

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7284639号
(P7284639)

(45)発行日 令和5年5月31日(2023.5.31)

(24)登録日 令和5年5月23日(2023.5.23)

(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

B 2 9 C 59/02 (2006.01)

B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 12 (全22頁)

(21)出願番号	特願2019-107449(P2019-107449)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和1年6月7日(2019.6.7)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2020-202269(P2020-202269 A)	(74)代理人	110003281
(43)公開日	令和2年12月17日(2020.12.17)		弁理士法人大塚国際特許事務所
審査請求日	令和4年5月30日(2022.5.30)	(72)発明者	佐藤 貴洋
			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】 成形装置、および物品製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の上の組成物と型とを接触させる接触工程と、前記組成物と前記型とが接触した状態で前記組成物を硬化させる硬化工程と、前記硬化した組成物と前記型とを分離する離型工程と、を含む成形処理を行う成形装置であって、
前記基板の下面を吸着する複数の吸着領域を有し、該複数の吸着領域で前記基板を吸着することによって前記基板を保持する基板保持部と、
前記成形処理の実行を制御するとともに、前記複数の吸着領域のそれぞれにおける吸着力を独立に制御する制御部と、を有し、
前記制御部は、前記離型工程において、前記型が前記組成物から最後に分離する点である最終離型点が前記型のパターン面の中心になるように、前記複数の吸着領域それぞれの吸着力を制御するように構成され、

前記制御部は、離型時に前記パターン面と対向する前記基板のショット領域が前記パターン面に対して凸形状に変形することを許容するように、当該ショット領域の下にある吸着領域のうち最も基板外周側の吸着領域以外の吸着領域の吸着力を弱める第1吸着条件で前記離型工程を開始し、前記離型工程の途中で、前記第1吸着条件から、前記ショット領域の下にある各吸着領域の吸着力の差をなくした第2吸着条件に変更することを特徴とする成形装置。

【請求項2】

前記組成物と前記パターン面との接触領域を撮像する撮像部を更に有し、

前記制御部は、前記離型工程において前記撮像部により得られた前記接触領域の画像に基づいて、前記第 1 吸着条件から前記第 2 吸着条件に変更するタイミングを決定する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の成形装置。

【請求項 3】

前記制御部は、前記画像が基準領域の中に入ったタイミングを前記第 1 吸着条件から前記第 2 吸着条件に変更するタイミングとして決定する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の成形装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記画像に基づいて、形成された前記組成物のパターンの離型による欠陥が発生せず、かつ、前記最終離型点の前記パターン面の中心になるように前記基準領域を設定する、ことを特徴とする請求項 3 に記載の成形装置。

【請求項 5】

前記硬化した組成物と前記型との分離に要する力である離型力を測定する測定部を更に有し、

前記制御部は、前記測定部により測定された離型力が基準離型力になったタイミングを前記第 1 吸着条件から前記第 2 吸着条件に変更するタイミングとして決定する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の成形装置。

【請求項 6】

前記制御部は、前記画像に基づいて、形成された前記組成物のパターンの離型による欠陥が発生せず、かつ、前記最終離型点の前記パターン面の中心になるように、前記基準離型力を設定する、ことを特徴とする請求項 5 に記載の成形装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記離型工程の開始から基準時間が経過したタイミングを前記第 1 吸着条件から前記第 2 吸着条件に変更するタイミングとして決定する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の成形装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記画像に基づいて、形成された前記組成物のパターンの離型による欠陥が発生せず、かつ、前記最終離型点の前記パターン面の中心になるように、前記基準時間を設定する、ことを特徴とする請求項 7 に記載の成形装置。

【請求項 9】

前記成形装置は、前記基板の上の前記組成物であるインプリント材と前記型とを接触させることによって前記型のパターンを前記インプリント材に転写するインプリント装置であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の成形装置。

【請求項 10】

前記成形装置は、前記基板の上の前記組成物と前記型の平坦面とを接触させることによって前記基板の上に前記組成物による平坦化膜を形成する平坦化装置であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の成形装置。

【請求項 11】

請求項 9 に記載の成形装置である前記インプリント装置を用いて基板の上にパターンを形成する形成工程と、

前記形成工程で前記パターンが形成された前記基板を処理する処理工程と、

を有し、前記処理工程で処理された前記基板から物品を製造することを特徴とする物品製造方法。

【請求項 12】

請求項 10 に記載の成形装置である前記平坦化装置によって基板の上に組成物の膜を形成する形成工程と、

前記形成工程で形成された前記膜を処理する処理工程と、

を有し、前記処理工程で処理された前記基板から物品を製造することを特徴とする物品製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、成形装置、および物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

基板の上に配置された硬化性組成物を成形処理によって成形する成形装置がある。成形処理は、基板の上の組成物と型とを接触させる接触工程と、組成物と型とが接触した状態で組成物を硬化させる硬化工程と、硬化後の組成物と型とを分離する分離工程とを含みうる。

【0003】

成形装置の典型例として、半導体デバイス等の物品の製造用途のインプリント装置が注目されている。例えば、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組成物であるインプリント材を供給する。次に、型のパターン部とショット領域の位置合わせを行いながら、型と基板に供給されたインプリント材とを接触させ、インプリント材を型に充填させる。そして、光を照射することによりインプリント材を硬化させ、その後、型とインプリント材とを引き離す（離型）。こうして、基板のショット領域上にインプリント材のパターンが形成される。

【0004】

インプリント装置では、離形が適切な制御の下で行われないと、型の型保持部からの脱落や、形成したパターンの破壊といった問題が生じる。特許文献1には、形成されたパターンの破壊を防ぐため、基板を保持する複数の吸着領域の基板吸着力を制御することで、硬化したインプリント材から型を引き離すのに必要な力である離形力を低減させることが記載されている。特許文献2には、離形の際にインプリント材と型と接触領域の図心がショット領域（パターン形成領域）の中心に向かうように駆動部を制御することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特許4648408号公報

特許6004738号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、特許文献1に記載の複数の吸着領域、パターン部の大きさ、インプリントする基板上の位置関係によって、最終離形点が離形前のインプリント材と型の接触領域の図心から外れ、偏心してしまう場合がある。偏心が起これば、型に大きな応力が発生し型の破壊の原因になり得る。型が破壊されると型は寿命を迎えることになる。

【0007】

また、特許文献2に記載の方法では、ライン/スペース（Line/Space）のような平面方向のパターン変位に弱いとされるパターンにおいては、パターン倒れ等のパターン欠陥が発生するおそれがある。

【0008】

本発明は、例えば、パターン欠陥の低減と型の長寿命化の両立に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】

【0009】

本発明の一側面によれば、基板の上の組成物と型とを接触させる接触工程と、前記組成物と前記型とが接触した状態で前記組成物を硬化させる硬化工程と、前記硬化した組成物と前記型とを分離する離型工程と、を含む成形処理を行う成形装置であって、前記基板の下面を吸着する複数の吸着領域を有し、該複数の吸着領域で前記基板を吸着することによ

10

20

30

40

50

って前記基板を保持する基板保持部と、前記成形処理の実行を制御するとともに、前記複数の吸着領域のそれぞれにおける吸着力を独立に制御する制御部と、を有し、前記制御部は、前記離型工程において、前記型が前記組成物から最後に分離する点である最終離型点
が前記型のパターン面の中心になるように、前記複数の吸着領域それぞれの吸着力を制御するように構成され、前記制御部は、離型時に前記パターン面と対向する前記基板のショット領域が前記パターン面に対して凸形状に変形することを許容するように、当該ショット領域の下にある吸着領域のうち最も基板外周側の吸着領域以外の吸着領域の吸着力を弱める第1吸着条件で前記離型工程を開始し、前記離型工程の途中で、前記第1吸着条件から、前記ショット領域の下にある各吸着領域の吸着力の差をなくした第2吸着条件に変更する、ことを特徴とする成形装置が提供される。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、例えば、パターン欠陥の低減と型の長寿命化の両立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】

【0011】

【図1】実施形態におけるインプリント装置の構成を示す図。

【図2】実施形態における基板保持部の構成を示す図。

【図3】吸着領域の上に基板のショットレイアウトを重ねて表示した図。

【図4】離形時に起こりうるパターン破壊を説明する図。

20

【図5】離形時に基板を変形させることを説明する図。

【図6】最終離形点が偏心することを説明する図。

【図7】最終離形点が偏心することを説明する図。

【図8】最終離形点を偏心させない方法を説明する図。

【図9】第1吸着条件と第2吸着条件の変更パターンの例を示す図。

【図10】最終離形点を偏心させない方法を説明する図。

【図11】インプリント処理のフローチャート。

【図12】第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングの決定方法のフローチャート。

【図13】第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングの決定方法を説明する図。

30

【図14】第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングの決定方法のフローチャート。

【図15】基準離型力の決定方法を説明する図。

【図16】第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングの決定方法のフローチャート。

【図17】インプリント処理のフローチャート。

【図18】実施形態における基板保持部の構成を示す図。

【図19】実施形態における物品製造方法を説明する図。

【発明を実施するための形態】

40

【0012】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。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。

【0013】

<第1実施形態>

本発明は、基板の上に硬化性組成物（以下、単に「組成物」ともいう。）を成形する成

50

形処理を行う成形装置に関するものである。成形処理は、基板の上に組成物の液滴を離散的に供給する供給工程と、基板の上に供給された組成物と部材としての型（原版、テンプレート）とを接触させる接触工程とを含みうる。成形処理は更に、組成物と型とが接触した状態で組成物を硬化させる硬化工程と、硬化後の組成物と型とを分離する離型工程とを含みうる。

【0014】

本実施形態では、成形装置の具体例であるインプリント装置について述べる。インプリント装置は、基板上に供給されたインプリント材を型と接触させ、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。

10

【0015】

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10nm以上1mm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、インプリント材供給部により、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、1mPa・s以上100mPa・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、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英ガラスである。

20

【0016】

本明細書および添付図面では、基板の表面に平行な方向をXY平面とするXYZ座標系において方向を示す。XYZ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。

30

【0017】

図1は、実施形態におけるインプリント装置100の構成を示す図である。インプリント装置100は、ステージ101と、型駆動部109と、照射部111と、インプリント材供給部105と、画像取得部114と、吸着力制御部103と、制御部113とを含みうる。制御部113は、例えばCPUやメモリなどを有するコンピュータによって構成され、インプリント装置100の各部を制御し、とりわけ本実施形態ではインプリント処理を制御する。なお、吸着力制御部103と制御部113は、成形処理の実行を制御するとともに、前記複数の吸着領域のそれぞれにおける吸着力を独立に制御する、1つの制御部で構成されていてもよい。型107は、パターンが形成されているパターン部115（メサ部とも呼ばれる）を有する（詳細は後述）。インプリント処理は、例えば、接触工程において、パターン部115（パターン面）と基板104上のインプリント材106との接触を開始し、パターン部115とインプリント材106との接触領域を徐々に広げる処理（接液）を含みうる。インプリント処理はまた、硬化工程でインプリント材106を硬化させた後、離型工程で型107をインプリント材106から引き離す処理を含みうる。

40

【0018】

ステージ101は、例えば基板保持部102を含み、基板104を保持して移動可能に構成される。基板保持部102は、例えば真空吸着力や静電力などにより基板104を保持する。ステージ101は、基板保持部102を機械的に保持するとともに、基板保持部

50

102 (すなわち基板104)をXY方向に駆動する。また、ステージ101は、基板104のZ方向の位置や、基板104のXY面に対する傾き、XY面の回転を変更することができるように構成されてもよい。基板104は、上記したとおり、シリコンウエハ、石英ガラス等で構成されうるが、インプリント材の付与前に、必要に応じて、インプリント材と基板との密着性を向上させるための密着層を設けてもよい。

【0019】

型駆動部109は、例えば真空吸引力や静電力などにより型107を保持する型保持部108と、型107のZ方向の位置や傾きを変更可能に構成されている。また、型駆動部109は、型107のXY方向の位置を調整することができるように構成されてもよい。

【0020】

ここで、型駆動部109の構成について説明する。型駆動部109は、例えば複数のアクチュエータを含み、複数のアクチュエータの各々を制御することにより、型107と基板104との相対的な位置および/または傾きを変更することができる。また、複数のアクチュエータには、変位センサおよび力センサが設けられうる。変位センサは、各アクチュエータにおける両端間の変位量(各アクチュエータが型を変位させた量)を検出し、力センサは、各アクチュエータで発生した力を検出する。このアクチュエータにより、離形の際に発生する離形力も測定することができる。

【0021】

本実施形態では、型駆動部109を、型107と基板104上のインプリント材106とを接触させるように型107を駆動する駆動部として機能させているが、それに限られるものではない。例えば、ステージ101を当該駆動部として機能させてもよいし、型駆動部109およびステージ101の双方を当該駆動部として機能させてもよい。

【0022】

型駆動部109により保持される型107は、通常、石英など紫外線を透過することが可能な材料で作製されており、基板側の面(パターン面)には、デバイスパターンとして基板104に転写すべき凹凸パターンが形成されたパターン部115を有する。パターン部115は、例えば数十 μm 程度の段差で構成されたメサ形状を有しており、パターン部115のサイズは、基板上に転写すべきデバイスパターンにより異なるが、 $3.3\text{mm} \times 2.6\text{mm}$ が一般的である。また、型107には、パターン部115を変形しやすくするため、パターン部115とその周辺の厚みが薄くなるように、パターン面と反対側の面にキャビティ(凹部)が形成される。このキャビティは、型駆動部109(型保持部108)によって型107が保持されることで、略密封された空間Cとなる。キャビティは、配管を介して圧空系に接続されている。

【0023】

照射部111は、基板104上のインプリント材106を硬化させる処理において、インプリント材106を硬化させる光(紫外線)を、型107を介して基板104に照射する。本実施形態では、照射部111から射出された光が、ビームスプリッタ112(バンドフィルタ)で反射され、リレー光学系110および型107を介して基板104に照射される。また、インプリント材供給部105は、基板上にインプリント材106を供給(塗布)する。上述したように、本実施形態のインプリント装置100では、光(例えば紫外線)の照射によって硬化する性質を有する光硬化性組成物がインプリント材106として用いられうる。

【0024】

画像取得部114は、ビームスプリッタ112およびリレー光学系110を介して型107のパターン部115を撮像する撮像部である。例えば、画像取得部114は、離型工程において、型107のパターン部115と基板104上のインプリント材106との接触領域を複数のタイミングのそれぞれで撮像することができる。接触工程では、画像取得部114により得られた各画像には、型107と基板104との接触によって生じる干渉縞が形成されるため、各画像に基づいて、パターン部115とインプリント材106との接触領域の拡がり方を観察することができる。また、本実施形態では、画像取得部114

10

20

30

40

50

は、離型工程においても、型 107 のパターン部 115 とショット領域上のインプリント材 106 との接触領域を複数のタイミングのそれぞれで撮像を行う。なお、型 107 と基板 104 に形成されたアライメントマークを検出するために、アライメントスコープ（検出系）を備えていてもよい。

【0025】

次に図 2 を参照して、本実施形態における基板保持部 102 の説明を行う。図 2 (a) は、型 107 側から見た基板保持部 102 の平面図、図 2 (b) は、この基板保持部 102 の A - A' 線に沿う断面図である。基板保持部 102 の、基板 104 の下面と接する面には、第 1 吸着領域 1021、第 2 吸着領域 1022、第 3 吸着領域 1023、第 4 吸着領域 1024、第 5 吸着領域 1025 を含む複数の吸着領域が同心円状に形成されている。なお、吸着領域の数は 5 つに限定されず、これよりも少なくてもよいし多くてもよい。複数の吸着領域はそれぞれ、配管を介して吸着力制御部 103 に接続されている。吸着力制御部 103 は、例えば、各吸着領域の内部を不図示の圧力調整装置によって負圧に調整することでその上の基板を吸着固定する。本実施形態では、吸着領域ごとに圧力調整装置が設けられ、吸着力制御部 103 は各圧力調整装置を独立に制御することができる。

【0026】

基板保持部 102 の他の構成例を、図 18 に示す。図 18 (a) は、型 107 側から見た基板保持部 102 の平面図、図 18 (b) は、この基板保持部 102 の A - A' 線に沿う断面図である。基板保持部 102 の、基板 104 の下面と接する面には、複数の吸着領域が行列状に形成されている。複数の吸着領域はそれぞれ、吸着力制御部 103 に接続されており、これにより各吸着領域の吸着力が独立に制御されうる。以下では、図 2 の構成に基づいて説明する。

【0027】

図 3 は、基板 104 の上の複数のショット領域のレイアウトであるショットレイアウト 200 の例を、図 2 に示した基板保持部 102 の複数の吸着領域の上に重ねて表示したものである。ショットレイアウト 200 において、それぞれの矩形が 1 つのショット領域を表している。1 つのショット領域は型 107 を用いて 1 回のインプリント処理が行われる領域であり、例えば 1 個の半導体チップの領域に相当する。図 3 から分かるように、複数のショット領域は、1 つの吸着領域のみによって基板保持部 102 に吸着されるショット領域 201 と、複数の吸着領域を跨いでおりそれら複数の吸着領域によって基板保持部 102 に吸着されるショット領域 202 とを含む。

以下ではまず、複数の吸着領域を跨ぐショット領域 202 における離形時の課題を明らかにしておく。

【0028】

図 4 は、離形時に起こりうるインプリント材 106 のパターン破壊を例示したものである。上記したように、型 107 には、パターン面と反対側の面にキャビティ（凹部）が形成されている。したがって、基板 104 が基板保持部 102 と平行に保持されているのであれば、インプリント材 106 とパターン部 115 との接触領域は、離型の進行に伴ってパターン部 115 の端部より同心円状に小さくなっていく。しかし、この場合、離形が進むにつれて、基板 104 の硬化されたインプリント材 106 とパターン部 115 との接触点が X - Y 方向にズレてしまう。形成されるパターンの高さやインプリント材 106 の成分にもよるが、この X - Y 方向のズレがパターン倒れ等のパターン欠陥になりうる。

【0029】

これに対して、図 5 に示すように、インプリント材 106 とパターン部 115 との接触領域における基板 104 の吸着力をその周辺の吸着力よりも小さくすることで、離型力に応じて接触領域における基板 104 を浮かせて基板を Z 方向に変形させる。これによりインプリント材 106 とパターン部 115 との接触点の X - Y 方向へのズレを低減することができる。このように、インプリント材 106 とパターン部 115 との接触領域とその周辺領域とで吸着力の差をつけることは、パターン破壊を防ぐための手法として従来から行われている。

【 0 0 3 0 】

次に、図 6 を参照して、本件の課題を詳しく説明する。

まず、図 6 (a) において、ショット領域 2 0 1 (図 3 参照) は、第 1 吸着領域 1 0 2 1 の領域内にある。このショット領域 2 0 1 に対して、吸着力制御部 1 0 3 は、インプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 との接触領域である第 1 吸着領域 1 0 2 1 の吸着力よりも、その周辺領域である第 2 吸着領域 1 0 2 2 ~ 第 5 吸着領域 1 0 2 5 のいずれかの吸着力を大きくする。それにより、離形の際に基板 1 0 4 の Z 方向への変形を発生させることができる。

【 0 0 3 1 】

図 6 (b) は、そのような基板 1 0 4 の Z 方向の変形が発生する吸着条件下で離形を開始した時の、インプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 との接触領域を示している。このような接触領域の画像は、画像取得部 1 1 4 による撮像によって得ることができる。図 6 (b) の状態では、パターン部 1 1 5 の中心と接触領域の図心とは一致している。図 6 (c) は、離形完了直前の時点におけるインプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 との接触領域、すなわち、型がインプリント材から最後に分離する点 (最終離形点) を示している。図 6 (b) の状態と同じく、パターン部 1 1 5 の中心と接触領域の図心とは一致している。

【 0 0 3 2 】

一方、図 6 (d) において、ショット領域 2 0 2 (図 3 参照) は、第 2 吸着領域 1 0 2 2、第 3 吸着領域 1 0 2 3、第 4 吸着領域 1 0 2 4、第 5 吸着領域 1 0 2 5 を跨ぐ場所に位置している。このショット領域 2 0 2 に対して、吸着力制御部 1 0 3 は、次のような制御を行う。まず、基板 1 0 4 の端部が浮いて基板 1 0 4 が基板保持部 1 0 2 から離脱してしまうのを防止するため、第 5 吸着領域 1 0 2 5 の吸着力は、少なくとも接触領域より大きな吸着力に設定される。また、ショット領域 2 0 2 とは重複していない第 1 吸着領域 1 0 2 1 の吸着力も、少なくとも接触領域より大きな吸着力とする。一方、ショット領域 2 0 2 と重複している第 2 吸着領域 1 0 2 2、第 3 吸着領域 1 0 2 3、第 4 吸着領域 1 0 2 4 の吸着力は、第 1 吸着領域 1 0 2 1 および第 5 吸着領域 1 0 2 5 の吸着力よりも小さな吸着力にすべきである。ただし、第 2 吸着領域 1 0 2 2、第 3 吸着領域 1 0 2 3、第 4 吸着領域 1 0 2 4 の吸着力を全て同じにする必要はない。例えば、接触領域において面積が支配的な吸着領域のみを弱くしたり、パターン部 1 1 5 の平面座標の中心部に最も近い吸着領域を弱くしたりしてもよい。

【 0 0 3 3 】

図 6 (e) は、基板 1 0 4 の Z 方向の変形が発生する吸着条件下で離形を開始した時の、インプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 との接触領域を示している。接触領域内にある第 5 吸着領域 1 0 2 5 の吸着力が第 2 吸着領域 1 0 2 2 ~ 第 4 吸着領域 1 0 2 4 の吸着力よりも大きいため、基板 1 0 4 の Z 方向への変形度合いに偏りが生じ、パターン部 1 1 5 の中心と接触領域の図心とが一致しない。図 6 (f) は、離形完了直前の時点におけるインプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 との接触領域 (最終離形点) を示している。図 6 (e) の時よりも接触領域が更に偏心している。すなわち、パターン部 1 1 5 の中心と接触領域の図心の距離が更に大きくなっている。

【 0 0 3 4 】

図 7 は、図 6 (f) の状態を、ステージ 1 0 1 の駆動方向 (X - Y 平面と平行な方向) から見た図である。接触領域内にある吸着領域で吸着力に差が生じているので、パターン部 1 1 5 の最終離型点がパターン部 1 1 5 の中心からずれている。このときの型 1 0 7 の歪み形状は基板 1 0 4 の中心側に偏って湾曲が大きくなっている。そのため、型 1 0 7 に応力が発生する領域 1 1 6 には、ショット領域 2 0 1 のような吸着領域を跨がない通常のショット領域の場合よりも大きな応力が発生している。この際に発生した応力が型 1 0 7、特にパターン部 1 1 5、の破壊を引き起こす場合がある。

以上が既存技術における複数の吸着領域を跨ぐショット領域 2 0 2 において発生する課題である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

図 8 は、図 7 に対して型 1 0 7 にかかる応力を最小限に抑えた場合の型 1 0 7 の変形と、それを可能にするための基板 1 0 4 の変形の一例である。図 8 において、基板 1 0 4 は基板保持部 1 0 2 に倣った形状をしている。これは、例えばインプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 との接触領域内の第 2 吸着領域 1 0 2 2 ~ 第 5 吸着領域 1 0 2 5 の各吸着領域の吸着力の差をなくすことによって実現される。これにより、型 1 0 7 がパターン部 1 1 5 の中心に対して対称に変形するようになり、型 1 0 7、特にパターン部 1 1 5、の破壊を防止することができる。

【 0 0 3 6 】

以上、インプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 で形成したパターンが破壊される要因と、既存技術によるその対策を説明し、更に、その対策により離形の際の応力で型 1 0 7 の破壊が起きる要因を説明した。本発明は、このようなパターン破壊の防止と型破壊の防止を両立させるための技術である。

10

【 0 0 3 7 】

以下では、離形工程開始時の基板保持部 1 0 2 における複数の吸着領域の吸着力の条件を第 1 吸着条件といい、離形工程の途中で切り替える、複数の吸着領域の吸着力の条件を第 2 吸着条件という。実施形態において、第 1 吸着条件は、パターン破壊を防ぐため、パターン部 1 1 5 と対向する基板 1 0 4 の対象ショット領域がパターン部 1 1 5 に対して凸形状に変形することを許容する吸着条件にする。一方、第 2 吸着条件は、型破壊を防ぐために最終離形点がパターン部 1 1 5 の中心になるように、対象ショット領域の下にある各吸着領域の吸着力の差をなくした吸着条件にする。

20

【 0 0 3 8 】

図 9 は、第 1 吸着条件と第 2 吸着条件の変更パターンの例を示している。第 1 吸着条件および第 2 吸着条件はそれぞれ、インプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 との接触領域内の少なくとも 1 つの吸着領域の吸着力と、その周辺領域における少なくとも 1 つの吸着領域の吸着力を含む。

図 9 (a) において、第 1 吸着条件では、接触領域内の少なくとも一部の吸着力を、周辺領域の少なくとも一部の吸着力よりも小さいものとし、これによりパターン破壊を防ぐために基板 1 0 4 の変形を促進させている。一方、第 2 吸着条件では、第 1 吸着条件で小さくしていた接触領域の少なくとも一部の吸着力を周辺領域の少なくとも一部の吸着力に近づけている。

30

図 9 (b) においては、第 2 吸着条件で第 1 吸着条件の大小関係を逆転させている。

図 9 (c) においては、第 2 吸着条件で互いに吸着力を近づけている。

図 9 (d) においては、周辺領域の少なくとも一部の吸着力は接触領域の少なくとも一部の吸着力より小さいままとし、接触領域の少なくとも一部の吸着力を第 2 吸着条件で第 1 吸着条件よりも大きくしている。

【 0 0 3 9 】

図 1 0 に、離型時に図 9 に示したような吸着条件の制御をした場合の接触領域の推移の例を示す。図 1 0 (a) は、第 2 吸着領域 1 0 2 2、第 3 吸着領域 1 0 2 3、第 4 吸着領域 1 0 2 4、第 5 吸着領域 1 0 2 5 を跨ぐ場所に位置しているショット領域 2 0 2 を示しており、図 6 (d) と同じである。制御部 1 1 3 は、離型時にパターン面と対向する対象ショット領域がパターン部 1 1 5 (パターン面) に対して凸形状に変形することを許容するような吸着条件を第 1 吸着条件として設定する。具体的には、そのような吸着条件は、当該対象ショット領域の下にある吸着領域のうち最も基板外周側の吸着領域以外の吸着領域の吸着力を弱める吸着条件である。図 1 0 (b) は、第 1 吸着条件、すなわち、離型時に基板 1 0 4 の対象ショット領域がパターン部 1 1 5 に対して凸形状に変形するのを許容する吸着条件、の下で離型工程を開始した後の、インプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 との接触領域を示している。この時点では、図 6 (e) と同様、基板 1 0 4 の変形度合いに偏りが生じ、パターン部 1 1 5 の中心と接触領域の図心とは一致しないかもしれない。しかし、実施形態では、離型工程の途中で第 1 吸着条件から第 2 吸着条件に変更する。

40

50

そのため、図 10 (c) では、最終離型点がパターン部 115 の中心と一致している。

【 0040 】

図 11 は、本実施形態における、第 1 吸着条件、第 2 吸着条件を用いた離形を行うことを含むインプリント処理のフローチャートである。S301 で、制御部 113 は、ショットレイアウトに基づいて、各ショット領域の第 1 吸着条件および第 2 吸着条件ならびにその切替タイミングを設定する。S302 で、制御部 113 は、インプリント材供給部 105 を制御して基板上にインプリント材を供給し、型駆動部 109 を制御して型 107 と基板 104 上のインプリント材 106 とを接触させ、照射部 111 を制御してインプリント材を硬化させる。

【 0041 】

S303 で、制御部 113 は、型駆動部 109 を制御して第 1 吸着条件で離型を開始する。S304 で、制御部 113 は、離型中に切替タイミングになったことを検知する。S305 で、制御部 113 は、吸着力を第 2 吸着条件に切り替えて離型を進行させる。S306 で離型が完了する。S307 で、制御部 113 は、処理すべき次のショット領域があるかを判定し、次のショット領域がある場合は S302 に戻って次のショット領域のインプリント処理を実行する。次のショット領域がない場合は、本処理を終了する。

このフローでは、第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、およびその切替タイミングの適正値が決まっており、その設定が事前に（例えば S301 で）各ショット領域に割り当てられるようになっている。

【 0042 】

なお、複数の吸着領域を跨ぐショット領域 202 に限らず、吸着領域を跨がないショット領域 201 の場合も、同様の概念で、第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、およびその切替タイミングが決定されうるものである。

【 0043 】

< 第 2 実施形態 >

ここでは、図 11 の S301 における、第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、およびその切替タイミングの具体的な決定方法を説明する。図 12 は、S301 における、第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、および第 1 吸着条件から第 2 吸着条件に変更するタイミング（以下「切替タイミング」）の具体的な決定方法のフローチャートである。

S501 で、制御部 113 は、基板 104 のショットレイアウトから、各ショット領域内に、基板保持部 102 の第 1 吸着領域 1021 ~ 第 5 吸着領域 1025 のうちの吸着領域が存在するかを確認する。そして、制御部 113 は、各吸着領域のショット領域内で占める面積に基づいて、または、パターン部 115 の中心に最も近い吸着領域はどの吸着領域であるかに基づいて、第 1 吸着条件と第 2 吸着条件を決める。切替タイミングについては、切替タイミングが早すぎると、離型工程の早期から基板の Z 方向の動きが拘束されてしまいパターン破壊のリスクが高まる。一方、切替タイミングが遅すぎると、離型完了時まで最終離型点をパターン部 115 の中心に精度良く近づけることが間に合わない。よって、以下の処理で、切替タイミングは、パターン破壊が起きない範囲でなるべく早いタイミングに決定されるとよい。

【 0044 】

S502 で、制御部 113 は、各ショット領域における、パターン部 115 の中心座標を求め、最終離形点となるべき座標を設定する。図 13 は、離型工程中のショット領域上のインプリント材と型 107 のパターン部 115 との接触状態を示している。ここで、図 13 (a) に、パターン部 115 における、第 1 パターン領域 601 と第 2 パターン領域 602 の区分けの一例を示す。本実施形態では、離形開始時は接触領域がパターン部 115 の外周部を含む領域で始まり、離型終了時は該接触領域がパターン部 115 の中心で消えてなくなること为目标とする。そのたため、第 1 パターン領域 601 の図心とパターン部 115 の中心とが一致するように、基準領域を定義する。S503 で、制御部 113 は、第 1 吸着条件と第 2 吸着条件を切り替える判断をするために、パターン部 115 内における、第 1 パターン領域 601 と第 2 パターン領域 602 を決定する。例えば、第 1 パタ

10

20

30

40

50

ーン領域 6 0 1 (基準領域) は、パターン面の中心を含みパターン面より小さい領域に決定する。第 2 パターン領域 6 0 2 は、パターン面のうちの第 1 パターン領域 6 0 1 以外の領域である。

【 0 0 4 5 】

S 5 0 4 で、制御部 1 1 3 は、インプリント材供給部 1 0 5 を制御して基板上にインプリント材を供給し、型駆動部 1 0 9 を制御して型 1 0 7 と基板 1 0 4 上のインプリント材 1 0 6 とを接触させ、照射部 1 1 1 を制御してインプリント材を硬化させる。S 5 0 5 で、制御部 1 1 3 は、型駆動部 1 0 9 を制御して、S 5 0 1 で決めた第 1 吸着条件で離形を開始する。S 5 0 6 で、制御部 1 1 3 は、画像取得部 1 1 4 で得られた画像が、S 5 0 3 で決定した第 1 パターン領域 6 0 1 内に入ったことを検知する。図 1 3 (b) は、S 5 0 6 で接触領域の外縁の少なくとも一部が第 1 パターン領域 6 0 1 に入ったことを検知したときの画像の一例を示している。S 5 0 6 で接触領域の外縁の少なくとも一部が第 1 パターン領域 6 0 1 に入ったことが検知されたタイミングが、切替タイミングとして決定される。

10

【 0 0 4 6 】

S 5 0 7 で、制御部 1 1 3 は、吸着力を S 5 0 1 で決定した第 2 吸着条件に切り替えて離型を進行させる。S 5 0 8 で離形が完了する。なお、S 5 0 5 ~ S 5 0 8 の期間中は離形は継続しているが、S 5 0 5、S 5 0 6、S 5 0 7、S 5 0 8 の各ステップで離形を一旦停止させることもありうる。S 5 0 9 で、制御部 1 1 3 は、離型完了直前に画像取得部 1 1 4 で得られた画像に基づいて、最終離形点が S 5 0 2 で決定された座標、すなわちパターン部 1 1 5 の中心、であったかを判定する。YES であれば、ショット領域の第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、およびその切替タイミングは定まったこととなる。NO であれば S 5 1 0 へ進み、制御部 1 1 3 は、画像取得部 1 1 4 の画像または外部計測器を用いて、形成されたパターンの離型による破壊 (離型欠陥) があるか否かを確認する。パターン破壊がある場合は、S 5 1 2 で、第 1 吸着条件を、パターン破壊を防止するため離型中の基板変形量が大きくなるよう接触領域の吸着力と周辺領域の吸着力との差を大きくした吸着条件に変更する。その後、処理は S 5 0 4 へ戻る。パターン破壊がなければ、S 5 1 1 に進む。この状況は、パターン破壊は起きないものの、最終離形点がパターン部 1 1 5 の中心からずれており (S 5 0 9 で NO)、型破壊のリスクが高いという状況である。そこで S 5 1 1 では、第 1 パターン領域 6 0 1 の面積を大きくして再度 S 5 0 4 へ戻る。第 1 パターン領域 6 0 1 の面積を大きくすることにより、第 1 吸着条件から第 2 吸着条件への切替タイミング (S 5 0 7 の実行タイミング) を早めることができ、これにより、最終離形点をパターン部 1 1 5 の中心に近づけることができる。図 1 3 (c) は、以上の処理を経て、S 5 0 9 で最終離形点がパターン部 1 1 5 の中心になったときの画像の一例を示している。

20

30

【 0 0 4 7 】

このように、制御部 1 1 3 は、離型完了直前に画像取得部 1 1 4 による撮像によって得られた画像に基づき、形成されたパターンの欠陥が発生せず、かつ、最終離型点がパターン部 1 1 5 の中心になるように、第 1 パターン領域 (基準領域) を設定する。

S 3 0 1 では、このようなフローによって、各ショット領域の第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、およびその切替タイミングを適切に決定することができる。なお、図 1 2 の決定フローをそのままインプリント処理に用いてもよい。図 1 3 (d) は、第 2 吸着領域 1 0 2 2、第 3 吸着領域 1 0 2 3、第 4 吸着領域 1 0 2 4、第 5 吸着領域 1 0 2 5 を跨ぐ場所に位置しているショット領域 2 0 2 を示しており、これは図 6 (d) と同じである。図 1 3 (e) は、図 1 2 のフローに従い決定された第 1 吸着条件の下で離型を開始した後の、インプリント材 1 0 6 とパターン部 1 1 5 との接触領域を示している。この時点では、図 6 (e) と同様、基板 1 0 4 の変形度合いに偏りが生じ、パターン部 1 1 5 の中心と接触領域の図心とが一致しないかもしれない。しかし、図 1 3 (f) では、図 1 2 のフローに従い適切に設定されたタイミングで第 2 吸着条件に切り替えたため、最終離型点がパターン部 1 1 5 の中心と一致している。

40

50

【 0 0 4 8 】

なお、複数の吸着領域を跨ぐショット領域 2 0 2 に限らず、吸着領域を跨がないショット領域 2 0 1 の場合も、同様の概念で、第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、およびその切替タイミングが決定されうる。

【 0 0 4 9 】

< 第 3 実施形態 >

ここでは、図 1 1 の S 3 0 1 における、第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、およびその切替タイミングの決定方法について、他の例を説明する。

本実施形態におけるインプリント装置 1 0 0 は、図 1 に示すように、型保持部 1 0 8 付近に配置された測定部 1 5 0 を有する。測定部 1 5 0 は、離型工程において、硬化したインプリント材 1 0 6 と型 1 0 7 との分離に要する力である離型力に関する物理量を測定する。測定部 1 5 0 は、例えば、力に比例して変形する起歪体とその変形量を測定する歪みゲージを有するロードセルでありうる。

10

【 0 0 5 0 】

図 1 4 は、本実施形態による、S 3 0 1 における、第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、およびその切替タイミングの具体的な決定方法のフローチャートである。

S 7 0 1 で、制御部 1 1 3 は、基板 1 0 4 のショットレイアウトから、各ショット領域内に、基板保持部 1 0 2 の第 1 吸着領域 1 0 2 1 ~ 第 5 吸着領域 1 0 2 5 のうちの吸着領域が存在するかを確認する。そして、制御部 1 1 3 は、各吸着領域のショット領域内で占める面積に基づいて、または、パターン部 1 1 5 の中心に最も近い吸着領域はどの吸着領域あるかに基づいて、第 1 吸着条件と第 2 吸着条件を決める。

20

【 0 0 5 1 】

S 7 0 2 で、制御部 1 1 3 は、各ショット領域における、パターン部 1 1 5 の中心座標を求め、最終離形点となるべき座標を設定する。S 7 0 3 で、制御部 1 1 3 は、測定部 1 5 0 を用いて第 1 吸着条件と第 2 吸着条件とを切り替える判断を行うために、離形の際に発生する最大離形力に対する基準離形力を決定する。この基準離形力は、絶対値であっても、最大離形力に対する相対変化量または相対比率であってもよい。図 1 5 (a) に、離形開始から離形力が大きくなり最初に小さくなる点を最大離形力としたときの、基準離形力を決める一例を示している。本実施形態では、離形力が一度しかピークを迎えないが、型駆動部 1 0 9 の制御によっては複数のピークを持つことがあり、ピーク同士の関係等に基づいて基準離形力を決めてもよい。

30

【 0 0 5 2 】

S 7 0 4 で、制御部 1 1 3 は、インプリント材供給部 1 0 5 を制御して基板上にインプリント材を供給し、型駆動部 1 0 9 を制御して型 1 0 7 と基板 1 0 4 上のインプリント材 1 0 6 とを接触させ、照射部 1 1 1 を制御してインプリント材を硬化させる。S 7 0 5 で、制御部 1 1 3 は、型駆動部 1 0 9 を制御して、S 7 0 1 で決めた第 1 吸着条件で離形を開始する。S 7 0 6 で、制御部 1 1 3 は、測定部 1 5 0 により測定された離形力が基準離形力に到達したことを検知する。この検知されたタイミングが、切替タイミングとして決定される。

【 0 0 5 3 】

S 7 0 7 で、制御部 1 1 3 は、吸着力を S 7 0 1 で決定した第 2 吸着条件に切り替えて離型を進行させる。S 7 0 8 で離形が完了する。図 1 5 (b) および図 1 5 (c) は、S 7 0 5 ~ S 7 0 8 の期間における、接触領域の少なくとも一部の吸着力と周辺領域の少なくとも一部の吸着力の、切り替えの一例を示している。なお、S 7 0 5 ~ S 7 0 8 の期間中は離形は継続しているが、S 7 0 5、S 7 0 6、S 7 0 7、S 7 0 8 の各ステップで離形を一旦停止させることもありうる。S 7 0 9 で、制御部 1 1 3 は、画像取得部 1 1 4 で得られた画像に基づいて、最終離形点が S 7 0 2 で決定された座標、すなわちパターン部 1 1 5 の中心、であったかを判定する。YES であれば、ショット領域の第 1 吸着条件、第 2 吸着条件、およびその切替タイミングは定まったこととなる。NO であれば S 7 1 0 へ進み、制御部 1 1 3 は、画像取得部 1 1 4 の画像または外部計測器を用いて、形成パタ

40

50

ーンの破壊がないことを確認する。YESであればS 7 1 2で、第1吸着条件の接触領域の吸着力と周辺領域の吸着力との差を大きくして再度S 7 0 4へ戻る。NOであればS 7 1 1で、基準離形力を大きくして再度S 7 0 4へ戻る。

【0054】

このように、制御部113は、離型完了直前に画像取得部114による撮像によって得られた画像に基づき、形成されたパターンの欠陥が発生せず、かつ、最終離型点がパターン部115の中心になるように、基準離型力を設定する。

S 3 0 1では、このようなフローで、各ショット領域の第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングを決定することができる。なお、図14の決定フローをそのままインプリント処理に用いてもよい。

【0055】

なお、複数の吸着領域を跨ぐショット領域202に限らず、吸着領域を跨がないショット領域201の場合も、同様の概念で、第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングが決定されうる。

【0056】

<第4実施形態>

ここでは、図11のS 3 0 1における、第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングの決定方法について、更に他の例を説明する。図16は、本実施形態よる、S 3 0 1での、第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングの具体的な決定方法のフローチャートである。

S 9 0 1で、制御部113は、基板104のショットレイアウトから、各ショット領域内に、基板保持部102の第1吸着領域1021～第5吸着領域1025のうちどの吸着領域が存在するかを確認する。そして、制御部113は、各吸着領域のショット領域内で占める面積に基づいて、または、パターン部115の中心に最も近い吸着領域はどの吸着領域であるかに基づいて、第1吸着条件と第2吸着条件を決める。

【0057】

S 9 0 2で、制御部113は、各ショット領域における、パターン部115の中心座標を求め、最終離形点となるべき座標を設定する。S 9 0 3で、制御部113は、第1吸着条件から第2吸着条件に切り替える、離形開始からの基準時間を決定する。

【0058】

S 9 0 4で、制御部113は、インプリント材供給部105を制御して基板上にインプリント材を供給し、型駆動部109を制御して型107と基板104上のインプリント材106とを接触させ、照射部111を制御してインプリント材を硬化させる。S 9 0 5で、制御部113は、型駆動部109を制御して、S 9 0 1で決めた第1吸着条件で離形工程を開始する。S 9 0 6で、制御部113は、離形工程の開始から基準時間が経過したことを検知する。この検知されたタイミングが、切替タイミングとして決定される。

【0059】

S 9 0 7で、制御部113は、吸着力をS 9 0 1で決定した第2吸着条件に切り替えて離型を進行させる。S 9 0 8で離形が完了する。なお、S 9 0 5～S 9 0 8の間中は離形は継続しているが、S 9 0 5、S 9 0 6、S 9 0 7、S 9 0 8の各ステップで離形を一旦停止させることもありうる。S 9 0 9で、制御部113は、画像取得部114で得られた画像に基づいて、最終離形点がS 9 0 2で決定された座標、すなわちパターン部115の中心、であったかを判定する。YESであれば、ショット領域の第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングは定まったこととなる。NOであればS 9 1 0へ進み、制御部113は、画像取得部114の画像または外部計測器を用いて、形成パターンの破壊がないことを確認する。YESであればS 9 1 2で、第1吸着条件の接触領域の吸着力と周辺領域の吸着力との差を大きくして再度S 9 0 4へ戻る。NOであればS 9 1 1で、基準時間を短くして再度S 9 0 4へ戻る。

【0060】

このように、制御部113は、離型完了直前に画像取得部114による撮像によって得

10

20

30

40

50

られた画像に基づき、形成されたパターンの欠陥が発生せず、かつ、最終離型点がパターン部 115 の中心になるように、基準時間を設定する。

S301では、このようなフローで、各ショット領域の第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングを決定することができる。なお、図16の決定フローをそのままインプリント処理に用いてもよい。

【0061】

なお、複数の吸着領域を跨ぐショット領域202に限らず、吸着領域を跨がないショット領域201の場合も、同様の概念で、第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングが決定されうる。

【0062】

<第5実施形態>

本実施形態は、第1実施形態における図11のインプリント処理の変形例に関する。図17に、本実施形態におけるインプリント処理のフローチャートを示す。

S1001で、制御部113は、基板104のショットレイアウトから、各ショット領域内に、基板保持部102の第1吸着領域1021～第5吸着領域1025のうちの吸着領域が存在するかを確認する。そして、制御部113は、各吸着領域のショット領域内で占める面積に基づいて、または、パターン部115の中心に最も近い吸着領域はどの吸着領域であるかに基づいて、第1吸着条件と第2吸着条件を決める。

【0063】

S1002で、制御部113は、S1001で決めた第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングが妥当であるかを、計算もしくはシミュレーションで判断し、修正する。また、その判断には過去の実績情報などによる学習機能などが含まれていてもよい。S1003で、制御部113は、第1吸着条件、第2吸着条件、およびその切替タイミングを決定する。

【0064】

S1004で、制御部113は、インプリント材供給部105を制御して基板上にインプリント材を供給し、型駆動部109を制御して型107と基板104上のインプリント材106とを接触させ、照射部111を制御してインプリント材を硬化させる。S1005で、制御部113は、型駆動部109を制御してS1003で決めた第1吸着条件で離形を開始する。

【0065】

S1006で、制御部113は、S1003で決めたタイミングになったことを検知する。S1007で、制御部113は、吸着力をS1003で決めた第2吸着条件に切り替えて離形を進行させる。S1008で離形が完了する。なお、S1005～S1008の期間中は離形は継続しているが、S1005、S1006、S1007、S1008の各ステップで離形を一旦停止させることもありうる。S1009で、制御部113は、処理すべき次のショット領域があるかを判定し、次のショット領域がある場合はS1004へ戻って次のショット領域のインプリント処理を実行する。次のショット領域がない場合は、本処理を終了する。

【0066】

<第6実施形態>

上述の各実施形態においては、成形装置の一態様として、インプリント材と前記型とを接触させることによって前記型のパターンを前記インプリント材に転写するインプリント装置について説明した。しかし、本発明は、成形装置の別態様として、基板の上の組成物と平坦面を有する部材(型)を接触させることによって基板の上に組成物による平坦化膜を形成する平坦化装置にも適用することができる。

【0067】

基板上の下地パターンは、前の工程で形成されたパターンに起因する凹凸プロファイルを有しており、特に近年のメモリ素子の多層構造化に伴いプロセス基板は100nm前後の段差を持つものも出てきている。基板全体の緩やかなうねりに起因する段差は、フォト

10

20

30

40

50

工程で使われているスキャン露光装置のフォーカス追従機能によって補正可能である。しかし、露光装置の露光スリット面積内に収まってしまうピッチの細かい凹凸は、露光装置のDOF (Depth Of Focus) から外れるおそれがある。従来、基板の下地パターンを平滑化する手法として、SOC (Spin On Carbon)、CMP (Chemical Mechanical Polishing) のような平坦化層を形成する手法が用いられている。しかし、従来技術では十分な平坦化性能が得られない問題があり、今後多層化による下地の凹凸差は更に増加する傾向にある。

【0068】

この問題を解決するために、上記したようなインプリント技術を用いて基板の平坦化を行う平坦化装置が検討されている。平坦化装置は、基板に予め供給された未硬化状態の組成物（平坦化材）に、部材の平坦面、あるいは、パターンが形成されていない部材（平面テンプレート）を接触させて基板面内の局所的な平面化を行う。その後、組成物と平面テンプレートとが接触した状態で組成物を硬化させ、硬化した組成物から平面テンプレートを分離させる。これにより基板上に平坦化層が形成される。インプリント技術を用いた平坦化装置は、基板の段差に応じた量の組成物を滴下するため、既存の方法よりも平坦化の精度が向上することが期待される。

【0069】

＜物品製造方法の実施形態＞

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。

【0070】

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。

【0071】

次に、物品製造方法について説明する。図19の工程SAでは、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。

【0072】

図19の工程SBでは、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19の工程SCでは、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を介して照射すると、インプリント材3zは硬化する。

【0073】

図19の工程SDでは、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。

【0074】

図19の工程SEでは、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19の工程SFでは、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、

10

20

30

40

50

物品の構成部材として利用してもよい。

【 0 0 7 5 】

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 0 7 6 】

1 0 0 : インプリント装置、 1 0 1 : ステージ、 1 0 2 : 基板保持部、 1 0 3 : 吸着力制御部、 1 0 4 : 基板、 1 0 5 : インプリント材供給部、 1 0 6 : インプリント材、 1 0 7 : 型、 1 0 8 : 型保持部、 1 0 9 : 型駆動部、 1 1 3 : 制御部、 1 1 4 : 画像取得部、 1 1 5 : パターン部

10

20

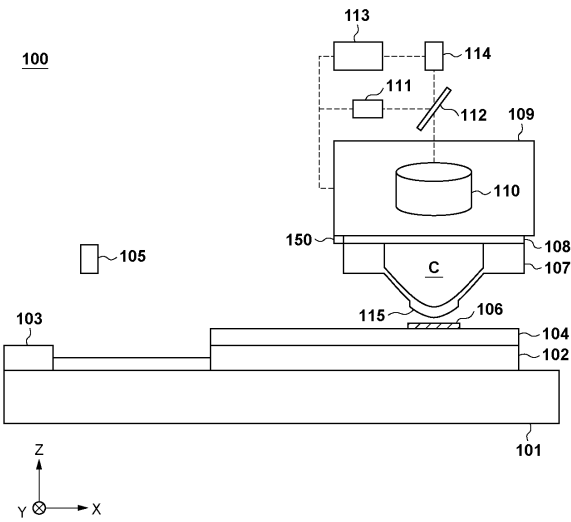
30

40

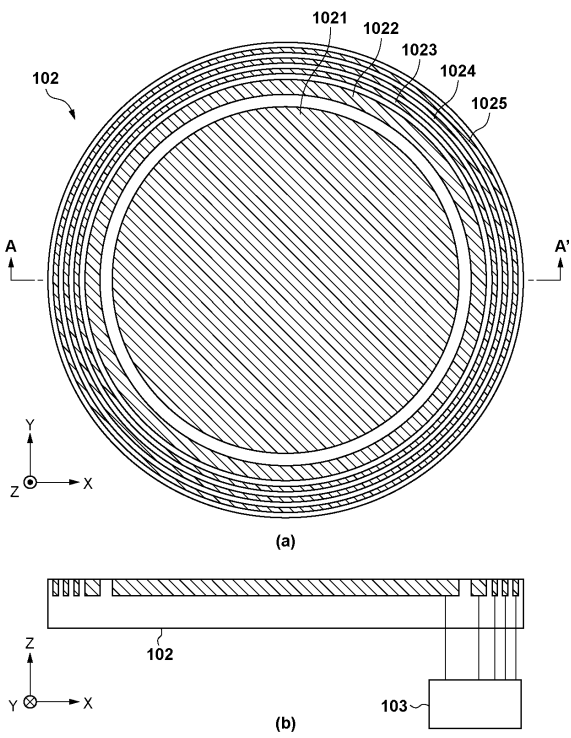
50

【図面】

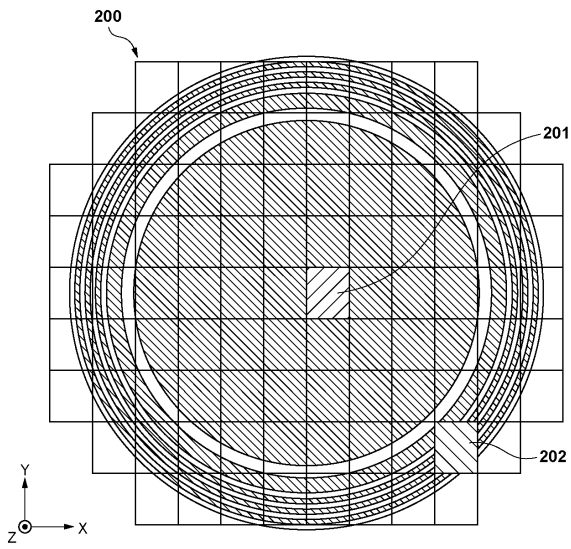
【図 1】



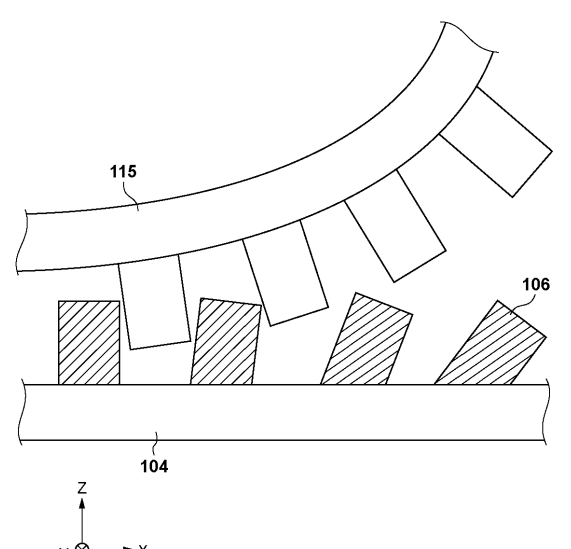
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

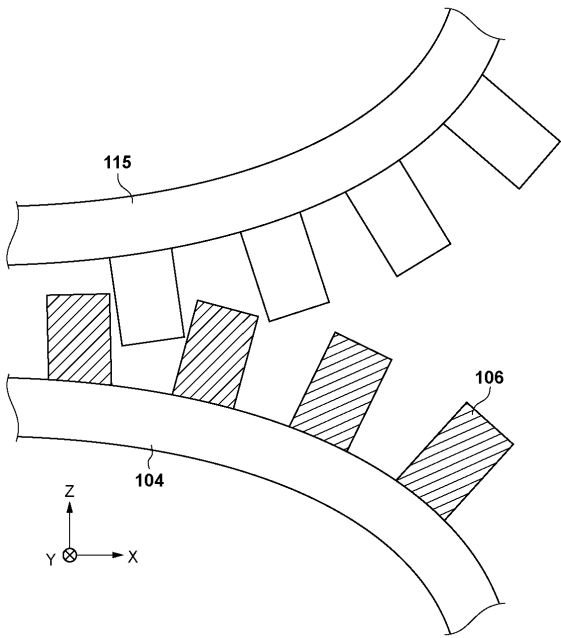
20

30

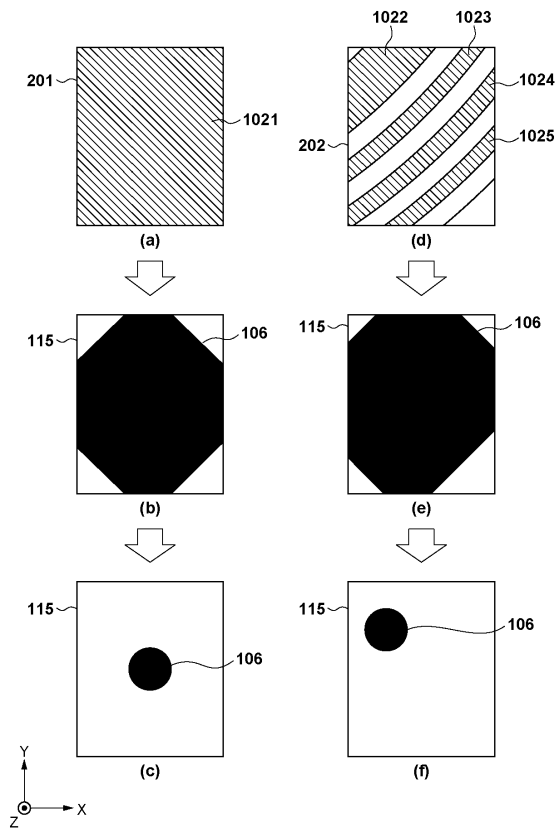
40

50

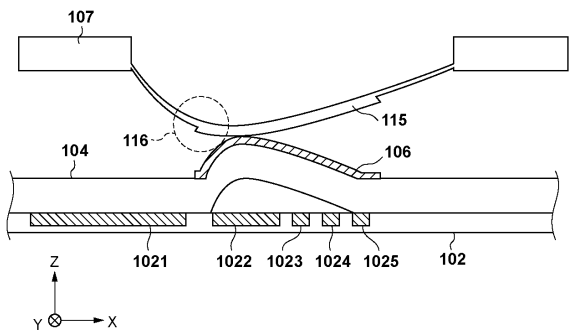
【図 5】



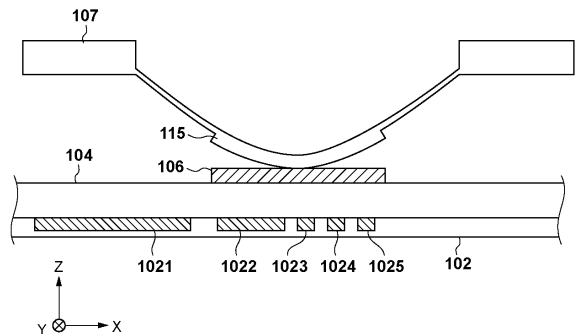
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

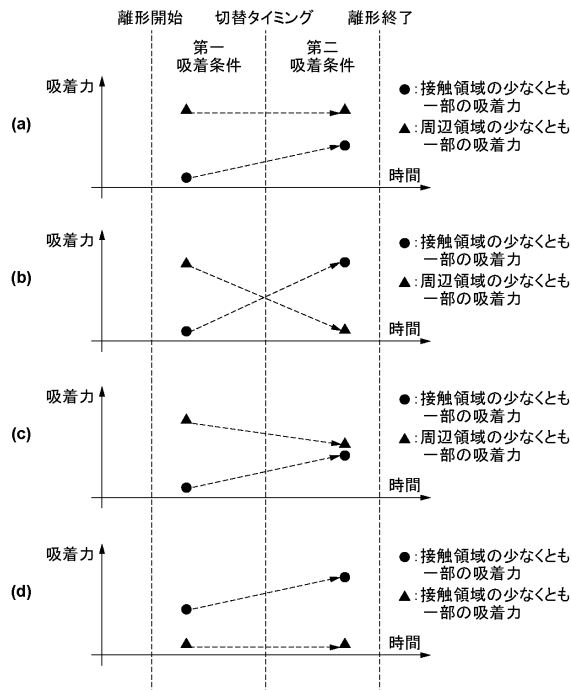
20

30

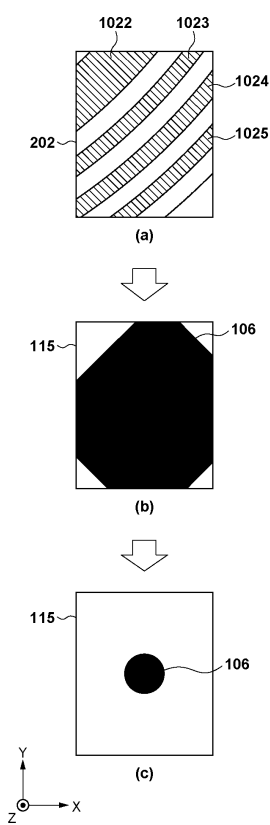
40

50

【図 9】



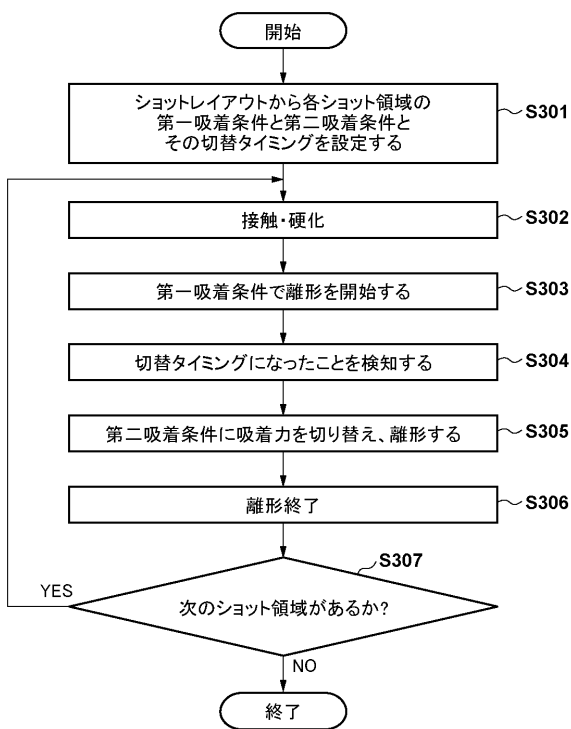
【図 10】



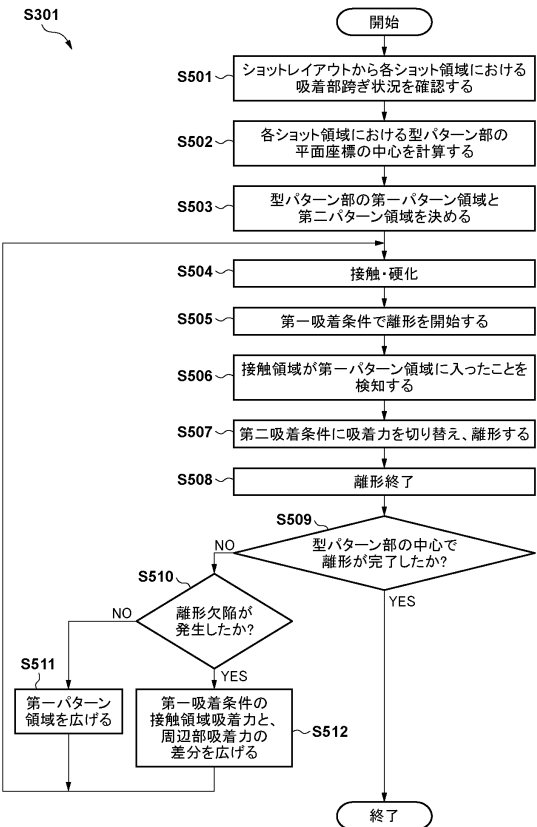
10

20

【図 11】



【図 12】

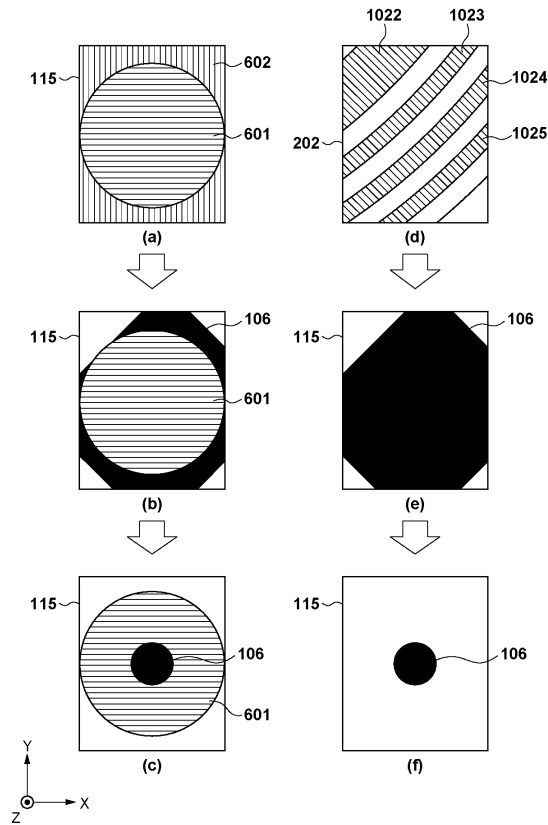


30

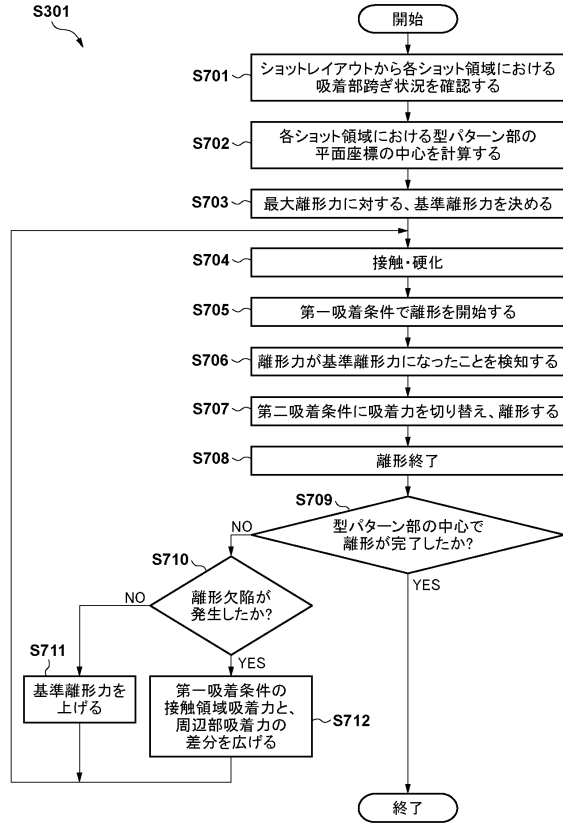
40

50

【図 13】



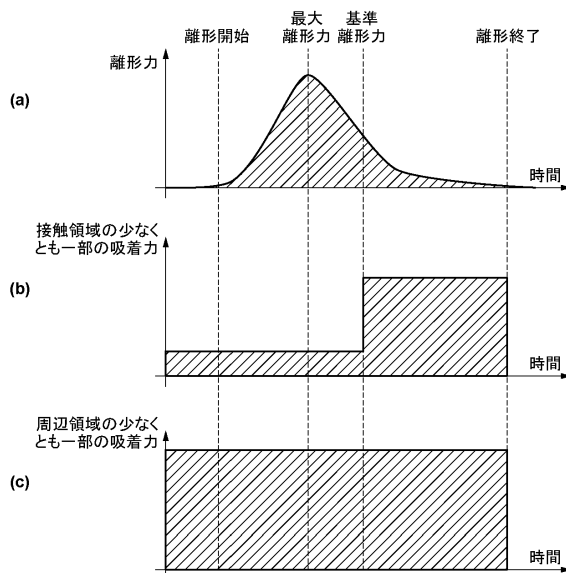
【図 14】



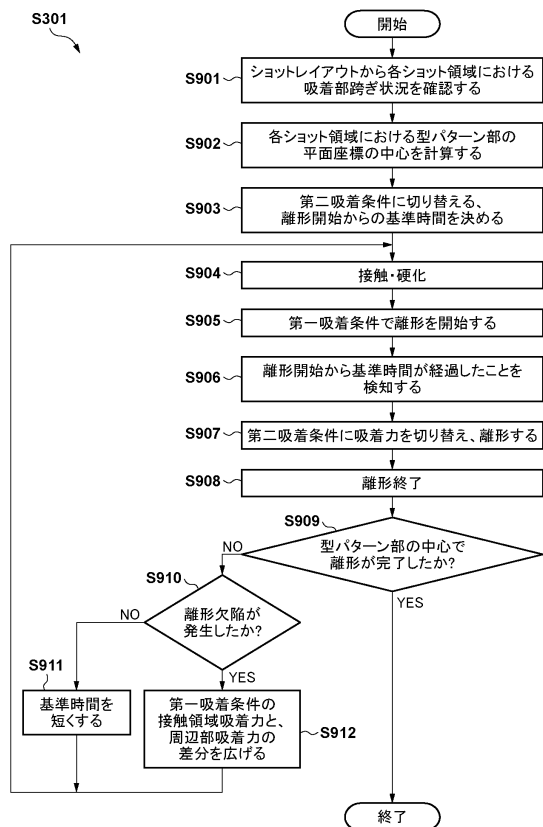
10

20

【図 15】



【図 16】

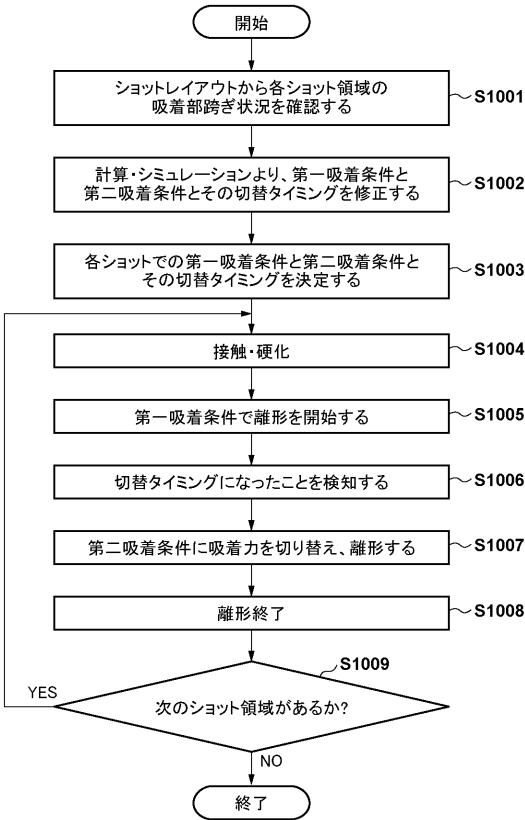


30

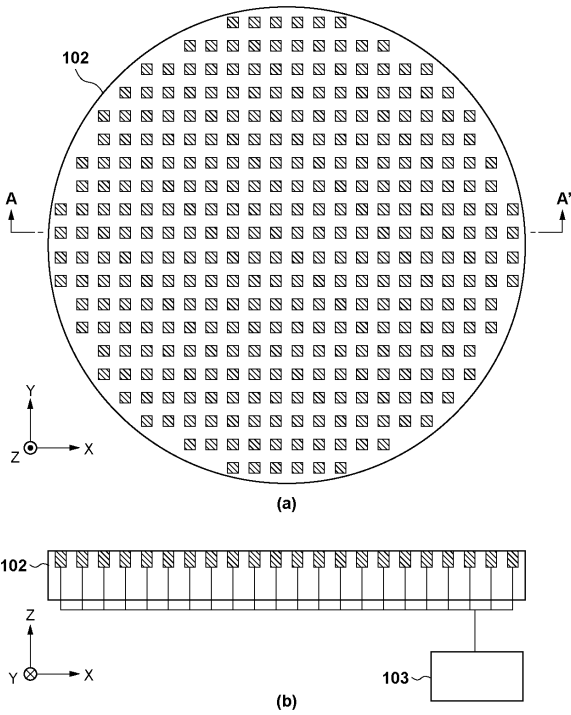
40

50

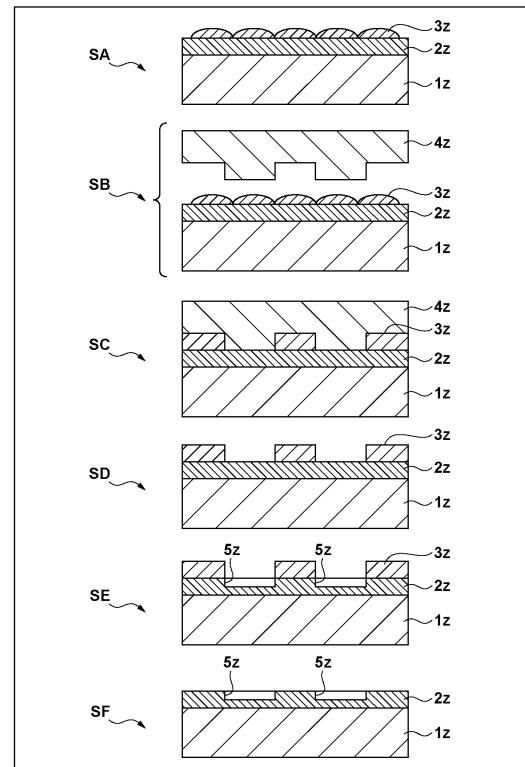
【図 17】



【図 18】



【図 19】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 0 9 2 3 9 6 (J P , A)
 特開 2 0 1 6 - 0 9 6 3 2 7 (J P , A)
 特開 2 0 1 9 - 0 2 1 9 1 1 (J P , A)
 特表 2 0 1 2 - 5 0 7 1 4 1 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- H 0 1 L 2 1 / 0 2 7
 B 2 9 C 5 9 / 0 2