

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7699993号
(P7699993)

(45)発行日 令和7年6月30日(2025.6.30)

(24)登録日 令和7年6月20日(2025.6.20)

(51)国際特許分類

H 0 1 L	21/027 (2006.01)	H 0 1 L	21/30	5 0 2 D
B 4 1 J	2/01 (2006.01)	B 4 1 J	2/01	4 5 1
B 2 9 C	59/02 (2006.01)	B 4 1 J	2/01	2 0 3
		B 4 1 J	2/01	1 2 9
		B 2 9 C	59/02	Z

請求項の数 11 (全14頁)

(21)出願番号 特願2021-125344(P2021-125344)
 (22)出願日 令和3年7月30日(2021.7.30)
 (65)公開番号 特開2023-20142(P2023-20142A)
 (43)公開日 令和5年2月9日(2023.2.9)
 審査請求日 令和6年1月26日(2024.1.26)

(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
 100223941
 弁理士 高橋 佳子
 100159695
 弁理士 中辻 七朗
 100172476
 弁理士 富田 一史
 100126974
 弁理士 大朋 靖尚
 伊藤 公聖
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液体吐出装置、液体吐出方法、成形装置及び物品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板を保持して移動する基板ステージと、
 液体を吐出する吐出部と、
 前記吐出部を制御する制御部と、
 前記基板ステージの位置を取得する位置取得部と、を有し、
 前記制御部は、前記位置取得部で取得される前記基板ステージの位置と、前記基板ステージの目標位置との差を近似した近似式に基づいて、前記吐出部からの液体の吐出タイミングを制御することを特徴とする液体吐出装置。

【請求項2】

前記差とは、前記基板ステージの移動方向におけるずれ量であることを特徴とする請求項1に記載の液体吐出装置。

【請求項3】

前記吐出部と前記基板ステージの上の基板との距離を取得する距離取得部をさらに有しており、

前記制御部は、前記位置取得部で前記基板ステージを移動させながら所定のタイミングであらかじめ取得された位置と、当該位置と同じタイミングに前記距離取得部で取得された距離とに基づいて、前記吐出部からの吐出タイミングを制御することを特徴とする請求項1または2に記載の液体吐出装置。

【請求項4】

前記位置取得部は撮像部であり、

前記位置は、前記基板ステージを一定の目標速度で移動させながら前記基板ステージの上の基板に前記吐出部から液体を吐出させ、さらに、前記基板の上の液滴の画像を前記撮像部で撮像した画像から取得されることを特徴とする請求項1に記載の液体吐出装置。

【請求項5】

前記制御部は、前記位置に基づいて定まる吐出タイミングで吐出するための情報を記憶しておき、当該記憶された情報をもとに前記吐出部からの吐出タイミングを制御することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の液体吐出装置。

【請求項6】

前記基板ステージに保持される基板には、複数のショット領域が設けられており、

前記制御部は、ショット領域ごとに求まる前記差に基づいて、各ショット領域の吐出タイミングの制御を行うことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の液体吐出装置。

【請求項7】

基板を保持する基板ステージと、

液体を吐出する吐出部と、

前記吐出部を制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、前記基板ステージと前記吐出部との相対位置から減衰振動に近似することで得られる近似式に基づいて、前記吐出部からの液体の吐出タイミングを制御することを特徴とする液体吐出装置。

10

【請求項8】

請求項1乃至7のいずれか1項に記載の液体吐出装置と、

型を保持する型保持部と、

硬化性組成物を硬化させる硬化部と、を有する成膜装置であって、

前記吐出部から吐出される液体は硬化性組成物であり、

前記制御部は、前記基板と前記型とが前記硬化性組成物を介して接触している状態で前記硬化部により前記硬化性組成物を硬化させることを特徴とする成膜装置。

20

【請求項9】

請求項8に記載の成膜装置を用いて基板の上に膜を形成する工程と、

前記工程で形成された前記基板を加工する工程と、

加工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の製造方法。

30

【請求項10】

基板を保持した基板ステージの位置を取得する位置取得工程と、

前記位置取得工程で取得された前記基板ステージの位置と、前記基板ステージの目標位置との差を近似した近似式に基づいて、吐出部からの液体の吐出タイミングを制御する制御工程と、を有する液体吐出方法。

【請求項11】

基板を保持した基板ステージと液体を吐出する吐出部との相対位置を取得する位置取得工程と、

前記位置取得工程で取得された前記相対位置から減衰振動に近似することで得られる近似式に基づいて、前記吐出部からの液体の吐出タイミングを制御する制御工程と、を有する液体吐出方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体吐出装置、液体吐出方法、成形装置及び物品の製造方法に関するものである。

【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

50

術に加えて、基板上に数ナノメートルオーダーの微細なパターン（構造体）を形成することができる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、基板上に未硬化のインプリント材を供給し、かかるインプリント材とモールド（型）とを接触させて（押印工程）、モールドに形成された微細な凹凸パターンに対応する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。

【0003】

このようなインプリント材の基板上への供給工程では、ノズル（吐出口）から液滴状のインプリント材を、インクジェット方式を用いて供給する吐出装置を用いることができる。具体的には、ディスペンサの吐出口面に基板上のショット領域が対向するように、基板ステージを往復駆動させながら行われ、吐出口からインプリント材（液体）を吐出して基板上に液滴を配置している。

10

【0004】

基板上に正確な凹凸パターンを形成するためには、インプリント材の液滴を所望の位置に着弾させることが必要である。具体的には、ショット領域内に着弾する各液滴の着弾誤差を、 $1 \mu\text{m} \sim \text{数 } \mu\text{m}$ 以内に收めが必要とされている。インプリント材の着弾誤差が許容値を超えて着弾した状態でインプリント処理が行われた場合、押印工程でインプリント材がモールドの領域外にはみ出てしまい、はみ出したインプリント材が異物としてトラブルを生じさせる要因となることが懸念される。あるいは、押印工程でインプリント領域全面にインプリント材が行き渡らず、未充填欠陥が発生する可能性も考えられる。

【0005】

特許文献1には、吐出部（ディスペンサ）の位置や姿勢に応じて、インプリント材の吐出タイミングを調整することにより、基板上でのインプリント材の供給位置のずれを補正する方法が提案されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特許第5563319号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、インプリント装置のスループット向上のためには、基板ステージの駆動は一層の高速度・高加速度で行うことが要求されている。このような高速度・高加速度で基板ステージを駆動すると、インプリント装置構造体が振動し、この振動がディスペンス時に影響してインプリント材の吐出口と基板との位置ずれを生じる要因となることが分かってきている。

30

【0008】

しかしながら、特許文献1に開示の方法では、吐出部（ディスペンサ）の位置や姿勢に応じた吐出タイミングの補正はできるが、上述のような振動は補正できない。

【0009】

そこで、本発明は、上記課題を鑑みてなされたものであり、基板ステージと吐出部との間の相対移動を高速度・高加速度で駆動させた状態で液体の吐出動作を行ったとしても、所望の位置に液滴を着弾させることができる構成を提供することを目的としている。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するために、本発明の液体吐出装置は、基板を保持して移動する基板ステージと、液体を吐出する吐出部と、前記吐出部を制御する制御部と、前記基板ステージの位置を取得する位置取得部と、を有し、前記制御部は、前記位置取得部で取得される前記基板ステージの位置と、前記基板ステージの目標位置との差を近似した近似式に基づいて、前記吐出部からの液体の吐出タイミングを制御することを特徴とする。

【発明の効果】

50

【0011】

本発明によれば、基板ステージと吐出部との間の相対移動を高速度・高加速度で駆動させた状態で基板に液体の吐出動作を行ったとしても、所望の位置に液滴を着弾させることができる構成を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明にかかるインプリント装置の構成を示す概略図である。

【図2】インプリント装置におけるインプリント処理及び物品の製造方法を説明する図である。

【図3】基板の複数のショット領域について説明する図である。

10

【図4】(a) 基板のショット領域にインプリント材の液滴が着弾状態を示す図である。

(b) 基板ステージの位置ずれ量を示す模式図である。

【図5】第1の実施形態の吐出タイミングの補正方法を説明するフローチャートである。

【図6】第2の実施形態の吐出タイミングの補正方法を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、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。

【0014】

<第1の実施形態>

20

本実施形態では成形装置の一例としてインプリント装置を用いて説明する。本実施形態に係るインプリント装置は、未硬化の液体インプリント材(液体)やインクを基板上に吐出(供給)し、基板上にパターンを形成(転写)するリソグラフィ装置である。なお、本発明の液体吐出装置は、インプリント装置に限定されず、半導体デバイスや液晶表示デバイス等の製造装置のような産業機器や、プリンター等のコンシューマー製品も含め、液滴を吐出する機構を持つ装置に広く適用可能である。

【0015】

図1は、本実施形態に係る液体吐出装置を備えたインプリント装置100の構成を示す概略図である。インプリント装置100は、物品としての半導体デバイスなどの製造に用いられ、基板4上(物体上)に塗布された未硬化の硬化性組成物すなわちインプリント材8とモールド1とを接触させて成形し、基板4上にインプリント材8のパターンを形成する。なお、インプリント装置100は、一例として、紫外光の照射によってインプリント材8を硬化させる光硬化法を採用するものとする。また、以下の図において、上下方向(鉛直方向)にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内に互いに直交するX軸およびY軸を取っている。インプリント装置100は、光照射部7と、モールド保持機構2と、基板ステージ6と、ディスペンサ11と、制御部20とを備える。また、図1には不図示の、基板4を基板ステージ6に搬送する搬送機構を有する。

30

【0016】

さらに、インプリント装置100は、ディスペンサ11に設けられたディスペンサ11と基板4との間の距離を測定可能な距離センサ14と、ステージの絶対位置を測定する位置センサ13を有している。位置センサ13には、エンコーダを用いることができる。

40

【0017】

光照射部7は、不図示の光源から発せられた光を、インプリント材8を硬化させるに適切な光(紫外光9)に調整し、モールド1を通過しインプリント材8に照射する硬化部である。ここで、光源としては、例えばi線、g線を発生する水銀ランプとし得る。ただし、光源は、紫外線に限らず、モールド1を透過し、かつ、インプリント材8が硬化する波長の光を発するものであればよい。なお、熱硬化法を採用する場合には、硬化手段として、光照射部7に換えて、例えば基板ステージ6の近傍に硬化性組成物を硬化させるための加熱手段を設置すればよい。

【0018】

50

モールド(型)1は矩形で、基板4と対向する面の中央部に3次元状に形成された微細な凹凸パターンを有する。モールド1の材質は、石英等、紫外線を透過させることが可能な材料である。

【0019】

モールド保持機構(型保持部)2は、構造体3に支持され、不図示であるが、モールド1を保持するモールドチャックと、モールドチャックを支持し移動させるモールド駆動機構とを含む。モールドチャックは、モールド1における紫外光9の照射面の外周領域を真空吸着力や静電力により引き付けることでモールド1を保持する。モールド駆動機構は、モールド1と基板4上のインプリント材8とを接触させたり、引き離したりするために、モールド1(モールドチャック)をZ軸方向に移動させる。なお、インプリント処理の際の接触および引き離し動作は、基板ステージ6を駆動させて基板4をZ軸方向に移動させることで実現してもよく、モールド1と基板4との双方を相対的に移動させてもよい。

10

【0020】

基板4は、例えば単結晶シリコンからなる被処理基板(物体)である。なお、半導体デバイス以外の物品の製造用途であれば、基板の材質として、例えば、光学素子であれば石英等の光学ガラス、発光素子であればGaNやSiCなどを採用し得る。

【0021】

基板ステージ(基板保持部)6は、基板4を保持して、ステージ定盤5上をXY平面内で移動可能で、モールド1と基板4上のインプリント材8との接触に際し、モールド1と基板4との位置合わせを実施する。

20

【0022】

撮像部10は、モールドチャックに保持されたモールド1のパターン領域を視野に含むように構成(配置)され、モールド1及び基板4の少なくとも一方を撮像して画像を取得する。撮像部10は、インプリント処理において、モールド1と基板4上のインプリント材との接触状態を観察するカメラ(スプレッドカメラ)として用いることができる。

【0023】

ディスペンサ11は、基板4上に予め設定されているショット領域(パターン形成領域)上に、所望の塗布パターンで未硬化のインプリント材8を塗布する(インプリント材8の液滴を吐出する)。具体的にはディスペンサ11は、未硬化状態のインプリント材8を滴状に吐出して基板1上に付与する複数のノズル31が設けられている。各ノズル31には、インクが存在する領域を形成する部分と、領域内のインクを開口部(吐出口)から吐出させる吐出エネルギーを発生させる吐出エネルギー発生素子とが設けられている。この吐出エネルギー発生素子が夫々駆動制御されることにより、各ノズルから液滴が吐出されることになる。

30

【0024】

インプリント材8は、モールド1と基板4との間に充填される際には流動性を持ち、成形後には形状を維持する固体であることが求められる。特に本実施形態では、インプリント材8は、紫外光9を受光することにより硬化する性質を有する紫外線硬化樹脂(光硬化性樹脂)であるが、物品の製造工程などの各種条件によっては、光硬化樹脂に換えて熱硬化樹脂や熱可塑樹脂等が用いられ得る。

40

【0025】

制御部(制御手段)20は、インプリント装置100の各構成要素の動作および補正などを制御し得る。制御部20は、例えば、CPU、ROM、およびRAMなどを含むコンピュータなどで構成され、CPUによって種々の演算処理が行われる。制御部20は、インプリント装置100の各構成要素に回線を介して接続され、ROMに格納されたプログラムなどに従って各構成要素の制御を実行する。

【0026】

なお、制御部20は、インプリント装置100の他の部分と一体で構成してもよいし、インプリント装置100の他の部分とは別体で構成してもよい。また、1台のコンピュータではなく複数台のコンピュータ、およびASICなどを含む構成としてもよい。

50

【0027】

(インプリント処理)

次に、図2を参照しながら、インプリント装置100によって基板にパターンを形成し、該パターンが形成された基板を処理するインプリント処理と、該処理が行われた基板から物品を製造する物品製造について説明する。

【0028】

まず図2(a)に示すように、絶縁体等の被加工材2zが表面に形成されたシリコンウエハ等の基板1zを用意し、続いて、被加工材2zの表面にインプリント材3zを吐出する。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。

10

【0029】

このとき制御部20は、不図示の基板搬送機構を制御して基板ステージ6上に基板4を載置および固定させた後、基板ステージ6をディスペンサ11の塗布位置へと移動させる。次に、制御部20は、ディスペンサ11のノズル31および基板ステージ6を制御し、基板ステージ6を移動させながら、基板4に対して所定量のインプリント材8の液滴を吐出する吐出工程(塗布工程)を実行させる。

【0030】

次に、図2(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に向か、対向させる。このとき制御部20は、基板4のインプリント材8の液滴が塗布された部分が、モールド1の凹凸パターンに対向する位置となるように移動させる。

20

【0031】

次に、図2(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を介して照射すると、インプリント材3zは硬化する。

【0032】

このとき制御部20は押し付け工程として、モールド駆動機構を駆動させ、基板4上のインプリント材8にモールド1を近接した状態とする。この状態で、不図示のアライメントスコープは、モールド1上のアライメントマークと基板4上のアライメントマークとを検出し、検出結果に基づいて基板ステージ6が移動することで重ね合わせ、両者の相対位置の調整を行う。さらに、制御部20はモールド駆動機構を駆動させて、モールド1と基板4との間隔を狭めるように移動させ、基板4上のインプリント材8とモールド1の凹凸パターンとを接触させる(接触工程)。これにより、インプリント材8はモールド1のパターンの凹凸部に密接する。さらに制御部20は、硬化処理工程として光照射部7を駆動する。光照射部7から発せられた紫外線は、光学素子等を透過してモールド1の上面に照射される。モールド1に照射された紫外線は、光透過性のモールド1を透過してインプリント材8に照射される。これによりインプリント材8は硬化する(硬化工程)。

30

【0033】

次に、図2(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(離型工程)。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、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。

40

【0034】

このとき制御部20は、モールド駆動機構を駆動させてモールドチャックを上昇させ、モールド1を硬化したインプリント材8から引き離す離間工程を実施する。以上の処理により、インプリント装置におけるインプリント処理が完了する。インプリント処理が完了した基板4は不図示の搬送機構により基板ステージ6より搬出される。

【0035】

50

インプリント処理が完了した基板4は、図2(e)に示すように、硬化物のパターンを耐エッティングマスクとしてエッティングを行うと、被加工材2zの表面のうち、硬化物が無いか或いは薄く残存した部分が除去され、溝5zとなる。図2(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。

【0036】

そして物品の製造方法には、基板に供給(塗布)されたインプリント材に上記のインプリント装置(インプリント方法)を用いてパターンを形成する工程と、かかる工程でパターンを形成された基板を加工する工程も含まれる。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程(酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッティング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等)を含む。

10

【0037】

次に、本実施形態における塗布工程についてさらに詳細に説明する。図3に示す通り、基板4上には予め定められた位置に複数の長方形状のショット領域21が設定される。インプリント装置100では、これらのショット領域21に対して、塗布工程、および、接触工程、硬化工程、離型工程が順次行われる。全てのショット領域に対してこれらの工程を繰り返し行うことで、基板4の全インプリント処理が完了する。

【0038】

塗布工程においては、ノズル31に対向する位置に、処理対象のショット領域21が位置するように基板ステージ6を駆動し、同時にノズル31からインプリント材8を吐出することで所望のショット領域21にインプリント材を塗布することができる。

20

【0039】

図4(a)に、ショット領域21上にインプリント材8の液滴が吐出された状態を示す。図4(a)の例では、Y方向に列状に14個のノズルを持つディスペンサ11を用いて、基板ステージ6を-X方向に駆動しながらインプリント材8を所定の時間間隔で10回($n = 10$)吐出した簡易的な状態を示す。すなわち1、2、3…nの液滴が基板上へと吐出された状態を示している。

【0040】

実際のインプリント装置100においては、例えば、列状に数百個のノズルを持つディスペンサ11を用いて、基板ステージ6を往復駆動しながらインプリント材8を数百回吐出する。すなわち、ショット領域内にはX方向、Y方向それぞれに数百個×数百個とする配列状のインプリント材8が塗布される。

30

【0041】

ショット領域21上に正確なパターンを形成するためには、ショット領域内のそれぞれのインプリント材8の着弾誤差は、 $1 \mu m \sim 数 \mu m$ 以内に収めが必要とされる。着弾誤差がこのような許容範囲より大きかった場合、押印時にインプリント材8が型1の外にはみ出して異物が発生する可能性や、ショット領域全面にインプリント材8が行き渡らず、未充填欠陥が発生する可能性が生じることになる。

【0042】

一方で基板ステージ6の駆動は、装置スループット向上のため、高速度・高加速度で行われる。このような高速度・高加速度で基板ステージ6が移動されると、ディスペンサ11を含む装置構造体が振動し、ディスペンサ11の吐出部と基板のショット領域21との位置のずれが生じてしまうことになる。

40

【0043】

特に基板ステージ6をX軸方向(移動方向)に駆動した場合、X軸方向の装置構造体の振動が大きく発生することが知られている。このような状態でディスペンサ11からインプリント材8の液滴を吐出すると、基板ステージ6が目標位置とずれが生じている状態でインプリント材の吐出が行われることになる。そのため、各液滴1、2、3、…、nにおいて、X軸方向の着弾誤差が発生することになる。

50

【 0 0 4 4 】

そのため、上述のような液滴の着弾位置ずれによる異物の発生や、未充填欠陥の発生を防止するためには、このような着弾目標位置からのずれが低減されるように制御することが求められる。本実施形態においては、所定のタイミングにおける基板ステージの位置ずれ量を予め求めておき、その結果に基づいてインプリント処理時の吐出タイミングの制御を行うことで着弾位置の補正を行う。

【 0 0 4 5 】

図5のフローチャートを用いて、このような着弾位置を補正するために行われる処理について説明を行う。このような着弾位置を補正するための処理は、実際のインプリント処理を行うのとは別のタイミングにおいて行うことができる。図5のフローチャートに示す処理は、制御部20が、インプリント装置100の各構成要素を制御することにより実現される。

10

【 0 0 4 6 】

ステップS501では、制御部20は、インプリント処理時と同様に、基板ステージ6上の基板のショット領域がディスペンサ11のノズル31直下となるように、基板ステージ6を駆動制御する。そして基板ステージ6を一定の目標速度で移動させながら、吐出タイミングに相当する一定間隔の所定タイミングにおける基板ステージ6の位置情報を位置センサ13で取得する。このときディスペンサ11からは実際にインプリント材8を吐出しなくてよい。

【 0 0 4 7 】

ステップS502では、制御部20は、S501で取得した基板ステージ6の位置と、所定のタイミングにおける基板ステージ6の目標位置との差（位置ずれ量）をそれぞれ求める。この位置ずれ量をプロットしたものが図4（b）の図である。このように基板ステージ6を一定の目標速度となるように移動制御したとしても、基板ステージ6の加減速による振動により基板ステージが目標位置からずれていることがわかる。このような基板ステージが位置ずれしている状態で、ディスペンサ11から液滴を吐出すると、図4（b）に示すステージずれ量とほぼ同じ着弾位置ずれ量が生じることがわかっている。そのため、同じタイミングでの基板ステージ6の位置センサ13から求まるずれ量相当、吐出タイミングをずらすことで所望の着弾位置に着弾させることができる。

20

【 0 0 4 8 】

すなわち、ステップS503では、制御部は、ステップS502で求めた基板ステージ駆動中の各タイミングにおける位置ずれ量を用いて、ディスペンス移動中の各吐出タイミングにおける補正量を算出する。そして、このような補正量を、吐出タイミングの補正情報として記憶手段などに記憶しておく。なお、吐出タイミングの補正值の算出は、インプリント処理のタイミングで毎回行ってもよいが、取得に時間がかかるため、ウェハ交換毎、基板ステージ交換、ディスペンス交換時、もしくはメンテナンス時に行なうことが好ましい。

30

【 0 0 4 9 】

そして、インプリント処理の吐出工程の際に、記憶手段に記憶された補正量等の情報を参照し、補正された所望の吐出タイミングで吐出動作が行われるように制御することで、液滴の着弾位置を最適な位置となるように補正することができる。すなわち基板4上への良好なパターン形成が阻害されることを抑制、防止することができる。

40

【 0 0 5 0 】

吐出タイミングの補正は、補正前の吐出のターゲットとなる座標を書き換えてよいし、吐出タイミングを司る制御部20動作クロックの周波数をずれ量に応じて変化させることで実現してもよい。また、基板4上の複数ショットに吐出する場合、基板ステージ6とディスペンサ11との相対移動の条件が異なるため、補正すべき値に差が出ることが考えられる。そのため、全ショット位置に対して補正すべき値を計測・保持しておき、実際に吐出を行う際は該当ショット位置の補正值を読み込んで吐出タイミングを変更する方法が考えられる。また、インプリント条件に応じて、基板4上に吐出されるインプリント材8

50

の配列は変更されうるため、吐出タイミングの補正值は、基板4上に配列されるインプリント材の最小グリッドの最低でも1/10以下の細かさで取得されることが望ましい。

【0051】

なお、基板ステージ6の駆動中の各タイミングにおける位置ずれ量は、位置センサ13で取得しなくともよく、撮像部10等を用いて取得してもよい。具体的には、一定の目標速度で基板ステージ6を移動しながら一定の時間間隔で吐出されたインプリント材8により形成される液滴を画像情報として取得し、取得した画像を画像処理することによって求まる基板上の液滴の着弾位置を取得する。これにより、基板ステージ駆動中の各タイミングにおける基板ステージの位置、そして着弾目標位置からの位置ずれ量を求めることができる。また、着弾目標位置からのずれ量は、基板4に予め半導体プロセスにより作り込んだマークとの位置関係を複数点計測することによって、求めてよい。

10

【0052】

また本実施形態では基板ステージを移動させてディスペンスする例を用いて説明したが、位置センサが設けられたディスペンサ11を駆動して基板ステージ上の基板上にインプリント材を塗布するようにしてもよい。その際に位置取得部として機能する位置センサはディスペンサの位置を一定の時間間隔で取得しその位置から位置ずれ量を求める。すなわち、基板ステージ上の基板とディスペンサとが相対的に移動可能であればよく、位置取得部は当該移動対象物の位置を取得する。

【0053】

第1の実施形態の変形例

20

第1の実施形態では位置センサ13で求まる位置ずれ量で吐出タイミングを調整したが、さらに厳密に調整するために、位置センサ13の値に加えディスペンサ11と相対移動中の基板4との間の距離を距離センサ14(距離取得部)の値を用いて調整してもよい。距離センサ14は図1に示すようにディスペンサ11に搭載することが所望の距離を測定することができるが、ディスペンサ11に搭載することが困難な場合、ディスペンサ11を保持するディスペンサ保持部12に搭載してもよい。なお、ここでは第1の実施形態と異なる部分を中心に説明し、同様な部分については説明を省略する。

【0054】

本変形例では、図5のステップS501のタイミングに、位置センサ13でステージ位置を計測するとともに、位置センサ13で計測するのと同じタイミングに距離センサ14でディスペンサ11と基板4との間の距離を計測する。

30

【0055】

そしてステップS502のタイミングで、相対移動中の距離センサ14および位置センサ13の計測値をもとに、基板4上のインプリント材の配置に現れるずれ量を算出する。このようなずれ量の算出について具体的に説明する。距離センサ14に現れる変位量は、吐出されたインプリント材8が基板に着弾するまでの時間に影響する。

【0056】

そのため、

基板ステージ6の移動速度を $V_{stage} [m/sec]$

吐出されたインプリント材8の速度を $V_{drop} [m/sec]$

吐出中のあるタイミングでの距離センサ14の値と静止中の距離センサ14の値の差が $Z_{error} [\mu m]$

40

とすると、着弾位置における変化量 $X [\mu m]$ は、

$$X [\mu m] = Z_{error} [\mu m] \times V_{stage} [m/sec] / V_{drop} [m/sec] \quad \dots \text{式(1)}$$

として算出することができる。

【0057】

ステップS503では、制御部は、基板ステージ駆動中の各タイミングにおける変化量 X を用いて、ディスペンス移動中の吐出タイミングごとのタイミング補正量を算出する。そして、このような補正量を、吐出タイミングで吐出するための情報として記憶手段など

50

に記憶しておく。

【0058】

そして、インプリント処理の吐出工程の際に、記憶手段に記憶された補正量等の情報を参照し、補正された所望の吐出タイミングで吐出動作が行われるように制御することで、液滴の着弾位置を最適な位置となるように補正することができる。すなわち基板4上への良好なパターン形成が阻害されることを抑制、防止することができる。

【0059】

<第2の実施形態>

第1の実施形態では、吐出タイミングを補正した場合には、当該位置でステージ位置を計測しておくことが必要であったが、本実施形態においては、ステージ位置を計測した位置以外でも吐出タイミングを補正することができる形態について説明する。なお、ここでは第1の実施形態と異なる部分を中心に説明し、同様な部分については説明を省略する。

10

【0060】

基板ステージ6は、インプリント材8の配列誤差を低減するために、ディスペンス中の速度は一定であることが望ましい。しかし、スループット向上のため、ディスペンス以外の領域では、ディスペンス時よりも高速での移動し、ディスペンスを減速直後に行うことによって生産性が上げられる。また、往復でディスペンスする際は、無駄なステージの走りをなくすために、折り返し後に加速し、目標速度になったところでディスペンスを開始するようにするため、加速直後にディスペンスすることになる。

20

【0061】

このように、減速直後または加速直後の基板ステージ6の目標位置からの位置ずれ量は、基板ステージ6の変形によるものが支配的であり、この位置ずれ量の変化は図4(b)からもわかるように減衰振動成分を持つ。また、この減衰振動は、基板上のショット位置に応じて異なるが、ステージの重心と各ショット中心との位置関係を考慮することで、ショット間の減衰振動の関係は算出することができる。つまり、基板上の一つ以上のショット領域の位置ずれ量を計測すれば、他のショットの吐出タイミングの補正值も同様に算出することができ、着弾位置の補正に用いることができる。

【0062】

このような着弾位置を補正するための補正值の算出処理について、図6のフローチャートを用いて説明を行う。図6のフローチャートに示す処理は、制御部20が、インプリント装置100の各構成要素を制御することにより実現される。

30

【0063】

ステップS601では、制御部20は、インプリント処理時と同様に、基板ステージ6上の基板のショット領域がディスペンサ11のノズル31直下となるように、基板ステージ6を駆動制御する。そして基板ステージ6を一定の目標速度で移動させながら、一定間隔の所定タイミングにおける基板ステージ6の位置を位置センサ13で取得する。このときディスペンサ11からは実際にインプリント材8を吐出しなくてもよい。また、対象とするショット領域は基板ステージの中心付近であるほうが、他のショットの補正值を算出するうえでエラー成分が少なくなることが期待される。

40

【0064】

ステップS602では、制御部20は、S501で取得した基板ステージ6の位置と、所定のタイミングにおける基板ステージ6の目標位置との差(位置ずれ量)をそれぞれ求め、減衰振動の波の式に近似する。

【0065】

ステップS603では、制御部20は、ステップS604で近似して求めた減衰振動の近似式から位相、振幅、減衰率、周波数成分といった各パラメータを取得する。

【0066】

ステップS604では、制御部20は、S601で計測したショット領域との位置関係を考慮し、ステップS603で取得した各パラメータを補正し、他のショット領域それぞれの減衰振動の式を再構築する。なお、ステップS601及び602の処理をウエハ面

50

内の複数のショット領域に対して行い、これらの複数のショット領域の各パラメータを用いて位置測定を行っていないショット領域の減衰振動の式を再構築するようにもよい。

【0067】

ステップS605では、制御部20は、ステップS602で近似した減衰振動の近似式、または、ステップS604で再構築した減衰振動の近似式を用いて、各ショット領域の、ディスペンス移動中の各吐出タイミングの補正量を算出する。補正量の算出に減衰振動の近似式を用いることで、ステージ位置を計測した位置以外でも後述の吐出タイミングを補正することができる。また、再構築した減衰振動の近似式を用いることで、全ショットを計測せずとも各ショットの位置ずれ量の補正を行うことができる。そして、このような補正量を、吐出タイミングの補正情報として記憶手段などに記憶しておく。

10

【0068】

そして、インプリント処理の吐出工程の際には、記憶手段に記憶された補正量等の情報を参照し、補正された所望の吐出タイミングで吐出動作が行われるように制御することで、液滴の着弾位置を最適な位置となるように補正することができる。すなわち基板4上への良好なパターン形成が阻害されることを抑制、防止することができる。なお、ステップS603の再構築の処理を行わずに、全ショット領域に対してステージ位置の計測を行い、各ショット位置で減衰振動の近似式を用いた補正を行ってもよい。

【0069】

以上説明した実施形態では、液滴吐出装置を備えたインプリント装置（成形装置）を用いて説明を行った。それ以外の実施形態として、インプリント装置とは別に本発明を適用する液滴吐出装置を設け、インプリント材が塗布された基板をインプリント装置でインプリント処理を行うようにしてもよい。

20

【0070】

さらに本発明は、パターンを有しない部材（平坦化部材）を硬化性組成物に接触させた状態で硬化させることにより、基板上に硬化性組成物の硬化物による平坦化層を設ける平坦化装置（平坦化のための成形装置）に適用することも可能である。

【符号の説明】

【0071】

6 基板ステージ

30

11 ディスペンサ（吐出部）

13 位置センサ

20 制御部

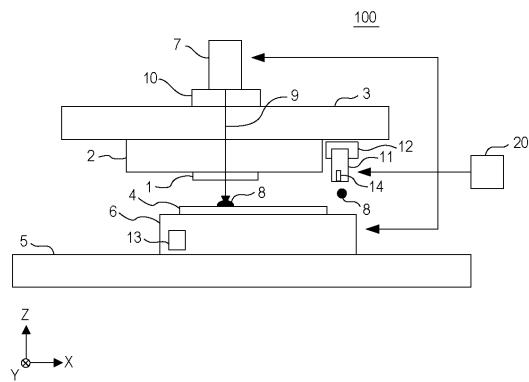
100 インプリント装置

40

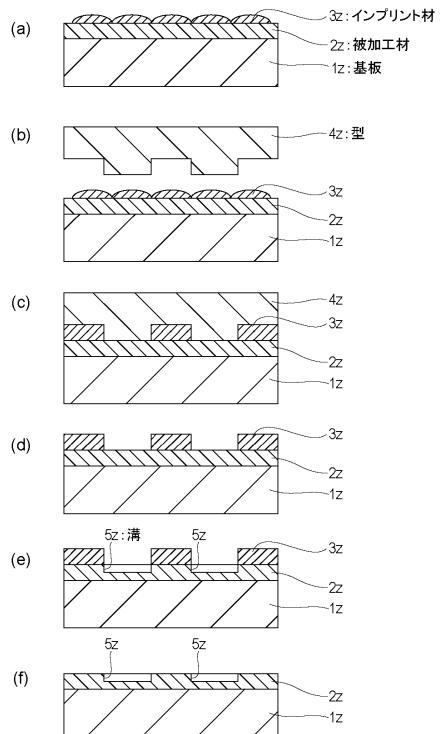
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



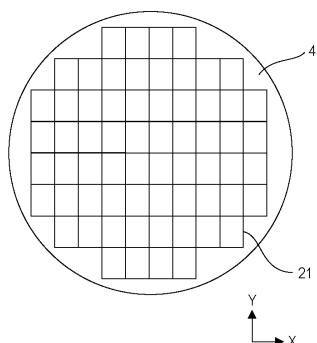
10

20

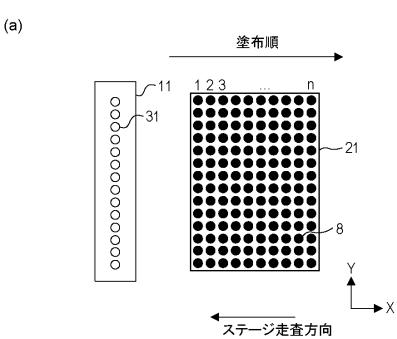
30

40

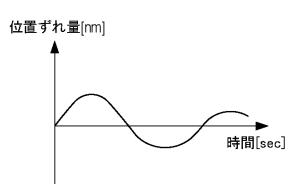
【図 3】



【図 4】

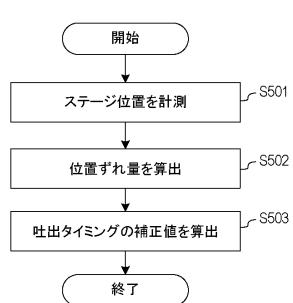


(b)

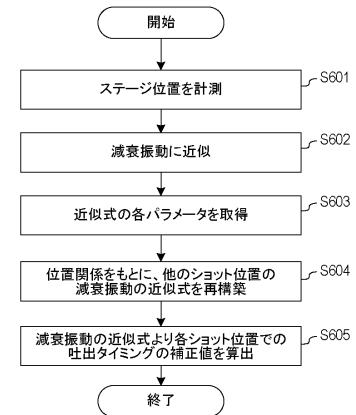


50

【図 5】



【図 6】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

ヤノン株式会社内

審査官 佐藤 海

(56)参考文献 特開2017-103313 (JP, A)

特開2011-222705 (JP, A)

特開2016-195183 (JP, A)

特開2019-009420 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20

B41J 2/01

B29C 59/02