

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2022-68832
(P2022-68832A)

(43)公開日 令和4年5月10日(2022.5.10)

(51)国際特許分類
H 0 1 L 21/027(2006.01)

F I
H 0 1 L 21/30 5 0 2 D

テーマコード(参考)
5 F 1 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L (全34頁)

(21)出願番号	特願2021-142700(P2021-142700)	(71)出願人	000001007
(22)出願日	令和3年9月1日(2021.9.1)		キヤノン株式会社
(31)優先権主張番号	特願2020-177445(P2020-177445)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(32)優先日	令和2年10月22日(2020.10.22)	(74)代理人	110003281
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		特許業務法人大塚国際特許事務所
		(72)発明者	神保 悟
			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	須崎 義夫
			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	三島 和彦
			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	高倉 伸

最終頁に続く

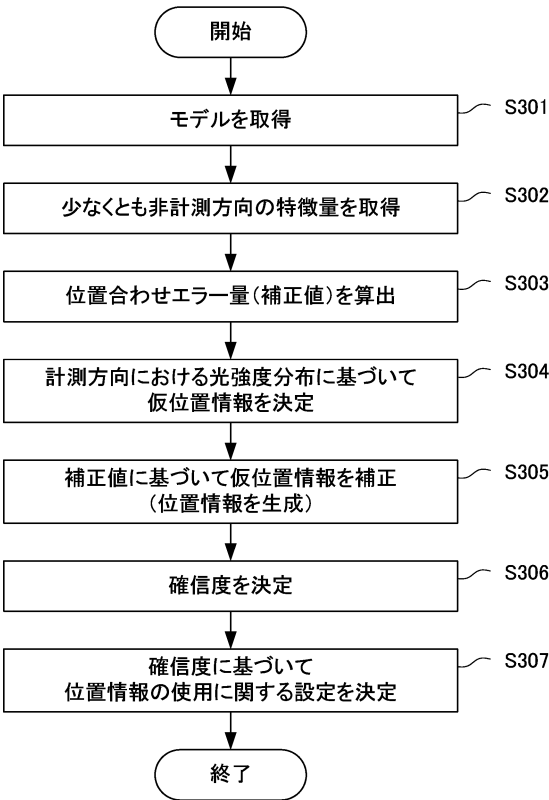
(54)【発明の名称】 処理装置、計測装置、リソグラフィ装置、物品製造方法、モデル、処理方法、計測方法、生成方法、およびコンピュータ

(57)【要約】

【課題】計測対象物の位置情報を適切に使用するための有利な技術を提供する。

【解決手段】処理装置は、計測対象物の画像データに基づいて、第1方向における前記計測対象物の位置情報を生成する生成部と、前記第1方向と異なる第2方向に関する前記画像データの特徴量に基づいて、前記生成部で生成された前記計測対象物の位置情報の確信度を決定する決定部と、を備える。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

計測対象物の画像データに基づいて、第 1 方向における前記計測対象物の位置情報を生成する生成部と、
前記第 1 方向と異なる第 2 方向に関する前記画像データの特徴量に基づいて、前記生成部で生成された前記計測対象物の位置情報の確信度を決定する決定部と、
を備えることを特徴とする処理装置。

【請求項 2】

前記決定部は、前記特徴量に基づいて前記確信度を得るためのモデルを用いて、前記特徴量から前記確信度を決定する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の処理装置。

10

【請求項 3】

前記モデルは、前記特徴量を入力とし、前記生成部で生成された位置情報に含まれると推定される誤差の確率分布を出力とするように構成され、
前記決定部は、前記モデルから出力された前記確率分布の分散を前記確信度として決定する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の処理装置。

【請求項 4】

前記特徴量を入力データとし、前記生成部で生成された位置情報に含まれる誤差の計測値を教師データとして機械学習を行うことにより前記モデルを生成する機械学習部を更に備える、ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の処理装置。

【請求項 5】

前記誤差の計測値は、前記生成部で生成された前記計測対象物の位置情報と外部の検査装置で計測された前記計測対象物の位置情報との差によって得られる、ことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の処理装置。

20

【請求項 6】

前記特徴量を入力データとして教師なし機械学習を行うことにより前記モデルを生成する機械学習部を更に備える、ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の処理装置。

【請求項 7】

前記決定部で決定された前記確信度に基づいて、前記生成部で生成された前記計測対象物の位置情報の使用に関する設定を行う設定部を更に備える、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の処理装置。

30

【請求項 8】

前記設定部は、前記決定部で決定された前記確信度に基づいて、前記生成部で生成された前記計測対象物の位置情報を使用するか否かを設定する、ことを特徴とする請求項 7 に記載の処理装置。

【請求項 9】

前記設定部は、前記決定部で決定された前記確信度に基づいて、前記生成部で生成された前記計測対象物の位置情報に付与される重みを設定する、ことを特徴とする請求項 7 に記載の処理装置。

【請求項 10】

前記第 2 方向に関して前記画像データから得られる前記特徴量は、前記第 2 方向における複数の位置にそれぞれに対応する複数の値を含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の処理装置。

40

【請求項 11】

前記複数の値は、複数の積算値を含み、前記複数の積算値の各々は、前記画像データを構成する複数の画素のうち前記第 2 方向における位置が等しい画素のそれぞれの信号値の積算値である、ことを特徴とする請求項 10 に記載の処理装置。

【請求項 12】

前記複数の値は、前記画像データを構成する複数の画素のうち前記第 2 方向に平行な線上の複数の画素の信号値を含む、ことを特徴とする請求項 10 に記載の処理装置。

【請求項 13】

50

前記複数の値は、前記画像データを構成する複数の画素のうち前記第２方向に平行な線上の複数の画素の信号値を処理して得られる、ことを特徴とする請求項１０に記載の処理装置。

【請求項１４】

前記複数の値は、複数の積算値に対して基底変換を行うことによって得られ、前記複数の積算値の各々は、前記画像データを構成する複数の画素のうち前記第２方向における位置が等しい画素のそれぞれの信号値の積算値である、ことを特徴とする請求項１０に記載の処理装置。

【請求項１５】

前記複数の値は、前記画像データを構成する複数の画素のうち前記第２方向に平行な線上の複数の画素の信号値に対して基底変換を行うことによって得られる、ことを特徴とする請求項１０に記載の処理装置。

【請求項１６】

前記複数の値は、前記画像データを構成する複数の画素のうち前記第２方向に平行な線上の複数の画素の信号値を処理して得られた複数の値に対して基底変換を行うことによって得られる、ことを特徴とする請求項１０に記載の処理装置。

【請求項１７】

計測対象物の位置を計測する計測装置であって、
前記計測対象物を撮像して画像データを生成する撮像部と、
前記撮像部で得られた前記画像データを処理する請求項１乃至１６のいずれか１項に記載の処理装置と、
を備え、
前記処理装置は、前記撮像部で得られた前記画像データに基づいて、前記計測対象物の位置情報を生成するとともに、当該位置情報の確信度を決定する、ことを特徴とする計測装置。

【請求項１８】

基板上に原版のパターンを転写するリソグラフィ装置であって、
請求項１７に記載の計測装置と、
前記計測装置の出力に基づいて、前記基板と前記原版とのアライメントを制御する制御部と、
を備えることを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項１９】

前記制御部は、前記処理装置から出力された前記確信度に応じて前記アライメントの終了時刻を調整する、ことを特徴とする請求項１８に記載のリソグラフィ装置。

【請求項２０】

請求項１８又は１９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形成工程と、
前記形成工程を経た前記基板を処理する処理工程と、を含み、
前記処理工程を経た前記基板から物品を得ることを特徴とする物品製造方法。

【請求項２１】

計測対象物の画像データに基づいて生成された第１方向における前記計測対象物の位置情報についての確信度を示す情報を発生するモデルであって、
前記第１方向と異なる第２方向に関する前記画像データの特徴量に基づいて前記情報を発生するように構成されている、ことを特徴とするモデル。

【請求項２２】

位置を計測する計測対象物の画像データの処理方法であって、
前記画像データに基づいて、第１方向における前記計測対象物の位置情報を生成する生成工程と、
前記第１方向と異なる第２方向に関する前記画像データの特徴量に基づいて、前記生成工程で生成された前記計測対象物の位置情報の確信度を決定する決定工程と、

10

20

30

40

50

を含むことを特徴とする処理方法。

【請求項 2 3】

計測対象物の位置を計測する計測方法であって、
前記計測対象物を撮像して画像データを生成する撮像工程と、
前記画像データに基づいて、第 1 方向における前記計測対象物の位置情報を生成する生成工程と、
前記第 1 方向と異なる第 2 方向に関する前記画像データの特徴量に基づいて、前記生成工程で生成された前記計測対象物の位置情報の確信度を決定する決定工程と、
を含むことを特徴とする計測方法。

【請求項 2 4】

計測対象物の画像データに基づいて生成された第 1 方向における前記計測対象物の位置情報についての確信度を決定するためのモデルをコンピュータで生成する生成方法であって、
前記第 1 方向と異なる第 2 方向に関する前記画像データの特徴量を取得する工程と、
前記計測対象物の位置情報に含まれる誤差の計測値を取得する工程と、
前記特徴量を前記モデルの入力データとし、前記誤差の計測値を教師データとして機械学習を行うことにより前記モデルを生成する工程と、
を含むことを特徴とする生成方法。

【請求項 2 5】

計測対象物の画像データに基づいて生成された第 1 方向における前記計測対象物の位置情報についての確信度を決定するためのモデルを生成するコンピュータであって、
前記第 1 方向と異なる第 2 方向に関する前記画像データの特徴量、および、前記計測対象物の位置情報に含まれる誤差の計測値を取得し、
前記特徴量を前記モデルの入力データとし、前記誤差の計測値を教師データとして機械学習を行うことにより前記モデルを生成する、
ことを特徴とするコンピュータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、処理装置、計測装置、リソグラフィ装置、物品製造方法、モデル、処理方法、計測方法、生成方法、およびコンピュータに関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体デバイス等の物品を製造するためのリソグラフィ工程において、インプリント装置および露光装置等のリソグラフィ装置が使用されうる。リソグラフィ装置は、基板のショット領域に原版のパターンを転写しうる。インプリント装置では、基板のショット領域の上に配置されたインプリント材に型を接触させ、該インプリント材を硬化させることによって該ショット領域の上に該インプリント材の硬化物からなるパターンが形成される。また、露光装置では、感光材が塗布された基板のショット領域に原版のパターンを投影することによって該感光材に該原版のパターンの潜像が形成される。該潜像は、現像工程によって物理的なパターンに変換される。このようなリソグラフィ装置では、基板（ショット領域）に原版のパターンを精度よく転写するため、基板と原版とのアライメントを高精度に行うことが求められている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 3】

【特許文献 1】特許第 4 6 0 1 4 9 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

10

20

30

40

50

基板と原版とのアライメントは、例えば、計測対象物として、基板および／または原版に設けられたマークを撮像し、それにより得られた画像データから該マークの位置情報を求めることによって行われうる。しかしながら、基板および／または原版には、本来形成されるべき形状や位置で形成されていないマーク（異常マーク）が存在することがあり、このような異常マークの位置情報をそのまま使用してしまうと、該アライメントを高精度に行うことが困難になりうる。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、計測対象物の位置情報を適切に使用するための有利な技術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】

10

【 0 0 0 6 】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての処理装置は、計測対象物の画像データに基づいて、第 1 方向における前記計測対象物の位置情報を生成する生成部と、前記第 1 方向と異なる第 2 方向に関する前記画像データの特徴量に基づいて、前記生成部で生成された前記計測対象物の位置情報の確信度を決定する決定部と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

本発明の更なる目的又はその他の側面は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

20

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、例えば、計測対象物の位置情報を適切に使用するための有利な技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】インプリント装置の動作を例示する図

【図 2】インプリント装置の構成を例示する図

【図 3】物品製造システムの構成を例示する図

【図 4】モデルの生成方法を例示する図

【図 5】アライメントにおいて実行される処理を例示する図

30

【図 6】マークの画像データ、および該画像データから得られるアライメント波形（信号波形）を例示する図

【図 7】マークの位置（仮位置情報）求める方法を例示する図

【図 8】マークの画像データから非計測方向に関する特徴量を得る方法を例示する図

【図 9】マークの画像データから非計測方向に関する特徴量を得る方法を例示する図

【図 10】マークの画像データから非計測方向に関する特徴量を得る方法を例示する図

【図 11】アライメントマークおよび検査マークの配置を例示する図

【図 12】アライメントマークの位置合わせエラー量を例示する図

【図 13】補正前および補正後におけるアライメントマークの位置合わせエラー量および位置情報の確信度を例示する図

40

【図 14】モアレ計測システムを説明する図

【図 15】アライメントマークの画像データから得られる信号波形（計測方向、非計測方向）を例示する図

【図 16】アライメントマークの画像データから得られる信号波形（計測方向、非計測方向）を例示する図

【図 17】露光装置の構成を例示する図

【図 18 A】マーク位置計測部の構成を例示する図

【図 18 B】マーク位置計測部における照明開口絞りの構成を例示する図

【図 19】アライメントマークの構成を例示する図

【図 20】アライメントマークの構成、および該アライメントマークの画像データから得

50

られる信号波形（計測方向）を例示する図

【図 2 1】アライメントマークの構成、および該アライメントマークの画像データから得られる信号波形（非計測方向）を例示する図

【図 2 2】物品の製造方法を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

10

【0011】

< 第 1 実施形態 >

本発明に係る第 1 実施形態について説明する。第 1 実施形態では、リソグラフィ装置の例としてインプリント装置を説明するが、インプリント装置と露光装置とは、基板のショット領域と原版とのアライメント技術に関しては、共通する部分が多い。よって、以下で説明されるアライメント技術は、露光装置にも適用可能である。

【0012】

図 2 (a) には、一実施形態のインプリント装置 I M P の構成が模式的に記載されている。インプリント装置 I M P は、基板 S のショット領域の上のインプリント材 I M と型 M のパターン領域 M P とを接触させた状態でインプリント材 I M を硬化させ、その後にインプリント材 I M の硬化物と型 M とを分離するインプリント処理を行う。このインプリント処理によって、基板 S のショット領域の上に、インプリント材 I M の硬化物からなるパターンが形成される。

20

【0013】

インプリント材としては、硬化用のエネルギーが与えられることにより硬化する硬化性組成物（未硬化状態の樹脂と呼ぶこともある）が用いられうる。硬化用のエネルギーとしては、電磁波、熱等が用いられうる。電磁波は、例えば、その波長が 10 nm 以上 1 mm 以下の範囲から選択される光、例えば、赤外線、可視光線、紫外線などでありうる。硬化性組成物は、光の照射により、あるいは、加熱により硬化する組成物でありうる。これらのうち、光の照射により硬化する光硬化性組成物は、少なくとも重合性化合物と光重合開始剤とを含有し、必要に応じて非重合性化合物または溶剤を更に含有してもよい。非重合性化合物は、増感剤、水素供与体、内添型離型剤、界面活性剤、酸化防止剤、ポリマー成分などの群から選択される少なくとも一種である。インプリント材は、液滴状、或いは複数の液滴が繋がってできた島状又は膜状となって基板上に配置されうる。インプリント材の粘度（25 における粘度）は、例えば、1 mPa・s 以上 100 mPa・s 以下でありうる。基板の材料としては、例えば、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂等が用いられうる。必要に応じて、基板の表面に、基板とは別の材料からなる部材が設けられてもよい。基板は、例えば、シリコンウェハ、化合物半導体ウェハ、石英ガラスである。

30

【0014】

本明細書および添付図面では、基板 S の表面に平行な方向を X Y 平面とする X Y Z 座標系において方向を示す。X Y Z 座標系における X 軸、Y 軸、Z 軸にそれぞれ平行な方向を X 方向、Y 方向、Z 方向とし、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。X 軸、Y 軸、Z 軸に関する制御または駆動は、それぞれ X 軸に平行な方向、Y 軸に平行な方向、Z 軸に平行な方向に関する制御または駆動を意味する。また、X 軸、Y 軸、Z 軸に関する制御または駆動は、それぞれ X 軸に平行な軸の周りの回転、Y 軸に平行な軸の周りの回転、Z 軸に平行な軸の周りの回転に関する制御または駆動を意味する。また、位置は、X 軸、Y 軸、Z 軸の座標に基づいて特定されうる情報であり、姿勢は、X 軸、Y 軸、Z 軸の値で特定されうる情報である。位置決めは、位置および / または姿勢を制御することを意味する。アライメント（位置合わせ）は、

40

50

基板および型の少なくとも一方の位置および／または姿勢の制御を含みうる。

【 0 0 1 5 】

インプリント装置 I M P は、基板 S を保持する基板保持部 1 0 2、基板保持部 1 0 2 を駆動することによって基板 S を駆動する基板駆動機構 1 0 5、基板保持部 1 0 2 を支持するベース 1 0 4、基板保持部 1 0 2 の位置を計測する位置計測部 1 0 3 を備えうる。基板駆動機構 1 0 5 は、例えば、リニアモータ等のモータを含みうる。インプリント装置 I M P は、アライメント時に基板駆動機構 1 0 5 が基板 S (基板保持部 1 0 2) を駆動するために要する基板駆動力 (アライメント負荷) を計測するセンサ 1 5 1 を備えうる。基板 S の上のインプリント材 I M と型 M のパターン領域 M P とが接触した状態でなされるアライメントにおける基板駆動力は、例えば、基板 S と型 M との間に作用するせん断力に相当する。せん断力は、主に、基板 S および型 M の平面方向に働く力である。アライメント時における基板駆動力は、例えば、アライメント時における基板駆動機構 1 0 5 のモータに供給される電流の大きさに相関を有し、センサ 1 5 1 は、該電流の大きさに基づいて基板駆動力を計測することができる。センサ 1 5 1 は、パターンの形成において型 M が受ける影響 (せん断力) を計測するセンサの一例である。また、後述する制御部 1 1 0 が基板駆動機構 1 0 5 に対して出す駆動要求 (指令値) をステージ制御値と呼ぶ。

10

【 0 0 1 6 】

インプリント装置 I M P は、原版としての型 (モールド) M を保持する型保持部 1 2 1、型保持部 1 2 1 を駆動することによって型 M を駆動する型駆動機構 1 2 2、型駆動機構 1 2 2 を支持する支持構造体 1 3 0 を含みうる。型駆動機構 1 2 2 は、例えば、ボイスコイルモータ等のモータを含みうる。インプリント装置 I M P は、離型力 (分離負荷) および／または押圧力を計測するセンサ 1 5 2 を備えうる。離型力は、基板 S の上のインプリント材 I M の硬化物と型 M とを分離するために要する力である。押圧力は、基板 S の上のインプリント材 I M に原版 M を接触させるために原版 M が押圧される力である。離型力および押圧力は、主に、基板 S および型 M の平面方向と垂直な方向に働く力である。離型力および押圧力は、例えば、型駆動機構 1 2 2 のモータに供給される電流の大きさに相関を有し、センサ 1 5 2 は、該電流の大きさに基づいて分離力および押圧力を計測することができる。センサ 1 5 2 は、パターンの形成において型 M が受ける影響 (離型力および／または押圧力) を計測するセンサの一例である。また、後述する制御部 1 1 0 が型駆動機構 1 2 2 に対して出す駆動要求 (指令値) もステージ制御値と呼ぶ。

20

30

【 0 0 1 7 】

基板駆動機構 1 0 5 および型駆動機構 1 2 2 は、基板 S と型 M との相対位置および相対姿勢を調整する駆動機構を構成する。該駆動機構による基板 S と型 M との相対位置の調整は、基板 S の上のインプリント材に対する型の接触、および、硬化したインプリント材 (硬化物のパターン) からの型の分離のための駆動を含む。基板駆動機構 1 0 5 は、基板 S を複数の軸 (例えば、X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸、好ましくは、X 軸、Y 軸、Z 軸、X 軸、Y 軸、Z 軸の 6 軸) について駆動するように構成されうる。型駆動機構 1 2 2 は、型 M を複数の軸 (例えば、Z 軸、X 軸、Y 軸の 3 軸、好ましくは、X 軸、Y 軸、Z 軸、X 軸、Y 軸、Z 軸の 6 軸) について駆動するように構成されうる。

【 0 0 1 8 】

インプリント装置 I M P は、型 M を搬送する型搬送機構 1 4 0 および型クリーナ 1 5 0 を備えうる。型搬送機構 1 4 0 は、例えば、型 M を型保持部 1 2 1 に搬送したり、型 M を型保持部 1 2 1 から原版ストッカ (不図示) または型クリーナ 1 5 0 等に搬送したりするように構成されうる。型クリーナ 1 5 0 は、型 M を紫外線や薬液等によってクリーニングする。

40

【 0 0 1 9 】

型保持部 1 2 1 は、型 M の裏面 (基板 S に転写すべきパターンが形成されたパターン領域 M P とは反対側の面) の側に圧力制御空間 C S を形成する窓部材 1 2 5 を含みうる。インプリント装置 I M P は、圧力制御空間 C S の圧力 (以下、キャピティ圧と呼ぶ) を制御することによって、図 2 (b) に模式的に示されるように、型 M のパターン領域 M P を基板

50

S に向かって凸形状に変形させる変形機構 1 2 3 を備えうる。また、インプリント装置 I M P は、アライメント計測器（アライメントスコープ、撮像部）1 0 6、硬化部 1 0 7、観察部 1 1 2、光学部材 1 1 1 を備えうる。

【0 0 2 0】

アライメント計測部 1 0 6 は、基板 S（第 1 部材）の第 1 マークと型 M（第 2 部材）の第 2 マークを照明し、第 1 マークおよび第 2 マークとによって形成される光学像であるモアレ縞（計測対象物）を撮像することによって画像データを生成しうる。なお、アライメントのために用いられるマークは、アライメントマークと呼ばれうる。アライメント計測部 1 0 6 あるいは制御部 1 1 0 は、撮像によって生成された画像データを処理することによって第 1 マークと第 2 マークとの相対位置情報を検出しうる。アライメント計測部 1 0 6 は、観察すべきアライメントマークの位置に応じて、不図示の駆動機構によって位置決めされてもよい。

10

【0 0 2 1】

ここで、アライメント計測部 1 0 6 は、第 1 マークと第 2 マークとによって形成されたモアレ縞によらずに、第 1 マークと第 2 マークとの相対位置情報を計測してもよい。例えば、第 1 マークと第 2 マークとでボックスインボックスマークが形成される場合、アライメント計測部 1 0 6 は、当該ボックスインボックスマークの撮像により生成された画像データを処理することで第 1 マークと第 2 マークとの相対位置情報を計測しうる。また、アライメント計測部 1 0 6 は、第 1 マークの位置情報および / または第 2 マークの位置情報を個別に計測してもよい。以下では、アライメント計測部 1 0 6 による撮像で生成された画像データを、アライメント画像と呼ぶことがある。また、アライメント計測部 1 0 6 を使って計測された結果を、アライメント計測値と呼ぶことがある。

20

【0 0 2 2】

硬化部 1 0 7 は、インプリント材 I M を硬化させるためのエネルギー（例えば、紫外光等の光）を、光学部材 1 1 1 を介してインプリント材 I M に照射し、これによりインプリント材 I M を硬化させる。観察部 1 1 2 は、光学部材 1 1 1 および窓部材 1 2 5 を介して基板 S、型 M およびインプリント材 I M を撮像することにより、インプリント材 I M の状態を観察する。以下では、観察部 1 1 2 による撮像で得られた画像データを、スプレッド画像と呼ぶことがある。

【0 0 2 3】

インプリント装置 I M P は、基板 S のショット領域の上にインプリント材 I M を配置（供給）するディスペンサ 1 0 8 を備えうる。ディスペンサ 1 0 8 は、例えば、インプリント材 I M の配置を示すドロップレシビに従ってインプリント材 I M が基板 S のショット領域の上に配置されるようにインプリント材 I M を吐出する。また、インプリント装置 I M P は、基板駆動機構 1 0 5、型駆動機構 1 2 2、変形機構 1 2 3、型搬送機構 1 4 0、型クリーナ 1 5 0、アライメントスコープ 1 0 6、硬化部 1 0 7、観察部 1 1 2、ディスペンサ 1 0 8 等を制御する制御部 1 1 0 を備えうる。制御部 1 1 0 は、例えば、F P G A（Field Programmable Gate Array の略。）などの P L D（Programmable Logic Device の略。）、又は、A S I C（Application Specific Integrated Circuit の略。）、又は、プログラム 1 1 3 が組み込まれた汎用コンピュータ、又は、これらの全部または一部の組み合わせによって構成されうる。

30

40

【0 0 2 4】

図 3 には、半導体デバイス等の物品を製造するための物品製造システム 1 0 0 1 の構成が例示されている。物品製造システム 1 0 0 1 は、例えば、1 又は複数のリソグラフィ装置（インプリント装置 I M P および / または露光装置）を備えうる。図 3 では、リソグラフィ装置としてインプリント装置 I M P が例示されている。また、物品製造システム 1 0 0 1 は、1 又は複数の検査装置 1 0 0 5（例えば、重ね合わせ検査装置、異物検査装置）と、1 又は複数の後処理装置 1 0 0 6（エッチング装置、成膜装置）とを備えうる。更に、物品製造システム 1 0 0 1 は、位置合わせエラー量を算出するための機械学習モデル、および確信度を決定するための機械学習モデルを生成する 1 又は複数のモデル生成装置（機

50

械学習部) 1007を備えうる。これらの装置は、ネットワーク1002を介して外部システムの1つである制御装置1003と接続され、制御装置1003によって制御される。制御装置1003の一例としては、MES、EEC等がある。モデル生成装置1007は、例えば、FPGA(Field Programmable Gate Arrayの略。)などのPLD(Programmable Logic Deviceの略。)、又は、ASIC(Application Specific Integrated Circuitの略。)、又は、プログラムが組み込まれた汎用コンピュータ、又は、これらの全部または一部の組み合わせによって構成されうる。モデル生成装置1007は、例えば、Edge Serverと呼ばれるサーバ等でありうる。モデル生成装置1007は、各リソグラフィ装置の制御部110、又は、制御装置1003等に組み込まれてもよい。インプリント装置IMPまたは露光装置等のリソグラフィ装置とモデル生成装置1007を含むシステムは、リソグラフィシステムとして理解されてもよい。

10

【0025】

インプリント装置IMPのアライメント計測部106および制御部(プロセッサ)110は、計測対象物の位置情報を計測あるいは検出する計測装置を構成しうる。他の観点において、インプリント装置IMPは、計測対象物の位置情報を計測あるいは検出する計測装置を含む。該計測装置は、アライメントマークを構成する回折格子の回折方向、即ち計測方向である第1方向における計測対象物の位置情報を計測あるいは検出する計測装置として動作しうる。該計測装置は、更に、計測方向である第1方向と異なる方向、すなわち非計測方向である第2方向(例えば、第1方向と直交する方向)における計測対象物の位置情報も計測するように構成されうる。制御部110は、画像データから得られる第1方向における計測対象物の仮位置情報と、第1方向と異なる第2方向に関する画像データの特徴量に基づく補正值とに基づいて、第1方向における計測対象物の位置情報を決定しうる。第2方向は、第1方向に直交する方向でありうる。該計測装置は、特徴量に基づいて補正值を得るためのモデルを用いて、該補正值を決定しうる。また、該計測装置は、該モデルを機械学習によって生成する機械学習部(モデル生成装置1007)を備えていてもよい。

20

【0026】

以下、本実施形態のリソグラフィ方法について説明する。このリソグラフィ方法は、計測対象物の位置情報を計測(生成)する計測方法、基板のショット領域と原版(型)とのアライメント誤差を計測する計測方法、および、基板のショット領域と原版(型)とのアライメントを行うアライメント方法を含みうる。

30

【0027】

このリソグラフィ方法では、計測対象物の画像データから補正值あるいは補正量としての位置合わせエラー量が推定される。ここで、計測対象物は、マーク(の光学像)、または、第1マークと第2マークとによって形成される光学像(例えば、モアレ縞)でありうる。位置合わせエラー量は、計測対象物の画像データに基づいて算出(生成)されるマークの位置情報、または、第1マークと第2マークとの相対位置情報に含まれると推定されるエラー量(推定誤差量)でありうる。なお、エラー量は、計測対象物の位置情報に含まれると推定される誤差の大きさに関する情報に加えて、当該誤差の方向に関する情報を含んでもよい。

40

【0028】

図1には、リソグラフィ方法の一実施形態として、インプリント装置IMPを含むリソグラフィシステムにおいて実行されるリソグラフィ方法が示されている。図1に示される動作は、制御部110によって制御されうる工程S101では、不図示の基板搬送機構によって基板Sが搬送元(例えば、前処理装置とインプリント装置IMPとの中継部)から基板保持部102の上に搬送される。

【0029】

工程S102~S106では、基板Sの複数のショット領域のうち選択されたショット領域に対するインプリント処理(パターンの形成)が実行される。以下では、基板Sの複数のショット領域のうち選択されたショット領域を、対象ショット領域と呼ぶことがある。

50

【 0 0 3 0 】

まず、工程 S 1 0 2 では、基板 S の対象ショット領域の上にディスペンサ 1 0 8 によってインプリント材 I M が配置される。この処理は、例えば、基板駆動機構 1 0 5 によって基板 S を駆動しながらディスペンサ 1 0 8 からインプリント材 I M を吐出することによってなされう。次に、工程 S 1 0 3 では、対象ショット領域の上のインプリント材 I M に型 M のパターン領域 M P が接触するように型駆動機構 1 2 2 および基板駆動機構 1 0 5 の少なくとも一方によって基板 S と型 M とが相対的に駆動される。一例においては、対象ショット領域の上のインプリント材 I M に型 M のパターン領域 M P が接触するように型駆動機構 1 2 2 によって型 M が駆動される。インプリント材 I M に型 M のパターン領域 M P を接触させる処理において、変形機構 1 2 3 によって型 M のパターン領域 M P が基板 S に向かって凸形状に変形されう。この際、キャビティ圧が制御され、その値が蓄積されう。また、インプリント材 I M に型 M のパターン領域 M P を接触させる処理において観察部 1 1 2 による撮像が実行され、撮像された画像（スプレッド画像）が蓄積されう。

10

【 0 0 3 1 】

工程 S 1 0 4 では、基板 S の対象ショット領域と型 M のパターン領域 M P とのアライメントがなされう。アライメントは、例えば、アライメント計測部 1 0 6 を使って得られたショット領域の第 1 マークと型 M の第 2 マークとの相対位置情報に基づいて、第 1 マークと第 2 マークとの相対位置が目標相対位置の許容範囲に収まるようになされう。アライメントでは、型駆動機構 1 2 2 および基板駆動機構 1 0 5 の少なくとも一方によって基板 S と型 M とが相対的に駆動されう。ここで、基板 S と型 M との相対位置情報は、仮位置情報（仮相対位置情報）を位置合わせエラー量（補正值）に基づいて補正することによって得られ、基板 S と型 M との相対駆動量の目標値を決定するために用いられう。仮位置情報（仮相対位置情報）は、アライメントスコープ 1 0 6 を使って得られた画像データに基づいて決定される情報であり、基板 S のショット領域と型 M との仮の相対位置を示しう。位置合わせエラー量は、アライメントスコープ 1 0 6 を使って得られた画像データに基づいて算出されう。位置合わせエラー量は、モデル生成装置 1 0 0 7 によって生成されインプリント装置 I M P の制御部 1 1 0 に提供されるモデルを使って算出されう。位置合わせエラー量（補正值）による仮位置情報（仮相対位置情報）の補正は、アライメントの実行期間の全てにおいて実行されてもよいし、ショット領域と型 M との相対位置が基準値以下に収まった時点以降において実行されてもよい。制御部 1 1 0 は、アライメントスコープ 1 0 6 を使って得られる画像データを蓄積し、蓄積された画像データをモデル生成装置 1 0 0 7 （機械学習部）に提供しう。モデル生成装置 1 0 0 7 は、インプリント装置 I M P の制御部 1 1 0 から提供される画像データに基づいて、位置合わせエラー量を決定するためのモデルを生成しう。

20

30

【 0 0 3 2 】

ここで、マークの位置を計測する方法を例示的に説明する。図 6（a）には、X 方向の位置を計測するマークを撮像して得られたマーク画像（画像データ）4 0 1 が例示され、図 6（b）には、マーク画像 4 0 1 から得られるアライメント波形 4 0 6 が例示されている。基板 S は、図 6（a）のマーク画像に対応するマークと、該マークを 9 0 度回転させたマークとを有しう。図 6（a）のマーク画像に対応するマークは、計測方向が X 方向であり、X 方向における位置を計測するために使用されるマーク（以下では、X 方向計測用のマークと呼ぶことがある）である。図 6（a）のマーク画像に対応するマークを 9 0 度回転させたマークは、計測方向が Y 方向であり、Y 方向における位置を計測するために使用されるマーク（以下では、Y 方向計測用のマークと呼ぶことがある）である。

40

【 0 0 3 3 】

例えば、制御部 1 1 0 は、基板 S のショット領域に設けられた X 方向計測用の第 1 マークと基板 S のショット領域に設けられた Y 方向計測用の第 1 マークとを使って、該ショット領域の X 方向の位置および Y 方向の位置を仮位置情報として求める。同様に、型 M に設けられた X 方向の位置を計測するための第 2 マークと型 M に設けられた Y 方向の位置を計測するための第 2 マークとを使って、型 M の X 方向の位置および Y 方向の位置を仮位置情報

50

として求める。そして、制御部 110 は、これらの仮位置情報を位置合わせエラー量（補正值）に基づいて補正することにより、基板 S のショット領域と型 M との相対位置情報（アライメント誤差）を生成することができる。

【0034】

また、制御部 110 は、基板 S のショット領域に設けられた X 方向用の第 1 マークと型 M に設けられた X 方向用の第 2 マークとによって形成されるモアレ縞からショット領域と型 M との X 方向における相対位置を仮相対位置情報として求める。同様に、基板 S のショット領域に設けられた Y 方向用の第 1 マークと型 M に設けられた Y 方向用の第 2 マークとによって形成されるモアレ縞からショット領域と型 M との Y 方向における相対位置を仮相対位置情報として求める。そして、制御部 110 は、これらの仮相対位置情報を位置合わせエラー量（補正值）に基づいて補正することにより、基板 S のショット領域と型 M との相対位置情報（アライメント誤差）を生成することができる。

10

【0035】

図 7 には、アライメント計測部 106 を使ってマークの位置を仮位置情報として求める方法が示されている。以下、図 6 (a) のマーク画像を例として、マーク位置 402 を仮位置情報として求める方法を説明する。マーク位置 402 は、一例として、計測方向（図 6 (a) では X 方向）におけるマーク画像の中心位置であり、これはマーク画像に対応するマークの中心位置でもある。この例では、計測方向 404 は X 方向であり、非計測方向 405 は Y 方向である。

【0036】

工程 S501 では、制御部 110 は、アライメント計測部 106 を使ってマークを撮像することによりマーク画像 401（画像データ）を取得する。工程 S502 では、制御部 110 は、マーク画像 401 に基づいてアライメント波形 406 を生成（算出）する。アライメント波形 406 は、マーク画像 401 から得られる計測方向（X 方向）の信号波形である。アライメント波形 406 は、例えば、マーク画像 401 を含む計測領域 403 を構成する複数の画素のうち、計測方向 404（X 方向）における位置が等しい画素のそれぞれについての積算値を算出することによって生成されうる。

20

【0037】

工程 S503 では、制御部 110 は、アライメント波形 406 に基づいてマーク位置 402 を仮位置情報として算出する。算出方法の一例としては、アライメント波形 406 の重心位置をマーク位置 402 とする方法がある。別例として、フーリエ変換等によりアライメント波形の位相を算出する事によりマーク位置を算出する方法、あるいは、パターンマッチング法を用いてマーク位置を算出する方法などがある。

30

【0038】

図 1 に戻って、工程 S105 では、硬化部 107 によってインプリント材 IM を硬化させるためのエネルギーが、基板 S と型 M のパターン領域 MP との間のインプリント材 IM に照射される。これによってインプリント材 IM が硬化し、インプリント材 IM の硬化物が形成される。工程 S106 では、インプリント材 IM の硬化物と型 M のパターン領域 MP とが分離されるように、型駆動機構 122 および基板駆動機構 105 の少なくとも一方によって基板 S と型 M とが相対的に駆動される。一例においては、インプリント材 IM の硬化物と型 M のパターン領域 MP とが分離されるように、型駆動機構 122 によって型 M が駆動される。インプリント材 IM の硬化物と型 M のパターン領域 MP とが分離される際も、型 M のパターン領域 MP が基板 S に向かって凸形状に変形されるとよい。また、観察部 112 による撮像が実行され、撮像された画像に基づいてインプリント材 IM と型 M との分離の状態が観察されうる。

40

【0039】

工程 S107 では、制御部 110 は、基板 S の全てのショット領域に対して工程 S102 ~ S106 のインプリント処理を実行したかどうかを判断する。そして、制御部 110 は、基板 S の全てのショット領域に対して工程 S102 ~ S106 のインプリント処理を実行した場合には工程 S108 に進み、未処理のショット領域が存在する場合には工程 S10

50

2に戻る。この場合、未処理のショット領域のうち選択されたショット領域が対象ショット領域とされ、当該対象ショット領域に対して工程S102～S106のインプリント処理が実行される。

【0040】

工程S108では、不図示の基板搬送機構によって基板Sが基板保持部102から搬送先（例えば、後処理装置との中継部）に搬送される。図1に示される動作は、複数の基板で構成されるロットが処理される場合には、該複数の基板のそれぞれに対して実行される。

【0041】

ここで、インプリント装置IMP（リソグラフィ装置）において、基板Sおよび/または型Mに設けられたマークには、本来形成されるべき形状や位置で形成されていないマーク（異常マーク）が存在することがある。このような異常マークの位置情報をそのまま使用してしまうと、基板Sと型Mとのアライメントを高精度に行うことが困難になりうる。そのため、本実施形態のインプリント装置IMP（制御部110）は、画像データ（マーク画像）から得られる計測対象物（例えばマーク）の位置情報を適切に使用するための判断材料の1つとして、当該位置情報の確信度を決定しうる。

【0042】

具体的には、インプリント装置IMPの制御部110は、計測対象物の位置情報を生成する生成部と、当該位置情報の確信度を決定する決定部と、を備える処理装置として機能するように構成されうる。生成部は、アライメント計測部106による撮像で生成された計測対象物の画像データに基づいて、第1方向（計測方向）における計測対象物の位置情報を生成しうる。生成部は、上述したように、計測対象物の仮位置情報と補正值とに基づいて、第1方向における計測対象物の位置情報を生成（決定）してもよい。決定部は、第1方向と異なる第2方向（非計測方向）に関する画像データの特徴量に基づいて、生成部で生成された計測対象物の位置情報の確信度を決定しうる。確信度は、生成部で生成された計測対象物の位置情報が正常であると確信することができる度合いを表した指標（情報）であり、確からしさおよび/または信頼度として理解されてもよい。

【0043】

上記の処理装置として機能する制御部110（決定部）は、画像データにおける第2方向の特徴量に基づいて第1方向の位置情報の確信度を得るためのモデルを用いて、該特徴量から確信度を決定しうる。制御部110は、該モデルを機械学習によって生成する機械学習部（モデル生成部1007）を備えていてもよい。また、上記の処理装置としての機能は、インプリント装置IMPの制御部110の代わりに又は加えて、制御装置1003に組み込まれてもよい。

【0044】

次に、図4を参照しながら、モデル生成装置1007におけるモデルの生成方法を説明する。なお、上述したように、モデル生成装置1007は、インプリント装置IMP（例えば、制御部110）に組み込まれてもよく、この場合、モデルの生成は、インプリント装置IMPにおいてなされる。

【0045】

工程S201では、モデル生成装置1007は、位置合わせエラー量を取得する。具体的には、モデル生成装置1007は、重ね合わせ検査装置（検査装置1005）で測定した基板Sの1つのショット領域の計測値を取得する。取得する計測値は、基板Sの各ショット領域に属する少なくとも1点の重ね合わせ精度を計測した結果でありうる。例えば、計測値は、基板Sの下地レイヤー（の重ね合わせ検査マーク）とその上にインプリント装置IMPによって形成されたレイヤー（の重ね合わせ検査マーク）との重ね合わせずれ量でありうる。そして、モデル生成装置1007は、重ね合わせ検査装置による計測値とインプリント装置IMPでの最終計測値（例えば、工程S104で最終的に得られた位置情報（アライメント誤差））との差分を位置合わせエラー量として算出する。

【0046】

工程S202では、モデル生成装置1007は、少なくとも非計測方向におけるマーク画

10

20

30

40

50

像の特徴量を取得する。具体的には、モデル生成装置 1007 は、まず、直前の工程 S201 で計測値を取得したショット領域のマークのマーク画像(画像データ)を取得する。このマーク画像は、工程 S104 でアライメント計測部 106 を使って取得したものであり、工程 S104 の終了後の任意のタイミングでインプリント装置 IMP からモデル生成装置 1007 に提供されうる。そして、モデル生成装置 1007 は、取得したマーク画像の特徴量を求める。この特徴量は、少なくとも非計測方向に関する特徴量を含み、付加的に計測方向に関する特徴量を含んでもよい。計測方向は、図 6 の例では、X 方向である。非計測方向は、図 6 の例では、X 方向と交差する方向であり、例えば、Y 方向である。

【0047】

工程 S203 では、モデル生成装置 1007 は、基板 S の考慮対象の複数のショット領域の全てについて工程 S201 ~ S202 を実行したかどうかを判断する。未実行のショット領域がある場合には工程 S201 に戻り、該未実行のショット領域について工程 S201 ~ S202 を実行する。そして、考慮対象の複数のショット領域の全てについて工程 S201 ~ S202 の実行が終了したら工程 S204 に進む。工程 S204 では、モデル生成装置 1007 は、特徴量に基づいて位置合わせエラー量を推定するためのモデル、および、特徴量に基づいて確信度を決定するためのモデルを生成する。

10

【0048】

重ね合わせ検査装置による計測値とインプリント装置 IMP での計測値とで生じる位置ずれの要因によっては、非計測方向に関する特徴量と、計測方向に関する特徴量とを用いてモデルを生成したほうが位置合わせエラー量を低減できる場合がある。そのような場合には、非計測方向に関する特徴量と、計測方向に関する特徴量の両方を用いて学習したモデルを生成することが好ましい。

20

【0049】

ここで、特徴量に基づいて位置合わせエラー量を推定するためのモデル(エラー量推定モデル)は、特徴量を入力とし、位置合わせエラー量を示す情報を出力するように構成されうる。エラー量推定モデルは、位置合わせエラー量を示す情報として、位置合わせエラー量自体を出力するように構成されてもよいし、位置合わせエラー量を示す指標が含まれる分布および/または値を出力するように構成されてもよい。また、特徴量に基づいて確信度を決定するためのモデル(確信度決定モデル)は、特徴量を入力とし、確信度を示す情報を出力するように構成されうる。確信度決定モデルは、確信度を示す情報として、確信度自体を出力するように構成されてもよいし、確信度を示す指標が含まれる分布および/または値を出力するように構成されてもよい。本実施形態では、特徴量を入力とし、位置合わせエラー量を示す指標と確信度を示す指標とが含まれる分布を出力とするモデルを生成する例について説明する。

30

【0050】

モデルの生成は、例えば、機械学習によって行うことができる。具体例を挙げると次のとおりである。まず、インプリント装置 IMP によって基板の複数のショット領域に同じ条件で新たなレイヤー(パターン)を形成する。そして、外部の重ね合わせ検査装置によって、各ショット領域の下地レイヤー(の重ね合わせ検査マーク)と新たに形成されたレイヤー(の重ね合わせ検査マーク)との重ね合わせずれ量を計測する。次いで、モデル生成装置 1007 は、計測された各ショット領域の重ね合わせずれ量を取得し、重ね合わせずれ量と当該ショット領域に新たにレイヤーを形成した際の最終計測値との差分を位置合わせエラー量として算出する。そして、モデル生成装置 1007 は、新たにレイヤーを形成する際に使用した各ショット領域のマーク画像の特徴量をモデルの入力データとし、算出された位置合わせエラー量を教師データとして用いて機械学習をする。

40

【0051】

機械学習に際しては、位置合わせエラー量に対して前処理を実施してもよい。前処理の例としては、例えば、位置合わせエラー量にオフセット値を加算する方法、位置合わせエラー量に値を乗算し、エラー量のスケールを変更する方法を挙げることができる。

【0052】

50

機械学習の方法としては、例えば、変数を確率として扱うことで不確かさを考慮した推論を行うガウス過程回帰およびベイズ推定を挙げることができる。ガウス過程回帰およびベイズ推定を使用する場合、モデルは、特徴量を入力して位置合わせエラー量の確率分布を出力する関数であり、機械学習によって内部変数の最適化が行われうる。得られたエラー量の確率分布の期待値をエラー量の推論値として用いることができ、当該確率分布の分散を確信度として用いることができる。

【 0 0 5 3 】

推論の計算量を削減する必要がある場合、重回帰分析等のように計算量が少ない統計モデルを使用することが適している。マーク画像の画素値を特徴量とする等の高次元の特徴量を用いて位置合わせエラー量を算出する場合、多層パーセプトロンで構成されたニューラルネットワークを用いて内部の変数を最適化する手法が適している。位置合わせエラー量またはマーク画像に異常値が多く含まれている場合、異常値に頑健な決定木分析に基づいた手法を適用してもよい。重回帰分析またはニューラルネットワークを使用する場合は、モデルは、特徴量を入力して位置合わせエラー量を出力するように定義され、機械学習によって内部変数の最適化が行われうる。決定木分析を使用する場合は、モデルは、特徴量を入力して位置合わせエラー量を出力するように定義され、機械学習によって決定木の構築が行われうる。

10

【 0 0 5 4 】

工程 S 2 0 5 では、モデル生成装置 1 0 0 7 は、工程 S 2 0 4 で生成されたモデルを保存する。また、モデル生成装置 1 0 0 7 は、工程 S 2 0 4 で生成されたモデルをインプリント装置 I M P の制御部 1 1 0 に提供しうる。

20

【 0 0 5 5 】

ここで、位置合わせエラー量の推定および確信度の決定において、非計測方向におけるマーク画像の特徴量を用いる理由（原理）を説明する。図 1 4（d）には、基板 S のショット領域に設けられた第 1 マークと型 M に設けられた第 2 マークとによって形成される光学像であるモアレ縞に基づいて基板 S のショット領域と型 M との相対位置情報を計測する原理が示されている。図 1 4（d）には、基板 S のショット領域に設けられた第 1 マーク 3 a と型 M に設けられた第 2 マーク 2 a とが示されている。アライメントスコープ 1 0 6 は、マークを照明する照明光学系を有し、該照明光学系は、瞳面 P を有する。I L 1、I L 2、I L 3、I L 4 は、瞳面 P に形成される極からの照明光を示している。

30

【 0 0 5 6 】

基板 S のショット領域と型 M との X 方向における相対位置の計測には、照明光 I L 1、I L 2 が使用される。図 1 4（a）に例示されるように、X 方向における相対位置の計測においては、X 方向における相対位置の計測には使用されない照明光 I L 3、I L 4 が第 1 マーク 3 a、第 2 マーク 2 a のエッジで散乱光を発生させうる。この散乱光は、フレアとなってモアレ縞信号（モアレ縞画像データ）に混入しうる。図 1 4（c）には、図 1 4（a）におけるモアレ縞信号の X 方向における信号強度分布（アライメントスコープ 1 0 6 の撮像素子の受光面上の光強度分布）が例示されている。第 1 マーク 3 a、第 2 マーク 2 a のエッジからの散乱光によって信号強度分布における左端側および右端側のピークが大きいたことが分かる。4 周期あるモアレ縞信号のうち左端側および右端側の 2 周期は散乱光の影響を受けてしまい、これにより相対位置の計測精度が影響を受ける。図 1 4（b）に示すように、Y 方向における相対位置の計測についても同様であり、Y 方向における相対位置の計測に使用されない照明光 I L 1、I L 2 が第 1 マーク 3 b、第 2 マーク 2 b のエッジで散乱光を発生させうる。そして、この散乱光がフレア光となってモアレ縞信号に混入しうる。以上は、計測方向における光強度分布がフレアの影響を受けうることを説明するものであるが、同様の原理によって、非計測方向における光強度分布も、フレアの影響を受けて変化しうる。そして、非計測方向における光強度分布の変化は、計測方向についての相対位置または位置の計測精度を低下させうる。

40

【 0 0 5 7 】

図 1 5、図 1 6 には、計測方向（X 方向）の信号波形 4 0 6 と、非計測方向（Y 方向）の

50

信号波形 4 0 7 とがそれぞれ例示されている。計測方向の信号波形 4 0 6 は、アライメント波形とも呼ばれ、アライメント計測部 1 0 6 を使って得られた画像データ 4 0 1 を構成する複数の画素のうち、計測方向における位置が等しい画素のそれぞれの信号値の積算値を算出することによって得られうる。また、非計測方向の信号波形は、アライメント計測部 1 0 6 を使って得られた画像データ 4 0 1 を構成する複数の画素のうち、非計測方向における位置が等しい画素のそれぞれの信号値の積算値を算出することにより得られうる。

【 0 0 5 8 】

図 1 6 の例は、図 1 5 の例に比べて、フレア光の影響が大きい。図 1 6 に例示された計測方向の信号波形 4 0 6 は、図 1 5 に例示された計測方向の信号波形 4 0 6 よりも歪が大きく、そのために計測方向における計測結果に誤差 9 0 1 が生じうる。また、図 1 6 に例示された非計測方向の信号波形 4 0 7 は、図 1 5 に例示された非計測方向の信号波形 4 0 7 よりも歪が大きく、信号値のばらつき 9 0 2 が大きいことを示している。つまり、非計測方向の信号波形 4 0 7 は、計測方向の信号波形 4 0 6、即ち計測方向における計測結果に対して相関を有することが分かる。したがって、非計測方向に関する画像データの特徴量を求め、該特徴量に基づいて、該画像データから得られる計測方向における計測対象物の仮位置情報を補正することにより計測対象物の位置情報を高精度に決定することができる。また、上記の説明から、非計測方向に関する画像データの特徴量は、計測方向における信号波形の歪みおよび / 信号値のばらつきを反映しているといえる。そのため、該特徴量に基づいて、画像データから決定された計測対象物の位置情報についての確信度（確からしさ、信頼度）を決定することができる。

【 0 0 5 9 】

ここで、非計測方向（第 2 方向）に関して画像データから得られる特徴量について、図 8 を参照しながら説明する。図 8 には、図 6 と同様に、X 方向の位置を計測するマークを撮像して得られたマーク画像（画像データ）4 0 1 と、該マーク画像 4 0 1 から得られるアライメント波形 4 0 6（計測方向（X 方向）の信号波形）とが例示されている。また、図 8 には、マーク画像 4 0 1 から得られる非計測方向（Y 方向）の信号波形 4 0 7 も例示されている。非計測方向の信号波形 4 0 7 は、例えば、マーク画像 4 0 1 を含む計測領域 4 0 3 を構成する複数の画像のうち、非計測方向（Y 方向）における位置が等しい画素のそれぞれについての積算値を算出することによって生成されうる。

【 0 0 6 0 】

非計測方向（第 2 方向）に関して画像データから得られる特徴量は、図 8 に例示されるように、非計測方向における複数の位置にそれぞれに対応する複数の値 6 0 3 を含むうる。該複数の値 6 0 3 は、複数の積算値を含み、該複数の積算値の各々は、画像データを構成する複数の画素のうち非計測方向における位置が等しい画素のそれぞれの信号値の積算値でありうる。あるいは、該複数の値 6 0 3 は、画像データを構成する複数の画素のうち非計測方向に平行な線上の複数の画素の信号値を含むうる。あるいは、該複数の値 6 0 3 は、画像データを構成する複数の画素のうち非計測方向に平行な線上の複数の画素の信号値を処理して得られる複数の値でありうる。あるいは、該複数の値 6 0 3 は、複数の積算値に対して基底変換を行うことによって得られ、該複数の積算値の各々は、画像データを構成する複数の画素のうち非計測方向における位置が等しい画素のそれぞれの信号値の積算値でありうる。あるいは、該複数の値 6 0 3 は、画像データを構成する複数の画素のうち非計測方向に平行な線上の複数の画素の信号値に対して基底変換を行うことによって得られる値でありうる。あるいは、該複数の値 6 0 3 は、画像データを構成する複数の画素のうち非計測方向に平行な線上の複数の画素の信号値を処理して得られた複数の値に対して基底変換を行うことによって得られる値でありうる。

【 0 0 6 1 】

あるいは、図 9 において、部分領域 7 0 1 において計測方向の位置が等しい画素のそれぞれの信号値を積算した結果と、部分領域 7 0 2 において計測方向の位置が等しい画素のそれぞれの信号値を積算した結果との差分を非計測方向における特徴量としてもよい。具体的には、部分領域 7 0 1 から得られる計測方向（X 方向）のアライメント波形 4 0 6 a と

、部分領域 702 から得られる計測方向 (X 方向) のアライメント波形 406 b との差分を、非計測方向における特徴量としてもよい。部分領域 701 および部分領域 702 は、マーク画像 401 を含む計測領域 403 のうち非計測方向 (Y 方向) の位置が互いに異なる領域である。

【0062】

以下、図 10 を参照しながら非計測方向に関する画像データの特徴量を算出あるいは決定する例を説明する。図 10 において、 x_1 、 $x_2 \cdots$ は、アライメント計測部 106 による撮像によって得られた画像データ (マーク画像 401) の X 座標 (X 方向における画素位置) を表す。また、 y_1 、 $y_2 \cdots$ は、該画像データの Y 座標 (Y 方向における画素位置) を表している。以下では、X 座標が x_1 、Y 座標が y_1 の画素の画素値を $x_1 y_1$ と表す。ここで、サンプリングあるいは抽出する画素の座標 x_1 、 $x_2 \cdots$ 、 y_1 、 $y_2 \cdots$ の間隔および個数については、任意に決定 (設定) することができる。

10

【0063】

一例として、 $(x_1 y_1 + x_2 y_1 + x_3 y_1 + \cdots)$ 、 $(x_1 y_2 + x_2 y_2 + x_3 y_2 \cdots)$ 、 \cdots のように、y 座標が等しい画素の画素値を積算することで、非計測方向の信号波形が有する特徴を特徴量として得ることができる。このような方法は、非計測方向に沿って回折光および / または散乱光が生じている場合に有効である。

【0064】

回折光、散乱光が局所的に生じている場合、 $(x_1 y_1)$ 、 $(x_1 y_2)$ 、 $(x_1 y_3)$ 、 $(x_1 y_4)$ 、 $(x_1 y_5)$ 、 $(x_1 y_6)$ 、 $(x_2 y_1)$ 、 $(x_2 y_2)$ 、 \cdots のように各座標の画素の画素値をそのまま非計測方向の特徴量として用いてもよい。ここで、 $(x_1 y_1 + x_1 y_2)$ 、 $(x_1 y_3 + x_1 y_4)$ 、 $(x_1 y_5 + x_1 y_6)$ 、 $(x_2 y_1 + x_2 y_2)$ 、 $(x_2 y_3 + x_2 y_4)$ 、 \cdots のように特徴量を決定してもよい。このように、y 方向の複数の画素の画素値を加算することで特徴量を示すデータの数削減をすることができ、これにより、特徴量に基づく補正值の計算における計算量を削減することができる。また、 $(x_1 y_1 + x_1 y_3)$ 、 $(x_1 y_2 + x_1 y_4)$ 、 \cdots のように、複数の画素からなるグループの平均座標が昇順になるように、各グループにおける画素値の合計値を特徴量として抽出してもよい。あるいは、 $(x_1 y_1 + x_1 y_2 + x_1 y_3)$ 、 $(x_1 y_3 + x_1 y_4 + x_1 y_5)$ 、 \cdots のように、複数の画素からなるグループの座標が部分的にオーバーラップするように、各グループにおける画素値の合計値を特徴量として抽出してもよい。あるいは、 $(x_1 y_1 + x_1 y_2 + x_2 y_1 + x_2 y_2)$ 、 $(x_1 y_2 + x_1 y_3 + x_2 y_2 + x_2 y_3)$ 、 $(x_1 y_3 + x_1 y_4 + x_2 y_3 + x_2 y_4)$ 、 \cdots のように x y 方向に加算を行って特徴量を抽出してもよい。回折光および / または散乱光が斜め方向に沿って生じている場合、 $(x_1 y_1 + x_2 y_2)$ 、 $(x_2 y_2 + x_3 y_3)$ 、 $(x_1 y_2 + x_2 y_3)$ 、 $(x_2 y_3 + x_3 y_4)$ 、 \cdots のように斜め方向に加算を行って特徴量を抽出してもよい。

20

30

【0065】

また、 $(\alpha x_1 y_1)$ 、 $(\alpha x_1 y_2)$ 、 $(\alpha x_1 y_3)$ 、 \cdots のように、定数 α 、 β 、 γ 、 \cdots を各画素の画素値に乗算してもよい。これによって、補正の効果が薄い特徴量の重みを任意に下げることができる。また、 $(\alpha x_1 y_1 + \beta x_1 y_2 + \gamma x_1 y_3)$ 、 $(a x_1 y_2 + b x_1 y_3 + c x_1 y_4)$ 、 $(p x_1 y_3 + q x_1 y_4 + r x_1 y_5)$ 、 \cdots のように特徴量を決定してもよい。ここで、 α 、 β 、 γ 、 a 、 b 、 c 、 p 、 q 、 r は、画素値に乘じる定数である。 $\alpha = a = p = -1$ 、 $\beta = b = p = 2$ 、 $\gamma = c = r = -1$ とすると、非計測方向の勾配を特徴量として得ることができる。

40

【0066】

得られた非計測方向の特徴量に対して基底変換を行うことによって新たな特徴量を得てもよい。基底変換の例としては、フーリエ変換を行って位相および振幅を得る方法、主成分分析によって基底を求め、基底変換を行うことで情報量を縮約する方法がある。また、特

50

微量に対してオフセット値を加算または乗算して新たな特徴量をすることもできる。非計測方向の特徴量に加えて、計測方向の特徴量を使用して、これらに基づいて補正値を決定してもよい。計測方向の波形(画像データ)の任意の点をサンプリングして特徴量として用いてもよく、非計測方向の特徴量と同じように基底変換やオフセット加算、乗算が行える。なお、画像データから特徴量を求める処理は、インプリント装置IMPの制御部110等で実行されてもよい。

【0067】

次に、図5を参照しながら、前述した工程S104(アライメント)において実行される処理を説明する。この処理では、前述のモデルを用いて位置合わせエラー量が算出され、その位置合わせエラー量(補正量)に基づいて、画像データに基づいて求められる計測方向に関する仮位置情報を補正することにより、計測対象物の位置情報を生成する。また、前述のモデルを用いて確信度が決定され、その確信度に基づいて、工程S104(アライメント)における計測対象物の位置情報の使用に関する設定を行う。

10

【0068】

工程S301では、インプリント装置IMPの制御部110は、モデル生成装置1007によって生成されたモデルを取得する。なお、モデルの取得は、次工程である工程S302の直前である必要は無く、例えば、前述した工程S102の前などの任意のタイミングでなされてもよい。

【0069】

工程S302では、制御部110は、工程S104においてアライメント計測部106による撮像で得られた画像データを取得し、該画像データから少なくとも非計測方向に関する特徴量を取得(抽出、算出)する。工程S302における特徴量の抽出あるいは算出方法は、モデル生成装置1007が工程S202で実行する特徴量の抽出あるいは算出方法と同じである。

20

【0070】

工程S303では、制御部110は、工程S301で取得されたモデルと、工程S302で抽出あるいは算出された特徴量とを用いて、位置合わせエラー量を算出する。例えば、学習手段としてガウス過程回帰を用いる場合、工程S301で取得したモデルに対して特徴量を入力し、該モデルから出力された確率分布の期待値を位置合わせエラー量として得ることができる。この位置合わせエラー量は、補正値として使用されうる。

30

【0071】

工程S304では、制御部110は、工程S104においてアライメント計測部106による撮像で得られた画像データの計測方向に関する光強度分布に基づいて、計測方向に関する計測対象物の仮位置情報を決定する(求める)。この仮位置情報は、画像データの非計測方向に関する特徴量を考慮することなく得られる暫定的な計測対象物の位置情報である。

【0072】

工程S305では、制御部110は、工程S304で得られた仮位置情報と、工程S303で得られた非計測方向に関する画像データの特徴量に基づく補正値とに基づいて、計測方向における計測対象物の位置情報を生成する。具体的には、制御部110は、工程S304で得られた仮位置情報から工程S303で得られた非計測方向に関する画像データの特徴量に基づく補正値を減じることによって、計測方向における計測対象物の位置情報を生成することができる。

40

【0073】

モデル作成時に非計測方向に関する特徴量に加え、計測方向に関する特徴量を用いている場合には、制御部110は、工程S302で非計測方向に関する特徴量と、計測方向に関する特徴量とを抽出あるいは算出してもよい。そして、制御部110は、工程S303でモデルに対して非計測方向に関する特徴量と計測方向に関する特徴量とを入力し、モデルから出力された位置合わせエラー量を補正値とし、工程S305で計測対象物の位置情報を求めてもよい。

50

【 0 0 7 4 】

工程 S 3 0 6 では、制御部 1 1 0 は、工程 S 3 0 1 で取得されたモデルと、工程 S 3 0 2 で抽出あるいは算出された特徴量とを用いて、工程 S 3 0 5 で求めた計測対象物の位置情報の確信度を決定（算出）する。例えば、学習手段としてガウス過程回帰を用いる場合、工程 S 3 0 1 で取得したモデルに対して特徴量を入力し、該モデルから出力された確率分布の分散を確信度として決定することができる。このように計測対象物（例えばマーク）の確信度を決定することにより、該確信度に基づいて、該計測対象物としてのマークが異常マークか否かを判断することができる。換言すると、工程 S 1 0 4 のアライメントにおいて該計測対象物の位置情報を使用可能か否かを判断することができる。

【 0 0 7 5 】

工程 S 3 0 7 では、制御部 1 1 0 は、工程 S 3 0 6 で決定された特徴量に基づいて、工程 S 3 0 5 で生成された計測対象物の位置情報の使用（工程 S 1 0 4 のアライメントでの使用）に関する設定を行う。該設定は、例えば、工程 S 3 0 5 で生成された計測対象物の位置情報を工程 S 1 0 4 のアライメントで使用するか否かの設定であってもよい。また、工程 S 3 0 5 で生成された計測対象物の位置情報を工程 S 1 0 4 のアライメントで使用する際に該位置情報に付与される重みの設定であってもよい。これらの設定は、処理装置の一部として制御部 1 1 0 および / または制御装置 1 0 0 3 に備えられた設定部により実行されうる。

【 0 0 7 6 】

ここで、上記の処理に基づいたアライメントの例について説明する。基板 S の対象ショット領域に配置された 1 以上のマーク（アライメントマーク）を計測対象物として上記の処理により生成された位置情報（アライメント計測値）を用いて、基板 S（ショット領域）と型 M との相対位置を目標相対位置に制御する場合を想定する。この場合において、以下の式（ 1 ）で表される評価値 V が最小になるような目標相対位置 s_x 、 s_y 、 x 、 y 、 x 、 y を求める。式（ 1 ）において、 x_i および y_i は、対象ショット領域におけるマークの設計上の X 方向の位置および Y 方向の位置をそれぞれ示しており、 $d x_i$ および $d y_i$ は、X 方向のアライメント計測値および Y 方向のアライメント計測値をそれぞれ示している。 i はマークの番号を示しており、 n はマークの数を示している。また、 s_x および s_y は、目標相対位置の X 方向のシフト成分および Y 方向のシフト成分をそれぞれ示しており、 x および y は、目標相対位置の X 軸周りの回転成分および Y 軸周りの回転成分をそれぞれ示している。 x および y は、目標相対位置の X 方向の伸び成分および Y 方向の伸び成分をそれぞれ示している。このような目標相対位置の各成分に基づいて、基板 S（対象ショット領域）と型 M とのアライメントが制御されうる。

【 0 0 7 7 】

【 数 1 】

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\| \begin{bmatrix} dx_i \\ dy_i \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \beta_x & -\theta_y \\ \theta_x & \beta_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} s_x \\ s_y \end{bmatrix} \right\|^2 \quad \dots (1)$$

【 0 0 7 8 】

このとき、各マークのアライメント計測値 $d x_i$ 、 $d y_i$ に異常値（例えば、他のマークのアライメント計測値に比べて極端に異なる値）が含まれる場合、基板 S（対象ショット領域）と型 M とのアライメントを高精度に制御することが困難になりうる。そこで、本実施形態の制御部 1 1 0 は、各マークを計測対象物として位置情報（アライメント計測値）の確信度を求め、該確信度が閾値未満であるマークがある場合、そのマークを使用せずに、残りのマークを用いて基板 S と型 M とのアライメントを制御しうる。または、以下の式（ 2 ）で表されるように、確信度に応じて、各マークのアライメント計測値（位置情報）に重み w を乗算して目標相対位置の各成分を求め、求めた目標相対位置の各成分に基づいて、基板 S と型 M とのアライメントを制御しうる。これにより、異常マークの影響を低減

し、基板 S と型 M とのアライメントを高精度に制御することができる。

【 0 0 7 9 】

【 数 2 】

$$V = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\| \begin{bmatrix} dx_i w_{xi} \\ dy_i w_{yi} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \beta_x & -\theta_y \\ \theta_x & \beta_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} s_x \\ s_y \end{bmatrix} \right\|^2 \quad \cdots (2)$$

【 0 0 8 0 】

また、制御部 1 1 0 は、確信度に応じて、基板 S と型 M とのアライメントの終了時刻を調整してもよい。このような調整は、計測対象物としてのマークを構成する凹部にインプリント材 I M が十分に充填されていないことに起因して、マーク画像（画像データ）の特徴量が正常に抽出または算出されずに、確信度が閾値より低く求められる場合に有効である。このような場合では、時間の経過に伴ってインプリント材 I M が計測対象物（マーク）の凹部に十分に充填され、特徴量が正常に抽出または算出されるようになるため、確信度も上昇しうる。つまり、確信度に応じてアライメントの終了時刻を調整することにより、基板 S と型 M とのアライメント精度を向上させることができる。

【 0 0 8 1 】

例えば、制御部 1 1 0 は、基板 S と型 M とのアライメントの初期段階で得られた確信度に応じて、該アライメントの終了時刻を調整してもよい。具体的には、確信度と、アライメント精度が所定値以上となるアライメントの実行時間との対応関係を示す情報に基づいて、アライメントの初期段階で得られた確信度に応じて該アライメントの実行時間（即ち終了時刻）を調整することができる。該対応関係を示す情報は、例えば実験やシミュレーション等により事前に取得されうる。また、制御部 1 1 0 は、基板 S と型 M とのアライメント中において、計測対象物としてのマークの位置情報（アライメント計測値）および確信度を逐次的に（連続的に）求め、確信度が閾値以上になったことに応じて、該アライメントの終了時刻を調整してもよい。この場合、制御部 1 1 0 は、確信度が閾値以上になった時刻から所定時間において基板 S と型 M とのアライメントが行われるように、該アライメントの終了時刻を調整してもよい。

【 0 0 8 2 】

以下、本実施形態の検証結果を示す。この検証は、図 1 1 のようなショット領域内の X 方向のアライメントマーク 8 0 1、8 0 3、8 0 5、8 0 7 および Y 方向のアライメントマーク 8 0 2、8 0 4、8 0 6、8 0 8 の 8 個のマークを用いて行われた。8 0 9 は、重ね合わせ検査装置で用いるマーク（検査マーク）である。この検証では、各アライメントマーク 8 0 1 ~ 8 0 8 についてアライメント計測部 1 0 6 を用いて得られた位置情報と、各アライメントマークの近傍の検査マーク 8 0 9 についての重ね合わせ計測結果とに基づいて、位置合わせエラー量が算出される。該位置合わせエラー量を算出するために用いられる位置情報としては、非計測方向に関する画像データの特徴量に基づく補正值により補正する前の位置情報（即ち、仮位置情報）と、補正した後の位置情報とが用いられる。また、モデルを生成するための学習には、2 0 枚のウェハ × 6 9 個のショット領域のデータを使用し、学習に使用したデータとは異なる 6 枚のウェハ × 6 9 個のショット領域に対して補正を適用した。アライメントマークの位置および方向について、それぞれ独立に学習と補正を行った。

【 0 0 8 3 】

図 1 2 は、補正前および補正後において、全データの位置合わせエラー量の標準偏差を表しており、位置合わせエラー量がどれだけばらついているかを示している。このばらつきを小さくすることが本実施形態の目的であり、グラフから位置合わせエラー量のばらつきが最大で 1 6 % 程度小さくなっていることが確認できる。

【 0 0 8 4 】

図 1 3 (a) ~ (b) は、補正前および補正後について、各データの位置合わせエラー量

を横に並べて表示したグラフである。図 13 (a) は、補正前における各データの位置合わせエラー量を示しており、図 13 (b) は、補正後における各データの位置合わせエラー量を示している。また、図 13 (c) は、各データについて、非計測方向に関する画像データの特徴量に基づいて得られた確信度を示している。

【0085】

図 13 (a) ~ (b) を参照すると、例えば、丸 A で囲んだ右側部分のデータにおいて、補正により位置合わせエラー量（および / または、位置合わせエラー量のばらつき）が低減されていることを確認することができる。また、丸 B で囲んだデータにおいては、他のデータと比べて位置合わせエラー量が極端に大きく、補正によっても位置合わせエラー量が改善されていないことを確認することができる。このデータについての確信度を図 13 (c) により確認すると、他のデータに比べて極端に小さくなっている。これは、丸 B で囲んだデータが得られたアライメントマークにおいて、例えば本来形成されるべき形状や位置で形成されていない等の異常が発生し、アライメント計測部 106 による正常な計測結果（位置情報）が得られなかったことを示している。

10

【0086】

以上、一実施形態として、インプリント処理の際のインプリント装置 IMP の状態を示すデータから算出した補正値をそのショット領域の重ね合わせに適用する例について述べたが、これに限るものではない。例えば、インプリント装置 IMP から制御装置 1003 に補正値を提供し、その後の処理において該補正値が用いられてもよい。例えば、インプリント処理時のインプリント装置 IMP の状態を示す情報から求めた補正値を次のショット領域等の別のショット領域のアライメント時に適用しても構わない。または、補正値を次の基板の同一位置のショット領域のアライメント時に適用しても構わない。

20

【0087】

また、一実施形態として、インプリント処理の際中に補正値および / または確信度を逐次的に算出する例について述べたが、これに限るものではない。例えば、インプリント処理が終了した基板 S（ウェハ）における各ショット領域に対して位置合わせ計測の確信度を算出し、該確信度からアライメントマークの異常検知を行っても構わない。

【0088】

さらに、一実施形態として上述した補正値および / または確信度の算出・学習等は、インプリント装置のみならず、他のリソグラフィ装置（例えば、露光装置）に適用されてもよい。露光装置においても、基板のショット領域と原版とのアライメントがなされる。このアライメントにおいて、基板のショット領域に設けられたマークの位置が計測され、その計測の結果が、マークの画像データの非計測方向における特徴量に応じた補正値を使って補正されうる。また、マークの画像データの非計測方向における特徴量に応じた確信度に基づいて、該マークの使用に関する設定が行われうる。

30

【0089】

< 第 2 実施形態 >

本発明に係る第 2 実施形態について説明する。第 1 実施形態では、補正値および確信度の両方を決定（算出、推定）することができるモデルを使用して、アライメント計測結果の補正とマーク異常検知とを行う例について述べた。第 2 実施形態では、補正値を決定せずに確信度のみを決定するモデルを使用し、マーク異常検知のみを行う例について述べる。なお、第 2 実施形態は、第 1 実施形態を基本的に引き継ぐものであり、例えば装置構成や処理のシーケンスなどは第 1 実施形態と同様である。第 2 実施形態では、モデルの生成方法（機械学習の方法）、確信度の決定方法が第 1 実施形態と異なる。

40

【0090】

本実施形態におけるモデルの生成方法について説明する。該生成方法では、まず、インプリント装置 IMP によって基板 S の複数のショット領域に対して同じ条件でインプリント処理を行い、アライメントに使用したマーク画像（画像データ）の特徴量を得る。本実施形態では、第 1 実施形態と異なり、重ね合わせ検査装置（検査装置 1005）による重ね合わせずれ量の計測を行わない。つまり、少なくとも非計測方向に関するマーク画像の特

50

微量を入力とし、確信度を示す情報を出力とするモデルが、教師データを使用せずに機械学習を行うことで生成される（教師なし学習）。

【 0 0 9 1 】

この場合における機械学習の例としては、主成分分析やオートエンコーダ等の手法が挙げられる。このような主成分分析やオートエンコーダ等の手法は、異常なマークのマーク画像から得られた非計測方向に関する特徴量がランダム成分を多く含むときに特に有効である。これらの手法では、機械学習に使用した特徴量から共通の特徴が抽出され、抽出された特徴によって、確信度を決定する対象の特徴量をどれだけ説明することができるかが算出される。そして、該対象の特徴量において、この説明することができる成分の度合（例えば、抽出された特徴を含む度合）を確信度として決定することができる。つまり、機械学習に使用した特徴量から抽出された特徴により説明することができる度合が大きいほど（例えば、説明することができる成分が多いほど）高い確信度が得られることとなる。よって、異常マークから得られたランダム成分の多い特徴量では、該抽出された特徴により説明することができる成分が少なく、確信度が低く算出される。

10

【 0 0 9 2 】

また、機械学習に使用するマーク（計測対象物）に異常マークがほぼ含まれない場合には、One Class SVMによる異常検知も有効である。One Class SVMでは、機械学習に使用した特徴量について、正常マークから得られた特徴量と異常マークから得られた特徴量との境界が機械学習によって算出され、確信度を決定する対象の特徴量と該境界との距離に応じて確信度が求められる。

20

【 0 0 9 3 】

また、他の手法として、機械学習に使用するマーク画像の特徴量の平均と分散共分散行列とを機械学習し、確信度を決定する対象のマーク画像の特徴量と該平均とのマハラノビス距離から確信度を求める手法がある。

【 0 0 9 4 】

このように本実施形態では、上記の手法を用いてモデルを生成し、該モデルを用いて計測対象物の確信度を決定（推定）することができる。例えば、図5の工程S301において、上記の手法によって生成されたモデルを取得し、工程S306において、該モデルを用いて確信度を決定することができる。そして、決定された確信度に基づいて、計測対象物としてのマークの異常検知を行い、工程S307において、該マークの位置情報の使用に関する設定を行うことができる。なお、本実施形態で生成されたモデルでは、位置合わせエラー量（補正值）が算出されないため、アライメント計測値（仮位置情報）の補正を行う際には、補正值を算出するための別のモデルが用いられうる。

30

【 0 0 9 5 】

< 第3実施形態 >

本発明に係る第3実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態を基本的に引き継ぐものであり、以下で言及すること以外については第1実施形態で説明したとおりであるため説明を省略する。また、本実施形態は、第2実施形態の内容を含むものであってもよい。

【 0 0 9 6 】

第1実施形態では、工程S201において、モデル生成装置1007は、重ね合わせ検査装置による計測値とインプリント装置IMPでの計測値（工程S104における最終的なアライメント誤差）との差分を位置合わせエラー量として算出する例を説明した。また、第1実施形態では、工程S202においてモデル生成装置1007が取得するマーク画像は、工程S104すなわちインプリント材の硬化前にインプリント装置IMPにおいてアライメントスコープ106を使って取得されるものである。

40

【 0 0 9 7 】

これに対し、本実施形態では、インプリント装置IMPでの計測値およびマーク画像として、工程S105と工程S106の間、即ちインプリント材の硬化後にインプリント装置IMPにおいてアライメントスコープ106において取得されるものが用いられる。

50

【 0 0 9 8 】

また、本実施形態では、工程 S 2 0 2 において、このインプリント材の硬化後に撮像されたマーク画像から特徴量が求められる。この特徴量は、少なくとも非計測方向に関する特徴量を含み、計測方向に関する特徴量も含んでもよい。

【 0 0 9 9 】

外部の重ね合わせ検査装置で計測される基板 S はインプリント材が硬化された後の状態である。したがって、本実施形態のように、インプリント装置 I M P における計測値およびマーク画像として、インプリント材の硬化後の補正值およびマーク画像を用いることで、インプリント材が硬化する際に生じる変動を排除することができる。

【 0 1 0 0 】

10

< 第 4 実施形態 >

本発明に係る第 4 実施形態について説明する。本実施形態では、リソグラフィ装置の例として露光装置を説明する。なお、本実施形態は、以下で特に言及されない限り、第 1 実施形態を基本的に引き継ぐものである。例えば、モデルの生成方法や確信度の決定方法などは、以下で特に言及されない限り、第 1 実施形態を引き継いでいる。また、本実施形態は、第 2 実施形態および / または第 3 実施形態の内容を含むものであってもよい。

【 0 1 0 1 】

図 1 7 には、一実施形態の露光装置 E X P の構成が模式的に記載されている。露光装置 E X P は、照明部 2 0 0 と、原版としてのレチクル R を保持するレチクルステージ 2 0 1 と、投影光学系 2 0 2 と、基板としてのウェハ W を保持するウェハステージ 2 0 3 と、マーク位置計測部 2 0 4 と、制御部 2 0 5 とを含みうる。ウェハステージ W S の上には、基準プレート 2 0 6 が配置される。制御部 2 0 5 は、C P U やメモリを有し、照明部 2 0 0 、レチクルステージ 2 0 1 、ウェハステージ 2 0 3 およびマーク位置計測部 2 0 4 と電氣的に接続され、それらを制御して露光装置 E X P の動作を統括的に制御する。

20

【 0 1 0 2 】

制御部 2 0 5 は、例えば、F P G A (Field Programmable Gate Array の略。) などの P L D (Programmable Logic Device の略。) 、又は、A S I C (Application Specific Integrated Circuit の略。) 、又は、プログラム 1 1 3 が組み込まれた汎用コンピュータ、又は、これらの全部または一部の組み合わせによって構成されうる。また、本実施形態の制御部 2 0 5 は、マーク位置計測部 2 0 4 を用いて得られた計測対象物 (例えばウェハ W のマーク) の位置情報 (仮位置情報) を補正するための補正值の算出、および / または、マークの位置情報の確信度の決定を行うように構成されうる。制御部 2 0 5 は、第 1 ~ 第 2 実施形態で上述したモデル生成装置 1 0 0 7 (機械学習部) を備えていてもよい。

30

【 0 1 0 3 】

照明部 2 0 0 は、光源部 2 0 0 a と照明光学系 2 0 0 b とを有し、レチクルステージ 2 0 1 により保持されたレチクル R を照明する。光源部 2 0 0 a は、例えばレーザーを使用する。レーザーとしては、波長約 1 9 3 n m の A r F エキシマレーザー、波長約 2 4 8 n m の K r F エキシマレーザーなどを使用することができるが、光源の種類はエキシマレーザーに限定されない。具体的には、波長約 1 5 7 n m の F 2 レーザーや波長 2 0 n m 以下の E U V (Extreme UltraViolet) 光を使用してもよい。また、照明光学系 2 0 0 b は、レチクル R を均一に照明するための機能や、偏光照明機能などを有しうる。照明光学系 2 0 0 b は、光源部 2 0 0 a から射出した光束を用いて被照明面を照明する光学系であり、本実施形態では、光束を露光に最適な所定の形状の露光スリットに成形し、レチクル R を照明する。照明光学系 2 0 0 b は、レンズ、ミラー、オプティカルインテグレーター、絞り等を含みうる。例えば、照明光学系 2 0 0 b には、コンデンサーレンズ、ハエの目レンズ、開口絞り、コンデンサーレンズ、スリット、および結像光学系が、その順で配置されている。

40

【 0 1 0 4 】

レチクル R は、例えば、石英製であり、その上にはウェハ W 上に転写されるべき回路パタ

50

ーンが形成されている。レチクルRは、レチクルステージ201によって保持および駆動され、照明部200によって照明されうる。レチクルRを透過した回折光は、投影光学系202を通り、ウェハW上に投影される。また、レチクルステージ201は、レチクルRを保持するレチクルチャックと、該レチクルチャックを駆動することによってレチクルRを駆動するレチクル駆動機構とを有する。レチクル駆動機構は、リニアモータなどで構成され、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向および各軸の回転方向にレチクルRを駆動することができる。なお、露光装置EXPには、不図示の光斜入射系のレチクル検出部が設けられており、該レチクル検出手段によってレチクルRの位置が検出され、その検出結果に基づいてレチクルRの位置が制御されうる。

【0105】

10

投影光学系202は、物体面からの光束を像面に結像する機能を有し、本実施形態では、レチクルRに形成されたパターンを経た回折光をウェハW上に結像（投影）する。投影光学系202としては、複数のレンズ素子からなる光学系が使用されうるが、他の種類の光学系が使用されてもよい。例えば、投影光学系202として、複数のレンズ素子と少なくとも1つの凹面鏡とを有する光学系（カタディオプトリック光学系）、複数のレンズ素子と少なくとも1つのキノフォームなどの回折光学素子とを有する光学系等を使用することもできる。

【0106】

ウェハWは、例えば半導体ウェハや液晶基板などの被処理体であり、その上面にはフォトレジストが塗布されている。本実施形態では、マーク位置計測部204によってウェハWのマークが検出（撮像）されるため、ウェハWおよび/またはウェハWのマークは、マーク位置計測部204による計測対象物として理解されてもよい。また、ウェハステージ203は、ウェハWを保持するウェハチャックと、該ウェハチャックを駆動することによりウェハWを駆動するウェハ駆動機構とを有する。ウェハ駆動機構は、リニアモータなどで構成され、X軸方向、Y軸方向、Z軸方向および各軸の回転方向にウェハWを駆動することができる。なお、露光装置EXPには、不図示の面位置検出部が設けられており、該面位置検出部によってウェハWの面位置が検出され、その検出結果に基づいてウェハWの面位置（例えばウェハWの高さ）が制御されうる。

20

【0107】

レチクルステージ201とウェハステージ203との相対位置は、例えば、6軸のレーザー干渉計207などにより計測（監視）され、その計測結果に基づいて、ウェハWの露光時におけるレチクルRとウェハWとの相対位置が制御部205により制御されうる。例えば、レチクルRとウェハWとは光学的に共役の関係に配置され、レチクルRとウェハWとを投影光学系202の投影倍率に応じた速度比で相対的に走査することにより、レチクルRのパターンをウェハW上に転写することができる。

30

【0108】

図18Aには、一実施形態のマーク位置計測部204の構成が模式的に記載されている。マーク位置計測部204は、光ファイバ261から射出された光でウェハWに照明する照明系と、ウェハWに設けられたマーク272の像を結像する結像系とで構成され、ウェハWのマーク272を撮像して画像データ（マーク画像）を生成しうる。マーク位置計測部204は、第1実施形態で説明したアライメント計測部（撮像部）106と同様のユニットとして理解されてもよい。照明系は、例えば、照明光学系（レンズ262、263、266）、照明開口絞り264、ミラーM2、リレーレンズ267、偏光ビームスプリッタ268、/4板270、および対物光学系271を含みうる。また、結像系は、対物光学系271、/4板270、検出開口絞り269、偏光ビームスプリッタ268、および結像光学系274を含み、マーク272からの反射光をセンサ275（受光面）に結像するように構成されている。このように構成されたマーク位置計測部204を用いて得られたマーク画像（画像データ、信号波形）と、レーザー干渉計207で測定されたウェハステージWSの位置とに基づいて、制御部205は、マーク272の座標位置（位置情報）を求めることができる。

40

50

【0109】

マーク位置計測部204において、光ファイバ261から射出された光は、照明光学系のレンズ262、263を通り、ウェハWと共役な位置に配置された照明開口絞り264に到達する。このとき、照明開口絞り264での光束径は、光ファイバ261での光束径よりも十分に小さいものとなる。照明開口絞り264を通過した光は、照明光学系のレンズ266、ミラーM2、リレーレンズ267を介して偏光ビームスプリッタ268に導かれる。ここで、偏光ビームスプリッタ268は、例えば、X方向およびY方向のうち一方に平行なP偏光の光を透過し、他方に平行なS偏光の光を反射するように構成されうる。このため、偏光ビームスプリッタ268を透過したP偏光の光は、検出開口絞り269を通過した後、ノ4板270を透過して円偏光に変換され、対物光学系271を通過してウェハWのマーク272をケーラー照明する。 10

【0110】

マーク272で反射・回折・散乱された光は、再度、対物光学系271を通過した後、ノ4板270を透過して円偏光からS偏光に変換され、検出開口絞り269に到達する。ここで、マーク272で反射された光の偏光状態は、マーク272に照射された円偏光の光とは逆回りの円偏光となる。即ち、マーク272に照射された光の偏光状態が右回りの円偏光の場合、マーク272で反射された光の偏光状態は左回りの円偏光となる。また、検出開口絞り269は、制御部205からの命令で絞り量を変えることにより、マーク272からの反射光の開口数を変更することができる。検出開口絞り269を通過した光は、偏光ビームスプリッタ268で反射された後、結像光学系274を通過してセンサ275に導かれる。このように、本実施形態のマーク位置計測部204では、ウェハWへの照明光の光路とウェハWからの反射光の光路とを偏光ビームスプリッタ268によって分離し、ウェハWのマーク272の像をセンサ275の受光面に形成（結像）することができる。 20

【0111】

光ファイバ261は、例えば、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、プラズマ光源、LED等の光源250から射出された光を照明光学系のレンズ262に導光する。この光源250と光ファイバ261の間には、透過させる波長を可変とする波長フィルタ251が配置されている。波長フィルタ251は、マーク位置計測部204で得られるマーク画像の品質（例えば、コントラストや計測精度）に基づいて、最適な照明光の波長を透過することができるように構成されうる。但し、波長フィルタ251のフィルタリング方法および構成については限定されない。 30

【0112】

照明開口絞り264は、光を透過する開口部の形状を切り替えるための切替機構（本例では回転機構）を有しており、透過する光源分布の形状を変更可能に構成されている。この構成は、開口部の大きさ（所謂、照明値）の選択を可能にしたり、変形照明等を可能にしたりしうる。この開口部の形状の切り替えによっても、マーク位置計測部204で得られるマーク画像の品質を変更する事が可能となる。本実施形態の照明開口絞り264には、一例として、図18Bに示すように、形状が互いに異なる4種類の開口部255a～255dが回転機構に設けられている。そして、これら4種類の開口部255a～255dのいずれかが光路上に配置されるように回転機構を駆動することで、ウェハWのマーク272への照明状態を変更することができる。なお、開口部の形状は、図18Bで示した形状に限定されるものではなく、任意に設定・変更することができる。 40

【0113】

上記のように、波長フィルタ251、照明開口絞り264、およびノまたは検出開口絞り269等の光学パラメータ（光学条件）を変更することで、マーク位置計測部204で得られるマーク画像の品質を変更することができる。以下では、その例について図19、図20を参照しながら説明する。

【0114】

図19には、マーク272の一例がXY平面内で示されている。図19に示されるマーク 50

272は、X方向の位置を計測するためのマーク要素(272X1、272X2)と、Y方向の位置を計測するためのマーク要素(272Y1、272Y2)とで構成されうる。マーク位置計測部204は、マーク272を撮像してマーク画像(画像データ)を生成する。そして、マーク位置計測部204あるいは制御部205は、該マーク画像を処理することによってマーク272(各マーク要素)の位置を計測する。このようなマーク272では、例えば、半導体プロセスのCMP(化学機械研磨)やエッチング、レジストの塗布ムラ等のプロセス影響によって、計測誤差(計測騙され)が生じる可能性がある。特に、このような2方向の計測を行うためのマーク272等では、計測方向に限らず、計測方向ではない方向(非計測方向)においても、後述するマーク形状の非対称性が生じる可能性がある。

10

【0115】

図20(A)は、図19に示したマーク272を構成する4つのマーク要素のうち1つのマーク要素272X1に着目し、そのマーク要素272X1の断面(ZX断面)を示している。該マーク要素272X1は、段差構造で構成されており、その上にはレジスト253が塗布されている。レジスト253は、一般的には、ウェハWの全面に対し、液体の状態でスピコート法により塗布されうる。このように段差構造を有するマーク要素272X1では、スピコート法により液体のレジスト253が塗布されると、例えばマーク要素272X1のウェハW上の位置に応じて、計測方向(X方向)においてレジスト厚が非対称になりうる。この場合、マーク位置計測部204で得られるマーク要素272X1のマーク画像においても非対称成分が生じ、マーク位置の計測結果に計測誤差(計測騙され)が発生してしまう。

20

【0116】

図21(A)は、図19に示したマーク272を構成する4つのマーク要素のうち1つのマーク要素272X1に着目し、そのマーク要素272X1の平面図(XY平面)を示している。該マーク要素272X1は、段差構造で構成されており、その上にはレジスト253が塗布されている。上述したように、レジスト253は、一般的には、ウェハWの全面に対して、液体の状態でスピコート法により塗布されうる。この場合、図20を参照して説明した計測方向と同様に、例えばマーク要素272X1のウェハW上の位置に応じて、非計測方向(例えばY方向)においてもレジスト厚が非対称になる。つまり、マーク位置計測部204で得られるマーク画像における非計測方向のエッジ形状が非対称になりうる。このような非計測方向における非対称性は、計測方向における非対称性に対して相関を有しうる(例えば、同じ傾向が得られうる)。

30

【0117】

図20(B)~(E)には、上述した光学パラメータを変更した場合に得られるマーク画像における計測方向の信号波形が、横軸にX方向(計測方向)の位置、縦軸に信号強度で示されている。また、図21(B)~(E)には、上述した光学パラメータを変更した場合に得られるマーク画像における非計測方向の信号波形が、横軸に振動強度、縦軸にY方向(非計測方向)の位置で示されている。図21(B)~(E)は、図20(B)~(E)とそれぞれ同条件(即ち、同じ光学パラメータ)で得られた信号波形である。

【0118】

図20(B)、図21(B)には、ある光学パラメータ(波長、照明値)で得られたマーク画像の信号波形の例が示されている。図20(B)、図21(B)に示される信号波形では、信号強度(コントラスト)が比較的低い状態である。このように信号強度が低い場合、計測精度が低下するため、信号強度を増加させるように光学パラメータを変更することが好ましい。一方、図20(C)、図21(C)には、図20(B)、図21(B)の光学パラメータに対して波長を変更した場合に得られる信号波形の例が示されており、図20(B)、図21(B)に示される信号波形より信号強度が増幅している。この場合では、レジスト厚の非対称性に起因する信号強度の非対称性も顕著になり、計測誤差が発生する可能性が上昇しうる。

40

【0119】

50

図 20 (D)、図 21 (D) には、上記の図 20 (C)、図 21 (C) の光学パラメータに対して照明 値を小さくした場合に得られる信号波形の例が示されている。照明 値を小さくすることで、マーク要素 272 X 1 の周辺部 (周縁部) に対応する位置に信号協調を発生させ、コントラストを増加させることができる。また、マーク位置計測部 204 のフォーカス位置を変化させることで、信号協調の発生量や信号協調を発生させる X 方向の位置等を変更することができる。したがって、マーク画像を得るための条件 (コントラスト、計測騙され等) に応じて、照明 値および / またはフォーカス位置を調整するとよい。

【0120】

図 20 (E)、図 21 (E) には、図 20 (B)、図 21 (B) の光学パラメータに対して、照明光の波長を大きくした場合に得られる信号波形の例が示されている。マーク要素 272 X 1 には、レジスト 253 が塗布されているため、マーク要素 272 X 1 の段差構造における凹部の干渉と凸部の干渉と条件が異なる。例えば、凹部と凸部とで位相差が発生する場合、凹部の強度と凸部の強度の関係が変化する。このように照明光の波長を変更することで発生するコントラストの変化は、本実施形態のような段差構造のマーク以外にも、実際の半導体プロセスで用いられうるマークにおいてより顕著になることがある。いずれにしても、マーク要素 272 X 1 の構造に応じて照明光の波長を変更することで、マーク位置計測部 204 で得られるマーク画像の様子 (状態) が異なってくる。

【0121】

このように、段差構造を有するマーク 272 (マーク要素 272 X 1) では、その上に塗布されたレジスト 253 の非対称性に起因して計測誤差 (計測騙され) が発生しうる。したがって、本実施形態においても、第 1 実施形態と同様に、非計測方向に関するマーク画像 (画像データ、信号波形) の特徴量を求め、該特徴量に基づいて、該画像データから得られる計測方向におけるマーク (計測対象物) の仮位置情報を補正するとよい。これにより、マークの位置情報を高精度に決定することができる。非計測方向に関するマーク画像の特徴量は、第 1 実施形態で説明されているが、一例として、非計測方向における複数の位置にそれぞれに対応する複数の値を含みうる。該複数の値は、複数の積算値を含んでもよく、該複数の積算値の各々は、画像データを構成する複数の画素のうち非計測方向における位置が等しい画素のそれぞれの信号値の積算値でありうる。特徴量を求める他の方法については、第 1 実施形態を参照されたい。

【0122】

また、上記の説明から、非計測方向に関するマーク画像の特徴量は、計測方向における非対称性 (例えばレジスト厚のムラ) を反映しているといえる。そのため、該特徴量に基づいて、マーク画像から決定されたマークの位置情報についての確信度を求めることができ、該確信度に基づいて、マークの位置情報の使用に関する設定を行うことができる。確信度を求める方法、およびマークの位置情報の使用に関する設定方法については、第 1 実施形態を参照されたい。

【0123】

< 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、上記のリソグラフィ装置によって基板上にパターンを形成する形成工程と、該形成工程でパターンが形成された該基板を加工する加工工程と、を含み、該加工工程で加工された該基板から物品を製造する。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程 (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) を含んでもよい。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。

【0124】

以下、図 22 を参照しながら、一例として、リソグラフィ装置としてインプリント装置を使って物品を製造する物品製造方法について説明する。インプリント装置を用いて成形し

た硬化物のパターンは、各種物品の少なくとも一部に恒久的に、或いは各種物品を製造する際に一時的に、用いられる。物品とは、電気回路素子、光学素子、MEMS、記録素子、センサ、或いは、型等である。電気回路素子としては、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、MRAMのような、揮発性或いは不揮発性の半導体メモリや、LSI、CCD、イメージセンサ、FPGAのような半導体素子等が挙げられる。型としては、インプリント用のモールド等が挙げられる。

【0125】

硬化物のパターンは、上記物品の少なくとも一部の構成部材として、そのまま用いられるか、或いは、レジストマスクとして一時的に用いられる。基板の加工工程においてエッチング又はイオン注入等が行われた後、レジストマスクは除去される。

10

【0126】

次に、物品の具体的な製造方法について説明する。図22(a)に示すように、絶縁体等の被加工材2zが表面に形成されたシリコンウェハ等の基板1zを用意し、続いて、インクジェット法等により、被加工材2zの表面にインプリント材3zを付与する。ここでは、複数の液滴状になったインプリント材3zが基板上に付与された様子を示している。

【0127】

図22(b)に示すように、インプリント用の型4zを、その凹凸パターンが形成された側を基板上のインプリント材3zに向け、対向させる。図22(c)に示すように、インプリント材3zが付与された基板1zと型4zとを接触させ、圧力を加える。インプリント材3zは型4zと被加工材2zとの隙間に充填される。この状態で硬化用のエネルギーとして光を型4zを通して照射すると、インプリント材3zは硬化する。

20

【0128】

図22(d)に示すように、インプリント材3zを硬化させた後、型4zと基板1zを引き離すと、基板1z上にインプリント材3zの硬化物のパターンが形成される。この硬化物のパターンは、型の凹部が硬化物の凸部に、型の凸部が硬化物の凹部に対応した形状になっており、即ち、インプリント材3zに型4zの凹凸パターンが転写されたことになる。

【0129】

図22(e)に示すように、硬化物のパターンを耐エッチングマスクとしてエッチングを行うと、被加工材2zの表面のうち、硬化物が無い或いは薄く残存した部分が除去され、溝5zとなる。図22(f)に示すように、硬化物のパターンを除去すると、被加工材2zの表面に溝5zが形成された物品を得ることができる。ここでは硬化物のパターンを除去したが、加工後も除去せずに、例えば、半導体素子等に含まれる層間絶縁用の膜、つまり、物品の構成部材として利用してもよい。

30

【0130】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

【符号の説明】

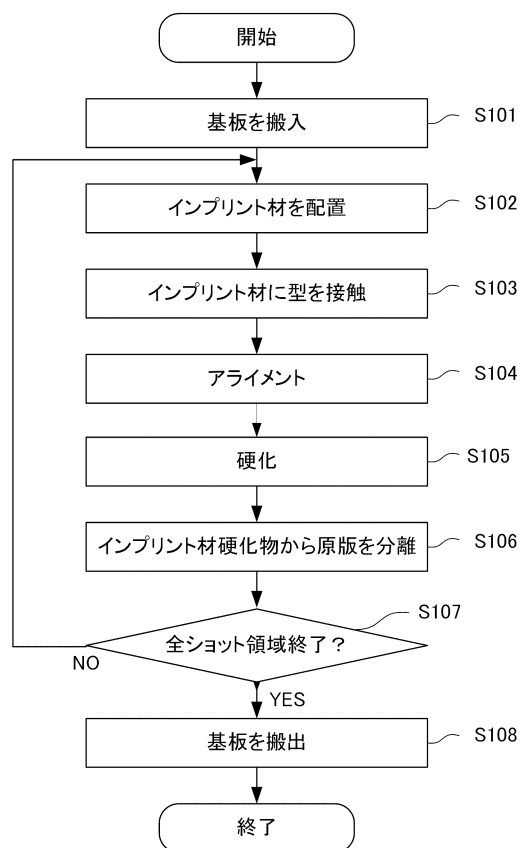
【0131】

40

IMP：インプリント装置、S：基板、M：型、110：制御部、102：基板保持部、105：基板駆動機構、121：型保持部、122：型駆動機構、1007：モデル生成装置

【圖面】

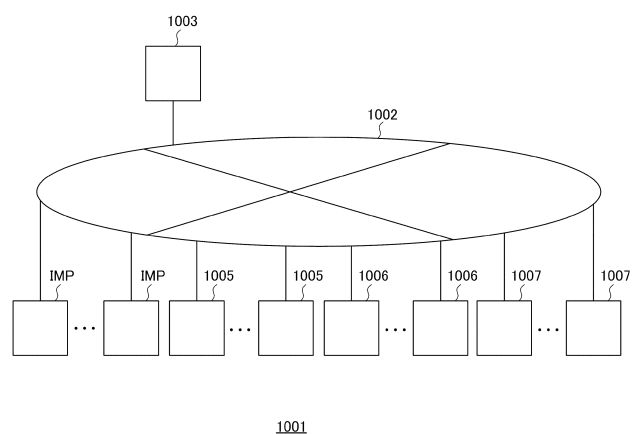
【 図 1 】



10

20

【 図 3 】

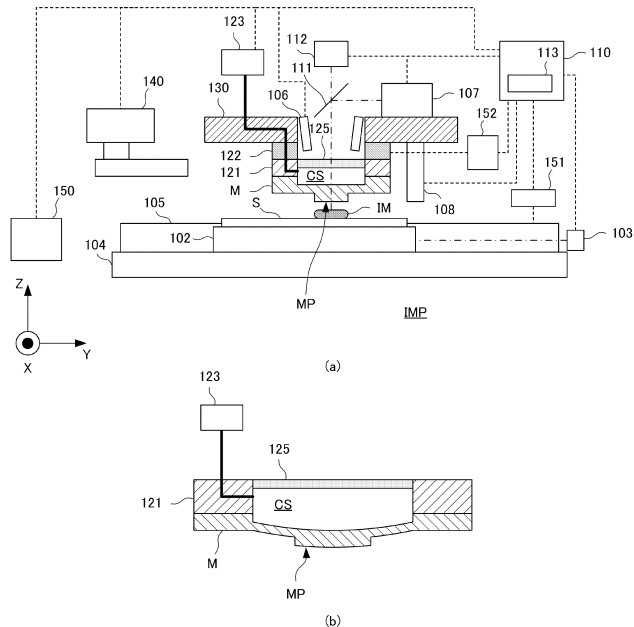


30

40

50

【 圖 2 】



10

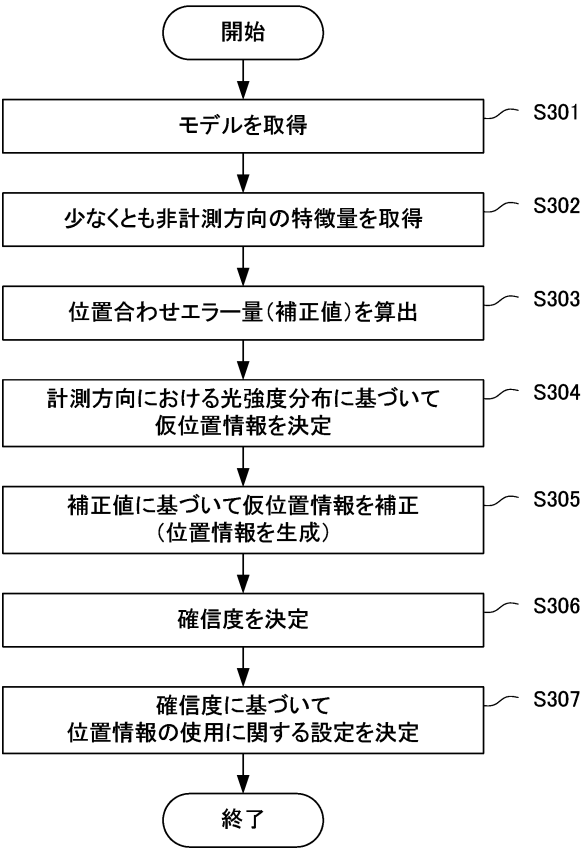
20

30

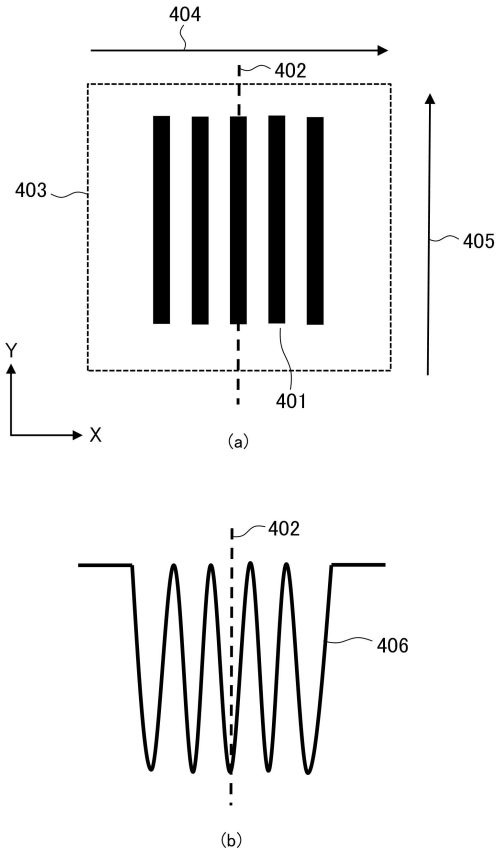
40

50

【 図 5 】



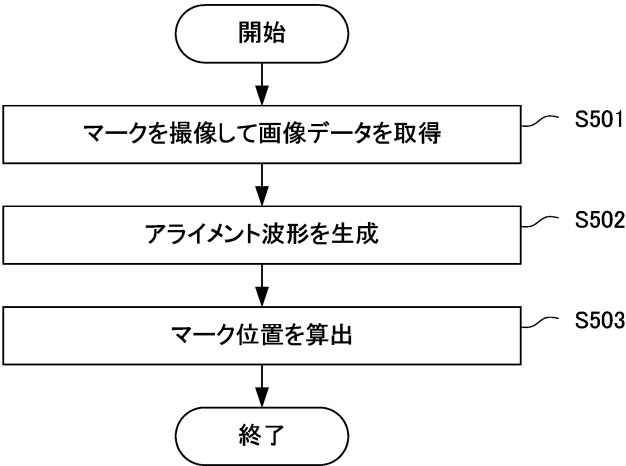
【 図 6 】



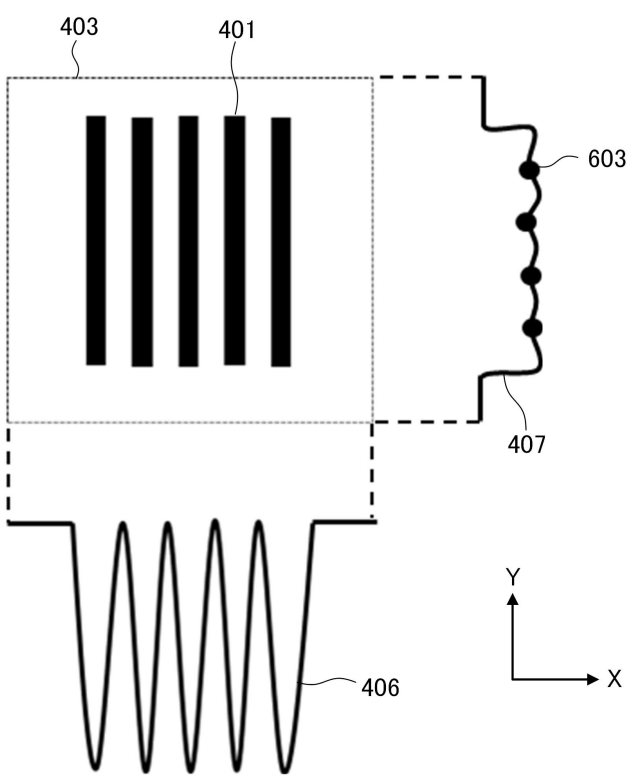
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

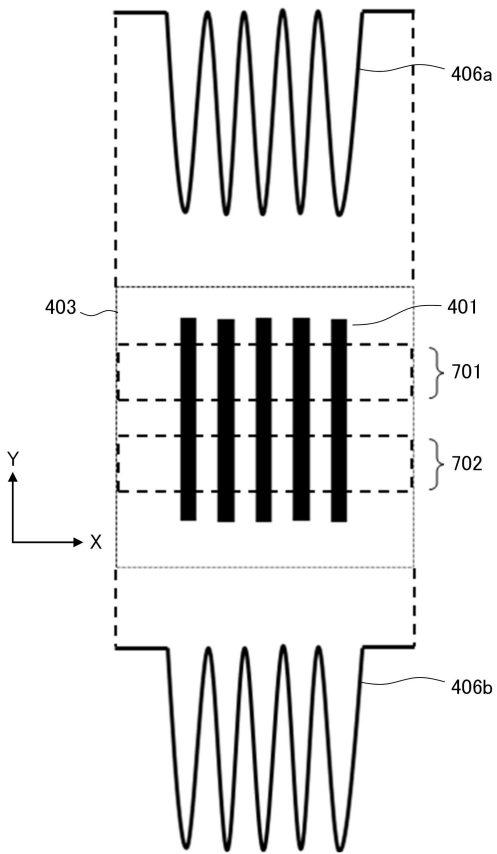


30

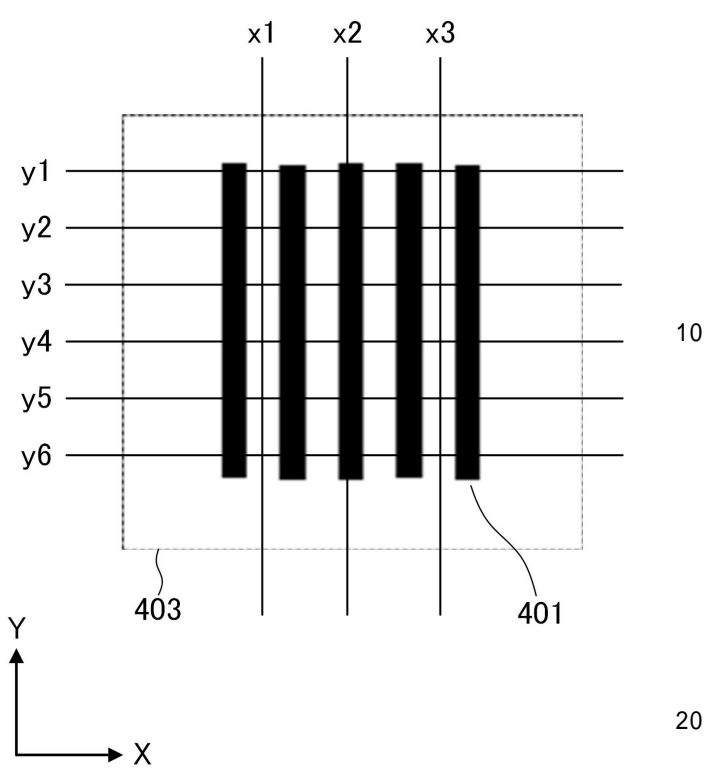
40

50

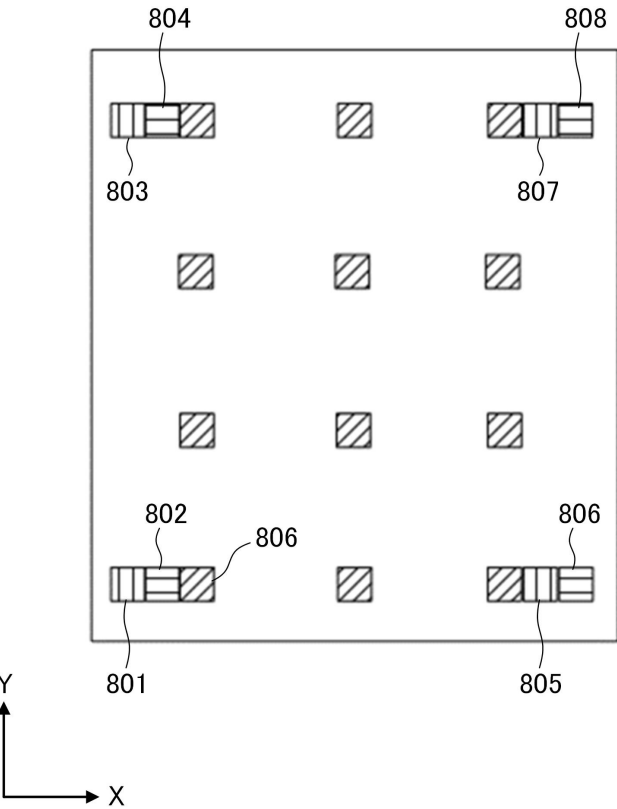
【図 9】



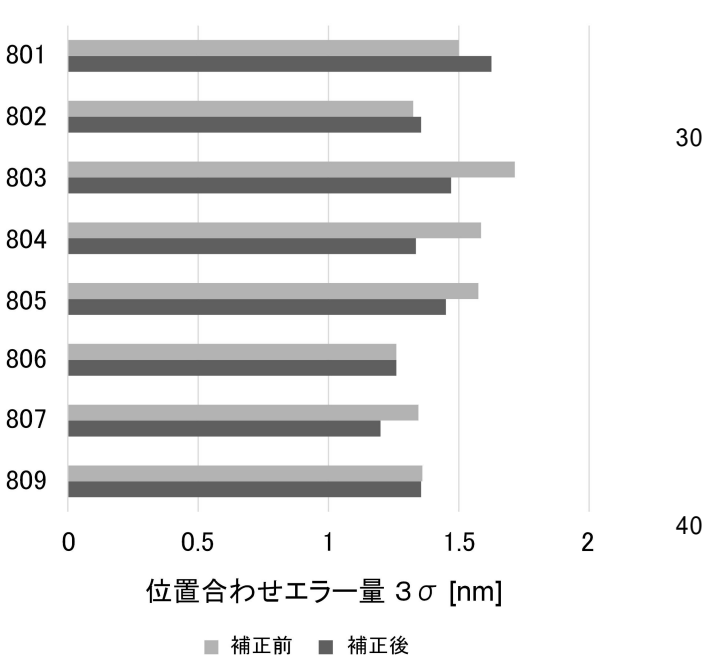
【図 10】



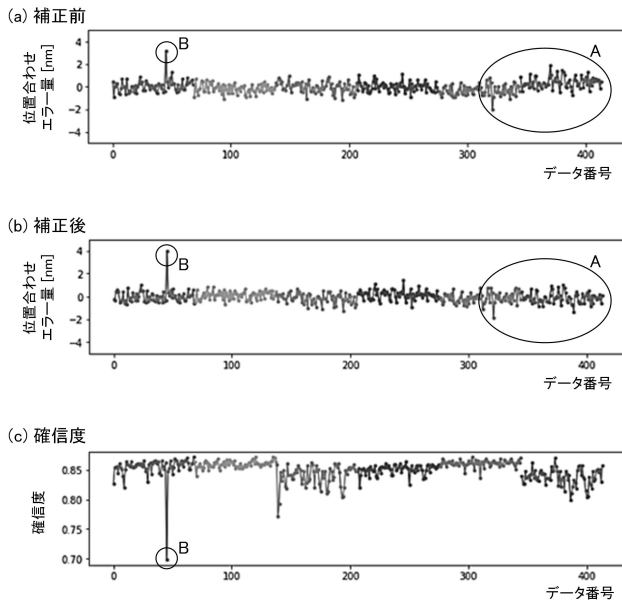
【図 11】



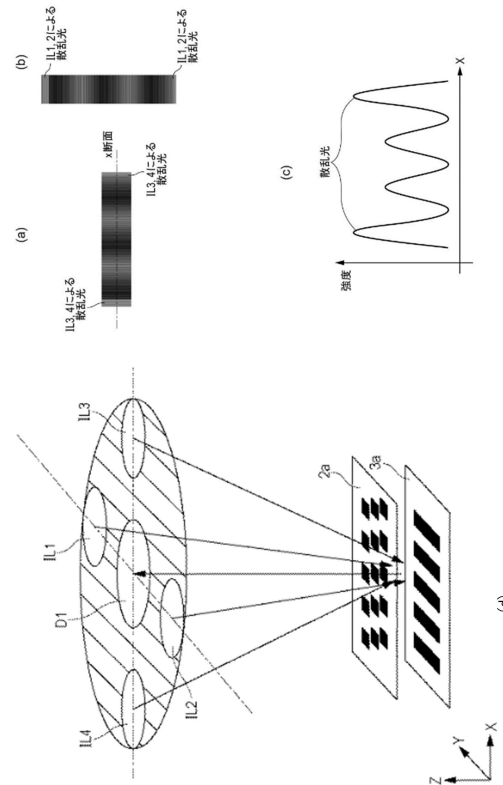
【図 12】



【図 13】



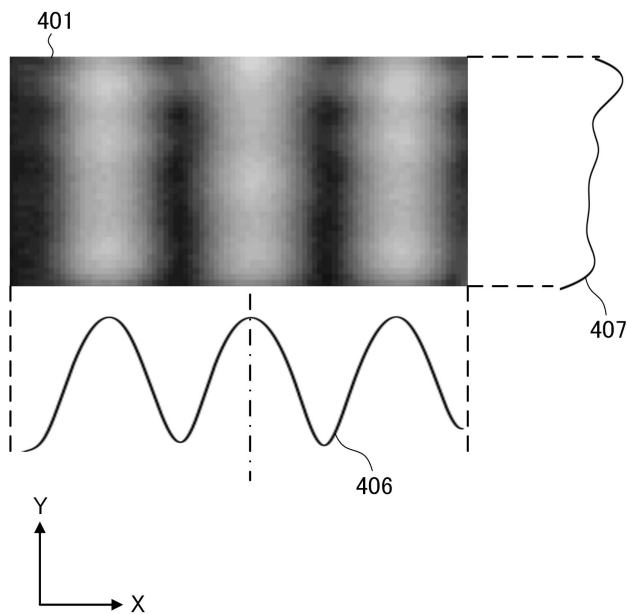
【図 14】



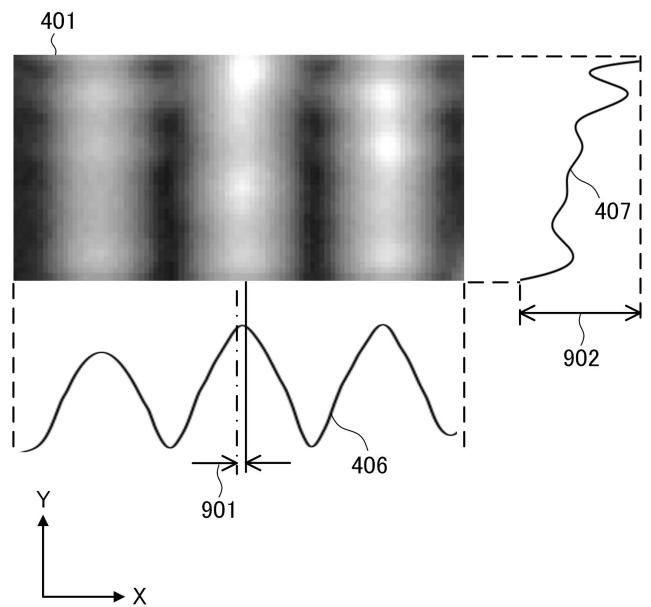
10

20

【図 15】



【図 16】

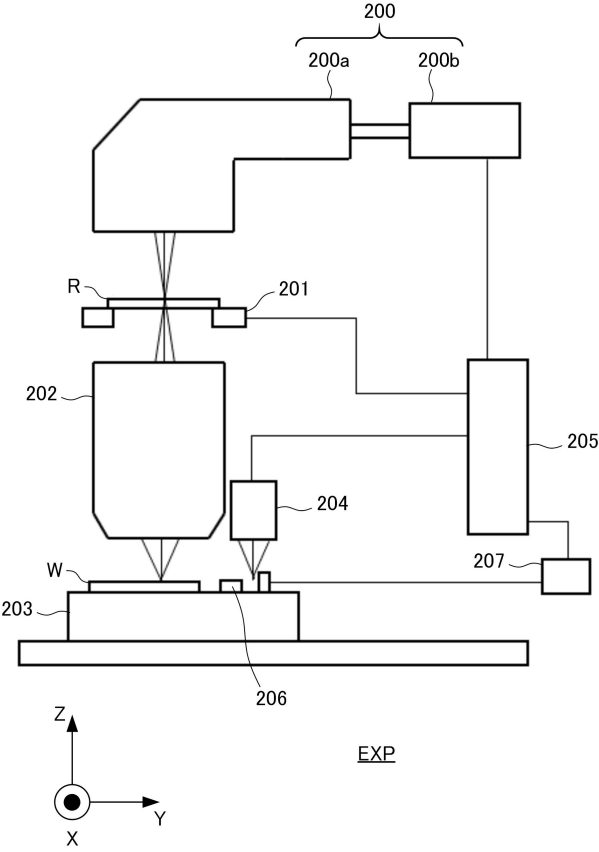


30

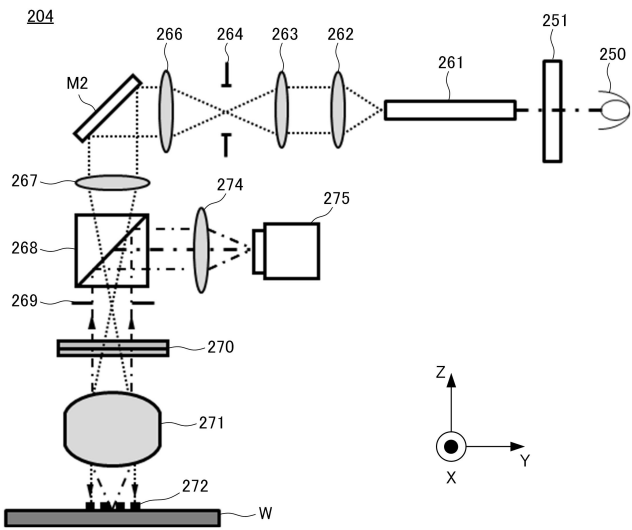
40

50

【 図 1 7 】



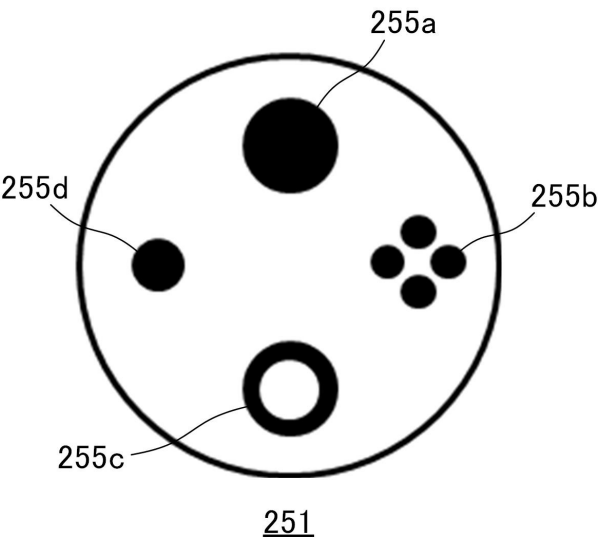
【 図 1 8 A 】



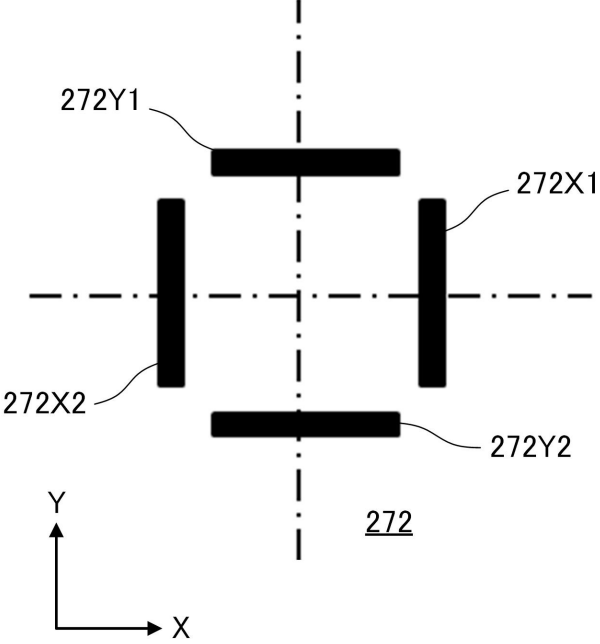
10

20

【 図 1 8 B 】



【 図 1 9 】

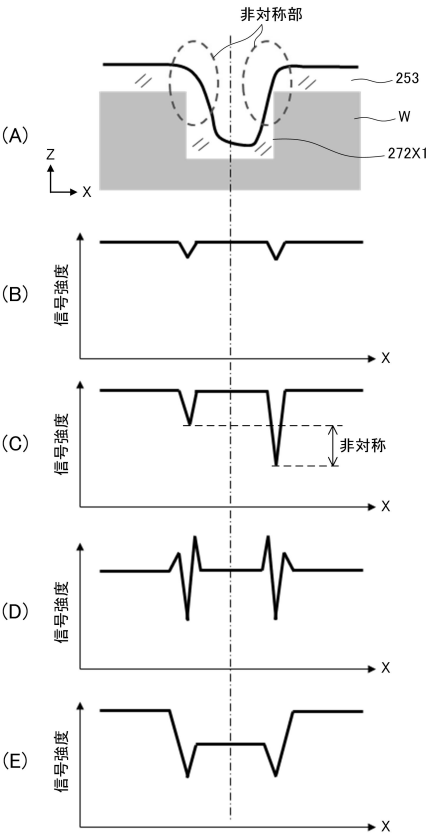


30

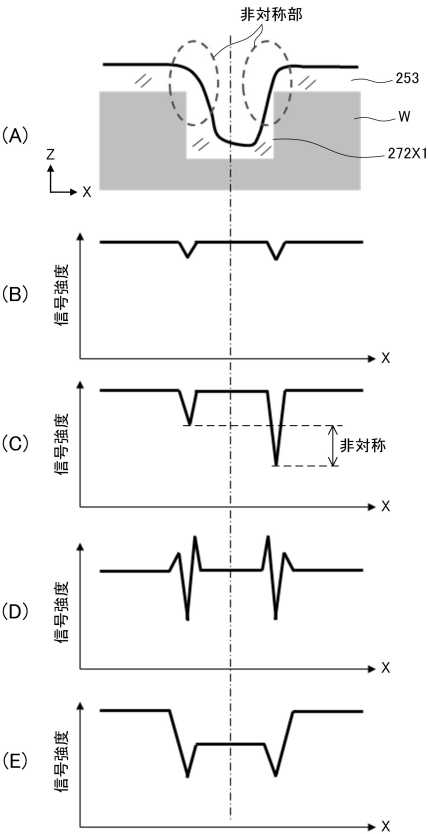
40

50

【図 2 0】



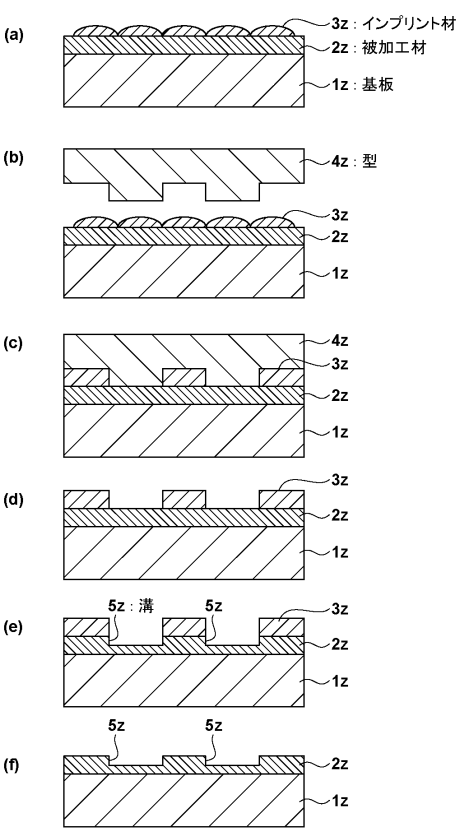
【図 2 1】



10

20

【図 2 2】



30

40

50

フロントページの続き

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) 5F146 AA31