

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6004738号
(P6004738)

(45) 発行日 平成28年10月12日(2016.10.12)

(24) 登録日 平成28年9月16日(2016.9.16)

(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 Z

請求項の数 8 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2012-111419 (P2012-111419)	(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24年5月15日(2012.5.15)	(74) 代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
(65) 公開番号	特開2013-70023 (P2013-70023A)	(72) 発明者	▲濱▼谷 善一 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25年4月18日(2013.4.18)	(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27年5月15日(2015.5.15)	(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
(31) 優先権主張番号	特願2011-194583 (P2011-194583)		
(32) 優先日	平成23年9月7日(2011.9.7)		
(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、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を型が接触した状態で硬化させて、硬化した樹脂から型を引き離すことにより、前記基板上に硬化した樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、

前記型を保持する型保持機構と、
前記基板を保持する基板保持部と、
前記型保持機構に保持された状態の前記型を、該型に接する空間の圧力を調整することで前記基板に向かい凸形に変形させる圧力調整部と、
前記凸形に変形した前記型と前記樹脂とが接触している際の接触領域の状態を示す画像を取得する測定部と、
前記接触領域の位置を移動させるための駆動部と、
前記型を前記樹脂から前記引き離す場合に、前記測定部により取得された画像情報に基づいて前記接触領域の図心の平面座標を求め、該図心の平面座標の位置が予め取得した前記基板上的パターン形成領域の中心の平面座標の位置に向かうように前記駆動部の動作を制御する制御部と、
を有することを特徴とするインプリント装置。

【請求項2】

前記制御部は、前記画像情報に基づいて、前記型を前記樹脂から前記引き離す場合の前記接触領域の境界の移動速度を算出し、該移動速度が一定となるように前記駆動部の動作

を制御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 3】

基板上の未硬化樹脂を型が接触した状態で硬化させて、硬化した樹脂から型を引き離すことにより、前記基板に硬化した樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、
前記型を保持する型保持機構と、
前記基板を保持する基板保持部と、
前記型保持機構に保持された状態の前記型を、該型に接する空間の圧力を調整することで前記基板に向かい凸形に変形させる圧力調整部と、
前記凸形に変形した前記型と前記樹脂とが接触している際の接触領域の状態を示す画像を取得する測定部と、
前記接触領域の位置を移動させるための駆動部と、
前記型を前記樹脂から前記引き離す場合に、前記測定部により取得された画像情報に基づいて前記駆動部の動作を制御する制御部と、を有し、
 前記駆動部は、前記型保持機構に設置され、前記型保持機構の前記型を保持する保持面の角度を変化させるアクチュエータであることを特徴とするインプリント装置。

10

【請求項 4】

基板上の未硬化樹脂を型が接触した状態で硬化させて、硬化した樹脂から型を引き離すことにより、前記基板に硬化した樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、
前記型を保持する型保持機構と、
前記基板を保持する基板保持部と、
前記型保持機構に保持された状態の前記型を、該型に接する空間の圧力を調整することで前記基板に向かい凸形に変形させる圧力調整部と、
前記凸形に変形した前記型と前記樹脂とが接触している際の接触領域の状態を示す画像を取得する測定部と、
前記接触領域の位置を移動させるための駆動部と、
前記型を前記樹脂から前記引き離す場合に、前記測定部により取得された画像情報に基づいて前記駆動部の動作を制御する制御部と、を有し、
 前記駆動部は、前記基板保持部に設置され、前記基板保持部の前記基板を保持する保持面の角度を変化させるアクチュエータであることを特徴とするインプリント装置。

20

【請求項 5】

基板上の未硬化樹脂を型が接触した状態で硬化させて、硬化した樹脂から型を引き離すことにより、前記基板に硬化した樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、
前記型を保持する型保持機構と、
前記基板を保持する基板保持部と、
前記型保持機構に保持された状態の前記型を、該型に接する空間の圧力を調整することで前記基板に向かい凸形に変形させる圧力調整部と、
前記凸形に変形した前記型と前記樹脂とが接触している際の接触領域の状態を示す画像を取得する測定部と、
前記接触領域の位置を移動させるための駆動部と、
前記型を前記樹脂から前記引き離す場合に、前記測定部により取得された画像情報に基づいて前記駆動部の動作を制御する制御部と、を有し、
 前記駆動部は、前記型を吸着する複数の吸着溝と、該複数の吸着溝のそれぞれの吸着状態を独立して切り替え可能とする切り替え機構とを含む前記型保持機構であることを特徴とするインプリント装置。

30

40

【請求項 6】

基板上の未硬化樹脂を型が接触した状態で硬化させて、硬化した樹脂から型を引き離すことにより、前記基板に硬化した樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、
前記型を保持する型保持機構と、
前記基板を保持する基板保持部と、
前記型保持機構に保持された状態の前記型を、該型に接する空間の圧力を調整すること

50

で前記基板に向かい凸形に変形させる圧力調整部と、

前記凸形に変形した前記型と前記樹脂とが接触している際の接触領域の状態を示す画像を取得する測定部と、

前記接触領域の位置を移動させるための駆動部と、

前記型を前記樹脂から前記引き離す場合に、前記測定部により取得された画像情報に基づいて前記駆動部の動作を制御する制御部と、を有し、

前記駆動部は、前記型保持機構に保持されつつ前記基板に向かい凸形に変形した状態の前記型を、前記基板保持部の前記基板を保持する保持面に沿って移動させる移動機構であることを特徴とするインプリント装置。

【請求項 7】

基板上の未硬化樹脂を型が接触した状態で硬化させて、硬化した樹脂から型を引き離すことにより、前記基板に硬化した樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、

前記型を保持する型保持機構と、

前記基板を保持する基板保持部と、

前記型保持機構に保持された状態の前記型を、該型に接する空間の圧力を調整することで前記基板に向かい凸形に変形させる圧力調整部と、

前記凸形に変形した前記型と前記樹脂とが接触している際の接触領域の状態を示す画像を取得する測定部と、

前記接触領域の位置を移動させるための駆動部と、

前記型を前記樹脂から前記引き離す場合に、前記測定部により取得された画像情報に基づいて前記駆動部の動作を制御する制御部と、

前記型にかかる荷重を計測する荷重計測部と、を有し、

前記制御部は、前記画像情報に基づいて、前記型を前記樹脂から前記引き離す場合の前記接触領域の面積を算出し、前記引き離す場合の前記荷重が前記基板保持部の吸着圧と前記接触領域の面積を乗じた値を越えないように、前記基板と前記型との相対速度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】

請求項 1 ないし 7 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。

【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。

【0003】

上記技術を採用したインプリント装置では、基本的に内部の雰囲気は気体（大気）であるため、型と基板上の樹脂とを互いに押し付けると樹脂内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可能性

10

20

30

40

50

が高い。そこで、このパターン欠陥の発生を回避するために、特許文献1は、一旦型を基板に向かい凸形に撓ませ、基板上の樹脂に押し付けた後、型を徐々に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、型と樹脂との間の気体を除去する方法を開示している。この方法によれば、型と樹脂との間の気体を内側から外側へと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。

【0004】

さらに、従来のインプリント装置では、型と樹脂とを引き離す際に、全面同時に引き離すと、型と硬化樹脂との界面（接触部）に大きな引き離し応力が瞬間的に負荷される。この応力は、樹脂に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、型と樹脂とを引き離す際にも、押し付けの際と同様に、一旦型を凸形に撓ませる。これにより、型は、硬化樹脂のパターン形成領域の周囲から中心に向かって徐々に引き離されるので、この引き離しに要する力を、型を撓ませない場合よりも小さくし、急激な応力の発生を回避することができる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特表2009-518207号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

20

ここで、特許文献1に示す装置のように、型を変形させて樹脂のパターン形成領域の周囲から中心に向かって徐々に引き離すと、型と樹脂との接触領域が徐々に小さくなり、最終的に型と樹脂とが完全に離れると、接触領域は消滅する。しかしながら、型の撓み状態やパターンのレイアウトによっては、引き離し動作の途中で接触領域の図心がパターン形成領域の中心からずれる。このように接触領域の位置がXY平面で偏る場合には、接触領域の境界とパターン形成領域の端部との距離が近い部分で型の反りが大きくなる。この型の反りが大きくなることに伴って、型に形成された凹凸パターン（パターン部）の傾きも大きくなり、凹凸パターンが樹脂に形成されたパターンと接触することで、パターンを変形させたり破損させたりするなどの欠陥が発生する可能性がある。

【0007】

30

本発明は、このような状況を鑑みてなされたものであり、パターン欠陥の発生を抑え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】

【0008】

上記課題を解決するために、本発明は、基板上的未硬化樹脂を型が接触した状態で硬化させて、硬化した樹脂から型を引き離すことにより、基板上に硬化した樹脂のパターンを形成するインプリント装置であって、型を保持する型保持機構と、基板を保持する基板保持部と、型保持機構に保持された状態の型を、該型に接する空間の圧力を調整することで基板に向かい凸形に変形させる圧力調整部と、凸型に変形した型と樹脂とが接触している際の接触領域の状態を示す画像を取得する測定部と、接触領域の位置を移動させるための駆動部と、型を樹脂から引き離す場合に、測定部により取得された画像情報に基づいて接触領域の図心の平面座標を求め、該図心の平面座標の位置が予め取得した基板上のパターン形成領域の中心の平面座標の位置に向かうように駆動部の動作を制御する制御部と、を有することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、パターン欠陥の発生を抑え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】

【0010】

50

- 【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 実施形態に係る図心調整前のインプリント装置の状態を示す図である。
 【図 3】離型工程における動作シーケンスを示すフローチャートである。
 【図 4】第 1 実施形態に係る図心調整中のインプリント装置の状態を示す図である。
 【図 5】第 2 実施形態に係る図心調整前のインプリント装置の状態を示す図である。
 【図 6】第 2 実施形態に係る図心調整中のインプリント装置の状態を示す図である。
 【図 7】第 3 実施形態に係るインプリント装置の状態を示す図である。
 【図 8】第 4 実施形態に係る図心調整前のインプリント装置の状態を示す図である。
 【図 9】第 4 実施形態でのモールド駆動機構の動作制御に関連した参考図である。
 【図 10】従来の離型工程におけるインプリント装置の状態を示す図である。
 【発明を実施するための形態】

10

【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、塗布部と、制御部 5 とを備える。

20

【0013】

光照射部 2 は、インプリント処理の際に、モールド 6 に対して紫外線 7 を照射する。この光照射部 2 は、不図示の光源と、この光源から射出された紫外線 7 をインプリントに適切な光に調整するための光学素子とから構成される。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。

30

【0014】

モールド 6 は、外周形状が矩形であり、ウエハ 10 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）6 a を含む。また、モールド 6 の材質は、石英など紫外線 7 を透過させることが可能な材料である。さらに、モールド 6 は、以下のような変形を容易とするために、紫外線 7 が照射される面に、平面形状が円形で、かつ、ある程度の深さを有するキャビティ（凹部）が形成された形状としてもよい。

【0015】

モールド保持機構（型保持機構）3 は、まず、モールド 6 を保持するモールドチャック 1 1 と、このモールドチャック 1 1 を保持し、モールド 6（モールドチャック 1 1）を移動させるモールド駆動機構 1 2 とを有する。モールドチャック 1 1 は、モールド 6 における紫外線 7 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 6 を保持し得る。例えば、モールドチャック 1 1 が真空吸着力によりモールド 6 を保持する場合には、モールドチャック 1 1 は、外部に設置された不図示の真空ポンプに接続され、この真空ポンプの ON/OFF によりモールド 6 の脱着が切り替えられる。また、モールドチャック 1 1 およびモールド駆動機構 1 2 は、光照射部 2 から射出された紫外線 7 がウエハ 10 に向けて照射されるように、中心部（内側）に開口領域を有する。この開口領域には、開口領域の一部とモールド 6 とで囲まれる空間 1 3 を密閉空間とする光透過部材（例えばガラス板）1 4 が設置され、真空ポンプなどを含む圧力調整装置（圧力調整部）1 5 により空間 1 3 内の圧力が調整される。圧力調整装置 1 5 は、例えば、モールド 6 とウ

40

50

エハ 10 上の樹脂 16 との押し付けに際し、空間 13 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 6 a をウエハ 10 に向かい凸形に撓ませ、樹脂 16 に対してパターン部 6 a の中心部から接触させる。これにより、パターン部 6 a と樹脂 16 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 6 a の凹凸部に樹脂 16 を隅々まで充填させることができる。さらに、モールド保持機構 3 は、不図示であるが、モールドチャック 11 におけるモールド 6 の保持側に、モールド 6 の側面に外力または変位を与えることによりモールド 6（パターン部 6 a）の形状を補正する倍率補正機構を有する。

【 0016 】

モールド駆動機構 12 は、モールド 6 とウエハ 10 上の樹脂 16 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 6 を各軸方向に移動させる。このモールド駆動機構 12 は、粗動型ステージ（粗動駆動系）17 と、微動型ステージ（微動駆動系）18 とから構成される。粗動型ステージ 17 は、主に Z 軸方向に長距離駆動する。一方、微動型ステージ 18 は、粗動型ステージ 17 に追従し、主に 6 軸（X、Y、Z、x、y、z）方向に微小駆動する。なお、モールド駆動機構 12 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やエアシリンダがある。また、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、モールド 6 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。

【 0017 】

ウエハ 10 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 6 に形成されたパターン部 6 a により成形される紫外線硬化樹脂（以下「樹脂」という）16 が塗布される。

【 0018 】

ウエハステージ（基板保持部）4 は、ウエハ 10 を保持し、モールド 6 とウエハ 10 上の樹脂 16 との押し付けに際し、モールド 6 と樹脂 16 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 10 を、吸着力により保持するウエハチャック 19 と、このウエハチャック 19 を機械的手段により保持し、各軸方向に移動可能とするステージ駆動機構 20 とを有する。このステージ駆動機構 20 も、粗動型ステージ（粗動駆動系）21 と、微動型ステージ（微動駆動系）22 とから構成される。この場合、粗動型ステージ 21 は、主に XY 平面内で長距離駆動する。一方、微動型ステージ 22 は、粗動型ステージ 21 に追従し、主に 6 軸（X、Y、Z、x、y、z）方向に微小駆動する。なお、ステージ駆動機構 20 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や平面モータがある。

【 0019 】

塗布部は、不図示であるが、モールド保持機構 3 の近傍に設置され、ウエハ 10 上に樹脂（未硬化樹脂）16 を塗布する。ここで、この樹脂 16 は、紫外線 7 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、塗布部の吐出ノズルから吐出される樹脂 16 の量も、ウエハ 10 上に形成される樹脂 16 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。なお、以下の説明で使用する「パターン形成領域（ショット）」は、便宜上、樹脂 16 の塗布領域と略同一面積であるものと仮定する。

【 0020 】

制御部 5 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 5 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介して接続され、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 5 は、少なくともモールド保持機構 3 などの駆動部および圧力調整装置 15 の動作を制御する。なお、制御部 5 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。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 1 】

また、インプリント装置 1 は、モールド保持機構 3 の上方、すなわち紫外線 7 の照射方向の上流側に、モールド 6 (パターン部 6 a) とウエハ 1 0 上の樹脂 1 6 とが接触している際の接触領域の状態を把握するための測定装置 (測定部) 2 3 を備える。この測定装置 2 3 は、例えば CCD カメラなどの撮像装置であり、この場合には接触領域を画像情報として取得する。また、インプリント装置 1 は、不図示であるが、アライメント計測系や、モールド 6 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、または、ウエハ 1 0 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などを含み得る。

【 0 0 2 2 】

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、制御部 5 は、基板搬送機構によりウエハステージ 4 上のウエハチャック 1 9 にウエハ 1 0 を載置および固定させ、ウエハステージ 4 を塗布部の塗布位置へ移動させる。次に、塗布部は、塗布工程として、ウエハ 1 0 の所定の被処理領域であるパターン形成領域に樹脂 1 6 を塗布する。次に、制御部 5 は、ウエハ 1 0 上の前記パターン形成領域がモールド 6 に形成されたパターン部 6 a の直下に位置するようにウエハステージ 4 を移動させる。次に、制御部 5 は、モールド駆動機構 1 2 を駆動させ、ウエハ 1 0 上の樹脂 1 6 にモールド 6 を押し付ける (押型工程)。この押し付けにより、樹脂 1 6 は、パターン部 6 a の凹凸部に充填される。この状態で、制御部 5 は、硬化工程として、光照射部 2 にモールド 6 の上面から紫外線 7 を照射させ、モールド 6 を透過した紫外線 7 により樹脂 1 6 を硬化させる。そして、樹脂 1 6 が硬化した後に、制御部 5 は、モールド駆動機構 1 2 を再駆動させ、モールド 6 を樹脂 1 6 から引き離す (離型工程)。これにより、ウエハ 1 0 上の前記パターン形成領域の表面には、パターン部 6 a の凹凸部に倣った 3 次元形状の樹脂 1 6 のパターン (層) が成形される。このような一連のインプリント動作をウエハステージ 4 の駆動によりパターン形成領域を変更しつつ複数回実施することで、1 枚のウエハ 1 0 上に複数の樹脂 1 6 のパターンを成形することができる。

【 0 0 2 3 】

特に、上記押型工程および離型工程では、制御部 5 は、上述のとおり圧力調整装置 1 5 によりモールド 6 をウエハ 1 0 に向かい凸形に変形させる (撓ませる)。ここで、比較のために従来のインプリント装置における引き離し動作について説明する。図 1 0 は、従来のインプリント装置における引き離し動作時の状態を示す概略図である。特に、図 1 0 (a) は、引き離し動作時に、ウエハ 1 0 0 上に形成されたパターン形成領域である樹脂層 1 0 1 からモールド 1 0 2 (パターン部 1 0 3) を引き離す途中の状態を示す図である。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、すなわち Z 軸上方向の力を受ける。同時に、パターン部 1 0 3 と樹脂層 1 0 1 とが接触 (固着) している接触領域では、モールド 1 0 2 は、ウエハ 1 0 0 へ向かう方向、すなわち 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 1 0 (a) に示すように、モールド 1 0 2 をウエハ 1 0 0 に向かい凸形に変形させることで、パターン部 1 0 3 を樹脂層 1 0 1 の周囲から中心に向かって徐々に引き離し、引き離し応力の急激な発生を回避する。この引き離し動作の進行に伴い、パターン部 1 0 3 と樹脂層 1 0 1 との接触領域は、徐々に小さくなり、最終的にパターン部 1 0 3 と樹脂層 1 0 1 とが完全に離れると消滅する。

【 0 0 2 4 】

しかしながら、この従来のインプリント装置では、モールド 1 0 2 の撓み状態やパターンのレイアウトによっては、引き離し動作の途中で接触領域の図心が樹脂層 1 0 1 の中心からずれる可能性がある。図 1 0 (b) は、このような場合の接触領域の状態を示す平面図である。例えば、接触領域 1 0 4 の位置が X Y 平面で偏っている、すなわち接触領域 1 0 4 の図心 1 0 5 が樹脂層 1 0 1 の中心 1 0 6 からずれている場合、接触領域 1 0 4 の境界 1 0 7 と樹脂層 1 0 1 の端部 1 0 1 a との距離が近い部分でモールド 1 0 2 の反りが大きくなる。このモールド 1 0 2 の反りが大きくなることに伴って、モールド 1 0 2 に形成されたパターン部 1 0 3 の傾きも大きくなる。図 1 0 (c) は、接触領域 1 0 4 の境界 1

10

20

30

40

50

07の近傍を示す拡大断面図である。このように、パターン部103の凹凸103aが樹脂層101に形成されたパターン101aと接触することで、パターン101aを変形させたり破損させたりするなどの欠陥が発生する可能性がある。そこで、本実施形態のインプリント装置1では、引き離し動作中に、接触領域の位置がXY平面で偏らないように、接触領域の図心の位置を適宜調整する。

【0025】

図2は、離型工程における図心調整前の接触領域の状態を示す概略図である。特に、図2(a)は、モールド6が変形状態にある図1に対応したインプリント装置1の状態を示す断面図であり、図2(b)は、このときのパターン部6aと樹脂(樹脂層)16との接触領域24の状態を示す平面図である。また、図3は、この離型工程におけるインプリント装置1の動作シーケンスを示すフローチャートである。まず、離型工程において、制御部5は、測定装置23により、引き離しを実施している間に渡り、接触領域24の画像情報を取得する(ステップS100)。次に、制御部5は、取得した画像情報に基づいて、接触領域24の図心25の位置(平面座標)を算出する(ステップS101)。この図心25の位置は、例えば、取得した接触領域24の面積を、多角形、円、楕円などに適宜置き換えることで算出可能である。なお、制御部5は、図心25を算出するに先立ち、ウエハ10上に塗布された樹脂16の面積、すなわちパターン形成領域の中心26の位置(平面座標)を算出しておく。次に、制御部5は、算出した図心25と中心26との位置を比較する(ステップS102)。そして、制御部5は、引き離し動作中には、図心25の位置が常に中心26の位置に向かう(合致する)ように、モールド駆動機構12の駆動系(駆動部)である微動型ステージ18を駆動させる(ステップS103)。このとき、制御部5は、モールド駆動機構12の粗動型ステージ17をZ軸方向に上昇させながら、微動型ステージ18におけるモールド保持面のXY軸周りの角度 x 、 y を変化させる。そして、制御部5は、この一連の動作を所定の頻度で繰り返し(N)、引き離し動作が終了したと判断したら、動作シーケンスを終了する(ステップS104)。

【0026】

図4は、離型工程における図心調整中の接触領域の状態を示す概略図である。特に、図4(a)は、微動型ステージ18が駆動状態にある、図2に対応したインプリント装置1の状態を示す断面図であり、図4(b)は、このときのパターン部6aと樹脂(樹脂層)16との接触領域24の状態を示す平面図である。制御部5は、例えば、図4(a)に示すように、微動型ステージ18に対して、モールド6の保持面のY軸周りの角度 y を変化させることで、この微動型ステージ18にモールドチャック11を介して保持されたモールド6(パターン部6a)の姿勢を変化させる。ここで、角度 x 、 y の変化量は、図心25と中心26とのXY平面のオフセット量に基づいて調整される。制御部5は、このように算出したオフセット量に基づいて角度を調整させることで、図4(b)に示すように図心25の位置が移動し、図心25と中心26との位置が合致する。また、制御部5は、図心25の算出タイミングを、図心25の位置制御の精度が保たれ、かつ、微動型ステージ18のモールド保持面の角度の変化量が大きくなり過ぎないように予め設定する。例えば、パターン形成領域のサイズが $20 \times 30 \text{ mm}$ で、また引き離しに要する時間が 0.1 sec であるとする、制御部5は、図心25の算出を 1 msec ごとに実行することが望ましい。制御部5は、このようなタイミングにて図心25を算出し、微動型ステージ18のモールド保持面の角度の変化量をフィードバック制御することで、図心25の位置制御の精度が維持される。

【0027】

ここで、引き離し動作が進行し、接触領域24の面積が減少するのに伴い、引き離しに要する微動型ステージ18の駆動力は小さくなる。これに対して、制御部5が微動型ステージ18の駆動力を一定として制御すると、接触領域24の面積の減少に伴い、パターン部6aが樹脂16から急速に剥がれ、パターン欠陥を発生させる可能性がある。そこで、制御部5は、接触領域24の境界27の移動速度を算出し、この移動速度が一定となるように微動型ステージ18の駆動力を制御することが望ましい。この場合、必ずしも図心2

10

20

30

40

50

5の位置が常に中心26の位置に向かうように微動型ステージ18を駆動させなくとも、急速な剥がれに起因したパターン欠陥の発生を抑えることができる。

【0028】

このように、引き離し動作中に、図心25の位置が常に中心26の位置に向かうように微動型ステージ18を駆動させることで、接触領域24がXY平面において偏った位置となることを防ぐことができる。したがって、離型工程では、モールド6の撓みは、中心26から均等となるので、パターン部6aの傾きが局所的に大きくなり、結果的にパターン欠陥の発生を抑えることができる。また、引き離し動作の進行に伴い、接触領域24がXY平面にて偏った位置となることなく徐々に縮小していくので、接触領域24の境界27での移動速度は、中心26を基準として対称となる。したがって、引き離し動作中には境界27での移動速度が局所的に大きくなり過ぎないので、パターン部6aが樹脂16から急速に剥がれる部分が生じづらく、このような引き離し速度の観点からもパターン欠陥の発生を抑えることができる。

10

【0029】

以上のように、本実施形態によれば、例えば、パターン欠陥の発生を抑え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。

【0030】

なお、本実施形態では、接触領域24の図心25の位置を樹脂16の中心26の位置に向かうように駆動する駆動部として、モールド6側の微動型ステージ18を用いたが、ウエハ10側の微動型ステージ22を用いてもよい。この場合、ステージ駆動機構20の粗動型ステージ21と微動型ステージ22とが、上記の説明におけるモールド駆動機構12の粗動型ステージ17と微動型ステージ18とにそれぞれ対応し、動作することになる。

20

【0031】

(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5は、本実施形態に係る離型工程における図心調整前のインプリント装置30の状態を示す概略図である。特に、図5(a)は、インプリント装置30の構成に関する状態を示す断面図である。なお、図5において、図1に示す第1実施形態に係るインプリント装置1の構成要素と同一のものには同一の符号を付し、説明を省略する。このインプリント装置30の特徴は、接触領域24の図心25の位置を樹脂16の中心26の位置に向かうように駆動する駆動部として、吸着面にて複数の吸着溝31を有するモールドチャック32を用いる点にある。この場合、第1実施形態のモールド駆動機構12に対応する本実施形態のモールド駆動機構33は、粗動型ステージと微動型ステージとの2つの駆動系を有するものではなく、少なくともZ軸方向に駆動可能とする単一型の駆動機構であってもよい。同様に、第1実施形態のステージ駆動機構20に対応する本実施形態のステージ駆動機構34も、粗動型ステージと微動型ステージとの2つの駆動系を有するものではなく、少なくともXY軸方向に駆動可能とする単一型の駆動機構であってもよい。

30

【0032】

図5(b)は、モールド6側から見たモールドチャック32の構成、およびこの場合の吸着状態を示す平面図である。このモールドチャック32は、吸着面35のXY平面内の四方の領域(第1領域35a~第4領域35d)のそれぞれに、一例として、内側から外側に向けて平行に配列された3つの吸着溝31を有する。これらの吸着溝31は、X軸方向の第1領域35aに配置される第1吸着溝31a~第3吸着溝31c、および第1領域35aに対向する第2領域35bに配置される第4吸着溝31d~第6吸着溝31fを含む。さらに、吸着溝31は、Y軸方向の第3領域35cに配置される第7吸着溝31g~第9吸着溝31i、および第3領域35cに対向する第4領域35dに配置される第10吸着溝31j~第12吸着溝31lを含む。これらの各吸着溝31は、それぞれ切り替え機構を介して真空ポンプ36に接続され、モールド6を吸着保持する際に、制御部5によりそれぞれ独立して吸着のON/OFFが切り替えられる。ここで、図5に示す例では、制御部5は、X軸方向の第1吸着溝31aと、この第1吸着溝31aに対向する第4吸着

40

50

溝 3 1 d との 2 つの吸着溝 3 1 の吸着を ON としている。なお、図中では、説明上、この吸着が ON となっている吸着溝 3 1 を黒塗りで示している。

【 0 0 3 3 】

一方、図 6 は、本実施形態に係る離型工程における図心調整中のインプリント装置 3 0 の状態を示す概略図である。特に、図 6 (a) は、図 5 (a) に対応し、同様に、図 6 (b) は、図 5 (b) に対応している。第 1 実施形態では、制御部 5 は、図 3 に示す動作シーケンスにおけるステップ S 1 0 3 にて、モールド駆動機構 1 2 の微動型ステージ 1 8 を駆動させることで、図心 2 5 の位置が常に中心 2 6 の位置に向かうように制御する。これに対して、本実施形態では、制御部 5 は、モールドチャック 3 2 の複数の吸着溝 3 1 において、吸着を ON とする部分を切り替えることで、図心 2 5 の位置が常に中心 2 6 の位置に向かうように制御する。例えば、図 6 に示す例では、制御部 5 は、図 5 に示す吸着状態から、第 1 吸着溝 3 1 a での吸着をそのまま ON とし、一方、第 4 吸着溝 3 1 d での吸着を OFF とし、その外側に隣設する第 5 吸着溝 3 1 e での吸着を ON とするような吸着状態に変更する。このとき、吸着溝 3 1 の選択は、接触領域 2 4 の図心 2 5 と中心 2 6 との X Y 平面のオフセット量に基づいて調整される。このように複数の吸着溝 3 1 の吸着動作をそれぞれ切り替えることで、モールド 6 の撓み形状が変化するのでパターン部 6 a の姿勢が変わり、結果的に接触領域 2 4 の図心 2 5 の位置を引き離し動作中に移動させることができる。これにより、本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 3 4 】

(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 7 は、本実施形態に係る離型工程における図心調整前および図心調整中のインプリント装置 4 0 の状態を示す概略図である。特に、図 7 (a) は、図心調整前のインプリント装置 4 0 の状態を示す断面図である。なお、図 7 において、図 1 に示す第 1 実施形態に係るインプリント装置 1 の構成要素と同一のものには同一の符号を付し、説明を省略する。このインプリント装置 4 0 の特徴は、接触領域 2 4 の図心 2 5 の位置を樹脂 1 6 の中心 2 6 の位置に向かうように駆動する機構として、モールド 4 1 をモールドチャック 4 2 に吸着保持させたまま X Y 軸方向に移動させる移動機構 4 3 を有する点にある。なお、この場合も、第 1 実施形態のモールド駆動機構 1 2 に対応する本実施形態のモールド駆動機構 4 4 は、粗動型ステージと微動型ステージとの 2 つの駆動系を有するものではなく、少なくとも Z 軸方向に駆動可能とする単一型の駆動機構であってもよい。同様に、第 1 実施形態のステージ駆動機構 2 0 に対応する本実施形態のステージ駆動機構 4 5 も、粗動型ステージと微動型ステージとの 2 つの駆動系を有するものではなく、少なくとも X Y 軸方向に駆動可能とする単一型の駆動機構であってもよい。

【 0 0 3 5 】

まず、本実施形態のモールド 4 1 の形状は、上記実施形態のモールド 6 の形状と比較して、外形およびパターン部 4 1 a の形状について同様であるが、モールドチャック 4 2 に対する吸着面を含む外周部の形状が異なる。すなわち、モールド 4 1 の中央部は、ウエハ 1 0 に向かい凸形に変形しやすいように薄く、その外周部は、より厚みのある壁部 4 1 b で形成されている。結果的に、モールド 4 1 の形状は、紫外線 7 の照射面の中央部に、平面形状が円形で、かつ、ある程度の深さを有するキャビティ (凹部) が形成された形状となる。これに対して、移動機構 4 3 は、例えばモールド駆動機構 4 4 に設置され、四方の壁部 4 1 b の壁面に対して独立して外圧を与えることで、X Y 軸方向にモールド 4 1 を移動させる。この移動機構 4 3 としては、例えば、図 7 (a) に示すように、壁部 4 1 b の内側と外側とにそれぞれ接触する、対となる突き当て棒 4 6 (4 6 a 、 4 6 b) を備え、内部に設置されるアクチュエータにより各突き当て棒 4 6 を X Y 軸方向に駆動する構成があり得る。

【 0 0 3 6 】

一方、図 7 (b) は、図心調整中のインプリント装置 4 0 の状態を示す断面図である。本実施形態では、制御部 5 は、移動機構 4 3 による四方の突き当て棒 4 6 の押し出し量を

適宜調整することで、図心 2 5 の位置が常に中心 2 6 の位置に向かうように制御する。例えば、図 7 に示す例では、制御部 5 は、図 7 (a) に示す突き当て棒 4 6 の状態から、X 軸方向において、一方の側の突き当て棒 4 6 の状態をそのままとし、他方の側の突き当て棒 4 6 の状態を、壁部 4 1 b が内側に向かうように押し出す状態に変更する。このとき、突き当て棒 4 6 の押し出し量は、接触領域 2 4 の図心 2 5 と中心 2 6 との X Y 平面のオフセット量に基づいて調整される。このように移動機構 4 3 による外圧の付加によりモールド 4 1 の撓み形状が変化するので、パターン部 4 1 a の姿勢が変わり、結果的に接触領域 2 4 の図心 2 5 の位置を引き離し動作中に移動させることができる。これにより、本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様の効果を奏する。

【 0 0 3 7 】

(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 8 は、本実施形態に係る離型工程における図心調整前のインプリント装置 5 0 の状態を示す概略図である。なお、図 8 において、図 1 に示す第 1 実施形態に係るインプリント装置 1 の構成要素と同一のものには同一の符号を付し、説明を省略する。このインプリント装置 5 0 の特徴は、上記各実施形態に係るインプリント装置の構成にさらに荷重計測部 5 1 を加え、この荷重計測部 5 1 の計測値に基づいて、引き離し動作時にウエハ 1 0 がウエハチャック 1 9 から浮き上がるのを抑える点にある。特に、荷重計測部 5 1 は、引き離し動作時のモールド 6 にかかる荷重を計測可能とすることが望ましい。例えば、荷重計測部 5 1 は、ロードセルなどの計測装置とし、モールド駆動機構 1 2 と、このモールド駆動機構 1 2 を支持するインプリント装置 5 0 内の不図示の固定部 (例えばブリッジ定盤) との間に設置される。そして、荷重計測部 5 1 は、測定装置 2 3 と同様に、制御部 5 に接続される。

【 0 0 3 8 】

本実施形態の離型工程では、制御部 5 は、まず上記実施形態と同様に、測定装置 2 3 により接触領域 2 4 の画像情報を取得し、取得した画像情報に基づいて接触領域 2 4 の面積を算出する。さらに、制御部 5 は、荷重計測部 5 1 に対してモールド 6 にかかる荷重を計測させ、その計測値を取得する。ここで、測定装置 2 3 が取得した画像情報に基づく接触領域 2 4 の面積を S_c とし、荷重計測部 5 1 が計測した計測値に基づくモールド 6 にかかる荷重を F_m とし、さらにウエハ 1 0 を吸着保持する際のウエハチャック 1 9 による吸着圧力を $-p_w$ とする。荷重 F_m は、引き離し動作時には接触領域 2 4 を介してウエハ 1 0 をウエハチャック 1 9 から引き離す方向に働く。このとき、荷重 F_m が、接触領域 2 4 に相対するウエハ 1 0 の裏面の領域にかかるウエハチャック 1 9 による吸着力 (吸着圧力と接触面積とを乗じた値: $p_w \cdot S_c$) よりも小さい場合には、ウエハ 1 0 は、ウエハチャック 1 9 に正常に吸着保持されている。しかしながら、荷重 F_m が吸着力 $p_w \cdot S_c$ よりも大きくなると、ウエハ 1 0 をウエハチャック 1 9 から引き離す方向の力がウエハ 1 0 をウエハチャック 1 9 に吸着する力よりも大きくなるので、ウエハ 1 0 がウエハチャック 1 9 から浮き上がる。そこで、本実施形態では、制御部 5 は、離型工程において $F_m < p_w \cdot S_c$ の関係を維持するように、引き離し時のモールド駆動機構 1 2 の動作を制御する。

【 0 0 3 9 】

このときのモールド駆動機構 1 2 の動作制御に関連し、図 9 に参考図を示す。特に、図 9 (a) は、引き離し動作の進行に伴う接触領域 2 4 の変化を示す平面図である。上述のとおり、引き離し動作時には、モールド 6 は、ウエハ 1 0 に向かい凸形に撓み、樹脂 1 6 の端部から中心に向かって徐々に剥がれていく。すなわち、図 9 (a) に示すように、引き離し中のある時点における接触領域 2 4 に対して、さらに時間が経過して引き離し動作が進行すると、接触領域 2 4 a のように剥離する範囲が狭まる。このモールド 6 が樹脂 1 6 から剥離するときの接触領域 2 4 の境界の移動速度が速くなるほど、一定時間に剥離する範囲は広くなり、結果的にモールド 6 にかかる荷重 F_m が大きくなる。そこで、制御部 5 は、モールド 6 と樹脂 1 6 (ウエハ 1 0) とが離れる際の相対速度、すなわち本実施形態ではモールド駆動機構 1 2 によるモールド 6 を Z 軸方向に上昇させる速度を制御することで、接触領域 2 4 の境界の移動速度を適切に変化させる。これにより、モールド 6 にか

10

20

30

40

50

かる荷重 F_m を調整することが可能となり、本実施形態によれば、上記実施形態と同様の効果を奏するとともに、離型工程においてウエハ 10 がウエハチャック 19 から浮き上がることを抑止することができる。

【0040】

なお、本実施形態の効果は、ウエハ 10 上の特定の位置に存在するショット S にて特に好適に発揮される。図 9 (b) は、一例として、ウエハ 10 上の 3 つのショット S 1、S 2、S 3 の位置を示す平面図である。このうち、ショット S 2 やショット S 3 のように、ウエハ 10 上の比較的端部に位置するショット S に対してインプリント処理を実施する場合には、特に本実施形態は好適である。すなわち、このウエハ 10 上の端部に位置するショット S にてウエハ 10 の浮き上がりを抑えることができれば、ウエハ 10 とウエハチャック 19 との隙間に外気が流入してウエハチャック 19 の吸着力が減少することをも抑えることができる。これにより、インプリント装置 50 は、ウエハ 10 が、ウエハチャック 19 に対して位置ずれを起こしたり、ウエハチャック 19 から剥がれたりすることを予め回避させることができる。

10

【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。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。

20

【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および変更が可能である。

【符号の説明】

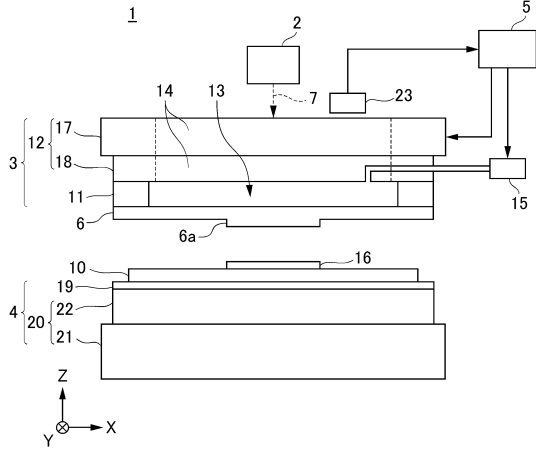
【0043】

- 1 インプリント装置
- 3 モールド保持機構
- 4 ウエハステージ
- 5 制御部
- 6 モールド
- 10 ウエハ
- 11 モールドチャック
- 15 圧力調整装置
- 16 樹脂
- 18 微動型ステージ
- 23 測定装置
- 24 接触領域

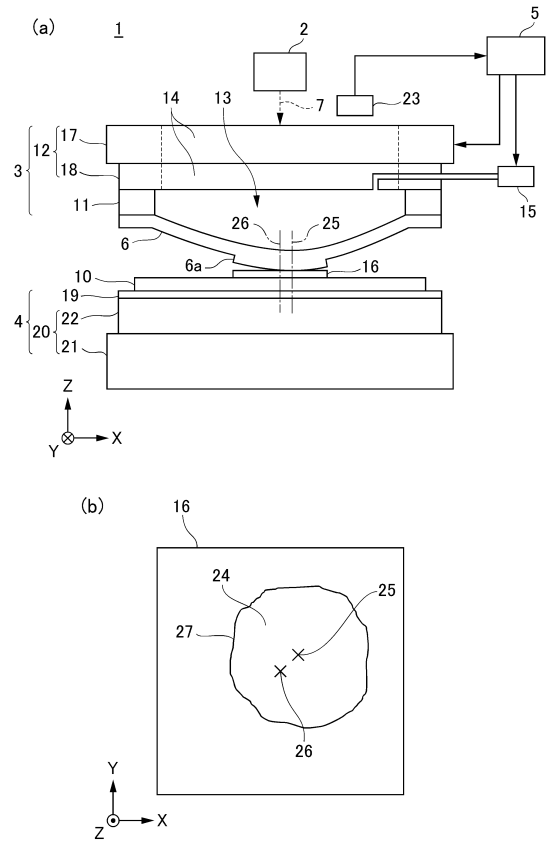
30

40

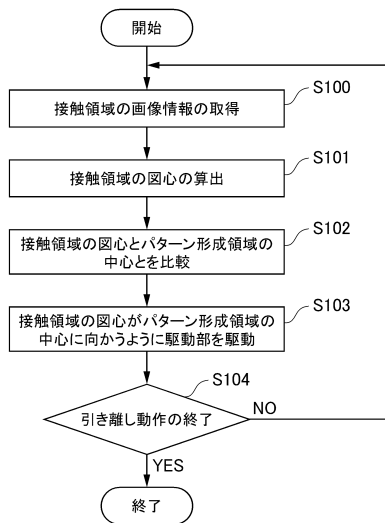
【図1】



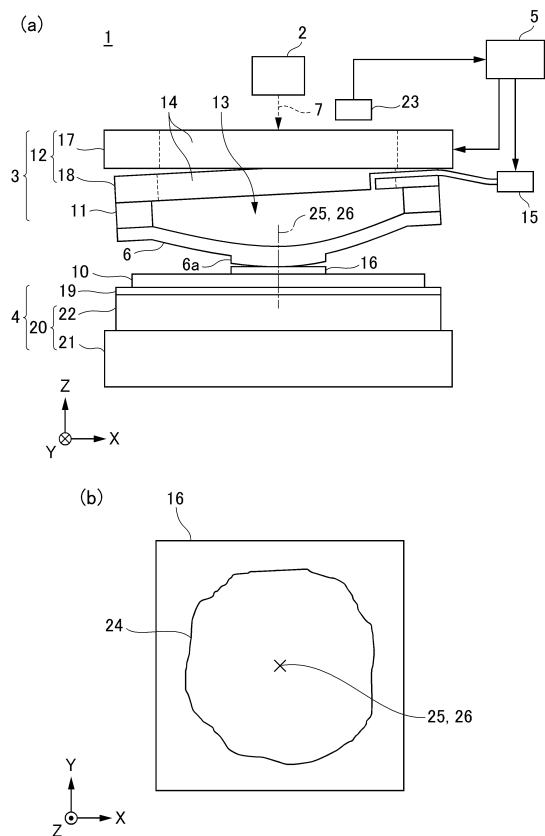
【図2】



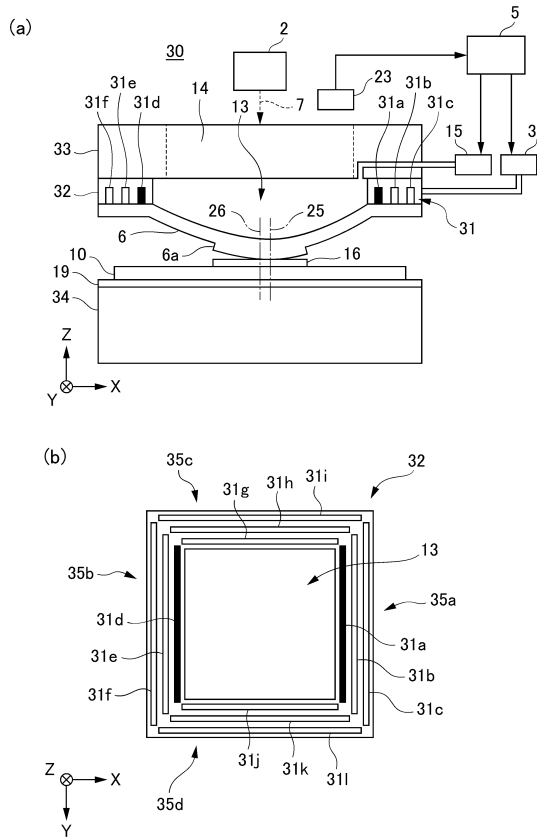
【図3】



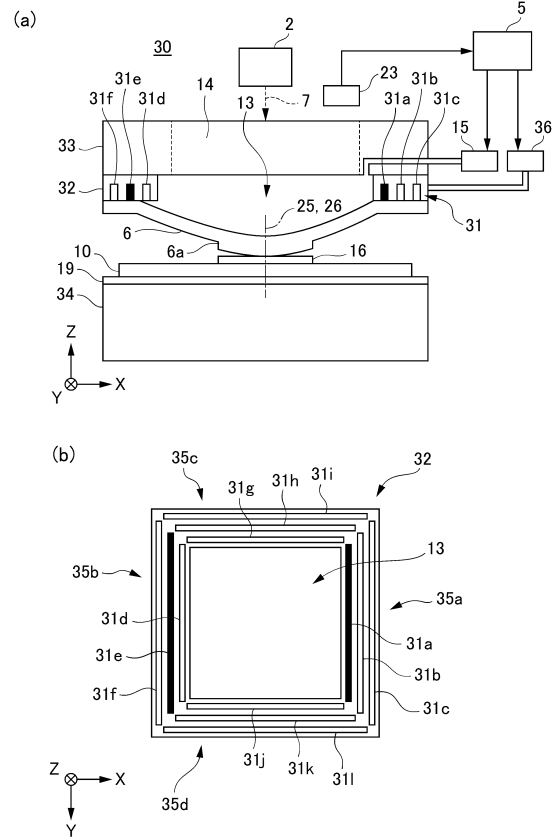
【図4】



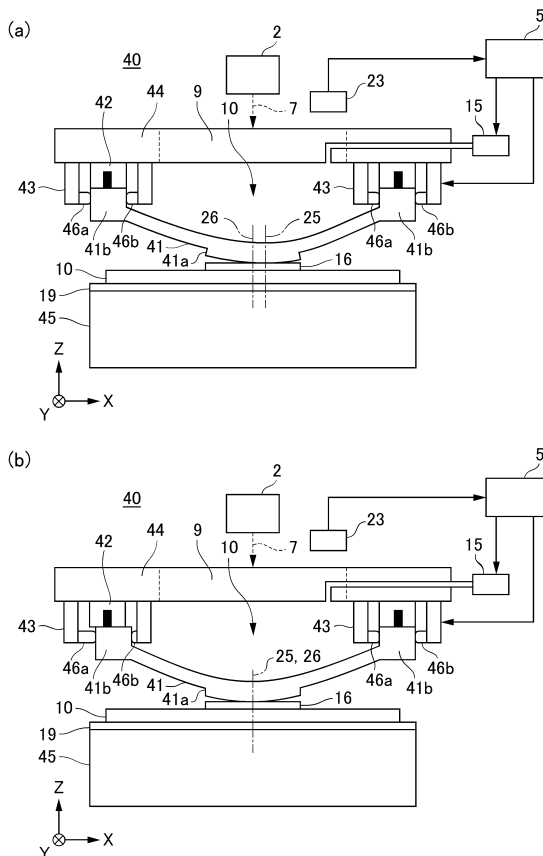
【図5】



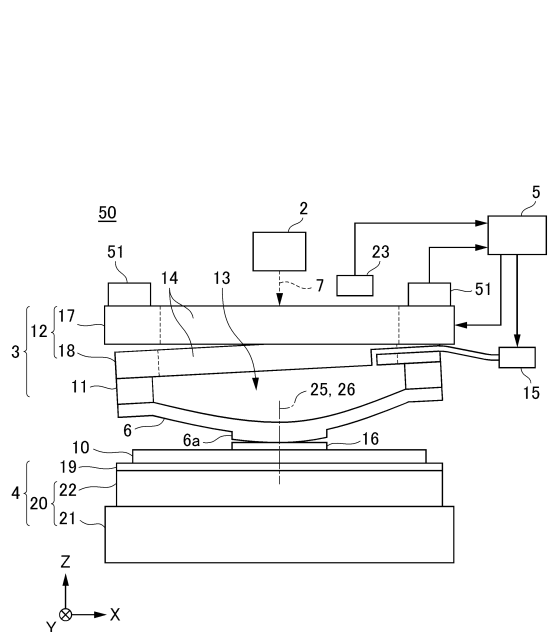
【図6】



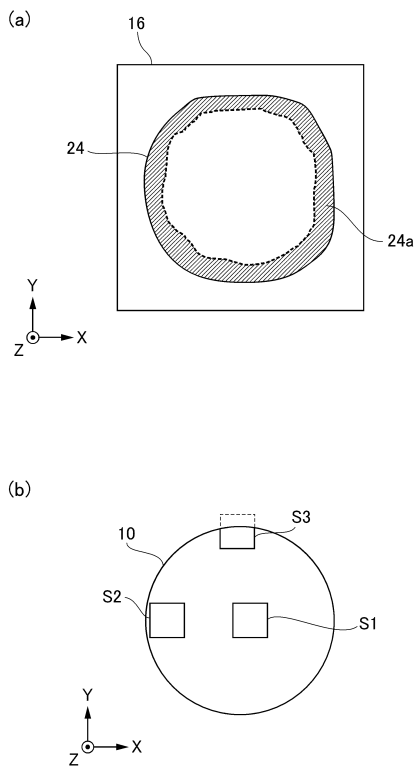
【図7】



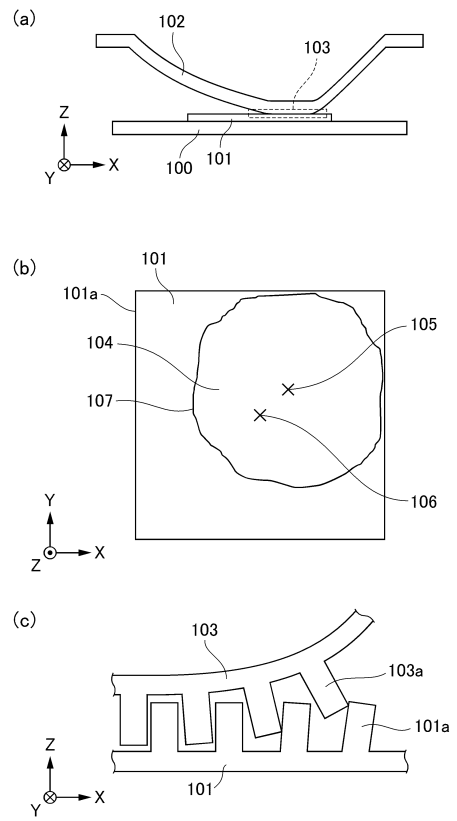
【図8】



【図9】



【図10】



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 佐野 浩樹

(56)参考文献 特開2010-221374(JP,A)
特開2012-231056(JP,A)
特開2011-100952(JP,A)
特表2012-507141(JP,A)
特表2012-507859(JP,A)
特表2006-506814(JP,A)
特表2005-533393(JP,A)
特開平10-172897(JP,A)
特表2011-512019(JP,A)
特表2008-540164(JP,A)
特開2013-058517(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 、
H01L21/027、21/30