(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6860709号
(P6860709)

(45)発行日　令和3年4月21日(2021.4.21)　(24)登録日　令和3年3月30日(2021.3.30)

(51)Int.Cl.		F I		
H01L 21/027	(2006.01)	H01L	21/30	502D
G01B 11/00	(2006.01)	H01L	21/30	502M
B29C 59/02	(2006.01)	G01B	11/00	H
		B29C	59/02	Z

請求項の数 8　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願2020-6165(P2020-6165)
(22)出願日　令和2年1月17日(2020.1.17)
(62)分割の表示　特願2015-233756(P2015-233756)の分割
原出願日　平成27年11月30日(2015.11.30)
(65)公開番号　特開2020-74439(P2020-74439A)
(43)公開日　令和2年5月14日(2020.5.14)
審査請求日　令和2年1月17日(2020.1.17)

(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　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

審査官　長谷　潮

最終頁に続く

(54)【発明の名称】インプリント装置、物品製造方法および位置合わせ方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
基板の上のインプリント材に型を接触させ該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、
複数のアライメントスコープと、
前記複数のアライメントスコープからの出力に基づいて前記基板のショット領域と前記型との重ね合わせを制御する制御部と、を備え、
前記複数のアライメントスコープのそれぞれは、前記ショット領域の複数の第１マークから選択される第１マークと前記型の複数の第２マークから選択される第２マークとの相対位置を示す情報を出力し、
前記制御部は、前記複数のアライメントスコープからそれぞれ出力される複数の情報を相互に比較し、情報間の乖離量が基準値を超える場合には、当該基準値を超える情報を異常な情報と特定し、前記複数の情報のうち前記異常な情報を除く情報に基づいて、前記ショット領域と前記型との重ね合わせを制御し、
前記重ね合わせの制御において、前記制御部は、前記複数のアライメントスコープから選択されるアライメントスコープに、前記異常な情報に係る第１マークおよび第２マークの対とは異なる対を構成する第１マークおよび第２マークを観察させ、これにより得られる情報を、前記異常な情報の代わりに利用する、
ことを特徴とするインプリント装置。
【請求項２】

前記制御部は、前記複数の情報を相互に比較する際に、各アライメントスコープから出力される情報を処理して得られる信号のコントラスト、歪および強度の少なくとも１つの指標を用いて、前記異常な情報を特定する、
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、前記複数のアライメントスコープのうち前記異常な情報を除く情報を出力したアライメントスコープに、既に観察した第１マークおよび第２マークの再観察を行わせ、前記異常な情報を除く情報の他、前記再観察によって得られる情報に基づいて、前記ショット領域と前記型との重ね合わせを制御する、
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】
前記制御部は、前記異常な情報が発生した場合に、前記異常な情報を除く情報の他、前記基板とは異なる基板について前記複数のアライメントスコープを使って過去に得られた情報に基づいて、前記ショット領域と前記型との重ね合わせを制御する、
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】
前記過去に得られた情報は、前記基板とは異なる基板の複数のショット領域のうち前記ショット領域と設計上の位置が同一の位置に配置されたショット領域について前記複数のアライメントスコープを使って過去に得られた情報である、
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】
前記制御部は、前記異常な情報が発生した場合に、前記異常な情報を除く情報の他、前記基板の他のショット領域について前記複数のアライメントスコープを用いて過去に得られた情報に基づいて、前記ショット領域と前記型との重ね合わせを制御する、
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７】
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を用いて基板にパターンを形成する工程と、
前記パターンが形成された前記基板を処理する工程と、
を含むことを特徴とする物品製造方法。
【請求項８】
基板の上のインプリント材に型を接触させ該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おける前記基板と前記型との位置合わせ方法であって、
複数のアライメントスコープのそれぞれが、前記基板のショット領域の複数の第１マークから選択される第１マークと前記型の複数の第２マークから選択される第２マークとの相対位置を示す情報を出力し、
前記複数のアライメントスコープからそれぞれ出力される複数の情報を相互に比較し、
情報間の乖離量が基準値を超える場合には、当該基準値を超える情報を異常な情報と特定し、前記複数の情報のうち前記異常な情報を除いた情報に基づいて、前記ショット領域と前記型との位置合わせを行い、
前記位置合わせにおいて、前記複数のアライメントスコープから選択されるアライメントスコープに、前記異常な情報に係る第１マークおよび第２マークの対とは異なる対を構成する第１マークおよび第２マークを観察させ、これにより得られる情報を、前記異常な情報の代わりに利用する、
ことを特徴とする位置合わせ方法。
【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、物品製造方法および位置合わせ方法に関する。
【背景技術】

【０００２】
型を使ってパターンを成形するインプリント装置が注目されている。インプリント装置は、基板の上に供給されたインプリント材に型を接触させ、その状態でインプリント材を硬化させる。インプリント装置では、既にショット領域が定義された基板の上に追加の層を形成する場合、基板のショット領域に対して型を位置合わせする必要がある。位置合わせは、ショット領域の位置を示すために基板に形成されているマークと、型の位置を示すために型に形成されているマークとの相対位置をアライメントスコープを使って検出することによってなされうる。一般的には、１つのショット領域に複数のマークが形成され、それに対応するように、型にも複数のマークが形成されうる。ショット領域の１つのマークと型の１つのマークとはマーク対を構成し、各マーク対について、ショット領域のマークと型のマークとの相対位置が検出される。
【０００３】
複数のマーク対について相対位置を効率的に検出するために、インプリント装置は、複数のアライメントスコープを備えうる。特許文献１には、複数のアライメントスコープを備え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】
【０００４】
【特許文献１】特許第４１８５９４１号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
アライメントスコープから出力される画像信号等の情報は、種々の異常な情報を含みうる。例えば、ショット領域のマークは、プロセスに起因する変形や膜厚むらを有する可能性があり、これによって異常な情報が生成されうる。また、基板および型に異物が付着している場合にも異常な情報が生成されうる。従来は、ショット領域と型との位置合わせを行うために複数のマーク対についてアライメントスコープから出力される複数の情報の中に異常な情報が含まれていても、その異常な情報を使わないという処理はなされていなかった。したがって、異常な情報に基づいて検出された異常な相対位置の影響を受けた誤った位置合わせ情報に基づいてショット領域と型との位置合わせが制御されることがあった。そのため、ショット領域と型との位置合わせ精度を保証することができない場合があった。
【０００６】
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、ショット領域と型との位置合わせ精度を保証するために有利な技術を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明の１つの側面は、基板の上のインプリント材に型を接触させ該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、複数のアライメントスコープと、前記複数のアライメントスコープからの出力に基づいて前記基板のショット領域と前記型との重ね合わせを制御する制御部と、を備え、前記複数のアライメントスコープのそれぞれは、前記ショット領域の複数の第１マークから選択される第１マークと前記型の複数の第２マークから選択される第２マークとの相対位置を示す情報を出力し、前記制御部は、前記複数のアライメントスコープからそれぞれ出力される複数の情報を相互に比較し、情報間の乖離量が基準値を超える場合には、当該基準値を超える情報を異常な情報と特定し、前記重ね合わせの制御において、前記制御部は、前記複数のアライメントスコープから選択されるアライメントスコープに、前記異常な情報に係る第１マークおよび第２マークの対とは異なる対を構成する第１マークおよび第２マークを観察させ、これにより得られる情報を、前記異常な情報の代わりに利用する。
【発明の効果】

【０００８】
本発明によれば、ショット領域と型との位置合わせ精度を保証するために有利な技術が提供される。
【図面の簡単な説明】
【０００９】
【図１】本発明の２つの実施形態のインプリント装置の構成を模式的に示す図。
【図２】ショット領域のマーク（第１マーク）および型のマーク（第２マーク）とで構成されるマーク対の例を示す図。
【図３】ショット領域のマーク（第１マーク）および型のマーク（第２マーク）とで構成されるマーク対の他の例を示す図。
【図４】ショット領域のレイアウトを例示する図。
【図５】実施形態のインプリント動作を説明する図。
【図６】変形例のインプリント動作を説明する図。
【図７】モアレ信号およびそれをフーリエ変換によって周波数成分ごとに分離した信号を例示する図。
【図８】粗検マークのマーク対および精検マークのマーク対を例示する図。
【図９】２つのショット領域を例示する図。
【発明を実施するための形態】
【００１０】
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。
【００１１】
図１（ａ）には、本発明の一実施形態のインプリント装置ＮＩＬの構成が模式的に示されている。図１（ｂ）には、本発明の他の実施形態のインプリント装置ＮＩＬの構成が模式的に示されている。図１（ａ）のインプリント装置と図１（ｂ）のインプリント装置ＮＩＬとは、インプリント材を硬化させるための硬化部７およびアライメントスコープ６の配置が異なる。
【００１２】
インプリント装置ＮＩＬは、基板１の上のインプリント材に型２（より詳しくは、型２のパターン部Ｐ）を接触させ該インプリント材を硬化させることによって該インプリント材のパターンを形成するように構成される。本明細書および添付図面では、処理対象の基板１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θＸ、θＹ、θＺ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、θＸ軸、θＹ軸、θＺ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。
【００１３】
インプリント材は、それを硬化させるエネルギーが与えられることによって硬化する硬化性組成物である。インプリント材は、硬化した状態を意味する場合もあるし、未硬化の状態を意味する場合もある。硬化用のエネルギーとしては、例えば、電磁波、熱等が用いられうる。電磁波は、例えば、その波長が１０ｎｍ以上１ｍｍ以下の範囲から選択される光（例えば、赤外線、可視光線、紫外線）でありうる。
【００１４】
硬化性組成物は、典型的には、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。これらのうち光により硬化する光硬化性組成物は、少なくとも重合性化合物および光重合開始剤を含有しうる。また、光硬化性組成物は、付加的に非重合性化合物または溶剤を含有しうる。非重合性化合物は、例えば、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りうる。

【００１５】
インプリント装置ＮＩＬは、基板保持部１１、基板駆動部１２、型保持部３、型駆動部１３、ディスペンサ（供給部）１５、複数のアライメントスコープ６、硬化部７、形状補正部３０および制御部２０を含みうる。基板保持部１１は、基板１を保持する。基板駆動部１２は、基板１を複数の軸（例えば、Ｘ軸、Ｙ軸、θＺ軸の３軸）について駆動するように基板保持部１１を駆動する。型保持部３は、型２を保持する。型駆動部１３は、型２を複数の軸（例えば、Ｘ軸、Ｙ軸、Ｚ軸、θＸ軸、θＹ軸、θＺ軸の６軸）について駆動するように型保持部３を駆動する。型駆動部１３によるＺ軸に関する型２の駆動は、基板１の上のインプリント材と型２のパターン部Ｐとを接触させるための駆動、および、基板１の上の硬化したインプリント材から型２のパターン部Ｐを離隔（剥離、離型）させるための駆動を含む。ディスペンサ１５は、基板１の上にインプリント材を供給する供給部である。

【００１６】
複数のアライメントスコープ６のそれぞれは、基板のショット領域の複数の第１マーク５から選択される第１マーク５と型２の複数の第２マーク４から選択される第２マーク４との相対位置を示す情報を出力する。ここで、ショット領域は、インプリント材への型２の接触および硬化によって一度にパターンが形成される領域を意味する。相対位置を示す情報は、例えば、第１マーク５および第２マーク４の個々の画像データ、または、第１マーク５および第２マーク４によって形成される光学像の画像データでありうる。１つのアライメントスコープ６は、例えば、１つの第１マーク５と１つの第２マーク４との相対位置を示す情報を出力しうる。各アライメントスコープ６の少なくとも一部分は、図１（ａ）に模式的に示されるように、型保持部３に設けられた開口の中に配置されうる。あるいは、各アライメントスコープ６は、図１（ｂ）に模式的に示されるように、型保持部３から離隔して配置されうる。図１（ｂ）に模式的に示された例では、型２と複数のアライメントスコープ６との間に光学系８が配置されうる。光学系８は、例えば、結像光学系および／またはリレー光学系を含みうる。

【００１７】
硬化部７は、基板１のショット領域の上にディスペンサ１５によって供給されたインプリント材に型駆動部１３が型２のパターン部Ｐを接触させた状態で、インプリント材を硬化させるためのエネルギーをインプリント材に与える。この例では、該エネルギーは、紫外線等の光である。図１（ａ）に模式的に示される例では、硬化部７は、型保持部３の開口の上方に配置されている。図１（ｂ）に模式的に示される例では、硬化部７は、型保持部３の開口の上方に配置されたミラー１８を介して型２の下のインプリント材に光を照射するように配置されている。

【００１８】
形状補正部３０は、型２のパターン部Ｐの形状を補正する。形状補正部３０は、例えば、型２の側面に力を加えることによって型２を変形させ、これによってパターン部Ｐの形状を補正する。制御部２０は、基板保持部１１、基板駆動部１２、型保持部３、型駆動部１３、ディスペンサ（供給部）１５、複数のアライメントスコープ６、硬化部７および形状補正部３０を制御するように構成されうる。制御部２０はまた、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報のうち異常な情報を除く情報に基づいて、基板１のショット領域と型２との重ね合わせ（例えば、位置および回転、または、位置、回転および形状）を制御する。制御部２０は、例えば、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｇａｔｅ Ａｒｒａｙの略。）などのＰＬＤ（Ｐｒｏｇｒａｍｍａｂｌｅ Ｌｏｇｉｃ Ｄｅｖｉｃｅの略。）、又は、ＡＳＩＣ（Ａｐｐｌｉｃａｔｉｏｎ Ｓｐｅｃｉｆｉｃ Ｉｎｔｅｇｒａｔｅｄ Ｃｉｒｃｕｉｔ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。

【００１９】
図２には、基板１のショット領域の第１マーク５および型２の第２マーク４が例示され

ている。第１マークおよび第２マークという表現は、ショット領域のマークと型２のマークとを区別するための表現である。ショット領域のための第１マーク５は、例えば、スクライブラインに配置されてもよいし、チップ領域の中に配置されてもよい。この例では、第１マーク５および第２マーク４は、「Ｂｏｘ　ｉｎ　Ｂｏｘ」を構成している。図２に示す例では、第１マーク５が第２マーク４の外側に配置されているが、第１マーク５が第２マーク４の内側に配置されてもよい。制御部２０は、アライメントスコープ６から出力される情報（例えば、画像データ）に基づいて、第１マーク５と第２マーク４との相対位置を示すパラメータ（例えば、図２に示されたｘ１、ｘ２、ｙ１、ｙ２）を計算する。

【００２０】

図３（ａ）、（ｂ）には、基板１のショット領域の第１マーク５および型２の第２マーク４がそれぞれ例示されている。第１マーク５および第２マーク４は、ライアンドスペースパターンで構成される。第１マーク５および第２マーク４は、互いにラインアンドスペースパターンの周期が異なる格子パターンであり、これらを重ね合わせることによって、図３（ｃ）に例示されるようなモアレが形成される。モアレは、第１マーク５と第２マーク４との相対位置を示す情報を含む。アライメントスコープ６は、モアレを撮像し、撮像によって得られた画像データを第１マーク５と第２マーク４との相対位置を示す情報として出力しうる。制御部２０は、該画像データを処理することによって図３（ｄ）に例示されるようなモアレ信号を得ることができる。ここで、図３（ｄ）において、横軸は位置、縦軸は信号強度である。信号強度は、例えば、画像データにおける同一位置の画素の信号値を平均または積算した値でありうる。

【００２１】

図３（ａ）、（ｂ）に示された例では、モアレを生じさせるために第１マーク５と第２マーク４とにおいてラインアドスペースパターンの周期が異なるが、他の例示おいては、第１マーク５と第２マーク４とにおいてラインアドスペースの周期を同じにしてもよい。他の例においては、第１マーク５および第２マーク４によってモアレは形成されず、第１マーク５および第２マーク４を通過した光の強度によって第１マーク５および第２マーク４の相対位置を検出することができる。

【００２２】

図４（ａ）、（ｂ）には、基板１の１つのショット領域９のレイアウトが例示されている。ショット領域９は、１または複数のチップ領域ＣＰを含む。また、ショット領域９は、複数の第１マーク５を有する。複数の第１マーク５は、スクライブラインＳＬに配置されてもよいし、チップ領域ＣＰの中に配置されてもよい。チップ領域ＣＰは、半導体デバイス等の物品として切り出される領域であり、スクライブラインＳＬは、チップ領域ＣＰの切り出しのための領域である。

【００２３】

図４（ａ）は、ショット領域９の全体が基板１の有効領域（パターンを形成可能な領域）に収まっている例であり、図４（ｂ）は、ショット領域９の一部のみが基板１の有効領域に収まっている例である。図４（ａ）、（ｂ）に示されている例では、インプリント装置ＮＩＬは、４つのアライメントスコープ６を有し、各アライメントスコープ６の観察視野１０が点線で示されている。アライメントスコープ６の個数は、要求される重ね合わせ精度やスループットなどに応じて決定されうる。図４（ａ）に示された例では、複数のアライメントスコープ６によってショット領域９の４隅のそれぞれに関して、第１マーク５と、型２の対応する第２マーク４が観察され、相対位置を示す情報がアライメントスコープ６から出力される。図４（ｂ）に示された例では、複数のアライメントスコープ６によって、基板１の有効領域内に配置されたチップＣＰの４隅の第１マーク５と対応する第２マーク４とが観察され、相対位置を示す情報が複数のアライメントスコープ６から出力される。制御部２０は、この情報に基づいて基板１のショット領域と型２との重ね合わせを制御する。

【００２４】

このようして、基板１のショット領域と型２とをショット領域の第１マーク５と型２の

第２マーク４との相対位置に基づいて基板１のショット領域と型２との重ねあわせを制御することは、ダイバイダイアライメントと呼ばれる。基板１のショット領域と型２とを重ね合わせる精度（ダイバイダイアライメントの精度）は、ショット領域の第１マーク５と型２の第２マーク４との相対位置の計測精度の影響を受ける。ここで、基板は、インプリントまでに各種のプロセスを経ているため、ショット領域の第１マークもまたプロセスの影響を受けている。例えば、第１マークの周辺のひずみや膜厚むら、エッチングやＣＭＰによるマークの非対称性などの誤差要因が計測精度に影響を及ぼす。このような誤差要因による計測誤差は、ＷＩＳ（Ｗａｆｅｒ　Ｉｎｄｕｃｅｄ　Ｓｈｉｆｔ）と呼ばれる。また、複数のアライメントスコープ６の間には、精度にばらつきがある。このような誤差要因による計測誤差は、ＴＩＳ（Ｔｏｏｌ　Ｉｎｄｕｃｅｄ　Ｓｈｉｆｔ）と呼ばれる。ＴＩＳとＷＩＳとの相互作用で非線形な誤差が発生することもある。更に、第１マーク５の形状が本来の形状から乖離していること、第１マーク５および／または第２マーク４に異物が付着していること、第１マーク５の周辺のパターンからのノイズ光などが誤差要因となり、これらによって計測誤差が発生しうる。特に、複数のアライメントスコープ６を用いたダイバイダイアライメント方式では、一部のアライメントスコープ６からの情報に誤差要因に基づく異常な情報が含まれると、その影響を受けて、ショット領域と型２との相対位置関係についての計測精度が低下しうる。

【００２５】

そこで、制御部２０は、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報のうち異常な情報を除く情報に基づいて、基板１のショット領域と型２との重ね合わせを制御する。これにより、ショット領域と型との位置合わせ精度を保証することができる。例えば、ショット領域の４隅のマークの観察によって得られた４つの情報に基づいて重ね合わせが制御される設定がなされている場合において、１つの情報が異常な情報である場合、残りの３つの情報に基づいて重ね合わせの制御がなされうる。基板１のショット領域と型２との重ね合わせの制御は、例えば、ショット領域と型２との間の相対的な位置、相対的な回転、形状差を低減する制御を含みうる。相対的な位置および回転の低減は、基板駆動部１２および型駆動部１３の少なくとも一方の制御によってなされうる。形状差の低減は、形状補正部３０の制御によってなされうる。

【００２６】

制御部２０は、例えば、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報を相互に比較することによって、異常な情報を識別しうる。ここで、複数のアライメントスコープ６間における収差の差などに起因するＴＩＳは、キャリブレーションによって低減可能である。よって、複数のアライメントスコープ６のそれぞれから出力される複数の情報（例えば画像データ）の間には殆ど差がないと考えられる。したがって、他の情報に対して相応の差がある情報は、異常な情報であると考えられる。相応の差があるかどうかは、典型的には、情報間の乖離量が基準値を超えるか否かによって判断されうる。

【００２７】

ここで、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力された複数の情報をそのままの状態で相互に比較してもよいが、該複数の情報を個々に処理して得られる複数の信号を相互に比較する方が、高い精度で異常な情報を識別しうる。例えば、制御部２０は、アライメントスコープ６から出力される情報を処理することによって前述の図３（ｄ）に示されるようなモアレ信号を得て、該信号に基づいて異常な情報を識別することができる。制御部２０は、例えば、各アライメントスコープ６から出力される情報を処理して得られる指標（例えば、信号のコントラスト、歪および強度の少なくとも１つ）に基づいて異常な情報を識別することができる。

【００２８】

図３（ｅ）には、図３（ｃ）に例示されたようなモアレ(画像データ）に基づいて算出される指標の例が示されている。Ａｘ（ｘは添え字、以下同様）は、モアレ信号がピークを示す位置におけるピーク値である。Ｂｘは、モアレ信号がボトムを示す位置におけるボトム値である。Ｂｘは、図３（ｄ）に例示されるように本来はゼロであるべきであるが、

電気ノイズや周辺のパターンからのノイズ光によってゼロ以外の値を示しうる。コントラストは、例えば、ＡｘとＢｘとの差分で与えられうる。コントラストが大きいほど、情報の信頼性が高いこと（即ち、誤差要因が少ないこと）を示しうる。Ｃｘは、マークの全体における傾斜を示している。Ｃｘは、複数のＡｘを結ぶ直線の傾き、および、複数のＢｘを結ぶ直線の傾きでありうる。誤差要因がない場合には、傾きはゼロに近い。ここで、局所的な傾きが存在する場合には、複数のＡｘ（またはＢｘ）を結ぶ線は、曲線となりうる。この場合は、該曲線を多項式近似などで求めることができる。

【００２９】

誤差要因がない場合には、図３（ｄ）に例示されるモアレ信号は、左右対称の三角関数になりうるが、誤差要因が存在すると、該信号に歪が生じうる。この場合、ピーク位置、ボトム位置、信号の重心などを基準として、左右の対称性を求めることで信号の確からしさを評価することができる。制御部２０は、例えば、複数のライメントスコープ６からそれぞれ出力された複数の信号をそれぞれ処理して得られる指標を比較することによって、該複数の信号のうち異常な信号を識別することができる。例えば、ある情報を処理して得られたコントラストが他の情報を処理して得られたコントラストに対して基準値を超えて低ければ、当該情報を異常な情報として識別することができる。

【００３０】

また、アライメントスコープ６から出力された情報から得られた図３（ｄ）に例示されたようなモアレ信号をフーリエ変換などにより各種成分に分解して、各種成分ごとの信号強度や形状の差異を比較してもよい。フーリエ変換には、高速フーリエ変換、離散フーリエ変換なども含まれる。例えば、モアレ信号を使う場合、計測に用いる周波数はマークの設計値によって確定し、それ以外はノイズ成分である。そこで、計測に用いる周波数成分の強度を相互に比較し、強度が他よりも大幅に小さいモアレ信号については、見掛け上の信号値は大きいが、ノイズ成分が多いことになるため、誤差を多く含んだ信号であると判断することができる。逆に、ノイズ成分の強度を比較し、ノイズ成分の強度がモアレ信号について、誤差を多く含んだ信号であると判断することもできる。

【００３１】

図７（ａ）には、モアレ信号が例示されている。図７（ｂ）－（ｆ）には、図７（ａ）のモアレ信号をフーリエ変換により周波数成分ごとに分離した信号が例示されている。図７（ｂ）がマーク（第１マーク５、第２マーク４）のデザインピッチから導かれる周期に相当する信号（一次成分）、図７（ｃ）が二次成分、図７（ｄ）が三次成分、図７（ｅ）が四次成分、図７（ｆ）が五次成分である。図７（ａ）に例示されたモアレ信号は、整った三角関数ではなく、ノイズ成分が含まれていることが分かる。これを本来の信号とノイズ成分とに分離するためにフーリエ変換が利用される。図７（ｂ）に例示された一次成分が本来の計測に用いるモアレ信号に相当し、この信号が強い（コントラストが高い）と、Ｓ/Ｎが良い信号である。また、二次成分以降はノイズであるので、なるべく信号が弱い（コントラストが低い）方が良い。これらの結果を比較することで、各アライメントスコープ６でのＳ/Ｎを判断することができる。

【００３２】

基板１のショット領域と型２とを高い精度で位置合わせするために、粗検マークを使って両者を大まかに（即ち、低い精度で）位置合わせをした後に、精検マークを使って両者を高い精度で位置合わせする方法がある。粗検マークを使った位置合わせは、粗検マークを使ってショット領域と型２との相対位置を低い精度で検出し（これを粗検という）、その結果に基づいて両者を低い精度で位置合わせする。精検マークを使った位置合わせは、精検マークを使ってショット領域と型２との相対位置を高い精度で検出し（これを精検という）、その結果に基づいて両者を高い精度で位置合わせする。粗検も精検も、ショット領域と型との相対位置を検出する計測であるので、両者の計測の結果は、精度の違いを持っているが、ほぼ等しい値となる。しかし、いずれかの結果に異常がある場合には、両者の計測の結果は、判別可能な差を有することになりうる。

【００３３】

図８には、基板１の複数のショット領域のうちの１つの第１マーク５および型２の複数の第２マーク４のうちの１つの第２マーク４が重ねて示されている。第１マーク５は、第１粗検マーク５０１および第１精検マーク５０２を含み、第２マーク４は、第２粗検マーク４０１および第２精検マーク４０２を含む。この例では、第１精検マーク５０２および第２精検マーク４０２は、モアレを形成する格子パターンである。図８では、便宜的に、第１精検マーク５０２および第２精検マーク４０２の代わりに、第１精検マーク５０２および第２精検マーク４０２によって形成されたモアレが示されている。

【００３４】

前述のとおり、各アライメントスコープ６から出力される情報は、第１マーク５と第２マーク４との相対位置を示す情報である。この情報は、第１粗検マーク５０１と第２粗検マーク４０１との相対位置を示す第１情報および第１精検マーク５０２と第２精検マーク４０２との相対位置を示す第２情報を含みうる。制御部２０は、第１情報に基づいて得られるショット領域と型２との第１相対位置と第２情報から得られるショット領域と型２との第２相対位置との差に基づいて異常な情報を識別しうる。このような方式は、例えば、粗検の結果に基づいてショット領域と型２とが位置合わせされた後に、粗検（２回目の粗検）および精検を行う際に適用されうる。即ち、２回目の粗検において第１情報に基づいて得られる第１相対位置と精検において第２情報に基づいて得られる第２相対位置との差に基づいて、異常な情報を識別することができる。この例において、１回目の粗検においては、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報のうち異常な情報を除く情報に基づいてショット領域と型２との相対位置を得ることが好ましい。異常な情報は、例えば、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報を相互に比較することによって識別することができる。

【００３５】

あるいは、異常な情報の識別は、次のような方法によってもなされうる。例えば、制御部２０は、各アライメントスコープ６から出力される情報に基づいて当該アライメントスコープ６によって観察された第１マーク５と第２マーク４との相対位置を示す検出結果を得ることができる。このようにして、制御部２０は、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報に基づいて複数の検出結果を得ることができる。そして、制御部２０は、当該複数の検出結果の平均からの乖離が所定基準より大きい検出結果を生じさせた情報を異常な情報として識別することができる。

【００３６】

あるいは、異常な情報の識別は、次のような方法によってもなされうる。例えば、事前に基準となる画像や信号形状を取得しておき、該基準に対する差を該基準に対する相関度などに基づいて数値化して指標とし、該基準と指標と比較する方法を採用することができる。事前に取得する方法としては、実際に使用する基板上のマークなどを計測してもよいし、シミュレーションにより求めておいてもよい。また、基板保持部上や基準基板上に形成された基準マークや、疑似的にモアレと同様の周期で三角関数の光信号を出すマークなどのように、実際に使用する信号と同等で理想的な信号を生成するためのマークが使われてもよい。この理想的な信号と、実際のインプリント時にアライメントスコープから出力される情報から得られる信号とを比較することで、該情報が異常な情報であるかどうかを識別することができる。この際に、前述のように、信号のコントラスト等の指標に基づいて異常な情報を識別してもよいし、フーリエ変換を利用してもよい。

【００３７】

以下、図５を参照しながら、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報のうち異常な情報を除く情報に基づいてインプリントを実行する動作を説明する。この動作は、制御部２０によって制御される。まず、ステップＳ５０１において、ディスペンサ１５によって、基板１の複数のショット領域のうちインプリント対象のショット領域（以下、対象ショット領域）に対してインプリント材が供給される。ステップＳ５０２において、基板駆動部１２によって対象ショット領域が型２の下に駆動される。ステップＳ５０３において、対象ショット領域の上のインプリント材に型２のパターン部Ｐが接

触するように、型駆動部１３によって型２を硬化させる動作が開始される。ステップＳ５０４において、複数のアライメントスコープ６を使って複数のマーク対が観察される。ここで、各マーク対は、対象ショット領域の複数の第１マーク５のうちの１つの第１マーク５と、型２の複数の第２マーク４のうちの１つの第２マーク４とで構成されうる。複数のアライメントスコープ６は、それぞれ、対応するマーク対の情報を出力する。ステップＳ５０５において、制御部２０は、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報から異常な情報を除去する。ステップＳ５０６において、制御部２０は、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報のうち異常な情報を除く情報に基づいて、対象ショット領域と型２との重ね合わせのための制御情報を生成する。ここで、制御情報は、例えば、対象ショット領域と型２との重ね合わせのために基板駆動部１２、型駆動部１３および形状補正部を制御するための情報である。ステップＳ５０７において、制御部２０は、制御情報に基づいて、対象ショット領域に型２が重ね合わされるように、基板駆動部１２、型駆動部１３および形状補正部３０を制御する。

【００３８】

ステップＳ５０８において、制御部２０は、対象ショット領域に対する型２の重ね合わせの制御が終了したかどうか、および、対象ショット領域の上のインプリント材に型２のパターン部Ｐを接触させるための型２の降下が終了したかどうかを判断する。そして、対象ショット領域に対する型２の重ね合わせの制御が終了し、かつ、型２の降下が終了したと判断したら、制御部２０は、処理をステップＳ５０９に進め、そうでなければ、処理をステップＳ５０４に進める。ここで、対象ショット領域に対する型２の重ね合わせの制御には、基板駆動部１２、型駆動部１３および形状補正部３０の制御によって、対象ショット領域に対する型２の相対位置および相対回転の補正、型２の形状の補正が含まれうる。

【００３９】

ステップＳ５０９において、硬化部７によって、型２の下のインプリント材にエネルギーが与えられ、これによってインプリント材が硬化する。ステップＳ５１０において、対象ショット領域の上の硬化したインプリント材から型２のパターン部Ｐが引き離されるように、型駆動部１３によって型２が駆動される。ステップＳ５１１において、制御部２０は、インプリントを行うべき次のショット領域があるかどうかを判断し、次のショット領域がある場合には、次のショット領域についてステップＳ５０１以降の処理を実行する。一方、全てのショット領域に対するインプリントが終了した場合は、図５に示された処理が終了する。

【００４０】

図５に示された例では、型２の降下を開始した後に複数のアライメントスコープ６による観察がなされているが、型２の降下を開始する前にも、複数のアライメントスコープ６による観察がなされてもよい。また、ステップＳ５０５において異常な情報を除去する際には、そのことが不図示のディスプレイ等の装置に出力されてもよい。

【００４１】

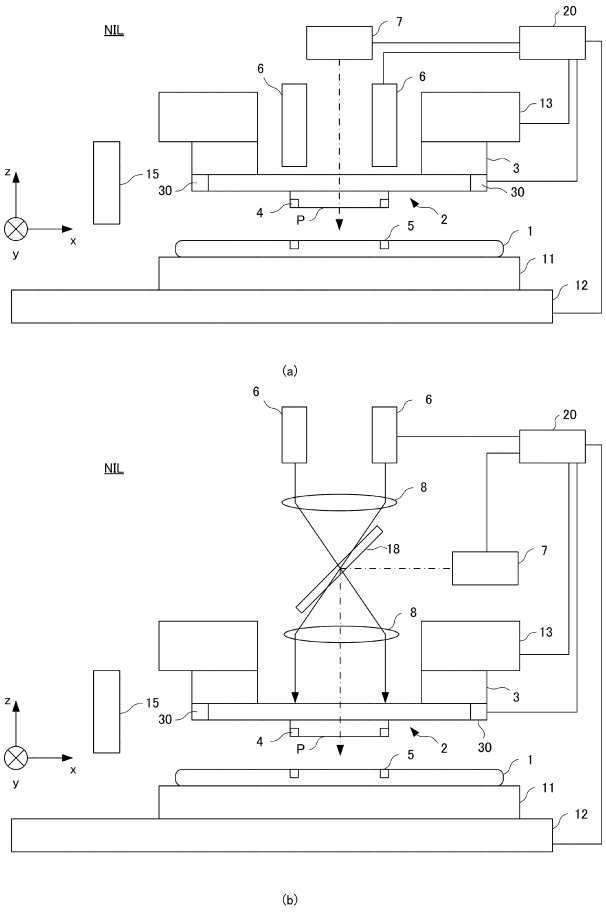
以下、ステップＳ５０６における処理について補足する。前述のように、ステップＳ５０６では、制御部２０は、複数のアライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報のうち異常な情報を除く情報に基づいて、ショット領域と型２との重ね合わせを制御する制御情報を生成する。ここで、異常な情報を除外するだけでは、対象ショット領域に対する型２の重ねあわせの精度が低下しうる。そこで、異常な情報の代わりに、他のマーク対についてアライメントスコープ６によって取得された情報が利用されてもよい。図４（ａ）、（ｂ）に例示されているように、ショット領域は、ステップＳ５０４において観察を行った第１マーク５以外にも第１マーク５を有しうる。そこで、ステップＳ５０４において観察を行った第１マーク５以外にも第１マーク５と型２のそれに対応する第２マーク４とからなるマーク対を複数のアライメントスコープ６から選択されるアライメントスコープ６に観察させてもよい。そして、制御部２０は、当該マーク対についてアライメントスコープ６から出力される情報を追加の情報として、前述の異常な情報の代わりに利用することができる。

【００４２】
ここで、追加の情報を得るために新たに観察するマーク対は、予め設定しておくことができる。追加の情報を得るために新たに観察するマーク対は、例えば、スループットの低下を防止する観点では、アライメントスコープ６の駆動時間が短時間になるように、異常な情報に係るマーク対の近いマーク対であることが好ましい。あるいは、新たに観察するマーク対としては、重ね合せの精度の観点において有利な位置に存在するマーク対が選択されてもよい。あるいは、新たに観察するマーク対は、インプリント後の重ね合わせ検査において使用されるマーク対の位置に基づいて選択されてもよい。
【００４３】
追加の情報を得るために新たにマーク対を観察するためには、アライメントスコープを当該マーク対の観察のために移動させる必要が生じうる。そこで、制御部２０は、ステップＳ５０５で異常な情報として識別された情報以外を出力したアライメントスコープ６を使って１回または複数回にわたってマーク対の再観察を行わせてもよい。そして、制御部２０は、ステップＳ５０４で得られた情報の他、該再観察によって得られる情報を利用してショット領域と型２との重ね合わせを制御してもよい。この方法によれば、平均化効果によって計測精度を向上させることができる。ここで、計測精度は、平均化効果により√（計測回数）で向上する関係が知られている。例えば、一回計測だったものを４回計測にすれば計測精度は２倍に向上し、９回計測にすれば計測精度は３倍に向上する。
【００４４】
制御部２０は、異常な情報が発生した場合、異常な情報を除く情報の他、該異常な情報が発生した基板とは異なる基板について複数のアライメントスコープ６を使って過去に得られた情報に基づいて、対象ショット領域と型２との重ね合わせを制御してもよい。一般的に、同様のプロセスを経ている基板（特に同一ロットの基板）は、同様の形状をしている可能性が高い。そこで、異常な情報が発生した基板とは異なる基板について複数のアライメントスコープ６を使って過去に得られた情報によって、異常な情報を補うことができる。過去に得られた情報は、異常な情報が発生した基板とは異なる基板の複数のショット領域のうち異常な情報が発生したショット領域と設計上の位置が同一の位置のショット領域について複数のアライメントスコープ６を用いて過去に得られた情報でありうる。
【００４５】
制御部２０は、異常な情報が発生した場合、該異常な情報を除く情報の他、該異常な情報が発生した基板の他のショット領域について複数のアライメントコープ６を用いて過去に得られた情報に基づいて、対象ショット領域と型２との重ね合わせを制御してもよい。図９を参照しながら説明する。ショット領域９－１は、既にインプリントがなされたショット領域であり、ショット領域９－２は、インプリント対象のショット領域であるとする。ショット領域９－１に対するインプリントにおいては、第１マーク５－１１、５－１２、５－１３、５－１４に関して異常な情報は発生していないものとする。対象ショット領域９－２に対するインプリントの際に、複数のアライメントスコープ６のうち第１マーク５－２４およびそれに対応する第２マーク４を観察したアライメントスコープ６から出力された情報が異常な情報であったとする。この場合に、制御部２０は、対象ショット領域９－２とは異なるショット領域９－１について複数のアライメントスコープ６を用いて過去に得られた情報に基づいて、対象ショット領域９－２と型２との重ね合わせを制御しうる。ここで、対象ショット領域９－２とは異なるショット領域は、例えば、対象ショット領域９－２に隣接するショット領域９－１であることが好ましい。
【００４６】
上記の実施形態では、重ね合わせの制御のために予め選択されたマーク対を複数のアライメントスコープ６を使って観察することによって得られた情報のうち異常な情報を除去する。しかしながら、本発明は、これに限定されない。例えば、ｎ個のマーク対の情報を重ね合わせの制御のために利用する場合を考える。この場合において、複数のアライメントスコープ６を使って、ｎ個より多いｍ個のマーク対を観察してｍ個の情報を得て、ｍ個の情報のうち異常な情報を除くｎ個の情報を利用して重ね合わせが制御されてもよい。

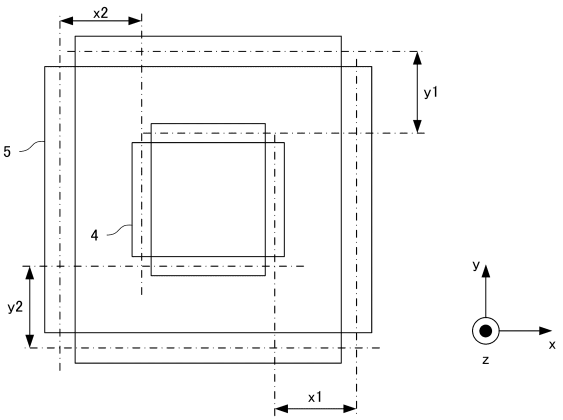
【００４７】
以下、上記の実施形態の変形例を説明する。変形例として言及しない事項は、上記の実施形態に従うものとする。まず、変形例の原理を説明する。対象ショット領域と型２との相対位置関係（相対位置および相対回転を含む）を変更すると、それに応じた量だけ第１マーク５と第２マーク４との相対位置も変化する筈である。この際に、複数のライメントスコープ６からそれぞれ出力される複数の情報にそれぞれ基づいて得られた複数の相対位置の変化量のデータ群の中に他のデータから乖離したデータがある場合、該複数の情報の中に異常な情報があることが分かる。例えば、１つのマーク対における相対位置の変化量のデータが他の複数のマーク対における相対位置の変化量のデータと異なれば、当該１つのマーク対に係るアライメントスコープ６から出力された情報を異常な情報であると判断することができる。
【００４８】
図６を参照しながら変形例の動作を説明する。この動作は、制御部２０によって制御される。ステップＳ５０１～Ｓ５０３は、図５の動作と同じである。ステップＳ６０１において、制御部２０は、対象ショット領域と型２との相対位置が第１相対位置である状態で、複数のアライメントスコープ６に複数のマーク対を観察させ、複数のアライメントスコープ６から出力される複数の情報（以下、「変更前情報」という。）を取得する。ステップＳ６０２において、制御部２０は、対象ショット領域と型２との相対位置が第２相対位置に変更されるように基板駆動部１２および／または型駆動部１３を制御する。ステップＳ６０３において、制御部２０は、対象ショット領域と型２との相対位置が第２相対位置である状態で、複数のアライメントスコープ６に複数のマーク対を観察させ、複数のアライメントスコープ６から出力される複数の情報（以下、「変更後情報」という。）を取得する。
【００４９】
ステップＳ６０４において、制御部２０は、各変更前情報に基づいて得られる各マーク対における相対位置と、各変更後情報に基づいて得られる各マーク対における相対位置と、の差に基づいて、異常な情報を識別する。ここで、マーク対における相対位置とは、マーク対を構成する第１マーク５と第２マーク４の相対位置を意味する。例えば、第１相対位置と第２相対位置との差がΔＸである場合、各変更前情報に基づいて得られる各マーク対における相対位置と変更後情報に基づいて得られる各マーク対における相対位置との差は、ΔＸである筈である。そこで、この差が異常であると判断されるマーク対の観察をしたアライメントスコープ６からの情報を異常な情報と判断して、これを除去する。ステップＳ５０６以降は、図５の動作と同様である。第１相対位置と第２相対位置との差が回転成分を含む場合には、各変更前情報に基づいて得られる各マーク対における相対位置と変更後情報に基づいて得られる各マーク対における相対位置との差は、当該回転成分に応じた差になる。
【００５０】
以下、物品としてのデバイス（半導体集積回路素子、液晶表示素子等）の製造方法は、上述したインプリント装置を用いて基板（ウエハ、ガラスプレート、フィルム状基板）にパターンを形成する工程を含む。さらに、該製造方法は、パターンが形成された基板を処理（例えば、エッチング）する工程を含みうる。なお、パターンドメディア（記録媒体）や光学素子などの他の物品を製造する場合には、該製造方法は、エッチングの代わりに、パターンを形成された基板を加工する他の処理を含みうる。本実施形態の物品製造方法は、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一つにおいて有利である。
【符号の説明】
【００５１】
ＮＩＬ：インプリント装置、１：基板、２：型、３：型保持部、４：第２マーク、５：第１マーク、６：アライメントスコープ、７：硬化部、８：光学系、１０：観察視野、１１：基板保持部、１２：基板駆動部、１３：型駆動部、１５：ディスペンサ（供給部）、１

８：ミラー、２０：制御部、３０：形状補正部

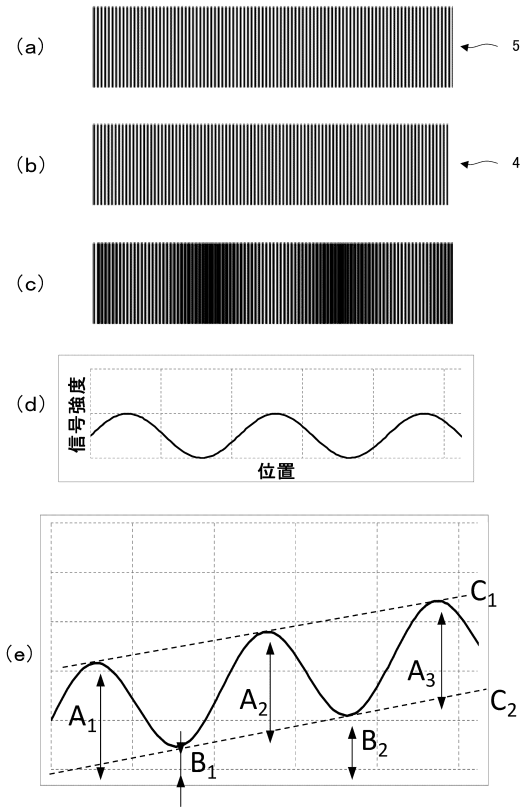
【図１】



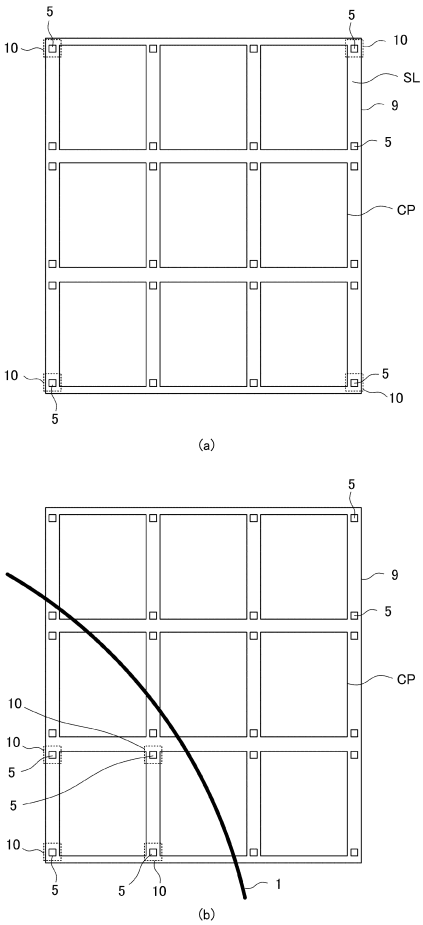
【図２】



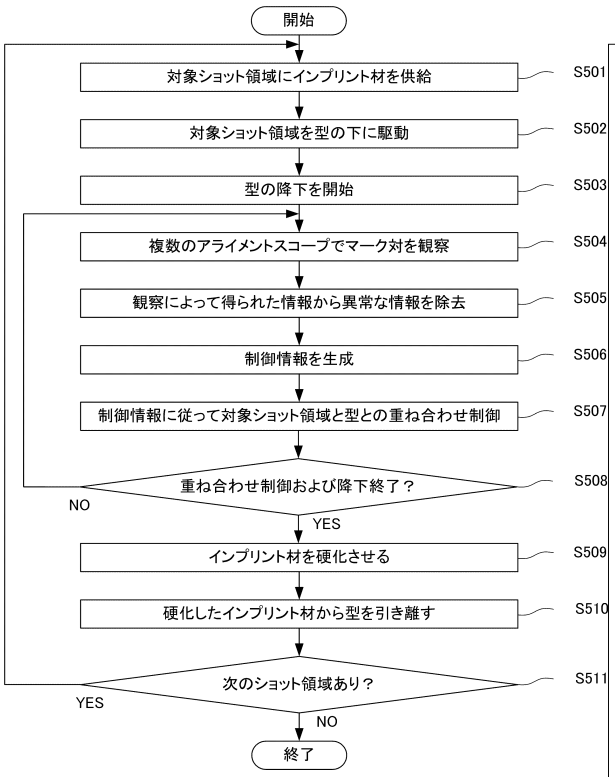
【図３】


(a)
5
(b)
4
(c)
(d)
信号強度
位置
(e)
A_1
A_2
A_3
B_1
B_2
C_1
C_2

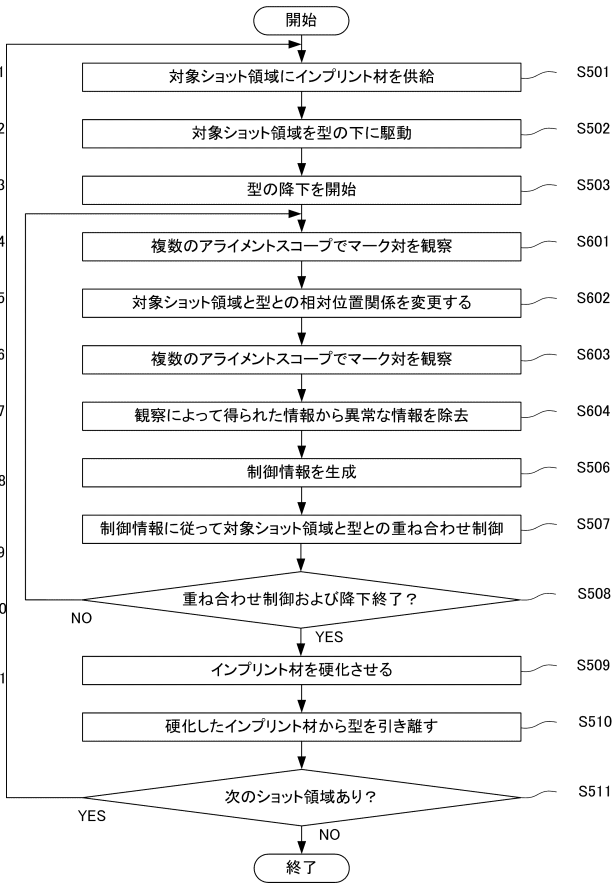
【図４】


5
10
SL
9
CP
(a)
(b)
1

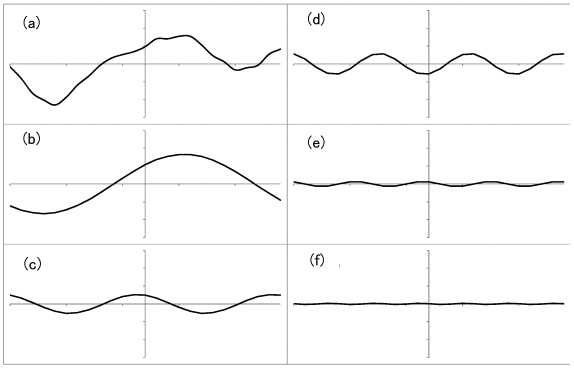
【図５】


開始
対象ショット領域にインプリント材を供給
S501
対象ショット領域を型の下に駆動
S502
型の降下を開始
S503
複数のアライメントスコープでマーク対を観察
S504
観察によって得られた情報から異常な情報を除去
S505
制御情報を生成
S506
制御情報に従って対象ショット領域と型との重ね合わせ制御
S507
重ね合わせ制御および降下終了？
S508
NO
YES
インプリント材を硬化させる
S509
硬化したインプリント材から型を引き離す
S510
次のショット領域あり？
S511
YES
NO
終了

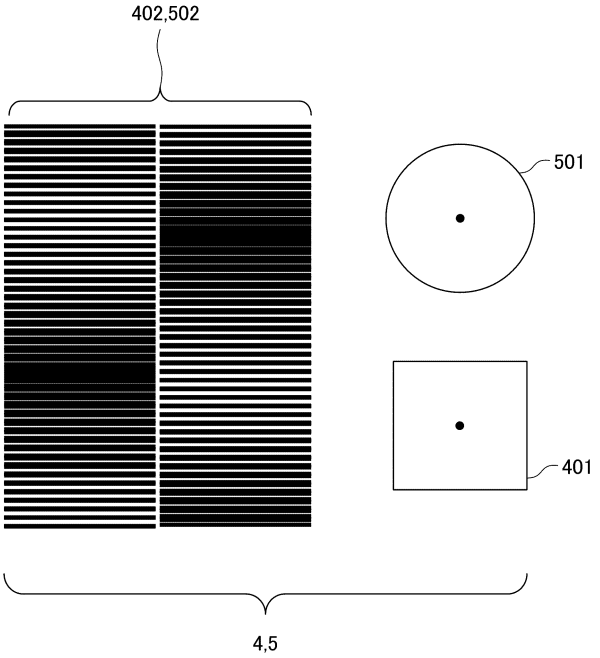
【図６】


開始
対象ショット領域にインプリント材を供給
S501
対象ショット領域を型の下に駆動
S502
型の降下を開始
S503
複数のアライメントスコープでマーク対を観察
S601
対象ショット領域と型との相対位置関係を変更する
S602
複数のアライメントスコープでマーク対を観察
S603
観察によって得られた情報から異常な情報を除去
S604
制御情報を生成
S506
制御情報に従って対象ショット領域と型との重ね合わせ制御
S507
重ね合わせ制御および降下終了？
S508
NO
YES
インプリント材を硬化させる
S509
硬化したインプリント材から型を引き離す
S510
次のショット領域あり？
S511
YES
NO
終了

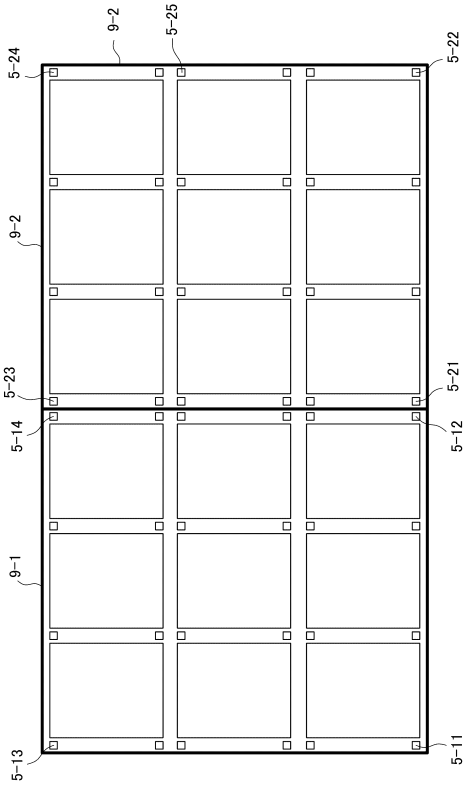
【図７】


(a)
(d)
(b)
(e)
(c)
(f)

【図８】


402,502
501
401
4,5

【図９】


9-2
5-25
5-24
5-22
9-2
5-23
5-21
5-14
5-12
9-1
5-13
5-11

フロントページの続き

(56)参考文献 特開２０１２－２５３３２５（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－３５０７０７（ＪＰ，Ａ）
特開２００７－１１５７４０（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１６５５１６（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－０８６０３７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－１９７１０７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０８４７３２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－１２７９７９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－０３７１２２（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００７／０２３１４２１（ＵＳ，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｈ０１Ｌ　２１／０２７
Ｂ２９Ｃ　５９／０２
Ｇ０１Ｂ　１１／００