

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6936672号  
(P6936672)

(45) 発行日 令和3年9月22日 (2021.9.22)

(24) 登録日 令和3年8月31日 (2021.8.31)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)  
B 2 9 C 59/02 (2006.01)H O 1 L 21/30 5 O 2 D  
B 2 9 C 59/02 Z

請求項の数 17 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-179008 (P2017-179008)  
 (22) 出願日 平成29年9月19日 (2017.9.19)  
 (65) 公開番号 特開2019-54212 (P2019-54212A)  
 (43) 公開日 平成31年4月4日 (2019.4.4)  
 審査請求日 令和2年9月3日 (2020.9.3)

(73) 特許権者 000001007  
 キヤノン株式会社  
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
 (74) 代理人 110003281  
 特許業務法人大塚国際特許事務所  
 (72) 発明者 村里 直記  
 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 箕田 賢  
 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 田中 秀直

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製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板のショット領域の上のインプリント材に型を接触させた状態で前記インプリント材を光照射によって硬化させて前記ショット領域の上にパターンを形成するインプリント装置であって、

前記ショット領域の上の前記インプリント材への光照射を制御するためのシャッタ板および前記シャッタ板を駆動するアクチュエータを有するシャッタ機構と、

前記基板と前記型との相対位置を変更する駆動機構と、を備え、

前記シャッタ板は、前記ショット領域の上の前記インプリント材の全体のうちの一部分に光を照射するための第1通過部と、前記ショット領域の上の前記インプリント材の前記全

体<sub>10</sub>に光を照射するための第2通過部と、を有する

【請求項2】

前記アクチュエータは、前記第1通過部を通過した光が前記インプリント材の前記全体のうちの一部分に照射され、その後に、前記駆動機構によって前記ショット領域と前記型との位置合わせが行われ、その後に、前記第2通過部を通過した光が前記インプリント材の前記全体に照射されるようになされるに前記シャッタ板を駆動させる、

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】

前記アクチュエータは、前記シャッタ板を回動させる、

10

20



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】

前記シャッタ機構は、前記ショット領域の全域において前記インプリント材と前記型とが接触した後に、前記第 1 通過部を通過した光が前記インプリント材の前記全体のうちの前記一部に照射されるように前記シャッタ板を駆動する、

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。

【請求項 5】

前記シャッタ板は、前記第 1 通過部を含む複数の第 1 通過部を含む、

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】

前記ショット領域は、複数のチップ領域を含み、

前記ショット領域における前記複数のチップ領域の配置に基づいて、前記複数の第 1 通過部のうち使用される第 1 通過部が選択される、

ことを特徴とする請求項 5 に記載のインプリント装置。

【請求項 7】

前記シャッタ機構は、前記シャッタ板を含む 2 つのシャッタ板を有し、前記 2 つのシャッタ板によって前記ショット領域への光の照射を制御する、

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

【請求項 8】

前記アクチュエータは、前記インプリント材の前記全体への光の照射を開始するときに、前記 2 つのシャッタ板を互いに反対方向に駆動する、

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】

前記シャッタ板は、前記基板が配置される面に対して共役な面に配置されている、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 10】

前記シャッタ板が配置された面に対して共役な面に配置された入射面を有するハエの目レンズを更に備え、前記ハエの目レンズを通過した光が前記インプリント材に照射される、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置。

【請求項 11】

基板のショット領域の上のインプリント材に型を接触させた状態で前記インプリント材を光照射によって硬化させて前記ショット領域の上にパターンを形成するインプリント方法であって、

前記ショット領域の上の前記インプリント材への光照射を制御するためのシャッタ板の駆動によって前記ショット領域の上の前記インプリント材の全体のうちの一部に光を照射する第 1 工程と、

前記第 1 工程の後に前記ショット領域と前記型との位置合わせを行う第 2 工程と、

前記第 2 工程の後に前記シャッタ板の駆動によって前記ショット領域の上の前記インプリント材の前記全体に光を照射する第 3 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 12】

前記シャッタ板の駆動は、前記シャッタ板を回動させることを含む、

ことを特徴とする請求項 11 に記載のインプリント方法。

【請求項 13】

前記ショット領域は、複数のチップ領域と、前記複数のチップ領域を相互に隔てるスクライプライン領域とを含み、

前記インプリント材の全体のうちの前記一部は、前記複数のチップ領域の少なくとも 1 つのチップ領域の少なくとも一部分とされる、

ことを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載のインプリント方法。

10

20

30

40

50



## 【請求項 1 4】

前記第 1 工程における光の照射によって前記ショット領域の上の前記インプリント材の前記一部の粘弾性が高くなる、

ことを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載のインプリント方法。

## 【請求項 1 5】

前記第 1 工程における光の照射によって前記ショット領域の上の前記インプリント材の粘弾性を高くし、

前記第 2 工程における光の照射によって前記ショット領域の上の前記インプリント材を硬化させる

ことを特徴とする請求項 1 1 に記載のインプリント方法。

10

## 【請求項 1 6】

請求項 1 乃至 1 0 のいずれか 1 項に記載のインプリント装置を用いて基板の上にパターンを形成する工程と、

前記工程において前記パターンが形成された基板の処理を行う工程と、

を含み、前記処理が行われた前記基板から物品を製造することを特徴とする物品製造方法。

## 【請求項 1 7】

請求項 1 1 乃至 1 5 のいずれか 1 項に記載のインプリント方法によって基板の上にパターンを形成する工程と、

前記工程において前記パターンが形成された基板の処理を行う工程と、

を含み、前記処理が行われた前記基板から物品を製造することを特徴とする物品製造方法。

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、インプリント方法および物品製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0 0 0 2】

インプリント装置は、基板のショット領域の上のインプリント材に型を接触させた状態でインプリント材を光照射によって硬化させてショット領域の上にパターンを形成する。インプリント装置では、ショット領域上のインプリント材と型とが接触した状態で、ショット領域と型とが位置合わせされうる。この位置合わせは、アライメントスコープによって基板のショット領域と型との位置合わせ誤差を検出しながら行われうる。

30

## 【0 0 0 3】

インプリント材の粘弾性が高い場合、基板と型とはインプリント材によって結合された状態となり、基板の振動はインプリント材を介して型に伝達され、また、型の振動はインプリント材を介して基板に伝達される。したがって、インプリント材の粘弾性が高い場合、基板のショット領域と型との位置合わせが容易である。一方、インプリント材の粘弾性が低い場合、基板と型とが相互に独立して振動しうるので、基板のショット領域と型との位置合わせが困難になり、位置合わせ精度が低下しうる。

40

## 【0 0 0 4】

特許文献 1 には、インプリント材を硬化させる光とは波長帯域または強度が異なる光をインプリント材の全体に照射しインプリント材の粘弾性を高めた後に基板と型とを位置合わせするインプリント装置が記載されている。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0 0 0 5】

【特許文献 1】特開 2 0 1 6 - 0 5 8 7 3 5 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

50



## 【 0 0 0 6 】

インプリント材の全体に光を照射してインプリント材の粘弾性を高めると、型のパターンを構成する凹部に対するインプリント材の充填性が型のパターン領域の全域において低下しうる。そのため、型のパターンを構成する凹部へのインプリント材の充填が完了するまでの待ち時間が長くなり、スループットが低下しうる。

## 【 0 0 0 7 】

本発明は、上記の課題認識を契機としてなされたものであり、位置合わせ精度を向上させつつスループットを向上させるために有利な技術を提供することを目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 8 】

本発明の1つの側面は、基板のショット領域の上のインプリント材に型を接触させた状態で前記インプリント材を光照射によって硬化させて前記ショット領域の上にパターンを形成するインプリント装置に係り、前記インプリント装置は、前記ショット領域の上の前記インプリント材への光照射を制御するためのシャッタ板および前記シャッタ板を駆動するアクチュエータを有するシャッタ機構と、前記基板と前記型との相対位置を変更する駆動機構と、を備え、前記シャッタ板は、前記ショット領域の上の前記インプリント材の全体のうちの一部に光を照射するための第1通過部と、前記ショット領域の上の前記インプリント材の前記全体に光を照射するための第2通過部と、を有する。

## 【発明の効果】

## 【 0 0 0 9 】

本発明によれば、位置合わせ精度を向上させつつスループットを向上させるために有利な技術が提供される。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 1 0 】

【図1】本発明の一実施形態のインプリント装置の構成を示す図。

【図2】比較例の位置合わせ動作における基板のショット領域と型との間の相対的な位置ずれ(a)および実施形態の位置合わせ動作における基板のショット領域と型との間の相対的な位置ずれ(b)を示す図。

【図3】硬化部の構成例を示す図。

【図4】ハエの目レンズ(a)およびショット領域の構成(b)を示す図。

【図5】シャッタ板の動作を示す図。

【図6】インプリント装置の動作を示す図。

【図7】ショット領域の構成(a)およびシャッタ板の構成例(b)を示す図。

【図8】シャッタ板の構成例を示す図。

【図9】シャッタ板の構成例および動作例を示す図。

【図10】シャッタ板の構成例および動作例を示す図。

【図11】物品製造方法を例示する図。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 1 1 】

以下、添付図面を参照しながら本発明をその例示的な実施形態を通して説明する。

## 【 0 0 1 2 】

図1には、本発明の一実施形態のインプリント装置100の構成が示されている。インプリント装置100は、基板Sのショット領域の上のインプリント材IMに型M(のパターン部P)を接触させた状態でインプリント材IMを光照射によって硬化させて該ショット領域の上にパターンを形成する。

## 【 0 0 1 3 】

インプリント材としては、光の照射によって硬化する光硬化性組成物(未硬化状態の樹脂と呼ぶこともある)が用いられる。該光は、例えば、10nm以上1mm以下の範囲内の波長を有し、例えば、赤外線、可視光線、紫外線などでありうる。光硬化性組成物は、少なくとも重合性化合物と光重合開始剤とを含有し、必要に応じて非重合性化合物または

10

20

30

40

50



溶剤を更に含有してもよい。非重合性化合物は、増感剤、水素供与体、内添型離型剤、界面活性剤、酸化防止剤、ポリマー成分などの群から選択される少なくとも一種である。インプリント材は、液滴状、或いは複数の液滴が繋がってできた島状又は膜状となって基板上に配置されうる。インプリント材の粘度（25における粘度）は、例えば、1 mPa・s以上100 mPa・s以下でありうる。基板の材料としては、例えば、ガラス、セラミックス、金属、半導体、樹脂等が用いられうる。必要に応じて、基板の表面に、基板とは別の材料からなる部材が設けられてもよい。基板は、例えば、シリコンウエハ、化合物半導体ウエハ、石英ガラスである。

#### 【0014】

本明細書および添付図面では、基板Sの表面に平行な方向をXY平面とするXYZ座標系において方向を示す。XYZ座標系におけるX軸、Y軸、Z軸にそれぞれ平行な方向をX方向、Y方向、Z方向とし、X軸周りの回転、Y軸周りの回転、Z軸周りの回転をそれぞれX、Y、Zとする。X軸、Y軸、Z軸に関する制御または駆動は、それぞれX軸に平行な方向、Y軸に平行な方向、Z軸に平行な方向に関する制御または駆動を意味する。また、X軸、Y軸、Z軸に関する制御または駆動は、それぞれX軸に平行な軸の周りの回転、Y軸に平行な軸の周りの回転、Z軸に平行な軸の周りの回転に関する制御または駆動を意味する。また、位置は、X軸、Y軸、Z軸の座標に基づいて特定されうる情報であり、姿勢は、X軸、Y軸、Z軸の値で特定されうる情報である。位置決めは、位置および/または姿勢を制御することを意味する。位置合わせは、基板および型の少なくとも一方の位置および/または姿勢の制御を含みうる。

#### 【0015】

インプリント装置100は、基板S（のショット領域）と型Mとの相対位置を変更する相対駆動機構DMを備えている。相対駆動機構DMは、基板Sを保持し位置決めする基板位置決め機構SAと、型Mを保持し位置決めする型位置決め機構MAとを含みうる。相対駆動機構DMは、基板Sと型M1との相対位置が変更されるように基板SおよびSの少なくとも一方を駆動する。相対駆動機構DMによる相対位置の変更は、基板Sの上のインプリント材IMに対する型Mの接触、硬化したインプリント材（硬化物のパターン）からの型Mの分離のための駆動、基板Sのショット領域と型Mとの位置合わせを含みうる。

#### 【0016】

基板位置決め機構SAは、基板Sを保持する基板チャックを含む基板ステージ2と、基板ステージ2を駆動することによって基板Sを駆動する基板駆動機構12と、基板ステージ2の位置および姿勢を検出するセンサ4とを含みうる。基板駆動機構12は、ベースフレーム3によって支持される。型位置決め機構MAは、型Mを保持する型保持部5と、型保持部5を駆動することによって型Mを駆動する型駆動機構6とを含みうる。型駆動機構6は、支持体7によって支持されうる。

#### 【0017】

基板駆動機構12は、基板Sを複数の軸（例えば、X軸、Y軸、Z軸の3軸、好ましくは、X軸、Y軸、Z軸、X軸、Y軸、Z軸の6軸）について駆動するように構成されうる。型駆動機構6は、型Mを複数の軸（例えば、Z軸、X軸、Y軸の3軸、好ましくは、X軸、Y軸、Z軸、X軸、Y軸、Z軸の6軸）について駆動するように構成されうる。センサ4は、例えば、レーザー干渉計またはエンコーダを含みうる。

#### 【0018】

インプリント装置100は、更に、基板Sのショット領域の上のインプリント材IMを硬化させる硬化部8（光照射部）を備えている。硬化部8は、基板Sのショット領域の上のインプリント材IMと型M（のパターン部P）とが接触した状態での該ショット領域と型Mとの位置合わせが完了した後にインプリント材IMに光を照射することによってインプリント材IMを硬化させる。これにより、インプリント材IMの硬化物からなるパターンが基板Sの上に形成される。その他、硬化部8は、基板Sのショット領域の上のインプリント材IMと型M（のパターン部P）とが接触した後に、該ショット領域の上のインプリント材IMの一部（先行露光部）に光を照射し、該一部の粘弾性を高める処理も行う。



硬化部 8 の詳細については後述する。

【 0 0 1 9 】

インプリント装置 1 0 0 は、更に、基板 S のショット領域の上にインプリント材 I M を配置するディスペンサ 9 を備えうる。ここで、インプリント装置 1 0 0 は、1 つのショット領域にディスペンサ 9 によってインプリント材 I M が配置される度にそのショット領域に対するインプリント処理が行われるように構成されうる。あるいは、インプリント装置 1 0 0 は、複数のショット領域にディスペンサ 9 によってインプリント材 I M が配置された後に、該複数のショット領域のそれぞれに対してインプリント処理がなされるように構成されてもよい。あるいは、ディスペンサ 9 は、インプリント装置 1 0 0 の外部装置として構成されてもよく、この場合、外部装置としてのディスペンサ 9 によってインプリント材が配置された基板 S がインプリント装置 1 0 0 に提供される。

10

【 0 0 2 0 】

インプリント装置 1 0 0 は、更に、アライメントスコープ 1 0 を備えうる。アライメントスコープ 1 0 は、例えば、基板 S のショット領域のアライメントマークと型 M のアライメントマークとの相対位置を検出する。これにより、基板 S のショット領域と型 M との相対的な位置ずれ（位置合わせ誤差）を検出することができる。基板 S のショット領域と型 M との位置合わせは、アライメントスコープ 1 0 によってショット領域と型 M との相対的な位置ずれを検出しながら相対駆動機構 D M によって基板 S と型 M との相対位置を調整することによってなされうる。

20

【 0 0 2 1 】

インプリント装置 1 0 0 は、更に、制御部 1 1 を備えうる。制御部 1 1 は、インプリント装置 1 0 0 の上記の各構成要素を制御する。制御部 1 1 は、例えば、F P G A ( F i e l d P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y の略。 ) などの P L D ( P r o g r a m m a b l e L o g i c D e v i c e の略。 ) 、又は、A S I C ( A p p l i c a t i o n S p e c i f i c I n t e g r a t e d C i r c u i t の略。 ) 、又は、プログラムが組み込まれた汎用コンピュータ、又は、これらの全部または一部の組み合わせによって構成されうる。

【 0 0 2 2 】

基板位置決め機構 S A によって位置決めされる基板 S と型位置決め機構 M A によって位置決めされる型 M とは、外部からの振動またはインプリント装置 1 0 0 において発生する振動を受けて独立して振動しうる。これは、基板 S と型 M との間の構造体（基板位置決め機構 S A 、型位置決め機構 M A 、支持体 7 等）の剛性不足によるものである。したがって、基板 S と型 M との間、更には、位置合わせ対象のショット領域と型 M との間には、相対的な位置ずれ（相対的な振動）が存在しうる。

30

【 0 0 2 3 】

図 2 ( a ) には、比較例の位置合わせ動作における基板 S のショット領域と型 M との間の相対的な位置ずれ（相対的な振動）が例示されている。ここで、位置合わせ動作は、基板 S のショット領域の上のインプリント材 I M と型 M ( のパターン部 P ) とが接触した状態で相対駆動機構 D M によってなされる。図 2 ( a ) において、「本露光」は、硬化部 8 によってインプリント材 I M の全体に光が照射され（インプリント材 I M が露光され）、インプリント材 I M が硬化されるタイミングを示している。図 2 ( a ) の左端から「本露光」までの期間は、相対駆動機構 D M によって基板 S のショット領域と型 M とが位置合わせされている期間である。

40

【 0 0 2 4 】

硬化部 8 によってインプリント材 I M の全体に光が照射されてインプリント材 I M が硬化すると、硬化したインプリント材 I M によって基板 S と型 M とが結合される。この状態では、基板 S のショット領域と型 M との間の相対的な振動がなくなり、相対的な位置ずれが固定される。この相対的な位置ずれは、インプリント処理によって形成されたパターンとその下地のパターンとの重ね合わせ誤差となる。

【 0 0 2 5 】

50



図 2 ( b ) には、本実施形態の位置合わせ動作における基板 S のショット領域と型 M との間の相対的な位置ずれ ( 相対的な振動 ) が例示されている。図 2 ( b ) において、「本露光」は、硬化部 8 によってインプリント材 I M の全体に光が照射され ( インプリント材 I M が露光され ) 、インプリント材 I M が硬化するタイミングを示している。図 2 ( b ) の左端から「本露光」までの期間は、相對駆動機構 D M によって基板 S のショット領域と型 M とが位置合わせされている期間である。また、「先行露光の開始」は、先行露光が開始されるタイミングを示している。本実施形態では、基板 S のショット領域の上のインプリント材 I M と型 M とが接触した状態で、硬化部 8 が基板 S のショット領域の上のインプリント材 I M の全体のうちの一部である先行露光部に光を照射する。よって、基板 S のショット領域の上のインプリント材 I M の全体のうちの先行露光部のみが選択的に露光される。これを先行露光という。

10

#### 【 0 0 2 6 】

先行露光が開始されると、インプリント材 I M の先行露光部の粘弾性が高まる。インプリント材 I M の先行露光部の粘弾性が高くなることは、基板 S と型 M との間の剛性が高くなることを意味する。したがって、先行露光の開始後に、基板 S のショット領域と型 M との間の相対的な位置ずれの振幅が徐々に小さくなる。これにより位置合わせ精度を向上させることができる。また、ショット領域の上のインプリント材のうち先行露光部のみを露光することによって、先行露光部以外の部分における充填性の低下を抑えることができる。これによってスループットを向上させることができる。先行露光部は、充填性を考慮して任意に定めらる。

20

#### 【 0 0 2 7 】

基板 S のショット領域の上のインプリント材 I M を該ショット領域の全域において硬化させるための光の照射 ( 「本露光」 ) は、基板 S のショット領域と型 M との間の相対的な位置ずれが許容範囲に収まったタイミングでなされる。

#### 【 0 0 2 8 】

図 3 には、硬化部 8 の構成例が示されている。硬化部 8 は、光源 8 3 と、シャッタ機構 8 1 と、結像光学系 8 4 と、ハエの目レンズ 8 5 と、結像光学系 8 6 とを含みうる。光源 8 3 は、例えば、水銀ランプ等のランプ、または、レーザーまたは L E D 等の固体光源でありうる。シャッタ機構 8 1 は、シャッタ板 8 1 1 と、シャッタ板 8 1 1 を駆動するアクチュエータ 8 1 9 とを含みうる。アクチュエータ 8 1 9 は、例えば、シャッタ板 8 1 1 を回動するように構成されうるが、シャッタ板 8 1 1 を一軸方向に駆動 ( 往復駆動 ) するように構成されてもよい。

30

#### 【 0 0 2 9 】

シャッタ板 8 1 1 が配置される面には、光源 8 3 の中間像が形成されうる。結像光学系 8 4 は、シャッタ板 8 1 1 が配置される面とハエの目レンズ 8 5 の入射面とを光学的に共役な位置関係にするように構成されうる。結像光学系 8 6 は、ハエの目レンズ 8 5 の入射面と基板 S とを光学的に共役な位置関係にするように構成されうる。

#### 【 0 0 3 0 】

シャッタ板 8 1 1 は、駆動軸 8 1 2 を介してアクチュエータ 8 1 9 に接続されていて、アクチュエータ 8 1 9 によって回動されうる。図 3 ( b ) 中の点線は、光源 8 3 からの光 L B が入射する領域 ( 光路 ) を示している。シャッタ板 8 1 1 は、光源 8 3 からの光 L B を遮断する遮断部 8 1 3 を有する。また、シャッタ板 8 1 1 、ショット領域の上のインプリント材 I M の全体のうちの一部である先行露光部に光を照射するための第 1 通過部 8 1 4 と、ショット領域のインプリント材 I M の全体に光を照射するための第 2 通過部 8 1 5 とを有する。この例では、シャッタ板 8 1 1 は、2 回対称の構造を有するが、他の構造を有してもよい。

40

#### 【 0 0 3 1 】

図 4 ( a ) は、ハエの目レンズ 8 5 を光源 8 3 の側から見た図である。ハエの目レンズ 8 5 は、複数のレンズ 8 5 1 の集合体であり、各レンズ 8 5 1 の後側焦点面は入射面と一致している。各レンズ 8 5 1 は、例えば、球面レンズ、非球面レンズまたはシリンドリカ

50



ルレンズ等でありうる。図4(a)の例では、 $5 \times 5$ 個のレンズ851でハエの目レンズ85が構成されている。ハエの目レンズ85に入射した光は、複数のレンズ851によって分割され、その射出面に複数(図4(a)では、 $5 \times 5$ 個)の二次光源を形成する。この複数の二次光源によって基板Sがケーラー照明される。ハエの目レンズ85を構成する複数のレンズ851は、ハエの目レンズ85の入射面の光強度分布を分割し、基板Sを重ねて照明する。換言すると、複数のレンズ851をそれぞれ出射する複数の光束が基板S上の各点に重複して入射する。

#### 【0032】

図4(a)の例では、シャッタ板811の第1通過部814を通過した光は、複数のレンズ851のうち中央の1つのレンズ851にのみ入射し、第1通過部814の中間像IM1を形成する。前述のように、ハエの目レンズ85の入射面と基板Sとは光学的に共役であるので、ハエの目レンズ85の入射面(ここでは中央のレンズ851)に対する光の入射領域を規定することによって基板Sに光が入射する位置を規定することができる。シャッタ板811の第1通過部814を通過した光が入射するレンズ851の個数や入射位置を規定することによって基板Sに対する光の入射位置および強度を規定することができる。

#### 【0033】

この例では、シャッタ板811と基板Sとの間にハエの目レンズ85が配置されているが、シャッタ板811が配置される面における光強度分布(通過部)を直接に基板Sに結像させる構成が採用されてもよい。

#### 【0034】

図4(b)は、基板Sのショット領域SRを例示している。ショット領域SRは、複数のチップ領域CRと、複数のチップ領域CRを相互に隔てるスクライプライン領域SLRとを含みうる。1つのチップ領域CRは、製造される1つのチップ(ダイ)に対応する。先行露光では、ショット領域SRの全体のうちの一部である先行露光領域に中間像IM1の像IM2が形成され、先行露光領域のみが露光される。先行露光領域は、シャッタ板811の第1通過部814を通過した光が入射する領域であり、ショット領域SRの上のインプリント材IMの全体のうち一部である先行露光部に対応する。換言すると、先行露光では、先行露光領域の上のインプリント材IM(即ち、先行露光部)が露光され、先行露光領域以外の領域の上のインプリント材IMは露光されない。更に換言すると、ショット領域SRのうち先行露光領域を露光する動作は、ショット領域SRの上のインプリント材IMのうち先行露光部を露光する動作と等価である。

#### 【0035】

回路パターンの線幅は、例えば、100ナノメートル以下であり、小さいときには10ナノメートルレベルでありうる。スクライプライン領域SLRに配置されるパターンの線幅は、マイクロメートルレベルであり、小さいときでも数100ナノメートルレベルであり、回路パターンと比べて大きい。また、スクライプライン領域SLRのパターン密度は回路パターン領域に比べて小さい。

#### 【0036】

基板Sのショット領域の上のインプリント材IMと型Mのパターン部Pとを接触させると、パターン部Pのパターンを構成する凹部に対してインプリント材IMが毛細管現象によって充填される。パターンの線幅が細くてパターン密度が高い回路パターン領域(チップ領域CR)ではインプリント材IMの充填速度が速く、スクライプライン領域SLRではインプリント材IMの充填速度は遅い。そのため、スクライプライン領域SLRの上のインプリント材IMを先行露光すると、スクライプライン領域SLRの上のインプリント材IMの粘弾性が高くなり、充填速度が更に遅くなる。そこで、複数のチップ領域CRの少なくとも1つのチップ領域CRの少なくとも一部分に光が入射するように先行露光部(先行露光領域)が決定されうる。より詳しくは、複数のチップ領域CRの少なくとも1つのチップ領域CRの少なくとも一部分に光が入射し、スクライプライン領域SLRには有意な量の光が入射しないように先行露光部(先行露光領域)が決定されうる。ここで、有

10

20

30

40

50



意な量の光とは、インプリント材 I M の粘弾性を無視できない程度に増加させる量の光である。シャッタ板 8 1 1 の駆動のために不可避免的にスクライプライン領域 S L R に入射する光が有意な量の光とならないようにシャッタ板 8 1 1 の駆動速度が決定される。先行露光部（先行露光領域）は、シャッタ板 8 1 1 における第 1 通過部 8 1 4 の配置およびアクチュエータ 8 1 9 によるシャッタ板 8 1 1 の駆動によって規定される。

【 0 0 3 7 】

先行露光においてショット領域 S R の上のインプリント材の先行露光部の粘弾性が予定以上に高くなったり、漏れ光がスクライプライン領域 S L R 上のインプリント材に入射して充填速度が遅くなったりすることは好ましくない。そこで、例えば、駆動軸 8 1 2 を振動させることによってシャッタ板 8 1 1 を振動させ、光が照射される部分を分散させてもよい。

10

【 0 0 3 8 】

図 5 は、第 1 通過部 8 1 4 を使った先行露光を終えた後に行われる第 2 通過部 8 1 5 を使った本露光の途中の状態が示している。インプリント材が極めて短い時間のうちに硬化すると、インプリント材の収縮および発熱が瞬時に起こり、重ね合わせ精度が低下する可能性がある。そこで、第 2 通過部 8 1 5 を規定する遮断部 8 1 3 のエッジ E D G が光 L B の光路を横切る間のシャッタ板 8 1 1 の回転速度は、インプリント材の特性に応じて調整されうる。

【 0 0 3 9 】

図 6 には、インプリント装置 1 0 0 の動作が例示されている。この動作は、制御部 1 1 によって制御されうる。工程 S 6 0 1 では、制御部 1 1 は、制御情報（処理レシピ）を上位制御装置等から取得する。制御情報は、例えば、基板 S の複数のショット領域の配置を示すショットレイアウト情報、および、各ショット領域における複数のチップ領域の配置を示すチップレイアウト情報を含みうる。制御情報は、先行露光領域（先行露光部）の位置を示す位置情報を含んでいてもよいし、含んでいなくてもよい。

20

【 0 0 4 0 】

工程 S 6 0 2 では、制御部 1 1 は、先行露光領域を決定する。ここで、制御情報が先行露光領域の位置を示す位置情報を含んでいる場合は、制御部 1 1 は、該位置情報に基づいて先行露光領域を決定することができる。一方、制御情報が位置情報を含んでいない場合、制御部 1 1 は、チップレイアウト情報に基づいて先行露光領域を決定することができる。また、制御部 1 1 は、決定した先行露光領域に応じてシャッタ機構 8 1 の駆動プロファイル（アクチュエータ 8 1 9 を動作させるための制御情報）を生成する。また、制御部 1 1 は、ショット領域の形状が基板 S のエッジによって規定されるショット領域（エッジショット領域）については、その形状に応じて先行露光領域の調整するように構成されうる。

30

【 0 0 4 1 】

工程 S 6 0 3 では、制御部 1 1 は、基板ステージ 2 の上に基板 S がロードされるように基板 S の搬送を制御する。工程 S 6 0 4 では、制御部 1 1 は、基板 S の複数のショット領域のうちパターン形成対象のショット領域にインプリント材 I M が配置されるようにディスペンサ 9 および基板位置決め機構 S A を制御する。工程 S 6 0 4 では、型 M の下にパターン形成対象のショット領域が移動するように基板位置決め機構 S A を制御する。工程 S 6 0 6 では、制御部 1 1 は、パターン形成対象のショット領域の全域においてインプリント材 I M と型 M のパターン部 P とが接触するように相対駆動機構 D M を制御する。

40

【 0 0 4 2 】

工程 S 6 0 7 では、制御部 1 1 は、先行露光領域（先行露光部）に対する先行露光が開始されるように硬化部 8（シャッタ機構 8 1）を制御する。図 2（b）に例示されるように、先行露光が開始されると、先行露光部の粘弾性が徐々に高くなり、基板 S と型 M との間の相対的な振動が小さくなりうる。工程 S 6 0 8 では、制御部 1 1 は、アライメントスコープ 1 0 を使ってパターン形成対象のショット領域と型 M との相対位置を検出しながら、その相対位置に基づいてパターン形成対象のショット領域と型 M とが位置合わせされる

50



ように相対駆動機構DMを制御する。工程S610では、制御部11は、先行露光領域（先行露光部）に対する先行露光が終了するように硬化部8（シャッタ機構81）を制御する。

【0043】

工程S609では、制御部11は、アライメントスコープ10を使って検出されるパターン形成対象のショット領域と型Mとの相対位置誤差が許容範囲に収まったかどうかを判断する。そして、相対位置誤差が許容範囲に収まった場合には、工程S611に進み、そうでない場合には、工程S607に戻る。

【0044】

工程S611では、制御部11は、パターン形成対象のショット領域の上のインプリント材IMの全体が露光されるように硬化部8（シャッタ機構81）を制御する。これにより、パターン形成対象のショット領域の上のインプリント材IMの全体が硬化し、インプリント材IMの硬化物からなるパターンが形成される。工程S612では、制御部11は、パターン形成対象のショット領域の上のインプリント材IMの硬化物からなるパターンと型Mとが分離されるように相対駆動機構DMを制御する。

【0045】

工程S613では、制御部11は、次のパターンを形成すべきショット領域があるかどうかを判断し、次のパターンを形成すべきショット領域がある場合には、工程S604に戻り、そうでなければ工程S614に進む。工程S614では、基板ステージ2の上の基板Sがアンロードされるように基板Sの搬送を制御する。工程S615では、制御部11は、次の処理すべき基板Sがあるかどうかを判断し、次の処理すべき基板がある場合には、工程S603に戻り、そうでなければ動作を終了する。

【0046】

シャッタ板811は、種々の先行露光部の配置に対応することができるように複数種類の第1通過部814を有しうる。図7（a）には、1つのショット領域SRが4×3個のチップ領域CRを有する例が示され、図7（b）には、図7（a）に例示されるようにショット領域SRに対応するための第1通過部814aを有するシャッタ板811が例示されている。シャッタ板811は、第1通過部814aの他、他の第1通過部814bを有しうる。制御部11は、ショット領域SRを構成する複数のチップ領域CRの配置に基づいて、第1通過部814a、814bのうち先行露光のために使用される第1通過部を選択するように構成されうる。

【0047】

図8（a）には、複数の種類の第1通過部814a～814dを有するシャッタ板811が例示されている。制御部11は、ショット領域SRを構成する複数のチップ領域CRの配置に基づいて、複数の第1通過部814a～814dのうち先行露光のために使用される第1通過部を選択するように構成されうる。図8（b）には、第1通過部814の一例が示され、図8（c）には、第1通過部814の他の例が示されている。第1通過部814は、貫通孔として構成されうる。該貫通孔は、例えば、ドリル加工によって形成される丸孔、打ち抜き加工またはエッチング加工によって形成される四角孔でありうる。あるいは、第1通過部814は、メッシュシートまたはメッシュ板でもよい。その他、第1通過部814の領域以外に遮光膜を蒸着したガラス板をシャッタ板に固定してもよい。

【0048】

第1通過部814が単純な開口で構成され、シャッタ板811が配置される面から基板Sが配置される面までの収差が十分に小さい（スポットダイヤグラムの幅が開口の幅よりも小さい）場合、先行露光部に十分に微弱な光を照射することができない場合がある。すなわち、第1通過部814に対応する基板S上の位置における照度は、本露光における照度をハエの目レンズ85を構成するレンズ数で割った値程度にしか低減されない。そのため、ショット領域と型Mとの相対的な位置ずれが許容範囲に収まる前に先行露光部が硬化してしまいうる。

【0049】

10

20

30

40

50



そこで、シャッタ板 8 1 1 が配置される面から基板面までの光学系のスポットダイアグラムの幅を開口の幅よりも大きくすることで基板面における照度を低下させることが望ましい。ただし、スポットダイアグラムの幅がチップ領域のサイズよりも大きいと、スクライプライン領域上のインプリント材も露光されてしまうので、スポットダイアグラムの幅は、チップ領域の寸法よりも小さいことが望ましい。

#### 【 0 0 5 0 】

また、第 1 通過部 8 1 4 をメッシュ状にすることで、基板面における照度を低下させることができる。基板面におけるスポットダイアグラムの幅がメッシュを構成する 1 つの開口の幅に相当する寸法よりも大きい場合には、基板面における照度は、本露光時の照度をハエの目レンズ 8 5 を構成するレンズの個数で割ったものよりも低下する。また、基板面におけるスポットダイアグラムの幅がメッシュのピッチに相当する寸法よりも大きいことが望ましい。この場合には、メッシュを構成する各開口からの光が、基板面上で隙間なくつながる。更には、基板面のスポットダイアグラム半値幅がメッシュのピッチに相当するよりも大きい場合には、メッシュが基板面で平滑化され、先行露光部内の照度ムラを低減することができる。これらの条件を満足する場合には、メッシュの開口の寸法を調整することで、先行露光部の照度を調整することができる。

#### 【 0 0 5 1 】

図 9、図 1 0 には、シャッタ機構 8 1 の他の構成例が記載されている。他の構成例のシャッタ機構 8 1 は、2 つのシャッタ板 8 1 1 a、8 1 1 b を有し、2 つのシャッタ板 8 1 1 a、8 1 1 b によって基板 S のショット領域への光の照射（先行露光、本露光）を制御する。シャッタ板 8 1 1 a、8 1 1 b は、それぞれ駆動軸 8 1 2 a、8 1 2 b を介してアクチュエータ 8 1 9 に接続されていて、アクチュエータ 8 1 9 によって駆動される。ここで、アクチュエータ 8 1 9 は、シャッタ板 8 1 1 a、8 1 1 b を個別に駆動するための個別のアクチュエータを含んでもよい。シャッタ板 8 1 1 a、8 1 1 b は、それぞれ第 1 通過部 8 1 4 a、8 1 4 b を有する。また、シャッタ板 8 1 1 a、8 1 1 b は、それぞれ第 2 通過部 8 1 5 a、8 1 5 b を有する。

#### 【 0 0 5 2 】

図 9 ( a ) には、シャッタ板 8 1 1 a、8 1 1 b によって光源 8 3 からインプリント材 I M ( 基板 S ) への光が完全に遮断されている状態が示されている。図 9 ( b ) には、第 1 通過部 8 1 4 a、8 1 4 b を通過する光によってショット領域の上のインプリント材 I M の先行露光部を先行露光する状態が示されている。図 1 0 には、第 2 通過部 8 1 5 a、8 1 5 b を通過する光によってショット領域の上のインプリント材の全体を露光する本露光を開始した直後の状態が示されている。アクチュエータ 8 1 9 は、本露光においてインプリント材 I M の全体への光の照射を開始するときに、2 つのシャッタ板 8 1 1 a、8 1 1 b を互いに反対方向に駆動する。これにより、本露光時にショット領域の上のインプリント材 I M に形成される光強度分布の変化を対称にすることができ、インプリント材 I M の硬化による収縮歪みを対称にすることができる。

#### 【 0 0 5 3 】

以上のような構成例によれば、1 つ当たりのシャッタ板の回転量を小さくすることができるので、インプリント材 I M への光の照射の制御を高速化することができ、スループットの向上に有利である。

#### 【 0 0 5 4 】

シャッタ板の枚数は、3 枚以上であってもよい。また、シャッタ機構は、例えば、アイリスシャッタ（虹彩シャッタ）機構であってもよい。

#### 【 0 0 5 5 】

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

10

20

30

40

50



挙げられる。型としては、インプリント用のモールド等が挙げられる。

【 0 0 5 6 】

硬化物のパターンは、上記物品の少なくとも一部の構成部材として、そのまま用いられるか、或いは、レジストマスクとして一時的に用いられる。基板の加工工程においてエッチング又はイオン注入等が行われた後、レジストマスクは除去される。

【 0 0 5 7 】

次に、インプリント装置によって基板にパターンを形成し、該パターンが形成された基板を処理し、該処理が行われた基板から物品を製造する物品製造方法について説明する。図 1 1 ( a ) に示すように、絶縁体等の被加工材 2 z が表面に形成されたシリコンウエハ等の基板 1 z を用意し、続いて、インクジェット法等により、被加工材 2 z の表面にイン  
10 プリント材 3 z を付与する。ここでは、複数の液滴状になったインプリント材 3 z が基板上に付与された様子を示している。

【 0 0 5 8 】

図 1 1 ( b ) に示すように、インプリント用の型 4 z を、その凹凸パターンが形成された側を基板上のインプリント材 3 z に向け、対向させる。図 1 1 ( c ) に示すように、インプリント材 3 z が付与された基板 1 と型 4 z とを接触させ、圧力を加える。インプリント材 3 z は型 4 z と被加工材 2 z との隙間に充填される。この状態で硬化用のエネルギーとして光を型 4 z を透して照射すると、インプリント材 3 z は硬化する。

【 0 0 5 9 】

図 1 1 ( d ) に示すように、インプリント材 3 z を硬化させた後、型 4 z と基板 1 z を  
20 引き離すと、基板 1 z 上にインプリント材 3 z の硬化物のパターンが形成される。この硬化物のパターンは、型の凹部が硬化物の凸部に、型の凹部が硬化物の凸部に対応した形状になっており、即ち、インプリント材 3 z に型 4 z の凹凸パターンが転写されたことになる。

【 0 0 6 0 】

図 1 1 ( 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 1 ( 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、  
30 つまり、物品の構成部材として利用してもよい。

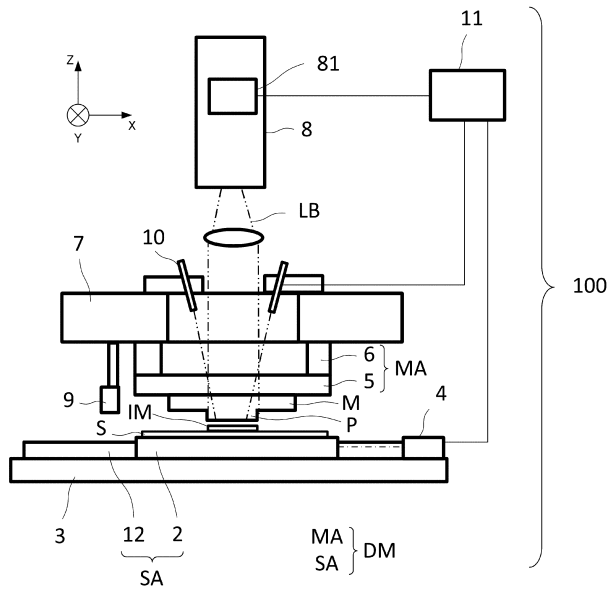
【 符号の説明 】

【 0 0 6 1 】

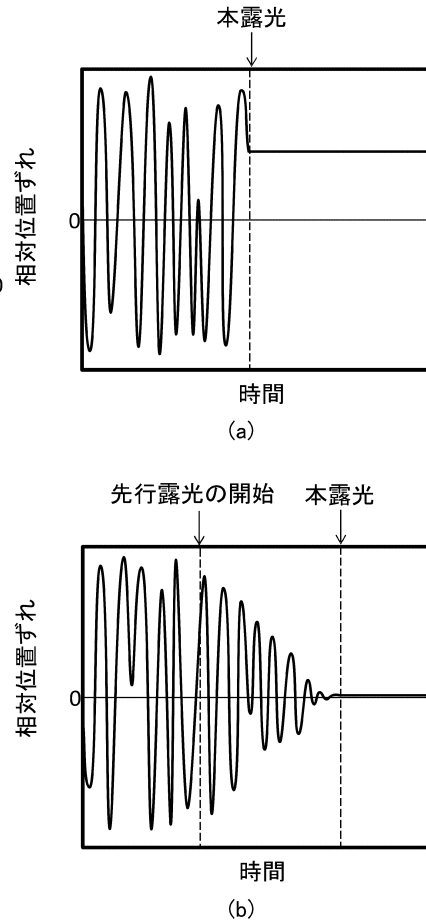
1 0 0 : インプリント装置、S : 基板、M : 型、S A : 基板位置決め機構、M A : 型位置決め機構、D M : 相対駆動機構、8 : 硬化部、8 1 : シャッタ機構、1 1 : 制御部、8 3 : 光源、8 4 : 結像光学系、8 5 : ハエの目レンズ、8 6 : 結像光学系、8 1 1 : シャッタ板、8 1 4 : 第 1 通過部、8 1 5 : 第 2 通過部



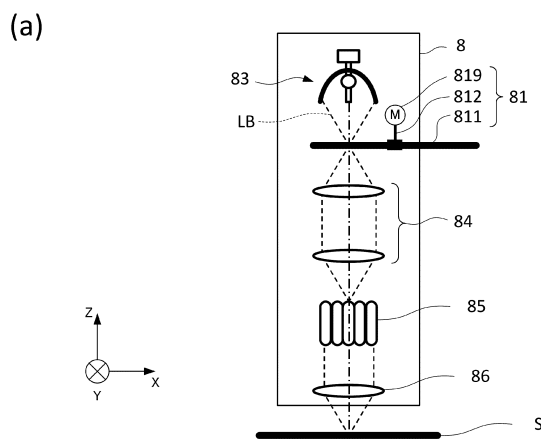
【図 1】



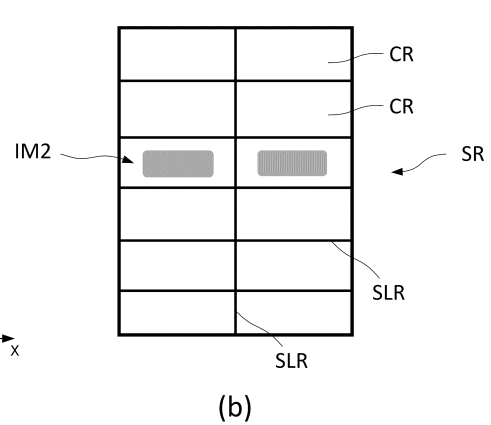
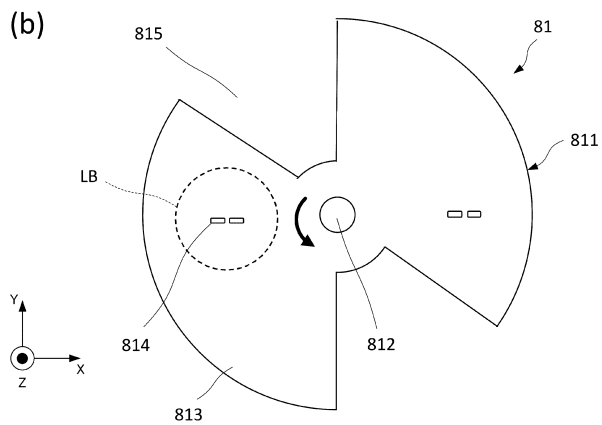
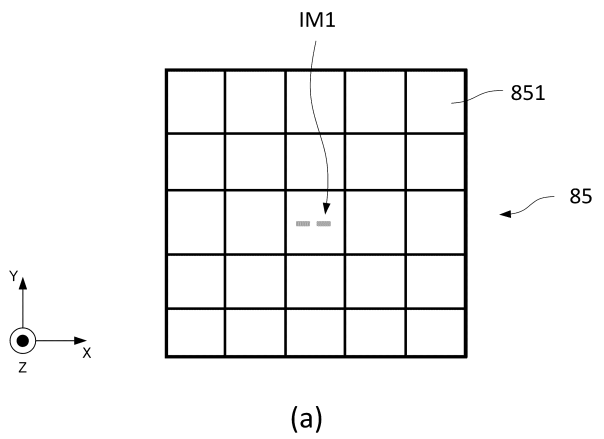
【図 2】



【図 3】

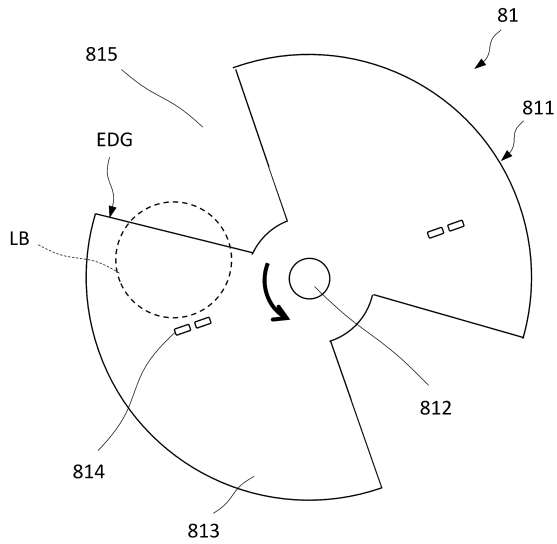


【図 4】

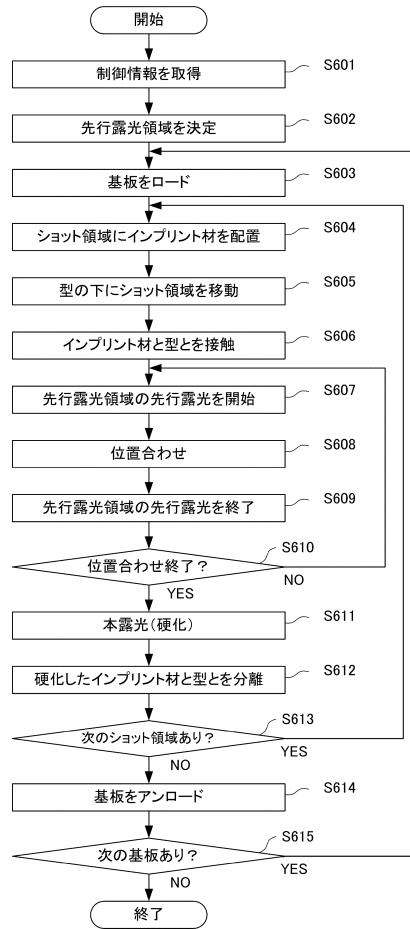




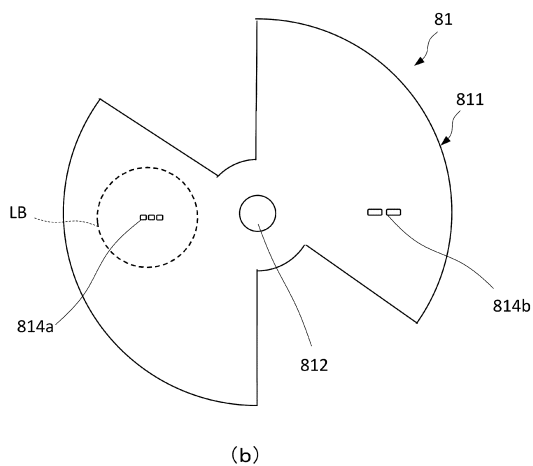
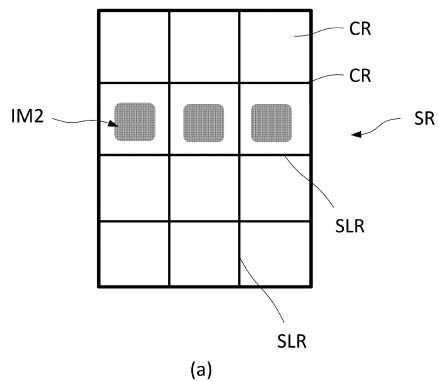
【図 5】



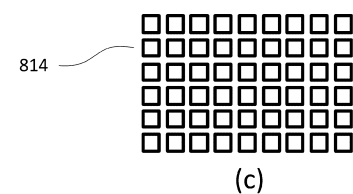
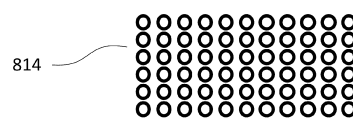
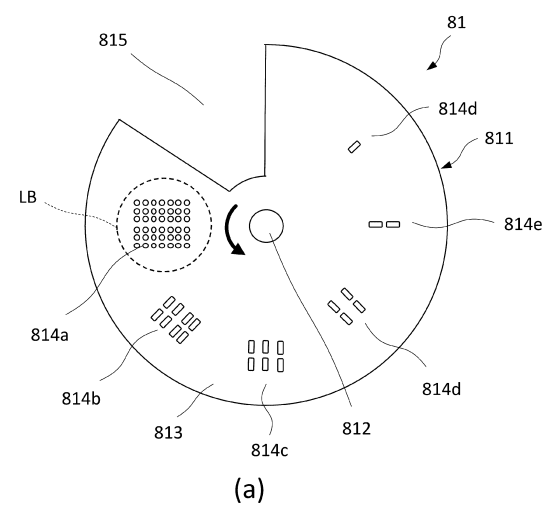
【図 6】



【図 7】

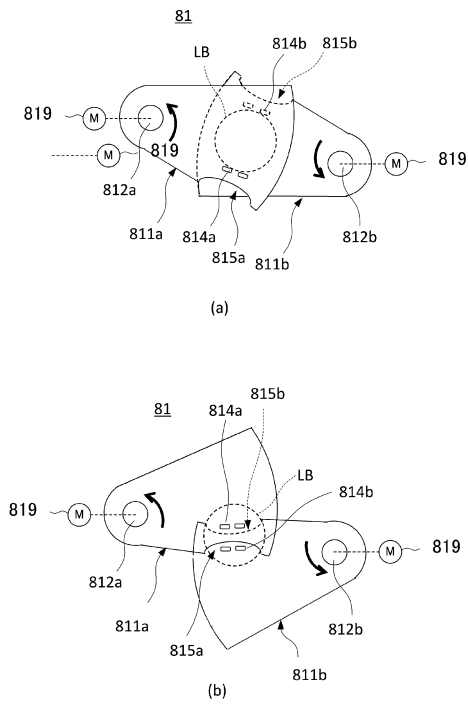


【図 8】

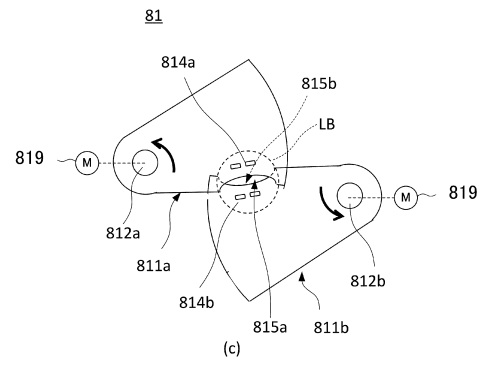




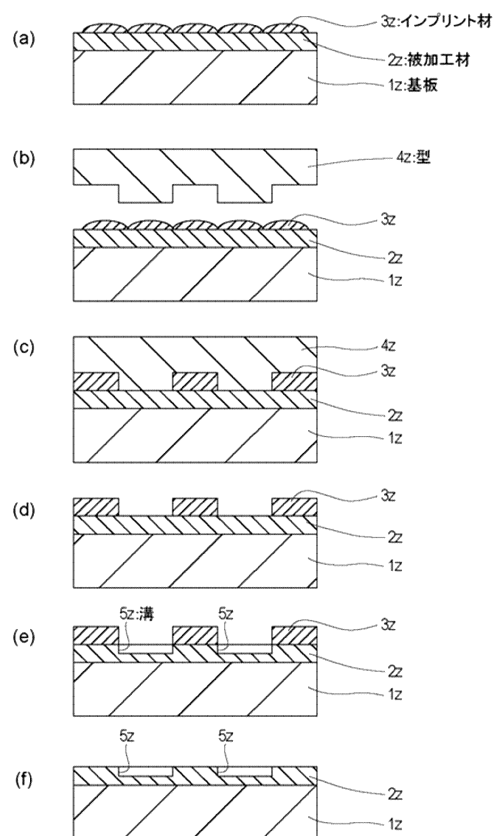
【図 9】



【図 10】



【図 11】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2016 - 058735 (JP, A)  
特開 2014 - 195088 (JP, A)  
特開 2005 - 286062 (JP, A)  
特開 2007 - 073939 (JP, A)  
特開平 09 - 204050 (JP, A)  
特開平 11 - 233423 (JP, A)

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