

(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2009-302154

(P2009-302154A)

(43) 公開日 平成21年12月24日(2009.12.24)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30	5 2 5 W	2 F 0 6 5
GO 3 F	9/00	(2006.01)	GO 3 F	9/00	H	5 F 0 3 1
GO 1 B	11/00	(2006.01)	GO 1 B	11/00	H	5 F 0 4 6
HO 1 L	21/68	(2006.01)	HO 1 L	21/68	F	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2008-152257 (P2008-152257)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成20年6月10日 (2008.6.10)	(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】 露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

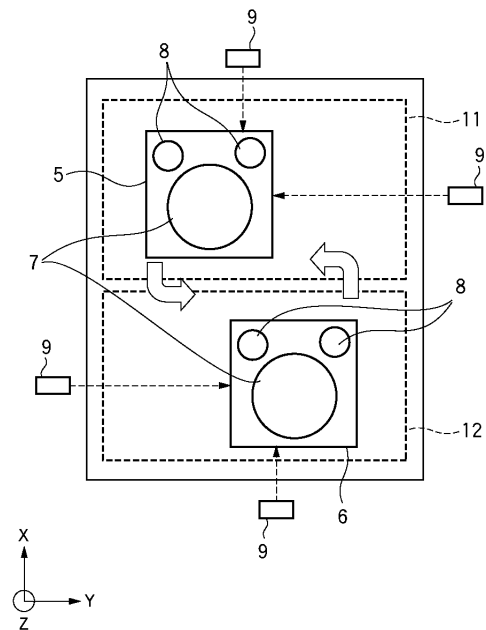
【課題】

レチクルとウェハ（ウェハステージ）との位置合わせ計測に用いる手順を状況に応じて変更させるようにした露光装置及びデバイス製造方法を提供する。

【解決手段】

原板（レチクル）ステージに保持された原板を基板（ウェハ）ステージに保持された基板に位置合わせして原板のパターンを基板に投影し基板を露光する露光装置であって、原板に付されたマークと基板ステージに付されたマークとの位置関係を計測する計測部と、原板に付されたマークと基板ステージに付されたマークとを計測部の視野内に入れて計測部に計測を実行させる制御部とを具備し、制御部は、第1の手順（第1の手順は、第2の手順よりも計測部による原板に付されたマークの計測回数が少ない）及び第2の手順を少なくとも含む複数の手順のいずれかにしたがって計測部に計測を実行させ、当該実行した計測により得られた結果に応じて位置合わせを行なうように構成される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

原板ステージに保持された原板を基板ステージに保持された基板に位置合わせして該原板のパターンを該基板に投影し該基板を露光する露光装置であって、

前記原板に付されたマークと前記基板ステージに付されたマークとの位置関係を計測する計測部と、

前記原板に付されたマークと前記基板ステージに付されたマークとを前記計測部の視野内に入れて前記計測部に計測を実行させる制御部と

を具備し、

前記制御部は、

第 1 の手順及び第 2 の手順を少なくとも含む複数の手順のいずれかにしたがって前記計測部に計測を実行させ、

前記実行した計測により得られた結果に応じて前記位置合わせを行なうように構成され、

前記第 1 の手順は、前記第 2 の手順よりも前記計測部による前記原板に付されたマークの計測回数が少ない

ことを特徴とする露光装置。

## 【請求項 2】

前記制御部は、

露光処理シーケンスにおいて原板の交換が実施されていない場合における前記位置合わせでは、前記第 1 の手順により前記計測部に計測を実行させ、露光処理シーケンスにおいて原板の交換が実施された直後の前記位置合わせでは、前記第 2 の手順により前記計測部に計測を実行させる

ことを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 3】

前記制御部は、

露光処理シーケンスにおいて原板の交換が実施された直後に前記位置合わせを行なう場合及び処理された基板の枚数が所定の値に達した場合には、前記第 2 の手順により前記計測部に計測を実行させ、それ以外の場合には、前記第 1 の手順により前記計測部に計測を実行させる

ことを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 4】

前記制御部は、

露光処理シーケンスにおいて原板の交換が実施された直後に前記位置合わせを行なう場合及び前記第 2 の手順により前記位置合わせを行なった後からの経過時間が所定の値に達した場合には、前記第 2 の手順により前記計測部に計測を実行させ、それ以外の場合には、前記第 1 の手順により前記計測部に計測を実行させる

ことを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 5】

前記制御部は、

操作者により入力装置を介して入力された値に基づき前記所定の値を決める

ことを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の露光装置。

## 【請求項 6】

前記制御部は、

原板の露光光吸収率に応じて前記所定の値を決める

ことを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の露光装置。

## 【請求項 7】

前記制御部は、

1 つのロットの中で複数回にわたって前記計測部に計測を実行させ、

前記ロット内における前半から後半にかけて前記第 2 の手順にしたがった前記計測の頻

10

20

30

40

50

度を減らす

ことを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 8】

前記制御部は、

前記第 1 の手順において、前記基板に対する前記基板ステージの変位量の計測を実行する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 9】

前記制御部は、

前記第 2 の手順において、前記基板ステージに対する前記基板の回転量、前記基板の変形量、及び前記基板に対する前記基板ステージの変位量の計測を実行する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 いずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 10】

前記制御部は、

前記基板に付されたマークと前記基板ステージに付されたマークとを前記計測部の視野内に入れるために前記基板ステージ及び前記計測部の少なくとも一方を駆動させる

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 いずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 11】

デバイス製造方法であって、

請求項 1 記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、

前記工程で露光され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】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の対象物を相互に位置合わせする露光装置及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子製造用の露光装置では、回路パターンの微細化に伴い、基板（以下、レチクルと言う）上に形成されている電子回路パターンと基板（以下、ウェハと言う）上のパターンとを高精度にアライメントすることが要求されている。

【0003】

近年、露光装置においては、処理速度を向上させるため、ウェハを保持、移動するためのウェハステージを装置内に複数台備えた装置が提案されている。例えば、ウェハステージが 2 つ設けられた露光装置には、ウェハのアライメント誤差、フォーカス情報を計測する計測エリアと、計測エリアでの計測結果に基づいてレチクルのパターンをウェハに転写する露光エリアとが設けられる。各ウェハステージは、露光処理シーケンスに応じて装置内の 2 つのエリアを行き来することになる。

【0004】

各エリアには、ウェハステージの位置を計測する干渉計が設けられる。各干渉計は、各エリアにおいてウェハステージの位置の計測を行なうが、ウェハステージのエリアが切り替わる度に、計測対象となるステージの情報を切り替える必要がある。これは、干渉計によるウェハステージの位置の計測は、絶対位置を保証するものではなく、位置の変化を計測するためである。そのため、ウェハステージが計測エリアから露光エリアに移動し、干渉計が切り替えられると、ウェハステージは微量ながらも位置誤差を持つこととなる。

【0005】

干渉計の切り替えにより生じるウェハステージの位置誤差の計測には、例えば、TTR（Through The Reticle）計測が用いられる。TTR 計測では、レチクルに付されたマークとウェハステージに付されたウェハステージ基準マークとの位置ずれを、露光レンズを通

10

20

30

40

50

してダイレクトに検出する（特許文献1、特許文献2参照）。より詳細には、レチクルに付されたマークとウェハステージ基準マークとを計測器の視野内に入れて位置合わせすることにより、レチクルの変形誤差や置き誤差とウェハステージの位置誤差との相対誤差を計測する。また、この計測方法では、装置内雰囲気や露光熱により投影光学系の収差が変動して生じる誤差成分についても計測することができる。

【0006】

このようにして露光装置では、レチクル、ウェハ、ステージ、投影光学系における各位置誤差を補正演算し、露光ショットの正確な位置を算出する。そして、露光装置は、レチクルステージ、ウェハステージをスキャン&ステップ駆動し、また更に、投影光学系による結像特性を補正しながら、各ショットにおいて順次露光を行なう。

【特許文献1】特開2005-175400号公報

【特許文献2】特開平05-045889号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

干渉計の切り替えにより生じるウェハステージの位置誤差等を補正するための計測に際して、レチクルの変形誤差や置き誤差、及びウェハステージの位置誤差をそれぞれ算出する場合、レチクル上下に付された複数のマークのずれ量を計測する必要性がでてくる。

【0008】

例えば、図7に示すように、レチクルの上部、下部にそれぞれ、X方向の変位を計測できるマーク群XU及びXD、Y方向の変位を計測できるマーク群YU及びYDが配置されているものとする。ここで、特許文献1や特許文献2に記載された計測器を用いると、露光スリットの長手方向の線上に並んだYU、XUのマーク群を同時に計測することができる。また同様にYD、XDのマーク群も同時に計測することができる。しかし、レチクルの上部、下部に分かれたマーク群（例えば、XU、XD）の両方を計測する場合は、レチクルステージを駆動しなければならない。

【0009】

ここで、ウェハステージとレチクルとの相対回転誤差（ウェハステージの位置誤差）は、YUL、YURのずれ量の差分を元にして算出するため、YUマーク群（或いはYDマーク群）のみを計測すればよい。これに対して、レチクルとレチクルステージとの相対回転誤差（レチクルの置き誤差）は、レチクルステージのY軌道に対するXマークの上下差から算出するため、XU、XD両方のマーク群を計測しなければならない（図8参照）。なお、図8では、簡略化のためXUR、XDRマークのみ記載している。

【0010】

また、レチクルが露光負荷を受けて物理的に膨張した場合にも、その誤差を計測する必要性が生じてくる。X方向のレチクル膨張誤差（レチクルの変形誤差）は、XUL、XURのずれ量の差分から算出するため、XUマーク群（或いはXDマーク群）のみを計測すればよい。これに対して、Y方向のレチクル膨張誤差（レチクルの変形誤差）は、Yずれ量の差分を計測するため、YU、YD両方のマーク群を計測しなければならない。

【0011】

このようにレチクルの変形や置き位置により生じる誤差の計測には、同時に計測できないマーク群の計測が必要となってしまう場合がある。仮に、高速処理可能な計測器を用いて1マーク辺り数10～数100msで計測したとしても、ウェハ処理のスループットの低下は避けられない。

【0012】

そこで、本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、レチクルとウェハ（ウェハステージ）との位置合わせ計測に用いる手順を状況に応じて変更させるようにした露光装置及びデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

10

20

30

40

50

上記目的を達成するため、本発明の一態様は、原板ステージに保持された原板を基板ステージに保持された基板に位置合わせして該原板のパターンを該基板に投影し該基板を露光する露光装置であって、前記原板に付されたマークと前記基板ステージに付されたマークとの位置関係を計測する計測部と、前記原板に付されたマークと前記基板ステージに付されたマークとを前記計測部の視野内に入れて前記計測部に計測を実行させる制御部とを具備し、前記制御部は、第1の手順及び第2の手順を少なくとも含む複数の手順のいずれかにしたがって前記計測部に計測を実行させ、前記実行した計測により得られた結果に応じて前記位置合わせを行なうように構成され、前記第1の手順は、前記第2の手順よりも前記計測部による前記原板に付されたマークの計測回数が少ないことを特徴とする。

【0014】

また、本発明の一態様によるデバイスの製造方法は、上記のような露光装置を用いて基板を露光する工程と、前記工程で露光された基板を現像する工程とを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、原板と基板（基板ステージ）との位置合わせ計測に用いる手順を状況に応じて変更させる。これにより、例えば、原板と基板ステージとの相対位置関係の位置合わせの精度を維持しつつ、原板の変形誤差や回転誤差等の計測に伴った原板ステージの駆動を起因としたスループットの低下を抑制させられる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明に係わる露光装置及びデバイス製造方法の実施形態について添付図面を参照して説明する。

【0017】

図1、図2は、本発明の一実施の形態に係わる露光装置の構成の一例を示す図である。図1は装置を上方から見た図であり、図2は装置を側面から見た図である。なお、図1、図2に示す露光装置は、複数（この場合、2つ）のウェハステージを有する。

【0018】

図1、図2において、1は原板であるレチクル（マスク）、2はレチクルを保持した状態で移動するレチクルステージ（原板ステージ）である。5、6は基板であるウェハ7を保持して任意の位置に移動するウェハステージ（基板ステージ）である。

【0019】

9はレーザー干渉計であり、各ウェハステージ5、6は、このレーザー干渉計9によりその位置を正確に制御される。ウェハ7は、ウェハ搬送手段（不図示）により、装置外から運ばれ、ウェハステージ5或いはウェハステージ6に保持される。ウェハステージ5及びウェハステージ6は、露光処理シーケンスに応じて装置内の2つのエリア（第1のエリア、第2のエリア）を行き来することになる。

【0020】

第1のエリアは、ウェハ7のアライメント誤差、フォーカス情報を計測する領域（図中、12の破線で囲まれた領域）である。以下、この第1のエリアを「計測エリア」と呼ぶ。また、第2のエリアは、計測エリア12で計測されたウェハ7の情報に基づいてレチクル1のパターンを投影光学系3を通してウェハ7に転写する領域（図中、11の破線で囲まれた領域）である。以下、この第2のエリアを「露光エリア」と呼ぶ。

【0021】

計測エリア12では、ウェハアライメントスコープ4を用いて、ウェハ7の平面方向、鉛直方向の変位、変形情報を計測する。ウェハアライメントスコープ4は、ウェハ上のパターンを計測しウェハのXY方向のずれを計測するための顕微鏡、ウェハ上の各点の高さ情報を検出するためのレベリング計測器の機能を具備する計測部として機能する。計測エリア12におけるウェハ7の変位や変形情報の計測は、露光エリア11においてウェハ7の露光処理を行なっている間に行なわれる。したがって、複数ステージを有する露光装置

10

20

30

40

50

は、単一のウェハステージを有する装置に比べて、処理速度及び精度がともに向上する。

【0022】

レーザ干渉計9は、ウェハステージ5、6の位置を計測するが、双方のウェハステージの移動エリアが切り替わる度に、計測対象となるステージの情報を切り替える必要がある。上述した通り、レーザ干渉計9は絶対位置を保証するものではなく、位置の変化を計測するためである。そのため、ウェハステージ5、6が計測エリア12から露光エリア11に移動し、レーザ干渉計9が切り替えられると、ステージは微量ながらも位置誤差を持つこととなる。干渉計の切り替えにより生じるウェハステージ5、6の位置(姿勢を含む)の誤差には、平面方向のずれ、高さ、回転、傾き等の誤差成分が考えられる。露光装置においては、レチクル1とウェハ7とを高精度に位置合わせしなければならないため、微量であってもこれらのステージ誤差を計測、補正する必要がある。例えば、ウェハステージ5、6にリジッドに固定されたガラス基板上におけるマークパターンの位置情報を検出し、ウェハステージ5、6の位置誤差を計測する方法が知られている。図1、図2では、8に示すウェハステージ基準マーク(以下、ステージ基準マーク)と呼ばれるガラス基板がウェハステージ5、6の各ステージ上に具備される。計測エリア12でのステージ位置誤差は、ウェハアライメントスコープ4を用いてステージ基準マーク上のパターンを検出することによって計測、補正される。

10

【0023】

ウェハステージ5、6の変位を計測する場合は、図4に示すXU/YU或いは、XD/YDのいずれか1組のマーク群のみを計測すればよく、レチクルステージ2の駆動は伴わない。一方、レチクル1の変形誤差、置き誤差を計測するには、上述したXU、YU、XD、YDのマークの計測が必要となり、レチクルステージ2の駆動が伴う。なお、レチクル1の置き誤差は、レチクル交換が行なわれた時に発生し、それ以降では無視できるほど微量にしか変わらない。また、1枚のレチクルに対して多数のウェハ群を処理する場合、ロット内の先頭のみレチクル交換が発生し、ロット内における処理ではレチクル交換が行なわれない。これらの処理の特徴から本実施形態においては、ロット先頭でレチクル交換が行なわれた時にのみ、レチクルの置き誤差を計測する。すなわち、ロットの先頭において、XU/YU、XD/YDのマーク群を計測し、以後、同一レチクルを用いたロット内における処理においては、ウェハステージの変位のみを補正するために、XU/YU或いはXD/YDいずれか一方のマーク群のみを計測する。そうすることにより、ロット内2枚目以降のウェハ処理においては、レチクルマークの計測回数を減らすことができる。また、ロットの先頭でレチクル置き誤差の補正が行なわれているため、当該誤差による影響も受けない。

20

30

【0024】

ここで、図3を用いて、図1、図2に示す露光装置における露光処理シーケンスについて説明する。ここでは、干渉計の切り替えにより生じるステージ誤差を補正してレチクルとウェハとを位置合わせする処理を重点的に取り上げて説明する。なお、説明の便宜上、図1、図2の5に示すウェハステージ(1)が計測エリア12に存在する状態で処理が開始されるものとし、また、図1、図2の6に示すウェハステージ(2)の処理の説明については省略する。ウェハステージ(1)、(2)は独立に並行動作でき、計測エリア12において、ウェハステージ(1)が処理状態にあれば、ウェハステージ(2)は、露光エリア11において、ウェハステージ(1)と同様に処理状態にある。

40

【0025】

露光装置は、まず、制御部(例えば、不図示の装置制御用のコンピュータ)において、レチクル搬送手段(不図示)を制御し、レチクル1をレチクルステージ2に搬入する(ステップS101)。レチクル搬送手段は、メカニカルな誤差を持っているため、レチクルステージ2に搬入されるレチクル1の置き誤差はレチクル1が搭載される度、変位する。なお、レチクル1の置き誤差は、後述の処理(ステップS106)で計測される。次に、露光装置は、制御部において、ウェハ搬送手段(不図示)を制御し、露光処理対象であるウェハ7をウェハステージ5に搬入する(ステップS102)。ウェハステージ5に搭載

50

されたウェハ7は、位置（姿勢を含む）誤差を有している。このウェハ搭載時に生じる誤差は、ウェハ7の置き誤差、外形基準からのパターンずれ、厚み、パターンの高さ方向ずれ等を起因として生じる。

#### 【0026】

レチクルステージ2及びウェハステージ5の搬入が済むと、露光装置は、計測エリア12におけるウェハステージ5の位置を計測する（ステップS103）。この計測は、制御部による制御に基づいて行なわれる。ステップS103における計測処理では、計測エリア12に設けられたアライメントスコープ4を用いてステージ基準マーク8が計測され、ウェハアライメントスコープ4を基準にしたウェハステージの正確な位置が算出される。結果としてウェハステージが本来あるべき位置からの変位（位置誤差）が検出される。このとき、露光装置は、制御部において、ウェハステージ5の位置誤差をデータAとしてRAM（Random Access Memory）等のメモリに保持する。なお、ステップS101の処理におけるレチクル搬入、ステップS102の処理におけるウェハ搬入、ステップS103におけるウェハステージの位置誤差の計測は、図3に示す順序通りに行なう必要はない。例えば、各処理の順序は入れ替わってもよいし、また可能であれば並行に処理されてもよい。

10

#### 【0027】

露光装置の制御部は、アライメントスコープ4を用いて、ステップS102におけるウェハ搭載時に生じた誤差を計測する。具体的には、ウェハ7のZ高さ、ウェハ上パターンのXYずれを計測し、ウェハ7及びウェハ上の各露光ショットにおける位置誤差を計測する（ステップS104）。ここで、計測されたウェハ7及び各ショットの位置誤差は、データBとしてデータA同様にRAM等のメモリに保持される。

20

#### 【0028】

次に、露光装置は、制御部において、ウェハ駆動機構を制御し、計測エリア12から露光エリア11にウェハステージ5を駆動させる（ステップS105）。この駆動により、ウェハステージの位置制御に使われるレーザー干渉計9が切り替わる。つまり、露光エリア11におけるウェハステージ5は、レーザー干渉計9の切り替えにより、例えば、XY変位、回転、Z変位、傾きといった位置誤差を有する。

#### 【0029】

露光エリア11にウェハステージが駆動されると、露光装置は、制御部において、干渉計の切り替えにより生じたウェハステージ5の位置誤差等を計測する（ステップS106）。上述した通り、この誤差の計測には、例えば、TTR計測が用いられる。すなわち、レチクル1に付されたマークとウェハステージ5に付されたステージ基準マークとをアライメントスコープ4の視野内に入れて位置合わせすることにより、レチクルの変形誤差や置き誤差とウェハステージの位置誤差との相対誤差を計測する。また同時に、装置内雰囲気や露光熱により投影光学系3の収差が変動して生じる誤差成分についても計測する。露光装置は、制御部において、この工程で得られたウェハステージの位置誤差をデータCとしてRAM等のメモリに保持する。なお、ステップS106の処理では、TTR計測により各種位置誤差を計測するが、この処理では従来、レチクルの変形誤差や置き誤差の計測、ウェハステージの位置誤差の計測等が一律に全て行なわれるのが一般であった。これに対して本実施形態においては、必ずしもこの処理全てを行なわない。このステップS106における処理の詳細については後述するが、例えば、レチクルの置き誤差等の計測は、ロット先頭でレチクル交換が行なわれた時にのみ行なうことになる。

30

40

#### 【0030】

続いて、露光装置は、制御部において、上述した処理でRAM等に格納されたデータA、データB、データCから、レチクル、ウェハ、ステージ、投影光学系の各位置誤差を補正演算して、露光ショットの正確な位置を算出する。そして、制御部は、その結果に基づいてレチクルステージ2、ウェハステージ5をスキャン&ステップ駆動、更に、投影光学系3による結像特性を補正しながら、各ショットにおいて順次露光を行なう（ステップS107）。

50

## 【 0 0 3 1 】

一連のショットが済んだ後、露光装置は、制御部において、レチクル交換処理が必要であるか否かの判定を行なう。レチクル交換は、例えば、複数のレチクルパターンの多重露光を行なう場合に必要となる。なお、多重露光とは、同一の露光ショットで複数のレチクルパターンをウェハに転写する露光方法である。レチクル交換が必要な場合は（ステップ S 1 0 8 で Y E S ）、レチクル交換処理を行なった後（ステップ S 1 0 9 ）、再度、レチクルとウェハステージとの相対誤差を算出するために、ステップ S 1 0 6 処理に戻る。また、一枚のウェハ上で処理すべきレチクルがない場合には（ステップ S 1 0 8 で N O ）、露光装置は、制御部において、ウェハ駆動機構を制御し、ウェハステージ 5 を計測エリア 1 2 に駆動する（ステップ S 1 1 0 ）。この結果、ウェハ搬送手段によりウェハが露光装置外へ搬出される（ステップ S 1 1 1 ）。 10

## 【 0 0 3 2 】

その後、露光装置は、制御部において、処理すべきウェハが存在するか否かを判断し、処理すべきウェハが存在すれば（ステップ S 1 1 2 で Y E S ）、再度、ステップ S 1 0 2 の処理に戻る。処理すべきウェハが存在しない場合には（ステップ S 1 1 2 で N O ）、この露光処理シーケンスを終了する。

## 【 0 0 3 3 】

このように上述した一連の露光処理シーケンスを実行することで、ウェハやレチクルを搬入する際に生じる誤差や、干渉計の切り替えにより生じる誤差が検出された場合であっても、レチクルとウェハ（ウェハステージ）とを正確に位置合わせすることができる。 20

## 【 0 0 3 4 】

ここで、図 3 のステップ S 1 0 6 における処理の詳細な流れについて説明する。具体的には、T T R 計測により干渉計の切り替えにより生じるウェハステージの位置誤差等を計測する際の処理の詳細について説明する。

## 【 0 0 3 5 】

この処理が開始されると、露光装置は、制御部において、直前にレチクル交換が行なわれたか否かを判定する。すなわち、レチクル交換が行なわれた直後の露光処理シーケンスであるか否かの判定を行なう。直前にレチクル交換が行なわれていれば（ステップ S 2 0 1 で Y E S ）、露光装置は、制御部において、第 2 の手順に従った計測処理を開始する。この計測処理手順では、まず、レチクル 1 に付された X U / Y U のマーク群（図 7 に示す X U L 、 X U R 、 Y U L 、 Y U R ）と、ウェハステージ基準マーク 8 とを T T R 計測する（ステップ S 2 0 2 ）。ここでは、レチクルマークに対するステージ基準マークのずれ量をそれぞれ、 $x_{u1}$ 、 $x_{ur}$ 、 $y_{u1}$ 、 $y_u$ とする。 30

## 【 0 0 3 6 】

続いて、露光装置は、レチクル 1 に付された X D / Y D のマーク群（図 7 に示す X D L 、 X D R 、 Y D L 、 Y D R ）と、ウェハステージ基準マーク 8 とを T T R 計測する（ステップ S 2 0 3 ）。このときのレチクルマークに対するステージ基準マークのずれ量をそれぞれ、 $x_{d1}$ 、 $x_{dr}$ 、 $y_{d1}$ 、 $y_d$ とする。

## 【 0 0 3 7 】

この計測が済むと、露光装置は、制御部において、レチクルステージ 2 の走り方向に対するレチクル 1 の回転誤差（レチクル置き誤差）を算出する（ステップ S 2 0 4 ）。この回転誤差の算出は、 $x_{u1}$ 、 $x_{ur}$ 、 $x_{d1}$ 、 $x_{dr}$  の値を用いて行なわれる。ここで、レチクル回転誤差  $r$  は以下の式で求められる。 40

## 【 0 0 3 8 】

$$r = ( x_{u1} + x_{ur} - x_{d1} - x_{dr} ) / ( 2 \times M s p a n ) \cdots ( 1 )$$

式 ( 1 ) 中の  $M s p a n$  は、レチクル上における X U マーク群と X D マーク群との距離を示している。ここで、露光装置は、制御部において、当該計算により導出されたレチクルの回転誤差量  $r$  を R A M 等のメモリ上に記憶させる。

## 【 0 0 3 9 】 50

続いて、露光装置は、 $y_{ul}$ 、 $y_{ur}$ 、 $y_{dl}$ 、 $y_{dr}$ の値を用いて、レチクルY倍率算出（レチクルのY方向変形誤差）を算出する（ステップS205）。レチクルY倍率誤差  $r$  は以下の式で求められる。

【0040】

$$r = (y_{ul} + y_{ur} - y_{dl} - y_{dr}) / (2 \times Mspan) \cdots (2)$$

露光装置は、制御部において、当該計算により導出された倍率誤差  $r$  をRAM等のメモリ上に記憶させる。

【0041】

最後に、露光装置は、XD/YD群のマークから得られた情報のみを用いて、ウェハステージの位置誤差を算出する（ステップS206）。YDマーク群のL/Rのずれ量の差分からウェハステージの回転量  $w$  を求めることができる。

【0042】

$$w = (y_{dr} - y_{dl}) / Mspan \cdots (3)$$

XDマーク群、YDマーク群のずれ量の平均値からウェハステージの並進量  $S_x$ 、 $S_y$  を求めることができる。

【0043】

$$S_x = (x_{dr} + x_{dl}) / 2$$

$$S_y = (y_{dr} + y_{dl}) / 2 \cdots (4)$$

また、ステップS201における判定において、直前にレチクル交換が行なわれていない場合（ステップS201でNO）、露光装置は、制御部において、第1の手順に従った計測処理を開始する。この計測処理手順では、レチクルXD/YD群のマークのみを計測する（ステップS207）。すなわち、レチクルの変形誤差、置き誤差の計測に際して必要となるXU、YU群のマークの計測は行なわない。この計測後、露光装置は、上述したステップS206の処理に進み、式(3)、式(4)を用いてウェハステージの変位  $w$ 、 $S_x$ 、 $S_y$  を算出する。なお、レチクルの置き誤差、変形量（ $R$ 、 $R$ ）は既に算出されたRAM等のメモリ上に記憶されている値を使う。

【0044】

このように直前にレチクル交換が行なわれたか否かを判定するように構成することで、直前にレチクル交換が行なわれていない場合には、レチクルXU/YU群のマーク計測処理を省略できるため、処理時間を短縮できる。

【0045】

なお、本実施形態では、レチクルのマーク数を合計8個（XUL、XUR、YUL、YUR、XDL、XDR、YDL、YDR）として説明を行ったが、マークの個数、組み合わせを限定しているわけではない。レチクルの置き誤差、変形量、ウェハステージの変位量を独立に計測するために必要なマーク数やマークの組み合わせであれば、本実施形態の方法を適用可能である。

【0046】

（実施形態2）

次に、実施形態2について説明する。上述した実施形態1では、レチクル交換が直前に行なわれた場合にのみ、第2の手順（レチクルの置き誤差等の計測を含む）に従った計測を行っていた。これは、レチクルの置き誤差は、レチクル交換が行なわれた時に発生し、それ以降では無視できるほど微量にしか変わらないためである。この処理に関して、実施形態2では、ロット内においてレチクル誤差の計測を所定条件に該当する場合にも行なうようにしてロット内で間欠的に複数回実行する場合について説明する。これは、レチクルに照射される露光光の影響でレチクル自身が微量ながらも変形していく事を考慮している。レチクルの変形誤差、置き誤差の計測は、例えば、ウェハ処理枚数  $n$  枚おきに行なう。これは、露光装置に設けられた入力部（不図示）を介して操作者により入力されたパラメータ（ $n$  枚）にしたがって行なう。なお、パラメータの入力は、操作者が任意のタイミングでこの計測の実施を指示できるようにしてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 7 】

ここで、図 5 を用いて、実施形態 2 に係わる露光装置における露光処理シーケンスについて説明する。ここでは、TTR 計測により干渉計の切り替えにより生じるウェハステージの位置誤差等を計測する際の処理の流れについて説明する。なお、レチクルの変形計測をウェハ n 枚おきに実施するように予めパラメータ入力が行なわれているものとする。また、図 5 のステップ S 3 0 1 及びステップ S 3 0 2 以外の処理は、実施形態 1 で説明した図 4 の処理と同様となるため、ここでは、ステップ S 3 0 1 及びステップ S 3 0 2 以外の処理についての説明は省略する。

## 【 0 0 4 8 】

この処理が開始されると、露光装置は、制御部において、直前にレチクル交換が行なわれたか否かを判定する。すなわち、レチクル交換が行なわれた直後の露光処理シーケンスであるか否かの判定を行なう。直前にレチクル交換が行なわれていれば（ステップ S 3 0 1 で YES）、露光装置は、制御部において、第 2 の手順に従った計測処理を開始する。具体的には、実施形態 1 の図 4 に示すステップ S 2 0 2 ~ ステップ S 2 0 6 と同様の処理を実施する（ステップ S 3 0 3 ~ ステップ S 3 0 7）。

10

## 【 0 0 4 9 】

一方、直前にレチクル交換が行なわれていなければ（ステップ S 3 0 1 で NO）、露光装置は、制御部において、ウェハの処理枚数が所定枚数（n 枚目）であるか否かを判定する。すなわち、パラメータ入力された指定ウェハ枚数に現在の処理ウェハ枚数が達したか否かの判定を行なう。ウェハの処理枚数が所定枚数であれば（ステップ S 3 0 2 で YES）、露光装置は、制御部において、第 2 の手順に従った計測処理を開始する。具体的には、実施形態 1 の図 4 に示すステップ S 2 0 2 ~ ステップ S 2 0 6 と同様の処理を実施する（ステップ S 3 0 3 ~ ステップ S 3 0 7）。そうでなければ（ステップ S 3 0 2 で NO）、露光装置は、制御部において、第 1 の手順に従った計測処理を開始する。具体的には、実施形態 1 の図 4 に示すステップ S 2 0 7 と同様の処理を実施する（ステップ S 3 0 8）。

20

## 【 0 0 5 0 】

このようにレチクル変形計測を間欠的（n 枚目毎）に実施できるようコンピュータへのパラメータ指定ができるようにしておくことで、ロット処理中にレチクル変形が発生しても正しい計測が行なえる。

30

## 【 0 0 5 1 】

なお、実施形態 2 においては、レチクル変形計測の間欠実施タイミングの一例として、ウェハ枚数を用いる場合を例に挙げたが、「（前回）レチクル変形計測実施時からの経過時間」等を用いてもかまわない。この場合、（前回）レチクル変形計測実施時からの経過時間が予め決められた時間を越えていれば、レチクル変形計測が実施されることになる。

## 【 0 0 5 2 】

また、レチクル変形が熱負荷によって発生している場合、その変形量は指数関数的な変化を示すものと考えられる。そのため、実施タイミングを等間隔とせず、ロット処理の前半では頻繁に実施し、ロット処理の後半（中盤以降）ではまばらに実施するようにスケジュールしてもよい。これは、実施間隔のパラメータを不等間隔で指定できるようにすればよい。例えば、ロット内でのレチクル変形計測のタイミングの指定がウェハ処理枚数「1、2、5、10、20」のように不等間隔指定できるようにする。この場合、ロット処理の前半から後半にかけて処理間隔を示すウェハ処理枚数が大きい値に指定されることになる。このようにすることでロット処理の初期におけるレチクルの急激な変形を補正しつつ、変形が安定したロット処理後半ではレチクル変形計測の頻度を下げることができる。これにより、精度の向上とともにロット処理速度を高めることができる。

40

## 【 0 0 5 3 】

（実施形態 3）

次に、実施形態 3 について説明する。上述した実施形態 2 では、操作者がレチクル変形計測の実施タイミングをパラメータ入力する場合について説明したが、実施形態 3 では、

50

レチクル変形計測の実施タイミングを自動で決定する場合について説明する。

【0054】

一般に、透過型のレチクルにおいては、レチクルの透過率が低いほど、レチクル変形が顕著に発生する。また、反射型レチクルにおいては、レチクルの反射率が高いほど、レチクル変形が顕著に発生する。つまり、露光光をレチクルが吸収する、すなわち、露光光吸収率によってレチクル変形の発生量が予測できる。そのため、実施形態3においては、レチクル変形計測の実施タイミングをレチクルの透過率に合わせて自動で決定する。

【0055】

ここで、図6を用いて、実施形態3に係わる露光装置における露光処理シーケンスについて説明する。ここでは、TTR計測により干渉計の切り替えにより生じるウェハステージの位置誤差等を計測する際の処理の流れについて説明する。また、図6のステップS401～ステップS404以外の処理は、実施形態1で説明した図4の処理と同様となるため、ここでは、ステップS401～ステップS404以外の処理についての説明は省略する。

10

【0056】

この処理が開始されると、露光装置は、制御部において、直前にレチクル交換が行なわれたか否かの判定を行なう。直前にレチクル交換が行なわれていれば（ステップS401でYES）、露光装置は、制御部において、当該レチクルの透過率を計測する（ステップS402）。なお、レチクル透過率の計測は、例えば、特開昭63-132427に記載されているような既知の方法で自動計測できるため、その説明について省略する。

20

レチクル透過率の計測が済むと、露光装置は、制御部において、当該計測結果に基づきレチクル変形計測をウェハ処理枚数何枚目（ $n$ 枚目）に行なうかを決定する（ステップS403）。例えば、レチクル透過率が3%未満なら、レチクル変形計測の実施間隔を「ウェハ10枚おき」とし、レチクル透過率が30～60%未満であれば、「ウェハ5枚おき」、60%以上であれば、「ウェハ3枚おき」とパラメータを制御部が自動に判断する。

【0057】

このようにしてレチクル変形計測を行なうタイミングが決定すると、露光装置は、制御部において、第2の手順に従った計測処理を開始する。具体的には、実施形態1の図4に示すステップS202～ステップS206と同様の処理を実施する（ステップS405～ステップS409）。

30

【0058】

一方、直前にレチクル交換が行なわれていなければ（ステップS401でNO）、露光装置は、制御部において、ウェハの処理枚数が所定枚数目（ $n$ 枚）であるか否かを判定する。すなわち、ステップS403の処理で決定された指定ウェハ枚数に現在の処理ウェハ枚数が合致したか否かの判定を行なう。ウェハの処理枚数が所定枚数目であれば（ステップS404でYES）、露光装置は、制御部において、第2の手順に従った計測処理を開始する。具体的には、実施形態1の図4に示すステップS202～ステップS206と同様の処理を実施する（ステップS405～ステップS409）。そうでなければ（ステップS404でNO）、露光装置は、制御部において、第1の手順に従った計測処理を開始する。具体的には、実施形態1の図4に示すステップS207と同様の処理を実施する（ステップS410）。

40

【0059】

こうすることで使用されるレチクルに応じて、レチクル変形計測を実施することになるため、生産性が向上する。また、操作者による判断ミスや操作ミスを防ぐ効果も得られる。

【0060】

なお、実施形態3においては、レチクル変形計測の間欠実施タイミングの一例として、ウェハ枚数を用いる場合を例に挙げたが、実施形態2同様に、「（前回）レチクル変形計測実施時からの経過時間」等を用いてもかまわない。この場合、（前回）レチクル変形計

50

測実施時からの経過時間が予め決められた時間を越えていれば、レチクル変形計測が実施されることになる。

【0061】

また、レチクル変形量の実測値の変化量から、レチクル変形計測の実施タイミングを自動で決定してもよい。例えば、処理開始時は、ウェハ毎にレチクル変形計測を実施し、前回からのレチクル変形量の変動差分の量に応じて、次回の実施タイミングを決定するようにすればよい。この場合、実際のレチクル変形の変動傾向に応じてロット内での計測回数が決定されるので、無駄な計測を削減できる。

【0062】

以上説明したように実施形態1～3によれば、レチクルとウェハ（ウェハステージ）との位置合わせ計測に用いる手順を状況に応じて変更させる。これにより、例えば、レチクルとウェハステージとの相対位置関係の位置合わせの精度を維持しつつ、レチクルの変形誤差や置き誤差等の計測に伴ったレチクルステージの駆動を起因としたスループットの低下を抑制させられる。

10

【0063】

以上が本発明の代表的な実施形態の一例であるが、本発明は、上記及び図面に示す実施形態に限定することなく、その要旨を変更しない範囲内で適宜変形して実施できるものである。

【0064】

例えば、上述した実施形態1～3では、レチクルステージを駆動させて、例えば、レチクルに付されたマークとウェハステージに付されたマークとをアライメントスコープの視野内に入れていたが、これに限られない。例えば、レチクルステージを駆動させずにアライメントスコープを駆動させるようにしてもよい。すなわち、レチクルステージ及びアライメントスコープの少なくとも一方を駆動させてマーク等を位置合わせしてもよいということである。

20

【0065】

なお、デバイス（半導体集積回路、液晶表示素子等）は、上記した図1、図2に示す露光装置を用いて、感光剤を塗布した基板を露光する露光工程と、露光されたその基板を現像する現像工程と、他の周知の工程とを経ることにより製造されることになる。

【図面の簡単な説明】

30

【0066】

【図1】本実施形態に係わる露光装置の構成の一例を示す図である（上面図）。

【図2】本実施形態に係わる露光装置の構成の一例を示す図である（側面図）。

【図3】図1、図2に示す露光装置における処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図4】図3に示すS106における処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図5】実施形態2に係わる露光装置における処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図6】実施形態3に係わる露光装置における処理の流れの一例を示すフローチャートである。

40

【図7】レチクル上におけるマークの配置構成の一例を示す図である。

【図8】レチクルの相対回転誤差の計測方法の一例を説明するための図である。

【符号の説明】

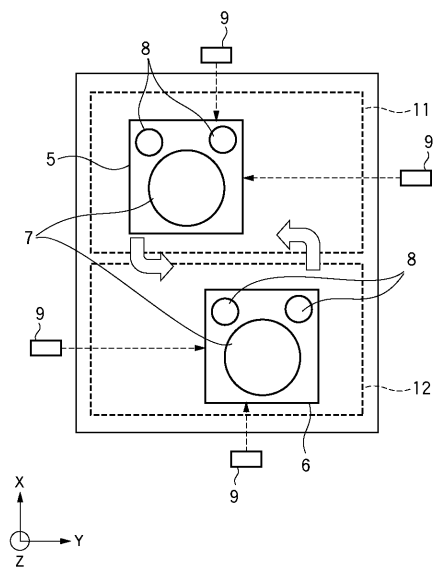
【0067】

- 1 レチクル
- 2 レチクルステージ
- 3 投影光学系
- 4 ウェハアライメントスコープ
- 5、6 ウェハステージ
- 7 ウェハ

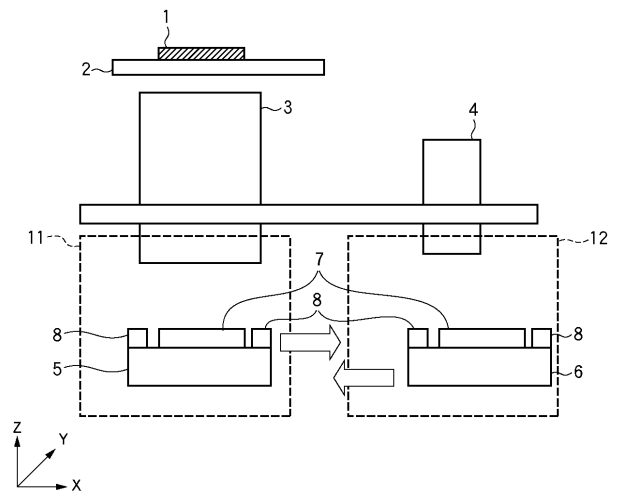
50

- 8 ウェハステージ基準マーク
- 9 レーザ干渉計
- 1 1 露光エリア
- 1 2 計測エリア

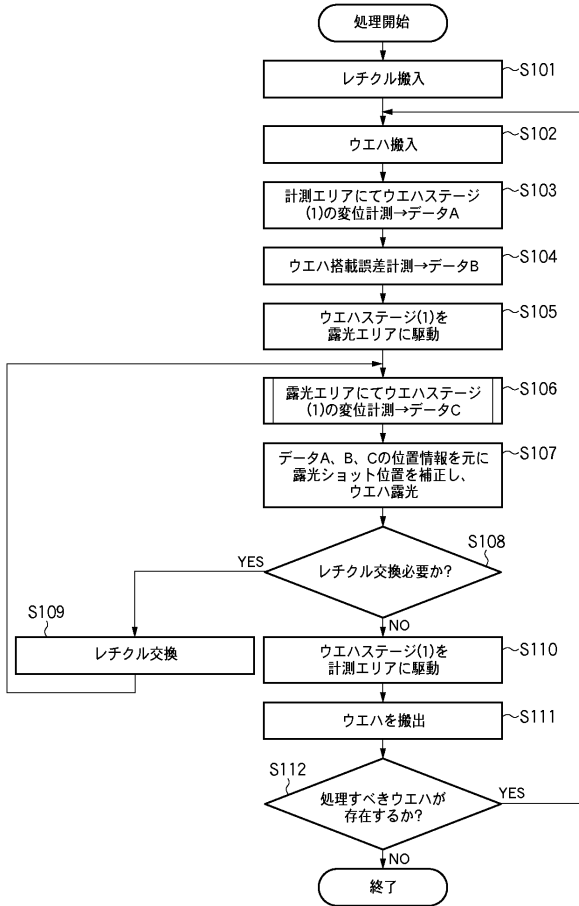
【 図 1 】



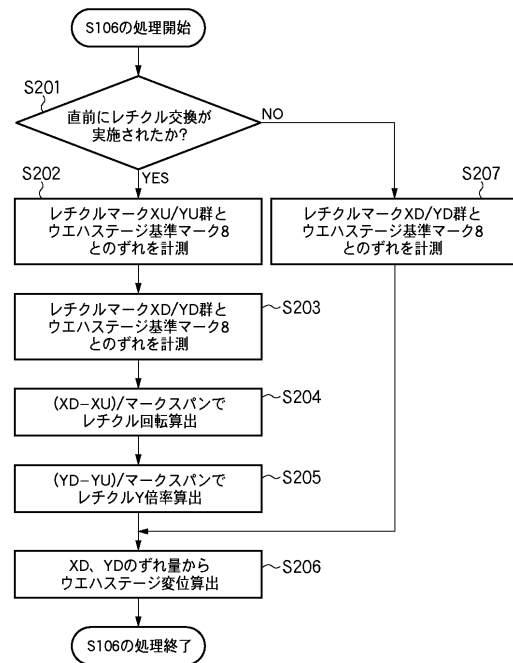
【 図 2 】



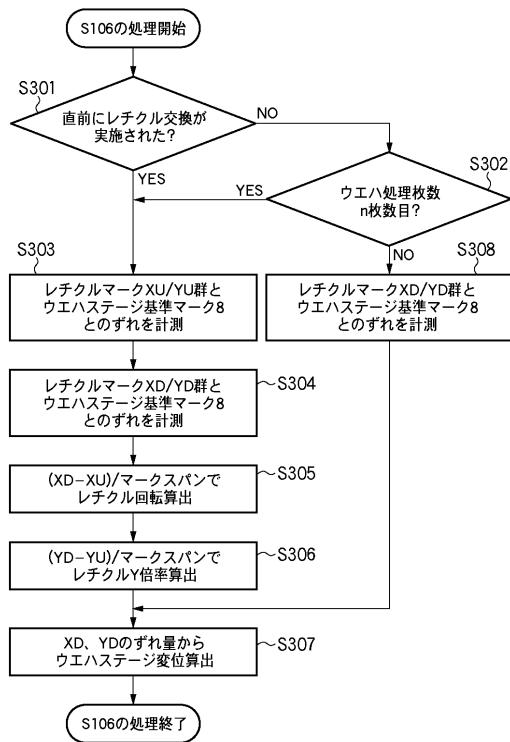
【 図 3 】



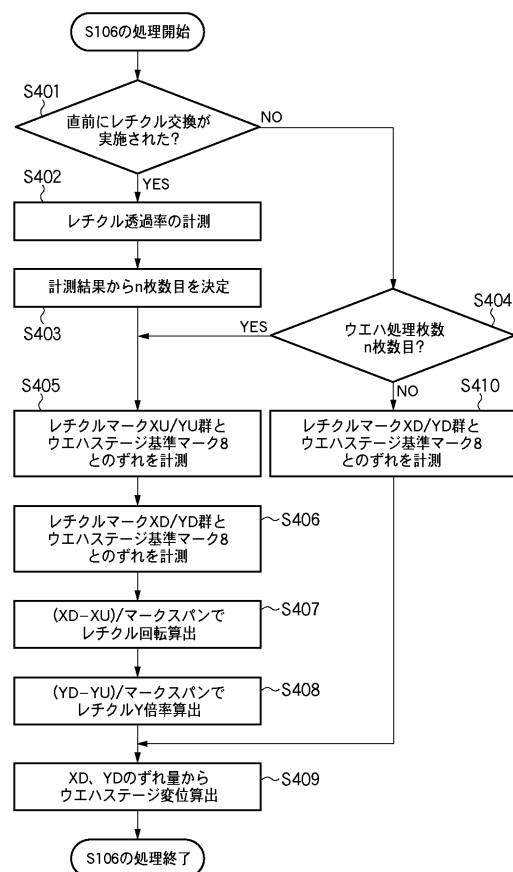
【 図 4 】



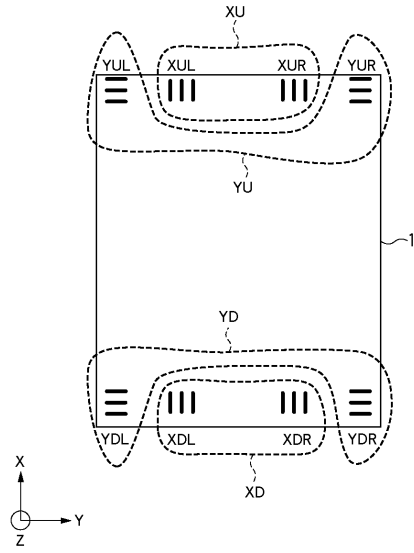
【 図 5 】



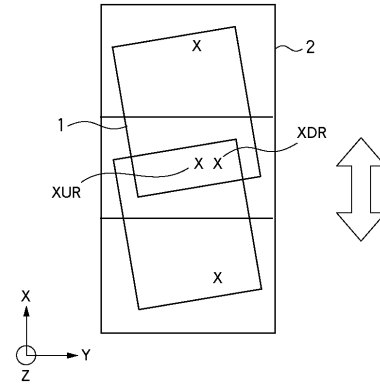
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 森本 修

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA03 AA09 AA14 AA20 AA39 AA65 BB02 BB18 BB27 CC20  
FF04 FF55 GG04 MM02 PP12 PP24  
5F031 CA02 CA07 HA53 JA02 JA27 JA38 JA51 MA27  
5F046 AA17 CC01 CC03 CC15 CC16 CD01 DA07 DB05 DC12 EB01  
EB02 ED01 FC04 FC05 FC07