

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6758967号
(P6758967)

(45) 発行日 令和2年9月23日 (2020.9.23)

(24) 登録日 令和2年9月4日 (2020.9.4)

(51) Int. Cl.		F I		
H O 1 L	21/027	(2006.01)	H O 1 L	21/30
B 2 9 C	59/02	(2006.01)	B 2 9 C	59/02
C O 3 C	17/32	(2006.01)	C O 3 C	17/32

請求項の数 25 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2016-137691 (P2016-137691)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成28年7月12日 (2016.7.12)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2018-10927 (P2018-10927A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成30年1月18日 (2018.1.18)	(74) 代理人	100126240
審査請求日	令和1年7月11日 (2019.7.11)		弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442
			弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	佐藤 浩司
			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	藤田 雄一
			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

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、及び物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

型を用いて物体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、前記型及び前記物体の少なくとも一方に設けられたマークからの光を前記型を介して受光する受光素子を備えた像検出手段と、

前記パターンの形成に用いる前記型の種類に応じて、前記マークからの光が前記受光素子上に形成する像のフォーカス状態を調整する調整手段と、を有することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2】

前記調整手段は、前記パターンの形成に用いる型の種類が変わることによる前記フォーカス状態の変化を低減させる手段であ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】

前記型の種類に応じて、前記光が前記型を透過する分の光路長が異なる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】

前記調整手段は、前記型の種類に応じて異なる、前記型の凹部の有無を示す情報と、前記型の厚さを示す情報と、前記型に形成されたマークの位置を示す情報と、前記型の材質を示す情報との少なくとも 1 つに基づいて前記フォーカス状態を調整することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

10

20

【請求項 5】

前記調整手段は、前記光の光路内の光学部材及び前記受光素子の少なくとも一方を前記光の光路に沿って駆動することにより、前記フォーカス状態を調整することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 6】

前記調整手段は、前記マークから前記受光素子までの前記光の光路長を調整することにより、前記フォーカス状態を調整することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

前記パターンの形成に用いる型は、前記光が透過する分の光路長が第 1 距離の第 1 の型又は前記光が透過する分の光路長が前記第 1 距離よりも短い第 2 距離の第 2 の型であって、

10

前記調整手段は、前記光の光路長が前記第 1 距離と前記第 2 距離との差を補完する光路長となる部分を含む光学部材を有し、

前記第 1 の型を用いて前記パターンを形成する場合は前記光に前記部分を透過させず、前記第 2 の型を用いて前記パターンを形成する場合は前記光に前記部分を透過させることにより、前記調整手段は前記光路長を調整することを特徴とする請求項 6 に記載のインプリント装置。

【請求項 8】

前記調整手段は前記像検出手段を制御する制御手段をさらに有し、

20

前記制御手段は、前記光の光路が、前記パターン形成に用いる型の種類と前記部分の位置とに応じた光路となるように前記像検出手段を制御す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。

【請求項 9】

前記調整手段は、前記光が透過する分の光路長が互いに異なる複数の部分を含む光学部材と、前記光の光路が、前記パターン形成に用いる型の種類と前記複数の部分のそれぞれの位置とに応じた光路となるように前記像検出手段を制御する制御手段と、を有することを特徴とする請求項 6 に記載のインプリント装置。

【請求項 10】

前記像検出手段は、前記マークからの光を前記受光素子に導く検出光学系を含み、

30

前記制御手段は、前記検出光学系をその光軸と交差する方向に移動させることにより前記光の光路を変更することを特徴とする請求項 8 又は 9 に記載のインプリント装置。

【請求項 11】

前記像検出手段が配置された第 1 空間と前記パターン形成を行う空間と連通する第 2 空間とを隔てる隔壁部を有することを特徴とする請求項 6 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 12】

前記光の光路が異なる場合に、前記像を形成する光を生じさせるマークが設けられている位置が異なることを特徴とする請求項 8 乃至 11 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

40

【請求項 13】

前記光は第 1 の光であって

前記インプリント材は前記第 1 の光とは異なる波長帯域の第 2 の光を受光して硬化するインプリント材であって、

前記第 1 の光は、前記第 2 の光の光軸に対して斜め方向に前記型を透過することを特徴とする請求項 6 乃至 12 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 14】

前記光学部材は前記型に対し前記物体が配置された側とは反対側に固定配置されていることを特徴とする請求項 7 乃至 10 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 15】

50

前記調整手段は、前記光学部材を駆動して前記部分を前記パターンの形成に用いる型の種類に応じた位置に配置する配置手段をさらに有す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。

【請求項 16】

前記光は第 1 の光であって

前記インプリント材は前記第 1 の光とは異なる波長帯域の第 2 の光を受光して硬化するインプリント材であって、

前記配置手段が前記部分を前記光の光路内に配置することによって、前記光学部材が前記第 2 の光の光路内にも配置されることを特徴とする請求項 15 に記載のインプリント装置。

10

【請求項 17】

前記光は第 1 の光であって

前記インプリント材は前記第 1 の光とは異なる波長帯域の第 2 の光を受光して硬化するインプリント材であって、

前記光学部材は第 1 の光学部材であって、

前記配置手段は第 1 の配置手段であって、

前記第 1 の配置手段が前記第 1 の光の光路内かつ前記第 2 の光の光路外に前記第 1 の光学部材を配置し、前記第 2 の光の光路内に第 2 の光学部材を配置する第 2 の配置手段をさらに有することを特徴とする請求項 15 に記載のインプリント装置。

【請求項 18】

20

前記調整手段は、前記パターンの形成に用いる型の種類に応じて前記型に光学部材を載置可能な載置手段であることを特徴とする請求項 6 に記載のインプリント装置。

【請求項 19】

前記パターンの形成に用いる型は、前記光が透過する分の光路長が第 1 距離の第 1 の型又は前記光が透過する分の光路長が前記第 1 距離よりも短い第 2 距離の第 2 の型であって、

前記光学部材は、前記光が透過する分の光路長が前記第 1 距離と前記第 2 距離との差を補完する光路長となる光学部材であって、

前記載置手段は、

前記パターンの形成に用いる型が前記第 1 の型の場合は前記光学部材を前記型に載置せず、

30

前記パターンの形成に用いる型が前記第 2 の型の場合は前記光学部材を前記型に配置することを特徴とする請求項 18 に記載のインプリント装置。

【請求項 20】

前記第 2 の型は前記物体と対向する側とは反対側に凹部を有し、前記載置手段は前記凹部に前記光学部材を載置することを特徴とする請求項 19 に記載のインプリント装置。

【請求項 21】

前記像は、前記受光素子で前記物体に設けられたマーク及び前記型に設けられたマークからの光より形成される像であることを特徴とする請求項 1 乃至 20 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

40

【請求項 22】

前記調整手段が前記像のフォーカス状態を粗く調整した後、前記光の光路上の光学素子を前記光路に沿って移動させて前記像のフォーカス状態を微調整することを特徴とする請求項 1 乃至 21 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 23】

型を用いて物体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、前記型及び前記物体の少なくとも一方に設けられたマークからの光を前記型を介して受光する受光素子を備えた像検出手段と、

前記型が前記光が透過する分の光路長が第 1 距離の第 1 の型又は前記光が透過する分の光路長が前記第 1 距離よりも短い第 2 距離の第 2 の型の場合に、前記光の光路長が前記第

50

1 距離と前記第 2 距離との差を補完する光路長となる部分を含む光学部材と、

前記第 1 の型を用いて前記パターンを形成する場合に前記光の光路が第 1 位置に設けられたマークから前記部分を透過せずに前記像検出手段に向かう第 1 の光路となるように前記像検出手段を制御し、

前記第 2 の型を用いて前記パターンを形成する場合に前記光の光路が前記第 1 位置とは異なる第 2 位置に設けられたマークから前記部分を透過して前記像検出手段に向かう第 2 の光路となるように前記像検出手段を制御する制御手段と、を有することを特徴とするインプリント装置。

【請求項 2 4】

型を用いて物体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、前記パターンの形成に用いる型の種類を示す情報を取得する工程と、

10

前記型及び前記物体の少なくとも一方に設けられたマークからの光が前記型を介して受光する受光素子上に形成する像のフォーカス状態を、前記取得した情報に基づいて調整する工程と、

前記フォーカス状態が調整された状態で、前記像を検出する工程と、を有すること特徴とするインプリント方法。

【請求項 2 5】

請求項 1 乃至 2 3 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いて前記物体上にパターンを形成する工程と、

前記工程でパターンの形成された物体を加工する工程と、を有することを特徴とする物品の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、インプリント装置、インプリント方法、及び物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

基板上に供給されたインプリント材をモールドと接触させ、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、モールドの凹凸パターンが転写された硬化物のパターンを形成する、インプリント装置が知られている。

30

【0 0 0 3】

特許文献 1 には、厚さが均一でかつ電子線描画装置を用いて形成された凹凸パターンを有するマスターモールドを用いて、インプリント処理により当該マスターモールドの凹凸パターンが転写されたレプリカモールドを複製することが記載されている。レプリカモールドは、パターンの形成される側とは反対側にマスターモールドには無い凹部が形成されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開 2 0 1 3 - 1 7 5 6 7 1

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

複製されたレプリカモールドは、基板上にパターンを形成するためのモールドとして使用される。したがって、基板やレプリカモールド等の物体上にパターンを形成するためのモールド（型）として、マスターモールドのようにほぼ一定の厚みを有するモールドを使用することもあればレプリカモールドのように凹部を備えたモールドを使用することもある。

【0 0 0 6】

モールドと基板の相対位置を調整する際に、モールドと物体とのそれぞれに設けられた

50

マークからの光であり当該モールドを透過した光（検出光）により形成される像を検出する。しかし、マスターモールドが用いられる場合とレプリカモールドが用いられる場合とでは凹部の有無に応じて当該検出光がモールドを透過する距離（厚さ）が異なる。これによって、マークからの光により形成される像の結像位置が検出光の光軸方向にずれて、当該像を高解像度で検出しづらくなる。よって前述の相対位置の調整に誤差が生じる恐れがある。

【 0 0 0 7 】

本発明は、パターン形成に用いる型の種類が変化しても、位置合わせに用いるマークからの光により形成される像を精度良く検出できるインプリント装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明は、型を用いて物体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、前記型及び前記物体の少なくとも一方に設けられたマークからの光を前記型を介して受光する受光素子を備えた像検出手段と、前記パターンの形成に用いる前記型の種類に応じて、前記マークからの光が前記受光素子上に形成する像のフォーカス状態を調整する調整手段と、を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、パターン形成に用いる型の種類が変化しても、位置合わせに用いるマークからの光により形成される像を精度良く検出できる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】第 1 実施形態に係るインプリント装置の構成を示す図である。

【図 2】モールドと被処理物体の組み合わせの例を示す図である。

【図 3】第 2 実施形態に係るインプリント装置の構成を示す図である。

【図 4】第 3 実施形態に係る光学部材と検出対象のマークの位置を説明する図である。

【図 5】第 3 実施形態に係る光路長の調整方法を示すフローチャートである

【図 6】第 3 実施形態に係るインプリント装置の変形例の構成を示す図である。

【図 7】第 4 実施形態に係る光学部材と検出対象のマークの位置を説明する図である。

30

【図 8】第 4 実施形態に係る光学部材と検出対象のマークの位置の変形例を説明する図である。

【図 9】第 5 実施形態に係るインプリント装置の構成を示す図である。

【図 10】第 5 実施形態に係るインプリント装置の構成を示す図である。

【図 11】駆動機構の構成を示す図である。

【図 12】第 5 実施形態に係る光路長の調整方法を示すフローチャートである。

【図 13】駆動機構の動作を説明する図である。

【図 14】第 6 実施形態に係るインプリント装置の構成を示す図である。

【図 15】第 7 実施形態に係るインプリント装置の構成を示す図である。

【図 16】ずれ防止手段の構成を示す図である。

40

【図 17】ずれ防止手段の変形例の構成を示す図である。

【図 18】物品の製造方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

〔第 1 実施形態〕

（インプリント装置の構成）

図 1 は第 1 実施形態に係るインプリント装置 100 の構成を示す図である。鉛直方向の軸を Z 軸、当該 Z 軸に垂直な平面内で互いに直交する 2 軸を X 軸及び Y 軸としている。

【 0 0 1 2 】

本実施形態において、検出光 2 d を受光する撮像素子（受光素子）2 b における像のフ

50

フォーカス状態を調整する調整手段は、駆動機構 3 b である。駆動機構 3 b は、モールド 6 の凹部 6 d の有無を示す情報に基づいて検出光（第 1 の光）2 b の光路内の光学素子を当該光路に沿って駆動して、当該フォーカス状態を調整する。

【0013】

インプリント装置 100 は、基板（物体）9 上に供給されたインプリント材 30 をモールド（型）6 と接触させ、インプリント材 30 に硬化用のエネルギーを与えることにより、モールド 6 の凹凸パターンが転写された硬化物のパターンを形成する装置である。

【0014】

インプリント材 30 として、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 10 nm 以上 1 mm 以下の範囲から選択される、赤外線、可視光線、紫外線などの光である。

【0015】

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る。このうち、光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剤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。

【0016】

インプリント材 30 は、供給部 40 により基板 9 上に供給される。供給部 40 がスピンコーターやスリットコーター等の場合は、基板 9 上に膜状に供給される。供給部 40 が液体噴射ヘッドの場合は、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 9 上に供給されてもよい。インプリント材の粘度（25 における粘度）は、例えば、1 mPa・s 以上 100 mPa・s 以下である。

【0017】

基板 9 は、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂等が用いられ、必要に応じて、その表面に基板とは別の材質からなる部材が形成されていてもよい。基板としては、具体的に、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英ガラスなどである。

【0018】

本実施形態では、照射部 1 から出射された光（第 2 の光）1 a によって硬化するインプリント材 30 を用いた場合について説明する。

【0019】

モールド 6 は + Z 方向から見たときの外周が矩形であり、基板 9 と対向する側に、インプリント材 30 に転写すべき 3 次元形状のパターン（例えば、回路パターン等の凹凸形状）6 b が形成されたパターン部 6 c を有する。パターン部 6 c には、複数のモールド側マーク 6 a が設けられている。パターン部 6 c とは反対側に凹部 6 d が設けられている。

【0020】

凹部 6 d は円筒形状であってもよいし、角柱形状であってもよい。インプリント装置 100 は、凹部 6 d に気体を供給してパターン部 6 c を下に凸に湾曲させながらインプリント材 30 と接触させることにより、接触時にインプリント材 30 とモールド 6 との間に気泡が入り込むことを抑制する。

【0021】

モールド 6 の材質として光 1 a 及び検出系 2 で検出される検出光 2 d が透過可能な材質が用いられる。

【0022】

検出系（像検出手段）2 は、モールド側マーク 6 a 及び基板 9 上に設けられた基板側マーク 9 a の少なくとも一方のマークからの検出光 2 d を受光する撮像素子 2 b と検出光 2 d を撮像素子 2 b に導く検出光学系 2 c とを有するスコープ 2 a とを有する。これにより、検出対象のマークからの光により形成される像を検出する。すなわち、検出対象のマークから反射され、又は回折された光によって形成される像を検出する。同時に複数のマ

10

20

30

40

50

ークからの光により形成される像を検出するため、スコープ 2 a を複数有することが好ましい。

【 0 0 2 3 】

検出対象のマークを照明する光は、検出系 2 から出射した光でもよいし、他の光学系から出射された光でも良い。検出対象のマークに照明された光の一部が検出光 2 d となる。

【 0 0 2 4 】

検出光 2 d は、2 つの光学素子 3 a 及びその他の光学素子（不図示）を備え且つ検出対象のマークからの光により形成される像の中間像を結像するリレー光学系 3 を介して検出系 2 に入射する。駆動機構 3 b は検出光（第 1 の光）2 d の光路内の光学素子を検出光 2 d の光路に沿って移動させる。

10

【 0 0 2 5 】

検出光 2 d の波長は、インプリント材 3 0 を硬化させない波長の光であれば、どの波長帯域の光でもよい。特に、 $\lambda = 450 \sim 1200 \text{ nm}$ のうち、広波長帯域の光を含むことが好ましい。広波長帯域の光とは、連続した波長帯域を有する光でもよいし、複数の離散的な波長の光を含む光でも良い。これにより、基板 9 に先に形成された下地パターンのプロセスによっては特定の波長の光に対して検出精度が低下するような基板側マーク 9 a であっても、基板側マーク 9 a を精度良く検出することができる。

【 0 0 2 6 】

駆動機構 4 は、インプリント材 3 0 とモールド 6 との接触動作及び引き離し動作においてモールド 6 を Z 軸方向に沿って駆動させる。駆動機構 4 は、モールド 6 を X 軸方向、Y 軸方向、X Y Z 各軸まわりの回転方向へ駆動させる駆動機構を備えていてもよい。保持部 5 は、真空吸引力又は静電気力によってモールド 6 を保持する。保持部 8 は、真空吸引力又は静電気力によって基板 9 を保持する。保持部 5 及び駆動機構 4 の中央部では空間 7 0 が形成されている。

20

【 0 0 2 7 】

保持部 8 が載置されたステージ 7 は、保持部 8 とともに基板 9 を X 軸方向及び Y 軸方向に沿って移動させる。ステージ 7 は、検出系 2 の検出結果に基づいて基板 9 を移動させ、モールド 6 と基板 9 との位置合わせをする。ステージ 7 の位置は干渉計やエンコーダ等の計測手段（不図示）によって計測される。ステージ 7 は、基板 9 を Z 軸方向、あるいは X Y Z 各軸まわりの回転方向へ移動させてもよい。なお、インプリント材 3 0 とモールド 6 との接触動作及び引き離し動作は、ステージ 7 のみ、又は、ステージ 7 と駆動機構 4 の双方を Z 軸方向に沿って移動させることで行ってもよい。

30

【 0 0 2 8 】

制御部 6 0 は、照明部 1、駆動機構 4、保持部 5、保持部 8、駆動機構 3 b、及び供給部 4 0 に対して、有線又は無線によって接続され、インプリント処理によってパターンを形成する後述のインプリント処理の際にこれらを制御する。制御部 6 0 は C P U 及び不図示の記憶部を含んでいる。

【 0 0 2 9 】

（マークの検出について）

1 つのモールド側マーク 6 a 及び基板側マーク 9 a は、例えば、矩形、所定のピッチのライン・アンド・スペース、田の字形状、十字形状、等を呈する凹凸構造により構成されている。

40

【 0 0 3 0 】

基板側マーク 9 a は、基板 9 上の複数のショット領域（被処理領域）のそれぞれに設けられている。ショット領域は既にパターンを形成し終えた下地層の単位領域であり、1 つのショット領域は、例えば、 $26 \text{ mm} \times 33 \text{ mm}$ 程度のサイズである。1 つのショット領域にはユーザが希望するチップサイズのパターンが 1 つ又は複数形成され、基板側マーク 9 a の形成されたスクライブライン（不図示）によって区切られている。

【 0 0 3 1 】

図 1 では、検出系 2 が、基板側マーク 9 a 及びモールド側マーク 6 a で順に回折された

50

光によって生じるモアレ縞（マークからの光により形成される像）を検出する様子を示している。モアレ縞は、モールド側マーク 6 a と基板側マーク 9 a として、互にピッチの異なるライン・アンド・スペースを採用することで形成できる。検出結果に基づいて、モールド 6 と基板 9 との位置ずれ量（相対位置）を取得している。取得された位置ずれ量が低減するようにステージ 7 は基板 9 を移動させる。

【 0 0 3 2 】

検出系 2 は、前述のモアレ縞を生じるマークとは異なるモールド側マーク 6 a の像を検出してもよい。ステージ 7 上の基準マーク 7 a とモールド側マーク 6 a との像検出結果から得られる基準マーク 7 a とモールド側マーク 6 a との位置ずれ量に基づいて、制御部 60 が保持部 5 に対するモールド 6 の位置を取得してもよい。

10

【 0 0 3 3 】

検出系 2 が、前述のモアレ縞を生じるマークとは異なる基板側マーク 9 a と基準マーク 7 a とを検出してもよい。検出結果から得られる基準マーク 7 a と基板側マーク 9 a との位置ずれに基づいて、制御部 60 がショット領域の配列を算出してもよい。

【 0 0 3 4 】

検出系 2 は、複数のスコープ 2 a からの検出結果に基づいて、モールド 6 と基板 9 上のショット領域との形状差を取得してもよい。制御部 60 が、当該形状差の情報を用いて重ね合わせ精度の向上のためにモールド 6 を変形させても良い。

【 0 0 3 5 】

以下の説明では、モアレ縞を検出する場合について説明する。

20

【 0 0 3 6 】

（フォーカス状態の調整）

図 2 (a) ~ 図 2 (d) に、特許文献 1 のようにモールド 6 を複製する場合の、複製されるモールド 6（マスターモールド）と、パターンが形成される物体としてのブランクモールド 1 3、1 4 とを組み合わせを例示する。なお、図 2 (a) ~ (d) において、照明部 1、検出系 2、リレー光学系 3、駆動機構 3 b、光学部材 1 0、供給部 4 0、制御部 60 の図示を省略している。

【 0 0 3 7 】

ブランクモールド 1 3、1 4 はモールド 6 とほぼ同じ外形を有し、凹凸のパターン 6 b の形成されていないモールドである。ブランクモールド 1 3 には凹部 1 3 d が有り、ブランクモールド 1 4 には凹部が無い。図 2 (a) (b) は凹部 6 d を有するモールド 6（第 2 の型）を用いてパターンを形成する様子を示している。図 2 (c) (d) は凹部の無いモールド 6（第 1 の型、均一な厚さの型）を用いてパターンを形成する様子を示している。

30

【 0 0 3 8 】

検出光 2 d はモールド 6 を透過してスコープ 2 a に向かう。しかし、同じインプリント装置 1 0 0 で凹部 6 d を有するモールド 6 も凹部 6 d の無いモールド 6 も使用する場合、モールド 6 における凹部 6 d の有無によって、凹部 6 d の分だけ検出光 2 d の光路長が変化する。

【 0 0 3 9 】

40

例えば、モールド 6 の全体の厚さ $H_2 = 10 \text{ mm}$ 程度の場合に凹部 6 d の厚さ $H_1 = 8 \sim 9 \text{ mm}$ 程度とすると、光路長の変化は 2.5 mm にもなる。NA が 0.1 のスコープ 2 a における焦点深度は $30 \mu\text{m}$ 程度であるため、単に凹部 6 d 有るモールド 6 から凹部 6 d の無いモールド 6 に変更した場合（或いはその逆）は、検出対象のマークの検出ができなくなる、又は検出精度が低下してしまう。

【 0 0 4 0 】

当該検出精度の差を補償すべく、インプリント装置 1 0 0 は、撮像素子 2 a における検出対象のマークからの光により形成される像のフォーカス状態を調整する調整手段を有する。本実施形態では駆動機構 3 b を有する。

【 0 0 4 1 】

50

制御部 50 は予めモールドの種類を確認する。すなわち、モールド 6 の凹部 6 d の有無を示す情報を、位置合わせ動作の開始前に取得しておく。当該情報は、インターフェイスを介してユーザがインプリント装置 100 に入力した情報である。

【0042】

次に、制御部 50 の指示により、駆動機構 3 b はリレー光学系 3 内の光学素子を検出光 2 d の光路に沿って移動させる。これにより、駆動機構 3 b は、検出対象のマークをスコープ 2 a の焦点深度におさめることができる。なお、当該光学素子は、光路に沿って移動することで入射した検出光 2 d による像を拡大又は縮小可能なズーム光学系であることが好ましい。駆動機構 3 b はリレー光学系 3 に含まれる複数の光学素子を全体的に検出光 2 d の光路に沿って移動させてもよい。

10

【0043】

このようにして、駆動機構 3 b が凹部 6 d の有無を示す情報に基づいて、すなわちモールド 6 の種類に応じて、撮像素子 2 b における検出対象のマークからの像のフォーカス状態を調整する。これにより、モールド 6 の種類が変わることによるフォーカス状態の変化を低減し、検出系 2 は精度良くモアレ縞を検出できる。

【0044】

基板 9 とモールド 6 との位置ずれを精度良く検出できればステージ 7 で当該位置ずれを低減した状態で基板 9 上にパターンを形成することができる。これにより、下地のパターンと新しく形成されるパターンとの重ね合わせ精度を向上することができる。

【0045】

なお、検出系 2 がリレー光学系 3 を介さずにモアレ縞を検出する場合は、モールド 6 の種類に応じて、予め検出光学系 2 c を検出光 2 d の光路に沿って移動させてもよい。或いは、駆動機構 3 b が、光学素子ではなく撮像素子 2 b の位置を検出光 2 d の光路に沿って移動させてもよい。

20

【0046】

[第2実施形態]

図 3 ~ 図 5 を用いて第 2 実施形態に係るインプリント装置 200 について説明する。なお、図 3 ~ 図 4 に関して図 1 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0047】

インプリント装置 200 は、検出光 2 d を受光する撮像素子 2 b における像のフォーカス状態を調整する調整手段として、光学部材 80 と駆動機構（制御手段）81 とを有する。本実施形態では、光学部材 80 と駆動機構 81 とを用いて、検出光 2 d の光路がモールド 6 の種類と光学部材 80 の位置とに応じた光路となるようにして、検出対象のマークから撮像素子 2 a までの光路長を調整する。

30

【0048】

2 つの光学部材 80 は固定配置されており、それぞれ Y 軸方向に延伸した形状を有する。図 4 に示すように、光学部材 80 は光 1 a の光路外に配置されている。

【0049】

光学部材 80 の材質として検出光 2 d が透過可能な材質が用いられる。例えば、石英ガラス、珪酸系ガラス、フッ化カルシウム、フッ化マグネシウム、アクリルガラス等のガラス類を用いてもよい。モールドの材質は、サファイアや窒化ガリウム、ポリカーボネート、ポリスチレン、アクリル、ポリプロピレンなどの樹脂でもよい。あるいはこれらの積層材でもよい。光学部材 80 の材質とモールド 6 の材質が等しい場合は、光学部材 80 は、凹部 6 d の厚さ（Z 方向の距離）と等しい厚さを有することが好ましい。

40

【0050】

光学部材 80 はモールド 6 に対して凹部 6 d 側であれば配置は自由である。マーク 6 a からの検出光 2 b は NA に応じて空間に広がるため、モールド 6 から光学部材 80 が離れた位置に配置される場合はより大きな光学部材 80 が必要となるため、図 3 に示すように保持部 5 に対して固定されていることが好ましい。

50

【 0 0 5 1 】

駆動機構 8 1 は検出系 2 を制御する。具体的には、検出光学系 2 c のみ、又はスコープ 2 a を検出光 2 d の光軸に交差する平面内 (X Y 平面内) 移動させる。駆動機構 8 1 は、制御部 6 0 (図略) と接続されている。

【 0 0 5 2 】

さらに検出系 2 の配置された空間 (第 1 空間) とパターンの形成する空間 (第 2 空間) とを隔てる隔壁部 3 1 を有する。

【 0 0 5 3 】

制御部 6 0 の記憶部には、図 5 のフローチャートに示すプログラムが記憶されている。制御部 6 0 の C P U が当該プログラムを読み出しながら、制御部 6 0 は制御部 6 0 に接続された各構成部材を制御する。

10

【 0 0 5 4 】

インプリント装置 2 0 0 には、凹部 6 d の有無に応じて検出光 2 d の光路を異なるようにすべく、互いに異なる位置に検出対象のマークが形成されたモールド 6 及び基板 9 が搬入される。本実施形態では、検出対象のマークの位置が異なることを利用する。

【 0 0 5 5 】

次に図 5 のフローチャートについて説明する。まず、S 1 1 では、制御部 6 0 が、モールドの種類に関する情報を確認する。すなわち、モールド 6 の凹部 6 d の有無を示す情報を、基板 9 とモールド 6 との位置合わせ動作の開始前に取得しておく。当該情報は、インターフェイスを介してユーザがインプリント装置 1 0 0 に入力した情報である。S 1 2 では、制御部 6 0 が凹部 6 d の有無を判断する。

20

【 0 0 5 6 】

S 1 2 で Y e s と判断された場合について説明する。図 4 (a) (b) は光学部材 8 0 及びモールド 6 を + Z 方向から見た図である。図 4 (a) は図 3 (a) と対応しており、凹部 6 d を有するモールド 6 のモールド側マーク 6 a と基板側マーク 9 a によって形成されるモアレ縞を検出する様子を示している。凹部 6 d を有するモールド 6 には、モールド側マーク 6 a はパターン部 6 c の短辺 (Y 軸方向に沿う辺) に沿って配置されている。制御部 1 2 はモールド側マーク 6 a 及び基板側マーク 9 a のおよその位置を駆動機構 8 1 に通知する。

【 0 0 5 7 】

30

S 1 3 では、駆動機構 8 1 が複数のスコープ 2 a をそれぞれ X Y 平面内で移動させ、モールド側マーク 6 a 及び基板側マーク 9 a からの検出光 2 d が光学部材 8 0 を透過する位置にスコープ 2 a を配置する。

【 0 0 5 8 】

S 1 2 で N o と判断された場合について説明する。図 4 (b) は図 3 (b) と対応しており、凹部 6 d の無いモールド 6 のモールド側マーク 6 a を検出する様子を示している。凹部 6 d の無いモールド 6 には、モールド側マーク 6 a はパターン部 6 c の長辺 (X 軸方向に沿う辺) に沿って配置されている。

【 0 0 5 9 】

S 1 4 では、駆動機構 8 1 が制御部 6 0 の指示に従って複数のスコープ 2 a をそれぞれ移動させ、検出光 2 d が光学部材 8 0 を透過しない位置にスコープ 2 a を移動させる。

40

【 0 0 6 0 】

スコープ 2 a を移動させた後、あるいは、スコープ 2 a の移動と並行して、インプリント材 3 0 の供給、モールド 6 とインプリント材との接触動作、インプリント材 3 0 の硬化、モールド 6 とインプリント材 3 0 との引き離しを含むインプリント処理が行われる。

【 0 0 6 1 】

モールド 6 とインプリント材 3 0 とを接触させる前や、接触させている最中に、S 1 5 では、検出系 2 がモールド側マーク 6 a 及び基板側マーク 9 a を検出し、検出結果に基づいてモールド 6 と基板 9 との相対位置を算出する。得られた相対位置の情報をもとに、駆動機構 4 及びステージ 7 を用いて、モールド 6 と基板 9 との X Y 平面における位置合わせ

50

を行う以上でフローチャートの説明は終了する。

【 0 0 6 2 】

インプリント装置 2 0 0 では、当該凹部 6 d が形成されていることにより短くなる検出光 2 b の光路長を、検出光 2 d に光学部材 8 0 を透過させることで補完している。すなわち、凹部 6 d を有するモールド 6 を用いる場合の検出光 2 b の光路長に凹部 6 d の無いモールド 6 を用いる場合の検出光 2 b の光路長を近づけている。具体的には、検出光 2 d の光路がモールド 6 の種類と光学部材 8 0 との位置とに応じた光路となるように、駆動機構 8 1 がスコープ 2 a を駆動させる。

【 0 0 6 3 】

このようにして光路長を調整すれば凹部 6 d の有無による光路長差を低減でき、凹部 6 d の有無に関わらずほぼ等しい精度でモアレ縞を検出できる。すなわち、これにより、モールド 6 の種類が変わることによるフォーカス状態の変化を低減し、検出系 2 は精度良くモアレ縞を検出できる。

【 0 0 6 4 】

基板 9 とモールド 6 との位置ずれを精度良く検出できればステージ 7 で当該位置ずれを低減した状態で基板 9 上にパターンを形成することができる。これにより、下地のパターンと新しく形成されるパターンとの重ね合わせ精度を向上することができる。

【 0 0 6 5 】

光学素子を光路長に沿って移動させる場合に比べてインプリント装置 2 0 0 をインプリント装置 1 0 0 に比べて、コンパクトに構成することができる。

【 0 0 6 6 】

さらに隔壁部 3 1 を有することで、スコープ 2 a を移動に伴い生じやすいパーティクルの、パターンの形成が行われる空間への舞い込みを防止している。これにより、モールド 6 とインプリント材 3 0 とを接触させた際に、パターン 6 b の凹部にパーティクルを挟み込んでしまうことによるモールド 6 の破損やパターンの形成不良を低減することができる。

【 0 0 6 7 】

なお、ユーザがインプリント装置 1 0 0 に入力するモールド 6 の種類を示す情報が、インプリント装置 2 0 0 に搬入されるモールド 6 に形成されたモールド側マーク 6 a の位置を示す情報であってもよい。この場合、S 1 2 における判断なしに駆動機構 8 1 は当該情報に基づいてスコープ 2 a を移動させる。モールド側マーク 6 a の位置が、光学部材 8 0 の透過・不透過と対応していることを確認してから、モアレ縞の検出を開始すればよい。

【 0 0 6 8 】

光学部材 8 0 が光 1 a の光路に侵入する恐れがある場合には、図 6 (a) に示すように検出光 2 d が光 1 a の光軸に対して斜めモールド 6 を透過するように、スコープ 2 a を配置するとよい。前述の形態に比べ光学部材 8 0 をより X 軸方向のより左右それぞれの側に配置することができ、光 1 a の露光ムラの発生を抑制することができる。

【 0 0 6 9 】

さらに、図 6 (b) に示すように、検出光 2 d が光学部材 8 0 に対して垂直に入射するように光学部材 8 0 を斜めに配置することがなお好ましい。これにより、検出光 2 d の光軸を傾けたことによるモアレ縞の検出精度の低下（解像度の低下）を抑制することができる。

【 0 0 7 0 】

[第 3 実施形態]

第 2 実施形態で使用した光学部材 8 0 は、その全体が、検出光 2 d が光学部材 8 0 を透過する分の光路長が、凹部 6 d の有無による光路長差を補完する光路長である部分を構成していた。

【 0 0 7 1 】

第 3 実施形態に係るインプリント装置 3 0 0 は、光学部材 8 0 が、検出光 2 d が透過する分の光路長がそれぞれ異なる部分 8 0 a と部分 8 0 b とを有する点がインプリント装置

10

20

30

40

50

200とは異なる。部分80aと部分80bとで厚さが異なることで光路長を異ならせても良いし、材質が異なることで光路長を異ならせても良い。

【0072】

このような光学部材80を使用すれば、検出光2dが透過する分の光路長が異なる、3種類のモールド6を1台のインプリント装置300で使用することができる。

【0073】

例えば3種類のモールド6の材質が同じ場合であり且つ検出光2dがモールドをZ軸方向に沿って透過する場合は、検出光2dが透過する部分の厚さが互いに異なる3種類のモールド6を使用できる。例えば、異なる深さの凹部6dを有する2つのモールド6と凹部6dの無いモールド6である。

10

【0074】

当該3種類のモールド6に対して、それぞれ異なる位置にモールド側マーク6aが設けられている。これにより、検出光2dに光学部材80を透過させない光路、検出光2dに部分80aを透過させる光路、及び検出光2dに部分80bを透過させる光路の3つの光路を選択することが可能になる。

【0075】

図7(a)~(c)は光学部材80及びモールド6を+Z方向から見た図である。図7はモールド側マーク6aがパターン部6cよりも外側の位置に配置された場合を図示している。なお、図7では前述の各図と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

20

【0076】

制御部60はモールド6の種類を示す情報として、検出光2dが透過する部分のモールド6の厚さを示す情報を取得し、当該厚さを示す情報に基づいてスコープ2aを移動させる。

【0077】

例えば、厚さAのモールド6を使用する場合は、図7に示すように光学部材80の部分80aの下方のモールド側マーク6aを検出可能な位置にスコープ2aを移動させる。厚さBのモールド6を使用する場合は、光学部材80の部分80aの下方のモールド側マーク6aを検出可能な位置にスコープ2aを移動させる。厚さCのモールド6を使用する場合は、検出光2dが光学部材80を透過しない位置にスコープ2aを移動させる。

30

【0078】

ただし、厚さA<厚さB<厚さCであり、かつ、部分80aでの光路長>部分80cでの光路長、とする。

【0079】

特に、X軸方向(第1方向)及びY軸方向(第2方向)にずれて配置された少なくとも2つのモールド側マーク6aを検出することが好ましい。これにより、モールド6と基板9のX軸方向、Y軸方向の位置ずれ、及び回転方向の位置ずれを計測することができる。

【0080】

本実施形態に依れば、インプリント装置200と同様の効果を有する。さらに、インプリント装置200よりもより多くの種類のモールド6を用いることができる。

40

【0081】

異なる光路長を有する領域の数は、適宜変更しても良い。図8に示すように互いに異なる光路長を有する4つの部分80c、80d、80e、80fを備えた光学部材80をパターン部6cの各辺に沿って配置してもよい。同じ光路長の領域を透過した検出光2dで4つずつモールド側マーク6a及び基板側マーク9aを検出することで、4種類のモールド6の厚さに対応することができる。

【0082】

[第4実施形態]

第4実施形態にかかるインプリント装置400は、図9に示すように固定配置された光学部材80としてロンボイドプリズムを使用する。なお、図9では図3と同一の部材には

50

同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。供給部 40、制御部 60 の図示を省略している。

【0083】

ロンボイドプリズムは、垂直に入射した検出光 2d を内面で 2 回反射させてからスコープ 2a に向けて光を出射する光学部材である。ロンボイドプリズムの代わりに、1 つの検出光 2d の光束あたり 2 枚の反射ミラーを Z 軸方向に対して斜めに配置しても良い。

【0084】

本実施形態もモールド 6 の種類と光学部材 80 の位置とに応じた光路となるように、駆動機構 81 がスコープ 2a を駆動する。これにより、第 2 実施形態と同様の効果を有する。

10

【0085】

さらに、ロンボイドプリズムを用いて検出光 2d の光路を水平方向に光路を折り曲げることで厚さの割に光学部材 80 を透過する分の光路長を長くすることができる。これにより、凹部 6d の有無によるモールド 6 での光路長の変化が大きい場合や、検出光 2d の光軸方向に厚い光学部材 80 を配置する十分なスペースが無い場合であってもモアレ縞を精度良く検出することができる。

【0086】

[第 5 実施形態]

図 10 は第 5 実施形態に係るインプリント装置 500 の構成を示す図である。インプリント装置 500 は検出光 2d を受光する撮像素子 2b における像のフォーカス状態を調整する調整手段として、光学部材 10 と駆動機構 (配置手段) 11 とを有する。光学部材 10 の位置が可変であり、駆動機構 11 がモールド 6 の種類に応じた位置に光学部材 10 を配置することにより検出対象のマークから撮像素子 2a までの光路長を調整する。例えば、検出光 2d の光路内又は光路外に光学部材 10 を配置する。

20

【0087】

制御部 60 の記憶部には後述の図 12 のフローチャートに示すプログラムが記憶されている。その他、図 1 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0088】

光学部材 10 の材質として光 1a 及び検出光 2d が透過可能な材質が用いられる。例えば、光学部材 80 で例示した材質のいずれか又は組み合わせでもよい。光学部材 10 の材質とモールド 6 の材質が等しい場合は、光学部材 10 は、凹部 6d の厚さ (Z 方向の距離) と等しい厚さを有することが好ましい。

30

【0089】

光学部材 10 及び駆動機構 11 を含む調整手段の構成を図 11 (a) ~ (c) に例示する。図 11 (a) に示す駆動機構 11 は、軸部 16a と軸部 16a を Z 軸まわりに回転させる駆動部 17 とを有する。支持部 10a は光学部材 10 を支持する部材であり、軸部 16a に接続された支持部 10b と接続されている。駆動機構 11 は、軸部 16a を回転することによって光学部材 10 を検出光 2d の光路内又は光路外に配置する。

【0090】

図 11 (b) に示す駆動機構 11 は、駆動部 17b が軸部 16b を Y 軸まわりに回転させることによって、光学部材 10 を検出光 2d の光路内又は光路外に配置する。

40

【0091】

図 11 (c) に示す駆動機構 11 は、ボールねじやリニアモータなどの駆動機構によって、ガイド 20 に沿って光学部材 10 を 1 軸方向に移動させる。光学部材 10 を移動させることによって、光学部材 10a を検出光 2d の光路内又は光路外に配置する。駆動機構 11 の構成は、光学部材 10 を検出光 2d の光路内又は光路外に配置することができる構成であればよく、これらの例に限られるものではない。

【0092】

次に、検出光 2d の光路長を調整する工程について、図 12 に示すフローチャートと図 13 に示す駆動機構 11 の動きを説明する図とを用いて説明する。図 13 (a)、図 13

50

(b)において、照明部1、検出系2、リレー光学系3、供給部40、制御部60の図示を省略している。

【0093】

制御部60のCPUが図12のフローチャートに示すプログラムを記憶部から読み出して、当該プログラムを実行する。

【0094】

S21では、制御部60が、モールドの種類に関する情報を確認する。すなわち、モールド6の凹部6dの有無を示す情報を、基板9とモールド6との位置合わせ動作の開始前に取得しておく。当該情報は、インターフェイスを介してユーザがインプリント装置500入力した情報である。S12では、制御部60が凹部6dの有無を判断する。

10

【0095】

S22では、制御部50がモールド6に凹部6dが有るかどうかを判断する。制御部60が凹部6dが有ると判断した場合は、駆動機構11を制御して、図13(a)に示すように、検出光2dの光路内に光学部材10を配置させる(S23)。制御部60が凹部6が無いと判断した場合は、駆動機構11を制御して、図13(b)に示すように、検出光2dの光路外に光学部材10を配置させる(S24)。

【0096】

光学部材10の好ましい厚さについて説明する。説明を簡易にするため、凹部6dの無いモールド6、凹部6dを有するモールド6、光学部材10の材質は屈折率が同じ材質とする。図13において、凹部を有するモールド6の厚さをH1、凹部6dの無いモールドの厚さをH2、モールド6の凹部6dの厚さをH3、光学部材10の厚さをHとしている。

20

【0097】

この場合、モールド6の厚さに依らず検出光2dの光路長を一定にすることが好ましい。すなわち、凹部6dを有するモールド6の検出光2dが透過する部分の厚さH2と光学部材10の厚さHの和と、凹部の無いモールド6の検出光2dが透過する部分の厚さH2と、が等しくなることが好ましい。すなわち $H1 + H4 = H2$ の関係式が成立することが好ましい。このことから、光学部材10の厚さH4は、凹部6dの厚さH3と等しいことが好ましい。

【0098】

なお、光学部材10の屈折率特性がモールド6と異なる場合は、前述の関係式に関係なく光学部材10の厚さが決定されることが好ましい。例えば、検出光2dが光学部材10を透過する分の光路長と凹部6dを有するモールド6を透過する分の光路長との和が、凹部6dの無いモールド6を透過する部分の光路長と等しいことが好ましい。

30

【0099】

光学部材10が検出光2dの光路内又は光路外に配置された後、又は光学部材10の移動と並行して、インプリント処理が行われる。インプリント処理は、インプリント材30の供給、モールド6とインプリント材との接触動作、インプリント材30の硬化、モールド6とインプリント材30との引き離しを含む。

【0100】

モールド6とインプリント材30とを接触させる前や、接触させている最中に、S25では、検出系2がモールド側マーク6a及び基板側マーク9aを検出し、検出結果に基づいてモールド6と基板9との相対位置を算出する。得られた相対位置の情報をもとに、駆動機構4及びステージ7を用いて、モールド6と基板9とのXY平面における位置合わせを行う。インプリント装置500は、当該位置合わせ後に、照射部10を用いてインプリント材30を硬化させる。

40

【0101】

インプリント装置500では、当該凹部6dが形成されていることにより短くなる光路長を、検出光2dに光学部材10を透過させることで補完している。すなわち、凹部6dを有するモールド6を用いる場合の検出光2bの光路長に凹部6dの無いモールド6を用

50

いる場合の検出光 2 b の光路長を近づけている。具体的には、駆動機構 1 1 が凹部 6 d が有るモールド 6 の場合は光学部材 1 0 を検出光 2 d の光路内に配置し、凹部 6 d の無いモールド 6 の場合は光学部材 1 0 を検出光 2 d の光路外に配置する。

【 0 1 0 2 】

このようにして光路長を調整すれば凹部 6 d の有無による光路長差を低減でき、凹部 6 d の有無に関わらずほぼ等しい精度でモアレ縞を検出できる。これにより、モールド 6 の種類が変わることによるフォーカス状態の変化を低減し、検出系 2 は精度良くモアレ縞を検出できる。

【 0 1 0 3 】

基板 9 とモールド 6 との位置ずれを精度良く検出できればステージ 7 で当該位置ずれを低減した状態で基板 9 上にパターンを形成することができる。これにより、下地のパターンと新しく形成されるパターンとの重ね合わせ精度を向上することができる。

【 0 1 0 4 】

さらに、インプリント装置 5 0 0 では、光学部材 1 0 を検出光 2 d の光路内に配置した場合に、光学部材 1 0 は照明光 1 a の光路内にも配置される。これにより、モールド 6 の種類が変化することに伴う、照明光 1 a の光路長の変化も補償できるため、基板 9 に対する露光ムラを低減できる。

【 0 1 0 5 】

[第 6 実施形態]

光学部材 1 0 は、インプリント装置 5 0 0 のように、基板側マーク 9 a 及びモールド側マーク 6 a の検出精度の観点から検出光 2 d の光路のうちリレー光学系 3 の光路内の瞳面よりもモールド 6 に近い側に配置可能であることが好ましい。凹部 6 d の有無によって光路長に変動が有るのはリレー光学系 3 の光路内の瞳面よりもモールド 6 に近い側だからである。しかし、検出光 2 d の光路内に配置できるのであればその他の位置に配置しても構わない。

【 0 1 0 6 】

図 1 4 は第 2 の実施形態に係るインプリント装置 6 0 0 の構成を示す図である。図 1 4 において、図 1 0 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。供給部 4 0、搬送機構 5 0、制御部 6 0 の図示を省略している。

【 0 1 0 7 】

光学部材 1 0 及び駆動機構 1 1 が検出系 2 に、すなわち検出光 2 d の光路において、リレー光学系 3 の瞳面よりも検出系 2 に近い側に設けられている点でインプリント装置 5 0 0 とは異なる。複数のスコープ 2 a のそれぞれに対応する光学部材 1 0 及び駆動機構 1 1 を備えていても良い。

【 0 1 0 8 】

インプリント装置 5 0 0 と同様、インプリント装置 6 0 0 に搬送されるモールド 6 の種類に応じて駆動機構 1 1 は光学部材 1 0 を検出光 2 d の光路内又は光路外に配置する。

【 0 1 0 9 】

さらに、光学部材 1 0 を検出光 2 d の光路内に配置した場合は、駆動機構 1 1 d が光学部材 1 0 d を駆動して光学部材 1 0 d を光 1 a の光路内に配置させる。

【 0 1 1 0 】

これにより、第 5 実施形態と同様の効果を得ることができる。

【 0 1 1 1 】

インプリント装置 5 0 0、6 0 0 は、材質及び厚さの少なくとも一方が異なる複数種類の光学部材 1 0 を備えていてもよい。検出光 2 d が透過する分の光路長が異なるモールド 6 を使用する場合であっても、使用されるモールド 6 に応じて、適切な光学部材 1 0 を組み合わせる光路内に配置する。これにより、検出対象のマークから撮像素子 2 b までの光路長が所定の光路長に近づくようにすることができる。

【 0 1 1 2 】

[第 7 実施形態]

10

20

30

40

50

図 1 5 は第 3 の実施形態に係るインプリント装置 7 0 0 の構成を示す図である。図 1 5 において、図 1 と同一の部材には同一の符号を付し、詳細な説明は省略する。供給部 4 0、制御部 6 0 の図示を省略している。

【 0 1 1 3 】

インプリント装置 7 0 0 は検出光 2 d を受光する撮像素子 2 b における像のフォーカス状態を調整する調整手段として、光学部材 1 0 とモールド 6 の種類に応じてモールド 6 に光学部材 1 0 を載置可能な駆動機構（載置手段）5 5 を有する。

【 0 1 1 4 】

駆動機構 5 5 は、静電気力又は真空吸着力によって光学部材 1 0 を保持する保持部 5 6 を有する。搬送機構 5 0 は、モールド 6 のみ、又は、光学部材 1 0 が載置されたモールド 6 を保持部 5 まで搬送する。

10

【 0 1 1 5 】

図 1 2 に示す S 2 1 ~ S 2 3 の工程は、本実施形態でも同様に実施する。保持部 5 が保持するモールドが凹部 6 d を有するモールド 6 の場合は、S 1 3 では、制御部 6 0（図略）の指示に基づいて駆動機構 5 5 が光学部材 1 0 を凹部 6 d に載置する。一方、保持部 5 が保持するモールドが凹部 6 d の無いモールド 6 の場合は、S 1 3 では、制御部 6 0 は駆動機構 5 5 に待機するように指示をして、駆動機構 5 5 に光学部材 1 0 をモールド 6 に載置させない。

【 0 1 1 6 】

その後、S 2 5 の前にモールド 6 を搬送機構 5 0 を用いて保持部 5 まで搬送する工程を経てからインプリント装置 7 0 0 はインプリント処理を開始する。その後、ステージ 7 が、検出系 2 によるマークからの光により形成される像の検出結果に基づいてモールド 6 と基板 9 の位置合わせを開始する。

20

【 0 1 1 7 】

このように凹部 6 d が有るモールド 6 に対して、検出光 2 d が凹部 6 d が有るモールド 6 を透過する分の光路長と検出光 2 d が凹部 6 d が無いモールド 6 を透過する分の光路長との差を補完する光学部材 1 0 を載置する。光学部材 1 0 を載置して検出対象のマークから撮像素子 2 a までの光路長を調整することで、撮像素子 2 a におけるマークからの像のフォーカス状態を調整する。

【 0 1 1 8 】

モールド 6 の種類が変わることによるフォーカス状態の変化を低減し、検出系 2 は精度良くモアレ縞を検出できる。

30

【 0 1 1 9 】

基板 9 とモールド 6 との位置ずれを精度良く検出できればステージ 7 で当該位置ずれを低減した状態で基板 9 上にパターンを形成することができる。これにより、下地のパターンと新しく形成されるパターンとの重ね合わせ精度を向上することができる。

【 0 1 2 0 】

特に、パターンの形成が行われる保持部 5 の下方の空間から遠い位置で駆動機構 5 5 が駆動するため、駆動機構 5 5 の駆動によるパーティクルによってインプリント処理の際のモールド 6 の破損やパターン欠陥が生じる恐れを低減することができる。

40

【 0 1 2 1 】

インプリント装置 7 0 0 は複数種類の光学部材 1 0 を備えていてもよい。凹部 6 d の有無に関わらず、検出光 2 d が透過する部分のモールド 6 の厚さや、モールド 6 の材質、凹部 6 d の厚さ（深さ）に等が異なるモールド 6 の種類にも応じて、駆動機構 5 5 が適切な光学部材 1 0 を載置すればよい。

【 0 1 2 2 】

第 3 実施形態の変形例を図 1 6、図 1 7 を用いて説明する。図 1 6 は光学部材 1 0 とモールド 6 との位置ずれを防止する手段をそれぞれ有する光学部材 1 0 とモールド 6 の構成を示す図である。図 1 6（a）に示すように、ずれ防止手段は光学部材 1 0 に設けられた面取り部 2 1 とモールド 6 に設けられた面取り部 2 2 である。面取り部 2 1 及び面取り部

50

22は、凹部6dの底部の水平方向の長さd1よりも、光学部材10の底部の水平方向の長さd2が長くなるように設けられている。

【0123】

図16(b)に示すずれ防止手段は、光学部材10の底部に設けた凸部23と凹部6dに設けた局所的な凹部24であり、凸部23と凹部24とをかみ合わせることで光学部材10のずれを防止する。

【0124】

図17に示すずれ防止手段は、凹部6dに載置された場合に光学部材10と対面する位置にモールド6に開けられた開口26である。モールド6を保持部5に搬送する搬送機構50のハンド25に搭載され、開口26と流路27内を排気することによってモールド6をハンド25に吸着させる。

【0125】

これらのずれ防止手段によって、保持部5までの搬送中に、光学部材10がモールド6に対して微小に傾いてしまうことによる検出光2dの光路長に誤差が生じて検出精度が低下することを抑制することができる。

【0126】

[第8実施形態]

モールド6の個体差に応じて、モールド6の厚さやマーク6aの形成位置などが微小に異なる場合がある。そこで、本実施形態では、第1～第7実施形態で説明した調整手段が検出光2bにより撮像素子2d上に形成する像のフォーカス状態を粗く調整した後、検出光2bの光路内の光学素子を光路に沿って移動させることによりフォーカス状態を微調整する。当該微調整として、所定の距離だけ移動させてベストなフォーカス状態となる位置に光学素子を配置する。つまり、調整手段ではモールド6の種類に応じたフォーカス状態の調整を行い、当該光学素子ではモールド6の個体差により生じる微小のフォーカス状態の誤差を低減するための微調整を行う。

【0127】

これにより、前述の効果に加えて、モールド6の個体差により生じるフォーカス状態の誤差を低減することができる。特に本実施形態を第2～第7実施形態と組み合わせる実施した場合に、検出光2bの光路内の光学素子の光路に沿った移動のみによってフォーカス状態を調整する場合に比べて、当該光学素子の移動に必要な時間及び移動に必要な空間を低減することができる。

【0128】

[その他の実施形態]

第1～第8実施形態にそれぞれ適用可能な、その他の実施形態について説明する。

【0129】

モールド6の種類が異なる場合とは、モールドの形状(凹部6dの有無)、凹部6dの厚さ(深さ)、モールド6の材質、検出光2dが透過する部分の厚さ、等が設計上異なることにより、モールド6を透過する分の検出光2dの光路長が異なる場合をいう。

【0130】

それぞれの実施形態に係る調整手段は、モールド6の凹部6dの有無を示す情報、検出光が透過する部分の厚さ(型の厚さ)を示す情報、モールド側マーク6aの位置を示す情報、又はモールド6の材質を示す情報に基づいてフォーカス状態を調整する。モールド6の材質を示す情報は、材質名でもよいし、屈折率でもよい。前述の4種類の情報のうち、1つの情報のみに基づいて調整手段の調整量が定まるようにしてもよいし、複数の情報に基づいて調整量が定まるようにしてもよい。

【0131】

ここでいう調整量とは、第1実施形態であれば駆動機構3bの駆動量である。第2～4実施形態であれば駆動機構81の駆動量であり、第5～第7実施形態であれば使用する光学部材10の種類である。予め、取得される情報に対応する調整量が制御部60の記憶部に記憶されていることが好ましい。

【 0 1 3 2 】

なお、S 1 1 や S 2 1 で取得する情報は、インプリント装置が有する識別部を用いてモールド 6 の種類を識別して取得した情報でもよい。識別部として例えば、モールド 6 の厚さを計測する機構やモールド 6 に付与されたバーコード及び所定のマーク等の識別子を読み取る読み取り部などが挙げられる。

【 0 1 3 3 】

それぞれの実施形態にかかるインプリント装置は、基板 9 ではなくレプリカモールド 1 3 又はレプリカモールド 1 4 にパターンを形成してもよい。パターンの形成に用いる型の種類が変化しても、位置合わせに用いるマークからの光により形成される像を精度良く検出できる。

10

【 0 1 3 4 】

光学部材 1 0、8 0 の材質はモールド 6 と同じ材質でも異なる材質でもよい。検出光 2 d が帯域幅の広い光、又は複数波長の光を含む場合はモールド 6 と同じ材質であるほうが好ましい。基板側マーク 9 a 種類によって、当該特定の波長の光とは異なる波長の光で検出しやすい場合は、光学部材 1 0 とモールド 6 とで波長に対する屈折率の特性が異なってしまうと検出光 2 d の光路長に差が生じる場合がある。光学部材 1 0 とモールド 6 の材質が同じであれば、このような懸念はなく、プロセスと波長への依存性を低減することができる。

【 0 1 3 5 】

前述の各実施形態を適宜組み合わせ実施しても良い。

20

【 0 1 3 6 】

〔 物品の製造方法 〕

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 1 3 7 】

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。さらに、当該物品の製造方法は、他の周知の処理工程（現像、酸化、成膜、蒸着、平坦化、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）を含んでもよい。

30

【 0 1 3 8 】

次に、物品の具体的な製造方法について説明する。図 1 8 (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 9 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 0 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 0 が基板上に付与された様子を示している。

【 0 1 3 9 】

図 1 8 (b) に示すように、インプリント用のモールド 6 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 0 に向け、対向させる。図 1 8 (c) に示すように、インプリント材 3 0 が付与された基板 9 とモールド 6 とを接触させ、圧力を加える。インプリント材 3 0 はモールド 6 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モールド 6 を透して照射すると、インプリント材 3 0 は硬化する。

40

【 0 1 4 0 】

図 1 8 (d) に示すように、インプリント材 3 0 を硬化させた後、モールド 6 と基板 9 z を引き離すと、基板 9 z 上にインプリント材 3 0 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

50

形状になっており、即ち、インプリント材 3 0 にモールド 6 の凹凸パターンが転写されたことになる。

【 0 1 4 1 】

図 1 8 (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、硬化物が無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 8 (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 1 4 2 】

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及び変更が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 4 3 】

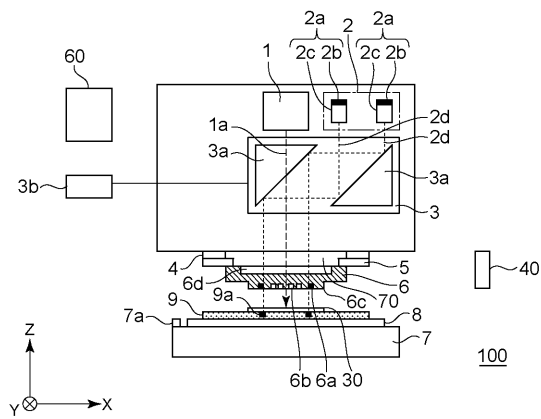
- 1 モールド
- 2 検出系
- 2 a 撮像素子 (受光素子)
- 3 リレー光学系 (第 1 実施形態の調整手段)
- 3 b 駆動機構 (第 1 実施形態の調整手段)
- 6 a モールド側マーク
- 9 基板 (物体)
- 1 3 、 1 4 レプリカモールド (物体)
- 9 a 基板側マーク
- 1 0 光学部材 (第 5 、 第 6 実施形態の調整手段)
- 1 1 駆動機構 (第 5 、 第 6 実施形態の調整手段) (配置手段)
- 3 0 インプリント材
- 5 5 駆動機構 5 5 (第 7 実施形態の調整手段)
- 8 0 光学部材 (第 2 ~ 第 4 実施形態の調整手段)
- 8 1 駆動機構 (第 2 ~ 第 4 実施形態の調整手段)
- 1 0 0 、 2 0 0 、 3 0 0 、 2 0 0 、 5 0 0 、 6 0 0 、 7 0 0 インプリント装置

10

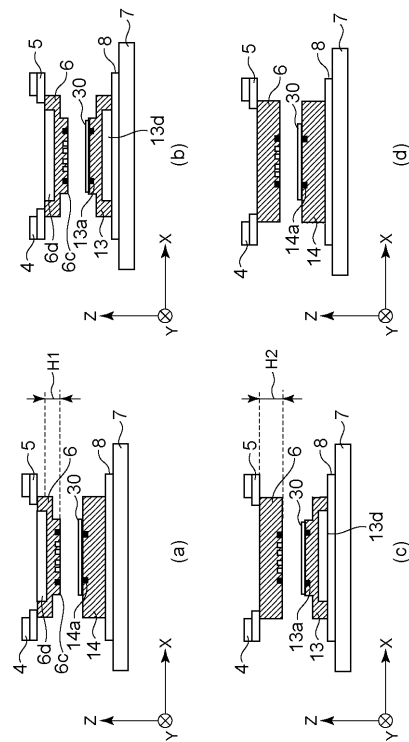
20

30

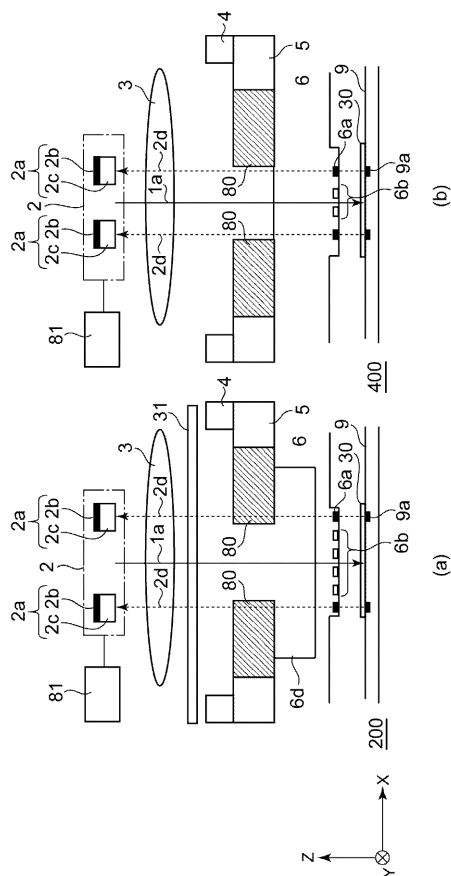
【 図 1 】



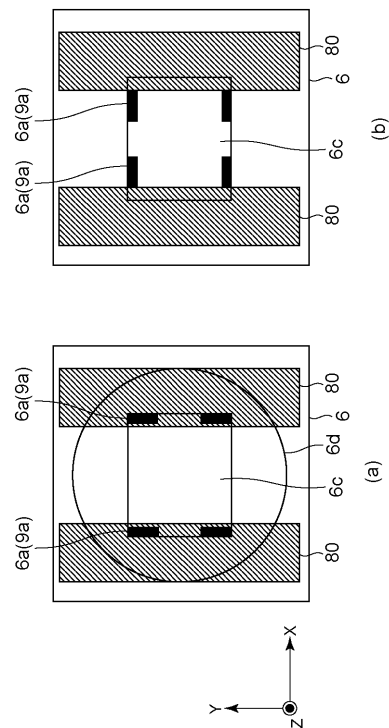
【 図 2 】



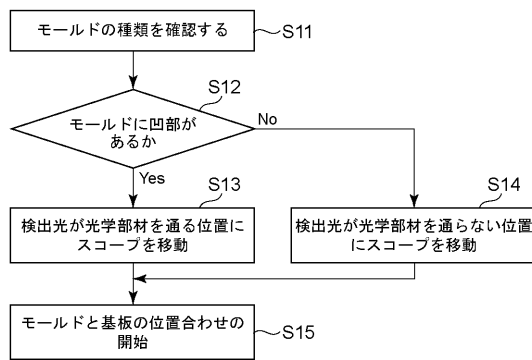
【圖 3】



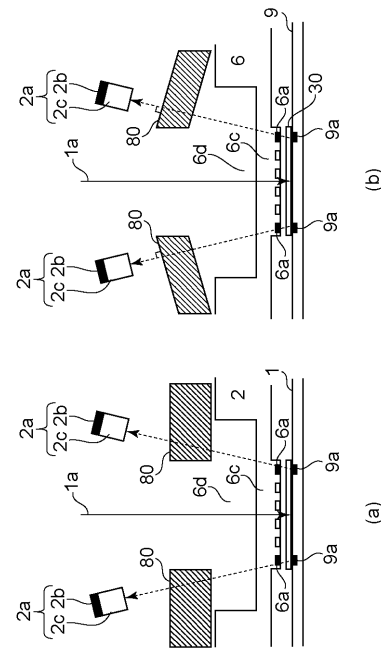
【 図 4 】



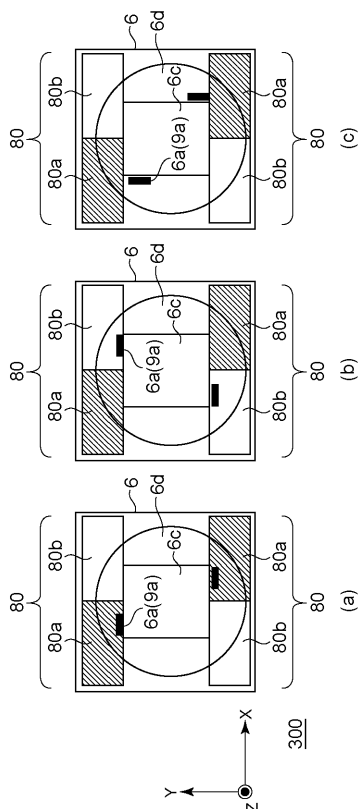
【図 5】



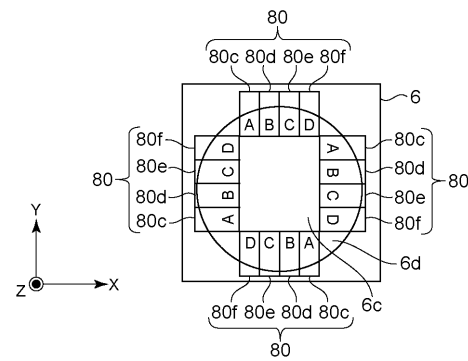
【図 6】



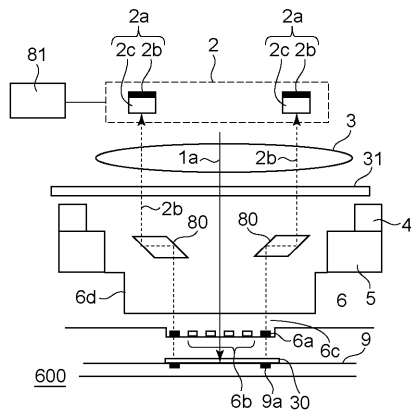
【図 7】



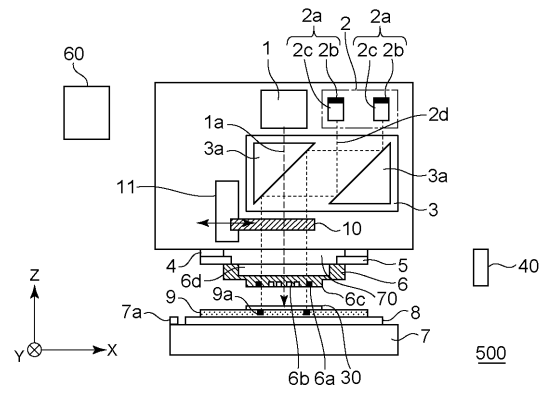
【図 8】



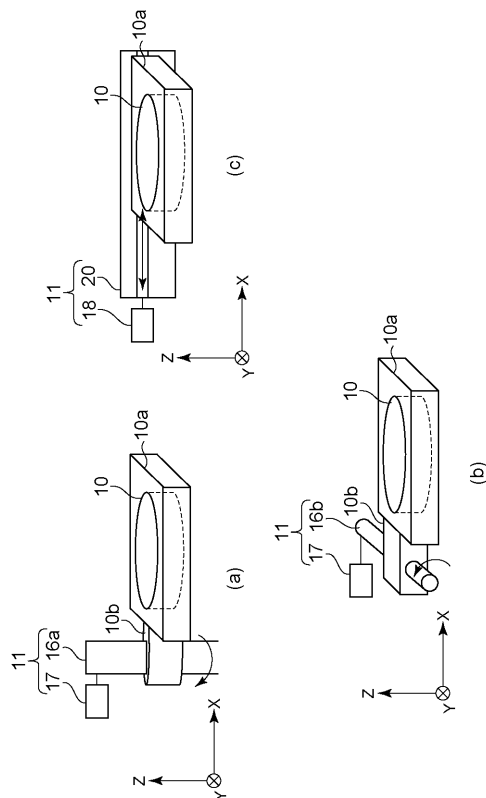
【 図 9 】



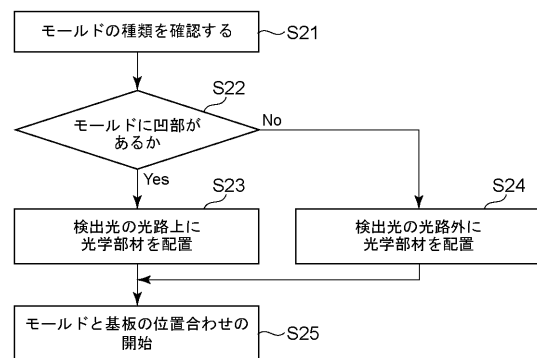
【 図 1 0 】



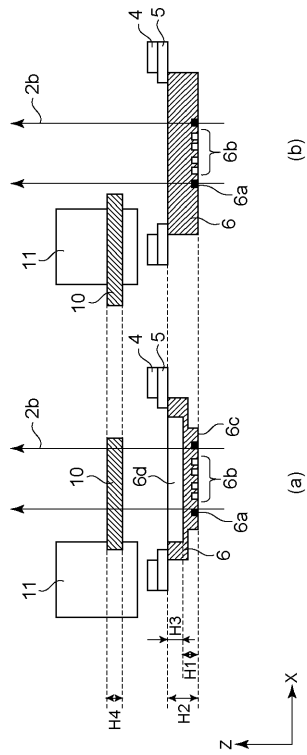
【 図 1 1 】



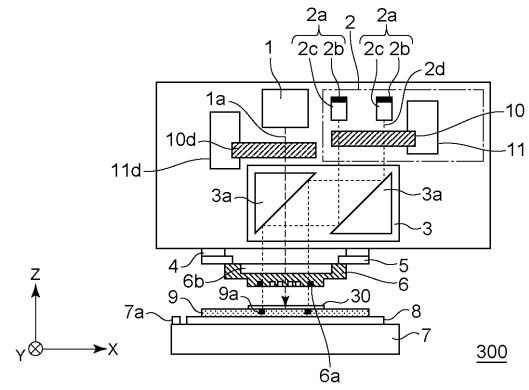
【 図 1 2 】



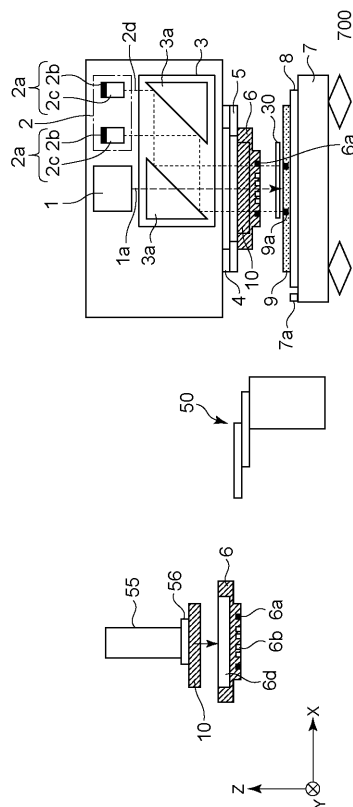
【図 13】



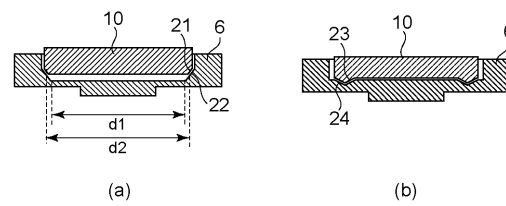
【図 14】



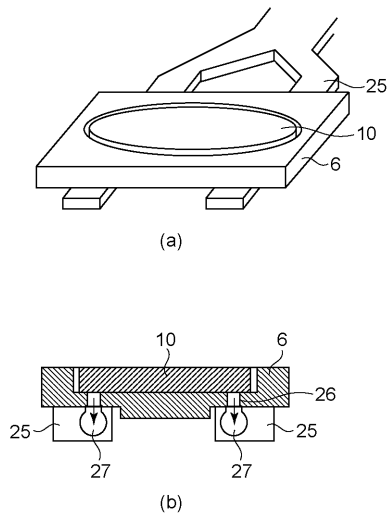
【図 15】



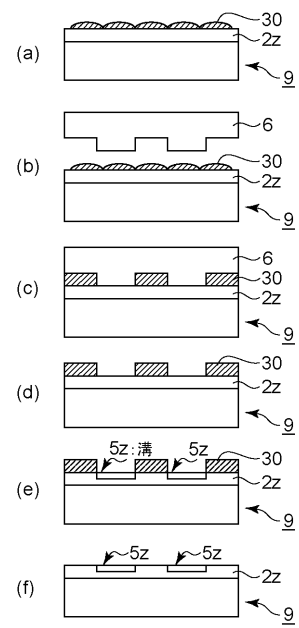
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 山本 磨人
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

(56)参考文献 特開2011-165264(JP,A)
特開2016-096269(JP,A)
特開2009-288301(JP,A)
特開2010-067969(JP,A)
特開2005-116978(JP,A)
特開2014-229883(JP,A)
特開2015-005542(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0242272(US,A1)
米国特許出願公開第2009/0108483(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

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