

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7685941号
(P7685941)

(45)発行日 令和7年5月30日(2025.5.30)

(24)登録日 令和7年5月22日(2025.5.22)

(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 14 (全22頁)

(21)出願番号	特願2021-196467(P2021-196467)	(73)特許権者	000001007
(22)出願日	令和3年12月2日(2021.12.2)		キヤノン株式会社
(65)公開番号	特開2022-163679(P2022-163679 A)	(74)代理人	東京都大田区下丸子3丁目30番2号 110003281
(43)公開日	令和4年10月26日(2022.10.26)		弁理士法人大塚国際特許事務所
審査請求日	令和6年5月24日(2024.5.24)	(72)発明者	金戸 裕介
(31)優先権主張番号	特願2021-68529(P2021-68529)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(32)優先日	令和3年4月14日(2021.4.14)		キヤノン株式会社内
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)	(72)発明者	七條 雅人
			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	中尾 太郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 インプリント装置、インプリント方法及び物品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

型を用いて基板上のショット領域にインプリント材のパターンを形成するインプリント処理を行うインプリント装置であって、

前記型と前記基板との間に気体を供給する供給部と、

前記型に対して前記基板を移動させながら、未硬化のインプリント材が供給された前記基板上の複数のショット領域に対して前記インプリント処理を連続的に行う動作を制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、

前記複数のショット領域のうち前記インプリント処理の対象ショット領域が前記型に対向する第1位置に位置するように前記基板を移動させながら、前記供給部から前記気体を供給する第1動作を制御し、

前記複数のショット領域に対する連続的な前記インプリント処理における遅延又は停止に関する情報と、前記第1動作における前記気体の供給を開始するタイミングに関する情報と、前記対象ショット領域に対する前記インプリント処理の前に前記インプリント処理を行ったショット領域において、硬化したインプリント材から前記型を引き離すのに要した時間に関する情報と、前記インプリント処理をスキップすることに関する情報とのうち少なくとも1つの情報に基づいて、前記第1動作の後に前記気体を追加で供給する動作を含む第2動作の実行要否について判定し、

前記第2動作では、前記対象ショット領域が前記第1位置に位置している状態において、

10

20

前記型と前記基板とが接触しない範囲で前記型と前記基板とを近づけ、その後、前記範囲で近づけた前記型と前記基板とを遠ざけることを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記複数のショット領域に対する連続的な前記インプリント処理における遅延又は停止に関する情報は、前記複数のショット領域に対する連続的な前記インプリント処理において規則的な連続した駆動が行われたか否かに関する情報を含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 3】

前記第 1 動作では、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置する前に前記供給部からの前記気体の供給を開始し、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置した後に前記供給部からの前記気体の供給を停止し、

前記第 2 動作では、前記対象ショット領域が前記第 1 位置とは異なる第 2 位置に位置するように前記基板を移動させ、前記第 2 位置に位置した前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置するように前記基板を移動させながら、前記供給部からの前記気体の供給を再開することを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 4】

前記第 2 動作では、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置するように前記基板を移動させる前に、前記型と前記基板とが接触しない範囲で前記型と前記基板とを近づけ、その後、前記範囲で近づけた前記型と前記基板とを遠ざけることを特徴とする請求項 3 に記載のインプリント装置。

【請求項 5】

前記第 2 位置は、前記対象ショット領域の前にインプリント処理が行われたショット領域が前記第 1 位置に位置している状態において前記対象ショット領域が位置する位置であることを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記対象ショット領域は、前記基板で最初に前記インプリント処理が行われるショット領域であることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

前記第 2 位置は、前記対象ショット領域の次にインプリント処理が行われるショット領域が前記第 1 位置に位置している状態において前記対象ショット領域が位置する位置であることを特徴とする請求項 3 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

前記第 2 動作では、前記第 1 動作により前記対象ショット領域を前記第 1 位置に位置させた状態を維持しながら、前記供給部から前記気体を供給し、

前記第 2 動作において前記供給部から供給される前記気体の供給量は、前記第 1 動作において前記供給部から供給される前記気体の供給量よりも多いことを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

前記第 1 動作では、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置する前に前記供給部からの前記気体の供給を開始し、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置した後、前記型と前記対象ショット領域の上のインプリント材とを接触させる前に前記供給部からの前記気体の供給を停止することを特徴とする請求項 8 に記載のインプリント装置。

【請求項 10】

前記制御部は、前記第 1 動作において前記供給部から前記気体の供給を開始するタイミングが基準よりも遅れた場合、又は、前記対象ショット領域の前のショット領域に行われたインプリント処理において前記前のショット領域上の硬化したインプリント材から前記型を引き離すのに要した時間が基準よりも長い場合に、前記第 2 動作を行うと判定することを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 11】

前記制御部は、前記対象ショット領域に異物が存在する場合に、前記対象ショット領域に対する前記インプリント処理をスキップする、と判定することを特徴とする請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 1 2】

前記第 1 動作では、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置する前に前記供給部からの前記気体の供給を開始し、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置した後、前記供給部からの前記気体の供給を停止し、

前記第 2 動作では、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置している状態において、前記型と前記基板とが接触しない範囲で前記型と前記基板とを近づけ、その後、前記範囲で近づけた前記型と前記基板とを遠ざけることを特徴とする請求項 1 1 に記載のインプリント装置。

10

【請求項 1 3】

型を用いて基板上のショット領域にインプリント材のパターンを形成するインプリント処理を行うインプリント方法であって、

前記型に対して前記基板を移動させながら、未硬化のインプリント材が供給された前記基板上の複数のショット領域に対して前記インプリント処理を連続的に行う動作を制御する工程を有し、

前記工程では、

前記複数のショット領域のうち前記インプリント処理の対象ショット領域が前記型に対向する第 1 位置に位置するように前記基板を移動させながら、気体を前記型と前記基板との間に供給する第 1 動作と、

20

前記複数のショット領域に対する連続的な前記インプリント処理における遅延又は停止に関する情報と、前記第 1 動作における前記気体の供給を開始するタイミングに関する情報と、前記対象ショット領域に対する前記インプリント処理の前に前記インプリント処理を行ったショット領域において、硬化したインプリント材から前記型を引き離すのに要した時間に関する情報と、前記インプリント処理をスキップすることに関する情報とのうち少なくとも 1 つの情報に基づいて、前記第 1 動作の後に前記気体を追加で供給する動作を含む第 2 動作の実行要否についての判定と、

を行い、

前記第 2 動作では、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置している状態において、前記型と前記基板とが接触しない範囲で前記型と前記基板とを近づけ、その後、前記範囲で近づけた前記型と前記基板とを遠ざけることを特徴とするインプリント方法。

30

【請求項 1 4】

請求項 1 乃至 1 2 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント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が形成された前記基板を処理する工程と、

処理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】

40

【0 0 0 1】

本発明は、インプリント装置、インプリント方法及び物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体デバイスや MEMS (Micro Electro Mechanical System) などの微細化の要求が進み、従来のフォトリソグラフィ技術に加えて、インプリント技術が注目されている。インプリント技術は、基板上のインプリント材を型で成形し、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である。インプリント技術によれば、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することができる。

【0 0 0 3】

50

インプリント技術には、インプリント材の硬化法の１つとして光硬化法がある。光硬化法とは、基板上に供給（配置）されたインプリント材と型とを接触させた状態で紫外線などの光を照射してインプリント材を硬化させ、硬化したインプリント材から型を引き離すことでインプリント材のパターンを基板上に形成する方法である。

【０００４】

このようなインプリント技術を利用するインプリント装置では、型のパターン（微細な凹凸）にインプリント材を充填する際に、型と基板との間に気泡が残留し（閉じ込められ）、インプリント材の充填が不十分な未充填部分が生じる場合がある。このような場合、かかる未充填部分に起因して、基板上に部分的にパターンが形成されていない箇所（未充填欠陥）が発生してしまう。

10

【０００５】

そこで、基板上のインプリント材と型とを接触させる際に、型と基板との間の空間（隙間）を、高い溶解性、高い拡散性、或いは、その両方の特性を有する気体で満たすことで、気泡の残留を抑制するインプリント装置が提案されている（特許文献１参照）。特許文献１には、高い溶解性、高い拡散性、或いは、その両方の特性を有する気体を、基板上のインプリント材が供給された領域（ショット領域）が気体供給位置を通過する前から供給する技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

20

【文献】特開２０１２－７９９６９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

しかしながら、インプリント装置では、基板上の複数のショット領域に対してインプリント処理を連続的に実施する際に、各ショット領域に対するインプリント処理の遅延やエラーなどに起因して、装置各部で連続した規則的な駆動が行われない場合がある。このような場合、従来技術では、前のショット領域に対するインプリント処理が終了してから次のショット領域に対するインプリント処理を開始するまでの期間において、型と基板との間の空間に供給する気体の濃度を維持することが困難となる。従って、基板上に発生する未充填欠陥を抑制する効果が十分に得られず、型のパターンにインプリント材を充填する時間（充填時間）を長くしなければならないことがある。

30

【０００８】

本発明は、このような従来技術の課題に鑑みてなされ、インプリント材のパターンの形成や生産性の点で有利なインプリント装置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】

【０００９】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としてのインプリント装置は、型を用いて基板上のショット領域にインプリント材のパターンを形成するインプリント処理を行うインプリント装置であって、前記型と前記基板との間に気体を供給する供給部と、前記型に対して前記基板を移動させながら、未硬化のインプリント材が供給された前記基板上の複数のショット領域に対して前記インプリント処理を連続的に行う動作を制御する制御部と、を有し、前記制御部は、前記複数のショット領域のうち前記インプリント処理の対象ショット領域が前記型に対向する第１位置に位置するように前記基板を移動させながら、前記供給部から前記気体を供給する第１動作を制御し、前記複数のショット領域に対する連続的な前記インプリント処理における遅延又は停止に関する情報と、前記第１動作における前記気体の供給を開始するタイミングに関する情報と、前記対象ショット領域に対する前記インプリント処理の前に前記インプリント処理を行ったショット領域において、硬化したインプリント材から前記型を引き離すのに要した時間に関する情報と、前記インプリント処理をスキップすることに関する情報とのうち少なくとも１つの情報に基づいて、前

40

50

記第 1 動作の後に前記気体を追加で供給する動作を含む第 2 動作の実行要否について判定し、前記第 2 動作では、前記対象ショット領域が前記第 1 位置に位置している状態において、前記型と前記基板とが接触しない範囲で前記型と前記基板とを近づけ、その後、前記範囲で近づけた前記型と前記基板とを遠ざけることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

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 1 】

本発明によれば、例えば、インプリント材のパターンの形成や生産性の点で有利なインプリント装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の一側面としてのインプリント装置の構成を示す概略図である。

【図 2】気体供給部の構成を示す図である。

【図 3】第 1 気体供給動作を各時系列で説明するための図である。

【図 4】型と対象ショット領域との間の空間における気体の濃度が低下した状態を示す図である。

【図 5】図 1 に示すインプリント装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【図 6】第 2 気体供給動作を説明するための図である。

20

【図 7】第 2 気体供給動作を説明するためのフローチャートである。

【図 8】第 2 気体供給動作を説明するためのフローチャートである。

【図 9】第 2 気体供給動作を説明するための図である。

【図 10】第 2 気体供給動作を説明するためのフローチャートである。

【図 11】物品の製造方法を説明するための図である。

【図 12】第 2 気体供給動作を説明するための図である。

【図 13】第 2 気体供給動作を説明するための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 3 】

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。

30

【 0 0 1 4 】

図 1 は、本発明の一側面としてのインプリント装置 1 の構成を示す概略図である。インプリント装置 1 は、物品としての半導体素子、液晶表示素子、磁気記憶媒体などのデバイスの製造工程であるリソグラフィ工程に採用され、基板にパターンを形成するリソグラフィ装置である。インプリント装置 1 は、基板上に供給（配置）された未硬化の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。

40

【 0 0 1 5 】

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材料（硬化性組成物）が使用される。硬化用のエネルギーとしては、電磁波や熱などが用いられる。電磁波は、例えば、その波長が 10 nm 以上 1 mm 以下の範囲から選択される光、具体的には、赤外線、可視光線、紫外線などを含む。

【 0 0 1 6 】

硬化性組成物は、光の照射、或いは、加熱により硬化する組成物である。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、非重合性化合物又は溶剤を更に含有してもよい。非重合性化合物は、増感剤、

50

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。

【0017】

インプリント材は、スピンコーターやスリットコーターによって基板上に膜状に付与されてもよい。また、インプリント材は、液体噴射ヘッドによって、液滴状、或いは、複数の液滴が繋がって形成された島状又は膜状で基板上に付与されてもよい。インプリント材の粘度（25における粘度）は、例えば、1 mPa・s以上100 mPa・s以下である。

【0018】

基板には、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂などが用いられ、必要に応じて、その表面に基板とは別の材料からなる部材が形成されていてもよい。具体的には、基板は、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英ガラスなどを含む。

10

【0019】

本明細書及び添付図面では、基板の表面に平行な方向をXY平面とするXYZ座標系で方向を示す。XYZ座標系におけるX軸、Y軸及びZ軸のそれぞれに平行な方向をX方向、Y方向及びZ方向とし、X軸周りの回転、Y軸周りの回転及びZ軸周りの回転のそれぞれをX、Y及びZとする。

【0020】

インプリント装置1は、本実施形態では、インプリント材の硬化法として光硬化法を採用する。インプリント装置1は、図1に示すように、光照射部2と、型保持部3と、気体供給部4と、基板保持部5と、制御部6と、アライメント計測部7とを有する。また、インプリント装置1は、基板保持部5が載置され、基準平面を形成する定盤25と、型保持部3を固定するブリッジ定盤26と、定盤25から延設され、床面からの振動を除去する除振器27を介してブリッジ定盤26を支持する支柱28とを有する。更に、インプリント装置1は、装置外部と型保持部3との間で型9を搬送する型搬送機構（不図示）と、装置外部と基板保持部5との間で基板12を搬送する基板搬送機構（不図示）とを有する。

20

【0021】

光照射部2は、インプリント処理において、ダイクロイックミラー8及び型9を介して、基板上のインプリント材11に紫外線などの光10を照射する。光照射部2は、例えば、光10を発する光源と、光源から発せられた光10をインプリント処理に適切な状態に調整するための照明光学系とを含む。光源は、水銀ランプなどのランプ類を採用可能であるが、型9を透過し、且つ、インプリント材11を硬化させる波長を有する光を発する光源であれば、特に限定されるものではない。照明光学系は、例えば、レンズ、ミラー、アパーチャ又は照射と遮光とを切り替えるためのシャッターなどを含む。本実施形態では、光硬化法を採用しているため、インプリント装置1は、光照射部2を有している。但し、熱硬化法を採用する場合には、インプリント装置1は、光照射部2に代えて、熱硬化型のインプリント材を硬化させるための熱源部を有する。

30

【0022】

型9は、多角形、好適には、矩形又は正方形の外周形状を有し、基板12に対向する面に、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12に転写すべき凹凸パターン）を含むパターン領域9aを含む。なお、型9のパターンのサイズには、製造対象となる物品によって種々のサイズが採用されるが、微細なものでは数十ナノメートルも含まれる。型9は、光10を透過させることが可能で、且つ、熱膨張率が低い材料、例えば、石英で構成される。なお、型9は、光10が照射される面（照射面）に、平面形状が円形で、且つ、ある程度の深さのキャビティを有する場合もある。

40

【0023】

型保持部3は、型9を保持（吸着）する型チャック13と、型チャック13を保持して駆動する型駆動部14と、型9（パターン領域9a）の形状を補正する倍率補正機構（不図示）とを含む。型チャック13及び型駆動部14は、平面方向の中心部（内側）に、光照射部2からの光10を基板上のインプリント材11に向かって通過可能とする開口領域

50

１５を有する。倍率補正機構は、型チャック１３に保持された型９の周囲に設けられ、型９の側面に対して外力又は変位を機械的に与えることで型９（パターン領域９ａ）を変形させる。

【００２４】

型チャック１３は、型９の照射面の外周領域を真空吸着力や静電気力によって引き付けることで、型９を保持する。型チャック１３は、例えば、真空吸着力によって型９を保持する場合、外部に設置された真空ポンプに接続され、かかる真空ポンプの排気により吸着圧を適宜調整することで、型９に対する吸着力（保持力）を調整する。

【００２５】

型駆動部１４は、基板上のインプリント材１１への型９の押し付け（押型）と基板上のインプリント材１１からの型９の引き離し（離型）とを選択的に行うように、型９（型チャック１３）をＺ方向に駆動する。型駆動部１４に適用可能な動力源（アクチュエータ）としては、例えば、リニアモータやエアシリンダがある。型駆動部１４は、型９を高精度に位置決めするために、粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系から構成されていてもよい。また、型駆動部１４は、Ｚ方向だけではなく、Ｘ方向やＹ方向に型９を駆動可能に構成されていてもよい。更に、型駆動部１４は、型９の（Ｚ軸周りの回転）方向の位置や型９の傾きを調整するためのチルト機能を有するように構成されていてもよい。また、型駆動部１４の駆動時における型９の位置は、型９と基板１２との間の距離を計測する光学式変位計などを含む計測部によって計測可能である。

【００２６】

気体供給部４は、型９の押し付けの動作時に、型９と基板１２の間の空間（隙間）に気体１６を供給する。これは、型９のパターン領域９ａにインプリント材１１が充填される時間を短縮させたり、インプリント材１１が充填された部分に気泡が残留することを抑制して充填性を向上させたりするためである。また、気体供給部４は、型９の引き離しの動作時にも、型９と基板１２の間の空間に気体１６を供給する。これは、基板上の硬化したインプリント材１１から型９を引き離すために必要となる力（引き離し力）を低減させて離型性の向上を図るためである。気体１６は、上述したような充填性や離型性の観点から、インプリント材１１に対する溶解性や拡散性に優れた気体であることが好ましく、例えば、ヘリウム、二酸化炭素、窒素、水素、キセノン、凝縮性ガスなどを含む。

【００２７】

図２は、気体供給部４の構成を下方（基板保持部５の側）から示す図である。図２に示すように、気体供給部４は、複数の供給口１７ａ、１７ｂ、１７ｃ及び１７ｄを含む。複数の供給口１７ａ乃至１７ｄは、型９を取り囲むように型９の４つの側面の近傍に配置され、基板保持部５の側に向かって気体１６を供給する。制御部６は、複数の供給口１７ａ乃至１７ｄのそれぞれに対応して、各供給口から供給する気体１６の供給量や濃度などを制御する機能を有する。

【００２８】

基板１２は、型９のパターンが転写される領域、即ち、パターン形成領域である複数のショット領域を含む。ショット領域とは、基板上のインプリント処理を行うべき領域の単位となる区画領域である。基板１２の各ショット領域には、インプリント材１１のパターン（を含む層）が形成される。

【００２９】

基板保持部５は、基板１２を保持する保持機構である。基板保持部５は、例えば、基板１２を吸着する基板チャック１９と、基板チャック１９を機械的に保持して各軸方向に駆動する基板駆動部２０とを含む。また、基板保持部５の位置を計測するために、Ｘ方向、Ｙ方向及びＺ方向のそれぞれに対応して、エンコーダシステム２１が配置されている。エンコーダシステム２１は、エンコーダヘッド２２からエンコーダスケール２３に光を照射することで、基板保持部５の位置を実時間で計測することができる。

【００３０】

基板チャック１９は、例えば、同一の高さを有する複数のピンで基板１２の裏面を支持

10

20

30

40

50

し、ピン以外の部分を真空排気して減圧することで基板 12 を吸着（保持）する。基板駆動部 20 に適用可能な動力源としては、駆動中及び静止中の振動が少ない動力源が好ましく、例えば、リニアモータや平面モータなどがある。基板駆動部 20 は、X 方向及び Y 方向のそれぞれに対して、粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系から構成されていてもよい。また、基板駆動部 20 は、X 方向及び Y 方向だけではなく、Z 方向に基板 12（基板チャック 19）を駆動可能に構成されていてもよい。更に、基板駆動部 20 は、基板 12 の（Z 軸周りの回転）方向の位置や基板 12 の傾きを調整するためのチルト機能を有するように構成されていてもよい。

【0031】

本実施形態において、型 9 の押し付け及び引き離しの各動作は、上述したように、型 9 を Z 方向に駆動することで実現する。但し、型 9 の押し付け及び引き離しの各動作は、基板 12 を Z 方向に駆動することで実現してもよいし、型 9 及び基板 12 の双方を相対的に Z 方向に駆動することで実現してもよい。

【0032】

アライメント計測部 7 は、型 9 及び基板 12 にアライメント光 24 を照射し、型 9 及び基板 12 のそれぞれに設けられたアライメントマークからの光を検出することで、型 9 と基板 12 との相対的な位置（位置ずれ）を計測する。

【0033】

制御部 6 は、CPU やメモリなどを含むコンピュータで構成され、メモリに格納されたプログラムに従ってインプリント装置 1 の各部を制御する。制御部 6 は、インプリント装置 1 の各部の動作及び調整などを制御することで、型 9 を用いて基板上にインプリント材 11 の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 6 は、インプリント装置 1 の他の部分と一体で（共通の筐体内に）構成してもよいし、インプリント装置 1 の他の部分とは別体で（別の筐体内に）構成してもよい。

【0034】

インプリント装置 1 の動作について説明する。まず、制御部 6 は、基板搬送機構を介して基板 12 をインプリント装置 1 に搬入し、かかる基板 12 を基板保持部 5（基板チャック 19）に保持させる。インプリント装置 1 に搬入される基板 12 には、インプリント材 11 が予め供給されている。次いで、制御部 6 は、基板保持部 5（基板駆動部 20）を駆動させて基板 12 の位置を適宜変更しながら、アライメント計測部 7 で基板 12 に設けられたアライメントマークを順次検出し、基板保持部 5 に保持された基板 12 の位置を計測する。そして、制御部 6 は、アライメント計測部 7 の計測結果から基板 12 の複数のショット領域のそれぞれの位置座標（各転写座標）を演算し、かかる演算結果に従って各ショット領域にパターンを逐次形成する。

【0035】

ここで、1つのショット領域に対してパターンを形成する処理、所謂、インプリント処理について説明する。まず、制御部 6 は、型 9 のパターン領域 9a の下の押し付け位置に基板 12 のショット領域が位置するように基板保持部 5（基板駆動部 20）を駆動させて、基板 12 を位置決めする。次いで、制御部 6 は、型 9 のパターン領域 9a と基板 12 のショット領域との位置合わせ（アライメント）などを実施しながら、基板上のインプリント材 11 に型 9 を接触させて押し付けるように、型保持部 3（型駆動部 14）を駆動させる（押型工程）。これにより、基板上のインプリント材 11 は、型 9 のパターン領域 9a に充填される。なお、制御部 6 は、型保持部 3 の内部に設けられた荷重センサ（不図示）を用いて、基板上のインプリント材 11 への型 9 の押し付けの完了を判定する。次に、制御部 6 は、基板上のインプリント材 11 と型 9 とを接触させた状態で、インプリント材 11 に対して光照射部 2 からの光を所定時間照射して、インプリント材 11 を硬化させる（硬化工程）。そして、制御部 6 は、基板上の硬化したインプリント材 11 から型 9 が引き離されるように、型保持部 3（型駆動部 14）を駆動させる（離型工程）。これにより、基板 12 のショット領域には、型 9 のパターン領域 9a のパターンに倣った 3 次元形状のインプリント材 11 のパターン（層）が形成される。このような一連の工程を基板 12 の

10

20

30

40

50

各ショット領域に対して順次実施することで、基板 1 2 の複数のショット領域のそれぞれにインプリント材 1 1 のパターンを形成することができる。

【 0 0 3 6 】

なお、本実施形態では、インプリント装置 1 に搬入される基板 1 2 には、上述したように、インプリント材 1 1 が予め供給されているが、これに限定されるものではない。インプリント処理の 1 つの工程として、インプリント装置 1 に基板 1 2 を搬入した後、かかる基板 1 2 にインプリント材 1 1 を供給する供給工程を設けてもよい。

【 0 0 3 7 】

このようなインプリント処理において、基板上のインプリント材 1 1 に型 9 を接触させて押し付ける押型工程では、型 9 のパターン領域 9 a にインプリント材 1 1 を満遍なく（十分に）充填させる必要がある。この際、型 9 のパターン領域 9 a に充填されるインプリント材 1 1 に気泡が残留することがあり、かかる状態でインプリント材 1 1 の硬化を実施すると、基板上に形成されるインプリント材 1 1 のパターンに未充填欠陥が発生してしまう。このような未充填欠陥は、製造される半導体デバイスなどの物品に影響を及ぼすことになる。

【 0 0 3 8 】

そこで、押型工程の実施時（少なくとも押型工程の開始時）には、上述したように、気体供給部 4 から型 9 と基板 1 2 との間の空間に気体 1 6 を供給する。型 9 と基板 1 2 との間の空間に気体 1 6 を供給して一定の時間を経ると、気体 1 6 の拡散効果から、型 9 のパターン領域 9 a の近傍における気体 1 6 の濃度が十分に高くなる（例えば、70%以上）ため、気泡の残留を効率的に抑制することができる。但し、型 9 と基板 1 2 との間の空間における気体 1 6 の濃度が十分に高くなるまでには、上述したように、一定の時間、即ち、待ち時間が必要となる。かかる待ち時間は、型 9 の周囲の構成や必要となる気体 1 6 の濃度によっても異なるが、一般的なインプリント装置を想定すると、1 秒から数十秒以上となる。このような待ち時間は、インプリント装置 1 としての生産性（スループット）に影響を及ぼすため、可能な限り短くすることが好ましい。

【 0 0 3 9 】

そこで、本実施形態では、型 9 と基板 1 2 との間の空間における気体 1 6 の濃度（型 9 と基板 1 2 との間の空間に供給される気体 1 6 の量）を迅速に高めることを可能にする技術を提供する。これにより、インプリント装置 1 は、基板上に形成されるインプリント材 1 1 のパターンに発生する未充填欠陥を抑制しながら、優れた生産性を実現することができる。

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、未硬化のインプリント材 1 1 が供給された基板上の複数のショット領域に対してインプリント処理を連続的に行うことを想定する。このように、基板上の複数のショット領域に対してインプリント処理を連続的に行う場合において、気体供給部 4 から気体 1 6 を供給する基本的な動作である第 1 気体供給動作（第 1 動作）について説明する。

【 0 0 4 1 】

図 3（a）及び図 3（b）を用いて、第 1 気体供給動作を各時系列で説明する。図 3（a）及び図 3（b）は、基板上の各ショット領域が型 9 の下、即ち、型 9 のパターン領域 9 a に対向する押し付け位置（第 1 位置）に位置する間の気体供給部 4 の気体供給動作及び基板保持部 5 の駆動動作を示す図である。図 3（a）及び図 3（b）は、気体供給部 4、型 9 及び基板 1 2 を上方（型保持部 3 の側）から示している。

【 0 0 4 2 】

図 3（a）を参照するに、これからインプリント処理を行うべきショット領域を対象ショット領域 2 9 b とし、対象ショット領域 2 9 b の前にインプリント処理が行われたショット領域を前のショット領域 2 9 a とする。図 3（a）は、前のショット領域 2 9 a に対してインプリント処理を行った直後の状態を示している。図 3（a）に示す状態から、制御部 6 は、対象ショット領域 2 9 b が型 9 のパターン領域 9 a に対向する押し付け位置に

10

20

30

40

50

位置するように基板保持部 5 を駆動方向 3 1 に駆動する。また、制御部 6 は、基板保持部 5 を駆動しながら、型 9 のパターン領域 9 a を基準として、基板保持部 5 の駆動方向 3 1 に位置する気体供給部 4 の供給口 1 7 b から気体 1 6 を供給する。この際、型 9 と基板 1 2 (基板保持部 5) との間の空間に既に供給 (充填) されている気体 1 6、及び、供給口 1 7 b から供給される気体 1 6 は、基板保持部 5 の駆動に従って、駆動方向 3 1 の下流に引き込まれる。これにより、型 9 と基板 1 2 との間の空間に既に供給されている気体 1 6 や供給口 1 7 b から供給される気体 1 6 が、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給されることになる。従って、図 3 (b) に示すように、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給される気体 1 6 の量が基準量に達し、かかる空間における気体 1 6 の濃度を十分に高い濃度にして維持することができる。

10

【0043】

但し、対象ショット領域 2 9 b の前のショット領域 2 9 a に対するインプリント処理の遅延や停止などのエラーが発生すると、図 4 に示すように、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間における気体 1 6 の濃度が低下してしまう。図 4 は、対象ショット領域 2 9 b にインプリント処理を行う直前において、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間における気体 1 6 の濃度が低下した状態を示す図である。このような場合、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給された気体 1 6 の量が基準量に達していないため、かかる空間における気体 1 6 の濃度を十分に高い濃度にして維持することが難しい。

20

【0044】

本実施形態では、対象ショット領域 2 9 b に対するインプリント処理を開始する前に、前のショット領域 2 9 a に対するインプリント処理において規則的な連続した駆動が行われたかどうかを判定する。前のショット領域 2 9 a に対するインプリント処理において規則的な連続した駆動が行われている場合、前のショット領域 2 9 a に対するインプリント処理が正常に行われている。従って、対象ショット領域 2 9 b に対するインプリント処理では、図 3 (a) 及び図 3 (b) を参照して説明したように、第 1 気体供給動作によって型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給される気体 1 6 の量は基準量に達する。一方、前のショット領域 2 9 a に対するインプリント処理において規則的な連続した駆動が行われていない場合、前のショット領域 2 9 a に対するインプリント処理において、インプリント処理の遅延や停止などのエラーが発生している。従って、対象ショット領域 2 9 b に対するインプリント処理では、図 4 を参照して説明したように、第 1 気体供給動作によって型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給される気体 1 6 の量は基準量に達しない。そこで、制御部 6 は、第 1 気体供給動作によって型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給された気体 1 6 の量が基準量に達していないと推定されるエラーの発生を検知する。例えば、制御部 6 は、第 1 供給動作において気体供給部 4 から気体 1 6 の供給を開始するタイミングに基づいて、具体的には、かかるタイミングが基準よりも遅れた場合に、エラーの発生を検知する。また、制御部 6 は、前のショット領域 2 9 a に行われたインプリント処理において前のショット領域上の硬化したインプリント材 1 1 から型 9 を引き離すのに要した時間に基づいて、具体的には、かかる時間が基準よりも長い場合に、エラーの発生を検知する。そして、エラーの発生を検知した場合には、第 1 気体供給動作に加えて、エラーに対応する処理、具体的には、以下に説明する第 2 気体供給動作を行う。これにより、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給される気体 1 6 の量が基準量に達し、かかる空間における気体 1 6 の濃度を十分に高い濃度にして維持することが可能となる。

30

40

【0045】

図 5 を参照して、インプリント装置 1 の本実施形態における動作、特に、第 1 気体供給動作及び第 2 供給動作を含む全体的な流れを説明する。ここでは、前のショット領域 2 9 a に対するインプリント処理が行われてから対象ショット領域 2 9 b に対するインプリ

50

ト処理を行うまでの気体供給動作について説明する。

【 0 0 4 6 】

S 1 0 1では、制御部 6 は、型 9 のパターン領域 9 a と前のショット領域 2 9 a とが対向している状態（離型工程が終了した状態）において、気体供給部 4 からの気体 1 6 の供給を開始する。具体的には、制御部 6 は、気体供給部 4 の供給口 1 7 a 乃至 1 7 d から、少なくとも、基板保持部 5 の駆動方向 3 1 に位置する供給口 1 7 b を選択し、供給口 1 7 b から気体 1 6 を供給する。この際、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間における気体 1 6 の量が基準量となるように、気体供給部 4（供給口 1 7 b）から気体 1 6 を供給する。

【 0 0 4 7 】

S 1 0 2では、制御部 6 は、対象ショット領域 2 9 b が型 9 のパターン領域 9 a に対向する押し付け位置に位置するように基板保持部 5（基板 1 2）を駆動方向 3 1 に駆動する。これにより、気体 1 6 は、基板保持部 5 の駆動方向 3 1 の下流に引き込まれ、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給される。

【 0 0 4 8 】

S 1 0 3では、制御部 6 は、対象ショット領域 2 9 b が押し付け位置に位置したら（基板保持部 5 の駆動を停止したら）、気体供給部 4 からの気体 1 6 の供給を停止する。

【 0 0 4 9 】

本実施形態では、S 1 0 1 から S 1 0 3 まだが、気体供給部 4 から気体 1 6 を供給する基本的な動作である第 1 気体供給動作となる。第 1 気体供給動作は、対象ショット領域 2 9 b が型 9 に対向する押し付け位置に位置するように基板 1 2 を駆動しながら、型 9 と対象ショット領域 2 9 b との間における気体 1 6 の量が基準量となるように気体供給部 4 から気体 1 6 を供給する動作である。

【 0 0 5 0 】

S 1 0 4では、制御部 6 は、S 1 0 1 乃至 S 1 0 3（第 1 気体供給動作）によって型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給された気体 1 6 の量が基準量に達していないと推定されるエラーの発生を検知したかどうかを判定する。かかるエラーの発生の検知については、上述した通りであるため、ここでの詳細な説明は省略する。エラーの発生を検知していない場合には、S 1 0 6 に移行する。一方、エラーの発生を検知した場合には、S 1 0 5 に移行する。

【 0 0 5 1 】

S 1 0 5では、制御部 6 は、型 9 と対象ショット領域 2 9 b との間に気体 1 6 が供給されるように気体供給部 4 から気体 1 6 を供給する第 2 気体供給動作を行う。このように、第 2 気体供給動作は、気体供給部 4 からの気体 1 6 の供給を再開する動作である。なお、第 2 気体供給動作の詳細については、図 6（a）、図 6（b）及び図 7 を参照して後述する。

【 0 0 5 2 】

S 1 0 6では、制御部 6 は、型 9 を用いて対象ショット領域 2 9 b にインプリント材 1 1 のパターンを形成する。具体的には、上述したインプリント処理の工程のうち、押型工程、硬化工程及び離型工程を行う。

【 0 0 5 3 】

図 6（a）、図 6（b）及び図 7 を参照して、第 2 気体供給動作について説明する。図 6（a）及び図 6（b）は、第 2 気体供給動作における気体供給部 4 の気体供給動作及び基板保持部 5 の駆動動作を示す図である。図 6（a）及び図 6（b）は、気体供給部 4、型 9 及び基板 1 2 を上方（型保持部 3 の側）から示している。図 7 は、第 2 気体供給動作を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 5 4 】

S 1 5 0 1では、制御部 6 は、図 6（a）に示すように、対象ショット領域 2 9 b が押し付け位置とは異なる位置（第 2 位置）に位置するように、基板保持部 5（基板 1 2）を駆動方向 3 2 に駆動する。本実施形態では、前のショット領域 2 9 a が型 9 のパターン領

10

20

30

40

50

域 9 a の下の押し付け位置に位置するように、基板保持部 5 を駆動する。従って、押し付け位置とは異なる位置とは、本実施形態では、前のショット領域 2 9 a が押し付け位置に位置している状態において対象ショット領域 2 9 b が位置する位置である。

【 0 0 5 5 】

S 1 0 5 2 では、制御部 6 は、型 9 と基板 1 2 とが接触しない範囲で型 9 と基板 1 2 とを近づけるように、型保持部 3 (型 9) を Z 方向 (下方向) に駆動する。例えば、型 9 が基板 1 2 に接触する直前の位置に位置するように、型保持部 3 を駆動する。換言すれば、S 1 0 5 2 では、擬似的な押型工程を行う。

【 0 0 5 6 】

S 1 0 5 3 では、制御部 6 は、型 9 と基板 1 2 とが接触しない範囲で近づけた型 9 と基板 1 2 とを遠ざけるように、型保持部 3 (型 9) を Z 方向 (上方向) に駆動する。例えば、型 9 が S 1 0 5 2 を行う前の位置に位置するように (元の位置に戻るように) 、型保持部 3 を駆動する。換言すれば、S 1 0 5 3 では、擬似的な離型工程を行う。

【 0 0 5 7 】

このように、擬似的な押型工程 (S 1 5 0 2) 及び擬似的な離型工程 (S 1 5 0 3) を行うことで、例えば、第 1 気体供給動作で供給され、型 9 の周囲に既に存在している気体 1 6 を型 9 の下に引き込むことができる。

【 0 0 5 8 】

S 1 0 5 4 では、制御部 6 は、対象ショット領域 2 9 b が押し付け位置とは異なる位置に位置している状態において、気体供給部 4 からの気体 1 6 の供給を開始 (再開) する。具体的には、制御部 6 は、図 6 (b) に示すように、気体供給部 4 の供給口 1 7 a 乃至 1 7 d から、少なくとも、基板保持部 5 の駆動方向 3 3 に位置する供給口 1 7 b を選択し、供給口 1 7 b から気体 1 6 を供給する。

【 0 0 5 9 】

S 1 0 5 5 では、制御部 6 は、対象ショット領域 2 9 b が型 9 のパターン領域 9 a に対向する押し付け位置に位置するように基板保持部 5 (基板 1 2) を駆動方向 3 3 に駆動する。これにより、気体 1 6 は、基板保持部 5 の駆動方向 3 3 の下流に引き込まれ、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給される。

【 0 0 6 0 】

S 1 0 5 6 では、制御部 6 は、対象ショット領域 2 9 b が押し付け位置に位置したら (基板保持部 5 の駆動を停止したら) 、気体供給部 4 からの気体 1 6 の供給を停止する。

【 0 0 6 1 】

本実施形態では、第 1 気体供給動作によって型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給された気体 1 6 の量が基準量に達していないと推定されるエラーが発生した場合には、第 1 気体供給動作と第 2 気体供給動作とを行う。これにより、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給される気体 1 6 の量が基準量に達し、かかる空間における気体 1 6 の濃度を十分に高い濃度にして維持することが可能となる。従って、インプリント装置 1 は、基板上に形成されるインプリント材 1 1 のパターンに発生する未充填欠陥を抑制しながら、優れた生産性を実現することができる。

【 0 0 6 2 】

なお、第 1 気体供給動作によって型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給された気体 1 6 の量が基準量に達していないと推定されるエラーが発生していない場合には、第 2 気体供給動作は行わず、第 1 気体供給動作のみを行う (図 5) 。

【 0 0 6 3 】

また、S 1 5 0 1 において、対象ショット領域 2 9 b を位置させる、押し付け位置とは異なる位置 (第 2 位置) は、第 1 供給動作において気体供給部 4 から気体 1 6 の供給を開始するタイミングの遅延時間に応じて変更してもよい。第 1 供給動作において気体供給部 4 から気体 1 6 の供給を開始するタイミングの遅延時間によって、型 9 と対象ショット領域 2 9 b との間における気体 1 6 の基準量からの不足分は異なる。例えば、遅延時間が長

10

20

30

40

50

いほど、型 9 と対象ショット領域 2 9 b との間から漏れ出す気体 1 6 の量が多くなるため、不足分が多くなる。従って、第 1 供給動作において気体供給部 4 から気体 1 6 の供給を開始するタイミングの遅延時間が長いほど、S 1 5 0 1 で対象ショット領域 2 9 b を位置させる位置を、押し付け位置から離すようにするとよい。同様に、対象ショット領域 2 9 b を位置させる、押し付け位置とは異なる位置は、前のショット領域 2 9 a に行われたインプリント処理において前のショット領域上の硬化したインプリント材 1 1 から型 9 を引き離すのに要した時間に応じて変更してもよい。前のショット領域上の硬化したインプリント材 1 1 から型 9 を引き離すのに要した時間によって、型 9 と対象ショット領域 2 9 b との間における気体 1 6 の基準量からの不足分は異なる。例えば、前のショット領域上の硬化したインプリント材 1 1 から型 9 を引き離すのに要した時間が長いほど、型 9 と対象ショット領域 2 9 b との間から漏れ出す気体 1 6 の量が多くなるため、不足分が多くなる。従って、前のショット領域上の硬化したインプリント材 1 1 から型 9 を引き離すのに要した時間が長いほど、S 1 5 0 1 で対象ショット領域 2 9 b を位置させる位置を、押し付け位置から離すようにするとよい。このように、S 1 5 0 1 において、対象ショット領域 2 9 b を位置させる、押し付け位置とは異なる位置（第 2 位置）は、型 9 と対象ショット領域 2 9 b との間における気体 1 6 の基準量からの不足分に応じて決定される位置にする

10

【 0 0 6 4 】

また、第 2 気体供給動作は、図 6 (a)、図 6 (b) 及び図 7 を参照して説明した気体供給動作に限定されるものではなく、図 8 に示すような気体供給動作であってもよい。図 8 は、第 2 気体供給動作の別の例を説明するためのフローチャートである。

20

【 0 0 6 5 】

図 8 を参照するに、S 1 5 1 1 では、制御部 6 は、第 1 気体供給動作により対象ショット領域 2 9 b を押し付け位置に位置させた状態を維持しながら、気体供給部 4 からの気体 1 6 の供給を開始（再開）する。この際、制御部 6 は、気体供給部 4 から供給される気体 1 6 の供給量を増加させる。具体的には、第 2 気体供給動作において気体供給部 4 から供給される気体 1 6 の供給量を、第 1 気体供給動作において気体供給部 4 から供給される気体 1 6 の供給量よりも多くする。これにより、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 2 9 b との間の空間に供給される気体 1 6 の量が基準量に達し、かかる空間における気体 1 6 の濃度を十分に高い濃度にして維持することが可能となる。

30

【 0 0 6 6 】

なお、S 1 5 1 1 において、気体 1 6 を供給する気体供給部 4 の供給口は限定されるものではない。例えば、制御部 6 は、気体供給部 4 の供給口 1 7 a 乃至 1 7 d から任意の供給口を選択し、かかる任意の供給口から気体 1 6 を供給してもよいし、供給口 1 7 a 乃至 1 7 d の全てから気体 1 6 を供給してもよい。

【 0 0 6 7 】

また、図 8 に示す第 2 気体供給動作では、第 1 気体供給動作において気体供給部 4 からの気体 1 6 の供給を停止すること（図 7 の S 1 0 5 6 ）を想定しているが、第 1 気体供給動作において気体供給部 4 からの気体 1 6 の供給を停止しなくてもよい。

【 0 0 6 8 】

40

また、図 7 に示す第 2 気体供給動作と図 8 に示す第 2 気体供給動作とを組み合わせてもよい。具体的には、図 7 に示す第 2 気体供給動作において、気体供給部 4 から気体 1 6 の供給を開始（再開）する際に、気体 1 6 の供給量を、第 1 気体供給動作において気体供給部 4 から供給される気体 1 6 の供給量よりも多くしてもよい。

【 0 0 6 9 】

図 6 (a) 乃至図 8 を参照して説明した第 2 気体供給動作では、対象ショット領域を、かかる対象ショット領域の前にインプリント処理が行われた前のショット領域が存在するショット領域としている。但し、対象ショット領域は、基板 1 2 で最初にインプリント処理が行われる第 1 ショット領域であってもよい。

【 0 0 7 0 】

50

図 9 (a)、図 9 (b) 及び図 10 は、対象ショット領域 50 b を第 1 ショット領域とする場合の第 2 気体供給動作を説明するための図である。図 9 (a) 及び図 9 (b) は、第 2 気体供給動作における気体供給部 4 の気体供給動作及び基板保持部 5 の駆動動作を示す図である。図 9 (a) 及び図 9 (b) は、気体供給部 4、型 9 及び基板 12 を上方 (型保持部 3 の側) から示している。図 10 は、第 2 気体供給動作を説明するためのフローチャートである。

【 0071 】

対象ショット領域 50 b が第 1 ショット領域である場合、前のショット領域に対するインプリント処理が存在しない。従って、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 50 b との間の空間における気体 16 における気体 16 の濃度を十分に高い濃度にして維持することが難しい。そこで、本実施形態では、対象ショット領域 50 b が第 1 ショット領域である場合には、第 1 気体供給動作に加えて、第 2 気体供給動作を行う。なお、対象ショット領域 50 b の次にインプリント処理が行われるショット領域を次のショット領域 50 a とする。

10

【 0072 】

図 10 を参照するに、S 111 では、制御部 6 は、対象ショット領域 50 b が押し付け位置とは異なる位置 (第 2 位置) に位置するように、基板保持部 5 (基板 12) を駆動する。本実施形態では、次のショット領域 50 a が型 9 のパターン領域 9 a の下の押し付け位置に位置するように、基板保持部 5 を駆動する。従って、押し付け位置とは異なる位置とは、本実施形態では、次のショット領域 50 a が押し付け位置に位置している状態において対象ショット領域 50 b が位置する位置である。

20

【 0073 】

S 112 では、制御部 6 は、型 9 と基板 12 とが接触しない範囲で型 9 と基板 12 とを近づけるように、型保持部 3 (型 9) を Z 方向 (下方向) に駆動する。例えば、型 9 が基板 12 に接触する直前の位置に位置するように、型保持部 3 を駆動する。換言すれば、S 111 では、擬似的な押型工程を行う。

【 0074 】

S 113 では、制御部 6 は、型 9 と基板 12 とが接触しない範囲で近づけた型 9 と基板 12 とを遠ざけるように、型保持部 3 (型 9) を Z 方向 (上方向) に駆動する。例えば、型 9 が S 112 を行う前の位置に位置するように (元の位置に戻るように)、型保持部 3 を駆動する。換言すれば、S 113 では、擬似的な離型工程を行う。

30

【 0075 】

このように、擬似的な押型工程 (S 112) 及び擬似的な離型工程 (S 113) を行うことで、例えば、第 1 気体供給動作で供給され、型 9 の周囲に既に存在している気体 16 を型 9 の下に引き込むことができる。

【 0076 】

S 114 では、制御部 6 は、対象ショット領域 50 b が押し付け位置とは異なる位置に位置している状態において、気体供給部 4 からの気体 16 の供給を開始 (再開) する。具体的には、制御部 6 は、図 9 (b) に示すように、気体供給部 4 の供給口 17 a 乃至 17 d から、少なくとも、基板保持部 5 の駆動方向 34 に位置する供給口 17 a を選択し、供給口 17 a から気体 16 を供給する。

40

【 0077 】

S 115 では、制御部 6 は、対象ショット領域 50 b が型 9 のパターン領域 9 a に対向する押し付け位置に位置するように基板保持部 5 (基板 12) を駆動方向 34 に駆動する。これにより、気体 16 は、基板保持部 5 の駆動方向 34 の下流に引き込まれ、図 9 (b) に示すように、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 50 b との間の空間に供給される。

【 0078 】

S 116 では、制御部 6 は、対象ショット領域 50 b が押し付け位置に位置したら (基板保持部 5 の駆動を停止したら)、気体供給部 4 からの気体 16 の供給を停止する。

50

【 0 0 7 9 】

このように、対象ショット領域 5 0 b が第 1 ショット領域である場合には、第 1 気体供給動作と第 2 気体供給動作とを行う。これにより、型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 5 0 b との間の空間に供給される気体 1 6 の量が基準量に達し、かかる空間における気体 1 6 の濃度を十分に高い濃度にして維持することが可能となる。従って、インプリント装置 1 は、基板上に形成されるインプリント材 1 1 のパターンに発生する未充填欠陥を抑制しながら、優れた生産性を実現することができる。

【 0 0 8 0 】

また、S 1 1 1 において、対象ショット領域 5 0 b を位置させる、押し付け位置とは異なる位置（第 2 位置）は、型 9 と対象ショット領域 5 0 b との間における気体 1 6 の基準量からの不足分に応じた任意の位置にすればよい。例えば、対象ショット領域 5 0 b を位置させる、押し付け位置とは異なる位置は、次のショット領域 5 0 a の更に次のショット領域が押し付け位置に位置している状態において対象ショット領域 5 0 b が位置する位置であってもよい。

10

【 0 0 8 1 】

なお、対象ショット領域 5 0 b が第 1 ショット領域である場合、前のショット領域が存在しないため、前のショット領域上の硬化したインプリント材 1 1 から型 9 を引き離すのに要した時間も存在しない。従って、このような状態を、制御部 6 は、第 1 気体供給動作によって型 9 のパターン領域 9 a と対象ショット領域 5 0 b との間の空間に供給された気体 1 6 の量が基準量に達していないと推定されるエラーの発生として検知する。また、対象ショット領域 5 0 b が第 1 ショット領域である場合には、エラーの発生にかかわらず、第 1 気体供給動作と第 2 気体供給動作とを行うようにしてもよい。

20

【 0 0 8 2 】

また、インプリント装置 1 では、基板上の複数のショット領域に対してインプリント処理を連続的に行う際に、一般的に、各ショット領域に対して異物が存在しているかどうかを検出する。そして、基板上の複数のショット領域のうち、異物が存在するショット領域については、型 9（パターン領域 9 a）の破損を防止するために、基板上のインプリント材 1 1 と型 9 とを接触させずに、インプリント処理をスキップする（インプリント処理を行わない）。このようなインプリント処理をスキップするショット領域（以下、「スキップ領域」と称する）では、第 1 気体供給動作によって型 9 のパターン領域 9 a とスキップ領域との間の空間に供給される気体 1 6 の量（濃度）が不安定になる傾向がある。このため、スキップ領域に関しては、第 1 気体供給動作によって型 9 のパターン領域 9 a とスキップ領域との間の空間に供給された気体 1 6 の量が基準量に達していない可能性がある。この場合、スキップ領域の後にインプリント処理が行われるショット領域に影響を与えてしまう。従って、スキップ領域については、型 9 のパターン領域 9 a とスキップ領域との間の空間に供給された気体 1 6 の量が基準量に達していない（即ち、エラーが発生している）と推定することが好ましい。

30

【 0 0 8 3 】

そこで、制御部 6 は、対象ショット領域に異物が存在する場合に、かかる対象ショット領域をスキップ領域と判定して（即ち、対象ショット領域がインプリント処理をスキップするスキップ領域である場合には）、エラーの発生を検知する。従って、対象ショット領域がスキップ領域である場合には、第 1 気体供給動作と第 2 気体供給動作が行われる。これにより、型 9 のパターン領域 9 a とスキップ領域との間の空間に供給される気体 1 6 の量が安定して、例えば、基準量に達し、かかる空間における気体 1 6 の濃度を所期の濃度に維持することが可能となる。なお、基板上のショット領域に存在する異物の検出は、インプリント装置 1 に異物検査装置を設けて行ってもよいし、外部の異物検査装置を用いて行ってもよい。

40

【 0 0 8 4 】

図 1 2（a）、図 1 2（b）及び図 1 3 を参照して、対象ショット領域がスキップ領域である場合における第 2 気体供給動作について具体的に説明する。図 1 2（a）及び図 1

50

2 (b) は、第 2 気体供給動作における気体供給部 4 の気体供給動作及び基板保持部 5 の駆動動作を示す図である。図 1 2 (a) 及び図 1 2 (b) は、気体供給部 4、型 9 及び基板 1 2 を上方 (型保持部 3 の側) から示している。図 1 3 は、第 2 気体供給動作を説明するためのフローチャートである。

【 0 0 8 5 】

S 1 2 0 1 では、制御部 6 は、図 1 2 (a) に示すように、対象ショット領域 2 9 b であるスキップ領域が型 9 のパターン領域 9 a に対向する押し付け位置 (第 1 位置) に位置するように、基板保持部 5 (基板 1 2) を駆動方向 3 3 1 に駆動する。

【 0 0 8 6 】

S 1 2 0 2 では、制御部 6 は、型 9 と基板 1 2 とが接触しない範囲で型 9 と基板 1 2 とを近づけるように、型保持部 3 (型 9) を Z 方向 (下方向) に駆動する。例えば、型 9 が基板 1 2 に接触する直前の位置に位置するように、型保持部 3 を駆動する。換言すれば、S 1 2 0 2 では、擬似的な押型工程を行う。

【 0 0 8 7 】

S 1 2 0 3 では、制御部 6 は、型 9 と基板 1 2 とが接触しない範囲で近づけた型 9 と基板 1 2 とを遠ざけるように、型保持部 3 (型 9) を Z 方向 (上方向) に駆動する。例えば、型 9 が S 1 2 0 2 を行う前の位置に位置するように (元の位置に戻るように)、型保持部 3 を駆動する。換言すれば、S 1 2 0 3 では、擬似的な離型工程を行う。

【 0 0 8 8 】

S 1 2 0 4 では、制御部 6 は、対象ショット領域 2 9 b であるスキップ領域が押し付け位置に位置している状態において、気体供給部 4 からの気体 1 6 の供給を開始 (再開) する。具体的には、制御部 6 は、図 1 2 (b) に示すように、気体供給部 4 の供給口 1 7 a 乃至 1 7 d から、少なくとも、基板保持部 5 の駆動方向 3 3 1 に位置する供給口 1 7 b を選択し、供給口 1 7 b から気体 1 6 を供給する。

【 0 0 8 9 】

S 1 2 0 5 では、制御部 6 は、スキップ領域 (対象ショット領域 2 9 b) の次にインプリント処理を行うべき次の対象ショット領域 2 9 c が型 9 のパターン領域 9 a に対向する押し付け位置に位置するように、基板保持部 5 (基板 1 2) を駆動方向 3 3 1 に駆動する。これにより、気体 1 6 は、基板保持部 5 の駆動方向 3 3 1 の下流に引き込まれ、型 9 のパターン領域 9 a と次の対象ショット領域 2 9 c との間の空間に供給される (図 1 2 (b)) 。

【 0 0 9 0 】

このように、対象ショット領域がスキップ領域である場合には、第 1 気体供給動作と第 2 気体供給動作とを行うことで、型 9 のパターン領域 9 a とスキップ領域との間の空間に供給される気体 1 6 の量が安定して、例えば、基準量に達する。これにより、スキップ領域の後にインプリント処理が行われる次の対象ショット領域に対して、スキップ領域が与える影響を抑制 (防止) することができる。従って、インプリント装置 1 は、基板上に形成されるインプリント材 1 1 のパターンに発生する未充填欠陥を抑制しながら、優れた生産性を実現することができる。

【 0 0 9 1 】

なお、本実施形態では、インプリント処理をスキップするスキップ領域が単独で存在する場合を例に説明したが、実際には、スキップ領域が連続して存在する場合も考えられる。このような場合には、型 9 のパターン領域 9 a とスキップ領域との間の空間に供給される気体 1 6 の量 (濃度) を一定に維持することが可能なショット領域の位置から第 2 気体供給動作を行えばよい。

【 0 0 9 2 】

インプリント装置 1 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、型などである。電気回路素子としては、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、MRAMなどの揮発性又は不揮発性

10

20

30

40

50

の半導体メモリや、LSI、CCD、イメージセンサ、FPGAなどの半導体素子などが挙げられる。型としては、インプリント用のモールドなどが挙げられる。

【0093】

硬化物のパターンは、上述の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などが行われた後、レジストマスクは除去される。

【0094】

次に、物品の具体的な製造方法について説明する。図11(a)に示すように、絶縁体などの被加工材が表面に形成されたシリコンウエハなどの基板を用意し、続いて、インクジェット法などにより、被加工材の表面にインプリント材を付与する。ここでは、複数の液滴状になったインプリント材が基板上に付与された様子を示している。

【0095】

図11(b)に示すように、インプリント用の型を、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に向け、対向させる。図11(c)に示すように、インプリント材が付与された基板と型とを接触させ、圧力を加える。インプリント材は、型と被加工材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を介して照射すると、インプリント材は硬化する。

【0096】

図11(d)に示すように、インプリント材を硬化させた後、型と基板を引き離すと、基板上にインプリント材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、インプリント材に型の凹凸のパターンが転写されたことになる。

【0097】

図11(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、被加工材の表面のうち、硬化物がない、或いは、薄く残存した部分が除去され、溝となる。図11(f)に示すように、硬化物のパターンを除去すると、被加工材の表面に溝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、半導体素子などに含まれる層間絶縁用の膜、即ち、物品の構成部材として利用してもよい。

【0098】

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】

【0099】

1：インプリント装置 3：型保持部 4：気体供給部 5：基板保持部 6：制御部
9：型 12：基板

10

20

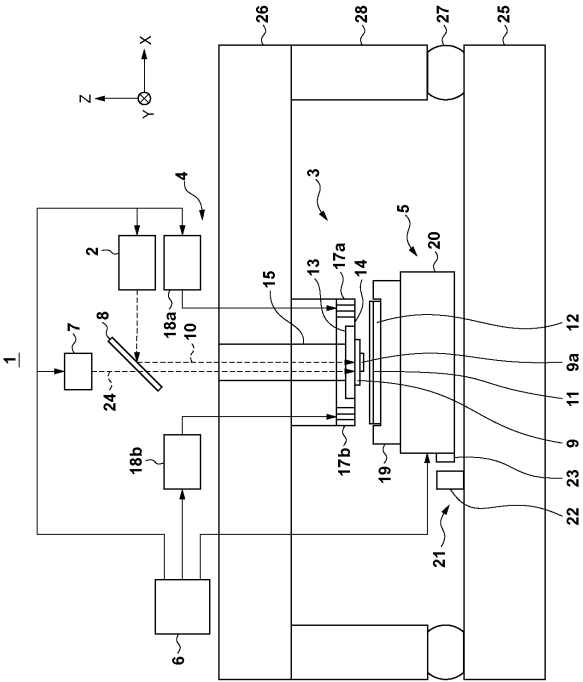
30

40

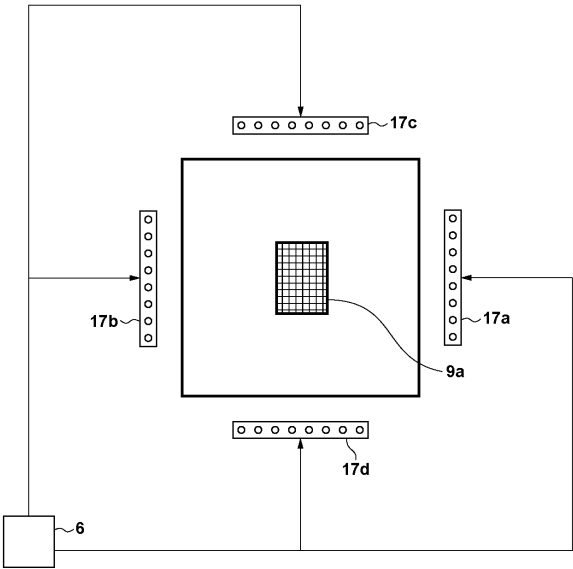
50

【図面】

【図 1】



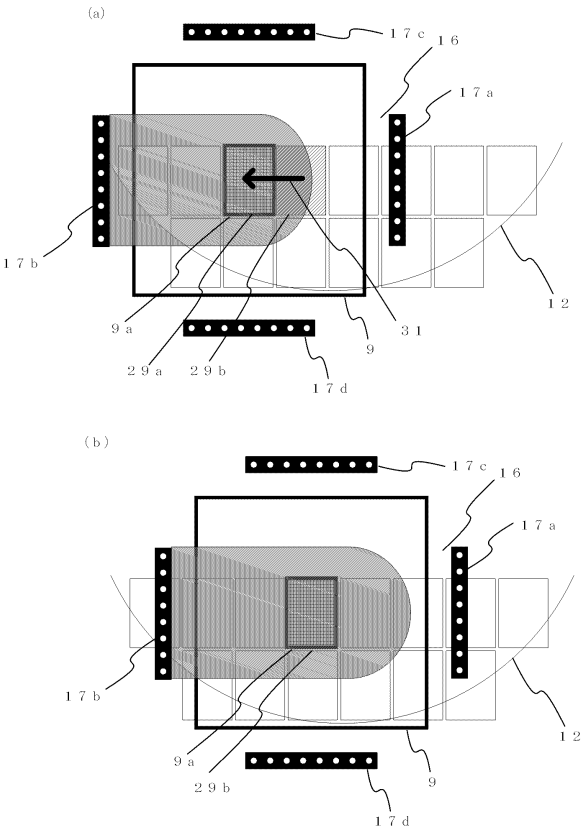
【図 2】



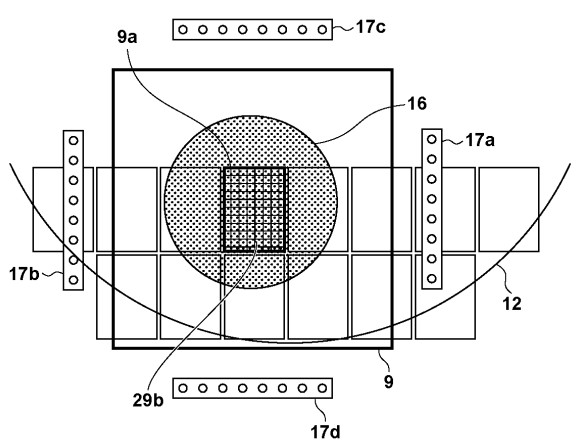
10

20

【図 3】



【図 4】

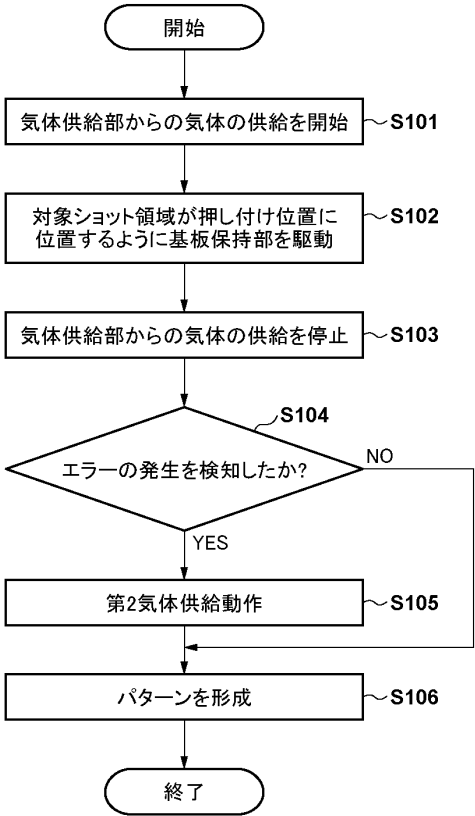


30

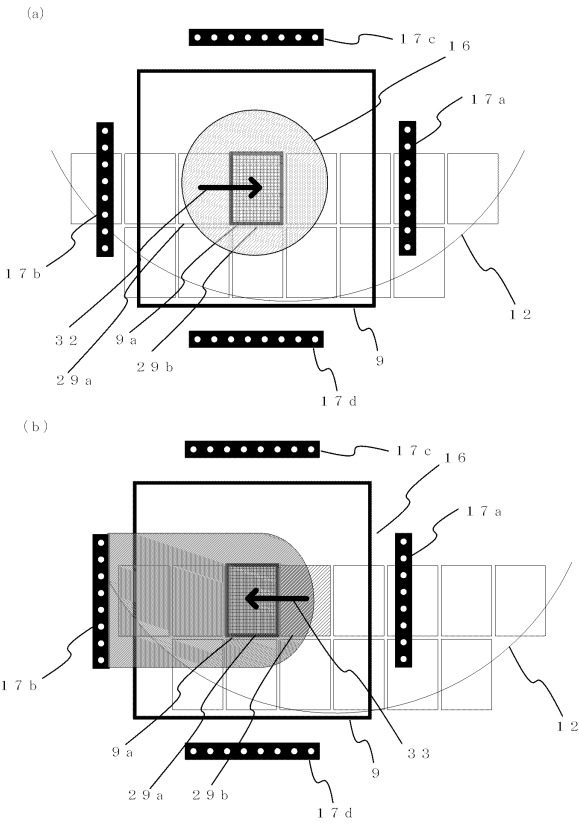
40

50

【図 5】



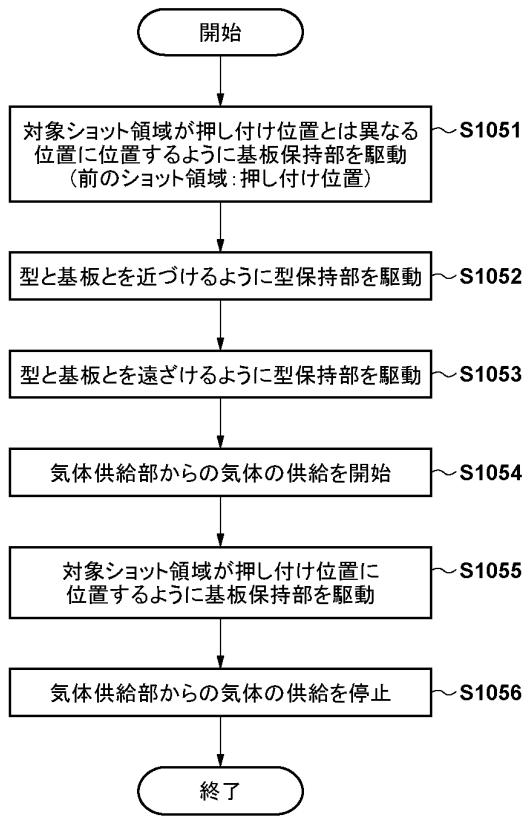
【図 6】



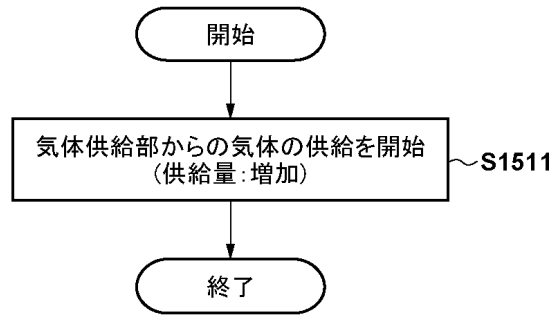
10

20

【図 7】



【図 8】

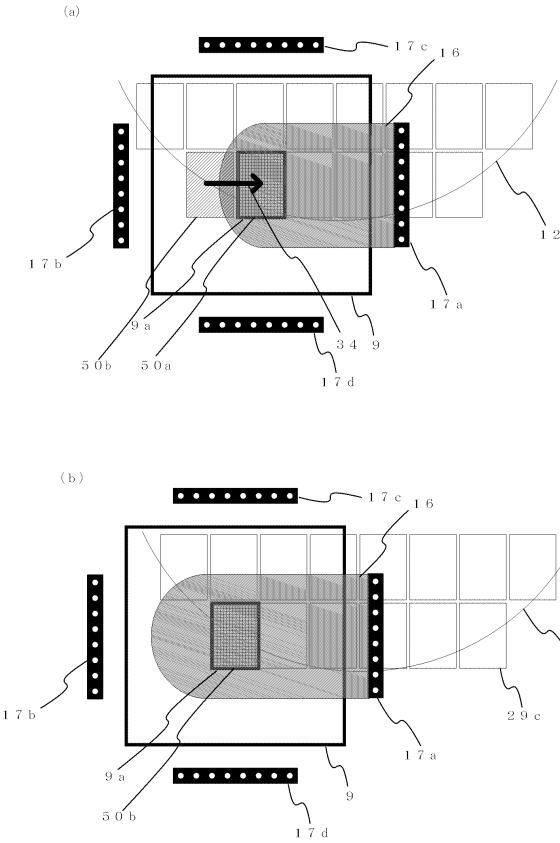


30

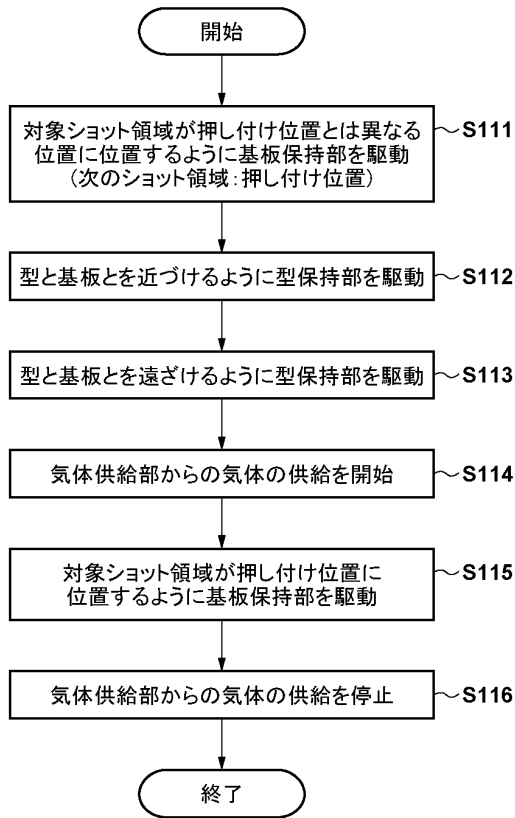
40

50

【図 9】



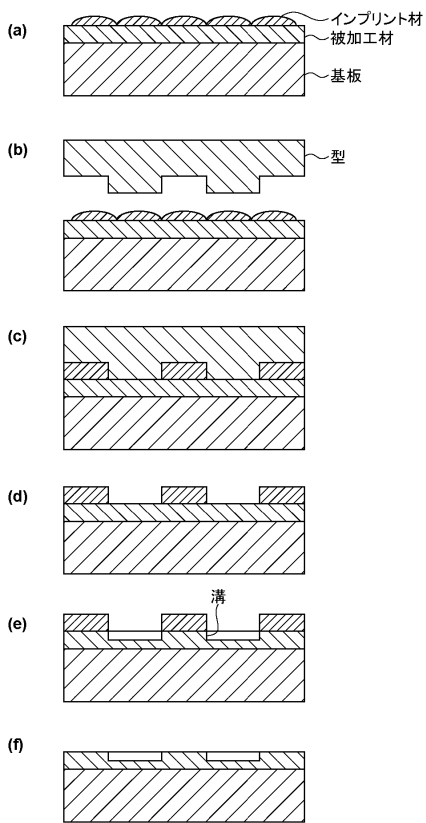
【図 10】



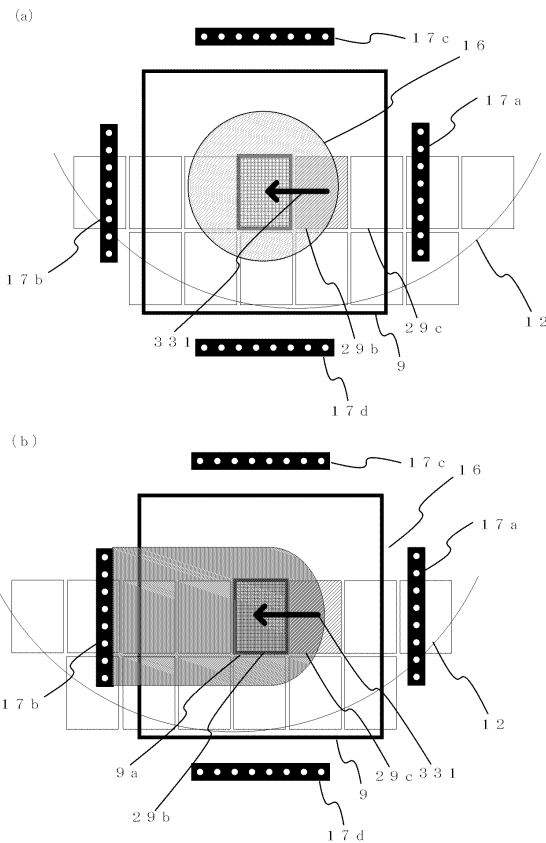
10

20

【図 11】



【図 12】

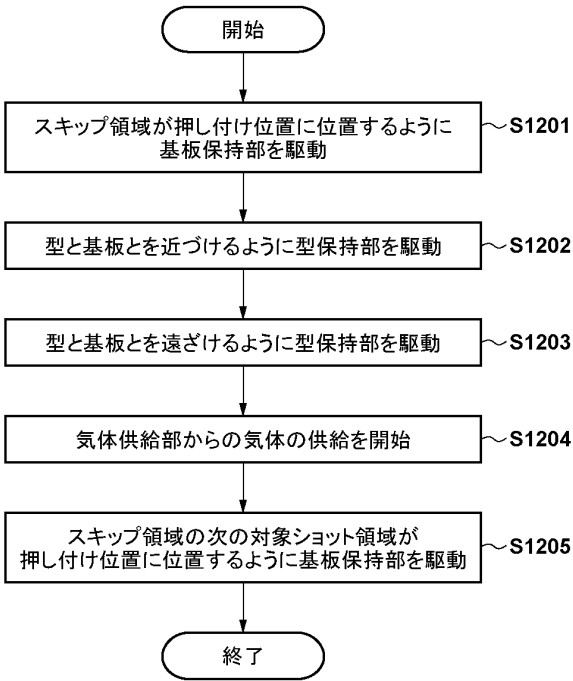


30

40

50

【図 13】



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 9 - 0 6 1 9 7 7 (J P , A)
 特開 2 0 1 9 - 1 8 6 4 7 7 (J P , A)
 特開 2 0 1 6 - 2 0 1 5 2 2 (J P , A)
 特開 2 0 2 0 - 1 3 6 3 4 6 (J P , A)
 特開 2 0 1 9 - 5 4 2 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
 B 2 9 C 5 9 / 0 2