

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4168665号  
(P4168665)

(45) 発行日 平成20年10月22日(2008.10.22)

(24) 登録日 平成20年8月15日(2008.8.15)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>HO 1 L</b>	<b>21/027</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	21/30	5 2 5 R
<b>GO 3 F</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	21/30	5 1 8
<b>GO 3 F</b>	<b>9/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>HO 1 L</b>	21/30	5 1 4 C
			<b>GO 3 F</b>	7/20	5 0 1
			<b>GO 3 F</b>	9/02	Z

請求項の数 11 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2002-148301 (P2002-148301)  
 (22) 出願日 平成14年5月22日(2002.5.22)  
 (65) 公開番号 特開2003-347184 (P2003-347184A)  
 (43) 公開日 平成15年12月5日(2003.12.5)  
 審査請求日 平成17年5月10日(2005.5.10)

(73) 特許権者 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (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 奈良 圭  
 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】 露光方法及び露光装置、デバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

マスクと基板とを第1方向に同期移動しつつ、前記基板に対して前記マスクのパターンを露光する露光方法において、

前記第1方向と交差する第2方向に配置された複数のアライメント系による、前記基板上で異なる露光領域の複数のアライメントマークの検出を、前記基板を前記第1方向に移動して複数回行うとともに、前記複数のアライメント系と異なる検出系による、前記第1及び第2方向と直交する第3方向の前記基板の位置検出を、前記第1方向への前記基板の移動と並行して行い、前記アライメント系及び検出系の検出結果に基づいて、前記基板上の露光領域毎に前記同期移動により前記マスクのパターンを露光することを特徴とする露光方法。

10

【請求項2】

前記複数のアライメントマークの配置に応じて、前記アライメント系を前記第2方向に移動してその配置を変更することを特徴とする請求項1記載の露光方法。

【請求項3】

前記複数のアライメント系によって、前記異なる露光領域の複数のアライメントマークを同時に検出することを特徴とする請求項1又は2記載の露光方法。

【請求項4】

前記基板上で前記第2方向に隣接する複数の露光領域は、前記同期移動が互いに逆方向に行われて前記マスクのパターンが露光されることを特徴とする請求項1～3のいずれか

20

一項記載の露光方法。

【請求項 5】

マスクと基板とを第 1 方向に同期移動しつつ、前記基板に対して前記マスクのパターンを露光する露光装置において、

前記第 1 方向と交差する第 2 方向に配置され、前記基板上のアライメントマークを検出する複数のアライメント系と、

前記第 1 及び第 2 方向と直交する第 3 方向の前記基板の位置を検出する検出系と、

前記複数のアライメント系による前記基板上で異なる露光領域の複数のアライメントマークの検出を、前記基板を前記第 1 方向に移動して複数回行うとともに、前記検出系による前記基板の位置検出を、前記第 1 方向への前記基板の移動と並行して行う制御装置と、  
を備え、

前記アライメント系及び検出系の検出結果に基づいて、前記基板上の露光領域毎に前記同期移動により前記マスクのパターンを露光することを特徴とする露光装置。

【請求項 6】

前記複数のアライメント系は、前記第 2 方向に関する配置が可変であり、前記複数のアライメントマークの配置に応じて前記アライメント系が前記第 2 方向に移動されることを特徴とする請求項 5 記載の露光装置。

【請求項 7】

前記複数のアライメント系によって、前記異なる露光領域の複数のアライメントマークが同時に検出されることを特徴とする請求項 5 又は 6 記載の露光装置。

【請求項 8】

前記検出系は、前記第 1 方向に関して前記複数のアライメント系と離れて配置され、かつ前記第 2 方向に関して異なる複数位置でそれぞれ前記基板の前記第 3 方向の位置を検出することを特徴とする請求項 5 ~ 7 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 9】

前記マスクのパターンを前記基板に投影する投影光学系を備え、前記複数のアライメント系、前記検出系、及び前記投影光学系は、前記第 1 方向に関して異なる位置に配置されることを特徴とする請求項 5 ~ 8 のいずれか一項記載の露光装置

【請求項 10】

前記第 1 方向に関して異なる位置に配置され、前記マスクのパターンを前記基板に投影する複数の投影光学系を備え、

前記複数のアライメント系のうち少なくとも 1 つは、前記複数の投影光学系の間に配置されていることを特徴とする請求項 5 ~ 9 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 11】

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項記載の露光方法、あるいは請求項 5 ~ 請求項 10 のいずれか一項記載の露光装置を用いて、前記マスクに描いたデバイスパターンを前記基板に露光する工程と、該露光した基板を現像する工程とを含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マスクと基板とを同期移動しつつマスクのパターンを基板に露光する露光方法及び露光装置、並びにデバイス製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

液晶表示デバイスや半導体デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、感光基板を載置して 2 次元移動する基板ステージとパターンを有するマスクを載置して 2 次元移動するマスクステージとを有し、マスク上に形成さ

10

20

30

40

50

れたパターンをマスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながら投影光学系を介して感光基板に転写するものである。露光装置としては、感光基板上にマスクのパターン全体を同時に転写する一括型露光装置と、マスクステージと基板ステージとを同期走査しつつマスクのパターンを連続的に感光基板上に転写する走査型露光装置との2種類が主に知られている。このうち、液晶表示デバイスを製造する際には、表示領域の大型化の要求から走査型露光装置が主に用いられている。

#### 【0003】

走査型露光装置には、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部（継ぎ部）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、いわゆるマルチレンズ方式の走査型露光装置（マルチレンズスキャン型露光装置）がある。マルチレンズ方式の走査型露光装置は、良好な結像特性を維持しつつ、装置を大型化せずに大きな露光領域（パターン形成領域）を得ることができる。上記走査型露光装置における各投影光学系の視野絞りは、例えば台形状で、走査方向の視野絞りの開口幅の合計は常に等しくなるように設定されている。そのため、隣り合う投影光学系の継ぎ部が重複して露光されるので、上記走査型露光装置は、投影光学系の光学収差や露光照度が滑らかに変化するという利点を有している。

#### 【0004】

図21は、従来のマルチレンズスキャン型露光装置の一例を示す図である。

図21に示すように、露光装置EXJは、マスクMを支持するマスクステージMSTと、感光基板Pを支持する基板ステージPSTと、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板ステージPSTに支持されている感光基板Pに投影する複数の投影光学系PLa~PLgとを備えている。投影光学系PLa、PLc、PLd、PLgと投影光学系PLb、PLd、PLfとは2列に千鳥状に配列されており、投影光学系PLa~PLgのうち隣り合う投影光学系どうし（例えば投影光学系PLaとPLb、PLbとPLc）がX軸方向に所定量変位して配置されている。そして、投影光学系Pa~PLgのそれぞれに対応する台形状の投影領域の継ぎ部が感光基板P上で重複する。

マスクステージMSTの上方には、マスクMと感光基板Pとのアライメントを行うアライメント光学系500A、500Bが設けられている。アライメント光学系500A、500Bは、不図示の駆動機構によりY軸方向に移動可能となっており、アライメント処理時には照明光学系ILとマスクMとの間に進入するとともに、走査露光時には照明領域から退避するようになっている。アライメント光学系500A、500Bは、マスクMに形成されているマスクアライメントマークを検出するとともに、感光基板Pに形成されている基板アライメントマークを投影光学系PLa及びPLgを介して検出する。

#### 【0005】

図22~図24は、露光装置EXJを用いたアライメント処理手順及び露光処理手順を説明するための図である。ここでは、感光基板P上に4つのデバイス（パターン形成領域）PA1~PA4を形成する場合について説明する。

図22に示すように、感光基板P上のパターン形成領域PA1~PA4のそれぞれの4隅にはアライメントマークが形成されている。

露光装置EXJは、まず、図22(a)に示すように、感光基板P上の第1のパターン形成領域PA1の-X側の2つの基板アライメントマークm1、m2を、アライメント光学系500A、500Bにより投影光学系PLa及びPLgを介して検出する。ここで、アライメント光学系500A、500Bは、基板アライメントマークm1、m2に対応したマスクアライメントマーク（図22では不図示）も同時に検出する。次いで、図22(b)に示すように、感光基板Pが基板ステージPSTにより-X側に移動し、アライメント光学系500A、500Bがパターン形成領域PA1の+X側の2つの基板アライメントマークm3、m4を投影光学系PLa及びPLgを介して検出する。このとき、マスクMもマスクステージMSTにより移動し、感光基板Pの基板アライメントマークm3、m4に対応したマスクアライメントマークが基板アライメントマークm3、m4とともに検出

10

20

30

40

50

される。次いで、図22(c)に示すように、感光基板Pが基板ステージPSTにより-X側に移動し、アライメント光学系500A、500Bが感光基板Pの第2のパターン形成領域PA2の基板アライメントマークm1、m2、及びこれに対応するマスクアライメントマークを検出する。次いで、図22(d)に示すように、感光基板Pが-X側に移動し、アライメント光学系500A、500Bがパターン形成領域PA2の基板アライメントマークm3、m4、及びこれに対応するマスクアライメントマークを検出する。

次いで、図23(a)に示すように、感光基板Pが基板ステージPSTにより-Y側にステップ移動し、アライメント光学系500A、500Bが第3のパターン形成領域PA3の基板アライメントマークm3、m4、及びこれに対応するマスクアライメントマークを検出する。次いで、図23(b)に示すように、感光基板Pが+X側に移動し、アライメント光学系500A、500Bがパターン形成領域PA3の基板アライメントマークm1、m2、及びこれに対応するマスクアライメントマークを検出する。次いで、図23(c)に示すように、感光基板Pが+X側に移動し、アライメント光学系500A、500Bが第4のパターン形成領域PA4の基板アライメントマークm3、m4、及びこれに対応するマスクアライメントマークを検出する。次いで、図23(d)に示すように、感光基板Pが+X側に移動し、アライメント光学系500A、500Bがパターン形成領域PA4の基板アライメントマークm1、m2、及びこれに対応するマスクアライメントマークを検出する。

#### 【0006】

以上のようにして、マスクMと感光基板Pとのステップ移動を繰り返しながら、2つのアライメント光学系500A、500Bが各パターン形成領域PA1~PA4のそれぞれの基板アライメントマークm1~m4の位置情報、及びマスクアライメントマークの位置情報を検出する。そして、露光装置EXJでは、アライメント光学系500A、500Bの検出結果に基づいて、各パターン形成領域毎のマスクMと感光基板Pとの位置誤差、及びシフト、ローテーション、スケージング等の像特性を求め、この求めた誤差情報から補正值を算出し、この補正值に基づいて露光処理が行われる。露光処理を行う際には、まず、図24(a)に示すように、最後にアライメント処理を行ったパターン形成領域PA4に対する露光処理が行われる。すなわち、感光基板Pを支持した基板ステージPSTとマスクMを支持したマスクステージMST(図24では不図示)とを-X方向に同期移動しつつ、マスクMを露光光で照明することにより、感光基板Pのパターン形成領域PA4に対する露光処理が行われる。パターン形成領域PA4に対する露光処理が終了したら、図24(b)に示すように、パターン形成領域PA3に対する走査露光処理を行うために、マスクMと感光基板Pとの位置が設定される。すなわち、感光基板Pが-X方向に移動するとともに、マスクM(図24では不図示)が初期位置に戻るために+X方向に大きく移動する。そして、パターン形成領域PA3に対する走査露光処理が行われる。パターン形成領域PA3に対する露光処理が終了したら、図24(c)に示すように、パターン形成領域PA1に対する走査露光処理を行うために、マスクMと感光基板Pとの位置が設定される。すなわち、感光基板Pは基板ステージPSTにより+X方向に大きく移動するとともに+Y方向にも移動し、マスクMは初期位置に戻るために+X側に大きく移動する。そして、パターン形成領域PA1に対する走査露光処理が行われる。パターン形成領域PA1に対する露光処理が終了したら、図24(d)に示すように、パターン形成領域PA2に対する走査露光処理を行うために、マスクMと感光基板Pとの位置が設定される。すなわち、感光基板Pが-X方向に移動するとともに、マスクMが初期位置に戻るために+X方向に大きく移動する。そして、パターン形成領域PA2に対する走査露光処理が行われる。こうして、各パターン形成領域PA1~PA4のそれぞれに対する露光処理が終了する。

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述した従来の露光装置及び露光方法には以下に述べる問題が生じるようになった。

10

20

30

40

50

上述した従来の方法では、4つのパターン形成領域(デバイス)PA1~PA4を露光処理するために、マスクMと感光基板Pとをステップ移動しつつアライメントマーク検出動作を8回も行う必要があり、アライメント処理に要する時間が長かった。1枚の感光基板Pから製造するデバイスを更に多くしようとすると、アライメント処理時間は更に長くなる。アライメント処理時間が長くなると、露光装置全体の生産性が低下する。

一方、アライメント処理時間を短くするために、検出するアライメントマークの数を減らすことも考えられ、1つのパターン形成領域で検出するアライメントマークの数を上記4つから例えば2つに減らしてアライメント処理することも考えられるが、検出するアライメントマークの数を減らすと、スケーリング、ローテーション、あるいは直交度等の像特性が精度良く検出されず、アライメント精度の低下を招くことになる。アライメント精度が低下すると、製造するデバイスのパターン精度が低下する。

10

【0008】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、精度を維持しつつアライメント処理時間を短縮し、生産性が向上される露光方法及び露光装置、並びにデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため本発明の露光方法は、マスク(M)と基板(P)とを第1方向(X軸方向)に同期移動しつつ、基板(P)に対してマスク(M)のパターンを露光する露光方法において、第1方向と交差する第2方向(Y軸方向)に配置された複数のアライメント系(AL1~AL6)による、基板上で異なる露光領域(PA1~PA3)の複数のアライメントマーク(m1~m6)の検出を、基板を第1方向に移動して複数回行うとともに、複数のアライメント系と異なる検出系(60)による、第1及び第2方向と直交する第3方向(Z軸方向)の基板の位置検出を、第1方向への基板の移動と並行して行い、アライメント系及び検出系の検出結果に基づいて、基板上の露光領域毎に同期移動によりマスクのパターンを露光する露光方法である。

20

また、本発明の露光装置は、マスク(M)と基板(P)とを第1方向(X軸方向)に同期移動しつつ、基板(P)に対してマスク(M)のパターンを露光する露光装置において、第1方向と交差する第2方向(Y軸方向)に配置され、基板上のアライメントマークを検出する複数のアライメント系(AL1~AL6)と、第1及び第2方向と直交する第3方向(Z軸方向)の基板の位置を検出する検出系(60)と、複数のアライメント系による基板上で異なる露光領域(PA1~PA3)の複数のアライメントマーク(m1~m6)の検出を、基板を第1方向に移動して複数回行うとともに、検出系による基板の位置検出を、第1方向への基板の移動と並行して行う制御装置(CONT)と、を備え、アライメント系及び検出系の検出結果に基づいて、基板上の露光領域毎に同期移動によりマスクのパターンを露光する露光装置(EX)である。

30

【0010】

本発明によれば、複数のアライメント系による基板上で異なる露光領域の複数のアライメントマークの検出を、基板を第1方向に移動して複数回行うとともに、検出系による基板の第3方向の位置検出を、第1方向への基板の移動と並行して行う。このため、検出すべきアライメントマークの数を減らすことなく、従来に比べてアライメントマークの検出時間を短縮できるとともに、アライメントマークの検出動作と並行して第3方向の基板の位置を検出できる。従って、基板の露光前の準備動作に要する時間を短縮でき、露光処理のスループットを向上することができる。

40

【0011】

本発明のデバイス製造方法は、上記記載の露光方法、あるいは上記記載の露光装置(EX)を用いて、マスク(M)に描いたデバイスパターンを基板(P)に露光する工程(204)と、該露光した基板(P)を現像する工程(204)とを含むことを特徴とする。

【0012】

本発明によれば、露光処理のスループットが向上するので、デバイス製造の際の生産性

50

を向上できる。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の露光装置について図1～図7を参照しながら説明する。

図1は本発明の露光装置の一実施形態を示す概略斜視図、図2は概略構成図である。

図1及び図2において、露光装置EXは、パターンが形成されたマスクMを支持するマスクステージMSTと、感光基板Pを支持する基板ステージPSTと、マスクステージMSTに支持されたマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板ステージPSTに支持されている感光基板Pに投影する投影光学系PLと、感光基板Pに設けられているアライメントマークを検出するアライメント系ALとを備えている。マスクステージMSTに支持されているマスクMと、基板ステージPSTに支持されている感光基板Pとは、投影光学系PLを介して共役な位置関係に配置される。照明光学系ILは複数、本実施形態では7つの照明系モジュールIM(IMa～IMg)を有している。また、投影光学系PLも、照明系モジュールIMの数に対応して複数、本実施形態では7つの投影光学系PLa～PLgを有している。投影光学系PLa～PLgのそれぞれは、照明系モジュールIMa～IMgのそれぞれに対応して配置されている。感光基板Pはガラスプレート(ガラス基板)に感光剤(フォトリソ)を塗布したものである。

10

【0014】

ここで、本実施形態に係る露光装置EXは、露光光ELに対してマスクMと感光基板Pとを同期移動して走査露光する走査型露光装置であり、以下の説明において、投影光学系PLの光軸方向をZ軸方向、Z軸方向に垂直な方向でマスクM及び感光基板Pの同期移動方向をX軸方向(第1の方向、走査方向)、Z軸方向及びX軸方向(走査方向)と直交する方向をY軸方向(第2の方向、非走査方向)とする。また、X軸まわり、Y軸まわり、Z軸まわりのそれぞれの方向をX方向、Y方向、Z方向とする。

20

【0015】

図2に示すように、照明光学系ILは、超高圧水銀ランプ等からなる光源1と、光源1から射出された光束を集光する楕円鏡1aと、この楕円鏡1aによって集光された光束のうち露光に必要な波長の光束を反射し、その他の波長の光束を透過させるダイクロイックミラー2と、ダイクロイックミラー2で反射した光束のうち更に露光に必要な波長(通常は、g、h、i線のうち少なくとも1つの帯域)のみを通過させる波長選択フィルタ3と、波長選択フィルタ3からの光束を複数本、本実施形態では7本に分岐して、反射ミラー5を介して各照明系モジュールIMa～IMgに入射させるライトガイド4とを備えている。

30

【0016】

照明系モジュールIMは複数、本実施形態ではIMa～IMgの7つ設けられており(但し、図2においては、便宜上照明系モジュールIMgに対応するもののみ示している)、照明光学系IMa～IMgのそれぞれは、X軸方向とY軸方向とに一定の間隔を持って配置されている。そして、これら複数の照明系モジュールIMa～IMgのそれぞれから射出した露光光ELは、マスクM上の異なる小領域(照明光学系の照明領域)をそれぞれ照明する。

40

【0017】

照明系モジュールIMa～IMgのそれぞれは、照明シャッタ6と、リレーレンズ7と、オプティカルインテグレータとしてのフライアイレンズ8と、コンデンサレンズ9とを備えている。照明シャッタ6は、ライトガイド4の光路下流側に、光路に対して進退自在に配置されている。照明シャッタ6は、光路を遮蔽したときにこの光路からの光束を遮光して、光路を解放したときに光束への遮光を解除する。照明シャッタ6には、この照明シャッタ6を光束の光路に対して進退移動させるシャッタ駆動部6aが接続されている。シャッタ駆動部6aは制御装置CONTにより制御される。

【0018】

50

また、照明系モジュール I M a ~ I M g のそれぞれには光量調整機構 1 0 が設けられている。この光量調整機構 1 0 は、光路毎に光束の照度を設定することにより各光路の露光量を調整するものであって、ハーフミラー 1 1 と、ディテクタ 1 2 と、フィルタ 1 3 と、フィルタ駆動部 1 4 とを備えている。ハーフミラー 1 1 は、フィルタ 1 3 とリレーレンズ 7 との間の光路中に配置され、フィルタ 1 3 を透過した光束の一部をディテクタ 1 2 へ入射する。ディテクタ 1 2 のそれぞれは、常時、入射した光束の照度を独立して検出し、検出した照度信号を制御装置 C O N T へ出力する。

【 0 0 1 9 】

図 3 に示すように、フィルタ 1 3 は、ガラス板 1 3 a 上に C r 等ですだれ状にパターンニングされたものであって、透過率が X 軸方向に沿ってある範囲で線形に漸次変化するように形成されており、各光路中の照明シャッタ 6 とハーフミラー 1 1 との間に配置されている。

10

【 0 0 2 0 】

これらハーフミラー 1 1、ディテクタ 1 2、及びフィルタ 1 3 は、複数の光路毎にそれぞれ配設されている。フィルタ駆動部 1 4 は制御装置 C O N T の指示に基づいてフィルタ 1 3 を X 軸方向に移動する。そして、フィルタ 1 3 をフィルタ駆動部 1 4 により移動することで各光路毎の光量が調整される。

【 0 0 2 1 】

光量調整機構 1 0 を透過した光束はリレーレンズ 7 を介してフライアイレンズ 8 に達する。フライアイレンズ 8 は射出面側に二次光源を形成し、コンデンサレンズ 9 を介してマスク M の照明領域を均一な照度で照射することができる。そして、コンデンサレンズ 9 を通過した露光光 E L は、照明系モジュールのうち、直角プリズム 1 6 と、レンズ系 1 7 と、凹面鏡 1 8 とを備えた反射屈折型光学系 1 5 を通過した後、マスク M を所定の照明領域で照明する。マスク M は、照明系モジュール I M a ~ I M g を透過した各露光光 E L により異なる照明領域でそれぞれ照明される。

20

【 0 0 2 2 】

マスク M を支持するマスクステージ M S T は、一次元の走査露光を行うべく X 軸方向に長いストロークと、走査方向と直交する Y 軸方向に所定距離のストロークとを有している。図 2 に示すように、マスクステージ M S T は、このマスクステージ M S T を X 軸方向及び Y 軸方向に移動するマスクステージ駆動部 M S T D を備えている。マスクステージ駆動部 M S T D は制御装置 C O N T により制御される。

30

【 0 0 2 3 】

図 1 に示すように、マスクステージ M S T 上の X 軸方向及び Y 軸方向のそれぞれの端縁には、直交する方向に移動鏡 3 2 a、3 2 b がそれぞれ設けられている。移動鏡 3 2 a には、複数、本実施形態では 2 つのレーザー干渉計 M x 1、M x 2 が対向して配置されている。また、移動鏡 3 2 b にはレーザー干渉計 M y 1 が対向して配置されている。レーザー干渉計 M x 1、M x 2 のそれぞれは移動鏡 3 2 a にレーザー光を照射し、移動鏡 3 2 a との距離を検出する。レーザー干渉計 M x 1、M x 2 の検出結果は制御装置 C O N T に出力され、制御装置 C O N T はレーザー干渉計 M x 1、M x 2 の検出結果に基づいて、マスクステージ M S T の X 軸方向における位置、及び Z 軸まわりの回転量を求める。また、レーザー干渉計 M y 1 は移動鏡 3 2 b にレーザー光を照射し、移動鏡 3 2 b との距離を検出する。レーザー干渉計 M y 1 の検出結果は制御装置 C O N T に出力され、制御装置 C O N T はレーザー干渉計 M y 1 の検出結果に基づいて、マスクステージ M S T の Y 軸方向における位置を求める。そして、制御装置 C O N T は、レーザー干渉計 M x 1、M x 2、及び M y 1 の出力からマスクステージ M S T の位置（姿勢）をモニタし、マスクステージ駆動部 M S T D を制御することでマスクステージ M S T を所望の位置（姿勢）に設定する。

40

【 0 0 2 4 】

マスク M を透過した露光光 E L は、投影光学系 P L a ~ P L g のそれぞれに入射する。投影光学系 P L a ~ P L g は、マスク M の照明領域に存在するパターン像を感光基板 P に結像し、感光基板 P の特定領域（投影領域）にパターン像を投影露光するものであり、各照

50

明系モジュール I M a ~ I M g に対応して設けられている。

【 0 0 2 5 】

図 1 に示すように、複数の投影光学系 P L a ~ P L g のうち、投影光学系 P L a、P L c、P L e、P L g と投影光学系 P L b、P L d、P L f とが 2 列に千鳥状に配列されている。すなわち、千鳥状に配置されている各投影光学系 P L a ~ P L g は、隣合う投影光学系どうし（例えば投影光学系 P L a と P L b、P L b と P L c）を Y 軸方向に所定量変位させて配置されている。これら各投影光学系 P L a ~ P L g は照明系モジュール I M a ~ I M g から射出しマスク M を透過した複数の露光光 E L を透過させ、基板ステージ P S T に載置されている感光基板 P にマスク M のパターン像を投影する。すなわち、各投影光学系 P L a ~ P L g を透過した露光光 E L は、感光基板 P 上の異なる投影領域にマスク M の照明領域に対応したパターン像を所定の結像特性で結像する。

10

【 0 0 2 6 】

図 2 に示すように、投影光学系 P L a ~ P L g のそれぞれは、像シフト機構 1 9 と、2 組の反射屈折型光学系 2 1、2 2 と、視野絞り 2 0 と、倍率調整機構 2 3 とを備えている。像シフト機構 1 9 は、例えば、2 枚の平行平板ガラスがそれぞれ X 軸まわりもしくは Y 軸まわりに回転することで、マスク M のパターン像を Y 軸方向もしくは X 軸方向にシフトする。マスク M を透過した露光光 E L は像シフト機構 1 9 を透過した後、1 組目の反射屈折型光学系 2 1 に入射する。

【 0 0 2 7 】

反射屈折型光学系 2 1 は、マスク M のパターンの中間像を形成するものであって、直角プリズム 2 4 とレンズ系 2 5 と凹面鏡 2 6 とを備えている。直角プリズム 2 4 は Z 軸まわりに回転自在となっており、マスク M のパターン像を回転可能となっている。

20

【 0 0 2 8 】

この中間像位置には、視野絞り 2 0 が配置されている。視野絞り 2 0 は、感光基板 P 上での投影領域を設定するものであり、投影光学系 P L においてマスク M と感光基板 P に対してほぼ共役な位置に配置されている。視野絞り 2 0 を透過した光束は、2 組目の反射屈折型光学系 2 2 に入射する。反射屈折型光学系 2 2 は、反射屈折型光学系 2 1 と同様、直角プリズム 2 7 とレンズ系 2 8 と凹面鏡 2 9 とを備えている。直角プリズム 2 7 も Z 軸まわりに回転自在となっており、マスク M のパターン像を回転可能となっている。

【 0 0 2 9 】

反射屈折型光学系 2 2 から射出した露光光 E L は、倍率調整機構 2 3 を通過し、感光基板 P 上にマスク M のパターン像を正立等倍で結像する。倍率調整機構 2 3 は、例えば、平凸レンズ、両凸レンズ、平凸レンズの 3 枚のレンズから構成され、平凸レンズと平凹レンズとの間に位置する両凸レンズを Z 方向に移動させて相対位置を変化させることにより、マスク M のパターン像の倍率を変化させる。

30

【 0 0 3 0 】

感光基板 P を支持する基板ステージ P S T は基板ホルダを有しており、基板ホルダを介して感光基板 P を保持する。基板ステージ P S T は、マスクステージ M S T と同様に、一次元の走査露光を行うべく X 軸方向に長いストロークと、走査方向と直交する Y 軸方向にステップ移動するための長いストロークとを有しており、図 2 に示すように、この基板ステージ P S T を X 軸方向及び Y 軸方向に移動する基板ステージ駆動部 P S T D を備えている。基板ステージ駆動部 P S T D は制御装置 C O N T により制御される。更に、基板ステージ P S T は Z 軸方向、及び X、Y、Z 方向にも移動可能となっている。

40

【 0 0 3 1 】

図 1 に示すように、基板ステージ P S T 上の X 軸方向及び Y 軸方向のそれぞれの端縁には、直交する方向に移動鏡 3 4 a、3 4 b がそれぞれ設置されている。Y 軸方向に延在する移動鏡 3 4 a には、複数、本実施形態では 2 つのレーザー干渉計 P x 1、P x 2 が対向して配置されている。また、X 軸方向に延在する移動鏡 3 4 b には、複数、本実施形態では 3 つのレーザー干渉計 P y 1、P y 2、P y 3 が対向して配置されている。ここで、複数のレーザー干渉計 P y 1 ~ P y 3 のそれぞれは、X 軸方向に沿って等間隔に並んで設けら

50



れている。レーザー干渉計  $P \times 1$ 、 $P \times 2$  のそれぞれは移動鏡 34a にレーザー光を照射し、移動鏡 34a との距離を検出する。レーザー干渉計  $P \times 1$ 、 $P \times 2$  の検出結果は制御装置 CONT に出力され、制御装置 CONT はレーザー干渉計  $P \times 1$ 、 $P \times 2$  の検出結果に基づいて、基板ステージ PST の X 軸方向における位置、及び Z 軸まわりの回転量を求める。また、レーザー干渉計  $P y 1 \sim P y 3$  は移動鏡 34b にレーザー光を照射し、移動鏡 34b との距離を検出する。レーザー干渉計  $P y 1 \sim P y 3$  の検出結果は制御装置 CONT に出力され、制御装置 CONT はレーザー干渉計  $P y 1 \sim P y 3$  それぞれの検出結果に基づいて、基板ステージ PST の Y 軸方向における位置を求める。そして、制御装置 CONT は、レーザー干渉計  $P \times 1$ 、 $P \times 2$ 、及び  $P y 1 \sim P y 3$  の出力から基板ステージ PST の位置（姿勢）をモニタし、基板ステージ駆動部 PST D を制御することで基板ステージ PST を所望の位置（姿勢）に設定する。

10

#### 【0032】

マスクステージ駆動部 MST D 及び基板ステージ駆動部 PST D は制御装置 CONT によりそれぞれ独立して制御され、マスクステージ MST 及び基板ステージ PST は、マスクステージ駆動部 MST D 及び基板ステージ駆動部 PST D のそれぞれの駆動のもとで、それぞれ独立して移動可能となっている。そして、制御装置 CONT は、マスクステージ MST 及び基板ステージ PST の位置をモニターしながら、両駆動部 PST D、MST D を制御することにより、マスク M と感光基板 P とを投影光学系 PL に対して、任意の走査速度（同期移動速度）で X 軸方向に同期移動するようになっている。

#### 【0033】

感光基板 P 上での投影光学系 PL a ~ PL g の投影領域 50 a ~ 50 g のそれぞれは、所定形状、本実施形態では台形形状に設定される。図 1 に示すように、投影領域 50 a、50 c、50 e、50 g と、投影領域 50 b、50 d、50 f とは、X 軸方向に対向して配置されている。さらに、投影領域 50 a ~ 50 g は、隣り合う投影領域の端部（境界部、継ぎ部）どうしが Y 軸方向に重なり合うように並列配置される。そして、投影領域 50 a ~ 50 g の境界部どうしが Y 軸方向に重なり合うように並列配置することにより、X 軸方向の投影領域の幅の総計がほぼ等しくなるように設定されている。こうすることにより、X 軸方向に走査露光したときの露光量が等しくなるようになっている。このように、各投影光学系 PL a ~ PL g による投影領域 50 a ~ 50 g のそれぞれが重なり合う重複領域（継ぎ部）を設けることにより、継ぎ部における光学収差の変化や照度変化を滑らかにすることができる。

20

30

#### 【0034】

次に、アライメント系 AL について説明する。

アライメント系 AL は、感光基板 P に設けられているアライメントマーク（基板アライメントマーク）を検出するものであって、図 1 及び図 2 に示すように、2 列に配置されている投影光学系 PL a、PL c、PL e、PL g と、投影光学系 PL b、PL d、PL f との間で感光基板 P に対向するように設けられている。アライメント系 AL は、Y 軸方向（第 2 の方向）に複数並んで配置されており、感光基板 P 上に設けられた複数の基板アライメントマークを検出する。また、2 列に配置されている投影光学系 PL a、PL c、PL e、PL g と、投影光学系 PL b、PL d、PL f との間には、感光基板 P に対向し、この感光基板 P の Z 軸方向における位置を検出する基板側オートフォーカス検出系（AF 検出系）60 と、マスク M に対向し、このマスク M の Z 軸方向における位置を検出するマスク側オートフォーカス検出系 70 とが設けられている。基板側 AF 検出系 60 及びマスク側 AF 検出系 70 のそれぞれも、Y 軸方向に複数並んで配置されている。ここで、複数のアライメント系 AL、基板側 AF 検出系 60、及びマスク側 AF 検出系 70 は、図 1 に示すようにハウジング H に支持されてユニット化されている。以下の説明において、ハウジング H に支持された AF 検出系 60、70、及びアライメント系 AL を、適宜「アライメントユニット」と称する。

40

#### 【0035】

図 4 は、アライメントユニット U の斜視図である。また、図 5 は、アライメントユニット

50

Uのうちアライメント系AL、基板側AF検出系60、及びマスク側AF検出系70と、マスクM及び感光基板Pとの位置関係を説明するための図である。ここで、図5(a)はマスクMとマスク側AF検出系70との位置関係を示す図であり、図5(b)は図4のアライメントユニットUのA-A矢視断面図であり、図5(c)は感光基板Pを支持する基板ステージPSTを上側(+Z側)から見た平面図である。そして、図5(a)に示すマスク側AF検出系70は、図4のB-B断面矢視図に相当する。

図4及び図5(b)に示すように、アライメント系AL(AL1~AL6)は、非走査方向であるY軸方向に複数、本実施形態では6つ並んで配置されている。アライメント系AL1~AL6は、2列に配置されている投影光学系PLa、PLc、PLe、PLgと、投影光学系PLb、PLd、PLfとの間において、この投影光学系PLa~PLgの投影領域50a~50gの並び方向に沿うように配置されている。



10

#### 【0036】

図5(b)に示すように、Y軸方向に複数並んだアライメント系AL1~AL6のうち、Y軸方向中央のアライメント系AL2~AL5は投影光学系PL(PLa~PLg)の内側に設けられ、Y軸方向両側のアライメント系AL1、AL6は投影光学系PLの外側に設けられている。ここで、図5(b)及び(c)に示すように、複数のアライメント系AL1~AL6のうち、外側2つのアライメント系AL1とAL6との間隔は、感光基板PのY軸方向の長さとはほぼ等しく設定されている。また、図5(a)及び(b)に示すように、外側2つのアライメント系AL1とAL6との間隔は、マスクMのY軸方向の長さよりも長く(マスクMのY軸方向の長さ以上に)設定されている。

20

#### 【0037】

一方、感光基板Pには、図5(c)に示すように、アライメント処理に用いられる複数のアライメントマーク(基板アライメントマーク)m1~m6が設けられている。本実施形態において、感光基板P上にはY軸方向に6つ並んだアライメントマークm1~m6がX軸方向の6箇所に間隔をおいて形成されており、全部で36個のアライメントマークが形成されている。なお、図ではアライメントマークは「」として示されているが、例えば十字状「+」でもボックスマーク「」でもよい。

#### 【0038】

本実施形態では、感光基板P上においてY軸方向に6つ並んだアライメントマークm1~m6に対応してアライメント系AL1~AL6が設けられている。そして、これら6つのアライメント系AL1~AL6のそれぞれとアライメントマークm1~m6のそれぞれとが対向するように設定され、アライメント系AL1~AL6はアライメントマークm1~m6のそれぞれに対向した状態で、これらアライメントマークm1~m6のそれぞれを同時に検出可能である。すなわち、本実施形態では、感光基板Pに形成されているアライメントマークm1~m6の配置(間隔)に基づいてアライメント系AL1~AL6の配置(間隔)が設定される。

30

#### 【0039】

図4及び図5(b)に示すように、アライメント系AL1~AL6のX軸方向両側には、複数の基板側AF検出系60(60a~60g)が設けられている。本実施形態において、基板側AF検出系は60a~60gの7つ設けられている。基板側AF検出系60a~60gは、基板ステージPSTに支持された感光基板Pに対向する位置に設けられており、感光基板Pの露光面に直交する方向、すなわちZ軸方向における位置をそれぞれ検出する。複数の基板側AF検出系60a~60gのうち、AF検出系60a、60b、60d、60f、60gがY軸方向に並んで配置されているとともに、AF検出系60c、60eがY軸方向に並んで配置されている。そして、これら2列のAF検出系60a、60b、60d、60f、60gとAF検出系60c、60eとがアライメント系AL(AL1~AL6)を挟むように配置されている。

40

#### 【0040】

複数の基板側AF検出系60a~60gのうち、Y軸方向中央の基板側AF検出系60b~60fは投影光学系PL(PLa~PLg)の内側に設けられ、Y軸方向両側の基板側

50

A F 検出系 60 a、60 g は投影光学系 P L ( P L a ~ P L g ) の外側に設けられている。ここで、外側の基板側 A F 検出系 60 a、60 g のそれぞれは、複数のアライメント系 A L 1 ~ A L 6 のうち外側 2 つのアライメント系 A L 1、A L 6 のそれぞれに隣接して設けられている。外側 2 つの基板側 A F 検出系 60 a、60 g の間隔も、感光基板 P の Y 軸方向の長さとはほぼ等しく設定されている。また、投影光学系 P L の内側に設けられている基板側 A F 検出系 60 b ~ 60 f は 2 列に千鳥状に配列されており、Y 軸方向においてほぼ等間隔に設けられている。

#### 【 0 0 4 1 】

基板側 A F 検出系 60 a ~ 60 g のそれぞれの検出結果は制御装置 C O N T に出力され、制御装置 C O N T は基板側 A F 検出系 60 a ~ 60 g の検出結果に基づいて、感光基板 P の Z 軸方向における位置を求める。更に、基板側 A F 検出系 60 a ~ 60 g は X 軸方向及び Y 軸方向のそれぞれにおいて 2 次元的に配置されているので、制御装置 C O N T は複数の基板側 A F 検出系 60 a ~ 60 g の検出結果に基づいて、感光基板 P の X 軸まわり方向及び Y 軸まわり方向における姿勢を求めることができる。制御装置 C O N T は、求めた Z 軸方向における位置、及び X 軸、Y 軸まわり方向における姿勢に基づいて、基板ステージ駆動部 P S T D を駆動し、感光基板 P の Z 軸方向における位置の調整、及び X 軸、Y 軸まわり方向における姿勢の調整、すなわちレベリング調整を行う。

#### 【 0 0 4 2 】

図 4 及び図 5 ( a ) に示すように、アライメントユニット U には、複数のマスク側 A F 検出系 70 ( 70 a ~ 70 d ) が設けられている。本実施形態において、マスク側 A F 検出系は 70 a ~ 70 d の 4 つ設けられている。マスク側 A F 検出系 70 a ~ 70 d は、マスクステージ M S T に支持されたマスク M に対向する位置に設けられており、マスク M のパターン形成面に直交する方向、すなわち Z 軸方向における位置をそれぞれ検出する。複数のマスク側 A F 検出系 70 a ~ 70 d のそれぞれは Y 軸方向に等間隔で並んで配置されている。ここで、図 5 ( a ) に示すように、マスク側 A F 検出系 70 a ~ 70 d は投影光学系 P L ( P L a ~ P L g ) の内側に設けられ、外側 2 つのマスク側 A F 検出系 70 a、70 d の間隔は、マスク M の Y 軸方向の長さとはほぼ等しく設定されている。

#### 【 0 0 4 3 】

図 6 はアライメント系 A L 1 の概略構成図である。なお、他のアライメント系 A L 2 ~ A L 6 も、アライメント系 A L 1 と同等の構成である。

図 6 に示すように、アライメント系 A L 1 は、アライメント用検出光を射出するハロゲンランプからなるアライメント用光源 8 1 と、光源 8 1 から射出した検出光をリレーレンズ 8 3 に導く光ファイバからなるライトガイド 8 2 と、リレーレンズ 8 3 の光路下流側に設けられたハーフミラー 8 4 と、ハーフミラー 8 4 と検出対象である感光基板 P ( アライメントマーク m 1 ~ m 6 ) との間に設けられ、ハーフミラー 8 4 を通過した検出光を感光基板 P 上に照射する対物レンズ 8 5 と、検出光の照射により感光基板 P ( アライメントマーク ) で発生した反射光がハーフミラー 8 4 を介して導かれる偏向ミラー 8 6 と、偏向ミラー 8 6 からの反射光を分岐するビームスプリッタ ( 分岐装置 ) 8 7 と、ビームスプリッタ 8 7 で分岐された 2 つの光束のうち一方の光束が入射する低倍率アライメント受光系 8 8 と、他方の光束が入射する高倍率アライメント受光系 8 9 とを備えている。低倍率アライメント受光系 8 8 は、低倍用レンズ系 8 8 A と、低倍用撮像素子 ( C C D ) 8 8 B とを有しており、感光基板 P 上の広い領域を所定の精度で計測可能である。高倍率アライメント受光系 8 9 は、高倍用レンズ系 8 9 A と、高倍用撮像素子 ( C C D ) 8 9 B とを有しており、感光基板 P の狭い領域を高精度で計測可能である。これら低倍率アライメント受光系 8 8 A と高倍率アライメント受光系 8 8 B とは同軸に配置されている。そして、アライメント用検出光の感光基板 P ( 基板アライメントマーク ) に対する照射により発生した光 ( 反射光 ) は、低倍率アライメント受光系 8 8 と高倍率アライメント受光系 8 9 とのそれぞれに受光される。

#### 【 0 0 4 4 】

低倍率アライメント受光系 8 8 は、アライメント用検出光により照射された感光基板 P の

10

20

30

40

50

広い領域からの光情報に基づいて、アライメントマーク $m_1$  ( $m_2 \sim m_6$ ) の位置情報をラフな精度で検出するサーチアライメント処理を行う。一方、高倍率アライメント受光系 89 は、アライメント用検出光により照射された感光基板 P の狭い領域からの光情報に基づいて、アライメントマーク $m_1$  ( $m_2 \sim m_6$ ) の位置情報を高い精度で検出するファインアライメント処理を行う。低倍率アライメント受光系 88 及び高倍率アライメント受光系 89 のそれぞれは受光信号を制御装置 CONT に出力し、制御装置 CONT はアライメント受光系 88、89 それぞれの受光信号に基づいて画像処理を行い、マーク位置情報を求める。ここで、制御装置 CONT では、低倍率アライメント受光系 88 によるサーチアライメント処理結果を参照し、高倍率アライメント受光系 89 によるファインアライメント処理を行う。

10

## 【0045】

アライメント系 AL によりマーク位置情報を求める際、画像処理によりマークのエッジ情報からマーク位置を求める。なお、マーク位置を求める方法としてパターンマッチング法を用いるようにしてもよい。すなわち、制御装置 CONT は、テンプレート画像を記憶した記憶装置 (不図示) を接続しており、パターンマッチングによってテンプレートに一致するパターンの座標 (ステージの移動座標系での位置) を求める。制御装置 CONT は、この座標値を用いてつなぎ露光時や重ね合わせ露光時に生じたずれ量を求め、次回以降の露光の際には基板ステージ駆動部 PSD に補正パラメータを与えることにより、位置合わせ精度を高める。

## 【0046】

上記アライメント系 AL1 (AL2 ~ AL6) では、光源 81、ライトガイド 82、及びリレーレンズ系 83 がアライメント系の送光系を構成しており、ビームスプリッタ 87、低倍率アライメント受光系 88、及び高倍率アライメント受光系 89 がアライメント系の受光系を構成している。なお、光源 81 は複数のアライメント系 AL1 ~ AL6 のそれぞれに設ける構成でもよいし、1つの光源 81 から射出された光を複数のライトガイド (光ファイバ) 82 で分岐し、この分岐した複数の光をアライメント系 AL1 ~ AL6 のそれぞれに供給する構成としてもよい。また、アライメント用検出光は感光基板 P のレジストに対して非感光性であることが望ましく、ハロゲンランプからなる光源 81 より射出された光 (白色光) のうち、特定の波長の光をカットするフィルタを、光源 81 と感光基板 P との間の光路上に設ける構成としてもよい。

20

## 【0047】

図 7 は基板側 AF 検出系 60a を示す概略構成図である。なお、他の基板側 AF 検出系 60b ~ 60g、及びマスク側 AF 検出系 70a ~ 70d も、AF 検出系 60a と同等の構成である。

30

図 7 に示すように、AF 検出系 60a は、AF 用検出光を射出する LED からなる AF 用光源 61 と、光源 61 から射出した検出光が入射される送光レンズ系 62 と、送光レンズ系 62 を通過した光を、検出対象である感光基板 P (あるいはマスク M) に傾斜方向から導くミラー 63 と、ミラー 63 を介して照射された検出光に基づき感光基板 P (あるいはマスク M) で発生した反射光を受光レンズ系 65 に導くミラー 64 と、受光レンズ系 65 を通過した光を受光する撮像素子 (CCD) 66 とを備えている。送光レンズ系 62 は、検出光を例えばスリット状に整形してから感光基板 P に照射する。ここで、図 7 に示すように、検出対象である感光基板 P の Z 軸方向における位置が Z 変位すると、傾斜方向から照射されたスリット状の検出光は、撮像素子 66 における X 軸方向における結像位置を X 変位させる。撮像素子 66 の撮像信号は制御装置 CONT に出力され、制御装置 CONT は撮像素子 66 による撮像位置の基準位置に対する変位量 X に基づいて、感光基板 P の Z 軸方向における変位量 Z を求める。ここで、受光レンズ系 65 の入射面から射出面側への倍率が N 倍 (例えば 10 倍) に設定されていると、撮像素子 66 は、感光基板 P の変位 Z に対して N 倍 (10 倍) の感度で検出可能となる。

40

## 【0048】

上記 AF 検出系 60a (60b ~ 60g、70a ~ 70d) では、光源 61、送光レンズ

50

系 6 2、及びミラー 6 3 が A F 検出系の送光系を構成しており、ミラー 6 4、受光レンズ系 6 5、及び撮像素子 6 6 が A F 検出系の受光系を構成している。なお、光源 6 1 は複数の A F 検出系 6 0 a ~ 6 0 g ( 7 0 a ~ 7 0 d ) のそれぞれに設ける構成でもよいし、1 つの光源 6 1 から射出された光を複数のライドガイド ( 光ファイバ ) で分岐し、この分岐した複数の光を複数の A F 検出系のそれぞれに供給する構成としてもよい。また、A F 用検出光も感光基板 P のレジストに対して非感光性であることが望ましく、光源 6 1 より射出された光のうち、特定の波長の光をカットするフィルタを、光源 6 1 と感光基板 P との間の光路上に設ける構成としてもよい。

#### 【 0 0 4 9 】

ところで、本実施形態におけるアライメント系 A L はオフアクシス方式であり、アライメント処理を行うに際し、マスク M と基板アライメント系 A L との相対位置であるベースライン量が計測される。以下、ベースライン計測方法について説明する。

図 1、図 2 及び図 5 に示すように、マスク M にはベースライン計測用のマーク ( マスク側 A I S マーク ) 9 0 が設けられており、基板ステージ P S T にはベースライン計測用のマーク ( 基板側 A I S マーク ) 9 1 を有する基準部材 9 2 が設けられている。基板側 A I S マーク 9 1 の Z 軸方向における形成位置 ( 高さ ) は、感光基板 P の表面 ( 露光面 ) と略一致するように設定されている。また、マスク側 A I S マーク 9 0 は、マスク M の特定位置 ( 例えば中心位置 ) に対して所定の位置関係で設けられている。マスク側 A I S マーク 9 0 と基板側 A I S マーク 9 1 とは対応しており、それぞれ Y 軸方向に複数並んで設けられている。また、図 2 に示すように、基準部材 9 2 の下方には、基準部材 9 2 を通過した光を受光可能な A I S 受光系 9 4 が基板ステージ P S T に埋設されている。A I S 受光系 9 4 は、レンズ系 9 5 と、レンズ系 9 5 を介した光を受光する撮像素子 ( C C D ) 9 6 とを備えている。

#### 【 0 0 5 0 】

次に、図 8 を参照しながらベースライン計測手順を説明する。

図 8 ( a ) に示すように、基板側 A F 検出系 6 0 が基板ステージ P S T に設けられている基板側 A I S マーク 9 1 を有する基準部材 9 2 との距離を検出するとともに、マスク側 A F 検出系 7 0 がマスク側 A I S マーク 9 0 を有するマスク M との距離を検出する。制御装置 C O N T は、基板側 A F 検出系 6 0 及びマスク側 A F 検出系 7 0 それぞれの検出結果に基づいて、マスク M と基準部材 9 2 との距離を求める ( ステップ S A 1 ) 。

このとき、マスク M を支持しているマスクステージ M S T の位置はレーザ干渉計 M x 1、M x 2、M y 1 により検出され、基板ステージ P S T の位置はレーザ干渉計 P x 1、P x 2、P y 1 により検出されている。つまり、マスク M ( マスクステージ M S T ) はレーザ干渉計 M y 1、基板ステージ P S T はレーザ干渉計 P y 1、P y 2、P y 3 のいずれかで Y 軸方向座標も検出する。

#### 【 0 0 5 1 】

次いで、図 8 ( b ) に示すように、制御装置 C O N T は、いわゆるスルー・ザ・レンズ ( T T L ) 方式により、撮像素子 9 6 でマスク M の A I S マーク 9 0 と基板ステージ P S T 上の A I S マーク 9 1 とを検出し、この検出結果に基づいてマスク M と基板ステージ P S T との相対位置を求める ( ステップ S A 2 ) 。

具体的には、制御装置 C O N T は、撮像素子 9 6 でマスク側 A I S マーク 9 0 の像と基板側 A I S マーク 9 1 の像とが一致するようにマスクステージ M S T 及び基板ステージ P S T を移動し、照明光学系 I L でマスク M のマスク側 A I S マーク 9 0 を照明する。マスク M を通過した照明光 ( 露光光 ) は投影光学系 P L を通過するとともに基板側 A I S マーク 9 1 を通過し撮像素子 9 6 に導かれる。ここで、制御装置 C O N T は、ステップ S A 1 で求めたマスク M と基準部材 9 2 との距離に基づいて、基板ステージ P S T の Z 軸方向における位置や投影光学系 P L の像特性を調整し、マスク側 A I S マーク 9 0 及び基板側 A I S マーク 9 1 のそれぞれの像を撮像素子 9 6 で結像させる ( ピントを合わせる ) 。このとき、マスク M を支持しているマスクステージ M S T の位置はレーザ干渉計 M x 1、M x 2、M y 1 により検出され、基板ステージ P S T の位置はレーザ干渉計 P x 1、P x 2、P

y 1により検出されている。なお、露光光を用いて撮像素子96でA I Sマーク90、91を撮像する際、撮像素子96上で最適な光量(照度)が得られるように、例えば、照明光学系I L内のフィルタ13を駆動することができる。

#### 【0052】

次に、図8(c)に示すように、制御装置CONTは基板ステージP S Tを移動し、アライメント系A Lの計測領域中心(具体的には計測領域に設けられている指標マーク)に基板ステージP S TのA I Sマーク91を一致させ、このときの基板ステージP S Tの位置をレーザ干渉計P x 1、P x 2、P y 1で検出する(ステップS A 3)。

ステップS A 2及びステップS A 3で求めたレーザ干渉計によるステージ位置検出結果から、マスクMとアライメント系A Lとの相対位置であるベースライン量が求められる。そして、求めたベースライン量に基づいて、制御装置CONTは、基板ステージP S T上に載置された感光基板Pをアライメント系A LによりマスクMに対して位置合わせ(アライメント)する。

#### 【0053】

なお、ベースライン計測は、露光処理開始毎に行ってもよいし、所定時間間隔毎(例えば10時間毎、1日毎など)、及び予め設定した所定ロット数毎に行うようにしてもよい。また、上記A I Sマーク90、91の像を撮像素子96で撮像しつつ、投影光学系P L (P L a ~ P L g)の像シフト機構19、倍率調整機構23、及びローテーション調整機構としての直角プリズム24、27を駆動し、投影光学系P L a ~ P L gそれぞれのシフト、スケージング、及びローテーションといった像特性を調整することができる。

#### 【0054】

次に、上述したアライメント系A Lを有する露光装置E Xにより、マスクMと感光基板Pとをアライメントする方法、及びマスクMのパターンを感光基板Pに露光する方法について説明する。本実施形態では、図9に示すように、感光基板P上に9つのパターン形成領域(露光領域)P A 1 ~ P A 9を設定し、これらパターン形成領域P A 1 ~ P A 9のそれぞれに対して露光処理し、デバイスを形成するものとする。ここで、複数のパターン形成領域P A 1 ~ P A 9のうち、パターン形成領域P A 1 ~ P A 3がY軸方向(第2の方向)に3つ並んで設定され、パターン形成領域P A 4 ~ P A 6がY軸方向に3つ並んで設定され、パターン形成領域P A 7 ~ P A 9がY軸方向に3つ並んで設定されている。これらパターン形成領域P A 1 ~ P A 9のそれぞれは、X軸方向における大きさのほうがY軸方向より大きく設定されている。そして、Y軸方向に並んだ複数のアライメントマークm 1 ~ m 6のうち、アライメントマークm 1、m 2がパターン形成領域P A 3、P A 6、P A 9に配置され、アライメントマークm 3、m 4がパターン形成領域P A 2、P A 5、P A 8に配置され、アライメントマークm 5、m 6がパターン形成領域P A 1、P A 4、P A 7に配置されるように、アライメントマークm 1 ~ m 6のそれぞれの間隔が予め設定されている。そして、Y軸方向に並んだアライメントマークm 1 ~ m 6が、X軸方向に予め設定された間隔を以て配置されていることにより、パターン形成領域P A 3、P A 6、P A 9のそれぞれの4隅にアライメントm 1、m 2が配置され、パターン形成領域P A 2、P A 5、P A 8のそれぞれの4隅にアライメントm 3、m 4が配置され、パターン形成領域P A 1、P A 4、P A 7のそれぞれの4隅にアライメントm 5、m 6が配置される。

#### 【0055】

以下、図10~図15、及び図16、図17のフローチャート図を参照しながらアライメント処理手順及び露光処理手順について説明する。

図8を用いて説明したようにベースライン計測が行われた後、図10(a)に示すように、制御装置CONTは、基板ステージP S Tを移動し、感光基板Pに設けられている-X側から1列目のアライメントマークm 1 ~ m 6のそれぞれとアライメント系A L 1 ~ A L 6のそれぞれとを対向させる。前述したように、本実施形態では、感光基板Pに形成されているアライメントマークm 1 ~ m 6の配置(間隔)に基づいてアライメント系A L 1 ~ A L 6の配置(間隔)が設定されているため、アライメント系A L 1 ~ A L 6は-X側から1列目のアライメントマークm 1 ~ m 6のそれぞれに対向した状態で、Y軸方向に複数

10

20

30

40

50

並んだパターン形成領域（露光領域）P A 1 ~ P A 3のそれぞれに対応するアライメントマークm 1 ~ m 6を同時に検出する（ステップS B 1）。

このとき、パターン形成領域P A 1には2つのアライメントマークm 5、m 6が配置され、パターン形成領域P A 2には2つのアライメントマークm 3、m 4が配置され、パターン形成領域P A 3には2つのアライメントマークm 5、m 6が配置されており、これらアライメントマークに対応するように、パターン形成領域P A 1に対して2つのアライメント系A L 5、A L 6が配置され、パターン形成領域P A 2に対して2つのアライメント系A L 3、A L 4が配置され、パターン形成領域P A 3に対して2つのアライメント系A L 1、A L 2が配置されている。すなわち、複数のアライメント系A L 1 ~ A L 6は、Y軸方向に並ぶパターン形成領域（露光領域）P A 1 ~ P A 3（P A 4 ~ P A 6、P A 7 ~ P A 9）のそれぞれに対応して2つずつ配置されている構成となっている。

10

#### 【0056】

次いで、図10（b）に示すように、制御装置CONTは、基板ステージPSTを-X方向に移動し、感光基板Pに設けられている-X側から2列目のアライメントマークm 1 ~ m 6のそれぞれとアライメント系A L 1 ~ A L 6のそれぞれとを対向させ、これらアライメントマークm 1 ~ m 6のそれぞれを同時に検出する（ステップS B 2）。

#### 【0057】

制御装置CONTは、パターン形成領域P A 1 ~ P A 3のそれぞれに対してX軸方向に所定距離離れた2箇所まで1列目のアライメントマーク及び2列目のアライメントマークの位置検出を行い、これら検出結果に基づいて、各パターン形成領域P A 1 ~ P A 3に関する

20

#### 【0058】

ここで、1列目のアライメントマーク検出後、2列目のアライメントマークを検出するために、感光基板PがアライメントユニットUに対して走査することになるが、このとき、アライメントユニットUのうちY軸方向に並んだ複数の基板AF検出系60a ~ 60gのそれぞれが感光基板Pの表面の高さ位置をX軸方向において所定距離間隔で検出する。すなわち、感光基板Pの表面の高さ位置が碁盤目状の複数位置で検出される。これら基板AF検出系60a ~ 60gそれぞれの検出結果は制御装置CONTに出力され、制御装置CONTは基板AF検出系60a ~ 60gの検出結果に基づいて、感光基板Pのパターン形成領域P A 1 ~ P A 3それぞれの表面形状を求める（ステップS B 4）。

30

#### 【0059】

ところで、前述したように、複数のアライメント系A L 1 ~ A L 6のうち外側2つのアライメント系A L 1及びA L 6には、基板AF検出系60a及び60gが近接して設けられている。したがって、基板AF検出系60a及び60gによる感光基板PのZ軸方向における位置情報をモニタしつつ、アライメント系によるアライメント処理（アライメントマーク検出）を行うことにより、アライメント処理時において感光基板Pが投影光学系の結像面からZ軸方向に大きくずれた状態でアライメント処理してしまうといった不都合を抑えることができる。

#### 【0060】

また、アライメント系A L 1 ~ A L 6には、図6を用いて説明したように、サーチアライメント用の低倍率アライメント受光系88と、ファインアライメント用の高倍率アライメント受光系89とが設けられている。したがって、例えば、高倍率アライメント受光系89を用いたアライメントマーク検出が不能である場合、低倍率アライメント受光系88に切り替えてアライメントマーク検出を行うことによりアライメントマーク検出が可能となる。このように、低倍率及び高倍率アライメント受光系を切り替えてアライメントマーク検出を行うことにより、アライメント処理を円滑に行うことができる。なお、低倍率及び高倍率アライメント受光系は全てのアライメント系A L 1 ~ A L 6に設ける必要はなく、少なくとも外側2つのアライメント系A L 1及びA L 6に設けられていればよい。もちろん、全てのアライメント系A L 1 ~ A L 6に設けられていても構わない。

40

50

## 【 0 0 6 1 】

次いで、制御装置CONTは、ステップSB3で求めた補正パラメータに基づいて像特性を補正した後、パターン形成領域PA1に対する露光処理を行う(ステップSB5)。すなわち、図10(c)に示すように、制御装置CONTは、投影光学系PLとパターン形成領域PA1の+X側端部とが対向するように基板ステージPSTを移動する。同時に、制御装置CONTは、図10では不図示のマスクMを支持したマスクステージMSTも-X側に移動し、感光基板Pに対してマスクMを位置合わせする。そして、マスクMと感光基板Pとを投影光学系PLに対して+X方向に同期移動しつつマスクMを露光光ELで照明することにより、パターン形成領域PA1に対して露光処理が行われる。図10(d)には、パターン形成領域PA1に対する走査露光が終了した後の状態が示されている。ここで、ステップSB4で求めた感光基板P(パターン形成領域PA1)の表面形状データに基づいて、投影光学系の結像面と感光基板Pの表面とが一致するように、基板ステージPSTをZ軸方向、あるいはX、Y方向に移動して感光基板Pの姿勢を制御しつつ走査露光が行われる。なお、複数の投影光学系PLa~PLgのうち、使用しない投影光学系(例えばパターン形成領域PA1からはみ出る投影光学系PLa、PLg等)は、その光路を照明シャッタ6により遮蔽される。

10

## 【 0 0 6 2 】

次いで、制御装置CONTは、補正パラメータに基づいて像特性を補正した後、パターン形成領域PA2に対する露光処理を行う(ステップSB6)。すなわち、図11(a)に示すように、制御装置CONTは、投影光学系PLとパターン形成領域PA2の-X側端部とが対向するように基板ステージPSTを-Y方向にステップ移動する。このとき、マスクステージMSTはマスクMと感光基板Pとの位置合わせをするために微動するだけで、ほとんど移動しなくてよい。そして、マスクMと感光基板Pとを投影光学系PLに対して-X方向に同期移動しつつマスクMを露光光ELで照明することにより、パターン形成領域PA2に対して露光処理が行われる。図11(b)には、パターン形成領域PA2に対する走査露光が終了した後の状態が示されている。パターン形成領域PA2に対する走査露光時においても、ステップSB4で求めたパターン形成領域PA2の表面形状データに基づいて、感光基板PのZ軸方向の位置制御、及びレベリング制御を行いつつ走査露光が行われる。

20

## 【 0 0 6 3 】

ここで、パターン形成領域PA1に対する走査露光処理の際、感光基板Pは+X方向に走査し、このパターン形成領域PA1に隣接するパターン形成領域PA2に対する走査露光処理の際、感光基板Pは-X方向に走査する。すなわち、Y軸方向に並んだパターン形成領域PA1~PA3のそれぞれに対応するX軸方向の2箇所であらignmentマークを検出した後、隣接する複数のパターン形成領域PA1、PA2において互いに逆方向の同期移動により感光基板Pを露光する構成である。こうすることにより、露光装置全体のスループットを向上できる。つまり、従来では、1つのパターン形成領域に対する露光処理終了後、次のパターン形成領域に対する露光処理を行うために、マスク(マスクステージ)を初期状態に戻すために走査方向に大きく移動しなければならなかったが、本実施形態では、1つのパターン形成領域に対する露光処理終了後、次のパターン形成領域に対する露光処理を行う際にもマスク(マスクステージ)を大きく移動する必要がないため、このマスクの移動時間を低減できるので、スループットを向上できる。そして、本実施形態では、パターン形成領域の非走査方向(Y軸方向)における大きさは、走査方向(X軸方向)より小さいので、マスクを走査方向に大きく移動するよりも、図10(d)~図11(a)に示すように感光基板PをY軸方向にステップ移動するほうが移動距離が短くてすみ効果的である。

30

40

## 【 0 0 6 4 】

次いで、制御装置CONTは、補正パラメータに基づいて像特性を補正した後、パターン形成領域PA3に対する露光処理を行う(ステップSB7)。すなわち、図11(c)に示すように、制御装置CONTは、投影光学系PLとパターン

50



形成領域 P A 3 の + X 側端部とが対向するように基板ステージ P S T を - Y 方向にステップ移動する。このときも、マスクステージ M S T はマスク M と感光基板 P との位置合わせをするために微動するだけで、ほとんど移動しなくてよい。そして、マスク M と感光基板 P とを投影光学系 P L に対して + X 方向に同期移動しつつマスク M を露光光 E L で照明することにより、パターン形成領域 P A 3 に対して露光処理が行われる。図 1 1 ( d ) には、パターン形成領域 P A 3 に対する走査露光が終了した後の状態が示されている。パターン形成領域 P A 3 に対する走査露光時においても、ステップ S B 4 で求めたパターン形成領域 P A 2 の表面形状データに基づいて、感光基板 P の Z 軸方向の位置制御、及びレベリング制御を行いつつ走査露光が行われる。この場合も、パターン形成領域 P A 3 に対する露光処理時における走査方向は、隣接するパターン形成領域 P A 2 に対する露光処理時における走査方向と逆方向に設定された構成である。

10

## 【 0 0 6 5 】

上記ステップ S B 1 ~ S B 7 における基板ステージ P S T の X 軸方向における位置検出は、図 1 0 及び図 1 1 に示すように、レーザ干渉計 P x 1、P x 2 により行われ、Y 軸方向における位置検出は、レーザ干渉計 P y 1 により行われる。そして、制御装置 C O N T は用いるレーザ干渉計を P y 1 から P y 2 に切り替える (ステップ S B 8 )。

## 【 0 0 6 6 】

次いで、図 1 2 ( a ) に示すように、制御装置 C O N T は、基板ステージ P S T を移動し、感光基板 P に設けられている - X 側から 3 列目のアライメントマーク m 1 ~ m 6 のそれぞれとアライメント系 A L 1 ~ A L 6 のそれぞれとを対向させる。アライメント系 A L 1 ~ A L 6 は - X 側から 3 列目のアライメントマーク m 1 ~ m 6 のそれぞれに対向した状態で、Y 軸方向に複数並んだパターン形成領域 (露光領域) P A 4 ~ P A 6 のそれぞれに対応するアライメントマーク m 1 ~ m 6 を同時に検出する (ステップ S B 9 )。

20

このとき、レーザ干渉計 P y 2 を動作させ、レーザ干渉計 P y 1 と P y 2 との差分を計測してオフセット 1 として記憶する。以後、基板ステージ P S T の Y 座標はレーザ干渉計 P y 2 の計測値とオフセット 1 とにより求める。

## 【 0 0 6 7 】

次いで、図 1 2 ( b ) に示すように、制御装置 C O N T は、基板ステージ P S T を - X 方向に移動し、感光基板 P に設けられている - X 側から 4 列目のアライメントマーク m 1 ~ m 6 のそれぞれとアライメント系 A L 1 ~ A L 6 のそれぞれとを対向させ、これらアライメントマーク m 1 ~ m 6 のそれぞれを同時に検出する (ステップ S B 1 0 )。

30

## 【 0 0 6 8 】

制御装置 C O N T は、パターン形成領域 P A 4 ~ P A 6 のそれぞれに対して X 軸方向に所定距離離れた 2 箇所での 1 列目のアライメントマーク及び 2 列目のアライメントマークの位置検出を行い、これら検出結果に基づいて、各パターン形成領域 P A 4 ~ P A 6 に関するシフト、スケールリング、及びローテーション等の像特性を補正する補正パラメータを求める (ステップ S B 1 1 )。

## 【 0 0 6 9 】

ここで、3 列目のアライメントマーク検出後、4 列目のアライメントマークを検出するために、感光基板 P がアライメントユニット U に対して走査することになり、このとき、アライメントユニット U のうち Y 軸方向に並んだ複数の基板 A F 検出系 6 0 a ~ 6 0 g のそれぞれが感光基板 P の表面の高さ位置を X 軸方向において所定距離間隔で検出する。これら基板 A F 検出系 6 0 a ~ 6 0 g それぞれの検出結果は制御装置 C O N T に出力され、制御装置 C O N T は基板 A F 検出系 6 0 a ~ 6 0 g の検出結果に基づいて、感光基板 P のパターン形成領域 P A 4 ~ P A 6 それぞれの表面形状を求める (ステップ S B 1 2 )。

40

## 【 0 0 7 0 】

次いで、制御装置 C O N T は、ステップ S B 1 1 で求めた補正パラメータに基づいて像特性を補正した後、パターン形成領域 P A 4 に対する露光処理を行う (ステップ S B 1 3 )。

すなわち、図 1 2 ( c ) に示すように、制御装置 C O N T は、投影光学系 P L とパターン

50

形成領域 P A 4 の + X 側端部とが対向するように基板ステージ P S T を移動する。そして、マスク M と感光基板 P とを投影光学系 P L に対して + X 方向に同期移動しつつマスク M を露光光 E L で照明することにより、パターン形成領域 P A 4 に対して露光処理が行われる。図 1 2 ( d ) には、パターン形成領域 P A 4 に対する走査露光が終了した後の状態が示されている。ここで、ステップ S B 1 2 で求めた感光基板 P (パターン形成領域 P A 4) の表面形状データに基づいて、投影光学系の結像面と感光基板 P の表面とが一致するように、基板ステージ P S T を Z 軸方向、あるいは X、 Y 方向に移動して感光基板 P の姿勢を制御しつつ走査露光が行われる。

【 0 0 7 1 】

次いで、制御装置 C O N T は、補正パラメータに基づいて像特性を補正した後、パターン形成領域 P A 5 に対する露光処理を行う (ステップ S B 1 4 )。

10

すなわち、図 1 3 ( a ) に示すように、制御装置 C O N T は、投影光学系 P L とパターン形成領域 P A 5 の - X 側端部とが対向するように基板ステージ P S T を - Y 方向にステップ移動する。このとき、マスクステージ M S T はマスク M と感光基板 P との位置合わせをするために微動するだけで、ほとんど移動しなくてよい。そして、マスク M と感光基板 P とを投影光学系 P L に対して - X 方向に同期移動しつつマスク M を露光光 E L で照明することにより、パターン形成領域 P A 5 に対して露光処理が行われる。図 1 3 ( b ) には、パターン形成領域 P A 5 に対する走査露光が終了した後の状態が示されている。

【 0 0 7 2 】

次いで、制御装置 C O N T は、補正パラメータに基づいて像特性を補正した後、パターン形成領域 P A 6 に対する露光処理を行う (ステップ S B 1 5 )。

20

すなわち、図 1 3 ( c ) に示すように、制御装置 C O N T は、投影光学系 P L とパターン形成領域 P A 6 の + X 側端部とが対向するように基板ステージ P S T を - Y 方向にステップ移動する。このときも、マスクステージ M S T はマスク M と感光基板 P との位置合わせをするために微動するだけで、ほとんど移動しなくてよい。そして、マスク M と感光基板 P とを投影光学系 P L に対して + X 方向に同期移動しつつマスク M を露光光 E L で照明することにより、パターン形成領域 P A 6 に対して露光処理が行われる。図 1 3 ( d ) には、パターン形成領域 P A 6 に対する走査露光が終了した後の状態が示されている。

【 0 0 7 3 】

上記ステップ S B 9 ~ S B 1 5 における基板ステージ P S T の X 軸方向における位置検出はレーザ干渉計 P x 1、 P x 2 により行われ、 Y 軸方向における位置検出は、レーザ干渉計 P y 2 により行われる。

30

そして、制御装置 C O N T は用いるレーザ干渉計を P y 2 から P y 3 に切り替える (ステップ S B 1 6 )。

【 0 0 7 4 】

次いで、図 1 4 ( a ) に示すように、制御装置 C O N T は、基板ステージ P S T を移動し、感光基板 P に設けられている - X 側から 5 列目のアライメントマーク m 1 ~ m 6 のそれぞれとアライメント系 A L 1 ~ A L 6 のそれぞれとを対向させる。アライメント系 A L 1 ~ A L 6 は - X 側から 5 列目のアライメントマーク m 1 ~ m 6 のそれぞれに対向した状態で、 Y 軸方向に複数並んだパターン形成領域 (露光領域) P A 7 ~ P A 9 のそれぞれに対応するアライメントマーク m 1 ~ m 6 を同時に検出する (ステップ S B 1 7 )。

40

このとき、レーザ干渉計 P y 3 を動作させ、レーザ干渉計 P y 2 と P y 3 との差分をオフセット 2 として記憶する。以後、基板ステージ P S T 座標はレーザ干渉計 P y 3 の計測値とオフセット 1 とオフセット 2 とにより求める。

【 0 0 7 5 】

次いで、図 1 4 ( b ) に示すように、制御装置 C O N T は、基板ステージ P S T を - X 方向に移動し、感光基板 P に設けられている - X 側から 6 列目のアライメントマーク m 1 ~ m 6 のそれぞれとアライメント系 A L 1 ~ A L 6 のそれぞれとを対向させ、これらアライメントマーク m 1 ~ m 6 のそれぞれを同時に検出する (ステップ S B 1 8 )。

【 0 0 7 6 】

50

制御装置CONTは、パターン形成領域PA7～PA9のそれぞれに対してX軸方向に所定距離離れた2箇所て5列目のアライメントマーク及び6列目のアライメントマークの位置検出を行い、これら検出結果に基づいて、各パターン形成領域PA7～PA9に関するシフト、スケージング、及びローテーション等の像特性を補正する補正パラメータを求める(ステップSB19)。

【0077】

ここで、5列目のアライメントマーク検出後、6列目のアライメントマークを検出するために、感光基板PがアライメントユニットUに対して走査する際、Y軸方向に並んだ複数の基板AF検出系60a～60gのそれぞれが感光基板Pの表面の高さ位置をX軸方向において所定距離間隔で検出する。これら基板AF検出系60a～60gそれぞれの検出結果は制御装置CONTに出力され、制御装置CONTは基板AF検出系60a～60gの検出結果に基づいて、感光基板Pのパターン形成領域PA7～PA9それぞれの表面形状を求める(ステップSB20)。

【0078】

次いで、制御装置CONTは、ステップSB18で求めた補正パラメータに基づいて像特性を補正した後、パターン形成領域PA7に対する露光処理を行う(ステップSB21)。

すなわち、図14(c)に示すように、制御装置CONTは、投影光学系PLとパターン形成領域PA7の+X側端部とが対向するように基板ステージPSTを移動する。そして、マスクMと感光基板Pとを投影光学系PLに対して+X方向に同期移動しつつマスクMを露光光ELで照明することにより、パターン形成領域PA7に対して露光処理が行われる。図14(d)には、パターン形成領域PA7に対する走査露光が終了した後の状態が示されている。ここで、ステップSB19で求めた感光基板P(パターン形成領域PA7)の表面形状データに基づいて、投影光学系の結像面と感光基板Pの表面とが一致するように、基板ステージPSTをZ軸方向、あるいはX、Y方向に移動して感光基板Pの姿勢を制御しつつ走査露光が行われる。

【0079】

次いで、制御装置CONTは、補正パラメータに基づいて像特性を補正した後、パターン形成領域PA8に対する露光処理を行う(ステップSB22)。

すなわち、図15(a)に示すように、制御装置CONTは、投影光学系PLとパターン形成領域PA8の-X側端部とが対向するように基板ステージPSTを-Y方向にステップ移動する。このとき、マスクステージMSTはマスクMと感光基板Pとの位置合わせをするために微動するだけで、ほとんど移動しなくてよい。そして、マスクMと感光基板Pとを投影光学系PLに対して-X方向に同期移動しつつマスクMを露光光ELで照明することにより、パターン形成領域PA8に対して露光処理が行われる。図15(b)には、パターン形成領域PA8に対する走査露光が終了した後の状態が示されている。

【0080】

次いで、制御装置CONTは、補正パラメータに基づいて像特性を補正した後、パターン形成領域PA9に対する露光処理を行う(ステップSB23)。

すなわち、図15(c)に示すように、制御装置CONTは、投影光学系PLとパターン形成領域PA9の+X側端部とが対向するように基板ステージPSTを-Y方向にステップ移動する。このときも、マスクステージMSTはマスクMと感光基板Pとの位置合わせをするために微動するだけで、ほとんど移動しなくてよい。そして、マスクMと感光基板Pとを投影光学系PLに対して+X方向に同期移動しつつマスクMを露光光ELで照明することにより、パターン形成領域PA9に対して露光処理が行われる。図15(d)には、パターン形成領域PA9に対する走査露光が終了した後の状態が示されている。

【0081】

上記ステップSB17～SB23における基板ステージPSTのX軸方向における位置検出はレーザ干渉計Px1、Px2により行われ、Y軸方向における位置検出は、レーザ干渉計Py3により行われる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 2 】

以上説明したように、マスクMと感光基板Pとの走査方向であるY軸方向に対して交差する非走査方向であるX軸方向にアライメント系ALを6つ並べて配置したので、検出すべきアライメントマークm1～m6の数を減らすことなく、従来に比べてアライメントマークm1～m6の検出動作回数を低減できる。したがって、アライメント精度を維持しつつアライメント処理時間を短縮できる。

## 【 0 0 8 3 】

なお、本実施形態では、アライメント系はAL1～AL6の6つであるが、Y軸方向に少なくとも3つ並べて配置されていればよく、これによりアライメントマークの数を減らすことなく、アライメントマークの検出動作回数を低減することができる。そして、これら複数並んだアライメント系を用いて、複数のパターン形成領域のそれぞれのアライメントマークを同時に計測するようにしたので、スループットを向上できる。

10

## 【 0 0 8 4 】

本実施形態におけるアライメント系ALはオフアクシス方式のアライメント系である。したがって、投影光学系PLを介してマスクアライメントマークと基板アライメントマークとを同時に計測するTTL方式のアライメント系に比べてマスクアライメントマークを直接検出しない構成であるので、アライメント系AL1～AL6のうちの外側2つのアライメント系AL1、AL6の間隔をマスクMの幅(Y軸方向における長さ)より大きく設定できる。したがって、アライメント系AL1～AL6の配置は、マスクMの幅に関係無く自由に設定できる。

20

## 【 0 0 8 5 】

アライメントマークの検出は、1つのパターン形成領域に対してX軸方向に所定距離離れた2箇所で行う構成であるので、これらマーク検出結果に基づいて、精度良いアライメント処理を行うことができる。なお、アライメントマーク検出は、X軸方向に所定距離離れた少なくとも2箇所で行えばよく、3箇所以上の任意の複数箇所で行うようにしてもよい。アライメントマーク検出の検出箇所を多く設定することにより、アライメント精度を向上できる。

## 【 0 0 8 6 】

Y軸方向に隣接するパターン形成領域のそれぞれを走査露光する際、互いに逆方向の同期移動により走査露光処理することにより、第1のパターン形成領域に対する露光処理終了後、第2のパターン形成領域に対する露光処理を行う際にもマスク(マスクステージ)を大きく移動する必要がないため、このマスクの移動時間を低減できるので、スループットを向上できる。

30

また、実施例では、アライメントのタイミングでPy1 Py2、Py2 Py3の干渉計切り替えを行ったが、2つの干渉計が動作可能なX位置ならばどこでも良く、露光途中や露光終了点でもよい。そうすることでアライメントが必要ではない1層目の露光でも配列精度のよい露光が可能となる。

また、オフセットの計測では、計測を複数回繰り返し行い平均化することで精度を向上することもできる。なお、平均化は0.1～0.2sec.以上行くと効果が大きい。

## 【 0 0 8 7 】

ところで、上述したように、1つのパターン形成領域に対してアライメントマークは例えば4隅に設けられていることが好ましい。アライメントマークが1つのパターン形成領域に対して4つ設けられていることにより、シフト、スケーリング、ローテーション、及び直交度等の像特性を精度良く求め、アライメント処理を高精度に行うことができる。そして、4隅に設けられたアライメントマークのうちY軸方向に並ぶ2つのアライメントマークを同時に計測可能なようにパターン形成領域のそれぞれに対してアライメント系がY軸方向に少なくとも2つ配置されていることが好ましい。ところが、感光基板P上に設定されるパターン形成領域の大きさ及び数は製造するデバイスに応じて適宜変更されるため、アライメント系の配置によっては、1つのパターン形成領域に2つのアライメント系が配置されない場合が生じる。しかしながら、感光基板Pの幅(Y軸方向の長さ)Lをパラメ

40

50

ータとしてアライメント系の間隔を最適化することにより、パターン形成領域の大きさ及び数を変更しても1つのパターン形成領域に対して2つのアライメント系を配置することができる。

【0088】

例えば、アライメント系ALがAL1～AL6の6つである場合、

- ・アライメント系AL1とAL2との間隔  $(2/7) \times L \dots (1)$
- ・アライメント系AL3とAL4との間隔  $(1/5) \times L \dots (2)$
- ・アライメント系AL5とAL6との間隔  $(2/7) \times L \dots (3)$
- ・アライメント系AL1とAL6との間隔  $L \dots (4)$

の各条件を満足するようにアライメント系AL1～AL6の配置を設定することにより、パターン形成領域の大きさ及び数を変更しても1つのパターン形成領域に対して2つのアライメント系を配置することができる。

【0089】

このことについて、図18を参照しながら説明する。

図18(a1)は、Y軸方向の幅Lの感光基板PをY軸方向に2分割、X軸方向に2分割し、合計4つのパターン形成領域を設定し、これら4つのパターン形成領域のそれぞれに画面(パターン)を形成する場合を示す図である。ここで、図18(a2)に示すマスクMが露光処理に用いられる。マスクMには「No.1」パターンが形成されている。図18(a1)中、白丸「○」が使用されるアライメント系を示しており、この例では、パターン形成領域PA2に対してアライメント系AL1、AL3が使用され、パターン形成領域PA1に対してアライメント系AL4、AL6が使用される。ここで、感光基板Pにはアライメント系AL1～AL6に対応したアライメントマークが形成されている。アライメント系AL1～AL6は上記(1)～(4)式を満足するように配置されているので、1つのパターン形成領域に対して少なくとも2つ、図18(a1)の例では3つのアライメント系が配置される。ここで、各パターン形成領域のY軸方向における幅は同じである。

【0090】

図18(b1)は、幅Lの感光基板PをY軸方向に3分割、X軸方向に2分割し、合計6つのパターン形成領域を設定し、これら6つのパターン形成領域のそれぞれに画面(パターン)を形成する場合を示す図である。ここで、図18(b2)に示すマスクMが露光処理に用いられる。マスクMには「No.1」パターンが形成されている。図18(b1)に示す例では、パターン形成領域PA3に対してアライメント系AL1、AL2が使用され、パターン形成領域PA2に対してアライメント系AL3、AL4が使用され、パターン形成領域PA1に対してアライメント系AL5、AL6が使用される。この場合も、アライメント系AL1～AL6は上記(1)～(4)式を満足するように配置されているので、1つのパターン形成領域に対して2つのアライメント系が配置される。ここで、各パターン形成領域のY軸方向における幅は同じである。

【0091】

図18(c1)は、幅Lの感光基板PをY軸方向に3分割、X軸方向に2分割し、合計6個のパターン形成領域を設定した場合を示す図である。ここで、図18(c2)に示すマスクMが露光処理に用いられる。マスクMには、「No.1」パターンと「No.2」パターンとが形成されている。そして、パターン形成領域PA1～PA6のそれぞれに対して「No.1」パターンと「No.2」パターンとのそれぞれを適宜転写し、Y軸方向に5つ、X軸方向に2つ、合計10個の画面(パターン)が形成される。図18(c1)に示す例では、パターン形成領域PA3に対して「No.1」パターンと「No.2」パターンとが同時に形成され、このときアライメント系AL1、AL2が使用される。そして、パターン形成領域PA2に対して「No.1」パターンが形成され、このときアライメント系AL3、AL4が使用される。なお、パターン形成領域PA2に「No.1」パターンを形成するに際し、照明光学系ILに設けたブラインド(照明領域設定装置)などにより「No.2」パターンに対する露光の照明が遮断され、マスクMの「No.1」パ

10

20

30

40

50

ターンのみがパターン形成領域PA3に形成される。ここで、アライメント系AL3とAL4との間隔は、上記(2)式のように設定されているため、これら2つのアライメント系AL3、AL4がパターン形成領域PA2に対して配置可能である。そして、パターン形成領域PA1に対して「No.1」パターンと「No.2」パターンとが同時に形成され、このときアライメント系AL5、AL6が使用される。この場合も、アライメント系AL1~AL6は上記(1)~(4)式を満足するように配置されているので、1つのパターン形成領域に対して2つのアライメント系が配置される。

【0092】

図18(d1)は、幅Lの感光基板PをY軸方向に3分割、X軸方向に2分割し、合計6個のパターン形成領域を設定した場合を示す図である。ここで、図18(d2)に示すマスクMが露光処理に用いられる。マスクMには、「No.1」パターンと「No.2」パターンと「No.3」パターンとが形成されている。そして、パターン形成領域PA1~PA6のそれぞれに対して「No.1」パターンと「No.2」パターンと「No.3」パターンとのそれぞれを適宜転写し、Y軸方向に7つ、X軸方向に2つ、合計14個の画面(パターン)が形成される。図18(d1)に示す例では、パターン形成領域PA3に対して「No.2」パターンと「No.3」パターンとが同時に形成され、このときアライメント系AL1、AL2が使用される。なお、パターン形成領域PA3に「No.2」、「No.3」パターンを形成するに際し、ブラインドなどにより「No.1」パターンに対する露光光の照明が遮断され、マスクMの「No.2」、「No.3」パターンのみがパターン形成領域PA3に形成される。そして、パターン形成領域PA2に対して「No.1」パターンと「No.2」パターンと「No.3」パターンとが形成され、このときアライメント系AL3、AL4が使用される。そして、パターン形成領域PA1に対して「No.1」パターンと「No.2」パターンとが同時に形成され、このときアライメント系AL5、AL6が使用される。なお、パターン形成領域PA1に「No.1」、「No.2」パターンを形成するに際し、ブラインドなどにより「No.3」パターンに対する露光光の照明が遮断される。この場合も、アライメント系AL1~AL6は上記(1)~(4)式を満足するように配置されているので、1つのパターン形成領域に対して2つのアライメント系が配置される。

【0093】

上記実施形態では、アライメントマークm1~m6はX軸方向に所定間隔毎に配置されている構成であるが、図19に示すように、パターン形成領域PA1に付随するアライメントマークm31、m41とパターン形成領域PA3に付随するアライメントマークm33、m43とをY軸方向に並ぶように配置してもよい。同様に、パターン形成領域PA2に付随するアライメントマークm12、m22とパターン形成領域PA4に付随するアライメントマークm14、m24とをY軸方向に並ぶように配置してもよいし、パターン形成領域PA3に付随するアライメントマークm33、m43とパターン形成領域PA5に付随するアライメントマークm35、m45とをY軸方向に並ぶように配置してもよいし、パターン形成領域PA4に付随するアライメントマークm14、m24とパターン形成領域PA6に付随するアライメントマークm16、m26とをY軸方向に並ぶように配置してもよい。そして、これらY軸方向に並んだ複数のアライメントマークのうち、隣接する2つのアライメントマークを、1つのアライメント系AL1~AL4のそれぞれで同時に検出するようにしてもよい。すなわち、アライメント系AL1がその計測領域でアライメントマークm12とm14とを同時に検出し、アライメント系AL2がその計測領域でアライメントマークm22とm24とを同時に検出し、アライメント系AL3がその計測領域でアライメントマークm31とm33とを同時に検出し、アライメント系AL4がその計測領域でアライメントマークm41とm43とを同時に検出する。こうすることにより、アライメントマーク検出動作の回数を低減でき、スループットを向上できる。更にこの場合、パターン形成領域の幅を狭めるように設定してもよい。

そして、露光処理するに際し、制御装置CONTは、まず、-X側から1列目のアライメントマークのそれぞれをアライメント系AL1~AL4で検出した後、2列目のアライメ

10

20

30

40

50

ントマークのそれぞれをアライメント系 A L 1 ~ A L 4 で検出する。そして、制御装置 C O N T は、感光基板 P を + X 方向に走査しながらパターン形成領域 P A 1 に対する露光処理を行い、次いで、感光基板 P を - X 方向に走査しながらパターン形成領域 P A 2 に対する露光処理を行う。以下、同様に、制御装置 C O N T は、3 列目、及び 4 列目のアライメントマークを検出した後、感光基板 P を + X 方向に走査しながらパターン形成領域 P A 3 に対する露光処理を行い、次いで、感光基板 P を - X 方向に走査しながらパターン形成領域 P A 4 に対する露光処理を行う。更に、制御装置 C O N T は、5 列目、及び 6 列目のアライメントマークを検出した後、感光基板 P を + X 方向に走査しながらパターン形成領域 P A 5 に対する露光処理を行い、次いで、感光基板 P を - X 方向に走査しながらパターン形成領域 P A 6 に対する露光処理を行う。

10

## 【 0 0 9 4 】

なお、感光基板 P に形成されるアライメントマーク m 1 ~ m 6 の間隔は、アライメント系 A L 1 ~ A L 6 の配置（間隔）に応じて設定されるが、アライメント系を Y 軸方向に移動可能に設け、アライメント系どうしの間隔を変更することもできる。

## 【 0 0 9 5 】

なお、上記実施形態における露光装置 E X は、互いに隣接する複数の投影光学系を有する、いわゆるマルチレンズスキャン型露光装置であるが、投影光学系が 1 つである走査型露光装置についても、本発明を適用することができる。

## 【 0 0 9 6 】

なお、露光装置 E X の用途としては角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを露光する液晶用の露光装置に限定されることなく、例えば、半導体製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッドを製造するための露光装置にも広く適当できる。

20

## 【 0 0 9 7 】

本実施形態の露光装置 E X の光源は、g 線（436 nm）、h 線（405 nm）、i 線（365 nm）のみならず、KrF エキシマレーザ（248 nm）、ArF エキシマレーザ（193 nm）、F<sub>2</sub>レーザ（157 nm）を用いることができる。

## 【 0 0 9 8 】

投影光学系 P L の倍率は等倍系のみならず、縮小系及び拡大系のいずれでもよい。

## 【 0 0 9 9 】

投影光学系 P L としては、エキシマレーザなどの遠紫外線を用いる場合は硝材として石英や蛍石などの遠紫外線を透過する材料を用い、F<sub>2</sub>レーザを用いる場合は反射屈折系または屈折系の光学系にする。

30

## 【 0 1 0 0 】

基板ステージ P S T やマスクステージ M S T にリニアモータを用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、ステージは、ガイドに沿って移動するタイプでもよいし、ガイドを設けないガイドレスタイプでもよい。

## 【 0 1 0 1 】

ステージの駆動装置として平面モータを用いる場合、磁石ユニットと電機子ユニットのいずれか一方をステージに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットの他方をステージの移動面側（ベース）に設ければよい。

40

## 【 0 1 0 2 】

基板ステージ P S T の移動により発生する反力は、特開平 8 - 1 6 6 4 7 5 号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

## 【 0 1 0 3 】

マスクステージ M S T の移動により発生する反力は、特開平 8 - 3 3 0 2 2 4 号公報に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。本発明は、このような構造を備えた露光装置においても適用可能である。

## 【 0 1 0 4 】

50

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

10

#### 【0105】

半導体デバイスは、図20に示すように、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（ウエハ、ガラスプレート）を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置によりレチクルのパターンを基板に露光し、この露光した基板を現像する基板処理ステップ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、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

#### 【0106】

##### 【発明の効果】

20

本発明によれば、複数のアライメント系による基板上で異なる露光領域の複数のアライメントマークの検出を、基板を第1方向に移動して複数回行うとともに、検出系による基板の第3方向の位置検出を、第1方向への基板の移動と並行して行う。このため、検出すべきアライメントマークの数を減らすことなく、従来に比べてアライメントマークの検出時間を短縮できるとともに、アライメントマークの検出動作と並行して第3方向の基板の位置を検出できる。従って、基板の露光前の準備動作に要する時間を短縮でき、露光処理のスループットを向上することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の露光装置の一実施形態を示す概略斜視図である。

【図2】図1の概略構成図である。

30

【図3】フィルタを示す図である。

【図4】アライメント系を備えたアライメントユニットを示す概略斜視図である。

【図5】アライメント系及びAF検出系の配置を説明するための図である。

【図6】アライメント系の概略構成図である。

【図7】AF検出系の概略構成図である。

【図8】ベースライン計測手順を説明するための図である。

【図9】本発明の露光方法を説明するための図である。

【図10】本発明の露光方法を説明するための図である。

【図11】本発明の露光方法を説明するための図である。

【図12】本発明の露光方法を説明するための図である。

40

【図13】本発明の露光方法を説明するための図である。

【図14】本発明の露光方法を説明するための図である。

【図15】本発明の露光方法を説明するための図である。

【図16】本発明の露光方法を説明するためのフローチャート図である。

【図17】本発明の露光方法を説明するためのフローチャート図である。

【図18】アライメント系の配置の例を示す図である。

【図19】本発明の露光方法の他の実施形態を示す図である。

【図20】半導体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。

【図21】従来の露光装置を示す斜視図である。

【図22】従来の露光方法を説明するための図である。

50



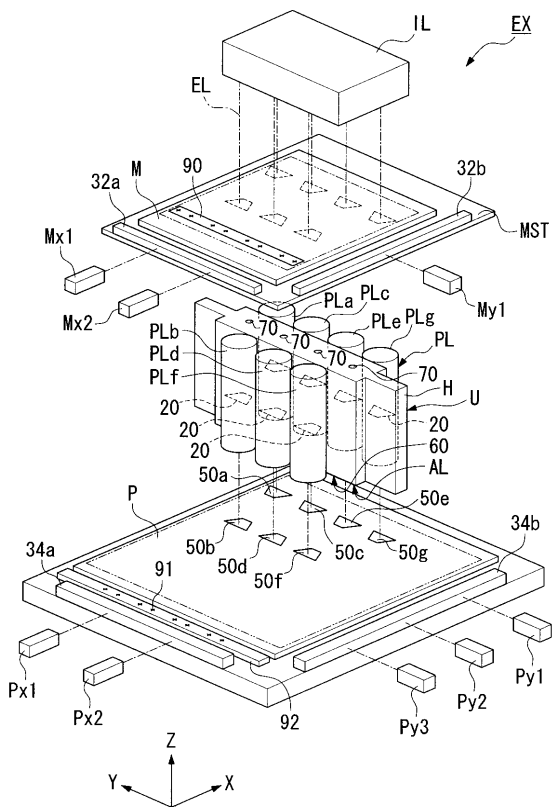
【図23】従来の露光方法を説明するための図である。

【図24】従来の露光方法を説明するための図である。

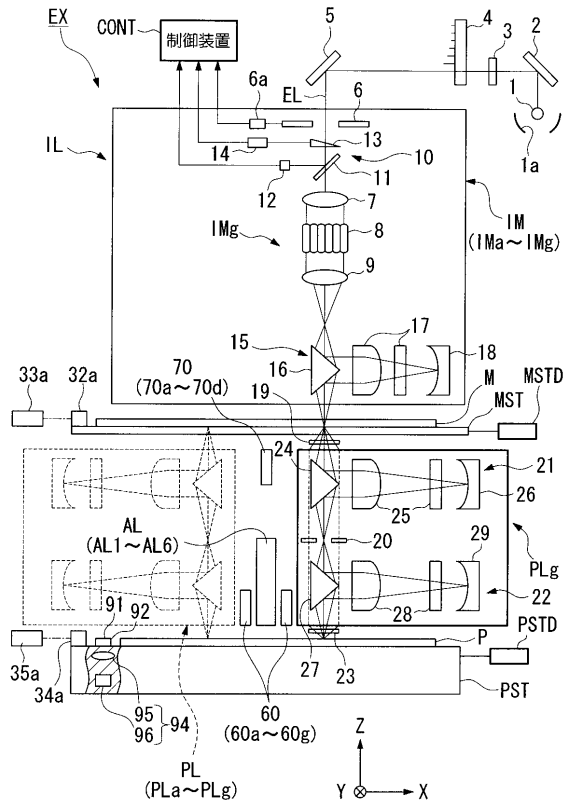
【符号の説明】

- 60 (60a ~ 60g) 基板側AF検出系
- 70 (70a ~ 70d) マスク側AF検出系
- AL (AL1 ~ AL6) アライメント系
- EX 露光装置
- M マスク
- m1 ~ m6 アライメントマーク
- P 感光基板(基板)
- PA1 ~ PA9 パターン形成領域(露光領域)
- PL (PLa ~ PLg) 投影光学系

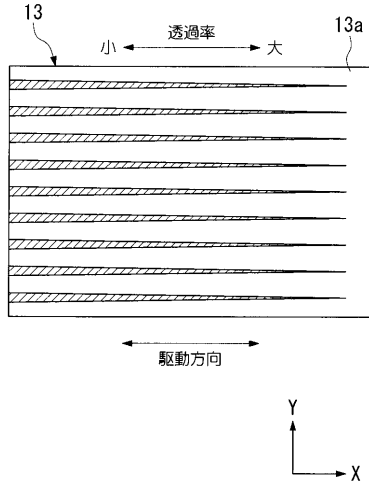
【図1】



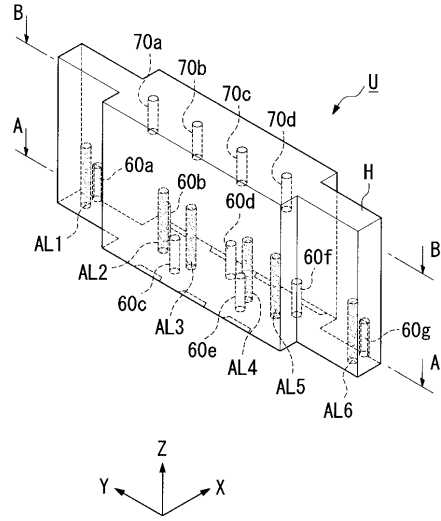
【図2】



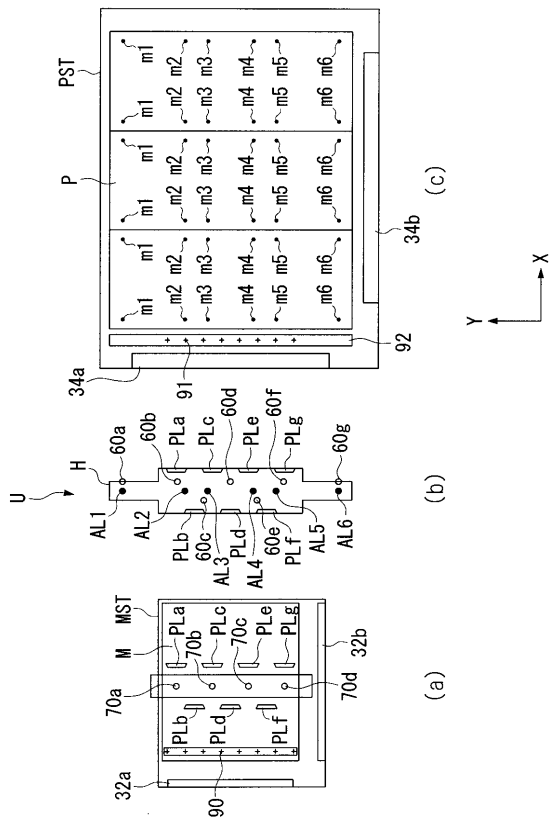
【 図 3 】



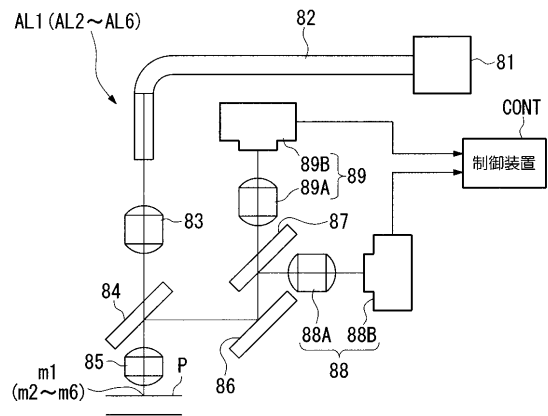
【 図 4 】



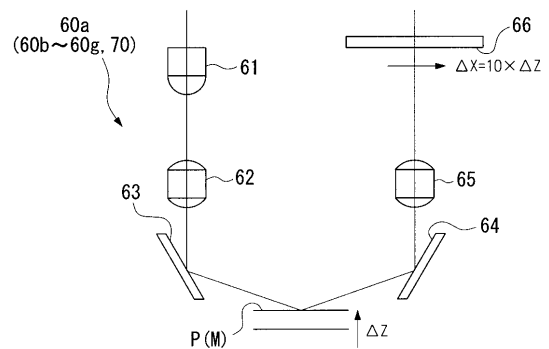
【 図 5 】



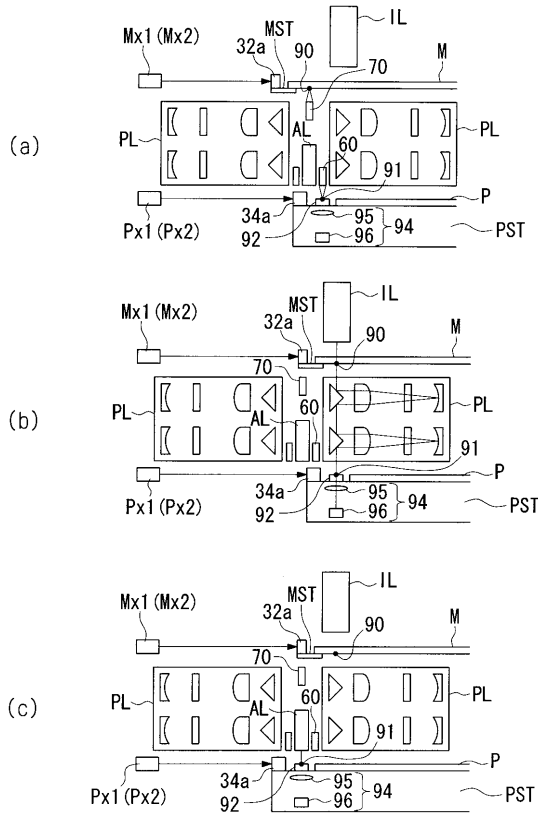
【 図 6 】



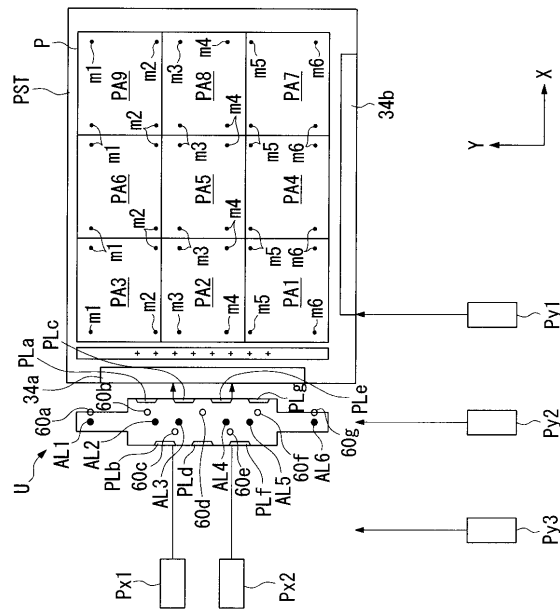
【 図 7 】



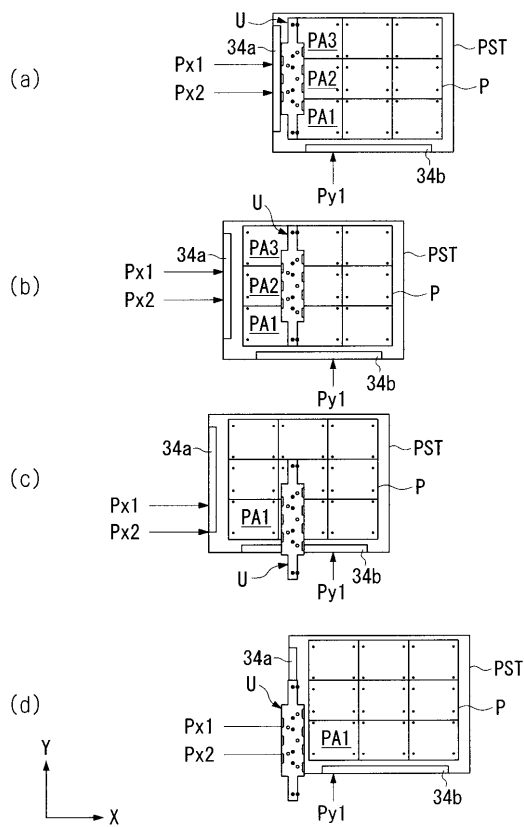
【 図 8 】



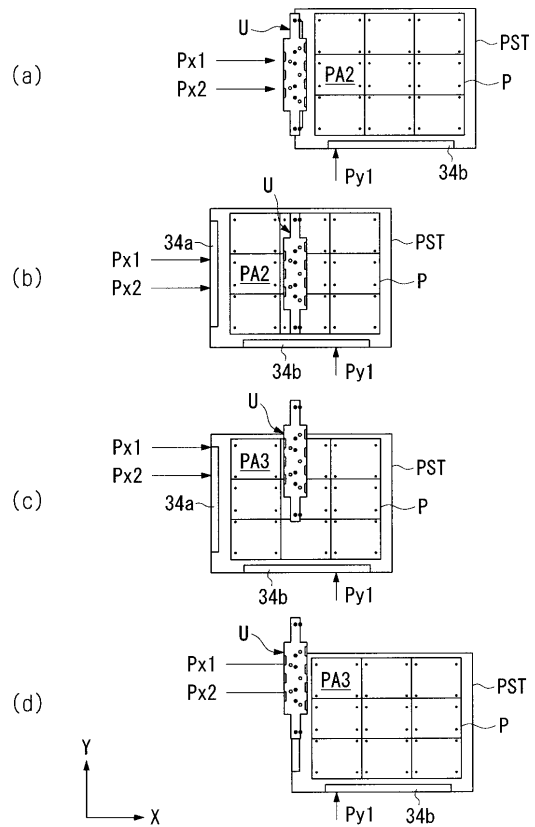
【 図 9 】



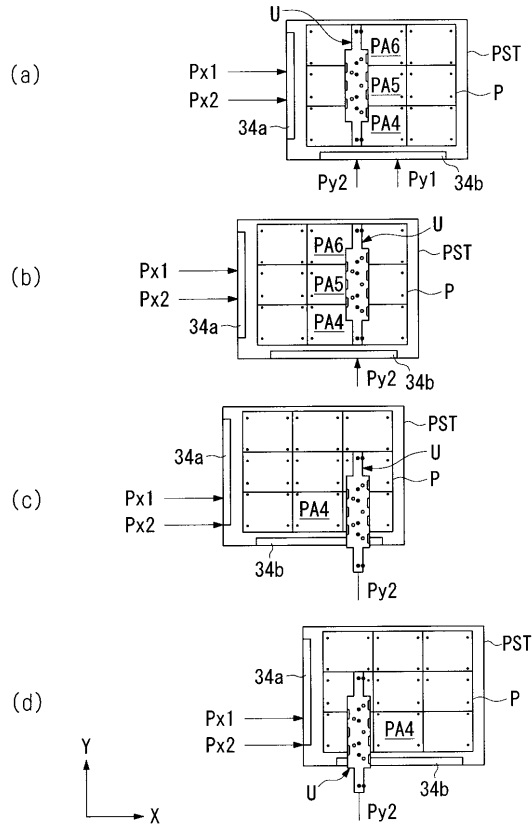
【 図 10 】



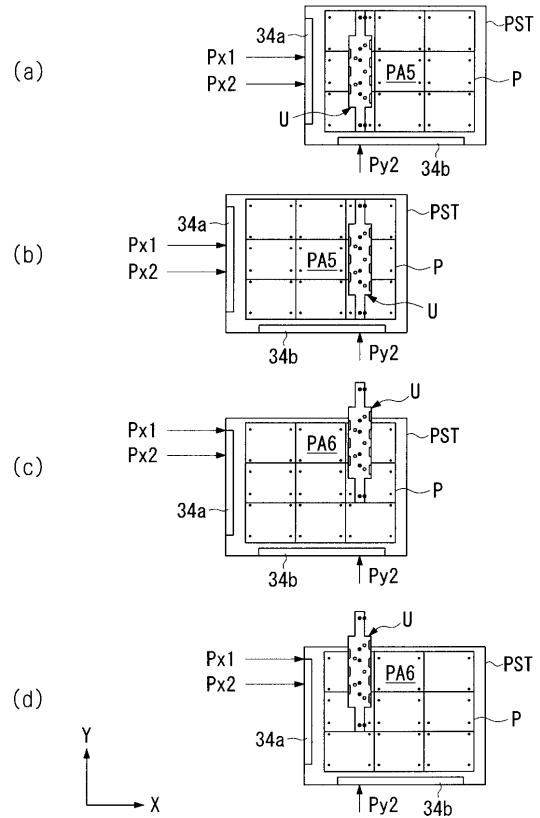
【 図 11 】



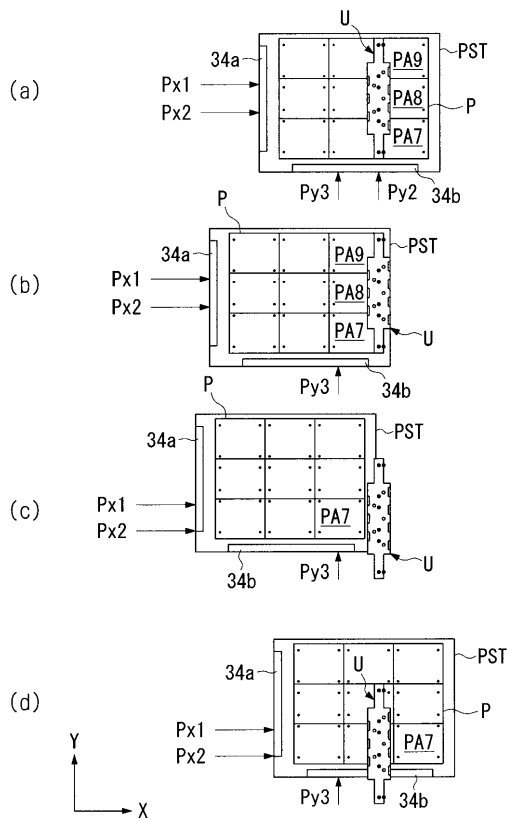
【 図 1 2 】



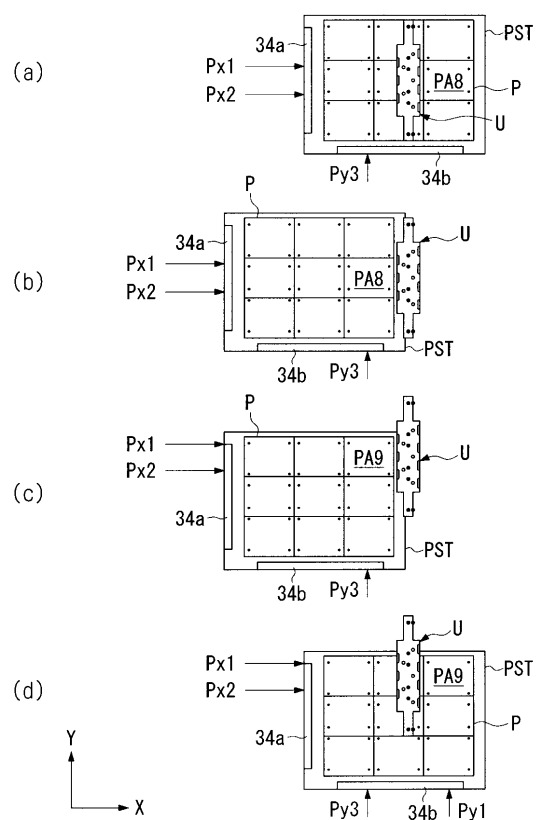
【 図 1 3 】



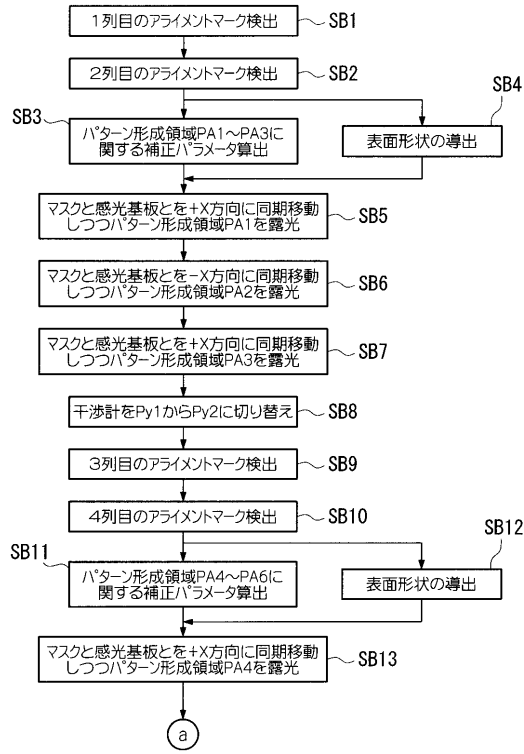
【 図 1 4 】



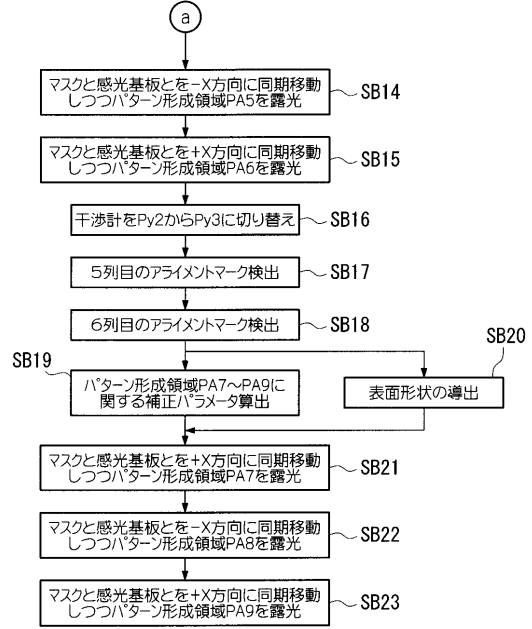
【 図 1 5 】



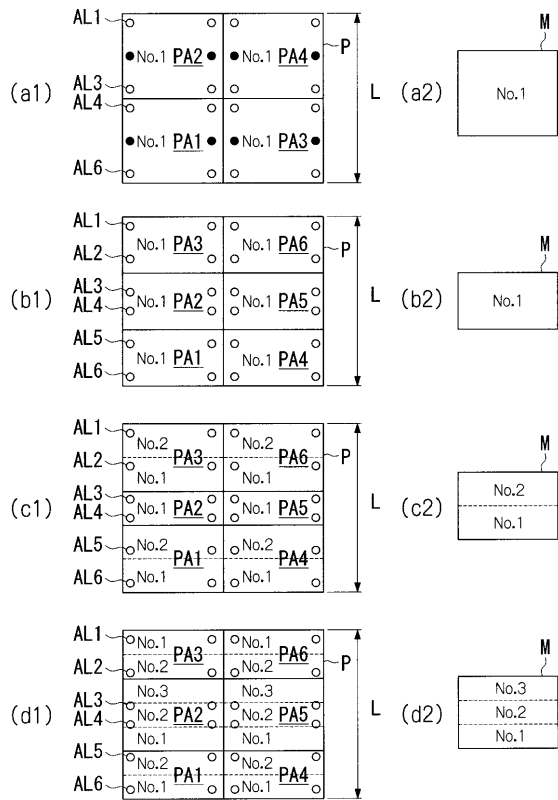
【図16】



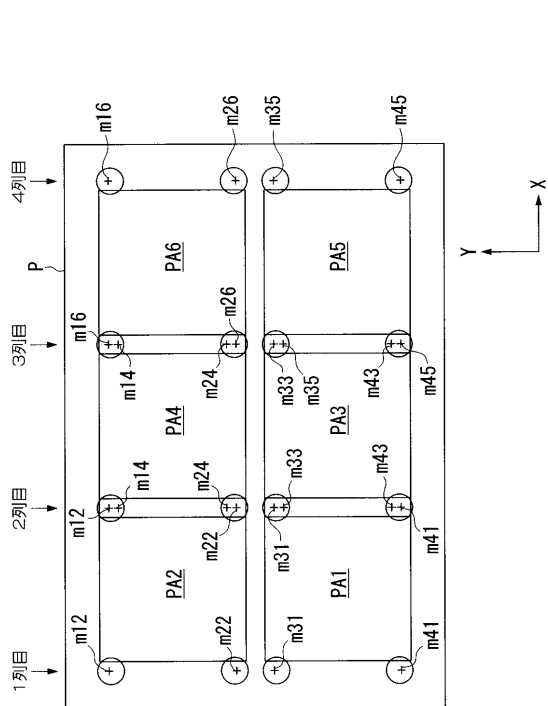
【図17】



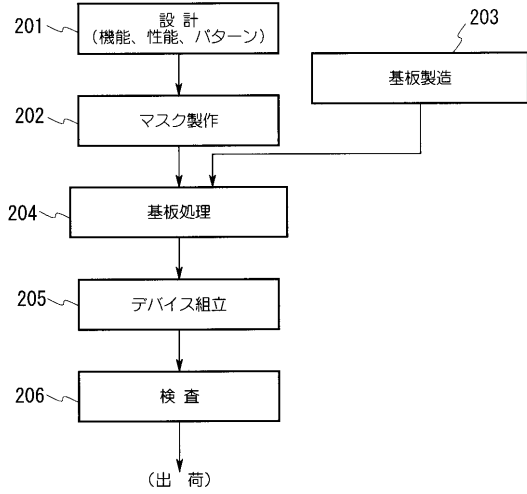
【図18】



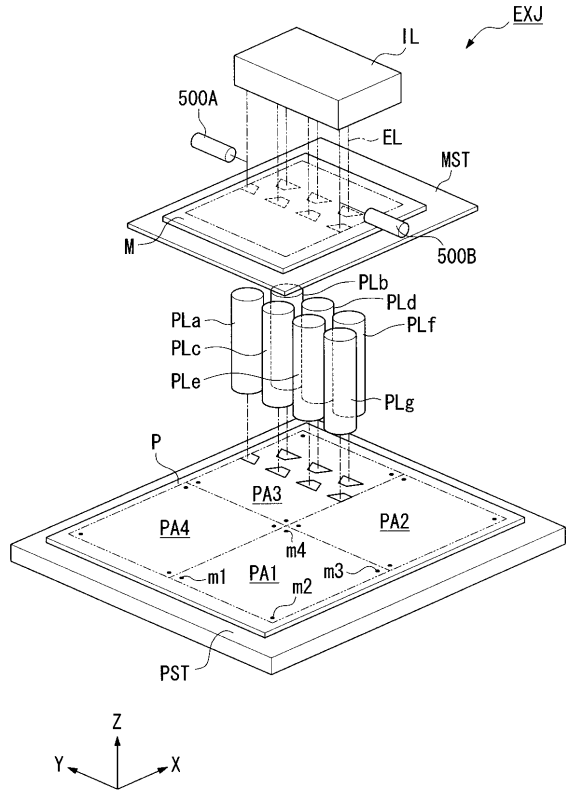
【図19】



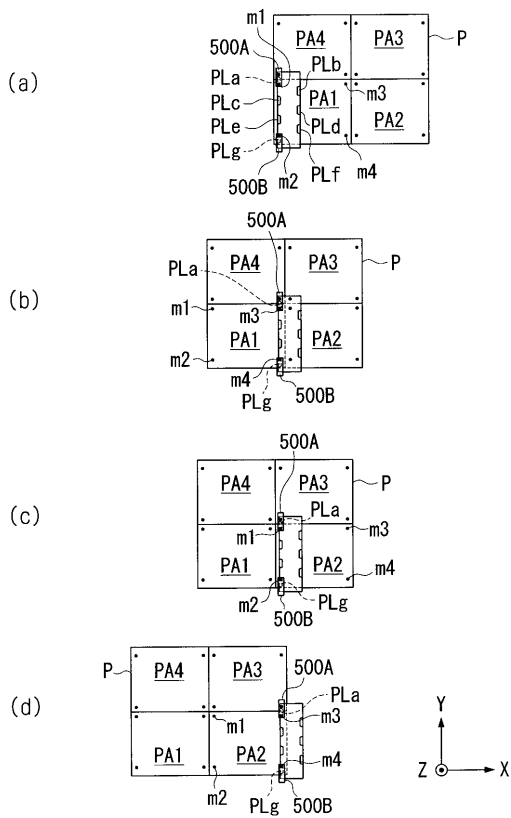
【図20】



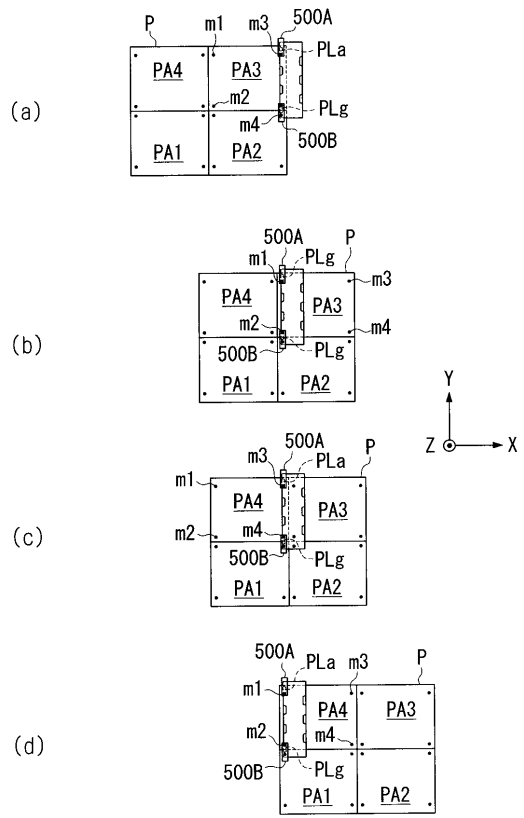
【図21】



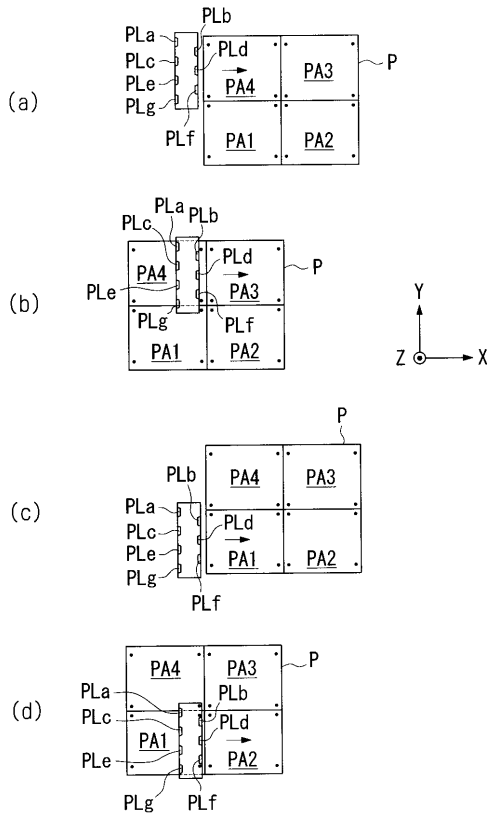
【図22】



【図23】



【 図 2 4 】



---

フロントページの続き

審査官 渡戸 正義

- (56)参考文献 特開2001-183844(JP,A)  
特開2002-134392(JP,A)  
特開2002-099097(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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