

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-170070

(P2020-170070A)

(43) 公開日 令和2年10月15日(2020.10.15)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)		
GO3F	9/00	(2006.01)	GO3F	9/00	2F065
GO3F	7/20	(2006.01)	GO3F	7/20	501
GO1B	11/00	(2006.01)	GO3F	7/20	521
			GO1B	11/00	H

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2019-70712 (P2019-70712)
 (22) 出願日 平成31年4月2日 (2019.4.2)

(71) 出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康德
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二
 (74) 代理人 100130409
 弁理士 下山 治
 (74) 代理人 100134175
 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

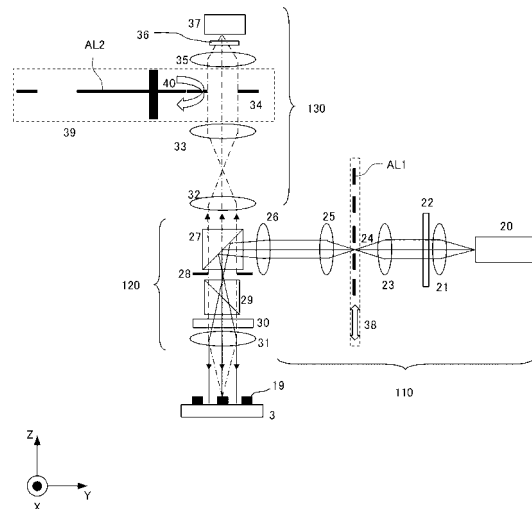
(54) 【発明の名称】 位置検出装置、露光装置および物品製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 瞳の位置調整を可能にするために有利な技術を提供する。

【解決手段】 位置検出装置は、光電変換素子37と、被検物を照明する照明光学系110と、前記照明光学系からの光によって照明された前記被検物の像を光電変換素子の受光面に形成する検出光学系130と、照明光学系の瞳に配置可能な複数の第1絞りを有する第1アレイと、検出光学系の瞳に配置可能な複数の第2絞りを有する第2アレイと、複数の第1絞りのうち照明光学系の光軸を横切る第1絞りが第1方向に移動するように第1アレイを駆動することにより、複数の第1絞りのうち選択された第1絞りを照明光学系の前記瞳に配置する第1駆動機構38と、複数の第2絞りのうち検出光学系の光軸を横切る第2絞りが第1方向と交差する第2方向に移動するように第2アレイを駆動することにより、複数の第2絞りのうち選択された第2絞りを前記検出光学系の瞳に配置する第2駆動機構39と、を備える。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光電変換素子と、被検物を照明する照明光学系と、前記照明光学系からの光によって照明された前記被検物の像を前記光電変換素子の受光面に形成する検出光学系と、前記照明光学系の瞳に配置可能な複数の第 1 絞りを有する第 1 アレイと、前記検出光学系の瞳に配置可能な複数の第 2 絞りを有する第 2 アレイと、を備える位置検出装置であって、

前記複数の第 1 絞りのうち前記照明光学系の光軸を横切る第 1 絞りが第 1 方向に移動するように前記第 1 アレイを駆動することにより、前記複数の第 1 絞りのうち選択された第 1 絞りを前記照明光学系の前記瞳に配置する第 1 駆動機構と、

前記複数の第 2 絞りのうち前記検出光学系の光軸を横切る第 2 絞りが前記第 1 方向と交差する第 2 方向に移動するように前記第 2 アレイを駆動することにより、前記複数の第 2 絞りのうち選択された第 2 絞りを前記検出光学系の前記瞳に配置する第 2 駆動機構と、を備え、

前記第 1 駆動機構は、前記選択された第 1 絞りの位置を前記第 1 方向に微調整可能であり、前記第 2 駆動機構は、前記選択された第 2 絞りの位置を前記第 2 方向に微調整可能である、

ことを特徴とする位置検出装置。

【請求項 2】

前記第 1 駆動機構が前記第 1 絞りを前記第 1 方向に駆動すると、前記被検物からの光束は、前記検出光学系の前記瞳において、前記第 2 方向と交差する第 3 方向に移動する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 3】

前記第 1 方向は、ある平面に平行な方向であり、前記第 2 方向は、前記平面と交差する方向である、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 4】

前記第 1 方向と前記第 2 方向とは、互いに直交する方向である、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の位置検出装置。

【請求項 5】

前記照明光学系および前記検出光学系は、暗視野顕微鏡を構成する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の位置検出装置。

【請求項 6】

前記第 1 駆動機構は、前記第 1 アレイの全体を前記第 1 方向に駆動し、

前記第 2 駆動機構は、前記第 2 アレイを回転駆動する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の位置検出装置。

【請求項 7】

前記第 1 駆動機構は、前記第 1 アレイを回転駆動し、

前記第 2 駆動機構は、前記第 2 アレイを回転駆動する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の位置検出装置。

【請求項 8】

前記第 1 駆動機構は、前記第 1 アレイを回転駆動し、

前記第 2 駆動機構は、前記第 2 アレイの全体を前記第 2 方向に駆動する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の位置検出装置。

【請求項 9】

前記第 1 駆動機構は、前記第 1 アレイの全体を前記第 1 方向に駆動し、

前記第 2 駆動機構は、前記第 2 アレイの全体を前記第 2 方向に駆動する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の位置検出装置。

【請求項 10】

基板を露光する露光装置であって、

前記基板のマークを検出するように構成された請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の

10

20

30

40

50

位置検出装置を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 0 に記載の露光装置を用いて基板を露光する露光工程と、
前記露光工程を経た前記基板を処理する処理工程と、
を含み、前記処理工程を経た前記基板から物品を製造する物品製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、位置検出装置、露光装置および物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

露光装置においては、解像線幅の微細化と同時にオーバーレイ精度の向上も求められている。通常、オーバーレイ精度としては、解像線幅の 1 / 5 程度の数値が要求されており、今後の解像線幅の微細化に合わせてより一層のオーバーレイ精度の向上が必要となる。オーバーレイ精度の向上のためには、露光装置に組み込まれる位置検出装置を高精度に調整することが必要である。位置検出装置は、基板に設けられたマークを照明する照明光学系と、マークからの光によってマークの像を撮像面に形成しその像を検出する検出光学系とを含みうる。照明光学系および検出光学系に備えられうる開口絞りを調整して撮像面に形成されるマークの像を良好にすることは、高い精度を実現するために重要である。

【0 0 0 3】

特許文献 1 には、照明光学系の照明テレセンの調整を行うために照明開口絞りの位置調整を行うこと、および、検出光学系における光束のケラレの調整を行うために開口絞りの位置調整を行うことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特許第 3 9 9 4 2 0 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

開口絞りの駆動によって位置検出装置の瞳調整を行う場合、開口絞りを駆動する駆動機構の構成は、最小化されることが好ましい。例えば、照明光学系と検出光学系との両方で X 方向、Y 方向の 2 つの調整軸をもつ絞り駆動機構を備える位置検出装置では、駆動機構が複雑なものとなる。そのような位置検出装置は、コスト的に不利になるばかりか、複雑な構成が調整精度に悪影響を及ぼしうる。

【0 0 0 6】

一方、被検物の像の品質は、位置検出系の位置決定精度を左右する重要なファクターであり、この品質は、基板を処理するプロセスに依存して大きく変わりうる。露光装置に組み込まれる位置検出光学系には、多様なプロセスに対応可能な像品質が求められうる。この目的のための技術としては、例えば、明視野照明法および暗視野照明法などが知られており、位置検出光学系の開口絞り形状を変更することによって照明光や取り込み光の角度が選択されうる。したがって、絞りの駆動による調整方式も、この切り替え機構と親和性の高いものであることが望ましい。

【0 0 0 7】

本発明は、上記の課題認識を契機としてなされたものであり、絞りの切り替え機構と親和性が高く、かつ単純な構成で瞳の位置調整を可能にするために有利な技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 8】

本発明の 1 つの側面は、位置検出装置に係り、前記位置検出装置は、光電変換素子と、

10

20

30

40

50

被検物を照明する照明光学系と、前記照明光学系からの光によって照明された前記被検物の像を前記光電変換素子の受光面に形成する検出光学系と、前記照明光学系の瞳に配置可能な複数の第1絞りを有する第1アレイと、前記検出光学系の瞳に配置可能な複数の第2絞りを有する第2アレイとを備える。また、前記位置検出装置は、前記複数の第1絞りのうち前記照明光学系の光軸を横切る第1絞りが第1方向に移動するように前記第1アレイを駆動することにより、前記複数の第1絞りのうち選択された第1絞りを前記照明光学系の前記瞳に配置する第1駆動機構と、前記複数の第2絞りのうち前記検出光学系の光軸を横切る第2絞りが前記第1方向と交差する第2方向に移動するように前記第2アレイを駆動することにより、前記複数の第2絞りのうち選択された第2絞りを前記検出光学系の前記瞳に配置する第2駆動機構と、を備える。前記第1駆動機構は、前記選択された第1絞りの位置を前記第1方向に微調整可能であり、前記第2駆動機構は、前記選択された第2絞りの位置を前記第2方向に微調整可能である。

10

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、絞りの切り替え機構と親和性が高く、かつ単純な構成で瞳の位置調整を可能にするために有利な技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1実施形態の露光装置の構成例を示す図。

【図2】図1の露光装置の基板ステージの構成例を示す図。

20

【図3】図1の露光装置に組み込まれた位置検出系（位置検出装置）の構成例を示す図。

【図4】照明光学系の瞳に配置される第1絞りの切り替えおよび該第1絞りの位置を微調整するための機構を例示する図。

【図5】検出光学系の瞳に配置される第2絞りの切り替えおよび該第2絞りの位置を微調整するための機構を例示する図。

【図6】暗視野照明を実現するための第1絞りと第2絞りととの組み合わせを例示する図。

【図7】照明光学系の第1絞りの調整前の位置検出系の状態を模式的に示す図。

【図8】検出光学系の第2絞りの調整前の位置検出系の状態を模式的に示す図。

【図9】照明光学系の第1絞りと検出光学系の第2絞りの両方を調整した後の位置検出系の状態を模式的に示す図。

30

【図10】照明光学系の第1絞りと検出光学系の第2絞りの感度を例示する図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。尚、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

【0012】

図1には、第1実施形態の露光装置EXPの構成例が示されている。図2には、図1の露光装置EXPの基板ステージ4の構成例が示されている。図3には、図1の露光装置EXPに組み込まれた位置検出系（位置検出装置）16の構成例が示されている。露光装置EXPは、原版1を保持する原版ステージ2と、基板3を支持する基板ステージ4と、原版ステージ2によって保持された原版1を露光光で照明する照明系5を備える。また、露光装置EXPは、露光光で照明された原版1のパターンを基板ステージ4によって保持された基板3に投影し該パターンの像を基板3に形成する投影光学系6と、露光装置EXPの構成要素を制御する制御部17とを備える。また、露光装置EXPは、基板ステージ4を駆動することによって基板3を駆動する基板駆動機構18と、原版ステージ2を駆動することによって原版1を駆動する原版駆動機構（不図示）とを備える。

40

【0013】

50

露光装置 E X P は、原版 1 および基板 3 を走査方向に互いに同期させて駆動することによって原版 1 のパターンを基板 3 に転写する走査露光装置（スキニングステッパ）として構成されうる。あるいは、露光装置 E X P は、原版 1 および基板 3 を静止させた状態で原版 1 のパターンを基板 3 に転写する露光装置（ステッパ）として構成されてもよい。以下の説明において、投影光学系 6 の光軸と一致する方向を Z 軸方向、Z 軸方向に垂直な平面内に平行な方向を X 軸方向および Y 軸方向とする X Y Z 座標系において方向を説明する。また、X Y Z 座標系を定義する X 軸に平行なあらゆる方向を X 軸方向といい、該 X Y Z 座標系を定義する Y 軸に平行なあらゆる方向を Y 軸方向といい、該 X Y Z 座標系を定義する Z 軸に平行なあらゆる方向を Z 軸方向という。また、X 軸、Y 軸および Z 軸を中心とする回転の方向をそれぞれ X、Y および Z 方向という。

10

【0014】

原版 1 の所定の照明領域は、照明系 5 によって均一な照度分布の露光光で照明される。照明系 5 は、例えば、水銀ランプ、K r F エキシマレーザ、A r F エキシマレーザ、F 2 レーザ、または、極端紫外光（Extreme Ultra Violet：EUV 光）光源等の光源を有しうる。原版ステージ 2 は、原版 1 を保持した状態で、投影光学系 6 の光軸に垂直な平面（X Y 平面）に沿った 2 次元移動と、Z 方向の微小回転とが可能ないように構成されうる。原版ステージ 2 を駆動する原版駆動機構は、リニアモータ等のモータを含みうる。原版駆動機構は、制御部 17 により制御される。原版ステージ 2 には原版ステージミラー 7 が設けられている。また、原版ステージミラー 7 に対向する位置には原版ステージ 2 の位置および姿勢を計測するレーザ干渉計 9 が設けられている。原版ステージ 2 の X 軸方向の位置、Y 軸方向の位置および Z 方向の回転角は、レーザ干渉計 9 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御部 17 に提供される。制御部 17 は、レーザ干渉計 9 からの計測結果に基づいて原版駆動機構を制御することによって、原版ステージ 2 によって保持されている原版 1 の位置決めを行うことができる。

20

【0015】

投影光学系 6 は、原版 1 のパターンを所定の投影倍率で基板 3 に投影する。投影光学系 6 は、複数の光学素子で構成されうる。投影光学系 6 は、例えば、投影倍率が 1 / 4 または 1 / 5 の縮小投影光学系として構成されうる。基板ステージ 4 は、基板 3 を保持する。基板ステージ 4 は、例えば、基板 3 を保持する基板チャックが搭載された Z ステージと、Z ステージを支持する X Y ステージとを含みうる。基板駆動機構 18 は、リニアモータ等のモータを含みうる。基板駆動機構 18 は、制御部 17 により制御される。基板ステージ 4 には基板ステージミラー 8 が設けられうる。基板ステージミラー 8 に対向する位置には基板ステージ 4 の位置および姿勢を計測するレーザ干渉計 10、12 が設けられうる。基板ステージ 4 の X 軸方向の位置、Y 軸方向の位置および Z 方向の回転角は、レーザ干渉計 10 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御部 17 に提供されうる。また、基板ステージ 4 の Z 軸方向の位置、X、Y 方向の回転角は、レーザ干渉計 12 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御部 17 に提供されうる。レーザ干渉計 10、12 の計測結果に基づいて基板駆動機構 18 を制御することによって基板ステージ 4 によって保持されている基板 3 の位置決めを行うことができる。

30

【0016】

基板ステージ 4 の 1 又は複数のコーナーには、ステージ基準プレート 11 が基板 3 の表面とほぼ同じ高さに設置されている。ステージ基準プレート 11 は、原版位置検出系 13、14 によって位置が検出される基準マーク 111 と、位置検出系 16 によって位置が検出される基準マーク 112 とが設けられうる。基準マーク 111 と基準マーク 112 との相対位置は、既知である。基準マーク 111 と基準マーク 112 とは、共通のマークであってもよい。

40

【0017】

原版ステージ 2 の近傍には、原版位置検出系 13 が設けられうる。原版位置検出系 13 は、基板 3 の露光のための照明系 5 からの光を用いて、原版 1 に設けられたマークと基準マーク 111 との相対位置を検出しうる。原版位置検出系 13 によって検出される基準マ

50

ーク 1 1 1 は、反射型のマークでありうる。基準マーク 1 1 1 は、透過型のマークでもよく、この場合、原版位置検出系 1 4 によって基準マーク 1 1 1 が検出されうる。原版位置検出系 1 4 は、透過型の基準マーク 1 1 1 からの透過光を検出するための光量センサを含みうる。基板ステージを X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向に駆動しながら原版位置検出系 1 4 を用いて透過型の基準マーク 1 1 1 からの透過光を検出しうる。これによって、原版 1 のマークと基準マーク 1 1 1 との相対位置が X 軸方向、Y 軸方向および Z 軸方向について検出されうる。

【 0 0 1 8 】

フォーカス検出系 1 5 は、検出光を基板 3 の表面に斜入射で投光する投光系と、基板 3 からの反射光を受光する受光系とを含み、フォーカス検出系 1 5 による検出結果は制御部 1 7 に提供されうる。制御部 1 7 は、フォーカス検出系 1 5 による検出結果に基づいて Z ステージを駆動し、Z ステージに保持されている基板 3 の Z 軸方向における位置（フォーカス位置）及び傾斜角を調整することが可能である。

10

【 0 0 1 9 】

位置検出系 1 6 は、検出光を基板 3 上の被検物の一例としてのマーク（この例では、アライメントマーク 1 9、または、ステージ基準プレート 1 1 の基準マーク 1 1 2）に投射する投射系と該マークからの反射光を受光する受光系を含みうる。位置検出系 1 6 は、制御部 1 7 に接続されており、位置検出系 1 6 による検出結果は、制御部 1 7 に提供される。制御部 1 7 は、位置検出系 1 6 による検出結果に基づいて基板ステージ 4 を X 軸方向、Y 軸方向および Z 方向に駆動することで、基板ステージ 4 に保持されている基板 3 を X 軸方向、Y 軸方向および Z 方向に関して位置決めしうる。

20

【 0 0 2 0 】

制御部 1 7 は、例えば、FPGA (Field Programmable Gate Array の略。) などの PLD (Programmable Logic Device の略。)、又は、ASIC (Application Specific Integrated Circuit の略。)、又は、プログラムが組み込まれた汎用又は専用のコンピュータ、又は、これらの全部または一部の組み合わせによって構成されうる。

【 0 0 2 1 】

以下、図 3 を参照しながら位置検出系 1 6 について説明する。ここで、基板上的のアライメントマークを観察する光学的な位置検出系の形態としては、2 つの方式がありうる。1 つ目は投影光学系 6 を介さずマークを観察する方式であり、オフアクシス (Off-axis) 方式と呼ばれている。2 つ目は、投影光学系 6 を介してマークを検出する方式であり、TTL (Through the Lens) 方式と呼ばれている。以下では、オフアクシス方式の位置検出系 1 6 を例示的に説明するが、位置検出系 1 6 は、TTL 方式として構成されてもよい。

30

【 0 0 2 2 】

位置検出系 1 6 は、例えば、光源 2 0 と、照明光学系 1 1 0 と、共通光学系 1 2 0 と、検出光学系 1 3 0 とを含みうる。光源 2 0 は、例えば、可視光（例えば、550 ~ 700 nm の波長域）、青色光（例えば、450 ~ 550 nm の波長域）および赤外光（例えば、700 ~ 1500 nm の波長域）を発生しうる。

40

【 0 0 2 3 】

照明光学系 1 1 0 は、例えば、第 1 照明光学素子 2 1、波長フィルタ板 2 2、第 2 照明光学素子 2 3、複数の第 1 開口絞り 2 4、第 1 駆動機構 3 8、第 3 照明光学素子 2 5 および第 4 照明光学素子 2 6 を含みうる。共通光学系 1 2 0 は、照明光学系 1 1 0 および検出光学系 1 3 0 によって共有される光学系である。共通光学系 1 2 0 は、例えば、偏光ビームスプリッター 2 7、可変 NA 絞り 2 8、プリズム 2 9、 $\lambda/4$ 板 3 0、対物レンズ 3 1 を含みうる。検出光学系 1 3 0 は、リレーレンズ 3 2、第 1 検出光学素子 3 3、複数の第 2 絞り（第 2 開口絞り）3 4、第 2 駆動機構 3 9、第 2 検出光学素子 3 5、光学部材 3 6 および光電変換素子 3 7 を含みうる。

【 0 0 2 4 】

50

光源 20 が発生した照明光は、例えば、ファイバ等の導光部品を介して、または、直接に、第 1 照明光学素子 21 に入射し、波長フィルタ板 22、第 2 照明光学素子 23 を透過しうる。波長フィルタ板 22 として、複数の波長フィルタ板 22 を有するアレイを採用し、制御部 17 からの指令によって、複数の波長フィルタから 1 つの波長フィルタが選択されて、光路に配置されてもよい。複数の波長フィルタは、例えば、青色光を透過する波長フィルタ、可視光を透過する波長フィルタ、赤外光を透過する波長フィルタを含みうる。このような構成により、位置検出系 16 が使用する光の波長を選択することができる。照明光学系 110 の瞳面（物体面に対する光学的なフーリエ変換面）には、第 1 アレイ AL1 に配置された複数の第 1 絞り（第 1 開口絞り）24 のいずれか 1 つが選択的に配置されうる。

10

【0025】

照明光学系 110 の瞳面に配置された第 1 絞り 24 を通過した照明光は、第 3 照明光学素子 25、第 4 照明光学素子 26 を通って偏光ビームスプリッター 27 に入射する。この例では、偏光ビームスプリッター 27 は、紙面に垂直な S 偏光を反射する。偏光ビームスプリッター 27 で反射された S 偏光の照明光は、制御部 17 からの命令で作動する可変 NA 絞り 28 とプリズム 29 を通過する。プリズム 29 は、不図示の光学系に光路を分岐するために用いられうる。その後、プリズム 29 を通過した照明光は、 $\lambda/4$ 板 30 を透過して円偏光に変換され、対物レンズ 31 を通って基板 3 に設けられたアライメントマーク 19 を照明する。

20

【0026】

アライメントマーク 19 から発生した回折光（図 3 中の一点鎖線）は、再び対物レンズ 31 と $\lambda/4$ 板 30 を通って紙面に平行な P 偏光に変換され、プリズム 29 と偏光ビームスプリッター 27 を透過する。偏光ビームスプリッター 27 を透過した回折光は、リレーレンズ 32、第 1 検出光学素子 33 を透過して検出光学系 130 の瞳面に入射する。検出光学系 130 の瞳面には、第 2 アレイ AL2 に配置された複数の第 2 絞り 34 のいずれか 1 つが配置されうる。

30

【0027】

検出光学系 130 の瞳面に配置された第 2 絞り 34 を通過した回折光は、第 2 検出光学素子 35、光学部材 36 を経て光電変換素子（撮像素子）37 の受光面（撮像面）に入射する。光学部材 36 は、波長シフト差を調整するために用いられうる。光電変換素子 37 は、例えば、CCD イメージセンサを含みうる。光電変換素子 37 は、例えば、制御部 17 からの指令によって、アライメントマーク 19 から発生した光の強弱に応じて、光電変換された電荷を蓄積する時間を調整しうる。露光装置 EXP は、位置検出系 16 によって得られたアライメントマーク 19 の情報を用いて、基板駆動機構 18 による基板 3 の駆動量を決定し、基板 3 と原版 1 とのアライメントを行いうる。

40

【0028】

図 4 を参照しながら、照明光学系 110 の瞳面に複数の第 1 絞り 24（24a ~ 24f）から制御部 17 によって選択される 1 つの第 1 絞り 24 を配置するための構成を例示する。位置検出系 16 は、照明光学系 110 の瞳に配置可能な複数の第 1 絞り 24 を有する第 1 アレイ AL1 と、複数の第 1 絞り 24 のうち選択された第 1 絞り 24 を照明光学系 110 の瞳に配置する第 1 駆動機構 38 とを含みうる。第 1 駆動機構 38 は、複数の第 1 絞り 24 のうち照明光学系 110 の光軸（Y 軸方向に平行）を横切る第 1 絞り 24 が第 1 方向（Z 軸方向）に移動するように第 1 アレイ AL1 を駆動しうる。これにより、第 1 駆動機構 38 は、複数の第 1 絞り 24 のうち選択された第 1 絞り 24 を照明光学系 110 の瞳に配置しうる。

50

【0029】

図 4 に示された構成例では、複数の絞り 24 は、第 1 方向（Z 軸方向）に並ぶように第 1 アレイ（遮光板）110 に配置されている。第 1 駆動機構 38 は、第 1 アレイ AL1 を第 1 方向（Z 軸方向）に駆動する駆動ギア 43 と、駆動ギア 43 を駆動する駆動源 44 と、ベアリング 42 を介して第 1 アレイ AL1 をガイドするガイドレール（ガイド部材）4

50

1とを含みうる。駆動源44が駆動ギア43を回転駆動することによって第1アレイAL1が第1方向に駆動され、複数の絞り24のうち制御部17によって選択された絞り24が照明光学系110の瞳に配置されうる。このような構成は、ガイドレール方式と呼ばれうる。図4に示された構成例では、複数の絞り24は、互いに異なる形状を有する。ここで、互いに異なる形状は、互いに異なる寸法、および、互いに相似ではない形状を含みうる。

【0030】

第1駆動機構38は、複数の絞り24（第1アレイAL1）を第1方向に微調整可能に構成されうる。換言すると、第1駆動機構38は、複数の絞り24のうち制御部17によって選択された絞り24の位置を第1方向に微調整可能に構成されうる。第1アレイAL1および第1駆動機構38は、複数の第1絞り24から位置検出のために使用する1つの第1絞り24を選択する選択機構を構成するとともに、選択された絞り24の位置を第1方向に微調整する微調機構を構成しうる。

10

【0031】

図4に示された構成は、一例に過ぎず、第1駆動機構38は、種々の構成を有しうる。第1駆動機構38は、例えば、リニアモータを含んでもよい。該リニアモータは、エンコーダ付きリニアモータでありうる。第1アレイAL1は、複数の絞り24が円周上に配置された構成を有してもよい。この場合、第1駆動機構38は、第1アレイAL1を回転駆動することによって複数の絞り24のうち制御部17によって選択された絞り24を照明光学系110の瞳に配置することができる。また、該選択された絞り24の位置を第1方向（瞳において前記円周の接線方向）に微調整することができる。

20

【0032】

図5を参照しながら、検出光学系130の瞳面に複数の第2絞り34（34a～34h）から制御部17によって選択される1つの第2絞り34を配置するための構成を例示する。位置検出系16は、検出光学系130の瞳に配置可能な複数の第2絞り34を有する第2アレイAL2と、複数の第2絞り34のうち選択された第2絞り34を検出光学系130の瞳に配置する第2駆動機構39とを含みうる。複数の絞り34は、互いに異なる形状を有する。ここで、互いに異なる形状は、互いに異なる寸法、および、互いに相似ではない形状を含みうる。

30

【0033】

第2駆動機構39は、複数の第2絞り34のうち検出光学系130の光軸（Z軸方向に平行）を横切る第2絞り34が第2方向（X軸方向）に移動するように第2アレイAL2を駆動しうる。これにより、第2駆動機構39は、複数の第2絞り34のうち選択された第2絞り34が検出光学系130の瞳に配置されうる。第2方向（X軸方向）は、第1方向（Y軸方向）と交差（例えば、直交）する方向である。第1方向（Y軸方向）は、ある平面に平行な方向であり、第2方向（X軸方向）は、該平面と交差（例えば、直交）する方向でありうる。第1駆動機構38が第1絞り24を照明光学系110において第1方向（Z軸方向）に駆動すると、被検物であるアライメントマーク19からの光束は、検出光学系130の瞳において、第2方向（X軸方向）と交差する第3方向（Y方向）に移動しうる。

40

【0034】

図5に示された状態では、第2絞り34eが検出光学系130の瞳に配置されている。第2駆動機構39は、複数の第2絞り34a～34hのうち検出光学系130の光軸（Z軸方向に平行）を横切る第2絞り34eが第2方向（X軸方向）に移動するように第2アレイAL2を駆動することができる。第2駆動機構39は、複数の絞り34のうち制御部17によって選択された絞り34を第2方向（X軸方向）に微調整可能に構成されうる。第2アレイAL2および第2駆動機構39は、複数の第2絞り34から位置検出のために使用する1つの第2絞り34を選択する選択機構を構成するとともに、選択された絞り34の位置を第2方向に微調整する微調機構を構成しうる。

【0035】

50

図 5 に示された構成例では、複数の第 2 絞り 3 4 は、回転軸 4 0 の回転中心を中心とする円周上に配置されるように、第 2 アレイ (遮光版) A L 2 に配置されている。第 2 駆動機構 3 9 は、第 2 アレイ A L 2 に固定された回転軸 4 0 を回転駆動する第 2 駆動源 4 9 を含みうる。第 2 駆動源 4 9 が回転軸 4 0 を回転駆動することによって、複数の第 2 絞り 3 4 のうち制御部 1 7 によって選択された第 2 絞り 3 4 が検出光学系 1 3 0 の瞳に配置される。このような構成は、ターレット方式と呼ばれうる。第 2 駆動機構 3 9 は、第 2 アレイ A L 2 を微小角度だけ回転させることによって、複数の絞り 3 4 のうち制御部 1 7 によって選択された絞り 3 4 を第 2 方向 (前記円周の接線方向) に微調整可能に構成されうる。第 2 駆動源 4 9 は、例えば、エンコーダ付パルスモータを含みうる。

【 0 0 3 6 】

図 5 に示された構成は、一例に過ぎず、複数の第 2 絞り 3 4 は、第 2 方向に並べて第 2 アレイ A L 2 に配置されてもよい。この場合、第 2 駆動機構 3 9 は、第 2 アレイ A L 2 を第 2 方向に駆動することによって複数の第 2 絞り 3 4 のうち選択された第 2 絞り 3 4 を検出光学系 1 3 0 の瞳に配置することができ、また、該選択された絞り 3 4 を第 2 方向に微調整することができる。

【 0 0 3 7 】

図 4、図 5 に示された例では、第 1 駆動機構 3 8 は、第 1 アレイ A L 1 の全体を第 1 方向 (Y 軸方向) に駆動し、第 2 駆動機構 3 9 は、第 2 アレイ A L 2 を回転駆動する。このような構成に代えて、第 1 駆動機構 3 8 が第 1 アレイ A L 1 を回転駆動し、第 2 駆動機構 3 9 が第 2 アレイ A L 2 を回転駆動する構成が採用されてもよい。あるいは、第 1 駆動機構 3 8 が第 1 アレイ A L 1 を回転駆動し、第 2 駆動機構 3 9 が第 2 アレイ A L 2 の全体を第 2 方向に駆動する構成が採用されてもよい。

【 0 0 3 8 】

第 1 アレイ A L 1 に配置された複数の第 1 絞り 2 4 の個数と第 2 アレイ A L 2 に配置された複数の第 2 絞り 3 4 の個数とは、互いに同じであってもよいし、互いに異なってもよい。複数の第 1 絞り 2 4 の全部または一部は、円形の第 1 絞りであってもよいし、非円形の第 1 絞りであってもよい。複数の第 1 絞り 2 4 の全部または一部の光透過率は、100%であってもよいし、100%でなくてもよい。同様に、複数の第 2 絞り 3 4 の全部または一部は、円形の第 2 絞りであってもよいし、非円形の第 2 絞りであってもよい。複数の第 2 絞り 3 4 の全部または一部の光透過率は、100%であってもよいし、100%でなくてもよい。

【 0 0 3 9 】

図 4 および図 5 に例示された構成を用いることにより、光電変換素子 3 7 で検出される像のコントラストを向上させるために有利な暗視野照明または変形照明を実現することができる。例えば、暗視野照明を実現するためには、図 6 に例示されるように、透過部と遮光部とが反転した第 1 絞り 2 4 および第 2 絞り 3 4 の組を選択すればよい。こうすれば、第 1 絞り 2 4 を透過した照明光のうち、基板 3 によって反射され 0 次回折光となったものは第 2 絞り 3 4 の遮光部によって遮られ、光電変換素子 3 7 に到達することはない。これによって、アライメントマーク 1 9 によって回折された実質的な信号光のみによる高コントラストな像が得られる。以上のように、照明光学系 1 1 0 および検出光学系 1 3 0 は、暗視野顕微鏡を構成しうる。

【 0 0 4 0 】

さて、第 1 絞り 2 4 および第 2 絞り 3 4 のどのような組を選択したとしても、光電変換素子 3 7 の受光面に良好な像を形成するためには、第 1 絞り 2 4 および第 2 絞り 3 4 の相対位置を微調整する必要がある。図 7 には、照明光学系 1 1 0 の第 1 絞り 2 4 の調整前の位置検出系 1 6 の状態が模式的に示されている。図 7 および後に参照する図 8 において、太い実線で描かれた円は、調整前の検出光学系 1 3 0 の第 2 絞り 3 4 を表している。図 7 に例示されるように、照明光学系 1 1 0 の第 1 絞り 2 4 の調整前においては、基板 3 を照明する照明光の光軸が基板 3 の表面の法線方向からずれている。したがって、基板 3 から反射してくる 0 次回折光の向きは、調整前の検出光学系 1 3 0 の第 2 絞り 3 4 の中心から

10

20

30

40

50

ずれている。既に述べたとおり、照明光学系 110 の第 1 絞り 24 は、基板 3 が位置する面に対する光学的なフーリエ変換面（照明光学系 110 の瞳面）に配置されている。したがって、第 1 絞り 24 の調整は、有効光源、すなわち基板 3 に入射する照明光の入射角度を調整することに相当する。図 7 に例示された状態において、照明光学系 110 の第 1 絞り 24 を第 1 方向（Z 軸方向）に駆動すると、検出光学系 130 の第 2 絞り 34 が配置された面において、照明光の光軸が第 3 方向（Y 軸方向）に移動し、位置検出系 16 は、図 8 に例示される状態になる。

【0041】

図 8 において、検出光学系 130 の第 2 絞り 34 と照明光の光軸との X 方向についてのずれは残っている。ここで、検出光学系 130 の第 2 絞り 34 は、光電変換素子 37 の受光面に対する光学的なフーリエ変換面に位置するので、検出光学系 130 の第 2 絞り 34 の調整は光電変換素子 37 が受光する基板 3 からの回折光の次数を選択することに相当する。図 8 に例示された状態において 0 次回折光の受光角の調整可能方向（X 軸方向）に検出光学系 130 の第 2 絞り 34 を駆動すると、図 9 に例示されるように、基板 3 から反射してくる 0 次回折光を検出光学系 130 の瞳の中心に調整することができる。図 9 においては、太い実線で描かれた円は、調整後の検出光学系 130 の第 2 絞り 34 を表しており、調整前のそれは太い破線で描かれている。

【0042】

通常、アライメントマーク 19 のような対称性のある被検物からの回折光は、0 次回折光を中心として正負対称に発生する。したがって、上述のように 0 次回折光を検出光学系 130 の瞳の中心に調整することにより、歪みが少ない良好な像を光電変換素子 37 の受光面に形成することができる。ただし、基板 3 からの 0 次回折光を検出光学系 130 の瞳の中心に調整することは例示的な効果に過ぎない。例えば、位置検出系 16 の非対称収差が大きい場合などでは、取り込む回折光の対称性を損なってでも瞳面上の収差が劣悪な部分を通る回折光束を遮断するような操作を行うこともありうる。

【0043】

第 1 実施形態によれば、位置検出系 16 の第 1 絞り 24 および第 2 絞り 34 の位置の微調整は、第 1 絞り 24 および第 2 絞り 34 の選択のために使用される第 1 駆動機構 38 および第 2 駆動機構 39 によって行われうる。よって、位置検出系 16 の第 1 絞り 24 および第 2 絞り 34 の微調整のための構成を単純化することができる。また、第 1 実施形態では、交差する 2 つの方向における瞳の調整自由度が照明光学系 110 と検出光学系 130 とに割り振られている。したがって、第 1 駆動機構 38、第 2 駆動機構 39 に新たな軸の駆動機構を追加する必要がない。よって、第 1 実施形態は、コントラストの向上のための絞りの切り替え機構と親和性が高く、かつ最小限の機械的機構で瞳の位置調整が可能である。また、このような位置検出系 16 を露光装置 E X P に組み込みことによって、コストならびにオーバーレイ精度の点で優れた有利な露光装置 E X P を提供することができる。

【0044】

以下、第 2 実施形態を説明する。第 2 実施形態として言及しない事項は、第 1 実施形態に従いうる。第 2 実施形態は、位置検出系 16 を搭載した露光装置 E X P を運用する際に好適な運用手順について説明する。露光装置 E X P の運用においては、露光装置 E X P の出荷 / 設置時に露光装置 E X P の状態を調整し、その調整状態が良好であることを確認する工程（以下、調確工程）が存在しうる。この確認工程において、位置検出系 16 の調整状態を評価する方法として、基板駆動機構 18 により基板ステージ 4 を Z 軸方向に駆動させながら調整用の基板 3 に設けられたアライメントマーク 19 が位置検出系 16 で観察されうる。仮に、図 7 に例示されたように基板 3 を照明する照明光の光軸が基板 3 の表面の法線に対してずれているような場合、基板ステージ 4 の Z 軸方向の駆動にともなって、光電変換素子 37 で捉えられたアライメントマーク 19 の像は水平方向にシフトしうる。したがって、基板ステージ 4 を微小単位量 Z だけ Z 軸方向駆動させた時の該シフト量の向きと大きさに基づいて、基板 3 を照明する照明光の光軸が基板 3 の表面の法線からずれている度合いを評価することができる。ここで、該シフト量の向きと大きさを表すベクトル

10

20

30

40

50

の直交成分を (E_x, E_y) とする。

【0045】

調確工程では、照明光学系 110 の第 1 絞リ 24 と検出光学系 130 の第 2 絞リ 34 をそれぞれ微小単位量 x と y だけ駆動することによって、 E_x と E_y がどれだけ変化するかを示す値、すなわち感度を得ておくことが可能である。このようにして得られた感度表が仮に図 10 で示すようなものであったとする。図 10 において、数値 a は、照明光学系 110 の第 1 絞リ 24 を x だけ駆動させた時の E_x の変化量、数値 c はその時に発生する E_y の変化量を表す。同様に、数値 b は、検出光学系 130 の第 2 絞リ 34 を y だけ駆動させた時の E_x の変化量、数値 d はその時に発生する E_y の変化量を表す。

10

【0046】

ここで、 E_x の追い込み目標値を E_{xT} 、 E_y の追い込み目標値を E_{yT} としたとき、微小単位量 x と y によって測られた第 1 駆動機構 38、第 2 駆動機構 39 の駆動すべき量 (x, y) は、次の連立方程式から求められる。

【0047】

$$E_{xT} - E_x = ax + by$$

$$E_{yT} - E_y = cx + dy$$

このように、一度調確工程において図 10 のような感度表を取得しておけば、その後に位置検出系 16 の調整が生じた際に、上記の式を用いて速やかに第 1 駆動機構 38、第 2 駆動機構 39 の駆動すべき量 (x, y) を算出することができる。位置検出系 16 の結像状態を常に良好に保てば、位置検出系 16 を搭載した露光装置 EXP を用いて高い歩留まりで高品位な物品を製造することに寄与することができる。

20

【0048】

次に、前述の露光装置を利用した物品（半導体 IC 素子、液晶表示素子、MEMS 等）の製造方法を説明する。物品は、前述の露光装置を使用して、感光剤が塗布された基板（基板、ガラス基板等）を露光する工程と、その基板（感光剤）を現像する工程と、現像された基板を他の周知の工程で処理することにより製造される。他の周知の工程には、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等が含まれる。本物品製造方法によれば、従来よりも高品位の物品を製造することができる。

【0049】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

30

【0050】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

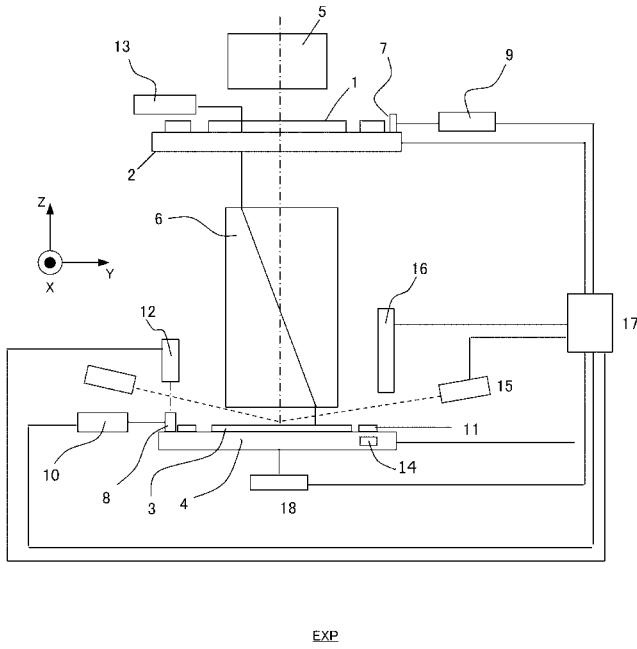
【符号の説明】

【0051】

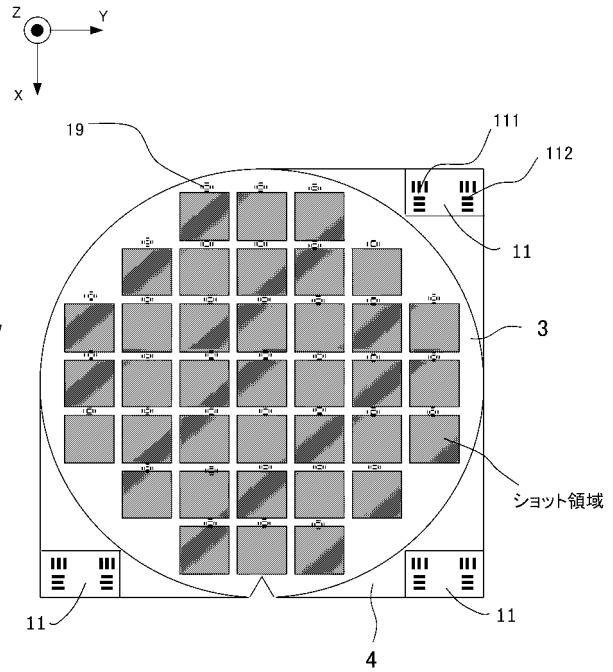
16：位置検出系（位置検出装置）、37：光電変換素子、110：照明光学系、120：共通光学系、130：検出光学系、24：第 1 絞リ、34：第 2 絞リ、38：第 1 駆動機構、39：第 2 駆動機構

40

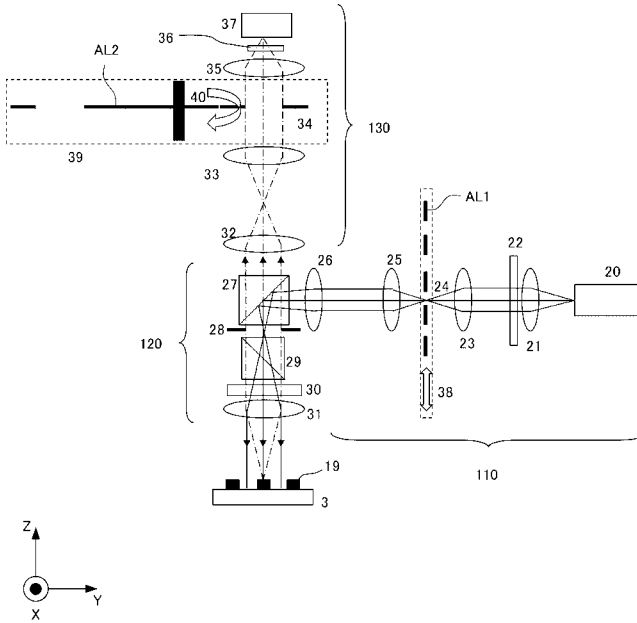
【図 1】



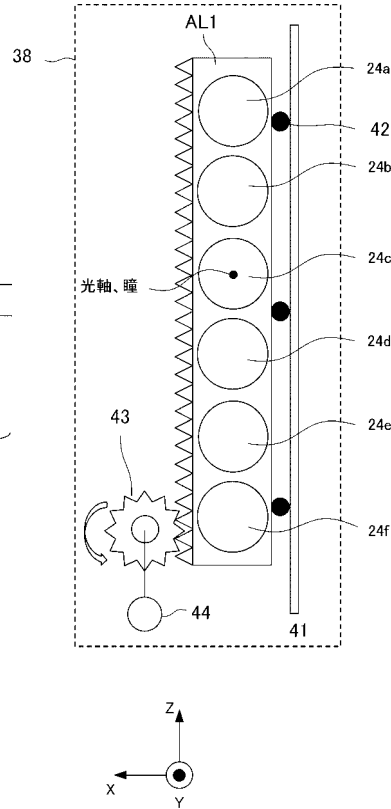
【図 2】



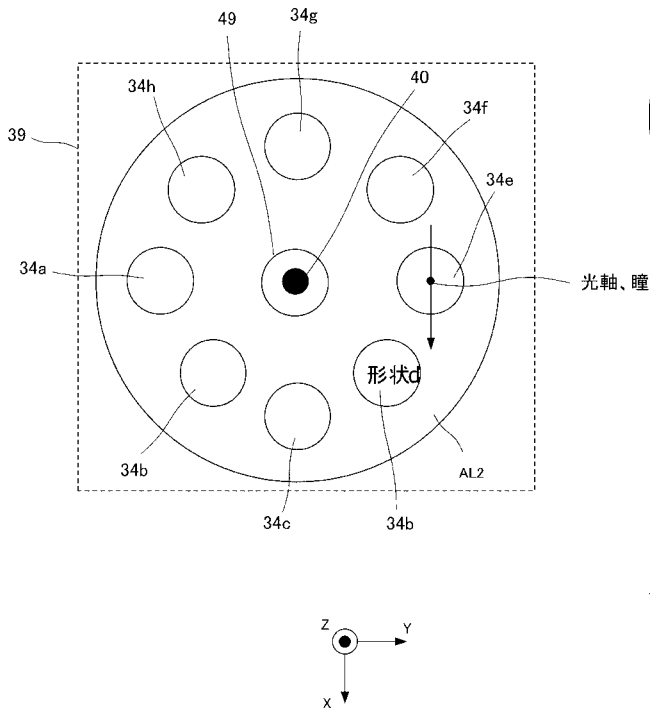
【図 3】



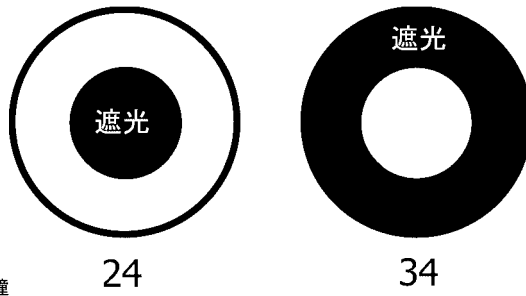
【図 4】



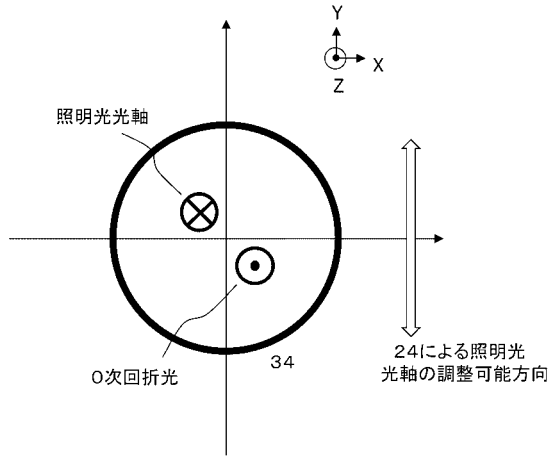
【 図 5 】



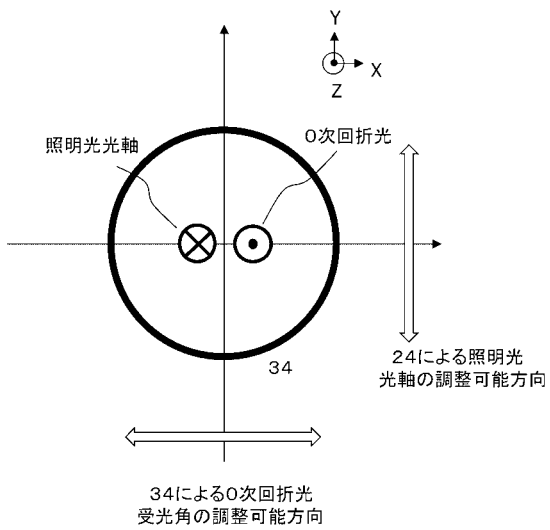
【 図 6 】



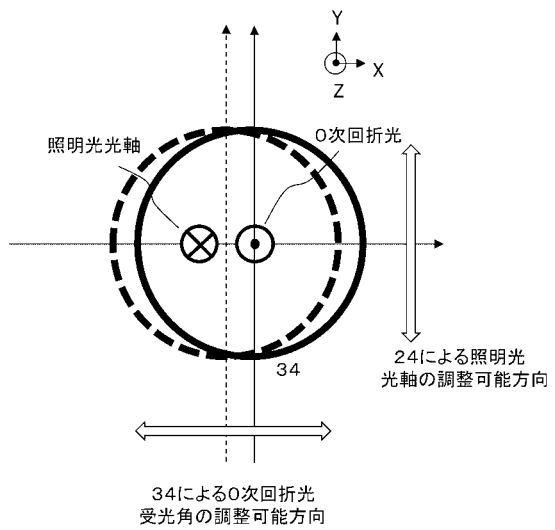
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】

	第1絞り	第2絞り
Ex	a	b
Ey	c	d

フロントページの続き

(72)発明者 藤嶋 浩史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 前田 普教

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA07 AA09 AA20 BB28 CC17 DD03 FF04 FF48 GG21
GG24 JJ03 JJ26 LL02 LL04 LL22 LL30 LL36 LL37 LL42
LL46 MM03 PP12 PP24 QQ31
2H197 AA06 BA04 CA05 CA06 CA08 CA10 EA15 EA17 EA19 EB17
EB23 GA01 HA03 HA05 HA10