

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5930622号
(P5930622)

(45) 発行日 平成28年6月8日(2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日(2016.5.13)

(51) Int.Cl.		F I			
H O 1 L	21/027	(2006.01)	H O 1 L	21/30	5 O 2 D
B 2 9 C	59/02	(2006.01)	B 2 9 C	59/02	Z N M Z
G 1 1 B	5/84	(2006.01)	G 1 1 B	5/84	Z

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-157719 (P2011-157719)	(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
(22) 出願日	平成23年7月19日(2011.7.19)	(74) 代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(65) 公開番号	特開2012-99790 (P2012-99790A)	(72) 発明者	吉田 節男 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
(43) 公開日	平成24年5月24日(2012.5.24)	(72) 発明者	林 達也 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
審査請求日	平成26年7月22日(2014.7.22)	(72) 発明者	長谷川 敬恭 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
(31) 優先権主張番号	特願2010-228830 (P2010-228830)		
(32) 優先日	平成22年10月8日(2010.10.8)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インプリント装置、及び、物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板上的インプリント材を型により成形して前記基板上にパターンを形成するインプリント装置であって、

前記インプリント装置は、前記型の背圧を陽圧にすることにより前記基板に向かって凸形状に前記型を変形させた状態で前記インプリント材に前記型を接触させ、前記背圧を前記陽圧から第1圧へ減少させることにより前記インプリント材に接触している前記型の形状を前記変形の前形状に戻して前記インプリント材を硬化させるものであり、

前記インプリント装置は、

前記型を引きつけて保持する保持部と、

前記保持部に保持された前記型の背圧を減少させる減圧手段と、
を備え、前記減圧手段により前記背圧を前記第1圧より減少させて離型を行うことを特徴とするインプリント装置。

【請求項2】

前記型の撓みと相関のある物理量を計測する計測手段を有し、

前記計測手段の出力に基づいて前記減圧手段で前記背圧を減少させて前記離型を行う、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】

前記計測手段は、前記型の歪み、前記型の反り量、前記型の背圧、及び前記基板と前記型との距離のうち少なくとも一つを計測することを特徴とする請求項2に記載のインプリ

ント装置。

【請求項 4】

離型されるインプリント材の前記基板上での面積に基づいて前記減圧手段で前記背圧を減少させることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 5】

前記面積を計測する手段を有することを特徴とする請求項 4 に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記計測手段の出力に基づいて、前記離型のために前記型に作用させる力を制御することを特徴とする請求項 2 又は請求項 3 に記載のインプリント装置。

10

【請求項 7】

前記型として、前記インプリント材を成形するためのパターンを含むメサ部を有し、かつ、該メサ部がその周辺の前記型の部分より薄い型を用いることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 6 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】

請求項 1 乃至請求項 7 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基板上にパターンを形成する工程と、

前記工程で前記パターンを形成された前記基板を加工する工程と、
を含むことを特徴とする物品の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、インプリント装置、及び、それを用いた物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス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、モールド（型）と基板上の未硬化樹脂とを互いに押し付けて、モールドに形成された微細な凹凸パターンに対応する樹脂のパターンを基板上に形成する微細加工技術が存在する。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することができる。例えば、インプリント技術の一つとして、光硬化法がある。この光硬化法は、まず、基板上のショット領域（インプリント領域）に紫外線硬化樹脂（インプリント樹脂、光硬化樹脂）を塗布する。次に、この樹脂（未硬化樹脂）とモールドとを互いに押し付ける。そして、紫外線を照射して樹脂を硬化させたうえで離型することにより、樹脂のパターンが基板上に形成される。

30

【0003】

上記技術を採用した従来のインプリント装置では、モールドを基板上の樹脂に押し付ける際、樹脂のパターン形成部に気泡が混入する場合がある。この気泡が混入した状態で樹脂が硬化すると、形成されるパターンに欠陥が生じる。このパターンの欠陥を回避するために、特許文献 1 は、一旦モールドを基板に向かって凸形に撓ませ、基板上の樹脂に押し付けた後、モールドを平面に戻してパターン全面を樹脂に押し付けることにより、モールドと基板との間のガスを放出する方法を開示している。この方法によれば、モールドと樹脂との間に存在する気体を外部に押し出すことができるので、樹脂内に混入する気泡を減少させることができる。更に、モールドと基板との間の空間を減圧して、気泡の残留を低減させる技術が特許文献 2 に開示されている。

40

【0004】

更に、従来のインプリント装置では、モールドの離型の際、モールドを押印箇所硬化樹脂から全面同時に引き剥がすと、モールドと硬化樹脂との界面（接触部）に大きな引き剥がし応力が瞬間的に負荷される。この応力は、形成されるパターンの歪みを引き起こす場合があり、結果的にパターンの欠陥となり得る。これに対して、特許文献 1 では、モ-

50

ルドの離型時には、上記と同様に、一旦モールドを変形させて、モールドを硬化樹脂のパターン形成部の周囲から徐々に引き剥がすことで、急激な応力の発生を回避する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許出願公開第2007/0114686号明細書

【特許文献2】特表2009-532245号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1に示す装置のように、モールドを変形させて樹脂のパターンの周囲から離型を行うと、樹脂のパターンは、撓んだモールドの凹凸パターンに押されて傾き、その根元部分に応力が発生する。この応力が樹脂の塑性応力よりも大きくなると、樹脂のパターンは、傾いたまま元の形状に戻らなくなる。更に、特許文献1に示すモールドは、容易に撓むように、凹凸パターンを含む部分を薄くしている。この場合、離型時にモールドの変形が大きくなるため、上記のように樹脂のパターンが傾くという欠陥が発生し易くなる。

【0007】

また、特許文献2に示す装置では、モールドと基板との隙間を減圧するために、モールドと基板との隙間に気体を回収する回収口を設けている。この場合、モールドと基板との隙間が減圧されることで、モールドと基板とを近付けるような力が働く。この力は、モールドと基板とが接触してモールドと基板との隙間に存在する気体を押し出す前に、回収口と基板とを接触させる。このような状態になると、モールドと基板との隙間に気体が閉じ込められ、その気体によってモールドの凹部がインプリント材で完全に充填されないことによる欠陥が発生しうる。更に、モールドの変形によって、基板上に形成されたパターンが傾く欠陥が発生し易くなる。

【0008】

本発明は、例えば、型の撓み量を制限するのに有利なインプリント装置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】

上記課題を解決するために、本発明は、基板上のインプリント材を型により成形して基板上にパターンを形成するインプリント装置であって、インプリント装置は、型の背圧を陽圧にすることにより基板に向かって凸形状に型を変形させた状態でインプリント材に型を接触させ、背圧を陽圧から第1圧へ減少させることによりインプリント材に接触している型の形状を変形の前の形状に戻してインプリント材を硬化させるものであり、インプリント装置は、型を引きつけて保持する保持部と、保持部に保持された前記型の背圧を減少させる減圧手段と、を備え、減圧手段により背圧を第1圧より減少させて離型を行うことを特徴とするインプリント装置。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、例えば、型の撓み量を制限するのに有利なインプリント装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1実施形態に係るインプリント装置の構成を示す概略図である。

【図2】本発明の第1実施形態に係るモールド保持装置の構成を示す概略図である。

【図3】本発明の第2実施形態に係るモールド保持装置の構成を示す概略図である。

【図4】本発明の第3実施形態に係るモールド保持装置の構成を示す概略図である。

【図5】本発明の第4実施形態に係るモールド保持装置の構成を示す概略図である。

10

20

30

40

50

【図6】第4実施形態における樹脂の状態を説明する平面図である。

【図7】比較のためのインプリント装置における動作時の様子を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明を実施するための形態について図面等を参照して説明する。

【0013】

(第1実施形態)

まず、本発明の第1実施形態に係るインプリント装置について説明する。図1は、インプリント装置の構成を示す概略図である。本実施形態におけるインプリント装置は、半導体デバイス製造工程に使用される、被処理基板であるウエハ上(基板上)に対してモールドのパターンを転写する加工装置であり、インプリント技術の中でも光硬化法を採用した装置である。なお、以下の各図において、モールドに対する紫外線の照射軸に平行にZ軸を取り、該Z軸に垂直な平面内で後述のモールドベースに対してウエハが移動する方向にX軸を取り、更に該X軸に直交する方向にY軸を取って説明する。本発明のインプリント装置1は、まず、照明系ユニット2と、モールド保持装置4と、ウエハステージ6と、塗布装置7、制御装置8とを備える。

10

【0014】

照明系ユニット2は、インプリント処理の際に、モールド3に対して紫外線を照射する照明手段である。照明系ユニット2は、光源20と、該光源20から射出された紫外線をインプリントに適切な光に調整するための照明光学系21とから構成される。光源20としては、例えば、紫外光を発生するハロゲンランプが採用可能である。また、照明光学系21は、レンズ等の光学素子、アパーチャ(開口)、及び、照射及び遮光を切り替えるシャッター等を含む。

20

【0015】

モールド3は、外周部が矩形であり、所定のパターン(例えば、回路パターン等の凹凸パターン)が3次元状に形成されたメサ部22を有する型である。特に、本実施形態におけるモールド3では、メサ部22が設置される領域の厚みが、他の周辺の部分よりも薄く設定されている。なお、モールド3の形状の詳細は、後述する。凹凸パターンの表面は、ウエハ5の表面との密着性を保つために、高平面度に加工されている。モールド3の材質は、石英ガラス等、紫外線を透過させることが可能な材料である。

30

【0016】

モールド保持装置4は、モールド3を保持するための保持手段である。モールド保持装置4は、形状補正機構(倍率補正機構)23と、吸着力や静電力によりモールド3を引きつけて保持するモールドベース(保持部、型保持部)24と、モールドベース24を駆動する不図示のベース駆動機構とを備える。形状補正機構23は、モールド3に圧縮力を加えることにより、モールド3に形成されたパターンを所望の形状に補正する装置であり、モールド3の外周部側面の領域に対してそれぞれ対向するように設置された複数の駆動機構からなる。なお、形状補正機構23の構成は、これに限定されず、例えば、モールド3に対して引張力を加える構成としてもよいし、又は、モールドベース24自体を駆動させることでモールド3とモールドベース24との接触面にせん断力を与える構成としてもよい。ベース駆動機構は、ウエハ5上に塗布された紫外線硬化樹脂にモールド3を押し付けるためにモールドベース24をZ軸方向に駆動する駆動系である。この駆動機構に採用するアクチュエータは、特に限定するものではなく、リニアモーターやエアシリンダー等が採用可能である。なお、本実施形態のインプリント装置1では、固定されたウエハ5上の紫外線硬化樹脂に対してモールド3を押し付ける構成としているが、これとは反対に、固定されたモールド3に対してウエハ5上の紫外線硬化樹脂を押し付ける構成もあり得る。

40

【0017】

更に、本実施形態のモールド保持装置4は、上記の構成に加え、モールド3の形状を変形させるモールド変形機構(変形機構)50を備える。図2(a)は、モールド変形機構50の構成を示す概略図である。なお、図2(a)以下の各図において、図1に示すイン

50

プリント装置 1 と同一構成のものには同一の符号を付し、説明を省略する。本実施形態では、特に、モールド 3 の形状は、外周に壁部 3 a を有する箱形であり、また、モールド 3 の押印面の中央部 3 b には、上述したように凹凸パターンが形成されている。この場合、モールド保持装置 4 のモールドベース 2 4 は、中心部（内側）を照明系ユニット 2 の光源 2 0 から射出された紫外線が通過するように空間とし、モールド 3 の外周部である壁部 3 a の垂直面 3 c を吸着することによりモールド 3 を保持するものとする。

【 0 0 1 8 】

本実施形態のモールド変形機構 5 0 は、まず、モールドベース 2 4 の内側に存在する空間と、モールド 3 の壁部 3 a にて囲まれた内部空間とで形成される空間領域 A を密閉空間とする密閉部材 5 1 を備える。また、モールド変形機構 5 0 は、モールド保持装置 4 の外部に設置され、空間領域 A 内の圧力、即ち、モールド 3 の中央部の内面 3 d（押印面の反対側）の背圧を調整する圧力調整装置（加圧手段、減圧手段、または背圧制御手段）5 2 を備える。更に、モールド変形機構 5 0 は、内面 3 d に設置される、モールド 3 に生じる歪みを計測する歪み計測手段（計測手段）5 3 を備える。密閉部材 5 1 は、石英ガラス等の光透過性の平板部材で形成され、一部に、圧力調整装置 5 2 に接続される配管 5 4 の接続口 5 1 a を備える。また、歪み計測手段 5 3 は、圧力調整装置 5 2 に接続される歪みゲージ等で構成され、モールド 3 の変形を計測する変形計測手段であり、不図示のブリッジ回路等の検出回路を経由して、計測情報を電気信号として圧力調整装置 5 2 に送信する。

【 0 0 1 9 】

ウエハ 5 は、例えば、単結晶シリコンからなる被処理基板であり、被処理面には、成形部となる紫外線硬化樹脂（インプリント材：以下「樹脂」と表記する）が塗布される。また、ウエハステージ（基板保持部）6 は、ウエハ 5 を真空吸着により保持し、かつ、XY 平面内を自由に移動可能な基板保持手段である。このウエハステージ 6 は、ウエハ 5 を直接保持する補助部材（チャック）2 5 と、該補助部材 2 5 を駆動するためのアクチュエータ等を備える。また、ウエハステージ 6 は、パターンを重ね合せのための精密な位置決めだけでなく、ウエハ 5 の表面の姿勢を調整する不図示の機構をも有する。

【 0 0 2 0 】

塗布装置（ディスペンサー）7 は、ウエハ 5 上に未硬化の樹脂を塗布する塗布手段である。塗布装置 7 は、未硬化樹脂を収容する収容部 2 6 と、該収容部 2 6 に連通し、収容部 2 6 から供給された未硬化樹脂をウエハ 5 上に塗布する供給口 2 7 とを備える。樹脂は、紫外線を受光することにより硬化する性質を有する光硬化樹脂であって、製造する半導体デバイスの種類により適宜選択される。

【 0 0 2 1 】

制御装置 8 は、インプリント装置 1 の各構成要素の動作、及び調整等を制御する制御手段である。この制御装置 8 は、不図示であるが、インプリント装置 1 の各構成要素に回線により接続された、磁気記憶媒体等の記憶手段を有するコンピュータ、又はシーケンサ等で構成され、プログラム又はシーケンスにより各構成要素の制御を実行する。なお、制御装置 8 は、インプリント装置 1 と一体で構成しても良いし、若しくは、インプリント装置 1 とは別の場所に設置し、遠隔で制御する構成としても良い。

【 0 0 2 2 】

また、インプリント装置 1 は、押印動作時にモールド 3 とウエハ 5 との隙間に気体を供給するガス供給装置（気体供給部）3 5 a ~ 3 5 c を備える。一般に、押印動作時に、モールド 3 に形成された凹凸パターン 2 2 とウエハ 5 上の樹脂との間に気泡が残留すると、樹脂に形成されるパターンが歪み、欠陥が発生する可能性がある。そこで、気体供給装置（ガス供給装置 3 5 a ~ 3 5 c）は、樹脂に対して溶解性が高いヘリウムや二酸化炭素等のパージガスを、供給量（流量）を制御しつつ供給することで、気泡の発生を抑える。このガス供給装置 3 5 a ~ 3 5 c は、モールド 3 の周囲に配置した第 1 ~ 第 3 のガス供給口 2 8 a ~ 2 8 c を備え、少なくとも押印動作の直前からパージガスを噴出させることで、モールド 3 の周囲のパージガス濃度を極力高める。

【 0 0 2 3 】

更に、インプリント装置 1 は、ウエハステージ 6 の位置を計測するための干渉計測長装置と、ウエハ 5 上に形成されたアライメントマークの位置を計測するためのアライメントスコープ 29 とを備える。干渉計測長装置は、ウエハステージ 6 の端部に設置されたミラー 30 と干渉計 31 とを備える。制御装置 8 は、干渉計測長装置による計測結果に基づいて、ウエハステージ 6 を目標位置に駆動させる。また、制御装置 8 は、アライメントスコープ 29 が計測したウエハ 5 上のアライメントマークの位置に基づいて、ウエハステージ 6 の位置決めを行う。また、インプリント装置 1 は、定盤 32、フレーム 33、及び除振装置 34 を含む。定盤 32 は、インプリント装置 1 全体を支持すると共に、ウエハステージ 6 の移動の基準平面を形成する。フレーム 33 は、ウエハ 5 よりも上方に位置する各種構成要素を支持する。また、除振装置 34 は、床面からの振動の伝達を低減する機能を有し、フレーム 33 を支持する。

10

【 0 0 2 4 】

次に、インプリント装置 1 によるインプリント処理について説明する。まず、制御装置 8 は、不図示のウエハ搬送系により、ウエハ 5 をウエハステージ 6 に載置させ、その後、ウエハステージ 6 に構成された不図示の真空吸着手段により、ウエハ 5 を補助部材 25 上に保持させる。次に、制御装置 8 は、ウエハステージ 6 を適宜駆動させ、同時に、アライメントスコープ 29 によりウエハ 5 上のアライメントマークを順に計測させることで、ウエハ 5 の位置情報を取得する。制御装置 8 は、取得した位置情報から、各転写座標を演算し、所定のショット（被転写領域）毎に行う逐次転写（押印動作または過程）や、樹脂の塗布動作の基準とする。なお、押印は、押型または成形ともいうものとする。次に、制御装置 8 は、ウエハステージ 6 を移動させて、ウエハ 5 上の目標となるショットが樹脂の供給口 27 の直下に位置するように位置決めする。その後、塗布装置 7 は、供給口 27 から適量の樹脂（未硬化樹脂）を、目標となるショットに塗布する。次に、制御装置 8 は、モールド 3 の押印面とウエハ 5 上の塗布面との位置合わせ、及び形状補正機構 23 によるモールド 3 の形状補正を実施した後、ベース駆動機構を駆動させ、ウエハ 5 上の樹脂にモールド 3 を押印する。押印動作の完了は、モールド保持装置 4 の内部に設置された荷重センサーの計測値に基づいて制御装置 8 が判断する。この押印動作時には、樹脂は、モールド 3 に形成された凹凸パターンに沿って流動する。この状態で、照明系ユニット 2 は、モールド 3 の上面から紫外線を照射し、モールド 3 を透過した紫外線により樹脂が硬化する。そして、樹脂が硬化した後、制御装置 8 は、ベース駆動機構を再駆動させ、モールド 3 をウエハ 5 から引き離す（離型動作または過程）。これにより、ウエハ 5 上のショットの表面には、モールド 3 のパターンに倣った 3 次元形状の樹脂の層が形成される。

20

30

【 0 0 2 5 】

次に、本実施形態の特徴であるモールド保持装置 4 の作用について説明する。まず、比較のために従来 of インプリント装置における離型動作について説明する。図 5 は、従来 of インプリント装置における離型動作を示す概略図である。特に、図 7 (a) は、離型動作時に、ウエハ 100 上に形成された樹脂層 101 からモールド 102（凹凸パターン 103）を剥離する途中の動作を示す。通常、モールド 102 をウエハ 100 から引き離す際は、モールド 102 は、ウエハ 100 から離れる方向、即ち、Z 軸上方向の力を受ける。同時に、凹凸パターン 103 と樹脂層 101 とが固着している領域では、モールド 102 は、ウエハ 100 へ向かう方向、即ち、Z 軸下方向の引き剥がし応力を受ける。したがって、従来 of インプリント装置では、図 7 (a) に示すように、モールド 102 をウエハ 100 に向かう方向に凸となる鉢状に変形させることで、凹凸パターン 103 を樹脂層 101 の周囲から徐々に剥離させ、引き剥がし応力の急激な発生を回避する。

40

【 0 0 2 6 】

また、図 7 (b) は、図 7 (a) におけるパターン形成部の近傍を示す拡大図である。図 7 (b) に示すように、凹凸パターン 103 を樹脂層 101 の周囲から徐々に剥離させる際、凹凸パターン 103 の剥離部分は、モールド 102 の変形に伴って、Z 方向（離型方向）に対して斜め方向に傾く。この剥離部分の傾きにより、その剥離部分と隣り合う樹脂層 101 のパターン形成部 101 a は、同様に押されて傾き、その根元部分に応力が発

50

生ずる。この応力が樹脂の塑性応力よりも大きくなると、パターン形成部101aは、傾いたまま元に戻らなくなる。

【0027】

これに対して、本実施形態のモールド保持装置4では、上記モールド変形機構50を採用することにより、樹脂56内に混入する気泡を減少させ、かつ、樹脂56のパターン形成部の倒れも減少させる。図2(b)は、押印動作時におけるモールド変形機構50の状態を示す概略図である。まず、押印動作時に、モールド変形機構50は、圧力調整装置52により、空間領域A内に気体を供給して加圧、即ち、背圧を陽圧とする。これにより、図2(b)に示すように、モールド3の中央部表面は、壁部3aの厚みに対して薄いのでウエハ5に向かって凸形に変形する。次に、モールド保持装置4が、モールド3とウエハ5上に塗布された樹脂(未硬化樹脂)56とを相対的に接触させるに伴い、モールド変形機構50は、圧力調整装置52により空間領域A内の圧力を下げ、モールド3の中央部を平面形状に徐々に戻す。ここで、モールド3は、ウエハ5(樹脂56)に接触することで歪が生じる。この歪を歪み計測手段53により計測し、計測情報を圧力調整装置52に送信する。圧力調整装置52は、この計測情報に基づき、押印動作中、モールド3の中央部が、ウエハ5に向かって凸形状となるように、空間領域Aの圧力を調整する。押印終了直前、もしくは押印終了時には、モールド3とウエハ5とが平行に接触するように、空間領域A内の圧力を調整することで、モールド3の中央部を凸形状から平面形状へと徐々に戻す。これにより、インプリント装置1は、モールド3と樹脂56との間に存在する気体を外部に押し出すので、樹脂56中に混入する気泡を低減させつつ、押印動作を実施することができる。その後、インプリント装置1は、上記の通り、紫外線の照射による樹脂56の硬化動作を実施する。

【0028】

一方、図2(c)は、離型動作時におけるモールド変形機構50の状態を示す概略図である。通常、離型動作時には、モールド3は、ウエハ5に向かう方向に引張り力を受けることで、ウエハ5に向かって凸形に変形しようとする。即ち、この引張り力に起因して、モールド3の中央部内面3dには、モールド3の変形(撓み)と相関のある物理量である歪みが発生する。そこで、歪み計測手段53は、このときの歪み量を計測し、計測情報(出力)として圧力調整装置52に送信する。次に、この計測情報を受けて、圧力調整装置52は、離型と並行して、空間領域A内の気体を排気して背圧を減少させる。即ち、この離型動作では、圧力調整装置52は、歪み計測手段53で計測される歪み量が小さくなるように、空間領域Aの圧力を調整すれば良い。これにより、モールド3の中央部内面3dには、ウエハ5から離れる方向、即ち、引張り力とは反対の方向に圧力が作用するので、結果的に、引張り力によるモールド3の変形を減少させることができる。そして、モールド保持装置4は、この状態を維持したままモールド3と樹脂(硬化樹脂)56とを相対的に退避させる。したがって、離型動作時には、モールド3の変形が抑えられ、この変形に起因する樹脂56のパターン形成部の倒れが減少する。

【0029】

なお、本実施形態では、押印動作時にモールド3と樹脂56との間の気泡量を低減させる方法として、圧力調整装置52により空間領域A内に気体を供給して背圧を陽圧とし、モールド3の中央部をウエハ5に向かって凸形状とする例を説明した。ここで、押印動作時にモールド3と樹脂56との間に閉じ込められる気泡の量を低減させるために有効な変形例を図2(d)に示す。モールド3とウエハ5との隙間の気体を回収する回収口(回収部)57を例えばモールド保持装置4に設ける。この回収口57により、モールド3とウエハ5との隙間の圧力を大気圧より低くする。こうすることで、モールド3とウエハ5との隙間に存在する気体そのものの量を減少させ、大気圧の状態と比較して、気泡閉じ込め量をより低減することができる。回収口57は、モールドベース24および補助部材(チャック)25の少なくとも一方に設ければよい。

【0030】

しかしながら、単に回収口57を設けるだけでは不十分である。モールド3とウエハ5

10

20

30

40

50

との隙間の気圧が大気圧より低くなることで、モールド3とウエハ5とを近付けさせるような力が働く。この力は、図7(c)に示すように、モールド3とウエハ5との隙間に存在する気体が押し出される前に、回収口57とウエハ5とを接触させうる。このような状態になると、モールド3とウエハ5との隙間に気体が閉じ込められるため、気泡の閉じ込め量を十分に減少させることができない。そこで、上述したように、押印動作中、回収口57による上記の力が発生している場合においても、モールド3の中央部がウエハ5に向かって凸形状となるように、歪み計測手段53からの計測情報に基づいて圧力調整装置52で空間領域Aの背圧を陽圧に調整する。こうすることで、モールド3とウエハ5との隙間に存在する気体を押し出す前に回収口57とウエハ5とが接触することを回避または低減することができる。このようにして、モールド3と樹脂56との隙間を減圧しての押印動作がより適切に機能し、該隙間における気泡の閉じ込め量を大気圧環境下での押印動作の場合より低減させることができる。

10

【0031】

また、モールド3の中央部がウエハ5に向かって凸形状となるように、歪み計測手段53からの計測情報に基づいて、不図示のベース駆動機構によるモールド3のZ方向の移動量または移動速度を制御しても構わない。また、モールド3の中央部がウエハ5に向かって凸形状となるように、歪み計測手段53からの計測情報に基づいて、回収口57からの気体の回収量を調整することで、モールド3とウエハ5との間に働く上記の力を制御しても構わない。

【0032】

20

更に、図2(e)に示すように、モールド3とウエハ5との隙間にガスを供給するにガス供給装置35d(供給口)を設けても構わない。モールド3の中央部がウエハ5に向かって凸形状となるように、歪み計測手段53からの計測情報に基づいて、ガス供給装置35dからガスを供給することで、モールド3とウエハ5との間に働く上記の力の制御を行う。このとき、供給するガスは、上述した樹脂56に対して溶解性の高いガスとする。ガス供給装置35dの位置は、モールドベース24内であって、かつ、回収口57より内側(保持されたモールド3の中央寄り)であることが好ましい。

【0033】

以上のように、本実施形態のインプリント装置1によれば、押印動作時の樹脂内への気泡の混入(気泡の閉じ込め量)を減少させ、かつ、離型動作時の樹脂のパターン形成部の倒れ(樹脂パターンの倒れ)を減少させることができる。

30

【0034】

(第2実施形態)

次に、本発明の第2実施形態に係るインプリント装置について説明する。図3は、本実施形態の特徴部であるモールド保持装置60の構成を示す概略図である。なお、図3において、図2に示すモールド保持装置4と同一構成のものには同一の符号を付し、説明を省略する。このモールド保持装置60の特徴は、第1実施形態のモールド変形機構50が有する歪み計測手段53に換えて、位置計測手段(計測手段)61を有するモールド変形機構62を備える点にある。また、モールド変形機構62は、モールド保持装置60の外部に設置され、密閉空間となる空間領域A内の圧力を調整する圧力調整装置63を備える。位置計測手段61は、例えば、レーザー干渉計等で構成される変形計測手段であり、密閉部材51の空間領域Aに接する面に設置される。この場合、位置計測手段61は、複数箇所に設けてもよく、モールド3の中央部内面3dで反射したレーザー光を受光することにより1箇所以上の計測情報を取得し、この計測情報を電気信号として圧力調整装置63に送信する。本実施形態では、第1実施形態に位置計測手段61を適用した例を説明し、第1実施形態と同様に押印動作時の気泡閉じ込め量を低減させ、かつ、離型時のパターン倒れを減少させたインプリント装置を提供する。

40

【0035】

モールド変形機構62は、押印動作および離型動作を含むインプリント動作時には、モールド3の中央部内面3dに歪みが発生するので、位置計測手段61は、このときの位置

50

の変化量を計測し、計測情報として圧力調整装置 6 3 に送信する。次に、この計測情報を受けて、圧力調整装置 6 3 は、空間領域 A 内に気体を供給し、または、空間領域 A 内の気体を排気して、背圧を増加または減少させる。即ち、押印動作では、位置計測手段 6 1 で計測される位置の変化量に基づいて、モールド 3 がウエハ 5 に向かって凸形状を維持するように、空間領域 A 内の圧力を調整すればよい。また、離型動作では、圧力調整装置 6 3 は、位置計測手段 6 1 で計測される位置の変化量が小さくなるように、空間領域 A 内の圧力を調整すれば良い。なお、モールド変形機構 6 2 によるその他の動作は、第 1 実施形態のモールド変形機構 5 0 と同様である。このように、本実施形態のモールド保持装置 6 0 を備えたインプリント装置によれば、第 1 実施形態のインプリント装置と同様の効果を奏する。

10

【 0 0 3 6 】

(第 3 実施形態)

次に、本発明の第 3 実施形態に係るインプリント装置について説明する。図 4 は、本実施形態の特徴部であるモールド保持装置 7 0 の構成を示す概略図である。なお、図 4 において、図 2 に示すモールド保持装置 4 と同一構成のものには同一の符号を付し、説明を省略する。このモールド保持装置 7 0 の特徴は、第 1 実施形態のモールド変形機構 5 0 が有する歪み計測手段 5 3 に換えて、圧力計測手段 (計測手段) 7 1 を有するモールド変形機構 7 2 を備える点にある。また、モールド変形機構 7 2 は、モールド保持装置 7 0 の外部に設置され、密閉空間となる空間領域 A 内の圧力を調整する圧力調整装置 7 3 を備える。圧力計測手段 7 1 は、例えば、圧力センサーで構成される変形計測手段であり、密閉部材 5 1 の空間領域 A に接する面に設置される。この場合、圧力計測手段 7 1 は、空間領域 A 内の圧力を計測して計測情報を取得し、この計測情報を電気信号として圧力調整装置 7 3 に送信する。本実施形態では、第 1 実施形態に圧力計測手段 7 1 を適用した例を説明し、第 1 実施形態と同様に押印動作時の気泡閉じ込め量を低減させ、かつ、離型時のパターン倒れを減少させたインプリント装置を提供する。

20

【 0 0 3 7 】

モールド変形機構 7 2 は、まず、押印動作時には、ウエハ 5 に向かって凸形状となったモールド 3 が、ウエハ 5 に接触するため、空間領域 A 内の容積が変化し、空間領域 A 内の圧力が変化する。圧力計測手段 7 1 は、このときの圧力の変化量を計測し、計測情報を圧力調整装置 7 3 に送信する。圧力調整装置 7 3 は、計測情報に基づいて、モールド 3 がウエハ 5 に向かって凸形状を維持するように、空間領域 A 内の圧力を調整する。また、離型動作時には、モールド 3 の中央部内面 3 d に歪みが発生するので、空間領域 A 内の容積が変化し、これに伴って、内部の圧力が変化する。そこで、圧力計測手段 7 1 は、このときの圧力の変化量を計測し、計測情報として圧力調整装置 7 3 に送信する。次に、この計測情報を受けて、圧力調整装置 7 3 は、空間領域 A 内の気体を排気して背圧を減少させる。即ち、この離型動作では、圧力調整装置 7 3 は、圧力計測手段 7 1 で計測される圧力の変化量が小さくなるように、空間領域 A 内の圧力を調整すれば良い。なお、モールド変形機構 6 2 によるその他の動作は、第 1 実施形態のモールド変形機構 5 0 と同様である。このように、本実施形態のモールド保持装置 7 0 を備えたインプリント装置によれば、第 1 実施形態のインプリント装置と同様の効果を奏する。

30

40

【 0 0 3 8 】

(第 4 実施形態)

次に、本発明の第 4 実施形態に係るインプリント装置について説明する。図 5 は、本実施形態の特徴部であるモールド保持装置 8 0 の構成を示す概略図である。なお、図 5 において、図 2 に示すモールド保持装置 4 と同一構成のものには同一の符号を付し、説明を省略する。このモールド保持装置 8 0 の特徴は、第 1 実施形態のモールド変形機構 5 0 の構成に加えて、樹脂範囲計測手段 (計測手段) 8 1 を有するモールド変形機構 8 2 を備える点にある。また、モールド変形機構 8 2 は、モールド保持装置 8 0 の外部に設置され、密閉空間となる空間領域 A 内の圧力を調整する圧力調整装置 8 3 を備える。樹脂範囲計測手段 8 1 は、例えば、撮像素子等で構成される変形計測手段であり、密閉部材 5 1 の空間領

50

域Aに接する面に設置される。この場合、樹脂範囲計測手段81は、ウエハ5上に塗布された樹脂56の範囲、または、モールド3と樹脂56とが接触している範囲を画像として検出して計測情報を取得し、この計測情報を電気信号として圧力調整装置83に送信する。本実施形態では、第1実施形態に樹脂範囲計測手段81を適用した例を説明し、第1実施形態と同様に押印動作時の気泡閉じ込め量を低減させ、かつ、離型時のパターン倒れを減少させたインプリント装置を提供する。

【0039】

図6は、本実施形態における樹脂56の状態を説明する平面図である。まず、図6(a)は、押印過程においてモールド3と樹脂56との接触面積90が徐々に大きくなる様子を示している。樹脂範囲計測手段81は、例えば、押印過程におけるモールド3と樹脂56との接触面積90を計測する。計測情報は、歪み計測手段53が取得した計測情報と併せて圧力調整装置83に送信される。圧力調整装置83は、これら計測情報に基づいて、モールド3がウエハ5に向かって凸形状を維持するように、空間領域A内の圧力を調整する。こうすることで、図6(a)に示すように、モールド3と樹脂56とをモールド3の中心から外に向かって順次接触させることができる。

【0040】

一方、図6(b)は、ウエハ5上の樹脂56が塗布された面をモールド3側から見た平面図である。図6(b)において、第1領域84a及び第2領域84bは、それぞれ、ウエハ5の表面内部の位置と、表面外周部にかかる位置とにパターンを形成する場合の樹脂56の塗布範囲を示す。また、各領域84a及び84bにおいて、矩形部は、モールド3の凹凸パターンの形成領域を示し、陰影部は、樹脂56の塗布範囲を示す。ここで、インプリント装置1が、第2領域84bの位置に対してインプリント処理を実施する場合、第1領域84aと比較して、樹脂56の塗布範囲(塗布面積)が小さいため、離型動作時にモールド3が受ける引張り力が小さく、即ち、歪みが小さい。そこで、樹脂範囲計測手段81は、樹脂56の塗布範囲を計測し、この計測情報を、歪み計測手段53が取得した計測情報と併せて圧力調整装置83に送信する。次に、この2つの計測情報を受けて、圧力調整装置83は、空間領域A内の気体を排気して背圧を減少させる。即ち、この離型動作では、圧力調整装置83は、樹脂範囲計測手段81で計測される塗布範囲が小さい場合には、減圧量を小さくするように、空間領域A内の圧力を調整すれば良い。なお、モールド変形機構82によるその他の動作は、第1実施形態のモールド変形機構50と同様である。このように、本実施形態のモールド保持装置80を備えたインプリント装置によれば、第1実施形態のインプリント装置による効果を、更に効率良く奏する。また、本実施形態では、樹脂範囲計測手段81を第1実施形態のモールド変形機構50に組み合わせる構成としたが、例えば、第2及び第3実施形態の各モールド変形機構と組み合わせることも可能である。

【0041】

(物品の製造方法)

物品としてのデバイス(半導体集積回路素子、液晶表示素子等)の製造方法は、上述したインプリント装置を用いて基板(ウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板)にパターンを形成する工程を含む。更に、該製造方法は、パターンが形成された基板をエッチングする工程を含みうる。なお、パターンドメディア(記録媒体)や光学素子等の他の物品を製造する場合には、該製造方法は、エッチングの代わりに、パターンが形成された基板を加工する他の処理を含みうる。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも1つにおいて有利である。

【0042】

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ず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【0043】

例えば、上記実施形態では、圧力調整装置は、それぞれのモールド変形機構が備える計測手段により取得された計測情報に基づいて、モールドの変形を制御する。ここで、もし

10

20

30

40

50

各モールド保持装置の構成や、インプリント処理の各工程の条件等が一定であれば、離型動作時のモールドの変形は、モールドとウエハとの相対距離と相関関係がある。そこで、この相対距離を計測する相対距離計測手段をモールド変形機構に設置して、圧力調整装置は、計測された相対距離に対する圧力調整値を予め算出しておき、以後、相対距離の計測結果により、空間領域内の圧力を制御しても良い。なお、この相対距離計測手段を、上記実施形態のモールド変形機構に加えることにより、圧力調整装置の応答速度が離型動作時の剥離速度に追いつかない場合は、別途モールドとウエハとの相対移動速度を変更することで、モールドの変形を抑えることも可能である。

【0044】

また、上記実施形態では、各計測装置と各圧力計測装置とを有線にて接続する構成としているが、例えば、別途、電池（電源）により駆動される無線手段をモールドに設置することで、無線にて計測結果を圧力計測装置に送信する構成もあり得る。更に、より厳密に空間領域内の圧力を制御するために、上記実施形態の計測手段を複数で組み合わせることも可能である。

【符号の説明】

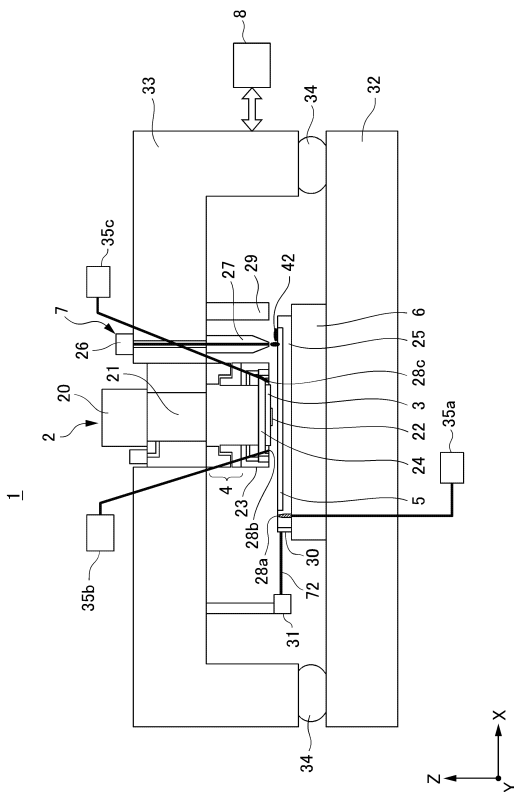
【0045】

- 1 インプリント装置
- 3 モールド
- 5 ウエハ
- 24 モールドベース
- 52 圧力調整装置
- 56 樹脂

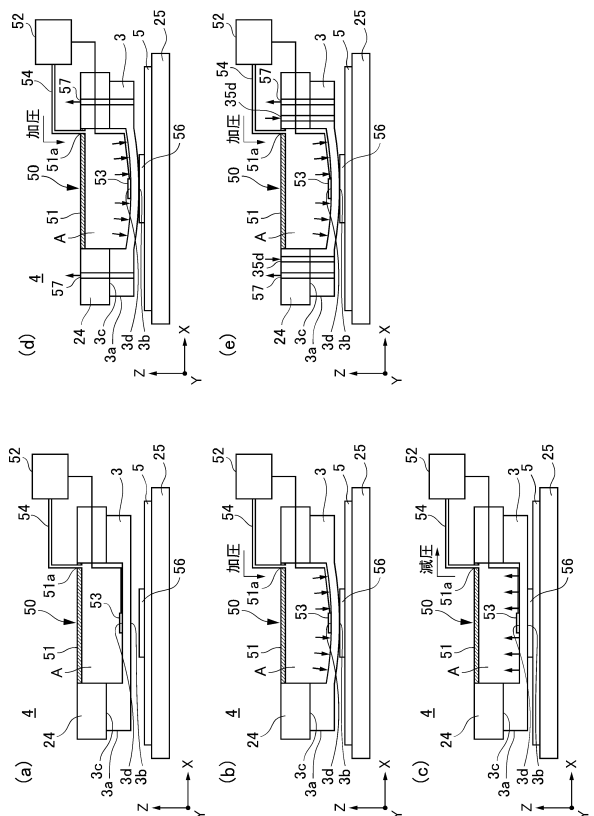
10

20

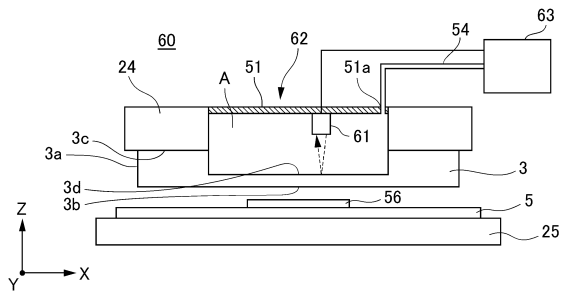
【図1】



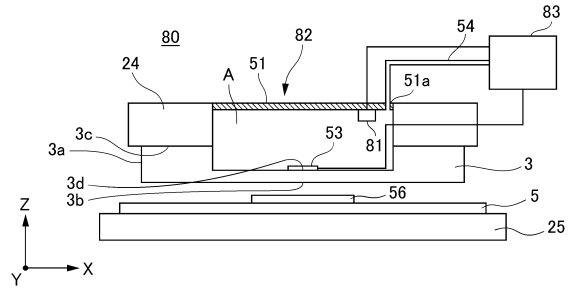
【図2】



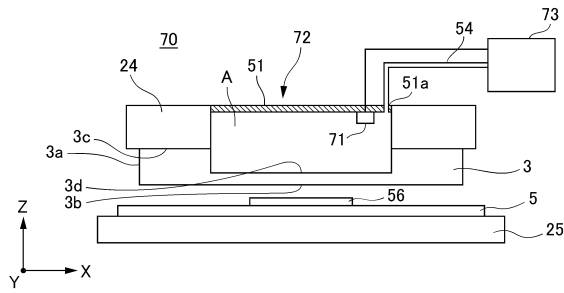
【圖 3】



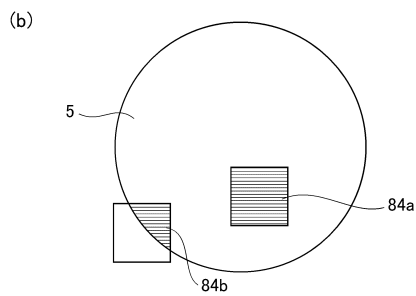
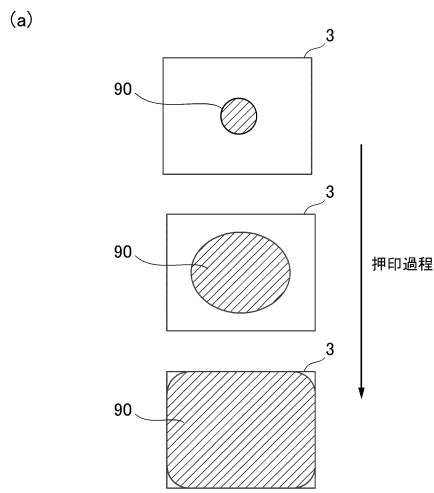
【圖 5】



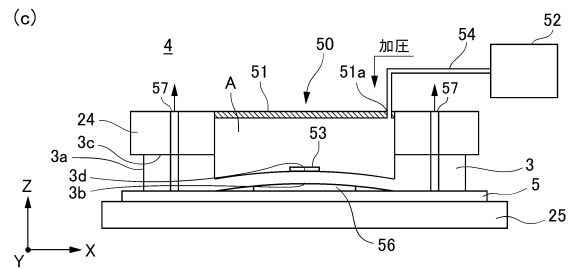
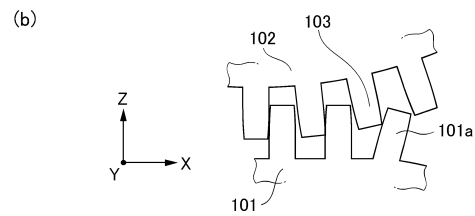
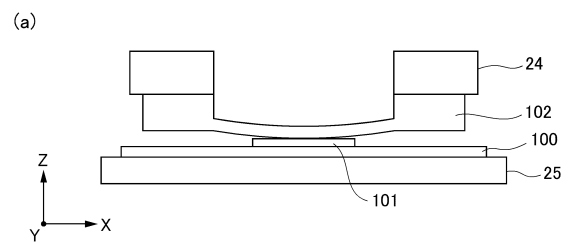
【圖 4】



【圖 6】



【圖 7】



フロントページの続き

(72)発明者 塩出 吉宏
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 中村 直行

(56)参考文献 特開2006-018975(JP,A)
特開2008-006704(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027