

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5759303号
(P5759303)

(45) 発行日 平成27年8月5日 (2015.8.5)

(24) 登録日 平成27年6月12日 (2015.6.12)

(51) Int.Cl.

F I

HO 1 L 21/027 (2006.01)

HO 1 L 21/30 5 O 2 D

B 2 9 C 59/02 (2006.01)

B 2 9 C 59/02 Z NM Z

請求項の数 11 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-175722 (P2011-175722)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成23年8月11日 (2011.8.11)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-38365 (P2013-38365A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成25年2月21日 (2013.2.21)	(74) 代理人	100114775
審査請求日	平成26年8月1日 (2014.8.1)		弁理士 高岡 亮一
		(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
		(72) 発明者	田中 悠輔
			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	佐野 浩樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インプリント装置、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】

基板上のインプリント材に型を押し付けることにより成形して、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、

前記型に対し、前記型と前記インプリント材との押し付け方向に垂直な方向に力を加えて、前記型に形成されたパターン部の形状を変更する第1駆動機構と、

前記押し付け方向と、前記第1駆動機構により前記型に加えられる力の方向とに対して直交する軸を中心として、前記型を変形させる第2駆動機構と、

前記押し付け方向に前記型を移動させる型駆動機構と、

前記型を保持する保持部と、可撓性を有する接続部を介して前記保持部を支持し、前記型駆動機構に保持される基部とを含む型保持部と、を有し、

前記第2駆動機構は、前記保持部の形状を変形させることで、前記型を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】

前記第2駆動機構は、前記保持部の上に、前記押し付け方向に直交する2つの方向にそれぞれ対応して複数設置され、

前記2つの方向で前記型の中心を通る軸を基準として対称となる形状に前記保持部を変形させるように前記力を加え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】

前記保持部は、前記基部に対して前記第1駆動機構により加えられる力の方向の内側に

10

20

位置し、

前記第 2 駆動機構は、駆動方向の両端をそれぞれ前記保持部に固定する固定部材を介して設置され、

前記駆動方向は、前記押し付け方向に対して直交する方向であ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】

前記保持部は、前記基部に対して前記押し付け方向の前記基板に向かう側に位置し、

前記第 2 駆動機構は、駆動方向の一端が前記基部に接続され、他端が前記保持部に接続され、

前記駆動方向は、前記押し付け方向に対して平行な方向であ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 5】

前記接続部は、前記保持部が変形する方向に対して可撓性を有する板ばね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 6】

前記保持部の変形量を計測する計測器と、

前記第 2 駆動機構の駆動量を制御する制御部と、を備え、

前記制御部は、前記変形量が、予め決定された前記保持部に対する曲げ量となるように前記駆動量を制御することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

前記制御部は、前記型の表面に形成されたパターン部と、予め前記基板上に成形されているパターンとの相対位置に基づいて、前記曲げ量を決定することを特徴とする請求項 6 に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記第 1 駆動機構の駆動により生じる前記パターン部の変形形状に基づいて、前記曲げ量を決定することを特徴とする請求項 6 に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

前記計測器は、前記保持部に生じた歪みを計測する歪みセンサ、または、前記保持部もしくは前記型の変位を計測する位置センサであることを特徴とする請求項 6 に記載のインプリント装置。

【請求項 10】

基板上のインプリント材に型を押し付けることにより成形して、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、

前記型に対し、前記型と前記インプリント材との押し付け方向に垂直な方向に力を加えて、前記型に形成されたパターン部の形状を変更する第 1 駆動機構と、

前記押し付け方向に前記型を移動させる型駆動機構と、

前記型を保持する保持部と、可撓性を有する接続部を介して前記保持部を支持し、前記型駆動機構に保持される基部とを含む型保持部と、

前記保持部の形状を変形させることで、前記型を変形させる第 2 駆動機構と、を有することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 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、

を含む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】

【0001】

本発明は、インプリント装置、それを用いた物品の製造方法に関する。

10

20

30

40

50

【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術に加え、基板上の未硬化樹脂を型（モールド）で成形し、樹脂のパターンを基板上に形成する微細加工技術が注目を集めている。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1つとして、光硬化法がある。この光硬化法を採用したインプリント装置では、まず、基板（ウエハ）上のインプリント領域であるショットに紫外線硬化樹脂（インプリント材、光硬化性樹脂）を塗布する。次に、この樹脂（未硬化樹脂）を型により成形する。そして、紫外線を照射して樹脂を硬化させたうえで引き離すことにより、樹脂のパターンが基板上に形成される。

10

【0003】

ここで、インプリント処理が施される基板は、一連のデバイス製造工程において、例えばスパッタリングなどの成膜工程での加熱処理を経ることで、基板全体が拡大または縮小し、平面内で直交する2軸方向でパターンの倍率（サイズ）が変化する可能性がある。したがって、インプリント装置では、型と基板上の樹脂とを押し付けるに際し、基板上に形成されているパターンの倍率と型に形成されているパターン部の倍率とを合わせる必要がある。このような倍率補正は、従来の露光装置であれば、基板の倍率に合わせて投影光学系の縮小倍率を変更したり、基板ステージの走査速度を変更したりすることで、露光処理時の各ショットサイズを変化させて対応している。しかしながら、インプリント装置では、

20

【0004】

例えば、このインプリント装置を32nmハーフピッチ程度の半導体デバイスの製造工程に適用する場合を考える。このとき、ITRS（International Technology Roadmap for Semiconductors）によれば、重ね合わせ精度は、6.4nmとなる。したがって、これに対応するためには、倍率補正も数nm以下の精度で実施する必要がある。その一方で、インプリント装置に用いられる型（パターン部）も、以下のような原因で歪曲が発生する可能性がある。例えば、型は、製作時にはパターン面が上向きであるのに対し、使用時（押し付け時）にはパターン面が下向きとなる。したがって、使用時には重力の影響などによりパターン部が変形する可能性がある。また、パターン部は、一般に電子ビームなどを用いる描画装置により形成されるが、この形成の際にも、描画装置の光学系の歪曲収差などに起因して歪曲が生じる可能性がある。さらに、パターン部が歪曲なしで製作できたとしても、予め基板上に形成されていたパターンに歪曲が生じていれば、重ね合わせ精度に影響が出る。そこで、このような型の歪曲（変形）を抑制するためのものとして、特許文献1は、モールドチャックに、モールドの複数の周辺部を保持する保持部と、この保持部を基部に対してZ軸方向に位置決めする駆動機構とを有する押印装置を開示している。この押印装置は、モールドの形状を基板の形状に倣うように補正することで、重ね合わせ精度を改善するものである。

30

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2010-80714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、従来のインプリント装置では、押し付け動作時に倍率補正機構が型を変形させる際、型に形成されているパターン部は、押し付け方向に変形し、その変形量は、倍率補正機構による補正量に応じて変化する。したがって、この状態で型（パターン部）

50

を基板上の樹脂に押し付けると、パターン部の一部、特にその最外周部に応力が集中した状態で型が変形し、パターンピッチの線形性が崩れ、重ね合わせ精度に影響を及ぼす。また、X Y 平面の 2 軸方向にて異なる倍率の補正を行う場合には、パターン部に生じる歪みや応力も、X、Y 軸の両方向で異なる。そこで、パターン部に生じる応力集中（X、Y 軸方向のそれぞれの応力集中を含む）を抑制する必要がある。しかしながら、特許文献 1 に示す押印装置では、4 箇所保持部を単に Z 軸方向に駆動させるだけであるため、応力集中の抑制効果が不十分である。

【0007】

本発明は、このような状況を鑑みてなされたものであり、型と基板上の樹脂との重ね合わせ精度の改善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。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

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に型を押し付けることにより成形して、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、型に対し、型とインプリント材との押し付け方向に垂直な方向に力を加えて、型に形成されたパターン部の形状を変更する第 1 駆動機構と、押し付け方向と、第 1 駆動機構により型に加えられる力の方向とに対して直交する軸を中心として、型を変形させる第 2 駆動機構と、押し付け方向に型を移動させる型駆動機構と、型を保持する保持部と、可撓性を有する接続部を介して保持部を支持し、型駆動機構に保持される基部とを含む型保持部と、を有し、第 2 駆動機構は、保持部の形状を変形させることで、型を変形させることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、型と基板上の樹脂との重ね合わせ精度の改善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】

【0010】

【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図である。

【図 2】第 1 実施形態に係るモールドチャックの構成を示す図である。

【図 3】インプリント処理時の動作シーケンスを示すフローチャートである。

【図 4】押し付け動作時のモールドの状態を示す図である。

30

【図 5】第 2 実施形態に係るモールドチャックの構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

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。

【0012】

（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図である。本実施形態におけるインプリント装置は、物品としての半導体デバイスなどのデバイスの製造に使用され、被処理基板であるウエハ上（基板上）の未硬化樹脂をモールド（型）で成形し、ウエハ上に樹脂のパターンを形成する装置である。なお、ここでは光硬化法を採用したインプリント装置とする。また、以下の図においては、ウエハ上の樹脂に対して紫外線を照射する照明系の光軸に平行に 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 1 は、まず、光照射部 2 と、モールド保持機構 3 と、ウエハステージ 4 と、塗布部 5 と、制御部 6 とを備える。

40

【0013】

光照射部 2 は、インプリント処理の際に、モールド 7 に対して紫外線 8 を照射する。この光照射部 2 は、光源 9 と、この光源 9 から射出された紫外線 8 をインプリントに適切な光に調整するための光学素子 10 とから構成される。なお、本実施形態では光硬化法を採用するために光照射部 2 を設置しているが、例えば熱硬化法を採用する場合には、光照射

50

部 2 に換えて、熱硬化性樹脂を硬化させるための熱源部を設置することとなる。

【 0 0 1 4 】

モールド 7 は、外周形状が矩形であり、ウエハ 1 1 に対する面に 3 次元状に形成されたパターン部（例えば、回路パターンなどの転写すべき凹凸パターン）7 a を含む。また、モールド 7 の材質は、石英など紫外線 8 を透過させることが可能な材料である。さらに、モールド 7 は、紫外線 8 が照射される面に、モールド 7 の変形を容易とするためのキャビティ（凹部）7 b を有する形状としてもよい。このキャビティ 7 b は、円形の平面形状を有し、厚み（深さ）は、モールド 7 の大きさや材質により適宜設定される。また、後述するモールド保持機構 3 内の開口領域 1 7 に、この開口領域 1 7 の一部とキャビティ 7 b とで囲まれる空間 1 2 を密閉空間とする光透過部材 1 3 を設置し、不図示の圧力調整装置により空間 1 2 内の圧力を制御する構成もあり得る。例えば、モールド 7 とウエハ 1 1 上の樹脂 1 4 との押し付けに際し、圧力調整装置により空間 1 2 内の圧力をその外部よりも高く設定することで、パターン部 7 a は、ウエハ 1 1 に向かい凸形に撓み、樹脂 1 4 に対してパターン部 7 a の中心部から接触する。これにより、パターン部 7 a と樹脂 1 4 との間に気体（空気）が閉じ込められるのを抑え、パターン部 7 a の凹凸部に樹脂 1 4 を隅々まで充填させることができる。

10

【 0 0 1 5 】

モールド保持機構 3 は、まず、真空吸着力や静電力によりモールド 7 を引き付けて保持するモールドチャック 1 5 と、このモールドチャック 1 5 を保持し、モールド 7（モールドチャック 1 5）を移動させるモールド駆動機構 1 6 とを有する。モールドチャック 1 5 およびモールド駆動機構 1 6 は、光照射部 2 の光源 9 から射出された紫外線 8 がウエハ 1 1 に向けて照射されるように、中心部（内側）に開口領域 1 7 を有する。さらに、モールド保持機構 3 は、モールドチャック 1 5 におけるモールド 7 の保持側に、モールド 7 の側面に力または変位を与えることによりモールド 7（パターン部 7 a）の形状を補正する倍率補正機構（第 1 駆動機構）1 8 を有する。この倍率補正機構 1 8 は、モールド 7 の形状を変形させることで、ウエハ 1 1 上に予め形成されているパターンの倍率に対して、モールド 7 に形成されているパターン部 7 a の倍率を合わせることができる。

20

【 0 0 1 6 】

図 2 は、本実施形態に係るモールドチャック（型保持部）1 5 の構成を示す概略図である。特に、図 2（a）は、モールドチャック 1 5 の斜視図であり、図 2（b）は、紫外線 8 の照射側から見た平面図であり、図 2（c）は、図 2（b）に記載の A - A' に対応した A - A' 断面図である。このモールドチャック 1 5 は、モールド 7 よりも大きな平面積を有し、外周形状が矩形の平板部材である。また、モールドチャック 1 5 は、外周部に位置し、紫外線 8 の照射側の面がモールド駆動機構 1 6 に接続される基部 3 0 と、この基部 3 0 の内側に位置し、外周形状が矩形で、ウエハ 1 1 に向かう側の面にモールド 7 を保持する保持部 3 1 とを含む。この基部 3 0 と保持部 3 1 とは、4 箇所の接続部 3 2 により連接している。この接続部 3 2 は、保持部 3 1 を比較的小さい力で変形可能とするように、可撓性を有する板ばねで構成されており、例えば、図 2（a）および図 2（b）に示すように、保持部 3 1 の対角線上の四隅にそれぞれ配置される。この接続部 3 2 を設置する位置は、これに限定するものではないが、保持部 3 1 が変形する方向に対して設置することが望ましい。なお、「可撓性を有する」とは、厚さを薄くして柔軟性を持たせ、所望の方向に撓みやすいことを意味する。

30

40

【 0 0 1 7 】

保持部 3 1 は、その X Y 平面の中心部に、開口領域 1 7 が形成されており、ウエハ 1 1 に向かう側の面に、不図示であるが、開口領域 1 7 の外周に位置するモールド 7 の外縁（外周部表面）を引きつける吸着部を含む。この吸着部は、例えば、外部に設置された不図示の真空排気装置に接続されており、この真空排気装置により吸着圧が調整され、吸着の ON / OFF が切り替えられる。また、保持部 3 1 は、紫外線 8 の照射側の面上に、第 2 駆動機構としてモールド 7 に曲げモーメント M を発生させるための 4 つのアクチュエータ 3 3（3 3 a ~ 3 3 d）を有する。これらのアクチュエータ 3 3 は、図 2（a）および図

50

2 (b) に示すように、開口領域 1 7 の周囲で、かつ、それぞれ保持部 3 1 の外周の辺に沿うように配置される。また、アクチュエータ 3 3 は、図 2 (c) に示す Y 軸方向に設置されるアクチュエータ 3 3 a を例として見ると、本体の長さが開口領域 1 7 の直径と略同一であり、駆動方向 (ストローク方向) がモールドチャック 1 5 の平面方向となる駆動部 3 4 を含む。この駆動部 3 4 としては、例えば、ピエゾアクチュエータ、リニアモータ、またはエアシリンダが採用可能である。また、駆動部 3 4 は、その両端がそれぞれ固定部材 3 5 に支持され、この固定部材 3 5 を介してモールドチャック 1 5 に固定される。その他の各アクチュエータ 3 3 b ~ 3 3 c も、アクチュエータ 3 3 a とそれぞれ同一構成である。このアクチュエータ 3 3 によれば、X 軸周りの x 方向、および Y 軸周りの y 方向の曲げを、それぞれ個別に発生させることができる。例えば、Y 軸方向に設置されるアクチュエータ 3 3 a とアクチュエータ 3 3 c の両方または一方を駆動させると、図 2 (c) に示すように、保持部 3 1 に対して Y 軸周りの回転モーメント M_y が加わり、回転モーメント M_y の方向に合わせてモールド 7 が変形する。同様に、X 軸方向に設置されるアクチュエータ 3 3 b とアクチュエータ 3 3 d の両方または一方を駆動させると、保持部 3 1 に対して X 軸周りの回転モーメント M_x が加わり、回転モーメント M_x の方向に合わせてモールド 7 が変形する。このように、X 軸および Y 軸の各方向にアクチュエータ 3 3 を複数設置する構成は、長いストロークのアクチュエータを採用する際に特に有効であり、比較的小さな発生力で、Z 軸方向の振幅駆動を高精度に実施することができる。さらに、保持部 3 1 は、保持部 3 1 自体の歪み (歪曲 : 変形量) を計測する歪みセンサ (計測器) 3 6 を設置している。この歪みセンサ 3 6 は、本実施形態では、図 2 (b) に示すように、それぞれのアクチュエータ 3 3 の設置位置に対応した面 (チャック面) の歪みを計測するものとしている。なお、この歪みセンサ 3 6 に換えて、例えば、基部 3 0 の一部に位置センサを設置して、モールドチャック 1 5 またはモールド 7 の Z 軸方向の変位を計測するような構成もあり得る。この位置センサを採用する場合には、X 軸、Y 軸上のそれぞれ変位の大きい場所を計測可能な位置に設置することが望ましい。

【 0 0 1 8 】

モールド駆動機構 (型駆動機構) 1 6 は、モールド 7 とウエハ 1 1 上の樹脂 1 4 との押し付け、または引き離しを選択的に行うようにモールド 7 を Z 軸方向に移動させる。このモールド駆動機構 1 6 に採用可能なアクチュエータとしては、例えばリニアモータまたはエアシリンダがある。また、モールド 7 の高精度な位置決めに対応するために、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。さらに、Z 軸方向だけでなく、X 軸方向、Y 軸方向、または (Z 軸周りの回転) 方向の位置調整機能や、モールド 7 の傾きを補正するためのチルト機能などを有する構成もあり得る。なお、インプリント装置 1 における押し付けおよび引き離し動作は、上述のようにモールド 7 を Z 軸方向に移動させることで実現してもよいが、ウエハステージ 4 を Z 軸方向に移動させることで実現してもよく、または、その双方を相対的に移動させてもよい。

【 0 0 1 9 】

ウエハ 1 1 は、例えば、単結晶シリコン基板や SOI (Silicon on Insulator) 基板であり、この被処理面には、モールド 7 に形成されたパターン部 7 a により成形される紫外線硬化樹脂 (以下「樹脂」という) 1 4 が塗布される。

【 0 0 2 0 】

ウエハステージ (基板保持部) 4 は、ウエハ 1 1 を保持し、モールド 7 とウエハ 1 1 上の樹脂 1 4 との押し付けに際し、モールド 7 と樹脂 1 4 との位置合わせを実施する。このウエハステージ 4 は、ウエハ 1 1 を、例えば真空吸着により保持するウエハチャック 1 9 と、このウエハチャック 1 9 を機械的手段により保持し、XY 平面内で移動可能とするステージ駆動機構 2 0 とを有する。ウエハチャック 1 9 は、モールド 7 をアライメントする際に利用する基準マーク 2 1 を有する。また、ステージ駆動機構 2 0 に採用可能なアクチュエータとしては、例えばリニアモータがある。ステージ駆動機構 2 0 も、X 軸および Y 軸の各方向に対して、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。さらに、Z 軸方向の位置調整のための駆動系や、ウエハ 1 1 の 方向の位置調整機

能、またはウエハ 1 1 の傾きを補正するためのチルト機能などを有する構成もあり得る。

【 0 0 2 1 】

塗布部 5 は、ウエハ 1 1 上に樹脂（未硬化樹脂）1 4 を塗布する。ここで、この樹脂 1 4 は、紫外線 8 を受光することにより硬化する性質を有する光硬化性樹脂（インプリント材）であり、半導体デバイス製造工程などの各種条件により適宜選択される。また、塗布部 5 の吐出ノズルから吐出される樹脂 1 4 の量も、ウエハ 1 1 上に形成される樹脂 1 4 の所望の厚さや、形成されるパターンの密度などにより適宜決定される。

【 0 0 2 2 】

制御部 6 は、インプリント装置 1 の各構成要素の動作および調整などを制御し得る。制御部 6 は、例えば、コンピュータなどで構成され、インプリント装置 1 の各構成要素に回線を通じて接続され、プログラムなどにしたがって各構成要素の制御を実行し得る。本実施形態の制御部 6 は、少なくともモールド保持機構 3（モールドチャック 1 5）の動作を制御する。なお、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。

【 0 0 2 3 】

また、インプリント装置 1 は、アライメント計測系 2 2 と、モールド 7 とウエハ 1 1 との間の距離を計測する距離計測系 2 3 とを備える。アライメント計測系 2 2 は、例えばウエハアライメントとして、ウエハ 1 1 上に形成されたアライメントマークと、モールド 7 に形成されたアライメントマークとの X 軸および Y 軸の各方向への位置ずれを計測する。距離計測系 2 3 は、例えば、計測用光源から照射された光が、ウエハ 1 1、モールド 7、再度ウエハ 1 1 と順に通過して干渉し合い、その干渉光を撮像素子により観察することで距離を計測する。また、インプリント装置 1 は、ウエハステージ 4 を載置するベース定盤 2 4 と、モールド保持機構 3 を固定するブリッジ定盤 2 5 と、ベース定盤 2 4 から延設され、ブリッジ定盤 2 5 を支持するための支柱 2 6 とを備える。さらに、インプリント装置 1 は、共に不図示であるが、モールド 7 を装置外部からモールド保持機構 3 へ搬送するモールド搬送機構と、ウエハ 1 1 を装置外部からウエハステージ 4 へ搬送する基板搬送機構とを備える。

【 0 0 2 4 】

次に、インプリント装置 1 の動作について説明する。図 3 は、インプリント装置 1 により、複数枚のウエハ 1 1 に対し、ウエハ 1 1 上に凹凸層となるパターンをインプリント処理にて成形する際の動作シーケンスを示すフローチャートである。なお、この複数枚のウエハ 1 1 を含む 1 つのロットにおいては、同一のモールド 7 を用いるものとする。まず、制御部 6 は、動作シーケンスを開始すると、モールド搬送機構により、モールド 7 をモールドチャック 1 5 に搬送させ、搭載させる（ステップ S 1 0 0）。次に、制御部 6 は、アライメント計測系 2 2 により、基準マーク 2 1 とモールド 7 に形成されたアライメントマークとの間の X 軸、Y 軸、および の各方向のずれを計測させる（ステップ S 1 0 1）。ここで、制御部 6 は、モールドアライメントとして、この計測結果に基づいて基準マーク 2 1 とモールド 7 に形成されたアライメントマークとの位置合わせを実施させる。次に、制御部 6 は、基板搬送機構により、ウエハ 1 1 をウエハチャック 1 9 に搬送させ、搭載させる（ステップ S 1 0 2）。次に、制御部 6 は、ステージ駆動機構 2 0 により、ウエハ 1 1 上のショット（被処理領域）が塗布部 5 による塗布位置に位置するように、ウエハ 1 1 を移動させる（ステップ S 1 0 3）。次に、制御部 6 は、塗布部 5 によりウエハ 1 1 上のショットに対して樹脂（未硬化樹脂）1 4 を塗布させる（塗布工程：ステップ S 1 0 4）。次に、制御部 6 は、ステージ駆動機構 2 0 により、ウエハ 1 1 上のショットがモールド 7 に形成されたパターン部 7 a の直下の押し付け位置に位置するように、ウエハ 1 1 を移動させる（ステップ S 1 0 5）。次に、制御部 6 は、倍率補正機構 1 8 により、モールド 7 のパターン倍率を補正させる（ステップ S 1 0 6）。次に、制御部 6 は、圧力調整装置により、空間 1 2 内の圧力を調整させて、モールド 7 に変形（曲げ）を与える（ステップ S 1 0 7）。そして、制御部 6 は、モールド 7 が変形した状態で、モールド駆動機構 1 6

10

20

30

40

50

により、モールド7（パターン部7a）をウエハ11上の樹脂14に押し付ける（押型工程：ステップS108）。このステップS108の処理前後のモールド7の変形について、以下に詳説する。

【0025】

図4は、モールド7をウエハ11上の樹脂14に押し付ける際のモールド7の状態を示す図である。まず、図4（a）は、モールド7を樹脂14に押し付ける前の状態を示す図である。このとき、モールド7に形成されたパターン部7aは、重力やモールド7の外周部に対して倍率補正機構18により加えられた力（圧縮力）により変形している。次に、図4（b）は、図4（a）に示す状態を維持したまま、モールド7を樹脂14に押し付けたときの状態を示す図である。このとき、パターン部7aの形状は、樹脂14と接した部分10は、ウエハ11の平面形状に倣って平面となり、一方、樹脂14と接していない部分（パターン部7aの周辺部分も含む）は、膨らんだままの状態となる。したがって、このままでは各部分の境界付近、すなわちパターン部7aの最外周部に応力が集中し、パターンピッチの線形性が崩れて、重ね合わせ精度に影響を及ぼす可能性がある。そこで、本実施形態では、モールドチャック15に設置したアクチュエータ33により、図4（c）に示すようにモールド7に変形を与え、この状態でステップS108の押型工程、および以下の硬化工程を実施する。

【0026】

このモールド7に変形を与える工程では、制御部6は、各アクチュエータ33を駆動させることで、上述の通り、保持部31に対して発生させたX軸、Y軸周りのそれぞれの回転モーメント M_x 、 M_y により保持部31を変形させる。モールド7は、保持部31のチャック面に吸着されているため、保持部31の変形に倣い、同様に変形する。このとき、モールド7の形状は、例えば、図2に示す構成で言えば、Y軸方向用のアクチュエータ33aとアクチュエータ33cとの動作により、図4（c）に示すように、パターン中心X0を基準としてウエハ11に向かうy方向に曲げが発生したものとなる。ここで、制御部6は、まず、アライメント計測系22により得られたモールド7とウエハ11との各アライメントマークのずれ量、すなわち、パターン部7aと、予めウエハ11上に成形されているパターンとの相対位置に基づいて、指標となる曲げ量を決定する。さらに、制御部6は、この曲げ量を、倍率補正機構18によるパターン部7aの変形量に基づいて決定してもよい。次に、制御部6は、保持部31に設置された歪みセンサ36により得られた計測値（変形量）が所望の曲げ量となるように、アクチュエータ33a、33cの駆動量を制御する。これにより、インプリント装置1は、押型工程および硬化工程において、パターン部7aの一部、特に最外周部に生じる応力集中を抑えることができる。なお、図4（c）では、モールド7に対してy方向に曲げを発生させるものとしているが、x方向についても同様である。

【0027】

ここで、図4（c）では、モールド7の変形形状は、パターン中心X0を基準として対称となる曲げである。これに対して、例えば、ウエハ11のエッジ部付近のショットに押し付けを実施する場合や、モールド7またはウエハ11のディストーションにより、形状が非対称をなすようにモールド7を変形させたい場合もあり得る。例えば、図4（c）に示すパターン部7aのパターン中心X0から+X方向の半分の領域のみを使用して押し付けを行う場合には、モールド7をy方向に曲げる際の中心軸（基準軸）を+X方向にシフトさせればよい。これにより、上記と同様に、接触部分の境界付近に生じる応力集中を抑えることができる。また、図4（c）では、ステップS106にて、倍率補正機構18がモールド7の側面に対して圧縮力を加えた例を示しているため、パターン部7aの変形形状は、ウエハ11に向かい凸形となっている。これに対して、倍率補正機構18は、このような圧縮力に限らず、引っ張り力を加える場合もある。この場合、パターン部7aの変形形状は、ウエハ11に向かい凹形となり、これに応じて、モールド7に曲げを与えるx、y方向も反対となる。

【0028】

なお、図 3 に示す動作シーケンスでは、上記ステップ S 1 0 6、S 1 0 7 は、ステップ S 1 0 8 の押型工程の前に実施するものとしているが、ステップ S 1 0 8 の後、またはステップ S 1 0 8 の動作中に実施してもよい。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 1 0 8 の後、次に、制御部 6 は、ステップ S 1 0 9 において生じるウエハ 1 1 上のアライメントマークとモールド 7 に形成されたアライメントマークとの相対位置が最小となるように、ステージ駆動機構 2 0 の位置を調整する（ステップ S 1 0 9 ）。この調整（ウエハアライメント）は、モールド 7 とウエハ 1 1 との相対位置が、ステップ S 1 0 8 により、ステップ S 1 0 5 での位置から X - Y 軸方向にずれる場合などに特に有効となる。なお、このステップ S 1 0 9 は、ステップ S 1 0 6 ~ S 1 0 8 の各工程の間に、継続して実施してもよい。次に、制御部 6 は、光照射部 2 により、モールド 7 を押し付けられた樹脂 1 4 に対して紫外線 8 を照射させ、樹脂 1 4 を硬化させる（硬化工程：ステップ S 1 1 0 ）。次に、制御部 6 は、モールド駆動機構 1 6 により、モールド 7（パターン部 7 a）をウエハ 1 1 上の樹脂 1 4 から引き離す（離型工程：ステップ S 1 1 1 ）。次に、制御部 6 は、ウエハ 1 1 上に、引き続きパターンを形成するショットがあるかどうかの判定を実行し（ステップ S 1 1 2 ）、新たなショットがあると判定した場合には、ステップ S 1 0 3 に移行する。次に、制御部 6 は、ステップ S 1 1 2 にて、新たなショットがないと判定した場合には、基板搬送機構により、ウエハ 1 1 をウエハチャック 1 9 から回収させる（ステップ S 1 1 3 ）。次に、制御部 6 は、引き続き処理対象となるウエハ 1 1 があるかどうかの判定を実行し（ステップ S 1 1 4 ）、新たなウエハ 1 1 があると判定した場合には、ステップ S 1 0 2 に移行する。そして、制御部 6 は、ステップ S 1 1 4 にて、新たなウエハ 1 1 がないと判定した場合には、モールド搬送機構により、モールド 7 をモールドチャック 1 5 から回収させ（ステップ S 1 1 5 ）、動作シーケンスを終了する。

【 0 0 3 0 】

このように、インプリント装置 1 では、ステップ S 1 0 8 の押型工程やステップ S 1 1 0 の硬化工程において、モールド 7 に対し、倍率補正機構 1 8 による倍率補正とは別に、アクチュエータ 3 3 による適切な曲げを与える。これにより、上述の通り、パターン部 7 a の一部、特に最外周部に生じる応力集中を抑え、パターンピッチの線形性、延いては重ね合わせ精度への影響を抑えることができる。また、上記のようなモールドチャック 1 5 の構成によれば、モールド駆動機構 1 6 に接続される基部 3 0 と、モールド 7 を保持しつつ変形する保持部 3 1 とは、板ばねを用いた接続部 3 2 の介在により、独立した状態となる。したがって、保持部 3 1 が変形している状態でも、モールドチャック 1 5 は、モールド駆動機構 1 6 に強固に支持される。さらに、モールドチャック 1 5 の構成によれば、倍率補正機構 1 8 の構成や設置位置などを特別なものとする必要がなく、モールドチャック 1 5 を含むモールド保持機構 3 の全体形状を大型化することがないという利点もある。

【 0 0 3 1 】

以上のように、本実施形態によれば、モールド 7 とウエハ 1 1 上の樹脂 1 4 との重ね合わせ精度の改善に有利なインプリント装置 1 を提供することができる。

【 0 0 3 2 】

（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。本実施形態に係るインプリント装置の特徴は、第 1 実施形態のモールドチャック 1 5 の構成を変更した点にある。図 5 は、本実施形態に係るモールドチャック 4 0 の構成を示す概略図である。特に、図 5（a）は、紫外線 8 の照射側から見た平面図であり、図 5（b）は、図 5（a）に記載の B - B' に対応した B - B' 断面図である。以下、第 1 実施形態に係るインプリント装置 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。このモールドチャック 4 0 は、それぞれ外周形状が矩形の平板部材であり、紫外線 8 の照射方向（Z 軸方向）にて 4 つの接続部 4 1 を介して互いに重なるように配置される基部 4 2 と保持部 4 3 とを含む。基部 4 2 は、その X Y 平面の中心部に開口領域 4 4（モールドチャック 1 5 の開口領域 1 7 に相当）を有し、紫外線 8 の照射側の面が、モールド駆動機構 1 6 に接続さ

れる。保持部 4 3 は、モールド 7 を保持し、モールド 7 よりも大きな平面積を有する。また、保持部 4 3 は、基部 4 2 と同様に、その X Y 平面の中心部に開口領域（不図示）を有し、ウエハ 1 1 に向かう側の面に、不図示であるが、前記開口領域の外周に位置するモールド 7 の外縁を引きつける吸着部を含む。接続部 4 1 は、例えば、基部 4 2 の保持部 4 3 に向かう面の四隅に配置され、x、y 方向のそれぞれに可撓性を有する。特に、本実施形態の接続部 4 1 は、それぞれ、X 軸方向に薄く、保持部 4 3 を y 方向に柔軟に支持する板ばね 4 1 a と、Y 軸方向に薄く、保持部 4 3 を x 方向に柔軟に支持する板ばね 4 1 b とを有する。また、モールドチャック 4 0 は、基部 4 2 と保持部 4 3 との間に、4 つのアクチュエータ 4 5（4 5 a ~ 4 5 d）を含む。これらのアクチュエータ 4 5 は、図 5（a）に示すように、開口領域 4 4 の周囲で、かつ、それぞれ 2 箇所の接続部 4 1 の間に配置される。また、アクチュエータ 4 5 は、図 5（b）に示す Y 軸方向に設置されるアクチュエータ 4 5 a を例とすると、駆動方向（ストローク方向）が Z 軸方向となる駆動部 4 6 と、可撓性部材 4 7 とを含む。駆動部 4 6 は、一端が基部 4 2 に固定され、他端が可撓性部材 4 7 を介して保持部 4 3 に固定されている。

10

【0033】

本実施形態によれば、アクチュエータ 4 5 を伸縮させることで、可撓性を有する接続部 4 1 も作用し、保持部 4 3 を x、y 方向に変形させ、この変形に伴いモールド 7 を適宜変形させることができるという第 1 実施形態と同様の効果を奏する。特に、本実施形態の構成は、アクチュエータ 4 5 が Z 軸方向を駆動方向としているので、比較的大きな発生力で、かつ、小さなストロークのアクチュエータを採用する場合に有効となる。

20

【0034】

（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。さらに、該製造方法は、パターンを形成された基板をエッチングする工程を含み得る。なお、パターンドメディア（記録媒体）や光学素子など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を形成された基板を加工する他の処理を含み得る。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。

30

【0035】

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および変更が可能である。

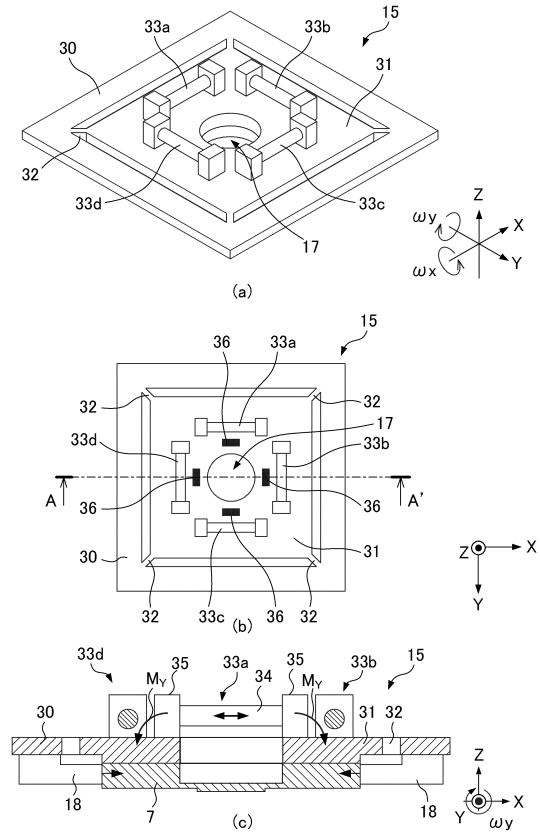
【符号の説明】

【0036】

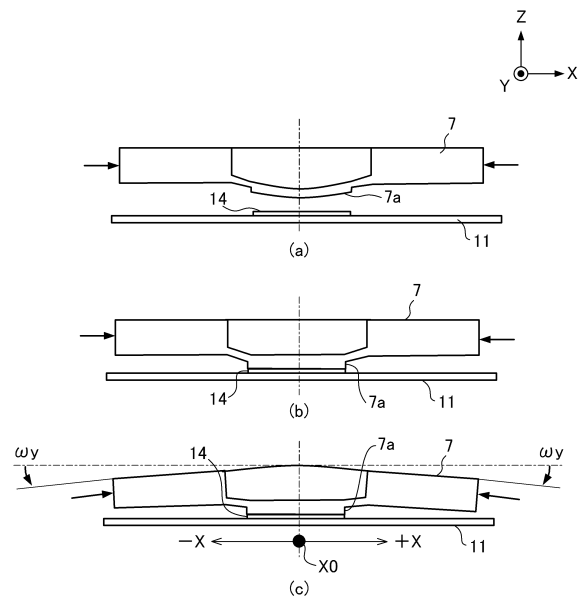
- 1 インプリント装置
- 7 モールド
- 1 1 ウエハ
- 1 4 樹脂
- 1 8 倍率補正機構
- 3 3 アクチュエータ

40

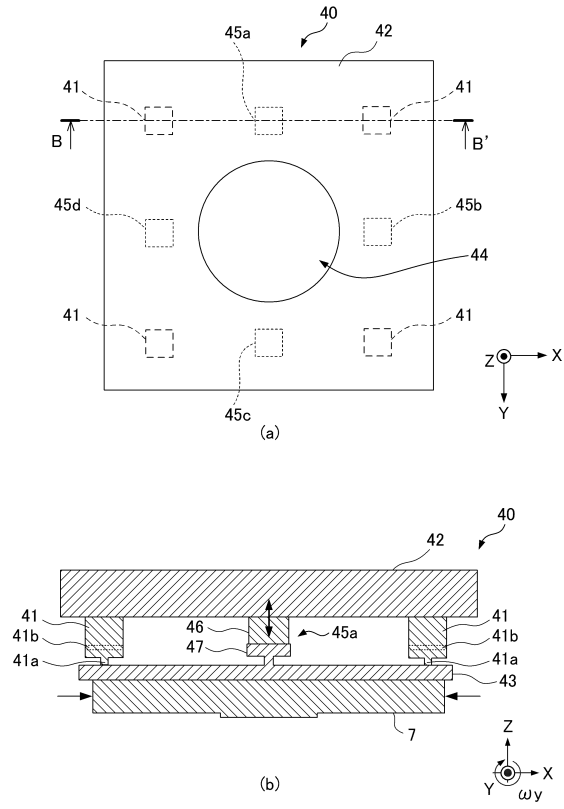
【圖 2】



【 図 4 】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2007-535121(JP,A)
特開2010-080714(JP,A)
特開2006-245071(JP,A)
特開平08-207159(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C33/00-33/76
39/26-39/36
41/38-41/44
43/36-43/42
43/50
45/26-45/44
45/64-45/68
45/73
49/48-49/56
49/70
51/30-51/40
51/44
53/00-53/84
57/00-59/18
G03B27/34-27/40
G11B7/24-7/24027
7/24035-7/24041
7/24047-7/2405
7/24062
7/2407-7/24085
7/24091
7/24097-7/243
7/244
7/253
7/2533-7/2535
7/2537
7/254
7/2548-7/257
7/258
7/26
H01L21/027
21/30