

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5822597号
(P5822597)

(45) 発行日 平成27年11月24日 (2015.11.24)

(24) 登録日 平成27年10月16日 (2015.10.16)

| | |
|--------------------------|-----------------------|
| (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 B |
| G 1 1 B 5/84 (2006.01) | G 1 1 B 5/84 Z |

請求項の数 10 (全 13 頁)

| | | | |
|--------------|------------------------------|-----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願2011-174600 (P2011-174600) | (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8月10日 (2011.8.10) | (74) 代理人 | 100114775 弁理士 高岡 亮一 |
| (65) 公開番号 | 特開2012-94818 (P2012-94818A) | (72) 発明者 | 中川 一樹 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17日 (2012.5.17) | (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 |
| 審査請求日 | 平成26年7月16日 (2014.7.16) | (72) 発明者 | 鳥居 弘稔 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2010-223619 (P2010-223619) | | |
| (32) 優先日 | 平成22年10月1日 (2010.10.1) | | |
| (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、及びそれを用いた物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上の未硬化樹脂と、モールドとを接触させて、前記基板上に樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、

前記モールドは、前記基板に対向する側に凹凸パターンが形成された平板部と、外周側に位置する壁部と、を有し、

前記インプリント装置は、

前記壁部を保持する保持部と、

前記壁部、又は前記保持部に対して外力を作用させることで、前記平板部の中央部と前記壁部との間の形状を変形させるモールド変形機構と、を備え、

前記モールド変形機構は、前記モールドと前記樹脂とを互いに引き離す離型動作時に、前記壁部、又は前記保持部に対して、前記平板部から前記壁部に向かう方向に前記外力を作用させることで、前記平板部の中央部と前記壁部との間の領域の一部を、前記モールドが前記基板上の樹脂から離れる方向に変形させることを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記保持部にて前記外力を作用させる領域は、前記外力の作用に対して、前記壁部と前記平板部の中央部との間の前記モールドの内部に反力を作用させ、前記平板部に変形を生じさせるモーメントが発生する位置であ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 3】

10

20

前記モールド変形機構は、前記凹凸パターンと前記未硬化樹脂とを接触させる押印動作時に、前記壁部、又は前記保持部に対して、前記壁部から前記平板部に向かう方向に前記外力を作用させることで、前記平板部を前記基板の表面の側に向けて凸形に変形させることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のインプリント装置。

【請求項 4】

前記壁部の側壁における前記平板部に対向する領域に対して外力印加手段を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 5】

前記平板部の前記凹凸パターンが形成された面とは反対の面の側の圧力を調整する圧力調整手段を備え、

前記押印動作時に、前記圧力を上げるように、前記圧力調整手段を制御す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 6】

前記モールドは、前記凹凸パターンの周囲に吸引口を備え、

前記押印動作時に、前記凹凸パターンと前記未硬化樹脂との間の空間を減圧す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 7】

基板上の未硬化樹脂と、モールドとを接触させて、前記基板上に樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、

前記モールドは、前記基板に対向する側に凹凸パターンが形成された平板部と、外周側に位置する壁部と、を有し、

前記インプリント装置は、

前記壁部を保持する保持部と、

前記壁部、又は前記保持部に対して外力を作用させることで、前記平板部の中央部と前記壁部との間の形状を変形させるモールド変形機構と、

前記モールドの変形量を計測する計測手段と、を備え、

前記モールド変形機構は、前記凹凸パターンと前記未硬化樹脂とを接触させる押印動作時に、前記壁部、又は前記保持部の側壁に対して、前記壁部から前記平板部に向かう方向に前記外力を作用させることで、前記モールドの前記平板部を前記基板の表面に向けて凸形に変形させ、

前記押印動作時に、前記凹凸パターンと前記未硬化樹脂との間の空間を減圧し、前記計測手段の出力に基づいて前記モールド変形機構を制御することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 8】

前記インプリント装置は、前記モールドのパターンの形状を補正するための、前記モールド変形機構とは異なる、形状補正機構を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いて基板上に樹脂の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基板を加工する工程と、
を有することを特徴とする物品の製造方法。

【請求項 10】

基板上にパターンを形成するインプリント方法であって、

凹凸パターンが形成された平板部と、外周部に位置する壁部とを有するモールドを、前記基板に対向させる工程と、

前記基板上に未硬化樹脂を供給する工程と、

前記基板上に供給された未硬化樹脂と前記モールドの凹凸パターンとを接触させる接触工程と、

前記未硬化樹脂を硬化させる硬化工程と、

10

20

30

40

50

前記硬化工程で硬化させた樹脂と前記モールドの凹凸パターンとを離間させる離型工程と、を有し、

前記離型工程において、前記壁部、又は前記保持部に対して、前記平板部から前記壁部に向かう方向に前記外力を作用させることで、前記離型時の引っ張り力による前記モールドの凹凸パターンの曲げ変形を緩和するように前記平板部の中央部と前記壁部との間の領域の一部を、前記モールドが前記基板上の樹脂から離れる方向に変形させることを特徴とするインプリント方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【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）とモールドとを接触させる。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。

20

【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、転写印刷版（モールド）を基板に向かって凸形に撓ませ、その状態で基板上の樹脂に押し付けた後、モールドを平面に戻し、パターン全面を樹脂に押し付ける転写印刷機を開示している。この印刷機によれば、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隙間（空間）を大気圧以下として、上記気泡の残留を低減させる技術も特許文献2で開示されている。

30

【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の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、上記の特許文献1は、モールドの離型時には、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。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第4441675号公報

【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、モールドの離型時に、特許文献1の転写印刷機のようにモールドを変形させて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と、モールドの凹凸パター

50

ンにおける引き剥がし部分が、その周囲の樹脂のパターン形成部に斜めから接触する。このとき、樹脂のパターン形成部は、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、樹脂のパターン形成部は、傾いたまま元の形状に戻らなくなる。更に、特許文献 1 の転写印刷機におけるモールドは、容易に撓ませるように、凹凸パターンの厚みを薄くしている。この場合、モールドの離型時には、モールドの変形が大きくなるので、結果的に、上記のような樹脂のパターンが傾くという欠陥が発生し易くなる。

【 0 0 0 7 】

また、特許文献 2 に示す装置では、モールドと基板との間の隙間を大気圧以下とするために、この隙間に存在する気体を回収する回収口を設けている。この場合、この隙間が大気圧以下となることで、モールドと基板との間には吸引力が働く。この吸引力は、モールドと基板とが接触する瞬間、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、回収口と基板とが接触することが考えられる。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凸パターンに未充填欠陥が発生する。更に、モールドの変形によって、基板上に形成された樹脂パターンが傾く欠陥が発生し易くなる。

【 0 0 0 8 】

本発明は、このような状況を鑑みてなされたものであり、樹脂のパターン形成部に混入する気泡を減少させつつ、パターン形成部の欠陥の発生を抑えることが可能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】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するために、本発明は、基板上の未硬化樹脂と、モールドとを接触させて、基板上に樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、モールドは、基板に対向する側に凹凸パターンが形成された平板部と、外周側に位置する壁部と、を有し、インプリント装置は、壁部を保持する保持部と、壁部、又は保持部に対して外力を作用させることで、平板部の中央部と壁部との間の形状を変形させるモールド変形機構と、を備え、モールド変形機構は、モールドと樹脂とを互いに引き離す離型動作時に、壁部、又は保持部に対して、平板部から壁部に向かう方向に外力を作用させることで、平板部の中央部と壁部との間の領域の一部を、モールドが基板上の樹脂から離れる方向に変形させることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、樹脂のパターン形成部に混入する気泡を減少させつつ、パターン形成部の欠陥の発生を抑えることが可能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】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の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】従来のインプリント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】

【 0 0 1 2 】

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。

【 0 0 1 3 】

(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、本実施形態のインプリント装置の構成を示す概略図である。この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

10

20

30

40

50

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（鉛直方向）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（水平方向）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、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。

【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。

【0015】

モールド3は、外周部が矩形であり、所定の微細パターン22（例えば、後述する回路パターン等の凹凸パターン3a）が3次元状に形成された型である。微細パターンの表面は、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。なお、本実施形態に係るモールド3の形状の詳細は、後述する。

【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）24と、該モールドベース12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を接触させ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ーは、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。

【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。また、図2（b）は、モールド3の各部の寸法を示す概略断面図である。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、平板部3aと、外周側に壁部3bとを有する箱形であり、また、平板部3aの押印面の中央部には、上述したように、凹凸パターン3c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24は、中心部（内側）を照明系ユニット2の光源20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3bの垂直面（被保持面）3d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。

【0018】

モールド変形機構50は、モールド3を形成する壁部3bの外周部側面である側壁3eの領域と接し、該領域に対して外向きに引張力を作用させる駆動機構51を備える。この駆動機構51は、吸引機構や、アクチュエーター等で構成される外力印加手段であり、モ

ールド3の4方それぞれの側壁3eに引張力を作用させるため、モールドベース24に固定されたモールド3の周囲に複数台設置される。ここで、本実施形態では、駆動機構51が引張力を作用させる領域は、側壁3eにおいて、垂直面3d側に寄るZ方向の上部である。この領域は、図2(a)中の矢印に示すように、引張力Aの作用に対して、壁部3b側から平板部3aの中央部側に向けてモールド3の内部に反力Bが作用し、平板部3aに所望の変形が生じるようなモーメントMが発生する位置とする。例えば、このモーメントMの支点は、壁部3bのZ方向の高さ寸法 L_1 に対する中間位置(垂直面3d又は平板部3aの押印面からの距離 $L_1/2$)、かつ、壁部3bのX方向の幅寸法 L_2 に対する中間位置(側壁3e又は対向する内壁からの距離 $L_2/2$)とする。この場合、駆動機構51が引張力Aを作用させる位置は、モーメントMの支点からの高さ距離が、平板部3aの厚さ寸法 D_1 の中心位置、即ち、反力Bの作用中心への距離と同等の距離となる位置とすることがより効率的である。更に、図2(d)に示すように、モールド変形機構50は、駆動機構51が側壁3eに対して圧縮力Dを作用させることもできる。その場合、図2(d)中の矢印に示すように、圧縮力Dの作用に対して、平板部3aの中央部側から壁部3b側に向けてモールド3の内部に反力Eが作用し、モーメント M_3 が発生する。

【0019】

なお、このモールド変形機構50により平板部3aを所望の形状に好適に変形させるためには、モールド3において、平板部3aの厚さ寸法 D_1 を可能な限り薄くし、かつ、平板部3aの内壁の距離寸法 L_3 を可能な限り長くすることが望ましい。これは、離型動作時の平板部3aの変形に有利だけでなく、押印動作時に、平板部3aがウエハ5側に向かって凸形に変形し易くなることから、樹脂内への気泡の混入が減少するという効果もある。

【0020】

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(以下、単に「樹脂」と表記する)が塗布される。また、ウエハステージ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)25と、該補助部材25を駆動するためのアクチュエーターとを備える。また、ウエハステージ6は、パターンの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。

【0021】

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26と、該収容部26に連通し、収容部26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27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。

【0022】

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。

【0023】

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35a~35c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3c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することで、気泡の発生を抑える。このガス供給装置35a~35cは、モールド3の周囲に配置した第1~第3のガ

10

20

30

40

50

ス供給口 28 a ~ 28 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 4 】

また、モールド 3 は、図 2 (d) に示すように、凹凸パターン 3 c の周囲に、不図示の減圧機構に接続される排気口 (吸引口) 8 1 を備える。減圧機構は、押印動作時にモールド 3 とウエハ 5 との隙間を減圧することで、大気圧環境下より、気泡の発生を効果的に抑えることができる。

【 0 0 2 5 】

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 2 9 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 3 0 と干渉計 3 1 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 2 9 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 3 2、フレーム 3 3、及び除振装置 3 4 を含む。定盤 3 2 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 3 3 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 3 4 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 3 3 を支持する。

【 0 0 2 6 】

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 2 5 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 2 9 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) や、樹脂の塗布動作の基準とする。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 2 7 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 2 7 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 2 3 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 3 c に沿って流動する。この状態にて、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)。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。

【 0 0 2 7 】

次に、本実施形態のモールド保持装置 4 の作用について説明する。まず、比較のために従来の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、従来のインプリント装置におけるインプリント動作を示す概略図である。特に、図 5 (a) は、離型動作時に、ウエハ 1 0 0 上に形成された樹脂層 1 0 1 から、モールド 1 0 2 (凹凸パターン 1 0 3) を剥離する途中の動作を示す。通常、モールド 1 0 2 をウエハ 1 0 0 から引き離す際は、モールド 1 0 2 は、ウエハ 1 0 0 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 1 0 3 と樹脂層 1 0 1 とが固着している領域では、モールド 1 0 2 は、ウエハ 1 0 0 へ向かう方向、即ち Z 軸下方向の引き離し応力を受ける。したがって、従来のインプリント装置では、図 5 (a) に示すように、モールド 1 0 2 をウエハ 1 0 0

10

20

30

40

50

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、引き離し応力の急激な発生を回避する。

【0028】

また、図 5 (b) は、図 5 (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 5 (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 101a は、同様に押されて傾き、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、パターン形成部 101a は、傾いたまま元に戻らなくなる。

10

【0029】

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 52 内に混入する気泡を減少させ、かつ、樹脂 52 のパターン形成部の倒れも減少させる。図 2 (c) は、離型動作時におけるモールド 3 の状態を示す概略図である。まず、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 52 の硬化動作を実施する。次に、モールド保持装置 4 は、離型動作を実施するが、通常、モールド 3 は、ウエハ 5 に向かう方向に引張り力 (引き離し応力) 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。このとき、モールド変形機構 50 は、駆動機構 51 によりモールド 3 に対して引張り力 A を作用させる。この作用により、モールド 3 の平板部 3a には反力 B が作用してモーメント M が発生し、平板部 3a の中央部には、Z 方向上向きの力 C が作用する。ここで、平板部 3a は、壁部 3b の幅寸法 L_2 と比較して、厚さ寸法 D_1 が薄いので、力 C と上記の引き離し応力との互いの力の作用により、中心部と壁部 3b との間の領域の一部 3f が、ウエハ 5 の表面とは反対側に向けて湾曲する、所謂 W 形に変形する。そして、モールド変形機構 50 は、不図示の制御装置にて駆動機構 51 が作用させる引張り力 A の大きさを適宜調整し、モールド 3 の凹凸パターン 3c を樹脂 (硬化樹脂) 52 の外周部から徐々に引き離すことにより、モールド 3 と樹脂 52 とを相対的に退避させる。例えば、この場合、モールド変形機構 50 は、平板部 3a の中央部を Z 方向上向きに数 ~ 数十 μm 程度変形させることで、モールド保持装置 4 は、好適に離型動作を実施することが可能となる。また、通常、離型動作の開始時は、凹凸パターン 3c と樹脂 52 との接触面積が大きいため、モールド 3 を引き離す際に大きな力が必要であり、一方、離型動作が進行するにつれて接触面積が小さくなり、モールド 3 を引き離す際の力も小さくてよい。そこで、上記制御装置は、凹凸パターン 3c と樹脂 52 との接触面積の変化に基づいて、駆動機構 51 による引張り力を制御すれば、平板部 3a の凹凸パターン 3c が急激に曲げられるのを防止することができる。このように、モールド変形機構 50 は、離型動作時に、モールド 3 の変形量を適宜調整することで引き離し応力の発生を抑えるので、従来の引き離し応力に起因した樹脂 52 のパターン形成部の倒れが減少する。

20

30

【0030】

更に、図 2 (d) において、モールド変形機構 50 は、押印動作時に駆動機構 51 によりモールド 3 に対して圧縮力 D を作用させる。この作用により、モールド 3 の平板部 3a には反力 E が作用してモーメント M_3 が発生し、平板部 3a の中央部には、Z 方向下向きの力 F が作用する。その結果、モールド 3 をウエハ 5 に向かって凸形に撓ませた状態で凹凸パターン 3c を樹脂 52 に押し付けることができる。また、インプリント装置 1 は、モールド変形機構 50 とは別に、モールド 3 を変形させる機構として、不図示の圧力調整手段を備える。この圧力調整手段は、モールドベース 24 の内側に存在する空間と、モールド 3 の壁部 3b にて囲まれた内部空間とで形成される空間領域を密閉空間にし、密閉空間の圧力を調整する。密閉空間に気体を供給して加圧することでモールド 3 をウエハ 5 に向かって凸形に撓ませることができる。モールド変形機構 50 と圧力調整手段を併用してモールド 3 を撓ませてもよい。これにより、減圧機構 80 によってモールド 3 とウエハ 5 との隙間を更に低い圧力に設定してもモールド 3 と樹脂 52 との間の気体を外側へ押し出し、樹脂 52 中に混入する気泡を低減させることができる。

40

50

【 0 0 3 1 】

また、インプリント装置 1 は、平板部 3 a の変形量を計測する計測手段 9 0 を備える。計測手段 9 0 は、押印動作時に平板部 3 a の変形量を計測し、計測結果をモールド変形機構 5 0 に出力する。不図示の減圧機構によって、モールド 3 とウエハ 5 との隙間を大気圧以下まで減圧する場合、モールド 3 とウエハ 5 との間には吸引力が働く。この吸引力は、モールド 3 とウエハ 5 とが接触する瞬間、図 5 (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を押し出す前に、排気口 8 1 とウエハ 5 が接触することが考えられる。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、樹脂 5 2 中に混入する気泡を低減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、排気口 8 1 による吸引力が発生している環境においても、モールド 3 がウエハ 5 に向かって凸形となるように、計測手段 9 0 からの計測結果を元に、モールド変形機構 5 0 でモールド 3 に印加する外力を調整する。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、排気口 8 1 とウエハ 5 とが接触することを防ぐことができる。以上により、モールド 3 と樹脂 5 2 との隙間を大気圧以下とした押印動作が可能となり、該隙間で発生する樹脂 5 2 中への気泡の混入を、大気圧環境下より低減させることができる。

10

【 0 0 3 2 】

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、モールド保持装置 4 においてモールド変形機構 5 0 を採用することにより、押印動作時の樹脂内への気泡の混入を減少させつつ、離型動作時の樹脂のパターン形成部の倒れを減少させることができる。

20

【 0 0 3 3 】

(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 6 0 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 6 0 の特徴は、第 1 実施形態のモールド変形機構 5 0 が有する駆動機構 5 1 の設置位置を変化させたモールド変形機構 6 1 を備える点にある。

【 0 0 3 4 】

例えば、図 3 (a) に示すモールド変形機構 6 1 では、駆動機構 5 1 a は、モールド 3 の垂直面 3 d を吸着するモールドベース 2 4 の吸着部における側面 2 4 a の領域に引張力 A_2 を作用させる位置に配置される。この場合、モーメント M_2 の支点は、第 1 実施形態のモールド変形機構 5 0 での位置とは異なることになる。しかしながら、モールド 3 とモールドベース 2 4 とが吸引力により強固に固定されていれば、モールド 3 の平板部 3 a には反力 B_2 が作用してモーメント M_2 が発生し、第 1 実施形態と同様に、平板部 3 a の中央部には Z 方向上向きの力 C_2 が作用する。同様に、図 3 (c) の矢印に示すように、駆動機構 5 1 a は、側面 2 4 a に圧縮力 D_2 を加えることで平板部 3 a には反力 E_2 が作用してモーメント M_4 が発生し、平板部 3 a の中央部には Z 方向下向きの力 F_2 が作用する。したがって、本実施形態のインプリント装置によれば、モールド保持装置 6 0 を備えることにより第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

30

【 0 0 3 5 】

一方、図 3 (b) に示すモールド変形機構 6 1 では、駆動機構 5 1 b は、モールド 3 の側壁 3 e における平板部 3 a に対向する領域に、圧縮力 B_3 を加える位置に配置される。この場合、平板部 3 a の中央部に向けて側壁 3 e から直接圧縮力 B_3 が作用することにより、第 1 実施形態と同様に、平板部 3 a の中央部には Z 方向上向きの力 C_3 が作用する。同様に、図 3 (d) の矢印に示すように、駆動機構 5 1 b は、平板部 3 a の中央部に向けて側壁 3 e から直接引張力 E_3 が作用することにより、第 1 実施形態と同様に、平板部 3 a の中央部には Z 方向下向きの力 F_3 が作用する。したがって、この場合のインプリント装置でも、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

40

【 0 0 3 6 】

(第 3 実施形態)

50

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70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70の特徴は、モールドベース24の内側に存在する空間と、モールド3の壁部3bにて囲まれた内部空間とで形成される空間領域Sに設置される補強部材71を有するモールド変形機構72を備える点にある。補強部材71は、石英ガラス等の光透過性の部材で形成され、図4に示すように、通気口71aが平板部3aの内面3gに対向するような少なくとも1つの圧力調整流路71bを有する。特に、本実施形態では、通気口71aが設置される位置は、第1実施形態と同様、平板部3aがW形に変形するように、平板部3aにおける中心部と壁部3bとの間の領域3fに対応する位置とする。この圧力調整流路71bは、空間領域S内の圧力を調整する不図示の圧力調整装置（結合分離手段）に接続される。更に、モールド変形機構72は、補強部材71の側面部71cと、モールドベース24の内部側面24bとを接続する弾性部材73と、補強部材71をZ方向に移動可能とする不図示の部材駆動機構とを備える。

【0037】

この場合、モールド変形機構72は、押印動作時には、図4(a)に示すように、圧力調整装置により空間領域S内に気体を供給して加圧することで、補強部材71の表面をモールド3の内面3gと分離させる。一方、モールド変形機構72は、離型動作時には、図4(b)に示すように、圧力調整装置により圧力調整流路71bを介して空間領域S内の気体を排気する。このとき、空間領域Aの内部は、減圧されて弾性部材73が変形し、補強部材71は、モールド3の内面3gに一体的に吸着（結合）する。その際、補強部材71は、モールド3の内面3gの領域3f近傍と結合されていればよく、内面gの中心部は結合されない方が好ましい。次に、補強部材71は、不図示の部材駆動機構によりモールド3をZ方向上方へ駆動することで、平板部3aにはZ方向上向きの力 C_4 が作用する。したがって、本実施形態のインプリント装置によれば、補強部材71を備えることにより第1実施形態と同様の効果を奏する。なお、補強部材71は、中心部で紫外線を通過させる必要があるため、全体を光透過性の部材で形成するとしているが、例えば、照射領域と重なる部分のみを光透過性の部材で形成してもよいし、又は、補強部材71の紫外線通過部に貫通孔等を設けてもよい。更に、モールド保持装置70は、上記部材駆動機構とは別の第2の部材駆動機構を備え、上記部材駆動機構に対し遅れて、もしくは遅い速度で、第2の部材駆動機構を駆動してもよい。

【0038】

（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。

【0039】

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。

【0040】

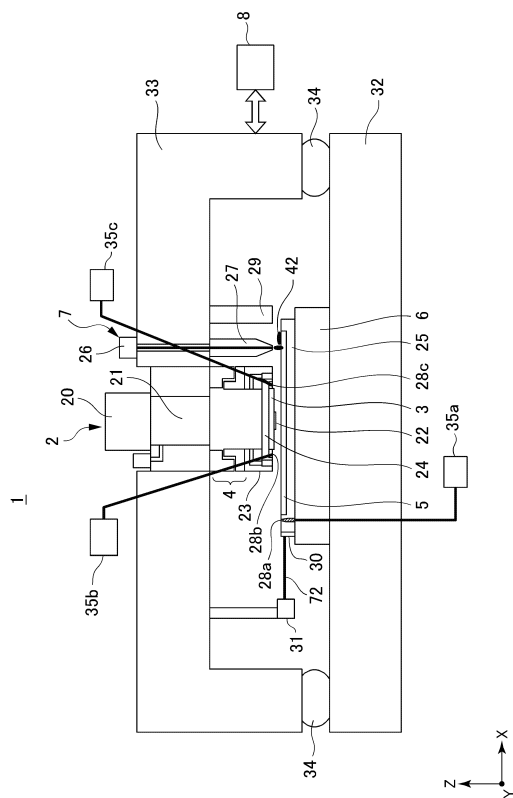
例えば、上記実施形態では、モールド保持装置が有するモールド変形機構の構成を、形状補正機構（倍率補正機構）23とは別構成としている。しかしながら、形状補正機構23の構成を、上述したモールド変形機構と同様な構成とすることができるならば、本実施形態のモールド変形機構と、形状補正機構23とを同一とすることも可能である。

【符号の説明】

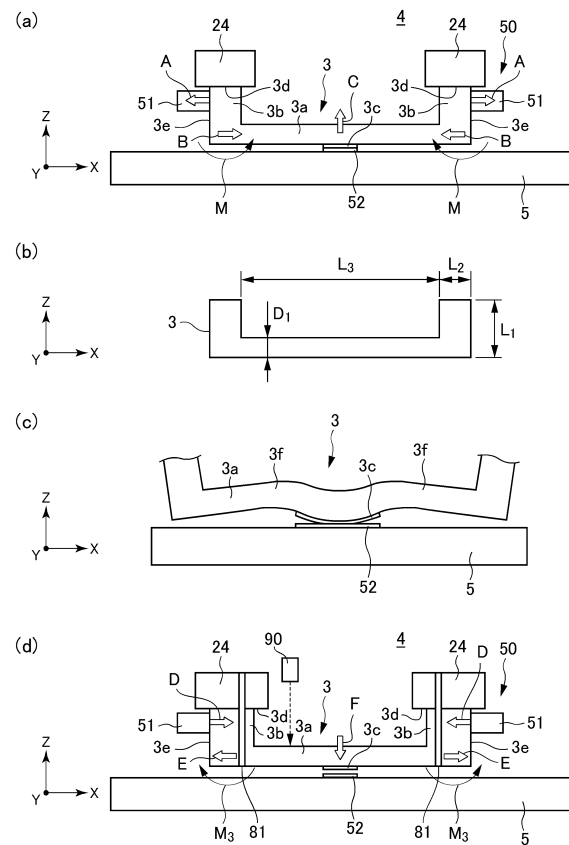
【0041】

- 1 インプリント装置
- 3 モールド
- 3 a 平板部
- 3 b 壁部
- 3 c 凹凸パターン
- 3 d 垂直面
- 4 モールド保持装置
- 5 ウエハ
- 2 4 モールドベース
- 5 0 モールド変形機構
- 5 2 樹脂

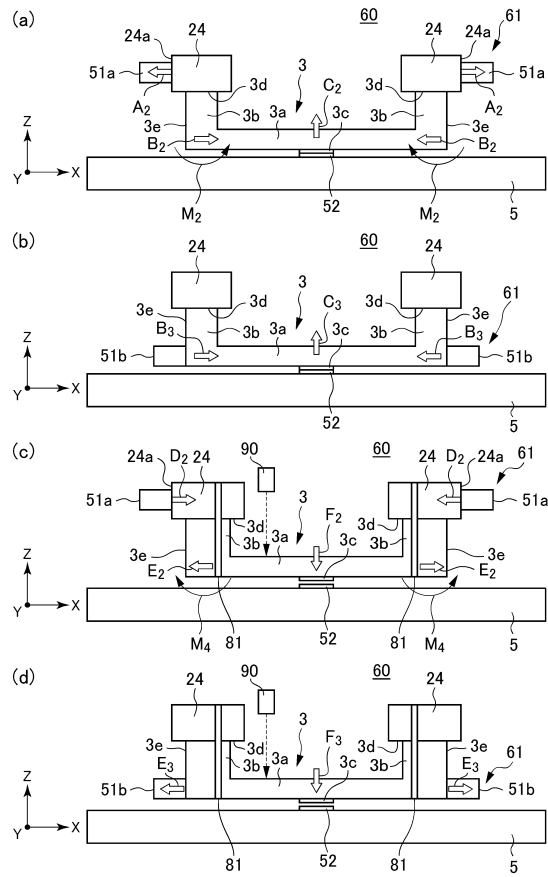
【図 1】



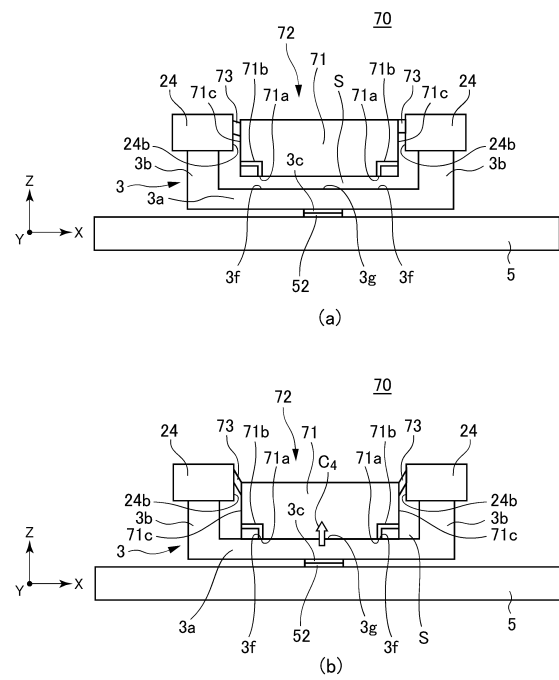
【図 2】



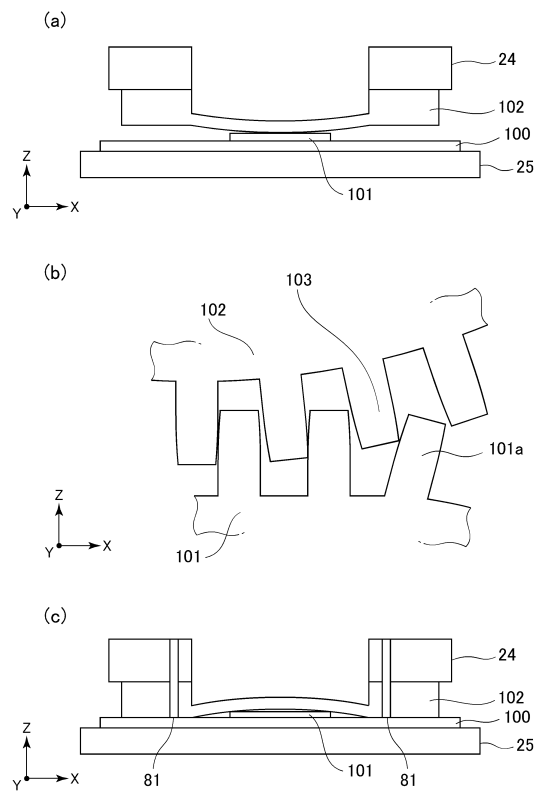
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

審査官 佐野 浩樹

- (56)参考文献 特表2009-536591(JP,A)
特表2009-532245(JP,A)
特表2008-504141(JP,A)
特開2011-005773(JP,A)
国際公開第2007/099907(WO,A1)
特開2001-068411(JP,A)
特許第4441675(JP,B2)
特開2010-118576(JP,A)
特開2007-076358(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C53/00 - 53/84、57/00 - 59/18、
G11B 5/84 - 5/858、
H01L21/027、21/30