

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6702757号
(P6702757)

(45) 発行日 令和2年6月3日 (2020. 6. 3)

(24) 登録日 令和2年5月11日 (2020. 5. 11)

(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

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-31455 (P2016-31455)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年2月22日 (2016. 2. 22)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-192543 (P2016-192543A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年11月10日 (2016. 11. 10)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成31年2月13日 (2019. 2. 13)		弁理士 大塚 康德
(31) 優先権主張番号	14/673, 141	(74) 代理人	100115071
(32) 優先日	平成27年3月30日 (2015. 3. 30)		弁理士 大塚 康弘
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(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】

パターンが形成されたパターン面を有するモールドを用いて、基板に形成されたショット領域上のインプリント材にパターンを形成するインプリント装置であって、

前記モールドを保持し、前記モールドの位置および姿勢を変更可能に構成された保持部と、

前記モールドのパターン面と前記ショット領域とを対向させた後、前記基板の面の傾きに応じて前記基板の面と前記パターン面とが平行になるように前記保持部に前記モールドを傾けさせ、前記モールドを傾けた状態で前記モールドと前記インプリント材とを接触させる制御部と、

を含み、

前記制御部は、

前記モールドを傾けることにより前記モールド上のマークが、前記モールドと前記インプリント材とを接触させる第1方向と垂直な第2方向にシフトするシフト量を求め、

前記モールドと前記基板との前記第2方向における相対位置を前記シフト量に従って変更した後で前記モールドと前記インプリント材とを接触させ、

前記モールドと前記インプリント材とが接触した状態において、前記マークの位置の計測結果に基づいて、前記モールドを傾けたまま前記モールドと前記基板との位置合わせを行う、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、前記モールドの傾斜角に基づいて前記モールド上のマークのシフト量を求める、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、前記基板の表面の傾きを計測した結果に基づいて前記傾斜角を決定する、ことを特徴とする請求項 2 に記載のインプリント装置。

【請求項 4】

前記パターン面を前記基板に向かって撓んだ凸形状に変形させる変形部を更に含み、
前記制御部は、前記変形部により前記パターン面を変形させた状態で前記モールドを傾けることにより前記モールド上のマークが前記第 2 方向に沿ってシフトする量を前記シフト量として求める、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。

10

【請求項 5】

前記保持部は、回転軸を中心に前記モールドを傾け、
前記制御部は、前記モールドを傾ける角度、および前記モールドを傾ける前であって前記パターン面が変形した状態における前記回転軸と前記モールド上のマークとの前記第 1 方向の距離を用いて前記シフト量を求める、ことを特徴とする請求項 4 に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記変形部は、前記モールドと前記保持部との間の空間の圧力を変化させることにより前記パターン面を変形させ、

20

前記制御部は、前記空間の圧力値と前記モールド上のマークの前記第 1 方向への変位量との関係を表す情報を用いて前記距離を求める、ことを特徴とする請求項 5 に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

前記第 1 方向における前記パターン面の位置を計測する計測部を更に含み、
前記制御部は、前記変形部により前記パターン面を変形させる前および変形させた後のそれぞれにおいて前記計測部に前記パターン面の位置を計測させ、それらの計測結果を用いて前記距離を求める、ことを特徴とする請求項 5 に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

パターンが形成されたパターン面を有するモールドを用いて、基板に形成されたショット領域上のインプリント材を成形するインプリント装置であって、

30

前記モールドを保持し、前記モールドの位置および姿勢を変更可能に構成された保持部と、

前記パターン面を基板に向かって撓んだ凸形状に変形させる変形部と、
前記パターン面の下方に前記ショット領域を配置した後、前記変形部によって前記パターン面を変形した状態で前記モールドと前記インプリント材との接触を開始する制御部と、

を含み、

前記制御部は、

前記変形部により前記パターン面を前記凸形状に変形させた状態で、前記ショット領域の目標箇所から前記モールドと前記インプリント材との接触が開始されるように前記保持部に前記モールドを傾けさせ、

40

前記モールドを傾けることにより、前記目標箇所に転写すべきパターンが形成された前記パターン面の箇所が、前記モールドを前記インプリント材に接触させる第 1 方向と垂直な第 2 方向にシフトするシフト量を求め、

前記モールドと前記基板との前記第 2 方向における相対位置を前記シフト量に従って変更した後で前記モールドと前記インプリント材とを接触させる、ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 9】

前記ショット領域は、前記基板の周辺部に配置されて前記モールドのパターンの一部の

50

みが転写される欠けショット領域を含む、ことを特徴とする請求項 8 に記載のインプリント装置。

【請求項 10】

前記目標箇所は、前記欠けショット領域の重心を含む、ことを特徴とする請求項 9 に記載のインプリント装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 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にパターンを形成する工程と、

前記工程でパターンを形成された前記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。

10

【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、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

基板上的インプリント材をモールドを用いて成形するインプリント装置が、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装置の 1 つとして注目されている。インプリント装置では、インプリント材で構成されたパターンの残膜の厚さ（インプリント材で構成されたパターンの凹部の底面と基板の面と距離）を均一にすることが好ましい。特許文献 1 には、パターンが形成されたモールドのパターン面と基板の面とが平行になるようにモールドを傾けた状態で、当該モールドと基板上的インプリント材とを接触させる方法が提案されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 299994 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

30

インプリント装置では、モールドのパターン面の下方にショット領域を配置した後、モールドと基板上的インプリント材とを接触させ、それらが接触した状態でモールドと基板との位置合わせが行われる。モールドと基板上的インプリント材とが接触した状態ではモールドと基板との相対位置を変更しづらくなるため、位置合わせを迅速に行うためには、位置合わせにおいて当該相対位置を変更する量をできるだけ小さくすることが好ましい。しかしながら、特許文献 1 に記載された方法のようにモールドを傾けると、モールドに設けられたマークが、モールドとインプリント材とを接触させる方向と垂直な方向にシフトしうる。即ち、モールドを傾けた状態でモールドとインプリント材とを接触させる場合、モールドと基板との位置合わせにおいてそれらの相対位置を変更する量がモールドを傾けた分だけ大きくなりうる。

40

【0005】

そこで、本発明は、モールドと基板との位置合わせを迅速に行う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】

【0006】

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面を有するモールドを用いて、基板に形成されたショット領域上のインプリント材にパターンを形成するインプリント装置であって、前記モールドを保持し、前記モールドの位置および姿勢を変更可能に構成された保持部と、前記モールドのパターン面と前記ショット領域とを対向させた後、前記基板の面の傾きに依じて前記基板の面と

50

前記パターン面とが平行になるように前記保持部に前記モールドを傾けさせ、前記モールドを傾けた状態で前記モールドと前記インプリント材とを接触させる制御部と、を含み、前記制御部は、前記モールドを傾けることにより前記モールド上のマークが、前記モールドと前記インプリント材とを接触させる第 1 方向と垂直な第 2 方向にシフトするシフト量を求め、前記モールドと前記基板との前記第 2 方向における相対位置を前記シフト量に従って変更した後で前記モールドと前記インプリント材とを接触させ、前記モールドと前記インプリント材とが接触した状態において、前記モールドを傾けたまま前記モールドと前記基板との位置合わせを行う、ことを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

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】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、例えば、モールドと基板との位置合わせを迅速に行う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を示す概略図である。

【図 2】インプリント処理を制御するための制御系を示す図である。

【図 3】第 1 実施形態のインプリント装置におけるインプリント処理を示すフローチャートである。

【図 4】モールドのパターン面が変形している状態を示す図である。

【図 5】インプリント処理を行っているインプリント装置を示す概略図である。

【図 6】インプリント処理を行っているインプリント装置を示す概略図である。

【図 7】第 2 実施形態のインプリント装置を示す概略図である。

【図 8】第 2 実施形態のインプリント装置におけるインプリント処理を示すフローチャートである。

【図 9】欠けショット領域のインプリント処理を説明するための図である。

【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 1 0 0 について説明する。インプリント装置 1 0 0 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パターン面 6 a を有するモールド 6 を用いて、基板 1 0 に形成されたショット領域上のインプリント材 1 6 を成形するインプリント処理を行う。例えば、インプリント装置 1 0 0 は、パターンが形成されたモールド 6 を基板上のインプリント材 1 6 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 1 0 0 は、モールド 6 と基板 1 0 との間隔を広げ、硬化したインプリント材 1 6 からモールド 6 を剥離（離型）することによって、インプリント材 1 6 で構成されたパターンを基板上に形成することができる。インプリント材 1 6 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 実施形態では、光硬化法を採用した例について説明する。光硬化法とは、インプリント材 1 6 として未硬化の紫外線硬化樹脂を基板上に供給し、モールド 6 とインプリント材 1 6 とを接触させた状態でインプリント材 1 6 に紫外線を照射することにより当該インプリント材 1 6 を硬化させる方法である。

【 0 0 1 2 】

[インプリント装置の構成について]

図 1 は、第 1 実施形態のインプリント装置 100 を示す概略図である。インプリント装置 100 は、照射部 2 と、モールド保持部 3（保持部）と、基板ステージ 4 と、供給部 24 と、検出部 23 と、制御部 5 とを含みうる。制御部 5 は、例えば CPU やメモリなどを有し、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）。

【0013】

照射部 2 は、インプリント処理の際に、インプリント材 16 を硬化させる光（紫外線）を、モールド 6 を介して基板上のインプリント材 16 に照射する。照射部 2 は、例えば、光源と、光源から射出された光をインプリント処理に適切な光に調整するための光学素子とを含みうる。ここで、例えば、熱サイクル法を採用する場合には、照射部 2 に代えて、インプリント材 16 としての熱硬化性樹脂を硬化させるための熱源部が設けられうる。

10

【0014】

モールド 6 は、通常、石英など紫外線を透過することが可能な材料で作製されており、基板側の一部の面（パターン面 6a）には、基板上のインプリント材を成形するための凹凸のパターンが形成されている。また、基板 10 は、例えば、単結晶シリコン基板や SOI（Silicon on Insulator）基板が用いられうる。基板 10 の上面（被処理面）には、後述する供給部 24 によってインプリント材 16 が供給される。

【0015】

モールド保持部 3 は、例えば真空吸着力や静電力などによりモールド 6 を保持するモールドチャック 11 と、モールドチャック 11 により保持されたモールド 6 の位置および姿勢を変更可能に構成されたモールド駆動部 12 とを含みうる。モールド駆動部 12 は、例えば、モールド 6 とインプリント材 16 とを接触させる第 1 方向（例えば Z 方向）にモールド 6 を駆動したり、回転軸を中心に回転してモールド 6 を傾けたりするように構成されうる。ここで、インプリント装置 100 には、モールド 6 の位置および姿勢を計測する計測器（以下、第 1 計測器 14）が設けられ、制御部 5 は、第 1 計測器 14 によって計測されたモールド 6 の位置および姿勢に基づいてモールド駆動部 12 を制御する。第 1 計測器 14 は、例えばレーザ干渉計やエンコーダなどを含みうる。また、第 1 実施形態のインプリント装置 100 では、モールド 6 と基板 10 との間隔を変える動作がモールド駆動部 12 によって行われているが、後述する基板ステージ 4 の基板駆動部 20 によって行われてもよいし、双方によって相対的に行われてもよい。

20

【0016】

モールド 6 とモールド保持部 3 との間には、パターン面 6a と反対側のモールドの面、モールドチャック 11 およびモールド駆動部 12 によって規定された空間 13 が設けられうる。空間 13 には、配管を介して変形部 15 が接続される。変形部 15 は、空間 13 の圧力を変化させることにより、パターン面 6a を基板 10 に向かって撓んだ凸形状に変形させることができる。例えば、モールド 6 と基板 10 との間隔を狭めてモールド 6 と基板上のインプリント材 16 とを接触させる際には、変形部 15 は、空間 13 の圧力がその外部の圧力よりも高くなるように空間 13 の圧力を変化させる。そして、モールド 6 とインプリント材 16 とが接触を開始した後では、変形部 15 は、モールド 6 と基板 10 との間隔に応じて空間の圧力を徐々に低下させていく。これにより、変形部 15 は、パターン面 6a が変形した状態でモールドとインプリント材との接触を開始させ、パターン面 6a の一部（例えば中心）から徐々にモールド 6 とインプリント材 16 とを接触させることができる。その結果、モールド 6 に形成されたパターンの凹部とインプリント材 16 との間に気体が閉じ込められることを抑制し、インプリント材 16 で構成されたパターンに欠損が生じることを防止することができる。ここで、インプリント装置 100 には、空間 13 の圧力を計測する計測器（以下、第 2 計測器 17）が設けられ、制御部 5 は、第 2 計測器 17 によって計測された空間の圧力値に基づいて変形部 15 を制御する。第 2 計測器 17 は、例えば、気圧センサなどを含み、空間 13 または配管の内部に配置されうる。

30

40

【0017】

基板ステージ 4 は、基板チャック 19 と基板駆動部 20 とを含み、モールド 6 とインプリント材 16 とが接触している状態において、第 1 方向と垂直な第 2 方向（XY 方向）に

50

基板 10 を移動させてモールド 6 と基板 10 との位置合わせを行う。基板チャック 19 は、例えば真空吸着力や静電力などによって基板 10 を保持する。基板駆動部 20 は、例えば、基板チャック 19 によって保持された基板 10 を X Y 方向に駆動する。ここで、インプリント装置 100 には、基板 10 の位置を計測する計測器（以下、第 3 計測器 21）が設けられ、制御部 5 は、第 3 計測器 21 によって計測された基板 10 の位置に基づいて基板駆動部 20 を制御する。第 3 計測器 21 は、例えばレーザ干渉計やエンコーダなどを含みうる。また、第 1 実施形態のインプリント装置 100 では、モールド 6 と基板 10 との位置合わせが基板駆動部 20 によって行われているが、モールド保持部 3 のモールド駆動部 12 によって行われてもよいし、双方によって相対的に行われてもよい。

【0018】

検出部 23 は、例えば、モールド 6 と基板上のインプリント材 16 とが接触している状態において、モールド 6 に設けられたマーク AM1（アライメントマーク）と基板 10（ショット領域）に設けられたマーク AM2（アライメントマーク）とを検出する。これにより、制御部 5 は、検出部 23 による検出結果に基づいてモールド上のマーク AM1 と基板上のマーク AM2 との相対位置（X Y 方向）を求め、当該相対位置が目標相対位置になるようにモールド 6 と基板 10 との位置合わせを行うことができる。また、供給部 24 は、基板上にインプリント材 16（未硬化樹脂）を供給する。上述したように、第 1 実施形態のインプリント装置 100 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がインプリント材 16 として用いられる。

【0019】

〔インプリント処理について〕

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 100 は、モールド 6 のパターン面 6a の下方にショット領域を配置した後、モールド 6 と基板上のインプリント材 16 とを接触させ、それらが接触した状態でモールド 6 と基板 10 との位置合わせを行う。つまり、モールド 6 に形成されたパターンとショット領域とを対向させた後に、モールド 6 と基板との感化が狭まるようにする。インプリント装置 100 では、一般に、インプリント材で構成されたパターンの残膜の厚さ（インプリント材 16 で構成されたパターンの凹部の底面と基板 10 の面との距離）を均一にすることが好ましい。そのため、第 1 実施形態のインプリント装置 100 では、基板 10 の面の傾きに応じて基板 10 の面とモールド 6 のパターン面 6a とが平行になるようにモールド 6 を傾けた状態で、モールド 6 とインプリント材 16 との接触が行われる。

【0020】

ここで、モールド 6 とインプリント材 16 とが接触した状態ではモールド 6 と基板 10 との相対位置を変更しづらくなる。そのため、モールド 6 と基板 10 との位置合わせを迅速に行うためには、当該位置合わせにおいてモールド 6 と基板 10 との相対位置を変更する量をできるだけ小さくすることが好ましい。しかしながら、モールド 6 と傾けるとモールド上のマーク AM1 が X Y 方向にシフトする。そのため、モールド 6 を傾けた状態でモールド 6 とインプリント材 16 とを接触させると、モールド 6 と基板 10 との位置合わせにおいて、それらの相対位置を変更する量がモールド 6 を傾けた分だけ大きくなりうる。そこで、第 1 実施形態のインプリント装置 100 は、モールド 6 を傾けることによってモールド上のマーク AM1 が X Y 方向にシフトするシフト量を求める。そして、モールド 6 と基板 10 との相対位置（X Y 方向）を当該シフト量に従って変更した後でモールド 6 とインプリント材 16 とを接触させる。これにより、モールド 6 と基板 10 との位置合わせにおいて、それらの相対位置を変更する量がモールド 6 を傾けた分だけ大きくなることを抑制し、当該位置合わせを迅速に行うことができる。以下に、第 1 実施形態のインプリント装置 100 におけるインプリント処理について説明する。

【0021】

まず、インプリント処理を制御するための制御系について、図 2 を参照しながら説明する。図 2 は、インプリント処理を制御するための制御系を示す図である。第 1 実施形態の制御部 5 は、モールド 6 の位置（Z 方向）および姿勢を制御するための第 1 制御部 5a、

10

20

30

40

50

パターン面 6 a の変形を制御するための第 2 制御部 5 b、および基板 1 0 の位置 (X Y 方向) を制御するための第 3 制御部 5 c を含みうる。第 1 制御部 5 a は、第 1 計測器 1 4 によって計測されたモールド 6 の位置および姿勢と、生成器 5 a₁ で生成されたモールド 6 の目標位置および目標姿勢との偏差を減算器 5 a₂ で求める。そして、第 1 制御部 5 a は、減算器 5 a₂ で求めた偏差に基づいて、モールド駆動部 1 2 に与える指令値を補償器 5 a₃ で決定する。第 2 制御部 5 b は、第 2 計測器 1 7 によって計測された空間 1 3 の圧力値と生成器 5 b₁ で生成された目標圧力値との偏差を減算器 5 b₂ で求め、減算器 5 b₂ で求めた偏差に基づいて、変形部 1 5 に与える指令値を補償器 5 b₃ で決定する。

【 0 0 2 2 】

また、第 3 制御部 5 c は、加算器 5 c₄ によって、第 1 演算器 5 c₁ で算出された補正值 C M、または第 2 演算器 5 c₃ で算出された補正值 C D を、生成器 5 c₂ で生成された基板 1 0 の目標位置 W T に加える。第 3 制御部 5 c は、第 3 計測器 2 1 によって計測された基板 1 0 の位置と、加算器 5 c₄ から出力された値 C W T (補正值 C M または補正值 C D によって補正された目標位置 W T) との偏差を減算器 5 c₅ で求める。そして、減算器で求めた偏差に基づいて、基板駆動部 2 0 に与える指令値を補償器 5 c₆ で決定する。

【 0 0 2 3 】

第 1 演算器 5 c₁ は、モールド 6 を傾けることによってモールド 6 と基板 1 0 との相対位置が X Y 方向にシフトするシフト量を、第 1 計測器 1 4 による計測結果および第 2 計測器 1 7 による計測結果を用いて算出する。そして、算出したシフト量が低減するようにモールド 6 と基板 1 0 との相対位置を補正するための補正值 C M を出力する。第 1 演算器 5 a₁ から出力された補正值 C M は、モールド 6 とインプリント材 1 6 とが接触する前にいて、加算器 5 c₄ によって目標位置 W T に加えられる。一方で、第 2 演算器 5 c₃ は、検出部 2 3 による検出結果に基づいて、モールド上のマーク A M 1 と基板上のマーク A M 2 との相対位置が目標相対位置になるように、モールド 6 と基板 1 0 との相対位置を補正するための補正值 C D を出力する。第 2 演算器 5 c₃ から出力された補正值 C D は、モールド 6 とインプリント材 1 6 とが接触した状態でモールド 6 と基板 1 0 との位置合わせを行っている間において、加算器 5 c₄ によって目標位置 W T に加えられる。このように、モールド 6 とインプリント材 1 6 とが接触する前においては補正值 C M が目標位置 W T に加えられ、モールド 6 とインプリント材 1 6 とが接触した状態で位置合わせが行われている間においては補正值 C D が目標位置 W T に加えられる。

【 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、図 3 を参照しながら説明する。図 3 は、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を示すフローチャートである。図 3 に示すインプリント処理は、制御部 5 がインプリント装置 1 0 0 の各部を統括的に制御することによって行われうる。

【 0 0 2 5 】

S 1 0 0 では、制御部 5 は、基板 1 0 を基板チャック 1 9 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 1 0 を保持するように基板ステージ 4 を制御する。これにより、基板 1 0 が基板ステージ 4 の上に搭載される。S 1 0 1 では、制御部 5 は、インプリント処理を行う対象のショット領域 (以下、対象ショット領域) が供給部 2 4 の下に配置されるように基板ステージ 4 を制御し、対象ショット領域にインプリント材 1 6 を供給 (塗布) するように供給部 2 4 を制御する。S 1 0 2 では、制御部 5 は、モールド 6 のパターン面 6 a の下方に対象ショット領域が配置されるように基板ステージ 4 を制御する。S 1 0 3 では、制御部 5 は、図 4 に示すように、モールド 6 のパターン面 6 a が基板 1 0 に向かって撓んだ凸形状に変形するように変形部 1 5 を制御する。図 4 は、モールド 6 のパターン面 6 a が変形している状態を示す図である。このとき、制御部 5 は、基板 1 0 に形成された複数のショット領域にそれぞれインプリント処理を行うときの空間 1 3 の圧力値を、複数のショット領域で同じ値に設定してもよいし、互いに異なる値に設定してもよい。

【 0 0 2 6 】

S 1 0 4では、制御部 5 は、基板 1 0（対象ショット領域）の面の傾きに応じて、変形部 1 5 による変形が行われていないときのパターン面 6 a と基板 1 0 の面とが平行になるようにモールド 6 を傾ける角度（モールドの傾斜角）を決定する。制御部 5 は、例えば、モールド 6 の傾斜角 $MT = (MT_x, MT_y)$ を、基板 1 0 の面の傾き $WT = (WT_x, WT_y)$ と一致するように決定する。 MT_x および MT_y は、X 方向におけるモールド 6 の傾斜角および Y 方向におけるモールド 6 の傾斜角をそれぞれ表しており、 WT_x および WT_y は、X 方向における基板 1 0 の面の傾きおよび Y 方向における基板 1 0 の面の傾きをそれぞれ表している。また、基板 1 0 の面の傾きは、基板自体に起因して生じるだけでなく、基板チャック 1 9 の保持面の傾きや基板チャック 1 9 による基板 1 0 の保持状態など、基板チャック 1 9 にも起因して生じうる。そのため、基板 1 0 の面の傾きは、基板 1 0 が基板チャック 1 9 に保持されている状態で計測されることが好ましい。例えば、基板 1 0 の面の傾きは、インプリント処理を開始する前において検出部 2 3 に基板上の各マークを検出させ、そのときのフォーカス位置を得ることによって求められうる。ここで、図 3 に示す例では、モールド 6 の傾斜角を決定する工程（S 1 0 4）がパターン面 6 a を変形させる工程（S 1 0 3）の後に行われているが、それに限られるものではなく、パターン面 6 a を変形させる前（S 1 0 3 の前）に行われてもよい。

【0027】

S 1 0 5では、制御部 5 は、S 1 0 4 で決定したモールド 6 の傾斜角に従って、モールド保持部 3 にモールド 6 を傾けさせる。モールド保持部 3 は、上述したように、回転軸 MT_c を中心としてモールド 6 を傾けることができるように構成される。図 5（a）および（b）は、モールド 6 を傾ける前および後のそれぞれにおけるインプリント装置 1 0 0 の概略図を示す図である。S 1 0 5では、図 5（b）に示すように、基板 1 0 の面の傾き WT に応じて決定されたモールド 6 の傾斜角 MT に従って、回転軸 MT_c を中心としてモールド 6 が傾けられる。

【0028】

S 1 0 6では、制御部 5 は、変形部 1 5 によりパターン面 6 a を変形させた状態でモールド 6 を傾けることによりモールド上のマーク AM_1 が X Y 方向にシフトするシフト量 CM を求める。図 3 に示す例では、シフト量 CM を求める工程（S 1 0 6）がモールド 6 を傾ける工程（S 1 0 5）の後に行われているが、それに限られるものではなく、モールド 6 を傾ける前（S 1 0 5 の前）に行われてもよい。ここで、制御部 5（第 1 演算器 $5c_1$ ）によってシフト量 CM を求める方法の一例について、図 5（b）を参照しながら説明する。以下の説明において、モールド 6 を傾けるときの回転軸を MT_c とし、モールド 6 を傾ける前であってパターン面 6 a が変形した状態における回転軸 MT_c とモールド上のマーク AM_1 との距離（Z 方向）を MZ とする。

【0029】

制御部 5 は、空間 1 3 の圧力値、および空間 1 3 の圧力値とモールド上のマーク AM_1 の Z 方向への変位量との関係を表す情報を用いて距離 MZ を求める。第 1 実施形態では、制御部 5 は、圧力値と変位量との関係を表す情報として、空間 1 3 の圧力値をモールド上のマーク AM_1 の Z 方向への変位量に変換させる係数を用いて、式（1）に従って距離 MZ を求めている。式（1）において、 P_1 は第 2 計測器 1 7 によって検出された空間 1 3 の圧力値を示し、 t_{anMTx} は、変形部 1 5 によってパターン面 6 a を変形させる前の回転軸 MT_c とモールド上のマーク AM_1 との距離（Z 方向）を示す。距離 t_{anMTx} は、インプリント処理の前に事前に取得されうる。このように距離 MZ を求めることにより、制御部 5 は、モールド 6 の傾斜角 MT および距離 MZ を用い、式（2）および式（3）に従ってシフト量 CM の X Y 成分（ CM_x 、 CM_y ）をそれぞれ求めることができる。ここで、圧力値と変位量との関係を表す情報としては、例えば、空間 1 3 の圧力値をモールド上のマーク AM_1 の変位量に変換させる係数の他に、圧力値と変位量との関係を表す関数やテーブルなどが挙げられる。

$$MZ = \frac{CM_x}{\sin MT_x} \times P_1 + \dots (1)$$

$$CM_x = MZ \times \tan MT_x \times P_1 + \dots (2)$$

10

20

30

40

50

$CMy \quad MZ \times \tan MTy$

・・・(3)

【0030】

S107では、制御部5は、図5(c)に示すように、S106で求めたシフト量CMに従って、モールド6と基板10との相対位置(XY方向)を変更する。図5(c)は、モールド6と基板10との相対位置を変更した後におけるインプリント装置100を示す概略図である。S108では、制御部5は、モールド6と基板10との間隔が狭まるようにモールド保持部3を制御し、モールド6とインプリント材16とを接触させる。制御部5は、図6(a)に示すようにモールド6とインプリント材16との接触が開始したら、モールド6と基板10との間隔に応じて空間13の圧力が徐々に低下するように変形部15を制御する。これにより、制御部5は、図6(b)に示すように、モールド6のパターン面6aと基板10の面とが平行になるようにモールド6とインプリント材16とを接触させることができる。

10

【0031】

S109では、制御部5は、検出部23による検出結果に基づいて、モールド6とインプリント材16とが接触した状態において、モールド6を傾けたままモールド6と基板10との位置合わせを行う。制御部5は、図6(c)に示すように、モールド6とインプリント材16とが接触している状態におけるモールド上のマークAM1と基板上のマークAM2との位置ずれ量CMPが補正されるように、モールド6と基板10との位置合わせを行う。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6を傾けることによって生じるシフト量CMが補正されるように、モールド6とインプリント材16とを接触させる前においてモールド6と基板10との相対位置を変更している。そのため、モールド6とインプリント材16とを接触させた状態での位置合わせにおいては、図6(b)に示すように、モールド上のマークAM1と基板上のマークAM2との位置ずれ量CMPを補正するだけでよい。一方で、モールド6とインプリント材16とを接触させる前において相対位置の変更を行わない場合では、当該位置合わせにおいて、シフト量CMと位置ずれ量CMPとの総量を補正する必要がある。つまり、第1実施形態のインプリント装置100は、モールド6と基板10との位置合わせにおいてそれらの相対位置を変更する量を、モールド6とインプリント材16とを接触させる前に相対位置の変更を行わない場合と比べて小さくすることができる。

20

【0032】

S110では、制御部5は、モールド6を接触させたインプリント材16に対して紫外線を照射するように照射部2を制御し、当該インプリント材16を硬化させる。S111では、制御部5は、モールド6と基板10との間隔が広がるようにモールド保持部3を制御し、硬化したインプリント材16からモールド6を剥離(離型)する。S112では、制御部5は、基板上に引き続きモールド6のパターンを転写するショット領域(次のショット領域)があるか否かの判定を行う。次のショット領域がある場合はS101に進み、次のショット領域がない場合はS113に進む。S113では、制御部5は、基板10を基板ステージ4から回収するように基板搬送機構(不図示)を制御する。

30

【0033】

上述のように、第1実施形態のインプリント装置100は、モールド6を傾けることによるモールド上のマークのシフト量を求め、モールド6とインプリント材16とを接触させる前において当該シフト量に従ってモールド6と基板10との相対位置を変更する。これにより、インプリント装置100は、モールド6と基板10との位置合わせにおいてそれらの相対位置を変更する量がモールド6を傾けた分だけ大きくなることを抑制し、当該位置合わせを迅速に行うことができる。ここで、第1実施形態のインプリント装置100では、モールド6を傾けた状態でモールド6とインプリント材16とを接触させる際、変形部15によってモールド6のパターン面6aを変形させているが、それに限られるものではない。例えば、変形部15によるパターン面6aの変形を行わずに、モールド6を傾けた状態でモールド6とインプリント材16とを接触させてもよい。この場合、モールド6を傾けることによるモールド上のマークAM1のシフト量(XY方向)は、モールド6

40

50

の傾斜角、およびパターン面 6 a が変形していない状態での回転軸 M T c とモールド上のマーク A M 1 との距離 から求められうる。

【 0 0 3 4 】

< 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 2 0 0 について説明する。図 7 は、第 2 実施形態のインプリント装置 2 0 0 を示す概略図である。第 2 実施形態のインプリント装置 2 0 0 は、第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 と比べ、Z 方向（第 1 方向）におけるモールド 6 のパターン面 6 a の位置を計測する計測部 2 5 を更に含む。計測部 2 5 は、例えばレーザ干渉計を含みうる。計測部 2 5 は、レーザ干渉計からパターン面 6 a に光（レーザ光）を照射し、パターン面 6 a で反射された光に基づいてパターン面 6 a の位置（Z 方向）を計測することができる。ここで、第 2 実施形態のインプリント装置 2 0 0 は、計測部 2 5 以外の構成が第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 と同様であるため、以下では計測部 2 5 以外の構成についての説明を省略する。

10

【 0 0 3 5 】

次に、第 2 実施形態のインプリント装置 2 0 0 におけるインプリント処理の流れについて、図 8 を参照しながら説明する。図 8 は、第 2 実施形態のインプリント装置 2 0 0 におけるインプリント処理を示すフローチャートである。図 8 に示すインプリント処理は、制御部 5 がインプリント装置 2 0 0 の各部を統括的に制御することによって行われうる。

【 0 0 3 6 】

S 2 0 0 では、制御部 5 は、基板 1 0 を基板チャック 1 9 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 1 0 を保持するように基板ステージ 4 を制御する。S 2 0 1 では、制御部 5 は、モールド 6 のパターン面 6 a の位置（Z 方向）を計測部 2 5 に計測させる。これにより、制御部 5 は、変形部 1 5 によってモールド 6 のパターン面 6 a を変形させていない状態におけるパターン面 6 a の Z 方向の位置 Z 1 を得ることができる。S 2 0 2 では、制御部 5 は、対象ショット領域が供給部 2 4 の下に配置されるように基板ステージ 4 を制御し、対象ショット領域にインプリント材 1 6 を供給するように供給部 2 4 を制御する。S 2 0 3 では、制御部 5 は、モールド 6 のパターン面 6 a の下方に対象ショット領域が配置されるように基板ステージ 4 を制御する。S 2 0 4 では、制御部 5 は、変形部 1 5 にモールド 6 のパターン面 6 a を変形させる。S 2 0 5 では、制御部 5 は、モールド 6 のパターン面 6 a の位置（Z 方向）を計測部 2 5 に計測させる。これにより、制御部 5 は、変形部 1 5 によってモールド 6 のパターン面 6 a を変形させた状態におけるパターン面 6 a の Z 方向の位置 Z 2 を得ることができる。

20

30

【 0 0 3 7 】

S 2 0 6 では、制御部 5 は、モールド 6 の傾斜角を決定する。S 2 0 7 では、制御部 5 は、S 2 0 6 で決定したモールド 6 の傾斜角に従って、モールド保持部 3 にモールド 6 を傾けさせる。S 2 0 6 および S 2 0 7 は、第 1 実施形態における S 1 0 4 および S 1 0 5 とそれぞれ同じ工程であるため、ここではそれらの詳細な説明を省略する。

【 0 0 3 8 】

S 2 0 8 では、制御部 5 は、変形部 1 5 によりパターン面 6 a を変形させた状態でモールド 6 を傾けることによりモールド上のマーク A M 1 が X Y 方向にシフトするシフト量 C M を求める。第 2 実施形態では、制御部 5 は、S 2 0 1 で得られた位置 Z 1 と S 2 0 5 で得られた位置 Z 2 とを用いて、式（ 4 ）に従って距離 M Z を求める。式（ 4 ）におけるは、式（ 1 ）と同様に、変形部 1 5 によってパターン面 6 a を変形させる前の回転軸 M T c とモールド上のマーク A M 1 との距離（Z 方向）を示す。このように距離 M Z を求めることにより、制御部 5 は、モールド 6 の傾斜角 M T および距離 M Z を用いて、式（ 2 ）および式（ 3 ）に従ってシフト量 C M の X Y 成分（C M x、C M y）をそれぞれ求めることができる。

40

$$M Z = | Z 1 - Z 2 | +$$

$$\dots (4)$$

【 0 0 3 9 】

S 2 0 9 では、制御部 5 は、S 2 0 8 で求めたシフト量 C M に従って、モールド 6 と基

50

板 1 0 との相対位置を変更する。S 2 1 0 では、制御部 5 は、モールド 6 と基板 1 0 との間隔が狭まるようにモールド保持部 3 を制御し、モールド 6 とインプリント材 1 6 とを接触させる。S 2 1 1 では、制御部 5 は、検出部 2 3 による検出結果に基づいて、モールド 6 とインプリント材 1 6 とが接触した状態において、モールド 6 を傾けたままモールド 6 と基板 1 0 との位置合わせを行う。S 2 1 2 ~ S 2 1 5 は、第 1 実施形態における S 1 1 0 ~ S 1 1 3 と同様の工程であるため、ここではそれらの工程の説明を省略する。

【 0 0 4 0 】

上述のように、第 2 実施形態のインプリント装置 2 0 0 は、Z 方向におけるモールド 6 のパターン面 6 a の位置を計測する計測部 2 5 を含む。インプリント装置 2 0 0 は、変形部 1 5 によってパターン面 6 a を変形させる前および変形させた後のそれぞれにおいて計測部 2 5 にパターン面の位置を計測させる。そして、それらの計測結果を用いて、モールド 6 を傾けることによるモールド上のマーク A M 1 のシフト量を求め、モールド 6 とインプリント材 1 6 とを接触させる前において当該シフト量に従ってモールド 6 と基板 1 0 との相対位置を変更する。これにより、インプリント装置 2 0 0 は、モールド 6 と基板 1 0 との位置合わせにおいてそれらの相対位置を変更する量がモールド 6 を傾けた分だけ大きくなることを抑制し、当該位置合わせを迅速に行うことができる。

【 0 0 4 1 】

< 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説明する。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 1 0 0 と装置構成が同様であるため、ここでは装置構成についての説明を省略する。

【 0 0 4 2 】

インプリント装置には、収率を向上させるため、基板 1 0 の周辺部に配置されてモールド 6 のパターンの一部のみを転写するショット領域（欠けショット領域）にも、インプリント処理を行うことが求められている。そのため、欠けショット領域のインプリント処理においても、モールド 6 のパターン面 6 a を変形させた状態でモールド 6 と基板 1 0 との間隔を狭め、モールド 6 のパターン面 6 a の中心から徐々にモールド 6 とインプリント材 1 6 との接触が行われる。

【 0 0 4 3 】

ところで、欠けショット領域のインプリント処理においてモールド 6 とインプリント材 1 6 とを接触させる際、図 9（a）に示すように、X Y 方向においてモールド 6 のパターン面 6 a の中心が基板 1 0 からみ出していることがある。このような状況において、図 9（b）に示すように、モールド 6 を傾けずにモールド 6 と基板 1 0 との間隔を狭めてしまうと、モールド 6 のパターン面 6 a が基板 1 0 の外周端（エッジ）に接触し、パターン面 6 a に傷などのダメージが生じうる。そのため、欠けショット領域の目標箇所からモールド 6 とインプリント材 1 6 との接触を開始するように、パターン面 6 a を変形させ且つモールド 6 を傾けた状態でモールド 6 とインプリント材 1 6 とを接触させることが好ましい（図 9（c）参照）。しかしながら、モールド 6 と傾けると、欠けショット領域上の目標箇所に転写すべきパターンが形成されたパターン面 6 a の箇所（以下、対応箇所）が、X Y 方向（第 2 方向）にシフトする。その結果、欠けショット領域の目標箇所上のインプリント材 1 6 にパターン面 6 a の対応箇所を最初に接触させ、当該目標箇所からモールド 6 とインプリント材 1 6 との接触を徐々に行うことが困難になりうる。

【 0 0 4 4 】

そこで、第 3 実施形態のインプリント装置は、モールド 6 を傾けることによって対応箇所が X Y 方向（第 2 方向）にシフトするシフト量を求める。そして、モールド 6 と基板 1 0 との相対位置（X Y 方向）を当該シフト量に従って変更した後でモールド 6 とインプリント材 1 6 とを接触させる。これにより、モールド 6 のパターン面 6 a が基板 1 0 の外周端に接触することを防止することができるとともに、欠けショット領域の目標箇所からモールド 6 とインプリント材 1 6 との接触を開始することができる。ここで、モールド 6 を傾けることによりパターン面 6 a の対応箇所が X Y 方向にシフトすることは、欠けショッ

ト領域の目標箇所からモールド6とインプリント材16とを接触させる場合のみに起こりうるものではない。例えば、モールド6のパターンの全体を転写するショット領域（完全ショット領域）の目標箇所からモールド6とインプリント材16とを接触させる場合においても起こりうる。また、目標箇所は、ショット領域（欠けショット領域、または完全ショット領域）の重心を含みうる。

【0045】

次に、第3実施形態のインプリント装置におけるインプリント処理の流れについて説明する。第3実施形態のインプリント装置は、図3に示すフローチャートに従い、制御部5がインプリント装置の各部を統括的に制御することによって、インプリント処理を行う。第3実施形態のインプリント装置が行うインプリント処理は、第1実施形態のインプリント装置100が行うインプリント処理と比べて、特に、モールド6の傾斜角を決定する工程、およびモールドとインプリント材とを接触させる工程が異なる。そのため、以下では、図3のフローチャートのうちS104～S110の工程について説明する。S104～S110以外の工程は、第1実施形態のインプリント装置100が行うインプリント処理の工程と同様である。

【0046】

S104では、制御部5は、対象ショット領域の目標箇所からモールド6とインプリント材16との接触が開始するように、モールド6を傾ける角度（モールド6の傾斜角）を決定する。制御部5は、図9（a）に示すように対象ショット領域の目標箇所91（例えば重心）とパターン面6aの中心92との距離（XおよびY）を求める。対象ショット領域の目標箇所91は、例えば、基板上におけるショット領域の配置情報を用いて事前に決定されてもよいし、対象ショット領域を撮像することによって得られた画像に基づいて決定されてもよい。そして、制御部5は、求めた距離XおよびYを用いて、式（5）および式（6）に従ってモールド6の傾斜角MTxおよびMTyをそれぞれ求める。ここで、Zxは、図9（b）に示すように、パターン面6aの中心92と、パターン面6aの中心92から距離Xの2倍（2X）だけ離れたパターン面6aの点93とのZ方向における位置の差を表す。同様に、Zyは、パターン面6aの中心92と、パターン面6aの中心92から距離Yの2倍（2Y）だけ離れたパターン面の点とのZ方向における位置の差を表す。

$$MTx = \arcsin \left(\frac{Zx / 2 - X}{Zx / 2 - X} \right) \cdots (5)$$

$$MTy = \arcsin \left(\frac{Zy / 2 - Y}{Zy / 2 - Y} \right) \cdots (6)$$

【0047】

S105では、制御部5は、S304で決定したモールド6の傾斜角に従って、モールド保持部3にモールド6を傾けさせる。S106では、制御部5は、変形部15によりパターン面6aを変形させた状態でモールド6を傾けることによりパターン面6aの対応箇所がXY方向にシフトするシフト量CMを求める。パターン面6aの対応箇所のシフト量CMは、第1実施形態で説明した方法と同様の方法によって求められうる。S107では、制御部5は、S106で求めたシフト量CMに従って、モールド6と基板10との相対位置を変更する。S108では、制御部5は、モールド6と基板10との間隔が狭まるようにモールド保持部3を制御し、モールド6とインプリント材16とを接触させる。このとき、制御部5は、モールド6とインプリント材16との接触が開始したら、モールド6と基板10との間隔に応じて空間13の圧力が徐々に低下するように変形部15を制御する。それと同時に、制御部5は、モールド6と基板10との間隔が目標間隔になったときにモールド6のパターン面6aと基板10の面とが平行になるように、モールド6と基板10との間隔に応じて、モールド保持部3にモールド6の傾きを徐々に変化させる。

【0048】

上述のように、第3実施形態のインプリント装置は、ショット領域の目標箇所からモールド6とインプリント材16との接触が開始するように、パターン面6aを変形させ且つモールド6を傾けた状態でモールド6とインプリント材16とを接触させる。そして、モールド6を傾けることによってパターン面6aの対応箇所がXY方向（第2方向）にシフ

とするシフト量を求め、モールド 6 とインプリント材 16 とを接触させる前において当該シフト量に従ってモールド 6 と基板 10 との相対位置を変更する。これにより、第 3 実施形態のインプリント装置は、モールド 6 のパターン面 6a が基板 10 の外周端に接触することを防止することができるとともに、ショット領域の目標箇所からモールド 6 とインプリント材 16 との接触を開始することができる。

【 0 0 4 9 】

＜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（インプリント処理を基板に行う工程）と、かかる工程でパターンを形成された基板（インプリント処理を行われた基板）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。

【 0 0 5 0 】

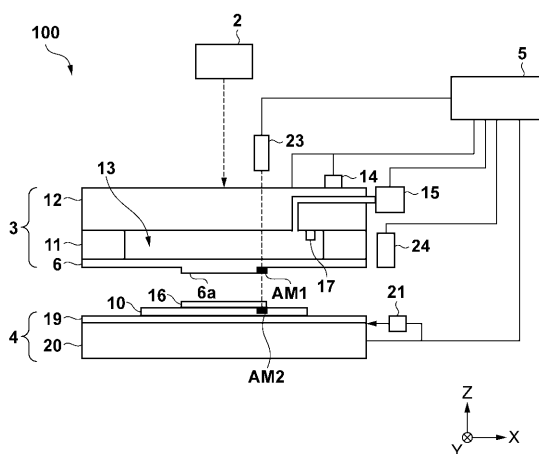
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

【符号の説明】

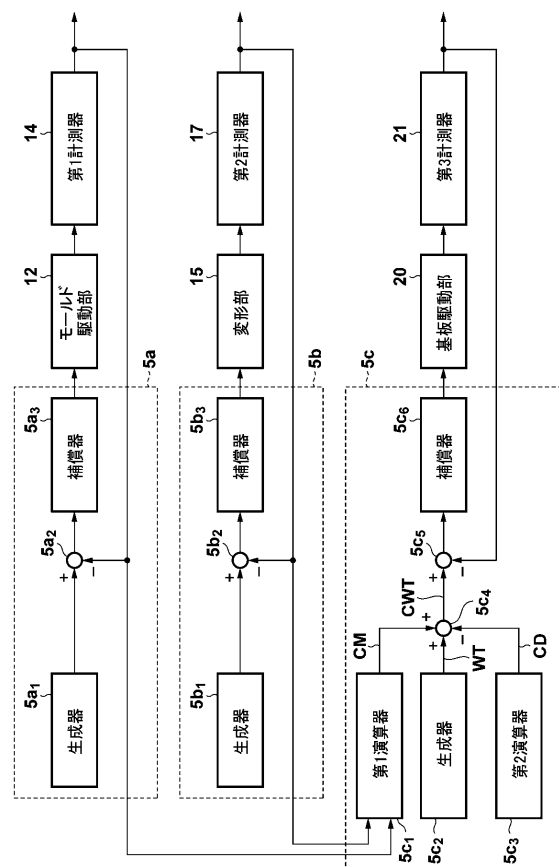
【 0 0 5 1 】

3 : モールド保持部、 5 : 制御部、 6 : モールド、 6 a : パターン面、 10 : 基板、 16 : インプリント材、 100 : インプリント装置

【 図 1 】



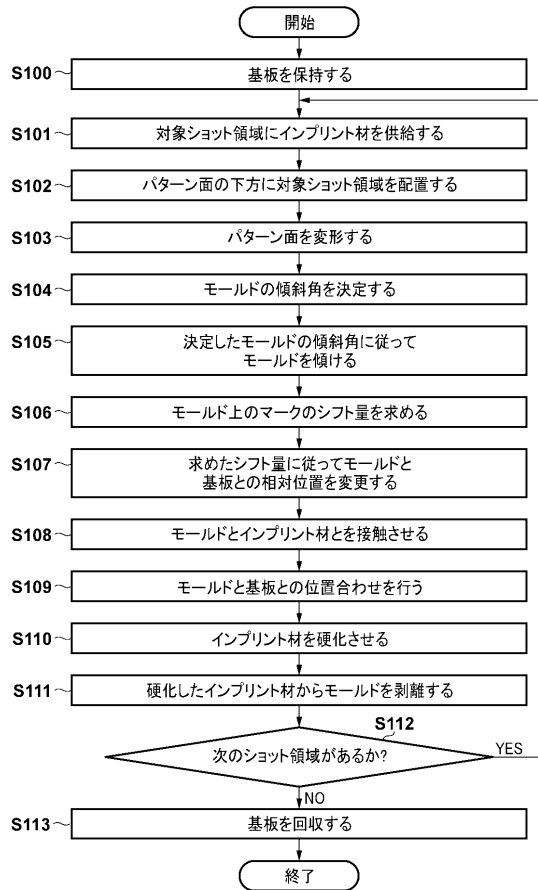
【圖 2】



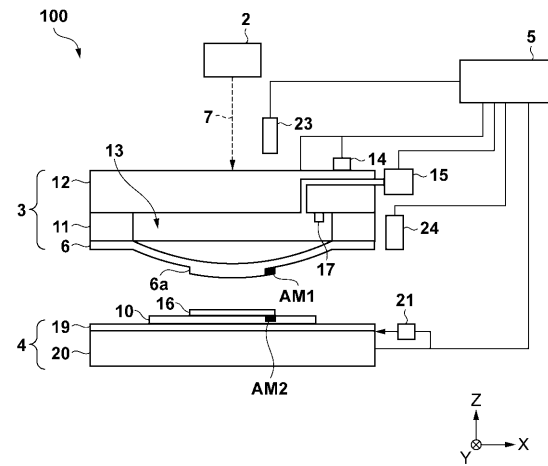
10

20

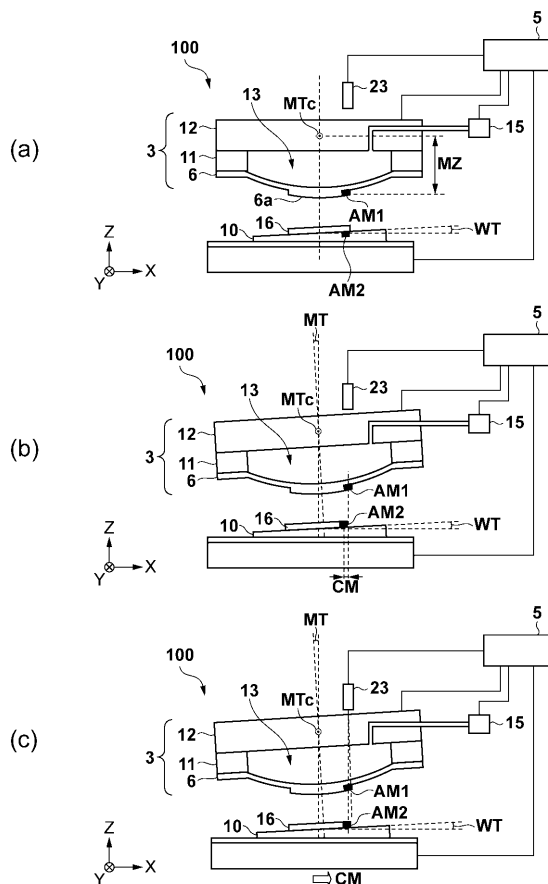
【図 3】



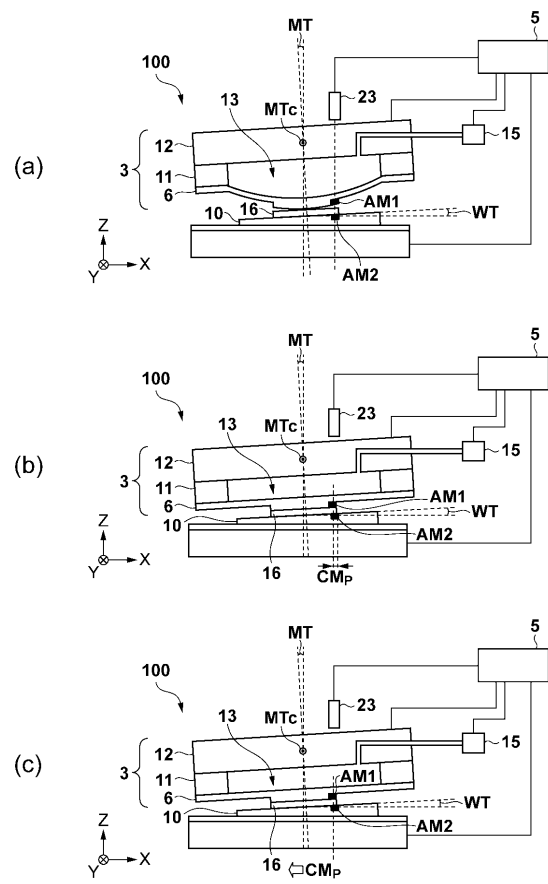
【図 4】



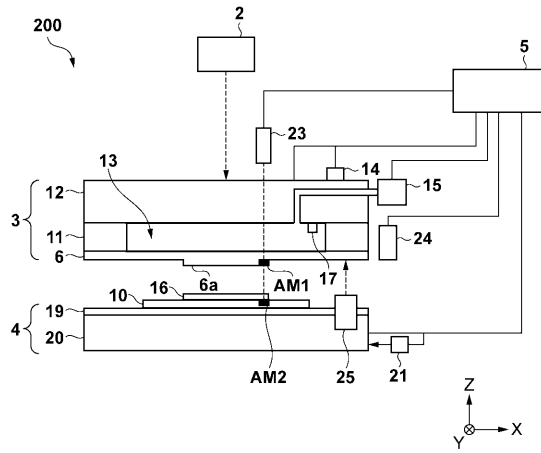
【図 5】



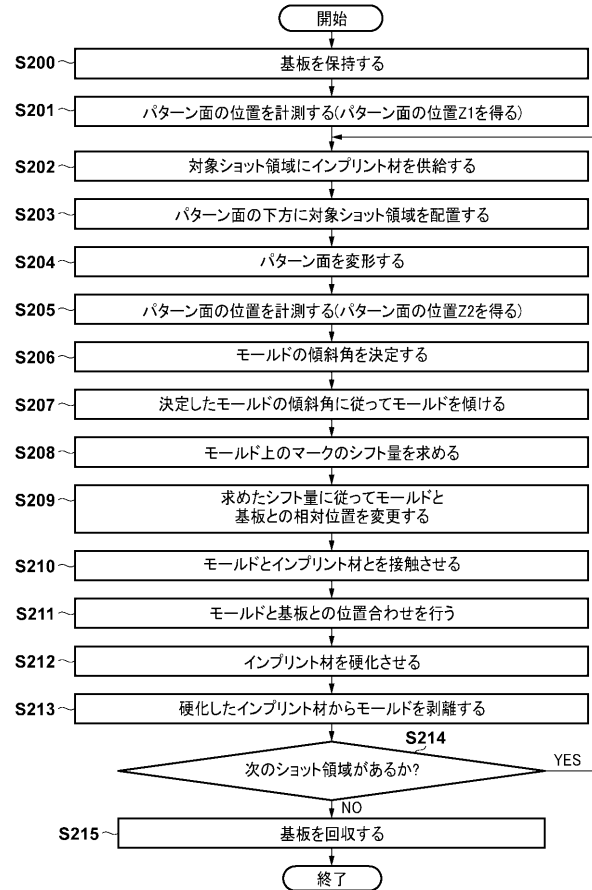
【図 6】



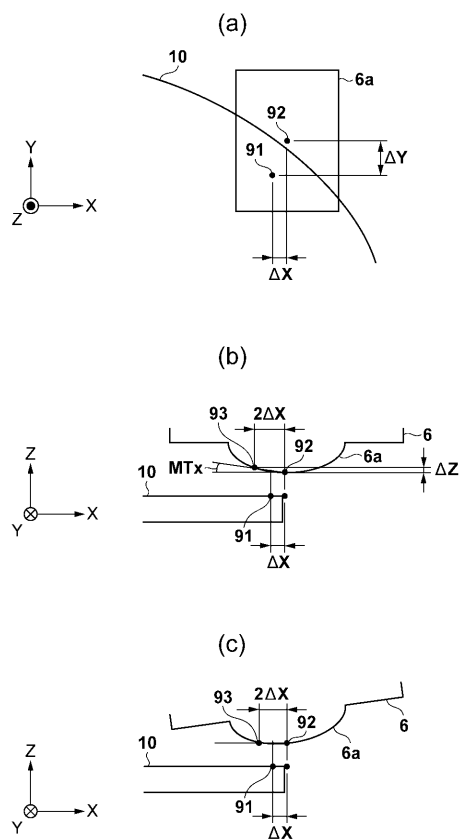
【圖 7】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 シューメーカー フィリップ
アメリカ合衆国 1807 ウェスト ブレイカー レーン、ビルディング シー - 300 オ
ースティン、テキサス、78758 キヤノン ナノテクノロジーズ, インク内
- (72)発明者 ルー シャオミン
アメリカ合衆国 1807 ウェスト ブレイカー レーン、ビルディング シー - 300 オ
ースティン、テキサス、78758 キヤノン ナノテクノロジーズ, インク内
- (72)発明者 チャン ウェイ
アメリカ合衆国 1807 ウェスト ブレイカー レーン、ビルディング シー - 300 オ
ースティン、テキサス、78758 キヤノン ナノテクノロジーズ, インク内
- (72)発明者 木村 淳
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 太田 純
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 今井 彰

- (56)参考文献 特開2005-101201(JP, A)
特開2013-026288(JP, A)
特開2014-225637(JP, A)
特開2015-056589(JP, A)
特開2013-131577(JP, A)
特開2007-299994(JP, A)
特開2013-021155(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027、21/30
B29C 59/00 - 59/06