

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6304934号
(P6304934)

(45) 発行日 平成30年4月4日 (2018.4.4)

(24) 登録日 平成30年3月16日 (2018.3.16)

(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

請求項の数 23 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-78096 (P2013-78096)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成25年4月3日 (2013.4.3)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-254938 (P2013-254938A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成25年12月19日 (2013.12.19)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成28年4月1日 (2016.4.1)		弁理士 大塚 康德
(31) 優先権主張番号	特願2012-107035 (P2012-107035)	(74) 代理人	100112508
(32) 優先日	平成24年5月8日 (2012.5.8)		弁理士 高柳 司郎
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インプリント装置および物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置であって、

前記モールドの側面に接触する接触面を有する接触部材を含み、前記接触部材を介して前記モールドの側面に力を加え、前記モールドの形状を変更させる変更部と、
前記接触面と前記モールドの側面との角度を変えるように前記接触部材の角度を調整する調整部と、

を含むことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記接触部材は、前記モールドを保持する保持部に固定された基部によって複数の部材を介して支持され、

前記複数の部材は、前記接触部材が前記モールドを押圧する方向である第 1 方向に沿って前記接触部材が移動することを許容するリンク機構を構成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】

前記調整部は、前記基部に設けられ、前記複数の部材のうち少なくとも 1 つを前記第 1 方向と異なる方向である第 2 方向に駆動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】

前記調整部は、前記複数の部材のうち少なくとも１つを前記第２方向に駆動するアクチュエータを含む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５】

前記調整部は、傾斜部分を含む変換部と、前記変換部に第１方向の力を加えるアクチュエータとを含み、

前記基部は、前記傾斜部分に接する傾斜面を含み、

前記変換部は、前記傾斜部分と前記傾斜面とによって前記第１方向の力を前記第２方向の力に変換し、前記複数の部材のうち少なくとも１つを前記第２方向に駆動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】

前記調整部は、前記複数の部材のうち少なくとも１つに設置されたアクチュエータを含み、

前記アクチュエータは、前記複数の部材のうち少なくとも１つに前記基部と前記接触部材との距離を変更可能に配置されてい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７】

前記調整部は、前記モールドの側面の傾きに基づいて前記接触部材の角度を調整することを特徴とする請求項１乃至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】

前記モールドに設けられたアライメントマークと、前記基板上に設けられたアライメントマークとの位置ずれを測定する測定部を更に含み、

前記調整部は、前記測定部で測定された前記位置ずれが小さくなるように前記接触部材の角度を調整することを特徴とする請求項１乃至７のうちいずれか１項に記載のインプリント装置。

【請求項９】

前記変更部によって前記モールドの側面に力を加えたときに、前記モールドの外周領域が前記モールドを押圧する方向と異なる方向に変形する変形量を計測する計測部を更に含み、

前記外周領域は、前記モールドにおいて保持部によって保持される部分より外側の領域であり、

前記調整部は、前記計測部で測定した変形量が小さくなるように前記接触部材の角度を調整することを特徴とする請求項１乃至８のうちいずれか１項に記載のインプリント装置。

【請求項１０】

前記接触部材の前記接触面は、前記モールドの側面に向かって凸形状に形成されている、ことを特徴とする請求項１乃至９のうちいずれか１項に記載のインプリント装置。

【請求項１１】

前記調整部は、前記接触面および前記モールドの側面が互いに平行になるように前記接触部材の角度を調整することを特徴とする請求項１乃至１０のいずれか１項に記載のインプリント装置。

【請求項１２】

前記調整部は、前記接触部材の角度を維持しながら、前記接触部材が前記モールドを押圧する方向に前記接触部材を移動させる、ことを特徴とする請求項１乃至１０のいずれか１項に記載のインプリント装置。

【請求項１３】

前記接触部材は、前記モールドを保持する保持部に固定された基部によって複数の部材を介して支持され、

前記調整部は、前記モールドが前記インプリント材を押圧する方向に前記複数の部材を個別に駆動することによって前記接触部材の角度を調整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１４】

モールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置であって、

前記モールドの側面に接触する接触面を有する接触部材を含み、前記接触部材を介して前記モールドの側面に力を加え、前記モールドの形状を変更させる変更部と、

前記モールドを前記インプリント材に押し付ける方向における前記接触部材の位置を調整する調整部と、

前記モールドに設けられたアライメントマークと、前記基板上に設けられたアライメントマークとの位置ずれを測定する測定部と、を含み、

前記調整部は、前記測定部で測定された前記位置ずれが小さくなるように前記接触部材の位置を調整することを特徴とするインプリント装置。

10

【請求項 15】

モールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置であって、

前記モールドの側面に接触する接触面を有する接触部材を含み、前記接触部材を介して前記モールドの側面に力を加え、前記モールドの形状を変更させる変更部と、

前記モールドを前記インプリント材に押し付ける方向における前記接触部材の位置を調整する調整部と、

前記変更部によって前記モールドの側面に力を加えたときに、前記モールドの外周領域が前記モールドを押圧する方向と異なる方向に変形する変形量を計測する計測部と、を含み、

20

前記外周領域は、前記モールドにおいて保持部によって保持される部分より外側の領域であり、

前記調整部は、前記計測部で測定した変形量が小さくなるように前記接触部材の位置を調整することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 16】

前記接触部材は、前記モールドを保持する保持部に固定された基部によって複数の部材を介して支持され、

前記複数の部材は、前記接触部材が前記モールドを押圧する方向である第1方向に沿って前記接触部材が移動することを許容するリンク機構を構成することを特徴とする請求項14又は15に記載のインプリント装置。

30

【請求項 17】

前記調整部は、前記基部に設けられ、前記複数の部材のうち少なくとも1つを前記第1方向と異なる方向である第2方向に駆動することを特徴とする請求項16に記載のインプリント装置。

【請求項 18】

前記調整部は、前記複数の部材のうち少なくとも1つを前記第2方向に駆動するアクチュエータを含むことを特徴とする請求項17に記載のインプリント装置。

【請求項 19】

前記調整部は、傾斜部分を含む変換部と、前記変換部に第1方向の力を加えるアクチュエータとを含み、

40

前記基部は、前記傾斜部分に接する傾斜面を含み、

前記変換部は、前記傾斜部分と前記傾斜面とによって前記第1方向の力を前記第2方向の力に変換し、前記複数の部材のうち少なくとも1つを前記第2方向に駆動することを特徴とする請求項17に記載のインプリント装置。

【請求項 20】

前記調整部は、前記複数の部材のうち少なくとも1つに設置されたアクチュエータを含み、

前記アクチュエータは、前記複数の部材のうち少なくとも1つに前記基部と前記接触部材との距離を変更可能に配置されていることを特徴とする請求項16に記載のインプリント装置。

50

【請求項 2 1】

前記調整部は、前記モールドの厚さに基づいて前記接触部材の位置を調整することを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 0 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 2 2】

前記接触部材の前記接触面は、前記モールドの側面に向かって凸形状に形成されている、ことを特徴とする請求項 1 4 乃至 2 1 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 2 3】

請求項 1 乃至 2 2 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インプリント材のパターンを形成するステップと、

前記ステップで前記パターンが形成された前記基板を加工するステップと、を有し、該加工するステップにより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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、インプリント装置および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

インプリント技術は、磁気記憶媒体や半導体デバイスなどの量産用ナノリソグラフィ技術の 1 つとして注目されている。インプリント技術は、微細なパターンが形成されたモールドを、基板上に供給された樹脂に押し付け、その状態で樹脂を硬化させる技術である。硬化した樹脂からモールドを剥離することで、基板上にモールドのパターンを転写することができる。

【0 0 0 3】

半導体デバイスなどの製造におけるインプリント技術では、一般に、複数のモールドが用いられ、複数のモールドを使って基板上に複数のパターンが重ねて形成される。そのため、このような技術を用いたインプリント装置では、基板上のパターンに対してモールドのパターンを高精度に重ね合わせることが重要であり、モールドの側面における複数箇所を押圧してモールドのパターンの大きさを補正する倍率補正が行われる。しかしながら、モールドの側面における複数箇所はそれぞれ形状が異なるため、全ての箇所において同様に押圧してしまうと、押圧する方向と異なる方向に力が加わることがある。そして、このような力が加わると、モールドのパターンに歪みが発生し、モールドのパターンを基板のパターンに高精度に重ね合わせることが困難になってしまいうる。そこで、モールドの外周領域における複数の箇所を保持する複数の保持部を備え、各保持部を相互に独立して基板面に垂直な方向（Z 方向）に駆動することでモールドの形状を基板の形状に従うように補正する方法が提案されている（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開 2 0 1 0 - 8 0 7 1 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

従来のインプリント装置は、複数の保持部によってモールドの外周領域における複数箇所モールドが保持されており、各保持部を相互に独立して Z 方向に駆動して重ね合わせ精度を向上させている。しかしながら、従来のインプリント装置では、各保持部が Z 方向（基板面に垂直な方向）にそれぞれ異なる大きさでモールドの各箇所を駆動するため、モールドは複雑に歪んだ形状となってしまう。即ち、モールドの形状を基板の形状に従うように補正することによって重ね合わせ精度は向上するものの、モールドに形成されたパターンの倍率補正が不十分となってしまう。そのため、基板上のパターンにモールドのパタ

10

20

30

40

50

ーンを高精度に重ね合わせるためには、各保持部によって生じる歪みも効率良く抑制して倍率補正を行う必要がある。更に、モールドに力を加える箇所を増やして高精度に倍率補正を行うことが求められるため、倍率補正する機構を単純化する必要がある。

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、インプリント装置において、モールドのパターンを精度よく基板に転写するために有利な技術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 7 】

本発明の 1 つの側面は、モールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置に係り、前記インプリント装置は、前記モールドの側面に接触する接触面を有する接触部材を含み、前記接触部材を介して前記モールドの側面に力を加え、前記モールドの形状を変更させる変更部と、前記接触面と前記モールドの側面との角度を変えるように前記接触部材の角度を調整する調整部と、を含む。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、インプリント装置において、モールドのパターンを精度よく基板に転写するために有利な技術を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 実施形態のインプリント装置の構成を示す図である。

20

【図 2】第 1 実施形態のモールドを紫外線の照射側から見た平面図である。

【図 3】第 1 実施形態における変更部の断面を示す図である。

【図 4】第 1 実施形態のインプリント処理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 5】理想的なモールドの断面を示す図である。

【図 6】第 1 実施形態におけるモールドの断面を示す図である。

【図 7】第 1 実施形態におけるモールドの断面を示す図である。

【図 8】第 1 実施形態における変更部の断面を示す図である。

【図 9】第 2 実施形態における変更部の断面を示す図である。

【図 10】第 3 実施形態における変更部の断面を示す図である。

30

【図 11】第 4 実施形態における変更部の断面を示す図である。

【図 12】第 1 実施形態の変形例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

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、同一の部材ないし要素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。

【 0 0 1 1 】

< 第 1 実施形態 >

本発明の第 1 実施形態のインプリント装置 100 について、図 1 を参照して説明する。インプリント装置は、半導体デバイスなどの製造に使用され、パターンが形成されたモールドを基板上の樹脂に押し付けた状態で樹脂を硬化させ、硬化した樹脂からモールドを剥離することで基板上にパターンを転写するインプリント処理を行う。第 1 実施形態のインプリント装置 100 は、基板 2 上の樹脂 3 に紫外線 5 を照射する光照射部 10 と、モールド 1 を保持するモールド保持部 20 と、基板 2 を保持する基板ステージ 40 と、基板 2 に樹脂 3 を塗布する塗布部 6 とを備える。モールド保持部 20 は、ベース定盤 51 によって支柱 52 を介して支持されたブリッジ定盤 53 に固定されており、基板ステージ 40 は、ベース定盤 51 に固定されている。また、インプリント装置 100 は、インプリント処理を統括的に制御する制御部 7 を備える。ここで、第 1 実施形態のインプリント装置 100 は、紫外線を照射して樹脂を硬化する光硬化法を用いる。また、以下の図において、基板

40

50

面上で互いに直交する方向をそれぞれX方向およびY方向とし、基板面に垂直な方向をZ方向とする。

【0012】

モールド1は、通常、石英など紫外線を透過させることが可能な材料で作製されており、基板2側の面の一部には、基板2に転写する凹凸のパターン1aが形成されている。モールド1が保持される面には、パターン1aが形成された部分の厚みが薄くなるように、円柱状に掘り込まれたキャビティ(凹部)1bが形成されている。キャビティ1bは、後述するモールドチャック21の開口領域21aに備えられた光透過部材23によって略閉された空間4となり、空間4の圧力は不図示の圧力調整装置によって制御される。例えば、モールド1を基板2上の樹脂3に押し付ける際には、空間4の圧力を空間4の外部の圧力よりも高く設定する。このとき、モールド1のパターン1aは基板2に向かって凸型の形状に変形し、樹脂3に対してパターン1aをその中心部から接触させることができる。これにより、パターン1aと樹脂3との間に気体(空気)が閉じ込められることが抑制されるため、パターン1aの凹凸部分の隅々まで樹脂3が充填され、基板2に転写されたパターンの欠損を防止することができる。なお、キャビティ1bの深さは、モールド1の大きさや材料によって適宜設定される。

10

【0013】

基板2は、例えば、単結晶シリコン基板やSOI(Silicon on Insulator)基板が用いられる。基板2の上面(被処理面)には、後述する塗布部6によって紫外線硬化樹脂(以下、樹脂3)が塗布され、基板2に塗布された樹脂3にモールド1が押し付けられる。樹脂3にモールド1が押し付けられた状態で樹脂3に紫外線を照射することによって樹脂3が硬化する。その後、硬化した樹脂3からモールド1が剥離される。

20

【0014】

光照射部10は、光源11と光学素子12を含み、インプリント処理の際にモールド1を介して基板2上の樹脂3に紫外線5を照射する。光源11は、基板2に塗布された樹脂3を硬化させる紫外線5を射出し、光学素子12は、光源11から射出された紫外線5を折り曲げるミラーで構成される。第1実施形態では、パターン1aが形成されたモールド1を基板2上の樹脂3に接触させ、この状態で光源11からの紫外線5を照射して基板2上の樹脂3を硬化させる。ここで、第1実施形態のインプリント装置100では、光硬化法を採用するため光照射部10が設置されているが、例えば、熱硬化法を採用する場合には、光照射部10の代わりに熱硬化性樹脂を硬化するための熱源部を設置してもよい。

30

【0015】

モールド保持部20は、真空吸着力や静電力などによりモールド1を保持するモールドチャック21と、モールドチャック21を駆動してモールド1を移動させるモールド駆動部22とを含む。モールドチャック21およびモールド駆動部22には、光照射部10の光源11から射出された紫外線5が基板2上の樹脂3に照射されるように、それぞれの中心部(内側)に開口領域21aおよび22aが形成されている。モールドチャック21の開口領域21aには、紫外線を透過する光透過部材23が備えられており、光透過部材23によってモールド1のキャビティ1bを略閉空間にすることができる。また、モールド保持部20は、モールド1の側面に力を加えてモールド1に形成されたパターン1aの形状を変更する変更部24を備えている。この変更部24は、モールド1の側面に力を加えてパターン1aの形状を変更することによって、基板2に予め形成されているパターンに対するモールド1に形成されたパターン1aの大きさを補正する倍率補正を行うことができる。

40

【0016】

モールド駆動部22は、例えば、リニアモータまたはエアシリンダなどのアクチュエータを含み、モールド1を基板2上の樹脂3に押し付ける、または当該樹脂3から剥離するようにモールド1をZ方向に移動させる。ここで、モールド駆動部22は、高精度にモールド1の位置を制御するため、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

50

てもよい。また、モールド駆動部 22 は、基板面上で互いに直交する方向（X 方向や Y 方向）に駆動、および 方向に回転駆動してモールド 1 の位置を調整する位置調整機能、並びにモールド 1 の傾きを補正するためのチルト機能などを備えてもよい。なお、第 1 実施形態のインプリント装置 100 では、モールド 1 と基板 2 とを近づけたり離したりする動作はモールド駆動部 22 で行っているが、後述する基板ステージ 40 によって行ってもよいし、双方で相対的に行ってもよい。

【0017】

基板ステージ 40 は、基板チャック 41 とステージ駆動部 42 を含み、モールド 1 を基板 2 上の樹脂 3 に押し付ける際に、基板 2 を X Y 平面上で移動させてモールド 1 と基板 2 との位置合わせを行う。基板チャック 41 は、基板 2 を真空吸着などによって保持するとともに、モールド 1 を位置合わせする際に使用する基準マーク 43 が備えられている。ステージ駆動部 42 は、基板チャック 41 を機械的に保持して X Y 平面内で移動可能にする。ステージ駆動部 42 は、例えば、リニアモータが用いられ、X 方向および Y 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で構成されてもよい。また、ステージ駆動部 42 は、Z 方向に駆動、および 方向に回転駆動して基板 2 の位置を調整する位置調整機能、並びに基板 2 の傾きを補正するためのチルト機能などを備えてもよい。

【0018】

塗布部 6 は、基板 2 上に樹脂 3（未硬化樹脂）を塗布する。上述したように、第 1 実施形態で用いられる樹脂 3 は、紫外線 5 の照射によって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における各種条件によって適宜選択される。また、塗布部 6 の吐出ノズルから吐出される樹脂 3 の量は、基板 2 上の樹脂 3 に形成される凹凸のパターンにおいて、そのパターンの厚さや、凹凸の密度などによって適宜決定される。

【0019】

制御部 7 は、インプリント装置 100 の各構成要素における動作や調整などを制御する。制御部 7 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 100 の各構成要素に接続される。また、インプリント装置 100 は、モールド 1 と基板 2 とのアライメントマークの位置ずれを測定するアライメント測定部 8 と、モールド 1 と基板 2 との間の距離を計測する距離計測部 9 とを備えている。アライメント測定部 8 は、例えば、ウエハアライメントとして、基板 2 上に形成されたアライメントマークとモールド 1 に形成されたアライメントマークとの X 方向および Y 方向への位置ずれを測定する。距離計測部 9 は、例えば、計測用光源から基板 2 に向けて照射した光がモールド 1 を通過し、基板 2 で反射し、再びモールド 1 を通過することによって干渉した干渉光を、撮像素子によって観察して距離を計測する。

【0020】

ここで、モールド 1 の側面に力を加えてモールド 1 に形成されたパターン 1a の形状を変更する変更部 24 について図 2 および図 3 を参照して説明する。図 2 は、モールド 1 を紫外線 5 の照射側から見たときの平面図である。モールド 1 には、一辺に 5 個ずつ、計 20 個の変更部 24 が備えられており、図 2 の変更部 24 において矢印で示すように、モールド 1 の側面から内側に向けて変更部 24 によって力が加えられる。このように、モールド 1 の各辺に複数の変更部 24 を備えることによって、基板 2 に予め形成されているパターンに対してモールド 1 に形成されたパターン 1a の倍率補正を高精度に行うことができる。

【0021】

図 3 は、図 2 に示す A - A' 間に対応したモールド 1 および変更部 24 の断面を示す図である。変更部 24 は、基部 25 と、接触部材 26 と、アクチュエータ 27 と、レバー 28 と、複数の部材 29a ~ 29e とで構成される。基部 25 は、モールド保持部 20（モールドチャック 21）に固定されるとともにアクチュエータ 27 を含み、モールド 1 の側面に力を加える際に、その力の反力を受ける。接触部材 26 は、樹脂部材 26a とブロック部材 26b とで構成される。樹脂部材 26a は、モールド 1 の側面に接触する接触面 2

10

20

30

40

50

6 cを有しており、モールド1への応力集中を緩和してモールド1の破壊を防ぐため、ポリテトラフルオロエチレン(P T F E)やポリオキシメチレン(P O M)などの弾性に優れた樹脂が用いられる。ブロック部材2 6 bは、樹脂部材2 6 aと一体に構成されており、基部2 5によって部材2 9 aおよび2 9 bを介して支持されている。部材2 9 aおよび2 9 bは、例えば、板ばねで構成されており、接触部材2 6がモールド1を押圧する方向(第1方向)に沿って接触部材2 6が移動することを許容するリンク機構を構成する。アクチュエータ2 7は、基部2 5の中に配置されていて、図3の矢印で示すように、接触部材2 6がモールド1を押圧する方向(第1方向)と反対の方向(X方向)に部材2 9 cに対して力を加え、部材2 9 cをX方向に変位させる。レバー2 8は、基部によって部材2 9 c、2 9 dおよび2 9 eを介して支持されている。部材2 9 c、2 9 d、および2 9 eは、部材2 9 aおよび2 9 bと同様に、例えば、板ばねで構成されうる。

10

【0022】

アクチュエータ2 7においてX方向に力が発生すると、力は部材2 9 cを介してレバー2 8の上部に伝わり、レバー2 8の上部がX方向に変位する。このとき、レバー2 8は部材2 9 dを支点として回転し、回転したレバー2 8は、レバー2 8の上部におけるX方向の変位をレバー2 8の下部における-X方向の変位に変換する。レバー2 8の下部における-X方向の変位は、部材2 9 eを介して接触部材2 6に伝わり、接触部材2 6をモールド1を押圧する方向(-X方向)に移動させる。レバー2 8の上部と下部とにおける変位の比率(駆動倍率)は、部材2 9 cと2 9 dとの距離 B_1 、および部材2 9 dと2 9 eとの距離 B_2 によって決まり、 B_2 / B_1 となる。接触部材2 6のブロック部材2 6 bは、リンク機構を構成する部材2 9 aおよび2 9 bを介して基部2 5によって支持されており、モールド1を押圧する方向(-X方向)に沿って移動することを許容する一方、-X方向以外の方向への変位を抑制する。また、接触部材2 6の樹脂部材2 6 aは、接触面2 6 cをモールド1の側面に接触させ、モールド1の側面に力を加える。力は、不図示のひずみセンサーや力センサー、変位センサーなどによりモニタリングすることができる。第1実施形態のアクチュエータ2 7は、発生力、分解能および応答性を考慮して、ピエゾアクチュエータを用いているが、エアシリンダ、電磁モータなどを用いてもよい。

20

【0023】

このように構成された変更部2 4によって、図2に示すように、モールド1の側面における複数箇所を押圧してモールド1に形成されたパターン1 aの大きさを補正する倍率補正が行われる。しかしながら、モールド1の側面における複数箇所はそれぞれ形状が異なるため、接触部材2 6の角度や位置を調整せずに全ての箇所において同様に押圧してしまうと、押圧する方向と異なる方向に力が加わることがある。そして、このような力が加わると、モールド1のパターン1 aの一部に応力が集中して歪みが発生し、モールド1のパターン1 aを基板のパターンに高精度に重ね合わせることが困難になってしまいうる。そこで、第1実施形態の変更部2 4には、接触部材2 6の角度や位置を調整する調整部3 0が設けられている。調整部3 0は、部材2 9 aおよび2 9 bのそれぞれに対してZ方向の変位を与えるアクチュエータ3 0 aおよび3 0 bで構成されている。アクチュエータ3 0 aおよび3 0 bは、基部2 5の中に配置されていて、部材2 9 aおよび2 9 bを、接触部材2 6がモールド1を押圧する方向(第1方向)と異なる方向(第2方向(-Z方向))にそれぞれ駆動する。これにより、接触部材2 6におけるy方向の角度、およびZ方向の位置を変えることができる。例えば、アクチュエータ3 0 aによって部材2 9 aのみをZ方向に変位させると、図3の二点破線で示すように接触部材2 6の角度を変えることができる。また、アクチュエータ3 0 aおよび3 0 bによって部材2 9 aおよび2 9 bをZ方向に同じ量だけ変位させると、接触部材2 6の角度を変えずに、Z方向の位置を変えることができる。このように、第1実施形態の変更部2 4は、接触部材2 6の角度および位置のうち少なくとも一方を調整することができるため、接触部材2 6(樹脂部材2 6 a)の接触面2 6 cとモールド1の側面との接触状態を調整することができる。即ち、接触面2 6 cをモールド1の側面に対して平行に、かつモールド1のZ方向における剛性の中立位置に接触面2 6 cの中心が配置されるように調整してモールド1の側面に力を加えるこ

30

40

50

とができる。ここで、剛性の中立位置（以下、中立位置 1 d）とは、モールド 1 の側面に力を加えることによってモールド 1 に働く回転モーメントが最小になるときの位置のことである。

【 0 0 2 4 】

アクチュエータ 3 0 a および 3 0 b が接触部材 2 6 を調整するために必要とする駆動量は、使用するモールド 1 の形状情報を、モールド 1 をインプリント装置に搭載する前に、例えば、三次元測定器を用いて予め測定することによって決定することができる。モールド 1 の形状情報は、例えば、モールドの厚さおよびモールドの側面の傾きのうち少なくとも一方を含みうる。また、アクチュエータ 3 0 a および 3 0 b が接触部材 2 6 を調整するために必要とする駆動量は、モールド 1 の外周領域 1 c の変形量から決定することもできる。この場合、インプリント装置 1 0 0 内に、モールド 1 の外周領域 1 c がモールド 1 を押圧する方向と異なる方向（- Z 方向）に変形する変形量を計測する計測部 3 1 を設ける。そして、アクチュエータ 2 7 による力を接触部材 2 6 を介してモールド 1 の側壁に加え、計測部 3 1 によって計測したモールド 1 の外周領域 1 c の変形量が小さくなるようにアクチュエータ 3 0 a および 3 0 b を駆動させる。このとき、アクチュエータ 3 0 a および 3 0 b の駆動量を微調整することによって、装置の組み立て誤差などの影響も抑制することができる。ここで、モールド 1 の外周領域 1 c とは、モールド 1 がモールド保持部 2 0（モールドチャック 2 1）によって保持される部分より外側の領域のことである。

【 0 0 2 5 】

さらに、アクチュエータ 3 0 a および 3 0 b が接触部材 2 6 を調整するために必要とする駆動量は、モールド 1 に設けられたアライメントマークと基板 2 に設けられたアライメントマークとの位置ずれから決定することもできる。この場合、図 1 に示すように、モールドチャック 2 1 の開口領域 2 1 a に、モールド 1 と基板 2 とのアライメントマークの X 方向および Y 方向の位置ずれを測定するアライメント測定部 8 が備えられている。そして、アライメント測定部 8 によって測定した位置ずれが小さくなるように、アクチュエータ 3 0 a および 3 0 b が駆動される。

【 0 0 2 6 】

このように構成された第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 において、モールド 1 のパターン 1 a を基板 2 に転写するインプリント処理について図 4 を参照して説明する。図 4 は、複数枚の基板 2 に対して、モールド 1 に形成された凹凸のパターン 1 a を転写するインプリント処理における動作シーケンスを示すフローチャートである。

【 0 0 2 7 】

S 6 0 では、モールド 1 をインプリント装置 1 0 0 に搭載する前に、モールド 1 の形状を三次元測定器などによって予め測定し、モールド 1 の形状情報を取得する。S 6 1 では、制御部 7 は、モールド 1 をモールドチャック 2 1 の下に搬送するようにモールド搬送機構（不図示）を制御し、モールド 1 を保持するようにモールドチャック 2 1 を制御する。これにより、モールド 1 がインプリント装置 1 0 0 内に搭載される。S 6 2 では、制御部 7 は、モールド 1 に形成されたアライメントマークと基準マーク 4 3 との間の X 方向、Y 方向および 方向の位置ずれをアライメント測定部 8 によって測定する。そして、制御部 7 は、アライメント測定部 8 で測定した結果に基づいて、モールド 1 に形成されたアライメントマークと基準マーク 4 3 との位置合わせ（アライメント）が行われるようにモールド駆動部 2 2 を制御する。S 6 3 では、制御部 7 は、基板 2 を基板チャック 4 1 の上に搬送するように基板搬送機構（不図示）を制御し、基板 2 を保持するように基板チャック 4 1 を制御する。これにより、基板 2 がインプリント装置 1 0 0 内に搭載される。S 6 4 では、制御部 7 は、基板 2 上のショット領域（インプリント処理を行う領域）が塗布部 6 の下に配置されるようにステージ駆動部 4 2 を制御して、基板 2 を移動させる。S 6 5 では、制御部 7 は、基板 2 上のショット領域に樹脂 3（未硬化樹脂）を塗布するように塗布部 6 を制御する。S 6 6 では、制御部 7 は、樹脂 3 が塗布された基板 2 上のショット領域が、モールド 1 のパターン 1 a の下に配置されるようにステージ駆動部 4 2 を制御して、基板 2 を移動させる。S 6 7 では、制御部 7 は、基板 2 の移動時または移動後において、基

板 2 に形成されたアライメントマークとモールド 1 に形成されたアライメントマークとの位置ずれを測定するようにアライメント測定部 8 を制御する。そして、制御部 7 は、モールド 1 に形成されたパターン 1 a の倍率補正を行うにあたって、変更部 2 4 (接触部材 2 6) がモールド 1 の側面から押圧するために必要となるアクチュエータ 2 7 の駆動量を、アライメント測定部 8 の測定結果に基づいて算出する。S 6 8 では、制御部 7 は、アクチュエータ 3 0 a および 3 0 b を制御し、接触部材 2 6 の角度および位置を調整する。アクチュエータ 3 0 a および 3 0 b の駆動量は、S 6 0 で予め測定したモールド 1 の形状情報に基づいて制御部 7 によって算出される。S 6 9 では、制御部 7 は、S 6 7 において算出したアクチュエータ 2 7 の駆動量に基づいてアクチュエータ 2 7 を駆動させ、接触部材 2 6 を介してモールド 1 の側面に力を加える。これにより、モールド 1 の形状を変更させ、モールド 1 のパターン 1 a の倍率補正が行われる。なお、S 6 8 および S 6 9 の工程は、後述する S 7 0 において基板 2 上の樹脂 3 にモールド 1 を押し付ける (押印する) 際、または押し付けた (押印した) 後に行ってもよい。また、S 6 8 の工程は、S 6 9 においてモールド 1 のパターン 1 a を倍率補正する際、または倍率補正した後に行ってもよい。

【 0 0 2 8 】

ここで、変更部 2 4 によってモールド 1 の側面に力を加えた際のモールドの形状について説明する。図 5 は、変更部 2 4 によってモールド 1 の側面に力を加える前後における理想的なモールドの形状を示す図である。理想的なモールド 1 は、図 5 (a) に示すように、モールド 1 の側面のどの箇所においても Z 軸に対して平行であり、かつモールド 1 の外周領域 1 c の厚さが一定であるように形成されている。このような理想的なモールド 1 を用いると、接触部材 2 6 の調整をしなくても、接触部材 2 6 の接触面 2 6 c をモールド 1 の側面に対して平行、かつモールド 1 の中立位置 1 d に接触面 2 6 c の中心が配置される。そして、理想的なモールド 1 の側面に変更部 2 4 によって力を加えると、理想的なモールド 1 は、厚みが薄いパターン 1 a の部分が図 5 (b) に示すように、基板 2 に向かって凸型の形状に変形する。しかしながら、実際のモールドは、例えば、図 6 (a) に示すようにモールドの側面が Z 方向に対して平行になっていない場合や、図 7 に示すようにモールド毎の個体差などによってモールド 1 の厚さが異なる場合がある。図 7 において、破線より左側はモールド 1 の厚みが設計値より薄く製造された場合を示し、右側は厚く製造された場合を示している。

【 0 0 2 9 】

図 6 (a) に示すように側面が Z 軸に対して平行になっていないモールド 1 では、モールドの側面に力を加えると、接触部材 2 6 が中立位置 1 d に対して - Z 方向に L_1 の距離だけ離れた位置から接触することになる。このような接触状態でモールド 1 の側面に力を加えると、モールド 1 の外周領域 1 c は、図 6 (b) に示すように - Z 方向に変形、もしくは左右非対称に変形してしまう。モールド 1 の外周領域 1 c が変形した状態では、モールド 1 のパターン 1 a に歪みが生じてしまい、基板 2 上のパターンにモールド 1 のパターン 1 a を高精度に重ね合わせることができない。また、図 7 に示すようにモールド毎の個体差によって厚みが異なるモールド 1 では、点線より左側と右側とで中立位置 $1 d_1$ および $1 d_2$ が L_2 の距離だけ厚みが異なる。そのため、接触部材 2 6 の調整を行わずにモールド 1 の側面に力を加えると、図 6 (b) と同様にモールド 1 が変形してしまう。そこで、第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 では、上述したように、変更部 2 4 はアクチュエータ 3 0 a および 3 0 b を含んでおり、アクチュエータ 3 0 a および 3 0 b によって接触部材 2 6 の角度 γ および Z 方向の位置のうち少なくとも一方を調整する。これにより、接触部材 2 6 の接触面 2 6 c がモールドの側面と平行になるように接触部材 2 6 の角度を調整でき、接触面 2 6 c の中心がモールド 1 の中立位置 1 d になるように調整できる。即ち、モールド 1 の側面と接触部材 2 6 の接触面 2 6 c との接触状態を調整することができる。

【 0 0 3 0 】

図 6 (a) に示すような形状のモールド 1 に対して、接触部材 2 6 の角度 γ および Z 方向の位置を調整する方法について図 8 を参照して説明する。モールド 1 の形状は、S 6

10

20

30

40

50

0において説明したように、例えば三次元測定器を用いて予め測定され、測定した結果に基づいて接触部材26の調整が行われる。図8において用いられるモールド1は、その側面がZ軸に対して平行ではなく傾斜した形状を有している。この傾斜したモールドの側面に対して、まず、接触部材26の接触面26cが平行になるように接触部材26の角度 y が調整される。具体的には、アクチュエータ30bは動作させずに、アクチュエータ30aのみを動作させる。これにより、部材29bは変位せずに部材29aのみが-Z方向に変位するため、接触部材26の接触面26c側が-Z方向に下がり、接触部材26の接触面26cがモールド1の側面と平行になるように接触部材26の角度 y が調整される。次に、接触面26cの中心がモールド1の中立位置1dに配置されるように、Z方向の位置が調整される。具体的には、両方のアクチュエータ30aおよび30bを同じ駆動量だけ動作させる。これにより、接触部材26の角度 y を変えずに、接触面26cの中心がモールド1の中立位置1dに配置されるように接触部材26のZ方向の位置が調整される。接触部材26の角度 y およびZ方向の位置を調整した後、アクチュエータ27を動作し、レバー28を介して接触部材26をモールド1を押圧する方向(-X方向)に移動させる。接触部材26は、上述したように、リンク機構を構成する部材29aおよび29bを介して基部25によって支持されているため、角度 y およびZ方向の位置を変えずに、モールド1の側面から押圧する方向(-X方向)に移動することができる。このように、接触部材26の角度 y およびZ方向の位置を調整することによって、モールド1のパターン1aの一部に生じる応力集中を抑制することができる。ここで、図8では、変更部24によってモールド1のX方向(-X方向)に力を加える構成であり、接触部材26を y 方向の角度に調整したが、Y方向(-Y方向)に力を加える構成の場合には、接触部材26を x 方向の角度に調整してもよい。また、アクチュエータ27、30aおよび30bの駆動量を厳密に制御する場合には、ひずみセンサや力センサ、変位センサを別途設けてもよい。

【0031】

S70では、制御部7は、モールド1の形状が変更した状態で、モールド1を基板2上の樹脂3に押し付ける(押印する)ようにモールド駆動部22を制御する。S71では、制御部7は、S70において生じる、基板2に形成されたアライメントマークとモールド1に形成されたアライメントマークとの位置ずれを測定するようにアライメント測定部8を制御する。そして、制御部7は、アライメント測定部8で測定した位置ずれが小さくなるように基板ステージ40を制御し、基板2を移動する。S72では、制御部7は、モールド1を押し付けられた樹脂3に対して紫外線5を照射するように光照射部10を制御し、樹脂3を硬化させる。S73では、制御部7は、モールド1を基板2上の樹脂3から剝離する(離型する)ようにモールド駆動部22を制御する。S74では、制御部7は、基板2上に引き続きパターンを形成するショット領域があるか否かの判定を実行する。次のショット領域がある場合はS64に進み、次のショット領域がない場合はS75に進む。S75では、制御部7は、基板2を基板チャック41から回収するように基板搬送機構(不図示)を制御する。S76では、制御部7は、引き続きインプリント処理を行う基板があるか否かの判定を実行する。次の基板がある場合はS63に進み、次の基板がない場合はS77に進む。S77では、制御部7は、モールド1をモールドチャック21から回収するようにモールド搬送機構(不図示)を制御する。

【0032】

上述したように、第1実施形態のインプリント装置100は、モールド1のパターン1aの形状を変更する変更部24に、モールド1の側面と接触する接触部材26の角度および位置のうち少なくとも一方を調整する調整部30(アクチュエータ)を備える。これにより、モールド1の側面に対して接触部材26の接触面26cを平行にし、かつモールド1の中立位置に対して接触面26cの中心を配置させることができる。そのため、モールド1の側面に力を加えてパターン1aの倍率補正を行う際に、モールド1の歪みを抑制してモールド1のパターン1aの一部に生じる応力集中を緩和することができ、基板2にモールド1を高精度に重ね合わせることができる。また、調整部30(アクチュエータ30

10

20

30

40

50

aおよび30b)は変更部24の内部に組み込むことができるため、調整部を配置するスペースを省くことができ、変更部24の数を増やすことができる。

【0033】

なお、上述の実施形態の変形例として、接触部材26の先端(接触面26c)をモールド1の側面に向かって凸形状(例えば、山型の形状や、球面の形状)にしてもよい。図12は、接触部材26の先端の樹脂部材26aを山型の形状にした例を示す図である。樹脂部材26aは、2つの平面が交差する位置に稜線を有する。稜線は、モールド1の中立位置から250 μ mの範囲内にあることが望ましい。また、図12に示すように、YZ平面(パターン部と直交する面)とモールド1の側面とがなす角を θ_1 、YZ平面と接触部材の先端部とがなす角を θ_2 としたときに、 $\theta_1 < \theta_2$ であることが望ましい。 θ_2 および樹脂部材26aの材質は、応力集中の緩和、倍率補正機構のストロークを考慮して適宜設定されうる。

10

【0034】

このように接触部材26の先端を凸形状にすることによって、接触部材26をモールド1の中立位置に接触させ易くなる効果を奏する。また、接触部材26の先端をモールド1の中立位置に接触させる効果が見込める範囲において、接触部材26の先端は平面を有することが応力集中の緩和の点から望ましい。

【0035】

<第2実施形態>

本発明の第2実施形態のインプリント装置について、図9を参照して説明する。図9は、第2実施形態におけるモールド1および変更部24の断面を示す図である。第2実施形態のインプリント装置は、第1実施形態のインプリント装置100と比較して調整部30の構成が異なっており、調整部30はアクチュエータ30cと変換部30dを含む。アクチュエータ30cは、接触部材26がモールド1の側面から押圧する方向(第1方向)と反対の方向(X方向)に力を加える。変換部30dは、傾斜部分30eを含み、アクチュエータ30cが変換部30dに力を加えることによってX方向に移動する。基部25には、変換部30dの傾斜部分30eに接し、かつ傾斜部分30eに対応する傾斜角度を有する傾斜面25aが形成されている。変換部30dがX方向に移動すると、変換部30dの傾斜部分30eと基部25の傾斜面25aとによって第1方向の力が第2方向の力に変換され、部材29aを-Z方向に移動することができる。これにより、接触部材26の角度

20

30

γ を調整することができ、接触部材26の接触面26cをモールド1の側面に対して平行にすることができる。そのため、第1実施形態のインプリント装置100と同様に、モールド1の側面に力を加えてパターン1aの倍率補正を行う際に、モールド1の歪みを抑制することができ、基板2にモールド1を高精度に重ね合わせることができる。また、第2実施形態のインプリント装置は、比較的小さな発生力で、大きなストロークを有するアクチュエータを用いて、接触部材26の角度の分解能を高くして調整する場合に有効である。なお、第2実施形態のアクチュエータ30cは、X方向に力を加えているが、-X方向に力を加えるように構成してもよい。

【0036】

<第3実施形態>

本発明の第3実施形態のインプリント装置について、図10を参照して説明する。図10は、第3実施形態におけるモールド1および変更部24の断面を示す図である。第3実施形態のインプリント装置は、第1実施形態のインプリント装置100と比較して調整部30の構成が異なっており、調整部30はアクチュエータ30fを含む。また、基部25には、X方向に切り込まれた切込部25bが形成されており、切込部25bによって基部25における部材29aを支持する部分25cが薄くなっている。この基部25の部分25cにアクチュエータ30fが備えられており、アクチュエータ30fで切込部25bの幅を変えることによって部材29aを-Z方向に移動することができる。これにより、接触部材26の角度 γ を調整することができ、接触部材26の接触面26cをモールド1の側面に対して平行にすることができる。そのため、第1実施形態のインプリント装置1

40

50

00と同様に、モールド1の側面に力を加えてパターン1aの倍率補正を行う際に、モールド1の歪みを抑制することができ、基板2にモールド1を高精度に重ね合わせることができる。また、第3実施形態のインプリント装置は、スペース的に部材29aの上にアクチュエータを配置できない場合に有効である。なお、第3実施形態では、アクチュエータ30fの代わりにボルトを用いて手動で調整してもよい。この場合、アクチュエータを配置する必要がないため、簡易的で低コストである。モールド1の形状における個体差が小さく、初期の組み立ておよび調整のみを行う場合に有効である。

【0037】

<第4実施形態>

本発明の第4実施形態のインプリント装置について、図11を参照して説明する。図11は、第4実施形態におけるモールド1および変更部24の断面を示す図である。第4実施形態のインプリント装置は、第1実施形態のインプリント装置100と比較して調整部30の構成が異なっており、調整部30はアクチュエータ30gおよび30hで構成される。アクチュエータ30gは、部材29aの中間に配置され、アクチュエータ30gを駆動することによって基部25と接触部材26との距離を変更可能にする。これは、部材29aの長さを変えていることと等価である。また、アクチュエータ30hも同様に、部材29bの中間に配置され、アクチュエータ30hを駆動することによって基部25と接触部材26との距離を変更可能にする。これにより、接触部材26の角度 γ およびZ方向の位置を調整することができ、接触部材26の接触面26cをモールド1の側面に対して平行にし、かつモールド1の中立位置1dに対して接触面26cの中心を配置させることができる。そのため、第1実施形態のインプリント装置100と同様に、モールド1の側面に力を加えてパターン1aの倍率補正を行う際に、モールド1の歪みを抑制することができ、基板2にモールド1を高精度に重ね合わせることができる。また、第4実施形態のインプリント装置は、アクチュエータを配置するスペースが狭く、部材の長さが十分に確保できないために、リンク機能を構成することが困難な場合に有効である。

【0038】

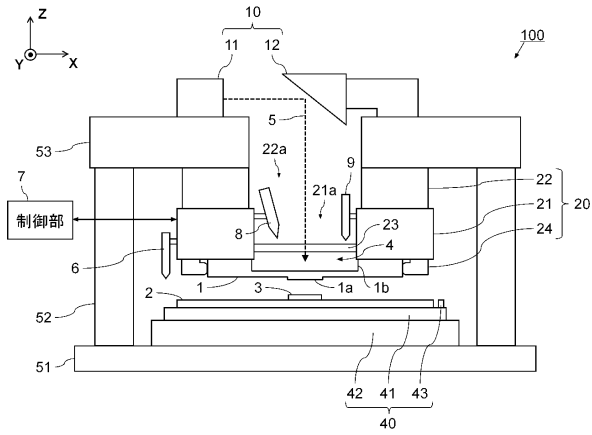
<物品の製造方法の実施形態>

本発明の実施形態にかかる物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された樹脂に上記のインプリント装置を用いてパターンを形成する工程（基板にインプリント処理を行う工程）と、かかる工程でパターンが形成された基板を加工する工程とを含む。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、エッチング、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。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。

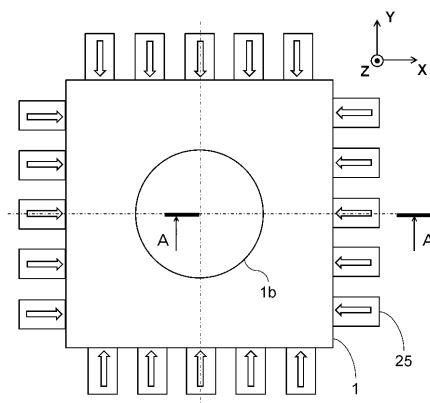
【0039】

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ないことはいうまでもなく、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。

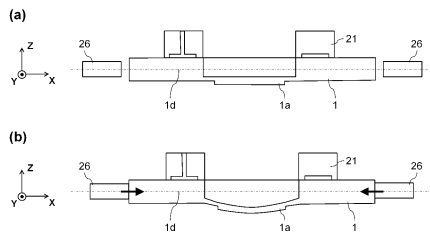
【図 1】



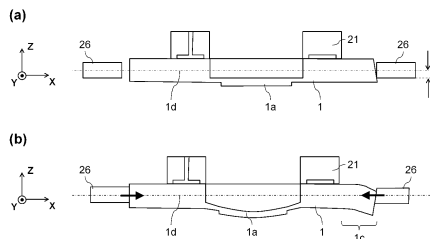
【図 2】



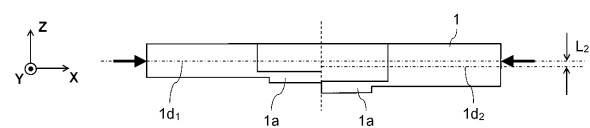
【図 5】



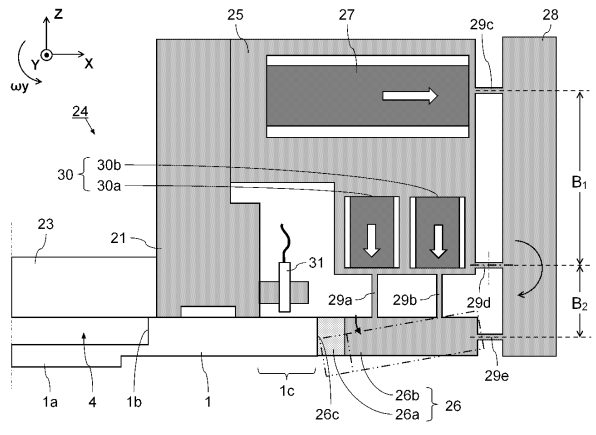
【図 6】



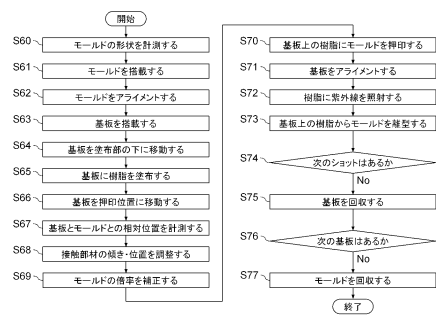
【図 7】



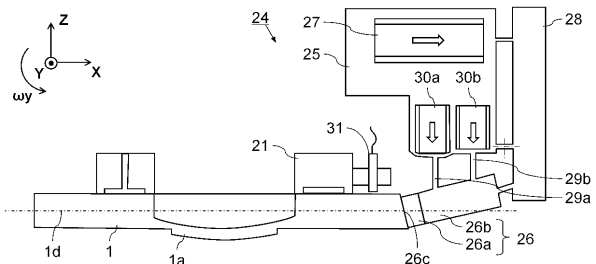
【図 3】



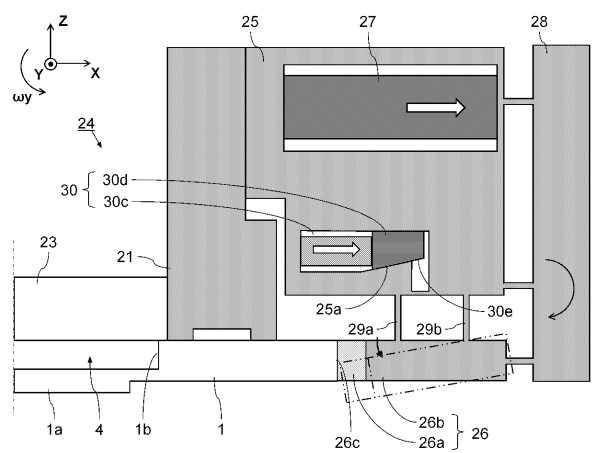
【図 4】



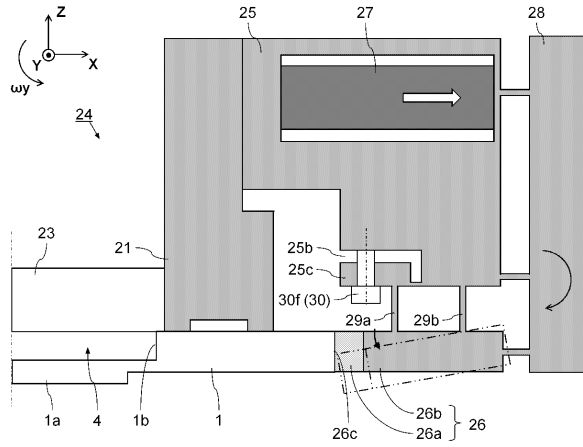
【図 8】



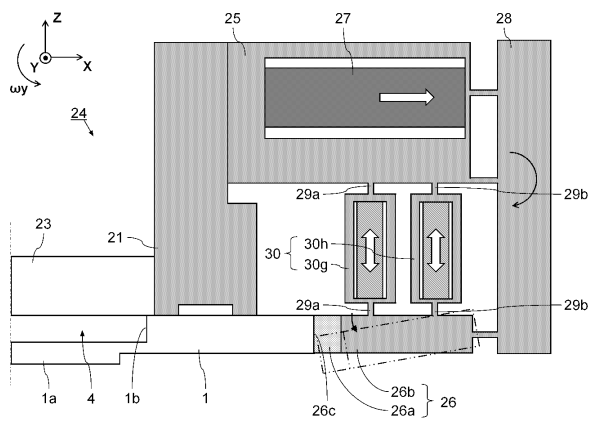
【図 9】



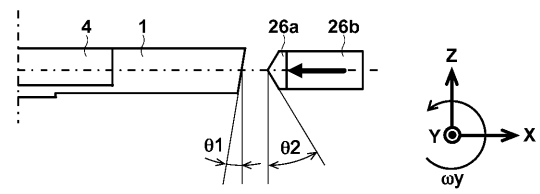
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (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
- (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

審査官 植木 隆和

- (56)参考文献 特開2012-060079(JP,A)
特開2012-023092(JP,A)
特表2008-504141(JP,A)
特開2010-080714(JP,A)
特開2007-296783(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| H01L | 21/027 |
| G03F | 7/20 |
| B29C | 59/02 |