

(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2007-251153

(P2007-251153A)

(43) 公開日 平成19年9月27日(2007.9.27)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 4 A	5 F O 4 6
GO 3 F 7/20 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 2 1	
	HO 1 L 21/30 5 O 2 C	
	HO 1 L 21/30 5 1 5 D	

審査請求 未請求 請求項の数 56 O L (全 63 頁)

(21) 出願番号	特願2007-36677 (P2007-36677)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成19年2月16日 (2007.2.16)		
(31) 優先権主張番号	特願2006-39227 (P2006-39227)	(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武
(32) 優先日	平成18年2月16日 (2006.2.16)	(74) 代理人	100108578 弁理士 高橋 詔男
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100101465 弁理士 青山 正和
		(74) 代理人	100107836 弁理士 西 和哉
		(72) 発明者	長坂 博之 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

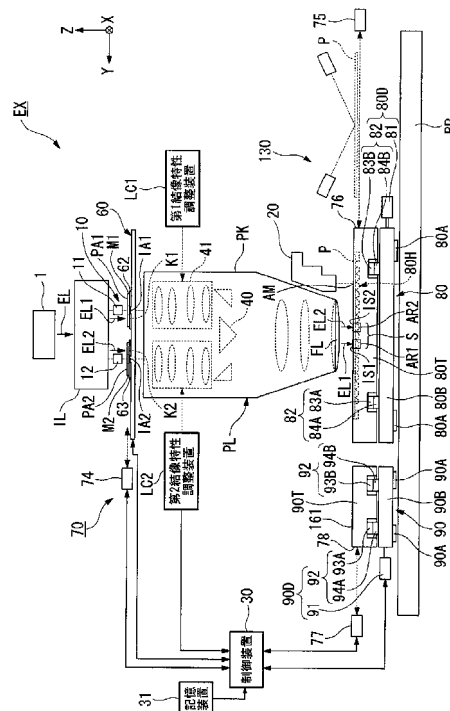
(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板を良好に効率良く多重露光できる露光装置を提供する。

【解決手段】 露光装置 E X は、第 1 パターンの像を第 1 露光領域 A R 1 に形成し、第 2 パターンの像を第 2 露光領域 A R 2 に形成する投影光学系 P L と、投影光学系 P L を介して第 1 パターンの像と第 2 パターンの像とで基板 P 上のショット領域を多重露光するとき、第 1 パターンの像が形成される第 1 像面 I S 1 と基板 P 表面との面位置関係、並びに第 2 パターンの像が形成される第 2 像面 I S 2 と基板 P 表面との面位置関係を調整する調整装置とを備えている。基板を良好に効率良く多重露光できる。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を露光する露光装置であって、

第 1 パターンの像を第 1 露光領域に形成し、前記第 1 パターンと異なる第 2 パターンの像を第 2 露光領域に形成する光学システムと、

前記光学システムを介して前記第 1 パターンの像と前記第 2 パターンの像とで前記基板上の所定領域を多重露光するときに、前記第 1 パターンの像が形成される第 1 像面と前記基板表面との面位置関係、並びに、前記第 2 パターンの像が形成される第 2 像面と前記基板表面との面位置関係を調整する調整装置とを備えた露光装置。

【請求項 2】

前記調整装置は、前記第 1 パターン及び前記第 2 パターンの少なくとも一方の位置を調整して、前記第 1 像面及び前記第 2 像面の少なくとも一方の位置を調整する請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 3】

前記調整装置は、前記光学システムを調整して、前記第 1 像面及び前記第 2 像面の少なくとも一方の位置を調整する請求項 1 又は 2 記載の露光装置。

【請求項 4】

前記第 1 像面及び前記第 2 像面の少なくとも一方の位置調整は、前記第 1 像面及び前記第 2 像面の少なくとも一方の傾斜調整を含む請求項 3 記載の露光装置。

【請求項 5】

前記調整装置は、前記基板の位置を調整し、該位置調整は、前記基板の傾斜調整を含む請求項 1 ~ 4 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 6】

前記調整装置は、前記基板の表面情報に基づいて、前記第 1 及び第 2 像面の各々と前記基板表面との面位置関係を調整する請求項 1 ~ 5 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 7】

前記基板の表面情報を取得可能な面検出系を更に備え、

前記調整装置は、前記面検出系の検出結果に基づいて、前記第 1 及び第 2 像面の各々と前記基板表面との面位置関係を調整する請求項 6 記載の露光装置。

【請求項 8】

前記面検出系は、前記所定領域に対する多重露光動作と並行して、前記基板の表面情報を取得する請求項 7 記載の露光装置。

【請求項 9】

前記面検出系は、前記光学システムから離れて配置され、前記基板に対する露光動作が開始される前に、前記基板の表面情報を取得する請求項 7 又は 8 記載の露光装置。

【請求項 10】

前記調整装置は、前記第 1 露光領域における前記第 1 像面と前記基板表面との面位置関係の調整を前記第 1 像面の位置調整のみで行い、前記第 2 露光領域における前記第 2 像面と前記基板表面との面位置関係の調整を前記基板の位置調整のみで行う請求項 1 ~ 9 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 11】

前記調整装置は、前記第 1 露光領域における前記第 1 像面と前記基板表面との面位置関係の調整、及び前記第 2 露光領域における前記第 2 像面と前記基板表面との面位置関係の調整を、前記第 1 像面及び前記第 2 像面の位置調整なしに、前記基板の位置調整のみで行う請求項 1 ~ 9 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 12】

前記調整装置は、前記第 1 露光領域における前記第 1 像面と前記基板上の露光面とが合致するように、前記基板の位置調整を行う請求項 11 記載の露光装置。

【請求項 13】

前記調整装置は、前記第 1 露光領域における前記第 1 像面と前記基板上の露光面との誤

10

20

30

40

50

差、及び前記第 2 露光領域における前記第 2 像面と前記基板上の露光面との誤差がほぼ同じになるように、前記基板の位置調整を行う請求項 1 1 記載の露光装置。

【請求項 1 4】

前記調整装置は、前記第 1 露光領域における前記第 1 像面と前記基板上の露光面とが合致するように、且つ前記第 2 露光領域における前記第 2 像面と前記基板上の露光面とが合致するように、前記第 1 像面、前記第 2 像面、及び前記基板表面の位置調整を行う請求項 1 ~ 9 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 5】

前記調整装置は、前記第 1 像面の位置調整量と前記第 2 像面の位置調整量とがほぼ等しくなるように、前記基板の位置調整を行う請求項 1 4 記載の露光装置。

10

【請求項 1 6】

前記調整装置は、前記第 1 露光領域における前記第 1 像面と前記基板表面との面位置関係の調整、及び前記第 2 露光領域における前記第 2 像面と前記基板表面との面位置関係の調整を、前記基板の位置調整なしに、前記第 1 像面及び前記第 2 像面の位置調整のみで行う請求項 1 ~ 9 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 7】

前記調整装置は、前記第 1 露光領域内で前記第 1 像面と前記基板表面とが所定位置関係となるように、且つ前記第 2 露光領域内で前記第 2 像面と前記基板表面とが所定位置関係となるように、前記第 1 像面、前記第 2 像面、及び前記基板の少なくとも一つを動かす請求項 1 ~ 16 のいずれか一項記載の露光装置。

20

【請求項 1 8】

前記調整装置による前記面位置関係の調整は、前記所定領域の多重露光中に行われる請求項 1 ~ 17 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 9】

前記基板上の所定領域の多重露光中に、前記基板上の所定領域が前記第 1 露光領域と前記第 2 露光領域とを通過するように、前記第 1 露光領域及び前記第 2 露光領域に対して前記基板を走査方向に移動する請求項 1 ~ 18 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 2 0】

前記基板上の所定領域の多重露光中に、前記第 1 パターン及び前記第 2 パターンがそれぞれの走査方向に移動する請求項 1 9 記載の露光装置。

30

【請求項 2 1】

前記第 1 パターンを有する第 1 マスク、及び前記第 2 パターンを有する第 2 マスクをそれぞれ走査方向に移動可能なマスクステージと、

前記基板上の所定領域を前記第 1 露光領域及び前記第 2 露光領域に対して走査方向に移動可能な基板ステージとを備え、

前記第 1 マスク及び前記第 2 マスクの移動と前記基板の移動とが同期して行われるように、前記マスクステージと前記基板ステージとを制御する請求項 2 0 記載の露光装置。

【請求項 2 2】

前記マスクステージは、前記第 1 マスク及び前記第 2 マスクを保持してほぼ同一の走査方向に移動可能なメインステージを有する請求項 2 1 記載の露光装置。

40

【請求項 2 3】

前記マスクステージは、前記メインステージに対して前記第 1 マスクを移動可能な第 1 駆動装置と、前記メインステージに対して前記第 2 マスクを移動可能な第 2 駆動装置とを有する請求項 2 2 記載の露光装置。

【請求項 2 4】

前記調整装置は、前記第 1、第 2 駆動装置を用いて前記第 1、第 2 マスクの少なくとも一方を動かすことによって、前記第 1、第 2 像面の少なくとも一方の位置を調整する請求項 2 3 記載の露光装置。

【請求項 2 5】

前記第 1 マスク及び前記第 2 マスクの位置情報をそれぞれ計測可能な第 1 計測システム

50

を備えた請求項 2 1 ~ 2 4 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 2 6】

前記光学システムは、前記基板が対向して配置される 1 つの光学素子を有し、前記 1 つの光学素子を介して、前記第 1 露光領域及び前記第 2 露光領域にそれぞれ前記第 1 パターンの像及び前記第 2 パターンの像を形成する請求項 1 ~ 2 5 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 2 7】

前記第 1 露光領域と前記第 2 露光領域とは異なる位置に設定される請求項 1 ~ 2 6 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 2 8】

前記光学システムは、前記第 1 露光領域及び前記第 2 露光領域と光学的に共役な位置近傍に配置された第 1 反射面と、前記第 1 露光領域及び前記第 2 露光領域と光学的に共役な位置近傍に配置された第 2 反射面と、前記第 1 パターンからの露光光を前記第 1 反射面へ導く第 1 光学系と、前記第 2 パターンからの露光光を前記第 2 反射面へ導く第 2 光学系と、前記第 1 反射面からの露光光及び前記第 2 反射面からの露光光をそれぞれ前記第 1 露光領域及び前記第 2 露光領域へ導く第 3 光学系とを有する請求項 2 7 記載の露光装置。

【請求項 2 9】

前記第 1 像面の位置及び前記第 2 像面の位置を計測する第 2 計測システムを備えた請求項 1 ~ 2 8 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 3 0】

前記第 2 計測システムは、前記第 1 露光領域及び前記第 2 露光領域のそれぞれに配置可能な受光部を有する請求項 2 9 記載の露光装置。

【請求項 3 1】

前記基板上に液浸領域を形成し、前記液浸領域の液体を介して前記第 1 パターンからの露光光と前記第 2 パターンからの露光光とを前記基板上の所定領域に照射する請求項 1 ~ 3 0 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 3 2】

前記基板はウエハである請求項 1 ~ 3 1 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 3 3】

基板を露光する露光装置であって、

第 1 パターンの像を第 1 露光領域に形成し、前記第 1 パターンと異なる第 2 パターンの像を第 2 露光領域に形成する光学システムと、

前記第 1 パターンの像が形成される第 1 像面の位置情報と、前記第 2 パターンの像が形成される第 2 像面の位置情報とを検出する検出系とを備え、

前記検出系の検出結果に基づいて前記第 1 パターンの像と前記第 2 パターンの像とで前記基板上の所定領域を多重露光する露光装置。

【請求項 3 4】

前記検出系は、前記基板の面情報を検出する請求項 3 3 記載の露光装置。

【請求項 3 5】

さらに、前記検出系の検出結果に基づいて前記第 1 像面、第 2 像面、及び基板面の位置の少なくとも一つを調整する調整装置を備える請求項 3 4 記載の露光装置。

【請求項 3 6】

さらに、前記第 1 パターンを有する第 1 マスク及び前記第 2 パターンを有する第 2 マスクを所定の方向に移動可能なマスクステージと、前記基板を前記第 1 露光領域及び第 2 露光領域に対して所定の方向に移動可能な基板ステージとを備え、前記多重露光時に、前記マスクステージ及び前記基板ステージによって前記第 1 マスク及び前記第 2 マスクと前記基板とが同期して移動される請求項 3 5 記載の露光装置。

【請求項 3 7】

前記調整装置は、前記第 1 及び第 2 像面の位置と、前記基板の位置とをそれぞれ調整可能である請求項 3 6 記載の露光装置。

10

20

30

40

50

【請求項 38】

さらに、前記多重露光時に、前記第1及び第2像面と基板面とが所定の位置関係になるように前記調整装置を制御する制御装置を備える請求項36又は37記載の露光装置。

【請求項 39】

前記制御装置は、前記多重露光時における前記第1マスク、第2マスク及び基板の面位置の移動プロファイルを予め決定する請求項38記載の露光装置。

【請求項 40】

さらに、前記第1パターンを有する第1マスクを所定の方向に移動可能な第1マスクステージと、前記第2パターンを有する第2マスクを所定の方向に移動可能な第2マスクステージと、前記基板を前記第1露光領域及び第2露光領域に対して所定の方向に移動可能な基板ステージとを備え、前記多重露光時に、前記第1及び第2マスクステージ及び前記基板ステージによって、前記第1マスクと前記基板とが同期して移動され、前記第2マスクと前記基板とが同期して移動される請求項35～39のいずれか一項記載の露光装置。

10

【請求項 41】

前記基板上に液浸領域が形成され、前記液浸領域の液体を介して前記第1パターンからの露光光と前記第2パターンからの露光光とが前記基板上の所定領域に照射される請求項33～40のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 42】

請求項1～41のいずれか一項記載の露光装置を用いるデバイス製造方法。

【請求項 43】

第1パターンの像と第2パターンの像とで基板上の所定領域を多重露光する露光方法であって：

20

前記第1パターンの像が形成される第1像面と前記基板の表面との面位置関係を調整することと；

前記第2パターンの像が形成される第2像面と前記基板の表面との面位置関係を調整することと；を含み、

前記第1パターンの像及び前記第2パターンの像を第1露光領域及び第2露光領域にそれぞれ形成して前記第1パターンの像と前記第2パターンの像とで前記基板上の所定領域を多重露光する露光方法。

【請求項 44】

30

前記第1パターンが形成される第1マスク及び前記第2パターンが形成される第2マスクと前記基板とを同期して移動しながら、前記第1パターンの像と前記第2パターンの像とで前記基板上の所定領域を多重露光する請求項43記載の露光方法。

【請求項 45】

前記第1及び第2マスクと前記基板との一回の同期移動により前記第1パターンの像と前記第2パターンの像とで前記基板上の所定領域が多重露光される請求項44記載の露光方法。

【請求項 46】

前記多重露光時に前記第1及び第2露光領域に対して前記基板が走査方向に相対移動され、前記第1及び第2露光領域は前記走査方向に関して位置が異なる請求項43～45のいずれか一項記載の露光方法。

40

【請求項 47】

さらに、前記第1像面と前記第2像面との面位置関係を調整することを含む請求項43～46のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 48】

前記基板上に液浸領域が形成され、前記液浸領域の液体を介して前記第1パターンからの露光光と前記第2パターンからの露光光とが前記基板上の所定領域に照射される請求項43～47のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 49】

第1パターンの像と第2パターンの像とで基板上の所定領域を多重露光する露光方法で

50

あって、

前記第 1 パターンの像が形成される第 1 像面の位置情報を検出することと；

前記第 2 パターンの像が形成される第 2 像面の位置情報を検出することと；を含み、

前記第 1 パターンの像及び前記第 2 パターンの像を第 1 露光領域及び第 2 露光領域にそれぞれ形成して、前記検出された位置情報に基づいて前記第 1 パターンの像と前記第 2 パターンの像とで前記基板上の所定領域を多重露光する露光方法。

【請求項 5 0】

さらに、前記基板の面情報を検出することを含む請求項 4 9 記載の露光方法。

【請求項 5 1】

さらに、前記第 1 像面、第 2 像面及び基板面の位置の少なくとも一つを調整することを含む請求項 4 9 又は 5 0 記載の露光方法。 10

【請求項 5 2】

前記多重露光時に前記第 1 及び第 2 露光領域に対して前記基板が走査方向に相対移動され、前記第 1 及び第 2 露光領域は前記走査方向に関して位置が異なる請求項 4 9 ~ 5 1 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 5 3】

前記多重露光時に、前記第 1 及び第 2 パターンと前記基板とを同期して移動することを含む請求項 4 9 ~ 5 2 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 5 4】

さらに、前記多重露光時における前記第 1 パターンを有する第 1 マスク、及び前記第 2 パターンを有する第 2 マスク、及び基板の面位置の移動プロファイルを予め決定することを含む請求項 5 2 又は 5 3 記載の露光方法。 20

【請求項 5 5】

前記基板上に液浸領域が形成され、前記液浸領域の液体を介して前記第 1 パターンからの露光光と前記第 2 パターンからの露光光とが前記基板上の所定領域に照射される請求項 4 9 ~ 5 4 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 5 6】

請求項 4 3 ~ 5 5 のいずれか一項記載の露光方法を用いて基板を多重露光することと；

露光した基板を現像することと；

現像した基板を加工することと；を含むデバイス製造方法。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、基板を露光する露光装置、露光方法及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

フォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置において、例えば下記特許文献に開示されているような、基板を多重露光する露光装置が知られている。

【特許文献 1】特開平 1 0 - 2 1 4 7 8 3 号公報

【発明の開示】 40

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 3】

多重露光において、複数のマスクを用意してマスク毎に露光を実行したり、複数の照明条件を用意してマスク毎に異なる照明条件で露光を実行する場合がある。この場合、マスクを交換する時間及び / 又は、照明条件等を変更する時間が必要となるため、露光装置の稼働率が低下し、スループットが低下する可能性がある。

【0 0 0 4】

また、複数のマスクのパターンを用いて基板を多重露光する場合においても、基板上に所望のパターンを形成するために、各パターンの像が形成される像面と基板表面との位置関係の調整を良好に行うことが重要である。 50

【 0 0 0 5 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、基板を良好に効率良く多重露光できる露光装置、露光方法及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 6 】

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す各図に対応付けした以下の構成を採用している。但し、各要素に付した括弧付き符号はその要素の例示に過ぎず、各要素を限定するものではない。

【 0 0 0 7 】

本発明の第1の態様に従えば、基板(P)を露光する露光装置であって、第1パターン(PA1)の像を第1露光領域(AR1)に形成し、第1パターン(PA1)と異なる第2パターン(PA2)の像を第2露光領域(AR2)に形成する光学システム(PL)と、光学システム(PL)を介して第1パターン(PA1)の像と第2パターン(PA2)の像とで基板(P)上の所定領域(S)を多重露光するとき、第1パターン(PA1)の像が形成される第1像面(IS1)と基板(P)表面との面位置関係、並びに、第2パターン(PA2)の像が形成される第2像面(IS2)と基板(P)表面との面位置関係を調整する調整装置(67、82、LC1、LC2)とを備えた露光装置(EX)が提供される。

10

【 0 0 0 8 】

本発明の第1の態様によれば、第1パターンの像が形成される第1像面及び第2パターンの像が形成される第2像面の各々と基板表面との面位置関係の調整を行うことができ、基板を良好に効率良く多重露光できる。

20

【 0 0 0 9 】

本発明の第2の態様に従えば、基板(P)を露光する露光装置(EX)であって：第1パターン(PA1)の像を第1露光領域(AR1)に形成し、第1パターンと異なる第2パターン(PA2)の像を第2露光領域(AR2)に形成する光学システム(PL)と；第1パターン(PA1)の像が形成される第1像面の位置情報と、第2パターン(PA2)の像が形成される第2像面の位置情報とを検出する検出系(162)と；を備え、検出系(162)の検出結果に基づいて第1パターンの像と第2パターンの像とで基板上の所定領域を多重露光する露光装置(EX)が提供される。

30

【 0 0 1 0 】

本発明の第2の態様によれば、第1像面と第2像面の位置情報を検出する検出系を備えるので、検出結果に基づいて基板を良好に効率良く多重露光できる。

【 0 0 1 1 】

本発明の第3の態様に従えば、第1又は第2態様の露光装置(EX)を用いるデバイス製造方法が提供される。

【 0 0 1 2 】

本発明の第3の態様によれば、基板を良好に効率良く多重露光できる露光装置を用いてデバイスを製造することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の第4の態様に従えば、第1パターン(PA1)の像と第2パターン(PA2)の像とで基板(P)上の所定領域を多重露光する露光方法であって：第1パターン(PA1)の像が形成される第1像面(IS1)と基板(P)の表面との面位置関係を調整することと；を含み、第2パターン(PA2)の像が形成される第2像面(IS2)と基板(P)の表面との面位置関係を調整することと；第1パターンの像及び第2パターンの像を第1露光領域(AR1)及び第2露光領域(AR1)にそれぞれ形成して第1パターンの像と第2パターンの像とで基板上の所定領域を多重露光する露光方法が提供される。

40

【 0 0 1 4 】

本発明の第4の態様によれば、第1像面と基板表面との面位置関係、ならびに第2像面と基板表面との面位置関係の調整を行うので、基板を良好に効率良く多重露光できる。

50

【0015】

本発明の第5の態様に従えば、第1パターン(PA1)の像と第2パターン(PA2)の像とで基板上の所定領域を多重露光する露光方法であって、第1パターン(PA1)の像が形成される第1像面(IS1)の位置情報を検出することと；第2パターン(PA2)の像が形成される第2像面(IS2)の位置情報を検出することと；を含み、第1パターンの像及び第2パターンの像を第1露光領域(AR1)及び第2露光領域(AR2)にそれぞれ形成して、検出された位置情報に基づいて第1パターン(PA1)の像と第2パターン(PA2)の像とで基板上の所定領域を多重露光する露光方法が提供される。

【0016】

本発明の第5の態様によれば、第1像面と第2像面の位置情報を検出するので、基板を良好に効率良く多重露光することができる。

10

【0017】

本発明の第6の態様に従えば、上記第4又は第5態様の露光方法を用いて基板を多重露光することと、露光した基板を現像することと、現像した基板を加工することと；を含むデバイス製造方法が提供される。

【0018】

本発明の第6の態様によれば、高精度なデバイスを高効率で製造することができる。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、第1パターンの像と第2パターンの像とで基板を良好に多重露光することができる。また、基板を効率良く多重露光することができる。したがって、所望の性能を有するデバイスを生産性良く製造することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明するが、本発明はこれに限定されない。なお、以下の説明においては、XYZ直交座標系を設定し、このXYZ直交座標系を参照しつつ各部材の位置関係について説明する。そして、水平面内における所定方向をX軸方向、水平面内においてX軸方向と直交する方向をY軸方向、X軸方向及びY軸方向のそれぞれに直交する方向(すなわち鉛直方向)をZ軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわりの回転(傾斜)方向をそれぞれ、X、Y、及びZ方向とする。

30

【0021】

<第1実施形態>

第1実施形態について説明する。図1は、第1実施形態に係る露光装置EXを示す概略構成図である。図1において、露光装置EXは、第1パターンPA1を有する第1マスクM1、及び第2パターンPA2を有する第2マスクM2を保持して移動可能なマスクステージ60と、基板Pを保持して移動可能な基板ステージ80と、露光に関する計測を実行可能な計測器を搭載して移動可能な計測ステージ90と、各ステージの位置情報を計測可能な計測システム70と、露光光ELを射出する光源装置1と、光源装置1から射出された露光光ELを第1露光光EL1と第2露光光EL2とに分離し、第1露光光EL1で第1マスクM1の第1パターンPA1を照明するとともに、第2露光光EL2で第2マスクM2の第2パターンPA2を照明する照明系ILと、第1露光光EL1で照明された第1パターンPA1の像及び第2露光光EL2で照明された第2パターンPA2の像を基板P上に投影する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を制御する制御装置30と、制御装置30に接続され、露光に関する各種情報を記憶可能な記憶装置31とを備えている。基板ステージ80及び計測ステージ90のそれぞれは、投影光学系PLの光射出側、すなわち投影光学系PLの像面側で、ベース部材BP上において互いに独立して移動可能である。

40

【0022】

なお、ここでいう基板は、例えばシリコンウエハのような半導体ウエハ等の基材上に感光材(フォトリソ)を塗布したものを含み、感光膜とは別に保護膜(トップコート膜

50

)などの各種の膜を塗布したものも含む。マスクは、基板上に縮小投影されるデバイスパターンが形成されたレチクルを含み、例えばガラス板等の透明板部材とその上に形成されたクロム等の遮光膜を有し、遮光膜で所定のパターンが形成されている。この透過型のマスクは、遮光膜でパターンが形成されるバイナリマスクに限られず、例えばハーフトーン型、あるいは空間周波数変調型などの位相シフトマスクも含む。また、本実施形態においては、マスクとして透過型のマスクを用いるが、反射型のマスクを用いてもよい。また、本実施形態においては、第1マスクに形成された第1パターンPA1と第2マスクに形成された第2パターンPA2とは異なるパターンである。さらに、第1、第2マスクM1、M2は種類が同一であるものとしたが、その種類が異なってもよい。例えば、第1、第2マスクM1、M2の一方がバイナリマスクで、他方が位相シフトレチクルでもよい。

10

【0023】

投影光学系PLは、その投影光学系PLの像面側に、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とを所定位置関係で設定可能であり、第1パターンPA1の像を第1露光領域AR1に形成可能であり、第2パターンPA2の像を第2露光領域AR2に形成可能である。そして、本実施形態の露光装置EXは、投影光学系PLにより、投影光学系PLの像面側に配置された基板P上に第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とを設定し、第1パターンPA1の像を第1露光領域AR1に形成するとともに、第2パターンPA2の像を第2露光領域AR2に形成することによって、第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とで基板P上のショット領域Sを多重露光(二重露光)する。具体的には、露光装置EXは、照明系ILより射出され、第1パターンPA1及び投影光学系PLを介して第1露光領域AR1に照射される第1露光光EL1によって、第1露光領域AR1に第1パターンPA1の像を形成する。また、露光装置EXは、照明系ILより射出され、第2パターンPA2及び投影光学系PLを介して第2露光領域AR2に照射される第2露光光EL2によって、第2露光領域AR2に第2パターンPA2の像を形成する。露光装置EXは、そのようにして形成された第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とで、基板P上のショット領域Sを多重露光する。基板P上のショット領域Sは、第1パターンPA1からの第1露光光EL1と、第2パターンPA2からの第2露光光EL2とが照射されることによって、多重露光(二重露光)される。

20

【0024】

本実施形態の露光装置EXは、第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とで基板P上のショット領域Sを多重露光するとき、第1パターンPA1の像が形成される第1像面IS1と、第2パターンPA2の像が形成される第2像面IS2と、基板Pの表面との面位置関係を調整する。

30

【0025】

後述するように、本実施形態の露光装置EXは、マスクステージ60を用いて、第1、第2パターンPA1、PA2の位置、すなわち第1マスクM1の第1パターンPA1が形成された第1パターン形成面K1及び第2マスクM2の第2パターンPA2が形成された第2パターン形成面K2の位置を調整可能である。そして、露光装置EXは、第1パターン形成面K1の位置を調整することによって、第1像面IS1(第1パターンPA1の像)の位置を調整可能であり、第2パターン形成面K2の位置を調整することによって、第2像面IS2(第2パターンPA2の像)の位置を調整可能である。なお、像面(IS1、IS2)の面位置調整は、像面のZ軸方向の位置調整だけでなく、像面の傾斜調整も含む。また、露光装置EXは、基板ステージ80を用いて、基板Pの表面の位置を調整可能である。なお、基板P表面の面位置調整は、基板P表面のZ軸方向の位置調整だけでなく、基板P表面のX、Y方向の傾斜調整も含む。露光装置EXは、マスクステージ60及び基板ステージ80を用いて、第1パターン形成面K1、第2パターン形成面K2、及び基板Pの表面の少なくとも1つの位置を調整することによって、第1パターンPA1が形成される第1像面IS1と、第2パターンPA2が形成される第2像面IS2と、基板Pの表面との面位置関係を調整する。なお、第1、第2マスクM1、M2のZ軸、X及

40

50

び Y 方向への移動によって、第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 (第 1、第 2 パターン P A 1、P A 2 の像) の Z 軸方向の位置調整、及び X、Y 方向の傾斜調整を行うものとしたが、第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 を調整する方式は第 1、第 2 マスク M 1、M 2 の移動に限られるものではない。例えば、投影光学系 P L の光学調整、及び / 又は露光光 (E L 1、E L 2) の波長調整などによって第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 を調整してもよい。

【0026】

また、本実施形態の露光装置 E X は、基板 P の表面情報を取得可能なフォーカス・レベリング検出系 130 を備えている。図 1 に示すように、本実施形態のフォーカス・レベリング検出系 130 は、投影光学系 P L から離れて配置されており、基板 P に対する露光動作が開始される前に、基板 P の表面情報を取得する。ここで、基板 P の表面情報とは、基板 P の表面の位置情報、及び / 又は基板 P の表面の形状情報を含む。基板 P の表面の位置情報は、基板 P の表面の Z 軸方向に関する位置情報、及び X、Y 方向に関する位置 (傾斜) 情報を含む。また、基板 P の表面の形状情報は、基板 P の表面の凹凸情報を含む。フォーカス・レベリング検出系 130 は、取得した結果を制御装置 30 に出力する。制御装置 30 は、フォーカス・レベリング検出系 130 の検出結果に基づいて、マスクステージ 60 及び / 又は基板ステージ 80 を用いて、第 1 パターン形成面 K 1、第 2 パターン形成面 K 2、及び基板 P の表面の少なくとも 1 つの位置を調整することによって、第 1 像面 I S 1 と、第 2 像面 I S 2 と、基板 P の表面との面位置関係を調整する。なお、本実施形態ではフォーカス・レベリング検出系 130 として、例えば米国特許第 6,608,681 号などに開示されるように、複数の検出点でそれぞれ基板 P の高さ情報 (Z 軸方向に関する位置情報) を検出する多点位置検出系を用いることができる。この複数の検出点は、例えば所定方向に関する位置を異ならせ、かつ基板 P のサイズ (直径) と同程度の範囲に渡って配置しておくことが好ましい。これにより、その所定方向と交差する方向に基板 P を移動するだけで、基板 P のほぼ全面の表面情報を取得できる。

【0027】

本実施形態の露光装置 E X は、第 1 パターン P A 1 を有する第 1 マスク M 1 及び第 2 パターン P A 2 を有する第 2 マスク M 2 と基板 P とを所定の走査方向に同期移動しつつ、第 1 マスク M 1 の第 1 パターン P A 1 の像及び第 2 マスク M 2 の第 2 パターン P A 2 の像を基板 P 上に投影する走査型露光装置 (所謂スキニングステッパ) である。本実施形態においては、第 1 マスク M 1 及び第 2 マスク M 2 と基板 P との走査方向 (同期移動方向) を Y 軸方向とする。制御装置 30 は、第 1 マスク M 1 及び第 2 マスク M 2 の Y 軸方向への移動と基板 P の Y 軸方向への移動とが同期して行われるように、マスクステージ 60 と基板ステージ 80 とを制御する。

【0028】

そして、本実施形態の露光装置 E X は、第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 と基板 P 上のショット領域 S とを Y 軸方向に相対的に移動しつつ、第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 にそれぞれ第 1 露光光 E L 1 及び第 2 露光光 E L 2 を照射することによって、第 1 露光領域 A R 1 に照射される第 1 露光光 E L 1 で形成される第 1 パターン P A 1 の像と、第 2 露光領域 A R 2 に照射される第 2 露光光 E L 2 で形成される第 2 パターン P A 2 の像とで、基板 P 上のショット領域 S を多重露光する。マスクステージ 60 は、第 1 パターン P A 1 を有する第 1 マスク M 1 を、第 1 露光光 E L 1 が照射される第 1 照明領域 I A 1 に対して Y 軸方向に移動可能であり、第 2 パターン P A 2 を有する第 2 マスク M 2 を、第 2 露光光 E L 2 が照射される第 2 照明領域 I A 2 に対して Y 軸方向に移動可能である。また、基板ステージ 80 は、基板 P 上のショット領域 S を、第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 に対して Y 軸方向に移動可能である。基板 P 上のショット領域 S の露光中には、第 1 パターン P A 1 を有する第 1 マスク M 1 及び第 2 パターン P A 2 を有する第 2 マスク M 2 が Y 軸方向に移動し、基板 P も Y 軸方向に移動する。制御装置 30 は、マスクステージ 60 による第 1 マスク M 1 及び第 2 マスク M 2 の Y 軸方向への移動に同期して、第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 に対して、基板ステージ 80 を用い

て基板 P 上のショット領域 S を Y 軸方向に移動しつつ、第 1 パターン P A 1 の像と第 2 パターン P A 2 の像とで基板 P 上のショット領域 S を多重露光（二重露光）する。

【 0 0 2 9 】

光源装置 1 は、基板 P を露光するための露光光 E L を射出する。光源装置 1 から射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される輝線（g 線、h 線、i 線）、K r F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）等の遠紫外光（D U V 光）あるいは、A r F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m）、F₂ レーザ光（波長 1 5 7 n m）等の真空紫外光（V U V 光）などが用いられる。本実施形態においては、光源装置 1 には、A r F エキシマレーザ装置が用いられ、露光光 E L には A r F エキシマレーザ光が用いられる。また、本実施形態においては、露光装置 E X は、光源装置 1 を 1 つ備えている。

10

【 0 0 3 0 】

次に、照明系 I L について説明する。本実施形態の照明系 I L は、光源装置 1 より射出された露光光（レーザビーム）E L を、分離光学系を用いて第 1 露光光 E L 1 と第 2 露光光 E L 2 とに分離し、第 1 マスク M 1 の第 1 パターン P A 1 を第 1 露光光 E L 1 で照明するとともに、第 2 マスク M 2 の第 2 パターン P A 2 を第 2 露光光 E L 2 で照明する。本実施形態の照明系 I L は、例えば、国際公開第 2 0 0 5 / 0 7 6 0 4 5 号パンフレット（対応する米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 1 7 0 9 0 1 号）に開示されているような、ビームエキスパンダ、偏光状態切換光学系、回折光学素子、アフォーカル光学系（無焦点光学系）、ズーム光学系、偏光変換素子、オプティカルインテグレータ、及びコンデンサー光学系等を含む所定光学系と、第 1 マスク M 1 上での第 1 露光光 E L 1 による第 1 照明領域 I A 1 及び第 2 マスク M 2 上での第 2 露光光 E L 2 による第 2 照明領域 I A 2 を規定する固定ブラインド、及び第 1、第 2 露光光 E L 1、E L 2 による基板 P の不要な露光を防止するための可動ブラインドを含むブラインド装置（マスクングシステム）と、光源装置 1 から射出され、上述の所定光学系を通過した露光光 E L を第 1 露光光 E L 1 と第 2 露光光 E L 2 とに分離する分離光学系とを備えている。本実施形態の分離光学系は、露光光 E L を第 1 偏光状態の第 1 露光光 E L 1 と第 2 偏光状態の第 2 露光光 E L 2 とに分離する偏光分離光学系（例えば、偏光ビームスプリッタ）を含む。光源装置 1 から射出され、照明系 I L の所定光学系等を通じた第 1 偏光成分と第 2 偏光成分とを主に含む露光光 E L は、分離光学系により、第 1 偏光状態の第 1 露光光 E L 1 と第 2 偏光状態の第 2 露光光 E L 2 とに分離される。照明系 I L は、ブラインド装置を介して、分離光学系で分離した第 1 偏光状態（例えば、S 偏光状態）の第 1 露光光 E L 1 で第 1 マスク M 1 の第 1 パターン P A 1 を照明するとともに、第 2 偏光状態（例えば、P 偏光状態）の第 2 露光光 E L 2 で第 2 マスク M 2 の第 2 パターン P A 2 を照明する。

20

30

【 0 0 3 1 】

なお、本実施形態においては、照明系 I L は、互いに異なる偏光状態の第 1、第 2 露光光 E L 1、E L 2 で第 1、第 2 パターン P A 1、P A 2 を照明するが、同じ偏光状態の第 1、第 2 露光光 E L 1、E L 2 で第 1、第 2 パターン P A 1、P A 2 を照明してもよい。また、第 1、第 2 露光光 E L 1、E L 2 の少なくとも一方が、ランダム偏光状態（無偏光状態）であってもよい。また、本実施形態においては、1 つの光源装置 1 から射出された露光光 E L を、照明系 I L により第 1、第 2 露光光 E L 1、E L 2 に分離しているが、例えば第 1、第 2 の光源装置と、第 1 の光源装置と光学的に接続され、第 1 マスク M 1 の第 1 パターン P A 1 を照明するための第 1 露光光 E L 1 を射出する第 1 照明系と、第 2 の光源装置と光学的に接続され、第 2 マスク M 2 の第 2 パターン P A 2 を照明するための第 2 露光光 E L 2 を射出する第 2 照明系とを設けてもよい。この場合、第 1 照明系と第 2 照明系とでその一部を兼用させてもよい。

40

【 0 0 3 2 】

次に、マスクステージ 6 0 について説明する。マスクステージ 6 0 は、第 1 パターン P A 1 を有する第 1 マスク M 1 を第 1 露光光 E L 1 に対して Y 軸方向に移動可能であり、第 2 パターン P A 2 を有する第 2 マスク M 2 を第 2 露光光 E L 2 に対して Y 軸方向に移動可能である。マスクステージ 6 0 上の第 1 マスク M 1 及び第 2 マスク M 2 のそれぞれの位置

50

情報は、計測システム 70 により計測される。

【0033】

図 2 は、本実施形態に係るマスクステージ 60 及び計測システム 70 を示す斜視図である。マスクステージ 60 は、メインステージ 61 と、メインステージ 61 上で第 1 マスク M1 を保持して移動可能な第 1 サブステージ 62 と、メインステージ 61 上で第 2 マスク M2 を保持して移動可能な第 2 サブステージ 63 とを備えている。

【0034】

メインステージ 61 は、第 1 マスク M1 及び第 2 マスク M2 を Y 軸方向に移動する。メインステージ 61 は、第 1 サブステージ 62 を介して第 1 マスク M1 を保持し、第 2 サブステージ 63 を介して第 2 マスク M2 を保持する。メインステージ 61 は、第 1 サブステージ 62 及び第 2 サブステージ 63 を介して第 1 マスク M1 及び第 2 マスク M2 を保持して、第 1、第 2 マスク M1、M2 を同一の走査方向 (Y 軸方向) に移動可能である。

【0035】

メインステージ 61 は、基板 P 上の 1 つのショット領域 S の走査露光中に、第 1 マスク M1 の第 1 パターン PA1 全体が第 1 照明領域 IA1 を通過するように、且つ第 2 マスク M2 の第 2 パターン PA2 全体が第 2 照明領域 IA2 を通過するように、Y 軸方向に比較的大きなストロークを有している。マスクステージ 60 は、メインステージ 61 を Y 軸方向に移動するためのメインステージ駆動装置 64 を備えている。メインステージ駆動装置 64 は、例えばリアモータ等のアクチュエータを含む。本実施形態においては、メインステージ駆動装置 64 は、メインステージ 61 の X 軸方向両側に設けられた可動子 64A と、可動子 64A に対応して設けられた固定子 64B とを備えている。制御装置 30 は、メインステージ駆動装置 64 を駆動することにより、メインステージ 61 を Y 軸方向に移動可能である。メインステージ 61 が Y 軸方向に移動することにより、第 1、第 2 サブステージ 62、63 も、メインステージ 61 と一緒に Y 軸方向に移動する。したがって、メインステージ 61 が Y 軸方向に移動することにより、第 1、第 2 サブステージ 62、63 に保持された第 1、第 2 マスク M1、M2 も、メインステージ 61 と一緒に Y 軸方向に移動する。

【0036】

第 1 サブステージ 62 は、メインステージ 61 に対して、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に微小に移動可能に設けられている。同様に、第 2 サブステージ 63 も、メインステージ 61 に対して、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に微小に移動可能に設けられている。

【0037】

マスクステージ 60 は、メインステージ 61 に対して第 1 サブステージ 62 を移動可能な第 1 サブステージ駆動装置 65 と、メインステージ 62 に対して第 2 サブステージ 63 を移動可能な第 2 サブステージ駆動装置 66 とを備えている。第 1 サブステージ駆動装置 65 は、メインステージ 61 に対して第 1 サブステージ 62 を移動することによって、第 1 サブステージ 62 に保持されている第 1 マスク M1 を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に微小に移動可能である。同様に、第 2 サブステージ駆動装置 66 は、メインステージ 61 に対して第 2 サブステージ 63 を移動することによって、第 2 サブステージ 63 に保持されている第 2 マスク M2 を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向に移動可能である。制御装置 30 は、第 1、第 2 サブステージ駆動装置 65、66 を制御して、第 1、第 2 サブステージ 62、63 を移動することによって、第 1、第 2 サブステージ 62、63 に保持されている第 1、第 2 マスク M1、M2 の 6 自由度の方向に関する位置をそれぞれ調整可能である。

【0038】

図 3 は、図 2 の A - A 線断面矢視図である。図 3 において、第 1 パターン PA1 は、第 1 マスク M1 の下面に形成されており、第 1 マスク M1 の下面が第 1 パターン形成面 K1 となっている。また、第 1 マスク M1 の下面のうち、第 1 パターン PA1 が形成された第 1 パターン形成領域 SA1 は、ペリクル PE で覆われている。ペリクル PE と第 1 マスク

10

20

30

40

50

M 1 の下面とはペリクル枠によって接続されている。

【 0 0 3 9 】

第 1 サブステージ 6 2 は、メインステージ 6 1 上に搭載されたテーブル 6 2 A と、テーブル 6 2 A 上に搭載され、第 1 マスク M 1 を保持するホルダ 6 2 B とを有している。メインステージ 6 1 には開口 6 1 K が形成されており、本実施形態においては、その開口 6 1 K に、テーブル 6 2 A の一部が配置されている。また、テーブル 6 2 A 及びホルダ 6 2 B のそれぞれにも、開口 6 2 A K、6 2 B K が形成されている。ホルダ 6 2 B は、第 1 マスク M 1 の第 1 パターン形成領域 S A 1 が開口 6 2 A K、6 2 B K の内側に配置されるように、第 1 マスク M 1 の下面のうち第 1 パターン形成領域 S A 1 の外側の領域を保持する。照明系 I L より射出され、第 1 マスク M 1 の第 1 パターン P A 1 を照明した第 1 露光光 E L 1 は、マスクステージ 6 0 に遮られることなく、開口 6 2 A K、6 2 B K を通過して、投影光学系 P L に入射する。

10

【 0 0 4 0 】

テーブル 6 2 A は、メインステージ 6 1 に対して、Z 軸、X、及び Y 方向に移動可能に設けられている。ホルダ 6 2 B は、テーブル 6 2 A に対して、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能に設けられている。第 1 サブステージ駆動装置 6 5 は、メインステージ 6 1 とテーブル 6 2 A との間に設けられ、メインステージ 6 1 に対して、テーブル 6 2 A を、Z 軸、X、及び Y 方向に移動可能な Z 駆動機構 6 7 と、テーブル 6 2 A とホルダ 6 2 B との間に設けられ、テーブル 6 2 A に対して、ホルダ 6 2 B を、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能な X Y 駆動機構 6 8 とを含む。Z 駆動機構 6 7 は、例えばボイスコイルモータ等の複数 (3 つ) のアクチュエータ 6 7 A、6 7 B、6 7 C を含む (図 2 参照)。制御装置 3 0 は、Z 駆動機構 6 7 の複数のアクチュエータ 6 7 A、6 7 B、6 7 C それぞれの駆動量を調整することによって、メインステージ 6 1 に対して、テーブル 6 2 A を、Z 軸、X、及び Y 方向に移動可能である。制御装置 3 0 は、Z 駆動機構 6 7 を制御して、テーブル 6 2 A の Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置を調整することにより、テーブル 6 2 A 上のホルダ 6 2 B に保持されている第 1 マスク M 1 の Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置を調整可能である。X Y 駆動機構 6 8 は、例えばボイスコイルモータ等の複数のアクチュエータを含む。制御装置 3 0 は、X Y 駆動機構 6 8 を駆動することによって、テーブル 6 2 A に対して、ホルダ 6 2 B を、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能である。制御装置 3 0 は、X Y 駆動機構 6 8 を制御して、ホルダ 6 2 B の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置を調整することにより、ホルダ 6 2 B に保持されている第 1 マスク M 1 の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置を調整可能である。

20

30

【 0 0 4 1 】

このように、本実施形態においては、制御装置 3 0 は、Z 駆動機構 6 7 及び X Y 駆動機構 6 8 を含む第 1 サブステージ駆動装置 6 5 を制御することによって、メインステージ 6 1 に対して、第 1 マスク M 1 を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に移動可能であり、メインステージ 6 1 に対する第 1 マスク M 1 の X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に関する位置を調整可能である。

【 0 0 4 2 】

第 2 サブステージ 6 3 も、第 1 サブステージ 6 2 と同様、メインステージ 6 1 上に搭載されたテーブルと、テーブル上に搭載され、第 2 マスク M 2 を保持するホルダとを有しており、メインステージ 6 1 には、第 2 サブステージ 6 3 に対応する開口 6 1 K が形成されている。また、第 2 サブステージ駆動装置 6 6 も、第 1 サブステージ駆動装置 6 5 と同様、メインステージ 6 1 に対して、第 2 サブステージ 6 3 のテーブルを、Z 軸、X、及び Y 方向に移動可能な Z 駆動機構と、第 2 サブステージ 6 3 のテーブルに対してホルダを、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能な X Y 駆動機構とを含む。制御装置 3 0 は、Z 駆動機構及び X Y 駆動機構を含む第 2 サブステージ駆動装置 6 6 を制御することによって、メインステージ 6 1 に対して、第 2 マスク M 2 を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に移動可能であり、メインステージ 6 1 に対する第 2 マスク M 2 の X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に関する位置を調整

40

50

可能である。

【0043】

次に、計測システム70について説明する。計測システム70は、第1マスクM1及び第2マスクM2の位置情報をそれぞれ計測可能である。図2において、計測システム70は、メインステージ61に対する第1マスクM1及び第2マスクM2のZ軸、X、及びY方向に関する位置情報を計測するZ計測装置70Aと、メインステージ61、第1サブステージ62、及び第2サブステージ63のX軸、Y軸、及びZ方向に関する位置情報をそれぞれ計測することによって、第1サブステージ62上の第1マスクM1及び第2サブステージ63上の第2マスクM2のX軸、Y軸、及びZ方向に関する位置情報を計測するXY計測装置70Bとを有している。すなわち、本実施形態の計測システム70は、第1マスクM1及び第2マスクM2それぞれのX軸、Y軸、Z軸、X、Y、及びZ方向の6自由度の方向に関する位置情報を計測可能である。

10

【0044】

Z計測装置70Aは、第1マスクM1に計測ビームを投射するとともに、その反射光を受光して、メインステージ61に対する第1マスクM1の位置情報を光学的に取得する第1マスク用計測装置171と、第2マスクM2に計測ビームを投射するとともに、その反射光を受光して、メインステージ61に対する第2マスクM2の位置情報を光学的に取得する第2マスク用計測装置172とを有している。

【0045】

図3に示すように、第1マスク用計測装置171は、第1マスクM1に計測ビームを投射するとともに、その第1マスクM1に投射された計測ビームの反射光を受光し、その受光結果に基づいて、第1マスクM1の位置情報を取得するレーザ干渉計173を含む。第1マスク用計測装置171のレーザ干渉計173は、支持部材174に支持されており、支持部材174はメインステージ61上に取り付けられている。すなわち、第1マスク用計測装置171のレーザ干渉計173は、支持部材174を介して、メインステージ61上に取り付けられている。第1マスク用計測装置171は、第1マスクM1に対する第1露光光EL1の照射を妨げないように設けられている。

20

【0046】

第1マスク用計測装置171は、第1マスクM1の上面のうち、第1露光光EL1が照射される領域の外側の領域に計測ビームを照射する。また、第1マスクM1の上面のうち、レーザ干渉計173からの計測ビームが照射される領域には、照射された計測ビームを良好に反射させるための反射領域175が形成されている。第1マスク用計測装置171のレーザ干渉計173は、第1マスクM1と離れた位置から、第1マスクM1の上面の反射領域175に計測ビームを照射するとともに、その反射光を受光することによって、第1マスクM1の上面のZ軸方向に関する位置情報を取得可能である。また、図2に示すように、支持部材174に支持されたレーザ干渉計173は、1つの第1マスクM1に対して複数(3つ)設けられている。複数(3つ)のレーザ干渉計173のそれぞれの計測結果は制御装置30に出力される。制御装置30は、第1マスク用計測装置171の複数のレーザ干渉計173の計測結果に基づいて、メインステージ61に対する、第1マスクM1のZ軸、X、及びY方向に関する位置情報を取得可能である。

30

40

【0047】

第2マスク用計測装置172も、第1マスク用計測装置171と同様、第2マスクM2の上面に設けられた反射領域175に計測ビームを投射するとともに、その第2マスクM2に投射された計測ビームの反射光を受光し、その受光結果に基づいて、第2マスクM2の位置情報を取得するレーザ干渉計173を備えており、そのレーザ干渉計173は、メインステージ61上に取り付けられた支持部材174に支持されている。支持部材174に支持されたレーザ干渉計173は、1つの第2マスクM2に対して複数(3つ)設けられている。制御装置30は、第2マスク用計測装置172の複数のレーザ干渉計173の計測結果に基づいて、メインステージ61に対する、第2マスクM2のZ軸、X、及びY方向に関する位置情報を取得可能である。

50

【 0 0 4 8 】

なお、本実施形態においては、Z計測装置70Aは、レーザ干渉計173より射出され、第1、第2マスクM1、M2の上面に設けられた反射領域175で反射した計測ビームを受光しているが、反射領域175を第1、第2マスクM1、M2の上面に設けずに下面に設け、第1、第2マスクM1、M2を通過し、第1、第2マスクM1、M2の下面に設けられた反射領域175で反射した計測ビームの反射光に基づいて、第1、第2マスクM1、M2の位置情報を取得するようにしてもよい。また、レーザ干渉計173はその一部のみが支持部材174に支持されていてもよい。

【 0 0 4 9 】

図2に示すように、計測システム70のXY計測装置70Bは、メインステージ61に設けられた反射部材71、第1サブステージ62に設けられた反射部材72、及び第2サブステージ63に設けられた反射部材73と、反射部材71、72、73の反射面に計測ビームを投射するとともに、その反射光を受光してメインステージ61、第1サブステージ62、及び第2サブステージ63のそれぞれの位置情報を取得するレーザ干渉計74とを含む。本実施形態においては、レーザ干渉計74はその一部(例えば、光学系)が、マスクステージ60の+Y側に配置されている。反射部材71は、例えばコーナーキューブミラー(レトロリフレクタ)を含み、メインステージ61上でレーザ干渉計74からの計測ビームが照射可能な所定位置に2つ設けられている。反射部材72も、例えばコーナーキューブミラーを含み、第1サブステージ62上でレーザ干渉計74からの計測ビームが照射可能な所定位置に2つ設けられている。反射部材73も、例えばコーナーキューブミラーを含み、第2サブステージ63上でレーザ干渉計74からの計測ビームが照射可能な所定位置に2つ設けられている。計測システム70は、レーザ干渉計74、反射部材71、72、73を用いて、メインステージ61、第1サブステージ62、及び第2サブステージ63のY軸方向及びZ方向の位置情報を計測可能である。また、不図示ではあるが、計測システム70のXY計測装置70Bは、メインステージ61、第1サブステージ62、及び第2サブステージ63のX軸方向の位置情報を計測するための反射部材(反射面)及びレーザ干渉計も備えている。

【 0 0 5 0 】

計測システム70のXY計測装置70Bは、レーザ干渉計74、及びメインステージ61に設けられた反射部材71を用いて、メインステージ61のX軸、Y軸、及びZ方向に関する位置情報を計測する。また、計測システム70のXY計測装置70Bは、レーザ干渉計74、及び第1、第2サブステージ62、63に設けられた反射部材72、73を用いて、第1、第2サブステージ62、63のX軸、Y軸、及びZ方向に関する位置情報を計測する。

【 0 0 5 1 】

制御装置30は、計測システム70の計測結果に基づいて、メインステージ駆動装置64、第1サブステージ駆動装置65、及び第2サブステージ駆動装置66を用いて、メインステージ61、第1サブステージ62、及び第2サブステージ63を適宜駆動し、第1、第2サブステージ62、63に保持されている第1、第2マスクM1、M2の位置制御を行う。また、制御装置30は、メインステージ61に対して第1サブステージ62及び第2サブステージ63の少なくとも一方を移動することによって、第1マスクM1と第2マスクM2との相対的な位置関係を調整することができる。

【 0 0 5 2 】

次に、図4を参照しながら投影光学系PLについて説明する。投影光学系PLは、第1露光光EL1で照明された第1マスクM1の第1パターンPA1の像及び第2露光光EL2で照明された第2マスクM2の第2パターンPA2の像を所定の投影倍率で基板P上に投影する。本実施形態の投影光学系PLは、その投影倍率が例えば1/4、1/5、1/8等の縮小系である。また、本実施形態の投影光学系PLは、倒立像を形成する。

【 0 0 5 3 】

本実施形態の投影光学系PLは、基板Pの表面が対向して配置され且つ投影光学系PL

の像面に最も近く配置された終端光学素子 F L を含む複数の光学素子を有する。投影光学系 P L は、終端光学素子 F L を介して、第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 にそれぞれ第 1 露光光 E L 1 及び第 2 露光光 E L 2 を照射して、第 1 パターン P A 1 の像及び第 2 パターン P A 2 の像を形成する。

【 0 0 5 4 】

投影光学系 P L は、第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 と光学的に共役な位置近傍に配置された第 1 反射面 4 0 A と、第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 と光学的に共役な位置近傍に配置された第 2 反射面 4 0 B と、第 1 パターン P A 1 からの第 1 露光光 E L 1 を第 1 反射面 4 0 A へ導く第 1 光学系 4 1 と、第 2 パターン P A 2 からの第 2 露光光 E L 2 を第 2 反射面 4 0 B へ導く第 2 光学系 4 2 と、終端光学素子 F L を含み、
第 1 反射面 4 0 A からの第 1 露光光 E L 1 及び第 2 反射面 4 0 B からの第 2 露光光 E L 2 をそれぞれ第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 に導く第 3 光学系 4 3 とを有している。

10

【 0 0 5 5 】

第 1 光学系 4 1 は、複数のレンズ、及び複数のレンズを通過した第 1 露光光 E L 1 を第 1 反射面 4 0 A へ向けて反射する反射面 4 4 A を有する反射部材 4 4 を含む。第 2 光学系 4 2 は、複数のレンズ、及び複数のレンズを通過した第 2 露光光 E L 2 を第 2 反射面 4 0 B へ向けて反射する反射面 4 5 A を有する反射部材 4 5 を含む。

【 0 0 5 6 】

本実施形態においては、第 1 反射面 4 0 A と第 2 反射面 4 0 B は、所定位置に配置された中間光学部材 4 0 に設けられている。本実施形態においては、中間光学部材 4 0 はプリズムを含む。

20

【 0 0 5 7 】

第 1 マスク M 1 の第 1 パターン P A 1 からの第 1 露光光 E L 1 及び第 2 マスク M 2 の第 2 パターン P A 2 からの第 2 露光光 E L 2 のそれぞれは、第 1 光学系 4 1 及び第 2 光学系 4 2 により中間光学部材 4 0 の第 1 反射面 4 0 A 及び第 2 反射面 4 0 B のそれぞれに導かれる。ここで、第 1、第 2 マスク M 1、M 2 でパターン化された第 1、第 2 露光光 E L 1、E L 2 のそれぞれは、第 1、第 2 マスク M 1、M 2 と光学的に共役な位置である第 1 共役位置 C P 1、第 2 共役位置 C P 2 で中間結像した後、中間光学部材 4 0 に導かれる。第 1 マスク M 1 の第 1 パターン P A 1 からの第 1 露光光 E L 1 と第 2 マスク M 2 の第 2 パターン P A 2 からの第 2 露光光 E L 2 とは、中間光学部材 4 0 で反射した後、終端光学素子 F L を含む第 3 光学系 4 3 を介して、第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 のそれぞれに照射される。このように、本実施形態の投影光学系 P L は、第 1 パターン P A 1 からの第 1 露光光 E L 1 を第 1 露光領域 A R 1 に照射可能であり、第 2 パターン P A 2 からの第 2 露光光 E L 2 を第 2 露光領域 A R 2 に照射可能である。

30

【 0 0 5 8 】

図 1 に示すように、投影光学系 P L の第 1 光学系 4 1、第 2 光学系 4 2、第 3 光学系 4 3、中間光学部材 4 0 は鏡筒 P K に保持されている。また、本実施形態の投影光学系 P L には、投影光学系 P L による第 1 パターン P A 1 の像及び第 2 パターン P A 2 の像の結像特性（結像状態）を調整可能な第 1 結像特性調整装置 L C 1 及び第 2 結像特性調整装置 L C 2 が設けられている。第 1、第 2 結像特性調整装置 L C 1、L C 2 は、投影光学系 P L の複数の光学素子の少なくとも 1 つを移動可能な光学素子駆動機構をそれぞれ含む。

40

【 0 0 5 9 】

第 1 結像特性調整装置 L C 1 は、第 1 光学系 4 1 の少なくとも 1 つの特定の光学素子を、第 1 光学系 4 1 の光軸と平行な Z 軸方向、及び光軸と垂直な方向（X 軸、Y 軸方向）に移動可能であるとともに、光軸と直交する X Y 平面に対して傾斜可能（すなわち、X、Y 方向に回転可能）である。第 1 パターン P A 1 からの第 1 露光光 E L 1 は、第 1 光学系 4 1、中間光学部材 4 0、及び第 3 光学系 4 3 を介して第 1 露光領域 A R 1 に照射され、第 1 結像特性調整装置 L C 1 は、第 1 光学系 4 1 の特定の光学素子を駆動することによって、第 1 露光領域 A R 1 に照射される第 1 露光光 E L 1 で形成される第 1 パターン P A

50

1の像の結像特性を調整可能である。

【0060】

第2結像特性調整装置LC2は、第2光学系42の少なくとも1つの特定の光学素子を、第2光学系42の光軸と平行なZ軸方向、及びX軸、Y軸方向に移動可能であるとともに、光軸と直交するXY平面に対して傾斜可能（すなわち、X、Y方向に回転可能）である。第2パターンPA2からの第2露光光EL2は、第2光学系42、中間光学部材40、及び第3光学系43を介して第2露光領域AR2に照射され、第2結像特性調整装置LC2は、第2光学系42の特定の光学素子を駆動することによって、第2露光領域AR2に照射される第2露光光EL2で形成される第2パターンPA2の像の結像特性を調整可能である。

10

【0061】

第1、第2結像特性調整装置LC1、LC2は、制御装置30によって制御される。制御装置30は、第1、第2結像特性調整装置LC1、LC2を用いて、投影光学系PL（第1、第2光学系41、42）の特定の光学素子を駆動することで、投影光学系PLの各種収差（例えば、ディストーション、非点収差、球面収差、波面収差等）、投影倍率及び像面位置（焦点位置）等を含む結像特性を調整することができる。

【0062】

また、制御装置30は、第1、第2結像特性調整装置LC1、LC2を用いて、第1、第2パターンPA1、PA2の像のXY方向、及び/又はZ方向の位置調整（すなわち、シフト調整、及び/又はローテーション調整）を行うこともできる。

20

【0063】

すなわち、制御装置30は、第1結像特性調整装置LC1を用いて、第1パターンPA1の像が形成される第1像面IS1の位置調整を行うことができ、第2結像特性調整装置LC2を用いて、第2パターンPA2の像が形成される第2像面IS2の位置調整を行うことができる。具体的には、第1結像特性調整装置LC1は、第1像面IS1のZ軸方向（フォーカス方向）の位置調整、及びX、Y方向（傾斜方向）の位置調整（傾斜調整）を行うことができる。同様に、第2結像特性調整装置LC2は、第2像面IS2のZ軸方向の位置調整、及びX、Y方向の位置調整を行うことができる。

【0064】

なお、本実施形態では第1、第2結像特性調整装置LC1、LC2によってそれぞれ移動する第1、第2光学系41、42の少なくとも1つの光学素子がレンズであるものとしたが、他の光学素子、例えば平行平板、あるいは反射素子などでもよい。また、本実施形態では2つの結像特性調整装置（LC1、LC2）を設けるものとしたが、1つの結像特性調整装置を設けるだけでもよいし、あるいは3つ以上の結像特性調整装置を設けてもよい。例えば、第3光学系43の少なくとも1つの光学素子を、第3光学系43の光軸と平行なZ軸方向、及びX軸、Y軸方向に移動可能、かつX、Y方向に回転可能とする結像特性調整装置を設けてもよい。さらに、本実施形態では結像特性調整装置が5自由度の方向（X軸、Y軸、Z軸、X、Y方向）に光学素子を移動するものとしたが、光学素子の移動方向はこの5自由度の方向に限定されるものではない。また、本実施形態では結像特性調整装置が光学素子を移動する方式を採用するものとしたが、他の方式を代用あるいは併用してもよい。例えば、第1、第2結像特性調整装置LC1、LC2として、鏡筒PKの内部に保持されている一部の光学素子どうしの間の空間の気体の圧力を調整する圧力調整機構を用いてもよい。

30

40

【0065】

なお、投影光学系によるパターンの像の結像特性を調整可能な結像特性調整装置を備えた露光装置については、例えば特開昭60-78454号公報（対応する米国特許第4,666,273号）、特開平11-195602号公報（対応する米国特許第6,235,438号）、国際公開第03/65428号パンフレット（対応する米国特許出願公開第2005/0206850号）等が開示されている。

【0066】

50

次に、基板ステージ 80 について説明する。基板ステージ 80 は、第 1 露光光 E L 1 及び第 2 露光光 E L 2 が照射される第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 を含む所定領域内で基板 P を保持して移動可能であり、例えば走査露光時に基板 P 上のショット領域 S を第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 に対して Y 軸方向に移動可能である。

【 0 0 6 7 】

図 1 に示すように、基板ステージ 80 は、ステージ本体 80 B と、ステージ本体 80 B 上に搭載された基板テーブル 80 T と、基板テーブル 80 T に設けられ、基板 P を保持する基板ホルダ 80 H とを備えている。ステージ本体 80 B は、エアベアリング 80 A により、ベース部材 B P の上面（ガイド面）に対して非接触支持されている。また、露光装置 E X は、基板ホルダ 80 H に保持された基板 P を移動可能な基板ステージ駆動装置 80 D を有しており、その基板ステージ駆動装置 80 D の駆動により、基板 P を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に移動可能である。

10

【 0 0 6 8 】

基板ステージ駆動装置 80 D は、ステージ本体 80 B を、ベース部材 B P 上で、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能な X Y 駆動機構 81 と、基板テーブル 80 T を、ステージ本体 80 B に対して、Z 軸、X、及び Y 方向に移動可能な Z 駆動機構 82 とを備えている。

【 0 0 6 9 】

X Y 駆動機構 81 は、例えばリニアモータ等のアクチュエータを含み、制御装置 30 は、X Y 駆動機構 81 を制御して、ベース部材 B P 上でステージ本体 80 B を、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能である。また、Z 駆動機構 82 は、ステージ本体 80 B と基板テーブル 80 T との間に設けられた 3 つのアクチュエータ 83 A、83 B、83 C（但し、図 1 における紙面奥側のアクチュエータ 83 C は不図示）と、アクチュエータ 83 A、83 B、83 C による基板テーブル 80 T の Z 軸方向の駆動量を計測するエンコーダ 84 A、84 B、84 C（但し、図 1 における紙面奥側のエンコーダ 84 C は不図示）を含む。Z 駆動機構 82 のアクチュエータ 83 A、83 B、83 C は、例えばボイスコイルモータ等を含む。また、エンコーダ 84 A、84 B、84 C としては、例えば光学式又は静電容量式などのリニアエンコーダを用いることができる。

20

【 0 0 7 0 】

制御装置 30 は、Z 駆動機構 82 の複数のアクチュエータ 83 A、83 B、83 C それぞれの駆動量を調整することによって、ステージ本体 80 B に対して、基板テーブル 80 T を、Z 軸、X、及び Y 方向に移動可能である。制御装置 30 は、Z 駆動機構 82 を制御して、基板テーブル 80 T の Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置を調整することにより、基板テーブル 80 T の基板ホルダ 80 H に保持されている基板 P の Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置を調整可能である。また、制御装置 30 は、X Y 駆動機構 81 を駆動することによって、ステージ本体 80 B を、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能である。制御装置 30 は、X Y 駆動機構 81 を制御して、ステージ本体 80 B の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置を調整することにより、そのステージ本体 80 B 上の基板テーブル 80 T の基板ホルダ 80 H に保持されている基板 P の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置を調整可能である。

30

40

【 0 0 7 1 】

このように、本実施形態においては、制御装置 30 は、X Y 駆動機構 81 及び Z 駆動機構 82 を含む基板ステージ駆動装置 80 D を制御することによって、基板ステージ 80 の基板ホルダ 80 H に保持されている基板 P を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に移動可能であり、基板 P の X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に関する位置を調整可能である。

【 0 0 7 2 】

また、基板ステージ 80 の基板テーブル 80 T（ひいては基板 P）の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置情報は、計測システム 70 のレーザ干渉計 75 によって計測される。レーザ干渉計 75 は、基板テーブル 80 T に設けられた反射面 76 を用いて、基板テ

50

ブル 80 T の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置情報を計測する。なお、計測システム 70 は、例えばレーザ干渉計 75 によって、基板テーブル 80 T の Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置情報も計測してよい。

【0073】

また、Z 駆動機構 82 のエンコーダ 84 A、84 B、84 C は、アクチュエータ 83 A、83 B、83 C の基板テーブル 80 T に対する各支持点の Z 軸方向の駆動量を計測可能であり、その計測結果は制御装置 30 に出力される。制御装置 30 は、そのエンコーダ 84 A、84 B、84 C の計測結果に基づいて、基板テーブル 80 T の Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置を求めることができる。

【0074】

また、基板テーブル 80 T の基板ホルダ 80 H に保持される基板 P の表面情報（Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置情報を含む）は、フォーカス・レベリング検出系 130 によって、基板 P に対する露光動作が開始される前に検出される。制御装置 30 は、レーザ干渉計 75 の計測結果、エンコーダ 84 A、84 B、84 C の計測結果、及びフォーカス・レベリング検出系 130 の検出結果に基づいて、基板ステージ駆動装置 80 D を駆動して、基板テーブル 80 T の基板ホルダ 80 H に保持されている基板 P の位置制御を行う。

【0075】

次に、計測ステージ 90 について説明する。計測ステージ 90 は、第 1 露光光 E L 1 及び第 2 露光光 E L 2 が照射される第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 を含む所定領域内で、露光に関する計測を行う計測器を搭載して移動可能である。計測器としては、露光光の状態及び投影光学系 P L の結像特性（光学特性）の計測を行う計測器（計測部材）が挙げられる。計測器の計測結果は制御装置 30 に出力される。

【0076】

図 1 に示すように、計測ステージ 90 は、ステージ本体 90 B と、ステージ本体 90 B 上に搭載された計測テーブル 90 T とを備え、計測器は、計測テーブル 90 T に搭載されている。ステージ本体 90 B は、エアベアリング 90 A により、ベース部材 B P の上面（ガイド面）に対して非接触支持されている。また、露光装置 E X は、計測器を搭載した計測テーブル 90 T を移動可能な計測ステージ駆動装置 90 D を有しており、その計測ステージ駆動装置 90 D の駆動により、計測テーブル 90 T を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に移動可能である。

【0077】

計測ステージ駆動装置 90 D は、基板ステージ駆動装置 80 D とほぼ同等の構成を有しており、ステージ本体 90 B を、ベース部材 B P 上で、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能な X Y 駆動機構 91 と、計測テーブル 90 T を、ステージ本体 90 B に対して、Z 軸、X、及び Y 方向に移動可能な Z 駆動機構 92 とを備えている。

【0078】

X Y 駆動機構 91 は、例えばリニアモータ等のアクチュエータを含み、制御装置 30 は、X Y 駆動機構 91 を制御して、ベース部材 B P 上で非接触支持されるステージ本体 90 B を、X 軸、Y 軸、及び Z 方向に移動可能である。また、計測ステージ駆動装置 90 D の Z 駆動機構 92 は、計測ステージ駆動装置 90 D の Z 駆動機構 92 と同様、3 つのアクチュエータ 93 A、93 B、93 C（但し、図 1 における紙面奥側のアクチュエータ 93 C は不図示）と、アクチュエータ 93 A、93 B、93 C による計測テーブル 90 T の Z 軸方向の駆動量を計測するエンコーダ 94 A、94 B、94 C（但し、図 1 における紙面奥側のエンコーダ 94 C は不図示）とを含む。

【0079】

制御装置 30 は、Z 駆動機構 92 の複数のアクチュエータ 93 A、93 B、93 C それぞれの駆動量を調整することによって、ステージ本体 90 B に対して、計測テーブル 90 T を、Z 軸、X、及び Y 方向に移動可能である。また、制御装置 30 は、X Y 駆動機構 91 を制御して、ステージ本体 90 B の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置を調整

10

20

30

40

50

することにより、そのステージ本体 90 B 上の計測テーブル 90 T の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置を調整可能である。

【0080】

このように、本実施形態においては、制御装置 30 は、XY 駆動機構 91 及び Z 駆動機構 92 を含む計測ステージ駆動装置 90 D を制御することによって、計測ステージ 90 の計測テーブル 90 T を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に移動可能であり、計測テーブル 90 T の X 軸、Y 軸、Z 軸、X、Y、及び Z 方向の 6 自由度の方向に関する位置を調整可能である。

【0081】

また、計測ステージ 90 の計測テーブル 90 T の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置情報は、計測システム 70 のレーザ干渉計 77 によって計測される。レーザ干渉計 77 は、計測テーブル 90 T に設けられた反射面 78 を用いて、計測テーブル 90 T の X 軸、Y 軸、及び Z 方向に関する位置情報を計測する。なお、計測システム 70 は、例えばレーザ干渉計 77 によって、計測テーブル 90 T の Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置情報も計測してよい。

【0082】

また、Z 駆動機構 92 のエンコーダ 94 A、94 B、94 C は、アクチュエータ 93 A、93 B、93 C の計測テーブル 90 T に対する各支持点の Z 軸方向の駆動量（基準位置からの変位量）を計測可能であり、その計測結果は制御装置 30 に出力される。制御装置 30 は、そのエンコーダ 94 A、94 B、94 C の計測結果に基づいて、計測テーブル 90 T の Z 軸、X、及び Y 方向に関する位置を求めることができる。

【0083】

制御装置 30 は、レーザ干渉計 77 の計測結果、及びエンコーダ 94 A、94 B、94 C の計測結果に基づいて、計測ステージ駆動装置 90 D を駆動して、計測テーブル 90 T の位置制御を行う。

【0084】

なお、基板 P を保持する基板ステージと、計測器を搭載した計測ステージとを備えた露光装置については、例えば特開平 11-135400 号公報（対応する国際公開第 1999/23692 号）、特開 2000-164504 号公報（対応する米国特許第 6,897,963 号）等）等に開示されている。

【0085】

また、図 1 に示すように、本実施形態の露光装置 EX は、第 1 露光領域 AR1 に形成される第 1 パターン PA1 の像の位置情報、及び第 2 露光領域 AR2 に形成される第 2 パターン PA2 の像の位置情報を求めるための第 1 検出系 10 を備えている。本実施形態の第 1 検出系 10 は、露光波長の光を用いた TTR（Through The Reticle）方式のアライメント系であって、例えば特開平 7-176468 号公報（対応米国特許第 6,498,352 号）に開示されているような、マークに対して光を照射し、CCD カメラ等で撮像したマークの画像データを画像処理してマーク位置を検出する VRA（Visual Reticle Alignment）方式のアライメント系である。

【0086】

計測ステージ 90 上には基準マーク FM が設けられており（図 7 参照）、第 1 検出系 10 は、計測ステージ 90 上に設けられた基準マーク FM を、投影光学系 PL を介して検出可能である。第 1 検出系 10 は、その基準マーク FM を投影光学系 PL を介して検出することによって、第 1 パターン PA1 と基準マーク FM との位置関係、及び第 2 パターン PA2 と基準マーク FM との位置関係を求めることができる。本実施形態の第 1 検出系 10 は、第 1 パターン PA1 と基準マーク FM との位置関係を検出するための第 1 サブ検出系 11 と、第 2 パターン PA2 と基準マーク FM との位置関係を検出するための第 2 サブ検出系 12 とを有しており、第 1、第 2 サブ検出系 11、12 は、マスクステージ 60 の上方に配置されている。

【0087】

10

20

30

40

50

また、第1マスクM1上には、第1アライメントマークRM1が設けられており(図5参照)、第1サブ検出系11は、第1アライメントマークRM1と、基準マークFMの投影光学系PLを介した共役像とを同時に観察する。第1検出系10の第1サブ検出系11は、第1パターンPA1に対して所定位置関係に設けられた第1アライメントマークRM1と、投影光学系PLを介した基準マークFMとを同時に観察することによって、第1パターンPA1と基準マークFMとの位置関係を検出可能である。

【0088】

同様に、第2マスクM2上には、第2アライメントマークRM2が設けられており(図5参照)、第2サブ検出系12は、第2アライメントマークRM2と、基準マークFMの投影光学系PLを介した共役像とを同時に観察する。第1検出系10の第2サブ検出系12は、第2パターンPA2に対して所定位置関係に設けられた第2アライメントマークRM2と、投影光学系PLを介した基準マークFMとを同時に観察することによって、第2パターンPA2と基準マークFMとの位置関係を検出可能である。

10

【0089】

また、本実施形態の露光装置EXは、計測ステージ90上に設けられた基準マークFP(図7参照)と、基板P上に設けられたアライメントマークAM(図6、図7参照)とを検出する第2検出系20を備えている。本実施形態の第2検出系20は、投影光学系PLの近傍に設けられたオフアクシス方式のアライメント系であって、例えば特開平4-65603号公報(対応する米国特許第5,493,403号)に開示されているような、基板P上の感光材を感光させないブロードバンドな検出光束を対象マーク(アライメントマークAM、基準マークFP)に照射し、その対象マークからの反射光により受光面に結像された対象マークの像と指標(第2検出系20内に設けられた指標板上の指標マーク)の像とを撮像素子(CCD等)を用いて撮像し、それらの撮像信号を画像処理することでマークの位置を計測するFIA(Field Image Alignment)方式のアライメント系である。

20

【0090】

計測ステージ90上において、基準マークFMと基準マークFPとは所定位置関係で設けられており、第2検出系20は、その基準マークFPと、基板P上に設けられたアライメントマークAMとを検出する。制御装置30は、第1検出系10及び第2検出系20の検出結果に基づいて、第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像と基板P上のショット領域SとのXY方向の位置関係を調整可能である。

30

【0091】

図5は、第1照明領域IA1及び第2照明領域IA2と第1マスクM1及び第2マスクM2との関係を示す模式図、図6は、第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2と基板P上の被露光領域であるショット領域Sとの関係を示す模式図である。本実施形態においては、第1露光光EL1が照射される第1露光領域AR1、及び第2露光光EL2が照射される第2露光領域AR2は、第1、第2照明領域IA1、IA2と共役な投影光学系PLの投影領域である。

【0092】

照明系ILは、第1パターンPA1に第1露光光EL1を照射するとともに、第2パターンPA2に第2露光光EL2を照射する。投影光学系PLは、第1パターンPA1からの第1露光光EL1を第1露光領域AR1に照射して、第1露光領域AR1に第1パターンPA1の像を形成し、第2パターンPA2からの第2露光光EL2を第2露光領域AR2に照射して、第2露光領域AR2に第2パターンPA2の像を形成する。

40

【0093】

制御装置30は、第1照明領域IA1及び第2照明領域IA2に対するマスクステージ60による第1マスクM1及び第2マスクM2のY軸方向への移動に同期して、基板ステージ80を用いて、第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2に対して基板P上のショット領域SをY軸方向へ移動しつつ、照明系IL及び投影光学系PLにより、第1マスクM1及び第2マスクM2を介して第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2のそれぞれに第1露光光EL1及び第2露光光EL2を照射することにより、第1露光領域AR1に

50

形成される第1パターンPA1の像と、第2露光領域AR2に形成される第2パターンPA2の像とで、基板P上のショット領域Sを多重露光(二重露光)する。

【0094】

制御装置30は、第1照明領域IA1に対する第1マスクM1のY軸方向への移動、及び第2照明領域IA2に対する第2マスクM2のY軸方向への移動と、第1、第2露光領域AR1、AR2に対する基板PのY軸方向への移動とが同期して行われるように、マスクステージ60と基板ステージ80とを制御しつつ、第1パターンPA1からの第1露光光EL1及び第2パターンPA2からの第2露光光EL2を第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2のそれぞれに照射して、基板P上のショット領域Sを多重露光する。

【0095】

図5に示すように、本実施形態においては、第1マスクM1と第2マスクM2とはY軸方向に並んで配置され、第1マスクM1は第2マスクM2に対して-Y側に配置される。第1マスクM1上での第1露光光EL1による第1照明領域IA1は、X軸方向を長手方向とする矩形状(スリット状)に設定されており、第2マスクM2上での第2露光光EL2による第2照明領域IA2も、X軸方向を長手方向とする矩形状(スリット状)に設定されている。

【0096】

図6に示すように、本実施形態においては、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とは、投影光学系PLの視野内でY軸方向の異なる位置に設定されている。基板ステージ80は、基板P上のショット領域Sを、第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2に対してY軸方向に移動可能である。また、第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2のそれぞれは、X軸方向を長手方向とする矩形状(スリット状)である。また、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とは、1つのショット領域Sに同時に配置可能となっている。すなわち、本実施形態においては、第1露光領域AR1(第1露光領域AR1の中心)と第2露光領域AR2(第2露光領域AR2の中心)とのY軸方向の距離は、基板P上の1つのショット領域SのY軸方向の幅よりも小さい。また、本実施形態においては、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とはY軸方向に離れている。また、第1露光領域AR1は第2露光領域AR2に対して+Y側に設定される。

【0097】

制御装置30は、基板P上のショット領域Sの露光中に、第1パターンPA1を有する第1マスクM1及び第2パターンPA2を有する第2マスクM2をマスクステージ60を用いて各々の走査方向(Y軸方向)に移動するとともに、基板P上のショット領域Sが第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とを通過するように、基板ステージ80を用いて第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2に対して基板Pを走査方向(Y軸方向)に移動する。本実施形態においては、制御装置30は、基板P上のショット領域Sの露光中に、マスクステージ60を用いて、第1マスクM1と第2マスクM2とを同一の走査方向(Y軸方向)に移動しつつ、第1露光光EL1及び第2露光光EL2で、第1マスクM1の第1パターンPA1及び第2マスクM2の第2パターンPA2のそれぞれを照明する。第1マスクM1及び第2マスクM2は、メインステージ61上に載置されており、制御装置30は、メインステージ駆動装置64を用いてメインステージ61を駆動することにより、第1マスクM1及び第2マスクM2を同一の走査方向(Y軸方向)に移動する。例えば、基板P上のショット領域Sの露光中に、マスクステージ60のメインステージ61によって、第1マスクM1が+Y方向に移動される場合、第2マスクM2も一緒に+Y方向に移動され、第1マスクM1が-Y方向に移動される場合、第2マスクM2も一緒に-Y方向に移動される。また、本実施形態の投影光学系PLは、倒立像を形成し、制御装置30は、基板Pのショット領域Sの露光中に、第1、第2マスクM1、M2と基板Pとを互いに逆向きの走査方向(Y軸方向)に移動する。例えば、制御装置30は、マスクステージ60を用いて第1、第2マスクM1、M2を+Y方向に移動する場合、基板ステージ80を用いて基板Pを-Y方向に移動し、第1、第2マスクM1、M2を-Y方向に移動する場合、基板Pを+Y方向に移動する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 8 】

図 5 及び図 6 には、基板 P 上のショット領域 S の露光中に、第 1、第 2 マスク M 1、M 2 の + Y 方向への移動と同期して、基板 P を - Y 方向に移動している状態が示されている。

【 0 0 9 9 】

上述のように、本実施形態においては、基板 P 上で第 1 露光領域 A R 1 と第 2 露光領域 A R 2 とは基板 P の走査方向 (Y 軸方向) の異なる位置に設定され、第 1 露光領域 A R 1 は、第 2 露光領域 A R 2 に対して + Y 側に設定される。また、第 1 マスク M 1 と第 2 マスク M 2 とは同一の走査方向 (Y 軸方向) に移動する。また、本実施形態の投影光学系 P L は倒立像を形成し、第 1、第 2 マスク M 1、M 2 と基板 P とは互いに逆向きの走査方向 (Y 軸方向) に移動する。したがって、本実施形態においては、図 5 に示すように、第 1 マスク M 1 は第 2 マスク M 2 に対して - Y 側に配置され、第 1 照明領域 I A 1、及び第 2 照明領域 I A 2 は、走査露光中、第 1、第 2 マスク M 1、M 2 それぞれの中心に対して互いに異なる位置に設定される。換言すれば、第 1、第 2 露光領域 A R 1、A R 2 の位置関係に応じて、例えば、図 5 に示すように、第 1、第 2 照明領域 I A 1、I A 2 に対する第 1、第 2 マスク M 1、M 2 の位置を設定することにより、基板 P 上のショット領域 S に所望の位置関係で第 1 パターン P A 1 の像と第 2 パターン P A 2 の像とを形成することができる。

10

【 0 1 0 0 】

そして、本実施形態においては、制御装置 3 0 は、基板 P 上のショット領域 S を露光するに際し、第 1 露光光 E L 1 による第 1 パターン P A 1 の照明及び第 2 露光光 E L 2 による第 2 パターン P A 2 の照明の一方を開始した後に他方を開始し、一方を終了した後に他方を終了する。また、制御装置 3 0 は、ショット領域 S に対する第 1 露光光 E L 1 の照射 (第 1 露光光 E L 1 による第 1 パターン P A 1 の像の投影) 及びショット領域 S に対する第 2 露光光 E L 2 の照射 (第 2 露光光 E L 2 による第 2 パターン P A 2 の像の投影) の一方を開始した後に他方を開始し、一方を終了した後に他方を終了する。

20

【 0 1 0 1 】

例えば図 6 に示すように、基板 P のショット領域 S を - Y 方向に移動しつつ露光する場合、制御装置 3 0 は、第 1 露光光 E L 1 による第 1 パターン P A 1 の照明を開始した後に、第 2 露光光 E L 2 による第 2 パターン P A 2 の照明を開始し、第 1 露光光 E L 1 による第 1 パターン P A 1 の照明を終了した後に、第 2 露光光 E L 2 による第 2 パターン P A 2 の照明を終了する。また、制御装置 3 0 は、ショット領域 S に対する第 1 露光光 E L 1 によるパターン P A 1 の投影を開始した後に、ショット領域 S に対する第 2 露光光 E L 2 による第 2 パターン P A 2 の投影を開始し、ショット領域 S に対する第 1 露光光 E L 1 による第 1 パターン P A 1 の投影を終了した後に、ショット領域 S に対する第 2 露光光 E L 2 による第 2 パターン P A 2 の投影を終了する。

30

【 0 1 0 2 】

ここで、図 5 及び図 6 を参照して、基板 P 上のショット領域 S に第 1、第 2 露光光 E L 1、E L 2 が照射される場合のシーケンスの一例について説明する。以下の説明では、マスクステージ 6 0 による第 1 マスク M 1 及び第 2 マスク M 2 の + Y 方向への移動と、基板ステージ 8 0 による第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 に対する基板 P 上のショット領域 S の - Y 方向への移動とを同期して行いつつ、その基板 P 上のショット領域 S を露光する場合を例にして説明する。

40

【 0 1 0 3 】

計測システム 7 0 (レーザ干渉計 7 5) によって規定される X Y 座標系内における第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 の位置 (第 1 露光領域 A R 1 と第 2 露光領域 A R 2 との相対位置関係を含む) は、例えば照明系 I L 内の固定ブラインドの位置、中間光学部材 4 0 等の投影光学系 P L を構成する各光学素子の配置等に応じて決定される。また、第 1、第 2 露光領域 A R 1、A R 2 は、形状及び大きさが同一であり、それぞれ X 軸方向に長い矩形領域である。さらに、第 1、第 2 露光領域 A R 1、A R 2 は、X 軸方向の位置

50

が同一であり、Y軸方向に所定距離だけ離れている。また、第1、第2露光領域AR1、AR2の位置は、第1、第2結像特性調整装置LC1、LC2を用いて調整可能である。

【0104】

図5において、制御装置30は、第1パターンPA1が形成された、第1マスクM1の第1パターン形成領域SA1の+Y側のエッジが第1照明領域IA1の-Y側のエッジに到達した時点で、第1露光光EL1による第1パターンPA1の照明を開始する。また、第1マスクM1の第1パターン形成領域SA1の+Y側のエッジが第1照明領域IA1に到達した時点で、図6中、基板P上のショット領域Sの-Y側のエッジG1が第1露光領域AR1の+Y側のエッジに到達して、第1露光領域AR1に対する第1露光光EL1の照射が開始される。

10

【0105】

制御装置30は、マスクステージ60(メインステージ61)の+Y方向への移動を続けることによって、第1露光光EL1による第1パターンPA1の照明を連続的に行う。マスクステージ60の+Y方向への移動を続けることによって、第1パターンPA1は第1照明領域IA1を通過する。

【0106】

また、制御装置30は、マスクステージ60の+Y方向への移動と同期して、基板ステージ80の-Y方向への移動を続けることによって、第1露光領域AR1に対する第1露光光EL1の照射、すなわち基板P上のショット領域Sに対する第1露光光EL1による第1パターンPA1の像の投影を連続的に行う。基板ステージ80の-Y方向への移動を続けることによって、基板P上のショット領域Sは第1露光領域AR1を通過する。

20

【0107】

そして、第1マスクM1の第1パターン形成領域SA1の-Y側のエッジが第1照明領域IA1の+Y側のエッジに到達した時点で、第1露光光EL1による第1パターンPA1の照明が終了する。また、第1マスクM1の第1パターン形成領域SA1の-Y側のエッジが第1照明領域IA1の+Y側のエッジに到達した時点で、図6中、基板P上のショット領域Sの+Y側のエッジG2が第1露光領域AR1の-Y側のエッジに到達し、ショット領域Sの+Y側のエッジG2が第1露光領域AR1の-Y側のエッジに到達した時点で、第1露光領域AR1に対する第1露光光EL1の照射が停止される。これにより、第1露光領域AR1に照射される第1露光光EL1によるショット領域Sの露光、すなわちショット領域Sに対する第1露光光EL1による第1パターンPA1の像の投影が終了する。

30

【0108】

第1マスクM1の第1パターン形成領域SA1が第1照明領域IA1を通過している間の所定のタイミングで、第2パターンPA2が形成された、第2マスクM2の第2パターン形成領域SA2の+Y側のエッジが第2照明領域IA2の-Y側のエッジに到達し、第2露光光EL2による第2パターンPA2の照明が開始される。また、第2マスクM2の第2パターン形成領域SA2の+Y側のエッジが第2照明領域IA2に到達した時点で、図6中、基板P上のショット領域Sの-Y側のエッジG1が第2露光領域AR2の+Y側のエッジに到達して、第2露光領域AR2に対する第2露光光EL2の照射が開始される。すなわち、基板P上のショット領域Sが第1露光領域AR1を通過している間の所定のタイミングで、ショット領域Sの-Y側のエッジG1が第2露光領域AR2に到達し、ショット領域Sに対する第2露光光EL2による第2パターンPA2の像の投影が開始される。

40

【0109】

制御装置30は、マスクステージ60(メインステージ61)の+Y方向への移動を続けることによって、第2露光光EL2による第2パターンPA2の照明を連続的に行う。マスクステージ60の+Y方向への移動を続けることによって、第2パターンPA2は第2照明領域IA2を通過する。

【0110】

50

また、制御装置30は、マスクステージ60の+Y方向への移動と同期して、基板ステージ80の-Y方向への移動を続けることによって、基板P上のショット領域Sに対する第2露光光EL2による第2パターンPA2の像の投影を連続的に行う。基板ステージ80の-Y方向への移動を続けることによって、基板P上のショット領域Sは第2露光領域AR2を通過する。

【0111】

そして、第2マスクM2の第2パターン形成領域SA2の-Y側のエッジが第2照明領域IA2の+Y側のエッジに到達した時点で、第2露光光EL2による第2パターンPA2の照明が終了する。また、第2マスクM2の第2パターン形成領域SA2の-Y側のエッジが第2照明領域IA2の+Y側のエッジに到達した時点で、図6中、基板P上のショット領域Sの+Y側のエッジG2が第2露光領域AR2の-Y側のエッジに到達して、ショット領域Sの+Y側のエッジG2が第2露光領域AR2の-Y側のエッジに到達した時点で、第2露光領域AR2に対する第2露光光EL2の照射が停止される。これにより、第2露光領域AR2に照射される第2露光光EL2によるショット領域Sの露光、すなわちショット領域Sに対する第2露光光EL2による第2パターンPA2の像の投影が終了する。

【0112】

こうして、第1露光領域AR1に照射された第1露光光EL1で露光された基板P上のショット領域Sの感光材層は、現像工程等を介さずに、第2露光領域AR2に照射された第2露光光EL2で再度露光(二重露光)される。

【0113】

また、第2パターン形成領域SA2が第2照明領域IA2を通過している途中の所定のタイミングで、第1露光光EL1による第1パターンPA1の照明が終了する。また、基板P上のショット領域Sが第2露光領域AR2を通過している途中の所定のタイミングで、ショット領域Sに対する第1露光光EL1の照射が終了する。

【0114】

以上のように、本実施形態においては、1回のスキャン動作で、基板P上の1つのショット領域Sを第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とで多重露光(二重露光)することができる。

【0115】

図7は、基板ステージ80及び計測ステージ90の平面図である。図7に示すように、基板P上には、露光対象領域である複数のショット領域S1~S21がマトリクス状に設定されているとともに、ショット領域S1~S21のそれぞれに対応して複数のアライメントマークAMが設けられている。基板Pのショット領域S1~S21のそれぞれを露光するとき、制御装置30は、図7中、例えば矢印y1で示すように、第1、第2露光領域AR1、AR2と基板Pとを相対的に移動しつつ、第1、第2露光領域AR1、AR2に第1、第2露光光EL1、EL2を照射することによって、基板P上に第1、第2露光光EL1、EL2を照射する。制御装置30は、第1、第2露光領域AR1、AR2が基板Pに対して矢印y1に沿って移動するように、基板ステージ80の動作を制御する。

【0116】

計測ステージ90の上面の所定位置には、計測器(計測部材)の1つとして、複数の基準マークが形成された基準板50が設けられている。基準板50の上面には、上述の第1検出系10で検出される基準マークFMと、第2検出系20で検出される基準マークFPとが所定位置関係で形成されている。

【0117】

また、計測ステージ90の上面において、基準板50から離れた位置には、光を通過可能な開口158が形成されている。そして、この開口158の下方(-Z方向)には、例えば国際公開第99/60361号パンフレット(対応する欧州特許第1,079,223号明細書)等が開示されているような、波面収差計測器159の少なくとも一部が配置されている。

10

20

30

40

50

【0118】

また、不図示ではあるが、計測ステージ90には、投影光学系PLを介して計測ステージ90上に照射される第1、第2露光光EL1、EL2の露光エネルギーに関する情報（光量、照度、照度むら等）を計測する露光光計測器が配置されている。露光光計測器としては、例えば特開昭57-117238号公報（対応する米国特許第4,465,368号）等が開示されているように照度むらを計測したり、特開2001-267239号公報が開示されているように投影光学系PLの露光光ELに対する透過率の変動量を計測したりするためのむら計測器、及び、例えば特開平11-16816号公報（対応する米国特許出願公開第2002/0061469号明細書）等が開示される照射量計測器（照度計測器）を用いることができる。

10

【0119】

また、計測ステージ90の上面において、基準板50から離れた位置には、板部材50'が配置され、板部材50'のほぼ中央には光を通過可能な開口161が形成されている。そして、この開口161の下方（-Z方向）には、例えば特開2002-14005号公報（対応する米国特許出願公開第2002/0041377号明細書）、米国特許公報第4,629,313号公報等が開示されているような、空間像計測器162の少なくとも一部が配置されている。空間像計測器162は、第1パターンPA1の像が形成される第1像面IS1の位置、及び第2パターンPA2の像が形成される第2像面IS2の位置を計測可能である。

【0120】

図8は、空間像計測器162を示す模式図である。なお、図8においては、投影光学系PLの第1、第2、第3光学系41、42、43が模式的に示されている。

20

【0121】

空間像計測器162は、投影光学系PLの像面側に配置可能な計測ステージ90（計測テーブル90T）に設けられている。上述のように、計測ステージ90上には、光が通過可能な開口161が形成されている。本実施形態においては、開口161は、計測ステージ90上に設けられた板部材50'に形成されている。板部材50'は、例えば石英等、光を透過可能な材料によって形成されており、その板部材50'の表面のほぼ全域は、例えばクロム（Cr）等の金属によって覆われた遮光領域となっている。開口161は、その遮光領域の一部に形成された開口であって、光が通過可能である。本実施形態では、開口161はスリットパターンである。なお、本実施形態においては、板部材50'の上面（遮光領域）は、フォーカス・レベリング検出系130の計測基準面を規定するための基準反射面としての機能を有している。板部材50'の上面の基準反射面は、フォーカス・レベリング検出系130の検出光を反射可能な所定反射率を有する理想的な平面であり、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2の両方を同時に配置可能な面積を有している。

30

【0122】

板部材50'の下方（-Z方向）には、計測ステージ90の内部空間58が形成されている。内部空間58には、投影光学系PLにより計測ステージ90上に投影される空間像を計測する空間像計測器162の一部が設けられている。空間像計測器162は、板部材50'の下方に設けられた光学系163と、光学系163を介した光を受光する受光素子164とを備えている。

40

【0123】

開口161は、第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2よりも小さく、かつ投影光学系PLを介して各露光領域内の所定点に形成される計測マークの像を検出可能な大きさで形成されている。制御装置30は、計測ステージ駆動装置90Dを用いて計測ステージ90のXY方向の位置を調整することにより、第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2のそれぞれに、開口161を配置可能である。開口161は、投影光学系PLの像面側で、第1、第2露光領域AR1、AR2に照射される第1、第2露光光EL1、EL2のそれぞれを受光可能である。板部材50'の開口161に照射され、開口161を通過した光は、空間像計測器162の光学系163を介して受光素子164に受光される。制御

50

装置 30 は、空間像計測器 162 の計測結果に基づいて、第 1 パターン PA1 の像が形成される第 1 像面 IS1 の位置情報、及び第 2 パターン PA2 の像が形成される第 2 像面 IS2 の位置情報を求めることができる。

【0124】

次に、空間像計測器 162 を用いて第 1 像面 IS1 の位置情報、及び第 2 像面 IS2 の位置情報を計測する動作の一例について図 8 及び図 9 (A) 及び (B) を参照して説明する。図 8 及び図 9 (A) は、空間像計測器 162 を用いて第 1 像面 IS1 の位置を計測している状態を示す図、図 9 (B) は、第 2 像面 IS2 の位置を計測している状態を示す図である。

【0125】

上述のように、第 1 露光領域 AR1 及び第 2 露光領域 AR2 の位置は、例えば照明系 IL 内の固定ブラインドの位置、中間光学部材 40 等の投影光学系 PL を構成する各光学素子の配置等に応じて決定され、計測システム 70 によって規定される XY 座標系内における第 1 露光領域 AR1 及び第 2 露光領域 AR2 の位置情報は既知である。また、開口 161 は、第 1、第 2 露光領域 AR1、AR2 よりも小さく形成されている。したがって、制御装置 30 は、計測システム 70 (レーザ干渉計 77) で計測ステージ 90 (計測テーブル 90T) の位置を計測しつつ、計測ステージ駆動装置 70D を駆動することによって、計測ステージ 90 上の開口 161 を、第 1 露光領域 AR1 及び第 2 露光領域 AR2 内の任意の位置に配置可能である。

【0126】

空間像計測器 162 を用いて第 1 像面 IS1 の位置を計測する場合、制御装置 30 は、図 8 及び図 9 (A) に示すように、計測システム 70 のレーザ干渉計 77 により、計測ステージ 70 の位置情報を計測しつつ、計測ステージ駆動装置 90D を用いて計測ステージ 90 の XY 方向の位置を調整し、第 1 露光領域 AR1 に、開口 161 を配置する。また、空間像計測器 162 を用いて第 1 像面 IS1 の位置を計測する場合には、マスクステージ 60 の第 1 サブステージ 62 上に第 1 マスク M1 が搭載される。

【0127】

第 1 マスク M1 がマスクステージ 60 の第 1 サブステージ 62 に保持された後、制御装置 30 は、第 1 マスク M1 の第 1 パターン PA1 が第 1 露光光 EL1 の光路上に配置されるように、マスクステージ 60 の位置を調整する。また、制御装置 30 は、第 1 マスク M1 の第 1 パターン形成面 K1 が Z 軸方向に関して所定位置に配置されるように、マスクステージ 60 (第 1 サブステージ 62) を制御する。そして、制御装置 30 は、照明系 IL により、第 1 マスク M1 に第 1 露光光 EL1 を照射する。第 1 マスク M1 の下面 (パターン形成面 K1) には、計測マークが形成されており、第 1 マスク M1 に第 1 露光光 EL1 を照射することによって、投影光学系 PL を介して、第 1 露光領域 AR1 に計測マークの空間像 (投影像) が形成される。ここで、計測マークは、その空間像が第 1 露光領域 AR1 内で像面位置を計測すべき複数の計測点の 1 つに形成されるように、その 1 つの計測点に対応する第 1 照明領域 IA1 内の位置に配置される。第 1 露光領域 AR1 には開口 161 が配置されており、制御装置 30 は基板ステージ 90 を X 軸又は Y 軸方向に移動して、その 1 つの計測点に形成される計測マークの空間像と開口 161 とを相対走査する。この相対走査時に開口 161 を通過した第 1 露光光 EL1 は、空間像計測器 162 の受光素子 164 に受光される。すなわち、計測マークの空間像が空間像計測器 162 で計測される。空間像計測器 162 は、その計測結果 (空間像の光強度信号) を制御装置 30 に出力する。

【0128】

空間像計測器 162 を用いて第 1 像面 IS1 の位置の計測を行う際、制御装置 30 は、計測ステージ駆動装置 90D のアクチュエータ 93A、93B、93C を用いて、計測テーブル 90T (板部材 50' の上面) を所定のピッチで Z 軸方向に動かしつつ、計測マークの空間像の計測を複数回繰り返して行い、各回の光強度信号 (光電変換信号) を記憶する。そして、制御装置 30 は、上述の繰り返し行った複数の計測により得られた複数の光

10

20

30

40

50

強度信号のそれぞれのコントラストを求める。そして、制御装置 30 は、そのコントラストが最大となる光強度信号に対応する計測テーブル 90 T (板部材 50' の上面) の Z 軸方向の位置を求め、その位置を、第 1 像面 IS 1 が形成される位置、すなわち第 1 露光領域 AR 1 内の計測点における投影光学系 PL のベストフォーカス位置として決定する。ここで、制御装置 30 は、計測ステージ 90 に設けられたエンコーダ 94 A、94 B、94 C を用いて、アクチュエータ 93 A、93 B、93 C の駆動量を計測しつつ、計測テーブル 90 T を所定のピッチで Z 軸方向に動かして空間像の計測を行う。エンコーダ 94 A、94 B、94 C は、所定の基準位置に対するアクチュエータ 93 A、93 B、93 C の Z 軸方向の駆動量を計測することができるため、制御装置 30 は、そのエンコーダ 94 A、94 B、94 C の計測結果に基づいて、空間像の計測時における所定の基準位置に対する計測テーブル 90 T (板部材 50' の上面) の Z 軸方向の位置を求めることができる。したがって、制御装置 30 は、空間像計測器 162 の計測結果と、エンコーダ 94 A、94 B、94 C の計測結果とに基づいて、第 1 像面 IS 1 の位置 (Z 軸方向の位置) を求めることができる。なお、マスク M 1 のパターン形成面 K 1 には複数の計測マークを設けられており、この複数の計測マークはそれぞれ、第 1 露光領域 AR 1 内の複数の計測点に対応する第 1 照明領域 IA 1 内の複数の位置に配置される。そこで、上記と同様に各計測マークの空間像を空間像計測器 162 で検出することによって、第 1 露光領域 AR 1 内の複数の計測点でそれぞれ第 1 像面 IS 1 の位置 (すなわち、投影光学系 PL のベストフォーカス位置) を求めることができる。このため、第 1 露光領域 AR 1 内において第 1 像面 IS 1 が傾斜、湾曲している場合にも、その第 1 像面 IS 1 の位置を正確に計測することができる。

【0129】

また、空間像計測器 162 を用いて第 2 像面 IS 2 の位置を計測する場合、制御装置 30 は、図 9 (B) に示すように、計測システム 70 のレーザ干渉計 77 により、計測ステージ 70 の位置情報を計測しつつ、第 1 露光領域 AR 1 と第 2 露光領域 AR 2 との位置関係に基づいて、計測ステージ駆動装置 90 D を用いて計測ステージ 90 の X Y 方向の位置を調整し、第 2 露光領域 AR 2 に、開口 161 を配置する。空間像計測器 162 を用いて第 2 像面 IS 2 の位置を計測する場合には、マスクステージ 60 の第 2 サブステージ 63 上に、第 2 マスク M 2 が搭載される。

【0130】

第 2 マスク M 2 がマスクステージ 60 の第 2 サブステージ 63 に保持された後、制御装置 30 は、第 2 マスク M 2 の第 2 パターン PA 2 が第 2 露光光 EL 2 の光路上に配置されるように、マスクステージ 60 の位置を調整する。また、制御装置 30 は、第 2 マスク M 2 の第 2 パターン形成面 K 2 が Z 軸方向に関して所定位置に配置されるように、マスクステージ 60 (第 2 サブステージ 63) を制御する。そして、制御装置 30 は、照明系 IL により、第 2 マスク M 2 に第 2 露光光 EL 2 を照射する。第 2 マスク M 2 の下面 (パターン形成面 K 2) にも、計測マークが形成されており、第 2 マスク M 2 に第 2 露光光 EL 2 を照射することによって、投影光学系 PL を介して、第 2 露光領域 AR 2 に計測マークの空間像が形成される。ここで、計測マークはその空間像が第 2 露光領域 AR 2 内で像面位置を計測すべき複数の計測点の 1 つに形成されるように、その 1 つの計測点に対応する第 2 照明領域 IA 2 内の位置に配置される。第 2 露光領域 AR 2 には開口 161 が配置されており、制御装置 30 は基板ステージ 90 を X 軸又は Y 軸方向に移動して、その 1 つの計測点に形成される計測マークの空間像と開口 161 とを相対走査する。この相対走査時に開口 161 を通過した第 2 露光光 EL 2 は、空間像計測器 162 の受光素子 164 に受光される。すなわち、計測マークの空間像が空間像計測器 162 で計測される。空間像計測器 162 は、その計測結果 (空間像の光強度信号) を制御装置 30 に出力する。

【0131】

空間像計測器 162 を用いて第 2 像面 IS 2 の位置の計測を行う際、上述の第 1 像面 IS 1 の位置を計測する手順と同様、制御装置 30 は、計測ステージ駆動装置 90 D のアクチュエータ 93 A、93 B、93 C を用いて、計測テーブル 90 T (板部材 50' の上面

)を所定のピッチでZ軸方向に動かしつつ、計測マークの空間像の計測を複数回繰り返して行い、各回の光強度信号(光電変換信号)を記憶する。そして、制御装置30は、上述の繰り返し行った複数の計測により得られた複数の光強度信号のそれぞれのコントラストを求める。そして、制御装置30は、そのコントラストが最大となる光強度信号に対応する計測テーブル90T(板部材50'の上面)のZ軸方向の位置を求め、その位置を、第2像面IS2が形成される位置、すなわち第2露光領域AR2内の計測点における投影光学系PLのベストフォーカス位置として決定する。また、制御装置30は、空間像計測器162の計測結果と、エンコーダ94A、94B、94Cの計測結果とに基づいて、第2像面IS2の位置(Z軸方向の位置)を求めることができる。なお、マスクM2のパターン形成面K2にも複数の計測マークを設けられており、この複数の計測マークはそれぞれ、第2露光領域AR2内の複数の計測点に対応する第2照明領域IA2内の複数の位置に配置される。そこで、上記と同様に各計測マークの空間像を空間像計測器162で検出することによって、第2露光領域AR2内の複数の計測点でそれぞれ第2像面IS2の位置(すなわち、投影光学系PLのベストフォーカス位置)を求めることができる。このため、第2露光領域AR2内において第2像面IS2が傾斜、湾曲している場合にも、その第2像面IS2の位置を精確に計測することができる。

10

【0132】

このように、本実施形態においては、投影光学系PLの光射出側で第1、第2露光光EL1、EL2を受光する空間像計測器162を用いて、第1パターンPA1の像が形成される第1像面IS1の位置(Z軸、X、Y方向の位置)、及び第2パターンPA2の像が形成される第2像面IS2の位置(Z軸、X、Y方向の位置)を求めることができる。

20

【0133】

なお、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2との位置関係に基づいて計測ステージ90の板部材50'に複数の開口161を設け、第1露光領域AR1に複数の開口のうちの一部を配置するとともに、残りの開口を第2露光領域AR2に配置し、空間像計測器162を用いて、第1マスクM1の計測マークの空間像と第2マスクM2の計測マークの空間像をほぼ同時に検出し、第1露光領域AR1における第1像面IS1の位置情報と第2露光領域AR2における第2像面IS2の位置情報とを取得するようにしてもよい。また、第1、第2マスクM1、M2の計測マークの代わりに、例えばマスクステージ60に設けられる基準マークを用いて、第1、第2像面IS1、IS2の位置情報を計測してもよい。さらに、本実施形態では、前述した複数の計測点と同数の計測マーク(又は基準マーク)を投影光学系PLの物体面に配置して、第1像面IS1又は第2像面IS2の位置情報を計測するものとしたが、計測点の数よりも少ない計測マーク(又は基準マーク)を用いて、第1、第2像面IS1、IS2の位置情報を計測してもよい。この場合、マスクステージ60を移動して、複数の計測点に対応する照明領域内の複数の位置にそれぞれ計測マーク(又は基準マーク)を配置すればよい。また、エンコーダ94A、94B、94Cの代わりにフォーカス・レベリング検出系130を用いて、板部材50'の上面のZ軸方向の位置を計測してもよい。

30

【0134】

ところで、本実施形態においては、第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とで基板Pのショット領域Sを多重露光する。そこで、基板P上に所望のパターンを形成するために、第1露光領域AR1、第2露光領域AR2のそれぞれにおいて、第1パターンPA1の像が形成される第1像面IS1と、第2パターンPA2の像が形成される第2像面IS2と、基板Pの表面との位置関係の調整を良好に行うことが重要である。すなわち、基板Pのショット領域Sの多重露光は、第1露光領域AR1に照射される第1露光光EL1によるショット領域Sの第1走査露光と、第2露光領域AR2に照射される第2露光光EL2によるショット領域Sの第2走査露光とを含む。そこで、第1走査露光中、第1露光領域AR1内で第1像面IS1とショット領域Sの表面とをほぼ合致させる(すなわち、第1露光領域AR1内で投影光学系PLの焦点深度内にショット領域Sの表面を維

40

50

持する)とともに、第2走査露光中、第2露光領域AR2内で第2像面IS2とショット領域Sの表面とをほぼ合致させる(すなわち、第2露光領域AR2内で投影光学系PLの焦点深度内にショット領域Sの表面を維持する)ことが重要である。本実施形態においては、投影光学系PLの視野内で第1パターンPA1の像が形成される第1露光領域AR1と第2パターンPA2の像が形成される第2露光領域AR2とが異なる位置に設定されているので、ショット領域Sの多重露光中に、第1露光領域AR1内における基板Pの表面のZ方向、X方向、Y方向の位置と、第2露光領域AR2における基板P表面のZ方向、X方向、Y方向の位置とが異なる可能性がある。例えば、基板Pの表面の平坦度が低い場合や基板表面に凹凸が存在することが原因として挙げられる。したがって、基板Pのショット領域Sの多重露光によって、基板P上に所望のパターンを形成するために、第1露光領域AR1、第2露光領域AR2のそれぞれにおいて、所望のパターン像が形成されるように、第1像面IS1と第2像面IS2と基板Pの表面との面位置関係の調整を行うことが重要である。

10

【0135】

制御装置30は、第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とで基板P上のショット領域Sを多重露光するとき、マスクステージ60を用いて、第1マスクM1の第1パターン形成面K1及び第2マスクM2の第2パターン形成面K2の少なくとも一方の位置を調整して、第1像面IS1及び第2像面IS2の少なくとも一方の位置を調整することによって、第1パターンPA1の像が形成される第1像面IS1と、第2パターンPA2の像が形成される第2像面IS2と、基板Pの表面との面位置関係を調整することができる。

20

【0136】

図10は、第1マスクM1の第1パターン形成面K1の位置と、投影光学系PLにより第1パターンPA1の像が形成される第1像面IS1の位置との関係の一例を説明するための模式図である。図10のように、第1マスクM1の第1パターン形成面K1がZ軸方向に関して第1の位置Z1に配置され、その第1パターン形成面K1の第1パターンPA1の像が形成される第1像面IS1がZ軸方向に関して第2の位置Z2に形成される場合において、第1パターン形成面K1が第1の位置Z1から-Z方向にZKだけ変位して第3の位置Z3に配置された場合、第1像面IS1も、値ZKに応じた値ZIだけ-Z方向に変位して第4の位置Z4に形成される。このように、第1パターン形成面K1が-Z方向に移動すると、第1像面IS1も-Z方向に移動する。また、第1パターン形成面K1が+Z方向に移動すると、第1像面IS1も+Z方向に移動する。また、第1パターン形成面K1がX方向に傾斜すると、第1像面IS1もX方向に傾斜し、第1パターン形成面K1がY方向に傾斜すると、第1像面IS1もY方向に傾斜する。

30

【0137】

上述のように、マスクステージ60に設けられている第1サブステージ駆動装置65のZ駆動機構67は、第1サブステージ62に保持されている第1マスクM1のZ軸、X、Y方向の位置、ひいては第1パターン形成面K1のZ軸、X、Y方向の位置を調整可能である。したがって、制御装置30は、第1サブステージ駆動装置65のZ駆動機構67を用いて、第1サブステージ62に保持されている第1マスクM1の第1パターン形成面K1の位置を調整することによって、第1像面IS1の位置を調整することができる。

40

【0138】

第1パターン形成面K1の位置と第1像面IS1の位置との関係(例えば、第1パターン形成面K1の移動量と第1像面IS1の変化量との関係など)は、上述の空間像計測器162を用いて求めることができる。例えば、制御装置30は、図8及び図9(A)に示した状態で、第1マスクM1の第1パターン形成面K1のZ軸方向の位置を所定のピッチで変化させつつ、図8及び図9(A)を参照して説明した手順と同様の手順で第1マスクM1の計測マークの空間像を計測することにより、第1パターン形成面K1のZ軸方向の各位置に対応する第1像面IS1の位置を求めることができる。

50

【0139】

同様に、第2パターン形成面K2が-Z方向に移動すると、第2像面IS2も-Z方向に移動し、第2パターン形成面K2が+Z方向に移動すると、第2像面IS2も+Z方向に移動する。また、第2パターン形成面K2がX方向に傾斜すると、第2像面IS2もX方向に傾斜し、第2パターン形成面K2がY方向に傾斜すると、第2像面IS2もY方向に傾斜する。マスクステージ60に設けられている第2サブステージ駆動装置66のZ駆動機構67は、第2サブステージ63に保持されている第2マスクM2のZ軸、X、Y方向の位置、ひいては第2パターン形成面K2のZ軸、X、Y方向の位置を調整可能である。したがって、制御装置30は、第2サブステージ駆動装置66のZ駆動機構67を用いて、第2サブステージ63に保持されている第2マスクM2の第2パターン形成面K2の位置を調整することによって、第2像面IS2の位置を調整することができる。また、第2パターン形成面K2の位置と第2像面IS2の位置との関係(例えば、第2パターン形成面K2の移動量と第2像面IS2の変化量との関係など)も空間像計測器162を用いて求めることもできる。

10

【0140】

なお、制御装置30は、例えば投影光学系PLの光学特性(結像特性)に基づいて、シミュレーション等を用いて、第1、第2パターン形成面K1、K2の位置と、第1、第2像面IS1、IS2の位置との関係を予め求めることもできる。第1、第2パターン形成面K1、K2の位置と、第1、第2像面IS1、IS2の位置との関係は制御装置30に記憶される。

20

【0141】

次に、上述の構成を有する露光装置EXを用いて基板Pを露光する方法について図11のフローチャート図を参照して説明する。

【0142】

まず、制御装置30は、初期状態(例えば、第1マスクM1、第2マスクM2がマスクステージ60に搭載された直後)における第1像面IS1の位置、及び第2像面IS2の位置を求める(ステップSA1)。上述のように、第1パターン形成面K1に形成された計測マークの空間像と、第2パターン形成面K2に形成された計測マークの空間像を、計測ステージ90に設けられた空間像計測器162を用いて検出することによって、初期状態における第1像面IS1及び第2像面IS2のZ方向、X方向、Y方向の位置をそれぞれ検出する。

30

【0143】

次に制御装置30は、第1像面IS1の位置と第2像面IS2の位置の少なくとも一方を調整する(ステップSA2)。より具体的には、制御装置30は、Z駆動機構67を制御して、第1パターン形成面K1、第2パターン形成面K2の少なくとも一方を動かして、第1像面IS1の位置と第2像面IS2の位置の少なくとも一方を調整する。本実施形態においては、第1像面IS1と第2像面IS2がXY平面とほぼ平行になるように、且つZ軸方向の位置がほぼ一致するように、例えば第1像面IS1の位置を調整する。すなわち、本実施形態においては、第1像面IS1と第2像面IS2が同一平面内に形成されるように、第1像面IS1の位置を第2像面IS2の位置に合わせるように調整する。ただし、第1像面IS1と第2像面IS2が同一平面内に形成されるように、第2像面IS2の位置のみを調整してもよく、第1像面IS1と第2像面IS2の両方の位置を調整してもよい。なお、Z駆動機構67に替えて、あるいはZ駆動機構67とともに、第1、第2結像特性調整装置LC1、LC2の少なくとも一方を用いて、第1像面IS1の位置と第2像面IS2の位置の少なくとも一方を調整してもよい。調整後の第1像面IS1と第2像面IS2の位置(Z軸、X、Y方向の位置)は、記憶装置31に記憶される。なお、上記調整後に第1、第2像面IS1、IS2の位置を再計測し、この計測した位置を記憶装置31に記憶してもよい。ここで、上記調整時に第1、第2像面IS1、IS2の一方だけ位置が調整される場合、その一方の像面のみ位置を計測するだけでもよい。

40

【0144】

50

また、制御装置 30 は、上述のステップ S A 1、及びステップ S A 2 の少なくとも一部と並行して、基板ステージ 80 を、投影光学系 P L から離れた基板交換位置（ローディングポジション）へ移動する。

【0145】

図 12 は、基板交換位置 R P 近傍を示す模式図である。図 12 に示すように、制御装置 30 は、基板交換位置 R P において、露光されるべき基板 P を搬送系 300 を用いて基板ステージ 80 に搬入（ロード）する。

【0146】

次に、制御装置 30 は、基板ステージ 80 の基板ホルダ 80 H に保持された基板 P の表面情報を、フォーカス・レベリング検出系 130 を用いて取得する（ステップ S A 3）。図 12 に示すように、フォーカス・レベリング検出系 130 は、投影光学系 P L から離れて配置されており、本実施形態においては、基板交換位置 R P と投影光学系 P L 直下の露光処理位置 E P との間に配置されている。フォーカス・レベリング検出系 130 は、基板 P に対する露光動作が開始される前に、基板 P の表面情報を取得する。

【0147】

上述したように、本実施形態のフォーカス・レベリング検出系 130 は、基板 P の表面に検出光 L a を照射する投射系 131 と、基板 P の表面に照射された検出光 L a の反射光を受光可能な受光系 132 とを備えている。フォーカス・レベリング検出系 130 は、受光系 132 の受光結果に基づいて、検出光 L a が照射された基板 P の表面の位置情報を求めることができる。本実施形態においては、フォーカス・レベリング検出系 130 は、ステップ S A 2 で調整された第 1 像面 I S 1 と基板 P の表面との位置関係（第 1 像面 I S 1 に対する基板 P 表面の位置ずれ情報）を出力する。また、本実施形態においては、ステップ S A 2 において第 1 像面 I S 1 と第 2 像面 I S 2 は同一平面に位置するように調整されているので、フォーカス・レベリング検出系 130 を使って取得された基板 P の表面情報は、第 2 像面 I S 2 と基板 P 表面との位置関係（第 2 像面 I S 2 に対する基板 P 表面の位置ずれ情報）でもある。

【0148】

なお、第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 の位置を検出するために用いられた板部材 50' の上面に形成されている基準反射面の位置情報をフォーカス・レベリング検出系 130 を使って求めることによって、フォーカス・レベリング検出系 130 が、基板 P の表面とステップ S A 2 で調整された第 1 像面 I S 1 との位置関係（第 1 像面 I S 1 に対する基板 P 表面の位置ずれ情報）を出力しているかどうかを確認することができる。

【0149】

また、フォーカス・レベリング検出系 130 が、ステップ S A 2 で調整された第 2 像面 I S 2 と基板 P の表面との位置関係（第 2 像面 I S 2 に対する基板 P 表面の位置ずれ情報）を出力するようにしてもよいし、第 1 像面 I S 1、第 2 像面 I S 2 との面位置関係が既知の基準面と基板 P 表面との位置関係（その基準面に対する基板 P 表面の位置情報）を出力するようにしてもよい。

【0150】

制御装置 30 は、計測システム 70（レーザ干渉計 75）を用いて基板ステージ 80 の位置情報を計測しつつ、基板 P を保持した基板ステージ 80 を X Y 方向に動かしながら、フォーカス・レベリング系 130 の投射系 131 より検出光 L a を基板 P の表面に照射し、基板 P の表面で反射した検出光 L a の反射光を受光系 132 で受光する。すなわち、制御装置 30 は、フォーカス・レベリング系 130 より検出光 L a が基板 P の表面のほぼ全域に照射されるように、基板ステージ 80 を移動し、基板 P の表面で反射した検出光 L a の反射光を受光系 132 で受光する。これにより、制御装置 30 は、フォーカス・レベリング検出系 130 の受光系 132 の受光結果に基づいて、基板 P の表面情報を求めることができる。上述のように、基板 P の表面情報とは、基板 P の表面の位置情報（第 1 像面 I S 1 に対する基板 P 表面の Z 軸、X、Y 方向の位置ずれ情報）、及び基板 P の表面の形状に関する情報（第 1 像面 I S 1 に対する基板 P 表面の凹凸情報）を含む。

【0151】

なお、フォーカス・レベリング検出系130で基板Pの表面情報を取得する動作を行っているときの基板テーブル80Tの位置情報は、基板ステージ80に設けられたエンコーダ84A、84B、84Cによって計測されている。制御装置30は、フォーカス・レベリング検出系130の検出結果と、エンコーダ84A、84B、84Cの計測結果とに基づいて、第1像面IS1に対する基板Pの表面情報を取得することができる。また、本実施形態では基板Pのほぼ全面でその表面情報を求めることが好ましいが、基板Pの一部のみでその表面情報を求めるだけでもよい。

【0152】

次に、制御装置30は、第1、第2像面IS1、IS2の位置情報、及び基板Pの表面情報に基づいて、基板P上のショット領域Sの露光を開始する前に、基板Pの露光中における第1マスクM1を保持した第1サブステージ62のZ軸方向の移動プロファイル（第1マスクM1のY軸方向の位置と第1サブステージ62のZ軸方向の目標位置との関係を示す情報など）、基板Pの露光中における第2マスクM2を保持した第2サブステージ63のZ軸方向の移動プロファイル（第2マスクM2のY軸方向の位置と第2サブステージ63のZ軸方向の目標位置との関係を示す情報など）、及び基板Pの露光中における基板Pを保持した基板ステージ80のZ軸方向の移動プロファイル（基板PのXY座標系内での位置と基板ステージ80のZ軸方向の目標位置との関係を示す情報など）を決定する（ステップSA4）。

【0153】

すなわち、制御装置30は、第1、第2像面IS1、IS2の位置情報、及び基板Pの表面情報に基づいて、基板P上の各ショット領域の多重露光中に、第1露光領域AR1内で第1像面IS1と基板Pの表面とが所定位置関係となるように且つ第2露光領域AR2内で第2像面IS2と基板Pの表面とが所定位置関係となるように、第1像面IS1、第2像面IS2、及び/または基板Pの表面のZ軸方向の位置調整量を決定する。この決定された位置調整量により、第1像面IS1と基板Pの表面との面位置関係、並びに第2像面IS2と基板Pの表面との面位置関係をそれぞれ調整することができる。この位置調整量は、Z軸方向だけでなくX、Y方向の少なくとも一方の位置調整量を含んでもよい。

【0154】

第1実施形態においては、制御装置30は、第1露光領域AR1における第1像面IS1と基板Pの表面との位置関係の調整を、第1像面IS1の位置調整のみで行い、第2露光領域AR2における第2像面IS2と基板Pの表面との位置関係の調整を、基板Pの表面の位置調整のみで行う。すなわち、本実施形態においては、制御装置30は、ステップSA3で求められた基板Pの表面情報に基づいて、第1露光領域AR1内で第1像面IS1と基板Pの表面とが所定位置関係となるように、第1像面IS1を動かし、且つ第2露光領域AR2内で第2像面IS2と基板Pの表面とが所定位置関係となるように、基板Pの表面を動かす。

【0155】

ここで、図13(A)、図13(B)及び図14の模式図を参照しながら、本実施形態に係る第1、第2像面IS1、IS2と基板Pの表面の位置との面位置関係を調整する方法について説明する。図13(A)及び図13(B)は、第1像面IS1と第2像面IS2と基板Pの表面との面位置関係の一例を示す模式図であり、図14は、基板P上のショット領域Sの多重露光中に第1、第2像面IS1、IS2と基板Pの表面との面位置関係を調整している状態の露光装置EXの一例を示す模式図である。

【0156】

図13(A)は、上述のステップSA2の直後に、第1、第2パターン形成面K1、K2がZ軸方向の所定位置（同一面内）に配置されているときの第1、第2像面IS1、IS2の位置と、基板Pの表面との関係を模式的に示した図である。なお、図13(A)において、図示はしていないが、横軸はY軸方向（走査方向）位置を示し、縦軸はZ軸方向

位置を示す(図13(B)もまた同様である)。図13(A)に示す状態においては、第1像面IS1と第2像面IS2と基板P表面との面位置関係は調整されていない。また、図13(A)に示すように、第1露光領域AR1において第1像面IS1に合致させたい基板P表面の部分領域と、第2露光領域AR2において第2像面IS2に合致させたい基板P表面の部分領域とは、Z軸方向の位置が異なっている。本実施形態においては、制御装置30は、第1露光領域AR1において第1像面IS1と基板Pの表面とが合致するように、且つ第2露光領域AR2において第2像面IS2と基板Pの表面とが合致するように、第1像面IS1と、基板Pとを動かす。

【0157】

すなわち、図13(B)に示すように、制御装置30は、第1露光領域AR1において第1像面IS1と基板Pの表面とが合致するように、第1像面IS1をZ軸方向に動かすとともに、第2露光領域AR2において第2像面IS2と基板Pの表面とが合致するように、基板PをZ軸方向に動かす。図13(B)に示す例では、第1像面IS1は、図13(A)に示す状態から-Z方向に移動され、基板Pの表面は、図13(A)に示す状態から+Z方向に移動されている。

【0158】

第1像面IS1のZ軸方向の位置を調整するために、制御装置30は、第1マスクM1を保持した第1サブステージ62をZ軸方向に動かす。すなわち、制御装置30は、第1サブステージ62を制御して、図14の模式図に示すように、第1マスクM1の第1パターン形成面K1のZ軸方向の位置を調整する。図14に示すように、第1マスクM1の第1パターン形成面K1を、破線で示す所定位置から、-Z方向に移動することにより、図13(B)に示したように、第1像面IS1の位置を-Z方向に移動することができる。制御装置30は、第1パターン形成面K1のZ軸方向の位置を調整して、第1像面IS1のZ軸方向の位置を調整することにより、第1露光領域AR1において第1像面IS1と基板Pの表面とを所望の位置関係にすることができる。

【0159】

また、制御装置30は、基板ステージ80を制御して、基板Pの表面のZ軸方向の位置を調整することにより、第2露光領域AR2において第2像面IS2と基板Pの表面とを所望の位置関係にすることができる。また、本実施形態においては、制御装置30は、第2マスクM2を保持した第2サブステージ63のZ軸方向の位置をほぼ動かさないように制御する。

【0160】

第1パターン形成面K1の位置と第1像面IS1の位置との関係は、予め制御装置30に記憶されており、基板Pの露光を開始する前の第1像面IS1、第2像面IS2の位置はステップSA1で計測され、ステップSA2で調整され、調整後の第1、第2像面IS1、IS2の位置も制御装置30に記憶されている。また、基板Pの表面情報は、ステップSA3で求められている。したがって、制御装置30は、ステップSA1、SA2、SA3の結果に基づいて第1露光領域AR1内で基板Pの表面に対して第1像面IS1を合致させるために、第1マスクM1の第1パターン形成面K1をどのくらいZ軸方向に動かせばよいのかを知ることができる。同様に、制御装置30は、ステップSA1、SA2、SA3の結果に基づいて、第2露光領域AR2内で第2像面IS2に対して基板Pの表面を合致させるために、基板Pの表面をどのくらいZ軸方向に動かせばよいのかを知ることができる。

【0161】

以上、図13及び図14を参照しながら、本実施形態に係る第1、第2像面IS1、IS2と基板Pの表面との面位置関係を調整する方法について説明した。本実施形態の制御装置30は、基板Pのショット領域Sの走査露光中に、第1露光領域AR1内で第1像面IS1と基板Pの表面とを所望の位置関係にするように、且つ第2露光領域AR2内で第2像面IS2と基板Pの表面とを所望の位置関係にするように、走査露光中における第1像面IS1、及び基板Pの表面の位置調整量を決定する。すなわち、制御装置30は、こ

のステップ（ステップ S A 4）において、第 1、第 2 像面 I S 1, I S 2 の位置情報、及び基板 P の表面情報に基づいて、基板 P 上のショット領域 S の露光を開始する前に、基板 P の露光中における第 1 マスク M 1 を保持した第 1 サブステージ 6 2 の Z 軸方向の移動プロファイルと、第 2 マスク M 2 を保持した第 2 サブステージ 6 3 の Z 軸方向の移動プロファイルと、基板 P を保持した基板ステージ 8 0 の Z 軸方向の移動プロファイルとを決定する。

【 0 1 6 2 】

また、本実施形態の露光装置 E X は、第 1 マスク M 1 及び第 2 マスク M 2 と基板 P とを Y 軸方向に同期移動しつつ、第 1 パターン P A 1 の像及び第 2 パターン P A 2 の像で基板 P 上の複数のショット領域 S (S 1 ~ S 2 1) のそれぞれを順次多重露光するので、制御装置 3 0 は、基板 P 上のショット領域毎に、第 1 サブステージ 6 2、第 2 サブステージ 6 3、及び基板ステージ 8 0 の Z 軸方向の移動プロファイルを準備する。

10

【 0 1 6 3 】

図 1 5 (A) 及び図 1 5 (B) は、基板 P の表面情報と、第 1 サブステージ 6 2 の Z 軸方向の移動プロファイルと、基板テーブル 8 0 T の Z 軸方向の移動プロファイルとの関係の一例を示す模式図である。なお、上述したように、本実施形態においては、基板 P の露光中に、第 2 サブステージ 6 3 を Z 軸方向へ動かさないで、図 1 5 (A)、(B) においては、第 2 サブステージ 6 3 の Z 軸方向の移動プロファイルは図示されていない。図 1 5 (A) は、基板 P の 1 つのショット領域 S の表面情報（ Y 軸方向に関する基板 P 表面の Z 軸方向の位置の分布）を示し、図 1 5 (B) は、そのショット領域 S の走査露光中における基板テーブル 8 0 T の Z 軸方向の移動プロファイルと、第 1 サブステージ 6 2 の Z 軸方向の移動プロファイルとを示す。また、図 1 5 (A)、(B) には、基板 P 上のショット領域 S を第 1、第 2 露光領域 A R 1、A R 2 に対して - Y 方向に移動しつつ露光するときの状態が示されている。

20

【 0 1 6 4 】

図 1 5 (A) 及び図 1 5 (B) に示すように、制御装置 3 0 は、基板 P のショット領域 S の走査露光中、第 1 露光領域 A R 1 内で基板 P の表面に対して第 1 像面 I S 1 を合致させるように、メインステージ 6 1 及び基板ステージ 8 0 を Y 軸方向に同期移動するときの第 1 サブステージ 6 2 の Z 軸方向の移動プロファイルを決定する。また、制御装置 3 0 は、基板 P のショット領域 S の走査露光中、第 2 露光領域 A R 2 内で第 2 像面 I S 2 に対して基板 P の表面を合致させるように、メインステージ 6 1 及び基板ステージ 8 0 を Y 軸方向に同期移動するときの基板ステージ 8 0 の Z 軸方向の移動プロファイルを決定する。

30

【 0 1 6 5 】

なお、図 1 5 (B) においては、基板 P 上のショット領域 S に対する第 1 露光光 E L 1 による第 1 パターン P A 1 の像の投影が開始される時点を中心としており、基板ステージ 8 0 の Y 軸方向の移動速度、及び第 1 露光領域 A R 1 と第 2 露光領域 A R 2 との距離に応じた時間 T だけ遅れて、第 2 露光領域 A R 2 において第 2 像面 I S 2 に対して基板 P の表面を合致させるための基板ステージ 8 0 の Z 軸方向の移動が開始される。

【 0 1 6 6 】

そして、制御装置 3 0 は、ステップ S A 4 で決定した移動プロファイルに基づいて、マスクステージ 6 0 と基板ステージ 8 0 とを制御しつつ、第 1 パターン P A 1 の像と第 2 パターン P A 2 の像とで基板 P 上のショット領域 S の多重露光を開始する（ステップ S A 5）。

40

【 0 1 6 7 】

なお、基板 P の露光に先立って、第 1 検出系 1 0、第 2 検出系 2 0 を用いて、計測システム 7 0 で規定される X Y 座標系内での、第 1 パターン P A 1 の像の投影位置、第 2 パターン P A 2 の像の投影位置、及び基板 P 上の各ショット領域の位置（ショット領域毎の各投影位置との位置関係）が求められており、基板 P の各ショット領域の露光中は、第 1 パターン P A 1 の像と第 2 パターン P A 2 の像と基板 P との位置関係を調整しながら各ショット領域の多重露光が行われる。

50

【0168】

制御装置30は、基板Pのショット領域Sの走査露光中、第1露光領域AR1内で基板Pの表面に対して第1像面IS1が合致するように、ステップSA4で決定された移動プロファイルに基づき、第1サブステージ駆動装置65のZ駆動機構67を用いて第1サブステージ62をZ軸方向に動かしつつ、メインステージ61と基板ステージ80とをY軸方向に同期移動する。また、制御装置30は、基板Pのショット領域Sの走査露光中、第2露光領域AR2内で第2像面IS2に基板Pの表面が合致するように、ステップSA4で決定された移動プロファイルに基づき、基板ステージ駆動装置80DのZ駆動機構82を用いて基板テーブル80TをZ軸方向に動かしつつ、メインステージ61と基板ステージ80とをY軸方向に同期移動する。

10

【0169】

また、制御装置30は、マスクステージ60に設けられたZ計測装置70A（第1マスク用計測装置171）を用いて、第1マスクM1（第1パターン形成面K1）の位置情報を計測するとともに、基板ステージ80に設けられたエンコーダ84A、84B、84Cを用いて、基板テーブル80T（基板Pの表面）の位置情報を計測しつつ、基板P上のショット領域Sを走査露光する。制御装置30は、ステップSA3で決定した移動プロファイルを目標値として、Z計測装置70A（第1マスク用計測装置171）の計測結果に基づいて、第1サブステージ駆動装置65のZ駆動機構67を用いて第1マスクM1の位置を調整するとともに、エンコーダ84A、84B、84Cの計測結果に基づいて、基板ステージ駆動装置80DのZ駆動機構82を用いて基板Pの位置を調整しつつ、基板Pのショット領域Sを露光する。これにより、制御装置30は、第1露光領域AR1における第1像面IS1と基板Pの表面との面位置関係、及び第2露光領域AR2における第2像面IS2と基板Pの表面との面位置関係を所望状態にしつつ、基板Pのショット領域Sを多重露光することができる。

20

【0170】

なお、基板Pのショット領域Sの走査露光中に、第1、第2像面IS1、IS2と基板Pの表面との相対的な傾斜調整（X、Y方向の位置調整）を行うこともできる。この場合、ステップSA4において、第1サブステージ62、第2サブステージ63、及び基板ステージ80のX、Y方向の移動プロファイルを用意しておけばよい。

【0171】

制御装置30は、例えば、第1露光領域AR1において基板Pの表面が第1像面IS1に対して傾斜している場合、制御装置30は、基板Pの表面の傾斜情報（X、Y方向の位置情報）、及び第1像面IS1のX、Y方向の位置情報に応じて、第1サブステージ駆動装置65のZ駆動機構67を用いて第1パターン形成面K1を傾斜させることにより、第1露光領域AR1内で基板Pの表面に対して第1像面IS1を合致させることができる。

30

【0172】

また、制御装置30は、第2露光領域AR2内で第2像面IS2に対して基板Pの表面を合致させるように、第2像面IS2及び基板Pの表面のX、Y方向の位置情報に応じて、Z駆動機構82を用いて基板テーブル80Tを傾斜させて、基板Pの表面を傾斜させることができる。

40

【0173】

以上説明したように、第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2にそれぞれ第1露光EL1及び第2露光EL2を照射するとともに、基板P上のショット領域Sが第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とを通過するように基板PをY軸方向に移動することで、基板Pのショット領域Sを効率良く多重露光することができる。本実施形態においては、基板P上の複数のショット領域Sをそれぞれ、1回のスキャン動作で、1つのショット領域Sを第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とで多重露光（二重露光）することができ、スループットを向上できる。また、基板Pの-Y方向へのスキャン動作と+Y方向へのスキャン動作とを繰り返すことによって、基板P上の複数のショット領域

50

Sを効率良く多重露光することができる。また、1回のスキャン動作で1つのショット領域Sを多重露光することができるので、各ショット領域S内に第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とを所望の位置関係で形成することができる。

【0174】

そして、本実施形態においては、第1像面IS1と第2像面IS2と基板Pの表面との面位置関係を調整して、基板Pのショット領域Sを多重露光するので、第1、第2露光領域AR1、AR2において、基板Pの表面の位置が異なっても、第1露光領域AR1において第1像面IS1と基板Pの表面とを所望の位置関係にすることができるとともに、第2露光領域AR2において第2像面IS2と基板Pの表面とを所望の位置関係にすることができる。したがって、基板P上に所望のパターンを形成することができる。

10

【0175】

また、本実施形態においては、第2露光領域AR2における第2像面IS2と基板P表面との位置関係の調整を基板Pの表面位置の調整(基板ステージ80の移動)のみで実行し、第1露光領域AR1における第1像面と基板P表面との位置関係の調整は、第1露光領域AR1と共役な第1照明領域IA1における第1マスクM1の第1パターン形成面K1の位置調整のみで実行しているので、第1、第2露光領域AR1、AR2の両方で像面(IS1、IS2)と基板P表面とを比較的容易な制御で合致させることができる。

【0176】

また、本実施形態においては、第1露光領域AR1へ照射される第1露光光EL1、及び第2露光領域AR2へ照射される第2露光光EL2が1つの終端光学素子FLを介して基板Pに照射されるので、投影光学系PLの構成を簡素化することができる。また、投影光学系PLの視野内で第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とを異なる位置に規定しているので、第1、第2露光領域AR1、AR2と光学的な共役な位置近傍に反射面40A、40Bを配置することによって、第1マスクM1からの第1露光光EL1と第2マスクM2からの第2露光光EL2とを第3光学系43に導くことができ、第1、第2露光領域AR1、AR2のそれぞれに照射することができる。

20

【0177】

なお、本実施形態においては、第1露光領域AR1における第1像面IS1と基板Pの表面との位置関係の調整は、第1パターン形成面K1の位置調整による第1像面IS1の位置調整のみで行われ、第2露光領域AR2における第2像面IS2と基板Pの表面との位置関係の調整は、基板Pの表面の位置調整のみで行われているが、第1露光領域AR1における第1像面IS1と基板Pの表面との位置関係の調整を、基板Pの表面の位置調整のみで行い、第2露光領域AR2における第2像面IS2と基板Pの表面との位置関係の調整を、第2サブステージ駆動装置66を用いた第2パターン形成面K2の位置調整による第2像面IS2の位置調整のみで行うようにしてもよい。この場合、制御装置30は、例えばZ計測装置70A(第2マスク用計測装置172)を用いて、第2マスクM2の第2パターン形成面K2の位置情報を検出しつつ、第2サブステージ駆動装置66のZ駆動機構67を用いて第2マスクM2(第2パターン形成面K2)の位置を調整することができる。またこの場合、制御装置30は、基板Pのショット領域Sの走査露光中に、第2露光領域AR2内での基板Pの表面の傾斜情報に応じて、第2サブステージ駆動装置66のZ駆動機構67を用いて第2パターン形成面K2を傾斜させることができるし、第1露光領域AR1内で第1像面IS1に対して基板Pの表面を合致させるように、基板ステージ80のZ駆動機構82を用いて、基板Pの表面を傾斜させることができる。なお、本実施形態では第1、第2露光領域AR1、AR2でそれぞれ投影光学系PLの焦点深度内に基板表面が配置されるように、第1、第2露光領域AR1、AR2の一方において像面の位置(及び傾斜)を調整し、他方において基板の位置(及び傾斜)を調整してもよい。すなわち、第1、第2露光領域AR1、AR2の少なくとも一方において像面と基板表面とを合致させなくてもよい。

30

40

【0178】

< 第2実施形態 >

50

第2実施形態について説明する。上述の第1実施形態では、制御装置30は、第1露光領域AR1における第1像面IS1と基板Pの表面との位置関係の調整を第1像面IS1の位置調整のみで行い、第2露光領域AR2における第2像面IS2と基板Pの表面との位置関係の調整を基板Pの表面の位置調整のみで行っているが、第2実施形態の特徴的な部分は、制御装置30は、第1露光領域AR1における第1像面IS1と基板Pの表面との位置関係の調整、及び第2露光領域AR2における第2像面IS2と基板Pの表面との位置関係の調整を、基板Pの表面の位置調整なしに、第1像面IS1及び第2像面IS2の位置調整のみで行う点にある。

【0179】

以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。 10

【0180】

図16(A)及び図16(B)は、第2実施形態に係る第1、第2像面IS1、IS2と基板Pの表面との面位置関係を調整する方法を説明するための模式図である。図16(A)は、図13(A)と同様、第1、第2像面IS1、IS2の位置と、基板Pの表面との位置関係を模式的に示した図である。図16(A)に示す状態においては、第1像面IS1と第2像面IS2と基板Pの表面との面位置関係は調整されていない。

【0181】

本実施形態においては、図16(B)に示すように、制御装置30は、第1露光領域AR1において第1像面IS1と基板Pの表面とが合致するように、第1像面IS1をZ軸 20
方向に動かすとともに、第2露光領域AR2において第2像面IS2と基板Pの表面とが合致するように、第2像面IS2をZ軸方向に動かす。図16(B)に示す例では、第1像面IS1は、図16(A)に示す状態から-Z方向に移動され、第2像面IS2も、図16(A)に示す状態から-Z方向に移動されている。

【0182】

制御装置30は、第1露光領域AR1内において、第1像面IS1のZ軸方向の位置を調整するために、第1マスクM1を保持した第1サブステージ62をZ軸方向に動かす。すなわち、制御装置30は、第1サブステージ62を制御して、第1マスクM1の第1パターン形成面K1のZ軸方向の位置を調整する。また、制御装置30は、第2露光領域AR2において第2像面IS2のZ軸方向の位置を調整するために、第2マスクM2を保持 30
した第2サブステージ63をZ軸方向に動かす。すなわち、制御装置30は、第2サブステージ63を制御して、第2マスクM2の第2パターン形成面K2のZ軸方向の位置を調整する。また、本実施形態においては、制御装置30は、基板Pの表面のZ軸方向の位置をほぼ動かさないように基板ステージ80を制御する。これにより、制御装置30は、第1露光領域AR1内で第1像面IS1と基板Pの表面とを所望の位置関係にすることができるとともに、第2露光領域AR2内で第2像面IS2と基板Pの表面とを所望の位置関係にすることができる。

【0183】

上述の第1実施形態と同様に、基板Pの走査露光に先立って、制御装置30は、第1サブステージ62、第2サブステージ63、及び基板ステージ80のZ軸方向の移動プロフ 40
ァイルを作成する。制御装置30は、基板Pのショット領域Sの走査露光中、第1露光領域AR1内で基板Pの表面に対して第1像面IS1を合致させるように、第1サブステージ62のZ軸方向の移動プロファイルを決するとともに、第2露光領域AR2内で基板Pの表面に対して第2像面IS2を合致させるように、第2サブステージ63のZ軸方向の移動プロファイルを決する。第1、第2サブステージ62、63の移動プロファイルの決定では、第1、第2像面IS1、IS2の位置情報、及び基板Pの表面情報が用いられる。また、基板Pの露光中、基板P表面のZ軸方向の位置が変化しないよう基板ステージ80の移動プロファイルが決定される。

【0184】

そして、制御装置30は、決定した移動プロファイルに基づいて、マスクステージ60 50

いよう第 1、第 2 サブステージ 6 2、6 3 の移動プロファイルが決定される。

【0192】

そして、制御装置 30 は、決定した移動プロファイルに基づいて、マスクステージ 60 と基板ステージ 80 とを制御しつつ、第 1 パターン PA1 の像と第 2 パターン PA2 の像とで基板 P 上のショット領域 S を多重露光する。

【0193】

本実施形態においては、第 1 露光領域 AR1 において第 1 像面 IS1 と基板 P の表面とを所望の位置関係にすることができる。例えば、第 1 パターン PA1 は第 1 像面 IS1 と基板 P 表面との高精度な位置関係の調整が要求され、第 2 パターン PA2 は第 2 像面 IS2 と基板 P 表面との高精度な位置関係の調整を必要としない場合、あるいは第 1 パターン PA1 と第 2 パターン PA2 とでその投影条件が異なり、第 1 パターン PA1 の像に比べて大きな焦点深度で第 2 パターン PA2 の像が投影される場合、あるいは基板 P の表面が比較的平坦であり、第 1 露光領域 AR1 における基板 P 表面の位置と第 2 露光領域 AR2 における基板 P 表面の位置との差が小さい場合には、本実施形態の方法を用いて基板 P のショット領域 S を多重露光することができる。本実施形態では、第 1 露光領域 AR1 において第 1 像面 IS1 と基板 P の表面とを合致させるように基板 P の位置を調整しても、第 2 露光領域 AR2 において投影光学系 PL の焦点深度内に基板 P の表面が実質的に維持され、第 2 パターン PA2 の解像不良などが生じることはない。

10

【0194】

本実施形態においては、第 1 露光領域 AR1 のみで、基板ステージ 80 のみを使って第 1 像面 IS1 と基板 P 表面との位置関係を調整しているため、第 1 像面 IS1 と基板 P 表面とを容易に所望状態にすることができる。また、本実施形態においては、第 2 サブステージ 63 を駆動する第 2 サブステージ駆動装置 66 の Z 駆動機構 67 を簡略若しくは省略できるなど、装置の簡略化、低コスト化を図ることができる。

20

【0195】

なお、本実施形態においては、第 2 露光領域 AR2 において第 2 像面 IS2 と基板 P 表面との位置関係の調整を行わずに、第 1 露光領域 AR1 における第 1 像面 IS1 と基板 P の表面とが合致するように、基板 P の表面の位置調整を行っているが、第 1 露光領域 AR1 において第 1 像面 IS1 と基板 P 表面との位置関係の調整を行わずに、第 2 露光領域 AR2 における第 2 像面 IS2 と基板 P の表面とが合致するように、基板 P の表面の位置調整を行ってもよい。

30

【0196】

また、一方の露光領域 (AR1 又は AR2) で行われる像面 (IS1 又は IS2) と基板 P 表面との位置関係の調整を、基板 P 表面の位置調整を行わずに、像面 (IS1 又は IS2) の位置調整のみで実行しても良い。あるいは、一方の露光領域 (AR1 又は AR2) で行われる像面 (IS1 又は IS2) と基板 P 表面との位置関係の調整を、基板 P 表面の位置調整と像面 (IS1 又は IS2) の位置調整の両方で実行しても良い。

【0197】

なお、本実施形態においても、一方の露光領域 (AR1 又は AR2) において、像面 (IS1 又は IS2) と基板 P の表面との相対的な傾斜調整 (X、Y 方向の位置調整) を行うことができる。また、本実施形態でも第 1、第 2 露光領域 AR1、AR2 でそれぞれ投影光学系 PL の焦点深度内に基板表面が配置されるように、第 1、第 2 露光領域 AR1、AR2 の一方において像面及び基板の少なくとも一方の位置 (及び傾斜) を調整してもよい。すなわち、一方の露光領域において像面と基板表面とを合致させなくてもよい。

40

【0198】

< 第 4 実施形態 >

第 4 実施形態について説明する。本実施形態の特徴的な部分は、制御装置 30 は、第 1 露光領域 AR1 における第 1 像面 IS1 と基板 P の表面との誤差、及び第 2 露光領域 AR2 における第 2 像面 IS2 と基板 P の表面との誤差がほぼ同じになるように、基板 P の表面の位置調整を行う点にある。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構

50

成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【0199】

図18(A)及び図18(B)は、第4実施形態に係る第1、第2像面IS1、IS2と基板Pの表面との面位置関係を調整する方法を説明するための模式図である。図18(A)は、図13(A)と同様、第1、第2像面IS1、IS2の位置と、基板Pの表面との関係を模式的に示した図である。図18(A)に示す状態においては、第1像面IS1と第2像面IS2と基板Pの表面との面位置関係は調整されていない。

【0200】

本実施形態においては、図18(B)に示すように、制御装置30は、第1露光領域AR1における第1像面IS1と基板Pの表面との誤差、及び第2露光領域AR2における第2像面IS2と基板Pの表面との誤差がほぼ等しくなるように、基板Pの表面をZ軸方向に動かして、基板Pの表面の位置調整を行う。制御装置30は、第1露光領域AR1における第1像面IS1と基板Pの表面との位置関係の調整、及び第2露光領域AR2における第2像面IS2と基板Pの表面との位置関係の調整を、第1像面IS1及び第2像面IS2の位置調整なしに、基板Pの表面の位置調整のみで行う。

【0201】

本実施形態においても、第1像面IS1と第2像面IS2とのZ軸方向の位置はほぼ同じなので、制御装置30は、第1露光領域AR1における基板Pの表面のZ軸方向の位置と第2露光領域AR2における基板Pの表面のZ軸方向の位置との中間位置(平均位置)CTが、第1像面IS1及び第2像面IS2と合致するように、基板Pの表面の位置調整を行う。図18(B)に示す例では、基板Pは、第1露光領域AR1における基板Pの表面のZ軸方向の位置と第2露光領域AR2における基板Pの表面のZ軸方向の位置との中間位置CTが、第1像面IS1及び第2像面IS2と合致するように、図18(A)に示す状態から+Z方向に移動されている。

【0202】

制御装置30は、基板ステージ80を制御して、第1露光領域AR1、第2露光領域AR2内における基板Pの表面のZ軸方向の位置を調整する。また、制御装置30は、第1像面IS1及び第2像面IS2の位置が変化しないように、第1マスクM1を保持した第1サブステージ62のZ軸方向の位置、及び第2マスクM2を保持した第2サブステージ63のZ軸方向の位置をほぼ動かさないように第1、第2サブステージ62、63を制御する。

【0203】

上述の各実施形態と同様に、基板Pの走査露光に先立って、制御装置30は、第1サブステージ62、第2サブステージ63、及び基板ステージ80のZ軸方向の移動プロファイルを作成する。制御装置30は、基板Pのショット領域Sの走査露光中、第1、第2像面IS1、IS2に対して基板Pの表面の中間位置CTを合致させるように、基板ステージ80のZ軸方向の移動プロファイルを決定する。また、基板Pのショット領域Sの走査露光中、第1像面IS1、第2像面IS2のZ軸方向の位置が変化しないよう第1、第2サブステージ62、63の移動プロファイルが決定される。

【0204】

そして、制御装置30は、決定した移動プロファイルに基づいて、マスクステージ60と基板ステージ80とを制御しつつ、第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とで基板P上のショット領域Sを多重露光する。

【0205】

例えば、第1パターンPA1の像、第2パターンPA2の像のいずれもが像面(IS1、IS2)と基板P表面との高精度な位置関係の調整を必要としない場合、あるいは基板Pの表面が比較的平坦であり、第1露光領域AR1における基板P表面の位置と第2露光領域AR2における基板P表面の位置との差が小さい場合には、本実施形態の面位置調整方法を用いて基板Pのショット領域Sを多重露光することができる。本実施形態では、第1、第2露光領域AR1、AR2でそれぞれ、像面と基板表面とが合致していなくても、

10

20

30

40

50

投影光学系 P L の焦点深度内に基板表面が維持される。

【 0 2 0 6 】

本実施形態によれば、第 1 像面 I S 1、第 2 像面 I S 2 の位置調整を行うことなく、第 1 露光領域 A R 1 において第 1 像面 I S 1 と基板 P の表面とを所定の位置関係にすることができるとともに、第 2 露光領域 A R 2 において第 2 像面 I S 2 と基板 P の表面とを所定の位置関係にすることができる。また、第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 の位置調整を行うための第 1、第 2 サブステージ駆動装置 6 5、6 6 の Z 駆動機構 6 7 を簡略若しくは省略できる。

【 0 2 0 7 】

なお、本実施形態においても、第 1 露光領域 A R 1、第 2 露光領域 A R 2 において、像面 (I S 1、I S 2) と基板 P の表面との相対的な傾斜調整 (X、Y 方向の位置調整) を行うようにしてもよい。また、本実施形態では第 1、第 2 露光領域 A R 1、A R 2 における基板表面の位置の中間位置 C T が第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 と合致していてもよい。

【 0 2 0 8 】

< 第 5 実施形態 >

また、制御装置 3 0 は、図 1 8 (B) から図 1 9 に示す状態となるように、すなわち、第 1 露光領域 A R 1 において第 1 像面 I S 1 と基板 P の表面とが合致するように、且つ第 2 露光領域 A R 2 において第 2 像面 I S 2 と基板 P の表面とが合致するように、基板 P の表面の位置調整に加えて、第 1 像面 I S 1、及び第 2 像面 I S 2 の位置調整を行うことも

【 0 2 0 9 】

図 1 9 に示す例では、第 4 実施形態で説明した基板 P の表面の位置調整に加えて、第 1 露光領域 A R 1 において第 1 像面 I S 1 が合致するように、且つ第 2 露光領域 A R 2 において第 2 像面 I S 2 が合致するように、第 1 像面 I S 1 及び第 2 像面 I S 2 それぞれの Z 軸方向の位置が調整されている。

【 0 2 1 0 】

上述の各実施形態と同様に、基板 P の走査露光に先立って、制御装置 3 0 は、第 1 サブステージ 6 2、第 2 サブステージ 6 3、及び基板ステージ 8 0 の Z 軸方向の移動プロファイルを作成する。制御装置 3 0 は、基板 P のショット領域 S の走査露光中、第 1 露光領域 A R 1 において基板 P の表面と第 1 像面 I S 1 とを合致させるように、且つ第 2 露光領域 A R 2 において基板 P の表面と第 2 像面 I S 2 とを合致させるように、第 1 サブステージ 6 2、第 2 サブステージ 6 3、及び基板テーブル 8 0 T それぞれの Z 軸方向の移動プロファイルを決定する。

【 0 2 1 1 】

ここで、本実施形態においては、初期調整直後 (第 1 実施形態の図 1 1 のステップ S A 2 の直後) は第 1 像面 I S 1 と第 2 像面 I S 2 は同一平面に設定されるので、図 1 8 (A) に示したようにほぼ面一である第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 に対して基板 P の表面の中間位置 C T が合致するように、図 1 8 (B) に示すように基板 P 表面の位置調整が行われる。また、これに加えて、図 1 9 に示すように、第 1 露光領域 A R 1 において図 1 8 (B) のように位置調整される基板 P の表面に対して第 1 像面 I S 1 が合致するように、且つ第 2 露光領域 A R 2 において図 1 8 (B) のように位置調整される基板 P の表面に対して第 2 像面 I S 2 が合致するように、第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 のそれぞれの位置調整が行われている。すなわち、図 1 8 (B) から図 1 9 に移動される第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 の位置調整量はほぼ等しくなっている。すなわち、制御装置 3 0 は、図 1 8 (A) から図 1 8 (B) への位置調整においては、第 1 像面 I S 1 の位置調整量と第 2 像面 I S 2 の位置調整量とがほぼ等しくなるように、基板 P の表面の位置調整を行っている。

【 0 2 1 2 】

このように、制御装置 3 0 は、第 1 露光領域 A R 1 及び第 2 露光領域 A R 2 の両方で、第 1 像面 I S 1、第 2 像面 I S 2、及び基板 P の表面のそれぞれの位置調整を行うことも

できる。なお、本実施形態において、制御装置 30 は、第 1 露光領域 A R 1 における初期調整後の第 1 像面 I S 1 と基板 P の表面との誤差、及び第 2 露光領域 A R 2 における初期調整後の第 2 像面 I S 2 と基板 P の表面との誤差がほぼ同じになるように、基板 P の表面の位置調整を行う。これにより、第 1 像面 I S 1 と第 2 像面 I S 2 とでその位置調整量がほぼ等しくなり、第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 の位置調整を行うことによって、第 1 露光領域 A R 1 における第 1 像面 I S 1 と基板 P の表面との面位置関係を所望状態にすることができるとともに、第 2 露光領域 A R 2 における第 2 像面 I S 2 と基板 P の表面との面位置関係を所望状態にすることができる。

【0213】

なお、第 5 実施形態においても、第 1、第 2 露光領域 A R 1、A R 2 において、像面 (I S 1、I S 2) と基板 P の表面との相対的な傾斜調整 (X、Y 方向の位置調整) を行うことができる。

10

【0214】

また第 5 実施形態において、第 1 像面 I S 1 の位置調整量と第 2 像面 I S 2 の位置調整量は異なってもよい。すなわち、本実施形態においては、第 1 露光領域 A R 1 と第 2 露光領域 A R 2 の両方で、像面 (I S 1、I S 2) と基板 P 表面とが合致するように、像面 I S 1、像面 I S 2、基板 P 表面の位置関係を適宜調整することができる。さらに、第 5 実施形態では第 1、第 2 露光領域 A R 1、A R 2 でそれぞれ像面と基板表面とを合致させなくてもよい。すなわち、第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 をそれぞれ図 18 (B) と比べて基板表面に近づけるだけでもよい。

20

【0215】

なお、上述の第 1 ~ 第 5 実施形態においては、第 1 像面 I S 1 と第 2 像面 I S 2 は、初期調整 (第 1 実施形態の図 11 のステップ S A 2) において、ほぼ同一の平面内に形成されるように位置調整されているが、第 1 像面 I S 1 と第 2 像面 I S 2 とが互いに異なる面内に形成されるように調整してもよいし、あるいは第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 の位置調整 (ステップ S A 2) を行わなくてもよい。すなわち、第 1 像面 I S 1 と第 2 像面 I S 2 とで Z 軸方向の位置を異ならせてもよい。この場合、第 1 実施形態の図 10 のステップ S A 1 で説明したように、第 1 像面 I S 1 と第 2 像面 I S 2 との位置情報 (傾斜情報を含む) はそれぞれ計測され、その位置関係も分かっているので、第 1 像面 I S 1 と第 2 像面 I S 2 との面位置関係を考慮すれば、上述の第 1 ~ 第 5 実施形態で説明した面位置調整を

30

【0216】

また、上述の第 1 ~ 第 5 実施形態においては、第 1 露光領域 A R 1 と第 2 露光領域 A R 2 とが Y 軸方向に離れているが、第 1 露光領域 A R 1 と第 2 露光領域 A R 2 とが Y 軸方向において一部重複している場合にも、上述の第 1 ~ 第 5 実施形態で説明した面位置調整を実施することができる。また、露光装置 E X は、上述の第 1 ~ 第 5 実施形態で説明したすべての面位置調整方法のうちいずれか一つを実行できるだけでもよいし、基板 P の表面情報、パターンの特徴 (例えば、パターン線幅、パターンピッチ、パターン密集度など)、パターンの露光条件 (焦点深度の大きさなど) 等に応じて、複数の面位置調整方法の中からいずれか一つを選択するようにしてもよい。

40

【0217】

また、上述の第 1 ~ 第 5 実施形態においては、基板 P の走査露光に先立って、制御装置 30 は、第 1 サブステージ 6 2、第 2 サブステージ 6 3、及び基板ステージ 8 0 の移動プロファイルをそれぞれ作成しているが、Z 軸方向、X 方向、Y 方向の少なくとも一つの方向の面位置調整動作を行わないステージ (例えば第 1 実施形態における第 2 サブステージ 6 3) の移動プロファイルは作成しなくてもよい。また、面位置調整動作を行わないステージの駆動機構を省略することもできる。また、第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 の少なくとも一方の位置を調整する方法は、マスクの位置調整に限られるものでなく他の方法、例えば投影光学系 P L の結像特性の調整などを代用あるいは併用してもよい。

【0218】

50

< 第 6 実施形態 >

第 6 実施形態について説明する。上述の各実施形態においては、基板 P の表面情報を取得可能なフォーカス・レベリング検出系 130 は、投影光学系 PL から離れて配置されているが、本実施形態の特徴的な部分は、フォーカス・レベリング検出系 130' は、投影光学系 PL の像面側、すなわち第 1、第 2 露光領域 AR1, AR2 の近傍で基板 P の表面情報を取得する点にある。なお、本実施形態では、フォーカス・レベリング検出系 130' は前述のフォーカス・レベリング検出系 130 と構成がほぼ同一である。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【0219】

図 20 は、第 6 実施形態に係る露光装置 EX を示す概略構成図である。図 20 に示すように、フォーカス・レベリング検出系 130' は、その複数の検出点が投影光学系 PL 直下の露光処理位置 EP を含む所定範囲に配置されている。本実施形態においては、制御装置 30 は、フォーカス・レベリング検出系 130' を用いて、基板 P の表面情報を取得しつつ、基板 P のショット領域 S を多重露光する。

【0220】

図 21 は、本実施形態に係るフォーカス・レベリング検出系 130' の検出光 La の照射位置（検出点）と第 1、第 2 露光領域 AR1 との関係を示す模式図である。図 21 では、ショット領域 S 上に第 1、第 2 露光領域 AR1, AR2 が設定されている状態を示している。また、フォーカス・レベリング検出系 130' の投射系 131' は、基板 P 上の複数の位置のそれぞれに検出光 La を照射する。投射系 131' は、ショット領域 S のほぼ全域に検出光 La を照射する。また、投射系 131' は、第 1、第 2 露光領域 AR1, AR2 それぞれの内部にも検出光 La を照射する。

【0221】

このように、フォーカス・レベリング検出系 130' は、基板 P のショット領域 S のほぼ全域にわたって検出光 La を照射し、その受光結果に基づいて、ショット領域 S の表面情報を求めることができる。本実施形態のフォーカス・レベリング検出系 130' は、初期調整後（図 11 のステップ SA2 後）の第 1 像面 IS1 と検出光 La が照射された基板 P 表面との位置関係（第 1 像面 IS1 に対する基板 P 表面の位置ずれ情報）を出力するようになっている。

【0222】

制御装置 30 は、基板 P に対する多重露光動作と並行して、フォーカス・レベリング検出系 130' を用いて基板 P の表面情報を取得するとともに、そのフォーカス・レベリング検出系 130' の検出結果に基づいて、第 1 像面 IS1 と、第 2 像面 IS2 と、基板 P の表面との面位置関係を調整しつつ、多重露光することができる。

【0223】

なお、本実施形態において、フォーカス・レベリング検出系 130' は、基板 P に対する多重露光動作と並行して、基板 P の表面情報を取得しているが、基板 P に対する多重露光動作を開始する前に、基板 P 表面全体の表面情報を取得するようにしてもよい。この場合、上述の各実施形態と同様に、第 1 像面 IS1, 第 2 像面 IS2, 基板 P 表面の位置関係を調整してもよい。また、本実施形態では、フォーカス・レベリング検出系 130' の検出点を、ショット領域 S のサイズと同程度の範囲に渡って配置するものとしたが、図 21 よりも検出点を配置する範囲を狭くしたり、検出点の数を減らしてもよい。例えば、第 1、第 2 露光領域 AR1, AR2 の内部のみにそれぞれ複数の検出点を配置するだけでもよい。

【0224】

< 第 7 実施形態 >

第 7 実施形態について説明する。図 22 は、本実施形態に係る露光装置 EX を示す概略構成図である。上述の各実施形態と異なる本実施形態の特徴的な部分は、第 1 露光領域 AR1 と第 2 露光領域 AR2 の少なくとも一部とが重複している点にある。具体的には、本

10

20

30

40

50

実施形態においては、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とは同じ位置に重なるように設定されている。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

【0225】

本実施形態においても、制御装置30は、メインステージ61を有するマスクステージ60を用いて、第1マスクM1と第2マスクM2とを同一の走査方向（例えば+Y方向）に移動しつつ、照明系ILからの第1露光光EL1及び第2露光光EL2で、第1パターンPA1及び第2パターンPA2のそれぞれを照明する。また、制御装置30は、第1マスクM1及び第2マスクM2のY軸方向への移動と同期して、基板Pを保持した基板ステージ80をY軸方向へ移動して、基板Pのショット領域Sを走査露光する。基板P上のシ

10

【0226】

本実施形態の投影光学系PL'は、第1マスクM1からの第1露光光EL1と第2マスクM2からの第2露光光EL2とが入射するビームスプリッタ124を備えている。また、投影光学系PL'は、第1マスクM1とビームスプリッタ124との間の第1露光光EL1の光路上に設けられた第1結像光学系120Aと、第2マスクM2とビームスプリッタ124との間の第2露光光EL2の光路上に設けられた第2結像光学系120Bと、ビームスプリッタ124と基板Pとの間に配置された光学系120Cとを有している。本実

20

【0227】

第1マスクM1とビームスプリッタ124の間には、第1結像光学系120A及び第1反射ミラー121が設けられており、第1マスクM1からの第1露光光EL1は、第1結像光学系120Aを通過した後、第1反射ミラー121を介して、ビームスプリッタ124に入射する。第2マスクM2とビームスプリッタ124の間には、第2反射ミラー122、第2結像光学系120B、及び第3反射ミラー123が設けられており、第2マスクM2からの第2露光光EL2は、第2反射ミラー122で反射した後、第2結像光学

30

【0228】

本実施形態においては、第1パターンPA1の像は、第1結像光学系120Aによって、第1マスクM1とビームスプリッタ124との間において、1回倒立する。また、本実施形態においては、光学系120Cは、物体の像を1回倒立させる。したがって、第1パターンPA1の像は、第1マスクM1と第1露光領域AR1との間において、2回（偶数回）倒立する。また、第2パターンPA2の像は、第2結像光学系120Bによって、第2マスクM2とビームスプリッタ120Cとの間において、1回倒立する。したがって、

40

【0229】

このように、本実施形態の投影光学系PL'は、第1マスクM1と第1露光領域AR1との間で第1パターンPA1の像を偶数回倒立させ、第2マスクM2と第2露光領域AR2との間で第2パターンPA2の像を偶数回倒立させている。したがって、第1マスクM1と第2マスクM2とを同一の走査方向（例えば+Y方向）に移動しつつ、第1露光光EL1及び第2露光光EL2で第1パターンPA1及び第2パターンPA2のそれぞれを照明した場合でも、基板P上のショット領域Sに所望の第1、第2パターンPA1、PA2の像を投影することができる。

50

【0230】

図23は、第7実施形態に係る第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とショット領域Sとの位置関係を示す図である。図23に示すように、本実施形態においては、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とは同じ位置に重複するように設定されている。

【0231】

本実施形態においても、基板Pに対する露光動作を開始する前に、空間像計測器162を用いて第1像面IS1の位置、及び第2像面IS2の位置を計測する動作が実行される。空間像計測器162を用いて第1像面IS1の位置を計測する場合には、上述の実施形態と同様、制御装置30は、第1露光領域AR1に計測ステージ90上の開口161を配置して、第1照明領域IA1内に配置される第1マスクM1の計測マークの空間像を空間像計測器162で検出し、第1像面IS1の位置を計測する。本実施形態においては、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2とは重複しており、第1像面IS1の位置を計測するときには、第2露光光EL2の照射は停止されている。また、空間像計測器162を用いて第2像面IS2の位置を計測する場合には、上述の実施形態と同様、制御装置30は、第2露光領域AR2に計測ステージ90上の開口161を配置して、第2照明領域IA2内に配置される第2マスクM2の計測マークの空間像を空間像計測器162で検出し、第2像面IS2の位置を計測する。また、第2像面IS2の位置を計測するときには、第1露光光EL1の照射は停止されている。

【0232】

本実施形態においても、制御装置30は、空間像計測器162の計測結果に基づいて、第1像面IS1の位置と第2像面IS2の位置とを合致させた後、基板Pの露光を開始する。第1像面IS1の位置と第2像面IS2の位置とを合致させるためには、例えば第1パターン形成面K1及び第2パターン形成面K2の少なくとも一方の位置を調整すればよい。この場合、投影光学系PL'の光学調整、及び/又は露光光の波長調整などを代用あるいは併用してもよい。

【0233】

制御装置30は、第1、第2像面IS1、IS2が動かないように、調整された第1パターン形成面K1と第2パターン形成面K2の面位置を維持しつつ、基板Pを露光する。こうすることにより、基板Pの露光中には、第1、第2マスクM1、M2を動かす必要がなく、基板テーブル80Tを動かすだけで、第1、第2像面IS1、IS2と基板Pの表面とを所望の位置関係に調整することができる。

【0234】

なお、第1像面IS1と第2像面IS2とがほぼ同一の平面内に形成されるように、投影光学系PL'の一部の光学素子を動かしても良い。

【0235】

また、上述の各実施形態においては、第1、第2マスクM1、M2に設けられた計測マークの空間像を空間像計測器162を用いて検出して、第1像面IS1と第2像面IS2の位置情報を取得しているが、マスクステージ60に設けられた基準マークを、第1、第2照明領域IA1、IA2に配置して、その空間像を空間像計測器162で検出するようにしてもよい。なお、基準マークが設けられたマスクステージは、例えば、特開平8-78313号公報、特開平8-78314号公報(いずれも対応米国特許第6,018,384号)、特開平8-227847号公報(対応米国特許第6,169,602号)などに開示されている。

【0236】

<第8実施形態>

第8実施形態について説明する。本実施形態の露光装置EXの特徴的な部分は、例えば特開平11-45846号公報(対応米国特許第6,549,271号)に開示されているような、マスクのパターン形成面の表面情報を取得可能な面検出系を備えた点にある。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

10

20

30

40

50

【0237】

図24は、第8実施形態に係る露光装置EXの要部を示す模式図である。図24に示すように、本実施形態に係る露光装置EXは、第1、第2マスクM1、M2の第1、第2パターン形成面K1、K2の表面情報を取得可能な面検出系140を備えている。面検出系140は、第1、第2パターン形成面K1、K2に検出光Lbを照射する投射系141と、投射系141より第1、第2パターン形成面K1、K2に照射された検出光Lbの反射光を受光可能な受光系142とを備えている。面検出系140は、受光系142の受光結果に基づいて、第1、第2パターン形成面K1、K2の表面情報を求めることができる。第1、第2パターン形成面K1、K2の表面情報とは、第1、第2パターン形成面K1、K2の位置情報（Z軸、X、Y方向に関する位置情報）、及び第1、第2パターン形成面K1、K2の形状に関する情報（凹凸情報）を含む。

10

【0238】

例えば、空間像計測器162が第1パターン形成面K1の計測マークからの第1露光光EL1に基づいて第1像面IS1の位置を計測する場合、制御装置30は、空間像計測器162の計測結果と、面検出系140の検出結果とに基づいて、第1パターン形成面K1の各位置に対応する第1像面IS1の位置を求めることができる。すなわち、図24の破線で示すように、第1パターン形成面K1に反りが生じている場合、第1パターン形成面K1の中央領域を通過した第1露光光EL1によって形成される第1像面IS1の位置と、第1パターン形成面K1の周縁領域（例えば計測マークが形成された領域）を通過した第1露光光EL1によって形成される第1像面IS1の位置とは互いに異なる。空間像計測器162が第1パターン形成面K1の周縁領域を通過した第1露光光EL1に基づいて第1像面IS1の位置を計測する場合であっても、制御装置30は、空間像計測器162の計測結果と、面検出系140の検出結果とに基づいて、第1パターン形成面K1の中央領域を通過する第1露光光EL1によって形成される第1像面IS1の位置を求めることができる。

20

【0239】

上述の第1～第7実施形態において、面検出系140の検出結果も考慮して、第1像面IS1と第2像面IS2と基板P表面との少なくとも一つを調整することによって、露光領域（AR1及び/又はAR2）において、像面（IS1及び/又はIS2）と基板P表面との位置関係の調整を高精度に行うことが可能となる。

30

【0240】

また、面検出系140を用いて、基板Pの露光中における第1、第2パターン形成面K1、K2の表面情報を計測可能であるならば、上述のZ計測装置70Aに代えて、面検出系140を用いてもよい。なお、面検出系140は図24の構成に限られるものではない。

【0241】

<第9実施形態>

第9実施形態について説明する。本実施形態の特徴的な部分は、基板P上に液体の液浸領域を形成し、その液浸領域の液体を介して第1露光光EL1と第2露光光EL2とを基板P上のショット領域Sに照射する点にある。以下の説明において、上述の実施形態と同一又は同等の構成部分については同一の符号を付し、その説明を簡略若しくは省略する。

40

【0242】

図25は、第9実施形態を示す概略構成図である。本実施形態の露光装置EXは、例えば国際公開第99/49504号パンフレット、特開2004-289126号（対応米国特許出願公開第2004/0165159号）等が開示されているような、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した露光装置であって、基板P上に液体LQの液浸領域LRを形成する液浸システム100を備えている。本実施形態では、液体LQとして、水（純水）を用いる。また、基板Pには、液体LQから感光材や基材を保護するトップコート膜などを設けることができる。

50

【0243】

液浸システム100は、投影光学系PLの複数の光学素子のうち、投影光学系PLの像面に最も近い終端光学素子FLと基板Pとの間の第1、第2露光光EL1、EL2の光路の近傍に設けられ、その光路に対して液体LQを供給するための供給口112を有する供給部材113、及び液体LQを回収するための回収口114を有する回収部材115を有している。供給部材113には液体LQを送出可能な液体供給装置（不図示）が接続されており、液体供給装置は、清浄で温度調整された液体LQを供給口112を介して光路に供給可能である。また、回収部材115には、真空系等を含む液体回収装置（不図示）が接続されており、液体回収装置は、光路を満たす液体LQを回収口114を介して回収可能である。液体供給装置及び液体回収装置の動作は制御装置30に制御され、制御装置30は、液浸システム100を制御して、液体供給装置による液体供給動作と液体回収装置による液体回収動作とを並行して行うことで、投影光学系PLの終端光学素子FLの下面（光射出面）と、基板ステージ80上の基板Pの表面との間の第1、第2露光光EL1、EL2の光路を液体LQで満たすように、基板P上の一部に液体LQの液浸領域LRを局所的に形成する。液浸領域LRは、基板P上の第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2よりも大きく形成される。すなわち、液浸領域LRは、第1露光領域AR1及び第2露光領域AR2の全てを覆うように形成される。なお、液浸システム100は、その一部（例えば、液体供給装置及び/又は液体回収装置を構成する部材）が露光装置EXに設けられている必要はなく、例えば露光装置が設置される工場等の設備を代用してもよい。また、液浸システム100の構造は、上述の構造に限られず、例えば、欧州特許公開第1420298号公報、国際公開第2004/055803号パンフレット、国際公開第2004/057590号パンフレット、国際公開第2005/029559号パンフレット（対応米国特許出願公開第2006/0231206号）、国際公開第2004/086468号パンフレット（対応米国特許出願公開第2005/0280791号）、特開2004-289126号公報（対応米国特許第6,952,253号）などに記載されているものを用いることができる。

【0244】

露光装置EXは、基板ステージ80に保持された基板P上に液体LQの液浸領域LRを形成し、その液浸領域LRの液体LQを介して基板P上の第1、第2露光領域AR1、AR2のそれぞれに第1、第2露光光EL1、EL2を照射して、基板Pを露光する。

【0245】

露光装置EXは、液浸領域LRを形成した状態で、第1、第2露光領域AR1、AR2に対して基板P上のショット領域SをY軸方向に移動しつつ、第1、第2露光領域AR1、AR2のそれぞれに第1、第2露光光EL1、EL2を照射することにより、第1露光領域AR1に液体LQを介して照射される第1露光光EL1で形成される第1パターンPA1の像と、第2露光領域AR2に液体LQを介して照射される第2露光光EL2で形成される第2パターンPA2の像とで、基板P上のショット領域Sを多重露光（二重露光）する。

【0246】

図26は、基板ステージ80及び計測ステージ90の動作の一例を説明するための模式図である。図26に示すように、基板ステージ80及び計測ステージ90は、投影光学系PLの像面側で移動可能であり、制御装置30は、投影光学系PLの直下の位置を含む所定領域内で、基板ステージ80の上面と計測ステージ90の上面とを接近又は接触させた状態で、基板ステージ80と計測ステージ90とをX軸及び/又はY軸方向に一緒に移動することにより、液浸システム100によって形成された液浸領域LRを、基板ステージ80の上面と計測ステージ90の上面との間で移動することができる。例えば、空間像計測器162を用いて第1、第2像面IS1、IS2の位置を計測する場合には、液浸領域LRを計測ステージ90上に移動する。そして、制御装置30は、開口161を覆うように液浸領域LRを形成した状態で、空間像計測器162による計測動作を行う。空間像計測器162は、投影光学系PL及び液体LQを介して、空間像の計測を行うことによつて

、投影光学系 P L と液体 L Q とを介して形成される第 1、第 2 像面 I S 1、I S 2 の位置を計測することができる。また、基板 P を液浸露光する場合には、液浸領域 L R を基板ステージ 8 0 上に移動する。

【 0 2 4 7 】

なお、本実施形態において、液体 L Q として水（純水）を用いているが、液体 L Q としては、水以外のものを用いてもよい。例えば、露光光 E L が F₂ レーザ光である場合、この F₂ レーザ光は水を透過しないので、液体 L Q は、例えば過フッ化ポリエーテル（P F P E）やフッ素系オイル等のフッ素系流体であってもよい。また、液体 L Q としては、その他にも、露光光 E L に対する透過性がある程度だけ屈折率が高く、投影光学系や基板 P 表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。

10

【 0 2 4 8 】

ここで、純水よりも屈折率が高い（例えば 1.5 以上）の液体 L Q としては、例えば、屈折率が約 1.50 のイソプロパノール、屈折率が約 1.61 のグリセロール（グリセリン）といった C - H 結合あるいは O - H 結合を持つ所定液体、ヘキサン、ヘプタン、デカン等の所定液体（有機溶剤）、あるいは屈折率が約 1.60 のデカリン (Decalin: Decahydronaphthalene) などが挙げられる。また、液体 L Q は、これら液体のうち任意の 2 種類以上の液体を混合したものでよいし、純水にこれら液体の少なくとも 1 つを添加（混合）したものでよい。さらに、液体 L Q は、純水に H⁺、C s⁺、K⁺、C l⁻、S O₄²⁻、P O₄²⁻ 等の塩基又は酸を添加（混合）したものでよいし、純水に A l 酸化物等の微粒子を添加（混合）したものでよい。なお、液体 L Q としては、光の吸収係数が小さく、温度依存性が少なく、第 1、第 2 投影系 P L 1、P L 2、及び / 又は基板 P の表面に塗布されている感光材（又はトップコート膜あるいは反射防止膜など）に対して安定なものであることが好ましい。また、液体 L Q としては、水よりも露光光 E L に対する屈折率が高い液体、例えば屈折率が 1.6 ~ 1.8 程度のもので使用してもよい。液体 L Q として、超臨界流体を用いることも可能である。

20

【 0 2 4 9 】

なお、投影光学系 P L の終端光学素子 F L を、例えば石英（シリカ）、あるいは、フッ化カルシウム（蛍石）、フッ化バリウム、フッ化ストロンチウム、フッ化リチウム、及びフッ化ナトリウム等のフッ化化合物の単結晶材料で形成してもよいし、石英や蛍石よりも屈折率が高い（例えば 1.6 以上）材料で形成してもよい。屈折率が 1.6 以上の材料としては、例えば、国際公開第 2 0 0 5 / 0 5 9 6 1 7 号パンフレットに開示されるサファイア、二酸化ゲルマニウム等、あるいは、国際公開第 2 0 0 5 / 0 5 9 6 1 8 号パンフレットに開示される塩化カリウム（屈折率は約 1.75）等を用いることができる。

30

【 0 2 5 0 】

また、投影光学系 P L では、露光光 E L に対する終端光学素子 F L の屈折率 n_1 を、露光光（E L 1、E L 2）に対する液体 L Q の屈折率 n_2 よりも小さくしてもよい。例えば、終端光学素子 F L を石英（屈折率は約 1.5）で形成し、液体 L Q はその屈折率 n_2 が石英の屈折率よりも高い（例えば 1.6 ~ 1.8 程度）のもので使用される。あるいは、投影光学系 P L では、終端光学素子 F L の屈折率 n_1 を、液体 L Q の屈折率 n_2 よりも大きくしてもよい。例えば、屈折率が 1.6 以上の材料で終端光学素子 F L を形成し、液体 L Q はその屈折率 n_2 が純水よりも大きくかつ終端光学素子 F L よりも小さいものが使用される。この場合、終端光学素子 F L の屈折率 n_1 よりも小さい液体 L Q の屈折率 n_2 を、投影光学系の開口数 N A よりも大きくすることが好ましい。

40

【 0 2 5 1 】

また、本実施形態の投影系において、例えば、国際公開第 2 0 0 4 / 0 1 9 1 2 8 号パンフレット（対応する米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 4 8 8 5 6 号）に開示されているように、終端光学素子の像面側の光路に加えて、終端光学素子の物体面側の光路も液体で満たすようにしてもよい。さらに、終端光学素子の表面の一部（少なくとも液体 L Q との接触面を含む）又は全部に、親液性及び / 又は溶解防止機能を有する薄膜を形成しても

50

よい。なお、石英は液体 L Q との親和性が高く、かつ溶解防止膜も不要であるが、蛍石は少なくとも溶解防止膜を形成することが好ましい。

【0252】

また、本実施形態においては、第1露光領域 A R 1 と第2露光領域 A R 2 とを1つの液浸領域 L R で覆っているが、第1露光領域 A R 1 と第2露光領域 A R 2 とを別々の液浸領域で覆うようにしてもよい。ここで、第1露光領域 A R 1 を覆う第1液浸領域の液体と、第2露光領域 A R 2 を覆う第2液浸領域の液体とは、その種類(物性)が同一でも、互いに異なってもよい。例えば、第1、第2液浸領域の種類(少なくとも露光光に対する屈折率)が異なる液体でそれぞれ形成してもよい。一例としては、第1、第2液浸領域の一方を、水(純水)で形成し、他方を、水(屈折率は1.44程度)よりも露光光に対する屈折率が高い液体で形成してもよい。また、第1液浸領域と第2液浸領域とで、液体 L Q の粘度、露光光の透過率、及び温度の少なくとも1つが互いに異なってもよい。

10

【0253】

なお、上述の第1～第9実施形態においては、第1パターン P A 1 が形成された第1パターン形成面 K 1 及び第2パターン P A 2 が形成された第2パターン形成面 K 2 の少なくとも一方の位置を調整して、第1像面 I S 1 及び第2像面 I S 2 の少なくとも一方の位置を調整しているが、上述の第1結像特性調整装置 L C 1 及び第2結像特性調整装置 L C 2 を用いて、第1像面 I S 1 及び第2像面 I S 2 の少なくとも一方の位置を調整してもよい。上述のように、第1結像特性調整装置 L C 1 は、第1像面 I S 1 の Z 軸方向の位置調整、及び X、 Y 方向の位置調整(傾斜調整)を行うことができ、第2結像特性調整装置 L C 2 は、第2像面 I S 2 の Z 軸方向の位置調整、及び X、 Y 方向の位置調整を行うことができる。制御装置 30 は、第1、第2結像特性調整装置 L C 1、L C 2 を用いて、投影光学系 P L を調整して、第1像面 I S 1 及び第2像面 I S 2 の少なくとも一方の位置を調整することができる。もちろん、パターン形成面(K1及び/又はK2)の位置調整と結像特性調整装置(LC1及び/又はLC2)とを併用してもよい。

20

【0254】

なお、上述の第1～第9実施形態において、第1露光光 E L 1、第2露光光 E L 2 の照射に起因する、投影光学系(P L, P L')の光学素子の熱変化によって、第1像面 I S 1、第2像面 I S 2 の少なくとも一方の位置が変化する可能性がある。このような変化が生じる場合には、投影光学系(P L, P L')に入射する第1露光光 E L 1、第2露光光 E L の光量(又はエネルギー)をそれぞれモニタして、第1像面 I S 1、第2像面 I S 2、基板 P の表面の面位置関係を調整すればよい。すなわち、第1像面 I S 1、第2像面 I S 2、基板 P の表面の少なくとも一つの位置調整を行って、第1露光光 E L 1、第2露光光 E L の投影光学系への入射に起因する第1像面 I S 1、第2像面 I S 2 の少なくとも一方の変化を補償すればよい。例えば、投影光学系(P L, P L')に入射する第1露光光 E L 1、第2露光光 E L の光量(又はエネルギー)に基づいて、第1結像特性調整装置 L C 1 及び第2結像特性調整装置 L C 2 の少なくとも一方を制御して、第1像面 I S 1、第2像面 I S 2 の少なくとも一方の位置調整を行うことができる。投影光学系(P L, P L')に入射する第1露光光 E L 1、第2露光光 E L の光量(又はエネルギー)に基づいて、基板ステージ 80(基板テーブル 80 T)を制御して、基板 P 表面の位置調整を行うこともできる。

30

40

【0255】

また、上述の各実施形態では、第1、第2像面 I S 1、I S 2 の位置の計測に用いる空間像計測器 162 などを含む複数の計測部材が計測ステージ 90 に設けられるものとしたが、その複数の計測部材の少なくとも1つ、例えば空間像計測器 162 を基板ステージ 80(基板テーブル 80 T)に設けてもよい。この場合、空間像計測器 162 を全て基板ステージ 80 に設けてもよいが、その一部のみを基板ステージ 80 に設けてもよい。さらに、上述の各実施形態では、空間像計測器 162 を用いて第1、第2像面 I S 1、I S 2 の位置を計測するものとしたが、像面計測装置は上記計測器に限定されず任意でよい。

【0256】

50

なお、上述の各実施形態において、第1、第2像面IS1、IS2と基板Pの表面（最表面）とを合致させるように説明した場合があったが、基板P上に所望のパターンを形成するための第1、第2像面IS1、IS2を合致させるべき面（露光面）は、基板Pの表面（最表面）とは限らない。例えば、図27（A）の模式図に示すように、基板Pが、半導体ウエハを含む基材Wと、その基材W上に形成されたレジスト膜Rgとを有する場合、第1、第2像面IS1、IS2を合致させるべき露光面は、基板Pの最表面（この場合、レジスト膜Rgの表面）とは限らない。例えば、露光面が、基材Wとレジスト膜Rgとの界面、あるいはレジスト膜Rgの中部である可能性がある。また、図27（B）の模式図に示すように、基板Pが、半導体ウエハを含む基材Wと、その基材W上に形成されたレジスト膜Rgと、そのレジスト膜Rg上に形成された膜Tc（例えばトップコート膜、あるいは反射防止膜）とを有する場合であっても、第1、第2像面IS1、IS2を合致させるべき面（露光面）は、基板Pの最表面（この場合、膜Tcの表面）とは限らない。基板P上に所望のパターンを形成するための第1、第2像面IS1、IS2を合致させるべき露光面は、例えばテスト露光により求めることができる。そして、制御装置30は、テスト露光などにより求めた露光面と第1、第2像面IS1、IS2とを合致させるように、第1、第2像面IS1、IS2と基板Pとの位置関係を調整することができる。

10

20

30

40

50

【0257】

上記各実施形態ではマスクステージ60に搭載されたメインステージ61により第1マスクM1及び第2マスクM2を基板Pに対して同期移動したが、これに限らず、第1マスクM1及び第2マスクM2をそれぞれ独立して基板Pに対して同期移動させることもできる。この場合、第1マスクM1及び第2マスクM2をそれぞれ載置して独立に駆動する第1マスクステージ及び第2マスクステージを設けることができる。例えば、メインステージ61を省略し、第1サブステージ62及び第2サブステージ63を独立してあるいは連動して基板Pに対して同期移動させることができる。このように独立に駆動する第1マスクステージ及び第2マスクステージを設ける場合には、第1及び第2マスクステージが基板ステージとそれぞれ同期移動されるようにしなければならない。すなわち、第1マスクステージに載置された第1マスクM1と基板Pのショット領域との位置関係、並びに第2マスクステージに載置された第2マスクM2と基板Pのショット領域との位置関係をそれぞれ調整する必要がある。そうすることにより、第1露光領域AR1に形成される第1マスクM1の第1パターンPA1の像と第2露光領域AR2に形成される第2マスクM2の第2パターンPA2の像とで、それらの像が正確に重なった状態で、基板Pのショット領域を多重露光（二重露光）することができる。

【0258】

なお、上述の各実施形態においては、基板P上のショット領域Sを露光する際、第1マスクM1と第2マスクM2とが同一の走査方向に移動されているが、互いに逆向きの走査方向に移動されてもよい。例えば、第1マスクM1が+Y方向に移動するときには、第2マスクM2が-Y方向に移動し、第1マスクM1が-Y方向に移動するときには、第2マスクM2が+Y方向に移動するようにしてもよい。あるいは、第1マスクM1をXY平面内で移動し、第2マスクM2をYZ平面内（又はXZ平面内）で移動するようにしてもよい。

【0259】

また、上述の各実施形態においては、第1マスクM1に第1パターンPA1が形成され、第1マスクM1とは別の第2マスクM2に第2パターンPA2が形成されているが、1つのマスク上に第1パターンPA1及び第2パターンPA2を形成してもよい。その1つのマスク上に設けられている第1パターンPA1の像と第2パターンPA2の像とで基板Pを多重露光することができる。

【0260】

なお、上述の各実施形態において、投影光学系PL（PL'）としては、縮小系に限られず、例えば等倍系及び拡大系のいずれであってもよい。また、上述の各実施形態においては、投影光学系PL（PL'）として、反射光学素子と屈折光学素子とを含む反射屈折

系（カタディ・オプトリック系）を例にして説明したが、投影光学系 PL (PL') としては、反射光学素子を含まない屈折系、あるいは屈折光学素子を含まない反射系等であってもよい。さらに、投影光学系 PL (PL') は双頭型の反射屈折系に限られず、例えば国際公開第 2004/107011 号パンフレット（対応米国特許出願公開第 2006/0121364 号）に開示されるように、複数の反射面を有しかつ中間像を少なくとも 1 回形成する光学系（反射系または反屈系）がその一部に設けられ、かつ単一の光軸を有する、いわゆるインライン型の反射屈折系でもよい。また、投影光学系 PL (PL') が生成する投影像は倒立像及び正立像のいずれでもよい。

【0261】

なお、上述の各実施形態においては、第 1 マスク $M1$ の第 1 パターン $PA1$ の像と第 2 マスク $M2$ の第 2 パターン $PA2$ の像とを 1 つの投影光学系 PL を用いて基板 P 上に投影しているが、投影光学系を複数（2 つ）設け、第 1 マスク $M1$ の第 1 パターン $PA1$ の像と、第 2 マスク $M2$ の第 2 パターン $PA2$ の像とを別々の投影光学系を用いて基板 P 上に投影するようにしてもよい。また、複数の投影光学系を、隣り合う投影領域が走査方向で所定量変位するように、且つ隣り合う投影領域の端どうしが走査方向と直交する方向に重複するように配置した、所謂マルチレンズ方式の走査型露光装置に、本発明を適用することも可能である。

【0262】

なお、上述の各実施形態においては、第 1 露光領域 $AR1$ と第 2 露光領域 $AR2$ とは、1 つのショット領域 S に同時に配置可能であるが、必ずしも 1 つのショット領域 S に同時に配置可能でなくてもよく、第 1 露光領域 $AR1$ 及び第 2 露光領域 $AR2$ は任意に設定可能である。

【0263】

また、上述の各実施形態において、第 1 露光領域 $AR1$ 及び第 2 露光領域 $AR2$ の大きさ及び形状の少なくとも一方が異なってもよい。例えば、第 1 露光領域 $AR1$ と第 2 露光領域 $AR2$ とで X 軸方向の幅及び / 又は Y 軸方向の幅が異なってもよい。なお、 X 軸方向の幅が異なる場合には、1 回のスキャン動作によってショット領域 S 内の一部だけが多重（二重）露光される。また、第 1、第 2 露光領域 $AR1$ 、 $AR2$ はその形状が矩形に限られず、他の形状、例えば円弧状、台形、あるいは平行四辺形などでもよい。

【0264】

また、上述の各実施形態においては、ショット領域 S が第 1 露光領域 $AR1$ 及び第 2 露光領域 $AR2$ を通過する間、第 1 露光領域 $AR1$ 及び第 2 露光領域 $AR2$ のそれぞれに露光光 $EL1$ 、 $EL2$ の照射が続けられるが、少なくとも一方の露光領域において、ショット領域 S が通過する間の一部の期間だけで露光光が照射されるようにしてもよい。すなわち、ショット領域 S 内の一部だけ多重（二重）露光するようにしてもよい。

【0265】

上記各実施形態では第 1 マスク $M1$ の第 1 パターン $PA1$ の像と、第 2 マスク $M2$ の第 2 パターン $PA2$ により基板 P の各ショット領域 S をそれぞれ二重露光したが、本発明の原理に従い、三重以上の多重露光を行うことも可能である。三重露光を行う場合には、第 1 マスク $M1$ 及び第 2 マスク $M2$ に加えて、第 3 パターン（ $PA3$ ）を有する第 3 マスク（ $M3$ ）を用い、第 1 マスク $M1$ 及び第 2 マスク $M2$ と同様に基板 P の移動と同期して第 3 マスク（ $M3$ ）を移動し、第 1～第 3 パターンの像で基板 P の各ショット領域 S を三重露光することができる。この場合、第 3 パターンに照明光が照射されてその像が形成される第 3 露光領域 $AR3$ を、第 1 露光領域 $AR1$ 及び第 2 露光領域 $AR2$ とは別に、あるいは第 1 露光領域 $AR1$ 及び第 2 露光領域 $AR2$ の少なくとも一方とその一部が重複するように設定することができる。この場合、投影光学系はそれぞれの露光領域に応じて独立して 3 つ設けてもよく、あるいは図 4 に示したような投影光学系 PL に、さらに、第 1 マスク $M1$ 及び第 2 マスク $M2$ に対応する第 1 及び第 2 光学系 41, 42 と同様に、第 3 マスクに対応する光学系を設けるとともに、この光学系からの光を第 3 光学系に導く反射及び / または屈折系を設けることができる。また、図 22 に示した光学系を改良して、第 3 の

マスクを通過した露光光を光学系 120C に導くための反射板やビームスプリッタからなる光学系をさらに設けてもよい。なお、第3マスク(M3)は、第1マスクM1及び第2マスクM2が搭載されるマスクステージ60に搭載してもよいし、あるいは別のマスクステージに搭載してもよい。

【0266】

なお、上記各実施形態では干渉計システムを用いてマスクステージ及び基板ステージの位置情報を計測するものとしたが、これに限らず、例えば基板ステージの上面に設けられるスケール(回折格子)を検出するエンコーダシステムを用いてもよい。この場合、干渉計システムとエンコーダシステムの両方を備えるハイブリッドシステムとし、干渉計システムの計測結果を用いてエンコーダシステムの計測結果の較正(キャリブレーション)を行うことが好ましい。また、干渉計システムとエンコーダシステムとを切り替えて用いる、あるいはその両方を用いて、基板ステージの位置制御を行うようにしてもよい。

10

【0267】

また、上記各実施形態では、露光光としてArFエキシマレーザ光を発生する光源装置として、ArFエキシマレーザを用いてもよいが、例えば、国際公開第1999/46835号パンフレット(対応米国特許7,023,610号)に開示されているように、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザなどの固体レーザ光源、ファイバーアンプなどを有する光増幅部、及び波長変換部などを含み、波長193nmのパルス光を出力する高調波発生装置を用いてもよい。

【0268】

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版(合成石英、シリコンウエハ)、またはフィルム部材等が適用される。また、基板Pの形状は円形のみならず、矩形など他の形状でもよい。

20

【0269】

また、本発明は、計測ステージを備えていない、基板ステージを一つだけ備えた露光装置にも適用することができる。

【0270】

また、本発明は、例えば特開平10-163099号公報、特開平10-214783号公報(対応する米国特許6,341,007、6,400,441、6,549,269及び6,590,634号)、特表2000-505958号公報(対応する米国特許5,969,441号)などに開示されているような複数の基板ステージを備えたマルチステージ(ツインステージ)型の露光装置にも適用できる。この場合、計測ステーションにおいて、基板Pの情報が取得され、露光ステーションにおいて、上述のようにして、第1露光領域AR1と第2露光領域AR2の少なくとも一方において、像面と基板表面との位置調整が行われる。

30

【0271】

また、上述の各実施形態のうち、露光光の光路を液体で満たす実施形態においては、投影光学系と基板Pとの間に局所的に液体を満たす露光装置を採用しているが、本発明は、例えば特開平6-124873号公報、特開平10-303114号公報、米国特許第5,825,043号などに開示されているような露光対象の基板の表面全体が液体中に浸かっている状態で露光を行う液浸露光装置にも適用可能である。

40

【0272】

上記各実施形態では、第1及び第2パターンを形成するために第1及び第2マスクM1、M2を用いたが、これらに代えて、可変のパターンを生成する電子マスク(可変成形マスク、アクティブマスク、あるいはパターンジェネレータとも呼ばれる)を用いることができる。この電子マスクとして、例えば非発光型画像表示素子(空間光変調器: Spatial Light Modulator (SLM)とも呼ばれる)の一種であるDM D (Deformable Micro-mirror Device又はDigital Micro-mirror Device)を用い得る。DM Dは、所定の電子デー

50

タに基づいて駆動する複数の反射素子（微小ミラー）を有し、複数の反射素子は、DMDの表面に2次元マトリックス状に配列され、かつ素子単位で駆動されて露光光を反射、偏向する。各反射素子はその反射面の角度が調整される。DMDの動作は、制御装置30により制御され得る。制御装置30は、基板P上に形成すべき第1パターン及び第2パターンに応じた電子データ（パターン情報）に基づいてそれぞれのDMDの反射素子を駆動し、照明系ILにより照射される露光光を反射素子でパターン化する。DMDを使用することにより、パターンが形成されたマスク（レチクル）を用いて露光する場合に比べて、パターンが変更されたときに、マスクの交換作業及びマスクステージにおけるマスクの位置合わせ操作が不要になるため、多重露光を一層効率よく行うことができる。なお、電子マスクを用いる露光装置では、マスクステージを設けず、基板ステージによって基板をX軸及びY軸方向に移動するだけでもよい。また、基板上での第1、第2パターンの像の相対位置を調整するため、例えばアクチュエータなどによって、第1、第2パターンをそれぞれ生成する2つの電子マスクの相対位置を調整してもよいが、2つの電子マスクの少なくとも一方で、パターンを生成するタイミングを調整する、あるいは電子マスクでのパターン生成位置をずらしてもよい。なお、DMDを用いた露光装置は、例えば特開平8-313842号公報、特開2004-304135号公報、米国特許第6,778,257号公報に開示されている。

10

【0273】

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン、MEMS、DNAチップ、撮像素子（CCD）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

20

【0274】

以上のように、本願実施形態の露光装置EXは、本願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及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

【0275】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図28に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に多重露光する露光工程及び露光した基板の現像工程を含む基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

40

【産業上の利用可能性】

【0276】

本発明によれば、基板の多重露光を正確に且つ高い効率で行うことができる。このため、高密度で複雑な回路パターンを有するデバイスを高いスループットで生産することができる。それゆえ、本発明は、我国の半導体産業を含むハイテク産業及びIT技術の発展に貢献するであろう。

【図面の簡単な説明】

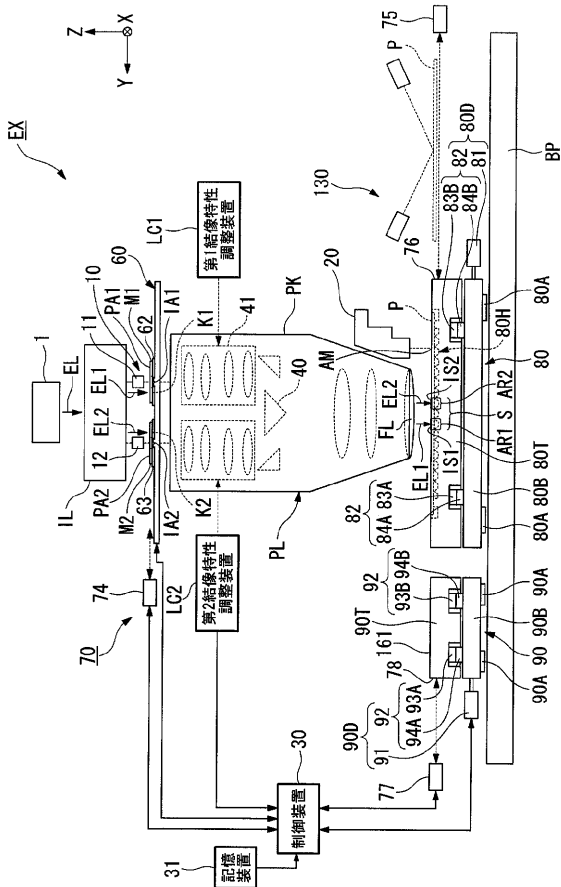
【0277】

50

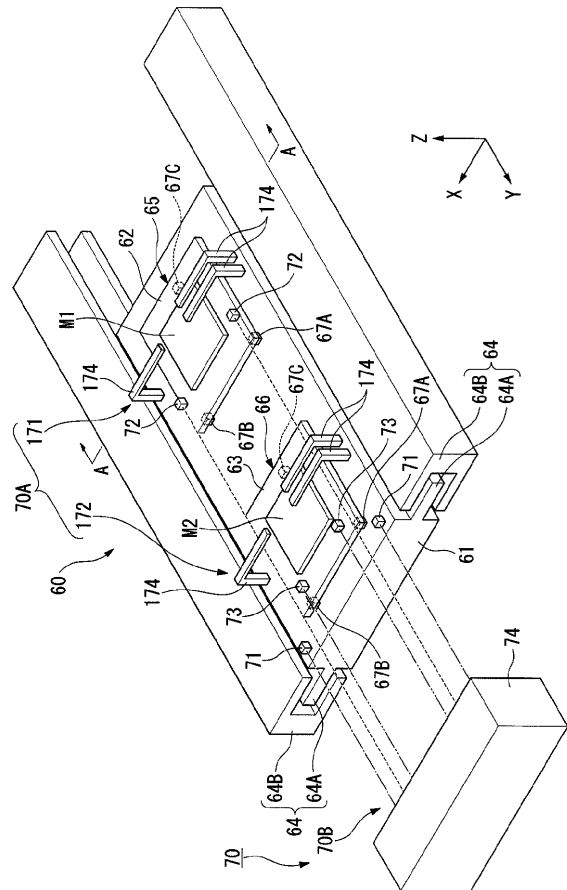
- 【図 1】第 1 実施形態に係る露光装置を示す概略構成図である。
- 【図 2】マスクステージの一例を示す斜視図である。
- 【図 3】図 2 の A - A 線断面矢視図である。
- 【図 4】投影光学系の一例を示す図である。
- 【図 5】第 1、第 2 マスクと第 1、第 2 照明領域との関係を示す模式図である。
- 【図 6】第 1 実施形態に係る基板のショット領域と第 1、第 2 露光領域との関係を示す模式図である。
- 【図 7】基板ステージ及び計測ステージを上方から見た平面図である。
- 【図 8】空間像計測器を説明するための図である。
- 【図 9】図 9 (A) 及び (B) は空間像計測器の動作を説明するための模式図である。 10
- 【図 10】パターン形成面と像面との位置関係を説明するための模式図である。
- 【図 11】第 1 実施形態に係る露光方法を説明するためのフローチャート図である。
- 【図 12】第 1 実施形態に係る露光装置の動作を説明するための模式図である。
- 【図 13】図 13 (A) 及び (B) は第 1 実施形態に係る第 1、第 2 像面と基板表面との面位置関係の調整方法の一例を説明するための図である。
- 【図 14】第 1 実施形態に係る露光装置の動作を説明するための模式図である。
- 【図 15】図 15 (A) 及び (B) は基板の表面と第 1 サブステージの移動軌跡と基板テーブルの移動軌跡との関係の一例を示す模式図である。
- 【図 16】図 16 (A) 及び (B) は第 2 実施形態に係る第 1、第 2 像面と基板表面との面位置関係の調整方法の一例を説明するための図である。 20
- 【図 17】図 17 (A) 及び (B) は第 3 実施形態に係る第 1、第 2 像面と基板表面との面位置関係の調整方法の一例を説明するための図である。
- 【図 18】図 18 (A) 及び (B) は第 4 実施形態に係る第 1、第 2 像面と基板表面との面位置関係の調整方法の一例を説明するための図である。
- 【図 19】第 5 実施形態に係る第 1、第 2 像面と基板表面との面位置関係の調整方法の一例を説明するための図である。
- 【図 20】第 6 実施形態に係る露光装置を示す図である。
- 【図 21】第 6 実施形態に係るフォーカス・レベリング検出系の検出光の照射位置と第 1、第 2 露光領域との関係を示す模式図である。
- 【図 22】第 7 実施形態に係る露光装置を示す図である。 30
- 【図 23】第 7 実施形態に係る基板のショット領域と第 1、第 2 露光領域との関係を示す模式図である。
- 【図 24】第 8 実施形態に係る露光装置を示す図である。
- 【図 25】第 9 実施形態に係る露光装置を示す図である。
- 【図 26】第 9 実施形態に係る露光装置の動作の一例を説明するための模式図である。
- 【図 27】図 27 (A) 及び (B) は基板の一例を示す模式図である。
- 【図 28】マイクロデバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。
- 【符号の説明】
- 【 0 2 7 8 】
- 1 ... 光源装置、 3 0 ... 制御装置、 4 0 ... 中間光学部材、 4 0 A ... 第 1 反射面、 4 0 B ... 第 2 反射面、 4 1 ... 第 1 光学系、 4 2 ... 第 2 光学系、 4 3 ... 第 3 光学系、 6 0 ... マスクステージ、 6 1 ... メインステージ、 6 2 ... 第 1 サブステージ、 6 3 ... 第 2 サブステージ、 6 4 ... メインステージ駆動装置、 6 5 ... 第 1 サブステージ駆動装置、 6 6 ... 第 2 サブステージ駆動装置、 6 7 ... Z 駆動機構、 6 8 ... X Y 駆動機構、 7 0 ... 計測システム、 7 0 A ... Z 計測装置、 7 0 B ... X Y 計測装置、 8 0 ... 基板ステージ、 8 0 D ... 基板ステージ駆動装置、 8 0 T ... 基板テーブル、 8 1 ... X Y 駆動機構、 8 2 ... Z 駆動機構、 9 0 ... 計測ステージ、 1 0 0 ... 液浸システム、 1 3 0、 1 3 0 ' ... フォーカス・レベリング検出系、 1 6 1 ... 開口、 1 6 2 ... 空間像計測器、 1 7 1 ... 第 1 マスク用計測装置、 1 7 2 ... 第 2 マスク用計測装置、 A R 1 ... 第 1 露光領域、 A R 2 ... 第 2 露光領域、 E L 1 ... 第 1 露光光、 E L 2 ... 第 2 露光光、 E X ... 露光装置、 F L ... 終端光学素子、 I L ... 照明系、 I S 1 ... 第 1 像面、 50

I S 2 ... 第 2 像面、 L C 1 ... 第 1 結像特性調整装置、 L C 2 ... 第 2 結像特性調整装置、 L Q ... 液体、 L R ... 液浸領域、 M 1 ... 第 1 マスク、 M 2 ... 第 2 マスク、 P ... 基板、 P A 1 ... 第 1 パターン、 P A 2 ... 第 2 パターン、 P L、 P L ' ... 投影光学系、 S ... ショット領域

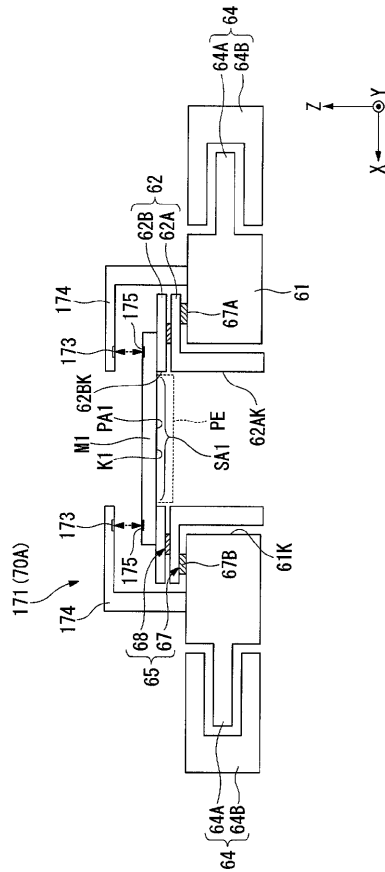
【 図 1 】



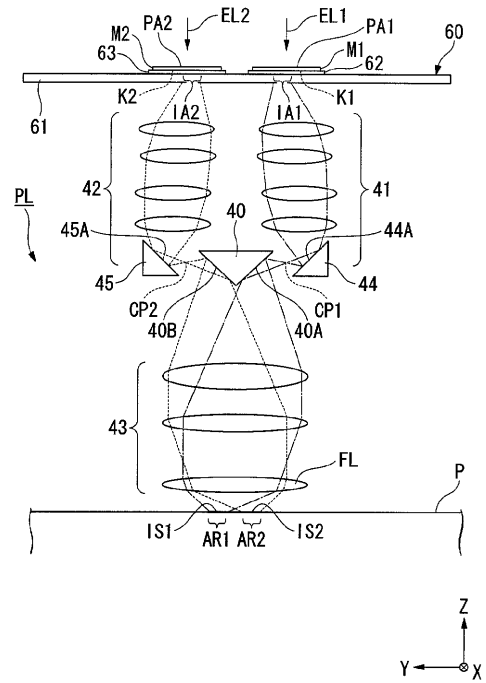
【 図 2 】



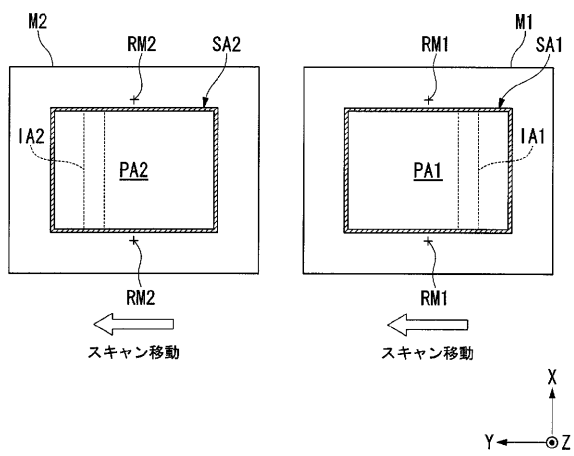
【 図 3 】



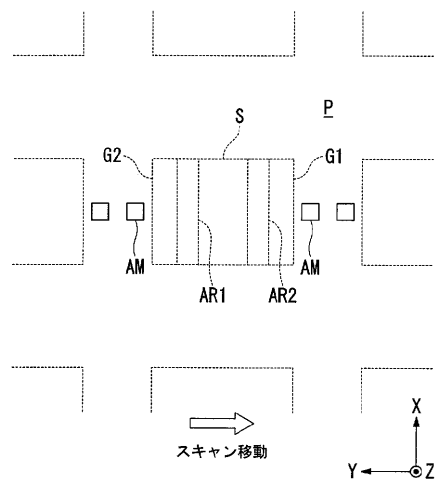
【 図 4 】



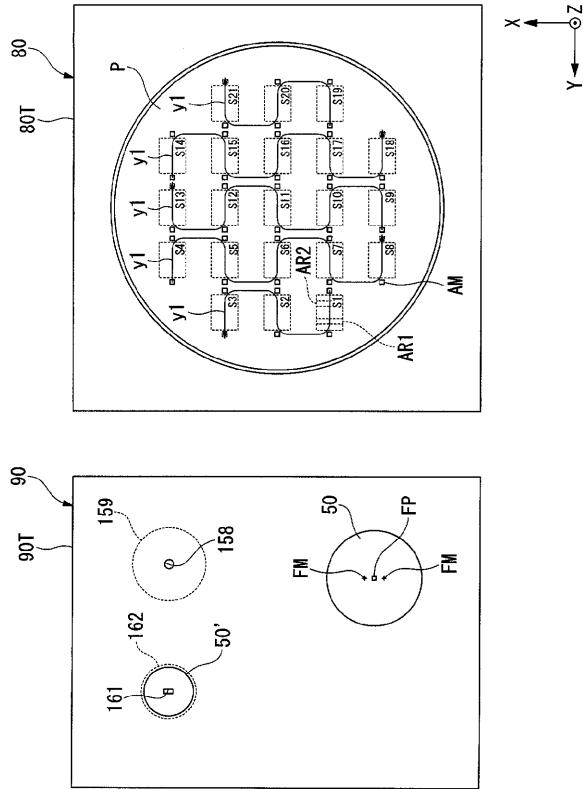
【 図 5 】



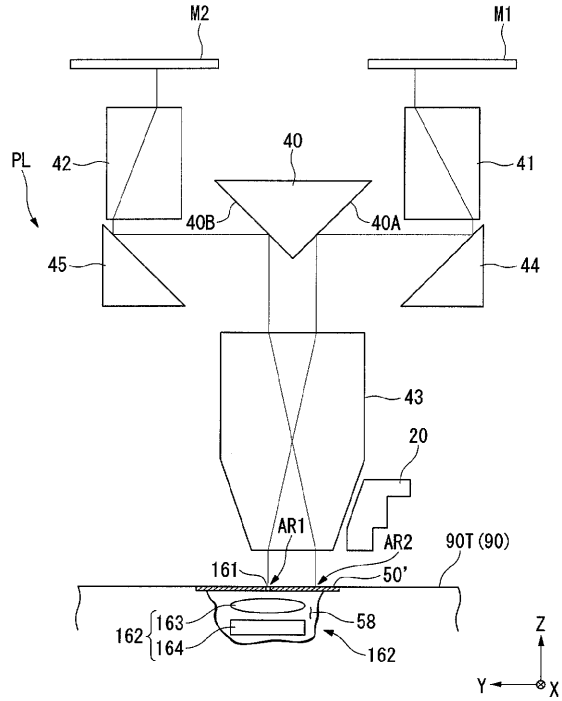
【 図 6 】



【 図 7 】

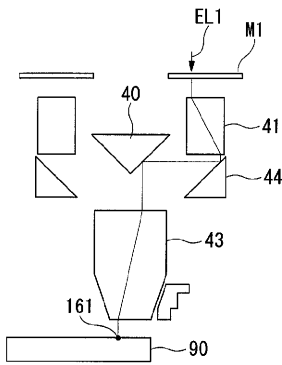


【 図 8 】

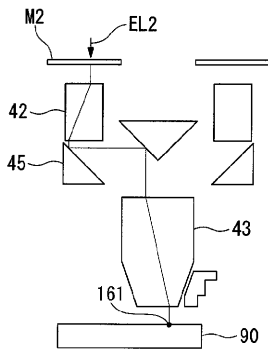


【 図 9 】

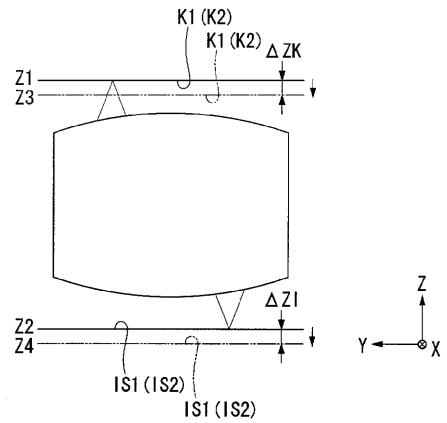
(A)



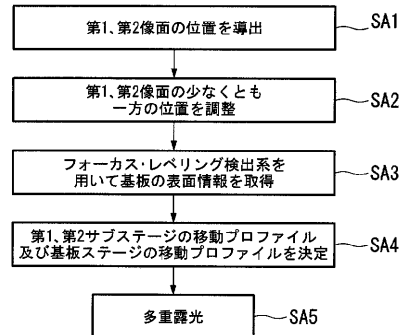
(B)



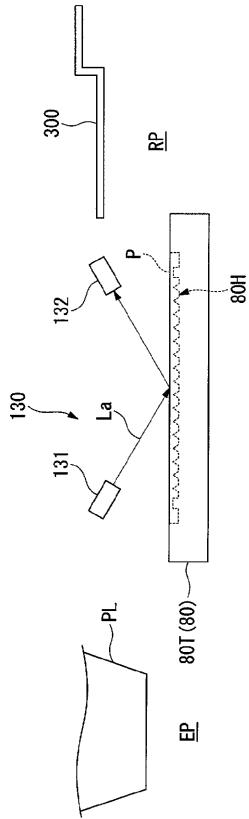
【 図 10 】



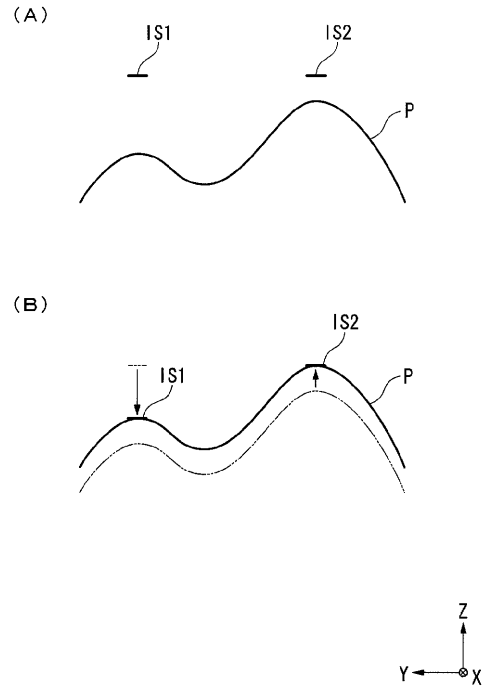
【 図 11 】



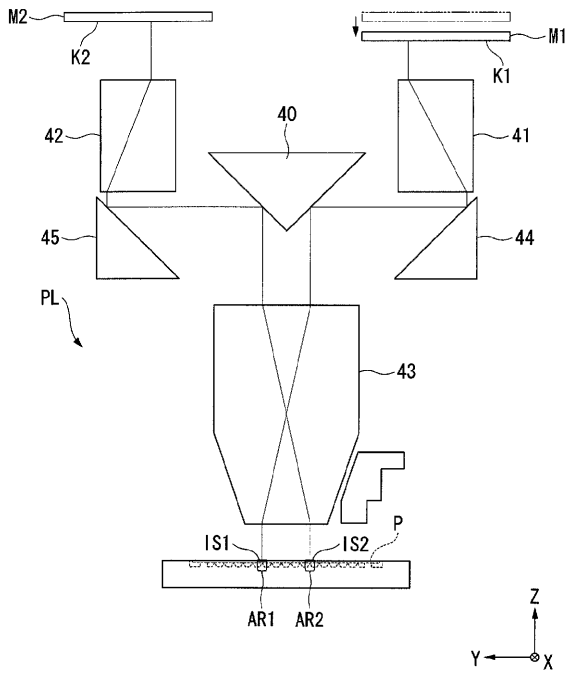
【 図 1 2 】



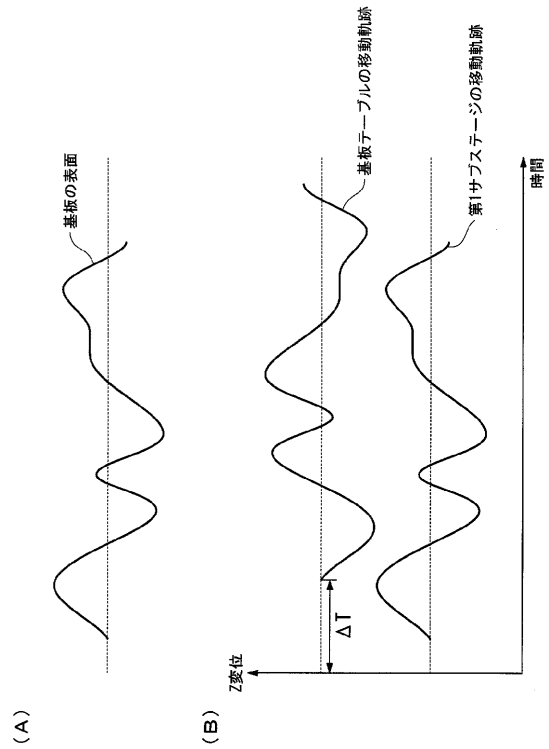
【 図 1 3 】



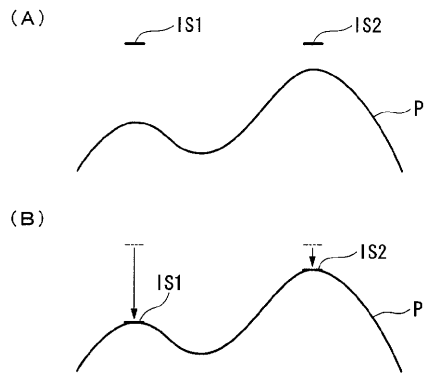
【 図 1 4 】



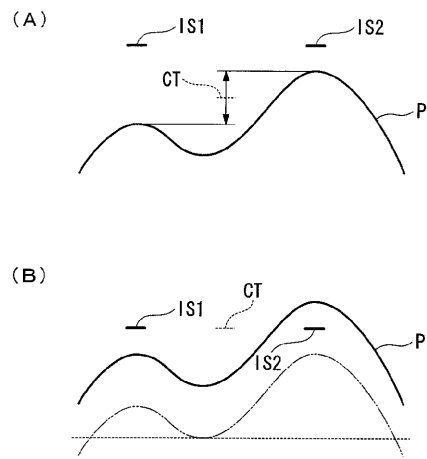
【 図 1 5 】



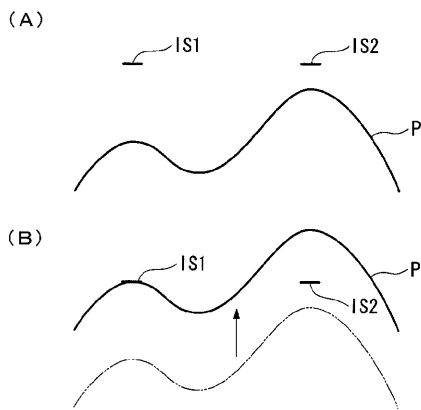
【図16】



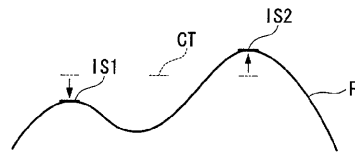
【図18】



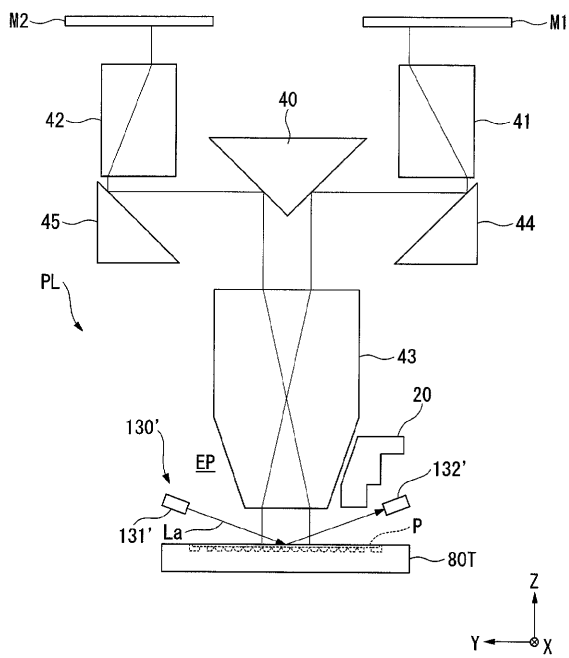
【図17】



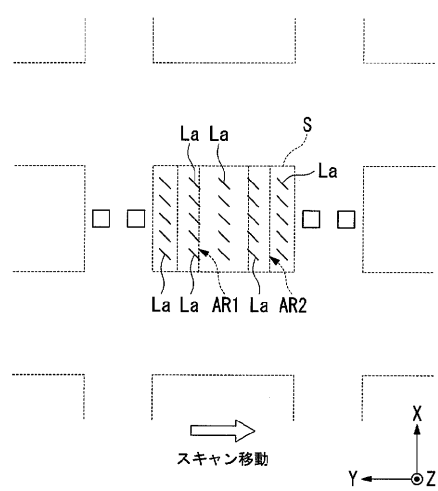
【図19】



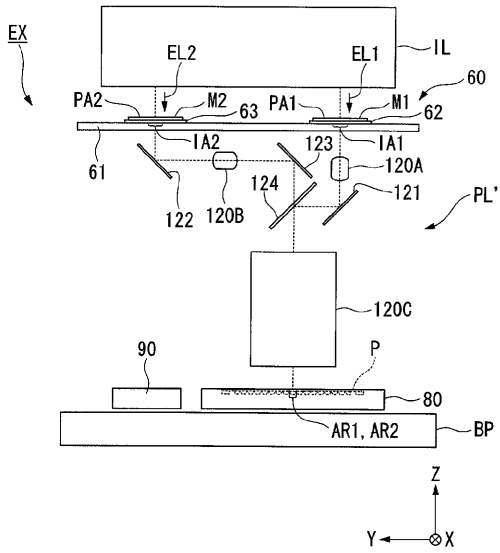
【図20】



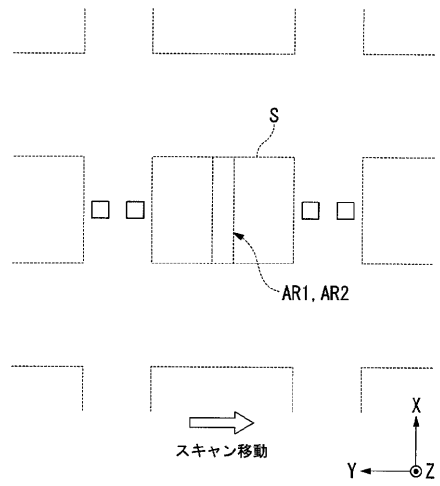
【図21】



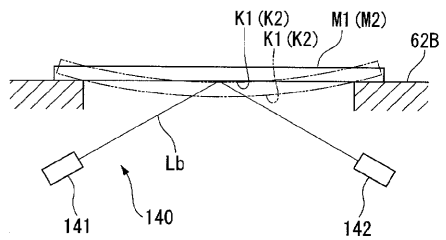
【図 2 2】



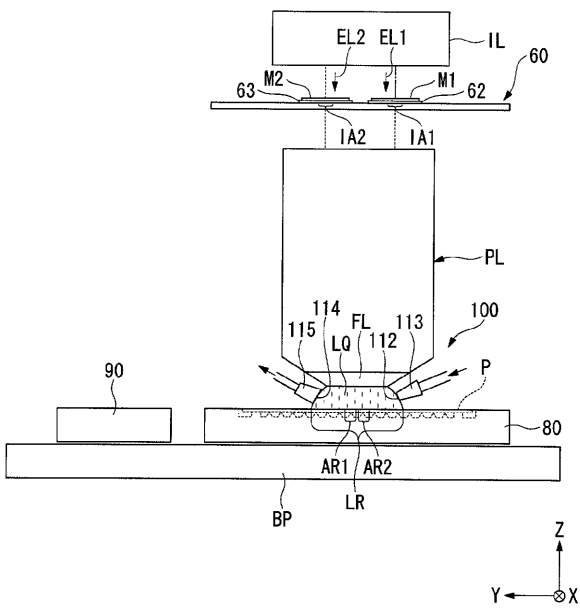
【図 2 3】



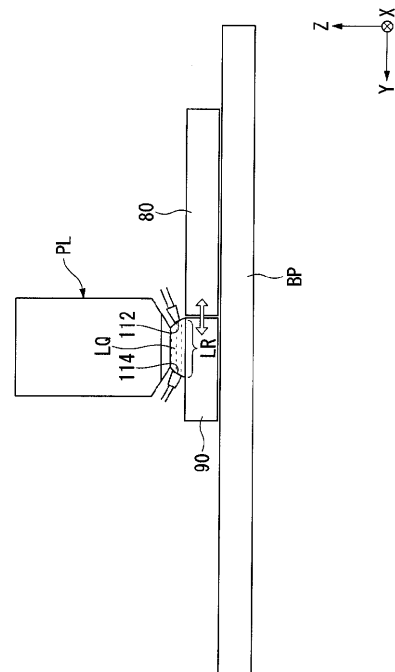
【図 2 4】



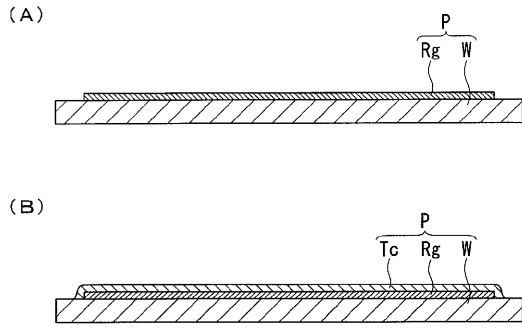
【図 2 5】



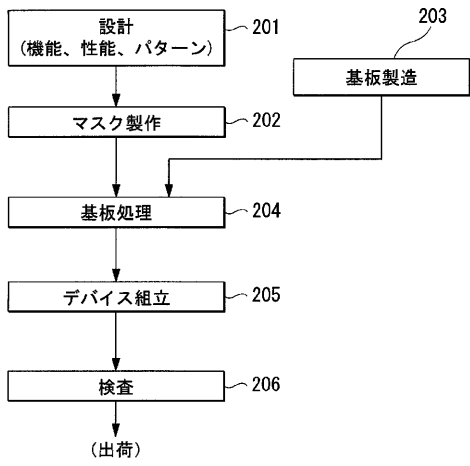
【図 2 6】



【図 27】



【図 28】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F046 AA11 BA05 CA04 CB01 CB12 CB17 CB20 CB25 CC01 CC02
DA05 DA14 DB01 DB10 DC10