

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7134034号
(P7134034)

(45)発行日 令和4年9月9日(2022.9.9)

(24)登録日 令和4年9月1日(2022.9.1)

(51)国際特許分類		F I		
H 0 1 L	21/027 (2006.01)	H 0 1 L	21/30	5 0 2 D
B 2 9 C	33/12 (2006.01)	B 2 9 C	33/12	
B 2 9 C	43/36 (2006.01)	B 2 9 C	43/36	
B 2 9 C	59/02 (2006.01)	B 2 9 C	59/02	Z

請求項の数 11 (全18頁)

(21)出願番号	特願2018-168078(P2018-168078)	(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30年9月7日(2018.9.7)	(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2020-43173(P2020-43173A)	(72)発明者	中川 一樹 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	令和2年3月19日(2020.3.19)	審査官	田中 秀直
審査請求日	令和3年8月20日(2021.8.20)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 成形装置および物品製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

モールドを用いて基板の上の硬化性組成物を成形する成形装置であって、
前記基板を駆動する基板駆動機構と、
前記基板と前記モールドとの間隙を調整する調整機構と、
前記基板の上に気体を供給する気体供給部と、を備え、
前記基板駆動機構は、前記基板の少なくとも一部が前記モールドに対面しない第1位置から前記基板の全域が前記モールドに対面する第2位置に前記基板を移動させる駆動を行い、

前記駆動がなされている期間の一部において、前記気体が前記基板の一部を覆うように、前記気体供給部が前記基板の上に前記気体を供給し、

前記調整機構は、前記基板が前記第2位置に移動した後に、前記気体が前記基板の全域を覆うように前記間隙の容積を縮小させる縮小動作を行い、前記縮小動作により前記気体が前記基板の全域を覆った後に、前記基板と前記モールドとの間隙を狭くすることで、前記基板の上の前記硬化性組成物と前記モールドとを接触させる接触動作を行う、

ことを特徴とする成形装置。

【請求項2】

前記縮小動作において前記間隙が第1距離から前記第1距離より小さい第2距離に変更され、前記第1距離と前記第2距離との差は、前記接触動作において前記間隙が変更される量より大きい、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の成形装置。

【請求項 3】

モールドを用いて基板の上の硬化性組成物を成形する成形装置であって、

前記基板を駆動する基板駆動機構と、

前記基板と前記モールドとの間隙を調整する調整機構と、

前記基板の上に気体を供給する気体供給部と、

前記モールドの上面の側の空間の圧力を制御することによって前記モールドの形状を制御する形状制御部と、を備え、

前記基板駆動機構は、前記基板の少なくとも一部が前記モールドに対面しない第 1 位置から前記基板の全域が前記モールドに対面する第 2 位置に前記基板を移動させる駆動を行い、

10

前記駆動がなされている期間の少なくとも一部において、前記気体が前記基板の一部を覆うように、前記気体供給部が前記基板の上に前記気体を供給し、

前記調整機構は、前記基板が前記第 2 位置に移動した後に、前記気体が前記基板の全域を覆うように前記間隙の容積を縮小させる縮小動作を行い、前記気体が前記基板の全域を覆った後に、前記基板と前記モールドとの間隙を狭くすることで、前記基板の上の前記硬化性組成物と前記モールドとを接触させる接触動作を行い、

前記形状制御部は、前記縮小動作において前記圧力を負圧に維持する、

ことを特徴とする成形装置。

【請求項 4】

20

前記形状制御部は、前記縮小動作の後であって前記接触動作の開始前に、前記圧力を負圧から正圧に変更する、

ことを特徴とする請求項 3 に記載の成形装置。

【請求項 5】

前記圧力が前記正圧に変更されることによって、前記モールドが前記基板に向かって凸形状に変形し、

前記接触動作では、前記モールドの中央部が前記基板の上に前記硬化性組成物に最初に接触する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の成形装置。

【請求項 6】

30

前記調整機構は、前記縮小動作において、前記間隙の容積が小さくなるように、前記基板と前記モールドとの相対姿勢を調整する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の成形装置。

【請求項 7】

前記駆動は、前記基板の一端が前記モールドの一端の下を通過するようになされ、

前記相対姿勢の調整は、前記モールドの前記一端と前記基板とが近づくようになされる、

ことを特徴とする請求項 6 に記載の成形装置。

【請求項 8】

モールドを用いて基板の上の硬化性組成物を成形する成形装置であって、

前記基板を駆動する基板駆動機構と、

40

前記基板と前記モールドとの間隙を調整する調整機構と、

前記基板の上に気体を供給する気体供給部と、

前記モールドの両側の空間のうち前記基板とは反対側の空間の圧力を制御することによって前記モールドの形状を制御する形状制御部と、を備え、

前記基板駆動機構は、前記基板の少なくとも一部が前記モールドに対面しない第 1 位置から前記基板の全域が前記モールドに対面する第 2 位置に前記基板を移動させる駆動を行い、

前記駆動がなされている期間の少なくとも一部において、前記気体供給部が前記基板の上に前記気体を供給し、

前記調整機構は、前記基板が前記第 2 位置に移動した後に、前記間隙の容積を縮小させ

50

る縮小動作を行い、その後、前記基板と前記モールドとの間隔を狭くすることで、前記基板の上の前記硬化性組成物と前記モールドとを接触させる接触動作を行い、

前記形状制御部は、前記縮小動作において前記圧力を負圧に維持し、前記縮小動作の後であって前記接触動作の開始前に、前記圧力を負圧から正圧に変更する、

ことを特徴とする成形装置。

【請求項 9】

前記圧力が前記正圧に変更されることによって、前記モールドが前記基板に向かって凸形状に変形し、

前記接触動作では、前記モールドの中央部が前記基板の上の前記硬化性組成物に最初に接触する、

ことを特徴とする請求項 8 に記載の成形装置。

【請求項 10】

前記硬化性組成物によって前記基板の上に平坦化膜を形成するように構成されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の成形装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の成形装置を使って基板の上の硬化性組成物を成形する工程と、

前記硬化性組成物の成形がなされた前記基板を処理する工程と、

を含み、前記基板から物品を製造する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、成形装置および物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

新たなリソグラフィ技術として、モールドを使って基板の上の硬化性組成物を成形することによって基板の上にパターンを形成する微細加工技術が注目を集めている。このような技術は、インプリント技術とも呼ばれ、基板の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。また、近年では、インプリント技術を応用して、基板の表面を平坦化する技術が提案されている（特許文献 1 参照）。平坦化技術としては、既存の塗布装置（スピンコーター）を用いて基板の上に塗布膜を形成することで基板の段差を平坦化する技術が一般的であるが、このような技術は、基板の段差をナノスケールで平坦化するには不十分である。一方、特許文献 1 に開示された技術は、基板の段差に基づいて未硬化樹脂（硬化性組成物）を滴下し、滴下した未硬化樹脂にテンプレート（モールド）を接触させた状態で未硬化樹脂を硬化させることで平坦化の精度向上を図るものである。

【0003】

このような技術において、基板の上の硬化性組成物とモールドとを接触させて硬化性組成物を広げる際に硬化性組成物中に気泡が残留することによって、硬化性組成物によって形成される膜に不良が発生する場合がある。このような不良は、未充填欠陥と呼ばれる。そこで、基板とモールドとの間隙を特殊な気体で満たすことで、気泡の残留を抑制するインプリント装置が提案されている。特許文献 2 には、マスク（モールド）の下に基板が配置されるように基板ステージを移動させる際に生じるクエット流れを用いて、基板上の未硬化樹脂とマスクとの間に可溶性または拡散性の高い気体を移送するインプリント装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特表 2011-529626 号公報
特許第 5828626 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

クエット流れを用いて気体を輸送する場合、輸送距離は、基板ステージの移動距離の半分程度である。例えば、基板の全域に一括して硬化性組成物の膜を形成する場合には、基板の全域を気体で覆う必要があり、クエット流れだけで気体を輸送する方法では、基板ステージの移動距離が長くなってしまふ。また、そのような長距離のクエット流れを維持するにはモールドに対向する基板ステージも大型化する必要があり、装置のフットプリントの点で不利である。

【0006】

本発明は、装置の大型化を抑制しつつ未充填欠陥を抑制す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】

【0007】

本発明の第1の側面は、モールドを用いて基板の上の硬化性組成物を成形する成形装置に係り、前記成形装置は、前記基板を駆動する基板駆動機構と、前記基板と前記モールドとの間隙を調整する調整機構と、前記基板の上に気体を供給する気体供給部と、を備え、前記基板駆動機構は、前記基板の少なくとも一部が前記モールドに対面しない第1位置から前記基板の全域が前記モールドに対面する第2位置に前記基板を移動させる駆動を行い、前記駆動がなされている期間の一部において、前記気体が前記基板の一部を覆うように、前記気体供給部が前記基板の上に前記気体を供給し、前記調整機構は、前記基板が前記第2位置に移動した後に、前記気体が前記基板の全域を覆うように前記間隙の容積を縮小させる縮小動作を行い、前記縮小動作により前記気体が前記基板の全域を覆った後に、前記基板と前記モールドとの間隔を狭くすることで、前記基板の上の前記硬化性組成物と前記モールドとを接触させる接触動作を行う。

本発明の第2の側面は、モールドを用いて基板の上の硬化性組成物を成形する成形装置に係り、前記成形装置は、前記基板を駆動する基板駆動機構と、前記基板と前記モールドとの間隙を調整する調整機構と、前記基板の上に気体を供給する気体供給部と、前記モールドの上面の側の空間の圧力を制御することによって前記モールドの形状を制御する形状制御部と、を備え、前記基板駆動機構は、前記基板の少なくとも一部が前記モールドに対面しない第1位置から前記基板の全域が前記モールドに対面する第2位置に前記基板を移動させる駆動を行い、前記駆動がなされている期間の少なくとも一部において、前記気体が前記基板の一部を覆うように、前記気体供給部が前記基板の上に前記気体を供給し、前記調整機構は、前記基板が前記第2位置に移動した後に、前記気体が前記基板の全域を覆うように前記間隙の容積を縮小させる縮小動作を行い、前記気体が前記基板の全域を覆った後に、前記基板と前記モールドとの間隔を狭くすることで、前記基板の上の前記硬化性組成物と前記モールドとを接触させる接触動作を行い、前記形状制御部は、前記縮小動作において前記圧力を負圧に維持する。

本発明の第3の側面は、モールドを用いて基板の上の硬化性組成物を成形する成形装置に係り、前記成形装置は、前記基板を駆動する基板駆動機構と、前記基板と前記モールドとの間隙を調整する調整機構と、前記基板の上に気体を供給する気体供給部と、前記モールドの両側の空間のうち前記基板とは反対側の空間の圧力を制御することによって前記モールドの形状を制御する形状制御部と、を備え、前記基板駆動機構は、前記基板の少なくとも一部が前記モールドに対面しない第1位置から前記基板の全域が前記モールドに対面する第2位置に前記基板を移動させる駆動を行い、前記駆動がなされている期間の少なくとも一部において、前記気体供給部が前記基板の上に前記気体を供給し、前記調整機構は、前記基板が前記第2位置に移動した後に、前記間隙の容積を縮小させる縮小動作を行い、その後、前記基板と前記モールドとの間隔を狭くすることで、前記基板の上の前記硬化性組成物と前記モールドとを接触させる接触動作を行い、前記形状制御部は、前記縮小動作において前記圧力を負圧に維持し、前記縮小動作の後であって前記接触動作の開始前に、前記圧力を負圧から正圧に変更する。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、装置の大型化を抑制しつつ未充填欠陥を抑制するために有利な技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の一実施形態のインプリント装置の構成を示す図。

【図2】形状制御部の構成を例示する図。

【図3】平坦化処理を例示する図。

【図4】本発明の第1実施形態のパターン形成装置の動作を例示する図。

10

【図5】本発明の第1実施形態のパターン形成装置の動作を例示する図。

【図6】本発明の第1実施形態のパターン形成装置の動作を例示する図。

【図7】本発明の第1実施形態のパターン形成装置の動作を例示する図。

【図8】本発明の第1実施形態のパターン形成装置の動作手順を示すフローチャート。

【図9】本発明の第2実施形態のパターン形成装置の動作を例示する図。

【図10】本発明の第2実施形態のパターン形成装置の動作を例示する図。

【図11】本発明の第2実施形態のパターン形成装置の動作を例示する図。

【図12】本発明の第2実施形態のパターン形成装置の動作を例示する図。

【図13】本発明の第2実施形態のパターン形成装置の動作手順を示すフローチャート。

【図14】物品製造方法を例示する図。

20

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照しながら本発明をその例示的な実施形態を通して説明する。

【0011】

図1には、本発明の一実施形態の成形装置100の構成が示されている。成形装置100は、モールド11を用いて基板1の上の硬化性組成物17を成形する。一例において、成形装置100は、基板1の上に硬化性組成物17の硬化物からなる平坦化膜を形成する平坦化装置として構成あるいは使用されうる。他の例において、成形装置100は、パターンを有するモールド11を用いて、基板1の上に硬化性組成物17の硬化物からなるパターンを形成するインプリント装置として構成あるいは使用されうる。

30

【0012】

硬化性組成物は、硬化用のエネルギーが与えられることにより硬化する組成物である。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。硬化性組成物は、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うる。硬化性組成物の粘度(25における粘度)は、例えば、1mPa・s以上100mPa・s以下でありうる。硬化性組成物は、例えば、アクリレートまたはメタクリレートのようなモノマーでありうる。

40

【0013】

基板1は、母材単体であってよいし、母材の上に1又は複数の層を有してもよい。基板1の母材は、例えば、シリコンウエハでありうるが、これに限定されるものではない。基板1の母材は、例えば、アルミニウム、チタン-タングステン合金、アルミニウム-ケイ素合金、アルミニウム-銅-ケイ素合金、酸化ケイ素、チッ化ケイ素等の半導体デバイス用基板として知られているものの中からも任意に選択されうる。なお、基板1は、シランカップリング処理、シラザン処理、有機薄膜の成膜、等の表面処理により密着層が形成さ

50

れ、硬化性組成物との密着性を向上させた基板であってもよい。なお、基板 1 は、例えば、直径が 300 mm の円形形状を有しうるが、これに限定されるものではない。

【0014】

モールド 11 としては、硬化用のエネルギーが光エネルギーである場合、光透過性の材料で構成されうる。モールド 11 は、例えば、ガラス、石英、PMMA (Polymethylmethacrylate)、ポリカーボネート樹脂等の光透明性樹脂、透明金属蒸着膜、ポリジメチルシロキサン等の柔軟膜、光硬化膜、または、金属膜等で構成されうる。なお、モールド 11 は、例えば、300 mm よりも大きく、500 mm よりも小さい直径を有する円形形状を有しうるが、これに限らない。また、モールド 11 の厚さは、好適には、0.25 mm 以上 2 mm 未満であるが、これに限られない。

10

【0015】

本明細書および添付図面では、水平面に平行な方向を XY 平面とし、鉛直方向を Z 軸とする XYZ 座標系において方向を示す。XYZ 座標系における X 軸、Y 軸、Z 軸にそれぞれ平行な方向を X 方向、Y 方向、Z 方向とし、X 軸周りの回転、Y 軸周りの回転、Z 軸周りの回転をそれぞれ X、Y、Z とする。X 軸、Y 軸、Z 軸に関する制御または駆動は、それぞれ X 軸に平行な方向、Y 軸に平行な方向、Z 軸に平行な方向に関する制御または駆動を意味する。また、X 軸、Y 軸、Z 軸に関する制御または駆動は、それぞれ X 軸に平行な軸の周りの回転、Y 軸に平行な軸の周りの回転、Z 軸に平行な軸の周りの回転に関する制御または駆動を意味する。また、位置は、X 軸、Y 軸、Z 軸の座標に基づいて特定されうる情報であり、姿勢は、X 軸、Y 軸、Z 軸の値で特定されうる情報である。位置決めは、位置および/または姿勢を制御することを意味する。位置合わせ (アライメント) は、基板およびモールドの少なくとも一方の位置および/または姿勢の制御を含みうる。また、位置合わせ (アライメント) は、基板およびモールドの少なくとも一方の形状を補正あるいは変更するための制御を含みうる。

20

【0016】

成形装置 100 は、基板チャック 2、基板ステージ 3、ベース定盤 4、支柱 5、天板 6、ガイドパープレート 7、ガイドバー 8、モールド駆動部 9、支柱 10、モールドチャック 12、ヘッド 13、アライメント棚 14 および気体供給部 15 を備えうる。また、成形装置 100 は、ディスペンサ 20、オフアクシスアライメント (OA) スコープ 21、基板搬送部 22、アライメントスコープ 23、硬化部 24、基板駆動機構 31、モールド搬送部 32、形状制御部 33 および制御部 200 を備えうる。

30

【0017】

基板 1 は、搬送ハンドなどを含む基板搬送部 22 によって、成形装置 100 の外部から成形装置 100 の内部に搬入され、基板チャック 2 に渡され、基板チャック 2 によって保持される。基板ステージ 3 は、ベース定盤 4 によって支持され、基板チャック 2 によって保持された基板 1 を位置決めするために、基板駆動機構 31 によって X 方向および Y 方向に駆動されうる。基板駆動機構 31 は、例えば、リニアモータおよび/またはエアシリンダ等の直動機構、および、回転機構を含みうる。基板駆動機構 31 は、基板ステージ 3 を X 軸、Y 軸、および、Z 軸に関して駆動するように構成されうるが、更に他の軸に関して基板ステージ 3 を駆動するように構成されてもよい。

40

【0018】

モールド 11 は、搬送ハンドなどを含むモールド搬送部 32 によって、成形装置 100 の外部から内部に搬入され、モールドチャック 12 に渡されモールドチャック 12 によって保持される。成形装置 100 が平坦化装置として構成あるいは使用される場合、モールド 11 は、例えば、円形又は四角形の外形を有し、基板 1 の上の硬化性組成物 17 に接触して基板 1 の表面形状に倣う平坦部 11a を含みうる。平坦部 11a は、例えば、基板 1 と同じサイズ、又は、基板 1 よりも大きいサイズを有しうる。モールドチャック 12 は、ヘッド 13 によって支持されうる。ヘッド 13 は、例えば、X 軸および Y 軸に関してモールド 11 の傾きを調整する機能を有しうる。モールドチャック 12 およびヘッド 13 のそれぞれは、硬化部 24 から照射される硬化用のエネルギー (例えば、紫外線等の光)

50

)を通過させる開口(不図示)を含みうる。また、モールドチャック12又はヘッド13には、基板1の上の硬化性組成物17に対するモールド11の押し付け力を計測するためのロードセルが組み込まれうる。

【0019】

ベース定盤4には、天板6を支持する支柱5が配置されている。ガイドバー8は、天板6を貫通している。ガイドバー8の一端は、ガイドバープレート7に固定され、ガイドバー8の他端は、ヘッド13に固定されている。モールド駆動部9は、ガイドバー8を介してヘッド13をZ方向に駆動することによってモールド11をZ方向に駆動する。モールド駆動部9は、例えば、モールドチャック12によって保持されたモールド11を基板1の上の硬化性組成物17に接触させたり、基板1の上の硬化性組成物17からモールド11を分離したりする。また、モールド駆動部9は、基板1とモールド11との間隙を調整する調整機構AMを構成しうる。また、X軸およびY軸に関してモールド11の傾きを調整するヘッド13も、基板1とモールド11との間隙を調整する調整機構AMを構成しうる。

10

【0020】

モールド駆動部9は、更に、ヘッド13をX軸、Y軸およびZ軸に関して駆動することによってモールド11をX軸、Y軸およびZ軸に関して駆動するように構成されてもよい。この例では、基板1とモールド11との間隙を調整する調整機構AMがモールド駆動部9および/またはヘッド13によって構成されている。しかし、調整機構AMは、基板1をZ軸、更にはX軸および/またはY軸に関して駆動する基板駆動部を基板ステージ3等に組み込むことによって実現されてもよい。あるいは、調整機構AMは、モールド駆動部9および該基板駆動部によって実現されてもよい。

20

【0021】

アライメント柵14は、支柱10を介して天板6に架橋される。アライメント柵14には、ガイドバー8が貫通している。また、アライメント柵14には、例えば、基板チャック2によって保持された基板1の高さ(平坦度)を計測するための高さ計測系(不図示)が配置されうる。該高さ計測系は、例えば、斜入射像ずれ方式の計測系でありうる。アライメントスコープ23は、基板ステージ3に設けられた基準マークと、モールド11に設けられたアライメントマークとを観察するための光学系および撮像系を含みうる。ただし、モールド11にアライメントマークが設けられていない場合には、アライメントスコープ23がなくてもよい。アライメントスコープ23は、基板ステージ3に設けられた基準マークと、モールド11に設けられたアライメントマークとの相対的な位置を計測し、その位置ずれを補正するためのアライメントにおいて用いられうる。

30

【0022】

ディスペンサ20は、硬化性組成物17を吐出する吐出口を有し、該吐出口から硬化性組成物17を吐出することによって基板1の上に硬化性組成物17を供給する。ディスペンサ20は、例えば、ピエゾジェット方式またはマイクロソレノイド方式等の方式の吐出機構を有しうる。ディスペンサ20は、例えば、基板1の上に1pL(ピコリットル)程度の微小な体積の硬化性組成物を供給可能に構成されうる。ディスペンサ20における吐出口の数は、限定されるものではなく、1つ(シングルノズル)であってもよいし、複数(例えば100以上)であってもよい。また、ディスペンサ20における吐出口のアレイは、リニアノズルアレイであってもよいし、複数のリニアノズルアレイの組み合わせで構成されてもよい。

40

【0023】

OAスコープ21は、アライメント柵14によって支持されうる。成形装置100がインプリント装置として構成あるいは使用される場合、OAスコープ21は、基板1の複数のショット領域に設けられたアライメントマークを検出し、複数のショット領域のそれぞれの位置を決定するグローバルアライメント処理に用いられうる。アライメントスコープ23によってモールド11と基板ステージ3との位置関係を求め、OAスコープ21によって基板ステージ3と基板1との位置関係を求めることによって、モールド11と基板1

50

とのアライメントを行うことができる。

【0024】

気体供給部15は、例えば、モールド11の側面の近傍に配置された気体供給口15aを含み、気体供給口15aから、基板チャック2あるいはベース定盤4の側に向かって、気体16を吹き出す。気体供給部15は、例えば、基板チャック2によって保持された基板1の上に気体16が供給されるように構成あるいは制御される。気体供給部15から基板1の上に供給された気体16は、基板1とモールド11との間隙に輸送される。気体16は、基板1とモールド11との間隙に対する硬化性組成物17の充填を促進し、また、硬化性組成物17に気泡が残留することを抑制するように作用する。気体16としては、基板1とモールド11との間隙への硬化性組成物の充填性の観点から、硬化性組成物

10

【0025】

制御部200は、例えば、FPGA(Field Programmable Gate Arrayの略。)などのPLD(Programmable Logic Deviceの略。)、又は、ASIC(Application Specific Integrated Circuitの略。)、又は、プログラムが組み込まれた汎用又は専用のコンピュータ、又は、これらの全部または一部の組み合わせによって構成される。制御部200は、成形装置100を構成する上記の各構成要素を制御し、成形装置100の動作を特徴づける。

20

【0026】

形状制御部33は、図2に例示されるように、モールド11の上面の側の空間US(モールドの11の両側の空間のうち基板1とは反対側の空間)の圧力を制御することによってZ方向(鉛直方向)におけるモールド11の形状を制御するように構成される。空間USを定義するために、例えば、モールドチャック12は、硬化用エネルギーを透過させる窓部材34を有する。形状制御部33は、空間USの圧力を正圧にすることによってモールド11を下方(基板1)に向かって凸形状にすることができる。正圧とは、モールド11の下面(平坦部11a)が面する空間(例えば、大気圧環境)の圧力より高い圧力を意味する。形状制御部33は、空間USの圧力を調整することによって、モールド11を平坦に維持することができる。ここで、空間USの圧力がモールド11の下面(平坦部11a)が面する空間(例えば、大気圧環境)の圧力と等しい場合、モールド11は、その自重によって、若干ではあるが、下方に撓みうる。そこで、形状制御部33は、空間USの圧力を若干の負圧に調整することによって、モールド11の形状を平面形状に維持することができる。負圧とは、モールド11の下面(平坦部11a)が面する空間(例えば、大気圧環境)の圧力より低い圧力を意味する。

30

【0027】

以下では、成形装置100が平坦化装置として構成あるいは使用される例を説明する。平坦化装置は、基板1の上に硬化性組成物17の硬化物からなる平坦化膜を形成する平坦化処理を実行する。図3を参照しながら平坦化処理を例示的に説明する。まず、図3(a)に模式的に示されるように、表面にパターン等の凹凸を有する基板1の上にディスペンサ20によって硬化性組成物17が配置され、その後、基板1がモールド11の下に配置される。

40

【0028】

次いで、図3(b)に模式的に示されるように、基板1の上の硬化性組成物17にモールド11の平坦部11aが接触するように、調整機構AMによって基板1とモールド11との間隙が調整される。硬化性組成物17とモールド11とを接触させる工程は、接触工程と呼ばれうる。接触工程により、モールド11の平坦部11aは、基板1の表面形状に倣った状態となる。次いで、図3(c)に模式的に示されるように、硬化部24から硬化性組成物17に硬化用エネルギーEが照射される。これによって、硬化性組成物17が硬化され、硬化した硬化性組成物17からなる平坦化膜PMが形成される。硬化性組成物1

50

7を硬化させる工程は、硬化工程と呼ばれうる。次いで、図3(d)に模式的に示されるように、硬化した硬化性組成物17からなる平坦化膜PMからモールド11が分離されるように、調整機構AMによって基板1とモールド11との間隙が調整される。硬化した硬化性組成物17とモールド11とを分離する工程は、分離工程と呼ばれうる。

【0029】

図3(b)に模式的に示される接触工程を経て、図3(c)に示される硬化工程が実施される前までに、基板1とモールド11との間隙に、気泡が残留することなく、硬化性組成物17が充填される必要がある。気泡が残留した状態で硬化性組成物17を硬化させると、空隙あるいは未充填欠陥を有する平坦化膜PMが形成されることになる。これは、基板1の処理の繰り返しによって最終的に製造されうる半導体デバイス等の物品の品質に悪影響を及ぼしうる。そこで、接触工程は、基板1とモールド11との間隙の空気が気体16で置換された状態で実行されるべきである。

10

【0030】

基板1とモールド11との間隙の空気を気体16で置換する方法としては、基板1の移動によって起こるクエット流れを利用する方法がある。この方法では、モールド11の下に位置しない基板1をモールド11の下に移動させる際に、気体供給部15から基板1の上に気体16を供給し、基板1の移動によって気体16に生じるクエット流れによって気体16が基板1とモールド11との間隙に輸送される。例えば、ディスペンサ20によって基板1の全域の上に硬化性組成物17が供給された後、基板1をモールド11の下に移動させる際に気体供給部15から基板1の上に気体16を供給し、クエット流れによって気体16を基板1とモールド11との間隙に輸送しうる。しかし、クエット流れによって気体16が気体供給部15からモールド11の下に引き込まれる距離は、基板1(基板ステージ3)の移動距離の半分程度の距離しかない。したがって、クエット流れだけで、基板1の全域とモールド11の平坦部11a(下面)の全域との間隙の空気を気体16で置換するためには、基板1(基板ステージ3)の移動距離を基板1の径あるいはサイズの2倍程度にする必要がある。また、そのような長距離のクエット流れを維持するには、モールド11に対向して間隙を形成する基板ステージ3を大型化する必要があり、これは、成形装置100を大型化させうる。

20

【0031】

そこで、以下で詳述されるように、本実施形態では、クエット流れを利用して基板1とモールド11との間隙に気体16を引き込みながら基板1をモールド11の下まで移動させた後、基板1とモールド11との間隙を小さくする。これにより、基板1の全域とモールド11の平坦部11a(下面)の全域との間隙に気体16が広がる。つまり、基板1の全域が気体16で覆われる。

30

【0032】

図4～図8を参照しながら本発明の第1実施形態の成形装置100の動作を例示的に説明する。図4～図7は、第1実施形態の成形装置100の動作を示す模式図である。なお、図4～図7において、硬化性組成物17は、図示が省略されている。図8は、第1実施形態の成形装置100の動作手順を示すフローチャートである。図4～図8に示された動作は、制御部200によって制御される。

40

【0033】

工程S101では、ディスペンサ20によって、基板1の膜形成領域(硬化性組成物17による膜を形成すべき領域)に硬化性組成物17が配置あるいは供給される。工程S102では、調整機構AMによって、基板1とモールド11との間隙が第1距離h1に調整される。ここで、工程S102は、工程S103の開始前に実行されればよく、例えば、工程S101の前に実行されてもよい。工程S103では、図4に模式的に示されているように、基板駆動機構31によって、基板1の少なくとも一部がモールド11に対面しない第1位置から基板1の全域がモールド11に対面する第2位置に基板1を移動させる駆動が開示される。

【0034】

50

工程 S 1 0 4 では、気体供給部 1 5 から気体 1 6 が供給される。気体供給部 1 5 は、基板駆動機構 3 1 による基板 1 (基板ステージ 3) の駆動がなされている期間の少なくとも一部において、気体 1 6 が基板 1 の一部を覆うように、基板 1 の上に気体 1 6 を供給する。気体供給部 1 5 からの気体 1 6 の供給は、例えば、気体供給部 1 5 の気体供給口 1 5 a に基板 1 または基板ステージ 3 が対面する状態で開始されうる。あるいは、気体供給部 1 5 からの気体 1 6 の供給は、気体供給部 1 5 の気体供給口 1 5 a に基板 1 または基板ステージ 3 が対面する前に開始されてもよい。あるいは、気体供給部 1 5 からの気体 1 6 の供給は、工程 S 1 0 3 の前に開始されてもよい。気体供給部 1 5 からの気体 1 6 は、基板 1 の上に供給される。基板 1 の上に供給された気体 1 6 は、基板 1 あるいは基板ステージ 3 の移動によるクエット流れを形成し、基板 1 あるいは基板ステージ 3 の移動方向に輸送される。これにより、気体 1 6 は、基板 1 とモールド 1 1 との間隙に輸送される。気体供給部 1 5 からの気体 1 6 の供給 (例えば、供給時間) は、例えば、気体 1 6 がクエット流れによってモールド 1 1 の中心を通過する輸送されるように制御されうる。

10

【 0 0 3 5 】

基板 1 が第 2 位置に到達したら、工程 S 1 0 5 において、図 6 に模式的に示されうるように、基板駆動機構 3 1 による基板 1 (基板ステージ 3) の駆動が終了される。基板 1 が第 2 位置に移動した後、工程 S 1 0 6 では、気体 1 6 が基板 1 の全域を覆うように、調整機構 A M によって、基板 1 とモールド 1 1 との間隙の容積を縮小させる縮小動作が行われる。第 1 実施形態では、基板 1 とモールド 1 1 との間隙の容積を縮小させる縮小動作は、調整機構 A M によって、図 7 に模式的に示されるように、基板 1 とモールド 1 1 との間隙が第 1 距離 h_1 から第 2 距離 h_2 に調整することによってなされる。第 2 距離 h_2 は、第 1 距離 h_1 より小さい距離である。第 1 距離 h_1 および第 2 距離 h_2 は、第 1 距離 h_1 で基板 1 とモールド 1 1 との間隙に引き込まれた気体 1 6 が、該間隙が第 2 距離 h_2 にされたときに基板 1 の全域を覆うように広がるように設定されうる。

20

【 0 0 3 6 】

基板 1 とモールド 1 1 との間隙を第 2 距離 h_2 に変更する際に、モールド 1 1 の平面度が維持されることが好ましい (換言すると、モールド 1 1 の形状が平面形状に維持されることが好ましい)。基板 1 の全域に膜を形成するためのモールド 1 1 は、大型であるので、その自重によって撓みやすい。特に、平坦化工程に使用されるモールド 1 1 は、基板 1 の表面形状にならわせるために、厚さが薄く形成されるので、撓み量が大きくなりやすい。モールド 1 1 が撓んだ状態で基板 1 とモールド 1 1 との間隙を小さくすると、気体 1 6 が押し広げられる際に、局所的に間隙が小さい箇所では流体抵抗が大きい流れにくく、局所的に間隙が大きい箇所では流体抵抗が小さいため流れやすくなる。そのため、基板 1 の全域に対して気体 1 6 を広げることが難しいかもしれない。

30

【 0 0 3 7 】

そこで、間隙を第 2 距離 h_2 に変更する間は、形状制御部 3 3 によって、モールド 1 1 の平面度を維持し、又は、平面度を向上させることが好ましい。例えば、間隙を第 2 距離 h_2 に変更する間は、形状制御部 3 3 は、空間 U S の圧力を若干の負圧に調整することによって、モールド 1 1 の平面度を維持し、又は、平面度を向上させる。これにより、基板 1 の全域に対して気体 1 6 を均等に広げることができる。

40

【 0 0 3 8 】

工程 S 1 0 6 において気体 1 6 が基板 1 の全域を覆った後、工程 S 1 0 7 において、接触工程が実行される。接触工程では、基板 1 の上の硬化性組成物 1 7 にモールド 1 1 の平坦部 1 1 a が接触するように、調整機構 A M によって基板 1 とモールド 1 1 との間隙が調整される。接触工程では、モールド 1 1 の一部のみを基板 1 の上の硬化性組成物 1 7 に接触させた後に、硬化性組成物 1 7 とモールド 1 1 との接触領域を徐々に拡大させることが、気泡の混入あるいは残留を抑制するために効果的である。例えば、モールド 1 1 の中央部のみを基板 1 の上の硬化性組成物 1 7 に最初に接触させた後に、硬化性組成物 1 7 とモールド 1 1 との接触領域を徐々に拡大させる方法が有利である。そこで、形状制御部 3 3 によって、接触工程の初期段階では空間 U S の圧力を正圧にすることによってモールド 1

50

1を下方(基板1)に向かって凸形状にする。その後、基板1とモールド11との間隔を狭くすることで、基板1の上の硬化性組成物17とモールド11とを接触させる接触動作を行う。このとき、形状制御部33によって、接触領域の拡大のために徐々に空間USの圧力を低下させることが好ましい。

【0039】

以上の動作を整理すると、調整機構AMは、基板1が第2位置に移動した後に、基板1とモールド11の間隙の容積を縮小させる縮小動作を行い、その後、基板1の上の硬化性組成物17とモールド11とを接触させる接触動作を行いうる。形状制御部33は、縮小動作において空間USの圧力を負圧に維持し、縮小動作の後であって接触動作の開始前に、空間USの圧力を負圧から正圧に変更しうる。一例において、第1距離 h_1 と第2距離 h_2 との差は、接触動作において基板1とモールド11との間隙が変更される量より大きい。

10

【0040】

次いで、工程S108では、硬化工程が実行される。硬化工程では、硬化部24によって、基板1とモールド11との間隙の硬化性組成物17に対して硬化用エネルギーが照射され、硬化性組成物17が硬化する。これにより、硬化した硬化性組成物17からなる平坦化膜が形成される。次いで、工程109では、分離工程が実行される。分離工程では、硬化した硬化性組成物17とモールド11とが分離するように、調整機構AMによって、基板1とモールド11との間隙が大きくされる。この際に、基板1とモールド11との間隙は、第1距離 h_1 にされてもよい。

20

【0041】

図9～図13を参照しながら本発明の第2実施形態の成形装置100の動作を例示的に説明する。図9～図12は、第2実施形態の成形装置100の動作を示す模式図である。なお、図9～図12において、硬化性組成物17は、図示が省略されている。図13は、第2実施形態の成形装置100の動作手順を示すフローチャートである。図9～図13に示された動作は、制御部200によって制御される。第2実施形態として言及しない事項は、第1実施形態に従いうる。第2実施形態では、気体供給部15の気体供給口15aが配置された領域のY方向の長さは、例えば、基板1の直径あるいはサイズの80%以上、90%以上、または、100%の長さを有しうる。また、第2実施形態では、調整機構AMによって、基板1とモールド11との間隙の容積を縮小させる縮小動作は、基板1とモールド11との相対姿勢を調整する動作を含む。ここで、第1位置から第2位置への基板1の駆動は、基板1の一端SEがモールド11の一端ME1の下を通過するようになされ、縮小動作における基板1とモールド11との相対姿勢の調整は、モールド11の一端ME1と基板Sとが近づくようになされうる。

30

【0042】

工程S201～S205は、工程S101～S105と同様であり、図9、図10、図11に模式的に示された状態は、図4、図5、図6に模式的に示された状態に対応する。工程S206、S207では、気体16が基板1の全域を覆うように、調整機構AMによって、基板1とモールド11との間隙の容積を縮小させる縮小動作が行われる。ここで、工程S206では、モールド11の一端ME1と基板Sとが近づくように、基板1とモールド11との相対姿勢が調整される。工程S207では、調整機構AMによって、基板1とモールド11との最小間隙(基板1とモールドの一端ME1との間隙)が第2距離 h_2 に調整される。図12には、縮小動作によって、気体16が基板1の全域を覆うように、調整機構AMによって基板1とモールド11との相対姿勢および基板1とモールド11との間隙(距離)が調整された状態が模式的に示されている。このとき、形状制御部33によって、空間USの圧力を若干の負圧に調整することによって、モールド11の平面度を維持し、又は、平面度を向上させてもよい。第2実施形態では、気体16がモールド11の一端ME1の側からその反対側の他端ME2に向かって広がるように、基板1とモールド11との相対姿勢(基板1に対するモールド11の相対的な傾き)が調整される。

40

【0043】

50

第2実施形態では、相対姿勢の調整によって基板1とモールド11との間隙が小さくなる領域までクエット流れによって気体16を基板1とモールド11との間隙に引き込めばよい。これは、クエット流れによって気体16を基板1とモールド11との間隙に気体16を引き込むために基板1(基板ステージ3)を移動させる距離を短くすることに寄与しうる。

【0044】

工程S208では、接触工程が実行される。接触工程は、基板1とモールド11との相対姿勢を、両者が平行な状態に戻した上で、基板1とモールド11との近づけてもよい。この場合は、形状制御部33によって、接触工程の初期段階では空間USの圧力を正圧にすることによってモールド11を下方(基板1)に向かって凸形状にし、その後、接触領域の拡大のために徐々に空間USの圧力を低下させることが好ましい。この場合、形状制御部33は、縮小動作において空間USの圧力を負圧に維持し、縮小動作の後であって接触動作の開始前に、空間USの圧力を負圧から正圧に変更しうる。あるいは、接触工程は、基板1に対してモールド11が相対的に傾いた状態を維持しながら、基板1とモールド11との近づけるように実行されてもよい。この場合、基板1の上の硬化性組成物17に対するモールド11の接触は、モールド11の一端ME1の側から開始することになる。工程S209、S210は、工程S108、S109と同様である。

10

【0045】

以上のように、成形装置100を使って基板1の上の硬化性組成物を成形することができる。本発明の1つの実施形態としての物品製造方法は、成形装置100を使って基板1の上の硬化性組成物17を成形する工程と、硬化性組成物17の成形がなされた基板1を処理する工程と、を含み、基板1から物品を製造する。

20

【0046】

次に、成形装置100をインプリント装置として利用して基板1の上の硬化性組成物17にモールド11のパターンを転写し、その後に基板1を処理することによって物品を製造する物品製造方法を例示的に説明する。図14(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。

【0047】

図14(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14(c)に示すように、インプリント材3zが付与された基板1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を介して照射すると、インプリント材3zは硬化する。

30

【0048】

図14(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、型の凸部が硬化物の凹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。

40

【0049】

図14(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14(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。

【0050】

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

50

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。光学素子としては、マイクロレンズ、導光体、導波路、反射防止膜、回折格子、偏光素子、カラーフィルタ、発光素子、ディスプレイ、太陽電池等が挙げられる。MEMSとしては、DMD、マイクロ流路、電気機械変換素子等が挙げられる。記録素子としては、CD、DVDのような光ディスク、磁気ディスク、光磁気ディスク、磁気ヘッド等が挙げられる。センサとしては、磁気センサ、光センサ、ジャイロセンサ等が挙げられる。型としては、インプリント用のモールド等が挙げられる。

10

【0051】

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。

【0052】

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ず、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】**【0053】**

1：基板、11：モールド、15：気体供給部、16：気体、17：硬化性組成物、100：インプリント装置

20

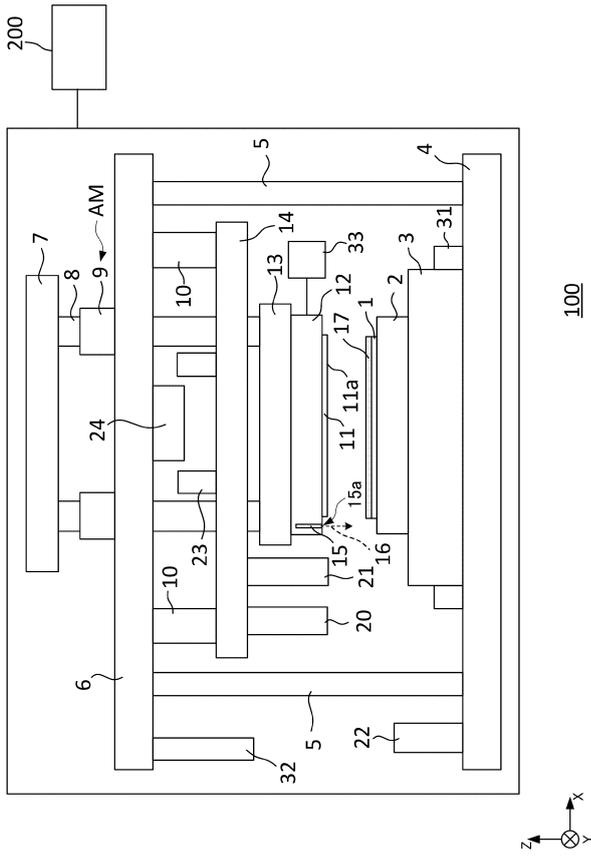
30

40

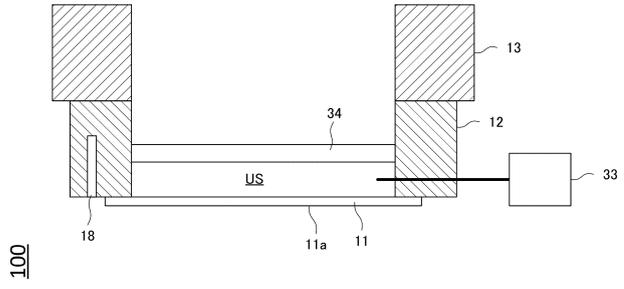
50

【図面】

【図 1】



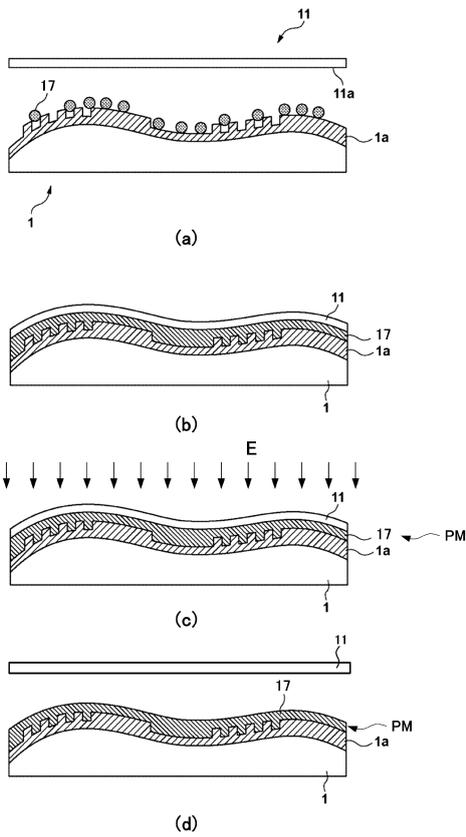
【図 2】



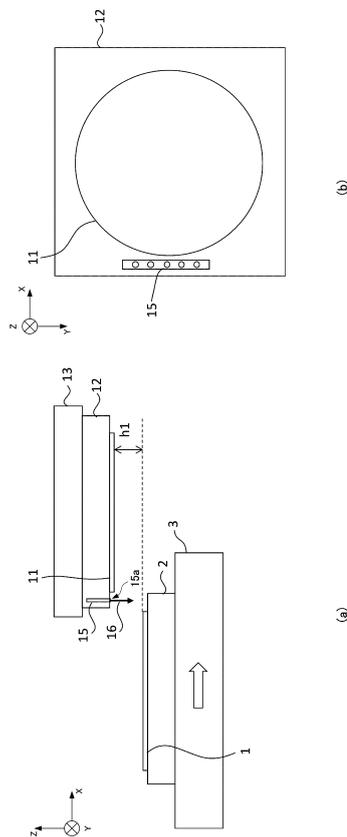
10

20

【図 3】



【図 4】

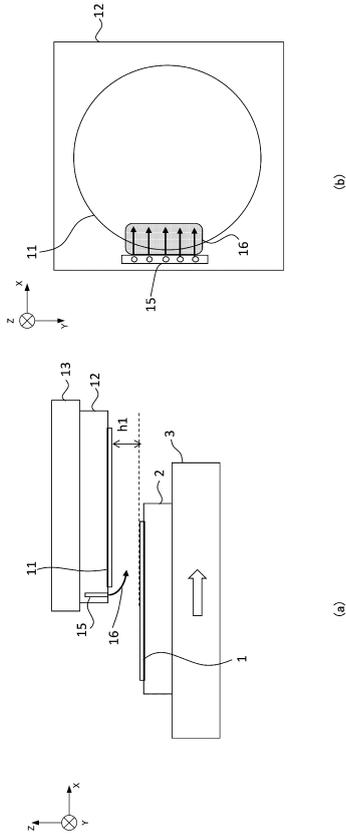


30

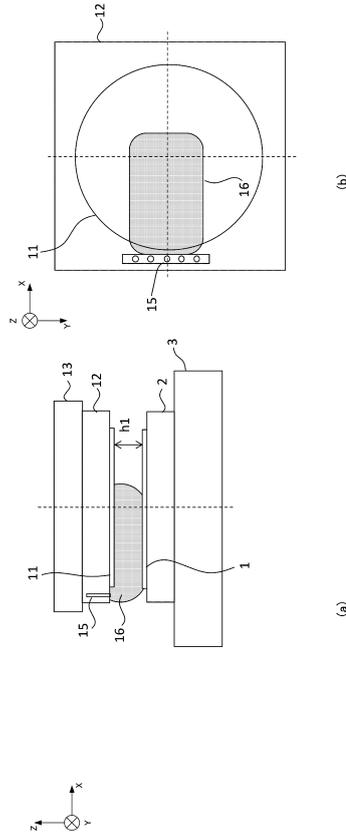
40

50

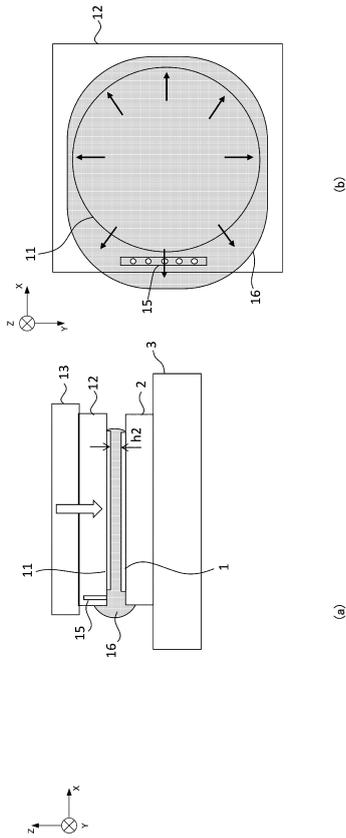
【図5】



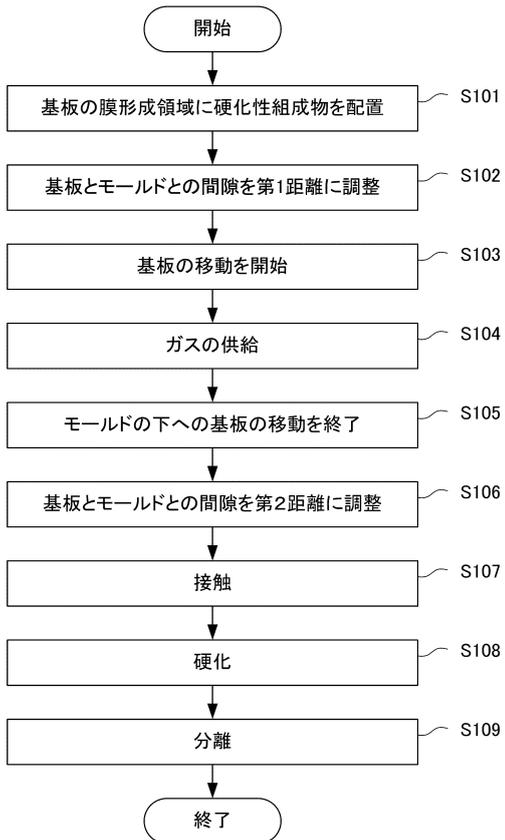
【図6】



【図7】



【図8】



10

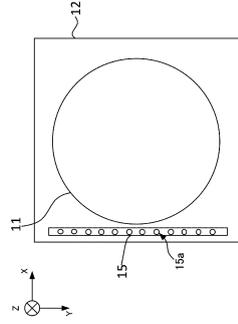
20

30

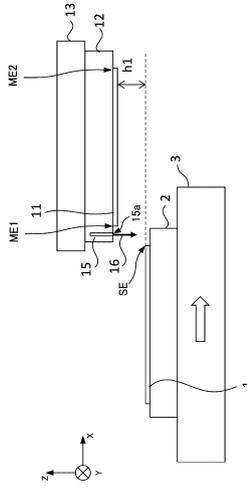
40

50

【図 9】

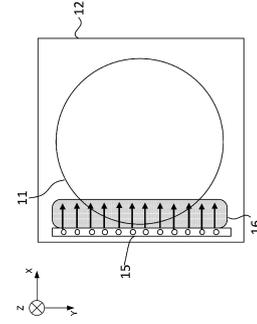


(b)

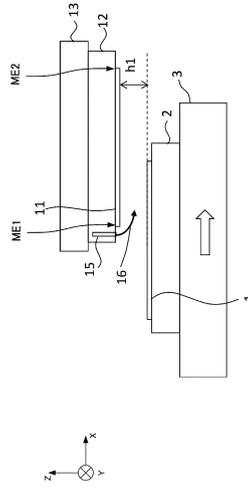


(a)

【図 10】

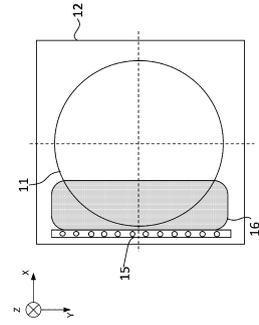


(b)

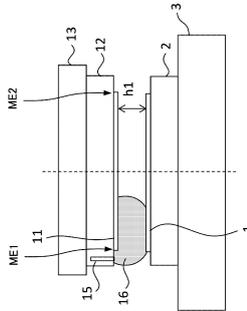


(a)

【図 11】

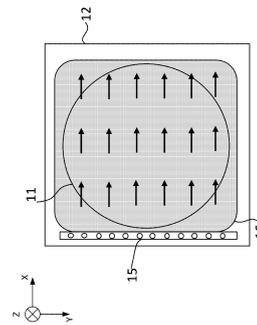


(b)

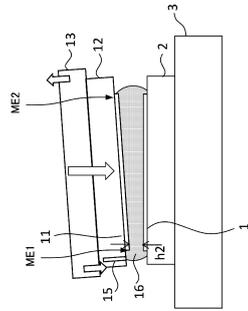


(a)

【図 12】



(b)



(a)

10

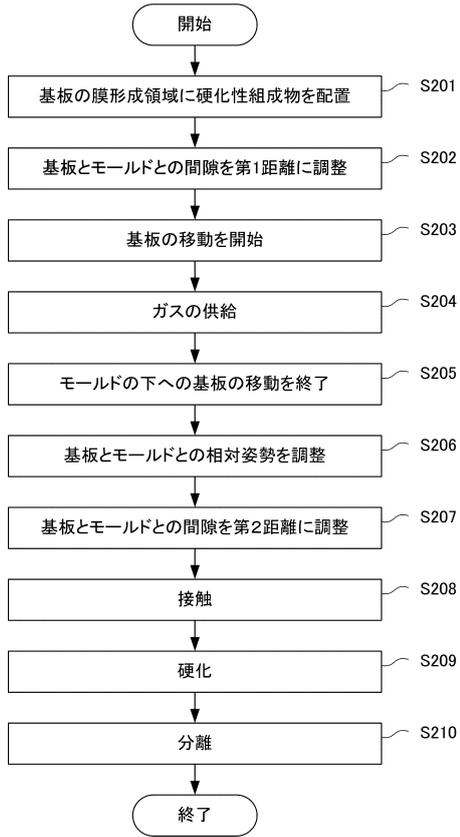
20

30

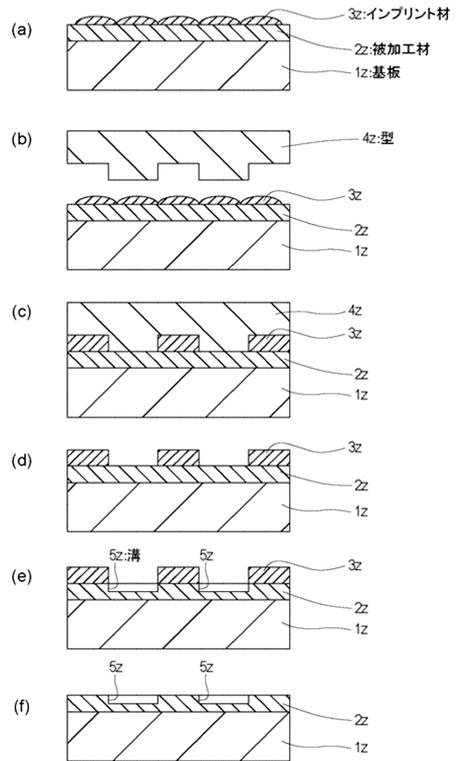
40

50

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-229448(JP,A)
特開2010-199496(JP,A)
特開2014-049473(JP,A)
特開2017-183725(JP,A)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
B29C 33/12
B29C 43/36
B29C 59/02