側を向いた凹面鏡面を有する第2凹面鏡CM2を含む。これらの鏡面は両方とも連続的又は完全であり、すなわちそれらは穴又は孔を有していない。これらの互いに対向した鏡面は、カタディオプトリックキャビティを画定し、これは鏡間空間とも呼ばれていて、凹面鏡によって画定された曲面により囲まれている。中間像IMI1、IMI2は、鏡面から充分離れていて、カタディオプトリックキャビティの内側に両方とも位置する。

【0055】

凹面鏡の各鏡面は、物理的な鏡面の縁を越えて延び、鏡面を有する数学的な面である「湾曲面」又は「湾曲の面」を画定する。第1及び第2凹面鏡は、共通の回転対称軸を有する回転対称湾曲面の部分である。

【0056】

対物系100は、回転対称であり、全ての屈折及び反射光学コンポーネントに共通な1つの真っ直ぐな光軸AXを有する。折り曲げ鏡は存在しない。凹面鏡は、小さな直径を有していて、それらを一緒に近くに置き、それらの間にある中間像のかなり近くに置くことを可能にしている。これらの凹面鏡は両方とも軸方向対称面の軸外部分として構成されて照明される。光ビームは、口径食なしで、光軸を向いたこれらの凹面鏡の縁のそばを通過する。

【0057】

投影対物系100は、例えば純水のような高屈折率液浸液と共に使用されるとき、像面ISに最も近い対物系の射出面と像面ISの間で、像側開口数 $NA = 1.2$ を有する $NA = 1.93$ nmの液浸対物系として構成されている。屈折第1対物系部分OP1は、球面レンズのみを有する。凹面鏡CM1、CM2は両方とも非球面鏡である。第3対物系部分OP3は、その対物系部分の瞳面P3の位置（結像の主光線CRが光軸AXと交差する場所）の近くの1つの非球面（レンズL3-9の入射面）と、最終の像側平凸レンズL3-13の直ぐ上流にある最終から2番目のレンズL3-12の射出側の第2非球面を有する。最終レンズは、投影対物系の動作時において液浸液と接触し、この明細書において「液浸レンズ」とも呼ばれる。投影対物系は全ての収差に対して十分に補正されるわけではないが、第3レンズ部分に全て置かれた少数の非球面レンズ（ $N_{AS} = 2$ ）で結像が可能であることが見て取れる。

【0058】

図2は、全て球面の第1対物系部分OP1と第3対物系部分OP3の1つだけの非球面レンズL3-4を有する対物系200の第2実施例を示す。開口絞りASは、第3対物系

部分のその瞳面 P S 3 の領域に設けられている。この場合 4 つのレンズだけからなり、全てのレンズが正の球面レンズである第 1 対物系の開口絞りのために良く補正された位置は必要ではない。これにより第 1 対物系部分の非常に単純でコンパクトな構成が得られる。

【 0 0 5 9 】

投影対物系 2 0 0 は、高屈折率液浸液、例えば純水と共に使用されるとき、対物系の射出面と像面の間で、像側開口数 $NA = 1, 20$ を有する $= 193 \text{ nm}$ の液浸レンズとして構成されている。この構成のための仕様が表 2 にまとめられている。最も左の欄は、屈折、反射、又は他に明示された面の番号を示し、第 2 欄は、その面の半径 $r [\text{mm}]$ を示し、第 3 欄は、光学素子の「厚さ」と呼ばれるパラメータである面と次の面の間の距離 $d [\text{mm}]$ を示し、第 4 欄はその光学素子を製造するために用いられた材料を示し、第 5 欄はその製造のために使用された材料の屈折率を示す。第 6 欄は、光学素子の光学的に利用可能な有効半直径 $[\text{mm}]$ を示す。表中の半径 $r = 0$ は、(無限半径を有する)平面状の面を意味する。

【 0 0 6 0 】

この特定の実施例の場合においては、3 つの面 (面 9、10、18) が非球面である。表 2 A はこれらの非球面のための関連データを示し、そこから、それらの面図形のサジッタ又は立ち上がり高さ $p(h)$ が高さ h の関数として次の式を用いて算出され得る。

【 0 0 6 1 】

$$p(h) = [((1/r) h^2) / (1 + \text{SQRT} (1 - (1 + K) (1/r)^2 h^2))] + C1 \cdot h^4 + C2 \cdot h^6 + \dots ,$$

ここで半径の逆数 $(1/r)$ は、面頂点での当該面の曲率であり、 h は光軸からその点までの距離である。サジッタ又は立ち上がり高さ $p(h)$ は、こうして、 z 方向に沿って、すなわち光軸に沿って計測された当該面の頂点からその点までの距離を表す。定数 K 、 $C1$ 、 $C2$ 等は、表 2 A に示されている。

【 0 0 6 2 】

この実施例において、非球面凹面鏡 $CM1$ 、 $CM2$ に加えて少数のレンズ ($N_L = 13$) と 1 つの非球面レンズ ($L3 - 4$) のみで、多くの収差が高度に補正されるのは注目に値する。とくに全ての 3 次及び 5 次収差がゼロである。テレセントリシティの変化は、その視野に渡って補正される。高次 (7 次以上) の歪曲がその視野に渡って補正される。像側での瞳収差が補正されて、像側開口数 $NA = 1, 2$ がその視野に渡って一定であるようになっている。2 つの実光線は軸上で補正され、4 つの開口光線は中間視野点で補正される。高次 (7 次以上) の非点収差が視野の縁と中間視野点で補正される。この補正状況は、(焦点レンズ群として作動する) 最も大きいレンズにおいて直径 218 mm である第 3 対物系部分のレンズ直径がかなり小さい対物系で得られる。第 3 対物系部分の第 1 レンズ $L3 - 1$ は、幾何学的に最も近い鏡 (第 1 凹面鏡 $CM1$) の頂点に対して比較的大きな幾何学的距離を有し、その軸方向鏡 - レンズ距離 MLD は 90 mm である。これは物体面 OS と像面 IS の間の軸方向距離の約 7.5% であり、この物体 - 像距離は「トラック長さ」とも呼ばれる。像側第 1 凹面鏡 $CM1$ と第 3 対物系部分の第 1 レンズの間の大きな幾何学的距離 MLD は、第 3 対物系部分における小さなレンズ直径に寄与する。

【 0 0 6 3 】

像側の最終レンズ $L3 - 9$ (液浸レンズ) は、短い半径 (50 mm) の球状入射面を有しており、これにより小さな入射角度がその面で得られる。

【 0 0 6 4 】

この構成は、より高次のペッツバル湾曲とより高次のサジッタ軸外球面収差が支配的であるのが明らかである残留収差に関して最適化されることが可能である。第 1 対物系部分に 1 つのレンズを加えること及び / 又は 1 以上の更なる非球面を設けることが、残留収差を減少させるのに寄与する。図 2 の構成の更なる発展の例が図 3 に示されており、そこでは像側の凹面を有するメニスカスレンズとして構成された追加の負レンズ $L1 - 4$ が、その瞳面 $P1$ と第 1 中間像の間で第 1 対物系部分に加えられている。この修正は、先述の残留収差を補正することを可能にする。この例は、とりわけ、基本的な構成が、少数のレン

10

20

30

40

50

ズと少数の非球面レンズの全体的に単純な構成で、結像誤差を補正するための高い柔軟性を可能にすることを例示している。

【0065】

投影対物系400の第4実施例が図4に示されており、その仕様が表4と4Aに与えられている。図2及び3の実施例と同様に、1つだけの非球面レンズ、すなわち非球面射出面を有する正のメニスカスレンズL3-4が、この系において、第3対物系部分OP3におけるその対物系部分の瞳面P3に光学的に近い開口絞りASの上流の最も大きなビーム直径の領域に置かれている。第1対物系部分OP1は、全て球面であり、P-P-P-N-Pのシーケンスにおいて負レンズL1-4を1つだけ有し、ここで「P」は、正レンズを意味し、「N」は負レンズを意味する。構成の観点から、像側凹面鏡CM1と第3レンズ部分OP3の第1レンズL3-1の間の大きな軸方向距離が明らかであり、この距離MLDは、トラック長さの10%よりも大きい。

10

【0066】

図5は、図3及び4の系の変形例を示し、そこでは主に第1対物系部分OP1における僅かな修正が、改良された補正に活用されている。図5の結果としての構成は、2つの視野点を有し、これらは非点収差とペッツバル湾曲の両方のために補正され、非点収差を有さない視野ゾーンが焦点の合った状態となる。

【0067】

本発明のより好ましい構成において、視野に対する歪曲、非点収差、ペッツバル湾曲及びテレセントリシティ変化は、(第1中間像IMI1を形成するリレー系の役割を果たす)第1対物系部分OP1と非球面鏡に加えていくつかの球面レンズの同様な構成で、非常に高次まで全て補正され得る。

20

【0068】

2つの非球面鏡CM1、CM2は、少数の非球面レンズで良好な補正を得るのに重要なものが明らかである。2つの非球面鏡は、一般に、歪曲及びテレセントリシティ変化のような2つの主光線収差が非常に高次まで補正される構成を可能にする。もし2つの非球面鏡の変形が正確に設定されるなら、これらの2つの収差がこれらの鏡により正確に補正され得る。1つの注目に値する点は、追加的に、全て球面の第1対物系部分OP1で非点収差とペッツバル湾曲が高度に補正され得ることである。

【0069】

単独で又は組み合わせで、収差補正に関する構成の種類の正の特性に寄与し得る少なくとも3つの特徴があることが明らかである。1つの態様は、凹面鏡CM1、CM2が同一又はほぼ同一である他の実施例と比較して、凹面鏡が、好ましくは半径に関して非常に異なっていてよいことである。更に、中間像IMI1及び/又はIMI2での多くのコマ収差が、少数の非球面レンズでの補正を容易にすることが明らかである。また、像側凹面鏡CM1の頂点と第3対物系部分の第1レンズの間の著しく大きなエアスペース(鏡-レンズ距離MLD)は、有利な特性に寄与するのが明らかである。

30

【0070】

物体側及び像側及び/又は投影対物系、すなわち第1対物系部分OP1および第3対物系部分OP3は、独立して構成され得ることも明らかである。とくに、第3対物系(焦点レンズ群)は、視野収差に多くの注意を払うことなく、開口収差に対して構成されることが可能であり、構成に関して比較的単純である第1対物系部分は、視野収差を補償するために構成されることが可能であり、その補償は非球面レンズ無しで、又は少数の非球面レンズのみで、例えば1つの非球面レンズのみで、得られるだろう。

40

【0071】

先の実施例は、全てのレンズが球面であってもよい4つ又は5つのレンズのみのかなり単純な第1対物系部分を有する構成が利用可能であることを示している。このようなかなり単純なリレーレンズ群は、極めて高次まで視野収差に対して補正することができる。開口収差は好ましくは第3対物系部分で補正され、第3対物系部分はいくつかの非球面だけのかなり単純な構成を有してもよく、第3対物系部分における非球面レンズの個数は、好

50

ましくは第 1 対物系部分における非球面レンズの個数よりも大きい。

【 0 0 7 2 】

図 6 及び 7 は、密接に関連した実施例 6 0 0、7 0 0 を示し、そこでは屈折第 1 及び第 3 対物系部分における非球面レンズの個数は、先の実施例と比較して増加している。対物系 7 0 0 の仕様は、表 7 及び 7 A に与えられている。開口収差に関する改良が得られる。とくに、7 つの非球面レンズが使用され、そこで $N_{1AS} = 2$ 及び $N_{3AS} = 5$ であり、非球面レンズ比 $ASR = 0.4$ となっている。第 1 対物系部分 OP 1 において 2 つの非球面レンズ L 1 - 2 及び L 1 - 5 を有する図 6 の構成は、その視野に渡って 5 ミリ波の波面収差を有する。

【 0 0 7 3 】

1 つの 2 重非球面 DA が、第 3 対物系部分 OP 3 において、著しく増大するビーム直径の領域で、光学的に第 2 中間像 IMI 2 と対物系部分の瞳面 P 3 の間に設けられている。2 重非球面は、正レンズ L 3 - 6 の非球面射出面と、その直近に続く正メニスカスレンズ L 3 - 7 の非球面入射面により形成されている。2 つの非球面の軸方向距離は、2 重非球面に隣接するより薄い方のレンズ L 3 - 7 の厚さよりも小さく、非球面は接近している。これにより、屈折力の合成放射分布が、ビームの特定領域で得られ、こうして像の補正に強く寄与する。

【 0 0 7 4 】

図 8 及び 9 は、構成が非常に類似する実施例 8 0 0、9 0 0 を示す。投影対物系 9 0 0 の仕様が表 9、9 A に与えられている。像側開口数 $NA = 1, 2$ であり、約 6 ミリ波の波面誤差が 6 つの非球面レンズのみで得られ、そこでは 1 つの非球面レンズ（瞳面 P 1 の近くに置かれた像側凹面を有する正メニスカス L 1 - 5）が第 1 対物系部分に設けられ、残りの 5 つの非球面レンズは、第 3 対物系部分 OP 3 内に分散されている。これらの非球面レンズは、両凹負メニスカス L 3 - 2 と、レンズペア L 3 - 5、L 3 - 6 が非球面を対向させることにより形成された 2 重非球面 DA と、開口絞り AP に近い両凸正レンズ L 3 - 9 と、開口絞りと像面 IS の間の正レンズ L 3 - 10 を有する。図 8 の光線分布に示されるように、第 1 対物系部分 OP 1 により形成されたりレー部分の前側瞳は、かなり良く補正される。中間像 IMI 1 及び IMI 2 の両方に対してコマ収差がほとんど又は全く無い焦点領域（低コマ収差中間像）が明らかである。低コマ収差中間像 IMI 2 は、入射側にある厚い正レンズ L 3 - 1 と、第 1 レンズ L 3 - 1 と開口絞り AS の僅かに上流の最大ビーム直径の領域との間の著しいウエスト W（すなわちビーム直径のくびれ領域）を有する屈折対物系部分 OP 3 によって、像面上に再度焦点合わせされる。2 重非球面 DA は、ウエストと開口絞り AS の間の発散ビーム内に設けられている。

【 0 0 7 5 】

図 10 の投影対物系 1 0 0 0 は、幾つかの点において、図 8 及び 9 に示された実施例の変形として考えられてもよい。その仕様が表 10、10 A に与えられている。第 3 対物系部分 OP 3 は、5 つの非球面レンズを有し、実施例 8 0 0 及び 9 0 0 と比較すると、比較的類似の構成および配置を有するが、第 1 対物系部分 OP 1 に非球面レンズはなく、 $N_{AS} = 5$ となっている。注目すべきことに、正レンズの直ぐ下流での物体側凹面を有する負メニスカスレンズ L 1 - 7 と像側両凸正レンズ L 1 - 6 からなる全て球面のダブルレットが、瞳面 P 1 の近くに位置付けられている。正レンズ L 1 - 6 から射出してそれに続く負レンズ L 1 - 7 に入射する光線の高い入射角度がこの領域に与えられ、その入射角度は 60° より大きい角度を含む。急激な傾斜変化を有する非球面を製造することの困難性を有する実施例 8 0 0、9 0 0 の非球面レンズ L 1 - 5 の光学的効果は、かなり高い入射角度（ $60^\circ - 65^\circ$ の範囲）を使用して、第 1 対物系部分 OP 1 の瞳面の近くの同様な領域で、少なくとも部分的にシミュレートされ得ることが明らかである。ダブルレットレンズ L 1 - 6、L 1 - 7 の球面の製造はより容易であるため、時には、高い入射角度が生じる 1 以上のレンズ面で非球面レンズを置き換えることにより、製造のしやすさが向上し得る。

【 0 0 7 6 】

非球面を複数の球面で置き換えることを考える場合、最も重要なことはベースの球面曲

10

20

30

40

50

率であるのは明らかである。球面ダブレットは、それゆえ、非球面 - 非常に高次の非球面でさえ - を置き換えることができる。

【 0 0 7 7 】

実施例 1 0 0 0 の変形例の補正状況が、その視野に渡って 4、5 ミリ波と 6 ミリ波の間にある。これが示唆していることは、この補正が全て球面の第 1 対物系部分 O P 1 で得られることが可能であり、良好な性能を得るために完全な構成は、多くの非球面レンズを必要としないことである（ここでは 5 つのレンズ非球面のみ）。

【 0 0 7 8 】

カタディオプトリック投影対物系 1 1 0 0 の仕様は、表 1 1、1 1 A に与えられている。実施例は、互いに非常に近くにある 2 つのかなり強い非球面レンズ面を有する「2 重非球面」が、非常に強力な構成コンポーネントであってもよいことを示す良い例である。ここで、レンズ L 3 - 4 及び L 3 - 5 により形成される 2 重非球面 D A は、例えば図 8、9、及び 1 0 で示される実施例と同様に、第 3 対物系部分 O P 3 内で増加するビーム直径の領域にある。加えて、レンズ L 1 - 5 及び L 1 - 6 の対向する面によって形成された第 2 の 2 重非球面 D A は、前側瞳、すなわち第 1 対物系部分 O P 1 の瞳面 P 1 の光学的に近くに存在する。この実施例において、 $N_{AS} = 8$ 、 $N_{1AS} = 3$ 及び $N_{3AS} = 5$ である。補正は、第 3 対物系部分において開口絞り A S の近くにある 2 2 0 mm の最大レンズ直径で、 $NA = 1$ 、2 で約 2、5 ミリ波のみである。これは、この構成が、少数の非球面レンズで良好な光学的性能を得る可能性を例示している。

【 0 0 7 9 】

図 1 2 は、（先の例における $NA = 1$ 、2 ではなく） $NA = 1$ 、3 を有する $\lambda = 193$ nm の液浸対物系を示す。（第 3 対物系部分 O P 3 において開口絞り A S の直ぐ上流にある）最大レンズ直径は 2 7 0 mm である。 $N_{1AS} = 2$ 及び $N_{3AS} = 6$ のちょうど 8 個の非球面レンズがある。これらは、レンズ L 3 - 4 及び L 3 - 5 により形成され、第 3 対物系部分のウエスト W と開口絞り A S の間の発散ビームの領域に位置付けられた 1 つの 2 重非球面 D A を含む。視野半径は 6 6 mm である。補正はその視野に渡って約 4 から 6 ミリ波である。その構成は、厳密にテレセントリックな入力を仮定している。中間像における光線の構成から、中間像において大きな量のコマ収差が存在するのは明白である。

【 0 0 8 0 】

$NA = 1$ 、3 のカタディオプトリック液浸対物系 1 3 0 0 の更なる実施例が図 1 3 に示されている。その仕様は表 1 3、1 3 A に与えられている。 $N_{AS} = 10$ 、 $N_{1AS} = 4$ 及び $N_{3AS} = 6$ である。像側開口数 $NA = 1$ 、3 は対物系 1 2 0 0 のそれに対応しているが、最大レンズ直径は、（実施例 1 2 0 0 における 2 7 0 mm ではなく）2 5 0 mm に過ぎない。依然として、波面誤差はその視野に渡ってのみ 4 ミリ波である。その構成もまた、実絞りの欠如により特徴付けられていて、テレセントリックな入力が必要されるようになっている。大きな量のコマ収差もまた中間像において存在する。

【 0 0 8 1 】

図 1 4 におけるカタディオプトリック液浸対物系 1 4 0 0（仕様は表 1 4 及び 1 4 A で与えられる）は、 $NA = 1$ 、3 と比較的小さい最大レンズ直径を有する高 NA カタディオプトリック液浸対物系のもう 1 つの例であり、その最大レンズのレンズ直径は 2 5 0 mm に過ぎない。1 1 のうちの 4 つの非球面レンズが第 1 対物系部分 O P 1 にあり、残りの 7 つの非球面レンズは第 3 対物系部分内に分散されている。先の構成と比較すると、非球面レンズの製造のしやすさは、全ての非球面レンズ面が 1、0 mm 未満で球面から変形しており、各非球面に対して 1 5 0 mm より大きい局所非球面半径を有するという要求条件に従うことにより向上する。3 つの 2 重非球面が設けられる。第 1 対物系部分 O P 1 内で瞳面 P 1 に位置付けられたレンズ L 1 - 6 及び L 1 - 7 により形成された、1 つの 2 重非球面 D A は、かなり高い入射角度を有するように構成されており、これは短い局所非球面半径（これは製造がより困難である）と同様な効果を有するのが明らかである。第 3 対物系部分 O P 3 には 2 つの 2 重非球面 D A、すなわち第 3 対物系部分内で最小レンズ直径の領域の負レンズ L 3 - 1、L 3 - 2 の対向する面により形成された 1 つの 2 重非球面と、最

大ビーム直径の領域と像面 I S の間に位置付けられた開口絞り A S と第 2 中間像 I M I 2 の間の最大ビーム直径増加の領域におけるレンズ L 3 - 3 及び L 3 - 4 の対向する面により形成された、1 つの 2 重非球面に続く 2 重非球面がある。図 1 1 から 1 3 の実施例のように、大きな量のコマ収差が中間像 I M I 1、I M I 2 において存在する。

【 0 0 8 2 】

図 1 5 におけるカタディオプトリック液浸対物系 1 5 0 0 (仕様は表 1 5 及び 1 5 A) は、図 1 4 に示された実施例の変形である。対物系 1 5 0 0 に存在するレンズの寸法及び種類は、本質的に同じである。追加の両凸正レンズ L 3 - 1 が第 2 中間像 I M I 2 の直後に導入されていて、これにより第 3 対物系部分 O P 3 の入射側に正の屈折力を提供するという点で、違いがある。NA = 1, 3 での良好な性能が得られる。

10

【 0 0 8 3 】

基本構成は、NA = 1, 3 で、より高い像側開口数の可能性を有する。図 1 6 におけるカタディオプトリック液浸対物系 1 6 0 0 (仕様は表 1 6 及び 1 6 A) は、図 1 5 の構成に基づいているが、NA = 1, 3 5 を得るために最適化されている。この実施例におけるように、第 1 対物系部分には (4 つの非球面レンズを含む) 1 0 のレンズが、第 3 対物系部分には (7 つの非球面レンズを含む) 1 2 のレンズがある。これらのレンズの基本的な種類は同じであるが、レンズ厚さ、面半径及びレンズ位置は僅かに異なる。開口数が増大するにつれて、開口絞り A S を、第 3 対物系 O P 3 において最大ビーム直径の領域 (両凸レンズ L 3 - 8) と像面 I S の間の強くビームを収束させる領域に置くのが有利であることが明らかである。ここで、3 つの正レンズのみが、開口絞りと像面の間に置かれる。

20

【 0 0 8 4 】

所望の開口数が高ければ高いほど、第 2 対物系部分 O P 2 を像面の幾何学的に近くに置くのが有利だろう。便宜のために、好ましくは 2 つの非球面凹面鏡 C M 1、C M 2 だけからなる第 2 対物系部分 O P 2 は、以下で「鏡群」とも呼ぶ。この特徴を説明する目的で、第 1 光軸長さ O A L 1 が、物体面に幾何学的に最も近い凹面鏡 C M 2 の頂点と物体面 O S の間で画定され、第 3 光軸長さ O A L 3 が、像面に幾何学的に最も近い凹面鏡 (C M 1) の頂点と像面の間で画定される (図 1 6 を参照)。この定義に基づいて、鏡群位置パラメータ $M G = O A L 1 / O A L 3$ が定められ、この値が大きくなると、鏡群が投影対物系の更に像側に位置付けられる。表 1 7 において、O A L 1、O A L 3 及び M G の値は、ここで説明された全ての実施例をまとめたものである。これらのデータに基づけば、鏡群位置パラメータ $M G > 0, 7$ は、高い像側開口数を得る目的で望ましいことは明らかである。好ましくは、M G = 0, 8 である。より好ましくは、M G = 0, 9 である。

30

【 0 0 8 5 】

ここで説明された各投影対物系は、投影放射線が射出面 E S において投影対物系から射出する高 NA 像側端部を有し、射出面 E S は、像面 I S に配置された平面状の基板面と射出面の間で均一な距離を可能にするために、好ましくは平面である。像面に最も近くて射出面 E S を形成するレンズは、ここでは「最終レンズ」L L と呼ばれる。好ましくは、最終レンズは、ほとんどの実施例で球面状に湾曲した、湾曲した入射面 E N S と平面状の射出面を有する平凸正レンズである。高 NA を得る目的で、湾曲した入射面 E N S により与えられる大きな屈折力が可能な限り像面に近くに配置されるように、最終レンズを構成するのが有利であることが分かった。更に、最終レンズ L L の入射面 E N S の大きな曲率、すなわち小さい曲率半径が望ましいのが明らかである。T_{LL} が光軸上の最終レンズの厚さ (すなわち光軸に沿って測定された入射面 E N S と射出面 E S の間の軸方向距離) であり、R_{LL} が最終レンズの物体側頂点半径 (すなわち入射面 E N S の半径) であり、D I A_{LL} が最終レンズの入射面の光学的自由直径である場合、パラメータ $L L 1 = T_{LL} / R_{LL}$ と $L L 2 = D I A_{LL} / R_{LL}$ は好ましくは一定の範囲内に入るべきである。とくに、もし条件 0, 4 6 $L L 1 \geq 0, 6 9$ が L L 1 に当てはまるなら、それが有利であることが分かった。パラメータ L L 1 は、入射面の曲率の中心が射出面と一致する半球レンズで 1 になるため、L L 1 に関する条件は、湾曲した入射面の曲率の中心が最終レンズの外側にとくに像面を越えて存在する、非半球の最終レンズが望ましいことを示している。

40

50

【 0 0 8 6 】

交替的に、又は追加的に、条件 $1, 15$ $LL2$ $1, 67$ は、好ましくは $LL2$ に当てはまるべきである。 $LL1$ 及び $LL2$ のためのそれぞれの値が表 18 に示されている。もし上記条件の少なくとも 1 つが当てはまるなら、最終レンズの湾曲した入射面により与えられる大きな正の屈折力が像面の近くに与えられ、これにより大きな像側開口数 NA が、とくに $NA > 1, 1$ 又は $NA > 1, 2$ で、 $NA = 1, 3$ 又は $NA = 1, 35$ のように、得られることが可能となる。

【 0 0 8 7 】

中間像 $IMI1$ 、 $IMI2$ の補正状況に関して、幾つかの実施例において、両方の中間像が本質的に焦点合わせされ（すなわち多くの収差が高度に補正され）、他の実施例においてかなりの収差、とくにコマ収差が生じることが分かった（図 11 - 16 を比較）。第 2 中間像 $IMI2$ のかなりのコマ収差が、対物系の全体的な補正に関して有利であってもよい。凹面鏡 $CM1$ 及び $CM2$ からなるカタディオプトリック第 2 対物系部分は、第 1 中間像を第 2 中間像に本質的に対称なやり方で結像するのに有効であるため、通常はカタディオプトリック第 2 対物系部分によりわずかなコマが導入されるに過ぎない。それゆえ、両方の中間像のコマに関する補正状況は類似する傾向にある。幾つかの実施例において、少なくとも第 2 中間像に対するかなりの量のコマ収差が、全体的な補正にかなり寄与することが明らかである。次の説明がこの点に関して注目に値する。

【 0 0 8 8 】

対物系全体の正弦条件の補正は、とくに非常に高い像側 NA を有する対物系に対して、難しい。正弦条件の補正は、中間像のコマ収差により容易にすることができる。高 NA の像面から低 NA の物体面への（すなわちリソグラフィにおける投影対物系の意図された使用と比較すると逆方向の）結像を考える場合、（放射線が入射する）第 3 対物系部分は、一定の補正状況を有する中間像を提供する。この結像の球面収差が補正されると仮定すると、この結像の正弦条件が補正される場合は、中間像は本質的にコマ収差のない状態となる。対照的に、正弦条件が補正されない場合は、その中間像はかなりの量のコマ収差を有する。中間像がかなりの量のコマ収差を有する場合、第 3 対物系部分における正弦条件の補正が容易にされる。

【 0 0 8 9 】

ここで、第 2 中間像の像面への（高 NA 端部に向けた）意図された方向における結像を考える。もし第 2 中間像が、とくにコマ収差無しで、良好な補正状況を有するなら、正弦条件の全体的な補正は、第 2 中間像を像面上に結像する第 3 対物系部分により影響を受けなければならないだろう。対照的に、もし一定量のコマ収差が第 2 中間像に存在するなら、第 3 対物系部分は、より緩和された形で構成されることが可能である。これは、正弦条件の補正は、第 3 対物系部分の光学的に上流の対物系部分、すなわち第 1 中間像を形成する屈折リレー系 $OP1$ と、カタディオプトリック第 2 対物系部分 $OP2$ により、少なくとも部分的に影響を受け得るからである。それゆえ、コマの補正が第 1 屈折対物系部分 $OP1$ と第 3 対物系部分 $OP3$ の間に分布する構成は、屈折対物系部分の各々がコマ収差に対して独立して補正される構成の対物系と比較したときに、有利であることができることは明らかである。

【 0 0 9 0 】

先に述べられたように、本発明は、コンパクトな寸法で $NA > 1$ での液浸リソグラフィに適した高 NA の投影対物系を構成可能にする。

【 0 0 9 1 】

表 19 は、コンパクト性パラメータ $COMP1$ 、 $COMP2$ 、 $COMP3$ を計算するために必要な値と、各々の系についてのこれらのパラメータの各値をまとめたものは、仕様の表で表されている（表の番号（同じ番号の図に対応する）が表 19 の欄 1 に与えられている）。更に、 $N1_{AS}$ 、 $N3_{AS}$ 、及び ASR の各値が示されている。

【 0 0 9 2 】

表 19 は、本発明による好ましい実施例が、一般に、この明細書で説明された設計ルー

10

20

30

40

50

ルにより適度の材料消費でコンパクトな構成が得られることを示す先に与えられた少なくとも1つの条件に従うことを示す。更に、非球面レンズ番号及び分布を特徴付ける特定の値が示されている。

【0093】

以下に、本発明による投影対物系の更なる特徴的構成がまとめられており、そこで1以上の特徴が本発明の実施例に存在してもよい。表20及び21にまとめられたパラメータは、これらの特徴を明らかにするのに使用される。

【0094】

幾つかの実施例において、結像プロセスの主光線は特徴的な経路をとる。説明の目的で、最外視野点（光軸AXから最も遠い）から光軸と本質的に平行に進み、それぞれが結像対物系部分OP1、OP2、OP3の1つの中にある3つの連続した瞳面位置P1、P2、P3で光軸と交差する主光線CRが、理解を容易にするために図16において太い線で描かれている。主光線に沿った各位置における光軸AXと主光線CRの間で囲まれる角度は、以下「主光線角度」CRAと呼ばれる。主光線CRは、第1中間像IMI1の位置のところで発散し（主光線高さが光伝播方向で増加し）、第2中間像IMI2の位置のところで収束する。強く収束する主光線は、高い像側NAと十分な補正を得るために有利であることが明らかである。

【0095】

2つの凹面鏡CM1、CM2の間の領域において、主光線は、高い主光線角度CRA(M)で光軸を横断し、その角度は好ましくは58°と75°の間、好ましくは60°及び70°の間となっている。（表20を参照）

結像対物系部分OP1、OP2、OP3により与えられる倍率に関して、もし第2中間像IMI2を高い縮小率で像面上に結像する第3対物系部分OP3の倍率 β_3 が好ましくは0,11 β_3 0,17の範囲内となるなら、有利なことが明らかである。所望の全体の縮小比（例えば1:4又は1:5）を得る目的で、第2対物系部分OP2は、拡大比 $\beta_2 < 1$ を有することにより全体の縮小に寄与し得る。好ましくは、第2対物系部分OP2を形成する鏡群は、0,85 β_2 1により特徴付けられる穏やかな縮小効果を有するように構成されてもよい。もし第2対物系部分が全体の縮小にある程度寄与するなら、縮小の主要な部分に責任を持つ第3対物系部分はより緩和されたやり方で構成され得る。

【0096】

第2凹面鏡CM2の直後の第3対物系部分OP3の入射側にある最初の2つ又は3つのレンズにより与えられた（焦点距離fによって特徴付けられる）屈折力は、この入射群を全体の屈折力が負になるように構成することにより良好な性能に寄与することができる。図2、4、14、15、16の実施例において、入射群は、第3対物系部分の最初の2つのレンズにより形成され、入射群焦点距離f3(L1...2)を与える。図7、9、10、11、12、13の実施例において、入射群は、3つの連続したレンズにより形成され、これにより入射群の焦点距離f3(L1...3)を与える。値が表20に与えられている。

【0097】

他方、第2凹面鏡に続く第3対物系部分に存在すべき負レンズは多くはなく、負レンズの個数N3_{NL}は、全ての実施例において3以下であり（表21におけるパラメータK7a=YES）、図2、4、14、15、16の実施例において3より小さい（表21においてパラメータK7=YES）。

【0098】

更に、もし第3対物系部分OP3の第1レンズL3-1の光学的自由直径DIA₃₁が、開口絞りの直径DIA_{AS}よりもかなり小さい場合、有利であるのは明らかである。好ましくは、直径比DR=DIA₃₁/DIA_{AS}は0,9よりも小さくあるべきである。より好ましくは、上の値の0,8、更に好ましくは上の値の0,7は超えられるべきでない。直径比DRの値が表21に与えられている。

【0099】

更に、もし第2凹面鏡の後の全てのレンズ（すなわち第3対物系部分のレンズ）のうち50%を超えるものが、第2凹面鏡CM2に続く第2中間像IMI2の直径よりも小さい光学的自由直径を有するなら、この条件は、表21のパラメータK10により示されるように、全ての実施例について満たされる。

【0100】

また、第1屈折投影対物系部分OP1の全てのレンズは、好ましくは第1中間像の近軸寸法よりも小さくあるべきである。もしこの条件が満たされるなら、表20におけるパラメータK9は満たされる。

【0101】

強い正の屈折力を与えて高NA像端部で強いビーム収束を得る目的で、もし仮に像面上流にある8及び9個の連続したレンズのうちの少なくとも1つが正の屈折力を有するなら、好ましい。これは表21のパラメータK11により例示され、これはもし条件が満たされるなら「YES」であり、もし条件が満たされないなら「NO」である。

【0102】

この文脈において、もし開口絞りASの位置が、第3対物系部分OP3内の最大ビーム直径の位置と像面の間の収束ビームの領域にある場合、高NAを得るために有利であることが明らかであることを明記するに値する。この特性は、表20で示される比AS-IS/TTにより例示され、ここでAS-ISは開口絞りASの位置と像面ISの間の幾何学的距離であり、TTは対物系の「トラック長さ」、すなわち物体面と像面の間の幾何学的距離である。比AS-IS/TTは、0,09及び0,18の間の範囲とすることができる（表20を参照）。

【0103】

この特徴は、とくに図12から16の実施例で顕著である。

【0104】

更なる特徴的構成がコマビームの経路から明らかである。ここで、「コマビーム」は、光軸から最も離れた物体視野点から出て、開口の縁において開口絞りを通過するビームをいう。それゆえコマビームは、どのレンズ直径が使用されなければならないかを決定するのに寄与する。このコマビームと光軸により囲まれる角度は、以下において「コマビーム角度CBA」と呼ばれる。第1対物系部分の最終レンズにおける屈折の後の（第1中間像IMI1の上流の）そのビームの角度は、CBA1と呼ばれ、像側第3対物系部分OP3の第1レンズにおける屈折の直ぐ上流のコマビームの角度は、CBA3と呼ばれる。これらの角度の値が表21に与えられている。両方のコマビーム角度について5°未満の値が有利であることができることが明らかである（表21）。

【0105】

上記されたように、主光線は連結された対物系部分OP1、OP2、OP3の瞳面P1、P2、P3において光軸に交差している。第1及び第3対物系部分内の瞳面は、開口絞りを設けるために利用可能であるので、これらの位置は開口位置とも呼ばれる。開口絞りにおけるビーム直径DIA_{AS}と、開口絞りの位置に対して共役な第1対物系部分の瞳面P1におけるビーム直径DIA_{P1}は、一定の範囲内にあるべきである。比DIA_{AS}/DIA_{P1}は1より大きくなるべきである。好ましくは、条件DIA_{AS}/DIA_{P1}>2が満たされるべきである。（表21を参照）

上記の全ての系は、実物体から実像を（例えばウェーハに）形成するための完全な系であってもよいことが理解されるべきである。もっとも、その系はより大きな系の部分的な系として使用されてもよい。例えば、上記の系のための「物体」は、物体平面の上流の結像系（リレー系）により形成される像であってもよい。同様に、上記の系により形成された像は、像面の下流の系（リレー系）のための物体として使用されてもよい。

【0106】

上記の好ましい実施例の説明が、例として与えられた。与えられた開示から、当業者は本発明とそれに付随する利点を理解するだけでなく、開示された構造及び方法に対する種々の変更及び修正を見出すだろう。それゆえ、記載された請求項により定義された本発明

10

20

30

40

50

の思想及び範囲内で、全ての変更と修正及びその等価物がカバーされる。

【 0 1 0 7 】

全ての請求項の内容は、言及によりこの明細書の一部をなす。

【 0 1 0 8 】

〔 表 2 〕

表 2

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35.375532			66
1	131.949135	35.970704	SILUV	1.56038308	87.585
2	406.761557	104.80906			85.863
3	3059.843345	27.506721	SILUV	1.56038308	75.651
4	-198.500428	1.017885			74.735
5	130.040913	27.00543	SIO2V	1.5607857	63.806
6	645.092151	131.039998			59.727
7	295.611694	27.141936	SIO2V	1.5607857	73.901
8	-488.184201	269.934616			75.186
9	-168.378905	-229.757172	REFL		146.55
10	191.880744	321.03168	REFL		142.027
11	3866.479073	15	SILUV	1.56038308	84.264
12	200.296391	23.187613			81.401
13	-853.282183	12	SILUV	1.56038308	81.615
14	183.221555	40.757592			85.452
15	-260.121033	40.375633	SILUV	1.56038308	88.116
16	-119.830244	1.000373			93.697
17	377.105699	25.88629	SILUV	1.56038308	107.44
18	806.870168	6.60952			108.283
19	402.481304	53.968509	SILUV	1.56038308	109.043
20	-239.942098	30.458674			110.617
21	0	0			105.938
22	448.147113	83.062268	SILUV	1.56038308	104.924
23	-279.740357	1			97.993
24	225.5812	54.802627	SILUV	1.56038308	86.607
25	-998.977091	1			76.79
26	66.501558	33.495315	SILUV	1.56038308	57.153
27	131.610919	0.100001			48.532
28	49.614771	31.476238	SILUV	1.56038308	37.98
29	0	3	H2OV193	1.43667693	21.144
30	0	0			16.918

【 0 1 0 9 】

〔 表 2 A 〕

表 2A
非球面定数

面	9	10	18
K	-0.452326	-0.261902	0
C1	0.00E+00	0.00E+00	9.85E-08
C2	7.69E-14	-1.44E-15	6.78E-13
C3	-1.99E-18	2.07E-19	-8.47E-17
C4	4.90E-22	-1.14E-23	-2.33E-21
C5	-2.26E-26	-5.61E-28	-3.90E-27
C6	5.71E-31	4.00E-32	0.00E+00

10

【 0 1 1 0 】

〔 表 4 〕

表 4

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35.793949			66
1	120.118526	42.934369	SIO2V	1.5607857	90.022
2	412.405523	126.645729			87.381
3	633.242338	22.659816	SIO2V	1.5607857	61.491
4	-210.086581	46.042292			60.076
5	130.137899	30.712802	SIO2V	1.5607857	61.678
6	-522.603119	34.752273			61.093
7	-1187.517919	12	SIO2V	1.5607857	59.563
8	114.106019	28.350504			59.307
9	222.108344	30.902208	SIO2V	1.5607857	68.301
10	-299.15163	256.466683			69.608
11	-150.205889	-216.466684	REFL		144.702
12	198.80711	372.659505	REFL		143.838
13	281.738211	19.28133	SIO2V	1.5607857	93.203
14	125.854932	30.787413			85.622
15	774.983336	12	SIO2V	1.5607857	86.014
16	190.931672	31.687547			88.47
17	-741.767142	42.517621	SIO2V	1.5607857	90.935
18	-141.29554	16.921402			95.293
19	161.709504	50.734927	SIO2V	1.5607857	110.341
20	256.329089	15.962417			100.811
21	231.628153	52.349429	SIO2V	1.5607857	101.677
22	-355.162157	24.394096			100.975
23	0	0			90.786
24	298.995001	34.357885	SIO2V	1.5607857	87.38
25	-413.984465	1			84.467
26	175.550604	30.458976	SIO2V	1.5607857	75.285
27	577.927994	1			68.756
28	62.317914	30.663962	SIO2V	1.5607857	53.826
29	131.702852	0.1			46.784
30	50	29.329548	SIO2V	1.5607857	36.877
31	0	3	H2OV193	1.43667693	21.061
32	0	0			17.019

【 0 1 1 1 】

〔 表 4 A 〕

表 4A

非球面定数

面	11	12	20
K	-0.536388	-0.289717	0
C1	0.00E+00	0.00E+00	1.38E-07
C2	1.40E-13	1.67E-15	1.67E-12
C3	-1.27E-17	7.77E-21	-1.05E-16
C4	1.60E-21	1.74E-23	6.80E-21
C5	-8.54E-26	-1.14E-27	-2.06E-24
C6	2.08E-30	3.15E-32	1.25E-28

【 0 1 1 2 】

〔 表 7 〕

表 7

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35.099987	LUFTV193	1.00030168	66
1	127.537708	53.812686	SiO ₂ V	1.5607857	88.311
2	-1424.403792	3.183483			85.654
3	-759.069196	12	SiO ₂ V	1.5607857	85.361
4	433.221851	0.999992	N2VP950	1.00029966	81.029
5	138.239142	29.708609	SiO ₂ V	1.5607857	81.573
6	417.683183	28.068546	N2VP950	1.00029966	79.153
7	178.55362	36.417688	SiO ₂ V	1.5607857	70.512
8	-494.07005	2.060781	N2VP950	1.00029966	65.044
9	155.188372	24.032084	SiO ₂ V	1.5607857	54.381
10	599.310224	35.766015	N2VP950	1.00029966	44.737
11	-222.232519	15.518078	SiO ₂ V	1.5607857	43.157
12	-158.540648	83.688942	N2VP950	1.00029966	48.398
13	-340.58772	31.059836	SiO ₂ V	1.5607857	87.94
14	-151.34275	0.999997	N2VP950	1.00029966	92.472
15	-3390.668582	33.959537	SiO ₂ V	1.5607857	99.743
16	-231.522766	249.6227	N2VP950	1.00029966	101.635
17	-184.547095	-209.6227	REFL	1.00029966	139.73
18	167.029818	249.92793	REFL	1.00029966	120.262
19	621.261771	25.224239	SiO ₂ V	1.5607857	88.34
20	-556.892379	11.423072	N2VP950	1.00029966	87.849
21	928.352541	31.861443	SiO ₂ V	1.5607857	84.353
22	-3894.042096	4.258076	N2VP950	1.00029966	81.388
23	-515.240387	10.001518	SiO ₂ V	1.5607857	80.081
24	128.35306	19.188164	N2VP950	1.00029966	74.104
25	308.870114	10.000043	SiO ₂ V	1.5607857	74.899
26	137.165863	21.160324	N2VP950	1.00029966	75.171
27	535.690303	10.000083	SiO ₂ V	1.5607857	77.414
28	270.832047	16.021774	N2VP950	1.00029966	81.505
29	6886.310806	36.167214	SiO ₂ V	1.5607857	84.419
30	-205.759199	3.943304	N2VP950	1.00029966	92.09
31	-673.879021	20.931667	SiO ₂ V	1.5607857	96.507
32	-289.392079	17.53001	N2VP950	1.00029966	102.53
33	-578.552137	45.351534	SiO ₂ V	1.5607857	114.339
34	-180.862466	0.999999	N2VP950	1.00029966	118.861
35	486.683329	67.153511	SiO ₂ V	1.5607857	127.052
36	-560.582675	-0.510173	N2VP950	1.00029966	126.509
37	0	8.553303	N2VP950	1.00029966	124.301
38	804.757635	41.461871	SiO ₂ V	1.5607857	124.183
39	-290.647705	1.000095	N2VP950	1.00029966	124.308
40	251.571322	46.634322	SiO ₂ V	1.5607857	109.472
41	-989.86448	1.000042	N2VP950	1.00029966	103.95
42	86.546078	40.283002	SiO ₂ V	1.5607857	72.678
43	219.985874	0.999974	N2VP950	1.00029966	63.421
44	87.427095	40.057397	SiO ₂ V	1.5607857	50.39
45	0	3	H2OV193	1.43667693	21.125
46	0	0			16.5

【 0 1 1 3 】

〔 表 7 A 〕

表 7A
非球面定数

面	4	10	17	18	22
K	0	0	-0.746204	-0.286924	0
C1	6.03E-08	4.24E-07	0.00E+00	0.00E+00	-1.62E-07
C2	7.60E-12	-3.19E-11	3.46E-14	6.73E-15	5.78E-12
C3	-2.87E-17	1.88E-14	-2.87E-19	-1.19E-18	2.80E-16
C4	-1.68E-21	-2.25E-18	1.04E-22	2.14E-22	2.70E-22
C5	1.40E-24	1.47E-21	-7.95E-27	-2.28E-26	-1.87E-24
C6	2.15E-30	4.27E-25	3.94E-31	1.46E-30	1.45E-28
C7	-1.03E-32	-5.55E-28	-1.07E-35	-5.11E-35	-5.39E-33
C8	1.22E-36	1.42E-31	1.22E-40	7.66E-40	1.42E-36

10

面	30	31	38	41
K	0	0	0	0
C1	5.31E-08	-5.32E-08	-3.90E-08	-2.16E-08
C2	1.81E-12	-1.14E-13	4.45E-15	2.47E-12
C3	1.20E-16	8.83E-17	4.67E-17	-8.51E-17
C4	-4.21E-21	-8.32E-21	-1.21E-21	3.85E-21
C5	-3.09E-25	3.44E-25	3.05E-27	-1.62E-25
C6	-6.36E-31	-3.35E-29	9.87E-32	5.85E-30
C7	-1.97E-33	1.94E-33	3.24E-38	-6.78E-35
C8	-7.59E-38	-2.07E-37	7.29E-42	-7.43E-40

20

【 0 1 1 4 】

〔 表 9 〕

表 9

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35	LUFTV193	1.00030168	66
1	167.582589	42.122596	SIO2V	1.5607857	84.14
2	-417.631156	7.351797			83.778
3	-242.658436	14.999993	SIO2V	1.5607857	83.61
4	-639.381532	1	N2VP950	1.00029966	84.261
5	118.161915	52.272937	SIO2V	1.5607857	82.935
6	-405.15896	2.506345	N2VP950	1.00029966	79.384
7	-349.632507	57.987649	SIO2V	1.5607857	78.093
8	-625.61536	0.999978	N2VP950	1.00029966	57.316
9	258.6518	13.775087	SIO2V	1.5607857	51.65
10	3309.642007	6.085525	N2VP950	1.00029966	46.297
11	2505.032734	45.485164	SIO2V	1.5607857	44.366
12	-160.280782	83.214895	N2VP950	1.00029966	43.224
13	-179.709766	28.095749	SIO2V	1.5607857	75.748
14	-113.094268	0.99999	N2VP950	1.00029966	80.728
15	-828.761389	28.910199	SIO2V	1.5607857	86.836
16	-193.020806	237.594315	N2VP950	1.00029966	88.806
17	-170.301754	-197.594315	REFL	1.00029966	137.191
18	164.75935	237.900412	REFL	1.00029966	114.069
19	213.979631	41.964013	SIO2V	1.5607857	95.394
20	-571.726494	30.907497	N2VP950	1.00029966	93.468
21	-607.905756	12.000001	SIO2V	1.5607857	81.046
22	213.467641	20.540794	N2VP950	1.00029966	75.725
23	118232.9153	10.073155	SIO2V	1.5607857	75.17
24	134.456642	11.393332	N2VP950	1.00029966	73.687
25	193.022977	12.19948	SIO2V	1.5607857	75.339
26	149.820622	39.058556	N2VP950	1.00029966	76.132
27	-473.179277	16.280318	SIO2V	1.5607857	82.022
28	-265.194438	3.071697	N2VP950	1.00029966	88.666
29	-596.281929	34.549024	SIO2V	1.5607857	89.977
30	-234.857742	2.605623	N2VP950	1.00029966	100.123
31	-681.432168	46.50367	SIO2V	1.5607857	108.764
32	-170.41214	29.245335	N2VP950	1.00029966	113.403
33	709.34663	59.972517	SIO2V	1.5607857	125.713
34	-519.598522	1.519132	N2VP950	1.00029966	126.621
35	450.108474	47.183961	SIO2V	1.5607857	123.987
36	-298.350498	-21.086597	N2VP950	1.00029966	122.98
37	0	23.537621	N2VP950	1.00029966	120.368
38	195.285408	43.215118	SIO2V	1.5607857	105.824
39	22862.90022	1.012838	N2VP950	1.00029966	100.964
40	97.777305	39.731996	SIO2V	1.5607857	76.541
41	292.58902	4.247054	N2VP950	1.00029966	67.621
42	77.06685	38.565556	SIO2V	1.5607857	47.651
43	0	3	H2OV193	1.43667693	21.068
44	0	0			16.5

【 0 1 1 5 】

〔 表 9 A 〕

表 9A
非球面定数

面	10	17	18	22	28
K	0	-0.609408	-0.404331	0	0
C1	4.50E-07	0.00E+00	0.00E+00	-6.14E-08	1.09E-07
C2	-2.70E-11	7.78E-15	-9.34E-15	3.42E-12	3.58E-12
C3	4.11E-14	3.36E-19	-6.87E-19	2.90E-16	5.02E-16
C4	-1.48E-17	-2.72E-23	1.64E-25	-4.54E-21	-3.35E-20
C5	1.25E-20	2.59E-27	2.75E-27	-1.65E-24	-2.30E-24
C6	-3.96E-24	-1.24E-31	-6.03E-31	1.25E-27	5.00E-29
C7	4.61E-28	3.13E-36	3.69E-35	-1.97E-31	-3.03E-32
C8	5.89E-32	-3.19E-41	-8.59E-40	1.57E-35	2.67E-36

面	29	35	39
K	0	0	0
C1	-2.77E-08	-4.34E-08	-1.96E-08
C2	-7.08E-13	1.12E-13	2.57E-12
C3	5.74E-16	5.13E-17	-8.29E-17
C4	-4.78E-20	-1.19E-21	5.74E-21
C5	3.19E-24	-1.83E-26	-6.59E-25
C6	-2.07E-28	2.98E-31	5.81E-29
C7	6.57E-33	3.65E-35	-2.82E-33
C8	-8.15E-37	-9.28E-40	5.86E-38

【 0 1 1 6 】
〔 表 1 0 〕

10

20

表 10

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35	LUFTV193	1.00030168	66
1	287.201368	23.165416	SIO2V	1.5607857	80.746
2	9548.563984	5.351787	N2VP950	1.00029966	81.708
3	237.938727	27.034898	SIO2V	1.5607857	84.398
4	9748.474128	5.009226	N2VP950	1.00029966	83.75
5	162.029839	30.440188	SIO2V	1.5607857	81.611
6	97.700439	24.108143	N2VP950	1.00029966	71.632
7	285.67649	59.994975	SIO2V	1.5607857	72.04
8	-212.500863	1.413267	N2VP950	1.00029966	73.053
9	231.286954	59.984338	SIO2V	1.5607857	68.81
10	-272.808567	19.053716	N2VP950	1.00029966	59.332
11	470.335844	27.320605	SIO2V	1.5607857	44.739
12	-139.04097	1.780746	N2VP950	1.00029966	45.687
13	-127.442683	14.466354	SIO2V	1.5607857	45.809
14	-301.722518	29.641205	N2VP950	1.00029966	49.864
15	-87.764582	15.000004	SIO2V	1.5607857	53.623
16	-141.229355	34.507463	N2VP950	1.00029966	61.571
17	-259.685309	20.689312	SIO2V	1.5607857	75.669
18	-163.685953	1.001108	N2VP950	1.00029966	79.628
19	-425.644839	25.473178	SIO2V	1.5607857	82.933
20	-177.604049	271.436522	N2VP950	1.00029966	85.588
21	-192.411117	-231.436522	REFL	1.00029966	145.837
22	181.316474	275.635733	REFL	1.00029966	127.943
23	160.280773	39.766183	SIO2V	1.5607857	84.727
24	433.630809	1.168124	N2VP950	1.00029966	79.442
25	172.894805	12.000005	SIO2V	1.5607857	76.455
26	142.708343	25.834202	N2VP950	1.00029966	72.617
27	-522.138568	12	SIO2V	1.5607857	71.538
28	98.617841	39.707255	N2VP950	1.00029966	66.149
29	-242.043593	13.973969	SIO2V	1.5607857	67.886
30	-428.430378	1.113943	N2VP950	1.00029966	76.048
31	1395.872365	59.770439	SIO2V	1.5607857	77.227
32	-200.881136	0.999953	N2VP950	1.00029966	94.132
33	-796.373326	36.651147	SIO2V	1.5607857	101.811
34	-231.145256	0.999958	N2VP950	1.00029966	107.115
35	1394.739591	34.401193	SIO2V	1.5607857	113.699
36	-367.962973	0.999965	N2VP950	1.00029966	114.834
37	501.517244	61.420268	SIO2V	1.5607857	114.165
38	-252.939454	-26.770128	N2VP950	1.00029966	113.428
39	0	27.770123	N2VP950	1.00029966	113.395
40	219.357199	45.58316	SIO2V	1.5607857	104.413
41	-692.879408	0.999976	N2VP950	1.00029966	100.937
42	89.810973	40.252244	SIO2V	1.5607857	73.593
43	252.083859	1.000011	N2VP950	1.00029966	64.98
44	72.146642	41.286323	SIO2V	1.5607857	48.589
45	0	3	H2OV193	1.43667693	21.154
46	0	0			16.501

【 0 1 1 7 】

〔 表 1 0 A 〕

表 10A
非球面定数

面	21	22	26	30	31
K	-0.459313	-0.341948	0	0	0
C1	0.00E+00	0.00E+00	-8.70E-08	1.71E-07	-5.72E-08
C2	1.02E-14	-4.95E-15	-1.61E-12	6.01E-12	-2.30E-13
C3	-5.02E-19	2.15E-19	1.90E-16	5.80E-17	1.96E-16
C4	7.89E-23	-9.13E-23	-5.76E-20	-5.21E-20	-1.01E-20
C5	-5.82E-27	1.06E-26	1.91E-23	-8.66E-24	-1.44E-23
C6	2.63E-31	-7.20E-31	-5.62E-27	-1.36E-27	2.35E-27
C7	-6.44E-36	2.52E-35	7.41E-31	6.08E-31	-1.26E-31
C8	6.64E-41	-3.58E-40	-4.73E-35	-5.19E-35	-3.01E-36

10

面	37	41
K	0	0
C1	-5.65E-08	-2.58E-08
C2	8.17E-14	3.95E-12
C3	8.43E-17	-2.50E-16
C4	-7.58E-22	2.34E-20
C5	-6.19E-26	-2.23E-24
C6	-8.89E-31	1.68E-28
C7	1.00E-34	-7.72E-33
C8	-1.44E-39	1.60E-37

20

【 0 1 1 8 】

〔 表 1 1 〕

表 11

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0.000000	35.000000			66.0
1	213.125261	21.214076	SIO2	1.560786	82.2
2	480.525665	1.000000			82.6
3	185.297502	31.993610	SIO2	1.560786	84.8
4	7598.261113	4.999310			83.7
5	117.345388	11.527031	SIO2	1.560786	79.0
6	90.286435	62.598487			72.4
7	309.861090	34.537793	SIO2	1.560786	74.4
8	-255.169966	1.000267			73.6
9	183.493169	25.255034	SIO2	1.560786	67.0
10	-733.608935	19.932610			63.6
11	331.584148	52.054611	SIO2	1.560786	51.0
12	-141.351439	8.662425			44.3
13	-135.694467	12.000000	SIO2	1.560786	45.2
14	-438.411699	16.902875			48.6
15	-80.203122	31.804553	SIO2	1.560786	49.3
16	-123.130978	34.208750			62.6
17	-308.561940	19.408823	SIO2	1.560786	76.5
18	-190.486221	1.000288			80.0
19	-339.277899	24.240054	SIO2	1.560786	81.9
20	-169.353619	266.539075			84.6
21	-190.594737	-226.539075	REFL		149.9
22	178.620508	266.539075	REFL		125.1
23	221.347957	30.251017	SIO2	1.560786	86.1
24	1463.195317	1.000000			83.7
25	250.202612	40.863033	SIO2	1.560786	81.0
26	143.175358	28.105820			69.5
27	-407.324144	12.000273	SIO2	1.560786	68.5
28	115.532167	36.897440			67.0
29	-221.836172	11.999999	SIO2	1.560786	68.9
30	-226.960357	1.000000			74.6
31	2492.697910	55.157108	SIO2	1.560786	78.7
32	-161.739806	1.000000			91.0
33	-695.448789	45.255799	SIO2	1.560786	97.4
34	-259.466566	1.000000			104.4
35	1602.782680	56.958100	SIO2	1.560786	107.7
36	-470.968577	1.000000			110.0
37	0.000000	0.000000			109.3
38	386.901024	44.983112	SIO2	1.560786	110.7
39	-272.274704	1.000000			111.1
40	175.872135	43.089438	SIO2	1.560786	99.5
41	-2548.763499	1.000000			95.3
42	91.643707	37.595346	SIO2	1.560786	72.4
43	255.781458	1.000000			64.0
44	67.785174	39.963844	SIO2	1.560786	47.1
45	0.000000	3.000000	H2O	1.436677	21.2
46	0.000000	0.000000			16.5

【 0 1 1 9 】

〔 表 1 1 A 〕

表 11A
非球面定数

面	2	10	11	21	22
K	0	0	0	-0.496553	-0.336642
C1	1.643437E-09	8.928205E-09	-8.734171E-08	0.000000E+00	0.000000E+00
C2	1.208889E-14	1.236176E-11	2.818326E-12	5.747313E-15	-6.240079E-15
C3	8.824285E-18	-1.197673E-15	-1.228572E-15	-1.412426E-19	6.784381E-20
C4	2.922597E-21	6.507491E-19	1.042260E-18	2.261574E-23	-7.158782E-23
C5	-2.369521E-25	-1.334779E-22	-3.756091E-23	-1.450149E-27	8.093083E-27
C6	3.356358E-30	2.670393E-26	-1.473570E-25	5.772350E-32	-5.720179E-31
C7	2.828477E-35	-3.381376E-30	7.050051E-29	-1.232729E-36	2.078917E-35
C8	1.430860E-38	2.797022E-34	-9.591943E-33	1.120210E-41	-3.145520E-40

面	26	30	31	38	41
K	0	0	0	0	0
C1	-7.826978E-08	1.171952E-07	-8.372229E-08	-4.940289E-08	-1.537092E-08
C2	1.072045E-12	5.982055E-12	1.174253E-12	4.933796E-13	3.778447E-12
C3	4.523977E-16	-1.760506E-16	-2.681026E-16	6.928288E-17	-2.017127E-16
C4	-1.271459E-19	-1.993128E-20	-1.550679E-20	-1.609487E-21	1.881073E-20
C5	3.954232E-23	-9.529811E-24	-1.593859E-24	-7.739698E-26	-2.087789E-24
C6	-1.083373E-26	1.085578E-28	-3.657276E-30	2.774226E-30	1.840295E-28
C7	1.465752E-30	2.273221E-31	2.631779E-32	-1.572253E-36	-9.812256E-33
C8	-8.520650E-35	-2.669719E-35	-7.142431E-36	-4.163468E-40	2.332003E-37

【 0 1 2 0 】
〔 表 1 2 〕

10

20

表 12

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35			66
1	251.921115	26.62683	SILUV	1.56038308	83.147
2	-989.210896	1			83.812
3	226.732024	32.025623	SILUV	1.56038308	85.26
4	1085.208221	1			83.38
5	128.283517	22.646566	SILUV	1.56038308	80.387
6	88.961725	15.545973			70.501
7	125.835208	59.877475	SILUV	1.56038308	70.846
8	-376.328333	1			65.691
9	291.512418	41.049599	SILUV	1.56038308	60.714
10	-247.107293	6.176611			50.627
11	152.969724	21.192151	SILUV	1.56038308	42.473
12	228.518434	5.482582			43.945
13	1248.660787	43.964726	SILUV	1.56038308	44.944
14	-152.706184	12.818026			54.237
15	-87.366215	15.60332	SILUV	1.56038308	54.983
16	-85.682846	3.636916			59.545
17	-86.526213	23.242695	SILUV	1.56038308	60.097
18	-108.668356	1			69.405
19	-200	16.671044	SILUV	1.56038308	72.006
20	-142.798216	250.765038			74.782
21	-166.718612	-210.765038	REFL		144.311
22	174.284123	264.180115	REFL		134.956
23	285.315103	27.076989	SILUV	1.56038308	95.88
24	1483.882926	52.740402			94.405
25	185.601922	11.999964	SILUV	1.56038308	84.907
26	111.087869	22.323131			81.119
27	1952.941696	12	SILUV	1.56038308	80.86
28	111.206342	58.54433			74.709
29	-126.687949	9.999452	SILUV	1.56038308	76.019
30	-155.19187	1			85.365
31	1585.242523	54.769473	SILUV	1.56038308	95.306
32	-154.387429	1			104.707
33	-348.074244	55.068746	SILUV	1.56038308	113.511
34	-243.634705	1			127.583
35	-1336.659415	41.515446	SILUV	1.56038308	135.024
36	-276.658598	1			137.317
37	435.341885	31.595504	SILUV	1.56038308	136.928
38	-3129.657481	1.00012			136.305
39	2105.975535	44.442342	SILUV	1.56038308	135.677
40	-300.54242	-13.727335			134.991
41	0	14.727335			128.371
42	267.42491	43.877196	SILUV	1.56038308	118.91
43	7074.847026	1			115.781
44	96.288803	41.059596	SILUV	1.56038308	80.776
45	228.69124	1			72.473
46	61.190052	42.233094	SILUV	1.56038308	49.33
47	0	3	WATER	1.437	23.01
48	0	0			16.502

10

20

30

40

【 0 1 2 1 】

〔 表 1 2 A 〕

表 12A
非球面定数

面	10	19	21	22	26
K	0	0	-0.418696	-0.381372	0
C1	3.04E-07	-2.32E-08	0.00E+00	0.00E+00	-1.87E-07
C2	4.29E-11	2.52E-13	6.76E-15	-3.96E-15	-1.36E-11
C3	-1.17E-14	-8.41E-18	7.47E-20	1.19E-19	-1.96E-16
C4	4.44E-18	-1.26E-20	-4.44E-24	-6.18E-23	-5.50E-21
C5	-1.37E-21	4.90E-25	8.79E-28	5.39E-27	4.78E-24
C6	2.64E-25	-2.31E-28	-4.77E-32	-3.03E-31	-9.08E-28
C7	-4.76E-29	2.58E-32	1.37E-36	9.32E-36	7.93E-32
C8	2.93E-33	-2.18E-36	-1.19E-41	-1.19E-40	-5.07E-36

10

面	30	31	37	40	43
K	0	0	0	0	0
C1	1.24E-07	-6.86E-08	-4.46E-08	-2.05E-09	-8.05E-08
C2	9.26E-12	-4.81E-14	-5.47E-13	1.28E-13	5.05E-12
C3	4.76E-16	7.52E-17	5.21E-17	1.78E-17	-2.49E-16
C4	1.38E-20	-1.74E-20	6.91E-22	-6.14E-22	1.14E-20
C5	-7.47E-24	8.52E-25	-2.40E-26	4.48E-26	-3.40E-25
C6	5.98E-28	-2.23E-29	-2.11E-31	-1.55E-30	2.27E-30
C7	-7.73E-32	-3.06E-33	-2.39E-35	1.88E-35	2.38E-34
C8	7.38E-36	1.25E-37	5.01E-40	-4.01E-40	-5.88E-39

20

【 0 1 2 2 】
〔 表 1 3 〕

表 13

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35			65
1	186.586828	23.414502	SiO ₂ V	1.5607857	83.982
2	597.259215	10.26813			84.106
3	246.448938	35.48684	SiO ₂ V	1.5607857	87.131
4	-495.470793	0.999999			86.762
5	174.29392	12	SiO ₂ V	1.5607857	82.318
6	105.886625	42.974925			75.746
7	298.014263	30.569503	SiO ₂ V	1.5607857	77.754
8	-362.490174	0.999996			77.303
9	197.585289	26.9647	SiO ₂ V	1.5607857	72.92
10	115.191376	6.433657			64.383
11	87.197031	33.092701	SiO ₂ V	1.5607857	63.668
12	-21177.81881	11.342683			59.87
13	170.163316	22.577563	SiO ₂ V	1.5607857	53.888
14	-397.634502	6.245625			50.153
15	-329.557796	25.65494	SiO ₂ V	1.5607857	46.008
16	-440.379282	27.044628			48.461
17	-57.443645	14.999995	SiO ₂ V	1.5607857	48.693
18	-75.393191	18.813359			56.902
19	-65.427115	14.999993	SiO ₂ V	1.5607857	58.809
20	-85.530419	0.099998			69.648
21	-227.629071	32.632252	SiO ₂ V	1.5607857	78.348
22	-113.134147	273.116577			82.743
23	-185.855248	-233.116577	REFL		152.166
24	187.338489	273.423654	REFL		143.116
25	277.370431	23.120389	SiO ₂ V	1.5607857	85.671
26	1042.417218	0.999997			83.965
27	232.607011	22.047511	SiO ₂ V	1.5607857	81.953
28	681.476699	7.231337			79.179
29	-4285.293249	15	SiO ₂ V	1.5607857	78.599
30	110.856061	30.36008			72.288
31	-2955.113107	12	SiO ₂ V	1.5607857	71.211
32	119.488431	40.054646			69.309
33	-194.926507	10	SiO ₂ V	1.5607857	71.047
34	-199.009301	0.999987			77.318
35	7009.414576	51.207677	SiO ₂ V	1.5607857	80.754
36	-165.020018	1			95.379
37	-367.692901	34.170188	SiO ₂ V	1.5607857	103.911
38	-197.86104	1			110.595
39	-660.167042	61.861902	SiO ₂ V	1.5607857	118.204
40	-205.342177	1			126.012
41	465.895739	25.776885	SiO ₂ V	1.5607857	126.361
42	-2628.836635	0.099011			125.541
43	8527.260833	40.948445	SiO ₂ V	1.5607857	125.078
44	-271.386413	0			124.177
45	0	0			112.927
46	243.774903	41.095341	SiO ₂ V	1.5607857	107.874
47	-3313.940195	1			104.66
48	83.350349	42.069771	SiO ₂ V	1.5607857	73.803
49	208.118275	1			66.123
50	55.435689	36.911372	SiO ₂ V	1.5607857	44.754
51	0	3	H2OV193	1.43667693	22.888
52	0	0			16.254

10

20

30

40

【 0 1 2 3 】

〔 表 1 3 A 〕

表 13A
非球面定数

面	2	12	13	21	23
K	0	0	0	0	-0.4498
C1	5.14E-08	2.47E-07	6.72E-08	-1.49E-08	0.00E+00
C2	-3.80E-14	3.12E-11	2.44E-11	5.94E-13	-6.07E-16
C3	-1.94E-18	-4.32E-15	1.29E-15	-3.47E-17	-1.49E-19
C4	4.21E-21	1.90E-18	3.61E-19	-4.54E-22	7.27E-24
C5	-7.98E-25	-1.98E-22	5.61E-22	-1.73E-25	-4.02E-28
C6	6.31E-29	2.16E-26	-4.89E-26	3.64E-29	9.03E-33
C7	-2.12E-34	-3.06E-31	1.03E-30	-2.29E-33	-7.65E-38
C8	-1.42E-37	4.40E-34	5.75E-34	1.51E-37	-5.25E-43

10

面	24	30	34	35	41
K	-0.304978	0	0	0	0
C1	0.00E+00	-2.20E-07	1.50E-07	-9.41E-08	-6.08E-08
C2	-4.92E-15	-1.47E-11	1.13E-11	-6.32E-13	-6.68E-14
C3	4.31E-20	-6.27E-17	5.33E-16	-4.10E-17	9.32E-17
C4	-3.35E-23	-7.88E-20	5.07E-21	-1.21E-20	1.98E-21
C5	2.63E-27	3.08E-23	-4.57E-24	-2.81E-24	-8.05E-26
C6	-1.39E-31	-5.95E-27	-2.28E-28	8.14E-29	9.24E-32
C7	3.83E-36	6.01E-31	-1.86E-32	5.30E-33	-1.69E-34
C8	-4.49E-41	-2.86E-35	1.72E-35	-2.48E-36	6.17E-39

20

面	44	47
K	0	0
C1	-7.09E-09	-6.42E-08
C2	4.04E-13	4.46E-12
C3	2.36E-17	-2.33E-16
C4	5.85E-22	1.60E-20
C5	-5.55E-26	-7.22E-25
C6	6.24E-30	1.37E-29
C7	-3.15E-34	3.59E-34
C8	5.34E-39	-9.82E-39

30

【 0 1 2 4 】

〔 表 1 4 〕

表 14

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35			65
1	264.155216	53.039363	SiO ₂ V	1.5607857	81.542
2	-708.29109	15.80469			84.656
3	198.655375	49.267177	SiO ₂ V	1.5607857	90.333
4	-296.847851	1.032629			89.02
5	188395.3333	12.000019	SiO ₂ V	1.5607857	83.702
6	102.545536	14.972935			73.983
7	142.785896	38.44762	SiO ₂ V	1.5607857	75.139
8	7336.068136	1			73.713
9	106.928203	12.000081	SiO ₂ V	1.5607857	70.401
10	85.093164	1.641753			64.758
11	76.898689	64.469228	SiO ₂ V	1.5607857	64.84
12	-453690.3967	0.494708			50.446
13	151.681366	18.484685	SiO ₂ V	1.5607857	47.423
14	-363.490767	1.138548			43.25
15	-423.037048	10	SiO ₂ V	1.5607857	43.525
16	513.67606	37.991004			45.761
17	-54.826872	16.135714	SiO ₂ V	1.5607857	48.065
18	-76.475326	2.91112			59.373
19	-235.467293	87.250476	SiO ₂ V	1.5607857	69.466
20	-123.833603	270.153968			91.586
21	-189.904942	-230.153968	REFL		154.818
22	175.052549	279.034717	REFL		138.889
23	584.131276	18.62041	SiO ₂ V	1.5607857	71.907
24	111.389792	27.300612			68.759
25	-1516.326452	12.000002	SiO ₂ V	1.5607857	69.364
26	147.378607	31.451574			73.254
27	-362.020208	12	SiO ₂ V	1.5607857	76.176
28	-208.499815	1.640751			80.458
29	2551.550571	58.800655	SiO ₂ V	1.5607857	89.721
30	-162.566587	1			102.174
31	-596.110808	30.823878	SiO ₂ V	1.5607857	111.779
32	-242.915533	1.000004			115.425
33	-1403.743088	66.546477	SiO ₂ V	1.5607857	119.764
34	-315.509469	1.000866			126.177
35	408.007384	50.326509	SiO ₂ V	1.5607857	125.404
36	-350.602433	1			123.958
37	-1141.174919	18.698745	SiO ₂ V	1.5607857	116.585
38	-446.728577	-3.536343			114.214
39	0	4.536343			109.775
40	159.383791	42.840202	SiO ₂ V	1.5607857	100.406
41	3177.374501	1			97.192
42	78.804469	35.408881	SiO ₂ V	1.5607857	68.008
43	170.008236	1			60.471
44	55.898462	33.213214	SiO ₂ V	1.5607857	42.887
45	0	3	H2OV193	1.43667693	22.783
46	0	0			16.253

【 0 1 2 5 】

〔 表 1 4 A 〕

表 14A
非球面定数

面	2	12	13	19	21
K	0	0	0	0	-0.447479
C1	3.78E-08	3.57E-07	-5.44E-08	3.83E-08	0.00E+00
C2	2.66E-12	1.96E-11	-2.40E-11	2.56E-13	-5.59E-16
C3	-1.97E-16	6.31E-15	8.87E-15	-2.12E-16	3.43E-19
C4	2.37E-20	-9.55E-19	-7.06E-18	5.73E-21	-3.56E-23
C5	-2.23E-24	-2.55E-22	1.67E-21	-1.00E-24	2.72E-27
C6	1.48E-28	-8.65E-26	-2.22E-25	2.39E-28	-1.16E-31
C7	-9.02E-34	2.04E-29	-1.24E-28	1.26E-32	2.72E-36
C8	-2.19E-37	-1.29E-32	8.07E-33	-1.88E-36	-2.60E-41

面	22	24	25	28	29
K	-0.269196	0	0	0	0
C1	0.00E+00	-1.90E-07	-1.07E-07	7.94E-08	-4.11E-08
C2	-2.35E-15	-9.95E-12	1.90E-12	3.38E-12	-9.39E-13
C3	4.59E-21	-5.46E-16	-1.31E-16	5.77E-17	-3.94E-17
C4	-1.95E-23	1.36E-20	-8.66E-20	-3.25E-20	7.40E-21
C5	2.32E-27	1.11E-23	6.80E-23	-2.17E-25	-7.50E-24
C6	-1.42E-31	-1.76E-27	-1.45E-26	4.68E-30	1.58E-27
C7	4.52E-36	1.20E-30	3.34E-30	4.57E-32	-1.55E-31
C8	-5.19E-41	-6.74E-35	-2.43E-34	1.76E-36	6.35E-36

面	35	38	41
K	0	0	0
C1	-5.52E-08	-1.11E-08	-2.87E-08
C2	2.65E-13	8.65E-13	2.22E-12
C3	8.42E-17	3.74E-17	-1.63E-16
C4	3.45E-21	3.35E-21	2.19E-20
C5	-2.31E-25	-4.18E-25	-1.18E-24
C6	2.28E-31	2.67E-29	-2.24E-29
C7	2.16E-35	-8.47E-34	5.71E-33
C8	2.04E-39	5.77E-39	-1.82E-37

【 0 1 2 6 】

〔 表 1 5 〕

表 15

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35			65
1	220.440206	90.193314	SiO ₂ V	1.5607857	82.632
2	-2258.387326	0.099978			86.391
3	191.078269	45.21979	SiO ₂ V	1.5607857	89.197
4	-346.939277	5.038291			87.936
5	-862.704276	11.999955	SiO ₂ V	1.5607857	83.714
6	106.229194	9.360323			75.459
7	124.368852	37.350319	SiO ₂ V	1.5607857	77.121
8	2278.621151	1			75.985
9	130.547812	11.999956	SiO ₂ V	1.5607857	73.073
10	97.147988	1.00002			67.707
11	80.762223	48.20009	SiO ₂ V	1.5607857	67.797
12	-836.844333	0.735286			62.235
13	146.655061	35.349711	SiO ₂ V	1.5607857	56.269
14	-325.682663	5.303246			44.684
15	-237.715704	10	SiO ₂ V	1.5607857	42.717
16	97614.51754	31.113387			44.942
17	-55.878516	25.725119	SiO ₂ V	1.5607857	46.52
18	-84.463856	3.412335			61.171
19	-206.813589	73.554079	SiO ₂ V	1.5607857	68.435
20	-122.996844	265.817443			87.048
21	-188.846432	-225.817443	REFL		158.348
22	170.512895	266.104304	REFL		131.309
23	617.040338	25.358997	SiO ₂ V	1.5607857	77.734
24	-340.978557	1			76.849
25	-575.873317	11.999961	SiO ₂ V	1.5607857	74.709
26	127.056764	29.486792			68.944
27	-919.909026	11.999959	SiO ₂ V	1.5607857	69.382
28	141.247218	33.090673			73.039
29	-327.789177	14.007072	SiO ₂ V	1.5607857	76.032
30	-187.527488	1.002508			80.888
31	1268.298268	66.023641	SiO ₂ V	1.5607857	92.44
32	-172.960759	1			106.476
33	-551.894279	31.122194	SiO ₂ V	1.5607857	114.794
34	-248.493705	2.656579			118.516
35	-5734.547222	50.472484	SiO ₂ V	1.5607857	123.221
36	-350.590281	3.163294			126.143
37	402.358109	43.558538	SiO ₂ V	1.5607857	124.07
38	-381.952357	1			122.788
39	-1074.912987	18.425846	SiO ₂ V	1.5607857	116.413
40	-432.576165	-8.977508			114.127
41	0	9.977508			111.763
42	180.300844	40.797225	SiO ₂ V	1.5607857	101.129
43	6426.19364	1			97.236
44	84.482776	36.262612	SiO ₂ V	1.5607857	70.522
45	215.215262	1			63.323
46	53.879713	33.812201	SiO ₂ V	1.5607857	42.561
47	0	3	H ₂ O/V193	1.43667693	22.774
48	0	0			16.253

【 0 1 2 7 】

〔 表 1 5 A 〕

表 15A
非球面定数

面	2	12	13	19	21
K	0	0	0	0	-0.468594
C1	2.23E-08	1.88E-07	-1.64E-07	1.00E-08	0.00E+00
C2	4.33E-12	2.77E-11	-1.41E-12	-4.07E-13	1.68E-16
C3	-3.03E-16	-4.05E-15	-5.95E-15	-1.03E-16	2.66E-19
C4	2.79E-20	-2.39E-18	-2.18E-18	2.01E-20	-2.52E-23
C5	-3.36E-24	1.40E-21	6.20E-22	-6.52E-24	1.91E-27
C6	2.26E-28	-3.87E-25	-4.85E-26	1.34E-27	-8.03E-32
C7	-2.80E-33	5.49E-29	2.56E-29	-1.27E-31	1.83E-36
C8	-1.73E-37	-3.09E-33	-4.08E-33	5.46E-36	-1.72E-41

面	22	25	27	30	31
K	-0.258782	0	0	0	0
C1	0.00E+00	1.46E-07	-1.45E-07	6.78E-08	-4.22E-08
C2	-2.25E-15	-1.14E-11	1.44E-11	5.29E-12	-1.13E-13
C3	4.56E-19	1.33E-15	1.58E-16	2.99E-17	-2.12E-16
C4	-7.45E-23	-1.50E-19	-1.60E-19	-3.15E-20	3.70E-20
C5	7.82E-27	7.50E-24	6.20E-23	3.57E-24	-8.27E-24
C6	-4.50E-31	1.43E-28	-1.02E-26	-7.69E-28	1.28E-27
C7	1.44E-35	-1.30E-31	1.65E-30	6.47E-32	-1.13E-31
C8	-1.76E-40	1.14E-35	-1.59E-34	-4.37E-37	4.59E-36

面	37	40	43
K	0	0	0
C1	-5.99E-08	-1.37E-08	-2.10E-08
C2	4.92E-13	1.20E-12	1.02E-12
C3	8.41E-17	1.32E-17	-2.69E-18
C4	4.25E-21	5.28E-21	7.37E-21
C5	-2.88E-25	-5.23E-25	-3.90E-25
C6	5.24E-31	2.93E-29	-7.25E-30
C7	5.37E-35	-9.06E-34	1.51E-33
C8	1.09E-39	2.79E-39	-1.24E-38

【 0 1 2 8 】
〔 表 1 6 〕

10

20

30

表 16

面	半径	厚さ	材料	屈折率	半直径
0	0	35			65
1	203.096237	51.348217	SIO2V	1.5607857	84.153
2	-1160.222766	0.099783			85.288
3	181.493677	43.475858	SIO2V	1.5607857	86.58
4	-341.925526	1.005485			84.893
5	-403.858869	11.999746	SIO2V	1.5607857	83.592
6	109.657938	15.898981			74.771
7	164.368819	44.721199	SIO2V	1.5607857	76.185
8	77645.0807	1			75.386
9	95.919438	11.999975	SIO2V	1.5607857	73.703
10	80.656102	5.826329			67.839
11	79.189771	47.039779	SIO2V	1.5607857	68.939
12	-561.553393	0.099927			64.509
13	139.074465	29.669365	SIO2V	1.5607857	60.109
14	-351.160951	9.311808			53.957
15	-473.600856	10	SIO2V	1.5607857	43.672
16	620.385225	33.601754			45.134
17	-52.784435	14.999981	SIO2V	1.5607857	46.152
18	-74.212989	1.001764			56.339
19	-209.153453	84.778236	SIO2V	1.5607857	63.352
20	-130.926715	255.559533			85.589
21	-187.311637	-215.559533	REFL		162.9
22	158.774035	264.523552	REFL		123.289
23	534.325629	42.990891	SIO2V	1.5607857	83.598
24	-461.508523	1			82.714
25	-5934.605843	12.000066	SIO2V	1.5607857	80.886
26	119.705874	28.744512			76.197
27	1519.32587	12.058263	SIO2V	1.5607857	77.6
28	141.843628	31.894192			79.343
29	-915.926476	20.162536	SIO2V	1.5607857	82.206
30	-205.883678	1.152206			86.328
31	10322.23403	66.866508	SIO2V	1.5607857	93.09
32	-181.874156	1			109.763
33	-421.7412	53.839358	SIO2V	1.5607857	117.145
34	-248.466964	0.999941			128.448
35	-1926.967116	32.001083	SIO2V	1.5607857	134.375
36	-368.835919	1.852034			135.911
37	354.164031	52.480694	SIO2V	1.5607857	136.137
38	-368.63102	1			135.137
39	-828.73625	11.784388	SIO2V	1.5607857	126.567
40	-810.714199	2.572951			124.051
41	0	-1.572951			118.262
42	154.167114	46.690534	SIO2V	1.5607857	107.326
43	9845.921815	1			104.915
44	90.785618	33.664668	SIO2V	1.5607857	74.672
45	224.183877	1			69.281
46	52.291327	34.416469	SIO2V	1.5607857	43.665
47	0	3	H2OV193	1.43667693	24.683
48	0	0			16.256

【 0 1 2 9 】

〔 表 1 6 A 〕

表 16A
非球面定数

面	2	12	13	19	21
K	0	0	0	0	-0.448249
C1	8.02E-09	2.78E-07	-1.35E-07	3.82E-08	0.00E+00
C2	4.20E-12	3.61E-11	7.65E-12	4.03E-15	-6.31E-16
C3	-3.80E-16	-3.72E-15	-3.60E-15	-2.87E-16	3.14E-19
C4	1.06E-20	-7.33E-19	-1.74E-18	-4.72E-20	-2.63E-23
C5	9.90E-25	5.93E-22	5.77E-22	4.58E-23	1.70E-27
C6	-1.56E-28	-1.48E-25	4.63E-26	-1.86E-26	-6.12E-32
C7	1.90E-32	2.05E-29	-1.32E-29	3.54E-30	1.22E-36
C8	-9.78E-37	-1.01E-33	-4.75E-35	-2.52E-34	-1.00E-41

面	22	25	27	30	31
K	-0.301702	0	0	0	0
C1	0.00E+00	1.70E-07	-1.21E-07	4.69E-08	-4.37E-08
C2	-1.93E-15	-1.40E-11	1.82E-11	4.01E-12	-6.80E-13
C3	-1.03E-18	1.35E-15	6.67E-16	-2.83E-17	-2.42E-16
C4	1.15E-22	-2.19E-19	8.15E-20	-6.69E-22	3.15E-20
C5	-7.31E-27	1.48E-23	3.45E-24	4.14E-24	-5.56E-24
C6	1.26E-31	-6.97E-28	3.08E-27	-1.25E-27	3.74E-28
C7	8.96E-36	-7.36E-32	-5.45E-31	1.44E-31	-9.55E-33
C8	-2.90E-40	1.12E-35	1.66E-35	-6.05E-36	-7.20E-37

面	37	40	43
K	0	0	0
C1	-5.26E-08	-3.16E-08	7.85E-10
C2	1.78E-13	1.40E-12	6.39E-13
C3	6.38E-17	-1.09E-17	-1.45E-17
C4	3.79E-21	6.35E-21	3.10E-21
C5	-1.89E-25	-5.33E-25	3.20E-25
C6	-3.40E-31	2.59E-29	-5.68E-29
C7	1.88E-35	-6.08E-34	3.00E-33
C8	1.27E-39	8.73E-40	-3.92E-38

【 0 1 3 0 】
〔 表 1 7 〕

表 17

図	λ	NA	Yobj	OAL1/mm	OAL3/mm	MG
2	193	1.2	66	430.04	548.46	0.78
4	193	1.2	66	450.79	582.74	0.77
7	193	1.2	66	466.38	574.00	0.81
9	193	1.2	66	460.81	591.60	0.78
10	193	1.2	66	500.44	518.13	0.97
11	193	1.2	66	489.34	534.12	0.92
12	193	1.3	66	425.56	613.66	0.69
13	193	1.3	65	472.62	544.26	0.87
14	193	1.3	65	513.08	498.55	1.03
15	193	1.3	65	521.66	502.53	1.04
16	193	1.35	65	492.88	541.56	0.91

【 0 1 3 1 】

〔表 18〕

表 18

図	λ	NA	Yobj	R_L /mm	T_L /mm	DIA_L /mm	LL1	LL2
2	193	1.2	66	49.61	31.48	75.96	0.63	1.53
4	193	1.2	66	50.00	29.33	73.75	0.59	1.48
7	193	1.2	66	87.43	40.06	100.36	0.46	1.15
9	193	1.2	66	77.07	38.57	95.24	0.50	1.24
10	193	1.2	66	72.15	41.29	96.69	0.57	1.34
11	193	1.2	66	67.79	39.96	92.98	0.59	1.37
12	193	1.3	66	61.19	42.23	98.47	0.69	1.61
13	193	1.3	65	55.44	36.91	89.08	0.67	1.61
14	193	1.3	65	55.90	33.21	85.45	0.59	1.53
15	193	1.3	65	53.88	33.81	84.84	0.63	1.57
16	193	1.35	65	52.29	34.42	87.11	0.66	1.67

〔0132〕

〔表 19〕

表 19

図	λ	NA	Yobj	COMP1	COMP2	COMP3	N1AS	N2AS	ASR
2	193	1.2	66	9.18	138	46	0	1	0
4	193	1.2	66	9.29	149	50	0	1	0
7	193	1.2	66	10.6	244	81	2	5	0.40
9	193	1.2	66	10.6	232	77	1	5	0.20
10	193	1.2	66	9.52	219	73	0	5	0
11	193	1.2	66	9.34	215	72	3	5	0.60
12	193	1.3	66	9.70	233	78	2	6	0.33
13	193	1.3	65	9.08	236	79	4	6	0.67
14	193	1.3	65	9.03	208	69	4	7	0.57
15	193	1.3	65	8.94	214	72	4	7	0.57
16	193	1.35	65	9.11	218	73	4	7	0.57

〔0133〕

〔表 20〕

表 20

図	$\beta 2$	$\beta 3$	$f3(L1...2)/mm$	$f3(L1...2)/mm$	AS-IS / TT	CRA(M) / °
2	0.868	0.168	-150.018		0.172	61.23
4	0.942	0.166	-212.248		0.104	62.77
7	0.869	0.171		-441.036	0.146	61.08
9	0.969	0.168		-388.381	0.123	62.95
10	0.960	0.154		-274.736	0.128	62.27
11	1.009	0.147		-249.046	0.137	64.57
12	1.286	0.122		-247.036	0.118	70.75
13	1.190	0.117		-712.866	0.100	68.88
14	1.045	0.126	-114.534		0.097	69.2
15	1.044	0.129	-368.766		0.101	69.3
16	0.991	0.134	-430.318		0.095	71.21

〔0134〕

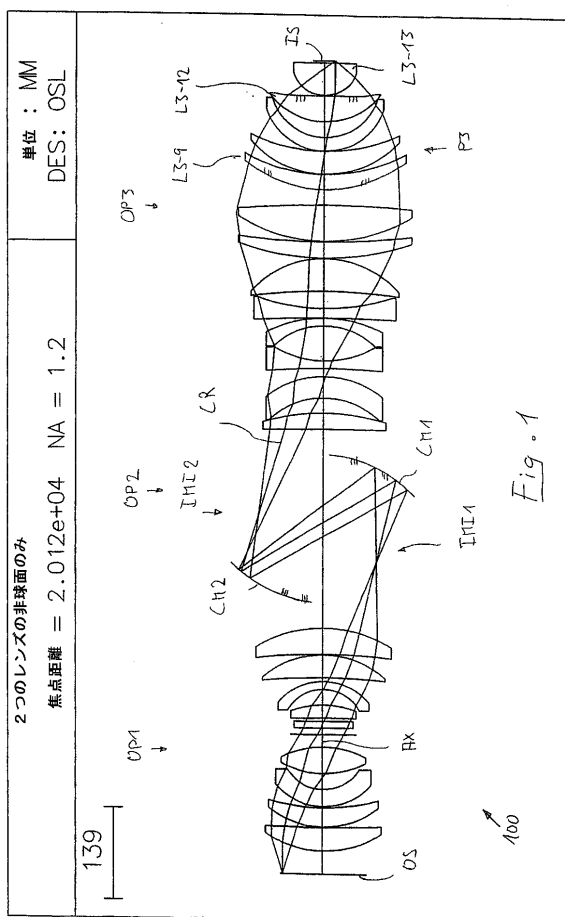
〔表 2 1〕

表 21

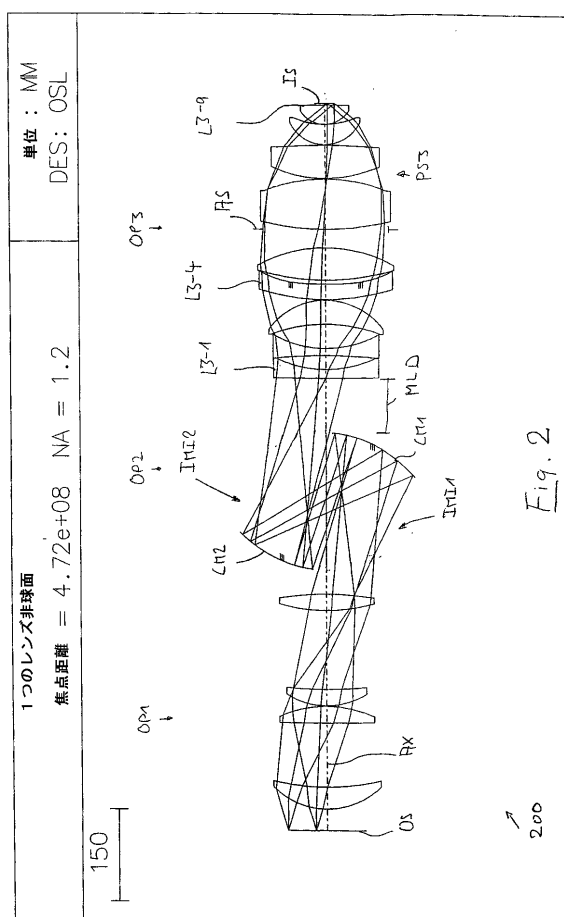
図	K7	K7a	DIA ₃₁ /DIA _{AS}	K9	K10	K11	CBA1/°	CBA3/°	DIA _{AS} /DIA _{P1}
2	Y	Y	0.833	Y	Y	N	4.62	7.45	2.135
4	Y	Y	1.050	Y	Y	N	2.17	7.17	1.448
7	N	Y	0.709	Y	Y	Y	1.08	0.88	3.349
9	N	Y	0.792	Y	Y	Y	1.32	1.04	2.837
10	N	Y	0.746	Y	Y	N	3.49	1.68	2.539
11	N	Y	0.789	Y	Y	N	3.25	1.09	2.534
12	N	Y	0.746	Y	Y	Y	7.11	1.42	3.086
13	N	Y	0.758	Y	Y	Y	5.29	1.62	2.188
14	Y	Y	0.667	Y	Y	Y	4.04	4.75	2.007
15	Y	Y	0.695	Y	Y	Y	5.28	2.80	2.353
16	Y	Y	0.722	Y	Y	Y	6.60	2.29	1.950

10

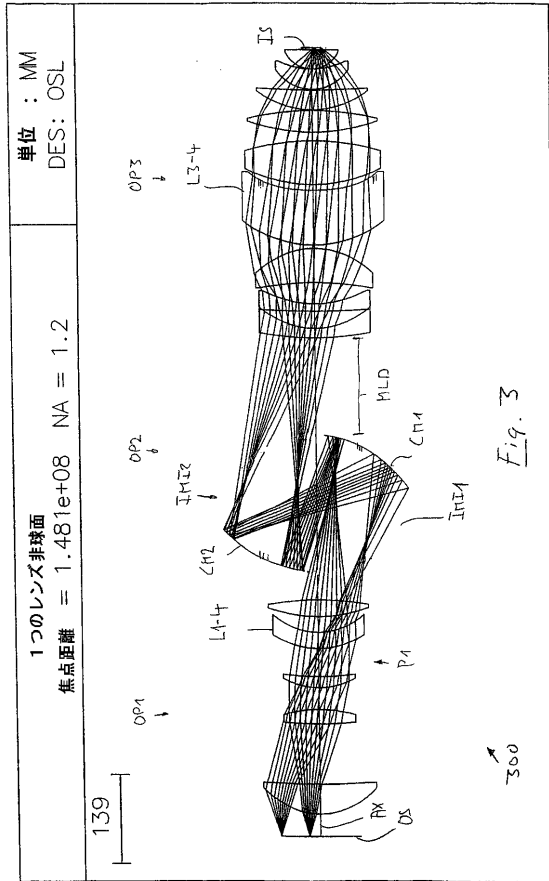
【図 1】



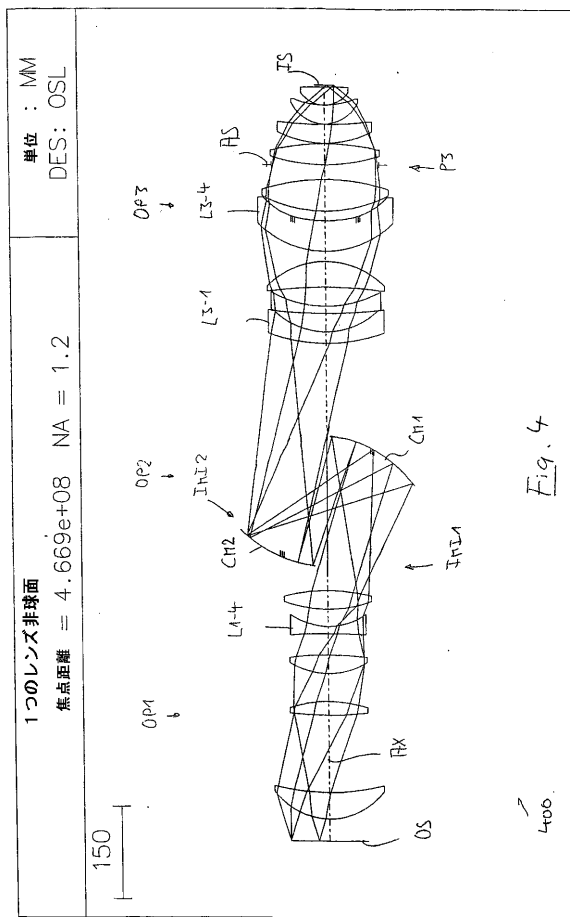
【図 2】



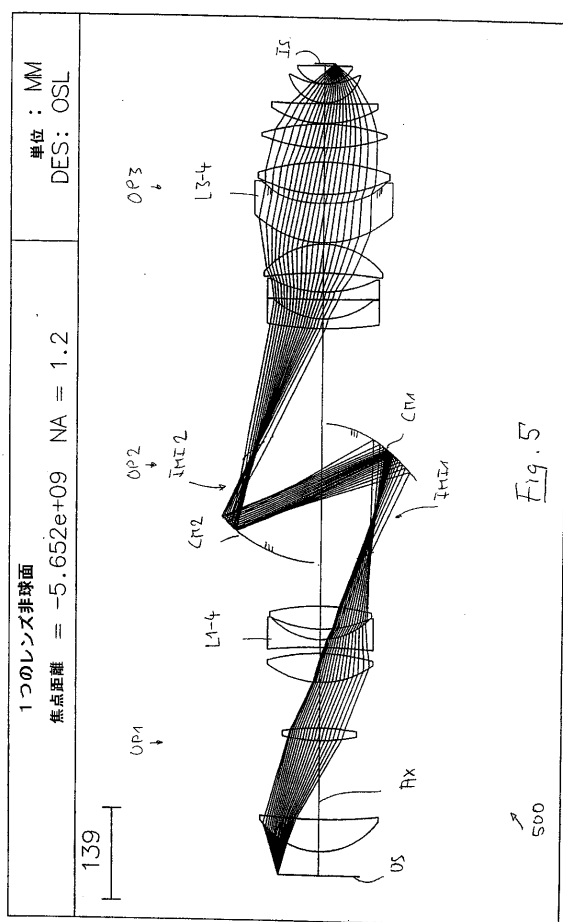
【図 3】



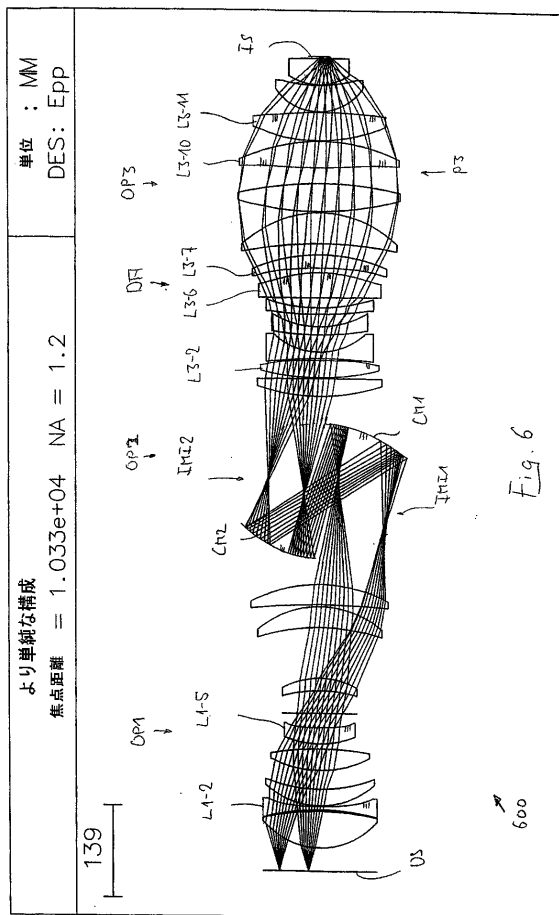
【図 4】



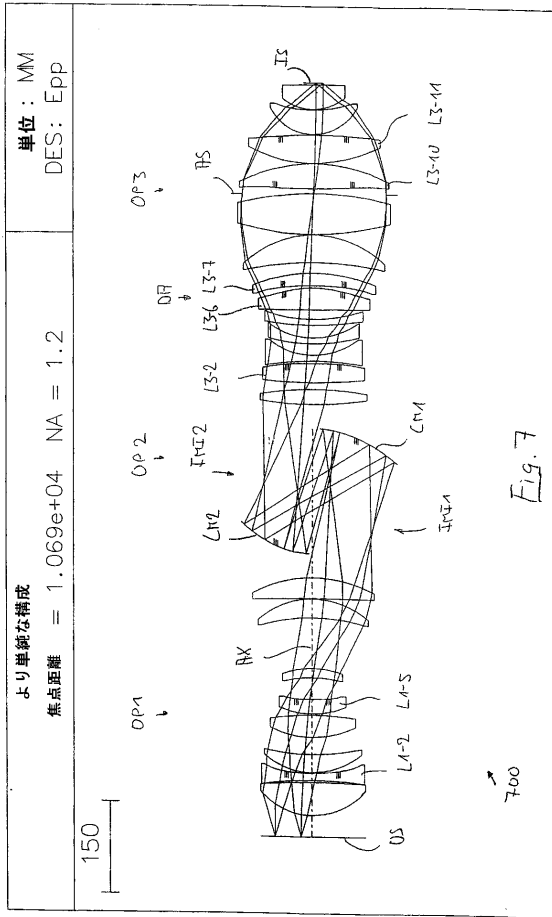
【図 5】



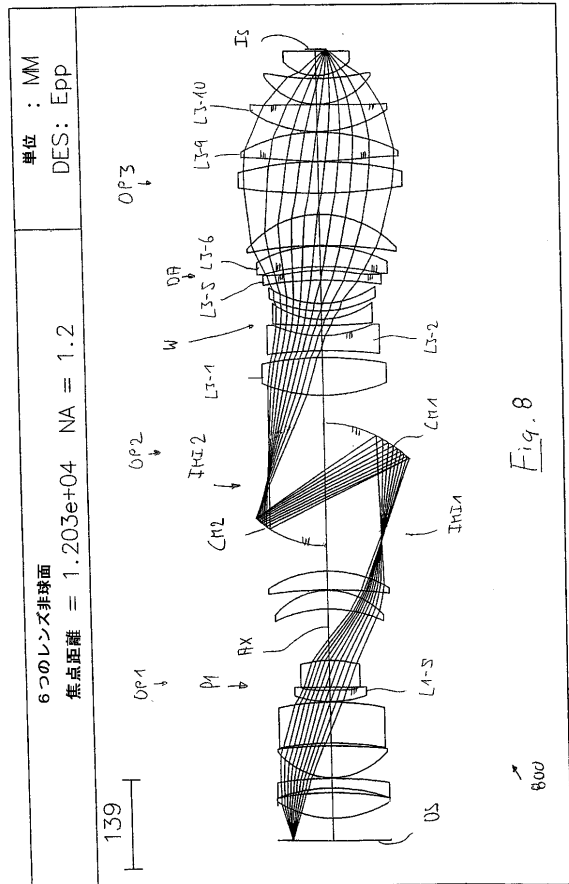
【図 6】



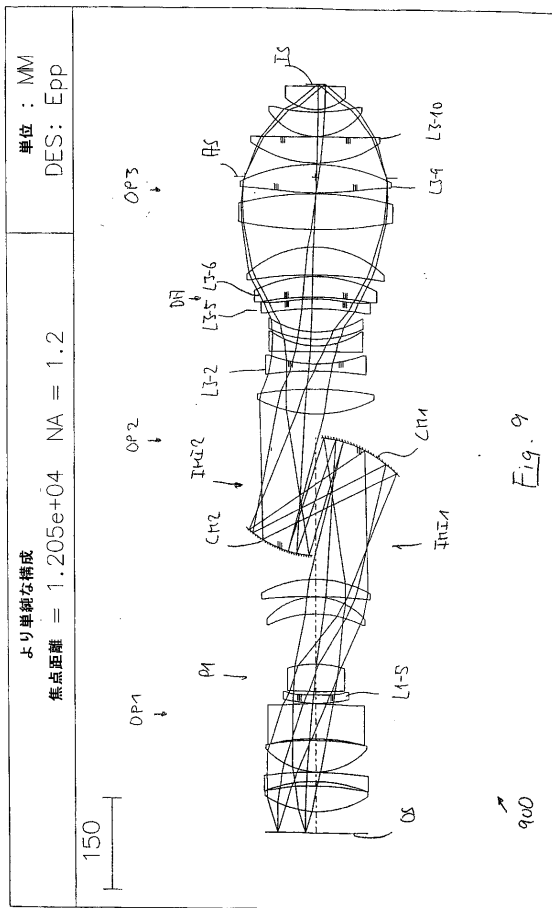
【図 7】



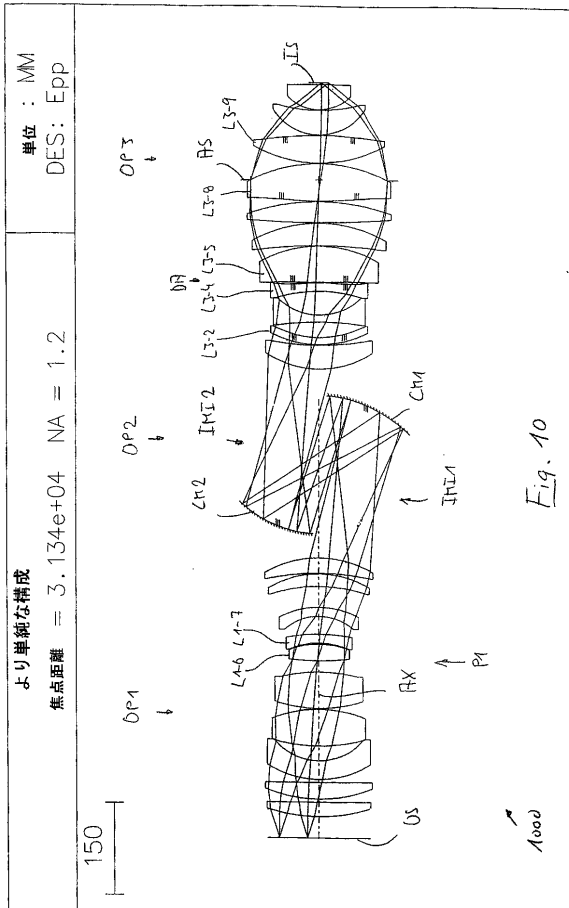
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【図 1 1】

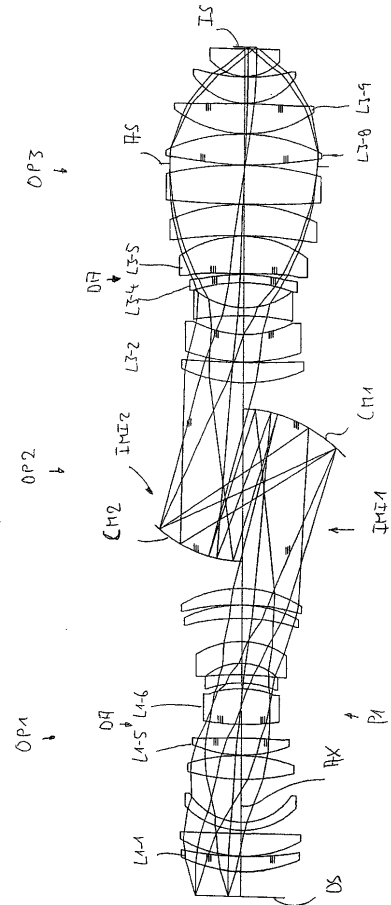


Fig. 11

1100

【図 1 2】

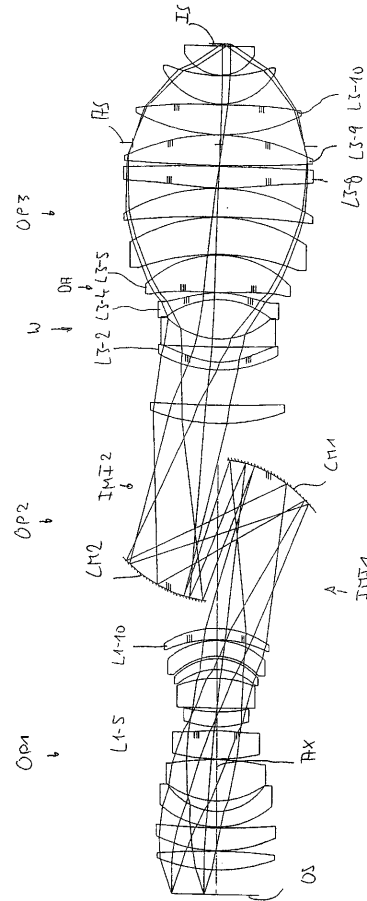


Fig. 12

1200

【図 1 3】

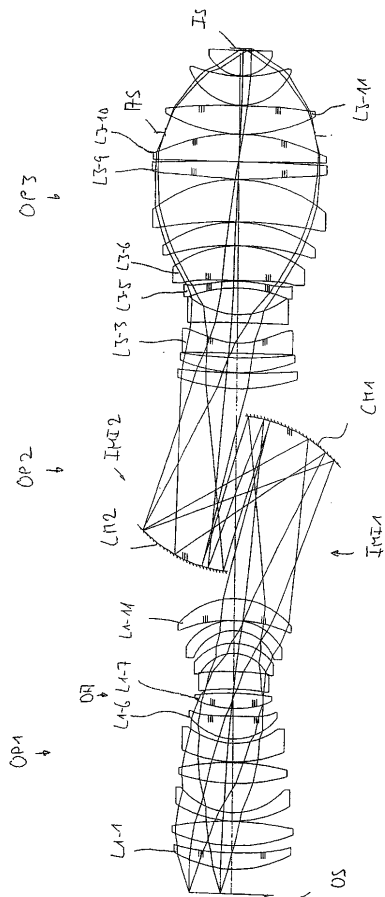


Fig. 13

1300

【図 1 4】

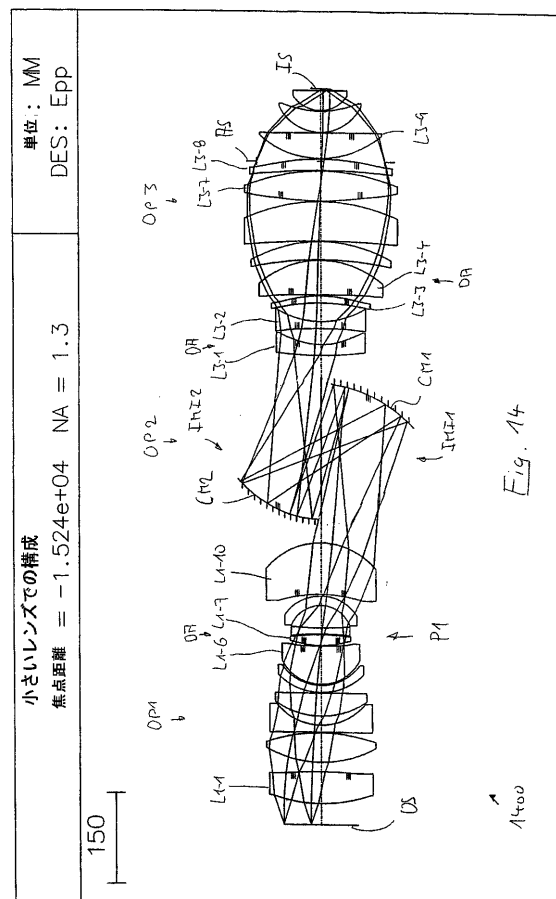
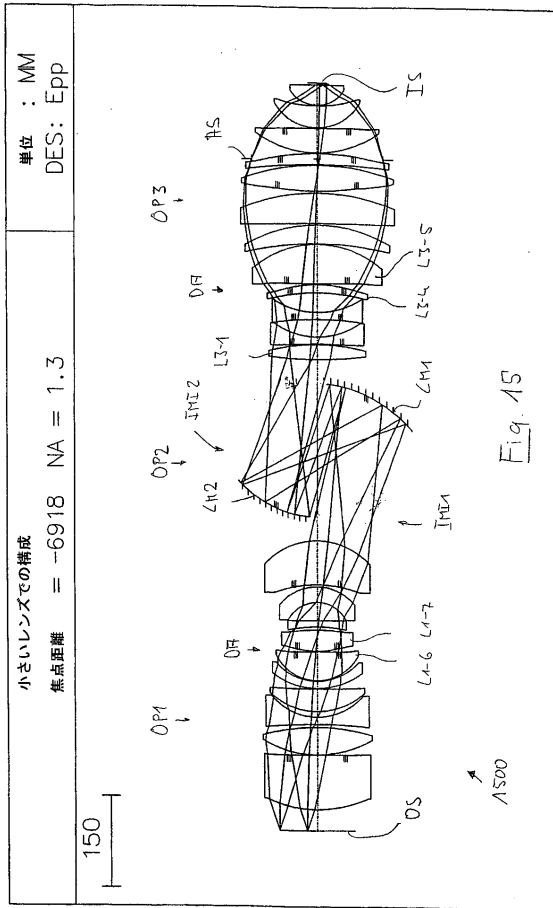


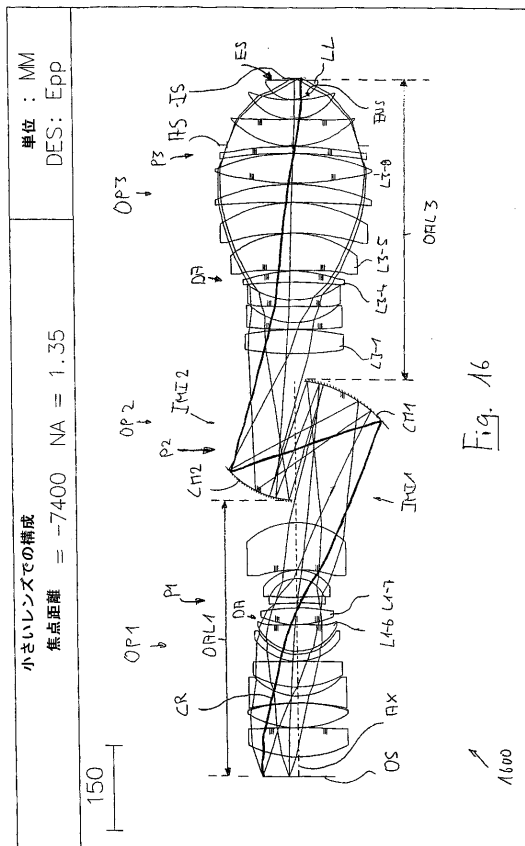
Fig. 14

1400

【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 60/612,823

(32)優先日 平成16年9月24日(2004.9.24)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 60/617,674

(32)優先日 平成16年10月13日(2004.10.13)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 11/035,103

(32)優先日 平成17年1月14日(2005.1.14)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 60/654,950

(32)優先日 平成17年2月23日(2005.2.23)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 デイヴィッド シェイファー

アメリカ合衆国、0 6 4 3 0 コネチカット、フェアフィールド、ドレイク レーン 5 6

(72)発明者 ヴィルヘルム ウルリッヒ

ドイツ連邦共和国、7 3 4 3 4 アーレン、レデラッカーリンク 4 4

(72)発明者 アウレリアン ドドック

ドイツ連邦共和国、7 3 4 4 7 オベルコッヘン、ハインブッヒエンヴェーク 7

(72)発明者 ルドルフ フォン・ビュナウ

ドイツ連邦共和国、0 7 7 4 9 イエナ、イルティスヴェーク 1

(72)発明者 ハンス・ユルゲン マン

ドイツ連邦共和国、7 3 4 4 7 オベルコッヘン、カッツェンバッハシュトラッセ 4 9

(72)発明者 アレクサンダー エッブル

ドイツ連邦共和国、7 3 4 3 1 アーレン、ランゲルシュトラッセ 3 8

(72)発明者 スザンネ ベーデル

ドイツ連邦共和国、7 3 4 3 1 アーレン、ブランデンブルガー シュトラッセ 5 9

(72)発明者 ヴォルフガング ズィンガー

ドイツ連邦共和国、7 3 4 3 1 アーレン、エガーランドシュトラッセ 4 5

審査官 吉川 陽吾

(56)参考文献 国際公開第01/059502(WO, A1)

特開2002-277742(JP, A)

特開2001-166210(JP, A)

国際公開第2004/019128(WO, A2)

国際公開第2004/107011(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 17/00 - 17/08