(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-519867
(P2025-519867A)
(43)公表日　令和7年6月26日(2025.6.26)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
G03F 7/20 (2006.01)		G03F	7/20	503	2H197
		G03F	7/20	521	

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全105頁）

(21)出願番号	特願2024-575181(P2024-575181)
(86)(22)出願日	令和5年6月6日(2023.6.6)
(85)翻訳文提出日	令和7年2月20日(2025.2.20)
(86)国際出願番号	PCT/EP2023/065084
(87)国際公開番号	WO2023/247170
(87)国際公開日	令和5年12月28日(2023.12.28)
(31)優先権主張番号	102022206112.8
(32)優先日	令和4年6月20日(2022.6.20)
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV
	最終頁に続く

(71)出願人	503263355 カール・ツァイス・エスエムティー・ゲーエムベーハー ドイツ連邦共和国、７３４４７ オーバーコッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラーセ ２
(74)代理人	100094569 弁理士　田中 伸一郎
(74)代理人	100109070 弁理士　須田 洋之
(74)代理人	100119013 弁理士　山崎 一夫
(74)代理人	100067013 弁理士　大塚 文昭
(74)代理人	100120525
	最終頁に続く

(54)【発明の名称】　物体野を像野に結像するための結像ＥＵＶ光学ユニット

(57)【要約】
結像ＥＵＶ光学ユニット（２４）は、物体野（５）を像野（１１）に結像する（image）役割を果たす。ＥＵＶ光学ユニット（２４）は、物体野（５）から像野（１１）に向かう結像ビーム経路に沿って、３０ｎｍよりも短い波長のＥＵＶ結像光（１６）を導くための複数のミラー（Ｍ１～Ｍ４）を有する。ＥＵＶ光学ユニット（２４）は、４つのＮＩミラー（Ｍ１～Ｍ４）を有する。ＮＩミラー（Ｍ１～Ｍ４）の総透過率は１０％よりも大きい。ミラー（Ｍ１～Ｍ４）は、直線偏光されたＥＵＶ結像光（１６）が使用される場合、結像ビーム経路に沿って１０°以下の総偏光回転をもたらす。これは、結像の質に対する厳しい要求を満たしつつ、向上したＥＵＶスループットを有する結像ＥＵＶ光学ユニットをもたらす。

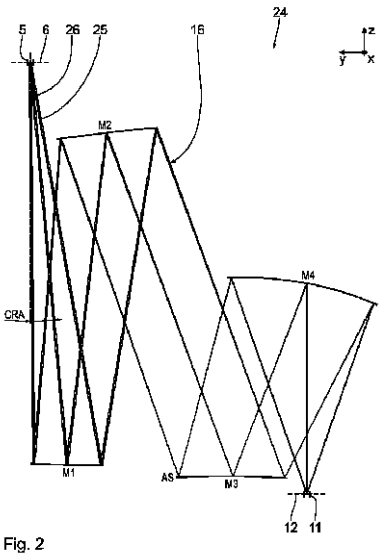


Fig. 2

【特許請求の範囲】
【請求項１】
物体野（５）を像野（１１）に結像する（image）ための結像ＥＵＶ光学ユニット（１０；２４；２７；２８；２９；３２；３３；３５；３６）であって、
－ 前記物体野（５）から前記像野（１１）に向かう結像ビーム経路に沿って、３０ｎｍよりも短い波長のＥＵＶ結像光（１６）を導くための複数のミラー（Ｍ１～Ｍ４；Ｍ１～Ｍ７、Ｍ１～Ｍ６、Ｍ１～Ｍ８）を備え、
－ 前記ＥＵＶ光学ユニット（１０；２４；２７；２８；２９；３２；３３；３５；３６）が、少なくとも３つのＮＩミラー（Ｍ１～Ｍ４；Ｍ１、Ｍ６、Ｍ７；Ｍ１、Ｍ５、Ｍ６；Ｍ１、Ｍ７、Ｍ８）を備え、
－ 前記ＮＩミラー（Ｍ１～Ｍ４；Ｍ１～Ｍ７、Ｍ１～Ｍ６、Ｍ１～Ｍ８）の総透過率が１０％よりも大きく、
－ 直線偏光されたＥＵＶ結像光（１６）が使用される場合、前記ミラー（Ｍ１～Ｍ４）の総数が、前記結像ビーム経路に沿って１０°以下の総偏光回転をもたらす、結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項２】
正確に４つのＮＩミラー（Ｍ１～Ｍ４）を特徴とする、請求項１に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項３】
前記ＥＵＶ光学ユニット（１０；２４；２７；２８；２９；３２；３３；３５；３６）がＮＩミラー（Ｍ１～Ｍ４）だけを備えることを特徴とする、請求項１または２に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項４】
前記結像ビーム経路中の前記物体野（５）の最初の結像が前記像野（１１）で起こることを特徴とする、請求項２または３に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項５】
前記ミラー（Ｍ１～Ｍ４；Ｍ１～Ｍ６／Ｍ７／Ｍ８）のうちの少なくとも１つが鞍型の反射面を有することを特徴とする、請求項１～４のいずれか１項に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項６】
前記ミラー（Ｍ２；Ｍ１；Ｍ１、Ｍ２；Ｍ２、Ｍ３）のうちの少なくとも１つが、第１の反射面次元（ｘ）に沿ったより大きい表面広がりと、それに対して直角の第２の反射次元（ｙ）に沿ったより小さい表面広がりとの間に１．５よりも大きいアスペクト比（ｘ／ｙ）の反射面を有することを特徴とする、請求項１～５のいずれか１項に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項７】
円環野形状の像野（１１）を特徴とする、請求項１～６のいずれか１項に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項８】
－ 各場合に前記物体野（５）と前記結像ビーム経路中の前記最初のミラー（Ｍ１）との間、
－ 各場合に２つの連続するミラー（Ｍ２、Ｍ３；Ｍ４、Ｍ５）の間、または、
－ 前記結像ビーム経路中の最後のミラー（Ｍ６）と前記像野（１１）との間
の２つの結像ビーム経路部分が、交差領域（３４；３７）内で交差することを特徴とする、請求項１～７のいずれか１項に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項９】
前記２つの交差する結像ビーム経路区間が、
－ 前記物体野（５）と前記結像ビーム経路中の前記最初のミラー（Ｍ１）との間の結像ビーム経路部分、および
－ 前記結像ビーム経路中の前記２番目のミラー（Ｍ２）と前記結像ビーム経路中の前

記３番目のミラー（Ｍ３）との間の結像ビーム経路部分
であることを特徴とする、請求項８に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項１０】
前記物体野（５）よりも上流の前記結像ビーム経路中に配置された入射瞳を特徴とする、請求項１～９のいずれか１項に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項１１】
ミラー（Ｍ３、Ｍ４）のうちの少なくとも１つが、前記結像ビーム経路を通すための通過開口（３０、３１）を有することを特徴とする、請求項１～１０のいずれか１項に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット。
【請求項１２】
－ 物体野（５）を結像光（１６）で照明するための照明光学ユニット（４）と、
－ 請求項１～１１のいずれか１項に記載の結像ＥＵＶ光学ユニット（１０；２４；２７；２８；２９；３２；３３；３５；３６）と
を備える、光学系。
【請求項１３】
請求項１２に記載の光学系と、ＥＵＶ光源（３）とを備える、投影露光装置。
【請求項１４】
－ レチクル（７）およびウエハ（１３）を設ける方法ステップと、
－ 請求項１３に記載の投影露光装置を使用して、前記レチクル（７）上の構造を前記ウエハ（１３）の感光層に投影する方法ステップと、
－ 前記ウエハ（１３）上にマイクロ構造および／またはナノ構造を生成する方法ステップと、
を含む、構造化部品を製造するための方法。
【請求項１５】
請求項１４に記載の方法に従って製造された構造化部品。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本出願は、独国特許出願ＤＥ１０２０２２２０６１１２．８の優先権を主張し、同出願の内容は参照により本明細書に組み込まれる。
【０００２】
本発明は、物体野を像野に結像する（image）ための結像ＥＵＶ光学ユニットに関する。さらに、本発明は、そのような結像光学ユニットを備えた光学系、そのような光学系を備えた投影露光装置、そのような投影露光装置を用いてマイクロまたはナノ構造部品を製造するための方法、および前記方法によって製造されるマイクロまたはナノ構造部品に関する。
【背景技術】
【０００３】
冒頭に述べられたタイプの結像光学ユニットは、ＤＥ１０２０１８２１４４３７Ａ１、米国特許第８，０１８，６５０（Ｂ２）号、ＷＯ２０１８／０４３４３３Ａ１、米国特許第６，３５３，４７０（Ｂ１）号、および米国特許第５，２９１，３４０号から知られている。
【発明の概要】
【０００４】
本発明の目的は、冒頭に述べられたタイプの結像ＥＵＶ光学ユニットを、結像の質に対する厳しい要求を満たしつつ、ＥＵＶスループットが向上するように発展させることである。
【０００５】
本発明によれば、この目的は、請求項１に指定される特徴を有する結像ＥＵＶ光学ユニットによって実現される。

【０００６】
本発明によれば、１０°以下の結像ＥＵＶ光学ユニットの小さい偏光回転は、結像のために必要とされる結像ビーム経路内で導かれる異なるオーダーの回折の干渉の範囲内で不要なコントラストの低下を招くことなく、直線偏光された結像光の結像をも可能にすることが認識された。総偏光回転は、１０°未満であり得、８°未満であり得、７°未満であり得、６°未満であり得、５°未満であり得、また、４．５°未満であってもよい。さらに小さい総偏光回転も可能である。総偏光回転は、通例、０．１°よりも大きい。総偏光回転は、結像ＥＵＶ光学ユニット内のすべてのミラーの累積偏光回転効果を表す。
【０００７】
ＥＵＶ光学ユニットは、３つのＮＩミラーあるいは４つのＮＩミラーを備えてもよい。基本的に、特にこれよりも少ない数のＮＩミラーも可能である。
【０００８】
通例は１０％よりも大幅に小さいＥＵＶ光学ユニットの総透過率を開示する従来技術と比較して、１０％よりも大きい結像ＥＵＶ光学ユニットの総透過率は、非常に著しい向上に相当する。何故ならば、小さい絶対値の総透過率の場合に総透過率として得られる百分率はいずれも、結像ＥＵＶ光学ユニットを通じたＥＵＶスループットの大幅な向上を意味するためである。これは、特に結像ＥＵＶ光学ユニットをチップ製造用の投影露光の領域で使用する場合に、決定的な役割を果たす。
【０００９】
ＮＩミラーの総透過率、すなわち結像ＥＵＶ光学ユニットの総透過率は、１１％よりも大きくてもよく、１２％よりも大きくてもよく、１３％よりも大きくてもよく、１４％よりも大きくてもよく、１５％よりも大きくてもよく、１６％よりも大きくてもよく、１７％よりも大きくてもよく、１８％よりも大きくてもよく、また、１９％よりも大きくてもよい。総透過率は、通例、３０％未満である。
【００１０】
結像ＥＵＶ光学ユニットの像側開口数は０．５未満であってもよく、これは、結像収差の補正を容易にし、また反射率のために、ＮＩミラーへの使用可能な小さい入射角または小さい入射角帯域幅を増す。結像ＥＵＶ光学ユニットのミラーのうちの少なくとも１つは、自由曲面として設計することができ、自由曲面は、回転対称軸を利用して記述することができない。ミラーの複数またはすべてがまた、そのような自由曲面として設計されてもよい。
【００１１】
結像ＥＵＶ光学ユニットは、結像ビーム経路に沿って一連のミラーを有してもよく、そこでは、１よりも大きいアスペクト比の物体野が使用される場合、特に長視野方向の面において、最初に集光ミラーが使用され、次いで発散ミラー、さらにその後に集光ミラーが再び使用される。
【００１２】
結像ＥＵＶ光学ユニットの場合、物体面は像面と平行に延びてもよい。代替として、特に設置空間を最適化する理由から、物体面を像面に対して傾けることが可能である。
【００１３】
結像ＥＵＶ光学ユニット内のうちの少なくとも１つのミラーは、鞍型の基本形態を有してもよい。加えて、結像ＥＵＶ光学ユニット内のミラーの２つ、３つ、またはさらに多くが、鞍型の基本形態を有してもよい。
【００１４】
結像ＥＵＶ光学ユニット内の結像ビーム経路の主光線と、物体野が位置する物体面への垂線との間の主光線角度は、４．５°～７°の範囲、例えば５°～６°の範囲であってもよい。
【００１５】
ＮＩミラーの数が比較的少ないため、請求項２による結像ＥＵＶ光学ユニットは、好都合に高い総透過率を有し、それと共に、達成すべき結像の質に関する厳しい要求を満たす

ことが依然として可能であることが判明した。

【００１６】

さらに、ＥＵＶ光学ユニットの結像の質に関する高い要求も、請求項３に従って、さらなる結像収差の補正のためにＮＩミラーだけを使用すれば、すなわち、基本的に高いＥＵＶ反射率を有し得る追加的なＧＩミラーを使用しなければ、満たすことができることが明らかになった。

【００１７】

物体野と像野との間に中間像がない、請求項４による結像ＥＵＶ光学ユニットの設計は、関与するＮＩミラーに対する特に小さい入射角帯域幅の提供を可能にする。これは、特に結像ＥＵＶ光学ユニットのＮＩミラー上の、高反射コーティングの要求を満たすことを容易にする。

【００１８】

請求項４による結像ＥＵＶ光学ユニットの小さい偏光回転は、直線偏光された結像光の結像を可能にする。

【００１９】

請求項５によるミラーのうち少なくとも１つの鞍型表面設計、すなわち、互いに対して直角の反射面断面のそれぞれのミラー反射面の曲率の異なる符号は、結像ＥＵＶ光学ユニットの光学設計に特に適することが分かった。

【００２０】

請求項６によるアスペクト比は、結像する視野が、例えば３よりも大きくてもよく、５よりも大きくてもよく、８よりも大きくてもよく、また、１０よりも大きくてもよい、大きいアスペクト比を有する場合でも、小さい入射角帯域幅で結像ビーム経路を導くことを可能にする。ミラー反射面のアスペクト比は、１．７よりも大きくてもよく、２よりも大きくてもよく、また、２．５よりも大きくてもよい。ミラー反射面のこのアスペクト比は、通例、５未満である。対応するアスペクト比が、特に結像ＥＵＶ光学ユニットのＮＩミラーのうちの１つに適用されてもよい。

【００２１】

請求項７による円環野形状の像野は、良好に補正することが可能である。代替として、像野は、矩形あるいは非円環野形状の弓型に設計されてもよい。

【００２２】

結像ＥＵＶ光学ユニットの実施形態によっては、請求項８による交差領域が、ＮＩミラーへの小さい入射角の実現および／または小さい入射角帯域幅の実現につながることがあり、これらはそれぞれ、高い反射率を得る目的に有利である。

【００２３】

請求項９による設計は、特に好適であることが判明した。

【００２４】

交差領域はまた、結像ビーム経路中の最後から３つ目のミラーと最後から２つ目のミラーとの間の結像ビーム経路部分と、最後のミラーと像野との間の結像ビーム経路部分との間に存在してもよい。

【００２５】

請求項１０による物体野よりも上流の結像ビーム経路の中、すなわち物体野と像野との間の結像ビーム経路の外側、にある入射瞳は、対応する照明光学構成要素をこの入射瞳の領域内に配置することを可能にし、その結果、その他の方法では到達できない結像ＥＵＶ光学ユニットの入射瞳に結像する（image）瞳の近くに、照明光学構成要素を配置する必要がなくなる。これは、導光構成要素部品を節約し、よって同様にＥＵＶスループットを向上させる。

【００２６】

請求項１１による通過開口を有する少なくとも１つのミラーは、結像ＥＵＶ光学ユニットをオブスキュレーションされたシステムとして設計することを可能にする。結像ＥＵＶ光学ユニットは、単一オブスキュレーション型に設計することができ、そこでは、ミラー

のうち正確に１つが、結像ビーム経路を通すための通過開口を有する。代替として、そのような通過開口はまた、２つのミラーに設けられてもよく、詳細にはその場合二重オブスキュレーションのシステムが存在してもよい。そのようなミラーの通過開口は、それぞれのＮＩミラーへの小さい入射角および／または小さい入射角帯域幅をもつ設計を可能にする。代替として、結像ＥＵＶ光学ユニットはまた、非オブスキュレーション型に設計されてもよい。

【００２７】

請求項１２による光学系、請求項１３による投影露光装置、請求項１４による製造方法、および請求項１５によるマイクロ構造またはナノ構造部品の利点は、本発明による投影光学ユニットに関して上記ですでに説明された利点に対応する。投影露光装置のＥＵＶ光源は、例えば、３０ｎｍ以下、２５ｎｍ以下、２０ｎｍ以下または１３．５ｎｍ以下、１３．５ｎｍ未満、１０ｎｍ未満、８ｎｍ未満、７ｎｍ未満、６．７ｎｍまたは６．９ｎｍである使用波長が生じるように具現化され得る。６．７ｎｍ未満、特に６ｎｍのオーダーの使用波長も可能である。

【００２８】

詳細には、この投影露光装置を使用して、半導体部品、例えばメモリチップを製造することができる。

【００２９】

以下で、図面に基づいて本発明の少なくとも１つの例示的実施形態が説明される。

【図面の簡単な説明】

【００３０】

【図１】ＥＵＶ投影リソグラフィ用の投影露光装置の子午線断面を概略的に示す図である。

【図２】図１による投影露光装置内で投影レンズとして使用され得る結像ＥＵＶ光学ユニットの実施形態を子午線断面図として示す図であり、３つの選択された視野点の主光線と上コマ光線および下コマ光線との結像ビーム経路が描かれている。

【図３】この場合も各場合に図１による投影露光装置内で投影レンズとして使用可能な結像ＥＵＶ光学ユニットのさらなる実施形態を、各場合に、図２と同様の表現で示す図である。

【図４】この場合も各場合に図１による投影露光装置内で投影レンズとして使用可能な結像ＥＵＶ光学ユニットのさらなる実施形態を、各場合に、図２と同様の表現で示す図である。

【図５】この場合も各場合に図１による投影露光装置内で投影レンズとして使用可能な結像ＥＵＶ光学ユニットのさらなる実施形態を、各場合に、図２と同様の表現で示す図である。

【図６】この場合も各場合に図１による投影露光装置内で投影レンズとして使用可能な結像ＥＵＶ光学ユニットのさらなる実施形態を、各場合に、図２と同様の表現で示す図である。

【図７】この場合も各場合に図１による投影露光装置内で投影レンズとして使用可能な結像ＥＵＶ光学ユニットのさらなる実施形態を、各場合に、図２と同様の表現で示す図である。

【図８】この場合も各場合に図１による投影露光装置内で投影レンズとして使用可能な結像ＥＵＶ光学ユニットのさらなる実施形態を、各場合に、図２と同様の表現で示す図である。

【図９】この場合も各場合に図１による投影露光装置内で投影レンズとして使用可能な結像ＥＵＶ光学ユニットのさらなる実施形態を、各場合に、図２と同様の表現で示す図である。

【図１０】図９の視認方向Ｘから見た、図９による結像ＥＵＶ光学ユニットの平面図である。

【発明を実施するための形態】

【００３１】
以下の記載では、最初に、マイクロリソグラフ投影露光装置１の基本的な構成要素が図１を参照して例として説明される。投影露光装置１およびその構成要素の基本構造の説明は、ここでは制限的なものと解釈されるべきではない。
【００３２】
投影露光装置１の照明系２の一実施形態は、光源または放射線源３に加えて、物体面６内の物体野５を照明するための照明光学ユニット４を有する。代替の実施形態では、光源３は、照明系の残りの部分とは別個のモジュールとして設けられることも可能である。この場合、照明系は光源３を備えない。
【００３３】
物体野５に配置されたレチクル７は露光される。レチクル７は、レチクルホルダ８によって保持される。レチクルホルダ８は、レチクル変位駆動機構９により、特に走査方向に変位可能である。
【００３４】
説明の目的でデカルトｘｙｚ座標系が図１に示されている。ｘ方向は、図面の面に対して直角に、図面の奥側に延びる。ｙ方向は水平方向に延び、ｚ方向は垂直方向に延びる。走査方向は、図１ではｙ方向に延びる。ｚ方向は、物体面６に対して直角に延びる。
【００３５】
投影露光装置１は、投影光学ユニット１０を備える。投影光学ユニット１０は、物体野５を像面１２の像野１１に結像する（image）ための結像光学ユニットとして機能する。像面１２は、物体面６と平行に延びる。代替として、物体面６と像面１２との間の０°とは異なる角度も可能である。
【００３６】
レチクル７上の構造が、像面１２の像野１１の領域に配置されたウエハ１３の感光層に結像される。ウエハ１３は、ウエハホルダ１４によって保持される。ウエハホルダ１４は、ウエハ変位駆動機構１５により、特にｙ方向に変位可能である。第一にはレチクル変位駆動機構９によるレチクル７の変位と、第二にはウエハ変位駆動機構１５によるウエハ１３の変位は、互いと同期されるように実施され得る。
【００３７】
放射線源３は、ＥＵＶ（極端紫外線）放射線源である。放射線源３は、特にＥＵＶ放射線１６を発し、これを以下では使用放射線、照明放射線、照明光、または結像光とも称する。詳細には、使用放射線は、５ｎｍ～３０ｎｍの範囲の波長を有する。放射線源３は、プラズマ源、例えばＬＰＰ（レーザ生成プラズマ）源またはＧＤＰＰ（ガス放電生成プラズマ）源であり得る。それはまた、シンクロトロンを利用した放射線源であってもよい。放射線源３は、自由電子レーザ（ＦＥＬ）であってもよい。
【００３８】
放射線源３から発した照明放射線１６は、集光器１７によって合焦される。集光器１７は、楕円体および／または双曲面の１つまたは複数の反射面を有する集光器であってもよい。照明放射線１６は、斜入射（ＧＩ：grazing incidence）で、すなわち４５°よりも大きい入射角で、または直入射（ＮＩ：normal incidence）、すなわち４５°未満の入射角で、集光器１７の少なくとも１つの反射面に入射することができる。集光器１７は、一方においては使用放射線に対するその反射率を最適化するために、他方においては迷光を抑制するために、構造化および／またはコーティングされてもよい。
【００３９】
照明放射線１６は、集光器１７の下流で、中間焦点面１８の中間焦点を通って伝搬する。中間焦点面１８は、放射線源３および集光器１７を有する放射線源モジュールと、照明光学ユニット４との間の境目に相当することができる。
【００４０】
照明光学ユニット４は、偏向ミラー１９と、ビーム経路中でその下流に配置された第１のファセットミラー２０とを備える。偏向ミラー１９は、平面の偏向ミラーであるか、ま

たは代替として純粋な偏向効果を超えるビーム影響効果を有するミラーであってもよい。代替または追加として、偏向ミラー１９は、照明放射線１６の使用光波長を、そこから逸脱する波長の無関係の光から分離するスペクトルフィルタの形態で具現化されてもよい。第１のファセットミラー２０が、視野面である物体面６と光学的に共役である照明光学ユニット４の面に配置された場合、それは視野ファセットミラーとも称される。第１のファセットミラー２０は、多数の個々の第１のファセット２１を備え、これは以下で視野ファセットとも称する。図１は、前記ファセット２１の一部だけを例として図示している。

【００４１】

第１のファセット２１は、肉眼的ファセットとして、特に矩形ファセットとして、または弓型の縁輪郭もしくは円の一部の縁輪郭を有するファセットとして具現化されてもよい。第１のファセット２１は、平面ファセットとして、または代替的に凸もしくは凹の湾曲をもつファセットとして具現化されてもよい。

【００４２】

例えばＤＥ１０２００８００９６００Ａ１から知られているように、第１のファセット２１自体はまた、各場合に、多数の個々のミラー、特に多数のマイクロミラーから構成されてもよい。第１のファセットミラー２０は、特に微小電気機械システム（ＭＥＭＳシステム）として形成されてもよい。詳細については、ＤＥ１０２００８００９６００Ａ１が参照される。

【００４３】

照明放射線１６は、集光器１７と偏向ミラー１９との間を水平方向に、すなわちｙ方向に進む。

【００４４】

照明光学ユニット４のビーム経路中に、第２のファセットミラー２２が、第１のファセットミラー２０の下流に配置される。第２のファセットミラー２２が照明光学ユニット４の瞳面に配置される場合、それは瞳ファセットミラーとも呼ばれる。第２のファセットミラー２２はまた、照明光学ユニット４の瞳面から距離をおいて配置されてもよい。この場合、第１のファセットミラー２０と第２のファセットミラー２２の組合せは、鏡面反射体とも称される。鏡面反射体は、米国特許出願公開第２００６／０１３２７４７号、ＥＰ１６１４００８Ｂ１、および米国特許第６，５７３，９７８号から知られている。

【００４５】

第２のファセットミラー２２は、複数の第２のファセット２３を備える。瞳ファセットミラーの場合、第２のファセット２３は、瞳ファセットとも称される。

【００４６】

第２のファセット２３も同様に肉眼的ファセットであってもよく、これは例えば円形、矩形、もしくは六角形の境界を有してもよく、または代替としてマイクロミラーで構成されたファセットであってもよい。これに関しても、ＤＥ１０２００８００９６００Ａ１が同様に参照される。

【００４７】

第２のファセット２３は、平面反射面、または代替として、凸もしくは凹湾曲の反射面を有してもよい。

【００４８】

その結果、照明光学ユニット４は、二重ファセットのシステムを形成する。この基本的原理は、ハエの眼型集光器（ハエの眼インテグレータ）とも称される。

【００４９】

第２のファセットミラー２２を、投影光学ユニット１０の瞳面と光学的に共役である面に正確には配置しないことが有利であり得る。詳細には、瞳ファセットミラー２２は、例えばＤＥ１０２０１７２２０５８６Ａ１に記載されるように、投影光学ユニット１０の瞳面に対して傾くように配置され得る。

【００５０】

第２のファセットミラー２２を利用して、個々の第１のファセット２１が物体野５に結

像される。第２のファセットミラー２２は、最後のビーム成形ミラーであるか、あるいは、物体野５よりも上流のビーム経路中で照明放射線１６のための実際に最後のミラーである。

【００５１】

照明光学ユニット４の図示されないさらなる実施形態では、特に物体野５に第１のファセット２１を結像する（image）ことに寄与する伝達光学ユニットが、第２のファセットミラー２２と物体野５との間のビーム経路に配置されてもよい。伝達光学ユニットは、正確に１つのミラーを備えてもよく、または代替として２つ以上のミラーを備えてもよく、それらは照明光学ユニット４のビーム経路内に列状に配置される。伝達光学ユニットは、特に、１つもしくは２つの直入射ミラー（ＮＩミラー）および／または１つもしくは２つの斜入射ミラー（ＧＩミラー）を備えてもよい。

【００５２】

図１に示される実施形態では、照明光学ユニット４は、集光器１７の下流に正確に３つのミラー、具体的には、偏向ミラー１９、視野ファセットミラー２０、および瞳ファセットミラー２２を有する。

【００５３】

偏向ミラー１９は、照明光学ユニット４のさらなる実施形態では省くことも可能であり、その場合、照明光学ユニット４は、集光器１７の下流に正確に２つのミラー、具体的には第１のファセットミラー２０および第２のファセットミラー２２、を有することができる。

【００５４】

第２のファセット２３を用いた、または第２のファセット２３および伝達光学ユニットを使用した、物体面６への第１のファセット２１の結像は、基本的に近似的な結像に過ぎない。

【００５５】

投影光学ユニット１０は、複数のミラーＭｉを備え、これらは、投影露光装置１のビーム経路内での配置に従って連続番号が振られている。

【００５６】

図１に示される例では、投影光学ユニット１０は、６つのミラーＭ１～Ｍ６を備える。４個、８個、１０個、１２個、または任意の他の数のミラーＭｉを備える代替例が同様に可能である。投影光学ユニット１０は、二重オブスキュレーションの光学ユニットである。最後から２つ目のミラーＭ５と最後のミラーＭ６は各々、照明放射線１６のための通過開口を有する。

【００５７】

最後のミラーＭ６から像野１１に向かって導かれる結像光１６は、ミラーＭ５の通過開口を通る。結像光１６は、最後から３つ目のミラーＭ４から最後から２つ目のミラーＭ５に向かって反射された結像光１６は、ミラーＭ６の通過開口を通る。各自の通過開口の周りでは、ミラーＭ５およびＭ６は、結像光１６を導くために反射的に使用される。

【００５８】

投影光学ユニット１０は、０．２５よりも大きく、０．３よりも大きくてもよく、例えば０．３３であり得る像側開口数を有する。

【００５９】

像側開口数は通例、０．９未満、０．７５未満、０．６未満であり、０．５未満であり得る。原則として、像側開口数も、これよりも大きくてもよい。

【００６０】

ミラーＭｉの反射面は、回転対称軸のない自由曲面として具現化されてもよい。代替として、ミラーＭｉの反射面は、反射面形状の回転対称軸を正確に一つ有する非球面表面として設計されてもよい。照明光学ユニット４のミラーと同様に、ミラーＭｉは、照明放射線１６に対する高反射コーティングを有してもよい。これらのコーティングは、特にモリブデンとシリコンの交互の層を有する多層コーティングとして設計されてもよい。

【００６１】
投影光学ユニット１０は、物体野５の中心のｙ座標と像野１１の中心のｙ座標との間にｙ方向の物体－像オフセットを有する。このｙ方向の物体－像オフセットは、物体面６と像面１２との間のｚ方向距離とおよそ同じ大きさであり得る。
【００６２】
詳細には、投影光学ユニット１０は、アナモルフィックの実施形態を有することができる。詳細には、ｘ方向とｙ方向とで異なる結像スケールβ_x、β_yを有する。投影光学ユニット１０の２つの結像スケールβ_x、β_yは、好ましくは（β_x，β_y）＝（＋／－０．２５，／＋－０．１２５）にある。正の結像スケールβは、像反転を伴わない結像を意味する。結像スケールβの負の符号は、像反転を伴う結像を意味する。
【００６３】
投影光学ユニット１０は、例えば、ｘ方向、すなわち走査方向に対して直角の方向に、４：１の比のサイズ縮小を有する。
【００６４】
アナモルフィックの実施形態の場合、投影光学ユニット１０は、ｙ方向、すなわち走査方向に、８：１のサイズ縮小を有する。
【００６５】
他の結像スケールも同様に可能である。ｘ方向とｙ方向とで同じ符号および同じ絶対値を有する結像スケールも可能であり、例えば０．１２５または０．２５の絶対値を有する。
【００６６】
物体野５と像野１１との間のビーム経路中のｘ方向の中間像面の数とｙ方向の中間像面の数は、同じであっても、または投影光学ユニット１０の実施形態に応じて異なってもよい。ｘ方向とｙ方向に異なる数のそのような中間像を伴う投影光学ユニットの例が、米国特許出願公開第２０１８／００７４３０３号から知られている。
【００６７】
各場合に物体野５を照明する照明チャネルを形成するために、各場合に瞳ファセット２３のうちの１つが、視野ファセット２１のうち正確に１つに割り当てられる。詳細には、これは、ケーラーの原理による照明を生み出すことができる。遠視野は、視野ファセット２１を利用して多数の物体野５に分解される。視野ファセット２１は、それぞれに割り当てられた瞳ファセット２３に複数の中間焦点像を生成する。
【００６８】
割り当てられた瞳ファセット２３により、視野ファセット２１は、物体野５を照明する目的で互いと重畳されるように、各場合にレチクル７に結像される。物体野５の照明は、特に、可能な限り均一である。好ましくは、２％未満の均一性誤差を有する。視野の均一性は、異なる照明チャネルを重ね合わせることによって実現されてもよい。
【００６９】
投影光学ユニット１０の入射瞳の照明は、瞳ファセットの配置によって幾何学的に定義され得る。投影光学ユニット１０の入射瞳の強度分布は、照明チャネル、特に光を導光する瞳ファセットのサブセット、を選択することによって設定可能である。この強度分布は、照明設定または照明瞳充填（pupil filling）とも称される。
【００７０】
定められたように照明される、照明光学ユニット４の照明瞳の複数の区間の領域における同様に好ましい瞳の均一性は、照明チャネルの再分配によって実現され得る。
【００７１】
物体野５の、特に投影光学ユニット１０の入射瞳の、照明のさらなる態様および詳細については下記で説明する。
【００７２】
投影光学ユニット１０は、特に共心の入射瞳を有してもよい。後者は到達可能であってもよい。それはまた、到達不可能であってもよい。

【００７３】
投影光学ユニット１０の入射瞳は、通例、瞳ファセットミラー２２を使用して正確に照明することはできない。瞳ファセットミラー２２の中心をウエハ１３にテレセントリックに結像する（image）投影光学ユニット１０の結像の場合、開口光線は、単一の点で交わらないことが多い。しかし、対で求められる開口光線の距離が最小になるエリアを見つけることが可能である。このエリアは、入射瞳またはそれと共役である現実空間内のエリアに相当する。詳細には、このエリアは有限の曲率を有する。
【００７４】
投影光学ユニット１０が、タンジェンシャル方向のビーム経路とサジタル方向のビーム経路とに異なる姿勢の入射瞳を有する場合があり得る。この場合、結像要素、特に伝達光学ユニットの光学構成要素部が、第２のファセットミラー２２とレチクル７との間に設けられなければならない。この光学要素を利用して、タンジェンシャル方向の入射瞳とサジタル方向の入射瞳との異なる位置を考慮に入れることができる。
【００７５】
図１に示される照明光学ユニット４の構成要素の配置では、瞳ファセットミラー２２は、投影光学ユニット１０の入射瞳と共役のエリアに配置される。視野ファセットミラー２０は、物体面６に対して傾くように配置される。第１のファセットミラー２０は、偏向ミラー１９によって定められる配置面に対して傾けて配置される。
【００７６】
第１のファセットミラー２０は、第２のファセットミラー２２によって定められる配置面に対して傾くように配置される。
【００７７】
図２は、投影光学ユニットまたは結像光学ユニット２４のさらなる実施形態を示し、これは、図１による実施形態の投影光学ユニット１０の代わりに投影露光装置１で使用され得る。図１に関して上記ですでに説明したものに対応する構成要素および機能は、同じ参照符号を有し、詳細な説明を省略する。
【００７８】
図２は、各場合における、図２のｙ方向に互いから離間している３つの物体野点から発する３つの個々の光線２５のビーム経路を示す。描かれているのは、主光線２６、すなわち、投影光学ユニット２４の瞳面の瞳の中心を通る個々の光線２５と、各場合におけるこれら３つの物体野点の上コマ光線および下コマ光線である。物体野５から進み、主光線２６は、物体面６への垂線に対して５．２２°の角度ＣＲＡを含む。反射型レチクル７用の投影光学ユニット２４の設計は、この主光線角度ＣＲＡに起因して存在する。これは、それにより、レチクル７に入射する照明光１６のビーム経路が、レチクル７によって反射される照明光または結像光１６のビーム経路に干渉しないことを保証する。
【００７９】
投影光学ユニット２４は、０．３３の像側開口数を有する。
【００８０】
図２による投影光学ユニット２４は、計４個のミラーを有し、これらは、物体野４から進む個々の光線２５のビーム経路の順でＭ１～Ｍ４の連続番号が付されている。
【００８１】
図２は、ミラーＭ１～Ｍ４の計算された反射面の部分を示す。反射面の実際に使用される領域に、張り出し分を加えたものが、実際のミラーＭ１～Ｍ４に存在する。これらの使用反射面は、図２には示されないミラー本体によって、それ自体知られている方式で担持される。
【００８２】
図２による投影光学ユニット２４では、すべてのミラーＭ１～Ｍ４が、直角または直入射のミラーとして、すなわち、結像光１６が４５°よりも小さい入射角で入射するミラーとして、具現化される。直角入射のこれらのミラーは、ＮＩ（直入射）ミラーとも称される。

【００８３】
ミラーＭ１～Ｍ４には、結像光１６に対するミラーＭ１～Ｍ４の反射率を最適化するコーティングが付されている。これは、ルテニウムコーティング、モリブデンコーティングまたはルテニウムの最上層を有するモリブデンコーティングであり得る。これらの高反射層は、多層として具現化することができ、連続する層は異なる材料から製造され得る。交互の材料層も使用可能である。典型的な多層は、５０個の二重層を有することができ、それぞれがモリブデンの層とシリコンの層から作られる。
【００８４】
投影光学ユニット２４の総反射率を計算するために、系透過率が以下のように計算される。ガイド光線、すなわち中心物体野点の主光線、の入射角に基づいて、ミラー反射率を各ミラー表面において決定し、それらを乗算で合算して系透過率を形成する。
【００８５】
反射率の計算に関する詳細は、ＷＯ２０１５／０１４７５３Ａ１に説明されている。ＮＩミラー（直入射ミラー）の反射率に関するさらなる情報は、ＤＥ１０１５５７１１Ａに見られる。
【００８６】
投影光学ユニット２４、すなわち総数のミラーＭ１～Ｍ４、のシステムまたは総透過率は１７．５５％である。よって、平均で、４つのミラーの各個々のミラーは６４．７％程度の反射率を有する。
【００８７】
物体野５と像野１１との間の投影光学ユニット２４の結像ビーム経路における直線偏光された結像光１６の偏光回転は、およそ３．６°である。
【００８８】
ミラーＭ１～Ｍ４のどれも通過開口を有さず、前記ミラーは、間隙のない連続した領域内で反射方式で使用される。よって、ミラーＭ１～Ｍ４は、開口なしで使用される反射面を有する。
【００８９】
投影光学ユニット２４では、像野１１は、物体野５の下流の結像ビーム経路中で最初の視野である。よって、投影光学ユニット２４は中間像面を有さない。
【００９０】
物体野と像野８との間のｚ方向距離（設置長）は、およそ１７５０ｍｍである。物体野５の中心視野点と像野１１の中心視野点との間のｙ方向距離（物体－像オフセット）は、およそ１３８０ｍｍである。ｘｚ面では、投影光学ユニット２４の入射瞳が、結像ビーム経路中の物体野５からおよそ４１００ｍｍ下流に位置する。ｙｚ面では、入射瞳は、結像ビーム経路中で物体野５の１０ｍ超上流にある。よって、投影光学ユニット２４は、物体側では、良好な近似でテレセントリックである。
【００９１】
投影光学ユニット２４は、像側でテレセントリックである。
【００９２】
ウエハ１３とウエハに最も近いミラーＭ３との間の最小距離は７５ｍｍであり、この距離を作動距離とも称する。
【００９３】
投影光学ユニット２４の平均波面収差ＲＭＳは、結像光３の使用波長が１３．５ｎｍである場合、３５ｍλ未満である。
【００９４】
下の表１および表２は、投影光学ユニット２４の基本データを再度要約したものである。

【表１】

使用波長	13.5 nm
像側開口数	0.33
結像スケール	-4.00
主光線角度 CRA	5.22°
エタンデュ	7.08 mm^2
平均波面収差 RMS	33.28 m λ
総透過率	17.55%
入射瞳の位置 (x)	4101.25 mm
入射瞳の位置 (y)	-39609.53 mm
物体-像オフセット	1379.52 mm
作動距離 (M3から像野まで)	75 mm
物体野と像野の間のz方向距離	2156.00 mm
物体面と像面の間の角度	-0.0°
設置空間要件 xyz	(980 x 1703 x 1756) mm

図２の表１

【００９５】

【表２】

	M1	M2	M3	M4
最大入射角/°	10.1	14.9	23.7	17.0
最小入射角/°	2.6	11.9	16.9	3.8
ミラーの広がり (x)/mm	388.4	980.1	571.3	738.4
ミラーの広がり (y)/mm	326.4	460.3	519.4	721.4
最大ミラー直径/mm	388.7	980.2	585.1	738.9

図２の表２

【００９６】

表２に指定される広がりは、各場合に、ミラーＭ１～Ｍ４の利用反射面に関係する。

【００９７】

ミラーＭ１～Ｍ４への結像光１６の最も大きい入射角は、ミラーＭ３に存在し、そこでも２５°未満である。

【００９８】

最も小さい入射角度は、ミラーＭ１に存在し、そこで２．５°よりも大きい。最も大きい入射角帯域幅、すなわち、結像光１６の最大入射角と最小入射角との間の差は、最後のミラーＭ４に存在し、そこで１５°未満である。最も小さい入射角帯域幅は、ミラーＭ２に存在し、そこで３°である。

【００９９】

ミラーＭ１～Ｍ４はどれも、１０００mmよりも大きい直径を有さない。ｘ方向の広がりに関しては、Ｍ２ミラーが、投影光学ユニット２４の最も大きいミラーである。詳細には、ミラーＭ２は、ミラーＭ４よりもｘ方向の広がりが大きい。

【０１００】

ミラーＭ２は、大きい方のｘ方向表面広がりと小さい方のｙ方向表面広がりとのｘ／ｙアスペクト比が１．５よりも大きい反射面を有し、このアスペクト比は、投影光学ユニット２４のミラーＭ２で２．１３であり、すなわち、これは２よりも大きい。

【０１０１】

像野１１は、円環野形状であり、投影光学ユニット２４では２６０ｍｍの円環野半径を有する。像野１１のｘ方向の広がりは２６ｍｍである。像野１１のｙ方向の広がりは２．５ｍｍである。

【０１０２】

ミラーＭ１～Ｍ４は、回転対称関数によって記述できない自由曲面として具現化される。ミラーＭ１～Ｍ４のうちの少なくとも１つが回転対称の非球面として具現化される、投影光学ユニット２４の他の実施形態も可能である。すべてのミラーＭ１～Ｍ４がそのような非球面として具現化されることも可能である。

【０１０３】

自由曲面は、次の自由曲面式（式１）によって記述することができる。

【数１】

$$Z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x)(c_x x)^2 - (1 + k_y)(c_y y)^2}}$$

$$+ C_1 x + C_2 y$$
$$+ C_3 x^2 + C_4 xy + C_5 y^2$$
$$+ C_6 x^3 + \ldots + C_9 y^3$$
$$+ C_{10} x^4 + \ldots + C_{12} x^2 y^2 + \ldots + C_{14} y^4$$
$$+ C_{15} x^5 + \ldots + C_{20} y^5$$
$$+ C_{21} x^6 + \ldots + C_{24} x^3 y^3 + \ldots + C_{27} y^6$$
$$+ \ldots$$

（１）

【０１０４】

以下は、この式（１）のパラメータについて該当する。

【０１０５】

Ｚは、点ｘ，ｙにおける自由曲面のサジタル方向高さであり、$x^2 + y^2 = r^2$である。ここで、ｒは、自由曲面式の参照軸（ｘ＝０；ｙ＝０）からの距離である。

【０１０６】

自由曲面の式（１）中、C_1、C_2、C_3．．．は、ｘおよびｙの累乗としての自由曲面級数展開の係数を表す。

【０１０７】

円錐形のベース領域の場合、c_x、c_yは、対応する非球面の頂点曲率に対応する定数である。よって、c_x＝１／ＲＤＸおよびc_y＝１／ＲＤＹが該当する。k_xおよびk_yは、ＣＣＸおよびＣＣＹとも呼ばれ、各々、対応する非球面の円錐定数に対応する。よって、式（１）は、双円錐形の自由曲面を記述している。

【０１０８】

代替のあり得る自由曲面は、回転対称の参照表面から生成され得る。マイクロリソグラフィ投影露光装置の投影光学ユニットのミラーの反射面のためのそのような自由曲面は、米国特許出願公開第２００７００５８２６９号から知られている。

【０１０９】

代替として、自由曲面は、２次元のスプライン表面を利用して記述されることも可能である。この例は、ベジェ曲線または非一様有理基底スプライン（ＮＵＲＢＳ：non-uniform rational basis spline）である。例として、２次元スプライン表面は、ｘｙ面にある点のグリッドおよび関連するｚ値により、またはこれらの点およびそれに関連する勾配により記述され得る。スプライン表面のそれぞれのタイプに応じて、完成した表面は、

例えばその連続性および可微分性に関して特定の性質をもつ多項式または関数を使用する、グリッド点間の補間によって得られる。これの例は解析関数である。

【０１１０】

瞳を規定する開口絞りＡＳが、投影光学ユニット２４内のミラーＭ３の領域にまたはミラーＭ３に配置され、これは図２に示される。例として、そのような開口絞りの実現の選択肢が、ＷＯ２０１６／１８８９３４Ａ１に開示されている。瞳を規定する単一の開口絞りＡＳを有する代わりに、その効果は、瞳を規定する複数の部分絞りによって取り入れることもでき、それらは、投影光学ユニット２４内の異なる箇所に配置される。

【０１１１】

開口絞りＡＳの配置面は、投影光学ユニット２４の瞳面と一致する。

【０１１２】

投影光学ユニット２４のミラーＭ１～Ｍ４の反射面の光学設計データは、下のさらに他の表から収集され得る。

【０１１３】

表３は、像野１１のｘｙｚ座標系に関する、それぞれのミラー表面の表面原点および物体野５の一エリアの座標を指定する。

【０１１４】

１番目の列は、ｚ方向（第１の列）およびｙ方向（第２の列）における像野１１の中心にある座標原点からのそれぞれのミラーまたは物体野５の距離を指定している。

【０１１５】

表３の３番目の列は、像野１１のｘｙ面に関するミラーＭ１～Ｍ４のそれぞれの表面または物体野５の傾き値をさらに指定している。図２による実施形態では、物体野５と像野１１は、どちらもｘ軸に対して傾いておらず、互いと平行に延びている。

【０１１６】

表４は、ミラーＭ４～Ｍ１ごとに、パラメータＲＤＸ、ＲＤＹ、ＣＣＸ、ＣＣＹと、ｘおよびｙの累乗に従って並べられた、上記の式（１）に従う自由曲面の級数展開の係数C_1、C_2、C_3．．．の値とを表にしたものである。

【０１１７】

値ＲＤＸとＲＤＹとに異なる符号をもつミラーは、鞍点型またはミニマックスの基本形状である。

【表３】

z方向距離 [mm]	y方向距離 [mm]	X軸を中心とした傾き [度]
像野		
0	0	0
M4		
1052.341063	0	15.501098
M3		
85.619483	580.915378	10.659276
M2		
1817.74382	876.483984	12.560313
M1		
263.752971	1956.707604	21.254751
物体野		
2156	1379.517221	0

図２の表３

【０１１８】

【表４】

M4		
RDX	-1713.789502	
RDY	-1630.972761	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-8.808510E-02
2	1	-9.112639E-08
0	3	5.902912E-09
4	0	-3.180900E-12
2	2	5.704739E-12
0	4	-7.770599E-12
4	1	-3.760234E-14
2	3	-3.175126E-14
0	5	3.649456E-15
6	0	-2.863198E-18
4	2	-9.789031E-19
2	4	-4.265595E-18
0	6	1.071927E-17
6	1	-1.695599E-20
4	3	-2.536641E-20
2	5	-2.486809E-20
0	7	-1.099456E-19
8	0	-1.128310E-23
6	2	-6.555056E-23
4	4	-6.010323E-23
2	6	8.724420E-23
0	8	-3.350535E-22
8	1	1.669458E-25
6	3	3.233473E-25
4	5	-2.112255E-25
2	7	4.848322E-25
0	9	2.455471E-24
10	0	2.190074E-28
8	2	1.654072E-27
6	4	2.517111E-27
4	6	1.214618E-27
2	8	-3.509487E-27
0	10	4.299321E-27
10	1	-4.097278E-30
8	3	-1.609570E-29

6	5	-9.024499E-30
4	7	8.044016E-30
2	9	-7.508526E-30
0	11	-3.362530E-29
12	0	-2.817127E-33
10	2	-2.522775E-32
8	4	-5.162542E-32
6	6	-5.104284E-32
4	8	-2.182309E-33
2	10	7.275936E-32
0	12	-2.728356E-32
12	1	5.190002E-35
10	3	3.027273E-34
8	5	3.943689E-34
6	7	5.297904E-35
4	9	-1.911727E-34
2	11	2.320012E-35
0	13	2.794200E-34
14	0	2.116939E-38
12	2	2.173602E-37
10	4	5.792844E-37
6	10	-1.390506E-42
4	12	3.955854E-42
2	14	4.807288E-42
0	16	6.718872E-43
16	1	1.392492E-45
14	3	1.386113E-44
12	5	3.796803E-44
10	7	4.229694E-44
8	9	1.688964E-44
6	11	-1.295477E-44
4	13	-1.904230E-44
2	15	-6.459948E-45
0	17	2.551614E-45
18	0	1.460048E-49
16	2	1.846243E-48
14	4	6.918107E-48
12	6	1.478223E-47
10	8	1.989426E-47
8	10	1.825423E-47
6	12	-6.581802E-48
4	14	-1.409239E-47
2	16	-1.109145E-47

0	18	-2.289845E-48
18	1	-2.173200E-51
16	3	-2.660179E-50
14	5	-9.153331E-50
12	7	-1.416227E-49
10	9	-1.094782E-49
8	11	-2.473363E-50
6	13	6.467927E-50
4	15	5.298103E-50
2	17	1.907427E-50
0	19	-4.764273E-52

【０１１９】

【表５】

M3		
RDX	1944.036655	
RDY	5405.334997	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	2.182169E-01
2	1	5.374768E-07
0	3	3.368410E-08
4	0	1.882522E-10
2	2	4.814931E-10
0	4	9.895669E-11
4	1	7.788498E-13
2	3	6.655805E-13
0	5	2.429776E-14
6	0	2.933456E-16
4	2	1.882627E-15
2	4	6.696989E-16
0	6	-7.402579E-16
6	1	1.696766E-18
4	3	3.040842E-18
2	5	-1.099018E-18
0	7	1.814895E-18
8	0	-8.465651E-23
6	2	4.816016E-22
4	4	8.508120E-21
2	6	1.060992E-20
0	8	7.815341E-20
8	1	-1.116409E-23
6	3	-6.898817E-23
4	5	2.846265E-22
2	7	2.976935E-22
0	9	4.324007E-22
10	0	8.024701E-27
8	2	-1.231676E-25
6	4	-4.735824E-25
4	6	4.278970E-24
2	8	2.128412E-24
0	10	-1.134089E-25
10	1	3.040809E-28
8	3	8.683881E-28

6	5	-2.322014E-28
4	7	3.424304E-26
2	9	6.179735E-27
0	11	-1.054361E-26
12	0	-1.638002E-32
10	2	6.917495E-30
8	4	2.450668E-29
6	6	5.925965E-30
4	8	1.642812E-28
2	10	-2.386667E-30
0	12	-4.589280E-29
12	1	5.026753E-34
10	3	6.136948E-32
8	5	1.827506E-31
6	7	-5.298501E-32
4	9	4.686861E-31
2	11	-6.146641E-32
0	13	-7.460826E-32
14	0	-5.233984E-38
12	2	-4.272331E-35
10	4	1.957149E-34
8	6	6.365410E-34
6	8	-8.208325E-34
4	10	6.365528E-34
2	12	-9.232637E-35
0	14	1.442545E-35
14	1	-5.558016E-38
12	3	-7.260530E-37
10	5	-1.903403E-37
8	7	8.690662E-37
6	9	-4.244290E-36
4	11	-4.302095E-37
2	13	3.732467E-37
0	15	1.478303E-37
16	0	-1.929915E-41
14	2	-7.147137E-40
12	4	-4.323496E-39
10	6	-2.917091E-39
8	8	-1.008731E-39
6	10	-1.177587E-38
4	12	-3.455714E-39
2	14	1.787315E-39

0	16	-1.865963E-40
16	1	-2.080615E-43
14	3	-3.260409E-42
12	5	-1.215807E-41
10	7	-7.904989E-42
8	9	-5.382044E-42
6	11	-1.880333E-41
4	13	-6.327925E-42
2	15	3.223156E-42
0	17	-1.083953E-42
18	0	-3.356665E-48
16	2	-6.570102E-46
14	4	-6.355054E-45
12	6	-1.648753E-44
10	8	-9.404019E-45
8	10	-7.297624E-45
6	12	-1.636786E-44
4	14	-5.552461E-45
2	16	2.837263E-45
0	18	-1.406749E-45
18	1	-5.363855E-51
16	3	-6.119500E-49
14	5	-4.576056E-48
12	7	-8.682921E-48
10	9	-4.344941E-48
8	11	-3.501716E-48
6	13	-6.055526E-48
4	15	-2.007776E-48
2	17	1.012732E-48
0	19	-6.280638E-49

【０１２０】

【表６】

M2		
RDX	-3324.566351	
RDY	-9483.274483	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-3.382629E-01
2	1	-1.071863E-07
0	3	2.867961E-08
4	0	3.646136E-12
2	2	2.026522E-11
0	4	2.338237E-11
4	1	-2.380059E-14
2	3	-2.851575E-14
0	5	2.370796E-14
6	0	1.375465E-18
4	2	1.816337E-17
2	4	3.689470E-17
0	6	-3.927614E-17
6	1	-8.861441E-21
4	3	-3.345473E-20
2	5	-5.108831E-20
0	7	1.254309E-18
8	0	3.214031E-24
6	2	3.953073E-23
4	4	-1.934866E-22
2	6	-3.485323E-21
0	8	-1.529886E-20
8	1	-2.518043E-26
6	3	-2.114232E-25
4	5	1.267461E-24
2	7	2.626988E-23
0	9	-4.949649E-23
10	0	-2.549859E-29
8	2	-5.812428E-29
6	4	1.698673E-27
4	6	2.527500E-26
2	8	1.669312E-25
0	10	1.375769E-24
10	1	3.780417E-31
8	3	1.499086E-30

6	5	-2.212016E-30
4	7	-3.564862E-28
2	9	-2.508847E-27
0	11	-4.841319E-27
12	0	1.526141E-34
10	2	-1.668335E-33
8	4	-6.543909E-33
6	6	-1.789348E-31
4	8	1.133507E-30
2	10	4.120133E-30
0	12	-2.166689E-29
12	1	-2.725810E-36
10	3	-5.983401E-36
8	5	-4.725667E-35
6	7	2.372085E-33
4	9	9.674447E-33
2	11	6.880258E-32
0	13	2.104488E-31
14	0	-5.145899E-40
12	2	2.019986E-38
10	4	6.151038E-38
8	6	2.982274E-37
6	8	-1.709548E-35
4	10	-1.023535E-34
2	12	-4.192489E-34
0	14	-5.171864E-34
14	1	8.441310E-42
12	3	-1.255458E-41
10	5	5.441572E-40
8	7	5.400383E-39
6	9	7.253605E-38
4	11	3.560909E-37
2	13	6.153482E-37
0	15	-4.737862E-37
16	0	1.009312E-45
14	2	-8.690749E-44
12	4	-7.389234E-43
10	6	-1.046126E-41
8	8	-5.665240E-41
6	10	-1.456557E-40
4	12	-2.825150E-40
2	14	2.217120E-39

0	16	5.617953E-39
16	1	-5.943041E-48
14	3	4.510326E-46
12	5	5.758296E-45
10	7	5.731059E-44
8	9	2.046469E-43
6	11	-1.864067E-44
4	13	-1.444615E-42
2	15	-1.058514E-41
0	17	-1.377045E-41
18	0	-1.479107E-51
16	2	3.466199E-50
14	4	-1.381294E-48
12	6	-1.826969E-47
10	8	-1.325469E-46
8	10	-3.175971E-46
6	12	5.512598E-46
4	14	4.037566E-45
2	16	1.675399E-44
0	18	1.574392E-44
18	1	5.882889E-54
16	3	-1.000900E-52
14	5	2.138644E-51
12	7	1.999396E-50
10	9	1.122599E-49
8	11	1.704435E-49
6	13	-6.225197E-49
4	15	-3.181412E-48
2	17	-9.754343E-48
0	19	-7.315424E-48

【０１２１】

【表７】

M1		
RDX	-1202.543664	
RDY	-1250.239722	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-1.608492E-01
2	1	-4.553729E-06
0	3	3.531343E-06
4	0	-5.383125E-08
2	2	-1.036445E-08
0	4	1.175888E-08
4	1	-3.605367E-10
2	3	-7.632990E-12
0	5	1.276139E-11
6	0	5.814080E-13
4	2	-7.904053E-13
2	4	-2.462679E-15
0	6	-7.187144E-16
6	1	5.227958E-15
4	3	-3.444078E-16
2	5	-4.638409E-18
0	7	-9.529463E-18
8	0	4.879792E-17
6	2	1.595287E-17
4	4	6.873424E-19
2	6	2.433790E-20
0	8	-1.420795E-21
8	1	3.140876E-19
6	3	1.635033E-20
4	5	-2.822595E-22
2	7	3.354631E-23
0	9	2.177824E-24
10	0	-1.129971E-22
8	2	6.858662E-22
6	4	-4.976489E-24
4	6	-1.902997E-24
2	8	-9.626517E-26
0	10	-1.972173E-27
10	1	-5.070592E-25
8	3	3.244055E-25

6	5	-2.529376E-27
4	7	8.607357E-29
2	9	-1.435733E-28
0	11	1.735592E-30
12	0	-2.123660E-26
10	2	-2.078327E-28
8	4	-7.541069E-28
6	6	3.280078E-29
4	8	1.534835E-30
2	10	5.992828E-32
0	12	1.406172E-33
12	1	-1.759678E-28
10	3	3.964315E-30
8	5	-4.740502E-31
6	7	2.032458E-33
4	9	-1.583307E-33
2	11	5.971554E-35
0	13	-3.170590E-36
14	0	-2.925593E-31
12	2	-5.349341E-31
10	4	1.124492E-32
8	6	1.238620E-33
6	8	-6.048986E-35
4	10	-1.482595E-36
2	12	-1.615024E-37
0	14	3.224503E-39
14	1	-1.840085E-33
12	3	-6.484121E-34
10	5	4.202589E-36
8	7	8.323025E-37
6	9	1.140934E-38
4	11	2.886884E-39
2	13	-8.325232E-42
0	15	3.719157E-42
16	0	-3.096944E-38
14	2	-4.575138E-36
12	4	5.179296E-38
10	6	-3.239485E-38
8	8	-1.873420E-39
6	10	1.283441E-40
4	12	2.020349E-42
2	14	2.576550E-43

0	16	-6.193179E-45
16	1	-6.350078E-41
14	3	-5.622070E-39
12	5	9.077445E-40
10	7	-6.493625E-41
8	9	-2.768084E-42
6	11	1.025629E-43
4	13	-2.297136E-45
2	15	1.238093E-46
0	17	-5.677907E-48
18	0	-1.005481E-44
16	2	-1.322724E-45
14	4	-3.415610E-42
12	6	8.359513E-43
10	8	-5.006957E-44
8	10	-1.314784E-45
6	12	1.840471E-47
4	14	-2.599925E-48
2	16	-6.227256E-50
0	18	5.924167E-52
18	1	-9.759547E-48
16	3	3.668009E-47
14	5	-8.212843E-46
12	7	2.482996E-46
10	9	-1.427232E-47
8	11	-1.974772E-49
6	13	-4.441671E-51
4	15	-6.928630E-52
2	17	-4.009669E-53
0	19	1.054394E-54

図２の表４

【０１２２】

図３は、投影光学ユニットまたは結像光学ユニット２７のさらなる実施形態を示し、これは、図１による実施形態の投影光学ユニット１０の代わりに投影露光装置１で使用され得る。図１および図２に関して、特に図２に関して上記ですでに説明したものに対応する構成要素および機能は、同じ参照符号で示され、詳細な説明を省略する。

【０１２３】

像野１１の円環野半径は、投影光学ユニット２７では８０ｍｍである。投影光学ユニット２７では、ｘ方向およびｙ方向の像野寸法は、投影光学ユニット２４の場合と同じである。

【０１２４】

光学設計のコアパラメータを、投影光学ユニット２７との関係で以下に再度表にしている。

【表８】

使用波長	13.5 nm
像側開口数	0.25
結像スケール	-4.00
主光線角度 CRA	5.86°
エタンデュ	4.06 mm^2
平均波面収差 RMS	17.57 m λ
総透過率	17.59%
入射瞳の位置 (x)	4095.77 mm
入射瞳の位置 (y)	-40778.74 mm
物体-像オフセット	1413.37 mm
作動距離 (M3から像野まで)	81 mm
物体野と像野の間のz方向距離	2156.00 mm
物体面と像面の間の角度	0.0°
設置空間要件 xyz	(758 x 1600 x 1742) mm

図３の表１

【０１２５】

【表９】

	M1	M2	M3	M4
最大入射角/°	9.4	14.8	22.9	15.5
最小入射角/°	3.9	12.5	17.9	5.3
ミラーの広がり (x)/mm	306.2	758.3	431.7	560.4
ミラーの広がり (y)/mm	252.8	353.9	393.7	543.4
最大ミラー直径/mm	306.8	758.4	437.0	561.0

図３の表２

【０１２６】

ミラーＭ１～Ｍ４への結像光１６の最も大きい入射角は、ミラーＭ３にあり、２２．９°である。よって、すべての個々の光線について２５°未満の入射角が、投影光学ユニット２７のすべてのミラーＭ１～Ｍ４に存在する。

【０１２７】

最小の入射角は、ミラーＭ１に存在し、３．９°である。最小の入射角と最大の入射角との間の入射角帯域幅は、すべてのミラーＭ１～Ｍ４で１０°未満であり、ミラーＭ１～Ｍ３の各々については６°以下である。最も小さい入射角帯域幅、すなわち、最大入射角と最小入射角との差は、ミラーＭ２に存在し、そこで２．５°未満である。

【０１２８】

ミラーＭ１～Ｍ４のどれも、７６０ｍｍよりも大きい直径を有さない。ｘ方向の広がりに関しては、ミラーＭ２が最も大きいミラーである。詳細には、ミラーＭ２は、投影光学ユニット２７の最後のミラーＭ４よりもｘ方向の広がりが大きい。

【０１２９】

平均波面収差ＲＭＳは、投影光学ユニット２７では２０ｍλ未満である。

【０１３０】

投影光学ユニット２７の像側開口数は０．２５である。

【０１３１】

表面広がりの最大ｘ／ｙアスペクト比は、投影光学ユニット２７ではミラーＭ２にあり

、そこで２．１４である。
【０１３２】
総透過率は、投影光学ユニット２７では１７．５９％である。
【０１３３】
物体野５と像野１１との間の投影光学ユニット２７の結像ビーム経路における直線偏光された結像光１６の偏光回転は、およそ２．８°である。
【０１３４】
図３による投影光学ユニット２７の光学設計データが、図２による実施形態に関連してすでに上記で説明されたものと同じ形式で以下の表にまとめられる。
【表１０】

z方向距離 [mm]	y方向距離 [mm]	X軸を中心とした傾き [度]
像野		
0	0	0
M4		
1052.151834	0	15.511974
M3		
85.639487	581.289186	10.665766
M2		
1816.248985	876.871977	12.551063
M1		
262.173154	1956.763329	21.244435
物体野		
2156	1413.368133	0

図３の表３
【０１３５】

【表１１】

M4		
RDX	-1718.361974	
RDY	-1630.972683	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-8.958776E-02
2	1	-9.203320E-08
0	3	5.439527E-09
4	0	-3.058412E-12
2	2	6.174640E-12
0	4	-7.522104E-12
4	1	-3.783620E-14
2	3	-3.220679E-14
0	5	2.647345E-15
6	0	-2.301182E-18
4	2	-1.017562E-18
2	4	-3.208626E-18
0	6	1.298458E-17
6	1	-3.692393E-20
4	3	-5.869952E-20
2	5	-5.103198E-20
0	7	-8.809417E-20
8	0	-5.073881E-23
6	2	-1.098772E-22
4	4	1.183205E-23
2	6	4.135545E-23
0	8	-4.805095E-22
8	1	1.404190E-24
6	3	3.088309E-24
4	5	1.822223E-24
2	7	1.581019E-24
0	9	2.506186E-24
10	0	2.036646E-27
8	2	7.583794E-27
6	4	3.749259E-27
4	6	-1.063745E-27
2	8	-1.846348E-27
0	10	7.439352E-27
10	1	-5.308849E-29
8	3	-1.791125E-28

6	5	-1.699788E-28
4	7	-6.460812E-29
2	9	-3.708372E-29
0	11	-4.750018E-29
12	0	-4.826737E-32
10	2	-2.550668E-31
8	4	-2.809812E-31
6	6	-1.296886E-31
4	8	2.312623E-32
2	10	3.322372E-32
0	12	-6.684701E-32
12	1	1.188398E-33
10	3	5.588491E-33
8	5	7.828409E-33
6	7	5.177536E-33
4	9	1.146493E-33
2	11	5.680166E-34
0	13	6.281564E-34
14	0	6.629312E-37
12	2	4.558611E-36
10	4	7.529084E-36
8	6	7.867152E-36
6	8	3.746548E-36
4	10	-5.719726E-37
2	12	-1.080816E-37
0	14	3.392424E-37
14	1	-1.563712E-38
12	3	-9.550645E-38
10	5	-1.836836E-37
8	7	-1.763546E-37
6	9	-9.076810E-38
4	11	-5.780125E-39
2	13	-6.975318E-39
0	15	-5.708644E-39
16	0	-4.898875E-42
14	2	-4.175324E-41
12	4	-8.952951E-41
10	6	-1.316286E-40
8	8	-1.457488E-40
6	10	-3.561932E-41
4	12	7.311069E-42
2	14	-3.710146E-42

0	16	-1.471567E-42
16	1	1.118489E-43
14	3	8.433103E-43
12	5	2.085672E-42
10	7	2.699934E-42
8	9	2.123616E-42
6	11	7.511531E-43
4	13	-6.338613E-44
2	15	6.709825E-44
0	17	3.389982E-44
18	0	1.505551E-47
16	2	1.541238E-46
14	4	4.023052E-46
12	6	7.133920E-46
10	8	1.119568E-45
8	10	9.361065E-46
6	12	2.247014E-47
4	14	-2.050393E-47
2	16	2.884056E-47
0	18	5.387059E-48
18	1	-3.355919E-49
16	3	-3.009031E-48
14	5	-9.134997E-48
12	7	-1.488706E-47
10	9	-1.589345E-47
8	11	-1.004847E-47
6	13	-1.880511E-48
4	15	5.475794E-49
2	17	-3.047415E-49
0	19	-9.727850E-50

【０１３６】

【表１２】

M3		
RDX	1950.769311	
RDY	5405.33455	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	2.211959E-01
2	1	5.363149E-07
0	3	3.395479E-08
4	0	1.864443E-10
2	2	4.823368E-10
0	4	9.157018E-11
4	1	7.645753E-13
2	3	6.891428E-13
0	5	-2.570660E-14
6	0	2.467281E-16
4	2	1.618139E-15
2	4	8.325315E-16
0	6	-8.820476E-16
6	1	6.337835E-19
4	3	2.254354E-19
2	5	-4.831058E-19
0	7	1.843931E-18
8	0	1.040700E-21
6	2	-6.931574E-21
4	4	-5.203138E-21
2	6	1.117601E-20
0	8	7.896627E-20
8	1	2.520620E-23
6	3	-7.530962E-23
4	5	2.702727E-22
2	7	2.957338E-22
0	9	4.321044E-22
10	0	2.324394E-27
8	2	1.716953E-25
6	4	-3.636255E-25
4	6	4.395988E-24
2	8	2.130226E-24
0	10	-1.174848E-25
10	1	-2.162324E-28
8	3	1.562169E-27

6	5	2.219468E-29
4	7	3.452406E-26
2	9	6.192937E-27
0	11	-1.053470E-26
12	0	-1.345201E-30
10	2	3.487516E-30
8	4	2.301171E-29
6	6	6.508609E-30
4	8	1.638736E-28
2	10	-2.420174E-30
0	12	-4.587658E-29
12	1	-2.759759E-32
10	3	5.445478E-32
8	5	1.784350E-31
6	7	-4.197042E-32
4	9	4.689537E-31
2	11	-6.143645E-32
0	13	-7.467778E-32
14	0	9.162545E-36
12	2	-4.524112E-34
10	4	2.012209E-34
8	6	6.747699E-34
6	8	-7.939156E-34
4	10	6.439473E-34
2	12	-9.179677E-35
0	14	1.444574E-35
14	1	2.497393E-38
12	3	-3.240023E-36
10	5	1.046025E-37
8	7	9.506375E-37
6	9	-4.333504E-36
4	11	-4.314460E-37
2	13	3.739944E-37
0	15	1.480508E-37
16	0	-4.495069E-41
14	2	2.446468E-39
12	4	-8.023350E-39
10	6	-2.675986E-39
8	8	-9.165381E-40
6	10	-1.193130E-38
4	12	-3.489656E-39
2	14	1.791866E-39

0	16	-1.871617E-40
16	1	2.125963E-42
14	3	3.071722E-41
12	5	-1.554874E-42
10	7	-1.564685E-41
8	9	-2.155536E-42
6	11	-1.761698E-41
4	13	-6.269715E-42
2	15	3.245717E-42
0	17	-1.082520E-42
18	0	1.924996E-46
16	2	2.443271E-44
14	4	1.066775E-43
12	6	1.074146E-44
10	8	-3.435471E-44
8	10	5.302669E-45
6	12	-1.291405E-44
4	14	-5.259902E-45
2	16	2.876640E-45
0	18	-1.397427E-45
18	1	3.244719E-48
16	3	5.195045E-47
14	5	1.079975E-46
12	7	9.818738E-49
10	9	-2.530050E-47
8	11	9.709033E-48
6	13	-3.512977E-48
4	15	-1.753958E-48
2	17	1.035584E-48
0	19	-6.191131E-49

【０１３７】

【表１３】

M2		
RDX	-3324.161871	
RDY	-9483.273952	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-3.352548E-01
2	1	-1.066975E-07
0	3	2.828071E-08
4	0	3.674763E-12
2	2	2.111023E-11
0	4	1.836277E-11
4	1	-2.399790E-14
2	3	-2.765283E-14
0	5	7.073497E-14
6	0	1.435970E-18
4	2	1.591669E-17
2	4	-5.270059E-19
0	6	-5.617890E-16
6	1	-9.649586E-21
4	3	-2.256619E-20
2	5	4.525704E-19
0	7	5.503615E-18
8	0	1.066142E-23
6	2	1.909708E-22
4	4	4.811811E-22
2	6	-8.495791E-21
0	8	-3.175982E-20
8	1	-1.732938E-25
6	3	-1.299077E-24
4	5	-2.361479E-24
2	7	6.539053E-23
0	9	-4.459133E-23
10	0	-2.078057E-28
8	2	-3.119694E-27
6	4	-2.336766E-26
4	6	-3.032869E-26
2	8	-3.098679E-26
0	10	1.492980E-24
10	1	5.797700E-30
8	3	6.751324E-29

6	5	3.639691E-28
4	7	3.180267E-28
2	9	-2.168906E-27
0	11	-4.723878E-27
12	0	2.019976E-33
10	2	-5.852430E-33
8	4	-2.695835E-31
6	6	-1.615166E-30
4	8	-1.625220E-30
2	10	6.437924E-30
0	12	-2.309351E-29
12	1	-7.225996E-35
10	3	-7.881430E-34
8	5	-1.560118E-33
6	7	6.447943E-35
4	9	1.555573E-32
2	11	5.635467E-32
0	13	2.076124E-31
14	0	-8.318004E-39
12	2	5.361877E-37
10	4	8.027278E-36
8	6	1.445372E-35
6	8	8.520528E-36
4	10	-1.298243E-34
2	12	-4.262780E-34
0	14	-5.039513E-34
14	1	3.970989E-40
12	3	1.164289E-39
10	5	-3.866255E-38
8	7	-1.459056E-38
6	9	1.196716E-37
4	11	4.874640E-37
2	13	7.427533E-37
0	15	-4.298059E-37
16	0	-1.748162E-45
14	2	-4.270297E-42
12	4	-3.026188E-41
10	6	1.248911E-40
8	8	-1.998889E-40
6	10	-1.050110E-39
4	12	-1.788739E-40
2	14	2.544837E-39

0	16	5.525771E-39
16	1	-5.109127E-46
14	3	1.840306E-44
12	5	1.588798E-43
10	7	-3.775213E-43
8	9	8.934178E-43
6	11	3.463040E-42
4	13	-4.296729E-42
2	15	-1.423987E-41
0	17	-1.439764E-41
18	0	3.907694E-50
16	2	5.376711E-48
14	4	-4.447702E-47
12	6	-3.808184E-46
10	8	9.638937E-46
8	10	-1.626263E-45
6	12	-5.468425E-45
4	14	1.260476E-44
2	16	2.570582E-44
0	18	1.785736E-44
18	1	-2.187170E-52
16	3	-1.302474E-50
14	5	6.509474E-50
12	7	3.255861E-49
10	9	-1.115572E-48
8	11	1.261492E-48
6	13	3.423631E-48
4	15	-1.147906E-47
2	17	-1.714431E-47
0	19	-9.157444E-48

【０１３８】

【表１４】

M1		
RDX	-1202.543882	
RDY	-1250.019936	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-1.563425E-01
2	1	-4.531102E-06
0	3	3.532752E-06
4	0	-5.415418E-08
2	2	-1.030738E-08
0	4	1.175951E-08
4	1	-3.615123E-10
2	3	-7.628358E-12
0	5	1.275970E-11
6	0	5.882071E-13
4	2	-7.905420E-13
2	4	-2.531874E-15
0	6	-7.172501E-16
6	1	5.248282E-15
4	3	-3.433417E-16
2	5	-4.593723E-18
0	7	-9.529411E-18
8	0	4.858136E-17
6	2	1.596273E-17
4	4	6.863731E-19
2	6	2.438932E-20
0	8	-1.421542E-21
8	1	3.137142E-19
6	3	1.636644E-20
4	5	-2.829057E-22
2	7	3.344288E-23
0	9	2.180154E-24
10	0	-1.507050E-22
8	2	6.871118E-22
6	4	-4.947241E-24
4	6	-1.900225E-24
2	8	-9.619657E-26
0	10	-1.974095E-27
10	1	-5.922204E-25
8	3	3.235591E-25

6	5	-2.634030E-27
4	7	8.633161E-29
2	9	-1.435327E-28
0	11	1.737266E-30
12	0	-2.089061E-26
10	2	-2.240346E-28
8	4	-7.627932E-28
6	6	3.269388E-29
4	8	1.531835E-30
2	10	5.986287E-32
0	12	1.407014E-33
12	1	-1.774134E-28
10	3	3.891570E-30
8	5	-4.738407E-31
6	7	2.078089E-33
4	9	-1.588538E-33
2	11	6.002127E-35
0	13	-3.174629E-36
14	0	-2.659417E-31
12	2	-5.413750E-31
10	4	1.100674E-32
8	6	1.246581E-33
6	8	-6.055077E-35
4	10	-1.488641E-36
2	12	-1.616775E-37
0	14	3.230342E-39
14	1	-1.707796E-33
12	3	-6.490427E-34
10	5	4.220081E-36
8	7	8.171585E-37
6	9	1.153092E-38
4	11	2.891004E-39
2	13	-8.898599E-42
0	15	3.717090E-42
16	0	-6.969664E-37
14	2	-4.371025E-36
12	4	6.033881E-38
10	6	-3.223343E-38
8	8	-1.884409E-39
6	10	1.286094E-40
4	12	2.026228E-42
2	14	2.579207E-43

0	16	-6.194114E-45
16	1	-1.805419E-39
14	3	-5.737127E-39
12	5	9.048566E-40
10	7	-6.520915E-41
8	9	-2.755574E-42
6	11	1.022544E-43
4	13	-2.309566E-45
2	15	1.237944E-46
0	17	-5.667040E-48
18	0	1.714397E-42
16	2	-1.467642E-42
14	4	-3.943840E-42
12	6	8.266524E-43
10	8	-5.059477E-44
8	10	-1.316345E-45
6	12	1.795255E-47
4	14	-2.619794E-48
2	16	-6.312609E-50
0	18	5.841591E-52
18	1	2.298365E-45
16	3	-3.955873E-46
14	5	-1.143973E-45
12	7	2.469066E-46
10	9	-1.452947E-47
8	11	-2.061163E-49
6	13	-4.538537E-51
4	15	-7.007726E-52
2	17	-4.054179E-53
0	19	1.042343E-54

図３の表４

【０１３９】

図４は、投影光学ユニットまたは結像光学ユニット２８のさらなる実施形態を示し、これは、図１による実施形態の投影光学ユニット１０の代わりに投影露光装置１で使用され得る。図１～図３に関して、特に図２および図３に関して上記ですでに説明したものに対応する構成要素および機能は、同じ参照符号で示され、詳細な説明を省略する。

【０１４０】

投影光学ユニット２８の像野１１は矩形であり、像野１１のｘ方向の広がりは２６ｍｍである。像野１１のｙ方向の広がりは２．５ｍｍである。

【０１４１】

開口絞りＡＳは、結像光１６のビーム経路中のミラーＭ３とミラーＭ４との間に位置する入射瞳の領域に配置され得る。

【０１４２】

下の表１および表２は、投影光学ユニット２８の基本データを再度要約したものである

。

【表１５】

使用波長	13.5 nm
像側開口数	0.28
結像スケール	-4.00
主光線角度 CRA	4.99°
エタンデュ	5.10 mm^2
平均波面収差 RMS	105.11 mλ
総透過率	19.21%
入射瞳の位置 (x)	-1787.10 mm
入射瞳の位置 (y)	-1744.09 mm
物体-像オフセット	959.98 mm
作動距離 (M3から像野まで)	77 mm
物体野と像野の間のz方向距離	2155.72 mm
物体面と像面の間の角度	0.0°
設置空間要件 xyz	(740 x 1289 x 1808) mm

図４の表１

【０１４３】

【表１６】

	M1	M2	M3	M4
最大入射角°	7.0	10.3	18.0	7.0
最小入射角°	2.6	9.4	6.5	2.6
ミラーの広がり (x)/mm	464.9	418.3	236.1	739.6
ミラーの広がり (y)/mm	277.2	293.6	228.5	717.7
最大ミラー直径/mm	465.7	419.3	236.8	740.4

図４の表２

【０１４４】

ミラーＭ１～Ｍ４は各々、結像光１６のすべての個々の光線について１２°未満の非常に小さい入射角帯域幅を有する。２°未満、さらには１°未満の非常に小さい入射角帯域幅が、投影光学ユニット２８のミラーＭ２に存在する。ミラーＭ１～Ｍ４への絶対入射角も各場合にかなり小さく、具体的には、すべての個々の光線について２０°未満である。ミラーＭ１およびＭ４では、これらの絶対入射角は、すべての個々の光線について１０°未満、さらには８°未満ですらある。

【０１４５】

投影光学ユニット２８のミラーＭ１～Ｍ４のどれも、７５０ｍｍよりも大きい直径を有さない。

【０１４６】

表面広がりの最大ｘ／ｙアスペクト比は、投影光学ユニット２８ではミラーＭ１にあり、そこで１．６８である。

【０１４７】

投影光学ユニット２８の像側開口数は０．２８である。

【０１４８】

投影光学ユニット２８は、１９．２１％の総透過率を有する。

【０１４９】

物体野５と像野１１との間の投影光学ユニット２８の結像ビーム経路における直線偏光された結像光１６の偏光回転は、およそ０°である。

【０１５０】

投影光学ユニット２８の入射瞳は、ｘｚ面とｙｚ面の両方で結像ビーム経路中の物体野５の上流にあり、具体的には、結像ビーム経路中の物体野５のおよそ１７５０ｍｍ上流にある。詳細には、照明光学ユニット４の瞳ファセットミラーがそこに配置されてもよい。

【０１５１】

図４による投影光学ユニット２８の光学設計データが、図２による実施形態に関連してすでに上記で説明されたものと同じ形式で以下の表にまとめられる。

【表１７】

z方向距離 [mm]	y方向距離 [mm]	X軸を中心とした傾き [度]
像野		
0	0	0
M4		
1265.259208	0	-4.891753
M3		
87.643865	-203.060378	2.252342
M2		
1874.587205	-658.154257	4.467444
M1		
344.596382	-801.522927	-0.176651
物体野		
2155.723202	-959.975992	0

図４の表３

【０１５２】

【表１８】

M4		
RDX	-1459.985984	
RDY	-1471.16496	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-7.411356E-04
2	1	-1.817703E-09
0	3	-1.142046E-10
4	0	-4.505287E-12
2	2	-9.337127E-12
0	4	-5.218128E-12
4	1	-8.902935E-16
2	3	-3.582759E-16
0	5	3.062720E-15
6	0	-2.276580E-18
4	2	-6.683108E-18
2	4	-7.875132E-18
0	6	-1.488301E-18
6	1	-3.286883E-21
4	3	-1.470188E-20
2	5	-4.386099E-20
0	7	-8.991473E-20
8	0	-3.452340E-24
6	2	-2.155999E-23
4	4	-4.893344E-23
2	6	2.633672E-23
0	8	8.990355E-23
8	1	3.023767E-26
6	3	2.218767E-25
4	5	4.968627E-25
2	7	9.922682E-25
0	9	1.014563E-24
10	0	3.887180E-29
8	2	2.997838E-28
6	4	9.380474E-28
4	6	1.137132E-27
2	8	-7.444560E-28
0	10	-1.439654E-27
10	1	-1.408401E-31
8	3	-2.327731E-30

6	5	-4.951165E-30
4	7	-8.803809E-30
2	9	-1.213767E-29
0	11	-6.185665E-30
12	0	-4.045153E-34
10	2	-3.641017E-33
8	4	-9.553028E-33
6	6	-2.308243E-32
4	8	-1.346996E-32
2	10	8.564910E-33
0	12	9.433408E-33
12	1	5.750699E-38
10	3	1.233052E-35
8	5	3.313836E-35
6	7	4.657227E-35
4	9	7.419267E-35
2	11	7.392669E-35
0	13	2.015834E-35
14	0	2.183652E-39
12	2	2.402104E-38
10	4	5.321841E-38
8	6	1.569644E-37
6	8	2.211418E-37
4	10	6.886862E-38
2	12	-4.654317E-38
0	14	-2.643409E-38
14	1	9.268157E-43
12	3	-2.473635E-41
10	5	-9.401326E-41
8	7	-1.324523E-40
6	9	-1.694528E-40
4	11	-2.350844E-40
2	13	-1.759871E-40
0	15	-2.796266E-41
16	0	-4.747404E-45
14	2	-6.265481E-44
12	4	-1.401714E-43
10	6	-3.678372E-43
8	8	-8.212117E-43
6	10	-6.930776E-43
4	12	-1.249946E-43
2	14	9.437368E-44
0	16	2.016067E-44

【０１５３】

【表１９】

M3		
RDX	993.417469	
RDY	1047.579204	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-1.740816E-03
2	1	-1.564476E-07
0	3	-2.242914E-07
4	0	5.071709E-10
2	2	1.035067E-09
0	4	6.298150E-10
4	1	-5.531917E-13
2	3	-1.604328E-12
0	5	-2.083537E-12
6	0	1.291818E-15
4	2	4.819062E-15
2	4	8.579477E-15
0	6	8.389321E-15
6	1	1.331430E-17
4	3	3.811486E-17
2	5	1.325720E-16
0	7	2.818392E-16
8	0	7.660155E-20
6	2	-5.114559E-20
4	4	-8.478639E-20
2	6	-1.440522E-18
0	8	-2.876140E-18
8	1	-2.248822E-21
6	3	-6.556521E-21
4	5	-1.744590E-20
2	7	-3.022254E-20
0	9	-2.113127E-20
10	0	-1.236249E-23
8	2	2.701220E-23
6	4	1.738656E-24
4	6	9.451001E-23
2	8	3.054578E-22
0	10	3.596652E-22
10	1	1.689984E-25
8	3	5.727559E-25

6	5	1.428133E-24
4	7	3.256573E-24
2	9	3.468505E-24
0	11	2.388918E-25
12	0	1.215538E-27
10	2	-3.416089E-27
8	4	-3.094976E-27
6	6	3.846174E-28
4	8	-2.371755E-26
2	10	-3.317170E-26
0	12	-2.051409E-26
12	1	-5.749715E-30
10	3	-2.619638E-29
8	5	-6.240658E-29
6	7	-1.669648E-28
4	9	-2.781630E-28
2	11	-2.001536E-28
0	13	4.202469E-29
14	0	-6.120780E-32
12	2	1.794892E-31
10	4	4.684304E-31
8	6	-2.924202E-31
6	8	5.736029E-31
4	10	2.234436E-30
2	12	1.801868E-30
0	14	4.752822E-31
14	1	5.404010E-35
12	3	4.390788E-34
10	5	1.069309E-33
8	7	3.263713E-33
6	9	7.175869E-33
4	11	8.656268E-33
2	13	4.525034E-33
0	15	-1.508141E-33
16	0	1.221936E-36
14	2	-3.237546E-36
12	4	-1.768236E-35
10	6	2.943503E-36
8	8	9.790991E-36
6	10	-4.485353E-35
4	12	-7.093981E-35
2	14	-3.856464E-35
0	16	-1.425716E-36

【０１５４】

【表２０】

M2		
RDX	-12328.55323	
RDY	-14249.78736	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	8.441191E-03
2	1	1.702516E-08
0	3	3.597981E-08
4	0	-3.195563E-12
2	2	-3.584015E-12
0	4	-7.192425E-12
4	1	-1.273679E-15
2	3	9.673514E-15
0	5	7.429591E-15
6	0	-2.337422E-17
4	2	-4.113079E-17
2	4	-3.482538E-16
0	6	-1.250780E-15
6	1	3.393081E-19
4	3	-4.824056E-19
2	5	-1.266943E-18
0	7	1.087581E-17
8	0	1.841089E-21
6	2	4.421445E-21
4	4	9.901407E-21
2	6	6.548610E-20
0	8	1.270313E-19
8	1	-3.530077E-23
6	3	1.269091E-23
4	5	1.448321E-22
2	7	8.086313E-23
0	9	-2.340839E-21
10	0	-9.053332E-26
8	2	-2.749048E-25
6	4	-6.741347E-25
4	6	-1.346474E-24
2	8	-6.445753E-24
0	10	-5.433212E-24
10	1	1.704017E-27
8	3	1.130479E-27

6	5	-8.654484E-27
4	7	-1.541699E-26
2	9	-2.554007E-27
0	11	2.001114E-25
12	0	2.615771E-30
10	2	1.047683E-29
8	4	2.303065E-29
6	6	4.357951E-29
4	8	8.176319E-29
2	10	3.392389E-28
0	12	2.950021E-28
12	1	-3.884804E-32
10	3	-7.029084E-32
8	5	2.130590E-31
6	7	6.452493E-31
4	9	8.960452E-31
2	11	1.072324E-31
0	13	-8.072254E-30
14	0	-4.143649E-35
12	2	-2.319745E-34
10	4	-4.466640E-34
8	6	-3.691570E-34
6	8	-5.126553E-34
4	10	-1.115748E-33
2	12	-8.633275E-33
0	14	-1.693128E-32
14	1	3.398984E-37
12	3	1.036930E-36
10	5	-1.454444E-36
8	7	-9.455322E-36
6	9	-1.608054E-35
4	11	-2.270646E-35
2	13	-3.120909E-36
0	15	1.281055E-34
16	0	2.797219E-40
14	2	2.191745E-39
12	4	4.806919E-39
10	6	-3.144938E-39
8	8	-1.834862E-38
6	10	-3.041114E-38
4	12	-4.437899E-38
2	14	7.810250E-38
0	16	3.822764E-37

【０１５５】

【表２１】

M1		
RDX	-4049.940492	
RDY	-4011.364431	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-5.481922E-03
2	1	-6.747788E-09
0	3	-1.583252E-08
4	0	2.277802E-13
2	2	2.117441E-12
0	4	9.949218E-12
4	1	4.564205E-17
2	3	-1.739245E-14
0	5	-1.227968E-13
6	0	7.151025E-18
4	2	-2.590453E-17
2	4	1.793620E-17
0	6	1.120764E-15
6	1	-1.604675E-19
4	3	1.004635E-19
2	5	3.727676E-18
0	7	2.164669E-17
8	0	-5.441412E-22
6	2	1.816302E-21
4	4	8.206931E-21
2	6	-1.697825E-20
0	8	-3.319486E-19
8	1	1.302569E-23
6	3	-4.434767E-24
4	5	-3.219492E-23
2	7	-5.340782E-22
0	9	-1.457772E-21
10	0	2.421402E-26
8	2	-4.261739E-26
6	4	-5.147908E-25
4	6	-7.349540E-25
2	8	3.211751E-24
0	10	3.694368E-23
10	1	-5.067503E-28
8	3	-1.989270E-28

6	5	2.259795E-27
4	7	2.745965E-27
2	9	4.114472E-26
0	11	3.673559E-26
12	0	-5.865349E-31
10	2	-3.692018E-32
8	4	1.402344E-29
6	6	3.771171E-29
4	8	2.747047E-29
2	10	-2.713491E-28
0	12	-2.126680E-27
12	1	9.300679E-33
10	3	1.282166E-32
8	5	-5.168761E-32
6	7	-1.174732E-31
4	9	-1.259425E-31
2	11	-1.596138E-30
0	13	1.951698E-31
14	0	7.321206E-36
12	2	1.458921E-35
10	4	-1.658061E-34
8	6	-7.491998E-34
6	8	-1.098496E-33
4	10	-4.891952E-34
2	12	1.091569E-32
0	14	6.247808E-32
14	1	-6.524460E-38
12	3	-1.594904E-37
10	5	3.026949E-37
8	7	1.614172E-36
6	9	1.830610E-36
4	11	2.652557E-36
2	13	2.417602E-35
0	15	-1.697322E-35
16	0	-3.709766E-41
14	2	-1.443243E-40
12	4	6.063705E-40
10	6	5.172541E-39
8	8	1.082790E-38
6	10	1.302819E-38
4	12	4.199247E-39
2	14	-1.692833E-37
0	16	-7.411635E-37

図４の表４

【０１５６】

図５は、投影光学ユニットまたは結像光学ユニット２９のさらなる実施形態を示し、これは、図１による実施形態の投影光学ユニット１０の代わりに投影露光装置１で使用され得る。図１～図４に関して、特に図２～図４に関して上記ですでに説明したものに対応する構成要素および機能は、同じ参照符号で示され、詳細な説明を省略する。

【０１５７】

投影光学ユニット２９の基本設計は、例えばＤＥ１０２０１８２１４４３７Ａ１の図２の実施形態のものと同様である。

【０１５８】
最初の２つのミラーＭ１およびＭ２は、完全に反射式に使用され、２つの後続のミラーＭ３およびＭ４は各々、投影光学ユニット２９の結像ビーム経路内で結像光１６を通すための通過開口３０、３１を有する。
【０１５９】
通過開口３０のために、ミラーＭ３の総反射面の２５．３％がオブスキュレーションされる。通過開口３１のために、ミラーＭ４の総反射面の２５．６％がオブスキュレーションされる。
【０１６０】
投影光学ユニット２９は、０．３３の像側開口数を有する。
【０１６１】
投影光学ユニット２９の像野１１は矩形である。像野１１は、２６ｍｍのｘ方向広がりおよび２．５ｍｍのｙ方向広がりを有する。
【０１６２】
瞳面が、ミラーＭ３とミラーＭ４との間の結像ビーム経路中に存在する。図５に示されるように、開口絞りＡＳがそこに配置されてもよい。
【０１６３】
総透過率は、投影光学ユニット２９では１７．２８％である。
【０１６４】
物体野５と像野１１との間の投影光学ユニット２９の結像ビーム経路における直線偏光された結像光１６の偏光回転は、およそ０°である。
【０１６５】
物体－像オフセットは、投影光学ユニット２９では投影光学ユニット２７および２８よりも大幅に小さく、投影光学ユニット２９ではおよそ２００ｍｍである。
【０１６６】
光学設計のコアパラメータを、この場合は投影光学ユニット２９との関係で以下に再度表にまとめる。
【表２２】

使用波長	13.5 nm
像側開口数	0.33
結像スケール	-4.00
主光線角度 CRA	5.00°
エタンデュ	7.08 mm^2
平均波面収差 RMS	50.64 m λ
総透過率	17.28%
入射瞳の位置 (x)	2812.91 mm
入射瞳の位置 (y)	2964.98 mm
物体-像オフセット	203.26 mm
作動距離 (M3から像野まで)	75 mm
物体野と像野の間のz方向距離	2385.61 mm
物体面と像面の間の角度	-0.0°
設置空間要件 xyz	(1096 x 1070 x 2051) mm

図５の表１
【０１６７】

【表２３】

	M1	M2	M3	M4
最大入射角°	26.2	23.5	9.5	3.3
最小入射角°	14.4	13.2	0.2	0.2
ミラーの広がり (x)/mm	164.8	235.0	381.0	1096.1
ミラーの広がり (y)/mm	92.7	152.7	370.7	1069.6
最大ミラー直径/mm	165.4	235.8	381.7	1096.1

図５の表２

【０１６８】

非常に小さい入射角が投影光学ユニット２９のミラーＭ３およびＭ４各々に存在し、各個々の光線について、これらは１０°未満である。最も大きい入射角は、ミラーＭ４で５°未満であり、さらには４°未満である。

【０１６９】

反射面広がりの最大ｘ／ｙアスペクト比は、投影光学ユニット２９ではミラーＭ１にあり、そこで１．７７である。

【０１７０】

ミラーＭ１～Ｍ４はどれも、１１００ｍｍよりも大きい直径を有さない。

【０１７１】

図５による投影光学ユニット２９の光学設計データが、図２による実施形態に関連してすでに上記で説明されたものと同じ形式で以下の表にまとめられる。

【表２４】

z方向距離 [mm]	y方向距離 [mm]	X軸を中心とした傾き [度]
像野		
0	0	0
M4		
1602.762713	0	-0.221361
M3		
85.563209	-10.89504	-0.7957
M2		
2105.234774	28.179636	17.232651
M1		
1916.355899	161.567845	15.328909
物体野		
2385.606084	203.256135	0

図５の表３

【０１７２】

【表２５】

M4		
RDX	-1896.612449	
RDY	-1898.000451	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	-2.774952E-10
0	3	-2.592514E-10
4	0	-2.034136E-12
2	2	-4.046657E-12
0	4	-2.193125E-12
4	1	-4.941871E-17
2	3	-8.317272E-17
0	5	-5.068573E-16
6	0	-6.915420E-19
4	2	-2.075615E-18
2	4	-2.142960E-18
0	6	1.472719E-19
6	1	2.263475E-23
4	3	-6.450748E-23
2	5	-4.341871E-22
0	7	1.229492E-21
8	0	-1.981639E-25
6	2	-6.187089E-25
4	4	-1.265732E-24
2	6	6.304428E-26
0	8	-3.359561E-24
8	1	-3.685176E-28
6	3	-5.177311E-28
4	5	1.189740E-27
2	7	3.423550E-27
0	9	-2.160284E-27
10	0	-1.601533E-31
8	2	-2.591068E-30
6	4	-1.846959E-30
4	6	3.998578E-30
2	8	-6.319116E-30
0	10	7.185171E-30
10	1	1.889933E-33
8	3	6.119518E-33

6	5	-1.288347E-33
4	7	-1.151201E-32
2	9	-1.915542E-32
0	11	-3.586685E-34
12	0	6.058319E-37
10	2	1.343291E-35
8	4	1.890085E-35
6	6	-1.512723E-35
4	8	-4.940575E-35
2	10	2.593279E-35
0	12	-6.752728E-36
12	1	-4.796194E-39
10	3	-2.305475E-38
8	5	-1.913224E-38
6	7	2.577847E-38
4	9	4.190837E-38
2	11	5.627113E-38
0	13	1.060108E-38
14	0	-1.657266E-42
12	2	-3.773344E-41
10	4	-8.364551E-41
8	6	-2.694547E-41
6	8	1.502360E-40
4	10	1.967819E-40
2	12	-6.174345E-41
0	14	-4.860142E-42
14	1	4.836337E-45
12	3	2.918613E-44
10	5	5.068683E-44
8	7	2.594062E-47
6	9	-5.659188E-44
4	11	-5.363765E-44
2	13	-6.584444E-44
0	15	-1.482130E-44
16	0	1.655768E-48
14	2	4.016054E-47
12	4	1.199545E-46
10	6	1.177798E-46
8	8	-7.418456E-47
6	10	-3.348069E-46
4	12	-2.699080E-46
2	14	6.040288E-47
0	16	1.017435E-47

【０１７３】

【表２６】

M3		
RDX	2152.094958	
RDY	2170.791343	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	4.621465E-09
0	3	4.171487E-09
4	0	1.490248E-10
2	2	2.950115E-10
0	4	1.607555E-10
4	1	9.401010E-15
2	3	1.629859E-14
0	5	1.123310E-13
6	0	1.525762E-16
4	2	4.530267E-16
2	4	4.915723E-16
0	6	-4.203565E-16
6	1	-4.795272E-21
4	3	-2.488879E-20
2	5	5.671921E-19
0	7	-2.369938E-18
8	0	6.258650E-22
6	2	2.102143E-21
4	4	4.441941E-21
2	6	-2.712567E-21
0	8	1.865416E-20
8	1	5.860996E-25
6	3	1.447554E-23
4	5	3.167383E-24
2	7	-3.814351E-23
0	9	3.809653E-23
10	0	-2.394789E-26
8	2	-7.996981E-26
6	4	-3.002289E-25
4	6	-4.293578E-25
2	8	2.253172E-25
0	10	-3.830409E-25
10	1	2.027308E-29
8	3	-7.461065E-28

6	5	-1.039090E-27
4	7	2.731521E-28
2	9	1.890663E-27
0	11	-1.427744E-28
12	0	8.323626E-31
10	2	2.959543E-30
8	4	1.387158E-29
6	6	2.704898E-29
4	8	2.693460E-29
2	10	-8.501992E-30
0	12	4.197506E-30
12	1	-1.084649E-33
10	3	1.565999E-32
8	5	4.332552E-32
6	7	2.326563E-32
4	9	-1.735573E-32
2	11	-4.887520E-32
0	13	-7.735360E-33
14	0	-1.502837E-35
12	2	-5.727984E-35
10	4	-3.132230E-34
8	6	-7.367812E-34
6	8	-1.015308E-33
4	10	-7.698205E-34
2	12	1.705278E-34
0	14	-1.365811E-35
14	1	1.231658E-38
12	3	-1.099287E-37
10	5	-5.353450E-37
8	7	-6.055353E-37
6	9	-1.346645E-37
4	11	2.629146E-37
2	13	4.961818E-37
0	15	1.062565E-37
16	0	1.107682E-40
14	2	4.675367E-40
12	4	2.782630E-39
10	6	7.946130E-39
8	8	1.216237E-38
6	10	1.382898E-38
4	12	8.159712E-39
2	14	-1.356714E-39
0	16	-4.702174E-41

【０１７４】

【表２７】

M2		
RDX	-1923.1304	
RDY	-2219.473474	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	-5.748117E-08
0	3	-5.004139E-08
4	0	4.009398E-11
2	2	6.746734E-11
0	4	-1.594106E-10
4	1	-1.230988E-14
2	3	-5.006134E-14
0	5	-3.174698E-12
6	0	5.542537E-17
4	2	4.325988E-16
2	4	-1.568903E-15
0	6	5.226648E-14
6	1	-2.656489E-18
4	3	-1.430353E-17
2	5	-3.423005E-18
0	7	5.628867E-16
8	0	-5.365074E-21
6	2	-1.468642E-19
4	4	-9.741380E-20
2	6	1.308915E-18
0	8	-1.410339E-17
8	1	4.972131E-22
6	3	2.366641E-21
4	5	1.210811E-20
2	7	4.231993E-21
0	9	-7.738693E-20
10	0	2.736194E-25
8	2	3.243836E-23
6	4	6.849828E-23
4	6	-4.760068E-25
2	8	-5.749294E-22
0	10	2.976643E-21
10	1	-5.763081E-26
8	3	-2.920835E-25

6	5	-1.414582E-24
4	7	-4.641822E-24
2	9	-1.429389E-24
0	11	6.416399E-24
12	0	8.738299E-30
10	2	-3.688634E-27
8	4	-1.252427E-26
6	6	-1.708211E-26
4	8	3.385225E-27
2	10	1.397095E-25
0	12	-4.367528E-25
12	1	3.426769E-30
10	3	2.091941E-29
8	5	7.711087E-29
6	7	3.839325E-28
4	9	7.460093E-28
2	11	2.815766E-28
0	13	-5.627423E-29
14	0	-1.572900E-33
12	2	2.085214E-31
10	4	9.511523E-31
8	6	2.105344E-30
6	8	2.965991E-30
4	10	-2.065715E-31
2	12	-1.641397E-29
0	14	3.933252E-29
14	1	-7.846332E-35
12	3	-6.205612E-34
10	5	-1.047769E-33
8	7	-1.182934E-32
6	9	-2.637610E-32
4	11	-4.848910E-32
2	13	-2.268051E-32
0	15	-2.243898E-32
16	0	4.842555E-38
14	2	-4.655643E-36
12	4	-2.666823E-35
10	6	-6.958593E-35
8	8	-1.815569E-34
6	10	-1.816555E-34
4	12	-7.206911E-35
2	14	7.115489E-34
0	16	-1.638864E-33

【０１７５】

【表２８】

M1		
RDX	1755.063305	
RDY	2147.601582	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	1.184699E-07
0	3	9.573008E-08
4	0	-1.428257E-10
2	2	-2.292500E-10
0	4	4.643347E-10
4	1	-2.924438E-14
2	3	1.123224E-13
0	5	2.386181E-11
6	0	-1.557101E-16
4	2	-1.199582E-15
2	4	2.034369E-14
0	6	-4.478883E-13
6	1	5.281243E-17
4	3	1.609890E-16
2	5	6.441107E-17
0	7	-1.432148E-14
8	0	-2.071742E-21
6	2	9.858022E-19
4	4	-1.727492E-18
2	6	-3.838913E-17
0	8	3.742033E-16
8	1	-2.372994E-20
6	3	-5.674282E-20
4	5	-3.447810E-19
2	7	-1.578190E-19
0	9	7.142425E-18
10	0	1.144218E-23
8	2	-6.459108E-22
6	4	-3.927221E-22
4	6	3.937244E-21
2	8	4.270203E-20
0	10	-2.443914E-19
10	1	5.927660E-24
8	3	1.757922E-23

6	5	7.237423E-23
4	7	3.537100E-22
2	9	1.449351E-22
0	11	-2.532107E-21
12	0	-3.266350E-27
10	2	1.813940E-25
8	4	4.934095E-25
6	6	-2.791265E-25
4	8	-3.336562E-24
2	10	-2.685800E-23
0	12	1.091363E-22
12	1	-7.321071E-28
10	3	-2.950208E-27
8	5	-7.408885E-27
6	7	-5.487276E-26
4	9	-1.424537E-25
2	11	-8.244894E-26
0	13	5.001853E-25
14	0	4.113048E-31
12	2	-2.295726E-29
10	4	-1.048887E-28
8	6	-1.347135E-28
6	8	1.452659E-28
4	10	1.243200E-27
2	12	8.407264E-27
0	14	-2.887808E-26
14	1	3.482369E-32
12	3	1.831772E-31
10	5	1.965410E-31
8	7	3.080072E-30
6	9	9.355299E-30
4	11	2.367852E-29
2	13	1.770252E-29
0	15	-3.765155E-29
16	0	-1.986410E-35
14	2	1.093730E-33
12	4	6.966547E-33
10	6	1.404361E-32
8	8	3.229483E-32
6	10	-4.917594E-32
4	12	-1.139920E-31
2	14	-1.017838E-30
0	16	3.372124E-30

図５の表４

【０１７６】

図６は、投影光学ユニットまたは結像光学ユニット３２のさらなる実施形態を示し、これは、図１による実施形態の投影光学ユニット１０の代わりに投影露光装置１で使用され得る。図１～図５に関して、特に図２～図５に関して上記ですでに説明したものに対応する構成要素および機能は、同じ参照符号で示され、詳細な説明を省略する。

【０１７７】

図５による投影光学ユニット２９と対照的に、図６による投影光学ユニット３２では、物体面６は像面１２に対して平行ではなく、それに対して傾いている。投影光学ユニット

３２では、物体面６と像面１２との間の角度は８．３°である。したがって、この角度は１０°未満である。

【０１７８】

光学設計のコアパラメータを、この場合は投影光学ユニット３２との関係で以下に再度表にまとめる。

【表２９】

使用波長	13.5 nm
像側開口数	0.33
結像スケール	-4.00
主光線角度 CRA	5.00°
エタンデュ	7.08 mm^2
平均波面収差 RMS	61.41 m λ
総透過率	17.37%
入射瞳の位置 (x)	1883.14 mm
入射瞳の位置 (y)	1601.18 mm
物体-像オフセット	109.39 mm
作動距離 (M3から像野まで)	75 mm
物体野と像野の間のz方向距離	2156.00 mm
物体面と像面の間の角度	-8.3°
設置空間要件 xyz	(997 x 975 x 1797) mm

図６の表１

【０１７９】

【表３０】

	M1	M2	M3	M4
最大入射角/°	24.6	26.0	9.3	3.9
最小入射角/°	11.5	13.7	0.0	0.2
ミラーの広がり (x)/mm	157.3	217.9	399.7	997.0
ミラーの広がり (y)/mm	91.7	161.9	392.3	975.0
最大ミラー直径/mm	157.7	218.9	400.0	997.8

図６の表２

【０１８０】

反射面広がりの最大ｘ／ｙアスペクト比は、投影光学ユニット３２ではミラーＭ１にあり、そこで１．７１である。

【０１８１】

投影光学ユニット３２の総透過率は１７．３７％である。

【０１８２】

物体野５と像野１１との間の投影光学ユニット３２の結像ビーム経路における直線偏光された結像光１６の偏光回転は、およそ１．４°である。

【０１８３】

通過開口３０のために、ミラーＭ３の総反射面の２４．４％がオブスキュレーションされる。通過開口３１のために、ミラーＭ４の総反射面の２６．０％がオブスキュレーションされる。図６による投影光学ユニット３２の光学設計データが、図２による実施形態に関連してすでに上記で説明されたものと同じ形式で以下の表にまとめられる。

【０１８４】

【表３１】

z方向距離 [mm]	y方向距離 [mm]	X軸を中心とした傾き [度]
像野		
0	0	0
M4		
1458.185065	0	-0.266921
M3		
83.461902	-13.009742	-0.41328
M2		
1848.166908	-2.599705	19.513997
M1		
1676.945301	137.885982	21.303345
物体野		
2155.999495	109.392218	8.298895

図６の表３

【０１８５】

【表３２】

M4		
RDX	-1781.351688	
RDY	-1786.933058	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	-1.577032E-09
0	3	-8.754015E-10
4	0	-2.763784E-12
2	2	-5.361566E-12
0	4	-3.499969E-12
4	1	-4.349902E-16
2	3	-6.866580E-16
0	5	-1.333906E-15
6	0	-1.125273E-18
4	2	-3.285566E-18
2	4	-3.499881E-18
0	6	2.469208E-18
6	1	-1.123221E-22
4	3	-3.026120E-22
2	5	-5.826308E-22
0	7	1.299257E-21
8	0	-3.212716E-25
6	2	-1.473202E-24
4	4	-2.399569E-24
2	6	-2.873776E-25
0	8	-1.250687E-23
8	1	-7.893464E-29
6	3	-2.928983E-28
4	5	-6.749919E-28
2	7	-5.553059E-28
0	9	3.807155E-27
10	0	-3.727491E-31
8	2	-8.324067E-31
6	4	-1.256065E-30
4	6	9.537689E-32
2	8	-4.272432E-30
0	10	2.378393E-29
10	1	9.290659E-36
8	3	-9.638184E-34

6	5	1.581225E-33
4	7	6.223740E-34
2	9	6.475910E-33
0	11	-1.673891E-32
12	0	3.309670E-37
10	2	1.698787E-37
8	4	-4.077089E-37
6	6	-1.640044E-36
4	8	-4.464894E-36
2	10	4.555441E-36
0	12	-1.966704E-35
12	1	3.665695E-41
10	3	3.355117E-39
8	5	1.871653E-39
6	7	-2.898512E-39
4	9	2.752840E-39
2	11	-1.316362E-38
0	13	1.823380E-38

【０１８６】

【表３３】

M3		
RDX	2756.438197	
RDY	2799.881003	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	2.336844E-08
0	3	9.616894E-09
4	0	1.269254E-10
2	2	2.433646E-10
0	4	1.560478E-10
4	1	3.072222E-14
2	3	4.943873E-14
0	5	1.421980E-13
6	0	1.106007E-16
4	2	3.153900E-16
2	4	3.619385E-16
0	6	-8.704664E-16
6	1	4.815942E-20
4	3	9.375829E-20
2	5	1.372310E-19
0	7	-1.144889E-18
8	0	1.649856E-22
6	2	6.191820E-22
4	4	1.055121E-21
2	6	-1.063376E-21
0	8	2.048025E-20
8	1	-2.720588E-25
6	3	2.436473E-24
4	5	3.138023E-24
2	7	4.993968E-24
0	9	-1.149177E-23
10	0	-6.073156E-28
8	2	-2.606917E-27
6	4	-1.922072E-27
4	6	-1.107514E-26
2	8	2.608892E-26
0	10	-2.485678E-25
10	1	1.344650E-29
8	3	-2.550393E-29

6	5	-1.370734E-28
4	7	-2.756973E-29
2	9	-1.957515E-28
0	11	3.747474E-28
12	0	8.548938E-33
10	2	5.122573E-32
8	4	6.687237E-32
6	6	9.839367E-32
4	8	2.203827E-31
2	10	-1.748925E-31
0	12	1.270232E-30
12	1	-1.425391E-34
10	3	-4.555582E-35
8	5	1.494223E-33
6	7	1.459523E-33
4	9	-5.314405E-34
2	11	2.176709E-33
0	13	-2.586810E-33

【０１８７】

【表３４】

M2		
RDX	-2362.925822	
RDY	-2065.32297	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	-1.601565E-07
0	3	-8.212809E-08
4	0	1.256633E-10
2	2	2.273679E-10
0	4	-3.792821E-10
4	1	-5.883858E-14
2	3	-1.282392E-13
0	5	-4.030038E-12
6	0	3.481209E-16
4	2	8.356580E-16
2	4	-2.299657E-16
0	6	7.799752E-14
6	1	-1.826514E-18
4	3	-2.126057E-18
2	5	2.370234E-17
0	7	3.766295E-16
8	0	-3.663222E-20
6	2	-8.479403E-20
4	4	-1.636193E-20
2	6	3.559382E-20
0	8	-1.031778E-17
8	1	2.040449E-22
6	3	-1.116659E-21
4	5	1.574054E-21
2	7	-7.064762E-21
0	9	-1.718828E-20
10	0	2.834490E-24
8	2	8.990412E-24
6	4	6.428969E-24
4	6	-8.874749E-24
2	8	2.605661E-23
0	10	8.388679E-22
10	1	-1.561690E-26
8	3	1.232149E-25

6	5	-5.193271E-27
4	7	-5.693922E-25
2	9	1.290030E-24
0	11	6.105191E-25
12	0	-8.680887E-29
10	2	-3.818533E-28
8	4	-4.550999E-28
6	6	3.301563E-28
4	8	6.066363E-28
2	10	-3.096519E-27
0	12	-2.959578E-26
12	1	4.264558E-31
10	3	-4.018665E-30
8	5	-6.089999E-30
6	7	4.389431E-29
4	9	3.597680E-29
2	11	-9.006648E-29
0	13	-3.287759E-29

【０１８８】

【表３５】

M1		
RDX	1802.158337	
RDY	1383.333286	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	3.055289E-07
0	3	1.588269E-07
4	0	-3.233031E-10
2	2	-6.599977E-10
0	4	1.769134E-09
4	1	-7.323518E-14
2	3	7.857463E-13
0	5	2.871263E-11
6	0	-2.170601E-15
4	2	-5.922462E-15
2	4	1.141578E-14
0	6	-1.133979E-12
6	1	1.102227E-17
4	3	1.534716E-17
2	5	-8.062953E-16
0	7	-7.331779E-15
8	0	5.452183E-19
6	2	1.822246E-18
4	4	5.345617E-19
2	6	-3.704703E-18
0	8	4.846948E-16
8	1	6.366046E-22
6	3	4.847363E-20
4	5	-5.123540E-20
2	7	5.804308E-19
0	9	2.023231E-19
10	0	-7.833507E-23
8	2	-3.460998E-22
6	4	-3.977246E-22
4	6	8.773183E-22
2	8	-2.790707E-21
0	10	-1.266135E-19
10	1	-3.898393E-25
8	3	-1.076683E-23

6	5	-8.909172E-24
4	7	6.160100E-23
2	9	-2.833607E-22
0	11	1.946035E-22
12	0	4.510808E-27
10	2	2.752066E-26
8	4	3.836562E-26
6	6	-4.564857E-26
4	8	-1.917629E-25
2	10	1.179558E-24
0	12	1.431623E-23
12	1	3.899648E-29
10	3	7.419905E-28
8	5	1.765702E-27
6	7	-9.379213E-27
4	9	-8.205350E-27
2	11	5.723353E-26
0	13	-1.509316E-26

図６の表４

【０１８９】

図７は、投影光学ユニットまたは結像光学ユニット３３のさらなる実施形態を示し、これは、図１による実施形態の投影光学ユニット１０の代わりに投影露光装置１で使用され得る。図１～図６に関して、特に図２～図６に関して上記ですでに説明したものに対応する構成要素および機能は、同じ参照符号で示され、詳細な説明を省略する。

【０１９０】

投影光学ユニット３３の像側開口数は０．３３である。

【０１９１】

平均波面収差ＲＭＳは、投影光学ユニット３３では４７．２ｍλである。

【０１９２】

入射瞳のｘ方向位置は、結像ビーム経路中の物体野５の５ｍ超下流にある。投影光学ユニット３３の入射瞳のｙ方向位置は、結像ビーム経路中の物体野５の８ｍ超上流にある。よって、投影光学ユニット３３でも、良好な近似で物体側テレセントリック性がある。

【０１９３】

総透過率は、投影光学ユニット３３では１５．６％である。

【０１９４】

物体野５と像野１１との間の投影光学ユニット３３の結像ビーム経路における直線偏光された結像光１６の偏光回転は、およそ０．５°である。

【０１９５】

上記で説明したすべての投影光学ユニットは、結像ビーム経路に沿って直線状に伝搬する結像光１６に対して非常に小さい偏光回転効果を有するように設計される。結像ビーム経路に沿って物体野５と像野１１との間を伝搬する直線偏光された結像光１６は、１０°未満、７°未満であり、また、５°未満であってもよい偏光回転を受ける。この偏光回転は、投影光学ユニット２８および２９では非常に小さく、特に１°未満であってもよい。基本的に、偏光回転は０°よりも大きい。

【０１９６】

投影光学ユニット３３は、６．０°の主光線角度ＣＲＡを有する。
【０１９７】
投影光学ユニット３３の物体面６と像面１２との間には８．６°の傾き角度がある。
【０１９８】
物体－像オフセットは、投影光学ユニット３３では４１５ｍｍである。
【０１９９】
ｘ／ｙ方向の設置空間要件は、投影光学ユニット３３では１４５０ｍｍである。
【０２００】
ウエハに最も近いミラーと像野１１との間の作動距離は、投影光学ユニット３３では５０ｍｍである。
【０２０１】
投影光学ユニット３３では、物体野５とミラーＭ１との間の結像ビーム経路部分が、ミラーＭ２とミラーＭ３との間の結像ビーム経路部分と、交差領域３４内で交差する。
【０２０２】
投影光学ユニット３３のミラーＭ１～Ｍ４はまた、自由曲面の反射面を有する。投影光学ユニット３３のミラーＭ１～Ｍ４のこれらの自由曲面は、G.W. Forbes, Optics Express, 2012, vol. 20, no. 3, pages 2483 to 2499による専門記事「Characterizing the shape of freeform optics」に説明される表面式によって記述することができる。そのような表面記述を有する自由曲面は、Ｆｏｒｂｅｓ自由曲面とも呼ばれる。
【０２０３】
Ｆｏｒｂｅｓ自由曲面の式は以下である。
【数２】

$$z(h,\theta)=\frac{\rho h^2}{1+\sqrt{1-(1+\kappa)\rho^2h^2}}+\frac{\sqrt{1-\kappa\rho^2h^2}}{\sqrt{1-(1+\kappa)\rho^2h^2}}u^2\left(1-u^2\right)\sum_{n=0}^{N}a_n^0Q_n^0\left(u^2\right)$$
$$+\frac{\sqrt{1-\kappa\rho^2h^2}}{\sqrt{1-(1+\kappa)\rho^2h^2}}\sum_{m=1}^{M}u^m\sum_{n=0}^{N}\left[a_n^m\cos(m\theta)+b_n^m\sin(m\theta)\right]Q_n^m\left(u^2\right)$$

(２)

【０２０４】
以下は、この式（２）のパラメータについて該当する。
ｚは、点ｈ，θにおける自由曲面の垂下であり、ｈはこの点の径方向座標であり、θは方位座標である：
ｕ＝ｈ／ＮＨは、正規化された径方向座標である；
ρは、曲率、すなわち半径曲率ＲＤの逆数である；
κは、円錐定数であり、すなわち上の表の値ＣＣに対応する；
Q^m_nは、前述したＦｏｒｂｅｓによる専門記事に記載される単位円に対する直交多項式である。
【０２０５】
投影光学ユニット３３の光学設計データは、以下の表１および表２から収集され得る。下の表２の係数は、上記式（２）の係数
【数３】
a_n^m

である。係数
【０２０６】
【数４】

b_n^m

はゼロである。

【０２０７】

図７による投影光学ユニット３３の光学設計データが、図２による実施形態に関連してすでに上記で説明されたものと同じ形式で以下の表にまとめられる。

【表３６】

z方向距離 [mm]	y方向距離 [mm]	X軸を中心とした傾き [度]
像野		
0	0	0
M4		
499.479655	-1.252109	-14.266825
M3		
129.297951	-202.71356	0.224322
M2		
1450.112914	-934.129645	23.188425
M1		
74.84813	-503.522568	7.398378
物体野		
2080.169381	-412.759825	-8.55828

図７の表１

【０２０８】

【表３７】

M4		
RD	-674.141685	
CC	-7.057546	
NH	178	
m (方位)	n (径方向)	係数
0	1	2.158826E+00
0	2	9.053848E-02
0	3	8.326399E-03
0	4	7.630368E-04
0	5	7.504028E-05
0	6	7.611690E-06
0	7	7.393046E-07
0	8	5.906798E-08
0	9	3.553988E-08
0	10	1.328395E-08
1	0	-2.461487E-01
2	0	8.280850E-01
1	1	4.060911E-01
3	0	8.152266E-02
2	1	-2.177222E-02
1	2	-8.231040E-03
4	0	7.398675E-04
3	1	-2.394160E-03
2	2	1.474217E-03
1	3	6.070534E-04
5	0	-2.350329E-04
4	1	-4.210644E-05
3	2	9.123412E-05
2	3	8.582007E-05
1	4	3.820082E-05
6	0	-8.369689E-05
5	1	-2.685826E-05
4	2	-1.834685E-06
3	3	2.745246E-06
2	4	1.087568E-05
1	5	6.213705E-06
7	0	-1.841681E-05
6	1	1.368494E-06
5	2	-1.020304E-06
4	3	-4.929447E-08
3	4	-1.063891E-07
2	5	1.454338E-06
1	6	9.664322E-07

【０２０９】

【表３８】

M3		
RD	-703.081741	
CC	-3.803876	
NH	122.2	
m (方位)	n (径方向)	係数
0	1	4.007976E-01
0	2	1.117137E-03
0	3	1.362501E-04
0	4	3.380156E-06
0	5	-6.932871E-08
0	6	-2.330231E-09
0	7	-1.499203E-08
0	8	1.708493E-08
0	9	1.663774E-08
0	10	8.506459E-10
1	0	8.127828E-03
2	0	7.774468E-01
1	1	-4.475010E-02
3	0	1.146000E-01
2	1	-1.712697E-02
1	2	1.640428E-03
4	0	6.971913E-03
3	1	-2.987492E-03
2	2	4.508978E-04
1	3	-3.487619E-06
5	0	-1.168978E-03
4	1	-3.768545E-04
3	2	6.215257E-05
2	3	2.173801E-06
1	4	1.034637E-05
6	0	-2.019444E-04
5	1	-2.215596E-05
4	2	6.847336E-06
3	3	-1.864898E-06
2	4	-1.067963E-06
1	5	3.143095E-06
7	0	-3.869970E-05
6	1	1.402010E-06
5	2	-1.124569E-06
4	3	-4.110751E-07
3	4	9.245766E-08
2	5	1.239770E-07
1	6	3.386706E-07

【０２１０】

【表３９】

M2		
RD	-2266.478893	
CC	3.87813	
NH	469	
m (方位)	n (径方向)	係数
0	1	-2.429214E+00
0	2	7.665298E-02
0	3	-2.801257E-03
0	4	8.885453E-05
0	5	-2.126937E-06
0	6	-9.077928E-08
0	7	-8.362647E-08
0	8	7.011289E-08
0	9	-3.590886E-10
0	10	-1.816603E-09
1	0	9.023216E-02
2	0	5.484354E-01
1	1	-1.384427E-01
3	0	1.114467E-01
2	1	-3.595621E-03
1	2	-1.164327E-03
4	0	2.391659E-02
3	1	-3.141348E-03
2	2	-8.894507E-04
1	3	2.080530E-04
5	0	-3.882160E-03
4	1	-9.728454E-04
3	2	-1.977228E-05
2	3	6.740178E-05
1	4	-1.918278E-06
6	0	-7.882665E-04
5	1	3.950587E-05
4	2	1.751378E-06
3	3	5.893226E-07
2	4	-5.921587E-06
1	5	6.220505E-06
7	0	5.094393E-05
6	1	-6.775249E-07
5	2	-1.116946E-06
4	3	4.148667E-07
3	4	-3.048308E-07
2	5	1.082262E-06
1	6	1.077016E-06

【０２１１】

【表４０】

M1		
RD	-2941.822992	
CC	0	
NH	188	
m (方位)	n (径方向)	係数
0	1	1.210828E-03
0	2	1.771270E-04
0	3	-1.197954E-05
0	4	3.273471E-06
0	5	-2.734902E-07
0	6	1.048878E-07
0	7	-2.920113E-08
0	8	3.789820E-08
0	9	6.366711E-09
0	10	1.721357E-08
1	0	-7.944568E-02
2	0	-3.952909E-01
1	1	7.254268E-02
3	0	6.855305E-02
2	1	5.289044E-03
1	2	-1.884276E-03
4	0	8.098740E-03
3	1	-9.639560E-04
2	2	-1.139779E-04
1	3	-2.811414E-06
5	0	-9.615278E-04
4	1	-3.034513E-04
3	2	-3.827645E-05
2	3	9.396414E-06
1	4	7.821304E-06
6	0	-2.274966E-04
5	1	-7.093649E-05
4	2	-3.361308E-06
3	3	2.146141E-07
2	4	-2.333223E-06
1	5	2.051580E-06
7	0	-4.841925E-05
6	1	-4.207961E-06
5	2	-3.969009E-07
4	3	6.252160E-08
3	4	-1.101290E-06
2	5	4.803750E-07
1	6	1.537131E-06

図７の表２

【０２１２】

図８は、投影光学ユニットまたは結像光学ユニット３５のさらなる実施形態を示し、これは、図１による実施形態の投影光学ユニット１０の代わりに投影露光装置１で使用され得る。図１～図７に関して、特に図２～図７に関して上記ですでに説明したものに対応する構成要素および機能は、同じ参照符号で示され、詳細な説明を省略する。

【０２１３】

投影光学ユニット３５の像側開口数は０．２６である。

【０２１４】

平均波面収差ＲＭＳは、投影光学ユニット３５では７１．８ｍλである。

【０２１５】

投影光学ユニット３５の入射瞳のｘ方向位置は、結像ビーム経路中の物体野５の１１００ｍｍ超下流にある。投影光学ユニット３５の入射瞳のｙ方向位置は、結像ビーム経路中の物体野５のおよそ１１００ｍｍ超下流にある。よって、投影光学ユニット３５でも、良好な近似で物体側テレセントリック性がある。

【０２１６】

総透過率は、投影光学ユニット３５では１７．５％である。

【０２１７】

物体野５と像野１１との間の投影光学ユニット３５の結像ビーム経路における直線偏光された結像光１６の偏光回転は、およそ１°である。

【０２１８】

投影光学ユニット３５は、５．９°の主光線角度ＣＲＡを有する。

【０２１９】

投影光学ユニット３５の物体面６と像面１２との間には１８．４°の傾き角度がある。

【０２２０】

物体－像オフセットは、投影光学ユニット３５ではおよそ１１００ｍｍである。

【０２２１】

物体野５と像野１１との間の投影光学ユニット３５の結像ビーム経路の光路は、およそ１８５０ｍｍである。

【０２２２】

ｘ／ｙ方向の設置空間要件は、投影光学ユニット３５ではおよそ８３０ｍｍである。

【０２２３】

ウエハに最も近いミラーと像野１１との間の作動距離は、投影光学ユニット３５では７５ｍｍである。

【０２２４】

投影光学ユニット３５の光学設計データは、以下の表１および表２から収集することができ、それらは、基本設計の面で図７による実施形態に関係する表に対応しており、すなわち、それらはＦｏｒｂｅｓ自由曲面を記述する。

【表４１】

z方向距離 [mm]	y方向距離 [mm]	X軸を中心とした傾き [度]
像野		
0	0	0
M4		
1383.433074	-13.578952	-4.823026
M3		
75	-241.226417	2.208116
M2		
1528.071357	-566.768637	-8.212052
M1		
60.587987	-1430.118911	-20.666167
物体野		
1822.997128	-1096.312645	-18.409534

図８の表１

【０２２５】

【表４２】

M4		
RD	-1612.45275	
CC	0	
NH	269.320278	
m (方位)	n (径方向)	係数
0	1	1.760977E-02
0	2	-8.628785E-05
0	3	6.234087E-07
0	4	5.174072E-09
0	5	-2.576197E-09
0	6	-2.407451E-09
0	7	-5.967537E-10
0	8	-6.061126E-11
0	9	-2.150472E-12
1	0	1.704289E-01
2	0	3.486352E-02
1	1	-5.265955E-03
3	0	2.008072E-03
2	1	2.174086E-04
1	2	1.378131E-05
4	0	-7.813876E-05
3	1	8.054593E-05
2	2	-5.160556E-06
1	3	-1.458274E-07
5	0	5.800466E-05
4	1	-5.289889E-06
3	2	-5.066663E-07
2	3	1.363909E-08
1	4	-1.645447E-08
6	0	-3.990225E-06
5	1	-2.912809E-07
4	2	2.983336E-08
3	3	5.370310E-09
2	4	-8.373416E-09
1	5	-5.068696E-09
7	0	-2.243625E-09
6	1	3.226100E-08
5	2	8.411002E-09
4	3	-1.396113E-09
3	4	-1.286162E-10
2	5	-3.510828E-10
1	6	-3.592554E-10

【０２２６】

【表４３】

M3		
RD	-1320.369333	
CC	0	
NH	151.916317	
m (方位)	n (径方向)	係数
0	1	2.234853E-01
0	2	-3.494072E-03
0	3	2.464736E-04
0	4	-8.997152E-05
0	5	3.994293E-05
0	6	-1.373121E-05
0	7	3.237536E-06
0	8	-3.184110E-07
0	9	-3.922443E-08
1	0	-1.210345E+00
2	0	4.878177E-01
1	1	-7.295334E-01
3	0	-8.265461E-03
2	1	-2.177110E-02
1	2	1.713353E-02
4	0	-7.985117E-04
3	1	3.437028E-03
2	2	9.446428E-04
1	3	-5.173699E-04
5	0	1.810260E-03
4	1	1.398708E-04
3	2	-1.027657E-04
2	3	-3.317884E-05
1	4	1.261704E-05
6	0	1.546091E-05
5	1	-4.460386E-05
4	2	-5.227008E-06
3	3	1.502412E-06
2	4	6.675811E-07
1	5	1.100138E-06
7	0	4.534528E-06
6	1	-1.352029E-06
5	2	2.166020E-06
4	3	-1.556496E-07
3	4	5.456739E-07
2	5	-2.680866E-07
1	6	-2.451496E-07

【０２２７】

【表４４】

M2		
RD	4793.987896	
CC	0	
NH	332.761979	
m (方位)	n (径方向)	係数
0	1	3.461835E+00
0	2	-6.321338E-01
0	3	-4.551329E-01
0	4	2.865871E-01
0	5	1.570447E-01
0	6	-2.681335E-01
0	7	1.489997E-01
0	8	-4.130630E-02
0	9	4.878372E-03
1	0	1.101951E+00
2	0	1.490353E+00
1	1	-1.512959E+00
3	0	3.468813E+00
2	1	1.181578E+00
1	2	-1.713662E+00
4	0	-1.765590E+00
3	1	-2.796762E+00
2	2	-4.031345E-01
1	3	1.089376E+00
5	0	-1.489463E-01
4	1	1.151131E+00
3	2	1.017497E+00
2	3	1.477901E-01
1	4	-4.248762E-01
6	0	-2.770800E-02
5	1	1.103040E-01
4	2	-2.780892E-01
3	3	-2.272929E-01
2	4	-4.227557E-02
1	5	9.912375E-02
7	0	-7.393471E-03
6	1	-1.723151E-04
5	2	-1.452361E-02
4	3	3.241639E-02
3	4	2.269809E-02
2	5	5.839684E-03
1	6	-1.060217E-02

【０２２８】

【表４５】

M1		
RD	2770.180378	
CC	0	
NH	294.960088	
m (方位)	n (径方向)	係数
0	1	-4.458839E-02
0	2	1.060174E-02
0	3	-3.335210E-03
0	4	5.393741E-04
0	5	4.439556E-05
0	6	-5.511384E-05
0	7	2.233819E-05
0	8	-6.650336E-06
0	9	1.001173E-06
1	0	-4.098512E-01
2	0	4.037363E-01
1	1	-2.244212E-01
3	0	-2.921199E-02
2	1	2.755862E-02
1	2	2.682705E-02
4	0	1.221419E-02
3	1	1.523907E-02
2	2	-1.041059E-02
1	3	-8.615941E-03
5	0	5.609151E-03
4	1	-3.601026E-03
3	2	-3.429086E-03
2	3	3.158207E-03
1	4	2.286182E-03
6	0	-6.881652E-04
5	1	-7.501832E-04
4	2	7.091527E-04
3	3	7.364596E-04
2	4	-5.928267E-04
1	5	-3.476039E-04
7	0	-9.095077E-05
6	1	7.308780E-05
5	2	7.928103E-05
4	3	-7.798261E-05
3	4	-7.472596E-05
2	5	4.811982E-05
1	6	2.080239E-05

図８の表２

【０２２９】

図９および図１０は、投影光学ユニットまたは結像光学ユニット３６のさらなる実施形態を示し、これは、図１による実施形態の投影光学ユニット１０の代わりに投影露光装置１で使用され得る。図１～図８に関して、特に図２～図８に関して上記ですでに説明したものに対応する構成要素および機能は、同じ参照符号で示され、詳細な説明を省略する。

【０２３０】

投影光学ユニット３６は、物体野５と像野１１との間のビーム経路に計７個のミラーＭ１～Ｍ７を有する。ミラーＭ１、Ｍ６およびＭ７は、ＮＩミラーとして具現化される。ミ

ラーＭ２、Ｍ３、Ｍ４およびＭ５は、斜入射のミラーとして、すなわち、結像光１６が４５°よりも大きい入射角で入射するミラーとして、具現化される。これらの斜入射のミラーは、ＧＩ（斜入射）ミラーとも称される。

【０２３１】

４つのＧＩミラーＭ２、Ｍ３、Ｍ４およびＭ５の偏向効果は、結像光１６について加算される。

【０２３２】

第一にはミラーＭ５とミラーＭ６との間の結像ビーム経路部分と、第二にはミラーＭ７と像野１１との間の結像ビーム経路部分とは、交差領域３７内で交差する。

【０２３３】

結像光１６の子午線ｙｚビーム経路内で、ｙ方向の中間像３８が、ＧＩミラーＭ４とＧＩミラーＭ５との間に位置する。それに対して直角の面（図１０参照）では、ｘ方向の中間野３９が、結像光１６のｘｚ方向ビーム経路中のＧＩミラーＭ５とＮＩミラーＭ６との間に位置する。

【０２３４】

投影光学ユニット３６の像側開口数は０．３３である。

【０２３５】

平均波面収差ＲＭＳは、投影光学ユニット３６では８．５７ｍλである。

【０２３６】

投影光学ユニット３６の入射瞳のｘ方向位置は、結像ビーム経路中の物体野５の２７００ｍｍ超下流にある。投影光学ユニット３６の入射瞳のｙ方向位置は、結像ビーム経路中の物体野５のおよそ１６００ｍｍ超上流にある。投影光学ユニット３６でも、良好な近似で物体側テレセントリック性がある。総透過率は、投影光学ユニット３６では１１．１％である。

【０２３７】

物体野５と像野１１との間の投影光学ユニット３６の結像ビーム経路における直線偏光された結像光１６の偏光回転は、およそ１．８°以下である。

【０２３８】

投影光学ユニット３６は、５．０５°の主光線角度ＣＲＡを有する。

【０２３９】

物体面６は、像面１２に対して平行に位置する。物体面と像面との間のｚ方向距離は、２．１ｍ程度である。

【０２４０】

物体－像オフセットは、投影光学ユニット３６ではおよそ３．４ｍである。

【０２４１】

ｘ、ｙ、およびｚ方向の設置空間要件は、投影光学ユニット３６ではおよそ１１４０ｍｍ×３９５０ｍｍ×１９２０ｍｍである。

【０２４２】

ウエハに最も近いミラーと像野１１との間の作動距離は、投影光学ユニット３６ではおよそ６５ｍｍである。

【０２４３】

投影光学ユニット３６は、瞳のオブスキュレーションがない。すべてのミラーＭ１～Ｍ６の反射面は、断絶や通過開口がなく、連続的に使用される。

【０２４４】

投影光学ユニット３６の結像スケールβ_x、β_yは、ｘ方向で＋０．２５、すなわち４．００の減少、およびｙ方向で－０．２５であり、これは、全体としてミラーが奇数個であることと、ｘ方向およびｙ方向のそれぞれの中間像とによって引き起こされる。

【０２４５】

投影光学ユニット３６の像野１１は、矩形であり、ｘ方向に２６．０ｍｍの広がりを有し、ｙ方向に２．５ｍｍの広がりを有する。

【０２４６】

ミラーＭ６は、１１５０ｍｍをわずかに下回る直径を有する。反射面広がりの最大ｙ／ｘアスペクト比は、投影光学ユニット３６ではミラーＭ６にあり、そこでおよそ１．５６である。反射面広がりの最大ｘ／ｙアスペクト比は、投影光学ユニット３６ではミラーＭ４にあり、およそ２．７６である。

【０２４７】

光学設計の表面広がりパラメータが、投影光学ユニット３６に関して下の表にまとめられる。

【表４６】

使用波長	13.5 nm
像側開口数	0.33
結像スケール β_x	4.00
結像スケール β_y	-4.00
主光線角度 CRA	5.05°
エタンデュ	7.08 mm^2
平均波面収差 RMS	8.57 m λ
総透過率	11.12%
入射瞳の位置 (x)	2914.91 mm
入射瞳の位置 (y)	-1560.59 mm
物体-像オフセット	3359.91 mm
作動距離 (M3から像野まで)	65 mm
物体野と像野の間のz方向距離	2156.00 mm
物体面と像面の間の角度	0.0°
設置空間要件 xyz	(1138 x 3950 x 1916) mm

図９の表１

【０２４８】

【表４７】

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7
ミラーの広がり (x)/mm	373.9	468.5	565.1	586.2	494.4	356.4	1137.7
ミラーの広がり (y)/mm	378.9	679.5	566.1	212.4	233.0	556.4	1144.1

図９の表２

【０２４９】

図９および図１０による投影光学ユニット３６の光学設計データが、図２による実施形態に関連してすでに上記で説明されたものと同じ形式で以下の表にまとめられる。

【表４８】

z方向距離 [mm]	y方向距離 [mm]	X軸を中心とした傾き [度]
像野		
0	0	0
M7		
1701.872691	0	-6.384275
M6		
194.410382	-341.616989	-25.88081
M5		
1855.02607	1002.790559	32.318876
M4		
1982.035966	1526.553549	2.609139
M3		
1909.396635	2017.721981	-27.21016
M2		
1197.193943	2705.301372	-58.990586
M1		
67.626497	3072.900031	185.646125
物体野		
2156	3359.913113	0

図９の表３

【０２５０】

【表４９】

M7		
RDX	-1896.361096	
RDY	-2172.735368	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	3.748844E-09
0	3	4.082096E-09
4	0	1.862746E-13
2	2	-2.732195E-12
0	4	-2.632870E-12
4	1	1.033608E-15
2	3	3.096581E-15
0	5	3.520198E-15
6	0	5.719348E-20
4	2	-8.213125E-19
2	4	-1.308788E-18
0	6	-8.472091E-19
6	1	3.676281E-22
4	3	1.442725E-21
2	5	2.098759E-21
0	7	1.956110E-21
8	0	-9.972197E-26
6	2	-5.299823E-25
4	4	-1.080368E-24
2	6	-4.511630E-25
0	8	1.273511E-24
8	1	3.183031E-28
6	3	9.255918E-28
4	5	1.120184E-27
2	7	1.307992E-28
0	9	-1.741799E-28
10	0	1.969533E-31
8	2	5.127748E-31
6	4	-9.600424E-31
4	6	1.656009E-30
2	8	1.018525E-30
0	10	-2.959197E-30
10	1	4.372614E-34
8	3	1.719123E-35

6	5	-2.108602E-33
4	7	-1.091440E-33
2	9	2.053459E-33
0	11	-2.688917E-34
12	0	-4.027581E-37
10	2	-2.776349E-36
8	4	1.232076E-36
6	6	1.082332E-36
4	8	-5.268002E-36
2	10	-9.245996E-37
0	12	8.001718E-36
12	1	-2.436417E-39
10	3	-1.522524E-39
8	5	1.700099E-39
6	7	3.507475E-39
4	9	1.089576E-39
2	11	3.717227E-41
0	13	5.267335E-39
14	0	9.757780E-44
12	2	3.145867E-42
10	4	-1.385886E-43
8	6	-1.150477E-42
6	8	3.060764E-42
4	10	7.692377E-42
2	12	2.116562E-42
0	14	-6.199603E-42
14	1	3.488520E-45
12	3	4.245401E-45
10	5	-2.569037E-45
8	7	2.555412E-45
6	9	-5.758646E-46
4	11	4.514985E-45
2	13	1.213940E-45
0	15	-4.943294E-45

【０２５１】

【表５０】

M6		
RDX	3728.135312	
RDY	7192.393986	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	-5.393279E-08
0	3	-5.205158E-08
4	0	-4.089258E-11
2	2	1.624848E-10
0	4	6.050377E-11
4	1	-4.619295E-14
2	3	-7.979284E-14
0	5	-1.140717E-13
6	0	3.279642E-16
4	2	1.116363E-16
2	4	1.375112E-16
0	6	9.134526E-17
6	1	1.451666E-19
4	3	-1.747643E-19
2	5	-3.176467E-19
0	7	-3.025259E-19
8	0	-2.941911E-22
6	2	1.667975E-22
4	4	4.611044E-22
2	6	4.351916E-22
0	8	-2.937721E-23
8	1	-7.048831E-24
6	3	-2.273726E-24
4	5	4.048946E-25
2	7	1.712014E-25
0	9	3.678786E-25
10	0	-2.729863E-26
8	2	-1.355962E-26
6	4	6.322920E-27
4	6	-1.524334E-28
2	8	5.527098E-28
0	10	4.030633E-27
10	1	1.485617E-28
8	3	4.872947E-29

6	5	-8.988320E-30
4	7	-2.831372E-29
2	9	-1.347069E-29
0	11	-6.417311E-30
12	0	7.289430E-31
10	2	7.728636E-31
8	4	-9.289212E-32
6	6	-4.714241E-32
4	8	6.145293E-33
2	10	-8.664941E-33
0	12	-3.801942E-32
12	1	-1.717065E-33
10	3	-2.483910E-34
8	5	2.537493E-34
6	7	8.942128E-34
4	9	4.358207E-34
2	11	1.043728E-34
0	13	3.153255E-35
14	0	-4.896352E-36
12	2	-1.175634E-35
10	4	-1.512621E-36
8	6	8.887877E-37
6	8	-6.522441E-37
4	10	1.800487E-38
2	12	1.063532E-37
0	14	1.671668E-37
14	1	7.850924E-39
12	3	-1.543486E-38
10	5	-2.410394E-40
8	7	-1.148893E-38
6	9	-7.554073E-39
4	11	-2.435783E-39
2	13	-5.685012E-40
0	15	-1.341775E-40

【０２５２】

【表５１】

M5		
RDX	-1506.373665	
RDY	9682.42776	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	3.695139E-02
2	1	2.174022E-07
0	3	1.198814E-07
4	0	5.228456E-11
2	2	6.082154E-11
0	4	1.079968E-10
4	1	1.079134E-13
2	3	-5.953051E-13
0	5	9.794550E-14
6	0	5.711273E-17
4	2	-1.729307E-15
2	4	-1.353663E-15
0	6	2.947486E-16
6	1	-1.617052E-18
4	3	2.211238E-19
2	5	-5.221851E-18
0	7	-1.684650E-17
8	0	-3.980622E-22
6	2	6.198850E-21
4	4	-8.426873E-21
2	6	-1.666015E-19
0	8	-1.813809E-19
8	1	6.533429E-24
6	3	-1.864443E-23
4	5	-5.558139E-22
2	7	-9.943919E-22
0	9	2.952293E-22
10	0	-1.099102E-27
8	2	-5.519478E-26
6	4	-1.347142E-24
4	6	-3.289187E-24
2	8	6.324697E-24
0	10	1.737896E-23
10	1	-5.363127E-29
8	3	-1.976566E-27

6	5	-6.243899E-27
4	7	1.676398E-26
2	9	8.940936E-26
0	11	1.118919E-25
12	0	1.205791E-32
10	2	-1.502974E-30
8	4	4.049948E-31
6	6	7.098927E-29
4	8	2.680790E-28
2	10	1.782132E-28
0	12	-9.493938E-29
12	1	-5.045951E-34
10	3	1.316709E-32
8	5	1.828502E-31
6	7	8.846240E-31
4	9	1.128468E-30
2	11	-1.706570E-30
0	13	-4.727743E-30
14	0	-4.213386E-38
12	2	1.595653E-35
10	4	1.884417E-34
8	6	1.174042E-33
6	8	3.721732E-33
4	10	1.459186E-33
2	12	-9.424750E-33
0	14	-2.374136E-32
14	1	6.492504E-39
12	3	7.275952E-38
10	5	5.123507E-37
8	7	2.326211E-36
6	9	5.834886E-36
4	11	-1.104588E-36
2	13	-1.328283E-35
0	15	-4.087884E-35

【０２５３】

【表５２】

M4		
RDX	-1210.804598	
RDY	12074.63832	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
0	1	-2.698176E-02
2	1	1.178448E-07
0	3	-3.129178E-07
4	0	4.657755E-11
2	2	-1.372316E-09
0	4	1.796566E-09
4	1	-2.185153E-12
2	3	1.307724E-11
0	5	-3.077661E-12
6	0	-1.111985E-15
4	2	3.684560E-14
2	4	-3.595395E-14
0	6	-2.860790E-14
6	1	3.737178E-17
4	3	-2.793525E-16
2	5	-4.710552E-16
0	7	9.377458E-17
8	0	1.175436E-20
6	2	-5.367565E-19
4	4	1.428120E-19
2	6	5.266838E-18
0	8	8.388553E-19
8	1	-3.534523E-22
6	3	3.580506E-21
4	5	1.530824E-20
2	7	-1.958050E-20
0	9	-5.038368E-21
10	0	-7.184751E-26
8	2	4.380259E-24
6	4	-2.318354E-24
4	6	-1.271641E-22
2	8	6.673241E-24
0	10	3.050330E-24
10	1	1.840476E-27
8	3	-2.568708E-26

6	5	-1.277058E-25
4	7	4.551157E-25
2	9	1.077744E-25
0	11	-1.819502E-26
12	0	2.158967E-31
10	2	-1.794638E-29
8	4	3.962308E-29
6	6	8.361486E-28
4	8	-7.058497E-28
2	10	1.445944E-28
0	12	5.444797E-28
12	1	-4.446554E-33
10	3	8.403974E-32
8	5	3.393547E-31
6	7	-1.942772E-30
4	9	7.642385E-31
2	11	-1.855720E-30
0	13	-2.745713E-30
14	0	-2.171509E-37
12	2	2.690822E-35
10	4	-1.679465E-34
8	6	-1.870776E-33
6	8	1.051877E-34
4	10	-3.982437E-33
2	12	2.705501E-33
0	14	5.454767E-33
14	1	3.141298E-39
12	3	-6.000786E-38
10	5	6.918862E-38
8	7	2.938557E-36
6	9	4.343960E-36
4	11	8.531465E-36
2	13	6.164676E-37
0	15	-3.804903E-36

【０２５４】

【表５３】

M3		
RDX	-5104.296222	
RDY	-3534.780862	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	6.531888E-08
0	3	3.167985E-08
4	0	-4.423171E-11
2	2	-1.013646E-10
0	4	-1.340077E-10
4	1	9.837574E-14
2	3	2.414040E-13
0	5	2.506732E-13
6	0	-3.082922E-17
4	2	-3.088992E-16
2	4	-7.293534E-16
0	6	-8.437465E-16
6	1	1.918791E-19
4	3	1.130788E-18
2	5	2.455702E-18
0	7	2.901385E-18
8	0	8.357363E-23
6	2	-7.973007E-22
4	4	-4.150210E-21
2	6	-9.802640E-21
0	8	-1.096302E-20
8	1	1.035430E-25
6	3	5.288504E-24
4	5	1.583854E-23
2	7	3.796260E-23
0	9	3.380245E-23
10	0	-6.868755E-28
8	2	-4.750674E-27
6	4	-3.284931E-26
4	6	-6.137077E-26
2	8	-1.191020E-25
0	10	-7.006751E-26
10	1	2.793833E-30
8	3	3.109342E-29

6	5	1.536285E-28
4	7	2.033108E-28
2	9	2.707037E-28
0	11	6.574669E-29
12	0	-3.651869E-33
10	2	8.435172E-33
8	4	-1.105801E-31
6	6	-4.536009E-31
4	8	-4.758056E-31
2	10	-4.173359E-31
0	12	6.917769E-32
12	1	4.110075E-35
10	3	-6.825978E-35
8	5	2.546793E-34
6	7	7.220391E-34
4	9	6.765513E-34
2	11	3.997285E-34
0	13	-2.883785E-34
14	0	5.921250E-38
12	2	-2.582457E-38
10	4	1.624420E-37
8	6	-2.096781E-37
6	8	-4.739309E-37
4	10	-4.932859E-37
2	12	-1.998481E-37
0	14	3.401283E-37
14	1	-3.946315E-40
12	3	1.665930E-40
10	5	-3.647359E-40
8	7	-5.456105E-42
6	9	2.134393E-41
4	11	1.279886E-40
2	13	3.027152E-41
0	15	-1.505878E-40

【０２５５】

【表５４】

M2		
RDX	-7297.668572	
RDY	3197.447216	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	-5.122909E-08
0	3	1.894170E-07
4	0	8.648669E-12
2	2	-1.039141E-10
0	4	2.583551E-10
4	1	3.454564E-14
2	3	-1.609929E-13
0	5	3.504233E-13
6	0	1.448146E-16
4	2	6.887309E-17
2	4	-1.523273E-16
0	6	4.504717E-16
6	1	-8.019700E-20
4	3	8.908636E-19
2	5	4.364543E-19
0	7	5.328307E-19
8	0	7.537477E-22
6	2	2.489353E-21
4	4	3.999364E-21
2	6	1.813683E-21
0	8	2.781947E-22
8	1	1.183138E-24
6	3	7.647074E-24
4	5	5.984084E-24
2	7	-4.469528E-24
0	9	-1.279703E-24
10	0	-1.385165E-26
8	2	-5.258781E-26
6	4	-3.476266E-27
4	6	-4.157106E-26
2	8	-3.764762E-26
0	10	-4.303524E-27
10	1	9.379214E-29
8	3	-7.409396E-29

6	5	-2.285401E-28
4	7	-1.951522E-28
2	9	-5.324588E-29
0	11	-8.489304E-30
12	0	1.382581E-31
10	2	9.276146E-31
8	4	-2.820662E-31
6	6	-5.621783E-31
4	8	-5.830185E-32
2	10	1.641277E-31
0	12	-2.289666E-32
12	1	-2.487975E-33
10	3	-1.101905E-33
8	5	9.657612E-34
6	7	4.854499E-34
4	9	1.187933E-33
2	11	7.038510E-34
0	13	-5.722195E-35
14	0	-2.713939E-37
12	2	-6.052809E-36
10	4	6.399608E-37
8	6	4.484671E-36
6	8	3.162514E-36
4	10	2.601808E-36
2	12	9.818499E-37
0	14	-7.675191E-38
14	1	1.840219E-38
12	3	1.870627E-38
10	5	-9.453009E-40
8	7	5.173327E-39
6	9	2.967839E-39
4	11	1.736632E-39
2	13	5.001498E-40
0	15	-4.024847E-41

【０２５６】

【表５５】

M1		
RDX	-8297.712811	
RDY	-1899.720256	
CCX	0	
CCY	0	
x**i	y**j	係数
2	1	4.110040E-08
0	3	1.498006E-08
4	0	1.000736E-10
2	2	1.683917E-11
0	4	-1.850263E-11
4	1	5.430346E-14
2	3	4.291417E-14
0	5	1.608453E-14
6	0	-1.063478E-16
4	2	1.196291E-17
2	4	7.109851E-17
0	6	-5.467158E-17
6	1	-1.407651E-19
4	3	-2.070012E-19
2	5	-7.562967E-20
0	7	1.591316E-19
8	0	-3.205437E-22
6	2	-3.080155E-22
4	4	-7.305611E-23
2	6	8.803919E-22
0	8	6.031381E-22
8	1	-5.084704E-25
6	3	5.341415E-24
4	5	1.998606E-23
2	7	2.419009E-23
0	9	-1.669778E-24
10	0	2.036647E-26
8	2	3.818484E-27
6	4	2.062521E-26
4	6	1.148952E-25
2	8	5.836606E-26
0	10	-8.015138E-26
10	1	1.261190E-29
8	3	-3.142738E-28

6	5	-6.349733E-28
4	7	-1.105741E-27
2	9	-9.774871E-28
0	11	-6.495095E-28
12	0	-4.915872E-31
10	2	-6.859774E-31
8	4	-2.708558E-30
6	6	-8.764355E-30
4	8	-1.645344E-29
2	10	-8.426611E-30
0	12	-2.684331E-30
12	1	-1.278878E-33
10	3	2.905399E-33
8	5	-1.151829E-32
6	7	-5.073007E-32
4	9	-8.237880E-32
2	11	-2.939263E-32
0	13	-6.309762E-33
14	0	4.347084E-36
12	2	1.653236E-35
10	4	2.405335E-35
8	6	-3.165639E-35
6	8	-1.423336E-34
4	10	-1.902241E-34
2	12	-4.996666E-35
0	14	-8.294123E-36
14	1	3.113712E-38
12	3	3.321563E-38
10	5	3.877339E-38
8	7	-4.393832E-38
6	9	-1.559501E-37
4	11	-1.701134E-37
2	13	-3.396555E-38
0	15	-4.672410E-39

図９の表４

【０２５７】

上の表の曲率半径の符号から明らかであるように、ミラーＭ２、Ｍ４、およびＭ５は鞍型表面を有する。

【０２５８】

原則として、ＮＩミラーとＧＩミラーの連続の他の組合せも考えられ得る。詳細には、連続するＧＩミラーのミラー数は、過度に著しく変化する透過率を生じることなく、３～５の間で変化してもよい。これは、ＧＩミラーは、増加した数で存在する場合、斜入射で入射され、したがって各個々のミラーが高い透過率を有するためである。

【０２５９】

上記で説明した投影光学ユニットのどれも、結像ビーム経路中の物体野５と像野１１との間で１０°よりも大きい直線偏光された結像光１６の偏光回転を有さない。実際、上記で説明された投影光学ユニットの実施形態では、この偏光回転は、１０°未満、７°未満、６°未満、５°未満、また４．５°未満である。

【０２６０】

マイクロ構造またはナノ構造部品を製造するために、投影露光装置１は次のように使用される。まず、反射マスク１０またはレチクルと、基板またはウエハ１１とが設けられる。その後、レチクル１０上の構造が、投影露光装置１を利用してウエハ１１の感光層に投影される。次いで、ウエハ１１上のマイクロ構造またはナノ構造、したがってマイクロ構造部品が、感光層を現像することによって製造される。

【図面】

【図１】

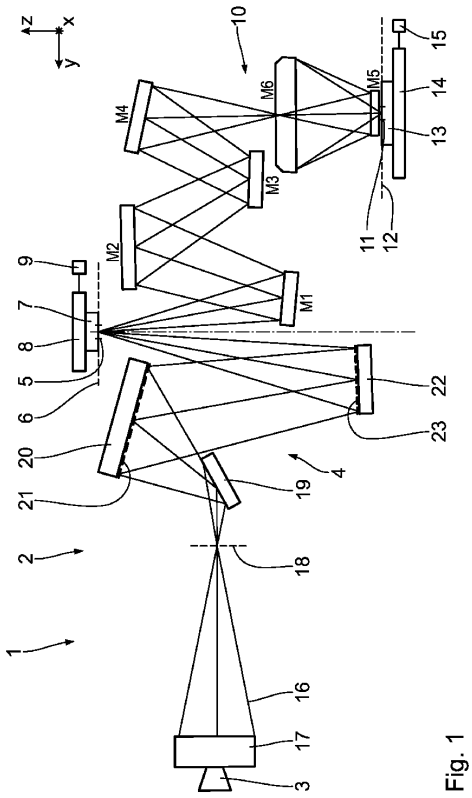


Fig. 1

【図２】

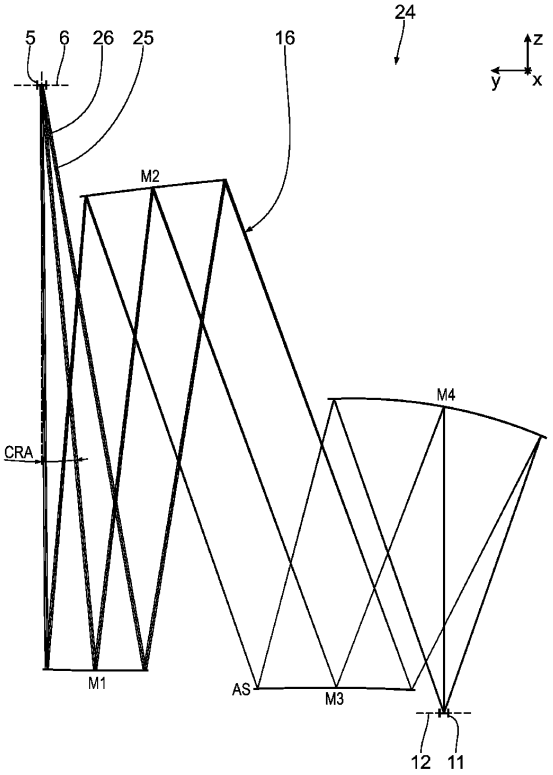


Fig. 2

【図３】

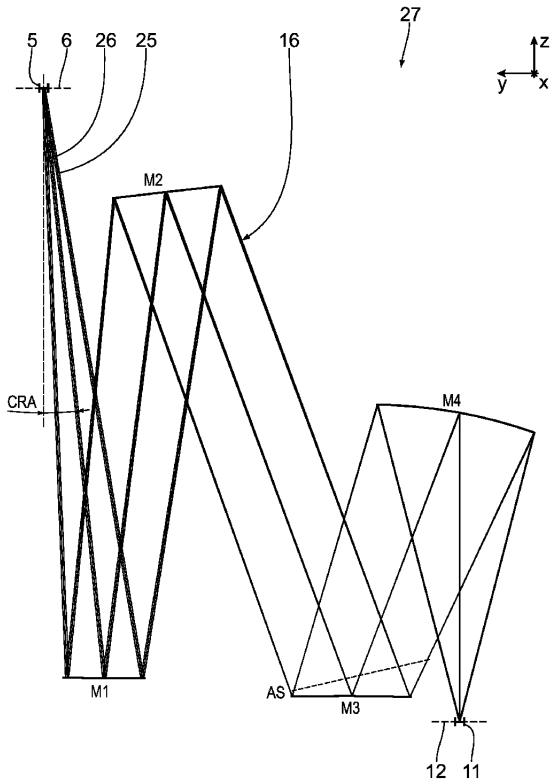


Fig. 3

【図４】

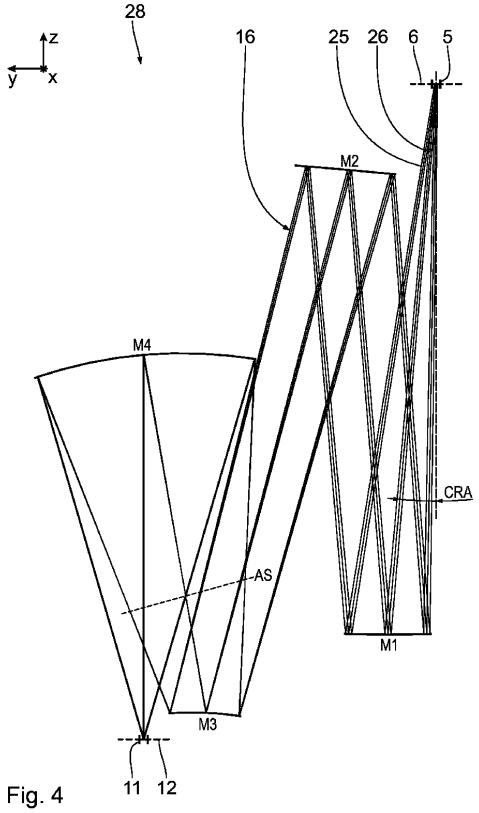


Fig. 4

【図５】

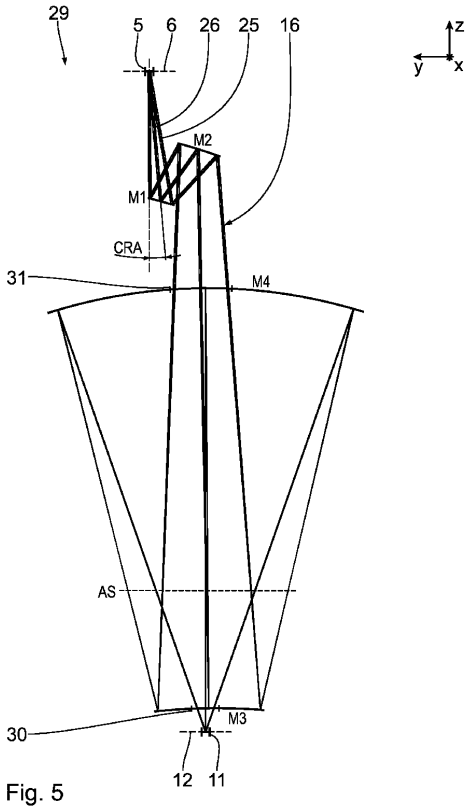


Fig. 5

【図６】

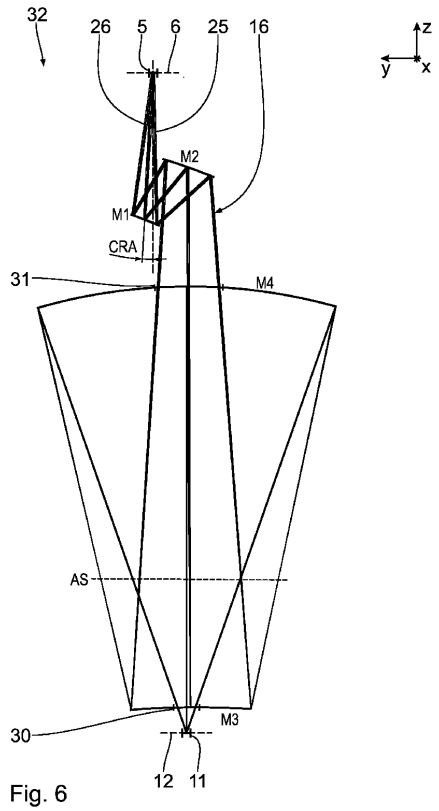


Fig. 6

【図７】

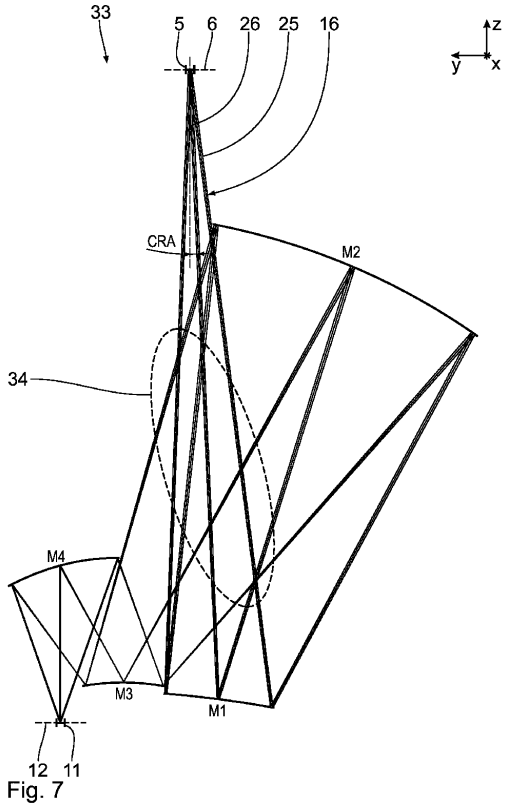


Fig. 7

【図８】

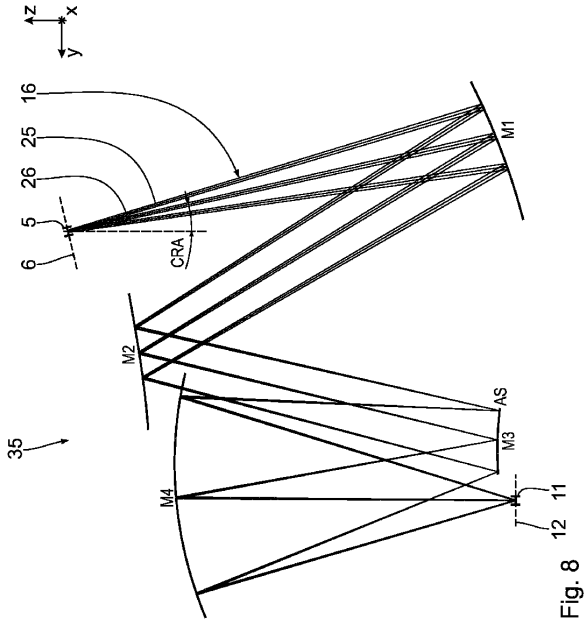


Fig. 8

【図９】

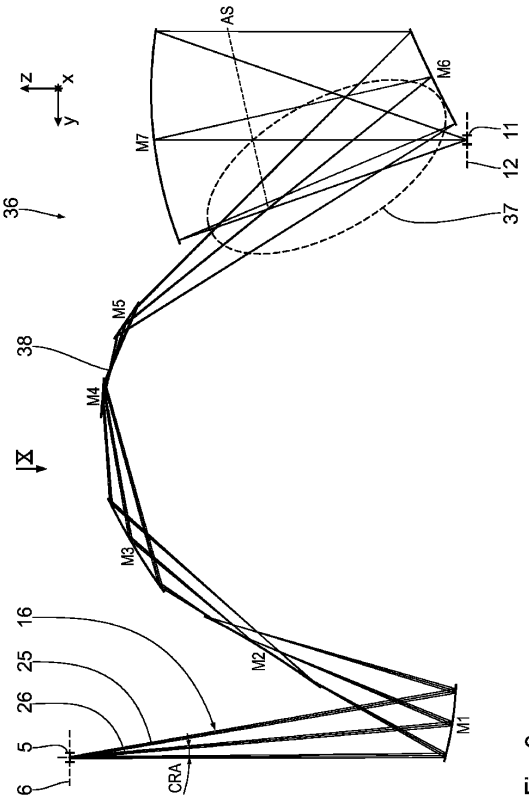


Fig. 9

【図１０】

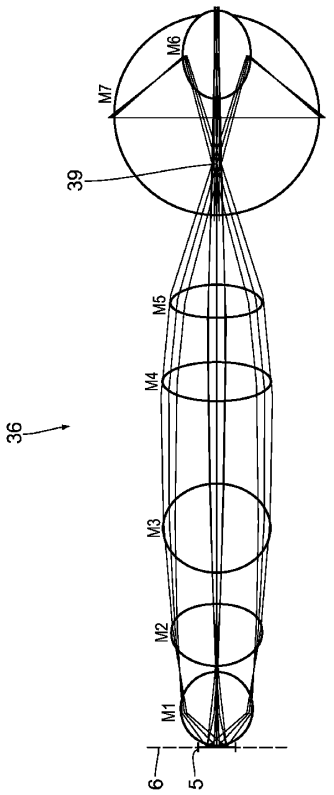


Fig. 10

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2023/065084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G03F7/00 G02B17/06
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G03F G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2022/107570 A1 (ROSTALSKI HANS-JUERGEN [DE] ET AL) 7 April 2022 (2022-04-07)	15
A	paragraphs [0004] - [0008] paragraphs [0040] - [0077]; figures 1, 5A,5B; tables 16-20	1-14
X	WO 2015/014753 A1 (ZEISS CARL SMT GMBH [DE]) 5 February 2015 (2015-02-05) cited in the application	15
A	page 13, line 4 - page 24, line 5; figure 2; tables 1-5	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance;; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 August 2023	31/08/2023

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	van Toledo, Wiebo

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/EP2023/065084

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2022107570 A1	07-04-2022	CN 114008532 A	01-02-2022
		DE 102019208961 A1	24-12-2020
		EP 3987358 A1	27-04-2022
		JP 2022537365 A	25-08-2022
		KR 20220024099 A	03-03-2022
		TW 202105077 A	01-02-2021
		US 2022107570 A1	07-04-2022
		WO 2020254461 A1	24-12-2020
WO 2015014753 A1	05-02-2015	CN 105408796 A	16-03-2016
		CN 111708256 A	25-09-2020
		DE 102014208770 A1	29-01-2015
		JP 6688219 B2	28-04-2020
		JP 2016525720 A	25-08-2016
		JP 2020109533 A	16-07-2020
		JP 2022176242 A	25-11-2022
		KR 20160040601 A	14-04-2016
		TW 201520597 A	01-06-2015
		TW 202004256 A	16-01-2020
		US 2016085061 A1	24-03-2016
		US 2019025562 A1	24-01-2019
		WO 2015014753 A1	05-02-2015

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (April 2005)

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

弁理士　近藤 直樹
(74)代理人　100139712
弁理士　那須 威夫
(74)代理人　100141553
弁理士　鈴木 信彦
(74)代理人　100151987
弁理士　谷口 信行
(72)発明者　ブレーム ミヒャエル
ドイツ連邦共和国 ７３４４７ オーバーコッヘン ルドルフ－エーバー－シュトラーセ ２
(72)発明者　ベーダー スザンネ
ドイツ連邦共和国 ７３４４７ オーバーコッヘン ルドルフ－エーバー－シュトラーセ ２
(72)発明者　メンケ クリストフ
ドイツ連邦共和国 ７３４４７ オーバーコッヘン カール－ツァイス－シュトラーセ ２２
(72)発明者　プレトリウス マルコ
ドイツ連邦共和国 ７３４４７ オーバーコッヘン カール－ツァイス－シュトラーセ ２２

Ｆターム（参考）　2H197　CA10 CC02 GA01 GA23 HA03