

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6472189号
(P6472189)

(45) 発行日 平成31年2月20日(2019.2.20)

(24) 登録日 平成31年2月1日(2019.2.1)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)
B 2 9 C 59/02 (2006.01)H O 1 L 21/30 5 O 2 D
B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 11 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2014-165198 (P2014-165198)
 (22) 出願日 平成26年8月14日(2014.8.14)
 (65) 公開番号 特開2016-42501 (P2016-42501A)
 (43) 公開日 平成28年3月31日(2016.3.31)
 審査請求日 平成29年7月25日(2017.7.25)

(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
 (74) 代理人 100076428
 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、インプリント方法及び物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板上にモールドを用いて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、

前記インプリント材を硬化させる硬化部と、

前記モールドと前記基板とを相対的に移動させる移動部と、

前記モールドで反射された光と前記基板で反射された光のパターンを検出する検出部と

、
 前記移動部によって前記モールドと前記基板との間隔を広げることで前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドを剥離している間において前記検出部によって検出されたパターンに基づいて、前記モールドと前記インプリント材との剥離状態に関する情報を求める処理部と、

を有し、

前記検出部は、前記光のパターンに含まれる複数の干渉縞を検出し、

前記処理部は、前記情報として、前記複数の干渉縞の間隔に基づいて、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドを剥離している間における前記モールドの変形量を求めることを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記処理部は、前記複数の干渉縞の間隔に基づいて、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドを剥離している間における前記基板と前記モールドとの傾きを求め

10

20

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】

前記処理部によって求められた前記情報に基づいて、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドが正常に剥離されたかどうかを評価する制御部を更に有す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】

前記処理部は、前記複数の干渉縞の間隔に基づいて、前記モールドのパターン面に界面活性剤が均一に塗布されたかどうかを評価する制御部を更に有す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 5】

前記制御部は、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドが正常に剥離されていないと評価した場合に、前記検出部によって検出されたパターンと前記基板の基準位置とのずれに基づいて、前記基板と前記モールドとの傾きを補正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】

前記制御部は、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドが正常に剥離されていないと評価した場合に、前記検出部によって検出されたパターンに含まれる干渉縞の間隔に基づいて、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドを剥離するときの速度を補正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】

前記制御部は、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドが正常に剥離されていないと評価した場合に、前記基板の次のショット領域に前記モールドを用いてインプリント材のパターンを形成する処理を停止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 8】

前記制御部によって前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドが正常に剥離されていないと評価された場合に、前記モールドのパターン面に界面活性剤を塗布する塗布部を更に有することを特徴とする請求項 7 に記載のインプリント装置。

【請求項 9】

前記制御部は、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドが正常に剥離されていないと評価した場合に、前記基板の次のショット領域に前記モールドを用いてインプリント材のパターンを形成する処理において、前記移動部によって前記モールドと前記基板とを相対的に移動させるときの移動速度を、前記モールドが正常に剥離されていないときの移動速度よりも遅く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 10】

基板上にモールドを用いて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、

前記モールドと前記基板との間隔を広げることで前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドを剥離させる工程と、

前記剥離させる工程において、前記モールドで反射された光と前記基板で反射された光のパターンに含まれる複数の干渉縞を検出する工程と、

前記複数の干渉縞の間隔に基づいて、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドを剥離している間における前記モールドの変形を求める工程と、

を有することを特徴とするインプリント方法。

【請求項 11】

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前記基板を加工する加工工程と、

を有し、前記加工工程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。

10

20

30

40

50

【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、インプリント方法及び物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、微細なパターンの形成を可能にするインプリント技術は、様々なデバイス（ＩＣやＬＳＩなどの半導体デバイス、液晶デバイス、ＣＣＤなどの撮像デバイス、磁気ヘッドなど）などの物品を製造するための技術として注目されている。インプリント技術は、シリコンウエハやガラスプレートなどの基板上の樹脂と微細なパターンが形成されたモールド（型）とを接触させた状態で、樹脂を硬化させて基板上に微細なパターンを転写する。

10

【0003】

インプリント技術には、幾つかの樹脂硬化法があり、かかる樹脂硬化法の１つとして光硬化法が知られている。光硬化法では、紫外線硬化型の樹脂に透明なモールドを接触させた状態で紫外線を照射し、樹脂を感光及び硬化させてからモールドを剥離する。光硬化法によるインプリント技術は、透明なモールドを介して基板上のアライメントマークを観察することができることなどから、デバイスの製造に適している。

【0004】

このようなインプリント技術を用いたインプリント装置においては、基板上の硬化した樹脂からモールドを剥離する離型が課題とされている。離型が正しく行われない場合、基板上の硬化した樹脂がちぎれたり、モールドのパターン（凹部）に樹脂が残存して目詰まりが発生したり、モールドや基板が所定の位置からずれたり（又は変形したり）してしまうことがある。これらは、物品の歩留まりやインプリント装置の稼働率の低下を招くことになる。

20

【0005】

従って、離型が正しく行われることが物品の歩留まりやインプリント装置の稼働率の向上につながり、そのための技術が幾つか提案されている（特許文献１及び２参照）。特許文献１には、インプリント装置の外部でモールドのパターン面に界面活性剤（離型剤）を塗布してモールドと樹脂との間の接着性を低減する技術が開示されている。また、特許文献２には、離型に要する力を計測する計測部をインプリント装置に設け、かかる力が閾値を超えた場合に離型剤を基板に塗布してモールドと樹脂との間の接着性を低減する技術が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献１】特表２００６－５２８０８８号公報

【特許文献２】特開２０１１－２０５０３９号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

40

しかしながら、従来技術では、基板上に形成されるパターンの欠陥発生率を低減することはできるが、モールドと樹脂との剥離状態を把握することが困難であり、離型に異常があった場合には、物品の歩留まりやインプリント装置の稼働率に影響を及ぼしてしまう。特に、離型の異常は様々な要因によって引き起こされるため、その要因を特定するためには、モールドと基板との剥離状態を把握（評価）することが必要となる。一方、離型に要する力を計測することでモールドと基板との剥離状態を推測することは可能であるが、その精度は低く、また、閾値の設定に困難な作業を要する。

【0008】

本発明は、このような従来技術の課題に鑑みてなされ、基板上の硬化したインプリント材からモールドを剥離している間におけるモールドとインプリント材との剥離状態を評価

50

するのに有利なインプリント装置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】

【0009】

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、基板上にモールドを用いて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、前記インプリント材を硬化させる硬化部と、前記モールドと前記基板とを相対的に移動させる移動部と、前記モールドで反射された光と前記基板で反射された光のパターンを検出する検出部と、前記移動部によって前記モールドと前記基板との間隔を広げることで前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドを剥離している間において前記検出部によって検出されたパターンに基づいて、前記モールドと前記インプリント材との剥離状態に関する情報を求める処理部と、を有し、前記検出部は、前記光のパターンに含まれる複数の干渉縞を検出し、前記処理部は、前記情報として、前記複数の干渉縞の間隔に基づいて、前記基板上の硬化したインプリント材から前記モールドを剥離している間における前記モールドの変形量を求めることを特徴とする。

10

【0010】

本発明の更なる目的又はその他の側面は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、例えば、基板上的硬化したインプリント材からモールドを剥離している間におけるモールドとインプリント材との剥離状態を評価す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。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一側面としてのインプリント装置の構成を示す概略図である。

【図2】本発明の一側面としてのインプリント装置の構成を示す概略図である。

【図3】本発明の一側面としてのインプリント装置の構成を示す概略図である。

【図4】モールドと基板との間のギャップと干渉パターンとを示す図である。

【図5】基板上的硬化した樹脂からモールドを剥離している間における干渉パターンの変化を示す図である。

30

【図6】基板のショット領域上の樹脂からモールドを剥離しているときの干渉パターンを示す図である。

【図7】各干渉縞の距離差が閾値を超えた場合の干渉パターンを示す図である。

【図8】基板上的硬化した樹脂からモールドを剥離しているときの干渉パターンを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

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。

【0014】

40

< 第1の実施形態 >

図1、図2及び図3は、本発明の一側面としてのインプリント装置100の構成を示す概略図である。インプリント装置100は、基板上的インプリント材をモールドで成形して基板上にパターンを形成するインプリント処理を行うリソグラフィ装置である。インプリント装置100は、インプリント材として樹脂を採用し、樹脂硬化法として紫外線の照射によって樹脂を硬化させる光硬化法を採用する。

【0015】

インプリント装置100は、基板ステージ102と、モールドステージ106と、樹脂供給部108と、移動部110と、光源112と、スコープ114と、検出部116と、処理部118と、塗布部119と、制御部120とを有する。

50

【 0 0 1 6 】

基板ステージ 1 0 2 は、基板チャックを介して、シリコンウエハやガラスプレートなどの基板 S T を保持して移動する。基板ステージ 1 0 2 は、基板 S T を所定の位置に位置決めする。基板ステージ 1 0 2 の移動は、例えば、リニアモータなどのアクチュエータの駆動によって行われる。

【 0 0 1 7 】

モールド 1 0 4 は、光源 1 1 2 からの紫外線を透過する材料、例えば、石英で構成され、基板 S T に転写すべきパターン（凹凸パターン）が形成されたパターン面 1 0 4 a を有する。モールド 1 0 4 は、モールドチャックを介して、モールドステージ 1 0 6 に保持される。

10

【 0 0 1 8 】

樹脂供給部 1 0 8 は、樹脂 R S を液滴として吐出する複数のディスペンサを含み、基板上（パターンを形成すべきショット領域）に樹脂 R S を供給（塗布）する。具体的には、樹脂供給部 1 0 8 を構成するディスペンサから樹脂 R S を吐出しながら基板ステージ 1 0 2 を移動（スキャン移動やステップ移動）させることで、基板上に樹脂 R S を塗布することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

移動部 1 1 0 は、エアシリンダやリニアモータなどで構成されたアクチュエータを含み、モールド 1 0 4 を保持したモールドステージ 1 0 6、即ち、モールド 1 0 4 を移動させる。移動部 1 1 0 は、図 2 に示すように、モールド 1 0 4 を下方向に移動させる（即ち、モールド 1 0 4 と基板 S T との間隔を狭める）ことで、モールド 1 0 4 と基板上の樹脂 R S とを接触させる。また、移動部 1 1 0 は、図 3 に示すように、モールド 1 0 4 を上方向に移動させる（即ち、モールド 1 0 4 と基板 S T との間隔を広げる）ことで、基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 を剥離（離型）する。このように、移動部 1 1 0 は、モールド 1 0 4 と基板 S T とを相対的に移動させる機能を有する。但し、基板 S T を保持する基板ステージ 1 0 2、即ち、基板 S T を上下方向に移動させること、或いは、モールド 1 0 4 と基板 S T の両方を上下方向に移動させることで、モールド 1 0 4 と基板 S T とを相対的に移動させてもよい。

20

【 0 0 2 0 】

光源 1 1 2 は、モールド 1 0 4 と基板上の樹脂 R S とを接触させた状態において、モールド 1 0 4 を介して、樹脂 R S に紫外線を照射し、樹脂 R S を硬化させる。換言すれば、光源 1 1 2 は、基板上の樹脂 R S を硬化させる硬化部として機能する。

30

【 0 0 2 1 】

スコープ 1 1 4 は、基板 S T に設けられたアライメントマークやモールド 1 0 4 に設けられたアライメントマークを検出する。また、スコープ 1 1 4 は、基板ステージ 1 0 2 に設けられた基準マークなども検出することが可能である。

【 0 0 2 2 】

検出部 1 1 6 は、波長範囲の狭い帯域の光（照明光）を放射する光源、例えば、ハロゲンランプ、キセノンランプ、メタルハライドランプなどの放射ランプを含む。検出部 1 1 6 は、モールド 1 0 4 と基板 S T との剥離状態に関する情報を得るために、モールド 1 0 4 で反射された光と基板 S T で反射された光との干渉パターン（干渉縞、所謂、ニュートンリング）を検出する。

40

【 0 0 2 3 】

モールド 1 0 4 と基板 S T との間のギャップを d 、照明光の波長を λ とする。この場合、 $2d = m\lambda$ （ m は自然数）を満たすときに、モールド 1 0 4 で反射された光と基板 S T で反射された光とが打ち消し合うため、検出部 1 1 6 では暗リングが検出される。また、 $2d = (m + 1/2)\lambda$ を満たすときに、モールド 1 0 4 で反射された光と基板 S T で反射された光とが強め合うため、検出部 1 1 6 では明リングが検出される。従って、広帯域の白色光で照明すると、検出部 1 1 6 で検出される干渉パターンのピッチが波長ごとに少しずつずれて重なり合うため、干渉パターンのコントラストを低下させてしまう。そのた

50

め、検出部 116 では、照明光として、波長範囲の狭い帯域の光を用いている。

【0024】

処理部 118 は、基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 を剥離している間において検出部 116 によって検出された干渉パターンに基づいて、モールド 104 と樹脂 RS との剥離状態に関する情報を求める。

【0025】

基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 を剥離するために、移動部 110 によってモールド 104 を上方向に移動させると、モールド 104 と基板 ST との間にギャップが生じる。この際、検出部 116 は、モールド 104 と基板 ST との間のギャップに対応する干渉パターンを検出する。ここで、基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 を剥離する際、基板 ST は、ほぼ変形しないとみなすことができる。従って、処理部 118 は、モールド 104 と基板 ST との間のギャップに対応する干渉パターンから、モールド 104 と樹脂 RS との剥離状態に関する情報として、モールド 104 の形状、即ち、モールド 104 の変形量を求めることができる。

【0026】

図 4 は、モールド 104 と基板 ST との間のギャップと、検出部 116 によって検出される干渉パターンとを示す図である。図 4 を参照するに、ギャップ d1 及び d2 において暗リングが検出され、処理部 118 は、かかる暗リングからモールド 104 の形状、即ち、モールド 104 の変形量を求めることができる。また、処理部 118 は、図 4 に示す干渉パターンから、樹脂 RS とモールド 104 とが剥離している領域と樹脂 RS とモールド 104 とが剥離していない領域との境界の位置 EXF を求めることもできる。境界の位置 EXF は、モールド 104 が樹脂 RS から剥離した位置（剥離位置）であって、モールド 104 と樹脂 RS との剥離状態に関する情報の一例である。

【0027】

塗布部 119 は、モールド 104 と基板上の硬化した樹脂 RS との間の接着性を低減するために、モールド 104 のパターン面 104a に界面活性剤（離型剤）を塗布する。但し、塗布部 119 は、インプリント装置 100 に必須の構成要素ではなく、例えば、インプリント装置 100 の外部でモールド 104 のパターン面 104a に界面活性剤を塗布してもよい。

【0028】

制御部 120 は、CPU やメモリを含み、インプリント装置 100 の各部を制御して、インプリント装置 100 を動作させる。例えば、制御部 120 は、基板上の樹脂 RS をモールド 104 で成形して基板上にパターンを形成するインプリント処理をインプリント装置 100 の各部に行わせる。また、制御部 120 は、処理部 118 によって求められたモールド 104 と樹脂 RS との剥離状態に関する情報に基づいて、基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 が正常に剥離されたかどうかを評価する。制御部 120 は、基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 が正常に剥離されていないと評価した場合に、即ち、離型に問題があった場合に、基板 ST の次のショット領域に対するインプリント処理を停止する。

【0029】

ここで、検出部 116 によって検出される干渉パターンと、処理部 118 によって求められるモールド 104 と樹脂 RS との剥離状態に関する情報との関係について説明する。インプリント処理では、まず、移動部 110 によってモールド 104 を下方向に移動させて、モールド 104 と基板上の樹脂 RS とを接触させる。次いで、モールド 104 と基板上の樹脂 RS とを接触させた状態で、光源 112 からの紫外線を樹脂 RS に照射して樹脂 RS を硬化させる。次に、移動部 110 によってモールド 104 を上方向に移動させて（即ち、モールド 104 と基板 ST との間にギャップを生じさせて）、基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 を剥離する。

【0030】

図 5 (a) 乃至図 5 (d) は、基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 を剥離し

10

20

30

40

50

ている間における干渉パターンの変化を示す図である。図5(a)乃至図5(d)のそれぞれには、モールド104、基板ST及び樹脂RSの断面を直交する2つの方向の側面から示し、且つ、その時の剥離の進行に応じて検出部116によって検出される干渉パターンを示している。

【0031】

図5(a)は、モールド104と基板上の樹脂RSとを接触させた状態で樹脂RSを硬化させたときの状態を示している。この際、モールド104のパターン面104aの全面が樹脂RSと密着しており、モールド104と樹脂RSとの間にギャップが生じていないため、干渉パターンは検出されない。

【0032】

次いで、モールド104を上方向に移動させると、図5(b)に示すように、モールド104のパターン面104aの周辺部の一部が樹脂RSから剥離した状態となるため、モールド104が樹脂RSから剥離した箇所において干渉パターンが検出される。更に、モールド104を上方向に移動させると、図5(c)に示すように、樹脂RSからのモールド104のパターン面104aの剥離が進行して、モールド104の形状(変形)に対応する干渉パターンが検出される。かかる干渉パターンは、1つ以上の干渉縞を含み、モールド104のパターン面104aの中心部から楕円状に検出される。そして、モールド104のパターン面104aの全面が樹脂RSから剥離されると、図5(d)に示すように、干渉パターンが検出されなくなる。

【0033】

このように、基板上の硬化した樹脂RSからモールド104を剥離する過程において、検出部116によって検出された干渉パターンを解析することで、モールド104と樹脂RSとの剥離状態に関する情報を求めることができる。具体的には、本発明者らは、基板STのショット領域の中心、詳細には、ショット領域の重心位置から対称に干渉縞が検出されると、モールド104のパターンの目詰まりが発生せず、樹脂RSのパターンが破損せずに基板上に形成されることを見出した。

【0034】

図6(a)及び図6(b)のそれぞれは、基板STの内部のショット領域FF及び基板STの外周部のショット領域PFにおいて樹脂RSからモールド104を剥離しているときの干渉パターンを示す図である。図6(a)及び図6(b)のそれぞれには、モールド104、基板ST及び樹脂RSの断面を直交する2つの方向の側面から示し、且つ、その時に応じて検出部116によって検出される干渉パターンを示している。

【0035】

図6(a)及び図6(b)を参照するに、ショット領域FF及びFPのいずれにおいても、その重心位置BPから対称に干渉縞が検出されれば、樹脂RSからモールド104が正常に剥離されたと評価することができる。ここでは、基板STの基準位置としてのショット領域の重心位置BPから干渉パターンに含まれる各干渉縞までの距離を、モールド104と樹脂RSとの剥離状態に関する情報とする。具体的には、各干渉縞の上下左右の端点を検出し、ショット領域の重心位置BPから各干渉縞の左右の端点の横方向の距離差、及び、ショット領域の重心位置BPから各干渉縞の上下の端点の縦方向の距離差を求める。

【0036】

ショット領域FFの重心位置BPから各干渉縞の左右の端点の横方向の距離差 W_{sf1} 、 W_{sf2} 及び W_{sf3} は、以下の式で求められる。

$$W_{sf1} = |W_{f11} - W_{fr1}|$$

$$W_{sf2} = |(W_{f11} + W_{f12}) - (W_{fr1} + W_{fr2})|$$

$$W_{sf3} = |(W_{f11} + W_{f12} + W_{f13}) - (W_{fr1} + W_{fr2} + W_{fr3})|$$

ショット領域FFの重心位置BPから各干渉縞の上下の端点の縦方向の距離差 H_{sf1} 、 H_{sf2} 及び H_{sf3} は、以下の式で求められる。

$$H_{sf1} = |H_{fu1} - H_{fd1}|$$

10

20

30

40

50

$$H_{sf2} = | (H_{fu1} + H_{fu2}) - (H_{fd1} + H_{fd2}) |$$

$$H_{sf3} = | (H_{fu1} + H_{fu2} + H_{fu3}) - (H_{fd1} + H_{fd2} + H_{fd3}) |$$

同様に、ショット領域PFの重心位置BPから各干渉縞の左右の端点の横方向の距離差 W_{sp1} 、 W_{sp2} 及び W_{sp3} は、以下の式で求められる。

$$W_{sp1} = | W_{pl1} - W_{pr1} |$$

$$W_{sp2} = | (W_{pl1} + W_{pl2}) - (W_{pr1} + W_{pr2}) |$$

$$W_{sp3} = | (W_{pl1} + W_{pl2} + W_{pl3}) - (W_{pr1} + W_{pr2} + W_{pr3}) |$$

ショット領域PFの重心位置BPから各干渉縞の上下の端点の縦方向の距離差 H_{sp1} 、 H_{sp2} 及び H_{sp3} は、以下の式で求められる。

$$H_{sp1} = | H_{pu1} - H_{pd1} |$$

$$H_{sp2} = | (H_{pu1} + H_{pu2}) - (H_{pd1} + H_{pd2}) |$$

$$H_{sp3} = | (H_{pu1} + H_{pu2} + H_{pu3}) - (H_{pd1} + H_{pd2} + H_{pd3}) |$$

但し、図6(a)及び図6(b)では、ショット領域FF及びFPのいずれにおいても、干渉パターンが3つの干渉縞を含んでいるが、干渉縞の数は限定されるものではない。干渉パターンに含まれる全ての干渉縞に対して、各干渉縞の左右の端点の横方向の距離差及び各干渉縞の上下の端点の縦方向の距離差を求めるべきである。

【0037】

制御部120は、このようにして求められた距離差に基づいて、干渉パターンに含まれる干渉縞がショット領域の重心位置から対称に検出されているかどうか、即ち、樹脂RSからモールド104が正常に剥離されたかどうかを評価する。例えば、各干渉縞の距離差 (W_n, H_n) ($n = 1, 2, \dots$) に対する閾値 (THW_n, THH_n) ($n = 1, 2, \dots$) を設定し、それぞれの距離差が閾値を超えていないかどうかを判定する。制御部120は、基板上の硬化した樹脂RSからのモールド104の剥離の進行に応じて変化する全ての干渉パターンに対して、各干渉縞の距離差が閾値を超えていないかどうかの判定を行う。

【0038】

図7(a)及び図7(b)は、各干渉縞の距離差が閾値を超えた場合の干渉パターンを示す図である。図7(a)及び図7(b)のそれぞれには、モールド104、基板ST及び樹脂RSの断面を直交する2つの方向の側面から示し、且つ、その時に応じて検出部116によって検出される干渉パターンを示している。

【0039】

図7(a)では、干渉パターンに含まれる干渉縞がショット領域の重心位置BPを中心として検出されていない。このような干渉パターンが検出される要因としては、モールド104を上方向に移動させて基板上の硬化した樹脂RSからモールド104を剥離する際に、モールド104と基板ST及び基板ステージ102との間にチルト(傾き)差が発生したことが考えられる。

【0040】

また、図7(b)では、干渉パターンに含まれる各干渉縞の横方向の距離差が大きく、閾値を超えている。このような干渉パターンが検出される要因としては、基板上に樹脂RSが均一に塗布されていない、或いは、界面活性剤がモールド104のパターン面104aに均一に塗布されていないことが考えられる。

【0041】

図7(a)及び図7(b)に示す干渉パターンが検出された場合には、モールド104のパターンの目詰まりが発生したり、基板上に形成される樹脂RSのパターンが破損したりする可能性がある。従って、制御部120は、基板上の硬化した樹脂RSからモールド104が正常に剥離されていないと評価し、その旨をアラームなどで通知して、基板STの次のショット領域に対するインプリント処理を停止する。また、制御部120は、モールド104のパターン面104aに対する界面活性剤の塗布が不十分であると評価して、塗布部119によってモールド104のパターン面104aに界面活性剤を塗布する。なお、制御部120は、基板上の硬化した樹脂RSからモールド104が正常に剥離されて

10

20

30

40

50

いないと評価した場合であっても、基板 S T の次のショット領域に対するインプリント処理を停止することなく、モールド 1 0 4 の移動速度を変更してもよい。具体的には、移動部 1 1 0 によってモールド 1 0 4 と基板 S T とを相対的に移動させるときの移動速度を、モールド 1 0 4 が正常に剥離されていないときの移動速度よりも遅くする。

【 0 0 4 2 】

< 第 2 の実施形態 >

処理部 1 1 8 は、モールド 1 0 4 と樹脂 R S との剥離状態に関する情報として、基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 が剥離するまでに要した時間（剥離時間）を求めてもよい。検出部 1 1 6 は、基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 を剥離している間において複数の干渉パターンを検出する。従って、処理部 1 1 8 は、移動部 1 1 0 によるモールド 1 0 4 の上方向への移動を開始したときを開始時刻、検出部 1 1 6 によって干渉パターンが検出されなくなったときを終了時刻として特定し、その間の時間を剥離時間として求めることができる。

10

【 0 0 4 3 】

また、処理部 1 1 8 は、基板上の硬化した樹脂 R S とモールド 1 0 4 とが剥離している領域と樹脂 R S とモールド 1 0 4 とが剥離していない領域との境界の位置 E X F に基づいて、剥離時間の開始時刻及び終了時刻を特定してもよい。この場合、境界の位置 E X F の左右の幅が所定の幅よりも小さくなったときを剥離時間の終了時刻とする。

【 0 0 4 4 】

制御部 1 2 0 は、処理部 1 1 8 で求められた剥離時間が許容範囲に収まっていない場合、基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 が正常に剥離されていないと評価する。そして、制御部 1 2 0 は、第 1 の実施形態と同様に、基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 が正常に剥離されていない旨をアラームなどで通知して、基板 S T の次のショット領域に対するインプリント処理を停止する。また、制御部 1 2 0 は、モールド 1 0 4 のパターン面 1 0 4 a に対する界面活性剤の塗布が不十分であると評価して、塗布部 1 1 9 によってモールド 1 0 4 のパターン面 1 0 4 a に界面活性剤を塗布してもよい。なお、制御部 1 2 0 は、基板 S T の次のショット領域に対するインプリント処理を停止することなく、モールド 1 0 4 の移動速度を変更してもよい。

20

【 0 0 4 5 】

< 第 3 の実施形態 >

処理部 1 1 8 は、モールド 1 0 4 と樹脂 R S との剥離状態に関する情報として、基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 が剥離するときに要する力（離型力）を求めてもよい。基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 が剥離する際に検出される干渉パターンは、上述したように、モールド 1 0 4 が変形することでモールド 1 0 4 と基板 S T との間に生じるギャップによって発生する。従って、干渉パターンに含まれる干渉縞の間隔は、モールド 1 0 4 と基板 S T との間のギャップの変化量を表し、更には、モールド 1 0 4 の変形量を表している。

30

【 0 0 4 6 】

モールド 1 0 4 の変形量は、基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 が剥離するときに要する離型力とみなすことができる。モールド 1 0 4 の変形量が大きいほど、離型力も大きくなる。従って、処理部 1 1 8 は、干渉パターンに含まれる干渉縞の間隔を求めることで、モールド 1 0 4 の変形量及び基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 が剥離するときに要する離型力を推定することができる。

40

【 0 0 4 7 】

図 8 (a) 及び図 8 (b) は、基板上の硬化した樹脂 R S からモールド 1 0 4 を剥離しているときの干渉パターンを示す図である。図 8 (a) 及び図 8 (b) のそれぞれには、モールド 1 0 4 、基板 S T 及び樹脂 R S の断面を示し、且つ、その時に検出部 1 1 6 によって検出される干渉パターンを示している。

【 0 0 4 8 】

図 8 (a) 及び図 8 (b) を参照するに、基板上の硬化した樹脂 R S とモールド 1 0 4

50

とが剥離している領域と樹脂RSとモールド104とが剥離していない領域との境界の位置 $E \times F_a$ 及び $E \times F_b$ は同一であり、それらの上下左右の幅も同一である。従って、 $W_{exfa} = W_{exfb}$ 、 $H_{exfa} = H_{exfb}$ である。一方、境界の位置 $E \times F_a$ 及び $E \times F_b$ のそれぞれから第1干渉縞までの間隔(W_{1a1} 、 W_{ra1} 、 H_{ua1} 、 H_{da1})及び(W_{1b1} 、 W_{rb1} 、 H_{ub1} 、 H_{db1})が異なっている。また、第1干渉縞から第2干渉縞までの間隔(W_{1a2} 、 W_{ra2} 、 H_{ua2} 、 H_{da2})及び(W_{1b2} 、 W_{rb2} 、 H_{ub2} 、 H_{db2})も異なっている。

【0049】

図8(a)に示す干渉パターンに含まれる干渉縞の各間隔に対して、図8(b)に示す干渉パターンに含まれる干渉縞の各間隔が小さくなっており、第1干渉縞及び第2干渉縞に対応するモールド104と基板STとの間のギャップ d_1 及び d_2 は同一である。従って、図8(a)におけるモールド104の変形量よりも、図8(b)におけるモールド104の変形量が大きいことを示している。また、図8(a)におけるモールド104と樹脂RSとの間の離型力よりも、図8(b)における離型力が高いことを示している。

【0050】

但し、基板上の硬化した樹脂RSからモールド104が剥離するときのモールド104の変形量や離型力は、干渉パターンに含まれる各干渉縞の干渉縞の間隔ではなく、同一の剥離位置に対する干渉縞の数によって求めることも可能である。

【0051】

制御部120は、処理部118で求められたモールド104の変形量や離型力が許容範囲に収まっていない場合、基板上の硬化した樹脂RSからモールド104が正常に剥離されていないと評価する。そして、制御部120は、第1及び第2の実施形態と同様に、基板上の硬化した樹脂RSからモールド104が正常に剥離されていない旨をアラームなどで通知して、基板STの次のショット領域に対するインプリント処理を停止する。また、制御部120は、モールド104のパターン面104aに対する界面活性剤の塗布が不十分であると評価して、塗布部119によってモールド104のパターン面104aに界面活性剤を塗布してもよい。なお、制御部120は、基板STの次のショット領域に対するインプリント処理を停止することなく、モールド104の移動速度を変更してもよい。

【0052】

< 第4の実施形態 >

第1乃至第3の実施形態では、処理部118は、検出部116によって検出された干渉パターンに基づいて、モールド104と樹脂RSとの剥離状態に関する情報を求めている。但し、処理部118は、検出部116によって検出された干渉パターンと、基準となる基準干渉パターンとを比較することで、モールド104と樹脂RSとの剥離状態に関する情報を求めてもよい。基準干渉パターンは、例えば、基板上の硬化した樹脂RSからモールド104が正常に剥離されたときに得られる干渉パターンである。また、基準干渉パターンは、これまでのインプリント処理で検出部116によって検出された干渉パターンであってもよい。

【0053】

検出部116によって検出された干渉パターンと基準干渉パターンとの比較においては、例えば、基板STのショット領域の重心位置から干渉パターンの各干渉縞までの距離を比較する。また、基板上の硬化した樹脂RSからモールド104が剥離するまでに要した時間を比較してもよいし、モールド104の変形量や離型力を比較してもよい。また、画像処理におけるテンプレートマッチングのように、検出部116によって検出された干渉パターンの形状と基準干渉パターンの形状とを比較してもよい。

【0054】

< 第5の実施形態 >

第1乃至第4の実施形態では、処理部118は、モールド104と樹脂RSとの剥離状態に関する情報として、1つの情報(モールド104の変形量、剥離時間、剥離位置、離型力など)を求めている。但し、処理部118は、これらの情報の全て、或いは、これら

10

20

30

40

50

の情報のうち幾つかの情報を求めてもよい。この場合、制御部 120 は、処理部 118 によって求められたモールド 104 と樹脂 RS との剥離状態に関する複数の情報のそれぞれについて、基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 が正常に剥離されたかを評価する。そして、かかる複数の情報のうち 1 つでもモールド 104 が正常に剥離されていないと評価した場合には、制御部 120 は、基板 ST の次のショット領域に対するインプリント処理を停止する。この際、制御部 120 は、基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 が正常に剥離されていない旨をアラームなどで通知してもよい。また、制御部 120 は、モールド 104 のパターン面 104a に対する界面活性剤の塗布が不十分であると評価して、塗布部 119 によってモールド 104 のパターン面 104a に界面活性剤を塗布してもよい。なお、制御部 120 は、基板 ST の次のショット領域に対するインプリント処理を停止することなく、モールド 104 の移動速度を変更してもよい。

10

【0055】

第 1 乃至第 5 の実施形態のいずれにおいても、インプリント装置 100 は、検出部 116 によって検出された干渉パターンに基づいて、モールド 104 と樹脂 RS との剥離状態に関する情報を求めることができる。このように、インプリント装置 100 は、基板上の硬化した樹脂 RS からモールド 104 を剥離している間におけるモールド 104 と樹脂 RS との剥離状態を評価するのに有利である。また、インプリント装置 100 は、このようにして評価された剥離状態に基づいてインプリント処理を制御することで、物品の歩留まりや稼働率の低下を抑制することが可能となる。

【0056】

20

< 第 6 の実施形態 >

物品としてのデバイス（半導体デバイス、磁気記憶媒体、液晶表示素子等）の製造方法について説明する。かかる製造方法は、インプリント装置 100 を用いてパターンを基板（ウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板等）に形成する工程を含む。かかる製造方法は、パターンを形成された基板を処理する工程を更に含む。当該処理ステップは、当該パターンの残膜を除去するステップを含みうる。また、当該パターンをマスクとして基板をエッチングするステップなどの周知の他のステップを含みうる。本実施形態における物品の製造方法は、従来に比べて、物品の性能、品質、生産性及び生産コストの少なくとも 1 つにおいて有利である。

【0057】

30

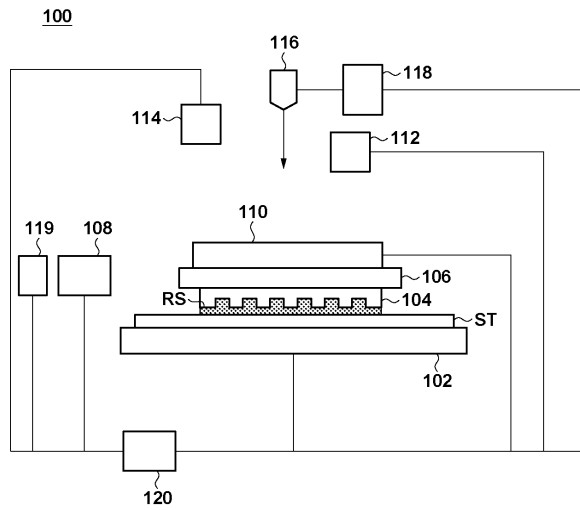
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【符号の説明】

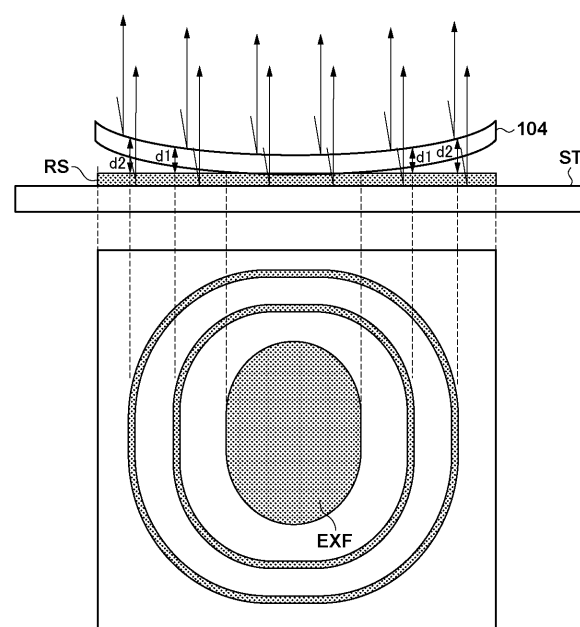
【0058】

100：インプリント装置 104：モールド 110：移動部 112：光源
116：検出部 118：処理部

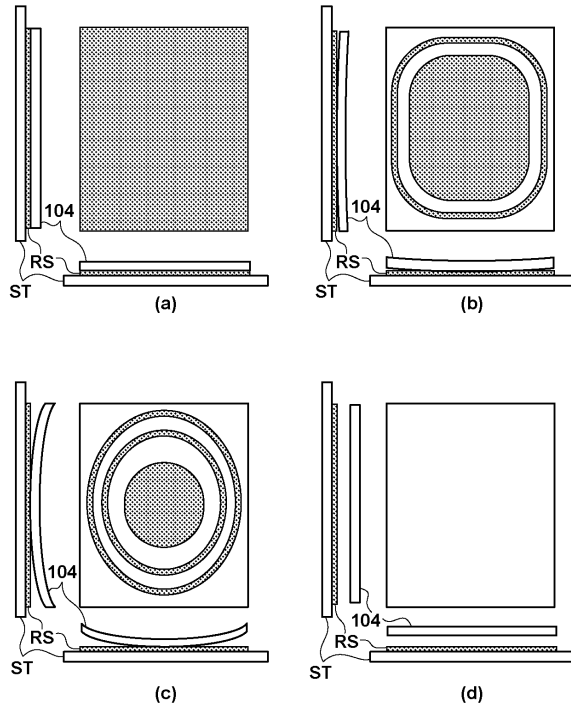
【 図 2 】



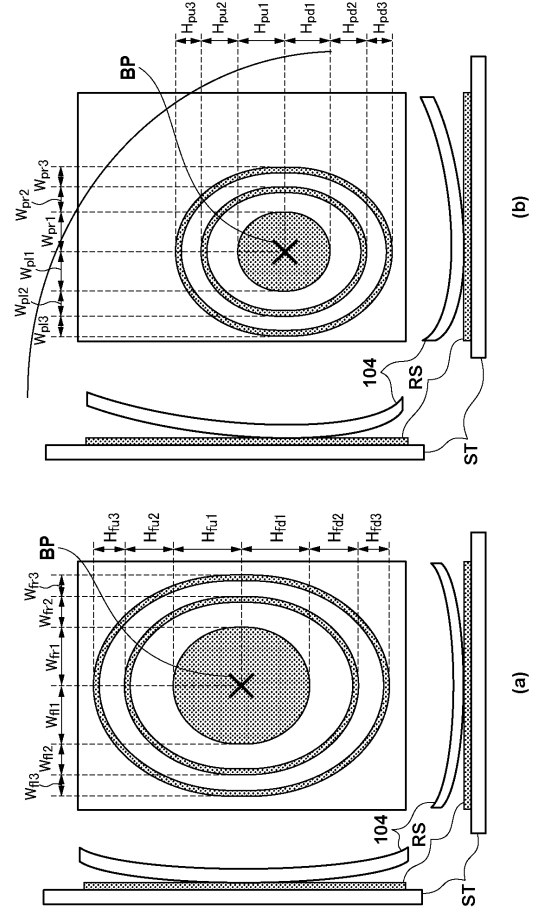
【 図 4 】



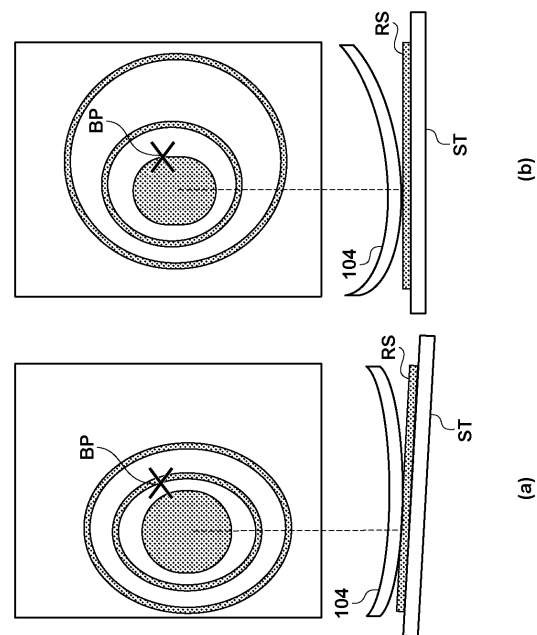
【図 5】



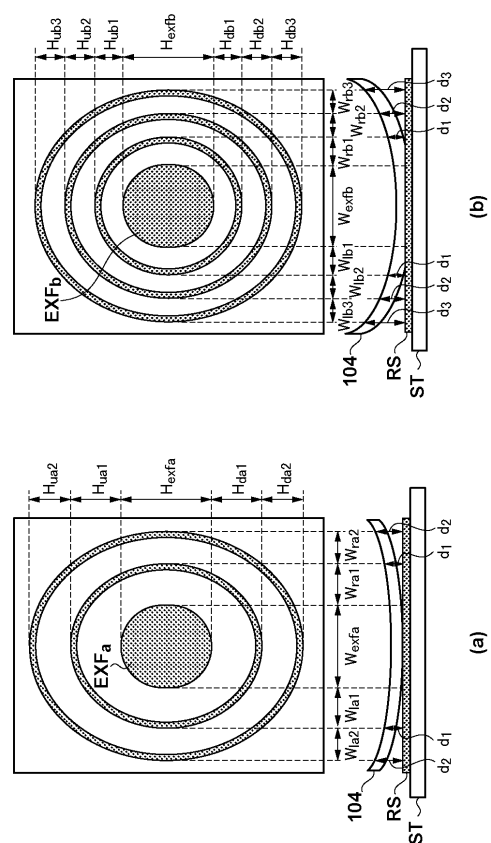
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

- (72)発明者 宝田 洋佑
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 相原 泉太郎
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 長谷 潮

- (56)参考文献 特開2011-100952(JP,A)
特開2014-033050(JP,A)
特表2012-507141(JP,A)
特開2011-003616(JP,A)
特開2005-026462(JP,A)
国際公開第2008/129962(WO,A1)
特表2006-514428(JP,A)
特表2011-512019(JP,A)
特開2013-225661(JP,A)
特開2005-062035(JP,A)
特開2011-176132(JP,A)
特許第6282069(JP,B2)

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