

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 10 月 11 日(11.10.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/137866 A1

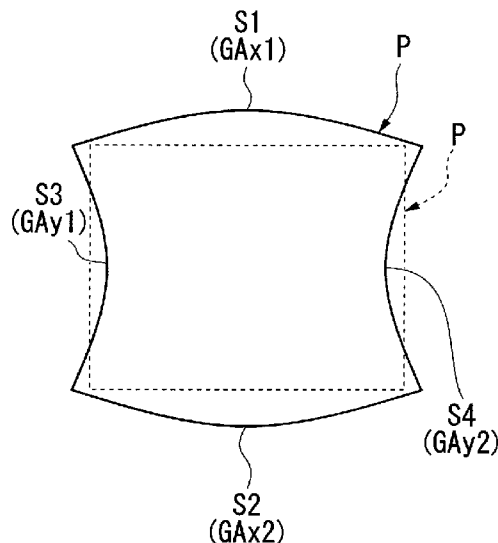
- (51) 国際特許分類:
G03F 9/00 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/059354
- (22) 国際出願日: 2012 年 4 月 5 日(05.04.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-083594 2011 年 4 月 5 日(05.04.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 篠崎 忠明(SHINOZAKI Tadaaki) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 中村 信貴(NAKAMURA Nobutaka) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE METHOD, EXPOSURE APPARATUS, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 露光方法、露光装置、及びデバイス製造方法

[図4A]



(57) Abstract: An exposure method for exposing a substrate to exposure light, which includes: obtaining information pertaining to the deformation of a first portion of the outer edge region of the substrate which includes the edge; obtaining, on the basis of the obtained information and a prescribed relational expression, information pertaining to the deformation of a second portion of the outer edge region differing from the first portion; and exposure of the substrate on the basis of the obtained information pertaining to the deformation of the first portion and the second portion.

(57) 要約: 露光光で基板を露光する露光方法は、基板の端を含む外縁領域の第1部分の変形に関する情報を取得することと、取得した結果と、所定の関係式とに基づいて、第1部分と異なる外縁領域の第2部分の変形に関する情報を取得することと、取得した第1部分及び第2部分の変形に関する情報に基づいて、基板を露光すること、を含む。

WO 2012/137866 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：露光方法、露光装置、及びデバイス製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、露光方法、露光装置、及びデバイス製造方法に関する。

本願は、2011年4月5日に出願された日本国特願2011-083594号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] フラットパネルディスプレイ等の電子デバイスの製造工程において、例えば特許文献1に開示されているような、露光光で基板を露光する露光装置が使用される。デバイスは、基板上に複数のパターン（パターン化された膜）を積層することによって形成される。露光処理において、基板に既に形成されているパターンに次のパターンの像を重ね合わせる際、基板のアライメントマークを計測し、そのアライメントマークの計測結果に基づいて、基板と次のパターンの像との位置合わせを行うアライメント処理が実行される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2001-215718号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 露光処理において、基板が変形すると、パターンの重ね合わせ精度が低下し、その結果、露光不良の発生、及び不良デバイスの発生をもたらす。基板が変形した場合でも、パターンの重ね合わせ精度の低下を抑制するために、基板の変形に関する情報を精確に取得することが有効である。基板の変形が非線形成分（非線形歪み）を含む場合、アライメントマークの計測点数を多くすることによって、その非線形歪みを含む基板の変形に関する情報を精確に取得することができる。しかし、アライメントマークの計測点数を多くした場合、その計測のために時間を要し、スループットが低下してしまう可能

性がある。

[0005] 本発明に係る態様は、スループットの低下を抑制しつつ、基板の変形に関する情報を精確に取得して露光不良の発生を抑制できる露光方法及び露光装置を提供することを目的とする。また本発明に係る態様は、スループットの低下を抑制しつつ、不良デバイスの発生を抑制できる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

[0006] 本発明に係る一態様は、露光光で基板を露光する露光方法であって、基板の端を含む外縁領域の第1部分の変形に関する情報を取得することと、取得した結果と、所定の関係式とに基づいて、第1部分と異なる外縁領域の第2部分の変形に関する情報を取得することと、取得した第1部分及び第2部分の変形に関する情報に基づいて、基板を露光することと、を含む。

[0007] 本発明に係る一態様のデバイス製造方法は、上記態様の露光方法を用いて基板を露光することと、露光された基板を現像することと、を含む。

[0008] 本発明に係る一態様は、露光光で基板を露光する露光装置であって、基板の端を含む外縁領域の第1部分の変形に関する情報を取得する第1取得装置と、第1取得装置で取得した結果と、所定の関係式とに基づいて、第1部分と異なる外縁領域の第2部分の変形に関する情報を取得する第2取得装置と、を備え、取得した第1部分及び第2部分の変形に関する情報に基づいて、基板を露光する。

[0009] 本発明に係る一態様のデバイス製造方法は、上記露光装置を用いて基板を露光することと、露光された基板を現像することと、を含む。

発明の効果

[0010] 本発明に係る態様によれば、スループットの低下を抑制しつつ、露光不良の発生を抑制できる。また本発明に係る態様によれば、スループットの低下を抑制しつつ、不良デバイスの発生を抑制できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1実施形態に係る露光装置の一例を示す概略構成図である。

[図2]第1実施形態に係る露光装置の一例を示す斜視図である。

[図3]第1実施形態に係る投影システムの投影領域とアライメントシステムの検出領域と基板との関係の一例を示す模式図である。

[図4A]第1実施形態に係る基板の変形状態の一例を示す模式図である。

[図4B]第1実施形態に係る基板の変形状態の一例を示す模式図である。

[図5A]第1実施形態に係る基板の変形状態の一例を示す模式図である。

[図5B]第1実施形態に係る基板の変形状態の一例を示す模式図である。

[図6A]第1実施形態に係る基板の変形状態の一例を示す模式図である。

[図6B]第1実施形態に係る基板の変形状態の一例を示す模式図である。

[図7A]第1実施形態に係る基板の変形状態の一例を示す模式図である。

[図7B]第1実施形態に係る基板の変形状態の一例を示す模式図である。

[図8]第1実施形態に係る露光方法の一例を示すフローチャートである。

[図9]第1実施形態に係る基板の第3、第4辺の変形状態の一例を示す模式図である。

[図10]第1実施形態に係る基板の第1、第2辺の変形状態の一例を示す模式図である。

[図11]第1実施形態に係る基板の内部領域の変形状態の一例を示す模式図である。

[図12]第1実施形態に係る基板の内部領域の変形状態の一例を示す模式図である。

[図13]第2実施形態に係る露光方法の一例を示すフローチャートである。

[図14]第2実施形態に係る基板の第3、第4辺の変形状態の一例を示す模式図である。

[図15]第2実施形態に係る基板の第1、第2辺の変形状態の一例を示す模式図である。

[図16]第2実施形態に係る基板の内部領域の変形状態の一例を示す模式図である。

[図17]第2実施形態に係る基板の内部領域の変形状態の一例を示す模式図で

ある。

[図18]本実施形態に係るデバイス製造方法の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0012] 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。以下の説明においては、X Y Z直交座標系を設定し、このX Y Z直交座標系を参照しつつ各部の位置関係について説明する。水平面内の所定方向を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軸方向のそれぞれと直交する方向（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、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。

[0013] <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E Xの一例を示す概略構成図、図2は、斜視図である。図1及び図2において、露光装置E Xは、マスクMを保持して移動可能なマスクステージ1と、基板Pを保持して移動可能な基板ステージ2と、マスクステージ1を移動する駆動システム3と、基板ステージ2を移動する駆動システム4と、マスクMを露光光E Lで照明する照明システムI Sと、露光光E Lで照明されたマスクMのパターンの像を基板Pに投影する投影システムP Sと、露光装置E X全体の動作を制御する制御装置5と、制御装置5に接続され、露光に関する各種の情報を記憶する記憶装置5 Rとを備えている。

[0014] マスクMは、基板Pに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む。基板Pは、例えばガラスプレート等の基材と、その基材上に形成された感光膜（塗布された感光剤）とを含む。本実施形態において、基板Pの外形は、四角形である。本実施形態において、基板Pは、大型のガラスプレートを含み、その基板Pの一辺のサイズは、例えば500mm以上である。本実施形態においては、基板Pの基材として、一辺が約3000mmの四角形のガラスプレートを用いる。

- [0015] また、本実施形態の露光装置E Xは、マスクステージ1及び基板ステージ2の位置情報を計測する干渉計システム6と、マスクMの表面（下面、パターン形成面）の位置情報を検出する第1検出システム7と、基板Pの表面（露光面、感光面）の位置情報を検出する第2検出システム8と、基板P上のアライメントマーク計測を実行するアライメントシステム9とを備えている。
- [0016] また、露光装置E Xは、ボディ13を備えている。ボディ13は、例えばクリーンルーム内の支持面（例えば床面）F L上に防振台B Lを介して配置されたベースプレート10と、ベースプレート10上に配置された第1コラム11と、第1コラム11上に配置された第2コラム12とを有する。本実施形態において、ボディ13は、投影システムP S、マスクステージ1、及び基板ステージ2のそれぞれを支持する。本実施形態において、投影システムP Sは、定盤14を介して、第1コラム11に支持される。マスクステージ1は、第2コラム12に対して移動可能に支持される。基板ステージ2は、ベースプレート10に対して移動可能に支持される。
- [0017] 本実施形態において、投影システムP Sは、複数の投影光学系を有する。照明システムI Sは、複数の投影光学系に対応する複数の照明モジュールを有する。また、本実施形態の露光装置E Xは、マスクMと基板Pとを所定の走査方向に同期移動しながら、マスクMのパターンの像を基板Pに投影する。すなわち、本実施形態の露光装置E Xは、所謂、マルチレンズ型スキャン露光装置である。
- [0018] 本実施形態において、投影システムP Sは、7つの投影光学系P L 1～P L 7を有し、照明システムI Sは、7つの照明モジュールI L 1～I L 7を有する。なお、投影光学系及び照明モジュールの数は7つに限定されず、例えば投影システムP Sが、投影光学系を11個有し、照明システムI Sが、照明モジュールを11個有してもよい。
- [0019] 照明システムI Sは、所定の照明領域I R 1～I R 7に露光光E Lを照射可能である。

照明領域 I R 1 ~ I R 7 は、各照明モジュール I L 1 ~ I L 7 から射出される露光光 E L の照射領域に含まれている。本実施形態において、照明システム I S は、異なる 7 つの照明領域 I R 1 ~ I R 7 のそれぞれを露光光 E L で照明する。照明システム I S は、マスク M のうち照明領域 I R 1 ~ I R 7 に配置された部分を、均一な照度分布の露光光 E L で照明する。本実施形態においては、照明システム I S から射出される露光光 E L として、例えば水銀ランプから射出される輝線（g 線、h 線、i 線）を用いる。

[0020] マスクステージ 1 は、マスク M を保持した状態で、照明領域 I R 1 ~ I R 7 に対して移動可能である。マスクステージ 1 は、マスク M を保持可能なマスク保持部 1 5 を有する。

マスク保持部 1 5 は、マスク M を真空吸着可能なチャック機構を含み、マスク M をリリース可能に保持する。本実施形態において、マスク保持部 1 5 は、マスク M の下面（パターン形成面）と X Y 平面とがほぼ平行となるように、マスク M を保持する。駆動システム 3 は、例えばリニアモータを含み、第 2 コラム 1 2 のガイド面 1 2 G 上においてマスクステージ 1 を移動可能である。本実施形態において、マスクステージ 1 は、駆動システム 3 の作動により、マスク保持部 1 5 でマスク M を保持した状態で、ガイド面 1 2 G 上を、X 軸、Y 軸、及び θ Z 方向の 3 つの方向に移動可能である。

[0021] 投影システム P S は、所定の投影領域 P R 1 ~ P R 7 に露光光 E L を照射可能である。

投影領域 P R 1 ~ P R 7 は、各投影光学系 P L 1 ~ P L 7 から射出される露光光 E L の照射領域に相当する。本実施形態において、投影システム P S は、異なる 7 つの投影領域 P R 1 ~ P R 7 のそれぞれにパターンの像を投影する。投影光学システム P S は、基板 P のうち投影領域 P R 1 ~ P R 7 に配置された部分に、マスク M のパターンの像を所定の投影倍率で投影する。

[0022] 基板ステージ 2 は、基板 P を保持した状態で、投影領域 P R 1 ~ P R 7 に対して移動可能である。基板ステージ 2 は、基板 P を保持可能な基板保持部 1 6 を有する。基板保持部 1 6 は、基板 P を真空吸着可能なチャック機構を

含み、基板Pをリリース可能に保持する。本実施形態において、基板保持部16は、基板Pの表面（露光面）とXY平面とがほぼ平行となるように、基板Pを保持する。駆動システム4は、例えばリニアモータを含み、ベースプレート10のガイド面10G上において基板ステージ2を移動可能である。本実施形態において、基板ステージ2は、駆動システム4の作動により、基板保持部16で基板Pを保持した状態で、ガイド面10G上を、X軸、Y軸、Z軸、 θX 、 θY 、及び θZ 方向の6つの方向に移動可能である。

[0023] 干渉計システム6は、マスクステージ1の位置情報を計測するレーザ干渉計ユニット6Aと、基板ステージ2の位置情報を計測するレーザ干渉計ユニット6Bとを有する。レーザ干渉計ユニット6Aは、マスクステージ1に配置された計測ミラー1Rを用いて、マスクステージ1の位置情報を計測可能である。レーザ干渉計ユニット6Bは、基板ステージ2に配置された計測ミラー2Rを用いて、基板ステージ2の位置情報を計測可能である。

本実施形態において、干渉計システム6は、レーザ干渉計ユニット6A、6Bを用いて、X軸、Y軸、及び θX 方向に関するマスクステージ1及び基板ステージ2それぞれの位置情報を計測可能である。基板Pの露光処理を実行するとき、あるいは所定の計測処理を実行するとき、制御装置5は、干渉計システム6の計測結果に基づいて、駆動システム3、4を作動し、マスクステージ1（マスクM）、及び基板ステージ2（基板P）の位置制御を実行する。

[0024] アライメントシステム9は、基板Pに設けられているアライメントマークを計測する。

アライメントシステム9は、所謂、オフアクシス方式のアライメントシステムであり、基板ステージ2に保持された基板Pの表面と対向配置される複数の顕微鏡9A～9Fを有する。顕微鏡9A～9Fのそれぞれは、検出領域AL1～AL6に検出光を照射する投射部と、検出領域AL1～AL6に配置されたアライメントマークの光学像を取得可能な受光部とを有する。

[0025] 制御装置5は、投影システムPSにより形成されるマスクMのパターンの

像を、基板Pに既に形成されているパターンに重ね合わせるように、露光処理を実行する。露光処理の際、制御装置5は、基板Pのアライメントマークを計測し、そのアライメントマークの計測結果に基づいて、基板PとマスクMのパターンの像との位置合わせを行うアライメント処理を実行する。

[0026] 図3は、投影システムPSの投影領域PR1～PR7と、アライメントシステム9の検出領域AL1～AL6と、基板Pとの位置関係の一例を示す模式図であり、基板Pの表面を含む平面内の位置関係を示している。

[0027] 図3に示すように、本実施形態において、基板Pの外形は、四角形である。本実施形態において、基板Pの外形は、X軸方向に長い長方形である。なお、基板Pの外形が、正方形でもよいし、Y軸方向に長い長方形でもよい。

[0028] 基板Pは、4つの辺を有する。基板Pは、X軸方向とほぼ平行な2つの辺S1、S2と、Y軸方向とほぼ平行な2つの辺S3、S4とを有する。

[0029] 以下の説明において、基板Pが有するX軸方向とほぼ平行な2つの辺S1、S2のうち、一方の辺を適宜、第1辺S1と称し、他方の辺を適宜、第2辺S2と称する。本実施形態において、第1辺S1は、+Y側の辺であり、第2辺S2は、-Y側の辺である。また、基板Pが有するY軸方向とほぼ平行な2つの辺S3、S4のうち、一方の辺を適宜、第3辺S3、と称し、他方の辺を適宜、第4辺S4、と称する。本実施形態において、第3辺S3は、-X側の辺であり、第4辺S4は、+X側の辺である。

[0030] また、以下の説明において、基板Pの端（辺）を含む基板Pの外縁の領域を適宜、外縁領域GA、と称する。また、基板Pのうち、外縁領域GAの内側の領域を適宜、内部領域UA、と称する。内部領域UAは、基板Pの中心を含む領域である。外縁領域GAは、内部領域UAの周囲に配置される領域である。

[0031] また、外縁領域GAのうち、Y軸方向に長い（延在する）部分を適宜、Y部分GA_y、と称し、X軸方向に延在する部分を適宜、X部分GA_x、と称する。

[0032] 本実施形態において、Y部分GA_yは、Y軸方向に延在する第3辺S3を

含む第1 Y部分 $G A_y 1$ と、Y軸方向に延在する第4辺 $S 4$ を含む第2 Y部分 $G A_y 2$ とを含む。X部分 $G A_x$ は、X軸方向に延在する第1辺 $S 1$ を含む第1 X部分 $G A_x 1$ と、X軸方向に延在する第2辺 $S 2$ を含む第2 X部分 $G A_x 2$ とを含む。Y部分 $G A_y$ のうち、第1 Y部分 $G A_y 1$ は、基板Pの中心に対して-X側に配置され、第2 Y部分 $G A_y 2$ は、基板Pの中心に対して+X側に配置される。X部分 $G A_x$ のうち、第1 X部分 $G A_x 1$ は、基板Pの中心に対して+Y側に配置され、第2 X部分 $G A_x 2$ は、基板Pの中心に対して-Y側に配置される。

[0033] 図3に示すように、本実施形態において、基板Pの表面は、マスクMのパターンの像が投影される複数の露光領域（被処理領域） $P A 1 \sim P A 6$ を有する。本実施形態において、基板Pの表面は、6つの露光領域 $P A 1 \sim P A 6$ を有する。露光領域 $P A 1$ 、 $P A 2$ 、 $P A 3$ が、Y軸方向にほぼ等間隔で離れて配置され、露光領域 $P A 4$ 、 $P A 5$ 、 $P A 6$ が、Y軸方向にほぼ等間隔で離れて配置されている。露光領域 $P A 1$ 、 $P A 2$ 、 $P A 3$ は、露光領域 $P A 4$ 、 $P A 5$ 、 $P A 6$ に対して+X側に配置されている。露光領域 $P A 1 \sim P A 6$ は、基板Pの内部領域 $U A$ に配置される。

[0034] 本実施形態において、投影領域 $P R 1 \sim P R 7$ のそれぞれは、XY平面内において台形である。本実施形態において、投影光学系 $P L 1$ 、 $P L 3$ 、 $P L 5$ 、 $P L 7$ による投影領域 $P R 1$ 、 $P R 3$ 、 $P R 5$ 、 $P R 7$ が、Y軸方向にほぼ等間隔で配置され、投影光学系 $P L 2$ 、 $P L 4$ 、 $P L 6$ による投影領域 $P R 2$ 、 $P R 4$ 、 $P R 6$ が、Y軸方向にほぼ等間隔で配置されている。投影領域 $P R 1$ 、 $P R 3$ 、 $P R 5$ 、 $P R 7$ は、投影領域 $P R 2$ 、 $P R 4$ 、 $P R 6$ に対して-X側に配置されている。また、Y軸方向に関して、投影領域 $P R 1$ 、 $P R 3$ 、 $P R 5$ 、 $P R 7$ の間に、投影領域 $P R 2$ 、 $P R 4$ 、 $P R 6$ がそれぞれ配置される。

[0035] 本実施形態において、顕微鏡 $9 A \sim 9 F$ による検出領域 $A L 1 \sim A L 6$ が、投影領域 $P R 1 \sim P R 7$ に対して-X側に配置されている。検出領域 $A L 1 \sim A L 6$ は、Y軸方向に離れて配置される。複数の検出領域 $A L 1 \sim A L$

6のうち、Y軸方向に関して外側2つの検出領域AL1（AL5）と検出領域AL2（AL6）との間隔は、複数の露光領域PA1～PA6のうち、Y軸方向に関して外側2つの露光領域PA1（PA4）の-Y側のエッジと露光領域PA3（PA6）の+Y側のエッジとの間隔とほぼ等しい。

[0036] アライメントシステム9は、基板Pに設けられている複数のアライメントマークm1～m6を検出可能である。本実施形態において、基板P上にはY軸方向に6つのアライメントマークm1～m6が配置され、それらアライメントマークm1～m6のグループが、X軸方向に4箇所配置されている。1つのグループにおいて、アライメントマークm1～m6のそれぞれは、X軸方向に関して離れて配置される。4つのグループのそれぞれは、Y軸方向に関して離れて配置される。

[0037] 以下の説明において、アライメントマークm1～m6の4つのグループのうち、最も-X側のグループを適宜、第1グループG1、と称し、第1グループG1に次いで-X側のグループを適宜、第2グループG2、と称し、第2グループG2に次いで-X側のグループを適宜、第3グループG3、と称し、最も+X側のグループを適宜、第4グループG4、と称する。第1～第4グループG1～G4のアライメントマークm1～m6のうち、第1グループG1のアライメントマークm1～m4が、最も第3辺S3に近く、第4グループG4のアライメントマークm1～m4が、最も第4辺S4に近い。

[0038] 第2、第3グループG2、G3のアライメントマークm1～m6は、基板Pの内部領域UAに配置される。第1、第4グループG1、G4のアライメントマークm1～m6は、基板Pの外縁領域GAに配置される。本実施形態において、第1、第4グループG1、G4のアライメントマークm1～m6は、外縁領域GAのうち、Y部分GAyに配置される。本実施形態において、第1グループG1のアライメントマークm1～m6は、Y部分GAyのうち、第1Y部分GAy1に配置され、第4グループG4のアライメントマークm1～m6は、Y部分GAyのうち、第2Y部分GAy2に配置される。

[0039] なお、アライメントマークm1～m6のうち、アライメントマークm1、

m 2 は、露光領域 P A 1, P A 4 の各両端部に隣接して設けられ、アライメントマーク m 3, m 4 は、露光領域 P A 2, P A 5 の各両端部に隣接して設けられ、アライメントマーク m 5, m 6 は、露光領域 P A 3, P A 6 の各両端部に隣接して設けられている。

[0040] 本実施形態においては、基板 P 上において Y 軸方向に離れて配置された 6 つのアライメントマーク m 1 ~ m 6 に対応して、顕微鏡 9 A ~ 9 F (検出領域 A L 1 ~ A L 6) が配置されている。顕微鏡 9 A ~ 9 F は、アライメントマーク m 1 ~ m 6 が検出領域 A L 1 ~ A L 6 に同時に配置されるように設けられている。アライメントシステム 9 は、顕微鏡 9 A ~ 9 F を用いて、6 つのアライメントマーク m 1 ~ m 6 を同時に検出可能である。換言すれば、アライメントシステム 9 は、第 1 グループ G 1 のアライメントマーク m 1 ~ m 6 を同時に検出可能であり、第 2 グループ G 2 のアライメントマーク m 1 ~ m 6 を同時に検出可能であり、第 3 グループ G 3 のアライメントマーク m 1 ~ m 6 を同時に検出可能であり、第 4 グループ G 4 のアライメントマーク m 1 ~ m 6 を同時に検出可能である。

[0041] ところで、基板 P は、変形する可能性がある。基板 P は、例えば露光処理の前後に行われる各種のプロセス処理によって加熱される場合がある。その結果、基板 P の変形 (熱変形) が発生する可能性がある。また、基板保持部 1 6 の保持状態に起因して、基板 P の変形 (歪み変形) が発生する可能性がある。なお、基板保持部 1 6 の保持状態は、例えば基板保持部 1 6 に設けられている吸着機構の吸着むらを含む。なお、基板 P が変形する原因は、プロセス処理、及び基板保持部 1 6 の保持状態に限られない。例えば特開 2 0 0 1 - 3 3 2 6 0 0 号公報等が開示されているようなトレイに基板 P を載せた状態で基板保持部 1 6 に基板 P を搬入 (ロード) する場合、そのトレイの形状、変形等に依存して、基板保持部 1 6 に搬入されて保持された基板 P が変形する可能性もある。

[0042] 図 4 A は、基板 P が変形している状態の一例を模式的に示す図である。図 4 B は、図 4 A に示すように基板 P が変形しているときの露光領域 P A 1 ~

PA6それぞれの変形の状態、及び第1、第4グループG1、G4のアライメントマークm1～m6の位置の一例を模式的に示す図である。同様に、図5A、図6A、図7Aは、基板Pが変形している状態の一例を模式的に示す図であり、図5B、図6B、図7Bは、図5A、図6A、図7Aに示すように基板Pが変形しているときの露光領域PA1～PA6それぞれの変形の状態、及び第1、第4グループG1、G4のアライメントマークm1～m6の位置の一例を模式的に示す図である。なお、図4A～図7Aにおいて、変形していない状態の基板Pが破線で示されている。図4B～図7Bにおいて、変形していない状態の露光領域PA1～PA6が破線で示されている。

[0043] 本出願に係る発明の発明者は、基板Pが変形する場合、その基板Pの変形パターンは、図4A～図7Aのそれぞれに示すように、主に4つの変形パターンに分類（類型化）されることを見出した。

[0044] 図4Aに示す変形パターンは、第1X部分GAx1（第1辺S1）及び第2X部分GAx2（第2辺S2）が、基板Pの中心に対して外側に向かって曲がるように変形し、第1Y部分GAy1（第3辺S3）及び第2Y部分GAy2（第4辺S4）が、基板Pの中心に対して内側に向かって曲がるように変形する変形パターンである。

[0045] 図5Aに示す変形パターンは、第1X部分GAx1（第1辺S1）及び第2X部分GAx2（第2辺S2）が、基板Pの中心に対して内側に向かって曲がるように変形し、第1Y部分GAy1（第3辺S3）及び第2Y部分GAy2（第4辺S4）が、基板Pの中心に対して外側に向かって曲がるように変形する変形パターンである。

[0046] 図6Aに示す変形パターンは、第1X部分GAx1（第1辺S1）の中央部が、基板Pの中心に対して外側に向かって突出するように変形し、第2X部分GAx2（第2辺S2）の中央部が、基板Pの中心に対して内側に向かって突出するように変形し、第1Y部分GAy1（第3辺S3）の+Y側の端が、-Y側の端よりも-X側に位置し、第2Y部分GAy2（第4辺S4）の+Y側の端が、-Y側の端よりも+X側に位置する変形パターンである。

。

[0047] 図7Aに示す変形パターンは、第1X部分 $G A \times 1$ （第1辺 $S 1$ ）の中央部が、基板Pの中心に対して内側に向かって突出するように変形し、第2X部分 $G A \times 2$ （第2辺 $S 2$ ）の中央部が、基板Pの中心に対して外側に向かって突出するように変形し、第1Y部分 $G A y 1$ （第3辺 $S 3$ ）の+Y側の端が、-Y側の端よりも+X側に位置し、第2Y部分 $G A y 2$ （第4辺 $S 4$ ）の+Y側の端が、-Y側の端よりも-X側に位置する変形パターンである。

。

[0048] 以下の説明において、図4Aに示す基板Pの変形パターンを適宜、第1変形パターン、と称し、図5Aに示す基板Pの変形パターンを適宜、第2変形パターン、と称し、図6Aに示す基板Pの変形パターンを適宜、第3変形パターン、と称し、図7Aに示す基板Pの変形パターンを適宜、第4変形パターン、と称する。

[0049] また、以下の説明においては、簡単のため、外縁領域GAの変形が、第1辺 $S 1$ 、第2辺 $S 2$ 、第3辺 $S 3$ 、及び第4辺 $S 4$ の少なくとも一つの変形である場合を例にして説明するが、第1辺 $S 1$ の変形は、第1X部分 $G A \times 1$ の変形を含む概念であり、第2辺 $S 2$ の変形は、第2X部分 $G A \times 2$ の変形を含む概念であり、第3辺 $S 3$ の変形は、第1Y部分 $G A y 1$ の変形を含む概念であり、第4辺 $S 4$ の変形は、第2Y部分 $G A y 2$ の変形を含む概念である。

[0050] 図4B、図5B、図6B、図7Bに示すように、基板Pの露光領域PA1～PA6のそれぞれは、基板Pの第1、第2、第3、第4変形パターンに応じて変形する。また、アライメントマークm1～m6のそれぞれは、基板Pの第1、第2、第3、第4変形パターンに応じて変位する。第1グループG1のアライメントマークm1～m6は、外縁領域GAの第1Y部分 $G A y 1$ の変形に応じて変位し、第4グループG4のアライメントマークm1～m6は、外縁領域GAの第2Y部分 $G A y 2$ の変形に応じて変位する。

[0051] 図4Aに示すように、本実施形態において、第1変形パターンは、基板P

の第3辺S3及び第4辺S4のそれぞれが2次曲線を描くように変形する変形パターンである。換言すれば、第1変形パターンは、第3辺S3及び第4辺S4のそれぞれを2次式で表すことができる変形パターンである。

[0052] 図5Aに示すように、本実施形態において、第2変形パターンは、基板Pの第3辺S3及び第4辺S4のそれぞれが2次曲線を描くように変形する変形パターンである。換言すれば、第2変形パターンは、第3辺S3及び第4辺S4のそれぞれを2次式で表すことができる変形パターンである。

[0053] 図6Aに示すように、本実施形態において、第3変形パターンは、基板Pの第3辺S3及び第4辺S4のそれぞれがY軸に対して傾斜した直線を描くように変形する変形パターンである。換言すれば、第3変形パターンは、第3辺S3及び第4辺S4のそれぞれを1次式で表すことができる変形パターンである。

[0054] 図7Aに示すように、本実施形態において、第4変形パターンは、基板Pの第3辺S3及び第4辺S4のそれぞれがY軸に対して傾斜した直線を描くように変形する変形パターンである。換言すれば、第4変形パターンは、第3辺S3及び第4辺S4のそれぞれを1次式で表すことができる変形パターンである。

[0055] 本出願に係る発明の発明者は、第3辺S3及び第4辺S4の変形状態に応じて、第1辺S1及び第2辺S2の変形状態が決定されることを見出した。換言すれば、発明者は、第1辺S1及び第2辺S2の変形状態と、第3辺S3及び第4辺S4の変形状態とに相関関係があることを見出した。

[0056] すなわち、発明者は、第3辺S3及び第4辺S4の変形に関する情報を取得することによって、その取得した結果と、予め定められている所定の関係式（相関式）とに基づいて、第1辺S1及び第2辺S2の変形に関する情報を取得する（推定する）ことができることを見出した。

[0057] なお、本実施形態において、変形状態とは、変形の度合い、変形後の形状、及び変形量（変形していない状態と変形している状態との差）の少なくとも一つを含む。

- [0058] 本実施形態において、第3辺S3及び第4辺S4の変形に関する情報は、アライメントマークm1～m6を計測することによって取得可能である。アライメントマークm1～m6は、基板Pの変形に応じて変位する。第3辺S3を含む第1Y部分GAy1に配置された第1グループG1のアライメントマークm1～m6は、第3辺S3（第1Y部分GAy1）の変形に応じて変位し、第4辺S4を含む第2Y部分GAy2に配置された第4グループG4のアライメントマークm1～m6は、第4辺S4（第2Y部分GAy2）の変形に応じて変位する。本実施形態において、アライメントシステム9が、アライメントマークm1～m6を計測可能である。したがって、制御装置5は、アライメントシステム9を用いて、基板Pの第1グループG1のアライメントマークm1～m6を計測することによって、その計測結果に基づいて、第3辺S3の変形に関する情報を取得することができる。また、制御装置5は、アライメントシステム9を用いて、基板Pの第4グループG4のアライメントマークm1～m6を計測することによって、その計測結果に基づいて、第4辺S4の変形に関する情報を取得することができる。
- [0059] 所定の関係式は、例えば予備実験、あるいはシミュレーションの結果に基づいて定めることができる。
- [0060] 所定の関係式は、1次式でもよいし、2次式でもよい。また、所定の関係式が、3次以上の多項式でもよい。本実施形態においては、基板Pの第3辺S3及び第4辺S4が2次曲線を描くように変形する場合、関係式として2次式を採用する。換言すれば、基板Pの変形が第1変形パターン及び第2変形パターンの少なくとも一方である場合、関係式として2次式を採用する。
- [0061] また、本実施形態においては、基板Pの第3辺S3及び第4辺S4が直線を描くように変形する場合、関係式として1次式を採用する。換言すれば、基板Pの変形が第3変形パターン及び第4変形パターンの少なくとも一方である場合、関係式として1次式を採用する。
- [0062] すなわち、本実施形態においては、第3辺S3（第1Y部分GAy1）及び第4辺S4（第2Y部分GAy2）の変形に応じた複数の関係式が予め用

意される。それら複数の関係式は、次数が異なる。本実施形態においては、少なくとも 1 次式の関係式と、2 次式の関係式とが予め用意され、第 3 辺 S₃ 及び第 4 辺 S₄ の変形状態に応じて、複数の関係式から所定の関係式が選択される。すなわち、第 3 辺 S₃ 及び第 4 辺 S₄ が 2 次曲線を描くように変形する場合、予め用意されている 1 次式の関係式及び 2 次式の関係式のうち、2 次式の関係式が選択され、第 1 辺 S₁ 及び第 2 辺 S₂ が直線を描くように変形する場合、予め用意されている 1 次式の関係式及び 2 次式の関係式のうち、1 次式の関係式が選択される。

[0063] 例えば、アライメントシステム 9 の計測結果に基づいて、基板 P の第 3 辺 S₃ 及び第 4 辺 S₄ の変形状態が、所定の 2 次曲線を描く変形状態であることを取得した場合、制御装置 5 は、その取得した結果（所定の 2 次曲線に関する情報）と、予め定められている所定の関係式（2 次式）とに基づいて、第 1 辺 S₁ 及び第 2 辺 S₂ の変形状態を取得する（推定する）ことができる。また、アライメントシステム 9 の計測結果に基づいて、基板 P の第 3 辺 S₃ 及び第 4 辺 S₄ の変形状態が、所定の直線を描く変形状態であることを取得した場合、制御装置 5 は、その取得した結果（所定の直線に関する情報）と、予め定められている所定の関係式（1 次式）とに基づいて、第 1 辺 S₁ 及び第 2 辺 S₂ の変形状態を取得する（推定する）ことができる。

[0064] なお、所定の関係式を 2 次式とした場合、その関係式に基づいて定められる第 1 辺 S₁ 及び第 2 辺 S₂ の変形状態は、2 次式で表される。換言すれば、所定の関係式を 2 次式とした場合、第 1 辺 S₁ 及び第 2 辺 S₂ は、所定の 2 次曲線を描くように変形することとする。

[0065] なお、所定の関係式を 1 次式とした場合、その関係式に基づいて定められる第 1 辺 S₁ 及び第 2 辺 S₂ の変形状態は、1 次式で表される。換言すれば、所定の関係式を 1 次式とした場合、第 1 辺 S₁ 及び第 2 辺 S₂ は、所定の直線（2 つ以上の直線を含む）を描くように変形することとする。

[0066] 次に、本実施形態に係る露光方法の一例について、図 8 のフローチャート、及び図 9～図 12 の模式図を参照して説明する。

- [0067] 露光前の基板Pが所定の搬送装置によって基板保持部16に搬送（ロード）される。基板Pにはアライメントマークm1～m6が設けられている。制御装置5は、基板保持部16に保持された基板Pの変形に関する情報を取得するために、アライメントシステム9を用いて、その基板保持部16に保持された基板Pの第1グループG1のアライメントマークm1～m6、及び第4グループG4のアライメントマークm1～m6を計測する。
- [0068] まず、制御装置5は、アライメントシステム9の検出領域AL1～AL6に第1グループG1のアライメントマークm1～m6が配置されるように、基板保持部16で基板Pを保持している基板ステージ2の位置を制御する。制御装置5は、レーザ干渉システム6を用いて基板ステージ2の位置を計測しつつ、アライメントシステム9を用いて、第1グループG1のアライメントマークm1～m6を計測する（ステップSA1）。
- [0069] 次に、制御装置5は、アライメントシステム9の検出領域AL1～AL6に第4グループG4のアライメントマークm1～m6が配置されるように、基板保持部16で基板Pを保持している基板ステージ2の位置を制御する。制御装置5は、レーザ干渉システム6を用いて基板ステージ2の位置を計測しつつ、アライメントシステム9を用いて、第4グループG4のアライメントマークm1～m6を計測する（ステップSA2）。
- [0070] これにより、制御装置5は、レーザ干渉計システム6で規定される座標系における第1グループG1のアライメントマークm1～m6それぞれの位置と、レーザ干渉計システム6で規定される座標系における第4グループG4のアライメントマークm1～m6それぞれの位置とを求めることができる。
- [0071] また、制御装置5は、ステップSA1で計測した、第1グループG1のアライメントマークm1～m6の計測結果に基づいて、第3辺S3の変形に関する情報を取得することができる。また、制御装置5は、ステップSA2で計測した、第4グループG4のアライメントマークm1～m6の計測結果に基づいて、第4辺S4の変形に関する情報を取得することができる。
- [0072] また、制御装置5は、第1グループG1のアライメントマークm1～m6

の計測結果、及び第4グループG4のアライメントマークm1～m6の計測結果の少なくとも一方に基づいて、基板Pの変形に関する情報を取得することができる。

[0073] また、制御装置5は、アライメントシステム9の計測結果に基づいて、第1グループG1のアライメントマークm1～m6の変位量、及び第4グループG4のアライメントマークm1～m6の変位量を求めることができる。

[0074] なお、アライメントマークm1～m6の変位量とは、基板Pが変形していない状態における基板P上におけるアライメントマークm1～m6の位置と、基板Pが変形している状態における基板P上におけるアライメントマークm1～m6の位置との差をいう。

[0075] なお、本実施形態においては、第1グループG1のアライメントマークm1～m6を計測した後、第4グループG4のアライメントマークm1～m6を計測することとしたが、もちろん、第4グループG4のアライメントマークm1～m6を計測した後、第1グループG1のアライメントマークm1～m6を計測してもよい。

[0076] 次に、制御装置5は、第1、第4グループG1、G4のアライメントマークm1～m6の計測結果に基づいて、基板Pの変形の線形成分を求める（ステップSA3）。

[0077] 基板Pの変形は、線形成分と非線型成分とに分けることができる。制御装置5は、線形成分及び非線型成分のうち、まず、線形成分を求める。なお、基板Pの変形の線形成分とは、例えばレーザ干渉計システム6で規定される座標系における基準の格子点からの変位量を含み、その格子点に対する基板PのX軸方向に関するシフト成分、Y軸方向に関するシフト成分、 θ Z方向に関する回転成分、X軸方向に関するスケーリング成分、Y軸方向に関するスケーリング成分、及び直交度の少なくとも一つをいう。

[0078] 次に、制御装置5は、ステップSA3において求めた、基板Pの変形の線形成分に基づいて、基板Pの露光時においてその線形成分を補正するための基板Pに対する線形補正值（線形補正量）を求める（ステップSA4）。

- [0079] 以下の説明において、ステップS A 4で求めた線形補正值を適宜、プレート線形補正值、と称する。
- [0080] 次に、制御装置5は、第1、第4グループG 1、G 4のアライメントマークm 1～m 6の計測結果に基づいて、基板Pの変形の非線形成分を求める（ステップS A 5）。
- [0081] 本実施形態においては、制御装置5は、ステップS A 3で求めた基板Pの変形の線形成分と、第1、第4グループG 1、G 4のアライメントマークm 1～m 6の計測結果とに基づいて、基板Pの変形の非線形成分を求めることができる。本実施形態において、制御装置5は、第1、第4グループG 1、G 4のアライメントマークm 1～m 6の計測結果に基づいて、線形成分及び非線形成分の両方を含む基板Pの変形に関する情報を取得することができる。制御装置5は、アライメントマークm 1～m 6の計測結果に基づいて求めた基板Pの変形に関する情報と、ステップS A 3で求めた基板Pの変形の線形成分との差に基づいて、基板Pの変形の非線形成分を求めることができる。
- [0082] 上述のように、アライメントマークm 1～m 6は、基板Pの変形に応じて変位する。第1グループG 1のアライメントマークm 1～m 6は、主に第3辺S 3の変形状態に応じて変位し、第4辺S 4に近い第4グループG 4のアライメントマークm 1～m 6は、主に第4辺S 4の変形状態に応じて変位する。したがって、制御装置5は、アライメントシステム9を用いて、第1、第4グループG 1、G 4のアライメントマークm 1～m 6の位置（例えばレーザ干渉計システム6によって規定される座標系における位置）を計測した結果に基づいて、第3、第4辺S 3、S 4が2次曲線及び直線のいずれの変形状態で変形しているかを求めることができる。また、制御装置5は、第1、第4グループG 1、G 4のアライメントマークm 1～m 6の計測結果に基づいて、基板Pが第1変形パターン、第2変形パターン、第3変形パターン、及び第4変形パターンのいずれの変形パターンで変形しているかを求めることができる。

[0083] 例えば、アライメントシステム 9 の計測結果に基づいて、第 1、第 4 グループ G 1、G 4 それぞれのアライメントマーク m 1～m 6 を結ぶラインが 2 次曲線を描くと判断した場合、制御装置 5 は、第 3、第 4 辺 S 3、S 4 が 2 次曲線を描くように変形していると判断し、基板 P が第 1 変形パターン及び第 2 変形パターンの少なくとも一方で変形していると判断することができる。具体的には、アライメントマーク m 1～m 6 を結ぶラインが、図 4 B に示したように、基板 P の中心に対して内側に向かって曲がっていると判断した場合、制御装置 5 は、基板 P が第 1 変形パターンで変形していると判断し、図 5 B に示したように、外側に向かって曲がっていると判断した場合、基板 P が第 2 変形パターンで変形していると判断することができる。

[0084] また、アライメントシステム 9 の計測結果に基づいて、第 1、第 4 グループ G 1、G 4 それぞれのアライメントマーク m 1～m 6 を結ぶラインが直線を描き、そのラインが Y 軸に対して傾斜していると判断した場合、制御装置 5 は、第 3、第 4 辺 S 3、S 4 が Y 軸に対して傾斜した直線を描くように変形していると判断し、基板 P が第 3 変形パターン及び第 4 変形パターンの少なくとも一方で変形していると判断することができる。具体的には、アライメントマーク m 1～m 6 を結ぶラインが、図 6 B に示したように傾斜していると判断した場合、制御装置 5 は、基板 P が第 3 変形パターンで変形していると判断し、図 7 B に示したように傾斜していると判断した場合、基板 P が第 4 変形パターンで変形していると判断することができる。

[0085] 制御装置 5 は、アライメントマーク m 1～m 6 の計測結果に基づいて、基板 P が第 1 変形パターン、第 2 変形パターン、第 3 変形パターン、及び第 4 変形パターンのいずれの変形パターンで変形しているかを求める（ステップ S A 6）。

[0086] 以下、一例として、基板 P の変形の非線形成分が第 2 変形パターンの非線形成分を含む場合を例にして説明する。図 9 及び図 10 は、基板保持部 16 に保持され、第 2 変形パターンで変形している基板 P の変形の非線形成分の一例を模式的に示す図である。図 9 は、基板 P が第 2 変形パターンで変形し

た場合における第3辺S3及び第4辺S4の変形の非線形成分の一例を示す模式図であり、図10は、基板Pが第2変形パターンで変形した場合における第1辺S1及び第2辺S2の非変形成分の一例を示す模式図である。

[0087] 上述したように、基板Pが第2変形パターンで変形している状態において、第3辺S3及び第4辺S4は、2次曲線を描き、2次式で表すことができることとする。基板Pが第2変形パターンで変形している状態において、その基板Pの変形の非線形成分を抽出した場合においても、第3辺S3及び第4辺S4は、2次曲線を描き、2次式で表すことができる。

[0088] 図9において、第3辺S3におけるX軸方向に関する非線形成分を、以下の2次式で表すこととする。

$$[0089] \quad \Delta x_1(PY) = a \times PY^2 + b \times PY + c \quad \cdots (1)$$

[0090] 図9において、第4辺S4におけるX軸方向に関する非線形成分を、以下の2次式で表すこととする。

$$[0091] \quad \Delta x_2(PY) = d \times PY^2 + e \times PY + f \quad \cdots (2)$$

[0092] ここで、PYは、基板P上における座標系（基板座標系）でのY軸方向成分を示す。

[0093] 制御装置5は、アライメントシステム9でアライメントマークm1～m6を計測した結果に基づいて、第3辺S3を表す2次式である（1）式の係数a、b、c、及び第4辺S4を表す2次式である（2）式の係数d、e、fを決定することができる。

[0094] 制御装置5は、第1グループG1のアライメントマークm1～m6の計測結果に基づいて、（1）式に関してフィッティング処理（例えば最小二乗法を用いるフィッティング処理）を含む所定の演算処理を実行することによって、（1）式の係数a、b、cを求めることができる。また、制御装置5は、第4グループG4のアライメントマークm1～m6の計測結果に基づいて、（2）式に関してフィッティング処理を含む所定の演算処理を実行することによって、（2）式の係数d、e、fを求めることができる。

[0095] 以上により、基板Pの非線形成分において、第3辺S3を表す2次式であ

る（１）式、及び第４辺Ｓ４を表す２次式である（２）式が決定される（ステップＳＡ７）。

[0096] 以上により、アライメントマーク $m_1 \sim m_6$ の計測結果に基づいて、第３辺Ｓ３及び第４辺Ｓ４の非線形成分の変形に関する情報を取得したことになる。

[0097] 次に、制御装置５は、第３辺Ｓ３及び第４辺Ｓ４を表す（１）式及び（２）式と、予め定められている所定の関係式とに基づいて、第１辺Ｓ１及び第２辺Ｓ２を表す２次式を決定する。

[0098] 上述のように、所定の関係式は、例えば予備実験、あるいはシミュレーションの結果に基づいて予め定めることができ、その関係式に関する情報は、記憶装置５Ｒに記憶される。また、記憶装置５Ｒには、第３辺Ｓ３及び第４辺Ｓ４の変形に応じた複数の関係式が予め記憶されている。制御装置５は、アライメントマーク $m_1 \sim m_6$ の計測結果に基づいて取得された第３辺Ｓ３及び第４辺Ｓ４の変形状態に応じて、複数の関係式から所定の関係式を選択する（ステップＳＡ８）。

[0099] すなわち、制御装置５は、第３辺Ｓ３及び第４辺Ｓ４の変形状態に応じて、第１辺Ｓ１及び第２辺Ｓ２の変形に関する情報を取得するために使用する関係式を、複数の関係式のなかから決定する。

[0100] 本実施形態においては、基板Ｐが第２変形パターンで変形したと判断した場合、すなわち、基板Ｐの第３辺Ｓ３及び第４辺Ｓ４が２次曲線を描くように変形したと判断した場合、制御装置５は、所定の関係式として２次式を選択する。

[0101] 制御装置５は、取得した第３辺Ｓ３及び第４辺Ｓ４の変形に関する情報と、所定の関係式である以下の（３）式とに基づいて、第１辺Ｓ１の変形に関する情報を取得する（ステップＳＡ９）。

[0102] 具体的には、制御装置５は、アライメントシステム９の計測結果及び演算処理（フィッティング処理等）を用いて取得した第３辺Ｓ３及び第４辺Ｓ４の変形状態を示す上述の（１）、（２）式と、以下の（３）式とに基づいて

、第1辺S1を表す2次曲線（2次式）を求める。なお、（3）式は、第1辺S1におけるX軸方向に関する非線形成分を表した2次式である。

[0103] $\Delta y_1(PX) = \alpha \times (d - a) / 2 \times PX^2 + h \times PX + i \quad \dots (3)$

[0104] また、制御装置5は、取得した第3辺S3及び第4辺S4の変形に関する情報と、所定の関係式である以下の（4）式とに基づいて、第2辺S2の変形に関する情報を取得する（ステップSA10）。

[0105] 具体的には、制御装置5は、アライメントシステム9の計測結果及び演算処理（フィッティング処理等）を用いて取得した第3辺S3及び第4辺S4の変形状態を示す上述の（1）、（2）式と、以下の（4）式とに基づいて、第2辺S2を表す2次曲線（2次式）を求める。なお、（4）式は、第2辺S2におけるX軸方向に関する非線形成分を表した2次式である。

[0106] $\Delta y_2(PX) = \beta \times (a - d) / 2 \times PX^2 + j \times PX + k \quad \dots (4)$

[0107] （3）式及び（4）式において、PXは、基板P上における座標系（基板座標系）でのX軸方向成分を示す。また、係数 α 、 β は、予備実験又はシミュレーション等から求められる所定の値（比例計数）である。

[0108] なお、図10に、上述の（3）式で表される第1辺S1、及び（4）式で表される第2辺S2を模式的に示す。

[0109] このように、第3辺S3及び第4辺S4の変形に関する情報を取得することによって得られる係数 a 、 d と、予備実験又はシミュレーション等から求められる係数 α 、 β とに基づいて、第1辺S1及び第2辺S2を2次式で表す場合において、その2次の係数（ $\alpha \times (d - a)$ ）、（ $\beta \times (a - d)$ ）を求めることができる。なお、（3）式及び（4）式において、1次の係数 h 、 j 、及び0次の係数 i 、 k は、基板Pの外形、あるいは第1、第4グループG1、G4のアライメントマーク m_6 、 m_1 の位置から一義的に定めることができる。

[0110] 以上により、第1、第4グループG1、G4のアライメントマーク $m_1 \sim m_6$ の計測結果に基づいて、第3辺S3及び第4辺S4の変形に関する情報を取得することができ、第1、第4グループG1、G4のアライメントマー

ク $m_1 \sim m_6$ の計測結果と、所定の関係式とに基づいて、第 1 辺 S_1 及び第 2 辺 S_2 の変形に関する情報を取得することができる。すなわち、本実施形態においては、制御装置 5 は、第 1、第 4 グループ G_1 、 G_4 のアライメントマーク $m_1 \sim m_6$ の計測結果に基づいて、第 1 ～第 4 辺 $S_1 \sim S_4$ を含む、基板 P の外縁領域 G_A の変形に関する情報を取得することができる。

[0111] 次に、制御装置 5 は、基板 P の内部領域 U_A の変形に関する情報を取得する（ステップ S_{A11} ）。

[0112] 本実施形態において、制御装置 5 は、基板 P の内部領域 U_A に配置されている複数の露光領域 $PA_1 \sim PA_6$ のそれぞれにおける変形の非線形成分を求める。

[0113] 本実施形態においては、図 11 及び図 12 に示すように、複数の露光領域 $PA_1 \sim PA_6$ のそれぞれに、代表する複数の位置 $D_1 \sim D_6$ が定められる。本実施形態においては、1 つの露光領域 PA_1 (PA_2 、 PA_3 、 PA_4 、 PA_5 、 PA_6) に関して、6 つの第表する位置 $D_1 \sim D_6$ を定めているが、その位置は、5 つ以下でもよいし、7 つ以上でもよい。

[0114] 図 11 に示す模式図のように、本実施形態において、制御装置 5 は、(1) 式及び (2) 式で表した 2 つの 2 次式 $\Delta x_1(PY)$ 、 $\Delta x_2(PY)$ に基づいて、線形補完によって、複数の位置 $D_1 \sim D_6$ のそれぞれにおける X 軸方向に関する非線形成分を算出する。

[0115] また、図 12 に示す模式図のように、制御装置 5 は、(3) 式及び (4) 式で表した 2 つの 2 次式 $\Delta y_1(PX)$ 、 $\Delta y_2(PX)$ に基づいて、線形補完によって、複数の位置 $D_1 \sim D_6$ のそれぞれにおける Y 軸方向に関する非線形成分を算出する。

[0116] 次に、制御装置 5 は、露光領域 $PA_1 \sim PA_6$ のそれぞれにおける変形の非線形成分に基づいて、基板 P の露光時において露光領域 $PA_1 \sim PA_6$ のそれぞれにおける変形の非線形成分を補正するための露光領域 $PA_1 \sim PA_6$ のそれぞれに対する非線形補正值（非線形補正量）を求める（ステップ S_{A12} ）。

[0117] また、制御装置 5 は、露光領域 P A 1 ～ P A 6 のそれぞれにおける基板 P の変形の非線形成分に基づいて、基板 P の露光時において露光領域 P A 1 ～ P A 6 のそれぞれにおける線形成分を補正するための露光領域 P A 1 ～ P A 6 のそれぞれに対する線形補正值（線形補正量）を求める（ステップ S A 1 3）。

[0118] 以下の説明において、ステップ S A 1 2 で求めた非線形補正值を適宜、スキャン非線形補正值、と称し、ステップ S A 1 3 で求めた線形補正值を適宜、スキャン線形補正值、と称する。

[0119] プレート線形補正值、スキャン非線形補正值、及びスキャン線形補正值を求めた後、

制御装置 5 は、基板保持部 1 6 に保持されている基板 P の露光を開始する（ステップ S A 1 4）。制御装置 5 は、求めた補正值に基づいて、露光条件を調整して、基板 P を露光する。制御装置 5 は、基板 P に既に形成されているパターンに次のパターンの像が良好に重ね合わせられるように、露光条件を調整する。

[0120] 露光条件の調整は、例えば投影領域 P R 1 ～ P R 7 に対する基板 P の移動条件、及び投影光学系 P L 1 ～ P L 7 のパターンの像の投影条件の少なくとも一方を含む。基板 P の移動条件は、基板 P の移動速度（スキャン速度）、加速度、及び移動方向の少なくとも一つを含む。パターンの像の投影条件は、投影領域 P R 1 ～ P R 7 それぞれの X Y 平面内における位置（シフト、ローテーション）、大きさ（倍率）、及び形状の少なくとも一つを含む。パターンの像の投影条件は、例えば特開 2 0 0 3 - 1 5 1 8 8 0 号公報、及び特開 2 0 0 3 - 3 0 9 0 5 3 号公報等の開示されているような、シフト調整機構、ローテーション調整機構、及びスケーリング調整機構等を含む調整機構によって調整可能である。

[0121] 上述のように、本実施形態の露光装置 E X は、マスク M と基板 P とを所定の走査方向に同期移動しながら、マスク M のパターンの像を基板 P に投影する露光装置（マルチレンズ型スキャン露光装置）である。基板 P の露光時、

制御装置 5 は、マスクステージ 1 及び基板ステージ 2 を制御して、マスク M 及び基板 P を、X Y 平面内の所定の走査方向に移動する。本実施形態においては、基板 P の走査方向（同期移動方向）を X 軸方向とし、マスク M の走査方向（同期移動方向）も X 軸方向とする。制御装置 5 は、基板 P を投影システム P S の第 1 ～第 7 投影領域 P R 1 ～P R 7 に対して X 軸方向に移動するとともに、その基板 P の X 軸方向への移動と同期して、照明システム I S の第 1 ～第 7 照明領域 I R 1 ～I R 7 に対してマスク M を X 軸方向に移動しつつ、照明システム I S によりマスク M を露光光 E L で照明し、投影システム P S を介して、マスク M からの露光光 E L を基板 P に照射する。これにより、第 1 ～第 7 投影光学系 P L 1 ～P L 7 の第 1 ～第 7 投影領域 P R 1 ～P R 7 に照射されたマスク M からの露光光 E L で基板 P が露光され、マスク M のパターンの像が基板 P に投影される。

[0122] 以上説明したように、本実施形態によれば、アライメントマークの計測点数を抑制しつつ、基板 P の変形に関する情報を取得することができる。したがって、スループットの低下を抑制しつつ基板 P の変形に関する情報を精確に取得して、露光不良の発生、及び不良デバイスの発生を抑制できる。

[0123] なお、本実施形態においては、ステップ S A 6 以降の処理において、基板 P が第 2 変形パターンで変形した場合を例にして説明したが、第 1 変形パターンで変形している場合においても、上述と同様の処理を実行して、基板 P の変形に関する情報を取得することができる。

[0124] <第 2 実施形態>

次に、第 2 実施形態について説明する。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。

[0125] 上述の第 1 実施形態においては、基板 P の変形の非線形成分が第 2 変形パターン（又は第 1 変形パターン）の非線形成分を含む場合を例にして、ステップ S A 6 以降の処理について説明した。第 2 実施形態においては、一例として、基板 P の変形の非線形成分が第 4 変形パターンの非線形成分を含む場

合を例にして説明する。

[0126] 図 1 3 は、第 2 実施形態に係る露光方法の一例を示すフローチャートである。なお、図 1 3 に示すステップ S A 1 ～ S A 6 に係る処理は、上述の第 1 実施形態で説明した処理と同様であるため、説明を省略する。

[0127] 図 1 4 及び図 1 5 は、基板保持部 1 6 に保持され、第 4 変形パターンで変形している基板 P の変形の非線形成分の一例を模式的に示す図である。図 1 4 は、基板 P が第 4 変形パターンで変形した場合における第 3 辺 S 3 及び第 4 辺 S 4 の変形の非線形成分の一例を示す模式図であり、図 1 5 は、基板 P が第 4 変形パターンで変形した場合における第 1 辺 S 1 及び第 2 辺 S 2 の非変形成分の一例を示す模式図である。

[0128] 基板 P が第 4 変形パターンで変形している状態において、第 3 辺 S 3 及び第 4 辺 S 4 は、直線を描き、1 次式で表すことができることとする。基板 P が第 4 変形パターンで変形している状態において、その基板 P の変形の非線形成分を抽出した場合においても、第 3 辺 S 3 及び第 4 辺 S 4 は、直線を描き、1 次式で表すことができる。

[0129] 図 1 4 において、第 3 辺 S 3 における X 軸方向に関する非線形成分を、以下の 1 次式で表すこととする。

$$[0130] \quad \Delta x_1(PY) = a \times PY + b \quad \dots (5)$$

[0131] 図 1 4 において、第 4 辺 S 4 における X 軸方向に関する非線形成分を、以下の 1 次式で表すこととする。

$$[0132] \quad \Delta x_2(PY) = c \times PY + d \quad \dots (6)$$

[0133] ここで、PY は、基板 P 上における座標系（基板座標系）での Y 軸方向成分を示す。

[0134] 制御装置 5 は、アライメントシステム 9 でアライメントマーク m 1 ～ m 6 を計測した結果に基づいて、第 3 辺 S 3 を表す 1 次式である（5）式の係数 a、b、及び第 4 辺 S 4 を表す 1 次式である（6）式の係数 c、d を決定することができる。

[0135] 制御装置 5 は、第 1 グループ G 1 のアライメントマーク m 1 ～ m 6 の計測

結果に基づいて、(5)式に関してフィッティング処理を含む所定の演算処理を実行することによって、(5)式の係数 a 、 b を求めることができる。

また、制御装置5は、第4グループG4のアライメントマーク $m_1 \sim m_6$ の計測結果に基づいて、(6)式に関してフィッティング処理を含む所定の演算処理を実行することによって、(6)式の係数 c 、 d を求めることができる。

[0136] 以上により、基板Pの非線形成分において、第3辺 S_3 を表す1次式である(5)式、及び第4辺 S_4 を表す1次式である(6)式が決定される(ステップSB7)。

[0137] これにより、アライメントマーク $m_1 \sim m_6$ の計測結果に基づいて、第3辺 S_3 及び第4辺 S_4 の非線形成分の変形に関する情報を取得したことになる。

[0138] 次に、制御装置5は、第3辺 S_3 及び第4辺 S_4 を表す(5)式及び(6)式と、予め定められている所定の関係式とに基づいて、第1辺 S_1 及び第2辺 S_2 を表す1次式を決定する。

[0139] 上述のように、所定の関係式は、例えば予備実験、あるいはシミュレーションの結果に基づいて予め定めることができ、その関係式に関する情報は、記憶装置5Rに記憶される。また、記憶装置5Rには、第3辺 S_3 及び第4辺 S_4 の変形に応じた複数の関係式が予め記憶されている。制御装置5は、アライメントマーク $m_1 \sim m_6$ の計測結果に基づいて取得された第3辺 S_3 及び第4辺 S_4 の変形状態に応じて、複数の関係式から所定の関係式を選択する(ステップSB8)。

[0140] すなわち、制御装置5は、第3辺 S_3 及び第4辺 S_4 の変形状態に応じて、第1辺 S_1 及び第2辺 S_2 の変形に関する情報を取得するために使用する関係式を、複数の関係式のなかから決定する。

[0141] 本実施形態においては、基板Pが第4変形パターンで変形したと判断した場合、すなわち、基板Pの第3辺 S_3 及び第4辺 S_4 が直線を描くように変形したと判断した場合、制御装置5は、所定の関係式として1次式を選択す

る。

[0142] 制御装置 5 は、取得した第 3 辺 S 3 及び第 4 辺 S 4 の変形に関する情報と、所定の関係式である以下の (7) 式とに基づいて、第 1 辺 S 1 の変形に関する情報を取得する (ステップ S B 9)。

[0143] 具体的には、制御装置 5 は、アライメントシステム 9 の計測結果及び演算処理 (フィッティング処理等) を用いて取得した第 3 辺 S 3 及び第 4 辺 S 4 の変形状態を示す上述の (5)、(6) 式と、以下の (7) 式とに基づいて、第 1 辺 S 1 を表す 2 つの直線 (1 次式) を求める。なお、(7) 式は、第 1 辺 S 1 における X 軸方向に関する非線形成分を表した 1 次式である。

[0144] $\Delta y(PX) = \alpha \times (c - a) / 2 \times (L / 2 - |PX|) \quad \dots (7)$

[0145] (7) 式において、L は、X 軸方向に関する基板 P の寸法であり、係数 α は、予備実験又はシミュレーション等から求められる所定の値 (比例計数) である。

[0146] また、制御装置 5 は、取得した第 3 辺 S 3 及び第 4 辺 S 4 の変形に関する情報と、所定の関係式である上述の (7) 式とに基づいて、第 2 辺 S 2 の変形に関する情報を取得する (ステップ S B 10)。

[0147] 本実施形態においては、第 1 辺 S 1 の変形に関する情報及び第 2 辺 S 2 の変形に関する情報のそれぞれが、(7) 式で表される。

[0148] なお、図 15 に、上述の (7) 式で表される第 1 辺 S 1 及び第 2 辺 S 2 を模式的に示す。

[0149] このように、第 3 辺 S 3 及び第 4 辺 S 4 の変形に関する情報を取得することによって得られる係数 a、c と、予備実験又はシミュレーション等から求められる係数 α とに基づいて、第 1 辺 S 1 及び第 2 辺 S 2 を 1 次式で表す場合において、その 1 次の係数 ($\alpha \times (c - a) / 2$) を求めることができる。また、(7) 式において、0 次の係数は、基板 P の外形、あるいは第 1、第 4 グループ G 1、G 4 のアライメントマーク m 6、m 1 の位置から一義的に定めることができる。

[0150] 以上により、第 1、第 4 グループ G 1、G 4 のアライメントマーク m 1 ~

m 6 の計測結果に基づいて、第 3 辺 S 3 及び第 4 辺 S 4 の変形に関する情報を取得することができ、第 1、第 4 グループ G 1、G 4 のアライメントマーク m 1 ~ m 6 の計測結果と、所定の関係式とに基づいて、第 1 辺 S 1 及び第 2 辺 S 2 の変形に関する情報を取得することができる。すなわち、本実施形態においては、制御装置 5 は、第 1、第 4 グループ G 1、G 4 のアライメントマーク m 1 ~ m 6 の計測結果に基づいて、第 1 ~ 第 4 辺 S 1 ~ S 4 を含む、基板 P の外縁領域 G A の変形に関する情報を取得することができる。

[0151] 次に、制御装置 5 は、基板 P の内部領域 U A の変形に関する情報を取得する（ステップ S B 1 1）。

[0152] 本実施形態において、制御装置 5 は、基板 P の内部領域 U A に配置されている複数の露光領域 P A 1 ~ P A 6 のそれぞれにおける変形の非線形成分を求める。

[0153] 本実施形態においては、図 1 6 及び図 1 7 に示すように、複数の露光領域 P A 1 ~ P A 6 のそれぞれに、代表する複数の位置 D 1 ~ D 6 が定められる。本実施形態においては、1 つの露光領域 P A 1（P A 2、P A 3、P A 4、P A 5、P A 6）に関して、6 つの第表する位置 D 1 ~ D 6 を定めているが、その位置は、5 つ以下でもよいし、7 つ以上でもよい。

[0154] 図 1 6 に示す模式図のように、本実施形態において、制御装置 5 は、（5）式及び（6）式で表した 2 つの 1 次式 $\Delta x_1(PY)$ 、 $\Delta x_2(PY)$ に基づいて、線形補完によって、複数の位置 D 1 ~ D 6 のそれぞれにおける X 軸方向に関する非線形成分を算出する。

[0155] また、図 1 7 に示す模式図のように、制御装置 5 は、（7）式で表した 1 次式 $\Delta y(PX)$ に基づいて、線形補完によって、複数の位置 D 1 ~ D 6 のそれぞれにおける Y 軸方向に関する非線形成分を算出する。

[0156] 次に、制御装置 5 は、露光領域 P A 1 ~ P A 6 のそれぞれにおける変形の非線形成分に基づいて、基板 P の露光時において露光領域 P A 1 ~ P A 6 のそれぞれにおける変形の非線形成分を補正するための露光領域 P A 1 ~ P A 6 のそれぞれに対するスキャン非線形補正值を求める（ステップ S B 1 2）

。

[0157] また、制御装置 5 は、露光領域 $PA1 \sim PA6$ のそれぞれにおける基板 P の変形の非線形成分に基づいて、基板 P の露光時において露光領域 $PA1 \sim PA6$ のそれぞれにおける線形成分を補正するための露光領域 $PA1 \sim PA6$ のそれぞれに対するスキャン線形補正值を求める（ステップ $SB13$ ）。

[0158] プレート線形補正值、スキャン非線形補正值、及びスキャン線形補正值を求めた後、

制御装置 5 は、基板保持部 16 に保持されている基板 P の露光を開始する（ステップ $SB14$ ）。制御装置 5 は、求めた補正值に基づいて、露光条件を調整して、基板 P を露光する。制御装置 5 は、基板 P に既に形成されているパターンに次のパターンの像が良好に重ね合わせられるように、露光条件を調整する。

[0159] 以上説明したように、本実施形態においても、スループットの低下を抑制しつつ、基板 P の変形に関する情報を精確に取得して露光不良の発生、不良デバイスの発生を抑制できる、

[0160] なお、本実施形態においては、ステップ $SA6$ 以降の処理において、基板 P が第 4 変形パターンで変形した場合を例にして説明したが、第 3 変形パターンで変形している場合においても、上述と同様の処理を実行して、基板 P の変形に関する情報を取得することができる。

[0161] なお、上述の実施形態においては、基板 P の中心に対して $-X$ 側に配置される第 1 Y 部分 $GAy1$ の変形に関する情報と $+X$ 側に配置される第 2 Y 部分 $GAy2$ の変形に関する情報とを取得した結果と所定の関係式とに基づいて、 X 部分 GAx の変形に関する情報を取得することとしたが、基板 P の中心に対して $+Y$ 側に配置される第 1 X 部分 $GAX1$ の変形に関する情報と $-Y$ 側に配置される第 2 X 部分 $GAX2$ の変形に関する情報とを取得した結果と所定の関係式とに基づいて、 Y 部分 GAy の変形に関する情報を取得してもよい。

[0162] なお、上述の実施形態においては、 Y 軸方向に延在する Y 部分 GAy の変

形に関する情報を取得し、その取得した結果と所定の関係式とに基づいて、 X 軸方向に延在する X 部分 $G A_x$ の変形に関する情報を取得することとしたが、例えば Y 軸方向に延在する Y 部分 $G A_y$ の変形に関する情報を取得した結果と所定の関係式とに基づいて、 X 軸及び Y 軸とは異なる方向（例えば Y 軸に対して 45 度傾斜した方向）に延在する部分の変形に関する情報を取得することとしてもよい。所定の関係式を調整することによって、基板 P の外縁領域 $G A$ のうち、第 1 の部分の変形に関する情報と所定の関係式とに基づいて、第 1 の部分とは異なる第 2 の部分の変形に関する情報を取得することができる。

[0163] なお、上述の実施形態においては、基板 P の外縁領域のうち、基板 P の中心に対して一方側（例えば $-X$ 側）に配置される部分の変形に関する情報と他方側（例えば $+X$ 側）に配置される部分の変形に関する情報とを取得することとしたが、いずれか一方のみの変形に関する情報を取得してもよい。所定の関係式を調整することによって、基板 P の外縁領域 $G A$ のうち、第 1 の部分の変形に関する情報と所定の関係式とに基づいて、第 1 の部分とは異なる第 2 の部分の変形に関する情報を取得することができる。

[0164] なお、上述の実施形態においては、基板 P の外形が長方形又は正方形であることとしたが、菱形でもよいし、平行四辺形でもよい。また、基板 P の外形は四角形でなくてもよく、半導体ウエハのような円形でもよいし、楕円形でもよい。

[0165] なお、上述の実施形態においては、基板 P の変形に関する情報を、基板 P に配置されたアライメントマーク $m_1 \sim m_6$ を計測することによって取得することとしたが、例えば基板 P の端（外形）を光学的に計測可能な計測装置を用いて、基板 P の変形に関する情報を取得することとしてもよい。

[0166] なお、上述の実施形態の基板 P としては、ディスプレイデバイス用のガラス基板のみならず、半導体デバイス製造用の半導体ウエハ、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）等が適用される。

- [0167] なお、露光装置E Xとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを介した露光光E Lで基板Pを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキャニングステッパ）の他に、マスクMと基板Pとを静止した状態でマスクMのパターンを一括露光し、基板Pを順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。
- [0168] また、本発明は、米国特許第6 3 4 1 0 0 7号明細書、米国特許第6 2 0 8 4 0 7号明細書、米国特許第6 2 6 2 7 9 6号明細書等の開示されているような、複数の基板ステージを備えたツインステージ型の露光装置にも適用できる。
- [0169] また、本発明は、米国特許第6 8 9 7 9 6 3号明細書、欧州特許出願公開第1 7 1 3 1 1 3号明細書等の開示されているような、基板を保持する基板ステージと、基板を保持せずに、基準マークが形成された基準部材及び／又は各種の光電センサを搭載した計測ステージとを備えた露光装置にも適用することができる。また、複数の基板ステージと計測ステージとを備えた露光装置を採用することができる。
- [0170] 露光装置E Xの種類としては、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に限られず、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、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（C C D）、マイクロマシン、MEMS、DNAチップ、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。
- [0171] なお、上述の各実施形態においては、レーザ干渉計を含む干渉計システムを用いて各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、例えば各ステージ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。
- [0172] なお、上述の実施形態においては、光透過性の基板上に所定の遮光パターン（又は位相パターン・減光パターン）を形成した光透過型マスクを用いたが、このマスクに代えて、例えば米国特許第6 7 7 8 2 5 7号明細書に開示

されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する可変成形マスク（電子マスク、アクティブマスク、あるいはイメージジェネレータとも呼ばれる）を用いてもよい。また、非発光型画像表示素子を備える可変成形マスクに代えて、自発光型画像表示素子を含むパターン形成装置を備えるようにしても良い。

[0173] 上述の実施形態の露光装置E X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。

[0174] 半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図18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、上述の実施形態に従って、マスクのパターンを用いて露光光で基板を露光すること、及び露光された基板（感光材）を現像することを含む基板処理（露光処理）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。なお、ステップ204では、感光材を現像することで、マスクの

パターンに対応する露光パターン層（現像された感光材の層）を形成し、この露光パターン層を介して基板を加工することが含まれる。

[0175] なお、上述の実施形態及び変形例の要件は、適宜組み合わせることができる。また、一部の構成要素を用いない場合もある。また、法令で許容される限りにおいて、上述の実施形態及び変形例で引用した露光装置などに関する全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

符号の説明

[0176] 1…マスクステージ、2…基板ステージ、5…制御装置、5 R…記憶装置、9…アライメントシステム、E L…露光光、E X…露光装置、G A…外縁領域、m 1～m 6…アライメントマーク、P…基板、S 1…第1辺、S 2…第2辺、S 3…第3辺、S 4…第4辺、U A…内部領域

請求の範囲

- [請求項1] 露光光で基板を露光する露光方法であって、
前記基板の端を含む外縁領域の第1部分の変形に関する情報を取得することと、
前記取得した結果と、所定の関係式とに基づいて、前記第1部分と異なる前記外縁領域の第2部分の変形に関する情報を取得することと、
取得した前記第1部分及び前記第2部分の変形に関する情報に基づいて、前記基板を露光することと、を含む露光方法。
- [請求項2] 前記第1部分は、前記基板の中心に対する一方側及び他方側のそれぞれに配置される請求項1記載の露光方法。
- [請求項3] 前記第1部分は、第1方向に延在し、前記第2部分は、前記第1方向と交差する第2方向に延在する請求項1又は2記載の露光方法。
- [請求項4] 前記基板の外形は、四角形であり、
前記第1部分は、前記第1方向に延在する前記基板の2つの辺を含み、
前記第2部分は、前記第2方向に延在する前記基板の2つの辺を含む請求項1～3のいずれか一項記載の露光方法。
- [請求項5] 前記基板は、前記第1部分に配置される複数のアライメントマークを有し、
前記第1部分の変形に関する情報を取得することは、前記アライメントマークを計測することを含む請求項1～4のいずれか一項記載の露光方法。
- [請求項6] 前記アライメントマークは、前記基板の外縁領域の変形に応じて変位する請求項5記載の露光方法。
- [請求項7] 前記第1部分の変形に応じた複数の前記関係式が予め用意され、
前記第1部分の変形状態に応じて、複数の関係式から所定の関係式が選択される請求項1～6のいずれか一項記載の露光方法。

[請求項8] 複数の前記関係式は、次数が異なる請求項7記載の露光方法。

[請求項9] 前記外縁領域の変形に関する情報を取得した後、

前記外縁領域の内側の前記基板の内部領域の変形に関する情報を取得することを含む請求項1～8のいずれか一項記載の露光方法。

[請求項10] 前記外縁領域の変形に関する情報、及び前記内部領域の変形に関する情報の少なくとも一方に基づいて、露光条件を調整することを含む請求項9記載の露光方法。

[請求項11] 請求項1～10のいずれか一項記載の露光方法を用いて基板を露光することと、

露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。

[請求項12] 露光光で基板を露光する露光装置であって、

前記基板の端を含む外縁領域の第1部分の変形に関する情報を取得する第1取得装置と、

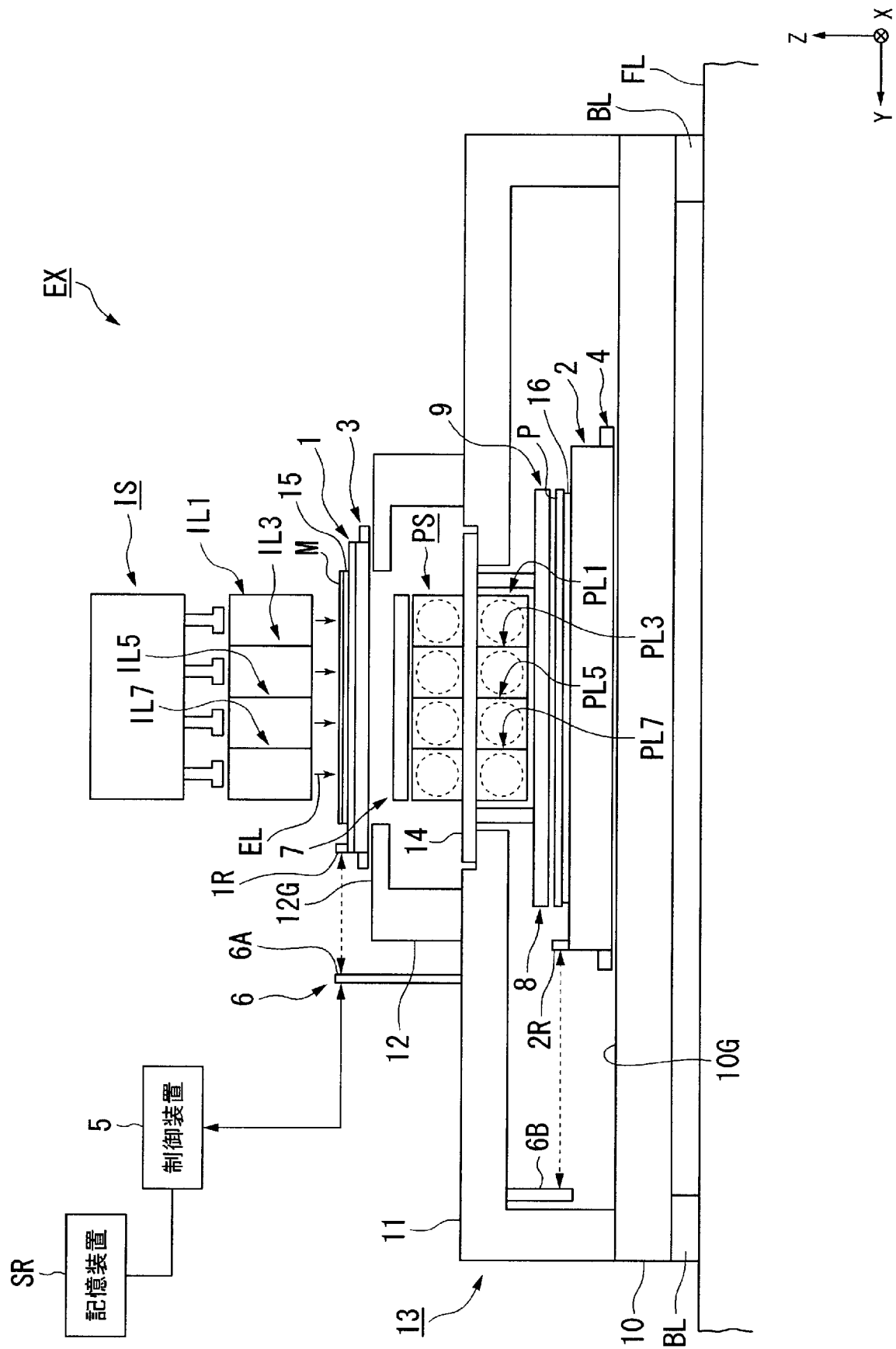
前記第1取得装置で取得した結果と、所定の関係式とに基づいて、前記第1部分と異なる前記外縁領域の第2部分の変形に関する情報を取得する第2取得装置と、を備え、

取得した前記第1部分及び前記第2部分の変形に関する情報に基づいて、前記基板を露光する露光装置。

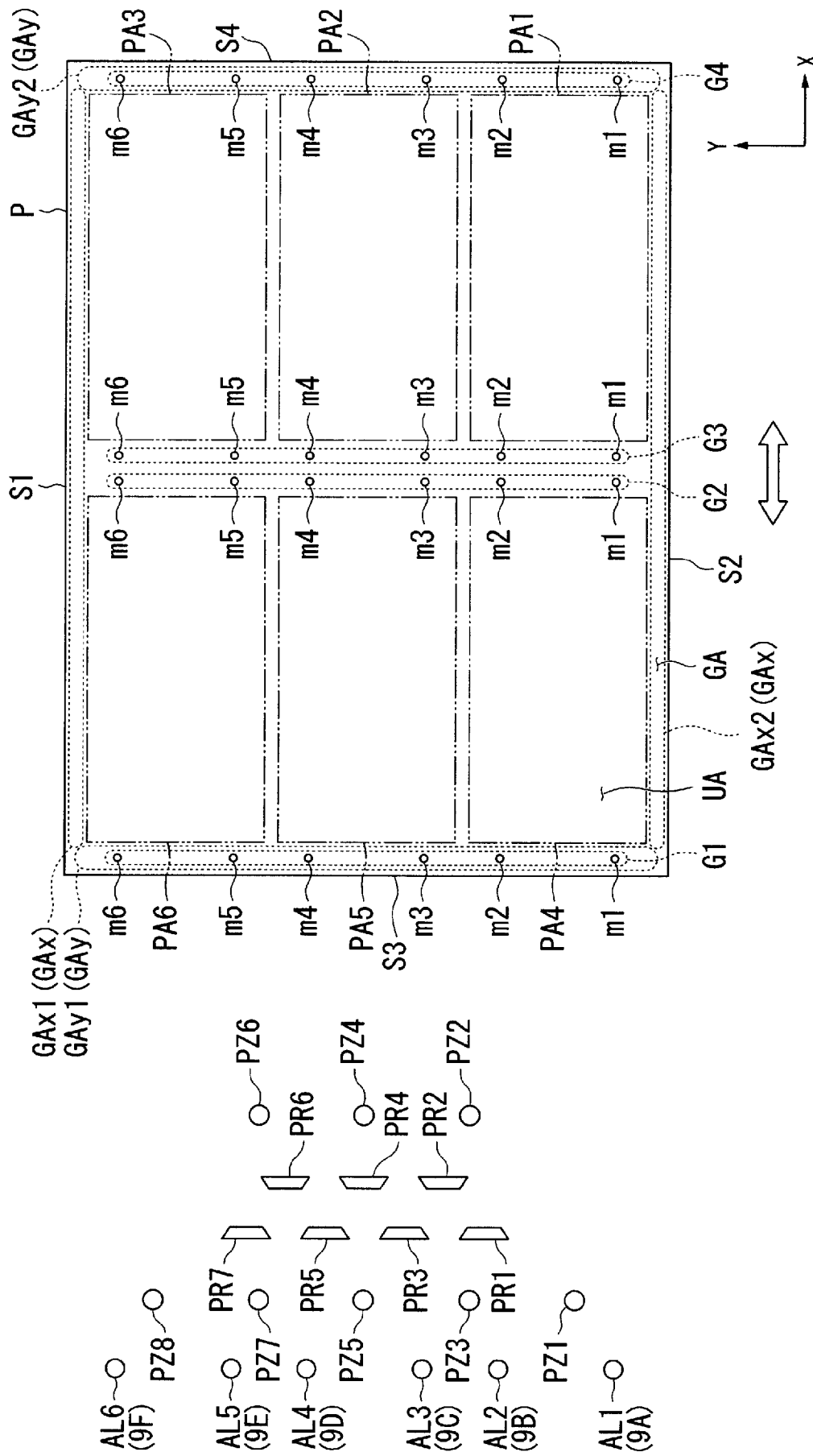
[請求項13] 請求項12記載の露光装置を用いて基板を露光することと、

露光された前記基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。

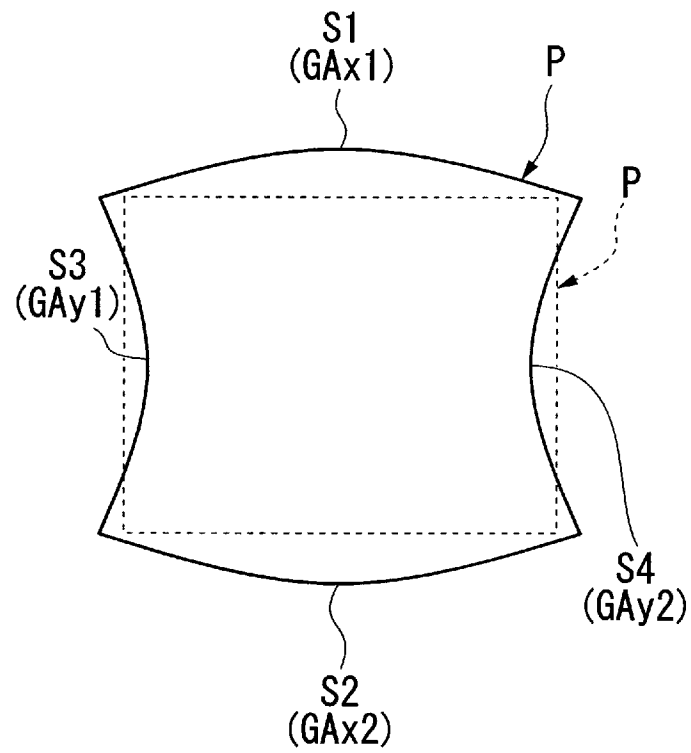
[図1]



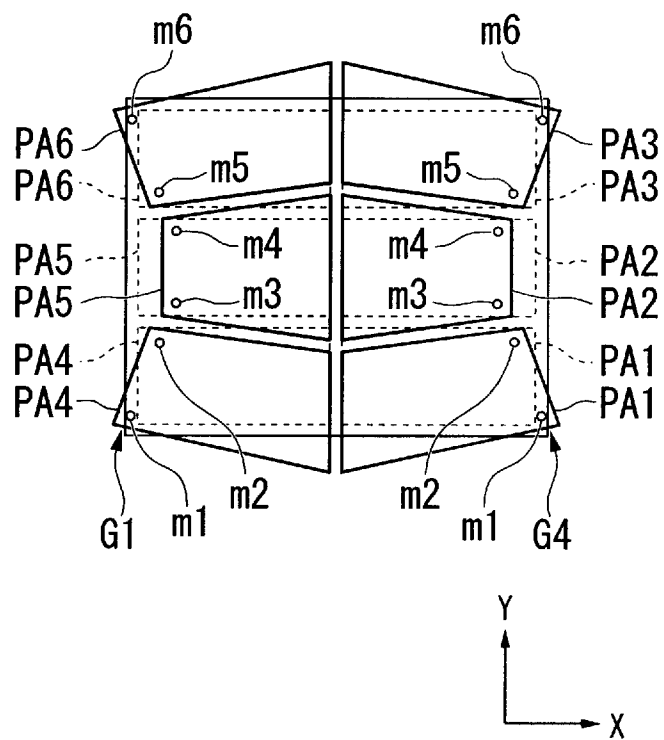
[図3]



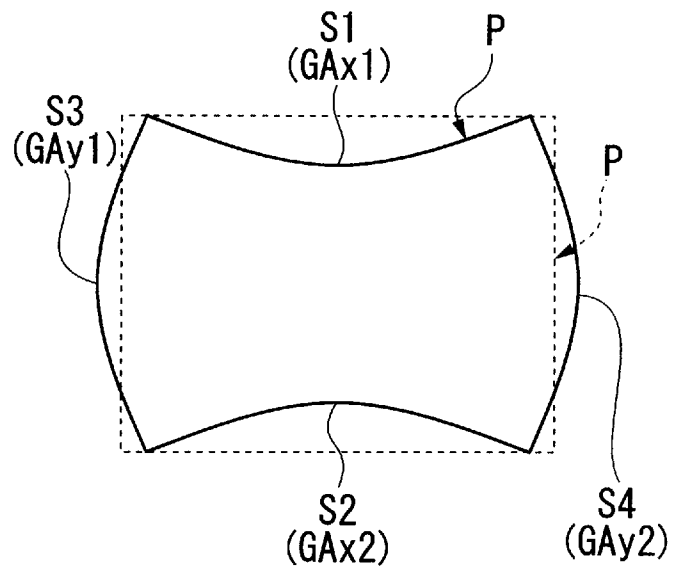
[図4A]



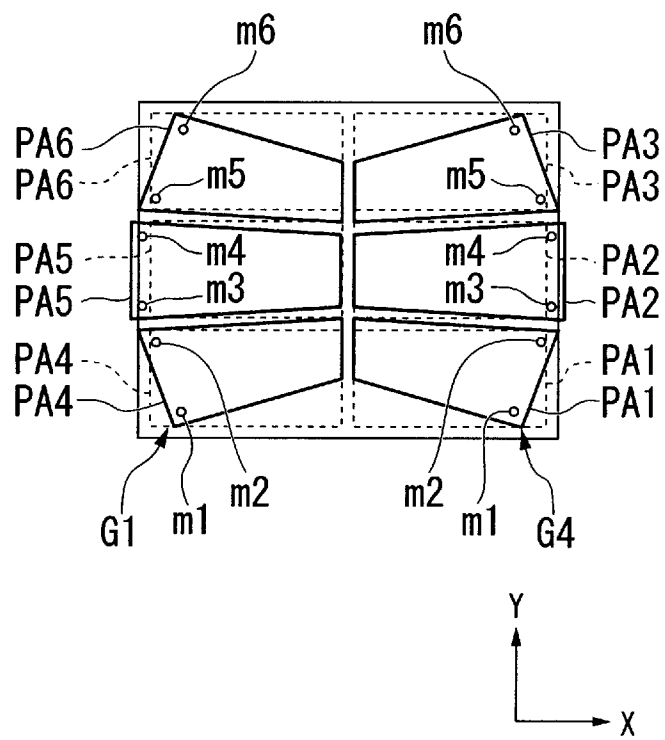
[図4B]



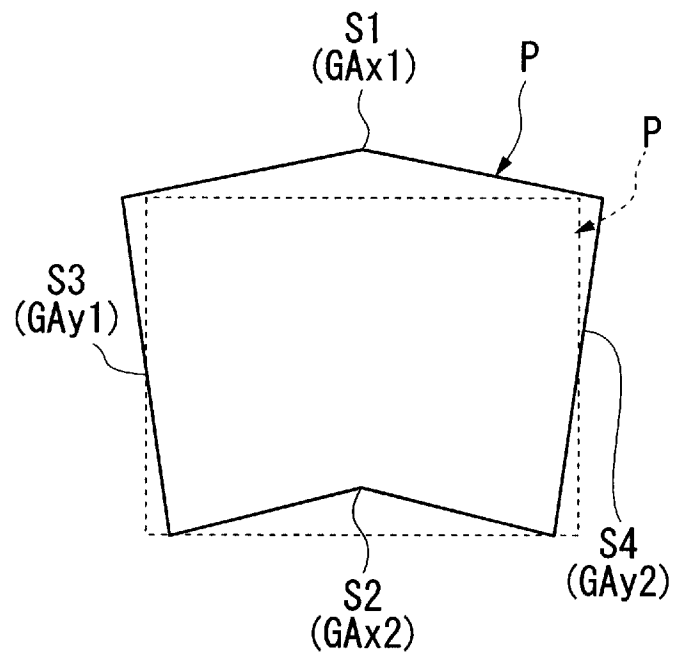
[図5A]



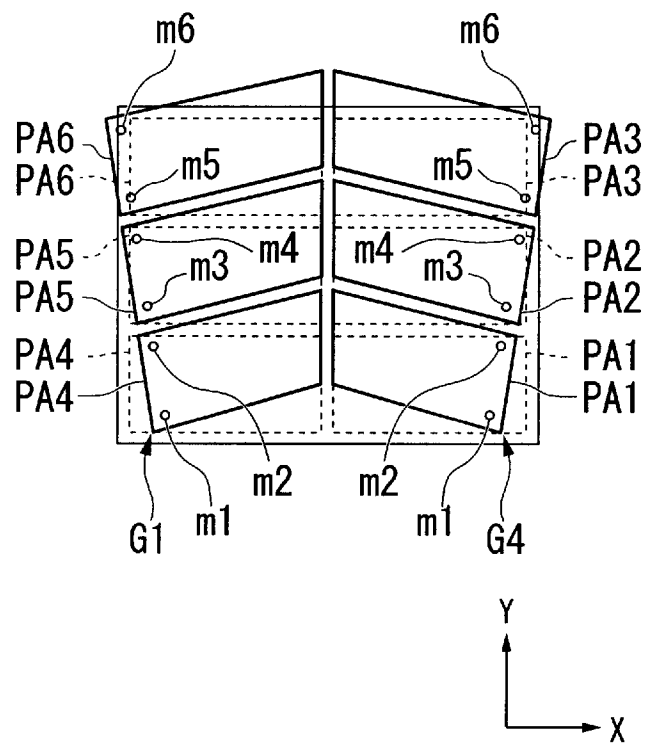
[図5B]



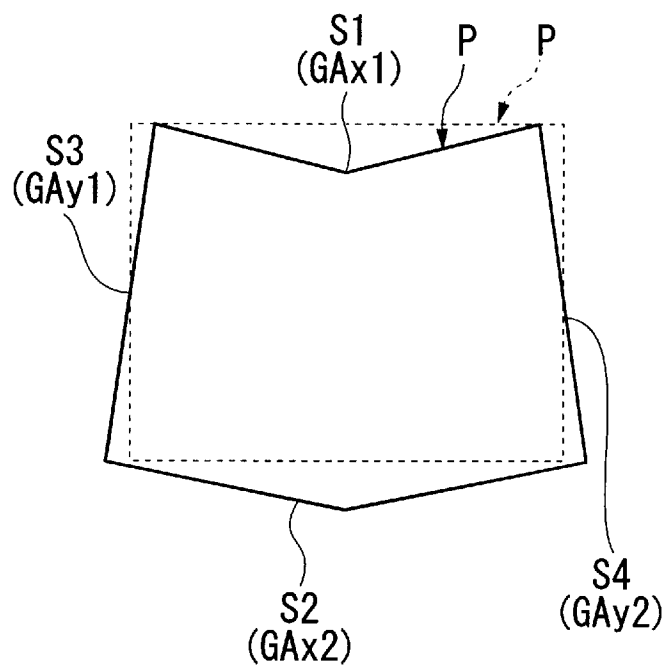
[図6A]



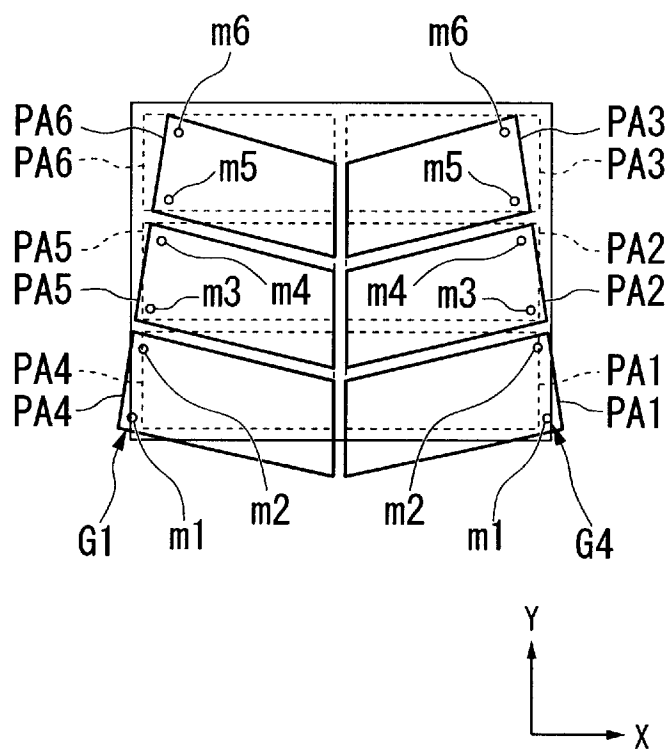
[図6B]



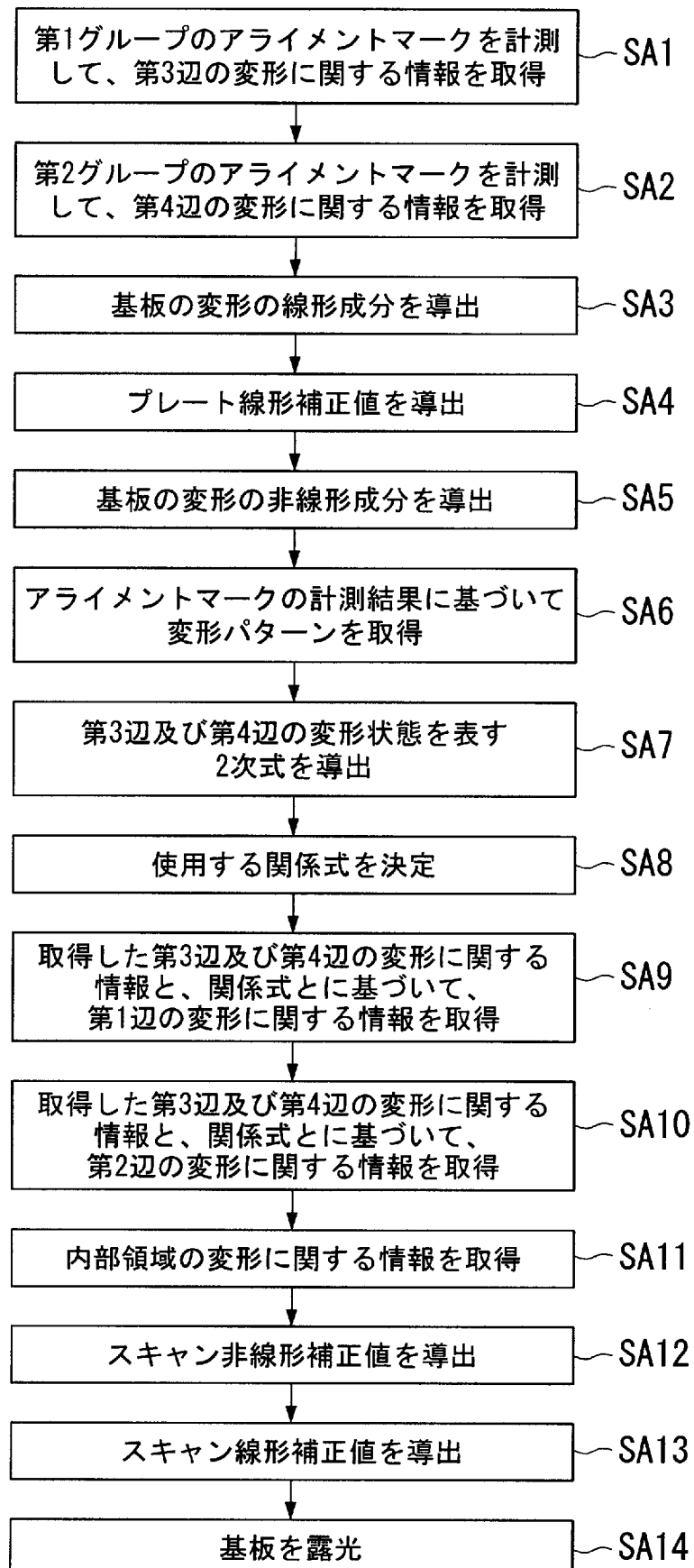
[図7A]



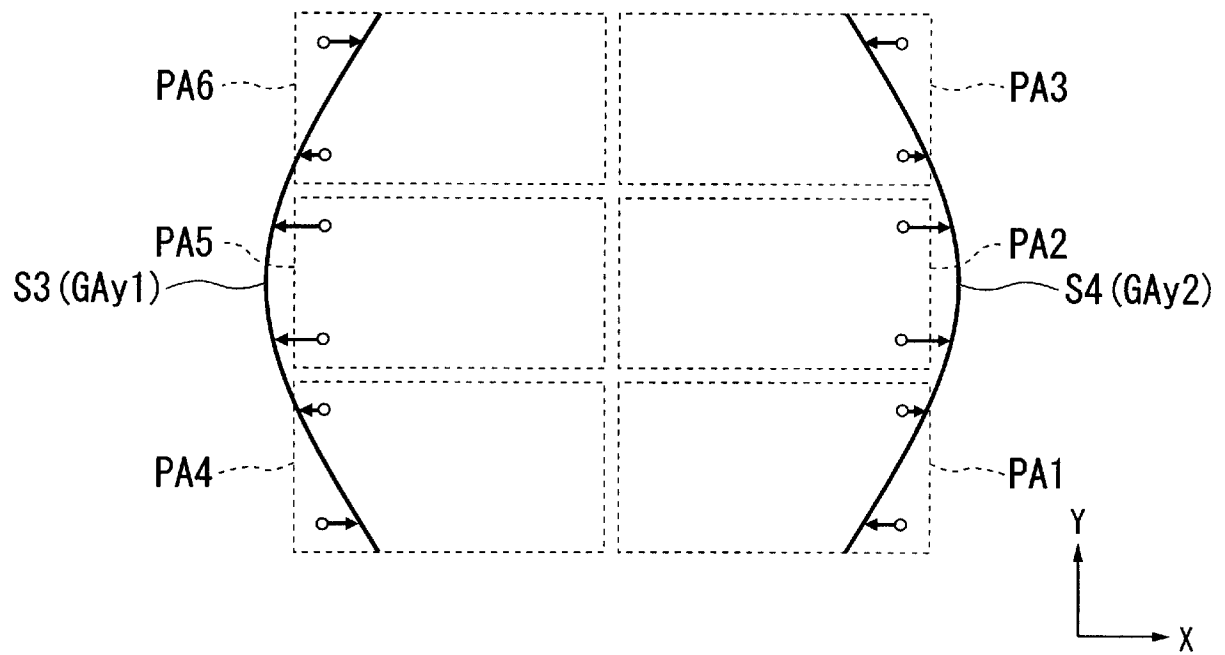
[図7B]



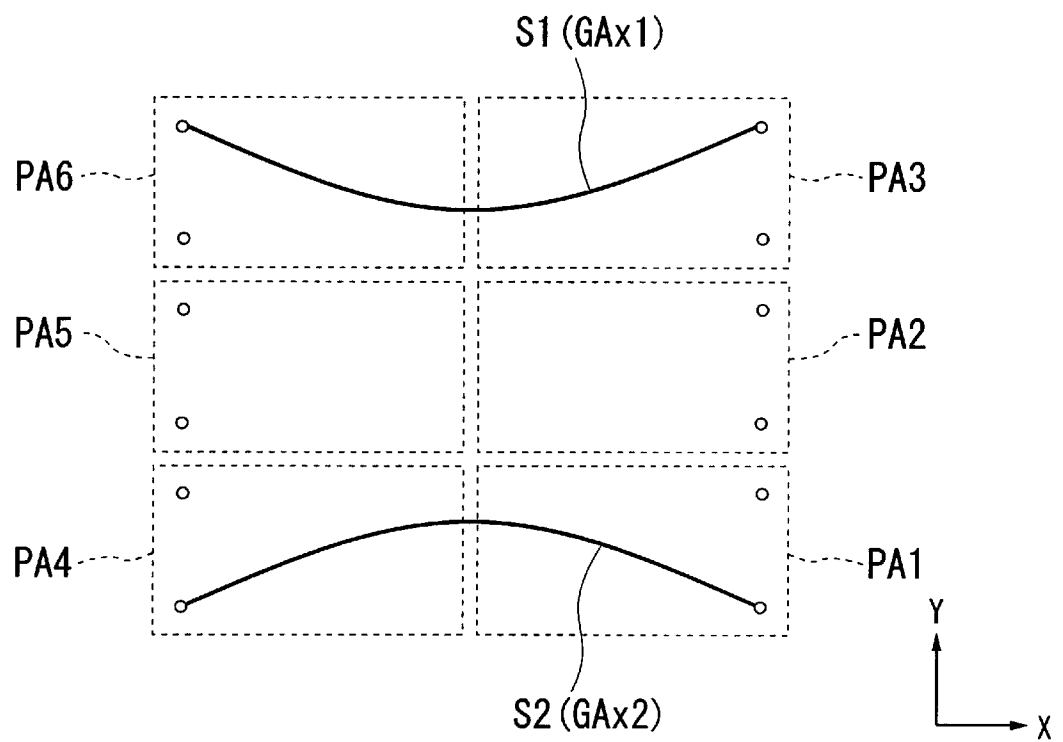
[図8]



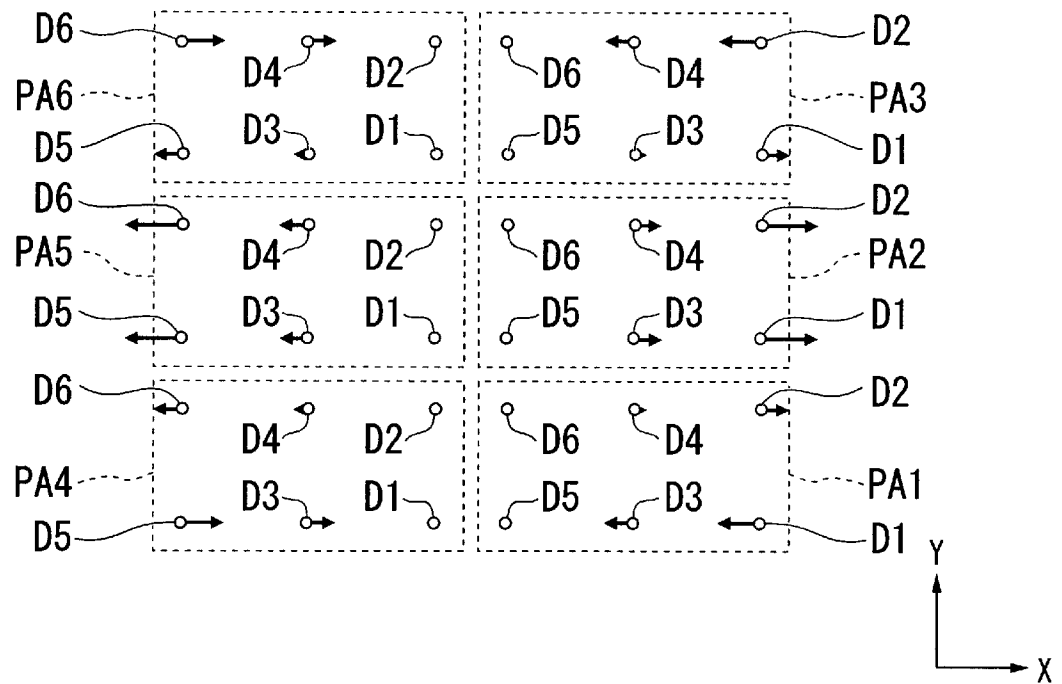
[図9]



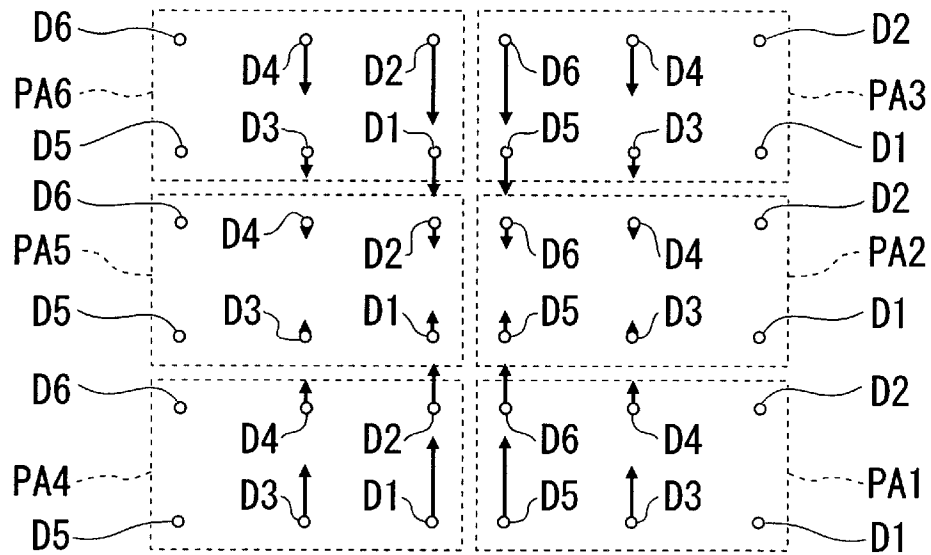
[図10]



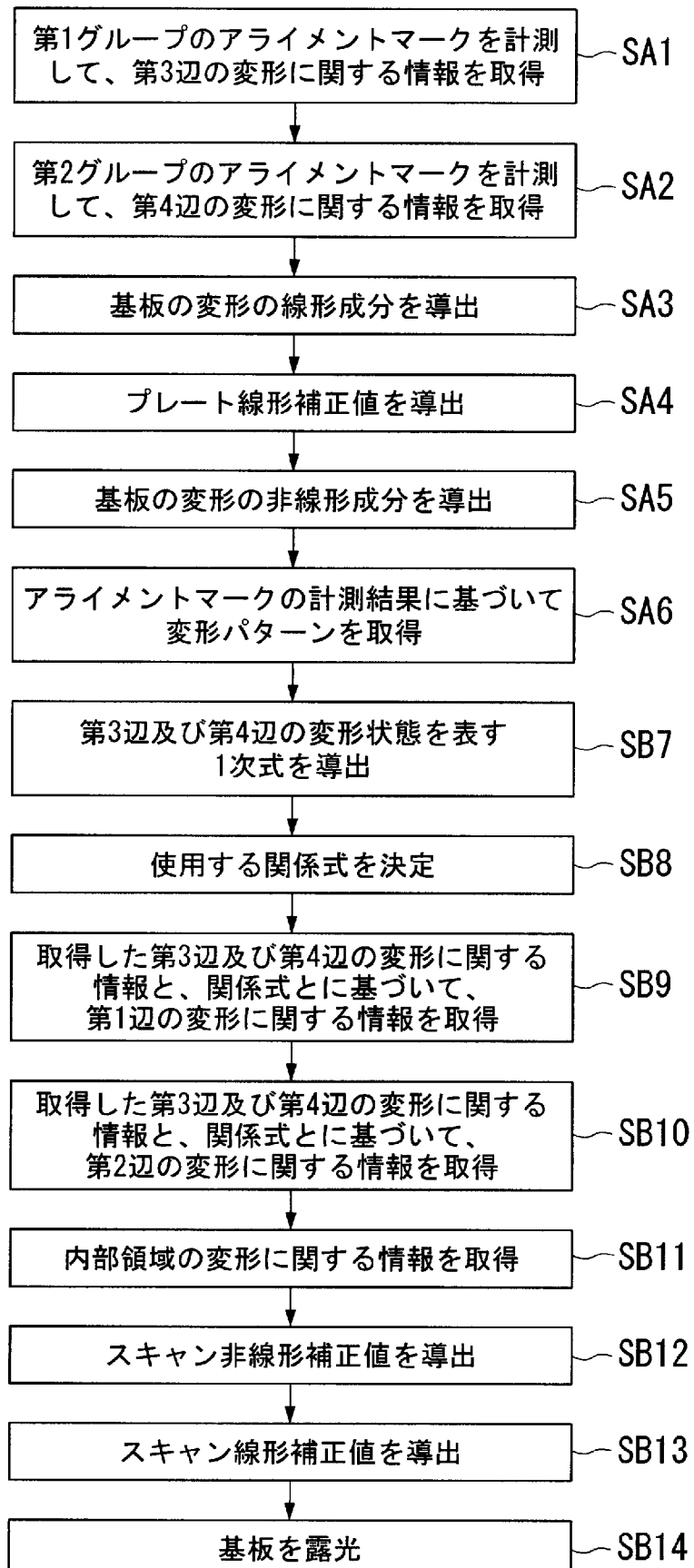
[図11]



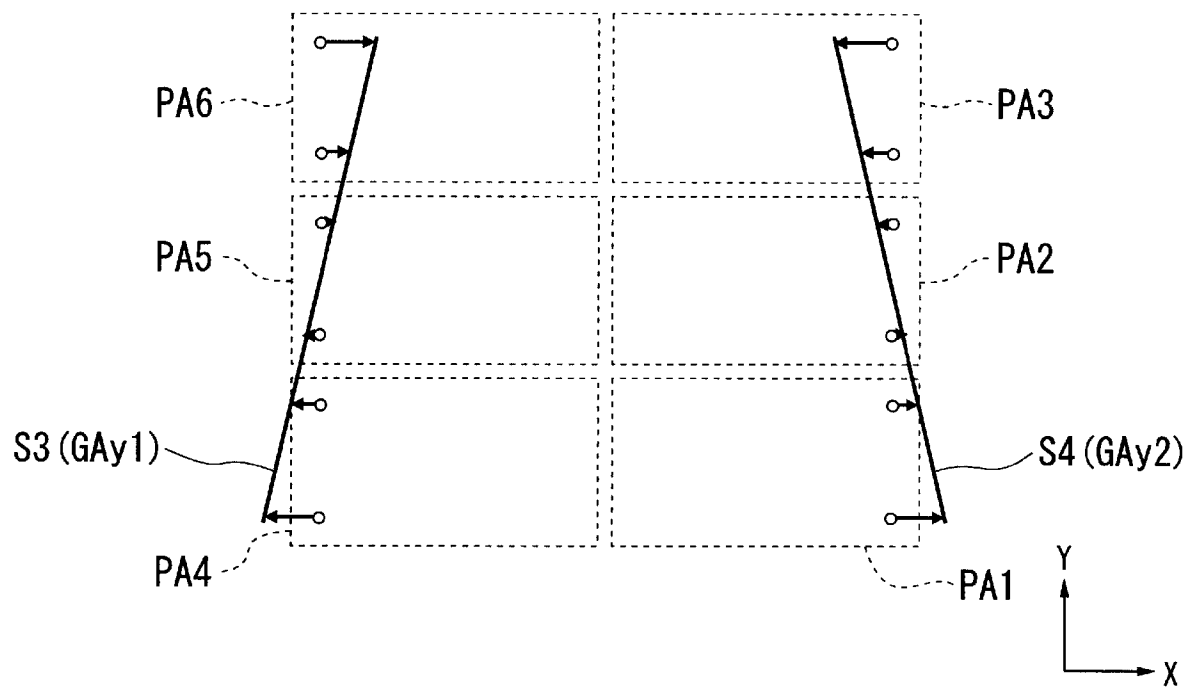
[図12]



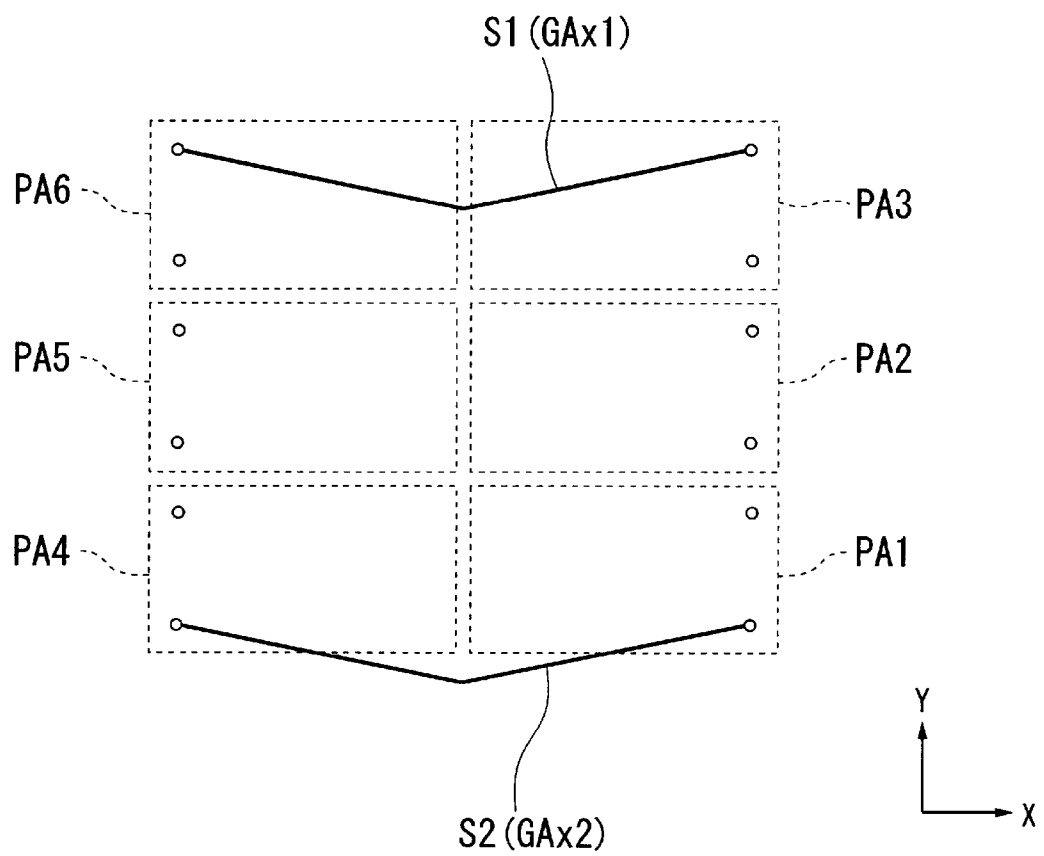
[図13]



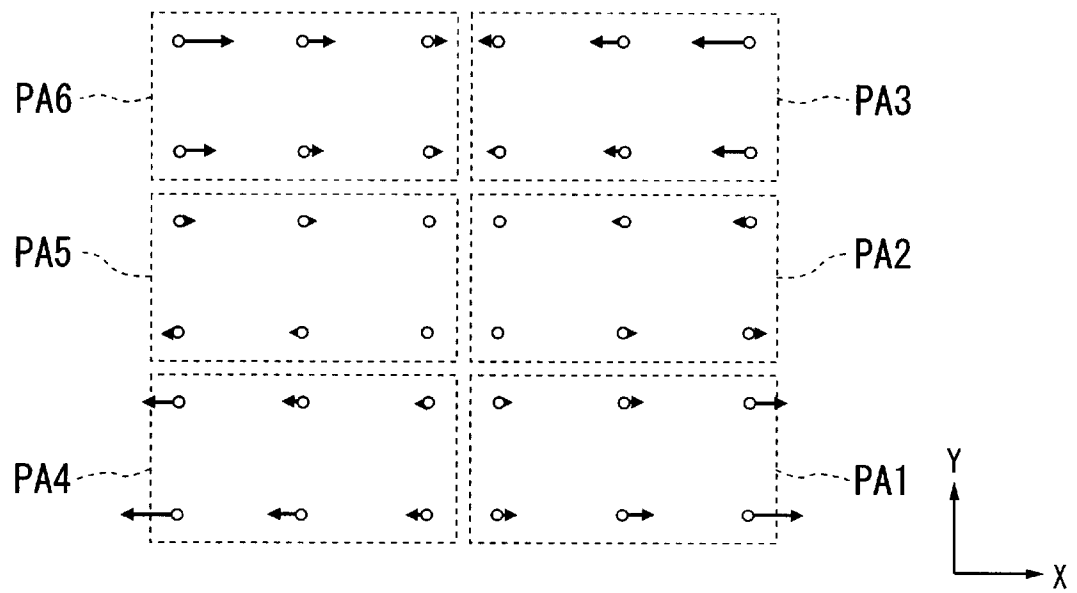
[図14]



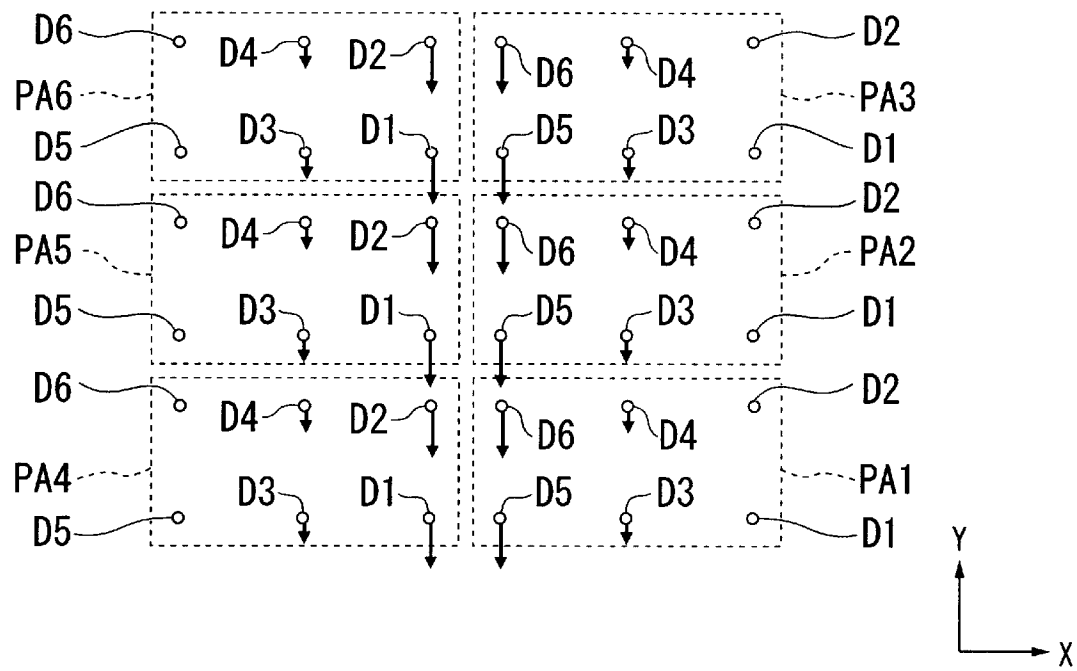
[図15]



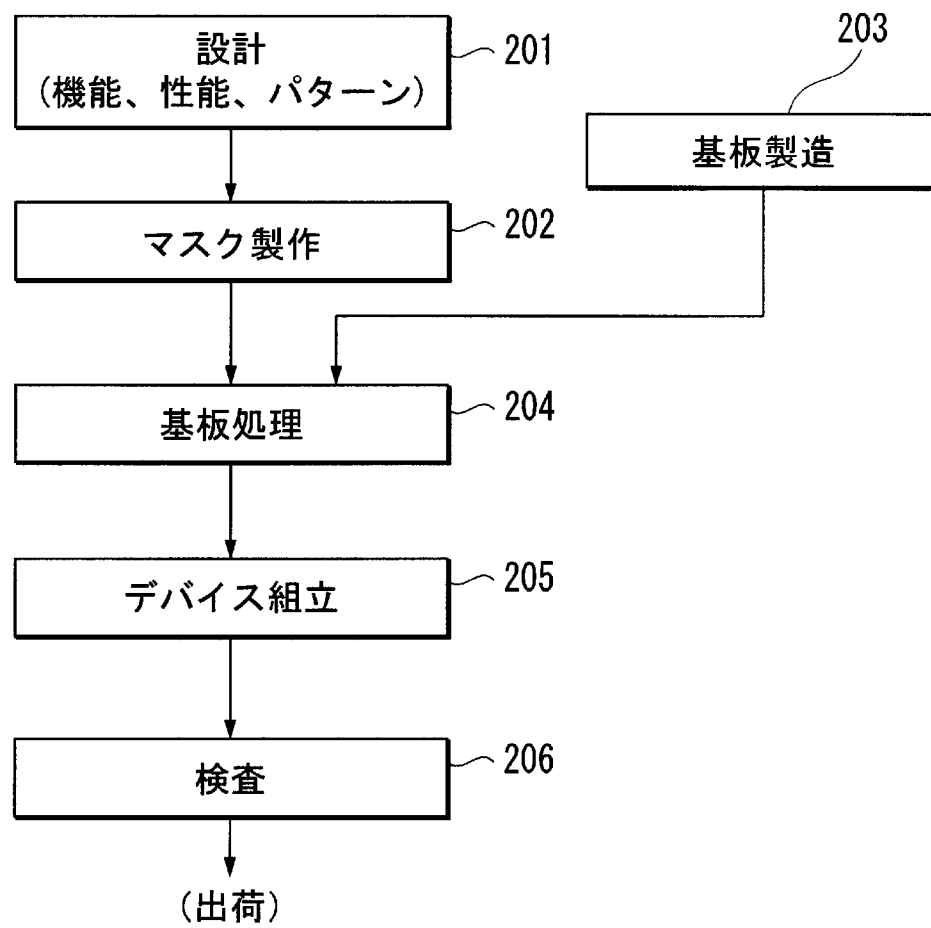
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F9/00(2006.01) i, H01L21/027(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F7/20-7/24, G03F9/00-9/02, H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2010-243823 A (Mejiro Precision, Inc.), 28 October 2010 (28.10.2010), paragraphs [0147] to [0170]; fig. 19 to 24 (Family: none)	1-2, 5-6, 9-13 3-4 7-8
Y	JP 2008-003441 A (ORC Mfg. Co., Ltd.), 10 January 2008 (10.01.2008), claims; fig. 5 to 9 & KR 10-2007-0122369 A & CN 101097407 A & TW 200801860 A	3-4
A	JP 2006-285144 A (Sharp Corp.), 19 October 2006 (19.10.2006), page 1 (Family: none)	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 June, 2012 (14.06.12)Date of mailing of the international search report
26 June, 2012 (26.06.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/059354

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2010-122526 A (Shinko Electric Industries Co., Ltd.), 03 June 2010 (03.06.2010), claims; fig. 6 (Family: none)	1-13
P, A	WO 2011/087129 A1 (Nikon Corp.), 21 July 2011 (21.07.2011), claims; all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
 Int.Cl. G03F9/00(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G03F7/20-7/24, G03F9/00-9/02, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	JP 2010-243823 A（株式会社目白プレシジョン）2010. 10. 28, 段落[0147]-[0170], 図 19-24（ファミリーなし）	1-2, 5-6, 9-13 3-4 7-8
Y	JP 2008-003441 A（株式会社オーク製作所）2008. 01. 10, 特許請求の範囲, 図 5-9 & KR 10-2007-0122369 A & CN 101097407 A & TW 200801860 A	3-4

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

1 4 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 6 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁（I S A / J P）
 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

渡戸 正義

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

2 M

9 0 2 3

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2006-285144 A (シャープ株式会社) 2006. 10. 19, 第 1 ページ (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2010-122526 A (新光電気工業株式会社) 2010. 06. 03, 特許請求の範囲, 図 6 (ファミリーなし)	1-13
P, A	WO 2011/087129 A1 (株式会社ニコン) 2011. 07. 21, 特許請求の範囲, 全図 (ファミリーなし)	1-13