

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号  
特開2023-141408  
(P2023-141408A)

(43)公開日 令和5年10月5日(2023.10.5)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/027(2006.01)	H 0 1 L 21/30	4 F 2 0 9
B 2 9 C 59/02(2006.01)	B 2 9 C 59/02	5 F 1 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全24頁)

(21)出願番号	特願2022-47720(P2022-47720)	(71)出願人	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	令和4年3月24日(2022.3.24)	(74)代理人	100114775 弁理士 高岡 亮一
		(74)代理人	100121511 弁理士 小田 直
		(74)代理人	100208580 弁理士 三好 玲奈
		(72)発明者	小林 謙一 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
		Fターム(参考)	4F209 AA44 AF01 AG05 AH33 AM30 AR14 PA02 PB01 PN09 PN13

最終頁に続く

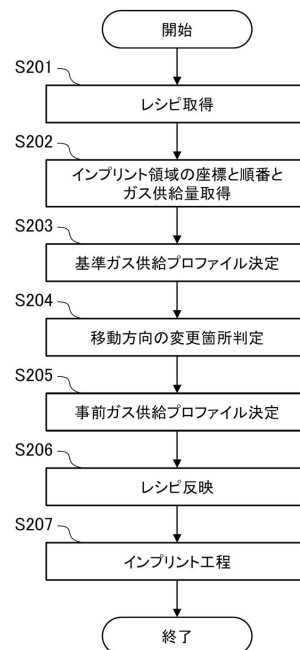
(54)【発明の名称】 インプリント装置、インプリント方法、コンピュータプログラム、及び、物品の製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】インプリントを行う際に、基板内の各インプリント領域に対して、適正なガス供給ができるインプリント装置を提供する。

【解決手段】型と基板の間の空間にガスを供給するための複数のガス供給部と、前記ガス供給部およびインプリント動作を制御する制御部とを有し、前記基板の複数のインプリント領域に、順次インプリントするインプリント装置において、前記制御部は、前記基板上の前記インプリント領域の位置情報と、インプリント順番情報と、前記インプリント領域毎に予め決められたガス供給量情報を取得し、前記基板の前記インプリント領域間の移動方向が第1の方向から第2の方向に変更される場合に、移動方向変更前の前記インプリント領域のインプリント動作時に、前記第1の方向側と前記第2の方向側の前記ガス供給部から、前記ガス供給量情報に基づいて前記ガスを供給することを特徴とする。

【選択図】図11



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

型と基板の間の空間にガスを供給するための複数のガス供給部と、前記ガス供給部およびインプリント動作を制御する制御部とを有し、前記基板の複数のインプリント領域に、順次インプリントするインプリント装置において、

前記制御部は、前記基板上の前記インプリント領域の位置情報と、インプリント順番情報と、前記インプリント領域毎に予め決められたガス供給量情報を取得し、前記基板の前記インプリント領域間の移動方向が第1の方向から第2の方向に変更される場合に、移動方向変更前の前記インプリント領域のインプリント動作時に、前記第1の方向側と前記第2の方向側の前記ガス供給部から、前記ガス供給量情報に基づいて前記ガスを供給することを特徴とするインプリント装置。

10

**【請求項 2】**

前記制御部は、前記位置情報と、前記インプリント順番情報と、前記ガス供給量情報に基づき、ガス供給プロファイルを生成することを特徴とする請求項1に記載のインプリント装置。

**【請求項 3】**

前記制御部は、一部の前記インプリント領域をインプリントせずスキップ処理する場合に、前記ガス供給量情報と、前記スキップ処理する前記インプリント領域の前記位置情報と、移動方向に基づいて、前記ガス供給プロファイルを生成する請求項2に記載のインプリント装置。

20

**【請求項 4】**

前記制御部は、前記型と前記基板の相対振動を軽減するためにインプリント材に対して予備露光を行うと共に、前記インプリント領域毎の前記ガス供給量情報を、前記予備露光における照度と照射時間を所定の条件にした状態で、相対振動量が所定量以下に減衰するように調整することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のインプリント装置。

**【請求項 5】**

前記制御部は、前記インプリント領域毎の前記ガス供給量情報を、前記インプリント領域の外周部の欠陥量が所定値以下となるように調整することを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載のインプリント装置。

30

**【請求項 6】**

前記制御部は、前記インプリント領域毎の前記ガス供給量情報を、前記基板の特性条件毎又は前記インプリント領域のレイアウト毎に調整することを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載のインプリント装置。

**【請求項 7】**

前記インプリント領域毎の前記ガス供給量情報をガス供給量マップとして保存することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載のインプリント装置。

**【請求項 8】**

前記ガス供給量マップは、前記基板の特性条件毎又は前記レイアウト毎に記憶されることを特徴とする請求項7に記載のインプリント装置。

40

**【請求項 9】**

型と基板の間の空間にガスを供給するガス供給部と、前記ガス供給部およびインプリント動作を制御すると共に前記型と前記基板の相対振動を軽減するためにインプリント材に対して予備露光を行う制御部とを有するインプリント装置において、

前記制御部は、インプリント領域毎の前記ガス供給部から供給するガス供給量を、前記予備露光における照度と照射時間を所定の条件にした状態で、相対振動量が所定量以下に減衰するように調整することを特徴とするインプリント装置。

**【請求項 10】**

前記制御部は、前記インプリント領域毎の前記ガス供給量を、前記インプリント領域の外周部の欠陥量が所定値以下となるように調整することを特徴とする請求項9に記載のイ

50

ンプリント装置。

【請求項 1 1】

前記制御部は、前記インプリント領域毎の前記ガス供給量を、前記基板の特性条件毎又は前記インプリント領域のレイアウト毎に調整することを特徴とする請求項 9 又は 1 0 に記載のインプリント装置。

【請求項 1 2】

前記インプリント領域毎の前記ガス供給量をガス供給量マップとして保存することを特徴とする請求項 9 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 1 3】

型と基板の間の空間にガスを供給するガス供給部と、前記ガス供給部およびインプリント動作を制御する制御部とを有するインプリント装置において、

前記制御部は、インプリント領域毎の前記ガス供給部から供給するガス供給量を、前記インプリント領域の外周部の欠陥量が所定値以下となるように調整することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 1 4】

前記制御部は、前記型と前記基板の相対振動を軽減するためにインプリント材に対して予備露光を行うと共に、

前記制御部は、前記インプリント領域毎の前記ガス供給部から供給する前記ガス供給量を、前記予備露光における照度と照射時間を所定の条件にした状態で、相対振動量が所定量以下に減衰するように調整することを特徴とする請求項 1 3 に記載のインプリント装置

【請求項 1 5】

前記インプリント領域毎の前記ガス供給量をガス供給量マップとして保存することを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 に記載のインプリント装置。

【請求項 1 6】

型と基板の間の空間にガスを供給するための複数のガス供給部と、前記ガス供給部およびインプリント動作を制御する制御部とを有するインプリント装置を用いて、前記基板の複数のインプリント領域に、順次インプリントするインプリント方法において、

前記基板上の前記インプリント領域の位置情報と、インプリント順番情報と、前記インプリント領域毎に予め決められたガス供給量情報を取得し、前記基板の前記インプリント領域間の移動方向が第 1 の方向から第 2 の方向に変更される場合に、移動方向変更前の前記インプリント領域のインプリント動作時に、前記第 1 の方向側と前記第 2 の方向側の前記ガス供給部から、前記ガス供給量情報に基づいて前記ガスを供給することを特徴とするインプリント方法。

【請求項 1 7】

型と基板の間の空間にガスを供給するガス供給部と、前記ガス供給部およびインプリント動作を制御すると共に前記型と前記基板の相対振動を軽減するためにインプリント材に対して予備露光を行う制御部とを有するインプリント装置を用いたインプリント方法において、

前記インプリント領域毎の前記ガス供給部から供給するガス供給量を、前記予備露光における照度と照射時間を所定の条件にした状態で、相対振動量が所定量以下に減衰するように調整することを特徴とするインプリント方法。

【請求項 1 8】

型と基板の間の空間にガスを供給するガス供給部と、前記ガス供給部およびインプリント動作を制御する制御部とを有するインプリント装置を用いたインプリント方法において、

インプリント領域毎の前記ガス供給部から供給するガス供給量を、前記インプリント領域の外周部の欠陥量が所定値以下となるように調整することを特徴とするインプリント方法。

【請求項 1 9】

10

20

30

40

50

請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置の各部をコンピュータにより制御するためのコンピュータプログラム。

【請求項 20】

物品の製造方法であって、

請求項 1 ~ 15 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置により前記基板をインプリントするインプリント工程と、

前記インプリント工程により前記インプリントが行われた前記基板を現像する工程と、を含む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】

10

【0001】

本発明は、インプリント装置、インプリント方法、コンピュータプログラム、及び、物品の製造方法等に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスの微細化の要求が進み、従来のフォトリソグラフィ技術に加えて、基板上のインプリント材をモールド（型）で成形（成型）して硬化させ、基板上にパターンを形成する微細加工技術が注目されている。かかる技術はインプリント技術と呼ばれ、基板上に数ナノメートルオーダーの微細のパターンを形成することができる。

【0003】

20

インプリント技術の 1 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、装置上に供給された光硬化性のインプリント材にモールドを接触させ（押印）、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モールドを引き離す（離型）ことで、基板上にパターンを形成する。

【0004】

押印の際、型とインプリント材との間の空気（残留ガス）が未硬化のインプリント材に気泡として混入して未充填欠陥（パターン欠陥）が生じることがある。そこで、特許文献 1 では、モールドと基板との間の空間を、インプリント材に対して溶解性が高いか、拡散性が高いか、或いは、その両方であるガス（以下、単に「ガス」という）で飽和することにより、気泡の残留を抑制している。

30

【0005】

又、特許文献 2 のインプリント装置は、型とインプリント材とを接触させた状態でガスの供給を行い、型とインプリント材を引き離す際に型と基板との間の空間にガスを供給する構成が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特表 2007 - 509769 号公報

【特許文献 2】特開 2019 - 91741 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

このようなインプリント装置において、基板上的複数の領域に連続してインプリントを行う際に、ガスの濃度が低下する可能性がある。これにより、欠陥が発生してインプリント装置の生産性を低下させる可能性がある。又、インプリント材を硬化させる露光工程においては、インプリント領域外に露光光が漏れるため、隣接したインプリント領域上にあるインプリント材を感光させてしまう。

【0008】

この期待されない感光は、インプリント材の粘弾性を高まるため、位置合わせ精度を悪化させる。更に感光が進んだ場合には、未充填欠陥を引き起こす。このように、隣接する

50

インプリント領域に与える影響の観点でも、置換ガスの濃度を適正にコントロールする必要がある。即ち、置換ガスの濃度は充填性以外にも悪影響を与えるため、ガス濃度を高めれば良いわけではなく、適正な濃度にする調整する必要がある。

【0009】

更に、各インプリント領域に対して、一定のガス供給量でガスを供給したとしても、基板の中心付近と外周付近では、ガス濃度にムラが生じる課題がある。これは、基板エッジ部と基板保持部材の隙間ではガスが拡散し易くなるため、基板外周部ではガス濃度が低くなるためである。

【0010】

そこで、本発明は、インプリントを行う際に、基板内の各インプリント領域に対して、適正なガス供給ができるインプリント装置を適用することを目的の1つとする。

10

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の1側面は、

型と基板の間の空間にガスを供給するための複数のガス供給部と、前記ガス供給部およびインプリント動作を制御する制御部とを有し、前記基板の複数のインプリント領域に、順次インプリントするインプリント装置において、

前記制御部は、前記基板上の前記インプリント領域の位置情報と、インプリント順番情報と、前記インプリント領域毎に予め決められたガス供給量情報を取得し、前記基板の前記インプリント領域間の移動方向が第1の方向から第2の方向に変更される場合に、移動方向変更前の前記インプリント領域のインプリント動作時に、前記第1の方向側と前記第2の方向側の前記ガス供給部から、前記ガス供給量情報に基づいて前記ガスを供給することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、インプリントを行う際に、基板内の各インプリント領域に対して、適正なガス供給ができるインプリント装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】(A)は実施例1に係るインプリント装置を示した模式図、図1(B)はXY平面上のガス供給路7dL、7dR、7dB、7dFの配置を示した図である。

30

【図2】基板2のインプリント領域とインプリント順番の1例を示す図である。

【図3】実施例1に係るインプリント装置10のインプリント処理を示すフローチャートである。

【図4】(A)、(B)、(C)、(D)は実施例1における、主に型1と基板2とガス供給路7dL、7dRを記載したXZ平面の概略断面図である。

【図5】(A)、(B)は、図4(A)、(B)における型1とガスの分布を主に表記したXY平面の概略図である。

【図6】図4(C)、(D)における、型1とガスの分布を主に表記したXY平面の概略図である。

40

【図7】(A)は、インプリント領域IR07における充填工程である工程S104におけるXY平面の概略図、(B)は、インプリント領域IR07における離型工程S106におけるXY平面の概略図である。

【図8】(A)は、インプリント領域IR07からインプリント領域IR08に移動する際の移動工程S102におけるXY平面の概略図、(B)はインプリント領域IR08における押印工程S103の概略XY平面図である。

【図9】(A)は、インプリント領域IR08における充填工程の工程S104におけるXY平面の概略図、(B)は、インプリント領域IR08における離型工程S106におけるXY平面の概略図である。

【図10】(A)は、インプリント領域IR08からインプリント領域IR09に移動す

50

る際の移動工程 S 1 0 2 における X Y 平面の概略図、( B ) は、インプリント領域 I R 0 9 における押印工程 S 1 0 3 での X Y 平面の概略図である。

【図 1 1】実施例 1 において、制御部がインプリント条件を取得してインプリント工程を行う動作を説明するフローチャートである。

【図 1 2】ガス濃度に依存する要素と、ガス濃度の許容値の関係を示した図である。

【図 1 3】実施例 1 におけるインプリント領域毎の最適ガス供給量マップを作成するフローの例を示した図である。

【図 1 4】最適ガス供給量マップの例を示した図である。

【図 1 5】実施例 2 における、欠陥が許容内になるように最適ガス供給量マップを修正するフローの例を示すフローチャートである。

【図 1 6】実施例 3 における、スキップ領域含んだ基板の例について説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の実施形態を、実施例を用いて説明する。ただし、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。なお、各図において、同一の部材または要素については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略または簡略化する。

【0015】

<実施例 1>

本実施例及び添付図面では、基板の表面に平行な方向を X Y 平面とする X Y Z 座標系を用いて方向を示す。X Y Z 座標系における X 軸、Y 軸、Z 軸に夫々平行な方向を 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 軸周りの回転を夫々 X、Y、Z とする。X 軸、Y 軸、Z 軸に関する制御又は駆動は、夫々 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又は駆動を意味する。位置決めは、位置、姿勢又は傾きを制御することを意味する。位置合わせは、基板及び型の少なくとも一方の位置、姿勢又は傾きの制御を含みうる。

【0016】

図 1 は ( A ) は実施例 1 に係るインプリント装置を示した模式図である。インプリント装置 1 0 は、半導体デバイスなどの物品の製造工程に使用されるリソグラフィ装置である。インプリント装置 1 0 は、基板上に供給されたインプリント材と型のパターン領域とを接触させ ( 押印 )、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インプリント材を硬化させ、インプリント材から型を引き離す ( 離型 ) インプリント処理を行う。これにより、型のパターン領域の凹凸パターンが転写されて硬化物のパターンが基板の上に形成される。

【0017】

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、熱等が用いられる。電磁波としては、例えば、その波長が 1 0 n m 以上 1 m m 以下の範囲から選択される、赤外線、可視光線、紫外線などの光を用いる。

【0018】

硬化性組成物は、光の照射により、或いは、加熱により硬化する組成物である。このうち、光の照射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材とを少なくとも含有し、必要に応じて非重合性化合物又は溶剤を含有しても良い。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、ポリマ成分などの群から選択される少なくとも一種である。

【0019】

インプリント材は、スピンコータやスリットコートにより基板上に膜状に付与されても良い。又、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良い。インプリント材の粘度 ( 2 5 における粘度 ) は、例えば、1 m P a · s 以上 1 0 0 m P a · s 以下である。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

インプリント装置 10 は、例えば、型 1 を保持し型 1 を位置決めする型位置決め部 3 と、基板 2 を保持し基板 2 を位置決めする基板位置決め部 4 と、硬化部 6 と、ガス供給部 7 と、制御部 8 と、を備える。

## 【 0 0 2 1 】

型 1 は、例えば、矩形の外形を有し、石英など紫外線を透過させることが可能な材料で構成される。型 1 は、基板 2 に対向する面にパターン領域 P R を有する。パターン領域 P R には、基板 2 の上のインプリント材に転写するための凹凸パターンが 3 次元形状に形成されている。パターン領域 P R は、メサとも呼ばれ、型 1 のパターン領域 P R 以外が基板 2 に接触しないように数十  $\mu\text{m}$  ~ 数百  $\mu\text{m}$  の凸状に形成されている。

10

## 【 0 0 2 2 】

基板 2 は、例えば、半導体（例えば、シリコン、化合物半導体）、ガラス、セラミックス、金属、樹脂等で構成される。基板 2 は、母材の上に 1 又は複数の層を有しうる。この場合、母材は、例えば、半導体、ガラス、セラミックス、金属、樹脂等で構成される。基板 2 には、必要に応じて、インプリント材と基板 2 との密着性を向上させるために密着層が設けられうる。基板 2 上には、複数のインプリント領域が形成される。

## 【 0 0 2 3 】

型位置決め部 3 は、型保持部 3 a と、型駆動機構 3 b とを含みうる。型保持部 3 a は、例えば、真空吸引力又は、静電力などによって型 1 を保持する。型駆動機構 3 b は、型 1 と基板 2 との間の距離を変更するための駆動系である。型駆動機構 3 b は、型保持部 3 a を駆動することによって型 1 を Z 軸方向に駆動する（移動させる）。型駆動機構 3 b は、例えば、リニアモータ、エアシリンダなどのアクチュエータを含み、型 1 を保持した型保持部 3 a を駆動する。

20

## 【 0 0 2 4 】

型駆動機構 3 b は、型 1（型保持部 3 a）を複数の軸（例えば、Z 軸、X 軸、Y 軸の 3 軸）について駆動するように構成される。型 1 の高精度な位置決めを実現するために、型駆動機構 3 b は、粗動駆動系や微動駆動系など複数の駆動系を含んでいても良い。又、型駆動機構 3 b は、Z 軸方向だけでなく、X 軸方向、Y 軸方向、Z 方向に型 1 を駆動する機能や型 1 の傾きを補正する機能を有していても良い。

## 【 0 0 2 5 】

基板位置決め部 4 は、基板 2 を保持する基板保持部 4 a と、基板駆動機構 4 b とを含みうる。基板保持部 4 a は、例えば、真空吸引力又は静電力などによって基板 2 を保持する。基板駆動機構 4 b は、基板保持部 4 a を駆動することによって基板 2 を X 軸方向及び Y 軸方向に駆動する（移動させる）。基板駆動機構 4 b は、リニアモータ、エアシリンダなどのアクチュエータを含み、基板 2 を保持した基板保持部 4 a を駆動する。

30

## 【 0 0 2 6 】

基板駆動機構 4 b は、基板 2（基板保持部 4 a）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。基板駆動機構 4 b は、粗動駆動系や微動駆動系など複数の駆動系を含んでいても良い。基板駆動機構 4 b は、Z 軸方向や（Z 軸周りの回転）方向に基板 2 を駆動する機能や基板 2 の傾きを補正する機能を有していても良い。

40

## 【 0 0 2 7 】

型位置決め部 3 及び基板位置決め部 4 は、型 1 と基板 2 との間の X Y 平面方向の相対位置、相対姿勢及び相対傾きが調整されるように型 1 又は基板 2 を駆動し、型 1 と基板 2 との相対位置の決定を行う機構である。型位置決め部 3 及び基板位置決め部 4 は、型 1 のパターン領域 P R と基板 2 のインプリント領域との間の相対的なシフト及び回転に関する誤差成分を低減するためのアライメントを行う。その際、型位置決め部 3 及び基板位置決め部 4 は、例えば不図示のアライメント計測部によって、型 1 及び基板 2 の夫々に設けられたアライメントマークを検出し、アライメントを行っても良い。

## 【 0 0 2 8 】

50

更に、型位置決め部 3 及び基板位置決め部 4 は、型 1 と基板 2 との間の Z 方向の相対位置、相対姿勢及び相対傾きが調整されるように型 1 又は基板 2 を駆動する機構である。型位置決め部 3 又は基板位置決め部 4 による Z 方向の相対位置の調整は、基板 2 の上のインプリント材に対する型 1 のパターン領域 P R の接触（押印）と、硬化したインプリント材からの型 1 のパターン領域 P R の引き離す（離型）ための駆動を含む。

【0029】

型 1 と基板 2 の間の距離 d は、例えば、型位置決め部 3 又は基板位置決め部 4 に備えられた、レーザー干渉計やエンコーダなどによって検出され、この検出結果に基づいて変更されうる。尚、距離 d の検出方法についてはこれに限られない。

【0030】

硬化部（照射部）6 は、基板 2 のインプリント領域の上のインプリント材と型 1 のパターン領域 P R とが接触した状態で、型 1 を介して、インプリント材の硬化用のエネルギー（例えば紫外線等）を供給又は照射することでインプリント材を硬化させる。これにより、インプリント材の硬化物からなるパターンが形成される。

【0031】

本実施例において、硬化部 6 は、例えば、インプリント材を硬化させる光（紫外線などの露光光）を射出する光源を有する。又、硬化部 6 は、光源から射出された光をインプリント処理において適切な光に調整するための光学素子を含んでも良い。本実施例では、光硬化法が採用されているため、紫外線を射出する光源が用いられているが、例えば熱サイクル法を採用する場合には、インプリント材としての熱硬化性樹脂を硬化させるための熱源が光源の代わりに用いられうる。

【0032】

ガス供給部 7 は、型 1 と基板 2 との間の空間に置換ガスを供給し、型 1 と基板 2 との間の空間の気体を置換ガスに置換する。インプリント材を硬化させるときに型 1 とインプリント材との間に気泡が含まれると、気泡の箇所にはインプリント材が充填されず、硬化物のパターンに欠損が生じうる。ガス供給部 7 は、押印時に、型 1 とインプリント材との間の空間の気体を型 1 又はインプリント材に透過しやすい透過性ガスに置換する。

【0033】

尚、ガス供給部 7 は、押印時に、型 1 とインプリント材との間の空間の気体を、型 1 をインプリント材に接触させた際の圧力上昇により凝縮して液化する凝縮性ガスなどに置換しても良い。透過性ガスとしては、例えば、ヘリウムガス（He）が用いられ、凝縮性ガスとしては、例えば P F P（ペンタフルオロプロパン）が用いられる。本実施例において、置換ガスは、透過性ガス又は凝縮性ガスなどであり、以後、単に「ガス」と記載した場合、この置換ガスを指す。

【0034】

ガス供給部 7 は、ガス供給源 7 a と、ガス制御部 7 b L、7 b R、7 b B（不図示）、7 b F（不図示）と、ガス供給路 7 d L、7 d R、7 d B、7 d F と、を含みうる。図 1（B）は X Y 平面上のガス供給路 7 d L、7 d R、7 d B、7 d F の配置を示した図である。ガス供給源 7 a は、置換ガスの供給源であり、ガスが充填されたタンクを備える、又は、外部のガス供給源に接続されている。

【0035】

ガス制御部 7 b L、7 b R、7 b B（不図示）、7 b F（不図示）は、ガスの流量を制御し、例えば、マスフローコントローラー（MFC）によって構成される。ガス供給路 7 d L、7 d R、7 d B、7 d F は、型位置決め部 3 に保持された型 1 の周囲に設けられた複数の供給口からガスを放出可能に構成されている。

【0036】

ガス供給路 7 d L、7 d R、7 d B、7 d F は、夫々、ガス制御部 7 b L、7 b R、7 b B、7 b F に接続され個別にガスの流量を制御可能な構成となっている。ガス供給源 7 a から供給されたガスは、ガス制御部 7 b L、7 b R、7 b B、7 b F、によって流量が制御され、ガス供給路 7 d L、7 d R、7 d B、7 d F を通過して型 1 の周囲から放出さ

10

20

30

40

50

れる。これにより、型 1 と基板 2 との間の空間に置換ガスが供給される。

【 0 0 3 7 】

制御部 8 は、型位置決め部 3、基板位置決め部 4、硬化部（照射部）6、ガス供給部 7 などを制御し、インプリント装置 10 の全体（動作）を制御する。又、制御部 8 には、コンピュータとしての CPU が内蔵され、記憶媒体としてのメモリに記憶されたコンピュータプログラムに基づきインプリント装置 10 全体の各部を制御しインプリント動作を行う制御手段として機能する。

【 0 0 3 8 】

又、制御部 8 は例えば、FPGA (Field Programmable Gate Array) などの PLD (Programmable Logic Device)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit)、又は、これらの全部若しくは一部の組み合わせを有する。

10

【 0 0 3 9 】

図 2 は、基板 2 のインプリント領域とインプリント順番の 1 例を示す図である。円形の基板 2 に対し、格子状に分割された領域が各インプリント領域である。インプリント処理を行う順番は、一般的に、移動距離が短くなるように、隣接するインプリント領域に順番にインプリントを行う。例えば、図 2 のように、インプリント領域 IR01 から IR76 までを矢印 A の順番で順次インプリント処理を行う。このインプリント順番は 1 例であり、例えば、IR76 を最初に、IR01 を最後になるように逆方向の順番としても良い。

【 0 0 4 0 】

20

図 3 は、実施例 1 に係るインプリント装置 10 のインプリント処理を示すフローチャートである。尚、制御部 8 内のコンピュータがメモリに記憶されたコンピュータプログラムを実行することによって図 3 のフローチャートの各工程の動作が行われる。

図 3 には、基板 2 の複数のインプリント領域にパターンを形成する処理例が示されている。この処理は制御部 8 によって制御される。但し、型保持部 3 a への型 1 の搬入、型保持部 3 a からの型 1 の搬出については説明を省略する。

【 0 0 4 1 】

工程 S101 では、これからインプリント処理される基板 2 を基板保持部 4 a に搬送する。本実施例では基板 2 には予めインプリント材が塗布された状態でインプリント装置 10 に搬入される。

30

移動工程 S102 では、基板 2 上の次にインプリントを行うインプリント領域が、型 1 のパターン領域 PR に対向する位置になるように、基板位置決め部 4 を駆動する。

【 0 0 4 2 】

押印工程 S103 では、型位置決め部 3 を駆動して、型 1 のパターン領域 PR を基板 2 に押し付ける。

工程 S104 では、型 1 のパターン領域 PR に構成されたパターンの隅々にまでインプリント材で満たされるように、型 1 と基板 2 がインプリント材を介して接触した状態で待機する。又、工程 S104 では、型 1 と基板 2 の相対位置を位置合わせするアライメント処理も並行して行われる。

【 0 0 4 3 】

40

工程 S105 では、硬化部 6 を用いて、インプリント材に光を照射して、硬化させる。

離型工程 S106 では、型位置決め部 3 を駆動して、型 1 を基板 2 から引き離す。

工程 S107 では、次のインプリント領域があるかどうかを判定する。次のインプリント領域がある場合には、移動工程 S102 に戻り、基板 2 を次のインプリント位置に移動させる。次のインプリント領域がない場合には、工程 S108 に進む。

工程 S108 では、基板 2 を基板保持部 4 a から搬出し、インプリント処理を終了する。

【 0 0 4 4 】

次にガス供給部 7 による、ガスの供給について、図 4 ~ 図 6 を用いて説明する。図 4 ~ 図 6 では、例として図 2 のインプリント領域 IR43 からインプリント領域 IR44 にか

50

けて、基板の移動方向が変化しない場合のインプリント動作におけるガスの供給例を示す。図4(A)、(B)、(C)、(D)は、実施例1における、主に型1と基板2とガス供給路7dL、7dRを記載したXZ平面の概略断面図である。図5(A)、(B)は、図4(A)、(B)における型1とガスの分布を主に表記したXY平面の概略図であり、図6(A)、(B)は、図4(C)、(D)における、型1とガスの分布を主に表記したXY平面の概略図である。

【0045】

図4(A)は、充填工程である工程S104における概略断面図となっている。このときインプリント領域IR43にインプリントを行っている。次にインプリントを行う領域はインプリント領域IR44である。このとき、次にインプリントを行う領域方向(上流側)にあるガス供給路からガスを供給する。即ち、図4(A)のように、ガス供給路7dLからガスを供給する。

10

【0046】

矢印VGでガスの流れる方向を示している。ガスが供給された領域を簡易的にガス領域GR1として図中に示している。ガス領域GR2はインプリント領域IR43の前のインプリント領域IR42にインプリント処理を行った際に供給されたガスを示している。このガス領域GR2に追加でガスを供給してインプリントを行っていくことになる。

【0047】

図5(A)は、図4(A)と同じタイミングにおけるXY平面図となっている。XY平面で見た場合、ガス領域GR1の広がりには主にY方向となる。型1のパターン領域PRと基板2が接触した状態においては、型1と基板2の間の距離dは数10 $\mu$ mであり、この隙間にはあまりガスは流れ込まない。そのため、供給されたガスはマスク側面の空間にY方向に広がった状態となる。ガス領域GR2はパターン領域PRの周囲に存在している。実際には時間とともに空気に拡散していき、徐々にガス領域GR2の範囲は狭くなる。

20

【0048】

図4(B)は、離型工程S106における概略断面図となっている。この工程で、型1は基板2から引き離される。型1と基板2が引き離されると、その間に空間ができるため、そこに周囲から気体が流入する。ガス供給路7dLからはガスを供給しているため、型1のパターン領域PRとガス供給路7dLの間の領域に供給されたガスは、型1の中心方向に向かって流入する。

30

【0049】

それ以外の周囲の空気もパターン領域PRに向かって流入する(不図示)。図4(A)では、直前にインプリント処理した際に供給されたガス領域GR2と、現在供給しているガス領域GR1を分離して表示したが、次第に混ざり合うため、図4(B)では一体化してガス領域GR3として表記している。

【0050】

図5(B)は、図4(B)と同じタイミングにおけるXY平面図となっている。ガス領域GR3は型1の中心方向に流入する。ガスがない領域からは空気が流入する。

【0051】

図4(C)は、移動工程であるS102における概略断面図となっている。基板位置決め部4は、基板2をインプリント領域IR44が型1のパターン領域PRの直下に位置するように移動する。移動方向を矢印VWで示している。このとき、基板2の移動に伴い、型1と基板2の間でクエット流れが発生し、ガス領域GR3は、基板2の移動速度の半分の平均速度で移動する。

40

【0052】

つまり、基板2の移動距離の半分の距離だけガスは移動する。ガスの移動方向を矢印VGで示している。パターン領域PRの方向に向かってガス領域GR3が移動している。図4(A)で、インプリント領域IR44側にあるガス供給路7dLからガスを供給した理由は、本工程におけるガスの移動を考慮して、パターン領域PRにガスが供給されやすくするためである。

50

## 【 0 0 5 3 】

図 6 ( A ) は図 4 ( C ) と同じタイミングにおける X Y 平面の概略図となっている。基板 2 の移動によって、ガス領域 G R 3 が全体的に基板 2 の移動方向に移動する。ガスの移動方向は矢印 V G で示している。

## 【 0 0 5 4 】

図 4 ( D ) は、インプリント領域 I R 4 4 に対する、押印工程 S 1 0 3 における概略断面図である。この工程では、型 1 と基板 2 の間の空間が狭まっていく。そのため、型 1 と基板 2 の間の空間の気体は型 1 の外周方向に押し出される。パターン領域 P R の直下にある気体が型 1 の全体に広がるような流れとなる。このとき、ガス供給路からガスを供給してもガスは型 1 の下には流れないので、ガスの供給を停止して良い。

10

## 【 0 0 5 5 】

図 6 ( B ) は、図 4 ( D ) と同じタイミングにおける X Y 平面の概略図となっている。型 1 を基板 2 の方向に移動させることによって、ガス領域 G R 3 は型 1 の中心から外周方向に向かって押し出される。

以上のようにして、型 1 のパターン領域 P R と基板 2 のインプリント領域との間の空間にガスの供給を行うことができる。

## 【 0 0 5 6 】

尚、図 2 のインプリント領域 I R 0 7、0 8、0 9 のように移動工程 S 1 0 2 における基板 2 の移動方向が変化する場合においては、追加のガス供給を行うことでガス濃度の改善を行うことができる。逆に言うと、追加のガス供給をしないと、基板 2 の移動方向が変化する場合においては、ガス濃度が低下する可能性がある。

20

## 【 0 0 5 7 】

基板 2 の移動方向が変化するとは、次のようなことである。即ち、型 1 のパターン領域 P R に対向するインプリント領域 I R 0 7 をインプリント領域 I R 0 8 に切り替えるためには、基板 2 を + X 方向及び - Y 方向に移動する。次に、インプリント領域 I R 0 8 からインプリント領域 I R 0 9 に切り替えるためには基板を - X 方向に移動する。このように移動方向の符号が反転するような移動方向の変化を移動方向が変化すると定義する。

## 【 0 0 5 8 】

次に、図 2 におけるインプリント領域 I R 0 7、I R 0 8、I R 0 9 を例にして、インプリント領域間で基板の移動方向が第 1 の方向から第 2 の方向に変化する場合のガスの供給方法について図 7 ~ 図 9 を用いて説明する。

30

## 【 0 0 5 9 】

図 7 ( A ) は、インプリント領域 I R 0 7 における充填工程である工程 S 1 0 4 における X Y 平面の概略図である。次のインプリント領域であるインプリント領域 I R 0 8 はガス供給路 7 d L、7 d B の方向である。

このとき、図 4 ~ 図 6 と同様にガス供給路 7 d L やガス供給路 7 d B からガスを供給する。図 7 ( A ) の例ではガス供給路 7 d L からガスを供給する例を示している。

## 【 0 0 6 0 】

尚、この時、更にガス供給路 7 d R から事前にガスを供給する。即ち、基板のインプリント領域間の移動方向が第 1 の方向から第 2 の方向に変更される場合に、移動方向変更前のインプリント領域のインプリント動作時に、第 1 の方向側と第 2 の方向側のガス供給部から、所定のガス供給部からガスを供給する。これは、インプリント領域 I R 0 9 をインプリントする際のガス濃度を高めるためのガスを事前に供給する動作である。

40

## 【 0 0 6 1 】

図 7 ( B ) は、インプリント領域 I R 0 7 における離型工程 S 1 0 6 における X Y 平面の概略図である。型 1 を基板 2 から引き離しているため、供給されたガスが型 1 の中央に向かって流入する。ガス供給路 7 d R からガスを供給しているので、型 1 の中央とガス供給路 7 d R の間の空間にもガスが流入する。

## 【 0 0 6 2 】

図 8 ( A )、( B ) は、インプリント領域間で移動する方向が変化する場合の図 7 の続

50

きの動作におけるガスの供給について説明するための図である。

図 8 ( A ) は、インプリント領域 I R 0 7 からインプリント領域 I R 0 8 に移動する際の移動工程 S 1 0 2 における X Y 平面の概略図である。このとき、基板 2 が移動することによって、ガス領域 G R 3 が図中右斜め下方向に移動する。

【 0 0 6 3 】

図 8 ( B ) は、インプリント領域 I R 0 8 における押印工程 S 1 0 3 の概略 X Y 平面図である。型 1 と基板 2 の間の空間が狭まるので、型 1 と基板 2 の間の気体が押し出され、型 1 の中心から外周方向に気体が押し広げられる。

【 0 0 6 4 】

図 9 ( A ) は、インプリント領域 I R 0 8 における充填工程の工程 S 1 0 4 における X Y 平面の概略図である。次のインプリント領域であるインプリント領域 I R 0 9 はガス供給路 7 d R の方向であり、ガス供給路 7 d R からガスを供給する。ガス領域 G R 2 はインプリント領域 I R 0 9 の前にインプリント領域 I R 0 8 にインプリント処理を行った際のガスの残りを示している。図 7 ( A ) の段階において、ガス供給路 7 d R からガスを供給したことによって、型 1 の中心とガス供給路 7 d R の間の空間にもガス領域 G R 2 が存在している。これに更に追加するために図 9 ( A ) ではガス供給路 7 d R からガスを供給する。

10

【 0 0 6 5 】

図 9 ( B ) は、インプリント領域 I R 0 8 における離型工程 S 1 0 6 における X Y 平面の概略図である。型 1 を基板 2 から引き離しているため、供給されたガスが型 1 の中央に向かって流入する。

20

【 0 0 6 6 】

図 1 0 ( A ) は、インプリント領域 I R 0 8 からインプリント領域 I R 0 9 に移動する際の移動工程 S 1 0 2 における X Y 平面の概略図である。このとき、基板 2 が移動することによって、ガス領域 G R 3 が移動する。

図 1 0 ( B ) は、インプリント領域 I R 0 9 における押印工程 S 1 0 3 での X Y 平面の概略図である。型 1 と基板 2 の間の空間が狭まるので、型 1 と基板 2 の間の気体が押し出され、型 1 の中心から外周方向に気体が押し広げられる。

【 0 0 6 7 】

以上のようにして、インプリント領域間で基板の移動方向が変化する場合でも、型 1 のパターン領域 P R と基板 2 との間の空間のガス濃度を高く維持することができる。これによって、欠陥の発生確率を低減させ、インプリント装置 1 0 の生産性を高めることができる。もし、図 7 ( A ) の段階でガス供給路 7 d R からガスを供給しない場合には、図 9 ( A ) で、型 1 の中心とガス供給路 7 d R の間の空間のガス領域 G R 2 が存在しなくなる。その場合、離型工程時にガスを流入させても型 1 の中心までガスが届かない可能性があり、型 1 のパターン領域 P R と基板 2 との間のガス濃度が低下する恐れがある。

30

【 0 0 6 8 】

以上のようなガスの供給は制御部 8 によって制御されている。制御部 8 のガス供給の制御方法に関して、図 1 1 を用いて説明する。図 1 1 は、実施例 1 において、制御部がインプリント条件を取得してインプリント工程を行う動作を説明するフローチャートである。尚、制御部 8 内のコンピュータがメモリに記憶されたコンピュータプログラムを実行することによって図 1 1 のフローチャートの各工程の動作が行われる。

40

【 0 0 6 9 】

工程 S 2 0 1 で、制御部 8 はインプリント条件 ( レシピ ) を不図示のメモリ等から取得する。インプリント条件とは、インプリントに関するあらゆる条件を含んでおり、例えば、パターン領域 P R のサイズ、硬化部 6 による硬化エネルギーの量などを含む。インプリント条件は、インプリント装置 1 0 のオペレーターが入力したり、これまでの実績値から流用したりすることで予め設定される。

【 0 0 7 0 】

工程 S 2 0 2 で、制御部 8 はインプリント条件の中からインプリント領域の座標 ( 位置

50

情報)と、インプリント順番情報を取得する。又、ガス供給量マップからガス供給量情報を取得する。

工程 S 2 0 3 で、制御部 8 は基準となるガス供給プロファイルを決定する。基準となるガス供給プロファイルは、各ガス供給路のガスの供給量、ガス供給タイミングを含む。又、基準となるガス供給プロファイルは、工程 S 2 0 2 で取得したインプリント領域の位置情報と、順番に関するインプリント順番情報と、ガス供給量情報に基づいて決定する。

【 0 0 7 1 】

尚、ガス供給量(ガス供給量情報)及び、ガス供給タイミングは、インプリント領域毎に、予め調整或いはシミュレーションによって算出したガス供給量をマップ化したガス供給量マップとして予め保存(記憶)されている。又、ガス供給量マップとしては、プロセス毎又はインプリント領域のレイアウト毎に調整された最適ガス供給量マップが夫々保存されている。

10

【 0 0 7 2 】

尚、ガス供給量マップには、次のインプリント領域の側(インプリント領域の移動方向の側)のガス供給路から供給する際のガス供給量に関するデータが保存されている。工程 S 2 0 3 では、複数のガス供給量マップの中から、対象プロセス又は対象レイアウトに紐づけられた最適ガス供給量マップを選択する。それによって、各インプリント領域の最適ガス供給量及び、ガス供給タイミングを含むガス供給プロファイルを基準ガス供給プロファイルとして決定することができる。

【 0 0 7 3 】

工程 S 2 0 4 で、制御部 8 は、インプリント領域間で移動する方向が変化する場合があるかどうかを判定する。インプリント方向の変化の基準としては、工程 S 2 0 2 で取得した情報に基づいて、例えば X、Y 方向夫々で移動方向の符号が反転するかを基準にする。

20

【 0 0 7 4 】

工程 S 2 0 5 で、工程 S 2 0 4 の判定結果に基づいて、事前ガス供給プロファイルを決定する。インプリント領域間で移動する方向が変化する場合には、図 7 ~ 図 1 0 を用いて説明したように、追加のガス供給を事前に行うように設定する。

即ち、事前ガス供給プロファイルは、移動方向が反転する前のインプリント領域において、移動方向反転後のインプリントでのガス供給路(インプリント領域の移動方向とは反対側)から事前にガスを供給するためのガス供給プロファイルである。尚、この事前ガス供給は図 7 (A)において説明した動作に対応しており、事前ガス供給量は、基準ガス供給プロファイルのガス供給量に基づき所定の計算式で算出される。

30

【 0 0 7 5 】

工程 S 2 0 6 で、制御部 8 は、工程 S 2 0 3 で決定した基準ガス供給プロファイルと、工程 S 2 0 5 で決定した事前ガス供給プロファイルをレシピ(インプリント条件)に反映させる。

工程 S 2 0 7 で、制御部 8 は、インプリント工程を行う。インプリント工程は図 3 に記載のインプリント処理のための工程である。

【 0 0 7 6 】

以上のように本実施例では、効率良くガス濃度を高めるためのガス供給プロファイルを決定している。

40

次に、工程 S 2 0 3 で説明した各インプリント領域の最適ガス供給量のマップ作成方法について説明する。

【 0 0 7 7 】

図 1 2 は、ガス濃度に依存する要素と、各要素の許容ガス濃度の関係を示した図である。

要素(A)の予備露光は、位置決め精度を向上させるための手段である。

即ち、インプリント材をインプリント前に予備露光することで、インプリント材の粘弾性を高め、型と基板の相対振動を軽減し、位置合わせ精度を向上することができる。但し、ガス濃度が低い場合、所定の予備露光照射時間では粘弾性が得られず、位置合わせ精度

50

が悪化する。一方で、ガス濃度が高い場合には、過剰な粘弾性が発生し、位置合わせの追込み残差が生じるため、適正なガス濃度を保つ必要がある。

【0078】

このように、予備露光によりインプリント材の粘弾性を高める効果は、ガス濃度に大きく依存している。ガス濃度が低い場合、効率が悪いので、一定照射時間内に所望の粘弾性を得るためには、より高い照度で照射する必要がある。予備露光で照射可能な最大照度かつ、スループットを満たすことができる最大照射時間で所望の粘弾性が得られる境界が、ガス濃度の許容下限値となる。一方、ガス濃度が高い場合には、効率が上がる反面、反応がより敏感になるため、所望の粘弾性をコントロールするのが難しくなる。つまりガス濃度の許容上限値は粘弾性を適正にコントロールできる境界となる。

10

【0079】

要素(B)の隣接露光は、図3のS105の露光工程の際に、隣接する未処理のインプリント領域に対して、インプリント領域外に漏れた露光光によって、僅かながら露光させてしまう現象である。即ち、インプリント材を硬化させる露光工程においては、インプリント領域外に露光光が漏れるため、隣接したインプリント領域上にあるインプリント材を感光させてしまう。

【0080】

この期待されない感光は、インプリント材の粘弾性を高まるため、位置合わせ精度を悪化させる。さらに感光が進んだ場合には、未充填欠陥を引き起こす。このように、隣接するインプリント領域に与える影響の観点でも、置換ガスの濃度を適正にコントロールする必要がある。

20

【0081】

インプリント領域外を露光しないように、ブレード等で露光光を遮断する機構(不図示)が備えられているが、完全に遮蔽することは難しく、数%程度の強度の光が漏れる。この漏れ光の影響は、隣接するインプリント領域上に充填されたガス濃度に依存し、ガス濃度が高い場合は、わずかな漏れ光でも感光する。完全な硬化には至らないまでも、インプリント材の粘弾性は高まるため、位置合わせ性能に影響を与える。つまり、要素(B)の隣接露光は、位置合わせ性能に影響しない境界がガス濃度の許容上限値となる。一方、ガス濃度が低い場合は、漏れ光による感光は発生しないため、ガス濃度の下限に制約はない。

30

【0082】

要素(C)の未充填欠陥は、ガス濃度が低い場合にガス置換が十分に行われず、気泡残留が発生し、欠陥を引き起こす現象である。許容できる未充填欠陥量から、ガス濃度の許容下限値が決まる。一方、ガス濃度が高い場合には、一定濃度を超えるとガス置換が飽和されるため、ガス濃度の上限に制約はない。

【0083】

要素(D)の乗り上げ欠陥は、インプリントを繰り返すことで型1のエッジ部にインプリント材が堆積し、その結果、インプリント領域の外周部で十分な押印ができず、欠陥となる現象である。この現象は、図3のS103の押印工程の際に、型1のパターン領域外のエッジ部に盛り上がったインプリント材を漏れ光で硬化させることによって、離型時に型1のエッジ部に硬化したインプリント材が基板2から剥がれ、型1側に付着する。

40

【0084】

付着したインプリント材は、インプリントを繰り返すことで堆積され、堆積がある一定まで進行すると、インプリント領域の外周部付近でインプリント不良を起こし、欠陥となる。更には、堆積が進行すると、堆積したインプリント材が型から剥がれ落ち、剥がれ落ちた箇所をインプリントすることで、型1を破損する問題も引き起こす。要素(D)の乗り上げ欠陥は、要素(B)の隣接露光と同様に、露光光の漏れ光による感光に起因するものであり、ガス濃度が高い場合には、硬化し易くなりエッジ部への堆積が促進される。

【0085】

一方、ガス濃度が低い場合には、硬化を抑制できるためエッジ部への堆積は進行しない

50

。つまり、ガス濃度の許容上限値は、型 1 のエッジ部のレジスト材の堆積が進行するか否かが境界となる。又、許容上限値は、要素 ( B ) の隣接露光より低濃度であることが実験の結果より解っている。一方、ガス濃度が低い場合には、型 1 のエッジ部で感光することがなくなるため、許容下限値の制約にはならない。

【 0 0 8 6 】

以上、説明した要素 ( A ) ~ ( D ) の全てを満足するガス濃度になる様、( E ) に示した範囲でガス濃度を調整するのが望ましい。尚、ガス供給量の調整は、図 1 1 で示したフローに従って実施され、要素 ( A ) ~ ( D ) の条件を満足するまで、S 2 0 3 のガス供給量を繰り返し調整していく。

【 0 0 8 7 】

ガス濃度は基板 2 の中心付近と外周部では、同じガス供給量で充填したとしても、実際のガス濃度は異なる。基板 2 のエッジ部の外側と基板位置決め部 4 の間には大きな隙間があり、充填したガスがその隙間から拡散するため、ガス濃度は低くなる。つまり一定の供給量でガス充填した場合、中心付近より基板の外周部の方がガスの濃度が低く、基板内に濃度ムラが発生する。ガス供給量を調節して、ガス濃度を均一にするのが望ましいが、ガス濃度を測定するのは非常に困難である。そこで、本実施例では、全てのインプリント領域において、図 1 2 の要素 ( A ) ~ ( D ) の全てを満足するガス濃度を間接的に判断する。

【 0 0 8 8 】

全てを満足するガス濃度幅 ( E ) は要素 ( A ) の許容下限値と要素 ( D ) の許容上限値によって、許容幅が決まることが図 1 2 から解る。

従って、項目 ( A ) の予備露光の際に、調整可能な最大照度かつ最大照射時間で予備露光条件を固定し、位置決め時の型 1 と基板 2 の相対振動が所望の振動レベルに減衰するまで、ガス供給量を増加させていくことで、下限のガス供給量を決定する事ができる。一方、調整初期のガス供給量を高く設定し、型 1 と基板 2 の相対振動が所望の振動レベルまで減衰できない境界が見つかるまでガス供給量を減少させることで、下限のガス供給量を決定しても良い。

【 0 0 8 9 】

尚、実際には、予備露光本来の目的である型 1 と基板 2 の相対振動量を調整するための調整幅を確保するために、最大照度かつ最大照射時間にマージンを持たせた値、例えば最大ドーズ ( 照度 × 照射時間 ) の 8 0 ~ 9 0 % でガス供給量を模索するのが望ましい。

【 0 0 9 0 】

上記のような最適ガス供給量マップを作成する方法の例について図 1 3 を用いて説明する。

図 1 3 は実施例 1 におけるインプリント領域毎の最適ガス供給量マップを作成するフローの例を示した図である。尚、図 1 3 のフローチャートの各工程の動作は、インプリント装置内の制御部 8 のコンピュータがメモリに記憶されたコンピュータプログラムを実行することによって行われる。

【 0 0 9 1 】

図 1 3 の例では、工程 S 3 0 1 で全ショット領域の He 流量を最小値に設定し、工程 S 3 0 2 で各ショット領域に順次インプリントを行う。その際、インプリント前に予備露光を行う。又、予備露光の際に、照度を例えば最大照度にし、照射時間を例えば最大にする。そして位置決め時の型 1 と基板 2 の相対振動量が所定値以下に減衰するまで、ガス供給量を増加させていく。即ち、予備露光における照度と照射時間を所定の条件にした状態で、前記相対振動量が所定量以下に減衰するように調整する。

【 0 0 9 2 】

そのために工程 S 3 0 3 でインプリント結果である型 1 と基板 2 の相対振動量を統計的に処理し、所望の振動量 ( 所定値以下 ) に減衰しているかを判定する。統計的な処理としては、例えば、アライメント信号の時系列データを時間幅でタイムスライスさせながら標準偏差を求めるなどの方法を用いる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 9 3 】

所望の振動量に減衰していない場合、工程 S 3 0 4 で H e 流量を例えば 1 L / m i n 増加し設定値更新して工程 S 3 0 3 に戻り振動量が所定値以下に減衰するまで繰り返す。増加量は H e 流量値に対する効きの感度に応じて増やしても良い。工程 S 3 0 3 で Y e s の場合には、そのショット領域についての H e 流量値（ガス供給量）を記憶する。

## 【 0 0 9 4 】

工程 S 3 0 5 で全ショット領域について処理を実行したかを判断し、N o の場合は、工程 S 3 0 2 に戻り、工程 S 3 0 2 ~ 工程 S 3 0 5 を繰り返す。工程 S 3 0 5 で全ショット領域について H e 流量の調整が終了すれば調整を終了する。これによって、インプリント領域毎の最適ガス供給量マップを作成することができる。

10

## 【 0 0 9 5 】

図 1 4 は、最適ガス供給量マップの例を示した図である。図 1 3 で説明したようなガス供給量の調整方法により、インプリント領域毎に調整を行うことで、図 1 4 に示すような、基板 2 全体のインプリント領域毎の最適ガス供給量が記憶された最適ガス供給量マップを作成する。図 1 4 の各インプリント領域に記載された数値は、ガス供給の流量値 [ L / m i n ] を例に示している。図 1 4 に示す通り、基板 2 の中心部のガス供給量は小さく、外周部に向かって、より多くのガス供給量が必要であることが解る。

## 【 0 0 9 6 】

## ( 実施例 2 )

実施例 2 においては、更に、最適ガス供給量マップに従って、インプリントを実施し、要素 ( D ) の乗り上げ欠陥が許容内にあるかを欠陥検査装置で確認する。そして、インプリント領域毎のガス供給量情報を、インプリント領域の外周部の欠陥量が所定値以下となるように調整する。

20

## 【 0 0 9 7 】

即ち、欠陥が許容できない場合には、ガス供給量を更に少なくするために、要素 ( A ) の予備露光の下限許容値の境界を更に精密に模索する。それでも要素 ( D ) を満足できない場合には、現ハード構成では、全項目を許容できるガス濃度幅 ( E ) が存在しないことを意味しているため、予備露光の最大照度の改善もしくは、スループットを下げ最大照射時間を延す対処をする。

## 【 0 0 9 8 】

図 1 5 は、実施例 2 における、欠陥が許容内になるように最適ガス供給量マップを修正するフローの例を示すフローチャートである。図 1 5 のフローチャートの各工程の動作は、制御部 8 内のコンピュータ及び欠陥測定機内のコンピュータが夫々メモリに記憶されたコンピュータプログラムを実行することによって行われる。

30

## 【 0 0 9 9 】

工程 S 4 0 1 において、制御部 8 は、図 1 4 のような最適ガス供給量マップに基づき H e の流量を設定し、工程 S 4 0 2 でインプリントを行う。尚、その際に、インプリント前に予備露光をしても良い。

工程 S 4 0 3 で、欠陥検査装置は、各インプリント領域の外周部（周辺）の欠陥量が許容値以内か判定する。Y e s であれば、工程 S 4 0 4 において、欠陥検査装置は、そのショット領域に O K フラグを付与して工程 S 4 0 8 に進む。

40

## 【 0 1 0 0 】

工程 S 4 0 3 で N o の場合には工程 S 4 0 5 において、欠陥検査装置は、そのショット領域に設定されている H e ガスの流量が所定の下限に達しているか判別する。ここで下限は図 1 2 の ( E ) の幅の下限を指す。

工程 S 4 0 5 で N o の場合には、工程 S 4 0 6 において、欠陥検査装置は、H e の流量を所定量減らし、フラグとして N G 1 フラグをそのショット領域に付与して工程 S 4 0 8 に進む。

## 【 0 1 0 1 】

工程 S 4 0 5 で Y e s の場合には、工程 S 4 0 7 において、欠陥検査装置は、そのシ

50

ット領域のガス供給量の他に、欠陥量データとNG2フラグを付与して工程S408に進む。

工程S408において、欠陥検査装置は、全ショット領域について工程S401～工程S407の処理が終わったか判定し、終わっていなければ工程S401に戻って次のショット領域について上記の処理を行う。

#### 【0102】

工程S408でYesになった場合には、工程S409において、欠陥検査装置は、NG1フラグが付いたものが残っているか判定し、Yesであれば工程S401に戻り、上記の処理を繰り返す。そして工程S409において、NG1フラグがなくなったら図15の調整フローを終了する。

10

#### 【0103】

このように図15の調整フローを行うことによって、修正された最適ガス供給量マップが生成される。即ち、インプリント領域毎のガス供給量情報を示すガス供給量マップが修正されて保存される。

又、図15により生成された最適ガス供給量マップの各ショット領域にはガス供給量とOKフラグ、又はガス供給量とNG2フラグと欠陥量データが付与されている。

尚、図15のフローは、インプリント装置と欠陥検査装置の間で基板を搬送しつつ全自動で行っても良いし、一部を人間が手動で行っても良い。

#### 【0104】

インプリント装置は、この修正された最適ガス供給量マップに基づきインプリント動作を行う際に、そのショット領域のガス供給量に基づきガス供給を制御する。その際にOKフラグがついているショット領域については、そのままのガス供給を制御する。一方、NG2フラグが付与されたショット領域については、付与されている欠陥量データに基づき、予備露光の最大照度を上げるか、スループットを下げて最大照射時間を延すように制御する。それによって欠陥を減少させることができる。

20

#### 【0105】

尚、実施例1、実施例2において、基板2の下地条件や、インプリント材料などのプロセス条件（基板の特性条件）によって、要素（A）～（D）はガス濃度に対する影響度が異なる。従って、複数種類のプロセス（基板の特性）が存在する場合にはプロセス毎に図13や図15に示したような方法で、ガス供給量マップを作成するのが望ましい。又、基板2の表面位置に応じたガス濃度分布が存在していることから、インプリント領域のレイアウト条件（基板上の位置）によってガス供給量マップを作成するのが望ましい。即ち、インプリント領域毎の前記ガス供給量情報は、前記基板の特性条件毎又はインプリント領域のレイアウト毎に調整して記憶することが望ましい。

30

#### 【0106】

尚、各プロセス、各レイアウトで作成されたガス供給量マップは、装置もしくは装置外部のデータベース上で管理され、ユーザが作成する各種インプリント条件を設定するためのレシピのパラメータの一部として、該当するガス供給量マップを紐づけしておく。

#### 【0107】

ガス供給量マップの作成は、対象のインプリント領域座標に最も近い、既に作成済みのガス供給量マップのインプリント領域のガス供給値を引用することで、ガス供給量マップ作成のための調整を一部省略することができる。或いは、引用した供給値を微調整しても良い。

40

#### 【0108】

このように、インプリント装置10は、予め調整した各インプリント領域の最適ガス供給量マップと、インプリント領域の位置情報と、インプリント順番に関するインプリント順番情報に基づいて、ガス供給プロファイルを決定し、インプリントを実施する。従って、位置合わせ精度と欠陥を両立したインプリント装置を提供することができる。

#### 【0109】

<実施例3>

50

実施例 1、実施例 2 では、連続したインプリント動作をする場合について、ガス濃度に依存した各要素を満足させることが可能なガス供給フロー及び、ガス供給量の調整方法を説明した。

【 0 1 1 0 】

実施例 3 においては、調整済みのガス供給量マップを使って、インプリント領域のスキップ処理や、インプリント順序を変更する場合の処理について説明する。

【 0 1 1 1 】

図 1 6 は、実施例 3 における、スキップ領域含んだ基板の例について説明するための図であり、図 2 で示したインプリントレイアウトとインプリント順に対し、インプリントせずにスキップ処理する領域を設定した場合を示している。尚、スキップ処理する領域は、例えば異物が存在するなど、何らかの異常があるインプリント領域などであり、基板毎に異なる。

10

【 0 1 1 2 】

例えばインプリント領域 S k i p 1 1 1 をスキップする場合には、基板 2 の移動方向はスキップの有無に関わらず変わらない。その場合、図 1 1 に示すガス供給の制御フローの工程 S 2 0 5 の事前ガス供給プロファイルは、ガス供給するノズルはそのまま、最適ガス供給量マップを用いて所定の計算式で算出したガス供給値とする。具体的には、例えば I R 1 1 0 や I R 1 1 2 に設定されたガス供給値の平均値に所定の係数をかけてガス供給値とする。

【 0 1 1 3 】

尚、スキップする場合に、そのスキップするインプリント領域のガス供給値やその周囲のガス供給値をどのような計算式で決定するかは予め決められている。尚、その計算式や計算式に用いる係数はスキップするインプリント領域の座標によって異なるようにすることが望ましい。例えばスキップするインプリント領域が基板の中央周辺の場合と、基板のエッジ周辺の場合とでは、計算式や係数を変えることが望ましい。

20

【 0 1 1 4 】

尚、最適ガス供給量マップは、スキップ後のショットについては設定値を下げる方向に更新する。即ち、スキップ前後の移動量に応じて対象ショットの H e 濃度は高くなるので、移動量に反比例した係数を現設定値に乗算した流量値に更新する。

【 0 1 1 5 】

一方、インプリント領域 S k i p 1 1 4 をスキップする場合、基板 2 を I R 1 1 3 から I R 1 1 5 へ移動する。スキップしない場合の基板 2 の移動方向が型 1 に対してマイナス X 方向（第 1 の方向）であるのに対し、プラス X 方向（第 2 の方向）移動方向を変化させることになる。この時、工程 S 2 0 5 の事前ガス供給プロファイルは、例えばプラス X 方向とマイナス X 方向の両方のノズルを選択する。又、ガス供給量は例えば I R 1 1 3 と I R 1 1 5 の設定値を最適ガス供給量マップから取得して所定の計算式で算出し、S 2 0 5 の事前ガス供給プロファイルを作成する。最適ガス供給量マップは、インプリント領域 S k i p 1 1 1 の例で説明した方法等で更新すれば良い。

30

【 0 1 1 6 】

このように、一部のインプリント領域をスキップする場合に、スキップ処理するインプリント領域の位置情報と、移動する方向と、事前に作成した最適ガス供給量マップの情報から、スキップした次のインプリント領域のガス供給フローを決定する。従って、良好なインプリントを提供することができる。

40

【 0 1 1 7 】

（その他の実施例）

次に、前述のインプリント装置を利用した物品（半導体 I C 素子、液晶表示素子、M E M S 等）の製造方法を説明する。物品は、前述のインプリント装置を使用して、インプリント材が塗布された基板をインプリントするインプリント工程を経て、後処理の工程（インプリントされた基板から物品を製造する工程）を実行することにより製造される。

【 0 1 1 8 】

50

前記後処理の工程には、基板を現像する工程や、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。本発明を用いた物品製造方法によれば、置換ガスの濃度を効率的に、適正な置換ガス濃度を担保し、生産性を向上でき、欠陥が減り、歩留まりが向上し従来よりも高品位の物品を製造することができる。

【0119】

以上、本発明をその好適な実施例に基づいて詳述してきたが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の主旨に基づき種々の変形が可能であり、それらを本発明の範囲から除外するものではない。

【0120】

尚、実施例における制御の一部又は全部を上述した実施例の機能を実現するコンピュータプログラムをネットワーク又は各種記憶媒体を介してインプリント装置等に供給するようにしてもよい。そしてそのインプリント装置等におけるコンピュータ(又はCPUやMPU等)がプログラムを読み出して実行するようにしてもよい。その場合、そのプログラム、及び該プログラムを記憶した記憶媒体は本発明を構成することとなる。

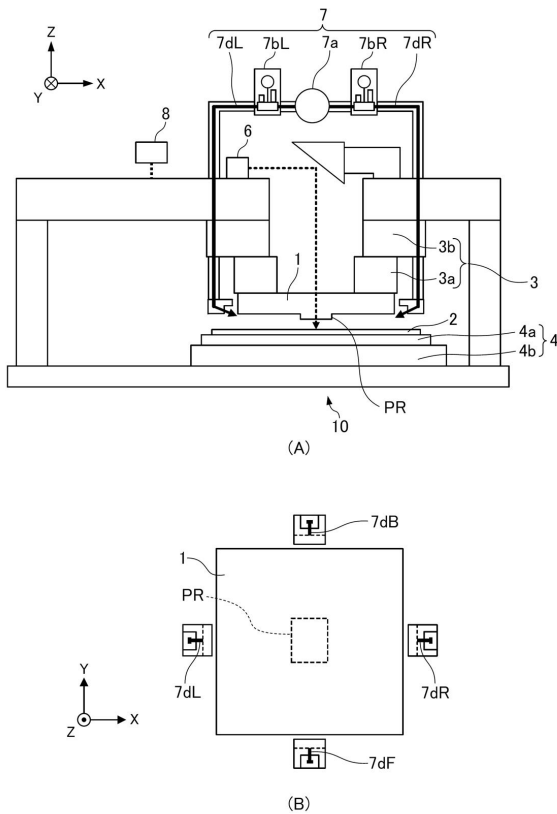
【符号の説明】

【0121】

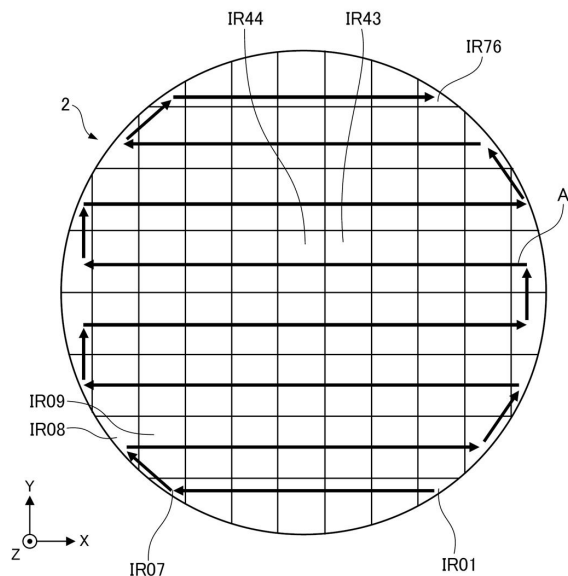
- 1：型
- 2：基板
- 3：型位置決め部
- 4：基板位置決め部
- 7：ガス供給部
- 8：制御部
- 10：インプリント装置

【図面】

【図1】



【図2】



10

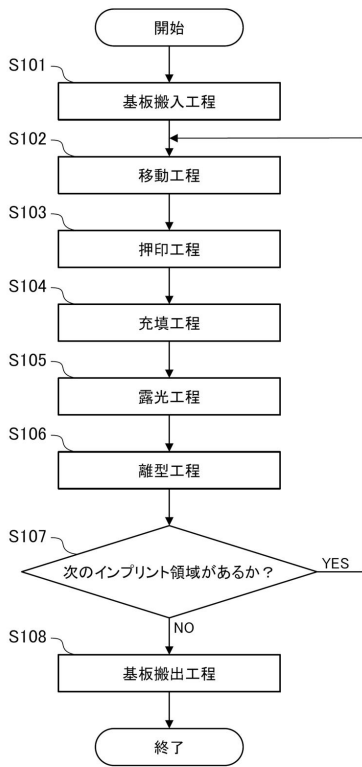
20

30

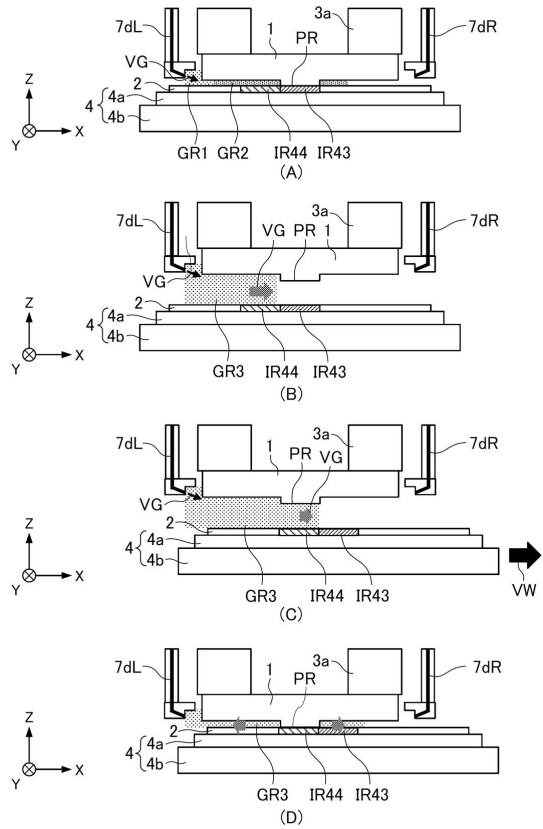
40

50

【 図 3 】



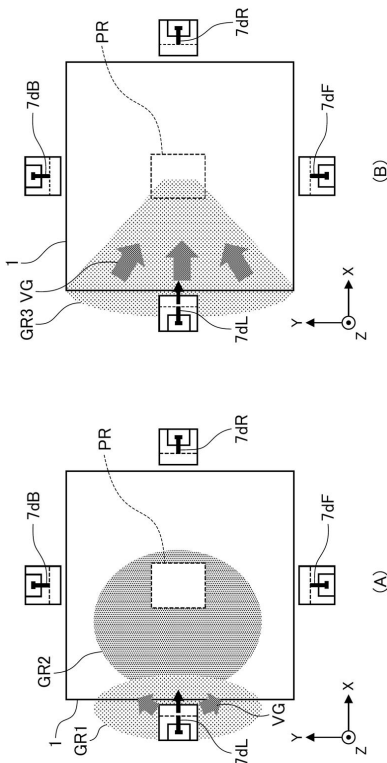
【 図 4 】



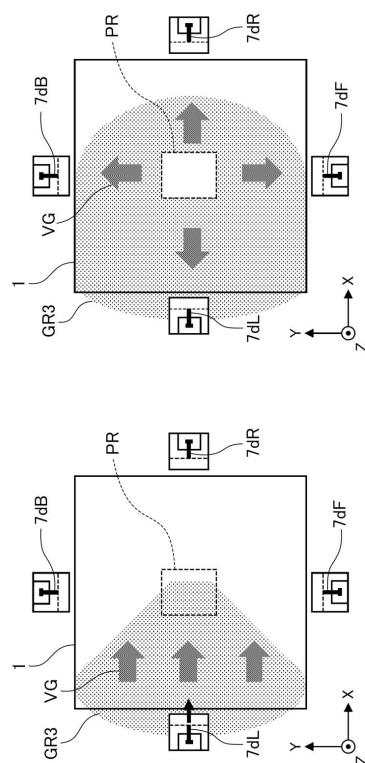
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

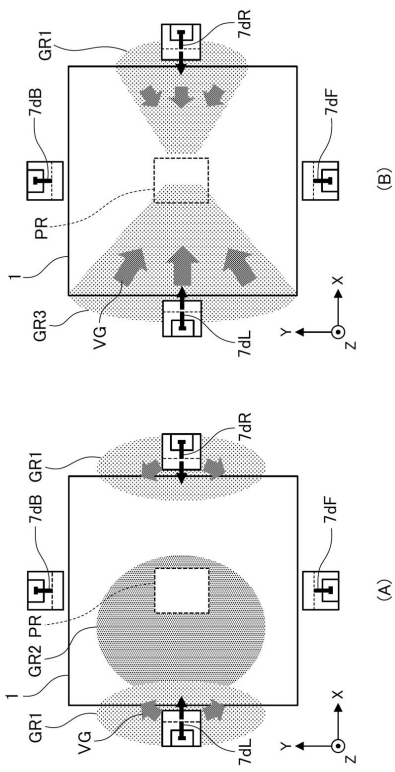


30

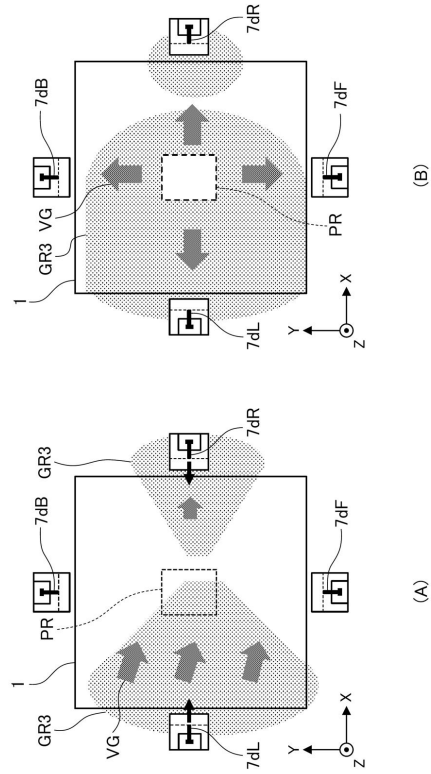
40

50

【 図 7 】



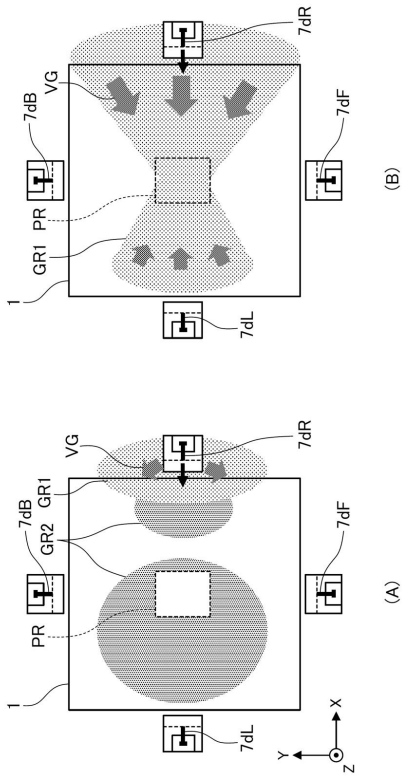
【 図 8 】



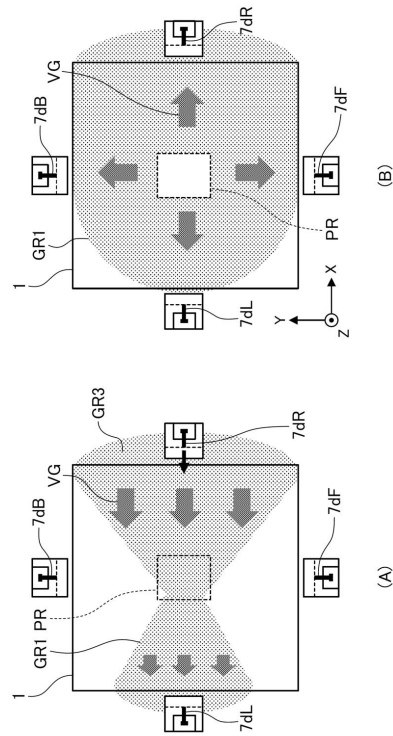
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

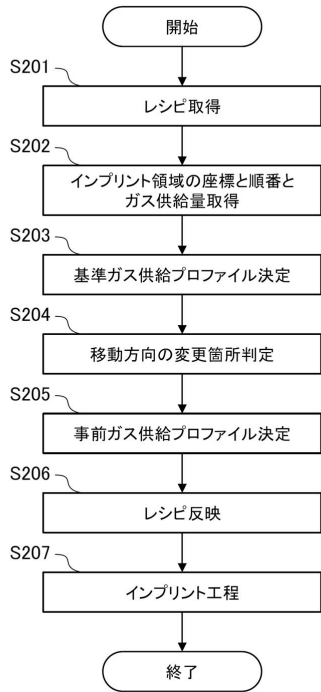


30

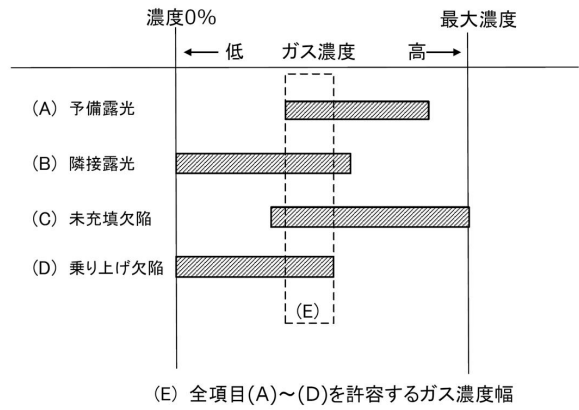
40

50

【 図 1 1 】



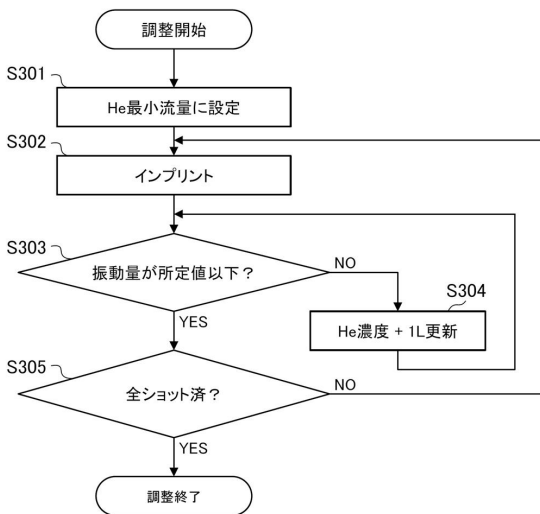
【 図 1 2 】



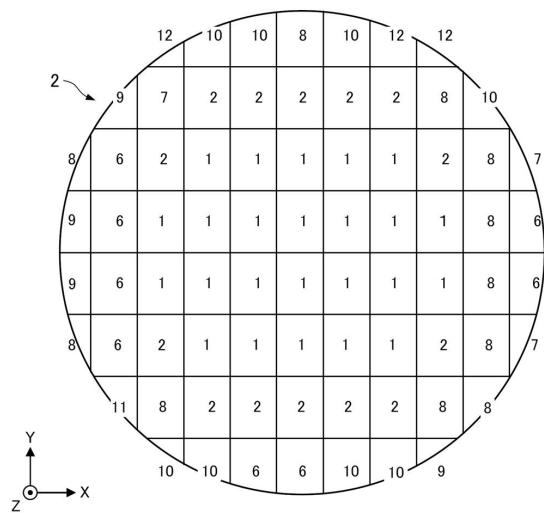
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

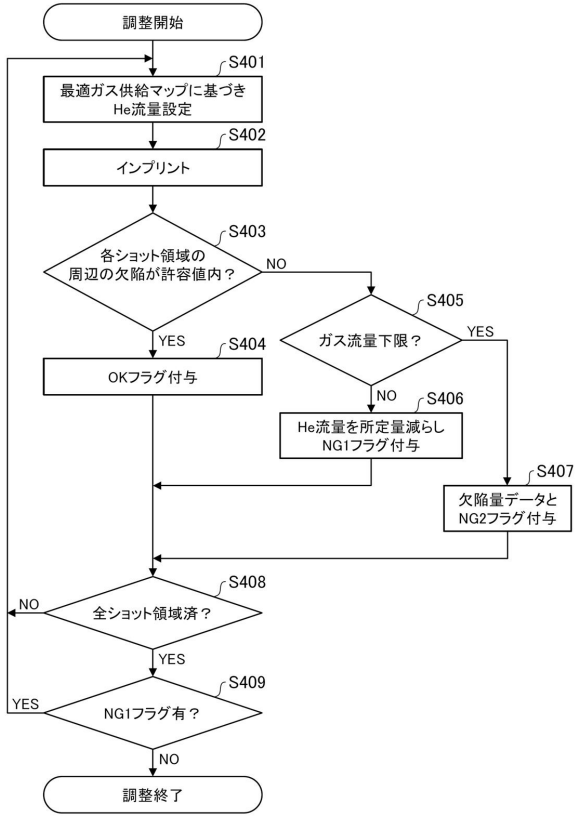


30

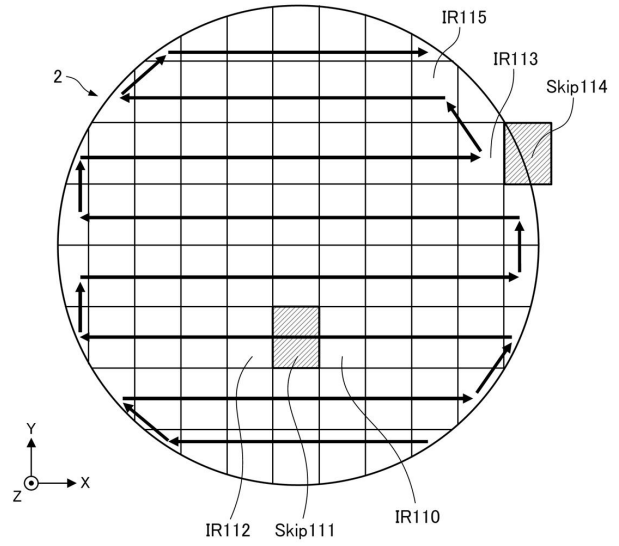
40

50

【 図 15 】



【 図 16 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

Fターム(参考) 5F146 AA13 AA32 AA33 CC14 DA27 DD03 FC10