

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-199730

(P2017-199730A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/027 (2006.01)	H O 1 L 21/30 5 O 2 D	3 C O 8 1
B 8 1 C 1/00 (2006.01)	B 8 1 C 1/00	4 F 2 O 9
B 2 9 C 59/02 (2006.01)	B 2 9 C 59/02 B	5 F 1 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-87383 (P2016-87383)  
 (22) 出願日 平成28年4月25日 (2016. 4. 25)

(71) 出願人 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  
 (72) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康德  
 (74) 代理人 100115071  
 弁理士 大塚 康弘  
 (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

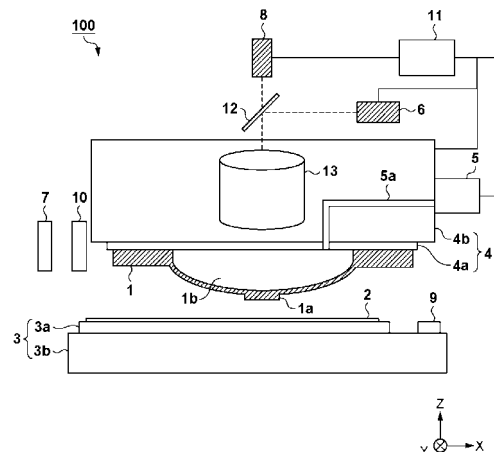
(54) 【発明の名称】 インプリント装置、インプリント方法、および物品の製造方法。

(57) 【要約】

【課題】 モールドと基板上的のインプリント材との接触時に生じるモーメントを低減させるために有利な技術を提供する。

【解決手段】 パターンが形成されたパターン領域を有するモールドを用いて、基板上的のインプリント材に当該パターンを転写するインプリント装置は、前記パターン領域を変形させる変形部と、前記変形部により前記パターン領域を変形させて前記モールドとインプリント材とを接触させる処理を制御する制御部と、を含み、前記制御部は、前記モールドと基板との相対傾きと、前記モールドとインプリント材との接触時に当該相対傾きを変動させるモーメントとの関係を示す情報に基づいて、前記モールドとインプリント材との接触時に生じるモーメントが許容範囲に収まるときの前記モールドと基板との目標相対傾きを決定し、前記モールドと基板との相対傾きを当該目標相対傾きにしてから前記モールドとインプリント材との接触を開始させる。

【選択図】 図 1



**【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を用いて、基板上のインプリント材に当該パターンを転写するインプリント装置であって、

基板に向かって突出した凸形状に前記パターン領域を変形させる変形部と、

前記変形部により前記パターン領域を変形させて前記モールドとインプリント材とを接触させる処理を制御する制御部と、

を含み、

前記制御部は、前記モールドと基板との相対傾きと、前記モールドとインプリント材との接触時に当該相対傾きを変動させるモーメントとの関係を示す情報に基づいて、前記モールドとインプリント材との接触時に生じるモーメントが許容範囲に収まるときの前記モールドと基板との目標相対傾きを決定し、前記モールドと基板との相対傾きを当該目標相対傾きにしてから前記モールドとインプリント材との接触を開始させる、ことを特徴とするインプリント装置。

10

**【請求項 2】**

基板は、複数のショット領域を有し、

前記制御部は、前記モールドと基板との目標相対傾きを、前記情報に基づいてショット領域ごとに決定する、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】**

前記複数のショット領域は、第 1 ショット領域および第 2 ショット領域を含み、

前記制御部は、前記第 1 ショット領域と前記第 2 ショット領域との間でのモーメントの差を前記情報に基づいて相対傾きの差に換算し、前記第 1 ショット領域について決定された目標相対傾きを前記相対傾きの差で補正することにより前記第 2 ショット領域についての目標相対傾きを決定する、ことを特徴とする請求項 2 に記載のインプリント装置。

20

**【請求項 4】**

前記制御部は、前記モールドと基板との相対傾きが互いに異なる複数の状態の各々について、前記モールドとインプリント材との接触時に生じるモーメントを求めることにより、前記情報を生成する、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】**

複数のアクチュエータを含み、前記モールドと基板と接触させるように前記モールドおよび基板の少なくとも一方を駆動する駆動部と、

前記複数のアクチュエータの各々で発生した力を検出するセンサと、

を含み、

前記制御部は、前記複数の状態の各々について、前記センサでの検出結果からモーメントを求める、ことを特徴とする請求項 4 に記載のインプリント装置。

30

**【請求項 6】**

前記許容範囲は、前記複数のアクチュエータで発生する力の差が目標範囲に収まるときのモーメントの範囲である、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】**

前記制御部は、モールドごとに前記情報を生成する、ことを特徴とする請求項 4 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

40

**【請求項 8】**

前記許容範囲は、基板に転写されたパターンのディストーションが目標範囲に収まるときのモーメントの範囲である、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】**

前記制御部は、前記モールドと基板との相対傾きが維持されるように前記モールドとインプリント材との接触を制御する、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。

50

**【請求項 10】**

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。

**【請求項 11】**

パターンが形成されたパターン領域を有するモールドを用いて、基板上のインプリント材に当該パターンを転写するインプリント方法であって、

前記モールドと基板との相対傾きと、前記モールドとインプリント材との接触時に当該相対傾きを変動させるモーメントとの関係を示す情報に基づいて、前記モールドとインプリント材との接触時に生じるモーメントが許容範囲に収まるときの前記モールドと基板との目標相対傾きを決定する決定工程と、

基板に向かって突出した凸形状に前記パターン領域を変形させ、前記モールドと基板との相対傾きを前記決定工程で決定した前記目標相対傾きにしてから前記モールドとインプリント材との接触を開始させる接触工程と、  
を含む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】**

凹凸のパターンが形成されたパターン領域を有するモールドを用いて、基板上のインプリント材に当該パターンを転写するインプリント装置が、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。インプリント装置は、モールドと基板上のインプリント材とを接触させた状態で当該インプリント材を硬化させるインプリント処理を行うことにより、基板上のインプリント材にパターンを形成することができる。このようなインプリント装置では、モールドとインプリント材とを接触させたときにモールドのパターンに気泡が残存していると、インプリント材に形成されたパターンに欠損が生じうる。特許文献 1 には、モールドのパターン領域を基板に向かって突出した凸形状に変形させてモールドとインプリント材とを接触させることにより、モールドのパターンにおける気泡の残存を低減する方法が開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献 1】特表 2009 - 536591 号公報

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

一般に、モールドと基板上のインプリント材とを接触させる際には、モールドと基板との相対傾きのサーボ制御が行われうる。しかしながら、パターン領域を凸形状に変形させた状態でモールドと基板上のインプリント材とを接触させると、モールドとインプリント材との接触時に、モールドと基板との相対傾きを変動させるモーメントが発生することがある。このようなモーメントが発生すると、モールドと基板とが相対的に揺動してしまい、モールドの凹凸パターン（凹部）へのインプリント材の充填が不十分になったり、インプリント材の充填時間が延びたりといった不具合が生じうる。

**【0005】**

そこで、本発明は、モールドと基板上のインプリント材との接触時に生じるモーメントを低減させ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】**

## 【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領域を有するモールドを用いて、基板上のインプリント材に当該パターンを転写するインプリント装置であって、基板に向かって突出した凸形状に前記パターン領域を変形させる変形部と、前記変形部により前記パターン領域を変形させて前記モールドとインプリント材とを接触させる処理を制御する制御部と、を含み、前記制御部は、前記モールドと基板との相対傾きと、前記モールドとインプリント材との接触時に当該相対傾きを変動させるモーメントとの関係を示す情報に基づいて、前記モールドとインプリント材との接触時に生じるモーメントが許容範囲に収まるときの前記モールドと基板との目標相対傾きを決定し、前記モールドと基板との相対傾きを当該目標相対傾きにしてから前記モールドとインプリント材との接触を開始させる、ことを特徴とする。

10

## 【0007】

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】

## 【0008】

本発明によれば、例えば、モールドと基板上のインプリント材との接触時に生じるモーメントを低減させ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】

## 【0009】

20

【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】インプリントヘッドをZ方向から見た図である。

【図3】インプリント処理のフローを示すフローチャートである。

【図4】モールドと基板との目標相対傾きを決定する方法を示すフローチャートである。

【図5】時刻に対するモーメント情報を示す図である。

【図6】相対傾きに対するモーメント情報を示す図である。

【図7】第2ショット領域についての目標相対傾きを決定する方法を示すフローチャートである。

【図8】第2ショット領域についての目標相対傾きを決定する方法を説明するための図である。

30

【図9】複数のショット領域のレイアウトを示す図である。

## 【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、以下の説明において、基板に照射される光の光軸と平行な方向をZ方向とし、Z方向に垂直な面内において直交する2つの方向をX方向およびY方向とする。

## 【0011】

## &lt;第1実施形態&gt;

本発明に係る第1実施形態のインプリント装置100について説明する。インプリント装置は、基板上に供給されたインプリント材と型とを接触させ、インプリント材に硬化用のエネルギーを与えることにより、型の凹凸パターンが転写された硬化物のパターンを形成する装置である。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パターン領域1aを有するモールド1を用いて、基板2のショット領域上に供給されたインプリント材に当該パターンを転写するインプリント処理を行う。例えば、インプリント装置100は、パターンが形成されたモールド1を基板上のインプリント材に接触させた状態で当該インプリント材を硬化する。そして、インプリント装置100は、モールド1と基板2との間隔を広げ、硬化したインプリント材からモールド1を剥離（離型）することによって、インプリント材にパターンを形成することができる。

40

## 【0012】

50

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、本実施形態では、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1とインプリント材とを接触させた状態でインプリント材に光（紫外線）を照射することにより当該インプリント材を硬化させる方法である。

#### 【0013】

インプリント材には、硬化用のエネルギーが与えられることにより硬化する硬化性組成物（未硬化状態の樹脂と呼ぶこともある）が用いられる。硬化用のエネルギーとしては、電磁波、熱等が用いられる。電磁波としては、例えば、その波長が10nm以上1mm以下の範囲から選択される、赤外線、可視光線、紫外線などの光である。

10

#### 【0014】

硬化性組成物は、光の照射により、あるいは、加熱により硬化する組成物である。このうち、光により硬化する光硬化性組成物は、重合化合物と光重合開始材とを少なくとも含有し、必要に応じて非重合化合物または溶剤を含有してもよい。非重合化合物は、増感剤、水素供与体、内添型離型剤、界面活性剤、酸化防止剤、ポリマ成分などの群から選択される少なくとも一種である。

#### 【0015】

インプリント材は、スピンコートやスリットコートにより基板上に膜状に付与される。あるいは、液体噴射ヘッドにより、液滴状、あるいは複数の液滴が繋がってできた島状または膜状となって基板上に付与されてもよい。インプリント材の粘度（25℃における粘度）は、例えば、1mPa・s以上100mPa・s以下である。

20

#### 【0016】

##### [装置構成]

次に、第1実施形態のインプリント装置100の構成について、図1を参照しながら説明する。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、基板ステージ3と、インプリントヘッド4と、変形部5と、照射部6と、供給部7と、撮像部8と、第1計測部9と、第2計測部10と、制御部11とを含みうる。制御部11は、例えばCPUやメモリなどを有するコンピュータによって構成され、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）。インプリント処理には、例えば、変形部5によってモールド1のパターン領域1aを変形させてモールド1と基板とのインプリント材との接触を開始させ、モールド1とインプリント材（基板2）との接触領域を徐々に拡げる処理（接触処理）を含みうる。

30

#### 【0017】

基板ステージ3は、例えば基板保持部3aと基板駆動部3bとを含み、基板2を保持して移動可能に構成される。基板保持部3aは、例えば真空吸着力や静電力などにより基板2を保持する。基板駆動部3bは、基板保持部3aを機械的に保持するとともに、基板保持部3a（基板2）をXY方向に駆動する。また、基板駆動部3bは、基板2のZ方向の位置や、基板2のXY面に対する傾き・XY面の回転を変更することができるように構成されてもよい。ここで、基板2としては、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂等が用いられ、必要に応じて、その表面に基板とは別の材料からなる部材が形成されてもよい。基板としては、具体的に、シリコンウェハ、化合物半導体ウェハ、石英ガラスなどである。また、インプリント材の付与前に、必要に応じて、インプリント材と基板との密着性を向上させるための密着層を設けてもよい。

40

#### 【0018】

インプリントヘッド4は、例えば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保持部4aと、モールド保持部4a（モールド1）のZ方向の位置や傾きを変更可能に構成されたモールド駆動部4bとを含みうる。また、モールド駆動部4bは、モールド1のXY方向の位置を調整することができるように構成されてもよい。

#### 【0019】

ここで、モールド駆動部4bの構成について、図2を参照しながら説明する。図2は、

50

インプリントヘッド4（モールド駆動部4b）をZ方向から見た図である。モールド駆動部4bは、例えば、図2に示すように配置された複数のアクチュエータZ1～Z3を含み、複数のアクチュエータZ1～Z3の各々を制御することにより、モールド1と基板2との相対位置（Z方向）や相対傾きを変更することができる。また、各アクチュエータZ1～Z3には、変位センサ4b<sub>1</sub>および力センサ4b<sub>2</sub>が設けられうる。変位センサ4b<sub>1</sub>は、各アクチュエータZ1～Z3における両端間の変位量（各アクチュエータZ1～Z3がモールド1を変位させた量）を検出し、力センサ4b<sub>2</sub>は、各アクチュエータZ1～Z3で発生した力を検出する。

#### 【0020】

本実施形態では、インプリントヘッド4を、モールド1と基板2とを接触させるようにモールド1および基板の少なくとも一方を駆動する駆動部として機能させているが、それに限られるものではない。例えば、基板ステージ3を当該駆動部として機能させてもよいし、インプリントヘッド4および基板ステージ3の双方を当該駆動部として機能させてもよい。

10

#### 【0021】

インプリントヘッド4により保持されるモールド1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、基板側の面（パターン面）には、デバイスパターンとして基板2に転写すべき凹凸パターンが形成されたパターン領域1aを有する。パターン領域1aは、例えば数十μm程度の段差で構成されたメサ形状を有しており、パターン領域1aのサイズは、基板上に転写すべきデバイスパターンにより異なるが、33mm×26mmが一般的である。また、モールド1には、パターン領域を变形しやすくするため、パターン領域1aとその周辺の厚みが薄くなるように、パターン面と反対側の面にキャビティ1b（凹部）が形成される。このキャビティ1bは、インプリントヘッド4（モールド保持部4a）によってモールド1が保持されることで、略密封された空間となる。キャビティ1bは、配管5aを介して変形部5に接続されている。

20

#### 【0022】

変形部5は、インプリントヘッド4によって保持されたモールド1のキャビティ1bの内部の圧力を変更することにより、モールド1のパターン領域1aを基板2に向かって突出した凸形状に変形する。例えば、モールド1と基板2とを近づけてモールド1と基板上のインプリント材を接触させる際には、変形部5は、例えば、配管5aを介してキャビティ1bの内部に圧縮空気を供給することにより、キャビティ1bの内部の圧力をその外部の圧力よりも高くする。これにより、変形部5は、モールド1のパターン領域1aを基板2に向かって突出した凸形状に変形させることができ、接触処理においてモールド1とインプリント材との接触領域を徐々に広げることができる。その結果、インプリント材に接触したモールド1の凹凸パターン（凹部）に気泡が残存することを低減することができ、インプリント処理によってインプリント材に形成されたパターンに欠損が生じることを低減することができる。

30

#### 【0023】

照射部6は、基板上のインプリント材を硬化させる処理において、インプリント材を硬化させる光（紫外線）をモールド1を介して基板2に照射する。本実施形態では、照射部6から射出された光が、ビームスプリッタ12（バンドフィルタ）で反射され、リレー光学系13およびモールド1を介して基板2に照射される。また、供給部7は、基板上にインプリント材を供給（塗布）する。上述したように、本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として用いられうる。

40

#### 【0024】

撮像部8は、ビームスプリッタ12およびリレー光学系13を介してモールド1のパターン領域1aを撮像する。例えば、撮像部8は、モールド1と基板2とをインプリント材を介して接触させる接触処理において、モールド1のパターン領域1aと基板2との接触領域を広げている間の複数のタイミングの各々でパターン領域1aを撮像する。このよう

50

に撮像部 8 により得られた各画像には、モールド 1 と基板 2 との接触によって生じる干渉縞が形成されるため、各画像に基づいて、パターン領域 1 a とインプリント材との接触領域の拡がり方を観察することができる。また、モールド 1 と基板 2 に形成されたアライメントマークを検出するために、アライメントスコープ（検出系）を備えていてもよい。

#### 【0025】

第 1 計測部 9 は、パターン領域上（モールド上）の複数点の高さを計測する。第 1 計測部 9 は、例えば、モールド 1 に光を照射し、光が照射されたモールド上の照射領域からの反射光によって当該照射領域の高さ（第 1 計測部 9 とパターン領域 1 a との距離）を計測するレーザ干渉計を含みうる。第 1 計測部 9 は、基板ステージ 3 に搭載され、基板ステージ 3 とともに X Y 方向に移動することにより、照射領域をモールド上で走査させてパターン領域上の複数点の高さを計測することができる。これにより、パターン領域 1 a の形状および傾きを求めることができる。ここで、第 1 計測部 9 は、基板ステージ 3 とは別に設けられていてもよい。

10

#### 【0026】

また、第 2 計測部 10 は、基板上の複数点の高さを計測する。第 2 計測部 10 は、例えば、基板 2 に光を照射し、光が照射された基板上の照射領域からの反射光によって当該照射領域の高さ（第 2 計測部 10 と基板 2 との距離）を計測するレーザ干渉計を含みうる。第 2 計測部 10 は、基板ステージ 3 により基板 2 が X Y 方向に移動することにより、照射領域を基板上で走査させて基板上の複数点の高さを計測することができる。これにより、基板 2 の形状および傾きを求めることができる。

20

#### 【0027】

##### [インプリント処理]

次に、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、図 3 を参照しながら説明する。図 3 は、インプリント処理のフローを示すフローチャートである。以下に示すインプリント処理の各工程は、制御部 11 によって行われうる。

#### 【0028】

S 10 では、制御部 11 は、基板 2 が供給部 7 の下に配置されるように基板ステージ 3 を制御する。そして、基板上に形成された複数のショット領域のうちインプリント処理を行う対象のショット領域（対象ショット領域）にインプリント材を供給するように供給部 7 を制御する。対象ショット領域にインプリント材が供給された後、制御部 11 は、対象ショット領域をモールド 1（パターン領域 1 a）の下に配置されるように基板ステージ 3 を制御する。

30

#### 【0029】

S 11 では、制御部 11 は、モールド 1 のパターン領域 1 a が基板 2 に向かって突出した凸形状に変形するように変形部 5 を制御する。S 12 では、制御部 11 は、後述のように決定されたモールド 1 と基板 2 との目標相対傾きになるように、モールド 1 と基板 2 との相対傾きを制御する。ここで、S 12 の工程は、S 11 の前に行われてもよい。

#### 【0030】

S 13 では、制御部 11 は、変形部 5 によりモールド 1 のパターン領域 1 a を変形させた状態で、モールド 1 と基板 2 とが近づくようにインプリントヘッド 4 を制御し、モールド 1 と基板上のインプリント材とを接触させる（接触処理）。例えば、制御部 11 は、変形部 5 によりモールド 1 のパターン領域 1 a を変形させた状態でモールド 1 とインプリント材との接触を開始させ、モールド 1 とインプリント材との接触領域を徐々に拡げる。このとき、制御部 11 は、モールド 1 とインプリント材との接触が開始した後、モールド 1 とインプリント材との接触領域が拡がるにつれてキャビティ 1 b の内部の圧力が徐々に小さくなるように変形部 5 を制御する。これにより、パターン領域 1 a の全体がインプリント材に接触したときのパターン領域 1 a の形状を平面形状にすることができる。また、制御部 11 は、モールド 1 とインプリント材との接触領域が拡がるにつれて、パターン領域 1 a と基板 2 の面とが平行になるように、モールド 1 と基板 2 との相対傾きを制御してもよい（即ち、インプリントヘッド 4 を制御してもよい）。

40

50

## 【0031】

S14では、制御部11は、モールド1とインプリント材とが接触している状態で、当該インプリント材に光を照射するように照射部6を制御し、当該インプリント材を硬化させる。S15では、制御部11は、モールド1と基板2とが離れるようにインプリントヘッド4を制御し、硬化したインプリント材からモールド1を剥離（離型）する。これにより、対象ショット領域上のインプリント材に、モールド1のパターンに倣った3次元形状のパターンを形成することができる。

## 【0032】

S16では、制御部11は、基板上に引き続きモールド1のパターンを転写するショット領域（次のショット領域）があるか否かの判断を行う。次のショット領域がある場合にはS10に戻り、次のショット領域がない場合には終了する。

10

## 【0033】

## [モールドと基板との目標相対傾きの決定方法]

インプリント装置100では、一般に、モールド1と基板2とのインプリント材とを接触させる際には、モールド1と基板2との相対傾きのサーボ制御が行われうる。しかしながら、パターン領域1aを凸形状に変形させた状態でモールド1とインプリント材とを接触させると、モールド1とインプリント材との接触時に、モールド1と基板2との相対傾きを変動させるモーメント（変動力とも言う）が発生することがある。このようなモーメントが発生すると、モールド1とインプリント材との接触面積を拡げている間、モールド1と基板2とが相対的に揺動しうる。その結果、モールド1の凹凸パターンの凹部へのインプリント材の充填が不十分になったり、インプリント材の充填時間が延びたりといった不具合が生じうる。また、インプリント材に形成されたパターンの凹部と基板2との間の厚さ（所謂、残膜厚（Residual Layer Thickness：RLT））にムラが生じるといった不具合も生じうる。

20

## 【0034】

そこで、本実施形態の制御部11は、モールド1と基板2との相対傾きと、モールド1とインプリント材との接触時に当該相対傾きを変動させるモーメントとの関係を示す情報（以下では、「相対傾きに対するモーメント情報」と称する）を生成する。そして、生成した相対傾きに対するモーメント情報に基づいて、モールド1とインプリント材との接触時に生じるモーメントが許容範囲に収まるときのモールド1と基板2との相対傾きを目標相対傾きとして決定する。制御部11は、このように決定した目標相対傾きを用いて、モールド1と基板2とのインプリント材との接触を制御する。例えば、制御部11は、図3のS12においてモールド1と基板2との相対傾きを目標相対傾きにしてから、図3のS13においてモールド1とインプリント材との接触を開始させる。これにより、モールド1とインプリント材とを接触時に生じるモーメントを低減し、上記の不具合を低減することができる。

30

## 【0035】

以下に、モールド1と基板2との目標相対傾きを決定する方法について説明する。図4は、モールド1と基板2との目標相対傾きを決定する方法を示すフローチャートである。以下に示す各工程は、例えば、基板2とは異なる第2基板（ダミー基板）を基板2の代わりに用いて行われうる。本実施形態では、第2基板に既にインプリント材が供給（塗布）されているものとして説明するが、それに限られるものではなく、第2基板には、インプリント材が供給されていなくてもよい。この場合、第2基板への接触によるモールド1へのダメージを避けるため、インプリント材を密着させる密着層などの緩衝材を第2基板上に塗布しておくことが好ましい。ここで、本実施形態では、第2基板を用いて相対傾きに対するモーメント情報を生成しているが、それに限られるものではなく、例えば、基板2における複数のショット領域のうち、所定のショット領域を用いて相対傾きに対するモーメント情報を生成してもよい。また、相対傾きに対するモーメント情報は、モールドごとに傾向が異なりうるため、モールドごとに生成されることが好ましい。

40

## 【0036】

50

S 2 0では、制御部 1 1は、基板ステージ 3を X Y方向に移動させながら、モールド 1のパターン領域上の複数点の高さを第 1計測部 9に計測させる。ここでは、変形部 5によるパターン領域 1 aの変形は行われていない。S 2 1では、制御部 1 1は、基板ステージ 3を X Y方向に移動させながら、第 2基板上の複数点の高さを第 2計測部 1 0に計測させる。S 2 0および S 2 1の工程は、1回の基板ステージ 3の移動において同時に行われてもよい。

【 0 0 3 7 】

S 2 2では、制御部 1 1は、第 1計測部 9および第 2計測部 1 0の計測結果に基づいて、変形部 5による変形が行われていないモールド 1と第 2基板とが平行になるようにモールド 1と第 2基板との相対傾きを制御する。S 2 2の工程は、例えば、インプリントヘッド 4によりモールド 1の傾きを変更することによって行われる。ここで、本実施形態では、S 2 2の工程において、モールド 1と第 2基板とが平行になるようにそれらの相対傾きを制御したが、それに限られるものではない。例えば、制御部 1 1は、第 1計測部 9および第 2計測部 1 0の計測結果に基づいてモールド 1と第 2基板との相対傾きを算出し、算出した相対傾きを、後の工程で決定するモールド 1と基板 2との目標相対傾きにオフセット値として加えてもよい。

10

【 0 0 3 8 】

S 2 3 ~ S 2 8は、モールド 1と第 2基板との相対傾きが互いに異なる複数の状態の各々について、モールド 1とインプリント材との接触時にモールド 1と第 2基板（基板 2）との相対傾きを変動させるモーメントを求める工程である。ここで、S 2 4では、当該複数の相対傾きの状態について、第 2基板上の同じ位置でモールド 1とインプリント材とを接触させることが、再現性の観点から好ましい。そのため、S 2 3 ~ S 2 8の工程は、インプリント材が既に供給されている複数の第 2基板を用いて、第 2基板を相対傾きの状態ごとに行うことが好ましい。

20

【 0 0 3 9 】

S 2 3では、制御部 1 1は、モールド 1のパターン領域 1 aが第 2基板に向かって突出した凸形状に変形するように変形部 5を制御する。S 2 4では、制御部 1 1は、変形部 5によりモールド 1のパターン領域 1 aを変形させた状態で、モールド 1と第 2基板とが近づくようにインプリントヘッド 4を制御し、モールド 1と第 2基板上のインプリント材とを接触させる接触処理を行う。このとき、制御部 1 1は、モールド 1と第 2基板との相対傾きが維持されるように、各アクチュエータ Z 1 ~ Z 3に設けられた変位センサ 4 b<sub>1</sub>での検出結果に基づいてモールド 1の姿勢をサーボ制御しながら、モールド 1とインプリント材とを接触させる。また、制御部 1 1は、接触処理における複数のタイミングの各々について、各アクチュエータ Z 1 ~ Z 3に設けられた力センサ 4 b<sub>2</sub>での検出結果を取得する。

30

【 0 0 4 0 】

S 2 5では、制御部 1 1は、力センサ 4 b<sub>2</sub>での検出結果に基づいて、モールド 1と第 2基板との相対傾きを変動させるモーメントを、複数のタイミングの各々について求める。モーメントは、例えば、各アクチュエータ Z 1 ~ Z 3の座標（X Y方向の位置）を用いて、以下の式（1）および式（2）によって求めることができる。式（1）および（2）において、M<sub>x</sub>は、モールド 1と第 2基板との相対傾きを X 軸周りに変動させるモーメントを表し、M<sub>y</sub>は、モールド 1と第 2基板との相対傾きを Y 軸周りに変動させるモーメントを表している。また、a、b、cは、各アクチュエータ Z 1 ~ Z 3の座標（図 2 参照）を表し、F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub>は、各アクチュエータ Z 1 ~ Z 3に設けられた力センサ 4 b<sub>2</sub>での検出結果を表している。tは、時刻である。

40

$$M_x(t) = -a F_1(t) - a F_2(t) + b F_3(t) \quad \dots (1)$$

$$M_y(t) = c F_1(t) - c F_2(t) \quad \dots (2)$$

【 0 0 4 1 】

このように各タイミング（各時刻）におけるモーメントを求めることにより、図 5 に示すように、時刻とモーメントとの関係を示す情報（以下では、「時刻に対するモーメント

50

情報」と称する)を得ることができる。モーメントは、図5に示すように、モールド1と第2基板上のインプリント材との接触面積を拡げていく期間(押印期間)においては、モールド1とインプリント材との接触面積を拡げるにつれて収束していく傾向となる。また、モーメントは、モールド1とインプリント材との接触面積を変化させずにモールド1の凹凸パターンの凹部にインプリント材を充填させる期間(充填期間)においては、ほぼ一定となる。

#### 【0042】

S26では、制御部11は、時刻に対するモーメント情報に基づいて、モーメントの代表値を求める。モーメントの代表値としては、例えば、接触処理の期間(押印期間および充填期間)における所定の時刻でのモーメントや、接触処理の期間でのモーメントの平均値が用いられうる。ここで、モーメントは、図5に示すように、押印期間より充填期間の方が安定している。そのため、モーメントの代表値として、例えば、充填期間における所定の時刻でのモーメントや、充填期間におけるモーメントの平均値が用いられるとよい。

10

#### 【0043】

S27では、制御部11は、モールド1と第2基板との相対傾きが互いに異なる複数の状態の各々についてモーメントの代表値を求めたか否かを判断する。複数の相対傾きの状態の各々についてモーメントの代表値を求めている場合は、制御部11は、S28においてモールド1と第2基板との相対傾きを変更してからS23に戻る。一方、複数の相対傾きの状態の各々についてモーメントの代表値を求めた場合はS29に進む。ここで、複数の相対傾きの状態の数(即ち、S23~S26を繰り返す回数)は、任意に設定することができる。

20

#### 【0044】

S29では、制御部11は、複数の相対傾きの状態の各々について求めたモーメントの代表値に基づいて、相対傾きに対するモーメント情報を生成する。図6は、相対傾きに対するモーメント情報を示す図である。相対傾きに対するモーメント情報は、モールド1と第2基板との相対傾きをX軸周りに変動させるモーメント、およびモールド1と第2基板との相対傾きをY軸周りに変動させるモーメントのそれぞれについて生成されうる。このように生成された相対傾きに対するモーメント情報は、メモリに記憶されうる。また、相対傾きに対するモーメント情報は、例えば、最小自乗法による1次近似式などの数式によってメモリに記憶されてもよい。

30

#### 【0045】

S30では、制御部11は、S28で生成した相対傾きに対するモーメント情報に基づいて、モーメントが許容範囲に収まるときの相対傾きを求める。例えば、制御部11は、相対傾きに対するモーメント情報に基づいて、モーメントが許容値( $M_{x\_opt}$ )になるときの相対傾き( $T_{x\_opt}$ )を求める。そして、求めた相対傾きを、モールド1とインプリント材とを接触させる際のモールド1と基板2との目標相対傾きとして決定する。モーメントの許容範囲は、例えば、複数のアクチュエータZ1~Z3で発生する力の差が目標範囲に収まるときのモーメントの範囲に設定されうる。好ましくは、複数のアクチュエータZ1~Z3で発生する力の差が零になるときのモーメントの値を含む範囲に設定されうる。また、モーメントの許容範囲は、時刻に対するモーメント情報において、モーメントの最大値と最小値との差(モーメントのばらつき)が最も小さくなるときのモーメントの値を含む範囲に設定されてもよい。さらに、モーメントの許容範囲は、基板2に転写されたパターンのディストーションが目標範囲に収まるときのモーメントの範囲に設定されてもよい。ディストーションが目標範囲に収まるときのモーメントは、例えば、実験やシミュレーションなどによって求めることができる。

40

#### 【0046】

ここで、本実施形態では、相対傾きに対するモーメント情報に基づいて、モーメントの許容範囲から目標相対傾きを決定する例について説明した。しかしながら、例えば、モーメントの許容範囲を求める際に、基板上の所定のショット領域について、基板2に転写されたパターンのディストーションが目標範囲に収まるときのモールド1と基板2との相対

50

傾きが実験などにより得られる場合がある。この場合、当該相対傾きが当該所定のショット領域についての目標相対傾きに設定されるとともに、上述したように生成された相対傾きに対するモーメント情報に基づいて、設定された目標相対傾きからモーメントの許容値（許容範囲）が決定されうる。そして、このように決定されたモーメントの許容値は、第2実施形態で説明するように、複数のショット領域の各々のうち当該所定のショット領域とは異なるショット領域についての目標相対傾きを決定する際に用いられうる。

#### 【0047】

上述したように、本実施形態のインプリント装置100は、相対傾きに対するモーメント情報を生成し、当該情報に基づいて、モーメントが許容範囲に収まるときのモールド1と基板2との相対傾きを目標相対傾きとして決定する。そして、インプリント装置100は、モールド1と基板2との相対傾きを目標相対傾きとして、モールド1とインプリント材との接触を開始させる。これにより、接触処理において、モールド1の凹凸パターン

10

の凹部へのインプリント材の充填が不十分になったり、インプリント材の充填時間が延びたりといった不具合が生じることを低減することができる。

#### 【0048】

##### <第2実施形態>

インプリント装置100では、基板上における複数のショット領域において、モールド1とインプリント材との接触時に生じるモーメントがショット領域の場所によって異なりうる。特に、モールド1のパターン領域1aの全体が転写されるショット領域（所謂、フルショット領域）と、モールド1のパターン領域1aの一部のみが転写されるショット領域（所謂、パシャルショット領域）とでは、モーメントが大きく異なりうる。そのため、モールド1と基板2との目標相対傾きを複数のショット領域の各々について決定することが好ましい。しかしながら、複数のショット領域の各々について、相対傾きに対するモーメント情報を生成することは煩雑である。そのため、第2実施形態では、複数のショット領域のうち1つのショット領域について生成した相対傾きに対するモーメント情報に基づいて、他のショット領域での目標相対傾きを求める方法について説明する。

20

#### 【0049】

以下の説明では、複数のショット領域のうち第1ショット領域においては、上述の図4に示すフローチャートの各工程を行い、相対傾きに対するモーメント情報を既に生成しているものとする。そして、複数のショット領域のうち第1ショット領域とは異なる第2

30

ショット領域についての目標相対傾きを、第1ショット領域について生成した相対傾きに対するモーメント情報に基づいて決定する方法について説明する。

#### 【0050】

図7は、第1ショット領域についての相対傾きに対するモーメント情報に基づいて、第2ショット領域についての目標相対傾きを決定する方法を示すフローチャートである。以下に示す各工程は、例えば、基板2とは異なる第2基板（ダミー基板）を基板2の代わりに用いて行われうる。ここで、複数のショット領域は、基板2と第2基板とで同じレイアウトで形成されているものとする。即ち、第1ショット領域および第2ショット領域のそれぞれにおける基板上の位置は、基板2と第2基板とで同じである。

#### 【0051】

S40では、制御部11は、第2基板における第2ショット領域がモールド1のパターン領域1aの下に配置されるように基板ステージ3を制御する。S41では、制御部11は、モールド1のパターン領域1aが第2基板に向かって突出した凸形状に変形するように変形部5を制御する。S42では、制御部11は、モールド1と第2基板との相対傾きを、第1ショット領域について決定した目標相対傾き（Tx\_opt）になるようにインプリントヘッド4を制御する。

40

#### 【0052】

S43では、制御部11は、モールド1と第2基板（第2ショット領域）とが近づくようにインプリントヘッド4を制御し、モールド1と第2ショット領域上のインプリント材とを接触させる接触処理を行う。このとき、制御部11は、モールド1と第2基板との相

50

対傾きが維持されるように、各アクチュエータ Z 1 ~ Z 3 に設けられた変位センサ 4 b<sub>1</sub> での検出結果に基づいてモールド 1 の姿勢をサーボ制御しながら、モールド 1 とインプリント材とを接触させる。また、制御部 1 1 は、接触処理における複数のタイミングの各々について、各アクチュエータ Z 1 ~ Z 3 に設けられた力センサ 4 b<sub>2</sub> での検出結果を取得する。

#### 【0053】

S 4 4 では、制御部 1 1 は、力センサ 4 b<sub>2</sub> での検出結果に基づいて、モールド 1 と第 2 基板との相対傾きを変動させるモーメントを、上述の式 ( 1 ) および ( 2 ) を用いて、複数のタイミングの各々について求める。これにより、第 2 ショット領域についての時刻に対するモーメント情報を得ることができる。S 4 5 では、制御部 1 1 は、時刻に対するモーメント情報に基づいてモーメントの代表値を求める。モーメントの代表値は、第 1 ショット領域についてモーメントの代表値を求めた際の条件と同じ条件の下で求めることが好ましい。求めたモーメントの代表値は、第 2 ショット領域についてのモーメント M<sub>2</sub> として設定される。

10

#### 【0054】

S 4 6 では、制御部 1 1 は、第 1 ショット領域と第 2 ショット領域とでのモーメントの差 ( M ) を、第 1 ショット領域について生成した相対位置に対するモーメント情報に基づいて、相対位置の差 ( T ) に換算する。例えば、第 1 ショット領域では、目標相対傾き ( Tx<sub>opt</sub> ) に対応するモーメントは目標値 ( Mx<sub>opt</sub> ) であるため、制御部 1 1 は、図 8 に示すように、第 2 ショット領域についてのモーメント M<sub>2</sub> と目標値 ( Mx<sub>opt</sub> ) との差 ( M ) を求める。そして、制御部 1 1 は、図 8 に示すように、相対位置に対するモーメント情報に基づいて、当該差 ( M ) を相対傾きの差 ( T ) に換算する。S 4 7 では、制御部 1 1 は、第 1 ショット領域について決定された目標相対傾き ( Tx<sub>opt</sub> ) を、S 4 6 で求めた相対傾きの差 ( T ) で補正することにより、第 2 ショット領域についての目標相対傾きを決定する。

20

#### 【0055】

図 7 のフローチャートに従って目標相対傾きを決定する工程は、図 9 に示すように、フルショット領域 5 1 およびパースシャルショット領域 5 2 を含む全てのショット領域について行われうる。また、目標相対傾きは、X 軸周りの相対傾きおよび Y 軸周りの相対傾きのそれぞれについて決定されうる。これにより、基板 2 に形成された複数のショット領域の各々について目標相対傾きを決定することができる。ここで、目標相対傾きは、押印期間および充填期間のそれぞれについて決定してもよい。

30

#### 【0056】

< 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。インプリント装置を用いて成形した硬化物のパターンは、各種物品の少なくとも一部に恒久的に、或いは各種物品を製造する際に一時的に、用いられる。

#### 【0057】

物品とは、電気回路素子、光学素子、MEMS、記録素子、センサ、或いは、型等である。電気回路素子としては、DRAM、SRAM、フラッシュメモリ、MRAM のような、揮発性或いは不揮発性の半導体メモリや、LSI、CCD、イメージセンサ、FPGA のような半導体素子等が挙げられる。型としては、インプリント用のモールド等が挙げられる。硬化物のパターンは、上記物品の少なくとも一部の構成部材として、そのまま用いられるか、或いは、レジストマスクとして一時的に用いられる。基板の加工工程においてエッチング又はイオン注入等が行われた後、レジストマスクは除去される。

40

#### 【0058】

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を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

50

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。

【0059】

<その他の実施形態>

本発明は、上述の実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

10

【0060】

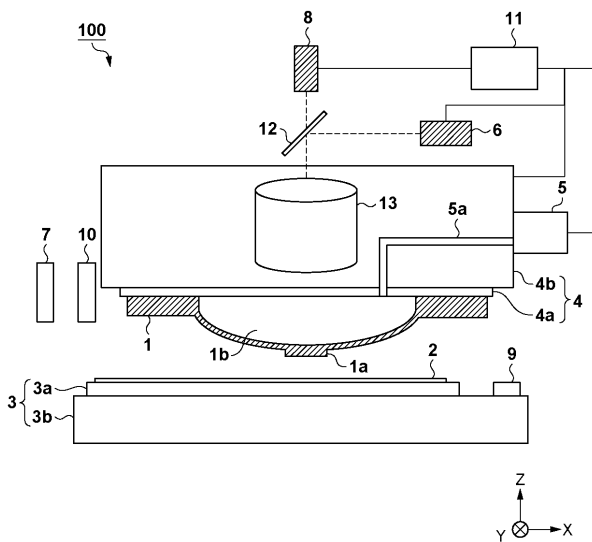
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

【符号の説明】

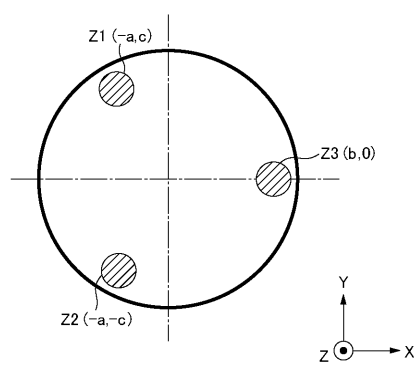
【0061】

1：モールド、2：基板、3：基板ステージ、4：インプリントヘッド、5：変形部、6：照射部、7：供給部、8：撮像部、9：第1計測部、10：第2計測部、100：インプリント装置

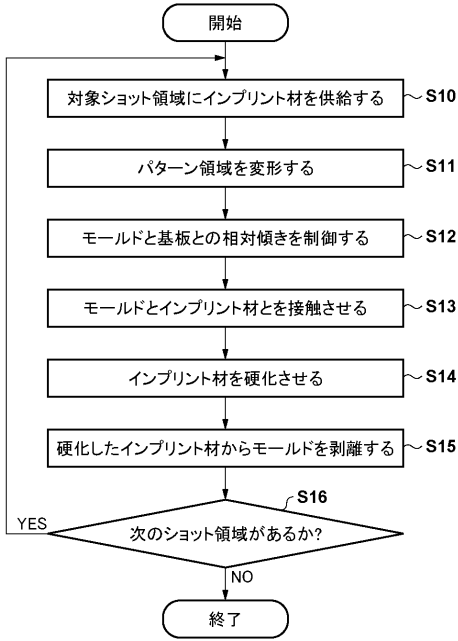
【図1】



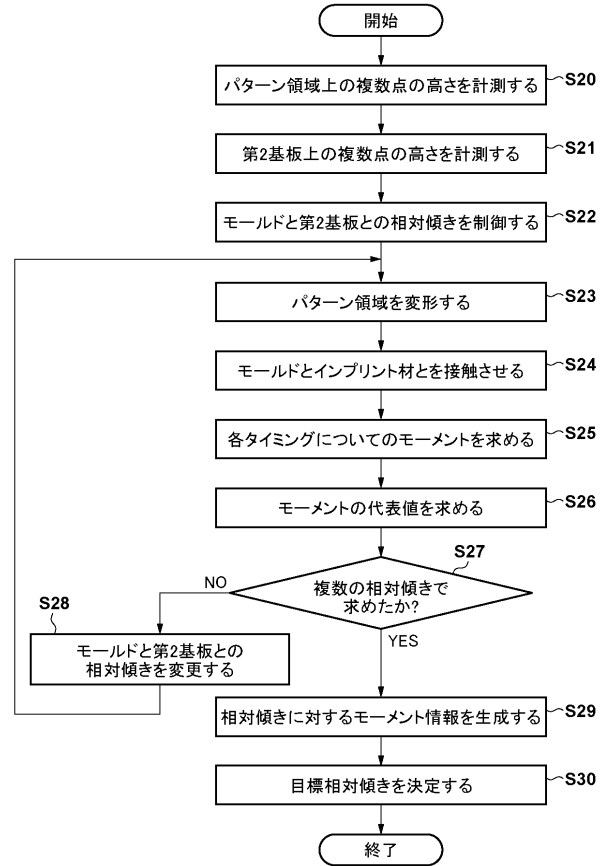
【図2】



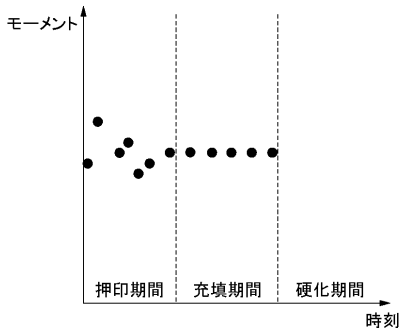
【 図 3 】



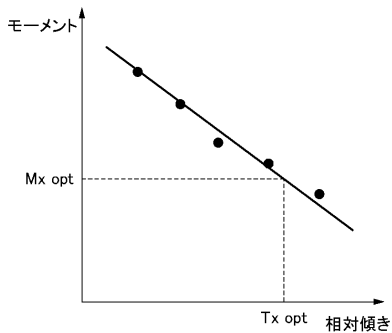
【 図 4 】



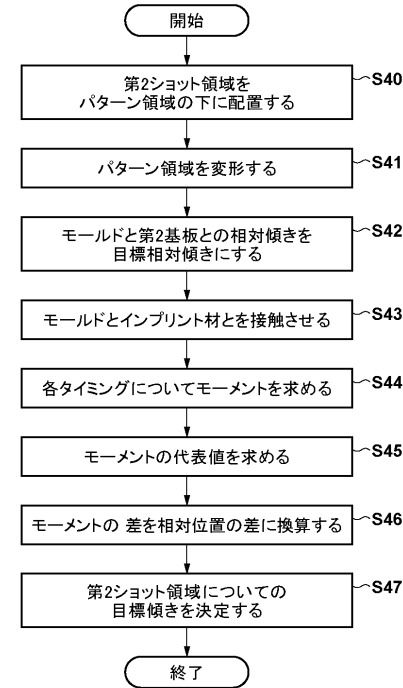
【 図 5 】



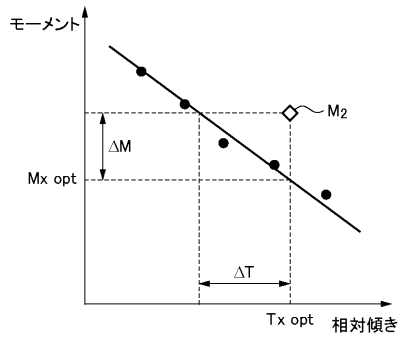
【 図 6 】



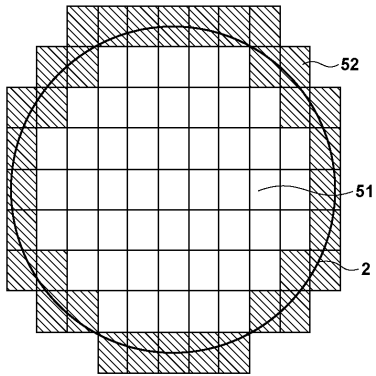
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



---

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

Fターム(参考) 3C081 AA17 CA02 CA37 DA02 DA03 DA06 DA07 DA10 DA11

4F209 AA44 AF01 AG05 AH33 AJ06 AR07 AR20 PA02 PB01 PC01

PC05 PN09 PN13 PQ11

5F146 AA31 DA30