

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-239639

(P2013-239639A)

(43) 公開日 平成25年11月28日(2013.11.28)

|                                 |  |         |               |             |
|---------------------------------|--|---------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                    |  | F I     |               | テーマコード (参考) |
| <b>H O 1 L</b> 21/027 (2006.01) |  | H O 1 L | 21/30 5 2 5 W | 2 H O 9 7   |
| <b>G O 3 F</b> 9/00 (2006.01)   |  | H O 1 L | 21/30 5 2 5 X | 5 F 1 4 6   |
|                                 |  | G O 3 F | 9/00 A        |             |

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 10 頁)

|           |                              |          |                   |
|-----------|------------------------------|----------|-------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2012-112683 (P2012-112683) | (71) 出願人 | 000001007         |
| (22) 出願日  | 平成24年5月16日 (2012.5.16)       |          | キヤノン株式会社          |
|           |                              |          | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
|           |                              | (74) 代理人 | 100076428         |
|           |                              |          | 弁理士 大塚 康德         |
|           |                              | (74) 代理人 | 100112508         |
|           |                              |          | 弁理士 高柳 司郎         |
|           |                              | (74) 代理人 | 100115071         |
|           |                              |          | 弁理士 大塚 康弘         |
|           |                              | (74) 代理人 | 100116894         |
|           |                              |          | 弁理士 木村 秀二         |
|           |                              | (74) 代理人 | 100130409         |
|           |                              |          | 弁理士 下山 治          |
|           |                              | (74) 代理人 | 100134175         |
|           |                              |          | 弁理士 永川 行光         |

最終頁に続く

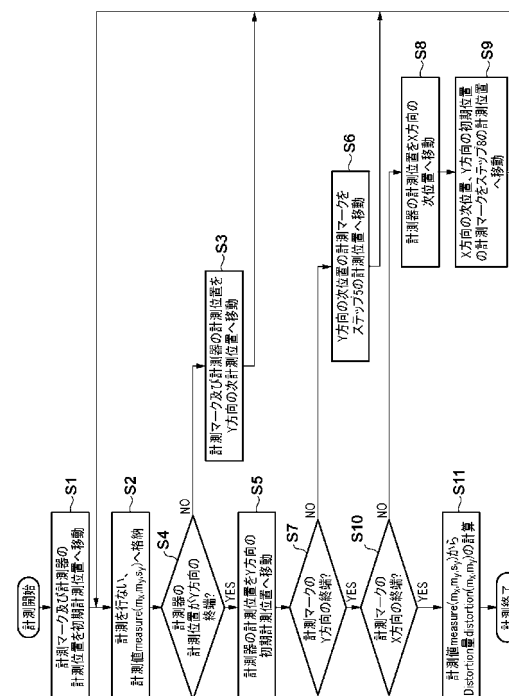
(54) 【発明の名称】 露光装置及びその調整方法、パターンのずれの計測方法、並びに、デバイス製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 走査露光によって発生するパターンのずれを迅速かつ高精度で計測する露光装置を提供する。

【解決手段】 基板に走査露光を行う露光装置は、原板ステージに保持されたテスト原板に設けられた第1マークと、基板ステージに保持されたテスト基板に設けられた第2マークとの相対位置を計測する計測部と、スリット形状の光の走査方向の幅内における複数の計測位置で前記第1マークと前記第2マークとの相対位置を前記計測部に計測させ、前記相対位置の複数の計測結果に基づいて前記走査露光によって前記基板に形成されるパターンの目標パターンからのずれを求める制御部と、を備える。

【選択図】 図5



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

スリット形状の光に対して原板ステージと基板ステージとを走査方向に同期して移動させながら前記原板ステージに保持された原板のパターンを前記基板ステージに保持された基板に投影光学系を介して投影して前記基板に走査露光を行う露光装置であって、

前記原板ステージに保持されたテスト原板に設けられた第 1 マークと、前記基板ステージに保持されたテスト基板に設けられた第 2 マークとの相対位置を計測する計測部と、

前記スリット形状の光の前記走査方向の幅内における複数の計測位置で前記第 1 マークと前記第 2 マークとの相対位置を前記計測部に計測させ、前記相対位置の複数の計測結果に基づいて前記走査露光によって前記基板に形成されるパターンの目標パターンからのずれを求める制御部と、  
を備えることを特徴とする露光装置。

10

**【請求項 2】**

前記制御部は、前記相対位置の複数の計測結果に基づいて前記第 1 マークと前記第 2 マークとの位置ずれ量の平均値を用いて前記基板に形成されるパターンの前記目標パターンからのずれを求めることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

**【請求項 3】**

前記制御部は、前記相対位置の複数の計測結果と、前記テスト原板における前記第 1 マークの設置誤差及び前記テスト基板における前記第 2 マークの設置誤差とに基づいて前記基板に形成されるパターンの前記目標パターンからのずれを求めることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の露光装置。

20

**【請求項 4】**

前記複数の計測位置は、前記走査方向に沿って等間隔をおいて離された位置であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

**【請求項 5】**

スリット形状の光に対して原板ステージと基板ステージとを走査方向に同期して移動させながら前記原板ステージに保持された原板のパターンを前記基板ステージに保持された基板に投影光学系を介して投影して前記基板に走査露光を行うことによって前記基板に形成されるパターンの目標パターンからのずれを計測する計測方法であって、

第 1 マークが設けられたテスト原板を前記原板ステージに配置する工程と、

30

第 2 マークが設けられたテスト基板を前記基板ステージに配置する工程と、

前記スリット形状の光の前記走査方向の幅内における複数の計測位置で前記第 1 マークと前記第 2 マークとの相対位置を計測する工程と、

前記相対位置の複数の計測結果に基づいて前記走査露光によって前記基板に形成されるパターンの前記目標パターンからのずれを求める工程と、  
を含むことを特徴とする計測方法。

**【請求項 6】**

前記基板に形成されるパターンの前記目標パターンからのずれを求める工程は、前記相対位置の複数の計測結果に基づいて前記第 1 マークと前記第 2 マークとの位置ずれ量の平均値を用いて前記基板に形成されるパターンの前記目標パターンからのずれを求める工程を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の計測方法。

40

**【請求項 7】**

前記基板に形成されるパターンの前記目標パターンからのずれを求める工程では、前記相対位置の複数の計測結果と、前記テスト原板における前記第 1 マークの設置誤差及び前記テスト基板における前記第 2 マークの設置誤差とに基づいて前記基板に形成されるパターンの前記目標パターンからのずれを求めることを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の計測方法。

**【請求項 8】**

請求項 5 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の計測方法を用いて求められた前記基板に形成されるパターンの前記目標パターンからのずれを低減するように、前記投影光学系を

50

構成する光学部品、前記走査露光時の前記基板ステージの駆動量及び前記走査露光時の前記基板ステージの駆動量の少なくともいずれかを調整する工程を含むことを特徴とする露光装置の調整方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の調整方法を用いて調整された露光装置を用いて基板に走査露光を行う工程と、

前記走査露光が行われた基板を現像する工程と、  
を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、露光装置及びその調整方法、パターンのずれの計測方法、並びに、デバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

走査露光において基板面に形成されるパターンの目標パターンからのずれを計測する従来の方法として、以下の 2 つの計測方法が挙げられる。第 1 の計測方法では、パターンのずれを計測する対象となる露光装置で原板上に描画されたずれ計測用のマークの像を走査露光によって基板上に形成し、露光、現像されたマークの像を露光装置外の計測器で計測することによりパターンのずれを計測する。また、露光、現像されたマークの像を、露光装置外の計測器ではなく露光装置内の計測器で計測することによりパターンのずれを計測することが特許文献 1 に開示されている。

20

【0003】

第 2 の計測方法では、原板を走査方向に駆動させて基板ステージ上に投影されたマークの像を基板ステージに配置された空間像計測器により計測する（特許文献 2）。マークは原版のパターン領域の周辺に走査方向および走査方向と直交する方向に沿って配置されている。原板の走査方向に沿って配置されたマークは、原板ステージを駆動しながら計測され、原板の走査方向と直交する方向に沿って配置されたマークは、基板ステージを駆動しながら計測される。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 10-340847 号公報

【特許文献 2】国際公開 2006/009188 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

第 1 の計測方法では、レジストの塗布、露光、現像、計測という工程が必要となる。さらに、露光装置外の計測器を用いてマークの像を計測する場合には、露光装置外の計測器を使用するための順番待ちによりパターンのずれのデータが得られるまでの時間が一定でない。露光装置のパターンのずれの調整はずれのデータを基に行うため、ずれのデータを得るために長い時間を要する第 1 の計測方法では、効率が非常に低下する。露光装置外の計測器を用いる場合、熱処理による基板の歪みなど露光装置外の工程が要因となるずれも計測値に含まれるため、露光装置で発生するずれのみを計測することは困難である。

40

【0006】

第 2 の計測方法では、露光する線幅に対して走査方向における露光スリットの幅が大きくなるほど、走査露光によって発生するパターンのずれに対する投影光学系の収差等の影響が大きくなる。そのため、第 2 の計測方法で得られるパターンのずれの計測値と実際に基板へ露光する際に発生するパターンのずれとでは差が生じる。また基板ステージ上に配置された空間像計測器の位置は基板に露光する際の基板ステージ位置と異なるため、基板

50

ステージの位置精度や重量の偏りによる装置の歪みがパターンのずれに与える影響が含まれない。特に近年の液晶露光装置のように移動範囲が広く重量がある基板ステージの場合、前記基板ステージの位置精度や装置の歪みが走査露光におけるパターンのずれに対して大きな影響を与える。

【0007】

そこで、本発明は、走査露光によって発生するパターンのずれを迅速かつ高精度で計測する露光装置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】

【0008】

本発明の1側面は、スリット形状の光に対して原板ステージと基板ステージとを走査方向に同期して移動させながら前記原板ステージに保持された原板のパターンを前記基板ステージに保持された基板に投影光学系を介して投影して前記基板に走査露光を行う露光装置であって、前記原板ステージに保持されたテスト原板に設けられた第1マークと、前記基板ステージに保持されたテスト基板に設けられた第2マークとの相対位置を計測する計測部と、前記スリット形状の光の前記走査方向の幅内における複数の計測位置で前記第1マークと前記第2マークとの相対位置を前記計測部に計測させ、前記相対位置の複数の計測結果に基づいて前記走査露光によって前記基板に形成されるパターンの目標パターンからのずれを求める制御部と、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、走査露光によって発生するパターンのずれを迅速かつ高精度で計測する露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】露光装置を示した図である。

【図2】テスト原板に設けられた第1マークを示した図である。

【図3】テスト基板に設けられた第2マークを示した図である。

【図4】露光スリット内の計測位置を示した図である。

【図5】計測方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下に本発明の好ましい実施形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。露光装置は、図1に示すように、スリット形状の光に対して同期して移動する原板ステージMSTおよび基板ステージPSTと、投影光学系UMと、計測器11とを備える。スリット形状の光は、露光スリットSLTによって形成される。原板ステージMSTは、原板M（マスク、レチクル）を保持して走査方向（Y方向）に移動可能である。基板ステージPSTは、基板Pを保持して走査方向及びその直交方向（XY方向）に移動可能である。

【0012】

原板Mに形成されたパターンは、投影光学系UMを介して基板Pの上に投影される。原板ステージMSTの上方には、不図示の照明系が設置され、走査露光の動作時には照明系から露光光が原板ステージMSTに向けて照射される。

【0013】

原板ステージMSTには、X方向の位置を計測する干渉計Mx1とその計測対象となるパーミラー10a、Y方向の位置を計測する干渉計My1、My2とその計測対象となるパーミラー10bが設置される。駆動系MSYTDは、制御器30からの指示により原板ステージMSTを駆動する。

【0014】

基板ステージPSTには、X方向の位置を計測する干渉計Px1、Px2、Px3とその計測対象となるパーミラー20a、Y方向の位置を計測する干渉計Py1、Py2とその計測対象となるパーミラー20bが設置される。駆動系PSXTDおよび駆動系PSY

TDは、制御器30からの指示により基板ステージPSTをX方向およびY方向にそれぞれ駆動する。

#### 【0015】

原板ステージMSTに配置される原板（テスト原板）Mには、図2に示すように、 $m \times n$ 個の第1マークMARK ( $m_x, m_y$ ) が描画されている。基板ステージPSTに配置される基板（テスト基板）Pには、図3に示すように、 $m \times n$ 個の第2マークMARK ( $p_x, p_y$ ) の組が複数のショット領域のそれぞれに描画されている。原板M上の第1マークMARK ( $m_x, m_y$ ) の位置は投影光学系UMを介して基板P上の第2マークMARK ( $p_x, p_y$ ) と対応する。また、 $m_x$  と  $m_y$ 、 $p_x$  と  $p_y$  はマークの任意の計測座標で、 $x$  は  $1 \sim m$ （自然数）、 $y$  は  $1 \sim n$ （自然数）の値をとる。原板Mにおける第1マークMARK ( $m_x, m_y$ ) の設置誤差と基板Pにおける第2マークMARK ( $p_x, p_y$ ) の設置誤差は、露光装置の像性能に対して小さく無視できる値であるか、又は、高精度な計測器により予め計測されて既知の値であるとする。

#### 【0016】

計測器11は、図4に示す露光スリットSLTにより形成されたスリット形状の光の走査方向の幅内の複数の計測位置SLT ( $s_x, s_y$ ) で第1マークMARK ( $m_x, m_y$ ) と第2マークMARK ( $p_x, p_y$ ) とを撮影する。複数の計測位置は、走査方向に沿って等間隔に離された位置である。画像処理部32は、撮影された第1マークMARK ( $m_x, m_y$ ) と第2マークMARK ( $p_x, p_y$ ) との相対位置を算出する。ここで、 $s_x$  と  $s_y$  は計測器11の計測位置のX座標とY座標で、 $s_x$  は  $s_1$  から  $s_m$ 、 $s_y$  は  $s_1$  から  $s_o$  の値をとる。第1マークMARK ( $m_x, m_y$ ) と第2マークMARK ( $p_x, p_y$ ) との相対位置は、計測器11による計測値として情報処理部31に格納される。計測器11と画像処理部32とは、テスト原板に設けられた第1マークとテスト基板に設けられた第2マークとの相対位置を計測する計測部を構成している。

#### 【0017】

投影光学系UMを通して基板P上に投影される第1マークMARK ( $m_x, m_y$ ) のX座標  $m_x$  と、基板P上の計測マークMARK ( $p_x, p_y$ ) のX座標  $p_x$  と、計測位置SLT ( $s_x, s_y$ ) のX座標  $s_x$  とは、互いに対応する関連した位置となる。計測に使用するマークの形状は、第1マークMARK ( $m_x, m_y$ ) と第2マークMARK ( $p_x, p_y$ ) との相対位置を計測器11で計測できるものであればよい。

#### 【0018】

次に、図5を用いて走査露光によって基板Pに形成されるパターンの目標パターンからのずれを求める方法について説明する。S1で、制御器30は、原板M上の第1マーク、基板P上の第2マーク、計測器11の計測位置を初期計測位置に移動させる。具体的には、制御器30は、原板M上の第1マークMARK ( $m_1, m_1$ ) と基板P上の第2マークMARK ( $p_1, p_1$ ) の位置が計測器11の初期計測位置SLT ( $s_1, s_1$ ) となるように、原板ステージMST、基板ステージPST、計測器11に指令する。

#### 【0019】

S2からS4は、原板M上の第1マークと基板P上の第2マークとの1つの組の相対位置をY方向の複数の計測位置で計測するためのステップである。S2で、画像処理部32は、計測器11の第1の計測位置において第1マークと第2マークとの位置ずれを求める。画像処理部32は、基板Pの第1マークMARK ( $m_1, m_1$ ) と第2マークMARK ( $p_1, p_1$ ) との相対位置を計測し、情報処理部31に位置ずれの計測値  $measure(m_x, m_y, s_y)$  として格納する。ここで、 $m_x = m_1 - p_1$ 、 $m_y = m_1 - p_1$  である。

#### 【0020】

S3で、制御器30は、第1マークと第2マークと計測器11の計測位置をY方向の次計測位置に移動させる。制御器30は、原板ステージMSTと基板ステージPSTと計測器11の計測位置をそれぞれ同一の量だけY方向に移動させる。それによって、原板M上の第1マークMARK ( $m_1, m_1$ ) と基板P上の第2マークMARK ( $p_1, p_1$ ) と

は、計測器 11 の計測位置 S L T (  $s_1$  ,  $s_2$  ) へ移動される。

【0021】

S4で、制御器30は、原板M上の第1マークと基板P上の第2マークを計測器11のY方向の計測位置で複数計測するための判定を行う。S2とS3を繰り返すことで、計測器11は、原板M上の第1マークMARK ( $m_1$  ,  $m_1$ ) と基板P上の第2マークMARK ( $p_1$  ,  $p_1$ ) を計測位置S L T (  $s_1$  ,  $s_y$  ) の  $s_y$  のyが1からoに至る複数の位置で計測する。制御器30は、 $s_y$  が計測位置のY方向の終端である  $s_o$  に達した場合、S5へステップを進める。

【0022】

S5からS6は、原板M上の第1マークと基板P上の第2マークとのY方向における複数の組を計測するためのステップである。S5で、制御器30は、計測器11の計測位置をY方向の初期計測位置へ戻す。すなわち、制御器30は、S2からS3の繰り返しで計測位置S L T (  $s_1$  ,  $s_o$  ) まで移動した計測器11の計測位置を計測位置S L T (  $s_1$  ,  $s_1$  ) となるよう移動する。

【0023】

S6で、制御器30は、原板M上のY方向の次の第1マークと基板P上のY方向の次の第2計測マークをS5で指定した計測位置へ移動させる。すなわち、制御器30は、原板M上の2番目の第1マークMARK ( $m_1$  ,  $m_2$ ) と基板P上の2番目の第2マークMARK ( $p_1$  ,  $p_2$ ) との位置が初期計測位置S L T (  $s_1$  ,  $s_1$  ) となるように、原板ステージM S Tと基板ステージP S Tに指令する。

【0024】

S7で、制御器30は、原板M上の第1マークと基板P上の第2マークとのY方向における複数の組を計測するための判定を行う。S2からS6を繰り返すことで、計測器11は、原板M上の第1マークMARK ( $m_1$  ,  $m_y$ ) の  $m_y$  が  $m_1$  から  $m_n$ 、基板P上の第2マークMARK ( $p_1$  ,  $p_y$ ) の  $p_y$  が  $p_1$  から  $p_n$  となるまで計測を行う。制御器30は、 $m_y$  と  $p_y$  が計測マークのY方向の終端である  $m_n$  と  $p_n$  に達した場合、S10へステップを進める。

【0025】

S9からS11は、原板M上の第1マークと基板P上の第2マークとのY方向における組をX方向に複数組計測するためのステップである。S8で、制御器30は、計測器11の計測位置をX方向の次位置へ移動させる。すなわち、制御器30は、計測器11の計測位置をX方向の2番目の計測位置S L T (  $s_2$  ,  $s_1$  ) となるよう移動させる。

【0026】

S9で、制御器30は、Y方向の終端まで移動した原板M上の第1マークと基板P上の第2マークをX方向の次位置、Y方向の初期位置とし、計測器11をS8で指定した計測位置へ移動させる。S9で、制御器30は、X方向における2番目の第1マークMARK ( $m_2$  ,  $m_1$ ) とX方向における2番目の第2マークMARK ( $p_2$  ,  $p_1$ ) の位置が計測位置S L T (  $s_2$  ,  $s_1$  ) となるよう、原板ステージM S Tと基板ステージP S Tを移動させる。

【0027】

S10で、制御器30は、第1マークと第2マークのY方向における組をX方向に複数組計測するための判定を行う。S2からS9を繰り返すことで、計測器11は、原板M上の第1マークMARK ( $m_x$  ,  $m_y$ ) の  $m_x$  が  $m_1$  から  $m_m$ 、基板P上の第2マークMARK ( $p_x$  ,  $p_y$ ) の  $p_x$  が  $p_1$  から  $p_m$  となるまで計測を行う。制御器30は、 $m_x$  と  $p_x$  がX方向の終端である  $m_m$  と  $p_m$  に達した場合、S11へステップを進める。

【0028】

S11で、情報処理部31は、ここまでのステップで得られた計測値から原板M上の各第1マークMARK ( $m_x$  ,  $m_y$ ) の位置で発生する走査露光におけるパターンのずれ量  $d i s t o r t i o n (m_x, m_y)$  を算出する。走査露光におけるパターンのずれ量  $d i s t o r t i o n (m_x, m_y)$  は、S2からS10の繰り返しによって得られた計測

10

20

30

40

50

結果  $measure(m_x, m_y, s_y)$  の平均値を用いて式 1 により算出される。情報処理部 31 及び制御器 30 は、第 1 マークと第 2 マークとの相対位置を計測器 11 に計測させ、その計測結果に基づいてパターンのずれを求める制御部を構成している。

【0029】

【数 1】

$$distortion(m_x, m_y) = \frac{\sum_{s_y=s_1}^{s_6} measure(m_x, m_y, s_y)}{O}$$

【0030】

10

算出されたずれ量は、投影光学系 UM を構成する光学部品、走査露光時の原板ステージ MST や基板ステージ PST の駆動量の調整することで低減することが可能である。

【0031】

〔デバイス製造の実施形態〕

つぎに、本発明の一実施形態のデバイス（半導体デバイス、液晶表示デバイス等）の製造方法について説明する。ここでは、半導体デバイスの製造方法を例に説明する。

【0032】

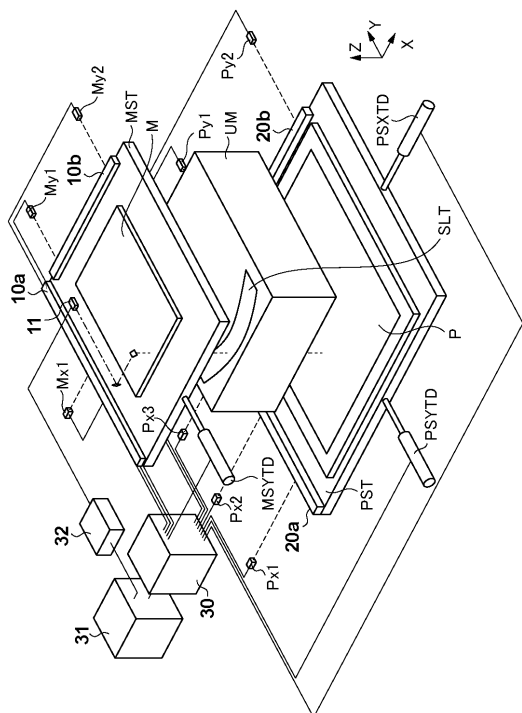
半導体デバイスは、基板に集積回路を作る前工程と、前工程で作られた基板上的集積回路チップを製品として完成させる後工程を経ることにより製造される。前工程は、前述の露光装置を使用して感光剤が塗布された基板を走査露光する工程と、基板を現像する工程を含む。後工程は、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）と、パッケージング工程（封入）を含む。なお、液晶表示デバイスは、透明電極を形成する工程を経ることにより製造される。透明電極を形成する工程は、透明導電膜が蒸着されたガラス基板に感光剤を塗布する工程と、前述の露光装置を使用して感光剤が塗布されたガラス基板を露光する工程と、ガラス基板を現像する工程を含む。本実施形態のデバイス製造方法によれば、デバイスの生産性および品質の少なくとも一方において従来よりも有利である。

20

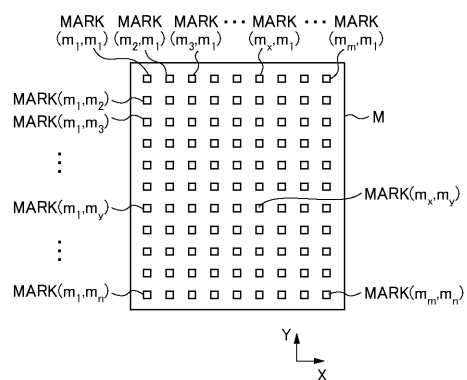
【0033】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

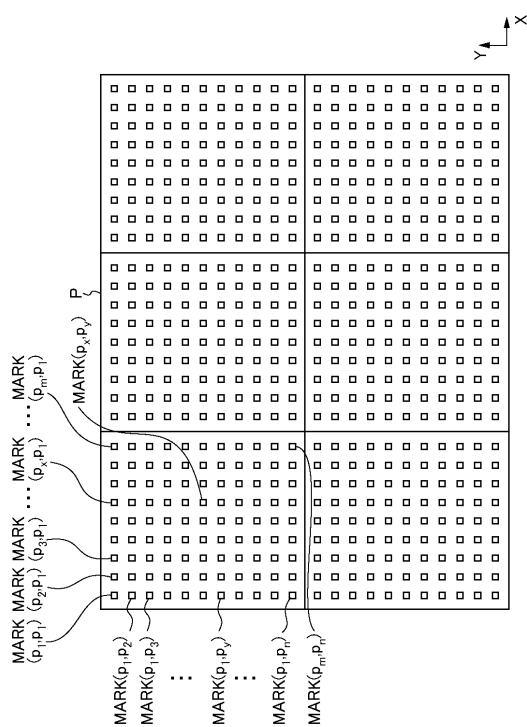
【図 1】



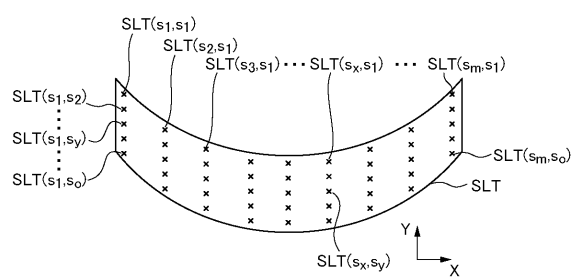
【図 2】



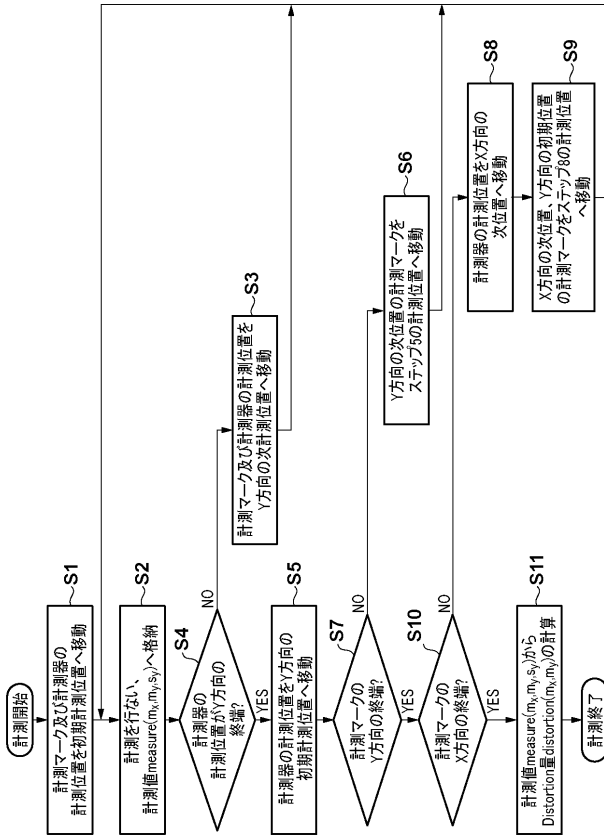
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 岩越 守孝

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2H097 GB01 GB02 GB03 KA03 KA12 KA13 KA20 KA22 KA29 LA10

LA12

5F146 BA04 BA05 DA13 EB01 EB02 EB10 ED01 FB17 FC04 FC06