

(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2010-8408

(P2010-8408A)

(43) 公開日 平成22年1月14日(2010.1.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 B 11/00 (2006.01)	G O 1 B 11/00 H	2 F O 6 5
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 2 6 B	5 F O 4 6
G O 3 F 7/207 (2006.01)	G O 3 F 7/207 H	

審査請求 未請求 請求項の数 42 O L (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2009-143810 (P2009-143810)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成21年6月17日 (2009. 6. 17)		株式会社ニコン
(31) 優先権主張番号	61/129, 421		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(32) 優先日	平成20年6月25日 (2008. 6. 25)	(74) 代理人	100095256
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 山口 孝雄
(31) 優先権主張番号	12/466, 934	(72) 発明者	日高 康弘
(32) 優先日	平成21年5月15日 (2009. 5. 15)		東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
(33) 優先権主張国	米国 (US)		式会社ニコン内
		(72) 発明者	石川 元英
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
			式会社ニコン内

最終頁に続く

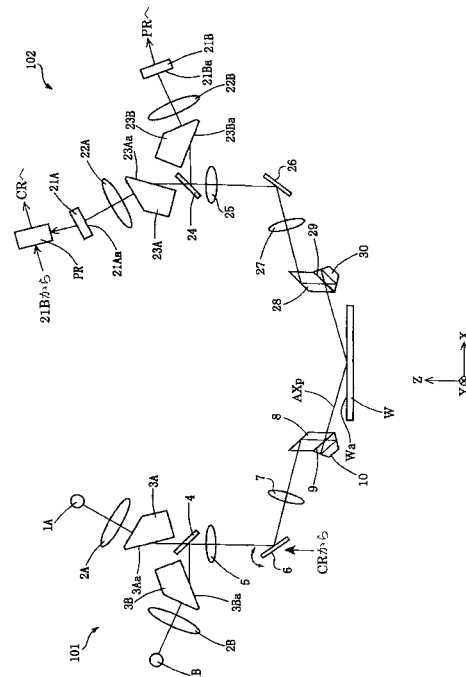
(54) 【発明の名称】 面位置検出装置、面位置検出方法、露光装置、およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 光学部材の変動の影響を抑制して被検面の面位置を高精度に検出する。

【解決手段】 面位置検出装置は、第1パターンからの第1の光と第2パターンからの第2の光とを被検面(Wa)へ入射させて、被検面に対して第1パターンの中間像および第2パターンの中間像を投射する送光光学系(4~10)と、被検面で反射された第1の光および第2の光をそれぞれ第1観測面(23Aa)および第2観測面(23Ba)へ導いて、第1パターンの観測像および第2パターンの観測像を形成する受光光学系(30~24)と、第1観測面および第2観測面における第1パターンの観測像および第2パターンの観測像の各位置情報を検出し、各位置情報に基づいて被検面の面位置を算出する検出部(23~21, PR)とを備えている。送光光学系は、例えば第2パターンの中間像を第1パターンの中間像に対して所定方向に反転された像として投射する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 パターンからの第 1 の光と第 2 パターンからの第 2 の光とを被検面へ入射させて、該被検面に対して前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像を投射する送光光学系と、

前記被検面によって反射された前記第 1 の光および前記第 2 の光をそれぞれ第 1 観測面および第 2 観測面へ導いて、該第 1 観測面に前記第 1 パターンの観測像を形成し、該第 2 観測面に前記第 2 パターンの観測像を形成する受光光学系と、

前記第 1 観測面における前記第 1 パターンの観測像および前記第 2 観測面における前記第 2 パターンの観測像の各位置情報を検出し、該各位置情報に基づいて前記被検面の面位置を算出する検出部とを備え、

前記送光光学系は、前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像のうち一方の中間像を他方の中間像に対して所定方向に反転された像として投射することを特徴とする面位置検出装置。

【請求項 2】

前記受光光学系は、前記第 1 パターンの観測像および前記第 2 パターンの観測像のうち一方の観測像を他方の観測像に対して、当該受光光学系によって前記所定方向と光学的に対応付けられる対応方向に反転された像として形成することを特徴とする請求項 1 に記載の面位置検出装置。

【請求項 3】

第 1 パターンからの第 1 の光と第 2 パターンからの第 2 の光とを被検面へ入射させて、該被検面に対して前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像を投射する送光光学系と、

前記被検面によって反射された前記第 1 の光および前記第 2 の光をそれぞれ第 1 観測面および第 2 観測面へ導いて、該第 1 観測面に前記第 1 パターンの観測像を形成し、該第 2 観測面に前記第 2 パターンの観測像を形成する受光光学系と、

前記第 1 観測面における前記第 1 パターンの観測像および前記第 2 観測面における前記第 2 パターンの観測像の各位置情報を検出し、該各位置情報に基づいて前記被検面の面位置を算出する検出部とを備え、

前記受光光学系は、前記第 1 パターンの観測像および前記第 2 パターンの観測像のうち一方の観測像を他方の観測像に対して、当該受光光学系によって所定方向と光学的に対応付けられる対応方向に反転された像として形成することを特徴とする面位置検出装置。

【請求項 4】

前記所定方向は、前記送光光学系から前記被検面へ向かう投射光軸と該被検面の法線とを含む投射平面に平行な方向であって前記投射光軸と交差する方向であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 5】

前記所定方向は、前記投射平面と前記被検面とが交差する方向であることを特徴とする請求項 4 に記載の面位置検出装置。

【請求項 6】

前記送光光学系は、前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像を形成する送光側結像部と、該送光側結像部が形成する前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像を前記所定方向に相対的に反転させる送光側反転部とを有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 7】

前記送光側反転部は、前記送光光学系における前記被検面側の端部に設けられることを特徴とする請求項 6 に記載の面位置検出装置。

【請求項 8】

前記送光光学系は、前記第 1 の光に比して前記第 2 の光を前記所定方向と光学的に対応する方向に奇数回多く反射させることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の面位置検出装

10

20

30

40

50

置。

【請求項 9】

前記送光側反転部は、前記送光光学系から前記被検面へ向かう投射光軸と該被検面の法線とを含む投射平面に垂直な反射面を有することを特徴とする請求項 8 に記載の面位置検出装置。

【請求項 10】

前記送光側反転部は、前記第 2 の光を内面反射させるプリズム部材を有することを特徴とする請求項 8 または 9 に記載の面位置検出装置。

【請求項 11】

前記送光光学系は、前記送光側結像部を経た前記第 1 の光および前記第 2 の光を相対的に偏向させて該第 2 の光を前記送光側反転部へ導く送光側分離部を有することを特徴とする請求項 6 ~ 10 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

10

【請求項 12】

前記送光側分離部は、前記第 1 の光および前記第 2 の光の波長もしくは偏光に応じて該第 1 の光および該第 2 の光の一方を反射させて他方を透過させることを特徴とする請求項 11 に記載の面位置検出装置。

【請求項 13】

前記送光光学系は、互いに異なる方向から入射する前記第 1 の光および前記第 2 の光を相対的に偏向させて前記送光側結像部へ導く送光側合成部を有することを特徴とする請求項 6 ~ 12 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

20

【請求項 14】

前記受光光学系は、前記第 1 パターンの観測像および前記第 2 パターンの観測像を形成する受光側結像部と、該受光側結像部が形成する前記第 1 パターンの観測像および前記第 2 パターンの観測像を、当該受光光学系によって前記所定方向と光学的に対応付けられる方向に相対的に反転させる受光側反転部とを有することを特徴とする請求項 1 ~ 13 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 15】

前記受光側反転部は、前記受光光学系における前記被検面側の端部に設けられることを特徴とする請求項 14 に記載の面位置検出装置。

【請求項 16】

30

前記受光光学系は、前記第 1 の光に比して前記第 2 の光を前記所定方向と光学的に対応する方向に奇数回多く反射させることを特徴とする請求項 14 または 15 に記載の面位置検出装置。

【請求項 17】

前記受光側反転部は、前記送光光学系から前記被検面へ向かう投射光軸と該被検面の法線とを含む投射平面に垂直な反射面を有することを特徴とする請求項 16 に記載の面位置検出装置。

【請求項 18】

前記受光側反転部は、前記第 2 の光を内面反射させるプリズム部材を有することを特徴とする請求項 16 または 17 に記載の面位置検出装置。

40

【請求項 19】

前記受光光学系は、前記第 1 の光および前記受光側反転部を経た前記第 2 の光を相対的に偏向させて前記受光側結像部へ導く受光側合成部を有することを特徴とする請求項 14 ~ 18 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 20】

前記受光側合成部は、前記第 1 の光および前記第 2 の光の波長もしくは偏光に応じて該第 1 の光および該第 2 の光の一方を反射させて他方を透過させることを特徴とする請求項 19 に記載の面位置検出装置。

【請求項 21】

前記受光光学系は、前記受光側結像部を経た前記第 1 の光および前記第 2 の光を相対的に

50

偏向させてそれぞれ前記第 1 観測面および前記第 2 観測面へ導く受光側分離部を有することを特徴とする請求項 14 ~ 20 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 22】

前記検出部は、前記第 1 の光および前記第 2 の光をそれぞれ光電検出する第 1 受光センサおよび第 2 受光センサと、前記第 1 観測面を経た前記第 1 の光および前記第 2 観測面を経た前記第 2 の光をそれぞれ前記第 1 受光センサおよび前記第 2 受光センサへ入射させるリレー光学系と、前記第 1 観測面を経た前記第 1 の光および前記第 2 観測面を経た前記第 2 の光をそれぞれ前記第 1 受光センサおよび前記第 2 受光センサへ導く検出側分離部とを有することを特徴とする請求項 14 ~ 20 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 23】

前記第 1 パターンおよび前記第 2 パターンは、それぞれ複数の要素パターンが配列された配列パターンであって、

前記送光光学系は、前記第 1 パターンの中間像と前記第 2 パターンの中間像とを前記被検面上で平行に配列させることを特徴とする請求項 1 ~ 22 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 24】

前記送光光学系は、前記第 1 パターンの中間像の要素パターンと前記第 2 パターンの中間像の要素パターンとを前記被検面上で同列に配列させることを特徴とする請求項 23 に記載の面位置検出装置。

【請求項 25】

前記送光光学系は、少なくとも一部の前記要素パターンについて、前記第 1 パターンの中間像の要素パターンと前記第 2 パターンの中間像の要素パターンとを前記被検面上の同一箇所に配列させることを特徴とする請求項 24 に記載の面位置検出装置。

【請求項 26】

前記送光光学系は、前記第 1 パターンの中間像の要素パターンと前記第 2 パターンの中間像の要素パターンとを一以上の要素パターンごとに交互に配列させることを特徴とする請求項 24 に記載の面位置検出装置。

【請求項 27】

前記送光光学系は、前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像を前記被検面に対する前記第 1 の光の入射面に沿って配列させることを特徴とする請求項 23 ~ 26 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 28】

前記送光光学系は、前記第 1 の光および前記第 2 の光を同一平面または互いに平行な平面に沿って前記被検面へ入射させることを特徴とする請求項 1 ~ 27 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 29】

前記送光光学系は、前記第 1 の光および前記第 2 の光を互いに同じ入射角で前記被検面へ入射させることを特徴とする請求項 1 ~ 28 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 30】

前記検出部は、前記第 1 パターンの観測像の位置情報に基づいて前記被検面の第 1 の面位置 Z_m を算出し、前記第 2 パターンの観測像の位置情報に基づいて前記被検面の第 2 の面位置 Z_r を算出し、前記被検面への前記第 1 の光の入射角を θ_m とし、前記被検面への前記第 2 の光の入射角を θ_r とし、前記被検面の第 3 の面位置 Z_v を、

$$Z_v = (Z_m - Z_r) / (1 + \sin \theta_r / \sin \theta_m)$$

の式に基づいて算出することを特徴とする請求項 1 ~ 29 のいずれか一項に記載の面位置検出装置。

【請求項 31】

前記検出部は、前記第 1 パターンの観測像の位置情報に基づいて前記被検面の第 1 の面位置 Z_m を算出し、前記第 2 パターンの観測像の位置情報に基づいて前記被検面の第 2 の面位置 Z_r を算出し、前記被検面の第 3 の面位置 Z_v を、

10

20

30

40

50

$$Z_v = (Z_m - Z_r) / 2$$

の式に基づいて算出することを特徴とする請求項 29 に記載の面位置検出装置。

【請求項 32】

前記第 2 パターンは、複数の要素パターンが配列された配列パターンであって、

前記検出部は、前記第 2 パターンの観測像の複数の要素パターンに対応する位置情報に基づいて前記第 2 の面位置 Z_r を算出することを特徴とする請求項 30 または 31 に記載の面位置検出装置。

【請求項 33】

前記第 1 パターンおよび前記第 2 パターンは、それぞれ複数の要素パターンが配列された配列パターンであって、

前記送光光学系は、前記被検面上で前記第 2 パターンの中間像の要素パターンを前記第 1 パターンの中間像の要素パターンの近傍に配列させ、

前記検出部は、前記第 1 パターンの中間像の要素パターンに対応する前記第 1 パターンの観測像の位置情報に基づいて前記第 1 の面位置 Z_m を算出し、該第 1 パターンの中間像の要素パターンの近傍に配列された一以上の前記第 2 パターンの中間像の要素パターンに対応する前記第 2 パターンの観測像の位置情報に基づいて前記第 2 の面位置 Z_r を算出することを特徴とする請求項 30 または 31 に記載の面位置検出装置。

【請求項 34】

前記検出部は、前記第 1 パターンの中間像の要素パターンを挟み込む複数の前記第 2 パターンの中間像の要素パターンに対応する前記第 2 パターンの観測像の位置情報に基づいて前記第 2 の面位置 Z_r を算出することを特徴とする請求項 33 に記載の面位置検出装置。

【請求項 35】

第 1 パターンからの第 1 の光を被検面に入射させて該被検面に前記第 1 パターンの中間像を投射し、前記被検面において反射された前記第 1 の光を第 1 観測面に導いて該第 1 観測面に前記第 1 パターンの観測像を形成し、前記第 1 観測面における前記第 1 パターンの観測像の位置情報を検出する第 1 検出系と、

第 2 パターンからの第 2 の光を前記被検面に入射させて該被検面に前記第 2 パターンの中間像を投射し、前記被検面において反射された前記第 2 の光を第 2 観測面に導いて該第 2 観測面に前記第 2 パターンの観測像を形成し、前記第 2 観測面における前記第 2 パターンの観測像の位置情報を検出する第 2 検出系と、

前記第 1 パターンの観測像の位置情報および前記第 2 パターンの観測像の位置情報に基づいて、前記被検面の面位置を算出する処理部と、を備え、

前記第 1 検出系および第 2 検出系は、相互に共通に設けられた少なくとも 1 つの共通光学部材を有し、

前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像のうち一方の中間像は、他方の中間像に対して所定方向に反転された像として投射されることを特徴とする面位置検出装置。

【請求項 36】

マスクステージに載置されたマスクのパターンを基板ステージに載置された感光性基板に転写する露光装置において、

前記感光性基板の感光面および前記マスクのパターン面の少なくとも一方の面位置を検出する請求項 1 ~ 35 のいずれか一項に記載の面位置検出装置と、

前記面位置検出装置の検出結果に基づいて、前記基板ステージおよび前記マスクステージの相対的な位置合わせをする位置合わせ機構と、

を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 37】

前記基板ステージを前記感光面に沿った方向へ移動させる平面駆動機構を備え、

前記面位置検出装置は、前記平面駆動機構による前記基板ステージの移動に応じて前記感光面の複数箇所における面位置を検出することを特徴とする請求項 36 に記載の露光装置。

10

20

30

40

50

【請求項 38】

前記マスクステージを前記パターン面に沿った方向へ移動させる平面駆動機構を備え、

前記面位置検出装置は、前記平面駆動機構による前記マスクステージの移動に応じて前記パターン面の複数箇所における面位置を検出することを特徴とする請求項 36 に記載の露光装置。

【請求項 39】

前記面位置検出装置の複数の検出結果をマップデータとして記憶する記憶部を備えたことを特徴とする請求項 37 または 38 に記載の露光装置。

【請求項 40】

被検面の面位置を算出する面位置検出方法であって、

10

第 1 パターンからの第 1 の光と第 2 パターンからの第 2 の光とを被検面に入射させて、該被検面に対して前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像を投射することと、

前記被検面によって反射された前記第 1 の光および前記第 2 の光をそれぞれ第 1 観測面および第 2 観測面へ導いて、該第 1 観測面に前記第 1 パターンの観測像を形成し、該第 2 観測面に前記第 2 パターンの観測像を形成することと、

前記第 1 観測面における前記第 1 パターンの観測像および前記第 2 観測面における前記第 2 パターンの観測像の各位置情報を検出し、該各位置情報に基づいて前記被検面の面位置を算出することと、を含み、

前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像のうち一方の中間像を他方の中間像に対して所定方向に反転された像として投射することを特徴とする面位置検出方法。

20

【請求項 41】

被検面の面位置を算出する面位置検出方法であって、

第 1 パターンからの第 1 の光を前記被検面に入射させて該被検面に前記第 1 パターンの中間像を投射し、前記被検面において反射された前記第 1 の光を第 1 観測面に導いて該第 1 観測面に前記第 1 パターンの観測像を形成し、前記第 1 観測面における前記第 1 パターンの観測像の位置情報を検出することと、

第 2 パターンからの第 2 の光を前記被検面に入射させて該被検面に前記第 2 パターンの中間像を投射し、前記被検面において反射された前記第 2 の光を第 2 観測面に導いて該第 2 観測面に前記第 2 パターンの観測像を形成し、前記第 2 観測面における前記第 2 パターンの観測像の位置情報を検出することと、

30

前記第 1 パターンの観測像の位置情報および前記第 2 パターンの観測像の位置情報に基づいて、前記被検面の面位置を算出することと、を含み、

前記第 1 の光および第 2 の光は、相互に共通に設けられた少なくとも 1 つの共通光学部材を経由し、

前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像のうち一方の中間像は、他方の中間像に対して所定方向に反転された像として投射されることを特徴とする面位置検出方法。

40

【請求項 42】

請求項 36 ~ 39 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて、前記パターンを前記感光性基板に転写することと、

前記パターンが転写された前記感光性基板を前記パターンに基づいて加工することと、を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、被検面の面位置を検出する面位置検出装置、面位置検出方法、露光装置、およびデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

マスク上に形成されたパターンを、投影光学系を介して感光性基板上に転写する露光装置においては、投影光学系の焦点深度が浅く、感光性基板の感光面（転写面）が平坦でない場合もある。このため、露光装置では、投影光学系の結像面に対する感光性基板の感光面の位置決め調整を正確に行う必要がある。

【 0 0 0 3 】

投影光学系の光軸方向に沿った感光性基板の面位置（感光面の面位置）を検出する面位置検出装置として、例えば斜入射型オートフォーカスセンサが知られている（特許文献1を参照）。この斜入射型オートフォーカスセンサでは、被検面としての感光性基板に対して斜め方向からスリットの像を投射し、被検面で反射された光により形成されるスリットの像の位置情報を検出し、この位置情報に基づいて感光性基板の面位置を検出する。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開平 4 - 2 1 5 0 1 5 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 】

上述の斜入射型オートフォーカスセンサにおいては、斜入射型オートフォーカスセンサを構成する光学系内の光学部材の変動（位置変動、屈折率変動等）が発生した場合、感光性基板の面位置を正確に検出することができないという問題があった。

20

【 0 0 0 6 】

本発明の態様は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、光学部材の変動の影響を抑制して被検面の面位置を高精度に検出することのできる面位置検出装置、面位置検出方法、露光装置およびデバイス製造方法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 7 】

前記課題を解決するために、本発明の第1の態様に従う面位置検出装置は、第1パターンからの第1の光と第2パターンからの第2の光とを被検面へ入射させて、該被検面に対して前記第1パターンの中間像および前記第2パターンの中間像を投射する送光光学系と

30

、
前記被検面によって反射された前記第1の光および前記第2の光をそれぞれ第1観測面および第2観測面へ導いて、該第1観測面に前記第1パターンの観測像を形成し、該第2観測面に前記第2パターンの観測像を形成する受光光学系と、

前記第1観測面における前記第1パターンの観測像および前記第2観測面における前記第2パターンの観測像の各位置情報を検出し、該各位置情報に基づいて前記被検面の面位置を算出する検出部とを備え、

前記送光光学系は、前記第1パターンの中間像および前記第2パターンの中間像のうち一方の中間像を他方の中間像に対して所定方向に反転された像として投射することを特徴とする

40

【 0 0 0 8 】

また、本発明の第2の態様に従う面位置検出装置は、第1パターンからの第1の光と第2パターンからの第2の光とを被検面へ入射させて、該被検面に対して前記第1パターンの中間像および前記第2パターンの中間像を投射する送光光学系と、

前記被検面によって反射された前記第1の光および前記第2の光をそれぞれ第1観測面および第2観測面へ導いて、該第1観測面に前記第1パターンの観測像を形成し、該第2観測面に前記第2パターンの観測像を形成する受光光学系と、

前記第1観測面における前記第1パターンの観測像および前記第2観測面における前記第2パターンの観測像の各位置情報を検出し、該各位置情報に基づいて前記被検面の面位置を算出する検出部とを備え、

50

前記受光光学系は、前記第 1 パターンの観測像および前記第 2 パターンの観測像のうち一方の観測像を他方の観測像に対して、当該受光光学系によって所定方向と光学的に対応付けられる対応方向に反転された像として形成することを特徴とする。

【0009】

また、本発明の第 3 の態様に従う面位置検出装置は、第 1 パターンからの第 1 の光を被検面に入射させて該被検面に前記第 1 パターンの中間像を投射し、前記被検面において反射された前記第 1 の光を第 1 観測面に導いて該第 1 観測面に前記第 1 パターンの観測像を形成し、前記第 1 観測面における前記第 1 パターンの観測像の位置情報を検出する第 1 検出系と、

第 2 パターンからの第 2 の光を前記被検面に入射させて該被検面に前記第 2 パターンの中間像を投射し、前記被検面において反射された前記第 2 の光を第 2 観測面に導いて該第 2 観測面に前記第 2 パターンの観測像を形成し、前記第 2 観測面における前記第 2 パターンの観測像の位置情報を検出する第 2 検出系と、

前記第 1 パターンの観測像の位置情報および前記第 2 パターンの観測像の位置情報に基づいて、前記被検面の面位置を算出する処理部と、を備え、

前記第 1 検出系および第 2 検出系は、相互に共通に設けられた少なくとも 1 つの共通光学部材を有し、

前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像のうち一方の中間像は、他方の中間像に対して所定方向に反転された像として投射されることを特徴とする。

【0010】

また、本発明の第 4 の態様に従う露光装置は、マスクステージに載置されたマスクのパターンを基板ステージに載置された感光性基板に転写する露光装置において、

前記感光性基板の感光面および前記マスクのパターン面の少なくとも一方の面位置を検出する第 1 ～ 3 の態様のいずれか 1 つに従う面位置検出装置と、

前記面位置検出装置の検出結果に基づいて、前記基板ステージおよび前記マスクステージの相対的な位置合わせをする位置合わせ機構と、

を備えたことを特徴とする。

【0011】

また、本発明の第 5 の態様に従う面位置検出方法は、被検面の面位置を算出する面位置検出方法であって、

第 1 パターンからの第 1 の光と第 2 パターンからの第 2 の光とを被検面に入射させて、該被検面に対して前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像を投射することと、

前記被検面によって反射された前記第 1 の光および前記第 2 の光をそれぞれ第 1 観測面および第 2 観測面へ導いて、該第 1 観測面に前記第 1 パターンの観測像を形成し、該第 2 観測面に前記第 2 パターンの観測像を形成することと、

前記第 1 観測面における前記第 1 パターンの観測像および前記第 2 観測面における前記第 2 パターンの観測像の各位置情報を検出し、該各位置情報に基づいて前記被検面の面位置を算出することと、を含み、

前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像のうち一方の中間像を他方の中間像に対して所定方向に反転された像として投射することを特徴とする。

【0012】

また、本発明の第 6 の態様に従う面位置検出方法は、被検面の面位置を算出する面位置検出方法であって、

第 1 パターンからの第 1 の光を前記被検面に入射させて該被検面に前記第 1 パターンの中間像を投射し、前記被検面において反射された前記第 1 の光を第 1 観測面に導いて該第 1 観測面に前記第 1 パターンの観測像を形成し、前記第 1 観測面における前記第 1 パターンの観測像の位置情報を検出することと、

第 2 パターンからの第 2 の光を前記被検面に入射させて該被検面に前記第 2 パターンの中間像を投射し、前記被検面において反射された前記第 2 の光を第 2 観測面に導いて該第

10

20

30

40

50

2 観測面に前記第 2 パターンの観測像を形成し、前記第 2 観測面における前記第 2 パターンの観測像の位置情報を検出することと、

前記第 1 パターンの観測像の位置情報および前記第 2 パターンの観測像の位置情報に基づいて、前記被検面の面位置を算出することと、を含み、

前記第 1 の光および第 2 の光は、相互に共通に設けられた少なくとも 1 つの共通光学部材を経由し、

前記第 1 パターンの中間像および前記第 2 パターンの中間像のうち一方の中間像は、他方の中間像に対して所定方向に反転された像として投射されることを特徴とする。

【0013】

また、本発明の第 7 の態様に従うデバイス製造方法は、第 4 の態様に従う露光装置を用いて、前記パターンを前記感光性基板に転写することと、

前記パターンが転写された前記感光性基板を前記パターンに基づいて加工することと、を含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0014】

本発明の態様によれば、光学部材の変動の影響を抑制して被検面の面位置を高精度に検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図 1】本発明の実施形態にかかる面位置検出装置を備えた露光装置の構成を示す図である。

【図 2】本実施形態の第 1 実施例にかかる面位置検出装置の構成を示す図である。

【図 3】測定光用の送光プリズムの射出面に設けられた複数の送光スリットを示す図である。

【図 4】参照光用の送光プリズムの射出面に設けられた複数の送光スリットを示す図である。

【図 5】送光側の菱形プリズムから受光側の菱形プリズムまでの構成を示す図である。

【図 6】図 5 における測定光の光路および参照光の光路を Z 方向に沿って見た図である。

【図 7】測定パターンの中間像と参照パターンの中間像とが被検面上で同列に且つ同じ箇所

に配列される様子を模式的に示す図である。

【図 8】測定光用の受光プリズムの入射面に設けられた複数の受光スリットを示す図である。

【図 9】参照光用の受光プリズムの入射面に設けられた複数の受光スリットを示す図である。

【図 10】測定光用の光検出器の検出面に設けられた複数の受光部を示す図である。

【図 11】参照光用の光検出器の検出面に設けられた複数の受光部を示す図である。

【図 12】測定パターンの観測像と参照パターンの観測像とで、各要素パターンの移動方向が逆向きになることを説明する図である。

【図 13】第 2 実施例にかかる面位置検出装置の構成を示す図である。

【図 14】測定光と参照光とに共通の送光プリズムの射出面に設けられた複数の送光スリットを示す図である。

【図 15】図 13 の送光側の菱形プリズムから受光側の菱形プリズムまでの測定光路および参照光路を Z 方向に沿って見た図である。

【図 16】第 2 実施例において測定パターンの中間像と参照パターンの中間像とが被検面上で平行に配列される様子を模式的に示す図である。

【図 17】測定光と参照光とに共通の光検出器の検出面に設けられた複数の受光部を示す図である。

【図 18】第 3 実施例にかかる面位置検出装置の構成を示す図である。

【図 19】図 18 の送光側の菱形プリズムから受光側の菱形プリズムまでの測定光路および参照光路を Z 方向に沿って見た図である。

10

20

30

40

50

【図 2 0】測定パターンの中間像の要素パターンと参照パターンの中間像の要素パターンとを一方方向に沿って交互に配列させた例を模式的に示す図である。

【図 2 1】複数の測定パターンの中間像の要素パターンと複数の参照パターンの中間像の要素パターンとをマトリックス状に重ねて配列させた例を模式的に示す図である。

【図 2 2】複数の測定パターンの中間像の要素パターンと複数の参照パターンの中間像の要素パターンとをマトリックス状に交互に配列させた例を模式的に示す図である。

【図 2 3】半導体デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

【図 2 4】液晶デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

10

本発明の実施形態を、添付図面に基づいて説明する。図 1 は、本発明の実施形態にかかる面位置検出装置を備えた露光装置の構成を示す図である。図 2 は、本実施形態の第 1 実施例にかかる面位置検出装置の構成を示す図である。図 1 では、投影光学系 P L の光軸 A X の方向に Z 軸を、光軸 A X に垂直な面内において図 1 の紙面に平行に X 軸を、光軸 A X に垂直な面内において図 1 の紙面に垂直に Y 軸を設定している。

【0017】

本実施形態の各実施例では、露光装置においてパターンが転写される感光性基板の面位置の検出に対して本発明の面位置検出装置を適用している。

【0018】

図 1 に示す露光装置は、露光用光源（不図示）から射出された照明光（露光光）で、所定のパターンが形成されたマスクとしてのレチクル R を照明する照明系 I L を備えている。レチクル R は、レチクルステージ R S 上において X Y 平面に平行に保持されている。レチクルステージ R S は、図示を省略した駆動系の作用により、X Y 平面に沿って二次元的に移動可能であり、その位置座標はレチクル干渉計（不図示）によって計測され且つ位置制御されるように構成されている。

20

【0019】

レチクル R を透過した露光光は、投影光学系 P L を介して、感光性基板であるウェハ W の表面（感光面）W a 上にレチクル R のパターンの像を形成する。ウェハ W は、Z ステージ V S 上において X Y 平面と平行に保持されている。Z ステージ V S は、投影光学系 P L の像面と平行な X Y 平面に沿って移動する X Y ステージ H S 上に取り付けられている。Z ステージ V S は、制御部 C R からの指示に従って駆動系 V D の作用により動作し、ウェハ W のフォーカス位置（Z 方向の位置）および傾斜角（X Y 平面に対するウェハ W の表面の傾き）を調整する。

30

【0020】

Z ステージ V S には移動鏡（不図示）が設けられ、この移動鏡を用いるウェハ干渉計（不図示）が、Z ステージ V S の X 方向の位置、Y 方向の位置、および Z 軸廻りの回転方向の位置をリアルタイムに計測し、計測結果を制御部 C R に出力する。X Y ステージ H S は、ベース（不図示）上に載置されている。X Y ステージ H S は、制御部 C R からの指示に従って駆動系 H D の作用により動作し、ウェハ W の X 方向の位置、Y 方向の位置、および Z 軸廻りの回転方向の位置を調整する。

40

【0021】

レチクル R のパターン面上に設けられた回路パターンをウェハ W の感光面 W a 上の各露光領域に良好に転写するには、各露光領域への露光毎に、投影光学系 P L による結像面を中心とした焦点深度の幅の範囲内に、現在の露光領域を位置合わせする必要がある。そのためには、現在の露光領域における各点の光軸 A X に沿った位置、つまり現在の露光領域の面位置を正確に検出した後に、その検出結果に基づいて、Z ステージ V S のレベリング（ウェハ W の傾斜角の調整；水平出し）および Z 方向の移動を、ひいてはウェハ W のレベリングおよび Z 方向の移動を行えば良い。そこで、本実施形態の露光装置は、露光領域の面位置を検出するための面位置検出装置を備えている。

【0022】

50

図 1 に示されるように、第 1 実施例の面位置検出装置は、送光ユニット 101 と、受光ユニット 102 とを備える。図 2 に示されるように、送光ユニット 101 は、測定光用の光源 1A、参照光用の光源 1B、コンデンサーレンズ 2A、2B、送光プリズム 3A、3B、ダイクロイックミラー 4、第 2 対物レンズ 5、振動ミラー 6、第 1 対物レンズ 7、菱形プリズム 8、及び台形プリズム 10 を備える。受光ユニット 102 は、リレーレンズ 22A、22B、受光プリズム 23A、23B、ダイクロイックミラー 24、第 2 対物レンズ 25、ミラー 26、第 1 対物レンズ 27、菱形プリズム 28、及び台形プリズム 30 を備える。一般に、被検面であるウェハ W の表面は、レジスト等の薄膜で覆われている。したがって、この薄膜による干渉の影響を低減するために、光源 1A および 1B は波長幅の広い白色光源（たとえば、波長幅が 600 ~ 900 nm の照明光を供給するハロゲンランプや、これと同様の帯域の広い照明光を供給するキセノン光源など）であることが望ましい。なお、光源 1A および 1B として、レジストに対する感光性の弱い波長帯の光を供給する発光ダイオードを用いることもできる。

10

【0023】

光源 1A からの光は、コンデンサーレンズ 2A を介して、送光プリズム 3A に入射する。送光プリズム 3A は、コンデンサーレンズ 2A からの光を、屈折作用により後続のダイクロイックミラー 4 に向かって偏向させる。送光プリズム 3A の射出面 3Aa には、例えば図 3 に示すように配列された 5 個の測定光用の送光スリット Sm1, Sm2, Sm3, Sm4, Sm5 が設けられている。

20

【0024】

図 3 では、射出面 3Aa において全体座標の Y 軸に平行な方向に y1 軸を、射出面 3Aa において y1 軸と直交する方向に x1 軸を設定している。送光スリット Sm1 ~ Sm5 は、例えば x1 方向および y1 方向と 45 度をなす斜め方向に細長く延びる矩形状（スリット状）の光透過部であり、送光スリット Sm1 ~ Sm5 以外の領域は遮光部である。測定パターンとしての送光スリット Sm1 ~ Sm5 は、x1 方向に沿って所定のピッチで一行に配列されている。

【0025】

同様に、光源 1B からの光は、コンデンサーレンズ 2B を介して、送光プリズム 3B に入射する。送光プリズム 3B は、コンデンサーレンズ 2B からの光を、屈折作用によりダイクロイックミラー 4 に向かって偏向させる。送光プリズム 3B の射出面 3Ba には、例えば図 4 に示すように配列された 5 個の参照光用の送光スリット Sr1, Sr2, Sr3, Sr4, Sr5 が設けられている。

30

【0026】

図 4 では、射出面 3Ba において全体座標の Y 軸に平行な方向に y2 軸を、射出面 3Ba において y2 軸と直交する方向に x2 軸を設定している。送光スリット Sr1 ~ Sr5 は、例えば x2 方向および y2 方向と 45 度をなす斜め方向に細長く延びる矩形状（スリット状）の光透過部であり、送光スリット Sr1 ~ Sr5 以外の領域は遮光部である。参照パターンとしての送光スリット Sr1 ~ Sr5 は、x2 方向に沿って所定のピッチで一行に配列されている。

40

【0027】

このように、光源 1A およびコンデンサーレンズ 2A は送光スリット Sm1 ~ Sm5 を照明する測定光用の照明系を構成し、光源 1B およびコンデンサーレンズ 2B は送光スリット Sr1 ~ Sr5 を照明する参照光用の照明系を構成している。測定パターンとしての送光スリット Sm1 ~ Sm5 は、5 個の要素パターンが x1 方向に沿って所定のピッチで一行に配列された配列パターンである。

【0028】

参照パターンとしての送光スリット Sr1 ~ Sr5 は、5 個の要素パターンが x2 方向に沿って所定のピッチで一行に配列された配列パターンである。なお、後述するように、測定パターンおよび参照パターンを構成する要素パターンの形状、数、配列などについて様々な変形例が可能である。

50

【0029】

送光スリット $S m 1 \sim S m 5$ を通過した測定光は、ダイクロイックミラー 4 を透過した後、第 2 対物レンズ 5、走査手段としての振動ミラー 6、および第 1 対物レンズ 7 を介して、菱形プリズム 8 に入射する。送光スリット $S r 1 \sim S r 5$ を通過した参照光は、ダイクロイックミラー 4 によって反射された後、第 2 対物レンズ 5、振動ミラー 6、および第 1 対物レンズ 7 を介して、菱形プリズム 8 に入射する。

【0030】

第 2 対物レンズ 5 と第 1 対物レンズ 7 とは、協働して送光スリット $S m 1 \sim S m 5$ の中間像および送光スリット $S r 1 \sim S r 5$ の中間像を形成する。振動ミラー 6 は、第 1 対物レンズ 7 の前側焦点位置に配置され、図 1 中矢印で示すように Y 軸廻りに回動可能に構成されている。菱形プリズム 8 は、XZ 平面に沿って平行四辺形状の断面を有し、Y 方向に延びる柱状のプリズム部材である。なお、菱形プリズムの断面形状は、平行四辺形に限定されず、一般には長斜方形（偏菱形）とすることができる。

【0031】

図 5 に示すように、菱形プリズム 8 の図中下側の側面 8 c にはダイクロイック膜 9 が形成され、このダイクロイック膜 9 に隣接して台形プリズム 10 が取り付けられている。台形プリズム 10 は、XZ 平面に沿って台形状の断面を有し、Y 方向に延びる柱状のプリズム部材である。台形プリズム 10 は、台形の底辺に対応する側面がダイクロイック膜 9 を介して菱形プリズム 8 の側面 8 c に隣接するように取り付けられている。

【0032】

図 5 において実線で示すように測定光路に沿って菱形プリズム 8 の入射面 8 a に入射した測定光 $L m$ は、反射面 8 b によって反射された後、側面 8 c に形成されたダイクロイック膜 9 に入射する。ダイクロイック膜 9 によって反射された測定光 $L m$ は、菱形プリズム 8 の射出面 8 d から射出され、被検面としての感光面 $W a$ 上の検出領域 $D A$ に、XZ 平面に沿って斜め方向から入射する。測定光 $L m$ の入射角 θm は、例えば 80 度以上 90 度未満の大きな角度に設定されている。

【0033】

一方、図 5 において破線で示すように参照光路に沿って菱形プリズム 8 の入射面 8 a に入射した参照光 $L r$ は、反射面 8 b によって反射され、ダイクロイック膜 9 を透過して、台形プリズム 10 に入射する。図 5 および図 6 に示すように、菱形プリズム 8 に入射する測定光 $L m$ の光路と参照光 $L r$ の光路とは互いに一致している。台形プリズム 10 に入射した参照光 $L r$ は、台形の斜辺に対応する反射面 10 a および 10 b によって順次反射され、ダイクロイック膜 9 を透過し、菱形プリズム 8 の射出面 8 d から射出される。

【0034】

つまり、ダイクロイック膜 9 は、波長に応じた光の分離作用についてダイクロイックミラー 4 と逆の特性を有する。射出面 8 d から射出された参照光 $L r$ は、図 5 および図 6 に示すように、感光面 $W a$ に対する測定光 $L m$ の入射面（XZ 平面）に沿って、検出領域 $D A$ に斜め方向から入射する。参照光 $L r$ の入射角 θr は、測定光 $L m$ の入射角 θm と同じ角度に設定されている。すなわち、菱形プリズム 8 からの測定光 $L m$ と参照光 $L r$ とが同一平面に沿って感光面 $W a$ に入射し、菱形プリズム 8 から感光面 $W a$ に入射する測定光 $L m$ の光路と参照光 $L r$ の光路とは互いに一致している。

【0035】

こうして、感光面 $W a$ 上の検出領域 $D A$ には、図 7 に模式的に示すように、測定パターンとしての送光スリット $S m 1 \sim S m 5$ の中間像 $I m 1, I m 2, I m 3, I m 4, I m 5$ が投射される。すなわち、検出領域 $D A$ には、送光スリット $S m 1 \sim S m 5$ に対応して、X 方向および Y 方向と 45 度をなす斜め方向に細長く延びる 5 個の中間像 $I m 1 \sim I m 5$ が X 方向に沿って所定のピッチで形成される。各中間像 $I m 1 \sim I m 5$ の中心は、検出領域 $D A$ における検出点に対応している。

【0036】

同様に、検出領域 $D A$ には、参照パターンとしての送光スリット $S r 1 \sim S r 5$ の中間

10

20

30

40

50

像 I_{r1} , I_{r2} , I_{r3} , I_{r4} , I_{r5} が投射される。すなわち、検出領域 DA には、送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ に対応して、 X 方向および Y 方向と 45 度をなす斜め方向に細長く延びる 5 個の中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ が X 方向に沿って所定のピッチで形成される。ここで、参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ は、後述のように参照光が測定光に比して X 方向と光学的に対応する方向に 1 回多く反射されて感光面 Wa に達するため、測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ に対して X 方向に反転された像として投射される。

【0037】

参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ は、その中心が測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ の中心とそれぞれ一致し、且つその長手方向が測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ の長手方向とそれぞれ一致するように形成される。換言すれば、送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ および送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ は、検出領域 DA に形成される中間像の対応する要素パターンの中心が互いに一致し且つ長手方向が互いに一致するように形成されている。

10

【0038】

このように、ダイクロイックミラー 4 、第 2 対物レンズ 5 、振動ミラー 6 、第 1 対物レンズ 7 、菱形プリズム 8 、ダイクロイック膜 9 、および台形プリズム 10 は、送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ からの測定光（第 1 測定光）および送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ からの参照光（第 2 測定光）を互いに同じ入射角で感光面 Wa にそれぞれ入射させ、感光面 Wa の検出領域 DA に測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ および参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ を投射する送光光学系を構成している。

20

【0039】

送光光学系は、上述したように、参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ を測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ に比して X 方向に反転された像として感光面 Wa に投射する。ここで、 X 方向は、送光光学系から感光面 Wa へ向かう投射光軸（図 2 中参照符号 AXp で示す）と感光面 Wa の法線とを含む投射平面（ XZ 平面）に平行な方向であって、投射光軸 AXp と交差する方向である。別の表現をすれば、 X 方向は、投射平面（ XZ 平面）と感光面 Wa とが交差する方向である。

【0040】

送光光学系は、測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ および参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ を感光面 Wa に対する測定光の入射面に沿って同列に配列させている。また、測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ の要素パターンと、参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ の対応する要素パターンとは、感光面 Wa 上の同一箇所に配列されている。

30

【0041】

第 2 対物レンズ 5 、振動ミラー 6 、第 1 対物レンズ 7 、および菱形プリズム 8 は、測定光および参照光に対して共通に設けられた送光側共通光学部材であり、第 2 対物レンズ 5 および第 1 対物レンズ 7 は、測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ および参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ を形成する送光側結像部を構成している。台形プリズム 10 は、送光側結像部（ 5 , 7 ）が形成する測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ および参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ を X 方向に相対的に反転させる送光側反転部を構成している。

【0042】

40

ダイクロイック膜 9 は、送光側結像部（ 5 , 7 ）を経た測定光および参照光を相対的に偏向させて参照光を送光側反転部としての台形プリズム 10 へ導く送光側分離部を構成している。具体的には、ダイクロイック膜 9 は、測定光および参照光の波長に応じて、測定光を反射させて参照光を透過させている。

【0043】

送光側反転部としての台形プリズム 10 は、送光光学系における感光面 Wa 側の端部に設けられ、測定光に比して参照光を X 方向と光学的に対応する方向（例えば XZ 平面に沿った方向）に奇数回（第 1 実施例では例示的に 1 回）多く反射させている。具体的には、台形プリズム 10 は、投射光軸 AXp と感光面 Wa の法線とを含む投射平面（ XZ 平面）に垂直な反射面 $10a$, $10b$ を有したプリズム部材であり、測定光が反射面 9 によって

50

1 回反射されるのに対して、反射面 9 に代わる反射面 10 a , 10 b によって参照光を X Z 平面に沿って 2 回内面反射させている。

【0044】

ダイクロイックミラー 4 は、互いに異なる方向から入射する測定光および参照光を相対的に偏向させて送光側結像部 (5 , 7) へ導く送光側合成部を構成している。ダイクロイックミラー 4 は、測定光および参照光の波長に応じて、参照光を反射させて測定光を透過させている。なお、送光側合成部および送光側分離部は、測定光および参照光の波長に限らず偏光に応じて、測定光および参照光の一方を反射させて他方を透過させるようにすることもできる。

【0045】

図 5 を参照すると、感光面 W a によって反射された測定光 L m は、菱形プリズム 28 に入射する。菱形プリズム 28 は、所定の Y Z 平面 (例えば、光軸 A X を含む Y Z 平面) に関して菱形プリズム 8 と対称な位置に配置され且つ対称的な構成を有する。具体的には、菱形プリズム 28 は、菱形プリズム 8 を入射面 8 a について反転した構成を有する。また、菱形プリズム 28 の図中下側の側面 28 b にはダイクロイック膜 29 が形成され、このダイクロイック膜 29 に隣接して台形プリズム 30 が取り付けられている。

【0046】

ダイクロイック膜 29 および台形プリズム 30 は、所定の Y Z 平面 (例えば、光軸 A X を含む Y Z 平面) に関してダイクロイック膜 9 および台形プリズム 10 とそれぞれ対称な位置に配置され且つそれぞれ対称的な構成を有する。また、ダイクロイック膜 29 は、波長に応じた光の分離作用についてダイクロイック膜 9 と同じ特性を有する。したがって、菱形プリズム 28 の入射面 28 a に入射した測定光 L m は、ダイクロイック膜 29 および反射面 28 c で順次反射された後、射出面 28 d から射出される。

【0047】

一方、感光面 W a によって反射された参照光 L r は、測定光 L m と同じ光路に沿って菱形プリズム 28 に入射し、その入射面 28 a およびダイクロイック膜 29 を順次透過して、台形プリズム 30 に入射する。台形プリズム 30 に入射した参照光 L r は、反射面 30 a および 30 b によって順次反射され、ダイクロイック膜 29 を透過し、反射面 28 c で反射された後、射出面 28 d から射出される。射出面 28 d から射出された参照光 L r は、測定光 L m と同じ光路に沿って後続の第 1 対物レンズ 27 (図 5 では不図示) へ導かれる。

【0048】

図 1 および図 2 を参照すると、菱形プリズム 28 から射出された測定光は、第 1 対物レンズ 27、ミラー (図 2 では不図示) 26、および第 2 対物レンズ 25 を介した後、ダイクロイックミラー (図 1 では不図示) 24 を透過して、受光プリズム 23 A に入射する。菱形プリズム 28 から射出された参照光は、第 1 対物レンズ 27、ミラー 26、および第 2 対物レンズ 25 を介した後、ダイクロイックミラー 24 によって反射されて、受光プリズム 23 B に入射する。

【0049】

第 1 対物レンズ 27、ミラー 26、第 2 対物レンズ 25、およびダイクロイックミラー 24 は、所定の Y Z 平面 (例えば、光軸 A X を含む Y Z 平面) に関して、第 1 対物レンズ 7、振動ミラー 6、第 2 対物レンズ 5、およびダイクロイックミラー 4 とそれぞれ対称な位置に配置され且つそれぞれ対称的な構成を有する。ただし、ミラー 26 は、振動ミラー 6 とは異なり、固定的に設置されている。ダイクロイックミラー 24 は、波長に応じた光の分離作用についてダイクロイックミラー 4 と同じ特性を有する。

【0050】

受光プリズム 23 A および 23 B は、所定の Y Z 平面 (例えば、光軸 A X を含む Y Z 平面) に関して送光プリズム 3 A および 3 B とそれぞれ対称な位置に配置され且つそれぞれ対称的な構成を有する。測定光用の受光プリズム 23 A の入射面 23 A a (送光プリズム 3 A の射出面 3 A a に対応する面) には、図 8 に示すように、送光スリット S m 1 ~ S m

10

20

30

40

50

5に対応した5個の受光スリットSma1, Sma2, Sma3, Sma4, Sma5が設けられている。図8では、入射面23Aaにおいて全体座標のY軸に平行な方向にy3軸を、入射面23Aaにおいてy3軸と直交する方向にx3軸を設定している。

【0051】

参照光用の受光プリズム23Bの入射面23Ba(送光プリズム3Bの射出面3Baに対応する面)には、図9に示すように、送光スリットSr1~Sr5に対応した5個の受光スリットSra1, Sra2, Sra3, Sra4, Sra5が設けられている。図9では、入射面23Baにおいて全体座標のY軸に平行な方向にy4軸を、入射面23Baにおいてy4軸と直交する方向にx4軸を設定している。

【0052】

受光スリットSma1~Sma5はx3方向およびy3方向と45度をなす斜め方向に細長く延びる矩形状(スリット状)の光透過部であり、受光スリットSma1~Sma5以外の領域は遮光部である。受光スリットSra1~Sra5はx4方向およびy4方向と45度をなす斜め方向に細長く延びる矩形状(スリット状)の光透過部であり、受光スリットSra1~Sra5以外の領域は遮光部である。受光スリットSma1~Sma5はx3方向に沿って所定のピッチ(例えば、送光スリットSm1~Sm5と等しいピッチ)で配列され、受光スリットSra1~Sra5はx4方向に沿って所定のピッチ(例えば、送光スリットSr1~Sr5と等しいピッチ)で配列されている。

【0053】

受光プリズム23Aの入射面23Aaには測定光用の送光スリットSm1~Sm5の観測像が形成され、受光プリズム23Bの入射面23Baには参照光用の送光スリットSr1~Sr5の観測像が形成される。すなわち、入射面23Aaには、送光スリットSm1~Sm5に対応して、x3方向およびy3方向と45度をなす斜め方向に細長く延びるスリット状の観測像の5個の要素パターンがx3方向に沿って所定のピッチで形成される。また、入射面23Baには、送光スリットSr1~Sr5に対応して、x4方向およびy4方向と45度をなす斜め方向に細長く延びるスリット状の観測像の5個の要素パターンがx4方向に沿って所定のピッチで形成される。

【0054】

ここで、参照パターンとしての送光スリットSr1~Sr5の観測像は、後述のように参照光が測定光に比してX方向と光学的に対応する方向に1回多く反射されて入射面23Baに達するため、測定パターンとしての送光スリットSm1~Sm5の観測像に対して、X方向と光学的に対応する方向に反転された像として形成される。また、測定光用の受光スリットSma1~Sma5は、測定パターンの観測像の各要素パターンに対応するように設けられ、参照光用の受光スリットSra1~Sra5は、参照パターンの観測像の各要素パターンに対応するように設けられている。

【0055】

このように、台形プリズム30、ダイクロイック膜29、菱形プリズム28、第1対物レンズ27、ミラー26、第2対物レンズ25、およびダイクロイックミラー24は、感光面Waによって反射された測定光および参照光をそれぞれ入射面23Aa(第1観測面)および入射面23Ba(第2観測面)へ導いて、入射面23Aaに測定パターンの観測像を形成するとともに入射面23Baに参照パターンの観測像を形成する受光光学系を構成している。

【0056】

受光光学系は、上述したように、参照パターンの観測像を測定パターンの観測像に対して、受光光学系によってX方向と光学的に対応付けられる対応方向に反転された像として形成する。菱形プリズム28、第1対物レンズ27、ミラー26、および第2対物レンズ25は、感光面Waによって反射された測定光および参照光に対して共通に設けられた受光側共通光学部材となっている。

【0057】

第1対物レンズ27および第2対物レンズ25は、測定パターンの観測像および参照パ

10

20

30

40

50

ターンの観測像を形成する受光側結像部を構成している。台形プリズム30は、受光側結像部(27, 25)が形成する測定パターンの観測像および参照パターンの観測像を、受光光学系によってX方向と光学的に対応付けられる対応方向に相対的に反転させる受光側反転部を構成している。

【0058】

ダイクロイック膜29は、感光面Waからの測定光および感光面Waから台形プリズム30を経た参照光を相対的に偏向させて受光側結像部(27, 25)へ導く受光側合成部を構成している。具体的には、ダイクロイック膜29は、測定光および参照光の波長に応じて、測定光を反射させて参照光を透過させている。

【0059】

受光側反転部としての台形プリズム30は、受光光学系における感光面Wa側の端部に設けられ、測定光に比して参照光をX方向と光学的に対応する方向(例えばXZ平面に沿った方向)に奇数回(第1実施例では例示的に1回)多く反射させている。具体的には、台形プリズム30は、投射光軸AXpと感光面Waの法線とを含む投射平面(XZ平面)に垂直な反射面30a, 30bを有したプリズム部材であり、測定光が反射面29によって1回反射されるのに対して、反射面29に代わる反射面30a, 30bによって参照光をXZ平面に沿って2回内面反射させている。

【0060】

ダイクロイックミラー24は、受光側結像部(27, 25)を経た測定光および参照光を相対的に偏向させてそれぞれ入射面23Aa(第1観測面)および入射面23Ba(第2観測面)へ導く受光側分離部を構成している。ダイクロイックミラー24は、測定光および参照光の波長に応じて、参照光を反射させて測定光を透過させている。なお、受光側合成部および受光側分離部は、測定光および参照光の波長に限らず偏光に応じて、測定光および参照光の一方を反射させて他方を透過させるようにすることもできる。

【0061】

受光プリズム23Aに入射した測定光は、受光スリットSma1~Sma5を通過し、所定の角度だけ偏向された後、受光プリズム23Aから射出される。受光プリズム23Aから射出された測定光は、リレーレンズ22Aを介して、受光スリットSma1~Sma5内にそれぞれ形成された測定パターンの観測像の共役像を、光検出器21Aの検出面21Aa上に形成する。

【0062】

光検出器21Aの検出面21Aaには、図10に示すように、5個の受光部RSm1, RSm2, RSm3, RSm4, RSm5が、5個の測定光用の受光スリットSma1~Sma5にそれぞれ対応するように設けられている。5個の受光部RSm1~RSm5は、送光スリットSm1~Sm5に対応する5個の受光スリットSma1~Sma5を通過した測定光をそれぞれ受光する。送光スリットSm1~Sm5の観測像の各要素パターンは、感光面WaのZ方向に沿った移動に伴って、入射面23Aa上でx3方向に移動する。したがって、受光スリットSma1~Sma5を通過する測定光の光量は感光面WaのZ方向移動に応じて変化する。

【0063】

同様に、受光プリズム23Bに入射した参照光は、受光スリットSra1~Sra5を通過し、所定の角度だけ偏向された後、受光プリズム23Bから射出される。受光プリズム23Bから射出された参照光は、リレーレンズ22Bを介して、受光スリットSra1~Sra5内にそれぞれ形成された参照パターンの観測像の共役像を、光検出器21Bの検出面21Ba上に形成する。

【0064】

光検出器21Bの検出面21Baには、図11に示すように、5個の受光部RSr1, RSr2, RSr3, RSr4, RSr5が、5個の測定光用の受光スリットSra1~Sra5にそれぞれ対応するように設けられている。5個の受光部RSr1~RSr5は、送光スリットSr1~Sr5に対応する5個の受光スリットSra1~Sra5を通過

10

20

30

40

50

した参照光をそれぞれ受光する。送光スリット $Sr1 \sim Sr5$ の観測像の各要素パターンは、感光面 Wa の Z 方向に沿った移動に伴って、入射面 $23Ba$ 上で $x4$ 方向に移動する。したがって、受光スリット $Sra1 \sim Sra5$ を通過する参照光の光量も、測定光の場合と同様に、感光面 Wa の Z 方向移動に応じて変化する。

【0065】

具体的には、図12に示すように、ウェハ W が図中実線で示す位置から図中破線で示す位置へ Z 方向に沿って図中上側へ移動した場合、移動後の感光面 Wa によって反射された測定光 Lm' および参照光 Lr' は、移動前の感光面 Wa によって反射された測定光 Lm および参照光 Lr とは異なる光路に沿って、受光プリズム $23A$ および $23B$ にそれぞれ入射する。図12では、説明の理解を容易にするために、受光プリズム $23A$ と $23B$ とを同じ位置に配置している。

10

【0066】

図12を参照すると、移動後の感光面 Wa から菱形プリズム 28 に入射する測定光 Lm' および参照光 Lr' の光路は、移動前の感光面 Wa から菱形プリズム 28 に入射する測定光 Lm および参照光 Lr の光路に比して図中上側へ移動する。しかしながら、菱形プリズム 28 に入射した測定光 Lm' および参照光 Lr' のうち参照光 Lr' だけが台形プリズム 30 の像反転作用を受けるため、菱形プリズム 28 と受光側結像部 ($27, 25$) との間では、移動後の測定光 Lm' の光路は移動前の測定光 Lm の光路に比して図中上側へ移動し、移動後の参照光 Lr' の光路は移動前の参照光 Lr の光路に比して図中下側へ移動する。

20

【0067】

逆に、受光側結像部 ($27, 25$) と受光プリズム $23A, 23B$ との間では、移動後の測定光 Lm' の光路は移動前の測定光 Lm の光路に比して図中下側へ移動し、移動後の参照光 Lr' の光路は移動前の参照光 Lr の光路に比して図中上側へ移動する。すなわち、台形プリズム 30 の像反転作用により、測定パターンの観測像と参照パターンの観測像とでは、感光面 Wa の Z 方向に沿った移動に伴う各要素パターンの移動方向が逆向きになる。

【0068】

第1実施例の面位置検出装置では、感光面 Wa が投影光学系 PL の結像面と合致している状態において、送光スリット $Sm1 \sim Sm5$ の観測像 (測定パターンの観測像) の各要素パターンが受光スリット $Sma1 \sim Sma5$ の位置に形成され、送光スリット $Sr1 \sim Sr5$ の観測像 (参照パターンの観測像) の各要素パターンが受光スリット $Sra1 \sim Sra5$ の位置に形成されるように構成されている。受光部 $RSm1 \sim RSm5$ の検出信号および受光部 $RSr1 \sim RSr5$ の検出信号は、振動ミラー 6 の振動に同期して変化し、信号処理部 PR に供給される。

30

【0069】

上述したように、感光面 Wa が投影光学系 PL の光軸 AX に沿って Z 方向に上下移動すると、受光プリズム $23A$ の入射面 $23Aa$ に形成される測定パターンの観測像の各要素パターンは、感光面 Wa の上下移動に対応してピッチ方向 ($x3$ 方向) に沿って位置ずれを起こす。同様に、受光プリズム $23B$ の入射面 $23Ba$ に形成される参照パターンの観測像の各要素パターンは、感光面 Wa の上下移動に対応してピッチ方向 ($x4$ 方向) に沿って且つ測定パターンの観測像とは上述のように逆向きに位置ずれを起こす。

40

【0070】

信号処理部 PR では、たとえば本出願人による特開平 $6-97045$ 号公報に開示された光電顕微鏡の原理により、光検出器 $21A$ の出力に基づいて測定パターンの観測像の各要素パターンの位置ずれ量 (位置情報) を検出し、検出した位置ずれ量に基づいて検出領域 DA 内の各検出点の面位置 (Z 方向位置) $Zm1, Zm2, Zm3, Zm4, Zm5$ を算出する。同様に、信号処理部 PR は、光検出器 $21B$ の出力に基づいて参照パターンの観測像の各要素パターンの位置ずれ量を検出し、検出した位置ずれ量に基づいて検出領域 DA 内の各検出点の面位置 $Zr1, Zr2, Zr3, Zr4, Zr5$ を算出する。この場

50

合、測定光および参照光について同時に光電顕微鏡の原理に基づく位置情報の検出が可能
なように、送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$, $S_{r1} \sim S_{r5}$ と受光スリット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$, $S_{ra1} \sim S_{ra5}$ とのそれぞれ対応するスリット幅、および振動ミラー 6 の振動
振幅（Y 軸廻りに回転する角度範囲）等が設定される。

【0071】

前述したように、面位置検出装置を構成する光学部材の位置変動や屈折率変動等により
、例えば、感光面 W_a が投影光学系 P_L の結像面に合致している（ベストフォーカス状態
にある）にもかかわらず、受光プリズム 23A の入射面 23Aa に形成される測定パター
ンの観測像の各要素パターンの位置がそれぞれ受光スリット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$ の位置か
ら位置ずれすることがある。この場合、測定パターンの観測像の各要素パターンの受光ス
リット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$ からの位置ずれ量に応じて、各検出点の面位置 $Z_{m1} \sim Z_{m5}$
は検出誤差を含むことになる。

10

【0072】

同様の理由により、感光面 W_a が投影光学系 P_L の結像面に合致しているにもかかわらず
、受光プリズム 23B の入射面 23Ba に形成される参照パターンの観測像の各要素パ
ターンの位置がそれぞれ受光スリット $S_{ra1} \sim S_{ra5}$ の位置から位置ずれすることが
ある。この場合、参照パターンの観測像の各要素パターンの受光スリット $S_{ra1} \sim S_{r}$
 $a5$ からの位置ずれ量に応じて、各検出点の面位置 $Z_{r1} \sim Z_{r5}$ は検出誤差を含むこと
になる。

【0073】

第1実施例の面位置検出装置では、送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ からの測定光および送
光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ からの参照光が、測定光と参照光とに共通な複数の光学部材、
すなわち送光側共通光学部材（5～8）および受光側共通光学部材（28～25）を経て
、測定パターンの観測像および参照パターンの観測像をそれぞれ形成する。したがって、
参照パターンの観測像は、測定パターンの観測像と同様に、送光側共通光学部材（5～8）
および受光側共通光学部材（28～25）の変動の影響に関する情報を含んでいる。

20

【0074】

換言すれば、測定パターンの観測像の位置情報に基づいて算出される面位置 $Z_{m1} \sim Z_{m5}$ 、および参照パターンの観測像の位置情報に基づいて測定光と同じ様に算出される面
位置 $Z_{r1} \sim Z_{r5}$ は、送光光学系の主要部分を占める送光側共通光学部材（5～8）お
よび受光光学系の主要部分を占める受光側共通光学部材（28～25）に起因する面位置
の検出誤差を共通に含んでいる。以下、光学部材の変動の影響が全く無い状態において測
定光により検出されるべき面位置を、「真の面位置」と呼ぶ。

30

【0075】

真の面位置 Z_v と、測定パターンの観測像の位置情報に基づいて算出される第1の面位
置 Z_m と、参照パターンの観測像の位置情報に基づいて算出される第2の面位置 Z_r との
間には、次の式（1）および（2）に示す関係を満足させることができる。

$$Z_m = Z_v + E_o \quad (1)$$

$$Z_r = (-\sin \theta_r / \sin \theta_m) \times Z_v + E_o \quad (2)$$

【0076】

式（1）および（2）において、 E_o は、光学部材の変動に起因する面位置の検出誤差
であって、測定パターンの観測像の位置情報に基づく面位置 Z_m と参照パターンの観測像
の位置情報に基づく面位置 Z_r とが共通に含む誤差である。 θ_m は感光面 W_a への測定光
の入射角であり、 θ_r は感光面 W_a への参照光の入射角である。第1実施例では、測定光
の入射角 θ_m と参照光の入射角 θ_r とが一致しているので、 $\alpha = -\sin \theta_r / \sin \theta_m = -$
1 である。

40

【0077】

式（1）および（2）を真の面位置 Z_v について解くと、次の式（3）に示す関係が得
られる。また、第1実施例では、 $\alpha = -\sin \theta_r / \sin \theta_m = -1$ であるから、真の面位置
 Z_v は、次の式（4）で表される。

50

$$Z_v = (Z_m - Z_r) / (1 + \sin \theta_r / \sin \theta_m) \quad (3)$$

$$Z_v = (Z_m - Z_r) / 2 \quad (4)$$

【0078】

第1実施例では、信号処理部PRにおいて、測定パターンの観測像の各要素パターンの位置情報に基づいて面位置 $Z_{m1} \sim Z_{m5}$ を算出し、参照パターンの観測像の各要素パターンの位置情報に基づいて面位置 $Z_{r1} \sim Z_{r5}$ を算出する。そして、例えば i ($i = 1 \sim 5$)番目の要素パターンについて算出された面位置 Z_{mi} および Z_{ri} を面位置 Z_m および Z_r として式(4)に代入することにより得られた面位置 Z_v を、光学部材の変動の影響を受けない補正された面位置 Z_{vi} として算出する。

【0079】

すなわち、信号処理部PRは、測定光に関する面位置 $Z_{m1} \sim Z_{m5}$ と参照光に関する面位置 $Z_{r1} \sim Z_{r5}$ とに基づいて、検出領域DAの各検出点における補正された面位置 $Z_{v1} \sim Z_{v5}$ を算出する。この算出結果は、例えば露光装置の制御部CRの内部に設けられた記憶部MRに供給される。制御部CRは、必要に応じて、駆動系HDに指令を供給し、XYステージHSを、ひいてはウェハWをXY平面に沿って移動させる。そして、面位置検出装置は、ウェハWの感光面Wa上の新たな検出領域DAの各検出点における補正された面位置 $Z_{v1} \sim Z_{v5}$ を算出し、この算出結果を記憶部MRに供給する。

【0080】

換言すれば、面位置検出装置は、平面駆動機構としての駆動系HDによるXYステージHSの感光面Waに沿った方向への移動、ひいてはZステージVSの感光面Waに沿った方向への移動に応じて、感光面Waの複数箇所における面位置を検出する。ウェハWのXY平面に沿った移動、および補正された面位置 $Z_{v1} \sim Z_{v5}$ の算出からなる一連の処理は、必要に応じて、所要の範囲に亘って所要の回数だけ行われる。面位置検出装置の複数の検出結果(すなわち複数の検出点における補正された面位置に関する情報)は、記憶部MRにマップデータとして記憶される。

【0081】

制御部CRは、信号処理部PRで得られた検出結果、ひいては記憶部MRに記憶された面位置のマップデータに基づいて、XYステージHSおよびZステージVSの感光面Waに沿った位置に応じてZステージVSのZ方向位置を所要量だけ調整し、感光面Wa上の検出領域を、ひいてはウェハWの現在の露光領域を投影光学系PLの結像面位置(ベストフォーカス位置)に位置合わせする。すなわち、制御部CRは、現在の露光領域に応じて垂直駆動機構としての駆動系VDに指令を供給し、ZステージVSを、ひいてはウェハWを感光面Waに垂直なZ方向に沿って所要量だけ移動させる。こうして、制御部CRおよび駆動系VDは、面位置検出装置の検出結果に基づいて、ZステージVSとレチクルステージRSとの相対的な位置合わせをする位置合わせ機構を構成している。

【0082】

このように、受光プリズム23A、23B、リレーレンズ22A、22B、光検出器21A、21B、および信号処理部PRは、受光プリズム23Aの入射面23Aaにおける送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ の観測像の位置情報および受光プリズム23Bの入射面23Baにおける送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ の観測像の位置情報を検出し、検出した各位置情報に基づいて感光面Waの面位置(すなわち補正された面位置 Z_{vi})を算出する検出部を構成している。

【0083】

以上のように、第1実施例の面位置検出装置では、測定光と参照光とが、共通光学部材を経て、互いに同じ入射角で感光面Waに入射する。ただし、参照パターンの中間像は、測定パターンの中間像に対してX方向に反転された像として感光面Waに投射される。また、参照パターンの観測像は、測定パターンの観測像に対して、受光光学系によってX方向と光学的に対応付けられる対応方向に反転された像として受光プリズム23Bの入射面23Baに形成される。

【0084】

10

20

30

40

50

したがって、測定光と参照光とは面位置の検出感度が互いに異なり、且つ測定パターンの観測像と参照パターンの観測像とは測定光と参照光とに共通な共通光学部材の変動の影響に関する情報を含んでいる。すなわち、測定パターンの観測像の位置情報に基づいて算出される面位置 Z_m および参照パターンの観測像の位置情報に基づいて算出される面位置 Z_r は、共通光学部材の変動に起因する面位置の検出誤差 E_o を共通に含んでいる。

【0085】

したがって、第1実施例の面位置検出装置では、測定光に基づいて算出される面位置 Z_m と参照光に基づいて算出される面位置 Z_r とを用いて、共通光学部材の変動の影響を実質的に受けない補正された面位置 Z_v を算出すること、すなわち共通光学部材の変動に影響されずに感光面 W_a の面位置を高精度に検出することができる。その結果、本実施形態の露光装置では、ウェハ W の感光面 W_a の面位置を高精度に検出することができ、ひいてはレチクル R のパターン面に対応する投影光学系 PL の結像面に対して感光面 W_a を高精度に位置合わせすることができる。

【0086】

なお、上述の説明では、測定光がダイクロイックミラー4, 24を透過し、参照光がダイクロイックミラー4, 24によって反射される構成を採用している。また、測定光がダイクロイック膜9, 29によって反射され、参照光がダイクロイック膜9, 29を透過する構成を採用している。しかしながら、ウェハ W に対する送光光学系および受光光学系の各光学部材の配置等に応じて、ダイクロイックミラー4, 24が測定光を反射し且つ参照光を透過させる構成や、ダイクロイック膜9, 29が測定光を透過させ且つ参照光を反射する構成も可能である。

【0087】

また、上述の説明では、ダイクロイックミラー4, 24により、測定光および参照光の波長に応じて、測定光を透過させて参照光を反射している。また、ダイクロイック膜9, 29により、測定光および参照光の波長に応じて、測定光を反射して参照光を透過させている。しかしながら、ダイクロイックミラー4, 24に代えて、偏光ビームスプリッターを用いることにより、測定光および参照光の偏光状態に応じて、測定光および参照光の一方を反射させて他方を透過させてもよい。また、ダイクロイック膜9, 29に代えて、偏光分離膜を用いることにより、測定光および参照光の偏光状態に応じて、測定光および参照光の一方を反射させて他方を透過させてもよい。

【0088】

図13は、第2実施例にかかる面位置検出装置の構成を示す図である。第2実施例は、第1実施例と類似の構成を有する。しかしながら、第2実施例では、測定パターンの中間像の各要素パターンの列と参照パターンの中間像の各要素パターンの列とを間隔を隔てて平行に配列させる点が第1実施例と相違している。以下、第1実施例との相違点に着目して、第2実施例の構成および作用を説明する。

【0089】

第2実施例の面位置検出装置は、測定光と参照光とに共通な構成要素として、光源1、コンデンサーレンズ2、および送光プリズム3を備えている。送光プリズム3の射出面3aには、例えば図14に示すように配列された5個の測定光用の送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ および5個の参照光用の送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ が設けられている。図14では、射出面3aにおいて全体座標のY軸に平行な方向にy5軸を、射出面3aにおいてy5軸と直交する方向にx5軸を設定している。

【0090】

測定パターンとしての送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ および参照パターンとしての送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ はx5方向に沿って所定のピッチでそれぞれ一列に配列され、送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ の列と送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ の列とはy5方向に間隔を隔てている。また、送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ の各要素パターンの長手方向と送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ の各要素パターンの長手方向とは互いに直交している。

【0091】

送光スリット $S m 1 \sim S m 5$ を通過した測定光は、第 2 対物レンズ 5、振動ミラー 6、および第 1 対物レンズ 7 を介して、菱形プリズム 8 に入射する。送光スリット $S r 1 \sim S r 5$ を通過した参照光は、測定光の光路から Y 方向に間隔を隔てた光路に沿って、第 2 対物レンズ 5、振動ミラー 6、および第 1 対物レンズ 7 を介して、菱形プリズム 8 に入射する。このように、第 2 実施例では、第 1 実施例とは異なり、送光プリズム 3 と第 2 対物レンズ 5 との間の光路中にダイクロイックミラーが配置されていない。

【0092】

第 2 実施例では、送光側の菱形プリズム 8 から受光側の菱形プリズム 28 までの構成が第 1 実施例と同様である。したがって、第 1 実施例にかかる図 5 を参照すると、図中実線で示すように測定光路に沿って菱形プリズム 8 の入射面 8a に入射した測定光 $L m$ は、反射面 8b およびダイクロイック膜 9 によって順次反射された後、射出面 8d から射出され、感光面 $W a$ 上の検出領域 $D A$ に、 $X Z$ 平面に沿って入射角 θm で斜め入射する。

【0093】

一方、図 15 に示すように測定光路から Y 方向に間隔を隔てた参照光路（図中破線で示す）に沿って菱形プリズム 8 の入射面 8a に入射した参照光 $L r$ は、反射面 8b によって反射され、ダイクロイック膜 9 を透過して、台形プリズム 10 に入射する。台形プリズム 10 に入射した参照光 $L r$ は、反射面 10a および 10b によって順次反射され、ダイクロイック膜 9 を透過し、菱形プリズム 8 の射出面 8d から射出される。

【0094】

射出面 8d から射出された参照光 $L r$ は、図 5 および図 15 に示すように、感光面 $W a$ に対する測定光 $L m$ の入射面と平行な面に沿って、検出領域 $D A$ に近接した領域 $D B$ に入射角 θr で斜め入射する。第 2 実施例では、第 1 実施例と同様に、参照光 $L r$ の入射角 θr と測定光 $L m$ の入射角 θm とが等しいが、第 1 実施例とは異なり、菱形プリズム 8 から感光面 $W a$ に入射する測定光 $L m$ の光路と参照光 $L r$ の光路とが Y 方向に間隔を隔てている。換言すれば、第 2 実施例では、菱形プリズム 8 からの測定光 $L m$ と参照光 $L r$ とが、互いに平行な平面に沿って感光面 $W a$ に入射する。

【0095】

こうして、感光面 $W a$ 上の検出領域 $D A$ には、図 16 に模式的に示すように、測定パターンとしての送光スリット $S m 1 \sim S m 5$ に対応して、X 方向および Y 方向と 45 度をなす斜め方向に細長く伸びる 5 個の中間像 $I m 1 \sim I m 5$ が X 方向に沿って所定のピッチで形成される。各中間像 $I m 1 \sim I m 5$ の中心は、検出領域 $D A$ における検出点に対応している。同様に、感光面 $W a$ 上において検出領域 $D A$ に近接した領域 $D B$ には、参照パターンとしての送光スリット $S r 1 \sim S r 5$ に対応して、X 方向および Y 方向と 45 度をなす斜め方向に細長く伸びる 5 個の中間像 $I r 1 \sim I r 5$ が X 方向に沿って所定のピッチで形成される。

【0096】

すなわち、測定パターンの中間像 $I m 1 \sim I m 5$ と参照パターンの中間像 $I r 1 \sim I r 5$ とは、Y 方向に間隔を隔てて互いに平行に形成される。また、測定パターンの中間像 $I m 1 \sim I m 5$ の X 方向ピッチと、参照パターンの中間像 $I r 1 \sim I r 5$ の X 方向ピッチとは等しい。また、測定パターンの中間像 $I r 1$ と参照パターンの中間像 $I r 1$ とは Y 方向に沿って隣接して配置され、同様に他の測定パターンの中間像 $I m 2 \sim I m 5$ は、それぞれ参照パターンの中間像 $I r 2 \sim I r 5$ と Y 方向に沿って隣接して配置されている。

【0097】

感光面 $W a$ によって反射された測定光 $L m$ は、菱形プリズム 28 の入射面 28a に入射し、ダイクロイック膜 29 および反射面 28c で順次反射された後、射出面 28d から射出される。一方、感光面 $W a$ によって反射された参照光 $L r$ は、測定光 $L m$ の光路から Y 方向に間隔を隔てた光路に沿って菱形プリズム 28 に入射し、その入射面 28a およびダイクロイック膜 29 を順次透過して、台形プリズム 30 に入射する。台形プリズム 30 に入射した参照光 $L r$ は、反射面 30a および 30b によって順次反射され、ダイクロイック膜 29 を透過し、反射面 28c で反射された後、射出面 28d から射出される。射出面

28dから射出された参照光 L_r は、測定光 L_m の光路からY方向に間隔を隔てた光路に沿って第1対物レンズ27へ導かれる。

【0098】

図13を参照すると、菱形プリズム28から射出された測定光および参照光は、第1対物レンズ27、ミラー26、および第2対物レンズ25を介した後、測定光と参照光とに共通の受光プリズム23に入射する。すなわち、第2対物レンズ25と受光プリズム23との間の光路中には、ダイクロイックミラーが配置されていない。受光プリズム23の入射面23a（送光プリズム3の射出面3aに対応する面）には、図17に示すように、送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ に対応した5個の受光スリット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$ 、および送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ に対応した5個の受光スリット $S_{ra1} \sim S_{ra5}$ が設けられている。図17では、入射面23aにおいて全体座標のY軸に平行な方向にy6軸を、入射面23aにおいてy6軸と直交する方向にx6軸を設定している。

【0099】

測定光用の受光スリット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$ および参照光用の受光スリット $S_{ra1} \sim S_{ra5}$ はx6方向に沿って所定のピッチでそれぞれ一列に配列され、受光スリット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$ の列と受光スリット $S_{ra1} \sim S_{ra5}$ の列とはy6方向に間隔を隔てている。また、受光スリット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$ の各要素パターンの長手方向と受光スリット $S_{ra1} \sim S_{ra5}$ の各要素パターンの長手方向とは互いに直交している。

【0100】

受光プリズム23の入射面23aには、測定光用の送光スリット $S_{m1} \sim S_{m5}$ の観測像および参照光用の送光スリット $S_{r1} \sim S_{r5}$ の観測像が形成される。受光スリット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$ を通過した測定光および受光スリット $S_{ra1} \sim S_{ra5}$ を通過した参照光は、ダイクロイックミラー31に入射する。ダイクロイックミラー31は、波長に応じた光の分離作用について、第1実施例のダイクロイックミラー24と同じ特性を有する。

【0101】

したがって、ダイクロイックミラー31を透過した測定光は、リレーレンズ22Aを介して、受光スリット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$ 内にそれぞれ形成された測定パターンの観測像の共役像を、光検出器21Aの検出面21Aa上に形成する。一方、ダイクロイックミラー31によって反射された参照光は、リレーレンズ22Bを介して、受光スリット $S_{ra1} \sim S_{ra5}$ 内にそれぞれ形成された参照パターンの観測像の共役像を、光検出器21Bの検出面21Ba上に形成する。

【0102】

第2実施例では、光検出器21Aが測定光を光電検出する第1受光センサを構成し、光検出器21Bが参照光を光電検出する第2受光センサを構成している。また、ダイクロイックミラー31は、受光プリズム23の入射面23aを経た測定光を光検出器21Aへ導き且つ入射面23aを経た参照光を光検出器21Bへ導く検出側分離部を構成している。

【0103】

第2実施例においても、第1実施例の場合と同様に、受光スリット $S_{ma1} \sim S_{ma5}$ を通過する測定光の光量および受光スリット $S_{ra1} \sim S_{ra5}$ を通過する参照光の光量は、感光面WaのZ方向移動に応じて変化する。また、受光部 $R_{Sm1} \sim R_{Sm5}$ （図10を参照）の検出信号および受光部 $R_{Sr1} \sim R_{Sr5}$ （図11を参照）の検出信号は、振動ミラー6の振動に同期して変化する。信号処理部PRに供給される。

【0104】

第2実施例では、信号処理部PRにおいて、測定パターンの観測像の各要素パターンの位置情報に基づいて面位置 $Z_{m1} \sim Z_{m5}$ を算出する。次いで、制御部CRは、例えば面位置 $Z_{m1} \sim Z_{m5}$ の各検出点（測定パターンの中間像の各要素パターンの中心）またはその各近傍を中心として参照パターンの中間像の各要素パターンが形成されるように、駆動系HDに指令を供給してXYステージHS（ひいてはウェハW）をY方向に所要量だけ移動させる。

10

20

30

40

50

【0105】

信号処理部 P R は、参照パターンの中間像の各要素パターンの中心が各検出点とほぼ一致しているときの参照パターンの観測像の各要素パターンの位置情報に基づいて、面位置 $Z r 1 \sim Z r 5$ を算出する。そして、この参照光に関する面位置 $Z r 1 \sim Z r 5$ と、既に算出済みの測定光に関する面位置 $Z m 1 \sim Z m 5$ とに基づいて、検出領域 D A の各検出点における補正された面位置 $Z v 1 \sim Z v 5$ を算出する。この算出結果は、制御部 C R の内部に設けられた記憶部 M R に供給される。

【0106】

測定光に関する面位置 $Z m 1 \sim Z m 5$ の算出、ウェハ W の Y 方向への移動、参照光に関する面位置 $Z r 1 \sim Z r 5$ の算出、および補正された面位置 $Z v 1 \sim Z v 5$ の算出からなる一連の処理は、必要に応じて、所要の回数だけ行われる。面位置検出装置の複数の検出結果（すなわち複数の検出点における補正された面位置に関する情報）は、記憶部 M R にマップデータとして記憶される。なお、信号処理部 P R は、領域 D B で反射された参照光による参照パターンの観測像の各要素パターンの位置情報に基づいて、参照光に関する面位置 $Z r 1 \sim Z r 5$ を算出し、面位置 $Z v 1 \sim Z v 5$ を求めるようにしても良い。

【0107】

制御部 C R は、記憶部 M R に記憶された面位置のマップデータに基づいて、Z ステージ V S の Z 方向位置を所要量だけ調整し、感光面 W a 上の検出領域を、ひいてはウェハ W の現在の露光領域を投影光学系 P L の結像面位置に位置合わせする。こうして、第 2 実施例の面位置検出装置においても、測定光に基づいて算出される面位置 $Z m$ と参照光に基づいて算出される面位置 $Z r$ とを用いて、共通光学部材の変動の影響を実質的に受けない補正された面位置 $Z v$ を算出すること、すなわち共通光学部材の変動に影響されずに感光面 W a の面位置を高精度に検出することができる。

【0108】

図 18 は、第 3 実施例にかかる面位置検出装置の構成を示す図である。第 3 実施例は、第 2 実施例と類似の構成を有する。しかしながら、第 3 実施例では、菱形プリズム 8 と台形プリズム 10 との間のダイクロイック膜 9 および菱形プリズム 28 と台形プリズム 30 との間のダイクロイック膜 29 の配置を省略している点が第 2 実施例と相違している。以下、第 2 実施例との相違点に着目して、第 3 実施例の構成および作用を説明する。

【0109】

第 3 実施例においても第 2 実施例と同様に、送光プリズム 3 の射出面 3 a に設けられた送光スリット S m 1 ~ S m 5 を通過した測定光と送光スリット S r 1 ~ S r 5 を通過した参照光とは、互いに Y 方向に間隔を隔てた光路に沿って、第 2 対物レンズ 5、振動ミラー 6、および第 1 対物レンズ 7 を介して、菱形プリズム 8 に入射する。第 3 実施例では、第 2 実施例とは異なり、菱形プリズム 8 の側面 8 c（図 5 を参照）に、ダイクロイック膜が形成されていない。また、図 19 に示すように、菱形プリズム 8 の側面 8 c に隣接して、参照光 L r の光路に対応する領域にだけ台形プリズム 10 が取り付けられている。

【0110】

したがって、図 5 および図 19 を参照すると、実線で示すような測定光路に沿って菱形プリズム 8 の入射面 8 a に入射した測定光 L m は、反射面 8 b および反射面 8 c によって順次反射された後、射出面 8 d から射出される。射出面 8 d から射出された測定光 L m は、感光面 W a 上の検出領域 D A に、X Z 平面に沿って入射角 θm で斜め入射する。一方、測定光路から Y 方向に間隔を隔てた参照光路（図中破線で示す）に沿って菱形プリズム 8 の入射面 8 a に入射した参照光 L r は、反射面 8 b によって反射され、台形プリズム 10 に入射する。

【0111】

台形プリズム 10 に入射した参照光 L r は、反射面 10 a および 10 b によって順次反射され、菱形プリズム 8 の射出面 8 d から射出される。射出面 8 d から射出された参照光 L r は、感光面 W a に対する測定光 L m の入射面と平行な面に沿って、検出領域 D A に近接した領域 D B に入射角 θr で斜め入射する。こうして、第 2 実施例の場合と同様に、感

10

20

30

40

50

光面 W a 上の検出領域 D A には、図 1 6 に模式的に示すように、測定パターンの中間像 I m 1 ~ I m 5 が X 方向に沿って所定のピッチで形成される。同様に、感光面 W a 上において検出領域 D A に近接した領域 D B には、参照パターンの中間像 I r 1 ~ I r 5 が X 方向に沿って所定のピッチで形成される。

【 0 1 1 2 】

感光面 W a によって反射された測定光 L m は、菱形プリズム 2 8 の入射面 2 8 a に入射し、反射面 2 8 b (図 5 を参照) および反射面 2 8 c で順次反射された後、射出面 2 8 d から射出される。一方、感光面 W a によって反射された参照光 L r は、測定光 L m の光路から Y 方向に間隔を隔てた光路に沿って菱形プリズム 2 8 の入射面 2 8 a を透過して、台形プリズム 3 0 に入射する。台形プリズム 3 0 に入射した参照光 L r は、反射面 3 0 a および 3 0 b によって順次反射され、反射面 2 8 c で反射された後、射出面 2 8 d から射出される。射出面 2 8 d から射出された参照光 L r は、測定光 L m の光路から Y 方向に間隔を隔てた光路に沿って第 1 対物レンズ 2 7 へ導かれる。

【 0 1 1 3 】

図 1 8 を参照すると、菱形プリズム 2 8 から射出された測定光および参照光は、第 1 対物レンズ 2 7、ミラー 2 6、および第 2 対物レンズ 2 5 を介した後、受光プリズム 2 3 に入射する。受光プリズム 2 3 の入射面 2 3 a に設けられた受光スリット S m a 1 ~ S m a 5 を通過した測定光は、リレーレンズ 2 2 A を介して、受光スリット S m a 1 ~ S m a 5 内にそれぞれ形成された測定パターンの観測像の共役像を、光検出器 2 1 A の検出面 2 1 A a 上に形成する。

【 0 1 1 4 】

受光スリット S r a 1 ~ S r a 5 を通過した参照光は、参照光の光路中に配置されたミラー 3 2 によって反射され、リレーレンズ 2 2 B を介して、受光スリット S r a 1 ~ S r a 5 内にそれぞれ形成された参照パターンの観測像の共役像を、光検出器 2 1 B の検出面 2 1 B a 上に形成する。こうして、第 3 実施例の面位置検出装置においても第 2 実施例と同様に、測定光に基づいて算出される面位置 Z m と参照光に基づいて算出される面位置 Z r とを用いて、共通光学部材の変動の影響を実質的に受けない補正された面位置 Z v を算出すること、すなわち共通光学部材の変動に影響されずに感光面 W a の面位置を高精度に検出することができる。

【 0 1 1 5 】

なお、上述の説明では、測定パターンの中間像および参照パターンの中間像を X 方向に相対的に反転させる送光側反転部として台形プリズム 1 0 を用い、測定パターンの観測像および参照パターンの観測像を X 方向に相対的に反転させる受光側反転部として台形プリズム 3 0 を用いている。しかしながら、これに限定されることなく、送光側反転部および受光側反転部の具体的な構成については様々な形態が可能である。例えば、送光側反転部および受光側反転部として、測定光に比して参照光を所要方向に奇数回多く反射させる手段を用いることができる。

【 0 1 1 6 】

また、上述の説明では、送光側反転部としての台形プリズム 1 0 を送光側結像部 (5 , 7) よりも感光面 W a 側に設け、受光側反転部としての台形プリズム 3 0 を受光側結像部 (2 7 , 2 5) よりも感光面 W a 側に設けている。しかしながら、これに限定されることなく、送光側反転部および受光側反転部の具体的な配置位置については様々な形態が可能である。ただし、送光側反転部および受光側結像部を感光面 W a 側に設けることにより、送光側反転部よりも上流にあって測定光および参照光に共通の光学部材の変動の影響、および受光側反転部よりも下流にあって測定光および参照光に共通の光学部材の変動の影響を受けることなく感光面 W a の面位置を検出することができる。

【 0 1 1 7 】

また、上述の説明では、送光スリット S m 1 ~ S m 5 からの測定光および送光スリット S r 1 ~ S r 5 からの参照光を、互いに同じ入射角で感光面 W a にそれぞれ入射させている。しかしながら、これに限定されることなく、測定光および参照光を互いに異なる入射

角で感光面 W_a にそれぞれ入射させることもできる。この場合、式 (4) に代えて式 (3) を用いることにより、光学部材の変動の影響を受けない補正された面位置 Z_v を算出することができる。

【0118】

また、上述の説明では、測定光および参照光を同一平面または互いに平行な平面に沿って感光面 W_a にそれぞれ入射させている。しかしながら、これに限定されることなく、測定光および参照光を互いに平行でない平面に沿って感光面 W_a にそれぞれ入射させることもできる。この場合、測定光が感光面 W_a に向かう投射光軸および参照光が感光面 W_a に向かう投射光軸は、測定光の感光面 W_a に対する入射面および参照光の感光面 W_a に対する入射面に基づいてそれぞれ規定される。

10

【0119】

また、上述の説明では、送光系に反転部を配置することにより測定パターンの中間像および参照パターンの中間像を X 方向に相対的に反転された像として投射し、且つ受光系に反転部を配置することにより測定パターンの観測像および参照パターンの観測像を X 方向に光学的に対応する方向に相対的に反転された像として形成している。しかしながら、これに限定されることなく、送光系および受光系のうちのいずれか一方にだけ反転部を配置する構成も可能である。送光系のみ反転部を配置する場合には送光系における共通光学部材の変動の影響を受けることなく感光面 W_a の面位置を検出することができ、受光系のみ反転部を配置する場合には受光系における共通光学部材の変動の影響を受けることなく感光面 W_a の面位置を検出することができる。

20

【0120】

なお、第1実施例では、図7に模式的に示すように、測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ および参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ を同列に配列させ、且つ測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ の要素パターンと、参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ の対応する要素パターンとを感光面 W_a 上の同一箇所に配列させている。しかしながら、これに限定されることなく、例えば図20に模式的に示すように、測定パターンの中間像 $I_{m1} \sim I_{m5}$ の要素パターンと参照パターンの中間像 $I_{r1} \sim I_{r5}$ の要素パターンとを、一方向 (X 方向) に沿って1つの要素パターン毎に (一般には一以上の要素パターン毎に) 交互に配列させることもできる。

【0121】

この場合、例えば測定パターンの中間像 I_{m3} の中心に対応する検出点における補正された面位置 Z_{v3} の検出に際して、中間像 I_{m3} に対応する観測像の位置情報に基づいて面位置 Z_{m3} を算出する。また、中間像 I_{m3} を X 方向に沿って挟み込む2つの参照パターンの中間像 I_{r2} および I_{r3} に着目し、中間像 I_{r2} に対応する観測像の位置情報と中間像 I_{r3} に対応する観測像の位置情報とに基づいて面位置 Z_{r3}' を算出する。具体的には、例えば、中間像 I_{r2} に対応する観測像の位置情報に基づいて算出される面位置 Z_{r2} と、中間像 I_{r3} に対応する観測像の位置情報に基づいて算出される面位置 Z_{r3} との平均値を、面位置 Z_{r3}' として算出する。

30

【0122】

そして、測定光に関する面位置 Z_{m3} と、参照光に関する面位置 Z_{r3}' とに基づいて、中間像 I_{m3} の中心に対応する検出点における補正された面位置 Z_{v3} を算出する。他の検出点における補正された面位置 Z_{vi} の算出についても同様に、測定パターンの中間像 I_{mi} の要素パターンを挟み込む2つ (一般には複数) の参照パターンの中間像の要素パターンに対応する第2観測面 (入射面 $23Ba$) 上の位置情報に基づいて面位置 Z_{ri}' を算出すればよい。

40

【0123】

また、第1実施例では、測定パターンおよび参照パターンとして、複数の要素パターンを一方向に沿って配列した一次元配列パターンを用いている。しかしながら、これに限定されることなく、2つの方向に沿って複数の要素パターンを配列した二次元配列パターンを、測定パターンおよび参照パターンとして用いることもできる。

50

【0124】

測定パターンおよび参照パターンとして、例えば互いに直交する2つの方向に沿って複数の要素パターンを配列した二次元配列パターンを用いる場合、図21に模式的に示すように、複数の測定パターンの中間像 I_m の要素パターンおよび複数の参照パターンの中間像 I_r の要素パターンがX方向およびY方向に沿ってマトリックス状に配列される。図21では、測定パターンの中間像 I_m の要素パターンと、参照パターンの中間像 I_r の対応する要素パターンとが、同一箇所配列されている。この場合、補正された面位置 Z_v の検出は、第1実施例において説明した通りである。

【0125】

また、例えば図22に模式的に示すように、測定パターンの中間像 I_m の要素パターンと参照パターンの中間像 I_r の要素パターンとを、二方向(X方向およびY方向)に沿って1つの要素パターン毎に(一般には一以上の要素パターン毎に)交互に配列させることもできる。この場合、例えば測定パターンの中間像 I_{mc} の中心に対応する検出点における補正された面位置 Z_{vc} の検出に際して、中間像 I_{mc} に対応する観測像の位置情報に基づいて面位置 Z_{mc} を算出する。

10

【0126】

また、中間像 I_{mc} をX方向に沿って挟み込む2つの参照パターンの中間像 I_{rn} および I_{rs} 、並びに中間像 I_{mc} をY方向に沿って挟み込む2つの参照パターンの中間像 I_{re} および I_{rw} に着目し、中間像 I_{rn} 、中間像 I_{rs} 、中間像 I_{re} および中間像 I_{rw} に対応する各観測像の位置情報に基づいて面位置 Z_{rc} を算出する。具体的には、例えば、中間像 I_{rn} に対応する観測像の位置情報に基づいて算出される面位置 Z_{rn} と、中間像 I_{rs} に対応する観測像の位置情報に基づいて算出される面位置 Z_{rs} と、中間像 I_{re} に対応する観測像の位置情報に基づいて算出される面位置 Z_{re} と、中間像 I_{rw} に対応する観測像の位置情報に基づいて算出される面位置 Z_{rw} との平均値を、面位置 Z_{rc} として算出する。

20

【0127】

あるいは、面位置 Z_{rn} と面位置 Z_{rs} との平均値、または面位置 Z_{re} と面位置 Z_{rw} との平均値を、面位置 Z_{rc} として算出する。そして、測定光に関する面位置 Z_{mc} と、参照光に関する面位置 Z_{rc} とに基づいて、中間像 I_{mc} の中心に対応する検出点における補正された面位置 Z_{vc} を算出する。

30

【0128】

一般的には、測定パターンおよび参照パターンとして、それぞれ複数の要素パターンが配列された配列パターンを用いて、参照パターンの中間像の要素パターンを測定パターンの中間像の要素パターンの近傍に配列させる場合、測定パターンの中間像の要素パターンに対応する第1観測面上の位置情報に基づいて面位置 Z_m を算出し、当該測定パターンの中間像の要素パターンの近傍に配列された一以上の参照パターンの中間像の要素パターンに対応する第2観測面上の位置情報に基づいて面位置 Z_r を算出することができる。

【0129】

なお、上述の実施形態では、光電顕微鏡の原理(振動ミラーを用いる計測原理)に基づいて被検面の面位置を検出している。しかしながら、これに限定されることなく、例えば画像処理によって測定パターンの観測像および参照パターンの観測像の各位置情報を検出し、検出した各位置情報に基づいて被検面の位置を算出することもできる。

40

【0130】

また、上述の実施形態では、露光装置が単一の面位置検出装置を備えている例を説明しているが、これに限定されることなく、必要に応じて複数組の面位置検出装置で検出視野を分割することもできる。この場合、第1の面位置検出装置の検出視野と第2の面位置検出装置の検出視野との共通の視野における検出結果に基づいて、各装置のキャリブレーションを行うこともできる。

【0131】

また、上述の実施形態では、感光性基板としてのウェハWの面位置の検出に対して本発

50

明を適用しているが、これに限定されることなく、レチクル R（一般にはマスク）のパターン面の面位置の検出に対して本発明を適用することもできる。また、上述の実施形態では、露光装置における感光性基板の面位置の検出に対して本発明を適用しているが、これに限定されることなく、露光装置以外の各種装置における一般の被検面の面位置の検出に対して本発明を適用することもできる。

【0132】

また、上述の実施形態では、面位置検出装置が、投影光学系 P L の光軸 A X の近傍における感光面 W a を検出領域 D A として感光面 W a の面位置を検出するものとしたが、光軸 A X から離れた位置で感光面 W a の面位置を検出するようにしてもよい。例えば、図示しない搬送装置によって Z ステージ V S 上に載置されたウェハ W を X Y ステージ H S によって投影光学系 P L 下に搬入する搬入経路に対応して面位置検出装置を配置し、その搬入経路の途中で感光面 W a の面位置を検出するようにしてもよい。この場合、X Y ステージ H S によるウェハ W の移動に応じて、感光面 W a の複数箇所における面位置を検出し、その複数の検出結果を記憶部 M R にマップデータとして記憶させる。そして、レチクル R のパターンを感光面 W a に転写する（露光する）際に、記憶部 M R に記憶させたマップデータに基づいて、感光面 W a の面位置を Z ステージ V S によって位置合わせするとよい。

【0133】

上述の実施形態では、マスクの代わりに、所定の電子データに基づいて所定パターンを形成する可変パターン形成装置を用いることができる。このような可変パターン形成装置を用いれば、パターン面が縦置きでも同期精度に及ぼす影響を最低限にできる。なお、可変パターン形成装置としては、たとえば所定の電子データに基づいて駆動される複数の反射素子を含む D M D（デジタル・マイクロミラー・デバイス）を用いることができる。D M D を用いた露光装置は、例えば特開 2004-304135 号公報、国際特許公開第 2006/080285 号パンフレットに開示されている。また、D M D のような非発光型の反射型空間光変調器以外に、透過型空間光変調器を用いても良く、自発光型の画像表示素子を用いても良い。なお、パターン面が横置きの場合であっても可変パターン形成装置を用いても良い。

【0134】

また、上述の実施形態において、光源 1 A、コンデンサーレンズ 2 A、送光プリズム 3 A、ダイクロイックミラー 4、24、第 2 対物レンズ 5、25、振動ミラー 6、第 1 対物レンズ 7、27、菱形プリズム 8、28、ミラー 26、受光プリズム 23 A、リレーレンズ 22 A、光検出器 21 A は、第 1 検出系として機能する。すなわち、第 1 検出系は、送光スリット S m 1 ~ S m 5 からの測定光 L m をウェハ W の感光面 W a に入射させて感光面 W a に送光スリット S m 1 ~ S m 5 の中間像 I m 1 ~ I m 5 を投射し、感光面 W a において反射された測定光 L m を受光プリズム 23 A の入射面 23 A a に導いてこの入射面 23 A a に送光スリット S m 1 ~ S m 5 の観測像を形成し、入射面 23 A a における送光スリット S m 1 ~ S m 5 の観測像の位置情報を検出する。また、上述の実施形態において、光源 1 B、コンデンサーレンズ 2 B、送光プリズム 3 B、ダイクロイックミラー 4、24、第 2 対物レンズ 5、25、振動ミラー 6、第 1 対物レンズ 7、27、菱形プリズム 8、28、台形プリズム 10、30、ミラー 26、受光プリズム 23 B、リレーレンズ 22 B、光検出器 21 B は、第 2 検出系として機能する。すなわち、第 2 検出系は、送光スリット S r 1 ~ S r 5 からの参照光 L r をウェハ W の感光面 W a に入射させて感光面 W a に送光スリット S r 1 ~ S r 5 の中間像 I r 1 ~ I r 5 を投射し、感光面 W a において反射された参照光 L r を受光プリズム 23 B の入射面 23 B a に導いてこの入射面 23 B a に送光スリット S r 1 ~ S r 5 の観測像を形成し、入射面 23 B a における送光スリット S r 1 ~ S r 5 の観測像の位置情報を検出する。また、上述の実施形態において、信号処理部 P R は、処理部として機能する。すなわち、この処理部は、送光スリット S m 1 ~ S m 5 の観測像の位置情報および送光スリット S r 1 ~ S r 5 の観測像の位置情報に基づいて、感光面 W a の面位置を算出する。ここで、第 1 検出系及び第 2 検出系は、相互に共通に設けられた共通光学部材（第 2 対物レンズ 5、25、振動ミラー 6、第 1 対物レンズ 7、27

、菱形プリズム 8 , 2 8、ミラー 2 6) を有する。中間像 I m 1 ~ I m 5 および中間像 I r 1 ~ I r 5 のうち一方の中間像は、他方の中間像に対して X 方向に反転された像として投射される。

【 0 1 3 5 】

上述の実施形態の面位置検出装置では、第 1 パターンからの第 1 測定光および第 2 パターンからの第 2 測定光が、第 1 測定光と第 2 測定光とに共通な光学部材を経て被検面に入射する。ただし、第 1 パターンの中間像および第 2 パターンの中間像のうち、一方の中間像は所定方向に反転された像として被検面に投射され、他方の中間像は上記所定方向に正立の像として被検面に投射される。被検面によって反射された第 1 測定光および第 2 測定光は、第 1 パターンの観測像および第 2 パターンの観測像を、第 1 観測面および第 2 観測面にそれぞれ形成する。したがって、第 1 測定光と第 2 測定光とは面位置の検出感度が互いに異なり、且つ第 1 パターンの観測像と第 2 パターンの観測像とは第 1 測定光と第 2 測定光とに共通な光学部材 (以下、共通光学部材と呼ぶ。) の変動の影響に関する情報を含んでいる。

10

【 0 1 3 6 】

換言すれば、第 1 パターンの観測像の位置情報に基づいて算出される被検面の面位置および第 2 パターンの観測像の位置情報に基づいて算出される被検面の面位置は、共通光学部材の変動に起因する面位置の検出誤差を共通に含んでいる。したがって、第 1 測定光に基づいて算出される面位置と第 2 測定光に基づいて算出される面位置とを用いて、共通光学部材の変動の影響を実質的に受けない補正された面位置を算出することができる。

20

【 0 1 3 7 】

上述の実施形態の露光装置は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

30

【 0 1 3 8 】

次に、上述の実施形態にかかる露光装置を用いたデバイス製造方法について説明する。図 2 3 は、半導体デバイスの製造工程を示すフローチャートである。図 2 3 に示すように、半導体デバイスの製造工程では、半導体デバイスの基板となるウェハ W に金属膜を蒸着し (ステップ S 4 0)、この蒸着した金属膜上に感光性材料であるフォトレジストを塗布する (ステップ S 4 2)。つづいて、上述の実施形態の露光装置を用い、レチクル R に形成されたパターンをウェハ W 上の各ショット領域に転写し (ステップ S 4 4 : 露光工程)、この転写が終了したウェハ W の現像、つまりパターンが転写されたフォトレジストの現像を行う (ステップ S 4 6 : 現像工程)。その後、ステップ S 4 6 によってウェハ W の表面に生成されたレジストパターンをウェハ加工用のマスクとし、ウェハ W の表面に対してエッチング等の加工を行う (ステップ S 4 8 : 加工工程)。

40

【 0 1 3 9 】

ここで、レジストパターンとは、上述の実施形態の露光装置によって転写されたパターンに対応する形状の凹凸が生成されたフォトレジスト層 (転写パターン層) であって、その凹部がフォトレジスト層を貫通しているものである。ステップ S 4 8 では、このレジストパターンを介してウェハ W の表面の加工を行う。ステップ S 4 8 で行われる加工には、例えばウェハ W の表面のエッチングまたは金属膜等の成膜の少なくとも一方が含まれる。なお、ステップ S 4 4 では、上述の実施形態の露光装置は、フォトレジストが塗布された

50

ウェハWを感光性基板としてパターンの転写を行う。

【0140】

図24は、液晶表示素子等の液晶デバイスの製造工程を示すフローチャートである。図24に示すように、液晶デバイスの製造工程では、パターン形成工程（ステップS50）、カラーフィルタ形成工程（ステップS52）、セル組立工程（ステップS54）およびモジュール組立工程（ステップS56）を順次行う。

【0141】

ステップS50のパターン形成工程では、感光性基板としてフォトリソグが塗布されたガラス基板上に、上述の実施形態の投影露光装置を用いて回路パターンおよび電極パターン等の所定のパターンを形成する。このパターン形成工程には、上述の実施形態の露光装置を用いてフォトリソグ層にパターンを転写する露光工程と、パターンが転写された感光性基板の現像、つまりガラス基板上のフォトリソグ層の現像を行い、パターンに対応する形状のフォトリソグ層（転写パターン層）を生成する現像工程と、この現像されたフォトリソグ層を介してガラス基板の表面を加工する加工工程とが含まれている。

【0142】

ステップS52のカラーフィルタ形成工程では、R（Red）、G（Green）、B（Blue）に対応する3つのドットの組をマトリックス状に多数配列するか、またはR、G、Bの3本のストライプのフィルタの組を水平走査方向に複数配列したカラーフィルタを形成する。

【0143】

ステップS54のセル組立工程では、ステップS50によって所定パターンが形成されたガラス基板と、ステップS52によって形成されたカラーフィルタとを用いて液晶パネル（液晶セル）を組み立てる。具体的には、例えばガラス基板とカラーフィルタとの間に液晶を注入することで液晶パネルを形成する。ステップS56のモジュール組立工程では、ステップS54によって組み立てられた液晶パネルに対し、この液晶パネルの表示動作を行わせる電気回路およびバックライト等の各種部品を取り付ける。

【0144】

また、本発明は、半導体デバイスまたは液晶デバイス製造用の露光装置への適用に限定されることなく、例えば、プラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子（CCD等）、マイクロマシーン、薄膜磁気ヘッド、及びDNAチップ等の各種デバイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本発明は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク（フォトマスク、レチクル等）をフォトリソグラフィ工程を用いて製造する際の、露光工程（露光装置）にも適用することができる。

【0145】

以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。また、上記実施形態の各構成要素等は、いずれの組み合わせ等も可能とすることができる。

【符号の説明】

【0146】

- 1 光源
- 3 送光プリズム
- 4, 24 ダイクロイックミラー
- 5, 7, 25, 27 対物レンズ
- 6 振動ミラー
- 8, 28 菱形プリズム
- 9, 29 ダイクロイック膜
- 10, 30 台形プリズム
- 21 光検出器

10

20

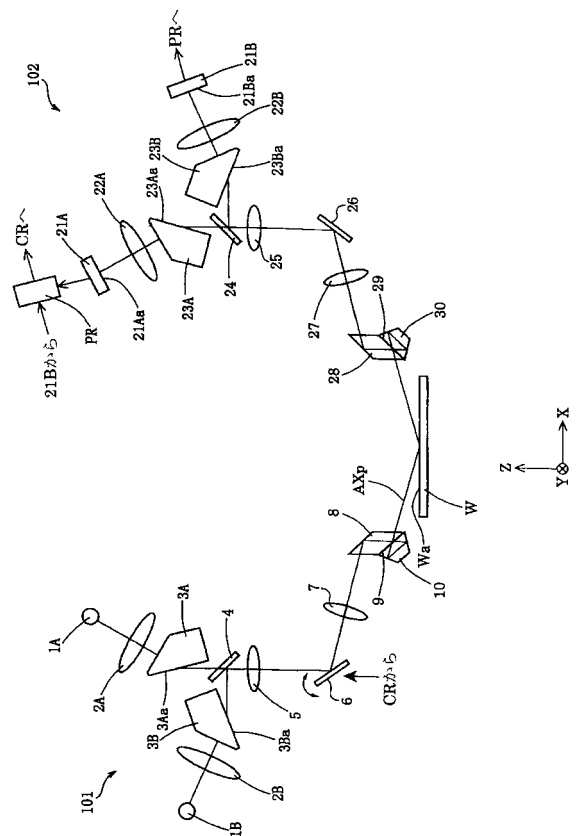
30

40

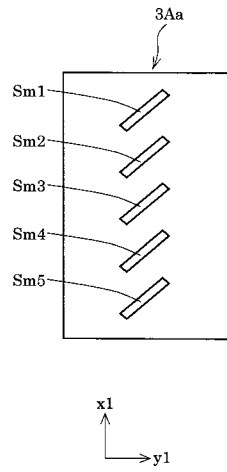
50

H S X Y ステージ

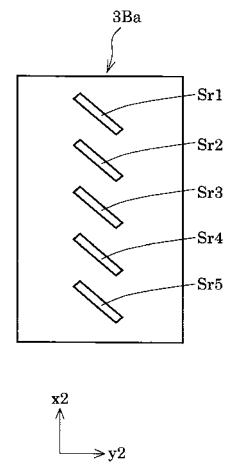
【 図 2 】



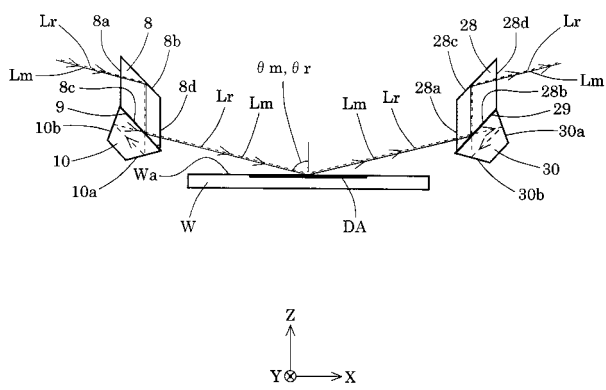
【図 3】



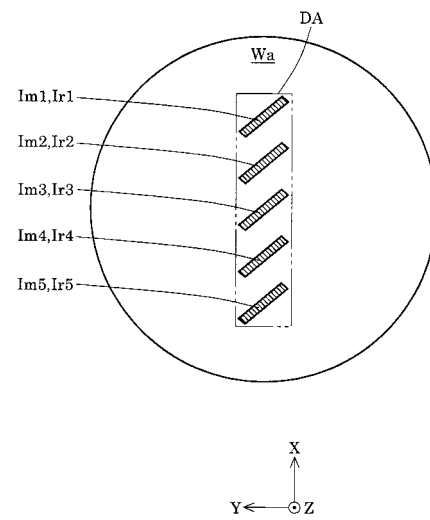
【図 4】



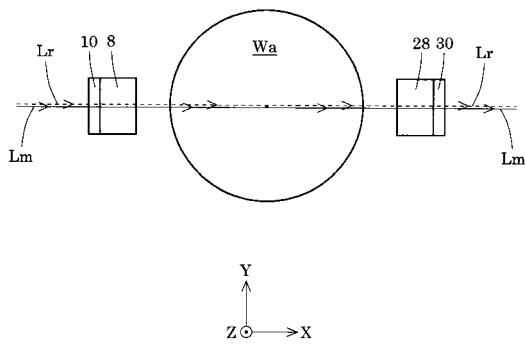
【図 5】



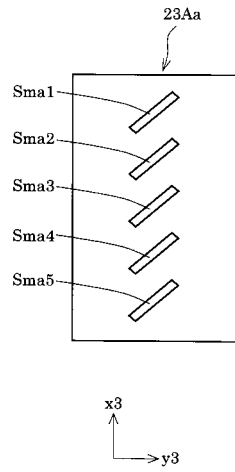
【図 7】



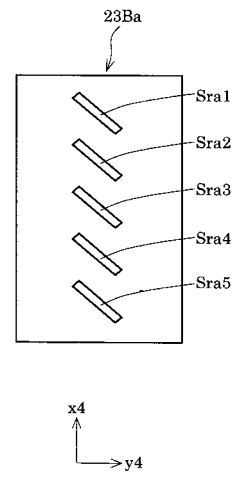
【図 6】



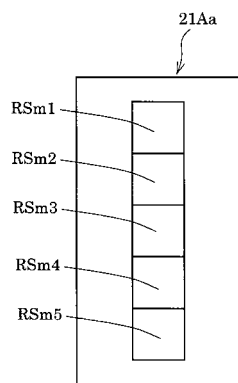
【図 8】



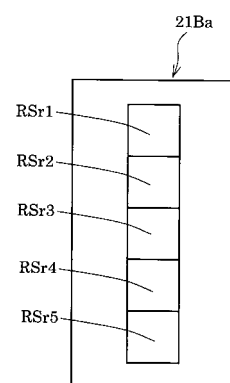
【図 9】



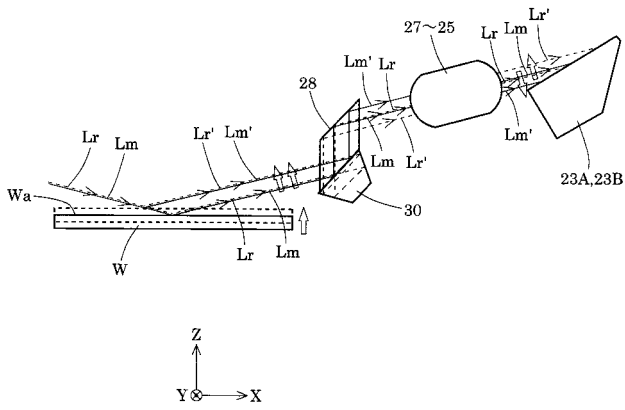
【図 10】



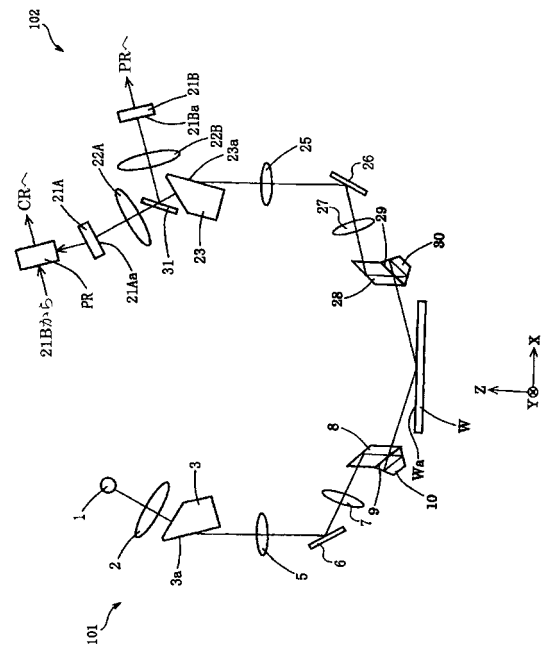
【図 11】



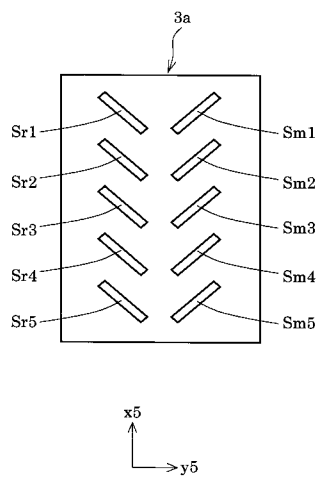
【図 12】



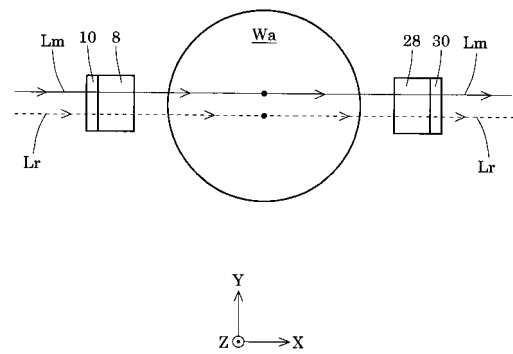
【図 13】



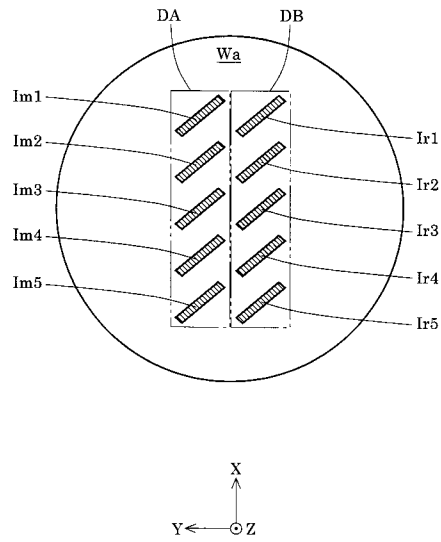
【図 14】



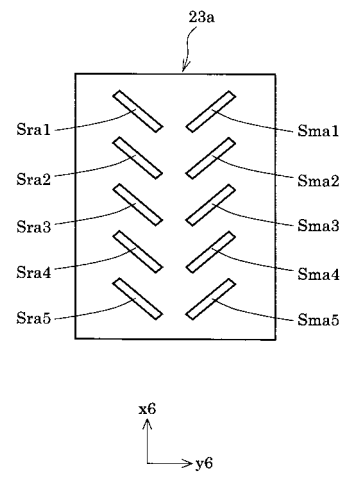
【図 15】



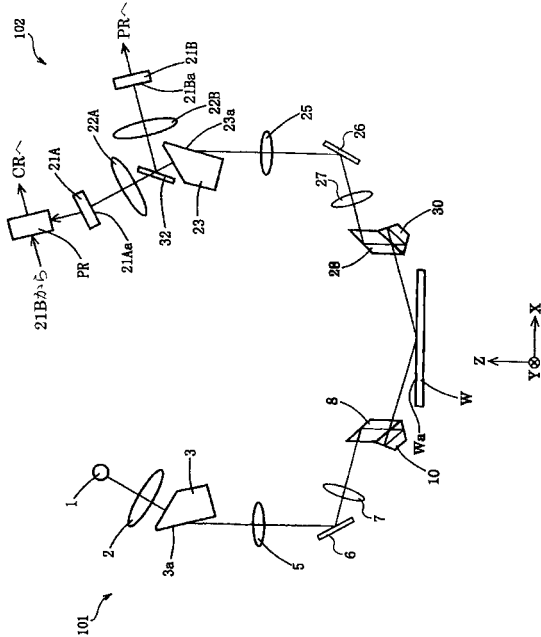
【図 16】



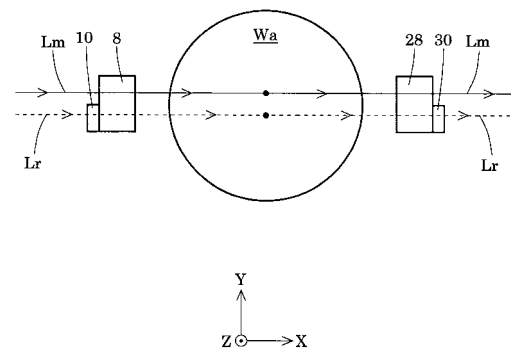
【図 17】



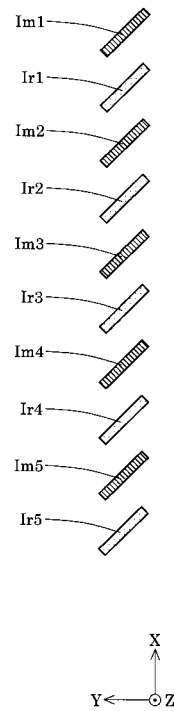
【図 18】



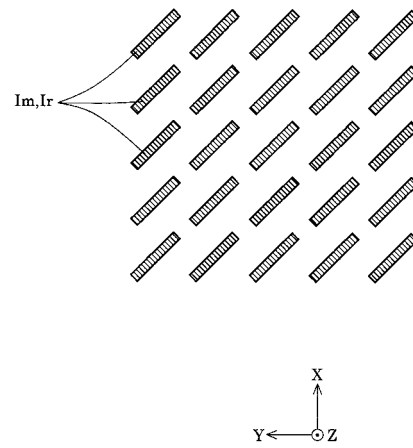
【図 19】



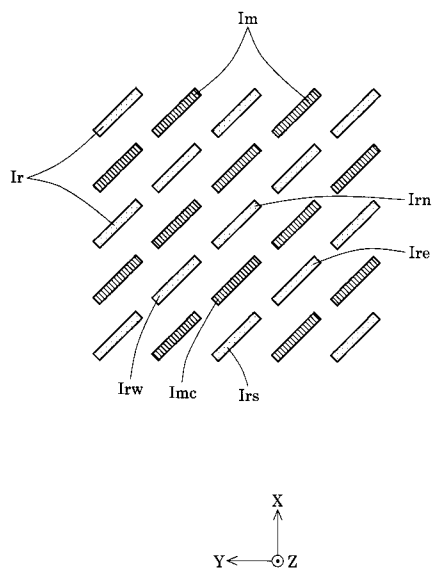
【図 20】



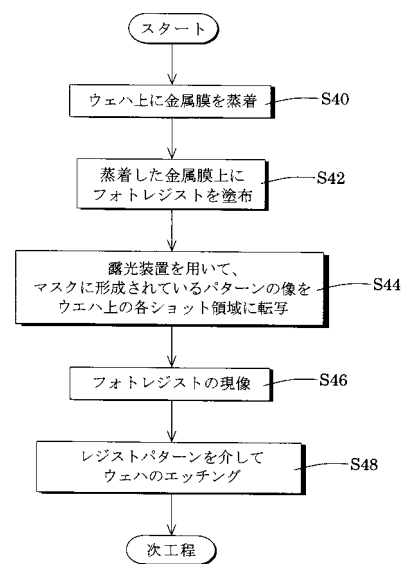
【図 21】



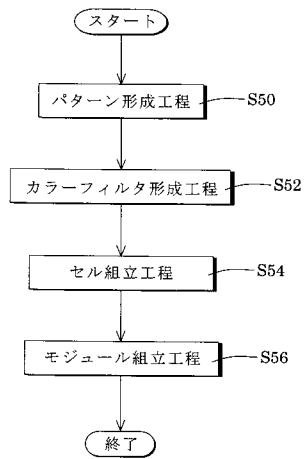
【図 22】



【図 23】



【図 2 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2F065 AA03 AA07 BB02 CC20 FF01 FF04 FF08 FF44 FF49 GG02
GG03 GG07 GG24 HH06 HH12 JJ02 JJ03 JJ05 JJ08 LL12
LL20 LL28 LL37 LL47 LL62 MM03 MM04 MM16 PP12 QQ42
RR06 UU07
5F046 BA03 CB10 CB12 CB17 CB26 CC01 CC02 CC04 CC05 DA05
DA14 DB05 DB11 DC04 DC10