

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6329425号
(P6329425)

(45) 発行日 平成30年5月23日 (2018. 5. 23)

(24) 登録日 平成30年4月27日 (2018. 4. 27)

(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 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2014-95502 (P2014-95502)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年5月2日 (2014. 5. 2)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-213130 (P2015-213130A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成27年11月26日 (2015. 11. 26)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成29年5月1日 (2017. 5. 1)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

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、および物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

モールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント装置であって、

前記インプリント材の液滴を前記基板に向けて吐出する複数の吐出口を有し、各吐出口からの前記インプリント材の吐出によって前記基板上に前記インプリント材を供給する供給部と、

前記インプリント材を硬化する硬化部と、

前記基板上に供給させるべき前記インプリント材の液滴の配置を示すマップに従って、各吐出口における前記インプリント材の吐出を制御する制御部と、を含み、

前記制御部は、各吐出口から前記インプリント材を吐出させることにより前記基板に供給された前記インプリント材の液滴を、前記モールドを用いてパターンを形成することなく前記硬化部に硬化させ、前記インプリント材の液滴の体積を計測した結果に基づいて、前記供給部から前記基板上に供給される前記インプリント材の液滴の配置を示すマップを更新する、ことを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記結果は、各吐出口から前記基板上に吐出される前記インプリント材の吐出量を示すことを特徴とする、請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 3】

前記基板上に供給される前記インプリント材の液滴の配置を示すマップは、前記複数の

10

20

吐出口から前記基板上に吐出される前記インプリント材の液滴の位置を示すことを特徴とする、請求項 1 に記載のインプリント装置。

【請求項 4】

前記基板上において硬化した前記インプリント材の体積を計測する計測部を含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 の何れか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 5】

前記計測部は、前記基板上において硬化した前記インプリント材に光を照射して反射された被検光と参照光とによって得られる干渉縞に基づいて前記インプリント材の体積を計測する、ことを特徴とする請求項 4 に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記硬化部は、前記供給部と前記計測部との間に配置されている、ことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

モールドを用いて基板上にインプリント材のパターンを形成するインプリント方法であって、

前記インプリント材の液滴を前記基板に向けて吐出する複数の吐出口を用い、前記基板上に供給させるべき前記インプリント材の液滴の配置を示すマップに従って、各吐出口から前記インプリント材を吐出させ前記基板上に供給する吐出工程と、

前記吐出工程で前記基板上に供給された前記インプリント材の液滴を、前記モールドを用いてパターンを形成することなく硬化させる硬化工程と、

前記硬化工程で硬化された前記インプリント材の液滴の体積を計測する計測工程と、
前記計測工程で計測された結果に基づいて、前記吐出工程で前記基板上に供給される前記インプリント材の液滴の配置を示すマップを更新する更新工程と、
を含むことを特徴とするインプリント方法。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いて基板上にパターンを形成する形成工程と、

前記形成工程でパターンを形成された前記基板を加工する加工工程と、を有し、前記加工工程により加工さ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の製造方法。

【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、インプリント方法、および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

基板上的インプリント材をモールドを用いて成形するインプリント装置が、半導体デバイスなどの量産用リソグラフィ装置の 1 つとして注目されている。インプリント装置は、インプリント材の液滴を基板に向けて吐出する複数のノズルを含む。そして、インプリント装置は、基板上に供給させるべき液滴の基板上における配置を示すマップに従って各ノズルにおける液滴の吐出をそれぞれ制御することにより、基板上にインプリント材を供給する。

【0003】

インプリント装置では、ノズルの製造ばらつきなどにより、各ノズルから液滴として吐出されるインプリント材の吐出量と目標量との間に誤差が生じる場合がある。この場合、モールドによって成形された後のインプリント材の厚さが許容範囲に収まらない恐れがある。特許文献 1 には、複数のノズルにおいて個別にインプリント材の吐出量を調整することができるインプリント装置が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

10

20

30

40

50

【特許文献１】特開２０１３－６５６２４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

特許文献１に記載されたインプリント装置では、各ノズルの駆動電圧を個別に制御することにより、各ノズルから液滴として吐出されるインプリント材の吐出量が目標量になるように調整している。しかしながら、この場合、インプリント材を基板上に供給する際における各ノズルの制御が複雑化しうる。

【０００６】

そこで、本発明は、基板上にインプリント材を供給するために有利なインプリント装置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１つの側面は、モールドを用いて基板上にインプリント材の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、前記インプリント材の液滴を前記基板に向けて吐出する複数の吐出口を有し、各吐出口からの前記インプリント材の吐出によって前記基板上に前記インプリント材を供給する供給部と、前記インプリント材を硬化する硬化部と、前記基板上に供給させるべき前記インプリント材の液滴の配置を示すマップに従って、各吐出口における前記インプリント材の吐出を制御する制御部と、を含み、前記制御部は、各吐出口から前記インプリント材を吐出させることにより前記基板に供給された前記インプリント材の液滴を、前記モールドを用いてパターンを形成することなく前記硬化部に硬化させ、前記インプリント材の液滴の体積を計測した結果に基づいて、前記供給部から前記基板上に供給される前記インプリント材の液滴の配置を示すマップを更新する。

【０００８】

本発明の更なる目的又はその他の側面は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、例えば、基板上にインプリント材を供給するために有利なインプリント装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

【図１】第１実施形態のインプリント装置を示す概略図である。

【図２】各ノズルを制御するためのマップを作成する方法を示すフローチャートである。

【図３】モールドに形成されたパターンの設計情報に基づいて求められた供給量分布の一例を示す図である。

【図４】複数のノズルの配列と、供給量分布に基づいて作成されたマップの一例との対応関係を示す図である。

【図５】第１実施形態におけるインプリント処理を示すフローチャートである。

【図６】第１実施形態における吐出量情報の取得についてのフローチャートである。

【図７】複数のノズルの配列と測定用マップ１３との対応関係を示す図である。

【図８】第１実施形態における吐出量情報の取得について説明するための図である。

【図９】計測部の構成および配置を示す図である。

【図１０】第１実施形態におけるマップの更新についてのフローチャートである。

【図１１】第１実施形態におけるマップの更新について説明するための図である。

【図１２】第１実施形態において新たに作成されたマップの一例を示す図である。

【図１３】第２実施形態における吐出量情報の取得について説明するための図である。

【図１４】第２実施形態において新たに作成されたマップの一例を示す図である。

【図１５】第３実施形態におけるインプリント処理を示すフローチャートである。

10

20

30

40

50

【図１６】インプリント材のパターンにおける欠損情報を示す図である。

【図１７】第３実施形態のマップの更新についてのフローチャートである。

【図１８】第４実施形態のインプリント装置を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材ないし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する。

【００１２】

< 第１実施形態 >

本発明の第１実施形態のインプリント装置１００について説明する。インプリント装置１００は、半導体デバイスなどの製造に使用され、モールド１を用いて基板上のインプリント材６を成形するインプリント処理を行う。例えば、インプリント装置１００は、凹凸のパターンが形成されたモールド１を基板上のインプリント材６に接触させた状態で当該インプリント材６を硬化させる。そして、インプリント装置１００は、モールド１と基板４との間隔を広げ、硬化したインプリント材６からモールド１を剥離（離型）することによって基板上にインプリント材６のパターンを形成することができる。インプリント材６を硬化する方法には、熱を用いる熱サイクル法と光を用いる光硬化法とがあり、第１実施形態では、光硬化法を採用する例について説明する。光硬化法とは、インプリント材６として未硬化の紫外線硬化樹脂を基板上に供給し、モールド１とインプリント材６とを接触させた状態でインプリント材６に紫外線を照射することにより当該インプリント材６を硬化させる方法である。ここでは、光として紫外線を用いる場合について説明するが、インプリント材として用いる光硬化樹脂に応じて異なる波長の光を用いてもよい。

【００１３】

[インプリント装置の構成について]

図１は、第１実施形態のインプリント装置１００を示す概略図である。インプリント装置１００は、モールド１を保持するモールドステージ２と、基板４を保持する基板ステージ５と、基板上のインプリント材６に光を照射して当該インプリント材６を硬化させる硬化部３とを含みうる。また、インプリント装置１００は、インプリント材６を基板４に供給する供給部７と、制御部８とを含みうる。制御部８は、例えばＣＰＵやメモリなどを有し、インプリント処理を制御する（インプリント装置１００の各部を制御する）。

【００１４】

モールド１は、通常、石英など紫外線を透過させることが可能な材料で作成されており、基板側の面における一部の領域（パターン領域１ａ）には、基板上のインプリント材６を成形するための凹凸のパターンが形成されている。また、基板４には、例えば、単結晶シリコン基板やＳＯＩ（Ｓｉｌｉｃｏｎ ｏｎ Ｉｎｓｕｌａｔｏｒ）基板などが用いられる。基板４の上面（被処理面）には、後述する供給部７によってインプリント材６が供給される。

【００１５】

モールドステージ２は、例えば真空吸着力や静電力などによりモールド１を保持し、モールド１のパターン領域１ａと基板上のインプリント材６とを接触させたり剥離させたりするようにモールド１をＺ方向に駆動する。モールドステージ２は、Ｚ方向にモールド１を駆動する機能だけでなく、ＸＹ方向や 方向（Ｚ軸周りの回転方向）におけるモールド１の位置を調整する調整機能や、モールド１の傾きを補正するためのチルト機能などを有していてもよい。また、基板ステージ５は、例えば真空吸着力や静電力などにより基板４を保持し、基板４のＸＹ方向における位置決めを行う。基板ステージ５は、ＸＹ方向に基板４を移動させる機能だけでなく、Ｚ方向に基板４を移動させる機能や 方向における基板４の位置を調整する調整機能などを有していてもよい。ここで、第１実施形態のインプリント装置１００では、モールド１と基板４との間の距離を変える動作がモールドステージ２によって行われるが、それに限られるものではなく、基板ステージ５によって行われ

てもよいし、双方で相対的に行われてもよい。

【0016】

硬化部3は、インプリント処理の際に、基板上に供給されたインプリント材6に光（紫外線）を照射し、当該インプリント材6を硬化する。硬化部3は、例えば、インプリント材6を硬化させる光（紫外線）を射出する光源を有する。さらに、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いてもよい。ここで、第1実施形態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、例えば熱硬化法を採用する場合には、インプリント材6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る。

【0017】

供給部7は、インプリント材6を収容するタンク7aと、タンク7aに収容されたインプリント材6を基板に供給するディスペンサ7bとを含みうる。ディスペンサ7bは、インプリント材6の液滴を基板4に向けてそれぞれ吐出する複数のノズル7c（吐出口）を有する。供給部7は、基板4と供給部7とが相対的に移動している状態で各ノズル7cからインプリント材6の液滴を吐出させることにより、基板上にインプリント材6を供給する。例えば、複数のノズル7cがY方向に沿って配列している場合、各ノズル7cからインプリント材6の液滴を基板4に供給する工程は、複数のノズル7cの配列方向と異なる方向（例えばX方向）に基板4が移動している状態で行われる。このとき、各ノズル7cにおける液滴の吐出または非吐出は、基板上に供給させるべきインプリント材6の液滴の基板上における配置を示すマップ（分布を示す情報）に従って制御部8により制御される。マップは、モールド1のパターン領域1aに形成された凹凸のパターンの設計情報に基づいて事前に作成されている。また、インプリント装置100内の制御部8によって作成されうる。

【0018】

〔マップの作成方法について〕

ここで、制御部8がマップを作成する方法について説明する。図2は、各ノズル7cによるインプリント材6の液滴の吐出を制御するためのマップを作成する方法を示すフローチャートである。S101では、制御部8は、モールド1に形成された凹凸のパターンの設計情報（パターンの位置および凹部の深さを示す情報）に基づいて、当該パターンに必要なインプリント材6の供給量分布11を求める。例えば、制御部8は、各ノズル7cから液滴として吐出されるインプリント材の吐出量が目標量であると仮定し、モールド1を用いて凹凸のパターンに成形されたインプリント材6の厚さが許容範囲に収まるように供給量分布11を求める。成形されたインプリント材6の厚さは、例えば、インプリント材6で構成されたパターンの凹部と基板4との間の膜厚のことである。一般に、この膜厚は、残膜（RLT）と呼ばれている。残膜の代わりに、基板上に形成されたインプリント材6のパターンの高さを用いてもよい。図3は、モールド1に形成されたパターンの設計情報に基づいて求められた供給量分布11の一例を示す図である。ここでは、供給量分布11は、色の濃淡による多値の画像データで表されており、色が濃い方がインプリント材6の供給量が多いことを示している。例えば、図3に示される供給量分布11において、領域11bは、パターンの凹凸の深さが領域11cより深いためにインプリント材6を領域11cより多く供給する領域を示す。同様に、領域11aは、パターンの凹凸の深さが領域11bより深いためにインプリント材6を領域11bより多く供給する領域を示す。

【0019】

S102では、制御部8は、S101で求めた供給量分布11に対してハーフトーン処理による二値化を行い、インプリント材6の液滴を供給させるべき位置を示すマップを作成する。ハーフトーン処理としては、例えば、誤差拡散法が用いられうる。図4は、ディスペンサ7bにおける複数のノズル7cの配列と、供給量分布11に基づいて作成されたマップの一例（マップ12）との対応関係を示す図である。図4に示すマップ12は、基板上における1つのショット領域（1回のインプリント処理によってモールド1のパターンを転写させる領域）に供給させるべきインプリント材6の液滴の配置を示し、Y方向に

おける画素の数はノズル 7 c の数と同じである。また、マップ 1 2 において、黒い画素 1 2 a はインプリント材 6 の液滴を供給させるショット領域上の位置であり、白い画素 1 2 b はインプリント材 6 の液滴を供給させないショット領域上の位置である。S 1 0 3 では、制御部 8 は、S 1 0 2 で作成したマップを記憶する。

【 0 0 2 0 】

制御部 8 は、このように作成されたマップに従い、基板 4 と供給部 7 を相対的に X 方向に移動させながら、各ノズル 7 c における液滴の吐出を制御する。これにより、モールド 1 を用いて凹凸のパターンに成形されたインプリント材 6 の厚さをショット領域の全体にわたって許容範囲に収めることができる。しかしながら、インプリント装置 1 0 0 では、ノズル 7 c の製造ばらつきなどにより、各ノズル 7 c から液滴として吐出されるインプリント材 6 の吐出量と目標量との間に誤差が生じる場合がある。そのため、各ノズル 7 c における吐出量に誤差が生じている場合に、上述の方法によって作成されたマップを用いて各ノズル 7 c の吐出を制御してしまうと、モールドを用いて成形されたインプリント材 6 の厚さが許容範囲に収まらない部分が生じうる。そこで、本実施形態のインプリント装置 1 0 0 は、各ノズル 7 c から液滴として吐出されるインプリント材 6 の吐出量に関する情報に基づいて、モールド 1 により成形されたインプリント材 6 の厚さが許容範囲に収まるようにマップを更新する。以下に、第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 におけるインプリント処理について説明する。第 1 実施形態では、各ノズル 7 c から基板 4 (ダミー基板を含む) に供給され、モールド 1 を用いて成形されることなく硬化部 3 によって硬化された液滴の体積が、各ノズル 7 c からのインプリント材 6 の吐出量に関する情報として取得される。

【 0 0 2 1 】

[インプリント処理について]

図 5 は、第 1 実施形態におけるインプリント処理を示すフローチャートである。S 2 0 1 では、制御部 8 は、モールド 1 をモールドステージ 2 の下に搬送するようにモールド搬送機構 (不図示) を制御し、モールド 1 を保持するようにモールドステージ 2 を制御する。モールド 1 (パターン領域 1 a) には、上述のように設計情報に従った凹凸のパターンが形成されており、モールド 1 に形成されたパターンを識別するための個別 ID が設定されている。制御部 8 は、読み取り機構 (不図示) にモールド 1 の個別 ID を読み取らせ、その個別 ID を取得する。S 2 0 2 では、制御部 8 は、S 2 0 1 で取得したモールド 1 の個別 ID に基づいて、ディスペンサ 7 b が有する複数のノズル 7 b の各々を制御するためのマップを取得する。マップは、モールド 1 に形成された凹凸のパターンの設計情報に基づいて予め作成されてもよいし、個別 ID からパターンの設計情報を読み出して逐次作成されてもよい。S 2 0 3 では、制御部 8 は、基板 4 を基板ステージ 5 の上に搬送するように基板搬送機構 (不図示) を制御し、基板 4 を保持するように基板ステージ 5 を制御する。これにより、基板 4 がインプリント装置内に配置される。

【 0 0 2 2 】

S 2 0 4 では、制御部 8 は、モールド 1 のパターンを転写する対象のショット領域にインプリント材 6 を供給するように供給部 7 を制御する。例えば、制御部 8 は、基板 4 を X 方向に移動させながら、S 2 0 3 で取得したマップに従って各ノズル 7 c における液滴の吐出を制御する。S 2 0 5 では、制御部 8 は、基板ステージ 5 を制御することにより、インプリント材 6 が供給されたショット領域をモールド 1 のパターン領域 1 a の下に配置させる。そして、制御部 8 は、モールド 1 と基板上のインプリント材 6 とが接触するように、即ち、モールド 1 と基板 4 との距離が短くなるようにモールドステージ 2 を制御する。S 2 0 6 では、制御部 8 は、モールド 1 とインプリント材 6 とが接触している状態で、モールド 1 と基板 4 との位置合わせを行う。例えば、制御部 8 は、モールド 1 に設けられたマークと基板 4 に設けられたマークとをアライメントスコープ (不図示) に検出させ、検出されたモールド 1 のマークと基板 4 のマークとを用いてモールド 1 と基板 4 との相対位置を制御する。ここで、S 2 0 5 および S 2 0 6 の工程において、基板上のインプリント材 6 をモールド 1 のパターンの凹部に十分に充填させるため、モールド 1 とインプリント

材 6 とを接触させた状態で所定の時間を経過させるとよい。

【 0 0 2 3 】

S 2 0 7 では、制御部 8 は、モールド 1 を接触させたインプリント材 6 に対して光（紫外線）を照射するように硬化部 3 を制御し、当該インプリント材 6 を硬化させる。S 2 0 8 では、制御部 8 は、モールド 1 をインプリント材 6 から剥離（離型）するように、即ち、モールド 1 と基板 4 との距離が長くなるようにモールドステージ 2 を制御する。S 2 0 9 では、制御部 8 は、基板上に引き続きモールド 1 のパターンを転写するショット領域（次のショット領域）があるか否かの判定を行う。次のショット領域がある場合は S 2 0 4 に進み、次のショット領域がない場合は S 2 1 0 に進む。S 2 1 0 では、制御部 8 は、基板 4 を基板ステージ 5 から回収するように基板搬送機構（不図示）を制御する。S 2 1 1 では、制御部 8 は、各ノズル 7 c から液滴として吐出されるインプリント材 6 の吐出量に関する情報（以下、吐出量情報）を取得するか否かを判断する。吐出量情報を取得する場合は S 2 1 2 に進み、吐出量情報を取得しない場合は S 2 1 4 に進む。各ノズル 7 c における吐出量情報を取得するか否かの判断は、例えば、モールド 1 のパターンが転写されたショット領域の個数や基板 4 の枚数、前に吐出量情報を取得した時期からの経過時間などの条件に基づいて行われうる。S 2 1 2 では、制御部 8 は、吐出量情報を取得する。S 2 1 3 では、制御部 8 は、S 2 1 2 において取得された吐出量情報に基づいて、モールド 1 を用いて成形されるインプリント材 6 の厚さが許容範囲に収まるようにマップを更新する。例えば、制御部 8 は、吐出量情報に基づいて、マップにおける液滴の数および位置のうち少なくとも一方を変更することにより当該マップを更新する。S 2 1 4 では、制御部 8 は、引き続きモールド 1 のパターンの転写を行う基板 4（次の基板 4）があるか否かの判定を行う。次の基板 4 がある場合は S 2 0 3 に進み、次の基板がない場合はインプリント処理を終了する。

【 0 0 2 4 】

〔吐出量情報の取得について〕

次に、S 2 1 2 において実施される吐出量情報の取得について、図 6 を参照しながら説明する。図 6 は、吐出量情報の取得についてのフローチャートである。第 1 実施形態では、各ノズル 7 c から基板 4（ダミー基板を含む）に供給され、モールド 1 を用いて成形されることなく硬化部 3 によって硬化されたインプリント材 6 の液滴の体積が、吐出量情報として取得される。

【 0 0 2 5 】

S 2 1 2 - 1 では、制御部 8 は、基板 4（例えばダミー基板）を基板ステージ 5 の上に搬送するように基板搬送機構（不図示）を制御し、基板 4 を保持するように基板ステージ 5 を制御する。S 2 1 2 - 2 では、制御部 8 は、基板 4 を X 方向に移動させながら、計測用マップ 1 3 に従って各ノズル 7 c からの液滴の吐出を制御する。計測用マップ 1 3 は、吐出量情報を取得するために各ノズル 7 c から基板 4 に供給させるインプリント材 6 の液滴の配置を示すマップである。計測用マップ 1 3 は、例えば、図 7 に示すように、各ノズル 7 c から吐出されたインプリント材 6 の液滴が基板上で互いに接触しないように、液滴が供給させる位置を示す黒い画素 1 3 a の距離を離して設定されうる。図 7 は、ディスペンサ 7 b における複数のノズル 7 c の配列と計測用マップ 1 3 との対応関係を示す図である。S 2 1 2 - 3 では、制御部 8 は、基板ステージ 5 を制御することにより、計測用マップ 1 3 に従ってインプリント材 6 が供給された基板上の領域 4 a を硬化部 3 の下に配置させる。そして、制御部 8 は、モールド 1 とインプリント材 6 とを接触させずに、即ち、モールド 1 とを用いてインプリント材 6 を成形することなく、基板上のインプリント材 6 に対して光（紫外線）を照射するように硬化部 3 を制御する。これにより、図 8（a）に示すように、基板上の領域 4 a に供給されたインプリント材 6 の液滴を硬化させることができる。図 8（a）は、光を照射することにより基板上で硬化したインプリント材 6 の液滴（以下、硬化液滴 6 a）の領域 4 a 上における配置を示す図である。

【 0 0 2 6 】

S 2 1 2 - 4 では、制御部 8 は、S 2 1 2 - 3 において硬化した各硬化液滴 6 a の体積

を計測部 40 に計測させる。第 1 実施形態のインプリント装置 100 は、図 1 に示すように、各硬化液滴 6a の体積を計測する計測部 40 を含みうる。図 9 は、計測部 40 の構成および配置を示す図である。計測部 40 は、例えば図 9 (a) に示すように、光源 41 と、ビームスプリッタ 42 および 45 と、ミラー 43 および 44 と、対物レンズ 46 と、撮像センサ 47 と、処理部 48 を含みうる。光源 41 から射出されたレーザ光は、ビームスプリッタ 42 で透過光と反射光とに分割される。ビームスプリッタ 42 を透過した透過光は、ミラー 43 で反射されてビームスプリッタ 45 に入射し、当該ビームスプリッタ 45 を透過した光が参照光として撮像センサ 47 に導かれる。一方で、ビームスプリッタ 42 で反射された反射光は、ミラー 44 で反射されてビームスプリッタ 45 に入射し、当該ビームスプリッタ 45 および対物レンズ 46 を介して基板上的の硬化液滴 6a に照射される。硬化液滴 6a で反射された光は、再び対物レンズ 46 を通過してビームスプリッタ 45 に入射し、当該ビームスプリッタ 45 で反射された光が被検光として撮像センサ 47 に導かれる。撮像センサ 47 は、例えば CMOS センサや CCD センサなどを含み、硬化液滴 6a を撮像する。処理部 48 は、撮像センサ 47 によって撮像された硬化液滴 6a の画像を取得する。硬化液滴 6a の画像には、図 9 (b) に示すように、参照光と計測光との光路長差によって干渉縞 49 が生じる。そのため、処理部 48 は、硬化液滴 6a に生じた干渉縞 49 に基づいて硬化液滴 6a の表面形状を求め、その形状から硬化液滴 6a の体積を算出することができる。

【0027】

S 212 - 5 では、制御部 8 は、基板上（領域 4a 上）における複数の硬化液滴 6a の各々についての体積を計測部 40 から取得する。そして、制御部 8 は、図 8 (b) に示すように、各ノズル 7c と各硬化液滴 6a の体積との関係を、吐出量情報として求めることができる。図 8 (b) は、各ノズル 7c と各硬化液滴 6a の体積との関係を示す図である。図 8 (b) において、横軸は各ノズル 7c における Y 方向の位置を示しており、縦軸は硬化液滴 6a の体積における目標値からの誤差を示す。

【0028】

ここで、硬化液滴 6a の体積を計測する際には、基板上に供給されて硬化する前におけるインプリント材 6 の液滴が基板上で拡がるのが抑制されるとよい。即ち、インプリント材 6 の液滴を基板上に供給してから当該液滴を硬化するまでの時間を、例えば 0.1 ~ 0.2 秒と短くすることが好ましい。そのため、各ノズル 7c からのインプリント材 6 の液滴の吐出、液滴の硬化、および硬化液滴 6a の体積の計測を基板 4 を移動させながら連続して行うとよい。それには、例えば、図 9 (c) に示すように、供給部 7、硬化部 3 および計測部 40 を基板 4 が移動する方向に沿って配列させる、即ち、硬化部 3 を供給部 7 と計測部 40 との間に配置するとよい。図 9 は、供給部 7、硬化部 3 および計測部 40 の X Y 方向における配置を示す図である。また、第 1 実施形態では、インプリント装置 100 内に設けられた計測部 40 によって硬化液滴 6a の体積を計測する例について説明したが、それに限られるものではない。例えば、インプリント装置 100 の外部に設けられた計測装置によって硬化液滴 6a の体積を計測してもよい。

【0029】

〔マップの更新について〕

次に、S 213 において実施されるマップの更新について説明する。図 10 は、マップの更新についてのフローチャートである。S 213 - 1 では、制御部 8 は、吐出量情報（各ノズル 7c と各硬化液滴 6a の体積との関係）を取得する。例えば、制御部 8 は、図 8 (b) に示される吐出量情報に対して高周波成分を取り除く処理を行う。これにより、制御部 8 は、図 11 (a) に示される吐出量情報を得ることができる。図 11 (a) に示される吐出量情報において、範囲 13a ではノズル 7c から液滴として吐出されるインプリント材 6 の吐出量が目標量より多く、範囲 13b ではノズル 7c から液滴として吐出されるインプリント材 6 の吐出量が目標量より少ない。S 213 - 2 では、制御部 8 は、S 213 - 1 で取得した吐出量情報に基づいて、インプリント材 6 の供給量を調整するための分布（調整分布 14）を作成する。図 11 (b) は、調整分布 14 を色の濃淡による多値

の画像データで表した図である。図 1 1 (b) に示される調整分布 1 4 において、図 1 1 (a) に示される吐出量情報の範囲 1 3 a に対応する領域 1 4 a は、例えば、インプリント材 6 の供給量を - 5 % だけ減らす領域である。また、吐出量情報の範囲 1 3 b に対応する領域 1 4 b は、インプリント材 6 の供給量を + 1 0 % だけ増やす部分である。領域 1 4 a および 1 4 b 以外の領域については、インプリント材 6 の供給量の調整 (増減) は行われない。

【 0 0 3 0 】

S 2 1 3 - 3 では、制御部 8 は、モールド 1 のパターンの設計情報から作成された供給量分布 1 1 と、S 2 1 3 - 2 で作成された調整分布 1 4 とに基づいて、基板上に供給させるべきインプリント材 6 の液滴の配置を示すマップを新たに作成する。図 1 1 (c) は、モールド 1 のパターンの設計情報に基づいて求められた供給量分布 1 1 に調整分布 1 4 を重ね合わせた分布 1 5 の画像データを示す。図 1 1 (c) に示される分布 1 5 において、領域 1 5 a および 1 5 b がインプリント材 6 の供給量を - 5 % だけ減らす部分であり、領域 1 5 c および 1 5 d がインプリント材 6 の供給量を + 1 0 % だけ増やす部分である。制御部 8 は、図 1 1 (c) に示される分布 1 5 に対してハーフトーン処理による二値化を行い、インプリント材 6 の液滴を供給させるべき位置を示すマップを新たに作成する。図 1 2 は、新たに作成されたマップの一例 (マップ 1 6) を示す図である。新たに作成されたマップ 1 6 は、モールド 1 のパターンの設計情報から作成されたマップ 1 2 と比較して、基板上的ショット領域に供給させるべきインプリント材 6 の液滴の配置が変更されている。新たに作成されたマップ 1 6 における領域 1 6 a では、図 1 1 (a) に示される吐出量情報の範囲 1 3 a に対応するように、図 4 に示されるマップ 1 2 と比べて、インプリント材 6 の液滴を供給させる位置を示す黒い画素の数が減っている。一方で、領域 1 6 b では、図 1 1 (a) に示される吐出量情報の範囲 1 3 b に対応するように、図 4 に示されるマップ 1 2 と比べて、インプリント材 6 の液滴を供給させる位置を示す黒い画素の数が増えている。S 2 1 3 - 4 では、制御部 8 は、S 2 1 3 - 3 において新たに作成されたマップ 1 6 を記憶し、マップの更新を行う。

【 0 0 3 1 】

上述したように、第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 は、各ノズル 7 c から基板 4 に供給され、モールド 1 を用いて成形されることなく硬化されたインプリント材 6 の液滴の体積を吐出量情報として取得する。そして、インプリント装置 1 0 0 は、取得した吐出量情報に基づいて、基板上に供給させるべきインプリント材 6 の液滴の配置を示すマップを更新する。これにより、各ノズル 7 c から液滴として吐出されるインプリント材 6 の吐出量の誤差をマップの更新によって補正し、モールド 1 を用いて成形されたインプリント材 6 の厚さを許容範囲に収めることができる。

【 0 0 3 2 】

< 第 2 実施形態 >

本発明の第 2 実施形態のインプリント装置について説明する。第 2 実施形態のインプリント装置は、更新される前のマップ 1 2 に従って基板 4 に供給され、モールド 1 を用いて成形されたインプリント材 6 の厚さ分布 (膜厚分布) を吐出量情報として取得する。ここで、第 2 実施形態のインプリント装置では、図 5 に示されるフローチャートに従ってインプリント処理が行われるが、第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 と比べて、吐出量情報の取得およびマップの更新が異なる。以下では、第 2 実施形態のインプリント装置における吐出量情報の取得およびマップの更新について説明する。また、第 2 実施形態のインプリント装置は、第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 と装置構成が同じであるため、ここでは装置構成についての説明を省略する。

【 0 0 3 3 】

[吐出量情報の取得について]

第 2 実施形態のインプリント装置において実施される吐出量情報の取得 (S 2 1 2) について説明する。S 2 1 2 では、制御部 8 は、モールド 1 を用いて成形されたインプリント材 6 の膜厚分布を、吐出量分布として取得する。膜厚分布は、例えば、モールド 1 によ

って基板上のインプリント材 6 を成形する工程 (S 2 0 1 ~ 1 1 0) が行われた基板 4 を用いて、当該基板 4 (ショット領域) の複数箇所インプリント材 6 の厚さ (膜厚) を計測することにより取得されうる。インプリント材 6 の膜厚は、例えば、インプリント材 6 で構成されたパターンの凹部と基板 4 との間の膜厚のことであり、インプリント装置内に設けられた計測部 4 0 や、インプリント装置の外部に設けられた計測装置などによって計測されうる。図 1 3 (a) は、基板上 (ショット領域上) の各箇所におけるインプリント材 6 の膜厚を示す図である。図 1 3 (a) では、各箇所におけるインプリント材 6 の膜厚が、色の濃淡による多値の画像データによって表される。例えば、図 1 3 (a) における箇所 2 1 d をインプリント材 6 の膜厚の目標値としたとき、箇所 2 1 a はインプリント材 6 の厚さが目標値より厚い箇所を示し、箇所 2 1 b および 2 1 c はインプリント材 6 の厚さが目標値より薄い箇所を示す。そして、図 1 3 (a) に示される各箇所におけるインプリント材 6 の膜厚に基づいて、図 1 3 (b) に示すように、複数のノズル 7 c の配列方向 (Y 方向) におけるインプリント材 6 の膜厚の分布 (膜厚分布) が制御部 8 によって求められる。図 1 3 (b) において、横軸は各ノズル 7 c における Y 方向の位置を示しており、縦軸はインプリント材 6 の膜厚における目標値からの誤差を示す。ここで、膜厚分布におけるインプリント材 6 の膜厚は、複数のノズル 7 c の配列方向と垂直な方向におけるインプリント材 6 の膜厚の平均値であるとよい。

【 0 0 3 4 】

[マップの更新について]

第 2 実施形態のインプリント装置において実施されるマップの更新 (S 2 1 3) について説明する。第 2 実施形態のインプリント装置では、図 1 0 に示されるフローチャートに従ってマップの更新が行われる。S 2 1 3 - 1 では、制御部 8 は、図 1 3 (b) に示される膜厚分布を、吐出量情報として取得する。図 1 3 (b) に示される吐出量情報において、範囲 2 2 a ではノズル 7 c から液滴として吐出されるインプリント材 6 の吐出量が目標量より多く、範囲 2 2 b および 2 2 c ではノズル 7 c から液滴として吐出されるインプリント材 6 の吐出量が目標量より少ない。S 2 1 3 - 2 では、制御部 8 は、S 2 1 3 - 2 で取得した吐出量情報に基づいて、インプリント材 6 の供給量を調整するための分布 (調整分布 2 3) を作成する。図 1 3 (c) は、調整分布 2 3 を色の濃淡による多値の画像データで表した図である。図 1 3 (c) に示される調整分布 2 3 において、図 1 3 (b) に示される吐出量情報の範囲 2 2 a に対応する領域 2 3 a は、例えばインプリント材 6 の供給量を - 5 % だけ減らす領域である。また、吐出量情報の範囲 2 2 b に対応する領域 2 3 b は、例えばインプリント材 6 の供給量を + 5 % だけ増やす領域であり、吐出量情報の範囲 2 2 c に対応する領域 2 3 c は、例えばインプリント材 6 の供給量を + 1 5 % だけ増やす領域である。領域 2 3 a ~ 2 3 c 以外の領域については、インプリント材 6 の供給量の調整 (増減) は行われない。

【 0 0 3 5 】

S 2 1 3 - 3 では、制御部 8 は、モールド 1 のパターンの設計情報から作成された供給量分布 1 1 と、S 2 1 3 - 2 で作成された調整分布 2 3 とに基づいて、基板上に供給させるべきインプリント材 6 の液滴の配置を示すマップを新たに作成する。図 1 3 (d) は、モールド 1 のパターンの設計情報に基づいて求められた供給量分布 1 1 に調整分布 2 3 を重ね合わせた分布 2 4 の画像データを示す。図 1 3 (d) に示される分布 2 4 において、領域 2 4 a および 2 4 b はインプリント材 6 の供給量を 5 % だけ減らす領域である。また、領域 2 4 c および 2 4 d はインプリント材 6 の供給量を 5 % だけ増やす領域であり、領域 2 4 e および 2 4 f はインプリント材の供給量を 1 5 % だけ増やす領域である。制御部 8 は、図 1 3 (d) に示される分布 2 4 に対してハーフトーン処理による二値化を行い、インプリント材 6 の液滴を供給させるべき位置を示すマップを新たに作成する。図 1 4 は、新たに作成されたマップの一例 (マップ 2 5) を示す図である。新たに作成されたマップ 2 5 は、モールド 1 のパターンの設計情報から作成されたマップ 1 2 と比較して、基板上のショット領域に供給させるべきインプリント材 6 の液滴の配置が変更されている。新たに作成されたマップ 2 5 における領域 2 5 a では、図 1 3 (b) に示される吐出量情報

の範囲 2 2 a に対応するように、図 4 に示されるマップ 1 2 と比べて、インプリント材 6 の液滴を供給させる位置を示す黒い画素の数が減っている。一方で、領域 2 5 b および 2 5 c では、図 1 3 (b) に示される吐出量情報の範囲 2 2 b および 2 2 c にそれぞれ対応するように、図 4 に示されるマップ 1 2 と比べて、インプリント材 6 の液滴を供給させる位置を示す黒い画素の数が増えている。S 2 1 3 - 4 では、制御部 8 は、S 2 1 3 - 3 において新たに作成されたマップ 2 5 を記憶し、マップの更新を行う。

【 0 0 3 6 】

上述したように、第 2 実施形態のインプリント装置は、モールド 1 を用いて成形されたインプリント材の膜厚分布を吐出量情報として取得し、取得した吐出量情報に基づいて、基板上に供給させるべきインプリント材 6 の液滴の配置を示すマップを更新する。これにより、各ノズル 7 c から液滴として吐出されるインプリント材 6 の吐出量の誤差をマップの更新によって補正し、モールド 1 を用いて成形されたインプリント材 6 の厚さを許容範囲に収めることができる。

【 0 0 3 7 】

< 第 3 実施形態 >

本発明の第 3 実施形態のインプリント装置について説明する。第 3 実施形態のインプリント装置は、更新される前のマップ 1 2 に従って基板 4 に供給され、モールド 1 を用いて成形されたインプリント材 6 によって構成されたパターンと目標パターンとの差（欠損）についての情報（欠損情報）を取得する。そして、第 3 実施形態のインプリント装置は、取得した欠損情報に基づいて、基板上に供給させるべきインプリント材 6 の液滴の配置を示すマップを更新する。ここで、インプリント材 6 で構成されたパターンにおける欠損とは、例えばモールド 1 のパターンの凹部にインプリント材 6 が十分に充填されないことにより生じる欠損（未充填欠損）などを含みうる。また、第 3 実施形態のインプリント装置は、第 1 実施形態のインプリント装置 1 0 0 と装置構成が同じであるため、ここでは装置構成についての説明を省略する。

【 0 0 3 8 】

図 1 5 は、第 3 実施形態におけるインプリント処理を示すフローチャートである。図 1 5 におけるフローチャートの S 3 0 1 ~ S 3 1 0 の工程は、図 5 におけるフローチャートの S 2 0 1 ~ S 2 1 0 の工程と同様であるため、ここでは説明を省略する。S 3 1 1 では、制御部 8 は、欠損情報を取得するか否かを判断する。欠損情報を取得する場合は S 3 1 2 に進み、欠損情報を取得しない場合は S 3 1 4 に進む。欠損情報を取得するか否かの判断は、例えば、モールドのパターンが転写されたショット領域の個数や基板 4 の枚数、前に欠損情報を取得した時期からの経過時間などの条件に基づいて行われうる。S 3 1 2 では、制御部 8 は、モールド 1 を用いて成形されたインプリント材 6 によって構成されたパターン（以下、インプリント材 6 のパターン）における欠損情報を取得する。欠損情報は、例えば、モールド 1 によって基板上のインプリント材 6 を成形する工程（S 3 0 1 ~ S 3 1 0）が行われた基板 4 を用いて、インプリント材 6 のパターンにおける欠損を検出することにより取得されうる。インプリント材 6 のパターンにおける欠損は、例えば光学式や電子線方式の欠損検査装置が用いられうる。図 1 6 は、ショット領域上のインプリント材 6 のパターンにおける欠損情報（欠損分布 3 1）を示す図である。図 1 6 における黒い画素 3 1 a がインプリント材 6 のパターンにおける欠損を示している。インプリント材 6 のパターンにおける欠損は、例えば、インプリント材 6 が局所的に不足している箇所がある場合や、充填時間が不足している場合などに発生することが多い。S 3 1 3 では、制御部 8 は、S 3 1 2 において取得された欠損情報に基づいて、インプリント材 6 のパターンと目標パターンとの差が生じている箇所の数、即ち、インプリント材 6 のパターンにおける欠損の数が閾値以下になるようにマップを更新する。S 3 1 4 では、制御部 8 は、引き続きモールド 1 のパターンの転写を行う基板 4（次の基板 4）があるか否かの判定を行う。次の基板 4 がある場合は S 3 1 3 に進み、次の基板 4 がない場合はインプリント処理を終了する。

【 0 0 3 9 】

【マップの更新について】

次に、S 3 1 3 において実施されるマップの更新について説明する。図 1 7 は、マップの更新についてのフローチャートである。S 3 1 3 - 1 では、制御部 8 は、図 1 6 に示される欠損分布 3 1（欠損情報）を取得する。S 3 1 3 - 2 では、制御部 8 は、S 3 1 3 - 1 で取得した欠損情報に基づいて、インプリント材 6 の供給量を調整するための分布（調整分布）を作成する。例えば、制御部 8 は、インプリント材のパターンにおける欠損が生じている箇所ではインプリント材 6 の供給量が増加するように調整分布を作成するとよい。S 3 1 3 - 3 では、制御部 8 は、モールド 1 のパターンの設計情報から作成された供給量分布 1 1 と、S 3 1 3 - 2 で作成された調整分布とに基づいて、基板上に供給させるべきインプリント材 6 の液滴の配置を示すマップを新たに作成する。例えば、制御部 8 は、S 3 1 3 - 2 で作成された調整分布に基づいて、インプリント材のパターンにおける欠損が生じている箇所に供給させるインプリント材 6 の液滴の数が増えるようにマップを新たに作成する。S 3 1 3 - 4 では、制御部 8 は、S 3 1 3 - 3 において新たに作成されたマップを記憶し、マップの更新を行う。

10

【0040】

上述したように、第 3 実施形態のインプリント装置は、モールド 1 を用いて成形されたインプリント材によって構成されたパターンの欠損情報に基づいて、基板上の供給させるべきインプリント材 6 の液滴の配置を示すマップを更新する。これにより、モールド 1 を用いて成形されたインプリント材 6 によって構成されたパターンの欠損を低減させることができる。

20

【0041】

< 第 4 実施形態 >

本発明の第 4 実施形態のインプリント装置 4 0 0 について、図 1 8 を参照しながら説明する。図 1 8 は、第 4 実施形態のインプリント装置 4 0 0 を示す概略図である。第 4 実施形態のインプリント装置 4 0 0 は、モールド 1 のパターンを基板上のインプリント材 6 に転写する処理を行う複数のインプリント部 1 0 a ~ 1 0 d と、計測部 4 0 と、搬送部 5 0 と、制御部 8 とを含みうる。各インプリント部 1 0 a ~ 1 0 d は、硬化部 3 と、モールドステージ 2 と、基板ステージ 5 と、供給部 7 とを含みうる。計測部 4 0 は、例えば、複数のインプリント部 1 0 に対して 1 つ設けられうる。そして、計測部 4 0 は、第 1 実施形態のように基板上に形成された硬化液滴 6 a の体積、もしくはモールド 1 を用いて成形されたインプリント材の厚さを計測するように構成されうる。また、搬送部 5 0 は、各インプリント部 1 0 a ~ 1 0 d において硬化液滴 6 a が形成された基板 4、もしくはモールド 1 を用いてインプリント材 6 が成形された基板 4 を計測部 4 0 に搬送する。このように構成されたインプリント装置 4 0 0 では、制御部 8 は、各インプリント部 1 0 a ~ 1 0 d において処理された基板 4 を搬送するタイミングを決定しうる。

30

【0042】

< 物品の製造方法の実施形態 >

本発明の実施形態にかかる物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された樹脂に上記のインプリント装置を用いてパターンを形成する工程（基板にインプリント処理を行う工程）と、かかる工程でパターンを形成された基板を加工する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、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）を含む。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも 1 つにおいて有利である。

40

【0043】

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ないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

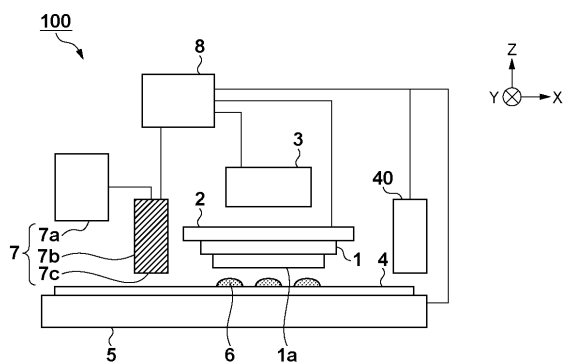
【符号の説明】

50

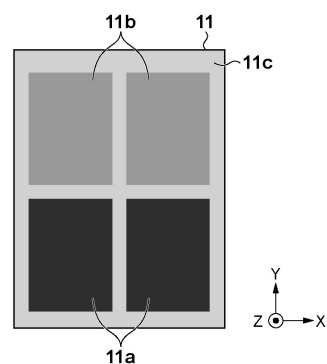
【 0 0 4 4 】

1 0 0 : インプリント装置、 1 : モールド、 4 : 基板、 7 : 供給部、 7 c : ノズル、 8 : 制御部

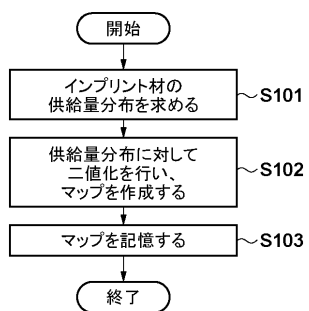
【 図 1 】



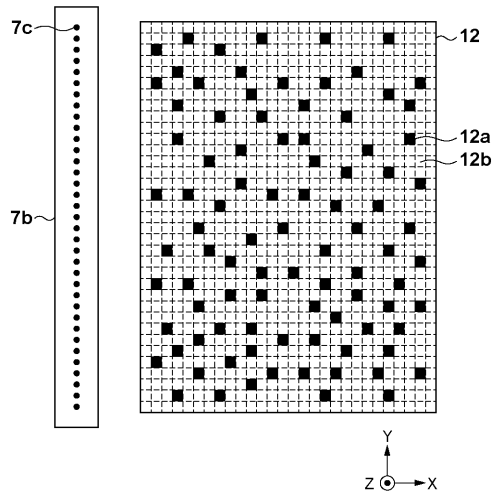
【 図 3 】



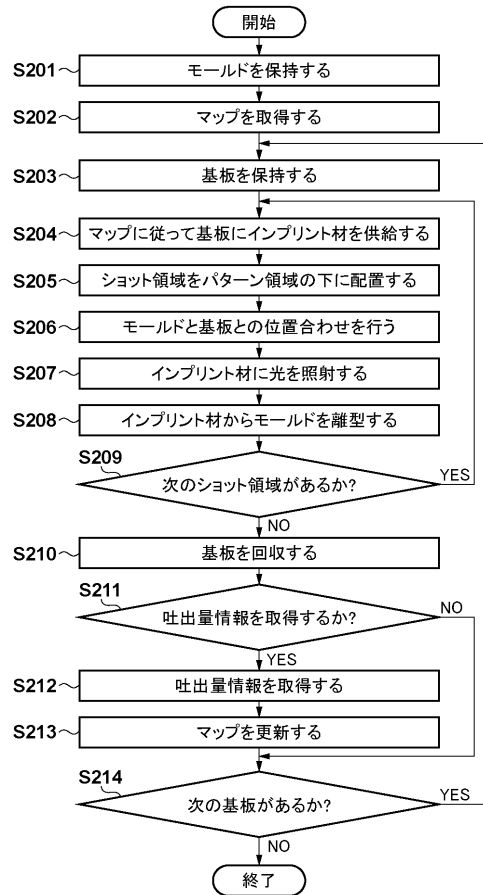
【 図 2 】



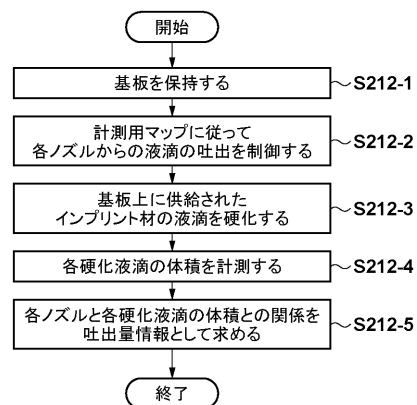
【図 4】



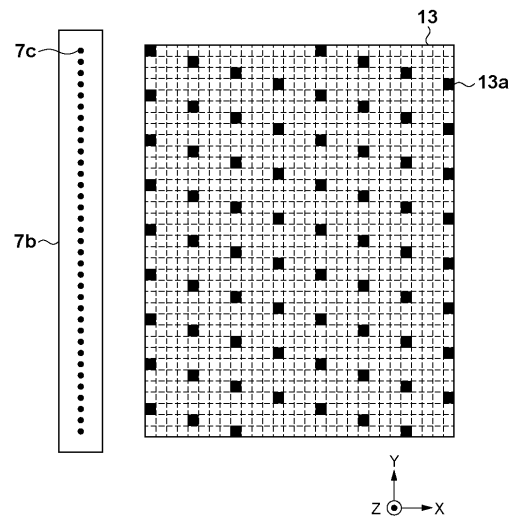
【図 5】



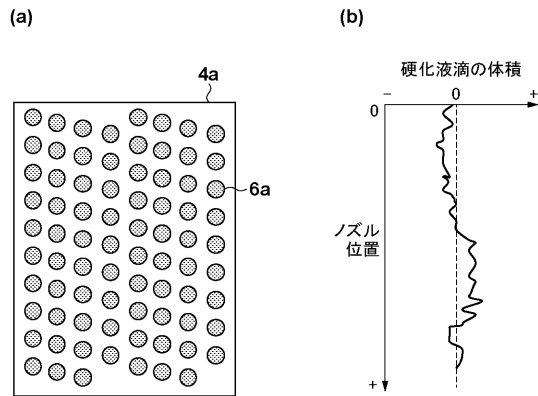
【図 6】



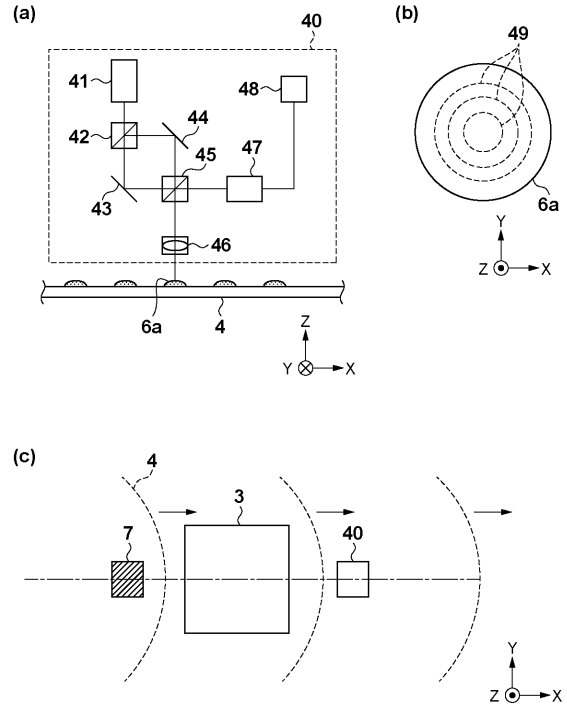
【図 7】



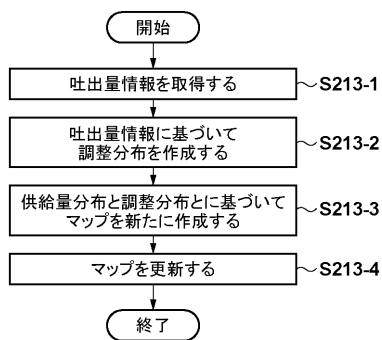
【図 8】



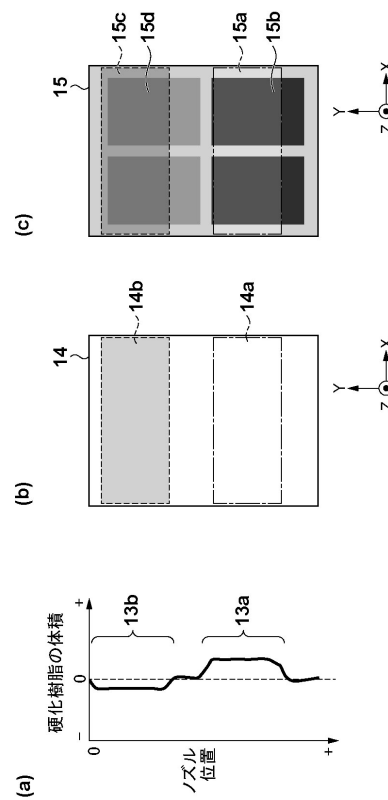
【図 9】



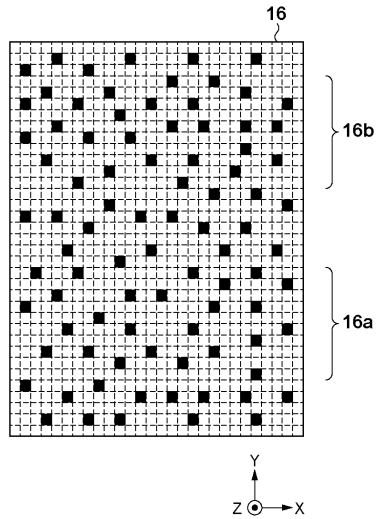
【図 10】



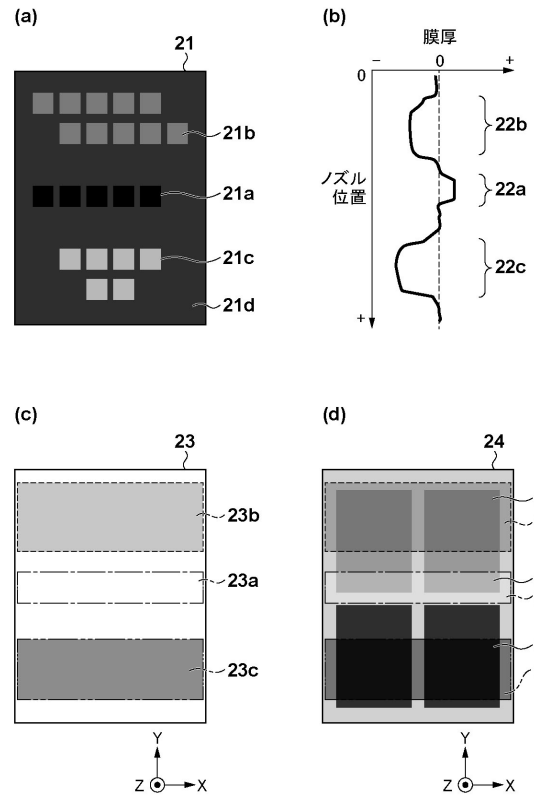
【図 11】



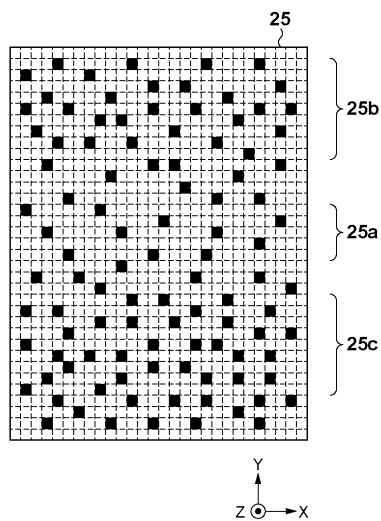
【図 1 2】



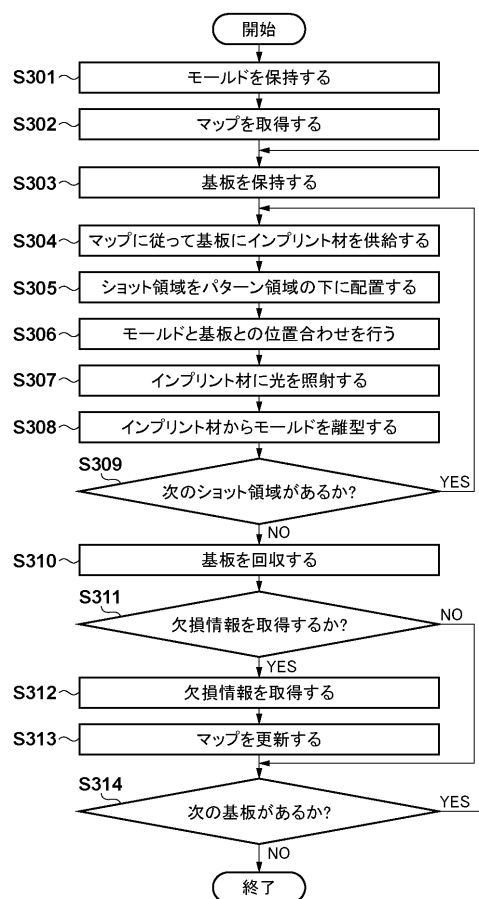
【図 1 3】



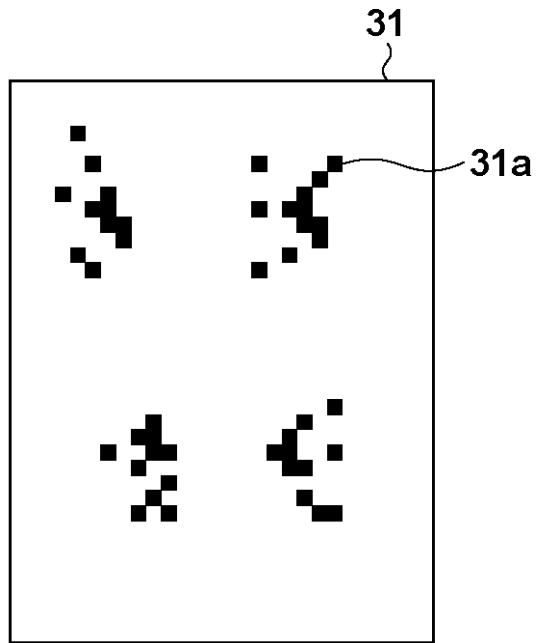
【図 1 4】



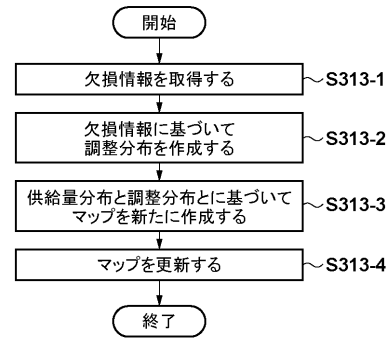
【図 1 5】



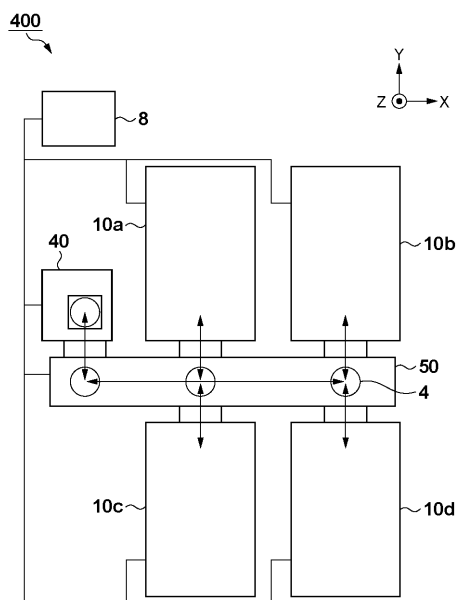
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (72)発明者 山口 裕充
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
- (72)発明者 田村 泰之
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
- (72)発明者 宮島 義一
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
- (72)発明者 齋藤 昭男
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 山口 敦司

- (56)参考文献 特開2011-159764(JP,A)
特開2013-065624(JP,A)
特開2012-033769(JP,A)
特表2012-506635(JP,A)
特開2007-326003(JP,A)
特開2014-033069(JP,A)
特開2012-114157(JP,A)
特開2014-053333(JP,A)
特開2012-004354(JP,A)
特開2012-011310(JP,A)
特開2013-225661(JP,A)

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