

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6979845号
(P6979845)

(45) 発行日 令和3年12月15日(2021.12.15)

(24) 登録日 令和3年11月18日(2021.11.18)

(51) Int.Cl. F I
 H O 1 L 21/027 (2006.01) H O 1 L 21/30 5 O 2 D
 B 2 9 C 59/02 (2006.01) B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 11 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2017-197769 (P2017-197769) (22) 出願日 平成29年10月11日(2017.10.11) (65) 公開番号 特開2019-71386 (P2019-71386A) (43) 公開日 令和1年5月9日(2019.5.9) 審査請求日 令和2年9月24日(2020.9.24)</p>	<p>(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 特許業務法人大塚国際特許事務所 (72) 発明者 成岡 晋太郎 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 富士 健太</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インプリント装置および物品製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

型を使って基板の上にパターンを形成するインプリント装置であって、
 前記基板を位置決めする基板位置決め機構と、
 前記基板が移動する空間に対向するように配置されたガス供給口を有するガス供給部と、
 を備え、
前記基板の1つの箇所に配置されたインプリント材が前記ガス供給口に対向した状態で前記基板が静止しているか、前記状態で前記基板が1mm/s以下の速度で移動している期間を第1期間とし、前記基板の前記箇所に配置されたインプリント材が前記ガス供給口の正面を横切って1mm/sより大きい速度で移動している期間を第2期間としたときに
前記ガス供給口からのガス供給流量は、前記第1期間の開始から所定時間が経過したことに応じて前記第1期間の開始前における流量より減少され、前記第1期間の終了に応じて増加される、

ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項2】

前記基板のマークの位置を計測するためのオフアクシススコープを更に備え、
前記第1期間は、前記オフアクシススコープの視野に前記マークが入った状態で前記オフアクシススコープによって前記マークの位置を計測する計測期間を含む、
 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】

前記第 1 期間は、前記基板位置決め機構による前記基板の駆動が停止している期間を含む、

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】

型を使って基板の上にパターンを形成するインプリント装置であって、

前記基板を位置決めする基板位置決め機構と、

前記基板が移動する空間に対向するように配置されたガス供給口を有するガス供給部と

、
オフアクシススコープと、を備え、

前記オフアクシススコープの視野に前記基板のマークが入らずに、前記マークのサーチ処理が実行されている第 1 期間の少なくとも一部における前記ガス供給口からのガス供給流量は、前記基板の 1 つの箇所に配置されたインプリント材が前記ガス供給口の正面を横切って 1 mm / s より大きい速度で移動している第 2 期間における前記ガス供給口からのガス供給流量より小さい、
ことを特徴とするインプリント装置。

10

【請求項 5】

前記第 1 期間は、前記基板のパターン形成対象のショット領域が前記型の下に位置決めされてから、前記型を使って前記インプリント材によって前記ショット領域にパターンが形成される処理を経て、前記型の下からの前記ショット領域の移動が開始されるまでの期間を含む、

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。

20

【請求項 6】

前記第 1 期間は、前記基板の前記箇所に配置された未硬化のインプリント材が前記ガス供給口に対向している期間である、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

前記ガス供給部は、前記ガス供給口を含む複数のガス供給口を有し、

前記複数のガス供給口からのガス供給流量が個別に制御される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

型を使って基板の上にパターンを形成するインプリント装置であって、

前記基板を位置決めする基板位置決め機構と、

前記基板が移動する空間に対向するように配置されたガス供給口を有するガス供給部と

、を備え、

前記基板のショット領域の上の未硬化のインプリント材が前記ガス供給口に対向する積算時間が閾値を超える場合に、前記ショット領域が前記ガス供給口に対向する期間に前記ガス供給口からのガス供給流量が基準流量より小さくされる、

ことを特徴とするインプリント装置。

30

【請求項 9】

型を使って基板の上にパターンを形成するインプリント装置であって、

前記基板を位置決めする基板位置決め機構と、

前記基板が移動する空間に対向するように配置されたガス供給口を有するガス供給部と

、

前記基板のショット領域の上の未硬化のインプリント材が前記ガス供給口に対向する積算時間が閾値を超える場合にエラー処理を実行する制御部と、

を備えることを特徴とするインプリント装置。

40

【請求項 10】

前記エラー処理は、警告を発する処理を含む、

ことを特徴とする請求項 9 に記載のインプリント装置。

【請求項 11】

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を用いて基板の上にパター

50

ンを形成する工程と、

前記工程において前記パターンが形成された基板の処理を行う工程と、

を含み、前記処理が行われた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、インプリント装置および物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

インプリント装置は、基板の上に配置されたインプリント材に型のパターン領域を接触させインプリント材を硬化させる。これによって、型のパターン領域のパターンが、基板の上のインプリント材に転写される。型のパターン領域は、パターンを構成する凹部を有し、基板の上のインプリント材に型のパターン領域を接触させると、凹部にインプリント材が充填される。型のパターン領域の凹部にインプリント材が充填されるためには相応の時間を要するので、これがスループットを低下させる一因になりうる。そこで、インプリント材に対する可溶性および/または拡散性が高いガス（例えば、ヘリウムガス）を基板と型との間に供給することによって、型のパターン領域の凹部へのインプリント材の充填が促進されうる。

【0003】

また、基板のショット領域と型との間にパーティクルが存在すると、形成されるパターンに欠陥が生じることや、型が損傷を受けることがある。そこで、基板のショット領域と型との間へのパーティクルの侵入を防止するためにガス流が形成されうる。

【0004】

特許文献1には、ショット領域にインプリント材を塗布する塗布部と押型部との間にガス流形成部が配置されたインプリント装置が記載されている。特許文献1に記載されたインプリント装置は、基板のショット領域にインプリント材を塗布した後に、ガスの供給量を減少させるか停止させるか、その後、該ショット領域を型の下に移動させる。このような動作によれば、インプリント材が塗布されたショット領域がガス流形成部の下を通過する際のインプリント材の揮発が抑制される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2016-201485号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

インプリント材にあたるガスを減少させることによってインプリント材の揮発を抑制することができる。しかし、このような方法では、基板のショット領域と型との間へのパーティクルの侵入の可能性を増大させうる。

【0007】

本発明は、基板のショット領域と型との間へのパーティクルの侵入の可能性を低減しつつインプリント材の揮発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】

【0008】

本発明の1つの側面は、型を使って基板の上にパターンを形成するインプリント装置に係り、前記インプリント装置は、前記基板を位置決めする基板位置決め機構と、前記基板が移動する空間に対向するように配置されたガス供給口を有するガス供給部と、を備え、前記基板の1つの箇所配置されたインプリント材が前記ガス供給口に対向した状態で前記基板が静止しているか、前記状態で前記基板が1mm/s以下の速度で移動している期

10

20

30

40

50

間を第1期間とし、前記基板の前記箇所に配置されたインプリント材が前記ガス供給口の正面を横切って 1 mm/s より大きい速度で移動している期間を第2期間としたときに、前記ガス供給口からのガス供給流量は、前記第1期間の開始から所定時間が経過したことに応じて前記第1期間の開始前における流量より減少され、前記第1期間の終了に応じて増加される。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、基板のショット領域と型との間へのパーティクルの侵入の可能性を低減しつつインプリント材の揮発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】

10

【0010】

【図1】第1実施形態のインプリント装置の構成を模式的に示す側面図。

【図2】第1実施形態のインプリント装置の一部の構成要素を示す平面図。

【図3】第1実施形態のインプリント装置の一部の構成要素を示す平面図。

【図4】第1実施形態におけるガス供給口からのガスの供給流量の制御を例示する図。

【図5】第2実施形態のインプリント装置の一部の構成要素を示す平面図。

【図6】第2実施形態におけるガス供給口からのガスの供給流量の制御を例示する図。

【図7】第3実施形態におけるガス供給口からのガスの供給流量の制御を例示する図。

【図8】第4実施形態におけるガス供給口からのガスの供給流量の制御を例示する図。

【図9】第5実施形態のインプリント装置の構成を模式的に示す側面図。

20

【図10】物品製造方法を例示する図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図1は、本発明の第1実施形態のインプリント装置1の構成を模式的に示す側面図である。図2、図3は、インプリント装置1の一部の構成要素を示す平面図である。インプリント装置1は、基板Sの上に配置されたインプリント材IMに型Mのパターン領域PRを接触させ、インプリント材IMを硬化させる。これによって、基板Sの上にパターンが形成される。インプリント材IMは、揮発性を有する材料である。

【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 10 nm 以上 1 mm 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。インプリント材は、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。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 $100\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 以下でありうる。

30

40

【0013】

インプリント材IMは、インプリント装置1の外部装置（塗布装置）において基板Sの上に塗布（配置）されうる。典型的には、基板Sが有する全ショット領域にインプリント材IMが塗布されうる。インプリント装置1は、第5実施形態として例示されるように、基板Sの上にインプリント材IMを塗布するディスペンサを備えていてもよい。この場合、インプリント装置1には、外部装置において下地層としてのインプリント材が塗布された基板Sが供給され、インプリント装置1において、ディスペンサによって下地層の上にインプリント材が塗布されうる。

【0014】

50

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、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英ガラスである。

【 0 0 1 5 】

本明細書および添付図面では、基板 S の表面に平行な方向を X Y 平面とする X Y Z 座標系において方向を示す。X Y Z 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る情報であり、姿勢は、X 軸、Y 軸、Z 軸の値で特定される情報である。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。位置合わせは、基板および型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。

10

【 0 0 1 6 】

インプリント装置 1 は、基板 S を保持し位置決めする基板位置決め機構 S A、型 M を保持し位置決めする型位置決め機構 M A、型位置決め機構 M A を支持する支持構造体 5 0 を備えうる。基板位置決め機構 S A および型位置決め機構 M A は、基板 S と型 M との相対位置が調整されるように基板 S および型 M の少なくとも一方を駆動する駆動機構 D M を構成する。駆動機構 D M による相対位置の調整は、基板 S の上のインプリント材 I M に対する型 M の接触、および、硬化したインプリント材（硬化物のパターン）からの型 M の分離のための駆動を含む。また、駆動機構 D M による相対位置の調整は、基板 S のショット領域と型 M との位置合わせのための駆動を含む。

20

【 0 0 1 7 】

基板位置決め機構 S A は、基板 S を保持する基板ステージ S S と、基板ステージ S S を駆動することによって基板 S を駆動する基板駆動機構 2 4 とを含む。基板ステージ S S は、基板 S を保持する基板チャック 2 1 と、基板チャック 2 1 を支持するテーブル 2 2 とを含みうる。また、基板ステージ S S は、基板 S の周囲を取り囲む同面板 2 3 を含みうる。同面板 2 3 の表面は、基板 S の表面とほぼ同一の高さを有しうる。型位置決め機構 M A は、型 M を保持する型チャック 4 1 と、型チャック 4 1 を駆動することによって型 M を駆動する型駆動機構 4 2 とを含みうる。

30

【 0 0 1 8 】

基板位置決め機構 S A（基板駆動機構 2 4）は、基板 S を複数の軸（例えば、X 軸、Y 軸、Z 軸の 3 軸、好ましくは、X 軸、Y 軸、Z 軸、X 軸、Y 軸、Z 軸の 6 軸）について駆動するように構成されうる。型位置決め機構 M A（型駆動機構 4 2 は、型 M を複数の軸（例えば、Z 軸、X 軸、Y 軸の 3 軸、好ましくは、X 軸、Y 軸、Z 軸、X 軸、Y 軸、Z 軸の 6 軸）について駆動するように構成されうる。

【 0 0 1 9 】

インプリント装置 1 は、基板 1 のショット領域の上のインプリント材と型 M のパターン領域 P R とが接触し、パターン領域 P R のパターンを構成する凹部にインプリント材が充填された状態でインプリント材に硬化用のエネルギーを照射する硬化部 9 0 を備える。インプリント装置は、基板 S のショット領域と型 M のパターン領域 P R との位置合わせのための計測を行うアライメントスコープ A S を備えうる。アライメントスコープ A S は、例えば、基板 S のショット領域のマークと型 M のマークとの相対位置を計測するように構成されうる。

40

【 0 0 2 0 】

インプリント装置 1 は、基板 S の位置、および、基板 S の複数のショット領域の配列を計測するためのオフアクシススコープ O A S を備えうる。オフアクシススコープ O A S は、例えば、基板 S のマークの位置および基板ステージ S S に設けられた不図示の基準マー

50

クの位置を計測するように構成されうる。この計測の結果に基づいて、基準マークに対する基板Sの相対位置情報を得ることができる。また、オフアクシススコープOASは、例えば、基板Sの複数のショット領域の全部または一部のショット領域のマークを計測するように構成されうる。この計測の結果に基づいて、基板Sの複数のショット領域の配列情報を得ることができる。

【0021】

インプリント装置1は、型Mの周囲に配置された第1ガス供給口61を有する第1ガス供給部60を備えうる。第1ガス供給部60は、基板Sと型Mとの間の空間に対して第1ガス供給口61から第1ガスを供給するように構成される。第1ガス供給部60は、第1ガス供給口61から吹き出される第1ガスの流量を制御する第1流量制御器69を含みうる。第1ガスは、パージガスあるいは充填促進ガスとも呼ばれうる。パージガスとしては、インプリント材に対して可溶性および拡散性の少なくとも一方を有するガス、例えば、ヘリウムガスおよび窒素ガスの少なくとも一方が好適である。可溶性または拡散性により、型Mのパターン領域PRのパターンを構成する凹部内のパージガスがインプリント材IMに溶解または拡散し、凹部内にインプリント材IMが速やかに充填される。あるいは、パージガスとしては、凝縮性ガス（例えば、ペンタフルオロプロパン（PF₅））が好適である。型Mのパターン領域PRのパターンを構成する凹部内の凝縮性ガスは、インプリント材IMとの接触時に凝縮することによって体積が著しく小さくなり、これによって凹部内にインプリント材IMが速やかに充填される。第1ガス供給口61は、例えば、型チャック41に設けられて、型駆動機構42によって型Mとともに駆動されてもよいし、型駆動機構42に設けられてもよいし、他の部材に設けられてもよい。

【0022】

インプリント装置1は、型チャック41および第1ガス供給口61を取り囲むように第1ガス供給口61の周囲に配置された第2ガス供給口71を有する第2ガス供給部70を備えうる。第2ガス供給部70は、基板S（および同面板23）と型Mとの間の空間に対して第2ガス供給口71から第2ガスを供給するように構成される。第2ガス供給部70は、第2ガス供給口71から吹き出される第2ガスの流量を制御する第2流量制御器79を含みうる。第2ガスは、例えば、クリーンドライエア等の清浄なガスでありうる。第2ガス供給口71は、型位置決め機構MAに設けられてもよいし、支持構造体50に設けられてもよいし、他の部材に設けられてもよい。第2ガス供給口71から吹き出される第2ガスによって基板Sと型Mとの間の空間にパーティクルが侵入することを防止するエアカーテンが形成されうる。

【0023】

インプリント装置1は、型チャック41、第1ガス供給口61および第2ガス供給口71を取り囲むように第2ガス供給口71の周囲に配置された第3ガス供給口81を有する第3ガス供給部80を備えうる。第3ガス供給部80は、基板S（および同面板23）と型Mとの間の空間に対して第3ガス供給口81から第3ガスを供給するように構成される。第3ガス供給部80は、第3ガス供給口81から吹き出される第3ガスの流量を制御する第3流量制御器89を含みうる。第3ガスは、例えば、クリーンドライエア等の清浄なガスでありうる。第3ガス供給口81は、支持構造体50に設けられてもよいし、他の部材に設けられてもよい。第3ガス供給口81から吹き出される第3ガスによって基板Sと型Mとの間の空間にパーティクルが侵入することを防止するエアカーテンが形成されうる。

【0024】

以上のように、第2ガス供給口71から吹き出される第2ガスおよび第3ガス供給口81から吹き出される第3ガスによって基板Sと型Mとの間の空間にパーティクルが侵入することを防止する二重のエアカーテンが形成されうる。

【0025】

第1ガス供給口61、第2ガス供給口71および第3ガス供給口81から吹き出される第1ガス、第2ガスおよび第3ガスの流速は、一例において、0.3~0.5m/sより

10

20

30

40

50

も大きくなりうる。基板 S の上の同一箇所のインプリント材 I M に対してこのような流速でガスが継続して当たり続けると、インプリント材 I M が揮発しうる。

【 0 0 2 6 】

インプリント装置 1 は、駆動機構 D M、硬化部 9 0、アライメントスコープ A S、オフアクシススコープ O A S、第 1 ガス供給部 6 0、第 2 ガス供給部 7 0 および第 3 ガス供給部 8 0 等を制御する制御部 3 0 を備えうる。制御部 3 0 は、例えば、F P G A (F i e l d P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y の略。) などの P L D (P r o g r a m m a b l e L o g i c D e v i c e の略。)、又は、A S I C (A p p l i c a t i o n S p e c i f i c I n t e g r a t e d C i r c u i t の略。)、又は、プログラムが組み込まれた汎用コンピュータ、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うる。

10

【 0 0 2 7 】

インプリント装置 1 は、駆動機構 D M、硬化部 9 0、支持構造体 5 0、アライメントスコープ A S およびオフアクシススコープ O A S 等を収容するチャンバ 1 0 0 を備えうる。チャンバ 1 0 0 の内部空間は、不図示の空調機から送風される清浄なガス (空気) 1 0 1 によって空調されうる。

【 0 0 2 8 】

以下、インプリント装置 1 において各基板 S が処理される手順を例示的に説明する。まず、外部装置において複数のショット領域にインプリント材 I M が塗布された基板 S が基板ステージ S S の基板チャック 2 1 に供給され、基板チャック 2 1 によって保持されうる。次いで、オフアクシススコープ O A S を使って配列計測工程が実行されうる。配列計測工程では、基板 S の複数のショット領域の全部または一部のショット領域のマークの位置がオフアクシススコープ O A S によって計測され、この計測結果に基づいて制御部 3 0 が基板 S の複数のショット領域の配列情報を取得しうる。配列計測工程は、計測対象のマークがオフアクシススコープ O A S の視野に入るように基板位置決め機構 S A によって基板 S を駆動する駆動工程と、オフアクシススコープ O A S によってマークの位置を計測する計測工程とを含みうる。

20

【 0 0 2 9 】

次いで、基板 S の複数のショット領域に対して順にパターンを形成する繰り返し工程が実行されうる。繰り返し工程は、駆動工程と、インプリント工程とを含みうる。駆動工程では、パターン形成対象のショット領域が型 M の下に配置されるように基板位置決め機構 S A によって基板 S が駆動されうる。インプリント工程では、型 M を使ってパターン形成対象のショット領域にインプリント材 I M の硬化物からなるパターンが形成される。

30

【 0 0 3 0 】

インプリント工程は、第 1 位置合わせ工程、接触工程、第 2 位置合わせ工程、充填工程、硬化工程および分離工程を含みうる。第 1 位置合わせ工程では、アライメントスコープ A S を使ってパターン形成対象のショット領域と型 M のパターン領域 P R との相対的な位置および回転を計測しながら駆動機構 D M によって該ショット領域とパターン領域 P R とが位置合わせされうる。接触工程では、駆動機構 D M によってパターン形成対象のショット領域の上のインプリント材 I M と型 M のパターン領域 P R とが接触させられる。第 2 位置合わせ工程では、アライメントスコープ A S を使ってパターン形成対象のショット領域と型 M のパターン領域 P R との相対的な位置および回転を計測しながら駆動機構 D M によって該ショット領域とパターン領域 P R とが位置合わせされる。第 1 位置合わせ工程、接触工程および第 2 位置合わせ工程と並行して、型 M のパターン領域 P R および基板 S のパターン形成対象のショット領域の形状が不図示の変形機構によって変形されてもよい。

40

【 0 0 3 1 】

充填工程では、型 M のパターン領域 P R の凹部に対するインプリント材 I M の充填の完了が待たれる。硬化工程では、硬化部 9 0 が硬化用のエネルギーをパターン形成対象のショット領域の上のインプリント材 I M に照射することによってインプリント材 I M が硬化される。これによって、パターン形成対象のショット領域の上にインプリント材の硬化物

50

からなるパターンが形成される。分離工程では、インプリント材の硬化物からなるパターンと型Mのパターン領域PRとが分離される。

【0032】

配列計測工程における計測工程およびインプリント工程が実行される期間は、基板Sが静止しているか、あるいは、微小範囲内でのみ駆動される期間であり、この期間を第1期間と呼ぶことにする。第1期間は、基板Sの1つの箇所（例えば、あるショット領域またはその一部）に配置されたインプリント材IMがガス供給口61、71、81のいずれかに継続して対向している期間として理解することができる。微小範囲とは、例えば、ガス供給口61、71、81の寸法（例えば最小寸法）よりも十分に小さい範囲であり、例えば、1 μm以下の範囲でありうる。また、第1期間では、基板Sの駆動速度は、例えば、1 mm/s以下の速度でありうる。

10

【0033】

第1期間は、例えば、配列計測工程において、オフアクシススコープOASの視野にマークが入らずに、マークのサーチ処理が実行されている期間でありうる。あるいは、第1期間は、基板位置決め機構SAによる基板Sの駆動中にエラーが発生して基板Sの駆動が停止している期間でありうる。あるいは、第1期間は、パターン形成対象のショット領域が型の下に位置決めされてから、型を使ってインプリント材によって該ショット領域にパターンが形成される処理を経て、型Mの下からの該ショット領域の移動が開始されるまでの期間を含みうる。

【0034】

20

図2には、ショット領域SR1が型Mのパターン領域PRの下に位置決めされた後のインプリント工程が示されている。このインプリント工程が実行される期間は、第1期間の一例であり、例えば、ショット領域SR2は、第2ガス供給口71に継続して対向している。図2には、明示されていないが、ショット領域SR1に対するインプリント工程では、他のショット領域も、第2ガス供給口71に継続して対向している。

【0035】

配列計測工程における駆動工程および繰り返し工程における駆動工程が実行される期間は、基板Sがガス供給口61、71、81からのガスの流れを横切るような範囲で駆動される期間である、この期間を第2期間と呼ぶことにする。第2期間は、基板Sの1つの箇所（例えば、あるショット領域またはその一部）に配置されたインプリント材IMがガス供給口61、71、81の少なくとも1つの正面を横切って移動している期間として理解することができる。第2期間では、1 μmより大きい範囲で基板Sが駆動されうる。また、第2期間では、基板Sの駆動速度は、例えば、1 mm/sより大きい速度でありうる。図3には、ショット領域SR1が型Mのパターン領域PRの下に移動するように基板Sが駆動されている駆動工程が示されている。この駆動工程が実行される期間は、第2期間の一例であり、例えば、ショット領域SR2に配置されたインプリント材IMがガス供給口71の少なくとも1つの正面を横切って移動している。

30

【0036】

第1実施形態では、第1期間の少なくとも一部におけるガス供給流量が第2期間におけるガス供給流量より小さく制御される。これにより、基板Sのショット領域と型Mとの間へのパーティクルの侵入の可能性を低減しつつインプリント材IMの揮発を抑制することができる。

40

【0037】

第2期間では、基板Sの1つの箇所に配置されたインプリント材IMがガス供給口61、71、81の少なくとも1つの正面を横切って移動しているので、該インプリント材IMがガスの流れに曝される続けることがなく、インプリント材IMの揮発量が小さい。一方、第1期間では、基板Sの1つの箇所に配置されたインプリント材IMがガス供給口61、71、81のいずれかに継続して対向しているので、該インプリント材IMがガスの流れに曝され続けることになり、インプリント材IMの揮発量が大きい。したがって、上記のように、インプリント材IMの揮発の観点において、第1期間の少なくとも一部にお

50

けるガス供給口61からのガス供給流量が第2期間におけるガス供給口61からのガス供給流量より小さいことが好ましい。また、第1期間の少なくとも一部におけるガス供給口71からのガス供給流量が第2期間におけるガス供給口71からのガス供給流量より小さいことが好ましい。また、第1期間の少なくとも一部におけるガス供給口81からのガス供給流量が第2期間におけるガス供給口81からのガス供給流量より小さいことが好ましい。

【0038】

一方で、第1期間における基板ステージSSの移動量は、第2期間における基板ステージSSの移動量よりも遥かに小さいので、第1期間におけるパーティクルの移動および発生は、第2期間におけるパーティクルの移動および発生よりも遥かに小さい。したがって、第1期間の少なくとも一部におけるガス供給流量が第2期間におけるガス供給流量より小さくても、これによって引き起こされうる基板Sと型Mとの間の空間へのパーティクルの侵入の可能性の増大は、無視可能である。

10

【0039】

インプリント材IMの揮発量の低減の観点では、第1期間の全体においてガス供給流量を第2期間におけるガス供給流量より小さくすることが望ましい。しかしながら、基板Sと型Mとの間の空間へのパーティクルの侵入の可能性を低減するためには、第1期間のうちガス供給流量を第2期間におけるガス供給流量より小さくする期間を短くすることが望ましい。そこで、第1期間の継続中において、第1期間の開始から所定時間が経過した場合に、ガス供給流量が第2期間におけるガス供給流量より小さくされうる。

20

【0040】

図4には、ガス供給口61、71、81からのガスの供給流量の制御が例示されている。この制御は、制御部30によって実行される。基板の処理が開始されると、前述の配列計測工程と、それに続く繰り返し工程(駆動工程およびインプリント工程の繰り返し)とが実行される。これと並行して、図4に示す制御が実行されうる。図4に示された制御は、ガス供給口61、71、81ごとになされてもよいが、以下では、説明の簡単化のために、ガス供給口61、71、81について同一の制御がなされる例を説明する。

【0041】

まず、工程S400において、制御部30は、ガス供給口61、71、81からのガス供給流量を第2期間中のガス供給流量である第2ガス供給流量に設定する。ここで、第2ガス供給量としてのガス供給口61、71、81からのガス供給流量は互いに異なってもよいし、互いに同じでもよい。工程S401において、制御部30は、現在時刻が第1期間であるかどうかを判断し、第1期間であれば、工程S402に進み、そうでなければ、工程S401を繰り返す。第1期間は、配列計測工程における計測工程、または、インプリント工程が実行される期間でありうる。インプリント工程は、第1位置合わせ工程、接触工程、第2位置合わせ工程、充填工程、硬化工程および分離工程を含みうる。インプリント工程が実行される期間は、パターン形成対象のショット領域が型の下に位置決めされてから、型を使ってインプリント材によって該ショット領域にパターンが形成される処理を経て、型の下からの該ショット領域の移動が開始されるまでの期間を含みうる。所定時間は、インプリント材IMの特性に応じて変更されてもよい。所定時間は、ガス供給口61、71、81ごとに設定されてもよい。

30

40

【0042】

工程S402では、制御部30は、第1期間の継続中において、第1期間の開始から所定時間が経過したかどうかを判断し、経過した場合には、工程S403に進み、そうでなければ、工程S402を繰り返す。所定時間は、例えば、典型的なケースにおけるインプリント工程に要する時間より長い時間でありうる。所定時間は、例えば、0.1秒から1分までの範囲内の時間でありうる。第1期間の開始から所定時間が経過するケースとしては、例えば、配列計測工程において、オフアクシススコープOASの視野にマークが入らずに、マークのサーチ処理が実行されているケースを挙げることができる。他のケースとしては、基板位置決め機構SAによる基板Sの駆動中にエラーが発生して基板Sの駆動が

50

停止しているケースを挙げることができる。

【0043】

工程S403では、制御部30は、第1期間が終了したかどうかを判断し、終了した場合には、工程S405に進み、そうでなければ、工程S404を繰り返す。工程S405では、制御部30は、ガス供給流量を第2供給流量より小さい第1供給流量に低下させる。工程S404では、制御部30は、第1期間が終了したかどうかを判断し、第1期間が終了した場合には、工程S405に進み、そうでなければ、工程S404を繰り返す。工程S405では、ガス供給流量を第1ガス供給流量から第2ガス供給流量に戻す。工程S406では、制御部30は、基板の処理が終了したかどうかを判断し、基板の処理が終了した場合には、一連の処理を終了し、そうでなければ、工程S400に戻る。

10

【0044】

第1ガス供給口61が型チャック41に設けられる場合、接触工程から硬化工程までの期間において、基板Sと第1ガス供給口61との距離が他の期間における距離よりも小さくなる。このような期間では、第1ガス供給口61からのガスの供給流量が小さくても、該ガスが当たるインプリント材が揮発しやすい。そこで、このような期間では、所定時間を他の期間よりも短くしてもよい。

【0045】

工程S402では、第1期間においてガス供給口61、71、81の少なくとも1つに対して未硬化のインプリント材IMが対向する状態になった時点から所定時間が経過したかどうかを判断してもよい。これは、ガス供給口61、71、81に対向する位置に配置されたインプリント材IMが既に硬化した状態である場合、インプリント材IMの揮発を考慮する必要がないからである。

20

【0046】

以下、本発明の第2実施形態を説明する。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実施形態のインプリント装置1は、図5に例示されるように、各ガス供給部60、70、80が複数のガス供給口を有する。より具体的には、第1ガス供給部60は、複数の第1ガス供給口61～64と、第1ガス供給口61～64からのガス供給流量を個別に制御する複数の流量制御器（不図示）とを含みうる。また、第2ガス供給部70は、複数の第1ガス供給口71～74と、第2ガス供給口71～74からのガス供給流量を個別に制御する複数の流量制御器（不図示）とを含みうる。また、第3ガス供給部80は、複数の第3ガス供給口81～84と、第3ガス供給口81～84からのガス供給流量を個別に制御する複数の流量制御器（不図示）とを含みうる。

30

【0047】

第2実施形態では、制御部30は、第1期間の少なくとも一部において、複数のガス供給口のうち未硬化のインプリント材に対向しているガス供給口からのガス供給量を第2期間におけるガス供給量より小さくする。より具体的には、制御部30は、第1期間の少なくとも一部において、複数のガス供給口61～64、71～74、81～84のうち未硬化のインプリント材に対向しているガス供給口からのガス供給量を第2期間におけるガス供給量より小さくする。

【0048】

図6には、複数のガス供給口61～64、71～74、81～84からのガス供給流量の制御が例示されている。この制御は、制御部30によって実行される。基板の処理が開始されると、前述の配列計測工程と、それに続く繰り返し工程（駆動工程およびインプリント工程の繰り返し）とが実行される。これと並行して、図6に示す制御が実行される。図6に示された処理は、工程S400と工程S401との間に工程S501が追加されている点で図4に示された処理と異なる。

40

【0049】

工程S501では、制御部30は、複数のガス供給口61～64、71～74、81～84の中に未硬化のインプリント材と対向するガス供給口があるかどうかを判断し、未硬化のインプリント材と対向するガス供給口がある場合には、工程S401に進む。その後

50

、未硬化のインプリント材と対向するガス供給口について、工程 S 4 0 1 ~ S 4 0 6 が実行される。

【 0 0 5 0 】

以下、本発明の第 3 実施形態を説明する。第 3 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 3 実施形態では、制御部 3 0 は、基板 S のショット領域の上の未硬化のインプリント材がガス供給口に対向する積算時間が閾値を超える場合に、該ショット領域が該ガス供給口に対向する期間に該ガス供給口から供給されるガスの量を基準流量より小さくする。

【 0 0 5 1 】

図 7 には、複数のガス供給口 6 1、7 1、8 1 からのガス供給流量の制御が例示されている。この制御は、制御部 3 0 によって実行される。基板の処理が開始されると、前述の配列計測工程と、それに続く繰り返し工程（駆動工程およびインプリント工程の繰り返し）とが実行される。これと並行して、図 7 に示す制御が実行されうる。工程 S 6 0 0 では、制御部 3 0 は、ガス供給口 6 1、7 1、8 1 からのガス供給流量を基準供給量に設定する。ここで、基準供給量は、ガス供給口 6 1、7 1、8 1 間で互いに異なっていてもよいし、互いに同じでもよい。工程 S 6 0 1 では、制御部 3 0 は、未硬化のインプリント材がガス供給口 6 1、7 1、8 1 の少なくとも 1 つに対向した積算時間をショット領域ごとに更新する。

10

【 0 0 5 2 】

工程 S 6 0 2 では、制御部 3 0 は、工程 S 6 0 1 で更新した積算時間が閾値を越えたかどうかを判断し、積算時間が閾値を越えた場合には工程 S 6 0 3 に進み、そうでなければ、工程 S 6 0 1 に進む。工程 S 6 0 3 では、制御部 3 0 は、積算時間が閾値を越えたショット領域に対向するガス供給口からのガスの供給流量を基準流量より小さくする。工程 S 6 0 4 では、制御部 3 0 は、基板の処理が終了したかどうかを判断し、基板の処理が終了した場合には一連の処理を終了し、そうでなければ工程 S 6 0 0 に戻る。

20

【 0 0 5 3 】

第 3 実施形態は、第 2 実施形態に対して適用されてもよく、この場合、工程 S 6 0 1 では、制御部 3 0 は、未硬化のインプリント材がガス供給口 6 1 ~ 6 4、7 1 ~ 7 4、8 1 ~ 8 4 の少なくとも 1 つに対向した積算時間をショット領域ごとに更新する。

【 0 0 5 4 】

以下、本発明の第 4 実施形態を説明する。第 4 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 4 実施形態では、制御部 3 0 は、基板 S のショット領域の上の未硬化のインプリント材がガス供給口に対向する積算時間が閾値を超える場合に、エラー処理を実行する。なお、前述の第 3 実施形態は、エラー処理として、ガス供給口から供給されるガスの量を基準流量より小さくする処理を実行する例として理解されうる。

30

【 0 0 5 5 】

図 8 には、複数のガス供給口 6 1、7 1、8 1 からのガス供給流量の制御が例示されている。この制御は、制御部 3 0 によって実行される。図 8 に示された制御では、図 7 の工程 S 6 0 3 が工程 S 7 0 0 で置き換えられている。基板の処理が開始されると、前述の配列計測工程と、それに続く繰り返し工程（駆動工程およびインプリント工程の繰り返し）とが実行される。これと並行して、図 8 に示す制御が実行されうる。

40

【 0 0 5 6 】

工程 S 6 0 0 では、制御部 3 0 は、ガス供給口 6 1、7 1、8 1 からのガス供給流量を基準供給量に設定する。ここで、基準供給量は、ガス供給口 6 1、7 1、8 1 間で互いに異なっていてもよいし、互いに同じでもよい。工程 S 6 0 1 では、制御部 3 0 は、未硬化のインプリント材がガス供給口 6 1、7 1、8 1 の少なくとも 1 つに対向した積算時間をショット領域ごとに更新する。

【 0 0 5 7 】

工程 S 6 0 2 では、制御部 3 0 は、工程 S 6 0 1 で更新した積算時間が閾値を越えたかどうかを判断し、積算時間が閾値を越えた場合には、工程 S 6 0 3 に進み、そうでなけれ

50

ば、工程 S 6 0 1 に進む。工程 S 7 0 0 では、制御部 3 0 は、エラー処理を実行する。エラー処理は、例えば、インプリント装置 1 の操作者等に警告を発する処理を含みうる。工程 S 6 0 4 では、制御部 3 0 は、基板の処理が終了したかどうかを判断し、基板の処理が終了した場合には、一連の処理を終了し、そうでなければ、工程 S 6 0 0 に戻る。

【 0 0 5 8 】

第 3 実施形態は、第 2 実施形態に対して適用されてもよく、この場合、工程 S 6 0 1 では、制御部 3 0 は、未硬化のインプリント材がガス供給口 6 1 ~ 6 4、7 1 ~ 7 4、8 1 ~ 8 4 の少なくとも 1 つに対向した積算時間をショット領域ごとに更新する。

【 0 0 5 9 】

第 4 実施形態では、配列計測工程および繰り返し工程と並行して積算時間が閾値を越えるかどうか判断される。このよう方法に代えて、配列計測工程および繰り返し工程を制御するための制御情報が提供され又は生成された時点で積算時間が閾値を越えるかどうかを判断し、積算時間が閾値を越える場合に警告を発してもよい。この場合、基板の処理を開始する前に警告を発することができる。

【 0 0 6 0 】

以下、本発明の第 5 実施形態を説明する。図 9 は、本発明の第 5 実施形態のインプリント装置 1 の構成を模式的に示す側面図である。第 5 実施形態のインプリント装置 1 は、基板 S のインプリント材 I M 1 の上にインプリント材 I M 2 を供給あるいは配置するディスペンサ 3 5 を備えている点で第 1 乃至第 4 実施形態と異なる。第 5 実施形態では、外部装置において下地層としてのインプリント材 I M 1 が複数のショット領域に塗布された基板 S がインプリント装置 1 に提供される。そして、インプリント装置 1 において、ディスペンサ 3 5 によってインプリント材 I M 1 の上にインプリント材 I M 2 が塗布される。インプリント材 I M 2 は、一度に 1 つのショット領域に対して塗布されてもよいし、一度に 2 以上のショット領域に対して塗布されてもよい。

【 0 0 6 1 】

外部装置によるインプリント材 I M 1 の塗布からインプリント材 I M 1、I M 2 が硬化されるまでの時間は、ディスペンサ 3 5 によるインプリント材 I M 2 の塗布からインプリント材 I M 1、I M 2 が硬化されるまでの時間より長い。そこで、第 1 乃至第 3 実施形態におけるガス供給流量の制御、第 4 実施形態におけるエラー処理は、インプリント材 I M 1 を対象として実行されることが望ましい。ただし、インプリント材 I M 2 を対象として第 1 乃至第 3 実施形態におけるガス供給流量の制御、第 4 実施形態におけるエラー処理がなされてもよい。

【 0 0 6 2 】

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 6 3 】

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。

【 0 0 6 4 】

次に、インプリント装置によって基板にパターンを形成し、該パターンが形成された基板を処理し、該処理が行われた基板から物品を製造する物品製造方法について説明する。図 1 0 (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ウエハ等の基板 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。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

図 1 0 (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 0 (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 6 6 】

図 1 0 (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 6 7 】

図 1 0 (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 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 0 (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 6 8 】

20

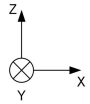
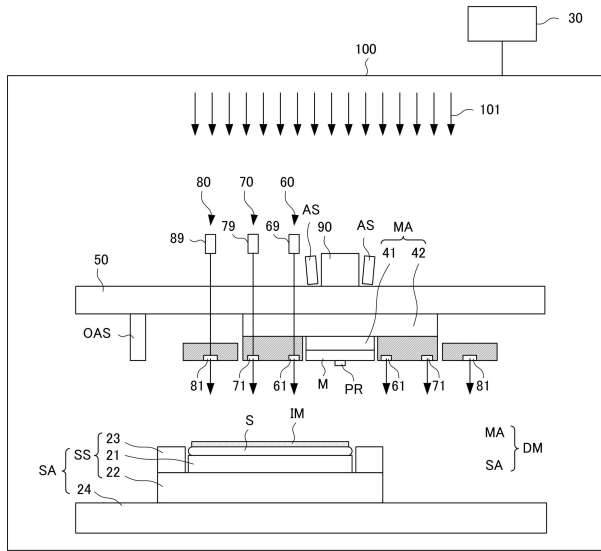
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、これらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 9 】

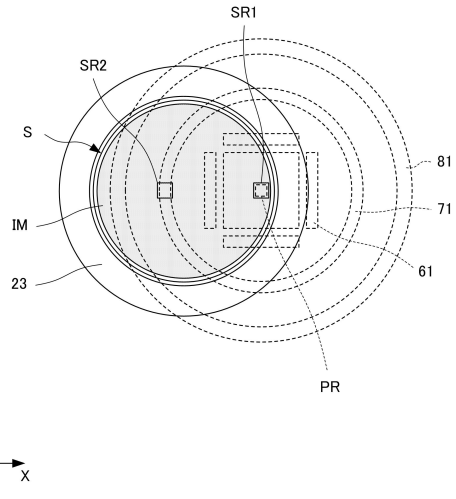
1 : インプリント装置、S : 基板、M : 型、PR : パターン領域、SA : 基板位置決め機構、6 1、7 1、8 1 : ガス供給口、6 0、7 0、8 0 : ガス供給部、MA : 型位置決め機構、DM : 駆動機構、3 0 : 制御部、IM : インプリント材、AS : アライメントスコープ、OAS : オフアクシススコープ

【図1】

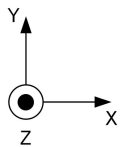
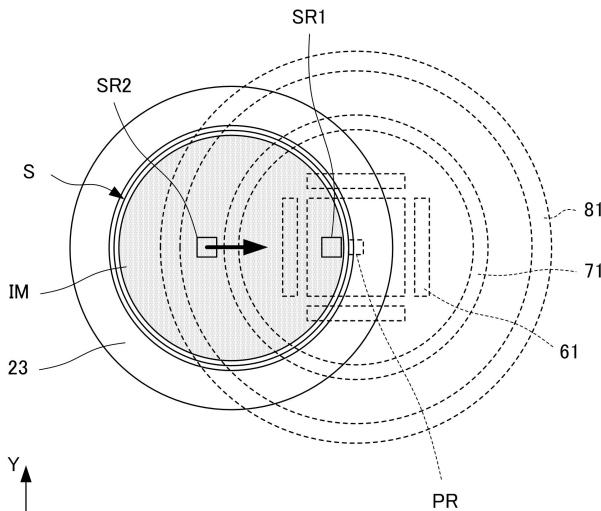


1

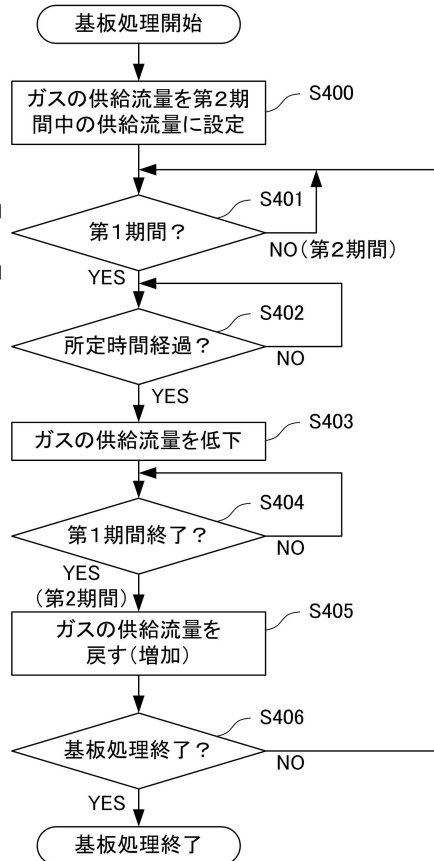
【図2】



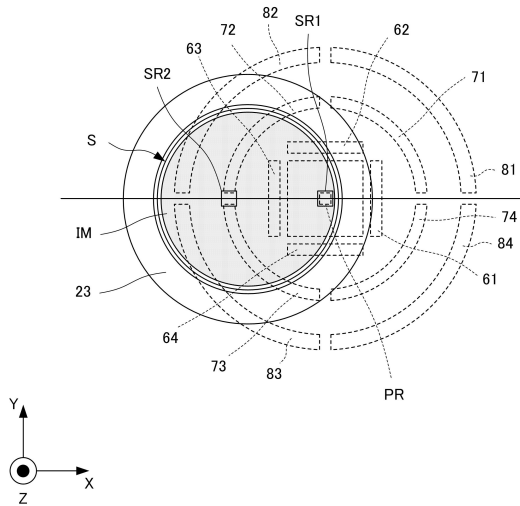
【図3】



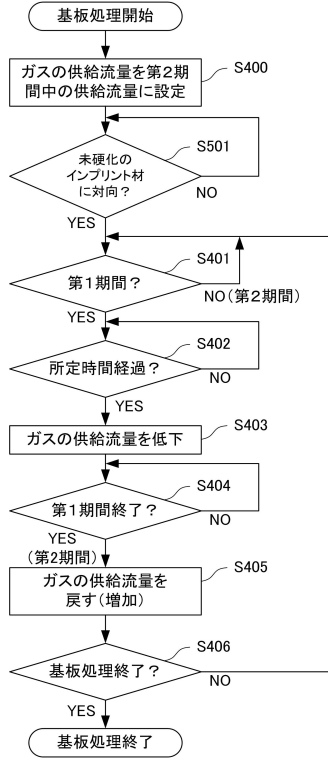
【図4】



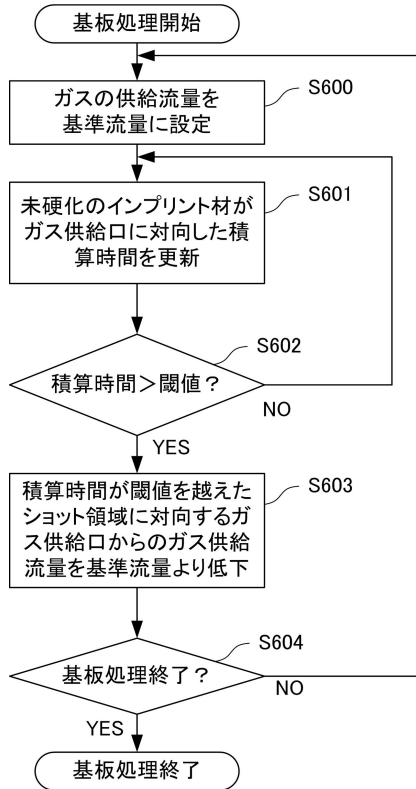
【図5】



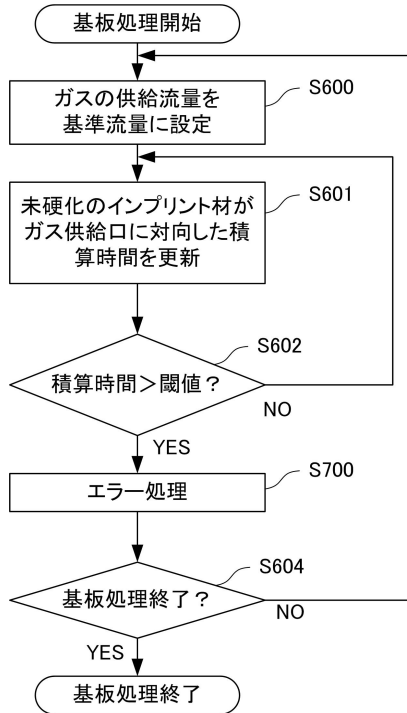
【図6】



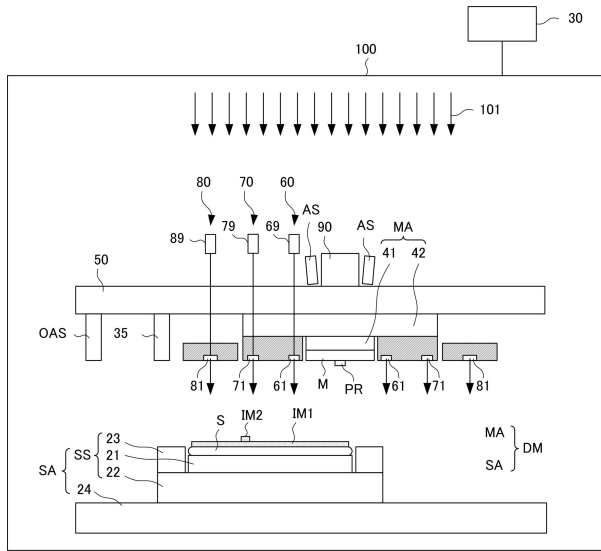
【図7】



【図8】

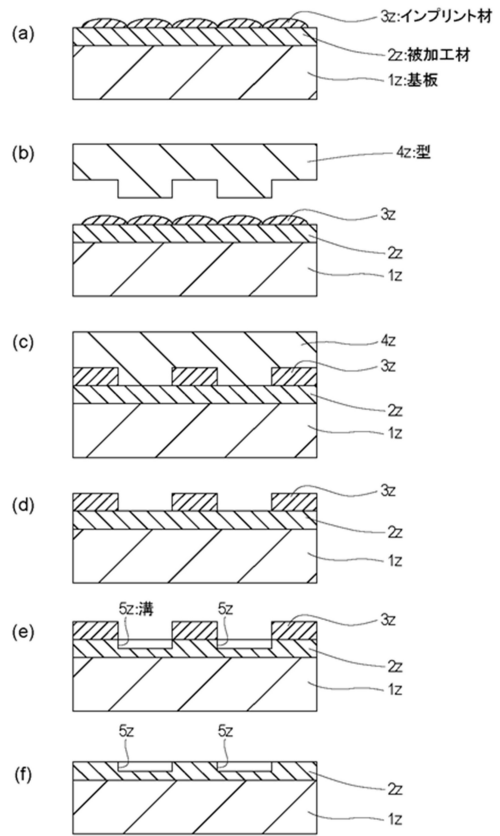


【図9】



1

【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2014-056854(JP,A)
特開2016-009766(JP,A)
特表2012-506146(JP,A)
特開2016-201485(JP,A)
特開2016-149510(JP,A)
米国特許出願公開第2016/0231648(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 53/00 - 53/84
57/00 - 59/18
H01L 21/027、21/30