

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7262921号

(P7262921)

(45)発行日 令和5年4月24日(2023.4.24)

(24)登録日 令和5年4月14日(2023.4.14)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

H 0 1 L 21/30 5 0 2 D

G 0 3 F 7/20 (2006.01)

G 0 3 F 7/20 5 2 1

G 0 3 F 9/00 (2006.01)

G 0 3 F 9/00 H

B 2 9 C 59/02 (2006.01)

B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 23 (全25頁)

(21)出願番号 特願2017-228337(P2017-228337)

(22)出願日 平成29年11月28日(2017.11.28)

(65)公開番号 特開2019-102495(P2019-102495

A)

(43)公開日 令和1年6月24日(2019.6.24)

審査請求日 令和2年11月17日(2020.11.17)

(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

(74)代理人 100126240

弁理士 阿部 琢磨

(74)代理人 100124442

弁理士 黒岩 創吾

(72)発明者 古賀 慎一郎

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 三浦 勇介

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

審査官 牧 隆志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 情報処理装置、プログラム、リソグラフィ装置、リソグラフィシステム、および物品の製造方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置において原版と基板の位置合せに用いられる補正值を取得する情報処理装置であって、

前記基板に形成された第1パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第1情報を取得する第1取得手段と、

前記第1パターンの位置ずれに関連する第2情報を取得する第2取得手段と、

前記基板に形成される第2パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第3情報から前記第2パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得するためのモデルを、前記第1取得手段で取得された前記第1情報および前記第2取得手段で取得された前記第2情報を用いて、算出する算出手段と、

前記算出手段で算出された前記モデルを用いて前記第2パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得する第3取得手段と、を有し、

前記リソグラフィ装置は原版のパターン部と基板上のインプリント材とを接触させてパターンを形成するインプリント装置であって、

前記第1情報および前記第3情報には、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版に作用する押圧力の情報、前記原版の凹部と前記原版を保持する保持部との間の空間の圧力の情報、前記原版のパターンと接触した前記インプリント材が撮像された画像の情報、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版と前記基板との間に作用するせん断力の情報、および前記インプリント材と前記原

10

20

版のパターンとを分離するために要する離型力の情報のうち少なくとも１つが含まれる、ことを特徴とする情報処理装置。

【請求項２】

前記第１情報および前記第３情報には、前記リソグラフィ装置において前記原版および前記基板の少なくとも一方を移動する移動部を制御するための指令値に関する情報が含まれることを特徴とする、請求項１に記載の情報処理装置。

【請求項３】

前記第１情報および前記第３情報には、前記リソグラフィ装置において前記原版および前記基板の少なくとも一方に形成されたアライメントマークを計測して得られるアライメント計測値、およびアライメント画像に関する情報のうち少なくとも１つが含まれることを特徴とする請求項１または請求項２に記載の情報処理装置。

10

【請求項４】

前記算出手段において、前記第１取得手段で取得された前記第１情報および前記第２取得手段で取得された前記第２情報を学習データとした機械学習により前記モデルを算出することを特徴とする請求項１ないし請求項３のいずれか１項に記載の情報処理装置。

【請求項５】

前記第１取得手段において、前記基板としての第１基板の第１ショット領域に前記第１パターンを形成するときに前記第１情報が取得され、

前記第２取得手段において、前記第１ショット領域に形成された前記第１パターンの位置ずれが取得され、

20

前記第３取得手段において、前記基板としての第２基板の第２ショット領域に前記第２パターンを形成するときに取得された前記第３情報および前記モデルとを用いて、前記第２パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得する、ことを特徴とする請求項１ないし請求項４のいずれか１項に記載の情報処理装置。

【請求項６】

前記第１取得手段において、前記基板としての第１基板の第１ショット領域に前記第１パターンを形成するときに前記第１情報が取得され、

前記第２取得手段において、前記第１ショット領域に形成された前記第１パターンの位置ずれが取得され、

前記第３取得手段において、前記基板としての第２基板上の第２ショット領域に前記第２パターンを形成するときに取得された前記第３情報および前記モデルとを用いて、前記第２ショット領域とは異なる第３ショット領域に形成される第３パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得する、ことを特徴とする請求項１ないし請求項４のいずれか１項に記載の情報処理装置。

30

【請求項７】

前記第３ショット領域は、前記第２ショット領域と同一の基板上にあることを特徴とする請求項６に記載の情報処理装置。

【請求項８】

前記第３ショット領域は、前記第２ショット領域とは異なる基板上にあることを特徴とする請求項６に記載の情報処理装置。

40

【請求項９】

前記第３ショット領域の基板上における位置は、前記第２ショット領域の基板上における位置と同一であることを特徴とする請求項８に記載の情報処理装置。

【請求項１０】

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置において原版と基板の位置合せに用いられる補正值を取得する情報処理装置であって、

前記基板としての第１基板の第１ショット領域に第１パターンを形成するときに前記第１パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第１情報を取得する第１取得手段と、

前記第１ショット領域に形成された前記第１パターンの位置ずれに関連する第２情報を

50

取得する第 2 取得手段と、

前記基板としての第 2 基板の第 2 ショット領域に形成される第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得するためのモデルを、前記第 1 取得手段で取得された前記第 1 情報および前記第 2 取得手段で取得された前記第 2 情報を用いて、算出する算出手段と、

前記第 2 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 3 情報および前記算出手段で算出された前記モデルを用いて、前記第 2 ショット領域とは異なる第 3 ショット領域に形成される第 3 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得する第 3 取得手段と、を有することを特徴とする情報処理装置。

【請求項 1 1】

前記第 3 ショット領域は、前記第 2 ショット領域と同一の基板上にあることを特徴とする請求項 1 0 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 2】

前記第 3 ショット領域は、前記第 2 ショット領域とは異なる基板上にあることを特徴とする請求項 1 0 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 3】

前記第 3 ショット領域の基板上における位置は、前記第 2 ショット領域の基板上における位置と同一であることを特徴とする請求項 1 2 に記載の情報処理装置。

【請求項 1 4】

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置により基板に形成されたパターンの位置ずれを補正するために用いられる補正值を取得するためのモデルを算出する情報処理装置であって、

前記基板に形成された第 1 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 1 情報を取得する第 1 取得手段と、

前記第 1 パターンの位置ずれに関連する第 2 情報を取得する第 2 取得手段と、

前記基板に形成される第 2 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 3 情報から前記第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得するためのモデルを、前記第 1 取得手段で取得された前記第 1 情報および前記第 2 取得手段で取得された前記第 2 情報を用いて、算出する算出手段と、

を有し、

前記リソグラフィ装置は原版のパターン部と基板上のインプリント材とを接触させてパターンを形成するインプリント装置であって、

前記第 1 情報および前記第 3 情報には、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版に作用する押圧力の情報、前記原版の凹部と前記原版を保持する保持部との間の空間の圧力の情報、前記原版のパターンと接触した前記インプリント材が撮像された画像の情報、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版と前記基板との間に作用するせん断力の情報、および前記インプリント材と前記原版のパターンとを分離するために要する離型力の情報のうち少なくとも 1 つが含まれる、ことを特徴とする情報処理装置。

【請求項 1 5】

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置において原版と基板の位置合せに用いられる補正值をコンピュータに取得させるプログラムであって、

前記基板に形成された第 1 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 1 情報を取得する第 1 取得手段と、

前記第 1 パターンの位置ずれに関連する第 2 情報を取得する第 2 取得手段と、

前記基板に形成される第 2 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 3 情報から前記第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得するためのモデルを、前記第 1 取得手段で取得された前記第 1 情報および前記第 2 取得手段で取得された前記第 2 情報を用いて、算出する算出手段と、

前記算出手段で算出された前記モデルを用いて前記第 2 パターンの位置ずれを補正する

10

20

30

40

50

ために用いられる前記補正値を取得する第 3 取得手段と、を  
コンピュータに実行させ、

前記リソグラフィ装置は原版のパターン部と基板上のインプリント材とを接触させてパターンを形成するインプリント装置であって、

前記第 1 情報および前記第 3 情報には、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版に作用する押圧力の情報、前記原版の凹部と前記原版を保持する保持部との間の空間の圧力の情報、前記原版のパターンと接触した前記インプリント材が撮像された画像の情報、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版と前記基板との間に作用するせん断力の情報、および前記インプリント材と前記原版のパターンとを分離するために要する離型力の情報のうち少なくとも 1 つが含まれる、  
ことを特徴とするプログラム。

10

【請求項 16】

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置により基板に形成されたパターンの位置ずれを補正するために用いられる補正値を取得するためのモデルをコンピュータに算出させるプログラムであって、

前記基板に形成された第 1 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 1 情報を取得する第 1 取得手段と、

前記第 1 パターンの位置ずれに関連する第 2 情報を取得する第 2 取得手段と、

前記基板に形成される第 2 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 3 情報から前記第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正値を取得するためのモデルを、前記第 1 取得手段で取得された前記第 1 情報および前記第 2 取得手段で取得された前記第 2 情報を用いて、算出する算出手段と、を  
コンピュータに実行させ、

20

前記リソグラフィ装置は原版のパターン部と基板上のインプリント材とを接触させてパターンを形成するインプリント装置であって、

前記第 1 情報および前記第 3 情報には、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版に作用する押圧力の情報、前記原版の凹部と前記原版を保持する保持部との間の空間の圧力の情報、前記原版のパターンと接触した前記インプリント材が撮像された画像の情報、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版と前記基板との間に作用するせん断力の情報、および前記インプリント材と前記原版のパターンとを分離するために要する離型力の情報のうち少なくとも 1 つが含まれる、  
ことを特徴とするプログラム。

30

【請求項 17】

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置であって、請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置を有し、

前記第 3 取得手段により算出された補正値を用いて前記原版と前記基板の位置合せを行い、前記基板上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 18】

請求項 17 に記載のリソグラフィ装置を用いて、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を形成された前記基板を処理する工程と、を有し、

前記処理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。

40

【請求項 19】

請求項 1 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の情報処理装置と、

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置と、を有し

前記情報処理装置において前記第 3 取得手段により取得された補正値を用いて、前記リソグラフィ装置において前記原版と前記基板の位置合せを行い、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システム。

【請求項 20】

請求項 19 に記載のリソグラフィシステムを用いて、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を形成された前記基板を処理する工程と、を有し、

50

前記処理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。

【請求項 2 1】

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置において原版と基板の位置合せに用いられる補正值を取得する情報処理方法であって、

前記基板に形成された第 1 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 1 情報を取得する第 1 取得工程と、

前記第 1 パターンの位置ずれに関連する第 2 情報を取得する第 2 取得工程と、

前記基板に形成される第 2 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 3 情報から前記第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得するためのモデルを、前記第 1 取得工程で取得された前記第 1 情報および前記第 2 取得工程で取得された前記第 2 情報を用いて、算出する算出工程と、

前記算出工程で算出された前記モデルを用いて前記第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得する第 3 取得工程と、を有し、

前記リソグラフィ装置は原版のパターン部と基板上的インプリント材とを接触させてパターンを形成するインプリント装置であって、

前記第 1 情報および前記第 3 情報には、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版に作用する押圧力の情報、前記原版の凹部と前記原版を保持する保持部との間の空間の圧力の情報、前記原版のパターンと接触した前記インプリント材が撮像された画像の情報、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版と前記基板との間に作用するせん断力の情報、および前記インプリント材と前記原版のパターンとを分離するために要する離型力の情報のうち少なくとも 1 つが含まれる、ことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 2 2】

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置により基板に形成されたパターンの位置ずれを補正するために用いられる補正值を取得するためのモデルを算出する情報処理方法であって、

前記基板に形成された第 1 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 1 情報を取得する第 1 取得工程と、

前記第 1 パターンの位置ずれに関連する第 2 情報を取得する第 2 取得工程と、

前記基板に形成される第 2 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 3 情報から前記第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得するためのモデルを、前記第 1 取得工程で取得された前記第 1 情報および前記第 2 取得工程で取得された前記第 2 情報を用いて、算出する算出工程と、  
を有し、

前記リソグラフィ装置は原版のパターン部と基板上的インプリント材とを接触させてパターンを形成するインプリント装置であって、

前記第 1 情報および前記第 3 情報には、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版に作用する押圧力の情報、前記原版の凹部と前記原版を保持する保持部との間の空間の圧力の情報、前記原版のパターンと接触した前記インプリント材が撮像された画像の情報、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版と前記基板との間に作用するせん断力の情報、および前記インプリント材と前記原版のパターンとを分離するために要する離型力の情報のうち少なくとも 1 つが含まれる、ことを特徴とする情報処理方法。

【請求項 2 3】

原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置において原版と基板の位置合せに用いられる補正值を取得するシステムであって、

前記リソグラフィ装置により基板に形成されたパターンの位置ずれを補正するために用いられる補正值を取得するためのモデルを算出する第 1 情報処理装置と、

前記位置ずれを補正するために用いられる前記補正值を取得する第 2 情報処理装置と、  
を有し、

前記第 1 情報処理装置は、

前記基板に形成された第 1 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 1 情報を取得する第 1 取得手段と、

前記第 1 パターンの位置ずれに関連する第 2 情報を取得する第 2 取得手段と、

前記基板に形成される第 2 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 3 情報から前記第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正値を取得するためのモデルを、前記第 1 取得手段で取得された前記第 1 情報および前記第 2 取得手段で取得された前記第 2 情報を用いて、算出する算出手段と、を有し、

前記第 2 情報処理装置は、

前記算出手段により算出された前記モデルを用いて前記第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正値を取得する第 3 取得手段と、を有し、

前記リソグラフィ装置は原版のパターン部と基板上のインプリント材とを接触させてパターンを形成するインプリント装置であって、

前記第 1 情報および前記第 3 情報には、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版に作用する押圧力の情報、前記原版の凹部と前記原版を保持する保持部との間の空間の圧力の情報、前記原版のパターンと接触した前記インプリント材が撮像された画像の情報、前記インプリント材と前記原版のパターンとが接触するときに前記原版と前記基板との間に作用するせん断力の情報、および前記インプリント材と前記原版のパターンとを分離するために要する離型力の情報のうち少なくとも 1 つが含まれる、ことを特徴とするシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理装置、プログラム、リソグラフィ装置、リソグラフィシステム、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスやMEMSなどの微細化の要求が進み、従来のフォトリソグラフィー技術に加え、基板上のインプリント材を型（原版、モールド）で成形し、インプリント材のパターンを基板上に形成する微細加工技術が注目を集めている。この技術は、インプリント技術とも呼ばれ、基板上に数ナノメートルオーダーの微細な構造体を形成しうる。例えば、インプリント技術の 1 つとして、光硬化法がある。この光硬化法を採用したインプリント装置では、まず、基板上のインプリント領域であるショット領域に光硬化性のインプリント材を塗布する。次に、型のパターン部とショット領域の位置合せを行いながら、型のパターン部とインプリント材とを接触（押印）させ、インプリント材をパターン部に充填させる。そして、光を照射して前記インプリント材を硬化させたうえで型のパターン部とインプリント材とを引き離すことにより、インプリント材のパターンが基板上のショット領域に形成される。

【0003】

このようなインプリント装置では、高精度にパターンを基板上のショット領域に形成するために、型のパターン部とショット領域の位置合せ（アライメント）の誤差を低減することが重要である。

【0004】

特許文献 1 では、神経回路網を用いて過去の工程における補正値から現在の補正値を推定する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特許第 3 8 8 3 9 1 4 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

**【発明が解決しようとする課題】****【 0 0 0 6 】**

特許文献 1 において、過去の工程における補正値を用いて現在の補正値を推定するため、現在の工程において装置の状態が変化することにより位置合せの誤差値が変動する場合に、変動した誤差値を考慮して補正値を推定することが困難になりうる。

**【 0 0 0 7 】**

そこで本発明は、高精度に原版と基板との位置合せを行うための補正値を取得することができる情報処理装置、プログラム、リソグラフィ装置、リソグラフィシステム、および物品の製造方法を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【 0 0 0 8 】**

上記課題を解決する本発明の一側面としての情報処理装置は、原版を用いて基板上にパターンを形成するリソグラフィ装置において原版と基板の位置合せに用いられる補正値を取得する情報処理装置であって、前記基板に形成された第 1 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 1 情報を取得する第 1 取得手段と、前記第 1 パターンの位置ずれに関連する第 2 情報を取得する第 2 取得手段と、前記基板に形成される第 2 パターンの形成に関連する前記リソグラフィ装置の状態を表す第 3 情報から前記第 2 パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正値を取得するためのモデルを、前記第 1 取得手段で取得された前記第 1 情報および前記第 2 取得手段で取得された前記第 2 情報を用いて、算出する算出手段と、前記算出手段で算出された前記モデルを用いて前記第 2

10

20

パターンの位置ずれを補正するために用いられる前記補正値を取得する第 3 取得手段と、

を有する。

**【発明の効果】****【 0 0 0 9 】**

本発明によれば、高精度に原版と基板との位置合せを行うための補正値を取得することができる情報処理装置、プログラム、リソグラフィ装置、リソグラフィシステム、および物品の製造方法を提供することができる。

**【図面の簡単な説明】****【 0 0 1 0 】**

【図 1】インプリント装置を示した図である。

30

【図 2】情報処理装置を示した図である。

【図 3】物品を製造するシステムを示した図である。

【図 4】インプリント処理を示したフローチャートである。

【図 5】基板上のショット領域の一例を示した図である。

【図 6】位置ずれに関連する情報を推定するためのモデルを算出する方法を示したフローチャートである。

【図 7】モデルを用いて補正値を取得する方法を示したフローチャートである。

【図 8】補正値を用いて位置合せを行うインプリント処理を示したフローチャートである。

【図 9】実施例 1 に係る物品の製造方法を説明するための図である。

【図 10】露光装置を示した図である。

40

【図 11】露光処理を示したフローチャートである。

【図 12】補正値を用いて位置合せを行う露光処理を示したフローチャートである。

**【発明を実施するための形態】****【 0 0 1 1 】**

以下に、本発明の好ましい実施形態について図面を参照して詳細に説明する。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。

**【実施例 1】****【 0 0 1 2 】**

本実施例では、リソグラフィ装置としてインプリント装置を用いた例について説明する。図 1 はインプリント装置を示した図である。まず、図 1 ( a ) を用いて、インプリント

50

装置の代表的な構成について説明する。インプリント装置 I M P は、基板 S 上に供給されたインプリント材 I M と型 M とを接触させ、インプリント材 I M に硬化用のエネルギーを与えることにより、型 M の凹凸パターンが転写された硬化物のパターンを形成する装置である。

【 0 0 1 3 】

ここで、インプリント材 I M には、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）が用いられる。硬化用のエネルギーとしては、電磁波、熱等が用いられる。電磁波としては、例えば、その波長が 1 5 0 n m 以上 1 m m 以下の範囲から選択される、赤外線、可視光線、紫外線などの光である。

【 0 0 1 4 】

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る。このうち、光により硬化する光硬化性組成物は、重合性化合物と光重合開始剤とを少なくとも含有し、必要に応じて非重合性化合物または溶剤を含有してもよい。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。

【 0 0 1 5 】

インプリント材 I M は、スピンコーターやスリットコーターにより基板上に膜状に付与される。或いは液体噴射ヘッドにより、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付与されてもよい。インプリント材 I M の粘度（2 5 における粘度）は、例えば、1 m P a ・ s 以上 1 0 0 m P a ・ s 以下である。

【 0 0 1 6 】

基板 S は、ガラス、セラミックス、金属、樹脂等が用いられ、必要に応じて、その表面に基板 S とは別の材料からなる部材が形成されていてもよい。基板としては、具体的に、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英を材料に含むガラスウエハなどである。

【 0 0 1 7 】

型 M は、矩形の外周形状を有し、基板に対向する面（パターン面）に 3 次元状に形成されたパターン（回路パターンなどの基板 S に転写すべき凹凸パターン）を備えたパターン部 M P を有する。型 M は、光を透過させることが可能な材料、例えば、石英で構成される。また、型 M は、パターン部 M P とは反対側に凹部を有する。

【 0 0 1 8 】

本実施例では、インプリント装置 I M P は、光の照射によりインプリント材 I M を硬化させる光硬化法を採用するものとして説明する。また、以下では、基板上のインプリント材 I M に対して照射する光の光軸に平行な方向を Z 軸方向とし、Z 軸方向に垂直な平面内で互いに直交する 2 方向を X 軸方向および Y 軸方向とする。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。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

【 0 0 1 9 】

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 を駆動する基板駆動機構 1 0 5（移動部）、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）を移動するために要する駆動力を検出するセンサ 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 のパターン部 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、X 軸と Y 軸を含む X Y 平面に

10

20

30

40

50



沿う方向に作用する力である。アライメント時における駆動力は、例えば、アライメント時における基板駆動機構 105 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 151 は、該電流の大きさに基づいて駆動力を検出することができる。センサ 151 は、パターンの形成において型 M が受けるせん断力を計測するセンサの一例である。また、駆動制御値には、後述する制御部 110 が基板駆動機構 105 に対して出す指令値を含みうる。型保持部 121 は、型 M のパターン部 M P の形状と基板 S のショット領域の形状とを合わせるために、型 M を変形させる不図示の型変形手段を備えても良い。例えば、型変形手段としては、型を側面から押す事によりパターン部 M P の X Y 平面に沿う方向の形状を変形する手段を用いる。

#### 【0020】

インプリント装置 I M P は、型 M を保持する型保持部 121（保持部）、型保持部 121 を駆動することによって型 M を移動する型駆動機構 122（移動部）、型駆動機構 122 を支持する支持構造体 130 を備えうる。型駆動機構 122 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、離型力および押圧力のうち少なくとも一方を検出するセンサ 152 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型 M に作用する力である。押圧力は、基板 S の上のインプリント材 I M に型 M を接触させるために型 M に作用する力である。離型力および押圧力は、主に、Z 軸方向に沿う方向に作用する力である。離型力および押圧力は、例えば、型駆動機構 122 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 152 は、該電流の大きさに基づいて分離力および押圧力を検出することができる。センサ 152 は、パターンの形成において型 M が受ける離型力および押圧力のうち少なくとも一方を計測するセンサの一例である。また、駆動制御値には、後述する制御部 110 が型駆動機構 122 に対して出す指令値を含みうる。

#### 【0021】

基板駆動機構 105 および型駆動機構 122 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 105 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 122 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。よって、駆動制御値には、基板駆動機構 105、および型駆動機構 122 を、X 軸、Y 軸、Z 軸、X 軸、Y 軸、Z 軸の 6 軸について駆動するための指令値を含みうる。

#### 【0022】

インプリント装置 I M P は、型 M を搬送する型搬送機構 140 および型クリーナ 150 を備えうる。型搬送機構 140 は、例えば、型 M を型保持部 121 に搬送したり、型 M を型保持部 121 から原版ストッカ（不図示）または型クリーナ 150 等に搬送したりするように構成されうる。型クリーナ 150 は、型 M を紫外線や薬液等によってクリーニングする。

#### 【0023】

型保持部 121 は、型 M のパターン部 M P とは反対側に形成された凹部を含む空間であるキャビティ C S を形成するための窓部材 125 を含みうる。インプリント装置 I M P は、キャビティ C S の圧力（以下、キャビティ圧とする。）を制御することによって、図 1（b）に模式的に示されるように、型 M のパターン部 M P を基板 S に向かって、- Z 軸方向に凸形状に変形させる変形機構 123 を備えうる。

#### 【0024】

また、インプリント装置 I M P は、アライメント計測部 106、照射部 107、撮像部 112、光学部材 111 を備えうる。アライメント計測部 106 は、基板 S のアライメントマークと型 M のアライメントマークを照明するとともにその像を撮像することによりア

10

20

30

40

50

ライメントマーク間の相対位置を計測する。アライメント計測部 106 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うる。アライメント計測部 106 により計測されるアライメントマークの位置に関する情報をアライメント計測値とする。アライメント計測値には、アライメントマークの位置、およびアライメントマーク間の相対位置が含まれうる。また、アライメント計測部で撮像した画像をアライメント画像とする。

【0025】

照射部 107 は、インプリント材 IM を硬化させるための硬化光（例えば、紫外光等の光）を、光学部材 111 を介してインプリント材 IM に照射し、インプリント材 IM を硬化させる。また、照射部 107 は、型 M のパターン部 MP と基板 S のショット領域の形状を合わせるために、ショット領域を変形させる不図示の基板変形手段を備えてもよい。例えば、基板変形手段としては、照射部 107 からインプリント材 IM が硬化しない光（例えば、赤外線等の光）をショット領域に照射して、ショット領域が熱で膨張することによりショット領域の X Y 平面に沿う方向の形状を変形する手段を用いる。

【0026】

撮像部 112 は、光学部材 111 および窓部材 125 を介して型 M のパターン部に接触したインプリント材 IM を撮像する。以下、撮像部 112 で撮像した画像をスプレッド画像とする。

【0027】

インプリント装置 IMP は、基板 S の上にインプリント材 IM を供給するディスペンサ 108 を備えうる。ディスペンサ 108 は、例えば、インクジェット法により基板 S 上にインプリント材 IM を吐出するための吐出口を有する。また、ディスペンサ 108 は、インプリント材 IM を供給する位置を示すドロップレシビに従ってインプリント材 IM が基板 S の上に供給されるようにインプリント材 IM を供給する。また、ディスペンサ 108 がインプリント材 IM を供給する間に基板保持部 102 に保持された基板 S が移動することで基板 S の所定の位置にインプリント材 IM が供給される。

【0028】

インプリント装置 IMP は、基板駆動機構 105、型駆動機構 122 等のインプリント装置 IMP の各部の動作および調整などを制御する制御部 110 を備えうる。

【0029】

制御部 110 は、インプリント装置 IMP の各部の動作および調整などを制御することで基板 S 上にパターンを形成するインプリント処理を制御する。制御部 110 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情報処理装置である。また、制御部 110 は、インプリント装置 IMP の他の部分と一体で（共通の筐体内に）構成しても良いし、インプリント装置 IMP の他の部分とは別体で（別の筐体内に）構成しても良い。

【0030】

図 2 は制御部 110 の一例としての情報処理装置を示した図である。情報処理装置の各構成要素は、プログラムに従って機能する。図 2 の例では、CPU 201 は、プログラムに従って制御のための演算を行い、バス 208 に接続された各構成要素を制御する処理装置である。ROM 202 は、データ読出し専用のメモリであり、プログラムやデータが格納されている。RAM 203 は、データ読み書き用のメモリであり、プログラムやデータの保存用に用いられる。RAM 203 は、CPU 201 の演算の結果等のデータの一時保存用に用いられる。記憶装置 204 も、プログラムやデータの保存用に用いられる。記憶装置 204 は、情報処理装置のオペレーティングシステム (OS) のプログラム、およびデータの一時保存領域としても用いられる。記憶装置 204 は、RAM 203 に比べてデータの入出力は遅いが、大容量のデータを保存することが可能である。記憶装置 204 は

10

20

30

40

50

、保存するデータを長期間にわたり参照できるように、永続的なデータとして保存できる不揮発性記憶装置であることが望ましい。記憶装置204は、主に磁気記憶装置(HDD)で構成されるが、CD、DVD、メモリカードといった外部メディアを装填してデータの読み込みや書き込みを行う装置であっても良い。入力装置205は、情報処理装置に文字やデータを入力するための装置であり、各種のキーボードやマウスなどが該当する。表示装置206は、情報処理装置の操作に必要な情報や処理結果などを表示するための装置であり、CRT又は液晶モニターなどが該当する。通信装置207は、後述のネットワーク304に接続してTCP/IP等の通信プロトコルによるデータ通信を行い、他の情報処理装置と相互に通信を行う場合に使用される。

#### 【0031】

図3は物品を製造するシステムの構成を示した図である。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300の構成が例示されている。物品製造システム300は、例えば、1又は複数のインプリント装置IMPと、1又は複数の重ね合せ検査装置301と、1または複数の処理装置302とを含みうる。また、処理装置302は、例えば、塗布装置、現像装置、エッチング装置、成膜装置などを含みうる。更に、物品製造システム300は、後述するアライメント補正值(補正值)を取得する、1または複数の補正值取得装置303も含みうる。これらの装置は、ネットワーク304を介してインプリント装置IMPとは異なる外部装置である制御装置305と接続され、制御装置305によって制御されうる。補正值取得装置303、及び制御装置305は、インプリント装置の制御部110と同様に、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情報処理装置である。また、重ね合せ検査装置301、処理装置302は、インプリント装置IMPの制御部110と同様の制御部を備えうる。

#### 【0032】

また、補正值取得装置303として、インプリント装置IMPの制御部110、または制御装置305を用いてもよいし、制御部110と制御装置305を併用してもよい。また、本実施例においては、リソグラフィ装置の一例としてインプリント装置IMPを用いる例を説明するが、リソグラフィ装置の一例として、基板を露光することでパターン形成を行う露光装置であってもよい。また、リソグラフィ装置の一例として、荷電粒子光学系を介して荷電粒子線(電子線やイオンビームなど)で基板に描画を行って、基板にパターン形成を行う描画装置などの装置であってもよい。また、物品製造システム300において、インプリント装置IMP、露光装置、および描画装置のうち少なくとも2つの装置が構成されても良い。また、本実施例において、インプリント装置IMP等のリソグラフィ装置と補正值取得装置303を含むシステムをリソグラフィシステムとする。

#### 【0033】

以下に、本実施例における補正值取得方法について説明する。本実施例は、基板にパターンを形成するインプリント処理を行い、インプリント装置の状態を表す装置情報を取得して、アライメント補正值(補正值)を取得することを特徴としている。ここで、アライメント補正值とは、型(原版、マスク)と基板のアライメント(位置合せ)を行うために用いる補正值である。また、アライメント補正值は、例えば、原版と基板のショット領域の位置合わせを行うときの、アライメントマーク間の相対的な目標位置を含みうる。また、アライメント補正值は、原版のパターンやショット領域の形状を変形させるための情報も含みうる。

#### 【0034】

また、装置情報(第1情報、第3情報)とは、パターンの形成に関連する、インプリント装置の状態を表す情報であり、パターンを形成する際のインプリント装置の各部を制御するための制御情報、各種のセンサ等により計測された計測情報などが含まれうる。

## 【 0 0 3 5 】

本実施例では、インプリント処理中に取得される装置情報からパターンの位置ずれに関連する情報（第2情報）を推定してアライメント補正値を取得する。また、複数の装置情報を用いることにより、高精度なアライメント補正値を取得しうる。

## 【 0 0 3 6 】

まず、インプリント処理を行い取得された装置情報と、インプリント処理を行った基板を重ね合せ検査装置301において検査した結果から取得された、パターンの位置ずれに関連する情報を取得する。ここで、位置ずれに関連する情報とは、既にパターンが形成された下地のショット領域に対するパターンの位置ずれ量を含みうる。そして、装置情報と位置ずれに関連する情報とを対応付けた情報を学習データとして、その学習データを用いて装置情報から位置ずれに関連する情報を推定するモデルを機械学習により算出する（モデル算出）。算出したモデルを用いて、インプリント処理中に取得される装置情報から推定された位置ずれに関連する情報から、ショット領域のアライメント補正値を取得する。これにより、重ね合せ検査装置301で基板Sを検査することなく、短時間でのアライメント補正値の取得が可能となり、高精度な型と基板の位置合せを行いうる。

## 【 0 0 3 7 】

図4は、インプリント処理を示したフローチャートである。まず、S401において、制御部110は、不図示の基板搬送機構に基板Sを基板保持部102に搬入させるように制御する。次に、S402～S406において、基板Sの複数のショット領域のうち、対象となるショット領域に対してインプリント処理（パターンの形成）が実行される。また、S402～S406において、制御部110は、機械学習のための学習データとして用いる装置情報を記憶装置204に保存する。なお、以下では装置情報を記憶装置204に保存するものとして説明するが、装置情報は記憶装置204およびRAM203のうち少なくとも1つに保存しうる。

## 【 0 0 3 8 】

例えば、装置情報には、インプリント処理が実行される、基板S上におけるショット領域の位置、制御部110が基板駆動機構105などを制御するための指令値、撮像部112、センサ151などにより計測された計測情報などが含まれうる。

## 【 0 0 3 9 】

S402において、制御部110は、ディスペンサ108に基板S上のショット領域にインプリント材IMを供給させるように制御する。また、制御部110は、基板S上のショット領域において所定の位置にインプリント材IMを供給するために基板保持部102をXY平面に沿う方向に駆動するように基板駆動機構105を制御する。また、制御部110は、インプリント処理を実行するショット領域の位置を装置情報として記憶装置204に保存する。

## 【 0 0 4 0 】

ここで、図5を参照して、ショット領域の位置について説明する。図5は、基板S上のショット領域の一例を示した図である。基板S上に矩形のショット領域S1～S20が配置されている。ショット領域の位置とは、基板S上におけるショット領域の位置を示す座標値である。ショット領域の位置は、例えば、ショット領域の中心、ショット領域に対応するアライメントマークの位置、ショット領域の四隅の点、またはショット領域の外周上の点などの、少なくとも1点以上の座標値を含みうる。なお、ショット領域の位置は、あらかじめ記憶装置204に保存されているショット領域のレイアウト情報を用いてもよい。

## 【 0 0 4 1 】

ここで、図4の説明に戻る。S403において、制御部110は、型駆動機構122をZ軸方向に移動させて、型Mと基板S上のインプリント材IMとを接触させるように型駆動機構122を制御する。また、制御部110は、基板駆動機構105をZ軸方向に移動させるように制御してもよいし、型駆動機構122、および基板駆動機構105をZ軸方向に移動させるように制御してもよい。また、制御部110は、ステージ制御情報を装置情報として記憶装置204に保存する。ステージ制御情報は、例えば、制御部110が基

10

20

30

40

50

板駆動機構 105 や型駆動機構 122 を制御するための指令値を含みうる。また、制御部 110 は、インプリント材 IM に型 M のパターン部 MP を接触させている時の押圧力の情報を装置情報として記憶装置 204 に保存する。押圧力の情報は、例えば、インプリント材 IM に型 M のパターン部 MP を接触させている時のセンサ 152 の出力値を含みうる。

【0042】

また、S403 において、制御部 110 は、変形機構 123 に型 M のパターン部 MP が基板 S に向かって、-Z 軸方向に凸形状に変形させるためにキャビティ圧を調整させるように制御する。また、制御部 110 は、キャビティ圧の情報を装置情報として記憶装置 204 に保存する。ここで、キャビティ圧の情報は、変形機構 123 の指令値に基づき算出した圧力値や、不図示の圧力計により計測された圧力値を含みうる。

10

【0043】

また、S403 において、制御部 110 は、撮像部 112 に、型 M に接触したインプリント材 IM の画像（スプレッド画像）を撮像させるように制御する。そして、制御部 110 は、撮像部 112 により撮像されたスプレッド画像の情報を装置情報として記憶装置 204 に保存する。スプレッド画像の情報は、例えば、スプレッド画像に含まれる全画素の画素値や、画像から抽出した特徴量を含みうる。

【0044】

また、ステージ制御情報、押圧力の情報、キャビティ圧の情報、スプレッド画像の情報は、ある時点での情報としてもよいし、ある期間における時系列の情報としてもよい。

【0045】

20

S404 において、制御部 110 は、アライメント計測部 106 に基板 S のアライメントマークと型 M のアライメントマーク間の相対位置を計測させるように制御する。そして、制御部 110 は、インプリント材 IM が供給された、基板 S 上のショット領域と、型 M のパターン部 MP との位置合せ（アライメント）を行う。具体的には、制御部 110 は、アライメント計測部 106 により計測した計測値に基づき、基板駆動機構 105 を XY 平面に沿う方向に移動させて位置合せを行うように制御する。制御部 110 は、アライメントマーク間の相対位置が目標相対位置の許容範囲に収まるまで、基板駆動機構 105 を移動させて位置合せを行うように制御する。また、制御部 110 は、型駆動機構 122 を XY 平面に沿う方向に移動させて位置合せを行うように制御してもよいし、型駆動機構 122、および基板駆動機構 105 を XY 平面に沿う方向に移動させて位置合せを行うように制御してもよい。さらに、制御部 110 は、前述した型変形手段および基板変形手段を用いて、型 M のパターン部 MP および基板 S のショット領域のうち少なくとも 1 つを変形させて、型 M のパターン部 MP とショット領域の形状も合わせてもよい。

30

【0046】

S405 において、制御部 110 は、基板 S 上のインプリント材 IM を硬化させるために照射部 107 に光を照射させるように制御する。これにより、インプリント材 IM が硬化して、インプリント材 IM のパターンが形成される。

【0047】

S406 において、制御部 110 は、型駆動機構 122 を Z 軸方向に移動させて、インプリント材 IM と型 M のパターン部 MP とが分離（離型）されるように制御する。また、制御部 110 は、基板駆動機構 105 を Z 軸方向に移動させるように制御してもよいし、型駆動機構 122、および基板駆動機構 105 を Z 軸方向に移動させるように制御してもよい。また、制御部 110 は、S402 と同様に、変形機構 123 に型 M のパターン部 MP が基板 S に向かって、-Z 軸方向に凸形状に変形させるためにキャビティ圧を調整させるように制御する。

40

【0048】

S407 において、制御部 110 は、基板 S 上の全ショット領域に対してインプリント処理が終了したか否かを判定する。制御部 110 が基板 S 上の全ショット領域に対してインプリント処理が終了していないと判定した場合は、制御部 110 は S402 に戻り、次のショット領域に対してインプリント処理を行うように制御する。また、制御部 110 が

50

基板 S 上の全ショット領域に対してインプリント処理が終了したと判定した場合は、制御部 110 は S408 に進む。

【0049】

S408 において、制御部 110 は、不図示の基板搬送機構に基板 S を基板保持部 102 から搬出させるように制御する。

【0050】

この後、インプリント処理を行いパターンが形成された基板 S を重ね合せ検査装置 301 に搬送して、重ね合せ検査装置 301 は基板 S に形成されたパターンについて重ね合せ検査を行う。重ね合せ検査装置 301 は、ショット領域毎に重ね合せ検査結果を重ね合せ検査装置 301 の記憶装置に保存する。重ね合せ検査結果は、基板 S のショット領域ごとに、少なくとも 1 点におけるパターンの位置ずれを計測した計測結果（位置ずれに関連する情報）を含みうる。

10

【0051】

また、図 4 では 1 枚の基板 S に対して行うインプリント処理を示しているが、複数の基板 S で構成されるロットに対してインプリント処理を行ってもよい。その場合には、制御部 110 は S408 の後にロット内の全ての基板 S に対してインプリント処理を行ったかを判定する。制御部 110 がロット内の全ての基板 S に対してインプリント処理を行っていないと判定した場合は、制御部 110 は S401 に戻り、不図示の基板搬送機構に次の基板 S を基板保持部 102 の上に搬送させるように制御する。また、制御部 110 がロット内の全ての基板 S に対してインプリント処理を行ったと判定した場合は、制御部 110 は処理を終了する。

20

【0052】

次に、補正值取得装置 303 における補正值取得のためのモデルを機械学習により算出する方法について説明する。図 6 は、位置ずれに関連する情報を推定するためのモデルを算出する方法を示したフローチャートである。

【0053】

S601 において、補正值取得装置 303 は、重ね合せ検査装置 301 で検査した基板 S のショット領域の重ね合せ検査結果を、ネットワーク 304 を介して重ね合せ検査装置 301 から取得する。

【0054】

30

S602 において、補正值取得装置 303 は、基板 S のショット領域にインプリント処理の実行中にインプリント装置 IMP で取得された装置情報を、ネットワーク 304 を介してインプリント装置 IMP から取得する。取得する装置情報は、図 4 において、インプリント処理の実行中にインプリント装置で基板 S のショット領域ごとに取得され、制御部 110 の記憶装置 204 に保存された情報である。

【0055】

S603 において、補正值取得装置 303 は、基板 S の全てのショット領域に対して S601 ~ S602 の処理を実行したかどうかを判断する。そして、制御部 110 は、全てのショット領域に対して S601 ~ S602 の処理を実行した場合には S604 に進み、未処理のショット領域が存在する場合には S601 に戻る。また、複数の基板 S について、取得すべき重ね合せ検査結果と装置情報がある場合には、複数の基板 S の全てのショット領域に対して S601 ~ S603 の処理を繰り返す。また、複数の条件でインプリント処理された、複数の基板 S についての装置情報と重ね合せ検査結果を用意するとよい。

40

【0056】

S604 において、補正值取得装置 303 は、S601 において取得した重ね合せ検査結果と、S602 において取得した装置情報の関係を学習データとして学習して、位置ずれに関連する情報を推定するためのモデルを算出する。ここで、算出されたモデルは、例えば、多層のパーセプトロンで構成されたニューラルネットワークにおいて、誤差逆伝搬法等のアルゴリズムを用いて内部の確率変数が最適化されたモデルである。新たな基板のインプリント処理中に取得される装置情報を算出されたモデルに入力することにより、新

50

たな基板に形成されるパターンの位置ずれに関連する情報を推定しうる。また、インプリント装置により取得される装置情報がアライメント画像やスプレッド画像等の画像情報を含む場合、畳み込みニューラルネットワークを用いることが望ましい。また、インプリント装置により取得される装置情報が時系列の情報を含む場合、再帰型ニューラルネットワークを用いることが望ましい。また、学習データの数が少ない場合には、サポートベクターマシンを用いることが望ましい。

【 0 0 5 7 】

S 6 0 5 において、補正值取得装置 3 0 3 は、S 6 0 4 において算出されたモデルの情報を補正值取得装置 3 0 3 の記憶装置に保存する。ここで、モデルの情報には、パーセプトロンの層数、ニューロン数などニューラルネットワークの構造を表す情報や最適化された確率変数の情報が含まれうる。

10

【 0 0 5 8 】

なお、S 6 0 4 において算出されたモデルは、S 6 0 1 において取得した重ね合せ検査結果から求めたアライメント補正值と、S 6 0 2 において取得した装置情報の関係を学習データとして学習することで、アライメント補正值を推定するモデルとしてもよい。

【 0 0 5 9 】

次に、図 7 を用いて、補正值取得装置 3 0 3 において算出されたモデルを用いてアライメント補正值を取得する方法について説明する。図 7 は、モデルを用いて補正值を取得する方法を示したフローチャートである。

【 0 0 6 0 】

20

S 7 0 1 において、補正值取得装置 3 0 3 は、S 6 0 5 で保存した補正值取得のためのモデルの情報を取得する。

【 0 0 6 1 】

S 7 0 2 において、補正值取得装置 3 0 3 は、インプリント装置 I M P において取得された装置情報をネットワーク 3 0 4 経由で取得する。取得する装置情報は、S 6 0 2 において取得した装置情報と一致する。ここで、インプリント装置 I M P は、取得した装置情報を補正值取得装置 3 0 3 からの要求を受けて補正值取得装置 3 0 3 に送信してもよいし、インプリント処理中に装置情報を取得した時に補正值取得装置 3 0 3 に送信してもよい。また、装置情報をショット領域毎に送信してもよいし、装置情報を基板毎、または複数の基板毎にまとめて送信してもよい。

30

【 0 0 6 2 】

S 7 0 3 において、補正值取得装置 3 0 3 は、S 7 0 1 で取得したモデルの情報と、S 7 0 2 において取得した装置情報を用いて、重ね合せ検査装置の検査結果を推定する。推定する検査結果には、例えば、基板 S のショット領域ごとの、少なくとも 1 点におけるパターンの位置ずれに関連する情報が含まれうる。さらに、推定した検査結果を用いて、基板 S のショット領域に対してインプリント処理を行う場合に、位置ずれが低減するように基板 S 上のショット領域と、型 M のパターン部 M P との位置合せを行うためのアライメント補正值を取得する。次に、S 7 0 3 では、補正值取得装置 3 0 3 は、アライメント補正值をネットワーク 3 0 4 経由でインプリント装置 I M P に送信する。

【 0 0 6 3 】

40

なお、S 7 0 1 で取得したモデルの情報がアライメント補正值を推定するモデルの情報である場合、S 7 0 2 において取得した装置情報を用いて、アライメント補正值を推定する。そして、S 7 0 3 では推定したアライメント補正值がインプリント装置 I M P に送信される。

【 0 0 6 4 】

次に、アライメント補正值を用いて位置合せを行う方法について説明する。図 8 は、補正值を用いて位置合せを行うインプリント処理を示したフローチャートである。図 4 と異なるステップは S 8 0 1 ~ S 8 0 3 であるため、その他のステップについては説明を省略する。S 8 0 1 において、制御部 1 1 0 は、S 4 0 3 で保存した装置情報をネットワーク 3 0 4 経由で補正值取得装置 3 0 3 に送信する。

50

## 【 0 0 6 5 】

ここで、補正值取得装置 3 0 3 は、インプリント装置 I M P ( 制御部 1 1 0 ) から送信された装置情報を S 7 0 2 において取得する。また、S 7 0 3 においてアライメント補正值を取得して、S 7 0 4 においてアライメント補正值をインプリント装置 I M P ( 制御部 1 1 0 ) に送信する。

## 【 0 0 6 6 】

S 8 0 2 において、制御部 1 1 0 は、補正值取得装置 3 0 3 から送信されたアライメント補正值を取得する。

## 【 0 0 6 7 】

S 8 0 3 において、制御部 1 1 0 は、アライメント補正值を用いてアライメントマーク間の相対位置に対する目標相対位置を補正する。そして、S 4 0 4 と同様に、制御部 1 1 0 は、アライメントマーク間の相対位置が、補正された目標相対位置の許容範囲に収まるまで、基板駆動機構 1 0 5 を移動させて位置合せを行うように制御する。さらに、制御部 1 1 0 は、前述した型変形手段および基板変形手段を用いて、型 M のパターン部 M P および基板 S のショット領域のうち少なくとも 1 つを変形させて、型 M のパターン部 M P とショット領域の形状も合わせてもよい。

10

## 【 0 0 6 8 】

本実施例では、補正值取得装置 3 0 3 において、位置ずれに関連する情報を推定するためのモデルを算出して、アライメント補正值を取得する方法について説明したが、補正值取得装置 3 0 3 で実行される場合に限られない。例えば、制御装置 3 0 5 において、モデルを算出して、アライメント補正值を取得してもよい。また、インプリント装置 I M P の制御部 1 1 0 において、モデルを算出して、アライメント補正值を取得してもよい。また、補正值取得装置 3 0 3、制御装置 3 0 5、インプリント装置 I M P の制御部 1 1 0 のいずれかを組合せて、モデルを算出して、アライメント補正值を取得してもよい。例えば、補正值取得装置 3 0 3 においてモデルを算出し、取得されたモデルの情報をインプリント装置 I M P の制御部 1 1 0 に送信して、制御部 1 1 0 がモデルを用いてアライメント補正值を取得してもよい。この場合、S 8 0 1、S 8 0 2 において、装置情報、アライメント補正值をネットワーク経由で送信する必要がないため処理時間が短縮しうる。

20

## 【 0 0 6 9 】

また、S 8 0 1 において送信する装置情報を取得したショット領域の次にインプリント処理を行うショット領域について、S 8 0 2、S 8 0 3 を実行してもよい。また、次の基板のショット領域であって、S 8 0 1 において送信する装置情報を取得したショット領域の位置と同一の位置にあるショット領域について、S 8 0 2、S 8 0 3 を実行してもよい。このような方法は、装置情報の取得からアライメント補正值の取得までの時間が長い場合に、インプリント装置のスループット ( 生産性 ) に影響を与えないという点で有利である。

30

## 【 0 0 7 0 】

また、装置情報を取得したショット領域以外のショット領域に対してアライメント補正值を用いて位置合せを行う場合、図 4 の S 4 0 4 以降に取得する装置情報を用いて、モデルの算出やアライメント補正值の取得を行いうる。例えば、S 4 0 4 において取得される、せん断力の情報、アライメント計測値、アライメント画像、ステージ制御情報、スプレッド画像の情報が装置情報に含まれうる。また、S 4 0 5 において取得される、インプリント材 I M を硬化させるための硬化光の光量や硬化光の照射時間が装置情報に含まれうる。また、S 4 0 6 において取得されるキャビティ圧の情報、スプレッド画像の情報、離型力の情報が装置情報に含まれうる。また、これらの装置情報についても、ある時点での情報でもよいし、ある期間における時系列の情報でもよい。

40

## 【 0 0 7 1 】

また、装置情報を取得したショット領域以外のショット領域に対してアライメント補正值を用いて位置合せを行う場合、S 8 0 1、S 8 0 2 のステップは、位置合せを行うタイミングまでであれば、任意のタイミングで行うことができる。

50



## 【 0 0 7 2 】

また、複数の点における位置ずれに関連する情報を取得し、ショット領域の回転誤差や形状誤差（例えば、倍率誤差など）を補正するための補正值を取得して、ショット領域の回転誤差や形状誤差を補正してもよい。

## 【 0 0 7 3 】

以上、本実施例によれば、インプリント処理中に取得された装置情報と重ね合せ検査結果とを用いて学習を行ったモデルから位置ずれに関連する情報を推定するので、高精度に位置合せを行うための補正值を取得することができる。

## 【 0 0 7 4 】

（物品の製造方法）

本実施例における物品の製造方法について説明する。インプリント装置を用いて形成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。

## 【 0 0 7 5 】

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。

## 【 0 0 7 6 】

次に、物品の具体的な製造方法について説明する。図9（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基板等の基板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。

## 【 0 0 7 7 】

図9（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9（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を透して照射すると、インプリント材3zは硬化する。

## 【 0 0 7 8 】

図9（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。

## 【 0 0 7 9 】

図9（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9（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。

## 【 実施例 2 】

## 【 0 0 8 0 】

本実施例では、リソグラフィ装置として露光装置を用いた例について説明する。なお、ここで言及しない事項は、実施例1に従い得る。図10は、実施例2に係る露光装置を示した図である。露光装置EXPは、パターン部が形成された原版に光を照射して、原版からの光で基板S上のショット領域にパターンを投影する装置である。露光装置EXPは、

10

20

30

40

50

光源ユニット１００１、照明光学系１００２、マスクステージ１００３（移動部）、投影光学系１００４、基板ステージ１００７（移動部）、基板チャック１００８を備えうる。

【００８１】

光源ユニット１００１を出た光は照明光学系１００２を介してマスクステージ１００３に保持されたマスクＭＳ（原版）を照明する。光源ユニット１００１の光源としては、例えば高圧水銀ランプやエキシマレーザなどがある。なお、光源がエキシマレーザの場合は、光源ユニット１００１は露光装置ＥＸＰのチャンバ内部にあるとは限らず、外付けになっている構成もあり得る。マスクＭＳには転写されるべきパターンが形成されている。マスクＭＳを照明した光は投影光学系１００４を通過して基板Ｓに達する。基板Ｓは、例えば、シリコンウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板等である。

10

【００８２】

マスクＭＳ上のパターンが、投影光学系１００４を介して、基板Ｓ上に塗布された感光媒体（例えば、レジスト）に転写される。基板Ｓは基板チャック１００８に真空吸着などの手段により平らに矯正された状態で保持されている。また、基板チャック１００８は基板ステージ１００７に保持されている。基板ステージ１００７は移動可能に構成されている。そして、基板ステージ１００７を投影光学系１００４の光軸に対して垂直な面に沿って２次元的にステップ移動しながら、基板Ｓに複数のショット領域を繰り返し露光する。これはステップアンドリピート方式と呼ばれる露光方式である。なお、マスクステージ１００３と基板ステージ１００７を同期しながらスキャンして露光を行う、ステップアンドスキャン方式と呼ばれる露光方式もあり、本実施例はそのような方式を採用する露光装置

20

【００８３】

また、投影光学系１００４は、ショット領域に対するパターンの相対的な形状を変形するパターン変形手段を備えうる。また、ステップアンドスキャン方式の露光装置では、スキャン中のステージ軌道を制御する（例えば、スキャン方向と直行する方向にずらしながらスキャンすることにより、ショット領域に対するパターンの相対的な形状を変形する軌道変更手段を備えうる。

【００８４】

また、露光装置ＥＸＰは、制御部１００９、アライメント計測部１００５、フォーカス計測部１００６を備えうる。制御部１００９は、露光装置ＥＸＰの各部の動作および調整などを制御することで基板Ｓ上にパターンを形成する露光処理を制御する。制御部１００９の構成については、実施例１の制御部１１０と同様であり、例えば、図２に示した情報処理装置から構成されうる。

30

【００８５】

アライメント計測部１００５は、基板Ｓ上のアライメントマーク（不図示）の位置を計測する。制御部１００９は、アライメント計測部１００５からの信号を処理して、マスクＭＳと基板Ｓとの位置合せをするためのマスクステージ１００３、および基板ステージ１００７の少なくとも一方の駆動量を算出する。そして、制御部１００９は、マスクステージ１００３、および基板ステージ１００７の少なくとも一方を駆動して、マスクＭＳと基板Ｓとを位置合せして、露光を行うように制御する。さらに、前述したパターン変形手段や軌道変更手段により、ショット領域に対するパターンの相対的な形状を合わせることににより、位置合せを行うように制御してもよい。アライメント計測部１００５により計測されるアライメントマークの位置に関する情報をアライメント計測値とする。アライメント計測値には、アライメントマークの位置、およびアライメントマーク間の相対位置が含まれうる。また、アライメント計測部１００５で撮像した画像をアライメント画像とする。

40

【００８６】

フォーカス計測部１００６は、投影光学系１００４からの光の照射領域内における複数の計測点で基板Ｓの高さを計測する。フォーカス計測部１００６は、投影光学系１００４からの光の照射領域内における複数の計測点の配置が固定されており、複数の計測点の各々において基板Ｓの高さを計測するように構成されている。そして、フォーカス計測部１

50

006は、基板Sに光を斜入射させて反射された光を受光する斜入射型の光センサを複数含み、それら複数の光センサによって複数の計測点で基板Sの高さを計測する。これにより、制御部1009は、複数の計測点での基板Sの高さの計測結果に基づいて、基板Sの高さ、および傾きの少なくとも一方を位置合せするための基板ステージ1007の駆動量を算出する。そして、制御部1009は、基板ステージ1007を駆動して、基板Sの高さ、および傾きの少なくとも一方を位置合せして、露光を行うように制御する。また、フォーカス計測部1006は、基板Sに光を斜入射させる光センサを含むように構成されているが、それに限られるものではなく、静電容量センサや圧力センサなどのセンサを含むように構成されてもよい。

#### 【0087】

本実施例では、露光装置において露光処理中に取得される装置情報からパターンの位置ずれに関連する情報を推定してアライメント補正値を取得する。図11は、露光処理を示したフローチャートである。まず、S1101において、制御部1009は、不図示の基板搬送機構に基板Sを基板チャック1008に搬入させるように制御する。

#### 【0088】

S1102において、制御部1009は、アライメント計測部1005によりアライメントマークを計測させるように制御する。そして、制御部1009は、基板S上のショット領域と投影光学系1004からの光の照射領域との相対位置が目標相対位置の許容範囲に収まるまで基板ステージ1007を移動させて位置合せを行うように制御する。なお、制御部1009は、マスクステージ1003を移動させて位置合せを行うように制御してもよいし、マスクステージ1003、および基板ステージ1007を移動させて位置合せを行うように制御してもよい。さらに、前述したパターン変形手段や軌道変更手段により、ショット領域に対するパターンの相対的な形状を合わせることにより、位置合せを行うように制御してもよい。そして、制御部1009は、アライメント制御値、アライメント画像の情報を装置情報として記憶装置204に保存する。また、制御部1009は、露光処理を実行するショット領域の位置を装置情報として記憶装置204に保存する。また、制御部1009は、基板ステージ1007を移動することにより生じる振動を不図示のステージ計測部により計測されるよう制御する。そして、制御部1009は、計測されたステージ計測情報を装置情報として記憶装置204に保存する。ステージ計測情報には、基板ステージ1007に生じる振動に関する統計値や時系列の情報が含まれる。

#### 【0089】

S1103において、制御部1009は、ショット領域が投影光学系1004のフォーカス位置に移動するために、フォーカス計測部1006により基板Sの高さを計測させ、基板ステージ1007を移動させるように制御する。また、制御部1009は、フォーカス計測部1006により計測したフォーカス計測値を装置情報として記憶装置204に保存する。

#### 【0090】

S1104において、制御部1009は、光源ユニット1001、照明光学系1002、投影光学系1004等を制御して、基板S上のショット領域に光を照射させて露光を行う。また、制御部1009は、不図示の露光量計測部により露光量を計測させ、計測した露光量の情報を装置情報として記憶装置204に保存する。また、露光量の情報は、露光開始から積算された露光量である積算露光量の情報としてもよい。また、制御部1009は、ショット領域に光を照射して露光した時間である露光時間を装置情報として記憶装置204に保存する。

#### 【0091】

また、アライメント制御値、アライメント画像、ステージ計測情報、フォーカス計測値、露光量の情報は、ある時点の情報としてもよいし、ある期間における時系列の情報としてもよい。

#### 【0092】

S1105において、制御部1009は、基板S上の全ショット領域に対し露光処理が

10

20

30

40

50

終了したか否かを判定する。制御部 1009 が基板 S 上の全ショット領域に対して露光処理が終了していないと判定した場合は、制御部 1009 は S 1102 に戻り、次のショット領域に対して露光処理を行うように制御する。また、制御部 1009 が基板 S 上の全ショット領域に対して露光処理が終了したと判定した場合は、制御部 1009 は S 1106 に進む。

【0093】

S 1106 において、制御部 1009 は、不図示の基板搬送機構に基板 S を基板チャック 1008 から搬出させるように制御する。

【0094】

この後、露光処理を行いパターンが形成された基板 S を重ね合せ検査装置 301 に搬送して、重ね合せ検査装置 301 は基板 S に形成されたパターンについて重ね合せ検査を行う。重ね合せ検査装置 301 は、ショット領域毎に重ね合せ検査結果を記憶装置に保存する。重ね合せ検査結果は、基板 S のショット領域ごとに、少なくとも 1 点におけるパターンの位置ずれを計測した計測結果（位置ずれに関連する情報）を含みうる。

10

【0095】

次に、アライメント補正値を用いて位置合せを行う方法について説明する。なお、モデルの算出、補正値の取得については、実施例 1 と同様のため説明を省略する。図 12 は、補正値を用いて位置合せを行う露光処理を示したフローチャートである。図 11 と異なるステップは S 1201 ~ S 1203 であるため、その他のステップについては説明を省略する。S 1201 において、制御部 1009 は、露光処理中に保存した装置情報をネットワーク 304 経由で補正値取得装置 303 に送信する。

20

【0096】

S 1202 において、制御部 1009 は、補正値取得装置 303 から送信されたアライメント補正値を取得する。

【0097】

S 1203 において、制御部 1009 は、アライメント補正値を用いて位置合せの目標位置を補正する。

【0098】

S 1102 において、制御部 1009 は、基板ステージ 1007 を駆動して、露光処理を行うショット領域が投影光学系 1004 からの光の照射領域に位置するように基板 S を移動する。

30

【0099】

図 12 の例では、S 1203 のアライメントの前に装置情報を送信し、アライメント補正値を取得しているため、同一のショット領域についてアライメントやフォーカス合せをした時に取得した装置情報を用いてアライメント補正値を取得できない。そこで、フォーカス合せの後に装置情報を送信し、アライメント補正値を取得して、再度、アライメント補正値を反映したアライメントを行ってもよい。

【0100】

以上、本実施例によれば、露光処理中に取得された装置情報と重ね合せ検査結果とを用いて学習を行ったモデルから位置ずれに関連する情報を推定するので、高精度に位置合せを行うための補正値を取得することができる。

40

【0101】

（物品の製造方法）

本実施例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、露光装置 E X P を用いて、感光剤が塗布された基板を露光する（パターンを基板に形成する）工程と、露光された基板を現像する（基板を処理する）工程を含む。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、生産性および生産コストの少なくと

50

も１つにおいて有利である。

【０１０２】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。リソグラフィ装置の一例として、インプリント装置、露光装置について説明したが、これらに限定されるものではない。

【０１０３】

リソグラフィ装置の一例として、荷電粒子光学系を介して荷電粒子線（電子線やイオンビームなど）で基板に描画を行って、基板にパターン形成を行う描画装置などの装置であっても良い。また、感光媒体を基板の表面上に塗布する塗布装置、パターンが転写された基板を現像する現像装置など、デバイス等の物品の製造において、前述のようなインプリント装置等の装置が実施する工程以外の工程を実施する製造装置も含みうる。

【０１０４】

また、実施例１乃至実施例２は、単独で実施するだけでなく、実施例１乃至実施例２の組合せで実施することができる。

10

20

30

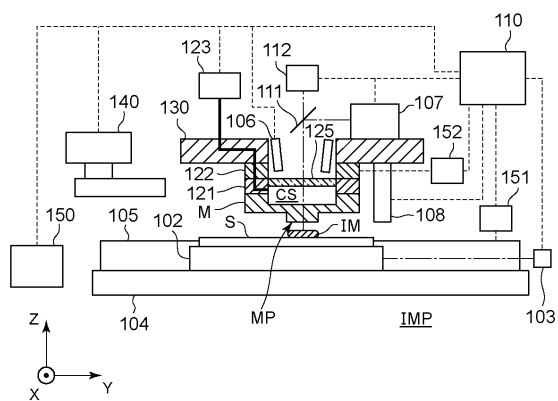
40

50

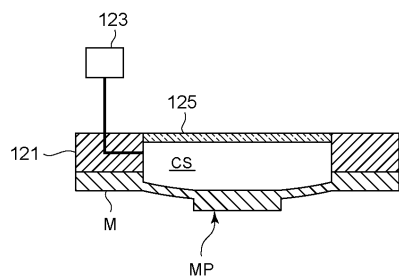
【図面】

【圖 1】

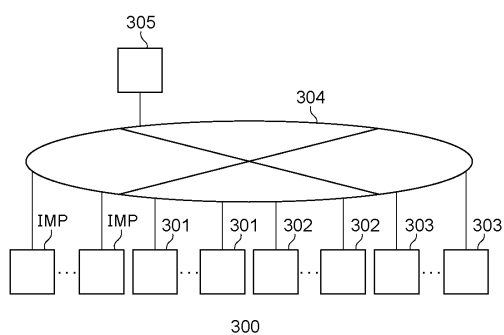
(a)



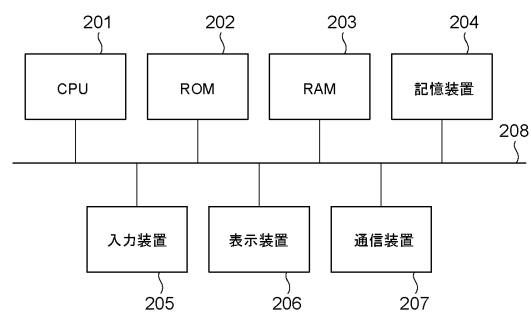
(b)



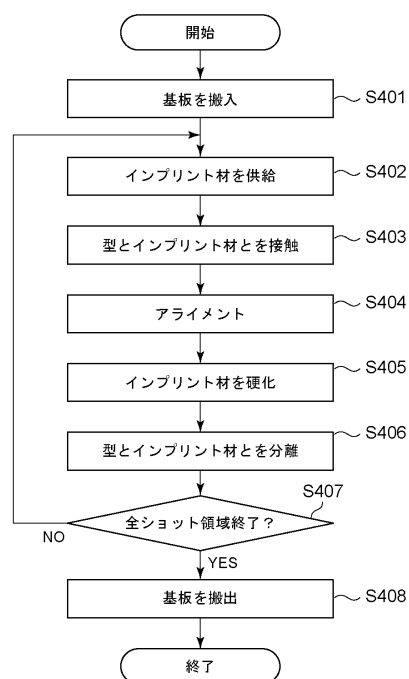
【圖 3】



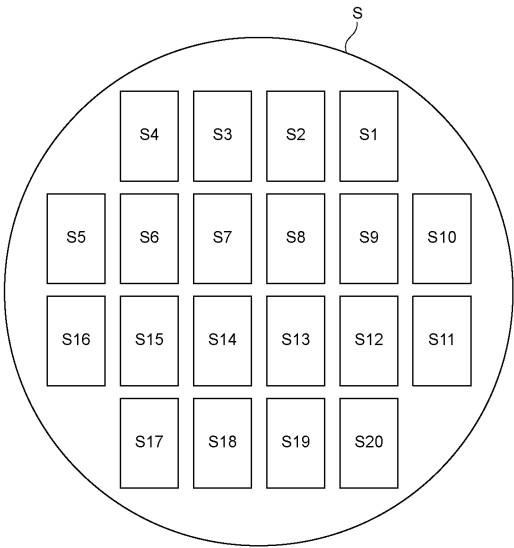
【圖 2】



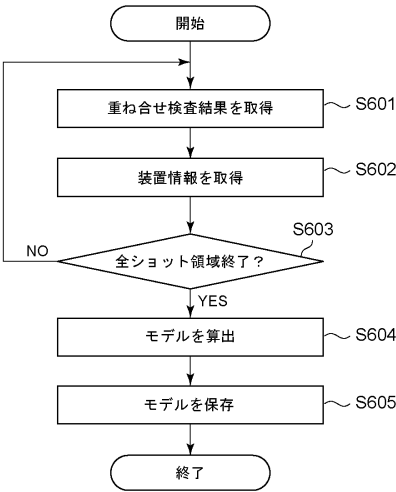
【圖 4】



【図 5】



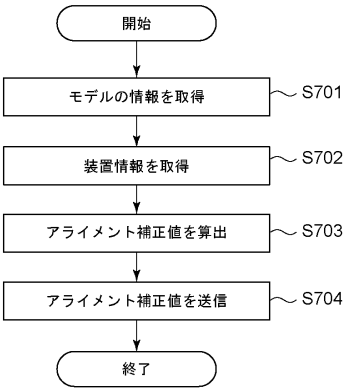
【図 6】



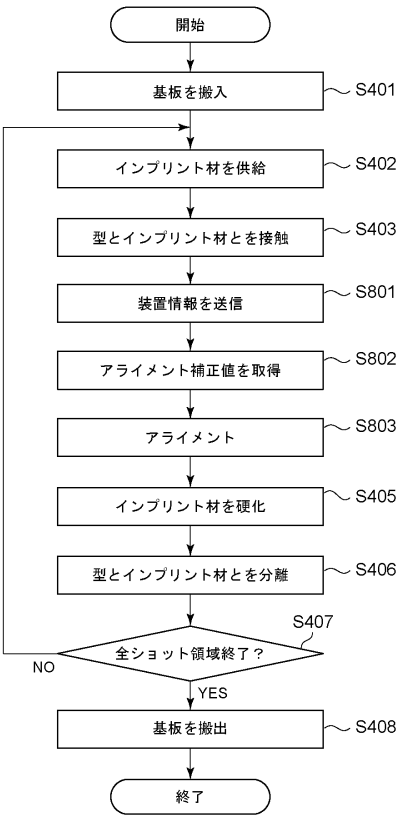
10

20

【図 7】



【図 8】

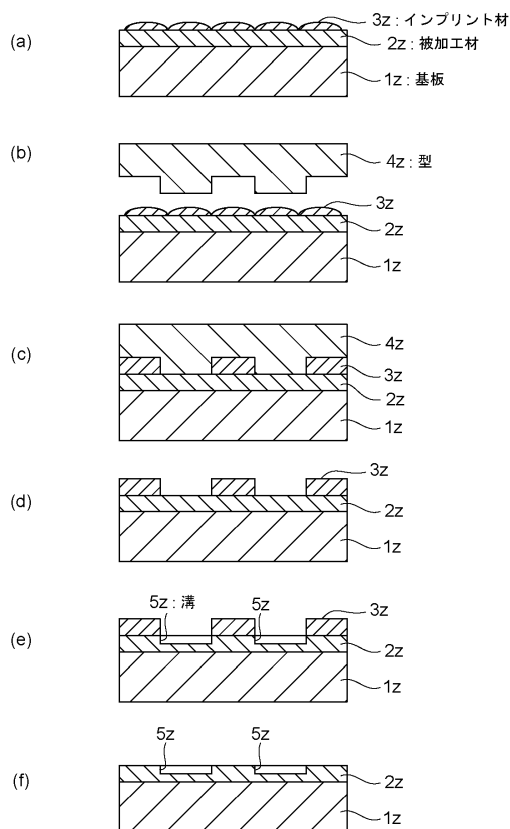


30

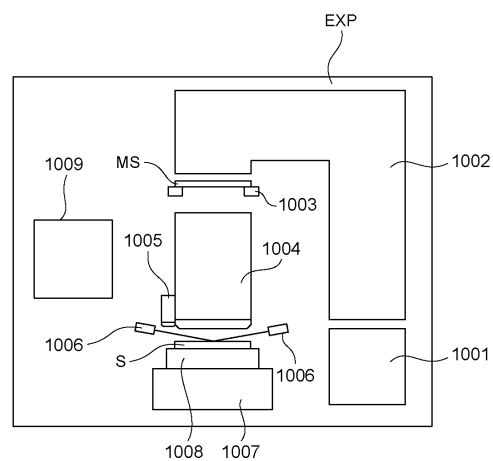
40

50

【 図 9 】



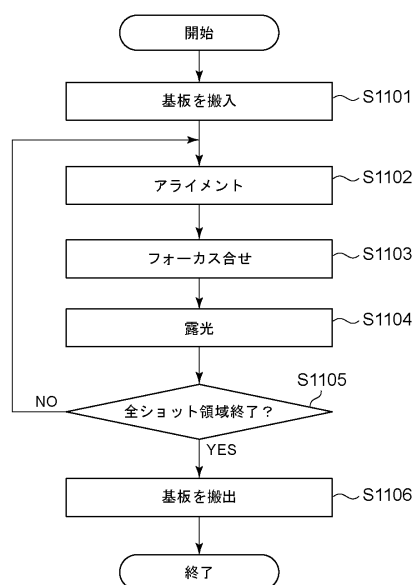
【 図 1 0 】



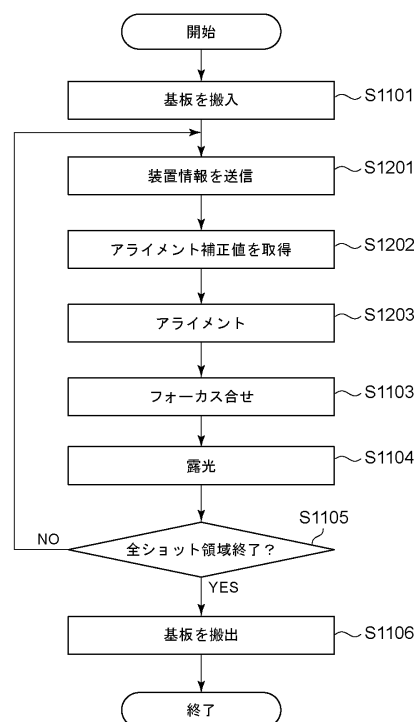
10

20

【 図 1 1 】



【圖 1 2】



30

40

50



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 0 5 3 4 2 6 ( J P , A )  
米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 1 4 8 8 5 0 ( U S , A 1 )  
特開 2 0 0 6 - 0 1 3 1 7 8 ( J P , A )  
特開 2 0 1 4 - 2 2 9 6 7 5 ( J P , A )  
特開 2 0 1 5 - 1 9 8 1 7 3 ( J P , A )  
特開 2 0 1 6 - 0 6 3 0 5 4 ( J P , A )  
特開 2 0 0 3 - 1 2 4 1 1 0 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7  
G 0 3 F 7 / 2 0  
G 0 3 F 9 / 0 0  
B 2 9 C 5 9 / 0 2  
H 0 1 L 2 1 / 6 8