

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6788559号  
(P6788559)

(45) 発行日 令和2年11月25日 (2020. 11. 25)

(24) 登録日 令和2年11月4日 (2020. 11. 4)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G 0 3 F 9/00 (2006. 01)</b>	G O 3 F 9/00 H
<b>H O 1 L 21/027 (2006. 01)</b>	H O 1 L 21/30 5 O 2 D

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-169606 (P2017-169606)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成29年9月4日 (2017. 9. 4)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2019-45726 (P2019-45726A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成31年3月22日 (2019. 3. 22)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	令和2年7月6日 (2020. 7. 6)		弁理士 大塚 康德
早期審査対象出願		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン形成方法、リソグラフィ装置、および物品製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リソグラフィ装置を用いて、原版のパターンを基板に形成するパターン形成を行うパターン形成方法であって、

前記基板の複数のショット領域のうち、前記リソグラフィ装置で第1原版を用いて前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも1つのショット領域を含む第1ショット領域群における前記第1原版との位置合わせのために設けられた複数の第1基板側マークを検出する第1工程と、

前記複数のショット領域のうち、他のリソグラフィ装置で前記第1原版とは異なる第2原版を用いて前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも1つのショット領域を含む第2ショット領域群における前記第2原版との位置合わせのために設けられた複数の第2基板側マークを検出する第2工程と、

前記複数の第2基板側マークの検出結果の情報を前記他のリソグラフィ装置で利用可能になるように出力する第3工程と、

前記複数の第1基板側マークの検出結果に基づいて、前記第1ショット領域群に含まれるショット領域と前記第1原版との位置合わせを行って前記パターン形成を行う第4工程と、

を有することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 2】

前記リソグラフィ装置は、

10

20

前記複数の第 1 基板側マークのうちのいずれかのマークと前記第 1 原版に形成されている原版側マークとを、前記第 1 原版を介して検出するアライメント検出部と、

前記第 1 原版を介さずに前記複数の第 1 基板側マークのうちのいずれかのマークを検出するオフアクシス検出部と、

を有し、

前記第 1 工程は、

前記アライメント検出部を用いて、前記複数の第 1 基板側マークのうちの基準マークと前記原版側マークとを検出する工程と、

前記オフアクシス検出部を用いて、前記複数の第 1 基板側マークを検出する工程と、  
を含み、

前記第 4 工程における前記位置合わせは、前記アライメント検出部による検出結果から求まる前記原版側マークに対する前記基準マークのずれ量に基づいて、前記オフアクシス検出部により検出された前記複数の第 1 基板側マークの位置の補正量を算出する工程を含む

ことを特徴とする請求項 1 に記載のパターン形成方法。

#### 【請求項 3】

リソグラフィ装置を用いて、原版のパターンを基板に形成するパターン形成を行うパターン形成方法であって、

前記基板の複数のショット領域のうち前記リソグラフィ装置で前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも 1 つのショット領域を含むショット領域群における前記  
原版との位置合わせのために設けられた複数の基板側マークを検出する検出工程と、

他のリソグラフィ装置による前記複数の基板側マークの検出結果を示すマーク位置情報を取得する取得工程と、

前記検出工程において検出された前記複数の基板側マークの検出結果に基づいて補正された前記マーク位置情報に基づいて、前記ショット領域群に含まれるショット領域と前記  
原版との位置合わせを行って前記パターン形成を行う工程と、

を有することを特徴とするパターン形成方法。

#### 【請求項 4】

前記複数の基板側マークは複数の基準マークを含み、

前記位置合わせは、前記複数の基準マークの検出結果に基づいて前記基板の倍率変化を  
求めることを含む

ことを特徴とする請求項 3 に記載のパターン形成方法。

#### 【請求項 5】

第 1 リソグラフィ装置と第 2 リソグラフィ装置とを含む複数のリソグラフィ装置を用いて、第 1 原版のパターンと前記第 1 原版とは異なる第 2 原版のパターンを基板に形成するパターン形成を行うパターン形成方法であって、

前記第 1 リソグラフィ装置において、

前記基板の複数のショット領域のうち、前記第 1 リソグラフィ装置で前記第 1 原版を用いて前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも 1 つのショット領域を含む  
第 1 ショット領域群における前記第 1 原版との位置合わせのために設けられた複数の第 1  
基板側マークを検出する工程と、

前記複数のショット領域のうち、前記第 2 リソグラフィ装置で前記第 2 原版を用いて前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも 1 つのショット領域を含む第 2 ショット領域群における前記第 2 原版との位置合わせのために設けられた複数の第 2 基板側  
マークを検出する工程と、

前記複数の第 2 基板側マークの検出結果を示すマーク位置情報を前記第 2 リソグラフィ装置で利用可能になるように出力する工程と、

前記複数の第 1 基板側マークの検出結果に基づいて、前記第 1 ショット領域群に含まれるショット領域と前記第 1 原版との位置合わせを行って前記パターン形成を行う工程と、

を有し、

10

20

30

40

50

前記第 2 リソグラフィ装置において、  
前記複数の第 2 基板側マークを検出する検出工程と、  
前記第 1 リソグラフィ装置から出力された前記マーク位置情報を取得する取得工程と、  
前記検出工程において検出された前記複数の第 2 基板側マークの検出結果に基づいて補正された前記マーク位置情報に基づいて、前記第 2 ショット領域群に含まれるショット領域と前記第 2 原版との位置合わせを行って前記パターン形成を行う工程と、  
を有することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項 6】

前記パターン形成のレシピに、前記複数のリソグラフィ装置のうち、どのリソグラフィ装置が前記第 1 リソグラフィ装置として機能し、どのリソグラフィ装置が前記第 2 リソグラフィ装置として機能するのかが指定されていることを特徴とする請求項 5 に記載のパターン形成方法。

【請求項 7】

原版のパターンを基板に形成するパターン形成を行うリソグラフィ装置であって、  
前記基板の複数のショット領域における前記原版との位置合わせのために設けられたマークを検出する検出部と、

前記検出部での検出結果に基づいて前記複数のショット領域に含まれるショット領域と前記原版との位置合わせおよび前記パターン形成を制御する制御部と、

を有し、

前記制御部は、

前記複数のショット領域のうち、前記リソグラフィ装置で第 1 原版を用いて前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも 1 つのショット領域を含む第 1 ショット領域群における前記第 1 原版との位置合わせのために設けられた複数の第 1 基板側マークを検出するとともに、前記複数のショット領域のうち、他のリソグラフィ装置で前記第 1 原版とは異なる第 2 原版を用いて前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも 1 つのショット領域を含む第 2 ショット領域群における前記第 2 原版との位置合わせのために設けられた複数の第 2 基板側マークを検出するよう前記検出部を制御し、

前記複数の第 2 基板側マークの検出結果の情報を、前記他のリソグラフィ装置で利用可能になるように出力し、

前記複数の第 1 基板側マークの検出結果に基づいて、前記第 1 ショット領域群に含まれるショット領域と前記第 1 原版との位置合わせを行って前記パターン形成を行う、

ことを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項 8】

原版のパターンを基板に形成するパターン形成を行うリソグラフィ装置であって、  
前記基板の複数のショット領域における前記原版との位置合わせのために設けられたマークを検出する検出部と、

前記検出部での検出結果に基づいて前記複数のショット領域に含まれるショット領域と前記原版との位置合わせおよび前記パターン形成を制御する制御部と、

を有し、

前記制御部は、

前記複数のショット領域のうち、前記リソグラフィ装置で前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも 1 つのショット領域を含むショット領域群における前記原版との位置合わせのために設けられた複数の基板側マークを検出し、

他のリソグラフィ装置による前記複数の基板側マークの検出の結果を示すマーク位置情報を取得し、

前記複数の基板側マークの検出結果に基づいて補正された前記マーク位置情報に基づいて、前記ショット領域群に含まれるショット領域と前記原版との位置合わせを行って前記パターン形成を行う、

ことを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項 9】

前記リソグラフィ装置は、前記原版のパターンを投影光学系を介して前記基板に転写する露光装置であることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 10】

前記リソグラフィ装置は、型を用いて基板の上のインプリント材に前記パターン形成を行うインプリント装置であることを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 11】

物品を製造する物品製造方法であって、

請求項 5 に記載のパターン形成方法を用いて基板にパターンを形成する工程と、

前記工程でパターンが形成された基板を加工する工程と、

を含み、

前記加工された基板から物品を製造することを特徴とする物品製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パターン形成方法、リソグラフィ装置、および物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

液晶表示体等の電子デバイスを製造するリソグラフィ工程では、マスクなどの原版とガラスプレートなどの基板を同期して投影光学系に対して相対走査しつつ露光を行うステップ・アンド・スキャン方式の走査型投影露光装置が用いられている。

【0003】

近年、特に液晶表示体デバイスにおいては基板サイズが大型化しており、基板を無駄なく利用するために、1枚の基板に複数の異なるサイズのデバイスを製造することが行われている。一方、露光領域サイズも大型化しているため、1つの原版に複数の異なるサイズのパターンを作成することが困難となっている。そのため、1枚の基板に対して複数の原版を用いてデバイスを製造することになるが、スループットを向上させるために、複数台の露光装置を用いて異なる原版パターンを1枚の基板に対して転写することが行われている。

【0004】

また、露光装置のスループットを向上させる技術として、露光装置とは独立したマーク計測機を用意し、露光装置で計測する前に、予め外部の計測機を用いて計測し、露光装置の計測工程を省略する方法が提案されている（特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-274073号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

1枚の基板に対し複数の露光装置を用いてパターンを転写する製造ラインでは、複数の露光装置のそれぞれでパターンを転写するレイアウトが異なるため、各装置間でスループットの差が生じ、製造ラインの生産性は最も処理が遅い装置に律速する。そのため、製造ラインの生産性を向上させるためには、最も処理が遅い装置のスループットを向上させる必要がある。

【0007】

特許文献1に記載された技術では、マーク計測時間を短縮することで露光装置のスループットを向上させることは可能となるが、露光装置とは別の計測機が必要になるため、設置面積（フットプリント）の増加を招く。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明は、例えば、小フットプリント化と高スループット化の両立に有利なパターン形成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】

【0009】

本発明の一側面によれば、リソグラフィ装置を用いて、原版のパターンを基板に形成するパターン形成を行うパターン形成方法であって、前記基板の複数のショット領域のうち、前記リソグラフィ装置で第1原版を用いて前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも1つのショット領域を含む第1ショット領域群における前記第1原版との位置合わせのために設けられた複数の第1基板側マークを検出する第1工程と、前記複数のショット領域のうち、他のリソグラフィ装置で前記第1原版とは異なる第2原版を用いて前記パターン形成を行うことが予定されている少なくとも1つのショット領域を含む第2ショット領域群における前記第2原版との位置合わせのために設けられた複数の第2基板側マークを検出する第2工程と、前記複数の第2基板側マークの検出結果の情報を前記他のリソグラフィ装置で利用可能になるように出力する第3工程と、前記複数の第1基板側マークの検出結果に基づいて、前記第1ショット領域群に含まれるショット領域と前記第1原版との位置合わせを行って前記パターン形成を行う第4工程とを有することを特徴とするパターン形成方法が提供される。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、例えば、小フットプリント化と高スループット化の両立に有利なパターン形成方法を提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】実施形態に係る露光装置の構成を示す図。

【図2】実施形態に係る製造ラインの構成を示す図。

【図3】実施形態に係る製造プロセスの原版と基板のレイアウトの例を示す図。

【図4】第1露光装置による露光方法を示すフローチャート。

【図5】第1露光装置のアライメント検出部およびオフアクシス検出部の構成と、原版および基板に配置される計測マークの例を示す図。

【図6】ショットの補正成分を示す図。

30

【図7】第2露光装置による露光方法を示すフローチャート。

【図8】第2露光装置のアライメント検出部と、原版および基板に配置される計測マークの例を示す図。

【図9】変形例に係る第2露光装置による露光方法を示すフローチャート。

【図10】第2露光装置のアライメント検出部の構成と原版および基板に配置される計測マークの例を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、以下の実施形態は本発明の実施の具体例を示すにすぎないものであり、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。また、以下の実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明の課題解決のために必須のものであるとは限らない。

40

【0013】

本発明は、基板にパターンを形成するリソグラフィ装置に関するものである。リソグラフィ装置としては、原版のパターンを投影光学系を介して基板に転写する露光装置や、型を用いて基板の上のインプリント材にパターン形成を行うインプリント装置等がある。以下の実施形態では、リソグラフィ装置の一例として、露光装置について説明するが、露光装置やインプリント装置に適用可能である。図1は、本実施形態に係るリソグラフィ装置の一例である露光装置の概略構成図である。

【0014】

50

図 1 において、露光装置 100 は、原版 3 のパターンを、投影光学系 5 を介して基板 6 上における複数のショット領域の各々に転写するステップ・アンド・スキャン方式の露光装置である。露光装置 100 は、例えば、照明光学系 1 と、アライメント検出部 2 と、原版ステージ 4 と、投影光学系 5 と、オフアクシス検出部 8 と、基板ステージ 7 と、制御部 9 とを含みうる。制御部 9 は、例えば CPU やメモリを有し、露光装置 100 の各部を制御する。

#### 【0015】

光源（不図示）から射出された光は、照明光学系 1 に入射し、例えば円弧状の露光領域を原版 3（例えば、マスク）上に形成する。原版 3 および基板 6（例えばガラスプレート）はそれぞれ、原版ステージ 4 および基板ステージ 7 によって保持されており、投影光学系 5 を介して光学系にほぼ共役な位置（投影光学系 5 の物体面および像面）に配置される。投影光学系 5 は、例えば、複数のミラーによって構成されたミラープロジェクション方式の投影光学系であり、所定の投影倍率（例えば 1 倍や 1 / 2 倍）を有し、原版 3 に形成されたパターンを基板 6 に投影する。原版ステージ 4 および基板ステージ 7 は、投影光学系 5 の光軸方向（Z 方向）に直交する方向に、互いに同期しながら、投影光学系 5 の投影倍率に応じた速度比で走査する。これにより、原版 3 に形成されたパターンを、基板 6 上におけるショット領域に転写することができる。そして、このような走査露光を、基板ステージ 7 をステップ移動させながら、基板 6 上における複数のショット領域の各々について順次繰り返すことにより、1 枚の基板 6 における露光処理を完了することができる。

#### 【0016】

基板 6 上の各ショット領域に原版 3 のパターンを転写する際には、パターンが形成された原版 3 の領域と当該ショット領域とのアライメント（位置合わせ）が行われる。本実施形態の露光装置 100 は、アライメント検出部 2 とオフアクシス検出部 8 とを併用することによって各ショット領域に設けられた複数の計測マークの検出を行う。アライメント検出部 2 は、原版 3 の計測マークと基板 6 の計測マークとを原版 3 および投影光学系 5 を介して同時に観察する。オフアクシス検出部 8 は、原版 3 を介さずに基板 6 の計測マークを直接観察する。そして、制御部 9 は、アライメント検出部 2 とオフアクシス検出部 8 で検出された結果を用いて、ショット毎の補正量を算出する。更に、制御部 9 は、算出されたショット毎の補正量から走査露光時の基板ステージ 7 の駆動量および投影光学系 5 内の光学素子の駆動量を算出し、走査露光時に基板ステージ 7 および投影光学系 5 を制御しながら露光を行う。

#### 【0017】

次に、本実施形態における製造ライン（リソグラフィシステム）について説明する。本製造ラインは、複数の露光装置（複数のリソグラフィ装置）を用いて、異なる複数の原版のパターンを 1 枚の基板 6 上の異なる位置に順次転写するものである。図 2 は、本実施形態における製造ラインの構成概略図である。図 2 において、製造ラインは、例えば、それぞれが図 1 に示した露光装置 100 と同じ構成を備える隣接した 2 台の第 1 露光装置 100 a（第 1 リソグラフィ装置）および第 2 露光装置 100 b（第 2 リソグラフィ装置）を含みうる。また、製造ラインは、基板を搬送する第 1 搬送部 11 a および第 2 搬送部 11 b と、1 枚または 2 枚以上の基板を保管しうる基板ストック 12 を含みうる。第 1 搬送部 11 a は基板ストック 12 と第 1 露光装置 100 a との間での基板の搬送を行い、第 2 搬送部 11 b は基板ストック 12 と第 2 露光装置 100 b との間での基板の搬送を行う。製造ラインは更に、バッファ装置 10 を含みうる。バッファ装置 10 は、例えば HDD や SSD を有し、第 1 露光装置 100 a および第 2 露光装置 100 b の制御部 9 と接続されており、第 1 露光装置 100 a および第 2 露光装置 100 b の各種データを記憶する。図 2 ではバッファ装置 10 は、第 1 露光装置 100 a と第 2 露光装置 100 b との間で独立した装置として示されているが、バッファ装置 10 の機能は、第 1 露光装置 100 a または第 2 露光装置 100 b の制御部 9 における記憶装置によって実現されてもよい。あるいは、バッファ装置 10 の機能は、製造ラインの動作を統括的に制御する不図示の統括制御部や、第 1 露光装置 100 a および第 2 露光装置 100 b にネットワークを介して接続され

た外部のサーバ装置等によって実現されてもよい。

#### 【0018】

第1搬送部11aは、第1露光装置100aのインターフェイス開口部の前に位置し、基板6を第1露光装置100aの基板ステージ7に搬入する。また、第1搬送部11aは、第1露光装置100aで処理された基板6を第1露光装置100aの基板ステージ7から搬出し、基板ストッカ12に収める。第2搬送部11bは、基板6を基板ストッカ12から取り出し、第2露光装置100bの基板ステージ7に搬入し、第2露光装置100bで処理された後に基板6を第2露光装置100bの基板ステージ7から搬出する。

#### 【0019】

図3は、本実施形態における製造プロセスにおける原版3と基板6のレイアウト概略図である。第1露光装置100aは、(a)に示される第1原版3aのパターンAを、(c)に示される基板6上の特定の複数のショット領域61, 62の各々に順次転写する。次に、第2露光装置100bは、(b)に示される、第2原版3bのパターンBを、(c)に示される基板6上の第1露光装置100aで露光されたショット領域とは異なる特定の複数のショット領域63, 64, 65, 66の各々に順次転写する。

#### 【0020】

##### <第1露光装置による露光処理>

以下、図4および図5を参照して、第1露光装置100aによる露光処理を説明する。図4は、第1露光装置100aによる露光方法のフローチャートである。また、図5は、第1露光装置100aのアライメント検出部2およびオフアクシス検出部8の構成と、第1原版3aおよび基板6に配置される計測マークの例を示す図である。図5(b)に示されるように、第1原版3aには、X方向においてパターン部を挟むように、一対の計測マーク32a, 35a(以下「原版側マーク」という。)が配置されている。これに対応して、アライメント検出部2は、図5(a)に示されるように、一対の原版側マーク32a, 35aを検出する2系統のアライメント検出部21, 22を含んでいる。また、図5(c)に示されるように、基板6の複数のショット領域は、第1露光装置100aで第1原版3aを用いてパターン形成を行うことが予定されている一部のショット領域61, 62を含む。この一部のショット領域61, 62に関しては、611~626で示される複数の計測マーク(第1基板側マーク)が配置されている。また、基板6の複数のショット領域は、第2露光装置100bで第2原版3bを用いてパターン形成を行うことが予定されている一部のショット領域63, 64, 65, 66を含む。このショット領域63~66に関しては、631~656で示される複数の計測マーク(第2基板側マーク)が配置されている。これに対応して、オフアクシス検出部8は、図5(c)に示されるように、基板側マーク611~656を検出する6系統のオフアクシス検出部81, 82, 83, 84, 85, 86を含んでいる。

#### 【0021】

S101で、第1露光装置100aの制御部9は、第1搬送部11aを制御して基板6を基板ステージ7上に搭載する。

S102で、制御部9は、原版側マーク32a, 35aとショット領域61の基板側マーク612, 615とがアライメント検出部21, 22によって検出されるように、基板ステージ7および原版ステージ4を制御する。

S103では、制御部9は、アライメント検出部21, 22にマークを検出させ、第1原版3aに対する第1基板側マーク612, 615(基準マーク)の位置を求める。その結果を( $Ax_{612}$ ,  $Ay_{612}$ ), ( $Ax_{615}$ ,  $Ay_{615}$ )とする。

#### 【0022】

S104では、制御部9は、計測を行う基板側マーク(例えば第1基板側マーク611, 614)を、図5(c)に示されたオフアクシス検出部81, 82によって検出されるように、基板ステージ7を制御する。

S105では、制御部9は、オフアクシス検出部81, 82に基板側マークをそれぞれ計測させ、基板側マークの位置を求める。その結果を、( $Ox_{6ij}$ ,  $Oy_{6ij}$ )( $i=1\sim2$ ,  $j=1$

10

20

30

40

50

～6)と表す。

S 1 0 6では、制御部9は、第1露光装置100aで処理するショット領域61, 62の全てのマークを計測したかどうかを判定し、計測が終了していない場合には、未計測のマークについてS 1 0 4およびS 1 0 5での計測を繰り返す。全てのマークの計測を終えたら、処理はS 1 0 7に進む。このように、S 1 0 4～S 1 0 6では、第1露光装置100aで第1原版3aを用いてパターン形成を行うことが予定されている一部のショット領域に関して配置されている複数の第1基板側マークを検出する第1工程が実施される。

#### 【0023】

S 1 0 7では、制御部9は、計測を行う基板側マーク（例えば基板側マーク631, 634, 641, 644）を、オフアクシス検出部83, 84, 85, 86によって検出されるように、基板ステージ7を制御する。

10

S 1 0 8では、制御部9は、オフアクシス検出部83, 84, 85, 86に基板側マークをそれぞれ計測させ、基板側マークの位置を求める。その結果を、 $(0x_{6ij}, 0y_{6ij})$  ( $i=3\sim6, j=1\sim6$ )とする。

S 1 0 9では、第1露光装置100aでは露光処理を行わないショット領域63, 64, 65, 66の全てのマークを計測したかどうかを判定し、計測が終了していない場合には、未計測のマークについてS 1 0 7およびS 1 0 8での計測を繰り返す。全てのマークの計測を終えたら、処理はS 1 1 0に進む。このように、S 1 0 7～S 1 0 9では、第2露光装置100bで第2原版3bを用いてパターン形成を行うことが予定されているショット領域とは異なる他のショット領域に関して配置されている複数の第2基板側マークを検出する第2工程が実施される。

20

#### 【0024】

S 1 1 0では、S 1 0 8で取得された第2基板側マークの検出結果の情報を他のリソグラフィ装置である第2露光装置100bで利用可能になるように出力する第3工程が実施される。例えば、制御部9は、S 1 0 8で計測した結果をバッファ装置10に保存する。

S 1 1 1では、制御部9は、露光時の補正量を算出する。補正量を算出は以下のように行われる。例えば、制御部9は、S 1 0 3でのアライメント検出部による計測結果と、S 1 0 5でのオフアクシス検出部による計測結果とに基づいて、第1原版3aに対する基板側マークの位置を求める。第1原版3aに対する基板側マークの位置を $(x_{6ij}, y_{6ij})$ とすると、第1原版3aに対する基板側マークの位置は、式(1), (2)により求められる。

30

#### 【0025】

j 3のとき、

$$(x_{6ij}, y_{6ij}) = (0x_{6ij} + Ax_{612} - 0x_{612}, 0y_{6ij} + Ay_{612} - 0y_{612}) \quad (1)$$

)

j > 3のとき、

$$(x_{6ij}, y_{6ij}) = (0x_{6ij} + Ax_{615} - 0x_{615}, 0y_{6ij} + Ay_{615} - 0y_{615}) \quad (2)$$

)

#### 【0026】

式(1), (2)で求められた値に基づいて、図6(a)～(d)で示されるショットの補正成分は、式(3)～(14)で求められる。

40

#### 【0027】

$$DR1 = (x_{6i1} - x_{6i4}) \div 2 \quad (3)$$

$$DR2 = (x_{6i2} - x_{6i5}) \div 2 \quad (4)$$

$$DR3 = (x_{6i3} - x_{6i6}) \div 2 \quad (5)$$

$$MX1 = (x_{6i1} - x_{6i4}) \quad (6)$$

$$MX2 = (x_{6i2} - x_{6i5}) \quad (7)$$

$$MX3 = (x_{6i3} - x_{6i6}) \quad (8)$$

$$MY1 = (y_{6i1} - y_{6i4}) \div 2 \quad (9)$$

$$MY2 = (y_{6i2} - y_{6i5}) \div 2 \quad (10)$$

50



$$MY3 = (y_{6i3} - y_{6i6}) \div 2 \quad (11)$$

$$Yaw1 = (y_{6i1} - y_{6i4}) \quad (12)$$

$$Yaw2 = (y_{6i2} - y_{6i5}) \quad (13)$$

$$Yaw3 = (y_{6i3} - y_{6i6}) \quad (14)$$

#### 【0028】

式(3)～(14)で求めた値に基づいて、露光時の基板ステージ7の駆動量が算出される。基板ステージ7がY方向に走査露光する際の位置を $Y_s$ とすると、基板ステージ7の駆動量( $X_{comp}$ ,  $Y_{comp}$ ,  $comp$ )は、式(15)～(20)に求められる。

#### 【0029】

$Y_s > Y_{6i2}$ のとき、

$$X_{comp} = (DR1 - DR2) \div (Y_{6i1} - Y_{6i2}) \times (Y_s - Y_{6i2}) + DR2 \quad (15)$$

$$Y_{comp} = (MY1 - MY2) \div (Y_{6i1} - Y_{6i2}) \times (Y_s - Y_{6i2}) + MY2 \quad (16)$$

$$comp = (Yaw1 - Yaw2) \div (Y_{6i1} - Y_{6i2}) \times (Y_s - Y_{6i2}) + Yaw2 \quad (17)$$

$Y_s < Y_{6i2}$ のとき、

$$X_{comp} = (DR3 - DR2) \div (Y_{6i3} - Y_{6i2}) \times (Y_s - Y_{6i2}) + DR2 \quad (18)$$

$$Y_{comp} = (MY3 - MY2) \div (Y_{6i3} - Y_{6i2}) \times (Y_s - Y_{6i2}) + MY2 \quad (19)$$

$$comp = (Yaw3 - Yaw2) \div (Y_{6i3} - Y_{6i2}) \times (Y_s - Y_{6i2}) + Yaw2 \quad (20)$$

#### 【0030】

式(3)～(14)で求められた値に基づいて、投影光学系内にある光学素子の駆動量が算出される。基板ステージ7がY方向に走査する際の位置を $Y_s$ とすると、光学素子の駆動量 $O_{comp}$ は、式(21), (22)で求められる。

#### 【0031】

$Y_s > Y_{6i2}$ のとき、

$$O_{comp} = (MX1 - MX2) \div (Y_{6i1} - Y_{6i2}) \times (Y_s - Y_{6i2}) + MX2 \quad (21)$$

$Y_s < Y_{6i2}$ のとき、

$$O_{comp} = (MX3 - MX2) \div (Y_{6i3} - Y_{6i2}) \times (Y_s - Y_{6i2}) + MX2 \quad (22)$$

#### 【0032】

S112で、制御部9は、S111で求められた基板ステージ7の駆動量( $X_{comp}$ ,  $Y_{comp}$ ,  $comp$ )と光学素子の駆動量 $O_{comp}$ に基づいて原版ステージ4と基板ステージ7を同期させて走査露光を行う。

S113では、制御部9は、第1露光装置100aで処理すべき全てのショット領域61, 62が露光されたかを確認する。未露光ショットがある場合は、制御部9は、その未露光ショットについてS111, S112を繰り返し行う。このように、S111～S113では、第1基板側マークの検出結果に基づいて、ショット領域61, 62について第1原版3aとの位置合わせを行いながら露光処理(パターン形成)を行う第4工程が実施される。こうして基板6に対し露光処理を終えると、制御部9は、第1搬送部11aを制御して、処理済みの基板6を基板ステージ7から搬出し、基板ストッカ12に収める。

#### 【0033】

以上のように、本実施形態によれば、第1露光装置100aは、第1露光装置100aで処理するショット領域のマークを計測すると共に、第1露光装置100aで処理しないショット領域のマークを事前に計測する。第1露光装置100aで処理しないショット領域とは、例えば第2露光装置100bで処理されるべきショット領域であり、第1露光装置100aが第2露光装置100bのショット領域のマーク計測を肩代わりする。これにより、複数の露光装置を用いて製造するプロセスにおいて、後に処理する露光装置処理の一部を前倒しすることができ、後に処理する露光装置のスループットを向上することができる。

#### 【0034】

上記の実施形態では、第1露光装置100aで処理するショット領域61, 62の基板側マークを計測する第1工程(S104～S106)を実施した。そしてその後で、第1露光装置100aで処理しないショット領域63～66の基板側マークを計測する第2工

10

20

30

40

50

程 (S107 ~ S109) を実施した。しかし、第1工程と第2工程の実施順序は入れ替えてもよい。例えば、第2工程を先に実施し、その後に第1工程を実施してもよい。また、例えば、基板ステージ7の駆動量が最小となるよう順序で第1工程および第2工程を実施してもよい。また、第1露光装置100aで処理するショット領域61, 62の基板側マークと第1露光装置100aで処理しないショット領域63 ~ 66の基板側マークがオフアクシス検出部8で同時に検出可能であれば、同時に検出するようにしてもよい。

#### 【0035】

また、本実施形態では、S107 ~ S109にて第1露光装置100aで処理しないショット領域63 ~ 66の基板側マークの全てを計測したが、必ずしも全てを計測する必要はなく、一部の基板側マークだけを計測するようにしてもよい。

10

#### 【0036】

< 第2露光装置による露光処理 >

次に、図7および図8を参照して、第2露光装置100bにおける露光処理を説明する。図7は、第2露光装置100bによる露光方法のフローチャートである。また、図8は、第2露光装置100bのアライメント検出部2の構成と第2原版3bおよび基板6に配置される計測マークの例を示す図である。図8(b)に示されるように、第2原版3bには、X方向においてパターン部を挟むように、一対の計測マーク32b, 35b(原版側マーク)が配置されている。これに対応して、アライメント検出部2は、図8(a)に示されるように、原版側マーク32b, 35bを検出する2系統のアライメント検出部21, 22を含む。基板6は、図5(c)で示したのと同様の複数の基板側マークが配置されるが、ここでは、とりわけ図8(c)に示されるような、ショット領域63の基板側マーク632, 635が使用される。

20

#### 【0037】

S201で、第2露光装置100bの制御部9は、第2搬送部11bを制御して、第1露光装置100aで処理された基板6を基板ストッカ12から取り出し、第2露光装置100bの基板ステージ7に搬入し、その基板6を基板ステージ7上に搭載する。

S202で、制御部9は、計測対象のショット領域63の基板側マーク632, 635と原版側マーク32b, 35bがアライメント検出部21, 22によって検出されるように、基板ステージ7および原版ステージ4を制御する。

S203では、制御部9は、アライメント検出部21, 22にマークを計測させ、第2原版3bに対する基板側マーク632, 635の位置を求める。その結果を( $Ax_{632}$ ,  $Ay_{632}$ ), ( $Ax_{635}$ ,  $Ay_{635}$ )とする。

30

#### 【0038】

S204では、制御部9は、第1露光装置100aで計測された結果(S110で保存された計測結果)を、パツファ装置10から読み出す。その読み出した結果を( $Ox_{6ij}$ ,  $Oy_{6ij}$ ) ( $i=3 \sim 6$ ,  $j=1 \sim 6$ )とする。

#### 【0039】

S205では、制御部9は、露光時の補正量を算出する。補正量の算出は以下のように行われる。例えば、制御部9は、図8(c)に示されている基板側マーク632, 635のS203での計測結果と、S204で読み出した計測結果とに基づいて、第2原版3bに対する基板側マークの位置を求める。第2原版3bに対する基板側マークの位置を( $x_{6ij}$ ,  $y_{6ij}$ )とすると、第2原版3bに対する基板側マークの位置は、式(23)、(24)で求められる。

40

#### 【0040】

j = 3のとき、

$$(x_{6ij}, y_{6ij}) = (Ox_{6ij} + Ax_{632} - Ox_{632}, Oy_{6ij} + Ay_{632} - Oy_{632}) \quad (23)$$

j > 3のとき、

$$(x_{6ij}, y_{6ij}) = (Ox_{6ij} + Ax_{635} - Ox_{635}, Oy_{6ij} + Ay_{635} - Oy_{635}) \quad (24)$$

50

## 【 0 0 4 1 】

制御部 9 は、式 ( 2 3 ) , ( 2 4 ) で求められた値に基づいて、図 6 ( a ) ~ ( d ) で示されるショットの補正成分を求める。以降の計算は S 1 1 1 での式 ( 3 ) ~ ( 2 2 ) と同様に実施し、基板ステージ 7 の駆動量 (  $X_{comp}$ ,  $Y_{comp}$ ,  $\theta_{comp}$  ) と光学素子の駆動量  $O_{comp}$  を求める。

## 【 0 0 4 2 】

S 2 0 6 では、制御部 9 は、S 2 0 5 で求めた基板ステージ 7 の駆動量 (  $X_{comp}$ ,  $Y_{comp}$ ,  $\theta_{comp}$  ) と光学素子の駆動量  $O_{comp}$  に基づいて原版ステージ 4 と基板ステージ 7 を同期させて走査露光を行う。

S 2 0 7 では、制御部 9 は、第 2 露光装置 1 0 0 b で処理すべき全てのショット領域 6 3 , 6 4 , 6 5 , 6 6 が露光されたかを確認する。未露光ショットがある場合は、制御部 9 は、その未露光ショットについて S 2 0 5 , S 2 0 6 を繰り返し行う。

10

## 【 0 0 4 3 】

以上のように、本実施形態によれば、第 2 露光装置 1 0 0 b は、第 1 露光装置 1 0 0 a において第 2 露光装置 1 0 0 b で処理するショット領域のマークを事前に計測した結果を用いて、第 2 露光装置 1 0 0 b で処理するショット領域の位置合わせを行う。第 2 露光装置 1 0 0 b は、例えば、アライメント検出部 2 を用いて基準マークとして基板側マーク 6 3 2 , 6 3 5 だけを計測し、他の基板側マークについては基準マークの計測結果を基準として補正することでそれらの位置を求める。このように、マークの計測の一部を省略することにより、複数の露光装置を用いて製造するプロセスにおいて第 2 露光装置 1 0 0 b のスループットを向上することができる。また、専用の計測ステーションを設ける必要もない。したがって、小ロットプリント化と高スループット化の両立を図ることができる。

20

## 【 0 0 4 4 】

なお、本実施形態において、第 1 露光装置 1 0 0 a と第 2 露光装置 1 0 0 b は同じ構成の露光装置であるから、両者の機能を相互に入れ替え可能である。複数の露光装置のうち、どの露光装置が第 1 露光装置 1 0 0 a として機能し、どの露光装置が第 2 露光装置 1 0 0 b として機能するのかは、例えば制御部 9 が管理する露光のレシピに指定されている。

## 【 0 0 4 5 】

< 第 2 露光装置による露光処理の変形例 >

図 9 および図 1 0 を参照して、第 2 露光装置 1 0 0 b による露光処理の変形例を説明する。図 9 は、第 2 露光装置 1 0 0 b による露光処理のフローチャートである。また、図 1 0 は、第 2 露光装置 1 0 0 b のアライメント検出部 2 の構成と第 2 原版 3 b および基板 6 に配置される計測マークの例を示す図である。図 9 と図 7 のフローを比較すると、図 9 の S 3 0 8 , S 3 0 9 , S 3 1 0 は、図 7 にはない処理である。

30

## 【 0 0 4 6 】

S 3 0 1 で、第 2 露光装置 1 0 0 b の制御部 9 は、第 2 搬送部 1 1 b を制御して、第 1 露光装置 1 0 0 a で処理された基板 6 を基板ストック 1 2 から取り出し、第 2 露光装置 1 0 0 b の基板ステージ 7 に搬入し、その基板 6 を基板ステージ 7 上に搭載する。

S 3 0 2 で、制御部 9 は、計測対象のショット領域 6 3 の基板側マーク 6 3 2 , 6 3 5 と原版側マーク 3 2 b , 3 5 b がアライメント検出部 2 1 , 2 2 によって検出されるように、基板ステージ 7 および原版ステージ 4 を制御する。

40

S 3 0 3 では、制御部 9 は、アライメント検出部 2 1 , 2 2 にマークを計測させ、第 2 原版 3 b に対する基板側マーク 6 3 2 , 6 3 5 の位置を求める。その結果を (  $Ax_{632}$ ,  $Ay_{632}$  ) , (  $Ax_{635}$ ,  $Ay_{635}$  ) とする。

## 【 0 0 4 7 】

S 3 0 4 では、制御部 9 は、第 1 露光装置 1 0 0 a で計測された結果 ( S 1 1 0 で保存された計測結果 ) を、パuffa 装置 1 0 から読み出す。その読み出した結果を (  $Ox_{6ij}$ ,  $Oy_{6ij}$  ) (  $i=3 \sim 6$ ,  $j=1 \sim 6$  ) とする。

## 【 0 0 4 8 】

S 3 0 8 では、制御部 9 は、計測対象のショット領域 6 5 の基板側マーク 6 5 2 , 6 5

50

5 と原版側マーク 3 2 b , 3 5 b が、図 1 0 ( a ) に示されているアライメント検出部 2 1 , 2 2 によって検出されるように基板ステージ 7 と原版ステージ 4 を制御する。

【 0 0 4 9 】

S 3 0 9 では、制御部 9 は、アライメント検出部 2 1 , 2 2 にマークを計測させ、第 2 原版 3 b に対する基板側マークの位置を求める。その結果を  $(Ax_{652}, Ay_{652})$ 、 $(Ax_{655}, Ay_{655})$  とする。

【 0 0 5 0 】

S 3 1 0 では、制御部 9 は、露光時の補正量を算出する。補正量の算出は以下のように行われる。例えば、制御部 9 は、図 1 0 ( c ) に示されている基板側マーク 6 3 2 , 6 3 5、6 5 2 , 6 5 5 の計測結果  $(S 3 0 3, S 3 0 9)$  と、S 3 0 4 で読み出し計測結果  
10  
とに基づいて、第 2 原版 3 b に対する基板側マークの位置を求める。ここで、例えば基板 6 の温度変化により現在の基板 6 の倍率と事前計測したときの基板 6 の倍率が変化している可能性がある。そこで、制御部 9 は、図 1 0 ( c ) に示す基板側マークを計測した結果  $(S 3 0 3, S 3 0 9)$  と S 3 0 4 ) に基づいて、基板倍率変化を求める。基板倍率変化を  $(MagX_{6ij}, MagY_{6ij})$  とすると、基板倍率変化は、式 ( 2 5 )、( 2 6 ) で求められる。なお、 $(Dx_{6ik}, Dy_{6ik})$  ( $i=3 \sim 6, k=1 \sim 3$ ) は、S 3 0 3 の計測ショット ( 6 3 ) の計測マーク 2 点の中心位置から各ショットの計測マーク 2 点の中心位置までの符号付き距離とする。

【 0 0 5 1 】

$$MagX_{6ik} = (Ax_{652} + Ax_{655}) \div ((Ox_{652} + Ax_{632} - Ox_{632}) + (Ox_{655} + Ax_{635} - Ox_{635})) \times Dx_{6ik} \div Dx_{652} \quad (25)$$

$$MagY_{6ik} = (Ay_{652} + Ay_{655}) \div ((Oy_{652} + Ay_{632} - Oy_{632}) + (Oy_{655} + Ay_{635} - Oy_{635})) \times Dy_{6ik} \div Dy_{652} \quad (26)$$

【 0 0 5 2 】

制御部 9 は、式 ( 2 5 )、( 2 6 ) に基づいて、第 2 原版 3 b に対する基板側マークの位置を算出する。第 2 原版 3 b に対する基板側マーク位置を  $(x_{6ij}, y_{6ij})$  とすると、基板倍率変化を補正した第 2 原版 3 b に対する基板側マークの位置は、式 ( 2 7 )、( 2 8 ) で求められる。

【 0 0 5 3 】

j 3 のとき、

$$(x_{6ij}, y_{6ij}) = ((Ox_{6ij} + Ax_{632} - Ox_{632}) \times MagX_{6ij}, (Oy_{6ij} + Ay_{632} - Oy_{632}) \times MagY_{6ij}) \quad (27)$$

j > 3 のとき、

$$(x_{6ij}, y_{6ij}) = ((Ox_{6ij} + Ax_{635} - Ox_{635}) \times MagX_{6i(j-3)}, (Oy_{6ij} + Ay_{635} - Oy_{635}) \times MagY_{6i(j-3)}) \quad (28)$$

【 0 0 5 4 】

制御部 9 は、式 ( 2 7 )、( 2 8 ) で求められた値に基づいて、図 6 ( a ) ~ ( d ) で示されるショットの補正成分を求める。以降の計算は S 1 1 0 での式 ( 3 ) ~ ( 2 2 ) と同様に実施し、基板ステージ 7 の駆動量  $(X_{comp}, Y_{comp}, \quad_{comp})$  と光学素子の駆動量  $O_{comp}$  を求める。  
40

【 0 0 5 5 】

S 3 0 6 では、制御部 9 は、S 3 1 0 で求めた基板ステージ 7 の駆動量  $(X_{comp}, Y_{comp}, \quad_{comp})$  と光学素子の駆動量  $O_{comp}$  に基づいて原版ステージ 4 と基板ステージ 7 を同期させて走査露光を行う。

S 3 0 7 では、制御部 9 は、第 2 露光装置 1 0 0 b で処理すべき全てのショット領域 6 3 , 6 4 , 6 5 , 6 6 が露光されたかを確認する。未露光ショットがある場合は、制御部 9 は、その未露光ショットについて S 3 1 0 , S 3 0 6 を繰り返し行う。

【 0 0 5 6 】

以上のように、この変形例によれば、第 2 露光装置 1 1 0 b は、この第 2 露光装置 1 1 0 b で処理するショット領域のマークの計測を最低 2 点で実施する。したがって、基板 6  
50

の現在の倍率を算出することが可能になり、事前に計測した基板側マークの位置結果からの基板 6 の倍率変化を補正することができる。これにより、第 2 露光装置 1 1 0 b で処理するショット領域のマークの計測の一部を省略による重ね合わせ精度の低下を防ぐことができる。

#### 【 0 0 5 7 】

##### < 物品製造方法の実施形態 >

本発明の実施形態に係る物品製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品製造方法は、基板に塗布された感光剤に上記のパターン形成方法あるいはリソグラフィ装置を用いて潜像パターンを形成する工程（基板を露光する工程）と、かかる工程で潜像パターンが形成された基板を加工（現像）する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含む。本実施形態の物品製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも 1 つにおいて有利である。

#### 【 0 0 5 8 】

##### （他の実施形態）

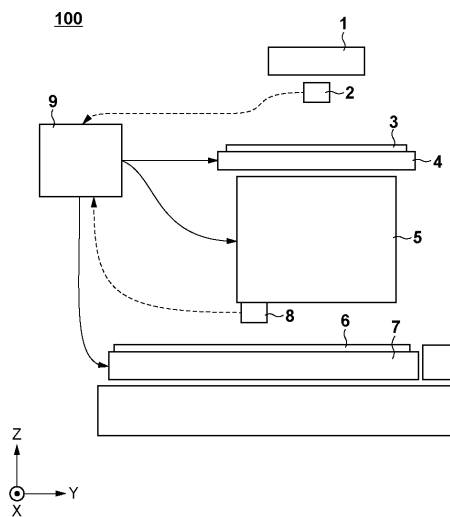
本発明は、上述の実施形態の 1 以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける 1 つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1 以上の機能を実現する回路（例えば、A S I C）によっても実現可能である。

#### 【符号の説明】

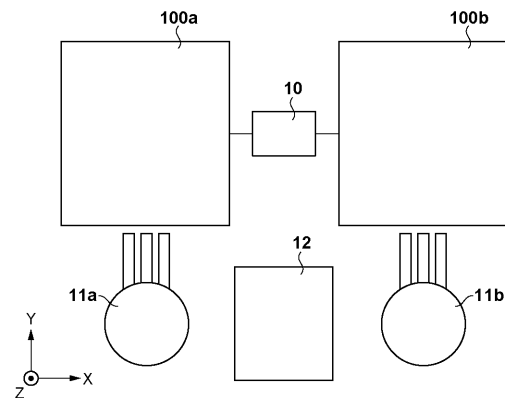
#### 【 0 0 5 9 】

1 0 0 a：第 1 露光装置、1 0 0 b：第 2 露光装置、1 0：パuffa 装置、1 1 a：第 1 搬送部、1 1 b：第 2 搬送部、1 2：基板ストッカ

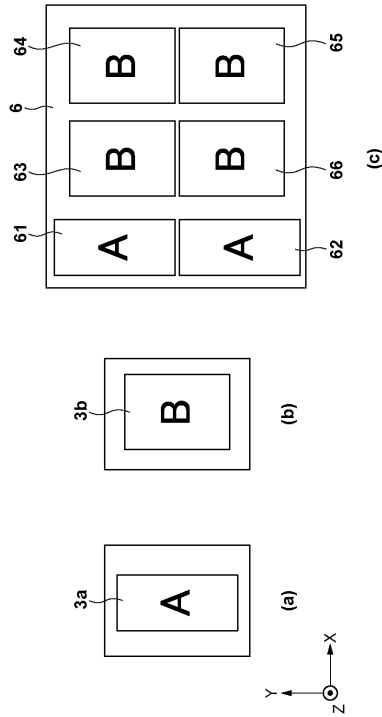
#### 【図 1】



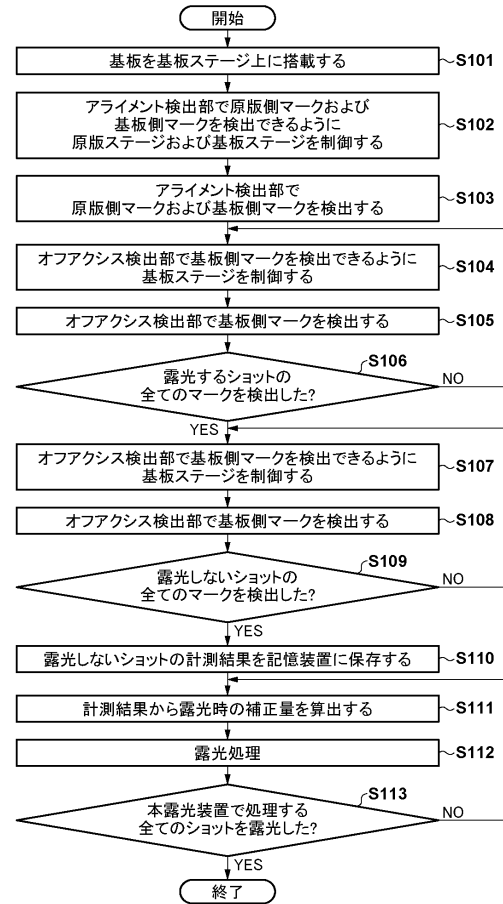
#### 【図 2】



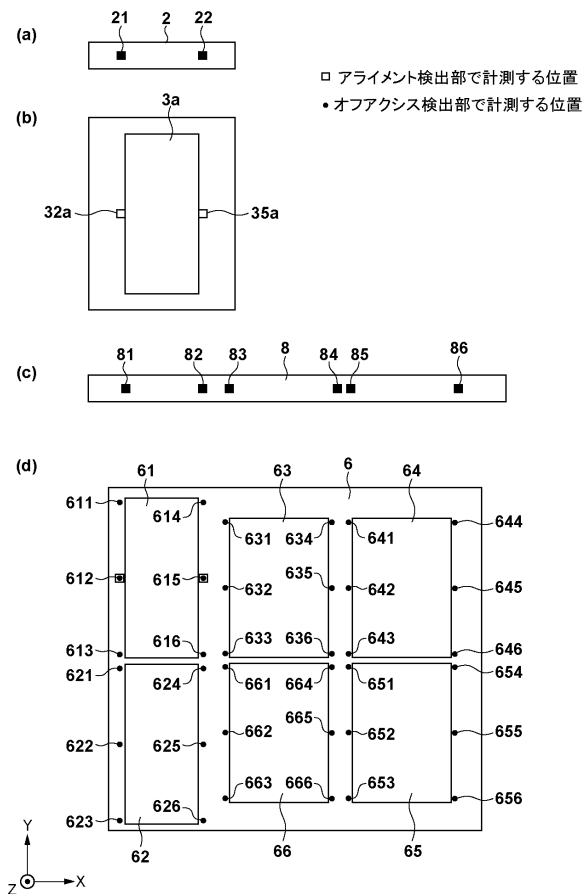
【図 3】



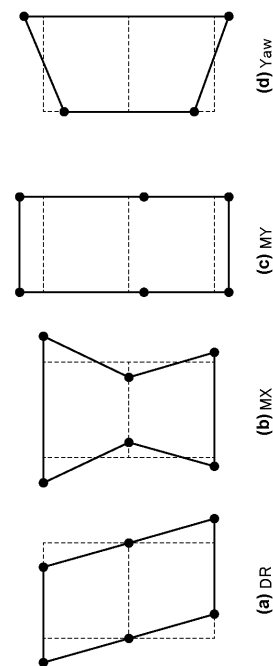
【図 4】



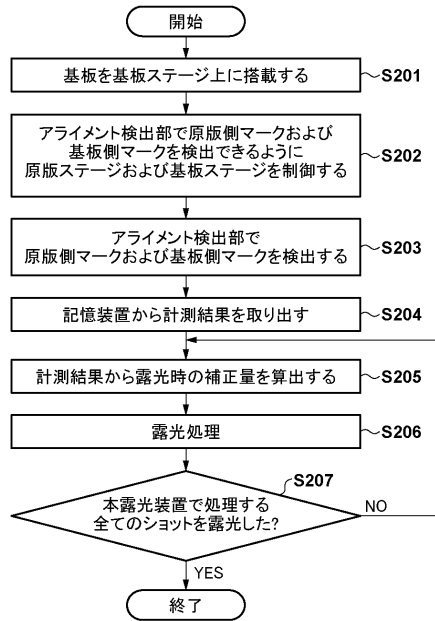
【図 5】



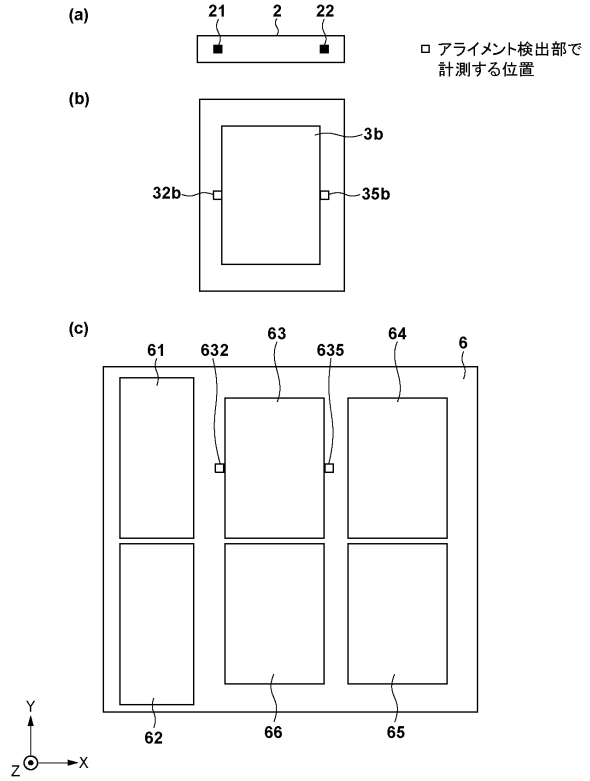
【図 6】



【図 7】



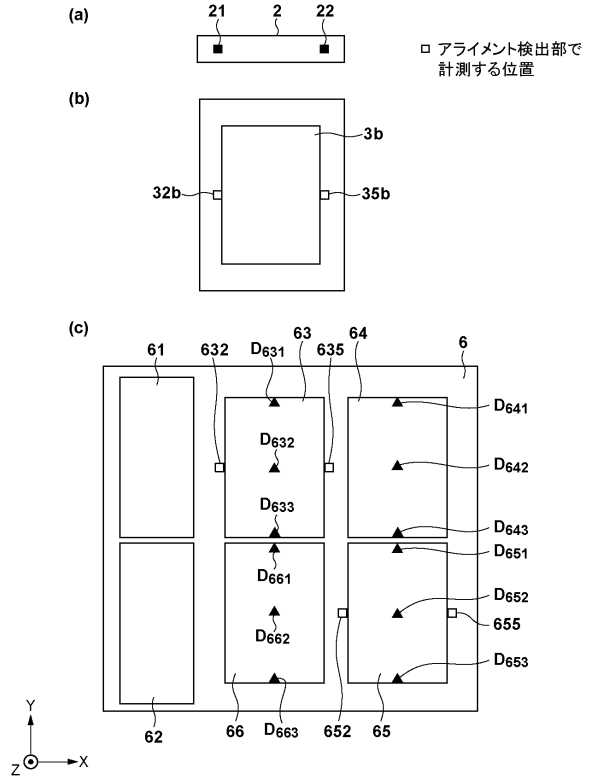
【図 8】



【図 9】



【図 10】



## フロントページの続き

- (72)発明者 吉岡 泰智  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 栗田 裕介  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 鈴木 徹  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 岩越 守孝  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 川田 大蔵  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 岡積 弘典  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 唐木 俊介  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 橋本 隆行  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 富士 健太

- (56)参考文献 特開平04-352410(JP,A)  
特開2009-200105(JP,A)  
特開2015-198202(JP,A)  
米国特許出願公開第2008/0266539(US,A1)  
国際公開第2016/051690(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F 7/20 - 7/24  
9/00 - 9/02  
H01L 21/027、21/30