(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7652645号
(P7652645)

(45)発行日　令和7年3月27日(2025.3.27)

(24)登録日　令和7年3月18日(2025.3.18)

(51)国際特許分類

Ｈ０１Ｌ　21/027(2006.01)	Ｈ０１Ｌ	21/30	５０２Ｄ
Ｈ０１Ｌ　21/56　(2006.01)	Ｈ０１Ｌ	21/30	５７８
	Ｈ０１Ｌ	21/56	Ｒ

請求項の数　12　（全17頁）

(21)出願番号　特願2021-109414(P2021-109414)
(22)出願日　令和3年6月30日(2021.6.30)
(65)公開番号　特開2023-6689(P2023-6689A)
(43)公開日　令和5年1月18日(2023.1.18)
審査請求日　令和6年6月26日(2024.6.26)

(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　110003281
弁理士法人大塚国際特許事務所
(72)発明者　保坂 教史
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　坂上 大貴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　平坦化装置、および物品製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

押圧部材の平坦面と基板の上の材料とを接触させることによって前記基板の上に前記材料による平坦化膜を形成する平坦化装置であって、

前記押圧部材は、前記平坦面を含む第１面と、該第１面とは反対側の第２面とを有し、

前記平坦化装置は、

前記押圧部材の上面が前記第１面であるか前記第２面であるかの判定を行う判定部と、

前記判定部による前記判定の結果に基づいて前記押圧部材の搬送を制御する制御部と、

を有することを特徴とする平坦化装置。

【請求項２】

前記押圧部材の上下を反転させる反転部を更に有し、

前記制御部は、前記判定部による前記判定の結果に応じて前記押圧部材を前記反転部に搬送する、

ことを特徴とする請求項１に記載の平坦化装置。

【請求項３】

前記押圧部材の前記第２面が上を向いた状態で該第２面を引きつけて前記押圧部材を保持する保持部を含み、該保持部によって保持された前記押圧部材を用いて前記平坦化膜の形成を行う形成部を有し、

前記制御部は、

前記判定部により前記押圧部材の前記上面が前記第１面であると判定された場合、前

記押圧部材を前記反転部に搬送し、該反転部で反転された前記押圧部材を前記形成部に搬送し、
　前記判定部により前記押圧部材の前記上面が前記第２面であると判定された場合、前記押圧部材を前記反転部で反転させることなく前記形成部に搬送する、
　ことを特徴とする請求項２に記載の平坦化装置。
【請求項４】
　前記押圧部材のプリアライメント状態を調整する調整部と、
　前記押圧部材の前記第２面が上を向いた状態で該第２面を引きつけて前記押圧部材を保持する保持部を含み、前記保持部によって保持された前記押圧部材を用いて前記平坦化膜の形成処理を行う形成部と、を更に有し、
　前記制御部は、
　前記判定部により前記押圧部材の前記上面が前記第１面であると判定された場合、前記押圧部材を前記反転部に搬送し、該反転部で反転された前記押圧部材を前記調整部に搬送し、前記調整部による調整後の前記押圧部材を前記形成部に搬送し、
　前記判定部により前記押圧部材の前記上面が前記第２面であると判定された場合、前記押圧部材を前記反転部で反転させることなく前記調整部に搬送し、前記調整部による調整後の前記押圧部材を前記形成部に搬送する、
　ことを特徴とする請求項２に記載の平坦化装置。
【請求項５】
　前記押圧部材には、前記第１面または前記第２面を識別するマークが形成されており、
　前記判定部は、前記マークを検出することにより前記判定を行う、
　ことを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の平坦化装置。
【請求項６】
　前記マークを撮像する撮像部を更に有し、
　前記判定部は、前記撮像部により得られた画像から抽出される前記マークの像を処理することにより前記判定を行う、
　ことを特徴とする請求項５に記載の平坦化装置。
【請求項７】
　前記押圧部材の前記第１面の外縁部には傾斜部が形成されており、
　前記判定部は、前記傾斜部を検出することにより前記判定を行う、
　ことを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の平坦化装置。
【請求項８】
　前記押圧部材の表面を計測する計測器を更に有し、
　前記判定部は、前記押圧部材を走査したときの前記計測器による計測の結果に基づいて前記傾斜部を検出することにより前記判定を行う、
　ことを特徴とする請求項７に記載の平坦化装置。
【請求項９】
　前記押圧部材の前記第１面には塗布膜が形成されており、
　前記押圧部材の前記上面に向けて光を照射したときの反射光の強度分布を計測する計測器を更に有し、
　前記判定部は、前記計測器による計測の結果に基づいて前記判定を行う、
　ことを特徴とする請求項１から４のいずれか１項に記載の平坦化装置。
【請求項１０】
　前記計測器は、分光干渉計を含む、ことを特徴とする請求項９に記載の平坦化装置。
【請求項１１】
　前記計測器は、多層膜厚測定器を含む、ことを特徴とする請求項９に記載の平坦化装置。
【請求項１２】
　請求項１から１１のいずれか１項に記載の平坦化装置を用いて基板の上に平坦化膜を形成する工程と、
　前記平坦化膜が形成された前記基板を加工する工程と、

を有し、前記加工された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、平坦化装置、および物品製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
ナノメートルオーダーのデザインルールによる微細構造デバイスの生産が可能で、かつ大量生産向きである技術として、インプリント技術の実用化が進んでいる。インプリント技術は、電子線描画装置や露光装置等を用いて製作されたナノメートルスケールの凹凸構造のパターンを持つ型（モールド、テンプレートとも呼ばれる。）を、基板上の成形可能材料（インプリント材）に接触させてパターンを転写する技術である。インプリント技術の一つとして、例えば、光硬化法がある。光硬化法を採用したインプリント装置は、基板上のショット領域に供給された光硬化性のインプリント材を型で成形し、光を照射してインプリント材を硬化させ、硬化したインプリント材から型を引き離すことで、基板上にパターンを形成する。
【０００３】
また、従来、スピンコーターのような塗布装置を用いて基板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（平坦化技術）が知られているが、この塗布装置を用いた平坦化技術に関しては、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。そこで近年ではインプリント技術を用いて基板を平坦化することが提案されている。特許文献１には、基板の段差に基づいて組成物を滴下し、滴下した組成物にプレートを接触させた状態で組成物を硬化することで平坦化の精度向上を図ることが記載されている。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【文献】特表２０１１－５２９６２６号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
インプリント技術を用いた平坦化は、押圧部材であるプレートを基板上の組成物に接触させた状態で組成物を光照射により硬化させる工程を含みうる。そのため、プレートには、石英ガラス等の光を透過する材料が使用される。平坦化が目的であるから、プレートの基板上の組成物と接触する面は、凸凹パターン等の物理的な造形を有しておらず、特徴のない平坦面となっている。また、該平坦面とは反対側の面もまた、平坦面となっている。そのため、プレートの上下面の状態を目視等により判断することが難しいという問題がある。プレートが平坦化装置に誤った状態でロードされると、平坦化装置において、トラブルが発生しうる。例えば、プレートが上下逆さまの状態で平坦化装置にロードされたりすると、プレートの基板上の組成物と接触する面が平坦化装置内の搬送により擦れ、傷が生じて利用不可能となりうる。また、プレートに付いた傷や付着した塵により、基板上に形成されたパターンが平坦化処理において破損する可能性もある。
【０００６】
本発明は、押圧部材を用いて基板上に平坦化膜を形成する平坦化装置に押圧部材が誤った状態でロードされることによって引き起こされるトラブルを低減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】
本発明の一側面によれば、押圧部材の平坦面と基板の上の材料とを接触させることによって前記基板の上に前記材料による平坦化膜を形成する平坦化装置であって、前記押圧部材は、前記平坦面を含む第１面と、該第１面とは反対側の第２面とを有し、前記平坦化装

置は、前記押圧部材の上面が前記第１面であるか前記第２面であるかの判定を行う判定部と、前記判定部による前記判定の結果に基づいて前記押圧部材の搬送を制御する制御部と、を有することを特徴とする平坦化装置が提供される。

【発明の効果】

【０００８】

本発明によれば、押圧部材を用いて基板上に平坦化膜を形成する平坦化装置に押圧部材が誤った状態でロードされることによって引き起こされるトラブルを低減す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】

【図１】平坦化装置の構成を示す図。

【図２】平坦化処理を説明する図。

【図３】プレート搬送部によるプレートの搬送を説明する図。

【図４】プレートの表裏判定を行う方法を説明する図。

【図５】平坦化装置の動作を示すフローチャート。

【図６】平坦化装置の動作を示すフローチャート。

【図７】プレート外縁部に形成された傾斜部の例を示す図。

【図８】第２実施形態におけるプレートの表裏判定の方法を説明する図。

【図９】計測器の配置に関する変形例を示す図。

【図１０】第３実施形態におけるプレートの裏表判定の方法を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【００１０】

以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。なお、以下の実施形態は特許請求の範囲に係る発明を限定するものではない。実施形態には複数の特徴が記載されているが、これらの複数の特徴の全てが発明に必須のものとは限らず、また、複数の特徴は任意に組み合わせられてもよい。さらに、添付図面においては、同一若しくは同様の構成に同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

【００１１】

＜第１実施形態＞

図１は、実施形態に係る平坦化装置１００の概略図である。本明細書および図面においては、水平面をＸＹ平面とするＸＹＺ座標系において方向が示される。一般には、被処理物体である基板１はその表面が水平面（ＸＹ平面）と平行になるように基板ステージ３の上に置かれる。よって以下では、基板１の表面に沿う平面内で互いに直交する方向をＸ軸およびＹ軸とし、Ｘ軸およびＹ軸に垂直な方向をＺ軸とする。また、以下では、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方向といい、Ｘ軸周りの回転方向、Ｙ軸周りの回転方向、Ｚ軸周りの回転方向をそれぞれθＸ方向、θＹ方向、θＺ方向という。

【００１２】

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に起因する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１００ｎｍ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、露光装置のＤＯＦ（Ｄｅｐｔｈ　Ｏｆ　Ｆｏｃｕｓ）から外れるおそれがある。従来、基板の下地パターンを平滑化する手法として、ＳＯＣ（Ｓｐｉｎ　Ｏｎ　Ｃａｒｂｏｎ）、ＣＭＰ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　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。

【００１３】

この問題を解決するために、インプリント技術を用いて基板の平坦化を行う平坦化装置

が検討されている。平坦化装置は、基板に予め供給された未硬化状態の組成物に、部材の平坦面、あるいは、パターンが形成されていない部材（平面テンプレート）を接触させて基板面内の局所的な平面化を行う。その後、組成物と平面テンプレートとが接触した状態で組成物を硬化させ、硬化した組成物から平面テンプレートを分離させる。これにより基板上に平坦化層が形成される。インプリント技術を用いた平坦化装置は、基板の段差に応じた量の組成物を滴下するため、既存の方法よりも平坦化の精度が向上することが期待される。

【００１４】

図１における平坦化装置１００は、押圧部材であるプレート９を用いて基板１上の組成物を成形する成形装置によって具現化されうる。平坦化装置１００は、基板１上の材料とプレート９とを接触させた状態で組成物を硬化させ、硬化した組成物からプレート９を引き離すことで基板１上に材料による平坦化層を形成する。

【００１５】

基板１は、例えばシリコンウエハでありうるが、これに限定されない。基板１は、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、チッ化ケイ素等の中から任意に選択された材料で構成されうる。なお、基板１には、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を形成し、組成物との密着性を向上させた基板を用いてもよい。なお、基板１は、典型的には、直径３００mmの円形であるが、これに限定されるものではない。

【００１６】

プレート９としては、光照射工程を考慮して光透過性の材料で構成されうる。そのような材料の材質は、例えば、ガラス、石英、ＰＭＭＡ（Ｐｏｌｙｍｅｔｈｙｌ ｍｅｔｈａｃｒｙｌａｔｅ）、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、金属膜等でありうる。なお、プレート９は、３００mmよりも大きく、５００mmよりも小さい直径の円形が好ましいが、これに限られない。また、プレート９の厚さは、好適には、０．２５mm以上２mm未満であるが、これに限られない。

【００１７】

組成物は、光が照射されることで硬化する硬化性組成物、例えばＵＶ硬化性液体、でありうる。ＵＶ硬化性液体としては、典型的にはアクリレートやメタクリレートのようなモノマーが用いられうる。硬化性組成物は、成形可能材料と呼ばれてもよい。以下では、成形可能材料を単に「材料」ともいう。

【００１８】

平坦化装置１００は、図１に示すように基板チャック２と、基板ステージ３と、ベース定盤４と、支柱５と、天板６と、ガイドバー７と、支柱８と、プレートチャック１１と、ヘッド１２と、アライメント棚１３とを有する。平坦化装置１００は、さらに、圧力調整部１５と、供給部１７と、基板搬送部１８と、アライメントスコープ１９と、光源２０と、ステージ駆動部２１と、プレート搬送部２２と、洗浄部２３と、入力部２４と、制御部２００とを有する。基板チャック２及び基板ステージ３は、基板１を保持して移動させることができる。また、プレートチャック１１及びヘッド１２は、プレート９を保持して移動させることができる。

【００１９】

基板１は、搬送ハンドなどを含む基板搬送部１８によって、平坦化装置１００の外部から搬入され、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を所定の位置に位置決めするために、Ｘ方向及びＹ方向に駆動される。ステージ駆動部２１は、例えば、リニアモータやエアシリンダなどを含み、基板ステージ３を少なくともＸ方向及びＹ方向に駆動するが、基板ステージ３を２軸以上の方向（例えば、６軸方向）に駆動する機能を有していてもよい。また、ステージ駆動部２１は、回転機構を含み、基板チャック２又は基板ステージ３

をθＺ方向に回転駆動しうる。

【００２０】

押圧部材であるプレート９は、搬送ハンドなどを含むプレート搬送部２２によって、平坦化装置１００の外部から搬入され、プレートチャック１１によって保持される。プレート９は、例えば、円形又は四角形の外形を有し、基板の上に配置された材料と接触する平坦面１０を含む第１面と、該第１面とは反対側の第２面とを有する。平坦面１０は、本実施形態では、基板１と同じ大きさ、又は、基板１よりも大きい大きさを有する。プレートチャック１１は、ヘッド１２によって支持され、プレート９のθＺ方向の位置（Ｚ軸周りの傾き）を補正する機能を有しうる。プレートチャック１１及びヘッド１２のそれぞれは、光源２０からコリメータレンズを介して照射される光（紫外線）を通過させる開口を含む。プレートチャック１１はプレート９を機械的に保持する保持部として機能する。例えば、プレートチャック１１は、プレート９の第２面が上を向いた状態で該第２面を引きつけてプレート９を保持する。また、ヘッド１２は、プレートチャック１１を機械的に保持する。プレートチャック１１およびヘッド１２は、平坦化膜の形成処理を行う形成部５０を構成する。ヘッド１２は、プレート９を基板１の上の材料との接触および該材料からの引き離しをする際に基板１とプレート９との間隔を位置決めするための駆動機構（不図示）を構成しており、プレート９をＺ方向に移動させる。ヘッド１２の駆動機構は、例えば、リニアモータ、エアシリンダ、又はボイスコイルモータ等のアクチュエータにより構成されうる。また、プレートチャック１１又はヘッド１２には、基板上の材料に対するプレート９の押し付け力（押印力）を計測するためのロードセルが配置されうる。プレート変形機構（プレート変形部）は、まず、プレートチャック１１の内側に存在する空間とプレート９とによって囲まれた内部空間とで形成される空間領域Ａを密閉空間とする密閉部材１４を備える。また、プレート変形機構は、プレートチャック１１の外部に設置され、空間領域Ａ内の圧力を調整する圧力調整部１５を備える。密閉部材１４は、石英ガラス等の光透過性の平板部材で形成され、一部に、圧力調整部１５に接続される配管１６の接続口（不図示）を備える。圧力調整部１５は、空間領域Ａの圧力を上昇させることにより、プレート９が基板側に凸に変形する量を大きくすることができる。また、圧力調整部１５は、空間領域Ａの圧力を低下させることにより、プレート９が凸に変形する量を小さくすることができる。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７は、天板６に懸架され、アライメント棚１３を貫通し、ヘッド１２に固定される。アライメント棚１３は、支柱８を介して天板６に懸架される。アライメント棚１３には、ガイドバー７が貫通している。また、アライメント棚１３には、例えば、斜入射像ずれ方式を用いて、基板チャック２に保持された基板１の高さ（平坦度）を計測するための高さ計測系（不図示）が配置されている。

【００２１】

アライメントスコープ１９は、基板ステージ３に設けられた基準マークと、プレート９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及び撮像系を含む。但し、プレート９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１９がなくてもよい。アライメントスコープ１９は、基板ステージ３に設けられた基準マークと、プレート９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アライメントに用いられる。

【００２２】

供給部１７は、基板１に未硬化状態の材料を吐出する吐出口（ノズル）を含むディスペンサを含み、基板上に材料を供給（塗布）する。供給部１７は、例えば、ピエゾジェット方式やマイクロソレノイド方式などを採用し、基板上に１ｐＬ（ピコリットル）程度の微小な容積の材料を供給することができる。なお、供給部１７における吐出口の数に限定はなく、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。複数のノズルによって、１列または複数列のリニアノズルアレイが構成されてもよい。

【００２３】

洗浄部２３は、プレート９がプレートチャック１１に保持された状態で、プレート９を洗浄する。洗浄部２３は、本実施形態では、基板上の硬化した材料からプレート９を引き離すことによって、プレート９、特に、平坦面１０に付着した材料を除去する。洗浄部２３は、例えば、プレート９に付着した材料を拭き取ってもよいし、ＵＶ照射、ウェット洗浄、ドライプラズマ洗浄などを用いてプレート９に付着した材料を除去してもよい。

【００２４】

制御部２００は、ＣＰＵおよびメモリを含むコンピュータ装置によって構成され、平坦化装置１００の全体を制御する。制御部２００は、平坦化装置１００の各部を統括的に制御して平坦化処理を行う処理部として機能する。ここで、平坦化処理とは、プレート９の平坦面１０を基板上の材料に接触させて平坦面１０を基板１の表面形状に倣わせることで材料を平坦化する処理である。なお、平坦化処理は、一般的には、ロット単位で、すなわち、同一のロットに含まれる複数の基板のそれぞれに対して行われる。

【００２５】

次に、図２を参照して、平坦化処理について説明する。まず、下地パターン１ａが形成されている基板１に対して、供給部１７により材料ＩＭが供給される。図２（ａ）は、基板上に材料ＩＭが配置された後、プレート９を接触させる前の状態を示している。次に、図２（ｂ）に示すように、基板１上の材料ＩＭとプレート９の平坦面１０とを接触させる。プレート９が材料ＩＭを押圧することで材料ＩＭは基板１の全面に行き渡る。図２（ｂ）は、プレート９の平坦面１０の全面が基板１上の材料ＩＭに接触し、プレート９の平坦面１０が基板１の表面形状に倣った状態を示している。そして、図２（ｂ）に示す状態で、光源２０から、プレート９を介して、基板１上の材料ＩＭに光が照射され、これにより材料ＩＭが硬化する。その後、基板上の硬化した材料ＩＭからプレート９が引き離される。これにより、基板１の全面で均一な厚みの材料ＩＭの層（平坦化層）が形成される。図２（ｃ）は、基板１上に材料ＩＭによる平坦化層が形成された状態を示している。以下では、プレート９の平坦面１０と基板上の材料ＩＭとが接触（密着）または剥離することをそれぞれ、単に、プレート９と基板上の材料ＩＭとが接触（密着）または剥離する、と表現する。

【００２６】

次に、図３を参照して、プレートの搬送について説明する。図３は、プレート搬送部２２に係る構成を例示した図である。ロードポート２５は、平坦化装置１００の内部と外部との間のプレートの受け渡しは、ロードポート２５を介して行われる。ロードポート２５は、ＦＯＵＰ内の基板を平坦化装置１００に出し入れするインタフェース部であり、本実施形態では、このＦＯＵＰ内にプレートが格納される。なお、平坦化処理の実施後に交換されるプレート９もロードポート２５により装置外に搬出される。搬送ハンド２６は、プレート９を把持して搬送する。搬送ハンド２６は、プレート９を保持するパッドを用いたエッジクランプや真空吸着等を備えうる。搬送ハンド２６は、ロードポート２５より搬入されたプレート９を取得して、判定部２７に搬送する。判定部２７は、所定の載置面に載置したプレートの上面が、平坦面１０を含む第１面（基板１と接触する面。「表面」ともいう。）であるか該第１面とは反対側の第２面（プレートチャック１１と接触する面。「裏面」ともいう。）であるかを判定する（以下ではこの判定を「表裏判定」ともいう。）。判定部２７による判定の結果に応じて、プレート９は、搬送ハンド２６により反転部２８に搬送されうる。反転部２８は、プレート９の上下（表裏）を反転させる。反転部２８は、プレート９を把持する把持機構と、把持機構を１８０度回動させる回動機構とを含みうる。反転部２８は、反転させたプレートを一時的に保持する保持機構２９を更に含みうる。プレートの下方向が第１面（表面）、プレートの上方向が第２面（裏面）になるように保持機構２９に正置されたプレート９は、搬送ハンド２６より取得され、調整部３０に搬送されうる。調整部３０は、プレート９のプリアライメント状態を調整する。例えば、調整部３０は、プレートチャック１１へプレート９を搬送する際の送り込み位置が常に一定となるようにプレート９の中心位置と回転方向の位置合わせを行う。したがって、調整部３０はプリアライナと呼ばれてもよい。調整部３０は、駆動ステージ、プレートチャッ

ク、および計測部を含みうる。駆動ステージは、Ｘ、Ｙ、Ｚ、θＸ、θＹ、θＺの各方向の駆動機構を含みうる。プレートチャックは、吸着パッドなどによりプレート９を吸着保持する。なお、吸着方式は、真空吸着、静電吸着、その他の吸着方式を利用してもよい。プレートの位置合わせ（プリアライメント）は、例えば、プレートを回転させながら計測部にてプレート外周部の位置情報を取得することにより行われうる。なお、計測部は、例えばＣＣＤカメラなどの撮像装置と、画像を処理して画像上の物体の位置を検出する処理装置とを含みうる。

【００２７】

搬送ハンド２６は、調整部３０によりプリアライメント状態が調整されたプレート９を取得して、形成部におけるプレートチャック１１に搬送する。形成部において平坦化処理が行われた後、搬送ハンド２６は、プレートチャック１１よりプレート９を取得し、ロードポート２５のＦＯＵＰに搬送する。

【００２８】

なお、平坦化処理後のプレート９が搬送ハンド２６により判定部２７に搬入され、プレートの表裏判定を実行するように構成されてもよい。また、一連のプレート搬送の流れの中で表裏判定を行うのではなく、平坦化装置の停電や電源遮断時から次に平坦化装置の電源が投入された際等の、特定の搬送時にのみ、判定部２７でプレートの表裏判定を行うようにしてもよい。制御装置３１は、プレートチャック１１、反転部２８、搬送ハンド２６、調整部３０、ロードポート２５、判定部２７の動作を制御する。制御装置３１は、制御部２００によって実現されてもよい。

【００２９】

図４を参照して、判定部２７によるプレートの表裏判定を行う方法を説明する。図４（ａ）は、判定部２７の構成を示す図である。判定部２７は、駆動ステージ３６、支持部３７、プレートチャック３８、カメラ３９（撮像部）、および画像処理装置４０を含みうる。駆動ステージ３６は、Ｘ、Ｙ方向およびθＺ方向の駆動機構（不図示）を有する。支持部３７は、駆動ステージ３６を支持する。プレートチャック３８は、プレート９を保持する。カメラ３９は、プレート９の外周部を撮像できる位置に配置されている。搬送ハンド２６によりプレートチャック３８の上（所定の載置面）に置かれたプレート９は、プレートチャック３８により保持される。

【００３０】

後述するように、プレート９の外周部（平坦面１０より外周側の領域）にはプレート９の第１面（表面）または第２面（裏面）を識別するマークが形成されている。カメラ３９によりこのマークが撮像される。具体的には、駆動ステージ３６をθＺ方向に回転させながら、カメラ３９によりプレート９の外周部が撮像される。カメラ３９により取得された画像は画像処理装置４０に転送される。画像処理装置４０は、カメラ３９により得られた画像から抽出されるマークの像を処理することにより表裏判定を行う。

【００３１】

図４（ｂ）には、プレート９の一部分が示されている。プレート９の外周部にはプレート９の第１面（表面）または第２面（裏面）を識別するマーク４１が形成されている。マーク４１は、平坦面１０より外周側の領域に形成されているので、マーク４１によって平坦化が阻害されることはない。マーク４１は、例えばＳＥＭＩ規格に従うＴ７マークでありうる。このマークは、外形が長方形の２次元バイナリデータマトリクスコードシンボルで構成され、機械で読み取ることが可能である。マーク４１は、左右非対称に配置された複数のコードシンボル（ドット）を有する。図４（ｃ）に、マーク４１の構成例を示す。マーク４１は、複数のドット４２により構成されている。複数のドット４２のそれぞれは、反射率がその周りの面と異なっている局所的な区域であり、例えばレーザによってプレート９に書き込まれる。ソリッドボーダ４３は、マーク４１の端部にＬ字型に配置されたドットの集合である。図４（ｃ）は、所定の載置面が構成されるプレートチャック３８の上に載置したプレート９の上面が第１面である場合のマーク４１を示している。この場合、ソリッドボーダ４３の形状がＬ字型として認識される。一方、図４（ｄ）は、プレート

チャック３８の上に載置したプレート９の上面が第２面になっている場合、すなわちプレート９が図４（ｃ）とは逆向きに置かれた場合、のマーク４１を示している。この場合、ソリッドボータ４３の形状が逆Ｌ字型として認識される。したがって、画像処理装置４０は、画像からマーク４１を検出し、検出されたマーク４１におけるソリッドボーダ４３の形状を認識することにより、表裏判定を行うことができる。

【００３２】

なお、マーク４１の態様は図４（ｃ）に示されたものに限定されず、プレートの表裏が判断できる特徴を有していればよい。例えば、マーク４１は、プレートの外周部に形成された方向性を有するノッチであってもよい。

【００３３】

図５は、プレート搬入から平坦化処理までの平坦化装置１００の動作を示すフローチャートである。

【００３４】

Ｓ７０１において、制御装置３１は、搬送ハンド２６を制御して、ロードポート２５に置かれたプレート９を取得し、判定部２７へ搬送する。搬送されたプレート９はプレートチャック３８の上に載置され、プレートチャック３８によって保持される。

【００３５】

Ｓ７０２で、制御装置３１は、判定部２７を制御してプレート９のマークの計測を行う。計測は、駆動ステージ３６をθＺ方向に回転させながらカメラ３９によりプレート９の外周部を撮像することにより行われる。カメラ３９により取得された画像は画像処理装置４０に転送される。画像処理装置４０は、カメラ３９により得られた画像からマークの像を抽出する。

【００３６】

Ｓ７０４で、画像処理装置４０は、例えば、抽出されたマークの像におけるソリッドボーダ４３の向きを認識することにより、プレートチャック３８の上に載置されたプレート９の上面が第１面（表面）であるか第２面（裏面）であるかを判定する。プレート９の上面が第１面であると判定された場合、Ｓ７０５で、制御装置３１は、搬送ハンド２６を制御して、プレート９を反転部２８へ搬送する。反転部２８は、プレート９の上下（表裏）を反転させる。これにより、プレート９の上面が第２面、下面が第１面になる。その後、Ｓ７０７で、制御装置３１は、搬送ハンド２６を制御して、プレート９を調整部３０へ搬送する。Ｓ７０４でプレート９の上面が第２面（裏面）であると判定された場合は、プレート９を反転部２８で反転させることなく調整部３０へ搬送する。なお、あらかじめプレート９の表裏状態により次の搬送先を設定しておいてもよいし、使用者に状態を通知し、使用者に搬送先を選択させてもよい。

【００３７】

Ｓ７０７において、調整部３０は、搬送されたプレート９のプリアライメント状態の調整を行う。その後、Ｓ７０８で、制御装置３１は、搬送ハンド２６を制御して、調整部３０による調整後のプレート９を形成部５０（具体的にはプレートチャック１１の直下）へ搬送する。これにより、プレートチャック１１は、プレート９の第２面が上を向いた状態で該第２面を引きつけてプレート９を保持する。

【００３８】

その後、制御部２００は、形成部５０を制御して、基板１に対するプレート９を用いた平坦化処理を実行する。

【００３９】

なお、ここでは、判定部２７によるプレート９の表裏判定の結果がどちらの場合でも最終的にはプレート９をプレートチャック１１に搬送するシーケンスを説明したが、これに限られない。例えば、プレート９が誤った状態である（プレート９の上面が第２面である）ことが判明した場合には直ちにプレート９を搬出する、という設定をユーザが行うことできる。そのような設定がされている場合において、Ｓ７０４においてプレート９の上面が第２面であると判定された場合、異常状態として、搬送ハンド２６によりプレート９を

ロードポート２５に搬送するようにしてもよい。またこの場合、その異常状態の発生を知らせる警報を出力するようにしてもよい。

【００４０】

また、調整部３０は必ずしも平坦化装置１００に設置されるべきものではなく、平坦化装置１００の外部に設けられる場合もある。調整部３０が平坦化装置１００の外部にある場合には、プレートは予めプリアライメント状態が調整された状態で平坦化装置１００内に搬入されることになる。その場合、Ｓ７０７の処理はなくなるので、反転部２８で反転されたプレート９は形成部５０へそのまま搬送されることになる。また、判定部２７によりプレート９の上面が第２面であると判定された場合（Ｓ７０４でＮＯ）、プレート９は、（調整部３０ではなく）形成部５０へ搬送されることになる。

【００４１】

図５では、平坦化処理（Ｓ７０９）の前にプレート９の表裏判定を行う例を示したが、図６に示すように、平坦化処理の後にプレート９の表裏判定が行われるようにしてもよい。図６は、平坦化処理の後、プレートを搬出するまでの処理を示すフローチャートである。

【００４２】

Ｓ７１１において、制御装置３１は、搬送ハンド２６を制御して、プレートチャック１１の上のプレート９を取得し、判定部２７へ搬送する。搬送されたプレート９はプレートチャック３８の上に載置され、プレートチャック３８によって保持される。

【００４３】

Ｓ７１２で、制御装置３１は、判定部２７を制御してプレート９のマークの計測を行う。計測は、駆動ステージ３６をθＺ方向に回転させながらカメラ３９によりプレート９の外周部を撮像することにより行われる。カメラ３９により取得された画像は画像処理装置４０に転送される。画像処理装置４０は、カメラ３９により得られた画像からマークの像を抽出する。

【００４４】

Ｓ７１４で、画像処理装置４０は、例えば、抽出されたマークの像におけるソリッドボーダ４３の向きを認識することにより、プレートチャック３８の上に載置されたプレート９の上面が第１面（表面）であるか第２面（裏面）であるかを判定する。プレート９の上面が第２面であると判定された場合、Ｓ７１５で、制御装置３１は、搬送ハンド２６を制御して、プレート９を反転部２８へ搬送する。反転部２８は、プレート９の上下（表裏）を反転させる。これにより、プレート９の上面が第１面、下面が第２面になる。その後、Ｓ７１７で、制御装置３１は、搬送ハンド２６を制御して、プレート９をロードポート２５（ロードポート２５に配置されたキャリア）へ搬送する。

【００４５】

以上、図６を参照して、平坦化処理の後にプレート９の表裏判定が行われる例を示した。プレートの表裏判定およびそれに応じたプレートの反転は、平坦化処理の前に行われてもよいし、平坦化処理の後に行われてもよいし、平坦化処理の前後それぞれで行われてもよい。なお、図６のフローでは、プレート９を調整部３０に搬送してアライメントを行うことは記載されていないが、プレート９が搬出経路において物理的な干渉を及ぼす可能性が高い場合には、アライメント工程を入れてもよい。

【００４６】

以上の処理に従えば、平坦化装置にプレートが誤った状態でロードされることによって引き起こされるトラブルを低減することができる。

【００４７】

＜第２実施形態＞

第２実施形態に係るプレート９の表裏判定の方法について説明する。第２実施形態では、プレートの少なくとも第１面の外縁部には傾斜部が形成されており、判定部２７は該傾斜部を検出することにより表裏判定を行う。以下、具体例を説明する。

【００４８】

図７（ａ）は、本実施形態におけるプレート９の形状例を示す斜視図である。プレート

９は、光照射工程を考慮して光透過性の材料で構成された３００ｍｍ以上５００ｍｍ以下の直径の円形でありうる。プレート９には、平坦化処理時の材料の基板外周部への均一な広がりを目的として、基板と接触する密着面（第１面）側の外周部には傾斜部が形成される。

【００４９】

図７（ｂ）は、プレート９の上面図、図７（ｃ）は、プレート９の端面を示す側面図である。プレート９の端面３２とプレート９の第１面９ａの平面とを結ぶ傾斜部Ｓ１における、プレート中央側からの傾斜開始位置をＴ１とする。また、プレート９の端面３２とプレート９の第２面９ｂの平面とを結ぶ傾斜部Ｓ２における、プレート中央側からの傾斜開始位置をＴ２とする。なお、傾斜部Ｓ２は形成されていなくてもよい。θ１は、プレート９の基板と接触する密着面（第１面９ａ）側の傾斜部Ｓ１の傾斜角度を示す。θ２は、プレート９の第２面９ｂ側の傾斜部Ｓ２の傾斜角度を示す。θ１とθ２は同一ではない。例えば、平坦化処理時の材料の基板外周部への均一な広がりを目的としているため、θ１はθ２より小さい。

【００５０】

図８を参照して、本実施形態に係るプレート９の表裏判定の方法を説明する。図８（ａ）に示すように、プレート９に対して上下に対向する位置に計測器である２つの変位センサ３３および３４が配置される。２つの変位センサ３３および３４は、プレート９に対して等距離になるように配置される。搬送ハンド２６により保持されたプレート９が、２つの変位センサ３３および３４による計測範囲内に搬送される。水平方向（ＸＹ方向）については、２つの変位センサは同位置に配置されることが望ましい。判定部２７は、プレート９を走査したときの２つの変位センサ３３および３４による計測の結果に基づいて傾斜部を検出することにより表裏判定を行う。図８（ｂ）は、２つの変位センサ３３および３４に対してプレート９を進入させながら距離を計測した場合の計測グラフを示す。横軸はプレート移動距離、縦軸はプレート計測距離を表す。２つの変位センサ３３および３４によるプレート外周部の計測値（距離）は、プレート９の傾斜部の傾斜角度により距離が変化する。傾斜角度θ１が鋭角になるほど、プレート移動距離とプレート計測距離のグラフ６０の傾きαは大きくなる。逆に、傾斜角度θ２が鈍角になるほど、グラフ６１の傾きβは小さくなる。２つの変位センサ３３および３４を用いて同時にプレート外周部の距離を計測し、α＞βの場合は、プレート９の上面が第１面（表面）、下面が第２面（裏面）であると判定できる。逆に、α＜βの場合は、プレートの上面が裏面、下面が表面であると判定できる。図５（ｃ）は、２つの変位センサ３３および３４のプレート９からの距離を等距離にせずに配置した場合を示している。この構成においても、傾きの違いにより表裏面の判断ができる。図５（ｄ）および図５（ｅ）は、搬送ハンド２６により２つの変位センサ３３および３４から遠ざかる方向に移動させた場合のプレート移動距離とプレート計測距離のグラフである。この場合も、プレート移動距離とプレート計測距離からなる傾きにより表裏判定を行うことができる。

【００５１】

よって、２つの変位センサ３３および３４に対して搬送ハンド２６により搬入および搬出のどちらでもプレート９の表裏を判定することができる。なお、２つのセンサ３３および３４の位置はプレート９から当距離になくてもよい。例えば、あらかじめ両者のプレート９からの距離の差を計測し、その差を補正値として判定に使用すれば、両者はプレート９から当距離に配置される必要はない。

【００５２】

図９（ａ）には、図８（ａ）における計測器の配置に関する変形例が示されている。図９（ａ）において、プレート外周部の上下面の所定位置に光電センサ３５が配置される。プレート外周部の傾斜部に光電センサ３５からの光が照射される。傾斜部から入射してプレート９内を透過する光の屈折角に基づいて、プレート９の表裏判定が行われる。例えば、プレート上部に光電センサ３５の投光器が配置され、プレート９を透過した光がプレート下面側に配置された受光器側のセンサに入る。

【００５３】
図９（ｂ）は、プレート上面の傾斜面に照射された光の光路を模式的に示した図である。空気とプレートの境界面において入射角α１は、プレート内では屈折角α２となり光が進行する。プレート内を進行した光は、プレート９と空気の境界面において、入射角α３となり、屈折角α４として空気中に照射される。この屈折角α４の光を受光側のセンサで受光する。
【００５４】
図９（ｃ）は、図９（ｂ）と同様に光電センサを配置した状態でプレート９を上下反転させた場合の光電センサの光路を模式的に示した図である。空気とプレートの境界面において入射角β１は、プレート内では屈折角β２となり光が進行する。プレート内を進行した光は、プレート９と空気の境界面において、入射角β３となり、屈折角β４として空気中に照射される。この屈折角β４の光は、受光側のセンサで受光されない。これにより、プレート９が逆向きの状態で計測を行うと、傾斜部の傾斜角度の違いにより、投光側から照射された光は受光側センサで光を受光することができない。よって、光が受光できたかできないかでプレート９の表裏を判定することができる。なお、図９の例では、プレートの上に投光側、下に受光側のセンサが配置されたが、その逆の配置であってもよい。
【００５５】
＜第３実施形態＞
図１０を参照して、第３実施形態におけるプレートの裏表判定の方法を説明する。第３実施形態では、プレート９の第１面には塗布膜が形成されており、プレートの上面に向けて光を照射したときの反射光の強度分布を計測する。判定部２７は、その計測の結果に基づいて表裏判定を行う。以下、具体例を説明する。
【００５６】
図１０（ａ）には、本実施形態にかかる判定部２７の構成を示す図である。判定部２７は、プレートチャック（不図示）および計測器としての変位計４４により構成される。プレートチャックは、プレート９を保持する。変位計４４は、例えば分光干渉計（分光干渉レーザ変位計）を含みうる。あるいは、変位計４４は、多層膜厚測定器を含みうる。変位計４４は、プレート９の上方に配置されてプレート９の上面に光を照射する。プレート９は、面の破損を保護する目的、および、硬化した材料からプレート９を引き離すことを容易にする目的として、塗布材料４５が塗られている。塗布材料４５は、プレート９の厚さより十分に薄いものとする。変位計４４より照射された光は、塗布材料４５の表面Ａ、塗布材料４５が塗布されたプレート９の表面Ｂおよびプレート９の裏面Ｃそれぞれにて反射して、変位計４４に戻ってくる。光路４６は、そのそれぞれの面で反射される光を示している。
【００５７】
図１０（ｂ）は、変位計４４で計測された光路長と光の強度を示すグラフである。プレート９および塗布材料４５の面の位置は、光路長と光の強度ピークとして示される。塗布材料４５はプレート９より薄いため、塗布材料４５の表面Ａと表面Ｂとの距離よりもプレート９の表面Ｂとプレート９の裏面Ｃとの距離の方が大きくなる。図１０（ｃ）は、プレート９の表裏が反対にされたときの変位計４４で計測された光路長と光の強度を示すグラフである。変位計４４より照射された光は、プレート９の裏面Ａ’、プレート９の表面Ｂ’および塗布材料４５の表面Ｃ’のそれぞれで反射して変位計４４に戻ってくる。これにより、プレート９と塗布材料４５の配置が判断できる。このように各々の光路長と光の強度のピークの位置によりプレート９の表裏を判定することができる。
【００５８】
上述の実施形態においては、平坦化装置１００は、所定の載置面に載置したプレート９の上面が平坦面を含む第１面であるか該第１面とは反対側の第２面であるかの判定を行う判定部２７を備える。ただし、この判定部２７は、例えば調整部３０において実現されてもよい。
【００５９】

＜物品製造方法の実施形態＞

次に、前述の平坦化装置を利用した物品（半導体ＩＣ素子、液晶表示素子、カラーフィルタ、ＭＥＭＳ等）の製造方法を説明する。当該製造方法は、前述の平坦化装置を使用して、基板（ウエハ、ガラス基板等）に配置された組成物と型を接触させて組成物を平坦化する工程と、組成物を硬化させる工程と、組成物と型とを離す工程とを含む。これにより基板の上に平坦化膜が形成される。そして、平坦化膜が形成された基板に対して、リソグラフィ装置を用いてパターンを形成するなどの処理を行い、処理された基板を他の周知の加工工程で処理することにより、物品が製造される。他の周知の工程には、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等が含まれる。本製造方法によれば、従来よりも高品位の物品を製造することができる。

【００６０】

発明は上記実施形態に制限されるものではなく、発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。従って、発明の範囲を公にするために請求項を添付する。

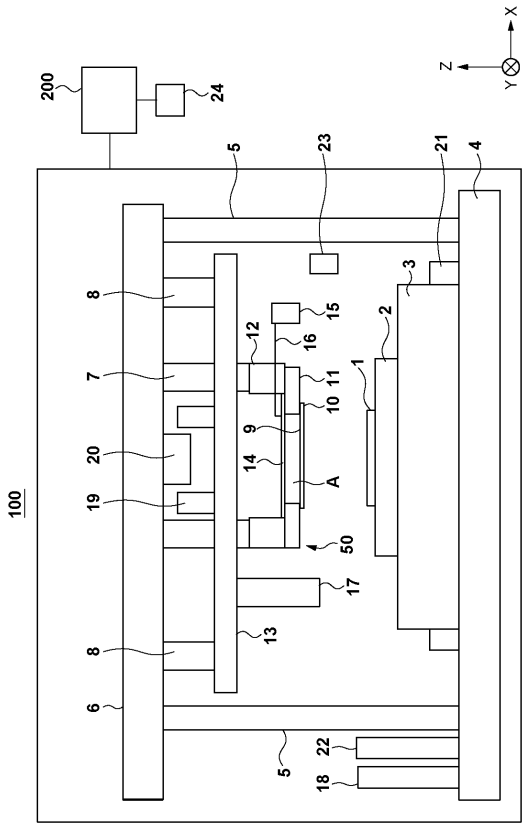
【符号の説明】

【００６１】

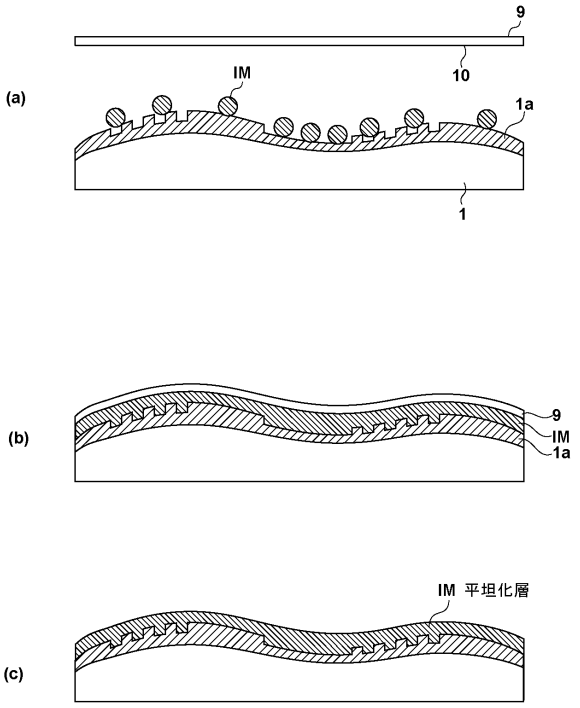
９：プレート（押圧部材）、２６：搬送ハンド、２７：判定部、２８：反転部、１００：平坦化装置、２００：制御部

【図面】

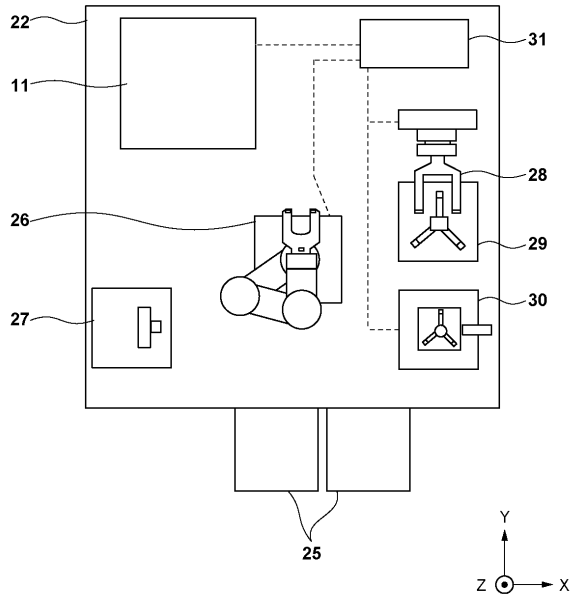
【図１】


X
Z
Y
200
24
5
23
21
4
3
8
15
2
12
16
7
11
1
10
9
20
14
A
19
50
100
17
13
8
6
5
22
18

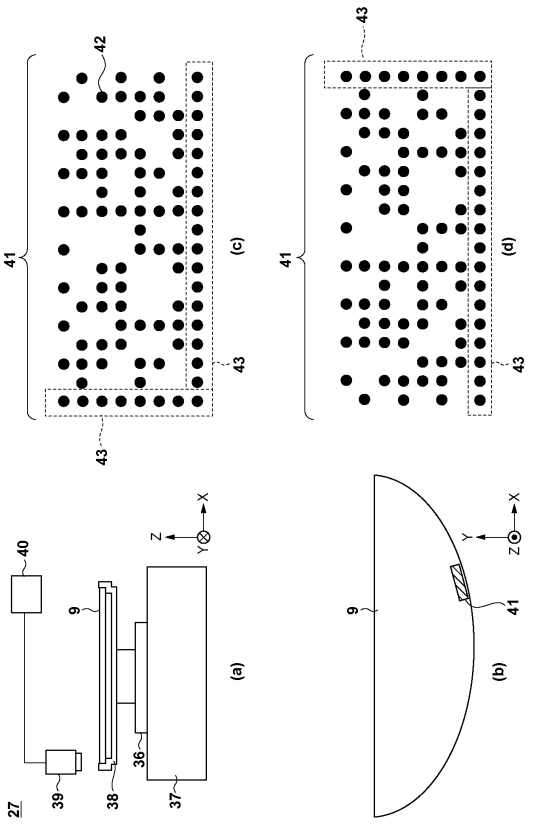
【図２】


(a)
9
IM
10
1a
1
(b)
9
IM
1a
(c)
IM 平坦化層

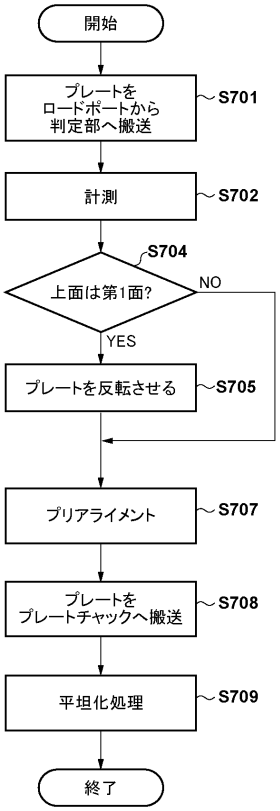
【図３】


22
11
31
28
26
29
27
30
25
Y
Z
X

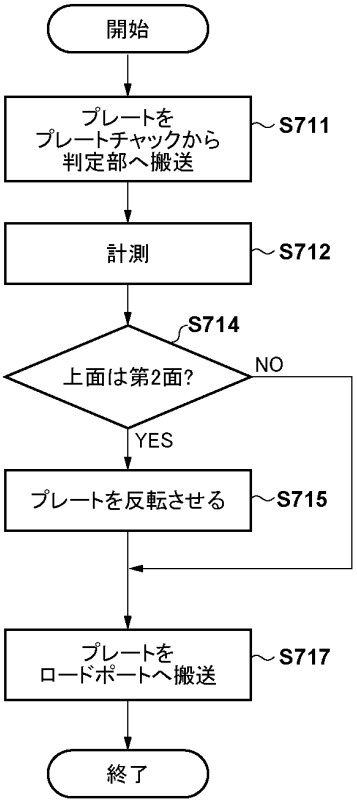
【図４】


42
41
(c)
43
43
43
41
(d)
43
X
Z
Y
40
9
(a)
36
27
39
38
37
X
Y
Z
9
41
(b)

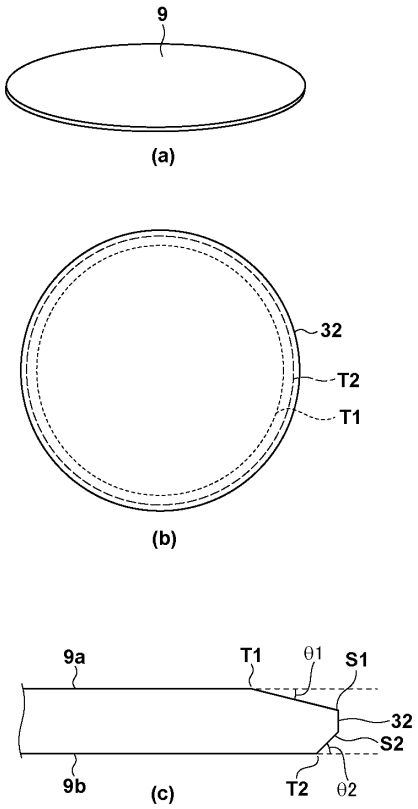
【図５】


開始
プレートを
ロードポートから
判定部へ搬送
S701
計測
S702
S704
上面は第1面?
NO
YES
プレートを反転させる
S705
プリアライメント
S707
プレートを
プレートチャックへ搬送
S708
平坦化処理
S709
終了

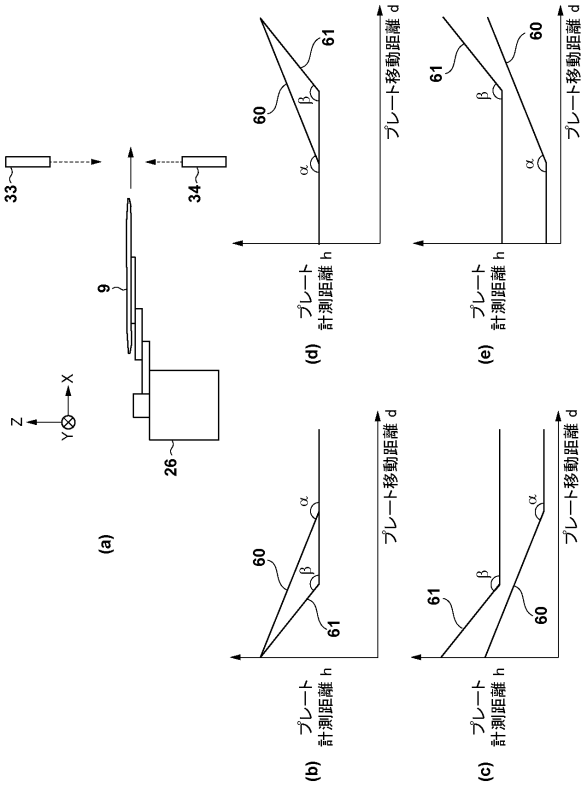
【図６】


開始
プレートを
プレートチャックから
判定部へ搬送
S711
計測
S712
S714
上面は第2面?
NO
YES
プレートを反転させる
S715
プレートを
ロードポートへ搬送
S717
終了

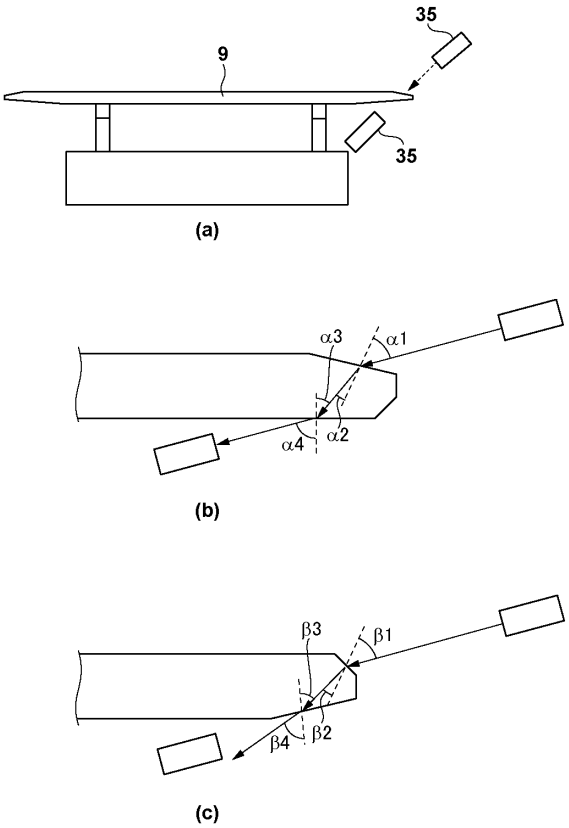
【図７】


9
(a)
32
T2
T1
(b)
9a
T1
θ1
S1
32
S2
9b
T2
θ2
(c)

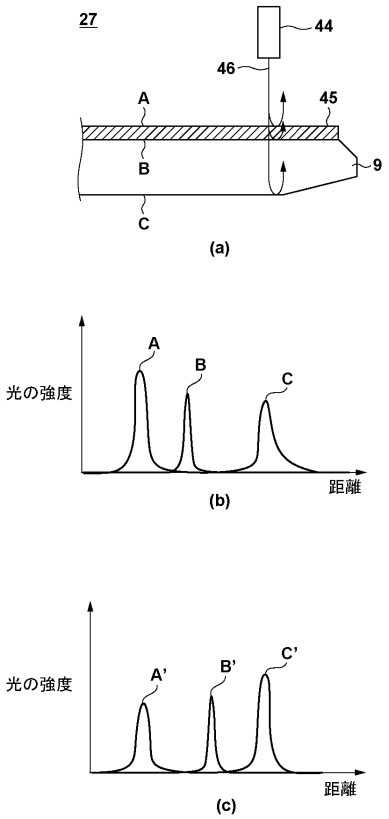
【図８】


33
34
9
26
Z
X
Y
(a)
60
61
α
β
プレート移動距離 d
プレート計測距離 h
(d)
(e)
(b)
(c)

【図９】


35
9
35
(a)
α3
α1
α4
α2
(b)
β3
β1
β4
β2
(c)

【図１０】


27
44
46
A
45
B
9
C
(a)
光の強度
A
B
C
距離
(b)
光の強度
A'
B'
C'
距離
(c)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０２１－００５６７９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１９－０６２１５０（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２０１４／０２３９５２９（ＵＳ，Ａ１）
特開２０１９－１２７０３９（ＪＰ，Ａ）
中国特許出願公開第１０２２６５２１７（ＣＮ，Ａ）

(58)調査した分野 (Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ ２１／０２７
Ｂ２９Ｃ ５９／０２
Ｂ８１Ｃ １／００
Ｇ０３Ｆ ７／００