

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6940944号  
(P6940944)

(45) 発行日 令和3年9月29日(2021.9.29)

(24) 登録日 令和3年9月7日(2021.9.7)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>H 0 1 L</b>	<b>21/027</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>H 0 1 L</b>	21/30	<b>5 0 2 D</b>
<b>B 2 9 C</b>	<b>59/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 9 C</b>	59/02	<b>Z</b>
<b>G 1 1 B</b>	<b>5/84</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G 1 1 B</b>	5/84	<b>Z</b>

請求項の数 13 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-237089 (P2016-237089)	(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
(22) 出願日	平成28年12月6日(2016.12.6)	(74) 代理人	110003281 特許業務法人大塚国際特許事務所
(65) 公開番号	特開2018-93122 (P2018-93122A)	(72) 発明者	原山 智大 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
(43) 公開日	平成30年6月14日(2018.6.14)	審査官	山口 敦司
審査請求日	令和1年12月2日(2019.12.2)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インプリント装置、及び物品製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

型を基板の上のインプリント材に接触させて前記インプリント材によるパターンを形成するインプリント処理を行うインプリント装置であって、

前記型を保持する型保持部と、

基板を吸着することにより保持する基板保持部と、

前記型保持部と前記基板保持部とを相対的に近づけることで前記型を基板の上のインプリント材に接触させる駆動部と、

前記基板保持部によって保持された基板を前記型に対して凸形状となるように変形させた状態で、前記型を基板の上のインプリント材に接触させるように前記基板保持部および前記駆動部を制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、基板を凸形状となるように変形させる際に、前記基板保持部によって保持された状態で予め取得された基板の表面形状データに基づいて、前記基板保持部が基板を吸着する圧力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】

前記制御部は、ショット領域が基板の外周を含む周辺ショット領域である場合に、前記表面形状データに基づいて、前記基板保持部で基板を保持することで形成される閉空間の内部の圧力を制御して基板を前記型に対して凸形状となるように変形させ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】

前記基板保持部には複数の吸着領域が含まれ、  
前記複数の吸着領域のそれぞれに連通し、各吸着領域の内部の圧力をそれぞれ調整可能な圧力調整部を有し、

前記複数の吸着領域は同心円状に区分されており、

前記制御部は、前記複数の吸着領域のうち第1吸着領域と第2吸着領域の内部を負圧にして基板を保持しながら、前記第1吸着領域と前記第2吸着領域との間にある第3吸着領域の内部を陽圧にすることで、基板を前記型に対して凸形状となるように変形させる

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】

前記複数の吸着領域を仕切る複数の隔壁のうち最外周の隔壁の高さが他の隔壁よりも低いことを特徴とする請求項3に記載のインプリント装置。

10

【請求項5】

前記制御部は、前記表面形状データに基づいて、ショット領域ごとに前記複数の吸着領域のそれぞれの内部の圧力を決定することを特徴とする請求項3又は4に記載のインプリント装置。

【請求項6】

前記制御部は、前記インプリント処理における前記インプリント材を撮像して得られた撮像データに基づいて、前記決定された圧力を補正す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】

20

前記制御部は、前記駆動部に与えられた駆動電流に基づいて、前記決定された圧力を補正す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】

前記制御部は、前記駆動部に与えられた駆動電流に更に基づいて、前記決定された圧力を補正することを特徴とする請求項6に記載のインプリント装置。

【請求項9】

前記基板保持部に保持された基板の高さを計測する計測装置を有し、前記計測装置の計測結果により前記表面形状データを取得することを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載のインプリント装置。

【請求項10】

30

前記制御部は更に、前記型のパターン面が基板に対して凸形状となるように前記型を変形させた状態で、前記型を前記インプリント材に接触させるよう前記駆動部を制御することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載のインプリント装置。

【請求項11】

前記表面形状データは、基板上の座標位置と紐づけて複数の位置で予め取得されており、

前記制御部は、前記表面形状データとショット領域の座標位置とに基づいて、前記圧力を調整する、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】

40

型を基板の上のインプリント材に接触させて前記インプリント材によるパターンを形成するインプリント処理を行うインプリント装置であって、

前記型を保持する型保持部と、

前記基板を吸着することで保持する基板保持部と、

前記型保持部と前記基板保持部とを相対的に近づけることで前記型を前記インプリント材に接触させる駆動部と、

前記基板保持部で基板を保持することで形成される閉空間の内部の圧力をそれぞれ調整可能な圧力調整部と、

前記圧力調整部を制御して前記基板を前記型に対して凸形状となるように変形させた状態で、前記型を前記インプリント材に接触させるよう前記駆動部を制御する制御部と、

50

を有し、

前記制御部は、前記インプリント処理の対象とするショット領域の位置に応じて、前記ショット領域のそれぞれに供給されたインプリント材と前記型とを接触させるときの前記閉空間の内部の圧力を変更するように構成されており、前記ショット領域が前記基板の外周を含む周辺ショット領域である場合、前記周辺ショット領域に供給されたインプリント材と前記型とを接触させるときの前記閉空間の内部の圧力を前記周辺ショット領域の位置に応じて変更し、前記型が前記インプリント材への接触を開始する際の凸形状の度合いを制御する、

ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置によって基板の上にパターンを形成する工程と、

前記パターンが形成された前記基板を処理する工程と、

を含むことを特徴とする物品製造方法。

【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、及び物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

インプリント技術は、磁気記憶媒体や半導体デバイス等の物品を製造するためのリソグラフィ技術の一つとして実用化されつつある。インプリント装置では、型を基板上のインプリント材に接触させることでパターンを形成する。このとき、パターン欠陥が生じることがあり、この欠陥の低減が課題となっている。パターン欠陥の発生要因の 1 つは、型のパターン部と基板上のインプリント材とを接触させる際に、型とインプリント材との間に気泡が閉じ込められることである。気泡が残留したままインプリント材を硬化させると、形成されたパターンに未充填欠陥が生じてしまう。

【0003】

特許文献 1 では、型を基板上のインプリント材に接触させる際に、型の中央部にあるパターン部を基板側に凸に変形させ、型を中央から外側に向かってインプリント材に徐々に接するようにし、これにより気泡の残留を低減している。これは基板側の視点から言い換えると、基板のショット領域の中心近くから型とインプリント材との接触を開始し、ショット領域の外側へ接触領域を広げていくことになる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2007/0114686 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、生産性の観点から、基板中央部のショット領域だけでなく、一部が基板の周縁部からはみ出す周辺ショット領域（欠けショット領域）においても、通常のショット領域と同等のインプリント性能が求められている。

【0006】

本発明は、生産性の点で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】

【0007】

本発明の一側面によれば、型を基板の上のインプリント材に接触させて前記インプリント材によるパターンを形成するインプリント処理を行うインプリント装置であって、前記型を保持する型保持部と、基板を吸着することにより保持する基板保持部と、前記型保持

10

20

30

40

50

部と前記基板保持部とを相対的に近づけることで前記型を基板の上のインプリント材に接触させる駆動部と、前記基板保持部によって保持された基板を前記型に対して凸形状となるように変形させた状態で、前記型を基板の上のインプリント材に接触させるように前記基板保持部および前記駆動部を制御する制御部とを有し、前記制御部は、基板を凸形状となるように変形させる際に、前記基板保持部によって保持された状態で予め取得された基板の表面形状データに基づいて、前記基板保持部が基板を吸着する圧力を制御することを特徴とするインプリント装置が提供される。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、例えば、生産性の点で有利なインプリント装置が提供される。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施形態におけるインプリント装置の構成を示す図。

【図2】基板上のショット領域のレイアウトを例示する図。

【図3】実施形態における型の構成を示す図。

【図4】型のコアアウト部の制御を説明する図。

【図5】周辺ショット領域のインプリント時において基板を変形させる処理を説明する図。

【図6】基板を変形させるための機構を説明する図。

【図7】基板チャックの構成を示す図。

20

【図8】基板の凹凸形状を等高線で表した図。

【図9】周辺ショット領域の例を示す図。

【図10】インプリント時における周辺ショット領域のカメラ撮影画像の例を示す図。

【図11】型駆動機構のモーターの駆動電流とインプリントヘッドの高さの関係を示す図。

【図12】実施形態におけるインプリント処理の制御を示すフローチャート。

【図13】マップデータの更新および利用について説明する図。

【図14】マップデータのデータ構造例を示す図。

【図15】マップデータの更新および利用について説明する図。

【図16】実施形態における物品製造方法を説明する図。

30

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではなく、以下の実施形態は本発明の実施の具体例を示すにすぎない。また、以下の実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが本発明の課題解決のために必須のものであるとは限らない。

【0011】

<第1実施形態>

まず、実施形態に係るインプリント装置の概要について説明する。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を型と接触させ、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。

40

【0012】

インプリント材としては、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、熱等が用いられうる。電磁波は、例えば、その波長が10nm以上1mm以下の範囲から選択される光、例えば、赤外線、可視光線、紫外線などでありうる。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りうる。これらのうち、光の照射により硬化する光硬化性組成物は、少なくとも重合性化合物と光重合開始剤とを含有し、必要に応じて非重合性化合物または溶剤を更に含有してもよい。非重合性

50

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、ポリマー成分などの群から選択される少なくとも一種である。インプリント材は、インプリント材供給装置（不図示）により、液滴状、或いは複数の液滴が繋がってできた島状又は膜状となって基板上に配置される。インプリント材の粘度（25における粘度）は、例えば、1 mPa・s以上100 mPa・s以下でありうる。基板の材料としては、例えば、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂等が用いられる。必要に応じて、基板の表面に、基板とは別の材料からなる部材が設けられてもよい。基板は、例えば、シリコン基板、化合物半導体基板、石英ガラスである。

#### 【0013】

図1は、実施形態におけるインプリント装置1の構成を示す図である。本実施形態において、インプリント装置1は、紫外線の照射によってインプリント材を硬化させる光硬化法を採用するが、これに限定されるものではなく、例えば入熱によってインプリント材を硬化させる熱硬化法を採用することもできる。なお、以下の各図においては、型（モールド）に対する紫外線の照射軸と平行な方向にXYZ座標系におけるZ軸をとり、Z軸に垂直な平面内で互いに直交する方向にX軸およびY軸をとるものとする。

10

#### 【0014】

インプリント装置1は、照明系ユニット2と、型3を保持するインプリントヘッド4と、基板5を保持する基板ステージ6と、インプリント材10を供給するディスペンサ7と、制御部8とを備える。照明系ユニット2、インプリントヘッド4、ディスペンサ7は、構造体12によって支持されている。

20

#### 【0015】

照明系ユニット2は、インプリント処理の際に、型3に対して紫外線を照射する。照明系ユニット2は、光源20と、光源20から射出された紫外線をインプリントに適切な光に調整するための照明光学系21とを含む。光源20としては、例えば、紫外光を発生するハロゲンランプが使用される。照明光学系21は、レンズ等の光学素子、アパーチャ（開口）、照射及び遮光を切り替えるシャッター等を含みうる（いずれも図示省略）。

#### 【0016】

型3は、例えば外周部が概略矩形であり、所定のパターン（例えば、回路パターン等の凹凸パターン）が3次元状に形成されたパターン部であるメサ部3aを有する。型3の材質は、石英ガラス等の紫外線を透過させることが可能な材料でありうる。

30

#### 【0017】

インプリントヘッド4は、型3を保持して移動する型保持部として機能する。インプリントヘッド4は、形状補正機構4a（倍率補正機構）と、吸着力により型3を引きつけて保持する型チャック4bと、型チャック4b（すなわち型3）を駆動する型駆動機構4cとを含みうる。形状補正機構4aは、型3の外周部側面の領域に対してそれぞれ対向するように設置された複数のフィンガを有し、これらのフィンガを駆動して型3を加圧することにより、メサ部3aに形成されたパターンを目標形状に補正する。なお、形状補正機構4aの構成は、これに限定されず、例えば、型3に対して引張力を加える構成としてもよい。

#### 【0018】

40

型駆動機構4cは、基板5上に供給されたインプリント材10に型3を接触させるために型チャック4bをZ軸方向に駆動する駆動系である。また型駆動機構4cは、型3をXY方向やZ軸方向（Z軸周りの回転方向）における位置を調整する調整機能や、型3の傾きを調整するチルト機能も有していてもよい。この型駆動機構4cに採用されるアクチュエータに特に限定はなく、リニアモーターやエアシリンダー等を採用可能である。

#### 【0019】

基板ステージ6および基板チャック25は、基板を保持して移動する基板保持部として機能する。基板チャック25は、基板ステージ6上に固定されている。基板チャック25の上面には多数の孔が設けられており、これらの孔には圧力調整部6b（例えば真空装置）が接続され、孔を通して基板チャック25の上面の気体を排出するように構成されてい

50

る。基板 5 は裏面が基板チャック 2 5 の上面と接触するように配置され、圧力調整部 6 b により基板 5 の裏面と基板チャック 2 5 の上面との間の気体を排出することにより、基板 5 は基板チャック 2 5 に吸着保持される。基板チャック 2 5 の構成およびその制御の詳細は後述する。

#### 【 0 0 2 0 】

インプリント装置 1 は、定盤 3 2 上で、基板ステージ 6 (すなわち基板 5) を X Y 方向に駆動 (位置決め) する基板駆動機構 6 a を有する。基板ステージ 6 の X Y 方向の位置は計測器 3 1 によって計測されうる。基板駆動機構 6 a は更に、Z 軸方向における位置および方向 (Z 軸回りの回転方向) における位置を調整する調整機能や、基板 5 の傾きを調整するチルト機能を有していてもよい。

10

#### 【 0 0 2 1 】

計測器 3 1 は、例えば構造体 1 2 によって指示された干渉計でありうる。計測器 3 1 は、例えば、基板チャック 2 5 に向けて計測光を照射し、基板チャック 2 5 の端面に設けられた計測用ミラー 3 0 で反射された計測光を検出することで、基板ステージ 6 の位置を計測する。なお、図 1 では、計測器 3 1 が 1 つしか示されていないが、計測器 3 1 は、少なくとも基板ステージ 6 の X Y 位置、回転量およびチルト量が計測できる数有しうる。

#### 【 0 0 2 2 】

インプリント装置 1 は、不図示のアライメント光学系によって、基板 5 または基板チャック 2 5 に形成されたアライメントマークを観察して位置ずれ情報を取得することができる。また、インプリント装置 1 は、高さ計測装置 2 9 によって、基板 5 の上面までの距離を計測することができる。型 3 のパターン面と高さ計測装置 2 9 との相対高さは事前に計測されているため、基板 5 の上面から型 3 のパターン面までの距離は計算により求められる。なお、高さ計測装置 2 9 はインプリント装置 1 の外部装置であってもよい。その場合、外部装置としての高さ計測装置 2 9 で計測されたデータがメモリ 8 b に記憶されてインプリント装置 1 で利用されうる。

20

#### 【 0 0 2 3 】

ディスペンサ 7 は、インプリント材 1 0 を基板 5 上に供給する。その後、型 3 を型駆動機構 4 c により下降させて基板 5 上のインプリント材 1 0 と接触させると、インプリント材 1 0 はパターンの彫り込まれた溝に流入する。光源 2 0 から発せられた紫外線は、照明光学系 2 1 を介して型 3 を通過し、基板 5 上のインプリント材 1 0 に入射する。こうして紫外線を照射されたインプリント材 1 0 は硬化する。硬化したインプリント材により、型 3 のパターンの反転パターンが形成されることとなる。インプリント材 1 0 が硬化した後、型 3 を型駆動機構 4 c により上昇させることで型 3 と基板 5 との間隔を広げることにより、硬化したインプリント材 1 0 から型 3 が引き離される (離型)。

30

#### 【 0 0 2 4 】

なお、本実施形態のインプリント装置 1 では、固定された基板 5 上のインプリント材 1 0 に対してインプリントヘッド 4 を駆動して接触させる構成としているが、これとは反対の構成もありうる。すなわち、固定された型 3 に対して基板ステージ 6 を駆動して基板 5 上のインプリント材 1 0 を接触させる構成としてもよい。あるいは、インプリントヘッド 4 と基板ステージ 6 をそれぞれ上下に駆動させる構成であってもよい。すなわち、インプリント装置 1 は、型保持部を構成するインプリントヘッド 4 と基板保持部を構成する基板ステージ 6 を相対的に近づけることで型 3 を基板 5 上のインプリント材 1 0 に接触させる駆動部を有していればよい。

40

#### 【 0 0 2 5 】

制御部 8 は、例えば CPU 8 a やメモリ 8 b 等を含み、インプリント装置 1 の各部を統括的に制御する。

#### 【 0 0 2 6 】

図 2 は、基板 5 の上のショット領域のレイアウトを例示する図である。本明細書において、ショット領域とは、1 回のインプリント処理でパターンが形成される領域をいう。また、対象ショット領域とは、これからインプリント処理を行う対象のショット領域をいう

50

。インプリント装置 1 では、対象ショット領域が変わるごとに、ディスペンサ 7 によるインプリント材の供給と当該供給されたインプリント材に対するインプリント処理とを行う。インプリント処理は、少なくとも、基板 3 とインプリント材とを接触させる工程、インプリント材の硬化させる工程、及び硬化したインプリント材と型 3 とを引き離す工程を含む。基板 5 上には、複数のショット領域がマトリクス状に配列されている。本実施形態では、基板 5 の有効面積（パターンが転写される領域の面積）を最大にするために、基板 5 の内側のショット領域 5 1 だけでなく、基板 5 の外周 5 R を含む周辺ショット領域 5 2 にもインプリント処理が行われる。周辺ショット領域とは、一部が基板 5 の外周 5 R からみ出しているショット領域であり、「欠けショット領域」とも呼ばれる。

【 0 0 2 7 】

図 3 ( A ) は型 3 の裏面図、図 3 ( B ) は図 3 ( A ) に対応する型 3 とその周辺の要部断面図である。型 3 は、裏面からの加工により所定の形状に削り取られた凹部 3 b を有している。これにより、裏面の加工により残った薄肉部 3 c が形成される。凹部 3 b は、メサ部 3 a を内包する大きさを有し、メサ部 3 a は平面視で型 3 の表面の中央、薄肉部 3 c の中央に位置している。型 3 は、型チャック 4 b に吸着された際に密閉空間であるコアアウト部 3 d を構成する。コアアウト部 3 d には、圧力調整機構 3 3 が配管を介して接続されており、コアアウト部 3 d を目標圧力に制御することができる。図 4 に、コアアウト部 3 d を加圧することで型 3 が変形するようすを示す。図 4 ( A ) の状態から圧力調整機構 3 3 によりコアアウト部 3 d を加圧することで、図 4 ( B ) の破線で示されるように、型 3 は体積が大きくなる方向に変形し、薄肉部 3 c とメサ部 3 a が下凸形状（すなわち基板に対して凸形）に変形しうる。

【 0 0 2 8 】

メサ部 3 a を基板 5 のショット領域上に供給されたインプリント材 1 0 を接触させるとき、制御部 8 は、圧力調整機構 3 3 によりコアアウト部 3 d 内を加圧して、型 3 を基板 5 に対して凸形に変形させる。その後、型駆動機構 4 c により型 3 を基板 5 に接近させていき、メサ部 3 a が基板 5 上のインプリント材 1 0 に接触するのに応じて、コアアウト部 3 d 内の圧力を下げ、型 3 を平面に戻していく。これにより、型 3 とインプリント材 1 0 との間の気体が外側へ順次押し出され、型 3 とインプリント材 1 0 との間に気泡が閉じ込められることが防止される。

【 0 0 2 9 】

図 5 ( A ) は、メサ部 3 a を基板 5 の内側にあるショット領域 5 1 上に供給されたインプリント材 1 0 に接触させたときの様子を示している。図 5 ( A ) において、メサ部 3 は、圧力調整機構 3 3 により基板 5 に対して凸形状となるように変形されていることが模式的に表されている。メサ部 3 は基板 5 に対して凸形に変形されているので、ショット領域 5 1 の中心部からインプリント材 1 0 との接触が開始される。

【 0 0 3 0 】

図 5 ( B ) は、従来手法により、メサ部 3 a を基板 5 の周辺ショット領域 5 2 上に供給されたインプリント材 1 0 に接触させたときの様子を示している。周辺ショット領域 5 2 の場合、メサ部 3 a は周辺ショット領域 5 2 の端からインプリント材 1 0 との接触が開始されることになる。この場合、図 5 ( A ) に示したショット領域 5 1 の場合に比べてメサ部 3 a における凹パターン部へのインプリント材 1 0 の充填速度が遅く、未充填欠陥が生じやすい。

【 0 0 3 1 】

そこで本実施形態では、図 5 ( C ) に示すように、メサ部 3 a とインプリント材 1 0 との接触が周辺ショット領域 5 2 の中央位置から開始されるように、基板 5 を基板 5 の面外方向に変形させる。つまり、図 5 ( B ) に示す場合よりも、メサ部 3 a の中心に対して基板 5 に近い側の部分から、周辺ショット領域 5 2 との接触を開始されるようにする。

【 0 0 3 2 】

図 6 に、図 5 ( C ) に示される基板 5 の変形を実現する機構の構成例を示す。また、図 7 に、基板チャック 2 5 を型 3 側から見た平面図を示す。図 7 に示されるように、基板チ

10

20

30

40

50

チャック 25 の上面（基板 5 と対向する面）には、複数の隔壁 25 a , 25 b , 25 c で仕切られた複数の吸着領域 a , b , c が形成されている。複数の吸着領域 a , b , c は同心円状に区分されている。図 6 の例では、複数の吸着領域 a , b , c は、隔壁 25 a , 25 b , 25 c を基板チャック 25 の上面に立設することで形成されているが、基板チャック 25 の上面を彫り込んで形成された吸着溝であってもよい。図 1 に示された圧力調整部 6 b は、配管 P a , P b , P c を介して、複数の吸着領域 a , b , c のそれぞれに連通し、吸着領域 a , b , c の内部の圧力をそれぞれ調整可能である。吸着領域 a , b , c のそれぞれは、基板 5 とによって閉空間を形成する。この閉空間の内部の圧力をそれぞれ制御することにより、基板 5 を変形させることができる。例えば、吸着領域 a（第 1 吸着領域）および吸着領域 c（第 2 吸着領域）の内部を周囲の圧力に対して負圧にして基板 5 を拘束しながら、その間にある吸着領域 b（第 3 吸着領域）の内部を周囲の圧力に対して陽圧にする。周囲の圧力とは、例えば大気圧である。これにより、図 6 のように、吸着領域 b における基板 5 の周辺部分を、型 3 に対して凸形状となるように変形させることができる。また、図 6 の例において、最外周の隔壁 25 c の高さは、その内側にある他の隔壁よりも低くされている。これにより、基板 5 の領域 c の部分が外周側に向けて下り勾配となるように変形し易くなっている。このように基板を変形することで、周辺ショット領域 5 2 上のインプリント材 10 は、周辺ショット領域 5 2 の中心付近からメサ部 3 a との接触を開始することができる。

10

#### 【 0 0 3 3 】

図 8 は、基板チャック 25 の上に基板 5 を載置し、吸着領域 a および吸着領域 c の内部を負圧にし、吸着領域 b の内部を陽圧にしたときの基板 5 の高さを等高線で表した図である。基板の高さは吸着領域ごとに均一であるのが理想的であるが、吸着領域の加工精度、隔壁の位置、隔壁の高さの加工精度、基板自体の反り、および基板 5 の搬送誤差の少なくともいずれかのため、均一にはならない。図 8 の例では、 $0^\circ$  と  $180^\circ$  の部位は  $90^\circ$  と  $270^\circ$  の部位よりも凸形状の度合いが大きいことを示している。

20

#### 【 0 0 3 4 】

本実施形態では、例えば高さ計測装置 29 を用いて基板 5 の座標位置ごとに Z 軸方向における位置を計測する。インプリント装置 1 は、その計測結果から、基板の座標位置ごとの凹凸形状と吸着領域の内部の圧力（内部圧力）との関係を規定したマップデータ（表面形状データ）を作成し、メモリ 8 b に記憶する。そして制御部 8 は、そのマップデータを参照して、ショット領域ごとに、目標の凹凸形状になるように内部圧力を決定する。例えば、基板 5 に対して図 8 のような凹凸形状が計測された場合を考える。この場合、図 9 で示される基板 5 の周辺ショット領域 9 1（ $0^\circ$  側の領域）に対してパターンを形成する場合よりも周辺ショット領域 9 2（ $90^\circ$  側の領域）にパターンを形成する場合に、吸着領域 b における陽圧の度合いを大きく（圧力を高く）設定する。及び / 又は、吸着領域 a、c における負圧の度合いを大きく（圧力を低く）設定する。このように、制御部 8 が基板チャック 25 の加工精度などに起因する基板 5 の高さのばらつきを補償するように、周辺ショット領域ごとに吸着領域 a , b , c における圧力を調整する。これによって、周辺ショット領域と型 3 とを接触させるときの基板 5 の外周部における面外方向の形状を、周辺ショット領域の位置によらずほぼ一定にできる。

30

40

#### 【 0 0 3 5 】

なお、上記の例では、図 1 に例示した高さ計測装置 29 を用いて基板の凹凸形状を評価したが、他の計測装置を用いてもよい。例えば、基板ステージ 6 とは別の基板ステージが位置する計測ステーションに配置された面位置検出装置を用いてもよい。この面位置検出装置は、半導体露光装置の分野で一般に知られている斜入射光学系を有するものでありうる。

#### 【 0 0 3 6 】

また、高さ計測装置 29 や上記した面位置検出装置を用いずに、別の方法によって基板の凹凸形状を評価することも可能である。例えば、インプリント時のショット領域でのインプリント材 10 の広がり様子の撮像装置で撮像し、その結果得られた撮像データに基

50



づいて、基板5の凹凸形状を評価してもよい。図10は、図9の周辺ショット領域91および92をそれぞれインプリント処理した際にインプリント材10が広がる様子を撮像した結果の例を示している。図10の画像の例からは以下のことが分かる。すなわち、周辺ショット領域92では、インプリント材10の接触開始点92aが当該周辺ショット領域92の端部側に位置している。これに対し、周辺ショット領域91では、インプリント材10の接触開始点91aが当該周辺ショット領域91の中心寄りに位置している。また、周辺ショット領域92より周辺ショット領域91の方が、インプリント材10が広がる速度も速い。以上のことから、基板5は周辺ショット領域92より周辺ショット領域91において表面の凸の度合いが大きいことがわかる。

#### 【0037】

また、図11は、周辺ショット領域91および92をそれぞれインプリントする際にインプリントヘッド4をZ軸に沿って上下に駆動させる型駆動機構4cのモーターの駆動電流とインプリントヘッドの高さの関係を示す図である。(高さの軸は下向きを正とする。)モーターには、まずインプリントヘッド4を下に動かすための駆動電流が与えられる。この駆動電流に応じてインプリントヘッド4が下降すると、メサ部3aが基板上のインプリント材に接触し、そのインプリント材を更に押し広げるための駆動電流が追加される。すなわち、図11の駆動電流の傾斜の変化点においてメサ部3aとインプリント材とが接触したことがわかる。つまり、周辺ショット領域91では周辺ショット領域92よりも、インプリントヘッド4が高い位置H1( $H1 > H2$ )でインプリント材との接触が開始している。したがって、周辺ショット領域91は周辺ショット領域92よりも、凸の度合い

#### 【0038】

図12は、実施形態におけるインプリント処理の制御を示すフローチャートである。S1において、制御部8は、不図示の基板搬送機構を制御して、基板5を基板ステージ6の上に搬送させ、基板ステージ6に基板5を受け取らせる。S2において、制御部8は、圧力調整部6bを制御して、各吸着領域の内部圧力を所定値に設定する。その後、S3において、制御部8は、高さ位置計測装置29を制御して、基板5の凹凸形状のマッピング計測を行う。S4において、制御部8は、その計測により得られたマップデータ(圧力、座標、形状)をメモリ8bに格納する。インプリント開始時、S5において、制御部8は、対象ショット領域が目標の凹凸形状になるように、メモリ8bに格納されているマップデータに規定されている当該ショット領域の内部圧力のデータに基づいて内部圧力を設定する。

#### 【0039】

図13を参照して、マップデータの更新および利用について説明する。まず、内部圧力と凹凸形状との関係をマップデータに保存するために、吸着領域a, b, cの内部圧力をそれぞれ( $P_{a1}$ ,  $P_{b1}$ ,  $P_{c1}$ )に設定する。そして基板5の座標( $X_{11}$ ,  $Y_{11}$ )の凹凸形状を $Z_{11}$ 、座標( $X_{21}$ ,  $Y_{21}$ )の凹凸形状を $Z_{21}$ 、とマッピング計測していき、マップデータに格納する。

#### 【0040】

図14は、マップデータのデータ構造の例を示している。図14において、データカラムCL1は、内部圧力を( $P_{a1}$ ,  $P_{b1}$ ,  $P_{c1}$ )に設定した時の、基板5の座標( $X_{11}$ ,  $Y_{11}$ )~( $X_{n1}$ ,  $Y_{n1}$ )ごとの凹凸形状 $Z_{11}$ ~ $Z_{n1}$ を示している。また、データカラムCL2は、内部圧力を( $P_{a2}$ ,  $P_{b2}$ ,  $P_{c2}$ )に設定した時の、基板5の座標( $X_{12}$ ,  $Y_{12}$ )~( $X_{n2}$ ,  $Y_{n2}$ )ごとの凹凸形状 $Z_{12}$ ~ $Z_{n2}$ を示している。データカラムCL3以降も、同様に、圧力設定を変えた時の基板の座標および凹凸形状の値が記述される。

#### 【0041】

このようなマップデータによれば、例えば基板5の座標( $X_{n1}$ ,  $Y_{n1}$ )の位置をインプリント処理する時に凹凸形状を $Z_{n1}$ に調整する場合、内部圧力を( $P_{a1}$ ,  $P_{b1}$ ,  $P_{c1}$ )に決定することができる。実際には図13に示されるように、インプリント座

10

20

30

40

50

標は  $(X_m, Y_m)$  のように任意の座標になり得る。そこで、該座標に最も近いマップデータにおける座標を探す或いは近傍の値から近似するなどして、目標の凹凸形状を実現するための内部圧力が決定される。これにより、制御部 8 は、インプリント処理の対象とするショット領域の位置に応じて、各吸着領域の内部の圧力を変更することができる。

【 0 0 4 2 】

図 1 2 に戻り、制御部 8 は、上記のように設定した内部圧力にてインプリント処理を行う。すなわち、制御部 8 は、インプリントヘッド 4 を下降させ ( S 6 )、メサ部 3 a が基板 5 上のインプリント材 1 0 と接触して ( 接液 )、インプリント材 1 0 が押し広げられる ( S 7 )。制御部 8 は、 S 6 でインプリントヘッド 4 を下降させる際の型駆動機構 4 c におけるモーターの駆動電流の値をマップデータに保存する。また、制御部 8 は、 S 7 でメサ部 3 a と接触したインプリント材 1 0 が押し広げられる様子を撮像して得られた撮像データ ( 接液画像データ ) も、マップデータに保存する ( S 9 )。そして以降の他のショット領域に対するインプリント処理において、モーターの駆動電流及び / 又は接液画像データを用いて、決定された内部圧力を補正することができる。

10

【 0 0 4 3 】

図 1 5 を参照して、マップデータの更新および利用について更に説明する。インプリント処理を行うと、その際の実際のインプリントヘッド 4 の高さともーターの駆動電流のデータが得られる。図 1 5 では、モータの駆動電流とインプリントヘッド 4 の高さの関係を示すグラフにおいて、実際の傾斜変化点が、基準の傾斜変化点よりもインプリントヘッド 4 の低い位置にある。これは実際のインプリントにおいては、基準となる高さではメサ部 3 a がインプリント材 1 0 と接触せず、それよりも低い位置で接触が開始したことを意味する。つまり、基板の凹凸形状が基準の形状に達していないということなので、内部圧力 (  $P_a, P_b, P_c$  ) を更に修正することになる。

20

【 0 0 4 4 】

同様に、インプリント時に得られた接液画像データからも、基準のメサ部 3 a とインプリント材 1 0 との接触開始点に対し実際の接触開始点が基板外側だったことが確認できる。つまりこの情報からも基板の凹凸形状が基準に達してないことがわかるので、内部圧力を更に補正することになる。

【 0 0 4 5 】

以上のように、インプリント時に基板を適切な凹凸形状にするために内部圧力を制御することで、欠陥の少ない良好なインプリントを実現することができる。

30

【 0 0 4 6 】

< 物品製造方法の実施形態 >

インプリント装置を用いて形成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。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。

【 0 0 4 7 】

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

【 0 0 4 8 】

次に、物品製造方法について説明する。図 1 6 ( a ) に示すように、絶縁体等の被加工材 2 z が表面に形成されたシリコン基板等の基板 1 z を用意し、続いて、インクジェット法等により、被加工材 2 z の表面にインプリント材 3 z を付与する。ここでは、複数の液滴状になったインプリント材 3 z が基板上に付与された様子を示している。

【 0 0 4 9 】

図 1 6 ( b ) に示すように、インプリント用の型 4 z を、その凹凸パターンが形成され

50

た側を基板上のインプリント材 3 z に向け、対向させる。図 1 6 ( c ) に示すように、インプリント材 3 z が付与された基板 1 と型 4 z とを接触させ、圧力を加える。インプリント材 3 z は型 4 z と被加工材 2 z との隙間に充填される。この状態で硬化用のエネルギーとして光を型 4 z を透して照射すると、インプリント材 3 z は硬化する。

【 0 0 5 0 】

図 1 6 ( d ) に示すように、インプリント材 3 z を硬化させた後、型 4 z と基板 1 z を引き離すと、基板 1 z 上にインプリント材 3 z の硬化物のパターンが形成される。この硬化物のパターンは、型の凹部が硬化物の凸部に、型の凹部が硬化物の凸部に対応した形状になっており、即ち、インプリント材 3 z に型 4 z の凹凸パターンが転写されたことになる。

10

【 0 0 5 1 】

図 1 6 ( e ) に示すように、硬化物のパターンを耐エッチング型としてエッチングを行うと、被加工材 2 z の表面のうち、硬化物がないか或いは薄く残存した部分が除去され、溝 5 z となる。図 1 6 ( f ) に示すように、硬化物のパターンを除去すると、被加工材 2 z の表面に溝 5 z が形成された物品を得ることができる。ここでは硬化物のパターンを除去したが、加工後も除去せずに、例えば、半導体素子等に含まれる層間絶縁用の膜、つまり、物品の構成部材として利用してもよい。

【 0 0 5 2 】

( 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。

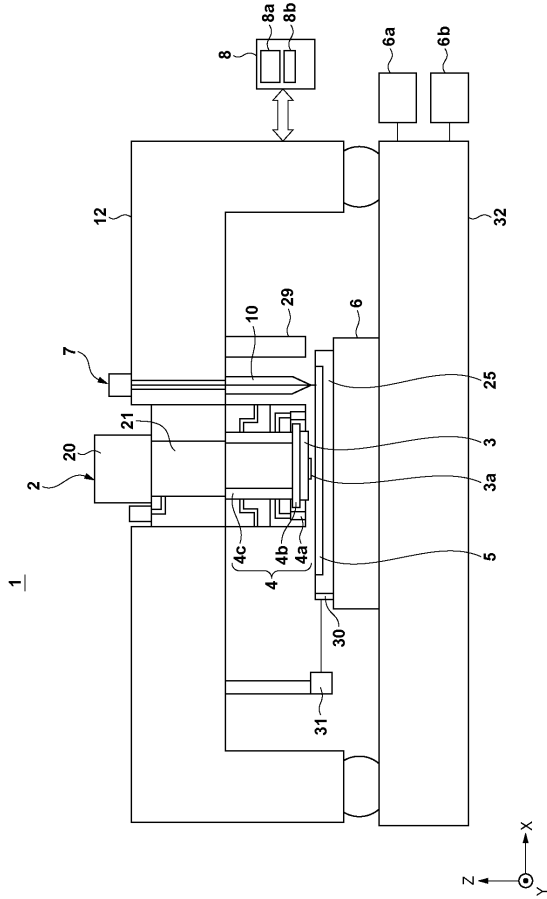
20

【 符号の説明 】

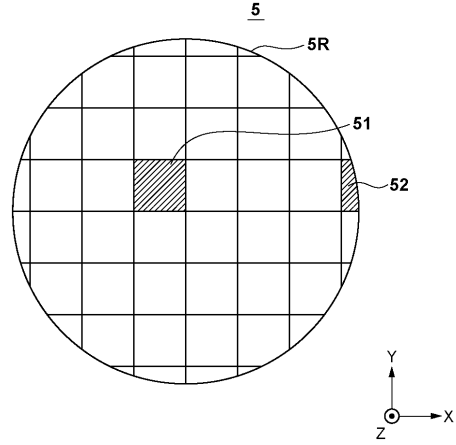
【 0 0 5 3 】

1 : インプリント装置、 2 : 照明系ユニット、 3 : 型、 4 : インプリントヘッド、 5 : 基板、 6 : 基板ステージ、 8 : 制御部

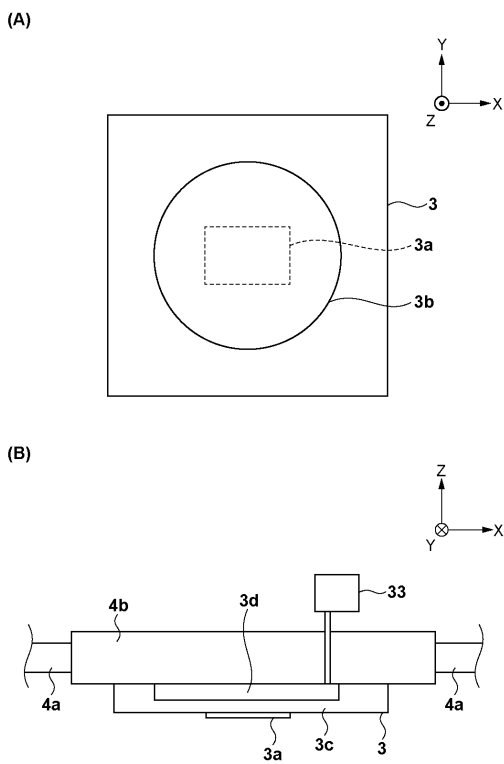
【図1】



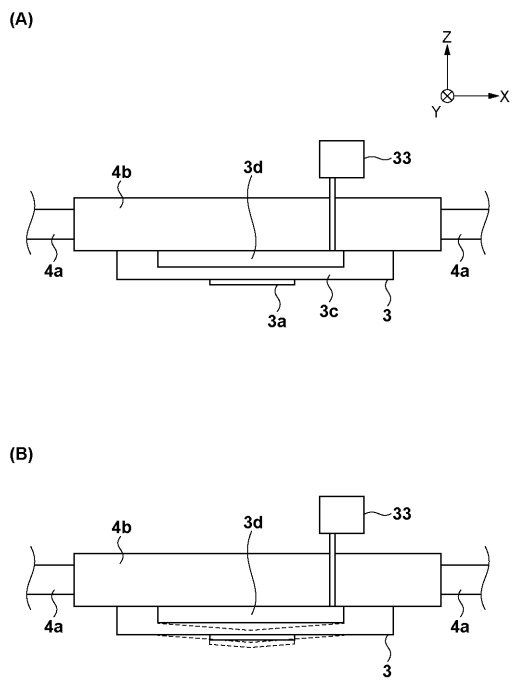
【図2】



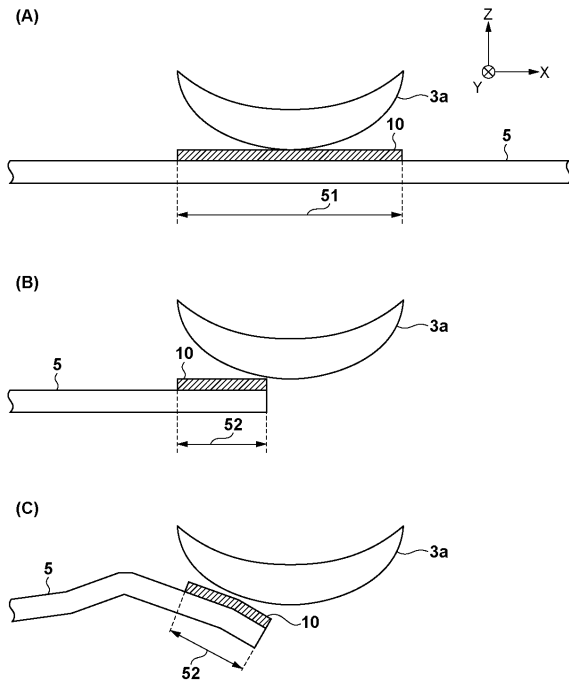
【図3】



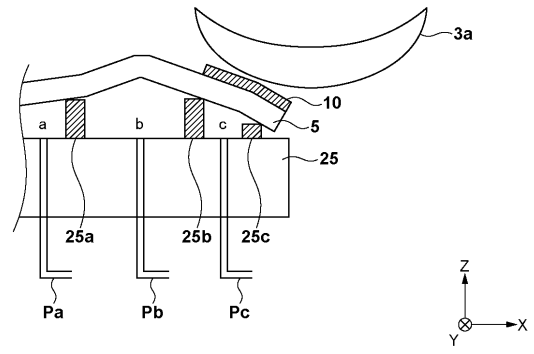
【図4】



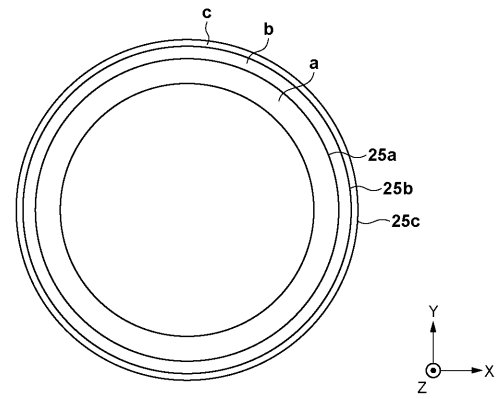
【 図 5 】



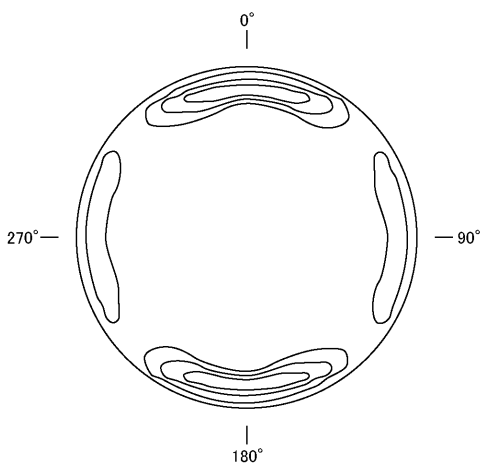
【 図 6 】



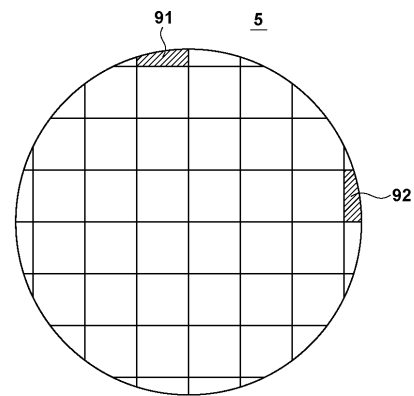
【 図 7 】



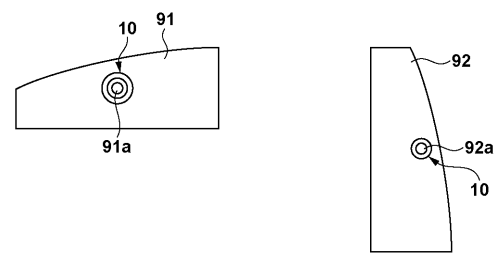
【 図 8 】



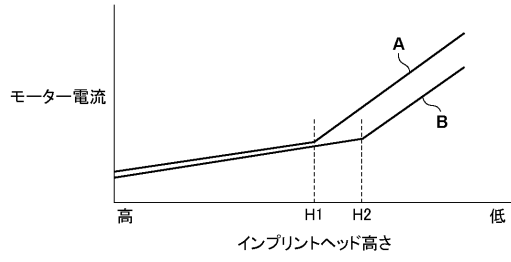
【 図 9 】



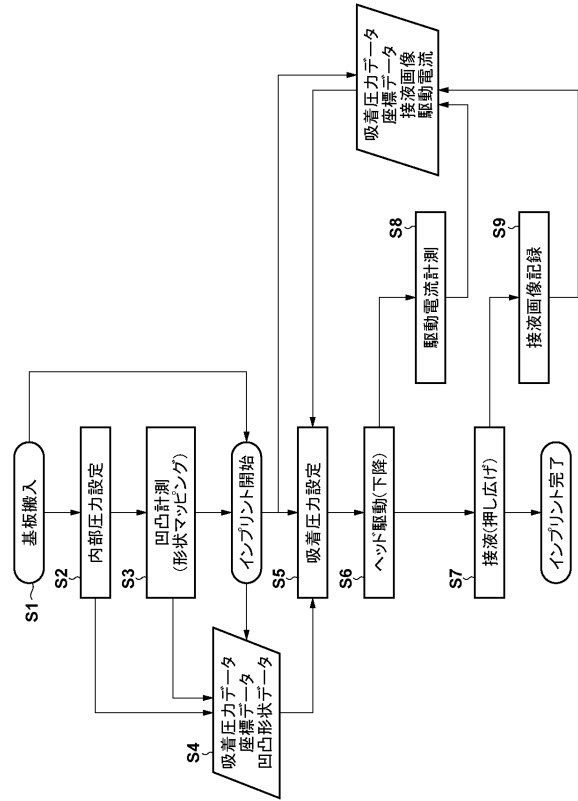
【 図 10 】



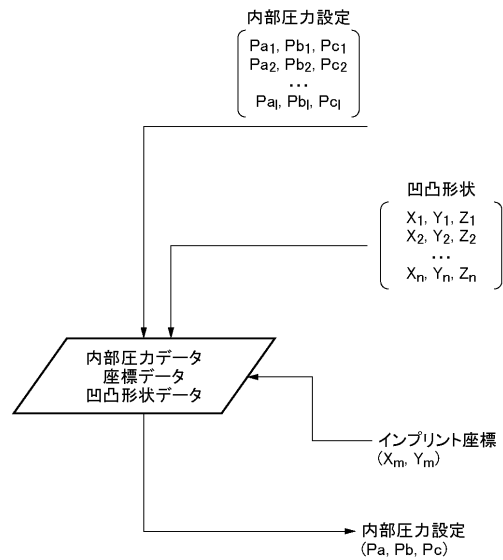
【図11】



【図12】



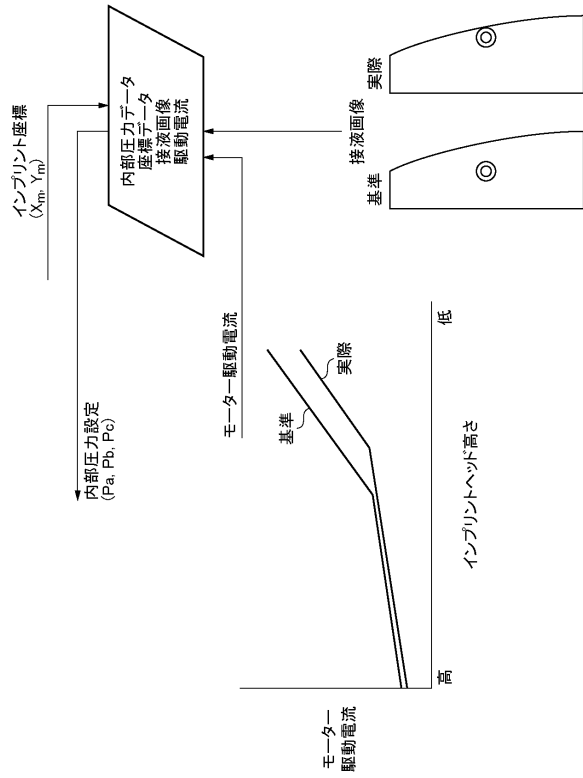
【図13】



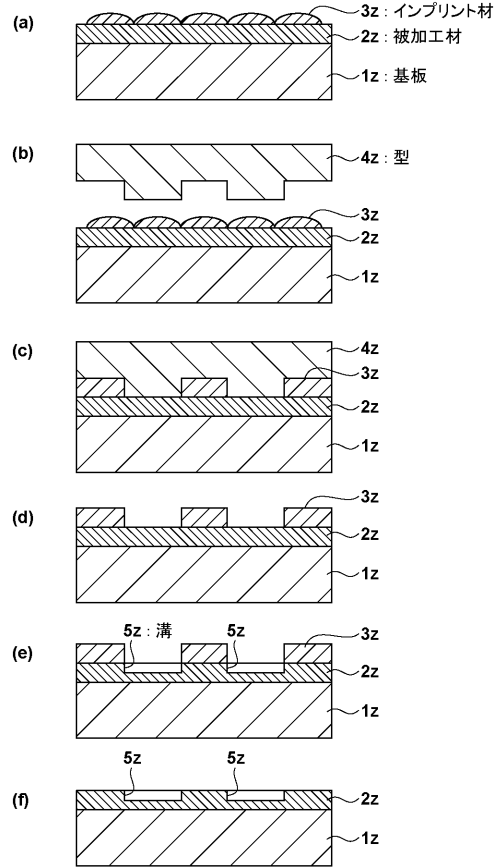
【図14】

Pa1	Pb1	Pc1	内部圧力	凹凸形状	CL1
X11	Y11	Z11	座標	凹凸形状	
X21	Y21	Z21	座標	凹凸形状	
...	...	...	座標	凹凸形状	
Xn1	Yn1	Zn1	座標	凹凸形状	CL2
Pa2	Pb2	Pc2	内部圧力	凹凸形状	
X12	Y12	Z12	座標	凹凸形状	
X22	Y22	Z22	座標	凹凸形状	
...	...	...	座標	凹凸形状	CL3
Xn2	Yn2	Zn2	座標	凹凸形状	
Pa <sub>i</sub>	Pb <sub>i</sub>	Pc <sub>i</sub>	内部圧力	凹凸形状	
X1 <sub>i</sub>	Y1 <sub>i</sub>	Z1 <sub>i</sub>	座標	凹凸形状	
X2 <sub>i</sub>	Y2 <sub>i</sub>	Z2 <sub>i</sub>	座標	凹凸形状	
...	...	...	座標	凹凸形状	
Xn <sub>i</sub>	Yn <sub>i</sub>	Zn <sub>i</sub>	座標	凹凸形状	

【図15】



【図16】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2015-050437(JP,A)  
特表2009-532899(JP,A)  
特開2016-201455(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027  
B29C 59/02  
G11B 5/84