

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7649188号  
(P7649188)

(45)発行日 令和7年3月19日(2025.3.19)

(24)登録日 令和7年3月11日(2025.3.11)

(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 3 F	7/20	(2006.01)	G 0 3 F	7/20	5 2 1
G 0 1 B	11/00	(2006.01)	G 0 1 B	11/00	H
H 0 1 L	21/68	(2006.01)	H 0 1 L	21/68	K
請求項の数 17 (全27頁)					

(21)出願番号	特願2021-72074(P2021-72074)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和3年4月21日(2021.4.21)		キャノン株式会社
(65)公開番号	特開2022-166688(P2022-166688		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
	A)	(74)代理人	110003281
(43)公開日	令和4年11月2日(2022.11.2)		弁理士法人大塚国際特許事務所
審査請求日	令和6年4月17日(2024.4.17)	(72)発明者	江頭 信一
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号
			キャノン株式会社内
		審査官	中尾 太郎
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 処理システム、計測装置、基板処理装置及び物品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1装置と、第2装置とを備え、基板を処理する処理システムであって、  
前記第1装置は、  
前記基板に設けられた第1計測対象及び前記第1計測対象とは異なる第2計測対象を検出して前記第1計測対象と前記第2計測対象との相対位置を計測する第1計測部を有し、  
前記第2装置は、  
前記第1計測部で計測された前記相対位置を取得する取得部と、  
前記第2計測対象を検出して前記第2計測対象の位置を計測する第2計測部と、  
前記取得部で取得された前記相対位置、及び、前記第2計測部で計測された前記第2計測対象の位置に基づいて、前記第1計測対象の位置を求める処理部と、  
を有し、  
前記第2計測部は、前記第2計測対象を撮像して前記第2計測対象の位置に関する情報を  
含む画像を取得し、  
前記第1計測対象は、前記基板上のアライメントすべきターゲットレイヤに設けられたア  
ライメントマークを含み、  
前記第2計測対象は、前記基板上の前記ターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられた  
デバイスパターンを含み、  
前記第1計測部は、前記第1計測対象及び前記第1計測対象の周囲に存在する、前記異な  
るレイヤに設けられた複数の第2計測対象を撮像して画像を取得し、

10

20

前記第 1 装置は、前記第 1 計測部で取得された前記画像に含まれる前記複数の第 2 計測対象のそれぞれに対応する部分におけるコントラストに基づいて、前記複数の第 2 計測対象から前記第 2 計測部で計測すべき第 2 計測対象を選択する選択部を更に有し、  
前記取得部は、前記選択部で選択された第 2 計測対象の位置を示す位置情報及び前記第 1 計測部で取得された前記画像を取得し、  
前記第 2 計測部は、前記取得部で取得された前記位置情報に従って前記選択部で選択された第 2 計測対象を撮像し、当該第 2 計測対象の位置に関する情報を含む画像と、前記第 1 計測部で取得された前記画像とに基づいて、前記選択部で選択された第 2 計測対象の位置を求めることを特徴とする処理システム。

【請求項 2】

前記処理部は、前記第 1 計測対象の位置に従って前記基板を目標位置にアライメントして前記基板を処理する制御を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 3】

前記選択部は、前記第 1 計測部で取得された前記画像に含まれる前記複数の第 2 計測対象のそれぞれに対応する部分におけるコントラストを比較して、最も高いコントラストの部分に対応する第 2 計測対象を、前記第 2 計測部で計測すべき第 2 計測対象として選択することを特徴とする請求項 1 に記載の処理システム。

【請求項 4】

前記第 1 装置は、前記第 1 計測部で取得された前記画像から前記第 1 計測部の収差の影響を除去して補正画像を生成する生成部を更に有し、

前記取得部は、前記生成部で生成された前記補正画像を、前記第 1 計測部で取得された前記画像として取得し、

前記第 2 計測部は、前記取得部で取得された前記位置情報に従って前記選択部で選択された第 2 計測対象を撮像し、当該第 2 計測対象の位置に関する情報を含む画像から前記第 2 計測部の収差の影響を除去した画像と、前記補正画像とに基づいて、前記選択部で選択された第 2 計測対象の位置を求めることを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載の処理システム。

【請求項 5】

前記第 1 装置は、前記第 1 計測部で取得された前記画像に対して、前記第 1 計測部の収差の影響を除去し、且つ、前記第 2 計測部の収差の影響を加えることで補正画像を生成する生成部を更に有し、

前記取得部は、前記生成部で生成された前記補正画像を、前記第 1 計測部で取得された前記画像として取得することを特徴とする請求項 1 又は 3 に記載の処理システム。

【請求項 6】

第 1 装置と、第 2 装置とを備え、基板を処理する処理システムであって、

前記第 1 装置は、

前記基板に設けられた第 1 計測対象及び前記第 1 計測対象とは異なる第 2 計測対象を検出して前記第 1 計測対象と前記第 2 計測対象との相対位置を計測する第 1 計測部を有し、

前記第 2 装置は、

前記第 1 計測部で計測された前記相対位置を取得する取得部と、

前記第 2 計測対象を検出して前記第 2 計測対象の位置を計測する第 2 計測部と、

前記取得部で取得された前記相対位置、及び、前記第 2 計測部で計測された前記第 2 計測対象の位置に基づいて、前記第 1 計測対象の位置を求める処理部と、

を有し、

前記第 1 計測部は、前記第 2 計測部が前記第 2 計測対象を検出する際の検出条件と同一の検出条件で前記第 1 計測対象及び前記第 2 計測対象を検出することを特徴とする処理システム。

【請求項 7】

第 1 装置と、第 2 装置とを備え、基板を処理する処理システムであって、

前記第 1 装置は、

前記基板に設けられた第 1 計測対象及び前記第 1 計測対象とは異なる第 2 計測対象を検出して前記第 1 計測対象と前記第 2 計測対象との相対位置を計測する第 1 計測部を有し、  
前記第 2 装置は、  
前記第 1 計測部で計測された前記相対位置を取得する取得部と、  
前記第 2 計測対象を検出して前記第 2 計測対象の位置を計測する第 2 計測部と、  
前記取得部で取得された前記相対位置、及び、前記第 2 計測部で計測された前記第 2 計測対象の位置に基づいて、前記第 1 計測対象の位置を求める処理部と、  
を有し、

前記第 1 計測部は、

前記第 1 計測対象を検出して前記第 1 計測対象の位置を計測する第 1 計測器と、

前記第 2 計測対象を検出して前記第 2 計測対象の位置を計測する第 2 計測器と、

を含むことを特徴とする処理システム。

10

【請求項 8】

前記第 1 計測器は、赤外光、X 線又は超音波を用いて前記第 1 計測対象を検出することを特徴とする請求項 7 に記載の処理システム。

【請求項 9】

前記第 2 計測対象は、前記基板の固有なテクスチャを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちいずれか 1 項に記載の処理システム。

【請求項 10】

前記固有なテクスチャは、研磨痕、結晶粒界、エッジ又はノッチを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の処理システム。

20

【請求項 11】

基板に設けられた第 1 計測対象及び前記第 1 計測対象とは異なる第 2 計測対象を撮像して画像を取得し、前記第 1 計測対象及び前記第 2 計測対象を検出して前記第 1 計測対象と前記第 2 計測対象との相対位置を計測する計測部と、

前記計測部で取得された前記画像に含まれる複数の前記第 2 計測対象のそれぞれに対応する部分におけるコントラストに基づいて、複数の前記第 2 計測対象から前記計測部で計測すべき前記第 2 計測対象を選択する選択部と、

前記計測部で計測された前記相対位置を基板処理装置に出力する出力部と、

を有することを特徴とする計測装置。

30

【請求項 12】

前記第 1 計測対象と前記第 2 計測対象との相対距離を  $L$ 、前記第 2 計測対象のサイズを  $S$  とすると、

$$L / S > 3$$

を満たすことを特徴とする請求項 11 に記載の計測装置。

【請求項 13】

前記計測部は、前記基板処理装置が有する第 2 計測部が前記第 2 計測対象の画像を取得する際の条件と同じ条件を適用して前記第 2 計測対象の画像を取得することを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の計測装置。

【請求項 14】

40

前記基板処理装置は、

前記出力部から出力された前記相対位置を取得する取得部と、

前記第 2 計測対象を検出して前記第 2 計測対象の位置を計測する計測部と、

前記取得部で取得された前記相対位置、及び、前記基板処理装置の前記計測部で計測された前記第 2 計測対象の位置に基づいて、前記第 1 計測対象の位置を求める処理部と、

を有することを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の計測装置。

【請求項 15】

前記計測部で検出すべき前記第 1 計測対象及び前記第 2 計測対象をユーザが指定するためのインタフェースを更に有することを特徴とする請求項 11 乃至 14 のうちいずれか 1 項に記載の計測装置。

50

## 【請求項 16】

基板を処理する基板処理装置であって、

外部の計測装置で計測された、前記基板に設けられた第1計測対象と前記第1計測対象とは異なる第2計測対象との相対位置を取得する取得部と、

前記第2計測対象の位置を計測する計測部と、

前記取得部で取得された前記相対位置、及び、前記計測部で計測された前記第2計測対象の位置に基づいて、前記第1計測対象の位置を求める処理部と、

を有し、

前記取得部は、複数の前記第2計測対象のうち前記計測部で計測すべき前記第2計測対象の情報を取得し、

前記計測部は、前記取得部で取得された前記第2計測対象の情報に基づき選択された前記第2計測対象の位置を計測することを特徴とする基板処理装置。

10

## 【請求項 17】

請求項 1 乃至 10 のうちいずれか 1 項に記載の処理システムを用いてパターンを基板に形成する工程と、

前記工程で前記パターンが形成された前記基板から物品を製造する工程と、

を有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】

本発明は、処理システム、計測装置、基板処理装置及び物品の製造方法に関する。

20

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、デバイスの微細化や高集積化に伴い、デバイスの位置合わせ（アライメント）精度の向上への要求が高まっている。そこで、デバイス製造の過程で基板に歪み（基板歪み）が生じて、高精度なアライメントを実現するために、基板上の多数のアライメントマークの位置を計測し、基板歪みを高精度に補正する技術が提案されている（特許文献1参照）。このような技術で補正可能な基板歪みは、基板の全体の複数の区画領域（露光すべき領域、所謂、ショット領域）の配列の形状に加えて、かかる区画領域の形状も含む。例えば、特許文献1に開示された技術では、事前に取得した基板歪みに関する情報を用いて、基板上の複数の区画領域の配列の形状の補正、及び、かかる区画領域の形状の補正を実施している。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

【文献】特許第6719729号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

基板上の区画領域の形状の補正を実施するためには、かかる区画領域内で複数のアライメントマークを検出する必要があるが、通常、複数のアライメントマークが区画領域内に設けられていることは少ない。そこで、基板上の区画領域内に設けられている複数のオーバーレイ検査マークを代替的に用いて、かかる区画領域の形状を補正するための計測を行う手法が考えられる。しかしながら、オーバーレイ検査マークの形状は特殊であるため、オーバーレイ検査マーク専用の検出光学系が必要となる。

40

## 【0005】

また、基板上の区画領域の形状の補正に関連する課題として、アライメントマークを検出することが困難となるプロセスの増加も挙げられる。例えば、デバイスの積層化に伴い、ハードマスクを用いる工程が増加している。ハードマスクは、炭素（C）の含有量を増やすことでエッチング耐性を高めることができるが、ハードマスクを介してアライメント

50

マークを検出する際に、アライメントマークを照明する光（照明光）の透過性が低下してしまう。そこで、照明光の波長選択性を高め、アライメントマークの高精度な検出を可能にするアライメント検出光学系を用いる手法が考えられる。しかしながら、かかる手法でも、専用のアライメント検出光学系が必要となる。

【 0 0 0 6 】

上述したように、基板上の区画領域の形状を補正するためには、専用の検出光学系が必要となるが、このような専用の検出光学系を露光装置に実装することは、配置制約の観点から現実的ではない。また、専用の検出光学系を露光装置に実装することができたとしても、コストの増加を招くことになる。

【 0 0 0 7 】

本発明は、このような従来技術の課題に鑑みてなされ、基板をアライメントするのに有利な技術を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

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システムは、第 1 装置と、第 2 装置とを備え、基板を処理する処理システムであって、前記第 1 装置は、前記基板に設けられた第 1 計測対象及び前記第 1 計測対象とは異なる第 2 計測対象を検出して前記第 1 計測対象と前記第 2 計測対象との相対位置を計測する第 1 計測部を有し、前記第 2 装置は、前記第 1 計測部で計測された前記相対位置を取得する取得部と、前記第 2 計測対象を検出して前記第 2 計測対象の位置を計測する第 2 計測部と、前記取得部で取得された前記相対位置、及び、前記第 2 計測部で計測された前記第 2 計測対象の位置に基づいて、前記第 1 計測対象の位置を求める処理部と、を有し、前記第 2 計測部は、前記第 2 計測対象を撮像して前記第 2 計測対象の位置に関する情報を含む画像を取得し、前記第 1 計測対象は、前記基板上のアライメントすべきターゲットレイヤに設けられたアライメントマークを含み、前記第 2 計測対象は、前記基板上の前記ターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたデバイスパターンを含み、前記第 1 計測部は、前記第 1 計測対象及び前記第 1 計測対象の周囲に存在する、前記異なるレイヤに設けられた複数の第 2 計測対象を撮像して画像を取得し、前記第 1 装置は、前記第 1 計測部で取得された前記画像に含まれる前記複数の第 2 計測対象のそれぞれに対応する部分におけるコントラストに基づいて、前記複数の第 2 計測対象から前記第 2 計測部で計測すべき第 2 計測対象を選択する選択部を更に有し、前記取得部は、前記選択部で選択された第 2 計測対象の位置を示す位置情報及び前記第 1 計測部で取得された前記画像を取得し、前記第 2 計測部は、前記取得部で取得された前記位置情報に従って前記選択部で選択された第 2 計測対象を撮像し、当該第 2 計測対象の位置に関する情報を含む画像と、前記第 1 計測部で取得された前記画像とに基づいて、前記選択部で選択された第 2 計測対象の位置を求めることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

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実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、例えば、基板をアライメントするのに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 1 1 】

【図 1】本発明の一側面としての処理システムの構成を示す概略図である。

【図 2】露光装置の構成を示す概略図である。

【図 3】図 2 に示す露光装置の検出光学系の構成を示す概略図である。

【図 4】一般的な露光処理を説明するためのフローチャートである。

【図 5】計測装置の構成を示す概略図である。

【図 6】基板の複数の区画領域の配列を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 7】サンプル領域に設けられたアライメントマークの一例を示す図である。

【図 8】第 1 アライメントマーク及び第 2 アライメントマークが設けられた基板の断面を示す図である。

【図 9】計測装置における計測処理を説明するためのフローチャートである。

【図 10】露光装置における基板の処理を説明するためのフローチャートである。

【図 11】サンプル領域に設けられたオーバーレイ検査マーク及びアライメントマークの一例を示す図である。

【図 12】オーバーレイ検査マークを説明するための図である。

【図 13】計測装置における計測処理を説明するためのフローチャートである。

【図 14】露光装置における基板の処理を説明するためのフローチャートである。

10

【図 15】露光装置の構成を示す概略図である。

【図 16】サンプル領域に設けられたアライメントマーク及びデバイスパターンの一例を示す図である。

【図 17】サンプル領域に設けられたアライメントマーク及び複数のデバイスパターンの一例を示す図である。

【図 18】計測装置における計測処理を説明するためのフローチャートである。

【図 19】露光装置における基板の処理を説明するためのフローチャートである。

【図 20】計測装置の構成を示す概略図である。

【図 21】計測装置における計測処理を説明するためのフローチャートである。

【図 22】基板の固有なテクスチャを含む画像を示す図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0012】

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。更に、添付図面においては、同一も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。

【0013】

< 第 1 実施形態 >

図 1 は、本発明の一側面としての処理システム 1 の構成を示す概略図である。処理システム 1 は、計測装置 100（第 1 装置）と、露光装置 1000（第 2 装置）とを備える。処理システム 1 では、計測装置 100 において、基板に設けられた構造物の位置を事前に計測して露光装置 1000 に伝え、露光装置において、計測装置 100 から取得した構造物の位置を用いて基板を処理する。本実施形態では、計測装置 100 は、基板に設けられた構造物として、2 つのマーク間の相対位置を計測し、露光装置 1000 は、かかるマーク間の相対位置に基づいて基板を目標位置にアライメントして基板を処理する。

30

【0014】

このように、処理システム 1 では、計測装置 100 が有する高精度な検出光学系を用いて、基板のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークと、ターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられた代替マークとの相対位置を計測する。これにより、露光装置 1000 において、基板のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークの位置を計測することなく、ターゲットレイヤに対するアライメントを実施することを可能とする。

40

【0015】

なお、処理システム 1 を構成する露光装置 1000 は、対象物である基板を目標位置にアライメントして基板を処理することが必要な基板処理装置に置換することが可能である。このような基板処理装置は、例えば、インプリント装置や描画装置などを含む。ここで、インプリント装置は、基板上に配置されたインプリント材と型とを接触させ、インプリント材に硬化用のエネルギーを与えることにより、型のパターンが転写された硬化物のパターンを形成する。描画装置は、荷電粒子線（電子線）やレーザビームで基板に描画を行うことにより基板上にパターン（潜像パターン）を形成する。

50

## 【 0 0 1 6 】

まず、図 2 を参照して、露光装置 1 0 0 0 の構成について説明する。図 2 は、露光装置 1 0 0 0 の構成を示す概略図である。露光装置 1 0 0 0 は、基板 4 を処理して基板 4 にパターンを形成する基板処理装置であって、本実施形態では、原版 2（レチクル又はマスク）のパターンを、投影光学系 3 を介して基板 4 に投影して基板 4 を露光する。

## 【 0 0 1 7 】

露光装置 1 0 0 0 は、原版 2 に形成されたパターンを投影（縮小投影）する投影光学系 3 と、前工程で下地パターン及びアライメントマークが形成された基板 4 を保持する基板チャック 5 とを有する。また、露光装置 1 0 0 0 は、基板チャック 5 を保持して基板 4 を所定の位置（目標位置）に位置決めするための基板ステージ 6 と、基板 4 に設けられたアライメントマークに代表される構造物の位置を計測する検出光学系 7 と、制御部 C U とを有する。

## 【 0 0 1 8 】

制御部 C U は、例えば、C P U やメモリなどを含むコンピュータ（情報処理装置）で構成され、記憶部などに記憶されたプログラムに従って露光装置 1 0 0 0 の各部を統括的に制御する。制御部 C U は、後で詳細に説明するように、本実施形態において、以下の機能を実現する。制御部 C U は、計測装置 1 0 0（検出光学系 1 0 7）の計測結果、具体的には、基板 4 に設けられた第 1 構造物と、かかる第 1 構造物とは異なる第 2 構造物との相対位置を取得する（取得部として機能する）。また、制御部 C U は、計測装置 1 0 0 から取得した第 1 構造物と第 2 構造物との相対位置、及び、検出光学系 7 の計測結果、具体的には、第 2 構造物の位置に基づいて、基板 4 を目標位置にアライメント（位置合わせ）して基板 4 を処理する制御を行う。なお、基板 4 の処理とは、本実施形態では、原版 2 を介して基板 4 を露光して、原版 2 のパターンを基板 4 に転写する露光処理である。

## 【 0 0 1 9 】

図 3 は、検出光学系 7 の構成を示す概略図である。光源 8 からの光は、ビームスプリッタ 9 で反射され、レンズ 1 0 を介して、基板 4 に設けられたアライメントマーク 1 1 又は 1 2 を照明する。アライメントマーク 1 1 又は 1 2 で回折された光は、レンズ 1 0、ビームスプリッタ 9 及びレンズ 1 3 を介して、センサ 1 4 で検出（受光）される。

## 【 0 0 2 0 】

図 4 を参照して、露光装置 1 0 0 0 における一般的な露光処理について説明する。ここでは、基板 4 をアライメントして露光するまでの工程の概略を説明する。S 1 0 1 では、露光装置 1 0 0 0 に基板 4 を搬入する。S 1 0 2 では、プリアライメントを実施する。具体的には、基板 4 に設けられたプリアライメント用のアライメントマーク 1 1 を検出光学系 7 で検出して、基板 4 の位置を粗い精度で求める。この際、アライメントマーク 1 1 の検出は、基板 4 の複数の区画領域（露光すべき領域の単位となる領域（ショット領域））に対して行い、基板 4 の全体のシフト及び 1 次線形成分（倍率や回転）を求める。S 1 0 3 では、ファインアライメントを実施する。具体的には、プリアライメントの結果に基づいて、ファインアライメント用のアライメントマーク 1 2 を検出光学系 7 で検出可能な位置に基板ステージ 6 を駆動し、基板 4 の複数の区画領域のそれぞれに設けられたアライメントマーク 1 2 を検出光学系 7 で検出する。そして、基板 4 の全体のシフト及び 1 次線形成分（倍率や回転）を精密に求める。S 1 0 4 では、基板 4 を露光する。具体的には、ファインアライメントを実施した後、原版 2 のパターンを、投影光学系 3 を介して、基板 4 の各区画領域に転写する。S 1 0 5 では、露光装置 1 0 0 0 から基板 4 を搬出する。

## 【 0 0 2 1 】

次に、図 5 を参照して、計測装置 1 0 0 の構成について説明する。図 5 は、計測装置 1 0 0 の構成を示す概略図である。計測装置 1 0 0 は、露光装置 1 0 0 0 とは別の装置（即ち、露光装置 1 0 0 0 の外部の装置）として構成される。計測装置 1 0 0 は、基板 4 に設けられた構造物、例えば、第 1 構造物と第 1 構造物とは異なる第 2 構造物を検出して第 1 構造物と第 2 構造物との相対位置を計測する計測装置である。

## 【 0 0 2 2 】

10

20

30

40

50

計測装置 100 は、基板 4 を保持する基板チャック 105 と、基板チャック 105 を保持して基板 4 を所定の位置（目標位置）に位置決めする基板ステージ 106 とを有する。また、計測装置 100 は、基板 4 に設けられたアライメントマークの位置を高精度に計測する検出光学系 107 と、制御部 108 と、インタフェース 109 とを有する。

#### 【0023】

検出光学系 107 は、基本的には、露光装置 1000 の検出光学系 7 と同様な構成を有する。但し、検出光学系 107 は、検出光学系 7 よりも高精度、高機能な検出光学系であって、高開口数、高倍率、多画素センサなど、アライメントマークに代表される基板 4 に設けられた構造物を高精度に計測可能な構成を有する。また、検出光学系 107 は、アライメントマークを照明する光（照明光）に関しても、アライメントマークの視認性を高めるために、高輝度で波長選択性が高い構成を有している。

10

#### 【0024】

制御部 108 は、例えば、CPU やメモリなどを含むコンピュータ（情報処理装置）で構成され、記憶部などに記憶されたプログラムに従って計測装置 100 の各部を統括的に制御する。制御部 108 は、計測装置 100 の各部の動作を制御することで、基板 4 に設けられた構造物の位置を計測する処理や基板 4 に設けられた 2 つの構造物間の相対位置を計測する処理を含む計測処理を制御する。

#### 【0025】

インタフェース 109 は、表示デバイスや入力デバイスなどを含み、計測装置 100 からユーザに、或いは、ユーザから計測装置 100 に情報や指示を伝えるためのユーザインタフェースである。ユーザは、インタフェース 109 において、表示デバイスに提供される画面を参照しながら、入力デバイスを介して必要な情報を入力することで、基板 4 に設けられた複数の構造物から、計測装置 100 が位置を計測すべき構造物を指定することができる。このように、本実施形態では、インタフェース 109 は、検出光学系 107 で検出すべき構造物をユーザが指定するために設けられている。

20

#### 【0026】

計測装置 100 において、制御部 108 の制御下で行われる計測処理について説明する。具体的には、基板 4 に設けられた 2 つのアライメントマーク（第 1 構造物及び第 1 構造物とは異なる第 2 構造物）を検出して 2 つのアライメントマークの相対位置を計測する計測処理について説明する。かかる 2 つのアライメントマークは、上述したように、インタフェース 109 を介して、ユーザによって指定される。

30

#### 【0027】

まず、計測装置 100 の計測対象である、基板 4 に設けられたアライメントマークについて説明する。図 6 は、基板 4 の複数の区画領域の配列を示す図である。基板 4 の複数の区画領域のうち、計測処理（アライメント計測）を実施する区画領域をサンプル領域 151 乃至 158 とする。サンプル領域 151 乃至 158 のそれぞれには、図 7 に示すように、第 1 アライメントマーク 200（第 1 構造物）及び第 2 アライメントマーク 201（第 2 構造物）が設けられている。図 7 は、サンプル領域 151 乃至 158 のそれぞれに設けられたアライメントマークの一例を示す図である。第 1 アライメントマーク 200 と第 2 アライメントマーク 201 とは、基板 4 上の異なるレイヤに設けられている。第 1 アライメントマーク 200 は、基板 4 上のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークであり、第 2 アライメントマーク 201 は、基板 4 上のターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたアライメントマークである。第 1 アライメントマーク 200 と第 2 アライメントマーク 201 とは、通常、アライメントにおいて併用するものではないため、互いに離れた位置に設けられている。例えば、第 1 アライメントマーク 200 と第 2 アライメントマーク 201 との相対距離を  $L$ 、第 2 アライメントマーク 201 のサイズを  $S$  とすると、 $L/S > 3$  を満たす。なお、ターゲットレイヤとは、基板 4 上にパターンを形成する際にアライメントすべきプロセスレイヤである。

40

#### 【0028】

図 8 は、第 1 アライメントマーク 200 及び第 2 アライメントマーク 201 が設けられ

50



た基板 4 の断面を示す図である。図 8 に示すように、基板 4 は、ターゲットレイヤ 2 1 0 と、ターゲットレイヤ 2 1 0 とは異なるレイヤ 2 1 1 とを含む。基板 4 上にパターンを形成する際にアライメントが必要となるレイヤは、予め決まっており、上述したように、ターゲットレイヤと呼ばれる。但し、ターゲットレイヤ 2 1 0 の上に異なるプロセス（レイヤ）が形成されている場合、ターゲットレイヤ 2 1 0 に設けられた第 1 アライメントマーク 2 0 0 を高いコントラストで検出（観察）できないことがある。一方、ターゲットレイヤ 2 1 0 とは異なるレイヤ 2 1 1 に設けられた第 2 アライメントマーク 2 0 1 は、第 2 アライメントマーク 2 0 1 を遮蔽する遮蔽物（レイヤ）が存在しないため、高いコントラストで検出することが可能である。第 1 アライメントマーク 2 0 0 と第 2 アライメントマーク 2 0 1 との間には、第 2 アライメントマーク 2 0 1 を形成する際に生じたアライメント誤差に相当する位置ずれ（設計値からのずれ）がある。従って、第 2 アライメントマーク 2 0 1 を、そのまま、ターゲットレイヤ 2 1 0 に設けられた第 1 アライメントマーク 2 0 0 の代わり（代替）として、アライメント計測における計測対象とすることはできない。

#### 【 0 0 2 9 】

そこで、本実施形態では、第 1 アライメントマーク 2 0 0 と第 2 アライメントマーク 2 0 1 との相対位置（即ち、2 つのレイヤ間のアライメント誤差）を計測して把握する。これにより、第 2 アライメントマーク 2 0 1 の位置から第 1 アライメントマーク 2 0 0 の位置を算出することができるため、第 2 アライメントマーク 2 0 1 を用いてターゲットレイヤ 2 1 0 にアライメントが実施できるようになる。第 1 アライメントマーク 2 0 0 と第 2 アライメントマーク 2 0 1 との相対位置は、計測装置 1 0 0 で計測される。

#### 【 0 0 3 0 】

図 9 を参照して、計測装置 1 0 0 における計測処理、具体的には、第 1 アライメントマーク 2 0 0 と第 2 アライメントマーク 2 0 1 との相対位置を計測する計測処理を説明する。

#### 【 0 0 3 1 】

S 2 0 1 では、計測装置 1 0 0 に基板 4 を搬入する。

#### 【 0 0 3 2 】

S 2 0 2 では、プリアライメントを実施する。具体的には、基板 4 に設けられたプリアライメント用のアライメントマーク 1 1 を検出光学系 1 0 7 で検出して、基板 4 の位置を粗い精度で求める。この際、アライメントマーク 1 1 の検出は、基板 4 の複数の区画領域に対して行い、基板 4 の全体のシフト及び 1 次線形成分（倍率や回転）を求める。

#### 【 0 0 3 3 】

S 2 0 3 では、基板 4 のサンプル領域のターゲットレイヤ 2 1 0 に設けられた第 1 アライメントマーク 2 0 0 の位置を計測する。具体的には、プリアライメントの結果に基づいて、第 1 アライメントマーク 2 0 0 を検出光学系 1 0 7 で検出可能な位置に基板ステージ 1 0 6 を駆動する。そして、検出光学系 1 0 7 を用いて、基板 4 のサンプル領域のターゲットレイヤ 2 1 0 に設けられた第 1 アライメントマーク 2 0 0 を検出して第 1 アライメントマーク 2 0 0 の位置を計測する。

#### 【 0 0 3 4 】

S 2 0 4 では、基板 4 のサンプル領域のターゲットレイヤ 2 1 0 とは異なるレイヤ 2 1 1 に設けられた第 2 アライメントマーク 2 0 1 の位置を計測する。具体的には、プリアライメントの結果に基づいて、第 2 アライメントマーク 2 0 1 を検出光学系 1 0 7 で検出可能な位置に基板ステージ 1 0 6 を駆動する。そして、検出光学系 1 0 7 を用いて、基板 4 のサンプル領域のレイヤ 2 1 1 に設けられた第 2 アライメントマーク 2 0 1 を検出して第 2 アライメントマーク 2 0 1 の位置を計測する。

#### 【 0 0 3 5 】

S 2 0 5 では、S 2 0 3 で計測された第 1 アライメントマーク 2 0 0 の位置、及び、S 2 0 4 で計測された第 2 アライメントマーク 2 0 1 の位置に基づいて、第 1 アライメントマーク 2 0 0 と第 2 アライメントマーク 2 0 1 との相対位置を算出する。例えば、検出光学系 1 0 7 で計測された第 1 アライメントマーク 2 0 0 の位置を（ $A_x$  ,  $A_y$ ）、検出光学系 1 0 7 で計測された第 2 アライメントマーク 2 0 1 の位置を（ $B_x$  ,  $B_y$ ）とする。

この場合、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置( $Cx$ ,  $Cy$ )は、 $Cx = Bx - Ax$ 、 $Cy = By - Ay$ で算出される。第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を算出は、制御部108で行ってもよいし、検出光学系107(が有するCPUなどを含む演算部)で行ってもよい。このように、検出光学系107は、制御部108と協同して、又は、単独で、第1アライメントマーク200及び第2アライメントマーク201を検出して、それらのアライメントマーク間の相対位置を計測する第1計測部として機能する。

#### 【0036】

S206では、基板4の全てのサンプル領域について、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を求めたかどうかを判定する。基板4の全てのサンプル領域について、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を求めている場合には、次のサンプル領域における相対位置を求めるために、S203に移行する。一方、基板4の全てのサンプル領域について、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を求めている場合には、S207に移行する。

10

#### 【0037】

S207では、露光装置1000に対して、S205で得られた、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を出力する。この際、制御部108は、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を露光装置1000に出力する出力部として機能する。なお、本実施形態では、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を、計測装置100から露光装置1000に直接出力しているが、これに限定されるものではない。例えば、計測装置100と露光装置1000との間で通信を行うホスト装置を介して、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を、計測装置100から露光装置1000に出力してもよい。

20

#### 【0038】

S208では、計測装置100から基板4を搬出する。

#### 【0039】

図10を参照して、露光装置1000における基板4の処理を説明する。具体的には、計測装置100で得られた第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を用いて、基板4を目標位置にアライメントして基板4を露光する処理を説明する。

30

#### 【0040】

S301では、露光装置1000に基板4を搬入する。

#### 【0041】

S302では、計測装置100から出力された、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を取得する。換言すれば、計測装置100から、計測装置100で計測された第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置を取得する。

#### 【0042】

S303では、プリアライメントを実施する。プリアライメントについては、図4に示すS102のプリアライメントと同様であるため、ここでの詳細な説明は省略する。

40

#### 【0043】

S304では、基板4のサンプル領域のターゲットレイヤ210とは異なるレイヤ211に設けられた第2アライメントマーク201の位置を計測する。具体的には、プリアライメントの結果に基づいて、第2アライメントマーク201を検出光学系7で検出可能な位置に基板ステージ6を駆動する。そして、検出光学系7を用いて、基板4のサンプル領域のレイヤ211に設けられた第2アライメントマーク201を検出して第2アライメントマーク201の位置を計測する。このように、検出光学系7は、第2アライメントマーク201を検出して第2アライメントマーク201の位置を計測する第2計測部として機

50

能する。

#### 【 0 0 4 4 】

S 3 0 5では、基板4のサンプル領域のターゲットレイヤ210に設けられた第1アライメントマーク200の位置を算出する。具体的には、S 3 0 2で取得された第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置と、S 3 0 4で計測された第2アライメントマーク201の位置とに基づいて、第1アライメントマーク200の位置を算出する。例えば、検出光学系7で計測された第2アライメントマーク201の位置を $(B_x', B_y')$ とする。この場合、第1アライメントマーク200の位置 $(A_x', A_y')$ は、 $A_x' = B_x' - C_x = B_x' - (B_x - A_x)$ 、 $A_y' = B_y' - C_y = B_y' - (B_y - A_y)$ で算出される。なお、第1アライメントマーク200の位置の算出は、制御部CUで行われる。

#### 【 0 0 4 5 】

S 3 0 6では、基板4の全てのサンプル領域について、第1アライメントマーク200の位置を求めたかどうかを判定する。基板4の全てのサンプル領域について、第1アライメントマーク200の位置を求めている場合には、次のサンプル領域における第1アライメントマーク200の位置を求めるために、S 3 0 4に移行する。一方、基板4の全てのサンプル領域について、第1アライメントマーク200の位置を求めている場合には、S 3 0 7に移行する。

#### 【 0 0 4 6 】

S 3 0 7では、基板4を露光する。具体的には、S 3 0 5で算出された、基板4のサンプル領域のターゲットレイヤ210に設けられた第1アライメントマーク200の位置に基づいて、基板4を目標位置にアライメントする。そして、原版2のパターンを、投影光学系3を介して、基板4の各区画領域に転写する。

#### 【 0 0 4 7 】

S 3 0 8では、露光装置1000から基板4を搬出する。

#### 【 0 0 4 8 】

このように、本実施形態では、露光装置1000の検出光学系7では高精度に検出することができない第1アライメントマーク200の代わりに、ターゲットレイヤ210とは異なるレイヤ211に設けられた第2アライメントマーク201の位置を計測する。そして、計測装置100で計測された第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置、及び、第2アライメントマーク201の位置から第1アライメントマーク200の位置を求めている。これにより、ターゲットレイヤ210に設けられた第1アライメントマーク200の位置を基準として、基板4を目標位置にアライメントして露光することが可能となる。

#### 【 0 0 4 9 】

なお、本実施形態では、第1アライメントマーク200の位置を算出する場合について説明したが、第1アライメントマーク200の位置は、必ずしも算出する必要はない。第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置、及び、検出光学系7で計測された第2アライメントマーク201の位置に基づいて、基板4を目標位置にアライメントして露光することも可能である。具体的には、第2アライメントマーク201の位置に、第1アライメントマーク200と第2アライメントマーク201との相対位置をオフセットさせて、目標位置を直接求めるようにしてもよい。例えば、検出光学系7で計測された第2アライメントマーク201の位置を $(B_x', B_y')$ とする。この場合、目標位置 $(D_x, D_y)$ は、 $D_x = B_x' - C_x$ 、 $D_y = B_y' - C_y$ で求められる。

#### 【 0 0 5 0 】

また、計測装置100の基板チャック105と露光装置1000の基板チャック5との間で、基板4を保持した際に生じる基板4の歪みに一定の傾向がある場合がある。このような場合には、基板4の各区画領域に対する計測値に一定のオフセットを反映させて、基板4を保持する際の歪みによるオフセットを補正するとよい。換言すれば、本実施形態では、計測装置100と露光装置1000との間のマッチング補正を併用することが可能で

ある。

【 0 0 5 1 】

また、基板 4 の各区画領域に関するマーク位置の算出過程を変更して、例えば、各マークの統計的なアライメント補正值（基板 4 の全体のシフト及び 1 次線形成分）を算出し、アライメント補正值間の相対差を用いてもよい。なお、計測装置 1 0 0 で計測対象とするサンプル領域と露光装置 1 0 0 0 で計測対象とするサンプル領域とで配置や数が異なっている場合も考えられる。このような場合、統計的なアライメント補正值を用いることで、アライメント補正值を基準として、ターゲットレイヤの補正值に変換することが可能となる。

【 0 0 5 2 】

また、計測装置 1 0 0 において、ターゲットレイヤ 2 1 0 に設けられたアライメントマーク 2 0 0 の位置を高精度に計測するための技術を用いることも可能である。かかる技術は、例えば、基板ステージ 1 0 6 を、アライメントマーク画像のサブ画素単位で微小に X 方向及び Y 方向にステップさせて複数のアライメントマーク画像を取得し、擬似的に高精度のアライメントマーク画像を生成する超解像技術を含む。また、かかる技術は、基板ステージ 1 0 6 を Z 方向にステップさせて複数のアライメントマーク画像を取得し、各アライメントマーク画像から得られるアライメントマークの計測値を平均化して、検出光学系 1 0 7 の収差の影響を低減する技術を含む。更に、かかる技術は、複数のアライメントマーク画像を積算して、アライメントマーク画像を取得したときのノイズ成分を平均化する技術を含む。

【 0 0 5 3 】

< 第 2 実施形態 >

本実施形態では、アライメントマークとオーバーレイ検査マークとの相対位置を計測し、かかる相対位置を用いて基板をアライメントして露光する場合について説明する。具体的には、計測装置 1 0 0 が有する高精度な検出光学系 1 0 7 を用いて、基板 4 に設けられたアライメントマークとオーバーレイ検査マークとの相対位置を計測する。これにより、露光装置 1 0 0 0 において、基板 4 に設けられたオーバーレイ検査マークの位置を計測することなく、オーバーレイ検査マークを基準（ターゲット）としたアライメントを実施することを可能とする。

【 0 0 5 4 】

本実施形態は、第 1 実施形態と比較して、処理システム 1（計測装置 1 0 0 及び露光装置 1 0 0 0）の構成は同様であるが、基板 4 に設けられているマークの構成が異なる。基板 4 のサンプル領域には、図 1 1 に示すように、オーバーレイ検査マーク 2 0 3（第 1 構造物）及びアライメントマーク 2 0 2（第 2 構造物）が設けられている。

【 0 0 5 5 】

アライメントマーク 2 0 2 は、X 方向と Y 方向とを個別に計測するタイプのマークであって、露光装置 1 0 0 0 の検出光学系 7 で検出することが可能である。アライメントマーク 2 0 2 は、サンプル領域（区画領域）の位置を計測することを主目的として設けられている。従って、複数のアライメントマーク 2 0 2 がサンプル領域内に設けられていることは少ない。

【 0 0 5 6 】

オーバーレイ検査マーク 2 0 3 は、X 方向と Y 方向とを同時に計測するタイプのマークである。オーバーレイ検査マーク 2 0 3 は、露光装置 1 0 0 0 の検出光学系 7 では検出することができず、計測装置 1 0 0 の検出光学系 1 0 7 のように、マークを撮像して画像を取得することが可能な検出光学系でないと検出することができない。オーバーレイ検査マーク 2 0 3 は、図 1 2 に示すように、オーバーレイ検査マーク 2 0 3 が設けられたターゲットレイヤに対して露光を実施したレイヤのオーバーレイ検査マーク 2 0 4 と併せて用いられる。オーバーレイ検査マーク 2 0 3 及び 2 0 4 は、オーバーレイ検査マーク 2 0 3 とオーバーレイ検査マーク 2 0 4 との相対位置を計測して、レイヤ間の位置ずれ（オーバーレイ）を検査するためのマークである。オーバーレイの検査では、サンプル領域（区画領

10

20

30

40

50

域)の形状も検査対象となるため、複数のオーバーレイ検査マーク203(又は204)がサンプル領域内に設けられていることが多い。従って、オーバーレイ検査マーク203を用いてアライメントを実施することで、基板4の区画領域の形状の補正が可能になる。なお、計測装置100が計測を実施する段階や露光装置1000がアライメントを実施する段階では、オーバーレイ検査マーク204が形成されていないため、本実施形態では、オーバーレイ検査マーク203のみをアライメントに用いることになる。

【0057】

図13を参照して、計測装置100における計測処理、具体的には、アライメントマーク202とオーバーレイ検査マーク203との相対位置を計測する計測処理を説明する。なお、図13に示すS401、S402、S406、S407及びS408は、図9を参照して説明したS201、S202、S206、S207及びS208と同様であるため、ここでの詳細な説明は省略する。

10

【0058】

S403では、基板4のサンプル領域に設けられたアライメントマーク202の位置を計測する。具体的には、プリアライメントの結果に基づいて、アライメントマーク202を検出光学系107で検出可能な位置に基板ステージ106を駆動する。そして、検出光学系107を用いて、基板4のサンプル領域に設けられたアライメントマーク202を検出してアライメントマーク202の位置を計測する。

【0059】

S404では、基板4のサンプル領域に設けられたオーバーレイ検査マーク203の位置を計測する。具体的には、プリアライメントの結果に基づいて、オーバーレイ検査マーク203のそれぞれを検出光学系107で検出可能な位置に基板ステージ106を駆動する。そして、検出光学系107を用いて、基板4のサンプル領域に設けられたオーバーレイ検査マーク203のそれぞれを検出してオーバーレイ検査マーク203のそれぞれの位置を計測する。

20

【0060】

S405では、S403で計測されたアライメントマーク202の位置、及び、S404で計測されたオーバーレイ検査マーク203のそれぞれの位置に基づいて、アライメントマーク202とオーバーレイ検査マーク203のそれぞれとの相対位置を算出する。アライメントマーク202とオーバーレイ検査マーク203のそれぞれとの相対位置を算出は、制御部108で行ってもよいし、検出光学系107(が有するCPUなどを含む演算部)で行ってもよい。

30

【0061】

図14を参照して、露光装置1000における基板4の処理を説明する。具体的には、計測装置100で得られたアライメントマーク202とオーバーレイ検査マーク203との相対位置を用いて、基板4を目標位置にアライメントして基板4を露光する処理を説明する。なお、図14に示すS501、S502、S503、S506、S507及びS508は、図10を参照して説明したS301、S302、S303、S306、S307及びS308と同様であるため、ここでの詳細な説明は省略する。

【0062】

40

S504では、基板4のサンプル領域に設けられたアライメントマーク202の位置を計測する。具体的には、プリアライメントの結果に基づいて、アライメントマーク202を検出光学系7で検出可能な位置に基板ステージ6を駆動する。そして、検出光学系7を用いて、基板4のサンプル領域に設けられたアライメントマーク202を検出してアライメントマーク202の位置を計測する。

【0063】

S505では、基板4のサンプル領域に設けられたオーバーレイ検査マーク203の位置を算出する。具体的には、S502で取得されたアライメントマーク202とオーバーレイ検査マーク203のそれぞれとの相対位置と、S504で計測されたアライメントマーク202の位置とに基づいて、オーバーレイ検査マーク203のそれぞれの位置を算出

50

する。なお、オーバーレイ検査マーク 203 の位置の算出は、制御部 C U で行われる。

【0064】

このように、本実施形態では、露光装置 1000 の検出光学系 7 では高精度に検出することができないオーバーレイ検査マーク 203 の代わりに、アライメントマーク 202 の位置を計測する。そして、計測装置 100 で計測されたアライメントマーク 202 とオーバーレイ検査マーク 203 との相対位置、及び、アライメントマーク 202 の位置からオーバーレイ検査マーク 203 の位置を求めている。これにより、露光装置 1000 において、オーバーレイ検査マーク 203 の位置を計測することなく、オーバーレイ検査マーク 203 の位置を基準として、基板 4 を目標位置にアライメントして露光することが可能となる。

10

【0065】

< 第 3 実施形態 >

本実施形態では、アライメントマークとデバイスパターンとの相対位置を計測し、かかる相対位置を用いて基板をアライメントして露光する場合について説明する。具体的には、計測装置 100 が有する高精度な検出光学系 107 を用いて、基板 4 のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークと、ターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたデバイスパターンとの相対位置を計測する。これにより、露光装置 1000 において、基板 4 のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークの位置を計測することなく、アライメントマークを基準（ターゲット）としたアライメントを実施することを可能とする。

【0066】

本実施形態は、第 1 実施形態と比較して、計測装置 100 の構成は同様であるが、露光装置 1000 の構成及び基板 4 に設けられているマークの構成が異なる。

20

【0067】

本実施形態において、露光装置 1000 は、図 15 に示すように、検出光学系 7 に代えて、検出光学系 7 A を有する。検出光学系 7 A は、基板 4 に設けられた構造物、本実施形態では、デバイスパターンを撮像して、かかるデバイスパターンの位置に関する情報を含む画像を取得することが可能な検出光学系である。また、基板 4 のサンプル領域には、図 16 に示すように、アライメントマーク 200 A（第 1 構造物）及びデバイスパターン 205（第 2 構造物）が設けられている。アライメントマーク 200 A とデバイスパターン 205 とは、基板 4 上の異なるレイヤに設けられている。アライメントマーク 200 A は、基板 4 上のターゲットレイヤに設けられ、デバイスパターン 205 は、基板 4 上のターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられている。

30

【0068】

本実施形態では、基板 4 上のターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたアライメントマークではなく、検出光学系 7 A で検出することが可能な、ターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたデバイスパターンを代替マークとして用いる。ターゲットレイヤに設けられたアライメントマーク 200 A を高いコントラストで検出することが困難である場合、高いコントラストで検出可能な構造物が、ターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたデバイスパターンしか存在しないことがある。このような場合に、本実施形態が有用となる。なお、任意の形状を有するデバイスパターンの位置を計測する際には、デバイスパターンの形状に関する形状情報を予め取得し、かかる形状情報を基準としたテンプレートマッチング、位相相関などの技術を用いればよい。

40

【0069】

計測装置 100 における計測処理、及び、露光装置 1000 における基板 4 の処理については、第 1 実施形態（図 9、図 10）で説明した第 2 アライメントマーク 201 をデバイスパターン 205 に置換すればよいため、ここでの詳細な説明は省略する。

【0070】

このように、本実施形態では、露光装置 1000 の検出光学系 7 A では高精度に検出することができないアライメントマーク 200 A の代わりに、ターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたデバイスパターン 205 の位置を計測する。そして、計測装置 100

50

で計測されたアライメントマーク 200 A とデバイスパターン 205 との相対位置、及び、デバイスパターン 205 の位置からアライメントマーク 200 A の位置を求めている。これにより、露光装置 1000 において、ターゲットレイヤに設けられたアライメントマーク 200 A の位置を計測することなく、アライメントマーク 200 A の位置を基準として、基板 4 を目標位置にアライメントして露光することが可能となる。

#### 【0071】

##### < 第 4 実施形態 >

本実施形態では、計測装置 100 が有する高精度な検出光学系 107 を用いて、基板上のターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたデバイスパターンを検出する際に、高いコントラストで検出可能なデバイスパターンを探索（選択）する。

10

#### 【0072】

本実施形態は、第 3 実施形態と比較して、処理システム 1（計測装置 100 及び露光装置 1000）の構成は同様であるが、基板 4 に設けられているマークの構成が異なる。基板 4 のサンプル領域には、図 17 に示すように、アライメントマーク 200 A（第 1 構造物）及び代替マークの候補として複数のデバイスパターン 205 及び 206 アライメントマーク 202（第 2 構造物）が設けられている。アライメントマーク 200 A と複数のデバイスパターン 205 及び 206 とは、基板 4 上の異なるレイヤに設けられている。アライメントマーク 200 A は、基板 4 上のターゲットレイヤに設けられている。複数のデバイスパターン 205 及び 206 は、複数のデバイスパターン 205 及び 206 は、検出光学系 7 A で検出可能であり、基板 4 上のターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられている。本実施形態では、検出光学系 107 で取得された画像に含まれる複数のデバイスパターン 205 及び 206 のそれぞれに対応する部分におけるコントラストを比較しながら、検出光学系 7 A で計測すべきデバイスパターンを選択する。

20

#### 【0073】

図 18 を参照して、計測装置 100 における計測処理、具体的には、アライメントマーク 200 A とデバイスパターン 205 又は 206 との相対位置を計測する計測処理を説明する。なお、図 18 に示す S601、S602、S603 乃至 S608 は、図 9 を参照して説明した S201、S202、S206 乃至 S208 と同様であるため、ここでの詳細な説明は省略する。但し、S603 及び S604 については、それぞれ、第 1 実施形態（図 9）で説明した第 1 アライメントマーク 200 及び第 2 アライメントマーク 201 を、アライメントマーク 200 A 及びデバイスパターン 205 又は 206 に置換する。

30

#### 【0074】

S602 - 1 では、基板 4 のターゲットレイヤに設けられたアライメントマーク 200 A の周囲に存在するデバイスパターン 205 及び 206 を撮像して、デバイスパターン 205 及び 206 を含む画像を取得する。

#### 【0075】

S602 - 2 では、S602 - 1 で取得された画像に基づいて、複数のデバイスパターン 205 及び 206 から、検出光学系 7 A で計測すべきデバイスパターンを選択する。具体的には、S602 - 1 で取得された画像に含まれるデバイスパターン 205 及び 206 のそれぞれに対応する部分におけるコントラストを算出し、かかるコントラストに基づいて、検出光学系 7 A で計測すべきデバイスパターンを選択する。本実施形態では、デバイスパターン 205 及び 206 のそれぞれに対応する部分におけるコントラストを比較して、最も高いコントラストの部分に対応するデバイスパターン 205 を、検出光学系 7 A で計測すべきデバイスパターンとして選択する。このようなコントラストの算出や最も高いコントラストの部分に対応するデバイスパターンの選択は、例えば、制御部 108 で行われる（制御部 108 が検出光学系 7 A で計測すべきデバイスパターンを選択する選択部として機能する）。

40

#### 【0076】

S602 - 3 では、露光装置 1000 に対して、S602 - 1 で取得された画像及び S602 - 2 で選択されたデバイスパターン 205 の位置を示す位置情報を出力する。S6

50

02-1で取得された画像及びS602-2で選択されたデバイスパターン205の位置は、それぞれ、露光装置1000において、デバイスパターン205の位置を計測する際の基準画像及び基準位置となる。このような画像及び位置情報の出力は、例えば、制御部108で行われる（制御部108が画像及び位置情報を出力する出力部として機能する）。  
【0077】

図19を参照して、露光装置1000における基板4の処理を説明する。具体的には、計測装置100で得られたアライメントマーク200Aとデバイスパターン205との相対位置を用いて、基板4を目標位置にアライメントして基板4を露光する処理を説明する。なお、図19に示すS701、S703、S706乃至S708は、図10を参照して説明したS301、S303、S306乃至S308と同様であるため、ここでの詳細な説明は省略する。

10

【0078】

S702では、計測装置100から出力された、アライメントマーク200とデバイスパターン205との相対位置、デバイスパターン205を含む画像及びデバイスパターン205の位置を示す位置情報を取得する。本実施形態では、アライメントマーク200とデバイスパターン205との相対位置に加えて、デバイスパターン205を含む画像及びデバイスパターン205の位置を示す位置情報も取得する。

【0079】

S704では、S702で取得されたデバイスパターン205を含む画像及びデバイスパターン205の位置を示す位置情報に基づいて、基板4のサンプル領域のターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたデバイスパターン205の位置を計測する。具体的には、S702で取得された位置情報に従ってS602-2で選択されたデバイスパターン205を撮像する。そして、かかるデバイスパターン205の位置に関する情報を含む画像と、S702で取得されたデバイスパターン205を含む画像とに基づいて、デバイスパターン205の位置を求める。

20

【0080】

S705では、基板4のサンプル領域のターゲットレイヤに設けられたアライメントマーク200Aの位置を算出する。具体的には、S702で取得されたアライメントマーク200Aとデバイスパターン205の位置との相対位置と、S704で計測されたデバイスパターン205の位置とに基づいて、アライメントマーク200Aの位置を算出する。

30

【0081】

このように、本実施形態では、露光装置1000の検出光学系7Aでは高精度に検出することができないアライメントマーク200Aの代わりに、ターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられたデバイスパターン205の位置を計測する。この際、複数のデバイスパターン205及び206から、検出光学系7Aにおいて高いコントラストで検出可能なデバイスパターン205を自動で選択して、検出光学系7Aで計測すべきデバイスパターンとする。そして、計測装置100で計測されたアライメントマーク200Aとデバイスパターン205との相対位置、及び、デバイスパターン205の位置からアライメントマーク200Aの位置を求めている。これにより、露光装置1000において、ターゲットレイヤに設けられたアライメントマーク200Aの位置を計測することなく、アライメントマーク200Aの位置を基準として、基板4を目標位置にアライメントして露光することが可能となる。なお、検出光学系7Aで計測すべきデバイスパターンは、基板4の区画領域ごとに選択するようにしてもよい。

40

【0082】

<第5実施形態>

本実施形態では、計測装置100が有する検出光学系107と、露光装置1000が有する検出光学系7Aとの間のディストーション（収差の影響）の差分を考慮して補正する。なお、処理システム1（計測装置100及び露光装置1000）の構成は、第4実施形態と同様である。

【0083】

50



計測装置 100 における計測処理、及び、露光装置 1000 における基板 4 の処理については、基本的には、第 4 実施形態（図 18、図 19）と同様である。但し、計測装置 100 が有する検出光学系 107 及び露光装置 1000 が有する検出光学系 7A の収差によって発生するディストーションの補正量を予め取得する。そして、計測装置 100 では、S602-3 において、S602-1 で取得された画像にディストーション補正を実施して、検出光学系 107 のディストーションの影響を除去した補正画像を生成する。また、露光装置 1000 では、S704 において、デバイスパターン 205 を撮像して取得される画像にディストーション補正を実施し、検出光学系 7A のディストーションの影響を除去してからデバイスパターン 205 の位置を求める。

#### 【0084】

10

このように、本実施形態では、計測装置 100 において、検出光学系 107 で取得された画像から検出光学系 107 の収差の影響を除去して補正画像を生成する（制御部 108 を生成部として機能させる）。そして、露光装置 1000 において、検出光学系 7A で取得された画像から、検出光学系 7A の収差の影響を除去し、かかる画像と、補正画像とに基づいて、デバイスパターン 205 の位置を求める。これにより、検出光学系 7A の収差の影響を低減させて、デバイスパターン 205 の位置を計測することができる。

#### 【0085】

##### < 第 6 実施形態 >

本実施形態では、計測装置 100 が有する検出光学系 107 と、露光装置 1000 が有する検出光学系 7A との間のディストーション（収差の影響）の差分を考慮して補正する際に、高速な処理を可能とする。なお、処理システム 1（計測装置 100 及び露光装置 1000）の構成は、第 4 実施形態と同様である。

20

#### 【0086】

計測装置 100 における計測処理、及び、露光装置 1000 における基板 4 の処理については、基本的には、第 4 実施形態（図 18、図 19）と同様である。但し、計測装置 100 が有する検出光学系 107 及び露光装置 1000 が有する検出光学系 7A の収差によって発生するディストーションの補正量を予め取得する。本実施形態では、S602-3 において、S602-1 で取得された画像に検出光学系 107 のディストーション補正を実施し、その後、検出光学系 7A のディストーションの逆補正を実施して補正画像を生成する。これにより、露光装置 1000 において、デバイスパターン 205 の位置を計測する際に、検出光学系 7A のディストーションを含む画像（補正画像）が基準となるため、露光装置 1000 でディストーション補正を実施する必要がなくなる。

30

#### 【0087】

このように、本実施形態では、計測装置 100 において、検出光学系 107 で取得された画像から検出光学系 107 の収差の影響を除去し、且つ、検出光学系 7A の収差の影響を加えることで補正画像を生成する。そして、露光装置 1000 において、検出光学系 7A で取得された画像と、補正画像とに基づいて、デバイスパターン 205 の位置を求める。これにより、検出光学系 7A の収差の影響を低減させて、デバイスパターン 205 の位置を計測することができる。また、ディストーション補正には、通常、時間を要するが、ディストーション補正を計測装置 100 で実施することで、露光装置 1000 のスループットへの影響を低減して、露光装置 1000 での高速な処理を可能とすることができる。

40

#### 【0088】

##### < 第 7 実施形態 >

本実施形態では、計測装置 100 が有する高精度な検出光学系 107 を用いて、デバイスパターンを検出する際に、露光装置 1000 が有する検出光学系 7A で高いコントラストで検出可能なデバイスパターンを探索（選択）する。なお、処理システム 1（計測装置 100 及び露光装置 1000）の構成は、第 4 実施形態と同様である。

#### 【0089】

計測装置 100 における計測処理、及び、露光装置 1000 における基板 4 の処理については、基本的には、第 4 実施形態（図 18、図 19）と同様である。但し、S602-

50

1において、デバイスパターン205及び206を撮像して画像を取得する際に、露光装置1000が有する検出光学系7Aの検出条件と一致するように、計測装置100が有する検出光学系107の検出条件を変更(設定)する。例えば、検出光学系107と、検出光学系7Aとで、アライメントマーク200A、デバイスパターン205及び206を照明する光の波長や光学系の開口数などを一致させる。なお、検出光学系107は、このような検出条件の設定を可変とする構成を有している。

#### 【0090】

このように、本実施形態では、検出光学系107は、検出光学系7Aがデバイスパターン205又は206を検出する際の検出条件と同一の検出条件でアライメントマーク200A、デバイスパターン205及び206を検出する。これにより、検出光学系7Aが計測すべきデバイスパターンとして、露光装置1000の検出光学系7Aで最も高いコントラストで検出可能なデバイスパターンを選択することが可能となる。

10

#### 【0091】

##### <第8実施形態>

本実施形態では、不透過レイヤよりも下のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークと、代替マークとの相対位置を計測し、かかる相対位置を用いて基板をアライメントして露光する場合について説明する。具体的には、計測装置100が有する特殊な機能を有する第1計測器及び高精度な第2計測器を用いて、不透過レイヤよりも下のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークと、代替マークとの相対位置を計測する。これにより、露光装置1000において、基板4のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークの位置を計測することなく、アライメントマークを基準(ターゲット)としたアライメントを実施することを可能とする。

20

#### 【0092】

本実施形態は、第1実施形態と比較して、露光装置1000の構成は同様であるが、計測装置100の構成が異なる。図20は、本実施形態における計測装置100の構成を示す概略図である。計測装置100は、基板チャック105、基板ステージ106、検出光学系107及び制御部108に加えて、特殊な機能を有する特殊検出光学系507を含む。特殊検出光学系507は、基板4に設けられた第1構造物を検出して第1構造物の位置を計測する第1計測器として機能し、検出光学系107は、基板4に設けられた第2構造物を検出して第2構造物の位置を計測する第2計測器として機能する。なお、特殊な機能とは、例えば、赤外光、X線、超音波などを用いて、通常の光では検出が困難な、不透過レイヤよりも下のレイヤに設けられたアライメントマークを検出するための機能である。また、基板ステージ106には、検出光学系107と特殊検出光学系507との相対位置を管理してキャリブレーションを実施するための基準マーク508が配置されている。

30

#### 【0093】

図21を参照して、計測装置100における計測処理、具体的には、基板4のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークとターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられた代替マークとの相対位置を計測する計測処理を説明する。

#### 【0094】

S801では、計測装置100に基板4を搬入する。

40

#### 【0095】

S801-1では、キャリブレーションを実施する。具体的には、検出光学系107及び特殊検出光学系507のそれぞれで、基板ステージ106に配置された基準マーク508を検出して、検出光学系107と特殊検出光学系507との相対位置を管理する。

#### 【0096】

S802では、プリアライメントを実施する。具体的には、基板4に設けられたプリアライメント用のアライメントマーク11を検出光学系107で検出して、基板4の位置を粗い精度で求める。この際、アライメントマーク11の検出は、基板4の複数の区画領域に対して行い、基板4の全体のシフト及び1次線形成分(倍率や回転)を求める。

#### 【0097】

50

S 8 0 3では、基板 4 のサンプル領域のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークの位置を計測する。具体的には、プリアライメントの結果に基づいて、アライメントマークを特殊検出光学系 5 0 7 で検出可能な位置に基板ステージ 1 0 6 を駆動する。そして、特殊検出光学系 5 0 7 を用いて、基板 4 のサンプル領域のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークを検出してアライメントマークの位置を計測する。

【 0 0 9 8 】

S 8 0 4では、基板 4 のサンプル領域のターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられた代替マークの位置を計測する。具体的には、プリアライメントの結果に基づいて、代替マークを検出光学系 1 0 7 で検出可能な位置に基板ステージ 1 0 6 を駆動する。そして、検出光学系 1 0 7 を用いて、基板 4 のサンプル領域のターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられた代替マークを検出して代替マークの位置を計測する。

10

【 0 0 9 9 】

S 8 0 5では、S 8 0 3で計測されたアライメントマークの位置、及び、S 8 0 4で計測された代替マークの位置に基づいて、アライメントマークと代替マークとの相対位置を算出する。この際、S 8 0 1 - 1 で実施されたキャリブレーションを考慮して、アライメントマークと代替マークとの相対位置を算出する。

【 0 1 0 0 】

S 8 0 6では、基板 4 の全てのサンプル領域について、アライメントマークと代替マークとの相対位置を求めたかどうかを判定する。基板 4 の全てのサンプル領域について、アライメントマークと代替マークとの相対位置を求めている場合には、次のサンプル領域における相対位置を求めるために、S 8 0 3に移行する。一方、基板 4 の全てのサンプル領域について、アライメントマークと代替マークとの相対位置を求めている場合には、S 8 0 7に移行する。

20

【 0 1 0 1 】

S 8 0 7では、露光装置 1 0 0 0 に対して、S 8 0 5 で得られた、アライメントマークと代替マークとの相対位置を出力する。

【 0 1 0 2 】

S 8 0 8では、計測装置 1 0 0 から基板 4 を搬出する。

【 0 1 0 3 】

露光装置 1 0 0 0 における基板 4 の処理については、第 1 実施形態（図 9、図 1 0 ）で説明した第 2 アライメントマーク 2 0 1 を代替マークに置換すればよいため、ここでの詳細な説明は省略する。

30

【 0 1 0 4 】

このように、本実施形態では、露光装置 1 0 0 0 の検出光学系 7 では検出することができない、不透過レイヤの下のターゲットレイヤに設けられたアライメントマークの代わりに、ターゲットレイヤとは異なるレイヤに設けられた代替マークの位置を計測する。そして、計測装置 1 0 0 で計測されたアライメントマークと代替マークとの相対位置、及び、代替マークの位置からアライメントマークの位置を求めている。これにより、露光装置 1 0 0 0 において、ターゲットレイヤに設けられたアライメントマークの位置を計測することなく、かかるアライメントマークの位置を基準として、基板 4 を目標位置にアライメントして露光することが可能となる。なお、本実施形態では、計測装置 1 0 0 において、検出光学系 1 0 7 で代替マークを検出しているが、特殊検出光学系 5 0 7 が代替マークを検出することができる場合には、特殊検出光学系 5 0 7 で代替マークを検出してもよい。

40

【 0 1 0 5 】

< 第 9 実施形態 >

本実施形態では、代替マークとして検出可能な、アライメントマーク、オーバーレイ検査マーク、デバイスパターンなどが存在しない場合には、代替マークの代わりに、基板 4 の固有なテクスチャを検出してもよい。図 2 2 は、基板 4 の固有なテクスチャを含む画像を示す図である。基板 4 の固有なテクスチャは、例えば、基板 4 の研磨痕、結晶粒界、エッジ又はノッチを含む。基板 4 の固有なテクスチャは、アライメントマークやデバイスパ

50

ターンと同様に、位相相関などの計測手法を用いて、その位置を計測することが可能である。

【 0 1 0 6 】

< 第 1 0 実施形態 >

本発明の実施形態における物品の製造方法は、例えば、デバイス（半導体素子、磁気記憶媒体、液晶表示素子など）などの物品を製造するのに好適である。かかる製造方法は、処理システム 1（露光装置 1 0 0 0）を用いて、基板にパターンを形成する工程と、パターンが形成された基板を処理する工程と、処理された基板から物品を製造する工程とを含む。また、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、パッケージングなど）を含みうる。本実施形態における物品の製造方法は、従来に比べて、物品の性能、品質、生産性及び生産コストの少なくとも 1 つにおいて有利である。

10

【 0 1 0 7 】

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】

【 0 1 0 8 】

1：処理システム      1 0 0：計測装置      1 0 7：検出光学系      1 0 0 0：露光装置  
7：検出光学系      C U：制御部

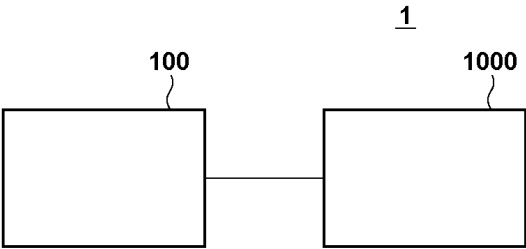
20

30

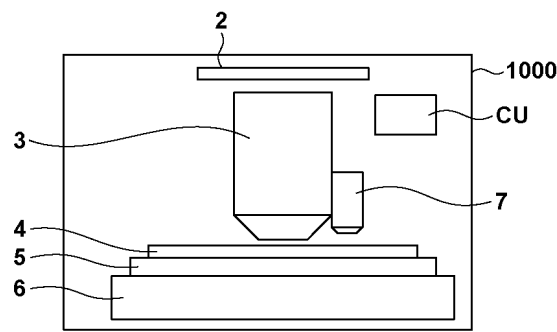
40

50

【図面】  
【図 1】

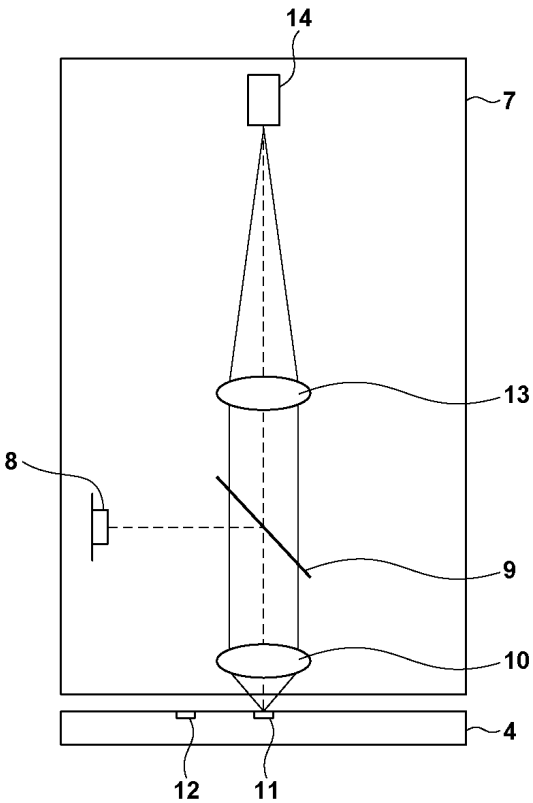


【図 2】

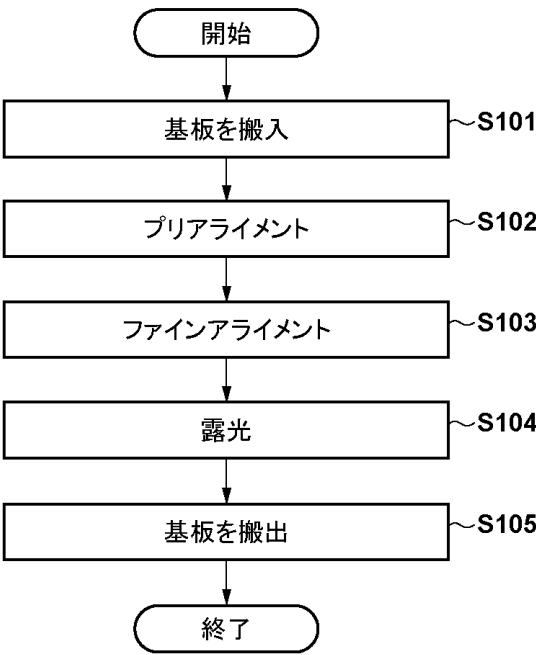


10

【図 3】



【図 4】



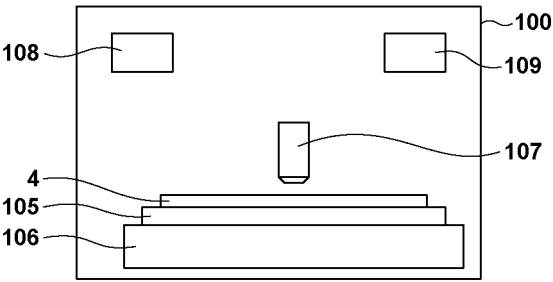
20

30

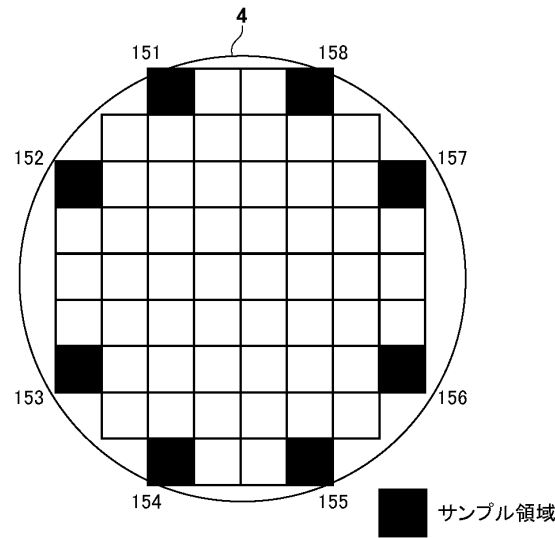
40

50

【図 5】

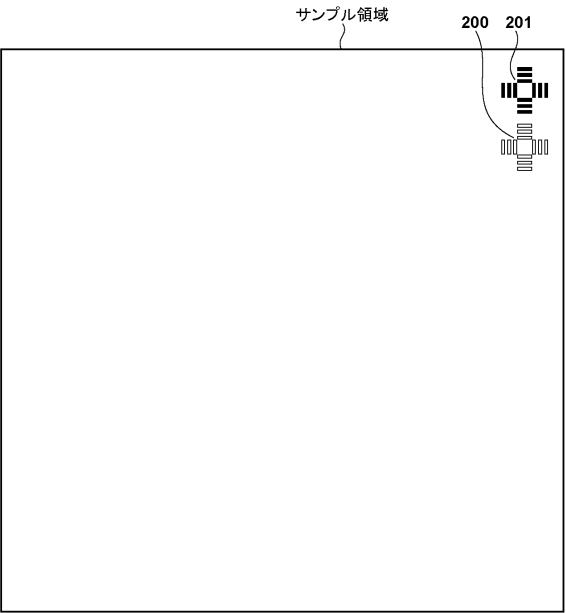


【図 6】

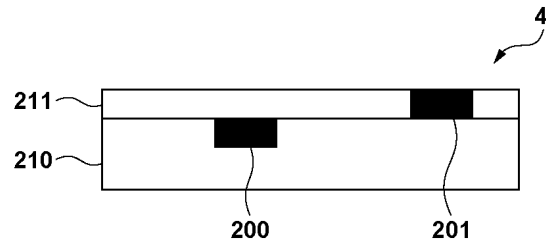


10

【図 7】



【図 8】



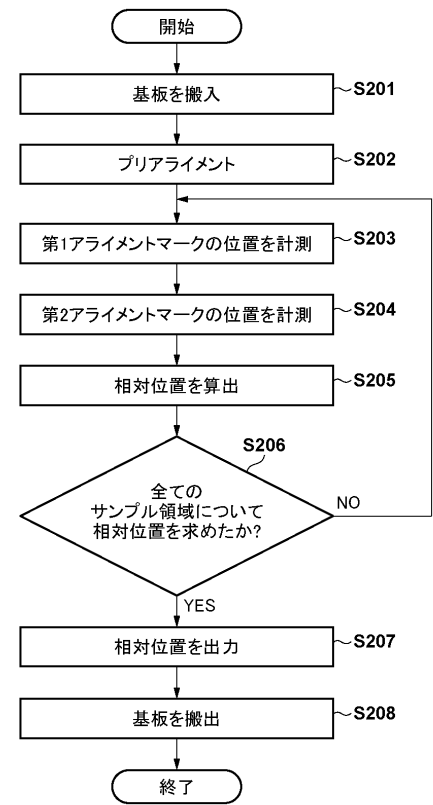
20

30

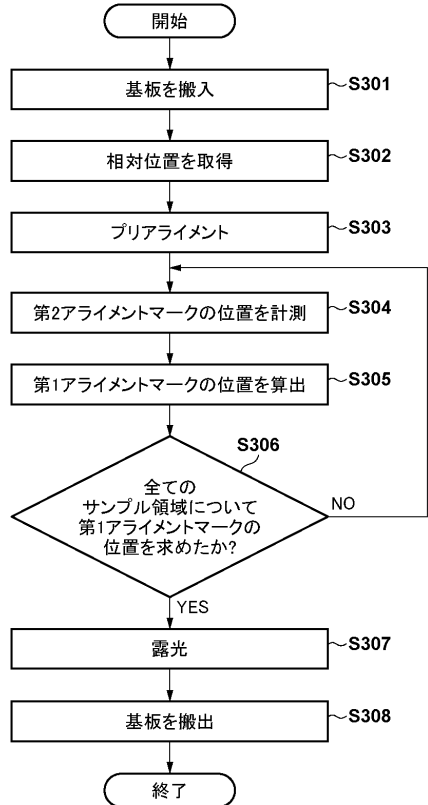
40

50

【図 9】



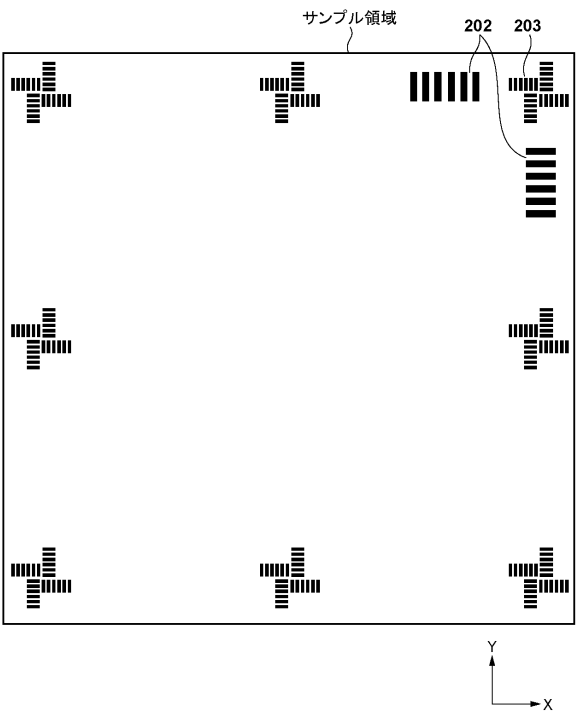
【図 10】



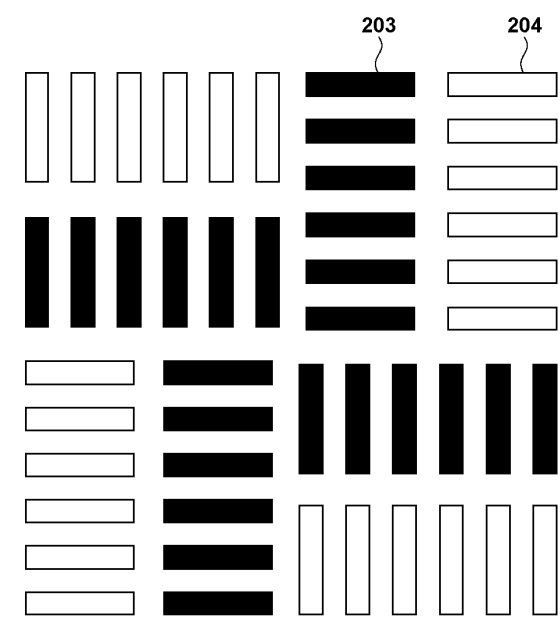
10

20

【図 11】



【図 12】

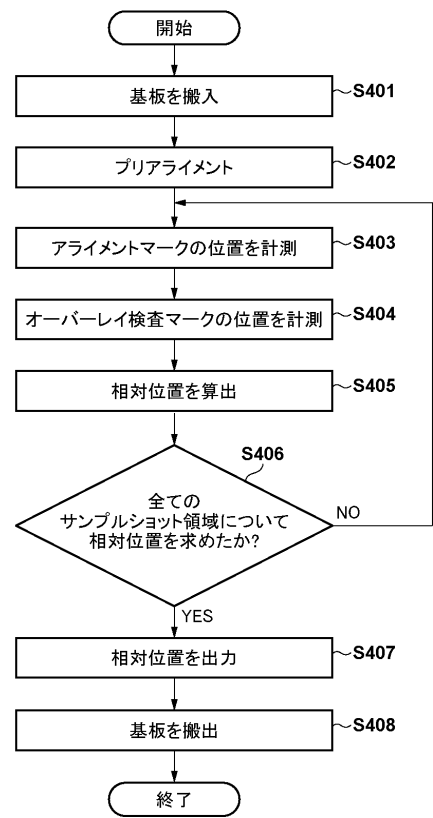


30

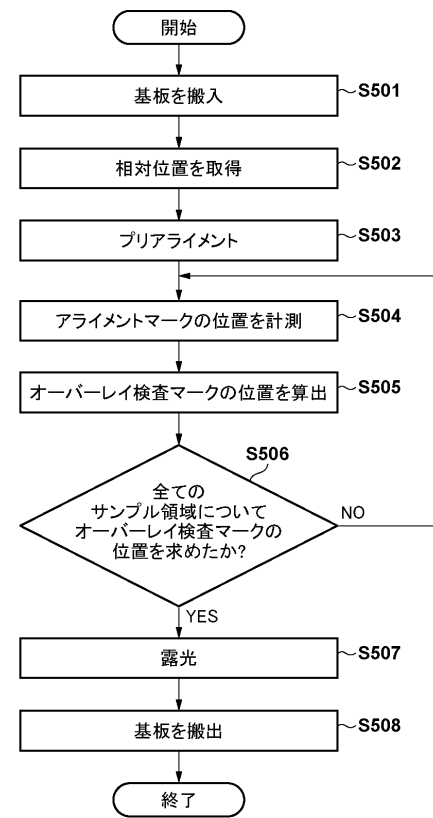
40

50

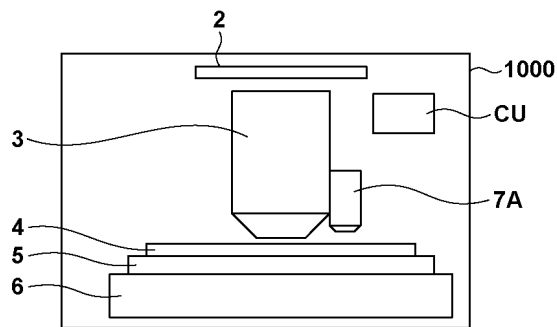
【図 1 3】



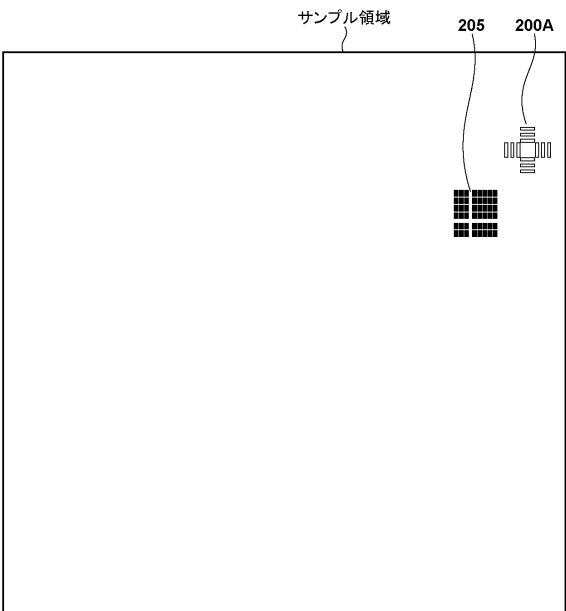
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



10

20

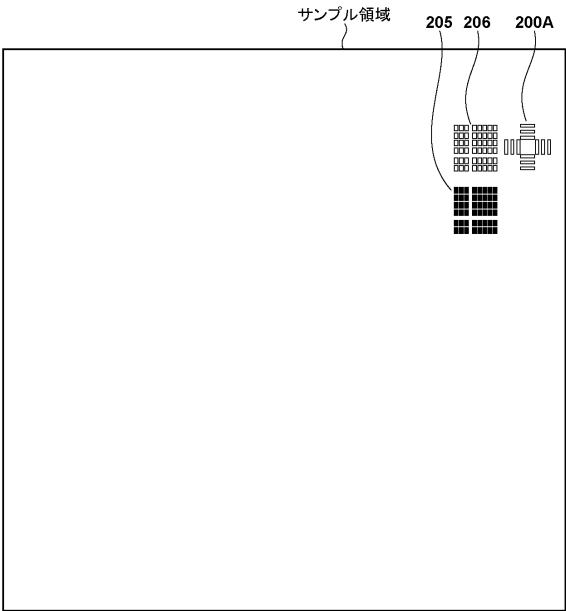
30

40

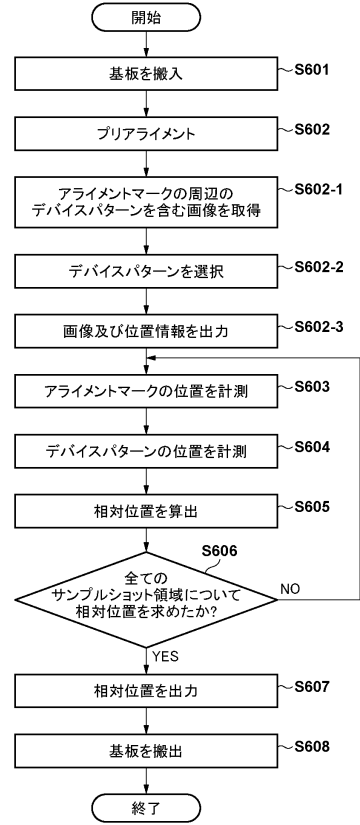
50



【図 17】



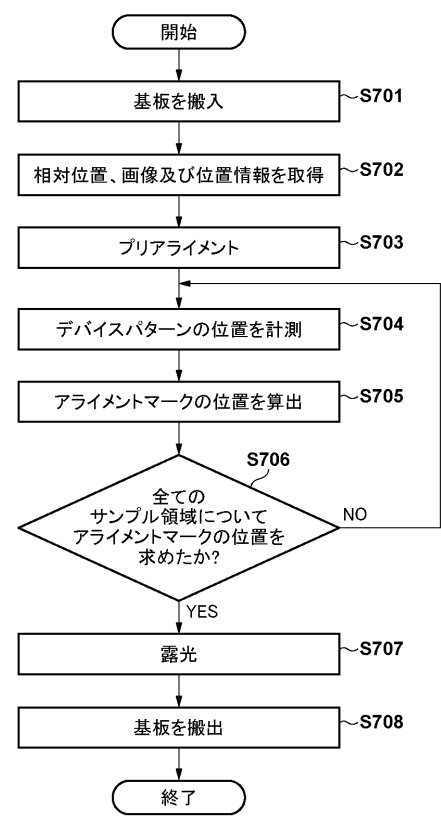
【図 18】



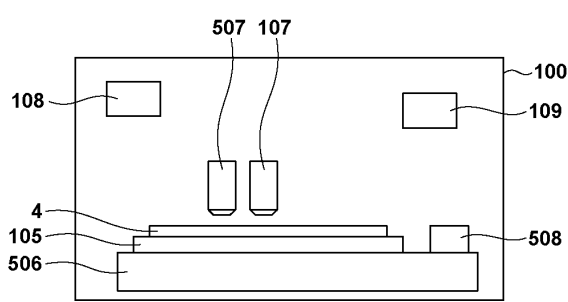
10

20

【図 19】



【図 20】

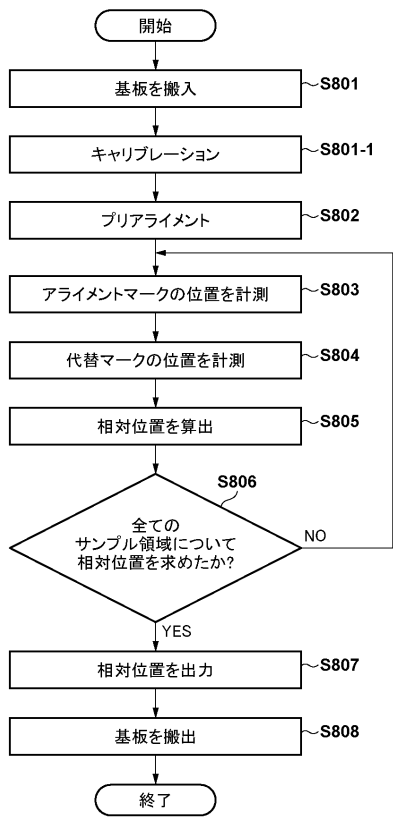


30

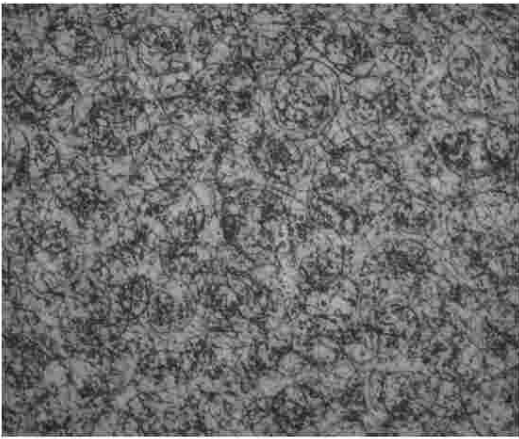
40

50

【図 2 1】



【図 2 2】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 1 - 2 6 7 2 2 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 2 8 2 4 1 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 4 - 0 7 1 6 2 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 3 - 1 3 0 6 4 2 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 0 5 3 4 2 6 ( J P , A )  
特開 2 0 2 0 - 0 0 8 7 6 2 ( J P , A )  
特表 2 0 2 0 - 5 0 3 5 3 9 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 1 8 / 1 6 8 7 5 7 ( W O , A 1 )  
米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 1 0 5 6 2 9 ( U S , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- |         |           |
|---------|-----------|
| G 0 3 F | 9 / 0 0   |
| G 0 3 F | 7 / 2 0   |
| G 0 1 B | 1 1 / 0 0 |
| H 0 1 L | 2 1 / 6 8 |