

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6120677号  
(P6120677)

(45) 発行日 平成29年4月26日(2017.4.26)

(24) 登録日 平成29年4月7日(2017.4.7)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>H O 1 L</b>	<b>21/027</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H O 1 L</b>	<b>21/30</b>	<b>5 O 2 D</b>
<b>B 2 9 C</b>	<b>59/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 9 C</b>	<b>59/02</b>	<b>Z</b>

請求項の数 9 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2013-111330 (P2013-111330)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成25年5月27日 (2013.5.27)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-229881 (P2014-229881A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年12月8日 (2014.12.8)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成28年5月27日 (2016.5.27)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(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、インプリント方法および物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

パターンが形成されたパターン領域を有するモールドと基板上のインプリント材とを接触させ、前記インプリント材を硬化させることにより前記基板上のショット領域に前記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、

前記基板を加熱して前記ショット領域を変形させる加熱部と、

前記基板の面に沿った面方向における前記パターン領域と前記ショット領域との位置ずれ量と、前記パターン領域の形状と前記ショット領域の形状との差を示す形状差とを計測する計測部と、

前記計測部の計測結果に基づいて、前記加熱部による加熱と前記モールドおよび前記基板の少なくとも一方の駆動とを制御し、前記パターン領域と前記ショット領域との位置合わせを行う制御部と、

を含み、

前記制御部は、前記形状差が補正されるように前記基板を前記加熱部により加熱することで前記ショット領域が前記面方向にシフトする量を示すシフト量を、前記加熱部による加熱を制御するための情報に基づいて推定し、

前記位置合わせにおいて、前記パターン領域と前記ショット領域との前記面方向における位置の差が許容範囲に収まるように前記位置ずれ量と前記シフト量とに基づいて前記駆動を制御する、ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項2】

10

20

前記基板における複数の部分の各々に加えられる保持力をそれぞれ変更可能な基板保持部を更に含み、

前記複数の部分は、前記位置合わせの対象とするショット領域を有する第1部分と、前記第1部分とは異なる第2部分とを含み、

前記制御部は、前記位置合わせにおいて、前記第1部分に加えられる保持力が、前記第2部分に加えられる保持力より小さくなるように前記基板保持部を制御する、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】

前記制御部は、前記加熱部による前記基板の加熱において前記第2部分が前記面方向にシフトしないと仮定し、前記加熱部により前記基板を加熱することで前記ショット領域における代表位置が前記第2部分を基準としてシフトする量を前記シフト量として推定する、ことを特徴とする請求項2に記載のインプリント装置。

10

【請求項4】

前記制御部は、前記加熱部による前記基板の加熱量、前記加熱部により加熱される前記基板上の範囲、前記加熱部により加熱されるショット領域の前記基板上における位置、および前記基板の物性値のうち少なくとも1つを用いて前記シフト量を推定する、ことを特徴とする請求項1乃至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】

前記加熱部は、光を射出する光源を含み、当該光源から射出された光を前記モールドを介して前記基板に照射することにより前記基板を加熱して前記ショット領域を変形させる、ことを特徴とする請求項1乃至4のうちいずれか1項に記載のインプリント装置。

20

【請求項6】

前記制御部は、前記位置合わせを行った後に前記計測部に計測を行わせ、前記形状差が許容範囲に収まっていることを確認する、ことを特徴とする請求項1乃至5のうちいずれか1項に記載のインプリント装置。

【請求項7】

前記加熱部による加熱を制御するための情報は、前記加熱部による前記基板の加熱量、前記加熱部により加熱される前記基板上の範囲、及び、前記加熱部により加熱されるショット領域の前記基板上における位置の少なくとも1つを含む、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。

30

【請求項8】

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を用いてパターンを基板に形成するステップと、

前記ステップでパターンが形成された前記基板を加工するステップと、  
を含む、ことを特徴とする物品の製造方法。

【請求項9】

基板を加熱して前記基板上のショット領域を変形させる加熱部を含むインプリント装置において、パターンが形成されたパターン領域を有するモールドと前記基板上のインプリント材とを接触させ、前記インプリント材を硬化させることにより前記ショット領域に前記インプリント材のパターンを形成するインプリント方法であって、

40

前記基板の面に沿った面方向における前記パターン領域と前記ショット領域との位置ずれ量と、前記パターン領域の形状と前記ショット領域の形状との差を示す形状差とを計測する計測工程と、

前記形状差が補正されるように前記基板を前記加熱部により加熱することで前記ショット領域が前記面方向にシフトする量を示すシフト量を、前記加熱部による加熱を制御するための情報に基づいて推定する推定工程と、

前記計測工程における計測結果に基づいて、前記加熱部による加熱と前記モールドおよび前記基板の少なくとも一方の駆動とを制御し、前記パターン領域と前記ショット領域との位置合わせを行う位置合わせ工程と、

を含み、

50

前記位置合わせ工程では、前記パターン領域と前記ショット領域との前記面方向における位置の差が許容範囲に収まるように前記位置ずれ量と前記シフト量とに基づいて前記駆動を制御する、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】

【0001】

本発明は、インプリント装置、インプリント方法および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

モールドに形成されたパターンを基板上的インプリント材に転写するインプリント技術が磁気記憶媒体や半導体デバイスなどの量産用リソグラフィ技術の1つとして注目されている。このような技術を用いたインプリント装置では、パターンが形成されたモールドと基板上に供給されたインプリント材とを接触させ、その状態でインプリント材を硬化させる。そして、硬化したインプリント材からモールドを剥離することにより基板上にパターンを形成することができる。

10

【0003】

半導体デバイスなどの製造では、複数層のパターンを基板上に重ね合わせる必要がある。そのため、インプリント装置において、基板上に形成されたショット領域にモールドのパターンを精度よく位置合わせして転写することが重要である。そこで、基板やモールドの温度を制御することにより、それらの熱膨張特性を利用して、基板とモールドとの位置合わせを行う方法が提案されている（特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2004-259985号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

基板やモールドの温度を制御してそれらの位置合わせを行う場合では、それらの温度の変化に伴って基板とモールドとの相対位置が変化してしまいうる。特許文献1では、このような課題について言及されていない。

30

【0006】

そこで、本発明は、インプリント装置において、モールドと基板との位置合わせを精度よく行う上で有利な技術を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としてのインプリント装置は、パターンが形成されたパターン領域を有するモールドと基板上的インプリント材とを接触させ、前記インプリント材を硬化させることにより前記基板上的ショット領域に前記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、前記基板を加熱して前記ショット領域を変形させる加熱部と、前記基板の面に沿った面方向における前記パターン領域と前記ショット領域との位置ずれ量と、前記パターン領域の形状と前記ショット領域の形状との差を示す形状差とを計測する計測部と、前記計測部の計測結果に基づいて、前記加熱部による加熱と前記モールドおよび前記基板の少なくとも一方の駆動とを制御し、前記パターン領域と前記ショット領域との位置合わせを行う制御部と、を含み、前記制御部は、前記形状差が補正されるように前記基板を前記加熱部により加熱することで前記ショット領域が前記面方向にシフトする量を示すシフト量を、前記加熱部による加熱を制御するための情報に基づいて推定し、前記位置合わせにおいて、前記パターン領域と前記ショット領域との前記面方向における位置の差が許容範囲に収まるように前記位置ずれ量と前記シフト量とに基づいて前記駆動を制御する、ことを特徴とする。

40

50

## 【発明の効果】

## 【0008】

本発明によれば、例えば、インプリント装置において、モールドと基板との位置合わせを精度よく行う上で有利な技術を提供することを例示的目的とする。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0009】

【図1】第1実施形態のインプリント装置を示す図である。

【図2】第1実施形態の基板ステージにおける基板保持部とその周辺の構成を示す図である。

【図3】第1実施形態における押型工程から硬化工程までの動作シーケンスを示すフローチャートである。

10

【図4】基板を加熱することでショット領域がX Y方向にシフトする量を示すシフト量について説明するための図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0010】

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。また、各図において、基板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。

## 【0011】

20

## &lt;第1実施形態&gt;

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を参照しながら説明する。インプリント装置100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7を基板11上のインプリント材(樹脂)に接触させた状態でインプリント材を硬化させる。そして、インプリント装置100は、基板11とモールド7との間隔を広げ、硬化したインプリント材からモールド7を剥離することによって基板11上にモールド7のパターンを転写することができる。インプリント材を硬化する方法には、熱を用いる熱サイクル法と光を用いる光硬化法とがあり、第1実施形態のインプリント装置100は光硬化法を採用している。光硬化法とは、インプリント材として未硬化の紫外線硬化樹脂(以下、樹脂14)を基板11上に供給し、モールド7と樹脂14とを接触させた状態で樹脂14に紫外線を照射することにより当該樹脂14を硬化させる方法である。紫外線の照射により樹脂14が硬化した後、樹脂14からモールド7を剥離することによって基板11上にパターンを形成することができる。

30

## 【0012】

図1は、第1実施形態のインプリント装置100を示す図である。インプリント装置100は、モールド7を保持するモールド保持部3と、基板11を保持する基板ステージ4と、照射部2と、樹脂供給部5と、計測部22を含む。モールド保持部3は、ベース定盤24により支柱26を介して支持されたブリッジ定盤25に固定されており、基板ステージ4は、ベース定盤24に固定されている。また、インプリント装置100は、CPUやメモリを有し、インプリント処理を制御する(インプリント装置100の各部を制御する)制御部6を含む。

40

## 【0013】

モールド7は、通常、石英など紫外線を通過させることが可能な材料で作製されており、基板側の面における一部の領域(パターン領域7a)には、基板11に転写する凹凸のパターンが形成されている。また、基板11は、例えば、単結晶シリコン基板やSOI(Silicon on Insulator)基板などが用いられる。基板11の上面(被処理面)には、後述する樹脂供給部5によって樹脂14(紫外線硬化樹脂)が供給される。

## 【0014】

モールド保持部3は、例えば真空吸着力や静電力などの保持力によりモールド7を保持

50

するモールドチャック15と、モールドチャック15をZ方向に駆動するモールド駆動部16とを含む。モールドチャック15およびモールド駆動部16は、それぞれの中心部(内側)に開口領域17を有しており、照射部2から射出された光がモールド7を介して基板11に照射されるように構成されている。ここで、モールド7のパターン領域7aには、製造誤差や熱変形などにより、例えば倍率成分や台形成分などの成分を含む変形が生じている場合がある。そのため、モールド保持部3は、モールド7の側面における複数の箇所から力を加えてモールド7を変形させる変形部18を備えている。このように当該複数の箇所から変形部18によって力を加えることで、モールド7のパターン領域7aにおける変形を補正することができる。

**【0015】**

モールド駆動部16は、例えば、リニアモータやエアシリンダなどのアクチュエータを含み、モールド7と基板上の樹脂14とを接触させたり剥離させたりするようにモールドチャック15(モールド7)をZ方向に駆動する。モールド駆動部16は、モールド7と基板上の樹脂14とを接触させる際には高精度な位置決めが要求されるため、粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系によって構成されてもよい。また、モールド駆動部16は、Z方向の駆動だけではなく、XY方向および方向(Z軸周りの回転方向)にモールド7の位置を調整する位置調整機能や、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していてもよい。ここで、第1実施形態のインプリント装置100では、モールド7と基板11との間の距離を変える動作はモールド駆動部16で行っているが、基板ステージ4のステージ駆動部20で行ってもよいし、双方で相対的に行ってもよい。

**【0016】**

基板ステージ4は、基板保持部19とステージ駆動部20とを含み、基板11をX方向およびY方向に駆動する。基板保持部19は、例えば、真空吸着力や静電力などの保持力によって基板11を保持する。ステージ駆動部20は、基板保持部19を機械的に保持するとともに、基板保持部19(基板11)をX方向およびY方向に駆動する。ステージ駆動部20は、例えば、リニアモータなどが用いられ、粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系によって構成されてもよい。また、ステージ駆動部20は、基板11をZ方向に駆動する駆動機能や、基板11を方向に回転駆動して基板11の位置を調整する位置調整機能、基板11の傾きを補正するためのチルト機能などを有していてもよい。

**【0017】**

計測部22は、基板11の面に沿った面方向(XY方向)におけるモールド上のパターン領域7aと基板上のショット領域12との位置ずれ量と、パターン領域7aの形状とショット領域12の形状との差を示す形状差とを計測する。例えば、位置ずれ量と形状差とを計測する方法としては、パターン領域7aとショット領域12とにそれぞれ設けられた複数のアライメントマークを検出する方法がある。パターン領域7aのアライメントマークとショット領域12のアライメントマークとは、パターン領域7aとショット領域12とをXY方向において一致させた際に互いに重なり合うように配置されている。そして、計測部22がパターン領域7aのアライメントマークとそれに対応するショット領域12のアライメントマークとの位置ずれ量を、複数のアライメントマークにおいてそれぞれ検出する。これにより、計測部22は、XY方向におけるパターン領域7aとショット領域12との位置ずれ量および形状差を計測することができる。

**【0018】**

ここで、基板上のショット領域12には、例えば一連の半導体デバイスの製造工程などの影響により、倍率成分や台形成分などの成分を含む変形が生じている場合がある。そして、この場合、基板上のショット領域12にモールド7のパターンを精度よく転写するためには、変形部18によってモールド上のパターン領域7aを変形することに加えて、ショット領域12も変形させる必要がある。そのため、第1実施形態のインプリント装置100は、後述するように、基板11に光を照射することによって当該基板11を加熱し、ショット領域12を変形させる加熱部50を含む。

**【0019】**

照射部 2 は、基板上の樹脂 1 4 を硬化させる光を射出する露光部 9 と、基板 1 1 を加熱する光を射出する加熱部 5 0 と、露光部 9 から射出された光と加熱部 5 0 から射出された光とを基板上に導く光学部材 1 0 とを含む。第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 では、図 1 に示すように、露光部 9 と加熱部 5 0 とが 1 つのユニットとして構成されているが、それに限られるものではなく、別々のユニットとして構成されてもよい。露光部 9 は、基板上の樹脂 1 4 を硬化させる光（紫外線）を射出する光源と、当該光源から射出された光をインプリント処理において適切な光に整形する光学系とを含みうる。また、加熱部 5 0 は、基板 1 1 を加熱する光を射出する光源と、当該光源から射出された光の強度を調整するための光調整器とを含みうる。そして、加熱部 5 0 は、基板上に供給された樹脂 1 4 を硬化させず、かつ基板 1 1 の加熱に適した特定の波長を有する光を射出するように構成される。加熱部 5 0 から特定の波長を有する光を射出させる方法としては、例えば、加熱部 5 0 の光源から当該特定の波長を有する光を直接射出させてもよいし、加熱部 5 0 の光源の後段に当該特定の波長を有する光のみを透過させる光学フィルターを設けてもよい。加熱部 5 0 の光調整器は、ショット領域 1 2 における温度分布が所望の温度分布になるように、基板 1 1 に照射される光の強度を調整する。加熱部 5 0 の光調整器としては、例えば、液晶装置やデジタル・ミラー・デバイス（DMD）などが採用されうる。液晶装置は、複数の液晶素子を光透過面に配置し、複数の液晶素子の各々に印加される電圧を個別に制御することにより、基板 1 1 に照射される光の強度を変化させることができる。デジタル・ミラー・デバイスは、複数のミラー素子を光反射面に配置し、各ミラー素子の面方向を個別に調整することにより、基板 1 1 に照射される光の強度を変化させることができる。

#### 【 0 0 2 0 】

樹脂供給部 5 は、基板上に樹脂 1 4（未硬化樹脂）を供給（塗布）する。上述したように、第 1 実施形態では、紫外線の照射によって硬化する性質を有する紫外線硬化樹脂（インプリント材）が用いられている。そして、樹脂供給部 5 から基板上に供給される樹脂 1 4 は、半導体デバイスの製造工程における各種条件によって適宜選択されうる。また、樹脂供給部 5 の吐出ノズルから吐出される樹脂の量は、基板上の樹脂 1 4 に形成されるパターンの厚さやパターンの密度などを考慮して適宜決定されうる。ここで、基板上に供給された樹脂 1 4 を、モールド 7 に形成されたパターンに十分に充填させるために、モールド 7 と樹脂 1 4 とを接触させた状態で一定の時間を経過させてもよい。

#### 【 0 0 2 1 】

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 は、照射部 2 に加熱部 5 0 を含み、加熱部 5 0 により基板 1 1 に光を照射して熱を加えることで基板上のショット領域 1 2 を変形させている。そして、ショット領域 1 2 を変形させる際、一般に、基板 1 1 は、その底面の全体が基板保持部 1 9 によって保持されている。しかしながら、この状態では、基板 1 1 の温度変化に応じて生じる熱応力が、基板 1 1 と基板保持部 1 9 との間に生じる摩擦力より大きくなると、ショット領域の変形を速やかに、かつ十分に行うことが困難である。そのため、第 1 実施形態における基板保持部 1 9 は、基板 1 1 における複数の部分の各々に加えられる保持力をそれぞれ変更可能に構成されている。図 2 は、第 1 実施形態の基板ステージ 4 における基板保持部 1 9 とその周辺の構成を示す図である。以下に、基板 1 1 に加えられる保持力として真空吸着力を用いた場合について、図 2 を用いて説明する。

#### 【 0 0 2 2 】

基板保持部 1 9 は、例えば、基板 1 1 における複数の部分の各々に加えられる保持力をそれぞれ変更可能にするため複数の吸着部 5 1 を含む。図 2 に示す基板保持部 1 9 には、3 つの吸着部 5 1 a ~ 5 1 c が含まれているが、吸着部 5 1 の数は 3 つに限定されるものではなく、任意の数にすることができる。これらの吸着部 5 1 a ~ 5 1 c は、それぞれ圧力調整部 5 2 に接続されており、圧力調整部 5 2 は、各吸着部 5 1 a ~ 5 1 c の圧力を個別に変更することができる。即ち、各吸着部 5 1 a ~ 5 1 c が基板 1 1 を保持するための保持力（真空吸着力）を個別に調整することができる。したがって、各吸着部 5 1 a ~ 5

10

20

30

40

50

1 c がそれぞれ保持する基板 1 1 の各部分 1 1 a ~ 1 1 c と基板保持部 1 9 との摩擦力を、基板の各部分 1 1 a ~ 1 1 c について個別に変更することができる。

【 0 0 2 3 】

例えば、図 2 に示すように、加熱部 5 0 により基板 1 1 に熱を加えて、基板 1 1 の周辺部（部分 1 1 a）に配置されたショット領域 1 2 を変形する場合を想定する。この場合、加熱および位置合わせの対象とするショット領域 1 2 が配置された部分 1 1 a（第 1 部分）を保持する吸着部 5 1 a の保持力を吸着部 5 1 b および 5 1 c の保持力より小さくする。吸着部 5 1 b および 5 1 c は、第 1 部分とは異なり、ショット領域 1 2 が配置されていない部分 1 1 b および 1 1 c（第 2 部分）をそれぞれ保持している。例えば、吸着部 5 1 a の圧力を大気圧にする。これにより、吸着部 5 1 a によって保持される基板上の第 1 部分（部分 1 1 a）と基板保持部 1 9 との摩擦力を、吸着部 5 1 b および 5 1 c によって保持される基板上の第 2 部分（部分 1 1 b および 1 1 c）と基板保持部との摩擦力より小さくすることができる。即ち、加熱部 5 0 により基板を加熱し、ショット領域 1 2 を変形している間は、部分 1 1 a において、ショット領域 1 2 を変形させていない間よりも摩擦力を小さくすることができる。そのため、ショット領域 1 2 の変形を速やかに、かつ十分に行うことができる。ここで、第 1 実施形態では、基板に加えらる保持力として真空吸着力を用いて基板を保持する方式を採用しているが、それに限られるものではなく、例えば静電力など、他の力によって基板を保持する方式を採用してもよい。

10

【 0 0 2 4 】

次に、第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 におけるインプリント処理の流れについて説明する。制御部 6 は、モールド 7 のパターンを転写すべき基板上のショット領域 1 2 が樹脂供給部 5 の下に配置されるように基板ステージ 4 を制御して、基板 1 1 を移動させる。ショット領域 1 2 が樹脂供給部 5 の下に配置されると、制御部 6 は、ショット領域 1 2 に樹脂 1 4（未硬化樹脂）を供給するように樹脂供給部 5 を制御する。そして、制御部 6 は、ショット領域 1 2 に樹脂 1 4 が供給された後、モールド上のパターン領域 7 a の下にショット領域 1 2 が配置されるように基板ステージ 4 を制御して、基板 1 1 を移動させる。制御部 6 は、モールド上のパターン領域 7 a の下にショット領域 1 2 が配置されると、モールド 7 を - Z 方向に駆動するようにモールド駆動部 1 6 を制御し、モールド 7 と基板上の樹脂 1 4 とを接触させる（押型工程）。そして、制御部 6 は、モールド 7 と基板上の樹脂 1 4 とを接触させた状態で所定の時間を経過させる。これにより、基板上の樹脂 1 4 を、モールド 7 のパターンの隅々まで充填することができる。

20

30

【 0 0 2 5 】

制御部 6 は、モールド 7 と基板上の樹脂 1 4 とを接触させた状態において、モールド 7 のアライメントマークとショット領域 1 2 のアライメントマークとを計測部 2 2 により検出させる。これにより、制御部 6 は、パターン領域 7 a とショット領域 1 2 との X Y 方向における位置ずれ量と、パターン領域 7 a とショット領域 1 2 との形状差とを計測部 2 2 により計測することができる。そして、制御部 6 は、計測部 2 2 による計測の後、計測部 2 2 の計測結果に基づいてパターン領域 7 a とショット領域 1 2 との位置合わせを行う。パターン領域 7 a とショット領域 1 2 との位置合わせには、例えば、パターン領域 7 a とショット領域 1 2 との X Y 方向における相対位置を変更するシフト補正と、パターン領域 7 a とショット領域 1 2 との形状差を補正する形状補正とが含まれる。シフト補正は、モールド駆動部 1 6 の制御によりモールドを X Y 方向に移動させたり、ステージ駆動部 2 0 の制御により基板 1 1 を X Y 方向に移動させたりすることによって行われる。形状補正は、変形部 1 8 によってモールド 7 の側面から力を加えてパターン領域 7 a を変形させたり、加熱部 5 0 によって基板 1 1 を加熱してショット領域 1 2 を変形させたりすることによって行われる。

40

【 0 0 2 6 】

制御部 6 は、パターン領域 7 a とショット領域 1 2 との位置合わせを行った後、基板上の樹脂 1 4 にモールド 7 を介して光（紫外線）を照射するように露光部 9 を制御する（硬化工程）。そして、制御部 6 は、モールド 7 が + Z 方向に移動するようにモールド駆動部

50

16を制御し、光を照射することにより硬化した基板上的樹脂14からモールド7を剥離する。これにより、モールド7のパターンを基板上的樹脂14に転写することができる。このようなインプリント処理は、基板上における複数のショット領域12の各々について行われる。

#### 【0027】

このように第1実施形態のインプリント装置100では、モールド上のパターン領域7aと基板上的ショット領域12との位置合わせを行う際に、加熱部50により基板11を加熱することでショット領域12を変形させている。しかしながら、ショット領域12を変形させるために加熱部50により基板11を加熱すると、基板11の温度変化に伴ってショット領域12がXY方向(面方向)にシフトしてしまいうる。そこで、第1実施形態のインプリント装置100は、加熱部50により基板11を加熱することでショット領域12がXY方向にシフトする量を示すシフト量を、加熱部50による加熱を制御するための情報に基づいて推定する。そして、インプリント装置100は、位置合わせの後におけるパターン領域とショット領域とのXY方向の位置の差が許容範囲に収まるように、位置合わせの際に、計測部22によって計測された位置ずれ量と、推定されたシフト量とに基づいてシフト補正を行う。

#### 【0028】

ここで、第1実施形態のインプリント装置100において、例えば、図2に示すように基板の周辺部(部分11a)に配置されたショット領域12にモールド7のパターンを転写するインプリント処理について、図3を参照しながら説明する。図3は、基板の周辺部(部分11a)に配置されたショット領域12にモールド7のパターンを転写するインプリント処理において、押型工程から硬化工程までの動作シーケンスを示すフローチャートである。

#### 【0029】

S101では、制御部6は、基板11における複数の部分のうち、モールド7のパターンを転写するショット領域12が配置された部分11a(第1部分)を保持する吸着部51の保持力(真空吸着力)を低下させる。例えば、図2に示すように、ショット領域12が配置された部分11a(第1部分)が吸着部51aによって保持されている場合、制御部6は、吸着部51aの圧力を大気圧にするなど、吸着部51aの保持力を吸着部51bおよび51cの保持力より小さくする。これにより、吸着部51aによって保持される基板上的部分11a(第1部分)に生じる摩擦力を、吸着部51bおよび51cによって保持される基板上的部分11bおよび11c(第2部分)に生じる摩擦力より小さくすることができる。そのため、ショット領域12の変形を速やかに、かつ十分に行うことができる。ここで、部分11aを保持する吸着部51aの保持力は、基板11の温度変化に応じて生じる熱応力が部分11aと基板保持部19との摩擦力より大きくなるように設定されるとよい。また、ショット領域12が複数の吸着部51にまたがって配置している場合は、当該複数の吸着部51の保持力を低下してもよい。例えば、ショット領域12が吸着部51aと51bとにまたがって配置されている場合は、吸着部51aと51bとの保持力が低下される。

#### 【0030】

S102では、制御部6は、計測部22により、パターン領域7aとショット領域12とのXY方向における位置ずれ量と、パターン領域7aとショット領域12との形状差とを計測する(第1計測)。S103では、制御部6は、S102において計測部22によって計測された形状差の補正(以下、形状補正)を行うための補正值を決定する。形状補正を行うための補正值には、変形部18によるモールド7の変形を制御するための情報(変形部18における補正值)と、加熱部50による加熱を制御するための情報(加熱部50における補正值)とが含まれうる。変形部18における補正值は、例えば、モールド上のパターン領域7aの形状が目標形状になるように、変形部18がモールド7の側面における複数の箇所(各々)に加える力の情報を含む。また、加熱部50における補正值は、基板上的ショット領域12の形状が当該目標形状になるように、加熱部50が基板11を加

10

20

30

40

50



熱するための情報を含む。加熱部 50 が基板 11 を加熱するための情報には、例えば、加熱部による基板の加熱量  $W$ 、加熱部により加熱される基板上の範囲（加熱範囲  $d$ ）、加熱部により加熱されるショット領域の基板上における位置（代表位置  $P$ ）が含まれる。

【0031】

S104では、制御部6は、基板11を加熱することでショット領域12がXY方向にシフトする量を示すシフト量を、S103で決定した加熱部50における補正值に基づいて推定する。ここで、基板11を加熱することでショット領域12がXY方向にシフトする量を示すシフト量について、図4を参照しながら説明する。図4において、基板11における部分11aは吸着部51aによって保持されており、基板11における部分11bは吸着部51bによって保持されており、基板11における部分11cは吸着部51cによ

10

【0032】

加熱部50により基板11を加熱した場合、部分11aは、それに隣接する部分11bを基準として、即ち、部分11aと部分11bとの境界部分を起点として-X方向に向かって熱膨張を起こし、ショット領域12が-X方向にシフトする。このとき、図4に示すように、ショット領域12における代表位置P（例えば、ショット領域12の中心）が-X方向にシフトする量がシフト量Lとなる。図4では、加熱部50により基板11を加熱する前のショット領域12が実線によって表され、加熱部50により基板11を加熱した後のショット領域12'が破線によって表されている。なお、図4では、加熱部50により基板11を加熱する前と加熱した後とにおいてショット領域12の形状の変化を分かりやすく示すために、ショット領域12とショット領域12'との寸法比は実際とは大きく異なる。また、加熱部50により加熱される基板上の範囲（加熱範囲  $d$ ）は、ショット領域12の範囲であり、ここではショット領域のX方向の長さを加熱範囲  $d$  として規定して

20

30

【0033】

このシフト量Lは、加熱部50による加熱を制御するための情報（加熱量  $W$ 、加熱範囲  $d$ 、代表位置  $P$ ）と、基板11の物性値に基づいて推定される。基板11の物性値とは、基板11として用いられる材料（例えば単結晶シリコン）の線膨張係数、熱伝導率などが含まれる。ここでは、基板11の物性値として、線膨張係数を例にして説明する。例えば、制御部6には、基板11の線膨張係数  $\alpha$  と、加熱量  $W$  と、加熱範囲  $d$  と、代表位置  $P$  とを用いて、有限要素法などにより温度上昇量  $T$  を求める関数が記憶されており、その関数を用いることにより温度上昇量  $T$  が算出される。そして、ショット領域12における代表位置Pのシフト量Lは、温度上昇量  $T$  と基板11の線膨張係数  $\alpha$  と加熱範囲  $d$  とを用いて式(1)により推定することができる。ここで、第1実施形態では、加熱部50で

40

【0034】

【数1】

$$L = \Delta T \times \alpha \times (d/2) \quad \dots (1)$$

【0035】

50

第1実施形態のインプリント装置100においては、加熱部50で基板11を加熱することによるショット領域12のシフト量Lを計算式により推定しているが、それに限られるものではない。例えば、ショット領域12のシフト量Lを、加熱量Wと加熱範囲dと代表位置Pとを用いて有限要素解析などにより予め求めておき、データベース化して制御部6に記憶しておいてもよい。また、ショット領域12のシフト量Lを、インプリント装置100において実験的に予め求めておき、データベース化して制御部6に記憶しておいてもよい。そして、S103において制御部6により決定された加熱部50による加熱を制御するための情報(加熱量W、加熱範囲d、代表位置P)に応じて、ショット領域12のシフト量Lをデータベースから決定(推定)してもよい。

【0036】

S105では、制御部6は、S102において計測部22により計測された、パターン領域7aとショット領域12との相対位置の補正(以下、シフト補正)を行うための補正値を決定する。上述したように、ショット領域12を変形させるために加熱部50により基板11を加熱すると、基板11の温度変化に伴ってショット領域12がXY方向にシフトしてしまいうる。そのため、シフト補正を行うための補正値には、S102において計測部22により計測されたパターン領域7aとショット領域12との位置ずれ量を補正する補正値に加えて、S104で推定されたショット領域12のシフト量を補正する補正値も含まれる。このように、位置ずれ量とシフト量とが補正されるように補正値を決定することで、後段の位置合わせ工程(S106~S108)が終了した時点において、パターン領域7aとショット領域12とのXY方向における位置の差を許容範囲に収めることができる。ここで、図3に示すフローチャートでは、S103、S104およびS105はその順番に行われているが、図3に示す順番通りに行われなくてもよく、それらを同時に行ってもよい。

【0037】

S106では、制御部6は、S105で決定されたシフト補正を行うための補正値に基づいてステージ駆動部20を制御し、パターン領域7aとショット領域12との相対位置を補正するシフト補正を行う。S105で決定された補正値には、上述したように、位置ずれ量を補正する補正値とシフト量を補正する補正値とが含まれる。したがって、S105で決定された補正値に基づいてシフト補正を行った場合、パターン領域7aとショット領域12とは、位置ずれ量とシフト量とを合わせた量だけXY方向にずれるように配置される。

【0038】

S107では、制御部6は、S103で決定された加熱部50における補正値に基づいて加熱部50を制御し、基板11を加熱する。S108では、制御部6は、S103で決定された変形部18における補正値に基づいて変形部18を制御し、モールド7の側面における複数の箇所から力を加える。このS107とS108とにより、モールド上のパターン領域7aと基板上のショット領域12との形状差を許容範囲に収めることができる。また、S107において加熱部50により基板11を加熱しているため、上述したように、ショット領域12がXY方向にシフトする。しかしながら、第1実施形態のインプリント装置100では、S108において、基板11の加熱によりショット領域12がXY方向にシフトする量を示すシフト量も考慮して、パターン領域7aとショット領域12との相対位置が変更される。そのため、S108が終了した時点において、パターン領域7aとショット領域12との形状差を許容範囲に収めることができるだけでなく、パターン領域7aとショット領域12とのXY方向における位置の差も許容範囲に収めることができる。ここで、図3に示すフローチャートでは、S106、S107およびS108はその順番に行われているが、図3に示す順番通りに行われなくてもよく、それらの順番が変更されてもよいし、それらを同時に行ってもよい。

【0039】

S109では、制御部6は、計測部22により、パターン領域7aとショット領域12とのXY方向における位置ずれ量と、パターン領域7aとショット領域12との形状差と

10

20

30

40

50

を計測する（第2計測）。S110では、制御部6は、パターン領域7aとショット領域12との位置ずれ量および形状差がそれぞれ許容範囲に収まっているか否かの判定を行う。位置ずれ量および形状差がそれぞれ許容範囲に収まっている場合は、硬化工程に進み、基板上の樹脂14にモールド7を介して露光部9により光を照射し、当該樹脂14を硬化する。一方で、位置ずれ量および形状差がそれぞれ許容範囲に収まっていない場合は、S103に戻る。第1実施形態のインプリント装置100では、S106において、基板11の加熱によりショット領域12がXY方向にシフトする量を示すシフト量も考慮してシフト補正が行われる。そのため、S109およびS110は、モールド7と基板11との位置合わせ（S106～S108）が正常に行われたか否かの確認工程として実施される。例えば、位置合わせの最中に、装置が設置されている床からの振動や、環境温度の変化などの外乱の影響により、位置ずれ量および形状差がそれぞれ許容範囲に収まっていない場合がありうる。この様なときに、S103に戻り、モールドと基板との位置合わせが再び行われる。

10

#### 【0040】

上述したように、第1実施形態のインプリント装置100は、加熱部50により基板11を加熱することでショット領域12がXY方向（面方向）にシフトする量を示すシフト量を推定する。そして、インプリント装置100は、モールド7と基板11との位置合わせにおいて、推定したシフト量を考慮して、シフト補正を行う。これにより、加熱部50の加熱によるショット領域12のシフトを補正する工程を新たに設ける必要がないため、スループットを低下させることなく、モールド7のパターンを基板上のショット領域12に高精度に転写することができる。ここで、第1実施形態のインプリント装置100では、図3におけるS103～S105の工程を制御部6により行っているが、それに限られるものではない。例えば、装置の外部におけるコンピュータなどによってS103～S105の工程を行って補正値を算出し、算出された補正値を制御部6が取得するようにインプリント装置100を構成してもよい。

20

#### 【0041】

< 物品の製造方法の実施形態 >

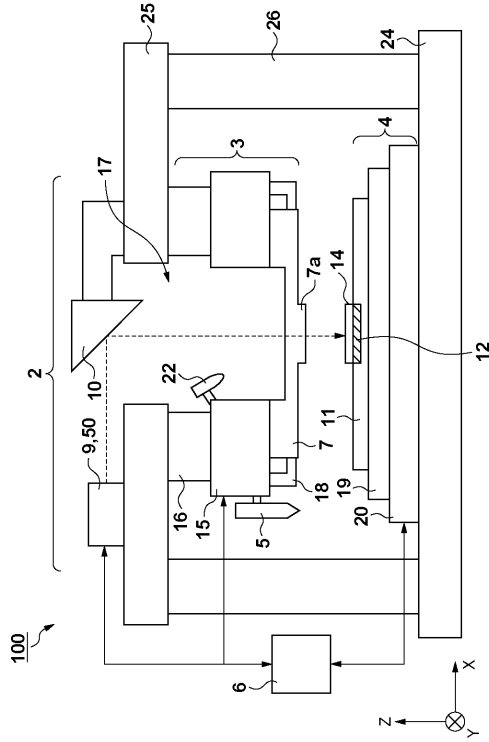
本発明の実施形態にかける物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された樹脂に上記のインプリント装置を用いてパターンを形成する工程（基板にインプリント処理を行う工程）と、かかる工程でパターンが形成された基板を加工する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含む。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも1つにおいて有利である。

30

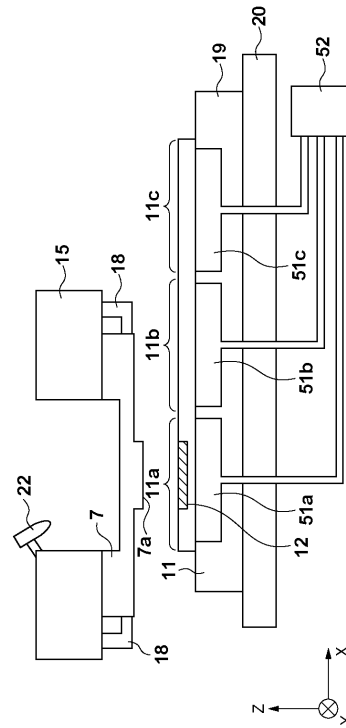
#### 【0042】

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。

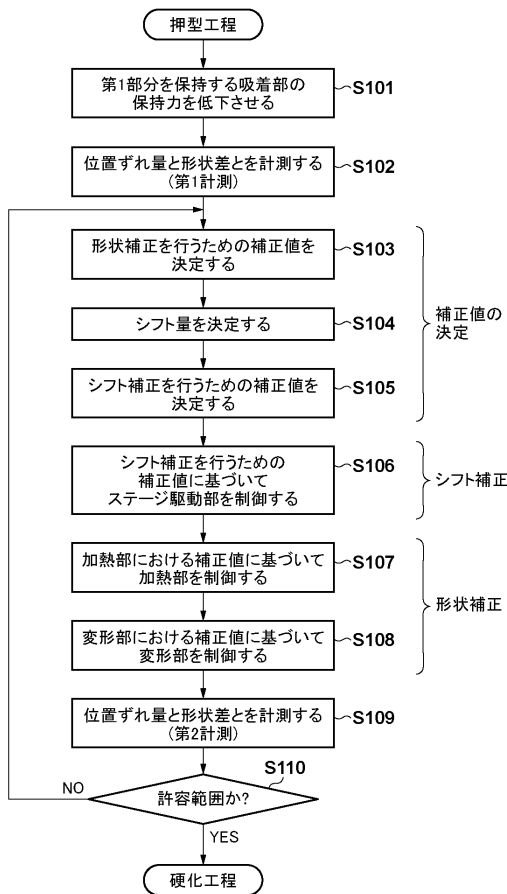
【図1】



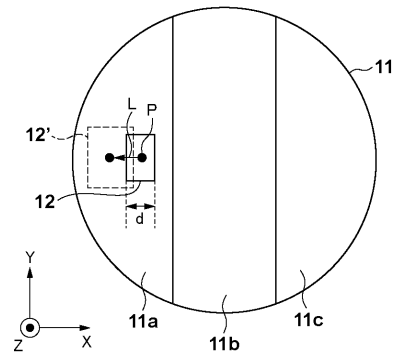
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 勝田 健  
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 赤尾 隼人

(56)参考文献 特開2013-102137(JP,A)  
特開2013-102132(JP,A)  
特開2011-146689(JP,A)  
特開2012-178470(JP,A)  
特開2012-084793(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/027  
B29C 33/00-33/76; 43/00-43/58;  
45/00-45/84; 59/00-59/02  
G03F 7/20