

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7317579号
(P7317579)

(45)発行日 令和5年7月31日(2023.7.31)

(24)登録日 令和5年7月21日(2023.7.21)

(51)国際特許分類	F I
G 0 3 F 9/00 (2006.01)	G 0 3 F 9/00 H
G 0 1 B 11/00 (2006.01)	G 0 1 B 11/00 H

請求項の数 15 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-106854(P2019-106854)	(73)特許権者	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	令和1年6月7日(2019.6.7)	(74)代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(65)公開番号	特開2020-201336(P2020-201336 A)	(74)代理人	100121511 弁理士 小田 直
(43)公開日	令和2年12月17日(2020.12.17)	(74)代理人	100208580 弁理士 三好 玲奈
審査請求日	令和4年5月24日(2022.5.24)	(72)発明者	江頭 信一 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		(72)発明者	村山 元気 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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 位置合わせ装置、位置合わせ方法、リソグラフィ装置、および、物品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体に形成された、三次元構造を含む所定の対象の位置に基づき、前記物体の表面に沿う第1方向における前記物体の位置合わせを行う位置合わせ装置であって、

前記物体を保持して移動する保持部と、

前記保持部に保持された前記物体の表面に形成された前記所定の対象の前記三次元構造が撮像された画像を取得する取得部と、

前記三次元構造を含む前記所定の対象の前記第1方向における位置を検出する制御部と、
を備え、

前記制御部は、前記取得部によって取得された前記三次元構造が撮像された複数の画像とテンプレートとの相関度に基づき、前記物体の表面に垂直な第2方向における前記物体と前記取得部との相対的な距離、前記物体と前記取得部との相対的な傾き、または前記距離および前記傾きを決定し、前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きになるように前記保持部を制御した状態で前記取得部により取得された前記三次元構造を含む前記所定の対象の画像に基づき前記三次元構造を含む前記所定の対象の前記第1方向における位置を検出すると共に、

前記テンプレートは、前記三次元構造が撮像された画像における前記三次元構造のエッジ部分に対応した複数の特徴点を含む、

ことを特徴とする位置合わせ装置。

【請求項2】

10

20

前記制御部は、前記相関度が高くなるように前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きを繰り返し変更しながら、前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きを決定することを特徴とする請求項 1 に記載の位置合わせ装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記相関度と予め定めた閾値とを比較して前記相関度が前記閾値以下である場合に、前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きを決定することを特徴とする請求項 2 に記載の位置合わせ装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きを所定の回数だけ繰り返し変更した場合に、前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きを決定することを特徴とする請求項 2 に記載の位置合わせ装置。

10

【請求項 5】

前記三次元構造は、貫通孔、三次元形状を有するアライメントマーク、凸部、及び凹部の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の位置合わせ装置。

【請求項 6】

前記物体は、基板であり、前記第 1 方向は、前記保持部に保持された前記基板の表面に沿う方向であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の位置合わせ装置。

【請求項 7】

前記第 2 方向は、前記保持部に保持された前記基板の表面に垂直な方向であることを特徴とする請求項 6 に記載の位置合わせ装置。

20

【請求項 8】

前記制御部は、記憶部に決定された前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きを記憶し、前記記憶された前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きを用いて、前記保持部を駆動することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の位置合わせ装置。

【請求項 9】

前記取得部は、基準とする前記所定の対象の形状の画像である基準画像を取得し、前記制御部は、前記基準画像から前記所定の対象の特徴点を抽出し、前記テンプレートを生成することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の位置合わせ装置。

【請求項 10】

前記制御部は、記憶部にあらかじめ記憶された前記テンプレートをを用いて、前記物体の位置を調整することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の位置合わせ装置。

30

【請求項 11】

物体に形成された、三次元構造を含む所定の対象の位置に基づき、前記物体の表面に沿う第 1 方向における前記物体の位置合わせを行う位置合わせ装置であって、

前記物体を保持して移動する保持部と、

前記保持部に保持された前記物体の表面に形成された前記所定の対象の前記三次元構造が撮像された画像を取得する取得部と、

前記三次元構造を含む前記所定の対象の前記第 1 方向における位置を検出する制御部とを備え、

40

前記制御部は、前記取得部によって取得された前記三次元構造が撮像された複数の画像とテンプレートとの相関度に基づき、少なくとも前記物体と前記取得部との相対的な傾きを決定し、前記傾きになるように前記保持部を制御した状態で前記取得部により取得された前記三次元構造を含む前記所定の対象の画像に基づき前記三次元構造を含む前記所定の対象の前記第 1 方向における位置を検出する、

ことを特徴とする位置合わせ装置。

【請求項 12】

物体に形成された、三次元構造を含む所定の対象の位置に基づき、前記物体の表面に沿う第 1 方向における前記物体の位置合わせを行う位置合わせ方法であって、

保持部により前記物体を保持して移動する保持工程と、

50

前記保持部により保持された前記物体の表面に形成された前記所定の対象の前記三次元構造が撮像された画像を取得する取得工程と、

前記取得工程において取得された前記三次元構造が撮像された複数の画像とテンプレートとの相関度に基づき、前記物体の表面に垂直な第2方向における前記物体と前記取得部との相対的な距離、前記物体と前記取得部との相対的な傾き、または前記距離および前記傾きを決定する決定工程と、

前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きになるように前記保持部が制御された状態で前記取得部により取得された前記三次元構造を含む前記画像に基づき前記三次元構造を含む前記所定の対象の前記第1方向における位置を検出する検出工程と、を有し、
前記テンプレートは、前記三次元構造が撮像された画像における前記三次元構造のエッジ部分に対応した複数の特徴点を含む、
ことを特徴とする位置合わせ方法。

【請求項13】

物体に形成された、三次元構造を含む所定の対象の位置に基づき、前記物体の表面に沿う第1方向における前記物体の位置合わせを行う位置合わせ方法であって、

保持部により前記物体を保持して移動する保持工程と、

前記保持部により保持された前記物体の表面に形成された前記所定の対象の三次元構造が撮像された画像を取得する取得工程と、

前記取得工程において取得された前記三次元構造が撮像された複数の画像とテンプレートとの相関度に基づき、少なくとも前記物体と前記取得部との相対的な傾きを決定する決定工程と、

前記傾きになるように前記保持部が制御された状態で前記取得部により取得された前記三次元構造を含む前記画像に基づき前記三次元構造を含む前記所定の対象の前記第1方向における位置を検出する検出工程と、を有することを特徴とする位置合わせ方法。

【請求項14】

原版を用いて基板にパターンを形成するリソグラフィ装置であって、

前記物体である前記基板の位置合わせを行う請求項1乃至11のうちいずれか1項に記載の位置合わせ装置を有し、

前記位置合わせ装置によって位置合わせされた前記基板にパターンを形成することを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項15】

請求項14に記載のリソグラフィ装置を用いて基板上にパターンを形成する工程と、

前記工程で前記パターンを形成された基板を加工する工程と、を含み、

前記加工された基板から物品を製造する、

ことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

位置合わせ装置、位置合わせ方法、リソグラフィ装置、および、物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス製造用の露光装置においては、回路の微細化及び高密度化に伴い、回路パターンが形成されているレチクルと、それが投影される基板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】

レチクルと基板の相対的な位置合わせ技術として、基板上に設けられたアライメントマークを用いて、プリアライメント、ファインアライメントの2種類のアライメントを実行する方法がある。プリアライメントの役割は、基板搬送装置から基板ステージ上に基板を送り込んだ際の送り込みずれ量を検出し、ファインアライメントが正常に処理できるよう、基板の位置を粗く位置合わせすることである。また、ファインアライメントの役割は、

10

20

30

40

50

基板ステージ上に置かれた基板の位置を正しく計測し、レチクルとの位置合わせ誤差が許容範囲内になるように精密に位置合わせすることである。

【0004】

前述したように、プリアライメントは、基板搬送装置から基板ステージ上に基板を送り込んだ際に発生する送り込みずれを検出しなければならない。そのため、アライメントマークのサイズに対して広範な検出範囲を有している。このような広範な検出範囲の中にあるアライメントマークを検出し基板の表面に平行な平面内におけるX、Yの座標を算出する方法として、パターンマッチング処理が知られている。

【0005】

この種のパターンマッチング処理としては、大きく分けると2種類ある。1つは蓄積型光電変換素子を備えたカメラでアライメントマークを撮像した画像を2値化して、予め持っているテンプレートとのマッチングを行い、もっとも相関がある位置をマーク位置とする方法である。もう一つは、濃淡画像のまま、濃淡情報を持つテンプレートとの相関演算を行う方法である。後者には、正規化相互相関法などが知られている。

【0006】

上記のようなパターンマッチング処理において、撮像した画像からパターンを抽出、保持することでテンプレートを自動生成する方法が特許文献1により提案されている。この方法では、パターンマッチング処理において、テンプレートとマークとの最大相関度の値が判定閾値より低い場合に、テンプレートの形状を変形させ、テンプレートの最適化を行なうことで、マークの検出精度を向上させている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【文献】特開2003-338455号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、あるプロセスにおいて基板上に形成されたパターンや三次元形状等の対象から自動生成したテンプレートを、同じプロセスの別基板のパターンマッチングに用いる場合、それぞれの基板上に形成された対象の形状ばらつきにより、相関度が下がりうる。これにより、位置計測精度が低下しうる。

【0009】

そこで、本発明は、例えば、位置合わせ精度の点で有利な位置合わせ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】

【0010】

上記課題を解決するために、本発明は、物体に形成された、三次元構造を含む所定の対象の位置に基づき、前記物体の表面に沿う第1方向における前記物体の位置合わせを行う位置合わせ装置であって、前記物体を保持して移動する保持部と、前記保持部に保持された前記物体の表面に形成された前記所定の対象の前記三次元構造が撮像された画像を取得する取得部と、前記所定の対象の前記第1方向における位置を検出する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記取得部によって取得された前記三次元構造が撮像された複数の画像とテンプレートとの相関度に基づき、前記物体の表面に垂直な第2方向における前記物体と前記取得部との相対的な距離、前記物体と前記取得部との相対的な傾き、または前記距離および前記傾きを決定し、前記距離、前記傾き、または前記距離および前記傾きになるように前記保持部を制御した状態で前記取得部により取得された前記所定の対象の画像に基づき前記所定の対象の前記第1方向における位置を検出すると共に、前記テンプレートは、前記三次元構造が撮像された画像における前記三次元構造のエッジ部分に対応した複数の特徴点を含む、ことを特徴とする。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、例えば、位置合わせ精度の点で有利な位置合わせ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】第1の実施形態に係る位置合わせ装置を適用した露光装置の構成を示す概略図である。

【図2】第1の実施形態に係る位置合わせ処理を説明するフロー図である。

【図3】デバイスパターンの画像の一例を示す模式図である。

10

【図4】テンプレートの一例を示す模式図である。

【図5】テンプレートを用いたデバイスパターンの検出を説明する図である。

【図6】取得画像の一例を示す模式図である。

【図7】各Z位置における相関度をプロットしたグラフの一例を示す図である。

【図8】第2の実施形態に係る基板の位置合わせ処理の一例を示すフロー図である。

【図9】第3の実施形態に係る基板の位置合わせ処理の一例を示すフロー図である。

【図10】第4の実施形態に係る位置合わせ装置を適用した露光装置の構成を示す概略図である。

【図11】第5実施形態に係る露光処理のフロー図である

【発明を実施するための形態】

20

【0013】

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。

【0014】

〔第1の実施形態〕

本発明の第1の実施形態の位置検出装置について説明する。なお、各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【0015】

図1は、第1の実施形態に係る位置合わせ装置200を適用した露光装置100の構成を示す概略図である。露光装置100は、半導体デバイスや液晶表示素子の製造工程であるリソグラフィ工程に採用され、原版を用いて基板にパターンを形成するリソグラフィ装置である。以下の実施形態では、位置合わせ装置200を露光装置に適用して説明するが、それに限られるものではない。例えば、型を用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置や、荷電粒子線を基板に照射して当該基板にパターンを形成する描画装置などのリソグラフィ装置においても本発明を適用することができる。また、以下では、後述の基板ステージSTGに保持された基板の表面に垂直な方向をZ方向（第2方向）とし、基板の表面に沿う方向（第1方向）であって互いに直交する2方向をX方向およびY方向とする。また、X軸周りの回転、Y軸周りの回転、Z軸周りの回転をそれぞれX、Y、Zとする。

30

【0016】

本実施形態の露光装置100は、照明系ILと、投影光学系POと、位置合わせ装置200と、を含む。露光装置100は、原版であるレチクルRと基板Wをアライメントした後、照明系ILでレチクルRに露光光を照射してレチクルRのパターンを基板Wに投影光学系POを介して転写する装置である。

40

【0017】

照明系ILは、光源を含み、例えば、光源からの光でレチクルRを円弧状に照明する。投影光学系POは、例えば、複数のミラーを含むミラープロジェクション方式の光学系である。投影光学系POは、所定の投影倍率（例えば、1倍や1/2倍）を有し、レチクルRに形成されたパターンを基板Wに投影する。

【0018】

位置合わせ装置200は、基板ステージSTG、アライメントスコープSC、計測部A

50

C、および、ホスト制御部HPを備える。位置合わせ装置200は、基板W等の物体の位置合わせを行う。

【0019】

基板ステージSTG上には基板を吸着（固定）するチャックCHが配置され、基板ステージSTGはチャックCHを介して基板Wを保持して移動する保持部である。基板ステージSTGは、基板WをX軸方向およびY軸方向に移動させて基板WとレチクルRとの位置合わせを行う。基板ステージSTGは、露光光のフォーカス調整用にZ軸方向にも移動可能である。さらに、基板WのZ（さらに好ましくはX、Y、およびZ）方向位置調整機能、基板Wの傾きを補正するためのチルト機能を有していても良い。

【0020】

アライメントスコープSCは、基板Wの表面に形成されたアライメントマークや三次元形状などのデバイスD（検出対象）を観察して、デバイスDの画像を取得する撮像手段（取得部）である。アライメントスコープSCは、デバイスDを目標に基板Wのアライメント（位置合わせ）を行う。光源LIから発せられた光は、NDフィルタNDを介して光量が調整され、ファイバや専用光学系でハーフミラーMに導かれ、投影光学系等を介してデバイスDを照射する。光源LIやNDフィルタNDの制御は光量調整手段LPにて行われる。デバイスDの像は、ハーフミラーMを通過してマーク撮像用カメラCAM内のフォトセンサSに投影される。

【0021】

フォトセンサSで受光したデバイスDの像は光電変換される。この時、光を蓄積する時間は、ホスト制御部HPよりデバイスDの位置や光量の算出手段としての計測部AC内の計測処理部APに伝えられ、センサ制御部AMPによって制御される。また、光を蓄積するタイミングは、ステージ制御手段としてのステージ制御部STC内のステージ処理部SPより計測処理部APに伝えられ、センサ制御部AMPに指示される。ステージ処理部SPは、基板ステージSTGをモーターMOTで駆動し、位置を干渉計PMで計測する。フォトセンサSで光電変換された信号は、センサ制御部AMPにてA/D変換され、デジタル信号情報である画像として計測部ACへ出力される。

【0022】

計測部ACは、メモリMEM、および、計測処理部APを含む。計測部ACへと出力された計測対象のデバイスDの画像は、メモリMEMに記憶される。メモリMEMに記憶された画像から計測処理部APでデバイスDの位置の検出を行う。デバイスDの位置検出手法としてパターンマッチングを用いるため、まず、メモリMEMに記憶された画像と計測処理部APが保存しているテンプレートTPとの相関度を演算器CMPで算出して取得する。その後、算出結果に基づき、画像からデバイスDの第1方向における位置を検出する。検出されたデバイスD位置は、ホスト制御部HPに伝送される。ホスト制御部HPは、検出されたデバイスD位置に基づいてステージ制御部STCを介して基板ステージSTGの位置合わせをする。

【0023】

本実施形態のフローについて図2を用いて、説明する。図2は、第1の実施形態に係る位置合わせ処理を説明するフロー図である。図2(A)は本実施形態において、実プロセスの基板に描画されているデバイス形状からテンプレートを作成する処理を示すフローチャートである。このフローチャートで示す各動作（ステップ）は、ホスト制御部HPによる各部の制御によって実行されうる。

【0024】

まず、テンプレート作成処理を開始する（S101）と、基板Wが不図示の搬入装置によって露光装置100内の基板ステージSTGに搬入される（S102）。搬入された基板WのテンプレートとしたいデバイスパターンがアライメントスコープSCの撮影視野内となるように、ステージ制御部STCによる制御によって、基板ステージSTGを移動させる（S103）。ここで、一例としてデバイスパターンは、基板W上に形成された基板間接続用のスルーホール（貫通孔）とするがこれに限られるものではない。デバイスパタ

10

20

30

40

50

ーンは、例えば、スルーホール、三次元形状を有するアライメントマーク、基板表面から突起した凸部、基板を貫通しない凹部（溝、くぼみ）の少なくとも1つを含む三次元構造である。また、ここでデバイスパターンは検出対象である。

【0025】

次に、アライメントスコープSCによって、テンプレートとするための基板Wのデバイスパターンを撮影し、基準画像を取得する（S104）。デバイスパターンの撮影条件、例えば、デバイスパターンに照射する光量、フォーカス位置などは事前計測により決定しているものとする。撮影するデバイスパターンについて、図3を用いて説明する。図3は、デバイスパターンの画像の一例を示す模式図である。画像のXY座標系で中心Oを（0, 0）とする。画像内の検出範囲ARにアライメントの目標とするデバイスパターンDA

10

【0026】

図2（A）に戻り、その後、取得したデバイスパターンの画像から、計測処理部APによって、テンプレートのパターンとなりうる特徴点を抽出する（S105）。具体的には、デバイスパターンDAを撮影した画像をX方向、Y方向に微分することで、デバイスパターンのエッジ部分のみを強調した画像を生成する。このエッジ部分を信号強度、あるいはテンプレートとして登録したい点数の間隔などをもとに抽出する。本実施形態において特徴点の抽出方法は上記に限定したのではなく、デバイスの特徴を示す指標であれば、他の方法であってもよい。テンプレートの位置を決定するため、デバイスパターンの位置を計測する（S106）。テンプレート中心をデバイスパターン中心とするため、図3に示す円形状のデバイスパターンDAの中心位置を計測する。中心位置の計測方法は一例として、演算器CMPによって、円形部分の重心計算で算出する。

20

【0027】

そして、計測処理部APによって、デバイスパターンの位置に基づき、特徴点を配置したテンプレートを作成する（S107）。図3の画像に基づいて、作成されたテンプレート

30

の一例を図4に示す。図4は、テンプレートの一例を示す模式図である。S105で抽出する特徴点は誤検知防止用にTP1～TP12のようにエッジを多点抽出し、S106で取得した円の中心OTを（0, 0）とするXY座標系に抽出したTP1～TP12を配置し、テンプレートTPとする。なお、図示する特徴点の数は一例であって、抽出する特徴点が多いほど、後述するマッチングの精度が向上する。図4に示す例では、デバイスパターンDAが画像中心にあるため、テンプレート中心OTは画像中心Oと重なっている。テンプレートのX軸XTも画像X軸と重なり、同様にテンプレートのY軸YTも画像Y軸と重なっている。作成したテンプレートTPを計測部ACまたはホスト制御部HPに保存（図2（A）、S108）したら一連の処理を終了する（S109）。

40

【0028】

次に、図2（B）を用いて、図2（A）のフローチャートに示す工程で事前にテンプレートを作成、保存し、前記保存しているテンプレートを用いて基板位置計測をする方法について、説明する。図2（B）は、テンプレートを用いた基板位置の合わせ処理を説明するフローチャートである。

【0029】

基板位置合わせを開始する（S201）と、基板Wが不図示の搬入装置によって露光装置100内の基板ステージSTGに搬入される（S202）。搬入された基板W、すなわち、計測対象となる基板Wは、テンプレートを事前作成した基板と同じプロセスで製造された基板である。ステージ制御部STCによる制御によって、搬入した基板Wのプリアライメント位置に基板ステージSTGを移動する（S203）。ここで、プリアライメント位置は、計測対象の基板W上に形成され、事前にテンプレートが作成されたデバイスパターンに対応するデバイスパターン（計測対象のデバイスパターン）がアライメントスコープSCの撮影視野内に入る位置である。

【0030】

50

次に、アライメントスコープSCによって、計測対象の基板Wのデバイスパターンを撮影し、画像を取得する(S204)。そして、取得した画像と事前作成したテンプレートを用いてデバイスパターンの位置をパターンマッチングで検出する(S205)。具体的には、パターンマッチングでは、メモリMEMに記憶された取得画像の検出範囲AR内の各画素においてデバイスパターンDAに対応したテンプレートTPとの相関度を演算器CMPにより算出する。相関度から検出範囲AR内のパターンと相似である位置をデバイス位置として検出する。

【0031】

図5を用いて、事前作成したテンプレートを用いたパターンマッチングで、デバイスパターンの位置を検出する一例について詳細に説明する。図5は、テンプレートを用いたデバイスパターンの検出を説明する図である。図5に示すデバイスパターンDA'は、計測対象の基板上に形成された検出対象である。デバイスパターンDA'は、テンプレートを作成したデバイスパターンDAと同じプロセスで製造されているが、基板間のデバイスパターン形状にはプロセス起因により若干のばらつきがある。そのため、テンプレートのデバイスパターンDAと計測対象のデバイスパターンDA'の形状があっていない状態でパターンマッチングすると、実際のデバイスパターンDA'中心とはずれた位置をデバイスパターンDA'の中心として検出する。

10

【0032】

図5では、実際のデバイスパターンDA'中心は画像中心のOであるが、パターンマッチングで検出したテンプレート中心OTはOよりずれた位置を検出している。このような場合、実際のデバイスパターンDA'中心とは異なる位置を中心として処理を続けるか、または相関度が低すぎてデバイスパターンDA'中心を検出できないか、などの事態が生じる。

20

【0033】

図2(B)にもどり、本実施形態では、テンプレートのデバイスパターンDAと計測対象のデバイスパターンDA'との相関度がより高くなる基板Wの高さ位置を検出するため、基板ステージSTGのZ位置(相対的な距離)を微小移動する(S206)。言い換えると、アライメントスコープSCが基板Wから離間する方向、すなわち、基板W表面に垂直な方向における基板WとアライメントスコープSCとの相対的な位置関係を、基板ステージSTGをZ方向に移動することによって変更する。そして、異なる高さ位置で、それぞれ画像取得(S204)、テンプレートマッチング(S205)を繰り返す。つまり、テンプレートマッチング(S205)が実行された後、ステージ制御部STCによる制御によって基板ステージSTGのZ位置を微小移動する(S206)。その後、計測処理部APは、高さ毎の相関度を算出してZ位置の微小移動を終了するかを判定する(S207)。具体的には、例えば、S204~S206を繰り返す回数をあらかじめ設定しておき、S204~S206が所定の回数繰り返された場合にZ位置の微小移動を終了すると判定しても良い。また、相関度の閾値をあらかじめ設定し、相関度が閾値以下となった場合にZ位置の微小移動を終了すると判定しても良い。あるいは相関度がピークとなる相対的な距離を探すようにしても良い。計測処理部APがZ位置の微小移動を終了すると判定するまで(S207、Yes)、S204~S206を繰り返す。それによって前記相関度に基づき基板ステージSTGのZ位置が決定される。言い換えると、ホスト制御部HPは、相関度が高くなるように、基板WとアライメントスコープSCとの相対的な距離を繰り返し変更しながら、基板WとアライメントスコープSCとの相対的な距離、即ち、基板ステージSTGのZ位置を決定する。

30

40

【0034】

なお、Z位置の微小移動を終了するかを判定(S207)した後、基板ステージSTGを微小移動(S207)させても良い。相関度の算出を終了すると判定した場合には、基板ステージSTGを移動させる必要はないため、このようにすることで、不要な基板ステージSTGの移動を低減することができる。

【0035】

50

次に、算出した相関度のうち相関度が比較的高い第1の状態になるように相対的な位置関係を設定した状態で、ホスト制御部HPは、取得画像それぞれの相関度を比較する。そして、ホスト制御部HPは、相関度が一番高くなる高さ位置で取得したデバイスパターンDA'の画像に基づいて取得したデバイスパターンDA'の位置に基づいて、ファインアライメント位置を決定し、基板ステージSTGを移動させる(S208)。即ち、前記相関度が比較的高い第2の状態になるよう基板表面に沿ったXY方向について前記物体の位置を調整する。なお、ここでファインアライメントとは、露光前の最終的な基板の位置合わせであり、ファインアライメント位置とはファインアライメントを行うときの基板Wの位置である。

【0036】

図6および図7を用いて、相関度のより高い画像を用いてファインアライメント位置を決定する処理について説明する。図6は、取得画像の一例を示す模式図である。図6を用いて、基板ステージSTGのZ位置を移動させることにより、基板W高さ位置を変更して取得する画像について説明する。図6では、スルーホールを例としているため、計測対象のデバイスパターンは基板表面から深さがある形状、すなわち、三次元構造となっている。また、この例では、スルーホールは基板の表面から深くなるにつれて径が小さくなるようなテーパがついた形状としている。

【0037】

基板ステージSTGのZ位置を移動させて画像を取得することによって、事前にベストフォーカスとして決定していた基板の高さFではなく、高さFとは異なる高さ位置の高さF'で画像を取得する。このF'の基板の高さを焦点とした画像はデバイスパターンの形状がテンプレートに相似しているように見えるため、パターンマッチングすると図5に示す画像よりも相関度が高くなる。図6は、テンプレートTPとは、異なる高さ位置である高さF'で取得されたデバイスパターンDA'の画像である。本図では、画像中のデバイスパターンDA'Zが、テンプレートの特徴点TP1~TP12と一致し、デバイスパターン中心Oと検出するテンプレート中心OTが重なった理想的な一例とを示している。

【0038】

図7を用いて基板ステージSTGのZ位置毎のデバイスパターン形状とテンプレートの相関度について説明する。図7は、各Z位置における相関度をプロットしたグラフの一例を示す。本図に示すように、Z位置によって、相関度が異なる。よって、相関度がピークとなる基板の高さF'で取得した画像を用いてパターンマッチングした計測結果を、用いて基板Wの位置合わせをすることが好ましい。

【0039】

図2(B)にもどり、具体的にファインアライメント位置への基板ステージSTGの移動は、例えば、以下のように行われる。演算器CMPによって、相関度が一番高いデバイスパターンDA'の画像に基づいてデバイスパターンDA'の位置を算出する。算出されたデバイスパターンDA'の位置は、ホスト制御部HPに伝送される。算出されたデバイスパターンDA'の位置に基づき、ホスト制御部HPは、ファインアライメント位置を決定する。ホスト制御部HPは、決定したファインアライメント位置をステージ制御部STCに出力する。ステージ制御部STCは、ファインアライメント位置に基板ステージSTGを制御して、ファインアライメント位置に基板を移動させる。

【0040】

次に、ファインアライメント位置において、ファインアライメントが行われる(S209)する。なお、ファインアライメントを実施しなくてもパターンマッチングの結果のみで基板の位置合わせを終了してもよい。すなわち、ファインアライメント位置を露光前の最終的な基板の位置としてもよい。

【0041】

また、本実施形態において、計測部AC、ステージ制御部STC、および、ホスト制御部HPはそれぞれ別体としたが、一つの制御部としてもよい。

【0042】

10

20

30

40

50

以上によれば、基板上に形成されたアライメントマークや三次元形状等の検出対象の形状が基板毎にばらつきがある場合であっても、精度良く位置合わせをすることが可能となる。

【 0 0 4 3 】

〔 第 2 の実施形態 〕

第 1 の実施形態において、計測対象のデバイスパターン形状とテンプレートとの相関度を向上させるために、基板 W の高さ位置を変更して基板 W とアライメントスコープ S C との相対的な位置関係を調整した。第 2 の実施形態では基板 W の傾き（チルト）を調整することで、相関度を向上させる。露光装置の構成は、第 1 の実施形態の図 1 と同等とする。本実施形態のテンプレートを作成する処理は第 1 の実施形態の図 2（A）に示すフローと同様であるが、テンプレートを用いた基板の位置合わせ処理のフローについては第 1 の実施形態と異なる。よって、異なる部分を中心に、図 8 のフロー図を用いて説明する。図 8 は、第 2 の実施形態に係るテンプレートを用いた基板の位置合わせ処理の一例を示すフロー図である。

10

【 0 0 4 4 】

本実施形態のフローでは、図 2（B）と比較して S 2 0 6 ~ S 2 0 8 の工程が異なる。S 2 0 1 ~ S 2 0 5、S 2 0 9、および、S 2 1 0 は同様であるため、説明を省略する。取得した画像と事前作成したテンプレートを用いてデバイスパターンの位置をパターンマッチングで検出（S 2 0 5）した後、ステージ制御部 S T C による制御によって基板ステージ S T G の傾きを微小変更する（S 3 0 6）。言い換えると、アライメントスコープ S C が基板 W から離間する方向、すなわち、基板 W 表面に垂直な方向における基板 W とアライメントスコープ S C との相対的な位置関係を、基板ステージ S T G の傾きを変更することによって変更する。そして、異なる傾きで、それぞれ画像取得（S 2 0 4）、テンプレートマッチング（S 2 0 5）を繰り返す。つまり、テンプレートマッチング（S 2 0 5）が実行された後、ステージ制御部 S T C による制御によって基板ステージ S T G の傾きを微小変更する（S 3 0 6）。その後、計測処理部 A P は、基板ステージ S T G の傾きの微小変更を終了するかを判定する（S 3 0 7）。計測処理部 A P が傾きの微小変更を終了すると判定するまで（S 3 0 7、Y e s）、S 2 0 4 ~ S 3 0 6 を繰り返す。言い換えると、ホスト制御部 H P は、相関度が高くなるように、基板ステージ S T G の傾きを繰り返し変更しながら、基板ステージ S T G の傾きを決定する。例えば、基板の表面が歪んでいる場合は、基板の傾きを調整することにより、位置合わせ精度をより向上させることができる。それによって前記相関度が比較的高い第 1 の状態になるように相対的な位置関係（傾きを含む。）を設定する。ここで第 1 の状態とは例えば傾きを調整した場合に前記相関度がピークとなるような状態を含む。そして第 1 の実施形態と同様、前記第 1 の状態において、前記相関度が比較的高い第 2 の状態になるよう基板表面に沿った X Y 方向について前記物体の位置を調整する。

20

30

【 0 0 4 5 】

以上によれば、基板の表面が歪んでいる場合であっても、精度良く基板の位置合わせをすることが可能となる。

【 0 0 4 6 】

〔 第 3 の実施形態 〕

第 3 の実施形態は、第 1 の実施形態、第 2 の実施形態を組み合わせたものであり、本実施形態では、基板の Z 位置（相対的な距離）と傾きを調整することで、テンプレートとの相関度をより向上させる。露光装置の構成は、第 1 の実施形態の図 1 と同等とする。本実施形態のテンプレートを作成する処理は第 1 の実施形態の図 2（A）に示すフローと同様であるが、テンプレートを用いた基板の位置合わせ処理のフローについては第 1 の実施形態と異なる。よって、異なる部分を中心に、図 9 のフロー図を用いて説明する。図 9 は、第 3 の実施形態に係るテンプレートを用いた基板の位置合わせ処理の一例を示すフロー図である。

40

【 0 0 4 7 】

50

本実施形態のフローにおける、S201～S205、S209、および、S210は同様であるため、説明を省略する。取得した画像と事前作成したテンプレートを用いてデバイスパターンの位置をパターンマッチングで検出(S205)した後、ステージ制御部STCによる制御によって基板ステージSTGのZ位置を微小移動(S206)する。その後、さらに、ステージ制御部STCによる制御によって基板ステージSTGの傾きを微小変更する(S306)。これにより、基板WとアライメントスコープSCとの相対的な位置関係を変更して、異なる高さ位置および異なる傾きで、それぞれ画像取得(S204)、テンプレートマッチング(S205)を繰り返す。つまり、テンプレートマッチング(S205)が実行された後、ステージ制御部STCによる制御によって基板ステージSTGのZ位置の微小移動(S206)および傾きの微小変更を(S306)する。その後、計測処理部APは、基板ステージSTGのZ位置の微小移動および傾きの微小変更を終了するかを判定する(S407)。計測処理部APが基板ステージSTGのZ位置の微小移動および傾きの微小変更を終了すると判定するまで(S407、Yes)、S204～S306を繰り返す。言い換えると、ホスト制御部HPは、相関度が高くなるように、前記相対的な距離および基板ステージSTGの傾きを繰り返し変更しながら、前記相対的な距離、即ち基板ステージSTGのZ位置、および、基板ステージSTGを決定する。例えば、想定外のデバイスパターンの形状変化などデバイスパターンが複雑に変形しているような場合は、高さとチルトを組み合わせて移動することで基板の位置及び姿勢の計測精度をより向上させることができる。

10

【0048】

20

なお、図9におけるフローでは、基板ステージのZ位置の微小移動(S206)の後に基板ステージの傾きの微小移動(S306)を実行することとしたが、S306の後にS206を実行してもよい。また、S206とS306を並列動作、言い換えると、S206とS306を同時に実行してもよい。

【0049】

以上によれば、基板上に形成されたアライメントマークやデバイス等の形状が複雑に変形している場合であっても、精度良く位置合わせをすることが可能となる。

【0050】

〔第4の実施形態〕

第4の実施形態は、上述の実施形態で行うテンプレート作成処理フローである図2(A)を実施せず、テンプレートをデバイスの設計値あるいは別ラインで事前作成したものを流用するなど、外部入力されたテンプレートを用いて、位置合わせを行う。

30

【0051】

図10は、第4の実施形態に係る位置合わせ装置400を適用した露光装置1000の構成を示す概略図である。本図に本実施形態における計測部ACとホスト制御部HPの接続図を示す。計測部ACとホスト制御部HPの接続以外は図1と同様である。本実施形態において、ホスト制御部HP内にネットワークあるいは可搬メモリを用いて別工程で作成したテンプレートを事前に外部入力しておく。処理基板のプロセスに対応させてホスト制御部HPに保存しているテンプレートを計測部AC内のテンプレート保存領域TPMにロードし、テンプレート保存領域TPMはテンプレートを記憶する。つまり、ここでは、テンプレート保存領域TPMは記憶部であると言える。または、外部入力する対象はテンプレートとするデバイス画像とし、メモリMEMにロードして図2(A)(S105)以降の処理でロードした画像からテンプレートを作成してもよい。以降の処理は第1の実施形態から第3の実施形態に示すフローと同様である。

40

【0052】

以上によれば、位置合わせ装置内でテンプレートを作成する必要がないため、位置合わせ装置による処置を簡易化することができる。

【0053】

〔第5の実施形態〕

本発明の第5実施形態の露光装置について、図11のフローを用いて説明する。図11

50

は、第5実施形態に係る露光処理のフロー図である。このフローチャートで示す各動作（ステップ）は、ホスト制御部HPによる各部の制御によって実行されうる。露光装置のシーケンスの一例として、本実施形態では同一プロセスで製造された基板を複数枚単位、例えば1ロット25枚、を生産する。シーケンスをスタートする（S501）と、まず、不図示の搬入装置によって基板ステージに基板Wを搬入する（S502）。ここではパターンマッチング用のテンプレートは第1の実施形態または第4の実施形態に示す方法で事前に計測部ACに作成、保存またはホスト制御部HPより転送されているものとする。まず、ホスト制御部HPは、基板ステージSTGに搬入された基板Wが1枚目であるか否かを判定する（S503）。基板Wが1枚目である場合（YES）、上述の実施形態のいずれかを用いて、基板のデバイスパターン形状とテンプレートとの相関度がより高くなる基板ステージのZ位置、傾き、またはその両方をパターンマッチングにより算出する（S504）。

10

【0054】

次に、算出した基板ステージのZ位置、傾き、またはその両方を調整した際のプリアライメントを実行する（S505）。その後、プリアライメント結果に基づいて、ファインアライメント位置に基板Wを移動し、ファインアライメントを実行する（S506）。その後、基板を露光する（S507）。

【0055】

露光完了後、基板ステージSTGによって基板を搬出し（S508）、ホスト制御部HPは、全ての基板に対して露光処理が終了したか否かを判定する（S509）。全ての基板に対して露光処理が終了していない場合（NO）、次の基板に対する露光処理へ移行する。すなわち、次の基板に対してS502～S509の処理を行い、全ての基板に対して露光処理が終了するまで、これを繰り返す。

20

【0056】

なお、2枚目以降の基板に対しては1枚目で算出した基板ステージのZ位置、傾き、またはその両方を、例えば、計測部ACまたはホスト制御部HPに保存しておき、その位置で以降のアライメント処理を行うことが好ましい。このようにすることにより、スループットの点で有利となる。全基板に対し露光処理が終了したら（S509、YES）、露光処理を終了する（S510）。

【0057】

以上によれば、基板上に形成されたアライメントマークやデバイス等の形状が基板毎にばらつきがある場合であっても、精度良く位置合わせをすることができ、露光装置におけるレチクルと基板との位置合わせ精度を向上させることができる。

30

【0058】

〔物品の製造方法の実施形態〕

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

40

【0059】

〔その他の実施形態〕

以上、本発明の実施の形態を説明してきたが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、その要旨の範囲内において様々な変更が可能である。

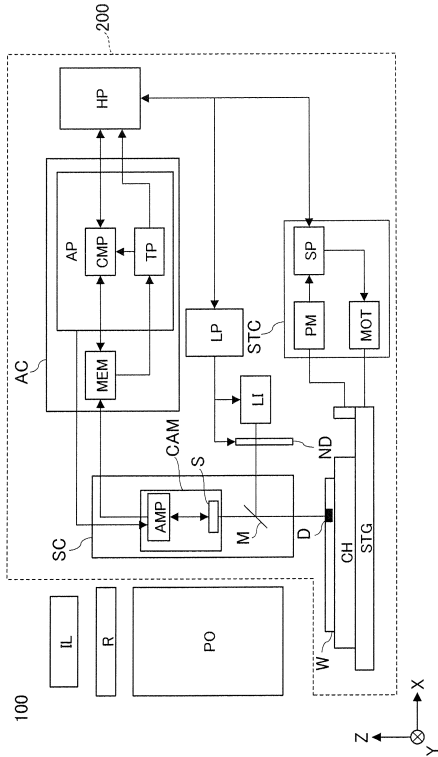
【0060】

100, 1000 露光装置
200, 400 位置合わせ装置
AC 計測部

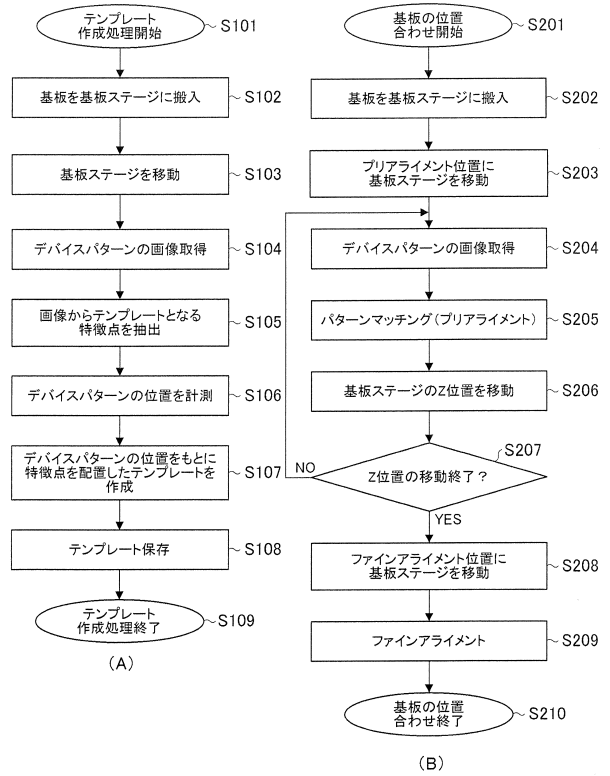
50

D A デバイスパターン
 H P ホスト制御部
 S T G 基板ステージ

【図面】
 【図 1】



【図 2】



10

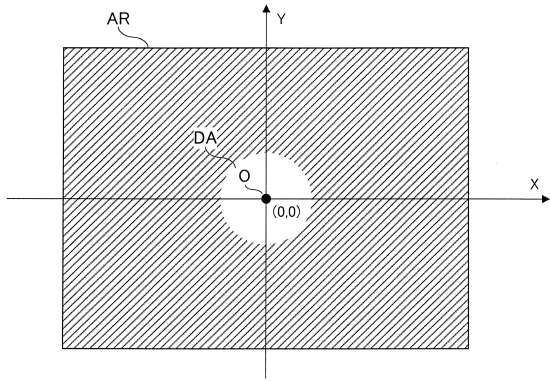
20

30

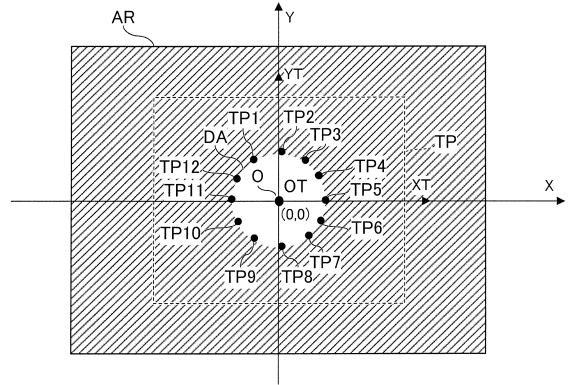
40

50

【 図 3 】



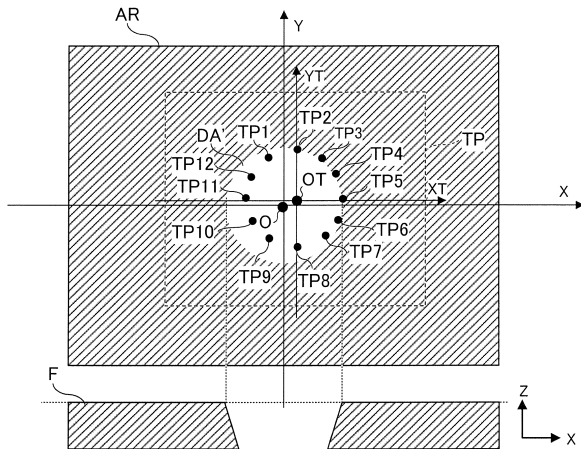
【 図 4 】



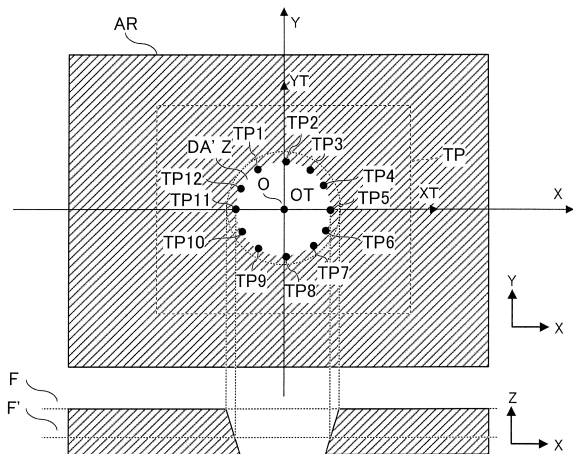
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

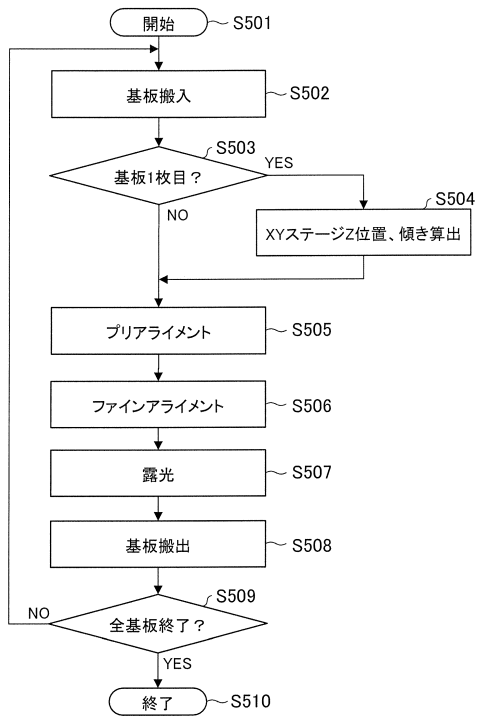


30

40

50

【 図 1 1 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 植木 隆和

(56)参考文献 特開 2000 - 216077 (JP, A)

特開 2010 - 161280 (JP, A)

特開 2010 - 183028 (JP, A)

特開 2014 - 003088 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 9/00