

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7134725号
(P7134725)

(45)発行日 令和4年9月12日(2022.9.12)

(24)登録日 令和4年9月2日(2022.9.2)

(51)国際特許分類

H 01 L 21/027 (2006.01)
B 29 C 59/02 (2006.01)

F I

H 01 L	21/30	5 0 2 D
H 01 L	21/30	5 7 8
B 29 C	59/02	Z

請求項の数 16 (全15頁)

(21)出願番号 特願2018-111218(P2018-111218)
(22)出願日 平成30年6月11日(2018.6.11)
(65)公開番号 特開2019-216143(P2019-216143)
A)
(43)公開日 令和1年12月19日(2019.12.19)
審査請求日 令和3年5月28日(2021.5.28)

(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 100126240
弁理士 阿部 琢磨
(74)代理人 100124442
弁理士 黒岩 創吾
(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
審査官 植木 隆和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 型を用いて基板上の組成物を成形する成形装置、および物品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

型を用いて基板上の組成物を成形する成形装置であって、

前記型を保持する型保持部と、

前記基板を保持する基板保持部と、

前記型保持部に対して、前記基板保持部から離れる方向に向かう第1弾性力を付与する第1弾性部材と、

前記型保持部を前記基板保持部に近づける方向に第1力を前記型保持部に付与するよう制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、異常が発生したと判定した場合に、前記第1力の大きさを前記第1弾性力の大きさよりも小さくすることにより、前記型保持部を前記基板保持部から離れる方向に移動させる、

ことを特徴とする成形装置。

【請求項2】

前記型保持部を制御するために用いる情報に基づき前記異常が発生したと判定することを特徴とする、請求項1に記載の成形装置。

【請求項3】

前記型保持部の位置を計測する第1計測部を有し、前記型保持部を制御するために用いる情報は前記型保持部の目標位置と前記第1計測部により計測された前記型保持部の位置との差を含むことを特徴とする、請求項2に記載の成形装置。

【請求項 4】

前記基板保持部と前記型保持部との距離に基づき前記異常が発生したと判定することを特徴とする、請求項 1 に記載の成形装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記方向における前記型保持部の位置が、前記型保持部に保持された前記型と前記基板保持部に保持された前記基板上の前記組成物とが接触した時の前記型保持部の位置から一定の距離だけ離れた位置を超えた場合に前記異常の発生を判定することを特徴とする、請求項 1 乃至 4 のうちいずれか 1 項に記載の成形装置。

【請求項 6】

前記一定の距離は、前記方向における前記型の変形量に基づき定められることを特徴とする、請求項 5 に記載の成形装置。 10

【請求項 7】

前記基板保持部に対して、前記型保持部から離れる方向に向かう第 2 弹性力を付与する第 2 弹性部材と、を有し

前記異常が発生したと判定した場合に前記基板保持部を前記型保持部から離れる方向に移動させることを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載の成形装置。

【請求項 8】

前記基板保持部を制御するために用いる情報に基づき前記異常が発生したと判定することを特徴とする、請求項 7 に記載の成形装置。

【請求項 9】

前記基板保持部の位置を計測する第 2 計測部を有し、前記基板保持部を制御するために用いる情報は前記基板保持部の目標位置と前記第 2 計測部により計測された前記基板保持部の位置との差を含むことを特徴とする、請求項 8 に記載の成形装置。 20

【請求項 10】

前記型保持部に保持された前記型と前記型保持部との間の空間の圧力を調整する圧力調整部を有し、

前記制御部は、前記圧力調整部を制御するために用いる情報に基づき前記異常が発生したと判定することを特徴とする、請求項 1 乃至 9 のうちいずれか 1 項に記載の成形装置。

【請求項 11】

型を用いて基板上の組成物を成形する成形装置であって、 30

前記型を保持する型保持部と、

前記基板を保持する基板保持部と、

前記基板保持部に対して、前記型保持部から離れる方向に向かう弹性力を付与する弹性部材と、

前記型保持部を前記基板保持部に近づける方向に推力を前記基板保持部に付与するように制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、異常が発生したと判定した場合に、前記推力の大きさを前記弹性力の大きさよりも小さくすることにより、前記基板保持部を前記型保持部から離れる方向に移動させる、

ことを特徴とする成形装置。

【請求項 12】

前記基板保持部を制御するために用いる情報に基づき前記異常が発生したと判定することを特徴とする、請求項 11 に記載の成形装置。

【請求項 13】

型を用いて基板上の組成物を成形する成形装置であって、

前記型を保持する型保持部と、

前記基板を保持する基板保持部と、

前記型保持部に対して、前記基板保持部から離れる方向に向かう第 1 弹性力を付与する第 1 弹性部材と、

異常が発生したと判定した場合に前記型保持部を前記方向に移動させる制御部と、を有し、

40

50

前記制御部は、前記方向における前記型保持部の位置が、前記型保持部に保持された前記型と前記基板保持部に保持された前記基板上の前記組成物とが接触した時の前記型保持部の位置から一定の距離だけ離れた位置を超えた場合に前記異常の発生を判定し、前記一定の距離は、前記方向における前記型の変形量に基づき定められる、ことを特徴とする成形装置。

【請求項 14】

前記成形装置は、型のパターンを組成物に接触させることにより組成物のパターンを形成することを特徴とすることを特徴とする請求項 1 乃至 13 のうち何れか 1 項に記載の成形装置。

【請求項 15】

前記成形装置は、型の平面部を組成物に接触させることにより組成物を平坦にすることを特徴とすることを特徴とする請求項 1 乃至 13 のうち何れか 1 項に記載の成形装置。

【請求項 16】

請求項 14 又は 15 に記載の成形装置を用いて組成物を基板に形成する工程と、前記工程で前記組成物が形成された前記基板を処理する工程と、処理された前記基板から物品を製造する工程と、を有することを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、型を用いて基板上の組成物を成形する成形装置、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや MEMS などの微細化の要求が進み、従来のフォトリソグラフィー技術に加え、基板上のインプリント材を型で成形し、インプリント材の組成物を基板上に形成する微細加工技術が注目を集めている。この技術は、インプリント技術とも呼ばれ、基板上に数ナノメートルオーダーの微細な構造体を形成することができる。

【0003】

例えば、インプリント技術の 1 つとして、光硬化法がある。この光硬化法を採用したインプリント装置では、まず、基板上のインプリント領域であるショット領域に光硬化性のインプリント材を塗布する。次に、型（原版）のパターン部とショット領域の位置合せを行いながら、型のパターン部とインプリント材とを接触（押印）させ、インプリント材をパターン部に充填させる。そして、光を照射して前記インプリント材を硬化させたうえで型のパターン部とインプリント材とを引き離すことにより、インプリント材の組成物が基板上のショット領域に形成される。

【0004】

インプリント装置では、インプリント材の組成物を精度よく形成するために、型のパターン部と基板上のショット領域の精度よく位置合わせを行うことが求められている。

【0005】

特許文献 1 では、型と基板の平坦度を考慮して、型と基板が平行になるように型、もしくは基板を傾斜させて型のパターン部とインプリント材とを接触させる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【文献】特開 2007 - 29994 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

20

30

40

50

特許文献 1において、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場合に、型を保持する型保持部、及び基板を保持する基板保持部の位置を制御して、型のパターン部と基板上のショット領域との位置合わせを行う。しかし、型保持部、または基板保持部の位置を制御する場合、制御の異常が発生することがある。異常が発生すると、型保持部に保持された型、または基板保持部に保持された基板の位置が正しく制御ができなくなり、型と基板とが接触して型または基板が破損する可能性がある。

【0008】

そこで本発明は、型または基板の破損を抑制することができる成形装置、および物品の製造方法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】

【0009】

上記課題を解決する本発明の一側面としての成形装置は、型を用いて基板上の組成物を成形する成形装置であって、前記型を保持する型保持部と、前記基板を保持する基板保持部と、前記型保持部に対して、前記基板保持部から離れる方向に向かう第1弾性力を付与する第1弾性部材と、前記型保持部を前記基板保持部に近づける方向に第1力を前記型保持部に付与するように制御する制御部と、を有し、前記制御部は、異常が発生したと判定した場合に、前記第1力を前記第1弾性力の大きさよりも小さくすることにより、前記型保持部を前記基板保持部から離れる方向に移動させる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、型または基板の破損を抑制することができる成形装置、および物品の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】インプリント装置を示した図である。

【図2】型移動部の制御プロックを示した図である。

【図3】インプリント処理を示したフローチャートである。

【図4】型保持部、弾性部材、制御部等を示した図である。

【図5】型保持部の位置を示した図である。

【図6】基板保持部、弾性部材、制御部等を示した図である。

【図7】平坦化装置による処理を説明するための図である。

【図8】物品の製造方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明の好ましい実施形態について図面を参照して詳細に説明する。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。

【実施例1】

【0013】

実施例1では、型を用いて基板上の組成物を成形する成形装置として、基板上にパターンを形成するインプリント装置を用いた例について説明する。図1はインプリント装置を示した図である。インプリント装置1(成形装置)は、基板10上に供給されたインプリント材と型6(原版、テンプレート)とを接触させる。そして、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6の凹凸パターンが転写された硬化物の組成物を成形する。

【0014】

ここで、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(未硬化状態のインプリント材と呼ぶこともある)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150nm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

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

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、重合性化合物と光重合開始剤とを少なくとも含有し、必要に応じて非重合性化合物または溶剤を含有してもよい。非重合性化合物は、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。

【 0 0 1 6 】

インプリント材は、スピンドルコーターやスリットコーターにより基板上に膜状に付与される。或いは液体噴射ヘッドにより、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、 $1 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以上 $100 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 以下である。10

【 0 0 1 7 】

基板10は、ガラス、セラミックス、金属、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いてもよい。具体的には、基板として、単結晶シリコン基板、SOI (Silicon on Insulator) 基板、化合物半導体ウエハ、石英を材料に含むガラス基板などである。また、ガラス基板は、インプリント処理によりマスター・マスクからレプリカ・マスクを製造するための基板であっても良い。

【 0 0 1 8 】

型6は、矩形の外周形状を有し、基板10に対向する面に3次元状に形成されたパターン（回路パターンなどの基板10に転写すべき凹凸パターン）を備えたパターン部6aを有する。パターン部6aは、基板10に対向する面において凸形状の部分に配置される。パターン部6aが配置される凸形状の部分の基板10に対向する面に垂直方向の長さ（パターン部6aの面とパターン部6aの周囲の面との距離）は、例えば $30 \mu\text{m}$ となっている。また、型は、光を透過させることができる材料、例えば、石英で構成される。また、型6は、パターン部6aと反対側にキャビティと呼ばれる凹部を有しても良い。20

【 0 0 1 9 】

本実施例では、インプリント装置1は、光の照射によりインプリント材を硬化させる光硬化法を採用するものとして説明する。また、以下では、後述の照射部により基板上のインプリント材に対して照射される光の光軸に平行な方向をZ軸方向とし、Z軸方向に垂直な平面内で互いに直交する2方向をX軸方向及びY軸方向とする。また、下方向は-Z軸方向、上方向は+Z軸方向とする。30

【 0 0 2 0 】

図1を用いて、インプリント装置1の各部について説明する。型保持機構3は、固定部14、真空吸着力や静電力によって型6を引き付けて保持する型チャック（型保持部）11と、型チャック11を移動させる型移動部12（図1では不図示）とを含む。固定部14、型チャック11、及び型移動部12は、照射部2からの光が基板10の上のインプリント材16に照射されるように、中心部（内側）に開口を有する。また、この開口と型チャック11と型チャック11に保持された型6とによって、空間13が形成される。型移動部12は、型チャック11と固定部14の間に配置される。また、型移動部12は、基板10の上のインプリント材16への型6の押し付け（押印）、又は、基板10の上のインプリント材16からの型6の引き離し（離型）を選択的に行うように、型6（型チャック11）をZ軸方向に移動させる。型移動部12に適用可能なアクチュエータは、例えば、リニアモータやエアシリンダを含む。型移動部12は、型6を高精度に位置決めするために、粗動駆動系や微動駆動系などの複数の駆動系から構成されていても良い。また、型移動部12は、Z軸方向だけではなく、X軸方向やY軸方向に型6を移動可能に構成されていても良い。更に、型移動部12は、型6の（Z軸周りの回転）方向の位置や型6の傾きを調整するためのチルト機能を有するように構成されていても良い。また、型チャック11の位置はレーザ干渉計、エンコーダなどを含む第1計測部25（図1では不図示）で計測され、型チャック11には第1計測部25により計測するためのバーミラー、スケール等の構造物が配置される。また、後述の制御部5は、第1計測部25により計測され40

た結果を用いて型移動部 1 2 を制御する。

【 0 0 2 1 】

照射部 2 は、光源（不図示）と照射光学系（不図示）を有し、照射光学系は後述の光学素子を組み合わせたものを備える。照射部 2 は、インプリント処理（成形処理）において、型 6 を介して、基板 1 0 の上のインプリント材 1 6 に光 7（例えば、紫外線）を照射する。照射部 2 は、光源と、光源からの光をインプリント処理に適切な光の状態（光の強度分布、照明領域など）に調整するための光学素子（レンズ、ミラー、遮光板など）とを含む。本実施例では、光硬化法を採用しているため、インプリント装置 1 が照射部 2 を有している。但し、熱硬化法を採用する場合には、インプリント装置 1 は、照射部 2 に代えて、インプリント材 1 6（熱硬化性インプリント材）を硬化させるための熱源を有することになる。

10

【 0 0 2 2 】

アライメントスコープ 2 3 は、型 6 に形成されたアライメントマーク A M 1 と基板 1 0 に形成されたアライメントマーク A M 2 との X 軸及び Y 軸の各方向への位置ずれを計測する。また、アライメントスコープ 2 3 は、型 6 のパターン部の形状や基板 1 0 に形成されたショット領域の形状を計測することも可能である。

【 0 0 2 3 】

吐出部 2 4 は、予め設定されている供給量情報に基づいて、インプリント材 1 6 を吐出して、基板 1 0 の上にインプリント材 1 6 を供給する。また、吐出部 2 4 から供給されるインプリント材 1 6 の供給量は、例えば、基板 1 0 に形成されるインプリント材 1 6 のパターンの厚さやインプリント材 1 6 のパターンの密度などに応じて設定される。

20

【 0 0 2 4 】

基板保持機構 4 は、基板 1 0 を、吸着力によって基板 1 0 を引き付けて保持する基板チャック（基板保持部）1 9 と、基板 1 0 を X 軸方向、及び、Y 軸方向に移動可能とする基板ステージ 2 0 とを有する。基板チャック 1 9 は、真空吸着力や静電力によって基板 1 0 を引き付けて保持する。基板チャック 1 9 は基板ステージ 2 0 上に搭載される。基板保持機構 4 は、X Y 面内で移動可能である。型 6 のパターン部を基板 1 0 の上のインプリント材 1 6 に押し付ける際に基板保持機構 4 の位置を調整することで型 6 の位置と基板 1 0 の位置とを互いに整合させる。また、基板保持機構 4 は、Z 軸方向に基板 1 0 を保持した基板チャック 1 9 を移動可能にする基板移動部 2 1（図 1 では不図示）が構成されている。また、基板移動部 2 1 に適用可能なアクチュエータは、例えば、リニアモータやエアシリングダを含む。また、インプリント装置 1 における型 6 の押印及び離型は、型 6 を Z 軸方向に移動させることで実現する。ただし、基板 1 0 を Z 軸方向に移動させることで実現させても良い。また、型 6 と基板 1 0 の双方を相対的に Z 軸方向に移動させることで、型 6 の押印及び離型を実現しても良い。更に、基板保持機構 4 は、基板 1 0 の（Z 軸周りの回転）方向の位置や基板 1 0 の傾きを調整するためのチルト機能を有するように構成されていても良い。また、基板保持機構 4 の位置はレーザ干渉計、エンコーダなどの第 2 計測部 2 6（図 1 では不図示）で計測され、基板保持機構 4 には第 2 計測部 2 6 により計測するためのバーミラー、スケール等の構造物が配置される。また、後述の制御部 5 は、第 2 計測部 2 6 により計測された結果を用いて基板移動部 2 1 を制御する。

30

【 0 0 2 5 】

圧力調整部 1 5 は、型チャック 1 1 に保持された型 6 のパターン部 6 a を基板 1 0 に向かう方向（- Z 軸方向）に凸形状に変形させたり、パターン部 6 a を平面形状に戻したりするために、空間 1 3 内の圧力を調整する。例えば、圧力調整部 1 5 は、型 6 のパターン部 6 a と基板 1 0 上のインプリント材 1 6 とが接触する前に、パターン部 6 a を凸形状に変形させるために、空間 1 3 内の圧力を周囲の圧力より高くなるように調整する。また、圧力調整部 1 5 は、型 6 のパターン部 6 a と基板 1 0 上のインプリント材 1 6 とが接触した後にパターン部 6 a を平面形状に戻すために、空間 1 3 内の圧力を周囲の圧力と等しくなるように調整する。これにより、型 6 のパターン部 6 a に気体が残存することを抑制することができ、より多くのインプリント材 1 6 がパターン部 6 a の凹凸部に充填される。ま

40

50

た、空間 1 3 内の圧力を計測するための圧力計測部（不図示）が構成される。

【 0 0 2 6 】

制御部 5 は、C P U やメモリなどを含むコンピュータで構成され、メモリに格納されたプログラムに従って、インプリント装置 1 の各部の動作及び調整などを制御する。また、制御部 5 は、1 つのコンピュータからなる構成としても良いし、複数のコンピュータからなる構成としても良い。また、制御部 5 は、インプリント装置 1 と一体で（共通の筐体内に）構成しても良いし、インプリント装置 1 とは別体で（別の筐体内に）構成しても良い。

【 0 0 2 7 】

次に制御部 5 による型移動部 1 2 の制御について説明する。図 2 は、型移動部 1 2 の制御ブロックを示した図である。制御部 5 は、型 6（型チャック 1 1）の Z 軸方向における位置を制御するための目標位置 2 0 1 を生成する。次に、制御部 5 は、目標位置 2 0 1 と第 1 計測部 2 5 による計測値との差から偏差 2 0 2 を算出する。次に、制御部 5 は、演算モジュール 2 0 3 において演算を行い、型移動部 1 2 の駆動ドライバ 2 0 5 への指令値 2 0 4 を生成する。次に、駆動ドライバ 2 0 5 は指令値 2 0 4 にしたがい、型移動部 1 2 を駆動させるための電流値 2 0 6 を生成する。型移動部 1 2 は電流値 2 0 6 に応じた推力（第 1 推力）を発生する。これにより、型移動部 1 2 は型 6 を Z 軸方向において移動させたり、型 6 の傾きを調整したりすることができる。また、基板移動部 2 1 についても、基板チャック 1 9 の目標位置と第 2 計測部 2 6 による計測値とを用いて同様に制御される。また、基板移動部 2 1 は、基板チャック 1 9 に対して推力（第 2 推力）を発生することにより、基板 1 0 を Z 軸方向において移動させたり、基板 1 0 の傾きを調整したりすることができる。また、圧力調整部 1 5 についても、空間 1 3 内の圧力を計測する圧力計測部（不図示）の計測結果を用いて同様に空間 1 3 内の圧力が制御される。

【 0 0 2 8 】

ここで、インプリント装置 1 におけるインプリント処理について説明する。図 3 はインプリント処理を示すフローチャートである。S 1 において、制御部 5 は、基板 1 0 を保持する基板保持機構 4 により基板 1 0 を移動させて、基板 1 0 上のインプリント領域が吐出部 2 4 の下に位置するように制御する。そして制御部 5 は、吐出部 2 4 により基板 1 0 上の領域（インプリント領域）にインプリント材 1 6 を塗布させるように制御する（塗布工程）。

【 0 0 2 9 】

次に、S 2 において、制御部 5 は、基板保持機構 4 により基板 1 0 を型 6 のパターン部 6 a の下にインプリント材 1 6 が供給されたインプリント領域が位置するように制御する。そして、制御部 5 は、型移動部 1 2 により型チャック 1 1 を Z 軸方向に移動させることにより、パターン部 6 a がインプリント領域上のインプリント材 1 6 に押し付けられるように制御する（押印工程）。ここで、制御部 5 は、基板移動部 2 1 により基板チャック 1 9 を Z 軸方向に移動させても良い。また、制御部 5 は、圧力調整部 1 5 により、型 6 のパターン部 6 a が下に凸形状でインプリント材 1 6 に接触して、パターン部 6 a の形状を戻しながら、パターン部 6 a をインプリント材 1 6 に押し付けられるように、空間 1 3 の圧力を制御する。

【 0 0 3 0 】

次に、S 3 において、制御部 5 は、アライメントスコープ 2 3 の計測結果に基づき、基板保持機構 4 を X Y 面内の方に移動することにより、パターン部 6 a とインプリント領域との位置合わせが行われるように制御する（アライメント）。また、制御部 5 は、型保持機構 3 を X Y 面内の方に移動させても良い。

【 0 0 3 1 】

次に S 4 において、制御部 5 は、照射部 2 により基板 1 0 上のインプリント材 1 6 に光が照射されるように制御する（硬化工程）。

【 0 0 3 2 】

次に、S 5 において、制御部 5 は、型チャック 1 1 、及び基板チャック 1 9 の少なくとも一方を Z 軸方向に移動させることにより、パターン部 6 a と基板 1 0 上のインプリント

10

20

30

40

50

材 1 6 とを引き離す（離型工程）。また、基板 1 0 上にインプリント領域が複数ある場合には、基板 1 0 において複数のインプリント領域に対して S 1 から S 5 の処理が繰り返し行われる。

【 0 0 3 3 】

このように、インプリント処理において、制御部 5 は、型チャック 1 1、及び基板チャック 1 9 の少なくとも一方の位置を制御する。しかし、インプリント処理中にインプリント装置 1 の各部のいずれかに異常が発生して、制御部 5 が型移動部 1 2、又は基板移動部 2 1 の制御を正常に行えない状態になることがある。例えば、型チャック 1 1、又は基板チャック 1 9 の位置を計測する計測部の異常が発生することにより、型移動部 1 2 又は基板ステージ 2 0 が異常な推力を発生することがある。これにより、型 6 のパターン部 6 a が基板 1 0 上のインプリント材 1 6 に通常より大きな力で押し付けられ、型 6、及び基板 1 0 の少なくとも一方が破損する可能性がある。また、型チャック 1 1、又は基板チャック 1 9 が異常な位置に移動したり、異常な角度に傾いたりすることにより、型 6、及び基板 1 0 の少なくとも一方がインプリント装置 1 内の部材に接触して破損する可能性がある。10

【 0 0 3 4 】

そこで、本実施例に係るインプリント装置 1 は、異常が発生した場合に、型 6 と基板 1 0 とが接触しない位置に型チャック 1 1 を移動させるための弾性部材 4 0（第 1 弹性部材）を有する。図 4 は、型チャック 1 1、弾性部材 4 0、制御部 5 等を示した図である。型チャック 1 1 と固定部 1 4 の間に型移動部 1 2 とともに弾性部材 4 0 が配置されている。弾性部材 4 0 は、型チャック 1 1 に + Z 軸方向への弾性力を付与し、例えば、コイルバネ、板バネ、ゴム等を含み得る。弾性部材 4 0 は、型チャック 1 1、及び型 6 の重量と釣り合う位置（基準位置）が、型 6 と基板 1 0 とが接触しない位置に調整される。また、弾性部材 4 0 は、型チャック 1 1 と基板チャック 1 9 との距離が予め定められた距離より短い場合に、型チャック 1 1 に対して、基板チャック 1 9 から離れる方向に向かう弾性力を付与する。ここでは、予め定められた距離を、型チャック 1 1 と基板チャック 1 9 との距離としたがこの限りではなく、型チャックの Z 軸方向の位置（上方の所定の点と型チャック 1 1 との距離）としても良い。ここでは、型チャック 1 1 の Z 軸方向の位置が所定位置よりも低い場合には、型チャック 1 1 に対して基板チャック 1 9 から離れる方向の弾性力が働くように、弾性部材 4 0 が取り付けられている。また、基準位置は、型 6 のパターン部 6 a を下方向へ凸形状に変形させた場合でも、型 6 と基板 1 0 とが接触しない位置に調整される。また、基準位置は、型 6 と基板保持機構 4 の構造物とが接触しない位置に調整されても良い。基板保持機構 4 の構造物とは、例えば、前述のバーミラーやスケールなどがあり、基板 1 0 よりも高い位置に配置されることがあるためである。基準位置を、例えば、パターン部 6 a の下面と基板 1 0 、及び基板ステージ 2 0 上の構造物のうちの最も高い上面が 1 0 0 μm 以上離れるように調整されると良い。さらに望ましくは、パターン部 6 a の下面と基板 1 0 、及び基板ステージ 2 0 上の構造物のうちの最も高い上面が 2 0 0 μm 以上離れるように調整されると良い。2030

【 0 0 3 5 】

制御部 5 は、図 3 で説明したインプリント処理中に、例えば、型移動部 1 2 の制御に異常が発生した場合、型移動部 1 2 への電流供給を調整して、Z 軸方向における推力（第 1 力）を弾性部材 4 0 の弾性力より小さくする。これにより、型チャック 1 1 に保持された型 6 が基板 1 0 に接触しない基準位置の方向、つまり、型チャック 1 1 が基板チャック 1 9 から離れる方向へ移動する。さらに望ましくは、制御部 5 は、型移動部 1 2 の制御に異常が発生した場合、型移動部 1 2 への電流供給を遮断して、型移動部 1 2 が発生する推力を 0 にする。これにより、型チャック 1 1 が基板チャック 1 9 から離れる方向に、型チャック 1 1 に保持された型 6 が基板 1 0 に接触しない基準位置へ移動して、基板 1 0 と型 6 とが接触することを抑制することができる。40

【 0 0 3 6 】

制御部 5 は、例えば、図 2 における偏差 2 0 2、指令値 2 0 4、及び電流値 2 0 6 などの、型保持機構 3 を制御するために用いる情報のうち少なくとも 1 つが、予め定めた閾値

10

20

30

40

50

より大きくなつた場合に、型保持機構 3 の制御に異常が発生したと判定する。型保持機構 3 の制御の異常は、例えば、第 1 計測部 25 の故障により型保持機構 3 (型チャック 11) の位置が正しく計測されなくなつたり、駆動ドライバ 205 の故障により異常な電流値 206 が生成されたりすることが原因となる。よって、型保持機構 3 を制御するために用いる情報を用いることにより、型保持機構 3 の制御に異常が発生したと判定することができる。

【 0 0 3 7 】

また、制御部 5 は、インプリント処理中に、例えば、基板移動部 21 の制御に異常が発生した場合、型移動部 12 への電流供給を調整しても良い。基板移動部 21 の異常についても、基板移動部 21 の制御における偏差、指令値、及び電流値などの、基板保持機構 4 を制御するために用いる情報のうち少なくとも 1 つを用いて判定することができる。また、制御部 5 は、インプリント処理中に、例えば、圧力調整部 15 の制御に異常が発生した場合、型移動部 12 への電流供給を調整しても良い。圧力調整部 15 の異常についても、圧力調整部 15 の制御における偏差、指令値、及び電流値などの、圧力調整部 15 を制御するために用いる情報のうち少なくとも 1 つを用いて判定することができる。

【 0 0 3 8 】

また、制御部 5 は、インプリント処理中に、型チャック 11 の位置が予め定めた位置よりも下方向に下がつた場合に、型保持機構 3 の制御に異常が発生したと判定しても良い。つまり、型チャック 11 と基板チャック 19 との距離が予め定められた距離より短くなつた場合に、型保持機構 3 の制御に異常が発生したと判定しても良い。図 5 は、型チャック 11 の位置を示した図である。図 3 の S2 において、型チャック 11 が Z 軸方向において Z0 の位置にある状態を示している。型チャック 11 が Z0 の位置にある状態で、下方向に凸形状になっているパターン部 6a の最下点が基板 10 上のインプリント材 16 に接触している。この後、制御部 5 は、圧力調整部 15 を制御してパターン部 6a の形状を元の形状(平面形状)に戻しながら、型移動部 12 を制御して型 6(型チャック 11)を下方向に下げていく。型チャック 11 が Z0 の位置から下に型 6 の変形量 C ($C > 0$) だけ下に下がつた位置になった時にパターン部 6a の形状が平面形状に戻る。ここで、型 6 の変形量 C はパターン部 6a が基板 10 上のインプリント材 16 に接触する直前の型 6 の変形量であり、変形量 C は空間 13 内の圧力値、型 6 の剛性、空間 13 の X Y 平面に沿った断面の面積(空間 13 の断面積)から一定の値として予め求められる。また、変形量 C は実験やシミュレーションなどによって予め求められても良い。なお、図 5 において点線は、パターン部 6a の形状が平面形状になっている場合の型 6 の外形を示している。よって、制御部 5 は、型チャック 11 の位置が Z0 - C になった時に型チャック 11 を停止させるように制御する。

【 0 0 3 9 】

ここで、型保持機構 3 の制御に異常が発生して、型チャック 11 の位置が Z0 から一定の距離だけ下方向に下がつた場合には、パターン部 6a の周囲の面が基板 10 と接触する可能性がある。パターン部 6a の周囲の面が基板 10 と接触すると、基板 10 上に形成されたパターンが変形したり、型 6 及び基板 10 の少なくとも一方が破損したりする可能性がある。そこで、制御部 5 は、型チャック 11 の位置が予め定めた位置 Ze よりも下方向に下がつた場合に、型移動部 12 の制御に異常が発生したと判定する。ここで、一定の距離を H ($H > 0$) とすると、制御部 5 は、型チャック 11 の位置が $Z_e = Z_0 - C - H$ となった場合に、型移動部 12 の制御に異常が発生したと判定する。ここで、制御部 5 は、パターン部 6a と基板 10 上のインプリント材 16 との接触により、偏差 202、指令値 204 等の変動が生じたときの型チャック 11 の位置に基づき、Z0 を求めることができる。距離 H は、例えば、図 5 に示すように、パターン部 6a が平面形状であるときのパターン部 6a の面とパターン部 6a の周囲の面との距離とすることができ、例えば、 $H = 30 \mu m$ とすることができる。また、実験やシミュレーションなどによって予め求めた距離としても良く、例えば、 $H = 15 \mu m$ としても良い。距離 H を考慮することにより、型チャック 11 の制御の誤差により、制御部 5 が誤って異常が発生したと判定することを抑制

10

20

30

40

50

することができる。

【0040】

以上により、本実施例に係るインプリント装置によれば、型移動部等の制御に異常が発生した場合に、型を保持した型チャックを弾性部材により移動するので、型、または基板の破損を抑制することができる。

【実施例2】

【0041】

実施例2では、型を用いて基板上の組成物を成形する成形装置として、基板上にパターンを形成するインプリント装置を用いた例について説明する。ここで言及しない事項は、実施例1に従い得る。実施例2では、型保持部等の異常が発生した場合に、基板を保持した基板保持部を、型6と基板10とが接触しない位置に移動させる実施形態について説明する。

10

【0042】

本実施例に係るインプリント装置1は、制御に異常が発生した場合に、型6と基板10とが接触しない位置に基板チャック19を移動させる弾性部材(第2弾性部材)60を有する。図6は、基板チャック19、弾性部材、制御部5等を示した図である。基板チャック19と基板ステージ20の間に基板移動部21とともに弾性部材60が配置されている。弾性部材60は、基板チャック19に-Z軸方向への弾性力を付与し、例えば、コイルバネ、板バネ、ゴム等を含み得る。弾性部材60は、基板チャック19、及び基板10の重量と釣り合う位置(基準位置)が、型6と基板10とが接触しない位置に調整される。また、弾性部材60は、基板チャック19と型チャック11との距離が予め定められた距離より短い場合に、基板チャック19に対して、型チャック11から離れる方向に向かう弾性力を付与する。ここでは、予め定められた距離を、基板チャック19と型チャック11との距離としたがこの限りではなく、基板チャック19のZ軸方向の位置(上方の所定の点と基板チャック19との距離)としても良い。ここでは、基板チャック19のZ軸方向の位置が所定位置よりも高い場合には、基板チャック19に対して型チャック11から離れる方向の弾性力が働くように、弾性部材60が取り付けられている。また、基準位置は、型6のパターン部6aを下方向へ凸形状に変形させた場合でも、型6と基板10とが接触しない位置に調整される。また、基準位置は、型6と基板保持機構4の構造物とが接触しない位置に調整されても良い。

20

【0043】

制御部5は、図3で説明したインプリント処理中に、例えば、基板移動部21の制御に異常が発生した場合、基板移動部21への電流供給を調整して、Z軸方向における推力を弾性部材60の弾性力より小さくする。これにより、基板チャック19に保持された基板10が型6に接触しない基準位置の方向、つまり、基板チャック19が型チャック11から離れる方向へ移動する。さらに望ましくは、制御部5は、基板移動部21の制御に異常が発生した場合、基板10が型6に接触しない位置の方向へ移動する。さらに望ましくは、制御部5は、基板移動部21への電流供給を遮断して、基板移動部21が発生する推力を0にする。これにより、基板チャック19が型チャック11から離れる方向に移動して、基板チャック19に保持された基板10が型6に接触しない基準位置へ移動して、基板10と型6とが接触することを抑制することができる。

30

【0044】

以上により、本実施例に係るインプリント装置によれば、型移動部等の制御に異常が発生した場合に、基板を保持した基板チャックを弾性部材により移動するので、型、または基板の破損を抑制することができる。

40

【実施例3】

【0045】

実施例3では、型を用いて基板上の組成物を成形する成形装置として、基板の上に平坦化層を形成する形成処理を行う平坦化装置を用いた例について説明する。ここで言及しない事項は、実施例1、及び実施例2に従い得る。

50

【 0 0 4 6 】

実施例 1 では、型 6 として、凹凸パターンを設けた回路パターン転写用の型について述べたが、凹凸パターンがない平面部を有するモールド（平面テンプレート）であってもよい。平面テンプレートは、平面部によって基板上の組成物を平坦化するように成形する平坦化処理（成形処理）を行う平坦化装置（成形装置）に用いられる。平坦化処理は、基板上に供給された硬化性組成物に平面テンプレートの平坦部を接触させた状態で、光の照射によって、或いは、加熱によって硬化性組成物を硬化させる工程を含む。

【 0 0 4 7 】

平坦化装置では、平面テンプレートを用いて、基板の上に平坦化層を形成する。基板上の下地パターンは、前の工程で形成されたパターン起因の凹凸プロファイルを有しており、特に近年のメモリ素子の多層構造化に伴いプロセス基板は 100 nm 前後の段差を持つものも出てきている。基板全体の緩やかなうねりに起因する段差は、フォト工程で使われているスキャン露光装置のフォーカス追従機能によって補正可能である。しかし、露光装置の露光スリット面積内に収まってしまうピッチの細かい凹凸は、そのまま露光装置の D O F (Depth Of Focus) を消費してしまう。基板の下地パターンを平滑化する従来手法として SOC (Spin On Carbon) 、 CMP (Chemical Mechanical Mechanical Polishing) のような平坦化層を形成する手法が用いられている。しかし従来技術では十分な平坦化性能が得られない問題があり、今後多層化による下地の凹凸差は更に増加する傾向にある。

10

【 0 0 4 8 】

この問題を解決するために、本実施形態の平坦化装置は、基板に予め塗布された未硬化の組成物に対して平面テンプレート（平面プレート）を押し当てて基板面内の局所平面化を行う。本実施形態において、平坦化装置の構成は、図 1 に示したインプリント装置 1 と概ね同様とすることができる。ただし平坦化装置では、凹凸パターンが形成されたパターン部を有する型の代わりに、基板と同じかそれより大きい面積の平面プレートを使用し、基板の上の組成物層の全面に接触させる。型保持部は、そのような平面プレートを保持するように構成される。

20

【 0 0 4 9 】

図 7 は、本実施形態における平坦化装置による処理を説明する図である。図 7 (a) は、基板上に組成物を供給し、平面プレート 503 を接触させる前の状態を示しており、図 X (b) と同様である。この組成物の供給パターンは、基板全面での凹凸情報を考慮して計算されたものである。図 7 (b) は、平面プレート 503 が基板上の組成物と接触した状態を示している。図 7 (c) は、組成物に光を照射して組成物を硬化させた後、平面プレート 503 を引き離した状態を示している。

30

【 0 0 5 0 】

上記したように、実際の基板はパターンの段差のみでなく、基板全面で凹凸をもっているため、その凹凸の影響により、平面プレート 503 が組成物と接触するタイミングが異なる。本実施形態では、最初に接触した位置では、接触直後から組成物の移動が始まるが、その程度に応じて組成物を多く配置している。また、最後に接触した位置では、組成物の移動の始まりが遅く、周辺から流入する組成物が加わるが、その程度に応じて組成物の量を減らしている。このような対処により、基板全面で均一な厚みの平坦化層を形成することができる。

40

【 0 0 5 1 】

実施例 1 、及び実施例 2 に係る発明は、本実施例の平坦化装置についても同様に適用することができる。

【 0 0 5 2 】**(物品の製造方法)**

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

50

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、インプリント用の型等が挙げられる。

【0053】

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。

【0054】

次に、物品の具体的な製造方法について説明する。図8(a)に示すように、絶縁体等の被加工材2zが表面に形成されたシリコンウエハ等の基板1zを用意し、続いて、インクジェット法等により、被加工材2zの表面にインプリント材3z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3zが基板上に付与された様子を示している。10

【0055】

図8(b)に示すように、インプリント用の型4zを、その凹凸パターンが形成された側を基板上のインプリント材3zに向け、対向させる。図8(c)に示すように、インプリント材3zが付与された基板1zと型4zとを接触させ、圧力を加える。インプリント材3zは型4zと被加工材2z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4zを通して照射すると、インプリント材3zは硬化する。

【0056】

図8(d)に示すように、インプリント材3zを硬化させた後、型4zと基板1zを引き離すと、基板1z上にインプリント材3z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3zに型4zの凹凸パターンが転写されたことになる。20

【0057】

図8(e)に示すように、硬化物のパターンを耐エッチングマスクとしてエッチングを行うと、被加工材2zの表面のうち、硬化物が無いか或いは薄く残存した部分が除去され、溝5zとなる。図8(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2zの表面に溝5z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。30

【0058】

なお、型4zとして、凹凸パターンを設けた回路パターン転写用の型を用いた例について述べたが、凹凸パターンがない平面部を有する型(プランクテンプレート)であってもよい。プランクテンプレートは、平面部によって基板上の組成物を平坦化するように成形する平坦化処理(成形処理)を行う平坦化装置(成形装置)に用いられる。平坦化処理は、基板上に供給された硬化性組成物にプランクテンプレートの平坦部を接触させた状態で、光の照射によって、或いは、加熱によって硬化性組成物を硬化させる工程を含む。

【0059】

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る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。40

【0060】

成形装置の一例として、基板の上のインプリント材を型により成形(成型)して、基板にパターン形成を行うインプリント装置について説明したが、インプリント装置に限定されるものではない。成形装置の一例として、型として凹凸パターンがない平面部を有する型(プランクテンプレート)を用いて、基板上の組成物を平坦化するように成形する平坦化処理(成形処理)を行う平坦化装置であっても良い。

【0061】

また、実施例1乃至実施例3は、単独で実施するだけでなく、実施例1乃至実施例3のうちいずれかを組合せて実施することができる。

10

20

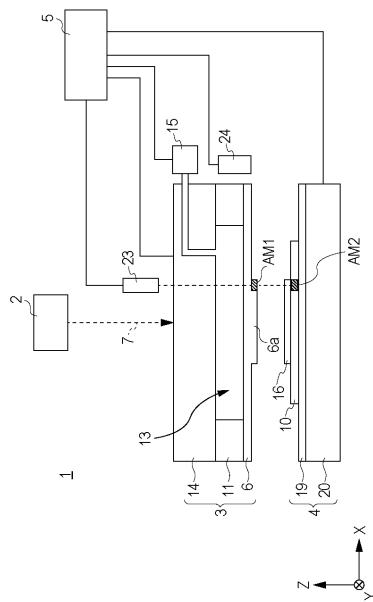
30

40

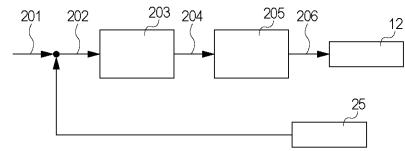
50

【図面】

【図 1】



【図 2】



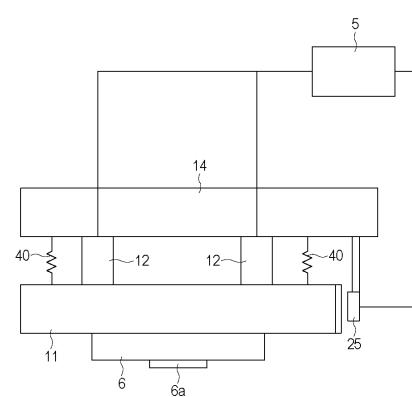
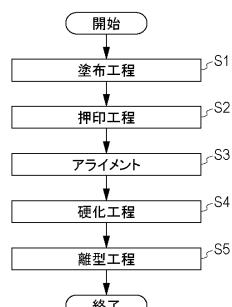
10

20

【図 3】

【図 4】

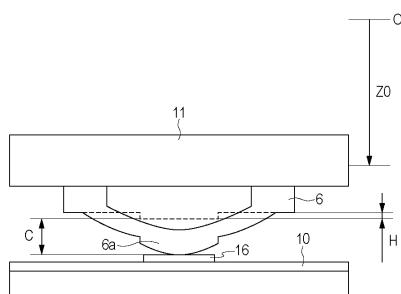
30



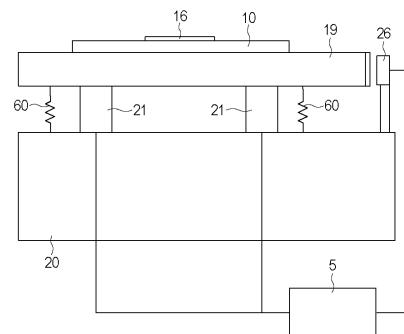
40

50

【図 5】



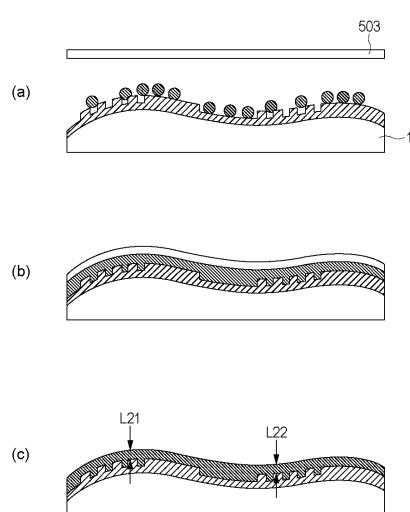
【図 6】



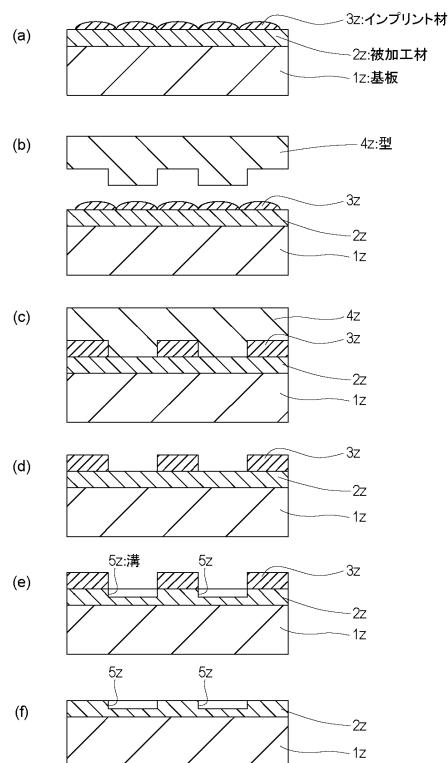
10

20

【図 7】



【図 8】



30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献
- 特開2006-303292 (JP, A)
国際公開第2007/105474 (WO, A1)
特開2008-279772 (JP, A)
特開2009-220559 (JP, A)
特開2016-149547 (JP, A)
特開2016-219679 (JP, A)
特開2017-022245 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- H01L 21/027
G03F 7/20
B29C 59/02